Espacenet

Bibliographic data: DE19838439 (C1) — 2000-04-27

Vertically integrated thin film photodiode, for photodetector used e.g. in optical data storage and transmission, is produced by thinning and reflective coating of a photodiode substrate bonded to a temporary substrate

Inventor(s): BUCHNER REINHOLD [DE]; SAX MELANIE [DE] ± (BUCHNER, REINHOLD, ; SAX, MELANIE)

Applicant(s): FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE] ± (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V)

Classification: **- international:** ***H01L31/0216; H01L31/0232; H01L31/0236;*** (IPC1-7): H01L31/0232; H01L31/0236; H01L31/102
- cooperative: **H01L31/02161**; **H01L31/0232**; **H01L31/0236**; Y02E10/50

Application number: DE1998138439 19980824

Priority number (s): DE1998138439 19980824

Abstract of DE19838439 (C1)

Thin film photodiode production comprises thinning and reflective coating of a photodiode substrate (1) bonded to a temporary substrate prior to bonding to a third substrate. A thin film photodiode is produced by bonding the photodiode side of a first substrate (1) to a second substrate, thinning the first substrate to a few microns thickness, applying a reflective layer or layer sequence onto the first substrate, bonding the reflective side of the first substrate onto a third substrate and removing the second substrate.

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENT- UND MARKENAMT

(12) **Patentschrift**

(10) **DE 198 38 439 C 1**

(51) Int. Cl.[7]:
H 01 L 31/102
H 01 L 31/0232
H 01 L 31/0236

(21) Aktenzeichen: 198 38 439.4-33
(22) Anmeldetag: 24. 8. 1998
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 27. 4. 2000

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(73) Patentinhaber:
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

(74) Vertreter:
Gagel, R., Dipl.-Phys.Univ. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 81241 München

(72) Erfinder:
Buchner, Reinhold, Dipl.-Phys., 85774 Unterföhring, DE; Sax, Melanie, Dipl.-Ing., 81241 München, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 195 18 303 A1
DE 44 33 845 A1
DE 43 37 694 A1
US 55 63 084 A

(54) Dünnfilmphotodiode und Verfahren zur Herstellung

(57) Die Erfindung betrifft Dünnfilmphotodioden und ein Verfahren zur Herstellung.
Bei dem Verfahren wird ein erstes Substrat, das auf einer ersten Seite eine Photodiode aufweist, bereitgestellt. Das erste Substrat wird mit einem zweiten Substrat verbunden, wobei die erste Seite zum zweiten Substrat gerichtet ist. Das erste Substrat wird dann von einer zweiten, der ersten gegenüberliegenden Seite, bis auf eine Dicke von wenigen Mikrometern gedünnt. Anschließend wird eine die zu detektierende Strahlung reflektierende Schicht oder Schichtfolge auf die zweite Seite des ersten Substrates aufgebracht. Schließlich werden das erste Substrat auf ein drittes Substrat aufgebracht und das zweite Substrat entfernt.
Durch die erfindungsgemäße reflektierende Schicht an der Unterseite der Photodiode wird die Strahlung umgelenkt und durchdringt erneut die optisch aktive Schicht der Photodiode, so daß der Wirkungsgrad von Dünnfilmphotodioden stark erhöht wird.

DE 198 38 439 C 1

DE 198 38 439 C 1

SAMSUNG EX. 1002 - 681/1684

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Dünnfilmphotodiode mit hohem Wirkungsgrad.

Es gibt derzeit viele technische Systeme, bei denen optische Signale erfaßt und zur Weiterverarbeitung in elektrische Signale umgewandelt werden müssen. Beispiele hierfür sind die Anwendungsfelder (magneto-)optische Datenspeicherung, wie bei CD-, DVD- oder MO-Laufwerken, die optische Datenübertragung über Glasfasernetzwerke, sowie die Bereiche Bildverarbeitung, Mustererkennung und optische Spektroskopie. Zur Detektion der elektromagnetischen Strahlung werden bei diesen Systemen in der Regel Halbleiter-Photodioden als Photodetektoren verwendet, die je nach Anforderung als Einzeldiode, Diodenzeile oder Diodenarray angeordnet werden. Im Bereich der Bildverarbeitung kommen hierbei insbesondere zeilenweise oder flächig angeordnete Detektoren zum Einsatz.

Als Grundmaterial zur Herstellung von Photodioden wird ein Halbleitersubstrat, beispielsweise aus Silizium, Germanium, III-V- oder IV-VI-Verbindungen, verwendet. Beispiele für III-V-Halbleiter sind GaAs, GaP, InP, InAs, InSb, GaInAs oder InGaAsP, für IV-VI-Halbleiter PbSe, PbTe.

Die einfallende elektromagnetische Strahlung wird im Halbleitersubstrat absorbiert und erzeugt Ladungsträger, die schließlich einen Photostrom hervorrufen. Die Größe des Stromflusses hängt von der Beleuchtungsstärke der zu erfassenden Strahlung ab. Der detektierbare Wellenlängenbereich wird durch das verwendete Halbleiter-Grundmaterial bestimmt. Dieser liegt im Fall von Silizium bei ca. 200 nm bis 1100 nm, während er bei Germanium ca. 200 nm bis 1700 nm umfaßt.

Zwischen den beiden Elektroden der Photodiode wird eine Raumladungszone erzeugt, in deren elektrischem Feld die Trennung der generierten Ladungsträger erfolgt. Um einen hohen Wirkungsgrad der Photodiode zu erhalten, muß gewährleistet werden, daß ein möglichst großer Teil der Strahlung in die Diode eingekoppelt und weitgehend innerhalb der Raumladungszone absorbiert wird. Außerhalb der Raumladungszone erzeugte Ladungsträger rekombinieren überwiegend und tragen nicht zum Photostrom bei. Die Rekombinationsrate wird durch Störungen des Kristallgitters und Defekte, die auch durch Verunreinigungen hervorgerufen werden können, erhöht und ist insbesondere im Bereich der Oberfläche sehr hoch.

Die Strahlungseinkopplung in die Photodiode wird durch die Brechungsindizes des Halbleitermaterials, der Deckschicht über der Photodiode und der Umgebung bestimmt. Bei monochromatischer Strahlung treten außerdem Interferenzeffekte durch Reflexionen an Grenzflächen auf, die die Transmission beeinflussen. Durch geeignete Wahl der Deckschichten über der Photodiode können eine optische Vergütung realisiert und die Strahlungseinkopplung für eine Wellenlänge oder einen Wellenlängenbereich optimiert werden.

Die Intensität der einfallenden Strahlung nimmt gemäß dem Absorptionsgesetz exponentiell mit zunehmender Eindringtiefe ab. Die Absorption und damit die Eindringtiefe werden durch den Absorptionskoeffizienten bestimmt, der hauptsächlich vom Halbleitermaterial und dessen Dotierung, sowie von der Wellenlänge der Strahlung abhängt. Die Absorption steigt in der Regel mit sinkender Wellenlänge und zunehmender Dotierung an. Ebenso bewirken Kristallstörungen, wie sie in polykristallinem oder amorphem Material in starkem Maß vorliegen, ein Ansteigen der Strahlungsabsorption.

Die Weite der Raumladungszone hängt bei gegebener elektrischer Spannung im Wesentlichen von der Dotierung des Halbleiters ab und nimmt mit sinkendem Dotierungsniveau zu. Häufig werden daher sog. pin-Photodioden verwendet, die eine intrinsische Halbleiterschicht enthalten, die sehr niedrig dotiert ist. Damit können Raumladungszonen mit einer Ausdehnung von mehreren Mikrometern erzeugt werden.

Lag in der Vergangenheit der Schwerpunkt der Entwicklung bei der Fertigung von Einzelphotodioden, so macht die zunehmende Nachfrage nach Gesamtsystemlösungen die Herstellung von integrierten Systemen erforderlich, bei denen Detektoren mit der dazugehörenden Auswerteelektronik, die Verstärkungs-, Logik- oder Speicherelemente enthalten kann, integriert werden.

Neben der monolithischen Integration, bei der Detektoren und Elektronik nebeneinander auf einem Substrat erzeugt werden, gewinnt mittlerweile die vertikale Integration (siehe z. B. Y. Akasaka, Proc IEEE 74 (1986) 1703) bzw. die Herstellung von Dünnfilmelementen für Anwendungen, die mit dem Begriff "Smart Label" umschrieben werden, eine immer größere Bedeutung. Hierbei spielen auch die Kosten eine Rolle, da die monolithische Integration zum einen die Entwicklung von speziellen Fertigungsprozessen erfordert und insgesamt höhere Fertigungskosten verursacht. Zum anderen sind Photodioden im Vergleich zur Auswerteelektronik verhältnismäßig einfache Elemente, die in der Regel eine große Fläche beanspruchen. Bei der Integration fallen damit für die Photodioden wesentlich höhere Flächenkosten an, als bei der Fertigung im Rahmen eines einfachen Photodiodenprozesses. Für die genannten Anwendungsgebiete ist es erforderlich, Photodioden in dünnen Halbleiterfilmen mit Dicken von wenigen Mikrometern herzustellen.

Eine Problematik bei der vertikalen Integration ist die Herstellung von elektrischen Verbindungen zwischen den einzelnen Ebenen. Es sind jedoch Verfahren zur Herstellung von dreidimensionalen Schaltungsanordnungen bekannt, mit denen nach dem Aufbringen der Ebene elektrische Verbindungen hergestellt werden können (siehe z. B. US-A-5563084). Voraussetzung dafür ist jedoch in der Regel, daß die einzelnen Ebenen möglichst dünn sind, typischerweise wenige Mikrometer. Die Dicke wird dabei überwiegend durch die Verdrahtungsebenen (Mehrlagenmetallisierung) bestimmt, das Siliziumsubstrat wird in der Regel bis auf Restdicken von bis zu 0,5 µm gedünnt.

Andererseits beträgt die Eindringtiefe der Strahlung in Silizium bei einer Wellenlänge von 800 nm ca. 10 µm, während sie bei einer Wellenlänge von 500 nm, was einer Strahlung im blaugrünen Spektralbereich entspricht, nur noch ca. 1 µm groß ist. Dies bedeutet, daß in Dünnfilmphotodioden, besonders bei längerwelliger Strahlung, nur noch ein geringer Teil der einfallenden Strahlung absorbiert und in elektrische Signale umgesetzt wird.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung von Dünnfilmphotodioden anzugeben, die gerade bei längerwelliger Strahlung noch einen hohen Wirkungsgrad aufweisen.

Die Aufgabe wird mit dem Verfahren nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sind Gegenstand der Unteransprüche.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden zunächst ein oder mehrere Photodioden auf bekannte Weise vorzugsweise in einem Standard-Halbleitersubstrat hergestellt, wobei in der Regel ein reiner Photodiodenprozeß verwendet wird. Anschließend wird ein Trägersubstrat mit der Vorderseite des Halbleitersubstrats verbunden, die die Photodioden aufweist. Hierbei ist keine Justage erforderlich. Es genügt vielmehr eine grobe Ausrichtung der beiden Substrate. Nun wird das Halbleitersubstrat von der Rückseite her auf die geforderte Restdicke des Halbleiterbereiches von einigen Mikrometern gedünnt. Anschließend wird die Rückseite mit ei-

SAMSUNG EX. 1002 - 682/1684

ner oder mehreren Schichten versehen, die die zu detektierende Strahlung reflektieren, vorzugsweise mit einem Reflexionsgrad von mindestens 50%. Diese Schichten können Metalle (z. B. Al, Cu, Mo, Ta, Ti, W), Metallverbindungen (z. B. AlSi, AlSiCu, $MoSi_2$, $TaSi_2$, $TiSi_2$, PtSi, WSi_2) oder dielektrische Schichten wie Oxid oder Nitrid sein, die eine Totalreflexion der zu detektierenden Strahlung an der Grenzfläche zwischen dem Halbleiterbereich und diesen Schichten bewirken.

Vorzugsweise wird vor dem Aufbringen der reflektierenden Schichten die Oberfläche des Halbleiter-Substrates aufgerauht oder angeätzt (z. B. mit KOH), um eine diffuse Reflexion oder eine Änderung des Reflexionswinkels an dieser Fläche zu erzielen.

Wird die Photodiode so ausgelegt, daß sich die Raumladungszone über die gesamte Schichtdicke erstreckt, so tragen die in der gesamten Schichtdicke (optisch aktive Schicht) generierten Ladungsträger zum Photostrom bei. Infolge der Absorption nimmt die Strahlungsintensität exponentiell mit zunehmender Tiefe ab. Bei einer geringen Absorption würde jedoch ein Großteil der Strahlung die optisch aktive Schicht der Photodiode durchdringen und nicht zum Photostrom beitragen. Durch die erfindungsgemäße reflektierende Schicht an der Unterseite der Photodiode wird die Strahlung umgelenkt, durchdringt erneut die optisch aktive Schicht der Photodiode und erzeugt wiederum Ladungsträger. Bei senkrechtem Einfall des Lichtes wird damit mindestens eine Verdoppelung der optisch wirksamen Tiefe erreicht. Durch die oben genannte Behandlung bzw. Strukturierung der Rückseite wird zusätzlich eine Richtungsänderung der Strahlung erreicht, so daß sich die Weglänge nochmals vergrößert. Darüber hinaus tritt auch an der Oberfläche der Photodiode beim Übergang vom optisch dichteren Halbleitermaterial in die Deckschichten, die in der Regel aus Oxid, Nitrid oder organischen Schichten, wie Polyimid, bestehen, eine Totalreflexion auf, so daß insgesamt der Wirkungsgrad von Dünnfilmphotodioden stark erhöht wird. Die erfindungsgemäße Rückseitenverspiegelung muß zur Erhöhung des Wirkungsgrades natürlich nicht unbedingt strukturiert werden.

Nach dem Aufbringen der reflektierenden Schicht bzw. Schichten wird die Photodiode auf ein weiteres Substrat aufgebracht. Nach dem Entfernen des Trägersubstrates werden schließlich die elektrischen Verbindungen hergestellt.

Die Rückseitenverspiegelung gewährleistet außerdem, daß die einfallende Strahlung nicht in darunterliegende Schichten einer vertikalen Integrierten Schaltung eindringt und die Eigenschaften der Schaltung beeinflußt. Eindringende Strahlung würde Ladungsträger erzeugen, die innerhalb einer Schaltung elektrische Ströme hervorrufen, die z. B. als unerwünschte Leckströme die Funktion des Bausteins stören können.

In einer vorteilhaften Ausführungsform wird die Rückseitenverspiegelung mit elektrisch leitenden Schichten realisiert und dient dadurch gleichzeitig als elektromagnetische Abschirmung, so daß ein Übersprechen zwischen den Ebenen verhindert wird.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren können Dünnfilm-Photodetektoren geringer Dicke mit hohem Quantenwirkungsgrad hergestellt werden, die sich gut für eine vertikale Integration eignen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Figuren und eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Hierbei zeigen

Fig. 1 ein Ausgangssubstrat mit einer auf übliche Weise hergestellten Photodiode;

Fig. 2 das gedünnte Ausgangssubstrat mit dem verbundenen Trägersubstrat auf der Vorderseite;

Fig. 3 das Trägersubstrat mit dem gedünnten Ausgangssubstrat nach Herstellung der Rückseitenverspiegelung;

Fig. 3a das Trägersubstrat mit dem gedünnten Ausgangssubstrat mit einer Rückseitenstreuschicht nach Herstellung der Rückseitenverspiegelung;

Fig. 3b das Trägersubstrat mit dem gedünnten Ausgangssubstrat mit lateralen Reflektoren nach Herstellung der Rückseitenverspiegelung; und

Fig. 4 ein Bauelementsubstrat mit vertikal integrierten Dünnfilm-Photodioden gemäß der vorliegenden Erfindung.

Das folgende Ausführungsbeispiel beschreibt die Herstellung einer Dünnfilm-Photodiode.

In einem Ausgangssubstrat **1**, beispielsweise aus monokristallinem Silizium, wird eine Photodiode **8** gemäß einem Standardverfahren der Halbleitertechnologie hergestellt. Solche Standardverfahren sind z. B. aus D. Widmann et al., Technologie hochintegrierter Schaltungen, Springer-Verlag, Berlin 1996, bekannt.

Die Diode besteht aus einem pn-Übergang von der hochdotierten Elektrode **3** zum Substrat **1**. Die Elektrode **3** ist dabei von entgegengesetzter Polarität wie das Substrat, d. h. bei einem n-leitenden Substrat p-dotiert. Das dotierte Gebiet **3** wird durch Ionenimplantation oder Diffusion erzeugt, wobei anschließend eine Temperung zum Eintreiben und/oder Aktivieren der Dotierstoffe folgen kann. Die Isolationsschicht **2**, die in der Regel aus Oxid besteht, kann dabei als Maskierung dienen. Alternativ ist selbstverständlich auch die Verwendung von Photolack zur Maskierung möglich.

Vor der Realisierung der elektrischen Anschlüsse wird eine Isolationsschicht **4** aufgebracht oder erzeugt, die aus undotiertem oder dotiertem Oxid, wie PSG, PSG, BSG oder BPSG, aus Nitrid oder einem Schichtsystem der genannten Materialien bestehen kann. Neben der Isolation gewährleistet diese Schicht auch einen Schutz der Photodiode. Anschließend wird die Metallisierung **5** hergestellt und eine Passivierungsschicht **6**, die beispielsweise aus Oxid und Nitrid besteht, abgeschieden. Das Ergebnis ist in **Fig. 1** dargestellt.

Als Verdrahtung kann auch eine Mehrlagenmetallisierung zum Einsatz kommen. Die Deckschichten über der Photodiode können zur Optimierung der Strahlungseinkopplung in die Photodiode auch teilweise oder vollständig entfernt, bzw. modifiziert werden.

Für eine vertikale Integration muß das Substrat **1** auf eine Restdicke von wenigen Mikrometern, vorzugsweise auf $\leq$ 5 µm, gedünnt werden. Dazu wird ein Trägersubstrat **10**, das eventuell mit einer Abdeckschicht **11**, aus beispielsweise Oxid, versehen ist, auf das erste Substrat **1** aufgebracht, wie in **Fig. 2** gezeigt. Als Trägersubstrat sind neben mono- oder polykristallinen Siliziumsubstraten auch andere Materialien verwendbar, die zu Halbleiterprozessen kompatibel sind, wie z. B. Quarz- oder Glassubstrate. Um eine gute Verbindung zu erreichen, wird dabei vorzugsweise die Oberfläche des Substrates **1** vorher planarisiert.

Die Planarisierung kann mit verschiedenen Verfahren durchgeführt werden. Dabei wird zuerst eine Isolationsschicht **7**, wie z. B. Spin-on-Glas oder ein CVD-Oxid aufgebracht. Die maximal mögliche Temperatur wird durch das zulässige Temperaturbudget, in der Regel durch die bei der Metallisierung verwendeten Materialien vorgegeben und liegt typischerweise im Bereich von 400°C. Anschließend wird die Oberfläche eingeebnet, was durch Rückätzen, mechanisches und/oder chemomechanisches Schleifen erfolgt. Nun wird auf die Oberfläche des Substrates **1** oder des Trägersubstrates **10** ganzflächig eine Haftschicht **12** aus einem organischen Material, wie Polyimid oder Photolack, aufgebracht. Diese Haftschicht **12** mit einer Dicke von typischerweise 1–2 µm bewirkt außerdem eine Planarisierung der Oberfläche. Auf die Haftschicht **12** wird schließlich das Trä-

SAMSUNG EX. 1002 - 683/1684

gersubstrat **10** aufgeklebt. Das Trägersubstrat **10** wird als Handlingsubstrat für die weiteren Prozeßschritte verwendet und schützt die Oberfläche des Substrates **1** bei der weiteren Bearbeitung.

Danach wird das Substrat **1**, das die Photodioden enthält, durch Ätzen und/oder Schleifen von der Rückseite her gedünnt, bis die Dicke des Substrates **1** nur noch wenige Mikrometer beträgt.

Dieser Dünnungsprozeß kann dadurch vereinfacht werden, daß als Ausgangsmaterial für das Substrat **1** SOI-Material verwendet wird, welches eine vergrabene Oxidschicht enthält. Dies hat den Vorteil, daß der Dünnungsprozeß so ausgelegt werden kann, daß diese vergrabene Oxidschicht als Ätzstopp dient. Aufgrund der großen Selektivität der Ätzprozesse wird damit eine hohe Homogenität der Dicke des gedünnten Substrates **1** erreicht. Die Enddicke des Substrates **1** wird dabei durch die Dicke der Substratschicht oberhalb des vergrabenen Oxides, das danach entfernt werden kann, bestimmt.

Eine weitere Alternative stellt die Verwendung einer hochdotierten Schicht als Ätzbarriere dar. In diesem Fall wäre die vergrabene Oxidschicht beim SOI-Material im Substrat **1** durch ein hochdotiertes Gebiet ersetzt. Durch den Einsatz von Ätzverfahren, deren Ätzraten stark dotierungsabhängig sind, wird schließlich erreicht, daß die Dünnung des Substrates **1** selbständig an dieser hochdotierten Schicht stoppt.

Nun wird die Rückseite des Substrates **1** gemäß **Fig. 3** mit einer Schicht oder einem Schichtsystem **13** versehen, das die zu detektierende Strahlung reflektiert. Diese Schichten können dabei Metalle (z. B. Al, Cu, Mo, Ta, Ti, W), Metallverbindungen (z. B. AlSi, AlSiCu, $MoSi_2$, $TaSi_2$, $TiSi_2$, PtSi, WSi_2) oder dielektrische Schichten wie Oxid oder Nitrid sein, die eine Totalreflexion der zu detektierenden Strahlung an der Grenzfläche zwischen den Schichten und dem Substrat bewirken. Durch elektrisch leitende Schichten kann außerdem ein Rückseitenkontakt zur Verfügung gestellt werden.

Vorzugsweise wird vor dem Aufbringen der reflektierenden Schichten die Oberfläche des Halbleiter-Substrates aufgerauht oder angeätzt, um eine diffuse Reflexion oder eine Änderung des Reflexionswinkels zu erzielen. Dieses Aufrauhen kann mechanisch und/oder chemisch erfolgen. Bei einer chemischen Behandlung kommen dabei Defektätzen oder Ätzen, deren Ätzrate von der Kristallorientierung abhängt, wie die KOH-Ätze, zur Anwendung. Alternativ oder zusätzlich können auch mit Hilfe einer Rückseitenlithographie, die hierzu keine Justierung erfordert, in Verbindung mit auf die Kristallorientierung sensitiven Ätzverfahren Schrägen bzw. Gräben **14** erzeugt werden. Durch diese Schrägen **14** werden mit der Rückseitenverspiegelung **13** die Richtung des reflektierten Lichtes geändert und damit Vielfachreflexionen im Substrat **1** hervorgerufen (vgl. **Fig. 3a**). Durch diese Maßnahme werden die optisch wirksame Substratdicke vervielfacht und der Wirkungsgrad der Photodiode stark erhöht. Für den Fall, daß die Schrägen **14** den später folgenden Verbindungsprozeß der vertikalen Integration stören, kann die Rückseite nach dem Erzeugen der Rückseitenverspiegelung **13** mit einem der bereits erwähnten Verfahren planarisiert werden.

Durch die Reflexionen kann jedoch auch eine Störung von benachbarten Elementen verursacht werden. Um dies zu verhindern, können zusätzlich Reflektoren **15** im Substrat **1** erzeugt werden, die das gedünnte Substrat **1** vorzugsweise durchdringen und damit einige Mikrometer tief sind (vgl. **Fig. 3b**). Die Reflektoren **15** können aus dielektrischen Schichten wie Oxid oder Nitrid bestehen. Weiterhin sind Schichtsysteme aus den genannten dielektrischen Schichten, polykristallinem Halbleitermaterial, Metallen oder Metallverbindungen möglich. Bei elektrisch leitfähigen Schichten ist dabei in der Regel eine seitliche Isolation zum Substrat **1** erforderlich, die durch dielektrische Schichten sichergestellt wird.

Ein Bauelementsubstrat **20**, welches elektronische Bauelemente **21** enthalten kann, wird als Grundsubstrat für die vertikale Integration verwendet. Nach Planarisierung der Oberfläche des Substrates **20** mit einem der bereits erwähnten Verfahren wird eine Haftschicht **22** aus z. B. Polyimid oder Photolack auf das Substrat **20** oder auf die Rückseite des Substrates **1** aufgebracht. Anschließend wird das Substrat **1**, welches die Photodioden enthält, justiert mit dem Bauelementsubstrat verbunden. Danach werden das Trägersubstrat **10**, die Abdeckschicht **11** und die Haftschicht **12** entfernt. Das resultierende System ist in **Fig. 4** dargestellt.

Das Trägersubstrat **10** und die Abdeckschicht **11** können durch Abätzen oder Abschleifen, die Haftschicht **12** mit einem Sauerstoffplasma oder einem Lösungsmittel abgetragen werden. Die Abdeckschicht **11** kann dabei als Stoppschicht für das Entfernen des Trägersubstrates **10** dienen.

Die Schichten **4**, **6** und **7** stellen gleichzeitig die Deckschichten über der Photodiode dar. Im Zuge einer Optimierung der Strahlungseinkopplung in die Photodiode kann bei Bedarf eine Modifikation dieser Schichten über den Photodioden durchgeführt werden. Dies kann durch ein lokales Dünnen, Entfernen und/oder Abschneiden erfolgen.

Die elektrische Verbindung zwischen den Photodioden und den Bauelementen **21** kann beim Aufbringen des Substrates **1** oder nach Entfernung des Trägersubstrates **10** mit einem bekannten Verfahren hergestellt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Dünnfilmphotodioden, mit folgenden Schritten:
   - Bereitstellen eines ersten Substrates (**1**) mit einer Photodiode auf einer ersten Seite;
   - Verbinden des ersten Substrates mit einem zweiten Substrat (**10**), wobei die erste Seite zum zweiten Substrat gerichtet ist;
   - Dünnen des ersten Substrates von einer zweiten, der ersten gegenüberliegenden Seite bis auf eine Dicke von wenigen Mikrometern;
   - Aufbringen einer die zu detektierende Strahlung reflektierende Schicht oder Schichtfolge (**13**) auf die zweite Seite des ersten Substrates;
   - Aufbringen des ersten Substrates auf ein drittes Substrat (**20**), wobei die reflektierende Schicht oder Schichtfolge zum dritten Substrat gerichtet ist; und
   - Entfernen des zweiten Substrates.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als erstes Substrat (**1**) ein Substrat aus Halbleitermaterial bereitgestellt wird, in dem die Photodiode aus unterschiedlich dotierten Bereichen gebildet ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die reflektierende Schicht oder Schichtfolge (**13**) auf der dem ersten Substrat (**1**) zugewandten Seite strukturiert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Strukturierung durch Aufrauhen oder Anätzen der zweiten Seite des ersten Substrates (**1**) vor dem Aufbringen der reflektierenden Schicht oder Schichtfolge (**13**) erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Strukturierung durch Ätzen von Gräben (**14**) auf der zweiten Seite des ersten Substrates (**1**) vor

SAMSUNG EX. 1002 - 684/1684

dem Aufbringen der reflektierenden Schicht oder Schichtfolge (**13**) erfolgt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß für die reflektierende Schicht oder Schichtfolge (**13**) elektrisch leitendes Material verwendet wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Dünnen des ersten Substrates (**1**) bis auf eine Dicke von maximal 5 Mikrometer erfolgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß als drittes Substrat (**20**) ein Substrat mit elektronischen Bauelementen (**21**) und/oder Metallisierungsebenen eingesetzt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem ersten Substrat (**1**) mehrere Photodioden gebildet sind, wobei zwischen den Photodioden Gräben erzeugt und mit einem Material (**15**) zur Reflexion der zu detektierenden Strahlung gefüllt werden.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

SAMSUNG EX. 1002 - 685/1684

- Leerseite -

Nummer: DE 198 38 439 C1
Int. Cl.[7]: H 01 L 31/102
Veröffentlichungstag: 27. April 2000

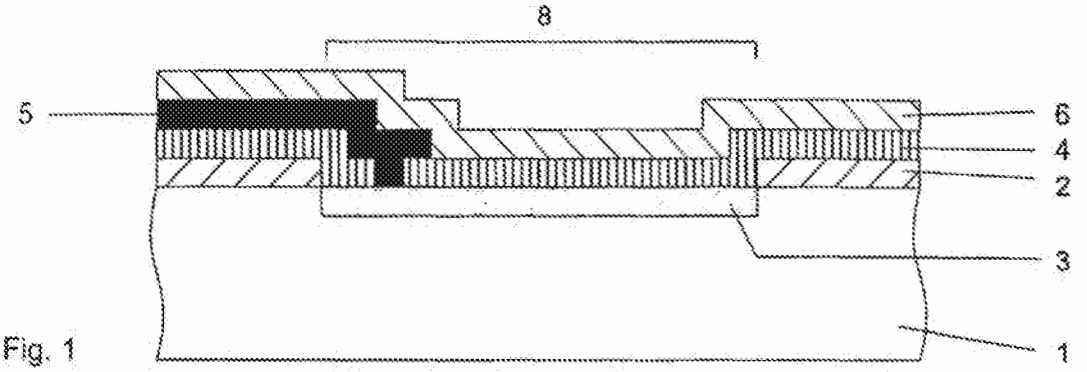


Fig. 1

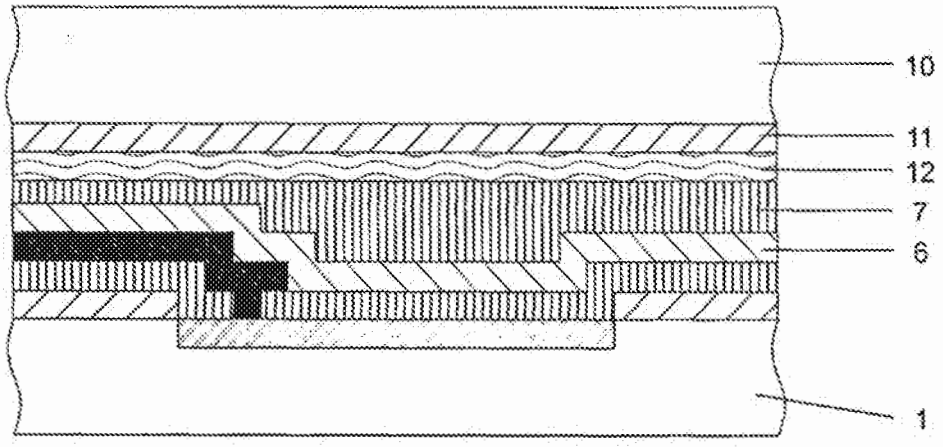


Fig. 2

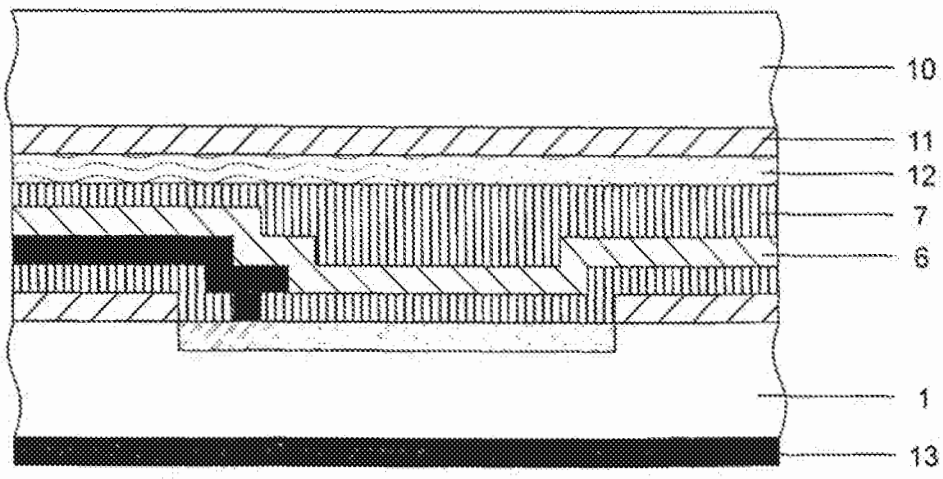


Fig. 3

SAMSUNG EX. 1002 - 687/1684

Nummer: DE 198 38 439 C1
Int. Cl.[7]: H01L 31/102
Veröffentlichungstag: 27. April 2000

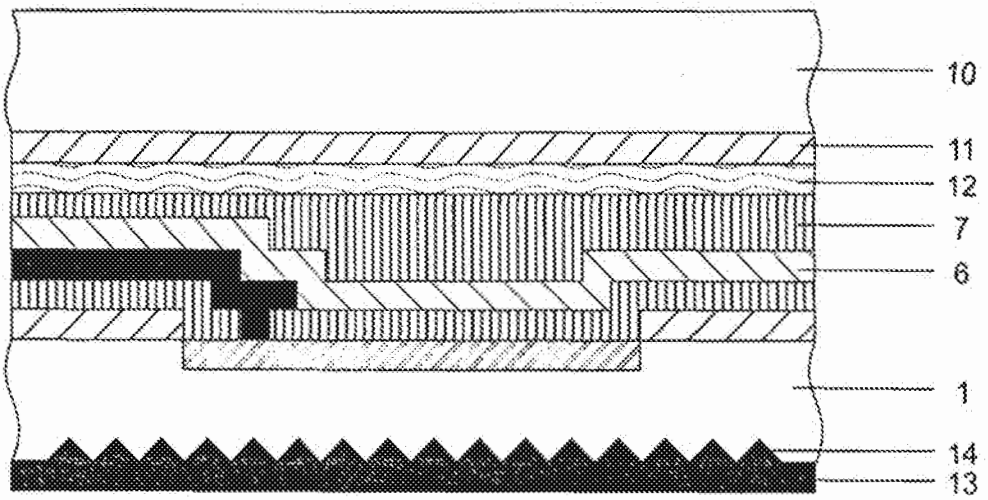


Fig. 3a

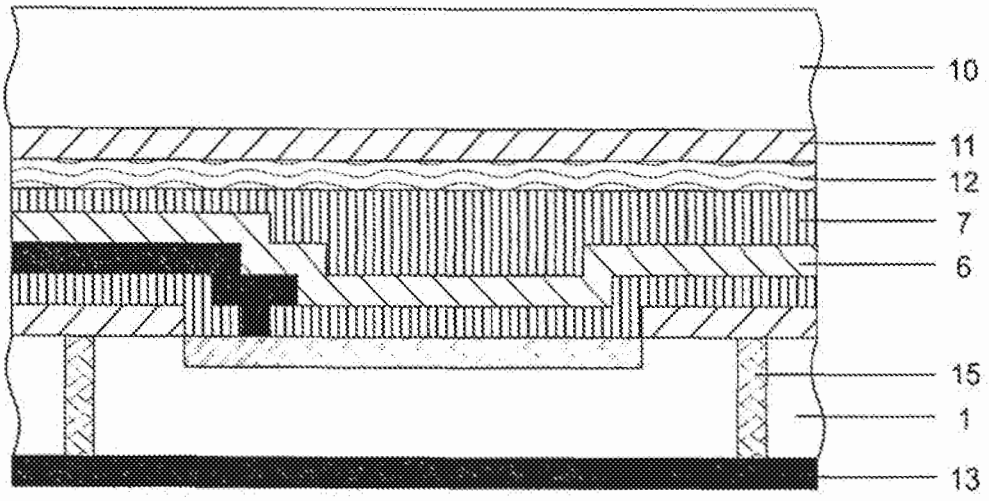


Fig. 3b

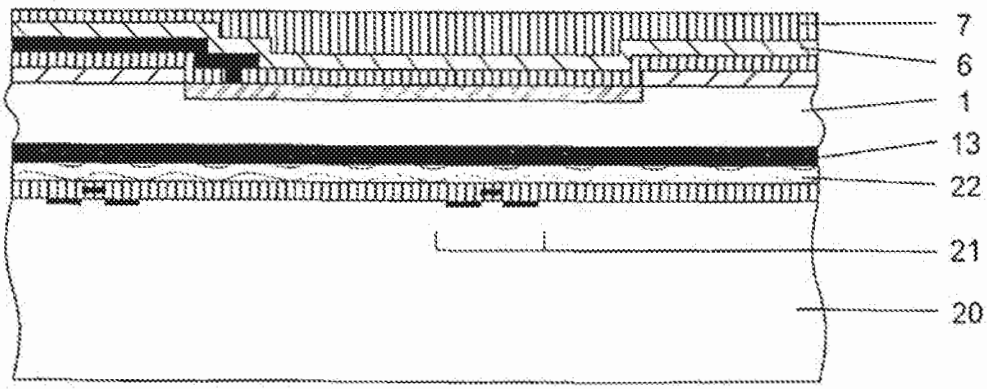


Fig. 4

SAMSUNG EX. 1002 - 688/1684

(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 2 509 107 A1

(12) EUROPEAN PATENT APPLICATION

published in accordance with Art. 153(4) EPC

(43) Date of publication:
10.10.2012 Bulletin 2012/41

(21) Application number: **10852350.7**

(22) Date of filing: **01.06.2010**

(51) Int Cl.:
H01L 27/146 *(2006.01)*

(86) International application number:
PCT/CN2010/073440

(87) International publication number:
WO 2011/150551 (08.12.2011 Gazette 2011/49)

(84) Designated Contracting States:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR

(71) Applicant: **Boly Media Communications (Shenzhen) Co., Ltd**
Shenzhen, Guangdong 518067 (CN)

(72) Inventor: **HU, Xiaoping**
Shenzhen, Guangdong 518067 (CN)

(74) Representative: **Manitz, Finsterwald & Partner GbR**
Martin-Greif-Strasse 1
80336 München (DE)

(54) MULTISPECTRAL PHOTOSENSITIVE DEVICE

(57) A multi-spectrum photosensitive device comprises two, three, or four composite sensing pixels arranged in layers up and down in a base layer of P-type or N-type silicon by means of single-sided processing or double-sided processing, each composite sensing pixels can sense respectively spectrum orthogonal or complementary to each other in visible light or visible and infrared light. The basic sensing pixels on different layers of the composite sensing pixels can be designed to sense different colors or spectrums, so that a multi-spectrum photosensitive chip can be achieved by repeatedly arranging the macro units consisting of more than one composite sensing pixel. The present disclosure also includes a new multi-layer sensing pixel, and examples of which used in a single-sided double-layer, or a double-sided double-layer, or a double-sided three-layer, or a double-sided four-layer, or a single-sided mixed double-layer, or a double-sided mixed with double-layer or a multi-layer multi-spectrum sensing device. A multi-spectrum photosensitive device according to the present disclosure has the advantage of better color sensing performance, integration of color sensing and infrared sensing, and a simple processing technique.

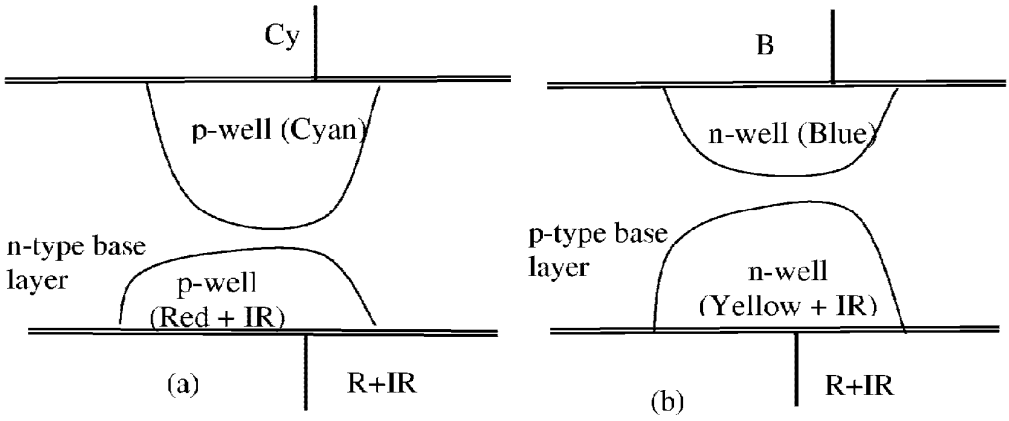


Fig 4

EP 2 509 107 A1

SAMSUNG EX. 1002 - 689/1684

Description

TECHNICAL FIELD

[0001] The present disclosure relates to a multi-spectrum photosensitive device, in particular, to physical implementation and manufacture thereof. More particularly, the present invention relates to a sensing device for panchromatic images which is achievable by CCD or CMOS semiconductor for simultaneously sensing several spectra (such as visible light and infrared). Herein, the panchromatic spectrum (or color) comprises the entire spectra of interest. For normal sensing devices (e.g., those for visible light), the panchromatic refers to the entire spectra of visible light that contains red, green, blue and white. For sensing devices used for a combination of infrared and visible light, the panchromatic refers to spectra of the visible light and infrared. The present disclosure applies to multi-spectrum sensing device for sensing infrared, monochrome and color images.

BACKGROUND ART

[0002] The present disclosure is a continuation of earlier applications titled "Multi-spectrum Photosensitive Device and Manufacturing Methods Thereof" (PCT/CN2007/071262) and "Multi-spectrum Photosensitive Device and Manufacturing Method Thereof" (Chinese Application No. 200810217270.2) owned by the present inventor, and aims to provide more specific and preferred semiconductor physical implementations.

[0003] The previous sensing devices focus on sensing either color visible light or infrared light, few of them sense both of color visible light and infrared light. Although there are other inventions or applications, such as using indium antimony semiconductor technology ("Silicon infrared focal plane arrays", M. Kimata, in Handbook of Infrared Detection Technologies, edited by M. Henini and M. Razeghi, pp.352-392, Elsevier Science Ltd., 2002), to simultaneously realize photosensitivity of visible light and infrared light, they do not sense color of light. The existing method of simultaneously obtaining the color and infrared light is to physically superpose a color sensing device with an infrared sensing device (such as "Backside-hybrid Photo detector for trans-chip detection of NIR light", by T. Tokudaetal., in IEEE Workshop on Charge-coupled Devices & Advanced Image Sensors, Elmau, Germany, May 2003, and "A CMOS image sensor with eye-safe detection function using backside carrier injection", T. Tokudaetal., J. Inst. Image Information & Television Eng., 60(3):366-372, March 2006).

[0004] There are three main reasons for failure of the existing sensing device in integrating the color sensing device with infrared sensing device. The first reason is that the existing color sensing device needs to use color filter film (including red / green / blue, or cyan /yellow / magenta / green) to get the color. However, these filter films also have a strong filtering characteristic on the infrared light. In addition, in order to make color vivid, an infrared filter is added to the lens specifically to reduce the possible fogging phenomenon caused by infrared light on color image. Foveon Company's X3 three-layer sensing technology achieves the selection of color according to the depth. Though this method does not use the filter film, the manufacture of the three-layer sensing technology has been very difficult and industrialization is not very successful. If an infrared layer is further added below the three layers, it will be more complicated and there is almost no practical value. The second reason is that silicon that is widely used in semiconductors absorbs the infrared with wavelength only below 1100 nm. Therefore, many infrared sensing devices utilize other semiconductor materials, such as germanium, silicon-germanium mixed crystals, HgCdTe, InSb and the like. These materials are not suitable for sensing visible light. The third reason is due to lack of practicable technology for manufacturing double-layer or multi-layer sensing device.

[0005] Therefore, some problems, such as how to achieve better photosensitivity and integrate the color sensing device with infrared sensing device, needs to be further invented and improved.

SUMMARY

TECHNICAL PROBLEM

[0006] Based on the above description, the present disclosure provides a multi-spectrum sensing device, which not only achieves color photosensitivity better, but also provides an implementation for integrating a color sensing device with an infrared sensing device.

TECHNICAL SOLUTION

[0007] The technical solution according to the present invention includes:

[0008] A multi-spectrum photosensitive device, comprising a base layer, wherein a plurality of composite sensing pixel macro units is repeatedly arranged in accordance with a preset pattern on the base layer, the composite sensing pixel macro unit comprises at least one composite sensing pixel comprising at least two basic sensing pixels, the basic sensing pixels are arranged in layers along a direction of light irradiation, each layer having one basic sensing pixel, and the basic sensing pixels are distributed at the top side, or bottom side, or top side and bottom side of the base layer in a manner of each side with at most two layers.

[0009] In an example of the multi-spectrum photosensitive device, the composite sensing pixel includes two basic sensing pixels, which are arranged in two layers at the top side or bottom side of the base layer to form a single-side double-layer composite sensing pixel, or are disposed respectively at the top side and bottom side of the base layer to form a double-sided double-layer com-

SAMSUNG EX. 1002 - 690/1684

posite sensing pixel.

[0010] In the multi-spectrum photosensitive device, the composite sensing pixel in the base layer may be a single-sided double-layer composite sensing pixel, so that the multi-spectrum sensing device constitutes a single-sided double-layer sensing device.

[0011] The single-sided double-layer composite sensing pixel may be formed by a composite N-P-N junction which is formed by doping P-type impurity on a base layer of N-type silicon to make a P-doped layer, then doping N-type impurity on P-doped layer.

[0012] The single-sided double-layer composite sensing pixel could be formed by a composite P-N-P junction, which is formed by doping N-type impurity on a base layer of P-type silicon to make an N-doped layer, then doping P-type impurity on the N-doped layer.

[0013] In the multi-spectrum photosensitive device, the composite sensing pixel in the base layer may be a double-sided double-layer composite sensing pixel, so that the multi-spectrum sensing device constitutes a double-sided double-layer sensing device.

[0014] The double-sided double-layer composite sensing pixel may be formed by a composite P-N-P junction which is formed by doping P-type impurity on both top side and bottom side of a base layer of N-type silicon.

[0015] The double-sided double-layer composite sensing pixel may be formed by a composite N-P-N junction which is obtained by doping N-type impurity on both top side and bottom side of a base layer of P-type silicon.

[0016] In an example of the multi-spectrum photosensitive device, the composite sensing pixel includes three or four basic sensing pixels, two of which are disposed in two layers at top side or bottom side of the base layer, and the remain basic sensing pixel(s) are disposed in one or two layers at bottom side or top side of the base layer, so as to form a double-sided multi-layer composite sensing pixel.

[0017] In the multi-spectrum photosensitive device, a composite sensing pixel in the base layer may be a double-sided multi-layer composite sensing pixel, so that the multi-spectrum sensing device constitutes a double-sided multi-layer sensing device.

[0018] The double-sided multi-layer composite sensing pixel may be formed by a composite junction of P-N-P, or N-P-N-P, or P-N-P-N, or N-P-N-P-N, wherein the composite junction is made by doping P-type impurity on both top side and bottom side of a base layer of N-type silicon to make a P-doped layer, and then doping N-type impurity on the P-doped layer.

[0019] The double-sided multi-layer composite sensing pixel may be formed by a composite junction of N-P-N, N-P-N-P, P-N-P-N or P-N-P-N-P, wherein the composite junction is made by doping N-type impurity on both top side and bottom side of a base layer of P-type silicon to make an N-doped layer, and then doping P-type impurity on the N-doped layer.

[0020] In the multi-spectrum photosensitive device, the basic sensing pixels in the composite sensing pixel respectively senses one of two spectrum bands of visible light or visible and infrared light orthogonal to each other, the combination of spectra sensed by all the composite sensing pixels in the composite sensing pixels macro units contains spectral information indispensable for color reconstruction within the color space of RGB or CMYK.

[0021] In the multi-spectrum photosensitive device, the spectrum sensed by the basic sensing pixels of the composite sensing pixels closest to the light source includes blank color, blue, green, cyan, white, and white plus infrared.

[0022] In the multi-spectrum photosensitive device, the spectrum sensed by basic sensing pixels of the composite sensing pixels farthest away from the light source includes blank color, green, red, yellow, white, red plus infrared, yellow plus infrared, and white plus infrared.

[0023] In the multi-spectrum photosensitive device, the bottom surface of the basic sensing pixel sensing infrared light in the bottom layer of the composite sensing pixel units is grown with silicon germanium crystal layer or germanium crystal layer for absorbing infrared light better.

[0024] In the multi-spectrum photosensitive device, the bottom of the basic sensing pixels for sensing infrared light is coated with a mirror reflection film.

[0025] In the multi-spectrum photosensitive device, the composite sensing pixel is sampled in an active manner to form an active pixel.

[0026] In the multi-spectrum photosensitive device, the composite sensing pixel is sampled in a passive manner to form a passive pixel.

[0027] In the multi-spectrum photosensitive device, the basic sensing pixel in the composite sensing pixels is a photo diode or a photo gate.

[0028] In the multi-spectrum photosensitive device, sensing mode of the multi-spectrum sensing device comprises front side sensing, back side sensing, or double-direction sensing mode, the double-direction sensing mode includes direction-selected-by-time-sharing mode, direction-selected-by-area-division mode, or direction-selected-by-pixel mode.

[0029] In the multi-spectrum photosensitive device, the preset pattern includes repeated ordering, rectangular pattern, or honeycomb pattern adopted by the composite pixels.

BENEFICIAL EFFECT

[0030] The beneficial technical effects of the present disclosure are designed to:

[0031] 1. A better color sensing performance is provided and a color sensing device is integrated with an infrared sensing device. In the present disclosure, at least two sensing pixel layers are provided in a direction of the light source irradiation in the form of composite sensing pixel containing at least two basic sensing pixels, the basic sensing pixels senses each spectral band of the

SAMSUNG EX. 1002 - 691/1684

spectrum at various layers, so that it is implemented that at least two spectral bands can be sensed at the same pixel position of one surface of the base layer but at different depths, so as to provide a better flexibility and a more pixel disposition on pattern arrangement of composite sensing pixel macro unit of the surface thereon, so that the sensibility, resolution and dynamic scope of the sensing device are greatly enhanced. On the other hand, when two sensing pixel layers are disposed as one sensing visible light and the other sensing infrared light, the integration of visible light device and infrared light device is realizable easily to sense color light and infrared light simultaneously.

[0032] 2. The processing technique implementing products is simple. By adopting existing CCD or CMOS sensing chip processing techniques and equipment, the present disclosure could easily manufacture a single-sided double-layer multi-spectrum sensing device, double-sided double-layer multi-spectrum sensing device and double-sided multi-spectrum sensing device for front side sensing, back side sensing or double-direction sensing. For the Foveon company's three-layer sensing device mentioned above, in order to carry out color sensing, it is necessary to dispose three layers at the same position to respectively sense three RGB colors so as to carry out color reconstruction. However, such method is difficult in processing three layers, and obviously makes wiring between transistors difficult, since connectors for different layers need to be separated from each other. Based on that, it is almost impossible for adding one more layer to the three RGB layers to perform infrared sensing. While the present disclosure carries out color reconstruction with pixel arranged in a pattern on the surface, so that it is unnecessary to dispose three layers in the direction of depth to implement color reconstruction, hence better color sensing performance is realized in the manner of dispose only two layers of basic sensing pixels on the same one surface. Since only two sensing pixel layers at most are disposed on the same surface, the difficulty of three-dimensional processing techniques is distinctly decreased, and wiring is relatively easy. Especially when a double-sided double-layer method is utilized, i.e. two basic sensing pixels in the composite sensing pixels are respectively disposed on two opposite sides, not only the single side double-layer method has better color sensing performance, but also each side processing is simplified as planar processing, that is, one sensing pixel layer is plane-processed on one side, then the base layer is turned over and the other sensing pixel layer is again plane-processed, so that the processing technique of double-sided double-layer sensing device is similar to that of current single-sided single-layer sensing device.

[0033] 3. Because the sensing device of the present disclosure carries out color reconstruction by combining depth spectrum filter and plane pattern arrangement, on one hand, it is unnecessary to adopt a color film, which greatly enhances production yield. On the other hand, redundant color information may be obtained so that many bad spots and dead spots could be compensated by background processing and the use of redundant color information. Accordingly, the fault occurrence ratio of the sensing device is decreased overall.

[0034] A plurality of the double-layer and multi-layer multi-spectrum sensing device suitable for sensing visible and infrared light according to embodiments of the present disclosure will be discussed, which are exemplary only for demonstrating the present disclosure, and are not intended to limit the protection scope of the present disclosure.

[0035] For those skilled in the art, the above and other purposes as well as advantages of the present disclosure will be apparent from the detailed description and illustration of preferred embodiments with reference to the drawings as shown below.

[0036] For the sake of simplicity, the following descriptions of drawings are mainly based on photo diode. However, almost all the examples may also use photo gate instead.

DESCRIPTIONS OF THE DRAWINGS

[0037] Figure 1 is a schematic diagram of traditional single-layer photo diode.

[0038] Figure 2 is a schematic diagram of a three-layer composite photo diode invented by Foveon Company, in which the diode at top layer senses blue, the diode at middle layer senses green, and the diode at bottom layer senses red. This manner makes full use of the relationship between light penetration depth and wavelength. From this figure we can imagine the difficulties of such kind of sensing device on pixel reading, for example, for the pixels of three distinct colors, the reading circuit will occupy a large space and the wiring will be difficult.

[0039] Figures 3 (a) and Figures 3 (b) are schematic diagrams of double-layer multi-spectrum sensing devices according to the present disclosure respectively. Figure 3(a) is suitable for illustrating a single-sided double-layer sensing device, and Figure 3(b) is suitable for illustrating a double-sided double-layer sensing device. The depths of T_1, T_2, T_3, and T_4 are determined in accordance with the relationship curve between incident depth and wavelength of light in the base material (silicon) (Gerald C. Holst and Terrance S. Lomheim, "CMOS/CCD Sensors and Camera Systems", JCD Publishing, pp. 125-125, ISBN 9780819467300, 2007). For example, if the photo diode at top layer is intended to sense blue (or cyan), T_1 should be chosen as about 1.5um (or about 4.5um); and if the bottom layer is intended to obtain red, T_2 and T_4 should be at least 8um, and T_3 should be at least 4.5um. If the photo diode at bottom layer is intended to obtain blue yellow, T_2 and T_4 should be at least 8um, and T_3 should be at least 1.5um. The photo diode at top layer and the bottom layer form a composite diode pair (composite sensing pixels). When the light is irradiated from the top, the photo diode at top layer is closer to the light source. When the light is irradiated from the bottom,

SAMSUNG EX. 1002 - 692/1684

the photo diode at bottom layer is closer to the light source.

[0040] Figure 4 (a) and Figure 4 (b) show a composite photo diode pair (composite sensing pixels) for sensing both the visible light and the infrared light simultaneously. In order to receive infrared light, the thickness of silicon substrate (T2 and T4 in Figure 3) can be thicker.

[0041] Figure 5 (a) and Figure 5 (b) are the situation of the composite photo diode pair in a single-layer sensing device being irradiated from the back side, in which the photo diode in Figure 5 (a) only senses visible light, and the photo diode in Figure 5 (b) senses both visible light and infrared light. In order to make the two composite photo diodes have a basically same thickness, germanium or silicon germanium crystal (SiGe), which can absorb infrared light better, can be grown at the back of the photo diode sensing the infrared light.

[0042] Figure 6 (a) and Figure 6 (b) are the situation of composite photo diode pair in a double-sided double-layer sensing device being irradiated from the front side, in which the photo diode in Figure 6 (a) only senses visible light, and the photo diode in Figure 6 (b) senses both visible light and infrared light. Similarly, in order to make the two composite photo diodes have a basically same thickness, germanium or silicon germanium crystal (SiGe), which can absorb infrared light better, can be grown at the back of the photo diode sensing the infrared light.

[0043] Figure 7 shows the situation of a composite photo diode in Figure 3 (a) with reading means. Due to the difficulty of wiring and sharing reading circuit, the single-sided double-layer sensing device is more suitably implemented with passive pixel (without FD and amplifying circuit).

[0044] Figure 8 shows the situation of composite photo diode in Figure 3 (b) with reading means. In contrast, when disposing reading circuit, the double-sided double-layer sensing device is easier and more flexible than the single-layer sensing device. Therefore, the double-sided double-layer sensing device can be achieved by either passive pixel, or active pixel. Furthermore, if it is achieved by active pixel, each pixel can be read with using only an average of 1.5 gates (utilizing 3T reading circuit), or 1.75 gates (utilizing 4T reading circuit).

[0045] Figure 9 shows a currently good reading circuit for a 4T active sensing pixel shared by 4-point, wherein one pixel utilizes 1.75 gates on average. We use it to explain that the double-layer or multi-layer sensing device according to the present disclosure could utilize the current standard reading and sampling circuit.

[0046] Figure 10 shows an example of a double-sided three-layer sensing device obtained by simply and directly applying a single-sided double-layer sensing device to bidirectional sensing, wherein the front side in Figure 10 (a) has one layer and the back side therein has two layers, while the front side in Figure 10 (b) has two layers and the back side therein has one layer. Such a sensing device with also three layers is easier and has more variations than Foveon Company's X3 three-layer sensing device. Take note to the difference between Figure 10 and Figure 2. The sensing pixels sensing three colors in Figure 2 are crowded on one side, while in Figure 10, there are only two pixels on one side and another pixel on the other side.

[0047] Figure 11 shows a double-sided four-layer sensing device generated by combining a single-sided double-layer sensing device and double-sided sensing mode. By using such a sensing device, four colors of blue, green, red and infrared may be sensed by one pixel. Although there are more colors and more layers, the manufacturing of the sensing device is much easier than that of Foveon Company's X3 three-layer sensing device.

[0048] Figure 12 shows examples of a double-sided multi-layer sensing device with mixing three layers and four layers.

[0049] Figure 13 shows examples of a double-sided multi-layer sensing device with mixing two layers and four layers.

[0050] Figure 14 shows examples of a double-sided multi-layer sensing device with mixing two layers and three layers.

[0051] Figure 15 and Figure 16 show examples of single-sided or double-sided double-layer sensing device with mixing two layers and one layer.

[0052] We see a degenerative case of a multi-layer composite sensing pixel in Figures 12-16: if one of the N-layer composite sensing pixels is a blank pixel, N-layer composite sensing pixels are degenerated to (N-1)-layer composite sensing pixels. Some double-layer sensing pixels degenerated to a single layer are shown in Figures 15 and 16. If two of the N-layer composite sensing pixels are blank pixels, N-layer composite sensing pixels are degenerated to (N-2)-layer composite sensing pixels, and so forth.

[0053] When the number of layers in the composite pixel is inconsistent, some of the layers may be treated as containing blank pixels (sensing blank color). Therefore, a mixed multi-layer sensing device is a specific case of a multi-layer sensing device, i.e. some of the composite pixels contain blank pixels.

[0054] These examples sufficiently demonstrate the capacity of a single-side double-layer sensing device and a double-sided double-layer or multi-layer sensing device. A series of new colorful sensing device with high performance is generated by combining the technologies of the two devices. It is specifically noted that, in a sensing device with more than three layers, the spectrum sensed by a photo diode positioned in each layer must be orthogonal to each other (that is, there is no common or overlapped portion, theoretically).

[0055] Figure 17 (a) and Figure 17 (b) shows a top view of a double-sided double-layer sensing device with rectangular pattern and honeycomb pattern, wherein FD is a reading capacitor shared by the upper layer and the lower layer. Of course, if needed, the upper layer and the lower layer could utilize a reading capacitor, respectively,

SAMSUNG EX. 1002 - 693/1684

even if using a group of reading capacitors, respectively.

[0056] Figure 18 (a) shows a top view of a double-sided double-layer multi-spectrum (sensing color plus infrared) sensing device with rectangular pattern, wherein FD is a reading capacitor shared by the upper layer and the lower layer. Figure 18 (b) shows a top view of a double-sided double-layer multi-spectrum (sensing color plus infrared) sensing device with rectangular pattern, wherein FD is a reading capacitor sharing the upper layer and the lower layer. Such kind of macro-pixel unit consisted of two composite pixels could also utilize active sensing pixels with 4-point sharing reading circuit as shown in Figure 9. Different from the single-side single-layer sensing device, the device in Figure 18 (a) adopts four sensing diodes sharing a reading circuit disposed on two sides.

[0057] Figure 19 shows a cross sectional view of 8-point or 4-point sharing reading circuit of a double-sided double-layer multi-spectrum (color plus infrared) sensing device (omitting 3T or 4T reading circuit). Here is an extreme case of FD which connects the upper layer and the lower layer. For a double-sided double-layer multi-spectrum (color plus infrared) sensing device, even if a 4-point sharing reading circuit also has two choices: one is that the 4 points are on the same surface, the other is that the 4 points are on different surfaces. In this diagram, we use another method to improve the absorbing efficiency of infrared light, i.e., mirror reflection materials (such as aluminum, silver or other reflection materials well matched with germanium or silicon) are coated at the back of the germanium layer and the silicon-germanium layer.

[0058] Figure 20 shows a cross section view of an 8-point or 4-point sharing reading circuit of the double-sided double-layer multi-spectrum (color plus infrared) sensing device (omitting 3T or 4T reading circuit). Here is a simpler case of FD not connecting upper layer and lower layer. When FD is not connecting the upper layer and lower layer, the top side or the bottom side of the double-sided double-layer multi-spectrum sensing device is the same as that of the single-sided single-layer sensing device.

[0059] Figure 21 shows a simple situation of producing the double-sided double-layer sensing device. When the base layer is opaque, the upper layer and lower layer can be achieved by a simple method of repeating the processing of the single-sided single-layer sensing device twice. The devices on both sides of the device can also be completely independent. This is a most simple method to achieve a double-direction sensing device.

[0060] Figure 22 (a) and Figure 22 (b) show a situation of a single-sided double-layer sensing devices being used for front side sensing and back side sensing, respectively. It is noted that, in the double-layer photo diode pairs, the photo diode closer to the light source will obtain color with shorter wavelength.

[0061] Figure 23 (a) and Figure 23 (b) show a situation of a double-sided double-layer sensing devices being used for front side sensing and back side sensing, respectively. It is noted that, when the direction of light source is changed, the color sensed by the double-layer photo diode pairs will changed, too. Generally, for two-way symmetrical double-sided double-layer sensing devices (referring to Chinese Application No. 200810217270.2, titled "Multi-spectrum sensing device and manufacturing method thereof"), when the direction of light source changes is changed, cyan and yellow will be exchanged, and blue and red will be exchanged, while green remains the same.

[0062] Figure 24 (a) and Figure 24 (b) show a situation of the front side and back side of a double-sided double-layer sensing device, in which macro pixel comprises three composite photo diodes (composite sensing pixels). When the macro pixel comprises three pixels, the three pixels are usually arranged in honeycomb pattern.

[0063] Figure 25, Figure 26, and Figure 27 are other possible implementations of a double-sided double-layer sensing device. These figures fully show the features of flexibility and diversity of a double-sided double-layer device. After a reasonable change, the discussions with respect to composite diodes in figures 3-16 are also applicable to the situation of figures 22-27. The small numbers of figures are just used to illustrate the principle, rather than limiting the essence and scope of the present disclosure.

[0064] Figure 28 is a principle schematic diagram of a photo gate. In the above illustration, if photo diode used as a basic sensing pixel is replaced by a photo gate, many completely similar implementations and conclusions can be obtained.

DETAILED DESCRIPTION

[0065] In order to facilitate describing the disclosure and explaining differences between the invention and existing technology, the following definition of the terms are provided: double-layer sensing device, multi-layer sensing device, double-sided sensing device, double-direction sensing device. The double-layer sensing device means that sensing pixels thereof are physically divided into two layers, each of which contains sensing pixels for sensing specific spectrum. The multi-layer sensing device refers to a sensing device with more than two layers, such as Foveon Company's X3 sensing device. The double-sided sensing device refers to a sensing device with two sensing surfaces, each of which can sense light from at least one direction. The bidirectional sensing device means that the sensing device can sense light from two directions (which usually form an angle of 180 degrees), i.e., both the front side and the back side of the sensing device can sense light.

[0066] A sensing device can simultaneously have one, two, or all of the following three characteristics: double-layer or multi-layer, double-sided, and double-direction. This disclosure mainly relates to a single-sided double-layer sensing device (as shown in Figure 22(a) and Figure 22(b)), a double-sided double-layer sensing device

SAMSUNG EX. 1002 - 694/1684

(as shown in Figure 23(a) and Figure 23(b)), and a double-sided multi-layer sensing device (as shown in Figures 10-14). Irrespective of a single-sided double-layer sensing device or a double-sided double-layer sensing device or a multi-layer sensing device, all of them can be used in front side sensing (as shown in Figure 22(a)), back side sensing (as shown in Figure 22(b)), or double-direction sensing (as shown in Figure 21 or Figure 23). However, designs of the sensing devices are different under different irradiation.

[0067] A multi-spectrum photosensitive device according to an embodiment of the present disclosure comprises a base layer, wherein a plural of composite sensing pixel macro units is repeatedly arranged in accordance with a preset pattern on the base layer, the composite sensing pixel macro unit comprises at least one composite sensing pixel consisting of at least two basic sensing pixels, the basic sensing pixels are arranged in layers along a direction of light irradiation, each layer having one basic sensing pixel, and the basic sensing pixels are distributed at the top side, or bottom side, or top side and bottom side of the base layer in a manner of single side with at most two layers. It is noted that, herein the terms "top side" and "bottom side" are just used to express the relative position of two sides of the base layers, rather than limiting the absolute physical location of the surfaces of the base layer. In the following description, to convey a similar definition, the positions with respect to the position of light source are also used to describe the terms "the obverse" (the front side) and "the reverse" (the back side) of the base layer.

[0068] Herein three terms are given: composite sensing pixel macro unit, composite sensing pixel, and basic sensing pixel. The basic sensing pixel is a sensing pixel on a layer and can not be divided. The composite sensing pixel is a combination of at least two basic sensing pixels. The basic sensing pixels in the composite sensing pixel are arranged in layers along a direction of light irradiation, and each layer is provided with one basic sensing pixel (the layer herein is called a sensing-pixel layer). As described in the aforementioned description of drawings, the basic sensing pixel can be a photo diode or a photo gate. When the basic sensing pixel is a photo diode, the composite sensing pixel is in a form of a composite sensing diode pair. Of course, it is noted that, each sensing-pixel layer in a composite sensing pixel is arranged along a direction of light irradiation (which is usually the normal direction of the sensing surface of the base layer), rather than limiting to just be arranged on a side of the base layer. Between the two opposite sides of the base layer irradiated by a light source, if taking the side closer to the light source as front side of the base layer and taking the side far away from the light source as back side of the base layer, each sensing-pixel layer in a composite sensing pixel can be arranged on front side of the base layer, or on back side of the base layer, or on both front side and back side of the base layer, but there are at most two layers of sensing pixels on each side. The relationship between the arrangement and quantity of the sensing-pixel layers can be summarized that, for a direction of a light source, the arrangement of the sensing-pixel layer may be [2,0], [0,2] (i.e., single-sided double-layer), or [1,1] (i.e., double-sided double-layer), or [1,2],[2,1] (i.e., double-sided multi-layer), wherein the first number in an array is the number of sensing-pixel layers arranged on front side of the base layer in the composite sensing pixel, and the second number is the number of the sensing-pixel layer arranged on back side of the base layer in the composite sensing pixel. The composite sensing pixel macro unit, also known as a macro-pixel, is a collection of the minimum number of composite sensing pixels, from which color reconstruction can be performed. A composite sensing pixel macro unit is repeatedly arranged in accordance with a preset pattern (such as square or honeycomb pattern, or repeated ordering), so that the color can be reconstructed throughout the image plane. For the double-layer multi-spectrum sensing device, the composite sensing pixel macro unit usually comprises at least two composite pixels. However, for a two-sided multi-layer multi-spectrum sensing device, the composite sensing pixel macro unit may be one composite pixel.

[0069] Since a composite pixel may be in various types, and a plurality of composite sensing pixels arranged on the base layer may be of different types, the sensing device according to the present disclosure may have a variety of flexible forms. For a composite sensing pixel, according to the number and distribution of the basic sensing pixel therein, the composite sensing pixel may be a single-sided double-layer composite sensing pixel, a double-sided double-layer composite sensing pixel, and a double-sided multi-layer composite sensing pixel. As mentioned above, in a single-sided double-layer composite sensing pixel or a double-sided double-layer composite sensing pixel, there are two basic sensing pixels, but the distribution therein are different. The basic sensing pixels in a single-sided double-layer composite sensing pixel are arranged in layers on one side of the base layer, while the basic sensing pixels of a double-sided double-layer composite sensing pixel are arranged on two sides of the base layer. For a double-sided multi-layer composite sensing pixel, there are three or four basic sensing pixels. Since at most two sensing-pixel layers are arranged on one side of the base layer, the basic sensing pixels therein must be arranged on two sides of the base layer, at least one side is provided with two basic sensing pixels arranged in layers. It is noted that, in a special case, the composite sensing pixel may comprise a blank pixel, in other words, the pixel is used for sensing blank color. In that case, if a basic sensing pixel in a single-sided double-layer composite sensing pixel is a blank pixel, the single-sided double-layer composite sensing pixel is equivalent to a single-sided single-layer composite sensing pixel from the perspective of sensing effectiveness.

[0070] Due to the various types, the arrangement of

SAMSUNG EX. 1002 - 695/1684

pixels in a composite sensing pixel is quite flexible. For example, if a single-sided double-layer composite sensing pixel is arranged at a certain position on the base layer, a double-sided double-layer composite sensing pixel may be arranged at a position adjacent to the said certain position, and the double-sided multi-layer composite sensing pixels may be arranged at another position adjacent to the said certain position. In short, different types of composite sensing pixels can be arranged at different positions on the base layer. In particular, according to this feature, when all the composite sensing pixels on the base layer in a sensing device are of the identical type, the sensing device is defined according to the type of the composite sensing pixels. For example, when all the composite sensing pixels of the base layer are the single-sided double-layer composite sensing pixels, the corresponding sensing device is regarded as a single-sided double-layer sensing device, and the sensing devices adopting the other two afore-mentioned composite sensing pixels are regarded as a double-sided double-layer sensing device or a double-sided multi-layer sensing device, respectively. It is noted that, as mentioned above, the composite sensing pixel may contain a blank pixel, thus the composite sensing pixel at a position of the base layer may be degenerated. For example, in a single-sided double-layer sensing device, if a composite sensing pixel comprises one blank pixel, the single-sided double-layer sensing pixel is actually degenerated as a single-sided single-layer sensing pixel, so that from the viewpoint of the details, a composite sensing pixel of a single-sided double-layer sensing device is not entirely a single-sided double-layer sensing pixel, but in a whole, this sensing device is still classified as a single-sided double-layer sensing device. Particularly, this sensing device can also be referred to as a mixed single-sided double-layer sensing device. Correspondingly, there exist also a mixed double-sided double-layer sensing device and a mixed double-sided multi-layer sensing device.

[0071] The basic sensing pixels of a composite sensing pixel are generally arranged to sense different spectral bands of visible light or visible and infrared light. For example, one of two spectral bands of visible light or visible and infrared light orthogonal to each other can be sensed respectively by two basic sensing pixel of the composite sensing pixel. Different spectral bands may be sensed respectively by the basic sensing pixels of the composite sensing pixel and composite sensing pixels of the composite sensing pixel macro unit, thus the combination of all spectra sensed by all composite sensing pixels of a composite sensing pixel macro unit contains the spectrum indispensable for color reconstruction within the color space of RGB or CMYK.

[0072] The spectra sensed by the basic sensing pixels closest to the light source in a composite sensing pixel includes blank color, blue, green, cyan, white, and white plus infrared. The spectra sensed by the basic sensing pixels farthest away from the light source in the composite sensing pixels includes blank color, green, red, yellow, white, red plus infrared, yellow plus infrared, and white plus infrared.

[0073] Hereto the arrangement of the sensing pixel according to the present disclosure has been described. Hereinafter, the processing implementation of a multi-spectrum sensing device according to the present disclosure will be described.

According to different materials of the base layer, an approach for achieving a single-sided double-layer multi-spectrum sensing device comprises:

[0074] Providing a base layer of N-type silicon crystal (see Figure 5 (a)), i.e. N-Substrate, at a location of a pixel on a side of the N-type base layer, P-type impurity is doped into the base layer at a certain depth from the surface of the location into the interior of the base layer according to the requirement of color depth, so as to form a P-doped layer. The P-doped layer is a sensing layer of a composite sensing pixel, that is, it forms a basic sensing pixel of the composite sensing pixel. Then, an N-type impurity is doped into the P-doped layer at another depth, which forms an N-doped layer within the P-doped layer, that is, it forms another basic sensing pixel in the composite sensing pixel. In the case, this single-sided double-layer composite sensing pixel is formed by a composite P-N-P junction.

[0075] Another approach is to provide a base layer of P-type silicon crystal (see Figure 5 (b)), i.e., P-substrate, at a location of a pixel on a side of the P-type base layer, N-type impurity is doped into the base layer at a certain depth from the surface of the location into the interior of the base layer according to the requirement of color depth, so as to form a N-doped layer. The N-doped layer is a sensing layer of a composite sensing pixel, that is, it forms a basic sensing pixel of the composite sensing pixel. Then, a P-type impurity is doped into the N-doped layer at another depth, which forms a P-doped layer within the N-doped layer, that is, it forms another basic sensing pixel in the composite sensing pixel. In this case, this single-sided double-layer composite sensing pixel is formed by a composite N-P-N junction.

[0076] The production of a composite sensing pixel is described above. For the production of other composite sensing pixels on the sensing side of the base layer, the processing thereof is the same. But the depths doped by impurities are different at different locations of pixels according to the wavelength of color spectrum desired to be sensed by the corresponding pixel.

[0077] An implementation of a double-sided double-layer multi-spectrum sensing device comprises:

[0078] providing a base layer of N-type silicon crystal (see Figure 4 (a)), i.e., N-substrate, classifying the pixels on the front side of the base layer according to the desired color, and doping P impurity with a certain depth according to the requirement of color depth for each type of pixel. Similarly, the pixels on the back side will also be classified according to the desired color, and P impurity with a certain depth is doped according to the require-

SAMSUNG EX. 1002 - 696/1684

ment of color depth for each type of pixel. The depth of the P impurity doped is determined according to the wavelength of spectrum desired to be sensed.

[0079] Another more advantageous approach is to provide a P-type base layer of silicon crystal (see Figure 4 (b)), i.e., P-substrate, classify the pixels on the front side according to the desired color, and dope N impurity with a certain depth according to the requirement of color depth for each type of pixel. Similarly, the pixels on the back side will also be classified according to the desired color, and N impurity with a certain depth is doped according to the requirement of color depth for each type of pixel. The depth of the N impurity doped is determined according to the wavelength of spectrum desired to be sensed. Since the mobility of N-type is better than that of P-type, the double-sided double-layer composite sensing pixel formed by this N-P-N composite junction is superior to the double-sided double-layer composite sensing pixel formed by the afore-described P-N-P composite junction.

[0080] An implementation of a double-sided multi-layer multi-spectrum sensing device comprises:

[0081] providing a base layer of N-type or P-type silicon crystal (Figure 9-14), making the front side of the base layer as one or two sensing pixel layers in the manner of single-sided double-layer or single-sided, and making the back side as one or two sensing pixel layers in the manner of single-sided double-layer or single-sided. According to the differences between the arrangement of the front side and the back side, a composite junction of a double-sided multi-layer composite sensing pixel comprising N-P-N, P-N-P, N-P-N-P, P-N-P-N, N-P-N-P-N, P-N-P-N-P and the like is formed.

[0082] After obtaining the composite sensing pixel, if it is needed to read the optical signal, a reading circuit and other control circuits are needed. The arrangement of the reading circuit and other control circuits is designed in accordance with passive pixel or active pixel. If it is designed with active pixel, in addition to the photo diode in Figure 3 (a), there will be a reading circuit shown in Figure 7, and many standard timing and control circuits (not shown in figures).

[0083] For the sensing pixel layer used to sense infrared light, germanium or silicon germanium crystal layer may grow on the bottom side of the corresponding position of the sensing pixel layer, that is the bottom side of the sensing pixel layer used to sensing the infrared light, in order to improve the absorption efficiency of the infrared spectrum. In addition, after growing the germanium or silicon germanium crystal layer, a mirror reflection film formed by aluminum, silver or other materials is plated on the bottom of the basic sensing pixel, in order to reflect the unabsorbed infrared photons, which are re-absorbed by infrared sensing pixel layer. The reflected intensity is determined according to the thickness and the absorption rate of the infrared sensing pixel layer, so as to avoid unnecessary interference with other pixels.

[0084] If the multi-spectrum sensing device is used for double-direction sensing, and the direction-selected-by-pixel pattern and the direction-selected-by-area-division pattern described in the patent application titled "Multi-spectrum sensing devices and manufacturing methods thereof" (China Application No. 200810217270.2, i.e., PCT/CN2010/073441) are used, a shading film is coated on some types of pixels or pixel areas of the front side, and on the other types of pixels or pixel areas of the back side.

[0085] In the above-mentioned implementation, we can completely use photo gate to replace photo diode, resulting in obtaining a single-sided double-layer sensing device, a double-sided double-layer sensing device, and a double-sided multi-layer sensing device, which are based on the photo gate.

[0086] Since the single-sided double-layer sensing device, the double-sided double-layer sensing device, and the double-sided multi-layer sensing device according to the present disclosure provide redundant color information, for the application to which the cost and size are critical (such as mobile phone), some composite pixels may contain blank pixel, resulting in a mixed single-sided double-layer sensing device, a mixed double-sided double-layer sensing device, and a mixed double-sided multi-layer sensing device.

[0087] The present disclosure can be produced by both CCD technology and CMOS technology. Since the production of the disclosure may be ultra-high sensitivity, the basic pixel can be read by means of passive pixel, or by means of active pixel. These features make the present disclosure integrated fully with the existing mature semiconductor chip production technology, therefore, the methods or production according to the present disclosure can be widely used. The disclosure dramatically improves the performance and functionality of sensing chip, at the same time, due to the increased product yields, the cost can be reduced or at least not increased.

[0088] By means of arranging optimally the basic sensing pixel in the composite sensing pixel on two depths, and forming various types of the sensing devices, such as single-sided double-layer, double-sided double-layer, and double-sided multi-layer, the present disclosure greatly extends the types of sensing chips, and physically realizes overlap and integration of the infrared sensing and the color sensing on a single chip for the first time.

[0089] In accordance with production methods provided by the present disclosure and natural and minor modifications thereof (such as, adding a filter film), a double-layer or multi-layer composite sensing pixel, which can sense spectrum orthogonal to each other within the space of visible light or visible plus infrared light, such as (blank color, white), (blue, yellow), (blue, green), (green, red), (blue, red), (blue, red + infrared), (blue, yellow + IR), (blank color, white + IR), (white + IR), (blue / green / red / green / yellow / white, infrared) and the like, can be achieved in the form of single-sided double-layer, double-sided double-layer, or double-sided multi-layer.

[0090] By using the aforementioned sensing methods

SAMSUNG EX. 1002 - 697/1684

such as double-sided, double-direction, double-layer and multi-layer methods, according to the present disclosure, a single sensing device can be used in a double-direction system, for greatly reducing system cost, lowering the size, reducing system complexity, and making it possible for some applications to receive multi-spectrum or multi-direction (or multi-spectrum signals from two directions) in the same system. For example, a capsule-style camera currently used for checking the patient's gastrointestinal system has a camera mounted on just one side thereof. In order to obtain the image of a certain location in the gastrointestinal system, multiple uses may be required, which cause great pain to the patient and the big expenses. For this purpose, it is desired to improve the capture range of a single shot. And if it is necessary to mount a camera on the other side of the capsule-style camera, by using the existing technology, two systems must be mounted in a very small space, which is quite difficult. However, by using the present invention, it just needs to add a lens on the other side, and still only one sensing chip is utilized, leading to smaller space demand and lower economic cost than those of two sets of sensing systems. In addition, the present disclosure can be used to monitor both front and back direction in a monitoring camera. For many 3G mobile phones with both front camera and back camera, the front camera and back camera can be replaced by a bidirectional camera according to the present disclosure, and switching between front sense and back scene can be achieved by electronic or mechanical switches. For some surveillance system of top class hotels, if it is required to monitor scenes at both ends of the corridor, by using the present disclosure, it just needs one monitoring system to complete the necessary monitoring rather than two monitoring systems for monitoring in both directions.

[0091] According to the integration method provided by the present disclosure, color and infrared can be sensed simultaneously in the same device (using CMOS or CCD semiconductor), and color image and infrared image are overlaid in the same space position. This new type of sensing device greatly extends the dynamic range of sensing device, so as to meet the high performance of automotive, security and other fields. Moreover, it will also be used for a small-size color sensing device such as the camera of mobile phones, to significantly improve image quality.

[0092] Although the present disclosure is disclosed through the above-mentioned preferred embodiments, such disclosure should not be considered limitations to the disclosure. For those skilled in the image sensing devices (such as semiconductor image sensor chips), from the disclosure, it is possible to anticipate many variations and extensions of the present disclosure, without departing from the spirit and concept of the invention.

Claims

1. A multi-spectrum photosensitive device, comprising a base layer, wherein a plurality of composite sensing pixel macro units is repeatedly arranged in accordance with a preset pattern on the base layer, the composite sensing pixel macro unit comprises at least one composite sensing pixel comprising at least two basic sensing pixels, the basic sensing pixels in a same composite sensing pixel are arranged in layers along a direction of light irradiation, each layer having one basic sensing pixel, and the basic sensing pixels are distributed at the top side, or bottom side, or top side and bottom side of the base layer, and each side comprises at most two layers.

2. The multi-spectrum photosensitive device according to claim 1, wherein the composite sensing pixel includes two basic sensing pixels which are arranged in two layers at the top side or bottom side of the base layer to form a single-sided double-layer composite sensing pixel, or are disposed respectively at the top side and bottom side of the base layer to form a double-sided double-layer composite sensing pixel.

3. The multi-spectrum photosensitive device according to claim 2, wherein the composite sensing pixel in the base layer is a single-sided double-layer composite sensing pixel, so that the multi-spectrum sensing device constitutes a single-sided double-layer sensing device.

4. The multi-spectrum photosensitive device according to claim 2 or 3, wherein the single-sided double-layer composite sensing pixel is formed by a composite N-P-N junction which is formed by doping P-type impurity on a base layer of an N-type silicon to make a P-doped layer, then doping N-type impurity on P-doped layer.

5. The multi-spectrum photosensitive device according to claim 2 or 3, wherein the single-sided double-layer composite sensing pixel is formed by a composite P-N-P junction which is formed by doping N-type impurity on a base layer of P-type silicon to make an N-doped layer, then doping P-type impurity on the N-doped layer.

6. The multi-spectrum photosensitive device according to claim 2, wherein the composite sensing pixel in the base layer is a double-sided double-layer composite sensing pixel, so that the multi-spectrum sensing device constitutes a double-sided double-layer sensing device.

7. The multi-spectrum photosensitive device according to claim 2 or 6, wherein the double-sided double-

SAMSUNG EX. 1002 - 698/1684

layer composite sensing pixel is formed by a composite P-N-P junction which is formed by doping P-type impurity on both top side and bottom side of a base layer of N-type silicon.

8. The multi-spectrum photosensitive device according to claim 2 or 6, wherein the double-sided double-layer composite sensing pixel is formed by a composite N-P-N junction which is obtained by doping N-type impurity on both top side and bottom side of a base layer of P-type silicon.

9. The multi-spectrum photosensitive device according to claim 1, wherein the composite sensing pixel includes three or four basic sensing pixels, two of which are disposed in two layers at top side or bottom side of the base layer, and the remain basic sensing pixel(s) are disposed in one or two layers at bottom side or top side of the base layer, so as to form a double-sided multi-layer composite sensing pixel.

10. The multi-spectrum photosensitive device according to claim 9, wherein the composite sensing pixel in the base layer is a double-sided multi-layer composite sensing pixel, so that the multi-spectrum sensing device constitutes a double-sided multi-layer sensing device.

11. The multi-spectrum photosensitive device according to claim 9 or 10, wherein the double-sided multi-layer composite sensing pixel is formed by a composite junction of P-N-P, or N-P-N-P, or P-N-P-N, or N-P-N-P-N, wherein the composite junction is made by doping P-type impurity on both top side and bottom side of a base layer of N-type silicon to make a P-doped layer, then doping N-type impurity on the P-doped layer.

12. The multi-spectrum photosensitive device according to claim 9 or 10, wherein the double-sided multi-layer composite sensing pixel is formed by a composite junction of N-P-N, or N-P-N-P, or P-N-P-N, or P-N-P-N-P, wherein the composite junction is made by doping N-type impurity on both top side and bottom side of a base layer of P-type silicon to make an N-doped layer, then doping P-type impurity on the N-doped layer.

13. The multi-spectrum photosensitive device according to claim 1, wherein the spectral bands sensed by the basic sensing pixels in a same composite sensing pixels respectively are orthogonal to each other, the spectral bands contains spectra of visible light or visible and infrared light, the combination of spectra sensed by all the composite sensing pixels in the composite sensing pixels macro units contains spectral information indispensable for color reconstruction within the color space of RGB or CMYK.

14. The multi-spectrum photosensitive device according to any one of claims 1-13, wherein the spectrum sensed by the basic sensing pixels of the composite sensing pixels closest to the light source includes blank color, blue, green, cyan, white, and white plus infrared.

15. The multi-spectrum photosensitive device according to any one of claims 1-14, wherein the spectrum sensed by the basic sensing pixels of the composite sensing pixels farthest away from the light source includes blank color, green, red, yellow, white, red plus infrared, yellow plus infrared, and white plus infrared.

16. The multi-spectrum photosensitive device according to any one of claims 1-15, wherein the bottom surface of the basic sensing pixel sensing infrared light in the bottom layer of the composite sensing pixel units grows with silicon germanium crystal layer or germanium crystal layer for absorbing infrared light better.

17. The multi-spectrum photosensitive device according to any one of claims 1-16, wherein the bottom of the basic sensing pixels for sensing infrared light is coated with a mirror reflection film.

18. The multi-spectrum photosensitive device according to any one of claims 1-17, wherein the composite sensing pixel is sampled in an active manner to form an active pixel.

19. The multi-spectrum photosensitive device according to any one of claims 1-17, wherein the composite sensing pixel is sampled in a passive manner to form a passive pixel.

20. The multi-spectrum photosensitive device according to any one of claims 1-19, wherein the basic sensing pixel in the composite sensing pixels is a photo diode or a photo gate.

21. The multi-spectrum photosensitive device according to any one of claims 1-20, wherein the sensing mode of the multi-spectrum sensing device comprises front side sensing, back side sensing, or double-direction sensing mode, wherein the double-direction sensing mode includes direction-selected-by-time-sharing mode, direction-selected-by-area-division mode, or direction-selected-by-pixel mode.

22. The multi-spectrum photosensitive device according to any one of claims 1-21, wherein the preset pattern includes repeated ordering, rectangular pattern, or honeycomb pattern adopted by the composite pixels.

SAMSUNG EX. 1002 - 699/1684

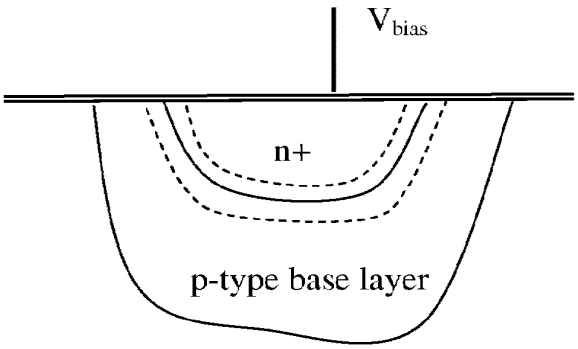


Fig 1

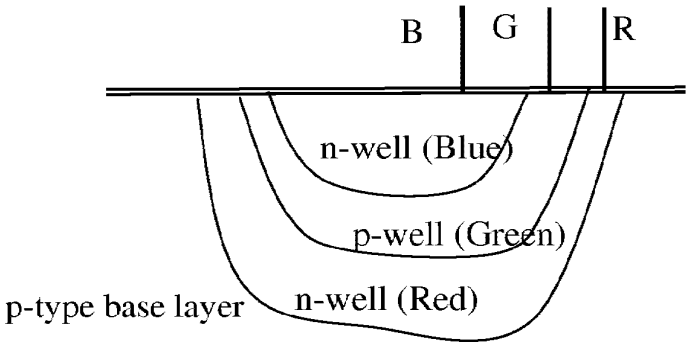


Fig 2

SAMSUNG EX. 1002 - 700/1684

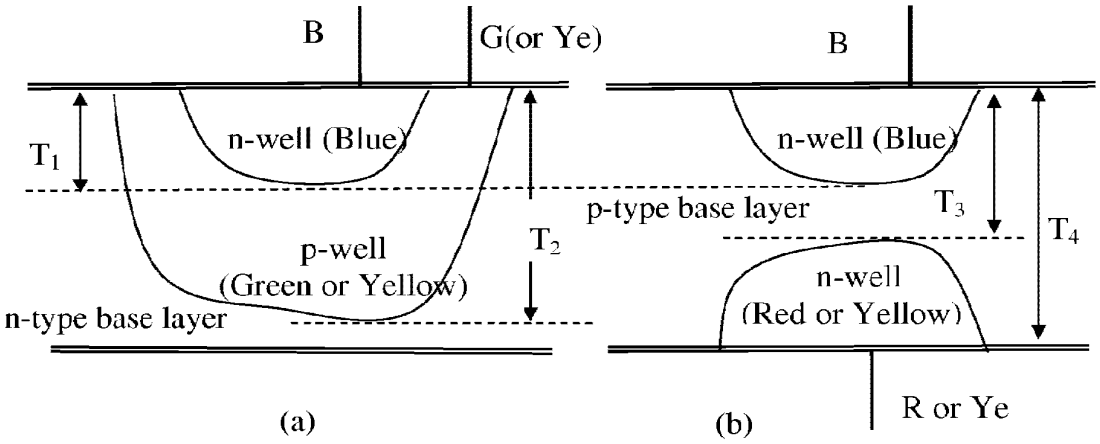


Fig 3

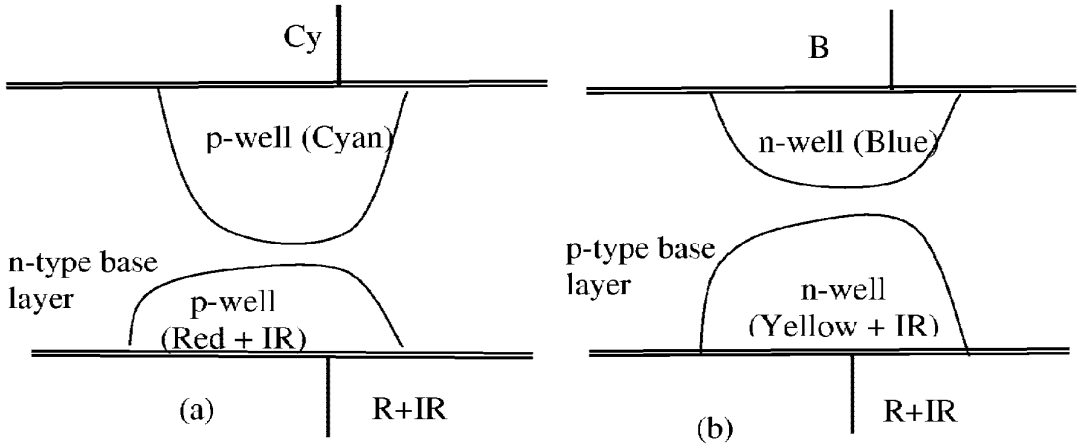


Fig 4

SAMSUNG EX. 1002 - 701/1684

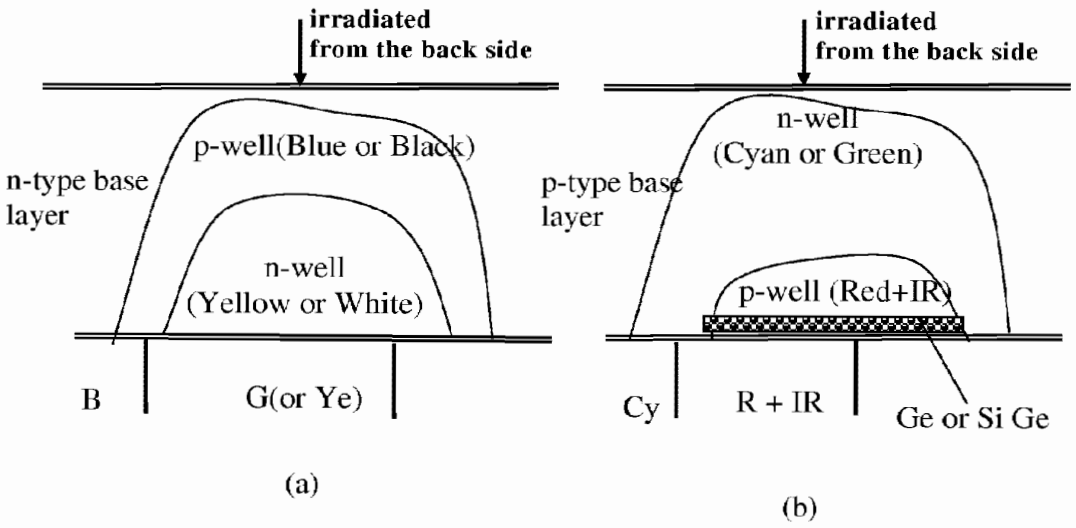


Fig 5

SAMSUNG EX. 1002 - 702/1684

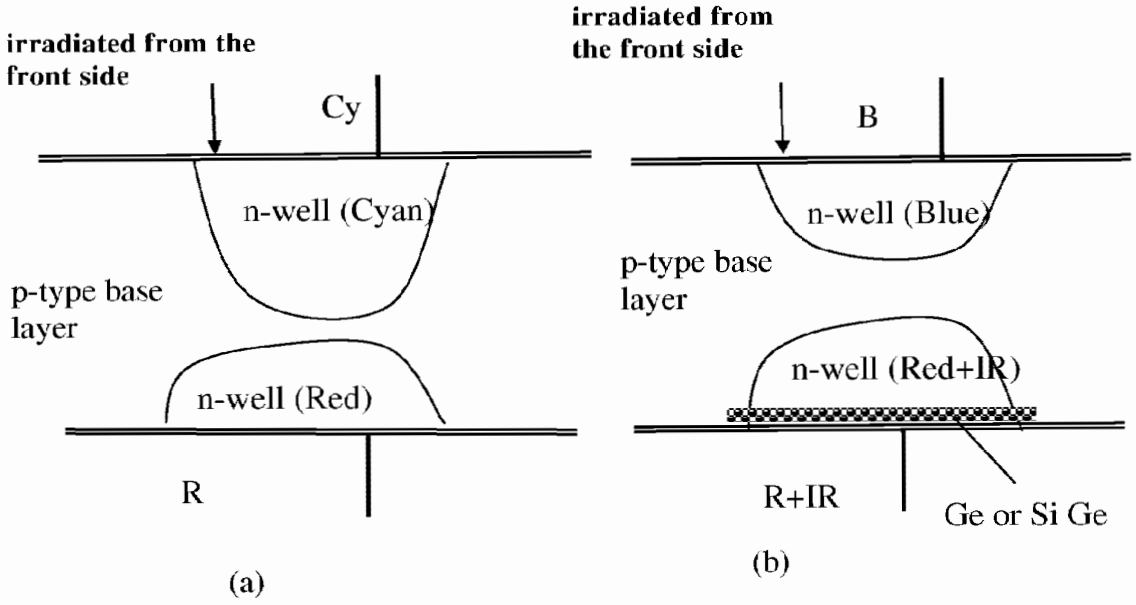


Fig 6

SAMSUNG EX. 1002 - 703/1684

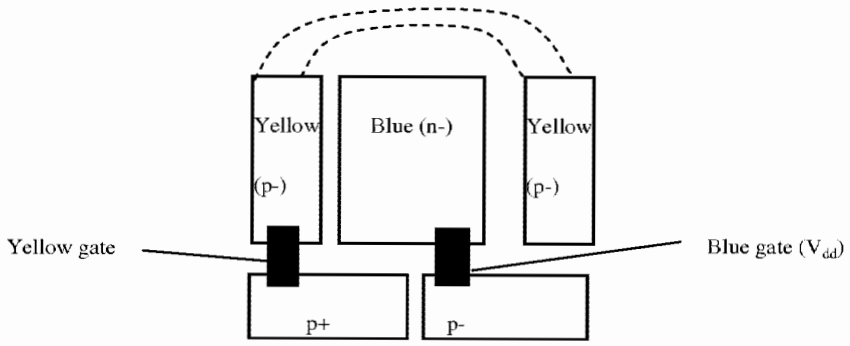


Fig 7

SAMSUNG EX. 1002 - 704/1684

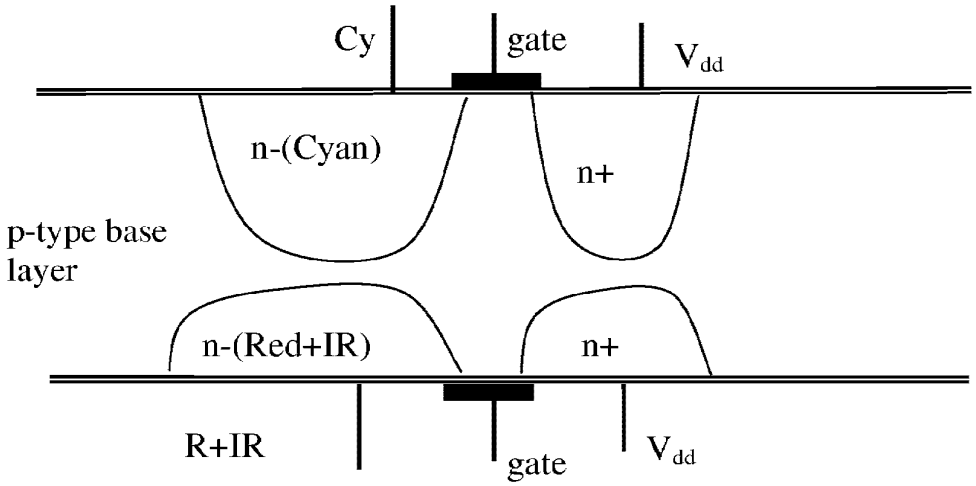


Fig 8

SAMSUNG EX. 1002 - 705/1684

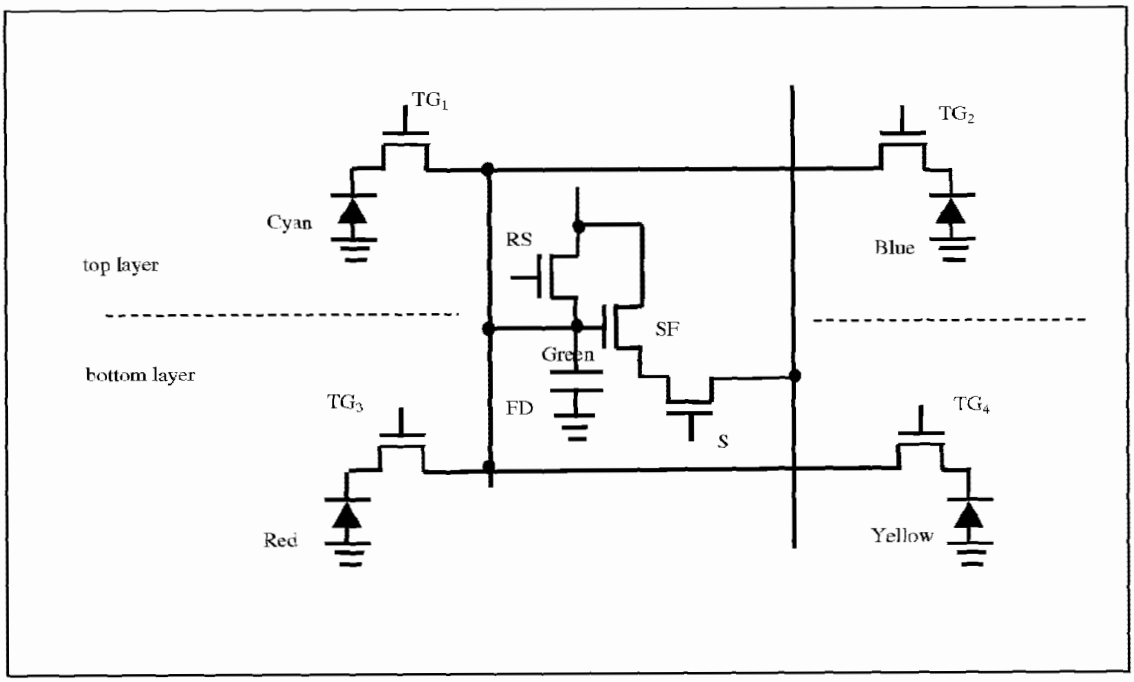


Fig 9

SAMSUNG EX. 1002 - 706/1684

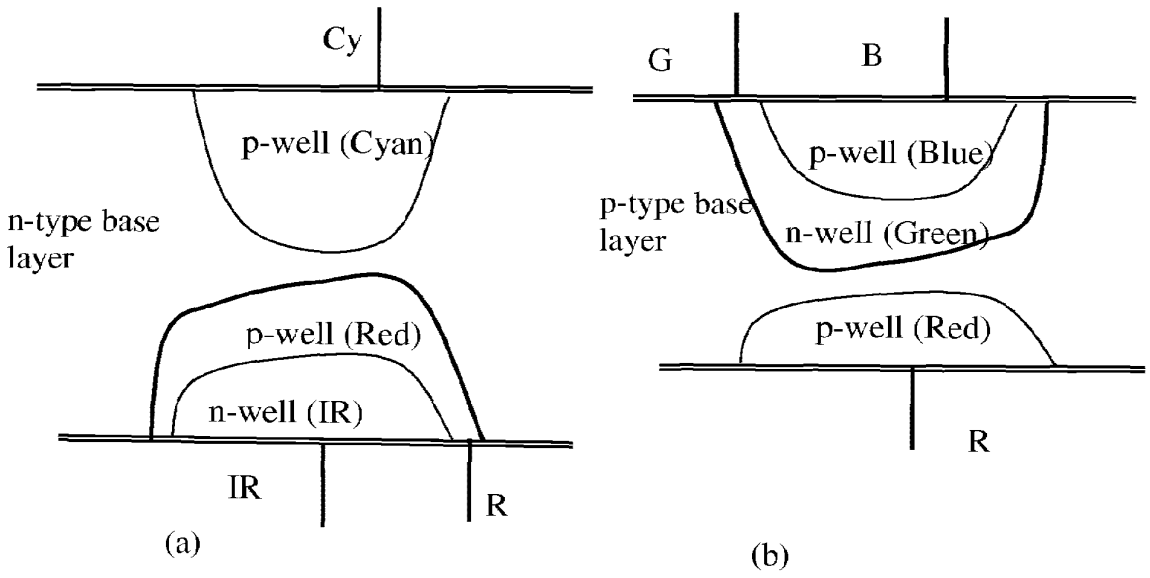


Fig 10

SAMSUNG EX. 1002 - 707/1684

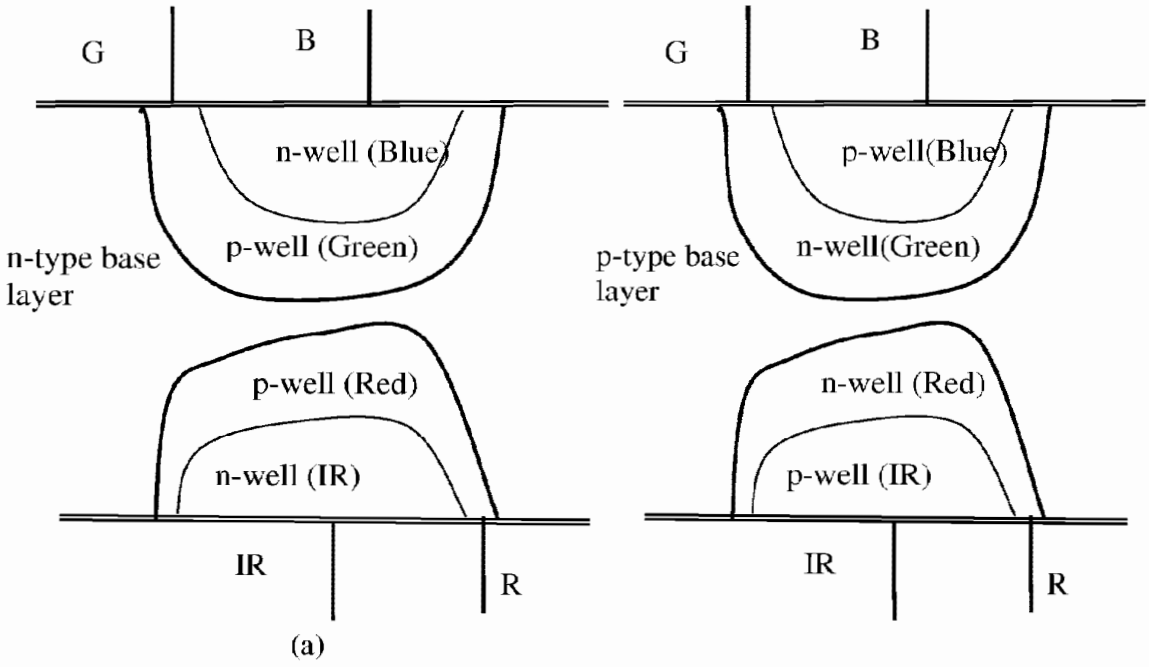


Fig 11

SAMSUNG EX. 1002 - 708/1684

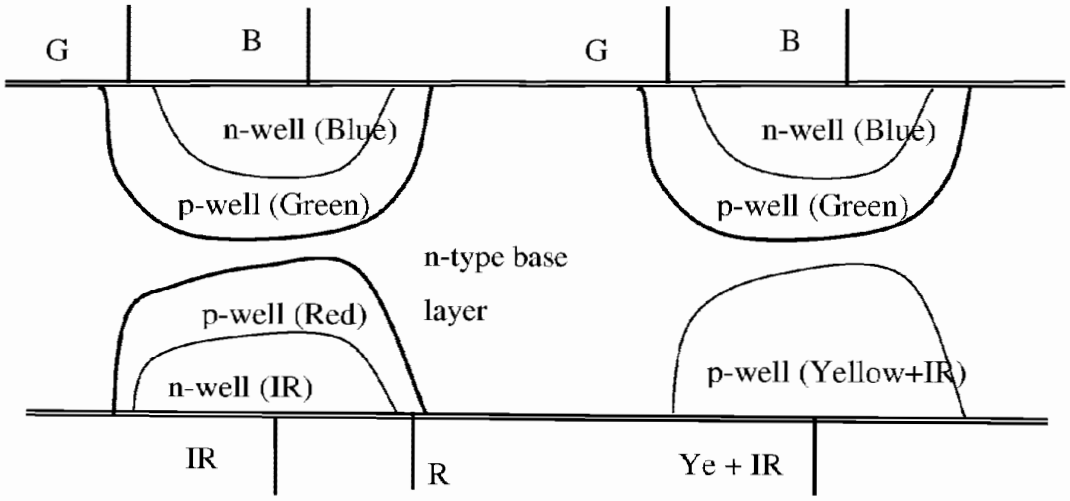


Fig 12

SAMSUNG EX. 1002 - 709/1684

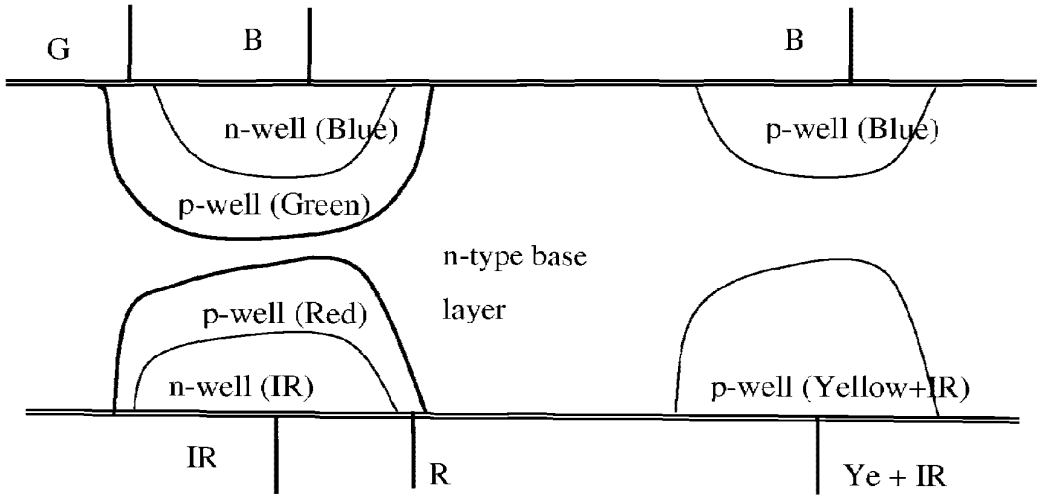


Fig 13

SAMSUNG EX. 1002 - 710/1684

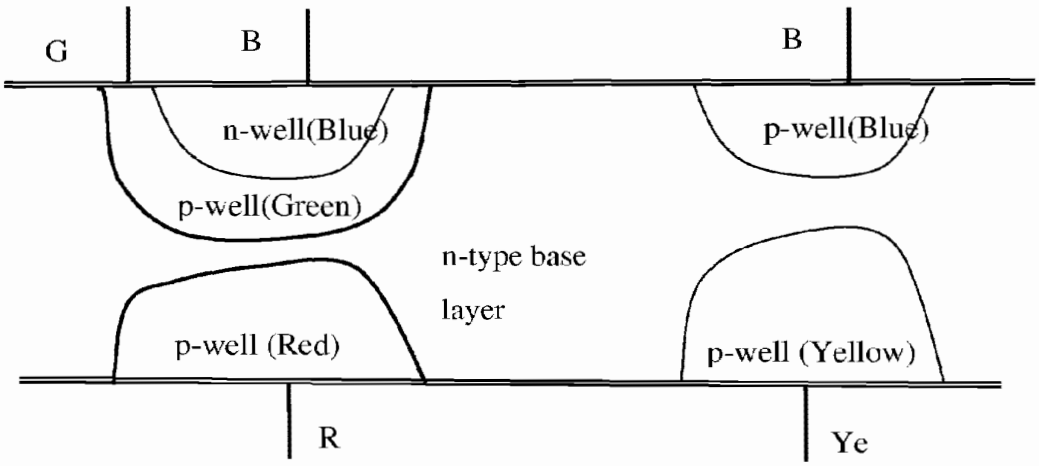


Fig 14

SAMSUNG EX. 1002 - 711/1684

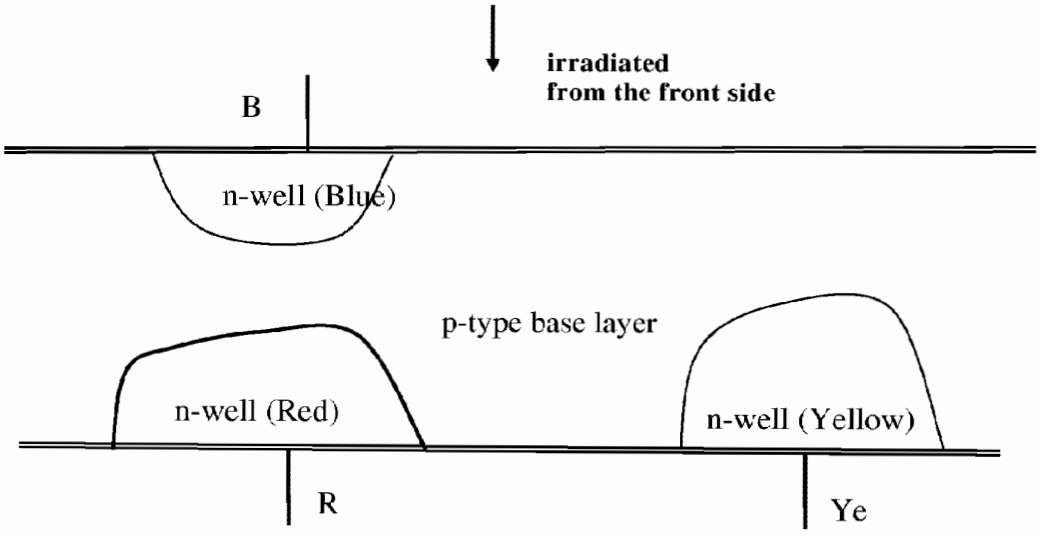


Fig 15

SAMSUNG EX. 1002 - 712/1684

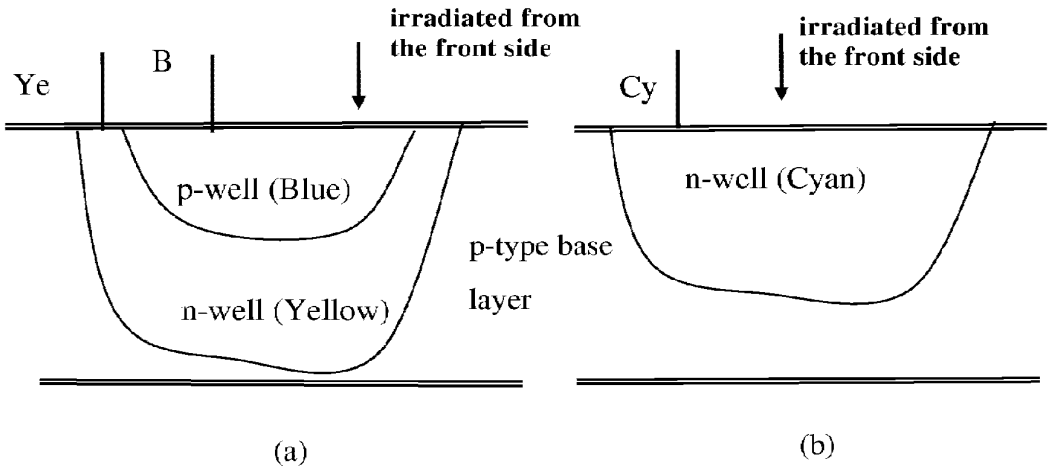


Fig 16

SAMSUNG EX. 1002 - 713/1684

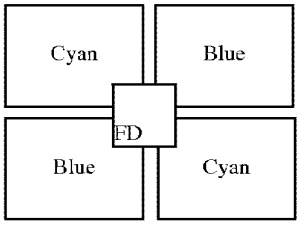


Fig17(a)

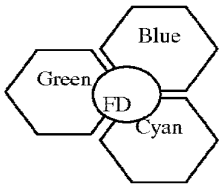


Fig17(b)

SAMSUNG EX. 1002 - 714/1684

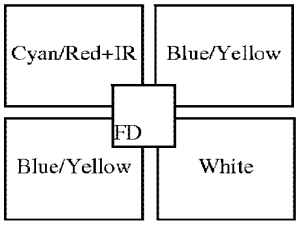


Fig 18(a)

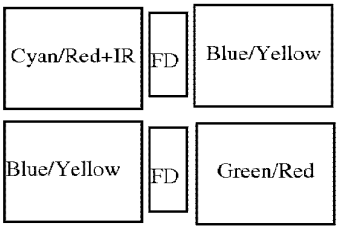


Fig18(b)

SAMSUNG EX. 1002 - 715/1684

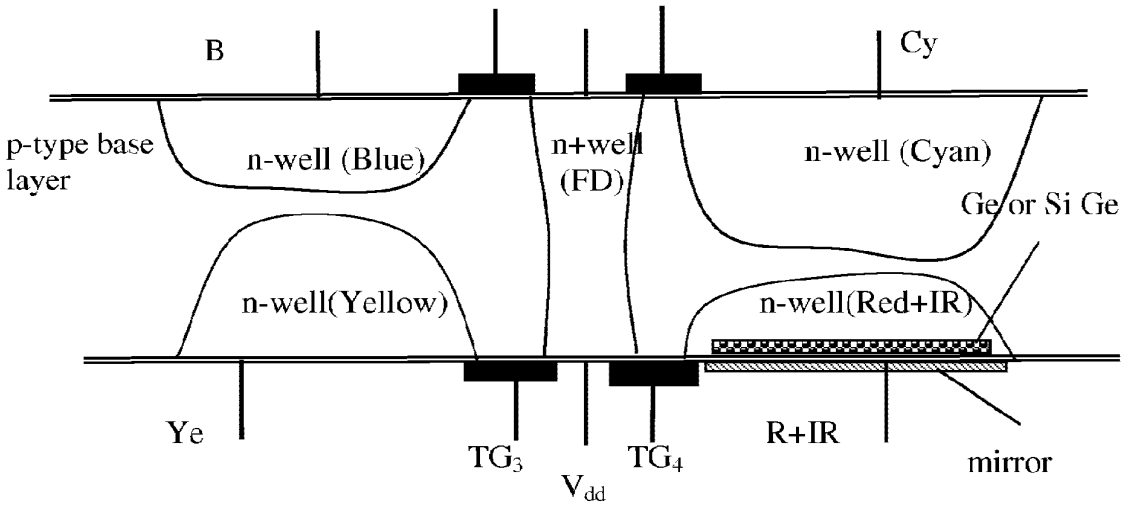


Fig 19

SAMSUNG EX. 1002 - 716/1684

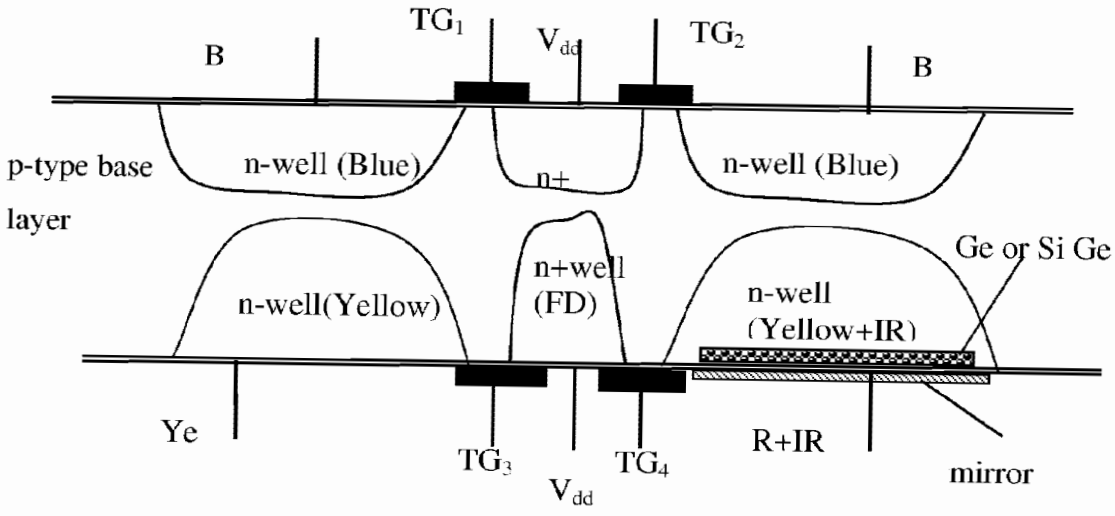


Fig 20

SAMSUNG EX. 1002 - 717/1684

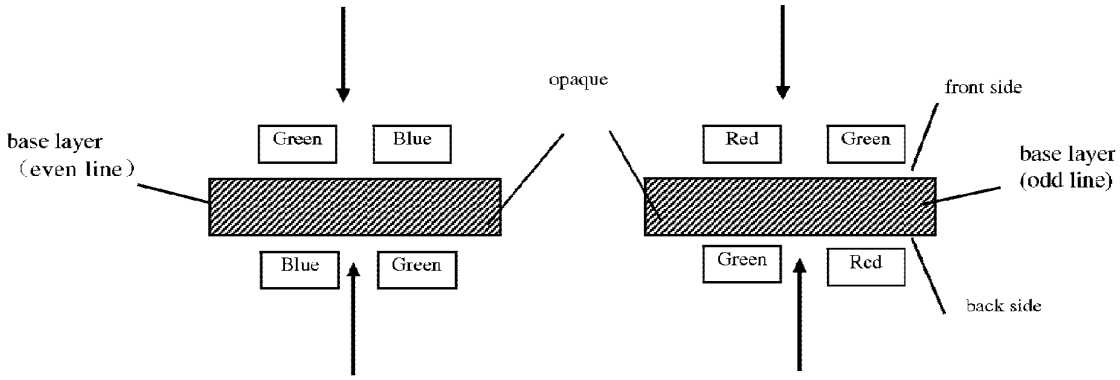


Fig 21

SAMSUNG EX. 1002 - 718/1684

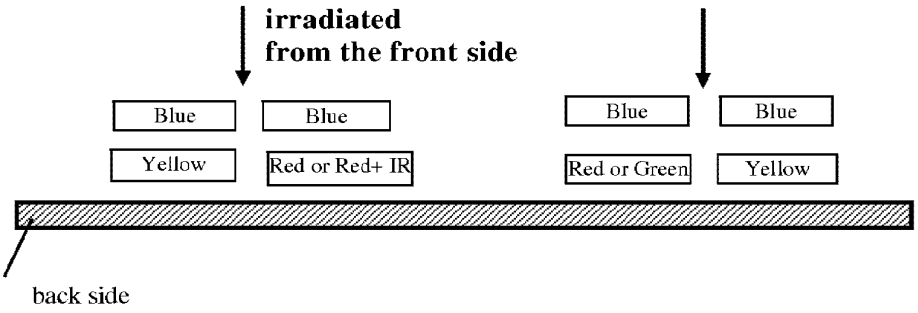


Fig 22(a)

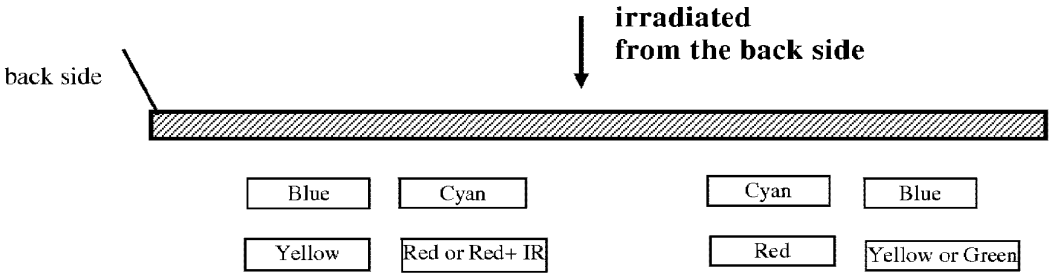


Fig 22(b)

SAMSUNG EX. 1002 - 719/1684

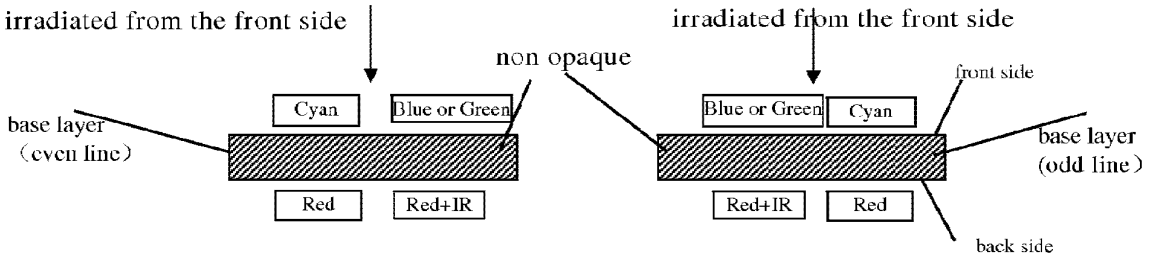


Fig23 (a)

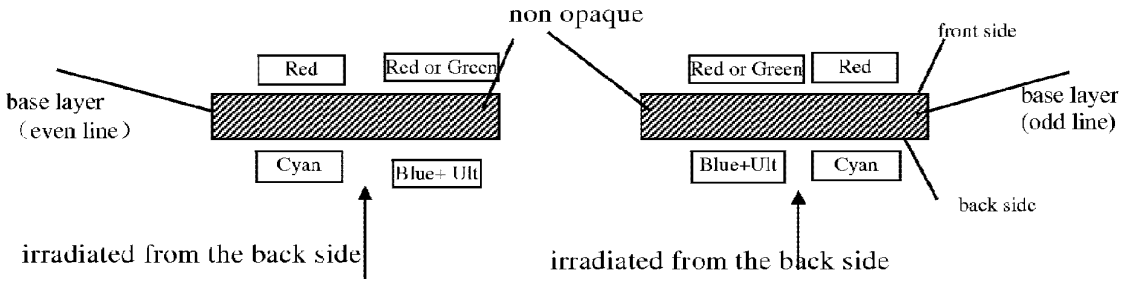


Fig23 (b)

SAMSUNG EX. 1002 - 720/1684

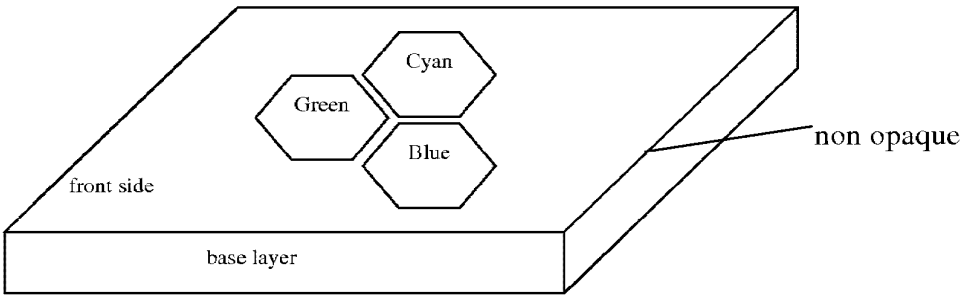


Fig24（a）

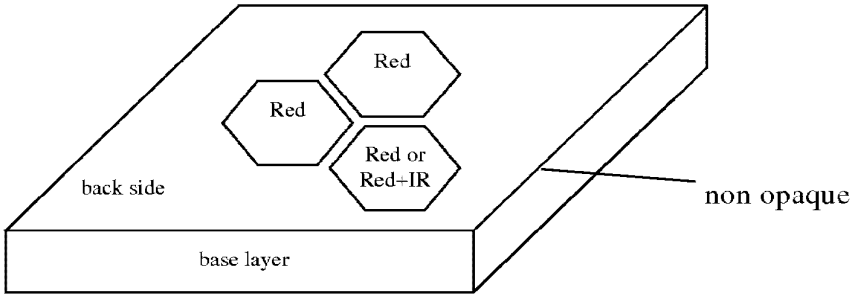


Fig24（b）

SAMSUNG EX. 1002 - 721/1684

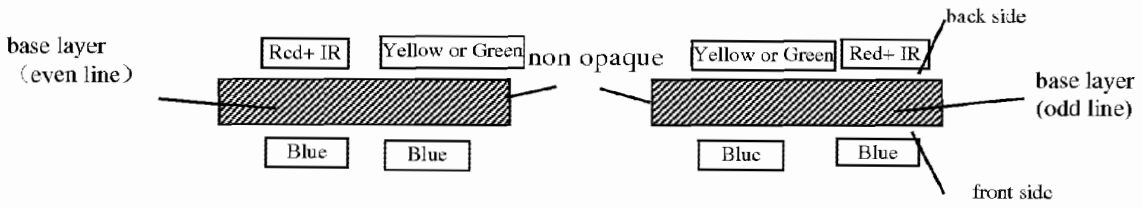


Fig 25

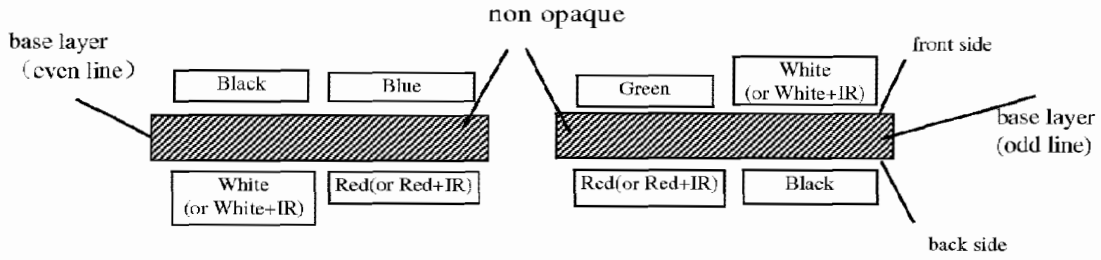


Fig 26

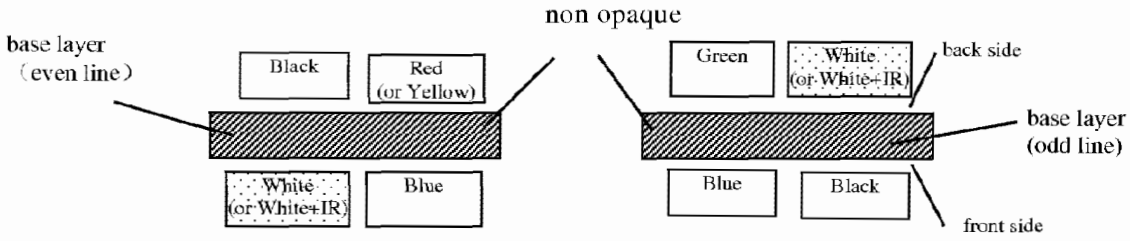


Fig 27

SAMSUNG EX. 1002 - 722/1684

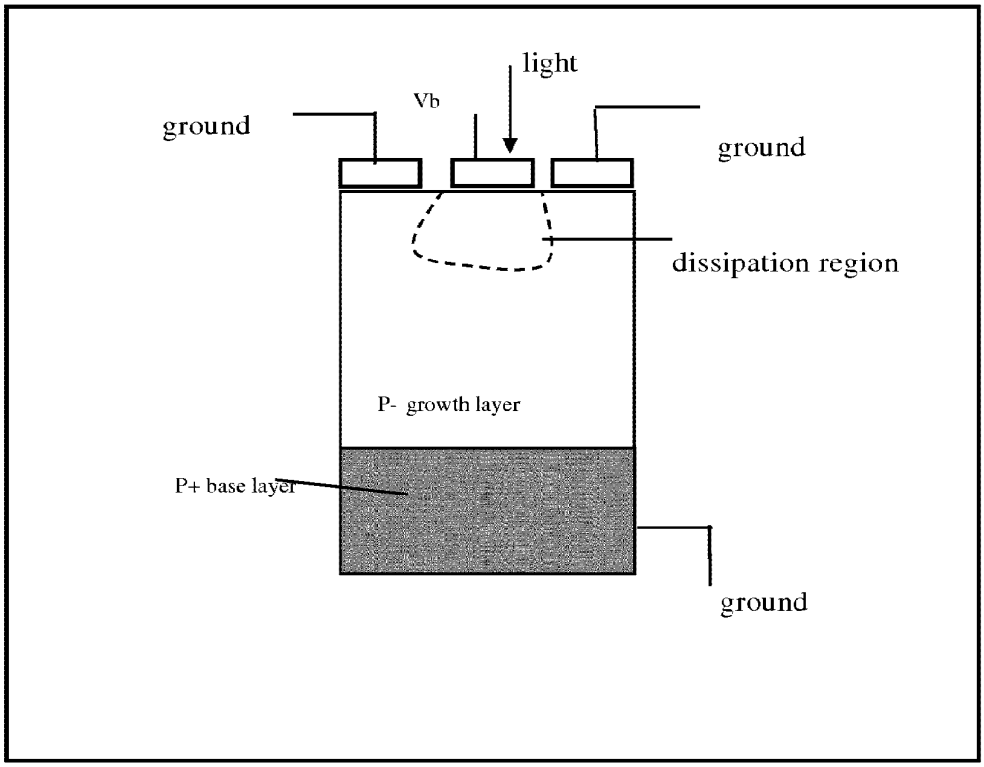


Fig 28

SAMSUNG EX. 1002 - 723/1684

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2010/073440

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 27/146 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: H01L 27/-, H01L 21/-, H01L 29/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI,WPI, EPODOC: composite pixel photosensi+ muli-colo?r multispec+ back backside rear photodiode photo-diode stack+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US2010/0109060A1 (OMNIVISION TECHNOLOGIES INC.) 06 May 2010 (06.05.2010) page 2, par. 16 to page 3, par. 29, figures 1-3	1-3, 9-10, 18-22
E	CN101807590A (BOLY MEDIA COMMUNICATIONS (SHENZHEN) CO., LTD.) 18 Aug. 2010 (18.08.2010) claims 1-22	1-22
A	CN101640213A (DONGBUHAITEK CO., LTD.) 03 Feb. 2010 (03.02.2010) The whole document	1-22
A	CN101345248A (BOLY MEDIA COMMUNICATIONS (SHENZHEN) CO., LTD.) 14 Jan. 2009 (14.01.2009) the whole document	1-22

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim (S) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
21 Feb. 2011 (21.02.2011)	**24 Mar. 2011 (24.03.2011)**
Name and mailing address of the ISA/CN The State Intellectual Property Office, the P.R.China 6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China 100088 Facsimile No. 86-10-62019451	Authorized officer YANG,Yong Telephone No. (86-10)62411777

Form PCT/ISA /210 (second sheet) (July 2009)

SAMSUNG EX. 1002 - 724/1684

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2010/073440

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN101577287A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 11 Nov. 2009 (11.11.2009) the whole document	1-22
A	US2007/0218578A1 (SHARP LABORATORIES OF AMERICA, INC.) 20 Sep. 2007 (20.09.2007) the whole document	1-22
A	Dietmar Knipp et al. Vertically Integrated Amorphous Silicon Color Sensor Arrays, IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, Vol. 53, No. 7, Jul. 2006, pages 1551-1557	1-22

Form PCT/ISA /210 (continuation of second sheet) (July 2009)

SAMSUNG EX. 1002 - 725/1684

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2010/073440

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
US2010/0109060A1	06.05.2010	NONE	
CN101807590A	18.08.2010	NONE	
CN101640213A	03.02.2010	US2010026863A1	04.02.2010
		KR20100012639A	08.02.2010
CN101345248A	14.01.2009	WO2009006776A1	15.01.2009
		EP2172973A1	07.04.2010
		US2010141771A1	10.06.2010
		KR20100057599A	31.05.2010
		CA2705315A1	15.01.2009
		INMUMNP201000137E	16.07.2010
		JP2010532869T	14.10.2010
		CN101345248B	14.07.2010
CN101577287A	11.11.2009	EP2117047A1	11.11.2009
		US2009278048A1	12.11.2009
		JP2009272620A	19.11.2009
		KR20090117437A	12.11.2009
US2007/0218578A1	20.09.2007	US7419844B2	02.09.2008

Form PCT/ISA /210 (patent family annex) (July 2009)

SAMSUNG EX. 1002 - 726/1684

REFERENCES CITED IN THE DESCRIPTION

This list of references cited by the applicant is for the reader's convenience only. It does not form part of the European patent document. Even though great care has been taken in compiling the references, errors or omissions cannot be excluded and the EPO disclaims all liability in this regard.

Patent documents cited in the description

- CN 2007071262 W **[0002]**
- CN 200810217270 **[0002] [0061] [0084]**
- CN 2010073441 W **[0084]**

Non-patent literature cited in the description

- Silicon infrared focal plane arrays. **M. KIMATA.** Handbook of Infrared Detection Technologies. Elsevier Science Ltd, 2002, 352-392 **[0003]**
- **T. TOKUDAETAL.** Backside-hybrid Photo detector for trans-chip detection of NIR light. *IEEE Workshop on Charge-coupled Devices & Advanced Image Sensors, Elmau, Germany,* May 2003 **[0003]**
- **T. TOKUDAETAL.** A CMOS image sensor with eye-safe detection function using backside carrier injection. *J. Inst. Image Information & Television Eng.,* March 2006, vol. 60 (3), 366-372 **[0003]**
- **GERALD C. HOLST ; TERRANCE S. LOMHEIM.** CMOS/CCD Sensors and Camera Systems. JCD Publishing, 2007, 125-125 **[0039]**

SAMSUNG EX. 1002 - 727/1684

Espacenet

Bibliographic data: JP2003058269 (A) — 2003-02-28

INDIVIDUAL AUTHENTICATION SYSTEM

Inventor(s): MIZOGUCHI MASANOBU; TANAKA SHINSUKE; YANO SHINSUKE ± (MIZOGUCHI MASANOBU, ; TANAKA SHINSUKE, ; YANO SHINSUKE)

Applicant(s): MITSUBISHI HEAVY IND LTD ± (MITSUBISHI HEAVY IND LTD)

Classification: - **international:*G06F1/00; G06T7/00;*** (IPC1-7): G06F1/00; G06T7/00
- **cooperative:**

Application number: JP20010242580 20010809

Priority number (s): JP20010242580 20010809

Abstract of JP2003058269 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To ensure that portable equipment is continuously used by a user with a using right in the case that the portable equipment whose use by someone other than a person with the using right is not undesirable is continuously used. SOLUTION: A contact sensor 2 installed integrally with portable equipment 4 detects the continuous contact of the portable equipment 4 and the user 1 with the using right and inhibits the use of the portable equipment 4 in the case that such continuous contact is not detected. In the case of reactivating the portable equipment, the user 1 is authenticated again and the portable equipment 4 can not be used unless it is confirmed that the user 1 has the using right.

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12) 公開特許公報（Ａ）　(11)特許出願公開番号
特開2003－58269
（P2003－58269A）
(43)公開日　平成15年２月28日(2003.2.28)

(51)Int.Cl.[7]	識別記号	ＦＩ		ﾃｰﾏｺｰﾄﾞ(参考)
Ｇ０６Ｆ　1/00	３７０	Ｇ０６Ｆ　1/00	３７０Ｅ	５Ｂ０４３
Ｇ０６Ｔ　7/00	５１０	Ｇ０６Ｔ　7/00	５１０Ｂ	
			５１０Ｄ	

審査請求　未請求　請求項の数８　ＯＬ　（全　７　頁）

(21)出願番号　特願2001－242580(P2001－242580)

(22)出願日　平成13年８月９日(2001.8.9)

(71)出願人　000006208
三菱重工業株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目５番１号

(72)発明者　濟口　正信
愛知県名古屋市中村区岩塚町字高道１番地　三菱重工業株式会社名古屋研究所内

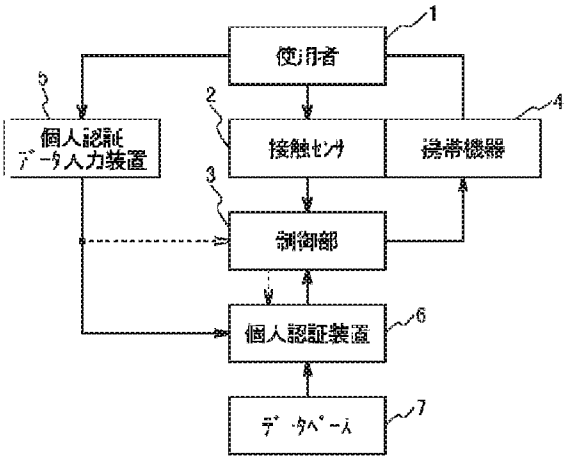
(72)発明者　田中　信介
愛知県小牧市大字東田中1200番地　三菱重工業株式会社名古屋誘導推進システム製作所内

(74)代理人　100102864
弁理士　工藤　実　（外１名）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　個人認証システム

(57)【要約】
【課題】使用資格があるもの以外に使用されることが好ましくない携帯機器が継続的に使用されている場合、携帯機器が使用資格のある使用者に継続して使用されていることを保証することである。
【解決手段】携帯機器４と一体に設置された接触センサ２が、携帯機器４と使用資格のある使用者１との継続的な接触を検出し、継続的な接触が検出されない場合に、携帯機器４の使用を禁止する。携帯機器を再起動する場合、使用者１は再度個人認証され、使用者１に使用資格があることが確認されなければ、携帯機器４を使用することができない。



SAMSUNG EX. 1002 - 729/1684

【特許請求の範囲】
【請求項１】使用資格のある使用者に使用される携帯機器と、
接触センサと、
を具備し、
前記接触センサが前記使用者と前記携帯機器が継続的に接触していないことを検出した場合に、前記携帯機器の使用が禁止される、
個人認証システム。
【請求項２】使用資格のある使用者に使用される携帯機器と、
前記携帯機器が前記使用者に使用されていることを継続的に検出するセンサと、
を具備し、
前記センサが前記携帯機器と前記使用者の接触、前記使用者の生体反応、もしくは前記使用者の個人認証データの少なくとも一つを継続的に検出することで、前記使用者が前記携帯機器を継続的に使用していないことを検出した場合に、前記携帯機器の使用が禁止される、
個人認証システム。
【請求項３】請求項２に記載の個人認証システムにおいて、
前記センサは、
前記使用者の心拍、脈拍、体温、血圧、虹彩、網膜、顔貌、呼吸数、脳電位、眼球電位、筋電位、皮膚電位、発汗量、音声、骨伝導音を含むバイタルデータの少なくとも一つを検出する前記センサである、
個人認証システム。
【請求項４】請求項２に記載の個人認証システムにおいて、
さらに、
個人認証データ入力装置と、
個人認証装置と、
を具備し、
前記個人認証データ入力装置は、前記携帯機器の使用者の個人認証データが入力され、
前記個人認証装置は、前記個人認証データ入力装置からの前記個人認証データまたは、前記センサからの検出結果を用いて、前記使用者が前記携帯機器を使用する資格があるか否か個人認証する、
個人認証システム。
【請求項５】請求項４に記載の個人認証システムにおいて、
前記個人認証装置は、
前記携帯機器が使用されている間、定期的に前記個人認証を行なう、
個人認証システム。
【請求項６】（ａ）使用するのに使用資格が必要である携帯機器が使用されている間、前記使用資格のある使用者と前記携帯機器が継続的に接触していることを検出するステップと、（ｂ）前記（ａ）ステップの結果、前記使用資格のある使用者と前記携帯機器が継続的に接触していないことを検出した時に、前記携帯機器の使用を禁止するステップと、
を有する、
個人認証方法。
【請求項７】（ｃ）使用するのに使用資格が必要である携帯機器が使用されている間、定期的に使用者に前記使用資格があるか否かの個人認証を行なうステップと、
（ｄ）前記（ｃ）ステップの結果、前記使用者に前記使用資格がないことを検出した時に、前記携帯機器の使用を禁止するステップと、
を有する、
個人認証方法。
【請求項８】（ｅ）使用するのに使用資格が必要である携帯機器が使用されている間、前記使用資格のある使用者と前記携帯機器が継続的に接触していることを検出するステップと、（ｆ）前記携帯機器が使用されている間、定期的に前記使用者に前記使用資格があるか否かの個人認証を行なうステップと、（ｇ）前記（ｅ）ステップの結果、前記使用資格のある使用者と前記携帯機器が継続的に接触していないことを検出した時、または、前記（ｆ）ステップの結果、前記使用者に前記使用資格がないことを検出した時に、前記携帯機器の使用を禁止するステップと、
を有する、
個人認証方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】本発明は、個人認証システムに関し、特に携帯機器用の継続的な個人認証システムに関する。
【０００２】
【従来の技術】従来の携帯機器は、使用者の個人認証を行なう場合、起動時にのみ使用者の個人認証が実行され使用の可否を判断する場合がほとんどである。しかし、この方法では携帯機器などが継続的に使用される場合、使用が終了するまで同一人物に使用されているものとみなされ、使用中に使用者の個人認証が行われることはない。したがって、携帯機器が使用中に認証された使用者から別の者に奪われた場合などは不適正な者が使用する場合が発生する。
【０００３】
【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、携帯機器が使用資格のある使用者に継続して使用されていることを保証することができる個人認証システムを提供することにある。
【０００４】本発明のさらに他の目的は、携帯機器が継続的に使用されている場合に、他人がその携帯機器を奪い、使用資格のある使用者になりすまして携帯機器を使

SAMSUNG EX. 1002 - 730/1684

用することを防ぐことができる個人認証システムを提供することにある。

【０００５】

【課題を解決するための手段】以下に、［発明の実施の形態］で使用する番号・符号を用いて、課題を解決するための手段を説明する。これらの番号・符号は、［特許請求の範囲］の記載と［発明の実施の形態］の記載との対応関係を明らかにするために付加されたものであるが、［特許請求の範囲］に記載されている発明の技術的範囲の解釈に用いてはならない。

【０００６】本発明による個人認証システムは、使用資格のある使用者（１）に使用される携帯機器（４）と接触センサ（２）とを具備し、前記接触センサ（２）が前記使用者（１）と前記携帯機器（４）が継続的に接触していないことを検出した場合に、前記携帯機器（４）の使用が禁止される。

【０００７】本発明による個人認証システムは、使用資格のある使用者（１）に使用される携帯機器（４）と、前記携帯機器（４）が前記使用者（１）に使用されていることを継続的に検出するセンサ（２）とを具備する。前記センサ（２）が前記携帯機器（４）と前記使用者（１）の接触、前記使用者（１）の生体反応、もしくは前記使用者（１）の個人認証データの少なくとも一つを継続的に検出することで、前記使用者（１）が前記携帯機器（４）を継続的に使用していないことを検出した場合に、前記携帯機器（４）の使用が禁止される。

【０００８】本発明による個人認証システムにおいて、前記センサ（２）は、前記使用者（１）の心拍、脈拍、体温、血圧、虹彩、網膜、顔貌、呼吸数、脳電位、眼球電位、筋電位、皮膚電位、発汗量、音声、骨伝導音を含むバイタルデータの少なくとも一つを検出する前記センサ（２）である。

【０００９】本発明による個人認証システムは、請求項２に記載の個人認証システムにおいて、さらに、個人認証データ入力装置（５）と、個人認証装置（６）とを具備し、前記個人認証データ入力装置（５）は前記携帯機器（４）の使用者（１）の個人認証データが入力され、前記個人認証装置（６）は前記個人認証データ入力装置（５）からの前記個人認証データまたは、前記センサ（２）からの検出結果を用いて、前記使用者（１）が前記携帯機器（４）を使用する資格があるか否か個人認証する。

【００１０】本発明による個人認証システムは、請求項４に記載の個人認証システムにおいて、前記個人認証装置（６）は前記携帯機器（４）が使用されている間、定期的に前記個人認証を行なう。

【００１１】本発明による個人認証方法は、（ａ）使用するのに使用資格が必要である携帯機器（４）が使用されている間、前記使用資格のある使用者（１）と前記携帯機器（４）が継続的に接触していることを検出するステップと、（ｂ）前記（ａ）ステップの結果、前記使用資格のある使用者（１）と前記携帯機器（４）が継続的に接触していないことを検出した時に、前記携帯機器（４）の使用を禁止するステップとを有する。

【００１２】本発明による個人認証方法は、（ｃ）使用するのに使用資格が必要である携帯機器（４）が使用されている間、定期的に使用者（１）に前記使用資格があるか否かの個人認証を行なうステップと、（ｄ）前記（ｃ）ステップの結果、前記使用者（１）に前記使用資格がないことを検出した時に、前記携帯機器（４）の使用を禁止するステップと、を有する。

【００１３】本発明による個人認証方法は、（ｅ）使用するのに使用資格が必要である携帯機器（４）が使用されている間、前記使用資格のある使用者（１）と前記携帯機器（４）が継続的に接触していることを検出するステップと、（ｆ）前記携帯機器（４）が使用されている間、定期的に前記使用者（１）の個人認証を行なうステップと、（ｇ）前記（ｅ）ステップの結果、前記使用資格のある使用者（１）と前記携帯機器（４）が継続的に接触していないことを検出した時、または、前記（ｆ）ステップの結果、前記使用者（１）に前記使用資格がないことを検出した時に、前記携帯機器（４）の使用を禁止するステップと、を有する。

【００１４】

【発明の実施の形態】添付図面を参照して、本発明による個人認証システムの実施の形態を以下に説明する。

【００１５】図１を参照して、本発明の個人認証システムについて説明する。

【００１６】本発明は、接触センサ２と制御部３と使用者１に使用される携帯機器４と個人認証データ入力装置５と個人認証装置６とデータベース７で構成される。使用者１は携帯機器４を使用する者で本発明の個人認証システムには含まない。

【００１７】各装置の接続は図１に示され以下の通りである。

【００１８】接触センサ２は使用者１と携帯機器４が接触していることを検出し、検出信号を制御部３に送出する。制御部３は、接触センサ２と個人認証装置６からの信号で携帯機器４の使用の可否を決定する。個人認証データ入力装置５は、使用者１から認証データが入力され、または認証データを検出し、個人認証装置６へ認証データを送出する。個人認証装置６は、個人認証データ入力装置５から送付された認証データとデータベース７から、使用者１が携帯機器４の使用資格があるか認証し、結果を制御部３へ送出する。

【００１９】各装置の機能は以下の通りである。

【００２０】接触センサ２は、携帯機器４と使用者１が接触していることを検出する。認証された使用者１と携帯機器４とが、認証後継続的に接触していることを接触センサ２で検出することにより、認証された使用資格の

SAMSUNG EX. 1002 - 731/1684

ある使用者１が継続して携帯機器４を使用していると判断される。接触センサ２は、使用者１と携帯機器４とが継続的に接触していることが検出できなくなった場合に信号を制御部３に送る（もしくは信号を停止する）。例えば、使用者１が携帯機器４をヘルメットに内蔵し装備するような場合、接触センサ２は、ヘルメットの内側に取付けられるリミットスイッチ等で、使用者１と携帯機器４が継続的に接触していることを検出する。そして、使用者がヘルメットを外した場合や何者かに奪われた場合は、接触センサ２は接触を検出しなくなり信号を制御部３に送る（もしくはそれまで送っていた信号を停止する）。この信号により制御部３は携帯端末４の使用を禁止する。これにより、携帯端末４が他の者に奪われ、使用資格のない者に使用されることを防ぐことができる。再起動するためには、再度個人認証手段が必要となる。

【００２１】また、接触センサ２は、人体に直接接触しないセンサ２でもよく、使用者１と携帯機器４が継続的に接触していることを検出する他、使用者１の生体情報や個人認証データを検出し個人認証データを個人認証装置６に送付する個人認証データ入力装置５の機能を兼用するものとすることもできる。例えば、使用者１の網膜、虹彩、顔貌、音声、骨伝導音などを検出するセンサ、心拍、脈拍、体温、血圧、呼吸数、脳電位、眼球電位、筋電位、皮膚電位、発汗量、などの生体反応を検出するセンサなどのバイタルデータを検出する機能を持たせることもできる。その他、センサ２は使用者１に埋め込まれたＩＤチップの磁気・電波等を検出するセンサ２とすることもできる。センサ２は、起動時に認証された使用者１が携帯機器４を継続して使用していることを確認できる手段を有するもの、もしくは携帯機器４を使用している使用者１に使用資格があることを継続的に確認できる手段を有するものであれば、接触、非接触に限定されず、検出手段も限定されない。本実施の形態においては、一つの例として接触センサ２と記載するが、上記センサ２と置き換えられるものとする。

【００２２】制御部３は、接触センサ２からの信号により携帯機器４の使用可否の制御を行なう。接触センサ２からの信号で使用資格のある使用者１が携帯機器４を使用していることを確認できなくなった場合、制御部３は携帯機器４の使用を禁止する。そして再度、使用者１の使用資格が個人認証装置６で認証され、使用が可能な者であることが確認された場合、使用を許可する。また、制御部３は、携帯機器４が使用されている間に行われた個人認証結果に基づく個人認証装置６からの信号によっても、携帯機器４の使用可否を制御する。

【００２３】携帯機器４は、使用者１に使用される携帯電話、携帯無線通信装置、携帯端末などの機器で、他人に使用され重要な情報が漏洩すること等を防ぐ必要のある機器である。なお、本発明は携帯機器４に限定されず、使用中に使用資格がない者に使用者が変更されると問題が生じるような、コンピュータ端末、機器制御装置、運転装置等にも適用できる。例えば、運転装置の使用者を運転装置の起動時に画像認識し、使用者１の個人認証を行ない、運転装置が使用されている間、画像認識を継続して行なうことで、運転資格の無い者による操作を自動的に禁止する方法等である。または、使用者が席を立ったり部屋を出たりすると、再度個人認証が行われるまで運転装置の操作を禁止することもできる。この場合も接触センサ２は、接触式のものに限られない。

【００２４】個人認証データ入力装置５は、使用者１の個人認証データを入力する装置、もしくは使用者１の個人認証データを検出する装置で、入力されたもしくは検出した個人認証データを個人認証装置６に送る。入力されるもしくは検出される個人認証データの種類は使用される認証手段によって決められ、使用される認証手段は公知の個人認証手段の中から本発明の使用状況に適したものが使用される。

【００２５】個人認証データは、制御部３を経て個人認証装置６に送られる場合もある。

【００２６】なお、個人認証データ入力装置５は、接触センサ２との役割を兼用し、使用開始時に認証された使用者１が継続して使用していることを確認する機能を持たせることもできる。

【００２７】また、接触センサ２による継続的な接触の検出と、個人認証データ入力装置５の定期的な個人認証データ検出による個人認証を併用することもできる。例えば、携帯機器４が使用されている間、接触センサ２による接触検出を実施すると同時に、個人認証データ入力装置５が個人認証データを定期的に検出し個人認証装置６に送付することにより、起動時に認証された使用者１が携帯端末４を使用していることを定期的に認証することができる。

【００２８】個人認証装置６は、データベース７を使用し個人認証データ入力装置５から送られる個人認証データから、使用者１が携帯機器４を使用する資格がある者であるか認証する。個人認証手段は公知の技術の中から本発明のシステムが使用される状況に適したものが使用される。認証結果により個人認証装置６は、携帯機器４の起動時に使用者１に使用資格がなければ使用不許可の信号を制御部３に送り、使用者１に使用資格があれば使用許可の信号を制御部３に送る。なお、本発明の個人認証システムが定期的にもしくは継続的に使用者１の個人認証データを認証している時には、使用者１が起動時認証した者でない場合、もしくは使用資格がないことが確認された場合、個人認証装置６は使用不許可の信号を制御部３に送るものとすることもできる。

【００２９】データベース７のデータは、使用される個人認証手段に合わせ個人認証装置６で使用される必要なデータが事前に記録される。

【００３０】なお、全装置は一体として使用者に携帯さ

SAMSUNG EX. 1002 - 732/1684

れることもできるし、接触センサ２、制御部３、携帯機器４、個人認証データ入力装置５が使用者１に携帯され、個人認証装置６、データベース７が別途設置され、この間のデータを無線で送受信するものとすることもできる。また、制御部３の一部の機能を分離して個人認証装置６側に設置することもできる。

【００３１】（実施の形態１）上記システムを使用した一つの実施の形態の例を図２を参照して説明する。

【００３２】スタートは携帯機器４の使用開始を意味し、通常は主電源をＯＮすることにより本発明のシステムが起動する。

【００３３】ステップＡ１で、接触センサ２により携帯機器４が使用者１に接触していることが確認される。接触していない場合は、接触が確認されるまで接触を確認する状態となる。一定時間接触が確認されなければ電源を切るものとすることができるし、また、ある種の安全装置が作動してシステムを停止し、特別の手段を講じなければ再起動できないものとすることもできる。接触が確認された場合、ステップＡ２に進む。

【００３４】ステップＡ２で個人認証が実行される。個人認証の手段は事前に公知の技術の中から使用するシステムの使用状況に適した手段が選択され使用される。個人認証のための個人認証データは、個人認証データ入力装置５から入力もしくは検出されるデータ、もしくは接触センサ２から検出されるデータが使用され、個人認証装置６でデータベース７と照合されることにより認証される。個人認証がＯＫであればステップＡ３に進み、ＯＫでなければ、ステップＡ１に戻る。事前に規定した回数、認証がＯＫにならなければシステムを停止し特別の手段を講じなければ再起動できないものとすることもできる。

【００３５】ステップＡ３では、個人認証装置６から制御部３に使用者１に使用資格がある旨の信号が送られ、使用許可の信号が制御部３から携帯機器４に送られ、携帯機器４が動作する。携帯機器４が動作した後、ステップＡ４に進む。

【００３６】ステップＡ４では、携帯機器４が使用されている間、接触センサ２で携帯機器４と使用者１が継続的に接触していることが検出される。接触が維持されていればステップＡ４が継続して行われる。接触センサ２が携帯機器４と使用者１が継続して接触していることが確認できなくなった場合、ステップＡ５に進む。

【００３７】ステップＡ１での接触の確認からステップＡ３の間も接触の検出は継続して行われ、継続した接触が確認できなければステップＡ５に進むもしくはステップＡ１に戻る。

【００３８】ステップＡ５では、接触センサ２から携帯機器４が使用者１と接触していない旨の信号が制御部３に送られ、制御部３により携帯機器４の使用が禁止される。携帯機器４の使用が禁止された後は、ステップＡ１に戻り、再度個人認証されなければ携帯機器４は動作できない。携帯機器４と使用者１との継続的な接触が維持されなかったということは、携帯機器４が取り外された可能性があり、再度携帯して接触センサ２が接触を検出しても、同一の使用者１が携帯したとは限らず使用資格が無い者が携帯した可能性があるため再度個人認証が行なわれる。

【００３９】（実施の形態２）上記装置を使用した別の一つの実施の形態の例を図２を参照して説明する。

【００４０】スタートは携帯機器４の使用開始を意味し、通常は主電源をＯＮすることによりシステムが起動する。

【００４１】ステップＢ１で、接触センサ２により携帯機器４が使用者１に接触していることが確認される。接触していない場合は、接触が確認されるまで接触を確認する状態となる。一定時間接触が確認されなければ電源を切るものとすることができるし、また、ある種の安全装置が作動してシステムを停止し、特別の手段を講じなければ再起動できないものとすることもできる。接触が確認された場合、ステップＢ２に進む。

【００４２】ステップＢ２で個人認証が実行される。個人認証の手段は事前に公知の技術の中から使用するシステムの使用状況に適した手段が選択され使用される。個人認証のための個人認証データは、個人認証データ入力装置５から入力もしくは検出されるデータ、もしくは接触センサ２から検出されるデータが使用され、個人認証装置６でデータベース７と照合されることにより認証される。個人認証がＯＫであればステップＢ３に進み、ＯＫでなければ、ステップＢ１に戻る。事前に規定した回数、認証がＯＫにならなければシステムを停止し特別の手段を講じなければ再起動できないものとすることもできる。

【００４３】ステップＢ３では、個人認証装置６から制御部３に使用者１に使用資格がある旨の信号が送られ、使用許可の信号が制御部３から携帯機器４に送られ、携帯機器４が動作する。携帯機器４が動作した後、ステップＢ４に進む。

【００４４】ステップＢ４では、携帯機器４が使用されている間、接触センサ２で携帯機器４と使用者１が継続的に接触していることが検出される。接触が維持されていればステップＢ４が継続して行われる。接触センサ２が携帯機器４と使用者１が継続して接触していることが確認できなくなった場合、ステップＢ５に進む。

【００４５】ステップＢ１での接触の確認からステップＢ３の間も接触の確認は継続して行われ、継続した接触が確認できなければステップＢ５に進むもしくはステップＢ１に戻る。

【００４６】また、ステップＢ４で一定時間、接触状態が経過するとステップＢ６によりステップＢ７に進み、個人認証が行われる。個人認証の手段はステップＢ２と

SAMSUNG EX. 1002 - 733/1684

同様のものとすることもできるし別の方法とすることもできる。ステップＢ６の時間は任意に決めることができる。ステップＢ６、Ｂ７により定期的に個人認証が行われ、使用者１の認証をすることができる。ステップＢ７の個人認証の結果、ＯＫであればステップＢ４に戻り、一定時間経過すれば再度ステップＢ６、Ｂ７のステップを繰り返す。ステップＢ７の個人認証の結果、ＯＫでなければステップＢ５に進む。

【００４７】ステップＢ５では、ステップＢ４で接触が確認できなくなった場合は接触センサ２からの信号に基づく制御部３の信号で、もしくは、ステップＢ７で個人認証がＯＫとならなかった場合は個人認証装置６の信号に基づく制御部３の信号で携帯機器４の使用が禁止される。携帯機器４の使用が禁止された後は、ステップＢ１に戻り、再度個人認証されなければ携帯機器４は動作されない。

【００４８】ステップＢ６、Ｂ７を行なうことにより、定期的な個人認証が行われ、使用資格のある使用者１が携帯機器４を使用していることがより確実に保証される。また、使用者１が、携帯機器４の使用を他人から強制されている場合等にも、定期的な個人認証を強制者に分からない様に実施しなければ、強制者に気づかれずに携帯機器４の使用を禁止することができる。

【００４９】なお、ステップＢ６の時間が短い、またはシステムの重要性が低い場合は、接触の確認をしないで定期的な個人認証のみを実施することもできる。

【００５０】上記実施の形態１，２におけるより具体的な実施例を以下に示す。

【００５１】本発明は、警察活動、消防活動、防衛活動、平和維持活動、その他イベント会場整理などで、各活動構成員が携帯機器４を使用し、その携帯機器４が他人に使用されることが好ましくない場合に適用される。例えば、通信機器などの携帯機器４を装備した警察官や自衛官が、携帯機器４を他人に奪われ、秘密情報が漏洩する場合などを防止するのに適用できる。

【００５２】また、システムの構成が、例えば携帯機器４がヘルメット内蔵型の場合、接触センサ２をヘルメットの内側に取付けたリミットスイッチとすることができる。また、携帯機器４を使用者１に装着する場合、接触センサ２は使用者の心拍、脈拍、体温、血圧などを検知するバイオセンサとすることもできる。例えば、腕時計型の携帯装置４であれば、肌と接触する部分にバイオセンサを設置する。接触センサ２としてバイオセンサを使用する場合、使用者の健康状態を遠隔地で監視するシステムも付加することができる。また、バイオセンサが取り外された場合もしくは使用者が死亡した場合、バイオセンサからの信号は無信号状態になるので、センサからの信号が復帰するごとに新しい使用者が装着したものとして、個人認証を実施する。

【００５３】

【発明の効果】本発明の個人認証システムは、携帯機器が使用資格のある使用者に使用されていることを保証することができる。

【００５４】また、本発明の個人認証システムは、携帯機器が継続的に使用されている場合に、他人がその携帯機器を奪い、使用資格のある使用者になりすまして携帯機器を使用することを防ぐことができる。

【００５５】また、本発明の個人認証システムは、使用資格のある使用者が携帯機器を使用資格のないものに強制されて使用することを、相手に気づかれずに回避することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の構成を示す図である。

【図２】本発明における一つの実施の形態の動作の流れを示す図である。

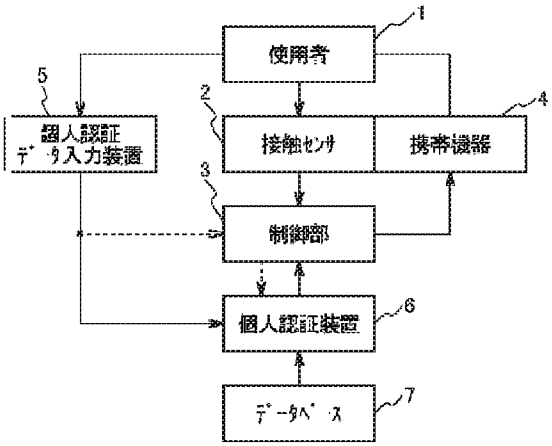
【図３】本発明における別の一つの実施の形態の動作の流れを示す図である。

【符号の説明】

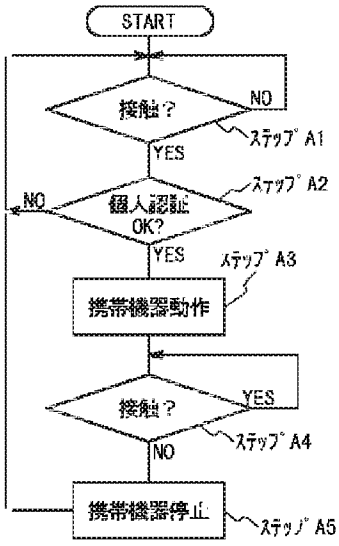
１　使用者
２　接触センサ
３　制御部
４　携帯機器
５　個人認証データ入力装置
６　個人認証装置
７　データベース

SAMSUNG EX. 1002 - 734/1684

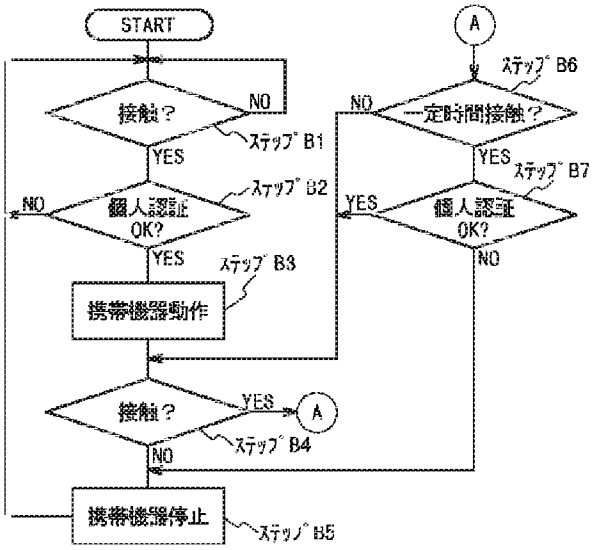
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者　矢野　伸輔
愛知県小牧市大字東田中1200番地　三菱重工業株式会社名古屋誘導推進システム製作所内

Fターム(参考)　5B043 AA04 BA04 BA07 CA05 CA09 FA02 GA01

SAMSUNG EX. 1002 - 735/1684

Espacenet

Bibliographic data: JP2003104121 (A) — 2003-04-09

REAR FIELD OF VISION DISPLAY DEVICE

Inventor(s): MIZUSAWA KAZUFUMI ± (MIZUSAWA KAZUFUMI)

Applicant(s): MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD ± (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD)

Classification: **- international:** ***B60R1/00; B60R1/08; B60R11/04; B60R21/00; H04N7/18;*** (IPC1-7): B60R1/00; B60R1/08; B60R11/04; B60R21/00; H04N7/18

- cooperative:

Application number: JP20010297177 20010927

Priority number (s): JP20010297177 20010927

Abstract of JP2003104121 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a rear field of vision display device capable of stably displaying images in the rear of a vehicle day and night. SOLUTION: This device has a first image pickup section 11 for picking up the image by visible light, a second image pickup section 12 for picking up the image by far infrared, an image switch 14 for switching and outputting the images picked up by the first and second image pickup sections 11, 12, a monitor 17 for displaying the output of the image switch 14, a near infrared luminaire 13, a light switch 15 for controlling on/off of the near infrared luminaire 13 and a mode selection section 16 for selecting and controlling states of the image switch 14 and the light switch 15 on the basis of outside signals. Only when picking up the image by near infrared rays, the near infrared luminaire 13 is turned on by the light switch 15.

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12)公開特許公報（Ａ）　(11)特許出願公開番号
特開2003－104121
（P2003－104121A）
(43)公開日　平成15年４月９日(2003.4.9)

(51)Int.Cl.[7]	識別記号	ＦＩ		テーマコード（参考）
Ｂ６０Ｒ　1/00		Ｂ６０Ｒ　1/00	Ａ	３Ｄ０２０
11/04		11/04		５Ｃ０５４
21/00	６２１	21/00	６２１Ｃ	
Ｈ０４Ｎ　7/18		Ｈ０４Ｎ　7/18	Ｊ	
			Ｎ	

審査請求　未請求　請求項の数８　ＯＬ　（全７頁）　最終頁に続く

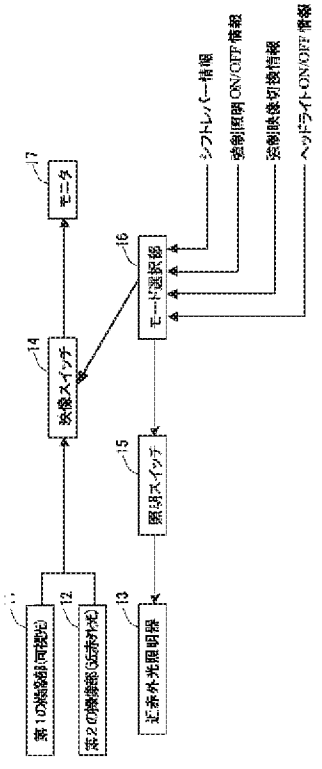
(21)出願番号　特願2001－297177(P2001－297177)
(22)出願日　平成13年９月27日(2001.9.27)

(71)出願人　000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地
(72)発明者　水澤　和史
神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目３番１号　松下通信工業株式会社内
(74)代理人　100099254
弁理士　役　昌明　（外３名）

Ｆターム(参考)　3D020 BA20 BC18 BD03 BD09
5C054 CA05 CB04 CC05 CH04 FF07
HA30

(54)【発明の名称】　後方視界表示装置

(57)【要約】
【課題】　昼夜を問わず安定して車両後方の映像を提示することのできる後方視界表示装置を提供する。
【解決手段】　可視光による映像を取得する第１の撮像部11と、近赤外光による映像を取得する第２の撮像部12と、第１および第２の撮像部11、12で取得された映像を切り替えて出力する映像スイッチ14と、映像スイッチ14の出力を表示するモニタ17と、近赤外光照明器13と、近赤外光照明器13のオンオフを制御する照明スイッチ15と、外部信号に基づいて映像スイッチ14ならびに照明スイッチ15の状態を選択、制御するモード選択部16とを有する。近赤外光による映像を取得する場合にのみ照明スイッチ15により近赤外光照明器13をオンにする。



SAMSUNG EX. 1002 - 737/1684

【特許請求の範囲】

【請求項１】　車両の周辺映像を取得する撮像部と、前記撮像部の撮影範囲を赤外光で照らす照明部と、前記照明部のオンオフを制御する照明制御部とを備え、前記照明制御部は、前記車両の状態を示す車両情報に応じて前記照明部のオンオフを制御することを特徴とする後方視界表示装置。

【請求項２】　前記車両情報は、前記車両の走行を制御するシフトレバー情報および前記車両の前照灯点灯情報のうちいずれか一つであることを特徴とする請求項１記載の後方視界表示装置。

【請求項３】　車両の周辺映像を取得する撮像部と、前記撮像部の撮影範囲を赤外光および可視光のいずれか一方で照らす照明部と、前記撮像部に設けられた受光部に入力される光を通過させるフィルタを選択するフィルタ選択部とを備え、前記フィルタ選択部は、前記照明部が照明する光の波長に応じたフィルタの選択を行うことを特徴とする後方視界表示装置。

【請求項４】　可視光による映像を取得する第１の撮像部と、赤外光による映像を取得する第２の撮像部と、前記第１の撮像部および前記第２の撮像部を切り替えて選択する映像選択手段と、撮影範囲を赤外光で照らす照明部と、前記照明部のオンオフを制御する照明制御部とを備え、前記照明制御部は、前記映像選択手段で前記第２の撮像部からの映像を選択したときに前記照明部をオンにすることを特徴とする後方視界表示装置。

【請求項５】　映像を取得する撮像部と、撮影範囲を赤外光で照らす照明部と、前記照明部のオンオフを制御する照明制御部と、前記撮像部に設けられた受光部に入力される光の帯域を制限するフィルタを選択するフィルタ選択部とを備え、前記フィルタ選択部は、赤外光を通過させる赤外光通過フィルタを具備し、前記照明制御部により前記照明部がオンされたときのみ前記赤外光通過フィルタを選択することを特徴とする後方視界表示装置。

【請求項６】　映像を取得する撮像部と、撮影範囲を赤外光で照らす照明部と、前記照明部のオンオフを制御する照明制御部と、前記撮像部に設けられた受光部に入力される光の帯域を制限するフィルタを選択するフィルタ選択部とを備え、前記フィルタ選択部は、赤外光を通過させる赤外光通過フィルタと赤外光を遮断する赤外光遮断フィルタとを具備し、前記照明制御部により前記照明部がオンされているとき、前記赤外光通過フィルタを選択し、前記照明制御部により前記照明部がオフされているとき、前記赤外光遮断フィルタを選択することを特徴とする後方視界表示装置。

【請求項７】　前記照明部を車両のリアコンビーネーションランプ内に設置したことを特徴とする請求項３乃至請求項６のいずれかに記載の後方視界表示装置。

【請求項８】　車両のシフトレバー情報が、前記車両がバックする状態にあることを示し、かつ車両の前照灯点灯情報が前照灯の点灯を示している場合には前記照明部をオンし、前記シフトレバー情報が、前記車両がバックする状態にあることを示し、かつ前記前照灯点灯情報が前照灯の消灯を示している場合には前記照明部をオフし、前記シフトレバー情報が、前記車両がバックする状態以外を示している場合には前記映像の取得を停止することを特徴とする請求項３乃至請求項６のいずれかに記載の後方視界表示装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、車両後方の映像を運転者に提示する後方視界表示装置に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】従来この種の後方視界表示装置としては、特開平10-147178号公報に記載された車両の後方監視装置が知られている。以下、図４を用いて従来の後方視界表示装置の動作を説明する。

【０００３】この後方視界表示装置は、撮像部41と、可視光照明器42と、照度センサ43と、映像スイッチ44と、照明スイッチ45と、ＣＰＵ47と、モニタ48とを有する。

【０００４】撮像部41は車両後方が撮影できるように車両に設置される。映像スイッチ44は、ＣＰＵ46により制御され、必要に応じて撮像部41の映像をモニタ47に出力する。照度センサ43で測定される車両周囲の照度が撮像部41の感度よりも低い場合、ＣＰＵ46は照明スイッチ45を制御して、可視光照明器42を点灯する。このように、可視光照明器42の点灯を制御することで、車両の周囲の照度が低い場合でも撮像部41により車両後方の映像を取得することを可能としている。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記従来の後方視界表示装置においては、後方に向けた強力な可視光の照明が必要であり、道路上での使用は安全面を考慮すると実質的に不可能であった。また、照明を点灯しない場合は、夜間等、周囲の照度が十分に確保できないときは、撮像部で周囲映像を取得することは出来なかった。

【０００６】本発明は、このような問題を解決するためになされたもので、昼夜を問わず安定して車両後方の映像を提示することのできる後方視界表示装置を提供することを目的とする。

【０００７】

【課題を解決するための手段】本発明の後方視界表示装置は、車両の周辺映像を取得する撮像部と、前記撮像部の撮影範囲を赤外光で照らす照明部と、前記照明部のオンオフを制御する照明制御部とを備え、前記照明制御部は、前記車両の状態を示す車両情報に応じて前記照明部のオンオフを制御することを特徴とする。この構成により、車両情報に応じて、撮像部の撮影範囲を赤外光で照

SAMSUNG EX. 1002 - 738/1684

らすことで、昼夜を問わず安定して車両後方の映像を運転者に提示できることとなる。

【０００８】また、本発明の後方視界表示装置は、車両の周辺映像を取得する撮像部と、前記撮像部の撮影範囲を赤外光および可視光のいずれか一方で照らす照明部と、前記撮像部に設けられた受光部に入力される光を通過させるフィルタを選択するフィルタ選択部とを備え、前記フィルタ選択部は、前記照明部が照明する光の波長に応じたフィルタの選択を行うことを特徴とする。この構成により、照明部が照明する光の波長に応じて、撮像部に設けられた受光部に入力される光を通過させるフィルタの選択を行うことで、昼夜を問わず安定して車両後方の映像を運転者に提示できることとなる。

【０００９】さらに、本発明の後方視界表示装置は、可視光による映像を取得する第１の撮像部と、赤外光による映像を取得する第２の撮像部と、前記第１の撮像部および前記第２の撮像部を切り替えて選択する映像選択手段と、撮影範囲を赤外光で照らす照明部と、前記照明部のオンオフを制御する照明制御部とを備え、前記照明制御部は、前記映像選択手段で前記第２の撮像部からの映像を選択したときに前記照明部をオンにすることを特徴とする。この構成により、赤外光による映像を取得するときに、撮影範囲を赤外光で照らすことで、昼夜を問わず安定して車両後方の映像を運転者に提示できることとなる。

【００１０】そして、本発明の後方視界表示装置は、映像を取得する撮像部と、撮影範囲を赤外光で照らす照明部と、前記照明部のオンオフを制御する照明制御部と、前記撮像部に設けられた受光部に入力される光の帯域を制限するフィルタを選択するフィルタ選択部とを備え、前記フィルタ選択部は、赤外光を通過させる赤外光通過フィルタを具備し、前記照明制御部により前記照明部がオンされたときのみ前記赤外光通過フィルタを選択することを特徴とする。この構成により、赤外光による映像を取得するときに、撮影範囲を赤外光で照らし、撮像部で受光された赤外光を通過させることで、昼夜を問わず安定して車両後方の映像を運転者に提示できることとなる。

【００１１】また、本発明の後方視界表示装置は、映像を取得する撮像部と、撮影範囲を赤外光で照らす照明部と、前記照明部のオンオフを制御する照明制御部と、前記撮像部に設けられた受光部に入力される光の帯域を制限するフィルタを選択するフィルタ選択部とを備え、前記フィルタ選択部は、赤外光を通過させる赤外光通過フィルタと赤外光を遮断する赤外光遮断フィルタとを具備し、前記照明制御部により前記照明部がオンされているとき、前記赤外光通過フィルタを選択し、前記照明制御部により前記照明部がオフされているとき、前記赤外光遮断フィルタを選択することを特徴とする。この構成により、赤外光による映像を取得するときに、撮影範囲を赤外光で照らし、撮像部で受光された赤外光を通過させ、可視光による映像を取得するときに、赤外光で照らさず、赤外光を遮断することで、昼夜を問わず安定して車両後方の映像を運転者に提示できることとなる。

【００１２】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。

【００１３】（第１の実施の形態）本発明の第１の実施の形態の後方視界表示装置は、図１に示すように、可視光による映像を取得する第１の撮像部11と、近赤外光による映像を取得する第２の撮像部12と、第１の撮像部11および第２の撮像部12の映像を切り替えて出力する映像スイッチ14と、映像スイッチ14の出力を表示するモニタ17と、近赤外光により周囲を照明する近赤外光照明器13と、近赤外光照明器のオンオフを制御する照明スイッチ15と、外部信号に基づいて照明スイッチ15ならびに映像スイッチ14の状態を選択、制御するモード選択部16とから構成される。ここで、モード選択部16には、外部信号として、ヘッドライトON/OFF情報、強制映像切替情報、強制照明ON/OFF情報、およびシフトレバー情報が入力される。

【００１４】第１の撮像部11、第２の撮像部12、および近赤外光照明器13は、例えば、図２に示すように車両後部に設置される。この図において、（ａ）は左側面図、（ｂ）は背面図である。第１の撮像部11および第２の撮像部12は、いずれも車両後部の車両直下付近から遠方を撮影することができるように設置される。近赤外光照明器13は、第２の撮像部12の撮影範囲を照らすように設置される。近赤外光照明器13は、ブレーキランプ等のリアコンビーネーションランプ内に設置することが好適である。これにより、既存の車両デザインのままで近赤外光照明器13を車両に設置できるという利点がある。なお、図２では、近赤外光照明器を２個としているが、必要な近赤外光の照度が得られれば、個数はいくつでもかまわない。

【００１５】以上のように構成された後方視界表示装置について、その動作を説明する。モード選択部16には、シフトレバー情報、およびヘッドライトのON/OFF情報が入力される。モード選択部16は、シフトレバー情報より車両がバックする状態にあることを検知し、かつヘッドライトのON/OFF情報によりヘッドライトが点灯されていることを検知した場合、映像スイッチ14を制御して第２の撮像部12の映像をモニタ17へ出力するように設定する。また、モード選択部16は、照明スイッチ15も制御して、近赤外光照明器13を点灯する。一方、モード選択部16は、シフトレバー情報より車両がバックする状態にあることを検知し、かつヘッドライトのON/OFF情報によりヘッドライトが消灯されていることを検知した場合、第１の撮像部11の映像をモニタ17へ出力するように映像スイッチ14を設定し、照明スイッチ15を制御して、近赤外

SAMSUNG EX. 1002 - 739/1684

光照明器13を消灯する。シフトレバーの状態がバックモード以外の場合は映像スイッチ14の出力を停止する。

【００１６】なお、強制映像切換情報が入力された場合には、シフトレバー情報およびヘッドライトのON/OFF情報の内容によらず、モード選択部16は各スイッチを制御する。例えば、強制映像切換情報により第１の撮像部11の映像を選択することが指令された場合には、第１の撮像部11の映像が出力されるように映像スイッチ14を設定し、照明スイッチ15を制御して近赤外光照明器13を消灯する。逆に、第２の撮像部12の映像を選択することが指令された場合には、第２の撮像部12の映像が出力されるように映像スイッチ14を設定し、照明スイッチ15を制御して、近赤外光照明器13を点灯する。同様に、強制照明ON/OFF情報が入力された場合にも、シフトレバー情報およびヘッドライトのON/OFF情報の内容によらず、モード選択部16は映像スイッチ14および照明スイッチ15を制御する。

【００１７】このように、本発明の第１の実施の形態によれば、第１の撮像部11が可視光による映像を取得する場合は近赤外光照明器13をオフにし、第２の撮像部12が近赤外光による映像を取得する場合は照明スイッチ15により近赤外光照明器13をオンにすることにより、昼夜を問わず安定して車両後方の映像を運転者に提示することができる。

【００１８】また、シフトレバー情報より車両がバックする状態にあることを検知し、かつ、ヘッドライトのON/OFF情報によりヘッドライトが点灯していることを検知した場合に自動的に近赤外光による映像をモニタ17に提示し、それ以外の時には可視光による映像をモニタ17に提示することにより、運転者に負担をかけずに運転状況に適した最適な映像情報を提供できる。

【００１９】（第２の実施の形態）本発明の第２の実施の形態の後方視界表示装置は、図3 に示すように、映像を取得する撮像部30と、撮像部30の出力を表示するモニタ36と、近赤外光により周囲を照らす近赤外光照明器37と、近赤外光照明器のON/OFFを制御する照明スイッチ38と、外部信号に基づいて照明スイッチ38ならびに撮像部30の状態を選択、制御するモード選択部39とから構成される。

【００２０】撮像部30は、レンズ31と、レンズ31を通過した入射光の帯域を制限するフィルタ部32と、フィルタ部32を通過した入射光を受光する受光部33と、受光部33からの信号を画像信号に変換する信号変換部34と、フィルタ部32のフィルタを制御するフィルタ制御部39とから構成される。フィルタ部32は、入力光から近赤外光を遮断する近赤外光遮断フィルタ32a と、入力光の近赤外光のみを通過させる近赤外光通過フィルタ32b との２つのフィルタから構成される。

【００２１】モニタ36、近赤外光照明器37、照明スイッチ38、および外部信号に基づいて照明スイッチ38ならびに撮像部30の状態を選択、制御するモード選択部39は、第１の実施の形態における同名の構成要素と同様に構成されている。

【００２２】以上のように構成された後方視界表示装置について、その動作を説明する。モード選択部39には、シフトレバー情報、およびヘッドライトのON/OFF情報が入力される。モード選択部39は、シフトレバー情報より車両がバックする状態にあることを検知し、かつヘッドライトのON/OFF情報によりヘッドライトが点灯されていることを検知した場合、撮像部30のモードを近赤外光撮影モードに設定するとともに、照明スイッチ38も制御して、近赤外光照明器37を点灯する。フィルタ制御部35には、モード選択部39から撮像部30の撮影モードが入力される。入力される撮影モードが近赤外光撮影モードのとき、フィルタ制御部35は、フィルタ部32を制御して、近赤外光通過フィルタ32bを適用する。この結果、受光部33には、近赤外光のみが入力され、信号変換部34から出力される映像は近赤外光により撮影した映像となり、モニタ36には近赤外光による映像が表示される。

【００２３】また、モード選択部39は、シフトレバー情報より車両がバックする状態にあることを検知し、かつヘッドライトのON/OFF情報によりヘッドライトが消灯されていることを検知した場合、撮像部30のモードを可視光撮影モードに設定し、照明スイッチ38を制御して近赤外光照明器37を消灯する。フィルタ制御部35は、モード情報として可視光撮影モードが入力されると、フィルタ部32を制御して、近赤外光遮断フィルタ32aを適用する。この結果、受光部33には可視光のみが入力され、信号変換部34から出力される映像は可視光により撮影した映像となり、モニタ36には可視光による映像が表示される。

【００２４】シフトレバーの状態がバックモード以外の場合は信号変換部34の出力を停止する。

【００２５】なお、近赤外光遮断フィルタ32aを設けずに、撮像部30の撮影モードが可視光撮影モードの場合には、入力光をそのまま受光部33へと導く構成にすることも可能である。

【００２６】このように、本発明の第２の実施の形態によれば、撮像部30が近赤外光による映像を取得する場合は、近赤外光照明器37による照明を行うとともに近赤外光通過フィルタ32bを適用し、撮像部30が可視光による映像を取得する場合は、近赤外光照明器37による照明を行わず、近赤外光遮断フィルタ32aを適用することで、単一の簡単な構造の撮像部のみで昼夜を問わず安定して車両後方の映像を運転者に提示できる。

【００２７】また、近赤外光遮断フィルタ32aを設けずに、撮像部30の撮影モードが可視光撮影モードの場合には、入力光をそのまま受光部33へと導く構成にすることにより、一つのより簡単な構造の撮像部のみで昼夜を問わず安定して車両後方の映像を運転者に提示することが

SAMSUNG EX. 1002 - 740/1684

可能となる。

【００２８】なお、以上の各実施の形態では、赤外光として近赤外光を用いたが、遠赤外光を用いても良い。

【００２９】

【発明の効果】以上のように本発明は、車両の周辺映像を取得する撮像部と、前記撮像部の撮影範囲を赤外光で照らす照明部と、前記照明部のオンオフを制御する照明制御部とを備え、前記照明制御部は、前記車両の状態を示す車両情報に応じて前記照明部のオンオフを制御することにより、昼夜を問わず安定して車両後方の映像を運転者に提示できるという優れた効果を有する後方視界表示装置を提供することができる。

【００３０】また、本発明は、車両の周辺映像を取得する撮像部と、前記撮像部の撮影範囲を赤外光および可視光のいずれか一方で照らす照明部と、前記撮像部に設けられた受光部に入力される光を通過させるフィルタを選択するフィルタ選択部とを備え、前記フィルタ選択部は、前記照明部が照明する光の波長に応じたフィルタの選択を行うことにより、昼夜を問わず安定して車両後方の映像を運転者に提示できるという優れた効果を有する後方視界表示装置を提供することができる。

【００３１】さらに、本発明は、可視光による映像を取得する第１の撮像部と、赤外光による映像を取得する第２の撮像部と、前記第１の撮像部および前記第２の撮像部を切り替えて選択する映像選択手段と、撮影範囲を赤外光で照らす照明部と、前記照明部のオンオフを制御する照明制御部とを備え、前記照明制御部は、前記映像選択手段で前記第２の撮像部からの映像を選択したときに前記照明部をオンにすることにより、昼夜を問わず安定して車両後方の映像を運転者に提示できるという優れた効果を有する後方視界表示装置を提供することができる。

【００３２】そして、本発明は、映像を取得する撮像部と、撮影範囲を赤外光で照らす照明部と、前記照明部のオンオフを制御する照明制御部と、前記撮像部に設けられた受光部に入力される光の帯域を制限するフィルタを選択するフィルタ選択部とを備え、前記フィルタ選択部は、赤外光を通過させる赤外光通過フィルタを具備し、前記照明制御部により前記照明部がオンされたときのみ前記赤外光通過フィルタを選択することにより、昼夜を問わず安定して車両後方の映像を運転者に提示できるという優れた効果を有する後方視界表示装置を提供することができる。

【００３３】また、本発明は、映像を取得する撮像部と、撮影範囲を赤外光で照らす照明部と、前記照明部のオンオフを制御する照明制御部と、前記撮像部に設けられた受光部に入力される光の帯域を制限するフィルタを選択するフィルタ選択部とを備え、前記フィルタ選択部は、赤外光を通過させる赤外光通過フィルタと赤外光を遮断する赤外光遮断フィルタとを具備し、前記照明制御部により前記照明部がオンされているとき、前記赤外光通過フィルタを選択し、前記照明制御部により前記照明部がオフされているとき、前記赤外光遮断フィルタを選択することにより、昼夜を問わず安定して車両後方の映像を運転者に提示できるという優れた効果を有する後方視界表示装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の第１の実施の形態の後方視界表示装置のブロック図、

【図２】本発明の第１の実施の形態における第１の撮像部、第２の撮像部、および近赤外光照明器の設置図、

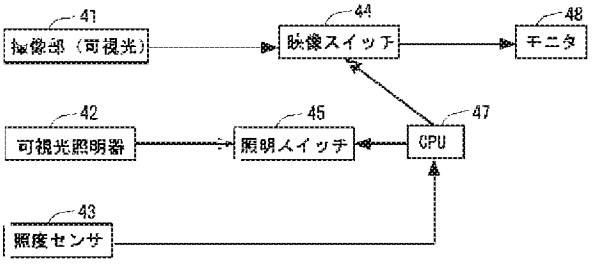
【図３】本発明の第２の実施の形態の後方視界表示装置のブロック図、

【図４】従来の後方視界表示装置のブロック図である。

【符号の説明】

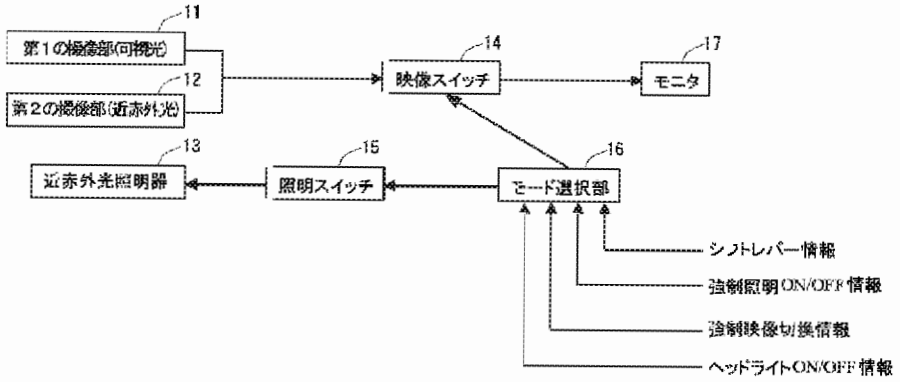
11　第１の撮像部
12　第２の撮像部
13、37　近赤外光照明器
14　映像スイッチ
15、38　照明スイッチ
16、39　モード選択部
17、36　モニタ
30　撮像部
31　レンズ
32　フィルタ部
32a　近赤外光遮断フィルタ
32b　近赤外光通過フィルタ
33　受光部
34　信号変換部
35　フィルタ制御部

【図４】

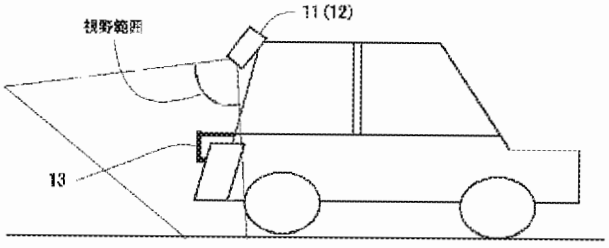


SAMSUNG EX. 1002 - 741/1684

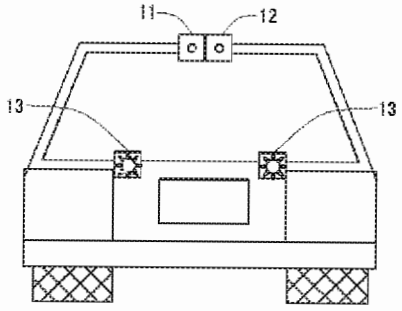
【図1】


11
第1の撮像部(可視光)
12
第2の撮像部(近赤外光)
14
映像スイッチ
17
モニタ
13
近赤外光照明器
15
照明スイッチ
16
モード選択部
シフトレバー情報
強制照明ON/OFF情報
強制映像切換情報
ヘッドライトON/OFF情報

【図2】

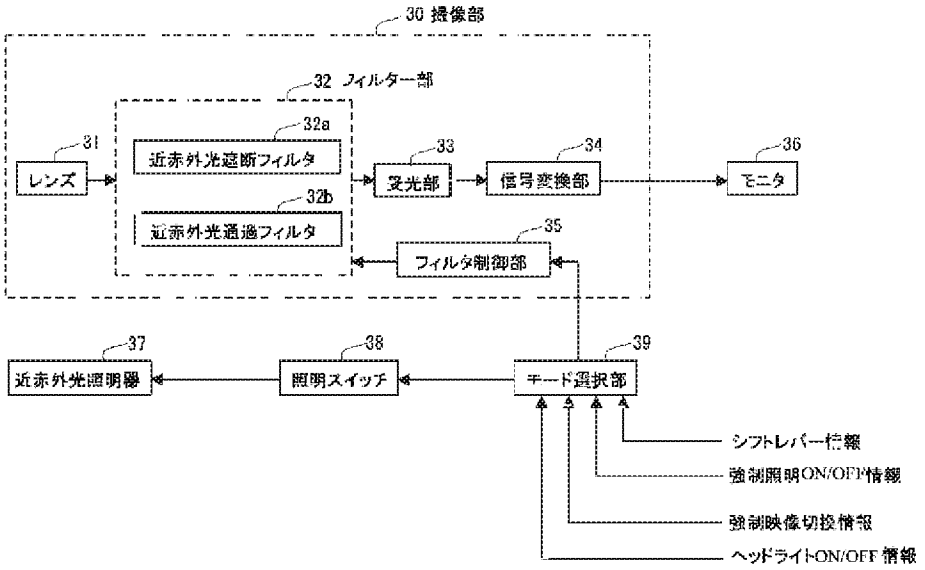

視野範囲
11 (12)
13

(a)


11
12
13
13

(b)

【図3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.[7]	識別記号	FI		(参考)
// B60R 1/08		B60R 1/08	C	

Espacenet

Bibliographic data: JP2003258285 (A) — 2003-09-12

MANUFACTURING METHOD OF RUGGED SURFACE STRUCTURE AND SOLAR BATTERY

Inventor(s): YO MINKYO ± (YO MINKYO)

Applicant(s): SHARP KK ± (SHARP CORP)

Classification: - **international:*H01L21/308; H01L31/04;*** (IPC1-7): H01L21/308; H01L31/04
- **cooperative:** Y02E10/546

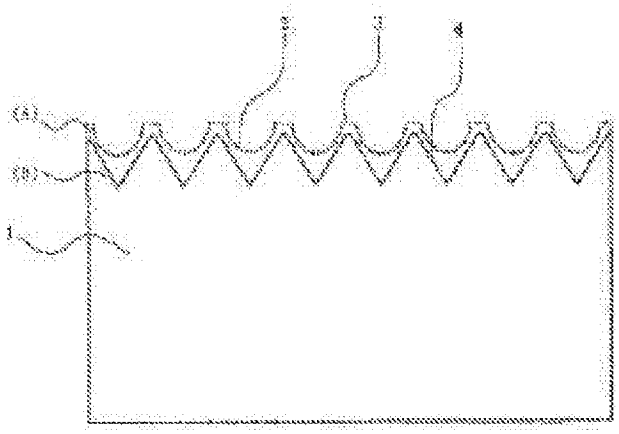
Application number: JP20020051513 20020227 Global Dossier

Priority number (s): JP20020051513 20020227

Abstract of JP2003258285 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a manufacturing method of a silicon substrate by which a rugged surface structure of high quality can be attained at low cost. ;SOLUTION: This manufacturing method of the surface rugged structure comprises a process for forming grooves by irradiating the surface of a silicon substrate with a laser beam, and a process for forming the ruggedness on the silicon substrate by selectively etching the grooves by chemical etching. ;COPYRIGHT: (C)2003,JPO

SAMSUNG EX. 1002 - 744/1684



SAMSUNG EX. 1002 - 745/1684

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12)公開特許公報（Ａ）　(11)特許出願公開番号
特開2003－258285
（P2003－258285A）
(43)公開日　平成15年９月12日(2003.9.12)

(51)Int.Cl.⁷	識別記号	ＦＩ		テーマコード（参考）
Ｈ０１Ｌ　31/04		Ｈ０１Ｌ　21/308	Ｄ	５Ｆ０４３
21/308		31/04	Ｈ	５Ｆ０５１

審査請求　未請求　請求項の数５　ＯＬ　（全　５　頁）

(21)出願番号　特願2002－51513(P2002－51513)

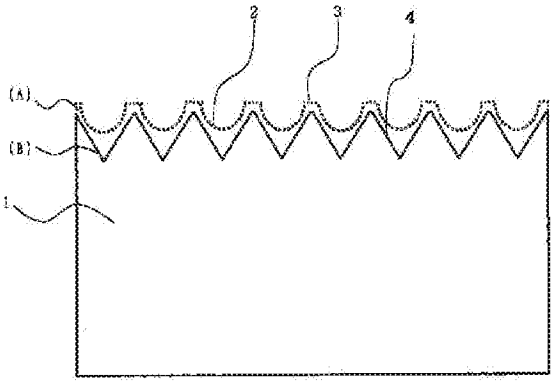
(22)出願日　平成14年２月27日(2002.2.27)

(71)出願人　000005049
シャープ株式会社
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(72)発明者　楊　民挙
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号　シャープ株式会社内
(74)代理人　100065248
弁理士　野河　信太郎

Ｆターム(参考)　5F043 AA10 BB03 FF04 GG10
5F051 AA03 BA11 CB21 CB27 CB30
DA03 FA10 GA04 GA14 GA15
GA20 HA03 HA07

(54)【発明の名称】　表面凹凸構造の作製方法及び太陽電池

(57)【要約】
【課題】　低コストで高品質の表面凹凸構造を備えたシリコン基板の製造方法を提供することを課題とする。
【解決手段】　シリコン基板の表面にレーザー光を照射することで溝を形成する工程と、化学エッチングにより溝を選択的にエッチングすることでシリコン基板の表面に凹凸を形成する工程を含むことを特徴とする表面凹凸構造の作製方法により上記課題を解決する。



SAMSUNG EX. 1002 - 746/1684

【特許請求の範囲】
【請求項１】　シリコン基板の表面にレーザー光を照射することで溝を形成する工程と、化学エッチングにより溝を選択的にエッチングすることでシリコン基板の表面に凹凸を形成する工程を含むことを特徴とする表面凹凸構造の作製方法。
【請求項２】　化学エッチングが、フッ酸：硝酸＝３～１０：１（モル比）の混酸中で行なわれる請求項１に記載の作製方法。
【請求項３】　化学エッチングが、フッ酸及び硝酸と、酢酸、硫酸及びリン酸から選択されるいずれかの酸との混酸中で行なわれる請求項１又は２に記載の作製方法。
【請求項４】　化学エッチングが、撹拌下、０～２５℃の範囲で行なわれる請求項１～３のいずれか１つに記載の作製方法。
【請求項５】　請求項１～４のいずれか１つに記載の方法を用いて作製された表面凹凸構造を有するシリコン基板を備えた太陽電池。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】本発明は、表面凹凸構造の作製方法及び太陽電池に関する。更に詳しくは、本発明は、光閉じ込め用の表面凹凸構造の作製方法及びその方法により作製された表面凹凸構造を含む太陽電池に関する。
【０００２】
【従来の技術】単結晶シリコン太陽電池の一般的な製造方法は、次のような工程からなる。まず、光入射面となるシリコン基板表面に表面反射を低減するための凹凸構造を形成する、次に、熱拡散によるＰＮ接合を形成し、反射防止膜を形成し、表面及び裏面の電極を形成する。
【０００３】上記表面凹凸構造は、単結晶シリコン基板をＮａＯＨ、ＫＯＨ、Na_2CO_3等アルカリ水溶液に浸して、８０～９０℃の温度でエッチングを行うことで形成される。アルカリ水溶液は面方位に対して、エッチング速度が違うため、シリコン面方位（１００）の基板を用いた場合には低い反射率のピラミッド型の表面凹凸構造が得られる。
【０００４】しかしながら、近年低コスト化の必要性から、多結晶シリコン基板が単結晶に代わり用いられるようになってきている。多結晶基板では、種々の面方位の結晶粒から構成されるので、面方位（１００）に近い結晶粒の表面以外は、低い反射率の表面凹凸を得ることは困難である。従って、全体の表面反射率として低減の余地がある。
【０００５】このため、各種の表面凹凸構造の形成技術が開発されている。その中で、ダイサー等を用いる機械加工、レーザー加工（例えば、特開平６－１３６３２号公報参照）、フォトリソグラフィによる化学エッチングでの加工、プラズマとガス反応併用のエッチング加工（ＲＩＥ）等の低い反射率の凹凸構造の作製方法の検討が行われている。
【０００６】また、特開平１０－３０３４４３号公報に記載されているように、エッチング速度の調整剤となるリン酸あるいはカルボン酸を、添加した硝酸とフッ酸の混酸に混合する又は界面活性剤を添加した硝酸とフッ酸の混酸を用いた方法も検討されている。この方法では、微小な球面状の凹部から構成されるテクスチャ表面が得られる。
【０００７】
【発明が解決しようとする課題】機械加工による溝形成方法は、ダイサーの刃がシリコン基板と直接に接触するため、刃の消耗が大きい、また、特開平６－１３６３２号公報に記載されているようなレーザー加工による溝形成方法はＶ型溝の形成には、数回のスキャンニングが必要とされ、１枚の基板加工時間はかなり長くなる。フォトリソグラフィ方法ではレジスト膜の形成、露光、現像等複数工程が必要であり、低コスト化は困難である。また、ＲＩＥ方法では、腐食性のガスを使い、真空プロセス装置を使用するため、低コスト化、実用化の観点から困難である。更に、前述の特開平１０－３０３４４３号公報に記載されているようにフッ酸と硝酸を含む混酸を用いた等方性エッチング方法では、鋭角の凹凸構造を形成するのは難しく、反射率低減が十分ではない。
【０００８】
【課題を解決するための手段】かくして本発明によれば、シリコン基板の表面にレーザー光を照射することで溝を形成する工程と、化学エッチングにより溝を選択的にエッチングすることでシリコン基板の表面に凹凸を形成する工程を含むことを特徴とする表面凹凸構造の作製方法が提供される。
【０００９】更に、本発明によれば、上記の方法を用いて作製された表面凹凸構造を有するシリコン基板を備えた太陽電池が提供される。
【００１０】
【発明の実施の形態】まず、本発明では、シリコン基板の表面にレーザー光を照射することで溝を形成する。
【００１１】使用することができるシリコン基板としては、単結晶、多結晶及びアモルファスのシリコン基板が挙げられる。この内、表面凹凸構造の形成が比較的困難な多結晶シリコン基板を使用することが好ましい。また、シリコン基板は、Ｐ又はＮの導電型を有していてもよい。
【００１２】溝の形状は、後の化学エッチングにより所望の凹凸を形成することができさえすれば特に限定されない。例えば、平面形状がストライプ状、ドット状等の形状が挙げられ、断面形状が方形、Ｖ字型、Ｕ字型等の形状が挙げられる。また、溝の幅は１０～１００μｍ、深さは１０～１００μｍであることが好ましい。
【００１３】特に、溝は、一定のピッチで形成されたス

SAMSUNG EX. 1002 - 747/1684

トライプ状であることが好ましい。ピッチは、10～100μmであることが好ましい。また、シリコン基板表面には、未照射面が残っていることが、加工速度という観点から好ましい。

【0014】レーザー光を生じるレーザー発振器は、シリコン基板の表面に溝を形成することができさえすれば特に限定されず、公知の発振器を使用することができる。例えば、エキシマレーザー、CO_2レーザー、YAGレーザー等の光照射でシリコン基板表面部分を融解できるレーザー発振器が挙げられる。

【0015】レーザー光の照射条件は、所望の形状の溝を形成しうるように適宜調整される。例えば、4×10^{5}～1×10^{6}W／cm^{2}のエネルギー密度になるように、波長、周波数、照射形状等の条件が調整される。なお、レーザー光の照射面積は、シリコン基板の表面積の1／3以下であることが、未照射面を残すという観点から好ましい。

【0016】次に、化学エッチングにより溝を選択的にエッチングすることでシリコン基板の表面に凹凸を形成する。化学エッチングにより形成される凹凸の形状は、レーザー光の照射による溝の形状に依存する。すなわち、レーザー光が照射された部分は、レーザー光で溶解した部分とその下部に結晶欠陥があるため、化学エッチングのエッチング速度は、上記部分以外に比べて相対的に速くなる。つまり、選択エッチングが生じる。この選択エッチングを利用して、レーザー光が照射された部分が優先的にエッチングされ、平坦部の面積が相対的に狭くなっていき、溝の形状に依存した凹凸が形成される。

【0017】化学エッチングは、ドライエッチング又はウェットエッチングのいずれでもよいが、ウェットエッチングであることが好ましい。このエッチングに使用できるエッチャントとしては、例えば、フッ酸と硝酸の混酸が挙げられる。混酸中のフッ酸：硝酸は、3～10：1（モル比）割合であることが好ましい。この割合の混酸を使用すれば、酸化剤である硝酸の濃度が相当低いので、シリコン基板に酸化物層が形成されるより、シリコン基板表面に多数存在する結晶欠陥部分からエッチングを始めることができる。この混酸には、エッチング速度を制御するため、酢酸、硫酸及びリン酸から選択されるいずれかの酸が更に含まれていてもよい。

【0018】混酸中には、プロピオン酸、酪酸、ピバル酸、カプロン酸、酒石酸、コハク酸、アジピン酸、プロパントリカルボン酸等を更に添加してもよい。

【0019】化学エッチングは、0～25℃の範囲で行なうことが好ましい。この範囲内では、上記欠陥部分の反応比率を大きくでき、このことにより溝内の側面のエッチング速度を抑えることができる。更に、エッチング液を撹拌することで、溝底部へのエッチング液の供給を促進することができる。それにより、より鋭角（例えば、シリコン基板表面に対する溝側面の角度が45°以上）な凹形状（例えば、V字型）の凹凸構造が形成できる。

【0020】ここで、凹凸構造の凹部の深さは30～120μm、幅は30～120μmであることが好ましい。深さは、30～80μm、幅は30～80μmであることがより好ましい。

【0021】上記表面凹凸構造を備えたシリコン基板は、太陽電池の基板として好適に使用される。

【0022】太陽電池の製造方法は、例えば、シリコン基板の表面凹凸構造側に、導電性不純物を拡散することでPN接合を形成する。この半導体層は、シリコン基板がPの場合はN、Nの場合はPの導電型を有している。半導体層は、例えば、単結晶、多結晶、アモルファスのシリコン層が使用できる。次いで、シリコン基板の裏面に裏面電極、半導体層上の表面収集電極を形成することで太陽電池を製造することができる。

【0023】なお、表面収集電極と半導体層の間に、反射防止膜を形成してもよい。

【0024】上記構成の太陽電池では、シリコン基板が表面凹凸構造を有していることで、太陽電池の反射率を著しく低減でき、その構造のない太陽電池より、光電変換効率を向上させることができる。

【0025】

【実施例】以下、本発明を実施例により更に詳細に説明するが、本発明は以下の実施例には限定されない。

【0026】図1は本発明によるレーザー表面加工とウェットエッチング方法の併用で表面凹凸構造を形成した多結晶シリコン基板の概略断面図である。図2は、実施例の多結晶太陽電池の概略断面図である。

【0027】本実施例では、光照射でシリコン基板表面を融解できるレーザー発振器として、YAGレーザーを用いた。

【0028】以下には、本発明の方法を用いた多結晶基板の表面凹凸構造の形成及び太陽電池の作製について説明する。

【0029】まず、レーザー光による溝の形成について説明する。

【0030】基板は、厚さ約350μm、抵抗率1Ω・cm程度のP型多結晶シリコン基板を用いた。最初に、酸による等方性エッチングを行い、表面の研削ダメージ層を除く。

【0031】高速移動できる電動ステージに該多結晶シリコン基板を載せ、レーザー光を照射すると、照射した面のシリコンが溶融、蒸発する。レーザー光は、波長1．06μm、周波数5kHzのパルス光を用いた。レーザー光は、図4に示すように光強度分布があるものを使用し、これを光学レンズで集光し、四角形のスリットを通した。レーザー光照射形状は50×50μm^{2}の正方形であり、照射面におけるエネルギー密度を8×10^{5}W／cm^{2}とした。このレーザー光の1回照射で、浅い

SAMSUNG EX. 1002 - 748/1684

U形の穴を形成する。すなわち、シリコン基板を載せた電動ステージをX軸方向へ高速に移動すると、線形の浅いU型溝が形成される。また、Y軸方法へ一定ピッチ移動し、X軸方向へ高速移動すると、もう一つのU型溝が形成される。このように繰り返すと、図1中、レーザー光照射後の表面形状である（A）に示すように、X軸とY軸におけるシリコン基板1表面に一定ピッチのU型溝2が全面的に形成される。U型溝のピッチは75μm、幅は約50μm、深さは約20μmである。図1中、3は平坦部である。

【0032】次に、ウェットエッチングを行う。この実施例における処理方法では、まず、フッ酸：硝酸：リン酸＝5：1：12（モル比）の混酸からなるエッチャントを調製する。エッチャントの温度はエッチング槽外の恒温槽により5℃程度に制御しておく。また、スクラーを用いて磁石回転によるエッチャントを撹拌する。レーザー光で表面加工した基板をテフロン（登録商標）製のキャリアに載せて、エッチング液と接触させることでエッチングを行う。シリコンエッチング速度は約3μm／minである。このウェットエッチングではレーザー光に照射された部分とその下にある浅い部分が除去されるとともに、レーザー光で照射していない部分の平坦部が少なくなる。図1のウェットエッチング後の表面形状である（B）に示すように深いV型溝4からなる表面凹凸構造が形成される。このV型溝4の幅は約72μm、深さは約35μm、シリコン基板1表面に対するV型溝4側面の角度は° である。この表面凹凸構造による反射率スペクトルを図3に示す（図中a）。なお、図3には、エッチング処理を行なわない場合（図中b）と、レーザー光照射及びエッチング処理の両方を行なわない場合（図中c）の反射率スペクトルも合わせて示している。

【0033】この表面凹凸構造を形成した後に、RCA方法で洗浄し、燐拡散によりPN接合を形成し、厚さ約0.3μm、不純物濃度1.2×$10^{20}$$cm^{-3}$のN型シリコン層5を形成する。続いて光入射面とする表面側の拡散層だけを樹脂マスクで保護し、裏面とする反対側面のN型拡散層を化学エッチングにより除去する。

【0034】次に、N型シリコン層5の上にTiO_2反射防止膜6を形成した後、裏面にA1ペーストと表面に銀ペーストを印刷し、それぞれ、ベルト焼成炉で乾燥、焼成して（温度700℃）、表面収集電極7及び裏面電極8を形成する。また、半田用Sn溶融液にディップして、両電極を厚くする。最終に電極リード線を付けて、表面凹凸構造を有する多結晶シリコン基板を含む太陽電池が形成される。この太陽電池の概略断面図を図2に示す。

【0035】表面凹凸構造を形成することにより、太陽電池表面の反射率を著しく低減でき、光電流密度が向上した。その結果、太陽電池の変換効率向上に一層寄与できた。多結晶シリコン太陽電池の光電変換効率は、従来アルカリ法で形成した表面凹凸構造の太陽電池の変換効率の14%程度から17%程度まで顕著に向上させることができるという効果があった。この実施例で得られた太陽電池の特性を従来例と共に表1に示す。

【0036】

【表1】

	Jsc(mA/cm²)	Voc(mV)	F．F．	効率（%）
従来例	33．3	605	0．741	14．9
実施例	36．2	613	0．764	17．0

【0037】なお、表中、Jsc（mA／cm^2）、Voc（mV）、F．F．及び効率は以下の方法により測定した。

【0038】測定ステージの温度を25℃、AM1・5の太陽光シュミレーターの照射強度100mW／cm^2、太陽電池の面積を100mm^2として測定した。

【0039】

【発明の効果】本発明によれば、多結晶太陽電池の表面凹凸形成において、レーザー光照射と化学エッチングの併用により、低コストで高品質の表面凹凸構造を備えたシリコン基板を得ることができる。更に、この表面凹凸構造を備えたシリコン基板を太陽電池に用いることで、より光電変換効率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるレーザー光照射と化学エッチングの併用で表面凹凸構造を形成した多結晶シリコン基板の概略断面図である。

【図2】実施例の太陽電池の概略断面図である。

【図3】実施例の表面凹凸構造による反射率スペクトルである。

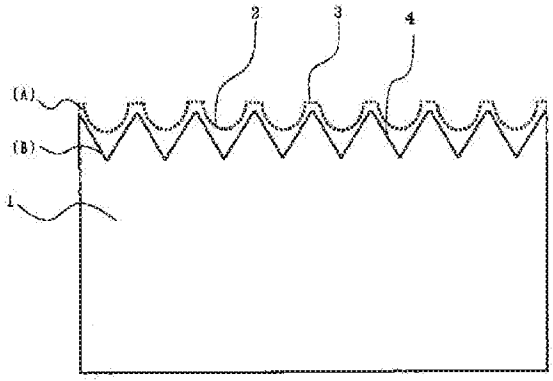
【図4】実施例で使用するレーザー光の光強度分布を示すグラフである。

【符号の説明】

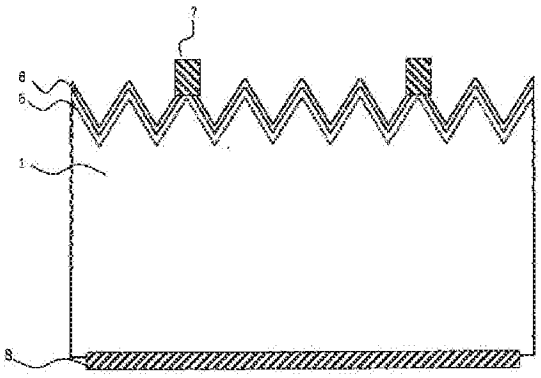
1　シリコン基板
2　U型溝
3　平坦部
4　V型溝
5　N型シリコン層
6　反射防止膜
7　表面収集電極
8　裏面電極
A　レーザー光照射後の表面形状
B　ウェットエッチング後の表面形状

SAMSUNG EX. 1002 - 749/1684

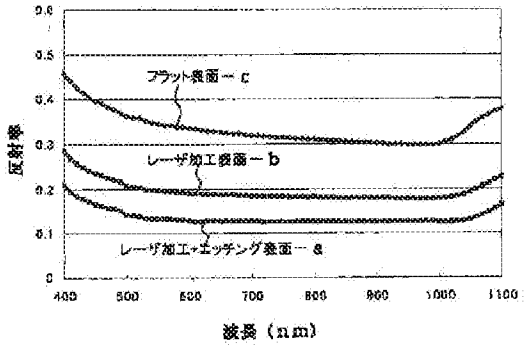
【図1】


2
3
4
(A)
(B)
1

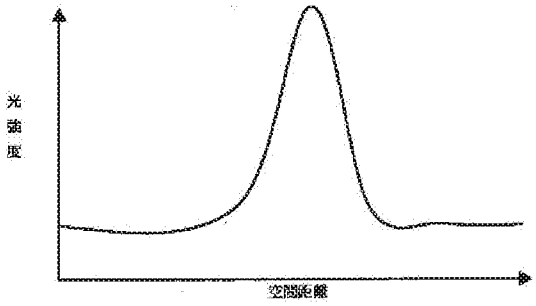
【図2】


7
6
5
1
8

【図3】


0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
反射率
プラット表面－c
レーザ加工表面－b
レーザ加工＋エッチング表面－a
400
500
600
700
800
900
1000
1100
波長（nm）

【図4】


光強度
空間距離

(11)Publication number	2004-047682
(43)Date of publication of application	12.02.2004
(51)Int.Cl.	H01L 27/148 H04N 5/335
(21)Application number	2002-202323
(22)Date of filing	11.07.2002
(71)Applicant	TOSHIBA CORP
(72)Inventor	OHASHI KENICHI

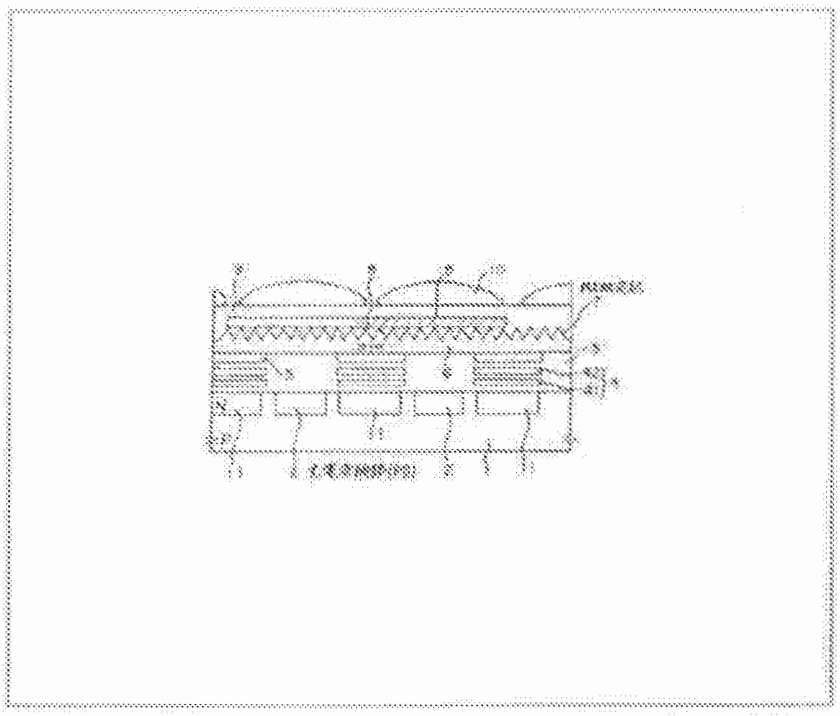
(54)SOLID-STATE IMAGE PICKUP DEVICE

(57)Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a solid-state image pickup device, having a small loss in the quantity of incident light and superior sensitivity characteristics, by reducing the reflection of the light at a substrate surface and on a film interface, where the refractive index differs at the inside and on the surface.

SOLUTION: A fine projection 7, having an aspect ratio of at least 1, is provided on the insulating film of the lower layer of an interface having the different refractive index in the passivation film 6 of the solid-state image pickup device, formed on a semiconductor substrate 1 and multilayer insulating films 3, 6 formed on the surface of the silicon semiconductor substrate 1, where a photodiode 2 is formed or the surface of the semiconductor substrate at a period of the wavelength of the incident light or shorter. Although the formation is made in the passivation film in Figure, an antireflection structure can be provided on the surface of the photodiode 2 and on the surface of the insulating film 3. By the formation of the fine projections, the reflection of light, occurring on the surface of the semiconductor substrate or the film interface where the refractive index in the inside differs, can be reduced drastically, thus obtaining a solid-state image pickup device, having small loss in the quantity of incident light and the superior sensitivity characteristics.

SAMSUNG EX. 1002 - 751/1684



SAMSUNG EX. 1002 - 752/1684

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]

A semiconductor substrate,

A photoelectric conversion part formed in the aforementioned semiconductor substrate,

A charge transfer section which transmits an electric charge generated from the aforementioned photoelectric conversion part,

It is formed on the aforementioned semiconductor substrate and a passivation film which covers the aforementioned photoelectric conversion part and the aforementioned charge transfer section is provided,

A solid state imaging device, wherein the aforementioned passivation film has the antireflection structure to which array forming of the fine projection was carried out on the surface.

[Claim 2]

The solid state imaging device according to claim 1, wherein array forming of the fine projection which constitutes the aforementioned antireflection structure is carried out by cycle of 0.05-1 micrometer, and one or more aspect ratios.

[Claim 3]

The solid state imaging device according to claim 1, wherein a fine projection which constitutes the aforementioned antireflection structure is arranged at random within the scope of a cycle of 0.05-1 micrometer, and one or more aspect ratios and an aspect ratio changes at random.

[Claim 4]

The solid state imaging device according to claim 1 or 2, wherein an array cycle of a fine projection which constitutes the aforementioned antireflection structure is smaller than wavelength of incident light which enters into the aforementioned photoelectric conversion part and generates an electric charge.

[Claim 5]

A semiconductor substrate,

A photoelectric conversion part formed in the aforementioned semiconductor substrate,

A charge transfer section which transmits an electric charge generated from the aforementioned photoelectric conversion part is provided,

A solid state imaging device, wherein the aforementioned photoelectric conversion part has the antireflection structure to which array forming of the fine projection was carried out on the surface.

[Claim 6]

The solid state imaging device according to claim 5, wherein an array cycle of a fine projection which constitutes the aforementioned antireflection structure is smaller than wavelength of incident light which enters into the aforementioned photoelectric conversion part and generates an electric charge.

[Claim 7]

SAMSUNG EX. 1002 - 753/1684

A semiconductor substrate,
A photoelectric conversion part formed in the aforementioned semiconductor substrate,
A charge transfer section which transmits an electric charge generated from the aforementioned photoelectric conversion part is provided,
A solid state imaging device, wherein an insulator layer on that lower layer side has the antireflection structure by which array forming of the fine projection was carried out to that surface in an interface of an insulator layer which consists of a refractive index which a multilayer insulator layer which consists of a transparent material is formed in the upper layer of the aforementioned photoelectric conversion part, and is different among this multilayer insulator layer.
[Claim 8]
The solid state imaging device according to claim 7, wherein an array cycle of a fine projection which constitutes the aforementioned antireflection structure is smaller than wavelength of incident light which enters into the aforementioned photoelectric conversion part and generates an electric charge.

SAMSUNG EX. 1002 - 754/1684

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]
[0001]
[Field of the Invention]
The present invention relates to a solid state imaging device, and relates to the solid state imaging device which was excellent in the sensitivity characteristic provided with the antireflection layer which has a new structure especially.
[0002]
[Description of the Prior Art]
In solid state imaging devices, such as a charge coupled device (CCD:Charged Coupled Device) and a CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) sensor, Usually, insulation films, such as SiO_2 and SiN, are formed in the surface as a passivation film. When light entered into the solid state imaging device, the light reflex in the interface happened for the refractive index difference of air (n= 1) and SiN (n-2.0 (abbreviation 2.0)), and the reflected light did not reach the photo-diode formed in the bottom of it, but, as a result, there were problems -- sufficient sensitivity is not obtained -- to incident light quantity.
[0003]
The CCD area image sensor shown in Fig.9 in the conventional solid state imaging device is made into an example, and is described. A CCD area image sensor is used for a digital camera or video, for example. This area image sensor is formed in the p type semiconductor substrate 101, for example. A plurality of n type impurity diffusion regions are formed in the surface area of the semiconductor substrate 101. One kind of them constitutes the photo-diode 102, and is arranged by matrix form to the predetermined region of the semiconductor substrate 101. The photo-diode 102 is called pixel and constitutes the photoelectric conversion part. Since the photo-diode 102 is arranged by matrix form, it consists of a plurality of sequences, and each sequence is called pixel row. Between each pixel row, other n type impurity diffusion regions which constitute CCD register 111 are formed. On CCD register 111, the electrode 104 laminated via the insulator layer is formed. The first electrode 141 that becomes right above CCD register 111 from polysilicon etc. is formed, and the second electrode 142 consisting of polysilicon etc. is formed on it. The electrode 104 and CCD register 111 constitute the vertical charge transfer register. The electric charge converted by the first electrode 141 with the photo-diode 102 (photoelectric conversion part), It is shifted to CCD register 111, and the inside of a vertical charge transfer register is sent by the second electrode 142, and it is sent to a horizontal charge transfer register (not shown), and is outputted to outside from this horizontal charge transfer register.
[0004]
The SiO_2 insulator layer 103 accumulates with a CVD method etc. on the semiconductor substrate 101 so that the photo-diode 102, and level and a vertical charge transfer register may be covered. On this insulator layer 103, the light-shielding film 105 which consists of

SAMSUNG EX. 1002 - 755/1684

aluminum etc. so that the photo-diode 102 may not be covered is selectively formed so that it may be level and a vertical charge transfer register may be covered. Next, the passivation film 106 consisting of a silicon nitride film (SiN) etc. is formed on the semiconductor substrate 101 so that the light-shielding film 105 and the insulator layer 103 may be covered. The color filter 108 of red (R) green (G) blue (B) is formed via the color filter flattening film 112 which consists of organic resin on this passivation film 106. On the passivation film 106, the color filter flattening film 112 which consists of organic resin is formed. The color filter 108 is fixed with the insulator layer 109 consisting of organic resin, and the micro lens 110 is formed on the insulator layer 109. And the color filter 108 and the micro lens 110 are formed so that it may be arranged on the photo-diode 102.

[0005]

[Problem to be solved by the invention]

In such a conventional solid state imaging device, in order to improve conversion efficiency, to be converted in a photoelectric conversion part is required, without an incident light reflecting. As the method of the antireflection for reflecting few as much as possible, coating of the antireflection film using a monolayer or a multilayer interference film is known. Although these have the antireflection characteristic excellent in the specific wavelength band, they are difficult for forming the antireflection film outstanding in the visible light whole region. These methods are sensitive to the film thickness of each film, and in order to maintain the stable antireflection characteristic, it has many problems, like manufacturing management is difficult and there is. The present invention is made by such a situation, makes very small a reflection of the light which occurs by the membrane interface from which the refractive index of a substrate surface and an inside differs, and its loss of incident light quantity is small, and it provides the solid state imaging device excellent in the sensitivity characteristic.

[0006]

[Means for solving problem]

The present invention is a passivation film of the solid state imaging device formed on the semiconductor substrate. It is characterized by forming an one or more-aspect ratio minute projection in the lower layer insulator layer of an interface in which refractive indices differ among the multilayer insulator layers formed on the silicon surface in which the photo-diode was formed, or the silicon surface with the cycle below the wavelength of incident light, such as visible light and infrared rays. Since a reflection of the light which occurs by formation of a fine projection by the membrane interface from which the refractive index of a passivation film, a semiconductor substrate surface, or an inside differs can be made very small, the solid state imaging device with which the loss of incident light quantity was small excellent in the sensitivity characteristic is obtained. Silicon oxide films (SiO_2), such as a silicon nitride film (SiN) or PSG, etc. are used for the passivation film used for the present invention.

The photoelectric conversion part by which the solid state imaging device of the present invention was formed in the semiconductor substrate and the aforementioned semiconductor substrate, It is formed the charge transfer section which transmits the electric charge generated from the aforementioned photoelectric conversion part, and on the aforementioned semiconductor substrate, The passivation film which covers the aforementioned photoelectric conversion part and the aforementioned charge transfer section is provided, and the aforementioned passivation film is characterized by having the antireflection structure to which array forming of the fine projection was carried out. The array forming of the fine projection which constitutes the aforementioned antireflection structure may be made to be carried out by the cycle of 0.05-1 micrometer, and one or more aspect ratios. The fine projection which constitutes the aforementioned antireflection structure is arranged at random within the scope of the cycle of 0.05-1 micrometer, and one or more aspect ratios, and it may be made for an

SAMSUNG EX. 1002 - 756/1684

aspect ratio to change at random. The array cycle of the fine projection which constitutes the aforementioned antireflection structure is smaller than the wavelength of the incident light which enters into the aforementioned photoelectric conversion part and generates an electric charge, is also made, and is good.

[0007]

The solid state imaging device of the present invention possesses a semiconductor substrate, the photoelectric conversion part formed in the aforementioned semiconductor substrate, and the charge transfer section which transmits the electric charge generated from the aforementioned photoelectric conversion part, and the aforementioned photoelectric conversion part is characterized by having the antireflection structure to which array forming of the fine projection was carried out on the surface. The array cycle of the fine projection which constitutes the aforementioned antireflection structure may be made smaller than the wavelength of the incident light which enters into the aforementioned photoelectric conversion part and generates an electric charge.

The photoelectric conversion part by which the solid state imaging device of the present invention was formed in the semiconductor substrate and the aforementioned semiconductor substrate, In the interface of the insulator layer which consists of a refractive index which the charge transfer section which transmits the electric charge generated from the aforementioned photoelectric conversion part is provided, and the multilayer insulator layer which consists of a transparent material is formed in the upper layer of the aforementioned photoelectric conversion part, and is different among this multilayer insulator layer, The insulator layer on the lower layer side is characterized by having the antireflection structure to which array forming of the fine projection was carried out on the surface. The array cycle of the fine projection which constitutes the aforementioned antireflection structure may be made smaller than the wavelength of the incident light which enters into the aforementioned photoelectric conversion part and generates an electric charge. When there is unevenness (fine projection) below the wavelength of incident light, in order that light may regard it as the layer which has an inclination where a refractive index is smooth and changes from the bottom part of a projection to a tip (Graded Index), there is no rapid refractive index change in an interface, and it is effective in the loss in the case of a penetration almost being lost.

[0008]

[Mode for carrying out the invention]

Hereinafter, an embodiment of the invention is described with reference to Drawings.

First, a first working example is described with reference to Fig.1 thru/or Fig.4.

The plan view of the semiconductor substrate in which Fig.1 describes the cross sectional view of a solid state imaging device, Fig.2 describes the manufacturing process cross sectional view of the solid state imaging device of Fig.1, and Fig.3 describes the photo-diode (photoelectric conversion part) and electrode of a solid state imaging device of Fig.1, and Fig.4 are the plan views of the semiconductor substrate which describes the color filter of the solid state imaging device of Fig.1. The cross sectional view of the portion which is along the A-A' line of Fig.3 is shown in Fig.1. The CCD area image sensor shown in Fig.1 in this working example is made into an example, and is described.

[0009]

A CCD area image sensor is used for a digital camera or video, for example. This area image sensor is formed in the p type semiconductor substrate 1, for example. A plurality of n type impurity diffusion regions are formed in the surface area of the semiconductor substrate 1. The part constitutes a plurality of photo-diodes (PD) 2, and is arranged by matrix form to the predetermined region of the semiconductor substrate 1. The photo-diode 2 is called a photoelectric conversion pixel and what is called pixel, and constitutes the photoelectric

SAMSUNG EX. 1002 - 757/1684

conversion part. Since the photo-diode 2 is arranged by matrix form, it consists of a plurality of sequences, and each sequence is called pixel row. Between each pixel row, other different n type impurity diffusion regions from the photo-diode which constitutes CCD register 11 are formed. On CCD register 11, the electrode 4 laminated via the insulator layer 3 which consists of SiO_2 etc. is formed. The first electrode 41 that becomes right above CCD register 11 from polysilicon etc. among the laminated electrodes 4 is formed, and the second electrode 42 which consists of polysilicon etc. via the insulator layer 3 is formed on it. The electrode 4 and CCD register 11 constitute the vertical charge transfer register. The end is made to overlap the two electrodes 41 and 42, and they are formed. The electric charge converted with the photo-diode 2 (photoelectric conversion part), It is shifted to CCD register 11 by the first electrode 41, and the inside of a vertical charge transfer register is transmitted by the 1st and the second electrodes 41 and 42, and it is sent to a horizontal charge transfer register (not shown), and is further outputted to outside from this horizontal charge transfer register.

[0010]

The insulator layer 3 accumulates with a CVD method etc. on the semiconductor substrate 1 so that the photo-diode 2, and level and a vertical charge transfer register may be covered. On this insulator layer 3, the light-shielding film 5 which consists of aluminum etc. so that the photo-diode 2 may not be covered is selectively formed so that it may be level and a vertical charge transfer register may be covered. Next, the passivation film 6 consisting of a silicon nitride film (SiN) etc. is formed on the semiconductor substrate 1 so that the light-shielding film 5 and the insulator layer 3 may be covered. Other materials, such as a silicon oxide film, can be used for this passivation film. The color filter 8 of red (R) green (G) blue (B) is formed on this passivation film 6. The color filter 8 is fixed with the insulator layer 9 consisting of organic resin, and the micro lens 10 is formed on the insulator layer 9. The color filter 8 and the micro lens 10 are arranged so that the photo-diode 2 may be covered.

In this working example, the antireflection structure which is the characteristics of the present invention is formed in a passivation film. As shown in the figure, the fine projection 7 is formed in the surface of the passivation film 6 as an antireflection structure. As for the passivation film 6, the fine projection 7 is formed in thickness d of the inner surface of thickness D. Therefore, the portion of lower thickness h mainly has a function as a passivation film.

[0011]

If the fine projection which constitutes an antireflection structure is formed so that it may become smaller than the wavelength of an incident light at a photo-diode (photoelectric conversion part), an efficient antireflection operation will be obtained. Therefore, in this working example, from the inside of the cycle of 0.05-1 micrometer, and one or more aspect ratios, a fine projection chooses a predetermined value and array forming is carried out. However, by the present invention, a fine projection can be arranged at random within the scope of the cycle of 0.05-1 micrometer, and one or more aspect ratios, and it can also be constituted so that an aspect ratio may be changed at random.

Next, the arrangement on the semiconductor substrate of the CCD area image sensor shown in Fig.1 with reference to Fig.3 is described. The electrode 4 formed on the sequence of the photo-diode (PD) 2 and the CCD register is alternately located in a line with the sensor part of the semiconductor substrate 1. The electric charge converted with the photo-diode 2 (photoelectric conversion part) as mentioned above is shifted to a CCD register, the inside of a vertical charge transfer register is transmitted to it by the electrode 4, it is sent to the horizontal charge transfer register 12, and is outputted to outside from this horizontal charge transfer register 12. The peripheral circuit part which drives an I/O terminal and an electrode is formed in the region in which the sensor part of the semiconductor substrate 1 is not formed.

[0012]

SAMSUNG EX. 1002 - 758/1684

Next, the color filter attached to the sensor part of Fig.3 with reference to Fig.4 is described. The color filter 8 is formed on a passivation film so that the photo-diode 2 top and its neighborhood may be covered. The color of a filter is arranged so that it may differ every photo-diode 2. As shown in the figure, the color filter 8 of red (R) green (G) blue (B) is formed on the four photo-diodes 2, respectively. Considering the four color filters 8 shown in the figure as one color pattern, this color pattern covers a substrate top and the color filter 8 is formed on the surface of a CCD area image sensor. The color filter 8 is fixed with the insulator layer consisting of organic resin, and a micro lens is formed on this insulator layer. A micro lens is formed so that it may be arranged right above the photo-diode 2.

[0013]

Next, the manufacturing process of the CCD area image sensor shown in Fig.1 with reference to Fig.2 is described. First, the impurity diffusion region which constitutes the photo-diode 2 and CCD area image sensor 11 in the semiconductor substrate 1 which consists of silicon is formed, The electrode 4 covered with the insulator layer 3 which consists of SiO_2 etc. is formed on the semiconductor substrate 1, and the light-shielding film 5 of aluminum is formed via the insulator layer 3 on the electrode 4. The photo-diode 2 which carries out photoelectric conversion of the light which entered into the semiconductor substrate 1 is provided by matrix form, and a light-shielding film is formed in the electrode 4 for making an electric charge transmit in the form which adjoins a transverse direction and the portion corresponding to this. And the silicon nitride film (SiN) which constitutes the passivation film 6 is made to deposit about 400 nm in thickness on the insulator layer 3 (Fig.2 (a)).

[0014]

Next, 200 nm of film thickness applied EB (electron beam) resist to the semiconductor substrate 1, and one side performed EB drawing and development for this, and formed the resist pattern 14 of island shape so that space with an adjacent pattern might be set to 100 nm at 100 nm (Fig.2 (b)). Next, use the resist pattern of island shape as a mask, and by RIE (Reactive Ion Etching), It etches until a resist is lost by CF_4/Ar=20/80sccm, pressure 10Torr, and the power 200W (). That is, SiN/resist carries out low selection-ratio etching, and it forms the pattern of the fine projection 7 of the cycle of 200 nm, and the aspect ratio 1.5 in a silicon nitride film (SiN). Thus, the antireflection structure which consists of the fine projection 7 is obtained on the surface of the semiconductor substrate 1 (Fig.2 (c)).

The insulator layer 9 and the micro lens 10 which consists of the color filter 8 and organic resin are formed on the pattern of the fine projection 7, and a CCD area image sensor is completed (refer to Fig.1).

[0015]

By forming a fine projection pattern on the passivation film of a semiconductor substrate surface, the interface reflection with a color filter was reduced and the sensitivity characteristic improved 8% conventionally as compared with the CCD area image sensor of structure.

the insulator layer (organic resin --) which is formed on the passivation film (refractive index n= 1.9-2.0) and the surface of the CCD area image sensor formed on the semiconductor substrate, and fixes a color filter In n= 1.5, although refractive indices differ, a reflection of the light which occurs by a passivation film can be made very small by having formed an one or more-aspect ratio fine projection in the lower layer insulator layer (passivation film) of the interface with the cycle below the wavelength of incident light. Therefore, the CCD area image sensor with which the loss of incident light quantity was small excellent in the sensitivity characteristic is obtained. Thus, in the whole region of a light range (400 nm - 700 nm), the surface reflectance of the passivation film was able to be reduced to 2% or less by forming a fine projection in a passivation film. Since a reflection of the incident light which happens by the interface from which a refractive index differs can be reduced according to this method,

SAMSUNG EX. 1002 - 759/1684

without using methods, such as formation of a multilayer interference film, the CCD area image sensor excellent in the sensitivity characteristic is obtained without changing the existing film constitution largely.

[0016]

Next, a second working example is described with reference to Fig.5 and Fig.6.

Fig.5 and Fig.6 are the cross sectional views of a solid state imaging device. A CCD area image sensor is made into an example, and this working example is described. This area image sensor is formed in the p type semiconductor substrate 21, for example. A plurality of n type impurity diffusion regions are formed in the surface area of the semiconductor substrate 21. The part constitutes a plurality of photo-diodes (PD) 22, and is arranged by matrix form to the predetermined region of the semiconductor substrate 21. The photo-diode 22 is called a photoelectric conversion pixel and what is called pixel, and constitutes the photoelectric conversion part. Since the photo-diode 22 is arranged by matrix form, it consists of a plurality of sequences, and each sequence is called pixel row. Between each pixel row, a different n type impurity diffusion region from the photo-diode which constitutes CCD register 31 is formed. On CCD register 31, the electrode 24 laminated via the insulator layer 23 which consists of SiO_2etc. is formed. The first electrode 241 that becomes right above CCD register 31 from polysilicon etc. among the laminated electrodes 24 is formed, and the second electrode 242 which consists of polysilicon etc. via the insulator layer 23 is formed on it. The electrode 24 and CCD register 31 constitute the vertical charge transfer register. Photo-diode 22 (photoelectric conversion part)

The electric charge come out of and converted is shifted to CCD register 31 by the first electrode 241, the inside of a vertical charge transfer register is transmitted to it by the second electrode 242, it is sent to a horizontal charge transfer register (not shown), and is further outputted to outside from a horizontal charge transfer register.

[0017]

The above-mentioned insulator layer 23 accumulates with a CVD method etc. on the semiconductor substrate 21 so that the photo-diode 22, and level and a vertical charge transfer register may be covered. On this insulator layer 23, the light-shielding film 25 which consists of aluminum etc. so that the photo-diode 2 may not be covered is selectively formed so that it may be level and a vertical charge transfer register may be covered. Next, the passivation film 26 consisting of a silicon nitride film (SiN) etc. is formed on the semiconductor substrate 21 so that the light-shielding film 25 and the insulator layer 23 may be covered. The color filter 28 of red (R) green (G) blue (B) is formed on this passivation film 26. The color filter 28 is fixed with the insulator layer 29 consisting of organic resin, and the micro lens 30 is formed on the insulator layer 29. The color filter 28 and the micro lens 30 are arranged so that the photo-diode 22 may be covered.

[0018]

The way (micro-lens 30-color filter 28-passivation film 26-insulator layer 23-photo-diode 22) along which the light from the outside passes, When the passivation film 26 is a silicon nitride film (SiN), an opportunity for incident light to reflect increases more than other films largely (n= 1.9-2.0), and the refractive index n has become one of the causes which degrades a sensitivity characteristic. Therefore, the passivation film of this portion was removed and it was possible to form the portion (opening) which does not have a film in a passivation film. However, if an opening is formed in this way, the color filter by which formation arrangement is carried out will not be stably installed on it. Then, the ground in which a color filter was placed formed the color filter flattening film on the passivation film evenly conventionally. In this working example, it has such a structure. Organic resin whose refractive index n is about 1.5 is used for the flattening film.

SAMSUNG EX. 1002 - 760/1684

Therefore, in this working example, the opening 261 is provided into the portion of the light path which is on the passivation film 26 which used the silicon nitride film on the photo-diode 22. And the light-shielding film 25 also covers the side surface of a light path, and makes shielding effects high so that the insulator layer 23 which covers the laminated electrode 24 may be wrapped. The insulator layers 33, such as a silicon oxide film, are formed in the portion in contact with the photo-diode 22 which is the lower part of a light path by the CVD method etc., and the color filter flattening film 34 consisting of organic resin etc. is formed on this insulator layer 33 and the passivation film 26.

[0019]

In this working example, the antireflection structure which is the characteristics of the present invention is formed in the surface portion of the insulator layer 33 which consists of a silicon oxide film. As shown in the figure, the fine projection 27 is formed in the surface of the insulator layer 33 provided by the light path as an antireflection structure. If the array cycle of the fine projection 27 which constitutes an antireflection structure is made smaller to the photo-diode 22 than the wavelength of an incident light, an efficient antireflection operation will be obtained. Therefore, in this working example, from the inside of the cycle of 0.05-1 micrometer, and one or more aspect ratios, a fine projection chooses a predetermined value and array forming is carried out. However, a fine projection can be arranged at random within the scope of the cycle of 0.05-1 micrometer, and one or more aspect ratios, and it can also be constituted so that an aspect ratio may be changed at random.

The color filter flattening film (refractive-index n= abbreviation 1.5) of the CCD area image sensor formed on the semiconductor substrate, The insulator layer (n= 1.45) which consists of the silicon oxide film which touches this differs that the difference is small in the refractive index, Although it is in the environment where a reflection occurs, a reflection of the light which occurs with an insulator layer can be made very small by having formed an one or more-aspect ratio fine projection in the lower layer insulator layer of the interface with the predetermined cycle below the wavelength of incident light. Therefore, the CCD area image sensor with which the loss of incident light quantity was small excellent in the sensitivity characteristic is obtained. Thus, in the whole region of a light range (400 nm - 700 nm), the surface reflectance of the passivation film was able to be reduced to 2% or less by forming a fine projection in a passivation film. Since a reflection of the incident light which happens by the interface from which a refractive index differs can be reduced according to this method, without using methods, such as formation of a multilayer interference film, the CCD area image sensor excellent in the sensitivity characteristic is obtained without changing the existing film constitution largely.

[0020]

In order to form an opening in a passivation film, after making a passivation film deposit, two kinds of methods, the case where etch this selectively and opening formation is carried out, and when carrying out the mask of the predetermined portion to an opening configuration from the beginning and depositing a passivation film, can be used.

As for the solid state imaging device shown in Fig.5, the opening is formed in the passivation film. However, in this working example, it can also be used as it is without forming an opening in a passivation film. Fig.6 is an example using a passivation film without an opening. In this example, the process of forming an opening in a passivation film can be skipped.

[0021]

Next, the 3rd working example is described with reference to Fig.7.

Fig.7 is a cross sectional view of a solid state imaging device. A CCD area image sensor is made into an example, and this working example is described. This area image sensor is formed in the p type semiconductor substrate 41, for example. A plurality of n type impurity

SAMSUNG EX. 1002 - 761/1684

diffusion regions are formed in the surface area of the semiconductor substrate 41. The part constitutes a plurality of photo-diodes (PD) 42, and is arranged by matrix form to the predetermined region of the semiconductor substrate 41. The photo-diode (pixel) 42 constitutes the photoelectric conversion part. Since the photo-diode 42 is arranged by matrix form, it consists of a plurality of sequences, and each sequence is called pixel row. Between each pixel row, a different n type impurity diffusion region from the photo-diode which constitutes CCD register 51 is formed. On CCD register 51, the electrode 44 laminated via the insulator layer 43 which consists of SiO_2 etc. is formed. The first electrode 441 that becomes right above CCD register 51 from polysilicon etc. among the laminated electrodes 44 is formed, and the second electrode 442 which consists of polysilicon etc. via the insulator layer 43 is formed on it. The electrode 44 and CCD register 51 constitute the vertical charge transfer register. The electric charge converted with the photo-diode 42 (photoelectric conversion part), It is shifted to CCD register 51 by the first electrode 441, and the inside of a vertical charge transfer register is transmitted by the second electrode 442, and it is sent to a horizontal charge transfer register (not shown), and is further outputted to outside from a horizontal charge transfer register.

[0022]

The above-mentioned insulator layer 43 accumulates with a CVD method etc. on the semiconductor substrate 41 so that the photo-diode 42, and level and a vertical charge transfer register may be covered. On this insulator layer 43, the light-shielding film 45 which consists of aluminum etc. so that the photo-diode 42 may not be covered is selectively formed so that it may be level and a vertical charge transfer register may be covered. Next, the passivation film 46 consisting of a silicon nitride film (SiN) etc. is formed on the semiconductor substrate 41 so that the light-shielding film 45 and the insulator layer 43 may be covered. They are red (R) green (G) and blue on this passivation film 46. The color filter 48 of (B) is formed. The color filter 48 is fixed with the insulator layer 49 consisting of organic resin, and the micro lens 50 is formed on the insulator layer 49. The color filter 48 and the micro lens 50 are arranged so that the photo-diode 42 may be covered.

[0023]

The way along which the light from the outside passes like a second working example, Since the refractive index n is one of the causes which an opportunity for incident light to reflect increases [**] more than other films largely (n= 1.9-2.0), and degrades a sensitivity characteristic when a passivation film is a silicon nitride film (SiN), In this working example, the passivation film of this portion is removed and the portion (opening 461) which does not have a film in the passivation film 46 is formed. And the ground in which a color filter is placed forms the color filter flattening film 54 on the passivation film 46 evenly. Organic resin whose refractive index n is about 1.5 is used for the flattening film 54. The light-shielding film 45 also covers the side surface of a light path, and makes shielding effects high so that the insulator layer 43 which covers the electrode 44 may be wrapped. The insulator layers 53, such as a silicon oxide film, are formed in the portion in contact with the photo-diode 42 which is the lower part of a light path by the CVD method etc., and the above-mentioned color filter flattening film 54 is formed on this insulator layer 53 and the passivation film 46.

In this working example, the antireflection structure which is the characteristics of the present invention is formed in the surface portion of the semiconductor substrate 41 which consists of silicon. As shown in the figure, the fine projection 47 is formed in the surface of the photo-diode 42 exposed to a light path as an antireflection structure. If the array cycle of the fine projection 47 which constitutes an antireflection structure is made smaller to the photo-diode 42 than the wavelength of an incident light, an efficient antireflection operation will be obtained. Therefore, in this working example, from the inside of the cycle of 0.05-1

SAMSUNG EX. 1002 - 762/1684

micrometer, and one or more aspect ratios, a fine projection chooses a predetermined value and array forming is carried out. However, a fine projection can be arranged at random within the scope of the cycle of 0.05-1 micrometer, and one or more aspect ratios, and it can also be constituted so that an aspect ratio may be changed at random.

[0024]

The insulator layer (n= 1.45) 53 and the semiconductor substrate (n> 3) 41 which consists of a silicon oxide film which touch the color filter flattening film formed on the semiconductor substrate differ in the refractive index largely, Although it is in the environment where a reflection occurs, a reflection of the light which occurs with a semiconductor substrate can be made very small by having formed the one or more-aspect ratio fine projection 47 in the photo-diode 42 of the lower layer semiconductor substrate 41 of the interface with the predetermined cycle below the wavelength of incident light. Therefore, the CCD area image sensor with which the loss of incident light quantity was small excellent in the sensitivity characteristic is obtained. Thus, in the whole region of a light range (400 nm - 700 nm), the surface reflectance of the passivation film was able to be reduced to 2% or less by forming a fine projection in a passivation film. Since a reflection of the incident light which happens by the interface from which a refractive index differs can be reduced according to this method, without using methods, such as formation of a multilayer interference film, the CCD area image sensor excellent in the sensitivity characteristic is obtained without changing the existing film constitution largely.

The method of forming an opening in a passivation film is as having described in the second working example.

Although the antireflection structure which reduces a reflection of the incident light which happens by the interface from which a refractive index differs is formed in one place in a second working example and the 3rd working example, respectively, in the interface from which a refractive index differs in the present invention, the place where environment is bad is able to apply to all with plurality. For example, an antireflection structure can be provided to two places so that a second working example and the 3rd working example may be doubled.

[0025]

Next, the 4th working example is described with reference to Fig.8.

Fig.8 is a cross sectional view of a solid state imaging device. In this working example, a CCD linear image sensor is described as a solid state imaging device. The photo-diode (pixel) of a photoelectric conversion part has arranged the linear image sensor to one dimension. To the semiconductor substrate 61, provide linearly the photo-diode 62 used as a photoelectric conversion part, and to it by the same method as a first working example, The electrode 64 consisting of the polysilicon etc. which comprised the first electrode 641 and the second electrode 642 was formed, and the aluminum light-shielding film 65 was formed via the insulator layer 63 which consists of a silicon oxide film. CCD register (n type impurity diffusion region) 68 which constitutes a charge transfer register with the electrode 64 is formed in the surface area of the semiconductor substrate 61 under the electrode 64. The silicon oxide film (PSG) of the phosphorus dope was formed in the passivation film 66 used as the topmost film at 400 nm in thickness.

The electric charge converted with the photo-diode 62 (photoelectric conversion part) is shifted to CCD register 68 by the first electrode 641, and the inside of a charge transfer register is transmitted to it by the second electrode 642, and it is outputted to outside from here.

[0026]

The pattern of the fine projection 67 was formed in the PSG passivation film 66 on the photo-diode 62 by RIE by EB drawing like the first working example. Here, the color filter did not form in the upper part of the fine projection 67, but it considered it as monochrome purpose.

SAMSUNG EX. 1002 - 763/1684

The interface reflection with surface PSG and air could be inhibited, and the sensitivity characteristic improved 4% conventionally as compared with the CCD linear image sensor of structure.

Although the air (n= abbreviation 1) in contact with the passivation film (refractive index n= 1.9-2.0) and the surface of the CCD area image sensor formed on the semiconductor substrate differs in a refractive index, By having formed an one or more-aspect ratio fine projection in the lower layer insulator layer (passivation film) of the interface with the cycle below the wavelength of incident light, a reflection of the light which occurs by a passivation film can be made very small. Therefore, the CCD linear image sensor with which the loss of incident light quantity was small excellent in the sensitivity characteristic is obtained. Thus, in the whole region of a light range (400 nm - 700 nm), the surface reflectance of a passivation film can be reduced to 2% or less by forming a fine projection in a passivation film. Since a reflection of the incident light which happens by the interface from which a refractive index differs can be reduced according to this method, without using methods, such as formation of a multilayer interference film, the CCD linear image sensor excellent in the sensitivity characteristic is obtained without changing the existing film constitution largely.

[0027]

[Effect of the Invention]

As mentioned above, according to the present invention, a reflection of the incident light which happens by the interface from which a refractive index differs can be reduced without using methods, such as formation of a multilayer interference film, and the solid state imaging device excellent in the sensitivity characteristic can be provided, without changing the existing film constitution largely.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]The cross sectional view of the solid state imaging device concerning the first working example of the present invention.

[Drawing 2]The manufacturing process cross sectional view of the solid state imaging device of Fig.1.

[Drawing 3]The plan view of the semiconductor substrate which describes the photo-diode (photoelectric conversion part) and electrode of a solid state imaging device of Fig.1.

[Drawing 4]The plan view of the semiconductor substrate which describes the color filter of the solid state imaging device of Fig.1.

[Drawing 5]The cross sectional view of the solid state imaging device concerning the second working example of the present invention.

[Drawing 6]The cross sectional view of the solid state imaging device concerning the second working example of the present invention.

[Drawing 7]The cross sectional view of the solid state imaging device concerning the 3rd working example of the present invention.

[Drawing 8]The cross sectional view of the solid state imaging device concerning the 4th working example of the present invention.

[Drawing 9]The cross sectional view of the CCD area image sensor which is the conventional solid state imaging device.

[Explanations of letters or numerals]

1, 21, 41, 61, 101 ... Semiconductor substrate

2, 22, 42, 62, 102 ... Photo-diode (photoelectric conversion part)

3, 23, 33, 43, 53, 63, 103 ... Insulator layer

4, 24, 44, 64, 104 ... Electrode

5, 25, 45, 65, 105 ... Light-shielding film

6, 26, 46, 66, 106 ... Passivation film

SAMSUNG EX. 1002 - 764/1684

7, 27, 47, 67 ... Fine projection (antireflection structure)
8, 28, 48, 108 ... Color filter
9, 29, 49, 109 ... Insulator layer consisting of organic resin
10, 30, 50, 110 ... Micro lens
11, 31, 51, 68, 111 ... CCD register
12 ... Level charge transfer REJISHITA
13 ... Peripheral circuit 14 ... Resist pattern
34, 54, 112 ... Color filter flattening film
41, 141, 241, 441, 641 ... First electrode
42, 142, 242, 442, 642 ... Second electrode
261, 461 ... Opening

SAMSUNG EX. 1002 - 765/1684

DRAWINGS

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

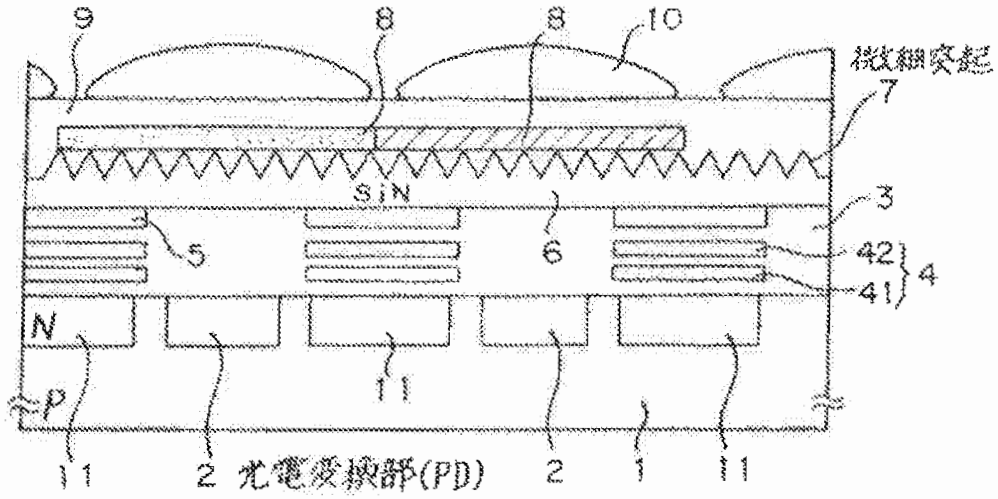
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

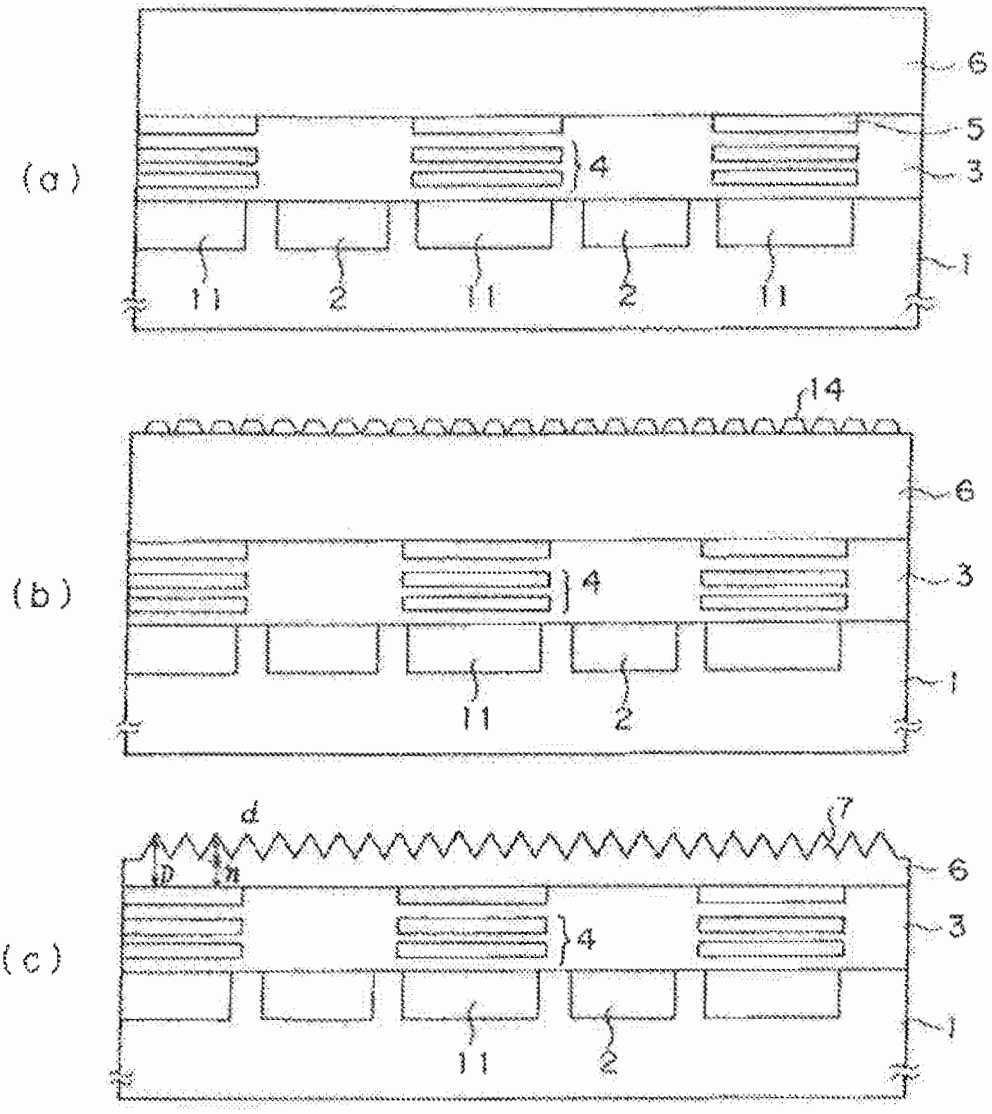
DRAWINGS

[Drawing 1]



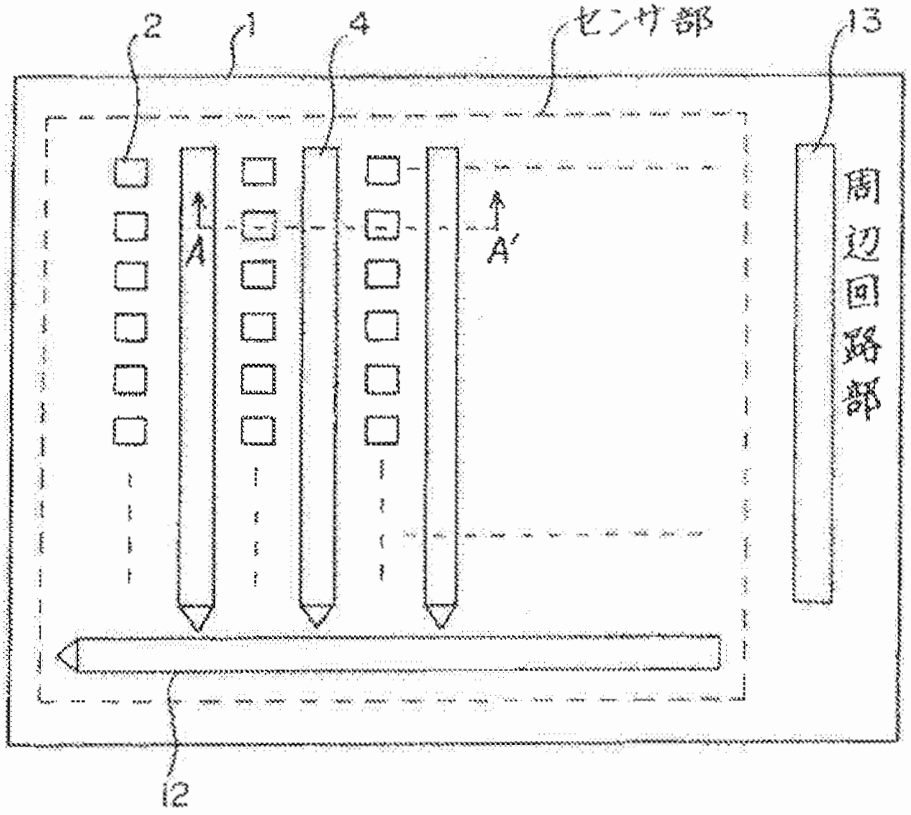
[Drawing 2]

SAMSUNG EX. 1002 - 766/1684

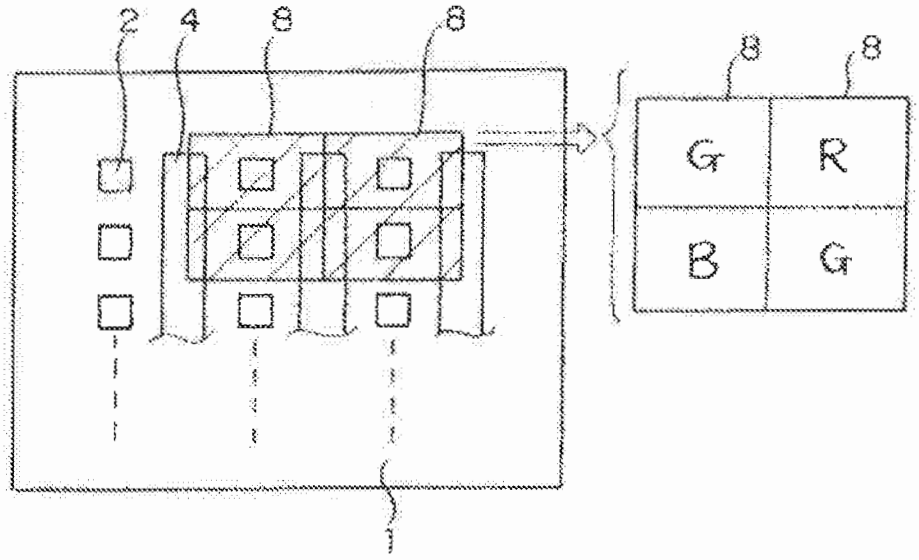


[Drawing 3]

SAMSUNG EX. 1002 - 767/1684

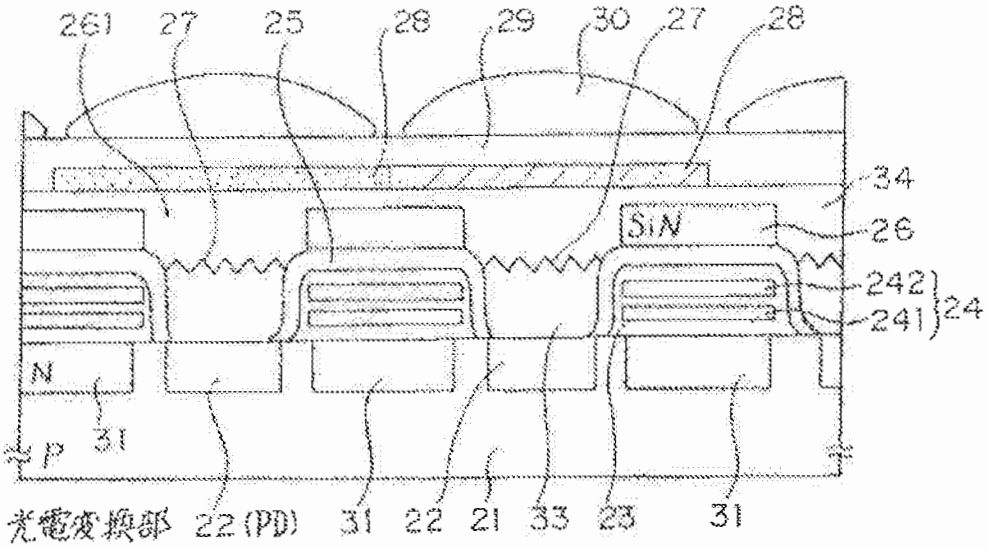


[Drawing 4]

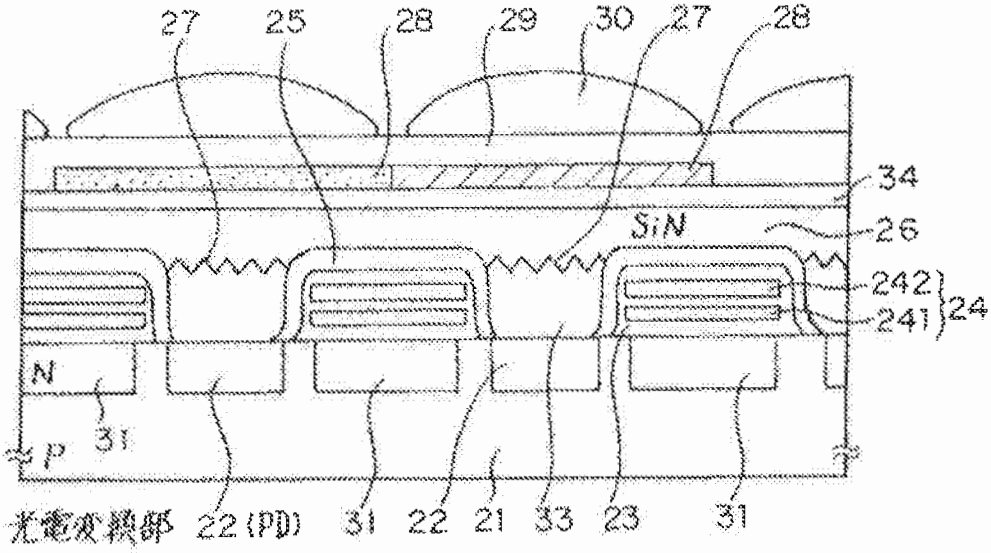


[Drawing 5]

SAMSUNG EX. 1002 - 768/1684

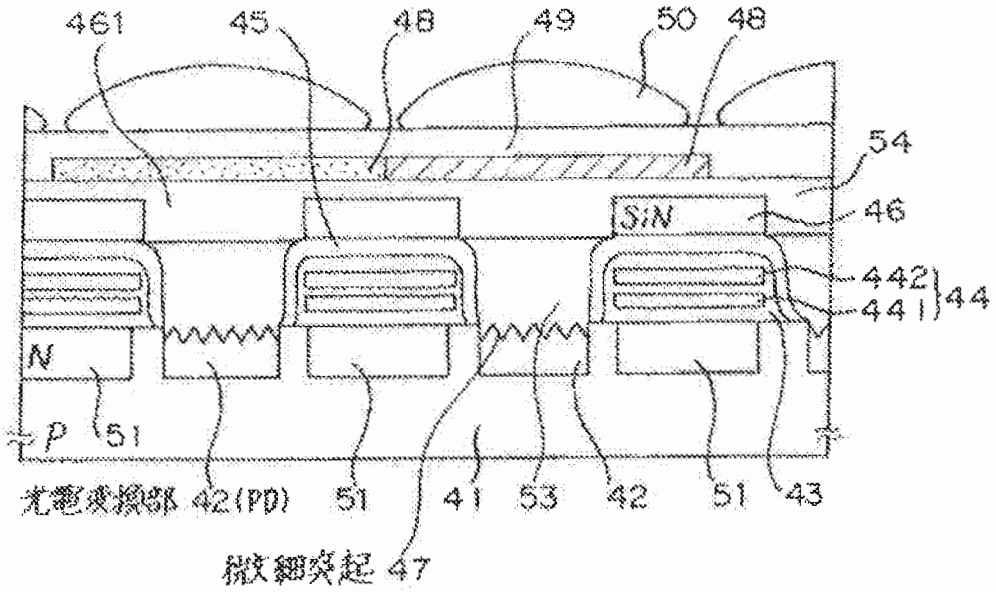


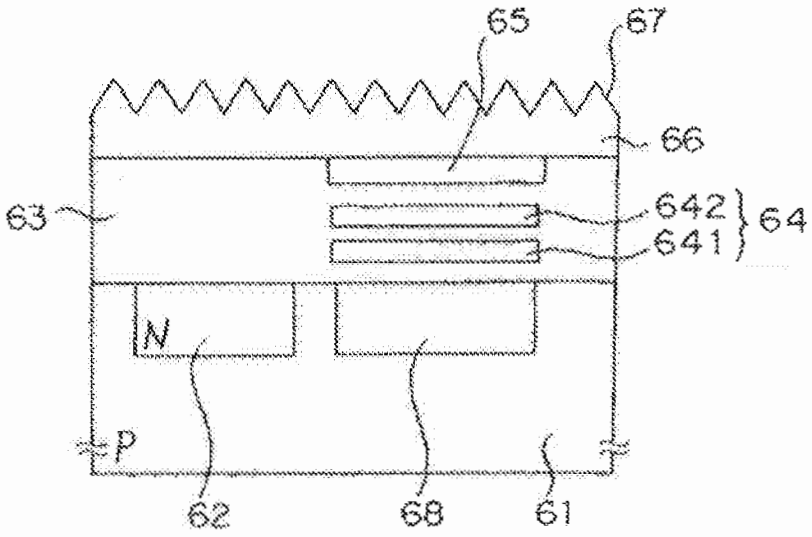
[Drawing 6]



[Drawing 7]

SAMSUNG EX. 1002 - 769/1684

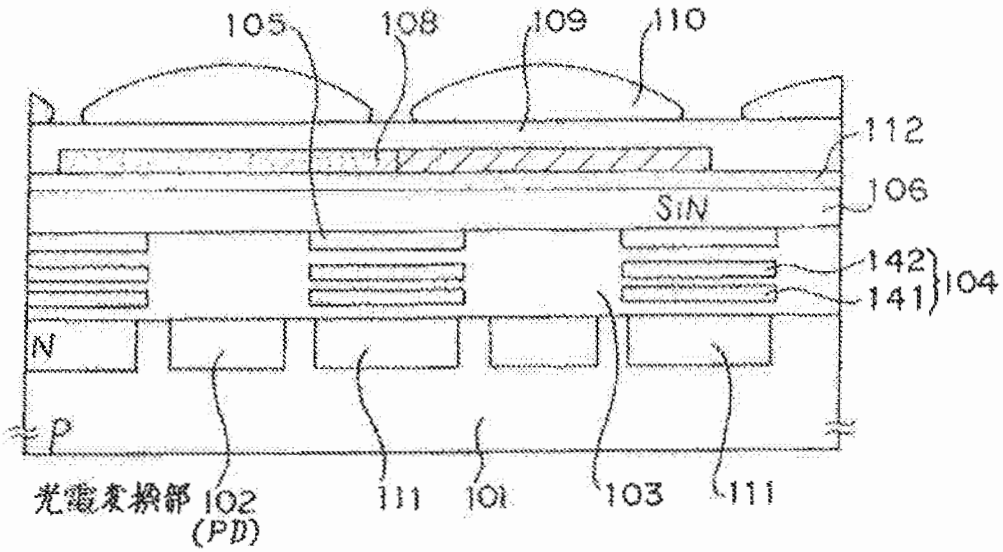




[Drawing 8]

SAMSUNG EX. 1002 - 770/1684

[Drawing 9]



SAMSUNG EX. 1002 - 771/1684

(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2004-47682
(P2004-47682A)
(43)公開日　平成16年2月12日(2004.2.12)

(51)Int.Cl.[7]	F I		テーマコード（参考）
H01L 27/146	H01L 27/14	B	4M118
H04N 5/335	H04N 5/335	U	5C024

審査請求 未請求　請求項の数 8　OL　（全 12 頁）

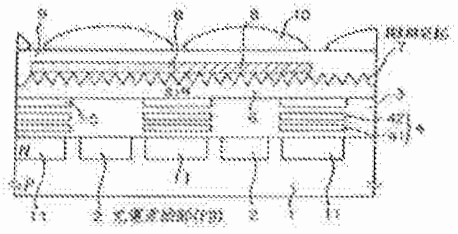
(21)出願番号　特願2002-202323(P2002-202323)
(22)出願日　平成14年7月11日(2002.7.11)

(71)出願人　000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目１番１号
(74)代理人　100087629
弁理士　竹村　壽
(72)発明者　大橋　健一
神奈川県川崎市幸区小向東芝町１番地　株式会社東芝マイクロエレクトロニクスセンター内

Fターム(参考)　4M118 AB01 BA10 BA13 CA02 CA03
CA32 CA33 CA34 EA14 EA20
FA06 GB03 GB08 GC07 GD04
GD07
5C024 CY47 EX01 GX01

(54)【発明の名称】固体撮像装置

(57)【要約】
【課題】基板表面及び内部の屈折率が異なる膜界面で起きる光の反射を極く小さくして入射光量の損失が小さく感度特性に優れた固体撮像装置を提供する。
【解決手段】半導体基板１上に形成された固体撮像装置のパッシベーション膜６、フォトダイオード２が形成されたシリコン半導体基板１の表面もしくは半導体基板表面上に形成された多層の絶縁膜３、６のうち屈折率が異なる界面の下層の絶縁膜に入射光の波長以下の周期で、アスペクト比１以上の微細突起７を設ける。図ではパッシベーション膜に形成するが、フォトダイオード２の表面、絶縁膜３の表面に反射防止構造体を設けることができる。微細突起の形成により、パッシベーション膜、半導体基板表面もしくは内部の屈折率が異なる膜界面で起きる光の反射を極めて小さくできるため入射光量の損失が小さく感度特性に優れた固体撮像装置が得られる。
【選択図】　図１



SAMSUNG EX. 1002 - 772/1684

【特許請求の範囲】
【請求項１】
半導体基板と、
前記半導体基板に形成された光電変換部と、
前記光電変換部から生成された電荷を転送する電荷転送部と、
前記半導体基板上に形成され、前記光電変換部及び前記電荷転送部を被覆するパッシベーション膜とを具備し、
前記パッシベーション膜は、その表面に微細突起が配列形成された反射防止構造体を有することを特徴とする固体撮像装置。
【請求項２】
前記反射防止構造体を構成する微細突起は、０．０５～１μｍの周期、１以上のアスペクト比で配列形成されていることを特徴とする請求項１に記載の固体撮像装置。
【請求項３】
前記反射防止構造体を構成する微細突起は、０．０５～１μｍの周期及び１以上のアスペクト比の範囲内でランダムに配列され、ランダムにアスペクト比が変化することを特徴とする請求項１に記載の固体撮像装置。
【請求項４】
前記反射防止構造体を構成する微細突起の配列周期は、前記光電変換部に入射して電荷を生成する入射光の波長より小さいことを特徴とする請求項１又は請求項２に記載の固体撮像装置。
【請求項５】
半導体基板と、
前記半導体基板に形成された光電変換部と、
前記光電変換部から生成された電荷を転送する電荷転送部とを具備し、
前記光電変換部は、その表面に微細突起が配列形成された反射防止構造体を有することを特徴とする固体撮像装置。
【請求項６】
前記反射防止構造体を構成する微細突起の配列周期は、前記光電変換部に入射して電荷を生成する入射光の波長より小さいことを特徴とする請求項５に記載の固体撮像装置。
【請求項７】
半導体基板と、
前記半導体基板に形成された光電変換部と、
前記光電変換部から生成された電荷を転送する電荷転送部とを具備し、
前記光電変換部の上層には透明な材質からなる多層の絶縁膜が形成され、この多層の絶縁膜のうち、異なる屈折率からなる絶縁膜の界面において、その下層側の絶縁膜は、その表面に微細突起が配列形成された反射防止構造体を有することを特徴とする固体撮像装置。
【請求項８】
前記反射防止構造体を構成する微細突起の配列周期は、前記光電変換部に入射して電荷を生成する入射光の波長より小さいことを特徴とする請求項７に記載の固体撮像装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、固体撮像装置に関し、とくに新規な構造を有する反射防止層を備えた感度特性の優れた固体撮像装置に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
電荷結合素子（ＣＣＤ：Ｃｈａｒｇｅｄ　Ｃｏｕｐｌｅｄ　Ｄｅｖｉｃｅ）やＣＭＯＳ（Ｃｏｍｐｌｅｍｅｎｔａｒｙ　Ｍｅｔａｌ　Ｏｘｉｄｅ　Ｓｅｍｉｃｏｎｄｕｃｔｏｒ）センサー等の固体撮像装置では、通常パッシベーション膜として表面にSiO_2やＳｉＮ等の絶縁膜が形成されている。光が固体撮像装置に入射すると、空気（ｎ＝１）と

SAMSUNG EX. 1002 - 773/1684

ＳｉＮ（ｎ～２．０（略２．０））の屈折率差のために界面での光反射が起こり、反射した光はその下に形成されたフォトダイオードに到達せず、その結果入射光量に対して、十分な感度が得られない等の問題があった。

【０００３】

従来の固体撮像装置を図９に示されたＣＣＤエリアイメージセンサを例にして説明する。ＣＣＤエリアイメージセンサは、例えば、デジタルカメラやビデオに用いられる。このエリアイメージセンサは、例えば、ｐ型半導体基板１０１に形成される。半導体基板１０１の表面領域には、複数のｎ型不純物拡散領域が形成されている。その内の１種類はフォトダイオード１０２を構成し、半導体基板１０１の所定の領域にマトリックス状に配列されている。フォトダイオード１０２は、画素といい、光電変換部を構成している。フォトダイオード１０２は、マトリックス状に配列されているので、複数の列からなり、各列を画素列という。各画素列間にはＣＣＤレジスタ１１１を構成する他のｎ型不純物拡散領域が形成されている。ＣＣＤレジスタ１１１の上には、絶縁膜を介して積層された電極１０４が形成されている。ＣＣＤレジスタ１１１の直上にはポリシリコン等からなる第１の電極１４１が形成され、その上にポリシリコンなどからなる第２の電極１４２が形成されている。電極１０４及びＣＣＤレジスタ１１１は、垂直電荷転送レジスタを構成している。第１の電極１４１によりフォトダイオード１０２（光電変換部）で変換された電荷は、ＣＣＤレジスタ１１１へシフトされ、第２の電極１４２により垂直電荷転送レジスタ内を送られて水平電荷転送レジスタ（図示しない）に送られ、この水平電荷転送レジスタから外部へ出力される。

【０００４】

フォトダイオード１０２、水平及び垂直電荷転送レジスタが被覆されるように半導体基板１０１上にＣＶＤ法などによりＳｉＯ２絶縁膜１０３が堆積される。この絶縁膜１０３上に、水平及び垂直電荷転送レジスタを被覆するように、そして、フォトダイオード１０２を被覆しないように、アルミニウムなどからなる遮光膜１０５を選択的に形成する。次に、遮光膜１０５及び絶縁膜１０３を被覆するように半導体基板１０１上にシリコン窒化膜（ＳｉＮ）などからなるパッシベーション膜１０６を形成する。このパッシベーション膜１０６上に有機樹脂からなるカラーフィルタ平坦化膜１１２を介して赤（Ｒ）、緑（Ｇ）、青（Ｂ）のカラーフィルタ１０８を形成する。パッシベーション膜１０６の上には有機樹脂からなるカラーフィルタ平坦化膜１１２が形成されている。カラーフィルタ１０８は、有機樹脂よりなる絶縁膜１０９で固定され、絶縁膜１０９上には、マイクロレンズ１１０が形成されている。そして、カラーフィルタ１０８及びマイクロレンズ１１０は、フォトダイオード１０２の上に配置されるように形成されている。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】

このような従来の固体撮像装置において、変換効率を高めるためには、入射する光が反射することなく光電変換部において変換されることが必要である。可能な限り反射を少なくするための反射防止の方法としては、単層もしくは多層干渉膜を利用した反射防止膜のコーティングが知られている。これらは、特定の波長域で優れた反射防止特性を有しているが、可視光全域において優れた反射防止膜を形成することは困難である。また、これらの方法は、各膜の膜厚に敏感であり、安定した反射防止特性を維持するためには製造上の管理が困難であるなどの多くの問題を抱えている。

本発明は、このような事情によりなされたものであり、基板表面及び内部の屈折率が異なる膜界面で起きる光の反射を極めて小さくして入射光量の損失が小さく、感度特性に優れた固体撮像装置を提供する。

【０００６】

【課題を解決するための手段】

本発明は、半導体基板上に形成された固体撮像装置のパッシベーション膜、フォトダイオードが形成されたシリコン表面もしくはシリコン表面上に形成された多層の絶縁膜のうち屈折率が異なる界面の下層の絶縁膜に可視光や赤外線などの入射光の波長以下の周期でア

SAMSUNG EX. 1002 - 774/1684

スペクト比１以上の微細な突起を形成したことを特徴としている。微細突起の形成により、パッシベーション膜、半導体基板表面もしくは内部の屈折率が異なる境界面で起きる光の反射を極めて小さくできるため入射光量の損失が小さく感度特性に優れた固体撮像装置が得られる。本発明に用いるパッシベーション膜にはシリコン窒化膜（ＳｉＮ）あるいはＰＳＧなどのシリコン酸化膜（SiO_2）などが用いられる。

本発明の固体撮像装置は、半導体基板と、前記半導体基板に形成された光電変換部と、前記光電変換部から生成された電荷を転送する電荷転送部と、前記半導体基板上に形成され、前記光電変換部及び前記電荷転送部を被覆するパッシベーション膜とを具備し、前記パッシベーション膜は、微細突起が配列形成された反射防止構造体を有することを特徴としている。前記反射防止構造体を構成する微細突起は、０．０５～１μｍの周期、１以上のアスペクト比で配列形成されているようにしても良い。前記反射防止構造体を構成する微細突起は、０．０５～１μｍの周期及び１以上のアスペクト比の範囲内でランダムに配列し、ランダムにアスペクト比が変化するようにしても良い。前記反射防止構造体を構成する微細突起の配列周期は、前記光電変換部に入射して電荷を生成する入射光の波長より小さいようにしても良い。

【０００７】

また、本発明の固体撮像装置は、半導体基板と、前記半導体基板に形成された光電変換部と、前記光電変換部から生成された電荷を転送する電荷転送部とを具備し、前記光電変換部は、その表面に微細突起が配列形成された反射防止構造体を有することを特徴としている。前記反射防止構造体を構成する微細突起の配列周期は、前記光電変換部に入射して電荷を生成する入射光の波長より小さくしても良い。

また、本発明の固体撮像装置は、半導体基板と、前記半導体基板に形成された光電変換部と、前記光電変換部から生成された電荷を転送する電荷転送部とを具備し、前記光電変換部の上層には透明な材質からなる多層の絶縁膜が形成され、この多層の絶縁膜のうち、異なる屈折率からなる絶縁膜の界面において、その下層側の絶縁膜は、表面に微細突起が配列形成された反射防止構造体を有することを特徴としている。前記反射防止構造体を構成する微細突起の配列周期は、前記光電変換部に入射して電荷を生成する入射光の波長より小さくしても良い。入射光の波長以下の凹凸（微細突起）がある場合、光は、突起の底部から先端まで屈折率が滑らかな傾斜を持って変わる（Ｇｒａｄｅｄ　Ｉｎｄｅｘ）層と見なすため、界面での急激な屈折率変化がなく、透過の際の損失が殆どなくなるという効果がある。

【０００８】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して発明の実施の形態を説明する。

まず、図１乃至図４を参照して第１の実施例を説明する。

図１は、固体撮像装置の断面図、図２は、図１の固体撮像装置の製造工程断面図、図３は、図１の固体撮像装置のフォトダイオード（光電変換部）及び電極を説明する半導体基板の平面図、図４は、図１の固体撮像装置のカラーフィルタを説明する半導体基板の平面図である。図３のＡ－Ａ′線に沿う部分の断面図が図１に示されている。この実施例を図１に示されたＣＣＤエリアイメージセンサを一例にして説明する。

【０００９】

ＣＣＤエリアイメージセンサは、例えば、デジタルカメラやビデオに用いられる。このエリアイメージセンサは、例えば、ｐ型半導体基板１に形成される。半導体基板１の表面領域には、複数のｎ型不純物拡散領域が形成されている。その一部は複数のフォトダイオード（ＰＤ）２を構成し、半導体基板１の所定の領域にマトリックス状に配列されている。フォトダイオード２は、光電変換画素、いわゆる画素といい、光電変換部を構成している。フォトダイオード２は、マトリックス状に配列されているので、複数の列からなり、各列を画素列という。各画素列間にはＣＣＤレジスタ１１を構成するフォトダイオードとは異なる他のｎ型不純物拡散領域が形成されている。ＣＣＤレジスタ１１の上には、SiO_2などからなる絶縁膜３を介して転送された電極４が形成されている。転送された電極

SAMSUNG EX. 1002 - 775/1684

４の内、ＣＣＤレジスタ１１の直上にはポリシリコンなどからなる第１の電極４１が形成され、その上に絶縁膜３を介してポリシリコンなどからなる第２の電極４２が形成されている。電極４及びＣＣＤレジスタ１１は、垂直電荷転送レジスタを構成している。２つの電極４１、４２は、その端部をオーバーラップさせて形成される。フォトダイオード２（光電変換部）で変換された電荷は、第１の電極４１によりＣＣＤレジスタ１１へシフトされ、第１及び第２の電極４１、４２により垂直電荷転送レジスタ内を転送されて水平電荷転送レジスタ（図示しない）に送られ、さらに、この水平電荷転送レジスタから外部へ出力される。

【００１０】

フォトダイオード２、水平及び垂直電荷転送レジスタが被覆されるように半導体基板１上にＣＶＤ法などにより絶縁膜３が堆積される。この絶縁膜３上に、水平及び垂直電荷転送レジスタを被覆するように、そして、フォトダイオード２を被覆しないように、アルミニウムなどからなる遮光膜５を選択的に形成する。次に、遮光膜５及び絶縁膜３を被覆するように半導体基板１上にシリコン窒化膜（ＳｉＮ）などからなるパッシベーション膜６を形成する。このパッシベーション膜にはシリコン酸化膜などの他の材料を用いることができる。このパッシベーション膜６上に赤（Ｒ）、緑（Ｇ）、青（Ｂ）のカラーフィルタ８が形成されている。カラーフィルタ８は、有機樹脂よりなる絶縁膜９で固定され、絶縁膜９上には、マイクロレンズ１０が形成される。カラーフィルタ８及びマイクロレンズ１０は、フォトダイオード２を覆うように配置されている。

この実施例では、本発明の特徴である反射防止構造体は、パッシベーション膜に形成される。図に示すように、パッシベーション膜６の表面には反射防止構造体として微細突起７が形成されている。パッシベーション膜６は、厚さＤの内表面の厚さｄに微細突起７が形成されている。したがって、下側の厚さｈの部分がパッシベーション膜としての機能を主として持っている。

【００１１】

反射防止構造体を構成する微細突起は、フォトダイオード（光電変換部）に入射する光の波長より小さくなるように形成すると効率良い反射防止作用が得られる。したがって、この実施例では、微細突起は０．０５～１μｍの周期及び１以上のアスペクト比の内から所定の値を選択して配列形成される。しかし、本発明では、微細突起は、０．０５～１μｍの周期及び１以上のアスペクト比の範囲内でランダムに配列し、ランダムにアスペクト比を変化するように構成することもできる。

次に、図３を参照して図１に示すＣＣＤエリアイメージセンサの半導体基板上の配置を説明する。半導体基板１のセンサ部にはフォトダイオード（ＰＤ）２の列とＣＣＤレジスタ上に形成された電極４が交互にならんでいる。前述のようにフォトダイオード２（光電変換部）で変換された電荷は、ＣＣＤレジスタへシフトされ、電極４により垂直電荷転送レジスタ内を転送されて水平電荷転送レジスタ１２に送られ、この水平電荷転送レジスタ１２から外部へ出力される。半導体基板１のセンサ部が形成されていない領域には入出力端子部や電極を駆動する周辺回路部が形成されている。

【００１２】

次に、図４を参照して図３のセンサ部に取り付けられるカラーフィルタを説明する。カラーフィルタ８は、フォトダイオード２の上及びその近傍を被覆するようにパッシベーション膜上に形成される。フィルタのカラーは、フォトダイオード２毎に異なるように配置する。図に示すように、４つのフォトダイオード２上にそれぞれ赤（Ｒ）、緑（Ｇ）、青（Ｂ）のカラーフィルタ８を形成する。図に示された４つのカラーフィルタ８を１つのカラーパターンとして、このカラーパターンが基板上を覆ってＣＣＤエリアイメージセンサの表面にカラーフィルタ８が形成される。カラーフィルタ８は、有機樹脂よりなる絶縁膜で固定され、この絶縁膜上にマイクロレンズが形成される。マイクロレンズは、フォトダイオード２の真上に配置されるように形成される。

【００１３】

次に、図２を参照して図１に示されたＣＣＤエリアイメージセンサの製造工程を説明する

SAMSUNG EX. 1002 - 776/1684

。まず、シリコンからなる半導体基板１にフォトダイオード２、ＣＣＤエリアイメージセンサ１１を構成する不純物拡散領域を形成し、半導体基板１上にＳｉＯ$_2$などからなる絶縁膜３で被覆された電極４を形成し、電極４の上に絶縁膜３を介してアルミニウムの遮光膜５を形成する。半導体基板１に入射した光を光電変換するフォトダイオード２は、マトリクス状に設けられ、そして横方向に隣接する形で電荷を転送させるための電極４及びこれに対応する部分に遮光膜が形成される。そして、絶縁膜３の上にはパッシベーション膜６を構成するシリコン窒化膜（ＳｉＮ）を厚さ４００ｎｍ程度堆積させる（図２（ａ））。

【００１４】

次に、半導体基板１にＥＢ（電子ビーム）レジストを膜厚２００ｎｍ塗布し、１辺が１００ｎｍで隣接パターンとのスペースが１００ｎｍとなるようにこれをＥＢ描画、現像を行って島状のレジストパターン１４を形成した（図２（ｂ））。次に、島状のレジストパターンをマスクとして、ＲＩＥ（Ｒｅａｃｔｉｖｅ Ｉｏｎ Ｅｔｃｈｉｎｇ）により、CF_4／Ａｒ＝２０／８０ｓｃｃｍ、圧力１０Ｔｏｒｒ、パワー２００Ｗでレジストがなくなるまでエッチング（すなわち、ＳｉＮ／レジストの低選択比エッチング）し、シリコン窒化膜（ＳｉＮ）に周期２００ｎｍ、アスペクト比１．５の微細突起７のパターンを形成する。このようにして、半導体基板１の表面に微細突起７からなる反射防止構造体が得られる（図２（ｃ））。

さらに、微細突起７のパターン上にカラーフィルタ８、有機樹脂からなる絶縁膜９及びマイクロレンズ１０を形成してＣＣＤエリアイメージセンサが完成する（図１参照）。

【００１５】

半導体基板表面のパッシベーション膜上に、微細突起パターンを形成することによりカラーフィルタとの界面反射が軽減され、従来構造のＣＣＤエリアイメージセンサと比較して感度特性が８％向上した。

半導体基板上に形成されたＣＣＤエリアイメージセンサのパッシベーション膜（屈折率ｎ＝１．９～２．０）とその表面上に形成されカラーフィルタを固定する絶縁膜（有機樹脂、ｎ＝１．５）とは屈折率が異なるものの、その界面の下層の絶縁膜（パッシベーション膜）に入射光の波長以下の周期でアスペクト比１以上の微細突起を形成したことにより、パッシベーション膜で起きる光の反射を極めて小さくできる。したがって、入射光量の損失が小さく感度特性に優れたＣＣＤエリアイメージセンサが得られる。このように、パッシベーション膜に微細突起を形成することにより、４００ｎｍ～７００ｎｍの可視光領域の全域において、パッシベーション膜の表面反射率を２％以下にまで低減することができた。この方法によれば、多層干渉膜の形成等の方法を使わずに、屈折率の異なる界面で起こる入射光の反射を低減できるので、既存の膜構成を大きく変えることなく感度特性に優れたＣＣＤエリアイメージセンサが得られる。

【００１６】

次に、図５及び図６を参照して第２の実施例を説明する。

図５及び図６は、固体撮像装置の断面図である。この実施例をＣＣＤエリアイメージセンサを一例にして説明する。このエリアイメージセンサは、例えば、ｐ型半導体基板２１に形成される。半導体基板２１の表面領域には、複数のｎ型不純物拡散領域が形成されている。その一部は複数のフォトダイオード（ＰＤ）２２を構成し、半導体基板２１の所定の領域にマトリックス状に配列されている。フォトダイオード２２は、光電変換画素、いわゆる画素といい、光電変換部を構成している。フォトダイオード２２は、マトリックス状に配列されているので、複数の列からなり、各列を画素列という。各画素列間にはＣＣＤレジスタ３１を構成するフォトダイオードとは異なるｎ型不純物拡散領域が形成されている。ＣＣＤレジスタ３１の上には、SiO_2などからなる絶縁膜２３を介して積層された電極２４が形成されている。積層された電極２４の内、ＣＣＤレジスタ３１の直上にはポリシリコンなどからなる第１の電極２４１が形成され、その上に絶縁膜２３を介してポリシリコンなどからなる第２の電極２４２が形成されている。電極２４及びＣＣＤレジスタ３１は、垂直電荷転送レジスタを構成している。フォトダイオード２２（光電変換部）

SAMSUNG EX. 1002 - 777/1684

で変換された電荷は、第１の電極２４１によりＣＣＤレジスタ３１へシフトされ、第２の電極２４２により垂直電荷転送レジスタ内を転送されて水平電荷転送レジスタ（図示しない）に送られ、さらに水平電荷転送レジスタから外部へ出力される。

【００１７】

フォトダイオード２２、水平及び垂直電荷転送レジスタが被覆されるように半導体基板２１上にＣＶＤ法などにより前述の絶縁膜２３が堆積される。この絶縁膜２３上に、水平及び垂直電荷転送レジスタを被覆するように、そして、フォトダイオード２を被覆しないように、アルミニウムなどからなる遮光膜２５が選択的に形成されている。次に、遮光膜２５及び絶縁膜２３を被覆するように半導体基板２１上にシリコン窒化膜（ＳｉＮ）などからなるパッシベーション膜２６が形成されている。このパッシベーション膜２６上に赤（Ｒ）、緑（Ｇ）、青（Ｂ）のカラーフィルタ２８が形成されている。カラーフィルタ２８は、有機樹脂よりなる絶縁膜２９で固定され、絶縁膜２９上には、マイクロレンズ３０が形成されている。カラーフィルタ２８及びマイクロレンズ３０は、フォトダイオード２２を覆うように配設されている。

【００１８】

外部からの光が通る路（マイクロレンズ３０－カラーフィルタ２８－パッシベーション膜２６－絶縁膜２３－フォトダイオード２２）は、パッシベーション膜２６がシリコン窒化膜（ＳｉＮ）の場合、屈折率ｎが他の膜より大きく（ｎ＝１．９～２．０）、入射光が反射する機会が多くなり、感度特性を劣化させる原因の１つとなっている。そのために、この部分のパッシベーション膜を除去し、パッシベーション膜に膜のない部分（開口部）を形成することが考えられた。しかし、このように開口部を形成すると、その上に形成配置されているカラーフィルタが安定して設置されない。そこで、従来は、カラーフィルタが置かれる下地が平坦であるように、パッシベーション膜の上にカラーフィルタ平坦化膜を形成していた。この実施例ではこのような構造になっている。平坦化膜は、屈折率ｎが１．５程度の有機樹脂を用いている。

したがって、この実施例では、シリコン窒化膜を用いたパッシベーション膜２６には、フォトダイオード２２上にある光の通路の部分に開口部２６１を設けている。そして、遮光膜２５は、積層された電極２４を被覆する絶縁膜２３を包むように、光の通路の側面をも被覆して遮光効果を高くしている。さらに、光の通路の下部であるフォトダイオード２２と接触する部分にはシリコン酸化膜などの絶縁膜３３がＣＶＤ法などにより形成されており、この絶縁膜３３及びパッシベーション膜２６の上に有機樹脂などからなるカラーフィルタ平坦化膜３４が形成されている。

【００１９】

この実施例では、本発明の特徴である反射防止構造体は、シリコン酸化膜からなる絶縁膜３３の表面部分に形成される。図に示すように、光の通路に設けられた絶縁膜３３の表面には反射防止構造体として微細突起２７が形成されている。反射防止構造体を構成する微細突起２７の配列周期は、フォトダイオード２２に入射する光の波長より小さくすると効率良い反射防止作用が得られる。したがって、この実施例では、微細突起は、０．０５～１μｍの周期及び１以上のアスペクト比の内から所定の値を選択して配列形成される。しかし、微細突起は、０．０５～１μｍの周期及び１以上のアスペクト比の範囲内でランダムに配列し、ランダムにアスペクト比を変化するように構成することもできる。

半導体基板上に形成されたＣＣＤエリアイメージセンサのカラーフィルタ平坦化膜（屈折率ｎ＝略１．５）と、これと接するシリコン酸化膜からなる絶縁膜（ｎ＝１．４５）とは屈折率がその差は小さくとも異なっており、反射が起きる環境にあるものの、その界面の下層の絶縁膜に入射光の波長以下の所定の周期でアスペクト比１以上の微細突起を形成したことにより、絶縁膜で起きる光の反射を極めて小さくできる。したがって、入射光量の損失が小さく感度特性に優れたＣＣＤエリアイメージセンサが得られる。このように、パッシベーション膜に微細突起を形成することにより、４００ｎｍ～７００ｎｍの可視光領域の全域において、パッシベーション膜の表面反射率を２％以下にまで低減することができた。この方法によれば、多層干渉膜の形成等の方法を使わずに、屈折率の異なる界面で

SAMSUNG EX. 1002 - 778/1684

起こる入射光の反射を低減できるので、既存の膜構成を大きく変えることなく感度特性に優れたＣＣＤエリアイメージセンサが得られる。

【００２０】

なお、パッシベーション膜に開口部を形成するには、パッシベーション膜を堆積させてから、これを選択的にエッチングして開口形成をする場合と、最初から所定の部分を開口部形状にマスクしてパッシベーション膜を堆積する場合の２通りの方法を用いることができる。

図５に示す固体撮像装置は、パッシベーション膜に開口部が形成されている。しかし、この実施例では、パッシベーション膜に開口部を形成しないでそのまま使用することもできる。図６は、開口部のないパッシベーション膜を用いた例である。この例ではパッシベーション膜に開口部を形成する工程が省略できる。

【００２１】

次に、図７を参照して第３の実施例を説明する。

図７は、固体撮像装置の断面図である。この実施例をＣＣＤエリアイメージセンサを一例にして説明する。このエリアイメージセンサは、例えば、ｐ型半導体基板４１に形成される。半導体基板４１の表面領域には、複数のｎ型不純物拡散領域が形成されている。その一部は、複数のフォトダイオード（ＰＤ）４２を構成し、半導体基板４１の所定の領域にマトリックス状に配列されている。フォトダイオード（画素）４２は、光電変換部を構成している。フォトダイオード４２は、マトリックス状に配列されているので、複数の列からなり、各列を画素列という。各画素列間にはＣＣＤレジスタ５１を構成するフォトダイオードとは異なるｎ型不純物拡散領域が形成されている。ＣＣＤレジスタ５１の上には、SiO_2 などからなる絶縁膜４３を介して積層された電極４４が形成されている。積層された電極４４の内、ＣＣＤレジスタ５１の直上にはポリシリコンなどからなる第１の電極４４１が形成され、その上に絶縁膜４３を介してポリシリコンなどからなる第２の電極４４２が形成されている。電極４４及びＣＣＤレジスタ５１は、垂直電荷転送レジスタを構成している。フォトダイオード４２（光電変換部）で変換された電荷は、第１の電極４４１によりＣＣＤレジスタ５１へシフトされ、第２の電極４４２により垂直電荷転送レジスタ内を転送されて水平電荷転送レジスタ（図示しない）に送られ、さらに水平電荷転送レジスタから外部へ出力される。

【００２２】

フォトダイオード４２、水平及び垂直電荷転送レジスタが被覆されるように半導体基板４１上にＣＶＤ法などにより前述の絶縁膜４３が堆積される。この絶縁膜４３上に、水平及び垂直電荷転送レジスタを被覆するように、そして、フォトダイオード４２を被覆しないように、アルミニウムなどからなる遮光膜４５が選択的に形成されている。次に、遮光膜４５及び絶縁膜４３を被覆するように半導体基板４１上にシリコン窒化膜（ＳｉＮ）などからなるパッシベーション膜４６が形成されている。このパッシベーション膜４６上に赤（Ｒ）、緑（Ｇ）、青　（Ｂ）のカラーフィルタ４８が形成されている。カラーフィルタ４８は、有機樹脂よりなる絶縁膜４９で固定され、絶縁膜４９上には、マイクロレンズ５０が形成されている。カラーフィルタ４８及びマイクロレンズ５０は、フォトダイオード４２を覆うように配置されている。

【００２３】

第２の実施例と同様に外部からの光が通る路は、パッシベーション膜がシリコン窒化膜（ＳｉＮ）の場合、屈折率ｎが他の膜より大きく（ｎ＝１．９～２．０）、入射光が反射する機会が多くなり、感度特性を劣化させる原因の１つとなっているために、この実施例ではこの部分のパッシベーション膜を除去し、パッシベーション膜４６に膜のない部分（開口部４６１）を形成する。そして、カラーフィルタが置かれる下地が平坦であるように、パッシベーション膜４６の上にカラーフィルタ平坦化膜５４を形成する。平坦化膜５４は、屈折率ｎが１．５程度の有機樹脂を用いている。遮光膜４５は、電極４４を被覆する絶縁膜４３を包むように、光の通路の側面をも被覆して遮光効果を高くしている。さらに、光の通路の下部であるフォトダイオード４２と接触する部分にはシリコン酸化膜などの絶

SAMSUNG EX. 1002 - 779/1684

縁膜５３がＣＶＤ法などにより形成されており、この絶縁膜５３及びパッシベーション膜４６上に前述のカラーフィルタ平坦化膜５４が形成されている。
この実施例では、本発明の特徴である反射防止構造体は、シリコンからなる半導体基板４１の表面部分に形成される。図に示すように、光の通路に露出するフォトダイオード４２の表面に反射防止構造体として微細突起４７が形成されている。反射防止構造体を構成する微細突起４７の配列周期は、フォトダイオード４２に入射する光の波長より小さくすると効率良い反射防止作用が得られる。したがって、この実施例では、微細突起は０．０５～１μｍの周期及び１以上のアスペクト比の内から所定の値を選択して配列形成される。しかし、微細突起は、０．０５～１μｍの周期及び１以上のアスペクト比の範囲内でランダムに配列し、ランダムにアスペクト比を変化するように構成することもできる。

【００２４】
半導体基板上に形成されたカラーフィルタ平坦化膜と接するシリコン酸化膜からなる絶縁膜（ｎ＝１．４５）５３と半導体基板（ｎ＞３）４１とは屈折率が大きく異なっており、反射が起きる環境にあるものの、その界面の下層の半導体基板４１のフォトダイオード４２に入射光の波長以下の所定の周期でアスペクト比１以上の微細突起４７を形成したことにより、半導体基板で起きる光の反射を極めて小さくできる。したがって、入射光量の損失が小さく感度特性に優れたＣＣＤエリアイメージセンサが得られる。このように、パッシベーション膜に微細突起を形成することにより、４００ｎｍ～７００ｎｍの可視光領域の全域において、パッシベーション膜の表面反射率を２％以下にまで低減することができた。この方法によれば、多層干渉膜の形成等の方法を使わずに、屈折率の異なる界面で起こる入射光の反射を低減できるので、既存の膜構成を大きく変えることなく感度特性に優れたＣＣＤエリアイメージセンサが得られる。
なお、パッシベーション膜に開口部を形成する方法は、第２の実施例で説明した通りである。
第２の実施例及び第３の実施例では、屈折率の異なる界面で起こる入射光の反射を低減する反射防止構造体をそれぞれ１か所に形成しているが、本発明では屈折率の異なる界面において、環境が悪い場所が複数あれば全てに適用することが可能である。例えば、第２の実施例と第３の実施例を合わせるように２か所に反射防止構造体を設けることができる。

【００２５】
次に、図８を参照して第４の実施例を説明する。
図８は、固体撮像装置の断面図である。この実施例では固体撮像装置としてＣＣＤリニアイメージセンサを説明する。リニアイメージセンサは、光電変換部のフォトダイオード（画素）が１次元に配列している。半導体基板６１に、光電変換部となるフォトダイオード６２をリニアに設け、第１の実施例と同様の方法で、第１の電極６４１、第２の電極６４２から構成されたポリシリコンなどからなる電極６４を形成し、アルミニウム遮光膜６５をシリコン酸化膜からなる絶縁膜６３を介して形成した。電極６４の下の半導体基板６１の表面領域には電極６４と共に電荷転送レジスタを構成するＣＣＤレジスタ（ｎ型不純物拡散領域）６８が形成されている。最上部の膜となるパッシベーション膜６６には、リンドープのシリコン酸化膜（ＰＳＧ）を厚さ４００ｎｍに形成した。
フォトダイオード６２（光電変換部）で変換された電荷は、第１の電極６４１によりＣＣＤレジスタ６８へシフトされ、第２の電極６４２により電荷転送レジスタ内を転送され、ここから外部へ出力される。

【００２６】
第１の実施例と同様に、ＥＢ描画によりフォトダイオード６２上のＰＳＧパッシベーション膜６６にＲＩＥにより微細突起６７のパターンを形成した。ここでは、微細突起６７の上部にカラーフィルタは形成せず、白黒用途とした。表面のＰＳＧと空気との界面反射が抑制でき、従来構造のＣＣＤリニアイメージセンサと比較して感度特性が４％向上した。
半導体基板上に形成されたＣＣＤエリアイメージセンサのパッシベーション膜（屈折率ｎ＝１．９～２．０）とその表面に接触している空気（ｎ＝略１）とは屈折率が異なるものの、その界面の下層の絶縁膜（パッシベーション膜）に入射光の波長以下の周期でアスペ

SAMSUNG EX. 1002 - 780/1684

クト比１以上の微細突起を形成したことにより、パッシベーション膜で起きる光の反射を極めて小さくできる。したがって、入射光量の損失が小さく感度特性に優れたＣＣＤリニアイメージセンサが得られる。このように、パッシベーション膜に微細突起を形成することにより、４００ｎｍ～７００ｎｍの可視光領域の全域において、パッシベーション膜の表面反射率を２％以下にまで低減することができる。この方法によれば、多層干渉膜の形成等の方法を使わずに、屈折率の異なる界面で起こる入射光の反射を低減できるので、既存の膜構成を大きく変えることなく感度特性に優れたＣＣＤリニアイメージセンサが得られる。

【００２７】

【発明の効果】

以上、本発明によれば、多層干渉膜の形成等の方法を使わずに、屈折率の異なる界面で起こる入射光の反射を低減でき、既存の膜構成を大きく変えることなく感度特性に優れた固体撮像装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の第１の実施例に係る固体撮像装置の断面図。

【図２】図１の固体撮像装置の製造工程断面図。

【図３】図１の固体撮像装置のフォトダイオード（光電変換部）及び電極を説明する半導体基板の平面図。

【図４】図１の固体撮像装置のカラーフィルタを説明する半導体基板の平面図。

【図５】本発明の第２の実施例に係る固体撮像装置の断面図。

【図６】本発明の第２の実施例に係る固体撮像装置の断面図。

【図７】本発明の第３の実施例に係る固体撮像装置の断面図。

【図８】本発明の第４の実施例に係る固体撮像装置の断面図。

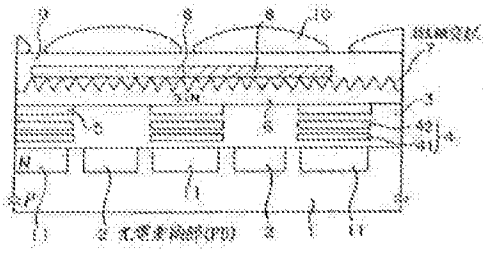
【図９】従来の固体撮像装置であるＣＣＤエリアイメージセンサの断面図。

【符号の説明】

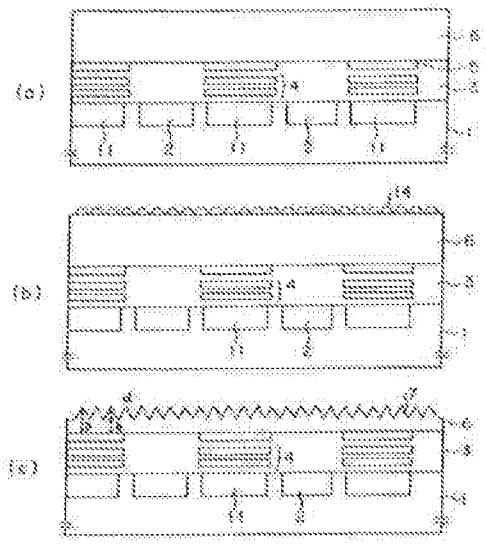
１、２１、４１、６１、１０１・・・半導体基板
２、２２、４２、６２、１０２・・・フォトダイオード（光電変換部）
３、２３、３３、４３、５３、６３、１０３・・・絶縁膜
４、２４、４４、６４、１０４・・・電極
５、２５、４５、６５、１０５・・・遮光膜
６、２６、４６、６６、１０６・・・パッシベーション膜
７、２７、４７、６７・・・微細突起（反射防止構造体）
８、２８、４８、１０８・・・カラーフィルタ
９、２９、４９、１０９・・・有機樹脂よりなる絶縁膜
１０、３０、５０、１１０・・・マイクロレンズ
１１、３１、５１、６８、１１１・・・ＣＣＤレジスタ
１２・・・水平電荷転送レジスタ
１３・・・周辺回路　　１４・・・レジストパターン
３４、５４、１１２・・・カラーフィルタ平坦化膜
４１、１４１、２４１、４４１、６４１・・・第１の電極
４２、１４２、２４２、４４２、６４２・・・第２の電極
２６１、４６１・・・開口部

SAMSUNG EX. 1002 - 781/1684

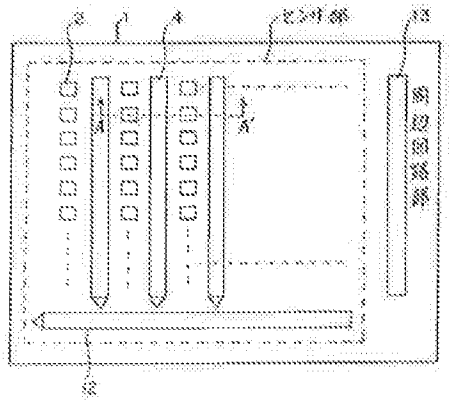
【図１】



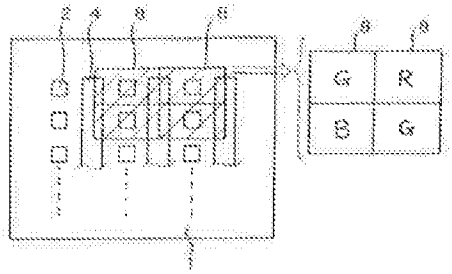
【図２】



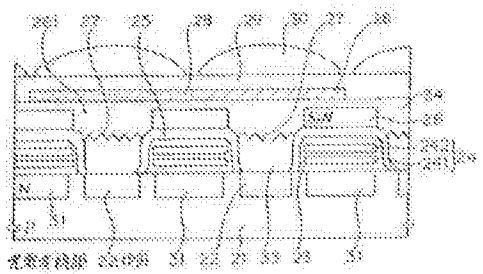
【図３】



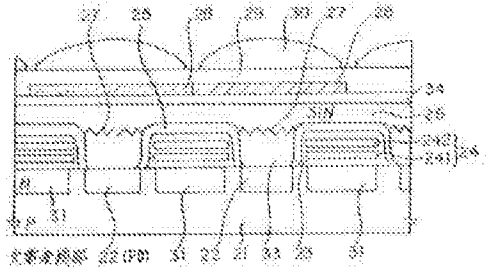
【図４】



【図５】

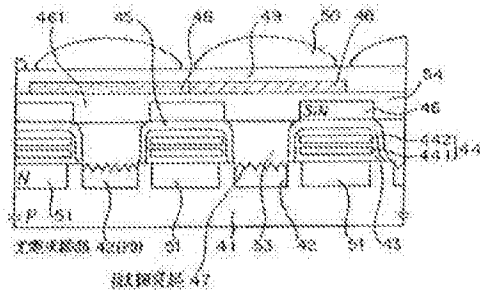


【図６】

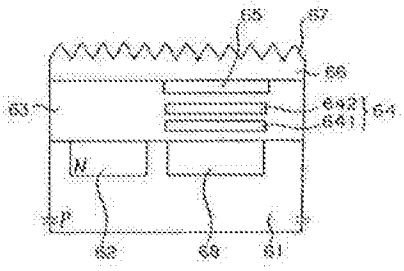


SAMSUNG EX. 1002 - 782/1684

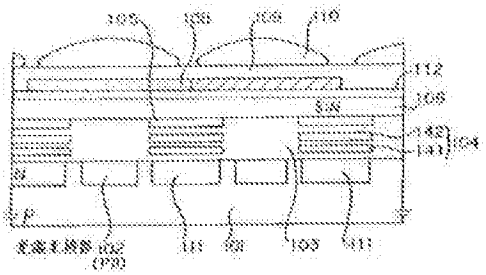
【図７】



【図８】



【図９】



(11)Publication number	2006-033493
(43)Date of publication of application	02.02.2006
(51)Int.Cl.	*H04N 9/07 (2006.01)* *H04N 5/335 (2006.01)* *H01L 27/14 (2006.01)* *H04N 101/00 (2006.01)*
(21)Application number	2004-210326
(22)Date of filing	16.07.2004
(71)Applicant	MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD
(72)Inventor	HAYASHI TAKAYUKI YAMAGATA MICHIHIRO BOKU KAZUTAKE TANAKA YASUHIRO HAYASHI KENICHI FUSHIMI YOSHIMASA MURATA SHIGEKI OKAYAMA HIROAKI

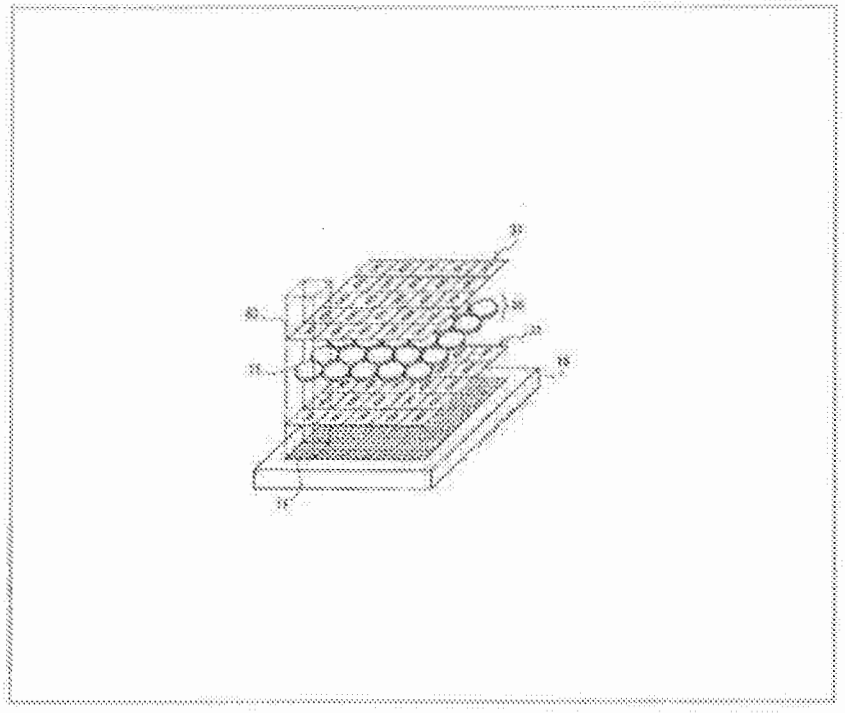
(54)IMAGING APPARATUS

(57)Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an inexpensive imaging apparatus where crosstalk is suppressed and the number of components and mandays are reduced.

SOLUTION: Respective microlenses 21 in a microlens array 20 form subject images in a plurality of pixels 11 of an imaging device 10. A first color filter array 31 is arranged on a subject side compared with the imaging device 10, and a second color filter array 32 is arranged between the first color filter array 31 and the imaging device 10. The first and second color filter arrays 31 and 32 are provided with at least 2 kinds of color filters of the same arrangement. The color filters provided in the first and second color filter arrays 31 and 32 and the microlenses 10 correspond to each other by one to one.

SAMSUNG EX. 1002 - 784/1684



SAMSUNG EX. 1002 - 785/1684

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]
[Claim 1]
A solid state image pickup device provided with a many pixel which has a photoelectric conversion function arranged in the 1st plane, It is an imaging device which images an object image to a plurality of aforementioned pixels to which have microlens array provided with a plurality of microlenses arranged in the 2nd plane, a plurality of aforementioned pixels are equivalent to to the one aforementioned microlens, and each aforementioned microlens corresponds,
The 1st color filter array provided with at least 2 or more type of color filters arranged in the 3rd plane on the object side to said 1st plane, It has the 2nd color filter array provided with at least 2 or more type of color filters arranged in the 4th plane that is placed between said 3rd plane and said 1st plane by the same arrangement as a color filter of said 1st color filter array,
An imaging device, wherein each of aforementioned color filters of said 1st color filter array, aforementioned microlenses, and the aforementioned color filters of said 2nd color filter array and the aforementioned microlenses corresponds to the couple 1.
[Claim 2]
The imaging device comprising according to claim 1:
A color filter in which said 1st color filter array and said 2nd color filter array transmit red light.
A color filter which transmits green light.
A color filter which transmits blue glow.

[Claim 3]
The imaging device according to claim 1 with which 2 or more aforementioned type of color filters are arranged in the shape of a checker in said 1st color filter array and said 2nd color filter array so that a color filter of the same kind may not be adjacent to mutually.
[Claim 4]
The imaging device according to claim 1 with which said 3rd plane is placed at the object side to said 2nd plane.
[Claim 5]
The imaging device according to claim 1 which said 3rd plane was placed between said 2nd plane and said 4th plane, and said 3rd plane and said 4th plane have separated.
[Claim 6]
The imaging device according to claim 1 which said 2nd color filter array approaches an incident plane of a solid state image pickup device, or is arranged on the aforementioned incident plane.
[Claim 7]
The imaging device according to claim 1 containing a color filter which transmits a color filter in which said 1st color filter array and said 2nd color filter array transmit infrared light, and/or

SAMSUNG EX. 1002 - 786/1684

ultraviolet radiation.

[Claim 8]

The imaging device according to claim 1 further provided with an extracting circuit which extracts selectively only a signal from the aforementioned pixel corresponding to the aforementioned color filter of the same kind among signals from the many aforementioned pixel of the aforementioned solid state image pickup device.

[Claim 9]

The imaging device according to claim 1 whose aforementioned solid state image pickup device is CCD.

[Claim 10]

The imaging device according to claim 1 whose aforementioned solid state image pickup device is CMOS.

SAMSUNG EX. 1002 - 787/1684

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[Field of the Invention]

[0001]

The present invention relates to an imaging device. It is related with the imaging device which has arranged the microlens array which arranged a plurality of microlenses in the plane on the object side of the solid state image pickup device which has a many pixel especially.

[Background of the Invention]

[0002]

In the commercial scene of a digital still camera which market size is enlarging, the needs for the small size and the thin camera which were more excellent in portability are growing in recent years. The miniaturization is proceeding circuit components, such as LSI which bears signal processing, by high efficiency by micronization of the wiring pattern, etc. Small size and a mass thing can also obtain an archive medium now at a low price. However, it cannot say that the miniaturization of the imaging system which comprises a lens and solid state image pickup devices, such as CCD and CMOS, is still sufficient, but also in order to realize the camera which was more excellent in portability, development of a small imaging system is demanded.

[0003]

The imaging device using the lens array optical system which arranged a plurality of microlenses on the plane as composition for realizing the miniaturization of an imaging system is known. Since it became long to optical axis direction, volume increased, and since the lens diameter was large, the optical system which arranged a plurality of lenses in on the conventional optic axis had the problem that aberration enlarged. On the other hand, it can do thinly in optical axis direction, and since each diameter of a microlens is small, the lens array optical system can suppress aberration comparatively small.

[0004]

The imaging device using such a lens array is disclosed in the Patent document 1. The microlens array 111 by which a plurality of microlenses 111a were arranged in the same plane sequentially from the object side as this imaging device was shown in Fig.6, It has the barrier layer 112 which consists of the septum 112a of the shape of a lattice frame for separating so that the lightwave signal from each microlens 111a may not interfere each other, and the photo detector array 113 by which the many optoelectric transducer 113a is arranged in the same plane. The one microlens 111a, one space corresponding to this separated by the septum 112a, and a plurality of optoelectric transducers 113a constitute the one image formation unit 115. In each image formation unit 115, the microlens 111a images an object image on a plurality of corresponding optoelectric transducers 113a. Thereby, a taken image is obtained every image formation unit 115. The resolution of this taken image is dependent on the number of the optoelectric transducers 113a which constitute the one image formation unit 115 (pixel number). When the relative locations of each microlens 111a to an object differ, the

SAMSUNG EX. 1002 - 788/1684

image formation positions of the object image formed on a plurality of optoelectric transducers 113a differ every image formation unit 115. As a result, the taken images obtained differ every image formation unit 115. One image can be acquired by carrying out signal processing of several of these mutually different taken images.

[0005]

Since there are few pixel numbers which constitute each image formation unit 115 with this imaging device. Although the image quality of the taken image obtained from each image formation unit 115 is low, the image of the same image quality as the case where a photograph is taken by a many optoelectric transducer can be acquired by carrying out signal processing using the taken image shifted little by little obtained in a plurality of image formation units 115, respectively, and reconstructing an image.

[0006]

the optoelectric transducer 113a of the next image formation unit 115 in which the light from the microlens 111a does not correspond with this microlens 111a in the imaging device of Fig.6 -- being incident (this phenomenon is called a "cross talk") --- A high-definition image is not reconstructible, or the stray light occurs, and image quality deteriorates, or it produces optical loss. Therefore, in order to prevent a cross talk, the barrier layer 112 is used. In the Patent document 1, the same effect as this is replaced with the barrier layer 112, and is described as being obtained, even if it arranges the deviation filter array which has arranged the deviation transmission filter, respectively to the 111st page of microlens array, and the 113rd page of a photo detector array so that a deflection direction may intersect perpendicularly every image formation unit 115.

[Patent document 1] Japanese Published Patent Application No. 2001-61109 (JP2001-61109A)

[Description of the Invention]

[Problem to be solved by the invention]

[0007]

However, in order to form the septum 112a corresponding to each image formation unit 115, the barrier layer 112 used for the imaging device of the above-mentioned Fig.6 carries out micro processing of the stainless steel etc., it assembles with high precision, and shines, and is created. Therefore, a process is complicated and serves as a high cost. While managing a relative location strictly, it is necessary to assemble the barrier layer 112, the microlens array 111, and the photo detector array 113 which were obtained, and assembly operation becomes complicated.

[0008]

Since the deviation filter array used instead of the barrier layer 112 is created using a diffraction grating or a refraction type optical element, the number of parts and the number of assemblers increase it.

[0009]

An object of the present invention is to provide the inexpensive imaging device which solved the problem which the conventional above-mentioned imaging device has, and could inhibit the cross talk and with which the number of parts and a man-hour were reduced.

[Means for solving problem]

[0010]

An imaging device of the present invention is provided with the following.

A solid state image pickup device provided with a many pixel which has a photoelectric conversion function arranged in the 1st plane.

Microlens array provided with a plurality of microlenses arranged in the 2nd plane.

An object image is imaged to a plurality of aforementioned pixels to which a plurality of aforementioned pixels are equivalent to to the one aforementioned microlens, and each

SAMSUNG EX. 1002 - 789/1684

aforementioned microlens corresponds.

[0011]

The 1st color filter array that the imaging device of the present invention equips with at least 2 or more type of color filters arranged in the 3rd plane on the object side to the 1st above-mentioned plane further, It has the 2nd color filter array provided with at least 2 or more type of color filters arranged in the 4th plane that is placed between the 3rd above-mentioned plane and the 1st above-mentioned plane by the same arrangement as the color filter of the 1st above-mentioned color filter array, Each of aforementioned color filters of the 1st above-mentioned color filter array, aforementioned microlenses, and the aforementioned color filters of the 2nd above-mentioned color filter array and the aforementioned microlenses corresponds to the couple 1.

[Effect of the Invention]

[0012]

According to the present invention, generating of a cross talk can be inhibited, without using the indispensable barrier layer and a polarizing filter array in the conventional imaging device, since it has the 1st color filter array and the 2nd color filter array which have the same color filter arrangement.

[0013]

Since a cross talk can be inhibited, a high-definition image can be photoed that image quality deterioration can be lessened, by the ability to suppress generating of the stray light, etc.

[0014]

Since assembly operation can be simplified since the barrier layer and the polarizing filter array are unnecessary, and the number of parts can be reduced, an inexpensive imaging device can be provided. Since part precision and assembling precision can be improved, a high quality imaging device can be provided.

[Best Mode of Carrying Out the Invention]

[0015]

As for the 1st above-mentioned color filter array and the 2nd above-mentioned color filter array, in the above-mentioned imaging device of the present invention, it is preferable that the color filter which transmits red light, the color filter which transmits green light, and the color filter which transmits blue glow are included. Thereby, color photography can be performed.

[0016]

In the 1st above-mentioned color filter array and the 2nd above-mentioned color filter array, it is preferable that 2 or more aforementioned type of color filters are arranged in the shape of a checker so that a color filter of the same kind may not be adjacent to mutually. Thereby, a cross talk can be reduced.

[0017]

As for the 3rd above-mentioned plane, it is preferable that it is placed at the object side to the 2nd above-mentioned plane. Since the interval between the 1st color filter array and the 2nd color filter array can be secured comparatively largely by this, making thickness of the whole imaging device thin, the reduction effect of a cross talk improves.

[0018]

Or as for the 3rd above-mentioned plane, it is preferable that were placed between the 2nd above-mentioned plane and the 4th above-mentioned plane, and the 3rd above-mentioned plane and the 4th above-mentioned plane have separated. This composition can also reduce a cross talk by securing the interval between the 1st color filter array and the 2nd color filter array.

[0019]

As for the 2nd above-mentioned color filter array, it is preferable to approach the incident plane

SAMSUNG EX. 1002 - 790/1684

of a solid state image pickup device, or to be arranged on the aforementioned incident plane. Thereby, the cross talk between the 2nd color filter array and a solid state image pickup device can be reduced.

[0020]

The 1st above-mentioned color filter array and the 2nd above-mentioned color filter array may contain the color filter which transmits the color filter which transmits infrared light, and/or ultraviolet radiation. Thereby, photographing by infrared rays and/or ultraviolet rays is attained.

[0021]

It may further have the extracting circuit which extracts selectively only the signal from the aforementioned pixel corresponding to the aforementioned color filter of the same kind among the signals from the many aforementioned pixel of the aforementioned solid state image pickup device. This becomes possible to choose and photo only the light of a desired specific wavelength range.

[0022]

The aforementioned solid state image pickup device may be CCD. Or it may be CMOS.

[0023]

Hereinafter, about an embodiment of the invention, while referring to Drawings, it describes.

[0024]

(Embodiment 1)

Fig.1 is a perspective view showing the schematic structure of the imaging device of the embodiment 1 of the present invention. Fig.2 is a fragmentary sectional view in a surface including the optic axis of a microlens of the imaging device of the embodiment 1 of the present invention. Fig.3 (A) is the figure showing the outline of processing of the signal from a solid state image pickup device in the imaging device of the embodiment 1 of the present invention. Fig.3 (B) is a perspective view showing the light-receiving part which constitutes one image formation unit in the imaging device of the embodiment 1 of the present invention.

[0025]

It is the microlens array provided with a plurality of microlenses 21 arranged in the every direction in the 2nd plane that was parallel to the 1st plane as for a solid state image pickup device (for example, CCD and CMOS) provided with the many pixel 11 by which 10 was arranged by the every direction in the 1st plane in Fig.3, and 20, and was separated from Fig.1.

[0026]

31 is parallel to the 1st plane, and it is the 1st color filter array provided with a plurality of color filters arranged by the every direction in the 3rd plane on the object side rather than the 1st plane. 32 is parallel to the 1st plane, and it is the 2nd color filter array provided with a plurality of color filters arranged in the every direction in the 4th plane that is placed between the 3rd plane and the 1st plane. In this embodiment, the 1st and 2nd color filter arrays 31 and 32, It has the color filter R which transmits red light selectively, the color filter G which transmits green light selectively, and the color filter B which transmits blue glow selectively, and is arranged in the shape of a checker in each region where these were classified in the shape of a lattice frame. The 1st color filter array 31 and the 2nd color filter array 32 are the same about arrangement of the color filter R, G, and B.

[0027]

The red who constitutes the 1st color filter array 31 to the one microlens 21, the color filter of any 1 color of green and the blue, The red who constitutes the 2nd color filter array 32, the color filter of any 1 color of green and the blue, and a plurality of pixels 11 correspond, and the one image formation unit 40 is constituted by these. The color of the color filter of the 1st color

SAMSUNG EX. 1002 - 791/1684

filter array 31 and the color of the color filter of the 2nd color filter array 32 which constitute the same image formation unit 40 correspond.

[0028]

Only which colored light of red-green blue is chosen by the 1st color filter array 31, and the light flux from an object transmits this, and enters into a plurality of microlenses 21. Each microlens 21 forms an object image on a plurality of corresponding pixels 11. Which colored light of the red-green blue which emitted the microlens 21 enters into the 2nd color filter array 32, before becoming the pixel 11. Each color filter of the 2nd color filter array 32 makes only the colored light same among incident light as the color of an own color filter transmit.

[0029]

The imaging device of this embodiment can prevent a cross talk by the above-mentioned composition. This is described using Fig.2.

[0030]

For example, the beam of light R1 from an object enters into the red color filter R of the 1st color filter array 31, and only the light of a red wavelength range passes this and it enters into the red color filter R of the 2nd color filter array 32 after passing the microlens 21. Since this incident light is the light of a red wavelength range, it can pass this color filter R and forms a red object image on the pixel 11.

[0031]

On the other hand, by a bigger incidence angle than the beam of light R1, to an imaging device the beam of light R2 from an incident object, It enters into the red color filter R of the 1st color filter array 31, and only the light of a red wavelength range passes this and enters into the green color filter G which constitutes the image formation unit of the next door of the 2nd color filter array 32 after passing the microlens 21. The green color filter G does not pass the incident light of this red wavelength range. Therefore, the light of any wavelength ranges which constitute the beam of light R2 does not become the pixel 11.

[0032]

Thus, as for the imaging device of the present invention, each image formation unit 40 equips optical axis direction with two layers of color filters of the same color. In the 1st and 2nd color filter arrays 31 and 32, it is arranged so that the color filter R, G, and B from which a color differs may constitute a checker. That is, the color filter R, G, and B is arranged so that the color of any one color filter may differ from the color of four color filters which are adjacent to to an every direction on both sides of four sides of this color filter. As a result, the beam of light exceeding the boundary between the image formation units 40 which are adjacent to between until it is incident to the 2nd color filter array 32 in an every direction cannot pass the 2nd color filter array 32 after passing the 1st color filter array 31 like the above-mentioned beam of light R2. Therefore, generating of a cross talk can be prevented. Thereby, image quality deterioration can be lessened and generating of the stray light can be suppressed. As a result, a high-definition image can be photoed.

[0033]

It is made to be the same as that of the color filter array currently used widely in the color filter used for CCD or a liquid crystal display element, For example, the 1st color filter array 31 may be formed on the microlens array 20, the 2nd color filter array 32 can be formed on the solid state image pickup device 10, respectively, and manufacture can be markedly simplified compared with the conventional septum and deviation filter array of an imaging device which were mentioned above, and the number of parts can also be reduced. Since the accuracy of the 1st and 2nd color filter arrays 31 and 32 self and the accuracy to the microlens array 20 and the solid state image pickup device 10 can also improve compared with the former, quality is improved and stabilized.

SAMSUNG EX. 1002 - 792/1684

[0034]
Although the 1st color filter array 31 is arranged rather than the microlens array 20 at the object side and the 2nd color filter array 32 is arranged between the microlens array 20 and the solid state image pickup device 10 in the above-mentioned embodiment, Arrangement of the 1st and 2nd color filter arrays 31 and 32 will not be limited to this, if generating of a cross talk can be inhibited. For example, the 1st color filter array 31 and the 2nd color filter array 32 may be arranged between the microlens array 20 and the solid state image pickup device 10. In this case, as for the 1st color filter array 31 and the 2nd color filter array 32, it is preferable to make optical axis direction separate only a predetermined distance. Since the beam of light with a big incidence angle will cross the boundary between the image formation units 40 which are adjacent to if both are close, it becomes meaningless substantially to have used the color filter arrays 31 and 32 of two sheets.

[0035]
However, irrespective of the arrangement order of the 1st color filter array 31, the 2nd color filter array 32, and the microlens array 20, As for the 2nd color filter array 32 arranged rather than the 1st color filter array 31 at solid state image pickup device 10 slippage, it is preferable to approach the incident plane of the solid state image pickup device 10, or to be arranged on the incident plane of the solid state image pickup device 10. After the beam of light which passed the 2nd color filter array 32 crosses the boundary between the image formation units 40 which are adjacent to by this, it can reduce entering into the solid state image pickup device 10. That is, generating of the cross talk between the 2nd color filter array 32 and the solid state image pickup device 10 can be reduced.

[0036]
Next, the method of acquiring an image from the light flux which entered into each light-receiving part 11 of the solid state image pickup device 10 is described using Fig.3 (A) and Fig.3 (B).

[0037]
As shown in Fig.3 (A), the microlens 21 of the microlens array 20 images the image 91 of the object 90 on the solid state image pickup device 10 every image formation unit 40. Each light-receiving part (pixel) 11 of the solid state image pickup device 10 carries out photoelectric conversion of the light flux which entered. Here, the horizontal axis of the solid state image pickup device 10 is made into a x axis, a vertical axis is made into the y-axis, and if the signal from the light-receiving part 11 in a position (x, y) is set to I (x, y), the signal I about all the light-receiving parts 11 contained in the solid state image pickup device 10 (x, y) will be read (Step 101).

[0038]
Next, the signal I from each of this light-receiving part 11 (x, y) is divided every image formation unit 40. Namely, the i-th row in the image formation unit 40 in which the light-receiving part 11 is arranged at an m sequence xn line as shown in Fig.3 (B), If the position of the light-receiving part 11 in the position of the k-th line is made into $_{(m,n)}$ (i, k) and the signal from this light-receiving part 11 is made into I(i, k) $_{(m,n)}$, each above-mentioned signal I (x, y) will be treated as signal I(i, k) $_{(m,n)}$ in the image formation unit 40. As a result, the image which consists of the pixel of an m sequence xn line is reconstructed every image formation unit 40 (Step 103).

[0039]
Then, between the different image formation units 40, signal I(i, k) $_{(m,n)}$ is processed and the image of one sheet is reconstructed (Step 105). As this signal processing, the method described in the above-mentioned Patent document 1 can be used, and that detailed explanation is omitted. Since the forming positions of the object image 91 in the image

SAMSUNG EX. 1002 - 793/1684

formation unit 40 differ every image formation unit 40, signal $I(i, k)_{(m,n)}$ from the light-receiving part 11 with same position (i, k) differs every image formation unit 40. Therefore, the image of the high resolution which exceeded the number of the light-receiving parts 11 contained in the one image formation unit 40 (mxn individual) you to be Haruka is acquired.

[0040]

(Embodiment 2)

Fig.4 is a front view showing arrangement of the color filter of the 1st and 2nd color filter array 71 and 72 mounted on the imaging device concerning the embodiment 2 of the present invention. Fig.5 is a block diagram showing the flow of processing of the signal from a solid state image pickup device in the imaging device concerning the embodiment 2 of the present invention.

The imaging device of this embodiment is replaced with the 1st and 2nd color filter array 31 and 32 provided with 3 type of color filters R, G, and B shown by embodiment 1, and the 1st and 2nd color filter array 71 and 72 shown in Fig.4 is used. This 1st and 2nd color filter array 71 and 72, Like the 1st and 2nd color filter array 31 and 32 shown by embodiment 1, In addition to the color filter B which transmits selectively the color filter G which transmits selectively the color filter R which transmits red light selectively, and green light, and blue glow, it has color filter IR which transmits infrared light selectively. 4 type of these color filters R, G, and B and IR are arranged in the shape of a checker in each region classified in the shape of a lattice frame corresponding to the image formation unit 40. The color of the color filter which is adjacent to is not the same like embodiment 1. Thereby, the beam of light exceeding the boundary between the image formation units 40 which are adjacent to between until it is incident to the 2nd color filter array 72 cannot pass the 2nd color filter array 72 after passing the 1st color filter array 71 the same with having described by embodiment 1. Therefore, generating of a cross talk can be prevented.

[0041]

In this embodiment 2, the output signal from such an imaging device is processed as follows by the video chain 50 shown in Fig.5. That is, each light-receiving part 11 of the solid state image pickup device 10 carries out photoelectric conversion of the lightwave signal of the object 90, and outputs it. The extracting circuit 51 in the video chain 50 extracts selectively the signal from the light-receiving part 11 with which the color of a color filter is included in the same image formation unit 40 among the signals from the solid state image pickup device 10. The adder circuit 52 performs processing described by Fig.3 (A) and Fig.3 (B) to the monochromatic signal extracted in the extracting circuit 51, and reconstructs the image of monochromatic high resolution.

[0042]

For example, if the extracting circuit 51 extracts the signal from the image formation unit 40 corresponding to red and the green and blue color filter R, G, and B of 3 colors among the signals from the solid state image pickup device 10, the adder circuit 52 will reconstruct red and the green and blue image of 3 colors. If this image of 3 colors is synthesized, a color picture can be displayed on the display device 60.

[0043]

If the extracting circuit 51 extracts only the signal from the image formation unit 40 corresponding to color filter IR of infrared light among the signals from the solid state image pickup device 10, the adder circuit 52 will reconstruct the image of infrared light. Therefore, an infrared taken image can be displayed on the display device 60.

[0044]

Thus, since the 1st and 2nd color filter array 71 and 72 is provided [according to this embodiment] with color filter IR in addition to the color filter R, G, and B, Infrared

SAMSUNG EX. 1002 - 794/1684

photographing in the darkness which cannot be recognized visually in naked eyes, such as night, can also be performed as well as the ability to perform color photography like embodiment 1.

[0045]

Of course, it is able for the extracting circuit 51 to extract only the signal from the image formation unit 40 corresponding to 1 color or any 2 [red and] of 3 green and blue colors, and to acquire the image of a desired color.

[0046]

Although the 1st and 2nd color filter array 71 and 72 was provided with color filter IR which transmits infrared light selectively in this embodiment 2, it may have the color filter which replaces with color filter IR or transmits ultraviolet radiation selectively in addition to this. It may have the color filter which makes only the light of specific wavelength ranges other than infrared light or ultraviolet radiation transmit.

[Industrial applicability]

[0047]

Although there is no restriction in particular, since the field of the invention of the imaging device of the present invention can obtain high resolution images though it has small size and a thin shape, it can be used for various personal digital assistants, such as a digital still camera, a mobile phone, a notebook sized personal computer, and PDA, etc., for example.

[Brief Description of the Drawings]

[0048]

[Drawing 1]Fig.1 is an exploded perspective view showing the schematic structure of the imaging device of the embodiment 1 of the present invention.

[Drawing 2]Fig.2 is a cross sectional view in a surface including the optic axis of a microlens of the imaging device of the embodiment 1 of the present invention.

[Drawing 3]Fig.3 (A) is the figure showing the outline of processing of the signal from a solid state image pickup device in the imaging device of the embodiment 1 of the present invention. Fig.3 (B) is an imaging device of the embodiment 1 of the present invention.

It is a perspective view showing the light-receiving part which sets and constitutes one image formation unit.

[Drawing 4]Fig.4 is a front view showing the color filter array in the imaging device of the embodiment 2 of the present invention.

[Drawing 5]Fig.5 is a block diagram showing the outline of processing of the signal from a solid state image pickup device in the imaging device of the embodiment 2 of the present invention.

[Drawing 6]Fig.6 is an exploded perspective view showing the schematic structure of the conventional imaging device.

[Explanations of letters or numerals]

[0049]

10 Solid state image pickup device
11 Pixel
20 Microlens array
21 Microlens
31 and 71 The 1st color filter array
32 and 72 The 2nd color filter array
40 Image formation unit
50 Video chain
51 Extracting circuit
52 Adder circuit

SAMSUNG EX. 1002 - 795/1684

60 Display device
90 Object

SAMSUNG EX. 1002 - 796/1684

DRAWINGS

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

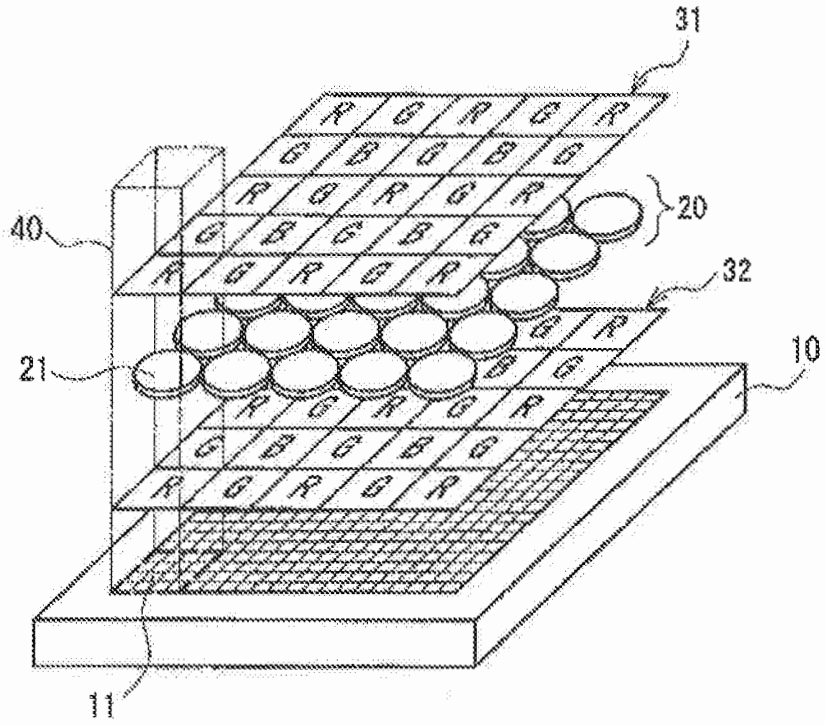
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

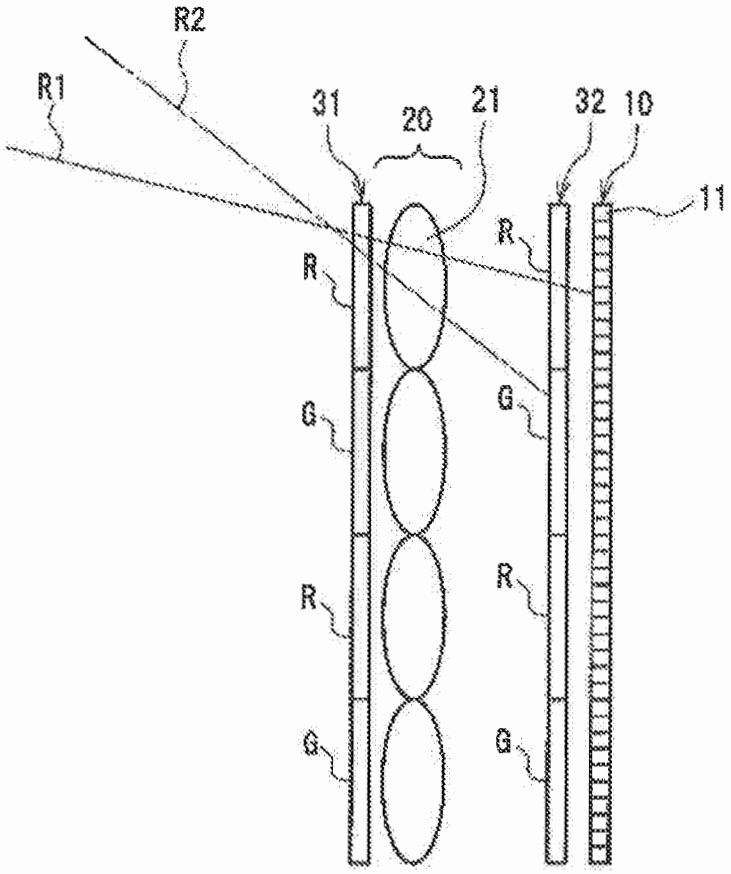
DRAWINGS

[Drawing 1]



[Drawing 2]

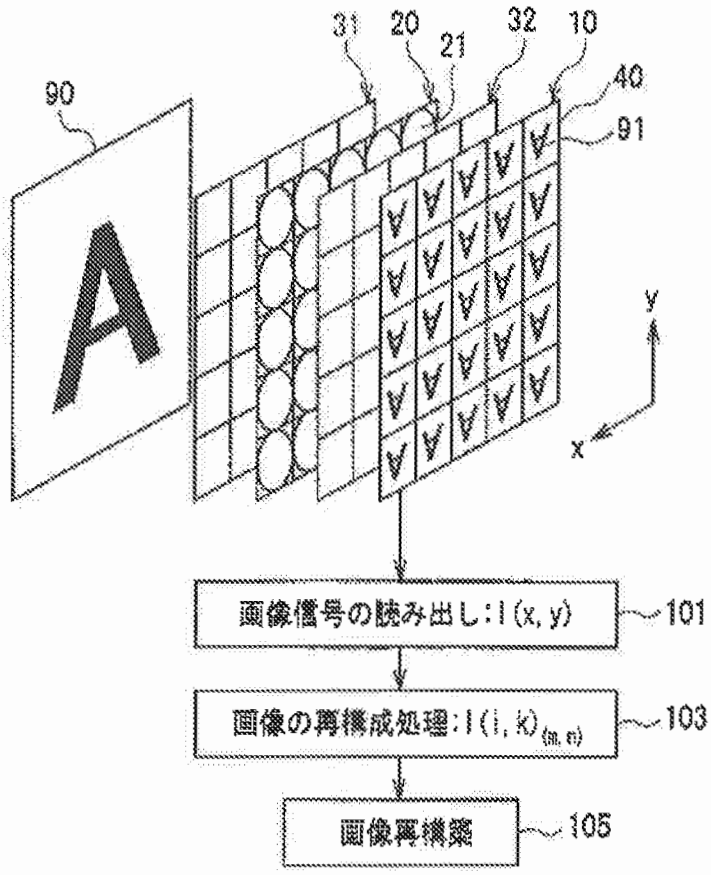
SAMSUNG EX. 1002 - 797/1684



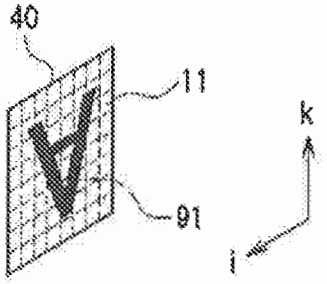
[Drawing 3]

SAMSUNG EX. 1002 - 798/1684

(A)

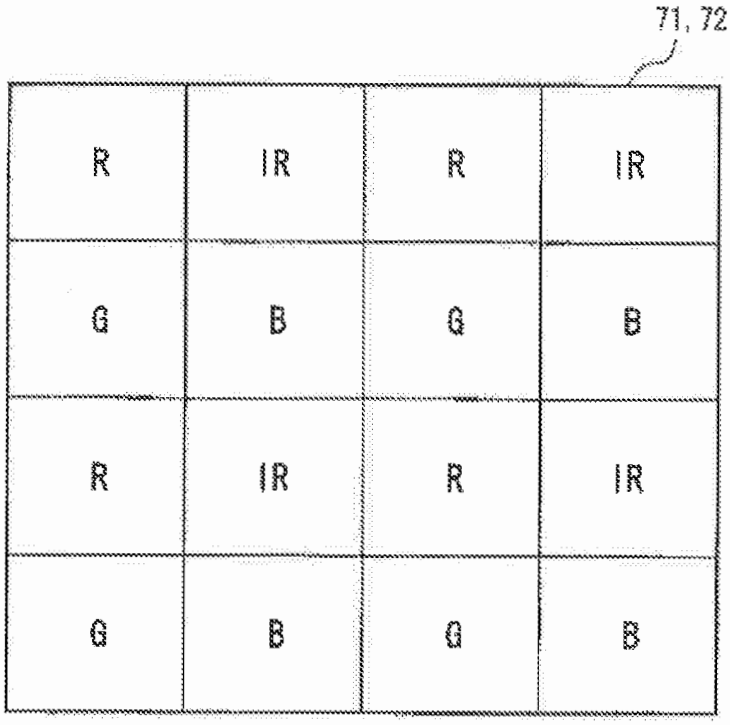


(B)

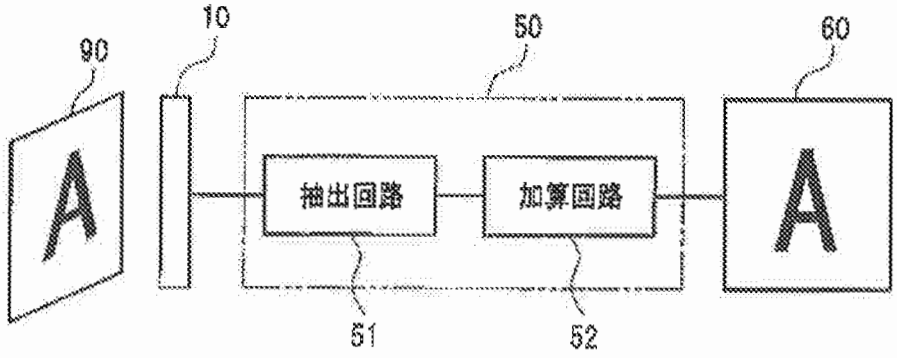


[Drawing 4]

SAMSUNG EX. 1002 - 799/1684

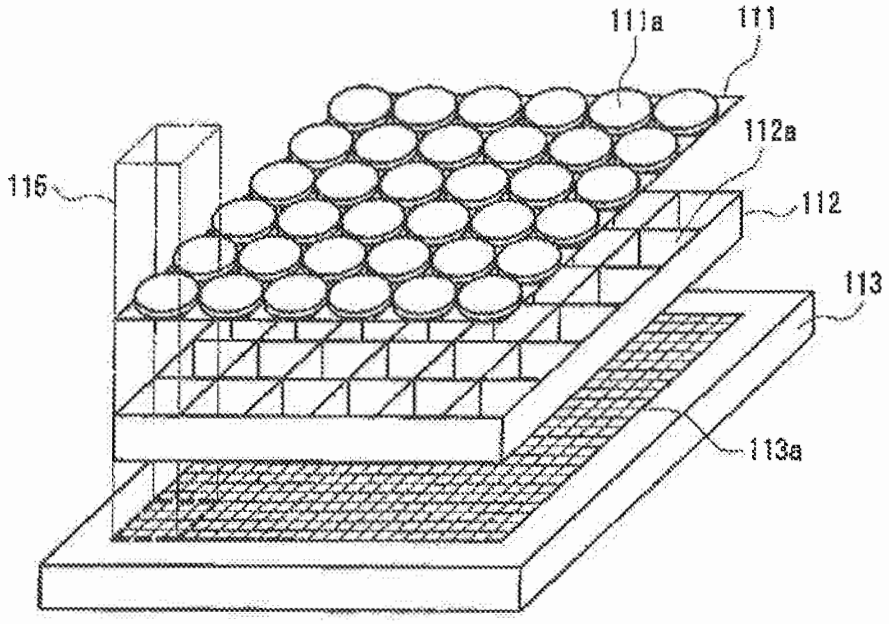


[Drawing 5]



SAMSUNG EX. 1002 - 800/1684

[Drawing 6]



SAMSUNG EX. 1002 - 801/1684

(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2006-33493
(P2006-33493A)
(43)公開日　平成18年2月2日(2006.2.2)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H04N 9/07	*(2006.01)*	H04N	9/07	A	4M118
H04N 5/335	*(2006.01)*	H04N	5/335	U	5C024
H01L 27/14	*(2006.01)*	H01L	27/14	D	5C065
H04N 101/00	*(2006.01)*	H04N	101:00		

審査請求 未請求　請求項の数 10　OL　（全 11 頁）

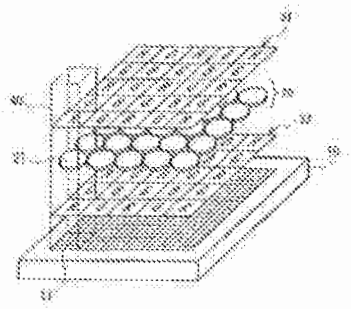
(21)出願番号　特願2004-210326 (P2004-210326)
(22)出願日　平成16年7月16日 (2004.7.16)

(71)出願人　000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真１００６番地
(74)代理人　100098291
弁理士　小笠原　史朗
(72)発明者　林　孝行
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内
(72)発明者　山形　道弘
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内
(72)発明者　朴　一武
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】撮像装置

(57)【要約】
【課題】　クロストークが抑制でき、且つ部品点数や工数が低減された安価な撮像装置を提供する。
【解決手段】　微小レンズアレイ２０の各微小レンズ２１は固体撮像素子１０の複数の画素１１に被写体像を結像する。固体撮像素子１０よりも被写体側に第１カラーフィルタアレイ３１が、第１カラーフィルタアレイ３１と固体撮像素子１０との間に第２カラーフィルタアレイ３２が配置される。第１，第２カラーフィルタアレイ３１，３２は同じ配置の少なくとも２種以上のカラーフィルタを備える。第１，第２カラーフィルタアレイ３１，３２のカラーフィルタと微小レンズ１０とは一対一に対応する。
【選択図】　図１



SAMSUNG EX. 1002 - 802/1684

【特許請求の範囲】
【請求項１】
第１平面内に配置された光電変換機能を有する多数の画素を備える固体撮像素子と、第２平面内に配置された複数の微小レンズを備える微小レンズアレイとを有し、１つの前記微小レンズに対して複数の前記画素が対応し、それぞれの前記微小レンズが対応する複数の前記画素に被写体像を結像する撮像装置であって、
更に、前記第１平面に対して被写体側の第３平面内に配置された少なくとも２種以上のカラーフィルタを備える第１カラーフィルタアレイと、前記第１カラーフィルタアレイのカラーフィルタと同じ配置で前記第３平面と前記第１平面との間に位置する第４平面内に配置された少なくとも２種以上のカラーフィルタを備える第２カラーフィルタアレイとを有し、
前記第１カラーフィルタアレイの前記カラーフィルタと前記微小レンズ、及び前記第２カラーフィルタアレイの前記カラーフィルタと前記微小レンズとは、いずれも一対一に対応していることを特徴とする撮像装置。
【請求項２】
前記第１カラーフィルタアレイ及び前記第２カラーフィルタアレイは、赤色光を透過するカラーフィルタと、緑色光を透過するカラーフィルタと、青色光を透過するカラーフィルタとを含む請求項１に記載の撮像装置。
【請求項３】
前記第１カラーフィルタアレイ及び前記第２カラーフィルタアレイにおいて、同種のカラーフィルタが相互に隣り合わないように、前記２種以上のカラーフィルタが市松模様状に配置されている請求項１に記載の撮像装置。
【請求項４】
前記第３平面は、前記第２平面に対して被写体側に位置する請求項１に記載の撮像装置。
【請求項５】
前記第３平面は、前記第２平面と前記第４平面との間に位置し、前記第３平面と前記第４平面とが離間している請求項１に記載の撮像装置。
【請求項６】
前記第２カラーフィルタアレイは、固体撮像素子の入射面に近接して、又は前記入射面上に配置されている請求項１に記載の撮像装置。
【請求項７】
前記第１カラーフィルタアレイ及び前記第２カラーフィルタアレイは、赤外光を透過するカラーフィルタ及び／又は紫外光を透過するカラーフィルタを含む請求項１に記載の撮像装置。
【請求項８】
前記固体撮像素子の多数の前記画素からの信号のうち、同種の前記カラーフィルタに対応する前記画素からの信号のみを選択的に抽出する抽出回路を更に備える請求項１に記載の撮像装置。
【請求項９】
前記固体撮像素子がＣＣＤである請求項１に記載の撮像装置。
【請求項１０】
前記固体撮像素子がＣＭＯＳである請求項１に記載の撮像装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は撮像装置に関する。特に、多数の画素を有する固体撮像素子の被写体側の平面内に複数の微小レンズを配列した微小レンズアレイを配置した撮像装置に関する。
【背景技術】
【０００２】

SAMSUNG EX. 1002 - 803/1684

近年市場規模が大きくなりつつあるデジタルスチルカメラの市場においては、より携帯性に優れた小型・薄型のカメラに対するニーズが高まってきている。信号処理を担うＬＳＩ等の回路部品は、配線パターンの微細化などにより高機能で小型化が進んでいる。また、記録メディアも小型・大容量のものが廉価にて入手できるようになってきている。しかしながら、レンズとＣＣＤやＣＭＯＳなどの固体撮像素子とで構成される撮像系の小型化は未だ十分とは言えず、より携帯性に優れたカメラを実現するためにも小型の撮像系の開発が要望されている。

【０００３】

撮像系の小型化を実現するための構成として、平面上に複数の微小レンズを配列したレンズアレイ光学系を用いた撮像装置が知られている。従来の光軸上に複数のレンズを並べた光学系は、光軸方向に長くなるため体積が増大し、またレンズ径が大きいため収差が大きくなるという問題を有していた。これに対して、レンズアレイ光学系は、光軸方向に薄くでき、かつ個々の微小レンズ径が小さいため収差を比較的小さく抑えることが可能である。

【０００４】

このようなレンズアレイを用いた撮像装置が特許文献１に開示されている。この撮像装置は、図６に示すように、被写体側から順に、複数の微小レンズ１１１ａが同一平面内に配列された微小レンズアレイ１１１と、各微小レンズ１１１ａからの光信号が互いに混信しないように分離するための格子枠状の隔壁１１２ａからなる隔壁層１１２と、多数の光電変換素子１１３ａが同一平面内に配置された受光素子アレイ１１３とを備える。１つの微小レンズ１１１ａと、これに対応する、隔壁１１２ａによって分離された１つの空間と、複数の光電変換素子１１３ａとが、１つの結像ユニット１１５を構成する。個々の結像ユニット１１５において、微小レンズ１１１ａが、対応する複数の光電変換素子１１３ａ上に被写体像を結像する。これにより、結像ユニット１１５ごとに撮影画像が得られる。この撮影画像の解像度は１つの結像ユニット１１５を構成する光電変換素子１１３ａの数（画素数）に依存する。被写体に対する個々の微小レンズ１１１ａの相対的位置が異なることにより、複数の光電変換素子１１３ａ上に形成される被写体像の結像位置が結像ユニット１１５ごとに異なる。その結果、得られる撮影画像は結像ユニット１１５ごとに異なる。この互いに異なる複数の撮影画像を信号処理することにより、一つの画像を得ることができる。

【０００５】

この撮像装置では、個々の結像ユニット１１５を構成する画素数は少ないため、個々の結像ユニット１１５から得られる撮影画像の画質は低いが、複数の結像ユニット１１５においてそれぞれ得られる少しずつずれた撮影画像を用いて信号処理して画像を再構築することにより、多数の光電変換素子で撮影した場合と同様の画質の映像を得ることができる。

【０００６】

図６の撮像装置では、微小レンズ１１１ａからの光がこの微小レンズ１１１ａと対応しない隣の結像ユニット１１５の光電変換素子１１３ａに入射する（この現象を「クロストーク」と呼ぶ）と、高画質の画像を再構築できなかったり、迷光が発生して画質が劣化したり、光損失を生じたりする。従って、クロストークを防止するために、隔壁層１１２が用いられている。特許文献１では、これと同様の効果は、隔壁層１１２に代えて、結像ユニット１１５ごとに偏向方向が直交するように偏向透過フィルタを配置した偏向フィルタアレイを微小レンズアレイ１１１面及び受光素子アレイ１１３面にそれぞれ配置しても得られると記載されている。

【特許文献１】特開２００１－６１１０９号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

しかしながら、上記の図６の撮像装置に使用される隔壁層１１２は、各結像ユニット１

SAMSUNG EX. 1002 - 804/1684

１５に対応する隔壁１１２ａを形成するために、ステンレス鋼などを微細加工して高精度に組み立てられて作成される。従って、工程が煩雑で、コスト高となる。また、得られた隔壁層１１２と微小レンズアレイ１１１及び受光素子アレイ１１３とを相対的位置を厳密に管理しながら組み立てる必要があり、組立作業が煩雑となる。

【０００８】

また、隔壁層１１２の代わりに使用される偏向フィルタアレイは、回折格子や屈折型光学素子を用いて作成されるため、部品点数や組み立て工数が増加する。

【０００９】

本発明は、従来の上記の撮像装置が有する問題を解決し、クロストークが抑制でき、且つ部品点数や工数が低減された安価な撮像装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１０】

本発明の撮像装置は、第１平面内に配置された光電変換機能を有する多数の画素を備える固体撮像素子と、第２平面内に配置された複数の微小レンズを備える微小レンズアレイとを有する。１つの前記微小レンズに対して複数の前記画素が対応し、それぞれの前記微小レンズが対応する複数の前記画素に被写体像を結像する。

【００１１】

本発明の撮像装置は、更に、前記第１平面に対して被写体側の第３平面内に配置された少なくとも２種以上のカラーフィルタを備える第１カラーフィルタアレイと、前記第１カラーフィルタアレイのカラーフィルタと同じ配置で前記第３平面と前記第１平面との間に位置する第４平面内に配置された少なくとも２種以上のカラーフィルタを備える第２カラーフィルタアレイとを有し、前記第１カラーフィルタアレイの前記カラーフィルタと前記微小レンズ、及び前記第２カラーフィルタアレイの前記カラーフィルタと前記微小レンズとは、いずれも一対一に対応している。

【発明の効果】

【００１２】

本発明によれば、同じカラーフィルタ配置を有する第１カラーフィルタアレイと第２カラーフィルタアレイとを備えるので、従来の撮像装置において必須であった隔壁層や偏光フィルタアレイを用いることなく、クロストークの発生を抑制できる。

【００１３】

クロストークを抑制できるので、画質劣化を少なくできること、また、迷光の発生を抑えることができることなどにより、高画質画像を撮影できる。

【００１４】

また、隔壁層や偏光フィルタアレイが不要であるので、組立作業を簡素化でき、また部品点数を削減できるので、安価な撮像装置を提供できる。更に、部品精度や組立精度を向上できるので、高品質の撮像装置を提供できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１５】

本発明の上記撮像装置において、前記第１カラーフィルタアレイ及び前記第２カラーフィルタアレイは、赤色光を透過するカラーフィルタと、緑色光を透過するカラーフィルタと、青色光を透過するカラーフィルタとを含むことが好ましい。これにより、カラー撮影を行うことができる。

【００１６】

また、前記第１カラーフィルタアレイ及び前記第２カラーフィルタアレイにおいて、同種のカラーフィルタが相互に隣り合わないように、前記２種以上のカラーフィルタが市松模様状に配置されていることが好ましい。これにより、クロストークを低減できる。

【００１７】

また、前記第３平面は、前記第２平面に対して被写体側に位置することが好ましい。これにより、撮像装置の全体の厚みを薄くしながら、第１カラーフィルタアレイと第２カラーフィルタアレイとの間の間隔を比較的大きく確保できるので、クロストークの低減効果

SAMSUNG EX. 1002 - 805/1684

が向上する。

【００１８】

あるいは、前記第３平面は、前記第２平面と前記第４平面との間に位置し、前記第３平面と前記第４平面とが離間していることが好ましい。この構成でも、第１カラーフィルタアレイと第２カラーフィルタアレイとの間の間隔を確保することによりクロストークを低減することができる。

【００１９】

また、前記第２カラーフィルタアレイは、固体撮像素子の入射面に近接して、又は前記入射面上に配置されていることが好ましい。これにより、第２カラーフィルタアレイと固体撮像素子との間でのクロストークを低減できる。

【００２０】

また、前記第１カラーフィルタアレイ及び前記第２カラーフィルタアレイは、赤外光を透過するカラーフィルタ及び／又は紫外光を透過するカラーフィルタを含んでいても良い。これにより、赤外線及び／又は紫外線による撮影が可能となる。

【００２１】

また、前記固体撮像素子の多数の前記画素からの信号のうち、同種の前記カラーフィルタに対応する前記画素からの信号のみを選択的に抽出する抽出回路を更に備えていても良い。これにより、所望する特定の波長帯の光のみを選択して撮影することが可能となる。

【００２２】

前記固体撮像素子は、ＣＣＤであっても良い。あるいは、ＣＭＯＳであっても良い。

【００２３】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【００２４】

（実施の形態１）

図１は、本発明の実施の形態１の撮像装置の概略構成を示した斜視図である。図２は、本発明の実施の形態１の撮像装置の、微小レンズの光軸を含む面での部分断面図である。図３（Ａ）は、本発明の実施の形態１の撮像装置において、固体撮像素子からの信号の処理の概略を示した図である。図３（Ｂ）は、本発明の実施の形態１の撮像装置において、１つの結像ユニットを構成する受光部を示した斜視図である。

【００２５】

図１から図３において、１０は第１平面内に縦横方向に配列された多数の画素１１を備える固体撮像素子（例えば、ＣＣＤやＣＭＯＳ）、２０は、第１平面と平行で且つ離間した第２平面内に縦横方向に配列された複数の微小レンズ２１を備える微小レンズアレイである。

【００２６】

３１は、第１平面と平行で、且つ第１平面よりも被写体側の第３平面内に縦横方向に配列された複数のカラーフィルタを備える第１カラーフィルタアレイである。３２は、第１平面と平行で、且つ第３平面と第１平面との間に位置する第４平面内に縦横方向に配列された複数のカラーフィルタを備える第２カラーフィルタアレイである。本実施の形態では、第１及び第２カラーフィルタアレイ３１，３２は、赤色光を選択的に透過するカラーフィルタＲと、緑色光を選択的に透過するカラーフィルタＧと、青色光を選択的に透過するカラーフィルタＢとを備え、これらが格子枠状に区分された各領域内に市松模様状に配置されている。第１カラーフィルタアレイ３１と第２カラーフィルタアレイ３２とは、カラーフィルタＲ，Ｇ，Ｂの配置に関して同一である。

【００２７】

１つの微小レンズ２１に対して、第１カラーフィルタアレイ３１を構成する赤・緑・青のうちの何れか一色のカラーフィルタ、第２カラーフィルタアレイ３２を構成する赤・緑・青のうちの何れか一色のカラーフィルタ、及び複数の画素１１が対応し、これらによって１つの結像ユニット４０が構成される。同じ結像ユニット４０を構成する第１カラーフィルタアレイ３１のカラーフィルタの色と第２カラーフィルタアレイ３２のカラーフィル

SAMSUNG EX. 1002 - 806/1684

タの色とは一致する。

【００２８】

被写体からの光束は、第１カラーフィルタアレイ３１にて赤緑青の何れかの色光のみが選択されてこれを透過し、複数の微小レンズ２１に入射する。各微小レンズ２１は、対応する複数の画素１１上に被写体像を形成する。微小レンズ２１を出射した赤緑青の何れかの色光は、画素１１に達する前に、第２カラーフィルタアレイ３２に入射する。第２カラーフィルタアレイ３２の各カラーフィルタは、入射光のうち、自身のカラーフィルタの色と同じ色光のみを透過させる。

【００２９】

本実施の形態の撮像装置は、上記の構成によりクロストークを防止できる。これを図２を用いて説明する。

【００３０】

例えば、被写体からの光線Ｒ１は、第１カラーフィルタアレイ３１の赤色のカラーフィルタＲに入射して、赤色の波長帯の光のみがこれを通過し、微小レンズ２１を通過後、第２カラーフィルタアレイ３２の赤色のカラーフィルタＲに入射する。この入射光は赤色の波長帯の光であるから、このカラーフィルタＲを通過することができ、画素１１上に赤色の被写体像を形成する。

【００３１】

一方、光線Ｒ１よりも大きな入射角で撮像装置に入射する被写体からの光線Ｒ２は、第１カラーフィルタアレイ３１の赤色のカラーフィルタＲに入射して、赤色の波長帯の光のみがこれを通過し、微小レンズ２１を通過後、第２カラーフィルタアレイ３２の隣の結像ユニットを構成する緑色のカラーフィルタＧに入射する。緑色のカラーフィルタＧはこの赤色の波長帯の入射光を通過させない。従って、光線Ｒ２を構成する如何なる波長帯の光も画素１１に達しない。

【００３２】

このように、本発明の撮像装置は、各結像ユニット４０が同一色のカラーフィルタを光軸方向に２層備えている。更に、第１及び第２カラーフィルクアレイ３１，３２では色の異なるカラーフィルタＲ，Ｇ，Ｂが市松模様を構成するように配置されている。即ち、任意の１つのカラーフィルタの色と、このカラーフィルタの４つの辺を挟んで縦横方向に隣り合う４つのカラーフィルタの色とが異なるように、カラーフィルタＲ，Ｇ，Ｂが配置されている。この結果、上記光線Ｒ２のように、第１カラーフィルタアレイ３１を通過後、第２カラーフィルタアレイ３２に入射するまでの間に縦横方向に隣り合う結像ユニット４０間の境界を越える光線は第２カラーフィルタアレイ３２を通過することができない。従って、クロストークの発生を防止することができる。これにより、画質劣化を少なくでき、また、迷光の発生を抑えることができる。この結果、高画質画像を撮影することができる。

【００３３】

更に、ＣＣＤや液晶表示素子に使用されるカラーフィルタにおいて汎用されているカラーフィルタアレイと同様にして、例えば第１カラーフィルタアレイ３１を微小レンズアレイ２０上に、第２カラーフィルタアレイ３２を固体撮像素子１０上に、それぞれ形成すれば良く、上述した従来の撮像装置の隔壁や偏向フィルタアレイに比べて製造を格段に簡単化でき、また、部品点数も削減できる。更に、第１及び第２カラーフィルタアレイ３１，３２自身の精度や微小レンズアレイ２０及び固体撮像素子１０に対する精度も従来に比べて向上できるので、品質が向上し且つ安定する。

【００３４】

上記の実施の形態では、第１カラーフィルタアレイ３１は微小レンズアレイ２０よりも被写体側に、第２カラーフィルタアレイ３２は微小レンズアレイ２０と固体撮像素子１０との間に配置されているか、第１及び第２カラーフィルタアレイ３１，３２の配置は、クロストークの発生が抑制できればこれに限定されない。例えば、第１カラーフィルタアレイ３１及び第２カラーフィルタアレイ３２を微小レンズアレイ２０と固体撮像素子１０と

SAMSUNG EX. 1002 - 807/1684

の間に配置しても良い。この場合、第１カラーフィルタアレイ３１と第２カラーフィルタアレイ３２とは光軸方向に所定の距離だけ離間させることが好ましい。両者が近接していると、入射角が大きな光線は隣り合う結像ユニット４０間の境界を越えてしまうので、２枚のカラーフィルタアレイ３１、３２を用いたことが実質的に無意味となる。

【００３５】

但し、第１カラーフィルタアレイ３１、第２カラーフィルタアレイ３２、及び微小レンズアレイ２０の配置順序にかかわらず、第１カラーフィルタアレイ３１よりも固体撮像素子１０寄りに配置される第２カラーフィルタアレイ３２は、固体撮像素子１０の入射面に近接して、又は固体撮像素子１０の入射面上に配置されていることが好ましい。これにより、第２カラーフィルタアレイ３２を通過した光線が、隣り合う結像ユニット４０間の境界を越えた後、固体撮像素子１０に入射するのを低減することができる。即ち、第２カラーフィルタアレイ３２と固体撮像素子１０との間でのクロストークの発生を低減できる。

【００３６】

次に、固体撮像素子１０の各受光部１１に入射した光束から画像を得る方法を図３（Ａ）及び図３（Ｂ）を用いて説明する。

【００３７】

図３（Ａ）に示すように、結像ユニット４０ごとに、微小レンズアレイ２０の微小レンズ２１は、被写体９０の像９１を固体撮像素子１０上に結像する。固体撮像素子１０の各受光部（画素）１１は入射した光束を光電変換する。ここで、固体撮像素子１０の水平軸をｘ軸、垂直軸をｙ軸とし、位置（ｘ，ｙ）にある受光部１１からの信号をＩ（ｘ，ｙ）とすると、固体撮像素子１０に含まれる全ての受光部１１についての信号Ｉ（ｘ，ｙ）が読み出される（ステップ１０１）。

【００３８】

次に、この各受光部１１からの信号Ｉ（ｘ，ｙ）を結像ユニット４０ごとに分割する。即ち、図３（Ｂ）に示すように、受光部１１がｍ列×ｎ行に配置された結像ユニット４０内の第ｉ列、第ｋ行の位置にある受光部１１の位置を$(i,k)_{(x,y)}$とし、この受光部１１からの信号を$I(i,k)_{(x,y)}$とすると、上記各信号Ｉ（ｘ，ｙ）を結像ユニット４０内における信号$I(i,k)_{(x,y)}$として取り扱う。この結果、結像ユニット４０ごとにｍ列×ｎ行の画素からなる画像が再構成される（ステップ１０３）。

【００３９】

その後、異なる結像ユニット４０間において、信号$I(i,k)_{(x,y)}$を処理して１枚の画像を再構築する（ステップ１０５）。この信号処理としては、上記特許文献１に記載された方法を用いることができ、その詳細説明を省略する。結像ユニット４０内における被写体像９１の形成位置が結像ユニット４０ごとに異なるために、位置（ｉ，ｋ）が同じ受光部１１からの信号$I(i,k)_{(x,y)}$は結像ユニット４０ごとに異なる。従って、１つの結像ユニット４０に含まれる受光部１１の数（ｍ×ｎ個）を遙かに超えた高解像度の画像が得られる。

【００４０】

（実施の形態２）

図４は、本発明の実施の形態２に係る撮像装置に搭載される第１，第２カラーフィルタアレイ７１，７２のカラーフィルタの配置を示した正面図である。図５は、本発明の実施の形態２に係る撮像装置において固体撮像素子からの信号の処理の流れを示したブロック図である

本実施の形態の撮像装置は、実施の形態１で示した３種のカラーフィルタＲ，Ｇ，Ｂを備える第１，第２カラーフィルタアレイ３１，３２に代えて、図４に示す第１，第２カラーフィルタアレイ７１，７２が使用される。この第１，第２カラーフィルタアレイ７１，７２は、実施の形態１で示した第１，第２カラーフィルタアレイ３１，３２と同様に、赤色光を選択的に透過するカラーフィルタＲ、緑色光を選択的に透過するカラーフィルタＧ、及び青色光を選択的に透過するカラーフィルタＢに加えて、更に赤外光を選択的に透過するカラーフィルタＩＲを備える。この４種のカラーフィルタＲ，Ｇ，Ｂ，ＩＲが，結像

SAMSUNG EX. 1002 - 808/1684

ユニット４０に対応して格子枠状に区分された各領域内に市松模様状に配置されている。実施の形態１と同様に、隣り合うカラーフィルタの色は同一ではない。これにより、実施の形態１で説明したのと同様に、第１カラーフィルタアレイ７１を通過後、第２カラーフィルタアレイ７２に入射するまでの間に隣り合う結像ユニット４０間の境界を越える光線は第２カラーフィルタアレイ７２を通過することができない。従って、クロストークの発生を防止することができる。

【００４１】

更に、本実施の形態２では、このような撮像装置からの出力信号は図５に示す映像回路５０により以下のように処理される。即ち、固体撮像素子１０の各受光部１１は被写体９０の光信号を光電変換し、出力する。映像回路５０内の抽出回路５１は、固体撮像素子１０からの信号のうち、カラーフィルタの色が同一である結像ユニット４０に含まれる受光部１１からの信号を選択的に抽出する。加算回路５２は、抽出回路５１で抽出された単色の信号に対して図３（Ａ）及び図３（Ｂ）で説明した処理を行い単色の高解像度の画像を再構築する。

【００４２】

例えば、抽出回路５１が、固体撮像素子１０からの信号のうち、赤、緑、青の３色のカラーフィルタＲ，Ｇ，Ｂに対応する結像ユニット４０からの信号を抽出すると、加算回路５２は、赤、緑、青の３色の画像を再構築する。この３色の画像を合成すれば、表示装置６０にカラー画像を表示することができる。

【００４３】

また、抽出回路５１が、固体撮像素子１０からの信号のうち、赤外光のカラーフィルタＩＲに対応する結像ユニット４０からの信号のみを抽出すると、加算回路５２は、赤外光の画像を再構築する。従って、表示装置６０に赤外線撮影画像を表示することができる。

【００４４】

このように、本実施の形態によれば、第１，第２カラーフィルタアレイ７１，７２がカラーフィルタＲ，Ｇ，Ｂに加えてカラーフィルタＩＲを備えているために、実施の形態１と同様にカラー撮影を行うことができるのはもちろん、夜間などの肉眼では視認できない暗闇での赤外線撮影も行うことができる。

【００４５】

もちろん、抽出回路５１が、赤、緑、青の３色のうちの任意の１色又は２色に対応する結像ユニット４０からの信号のみを抽出して、所望する色の画像を得ることも可能である。

【００４６】

本実施の形態２では、第１，第２カラーフィルタアレイ７１，７２が赤外光を選択的に透過するカラーフィルタＩＲを備えていたが、カラーフィルタＩＲに代えて、又はこれに加えて紫外光を選択的に透過するカラーフィルタを備えていても良い。また、赤外光や紫外光以外の特定の波長帯の光のみを透過させるカラーフィルタを備えていても良い。

【産業上の利用可能性】

【００４７】

本発明の撮像装置の利用分野は特に制限はないが、小型・薄型でありながら高解像度画像を得ることができるので、例えばデジタルスチルカメラ、携帯電話、ノート型パソコン、ＰＤＡなどの各種携帯型情報端末などに利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【００４８】

【図１】図１は、本発明の実施の形態１の撮像装置の概略構成を示した分解斜視図である。

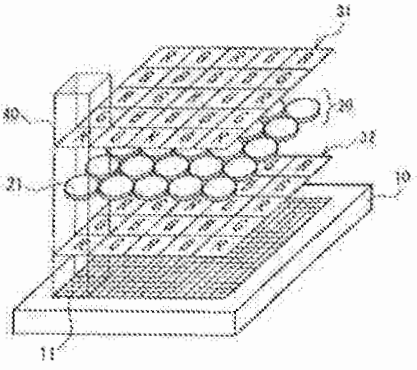
【図２】図２は、本発明の実施の形態１の撮像装置の、微小レンズの光軸を含む面での断面図である。

【図３】図３（Ａ）は、本発明の実施の形態１の撮像装置において、固体撮像素子からの信号の処理の概略を示した図である。図３（Ｂ）は、本発明の実施の形態１の撮像装置に

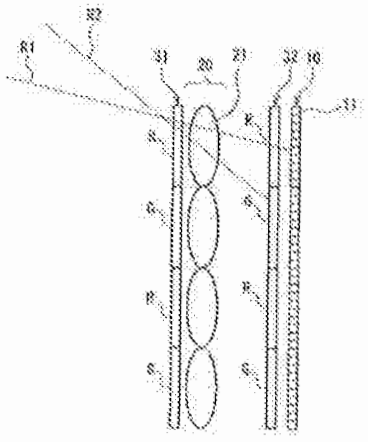
SAMSUNG EX. 1002 - 809/1684

おいて、１つの結像ユニットを構成する受光部を示した斜視図である。
【図４】図４は、本発明の実施の形態２の撮像装置におけるカラーフィルタアレイを示した正面図である。
【図５】図５は、本発明の実施の形態２の撮像装置において固体撮像素子からの信号の処理の概略を示したブロック図である。
【図６】図６は、従来の撮像装置の概略構成を示した分解斜視図である。
【符号の説明】
【００４９】
１０　固体撮像素子
１１　画素
２０　微小レンズアレイ
２１　微小レンズ
３１，７１　第１カラーフィルタアレイ
３２，７２　第２カラーフィルタアレイ
４０　結像ユニット
５０　映像回路
５１　抽出回路
５２　加算回路
６０　表示装置
９０　被写体

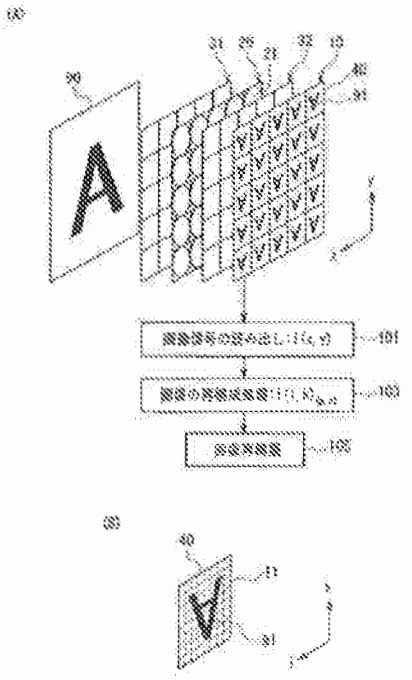
【図１】



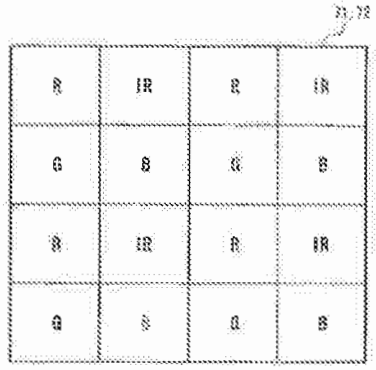
【図２】



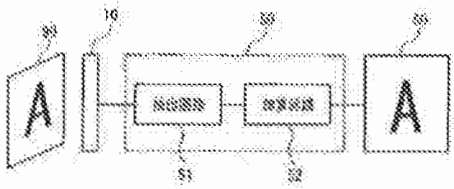
【図３】



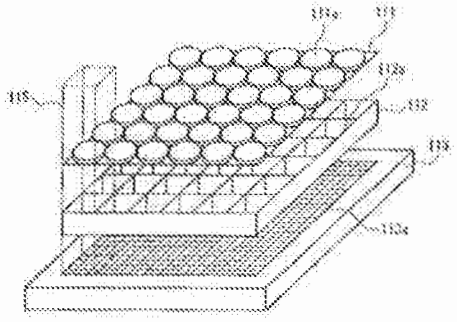
【図４】



【図５】



【図６】



フロントページの続き

(72)発明者 田中 康弘
大阪府門真市大字門真１００６番地 松下電器産業株式会社内
(72)発明者 林 謙一
大阪府門真市大字門真１００６番地 松下電器産業株式会社内
(72)発明者 伏見 吉正
大阪府門真市大字門真１００６番地 松下電器産業株式会社内
(72)発明者 村田 茂樹
大阪府門真市大字門真１００６番地 松下電器産業株式会社内
(72)発明者 岡山 裕昭
大阪府門真市大字門真１００６番地 松下電器産業株式会社内

Fターム(参考) 4M118 AA05 AA10 BA10 BA14 FA06 GC01 GC08 GC09 GC14 GC20
GD02 GD07
5C024 AX01 CX01 CX11 DX01 EX43 EX52 GX22 GY01 GY31
5C065 AA03 BB09 BB30 CC01 DD02 DD15 DD17 EE06 EE10 EE11
EE16 EE17

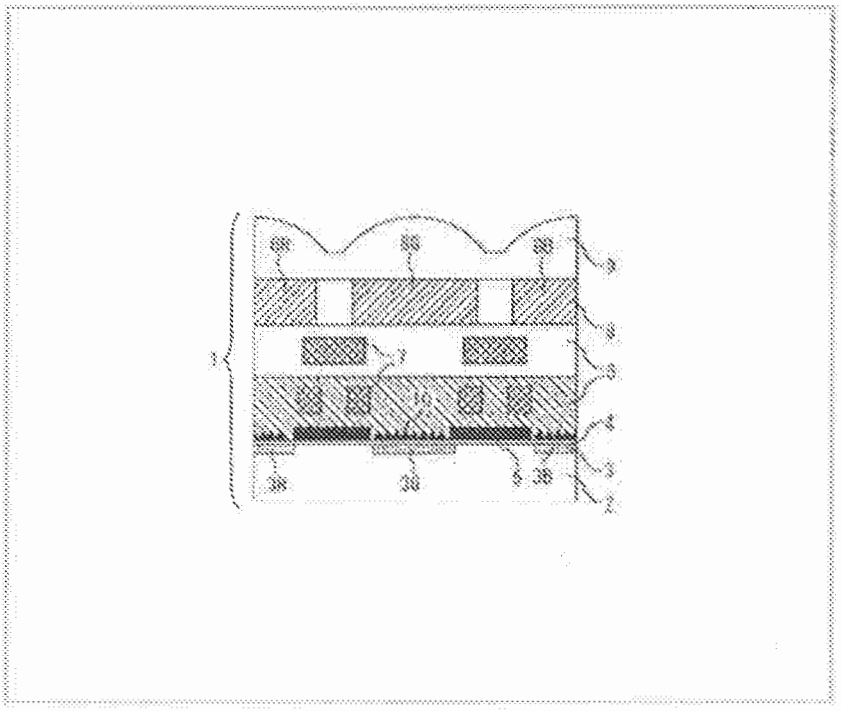
SAMSUNG EX. 1002 - 812/1684

(11)Publication number	2006-147991
(43)Date of publication of application	08.06.2006
(51)Int.Cl.	*H01L 27/14 (2006.01)* *H04N 5/335 (2006.01)* *H01L 31/10 (2006.01)* *H04N 101/00 (2006.01)*
(21)Application number	2004-338726
(22)Date of filing	24.11.2004
(71)Applicant	CANON INC
(72)Inventor	OKUNO TAKEHARU

(54)SOLID STATE IMAGE SENSOR, AND OPTICAL APPLIANCE HAVING THE SAME

(57)Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a highly sensitive solid state image sensor wherein the reflection of a light is so reduced in the interface between its photoelectric converting portion and its insulating film as to suppress the generation of such a noise light as flare and ghost.
SOLUTION: The solid state image sensor is the one wherein photoelectric converting elements for generating charges in response to the intensity of an incident light on a silicon substrate are formed. Each fine irregular structure is formed on the incident-light side of each photoelectric converting element via an insulating film comprising a silicon oxide film.



SAMSUNG EX. 1002 - 813/1684

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]

It is a solid state image pickup device in which a photoelectric conversion part which generates an electric charge according to luminous intensity which entered into a substrate was formed, A solid state image pickup device having a rugged structure object via a thin film in the light incidence side of the optoelectric transducer.

[Claim 2]

The solid state image pickup device according to claim 1 with which the aforementioned thin film is characterized by thickness being 10A or more and 500A or less.

[Claim 3]

The solid state image pickup device according to claim 1 or 2, wherein the aforementioned thin film is a silicon oxide film.

[Claim 4]

A solid state image pickup device of a description in any 1 item of Claim 1, wherein the aforementioned photoelectric conversion part is formed with silicon to 3.

[Claim 5]

A solid state image pickup device of a description in any 1 item of Claim 1 which the aforementioned rugged structure object arranges a plurality of uneven parts in two dimensions, is constituted, and is characterized by the uneven part being form which the volume share increases from the light incidence side gradually toward the aforementioned photoelectric conversion part side to 4.

[Claim 6]

A solid state image pickup device of a description in any 1 item of Claim 1 which the aforementioned rugged structure object arranges a plurality of uneven parts in two dimensions, is constituted, and is characterized by the uneven part being approximately quadrangular pyramid form, approximately conical shape, substantially trapezoidal quadrangular pyramid form, or substantially trapezoidal conical shape to 5.

[Claim 7]

A solid state image pickup device of a description to any one of the Claims 1-6, wherein height of the rugged structure object is 100A or more and 5000A or less.

[Claim 8]

A solid state image pickup device of a description in any 1 item of Claim 1, wherein the aforementioned rugged structure object is made from single crystal silicon, polycrystalline silicon, or an amorphous silicon to 7.

[Claim 9]

It has the aforementioned rugged structure object and a color filter of a plurality of kinds in the a plurality of photoelectric conversion part [which were formed in the aforementioned substrate], and light incidence side of each photoelectric conversion part,

SAMSUNG EX. 1002 - 814/1684

A solid state image pickup device of a description in any 1 item of Claim 1, wherein height or/and a pitch of the uneven part differ from each other according to a kind of color filter to 8.

[Claim 10]

A solid state image pickup device of an any 1 item description of nine from Claim 1

A ****(ing) optical instrument.

SAMSUNG EX. 1002 - 815/1684

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[Field of the Invention]

[0001]

The present invention is suitable to optical instruments with the solid state image pickup device of the high sensitivity which was related with solid state image pickup devices, such as CMOS and CCD, and inhibited especially deterioration of the sensitivity of a light-receiving part, such as a digital camera, a video camera, and an electronic "still" camera.

[Background of the Invention]

[0002]

The solid state image pickup device represented by CMOS and CCD in recent years, In order for multi pixel-ization to proceed in order to acquire a high brilliance image, and to mount on what is called mobile terminals, such as a mobile phone and PDA, the miniaturization was called for, the area of per stroke matter became very small by this, and there was a tendency for sensitivity to be deteriorated.

[0003]

With the optoelectric transducer (photoelectric conversion part) formed with silicon when its attention was paid to the internal structure of a solid state image pickup device and the insulator layer formed on it, Since the rates of optical refraction differed largely, there was a tendency for the light beyond about 20% or it of incident light to be reflected as a whole from each interface, and for sensitivity to be deteriorated.

[0004]

The light again reflected by another part and the component is the cause which noise light, such as the flare and a ghost, generates by the incident thing at the photoelectric conversion part.

[0005]

An antireflection means is provided to the front side (light incidence side) of a photoelectric conversion part (light-receiving part), and the solid state image pickup device which lessened deterioration of light-receiving sensitivity is known (a Patent document 1, 2).

[Patent document 1] Japanese Published Patent Application No. 2000-12822 (JP2000-12822A)

[Patent document 2] Japanese Published Patent Application No. 2003-249639 (JP2003-249639A)

[Description of the Invention]

[Problem to be solved by the invention]

[0006]

A Patent document 1 is forming the antireflection film which changes from a silicon nitride film about 60 nm thick via the gate oxide film (insulator layer) which comprises 100-200-nm-thick SiO_2 on a light-receiving part (photoelectric conversion part), The MOS type solid state imaging device of the structure which inhibits a reflection of the light in a photoelectric conversion part

SAMSUNG EX. 1002 - 816/1684

(light-receiving part) is proposed.

[0007]

The MOS type solid state imaging device of a Patent document 1 in view of the refractive index for which an antireflection film is asked a silicon nitride film (refractive index 2.04 [about] in the wavelength of 550 nm), It is difficult to prevent completely a reflection of the interface of silicon (complex-index-of-refraction 4.08-0.04i in the wavelength of 550 nm), and a silicon oxide film (refractive index 1.46 in the wavelength of 550 nm).

[0008]

Even if the high antireflection effect is acquired to one specific wavelength corresponding to the thickness of the silicon nitride film in this composition, the antireflection effect is deteriorated to different wavelength and the reflected light which was not able to be inhibited serves as a generation cause of the flare or a ghost after all.

[0009]

A Patent document 2 is providing the uneven shape in which a refractive index carries out a monotone change to the interface of a photo-diode (photoelectric conversion part) and the insulator layer which consists of a silicon oxide film continuously, and preventing a reflection of light, While solving or eliminating the problem of deterioration of the sensitivity of the appearance resulting from a reflection, the solid state imaging device which solves or eliminated the problem of deterioration of the imaging performance resulting from a smear is proposed.

[0010]

When uneven shape is formed in the photo-diode surface by etching etc. as the solid state imaging device of the Patent document 2 is described there, generating of a noise may increase remarkably by generating of the plasma damage at the time of etching, or the lattice defect of silicon, entering of metallic contamination, etc.

[0011]

Even if it is able to etch by the method of a plasma damage, contamination, etc. twisting, according to a subsequent thermal process, a lattice defect arises in the stress by the difference of a coefficient of thermal expansion from a silicon oxide film, etc., it becomes a generation cause of a noise, and improvement in the degree of real textures is difficult.

[0012]

There are few reflected lights and the present invention aims at offer of the optical instrument which has high sensitivity solid state image pickup device and it which inhibited noise light, such as the flare and a ghost, while it improves the transmission quantity of the light to a photoelectric conversion part.

[Means for solving problem]

[0013]

the solid state image pickup device of the present invention is a solid state image pickup device in which the photoelectric conversion part which generates an electric charge according to the luminous intensity which entered into the substrate was formed -- it is characterized by having a rugged structure object via the thin film at the light incidence side of the optoelectric transducer.

[Effect of the Invention]

[0014]

According to the present invention, while improving the transmission quantity of the light to a photoelectric conversion part, there are few reflected lights and the optical instrument which has high sensitivity solid state image pickup device and it which inhibited noise light, such as the flare and a ghost, is obtained.

[Best Mode of Carrying Out the Invention]

SAMSUNG EX. 1002 - 817/1684

[0015]

[Work example 1]

[0016]

Fig.1 is an essential part cross sectional view of the solid state image pickup device of the working example 1 of the present invention.

[0017]

In Fig.1, the solid state image pickup device 1 is the photoelectric conversion part 3 (3R, 3G, 3B) of plurality [silicon substrate / 2]. It has the color filter 8 which has the gate oxide film (thin film) 4, the gate electrode 5, the interlayer insulation film 6, the metallic wiring 7, the red filter 8R, the green filter 8G, and the blue filter 8G which comprise the silicon oxide film as an insulator layer, and the micro lens 9. the photoelectric conversion part (photo-diode) 3 -- the upper (light incidence side) -- **** -- the fine rugged structure object 10 which has arranged a plurality of fine unevenness parts 10a which consist of single crystal silicon for antireflections in two dimensions is formed via the gate oxide film (thin film) 4 with a thickness of 50 A (5 nm) which consists of silicon oxide films.

[0018]

The solid state image pickup device 1 of the working example 1 is providing the fine rugged structure object 10 which uses silicon as main materials via the insulator layer 4 at the light incidence side of the photoelectric conversion part of the solid state image pickup device 1.

[0019]

It is an element which inhibits interface reflected light quantity by the fine rugged structure object 10 being called SWS (Sub Wave length Structure), and forming minute shape in visible light and the pitch below equivalent. The fine rugged structure object is manufactured using a semiconductor manufacturing process (lithography).

[0020]

Fig.2 is the perspective view which expanded an about ten fine rugged structure object [consisting of the single crystal silicon of Fig.1] portion. In the working example 1, the fine unevenness part 10a of the fine rugged structure object 10 is made into the form where it covered with a plurality of quadrangular pyramids periodically, and it is height h from the bottom surface of the square weight 10a of the fine rugged structure object 10 to a vertex.

100A <= h<=5000A

It is carrying out.

[0021]

In working example 1, height h set 1400 A (140 nm) and one side p of the bottom surface of the one quadrangular pyramid 10a to 0.2 micrometer.

[0022]

The transmissivity, the reflectance, and the absorptivity of the light which entered into the solid state imaging device 1 which has the structure shown in Fig.1 are shown in Fig.3. The value shown here is the transmissivity of the beam of light which results in the photoelectric conversion part 3 through the fine rugged structure object 10 and the gate oxide film 4 out of the interlayer insulation film 6. Reflectance and an absorptivity are expressed and the penetration by the interface of the color filter 8, the interface of the interlayer insulation film 6 and the color filter 8, and the micro lens 9 and the interface of air and the micro lens 9, a reflection, absorption, etc. are not taken into consideration.

[0023]

Fig.4 is an essential part cross sectional view of the solid state image pickup device 1a which is not providing the working example 1 and such a fine rugged structure object 10 for comparison.

[0024]

SAMSUNG EX. 1002 - 818/1684

Fig.5 is the transmissivity, the reflectance, and the absorptivity of the light which entered into the photoelectric conversion part 3 which consists of silicon through the gate oxide film 4 which consists of the interlayer insulation film 6 and silicon oxide film in the solid state image pickup device 1a in Fig.4.

[0025]

From comparison of Fig.3 and Fig.5, the solid state image pickup device 1 by the working example 1 has the following characteristics compared with the solid state image pickup device 1a of Fig.4.

[0026]

(A1) It crosses throughout a visible range with a wavelength of 400 nm - 700 nm, and transmissivity is improving largely.

[0027]

(A2) It crosses throughout a visible range with a wavelength of 400 nm - 700 nm, and reflectance is dramatically low.

[0028]

Therefore, the solid state image pickup device 1 of the working example 1 can attain improvement in the sensitivity of a solid state image pickup device by the increase in transmission quantity from a point of (A1), and photographing of a clear and high-definition image with little generating of noise light, such as the flare, a ghost, etc. by the reflected light from a point of (A2), is easy for it.

[0029]

In the solid state image pickup device of the working example 1, since single crystal silicon was used as the fine rugged structure object 10, some absorption of light has happened by the structure, but. In the conventional solid state image pickup device, the light which was not transmitted reflects and such lights do not pose a problem at all compared with becoming a cause of noise light, such as the flare and a ghost.

[0030]

In the solid state image pickup device by a Patent document 1, since the light which what can expect the improvement in the transmissivity of the light to a photoelectric conversion part did not transmit since the antireflection film by a dielectric was formed on an insulating layer turns into a reflected light, noise light, such as the flare and a ghost, may generate it.

[0031]

By the way, although single crystal silicon was used as the fine rugged structure object 10 in working example 1, as long as it does not limit to this and uses silicon as main materials, polycrystalline silicon, an amorphous silicon, etc. may be sufficient.

[0032]

Since what was formed simultaneously with the gate electrode 5 can be diverted especially when polycrystalline silicon is used, it is preferable also from a manufacturing viewpoint. Since the imaginary component of a complex index of refraction enlarges polycrystalline silicon and an amorphous silicon as compared with single crystal silicon and it becomes what has a slightly high rate of the absorption of light, polycrystalline silicon or single crystal silicon with crystallinity high preferable as much as possible is preferable. In addition, other high refractive index materials, such as germanium (germanium), may be used.

[0033]

Although the structured division 10a of the fine rugged structure object 10 was made into quadrangular pyramid form and the height from a bottom surface to a vertex was 1400 A in the working example 1, there may be dispersion in a certain amount of height.

[0034]

The transmissivity, the reflectance, and the absorptivity at the time of changing to the case

SAMSUNG EX. 1002 - 819/1684

where square weight-shaped height changes to 1100 A, and 1700 A are shown in Fig.6 and Fig.7, respectively.

[0035]

As shown in Fig.6 and Fig.7, the fine structure part 10a of the fine rugged structure object 10 has that transmissivity, reflectance, and an absorptivity change [little] largely, even if height varies.

[0036]

Although similarly the fine structure part 10a of the fine rugged structure object 10 was made into the abbreviated 4 pyramid form containing quadrangular pyramid form in working example 1, it may be an abbreviated cone containing not the thing to limit to this but the approximately multiple weight which the angle of the structure is slightly round or contains polygonal pyramids other than a quadrangular pyramid, or a cone -- a drill -- it does not matter even if the vertex of form serves as substantially trapezoidal weight form containing even trapezoid ******.

[0037]

Although the fine structure part 10a of the fine rugged structure object 10 was made into quadrangular pyramid form and one side p of the bottom surface was furthermore 0.2 micrometer in working example 1, It is not necessary to be not the thing to limit to this but the less than degree which incident light does not diffract, i.e., 0.4 micrometer, and to be a periodic structure which quadrangular pyramid form has arranged tidily.

[0038]

The part (pixel) 3B which carries out photoelectric conversion of the blue zone (wavelength -450nm) of the incident light which passes the color filter 8, Height, form and a pitch of the topography part 10a of the fine rugged structure object 10, etc. may be changed into every part (pixel) 3G which carries out photoelectric conversion of the green zone (wavelength -550nm), and part (pixel) which carries out photoelectric conversion of red zone (wavelength -650nm) 3R.

[Work example 2]

[0039]

Fig.8 is an essential part cross sectional view of the solid state image pickup device of the working example 2 of the present invention.

[0040]

The working example 2 only differs in the composition of the fine rugged structure object 10 compared with the working example 1, and is the same. [of other composition]

[0041]

In Fig.8, the solid state image pickup device 1 has the photoelectric conversion part (photo-diode) 3, the gate oxide film 4, the gate electrode 5, the interlayer insulation film 6, the metallic wiring 7, the color filter 8, and the micro lens 9 in the silicon substrate 2.

[0042]

the photoelectric conversion part (photo-diode) 3 -- the upper (light incidence side) -- **** -- the fine rugged structure object 10 consisting of the single crystal silicon for antireflections is formed via the gate oxide film 4 with a thickness of 50 A which consists of silicon oxide films.

[0043]

Fig.9 is the perspective view which expanded an about ten fine rugged structure object [consisting of the single crystal silicon of Fig.8] portion.

[0044]

The fine rugged structure object 10 is made into the form where a plurality of rectangular parallelepipeds 10a were arranged at a certain interval, in the working example 2. All the form where height h of the rectangular parallelepiped 10a set the interval p of 600 A and

SAMSUNG EX. 1002 - 820/1684

arrangement to 0.1 micrometer, and it saw the rectangular parallelepiped 10a from the top is squares, and the width w of one side. The fine unevenness part 10B in the part (pixel) 3B which carries out photoelectric conversion of the blue zone (wavelength -450nm) of incident light is 63 nm. In the fine unevenness part 10R in the part (pixel) 3R which carries out photoelectric conversion of 71 nm and the red zone (wavelength -650nm) in the fine unevenness part 10G of the part (pixel) 3a which carries out photoelectric conversion of the green zone (wavelength -550nm), it may be 78 nm.

[0045]

Namely, when setting the space share F of the fine unevenness parts 10B, 10G, and 10R ($=w^2/p^2$) to F10B, F10G, and F10R

F10B<F10G<F10R

He is trying to become.

[0046]

The structure shown in Fig.10 at Fig.8 to the pixel 3B for the blue zones of the solid state image pickup device 1 which it has The transmissivity of an incident light, The transmissivity, the reflectance, and the absorptivity of an incident light are shown in Fig.11 at the pixel 3G for green zones, and the transmissivity, the reflectance, and the absorptivity of incident light are shown for reflectance and an absorptivity in Fig.12 at the pixel 3R for red zones, respectively.

[0047]

The value shown here is the transmissivity of the beam of light which results in the photoelectric conversion part 3 through the fine rugged structure object 10 and the gate oxide film 4 out of the interlayer insulation film 6. Reflectance and an absorptivity are expressed and the penetration by the interface of the color filter 8, the interface of the interlayer insulation film 6 and the color filter 8, and the micro lens 9 and the interface of air and the micro lens 9, a reflection, absorption, etc. are not taken into consideration.

[0048]

The transmissivity of the light in the photoelectric conversion part which consists of a gate oxide film which consists of a silicon oxide film in the solid state image pickup device which is not providing the fine rugged structure object 10 like Fig.4 mentioned above for comparison, and silicon which entered, As compared with the Fig.5 in which reflectance and an absorptivity were shown, about the pixel of a blue zone, from comparison of Fig.10 and Fig.5, While transmissivity is all improving largely from comparison of Fig.12 and Fig.5 compared with the solid state image pickup device of the former [direction / of the solid state image pickup device by the working example 2] in the pixel of comparison of Fig.11 and Fig.5 to a red zone about the pixel of a green zone, it turns out that reflectance is dramatically low.

[0049]

Therefore, the solid state image pickup device of the working example 2 can photo the clear and high-definition image which attained improvement in sensitivity, and reduction of the flare or a ghost simultaneously.

[0050]

In the solid state image pickup device of the working example 2, since single crystal silicon was used as a fine rugged structure object, some absorption of light has happened by the structure, but. In the conventional solid state image pickup device, the light which was not transmitted reflects and such lights do not pose a problem at all compared with becoming a cause of noise light, such as the flare and a ghost.

[0051]

By the way, although single crystal silicon was used as a fine rugged structure object in working example 2, as long as it does not limit to this and uses silicon as main materials, polycrystalline silicon, an amorphous silicon, etc. may be sufficient.

SAMSUNG EX. 1002 - 821/1684

[0052]
Since what was formed simultaneously with the gate electrode 5 can be diverted especially when polycrystalline silicon is used, it is preferable also from a manufacturing viewpoint.
[0053]
Since the imaginary component of a complex index of refraction enlarges polycrystalline silicon and an amorphous silicon as compared with single crystal silicon and it becomes what has a slightly high rate of the absorption of light, polycrystalline silicon or single crystal silicon with crystallinity high preferable as much as possible is preferable. In addition, other high refractive index materials, such as germanium (germanium), may be used.
[0054]
In the working example 2, although the structured division 10a of the fine rugged structure object 10 was made into the shape of a square pilaster, it does not limit to this, and the angle of the structure may be slightly round or you may have form of multiple pillars other than a quadratic prism, a pillar, and an elliptic cylinder.
[0055]
Although the fine rugged structure object was used as the quadratic prism and the interval p of arrangement was furthermore 0.1 micrometer in working example 2, it may be the less than degree which is not limited to this and incident light does not diffract, i.e., 0.4 micrometer.
[0056]
moreover -- the working example 2 -- the object for blue zones, the object for green zones, and the object for red zones -- although the height of the fine rugged structure object was the same 600 A by all the pixel and only a width of one side was changed, it may not limit to this and may change height for every pixel.
[0057]
As described above, according to each working example of the present invention, a reflection of the light in the interface of the photoelectric conversion part and interlayer insulation film in a solid state image pickup device can be reduced, while inhibiting generating of noise light, such as the flare and a ghost, the transmissivity of light can also improve, and it can realize a high sensitivity solid state image pickup device.
[0058]
Next, the working example of the camera (optical instrument) using the solid state image pickup device of the present invention as an imaging means is described using Fig.13.
[0059]
It is the photographing optical system which 20 was constituted by the camera body and 21 comprised with the zoom lens in Fig.13. 22 -- a photographing optical system -- 21 -- an object image -- light reception -- carrying out -- CCD -- CMOS -- etc. -- the present invention -- starting -- a solid state image pickup device -- 23 -- a solid state image pickup device -- 22 -- light reception -- having carried out -- an object image -- recording -- a recording device -- 24 -- being not shown -- a display device -- displaying -- having had -- an object image -- observing -- a sake -- a finder -- it is .
[0060]
The above-mentioned display device is constituted by the liquid crystal panel etc., and the object image formed on the solid state image pickup device 22 is displayed.
[0061]
Thus, by applying the solid state image pickup device of the present invention to optical instruments, such as a camera, the optical instrument which has small and high optical performance is realized.
[Brief Description of the Drawings]
[0062]

SAMSUNG EX. 1002 - 822/1684

[Drawing 1]The essential part cross sectional view of the working example 1 of the present invention

[Drawing 2]The fine rugged structure extension-of-field perspective view concerning the working example 1 of the present invention

[Drawing 3]The explanatory view of the transmissivity, the reflectance, and the absorptivity of the light in the photoelectric conversion part and interlayer insulation film interface in a solid state image pickup device of the working example 1 of the present invention

[Drawing 4]The essential part cross sectional view of the conventional solid state image pickup device

[Drawing 5]The explanatory view of the transmissivity, the reflectance, and the absorptivity of the light in the conventional photoelectric conversion part and interlayer insulation film interface in a solid state image pickup device

[Drawing 6]The explanatory view of the transmissivity, the reflectance, and the absorptivity of the light in a photoelectric conversion part and an interlayer insulation film interface when the height of the fine rugged structure object concerning the working example 1 of the present invention becomes 1100 A

[Drawing 7]The explanatory view of the transmissivity, the reflectance, and the absorptivity of the light in a photoelectric conversion part and an interlayer insulation film interface when the height of the fine rugged structure object concerning the working example 1 of the present invention becomes 1700 A

[Drawing 8]The essential part cross sectional view of the working example 2 of the present invention

[Drawing 9]The fine rugged structure extension-of-field perspective view concerning the working example 2 of the present invention

[Drawing 10]The explanatory view of the transmissivity, the reflectance, and the absorptivity of the light in the photoelectric conversion part and interlayer insulation film interface of the pixel for blue zones in the solid state image pickup device of the working example 2 of the present invention

[Drawing 11]The explanatory view of the transmissivity, the reflectance, and the absorptivity of the light in the photoelectric conversion part and interlayer insulation film interface of the pixel for green zones in the solid state image pickup device of the working example 2 of the present invention

[Drawing 12]The explanatory view of the transmissivity, the reflectance, and the absorptivity of the light in the photoelectric conversion part and interlayer insulation film interface of the pixel for red zones in the solid state image pickup device of the working example 2 of the present invention

[Drawing 13]The essential part schematic view of the optical instrument of the present invention

[Explanations of letters or numerals]

[0063]

1 Solid state image pickup device
2 Silicon substrate
3 Optoelectric transducer (photo-diode)
4 Gate oxide film
5 Gate electrode
6 Interlayer insulation film
7 Metallic wiring
8 Color filter
9 Micro lens

SAMSUNG EX. 1002 - 823/1684

10 Antireflection structure
20 Camera body
21 Photographing optical system
22 Solid state image pickup device
23 Recording device
24 Finder (not shown)

SAMSUNG EX. 1002 - 824/1684

DRAWINGS

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

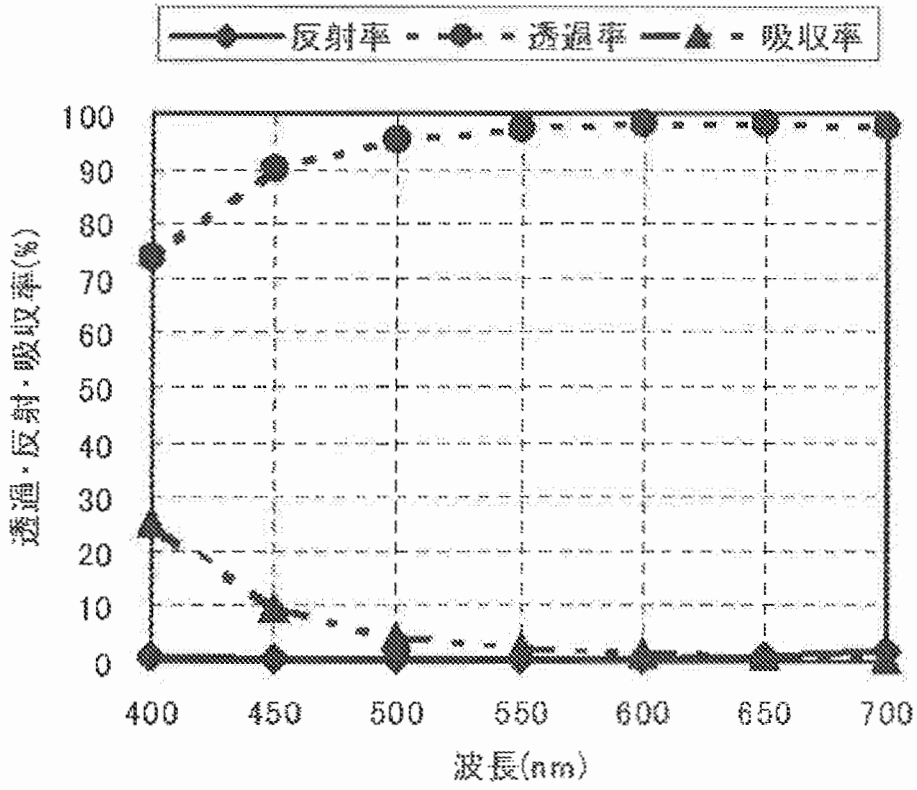
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

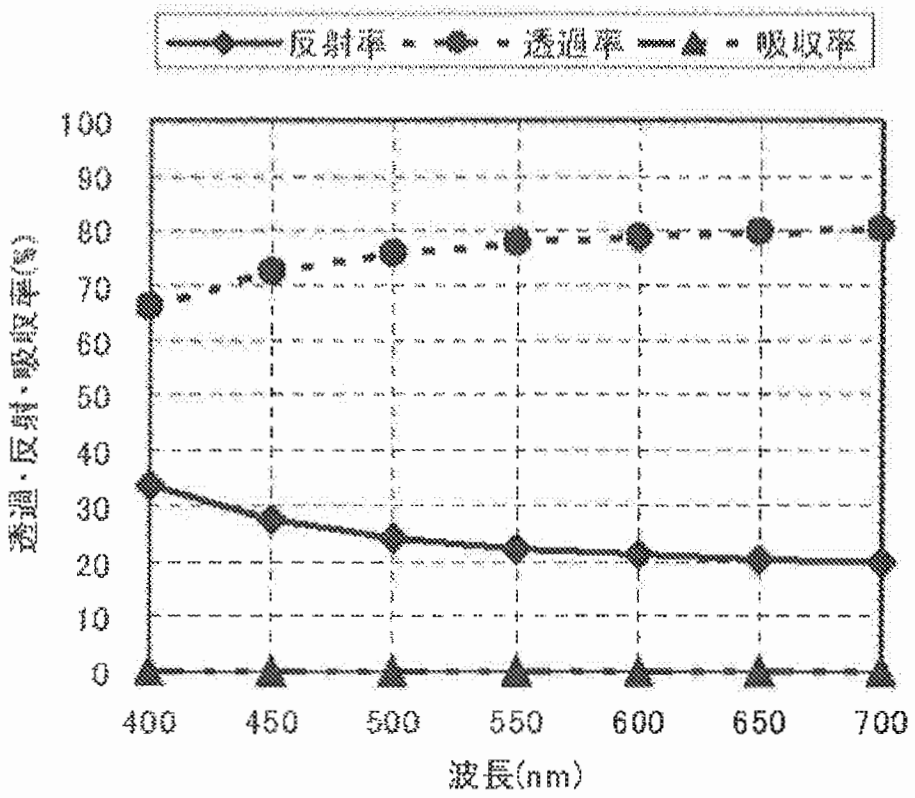
DRAWINGS

[Drawing 3]

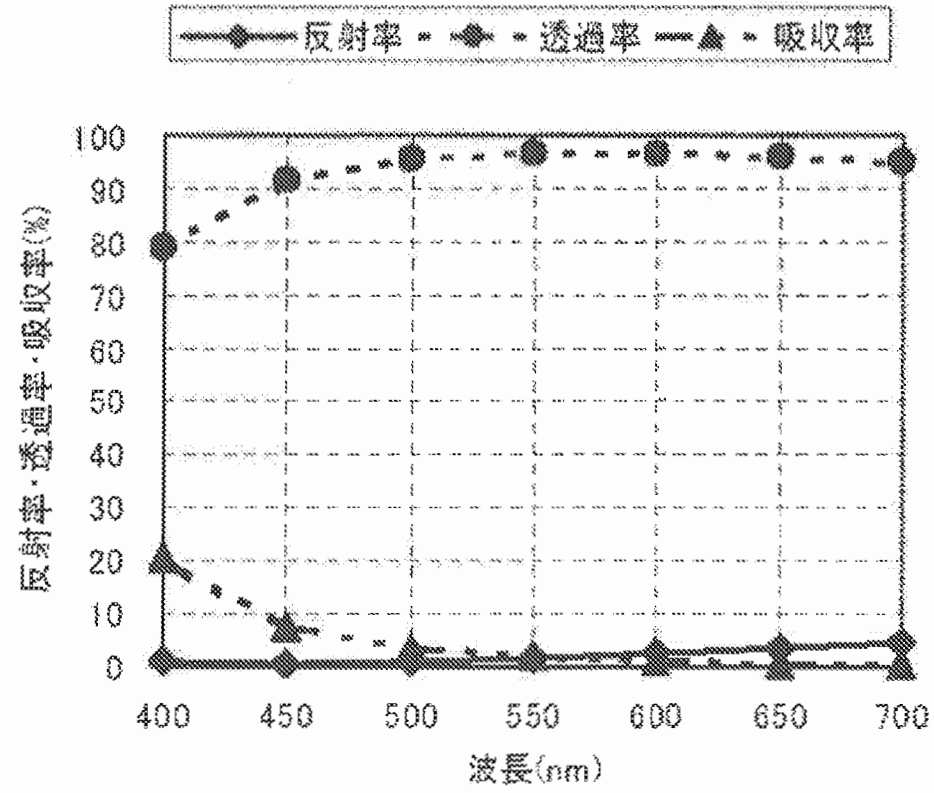


[Drawing 5]

SAMSUNG EX. 1002 - 825/1684

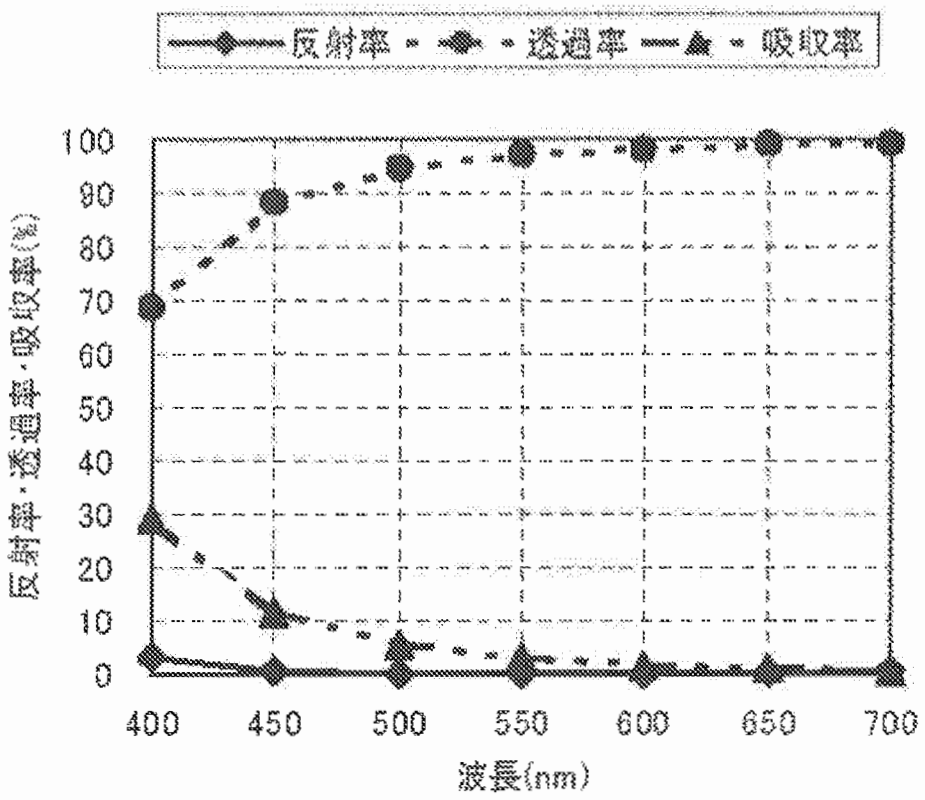


[Drawing 6]



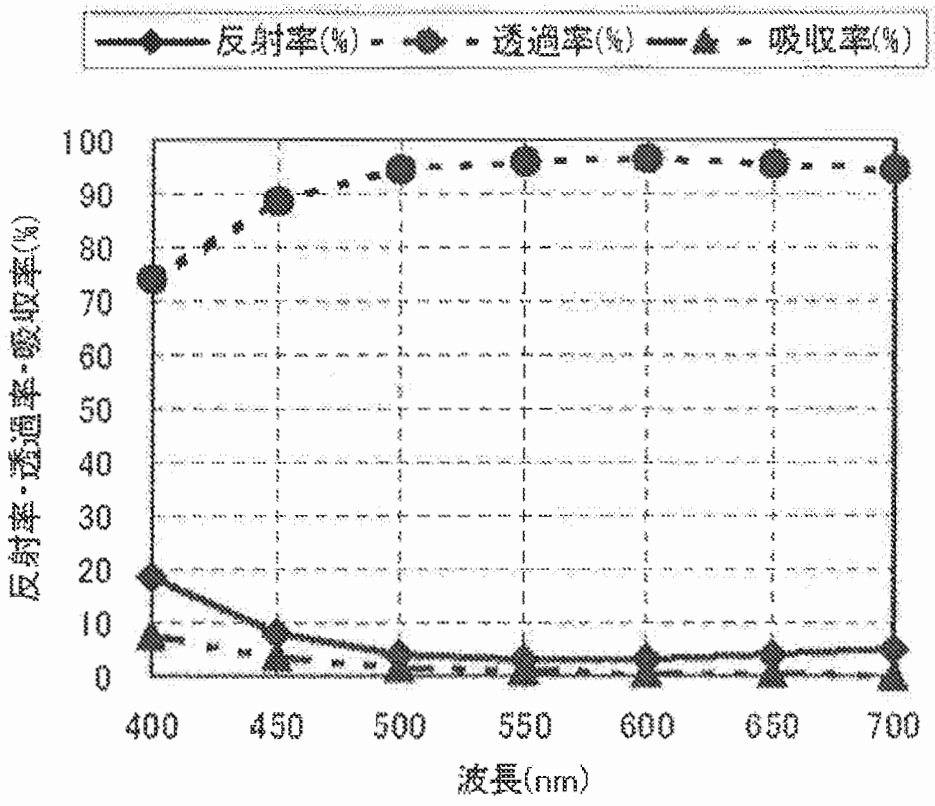
SAMSUNG EX. 1002 - 826/1684

[Drawing 7]

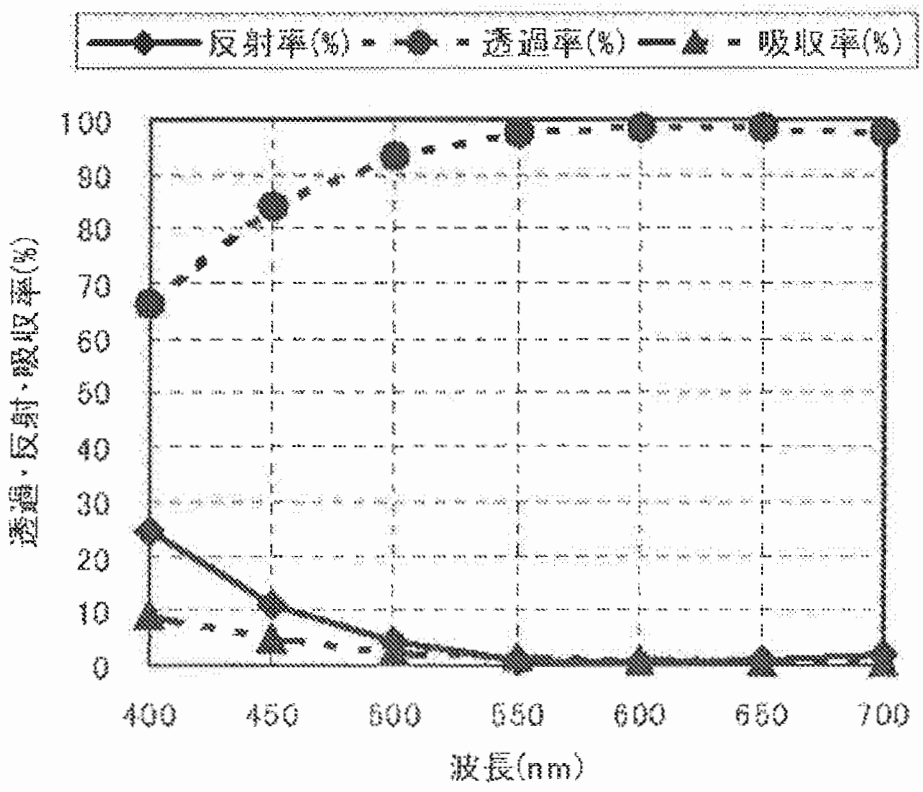


[Drawing 10]

SAMSUNG EX. 1002 - 827/1684

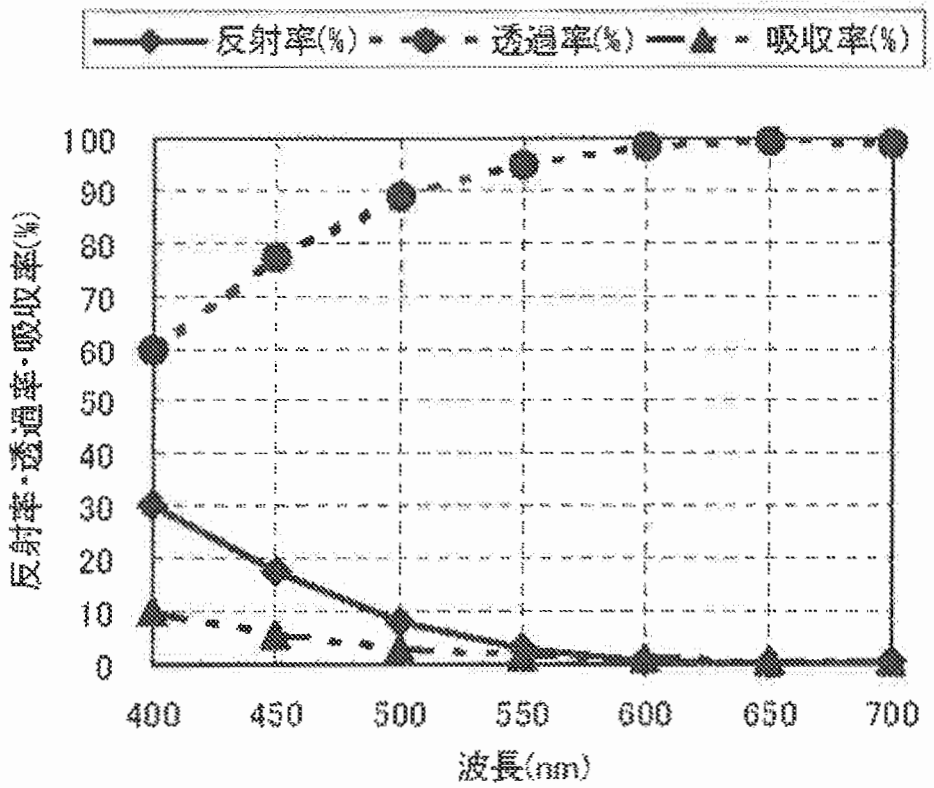


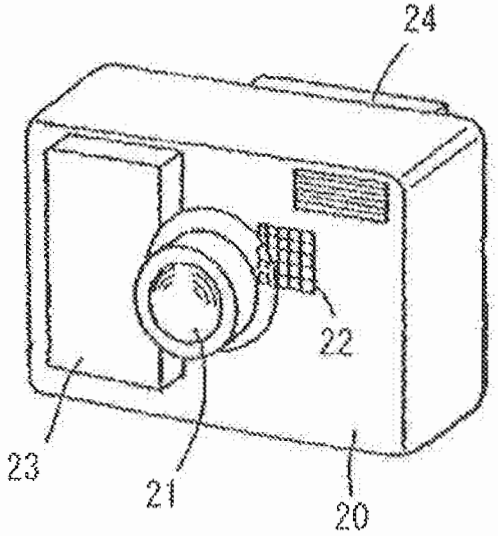
[Drawing 11]



SAMSUNG EX. 1002 - 828/1684

[Drawing 12]

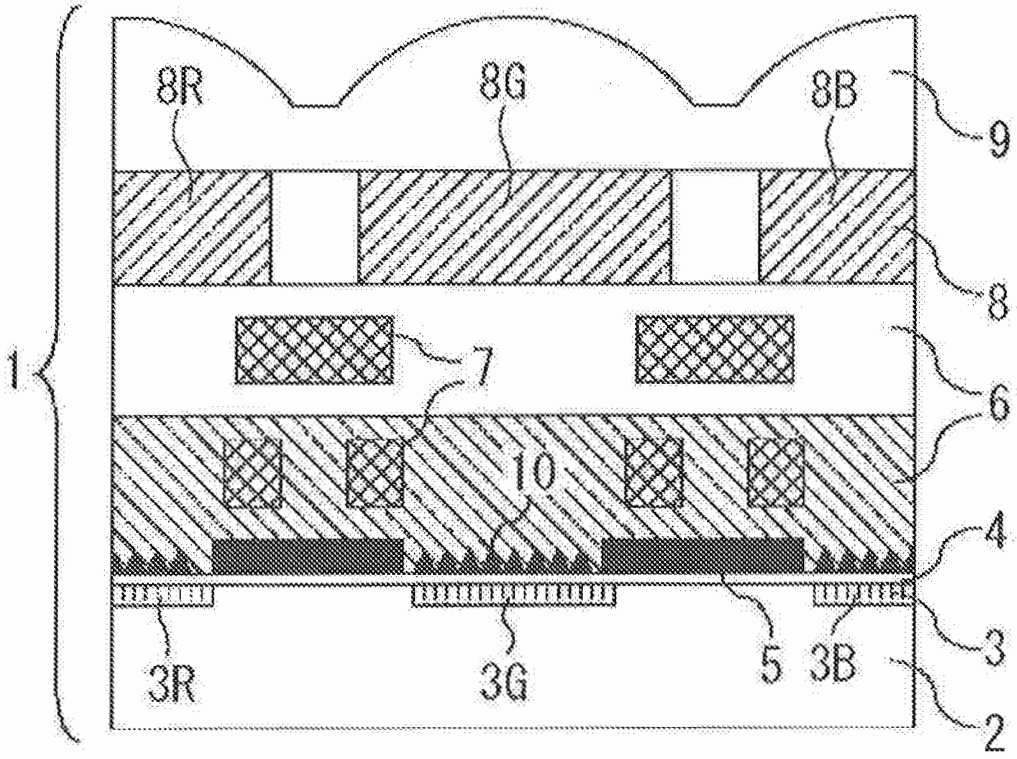




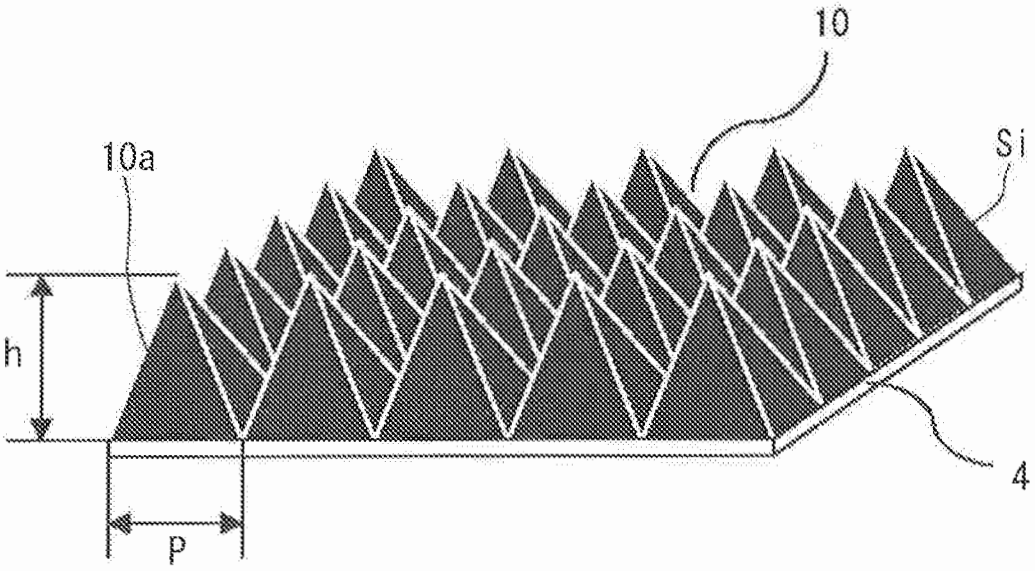
[Drawing 13]

[Drawing 1]

SAMSUNG EX. 1002 - 829/1684

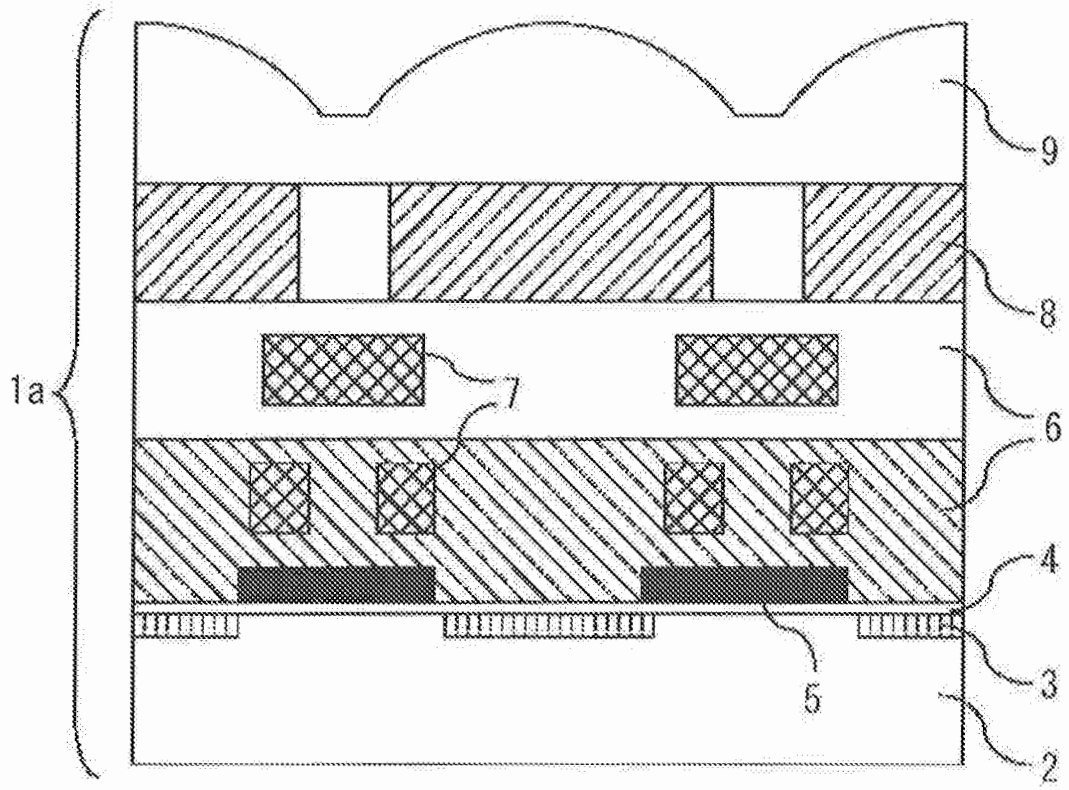


[Drawing 2]



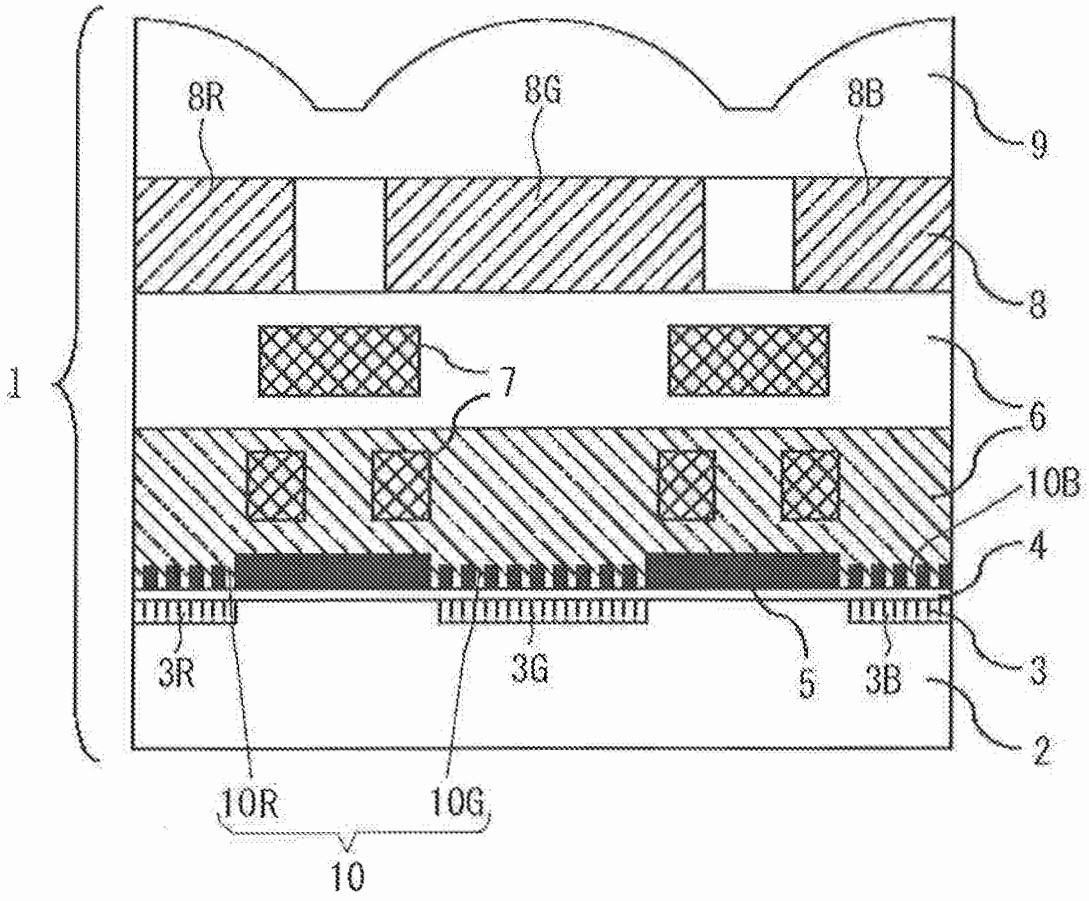
[Drawing 4]

SAMSUNG EX. 1002 - 830/1684



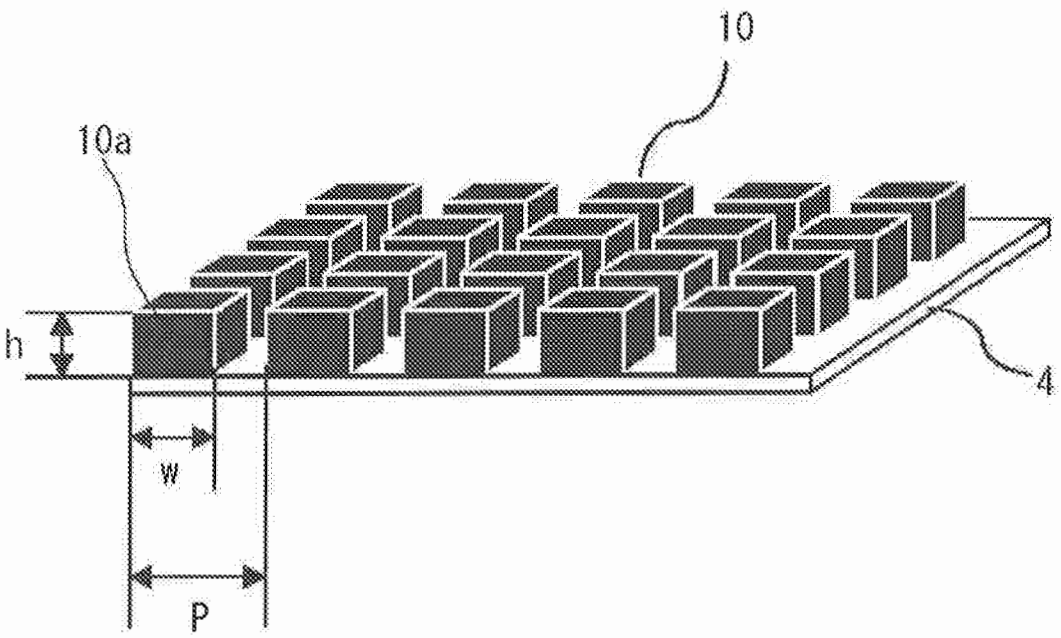
[Drawing 8]

SAMSUNG EX. 1002 - 831/1684



SAMSUNG EX. 1002 - 832/1684

[Drawing 9]



SAMSUNG EX. 1002 - 833/1684

(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2006-147991
(P2006-147991A)
(43)公開日　平成18年6月8日(2006.6.8)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
H01L 27/14	(2006.01)	H01L 27/14	D	4M118
H04N 5/335	(2006.01)	H04N 5/335	U	5C024
H01L 31/10	(2006.01)	H01L 31/10	Z	5F049
H04N 101/00	(2006.01)	H04N 101:00		

審査請求 未請求　請求項の数 10　OL　（全 13 頁）

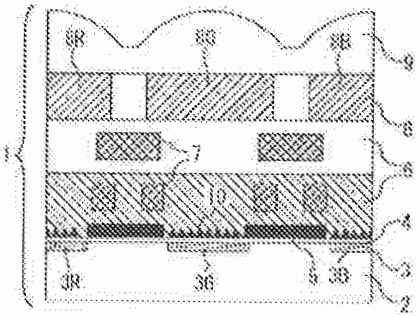
(21)出願番号　特願2004-338726 (P2004-338726)
(22)出願日　平成16年11月24日 (2004.11.24)

(71)出願人　000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
(74)代理人　100086818
弁理士　高梨　幸雄
(72)発明者　奥野　丈晴
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号　キヤノン株式会社内

Ｆターム(参考)　4M118 AA05 ABG1 BA09 CA02 CA32 FA06 FA08 FA33 GC07 GD04 GD07
5C024 BX01 BX07 CX01 CX41 CY47
5F049 MA01 NA02 NB05 RA02 SS03 SZ03 SZ04 TA12 TA13 WA03

(54)【発明の名称】固体撮像素子及びそれを有する光学機器

(57)【要約】
【課題】　光電変換部と絶縁膜との界面での光の反射を低減し、フレアやゴーストなどのノイズ光の発生を抑制するとともに、高感度な固体撮像素子を得ること。
【解決手段】　シリコンからなる基板に、入射した光の強度に応じて電荷を発生させる光電変換素子を形成した固体撮像素子であって、
　該光電変換素子の光入射側にシリコン酸化膜からなる絶縁膜を介して、微細凹凸構造体が形成されていること。
【選択図】　図1



SAMSUNG EX. 1002 - 834/1684

【特許請求の範囲】
【請求項１】
基板に入射した光の強度に応じて電荷を発生させる光電変換部を形成した固体撮像素子であって、
該光電変換素子の光入射側に薄膜を介して、凹凸構造体を有することを特徴とする固体撮像素子。
【請求項２】
前記薄膜は、厚さが１０Å以上５００Å以下であることを特徴とする請求項１に記載の固体撮像素子。
【請求項３】
前記薄膜はシリコン酸化膜であることを特徴とする請求項１又は２に記載の固体撮像素子。
【請求項４】
前記光電変換部はシリコンで形成されていることを特徴とする請求項１から３のいずれか１項に記載の固体撮像素子。
【請求項５】
前記凹凸構造体は、複数の凹凸部を２次元的に配置して構成されており、該凹凸部は、光入射側から前記光電変換部側に向かって徐々に体積占有率が増加する形状であることを特徴とする請求項１から４のいずれか１項に記載の固体撮像素子。
【請求項６】
前記凹凸構造体は、複数の凹凸部を２次元的に配置して構成されており、該凹凸部は略四角錐形状、又は略円錐形状、又は略台形四角錐形状又は略台形円錐形状であることを特徴とする請求項１から５のいずれか１項に記載の固体撮像素子。
【請求項７】
該凹凸構造体の高さは、１００Å以上５０００Å以下であることを特徴とする請求項１～６のいずれか１項に記載の固体撮像素子。
【請求項８】
前記凹凸構造体は、単結晶シリコン又は多結晶シリコン又はアモルファスシリコンを材料とすることを特徴とする請求項１から７のいずれか１項に記載の固体撮像素子。
【請求項９】
前記基板に形成された複数の光電変換部と、各光電変換部の光入射側に前記凹凸構造体と複数の種類のカラーフィルタとを有し、
該凹凸部の高さ又は／及びピッチは、カラーフィルタの種類に応じて異なることを特徴とする請求項１から８のいずれか１項に記載の固体撮像素子。
【請求項１０】
請求項１から９のいずれか１項記載の固体撮像素子と
を有することを特徴とする光学機器。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明はＣＭＯＳやＣＣＤ等の固体撮像素子に関し、特に受光部の感度の低下を抑制した高感度の固体撮像素子を有したデジタルカメラ、ビデオカメラ、電子スチルカメラ等の光学機器に好適なものである。
【背景技術】
【０００２】
近年、ＣＭＯＳやＣＣＤに代表される固体撮像素子は、高精彩な画像を得るために多画素化が進み、かつ、携帯電話やＰＤＡなどのいわゆるモバイル端末に搭載するために小型化が求められ、これによって一画素あたりの面積が非常に小さくなり、感度が低下する傾向があった。
【０００３】

SAMSUNG EX. 1002 - 835/1684

また、固体撮像素子の内部構造に着目すると、シリコンで形成された光電変換素子（光電変換部）とその上に形成された絶縁膜とでは、光の屈折率が大きく異なることから、各境界面から全体として入射光の２０％近くないしはそれ以上の光を反射してしまい感度が低下する傾向があった。

【０００４】

又、別の部位、部材で再度反射してきた光が光電変換部に入射することにより、フレアやゴーストなどのノイズ光が発生する原因となっている。

【０００５】

光電変換部（受光部）の前側（光入射側）に反射防止手段を設けて、受光感度の低下を少なくした固体撮像素子が知られている（特許文献１，２）。

【特許文献１】特開２０００－１２８２２２号公報

【特許文献２】特開２００３－２４９６３９号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

特許文献１は、受光部（光電変換部）の上に厚さ１００～２００ｎｍのSiO_2により成るゲート酸化膜（絶縁膜）を介して厚さ６０ｎｍ程度のシリコン窒化膜より成る反射防止膜を形成することで、光電変換部（受光部）での光の反射を抑制する構造のＭＯＳ型固体撮像装置を提案している。

【０００７】

特許文献１のＭＯＳ型固体撮像装置は、反射防止膜に求められる屈折率の観点から、シリコン窒化膜（波長５５０ｎｍにおける屈折率約２．０４）は、シリコン（波長５５０ｎｍにおける複素屈折率４．０８－０．０４ｉ）とシリコン酸化膜（波長５５０ｎｍにおける屈折率１．４６）の界面の反射を完全に防止することが難しい。

【０００８】

また、この構成はシリコン窒化膜の厚さに対応した１つの特定の波長に対して高い反射防止効果が得られても、異なる波長に対しては反射防止効果が低下してしまい、結局、抑制しきれなかった反射光はフレアやゴーストの発生原因となる。

【０００９】

特許文献２はフォトダイオード（光電変換部）とシリコン酸化膜からなる絶縁膜の界面に屈折率が連続的に単調変化する凹凸形状を設け光の反射を防止することで、反射に起因した見掛けの感度の低下の問題を改善または解消するとともに、スミアに起因した撮像性能の低下の問題を改善または解消した固体撮像装置を提案している。

【００１０】

特許文献２の固体撮像装置は、そこに記載されているように、フォトダイオード表面にエッチングなどにより凹凸形状を形成した場合、エッチング時のプラズマダメージやシリコンの格子欠陥の発生、金属汚染の侵入などによりノイズの発生が著しく増大してくることがある。

【００１１】

また、プラズマダメージや汚染などのない方法でエッチングすることができたとしても、その後の熱プロセスにより、シリコン酸化膜との熱膨張係数の違いなどによる応力で格子欠陥が生じてノイズの発生原因となり、実質感度の向上が難しい。

【００１２】

本発明は、光電変換部への光の透過量を向上するとともに、反射光が少なく、フレアやゴーストなどのノイズ光を抑制した、高感度な固体撮像素子及びそれを有する光学機器の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１３】

本発明の固体撮像素子は、基板に入射した光の強度に応じて電荷を発生させる光電変換部を形成した固体撮像素子であって、

SAMSUNG EX. 1002 - 836/1684

該光電変換素子の光入射側に薄膜を介して、凹凸構造体を有することを特徴としている。

【発明の効果】

【００１４】

本発明によれば、光電変換部への光の透過量を向上するとともに、反射光が少なく、フレアやゴーストなどのノイズ光を抑制した、高感度な固体撮像素子及びそれを有する光学機器が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１５】

【実施例１】

【００１６】

図１は、本発明の実施例１の固体撮像素子の要部断面図である。

【００１７】

図１において、固体撮像素子１は、シリコン基板２に複数の光電変換部３（３Ｒ，３Ｇ，３Ｂ）、絶縁膜としてのシリコン酸化膜より成るゲート酸化膜（薄膜）４、ゲート電極５、層間絶縁膜６、金属配線７、赤色フィルタ８Ｒ、緑色フィルタ８Ｇ、青色フィルタ８Ｇを有するカラーフィルタ８、マイクロレンズ９を有している。光電変換部（フォトダイオード）３の上（光入射側）には、シリコン酸化膜よりなる厚さ５０Å（５ｎｍ）のゲート酸化膜（薄膜）４を介して、反射防止用の単結晶シリコンよりなる複数の微細凹凸部１０ａを２次元的に配置した微細凹凸構造体１０が形成されている。

【００１８】

実施例１の固体撮像素子１は、固体撮像素子１の光電変換部の光入射側に絶縁膜４を介して、シリコンを主要な材料とする微細凹凸構造体１０を設けている。

【００１９】

微細凹凸構造体１０はＳＷＳ（Sub Wave length Structure）と呼ばれ、可視光と同等以下のピッチで微細形状を形成することで界面反射光量を抑制する素子である。微細凹凸構造体は、半導体製造プロセス（リソグラフィー）を利用して製造している。

【００２０】

図２は、図１の単結晶シリコンよりなる微細凹凸構造体１０近傍の部分を拡大した斜視図である。実施例１では、微細凹凸構造体１０の微細凹凸部１０ａを複数の四角錐を周期的に敷きつめた形状としており、微細凹凸構造体１０の四角錐１０ａの底面から頂点までの高さｈは

１００Å≦ｈ≦５０００Å

としている。

【００２１】

実施例１では高さｈは、１４００Å（１４０ｎｍ）、１つの四角錐１０ａの底面の一辺ｐを０．２μｍとした。

【００２２】

図３に、図１に示す構造を有する固体撮像装置１に入射した光の透過率、反射率及び吸収率を示す。なお、ここで示した値は、層間絶縁膜６中から微細凹凸構造体１０、ゲート酸化膜４を経て光電変換部３に至る光線の透過率、反射率、吸収率を表したものであって、カラーフィルタ８と層間絶縁膜６の界面、カラーフィルタ８とマイクロレンズ９の界面、空気とマイクロレンズ９の界面での透過、反射、吸収などは考慮していない。

【００２３】

図４は、実施例１と比較のための、このような微細凹凸構造体１０を設けていない固体撮像素子１ａの要部断面図である。

【００２４】

図５は図４において、固体撮像素子１ａでの層間絶縁膜６とシリコン酸化膜よりなるゲート酸化膜４を経てシリコンよりなる光電変換部３に入射した光の透過率、反射率および吸収率である。

SAMSUNG EX. 1002 - 837/1684

【００２５】
図３と図５の比較から、実施例１による固体撮像素子１は、図４の固体撮像素子１ａに比べて以下のような特徴を有する。
【００２６】
（Ａ１）波長４００ｎｍ～７００ｎｍの可視域全域にわたって、透過率が大きく向上している。
【００２７】
（Ａ２）波長４００ｎｍ～７００ｎｍの可視域全域にわたって、反射率が非常に低い。
【００２８】
従って実施例１の固体撮像素子１は、（Ａ１）の点から、透過量の増加により固体撮像素子の感度の向上が達成でき、（Ａ２）の点から、反射光によるフレアやゴーストなどノイズ光の発生が少ないクリアで高品位な画像の撮影が容易である。
【００２９】
また、実施例１の固体撮像素子では、微細凹凸構造体１０として単結晶シリコンを用いたために、同構造体により若干の光の吸収が起こっているが、これらの光は従来の固体撮像素子では透過しなかった光が反射してしまい、フレアやゴーストなどのノイズ光の原因になるのに比べ、何ら問題となるものではない。
【００３０】
さらに、特許文献１による固体撮像素子では、絶縁層上に誘電体による反射防止膜を形成しているために、光電変換部への光の透過率の向上は期待できるものの透過しなかった光は反射光となるため、フレアやゴーストなどのノイズ光が発生する場合がある。
【００３１】
ところで、実施例１では微細凹凸構造体１０として、単結晶シリコンを用いたが、これに限定するものではなく、シリコンを主要な材料とするものであれば多結晶シリコン、アモルファスシリコンなどでも構わない。
【００３２】
特に、多結晶シリコンを用いた場合は、ゲート電極５と同時に形成したものを流用可能なので、製造上の観点からも好ましい。単結晶シリコンと比較して、多結晶シリコン、アモルファスシリコンは複素屈折率の虚数成分が大きくなるため、光の吸収率が若干高いものとなってしまうので、好ましくはできるだけ結晶性の高い多結晶シリコンないしは単結晶シリコンが好ましい。この他Ｇｅ（ゲルマニウム）等他の高屈折率材料を用いても良い。
【００３３】
また、実施例１では、微細凹凸構造体１０の構造部１０ａを四角錐形状とし、底面から頂点までの高さを１４００Åとしたが、ある程度の高さのばらつきがあっても良い。
【００３４】
図６,図７に四角錐形状の高さが１１００Åに変化した場合と１７００Åに変化した場合の透過率、反射率及び吸収率をそれぞれ示す。
【００３５】
図６、図７に示したように、微細凹凸構造体１０の微細構造部１０ａは、高さがばらついても透過率、反射率および吸収率が大きく変化することは少ない。
【００３６】
同様にして、実施例１では、微細凹凸構造体１０の微細構造部１０ａを四角錐形状を含む略４角錐形状としたが、これに限定するものではなく、若干構造体の角が丸まっていたり、四角錐以外の多角錐を含む略多角錐あるいは円錐を含む略円錐になっていてもよく、また錐形状の頂点が平らな台形錐形状を含む略台形錐形状となっていても構わない。
【００３７】
さらに実施例１では、微細凹凸構造体１０の微細構造部１０ａを四角錐形状とし、その底面の一辺ｐを０．２μｍとしたが、これに限定するものではなく、入射光が回折しない程度、すなわち０．４μｍ以下であればよく、また、四角錐形状が規然と配列しているよ

SAMSUNG EX. 1002 - 838/1684

うな周期的な構造である必要もない。

【００３８】

また、カラーフィルタ８を通過する入射光の青帯域（波長～４５０ｎｍ）を光電変換する部位（画素）３Ｂ、緑帯域（波長～５５０ｎｍ）を光電変換する部位（画素）３Ｇ、赤帯域（波長～６５０ｎｍ）を光電変換する部位（画素）３Ｒごとに、微細凹凸構造体１０の微細構成部１０ａの高さや形状そしてピッチ等を変えても良い。

【実施例２】

【００３９】

図８は、本発明の実施例２の固体撮像素子の要部断面図である。

【００４０】

実施例２は実施例１に比べて微細凹凸構造体１０の構成が異なっているだけであり、その他の構成は同じである。

【００４１】

図８において、固体撮像素子１は、シリコン基板２に光電変換部（フォトダイオード）３、ゲート酸化膜４、ゲート電極５、層間絶縁膜６、金属配線７、カラーフィルタ８、マイクロレンズ９を有している。

【００４２】

光電変換部（フォトダイオード）３の上（光入射側）には、シリコン酸化膜よりなる厚さ５０Åのゲート酸化膜４を介して、反射防止用の単結晶シリコンよりなる微細凹凸構造体１０が形成されている。

【００４３】

図９は、図８の単結晶シリコンよりなる微細凹凸構造体１０近傍の部分を拡大した斜視図である。

【００４４】

実施例２では、微細凹凸構造体１０を複数の直方体１０ａをある間隔で配列した形状としている。直方体１０ａの高さｈは６００Å、配列の間隔ｐは０．１μｍとし、直方体１０ａを上から見た形状はすべて正方形であり、一辺の幅ｗは、入射光の青帯域（波長～４５０ｎｍ）を光電変換する部位（画素）３Ｂでの微細凹凸部１０Ｂは６３ｎｍ、緑帯域（波長～５５０ｎｍ）を光電変換する部位（画素）３ａの微細凹凸部１０Ｇでは７１ｎｍ、赤帯域（波長～６５０ｎｍ）を光電変換する部位（画素）３Ｒでの微細凹凸部１０Ｒでは７８ｎｍとしている。

【００４５】

即ち、微細凹凸部１０Ｂ、１０Ｇ、１０Ｒの空間占有率Ｆ（$=w^2/p^2$）をＦ１０Ｂ、Ｆ１０Ｇ、Ｆ１０Ｒとするとき

Ｆ１０Ｂ＜Ｆ１０Ｇ＜Ｆ１０Ｒ

となるようにしている。

【００４６】

図１０に図８に示す構造を有する固体撮像素子１の青帯域用の画素３Ｂに入射する光の透過率、反射率及び吸収率を、図１１に緑帯域用の画素３Ｇに入射する光の透過率、反射率及び吸収率を、図１２に赤帯域用の画素３Ｒに入射する光りの透過率、反射率及び吸収率をそれぞれ示す。

【００４７】

なお、ここで示した値は、層間絶縁膜６中から微細凹凸構造体１０、ゲート酸化膜４を経て光電変換部３にいたる光線の透過率、反射率、吸収率を表したものであって、カラーフィルタ８と層間絶縁膜６の界面、カラーフィルタ８とマイクロレンズ９の界面、空気とマイクロレンズ９の界面での透過、反射、吸収などは考慮していない。

【００４８】

比較のために、前述した図４のような微細凹凸構造体１０を設けていない固体撮像素子でのシリコン酸化膜よりなるゲート酸化膜とシリコンよりなる光電変換部での入射した光の透過率、反射率および吸収率を示した図５と比較すると、青帯域の画素については図１

SAMSUNG EX. 1002 - 839/1684

０と図５の比較から、緑帯域の画素については図１１と図５の比較から、赤帯域の画素においては図１２と図５の比較から、いずれも実施例２による固体撮像素子の方が従来の固体撮像素子に比べ、透過率が大きく向上しているとともに、反射率が非常に低いことが分かる。

【００４９】

従って、実施例２の固体撮像素子は、感度の向上とフレアやゴーストの低減を同時に達成した、クリアで高品位な画像が撮影可能である。

【００５０】

また、実施例２の固体撮像素子では、微細凹凸構造体として単結晶シリコンを用いたために、同構造体により若干の光の吸収が起こっているが、これらの光は従来の固体撮像素子では透過しなかった光が反射してしまい、フレアやゴーストなどのノイズ光の原因になるのに比べ、何ら問題となるものではない。

【００５１】

ところで、実施例２では微細凹凸構造体として、単結晶シリコンを用いたが、これに限定するものではなく、シリコンを主要な材料とするものであれば多結晶シリコン、アモルファスシリコンなどでも構わない。

【００５２】

特に、多結晶シリコンを用いた場合は、ゲート電極５と同時に形成したものを流用可能なので、製造上の観点からも好ましい。

【００５３】

単結晶シリコンと比較して、多結晶シリコン、アモルファスシリコンは複素屈折率の虚数成分が大きくなるため、光の吸収率が若干高いものとなってしまうので、好ましくはできるだけ結晶性の高い多結晶シリコンないしは単結晶シリコンが好ましい。この他Ｇｅ（ゲルマニウム）等他の高屈折率材料を用いても良い。

【００５４】

また、実施例２では、微細凹凸構造体１０の構造部１０ａを四角柱形状としたが、これに限定するものではなく、若干構造体の角が丸まっていたり、四角柱以外の多角柱や円柱、楕円柱の形状になっていても構わない。

【００５５】

さらに実施例２では、微細凹凸構造体を四角柱とし、配列の間隔ｐを０．１μｍとしたが、これに限定するものではなく、入射光が回折しない程度、すなわち０．４μｍ以下であればよい。

【００５６】

また、実施例２では、青帯域用、緑帯域用、赤帯域用全ての画素で微細凹凸構造体の高さを同じ６００Åとし、一辺の幅だけを変化させたが、これに限定するものではなく、画素ごとに高さを変化させても良い。

【００５７】

以上説明したように、本発明の各実施例によれば、固体撮像素子における光電変換部と層間絶縁膜との界面での光の反射を低減し、フレアやゴーストなどのノイズ光の発生を抑制するとともに光の透過率も向上し、高感度な固体撮像素子を実現することができる。

【００５８】

次に本発明の固体撮像素子を撮像手段として用いたカメラ（光学機器）の実施例を図１３を用いて説明する。

【００５９】

図１３において、２０はカメラ本体、２１はズームレンズによって構成された撮影光学系、２２は撮影光学系２１によって被写体像を受光するＣＣＤやＣＭＯＳ等の本発明に係る固体撮像素子、２３は固体撮像素子２２が受光した被写体像を記録する記録手段、２４は不図示の表示素子に表示された被写体像を観察するためのファインダーである。

【００６０】

上記表示素子は液晶パネル等によって構成され、固体撮像素子２２上に形成された被写

SAMSUNG EX. 1002 - 840/1684

体像が表示される。

【００６１】

このように本発明の固体撮像素子をカメラ等の光学機器に適用することにより、小型で高い光学性能を有する光学機器を実現している。

【図面の簡単な説明】

【００６２】

【図１】本発明の実施例１の要部断面図

【図２】本発明の実施例１に係る微細凹凸構造体の拡大斜視図

【図３】本発明の実施例１の固体撮像素子における光電変換部と層間絶縁膜界面での光の透過率・反射率・吸収率の説明図

【図４】従来の固体撮像素子の要部断面図

【図５】従来の固体撮像素子における光電変換部と層間絶縁膜界面での光の透過率・反射率・吸収率の説明図

【図６】本発明の実施例１に係る微細凹凸構造体の高さが１００Åとなった場合の光電変換部と層間絶縁膜界面での光の透過率・反射率・吸収率の説明図

【図７】本発明の実施例１に係る微細凹凸構造体の高さが１７００Åとなった場合の光電変換部と層間絶縁膜界面での光の透過率・反射率・吸収率の説明図

【図８】本発明の実施例２の要部断面図

【図９】本発明の実施例２に係る微細凹凸構造体の拡大斜視図

【図１０】本発明の実施例２の固体撮像素子における青帯域用画素の光電変換部と層間絶縁膜界面での光の透過率・反射率・吸収率の説明図

【図１１】本発明の実施例２の固体撮像素子における緑帯域用画素の光電変換部と層間絶縁膜界面での光の透過率・反射率・吸収率の説明図

【図１２】本発明の実施例２の固体撮像素子における赤帯域用画素の光電変換部と層間絶縁膜界面での光の透過率・反射率・吸収率の説明図

【図１３】本発明の光学機器の要部概略図

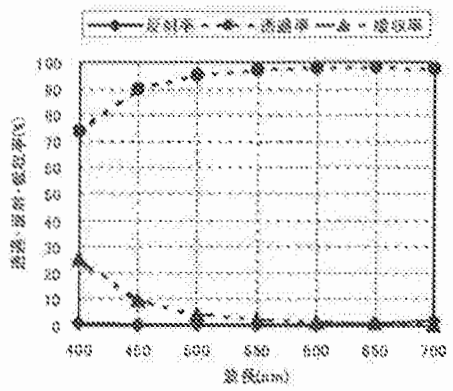
【符号の説明】

【００６３】

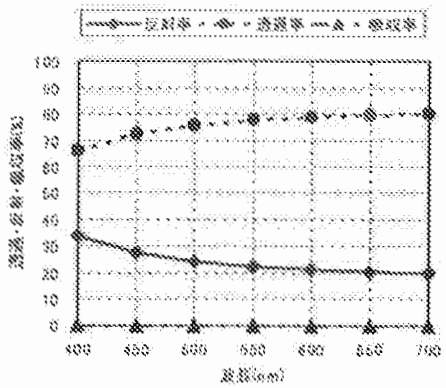
１　固体撮像素子
２　シリコン基板
３　光電変換素子（フォトダイオード）
４　ゲート酸化膜
５　ゲート電極
６　層間絶縁膜
７　金属配線
８　カラーフィルタ
９　マイクロレンズ
１０　反射防止構造体
２０　カメラ本体
２１　撮影光学系
２２　固体撮像素子
２３　記録手段
２４　ファインダー（不図示）

SAMSUNG EX. 1002 - 841/1684

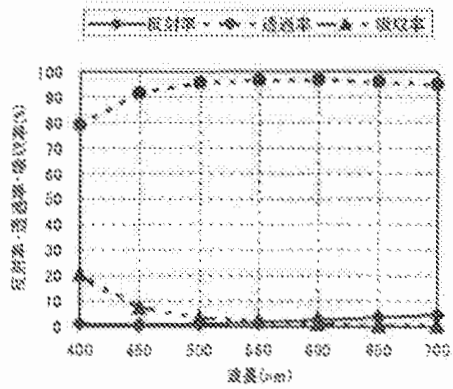
【図３】



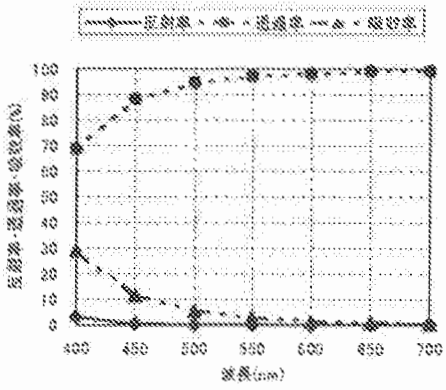
【図５】



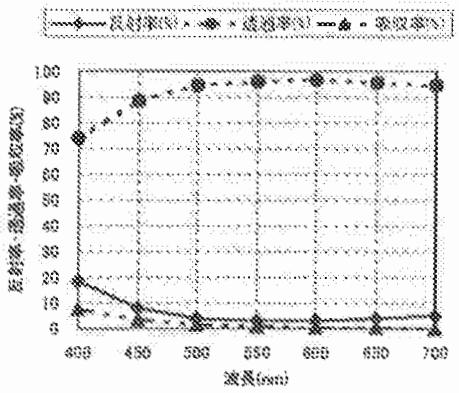
【図６】



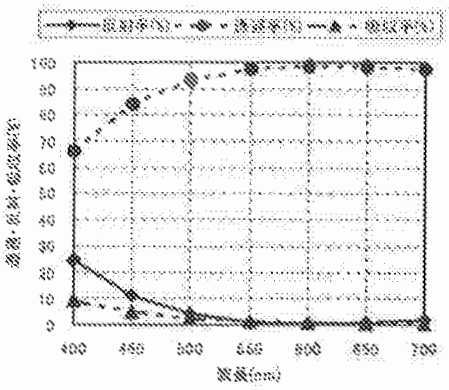
【図７】



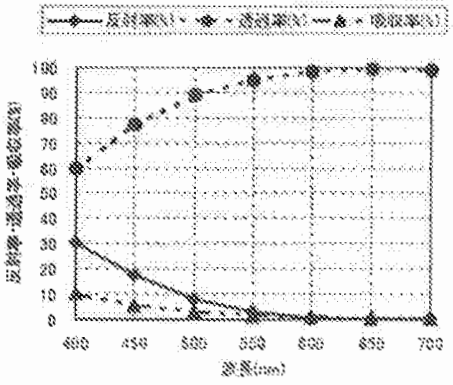
【図１０】



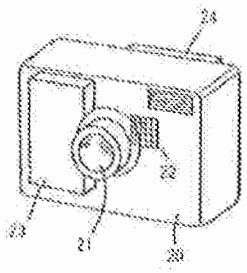
【図１１】



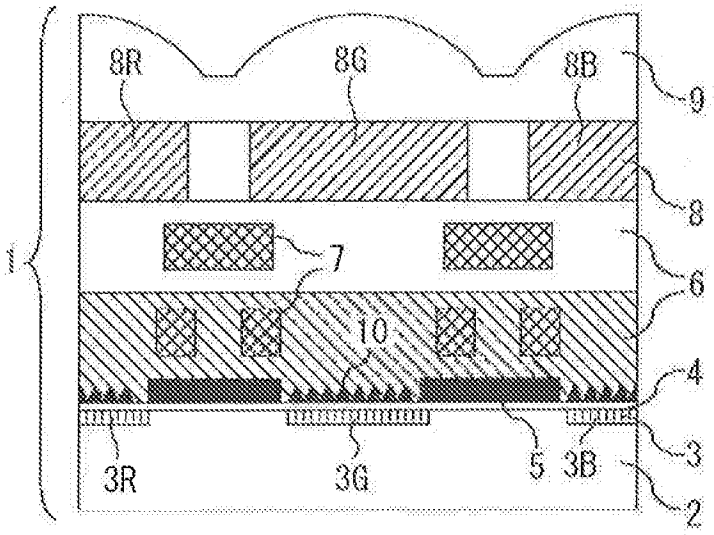
【図１２】



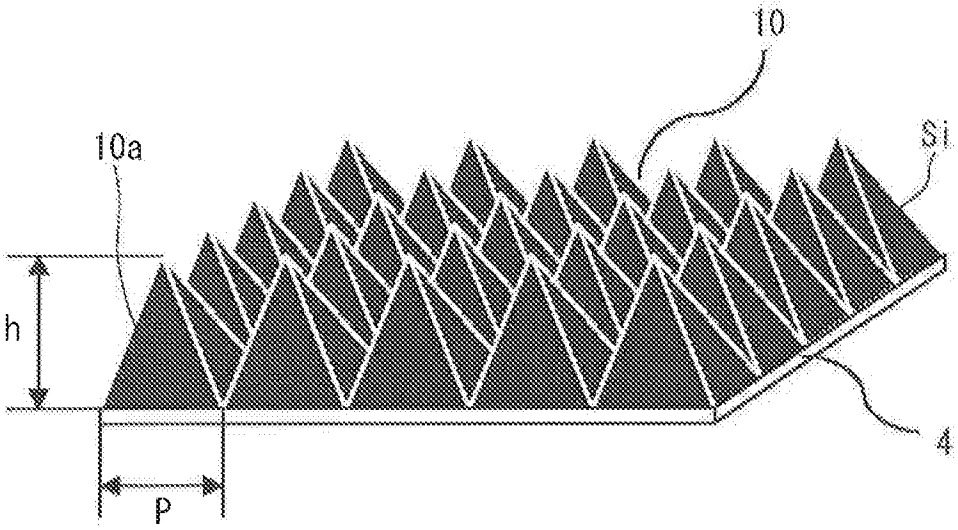
【図１３】



【図１】

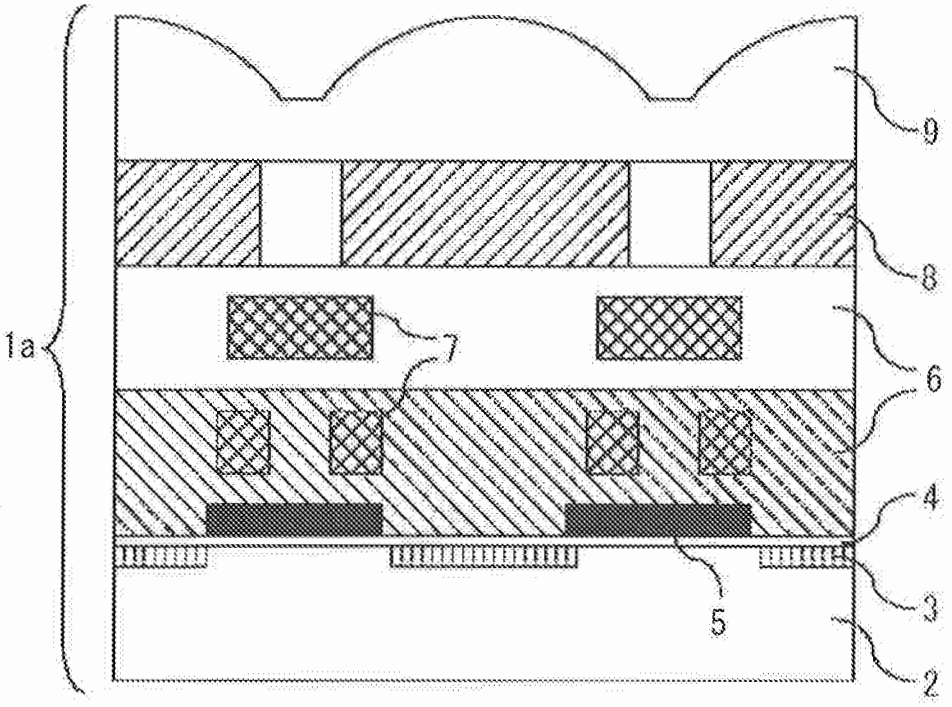


【図２】

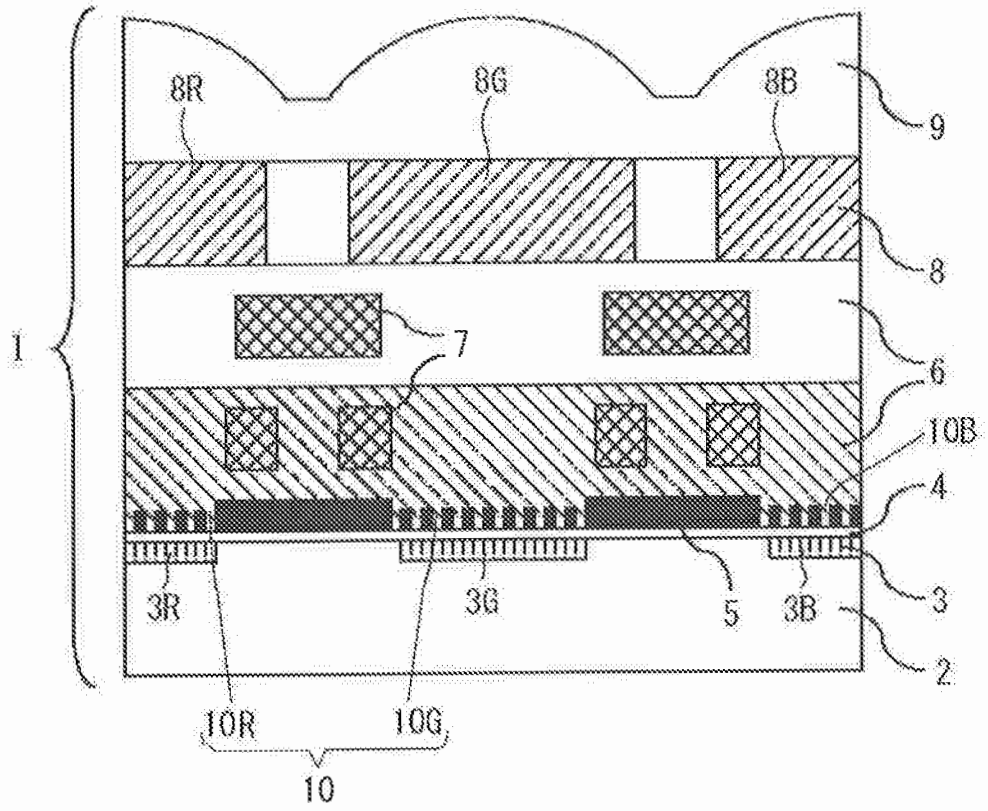


SAMSUNG EX. 1002 - 844/1684

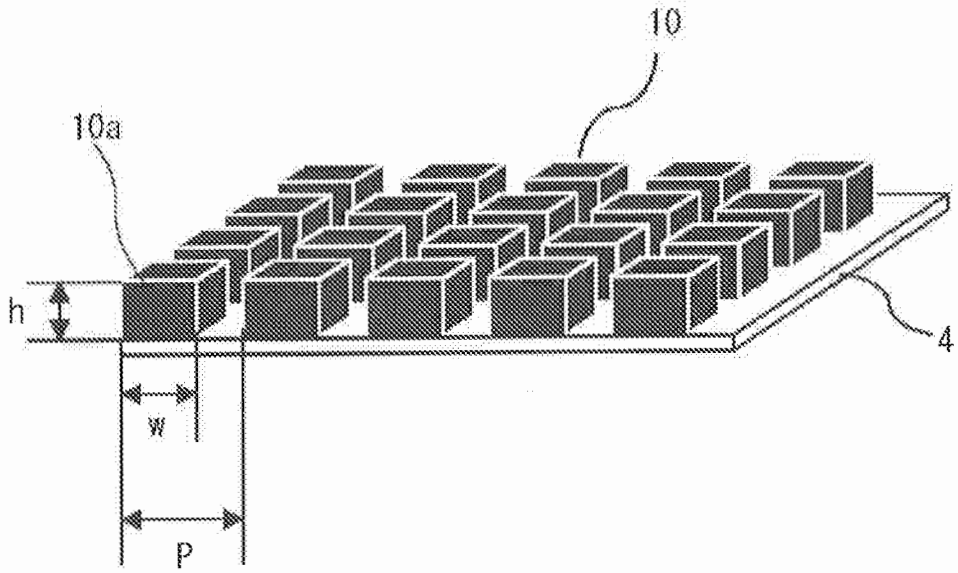
【図４】



【図８】



【図９】



SAMSUNG EX. 1002 - 846/1684

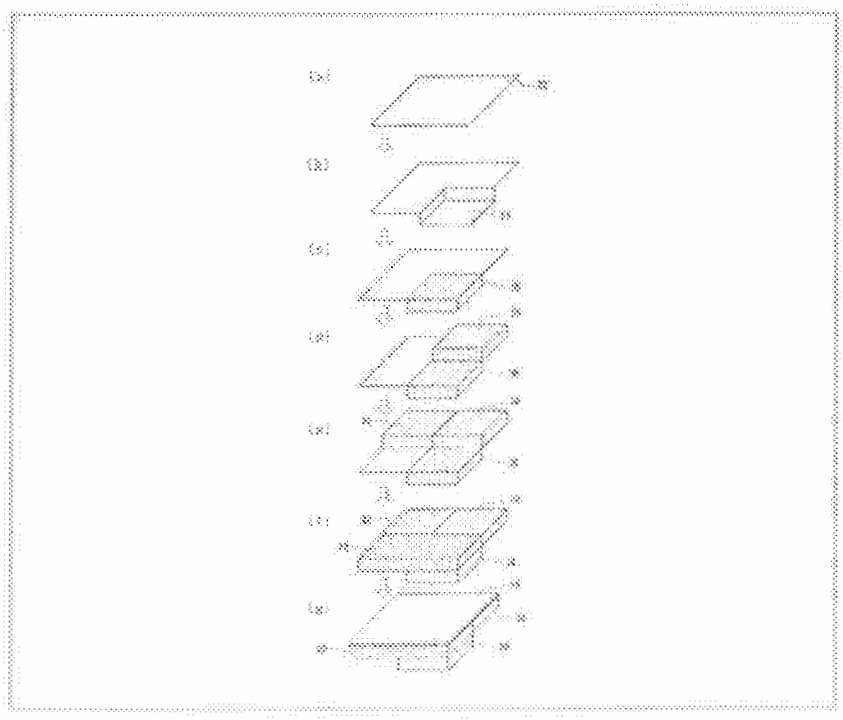
(11)Publication number	2006-210701
(43)Date of publication of application	10.08.2006
(51)Int.Cl.	*H01L 27/14 (2006.01)* *G02B 5/20 (2006.01)* *H04N 9/07 (2006.01)*
(21)Application number	2005-021701
(22)Date of filing	28.01.2005
(71)Applicant	SANYO ELECTRIC CO LTD
(72)Inventor	MATSUYAMA HISASHI

(54)SOLID-STATE IMAGE SENSING DEVICE AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To solve the problem of generation of irregularities in the surface of an image sensor due to a thick IR transmitting filter laminated in an IR picture element in a solid-state image sensing element wherein R, G, B picture elements detecting RGB color factors and IR picture element detecting infrared light factor are disposed.

SOLUTION: After a transfer electrode and a wiring are formed on a semiconductor substrate 30, a flattened film 32 is formed. A recess 34 is formed by etching the flattened film 32 in a position corresponding to an IR picture element. A B filter 36 is buried in the recess 34 on the IR picture element, and an R filter 42 is further laminated. R, G, B filters are laminated on the R, G, B picture elements using the unetched flattened film 32 as a foundation. The height of the surface of a filter array formed in the RGB picture element and IR picture element becomes even by making the recess part 34 deep by one layer of a color filter.



SAMSUNG EX. 1002 - 847/1684

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]
[Claim 1]
Two or more kinds of visible light component photo detectors laminated on a light receiving surface via a foundation layer with a respectively transparent colored filter which transmits each other different color, In a solid state imaging device with which an infrared light component photo detector in which an infrared light transmission filter which transmits an infrared light component selectively was laminated on a light receiving surface via the aforementioned foundation layer was arranged,
The aforementioned foundation layer is formed on a light receiving surface of the aforementioned infrared light component photo detector more thinly than a light receiving surface top of the aforementioned visible light component photo detector,
The aforementioned infrared light transmission filter laminates two or more kinds of colored filters which transmit infrared light among the aforementioned colored filters on the aforementioned foundation layer, and it is constituted,
A solid state imaging device by which it is characterized.
[Claim 2]
In the solid state imaging device according to claim 1,
It has a red transmission filter which transmits a component according to red as the aforementioned colored filter, and a blue transmission filter which transmits a component to which it responded blue,
The aforementioned infrared light transmission filter laminates the aforementioned red transmission filter and said blue transmission filter, and it is constituted,
A solid state imaging device by which it is characterized.
[Claim 3]
In how to manufacture a solid state imaging device with which two or more kinds of visible light component photo detectors in which a colored filter which transmits each other different color was laminated on a light receiving surface, respectively, and an infrared light component photo detector in which an infrared light transmission filter in which an infrared light component is transmitted selectively was laminated on a light receiving surface were arranged,
A process of forming a transparent foundation layer in common on the aforementioned light receiving surface of each aforementioned visible light component photo detector and the aforementioned infrared light component photo detector,
An infrared light transmission filter formation process which forms the aforementioned infrared light transmission filter,
It ****,
The aforementioned infrared light transmission filter formation process,
An etching step which etches the aforementioned foundation layer and forms a concave part of the aforementioned foundation layer on the aforementioned light receiving surface of the

SAMSUNG EX. 1002 - 848/1684

aforementioned infrared light component photo detector,
A lower filter formation process laminated on the aforementioned concave part by using as a lower filter at least one kind of colored filter which transmits infrared light among the aforementioned colored filters,
An upper filter formation process laminated on the lower filter concerned by using as an upper filter a colored filter of a kind which transmits infrared light among the aforementioned colored filters, and is different from the aforementioned lower filter,
A ****(ing) manufacturing method.
[Claim 4]
In how to manufacture a solid state imaging device with which two or more kinds of visible light component photo detectors in which a colored filter which transmits each other different color was laminated on a light receiving surface, respectively, and an infrared light component photo detector in which an infrared light transmission filter in which an infrared light component is transmitted selectively was laminated on a light receiving surface were arranged,
A process of forming a transparent foundation layer in common on the aforementioned light receiving surface of each aforementioned visible light component photo detector and the aforementioned infrared light component photo detector,
An infrared light transmission filter formation process which forms the aforementioned infrared light transmission filter,
It ****,
The aforementioned infrared light transmission filter formation process,
A recessed-parts-forming process of forming a concave part of the aforementioned foundation layer on the aforementioned light receiving surface of the aforementioned infrared light component photo detector,
A lower filter formation process laminated on the aforementioned concave part by using as a lower filter at least one kind of colored filter which transmits infrared light among the aforementioned colored filters,
An upper filter formation process laminated on the lower filter concerned by using as an upper filter a colored filter of a kind which transmits infrared light among the aforementioned colored filters, and is different from the aforementioned lower filter,
A ****(ing) manufacturing method.
[Claim 5]
In the manufacturing method according to claim 3 or 4,
A manufacturing method of a solid state imaging device forming either of the blue transmission filters which transmit a red transmission filter which transmits a component according to red, and a component to which it responded blue as the aforementioned lower filter, and forming the other as said upper filter.

SAMSUNG EX. 1002 - 849/1684

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]
[Field of the Invention]
[0001]
The present invention relates to a solid state imaging device and a manufacturing method for the same, and relates to the ontip color filter in the solid state imaging device containing the photo detector which has sensitivity in an infrared region especially.
[Background of the Invention]
[0002]
Solid state image pickup devices (solid state imaging device), such as a CCD (Charge Coupled Device) image sensor mounted on a video camera or a digital camera, have the light-receiving part (photo detector) by which the two-dimensional array was carried out, carry out photoelectric conversion of the incident light by this light-receiving part, and generate an electric picture signal. the light range whose wavelength of the light-receiving part itself is about 380-780 nm -- in addition, it has sensitivity to the near infrared region of long wavelength further generally. Therefore, in order to acquire a color picture, two or more kinds of color filters from which it differs, the color, i.e., the transmitted wave length region, of the transmitted light, are arranged on a light receiving surface. After a color filter forms a transparent flattening film on a light receiving surface, it is laminated on this flattening film. On a color filter, still more nearly special flattening film and protective film are laminated.
[0003]
There are a filter set of the primary color system whose transmitted lights are red (R) green (G) and blue (B), and a filter set of the complementary color system which are cyanogen (Cy), magenta (Mg), and yellow (Ye) in a color filter. Although these color filters color an organic material, and are constituted and the visible light of a color corresponding, respectively is transmitted, infrared light is also transmitted on the material. For example, Fig.5 is a graph which shows the wavelength characteristic of transmissivity of RGB each filter.
The figure also shows the spectral sensitivity characteristic of a light-receiving part collectively.

[0004]
Since a light-receiving part has sensitivity also in infrared light, if an infrared light component enters, the signal charge by the component concerned will be generated and it cannot do a right color expression. Therefore, the infrared cut filter is conventionally arranged separately between the lens of a camera, and a solid state image pickup device.
[0005]
Visible light also attenuates this infrared cut filter about 10 to 20% at the same time it cuts infrared light. Therefore, incident visible luminous intensity decreased to the light-receiving part, the S/N ratio of the output signal was deteriorated according to it, and there was a problem of causing degradation of image quality.

SAMSUNG EX. 1002 - 850/1684

[0006]
As dealing with this problem, while losing an infrared cut filter, the light-receiving part which detects only the infrared light component in incident light fundamentally is provided, and how to perform signal processing reproducing a right color can be considered based on the information about the infrared light component obtained from the light-receiving part concerned.
[0007]
The light-receiving part which detects only an infrared light component is realizable by laminating two or more kinds of color filters which transmit the visible light of each other different color on the light receiving surface. That is, a color filter laminated each other prevents a penetration of visible light by absorbing a visible light component which transmitted a certain color filter by other color filters.
On the other hand, as a result of each color filter's transmitting an infrared light component, infrared light is transmitted selectively.

[Patent document 1] Japanese Patent Application No. 2003-425708
[Description of the Invention]
[Problem to be solved by the invention]
[0008]
Fig.6 is a typical cross sectional view of the conventional filter array of an imaging part. When making mosaic shape carry out mixture arrangement of the light-receiving part 60 which detects each color component of visible light, and the light-receiving part 62 which detects an infrared light component, to the light-receiving part 60 corresponding to a visible light component, One layer of color filters 66 which transmit the color component are laminated on the flattening film 64, on the other hand the color filters 66 and 68 of two or more layers are laminated on the flattening film 64 by the light-receiving part 62 corresponding to an infrared light component. Therefore, the difference arose in the thickness of the filter laminated on the flattening film 64 by the light-receiving part 62 which detects an infrared light component, and other light-receiving parts 60 which detect a visible light component, and when forming a structure on these filters, there was a problem that trouble might be caused. For example, when film thickness of the flattening film 70 formed on a filter was made thin, reservation of surface smoothness became difficult, and when it was going to secure surface smoothness on the contrary, there was a problem that film thickness became thick.
[0009]
The present invention is made in order to solve the above-mentioned problem.
The purpose is to provide a solid state image pickup device which improves the surface smoothness of the surface of a solid state image pickup device after color filter formation, and makes easy prevention from deterioration of resolution by optical refraction in a flattening film on a color filter, and formation of a microlens array which may be further laminated on a color filter.

[Means for solving problem]
[0010]
Two or more kinds of visible light component photo detectors in which the colored filter which transmits the color from which the solid state imaging device concerning the present invention differs each other was laminated on the light receiving surface via the respectively transparent foundation layer, In that by which the infrared light component photo detector in which the infrared light transmission filter which transmits an infrared light component selectively was laminated on the light receiving surface via the aforementioned foundation layer was arranged,

SAMSUNG EX. 1002 - 851/1684

The aforementioned foundation layer is formed on the light receiving surface of the aforementioned infrared light component photo detector more thinly than the light receiving surface top of the aforementioned visible light component photo detector, and the aforementioned infrared light transmission filter laminates two or more kinds of colored filters which transmit infrared light among the aforementioned colored filters, and comprises on the aforementioned foundation layer in them.

[0011]

The suitable modes of the present invention is a red transmission filter which transmits the component according to red as the aforementioned colored filter. And it has a blue transmission filter which transmits the component to which it responded blue, and the aforementioned infrared light transmission filter is a solid state imaging device which laminates the aforementioned red transmission filter and the above-mentioned blue transmission filter, and is constituted.

[0012]

Two or more kinds of visible light component photo detectors in which the colored filter which transmits the color from which the manufacturing method of the solid state imaging device concerning the present invention differs each other was laminated on the light receiving surface, respectively, In the method of manufacturing the solid state imaging device with which the infrared light component photo detector in which the infrared light transmission filter which transmits an infrared light component selectively was laminated on the light receiving surface was arranged, The process of forming a transparent foundation layer in common on the aforementioned light receiving surface of each aforementioned visible light component photo detector and the aforementioned infrared light component photo detector, The infrared light transmission filter formation process which forms the aforementioned infrared light transmission filter, The etching step which it ****, and the aforementioned infrared light transmission filter formation process etches the aforementioned foundation layer, and forms the concave part of the aforementioned foundation layer on the aforementioned light receiving surface of the aforementioned infrared light component photo detector, The lower filter formation process laminated on the aforementioned concave part by using as a lower filter at least one kind of colored filter which transmits infrared light among the aforementioned colored filters, It has an upper filter formation process laminated on the lower filter concerned by using as an upper filter the colored filter of a kind which transmits infrared light among the aforementioned colored filters, and is different from the aforementioned lower filter.

[0013]

Other manufacturing methods of the solid state imaging device concerning the present invention, Two or more kinds of visible light component photo detectors in which the colored filter which transmits each other different color was laminated on the light receiving surface, respectively, In the method of manufacturing the solid state imaging device with which the infrared light component photo detector in which the infrared light transmission filter which transmits an infrared light component selectively was laminated on the light receiving surface was arranged, The process of forming a transparent foundation layer in common on the aforementioned light receiving surface of each aforementioned visible light component photo detector and the aforementioned infrared light component photo detector, The infrared light transmission filter formation process which forms the aforementioned infrared light transmission filter, The recessed-parts-forming process at which it **** and the aforementioned infrared light transmission filter formation process forms the concave part of the aforementioned foundation layer on the aforementioned light receiving surface of the aforementioned infrared light component photo detector, The lower filter formation process laminated on the aforementioned concave part by using as a lower filter at least one kind of

SAMSUNG EX. 1002 - 852/1684

colored filter which transmits infrared light among the aforementioned colored filters, It has an upper filter formation process laminated on the lower filter concerned by using as an upper filter the colored filter of a kind which transmits infrared light among the aforementioned colored filters, and is different from the aforementioned lower filter.

[0014]

The suitable modes of the present invention is a manufacturing method which forms either of the blue transmission filters which transmit the red transmission filter which transmits the component according to red, and the component to which it responded blue as the aforementioned lower filter, and forms the other as above-mentioned upper filter.

[Effect of the Invention]

[0015]

According to the present invention, on an infrared light component photo detector, the foundation layer of a colored filter becomes depressed and is formed from a visible light component photo detector top. The infrared light transmission filter formed by laminating a plurality of colored filters becomes thick compared with the colored filter on a visible light component photo detector. However, since the infrared light transmission filter concerned is formed in the dent (concave part) of a foundation layer, flattening of the surface of an infrared light transmission filter and the colored filter on a visible light component photo detector is attained.

[Best Mode of Carrying Out the Invention]

[0016]

Hereinafter, based on Drawings, it describes about an embodiment of the invention (henceforth an embodiment).

[0017]

Fig.1 is a typical plan view showing the composition of the CCD series concerning this embodiment. This CCD series is a frame transmission type thing, and is constituted including the imaging part 2, the accumulating part 4, the horizontal transfer part 6, and the outputting part 8 which are formed on a semiconductor substrate.

[0018]

The imaging part 2 consists of a plurality of CCD shift registers (vertical shift register 10) extended to a line direction (vertical direction), and these vertical shift registers 10 are arranged by the line writing direction (horizontal). Each bit of the vertical shift register 10 which constitutes the imaging part 2 functions as a light-receiving part which constitutes a pixel, respectively.

[0019]

A color filter is arranged corresponding to each light-receiving part, and the light component in which a light-receiving part has sensitivity becomes settled according to the penetration characteristic of the color filter. Here, 2x2-pixel arrangement constitutes the unit of the arrangement of a light-receiving part. For example, the light-receiving parts 12, 14, 16, and 18 constitute this unit.

[0020]

The light-receiving parts 12, 14, and 16 have G filter, R filter, and B filter arranged, respectively. Each of these filters have the penetration characteristic shown in Fig.5. The light-receiving part 12 generates the signal charge according to G component and IR component to the incident light containing an infrared light component (IR component). Similarly, the light-receiving part 14 generates the signal charge according to R component and IR component, and the light-receiving part 16 generates the signal charge according to B component and IR component.

[0021]

SAMSUNG EX. 1002 - 853/1684

The light-receiving part 18 has an IR filter (infrared light transmission filter) which transmits an infrared light component selectively arranged, and generates the signal charge according to IR component in incident light. This IR filter can laminate and constitute R filter and B filter. Because, in order that B component which transmits B filter among visible light may not transmit R filter and R component which transmits R filter on the other hand may not transmit B filter, it is letting both filters pass, It is because a visible light component is removed fundamentally and IR component which transmits both filters remains in the transmitted light chiefly.

[0022]

The 2x2-pixel composition concerned is repeatedly arranged by the imaging part 2 to vertical direction and each horizontal direction.

[0023]

The accumulating part 4 as well as the imaging part 2 consists of a plurality of vertical shift registers 20. Each vertical shift register 20 is provided corresponding to the vertical shift register 10 of the imaging part 2, respectively, and the input terminal is connected to the outgoing end of the vertical shift register 10. The vertical shift register 20 holds the signal charge in which vertical transfer was carried out at high speed by frame transfer operation from the imaging part 2, and carries out vertical transfer of every one line of the signal charge to the horizontal transfer part 6.

[0024]

The horizontal transfer part 6 comprises CCD shift registers, and the outgoing end of the vertical shift register 20 is connected to each of that bit. After the horizontal transfer part 6 receives the signal charges for one line outputted in parallel from a plurality of vertical shift registers 20, it turns these signal charges to the outputting part 8, and carries out horizontal transfer.

[0025]

The outputting part 8 converts the signal charge outputted from the horizontal transfer part 6 to a voltage signal, and outputs it as a picture signal.

[0026]

Each vertical shift register 10 is the impurity diffused layer formed in the semiconductor substrate, and it becomes a charge transfer passage and it is constituted including a plurality of vertical transfer electrodes which were extended and formed at the line writing direction the channel regions which function also as a light-receiving part, and on the semiconductor substrate, and were arranged in the line direction.

[0027]

On a semiconductor substrate, the wiring layer formed with an Al film is laminated further, for example. The clock wiring etc. which are extended along the channel stop top which patterns this and separates between adjoining channel regions are formed. Here, clock wiring applies a transfer clock to a vertical transfer electrode. After laminating the flattening film which consists of a transparent material on this wiring layer, above-mentioned R, G, B filter, and the filter array which consists of an IR filter are further formed on it.

[0028]

Fig.2 is a typical perspective view showing the manufacturing method of the filter array of an imaging part. Fig.3 and Fig.4 are the typical cross sectional views showing the manufacturing method of the filter array of an imaging part. These figures take out and show the above-mentioned light-receiving parts 12-18. Fig.3 shows signs that the direction of the light-receiving parts 12 and 14 was seen, from the vertical section which passes along the light-receiving parts 16 and 18, and Fig.4 shows signs that the direction of the light-receiving parts 12 and 16 was seen from the vertical section which passes along the light-receiving parts 14

SAMSUNG EX. 1002 - 854/1684

and 18. As mentioned above, after a transfer electrode and a wiring layer are formed on the semiconductor substrate 30, the flattening film 32 is formed (Fig.2 (a), Fig.3 (a), Fig.4 (a)). The transfer electrode and the wiring layer are omitted in Fig.2 - Fig.4.

[0029]

The flattening film 32 is etched in the portion on the light receiving surface of the light-receiving part 18, after being formed so that the surface may once become flat as shown in Fig.2 (a), Fig.3 (a), and Fig.4 (a). Thereby, the concave part 34 is formed on the light receiving surface of the light-receiving part 18 at the flattening film 32 (Fig.2 (b), Fig.3 (b), Fig.4 (b)). For example using photolithography technique, this etching is performed, after forming the mask layer to etching in portions other than light-receiving part 18 among flattening membrane surfaces. Etching quantity, i.e., the depth of a concave part, is set up according to the thickness of B filter laminated on this concave part 34 at the following process.

[0030]

The B filter 36 is laminated on the concave part 34 on the light-receiving part 18 (Fig.2 (c), Fig.3 (c), Fig.4 (c)). This B filter 36 is formed using the photopolymer colored blue, for example. For example, after being applied by methods, such as a spin coat, all over a semiconductor substrate, the photopolymer concerned is exposed using a photo mask and is further developed. A photopolymer is patterned by this exposure and developing process so that it may remain only in the portion of the concave part 34, and the B filter 36 is formed. The depth of the concave part 34 and the film thickness of the B filter 36 are defined so that the B filter 36 may be embedded in the concave part 34, for example, the top surface may serve as height comparable as the surface of the surrounding flattening film 32 of the concave part 34.

[0031]

Subsequently, the B filter 38 is laminated on the light-receiving part 16 by the same method as the B filter 36 (Fig.2 (d), Fig.3 (d), Fig.4 (d)). The G filter 40 is too laminated on the light-receiving part 12 by the same method as the B filter 36 (Fig.2 (e), Fig.3 (e), Fig.4 (e)). Since these B filters 38 and the G filter 40 are formed on the flattening film 32 contiguous to the concave part 34 which was not etched, the top surface becomes higher than the B filter 36.

[0032]

The R filter 42 is laminated on the light-receiving part 14 and the light-receiving part 18. The R filter 42 is laminated on the flattening film 32 in the position of the light-receiving part 14. On the other hand, in the position of the light-receiving part 18, it laminates on the B filter 36. Here, since the height of the top surface of the B filter 36 and the surface of the flattening film 32 of the position of the light-receiving part 14 has gathered fundamentally as mentioned above, the R filter 42 can be integrally formed evenly on the light-receiving parts 14 and 18, for example (Fig.2 (f), Fig.3 (f), Fig.4 (f)).

[0033]

A color filter is laminated on each light-receiving part by the above process. Although a two-layer color filter called the B filter 36 and the R filter 42 is laminated on the light-receiving part 18 which detects IR component and an IR filter is formed in it, The filter of the two-layer eye formed on the light-receiving part 18 is prevented from projecting from the filter of a surrounding light-receiving part by having provided the concave part 34 to the flattening film 32 of the ground, and having embedded the color filter of one layer in the concave part 34. That is, the surface smoothness of the surface of the filter array formed on each light-receiving part 12-18 improves. The flattening film 44 is laminated on this surface (Fig.2 (g), Fig.3 (g), Fig.4 (g)). Since boom hoisting of the surface of the filter array used as the ground of the flattening film 44 is inhibited as mentioned above, the flattening film 44 can realize flattening of the imaging part 2 surface by comparatively thin film thickness.

SAMSUNG EX. 1002 - 855/1684

[0034]
Although frame transmission type CCD series was shown here, an interline transmission type etc. can apply the present invention also to other things of a type and C-MOS image sensors.
[0035]
When the set of the color filter of a complementary color system is used, three, Cy filter, Mg filter, and Ye filter, can be laminated, and an IR filter can be constituted. In this case, the concave part 34 is formed in the depth for color filter two-layer. Thereby, the height of the surface of the color filter of the 3rd layer of the top layer which constitutes an IR filter, and the color filter of the light-receiving part for surrounding visible light can be arranged.
[Brief Description of the Drawings]
[0036]
[Drawing 1]It is a typical plan view showing the composition of the CCD series concerning an embodiment.
[Drawing 2]It is a typical perspective view showing each process of the manufacturing method of the filter array of an imaging part.
[Drawing 3]It is a typical cross sectional view showing each process of the manufacturing method of the filter array of an imaging part.
[Drawing 4]It is a typical cross sectional view showing each process of the manufacturing method of the filter array of an imaging part.
[Drawing 5]It is a graph which shows the wavelength characteristic of the transmissivity of RGB each filter, and the spectral sensitivity characteristic of a light-receiving part.
[Drawing 6]It is a typical cross sectional view of the conventional filter array of an imaging part.
[Explanations of letters or numerals]
[0037]
2 An imaging part and 4 [A horizontal transfer part and 8 / A light-receiving part and 30 / A flattening film and 34 / A concave part, 36, 38 B filter, 40 G filter, 42 R filter.] An outputting part, 10, 20 vertical shift registers, and 12-18 A semiconductor substrate, and 32 and 44 An accumulating part and 6

SAMSUNG EX. 1002 - 856/1684

DRAWINGS

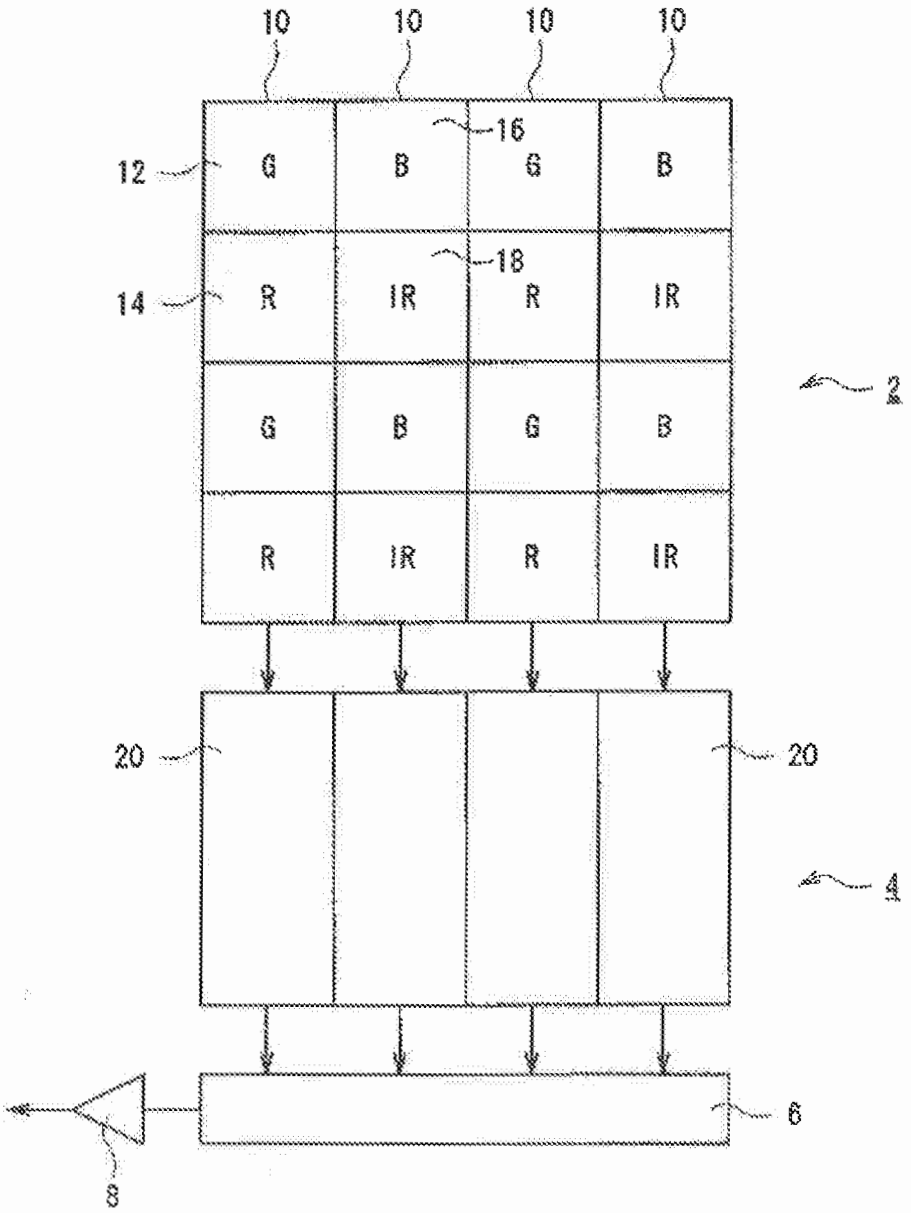
* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

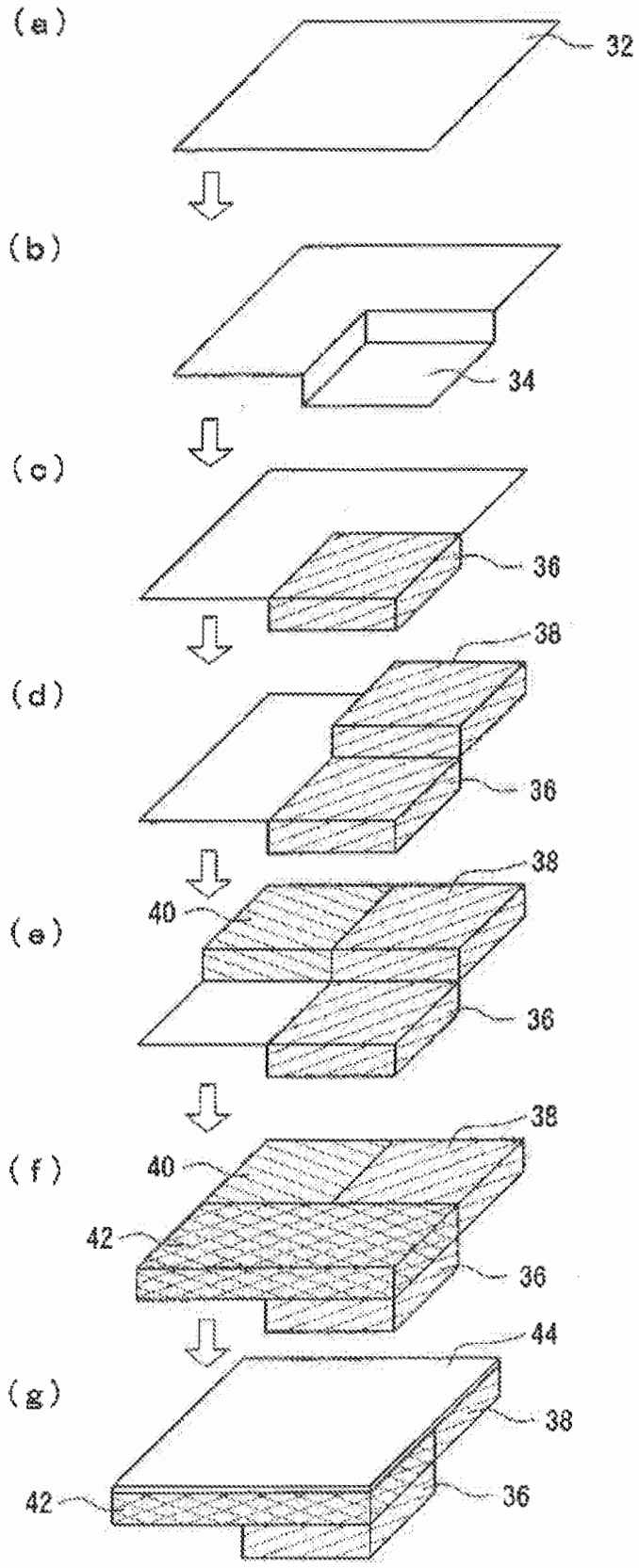
DRAWINGS

[Drawing 1]

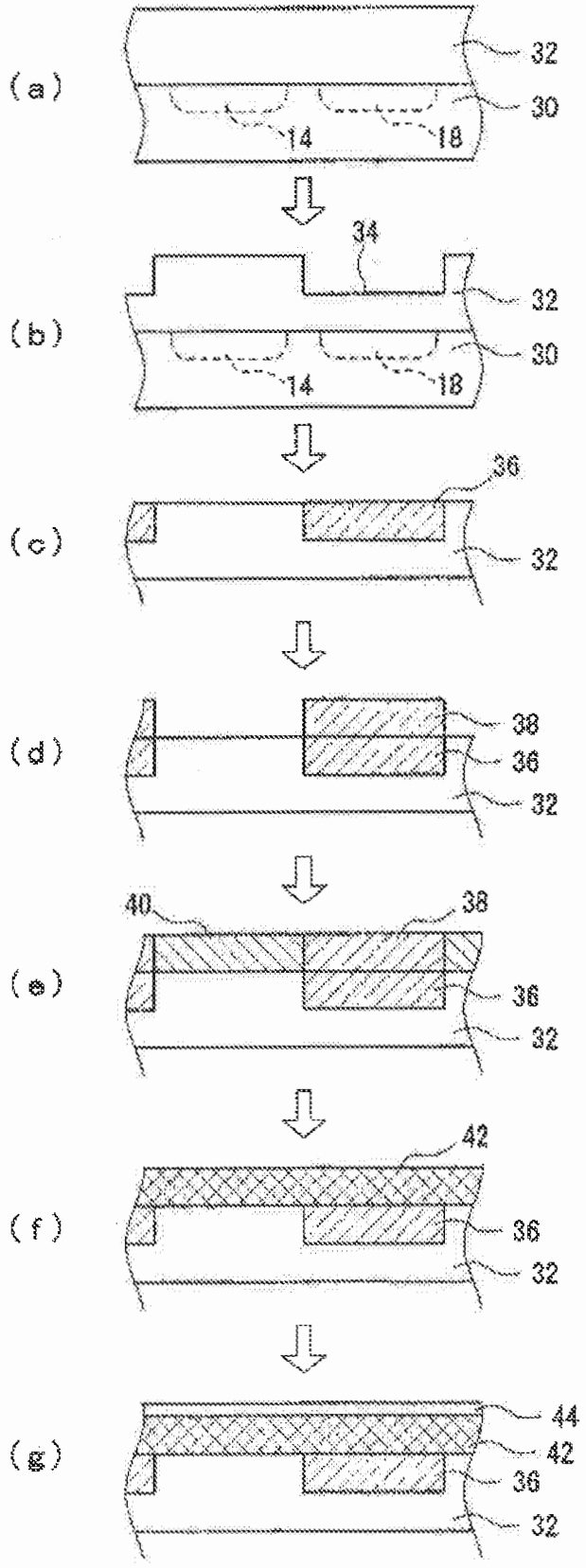


SAMSUNG EX. 1002 - 857/1684

[Drawing 2]

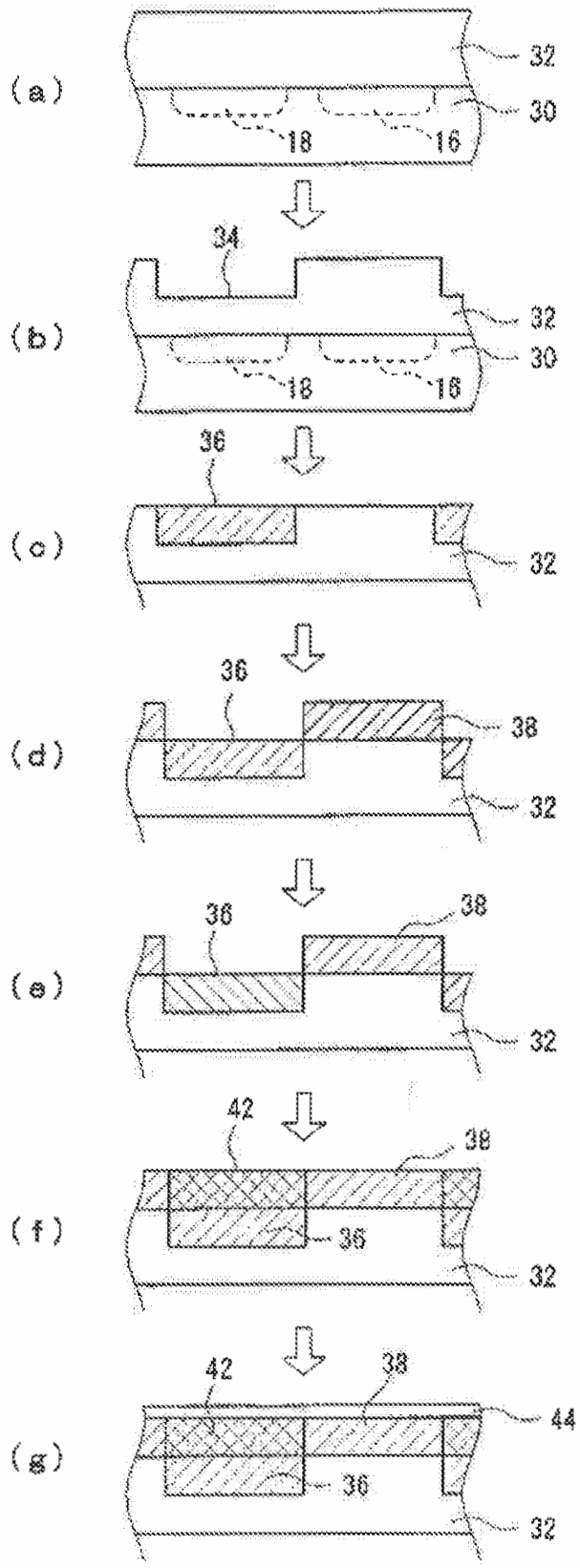


SAMSUNG EX. 1002 - 858/1684



[Drawing 3]

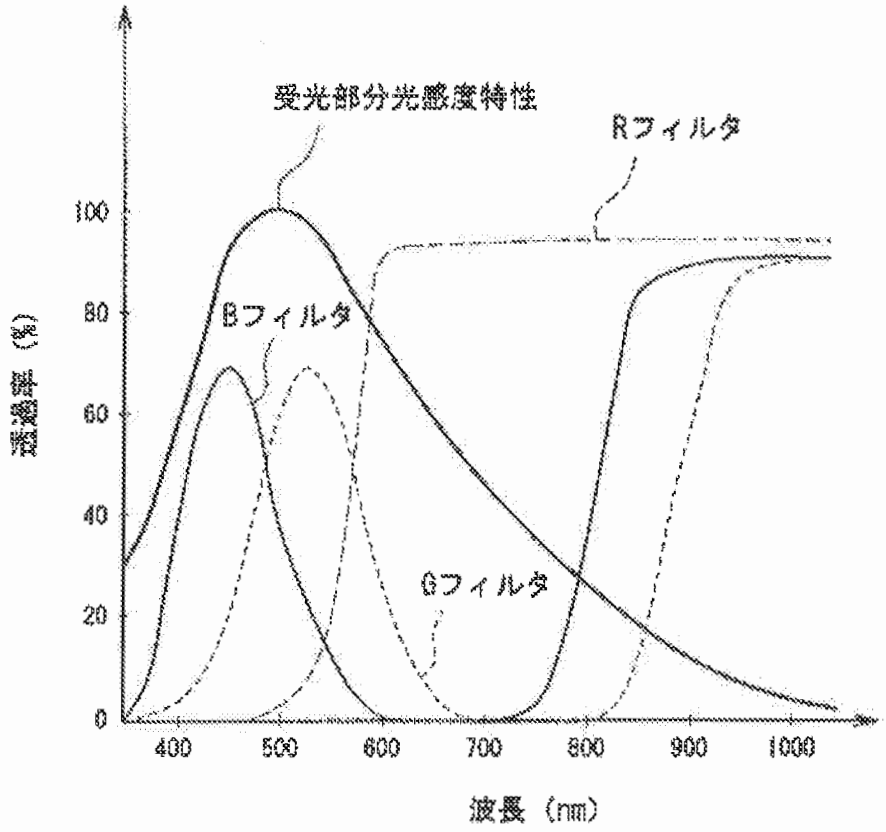
SAMSUNG EX. 1002 - 859/1684

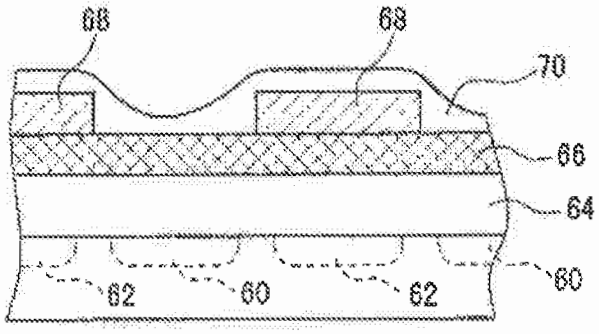


[Drawing 4]

[Drawing 5]

SAMSUNG EX. 1002 - 860/1684





[Drawing 6]

SAMSUNG EX. 1002 - 861/1684

(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2006-210701
(P2006-210701A)
(43)公開日　平成18年8月10日(2006.8.10)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H01L 27/14	(2006.01)	H01L	27/14	D	2H048
G02B 5/20	(2006.01)	G02B	5/20	101	4M118
H04N 9/07	(2006.01)	H04N	9/07	D	5C065

審査請求 未請求　請求項の数 5　OL　（全 9 頁）

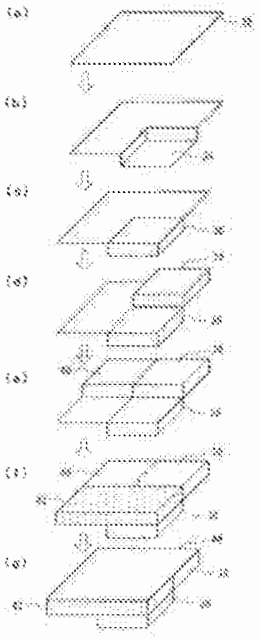
(21)出願番号　特願2005-21701(P2005-21701)
(22)出願日　平成17年1月28日(2005.1.28)

(71)出願人　000001889
三洋電機株式会社
大阪府守口市京阪本通２丁目５番５号
(74)代理人　110000154
特許業務法人はるか国際特許事務所
(72)発明者　松山　久
大阪府守口市京阪本通２丁目５番５号　三洋電機株式会社内

Ｆターム(参考)　2H048 BA02 BA45 BB02 BB10 BB28 BB46
4M118 AA10 AB01 BA12 BA13 BA14 CA02 FA06 GC09 GC14 GC17
5C065 BB30 CC01 EE10 EE16

(54)【発明の名称】固体撮像装置及びその製造方法

(57)【要約】
【課題】　ＲＧＢ色成分を検知するＲ，Ｇ，Ｂ各画素と赤外光成分を検知するＩＲ画素とが配列された固体撮像素子において、ＩＲ画素に積層されるＩＲ透過フィルタが厚い分，撮像部表面に凹凸が生じる。
【解決手段】　半導体基板３０上には，転送電極や配線を形成した後，平坦化膜３２が形成される。ＩＲ画素に対応する位置の平坦化膜３２をエッチングして、凹部３４を形成する。ＩＲ画素の上には，この凹部３４にＢフィルタ３６を埋め込み、さらにＲフィルタ４２を積層する。Ｒ，Ｇ，Ｂ画素の上には，エッチングされていない平坦化膜３２を下地として，それぞれＲ，Ｇ，Ｂフィルタを積層する。凹部３４の深さをカラーフィルタ１層分に応じたものとすることで、ＲＧＢ画素及びＩＲ画素に形成されたフィルタアレイの表面の高さが揃う。
【選択図】　図２



SAMSUNG EX. 1002 - 862/1684

【特許請求の範囲】
【請求項１】
互いに異なる色を透過する色フィルタがそれぞれ透明の下地層を介して受光面上に積層された複数種類の可視光成分受光素子と、赤外光成分を選択的に透過する赤外光透過フィルタが前記下地層を介して受光面上に積層された赤外光成分受光素子とが配列された固体撮像装置において、
前記下地層は、前記赤外光成分受光素子の受光面上にて、前記可視光成分受光素子の受光面上より薄く形成され、
前記赤外光透過フィルタは、前記色フィルタのうち赤外光を透過する複数種類の色フィルタを前記下地層上にて積層して構成されること、
を特徴とする固体撮像装置。
【請求項２】
請求項１に記載の固体撮像装置において、
前記色フィルタとして、赤色に応じた成分を透過する赤色透過フィルタ、及び青色に応じた成分を透過する青色透過フィルタを有し、
前記赤外光透過フィルタは、前記赤色透過フィルタ及び前記青色透過フィルタを積層して構成されること、
を特徴とする固体撮像装置。
【請求項３】
互いに異なる色を透過する色フィルタがそれぞれ受光面上に積層された複数種類の可視光成分受光素子と、赤外光成分を選択的に透過する赤外光透過フィルタが受光面上に積層された赤外光成分受光素子とが配列された固体撮像装置を製造する方法において、
前記各可視光成分受光素子及び前記赤外光成分受光素子の前記受光面上に共通に、透明の下地層を形成する工程と、
前記赤外光透過フィルタを形成する赤外光透過フィルタ形成工程と、
を有し、
前記赤外光透過フィルタ形成工程は、
前記下地層をエッチングして前記赤外光成分受光素子の前記受光面上に前記下地層の凹部を形成するエッチング工程と、
前記色フィルタのうち赤外光を透過する少なくとも１種類の色フィルタを下部フィルタとして前記凹部に積層する下部フィルタ形成工程と、
前記色フィルタのうち赤外光を透過し、かつ前記下部フィルタとは異なる種類の色フィルタを上部フィルタとして当該下部フィルタ上に積層する上部フィルタ形成工程と、
を有することを特徴とする製造方法。
【請求項４】
互いに異なる色を透過する色フィルタがそれぞれ受光面上に積層された複数種類の可視光成分受光素子と、赤外光成分を選択的に透過する赤外光透過フィルタが受光面上に積層された赤外光成分受光素子とが配列された固体撮像装置を製造する方法において、
前記各可視光成分受光素子及び前記赤外光成分受光素子の前記受光面上に共通に、透明の下地層を形成する工程と、
前記赤外光透過フィルタを形成する赤外光透過フィルタ形成工程と、
を有し、
前記赤外光透過フィルタ形成工程は、
前記赤外光成分受光素子の前記受光面上に前記下地層の凹部を形成する凹部形成工程と、
前記色フィルタのうち赤外光を透過する少なくとも１種類の色フィルタを下部フィルタとして前記凹部に積層する下部フィルタ形成工程と、
前記色フィルタのうち赤外光を透過し、かつ前記下部フィルタとは異なる種類の色フィルタを上部フィルタとして当該下部フィルタ上に積層する上部フィルタ形成工程と、
を有することを特徴とする製造方法。

SAMSUNG EX. 1002 - 863/1684

【請求項５】
請求項３又は請求項４に記載の製造方法において、
赤色に応じた成分を透過する赤色透過フィルタ及び青色に応じた成分を透過する青色透過フィルタのいずれか一方を前記下部フィルタとして形成し、他方を前記上部フィルタとして形成することを特徴とする固体撮像装置の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、固体撮像装置及びその製造方法に関し、特に、赤外領域に感度を有する受光素子を含んだ固体撮像装置におけるオンチップカラーフィルタに関する。
【背景技術】
【０００２】
ビデオカメラやデジタルカメラに搭載されるＣＣＤ（Charge Coupled Device）イメージセンサ等の固体撮像素子（固体撮像装置）は二次元配列された受光部（受光素子）を有し、この受光部で入射光を光電変換して電気的な画像信号を生成する。受光部自体は、波長が３８０～７８０ｎｍ程度の可視光領域全般に加え、さらに長波長の近赤外領域まで感度を有する。そのため、カラー画像を取得するために、透過光の色、つまり透過波長領域が異なる複数種類のカラーフィルタを受光面上に配置する。カラーフィルタは、受光面上に透明な平坦化膜を形成した後、この平坦化膜の上に積層される。また、カラーフィルタの上にはさらに別途の平坦化膜や保護膜が積層される。
【０００３】
カラーフィルタには、透過光が赤（Ｒ）、緑（Ｇ）及び青（Ｂ）である原色系のフィルタセットや、シアン（Ｃｙ）、マゼンタ（Ｍｇ）及びイエロー（Ｙｅ）である補色系のフィルタセットがある。これらカラーフィルタは例えば、有機材料を着色して構成され、それぞれ対応する色の可視光を透過するが、その材質上、赤外光も透過する。例えば、図５は、ＲＧＢ各フィルタの透過率の波長特性を示すグラフであり、同図は受光部の分光感度特性も併せて示している。
【０００４】
受光部は赤外光にも感度を有するため、赤外光成分が入射すると当該成分による信号電荷が発生し、正しい色表現ができない。そのため、従来は、カメラのレンズと固体撮像素子との間に、別途、赤外カットフィルタを配置している。
【０００５】
この赤外カットフィルタは、赤外光をカットすると同時に、可視光も１０～２０％程度、減衰させる。そのため、受光部に入射する可視光の強度が減少し、それに応じて出力信号のＳ／Ｎ比が低下し、画質の劣化を招くという問題があった。
【０００６】
この問題への対処として、赤外カットフィルタを無くす一方で、基本的に入射光中の赤外光成分のみを検出する受光部を設け、当該受光部から得られる赤外光成分に関する情報に基づき、正しい色を再現する信号処理を行う方法が考えられる。
【０００７】
赤外光成分のみを検出する受光部は、その受光面上に互いに異なる色の可視光を透過する複数種類のカラーフィルタを積層することにより実現できる。すなわち、互いに積層されたカラーフィルタは、あるカラーフィルタを透過した可視光成分を他のカラーフィルタで吸収することにより可視光の透過を阻止する一方、各カラーフィルタが赤外光成分を透過する結果、赤外光を選択的に透過する。
【特許文献１】特願２００３－４２５７０８号
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００８】
図６は、撮像部の従来のフィルタアレイの模式的な断面図である。可視光の各色成分を

SAMSUNG EX. 1002 - 864/1684

検出する受光部６０と赤外光成分を検出する受光部６２とをモザイク状に混在配置させる場合，可視光成分に対応する受光部６０には、平坦化膜６４の上にその色成分を透過するカラーフィルタ６６が１層だけ積層され、これに対して、赤外光成分に対応する受光部６２には、平坦化膜６４の上に複数層のカラーフィルタ６６，６８が積層される。そのため、赤外光成分を検出する受光部６２と可視光成分を検出する他の受光部６０とで平坦化膜６４の上に積層されるフィルタの厚みに差異が生じ、それらフィルタ上に構造物を形成する際に支障を来し得るという問題があった。例えば、フィルタ上に形成される平坦化膜７０の膜厚を薄くすると平坦性の確保が難しくなり、反対に平坦性を確保しようとすると膜厚が厚くなるという問題があった。

【０００９】

本発明は上記問題を解決するためになされたものであり、カラーフィルタ形成後の固体撮像素子の表面の平坦性を向上し、カラーフィルタ上の平坦化膜での光の屈折による解像度の低下防止や、さらにカラーフィルタ上に積層され得るマイクロレンズアレイの形成を容易とする固体撮像素子を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１０】

本発明に係る固体撮像装置は、互いに異なる色を透過する色フィルタがそれぞれ透明の下地層を介して受光面上に積層された複数種類の可視光成分受光素子と、赤外光成分を選択的に透過する赤外光透過フィルタが前記下地層を介して受光面上に積層された赤外光成分受光素子とが配列されたものにおいて、前記下地層が，前記赤外光成分受光素子の受光面上にて、前記可視光成分受光素子の受光面上より薄く形成され、前記赤外光透過フィルタが、前記色フィルタのうち赤外光を透過する複数種類の色フィルタを前記下地層上にて積層して構成される。

【００１１】

本発明の好適な態様は、前記色フィルタとして、赤色に応じた成分を透過する赤色透過フィルタ、及び青色に応じた成分を透過する青色透過フィルタを有し、前記赤外光透過フィルタが、前記赤色透過フィルタ及び前記青色透過フィルタを積層して構成される固体撮像装置である。

【００１２】

本発明に係る固体撮像装置の製造方法は、互いに異なる色を透過する色フィルタがそれぞれ受光面上に積層された複数種類の可視光成分受光素子と、赤外光成分を選択的に透過する赤外光透過フィルタが受光面上に積層された赤外光成分受光素子とが配列された固体撮像装置を製造する方法において、前記各可視光成分受光素子及び前記赤外光成分受光素子の前記受光面上に共通に、透明の下地層を形成する工程と，前記赤外光透過フィルタを形成する赤外光透過フィルタ形成工程と、を有し、前記赤外光透過フィルタ形成工程が、前記下地層をエッチングして前記赤外光成分受光素子の前記受光面上に前記下地層の凹部を形成するエッチング工程と、前記色フィルタのうち赤外光を透過する少なくとも１種類の色フィルタを下部フィルタとして前記凹部に積層する下部フィルタ形成工程と，前記色フィルタのうち赤外光を透過し，かつ前記下部フィルタとは異なる種類の色フィルタを上部フィルタとして当該下部フィルタ上に積層する上部フィルタ形成工程と，を有するものである。

【００１３】

本発明に係る固体撮像装置の他の製造方法は、互いに異なる色を透過する色フィルタがそれぞれ受光面上に積層された複数種類の可視光成分受光素子と、赤外光成分を選択的に透過する赤外光透過フィルタが受光面上に積層された赤外光成分受光素子とが配列された固体撮像装置を製造する方法において、前記各可視光成分受光素子及び前記赤外光成分受光素子の前記受光面上に共通に、透明の下地層を形成する工程と、前記赤外光透過フィルタを形成する赤外光透過フィルタ形成工程と、を有し、前記赤外光透過フィルタ形成工程が，前記赤外光成分受光素子の前記受光面上に前記下地層の凹部を形成する凹部形成工程と、前記色フィルタのうち赤外光を透過する少なくとも１種類の色フィルタを下部フィル

SAMSUNG EX. 1002 - 865/1684

タとして前記凹部に積層する下部フィルタ形成工程と、前記色フィルタのうち赤外光を透過し、かつ前記下部フィルタとは異なる種類の色フィルタを上部フィルタとして当該下部フィルタ上に積層する上部フィルタ形成工程と、を有するものである。

【００１４】

本発明の好適な態様は、赤色に応じた成分を透過する赤色透過フィルタ及び青色に応じた成分を透過する青色透過フィルタのいずれか一方を前記下部フィルタとして形成し、他方を前記上部フィルタとして形成する製造方法である。

【発明の効果】

【００１５】

本発明によれば、色フィルタの下地層が可視光成分受光素子上より赤外光成分受光素子上にて窪んで形成される。複数の色フィルタを積層して形成される赤外光透過フィルタは可視光成分受光素子上の色フィルタに比べて厚くなる。しかし、当該赤外光透過フィルタは下地層の窪み（凹部）に形成されるので、赤外光透過フィルタと可視光成分受光素子上の色フィルタとの表面の平坦化が図られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１６】

以下、本発明の実施の形態（以下実施形態という）について、図面に基づいて説明する。

【００１７】

図１は、本実施形態に係るＣＣＤイメージセンサの構成を示す模式的な平面図である。このＣＣＤイメージセンサはフレーム転送型のものであり、半導体基板上に形成される撮像部２、蓄積部４、水平転送部６、及び出力部８を含んで構成される。

【００１８】

撮像部２は、列方向（垂直方向）に延びる複数のＣＣＤシフトレジスタ（垂直シフトレジスタ１０）からなり、これら垂直シフトレジスタ１０は行方向（水平方向）に配列される。撮像部２を構成する垂直シフトレジスタ１０の各ビットは、それぞれ画素を構成する受光部として機能する。

【００１９】

各受光部に対応してカラーフィルタが配置され、そのカラーフィルタの透過特性に応じて、受光部が感度を有する光成分が定まる。ここでは、２×２画素の配列が受光部の配列の単位を構成する。例えば、受光部１２、１４、１６、１８がこの単位を構成する。

【００２０】

受光部１２、１４、１６はそれぞれＧフィルタ、Ｒフィルタ、Ｂフィルタを配置される。これら各フィルタは例えば、図５に示す透過特性を有する。赤外光成分（ＩＲ成分）を含む入射光に対して、受光部１２はＧ成分及びＩＲ成分に応じた信号電荷を発生する。また、同様に、受光部１４はＲ成分及びＩＲ成分に応じた信号電荷を発生し、受光部１６はＢ成分及びＩＲ成分に応じた信号電荷を発生する。

【００２１】

受光部１８は、赤外光成分を選択的に透過するＩＲフィルタ（赤外光透過フィルタ）を配置され、入射光中のＩＲ成分に応じた信号電荷を発生する。このＩＲフィルタは、ＲフィルタとＢフィルタとを積層して構成することができる。なぜならば、可視光のうちＢフィルタを透過するＢ成分はＲフィルタを透過せず、一方、Ｒフィルタを透過するＲ成分はＢフィルタを透過しないため、両フィルタを通すことで、基本的に可視光成分が除去され、もっぱら透過光には両フィルタを透過するＩＲ成分が残るからである。

【００２２】

撮像部２には、当該２×２画素の構成が垂直方向、水平方向それぞれに繰り返して配列される。

【００２３】

蓄積部４も撮像部２と同様に複数の垂直シフトレジスタ２０からなる。各垂直シフトレジスタ２０は、それぞれ撮像部２の垂直シフトレジスタ１０に対応して設けられ、その入

SAMSUNG EX. 1002 - 866/1684

力端が垂直シフトレジスタ１０の出力端に接続される。垂直シフトレジスタ２０は撮像部２からフレーム転送動作により高速に垂直転送された信号電荷を保持し、その信号電荷を１行ずつ水平転送部６へ垂直転送する。

【００２４】

水平転送部６は、ＣＣＤシフトレジスタで構成され、その各ビットに垂直シフトレジスタ２０の出力端が接続される。水平転送部６は、複数の垂直シフトレジスタ２０から並列に出力される１行分の信号電荷を受け取った後、それら信号電荷を出力部８へ向けて水平転送する。

【００２５】

出力部８は、水平転送部６から出力される信号電荷を電圧信号に変換し、画像信号として出力する。

【００２６】

各垂直シフトレジスタ１０は、半導体基板に形成された不純物拡散層であって電荷転送路となると共に、受光部としても機能するチャネル領域と、半導体基板上に行方向に延在して形成され、かつ列方向に配列された複数の垂直転送電極とを含んで構成される。

【００２７】

半導体基板上には、さらに、例えば、Ａｌ膜で形成される配線層が積層される。これをパターニングして、隣接するチャネル領域間を分離するチャネルストップ上に沿って延びるクロック配線等が形成される。ここで、クロック配線は垂直転送電極に転送クロックを印加する。この配線層の上に透明な材質からなる平坦化膜を積層した後、さらにその上に上述のＲ，Ｇ，Ｂフィルタ、及びＩＲフィルタからなるフィルタアレイが形成される。

【００２８】

図２は、撮像部のフィルタアレイの製造方法を示す模式的な斜視図である。また図３及び図４は、撮像部のフィルタアレイの製造方法を示す模式的な断面図である。これら図は、上述の受光部１２～１８を取り出して示したものである。図３は、受光部１６，１８を通る垂直断面から受光部１２，１４の方向を見た様子を示しており、図４は、受光部１４，１８を通る垂直断面から受光部１２，１６の方向を見た様子を示している。上述のように、半導体基板３０の上に転送電極や配線層が形成された後、平坦化膜３２が形成される（図２（ａ）、図３（ａ）、図４（ａ））。なお、図２～図４では転送電極や配線層は省略されている。

【００２９】

平坦化膜３２は、図２（ａ）、図３（ａ）、図４（ａ）に示すように一旦、その表面が平坦となるように形成された後、受光部１８の受光面上の部分をエッチングされる。これにより、平坦化膜３２には受光部１８の受光面上に凹部３４が形成される（図２（ｂ）、図３（ｂ）、図４（ｂ））。このエッチングは、例えば、フォトリソグラフィ技術を用いて、平坦化膜表面のうち受光部１８以外の部分にエッチングに対するマスク層を形成した上で行われる。また、エッチング量、つまり凹部の深さは、次の工程でこの凹部３４に積層されるＢフィルタの厚さに応じて設定される。

【００３０】

受光部１８上の凹部３４には、Ｂフィルタ３６が積層される（図２（ｃ）、図３（ｃ）、図４（ｃ））。このＢフィルタ３６は、例えば、青色に着色された感光性樹脂を用いて形成される。例えば、当該感光性樹脂は、半導体基板全面にスピンコート等の方法で塗布された後、フォトマスクを用いて露光され、さらに現像される。この露光・現像工程により、感光性樹脂は、凹部３４の部分だけに残るようにパターニングされ、Ｂフィルタ３６が形成される。Ｂフィルタ３６は、凹部３４に埋め込まれ、例えば、その上面が凹部３４の周りの平坦化膜３２の表面と同程度の高さとなるように、凹部３４の深さとＢフィルタ３６の膜厚とが定められる。

【００３１】

次いで、Ｂフィルタ３６と同様の方法により、受光部１６上にＢフィルタ３８が積層される（図２（ｄ）、図３（ｄ）、図４（ｄ））。また、やはりＢフィルタ３６と同様の方

SAMSUNG EX. 1002 - 867/1684

法により、受光部１２上にＧフィルタ４０が積層される（図２（ｅ）、図３（ｅ）、図４（ｅ））。これらＢフィルタ３８及びＧフィルタ４０は、凹部３４に隣接するエッチングされなかった平坦化膜３２上に形成されるので、その上面はＢフィルタ３６より高くなる。

【００３２】

また、受光部１４と受光部１８の上にＲフィルタ４２が積層される。Ｒフィルタ４２は、受光部１４の位置では平坦化膜３２に積層される。一方、受光部１８の位置ではＢフィルタ３６に積層される。ここで、上述のようにＢフィルタ３６の上面と受光部１４の位置の平坦化膜３２の表面との高さは基本的に揃っているので、例えば、Ｒフィルタ４２は、受光部１４，１８の上に一体的に平坦に形成することができる（図２（ｆ）、図３（ｆ）、図４（ｆ））。

【００３３】

以上の工程により、各受光部の上にカラーフィルタが積層される。ＩＲ成分を検出する受光部１８には、Ｂフィルタ３６及びＲフィルタ４２という２層のカラーフィルタを積層してＩＲフィルタが形成されるが、その下地の平坦化膜３２に凹部３４を設けて、１層のカラーフィルタをその凹部３４に埋め込んだことにより、受光部１８の上に形成された２層目のフィルタが周りの受光部のフィルタより突出することが防止される。すなわち、各受光部１２～１８の上に形成されたフィルタアレイの表面の平坦性が向上する。この表面に、平坦化膜４４が積層される（図２（ｇ）、図３（ｇ）、図４（ｇ））。平坦化膜４４の下地となるフィルタアレイの表面の起伏が上述のように抑制されているので、平坦化膜４４は比較的薄い膜厚で撮像部２表面の平坦化を実現することができる。

【００３４】

なお、ここではフレーム転送型ＣＣＤイメージセンサを示したが、インターライン転送型等、他のタイプのものや、Ｃ－ＭＯＳイメージセンサにも本発明を適用することができる。

【００３５】

また、補色系のカラーフィルタのセットを用いた場合には、ＩＲフィルタをＣｙフィルタ、Ｍｇフィルタ及びＹｅフィルタの３つを積層して構成することができる。この場合には、凹部３４はカラーフィルタ２層分の深さに形成する。これにより、ＩＲフィルタを構成する最上層の３層目のカラーフィルタと、周りの可視光用の受光部のカラーフィルタとの表面の高さを揃えることができる。

【図面の簡単な説明】

【００３６】

【図１】実施形態に係るＣＣＤイメージセンサの構成を示す模式的な平面図である。

【図２】撮像部のフィルタアレイの製造方法の各工程を示す模式的な斜視図である。

【図３】撮像部のフィルタアレイの製造方法の各工程を示す模式的な断面図である。

【図４】撮像部のフィルタアレイの製造方法の各工程を示す模式的な断面図である。

【図５】ＲＧＢ各フィルタの透過率の波長特性及び受光部の分光感度特性を示すグラフである。

【図６】撮像部の従来のフィルタアレイの模式的な断面図である。

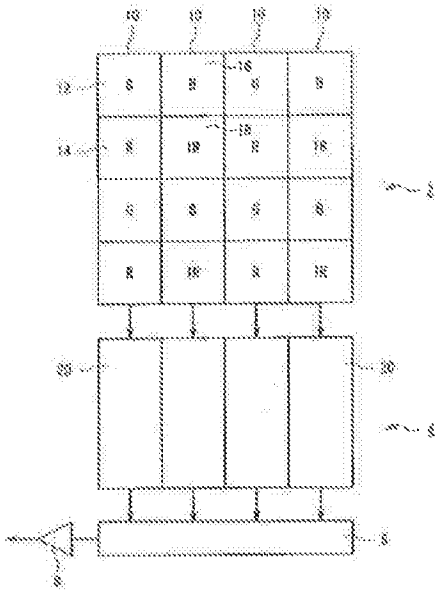
【符号の説明】

【００３７】

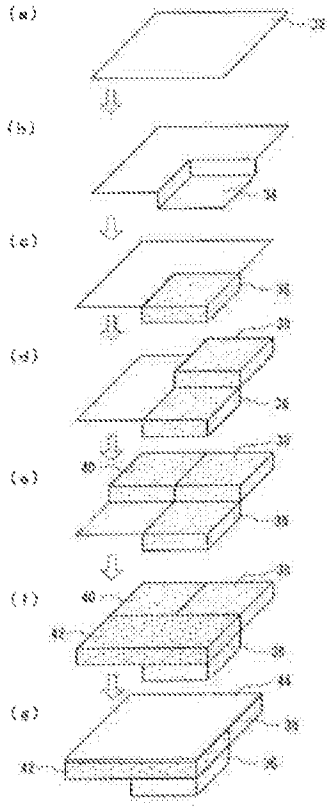
２　撮像部、４　蓄積部、６　水平転送部、８　出力部、１０，２０　垂直シフトレジスタ、１２～１８　受光部、３０　半導体基板、３２，４４　平坦化膜、３４　凹部、３６，３８　Ｂフィルタ、４０　Ｇフィルタ、４２　Ｒフィルタ。

SAMSUNG EX. 1002 - 868/1684

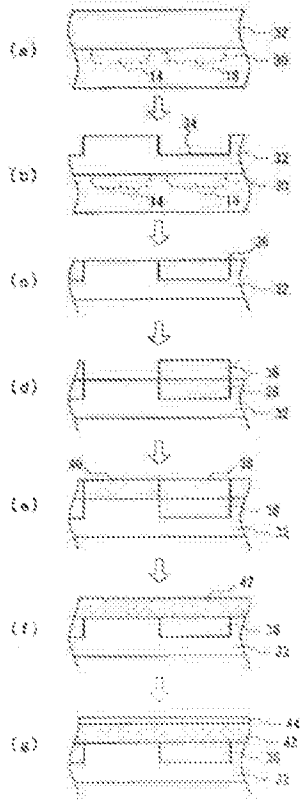
【図１】



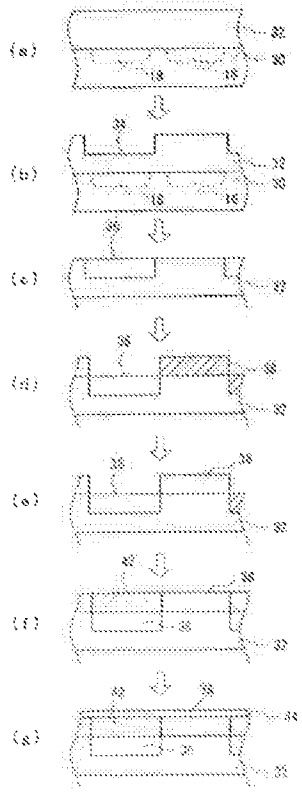
【図２】



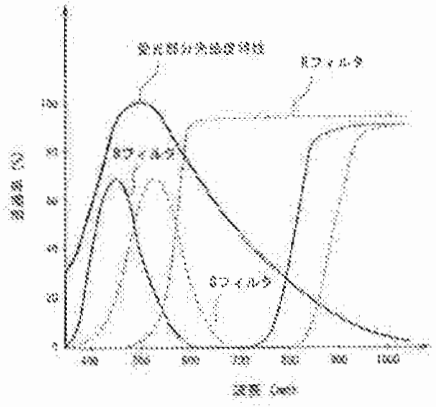
【図３】



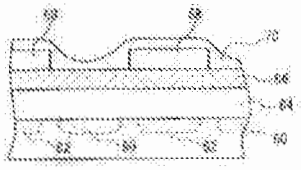
【図４】



【図５】



【図６】



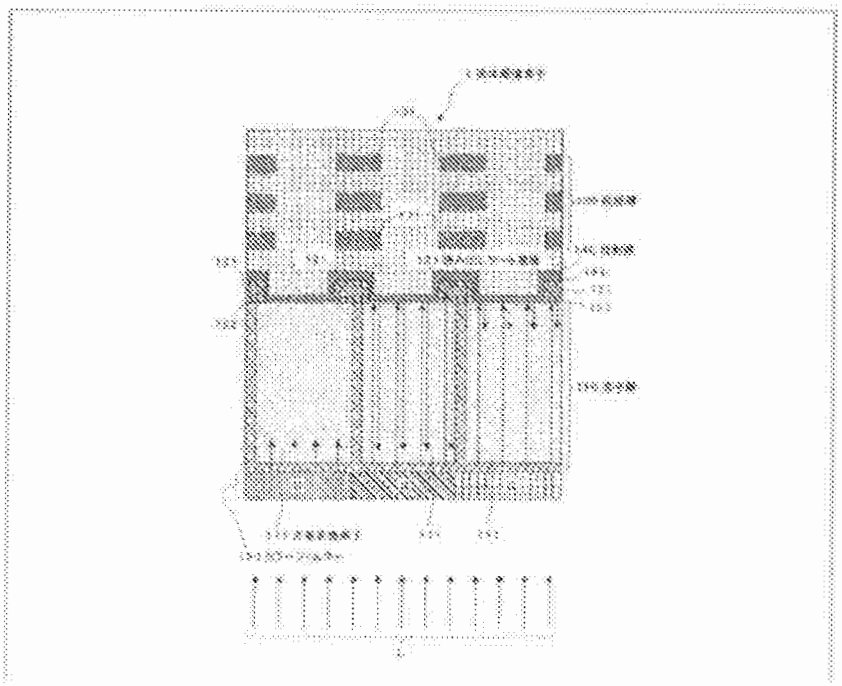
(11)Publication number	2006-261372
(43)Date of publication of application	28.09.2006
(51)Int.Cl.	*H01L 27/146 (2006.01)* *H04N 5/335 (2006.01)* *H04N 9/07 (2006.01)* *H01L 27/14 (2006.01)*
(21)Application number	2005-076498
(22)Date of filing	17.03.2005
(71)Applicant	SONY CORP
(72)Inventor	NATORI TAICHI

(54)SOLID-STATE IMAGE SENSING DEVICE, ITS MANUFACTURING METHOD AND IMAGING DEVICE

(57)Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve sensitivity and to prevent an adjacent pixel from being mixed with colors by providing a reflection film which covers a read-out gate electrode.

SOLUTION: A plurality of unit pixels are arranged including an active device which changes and outputs signal electric charge by which photoelectric conversion is carried out to an electric signal by a photoelectric conversion element 111. A solid-state image sensing device 1 is provided with a wiring layer 130 which serves as wiring 131 to an active device, on the other side of an element layer 110 where a photoelectric conversion element 111 is formed so as to make an incidence light L penetrate a color filter 150 formed at the other side of the element layer 110 and make it enter into the photoelectric conversion element 111. It has a reflection film 140 formed so that the whole pixel surface including a read-out gate electrode 121 which reads signal electric charge where the photoelectric conversion of the active devices is carried out to the wiring layer 130 side of the element layer 110 via an insulating film 141 may be covered.



SAMSUNG EX. 1002 - 871/1684

SAMSUNG EX. 1002 - 872/1684

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]
[Claim 1]
A plurality of unit pixels containing an active device which converts a signal charge by which photoelectric conversion was carried out to an electrical signal, and outputs it by an optoelectric transducer were arranged,
It has a wiring layer which wires the surface side of one of these to the aforementioned active device to an element layer in which the aforementioned optoelectric transducer is formed,
In a solid state image pickup device which makes a light filter which formed incident light in the surface side of another side of the aforementioned element layer transmit and in which it enters the aforementioned optoelectric transducer,
A reflecting film formed so that the whole pixel surface containing a reading gate electrode which reads a signal charge in which photoelectric conversion of [of the aforementioned active devices] was carried out to the aforementioned wiring layer side of the aforementioned element layer via an insulator layer might be covered
A solid state image pickup device characterized by preparation ******.
[Claim 2]
While an opening is formed in a position which opposes to an optoelectric transducer into which red light which transmits the aforementioned light filter of the aforementioned reflecting film enters,
A reflecting layer is formed in the aforementioned wiring layer side of the aforementioned opening.
The solid state image pickup device according to claim 1 characterized by things.
[Claim 3]
Between wiring of the aforementioned wiring layer, the aforementioned reflecting layer keeps the aforementioned wiring and an interval, and is formed.
The solid state image pickup device according to claim 2 characterized by things.
[Claim 4]
The aforementioned reflecting layer is formed via an insulator layer between the aforementioned element layer and the aforementioned wiring layer.
The solid state image pickup device according to claim 2 characterized by things.
[Claim 5]
A plurality of unit pixels containing an active device which converts a signal charge by which photoelectric conversion was carried out to an electrical signal, and outputs it by an optoelectric transducer were arranged,
It has a wiring layer which wires the surface side of one of these to the aforementioned active device to an element layer in which the aforementioned optoelectric transducer is formed,
In a manufacturing method of a solid state image pickup device which makes a light filter which formed incident light in the surface side of another side of the aforementioned element

SAMSUNG EX. 1002 - 873/1684

layer transmit and in which it enters the aforementioned optoelectric transducer,
A process of forming a reading electrode which reads a signal charge to a semiconductor layer in which the aforementioned element layer is formed,
A process of forming the aforementioned optoelectric transducer in the aforementioned semiconductor layer,
A process of forming a reflecting film so that the whole pixel surface which contains the aforementioned reading electrode in a side in which the aforementioned wiring layer of the aforementioned semiconductor layer is formed via an insulator layer may be covered
A manufacturing method of a solid state image pickup device characterized by preparation ******.

[Claim 6]
A process of forming an opening in a position which opposes to an optoelectric transducer into which red light which transmits the aforementioned light filter of the aforementioned reflecting film enters,
A process of forming a reflecting layer in the aforementioned wiring layer side of the aforementioned opening via an insulator layer
A manufacturing method of the solid state image pickup device according to claim 5 characterized by preparation ******.

[Claim 7]
Between wiring of the aforementioned wiring layer, the aforementioned reflecting layer keeps the aforementioned wiring and an interval, and is formed.
A manufacturing method of the solid state image pickup device according to claim 6 characterized by things.

[Claim 8]
The aforementioned reflecting layer is formed via an insulator layer between the aforementioned element layer and the aforementioned wiring layer.
A manufacturing method of the solid state image pickup device according to claim 6 characterized by things.

[Claim 9]
In an image photographing apparatus which used a solid state image pickup device for an image sensor,
The aforementioned solid state image pickup device,
A plurality of unit pixels containing an active device which converts a signal charge by which photoelectric conversion was carried out to an electrical signal, and outputs it by an optoelectric transducer were arranged,
It has a wiring layer which wires the surface side of one of these to the aforementioned active device to an element layer in which the aforementioned optoelectric transducer is formed,
It is a solid state image pickup device which makes a light filter which formed incident light in the surface side of another side of the aforementioned element layer transmit and in which it enters the aforementioned optoelectric transducer,
It consists of a thing provided with a reflecting film formed so that the whole pixel surface containing a reading gate electrode which reads a signal charge in which photoelectric conversion of [of the aforementioned active devices] was carried out to the aforementioned wiring layer side of the aforementioned element layer via an insulator layer might be covered.
An image photographing apparatus characterized by things.

SAMSUNG EX. 1002 - 874/1684

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]
[Field of the Invention]
[0001]
While improving the efficiency which carries out photoelectric conversion of the light which entered, the present invention, With the side into which light enters, preventing the mixed colors by the reflected light reflected with the wiring provided to the opposite side relates to the image photographing apparatus using an easy solid state image pickup device, the manufacturing method of the solid state image pickup device, and its solid state image pickup device.
[Background of the Invention]
[0002]
A photo-diode is formed in the back surface side opposite to the surface in which an electrode, wiring, etc. are formed as a structure of a new image sensor, and the back surface exposure type image sensor which irradiates light and performs photoelectric conversion from a back surface is proposed. This structure can form a photo-diode all over a picture element region, and can make 100% the effective area product of a theory top light receiving surface.
[0003]
In order to protect the mixed colors in the upper layer from the light receiving surface of the optoelectric transducer 710 like the conventional image sensor as shown in Fig.18 when using a back surface exposure type image sensor as a single version color sensor, The micro lens 730 on chip is formed in the upper layer of the light filter 720 (for example, see Patent Document 1.). It can form near the light receiving surface of the optoelectric transducer 710, and this micro lens 730 on chip turns into a lens with a short focal distance, when there is neither an electrode nor a wiring layer. For this reason, the variation in the condensing state over change of the F value of the lens of apparatus and eye relief on which an image sensor is mounted can decrease, and can provide the stable image quality. In the back surface exposure type CMOS image sensor, the thickness of the optoelectric-transducer (for example, photo-diode) layer is usually 5 micrometers - about 7 micrometers.
[0004]
The ratio that light is absorbed in the region whose absorption index alpha of the silicon (Si) in a light range, depth by which the light which entered into silicon (Si) is absorbed 90%, and depth are 7 micrometers is shown in Table 1.
[0005]
[Table 1]

SAMSUNG EX. 1002 - 875/1684

波長λ［ｎｍ］	吸収係数α［ｃｍ$^{-1}$］	入射光が９０％吸収される深さ［μｍ］	７μｍの領域での光吸収率
４００	１．２２Ｅ＋０５	０．１９	１
４５０	４．６３Ｅ＋０４	０．５０	１
５００	１．８５Ｅ＋０４	１．２５	１
５５０	６．３０Ｅ＋０３	３．６５	０．９９
６００	５．００Ｅ＋０３	４．６１	０．９７
６５０	３．２７Ｅ＋０３	７．０４	０．９０
７００	２．００Ｅ＋０３	１１．５１	０．７５

[0006]
Although the light which entered into silicon (Si) is absorbed about 100% on the wavelength of 400 nm - 550 nm, the 7-micrometer-deep photoelectric conversion region (photo-diode) shows that the component transmitted without being absorbed increases with the light of the long wave length beyond it, so that clearly from Table 1. That is, the component which transmits the optoelectric transducer 710R to the long wavelength side can exist, and the light L10 which entered into the optoelectric transducer 710 of the back surface exposure type CMOS image sensor can carry out photoelectric conversion of all the lights that entered into the optoelectric transducer 710, and cannot make it contribute to sensitivity, as shown in Fig.19.
[0007]
What is called mixed colors that the light L11 which transmitted the photoelectric conversion region 710R reaches the wiring layer 740, and the light L12 reflected with the wiring 741 enters into the optoelectric transducers 710G and 710B which are adjacent pixels, and generate photoelectric conversion occur, and it affects image quality.
[0008]
[Patent document 1] Japanese Published Patent Application No. 2003-31785 (JP2003-31785A)
[Description of the Invention]
[Problem to be solved by the invention]
[0009]
The problem which it is going to solve is a point which the component which transmits a photoelectric conversion region to the long wavelength side can exist, and the light which entered into the photoelectric conversion region of the back surface exposure type CMOS image sensor can make able to carry out photoelectric conversion of all the lights that entered into the photoelectric conversion region, and cannot be made to contribute to sensitivity. It is the point which what is called mixed colors occur and has on image quality of the light which transmitted these photoelectric conversion regions reaching a wiring layer, entering into the photoelectric conversion region whose light reflected with the wiring is an adjacent pixel, and generating photoelectric conversion.
[0010]
The present invention improves the efficiency which carries out photoelectric conversion of the light which entered into the photo-diode that the above-mentioned problem should be solved, and makes it problem further to prevent the mixed colors by reflection with the wiring on the surface side.
[Means for solving problem]
[0011]
The solid state image pickup device of the present invention is that by which a plurality of unit pixels containing the active device which converts the signal charge by which photoelectric

SAMSUNG EX. 1002 - 876/1684

conversion was carried out to an electrical signal, and outputs it by an optoelectric transducer were arranged, It has a wiring layer which wires the surface side of one of these to the aforementioned active device to the element layer in which the aforementioned optoelectric transducer is formed, In the solid state image pickup device which makes the light filter which formed incident light in the surface side of another side of the aforementioned element layer transmit and in which it enters the aforementioned optoelectric transducer, It had the reflecting film formed so that the whole pixel surface containing the reading gate electrode which reads the signal charge in which photoelectric conversion of [of the aforementioned active devices] was carried out to the aforementioned wiring layer side of the aforementioned element layer via the insulator layer might be covered.

[0012]

The present invention the manufacturing method of the solid state image pickup device of the present invention, It is that by which a plurality of unit pixels containing an active device which converts a signal charge by which photoelectric conversion was carried out to an electrical signal, and outputs it by an optoelectric transducer were arranged, It has a wiring layer which wires the surface side of one of these to the aforementioned active device to an element layer in which the aforementioned optoelectric transducer is formed, A manufacturing method of a solid state image pickup device which makes a light filter which formed incident light in the surface side of another side of the aforementioned element layer transmit and in which it enters the aforementioned optoelectric transducer is characterized by comprising:

A process of forming a reading electrode which reads a signal charge to a semiconductor layer in which the aforementioned element layer is formed.

A process of forming the aforementioned optoelectric transducer in the aforementioned semiconductor layer.

A process of forming a reflecting film so that the whole pixel surface which contains the aforementioned reading electrode in a side in which the aforementioned wiring layer of the aforementioned semiconductor layer is formed via an insulator layer may be covered.

[0013]

In the image photographing apparatus used for the image sensor, the image photographing apparatus of the present invention a solid state image pickup device the aforementioned solid state image pickup device, It is that by which a plurality of unit pixels containing the active device which converts the signal charge by which photoelectric conversion was carried out to an electrical signal, and outputs it by an optoelectric transducer were arranged, It has a wiring layer which wires the surface side of one of these to the aforementioned active device to the element layer in which the aforementioned optoelectric transducer is formed, Are a solid state image pickup device which makes the light filter which formed incident light in the surface side of another side of the aforementioned element layer transmit and in which it enters the aforementioned optoelectric transducer, and via an insulator layer to the aforementioned wiring layer side of the aforementioned element layer, It consists of a thing provided with the reflecting film formed so that the whole pixel surface containing the reading gate electrode which reads the signal charge in which photoelectric conversion of [of the aforementioned active devices] was carried out might be covered.

[Effect of the Invention]

[0014]

Since it had the reflecting film formed so that the whole pixel surface containing the reading gate electrode which reads the signal charge in which photoelectric conversion of [of the active devices] was carried out to the wiring layer side of an element layer via the insulator layer might be covered, the solid state image pickup device of the present invention is. Since

SAMSUNG EX. 1002 - 877/1684

the light (for example, red light) of the long wavelength transmitted in part without being completely absorbed by an optoelectric transducer can be returned to the optoelectric transducer which carries out photoelectric conversion of the light of long wavelength with a reflecting film, there is an advantage that the photoelectric conversion of the light which entered into the optoelectric transducer can be carried out efficiently. Since a reflecting film prevents the reflection by wiring of a wiring layer, it stops entering into the pixel which a reflected light adjoins, and there is an advantage that mixed colors can be prevented.

[0015]

Since it has the process of forming a reflecting film so that the whole pixel surface which contains a reading electrode in the side in which the wiring layer of a semiconductor layer is formed via an insulator layer may be covered, the manufacturing method of the solid state image pickup device of the present invention is. Since the light (for example, red light) of the long wavelength transmitted in part without being completely absorbed by an optoelectric transducer can be returned to the optoelectric transducer which carries out photoelectric conversion of the light of long wavelength with a reflecting film, there is an advantage of coming to be able to carry out the photoelectric conversion of the light which entered into the optoelectric transducer efficiently. Since a reflecting film prevents the reflection by wiring of a wiring layer, it stops entering into the pixel which a reflected light adjoins, and there is an advantage that mixed colors can be prevented.

[0016]

Since the solid state image pickup device of the present invention is mounted on the image sensor, and the image photographing apparatus of the present invention can carry out photoelectric conversion of the incident light efficiently and can prevent the mixed colors to the adjoining pixel, there is an advantage that improvement in sensitivity and improvement in image quality can be aimed at.

[Best Mode of Carrying Out the Invention]

[0017]

An example (the 1st example) of the embodiment concerning the solid state image pickup device of the present invention is described with the schematic structure cross sectional view of Fig.1.

[0018]

As shown in Fig.1, the solid state image pickup device 1 of the present invention, The optoelectric transducer (for example, photo-diode) 111 is formed in the element layer 110 which comprises a semiconductor layer, A plurality of unit pixels containing the active device (not shown) which converts the signal charge by which photoelectric conversion was carried out to an electrical signal, and outputs it by this optoelectric transducer 111 are arranged, It has the wiring layer 130 which wires the surface side of one of these to the above-mentioned active device to the element layer 110 in which the above-mentioned optoelectric transducer 111 is formed. The above-mentioned optoelectric transducer 111 is formed, for example by the 5 micrometers - 15 micrometers-thick silicon layer. The light filter 150 is formed in the surface side of another side of the element layer 110 in the incident light L. The reading gate electrode 121 which constitutes the read transistor which reads the signal charge in which photoelectric conversion of [of the above-mentioned active devices] was carried out is formed in the wiring layer 130 side of the above-mentioned element layer 110 via the insulator layer 122. This reading gate electrode 121 is formed, for example with polycrystalline silicon. For this reason, the reading gate electrode 121 has a light transmitting property.

[0019]

The reflecting film 140 is formed so that the whole pixel surface containing the above-mentioned reading gate electrode 121 may be covered via the insulator layer 141.

SAMSUNG EX. 1002 - 878/1684

[0020]
The above-mentioned reflecting film 140 is formed with aluminum, an aluminum oxide, etc., for example. In particular, the aluminum film can obtain the surface reflectance of about 90% or more to visible light. Therefore, it is preferable to adopt an aluminum film as the above-mentioned reflecting film 140. Although described behind, if it takes into consideration that the wavelength of light to reflect is green light and red light, it is also possible to use the silver which has 95% or more by the film in which the reflectance of green light and red light was formed by high vacuum vacuum deposition.
[0021]
Here, it describes by Fig.2 about the required film thickness at the time of using an aluminum film as the reflecting film 140. Fig.2 shows transmissivity to a left-vertical axis by making each film thickness of aluminum (Al) in a light range into a parameter, and shows reflectance to a right longitudinal axis, and the wavelength of incident light is shown on a horizontal axis.
[0022]
It will become mixed colors, if transmit the optoelectric transducer 111 and the aluminum film of the reflecting film 140 is transmitted further, it reflects with the upper wiring 131, the reflecting film 140 is transmitted from the surface side to the next pixel and it enters into the optoelectric transducer 111, as shown in Fig.2. Since the reflectance of aluminum (Al) is about 90% in a light range when light which the amount of mixed colors transmitted the optoelectric transducer 111, and arrived at the aluminum surface is made into 100%, It is 0.9% even when the transmissivity of 0.009% and an aluminum film is 10% in the case where the transmissivity of 0.00009% and an aluminum film is 1% in the case where the transmissivity of an aluminum film is 0.1%. If it takes into consideration that incident luminous intensity is about 10% to the optoelectric transducer 111 by the red (R) pixel when arriving at an aluminum surface, if transmissivity is stopped to about 1%, it is sufficient. Therefore, when an aluminum film is used for the reflecting film 140, there should just be 30 nm or more of the film thickness.
[0023]
The incident light L, as for, the above-mentioned solid state image pickup device 1 carries out light reception transmits the above-mentioned light filter 150, and goes into the optoelectric transducer 111. For example, when the above-mentioned light filter 150 is formed by 3 colors (for example, three primary colors of light) of blue (B) green (G) and red (R). The incident light L which transmits the light filter 150 and, as for, the above-mentioned optoelectric transducer 111 carries out light reception. Since the thickness of the above-mentioned optoelectric transducer 111 is formed in 7 micrometers - 15 micrometers, since wavelength of blue glow is short, it is absorbed about 100% by the incidence close-attendants side of the optoelectric transducer 111, and since photoelectric conversion is carried out, it cannot turn into the transmitted light which reaches the reflecting film 140. Although most is absorbed within the optoelectric transducer 111 as for green light, the part serves as a transmitted component. However, since it is reflected by the reflecting film 140 and is again returned to the optoelectric transducer 111, almost will be absorbed in the optoelectric transducer 111. On the other hand, in a part, red light transmits the optoelectric transducer 111. Therefore, the light volume of the red light by which photoelectric conversion is carried out by the optoelectric transducer 111 had become less than other colors. However, since the above-mentioned reflecting film 140 is provided, it is reflected by the reflecting film 140 and the red light which transmitted the optoelectric transducer 111 enters into the optoelectric transducer 111 again. For this reason, the amount of photoelectric conversion of red light becomes substantially equivalent to the amount of photoelectric conversion of other colors, and it can prevent deterioration of sensitivity.
[0024]

SAMSUNG EX. 1002 - 879/1684

The light which transmitted the optoelectric transducer 111 of each pixel since the above-mentioned reflecting film 140 was formed right above each pixel especially green light - red light, It is reflected by the reflecting film 140, and since the reflected light enters into the optoelectric transducer 111 transmitted as it is, there is almost no reflection to an adjacent pixel. For this reason, mixed colors are inhibited and good image quality can be obtained.

[0025]

Since the above-mentioned reflecting film 140 is formed so that the reading gate electrode 121 which consists of polycrystalline silicon may be covered, it is made to reflect with the reflecting film 140, and the light which transmitted the reading gate electrode 121 can also return it to the optoelectric transducer 111. Therefore, in the optoelectric transducer 111, it becomes possible to carry out photoelectric conversion of the incident light efficiently.

[0026]

Next, a detailed example of the CMOS sensor which can apply the solid state image pickup device of the above-mentioned composition is described with the schematic structure cross sectional view of Fig.3.

[0027]

As for back surface light reception type CMOS sensor 101, the picture element part and the peripheral circuit part are formed in the element layer 110 which consists of a silicon layer. It is formed in a thickness of 5 micrometers - 15 micrometers in the region which usually carries out light reception of the visible light to the above-mentioned element layer 110 using what ground the N^- type silicon substrate in desired thickness by chemical mechanical polishing. When carrying out light reception of the infrared light, and carrying out light reception of the ultraviolet radiation to a thickness of 15 micrometers - 50 micrometers, it is desirable to be formed in a thickness of 3 micrometers - 7 micrometers.

[0028]

The photosensor which consists of the N^- type layer used as the photoelectric conversion region 111 is formed in the picture element part of the above-mentioned element layer 110. This N^- type layer uses the above-mentioned N^- type silicon substrate. The N^+ layer 112 is formed in the upper part of the above-mentioned photoelectric conversion region 111, and the charge storage layer 113 which consists of P^+ layer for considering it as an embedding photo-diode is further formed in the upper part.

[0029]

The well area 115 of P type is formed in the picture element part of the above-mentioned photoelectric conversion region 111 so that the side periphery of the above-mentioned photoelectric conversion region 111 - the charge storage layer 113 may be surrounded. A part of this P type well area 115 is formed so that the element layer 110 may be penetrated, and that portion serves as the isolation region 116 between pixels. Furthermore, the P^+ layer 117 linked to the well area 115 (isolation region 116 between pixels) of the above-mentioned P type is formed in the lower part side of the above-mentioned element layer 110. This P^+ layer 117 side is a side into which light enters. And in order to secure a light-receiving region widely, the above-mentioned photoelectric conversion region 111 is formed so that the occupation area on the layout on the above-mentioned P^+ layer 117 side may become wide.

[0030]

It reads to the one side of the above-mentioned N^+ layer 112 and the charge storage layer 113, and the region 123 is formed in the P^- layer. On the above-mentioned reading region 123, it reads via the insulator layer 122, and the gate electrode 121 is formed. Furthermore, in the charge storage layer 113 of the above-mentioned reading gate electrode 121, it reads to an opposite side, the region 123 is adjoined, and the floating diffusion layer 125 which consists of N^+ layer is formed. Thus, the read transistor 120 is constituted.

SAMSUNG EX. 1002 - 880/1684

[0031]
The transistors 160 other than the above-mentioned read transistor 120 are formed in the well area 115 of the above-mentioned P type. As this transistor 160, there are a reset transistor, an amplification transistor, a vertical selection transistor, etc., for example, and it comprises an NMOS transistor.
[0032]
The reflecting film 140 is formed so that the whole pixel surface containing the above-mentioned reading gate electrode 121 may be covered via the insulator layer 141. This reflecting film 140 is formed with aluminum, an aluminum oxide, etc., for example. In particular, the aluminum film can obtain the surface reflectance of about 90% or more to visible light. Therefore, it is preferable to adopt an aluminum film as the above-mentioned reflecting film 140. Although described behind, if it takes into consideration that the wavelength of light to reflect is green light and red light, the surface reflectance of green light and red light is possible also for using the silver which has 95% or more.
[0033]
In the surface of one side of the above-mentioned element layer 110 (in Drawings, it is called the surface of an upper side, and the following surface), The insulator layer 132 which covers the above-mentioned read transistor 120, the transistor 160, etc. is formed, the wiring layer 130 which consists of the wiring 131 formed in two or more layers is formed into the insulator layer, and the support substrate 170 is provided further.
[0034]
The light-shielding film 182 is formed on the surface of the other side of the above-mentioned element layer 110 (in Drawings, it is called the surface on the lower part side, and a following back surface) via the transparent insulating film 181. This light-shielding film 182 is to prevent incident light from irradiating in addition to a picture element region, and the opening 183 is formed in the position which opposes to the region in which the optoelectric transducer 111 is formed so that light may enter into the optoelectric transducer 111. Furthermore, the light filter 150 is formed via the transparent insulating film 184. It consists of 3 colors of (B) and this light filter 150 is provided on trichromatic red (R) green (G) of light, and the blue optoelectric transducer 111 which carries out light reception of the predetermined color, respectively, for example. The light filter 150 is not limited to the three primary colors, but it can also provide [is] an emerald green light filter, an orange light filter, etc. like trichromatic neutral colors besides the three primary colors, for example. Furthermore, the micro lens 155 is formed on each light filter 150.
[0035]
Next, an example (the 2nd example) of the embodiment concerning the solid state image pickup device of the present invention is described with the schematic structure cross sectional view of Fig.4.
[0036]
As shown in Fig.4, the solid state image pickup device 2 of the present invention, The optoelectric transducer (for example, photo-diode) 111 is formed in the element layer 110 which comprises a semiconductor layer, A plurality of unit pixels containing the active device (not shown) which converts the signal charge by which photoelectric conversion was carried out to an electrical signal, and outputs it by this optoelectric transducer 111 are arranged, It has the wiring layer 130 which wires the surface side of one of these to the above-mentioned active device to the element layer 110 in which the above-mentioned optoelectric transducer 111 is formed. The above-mentioned optoelectric transducer 111 is formed, for example by the 5 micrometers - 15 micrometers-thick silicon layer. The light filter 150 is formed in the surface side of another side of the element layer 110 in the incident light L. The reading gate electrode

SAMSUNG EX. 1002 - 881/1684

121 which constitutes the read transistor 120 which reads the signal charge in which photoelectric conversion of [of the above-mentioned active devices] was carried out is formed in the wiring layer 130 side of the above-mentioned element layer 110 via the insulator layer 122. This reading gate electrode 121 is formed, for example with polycrystalline silicon. For this reason, the reading gate electrode 121 has a light transmitting property.

[0037]

The reflecting film 140 is formed in the whole surface of a pixel containing the above-mentioned reading gate electrode 121 so that it may cover via the insulator layer 141. However, the opening 142 is formed in the above-mentioned reflecting film 140 of the position which opposes to the optoelectric transducer 111 into which the red light which transmits the light filter 150 enters although the reflecting film 140 is formed in the whole surface of the green (Green) pixel and the blue (Blue) pixel. The reflecting layer 143 is formed in the above-mentioned wiring layer 130 side of the above-mentioned opening 142. This reflecting layer 143 is formed so that it may oppose to the opening 142 and the opening 142 top may be covered. [the interval which can secure the wiring 131 and insulation, for example, the interval which is about 0.2 micrometer,], when the wiring 131 is formed in the position which opposes to the opening 142, it is formed. Therefore, between the wiring 131 of the above-mentioned wiring layer 130, the above-mentioned reflecting layer 143 keeps the above-mentioned wiring 131 and an interval, and is formed.

[0038]

An aluminum (Al) film and an aluminum oxide film can be used for the above-mentioned reflecting film 140 and the reflecting layer 143. The aluminum film can obtain the surface reflectance of about 90% or more to visible light especially. Therefore, it is preferable to adopt an aluminum film as the above-mentioned reflecting film 140 and the reflecting layer 143. On the other hand, as for the above-mentioned wiring 131 made to reflect red light and the reflecting layer 143, since the copper film can obtain the surface reflectance of about 96% or more to red light, forming with copper is also preferable.

[0039]

Thus, it is only that the composition of the above-mentioned reflecting film 140 of a red (Red) picture element part differs in the solid state image pickup device 2, and other composition is the same as that of the aforementioned solid state image pickup device 1.

[0040]

The incident light L, as for, the above-mentioned solid state image pickup device 2 carries out light reception transmits the above-mentioned light filter 150, and goes into the optoelectric transducer 111. For example, when the above-mentioned light filter 150 is formed by 3 colors (for example, three primary colors of light) of blue (B) green (G) and red (R). The incident light L which transmits the light filter 150 and, as for, the above-mentioned optoelectric transducer 111 carries out light reception. Since the thickness of the above-mentioned optoelectric transducer 111 is formed in 7 micrometers - 15 micrometers, since the blue glow LB which transmitted the blue filter has short wavelength, it is absorbed about 100% by the incidence close-attendants side of the optoelectric transducer 111, and since photoelectric conversion is carried out, it cannot turn into the transmitted light which reaches the reflecting film 140. Although most is absorbed within the optoelectric transducer 111 as for the green light LG which transmitted the green filter, the part serves as a transmitted component. However, since it is reflected by the reflecting film 140 and is again returned to the optoelectric transducer 111, almost will be absorbed in the optoelectric transducer 111. On the other hand, in a part, red light LR which transmitted the red filter transmits the optoelectric transducer 111. Therefore, the light volume of red light LR by which photoelectric conversion is carried out by the optoelectric transducer 111 had become less than other colors. However, since the above-

SAMSUNG EX. 1002 - 882/1684

mentioned reflecting layer 143 is provided, it is reflected by the reflecting layer 143 and red light LR which transmitted the optoelectric transducer 111 enters into the optoelectric transducer 111 again. For this reason, the amount of photoelectric conversion of red light LR becomes substantially equivalent to the amount of photoelectric conversion of other colors, and it can prevent deterioration of sensitivity.

[0041]

The component of an incident light is light with long wavelength to which most transmits the optoelectric transducer 111 to a red (Red) pixel. On the other hand, the wavelength of an incident light is 30% or less of only light intensity in 600 nm with a peak of 500 nm - 550 nm, and a green (Green) pixel has few components which transmit the optoelectric transducer 111. As the blue (Blue) pixel was described previously, there is no component of the light which transmits the 7-micrometer optoelectric transducer 111. That is, the degree of incidence which the light reflected with the reflecting film 140 enters into the optoelectric transducer 111 which is an adjacent pixel, and starts mixed colors, The component of the light which entered into the red (Red) pixel overwhelmingly may be kept from entering into the photo-diode which is a pixel of green (Green) and blue (Blue) largely. [reflected light / in the reflecting film 140 of the light which entered into the red (Red) pixel] Even if the light which entered into the reflective surface of the reflecting layer 143 aslant reflects in an adjacent pixel at an incident angle [like], in the above-mentioned solid state image pickup device 2 the reflected light, Since it is reflected with the reflecting film 140 formed on green (Green) and a blue (Blue) pixel and escapes to the wiring layer 130 side, The mixed colors of the light of a component with long wavelength which has transmitted the red (Red) pixel in a green (Green) and blue (Blue) pixel can be prevented, and good image quality can be obtained.

[0042]

That it may be what reflects a red light, by a case, the above-mentioned reflecting layer 143 has the advantage that it can form at the same process as the wiring 131, when the wiring 131 of the wiring layer 130 is formed with the metal used for the wiring material of the usual semiconductor device, such as aluminum and copper. Since it becomes unnecessary to newly provide by this the process of producing the reflecting layer 143, the reflecting layer 143 can be formed without covering a process load.

[0043]

Next, an example (the 3rd example) of the embodiment concerning the solid state image pickup device of the present invention is described with the schematic structure cross sectional view of Fig.5.

[0044]

As shown in Fig.5, the solid state image pickup device 3 of the present invention, The optoelectric transducer (for example, photo-diode) 111 is formed in the element layer 110 which comprises a semiconductor layer, A plurality of unit pixels containing the active device (not shown) which converts the signal charge by which photoelectric conversion was carried out to an electrical signal, and outputs it by this optoelectric transducer 111 are arranged, It has the wiring layer 130 which wires the surface side of one of these to the above-mentioned active device to the element layer 110 in which the above-mentioned optoelectric transducer 111 is formed. The above-mentioned optoelectric transducer 111 is formed, for example by the 5 micrometers - 15 micrometers-thick silicon layer. The light filter 150 is formed in the surface side of another side of the element layer 110 in the incident light L. The reading gate electrode 121 which constitutes the read transistor 120 which reads the signal charge in which photoelectric conversion of [of the above-mentioned active devices] was carried out is formed in the wiring layer 130 side of the above-mentioned element layer 110 via the insulator layer 122. This reading gate electrode 121 is formed, for example with polycrystalline silicon. For

SAMSUNG EX. 1002 - 883/1684

this reason, the reading gate electrode 121 has a light transmitting property.

[0045]

The reflecting film 140 is formed in the whole surface of a pixel containing the above-mentioned reading gate electrode 121 so that it may cover via the insulator layer 141. However, the opening 142 is formed in the above-mentioned reflecting film 140 of the position which opposes to the optoelectric transducer 111 into which the red light which transmits the light filter 150 enters although the reflecting film 140 is formed in the whole surface of the green (Green) pixel and the blue (Blue) pixel. The reflecting layer 143 is formed in the above-mentioned wiring layer 130 side of the above-mentioned opening 142. This reflecting layer 143 is formed so that it may oppose to the opening 142 and the opening 142 top may be covered. The above-mentioned reflecting layer 143 is formed via the insulator layer 144 between the above-mentioned element layer 110 and the above-mentioned wiring layer 130.

[0046]

An aluminum (Al) film and an aluminum oxide film can be used for the above-mentioned reflecting film 140 and the reflecting layer 143. The aluminum film can obtain the surface reflectance of about 90% or more to visible light especially. Therefore, it is preferable to adopt an aluminum film as the above-mentioned reflecting film 140 and the reflecting layer 143. On the other hand, as for the above-mentioned wiring 131 made to reflect red light and the reflecting layer 143, since the copper film can obtain the surface reflectance of about 96% or more to red light, forming with copper is also preferable.

[0047]

Thus, it is only that the composition of the above-mentioned reflecting film 140 of a red (Red) picture element part differs in the solid state image pickup device 3, and other composition is the same as that of the aforementioned solid state image pickup device 1.

[0048]

The incident light L, as for, the above-mentioned solid state image pickup device 3 carries out light reception transmits the above-mentioned light filter 150, and goes into the optoelectric transducer 111. For example, when the above-mentioned light filter 150 is formed by 3 colors (for example, three primary colors of light) of blue (B) green (G) and red (R). The incident light L which transmits the light filter 150 and, as for, the above-mentioned optoelectric transducer 111 carries out light reception. Since the thickness of the above-mentioned optoelectric transducer 111 is formed in 5 micrometers - 15 micrometers, since the blue glow LB which transmitted the blue filter has short wavelength, it is absorbed about 100% by the incidence close-attendants side of the optoelectric transducer 111, and since photoelectric conversion is carried out, it cannot turn into the transmitted light which reaches the reflecting film 140. Although most is absorbed within the optoelectric transducer 111 as for the green light LG which transmitted the green filter, the part serves as a transmitted component. However, since it is reflected by the reflecting film 140 and is again returned to the optoelectric transducer 111, almost will be absorbed in the optoelectric transducer 111. On the other hand, in a part, red light LR transmits the optoelectric transducer 111. Therefore, the light volume of red light LR by which photoelectric conversion is carried out by the optoelectric transducer 111 had become less than other colors. However, since the above-mentioned reflecting layer 143 is provided, it is reflected by the reflecting layer 143 and red light LR which transmitted the optoelectric transducer 111 enters into the optoelectric transducer 111 again. For this reason, the amount of photoelectric conversion of red light LR becomes substantially equivalent to the amount of photoelectric conversion of other colors, and it can prevent deterioration of sensitivity.

[0049]

Even if the light which entered into the reflective surface of the reflecting layer 143 aslant

SAMSUNG EX. 1002 - 884/1684

reflects in an adjacent pixel at an incident angle [like], in the above-mentioned solid state image pickup device 3 the reflected light, Since it is reflected with the reflecting film 140 formed on green (Green) and a blue (Blue) pixel and escapes to the wiring layer 130 side, The mixed colors of the light of a component with long wavelength which has transmitted the red (Red) pixel in a green (Green) and blue (Blue) pixel can be prevented, and good image quality can be obtained.

[0050]

Next, an example (the 1st example) of the embodiment concerning the manufacturing method of the solid state image pickup device of the present invention is described with Fig.6 - the manufacturing process cross sectional view of Fig.10.

[0051]

A substrate is prepared although a graphic display is not carried out. This substrate consisted of the 1st conductivity-type (N type) silicon substrate, and what has the sheet resistance of 10 ohm-cm - 50 ohm-cm degree was used for it. Next, a P^- type silicon layer is formed as the P^- type semiconductor layer 211 on the above-mentioned substrate with an epitaxial grown method, for example.

[0052]

Next, the channel stopping area which consists of P^+ type region is formed in the predetermined position of the semiconductor layer 211 above-mentioned surface. This channel stopping area can be formed by an ion implantation. Next, the above-mentioned channel stopping area is adjoined in the predetermined position of the semiconductor layer 211 above-mentioned surface, and the well area which consists of P type region is formed in the region in which a vertical charge transfer section is formed. The predetermined position of the semiconductor layer 211 above-mentioned surface is adjoined in the above-mentioned channel stopping area, and N type region of a vertical charge transfer section is formed in the above-mentioned well area upper layer.

[0053]

Next, as shown in Fig.6 (1), on the region used as the vertical charge transfer section top on the above-mentioned semiconductor layer 211, and a read section, it reads via the insulator layer 122 and forms the gate electrode (a transfer electrode is also included) 121. This reading gate electrode 121 may be formed so that it may overlap on a channel stopping area. The above-mentioned electrode formation forms a polysilicon film as an electrode formation film, for example, after forming the insulator layer 122 in the semiconductor layer 211 surface. Then, a polysilicon film is read with the etching technology using the usual resist mask, and it can pattern after the gate electrode 121 and can form.

[0054]

Next, as shown in Fig.6 (2), the read section in which the above-mentioned reading gate electrode 121 of the semiconductor layer 211 above-mentioned surface was formed is adjoined, and N type region of the optoelectric transducer 111 is formed. N type region of this optoelectric transducer 111 can be formed by an ion implantation. Subsequently, the hole storage layer which consists of P^+ type region is formed in N type region surface of the above-mentioned optoelectric transducer 111. This hole storage layer can be formed by an ion implantation.

[0055]

Next, after forming the insulator layer 141 so that the above-mentioned reading gate electrode 121 may be covered on the whole surface as shown in Fig.7 (3), the reflecting film 140 is formed in the whole surface. By a CVD method, the above-mentioned insulator layer 141 deposits silicon oxide on a thickness of several 10 nm, and is formed, for example. The above-mentioned reflecting film 140 deposits aluminum, an aluminum oxide, etc. by CVD method,

SAMSUNG EX. 1002 - 885/1684

sputtering process, etc., for example, and is formed. Then, after forming the resist mask which covers a picture element region with the usual resist application technology, a lithography technology, etc., the reflecting film 140 of regions other than a mask is removed. Then, the above-mentioned resist mask is removed.

[0056]

As for the above-mentioned reflecting film 140, it is preferable to form with the aluminum film which can obtain the surface reflectance of about 90% or more to visible light especially. As described by the aforementioned Fig.2, when an aluminum film is used for the reflecting film 140, 30 nm or more of the film thickness should just exist. If it takes into consideration that the wavelength of light to reflect is green light and red light, the surface reflectance of green light and red light is possible also for using the silver which has 95% or more.

[0057]

Next, although a graphic display is not carried out, after forming the element of the peripheral circuit area of a solid state image pickup device by the usual CMOS-LSI process, as shown in Fig.8 (4), by the formation technology of the usual multilevel interconnection, the wiring 131 of two or more layers is formed on the element layer 110, and the wiring layer 130 is accomplished. A support substrate may be formed in the wiring layer 130 side although a graphic display is not carried out.

[0058]

Next, the substrate (not shown) side is removed and flattened by polish, and as shown in Fig.9 (5), a back surface is ground to about 111 optoelectric transducer. It leaves 3.5 micrometers - about 7 micrometers of semiconductor layers 211 to the optoelectric-transducer 111 side, for example.

[0059]

Finally, as shown in Fig.10 (6), the light filter 150 is formed in the back surface side, and a graphic display is not carried out further, but the solid state image pickup device 1 described by the aforementioned Fig.1 etc. is completed by forming a lens on chip etc. by the same method as the usual surface type image sensor.

[0060]

Since it has the process of forming the reflecting film 140 so that the whole pixel surface which reads to the side in which the wiring layer 130 of the semiconductor layer 211 is formed via the insulator layer 141, and contains the gate electrode 121 may be covered, the manufacturing method of the above-mentioned solid state image pickup device is. Since the light (for example, red light) of the long wavelength transmitted in part without being completely absorbed by the optoelectric transducer 111 can be returned to the optoelectric transducer 111 which carries out photoelectric conversion of the light of long wavelength with the reflecting film 140, There is an advantage of coming to be able to carry out the photoelectric conversion of the light which entered into the optoelectric transducer 111 efficiently. Since the reflecting film 140 prevents the reflection by the wiring 131 of the wiring layer 130, it stops entering into the pixel which a reflected light adjoins, and there is an advantage that mixed colors can be prevented.

[0061]

Next, an example (the 2nd example) of the embodiment concerning the manufacturing method of the solid state image pickup device of the present invention is described with Fig.11 - the manufacturing process cross sectional view of Fig.15.

[0062]

A substrate is prepared although a graphic display is not carried out. This substrate consisted of the 1st conductivity-type (N type) silicon substrate, and what has the sheet resistance of 10 ohm-cm - 50 ohm-cm degree was used for it. Next, a P $^{+}$ type silicon layer is formed as the P $^{+}$

SAMSUNG EX. 1002 - 886/1684

type semiconductor layer 211 on the above-mentioned substrate with an epitaxial grown method, for example.

[0063]

Next, the channel stopping area which consists of P^+ type region is formed in the predetermined position of the semiconductor layer 211 above-mentioned surface. This channel stopping area can be formed by an ion implantation. Next, the above-mentioned channel stopping area is adjoined in the predetermined position of the semiconductor layer 211 above-mentioned surface, and the well area which consists of P type region is formed in the region in which a vertical charge transfer section is formed. The predetermined position of the semiconductor layer 211 above-mentioned surface is adjoined in the above-mentioned channel stopping area, and N type region of a vertical charge transfer section is formed in the above-mentioned well area upper layer.

[0064]

Next, as shown in Fig.11 (1), on the region used as the vertical charge transfer section top on the above-mentioned semiconductor layer 211, and a read section, it reads via the insulator layer 122 and forms the gate electrode (a transfer electrode is also included) 121. This reading gate electrode 121 may be formed so that it may overlap on a channel stopping area. The above-mentioned electrode formation forms a polysilicon film as an electrode formation film, for example, after forming the insulator layer 122 in the semiconductor layer 211 surface. Then, a polysilicon film is read with the etching technology using the usual resist mask, and it can pattern after the gate electrode 121 and can form.

[0065]

Next, as shown in Fig.11 (2), the read section in which the above-mentioned reading gate electrode 121 of the semiconductor layer 211 above-mentioned surface was formed is adjoined, and N type region of the optoelectric transducer 111 is formed. N type region of this optoelectric transducer 111 can be formed by an ion implantation. Subsequently, the hole storage layer which consists of P^+ type region is formed in N type region surface of the above-mentioned optoelectric transducer 111. This hole storage layer can be formed by an ion implantation.

[0066]

Next, after forming the insulator layer 141 so that the above-mentioned reading gate electrode 121 may be covered on the whole surface as shown in Fig.12 (3), the reflecting film 140 is formed in the whole surface. By a CVD method, the above-mentioned insulator layer 141 deposits silicon oxide on a thickness of several 10 nm, and is formed, for example. The above-mentioned reflecting film 140 deposits aluminum, an aluminum oxide, etc. by CVD method, sputtering process, etc., for example, and is formed.

[0067]

As for the above-mentioned reflecting film 140, it is preferable to form with the aluminum film which can obtain the surface reflectance of about 90% or more to visible light especially. As described by the aforementioned Fig.2, when an aluminum film is used for the reflecting film 140, 30 nm or more of the film thickness should just exist. If it takes into consideration that the wavelength of light to reflect is green light and red light, the surface reflectance of green light and red light is possible also for using the silver which has 95% or more.

[0068]

Then, as shown in Fig.12 (4), after forming the resist mask which covers with the usual resist application technology, a lithography technology, etc. the blue picture element region where wavelength is short, and a green picture element region, the reflecting film 140 of regions other than a mask is removed. Therefore, the reflecting film 140 of a red picture element region is removed, and while the opening 142 is formed, although the graphic display is not

SAMSUNG EX. 1002 - 887/1684

carried out, the reflecting film 140 of a peripheral circuit area is also removed. Then, the above-mentioned resist mask is removed.

[0069]

Next, although a graphic display is not carried out, after forming the element of the peripheral circuit area of a solid state image pickup device by the usual CMOS-LSI process, as shown in Fig.13 (5), by the formation technology of the usual multilevel interconnection, the wiring 131 of two or more layers is formed on the element layer 110, and the wiring layer 130 is accomplished. When forming the wiring 131 of the bottom of the heap, for example in that case, the reflecting layer 143 is formed on the above-mentioned red picture element region. This reflecting layer 143 is formed so that it may oppose to the opening 142 and the opening 142 top may be covered. When the wiring 131 is formed in the position which opposes to the opening 142, the wiring 131 and insulation can be secured and it is formed [the interval, for example, the interval which are 0.4 micrometer - about 0.2 micrometer, that red light does not leak between the wiring 131 and the light shielding layers 143]. Therefore, between the wiring 131 of the above-mentioned wiring layer 130, the above-mentioned reflecting layer 143 keeps the above-mentioned wiring 131 and an interval, and is formed.

[0070]

An aluminum (Al) film and an aluminum oxide film can be used for the above-mentioned reflecting film 140 and the reflecting layer 143. The aluminum film can obtain the surface reflectance of about 90% or more to visible light especially. Therefore, it is preferable to adopt an aluminum film as the above-mentioned reflecting film 140 and the reflecting layer 143. On the other hand, as for the above-mentioned wiring 131 made to reflect red light and the reflecting layer 143, since the copper film can obtain the surface reflectance of about 96% or more to red light, forming with copper is also preferable. Thus, if the above-mentioned reflecting layer 143 will be formed with copper if the wiring 131 is formed with copper, and formed with aluminum, it will become possible by forming with aluminum to form in the same process as the wiring 131. A support substrate may be formed in the wiring layer 130 side although a graphic display is not carried out.

[0071]

Next, the substrate (not shown) side is removed and flattened by polish, and as shown in Fig.14 (6), a back surface is ground to about 111 optoelectric transducer. It leaves 3.5 micrometers - about 7 micrometers of semiconductor layers 211 to the optoelectric-transducer 111 side, for example.

[0072]

Finally, as shown in Fig.15 (7), the light filter 150 is formed in the back surface side, and a graphic display is not carried out further, but the solid state image pickup device 2 described by the aforementioned Fig.1 etc. is completed by forming a lens on chip etc. by the same method as the usual surface type image sensor.

[0073]

In the manufacturing method of the above-mentioned solid state image pickup device 2, since wavelength of blue glow is short, it is absorbed about 100% by the incidence close-attendants side of the optoelectric transducer 111, and since photoelectric conversion is carried out, it cannot turn into the transmitted light which reaches the reflecting film 140. Although most is absorbed within the optoelectric transducer 111 as for green light, the part serves as a transmitted component. However, since it is reflected by the reflecting film 140 and is again returned to the optoelectric transducer 111, almost will be absorbed in the optoelectric transducer 111. On the other hand, in a part, red light transmits the optoelectric transducer 111. Therefore, although the light volume of the red light by which photoelectric conversion is carried out by the optoelectric transducer 111 becomes less than other colors, since the above-

SAMSUNG EX. 1002 - 888/1684

mentioned reflecting layer 143 is provided, it is reflected by the reflecting layer 143 and the red light which transmitted the optoelectric transducer 111 enters into the optoelectric transducer 111 again. For this reason, the amount of photoelectric conversion of red light becomes substantially equivalent to the amount of photoelectric conversion of other colors, and it can prevent deterioration of sensitivity.

[0074]

Even if the light which entered into the reflective surface of the reflecting layer 143 aslant reflects in an adjacent pixel at an incident angle [like], the reflected light, Since it is reflected with the reflecting film 140 formed on green (Green) and a blue (Blue) pixel and escapes to the wiring layer 130 side, The mixed colors of the light of a component with long wavelength which has transmitted the red (Red) pixel in a green (Green) and blue (Blue) pixel can be prevented, and good image quality can be obtained.

[0075]

That it may be what reflects a red light, by a case, the above-mentioned reflecting layer 143 has the advantage that it can form at the same process as the wiring 131, when the wiring 131 of the wiring layer 130 is formed with the metal used for the wiring material of the usual semiconductor device, such as aluminum and copper. Since it becomes unnecessary to newly provide by this the process of producing the reflecting layer 143, the reflecting layer 143 can be formed without covering a process load.

[0076]

Although the case where the reflecting layer 143 was provided between the wiring 131 was described in the above-mentioned manufacturing method, the wiring 131 of the above-mentioned reflecting layer 143 is possible also for forming by a different layer as the 3rd example of an embodiment. In this case, it becomes composition like the aforementioned Fig.5. That is, the same with having described by the aforementioned Fig.12, the reflecting film 140 is formed in the whole surface of a pixel containing the above-mentioned reading gate electrode 121 so that it may cover via the insulator layer 141. However, the whole surface of a green (Green) pixel and a blue (Blue) pixel forms the reflecting film 140, and forms the opening 142 in the above-mentioned reflecting film 140 of the position which opposes to the optoelectric transducer 111 into which red light enters.

[0077]

Next, as shown in Fig.16, the insulator layer 144 which reads to the element layer 110 side and covers the gate electrode 121, the reflecting film 140, etc. is formed. Then, after forming the reflecting layer 143 on the insulator layer 144, patterning which leaves the reflecting layer 143 so that it may oppose to the opening 142 and the opening 142 top may be covered with the formation technology of the usual etching mask and etching technology (for example, anisotropic dry etching) is performed. For example, the reflecting layer 143 may be the same as the aperture shape of the optoelectric transducer 111 except the reading gate electrode 121 of the red (Red) pixel, etc. Then, an etching mask is removed.

[0078]

An aluminum (Al) film and an aluminum oxide film can be used for the above-mentioned reflecting film 140 and the reflecting layer 143. The aluminum film can obtain the surface reflectance of about 90% or more to visible light especially. Therefore, it is preferable to adopt an aluminum film as the above-mentioned reflecting film 140 and the reflecting layer 143. On the other hand, as for the above-mentioned reflecting layer 143 in which red light is reflected, since the copper film can obtain the surface reflectance of about 96% or more to red light, forming with copper is also preferable.

[0079]

After that, by the formation technology of the usual multilevel interconnection, the wiring 131

SAMSUNG EX. 1002 - 889/1684

of two or more layers is formed on the element layer 110, and the wiring layer 130 is accomplished.

[0080]

Next, the substrate (not shown) side is removed and flattened by polish, and a back surface is ground to about 111 optoelectric transducer. It leaves 3.5 micrometers - about 7 micrometers of semiconductor layers 211 to the optoelectric-transducer 111 side, for example.

[0081]

Although the light filter 150 is formed in the back surface side and a graphic display finally is not carried out further, the solid state image pickup device 3 described by the aforementioned Fig.5 is completed by forming a lens on chip etc. by the same method as the usual surface type image sensor.

[0082]

In the manufacturing method of the above-mentioned solid state image pickup device 3, since wavelength of blue glow is short, it is absorbed about 100% by the incidence close-attendants side of the optoelectric transducer 111, and since photoelectric conversion is carried out, it cannot turn into the transmitted light which reaches the reflecting film 140. Although most is absorbed within the optoelectric transducer 111 as for green light, the part serves as a transmitted component. However, since it is reflected by the reflecting film 140 and is again returned to the optoelectric transducer 111, almost will be absorbed in the optoelectric transducer 111. On the other hand, in a part, red light transmits the optoelectric transducer 111. Therefore, although the light volume of the red light by which photoelectric conversion is carried out by the optoelectric transducer 111 becomes less than other colors, since the above-mentioned reflecting layer 143 is provided, it is reflected by the reflecting layer 143 and the red light which transmitted the optoelectric transducer 111 enters into the optoelectric transducer 111 again. For this reason, the amount of photoelectric conversion of red light becomes substantially equivalent to the amount of photoelectric conversion of other colors, and it can prevent deterioration of sensitivity.

[0083]

Even if the light which entered into the reflective surface of the reflecting layer 143 aslant reflects in an adjacent pixel at an incident angle [like], the reflected light, Since it is reflected with the reflecting film 140 formed on green (Green) and a blue (Blue) pixel and escapes to the wiring layer 130 side, The mixed colors of the light of a component with long wavelength which has transmitted the red (Red) pixel in a green (Green) and blue (Blue) pixel can be prevented, and good image quality can be obtained.

[0084]

Next, one working example concerning the image photographing apparatus of the present invention is described with the block diagram of Fig.17.

[0085]

As shown in Fig.17, the image photographing apparatus 500 is provided with the solid state image pickup device 510. The condensing side of this solid state image pickup device 510 is equipped with the image formation optical system 520 which makes an image image, and the drive circuit 530 which drives it is connected to the solid state image pickup device 510. And the digital disposal circuit 540 which processes in an image the signal by which photoelectric conversion was carried out with the solid state image pickup device 510 is connected. The picture signal processed by the above-mentioned digital disposal circuit 540 is memorized by the image storage section 550. In such an image photographing apparatus 500, either of the solid state image pickup devices 1, 2, and 3 described by the 1st example of the aforementioned embodiment, the 2nd example, and the 3rd example can be used for the above-mentioned solid state image pickup device 510.

SAMSUNG EX. 1002 - 890/1684

[0086]
There is an advantage that the image excellent in color reproducibility can be acquired since the solid state image pickup device 1, the solid state image pickup device 2, or the solid state image pickup device 3 of the present invention is used for the image sensor and the image photographing apparatus 500 of the present invention does not have mixed colors, and an image [high sensitivity moreover] can be acquired.
[0087]
The image photographing apparatus 500 of the present invention is not limited to the above-mentioned composition, and if it is an image photographing apparatus using a solid state image pickup device, it is applicable to the thing of any composition.
[Brief Description of the Drawings]
[0088]
[Drawing 1]It is a schematic structure cross sectional view showing the example of 1 embodiment concerning the solid state image pickup device of the present invention (the 1st example).
[Drawing 2]It is a related figure of the transmissivity and reflectance which made film thickness of the reflecting film the parameter, and the wavelength of incident light.
[Drawing 3]It is a schematic structure cross sectional view showing the example of 1 embodiment concerning the CMOS sensor with which the solid state image pickup device of the present invention is applied.
[Drawing 4]It is a schematic structure cross sectional view showing the example of 1 embodiment concerning the solid state image pickup device of the present invention (the 2nd example).
[Drawing 5]It is a schematic structure cross sectional view showing the example of 1 embodiment concerning the solid state image pickup device of the present invention (the 3rd example).
[Drawing 6]It is a manufacturing process cross sectional view showing the example of 1 embodiment concerning the manufacturing method of the solid state image pickup device of the present invention (the 1st example).
[Drawing 7]It is a manufacturing process cross sectional view showing the example of 1 embodiment concerning the manufacturing method of the solid state image pickup device of the present invention (the 1st example).
[Drawing 8]It is a manufacturing process cross sectional view showing the example of 1 embodiment concerning the manufacturing method of the solid state image pickup device of the present invention (the 1st example).
[Drawing 9]It is a manufacturing process cross sectional view showing the example of 1 embodiment concerning the manufacturing method of the solid state image pickup device of the present invention (the 1st example).
[Drawing 10]It is a manufacturing process cross sectional view showing the example of 1 embodiment concerning the manufacturing method of the solid state image pickup device of the present invention (the 1st example).
[Drawing 11]It is a manufacturing process cross sectional view showing the example of 1 embodiment concerning the manufacturing method of the solid state image pickup device of the present invention (the 2nd example).
[Drawing 12]It is a manufacturing process cross sectional view showing the example of 1 embodiment concerning the manufacturing method of the solid state image pickup device of the present invention (the 2nd example).
[Drawing 13]It is a manufacturing process cross sectional view showing the example of 1 embodiment concerning the manufacturing method of the solid state image pickup device of

SAMSUNG EX. 1002 - 891/1684

the present invention (the 2nd example).

[Drawing 14]It is a manufacturing process cross sectional view showing the example of 1 embodiment concerning the manufacturing method of the solid state image pickup device of the present invention (the 2nd example).

[Drawing 15]It is a manufacturing process cross sectional view showing the example of 1 embodiment concerning the manufacturing method of the solid state image pickup device of the present invention (the 2nd example).

[Drawing 16]It is a manufacturing process cross sectional view showing the example of 1 embodiment concerning the manufacturing method of the solid state image pickup device of the present invention (the 3rd example).

[Drawing 17]It is a block diagram showing the example of 1 embodiment concerning an image photographing apparatus.

[Drawing 18]It is a schematic structure perspective view showing an example concerning the conventional solid state image pickup device.

[Drawing 19]It is a schematic structure cross sectional view showing the problem concerning the conventional solid state image pickup device.

[Explanations of letters or numerals]

[0089]

1 -- solid state image pickup device, 110 -- element layer, 111 -- optoelectric transducer, 121 -- reading gate electrode, 130 -- wiring layer, 131 -- wiring, 140 -- reflecting film, 141 -- insulator layer

SAMSUNG EX. 1002 - 892/1684

DRAWINGS

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

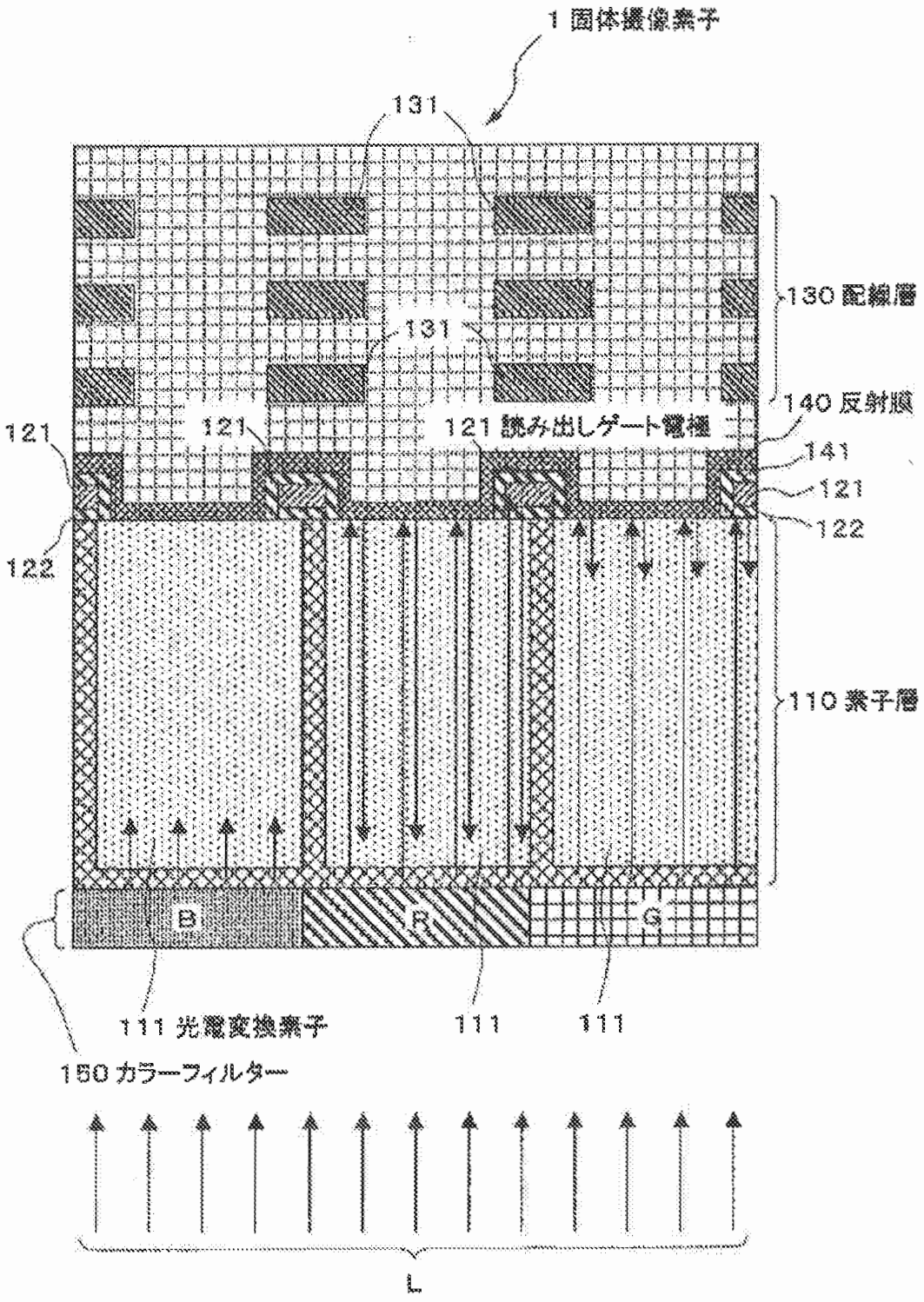
2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

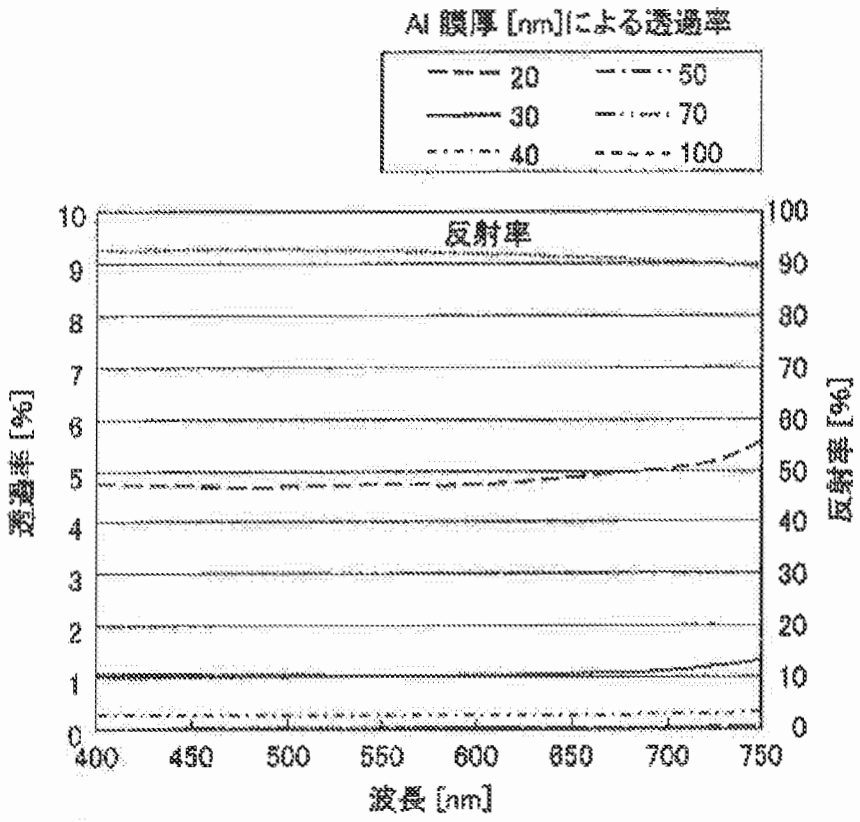
SAMSUNG EX. 1002 - 893/1684

[Drawing 1]



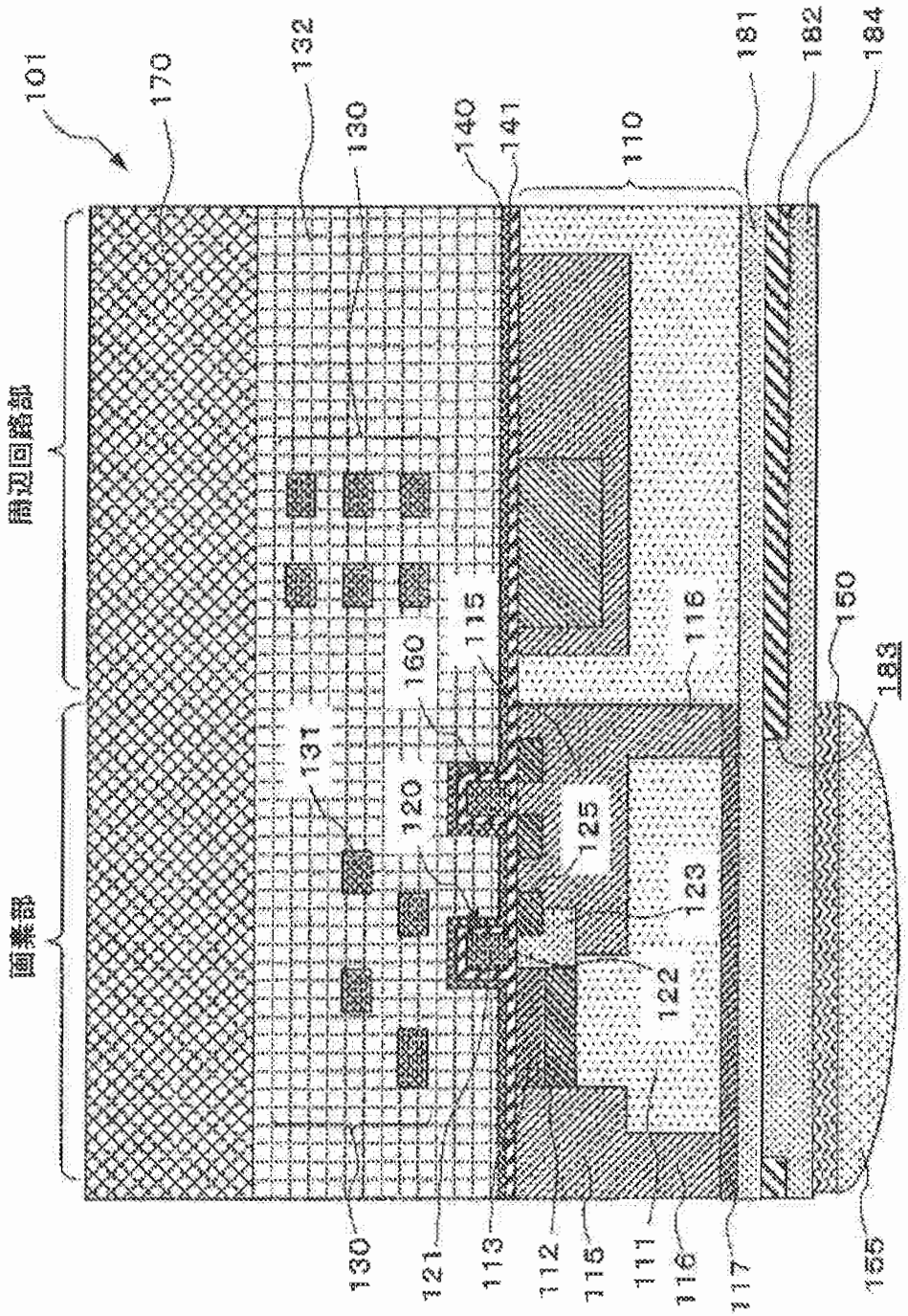
[Drawing 2]

SAMSUNG EX. 1002 - 894/1684



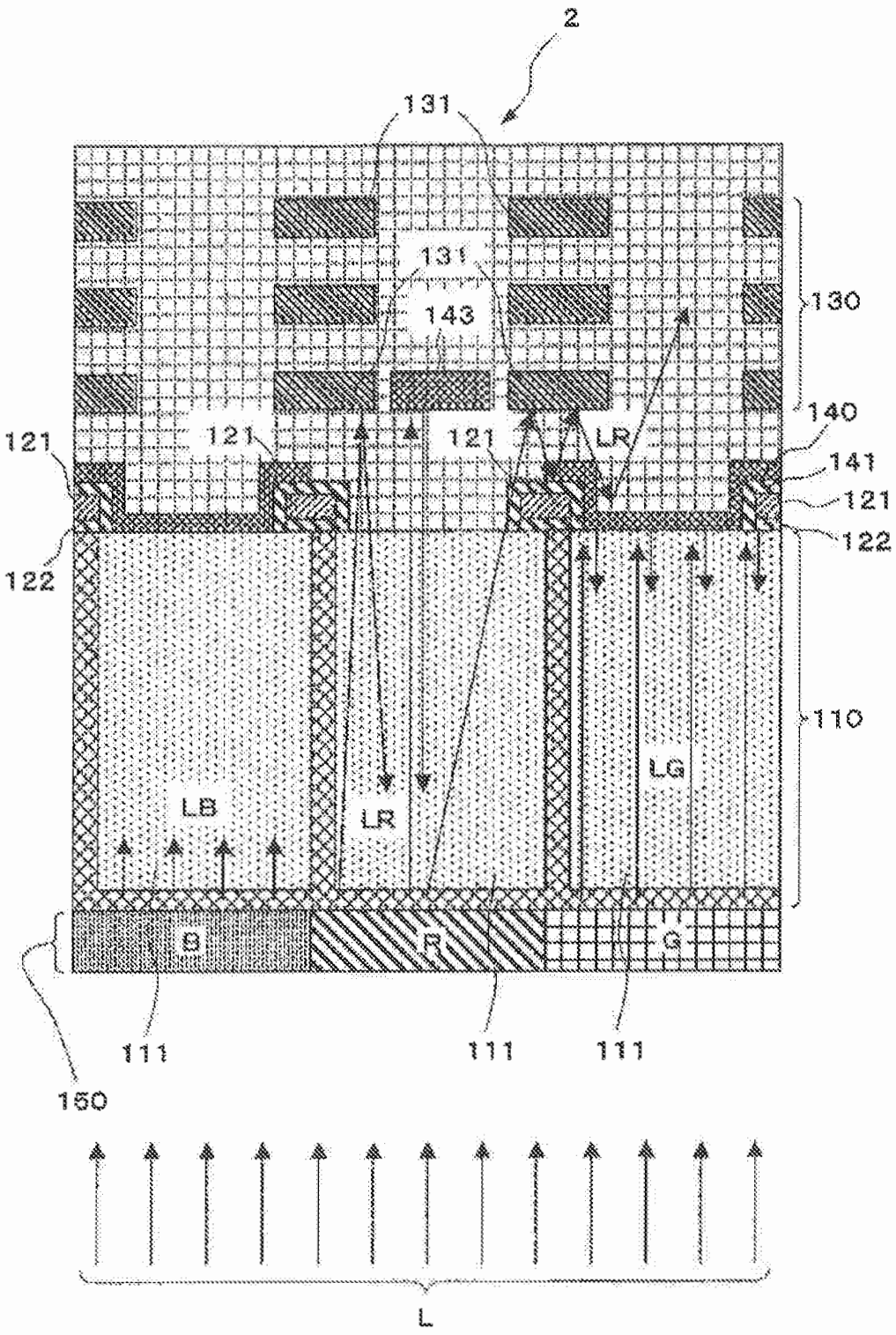
[Drawing 3]

SAMSUNG EX. 1002 - 895/1684



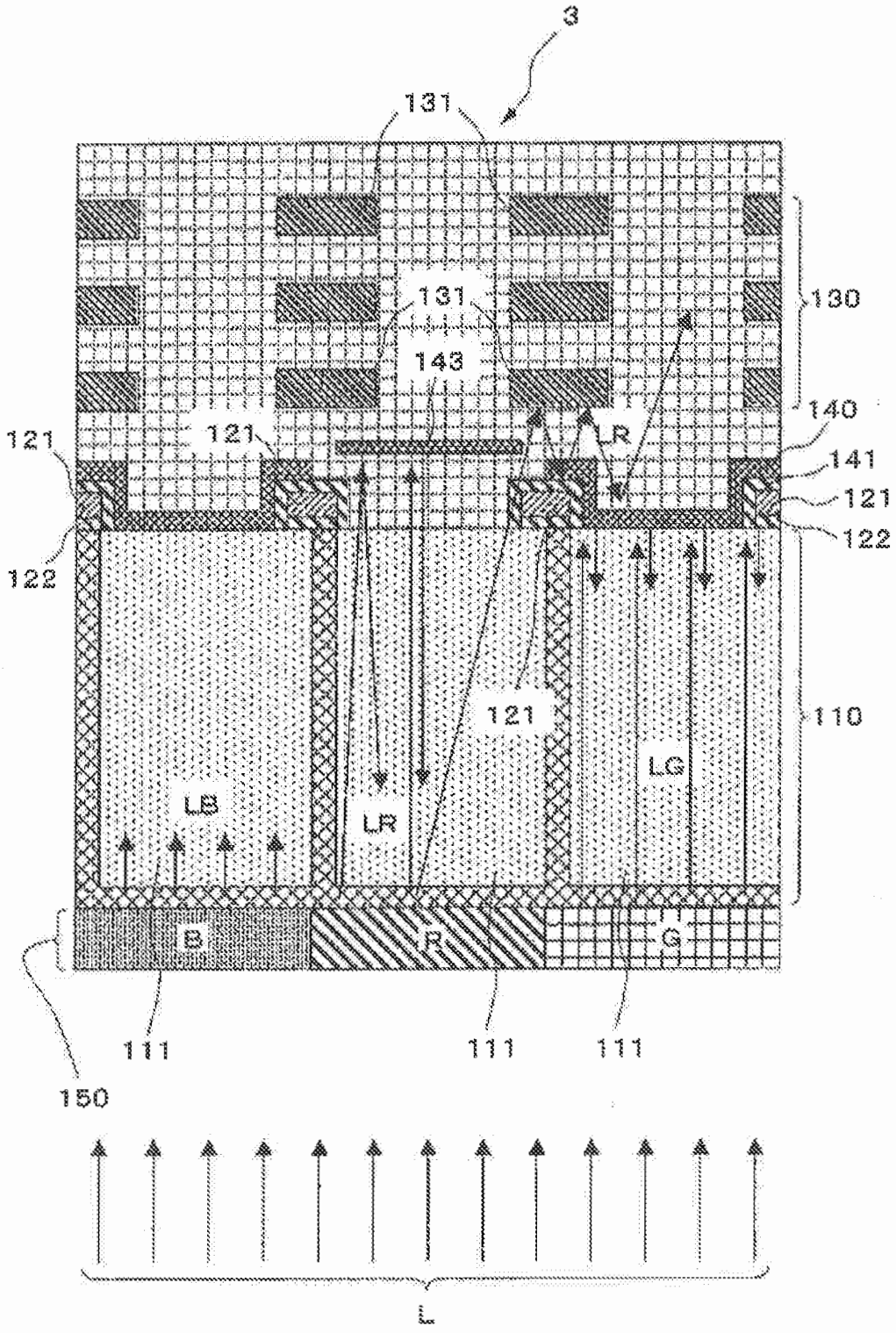
[Drawing 4]

SAMSUNG EX. 1002 - 896/1684



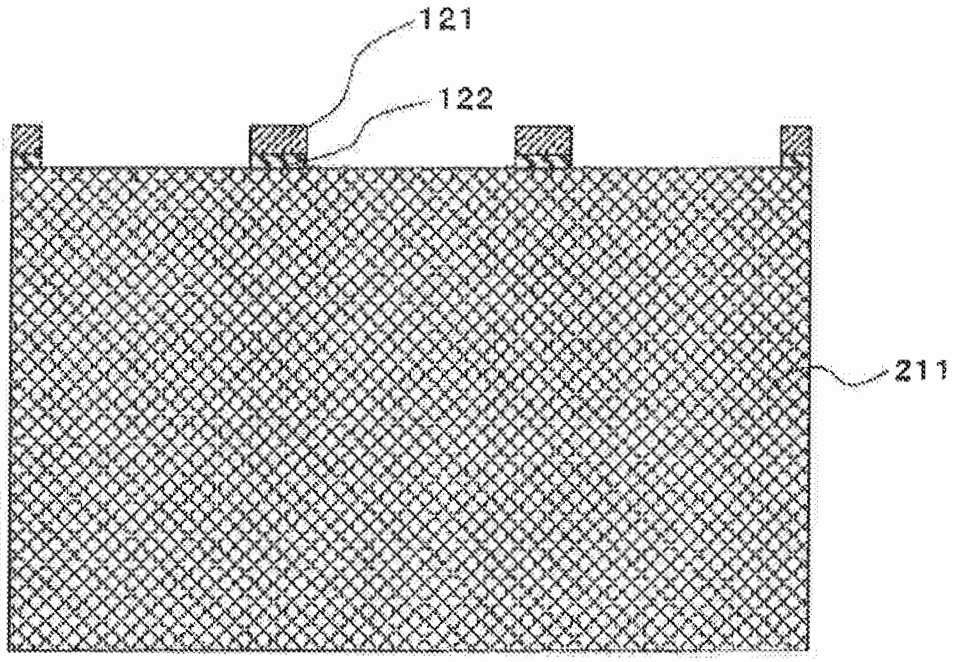
[Drawing 5]

SAMSUNG EX. 1002 - 897/1684

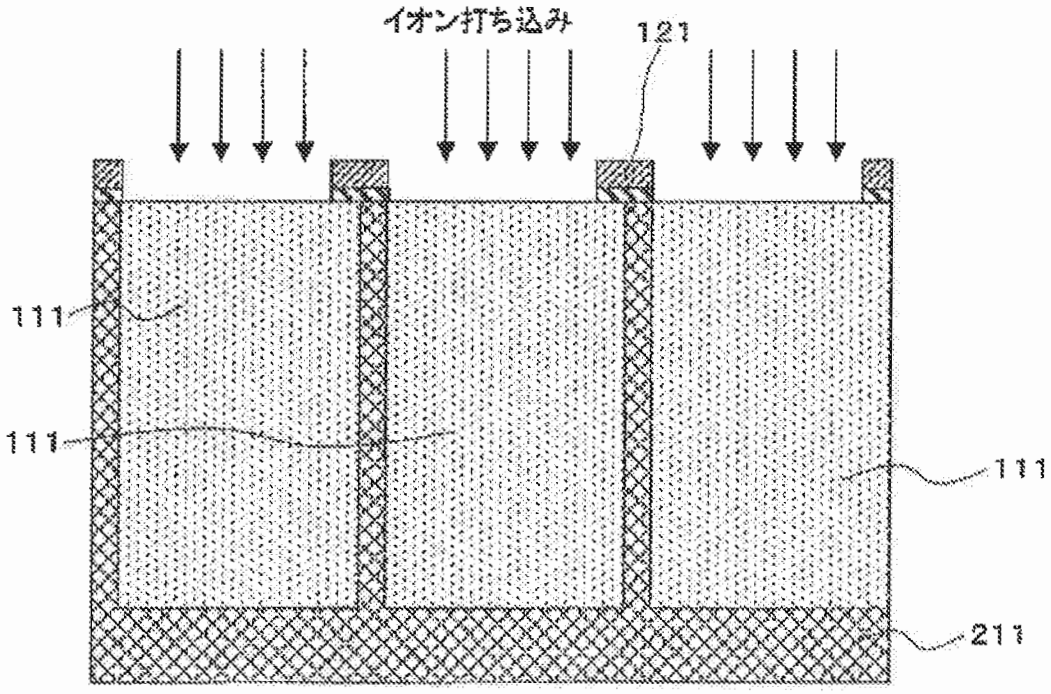


[Drawing 6]

SAMSUNG EX. 1002 - 898/1684



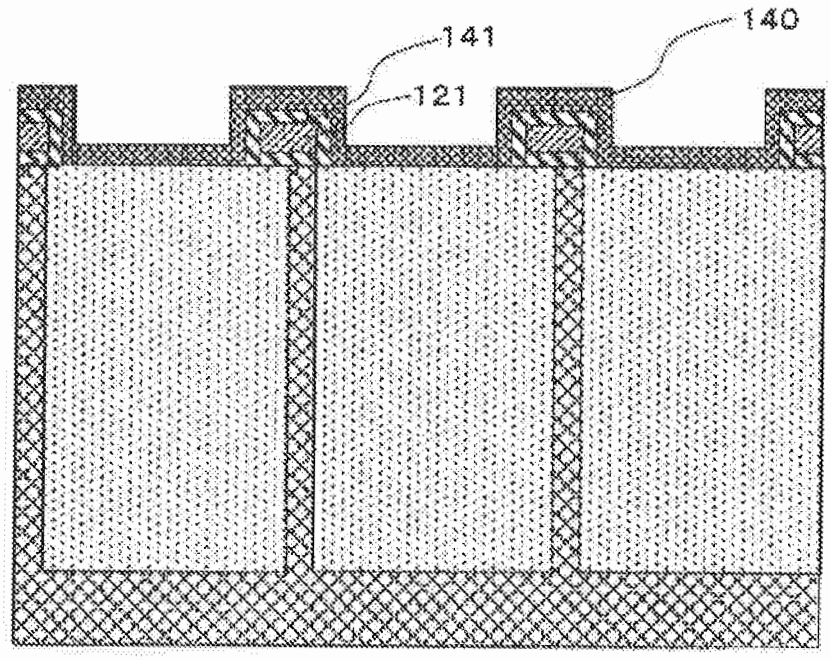
(1)



(2)

[Drawing 7]

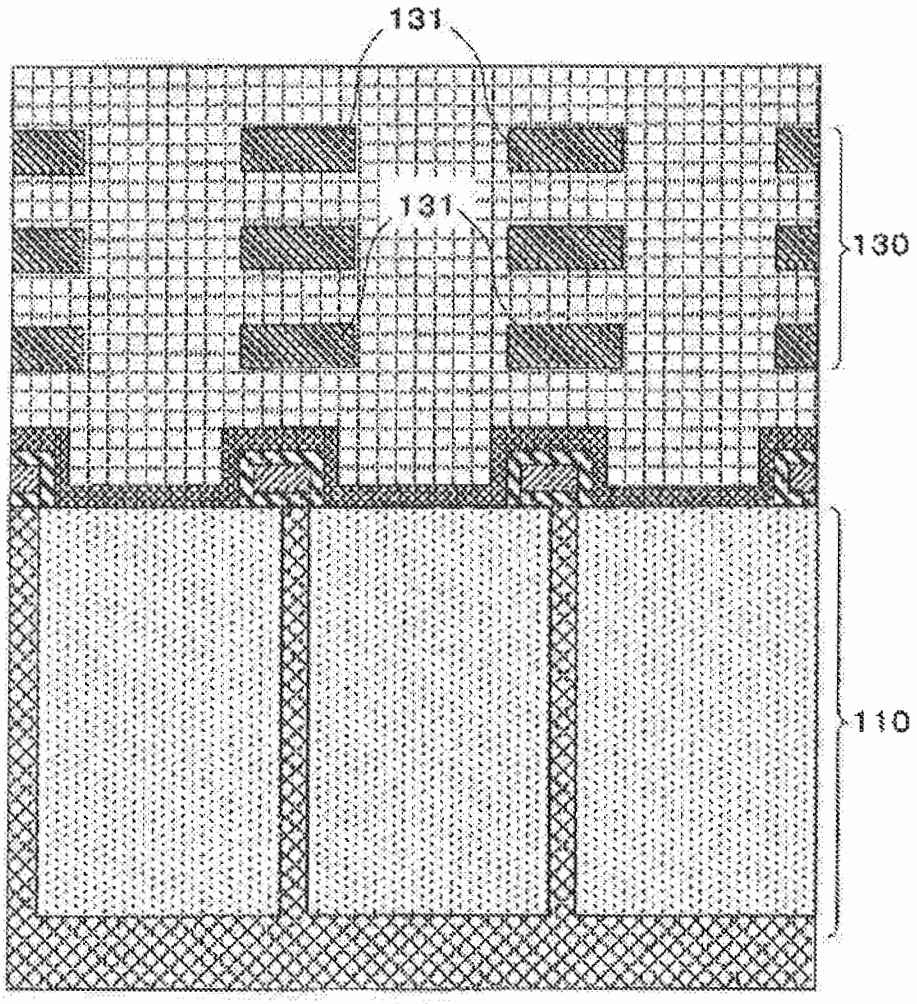
SAMSUNG EX. 1002 - 899/1684



(3)

[Drawing 8]

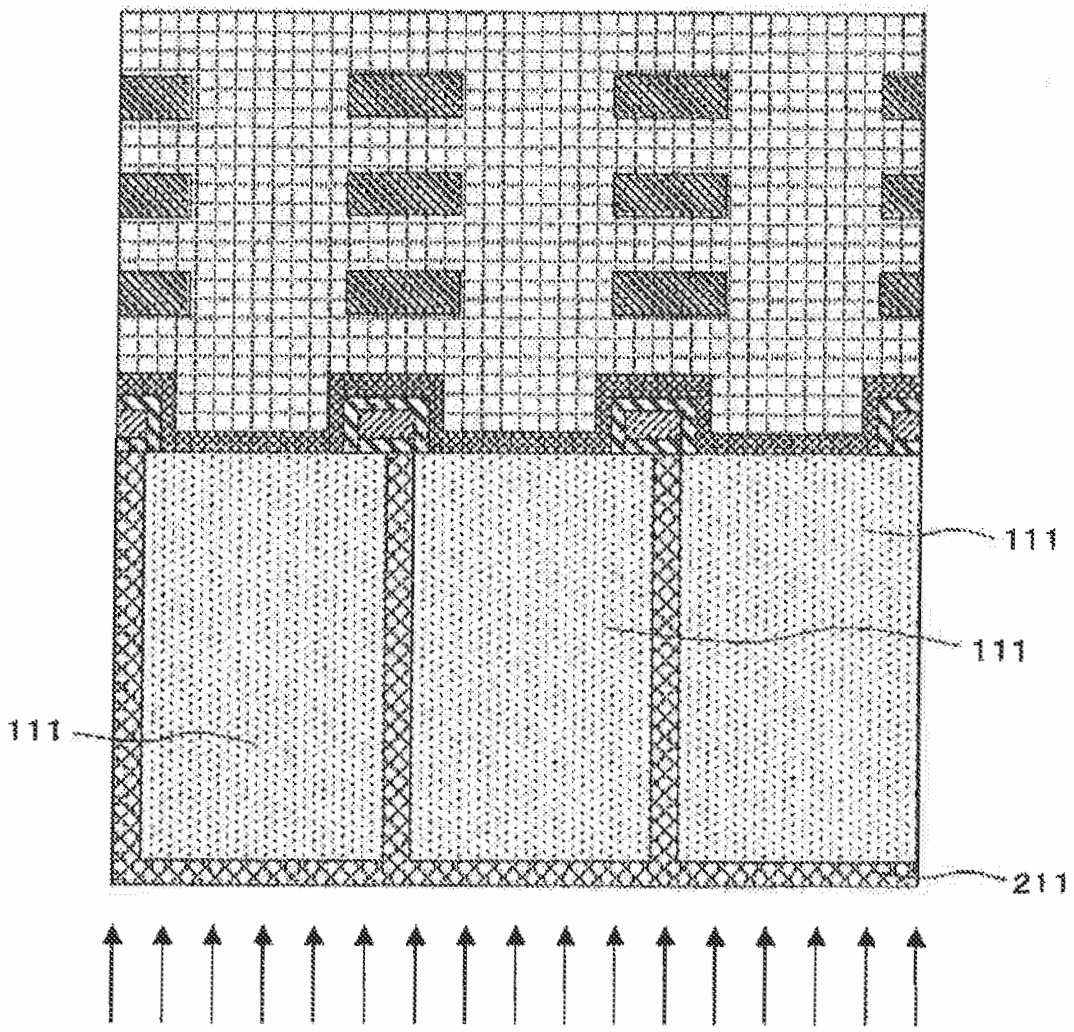
SAMSUNG EX. 1002 - 900/1684



(4)

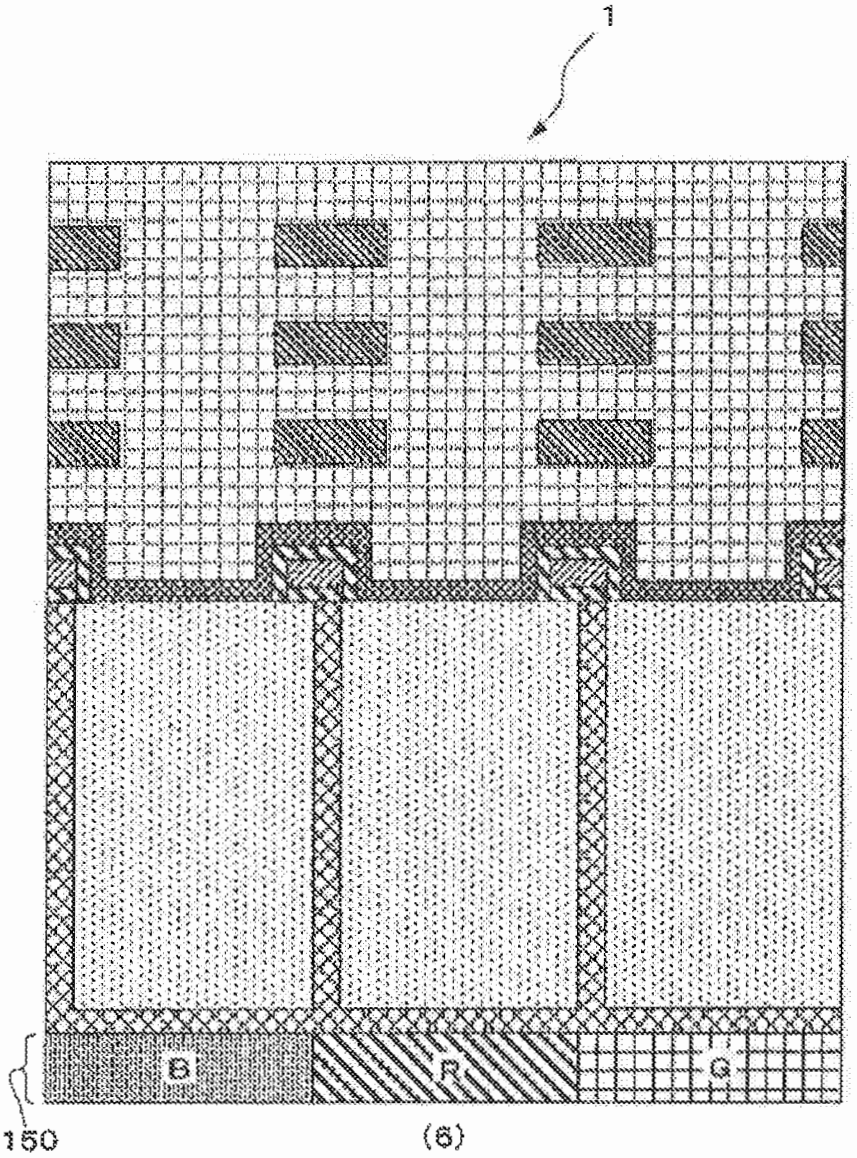
[Drawing 9]

SAMSUNG EX. 1002 - 901/1684



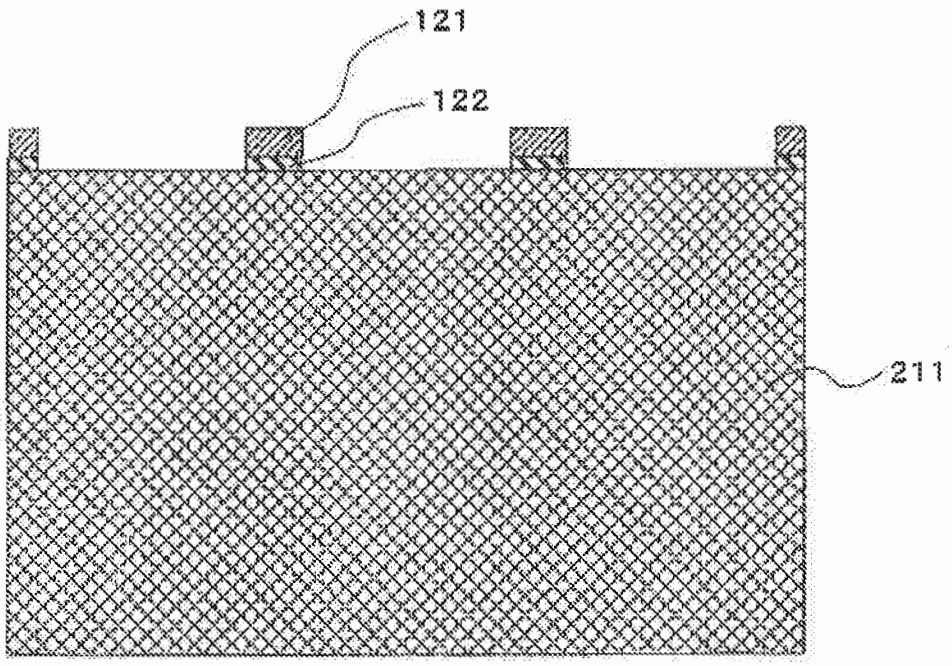
[Drawing 10]

SAMSUNG EX. 1002 - 902/1684

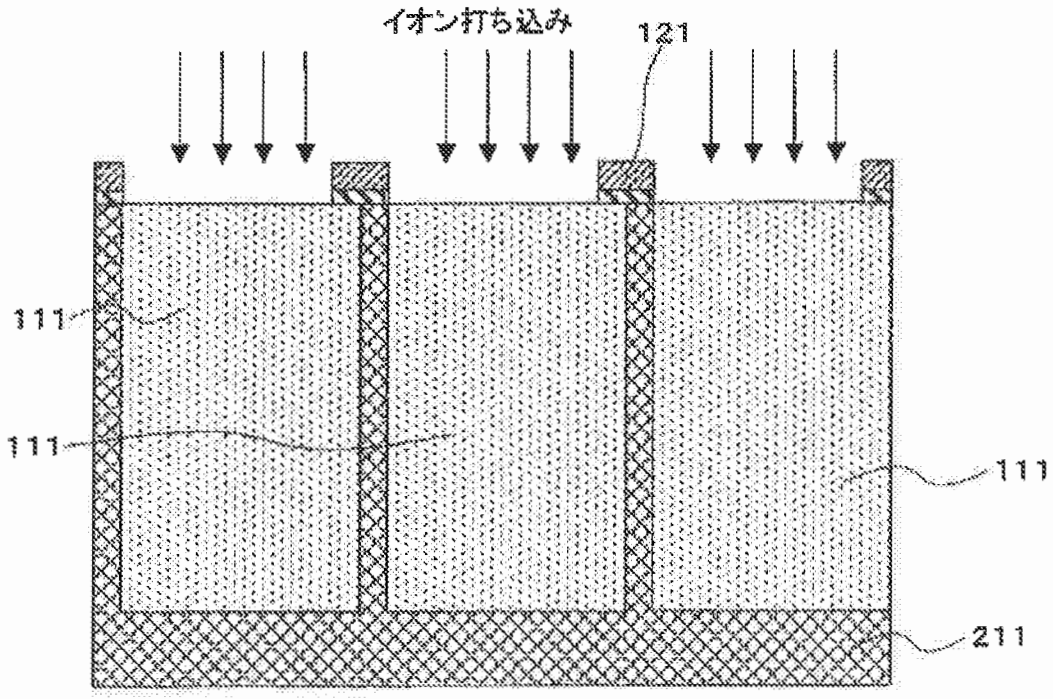


[Drawing 11]

SAMSUNG EX. 1002 - 903/1684



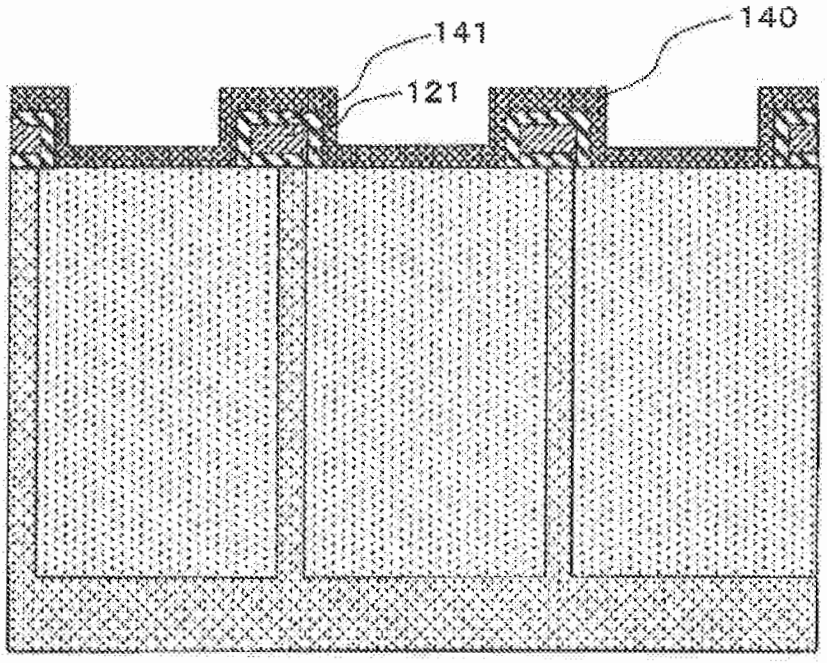
(1)



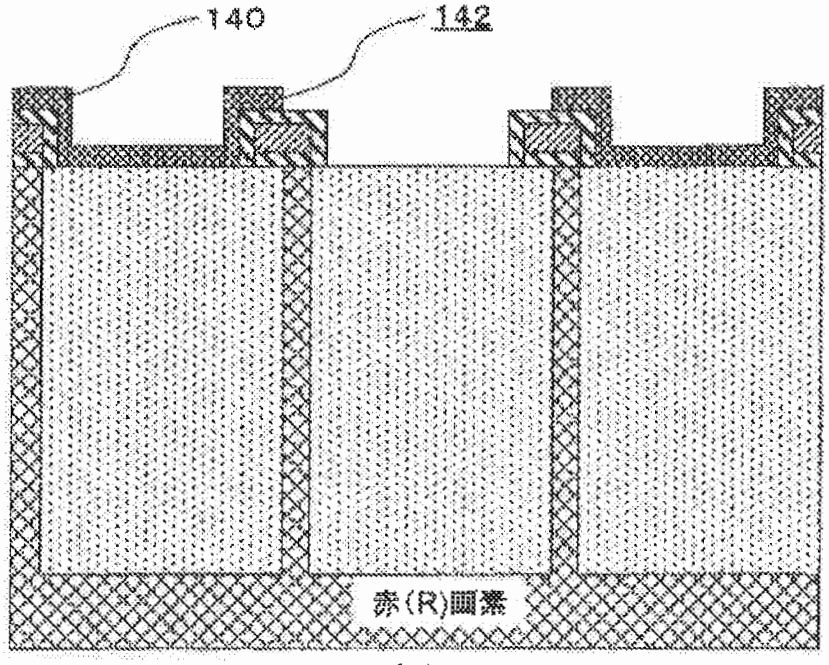
(2)

[Drawing 12]

SAMSUNG EX. 1002 - 904/1684



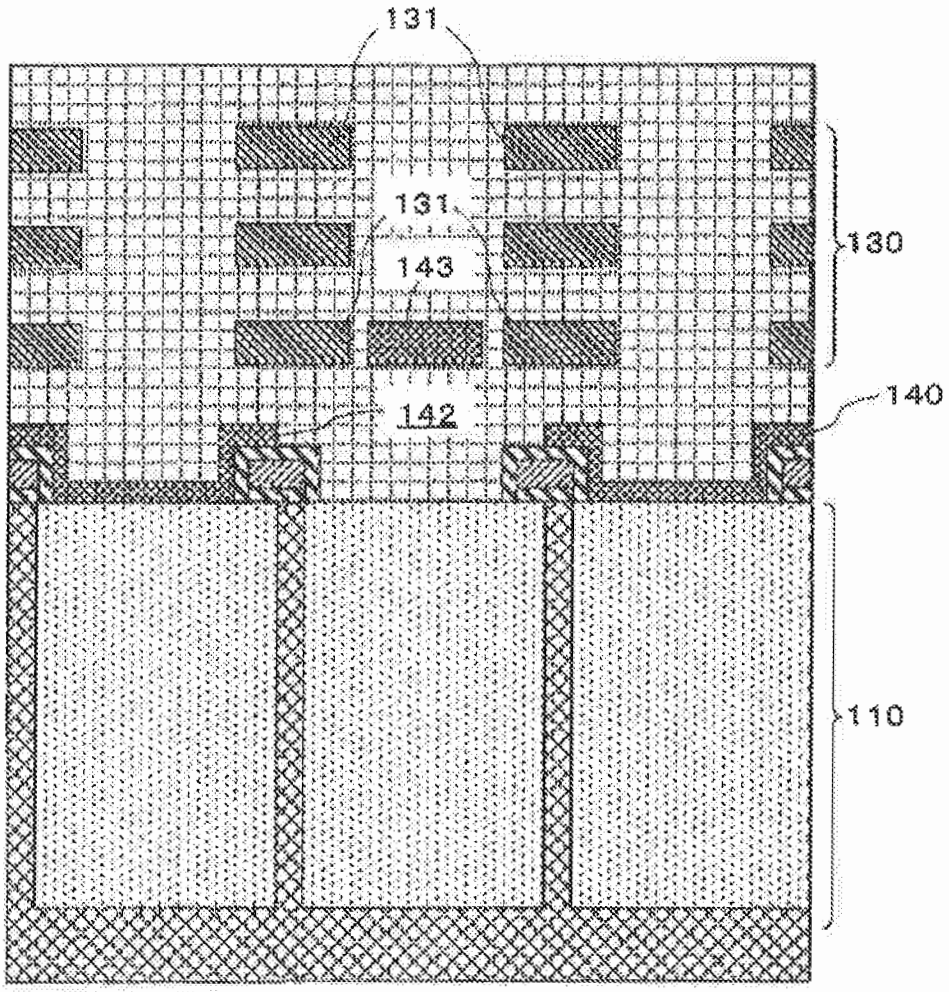
(3)



(4)

[Drawing 13]

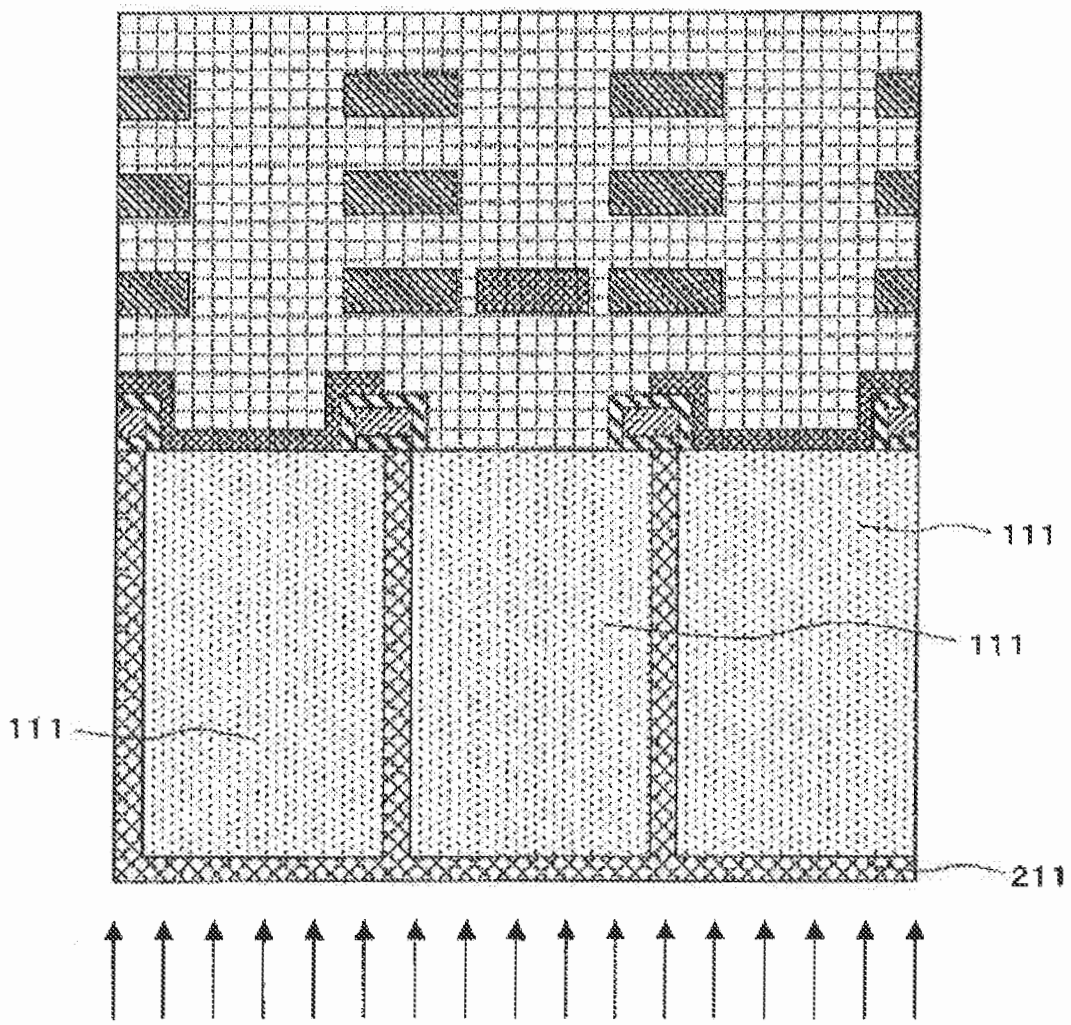
SAMSUNG EX. 1002 - 905/1684



(5)

[Drawing 14]

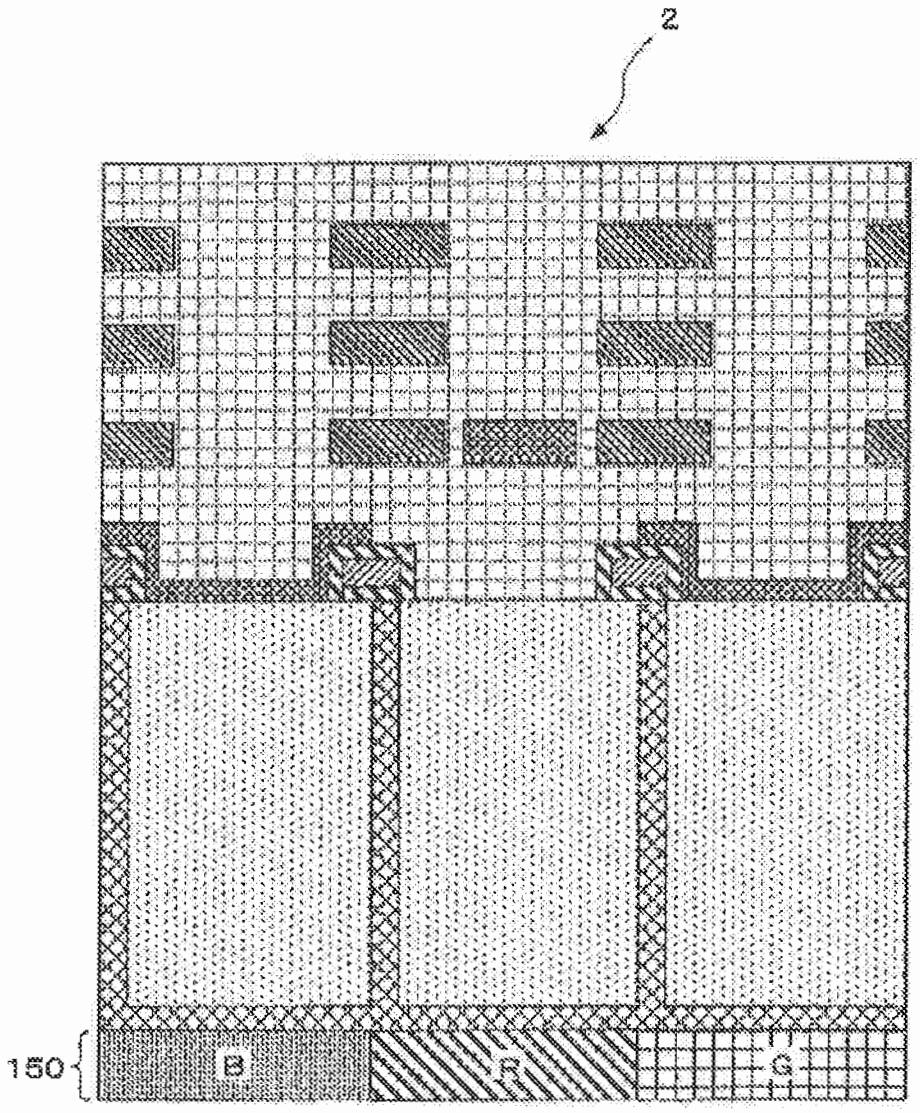
SAMSUNG EX. 1002 - 906/1684



(6)

[Drawing 15]

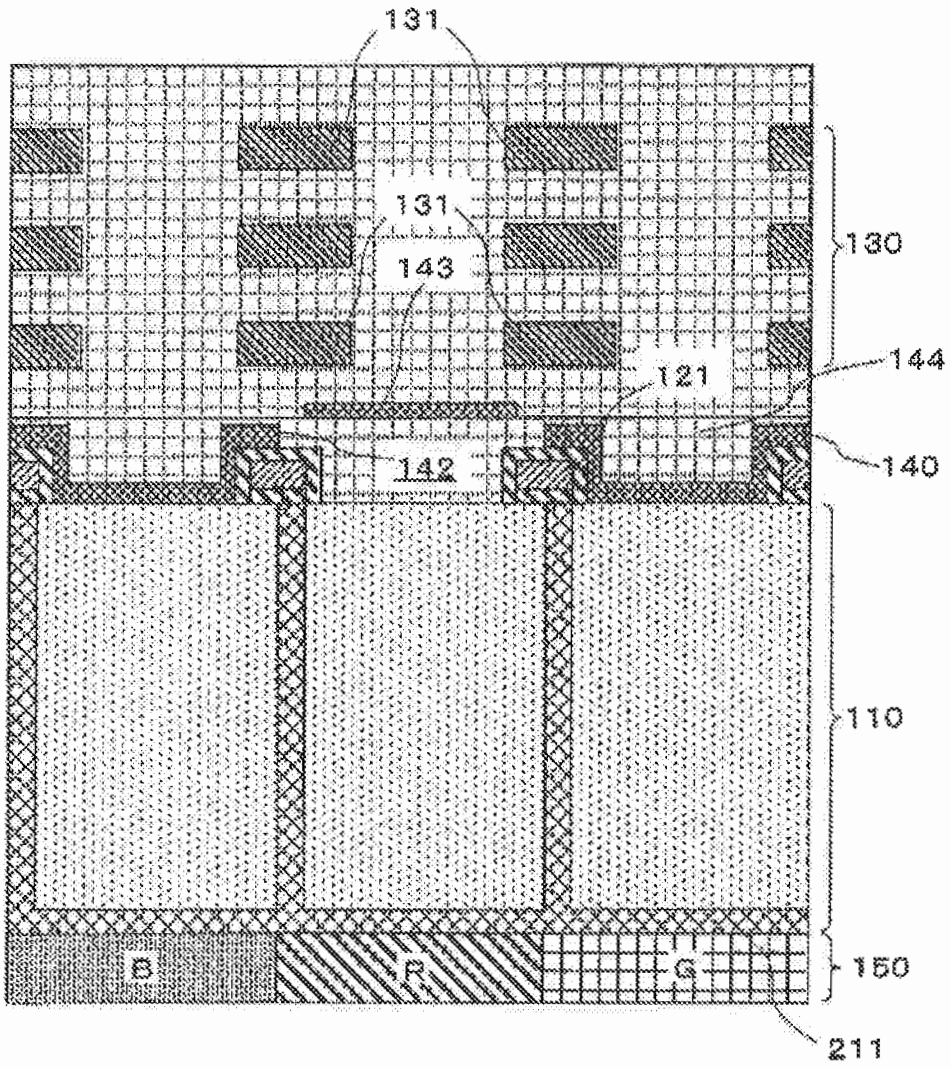
SAMSUNG EX. 1002 - 907/1684



(7)

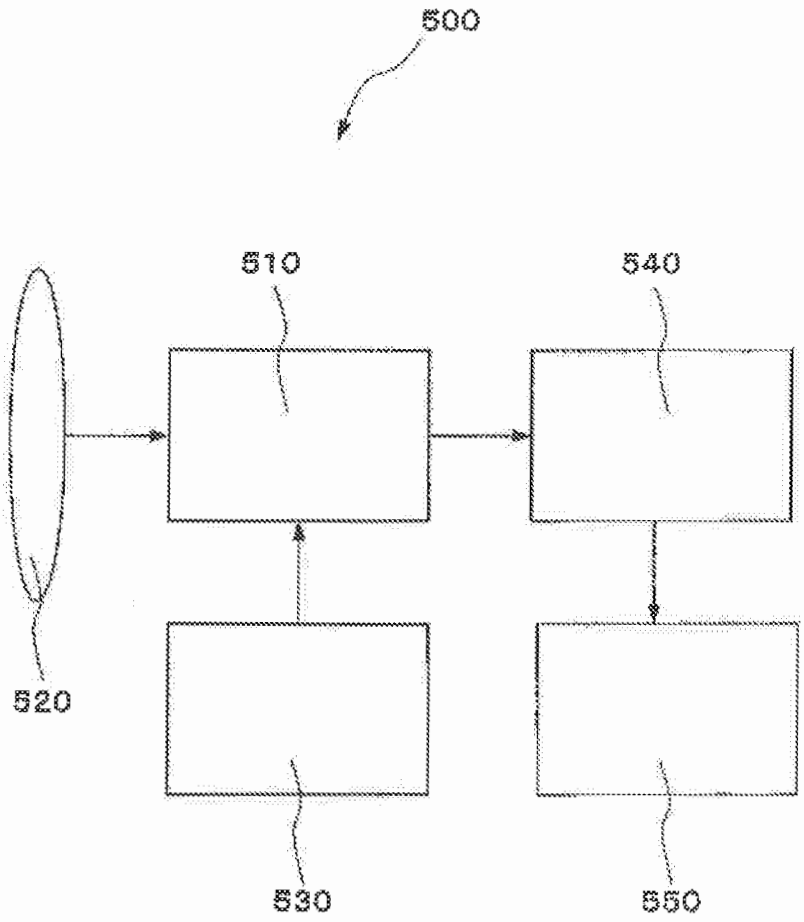
[Drawing 16]

SAMSUNG EX. 1002 - 908/1684



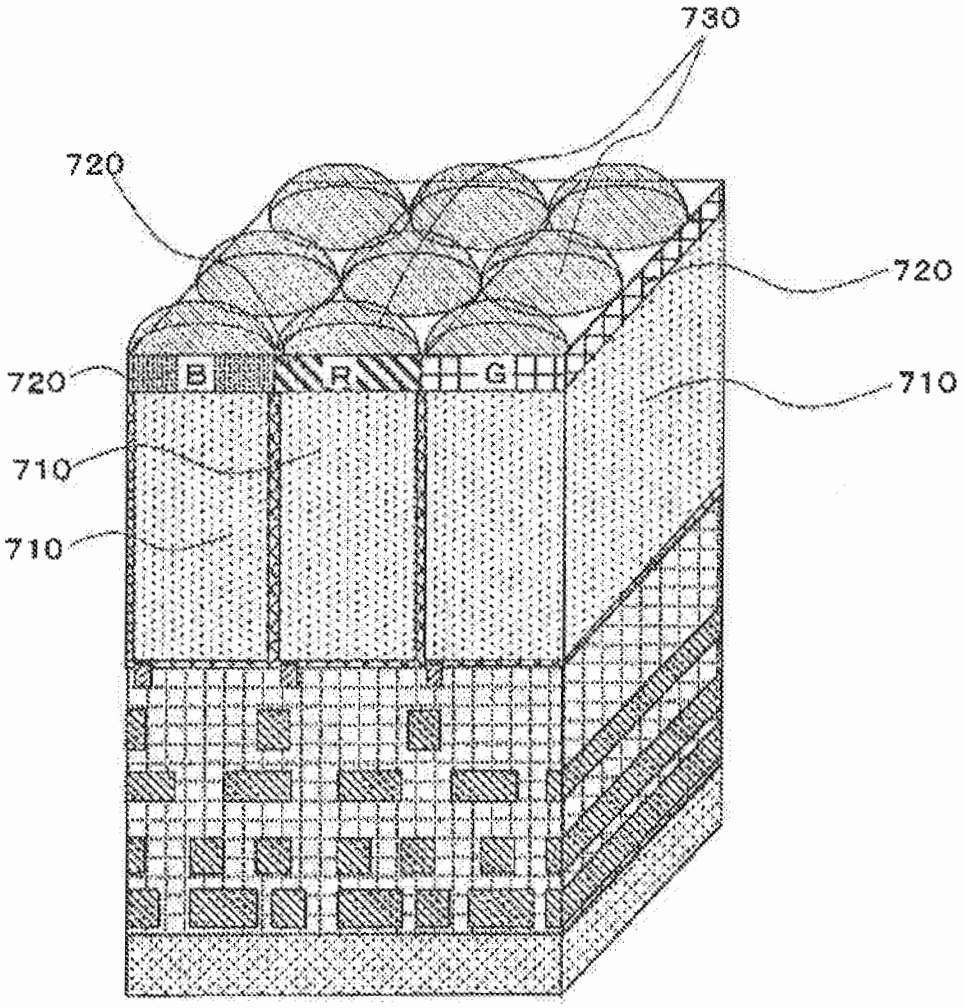
[Drawing 17]

SAMSUNG EX. 1002 - 909/1684



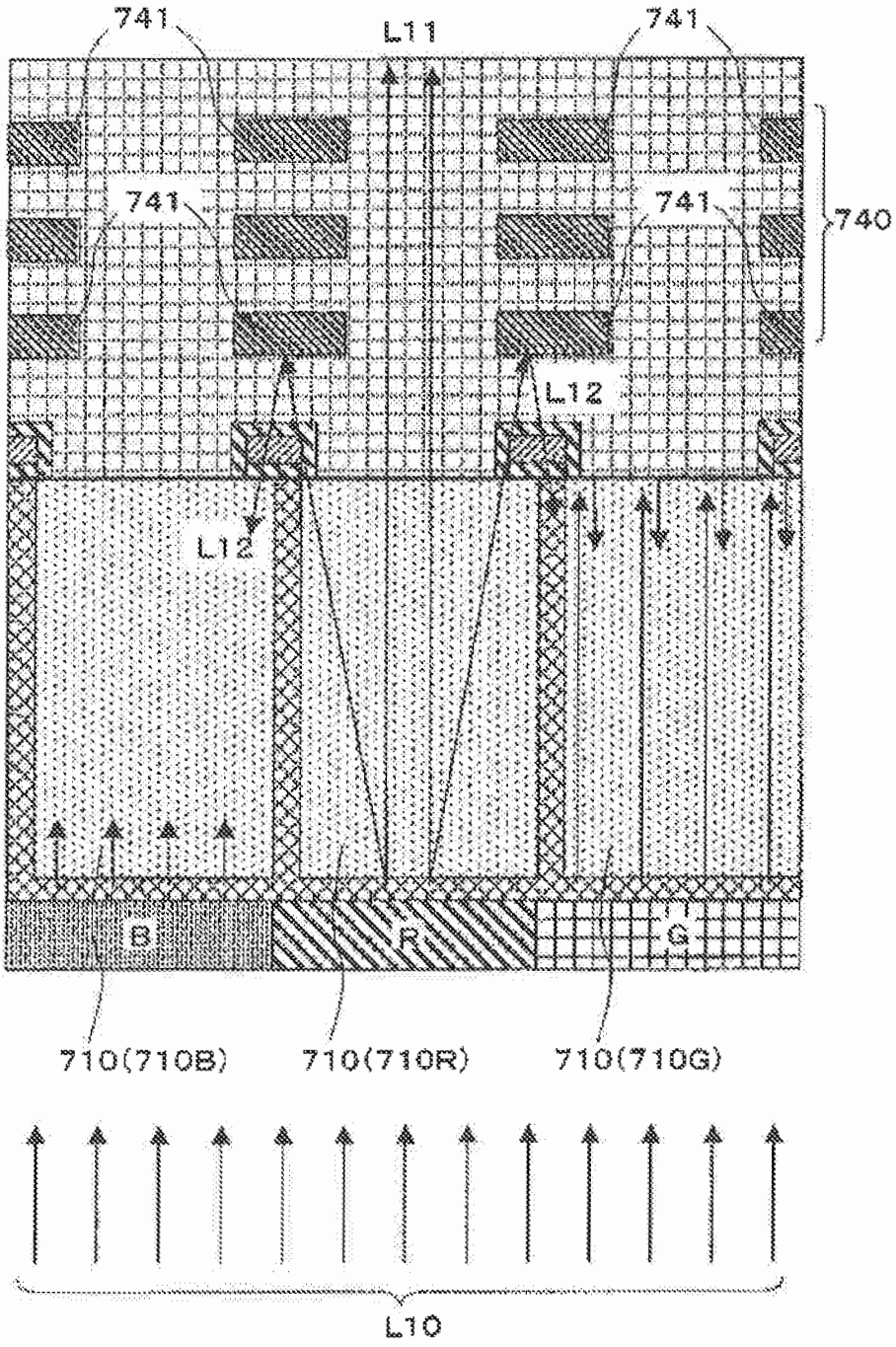
[Drawing 18]

SAMSUNG EX. 1002 - 910/1684



SAMSUNG EX. 1002 - 911/1684

[Drawing 19]



SAMSUNG EX. 1002 - 912/1684

(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2006-261372
(P2006-261372A)
(43)公開日　平成18年9月28日(2006.9.28)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H01L 27/146	(2006.01)	H01L	27/14	A	4M118
H04N 5/335	(2006.01)	H04N	5/335	E	5C024
H04N 9/07	(2006.01)	H04N	5/335	U	5C065
H01L 27/14	(2006.01)	H04N	9/07	A	
		H01L	27/14	D	

審査請求 未請求　請求項の数 9　OL　（全 21 頁）

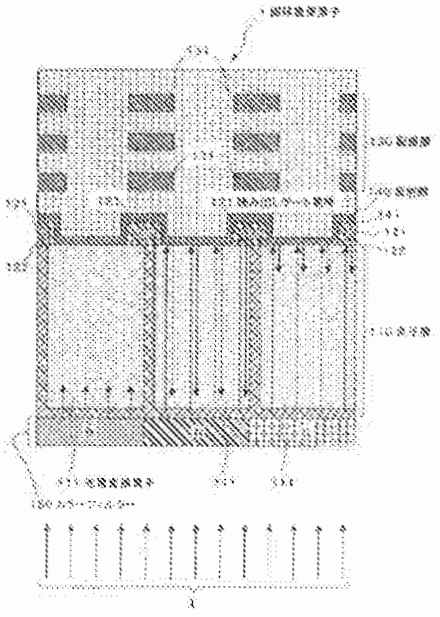
(21)出願番号　特願2005-76498(P2005-76498)
(22)出願日　平成17年3月17日(2005.3.17)

(71)出願人　000002185
ソニー株式会社
東京都品川区北品川６丁目７番３５号
(74)代理人　100086298
弁理士　船橋　國則
(72)発明者　名取　太知
東京都品川区北品川６丁目７番３５号　ソニー株式会社内

Fターム(参考)　4M118 AA01 AA10 AB01 BA14 CA03
CA04 CB14 EA01 EA06 EA14
EA15 EA16 FA06 FA33 GA02
GB04 GC08 GC09 GD04 GD15
5C024 CX41 GX01 EX43 GX03 GY31
5C065 BB19 BB42 CC01

(54)【発明の名称】固体撮像素子および固体撮像素子の製造方法および画像撮影装置

(57)【要約】
【課題】読み出しゲート電極を被覆する反射膜を設けることで、隣接画素への混色を防止し、感度の向上を可能とする。
【解決手段】光電変換素子１１１で光電変換された信号電荷を電気信号に変換して出力する能動素子を含む複数の単位画素が配列されたもので、光電変換素子１１１が形成される素子層１１０に対してその一方の面側に、能動素子に対して配線１３１をなす配線層１３０を備え、入射光Lを素子層１１０の他方の面側に形成したカラーフィルター１５０を透過させて光電変換素子１１１に入射させる固体撮像素子１において、素子層１１０の配線層１３０側に、絶縁膜１４１を介して、能動素子のうちの光電変換された信号電荷を読み出す読み出しゲート電極１２１を含む画素全面を被覆するように形成した反射膜１４０を備えたものである。
【選択図】図１



SAMSUNG EX. 1002 - 913/1684

【特許請求の範囲】
【請求項１】
光電変換素子で光電変換された信号電荷を電気信号に変換して出力する能動素子を含む複数の単位画素が配列されたもので、
前記光電変換素子が形成される素子層に対してその一方の面側に、前記能動素子に対して配線をなす配線層を備え、
入射光を前記素子層の他方の面側に形成したカラーフィルターを透過させて前記光電変換素子に入射させる固体撮像素子において、
前記素子層の前記配線層側に、絶縁膜を介して、前記能動素子のうちの光電変換された信号電荷を読み出す読み出しゲート電極を含む画素全面を被覆するように形成した反射膜
を備えたことを特徴とする固体撮像素子。
【請求項２】
前記反射膜の前記カラーフィルターを透過する赤色光が入射される光電変換素子に対向する位置に開口部が形成されるとともに、
前記開口部の前記配線層側に反射層が形成されている
ことを特徴とする請求項１記載の固体撮像素子。
【請求項３】
前記反射層は前記配線層の配線間に前記配線と間隔を置いて形成されている
ことを特徴とする請求項２記載の固体撮像素子。
【請求項４】
前記反射層は前記素子層と前記配線層との間に絶縁膜を介して形成されている
ことを特徴とする請求項２記載の固体撮像素子。
【請求項５】
光電変換素子で光電変換された信号電荷を電気信号に変換して出力する能動素子を含む複数の単位画素が配列されたもので、
前記光電変換素子が形成される素子層に対してその一方の面側に、前記能動素子に対して配線をなす配線層を備え、
入射光を前記素子層の他方の面側に形成したカラーフィルターを透過させて前記光電変換素子に入射させる固体撮像素子の製造方法において、
前記素子層が形成される半導体層に信号電荷を読み出す読み出し電極を形成する工程と、
前記半導体層に前記光電変換素子を形成する工程と、
前記半導体層の前記配線層が形成される側に、絶縁膜を介して前記読み出し電極を含む画素全面を被覆するように反射膜を形成する工程と
を備えたことを特徴とする固体撮像素子の製造方法。
【請求項６】
前記反射膜の前記カラーフィルターを透過する赤色光が入射される光電変換素子に対向する位置に開口部を形成する工程と、
前記開口部の前記配線層側に絶縁膜を介して反射層を形成する工程と
を備えたことを特徴とする請求項５記載の固体撮像素子の製造方法。
【請求項７】
前記反射層は前記配線層の配線間に前記配線と間隔を置いて形成される
ことを特徴とする請求項６記載の固体撮像素子の製造方法。
【請求項８】
前記反射層は前記素子層と前記配線層との間に絶縁膜を介して形成される
ことを特徴とする請求項６記載の固体撮像素子の製造方法。
【請求項９】
固体撮像素子を撮像素子に用いた画像撮影装置において、
前記固体撮像素子は、
光電変換素子で光電変換された信号電荷を電気信号に変換して出力する能動素子を含む

SAMSUNG EX. 1002 - 914/1684

複数の単位画素が配列されたもので、
前記光電変換素子が形成される素子層に対してその一方の面側に、前記能動素子に対して配線をなす配線層を備え、
入射光を前記素子層の他方の面側に形成したカラーフィルターを透過させて前記光電変換素子に入射させる固体撮像素子であって、
前記素子層の前記配線層側に、絶縁膜を介して、前記能動素子のうちの光電変換された信号電荷を読み出す読み出しゲート電極を含む画素全面を被覆するように形成した反射膜を備えたものからなる
ことを特徴とする画像撮影装置。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、入射した光を光電変換する効率を高めるとともに、光が入射される側とは反対側に設けた配線で反射される反射光による混色を防止することが容易な固体撮像素子およびその固体撮像素子の製造方法およびその固体撮像素子を用いた画像撮影装置に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
新しいイメージセンサの構造として、電極や配線などが形成されている面と反対の裏面側にフォトダイオードを形成し、裏面より光を照射して光電変換を行う裏面照射型イメージセンサが提案されている。この構造は、画素領域全面にフォトダイオードを形成することができ、理論上受光面の開口面積を１００％にすることができる。
【０００３】
また、裏面照射型イメージセンサを単版カラーセンサとして用いる場合、図１８に示すように、従来のイメージセンサと同様に光電変換素子７１０の受光面よりも上層での混色を防ぐために、カラーフィルター７２０の上層にオンチップマイクロレンズ７３０が形成されている（例えば、特許文献１参照。）。このオンチップマイクロレンズ７３０は、電極や配線層がないことにより光電変換素子７１０の受光面の近くに形成することができ、焦点距離の短いレンズとなる。このため、イメージセンサが搭載される機器のレンズのＦ値および射出瞳距離の変動に対する集光状態のバラツキは減少し、安定した画質を提供することができる。裏面照射型ＣＭＯＳイメージセンサでは、通常、光電変換素子（例えばフォトダイオード）層の厚みは５μｍ～７μｍ程度となっている。
【０００４】
表１に、可視光領域におけるシリコン（Ｓｉ）の吸収係数αと、シリコン（Ｓｉ）中に入射した光が９０％吸収される深さ、深さが７μｍの領域内で光が吸収される割合を示す。
【０００５】

SAMSUNG EX. 1002 - 915/1684

【表１】

波長λ［ｎｍ］	吸収係数α［ｃｍ$^{-1}$］	入射光が９０％吸収される深さ［μｍ］	７μｍの領域での光吸収率
４００	１．２２Ｅ＋０５	０．１９	１
４５０	４．６３Ｅ＋０４	０．５０	１
５００	１．８５Ｅ＋０４	１．２５	１
５５０	６．３０Ｅ＋０３	３．６５	０．９９
６００	５．００Ｅ＋０３	４．６１	０．９７
６５０	３．２７Ｅ＋０３	７．０４	０．９０
７００	２．００Ｅ＋０３	１１．５１	０．７５

【０００６】
表１から明らかなように、深さが７μｍの光電変換領域（フォトダイオード）では、シリコン（Ｓｉ）中に入射した光は４００ｎｍ～５５０ｎｍの波長ではほぼ１００％吸収されるが、それ以上の長い波長の光では吸収されずに透過する成分が増えることを示している。すなわち、図１９に示すように、裏面照射型ＣＭＯＳイメージセンサの光電変換素子７１０に入射した光Ｌ１０は、長波長側において光電変換素子７１０Ｒを透過する成分が存在し、光電変換素子７１０に入射した光をすべて光電変換させ、感度に寄与させることができない。
【０００７】
また、光電変換領域７１０Ｒを透過した光Ｌ１１が配線層７４０に到達し、その配線７４１によって反射した光Ｌ１２が隣接画素の光電変換素子７１０Ｇ、７１０Ｂに入射して光電変換を発生する、いわゆる混色が発生し、画質に影響を及ぼす。
【０００８】
【特許文献１】特開２００３－３１７８５号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００９】
解決しようとする問題点は、裏面照射型ＣＭＯＳイメージセンサの光電変換領域に入射した光は、長波長側において光電変換領域を透過する成分が存在し、光電変換領域に入射した光をすべて光電変換させ、感度に寄与させることができない点である。また、これら光電変換領域を透過した光が配線層に到達し、その配線によって反射した光が隣接画素の光電変換領域に入射して光電変換を発生する、いわゆる混色が発生し、画質に影響を及ぼす点である。
【００１０】
本発明は、上記問題点を解決すべく、フォトダイオードに入射した光を光電変換する効率を高め、さらに、表面側の配線での反射による混色を防止することを課題としている。
【課題を解決するための手段】
【００１１】
本発明の固体撮像素子は、光電変換素子で光電変換された信号電荷を電気信号に変換して出力する能動素子を含む複数の単位画素が配列されたもので、前記光電変換素子が形成される素子層に対してその一方の面側に、前記能動素子に対して配線をなす配線層を備え、入射光を前記素子層の他方の面側に形成したカラーフィルターを透過させて前記光電変換素子に入射させる固体撮像素子において、前記素子層の前記配線層側に、絶縁膜を介して、前記能動素子のうちの光電変換された信号電荷を読み出す読み出しゲート電極を含む画素全面を被覆するように形成した反射膜を備えたことを特徴とする。
【００１２】
本発明の固体撮像素子の製造方法は、光電変換素子で光電変換された信号電荷を電気信

SAMSUNG EX. 1002 - 916/1684

号に変換して出力する能動素子を含む複数の単位画素が配列されたもので、前記光電変換素子が形成される素子層に対してその一方の面側に、前記能動素子に対して配線をなす配線層を備え、入射光を前記素子層の他方の面側に形成したカラーフィルターを透過させて前記光電変換素子に入射させる固体撮像素子の製造方法において、前記素子層が形成される半導体層に信号電荷を読み出す読み出し電極を形成する工程と、前記半導体層に前記光電変換素子を形成する工程と、前記半導体層の前記配線層が形成される側に、絶縁膜を介して前記読み出し電極を含む画素全面を被覆するように反射膜を形成する工程とを備えたことを特徴とする。

【００１３】

本発明の画像撮影装置は、固体撮像素子を撮像素子に用いた画像撮影装置において、前記固体撮像素子は、光電変換素子で光電変換された信号電荷を電気信号に変換して出力する能動素子を含む複数の単位画素が配列されたもので、前記光電変換素子が形成される素子層に対してその一方の面側に、前記能動素子に対して配線をなす配線層を備え、入射光を前記素子層の他方の面側に形成したカラーフィルターを透過させて前記光電変換素子に入射させる固体撮像素子であって、前記素子層の前記配線層側に、絶縁膜を介して、前記能動素子のうちの光電変換された信号電荷を読み出す読み出しゲート電極を含む画素全面を被覆するように形成した反射膜を備えたものからなることを特徴とする。

【発明の効果】

【００１４】

本発明の固体撮像素子は、素子層の配線層側に、絶縁膜を介して、能動素子のうちの光電変換された信号電荷を読み出す読み出しゲート電極を含む画素全面を被覆するように形成した反射膜を備えたため、光電変換素子で完全に吸収されずに一部透過された長波長の光（例えば赤色光）を反射膜によって長波長の光を光電変換する光電変換素子に戻すことができるので、光電変換素子に入射した光を効率的に光電変換できるという利点がある。また、反射膜が配線層の配線による反射を防止するので、反射光が隣接する画素へ入射されなくなり、混色を防止することができるという利点がある。

【００１５】

本発明の固体撮像素子の製造方法は、半導体層の配線層が形成される側に、絶縁膜を介して読み出し電極を含む画素全面を被覆するように反射膜を形成する工程を備えているため、光電変換素子で完全に吸収されずに一部透過された長波長の光（例えば赤色光）を反射膜によって長波長の光を光電変換する光電変換素子に戻すようにすることができるので、光電変換素子に入射した光を効率的に光電変換できるようになるという利点がある。また、反射膜が配線層の配線による反射を防止するので、反射光が隣接する画素へ入射されなくなり、混色を防止することができるという利点がある。

【００１６】

本発明の画像撮影装置は、撮像素子に本発明の固体撮像素子を搭載しているため、入射光を効率的に光電変換でき、隣接する画素への混色を防止することができるので、感度の向上、画質の向上が図れるという利点がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１７】

本発明の固体撮像素子に係る実施の形態の一例（第１例）を、図１の概略構成断面図によって説明する。

【００１８】

図１に示すように、本発明の固体撮像素子１は、半導体層で構成される素子層１１０に光電変換素子（例えばフォトダイオード）１１１が形成され、この光電変換素子１１１で光電変換された信号電荷を電気信号に変換して出力する能動素子（図示せず）を含む複数の単位画素が配列されたものであり、上記光電変換素子１１１が形成される素子層１１０に対してその一方の面側に、上記能動素子に対して配線をなす配線層１３０を備えている。上記光電変換素子１１１は、例えば５μｍ～１５μｍの厚さのシリコン層で形成されている。また、入射光Ｌを素子層１１０の他方の面側にはカラーフィルター１５０が形成さ

SAMSUNG EX. 1002 - 917/1684

れている。また、上記素子層１１０の配線層１３０側には、上記能動素子のうちの光電変換された信号電荷を読み出す読み出しトランジスタを構成する読み出しゲート電極１２１が絶縁膜１２２を介して形成されている。この読み出しゲート電極１２１は、例えば多結晶シリコンで形成されている。このため、読み出しゲート電極１２１は光透過性を有する。

【００１９】

上記読み出しゲート電極１２１を含む画素全面を、絶縁膜１４１を介して被覆するように反射膜１４０が形成されている。

【００２０】

上記反射膜１４０は、例えば、アルミニウム、酸化アルミニウム等で形成される。特に、アルミニウム膜は、可視光線に対しておよそ９０％以上の表面反射率を得ることができる。したがって、上記反射膜１４０にアルミニウム膜を採用することが好ましい。また、後に説明するが、反射させる光の波長が緑色光、赤色光であることを考慮すると、緑色光、赤色光の反射率が高真空蒸着法により形成された膜では９５％以上を有する銀を用いることも可能である。

【００２１】

ここで、反射膜１４０としてアルミニウム膜を用いた場合の必要膜厚について、図２によって説明する。図２は、可視光領域におけるアルミニウム（Ａｌ）の各膜厚をパラメータとして、左縦軸に透過率を示し、右縦軸に反射率を示し、横軸に入射光の波長を示す。

【００２２】

図２に示すように、光電変換素子１１１を透過し、さらに反射膜１４０のアルミニウム膜を透過し、上層の配線１３１で反射して隣の画素に表面側から反射膜１４０を透過して光電変換素子１１１に入射すると混色になる。その混色量は、光電変換素子１１１を透過してアルミニウム面に到達した光を１００％とすると、アルミニウム（Ａｌ）の反射率は可視光領域でほぼ９０％であるので、アルミニウム膜の透過率が０．１％の場合で０．０００９％、アルミニウム膜の透過率が１％の場合で０．００９％、アルミニウム膜の透過率が１０％の場合でも０．９％である。アルミニウム面に到達する時点で光電変換素子１１１に入射する光の強度は赤（Ｒ）の画素で約１０％になっていることを考慮すると透過率は１％程度に抑えられていれば十分である。従って、反射膜１４０にアルミニウム膜を用いた場合には、その膜厚は３０ｎｍ以上あればよいことになる。

【００２３】

上記固体撮像素子１が受光する入射光Ｌは、上記カラーフィルター１５０を透過して光電変換素子１１１に入る。例えば、上記カラーフィルター１５０が青（Ｂ）、緑（Ｇ）、赤（Ｒ）の３色（例えば光の３原色）で形成されている場合には、カラーフィルター１５０を透過して上記光電変換素子１１１が受光する入射光Ｌは、上記光電変換素子１１１の厚さが７μｍ～１５μｍに形成されていることから、青色光は波長が短いため光電変換素子１１１の入射側近傍でほぼ１００％吸収されて光電変換されるため、反射膜１４０に達するような透過光とはなり得ない。緑色光は光電変換素子１１１内で大部分が吸収されるが、一部は透過成分となっている。しかしながら、反射膜１４０によって反射され、再び光電変換素子１１１に戻されるので、光電変換素子１１１においてほとんど吸収されることになる。一方、赤色光は光電変換素子１１１を一部は透過する。そのため、光電変換素子１１１で光電変換される赤色光の光量が他の色よりも少なくなっていた。しかしながら、上記反射膜１４０が設けられていることから、光電変換素子１１１を透過した赤色光は反射膜１４０によって反射され、再び光電変換素子１１１に入射される。このため、赤色光の光電変換量が他の色の光電変換量とほぼ同等となり、感度の低下を防止することができる。

【００２４】

また、上記反射膜１４０は、各画素の直上に形成されていることから、各画素の光電変換素子１１１を透過した光、特に、緑色光～赤色光は、反射膜１４０によって反射され、その反射光はそのまま透過してきた光電変換素子１１１に入射されるため、隣接画素への

SAMSUNG EX. 1002 - 918/1684

反射はほとんどない。このため、混色が抑制され、良好な画質を得ることができる。

【００２５】

また、上記反射膜１４０は、多結晶シリコンからなる読み出しゲート電極１２１を被覆するように形成されていることから、読み出しゲート電極１２１を透過した光も反射膜１４０によって反射させて光電変換素子１１１に戻すことができる。したがって、光電変換素子１１１では入射光を効率よく光電変換することが可能になる。

【００２６】

次に、上記構成の固体撮像素子を適用できるＣＭＯＳセンサの詳細の一例を、図３の概略構成断面図によって説明する。

【００２７】

裏面受光型のＣＭＯＳセンサ１０１は、シリコン層からなる素子層１１０に、画素部と周辺回路部が形成されている。上記素子層１１０にはＮ⁻型シリコン基板を例えば化学的機械研磨により所望の厚さに研磨したものを用い、通常、可視光線を受光する領域では、５μｍ～１５μｍの厚さに形成されている。また、赤外光を受光する場合には、１５μｍ～５０μｍの厚さに、紫外光を受光する場合には３μｍ～７μｍの厚さに形成されることが望ましい。

【００２８】

上記素子層１１０の画素部には光電変換領域１１１となるＮ⁻型層からなるフォトセンサが形成されている。このＮ⁻型層は上記Ｎ⁻型シリコン基板を用いている。上記光電変換領域１１１の上部にはＮ⁺層１１２が形成され、さらに上部には埋め込みフォトダイオードとするためのＰ⁺層からなる電荷蓄積層１１３が形成されている。

【００２９】

また上記光電変換領域１１１の画素部には、上記光電変換領域１１１～電荷蓄積層１１３の側周を囲むように、Ｐ型のウエル領域１１５が形成されている。このＰ型ウエル領域１１５の一部は、素子層１１０を貫通するように形成され、その部分が画素間分離領域１１６となっている。さらに上記素子層１１０の下部側には上記Ｐ型のウエル領域１１５（画素間分離領域１１６）に接続するＰ⁺層１１７が形成されている。このＰ⁺層１１７側が、光が入射される側になっている。そして、上記光電変換領域１１１は、受光領域を広く確保するため、上記Ｐ⁺層１１７側のレイアウト上の占有面積が広くなるように形成されている。

【００３０】

上記Ｎ⁺層１１２および電荷蓄積層１１３の一方側には読み出し領域１２３がＰ⁻層で形成されている。上記読み出し領域１２３上には絶縁膜１２２を介して読み出しゲート電極１２１が形成されている。さらに上記読み出しゲート電極１２１の電荷蓄積層１１３とは反対側には読み出し領域１２３に隣接してＮ⁻層からなるフローティングディフュージョン層１２５が形成されている。このように、読み出しトランジスタ１２０が構成されている。

【００３１】

また、上記Ｐ型のウエル領域１１５には、上記読み出しトランジスタ１２０以外のトランジスタ１６０が形成されている。このトランジスタ１６０としては、例えばリセットトランジスタ、増幅トランジスタ、垂直選択トランジスタ等があり、ＮＭＯＳトランジスタで構成されている。

【００３２】

上記読み出しゲート電極１２１を含む画素全面を、絶縁膜１４１を介して被覆するように反射膜１４０が形成されている。この反射膜１４０は、例えば、アルミニウム、酸化アルミニウム等で形成される。特に、アルミニウム膜は、可視光線に対しておよそ９０％以上の表面反射率を得ることができる。したがって、上記反射膜１４０にアルミニウム膜を採用することが好ましい。また、後に説明するが、反射させる光の波長が緑色光、赤色光であることを考慮すると、緑色光、赤色光の表面反射率が９５％以上を有する銀を用いることも可能である。

SAMSUNG EX. 1002 - 919/1684

【００３３】
上記素子層１１０の一方側の面（図面では上部側の面、以下表面という）には、上記読み出しトランジスタ１２０、トランジスタ１６０等を覆う絶縁膜１３２が形成され、その絶縁膜中には、複数層に形成された配線１３１からなる配線層１３０が形成され、さらに支持基板１７０が設けられている。
【００３４】
また、上記素子層１１０の他方側の面（図面では下部側の面、以下裏面という）には、透明絶縁膜１８１を介して遮光膜１８２が形成されている。この遮光膜１８２は、画素領域以外に入射光が照射されるのを防止するためのもので、光電変換素子１１１が形成される領域に対向する位置には、光電変換素子１１１に光が入射されるように開口部１８３が形成されている。さらに透明絶縁膜１８４を介してカラーフィルター１５０が形成されている。このカラーフィルター１５０は、例えば光の３原色の赤（Ｒ）、緑（Ｇ）、青（Ｂ）の３色からなり、それぞれ、所定の色を受光する光電変換素子１１１上に設けられている。なお、カラーフィルター１５０は３原色に限定されず、３原色の他に、例えば３原色の中間色のような、例えばエメラルドグリーンのカラーフィルター、橙色のカラーフィルター等を設けることもできる。さらに各カラーフィルター１５０上にマイクロレンズ１５５が形成されている。
【００３５】
次に、本発明の固体撮像素子に係る実施の形態の一例（第２例）を、図４の概略構成断面図によって説明する。
【００３６】
図４に示すように、本発明の固体撮像素子２は、半導体層で構成される素子層１１０に光電変換素子（例えばフォトダイオード）１１１が形成され、この光電変換素子１１１で光電変換された信号電荷を電気信号に変換して出力する能動素子（図示せず）を含む複数の単位画素が配列されたものであり、上記光電変換素子１１１が形成される素子層１１０に対してその一方の面側に、上記能動素子に対して配線をなす配線層１３０を備えている。上記光電変換素子１１１は、例えば５μｍ～１５μｍの厚さのシリコン層で形成されている。また、入射光Ｌを素子層１１０の他方の面側にはカラーフィルター１５０が形成されている。また、上記素子層１１０の配線層１３０側には、上記能動素子のうちの光電変換された信号電荷を読み出す読み出しトランジスタ１２０を構成する読み出しゲート電極１２１が絶縁膜１２２を介して形成されている。この読み出しゲート電極１２１は、例えば多結晶シリコンで形成されている。このため、読み出しゲート電極１２１は光透過性を有する。
【００３７】
上記読み出しゲート電極１２１を含む、画素の全面には絶縁膜１４１を介して被覆するように反射膜１４０が形成されている。ただし、緑（Ｇｒｅｅｎ）画素および青（Ｂｌｕｅ）画素の全面は反射膜１４０が形成されているが、カラーフィルター１５０を透過する赤色光が入射される光電変換素子１１１に対向する位置の上記反射膜１４０には開口部１４２が形成されている。さらに、上記開口部１４２の上記配線層１３０側に反射層１４３が形成されている。この反射層１４３は、開口部１４２に対向して開口部１４２上を覆うように形成される。なお、開口部１４２に対向する位置に配線１３１が形成されている場合には、その配線１３１と絶縁性が確保できる間隔、例えば０．２μｍ程度の間隔を置いて形成される。したがって、上記反射層１４３は上記配線層１３０の配線１３１間に上記配線１３１と間隔を置いて形成されている。
【００３８】
上記反射膜１４０、反射層１４３には、アルミニウム（Ａｌ）膜、酸化アルミニウム膜を用いることができる。特にアルミニウム膜は、可視光線に対しておよそ９０％以上の表面反射率を得ることができる。したがって、上記反射膜１４０、反射層１４３にアルミニウム膜を採用することが好ましい。一方、銅膜は、赤色光に対しておよそ９６％以上の表面反射率を得ることができるので、赤色光を反射させる上記配線１３１、反射層１４３は

SAMSUNG EX. 1002 - 920/1684

銅で形成することも好ましい。

【００３９】

このように、固体撮像素子２では、赤（Ｒｅｄ）画素部の上記反射膜１４０の構成が異なるのみで、その他の構成は前記固体撮像素子１と同様である。

【００４０】

上記固体撮像素子２が受光する入射光Ｌは、上記カラーフィルター１５０を透過して光電変換素子１１１に入る。例えば、上記カラーフィルター１５０が青（Ｂ）、緑（Ｇ）、赤（Ｒ）の３色（例えば光の３原色）で形成されている場合には、カラーフィルター１５０を透過して上記光電変換素子１１１が受光する入射光Ｌは、上記光電変換素子１１１の厚さが７μｍ～１５μｍに形成されていることから、青色フィルタを透過した青色光ＬＢは波長が短いため光電変換素子１１１の入射側近傍でほぼ１００％吸収されて光電変換されるため、反射膜１４０に達するような透過光とはなり得ない。緑色フィルタを透過した緑色光ＬＧは光電変換素子１１１内で大部分が吸収されるが、一部は透過成分となっている。しかしながら、反射膜１４０によって反射され、再び光電変換素子１１１に戻されるので、光電変換素子１１１においてほとんど吸収されることになる。一方、赤色フィルタを透過した赤色光ＬＲは光電変換素子１１１を一部は透過する。そのため、光電変換素子１１１で光電変換される赤色光ＬＲの光量が他の色よりも少なくなっていた。しかしながら、上記反射層１４３が設けられていることから、光電変換素子１１１を透過した赤色光ＬＲは反射膜１４３によって反射され、再び光電変換素子１１１に入射される。このため、赤色光ＬＲの光電変換量が他の色の光電変換量とほぼ同等となり、感度の低下を防止することができる。

【００４１】

また、赤（Ｒｅｄ）画素に入射する光の成分は、ほとんどが光電変換素子１１１を透過する波長の長い光である。一方、緑（Ｇｒｅｅｎ）画素に入射する光は波長が５００ｎｍ～５５０ｎｍをピークとして、６００ｎｍでは３０％以下の光強度でしかなく、光電変換素子１１１を透過する成分は少ない。青（Ｂｌｕｅ）画素は、先に説明したように、７μｍの光電変換素子１１１を透過する光の成分はない。つまり、反射膜１４０で反射した光が隣接画素の光電変換素子１１１に入射して混色を起こす影響度は、圧倒的に赤（Ｒｅｄ）画素に入射した光の成分が大きく、赤（Ｒｅｄ）画素に入射した光の反射膜１４０での反射光が緑（Ｇｒｅｅｎ）、青（Ｂｌｕｅ）の画素のフォトダイオードに入射しないようにすれば良い。上記固体撮像素子２では、反射層１４３の反射面に斜めに入射した光が隣接画素に入射するような角度で反射したとしても、その反射光は、緑（Ｇｒｅｅｎ）、青（Ｂｌｕｅ）画素上に形成された反射膜１４０で反射され配線層１３０側へと抜けていくので、緑（Ｇｒｅｅｎ）、青（Ｂｌｕｅ）の画素における赤（Ｒｅｄ）画素を透過してきた波長の長い成分の光の混色を防止することができ、良好な画質を得ることができる。

【００４２】

また、上記反射層１４３は、赤色の光を反射するものであれば良い場合で、配線層１３０の配線１３１が通常の半導体装置の配線材料に用いられるアルミニウム、銅等の金属で形成される場合には、配線１３１と同一工程で形成することができるという利点がある。これにより、反射層１４３を作製する工程を新たに設ける必要がなくなるので、プロセス負荷をかけることなく反射層１４３を形成することができる。

【００４３】

次に、本発明の固体撮像素子に係る実施の形態の一例（第３例）を、図５の概略構成断面図によって説明する。

【００４４】

図５に示すように、本発明の固体撮像素子３は、半導体層で構成される素子層１１０に光電変換素子（例えばフォトダイオード）１１１が形成され、この光電変換素子１１１で光電変換された信号電荷を電気信号に変換して出力する能動素子（図示せず）を含む複数の単位画素が配列されたものであり、上記光電変換素子１１１が形成される素子層１１０に対してその一方の面側に、上記能動素子に対して配線をなす配線層１３０を備えている

SAMSUNG EX. 1002 - 921/1684

。上記光電変換素子１１１は、例えば５μｍ～１５μｍの厚さのシリコン層で形成されている。また、入射光Ｌを素子層１１０の他方の面側にはカラーフィルター１５０が形成されている。また、上記素子層１１０の配線層１３０側には、上記能動素子のうちの光電変換された信号電荷を読み出す読み出しトランジスタ１２０を構成する読み出しゲート電極１２１が絶縁膜１２２を介して形成されている。この読み出しゲート電極１２１は、例えば多結晶シリコンで形成されている。このため、読み出しゲート電極１２１は光透過性を有する。

【００４５】

上記読み出しゲート電極１２１を含む、画素の全面には絶縁膜１４１を介して被覆するように反射膜１４０が形成されている。ただし、緑（Ｇｒｅｅｎ）画素および青（Ｂｌｕｅ）画素の全面は反射膜１４０が形成されているが、カラーフィルター１５０を透過する赤色光が入射される光電変換素子１１１に対向する位置の上記反射膜１４０には開口部１４２が形成されている。さらに、上記開口部１４２の上記配線層１３０側に反射層１４３が形成されている。この反射層１４３は、開口部１４２に対向して開口部１４２上を覆うように形成される。上記反射層１４３は上記素子層１１０と上記配線層１３０との間に絶縁膜１４４を介して形成されている。

【００４６】

上記反射膜１４０、反射層１４３には、アルミニウム（Ａｌ）膜、酸化アルミニウム膜を用いることができる。特にアルミニウム膜は、可視光線に対しておよそ９０％以上の表面反射率を得ることができる。したがって、上記反射膜１４０、反射層１４３にアルミニウム膜を採用することが好ましい。一方、銅膜は、赤色光に対しておよそ９６％以上の表面反射率を得ることができるので、赤色光を反射させる上記配線１３１、反射層１４３は銅で形成することも好ましい。

【００４７】

このように、固体撮像素子３では、赤（Ｒｅｄ）画素部の上記反射膜１４０の構成が異なるのみで、その他の構成は前記固体撮像素子１と同様である。

【００４８】

上記固体撮像素子３が受光する入射光Ｌは、上記カラーフィルター１５０を透過して光電変換素子１１１に入る。例えば、上記カラーフィルター１５０が青（Ｂ）、緑（Ｇ）、赤（Ｒ）の３色（例えば光の３原色）で形成されている場合には、カラーフィルター１５０を透過して上記光電変換素子１１１が受光する入射光Ｌは、上記光電変換素子１１１の厚さが５μｍ～１５μｍに形成されていることから、青色フィルタを透過した青色光ＬＢは波長が短いため光電変換素子１１１の入射側近傍でほぼ１００％吸収されて光電変換されるため、反射膜１４０に達するような透過光とはなり得ない。緑色フィルタを透過した緑色光ＬＧは光電変換素子１１１内で大部分が吸収されるか、一部は透過成分となっている。しかしながら、反射膜１４０によって反射され、再び光電変換素子１１１に戻されるので、光電変換素子１１１においてほとんど吸収されることになる。一方、赤色光ＬＲは光電変換素子１１１を一部は透過する。そのため、光電変換素子１１１で光電変換される赤色光ＬＲの光量が他の色よりも少なくなっていた。しかしながら、上記反射膜１４３が設けられていることから、光電変換素子１１１を透過した赤色光ＬＲは反射層１４３によって反射され、再び光電変換素子１１１に入射される。このため、赤色光ＬＲの光電変換量が他の色の光電変換量とほぼ同等となり、感度の低下を防止することができる。

【００４９】

また、上記固体撮像素子３では、反射層１４３の反射面に斜めに入射した光が隣接画素に入射するような角度で反射したとしても、その反射光は、緑（Ｇｒｅｅｎ）、青（Ｂｌｕｅ）画素上に形成された反射膜１４０で反射され配線層１３０側へと抜けていくので、緑（Ｇｒｅｅｎ）、青（Ｂｌｕｅ）の画素における赤（Ｒｅｄ）画素を透過してきた波長の長い成分の光の混色を防止することができ、良好な画質を得ることができる。

【００５０】

次に、本発明の固体撮像素子の製造方法に係る実施の形態の一例（第１例）を、図６～

SAMSUNG EX. 1002 - 922/1684

図１０の製造工程断面図によって説明する。

【００５１】

図示はしないが、基板を用意する。この基板は、第１導電型（Ｎ型）シリコン基板からなり、１００Ω・ｃｍ～５００Ω・ｃｍ程度のシート抵抗を有するものを用いた。次に、例えばエピタキシャル成長法によって、上記基板上にＰ⁻型の半導体層２１１として、例えばＰ⁻型のシリコン層を形成する。

【００５２】

次に、上記半導体層２１１表層の所定位置にＰ⁺型領域からなるチャネルストップ領域を形成する。このチャネルストップ領域はイオン注入により形成することができる。次に、上記半導体層２１１表層の所定位置に上記チャネルストップ領域に隣接して、垂直電荷転送部が形成される領域にＰ型領域からなるウエル領域を形成する。上記半導体層２１１表層の所定位置に上記チャネルストップ領域に隣接して、上記ウエル領域上層に垂直電荷転送部のＮ型領域を形成する。

【００５３】

次に、図６（１）に示すように、上記半導体層２１１上の垂直電荷転送部上および読み出し部となる領域上に、絶縁膜１２２を介して読み出しゲート電極（転送電極も含む）１２１を形成する。この読み出しゲート電極１２１は、チャネルストップ領域上にオーバラップするように形成されてよい。上記電極形成は、例えば、半導体層２１１表面に絶縁膜１２２を形成した後、電極形成膜としてポリシリコン膜を成膜する。その後、通常のレジストマスクを用いたエッチング技術によりポリシリコン膜を読み出しゲート電極１２１にパターニングして形成することができる。

【００５４】

次に、図６（２）に示すように、上記半導体層２１１表層の上記読み出しゲート電極１２１が形成された読み出し部に隣接して、光電変換素子１１１のＮ型領域を形成する。この光電変換素子１１１のＮ型領域はイオン注入により形成することができる。次いで、上記光電変換素子１１１のＮ型領域表層にＰ⁺型領域からなるホール蓄積層を形成する。このホール蓄積層はイオン注入により形成することができる。

【００５５】

次に、図７（３）に示すように、全面に上記読み出しゲート電極１２１を被覆するように絶縁膜１４１を形成した後、全面に反射膜１４０を形成する。上記絶縁膜１４１は、例えば、ＣＶＤ法によって、酸化シリコンを数１０ｎｍの厚さに堆積して形成される。また上記反射膜１４０は、アルミニウム、酸化アルミニウム等を、例えば、ＣＶＤ法、スパッタリング法などによって堆積して成膜される。その後、通常のレジスト塗布技術、リソグラフィー技術等によって画素領域を被覆するレジストマスクを形成した後、マスク以外の領域の反射膜１４０を除去する。その後、上記レジストマスクを除去する。

【００５６】

上記反射膜１４０は、特に、可視光線に対しておよそ９０％以上の表面反射率を得ることができるアルミニウム膜で形成することが好ましい。また、前記図２によって説明したように、反射膜１４０にアルミニウム膜を用いた場合には、その膜厚は３０ｎｍ以上あればよい。また、反射させる光の波長が緑色光、赤色光であることを考慮すると、緑色光、赤色光の表面反射率が９５％以上を有する銀を用いることも可能である。

【００５７】

次に、図示はしないが、通常のＣＭＯＳ・ＬＳＩプロセスにより固体撮像素子の周辺回路領域の素子を形成した後、図８（４）に示すように、通常の多層配線の形成技術により、素子層１１０上に複数層の配線１３１を形成し、配線層１３０を成す。さらに、図示はしないか、配線層１３０側に支持基板を形成してもよい。

【００５８】

次に、基板（図示せず）側を研磨により除去、平坦化し、図９（５）に示すように、裏面を光電変換素子１１１近傍まで研磨する。光電変換素子１１１側には、半導体層２１１を例えば３．５μｍ～７μｍ程度残す。

SAMSUNG EX. 1002 - 923/1684

【００５９】
最後に、図１０（６）に示すように、裏面側にカラーフィルター１５０を形成し、さらに図示はしないがオンチップレンズなどを通常の表面型イメージセンサと同様の方法により形成することにより、前記図１等により説明した固体撮像素子１が完成する。
【００６０】
上記固体撮像素子の製造方法は、半導体層２１１の配線層１３０が形成される側に、絶縁膜１４１を介して読み出しゲート電極１２１を含む画素全面を被覆するように反射膜１４０を形成する工程を備えているため、光電変換素子１１１で完全に吸収されずに一部透過された長波長の光（例えば赤色光）を反射膜１４０によって長波長の光を光電変換する光電変換素子１１１に戻すようにすることができるので、光電変換素子１１１に入射した光を効率的に光電変換できるようになるという利点がある。また、反射膜１４０が配線層１３０の配線１３１による反射を防止するので、反射光が隣接する画素へ入射されなくなり、混色を防止することができるという利点がある。
【００６１】
次に、本発明の固体撮像素子の製造方法に係る実施の形態の一例（第２例）を、図１１～図１５の製造工程断面図によって説明する。
【００６２】
図示はしないが、基板を用意する。この基板は、第１導電型（Ｎ型）シリコン基板からなり、１０Ω・ｃｍ～５００Ω・ｃｍ程度のシート抵抗を有するものを用いた。次に、例えばエピタキシャル成長法によって、上記基板上にＰ⁻型の半導体層２１１として、例えばＰ⁻型のシリコン層を形成する。
【００６３】
次に、上記半導体層２１１表層の所定位置にＰ⁺型領域からなるチャネルストップ領域を形成する。このチャネルストップ領域はイオン注入により形成することができる。次に、上記半導体層２１１表層の所定位置に上記チャネルストップ領域に隣接して、垂直電荷転送部が形成される領域にＰ型領域からなるウエル領域を形成する。上記半導体層２１１表層の所定位置に上記チャネルストップ領域に隣接して、上記ウエル領域上層に垂直電荷転送部のＮ⁺型領域を形成する。
【００６４】
次に、図１１（１）に示すように、上記半導体層２１１上の垂直電荷転送部上および読み出し部となる領域上に、絶縁膜１２２を介して読み出しゲート電極（転送電極も含む）１２１を形成する。この読み出しゲート電極１２１は、チャネルストップ領域上にオーバラップするように形成されてよい。上記電極形成は、例えば、半導体層２１１表面に絶縁膜１２２を形成した後、電極形成膜としてポリシリコン膜を成膜する。その後、通常のレジストマスクを用いたエッチング技術によりポリシリコン膜を読み出しゲート電極１２１にパターニングして形成することができる。
【００６５】
次に、図１１（２）に示すように、上記半導体層２１１表層の上記読み出しゲート電極１２１が形成された読み出し部に隣接して、光電変換素子１１１のＮ型領域を形成する。この光電変換素子１１１のＮ型領域はイオン注入により形成することができる。次いで、上記光電変換素子１１１のＮ型領域表層にＰ⁺型領域からなるホール蓄積層を形成する。このホール蓄積層はイオン注入により形成することができる。
【００６６】
次に、図１２（３）に示すように、全面に上記読み出しゲート電極１２１を被覆するように絶縁膜１４１を形成した後、全面に反射膜１４０を形成する。上記絶縁膜１４１は、例えば、ＣＶＤ法によって、酸化シリコンを数１０ｎｍの厚さに堆積して形成される。また上記反射膜１４０は、アルミニウム、酸化アルミニウム等を、例えば、ＣＶＤ法、スパッタリング法などによって堆積して成膜される。
【００６７】
上記反射膜１４０は、特に、可視光線に対しておよそ９０％以上の表面反射率を得るこ

SAMSUNG EX. 1002 - 924/1684

とができるアルミニウム膜で形成することが好ましい。また、前記図２によって説明したように、反射膜１４０にアルミニウム膜を用いた場合には、その膜厚は３０ｎｍ以上あればよい。また、反射させる光の波長が緑色光、赤色光であることを考慮すると、緑色光、赤色光の表面反射率が９５％以上を有する銀を用いることも可能である。

【００６８】

その後、図１２（４）に示すように、通常のレジスト塗布技術、リソグラフィー技術等によって波長の短い青色の画素領域および緑色の画素領域を被覆するレジストマスクを形成した後、マスク以外の領域の反射膜１４０を除去する。したがって、赤色の画素領域の反射膜１４０は除去され、開口部１４２が形成されるとともに、図示はしていないが周辺回路領域の反射膜１４０も除去される。その後、上記レジストマスクを除去する。

【００６９】

次に、図示はしないが、通常のＣＭＯＳ・ＬＳＩプロセスにより固体撮像素子の周辺回路領域の素子を形成した後、図１３（５）に示すように、通常の多層配線の形成技術により、素子層１１０上に複数層の配線１３１を形成し、配線層１３０を成す。その際、例えば最下層の配線１３１を形成する際に、上記赤色の画素領域上に、反射層１４３を形成する。この反射層１４３は、開口部１４２に対向して開口部１４２上を覆うように形成される。なお、開口部１４２に対向する位置に配線１３１が形成されている場合には、その配線１３１と絶縁性が確保でき、配線１３１と遮光層１４３との間を赤色光が漏れないような間隔、例えば０．４μｍ～０．２μｍ程度の間隔を置いて形成される。したがって、上記反射層１４３は上記配線層１３０の配線１３１間に上記配線１３１と間隔を置いて形成される。

【００７０】

上記反射膜１４０、反射層１４３には、アルミニウム（Ａｌ）膜、酸化アルミニウム膜を用いることができる。特にアルミニウム膜は、可視光線に対しておよそ９０％以上の表面反射率を得ることができる。したがって、上記反射膜１４０、反射層１４３にアルミニウム膜を採用することが好ましい。一方、銅膜は、赤色光に対しておよそ９６％以上の表面反射率を得ることができるので、赤色光を反射させる上記配線１３１、反射層１４３は銅で形成することも好ましい。このように、上記反射層１４３は、配線１３１が銅で形成されるならば銅で形成し、アルミニウムで形成されるならばアルミニウムで形成することにより、配線１３１と同一プロセスで形成することが可能になる。さらに、図示はしないが、配線層１３０側に支持基板を形成してもよい。

【００７１】

次に、基板（図示せず）側を研磨により除去、平坦化し、図１４（６）に示すように、裏面を光電変換素子１１１近傍まで研磨する。光電変換素子１１１側には、半導体層２１１を例えば３．５μｍ～７μｍ程度残す。

【００７２】

最後に、図１５（７）に示すように、裏面側にカラーフィルター１５０を形成し、さらに図示はしないがオンチップレンズなどを通常の表面型イメージセンサと同様の方法により形成することにより、前記図１等により説明した固体撮像素子２が完成する。

【００７３】

上記固体撮像素子２の製造方法では、青色光は波長が短いため光電変換素子１１１の入射側近傍でほぼ１００％吸収されて光電変換されるため、反射膜１４０に達するような透過光とはなり得ない。緑色光は光電変換素子１１１内で大部分が吸収されるが、一部は透過成分となっている。しかしながら、反射膜１４０によって反射され、再び光電変換素子１１１に戻されるので、光電変換素子１１１においてほとんど吸収されることになる。一方、赤色光は光電変換素子１１１を一部は透過する。そのため、光電変換素子１１１で光電変換される赤色光の光量が他の色よりも少なくなるが、上記反射層１４３が設けられていることから、光電変換素子１１１を透過した赤色光は反射層１４３によって反射され、再び光電変換素子１１１に入射される。このため、赤色光の光電変換量が他の色の光電変換量とほぼ同等となり、感度の低下を防止することができる。

SAMSUNG EX. 1002 - 925/1684

【００７４】
また、反射層１４３の反射面に斜めに入射した光が隣接画素に入射するような角度で反射したとしても、その反射光は、緑（Ｇｒｅｅｎ）、青（Ｂｌｕｅ）画素上に形成された反射膜１４０で反射され配線層１３０側へと抜けていくので、緑（Ｇｒｅｅｎ）、青（Ｂｌｕｅ）の画素における赤（Ｒｅｄ）画素を透過してきた波長の長い成分の光の混色を防止することができ、良好な画質を得ることができる。
【００７５】
また、上記反射層１４３は、赤色の光を反射するものであれば良い場合で、配線層１３０の配線１３１が通常の半導体装置の配線材料に用いられるアルミニウム、銅等の金属で形成される場合には、配線１３１と同一工程で形成することができるという利点がある。これにより、反射層１４３を作製する工程を新たに設ける必要がなくなるので、プロセス負荷をかけることなく反射層１４３を形成することができる。
【００７６】
上記製造方法では、反射層１４３を配線１３１層に設けた場合を説明したが、実施の形態の第３例として、上記反射層１４３は配線１３１とは別層で形成することも可能である。この場合、前記図５のような構成となる。すなわち、前記図１２によって説明したのと同様に、上記読み出しゲート電極１２１を含む画素の全面には絶縁膜１４１を介して被覆するように反射膜１４０を形成する。ただし、緑（Ｇｒｅｅｎ）画素および青（Ｂｌｕｅ）画素の全面は反射膜１４０を形成し、赤色光が入射される光電変換素子１１１に対向する位置の上記反射膜１４０には開口部１４２を形成する。
【００７７】
次に、図１６に示すように、素子層１１０側に読み出しゲート電極１２１、反射膜１４０等を覆う絶縁膜１４４を形成する。その後、絶縁膜１４４上に反射層１４３を成膜した後、通常のエッチングマスクの形成技術、エッチング技術（例えば異方性ドライエッチング）により、開口部１４２に対向して開口部１４２上を覆うように反射層１４３を残すパターニングを行う。例えば反射層１４３は、赤（Ｒｅｄ）画素の読み出しゲート電極１２１などを除いた光電変換素子１１１の開口形状と同じでよい。その後、エッチングマスクを除去する。
【００７８】
上記反射膜１４０、反射層１４３には、アルミニウム（Ａｌ）膜、酸化アルミニウム膜を用いることができる。特にアルミニウム膜は、可視光線に対しておよそ９０％以上の表面反射率を得ることができる。したがって、上記反射膜１４０、反射層１４３にアルミニウム膜を採用することが好ましい。一方、銅膜は、赤色光に対しておよそ９６％以上の表面反射率を得ることができるので、赤色光を反射させる上記反射層１４３は銅で形成することも好ましい。
【００７９】
その後は、通常の多層配線の形成技術により、素子層１１０上に複数層の配線１３１を形成し、配線層１３０を成す。
【００８０】
次に、基板（図示せず）側を研磨により除去、平坦化し、裏面を光電変換素子１１１近傍まで研磨する。光電変換素子１１１側には、半導体層２１１を例えば３．５μｍ～７μｍ程度残す。
【００８１】
最後に、裏面側にカラーフィルター１５０を形成し、さらに図示はしないがオンチップレンズなどを通常の表面型イメージセンサと同様の方法により形成することにより、前記図５により説明した固体撮像素子３が完成する。
【００８２】
上記固体撮像素子３の製造方法では、青色光は波長が短いため光電変換素子１１１の入射側近傍でほぼ１００％吸収されて光電変換されるため、反射膜１４０に達するような透過光とはなり得ない。緑色光は光電変換素子１１１内で大部分が吸収されるか、一部は透

SAMSUNG EX. 1002 - 926/1684

過成分となっている。しかしながら、反射膜１４０によって反射され、再び光電変換素子１１１に戻されるので、光電変換素子１１１においてほとんど吸収されることになる。一方、赤色光は光電変換素子１１１を一部は透過する。そのため、光電変換素子１１１で光電変換される赤色光の光量が他の色よりも少なくなるが、上記反射層１４３が設けられていることから、光電変換素子１１１を透過した赤色光は反射層１４３によって反射され、再び光電変換素子１１１に入射される。このため、赤色光の光電変換量が他の色の光電変換量とほぼ同等となり、感度の低下を防止することができる。

【００８３】

また、反射層１４３の反射面に斜めに入射した光が隣接画素に入射するような角度で反射したとしても、その反射光は、緑（Ｇｒｅｅｎ）、青（Ｂｌｕｅ）画素上に形成された反射膜１４０で反射され配線層１３０側へと抜けていくので、緑（Ｇｒｅｅｎ）、青（Ｂｌｕｅ）の画素における赤（Ｒｅｄ）画素を透過してきた波長の長い成分の光の混色を防止することができ、良好な画質を得ることができる。

【００８４】

次に、本発明の画像撮影装置に係る一実施例を、図１７のブロック図によって説明する。

【００８５】

図１７に示すように、画像撮影装置５００は、固体撮像素子５１０を備えている。この固体撮像素子５１０の集光側には像を結像させる結像光学系５２０が備えられ、また、固体撮像素子５１０には、それを駆動する駆動回路５３０が接続されている。そして固体撮像素子５１０で光電変換された信号を画像に処理する信号処理回路５４０が接続されている。上記信号処理回路５４０によって処理された画像信号は画像記録部５５０によって記憶される。このような画像撮影装置５００において、上記固体撮像素子５１０には、前記実施の形態の第１例、第２例、第３例で説明した固体撮像素子１、２、３のうちのいずれかを用いることができる。

【００８６】

本発明の画像撮影装置５００は、本発明の固体撮像素子１もしくは固体撮像素子２もしくは固体撮像素子３を撮像素子に用いているため、混色がないので色再現性に優れた画像を得ることができ、しかも高感度な画像を得ることができるという利点がある。

【００８７】

なお、本発明の画像撮影装置５００は、上記構成に限定されることはなく、固体撮像素子を用いる画像撮影装置であれば如何なる構成のものにも適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【００８８】

【図１】本発明の固体撮像素子に係る一実施の形態例（第１例）を示した概略構成断面図である。

【図２】反射膜の膜厚をパラメータとした透過率、反射率と入射光の波長との関係図である。

【図３】本発明の固体撮像素子が適用されるＣＭＯＳセンサに係る一実施の形態例を示した概略構成断面図である。

【図４】本発明の固体撮像素子に係る一実施の形態例（第２例）を示した概略構成断面図である。

【図５】本発明の固体撮像素子に係る一実施の形態例（第３例）を示した概略構成断面図である。

【図６】本発明の固体撮像素子の製造方法に係る一実施の形態例（第１例）を示した製造工程断面図である。

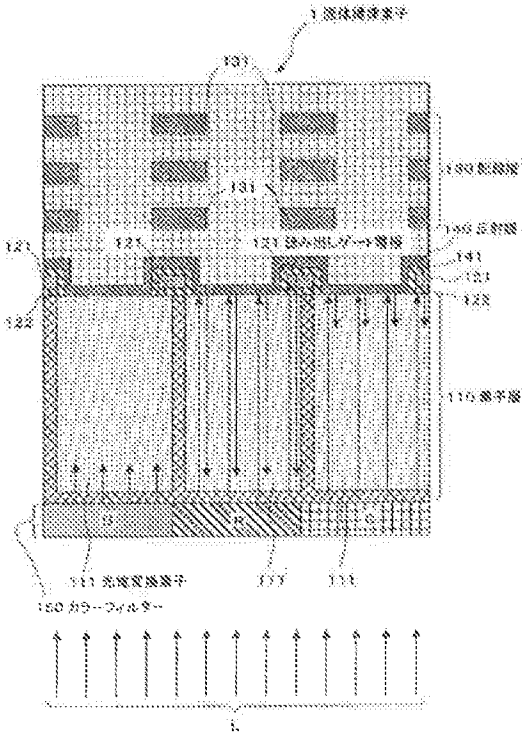
【図７】本発明の固体撮像素子の製造方法に係る一実施の形態例（第１例）を示した製造工程断面図である。

【図８】本発明の固体撮像素子の製造方法に係る一実施の形態例（第１例）を示した製造工程断面図である。

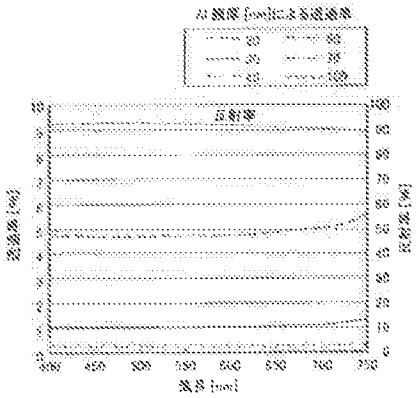
SAMSUNG EX. 1002 - 927/1684

【図９】本発明の固体撮像素子の製造方法に係る一実施の形態例（第１例）を示した製造工程断面図である。
【図１０】本発明の固体撮像素子の製造方法に係る一実施の形態例（第１例）を示した製造工程断面図である。
【図１１】本発明の固体撮像素子の製造方法に係る一実施の形態例（第２例）を示した製造工程断面図である。
【図１２】本発明の固体撮像素子の製造方法に係る一実施の形態例（第２例）を示した製造工程断面図である。
【図１３】本発明の固体撮像素子の製造方法に係る一実施の形態例（第２例）を示した製造工程断面図である。
【図１４】本発明の固体撮像素子の製造方法に係る一実施の形態例（第２例）を示した製造工程断面図である。
【図１５】本発明の固体撮像素子の製造方法に係る一実施の形態例（第２例）を示した製造工程断面図である。
【図１６】本発明の固体撮像素子の製造方法に係る一実施の形態例（第３例）を示した製造工程断面図である。
【図１７】画像撮影装置に係る一実施の形態例を示したブロック図である。
【図１８】従来の固体撮像素子に係る一例を示した概略構成斜視図である。
【図１９】従来の固体撮像素子に係る問題点を示した概略構成断面図である。
【符号の説明】
【００８９】
１…固体撮像素子、１１０…素子層、１１１…光電変換素子、１２１…読み出しゲート電極、１３０…配線層、１３１…配線、１４０…反射膜、１４１…絶縁膜

【図１】

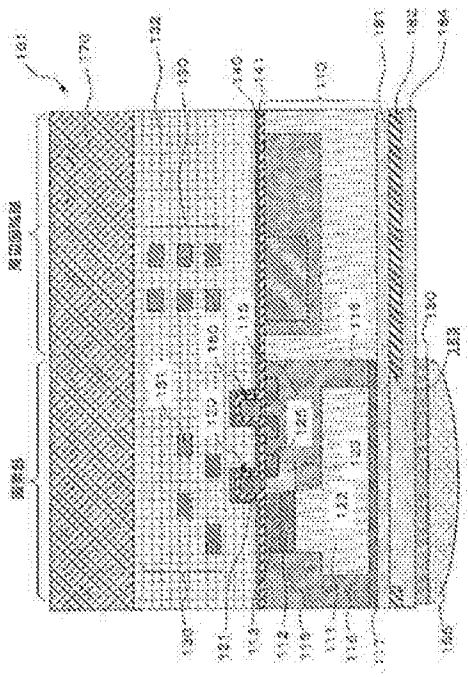


【図２】

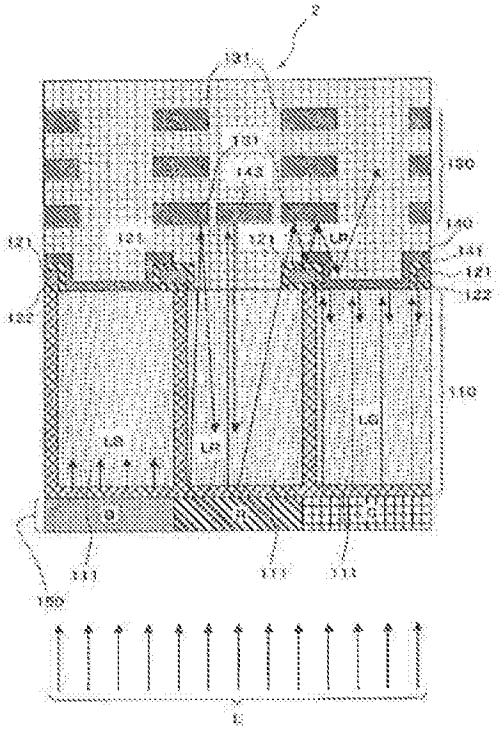


SAMSUNG EX. 1002 - 928/1684

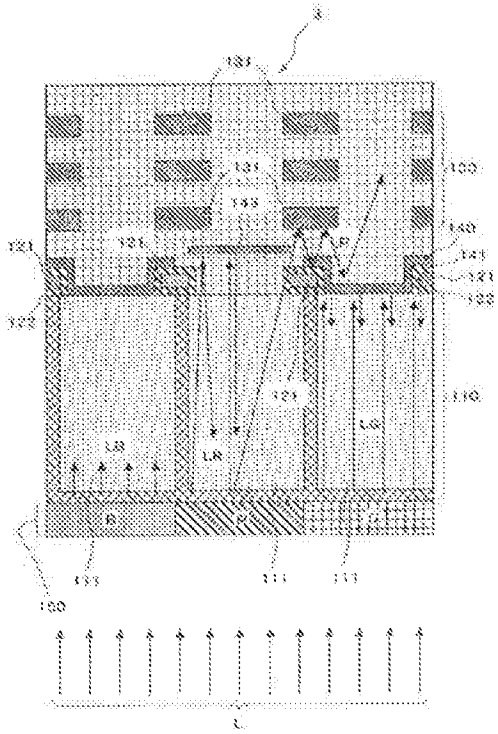
【図３】



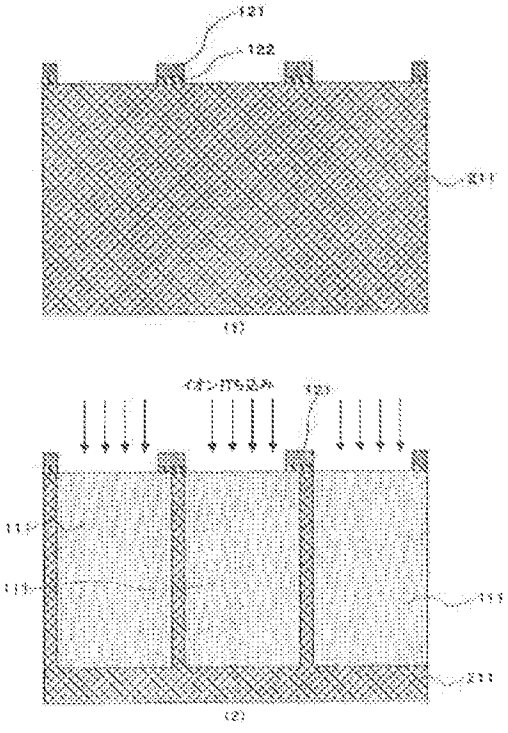
【図４】



【図５】

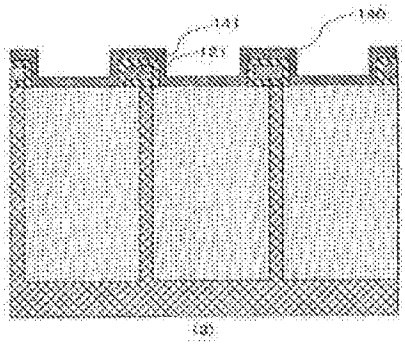


【図６】

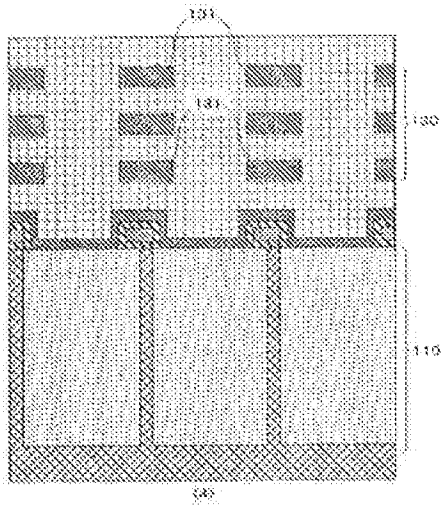


SAMSUNG EX. 1002 - 929/1684

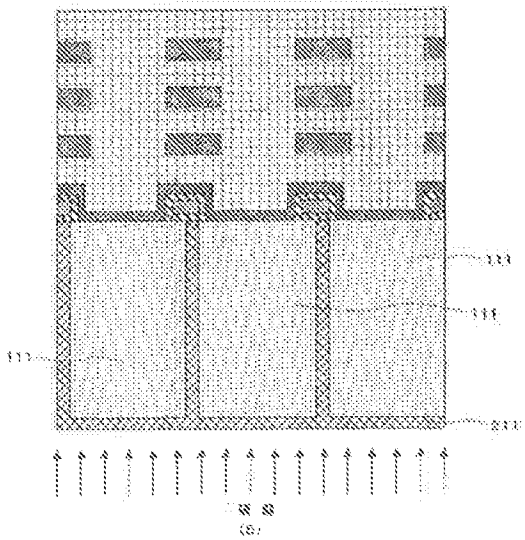
【図７】



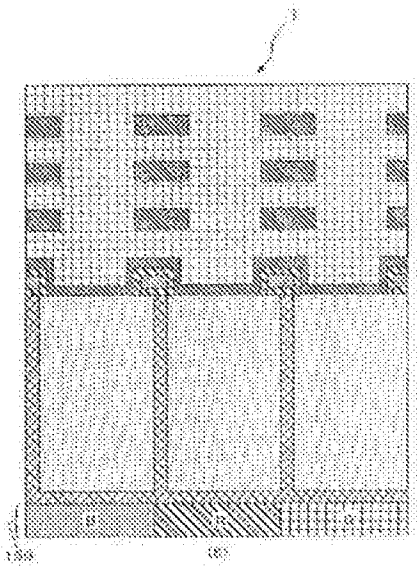
【図８】



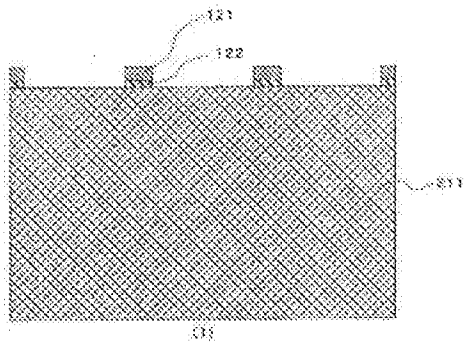
【図９】



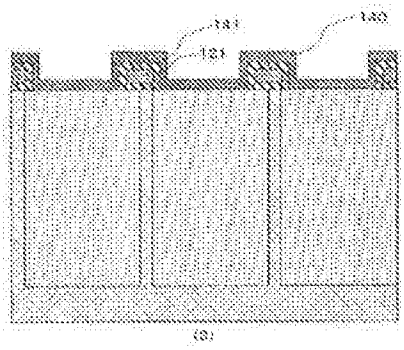
【図１０】

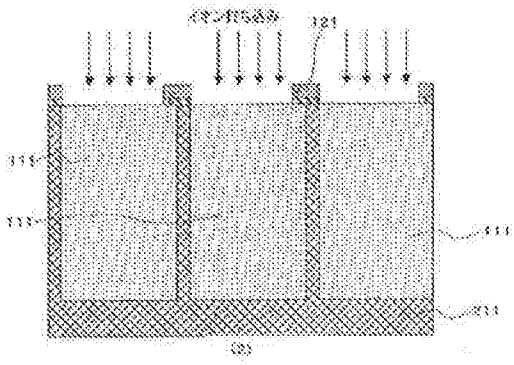


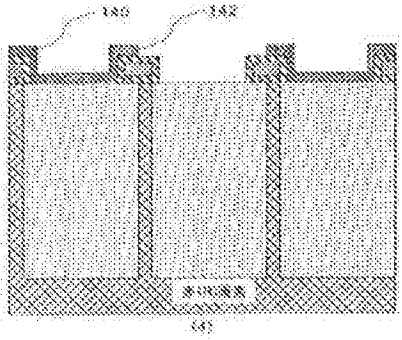
【図１１】



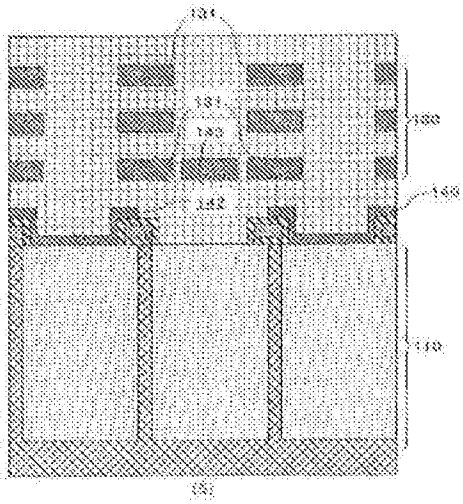
【図１２】



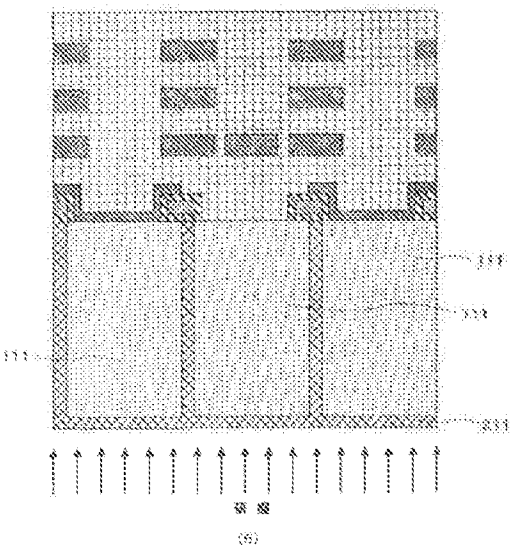




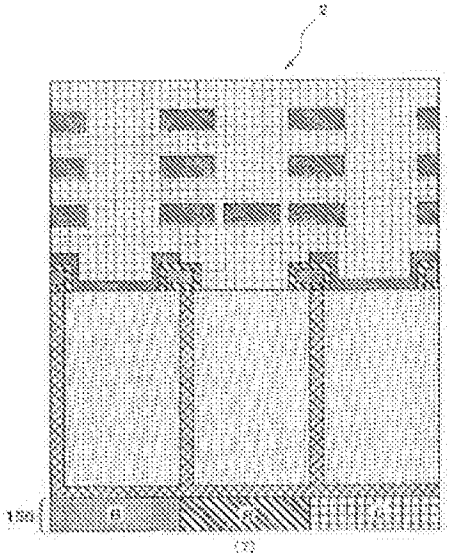
【図１３】



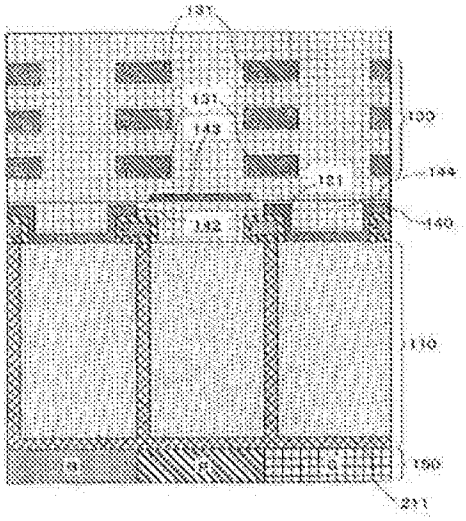
【図１４】



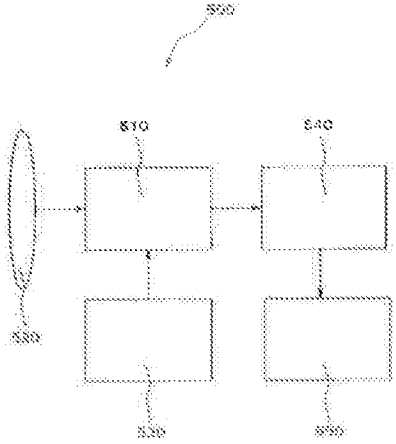
【図１５】



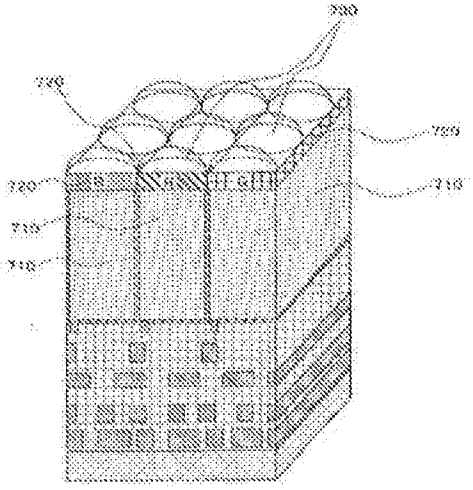
【図１６】



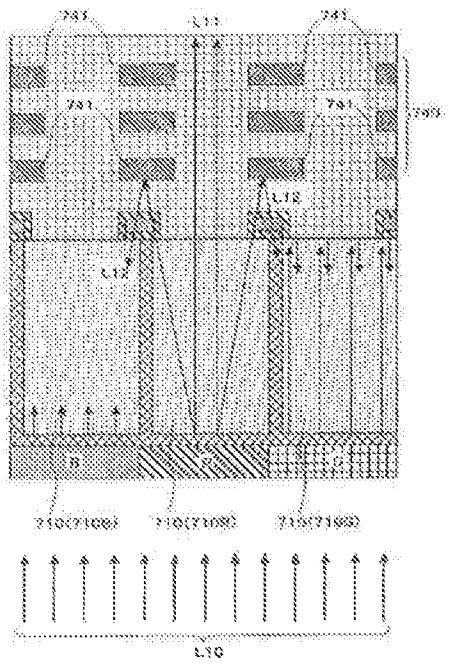
【図１７】



【図１８】



【図１９】


741
L11
741
741
741
799
L12
L12
B
G
R
710(710B)
710(710G)
710(710R)
L10

Espacenet

Bibliographic data: JP2007122237 (A) — 2007-05-17

FORGERY-DECIDING IMAGING DEVICE AND INDIVIDUAL IDENTIFICATION DEVICE

Inventor(s): ISHIDA KOZO; KUNO TETSUYA; MORIYA SHOTARO; MAKITA JUNKO ± (ISHIDA KOZO, ; KUNO TETSUYA, ; MORIYA SHOTARO, ; MAKITA JUNKO)

Applicant(s): MITSUBISHI ELECTRIC CORP ± (MITSUBISHI ELECTRIC CORP)

Classification: **- international:** ***A61B5/117; G06T1/00; G06T7/00***
- cooperative:

Application number: JP20050311206 20051026 Global Dossier

Priority number (s): JP20050311206 20051026

Abstract of JP2007122237 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an individual identification device detecting a forgery used in the individual identification device authenticating a vein pattern of a hand or a finger, or a fingerprint pattern. ;SOLUTION: This forgery-deciding imaging device has: an imaging means 4 imaging a characteristic portion of a photographic subject 2 in color by visible light, and outputting image data in each color component of the plurality of color components; a color detection means 23a calculating an identification value of a color of the characteristic portion from the image data in each the color component of the imaging means 4 to detect the color; a data recording means 7a previously recording the identification value of the color; a color decision means 23b deciding the image color detected by the color detection means 23a by the identification value of the color recorded in the data recording means 7a; and a control means 12 controlling each operation of the imaging means 4, the color detection means 23a, the data recording means 7a and the color decision means 23b, and deciding the characteristic portion as the forgery when the detected color does not match the registered color of the image data. ;COPYRIGHT: (C)2007,JPO&INPIT

SAMSUNG EX. 1002 - 934/1684

(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2007-122237
(P2007-122237A)
(43)公開日　平成19年5月17日(2007.5.17)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
G06T	1/00	(2006.01)	G06T	1/00	400H	4C038
G06T	7/00	(2006.01)	G06T	7/00	100A	5B043
A61B	5/117	(2006.01)	G06T	7/00	510B	5B047
			G06T	7/00	530	5L096
			A61B	5/10	322	

審査請求 未請求　請求項の数 13　ＯＬ　（全 22 頁）　最終頁に続く

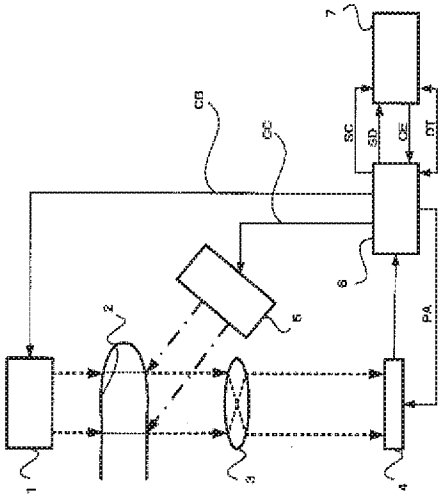
(21)出願番号　特願2005-311206 (P2005-311206)
(22)出願日　平成17年10月26日 (2005.10.26)

(71)出願人　000006013
三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号
(74)代理人　100083840
弁理士　前田　実
(74)代理人　100116964
弁理士　山形　洋一
(72)発明者　石田　晃三
東京都千代田区丸の内二丁目２番３号　三菱電機株式会社内
(72)発明者　久野　徹也
東京都千代田区丸の内二丁目２番３号　三菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】偽造判定用撮像装置及び個人識別装置

(57)【要約】
【課題】指紋パターンあるいは指や手の静脈パターンを認証する個人識別装置に用いられる偽造物を検出する個人識別装置を提供する。
【解決手段】被写体２の特徴部分を可視光によりカラー撮像して複数の色成分毎の画像データを出力する撮像手段４と、撮像手段４の各色成分毎の画像データから特徴部分の色の識別値を演算することで色を検出する色検出手段２３ａと、色の識別値が予め記録されるデータ記録手段７ａと、色検出手段２３ａで検出された画像色をデータ記録手段７ａに記録された色の識別値により判定する色判定手段２３ｂと、撮像手段４、色検出手段２３ａ、データ記録手段７ａ及び色判定手段２３ｂの各動作を制御すると共に、検出された色が登録された画像データの色と適合しない場合に特徴部分を偽造物と判定する制御手段１２を備える。
【選択図】図１



SAMSUNG EX. 1002 - 935/1684

【特許請求の範囲】
【請求項1】
生体の個人認証に用いられる身体固有の特徴部分を、被写体として少なくとも可視光によりカラーで撮像し、複数の色成分毎の画像データを出力する撮像手段と、
前記撮像手段からの各色成分毎の画像データから、前記生体の特徴部分の色を検出する色検出手段と、
前記身体の特徴部分が可視光により撮像された場合の画像データが予め記録されるデータ記録手段と、
前記色検出手段で検出された画像色を、前記データ記録手段に記録された画像データにより識別して適合するか否かを判定する色判定手段と、
前記撮像手段、色検出手段、データ記録手段及び色判定手段の各動作を制御すると共に、前記身体の特徴部分から検出された色が登録された画像データの色と適合しない場合に、生体の前記特徴部分を偽造物と判定する制御手段
を備えることを特徴とする偽造判定用撮像装置。
【請求項2】
前記色検出手段は、前記生体の特徴部分の色を識別するための値を演算することで色を検出し、
前記データ記録手段は、前記画像データの少なくとも色を識別するための値を予め記録し、
前記色判定手段は、前記画像色を、前記画像データの色を識別するための値により識別する
ことを特徴とする請求項１に記載の偽造判定用撮像装置。
【請求項3】
前記色検出手段は、前記生体の特徴部分の画像データから、前記生体の特徴部分の色を識別するための値として、少なくとも色相Ｈ及び彩度Ｓの値を演算する
ことを特徴とする請求項１又は２に記載の偽造判定用撮像装置。
【請求項4】
前記色検出手段は、前記生体の特徴部分の画像データから、以下の式を用いて少なくとも色相Ｈ及び彩度Ｓの値を演算する
ことを特徴とする請求項３に記載の偽造判定用撮像装置。
Ｌ＝Ｙ
Ｈ＝ａｒｃｔａｎ（Ｖ／Ｕ）
Ｓ＝（Ｕ×Ｕ＋Ｖ×Ｖ）１／２
但し、
Ｙ＝０．２９９Ｒ＋０．５８７Ｇ＋０．１１４Ｂ
Ｕ＝Ｂ－Ｙ
Ｖ＝Ｒ－Ｙ
（但し、Ｈ：色相、Ｓ：彩度、Ｌ：明度、Ｙ：輝度、Ｒ：赤色の出力値、Ｇ：緑色の出力値、Ｂ：青色の出力値）
【請求項5】
前記色判定手段は、前記色相Ｈの値が所定の最小値と所定の最大値の間にあり、前記彩度Ｓの値が所定の最大値以下であるという条件を満足する場合に適合すると判定する
ことを特徴とする請求項３又は４に記載の偽造判定用撮像装置。
【請求項6】
前記色検出手段は、前記生体の特徴部分の画像データから、さらに明度Ｌの値を演算し、
前記明度の値を用いて、前記生体の特徴部分の形状パターン及び濃淡の変化から、前記生体の特徴部分の領域を検出し、該検出結果を前記色検出手段に送出する被写体形状判定手段を備え、

SAMSUNG EX. 1002 - 936/1684

前記色検出手段は、各色成分毎の画像データから、前記生体の特徴部分の領域のデータを背景部分の領域のデータと分離させて色を検出する
ことを特徴とする請求項３～５の何れかに記載の偽造判定用撮像装置。
【請求項7】
前記撮像手段は、少なくとも可視光の発光スペクトルを撮像可能であり、複数の色成分フィルタが各画素の上部に所定順序で配列された固体撮像素子を含む
ことを特徴とする請求項１～６の何れかに記載の偽造判定用撮像装置。
【請求項8】
前記撮像手段により、前記被写体を反射光により撮像させるために、前記被写体を前記撮像手段の側から可視光領域内の発光スペクトルで照射する偽造判定用照明手段を備える
ことを特徴とする請求項１～７の何れかに記載の偽造判定用撮像装置。
【請求項9】
請求項１～８の何れかに記載の偽造判定用撮像装置の構成に加え、
前記データ記録手段には、さらに前記身体の特徴部分の画像データから少なくとも個人識別処理に用いる値が予め記録され、
前記撮像手段からの各色成分毎の画像データを、前記データ記録手段に登録された画像データと比較して適合するかを判定する個人識別処理手段を備え、
前記制御手段は、さらに前記個人識別処理手段の動作を制御すると共に、前記身体の特徴部分から検出された色が登録された画像データの色と適合する場合に、個人識別処理手段の処理を実施する
ことを特徴とする個人識別装置。
【請求項10】
前記被写体を前記撮像手段の反対側から赤色光又は近赤外光領域内の発光スペクトルで照射する個人識別用照明手段を備え、
前記撮像手段は、前記可視光に加えて前記個人識別用照明手段の照射光により撮像された画像データを出力可能であり、
前記データ記録手段には、前記個人識別用照明手段の照射光により撮像された場合の画像データが予め記録され、
前記制御手段は、前記偽造判定用撮像装置の処理を実施させ、前記身体の特徴部分から検出された色が登録された画像データの色と適合する場合には、前記個人識別用照明手段を点灯させて前記個人識別処理手段の処理を実施する
ことを特徴とする請求項９に記載の個人識別装置。
【請求項11】
前記被写体と前記撮像手段の間に、前記被写体からの赤色光又は近赤外光領域内の発光スペクトルを遮光する赤外カットフィルタが、挿入位置と非挿入位置を切替可能に設けられ、
前記撮像手段は、前記可視光に加えて前記赤色光又は近赤外光領域内の発光スペクトルの照射光により撮像された画像データを出力可能であり、
前記データ記録手段には、前記赤色光又は近赤外光領域内の発光スペクトルの照射光により撮像された場合の画像データが予め記録され、
前記制御手段は、前記赤外カットフィルタを非挿入位置に配置させて前記偽造判定用撮像装置の処理を実施させ、前記身体の特徴部分から検出された色が登録された画像データの色と適合する場合には、前記赤外カットフィルタを挿入位置に配置させて前記個人識別処理手段の処理を実施する
ことを特徴とする請求項９又は１０に記載の個人識別装置。
【請求項12】
前記固体撮像素子は、前記個人識別用照明手段の照射光を受光するために、上部に前記複数の色成分フィルタが配列されない画素が所定順序で配列される
ことを特徴とする請求項９又は１０に記載の個人識別装置。
【請求項13】

SAMSUNG EX. 1002 - 937/1684

前記制御手段は、前記偽造判定用撮像装置の処理を実施させ、前記身体の特徴部分から検出された色が登録された画像データの色と適合しない場合には、生体の前記特徴部分を偽造物と判定して、個人識別処理手段の処理を中止する

【発明の詳細な説明】請求項９～１２の何れかに記載の個人識別装置。

【技術分野】

【0001】

本発明は、人等の生体における指紋パターンあるいは静脈パターン等の身体固有の特徴部分のデータを利用して本人自身であることを認証する個人認証装置に関し、特に、その身体の特徴部分が偽造物ではないことを判定する機能を備える個人認証装置あるいはその撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年になり、例えば建物の入退室管理や現金自動支払機の本人確認あるいは携帯電話やパソコン等のセキュリティ管理に個人認証の必要性が増しており、その個人認証の技術として生体の指紋パターンや静脈パターン等の身体固有のデータを用いるバイオメトリクスが知られている。

【0003】

バイオメトリクスの中では、例えば、指の爪側の光源から光を投射してその指紋側表面で散乱した光を検出して指紋パターンを撮像する接触型の指紋認証装置、指又は手に近赤外光を透過させてその透過率が低い静脈パターンの配置を検出する静脈認証装置等が良く知られている。静脈認証装置は、静脈内を流れる血液中のヘモグロビンが近赤外光の波長に対して大きな減衰（吸収）率（波長依存性の特性）を有していることを利用している。

【0004】

従来の接触型の指紋認証装置では、例えば、指を接触させる透過板の接触面に指紋パターンが残留する問題や、他人も透過板に接触することから衛生面やユーザの心理的抵抗感の問題、あるいは、透過板に汗等の水分が付着した場合に指からの散乱光が変化して指紋パターンのコントラストが低下する問題等がある。

【0005】

この接触型の指紋認証装置における各種の問題については、指紋パターンの撮像を非接触で実施する非接触型の指紋認証装置を用いることで解決できることが知られている。また、非接触型の指紋認証装置の場合でも、例えば、近赤外光または赤の波長領域の光源とその波長に感度領域を有する撮像素子を用いて非接触型の指紋認証する場合には、指紋パターンと静脈パターンが重畳された画像が撮像されることになる。これについては、重畳画像データを平滑化することで線幅が狭い指紋パターンが除去されて静脈パターンのみが残り、さらにこの静脈パターンの画像を元の重畳画像から減じた差分画像では指紋パターンが得られることが知られている（例えば、特許文献１参照）。

【0006】

さらに、指紋パターンを模して製作された偽造指を指紋認証装置を用いた場合に、その偽造指の指紋パターンを認証してしまう可能性を有しているという問題があった。また、従来の静脈認証装置でも、指（又は手）の静脈パターンを模して製作された偽造指（手）を用いた場合に、その偽造指の静脈パターンを認証してしまう可能性を有しているという問題があった。

【0007】

この認証装置がパターンを模して製作された偽造物を認証してしまう問題について、例えば、目の虹彩パターンを認証する場合には、照射光の光量変化に応じて虹彩の瞳孔径寸法が変化（大光量側に変化する場合に収縮し、小光量側に変化する場合に拡大）する特性を利用して、照射される光量を２段階に変化させるか、照射される光量を変化させるために２種類の光源を用いることで虹彩の偽造物を検出する方法が知られている（例えば、特許文献２参照）。

【0008】

SAMSUNG EX. 1002 - 938/1684

【特許文献1】特開２００３－８５５３８号公報　（第５－６頁、第１図）
【特許文献2】特開２００３－３０６５９号公報（第７－９頁、第６図）
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【0009】
しかしながら、従来の指紋パターンあるいは指や手の静脈パターンを認証する個人識別装置では、指や手の形状が照射される光量により変化する特性を有しているわけではないので、特許文献２の照射光の光量変化に応じて偽造物を検出する方法を適用することは不可能であった。
【0010】
本発明は上述したような課題を解決するためになされたもので、指紋パターンあるいは指や手の静脈パターンを認証する個人識別装置に用いられる偽造物を検出する偽造判定用撮像装置あるいはそのような偽造判定用撮像装置を含む個人識別装置を提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【0011】
この発明に係る偽造判定用撮像装置は、生体の個人認証に用いられる身体固有の特徴部分を、被写体として少なくとも可視光によりカラーで撮像し、複数の色成分毎の画像データを出力する撮像手段と、
撮像手段からの各色成分毎の画像データから、生体の特徴部分の色を検出する色検出手段と、
身体の特徴部分が可視光により撮像された場合の画像データの値が予め記録されるデータ記録手段と、
色検出手段で検出された画像色を、データ記録手段に記録された画像データにより識別して適合するか否かを判定する色判定手段と、
撮像手段、色検出手段、データ記録手段及び色判定手段の各動作を制御すると共に、身体の特徴部分から検出された色が登録された画像データの色と適合しない場合に、生体の前記特徴部分を偽造物と判定する制御手段を備える。
【0012】
この発明に係る個人識別装置は、上記した偽造判定用撮像装置の構成に加え、
データ記録手段には、さらに身体の特徴部分の画像データから少なくとも個人識別処理に用いる値が予め記録され、
撮像手段からの各色成分毎の画像データを、データ記録手段に登録された画像データと比較して適合するかを判定する個人識別処理手段を備え、
制御手段は、さらに個人識別処理手段の動作を制御すると共に、身体の特徴部分から検出された色が登録された画像データの色と適合する場合に、個人識別処理手段の処理を実施する。
【発明の効果】
【0013】
本発明によれば、指紋パターンあるいは指や手の静脈パターンを認証する個人識別装置に用いられる偽造物を検出する偽造判定用撮像装置あるいはそのような偽造判定用撮像装置を含む個人識別装置を提供することができる。
【発明を実施するための最良の形態】
【0014】
実施の形態１．
図１は、本発明の実施の形態１に係る個人識別装置の基本構成を示すブロック図である。
【0015】
個人識別用照明手段１は、被写体２を固体撮像素子４の反対側から赤色光又は近赤外光

SAMSUNG EX. 1002 - 939/1684

領域内の発光スペクトルで照射し、撮像処理手段６から照明切替制御信号ＣＢが入力され、被写体２を固体撮像素子４の反対側から、赤色光又は近赤外光の波長領域（７５０ｎｍから１０００ｎｍ）内の発光スペクトル特性を有する光を出射する。出射光は、被写体２を透過する際に、血液等の身体の成分の影響を受けて、例えば、指や手の中の静脈パターンに沿って吸収され、又、表面形状等の影響を受けて、例えば、指紋パターンに沿って散乱される。

【0016】

被写体２は、指又は手等の生体における個人認証に用いられる身体固有の特徴を備える部分であり、又、個人識別用照明手段１からの近赤外光が透過可能な生体の部分である。被写体２の個人識別処理は、被写体２を透過した近赤外光が固体撮像素子４で撮像されて画像データとして出力され、その画像データが信号処理されることにより可能となる。個人識別処理では、被写体２からの透過光に基づく画像データの成分から、静脈及び指紋に沿ってコントラストが変化するパターンが検出される。

【0017】

レンズ３は、被写体２を透過して出射された近赤外光を、固体撮像素子４上に結像させて撮像するレンズ又はレンズ群であり、例えば自動焦点調整（合焦）機能を有する。また、レンズ３の焦点調整機能は、用途に応じて、例えば、固定焦点を手動により切換える構成、あるいは、パンフォーカスにより無調整とした構成等を用いてもよく、自動焦点調節機能を必ず備える必要はない。さらに、レンズ３の焦点調整の構成としては、複数枚のレンズを組み合わせてレンズ間距離を調整する構成、ズーム機能を備えた構成、又は、平行なビームパスを持つテレセントリックな光学系を備えた構成でもよい。

【0018】

固体撮像素子４は、本実施の形態における撮像手段であり、生体の個人認証に用いられる身体固有の特徴部分を、被写体２として可視光によりカラーで撮像し、複数の色成分毎の画像データを出力し、また、可視光に加えて赤色光又は近赤外光領域内の発光スペクトルの照射光により撮像された画像データを出力する。固体撮像素子４には、撮像処理手段６から駆動パルスＰＡが入力され、可視光及び個人識別用照明手段１からの赤色光又は近赤外光の波長領域の発光スペクトルを受光し、例えば、撮像画像に対応するアナログＲＧＢ信号の画像データを出力する。又、固体撮像素子４は、可視光に加えて個人識別用照明手段１の照射光により撮像された画像データを出力可能である。

【0019】

又、照明手段から被写体を透過又は被写体表面で反射された光をその固体撮像素子４の表面で受光して光電変換して電気信号を出力する光電変換素子を含む。本実施の形態の光電変換素子としては、例えば、フォトダイオードであり、固体撮像素子としては、例えば、ＣＣＤ撮像素子であるが、ＣＭＯＳ撮像素子等を用いることも可能である。固体撮像素子４は、その他に固体撮像素子４の表面で受光された光信号を所定の時間だけ蓄積する蓄積時間制御手段と、その所定の時間だけ蓄積された蓄積電荷を画素ごとに撮像出力として取り出す取出手段を備えている。

【0020】

固体撮像素子４には、複数の色成分フィルタが各画素の上部に、例えば、ベイヤー配列、或いは、ハニカム配列等の所定順序で２次元的に配置（配列）される。色成分フィルタは、原色や補色型のカラーフィルタでも構成することが可能である。固体撮像素子４の駆動方法は、本実施の形態ではＣＣＤ撮像素子で垂直転送パルスが４層で水平転送パルスが２層の場合を示したが、例えば、撮像素子の構造により決定される層数（例えば３層等）の垂直転送パルス等を用いてもよい。

【0021】

図２は、図１に示した固体撮像素子４の構成の一例を示す図である。

図２に示された固体撮像素子４は、被写体２から受光された光を光電変換してその光量に従った電気信号を出力するためのフォトダイオード１３～１６と、各フォトダイオード１３～１６に蓄積された電荷を垂直転送する垂直ＣＣＤ１７と、垂直転送された信号を水

SAMSUNG EX. 1002 - 940/1684

平転送し、撮像出力として画素単位で取り出すための水平ＣＣＤ１８と、水平ＣＣＤ１８からの電荷を撮像出力として取り出すフローティング・ドレイン・アンプ１９で構成されている。フォトダイオード１３～１６は、その受光部の各画素上に例えばＲＧＢ等の原色のカラーのフィルタを所定の配列に従って配置することで各色データを選択することができる。

【0022】

図３は、図１及び図２に示した固体撮像素子４のカラーフィルタの配置の一例を示す図である。

図３では、赤（Ｒ）、緑（Ｇ）、青（Ｂ）の原色系カラーフィルタをベイヤー配列に配置した場合の一般的な構成例（Ｇを市松状にＲとＢを線順次）を示している。カラーフィルタ及び画素の構成は、図３に示したベイヤー配列のみではなく、ハニカム配列を用いるようにしてもよい。

【0023】

図４は、図１～図３に示した固体撮像素子４のカラーフィルタの分光感度特性の一例を示す図である。

図４の横軸は入射光の波長（ｎｍ）であり、縦軸は受光感度出力（相対感度）である。波長の小さいほうに山がある点線の特性がＢのカラーフィルタの特性、真ん中に山がある一転鎖線の特性がＧのカラーフィルタの特性、波長の大きいほうに山がある実線の特性がＲのカラーフィルタの特性である。本実施の形態の個人認証装置では、被写体２による近赤外領域の光の透過特性及び吸収特性を用いて、被写体２の指紋パターン又は静脈パターンのコントラストを検出している。そのため、本実施の形態の固体撮像素子４のカラーフィルタの分光感度特性では、Ｒのカラーフィルタの受光感度特性が近赤外領域まで伸びている。

【0024】

偽造判定用照明手段５は、撮像処理手段６から照明切替制御信号ＣＣが入力され、その反射光により被写体２を固体撮像素子４で撮像させるために、被写体２を固体撮像素子４の側から可視光の波長領域（３８０ｎｍから７８０ｎｍ）内の発光スペクトルで照射する。偽造判定用照明手段５は、例えば、蛍光灯、ハロゲンランプ、可視光域のＬＥＤ（Ｌｉｇｈｔ　Ｅｍｉｔｔｉｎｇ　Ｄｉｏｄｅ：例えば、Ｒ、Ｇ、Ｂ単色のＬＥＤや白色ＬＥＤ）、レーザ光源等である。

【0025】

被写体２の表面からの反射光や散乱光が固体撮像素子４で光電変換された画像データを、後述する撮像処理手段内の信号処理手段１０や個人識別処理装置７で利用するためには、固体撮像素子４の受光感度以上となるように被写体２が照明されている必要がある。この被写体２の照明としては、撮像装置が配置された周辺環境の外光（太陽光・蛍光灯）が十分に利用できる状況では省略することも可能であるが、例えば、太陽光は時間により変化し、被写体２が外光との間に位置する場合にはその照明光が遮られてしまうため、偽造判定用照明手段５により被写体２に照明で当てることで、安定して被写体２を照明することができる。

【0026】

また、本実施の形態では、偽造判定用照明手段５を個人識別用照明手段１とは別体の構成として説明してきたが、例えば、偽造判定用照明手段５の位置に、個人識別用照明手段１の光源としても使用可能であるように発光スペクトルの切換が可能な光源装置を配置し、偽造判定用照明手段５の位置の光源からの出射光をミラー等や反射させたりファイバー等でして誘導個人識別用照明手段１の位置から照射させる構成にすることで、個人識別用照明手段１及びその駆動回路等を削減することができ、撮像装置を小型化することができる。

【0027】

撮像処理手段６は、例えば、個人識別処理手段７から撮像動作切替信号ＣＥが入力されて、偽造判定用照明手段５を点灯させると共に固体撮像素子４に駆動パルスＰＡを出力し

SAMSUNG EX. 1002 - 941/1684

、固体撮像素子４から出力されたアナログＲＧＢ信号を、サンプルホールドしてゲイン（利得）を制御し、デジタル信号に変換し、ホワイトバランスを制御し、階調補正して出力（ＳＣ）すると共に、ホワイトバランス制御された信号から被写体２の肌色を検出して判定し、さらに被写体２の形状も判定して肌色一致判定結果ＳＤを出力する。さらに詳しくは図５を用いて後述する。

【0028】

個人識別処理手段７は、固体撮像素子４からの各色成分毎の画像データを、後述するデータ記録手段７ａに登録された画像データと比較して適合するかを判定する。個人識別処理手段７には、少なくとも身体の特徴部分が可視光（偽造判定用照明手段５の照射光）により撮像された場合の画像データ（肌色を識別するための値ＤＴ）が予め記録されるデータ記録手段７ａが備えられる。尚、本実施の形態では、データ記録手段７ａを個人識別処理手段７に含ませるように構成したが、個人識別処理手段７の外部に設けられるが個人識別処理手段７に接続されるデータベースとして構成しても良い。

【0029】

データ記録手段７ａ又はデータベースとして用いることが可能な記憶媒体としては、フラッシュメモリ、ＩＣカード、磁気カード、携帯電話など通信手段やネットワークを介したサーバー等の種々の構成を用いることができる。

【0030】

データ記録手段７ａ又はデータベースに登録されるデータの種類としては、指紋パターンや静脈パターン等の特徴点のデータ、被写体２の肌色に関するＬ＊ａ＊ｂ＊値、その肌色に関する値（登録データ）を登録した時の照明条件（色温度、照度）等が記録される。又、Ｌ＊ａ＊ｂ＊値の代わりに、ＸＹＺ３刺激値、或いは、ホワイトバランス制御手段１２のＲＧＢ出力を記録するようにしてもよい。

【0031】

データ記録手段７ａには、例えば、身体の特徴部分が可視光により撮像された場合の画像データの少なくとも肌色を識別するための値が予め記録される。詳しくは、偽造判定用照明手段５の照射光により照射された画像データから各色（少なくとも緑色）の輝度信号のレベルの平均値（ＡＰＬ）と、分割領域毎の各色（少なくとも緑色）の積算値と、個人識別用照明手段１の照射光により撮像された場合の身体の特徴部分の画像データのうち少なくとも個人識別処理に用いる値が予め記録される。この個人識別処理手段７の処理は、撮像処理手段６からの肌色一致判定結果ＳＤが一致を示している場合には、例えば偽造判定用照明手段５を消灯して個人識別用照明手段１を点灯させるように照明が切り替えられて実施されるが、肌色一致判定結果ＳＤが一致を示していない場合には実施されない。さらに詳しくは図５を用いて後述する。

【0032】

図５は、図１の個人識別装置における撮像処理手段６の内部構成を示したブロック図である。

以下に、図５を用いて撮像処理手段６の詳細な構成と機能について説明する。なお、図１と同一の機能を有する部分については、同一の符号を付与して説明を省略する。

【0033】

アナログ信号処理手段８は、固体撮像素子４から出力された撮像信号（アナログＲＧＢ信号）と、タイミング生成手段１１からのサンプルホールドパルスＰＢと、制御手段１２からの利得制御信号ＣＦが入力され、アナログＲＧＢ信号に対してサンプルホールドパルスＰＢにより相関二重サンプリング処理（ＣＤＳ処理）が実施された後に、利得制御信号ＣＦによる増幅処理（ＡＧＣ）が実施される。この増幅処理（ＡＧＣ）では、例えば、制御手段１２で、Ａ／Ｄ変換信号ＳＡ等の撮像信号に比例した信号に対応させて利得制御信号ＣＦで増幅するゲイン（利得）の値を設定し、撮像信号のゲイン（利得）を制御することが可能である。

【0034】

Ａ／Ｄ変換手段９は、タイミング生成手段１１から出力されたＡ／Ｄ変換クロックＰＣ

SAMSUNG EX. 1002 - 942/1684

が入力されて、アナログ信号処理手段８でゲイン（利得）が補正された後のアナログＲＧＢ信号に対して、Ａ／Ｄ変換クロックＰＣによりサンプリングしてＡ／Ｄ変換出力ＳＡ（以下、デジタルＲＧＢ信号ＳＡとも記載する）を出力する。Ａ／Ｄ変換手段９の分解能は、一般的な表示機器等では８ビットの分解能を有していれば十分であるが、本実施の形態では後段の信号処理手段１０による色検出能力、階調補正能力、Ｓ／Ｎ比の各問題の改善、及び、微少なコントラスト検出とダイナミックレンジ確保を考慮した場合、１０ビット以上のＡ／Ｄ分解能が必要である。

【0035】

信号処理手段１０は、Ａ／Ｄ変換手段９から出力されたＡ／Ｄ変換出力（デジタルＲＧＢ信号）ＳＡと、制御手段１２から出力されたホワイトバランス制御信号ＣＤと、個人識別処理手段７のデータ記録手段７ａに予め記録されている身体の特徴部分が可視光により撮像された場合の画像データの肌色を識別するための値ＤＴが入力されて、Ｒ画素とＧ画素の平均輝度値ＳＢと、分割領域毎のＧの積算値に対するＲＧＢ各色積算値ＳＦ（各分割領域毎のＧに対するＲとＢの積算値の比）と、ホワイトバランスに加えて階調も補正された後のデジタルＲＧＢ信号ＳＣと、肌色一致判定結果信号ＳＤが出力される。信号処理手段１０は、Ａ／Ｄ変換手段９の出力に対して、色成分に応じてカラー信号処理（カラーマトリクス処理）、ホワイトバランス、色成分ごとの分割領域毎のＲＧＢ各色積算値ＳＦ検出、階調変換などの画像処理を行う。

【0036】

また、信号処理手段部１０は、Ａ／Ｄ変換手段から出力されたデジタルＲＧＢ信号の例えば階調を補間処理し、デジタルＲＧＢ信号を色差信号（ＹＣｂＣｒ）に変換する機能も有している。この階調を補間処理した後のデジタルＲＧＢ信号ＳＣは、図示しない表示装置に出力して表示させることや、図示しない外部記憶装置に保存することも可能である。

【0037】

タイミング生成手段１１は、制御手段１２から駆動パルス切替制御信号ＣＡが入力され、撮像処理手段６の動作に関する全部分の同期を取るためにタイミング調整用の各種パルス（駆動パルスＰＡ、サンプルホールドパルスＰＢ、Ａ／Ｄ変換クロック、垂直同期信号ＰＤ）を生成して出力する。

【0038】

タイミング生成手段１１は、例えば、固体撮像素子４に対する駆動パルスＰＡとして、以下の各パルス（ａ）～（ｅ）を固体撮像素子４に規定された所定の手順に従って供給することで、固体撮像素子４に蓄積された電荷を撮像出力として読み出すことができる。

（ａ）水平ＣＣＤ１８を駆動して電荷を取り出すための水平転送パルス（例えば、２層駆動の場合は、位相がほぼ１８０度異なるφＨ１、φＨ２の２種類の駆動パルス）。

（ｂ）垂直ＣＣＤ１７で、電荷転送を実現するための垂直転送パルス（例えば、４層駆動の場合は、φＶ１、φＶ２、φＶ３、φＶ４と異なる４種類の駆動パルス）。

（ｃ）固体撮像素子４を構成するフォトダイオード１３～１５から垂直ＣＣＤ１７へ電荷を読み出すためのゲートトランスファーパルス（φＴＧ）。

（ｄ）電子シャッタを実現するためのサブストレートパルス（φＳＵＢ）。

（ｅ）画素電荷をリセットするためのリセットゲートパルス（φＲＧ）。

【0039】

また、タイミング生成手段１１は、アナログ信号処理手段８に対して、アナログＲＧＢ信号にＣＤＳ処理を実施させるために、アナログＲＧＢ信号ならびに黒レベルをサンプルホールドするためのパルス（サンプルホールドパルスＰＢ）を供給する。さらに、タイミング生成部１１は、Ａ／Ｄ変換手段９へＡ／Ｄ変換クロックＰＣを供給し、制御手段１２へ垂直同期信号ＰＤを供給する。また、例えば、図５に示されていない後段の信号処理や、メモリ機能、表示装置等に対して、それらを制御するパルス又は同期信号を生成することも可能である。

【0040】

さらにタイミング生成手段１１は、制御手段１２からの駆動パルス切替制御信号ＣＡに

SAMSUNG EX. 1002 - 943/1684

より、上記した各パルス（駆動パルス）を切替て出力することができる。例えば、固体撮像素子４から全画素の電荷信号を読み出す全画素読出しや、固体撮像素子４から垂直ライン間引きして高速に電荷を読み出すドラフト読出し等のための各パルス（駆動パルス）を切り替えることができる。

【0041】

制御手段１２は、個人識別処理手段７から撮像動作切替信号ＣＥにより、固体撮像素子４、信号処理手段１０（特に、後述する色検出手段２３ａ及び色判定手段２３ｂ）、個人識別処理手段７（データ記録手段７ａを含む）の各動作を制御して、まず偽造判定用撮像装置としての処理を実施させると共に、身体の特徴部分から検出された肌色が登録された画像データの肌色と適合しない場合には、生体の前記特徴部分を偽造物と判定して、個人識別処理手段７の処理を中止するが、検出された肌色が登録された画像データの肌色と適合する場合には、撮像装置の動作を個別の個人識別処理に対応した最適な動作に切換え（例えば、個人識別用照明手段１を点灯させ）、個人識別処理手段７の処理を実施する。

【0042】

又、制御手段１２では、積算手段２２の結果をもとにホワイトバランスを制御（調整）する。例えば、分割領域毎のＲＧＢ各色積算値ＳＦにおける緑色の値に対する赤色と青色の値の比を求めホワイトバランス制御信号ＣＤを設定する。このホワイトバランス制御信号ＣＤをホワイトバランス制御手段２０に送信し、ホワイトバランス制御手段２０で各色の比を調整することで、ホワイトバランス制御が可能となる。ホワイトバランスが設定されることで、正確に肌色を検出することができる。また、ホワイトバランス制御手段２０で色温度を検出することで、偽造判定用照明手段５の光源の種類を特定することができる。さらに、被写体２の肌色以外の色も検出することができる。例えば、被写体２が汚れていた場合の、その汚れの位置を判別することができる。

【0043】

以下、撮像動作切替信号ＣＥに応じて撮像装置の動作切換のために制御手段１２から出力される各信号について説明する。駆動パルス切替制御信号ＣＡは、固体撮像素子４の駆動波形（例えば、全画素読出しや、ドラフト読出し等）を切換える制御（駆動制御）を行うための信号である。

【0044】

個人識別用照明切替制御信号ＣＢ及び偽造判定用照明切替制御信号ＣＣは、個人識別用照明手段１と偽造判定用照明手段５の各々の「点灯・点滅・消灯」及び「照度」を、個別の個人識別処理に対応させて制御するための信号である。

【0045】

ホワイトバランス制御信号ＣＤは、信号処理手段１０からのＲ画素とＧ画素の平均輝度値ＳＢから信号処理手段１０内のホワイトバランスを制御する機能部（後述するホワイトバランス制御手段２０）を、個別の個人識別処置に対応させて制御するための信号である。

【0046】

利得制御信号ＣＦは、制御手段１２により、Ａ／Ｄ変換信号ＳＡ等の撮像信号に比例した信号に対応させてアナログ信号処理手段８に含まれる増幅手段（図示せず）でアナログＲＧＢ信号を増幅するゲイン（利得）の値を設定した信号である。信号処理手段１０では、例えば、緑信号や輝度信号のＲ画素とＧ画素の平均輝度値ＳＢが求められて制御手段１２に送られ、制御手段１２では、そのＲ画素とＧ画素の平均輝度値ＳＢから露出条件を検出して最適なゲイン（利得）となるように利得制御信号ＣＦを設定する。

【0047】

また、制御手段１２から出力される駆動パルス切替制御信号ＣＡ、個人識別用照明切替制御信号ＣＢ、偽造判定用照明切替制御信号ＣＣ、及び、ホワイトバランス制御信号ＣＤの各制御信号は、タイミング生成手段１１からの垂直同期信号ＰＤにフレーム同期させて制御することができる。フレーム同期させた制御では、例えば、個人識別用照明切替制御信号ＣＢを用いるフレーム単位の個人識別用照明手段の消灯・点灯制御や、アナログ信号

SAMSUNG EX. 1002 - 944/1684

処理手段８の利得制御などを実施することができる。なお、フレーム同期する必要がない制御信号については、フレーム同期させないで制御することができる。

【0048】

個人識別処理手段７は、信号処理手段１０で信号処理された階調補正後のデジタルＲＧＢ信号ＳＣに基づいて、例えば、以下の処理を実施する。

（ｆ）第一の特徴点を抽出するために必要な画像領域を検出して切り出す処理（例えば、指紋パターンを第一の特徴点として抽出するために指の画像領域を検出して処理）と、

（ｇ）切り出した画像の正規化処理（例えば、画像の大きさ、輝度のばらつき、被写体２の傾き等を正規化する処理）、第一の特徴点を抽出する処理（例えば、切り出されて正規化された画像から指紋パターン又は静脈パターン等の特徴点又は特徴量を抽出し、その切り出された画像が適切か否かの判断を行い、適切でない場合には、再度画像の切り出しなど処理を行う。）と、

（ｈ）照合処理（データ記録手段７ａ又は他のデータベースに登録された特徴データと検出された第一の特徴点のデータを比較及び照合し、登録された特徴データと一致するか否かを判断する。）

【0049】

本実施の形態では、信号処理手段１０（後述する色処理手段２３）から出力される肌色一致判定結果ＳＤに基づいて、個人識別処理手段７の処理を制御する。登録されていた肌色と検出された肌色が一致した場合は、個人識別処理手段７の個人識別処理を実行し、登録されていた肌色と検出された肌色が不一致の場合には、個人識別処理を実行しないことで、個人識別処理の処理時間を短縮させることができる。また、偽造判定用撮像素子と個人識別処理用撮像素子を共用させて１個にできるため、同一撮像素子で、肌色判別（偽造判定）と認識処理を実施でき、小型で高速な装置とすることができる。

【0050】

図６は、図５に示された撮像処理手段６内の信号処理手段１０の構成の一例を示す図である。

ホワイトバランス制御手段２０は、Ａ／Ｄ変換手段９から出力されたＡ／Ｄ変換信号（デジタルＲＧＢ信号）ＳＡと、制御手段１２から出力されたホワイトバランス制御信号ＣＤが入力され、ホワイトバランス制御信号ＣＤに対応させて応じてデジタルＲＧＢ信号ＳＡのホワイトバランスを制御（調整）する。これにより、後述する色検出手段２３ａに入力される各色成分毎の画像データのホワイトバランスが補正される。各色成分毎の画像データのホワイトバランスを補正するためのホワイトバランス制御信号ＣＤとしては、後述する偽造判定用輝度レベル検出手段２７からの画像データの輝度信号のレベルの平均値（ＡＰＬ）を入力させるようにしてもよい。

【0051】

階調変換手段２１は、ホワイトバランスが調整された後のデジタルＲＧＢ信号ＳＡをさらに階調補正（変換）する手段であり、後段の個人識別処理手段７で個人識別処理ができるコントラストを確保し、処理しやすい階調数になるように階調を補正する。

【0052】

積算手段２２は、固体撮像素子４から出力された所定領域毎で各色成分毎の画像データを積算して出力する。より詳しくは、Ａ／Ｄ変換手段９の出力（デジタルＲＧＢ信号ＳＡ）から、各色の分割領域毎のＲＧＢ各色積算値を求め、その積算値をＧに対するＲとＢの比の信号ＳＦとして出力する手段である。積算結果は、予め設定された撮像画面の１画面をｎ×ｍ（ｎは画面水平方向の分割数、ｍは垂直方向の分割数：ｎ、ｍは正の整数）に分割した窓（分割領域）毎に求めることができる。ここで、分割された各窓のサイズは、積算手段２２又は制御手段１２に各窓のサイズを予め記録しておくことで問題はなくなり、例えば、均等分割されていても、不均等に分割されていてもよい。

【0053】

本実施の形態の色処理手段２３は、概略的に以下の５つの処理を実施する。

（Ａ）ＲＧＢ出力をＸＹＺ３刺激値に変換する処理

SAMSUNG EX. 1002 - 945/1684

（Ｂ）ＸＹＺ３刺激値を、Ｌ＊ａ＊ｂ＊値へ変換する処理
（Ｃ）登録データの肌色・照明に関するデータを抽出する処理
（Ｄ）検出した肌色を照明条件に基づき補正する処理
（Ｅ）登録データと補正した肌色の一致／不一致の結果を出力する処理

【0054】

以下に（Ａ）から（Ｅ）の処理について説明する。

処理（Ａ）及び（Ｂ）は、ホワイトバランス制御手段２０から出力されるデジタルＲＧＢ信号（個人識別処理が実施される被写体２のホワイトバランスが調整されたデジタルＲＧＢ信号）にマトリクス演算を行う処理である。
演算の結果、ＸＹＺ３刺激値とＬ＊ａ＊ｂ＊値が得られる。

【0055】

処理（Ｃ）は、個人識別装置７のデータ記録手段７ａ（又は個人識別装置７に接続された記録メディア）から、登録データを読み出す処理である。この処理では、特に肌色に関するデータ、及びそのデータ取得時の照明条件に関するデータを抽出する。

【0056】

処理（Ｄ）は、検出した肌色を照明条件に基づいて補正する処理である。偽造判定用照明手段５の照明状態は、照明手段に固有のばらつきや、外光の状態（室外の太陽、蛍光灯、白熱灯）により影響を受ける。そのため、肌色検出結果も照明の影響を受けて変化する。この処理では、ホワイトバランス制御手段２０に入力するホワイトバランス制御信号ＣＤから得られる赤色と青色のゲイン（利得）をもとに、照明状態を判別し、肌色の検出結果を照明条件に応じてＶｏｎ　Ｋｒｉｅｓの法則等の関係式を用いて補正する。照明状態の判別方法としては、青色のゲイン（利得）が低く、赤色のゲイン（利得）が高い場合は、色温度の高い照明光（蛍光灯）と判別する。赤色のゲイン（利得）が低く、青色のゲイン（利得）が高い場合は、色温度の低い照明光（白熱灯）と判別する。このようにして、照明状態を判別することができる。

【0057】

処理（Ｅ）は、上記処理（Ｄ）で補正した肌色が登録データの肌色と一致するか否か（不一致）の結果を出力する処理である。
登録データのＬ＊ａ＊ｂ＊値を例えばＬ＊１、ａ＊１、ｂ＊１とし、補正後のＬ＊ａ＊ｂ＊値を例えばＬ＊２、ａ＊２、ｂ＊２として、補正後のＬ＊ａ＊ｂ＊値（Ｌ＊２、ａ＊２、ｂ＊２）が、以下の肌色の条件を示す（１）式を満足する場合に、一般的な肌色の範囲に含まれると判断する。

Ｌ＊２＞Ａ　かつ　｜ａ＊２－ｂ＊２｜＞Ｂ　　・・・（１）

但し、定数Ａ及びＢは、実験結果をもとに統計的に得られた数値である。

また、（１）式に示した判別条件は、比較的にハードウェア化しやすい条件を示しているが、統計的距離尺度を用いる条件でも良い。

【0058】

続いて、（１）式を満足する場合、以下のばらつき範囲を示す（２）式を満足する場合に、Ｌ＊２はバラツキ範囲内に含まれると判断する。

α１　＜＝　Ｌ＊１／Ｌ＊２　＜＝　α２　　・・・（２）

ここで、α１およびα２は、実験結果をもとに統計的に得られた数値である。

また、（２）式に示したα１およびα２は、照明のばらつき、被写体２の体調、検出撮像素子のバラツキを考慮した設定がなされる。

【0059】

上記したＬ＊２値と同様に、ａ＊２値、ｂ＊２値についても、（２）式と同様なバラツキを考慮した関係式が成り立つので、同様な式を用いて、ばらつき範囲内に含まれることを判断することができる。
以上から補正後のＬ＊ａ＊ｂ＊値（Ｌ＊２、ａ＊２、ｂ＊２）の各値とも、登録データ（Ｌ＊１、ａ＊１、ｂ＊１）に対する所定のバラツキ範囲内である場合に、肌色が一致であると判断することができる。

SAMSUNG EX. 1002 - 946/1684

【0060】
このように色処理手段２３に個人識別処理手段７のデータ記録手段７ａから登録データの肌色に関するデータＤＴが供給されることで、信号処理手段１０内の色処理手段２３では、検出された肌色が登録データと比較され、登録された肌色と同一か否かが判断される。そして一致と判断した場合は、色処理手段２３は、肌色一致判定結果ＳＤをＨとして出力し、不一致と判断した場合には、肌色一致判定結果ＳＤをＬとして出力する。
【0061】
また、色処理手段２３は、被写体２の肌色を判別した肌色一致判定結果ＳＤを個人識別処理手段７に出力する。個人識別処理手段７では、肌色一致判定結果ＳＤが一致を示す場合に、点灯させていた偽造判定用照明手段５を消灯して個人識別用照明手段１を点灯させるように切り替えて、個人識別処理を実施する。つまり、肌色一致判定結果ＳＤは照明切替制御信号としても機能する。尚、本実施の形態では、上記したように肌色一致判定結果ＳＤを出力しているが、例えば色判別した結果そのものを個人識別処理手段７へ供給し、個人識別処理手段７内で、色座標を判断し、登録データ内に保存されたデータと照合することで、肌色が一致か否か判断するようにしてもよい。
【0062】
本実施の形態の色処理手段２３は、上記の処理を実施するために、その内部に色検出手段２３ａと色判定手段２３ｂを有している。色検出手段２３ａは、後述する被写体形状判定手段２８からの生体の特徴部分の領域の検出結果を受信して背景部分の領域を除外するようにして、ホワイトバランス制御手段２０の出力、即ちホワイトバランスが調整された後のデジタルＲＧＢ信号ＳＡから被写体２の肌色を検出し、色判定手段２３ｂは、その検出された肌色を、データ記録手段７ａに登録された肌色と照明のデータにより識別して適合するか否かを判定する。
【0063】
以上のように、偽造判定用照明手段５の照射光により照射された被写体２の反射光が固体撮像素子４で撮像され、色検出手段２３ａは、その固体撮像素子４からの各色成分毎の画像データから、生体の特徴部分の肌色を識別するための値を演算することで肌色を検出している。その検出方法としては、生体の特徴部分の画像データから、生体の特徴部分の肌色を識別するための値として、少なくとも色相Ｈ及び彩度Ｓの値を演算しており、さらに明度Ｌの値を演算している。さらに具体的には、生体の特徴部分の画像データから、以下の（３）式を用いて少なくとも色相Ｈ及び彩度Ｓの値を演算する。

$$L = Y$$
$$H = \arctan(V/U)$$
$$S = (U \times U + V \times V)^{1/2} \quad \cdots (3)$$

但し、

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$
$$U = B - Y$$
$$V = R - Y$$

（但し、Ｈ：色相、Ｓ：彩度、Ｌ：明度、Ｙ：輝度、Ｒ：赤色の出力値、Ｇ：緑色の出力値、Ｂ：青色の出力値）
【0064】
色判定手段２３ｂは、色検出手段２３ａで検出された画像色を、データ記録手段７ａに記録された画像データの肌色を識別するための値により識別して適合するか否かを判定する。色判定手段２３ｂは、全ての色成分で判定することも可能であるが、例えば、緑色の平均値により判定する。より詳しくは、色判定手段２３ｂは、色相Ｈの値が所定の最小値と所定の最大値の間にあり、彩度Ｓの値が所定の最大値以下であるという条件を満足する場合に適合すると判定する。この条件とする理由は、肌色は、被写体２の体調、日焼け等による変化、照明条件の変化等により変動があるため、肌色の識別には、登録された肌色にそれらの変動を考慮した範囲内に、検出された肌色が適合するか否かを判定するようにしたためである。

SAMSUNG EX. 1002 - 947/1684

又、Ｇ（緑）の平均値を用いて、肌色判別のための色相Ｈ、彩度Ｓの判別条件を切り換えるようにしても良い。

Ｇの平均値が高い（白飽和に近い）状態や、Ｇの平均値が低い（暗い）状態の場合等には、クロマ抑圧処理が施される可能性が高くなるため誤判別されやすくなる。誤判別を防止するためには判別条件を緩和することで対応できる。また、条件を厳しくし、照度が暗く判別できない等の警告を発生させることも可能である。

【0065】

尚、本実施の形態ではホワイトバランスが調整された後のデジタルＲＧＢ信号ＳＡを用いているが、例えば、ホワイトバランス制御における各色のゲイン（利得）が入力される場合は、Ａ／Ｄ変換手段の出力（ホワイトバランスが調整されていないデジタルＲＧＢ信号ＳＡ）を用いて、各色のゲイン（利得）を考慮して被写体２の肌色を検出及び判定してもよい。

【0066】

個人識別用輝度レベル検出手段２６は、積算手段２２の分割領域毎のＲＧＢ各色積算値ＳＦからＲ（赤）画素（又は赤感度の高い画素）の積算値を用いて、撮像画面の各色成分毎の画像データの輝度信号のレベルの平均値（ＡＰＬ）を検出する。

【0067】

偽造判定用輝度レベル検出手段２７は、積算手段２２から出力された分割領域毎のＲＧＢ各色積算値ＳＦと、固体撮像素子４の各色成分毎の画素数とから、各色成分毎の画像データの輝度信号のレベルの平均値（ＡＰＬ）を検出する。その画像データの輝度信号のレベルの平均値として、特に、緑色の輝度信号のレベルの平均値（ＡＰＬ）を検出する。例えば、固体撮像素子４の緑画素数と積算手段２２の分割領域毎のＲＧＢ各色積算値ＳＦのＧ（緑）の積算値に基づいて、撮像画面のＡＰＬレベルを検出する。

個人識別用輝度レベル検出手段２６の出力ならびに、偽造判定用輝度レベル検出手段２７の出力は、制御手段１２にＲ画素とＧ画素の平均輝度値ＳＢとして入力される。

【0068】

被写体形状判定手段２８は、明度の値を用いて、生体の特徴部分の形状パターン及び濃淡の変化から生体の特徴部分の領域を検出し、その領域の検出結果を色検出手段２３ａに送出する。色検出手段２３ａは、その領域の検出結果が入力されることにより、各色成分毎の画像データのうちの生体の特徴部分の領域のデータを背景部分の領域のデータと分離させて肌色を検出することができる。

【0069】

図７は、図１及び図５に示した個人識別装置により偽造判定処理後に個人識別処理を実施する場合の一例を示したフローチャートである。なお、図中の処理ステップＳ３及びＳ７に示した撮像処理は、図８を用いてさらに詳しく後述する。

【0070】

個人識別処理手段７では、図示されないユーザからの識別処理の開始要求を受けたか否かを判断している。又は、指あるいは手のひら等の生体の個人認証に用いられる身体固有の特徴部分が、所定の検出位置に配置されたか否かを検出している。つまり、個人識別処理手段７は、個人識別処理が開始されたか否かを判断している（Ｓ１）。そして、例えば開始要求を受けたか、所定の検出位置に身体固有の特徴部分が配置された場合（Ｓ１：ＹＥＳ）に、個人識別処理手段７は、制御手段１２に対して個人識別処理が開始されたこと、つまり偽造判別処理を開始しても良いことを撮像動作切替信号ＣＥにより通知する。開始要求が無い場合や検出位置に特徴部分が配置されない場合（Ｓ１：ＮＯ）には、個人識別処理手段７は、再びステップＳ１の処理を繰り返す。

【0071】

この通知を受けた制御手段１２では、偽造判定用照明手段５を点灯すると共にアナログ信号処理手段８の露出条件を可視光により肌色を検出するモード、即ち偽造判別モードに設定し（Ｓ２）、図８を用いて後述する撮像処理を実施する（Ｓ３）。

信号処理手段１０内の色処理手段２３は、撮像された結果から肌色を検出し、データ記録

SAMSUNG EX. 1002 - 948/1684

手段７ａから読み出した肌色の登録データと比較する（Ｓ４）。

【0072】

検出された肌色が登録データの肌色と一致する場合（Ｓ５：ＹＥＳ）には、色処理手段２３から一致を示す肌色一致判定結果ＳＤが個人識別処理手段７に出力され、個人識別処理手段７は、制御手段１２に対して検出された肌色が登録データと一致したこと、つまり個人識別処理を開始しても良いことを撮像動作切替信号ＣＥにより通知する。

【0073】

制御手段１２は、個人識別処理を開始しても良いことを示す撮像動作切替信号ＣＥを受けて、偽造判定用照明手段５を消灯して個人識別用照明手段１を点灯するように照明を切り替えると共にアナログ信号処理手段８の露出条件を近赤外光により指紋パターン又は静脈パターンを検出するモード、即ち個人識別モードに設定し（Ｓ６）、図８を用いて後述する撮像処理を実施する（Ｓ７）。その後、制御手段１２は、身体固有の特徴部分を撮像したデータに基づいて、指紋パターン又は静脈パターンの照合等の信号処理を実施することにより個人識別処理を実施する（Ｓ８）。

【0074】

図８は、図７の撮像処理の一例を示すフローチャートである。

制御手段１２は、個人識別装置の個人識別処置手段７からの撮像動作切替信号ＣＥによる動作が、個人識別処理を開始するモード、つまり偽造判別処理が終了して個人識別処理を実施するモードになっているかを判断する（Ｓ１０）。

【0075】

個人識別モードになっている場合（Ｓ１０：ＹＥＳ）には、制御手段１２は、信号処理手段１０からのＲ画素とＧ画素の平均輝度値（ＡＰＬ）ＳＢからＲのＡＰＬを検出し（Ｓ１１）、そのＲのＡＰＬに基づいて個人識別処理に適した露出条件を設定して、アナログ信号処理手段８に対してその露出条件が反映された利得制御信号ＣＦを送出する（Ｓ１２）。その後、制御手段１２は、個人識別モードで生体の個人認証に用いられる身体固有の特徴部分を撮影する（Ｓ１３）。

【0076】

一方、個人識別モードになっていない場合（Ｓ１０：ＮＯ）には、制御手段１２は、信号処理手段１０からのＲ画素とＧ画素の平均輝度値（ＡＰＬ）ＳＢからＧのＡＰＬを検出し（Ｓ１４）、そのＧのＡＰＬに基づいて偽造判別処理に適した露出条件を設定して、アナログ信号処理手段８に対してその露出条件が反映された利得制御信号ＣＦを送出する（Ｓ１２）。その後、制御手段１２は、偽造判別モードで生体の個人認証に用いられる身体固有の特徴部分を撮影する（Ｓ１３）。

【0077】

上記では説明の便宜上から図７の処理と図８の処理に分けて説明したが、実際の処理は図７と図８の処理を組み合わせて実施してもよい。まずステップＳ６、Ｓ７、Ｓ１１及びＳ１２の個人識別モードについて説明する。個人識別モードは、個人識別用照明手段１を用いた被写体２の透過光を検出する処理であり、透過光を利用するため、赤の波長領域から近赤外光の波長領域までの信号成分のみしか存在しないため、図３のＲ（赤）画素に位置する受光素子（例えば図２の受光素子１３が図３のカラーフィルタの赤が配置されている位置の受光素子である場合）のみにデータが存在する。つまりＲの色信号のみが存在する。

【0078】

信号処理手段１０では、分割領域毎のＲＧＢ各色積算値ＳＦからＲ画素の値（積算値）を検出し、受光素子の画素数で割る演算を実施することで、平均輝度レベル（ＡＰＬ：Ａｖｅｒａｇｅ　Ｐｉｃｔｕｒｅ　Ｌｅｖｅｌ）を検出し、Ｒ画素の平均輝度値ＳＢを制御手段１２に出力する。そして制御手段１２では、信号処理手段１０からのＲ画素の平均輝度値ＳＢに基づいて露出条件を判断し、タイミング生成手段１１（電子シャッタ制御）、アナログ信号処理手段８（利得制御）と、個人識別用照明手段１（照度制御）の制御を実施する。

SAMSUNG EX. 1002 - 949/1684

【0079】
Ｒ画素のみのデータを用いることで、Ｒ出力のダイナミックレンジを確保することができ、Ｒ信号のＳ／Ｎ改善、被写体２のコントラスト向上の効果がある。
【0080】
次にステップＳ２、Ｓ３、Ｓ１４及びＳ１２の偽造判別モードについて説明する。偽造判別モードは、偽造判定用照明手段５を用いた被写体２の反射光及び散乱光を検出する処理であり、反射光及び散乱光を利用するため、個人識別モードとは異なり、図３のＢ（青）画素に位置する受光素子や、Ｇ（緑）画素に位置する受光素子にもデータが存在する。従って、Ｒの色信号のみでなくＢの色信号やＧの色信号も存在する。
【0081】
そこで、信号処理手段１０では、分割領域毎のＲＧＢ各色積算値ＳＦからベイヤー配列においては輝度信号と同等であるＧ画素の値（積算値）を検出し、受光素子の画素数で割る演算を実施することで、平均輝度レベル（ＡＰＬ：Ａｖｅｒａｇｅ　Ｐｉｃｔｕｒｅ　Ｌｅｖｅｌ）を検出し、Ｇ画素の平均輝度値ＳＢを出力する。そして制御手段１２では、信号処理手段１０からのＧ画素の平均輝度値ＳＢに基づいて露出条件を判断し、タイミング生成手段１１（電子シャッタ制御）、アナログ信号処理手段８（利得制御）と、個人識別用照明手段１（照度制御）の制御を実施する。
【0082】
本実施の形態の個人識別装置では、個人識別処理を実施する前に肌色判別ができることから、被写体２の肌色のデータと、データ記録手段７ａ内の登録データとの照合を行うことで、被写体２の個人認証に用いられる特徴部分が偽造物であることを検出でき、偽造物による個人認証を防止することができる。また、被写体２の個人認証に用いられる特徴部分が、例えば油性フェルトペンや油により汚れていた場合、特徴部分の色が肌色とは異なる色であることを速やかに検知して、汚れている旨の警告をユーザへ示すことができるので、個人認証の精度が特徴部分の汚れにより低下する事態を避けることができる。
【0083】
本実施の形態の個人識別装置では、カラーの固体撮像素子４を用いることで、従来の個人識別装置で問題になっていた偽造物の判別が困難という問題に対して、生体として重要な肌色のデータを用いることが可能となり、偽造判定の精度を向上させることができる。また、高精度で肌色を判定でき、その肌色検出結果に基づいて事前に偽造か否か判断することができ、その後の個人識別処理を実施するか、中止するかの選択が可能となり、システム全体の個人識別処理時間を短縮することができる。
【0084】
このように本実施の形態では、指紋パターンあるいは指や手の静脈パターンを認証する個人識別装置に用いられる偽造物を検出する偽造判定用撮像装置あるいはそのような偽造判定用撮像装置を含む個人識別装置を提供でき、その際に特殊な機構部品や余分なメモリを用いないようにして低コストで小形であるが安全性が高いものを提供することができる。
【0085】
実施の形態２．
図９及び図１０は、本発明の実施の形態２に係る個人識別装置の基本構成を示すブロック図である。
図９及び図１０の構成は、図１等に示した実施の形態１の構成に対して、近赤外光をカットするための赤外カットフィルタ（ＩＲＣＦ：Ｉｎｆｒａ　Ｒｅｄ　Ｃｕｔ　Ｆｉｌｔｅｒ）２４が追加され、その赤外カットフィルタ２４を近赤外光を固体撮像素子４に受光させる位置と受光させない位置に制御するフィルタ位置制御手段（不図示）を有している点が異なっている。他の構成は実施の形態１と同様であるので重複する説明を省略する。
【0086】
図９では、被写体２（又はレンズ３）から撮像素子４までの光路を横切るように、赤色光又は近赤外光領域内の発光スペクトルを遮光する赤外カットフィルタ２４がフィルタ位

SAMSUNG EX. 1002 - 950/1684

置制御手段により挿入位置と非挿入位置を切替可能に配置されている。つまり、赤外カットフィルタ２４は、近赤外光をカットするための有効位置に配置されている場合を示している。この配置の場合は、赤外カットフィルタ２４は光源からの出射光の中の近赤外成分を除去することができる。従って、個人識別用照明手段１から出射されて被写体２を透過した近赤外光は固体撮像素子４に結像される前に除去されて受光されない。

【0087】

図１０では、レンズ３から撮像素子４までの光路を横切らないように赤外カットフィルタ２４がフィルタ位置制御手段により配置されている。つまり、赤外カットフィルタ２４は、近赤外光をカットするための有効ではない位置に配置されている場合を示している。この配置の場合は、赤外カットフィルタ２４は光源からの出射光の中の近赤外成分が除去されない。従って、個人識別用照明手段１から出射されて被写体２を透過した近赤外光は固体撮像素子４に結像されて受光される。

【0088】

データ記録手段７ａには、赤色光又は近赤外光領域内の発光スペクトルの照射光により撮像された場合の画像データが予め記録される。制御手段１２は、赤外カットフィルタ２４をフィルタ位置制御手段により非挿入位置に配置させて偽造判定用撮像装置の処理を実施させ、身体の特徴部分から検出された色が登録された画像データの色と適合する場合には、赤外カットフィルタ２４をフィルタ位置制御手段により挿入位置に配置させて個人識別処理手段の処理を実施する。

【0089】

このように本実施の形態の個人識別装置では、実施の形態１の効果に加えて、指紋パターン、静脈パターンなどの特徴点検出精度を低下させることなく、受光された可視光の色再現性を向上させて、色を検出して肌色判別する精度を向上させることができる。

【0090】

実施の形態３

図１１は、本発明の実施の形態３に係る固体撮像素子のカラーフィルタの配置を示す図である。

本実施の形態の固体撮像素子４は、個人識別用照明手段１の照射光（近赤外光）を減衰させないで受光するために、上部に複数の色成分フィルタが配列されない画素が所定順序で配列される。

【0091】

実施の形態３の構成は、図１等に示した実施の形態１あるいは図９等に示し他実施の形態２の構成に対して、図４に示した固体撮像素子４のカラーフィルタの配置が異なっている。より具体的には、本実施の形態では、図４のカラーフィルタの一部のＧ（例えばベイヤー配列における輝度データを得るためのＧ）に代えてＮＩＲ（Ｎｅａｒ　Ｉｎｆｒａ　Ｒｅｄ）と記載した画素が配置されている。このＮＩＲという記載は、フィルタが配置されず、近赤外光をそのまま透過させる画素であることを意味している。他の構成は、実施の形態１あるいは実施の形態２と同様であるので重複する説明を省略する。

【0092】

このように本実施の形態の個人識別装置では、実施の形態１の効果に加えて、ＮＩＲと示された画素では、実施の形態１等で用いていたＲのフィルタさえ配置されていないため、被写体２を透過した近赤外光がＲのフィルタにより減衰されないことになり透過率が高くなり、近赤外光の感度を高めることができる。また、１枚の固体撮像素子４上に近赤外光とその他の色成分の光を受光する画素が配置されることになるため、偽造判別モードの撮像処理と個人識別モードの撮像処理を一回の撮影で実施することができるので、偽造判別を伴う個人識別に必要となる時間を短縮することができる。

【図面の簡単な説明】

【0093】

【図1】本発明の実施の形態１に係る個人識別装置の基本構成を示すブロック図である。

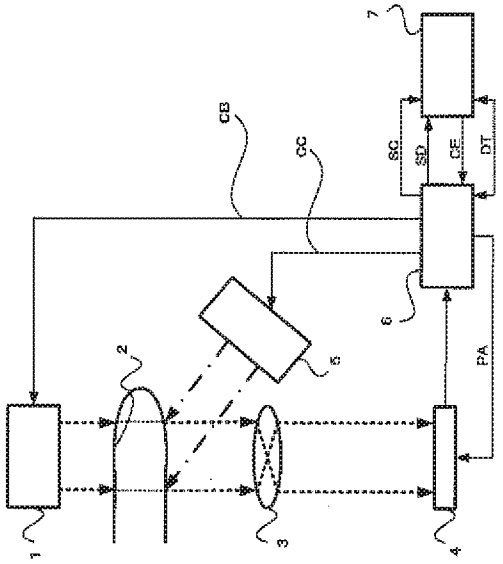
【図2】図１に示した固体撮像素子４の構成の一例を示す図である。

SAMSUNG EX. 1002 - 951/1684

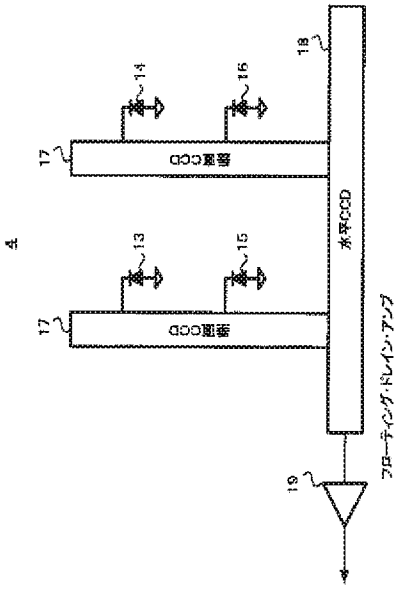
【図3】図１及び図２に示した固体撮像素子４のカラーフィルタの配置の一例を示す図である。
【図4】図１～図３に示した固体撮像素子４のカラーフィルタの分光感度特性の一例を示す図である。
【図5】図１の個人識別装置における撮像処理手段６の内部構成を示したブロック図である。
【図6】図５に示された撮像処理手段６内の信号処理手段１０の構成の一例を示す図である。
【図7】図１及び図５に示した個人識別装置により偽造判定処理後に個人識別処理を実施する場合の一例を示したフローチャートである。
【図8】図７の撮像処理の一例を示すフローチャートである。
【図9】本発明の実施の形態２に係る個人識別装置の基本構成を示すブロック図であり、近赤外光を固体撮像素子４に受光させない赤外カットフィルタ２４の位置を示す。
【図10】発明の実施の形態２に係る個人識別装置の基本構成を示すブロック図であり、近赤外光を固体撮像素子４に受光させる赤外カットフィルタ２４の位置を示す。
【図11】本発明の実施の形態３に係る固体撮像素子のカラーフィルタの配置を示す図である。本発明の実施の形態３に係る固体撮像素子のカラーフィルタの配置を示す図である。
【符号の説明】
【0094】
１　個人識別用照明手段、　２　被写体、　３　レンズ、　４　固体撮像素子、　５　偽造判定用照明手段、　６　撮像処理手段、　７　個人識別処理手段、　７ａ　データ記録手段（データベース）、　８　アナログ信号処理手段、　９　Ａ／Ｄ変換手段、　１０　信号処理手段、　１１　タイミング生成手段、　１２　制御手段、　１３　第一の光電変換素子、　１４　第二の光電変換素子、　１５　第三の光電変換素子、　１６　第四の光電変換素子、　１７　垂直ＣＣＤ、　１８　水平ＣＣＤ、　１９　フローティング・ドレイン・アンプ、　２０　ホワイトバランス制御手段、　２１　階調補正手段、　２２　積算手段、　２３　色処理手段、　２３ａ　色検出手段、　２３ｂ　色判定手段、　２４　赤外カットフィルタ、　２６　個人識別用輝度レベル検出手段、　２７　偽造判定用輝度レベル検出手段、　２８　被写体形状判定手段。

SAMSUNG EX. 1002 - 952/1684

【図1】



【図2】

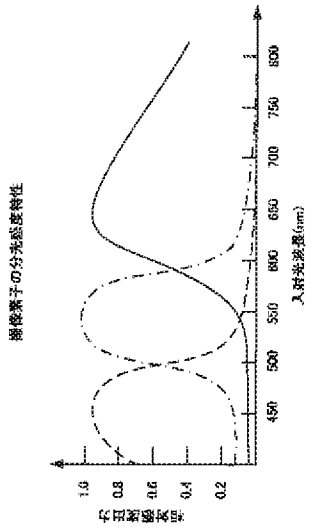


【図3】

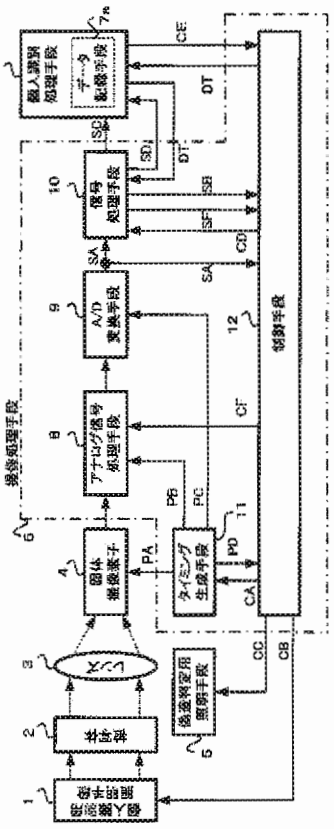
固体撮像素子のカラーフィルタ配置例
（ベイヤー配列）

R	G	R	G
G	B	G	B
R	G	R	G
G	B	G	B

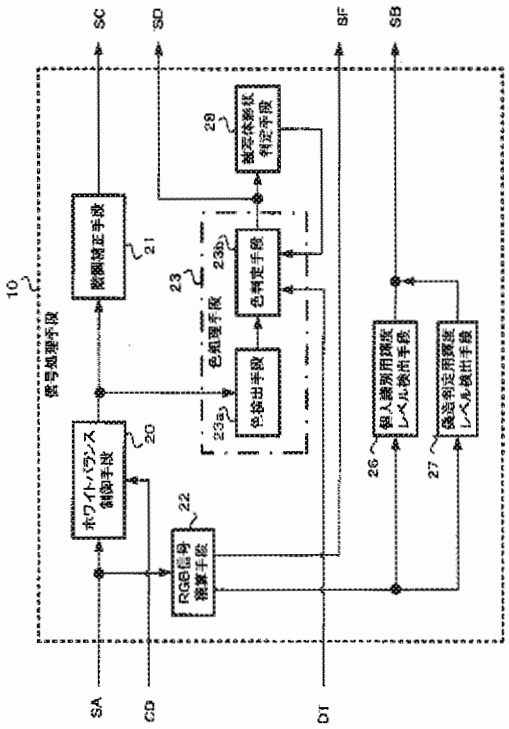
【図4】



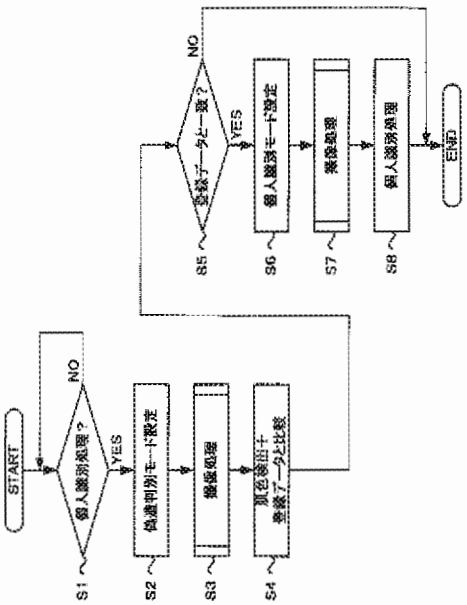
【図5】



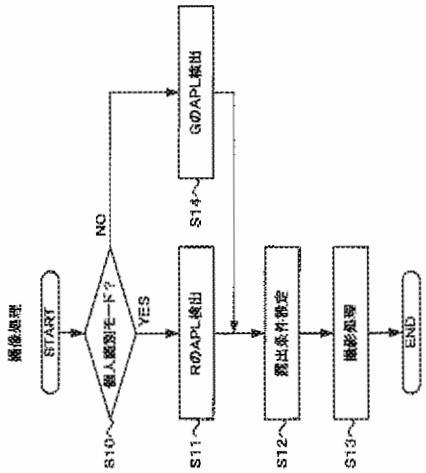
【図6】



【図7】

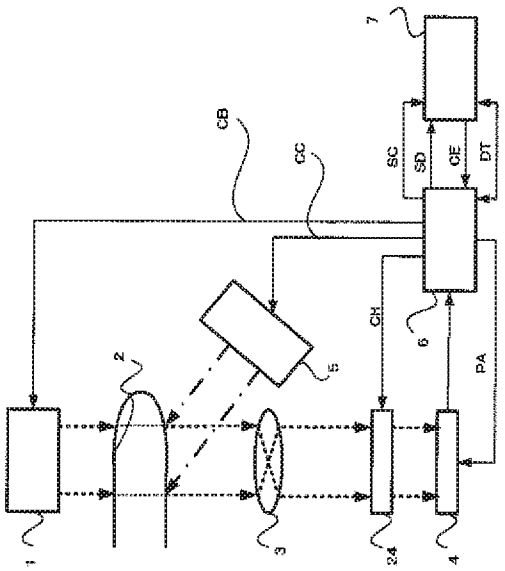


【図8】

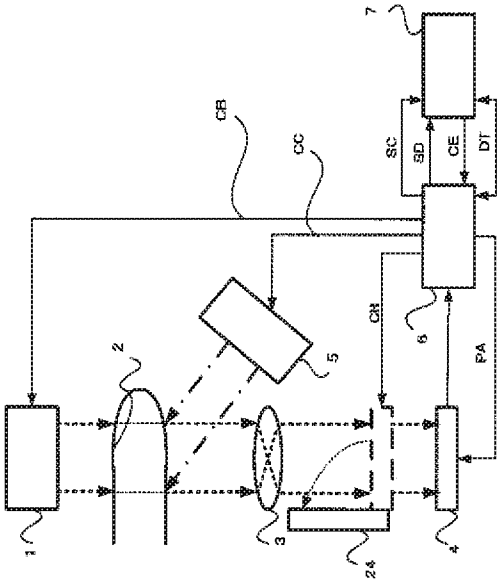


SAMSUNG EX. 1002 - 954/1684

【図9】



【図10】



【図11】

固体撮像素子のカラーフィルタ配置例

R	G	R	G
NIR	B	NIR	B
R	G	R	G
NIR	B	NIR	B

SAMSUNG EX. 1002 - 955/1684

(51)Int.Cl.	ＦＩ		テーマコード（参考）
	Ａ６１Ｂ　5/10	３２０Ｚ	
	Ａ６１Ｂ　5/10	３２０Ｃ	

(72)発明者　守谷　正太郎
東京都千代田区丸の内二丁目２番３号　三菱電機株式会社内
(72)発明者　牧田　淳子
東京都千代田区丸の内二丁目２番３号　三菱電機株式会社内

Ｆターム(参考)　4C038 FF01 FF05 FG01 VA07 VB13 VC02 VC05
5B043 AA04 AA09 BA02 BA03 CA10 DA05 FA03
5B047 AA23 AB04 BA02 BB04 BC01 BC05 BC06 BC07 BC08 BC09
BC11 BC12 CA19 CB22 DC01
5L096 AA02 BA18 CA02 CA14 CA17 EA12 EA13 GA19 GA38 GA40

SAMSUNG EX. 1002 - 956/1684

Espacenet

Bibliographic data: JP2007258684 (A) — 2007-10-04

SOLID-STATE IMAGING APPARATUS, MANUFACTURING METHOD THEREFOR, AND CAMERA

Inventor(s): YAMAGUCHI TETSUJI; MARUYAMA YASUSHI; ANDO TAKASHI; HIYAMA SUSUMU; OGISHI HIROKO ± (YAMAGUCHI TETSUJI, ; MARUYAMA YASUSHI, ; ANDO TAKASHI, ; HIYAMA SUSUMU, ; OGISHI HIROKO)

Applicant(s): SONY CORP ± (SONY CORP)

Classification: - international: ***H01L27/14; H01L27/146; H04N5/335; H04N5/361; H04N5/369; H04N5/374***

- cooperative: **H01L27/14609; H01L27/1464; H01L27/14643; H01L27/14685; H01L31/022466; H01L31/022475**

Application number: JP20070025807 20070205 Global Dossier

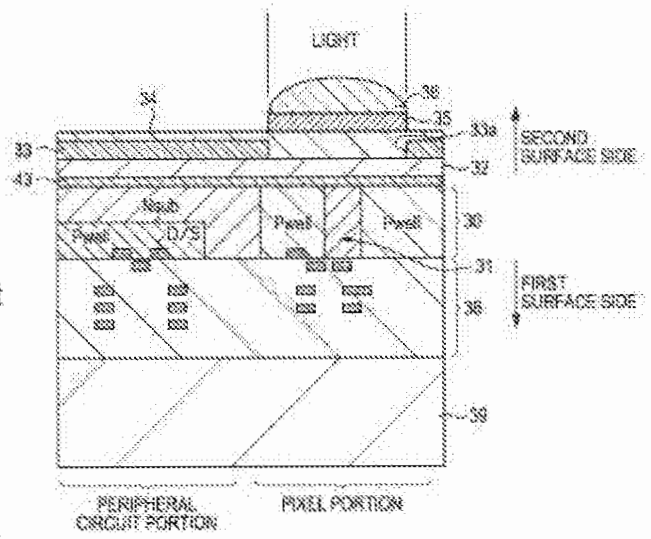
Priority number(s): JP20060048173 20060224 ; JP20070025807 20070205

Also published as: CN103050501 (A) CN103050501 (B) CN103390627 (A) CN103390627 (B) JP4992446 (B2) KR101333903 (B1) KR101333986 (B1) KR20070088378 (A) KR20130100087 (A) TW200740220 (A) TW201143075 (A) TW201404146 (A) TW201404147 (A) TW201404148 (A) TW201404149 (A) TWI430440 (B) TWI430656 (B) TWI449423 (B) TWI449424 (B) TWI477146 (B) TWI477147 (B) US2007210395 (A1) US2010141816 (A1) US2011058062 (A1) US2012147241 (A1) US8183603 (B2) US8471314 (B2) US8492804 (B2) US9000493 (B2) less

Abstract of JP2007258684 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a solid-state imaging apparatus capable of suppressing at least dark current, a manufacturing method therefor, and a camera equipped with the solid-state imaging apparatus. SOLUTION: The solid-state imaging apparatus according to the present embodiment has a wiring layer on a first surface

side of a substrate 30 to receive light from a second surface side of the substrate 30. The solid-state imaging apparatus comprises: a light receiving unit 31 that is formed on the substrate 30 to include a charge-storage region 41; a transfer gate 51 that is disposed on the first surface of the substrate 30 to be adjacent to the light receiving unit 31 and transfers a signal charge stored in the light receiving unit 31; and a control gate 52 that is disposed on the first surface of the substrate 30 to overlie the light receiving unit 31 and controls the electric potential near the first surface of the light receiving unit 31. ;COPYRIGHT: (C)2008,JPO&INPIT



SAMSUNG EX. 1002 - 958/1684

(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2007-258684
(P2007-258684A)
(43)公開日　平成19年10月4日(2007.10.4)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H01L 27/146	(2006.01)	H01L	27/14	A	4M118
H04N 5/335	(2006.01)	H04N	5/335	E	5C024
H01L 27/14	(2006.01)	H04N	5/335	R	
		H01L	27/14	D	

審査請求 未請求　請求項の数 20　ＯＬ　（全 35 頁）

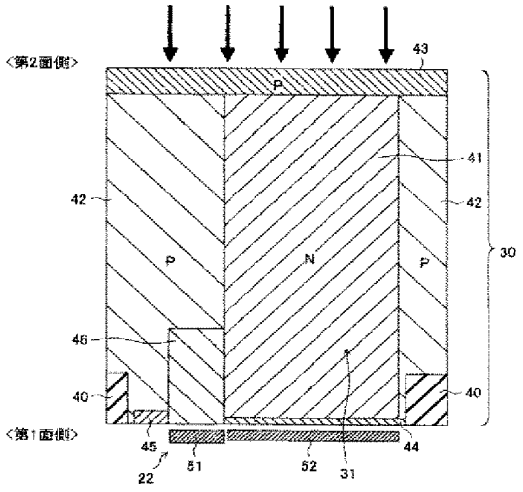
(21)出願番号　特願2007-25807 (P2007-25807)
(22)出願日　平成19年2月5日 (2007.2.5)
(31)優先権主張番号　特願2006-48173 (P2006-48173)
(32)優先日　平成18年2月24日 (2006.2.24)
(33)優先権主張国　日本国 (JP)

(71)出願人　000002185
ソニー株式会社
東京都港区港南１丁目７番１号
(74)代理人　100122884
弁理士　角田　芳末
(74)代理人　100133824
弁理士　伊藤　仁恭
(72)発明者　山口　哲司
東京都港区港南１丁目７番１号　ソニー株式会社内
(72)発明者　丸山　康
東京都港区港南１丁目７番１号　ソニー株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】固体撮像装置及びその製造方法、並びにカメラ

(57)【要約】
【課題】少なくとも暗電流の抑制を図ることができる固体撮像装置およびその製造方法、並びに当該固体撮像装置を備えたカメラを提供する。
【解決手段】本実施形態に係る固体撮像装置は、基板３０の第１面側に配線層を有し、基板３０の第２面側から光を受光する。当該固体撮像装置は、基板３０に形成され、電荷蓄積領域４１を含む受光部３１と、基板３０の第１面上であって受光部３１に隣接して配置され、受光部３１に蓄積された信号電荷を転送する転送ゲート５１と、基板３０の第１面上であって受光部３１に重なって配置され、受光部３１の第１面近傍のポテンシャルを制御する制御ゲート５２とを有する。
【選択図】図４



SAMSUNG EX. 1002 - 959/1684

【特許請求の範囲】
【請求項1】
基板の第１面側に配線層を有し、前記基板の第２面側から光を受光する固体撮像装置であって、
前記基板に形成され、第１導電型領域を含む受光部と、
前記基板の第１面上であって前記受光部に隣接して配置され、前記受光部に蓄積された信号電荷を転送する転送ゲートと、
前記基板の第１面上であって前記受光部に重なって配置され、前記受光部の第１面近傍のポテンシャルを制御する制御ゲートとを有する
ことを特徴とする固体撮像装置。
【請求項2】
前記受光部は、少なくとも前記第１面側または前記第２面側のいずれかには、第２導電型領域を有することを特徴とする請求項１記載の固体撮像装置。
【請求項3】
１つの受光部に対して複数の前記制御ゲートが配置されている
ことを特徴とする請求項１記載の固体撮像装置。
【請求項4】
基板の第１面側に配線層を有し、前記基板の第２面側から光を受光する固体撮像装置の製造方法であって、
基板に第１導電型領域を含む受光部を形成する工程と、
前記基板の第１面上であって前記受光部に隣接する部位に、転送ゲートを形成する工程と、
前記基板の第１面上であって前記受光部に重なる部位に、制御ゲートを形成する工程とを有する
ことを特徴とする固体撮像装置の製造方法。
【請求項5】
基板の第１面側に配線層を有し、前記基板の第２面側から光を受光する固体撮像装置と、
前記固体撮像装置の前記第２面側に入射光を導く光学系と、
前記固体撮像装置の出力信号を処理する信号処理回路と
を有し、
前記固体撮像装置は、
前記基板に形成され、第１導電型領域を含む受光部と、
前記基板の第１面上であって前記受光部に隣接して配置され、前記受光部に蓄積された信号電荷を転送する転送ゲートと、
前記基板の第１面上であって前記受光部に重なって配置され、前記受光部の第１面近傍のポテンシャルを制御する制御ゲートとを有する
ことを特徴とするカメラ。
【請求項6】
受光部の受光面上に透明導電膜を有し、
前記受光面と前記透明導電膜との間に存在する絶縁膜の膜厚が５０ｎｍ以下に設定されている
ことを特徴とする固体撮像装置。
【請求項7】
前記絶縁膜が、酸化シリコン膜または酸窒化シリコン膜である
ことを特徴とする請求項６記載の固体撮像装置。
【請求項8】
受光部の受光面上に透明導電膜を有し、
前記受光面と前記透明導電膜との間に存在する２種類以上の膜からなる積層膜のうち前

SAMSUNG EX. 1002 - 960/1684

記受光面に接する膜は酸化シリコン膜であり、前記酸化シリコン膜の膜厚が５０ｎｍ以下に設定されている
　ことを特徴とする固体撮像装置。
【請求項9】
　基板の第１面側に配線層が形成され、前記基板の第２面側を前記受光部の受光面として、裏面照射型に構成されている
　ことを特徴とする請求項７記載の固体撮像装置。
【請求項10】
　基板の第１面側に配線層が形成され、前記基板の第２面側を前記受光部の受光面として、裏面照射型に構成されている
　ことを特徴とする請求項８記載の固体撮像装置。
【請求項11】
　基板に形成された第１導電型領域を含む受光部の受光面上に膜厚５０ｎｍ以下の絶縁膜を形成する工程と、
　前記絶縁膜上に透明導電膜を形成する工程とを有する
　ことを特徴とする固体撮像装置の製造方法。
【請求項12】
　基板に形成された第１導電型領域を含む受光部の受光面上に、該受光面に接する膜厚５０ｎｍ以下の酸化シリコン膜を含んで２種類以上の積層絶縁膜を形成する工程と、
　前記積層絶縁膜上に透明導電膜を形成する工程とを有する
　ことを特徴とする固体撮像装置の製造方法。
【請求項13】
　固体撮像装置の受光部に入射光を導く光学系と、
　前記固体撮像装置の出力信号を処理する信号処理回路とを備え、
　前記固体撮像装置は、
　受光部の受光面上に透明導電膜を有し、
　前記受光面と前記透明導電膜との間に存在する絶縁膜の膜厚が５０ｎｍ以下に設定されている
　ことを特徴とするカメラ。
【請求項14】
　固体撮像装置の受光部に入射光を導く光学系と、
　前記固体撮像装置の出力信号を処理する信号処理回路とを備え、
　前記固体撮像装置は、
　受光部の受光面上に透明導電膜を有し、
　前記受光面と前記透明導電膜との間に存在する２種類以上の膜からなる積層膜のうち前記受光面に接する１種類の酸化シリコン膜の膜厚が５０ｎｍ以下に設定されている
　ことを特徴とするカメラ。
【請求項15】
　受光部の受光面上に負の固定電荷を有する膜が形成されている
　ことを特徴とする固体撮像装置。
【請求項16】
　前記負の固定電荷を有する膜は、一部が結晶化した絶縁膜である
　ことを特徴とする請求項１５記載の固体撮像装置。
【請求項17】
　前記少なくとも一部が結晶化した絶縁膜は、ハフニウム、ジルコニウム、アルミニウム、タンタル、チタン、イットリウム、ランタノイドから選ばれた元素の酸化物絶縁膜であり、膜中に少なくとも一部が結晶化した領域を有する
　ことを特徴とする請求項１６記載の固体撮像装置。
【請求項18】
　前記少なくとも一部が結晶化した絶縁膜の膜厚が３ｎｍ以上で１００ｎｍ以下である

SAMSUNG EX. 1002 - 961/1684

ことを特徴とする請求項１７記載の固体撮像装置。
【請求項19】
基板の第１面側に配線層が形成され、前記基板の第２面側を受光部の受光面として、裏面照射型に構成されている
ことを特徴とする請求項１６記載の固体撮像装置。
【請求項20】
固体撮像装置の受光部に入射光を導く光学系と、
前記固体撮像装置の出力信号を処理する信号処理回路とを備え、
前記固体撮像装置は、受光部の受光面上に負の固定電荷を有する膜が形成されている
カメラ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【0001】
本発明は、固体撮像装置及びその製造方法、並びに当該固体撮像装置を備えるカメラに関する。
【背景技術】
【0002】
固体撮像装置、例えばＣＣＤイメージセンサやＣＭＯＳイメージセンサでは、受光部であるフォトダイオード中の結晶欠陥や、受光部とその上の絶縁膜との界面における界面準位が暗電流の発生源となることが知られている。そのうち、界面準位に起因した暗電流の発生を抑制する手法としては、埋め込み型フォトダイオード構造が有効である。この埋め込み型フォトダイオードは、ｎ型半導体領域を形成し、このｎ型半導体領域の表面すなわち絶縁膜との界面近傍に、暗電流抑制のための浅く不純物濃度の濃いｐ型半導体領域（正孔蓄積領域）を形成して構成される。その埋め込み型フォトダイオードの作製方法としては、ｐ型不純物となるＢやＢＦ2 をイオン注入し、アニールして、フォトダイオードを構成するｎ型半導体領域と絶縁膜との界面近傍にｐ型半導体領域を作製することが一般的である。
【0003】
ところが、従来のイオン注入法を用いて、埋め込み型フォトダイオードを形成する際には、不純物の活性化のために７００℃以上という高温の熱処理が必要不可欠である。このため、４００℃以下の低温プロセスではイオン注入によるｐ型半導体領域の形成は困難である。また、不純物の拡散を抑制するために、高温での長時間の活性化を避けたい場合も、イオン注入及びアニールを施すｐ型半導体領域の形成方法は好ましくない。
【0004】
一方、ＣＭＯＳイメージセンサでは、各画素が、フォトダイオードと読み出し、リセット、増幅などの各種のトランジスタを含んで形成される。フォトダイオードにより光電変換された信号は、当該トランジスタにより処理される。各画素の上部には多層の金属配線を含む配線層が形成される。配線層上には、フォトダイオードに入射する光の波長を規定するカラーフィルタや、フォトダイオードに光を集光するオンチップレンズが形成される。
【0005】
上記のＣＭＯＳイメージセンサでは、画素の上部の配線により光が遮られて、各画素の感度が低下する問題があった。また、これらの配線で反射された光が隣接画素に入射すると、混色等の原因となる。このため、フォトダイオードや各種のトランジスタを形成したシリコン基板の裏側を研磨することにより薄膜化し、基板裏面側から光を入射させて光電変換する裏面照射型の固体撮像装置が提案されている（特許文献１参照）。上述したように、暗電流を抑制するため、フォトダイオードの部位には浅く濃いｐ型半導体領域（正孔蓄積領域）が形成されているが、裏面照射型の固体撮像装置の場合、この正孔蓄積領域は、基板の表面側及び裏面側に形成される（特許文献１参照）。
【0006】
しかしながら、イオン注入による浅く濃いｐ型半導体領域の形成には限界がある。この

SAMSUNG EX. 1002 - 962/1684

ため、暗電流の抑制のためにｐ型半導体領域の不純物濃度をさらに上げようとすると、ｐ型半導体領域が深くなる。ｐ型半導体領域が深くなると、フォトダイオードのｐｎ接合が転送ゲートから離れるために、転送ゲートによる読出し能力が低下する虞れがある。

【0007】

【特許文献1】特開２００３－３１７８５号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は、上述の点に鑑み、その目的は、少なくとも界面準位に起因した暗電流の抑制を可能にした固体撮像装置およびその製造方法、並びにその固体撮像装置を備えたカメラを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明に係る固体撮像装置は、基板の第１面側に配線層を有し、前記基板の第２面側から光を受光する固体撮像装置であって、前記基板に形成され、第１導電型領域を含む受光部と、前記基板の第１面上であって前記受光部に隣接して配置され、前記受光部に蓄積された信号電荷を転送する転送ゲートと、前記基板の第１面上であって前記受光部に重なって配置され、前記受光部の第１面近傍のポテンシャルを制御する制御ゲートとを有することを特徴とする。

【0010】

本発明に係る固体撮像装置の製造方法は、基板の第１面側に配線層を有し、前記基板の第２面側から光を受光する固体撮像装置の製造方法であって、基板に第１導電型領域を含む受光部を形成する工程と、前記基板の第１面上であって前記受光部に隣接する部位に、転送ゲートを形成する工程と、前記基板の第１面上であって前記受光部に重なる部位に、制御ゲートを形成する工程とを有することを特徴とする。

【0011】

本発明に係るカメラは、基板の第１面側に配線層を有し、前記基板の第２面側から光を受光する固体撮像装置と、前記固体撮像装置の前記第２面側に入射光を導く光学系と、前記固体撮像装置の出力信号を処理する信号処理回路とを有し、前記固体撮像装置は、前記基板に形成され、第１導電型領域を含む受光部と、前記基板の第１面上であって前記受光部に隣接して配置され、前記受光部に蓄積された信号電荷を転送する転送ゲートと、前記基板の第１面上であって前記受光部に重なって配置され、前記受光部の第１面近傍のポテンシャルを制御する制御ゲートとを有することを特徴とする。

【0012】

上記の本発明では、制御ゲートにより受光部の第１面近傍のポテンシャルを制御できることから、暗電流の発生が抑制される。また、受光部の第１導電型領域中であって、第１面近傍に信号電荷が蓄積されるため、転送ゲートによる信号電荷の読み出し能力が向上する。

【0013】

本発明に係る固体撮像装置は、受光部の受光面上に透明導電膜を有し、前記受光面と前記透明導電膜との間に存在する絶縁膜の膜厚が５０ｎｍ以下に設定されていることを特徴とする。

【0014】

本発明に係る固体撮像装置は、受光部の受光面上に透明導電膜を有し、前記受光面と前記透明導電膜との間に存在する２種類以上の膜からなる積層膜のうち前記受光面に接する膜は酸化シリコン膜であり、前記酸化シリコン膜の膜厚が５０ｎｍ以下に設定されていることを特徴とする。

【0015】

本発明に係る固体撮像装置の製造方法は、基板に形成された第１導電型領域を含む受光部の受光面上に膜厚５０ｎｍ以下の絶縁膜を形成する工程と、前記絶縁膜上に透明導電膜

SAMSUNG EX. 1002 - 963/1684

を形成する工程とを有することを特徴とする。
【0016】
本発明に係る固体撮像装置の製造方法は、基板に形成された第１導電型領域を含む受光部の受光面上に、該受光面に接する膜厚５０ｎｍ以下の酸化シリコン膜を含んで２種類以上の積層絶縁膜を形成する工程と、前記積層絶縁膜上に透明導電膜を形成する工程とを有することを特徴とする。
【0017】
本発明に係るカメラは、固体撮像装置の受光部に入射光を導く光学系と、前記固体撮像装置の出力信号を処理する信号処理回路とを備え、前記固体撮像装置は、受光部の受光面上に透明導電膜を有し、前記受光面と前記透明導電膜との間に存在する絶縁膜の膜厚が５０ｎｍ以下に設定されていることを特徴とする。
【0018】
本発明に係るカメラは、固体撮像装置の受光部に入射光を導く光学系と、前記固体撮像装置の出力信号を処理する信号処理回路とを備え、前記固体撮像装置は、受光部の受光面上に透明導電膜を有し、前記受光面と前記透明導電膜との間に存在する２種類以上の膜からなる積層膜のうち前記受光面に接する膜は酸化シリコン膜であり、前記酸化シリコン膜の膜厚が５０ｎｍ以下に設定されていることを特徴とする。
【0019】
上記の本発明では、透明導電膜により受光部の受光面のポテンシャルを制御できることから、暗電流に発生が抑制される。また、受光面と透明導電膜との間に存在する絶縁膜の膜厚、あるいは積層絶縁膜であれば、その受光面に接する酸化シリコン膜の膜厚、を５０ｎｍ以下に設定することにより、絶縁膜と透明導電膜とで反射防止膜が形成され、受光部への光吸収率が向上し、感度を向上することができる。
【0020】
本発明に係る固体撮像装置は、受光部の受光面上に負の固定電荷を有する膜が形成されていることを特徴とする。負の固定電荷を有する膜としては、好ましくは一部が結晶化した絶縁膜である。
【0021】
本発明に係るカメラは、固体撮像装置の受光部に入射光を導く光学系と、固体撮像装置の出力信号を処理する信号処理回路とを備え、前記固体撮像装置は、受光部の受光面上に負の固定電荷を有する膜が形成されていることを特徴とする。
【0022】
上記の本発明では、受光部の受光面上に負の固定電荷を有する膜が形成されているので、受光部の表面が正孔蓄積状態となり、界面準位に起因した暗電流の発生が抑制される。
【発明の効果】
【0023】
本発明によれば、少なくとも暗電流の抑制を図った固体撮像装置およびカメラを実現することができる。
【発明を実施するための最良の形態】
【0024】
以下に、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。
【0025】
（第１実施の形態）
図１は、本実施形態に係る固体撮像装置の概略構成図である。
【0026】
固体撮像装置は、画素部１１と、周辺回路部とを有し、これらが同一の半導体基板上に搭載された構成となっている。本例では、周辺回路部として、垂直選択回路１２と、Ｓ／Ｈ（サンプル／ホールド）・ＣＤＳ（Correlated Double Sampling：相関二重サンプリング）回路１３と、水平選択回路１４と、タイミングジェネレータ（ＴＧ）１５と、ＡＧＣ（Automatic Gain Control）回路１６と、Ａ／Ｄ変換回路１７と、デジタルアンプ１８と

SAMSUNG EX. 1002 - 964/1684

を有する。

【0027】

画素部１１には、後述する単位画素が行列状に多数配置され、行単位でアドレス線等が、列単位で信号線等がそれぞれ設けている。

【0028】

垂直選択回路１２は、画素を行単位で順に選択し、各画素の信号を垂直信号線を通して画素列毎にＳ／Ｈ・ＣＤＳ回路１３に読み出す。Ｓ／Ｈ・ＣＤＳ回路１３は、各画素列から読み出された画素信号に対し、ＣＤＳ等の信号処理を行う。

【0029】

水平選択回路１４は、Ｓ／Ｈ・ＣＤＳ回路１３に保持されている画素信号を順に取り出し、ＡＧＣ回路１６に出力する。ＡＧＣ回路１６は、水平選択回路１４から入力した信号を適当なゲインで増幅し、Ａ／Ｄ変換回路１７に出力する。

【0030】

Ａ／Ｄ変換回路１７は、ＡＧＣ回路１６から入力したアナログ信号をデジタル信号に変換し、デジタルアンプ１８に出力する。デジタルアンプ１８は、Ａ／Ｄ変換回路１７から入力したデジタル信号を適当に増幅して、パッド（端子）より出力する。

【0031】

垂直選択回路１２、Ｓ／Ｈ・ＣＤＳ回路１３、水平選択回路１４、ＡＧＣ回路１６、Ａ／Ｄ変換回路１７およびデジタルアンプ１８の各動作は、タイミングジェネレータ１５から出力される各種のタイミング信号に基づいて行われる。

【0032】

図２は、画素部１１の単位画素の回路構成の一例を示す図である。

【0033】

単位画素は、光電変換素子として例えばフォトダイオード２１を有し、この１個のフォトダイオード２１に対して、転送トランジスタ２２、増幅トランジスタ２３、アドレストランジスタ２４、リセットトランジスタ２５の４つのトランジスタを能動素子として有する。

【0034】

フォトダイオード２１は、入射光をその光量に応じた量の電荷（ここでは電子）に光電変換する。転送トランジスタ２２は、フォトダイオード２１とフローティングディフュージョンＦＤとの間に接続され、駆動配線２６を通じてそのゲート（転送ゲート）に駆動信号が与えられることで、フォトダイオード２１で光電変換された電子をフローティングディフュージョンＦＤに転送する。

【0035】

フローティングディフュージョンＦＤには、増幅トランジスタ２３のゲートが接続されている。増幅トランジスタ２３は、アドレストランジスタ２４を介して垂直信号線２７に接続され、画素部外の定電流源Ｉとソースフォロアを構成している。そして、駆動配線２８を通してアドレス信号がアドレストランジスタ２４のゲートに与えられ、当該アドレストランジスタ２４がオンすると、増幅トランジスタ２３はフローティングディフュージョンＦＤの電位を増幅してその電位に応じた電圧を垂直信号線２７に出力する。垂直信号線２７を通じて、各画素から出力された電圧はＳ／Ｈ・ＣＤＳ回路１３に出力される。

【0036】

リセットトランジスタ２５は、電源ＶｄｄとフローティングディフュージョンＦＤとの間に接続され、駆動配線２９を通してそのゲートにリセット信号が与えられることで、フローティングディフュージョンＦＤの電位を電源Ｖｄｄの電位にリセットする。これらの動作は、転送トランジスタ２２、アドレストランジスタ２４およびリセットトランジスタ２５の各ゲートが行単位で接続されていることから、１行分の各画素について同時に行われる。

【0037】

図３は、固体撮像装置の画素部および周辺回路部における概略断面図である。本実施形

SAMSUNG EX. 1002 - 965/1684

態に係る固体撮像装置は、配線層３８が形成された第１面側とは反対側の第２面側から光を受光する。

【0038】

基板３０は、例えばｎ型のシリコン基板からなり、本発明の基板に相当する。基板３０には、単位画素を構成する複数の受光部３１が形成されている。受光部３１は、図２に示すフォトダイオード２１に相当する。受光部３１は、基板３０中のｐｎ接合により構成される。基板３０は、裏面から光を入射し得るように、シリコンウェハを薄膜化することにより形成される。基板３０の厚さは、固体撮像装置の種類にもよるが、可視光用の場合には２～６μｍであり、近赤外線用では６～１０μｍとなる。

【0039】

基板３０の第２面側（裏面側、光入射側）には、酸化シリコンからなる絶縁膜３２を介して、遮光膜３３が形成されている。遮光膜３３には、受光部３１の部位に開口部３３ａが形成されている。遮光膜３３上には、窒化シリコンからなる保護膜３４が形成されている。

【0040】

保護膜３４上には、所望の波長領域の光のみを通過させるカラーフィルタ３５が形成されている。また、カラーフィルタ３５上には、入射光を受光部３１へ集光させるマイクロレンズ３６が形成されている。

【0041】

基板３０の第１面側には、各種のトランジスタが形成される。図示はしないが、基板３０の画素部には、図２に示すトランジスタ２２～２５が形成される。また、図示はしないが、基板３０の周辺回路部にはｐウェルおよびｎウェルが形成されており、これらウェルにＣＭＯＳ回路が形成されている。

【0042】

基板３０の第１面（表面）上には、多層の金属配線を含む配線層３８が形成されている。配線層３８上には、図示しない接着層を介して支持基板３９が設けられている。支持基板３９は、基板３０の強度を補強するために設けられる。支持基板３９は、例えばシリコン基板からなる。

【0043】

図４は、基板３０の画素部の要部断面図である。

【0044】

受光部３１の部位には、基板３０にｎ型の電荷蓄積領域（第１導電型領域）４１が形成されている。電荷が蓄積する部位を第１面側に近づけるため、第１面側にいくに従って不純物濃度が高くなるように、電荷蓄積領域４１が形成されていることが好ましい。また、入射光を効率良く取り込むため、第２面側にいくに従って面積が大きくなるように、電荷蓄積領域４１を形成してもよい。

【0045】

基板３０中であって、電荷蓄積領域４１の周囲には、ｐ型ウェル４２が形成されている。基板３０の第２面側には、浅いｐ型の正孔蓄積領域（第２導電型領域）４３が画素部の全面に形成されている。基板３０の第１面側であって、受光部３１の部位には、浅いｐ型の正孔蓄積領域（第２導電型領域）４４が形成されている。電荷蓄積領域４１に対して第１面側および第２面側に正孔蓄積領域４３，４４が形成されていることにより、埋め込みフォトダイオードからなる受光部３１が構成される。

【0046】

基板３０の第１面側には、酸化シリコンからなる素子分離絶縁膜４０が形成されている。基板３０の第１面側には、ｎ型のフローティングディフュージョン（ＦＤ）４５が形成されている。フローティングディフュージョン４５と電荷蓄積領域４１との間には、ｐ型領域４６が形成されており、両者は電気的に分離されている。

【0047】

基板３０の第１面上には、図示しないゲート絶縁膜を介して、転送トランジスタ２２の

SAMSUNG EX. 1002 - 966/1684

転送ゲート５１が形成されている。転送ゲート５１は、受光部３１に隣接して配置されており、ｐ型領域４６上に形成されている。転送ゲート５１は、例えばポリシリコンからなる。

【0048】

基板３０の第１面上には、図示しないゲート絶縁膜を介して、制御ゲート５２が形成されている。制御ゲート５２は、受光部３１の全面に重なって配置されている。制御ゲート５２は、例えばポリシリコンからなる。加工性および抵抗の観点から、制御ゲート５２の膜厚は、転送ゲート５１と同程度とすることが好ましい。光は第２面側から入射するため、受光部３１の第１面側に制御ゲート５２が存在しても、光を遮ることはない。

【0049】

図示はしないが、画素内の転送トランジスタ２２以外のトランジスタ（図２の増幅トランジスタ２３、アドレストランジスタ２４、リセットトランジスタ２５）は、基板３０の第１面側におけるｐ型ウェル４２上に形成されている。

【0050】

次に、本実施形態に係る固体撮像装置の動作について、図４および図５を参照して説明する。図５は、固体撮像装置の動作におけるバイアス例を示す図である。

【0051】

電荷蓄積期間では、図中矢印に示す向きから入射した光は、基板３０の受光部（フォトダイオード）３１により光電変換されて、入射光量に応じた信号電荷が発生する。信号電荷は、電荷蓄積領域４１中をドリフトし、電荷蓄積領域４１中であって正孔蓄積領域４４付近に蓄積される。電荷蓄積期間においては、転送ゲート５１には負電圧が印加されており、転送トランジスタ２２はオフ状態となっている。また、制御ゲート５２には、負電圧が印加されている。このため、正孔が基板３０の界面（第１面）付近に蓄積され、暗電流が低減される。

【0052】

制御ゲート５２に印加する負電圧は、制御ゲート５２下の不純物濃度、ゲート酸化膜厚等によって異なる。例えば０．２５μｍ世代のプロセスで、１×１０１６／ｃｍ３のｐ型不純物濃度をもつ正孔蓄積領域４４を形成した場合には、－１Ｖ程度を印加すれば、暗電流の発生は十分抑制できる。

【0053】

読み出し時には、転送ゲート５１に正電圧が印加され、転送トランジスタ２２がオン状態となる。この結果、受光部３１に蓄積された信号電荷は、フローティングディフュージョン４５に転送される。正電圧は、例えば、電源電圧（３．３Ｖあるいは２．７Ｖ）と等しい。

【0054】

読み出し時において、基本的に制御ゲート５２には、蓄積時と同じ負電圧（例えば－１Ｖ）が印加される。ただし、読み出し時において、制御ゲート５２に、一時的に＋１Ｖ程度の正電圧を印加してもよい。この場合には、蓄積された信号電荷が第１面側に近づくため、転送ゲート５１による読み出し能力を向上させることができる。なお、読み出しに要する期間は、蓄積期間に比べて非常に短いため、制御ゲート５２に正電圧を印加することにより発生する暗電流は少ない。

【0055】

転送された信号電荷の量に従って、フローティングディフュージョン４５の電位が変化する。フローティングディフュージョン４５の電位は、増幅トランジスタ２３により増幅され、その電位に応じた電圧が垂直信号線２７に出力される（図２参照）。

【0056】

リセット時には、リセットトランジスタ２５のゲートに正電圧が印加されて、フローティングディフュージョン４５は電源Ｖｄｄの電圧にリセットされる。このとき、転送ゲート５１に負電圧が印加されており、転送トランジスタ２２はオフ状態となっている。また、制御ゲート５２には、負電圧が印加されている。

SAMSUNG EX. 1002 - 967/1684

【0057】
上記した信号電荷の蓄積動作、読み出し動作、リセット動作が繰り返し行われる。
【0058】
次に、上記の固体撮像装置の製造方法について説明する。本実施形態では、転送ゲート５１と制御ゲート５２を同時に形成する例について説明する。
【0059】
図６（ａ）に示すように、基板３０に、ＳＴＩ（Shallow Trench Isolation）技術により素子分離絶縁膜４０を形成した後、イオン注入法により、ｎ型の電荷蓄積領域４１、ｐ型ウェル４２、ｐ型の正孔蓄積領域４４、ｐ型領域４６を形成する。なお、各領域の形成順序に限定はない。
【0060】
次に、図６（ｂ）に示すように、熱酸化法により、基板３０上に、酸化シリコンからなるゲート絶縁膜６０を形成する。続いて、ゲート絶縁膜６０上に、ＣＶＤ法によりポリシリコンからなる電極層５０を形成する。ポリシリコンの膜厚は１００ｎｍ～３００ｎｍであり、ポリシリコンへの不純物の導入は成膜時に行う。
【0061】
次に、図７（ａ）に示すように、レジストマスクを用いて電極層５０をエッチングして、転送ゲート５１および制御ゲート５２を形成する。このとき、画素部の他のトランジスタ（図２参照）のゲートも同時に形成される。
【0062】
次に、図７（ｂ）に示すように、全面に酸化シリコンあるいは窒化シリコンを堆積させて、転送ゲート５１および制御ゲート５２間のギャップに絶縁膜６１を埋め込む。
【0063】
以上により、転送ゲート５１および制御ゲート５２が形成される。ゲート形成後のプロセスについて、図３を参照して説明する。基板３０の第１面側に、絶縁膜の形成および配線の形成を繰り返すことにより、配線層３８を形成する。その後、配線層３８上に支持基板３９を貼り付ける。
【0064】
続いて、基板３０の裏面（第２面側）をＣＭＰにより研磨して、基板３０を薄膜化する。続いて、イオン注入および活性化アニールを施し、基板３０の第２面にｐ型の正孔蓄積領域４３（図４参照）を形成する。なお前記活性化アニールは、配線層の形成後に行うため、配線の耐熱性を超えない必要がある。それを実現するためには、配線層まで熱の影響が届かないレーザーアニールを用いることが好適である。
【0065】
その後、基板３０上に、ＣＶＤ法により酸化シリコンからなる絶縁膜３２を形成し、絶縁膜３２上に遮光膜３３をパターン加工する。遮光膜３３上に、ＣＶＤ法により窒化シリコンからなる保護膜３４を形成し、カラーフィルタ３５およびマイクロレンズ３６を形成する。
【0066】
以上により、本実施形態に係る裏面照射型の固体撮像装置が製造される。
【0067】
転送ゲート５１と制御ゲート５２を単層で形成する他の例について、図８および図９を参照して説明する。図８，９では、基板構造を省略している。
【0068】
まず、先と同様にして、基板３０に、ＳＴＩ（Shallow Trench Isolation）技術により素子分離絶縁膜４０を形成した後、イオン注入法により、ｎ型の電荷蓄積領域４１、ｐ型ウェル４２、ｐ型の正孔蓄積領域４４、ｐ型領域４６を形成する（図６（ａ）参照）。なお、各領域の形成順序に限定はない。
【0069】
次に、図８（ａ）に示すように、基板３０上に熱酸化法により酸化シリコンからなるゲ

SAMSUNG EX. 1002 - 968/1684

ート絶縁膜６０を形成し、ゲート絶縁膜６０上にＣＶＤ法により、ポリシリコンからなる電極層５０を形成する。ポリシリコンの膜厚は１００ｎｍ～３００ｎｍであり、ポリシリコンへの不純物の導入は成膜時に行う。続いて、電極層５０上に、ＣＶＤ法により酸化シリコン膜６２ａおよび窒化シリコン膜６２ｂを堆積して、酸化シリコン膜６２ａおよび窒化シリコン膜６２ｂからなるハードマスク６２を形成する。

【0070】

次に、図８（ｂ）に示すように、リソグラフィ技術により形成したレジストマスクを用いて、ハードマスク６２をパターニングする。これにより、ハードマスク６２には幅Ｗ１の開口が形成される。幅Ｗ１の最小値は、リソグラフィの解像限界で決まる。

【0071】

次に、図８（ｃ）に示すように、ハードマスク６２の開口の側壁にサイドウォール絶縁膜６３を形成する。サイドウォール絶縁膜６３は、ハードマスク６２の開口内を含む全面に、ＣＶＤ法により酸化シリコン膜を堆積し、当該酸化シリコン膜をエッチバックすることにより形成される。サイドウォール絶縁膜６３により、リソグラフィの解像限界で決まる幅Ｗ１よりも狭い幅Ｗ２の開口部が得られる。

【0072】

次に、図９（ａ）に示すように、ハードマスク６２およびサイドウォール絶縁膜６３を用いて電極層５０をドライエッチングして、転送ゲート５１および制御ゲート５２を形成する。制御ゲート５２および制御ゲート５２のギャップは、幅Ｗ２にほぼ等しい。必要に応じて、転送ゲート５１と制御ゲート５２の間における基板３０にイオン注入を行う。

【0073】

次に、図９（ｂ）に示すように、転送ゲート５１および制御ゲート５２のギャップ部を含む全面に、ＣＶＤ法により酸化シリコン膜６４ａおよび窒化シリコン膜６４ｂを順に堆積して、埋め込み絶縁膜６４を形成する。

【0074】

次に、図９（ｃ）に示すように、ハードマスク６２上の埋め込み絶縁膜６４をエッチバックして、転送ゲート５１および制御ゲート５２のギャップ部のみに埋め込み絶縁膜６４を残す。

【0075】

以降の工程としては、先に記載した通りである。なお、本実施形態では、転送ゲート５１および制御ゲート５２を単層で形成する方法を例に説明したが、その形成方法に限定はない。例えば、制御ゲート５２を形成後、酸化により制御ゲート５２の表面に酸化シリコン膜を形成し、その後転送ゲート５１を形成してもよい。あるいは、転送ゲート５１を先に形成し、酸化により転送ゲート５１の側壁に酸化シリコン膜を形成した後に、制御ゲート５２を形成してもよい。転送ゲート５１を先に形成する場合には、転送ゲート５１をイオン注入マスクとして、正孔蓄積領域４４を形成してもよい。

【0076】

図１０は、上記の固体撮像装置が用いられるカメラの概略構成図である。

【0077】

カメラ１００は、上記した固体撮像装置１０１と、光学系１０２と、信号処理回路１０３とを有する。本発明のカメラは、固体撮像装置１０１、光学系１０２および信号処理回路１０３がモジュール化したカメラモジュールの形態を含む。

【0078】

光学系１０２は、被写体からの像光（入射光）を固体撮像装置１０１の撮像面上に結像させる。これにより、固体撮像装置１０１の受光部３１において、入射光は入射光量に応じた信号電荷に変換され、受光部３１において、一定期間当該信号電荷が蓄積される。

【0079】

信号処理回路１０３は、固体撮像装置１０１の出力信号に対して種々の信号処理を施して映像信号として出力する。

【0080】

SAMSUNG EX. 1002 - 969/1684

次に、上記の本実施形態に係る固体撮像装置およびその製造方法、並びにカメラの効果について説明する。

【0081】

本実施形態に係る固体撮像装置では、基板３０の第１面上に、受光部３１に重なって制御ゲート５２が配置されている。この制御ゲート５２に負電圧を印加することにより、基板３０の第１面付近に正孔が蓄積され、暗電流が低減される。

【0082】

この結果、正孔蓄積領域４４のｐ型不純物濃度を下げても暗電流を抑制できることから、受光部３１のｐｎ接合を第１面側に近づけることができるため、転送ゲート５１の読み出し能力を向上させることができる。読み出し可能な信号電荷量を増加させることができることから、ダイナミックレンジを向上させることができる。

【0083】

従来、暗電流を抑制するためには、正孔蓄積領域４４のｐ型不純物濃度を１×１０１８／ｃｍ３程度まで上げる必要があったが、本実施形態では、正孔蓄積領域４４のｐ型不純物濃度を１×１０１６／ｃｍ３程度まで下げることができる。なお、正孔蓄積領域４４の不純物濃度をさらに下げたい場合には、制御ゲート５２に印加すべき負電圧をより大きくすればよい。

【0084】

上記の本実施形態に係る固体撮像装置の製造方法によれば、転送ゲート５１および制御ゲート５２を備えた固体撮像装置を製造することができる。特に転送ゲート５１と制御ゲート５２を同時に形成する場合には、製造工程の増加を抑制しつつ、上記した固体撮像装置を製造することができる。

【0085】

上記の固体撮像装置を備えることにより、暗電流の抑制およびダイナミックレンジの拡大を図ったカメラを実現することができる。

【0086】

（第２実施の形態）

図１１は、第２実施形態に係る固体撮像装置における、基板３０の画素部の要部断面図である。なお、第１実施形態と同一の構成要素には、同じ符号を付してあり、その説明は省略する。

【0087】

基板３０の第１面上には、図示しないゲート絶縁膜を介して、２つの制御ゲート５２－１，５２－２が形成されている。転送ゲート５１側から第１制御ゲート５２－１、第２制御ゲート５２－２の順に配置されている。制御ゲート５２－１，５２－２は、受光部３１に重なって配置されている。制御ゲート５２－１，５２－２は、例えばポリシリコンからなる。加工性および抵抗の観点から、制御ゲート５２－１，５２－２の膜厚は、転送ゲート５１と同程度とすることが好ましい。光は第２面側から入射するため、受光部３１の第１面側に制御ゲート５２－１，５２－２が存在しても、光を遮ることはない。なお、受光部３１上に３つ以上の制御ゲートが配置されていてもよい。

【0088】

上記の固体撮像装置は、第１実施形態と同様にして作製される。例えば、第１実施形態と同様に、転送ゲート５１、制御ゲート５２－１，５２－２を同時に形成してもよい。あるいは、第１制御ゲート５２－１を形成後、酸化により第１制御ゲート５２－１の表面に酸化シリコン膜を形成し、その後、第１制御ゲート５２－１の両側に転送ゲート５１および第２制御ゲート５２－２を形成してもよい。

【0089】

次に、本実施形態に係る固体撮像装置の動作について、図１１および図１２を参照して説明する。図１２は、固体撮像装置の動作におけるバイアス例を示す図である。

【0090】

電荷蓄積期間では、図中矢印に示す向きから入射した光は、基板３０の受光部（フォト

SAMSUNG EX. 1002 - 970/1684

ダイオード）３１により光電変換されて、入射光量に応じた信号電荷が発生する。信号電荷は、電荷蓄積領域４１中をドリフトし、電荷蓄積領域４１中であって正孔蓄積領域４４付近に蓄積される。電荷蓄積期間においては、転送ゲート５１には負電圧が印加されており、転送トランジスタ２２はオフ状態となっている。また、第１制御ゲート５２－１および第２制御ゲート５２－２には、負電圧が印加されている。このため、正孔が基板３０の界面（第１面）付近に蓄積され、暗電流が低減される。

【0091】

第１制御ゲート５２－１および第２制御ゲート５２－２に印加する負電圧は、制御ゲート５２下の不純物濃度、ゲート酸化膜厚等によって異なる。例えば０．２５μｍ世代のプロセスで、１×１０１６／ｃｍ３のｐ型不純物濃度をもつ正孔蓄積領域４４を形成した場合には、－１Ｖ程度のバイアスがあれば、暗電流の発生は十分抑制できる。信号電荷は、電荷蓄積領域４１中であって正孔蓄積領域４４付近に蓄積される。

【0092】

読み出し時（読み出し１）には、まず、第１制御ゲート５２－１に正電圧（例えば、＋１Ｖ程度）が印加される。これにより、ＣＣＤと同様の原理で、電荷蓄積領域４１中の信号電荷は、第１制御ゲート５２－１下に集まる。

【0093】

次に、転送ゲート５１に正電圧が印加され、第１制御ゲート５２－１に負電圧が印加される（読み出し２参照）。これにより、転送トランジスタ２２がオン状態となり、第１制御ゲート５２－１下に集められた信号電荷は、フローティングディフュージョン４５に転送される。転送ゲート５１に印加する正電圧は、例えば、電源電圧（３．３Ｖあるいは２．７Ｖ）に等しい。このとき、第１制御ゲート５２－１に負電圧を印加することにより、基板３０に水平方向に電界がかかるため、信号電荷はフローティングディフュージョン４５に効率的に転送される。

【0094】

転送された信号電荷の量に従って、フローティングディフュージョン４５の電位が変化する。フローティングディフュージョン４５の電位は、増幅トランジスタ２３により増幅され、その電位に応じた電圧が垂直信号線２７に出力される（図２参照）。

【0095】

リセット時には、リセットトランジスタ２５のゲートに正電圧が印加されて、フローティングディフュージョン４５は電源Ｖｄｄの電圧にリセットされる。このとき、転送ゲート５１に負電圧が印加されており、転送トランジスタ２２はオフ状態となっている。また、制御ゲート５２－１，５２－２には、負電圧が印加されている。

【0096】

上記の信号電荷の蓄積動作、読み出し動作、リセット動作が繰り返し行われる。

【0097】

本実施形態では、受光部３１上に複数の制御ゲート５２－１，５２－２を設け、第１制御ゲート５２－１と転送ゲート５１を順次オン／オフしていくことにより、基板３０に水平方向に電界を生じさせて、電荷を効率的に転送することができる。

【0098】

従来、電荷を効率的に読み出す観点から、基板３０に水平方向に電界を生じさせる場合には、電荷蓄積領域４１の不純物濃度を水平方向に変化させる必要があった。この場合には、電荷蓄積領域４１の不純物濃度が薄い領域において、電位井戸が浅くなるため、蓄積電荷量が減少する。この結果、ダイナミックレンジの減少に繋がる。本実施形態の場合には、水平方向に濃度勾配を設ける必要がなくなるため、ダイナミックレンジの減少はない。本実施形態は、特に画素サイズが大きい固体撮像装置に有効である。

【0099】

上記の固体撮像装置の製造方法によれば、転送ゲート５１および制御ゲート５２－１，５２－２を備えた固体撮像装置を製造することができる。特に転送ゲート５１と制御ゲート５２－１，５２－２を同時に形成する場合には、製造工程の増加を抑制しつつ、上記し

SAMSUNG EX. 1002 - 971/1684

た固体撮像装置を製造することができる。

【0100】

上記の固体撮像装置を備えることにより、暗電流の抑制およびダイナミックレンジの拡大を図ったカメラを実現することができる。

【0101】

（第３実施形態）

図１３は、第３実施形態に係る固体撮像装置における、基板３０の画素部の要部断面図である。なお、第１実施形態と同一の構成要素には、同じ符号を付してあり、その説明は省略する。

【0102】

基板３０の第１面上には、図示しないゲート絶縁膜を介して、制御ゲート５２が形成されている。本実施形態では、制御ゲート５２は、受光部３１の一部のみを覆っている。制御ゲート５２下には正孔蓄積領域４４は設けられていない。この結果、転送ゲート５１側から制御ゲート５２のみが配置された領域と、正孔蓄積領域４４のみが配置された領域が形成されている。ただし、正孔蓄積領域４４は受光部３１の全面に形成されていてもよい。また、制御ゲート５２と正孔蓄積領域４４の配置を逆にしてもよい。

【0103】

上記の固体撮像装置は、第１実施形態と同様にして作製される。例えば、第１実施形態と同様に、転送ゲート５１および制御ゲート５２を同時に形成してもよい。あるいは、制御ゲート５２を形成後、酸化により制御ゲート５２の表面に酸化シリコン膜を形成し、その後転送ゲート５１を形成してもよい。あるいは、転送ゲート５１を先に形成し、酸化により転送ゲート５１の側壁に酸化シリコン膜を形成した後に、制御ゲート５２を形成してもよい。正孔蓄積領域４４は、転送ゲート５１および制御ゲート５２の前に形成してもよく、あるいは転送ゲート５１および制御ゲート５２をマスクとしたイオン注入により形成してもよい。

【0104】

次に、本実施形態に係る固体撮像装置の動作について、図１３を参照して説明する。固体撮像装置の動作におけるバイアス例は第１実施形態と同様である（図５参照）。

【0105】

電荷蓄積期間では、図中矢印に示す向きから入射した光は、基板３０の受光部（フォトダイオード）３１により光電変換されて、入射光量に応じた信号電荷が発生する。信号電荷は、電荷蓄積領域４１中をドリフトし、電荷蓄積領域４１の第１面側に蓄積される。電荷蓄積期間においては、転送ゲート５１には負電圧が印加されており、転送トランジスタ２２はオフ状態となっている。また、制御ゲート５２には、負電圧が印加されている。正孔蓄積領域４４および制御ゲート５２により、受光部３１の第１面付近に正孔が蓄積されるため、暗電流が低減される。

【0106】

読み出し時には、転送ゲート５１に正電圧が印加され、転送トランジスタ２２がオン状態となる。この結果、受光部３１に蓄積された信号電荷は、フローティングディフュージョン４５に転送される。転送ゲート５１に印加される正電圧は、例えば、電源電圧（３．３Ｖあるいは２．７Ｖ）に等しい。

【0107】

読み出し時において、制御ゲート５２には、基本的に蓄積時と同じ負電圧（例えば－１Ｖ）が印加される。ただし、読み出し時において、制御ゲート５２に、一時的に＋１Ｖ程度の正電圧を印加してもよい。この場合には、信号電荷が第１面側に近づくため、転送ゲート５１による読み出し能力を向上させることができる。なお、読み出しに要する期間は、蓄積期間に比べて非常に短いため、制御ゲート５２に正電圧を印加することにより発生する暗電流は少ない。

【0108】

転送された信号電荷の量に従って、フローティングディフュージョン４５の電位が変化

SAMSUNG EX. 1002 - 972/1684

する。フローティングディフュージョン４５の電位は、増幅トランジスタ２３により増幅され、その電位に応じた電圧が垂直信号線２７に出力される（図２参照）。

【0109】

リセット時には、リセットトランジスタ２５のゲートに正電圧が印加されて、フローティングディフュージョン４５は電源Ｖｄｄの電位にリセットされる。このとき、転送ゲート５１に負電圧が印加されており、転送トランジスタ２２はオフ状態となっている。また、制御ゲート５２には、負電圧が印加されている。

【0110】

上記した信号電荷の蓄積動作、読み出し動作、リセット動作が繰り返し行われる。

【0111】

上記の本実施形態に係る固体撮像装置によれば、受光部３１の一部にのみ重なるように制御ゲート５２を設けた場合であっても、第１実施形態と同様の効果、すなわち、暗電流の低減と読み出し能力の向上を図ることができる。また、制御ゲート５２を設けることにより、受光部３１の一部にのみ正孔蓄積領域４４を形成することができる。

【0112】

受光部３１の一部にのみ正孔蓄積領域４４を形成する場合には、転送ゲート５１，５２をマスクとしたイオン注入により、制御ゲート５２に対してセルフアラインで正孔蓄積領域４４を形成することができる。なお、受光部３１の全面に正孔蓄積領域４４を形成してもよい。

【0113】

上記の固体撮像装置を備えることにより、暗電流の抑制およびダイナミックレンジの拡大を図ったカメラを実現することができる。

【0114】

上述したように、第１乃至第３実施の形態によれば、暗電流の抑制と、信号電荷の読み出し能力向上を図った固体撮像装置およびカメラを実現することができる。

【0115】

（第４実施の形態）

図１４は、第４実施の形態に係る固体撮像装置における、画素部の要部断面図である。本実施の形態も裏面照射型の固体撮像装置であり、第１実施の形態と同一の構成要素には、同じ符号を付してあり、その説明は省略する。

【0116】

本実施の形態に係る固体撮像装置は、光電変換部となるフォトダイオードで構成された受光部３１の受光面上、すなわちフォトダイオードを構成する第１導電型領域（ｎ型の電荷蓄積領域）４１の受光面上に単層の絶縁膜７１を介して透明導電膜７４を形成し、この透明導電膜７４に負電圧を印加するように構成される。この透明導電膜７４は、受光部表面のポテンシャルを制御する制御ゲートとなる。透明導電膜７４上には絶縁膜の例えば酸化シリコン膜７５を介して平坦化膜７６が形成され、平坦化膜７６上にカラーフィルタ３５、その上にオンチップマイクロレンズ３６が形成される。透明導電膜７４には、酸化シリコン膜７５を貫通して配線（遮光膜を兼ねる）７７が接続され、この配線７７が撮像領域８１（画素部１１に相当）から周辺回路領域８２上に延長して形成される。

【0117】

そして、本実施の形態においては、透明導電膜７４を有する構造がフォトダイオードでの光の吸収率で優位性を得るために、透明導電膜７４下の絶縁膜７１、本例では酸化シリコン膜の膜厚ｄ１を５０ｎｍ以下に設定する。好ましくは、絶縁膜７１である酸化シリコン膜の膜厚ｄ１を５０ｎｍ以下にし、その酸化シリコン膜の膜厚ｄ１に応じて透明導電膜７４の膜厚ｄ２を最適化する。絶縁膜７１としては、酸化シリコン膜の他、酸窒化シリコン膜とすることもできる。

【0118】

透明導電膜７４としてインジウムと錫を含む酸化膜、すなわちＩＴＯ（酸化インジウム錫）膜を用いた場合には、透明導電膜（ＩＴＯ膜）７４の屈折率が２．０程度、絶縁膜（

SAMSUNG EX. 1002 - 973/1684

酸化シリコン膜）７１の屈折率が１．４５程度であり、透明導電膜（ＩＴＯ膜）７４と絶縁膜（酸化シリコン膜）７１で反射防止膜が構成される。透明導電膜７４としては、ＩＴＯ膜の他、亜鉛を含む酸化膜すなわち酸化亜鉛膜とすることもできる。

【0119】

絶縁膜７１の膜厚ｄ１としては、５０ｎｍ以下、１．０ｎｍ～５０ｎｍの範囲、好ましくは３０ｎｍ以下、より好ましくは１５ｎｍ～３０ｎｍとすることができる。絶縁膜７１の膜厚ｄ１は、薄ければ薄い程、酸化シリコン膜（膜厚ｄ１）とＩＴＯ膜（膜厚ｄ２）を最適化した際の透過率を向上させることが出来るため、固体撮像装置の感度が良くなる。５０ｎｍを超えると、反射成分が大きくなり、１．０ｎｍより薄いと絶縁性が得に難くなる。

【0120】

第４実施の形態によれば、フォトダイオードで構成された受光部３１の受光面上に単層の絶縁膜７１を介して透明導電膜７４を形成し、この透明導電膜７４に負電圧を印加することにより、フォトダイオード表面がホールアキュミレーション状態（正孔蓄積状態）になり、界面準位に起因した暗電流成分を抑制することができる。しかも、透明導電膜７４下の該透明導電膜７４より屈折率の低い絶縁膜７１の膜厚ｄ１を５０ｎｍ以下にすることにより、透明導電膜７４と絶縁膜７１により反射防止膜が形成され、透明導電膜７４を用いても感度低下を伴うことない。従って、本実施の形態の固体撮像装置では、低暗電流かつ高感度を実現できる。

【0121】

因みに、フォトダイオード表面に絶縁膜を介して透明導電膜を形成し、その透明導電膜に負電圧を印加することで、フォトダイオード表面をホールアキュミレーション状態にして、埋め込み型フォトダイオードと同様に界面の暗電流を抑制出来るが、不利な点も生じる。すなわち、透明導電膜を形成することにより、フォトダイオード上部に積層される層構造が増加し、上層膜の界面での反射光成分が増加、または透明導電膜例えばＩＴＯ膜における短波長成分の光吸収の増加が発生する。これらの光学的な損失のために暗電流の低下は可能であるが、それと同時に感度の点で不利になる可能性がある。

【0122】

これに対して、本実施の形態のように、透明導電膜７４下の酸化シリコン膜あるいは酸窒化シリコン膜などの単層絶縁膜７１の膜厚ｄ１を５０ｎｍ以下にし、その膜厚ｄ１に応じた透明導電膜７４の膜厚ｄ２を最適化することで、界面の暗電流の抑制と感度の向上を両立させることができる。

【0123】

次に、図１５～図１９を用いて具体的に透明導電膜７４下の絶縁膜７１、本例では酸化シリコン膜の膜厚が５０ｎｍ以下としたときに、フォトダイオードへの光吸収率で優位になることを実証する。

【0124】

絶縁膜（酸化シリコン膜）７１上に透明導電膜（ＩＴＯ膜）７４を形成した図１４のデバイス構造を考える。図１５に、透明導電膜（ＩＴＯ膜）７４の膜厚ｄ２、及び透明導電膜（ＩＴＯ膜）７４下の絶縁膜（酸化シリコン膜）７１の膜厚ｄ１をパラメータとして、フォトダイオードに吸収される光の吸収率をシミュレーションより求めたデータを示す。

【0125】

図１５では、フォトダイオードの深さを４μｍと仮定し、横軸を波長４５０ｎｍの光のフォトダイオードへの吸収率（＝青の吸収率を想定）をとり、縦軸に波長５５０ｎｍの光のフォトダイオードへの吸収率（＝緑の吸収率を想定）をとり、両者の吸収率をプロットしている。同図中の凡例のＯｘとは、透明導電膜（ＩＴＯ膜）７４下の絶縁膜である酸化シリコン膜厚を示し、各酸化シリコン膜厚に対して、図中で結ばれた曲線（細線）はＩＴＯ膜厚を１０ｎｍ刻みで０ｎｍ～１００ｎｍまで振っている。凡例の“ＩＴＯなし”の曲線は、ＩＴＯ膜下の酸化シリコン膜のみを膜厚０ｎｍ～２００ｎｍまで振り、ＩＴＯ膜を形成していない場合のデータを表している。

SAMSUNG EX. 1002 - 974/1684

【0126】
なお、透明導電膜（ＩＴＯ膜）上部の膜は固定しており、透明導電膜（ＩＴＯ膜）７４上部の絶縁膜（酸化シリコン膜）７５は１００ｎｍ厚、平坦化膜７６はシリコン（Ｓｉ）、酸素（Ｏ）、炭素（Ｃ）を成分とした平坦化膜を１μｍ厚として屈折率は１．５の材料を想定している。また、カラーフィルタ３５は屈折率１．６～１．７程度の材料を想定している。
【0127】
図１５に示すように、青光と緑光の吸収率を両立するためには、透明導電膜（ＩＴＯ膜）７４下の絶縁膜厚（酸化シリコン膜厚）ｄ１に対して、最適なＩＴＯ膜厚ｄ２が存在することが分かる。また、ＩＴＯ膜の最適膜厚を設定しても、青光及び緑光の吸収率の最大値は、ＩＴＯ膜下の酸化シリコン膜厚ｄ１により律速されていることが確認できる。フォトダイオードでの光の吸収率としては、実線枠内（青光及び緑光のフォトダイオードでの吸収率が共に約７３％以上得られる範囲）に入ることが望まれる。より好ましくは青光、緑光共に吸収率が８０％以上の範囲に入ることが望ましい。ＩＴＯ膜の無い酸化シリコン膜のみをベースとした構造に対して、ＩＴＯ膜を用いた構造は、フォトダイオードでの光の吸収率で優位性を持つためには、少なくともＩＴＯ膜下の酸化シリコン膜厚ｄ１が５０ｎｍ以下であることが必要である。なお、好ましくは、ＩＴＯ膜を用いた構造が、ＩＴＯ膜を用いない構造に対してフォトダイオードへの光の吸収率で優位性を持つためには３０ｎｍ以下である。
【0128】
図１６及び図１７に、ＩＴＯ膜下の酸化シリコン膜厚ｄ１とＩＴＯ膜厚ｄ２を変化させた際の、青光及び緑光のフォトダイオードでの吸収率を強度グラフで表したデータを示す。図１６は波長４５０ｎｍの青光におけるフォトダイオードへの光の吸収率、図１７は波長５５０ｎｍの緑光におけるフォトダイオードへの光の吸収率を示す。図１６、図１７から青光、緑光いずれも吸収率が向上するためには、ＩＴＯ膜下の酸化シリコン膜厚ｄ１を薄くした方が良好であることが分かる。図１６、図１７において、白い領域８４、８５が最適領域である。
【0129】
さらに、図１８にＩＴＯ膜下の酸化シリコン膜厚ｄ１＝２０ｎｍ、図１９にＩＴＯ膜下の酸化シリコン膜厚ｄ１＝１６０ｎｍの、それぞれ青光、緑光のフォトダイオードへの吸収率をそれぞれ示す。図１９の酸化シリコン膜厚ｄ１が１６０ｎｍの場合には、青光と緑光でピークとなるＩＴＯ膜厚ｄ２が異なってしまう、青光と緑光の吸収率が共存しない。一方、図１８に示すように酸化シリコン膜厚ｄ１が薄い場合には、ＩＴＯ膜厚ｄ２を最適化することで青光と緑光の吸収率を両立することができる。
【0130】
本発明では、上記第４実施の形態の固体撮像装置を備えることにより、暗電流の抑制と感度の向上を両立させたカメラを実現することができる。
【0131】
第４実施の形態では透明導電膜７４下に絶縁膜７１として単層の酸化シリコン膜あるいは酸窒化シリコン膜を形成した構成であるが、絶縁膜として２種類以上の積層絶縁膜を形成した構成とすることもできる。この場合の実施の形態を次に示す。
【0132】
（第５実施の形態）
図２０は、第５実施の形態に係る固体撮像装置における、画素部の要部断面図である。本実施の形態も裏面照射型の固体撮像装置であり、第１実施の形態と同一の構成要素には、同じ符号を付してあり、その説明は省略する。
【0133】
本実施の形態に係る固体撮像装置は、光電変換部となるフォトダイオードで構成された受光部の受光面、すなわちフォトダイオードを構成する第１導電型領域（ｎ型の電荷蓄積領域）４１の受光面上に２種類以上の絶縁膜による積層絶縁膜８３、本例では下層の絶縁

SAMSUNG EX. 1002 - 975/1684

膜７２、本例では酸化シリコン（ＳｉＯ2 ）膜と、上層の絶縁膜７３、本例では窒化シリコン（ＳｉＮ）膜の２層絶縁膜を介して透明導電膜７４を形成し、この透明導電膜７４に負電圧を印加するように構成される。透明導電膜７４は、受光部表面のポテンシャルを制御する制御ゲートとなる。下層の絶縁膜（酸化シリコン膜）７２は受光部の受光面に接するように下層に形成される。透明導電膜７４上には絶縁膜７５例えば酸化シリコン膜を介して平坦化膜７６が形成され、平坦化膜７６上にカラーフィルタ３５、その上にオンチップマイクロレンズ３６が形成される。透明導電膜７４には、絶縁膜（酸化シリコン膜）７５を貫通して配線（遮光膜を兼ねる）７７が接続され、この配線７７が撮像領域８１（画素部１１に相当）から周辺回路領域８２上に延長して形成される。

【0134】

ここで、２層の絶縁膜７２、７３のうち、上層の絶縁膜（窒化シリコン膜）７３は屈折率が２．０程度であり、透明導電膜７４の例えばＩＴＯ膜の屈折率が２．０程度であるので、両者は光学的にほぼ同等の光学特性を有する。このため、透明導電膜（ＩＴＯ膜）７４の膜厚ｄ２は実効的に屈折率が同程度の透明導電膜（ＩＴＯ膜）７４と上層の絶縁膜（窒化シリコン膜）７３の合計の膜厚となる。上層の絶縁膜７３として、窒化シリコン膜に代えて屈折率が２．０程度の酸化ハフニウム（ＨｆＯ2 ）膜を用いることもできる。

【0135】

そして、本実施の形態においては、第４実施の形態と同様に、透明導電膜７４下の絶縁膜（本例では酸化シリコン膜）７２の膜厚ｄ１を５０ｎｍ以下に設定する。好ましくは絶縁膜（酸化シリコン膜）７２の膜厚ｄ１を５０ｎｍ以下にし、その絶縁膜厚（酸化シリコン膜厚）ｄ１に応じて上記実効的な透明導電膜厚ｄ２を最適化する。絶縁膜７２としては、酸化シリコン膜に代えて酸窒化シリコン膜を用いることもできる。透明導電膜７４としては、ＩＴＯ膜の他、前述した酸化亜鉛膜を用いることもできる。

【0136】

絶縁膜（酸化シリコン膜）７２の膜厚ｄ１としては、上層絶縁膜７３が酸化ハフニウム（ＨｆＯ2 ）膜の場合には、０．５ｎｍ程度まで薄くすることが可能である。従って、膜厚ｄ１としては５０ｎｍ以下、０．５ｎｍ～５０ｎｍの範囲、好ましくは３０ｎｍ以下、１５ｎｍ～３０ｎｍとすることができる。

【0137】

本実施の形態の積層絶縁膜８３を有する構成を図１５に当てはめた場合、ＩＴＯ膜厚ｄ２は、実効的にＩＴＯ膜７４と窒化シリコン膜あるいは酸化ハフニウム膜の上層の絶縁膜７３との合計膜厚となる。すなわち、第５実施の形態においても、図１５に示すと同傾向のデータが得られる。

【0138】

第５実施の形態によれば、第４実施の形態と同様に、フォトダイオードで構成された受光部３１の受光面上に下層を絶縁膜７２である酸化シリコン膜とした積層絶縁膜８３を介して透明導電膜７４を形成し、この透明導電膜７４に負電圧を印加することにより、フォトダイオード表面がホールアキュミレーション状態（正孔蓄積状態）になり、界面準位に起因した暗電流成分を抑制することができる。しかも、透明導電膜７４下の酸化シリコン膜厚ｄ１を５０ｎｍ以下にすることにより、透明導電膜７４を用いても感度低下を伴うことなく、低暗電流かつ高感度を実現できる。

【0139】

本発明では、上記第５実施の形態の固体撮像装置を備えることにより、暗電流の抑制と感度の向上を両立させたカメラを実現することができる。

【0140】

図２１～図２２に、上述の第４実施の形態の固体撮像装置の製造方法の実施の形態を示す。同図は模式的断面図であり、撮像領域８１と周辺回路領域８２の部分を示している。

先ず、図２１Ａに示すように、撮像領域８１にフォトダイオードを含む画素と配線層が形成され、周辺回路領域８２に所要の周辺回路が形成された半導体基板３０の裏面上に、フォトダイオード及び周辺回路側の全面に所要の膜厚の単層の絶縁膜７１及び所要の膜厚

SAMSUNG EX. 1002 - 976/1684

の透明導電膜７４を積層する。絶縁膜（酸化シリコン膜）７１は、好ましくは薄い方がよい。

【0141】

本例では絶縁耐圧と吸収率を考慮して膜厚１５ｎｍの単層の絶縁膜（酸化シリコン膜）７１を形成する。この絶縁膜（酸化シリコン膜）７１上に膜厚５０ｎｍの透明導電膜７４であるＩＴＯ膜を積層する。絶縁膜７１の酸化シリコン膜は、ＳｉH4 、O2 を原料としたプラズマＣＶＤ法や、ＴＥＯＳを用いたプラズマＣＶＤ法などを用いて形成することができる。また、透明導電膜７４のＩＴＯ膜は、ＩＴＯターゲットを用いたスパッタ法を用いて成膜できる。この際、透明導電膜（ＩＴＯ膜）７４の膜厚ｄ２は下部の絶縁膜（酸化シリコン膜）７１の膜厚ｄ１に応じて最適化する必要がある。ここでは上記のように絶縁膜厚（酸化シリコン膜厚）ｄ１が１５ｎｍであるので、それに対応して透明導電膜（ＩＴＯ膜）７４は最適化した５０ｎｍとする。勿論酸化シリコン膜厚ｄ１が異なれば、それに応じてＩＴＯ膜厚ｄ２も変更される。

【0142】

次に、図２１Ｂに示すように、ＩＴＯ膜７４を選択的にエッチング除去して所望の領域、すなわち画素が形成される撮像領域８１のみに残す。

【0143】

次に、図２１Ｃに示すように、透明導電膜（ＩＴＯ膜）７４及び周辺回路８２側の全面に所要の膜厚の絶縁膜（酸化シリコン膜）７５を形成する。本例ではプラズマＣＶＤ法を用いて１５０ｎｍ程度の絶縁膜（酸化シリコン膜）７５を形成する。

【0144】

次に、図２１Ｄに示すように、透明導電膜（ＩＴＯ膜）７４へバイアス電圧を印加するための配線用のコンタクトホール８６を絶縁膜（酸化シリコン膜）７５に形成する。

【0145】

次に、図２２Ｅに示すように、このコンタクトホール８６を含む全面に遮光膜と配線を兼ねる金属膜７７ａを形成する。金属膜７７ａは積層構造とすることができ、積層構造として最上層をＡｌとしたＡｌ／ＴｉＮ／Ｔｉを用いることができる。

【0146】

次に、図２２Ｆに示すように、金属膜７７ａをパターニングして周辺回路８２側へ伸びる遮光膜を兼ねる配線７７を形成する。

【0147】

次に、図２２Ｇに示すように、全面に所要の膜厚の平坦化膜７６を形成する。本例ではシリコン（Ｓｉ）と酸素（Ｏ）と炭素（Ｃ）を主成分とする絶縁膜を１μｍ程度塗布し、アニールして平坦化膜７６を形成する。この平坦化膜７６上にカラーフィルタ３５を形成し、さらにその上に集光のためのオンチップマイクロレンズ３６を形成して、目的の第４実施の形態の固体撮像装置を得る。

【0148】

図２３～図２４に、上述の第５実施の形態の固体撮像装置の製造方法の実施の形態を示す。同図は模式的断面図であり、撮像領域８１と周辺回路領域８２の部分を示している。

先ず、図２３Ａに示すように、撮像領域８１にフォトダイオードを含む画素と配線層が形成され、周辺回路領域８２に所要の周辺回路が形成された半導体基板３０の裏面上に、フォトダイオード及び周辺回路側の全面にわたり、所要の膜厚の積層絶縁膜８３及び所要の膜厚の透明導電膜７４を積層する。

【0149】

本例では絶縁耐圧と吸収率を考慮して膜厚１５ｎｍ程度の下層の絶縁膜７２である酸化シリコン膜を形成し、その上に上層の絶縁膜７３である窒化シリコン膜を形成して積層絶縁膜８３とし、さらにその上に透明導電膜７４としてＩＴＯ膜を形成する。絶縁膜７２の酸化シリコン膜は、ＳｉH4 、O2 を原料としたプラズマＣＶＤ法や、ＴＥＯＳを用いたプラズマＣＶＤ法等を用いて形成することができる。上層の絶縁膜７３の窒化シリコン膜は、ＳｉH4 、ＮH3 またはＳｉH4 、N2 を原料としたプラズマＣＶＤ法で形成するこ

SAMSUNG EX. 1002 - 977/1684

とができる。透明導電膜７４のＩＴＯ膜は、ＩＴＯターゲットを用いたスパッタ法を用いて成膜できる。なお、絶縁膜（窒化シリコン膜）７３と透明導電膜（ＩＴＯ膜）７４の合計の膜厚ｄ２は、下層の絶縁膜（酸化シリコン膜）７２に対して最適化する必要がある。絶縁膜（酸化シリコン膜）７２は、好ましくは薄い方が良い。ここでは絶縁膜（酸化シリコン膜）７２の膜厚が１５ｎｍ程度であるので、それに対して最適化して上層の絶縁膜厚（窒化シリコン膜厚）７３の膜厚を３０ｎｍ程度、透明導電膜（ＩＴＯ膜）の膜厚を２０ｎｍ程度とする。勿論、絶縁膜（酸化シリコン膜）７２の膜厚ｄ１が異なれば、それに応じて絶縁膜（窒化シリコン膜）７３の膜厚、透明導電膜（ＩＴＯ膜）の膜厚も変更される。

【0150】

次に、図２３Ｂに示すように、透明導電膜(ＩＴＯ膜）７４を選択的にエッチング除去して所望の領域、すなわち画素が形成される撮像領域８１のみに残す。

【0151】

次に、図２３Ｃに示すように、透明導電膜(ＩＴＯ膜）７４及び周辺回路８２側の全面に所要の膜厚の絶縁膜(酸化シリコン膜）７５を形成する。本例ではプラズマＣＶＤ法を用いて１５０ｎｍ程度の絶縁膜(酸化シリコン膜）７５を形成する。

【0152】

次に、図２３Ｄに示すように、透明導電膜(ＩＴＯ膜）７４へバイアス電圧を印加するための配線用のコンタクトホール８６を絶縁膜(酸化シリコン膜）７５に形成する。

【0153】

次に、図２４Ｅに示すように、このコンタクトホール８６を含む全面に遮光膜と配線を兼ねる金属膜７７ａを形成する。金属膜７７ａは積層構造とすることができ、積層構造として最上層をＡｌとしたＡｌ／ＴｉＮ／Ｔｉを用いることができる。

【0154】

次に、図２４Ｆに示すように、金属膜７７ａをパターニングして周辺回路８２側へ伸びる遮光膜を兼ねる配線７７を形成する。

【0155】

次に、図２４Ｇに示すように、全面に所要の膜厚の平坦化膜７６を形成する。本例ではシリコン（Ｓｉ）と酸素（Ｏ）と炭素（Ｃ）を主成分とする絶縁膜を１μｍ程度塗布し、アニールして平坦化膜７６を形成する。この平坦化膜７６上にカラーフィルタ３５を形成し、さらにその上に集光のためのオンチップマイクロレンズ３６を形成して、目的の第５実施の形態の固体撮像装置を得る。

【0156】

本実施の形態の固体撮像装置の製造方法によれば、このようにして界面準位に起因した暗電流の抑制と高感度化を両立させた裏面照射型のＣＭＯＳ固体撮像装置を製造することができる。

【0157】

なお、第６実施の形態として、図示しないが、図１４及び図２０の固体撮像装置において、フォトダイオードを構成するｎ型半導体領域の受光面側の表面に暗電流抑制のためのｐ型半導体領域（正孔蓄積領域）を形成した構成とすることができる。このような埋め込み型フォトダイオードと組み合わせることにより、透明導電膜に印加する負電圧を低くすることができ、かつ界面のｐ型半導体領域の不純物濃度を低くして従来と同じ暗電流抑制効果を得ることができる。

【0158】

さらに、第４実施の形態、第５実施の形態または第６実施の形態と、第１実施の形態、第２実施の形態または第３実施の形態とを組み合わせた構成とすることもできる。

【0159】

上述の第４実施の形態、第５実施の形態及び第６実施の形態は、裏面照射型のＣＭＯＳイメージセンサで適用したが、表面照射型のＣＭＯＳイメージセンサに適用することも可能である。また、ＣＣＤイメージセンサに適用することも可能である。

SAMSUNG EX. 1002 - 978/1684

【0160】
上述したように、第４実施の形態以降の実施の形態によれば、暗電流の抑制と、感度向上の両立を図った固体撮像装置およびカメラを実現することができる。
【0161】
（第６実施の形態）
次に、本発明に係る固体撮像装置の第６実施の形態を説明する。
【0162】
図２５は、第６実施の形態に係る固体撮像装置における、画素部の要部の断面図である。本実施の形態も裏面照射型の固体撮像装置であり、第１実施の形態と同一の構成要素には、同じ符号を付して、その説明は省略する。
【0163】
本実施の形態に係る固体撮像装置は、光電変換部となるフォトダイオードで構成された受光部３１の受光面上（すなわち、基板の第２面側）上、すなわちフォトダイオードを構成する第１導電型領域（ｎ型の電荷蓄積領域）４１の受光面上に所要の膜厚ｄ３を有する、負の固定電荷を有する膜、例えば少なくとも一部が結晶化した絶縁膜９２が形成される。この少なくとも一部が結晶化した絶縁膜９２としては、ハフニウム、ジルコニウム、アルミニウム、タンタル、チタン、イットリウム、ランタノイド等の元素の酸化物絶縁膜であり、膜中に少なくとも一部が結晶化した領域を有するものである。
【0164】
この少なくとも一部が結晶化した絶縁膜９２の膜厚としては、３ｎｍ以上、１００ｎｍ以下とすることができる。膜厚が３ｎｍより薄いと、結晶化し難くい。膜厚の上限は実用上１００ｎｍ程度でよく、それより厚くする必要はない。透過率など光学的には、数１０ｎｍ程度の膜厚が最適である。
【0165】
上記結晶化した絶縁膜９２と受光部３１の受光面との界面には所要の薄い膜厚ｄ３の絶縁膜９３、本例では酸化シリコン膜が形成される。結晶化した絶縁膜９２の酸化ハフニウム膜は、所要の温度による結晶化アニールで、膜中に負の電荷が形成される。この結晶化した絶縁膜９２は、受光部３１の受光面のポテンシャルを制御するポテンシャル制御機能を有する。
【0166】
上記結晶化した絶縁膜９２上には所要の膜厚の絶縁膜９４、例えば酸化シリコン膜を介して平坦化膜９５が形成される。平坦化膜９５上にはカラーフィルタ３５、その上にオンチップマイクロレンズ３６が形成される。撮像領域８１（画素部１１に相当）に隣接する周辺回路領域８２の絶縁膜（酸化シリコン膜）９４上には遮光膜９７が形成される。
【0167】
結晶化した絶縁膜９２、例えば酸化ハフニウム膜の場合は前述したように屈折率が２．０程度であり、その上の絶縁膜(酸化シリコン膜）９４は屈折率が１．４５程度である。したがって、結晶化した絶縁膜（酸化ハフニウム膜）９２と絶縁膜(酸化シリコン膜）９４により反射防止膜が形成される。
【0168】
第６実施の形態に係る固体撮像装置によれば、受光部３１の受光面上に負の固定電荷を有する膜、例えば少なくとも一部が結晶化した絶縁膜９２を形成することにより、フォトダイオードの表面を正孔蓄積状態とさせることができる。これにより、界面準位に起因した暗電流成分を抑制することができる。また、従来のように正孔蓄積層を形成するためのイオン注入及びアニールを施すこともなく、もしくは低濃度のドーズ量であってもフォトダイオード表面を正孔蓄積状態にすることができ、界面準位に起因の暗電流を抑制することができる。さらに、負の固定電荷を有する膜、例えば結晶化した絶縁膜（例えば酸化ハフニウム膜）９２とその上の絶縁膜(酸化シリコン膜）９４により反射防止膜が形成され、低暗電流かつ高感度を実現できる。
【0169】

SAMSUNG EX. 1002 - 979/1684

本発明では、上記第６実施の形態の固体撮像装置を備えることにより、暗電流の抑制と感度の向上を両立させたまめ等を実現することができる。

【0170】

更に、詳細説明する。前述したフォトダイオード、すなわち第１導電型領域（ｎ型の電荷蓄積領域）の表面側に第２導電型領域（ｐ型の正孔蓄積領域）を有する、いわゆる埋込み型のフォトダイオード構造は、界面準位起因のキャリア生成に起因した暗電流を、界面近傍を正孔（ホール）蓄積状態にすることによって抑制している。ここで、イオン注入によって正孔蓄積状態に出来ない場合は、フォトダイオード中の不純物プロファイル（ドーパント・プロファイル）でなく、フォトダイオードの上層の膜の固定電荷によって表面近傍を正孔蓄積状態にすればよい。また、この受光部に接する膜は、より界面準位を低減できた方が暗電流の低減には好適である。そのために必要なことは、界面準位が少ない上に、膜中に負の固定電荷を有する膜を形成することである。

【0171】

上記したような界面準位が少ない上に、膜中に負の固定電荷を形成する材料としては、Atomic Layer Deposition法による酸化ハフニウムが好適である。

【0172】

近年、低消費電力向けＬＳＩでは、低リーク電流を達成するために数ｎｍレベルの酸化ハフニウムが検討されており、さらに、酸化ハフニウムは結晶化するとリーク電流が増加することが知られている。一般的には、ゲート絶縁膜用途の数ｎｍ程度の膜厚の酸化ハフニウム膜は、５００℃程度の温度で結晶化するといわれている。そのため、耐熱性を向上するために酸化ハフニウムにＳｉを添加し、結晶化温度を上昇させるなどの対策が用いられている。しかしながら、ゲート絶縁膜用途でなく、イメージセンサのフォトダイオード表面に酸化ハフニウム膜を形成する場合は、リーク電流という特性は問題にならない。

【0173】

また、低反射膜構造を実現するためには、図２６に示すように、酸化ハフニウム（HfO_2）膜として、５０ｎｍ程度の膜厚が好適である。図２６は、フォトダイオード上に下から酸化シリコン（SiO_2）膜、酸化ハフニウム（HfO_2）膜、酸化シリコン（SiO_2）膜及びカラーフィルタを順次積層形成した、フォトダイオード構造において、酸化ハフニウム膜の膜厚を１０ｎｍから１０ｎｍ刻みで１００ｎｍまで変化させたときに、膜厚の依存性を示している。縦軸に緑フォトダイオードへの光の吸収率（％）、横軸に青フォトダイオードへの光の吸収率（％）を採ったときの、膜厚が５０ｎｍ程度で、青フォトダイオードへの光の吸収率が９０％以上、緑フォトダイオードへの光の吸収率が８０％以上となっている。

【0174】

上記のように従来のＭＯＳ－ＬＳＩで用いられなかった厚い膜厚の酸ハフニウム膜を形成した最には、結晶化温度が低下し３００℃程度で結晶化が開始することが分かった。図２７は、３２０℃、１６時間の熱処理の有無による酸ハフニウム膜のＴＥＭ写真である。図２７Ａは熱酸化処理の無い場合のＴＥＭ写真であり、図２７Ｂは熱酸化処理後のＴＥＭ写真である。図２７では、シリコン基板２０１上に酸化シリコン膜２０２、酸ハフニウム膜２０３、保護膜となる酸化シリコン膜２０４がこの順に積層された構成である。図２７Ｂに示すように、熱処理後に酸ハフニウム膜２０３が全体にわたり結晶化していることが確認できる。図２７Ａの熱処理しない酸ハフニウム膜２０３は結晶化している領域は膜中の局所的な領域に限られる。

【0175】

また、図２８は、酸ハフニウム膜において、上記のような熱処理を伴う結晶化で膜中の固定電荷がどのような振る舞いをするかを示している。図２９は、酸化ハフニウム（HfO_2）膜１０ｎｍと酸化シリコン（SiO_2）膜の積層膜構造をゲート絶縁膜としたＭＯＳキャパシタのＣ－Ｖ特性である。同図では、ＭＯＳキャパシタを作製した後、熱処理温度を３２０℃に固定して、熱処理時間を変化したときの、フラットバンド電圧Ｖｆｂを測定した結果である。図２８から分かるように、熱処理時間の延長と共に、フラットバン

SAMSUNG EX. 1002 - 980/1684

ド電圧Ｖｆｂがプラスにシフトして行く。つまり、酸ハフニウム膜中の負の電荷が増加していることが分かる。

【0176】

同様に、図２９に、熱処理時間を１時間に固定して、熱処理温度を変化したときの電圧Ｖｆｂの挙動を示す。この場合も、熱処理温度が高い方がフラットバンド電圧Ｖｆｂはプラスにシフト、つまり酸ハフニウム膜中の負の電荷が増加していることが示されている。

【0177】

このように、例えば５０ｎｍという厚い酸ハフニウム膜を用いるときは、低反射構造を実現することができる。同時に、結晶化温度を下げ、絶縁膜中の負電荷を増やすことができ、固体撮像装置において好適である。以上、酸化ハフニウム膜を１０ｎｍ以上の膜厚にして熱処理を施すことにより、４００℃以下の温度で酸化ハフニウムの結晶膜が形成され、また熱処理の増加、つまり結晶化が進行するに伴い酸化ハフニウム膜に負の電荷が形成されることを新たに見出された。これは、従来のＭＯＳ－ＬＳＩ用とゲート絶縁膜用途としては固定電荷が多い事、かつ結晶化することによるリーク電流の増加という避けるべき特性である。しかし、本実施の形態では、上記酸化ハフニウム膜は、固体撮像装置のフォトダイオード表面への正孔蓄積効果に対して非常に適している。これにより、４００℃以下の低温プロセスでフォトダイオード表面を正孔蓄積状態にすることを可能とし、暗電流抑制が実現できる。

【0178】

上例では、酸化ハフニウム膜について説明したが、その他、ジルコニウム、アルミニウム、タンタル、チタン、イットリウム、ランタノイド等の酸化物絶縁膜についても、膜中に負の固定電荷を形成することができる。受光面上にこれらの酸化物絶縁膜を形成することにより、フォトダイオードフォトダイオード表面を正孔蓄積状態にすることが可能になり、暗電流抑制が実現できる。

【0179】

図３０～図３２に、上述の第６実施の形態の固体撮像装置の製造方法の実施の形態を示す。同図は模式的断面図であり、撮像領域８１と周辺回路８２の部分を示している。

【0180】

先ず、図３０Ａに示す半導体基板３０の撮像領域８１に２次元アレイ状にフォトダイオードを含む複数の画素を形成し、周辺回路８１にＣＭＯＳトランジスタからなるロジック回路等を形成する。

【0181】

次に、図３０Ｂに示すように、撮像領域８１及び周辺回路８２の全面上にＡＬＤ法によって酸化ハフニウム膜９２を形成する。この酸化ハフニウム膜９２は屈折率が２．０程度であり、好適な膜厚を調整することで反射防止効果を得ることが可能になる。好ましくは膜厚が５０ｎｍ～６０ｎｍの酸化ハフニウム膜９２を形成する。また、前記ＡＬＤ法によって酸化ハフニウム膜９２を形成する際には、基板３０の表面つまりフォトダイオード表面と、酸化ハフニウム膜９２との界面に１ｎｍ程度の酸化シリコン膜９３が形成される。

【0182】

次に、図３０Ｃに示すように、酸化ハフニウム膜９２の結晶化アニールを行い、酸化ハフニウム膜中に負の固定電荷を形成する。

【0183】

次に、図３１Ｄに示すように、酸化ハフニウム膜９２上に酸化シリコン膜９４及び遮光膜９７を形成する。この酸化シリコン膜９４を形成することで、酸化ハフニウム膜９２と遮光膜９７とが直接接触せず、両者の接触に起因した酸化ハフニウム膜９２と遮光膜９７との反応を抑制することができる。同時に、遮光膜９７のエッチングの際に酸化ハフニウム膜９２の表面を直接エッチングに晒すことを防ぐことができる。また、遮光膜９７としては、遮光能力に優れたタングステン（Ｗ）を用いるのが好ましい。

【0184】

次に、図３１Ｅに示すように、遮光膜９７を撮像領域８１の一部及び周辺回路８２の全

SAMSUNG EX. 1002 - 981/1684

面を覆うように選択除去する。この加工された遮光膜９７によって、フォトダイオードに光が入らない領域を作り、フォトダイオードの出力によって画像での黒レベルを決定する。また、周辺回路８２には光が入ることによる特性変動を抑制する。

【0185】

次に、図３２Ｆに示すように、遮光膜９７による段差を低減する平坦化膜９５を形成する。この平坦化膜９５は塗布による絶縁膜で形成される。

【0186】

次に、図３２Ｇに示すように、平坦化膜９５上の撮像領域８１側において、カラーフィルタ３５を形成し、さらにその上に集光のためのオンチップマイクロレンズ３６を形成して、目的の第６実施の形態の固体撮像装置を得る。

【0187】

本発明は、上記の実施形態の説明に限定されない。

例えば、本実施形態で挙げた数値や材料は一例であり、これに限定されるものではない。

その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の変更が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0188】

【図1】第１～第６実施形態に係る固体撮像装置の概略構成図である。

【図2】画素部の単位画素の回路図である。

【図3】固体撮像装置の概略断面図である。

【図4】第１実施形態に係る固体撮像装置における、基板の要部断面図である。

【図5】第１実施形態に係る固体撮像装置の動作におけるバイアス例を示す図である。

【図6】第１実施形態に係る固体撮像装置の製造の一例を示す工程断面図である。

【図7】第１実施形態に係る固体撮像装置の製造の一例を示す工程断面図である。

【図8】第１実施形態に係る固体撮像装置の製造の他の例を示す工程断面図である。

【図9】第１実施形態に係る固体撮像装置の製造の他の例を示す工程断面図である。

【図10】カメラの概略構成を示す図である。

【図11】第２実施形態に係る固体撮像装置における、基板の要部断面図である。

【図12】第２実施形態に係る固体撮像装置の動作におけるバイアス例を示す図である。

【図13】第３実施形態に係る固体撮像装置における、基板の要部断面図である。

【図14】第４実施の形態に係る固体撮像装置における、基板の要部断面図である。

【図15】第４実施の形態に係る固体撮像装置の説明に供する、フォトダイオードに吸収される青光と緑光の吸収率のシミュレーション図である。

【図16】第４実施の形態に係る固体撮像装置の説明に供する、波長４５０ｎｍにおけるフォトダイオードへの光の吸収率の強度グラフの図である。

【図17】第４実施の形態に係る固体撮像装置の説明に供する、波長５５０ｎｍにおけるフォトダイオードへの光の吸収率の強度グラフの図である。

【図18】第４実施の形態に係る固体撮像装置の説明に供する、酸化シリコン膜厚２０ｎｍを固定して透明導電膜（ＩＴＯ膜）の膜厚を変化したときの青光と緑光の吸収率を示すグラフである。

【図19】第４実施の形態に係る固体撮像装置の説明に供する、酸化シリコン膜厚１６０ｎｍを固定してＩＴＯ膜厚を変化したときの青光と緑光の吸収率を示すグラフである。

【図20】第５実施の形態に係る固体撮像装置における、基板の要部断面図である。

【図21】Ａ～Ｄ　第４実施の形態に係る固体撮像装置の製造方法の実施の形態を示す製造工程図（その１）である。

【図22】Ｅ～Ｇ　第４実施の形態に係る固体撮像装置の製造方法の実施の形態を示す製造工程図（その２）である。

【図23】Ａ～Ｄ　第５実施の形態に係る固体撮像装置の製造方法の実施の形態を示す製造工程図（その１）である。

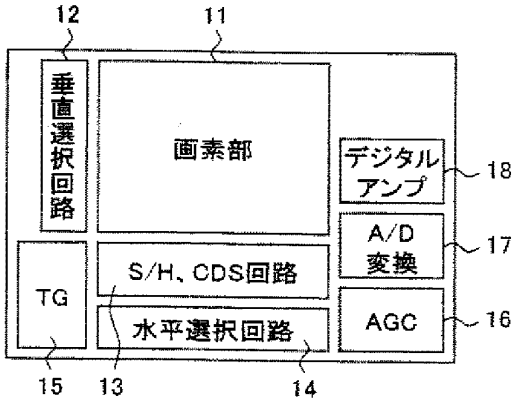
【図24】Ｅ～Ｇ　第５実施の形態に係る固体撮像装置の製造方法の実施の形態を示す製造

SAMSUNG EX. 1002 - 982/1684

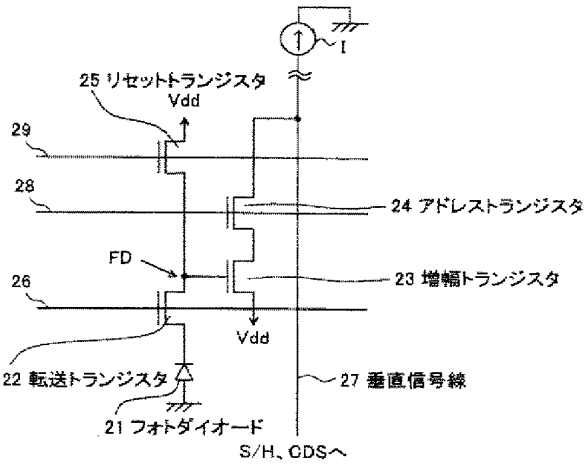
工程図（その２）である。
【図25】第６実施の形態に係る固体撮像装置における、基板の要部断面図である。
【図26】第６実施の形態に係る固体撮像装置の説明に供する、酸化ハフニウム膜を用いたときの青、緑のフォトダイオードへの光の吸収率を示す特性図である。
【図27】Ａ，Ｂ　熱処理の有無による酸化ハフニウムのＴＥＭ写真である。
【図28】酸化ハフニウム膜を用いたＭＯＳキャパシタのＶｆｂの熱処理時間依存性を示すグラフである。
【図29】酸化ハフニウム膜を用いたＭＯＳキャパシタのＶｆｂの熱処理温度依存性を示すグラフである。
【図30】Ａ～Ｃ　第６実施の形態に係る固体撮像装置の製造方法の実施の形態を示す製造工程図（その１）である。
【図31】Ｄ～Ｅ　第６実施の形態に係る固体撮像装置の製造方法の実施の形態を示す製造工程図（その２）である。
【図32】Ｆ～Ｇ　第６実施の形態に係る固体撮像装置の製造方法の実施の形態を示す製造工程図（その３）である。
【符号の説明】
【0189】
１１…画素部、１２…垂直選択回路、１３…Ｓ／Ｈ・ＣＤＳ回路、１４…水平選択回路、１５…タイミングジェネレータ、１６…ＡＧＣ回路、１７…Ａ／Ｄ変換回路、１８…デジタルアンプ、２１…フォトダイオード、２２…転送トランジスタ、２３…増幅トランジスタ、２４…アドレストランジスタ、２５…リセットトランジスタ、２６，２８，２９…駆動配線、２７…垂直信号線、３０…基板、３１…受光部、３２…絶縁膜、３３…遮光膜、３３ａ…開口部、３４…保護膜、３５…カラーフィルタ、３６…オンチップマイクロレンズ、３８…配線層、３９…支持基板、４０…素子分離絶縁膜、４１…電荷蓄積領域、４２…ｐ型ウェル、４３…正孔蓄積領域、４４…正孔蓄積領域、４５…フローティングディフュージョン、４６…ｐ型領域、５０…電極層、５１…転送ゲート、５２…制御ゲート、５２－１…第１制御ゲート、５２－２…第２制御ゲート、６０…ゲート絶縁膜、６１…絶縁膜、６２…ハードマスク、６２ａ…酸化シリコン膜、６２ｂ…窒化シリコン膜、６３…サイドウォール絶縁膜、６４…埋め込み絶縁膜、６４ａ…酸化シリコン膜、６４ｂ…窒化シリコン膜、７１・・絶縁膜（酸化シリコン膜または酸窒化シリコン膜）、７２・・絶縁膜（酸化シリコン膜または酸窒化シリコン膜）、７３・・絶縁膜（窒化シリコン膜または酸化ハフニウム膜）、７４・・透明導電膜、７５・・絶縁膜（酸化シリコン膜）、７６・・平坦化膜、７７・・配線、８１・・撮像領域、８２・・周辺回路領域、８３・・積層絶縁膜、９２・・負の固定電荷を有する膜である結晶化した絶縁膜、９３・・絶縁膜（酸化シリコン膜）、９４・・絶縁膜（酸化シリコン膜）、９５・・平坦化膜、９７・・遮光膜、１００…カメラ、１０１…固体撮像装置、１０２…光学系、１０３…信号処理回路

SAMSUNG EX. 1002 - 983/1684

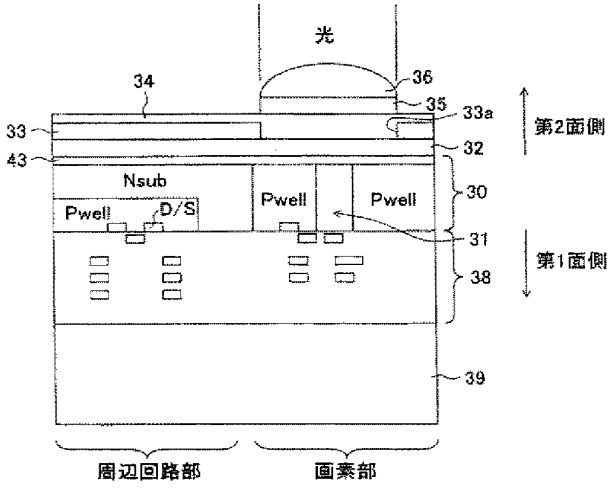
【図1】



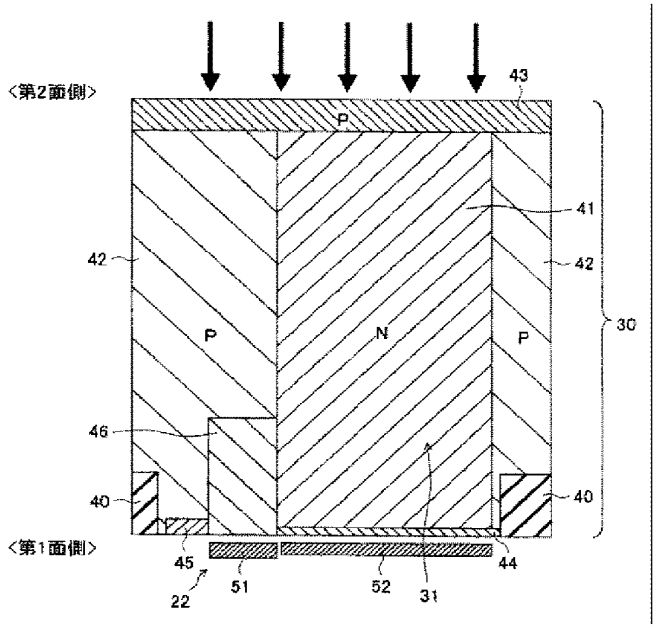
【図2】



【図3】



【図4】

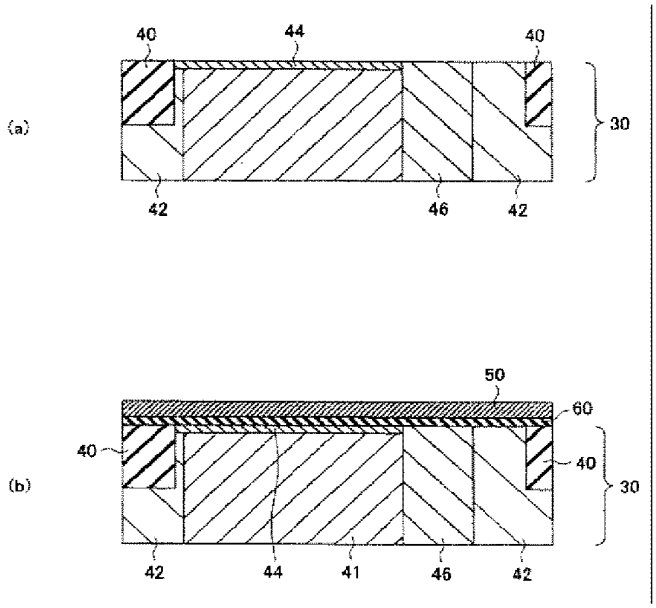


SAMSUNG EX. 1002 - 984/1684

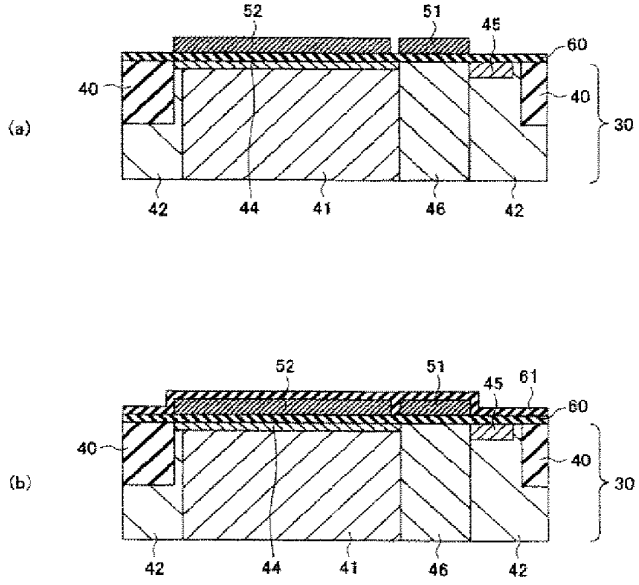
【図5】

	蓄積	読み出し	リセット
制御ゲート	−	−〜＋	−
転送ゲート	−	＋	−
リセットゲート	O	O	＋

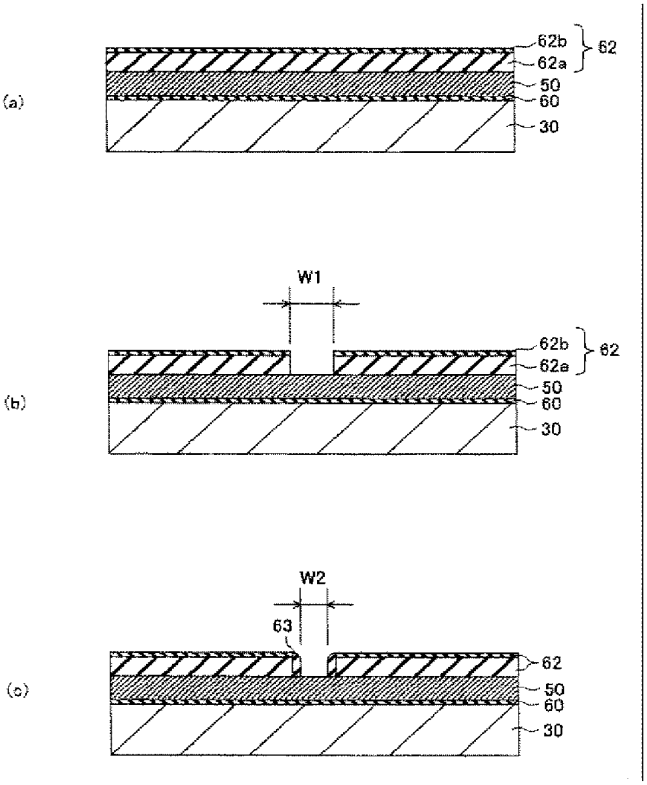
【図6】



【図7】

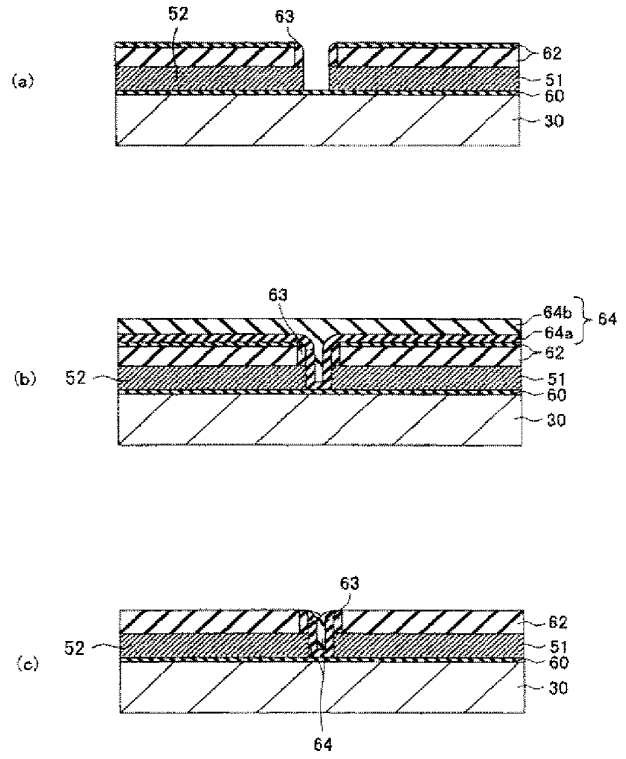


【図8】

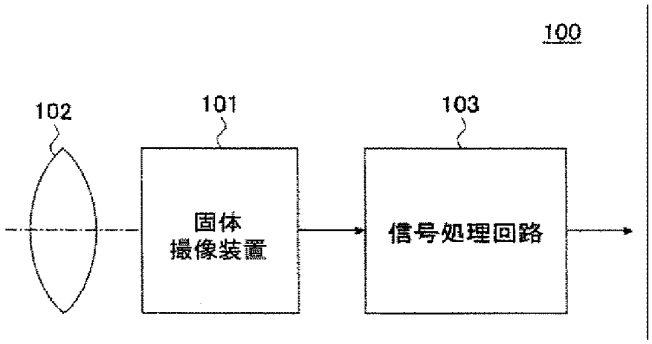


SAMSUNG EX. 1002 - 985/1684

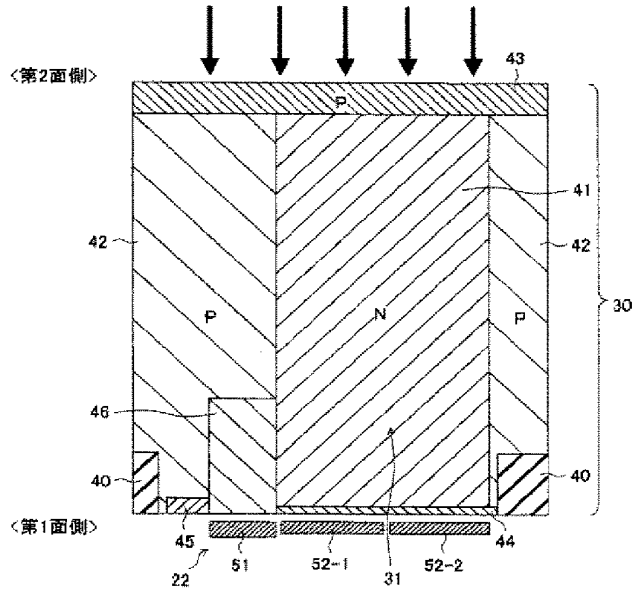
【図9】



【図10】



【図11】

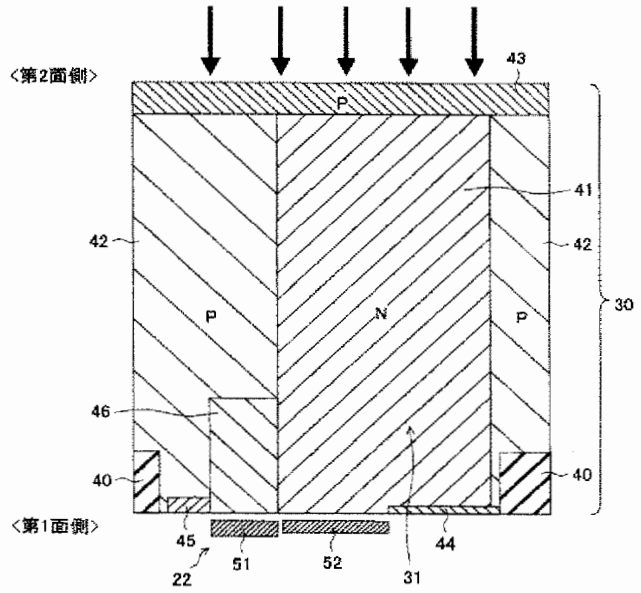


【図12】

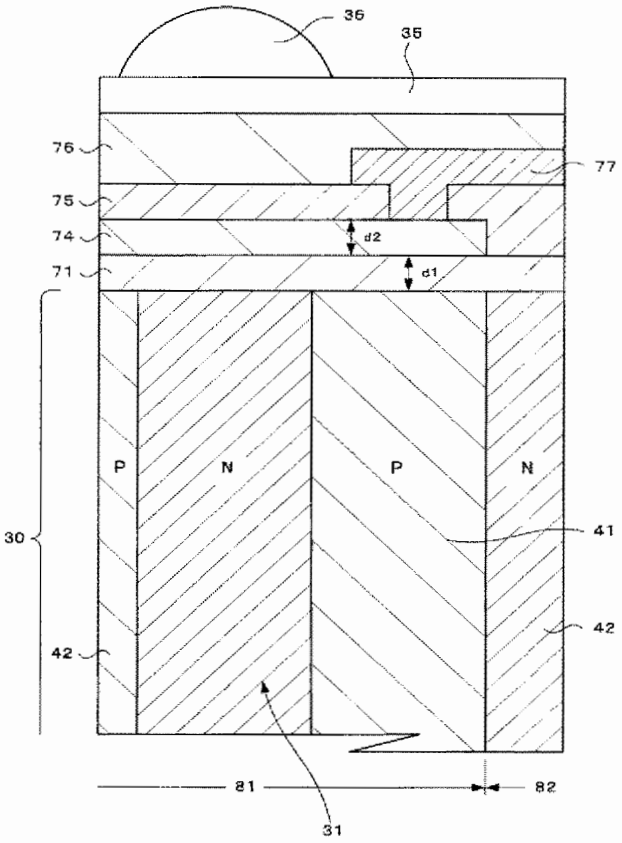
	蓄積	読み出し1	読み出し2	リセット
第2制御ゲート	−	−	−	−
第1制御ゲート	−	+	−	−
転送ゲート	−	−	+	−
リセットゲート	0	0	0	+

SAMSUNG EX. 1002 - 986/1684

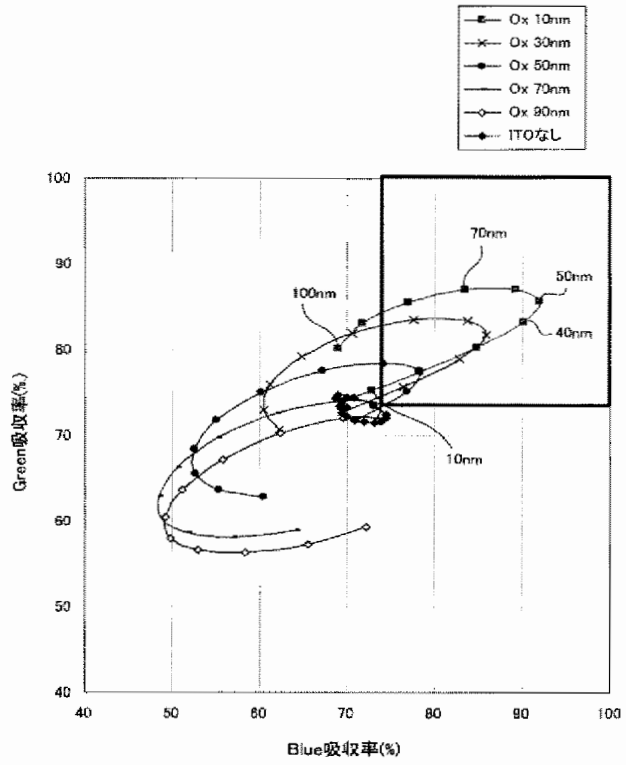
【図13】



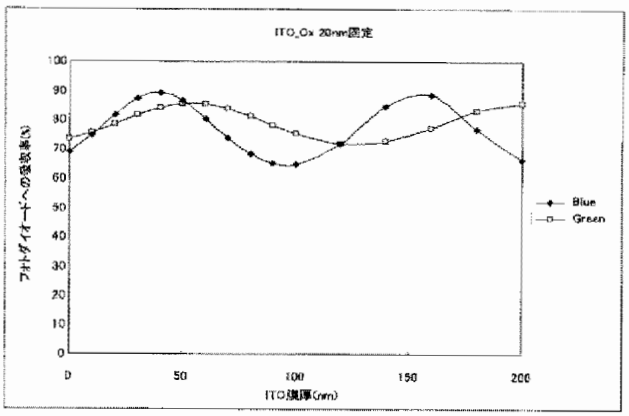
【図14】



【図15】

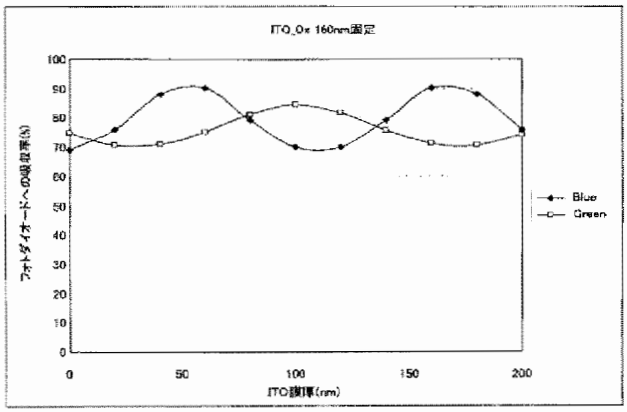


【図18】

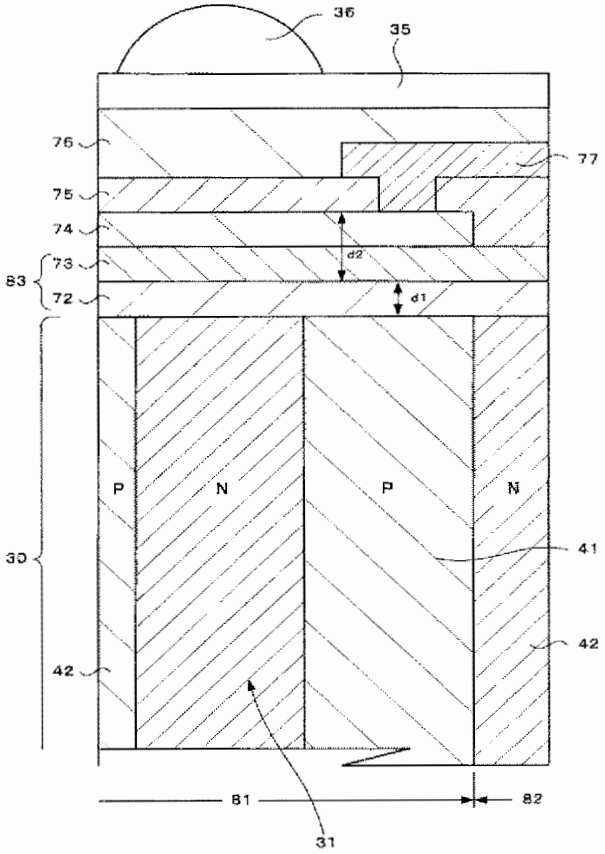


SAMSUNG EX. 1002 - 987/1684

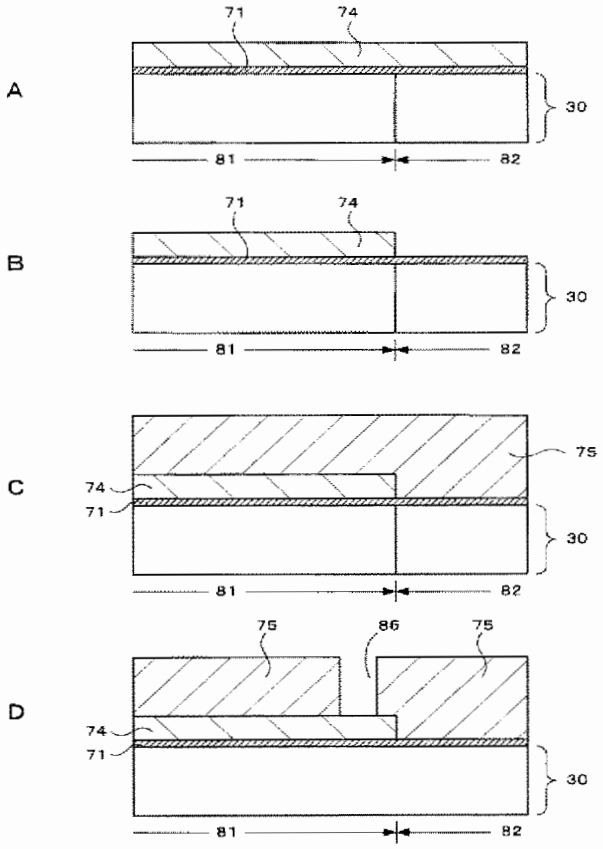
【図19】



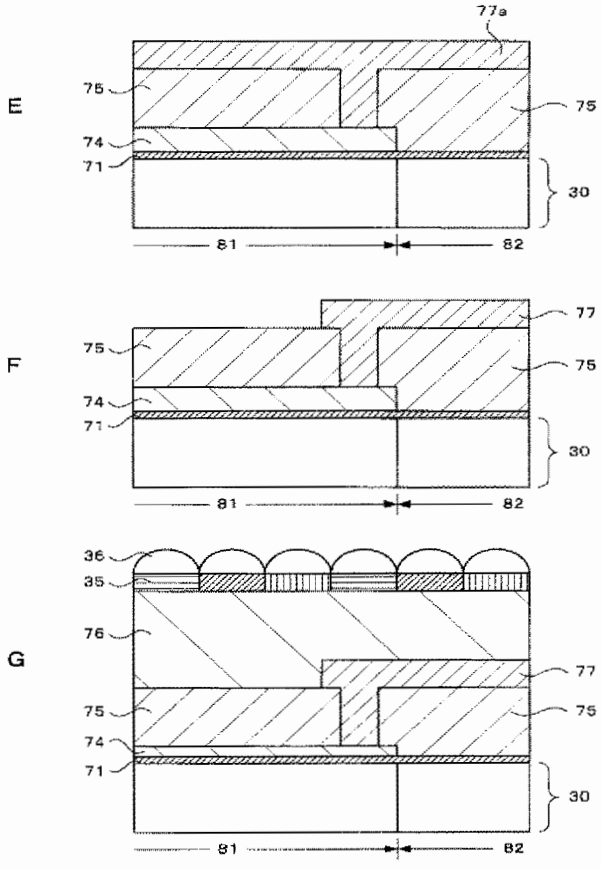
【図20】



【図21】

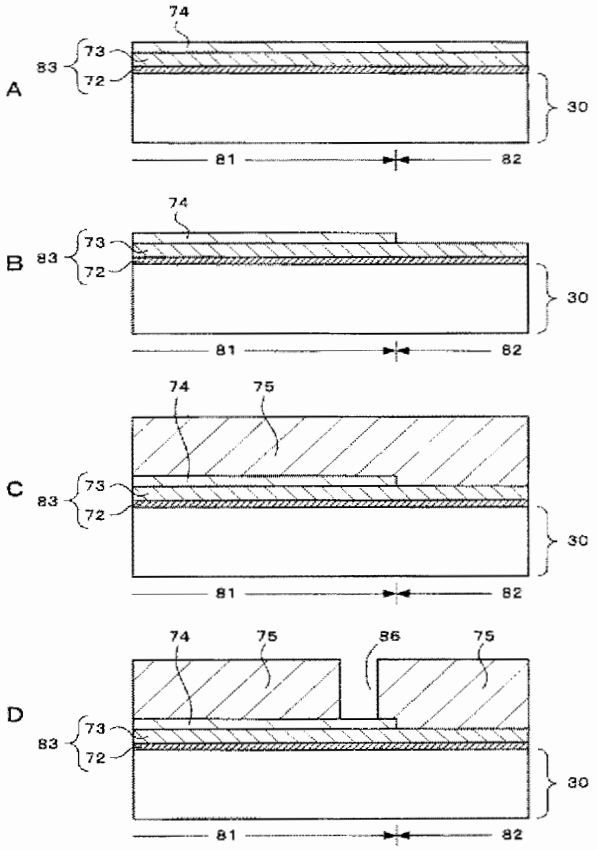


【図22】

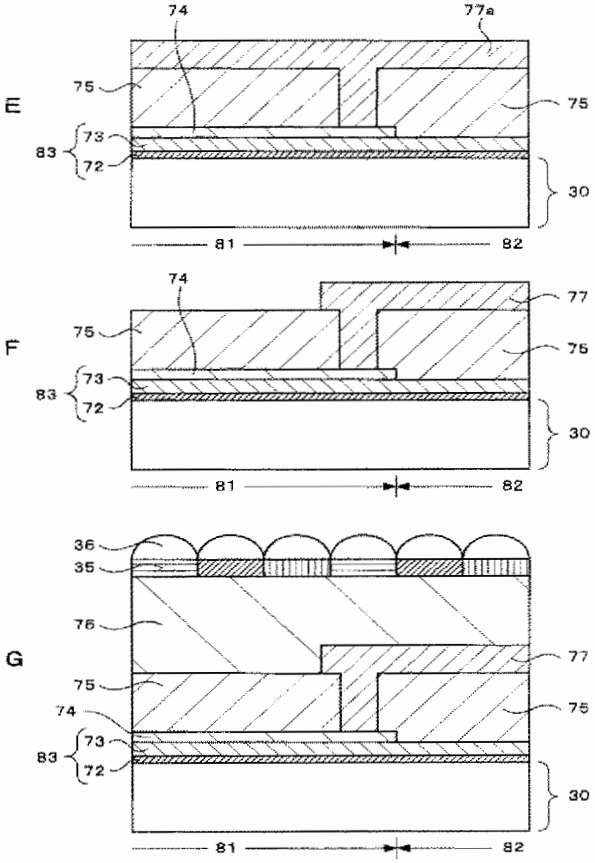


SAMSUNG EX. 1002 - 988/1684

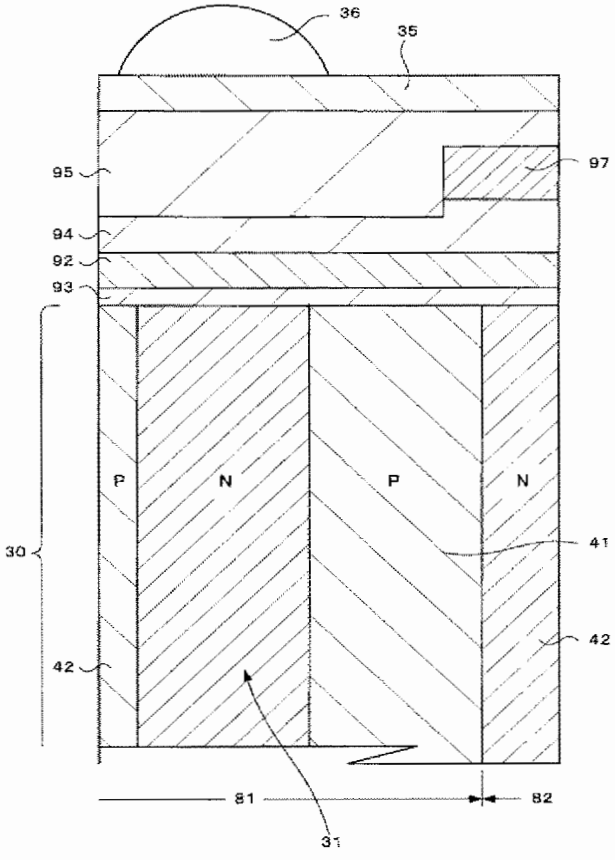
【図23】



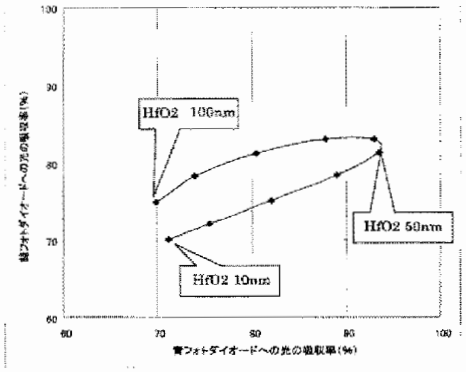
【図24】



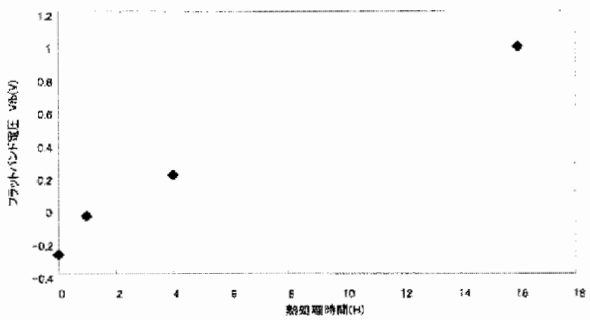
【図25】



【図26】

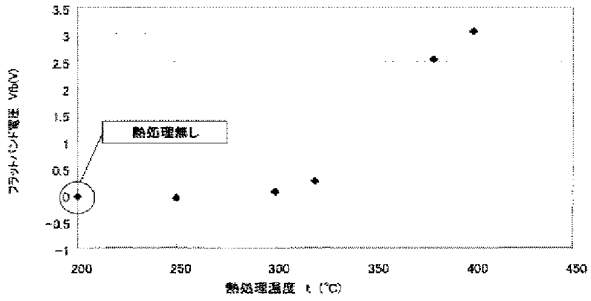


【図28】

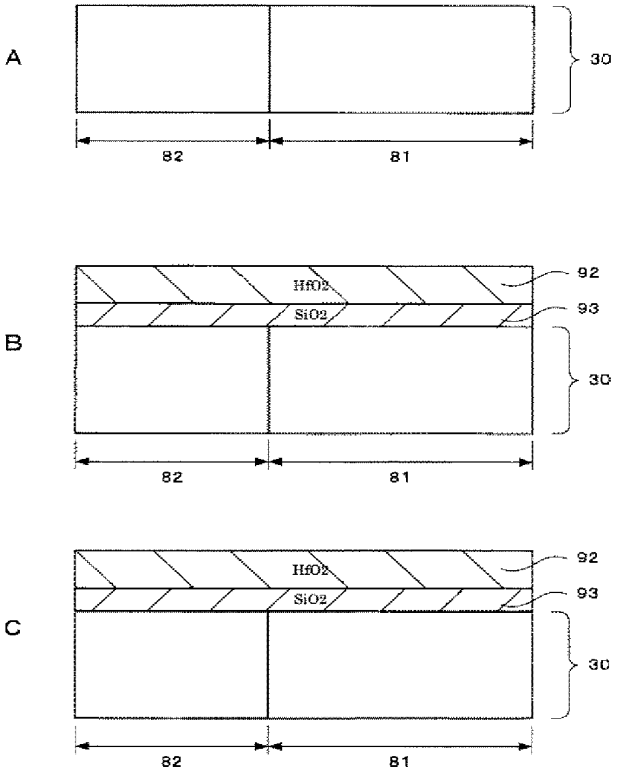


SAMSUNG EX. 1002 - 989/1684

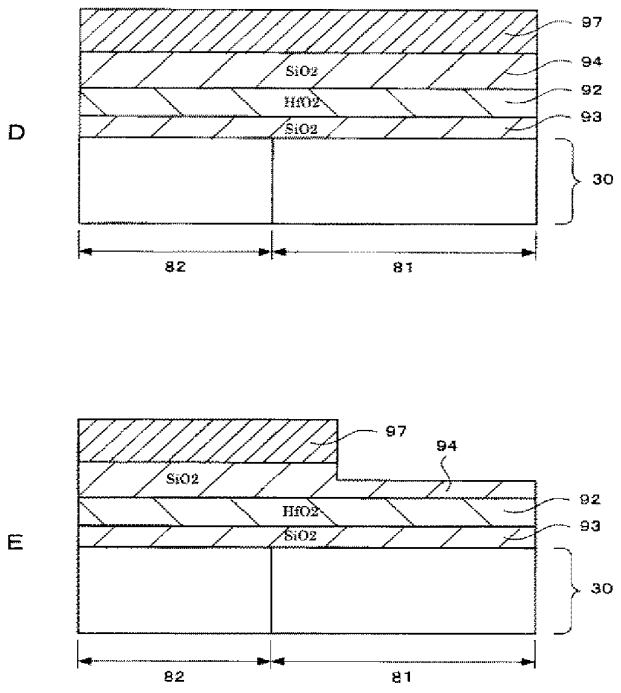
【図29】



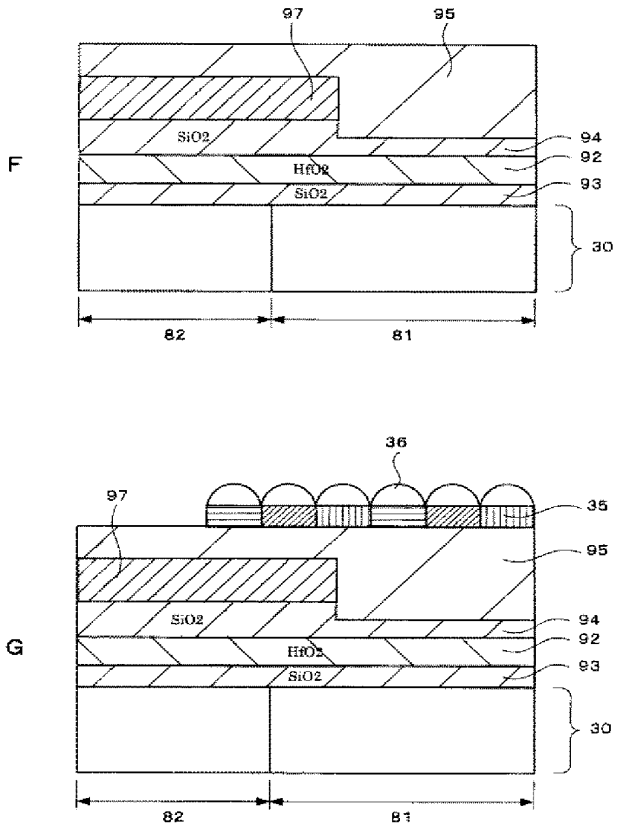
【図30】



【図31】

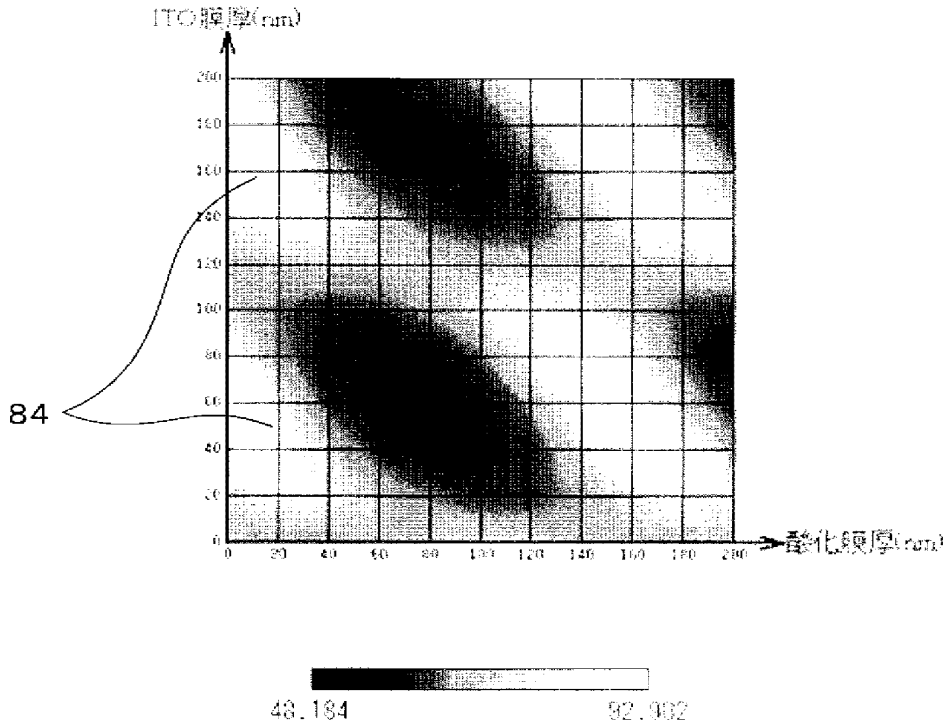


【図32】



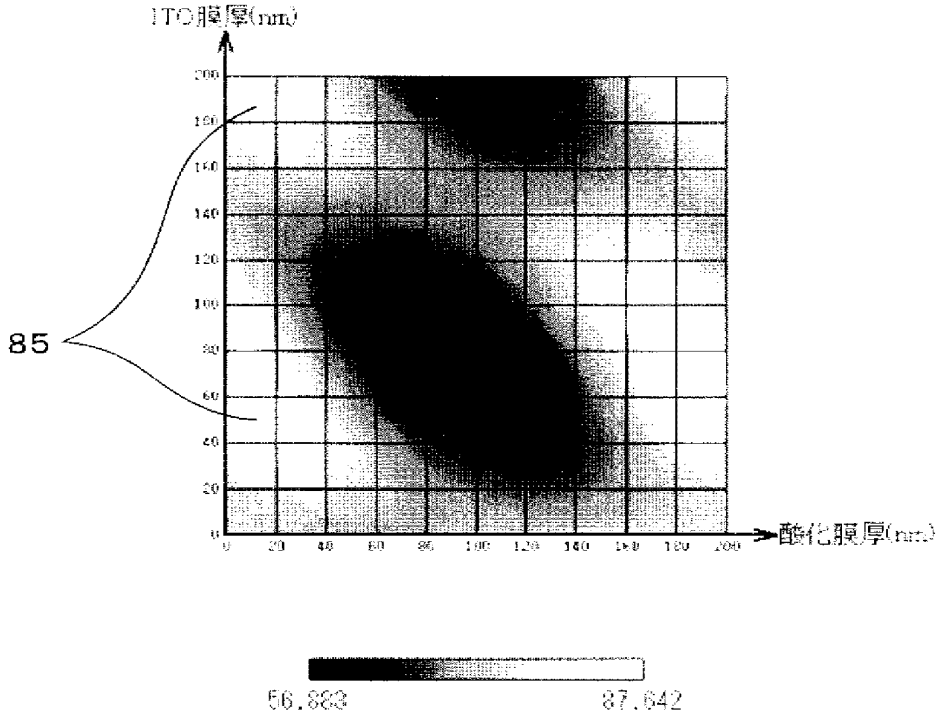
SAMSUNG EX. 1002 - 990/1684

【図16】



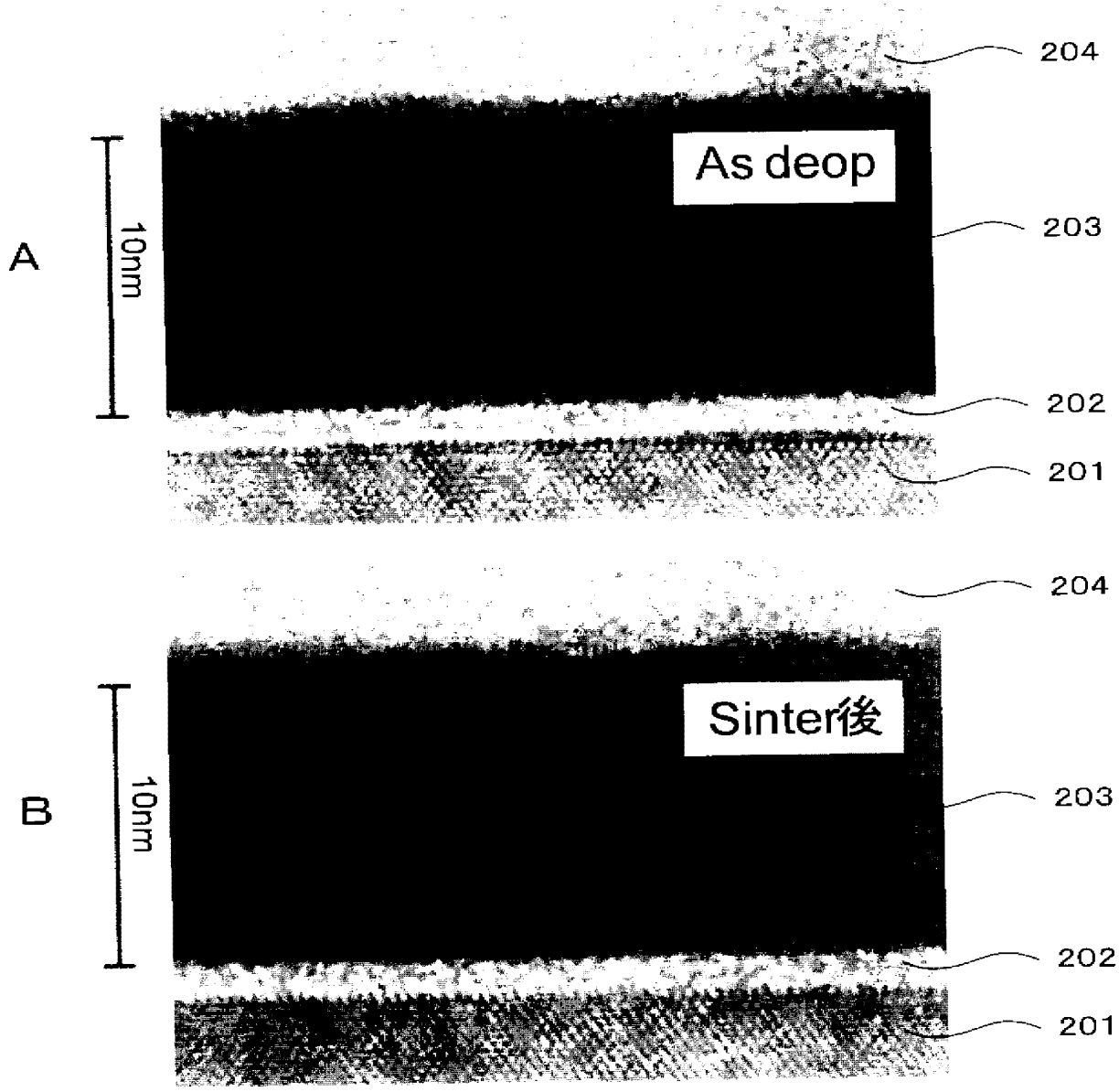
450nmにおけるフォトダイオードへの光の吸収率

【図17】



550nmにおけるフォトダイオードへの光の吸収率

【図27】



(72)発明者　安藤　崇志
東京都港区港南１丁目７番１号　ソニー株式会社内
(72)発明者　檜山　晋
東京都港区港南１丁目７番１号　ソニー株式会社内
(72)発明者　大岸　裕子
東京都港区港南１丁目７番１号　ソニー株式会社内

Ｆターム(参考) 4M118 AA05 AB01 BA14 CA03 CA04 CA32 CB13 CB14 DB09 DD04
EA14 FA06 FA28 FA33 GA02 GB11 GB15 GB17 GC07 GD04
5C024 CX32 CY47 GX03 GX15 GY31

SAMSUNG EX. 1002 - 993/1684

Espacenet

Bibliographic data: JP2008099158 (A) — 2008-04-24

SOLID-STATE IMAGING APPARATUS, METHOD OF DRIVING SOLID-STATE IMAGING APPARATUS AND IMAGING APPARATUS

Inventor(s): OIKE YUSUKE ± (OIKE YUSUKE)

Applicant(s): SONY CORP ± (SONY CORP)

Classification: **- international:*H01L27/146; H04N5/335; H04N5/353; H04N5/355; H04N5/357; H04N5/369; H04N5/374; H04N5/376***

- cooperative:

Application number: JP20060280959 20061016 Global Dossier

Priority number (s): JP20060280959 20061016

Also published as: JP4973115 (B2)

Abstract of JP2008099158 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To acquire a signal linearly and in high S/N ratio without decreasing a usual saturation level at low illumination, and to expand dynamic range with a good S/N ratio in a linear region even for an incident light having not less than the usual saturation level. ;SOLUTION: In a CMOS image sensor 10 in which unit pixels 20 including a photodiode and a transfer transistor for transferring signal charges photoelectric-converted by the photodiode are two-dimensionally disposed in matrix, an intermediate voltage having the same voltage value is supplied a plurality of times synchronously with row selection from a driver circuit 15 to a gate electrode of the transfer transistors, and in this case, a row selecting circuit 12 and an advance row selecting circuit 13 perform driving for reading the signal charges to be transferred by the transfer transistor two or more times. ;COPYRIGHT: (C)2008,JPO&INPIT

SAMSUNG EX. 1002 - 994/1684

(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2008-99158
(P2008-99158A)
(43)公開日　平成20年4月24日(2008.4.24)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H04N 5/335	(2006.01)	H04N	5/335	P	4M118
H01L 27/146	(2006.01)	H01L	27/14	A	5C024

審査請求 未請求　請求項の数 21　ＯＬ　（全 32 頁）

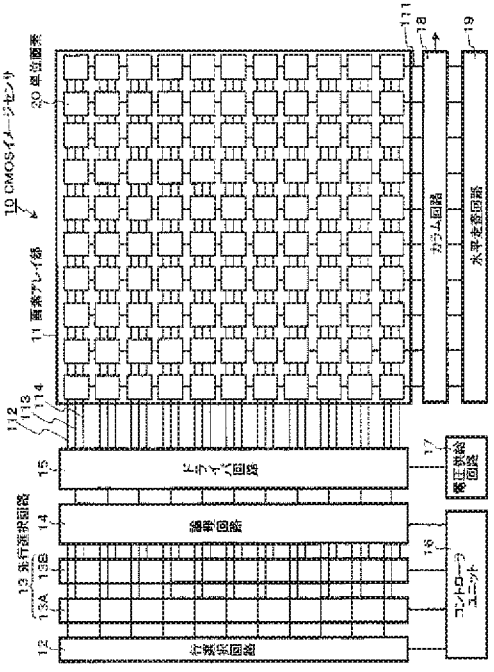
(21)出願番号　特願2006-280959 (P2006-280959)
(22)出願日　平成18年10月16日 (2006.10.16)

(71)出願人　000002185
ソニー株式会社
東京都港区港南１丁目７番１号
(74)代理人　100086298
弁理士　船橋　國則
(72)発明者　大池　祐輔
東京都品川区北品川６丁目７番３５号　ソニー株式会社内

Ｆターム(参考)　4M118 AA02 AA05 AB01 BA14 CA02 DB10 DD09 DD12 FA06 FA33
5C024 CX03 CX43 CX53 CX54 GX03 GY31 HX02

(54)【発明の名称】固体撮像装置、固体撮像装置の駆動方法および撮像装置

(57)【要約】
【課題】低照度にて通常飽和レベルを狭めることなく線形かつ高Ｓ／Ｎでの信号取得を可能にするとともに、通常飽和レベル以上の入射光に対しても線形領域での良好なＳ／Ｎを実現しながらダイナミックレンジを拡大する。
【解決手段】フォトダイオードおよび当該フォトダイオードで光電変換された信号電荷を転送する転送トランジスタを含む単位画素２０が行列状に２次元配置されてなるＣＭＯＳイメージセンサ１０において、転送トランジスタのゲート電極に同じ電圧値の中間電圧を制御電圧としてドライバ回路１５から、行選択に同期して複数回供給し、その際に転送トランジスタによって転送される信号電荷を２回以上読み出す駆動を行選択回路１２および先行選択回路１３によって行う。
【選択図】図１



SAMSUNG EX. 1002 - 995/1684

【特許請求の範囲】
【請求項1】
光信号を信号電荷に変換する光電変換素子と当該光電変換素子で光電変換された信号電荷を転送する転送ゲートとを含む単位画素が行列状に２次元配置されてなる画素アレイ部と、
第１露光時間に前記単位画素に蓄積された信号電荷を読み出して第１映像信号として前記画素アレイ部から出力すべく駆動する第１駆動手段と、
前記第１露光時間の期間中に、前記第１映像信号を出力する単位画素に前記転送ゲートを駆動する時間間隔によって決まる第２露光時間に比例して蓄積された信号電荷を読み出して前記第１映像信号と異なる感度の第２映像信号として前記画素アレイ部から出力すべく駆動する第２駆動手段と
を備えることを特徴とする固体撮像装置。
【請求項2】
前記第２駆動手段は、前記第１露光時間の期間中に、前記第１映像信号を出力する単位画素に前記転送ゲートを駆動する時間間隔によって決まる複数の露光時間に比例して蓄積される信号電荷を読み出して前記第１映像信号と異なる複数の感度の映像信号として前記画素アレイ部から順次出力すべく駆動する
ことを特徴とする請求項１記載の固体撮像装置。
【請求項3】
光信号を信号電荷に変換する光電変換素子と当該光電変換素子で光電変換された信号電荷を転送する転送ゲートとを含む単位画素が行列状に２次元配置されてなる画素アレイ部を有する固体撮像装置の駆動方法であって、
第１露光時間に前記単位画素に蓄積された信号電荷を読み出して第１映像信号として前記画素アレイ部から出力し、
前記第１露光時間の期間中に、前記第１映像信号を出力する単位画素に前記転送ゲートを駆動する時間間隔によって決まる第２露光時間に比例して蓄積された信号電荷を読み出して前記第１映像信号と異なる感度の第２映像信号として前記画素アレイ部から出力する
ことを特徴とする固体撮像装置の駆動方法。
【請求項4】
前記第１露光時間の期間中に、前記第１映像信号を出力する単位画素に前記転送ゲートを駆動する時間間隔によって決まる複数の露光時間に比例して蓄積される信号電荷を読み出して前記第１映像信号と異なる複数の感度の映像信号として前記画素アレイ部から順次出力する
ことを特徴とする請求項３記載の固体撮像装置の駆動方法。
【請求項5】
光信号を信号電荷に変換する光電変換素子と当該光電変換素子で光電変換された信号電荷を転送する転送ゲートとを含む単位画素が行列状に２次元配置されてなる固体撮像装置と、
被写体からの光を前記固体撮像装置の撮像面上に導く光学系とを具備し、
前記固体撮像装置は、
光信号を信号電荷に変換する光電変換素子と当該光電変換素子で光電変換された信号電荷を転送する転送ゲートとを含む単位画素が行列状に２次元配置されてなる画素アレイ部と、
第１露光時間に前記単位画素に蓄積された信号電荷を読み出して第１映像信号として前記画素アレイ部から出力すべく駆動する第１駆動手段と、
前記第１露光時間の期間中に、前記第１映像信号を出力する単位画素に前記転送ゲートを駆動する時間間隔によって決まる第２露光時間に比例して蓄積された信号電荷を読み出して前記第１映像信号と異なる感度の第２映像信号として前記画素アレイ部から出力すべく駆動する第２駆動手段とを備える

SAMSUNG EX. 1002 - 996/1684

ことを特徴とする撮像装置。

【請求項6】

光信号を信号電荷に変換する光電変換素子と当該光電変換素子で光電変換された信号電荷を転送する転送ゲートとを含む単位画素が行列状に２次元配置されてなる画素アレイ部と、

前記転送ゲートの制御電極に第１制御電圧を供給する第１供給電圧制御手段と、

前記転送ゲートの制御電極に前記第１制御電圧とは異なる電圧値の１つ又は複数の第２制御電圧を順次供給する第２供給電圧制御手段と、

前記複数の第２制御電圧のいずれか１つ又は複数の供給に先行して、当該いずれか１つ又は複数の個々の第２制御電圧と同じ電圧値の第３制御電圧を1回又は複数回供給する第３供給電圧制御手段と、

前記第１制御電圧が供給された際に前記転送ゲートによって転送される信号電荷を読み出すべく駆動する第１駆動手段と、

前記第２制御電圧が順次供給された際に前記転送ゲートによって転送される信号電荷を１回以上読み出すべく駆動する第２駆動手段と

を備えることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項7】

前記第２制御電圧は、前記光電変換素子に蓄積された電荷の一部を保持したまま、その保持量を超えた蓄積電荷を前記転送ゲートによって転送できる電圧である

ことを特徴とする請求項６記載の固体撮像装置。

【請求項8】

前記第１制御電圧の供給および前記第２制御電圧の供給の前に、前記転送ゲートによって転送された電荷を蓄積するフローティングディフュージョンを所定電位にリセットするリセット手段をさらに備える

ことを特徴とする請求項６記載の固体撮像装置。

【請求項9】

前記第３供給電圧制御手段は、前記第３制御電圧が前記第２制御電圧の複数の供給に先行するとき、当該複数の供給の各々において等しい時間間隔で前記第３制御電圧を複数回供給する

ことを特徴とする請求項６記載の固体撮像装置。

【請求項10】

前記第３供給電圧制御手段は、前記複数の供給間において異なる時間間隔で前記第３制御電圧を供給する

ことを特徴とする請求項９記載の固体撮像装置。

【請求項11】

前記第２供給電圧制御手段は、前記複数の供給間において異なる電圧値の前記第２制御電圧を供給する

ことを特徴とする請求項６記載の固体撮像装置。

【請求項12】

前記単位画素は、前記光電変換素子から前記転送ゲートによって転送された信号電荷を信号電圧として増幅して出力する増幅トランジスタを有し、

前記第１，第２駆動手段は、前記転送ゲートによって前記増幅トランジスタに転送された信号電荷を当該増幅トランジスタを介して読み出すべく駆動する

ことを特徴とする請求項６記載の固体撮像装置。

【請求項13】

前記光電変換素子から前記転送ゲートによって転送された信号電荷を転送する電荷転送部を有し、

前記第１，第２駆動手段は、前記転送ゲートによって前記電荷転送部に転送された信号電荷を当該電荷転送部を介して読み出すべく駆動する

ことを特徴とする請求項６記載の固体撮像装置。

SAMSUNG EX. 1002 - 997/1684

【請求項14】
前記第１，第２駆動手段は、
前記転送ゲートによって転送される信号電荷を読み出すべく、前記単位画素の２次元配列における１行または複数行を順次走査で選択して前記転送ゲートに前記第１乃至第３制御電圧を供給する手段と、
１行または複数行を選択して前記転送ゲートに前記第１乃至第３制御電圧を供給する動作を、前記順次走査による選択行に先行して複数回実行する手段とを有する
ことを特徴とする請求項６記載の固体撮像装置。
【請求項15】
光信号を信号電荷に変換する光電変換素子と当該光電変換素子で光電変換された信号電荷を転送する転送ゲートとを含む単位画素が行列状に２次元配置されてなる固体撮像装置の駆動方法であって、
前記転送ゲートの制御電極に第１制御電圧を供給するとともに、前記第１制御電圧とは異なる電圧値の第２制御電圧を１回又は複数回供給し、
前記複数の第２制御電圧のいずれか１つ又は複数の供給に先行して、当該いずれか１つ又は複数の個々の第２制御電圧と同じ電圧値の第３制御電圧を1回又は複数回供給し、
前記第１制御電圧が供給された際に前記転送ゲートによって転送される信号電荷を読み出し、
前記第２制御電圧を順次供給した際に前記転送ゲートによって転送される信号電荷を１回以上読み出す
ことを特徴とする固体撮像装置の駆動方法。
【請求項16】
前記第２制御電圧は、前記光電変換素子に蓄積された電荷の一部を保持したまま、その保持量を超えた蓄積電荷を前記転送ゲートによって転送できる電圧である
ことを特徴とする請求項１５記載の固体撮像装置の駆動方法。
【請求項17】
前記第１制御電圧の供給および前記第２制御電圧の供給の前に、前記転送ゲートによって転送された電荷を蓄積するフローティングディフュージョンを所定電位にリセットする
ことを特徴とする請求項１５記載の固体撮像装置の駆動方法。
【請求項18】
前記第３制御電圧が前記第２制御電圧の複数の供給に先行するとき、当該複数の供給の各々において等しい時間間隔で前記第３制御電圧を複数回供給する
ことを特徴とする請求項１５記載の固体撮像装置の駆動方法。
【請求項19】
前記複数の供給間において異なる時間間隔で前記第３制御電圧を供給する
ことを特徴とする請求項１８記載の固体撮像装置の駆動方法。
【請求項20】
前記複数の供給間において異なる電圧値の前記第２制御電圧を供給する
ことを特徴とする請求項１５記載の固体撮像装置の駆動方法。
【請求項21】
光信号を信号電荷に変換する光電変換素子と当該光電変換素子で光電変換された信号電荷を転送する転送ゲートとを含む単位画素が行列状に２次元配置されてなる固体撮像装置と、
被写体からの光を前記固体撮像装置の撮像面上に導く光学系とを具備し、
前記固体撮像装置は、
前記転送ゲートの制御電極に第１制御電圧を供給する第１供給電圧制御手段と、
前記転送ゲートの制御電極に前記第１制御電圧とは異なる電圧値の１つ又は複数の第２制御電圧を順次供給する第２供給電圧制御手段と、
前記複数の第２制御電圧のいずれか１つ又は複数の供給に先行して、当該いずれか１つ又は複数の個々の第２制御電圧と同じ電圧値の第３制御電圧を1回又は複数回供給する第

SAMSUNG EX. 1002 - 998/1684

３供給電圧制御手段と、
前記第１制御電圧が供給された際に前記転送ゲートによって転送される信号電荷を読み出すべく駆動する第１駆動手段と、
前記第２制御電圧が順次供給された際に前記転送ゲートによって転送される信号電荷を１回以上読み出すべく駆動する第２駆動手段とを備える
【発明の詳細な説明】像装置。
【技術分野】
【0001】
本発明は、固体撮像装置、固体撮像装置の駆動方法および撮像装置に関する。
【背景技術】
【0002】
近年、ビデオカメラやデジタルスチルカメラなどの応用に適した固体撮像装置として知られるＣＣＤ(Charge Coupled Device)イメージセンサや増幅型のイメージセンサは、高感度での画素数の増加やイメージサイズの縮小による画素サイズの微細化が進んでいる。一方で、一般にＣＣＤイメージセンサやＣＭＯＳ(Complementary Metal Oxide Semiconductor)イメージセンサのような固体撮像装置は、屋内や野外、昼間や夜間といった多様な環境下で使用される傾向があり、外光の変化等に応じて、光電変換素子における電荷蓄積期間を制御することによって露光時間を調整し、感度を最適値にする電子シャッタ動作などが必要となることが多い。
【0003】
ところで、ＣＭＯＳイメージセンサにおいて、そのダイナミックレンジを拡大する方法として、電子シャッタを高速に切ることで露光時間を調整する方法や、高速に複数のフレームを撮影し重ね合わせる方法や、受光部の光電変換特性を対数応答にする方法などが知られている。
【0004】
しかし、明るいところと暗いところが混在するようなコントラストの高い撮影シーンに対して、電子シャッタを高速に切る方法では、特に暗いところ、即ち低照度シーンで十分な露光時間がとれないために、Ｓ／Ｎが劣化し画質が落ちる。高速に複数のフレームを撮影し重ね合わせる方法は、単純に電子シャッタを切る方法と比べて、画像の重ね合わせによりＳ／Ｎを改善することができるが、読み出しのノイズが複数読み出した分だけ累積されるために、やはり低照度なところではＳ／Ｎが劣化する。
【0005】
対数応答特性によってダイナミックレンジを拡大する方法は効果的であるが、サブスレッショルド領域で動作するトランジスタの閾値のばらつきによる固定パターンノイズが特に低照度領域で顕著となる。例えば、室内から窓際の人物を撮影するとき、感度を人物に合わせると窓の景色が白く飽和してしまい再現できない。感度を窓の景色に合わせると、人物が暗く撮影され、信号レベルを十分に確保できないために、Ｓ／Ｎが下がり、撮影後に増幅しても高い画質を得ることはできない。
【0006】
すなわち、ある撮影において、イメージセンサ上での入射光が少ない画素では長い露光時間で高いＳ／Ｎを実現し、入射光が多い画素では飽和を回避した広ダイナミックレンジ化が必要である。
【0007】
従来、低照度な画素は通常の動作とほぼ同等なＳ／Ｎを実現し、高照度な画素ではダイナミックレンジを拡大する方法として、非特許文献１記載の技術が知られている。具体的には、図３２に示すように、フォトダイオード１０１、転送トランジスタ１０２、リセットトランジスタ１０３、増幅トランジスタ１０４および選択トランジスタ１０５を有する画素１００が行列状に配置されてなる増幅型イメージセンサにおいて、転送トランジスタ１０２をオフとする際に、制御電極に印加する電圧を、通常のような完全なオフにするレベルではなく、あるレベル以上電子が蓄積されていたら余剰分をＦＤ部１０６へ溢れさせ

SAMSUNG EX. 1002 - 999/1684

るレベルＶｔｒｇに設定する。

【0008】

フォトダイオード１０１に電子が蓄積し、レベルＶｔｒｇを超えると、サブスレッショルド領域でＦＤ部１０６へリークが始まる。このリークはサブスレッショルド領域で動作しているために、フォトダイオード１０１に残留する電子数は対数応答となる。

【0009】

図３３に示すように、期間Ｔ０でリセット動作後、転送トランジスタ１０２の制御電極に電圧Ｖｔｒｇを印加したまま蓄積を実行する。蓄積電子数が少ない期間Ｔ１の状態では、フォトダイオード１０１に電子が全て保持されているが、蓄積電子数がＶｔｒｇのレベルを超えると、期間Ｔ２のようにＦＤ部１０６へ電子がリークを始める。

【0010】

サブスレッショルド領域でリークしているために、蓄積を続行（Ｔ３）した場合でも入射光強度に対して対数特性で電子が蓄積されていく。期間Ｔ４でＦＤ部１０６へ溢れた電子をリセットし、完全転送でフォトダイオード１０１に保持されている電子全てを読み出す。このときの入射光強度と出力電子数の関係を図３４に示す。電圧Ｖｔｒｇによって設定された線形領域の上限Ｑlinearを超える強度の入射光の場合、対数応答で出力電子数が決定する。

【0011】

【非特許文献1】IEEE International Solid-State Circuits Conference (ISSCC) 2005, pp.354,Feb.2005

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかし、非特許文献１記載の従来技術では、１２４ｄＢのダイナミックレンジが実現された旨が報告されているが、高Ｓ／Ｎを実現できる線形領域の飽和レベルが、当該報告では通常の飽和レベルＱｓの半分以下となっている。また、対数応答によって非常に広いダイナミックレンジを実現しているものの、転送トランジスタ１０２の閾値ばらつきなどを受けやすい対数応答回路であるために、線形領域の固定パターンノイズ０．８ｍＶに対して、閾値ばらつきキャンセル動作を実行しても対数領域で５ｍＶという、大きな固定パターンノイズが広ダイナミックレンジ領域に残る。

【0013】

そこで、本発明は、低照度にて通常飽和レベルを狭めることなく線形かつ高Ｓ／Ｎでの信号取得を可能にするとともに、通常飽和レベル以上の入射光に対しても線形領域での良好なＳ／Ｎを実現しながらダイナミックレンジを拡大できる固体撮像装置、固体撮像装置の駆動方法および撮像装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記目的を達成するために、本発明では、光信号を信号電荷に変換する光電変換素子と当該光電変換素子で光電変換された信号電荷を転送する転送ゲートとを含む単位画素が行列状に２次元配置されてなる画素アレイ部を有する固体撮像装置において、第１露光時間に前記単位画素に蓄積された信号電荷を読み出して第１映像信号として前記画素アレイ部から出力し、前記第１露光時間の期間中に、前記第１映像信号を出力する単位画素に前記転送ゲートを駆動する時間間隔によって決まる第２露光時間に比例して蓄積された信号電荷を読み出して前記第１映像信号と異なる感度の第２映像信号として前記画素アレイ部から出力する構成を採っている。

【0015】

上記構成の固体撮像装置において、単位画素は、転送ゲートを有する破壊読出しの画素である。また、第１映像信号は第１露光時間による高感度の映像信号であり、第２映像信号は第１露光時間内に設定される第２露光時間による低感度の映像信号である。これら第１，第２映像信号については、画素アレイ部（画素配列）を空間的に分割することなく同

SAMSUNG EX. 1002 - 1000/1684

じ単位画素から読み出す。そして、第２露光時間による蓄積動作を、第１露光時間内の任意のタイミングに設定できるために、第２映像信号の読出しタイミングは任意となる。

【0016】

これにより、最も短い露光時間間隔に依存した高フレームレートは必要なく、映像信号の読出し回数で決まるフレームレートで、より短い露光時間の映像信号を得ることができる。また、第２露光時間を第１露光時間内に設定することで、フレーム期間を時間的に分割することもない。したがって、第１露光時間として最大でフレーム期間と同じ時間を確保することができるために、第２露光時間でダイナミックレンジの拡大を図りつつ、第１映像信号の感度を落とすことなく、高Ｓ／Ｎ（高画質）の映像信号の取得が可能になる。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、低照度にて通常飽和レベルを狭めることなく線形かつ高Ｓ／Ｎでの信号取得が可能になるとともに、通常飽和レベル以上の入射光に対しても線形領域での良好なＳ／Ｎを実現しながらダイナミックレンジを拡大できるために、多様な環境下での外光の変化に対して、低照度シーンにおいてＳ／Ｎの高い高画質な画像を取得することが可能になるとともに、高照度シーンにおいて飽和の少ない画像を線形応答による高画質で取得でき、さらに低照度と高照度の混在するコントラストの高いシーンにおいても、低照度部分では高Ｓ／Ｎを維持したまま高照度部分の飽和を回避することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0019】

［第１実施形態］

図１は、本発明の第１実施形態に係る固体撮像装置、例えばＣＭＯＳイメージセンサの構成例を示すシステム構成図である。

【0020】

図１に示すように、本実施形態に係るＣＭＯＳイメージセンサ１０は、光電変換素子を含む単位画素（以下、単に「画素」と記す場合もある）２０が行列状（マトリクス状）に２次元配置されてなる画素アレイ部１１を有するとともに、当該画素アレイ部１１の周辺回路として、行選択回路１２、先行選択回路１３、論理回路１４、ドライバ回路１５、コントローラユニット１６、電圧供給回路１７、カラム回路１８および水平走査回路１９を有する構成となっている。

【0021】

画素アレイ部１１には、単位画素２０の行列状の配列に対して、列毎に垂直信号線１１１が配線され、行毎に駆動制御線、例えば転送制御線１１２、リセット制御線１１３および選択制御線１１４が配線されている。

【0022】

（画素回路）

図２に、単位画素２０の構成の一例を示す。本回路例に係る単位画素２０は、光電変換素子、例えばフォトダイオード２１に加えて、例えば転送トランジスタ２２、リセットトランジスタ２３、増幅トランジスタ２４および選択トランジスタ２５の４つのトランジスタを有する画素構成、即ち特許請求の範囲における転送ゲートに相当する転送トランジスタ２２を有する破壊読出しの画素構成となっている。ここでは、これらトランジスタ２２～２５として、例えばＮＭＯＳトランジスタを用いている。

【0023】

転送トランジスタ２２は、フォトダイオード２１のカソード電極と電荷電圧変換部であるＦＤ（フローティングディフュージョン）部２６との間に接続され、フォトダイオード２１で光電変換され、ここに蓄積された信号電荷（ここでは、電子）を、ゲート電極（制御電極）に転送パルスＴＲＧが与えられることによってＦＤ部２６に転送する。

【0024】

SAMSUNG EX. 1002 - 1001/1684

リセットトランジスタ２３は、画素電源ＶＤＤにドレイン電極が、ＦＤ部２６にソース電極がそれぞれ接続され、フォトダイオード２１からＦＤ部２６への信号電荷の転送に先立って、ゲート電極にリセットパルスＲＳＴが与えられることによってＦＤ部２６の電位を所定電位にリセットする。

【0025】

増幅トランジスタ２４は、ＦＤ部２６にゲート電極が、画素電源ＶＤＤにドレイン電極がそれぞれ接続され、リセットトランジスタ２３によってリセットされた後のＦＤ部２６の電位をリセットレベルとして出力し、さらに転送トランジスタ２２によって信号電荷が転送された後のＦＤ部２６の電位を信号レベルとして出力する。

【0026】

選択トランジスタ２５は、例えば、ドレイン電極が増幅トランジスタ２４のソース電極に、ソース電極が垂直信号線１１１にそれぞれ接続され、ゲート電極に選択パルスＳＥＬが与えられることによってオン状態となり、画素２０を選択状態として増幅トランジスタ２４から出力される信号を垂直信号線１１１に出力する。

【0027】

なお、選択トランジスタ２５については、画素電源ＶＤＤと増幅トランジスタ２４のドレイン電極との間に接続した構成を採ることも可能である。また、画素回路としては、上述した４トランジスタの構成に限られるものではなく、選択トランジスタ２５を省略し、増幅トランジスタ２４を選択トランジスタ２５として兼用する３トランジスタや、増幅トランジスタ２４を複数の単位画素間で共有する構成などであってもよい。

【0028】

（行選択回路）

行選択回路１２は、特許請求の範囲における第１駆動手段に相当し、シフトレジスタあるいはアドレスデコーダ等によって構成され、コントローラユニット１６による制御の下に、転送パルスＴＲＧ、リセットパルスＲＳＴおよび選択パルスＳＥＬ等の画素駆動パルスを適宜発生することにより、画素アレイ部１１の各画素２０を電子シャッタ行と読み出し行それぞれについて行単位で垂直方向（上下方向）に走査しつつ選択し、電子シャッタ行に対してはその行の画素２０の信号掃き捨てを行うための電子シャッタ動作を行うとともに、読み出し行に対してはその行の画素２０の信号読み出しを行うための読み出し動作を行う。

【0029】

ここでは、図示を省略するが、行選択回路１２は、画素２０を行単位で順に選択走査しつつ、読み出し行の各画素２０の信号を読み出す読み出し動作を行うための読み出し走査系と、当該読み出し走査系による読み出し走査よりもシャッタ速度に対応した時間分だけ先行して同じ行（電子シャッタ行）に対して電子シャッタ動作を行うための電子シャッタ走査系とを有する構成となっている。

【0030】

そして、電子シャッタ走査系による電子シャッタ動作によってフォトダイオード２１の不要な電荷がリセットされたタイミングから、読み出し走査系による読み出し動作によって画素２０の信号が読み出されるタイミングまでの期間が、画素２０における信号電荷の蓄積期間（第１露光時間）となる。すなわち、電子シャッタ動作とは、フォトダイオード２１に蓄積された信号電荷のリセット（掃き捨て）を行い、そのリセット後から新たに信号電荷の蓄積を開始する動作である。

【0031】

（先行選択回路）

先行選択回路１３は、特許請求の範囲における第２駆動手段に相当し、複数の行選択回路、例えば２つの行選択回路１３Ａ，１３Ｂによって構成され、行選択回路１２が選択走査する読み出し行に先行して等間隔に複数行（本例では、２行）を選択走査する。

【0032】

行選択回路１３Ａ，１３Ｂは、シフトレジスタあるいはアドレスデコーダ等によって構

SAMSUNG EX. 1002 - 1002/1684

成され、コントローラユニット１６による制御の下に、行選択回路１２の選択走査に同期して、転送パルスＴＲＧを適宜発生することにより、行選択回路１２によって選択走査される読み出し行に先行して等間隔に２つの行を選択走査する。この選択走査では、転送パルスＴＲＧに基づいて、フォトダイオード２１に蓄積された信号電荷をＦＤ部２６に転送する動作が行われる。その詳細については後述する。

【0033】

（論理回路）

論理回路１４は、コントローラユニット１６による制御の下に、行選択回路１２および先行選択回路１３の２つの行選択回路１３Ａ，１３Ｂからそれぞれ行選択のために出力される転送パルスＴＲＧ、リセットパルスＲＳＴおよび選択パルスＳＥＬを、ドライバ１５を通して画素アレイ部１１の転送制御線１１２、リセット制御線１１３および選択制御線１１４に供給するとともに、後述するように、転送パルスＴＲＧの電圧値を選択するための信号をドライバ回路１５に与える。

【0034】

（ドライバ回路）

ドライバ回路１５は、行選択回路１２による選択走査に同期して、画素２０の各トランジスタ２２，２３，２５をＯＮ／ＯＦＦするための電圧の転送パルスＴＲＧ、リセットパルスＲＳＴおよび選択パルスＳＥＬを画素２０に供給するとともに、行選択回路１３Ａ，１３Ｂによる選択走査に同期して、画素２０の各トランジスタ２２，２３，２５をＯＮ／ＯＦＦするための電圧の中間的な電圧（以下、「中間電圧」と記述する）の転送パルスＴＲＧを画素２０に供給する。すなわち、ドライバ回路１５は、特許請求の範囲における第１乃至第３供給電圧制御手段としての機能を持つ。

【0035】

図３は、ドライバ回路１５の構成の一例を示す回路図である。ここでは、ある１行に対応したドライバ回路１５の転送パルスＴＲＧについての単位回路の構成を示している。この転送パルスＴＲＧについての単位回路が、リセットパルスＲＳＴおよび選択パルスＳＥＬについての単位回路と共に、画素アレイ部１１の行数分だけ配置されることによってドライバ回路１５が構成される。

【0036】

図３に示すように、本例に係るドライバ回路（単位回路）１５は、電圧供給回路１７から供給される例えば３つの電圧Ｖｔｒｇ１，Ｖｔｒｇ２，Ｖｔｒｇ３に対応した３つの回路ブロック１３１～１３３と、２入力のＮＯＲ回路１３４とを有する回路構成となっている。

【0037】

これら３つの電圧Ｖｔｒｇ１，Ｖｔｒｇ２，Ｖｔｒｇ３のうち、電圧Ｖｔｒｇ１とＶｔｒｇ３とが、画素２０の各トランジスタ２２，２３，２５をＯＮ／ＯＦＦするための電圧となり、電圧Ｖｔｒｇ２が先述した中間電圧となる。

【0038】

本ドライバ回路１５には、行選択回路１２および行選択回路１３Ａ，１３Ｂからアドレス信号ＡＤＲが与えられるとともに、コントローラユニット１６による制御の下に論理回路１４から行選択のタイミングでタイミング信号ＰＴＲＧ１が、中間電圧を印加するタイミングでタイミング信号ＰＴＲＧ２がそれぞれ与えられる。

【0039】

回路ブロック１３１は、アドレス信号ＡＤＲとタイミング信号ＰＴＲＧ１とを２入力とするＮＡＮＤ回路１３１１およびＰチャネルの駆動トランジスタ１３１３によって構成され、電圧Ｖｔｒｇ１を選択して転送トランジスタ２２のゲート電極に供給する。

【0040】

回路ブロック１３２は、アドレス信号ＡＤＲとタイミング信号ＰＴＲＧ２とを２入力とするＡＮＤ回路１３２１およびＮチャネルの駆動トランジスタ１３２２によって構成され、中間電圧である電圧Ｖｔｒｇ２を選択して転送トランジスタ２２のゲート電極に供給す

SAMSUNG EX. 1002 - 1003/1684

る。

【0041】

回路ブロック１３３は、アドレス信号ＡＤＲを一方の（否定）入力とし、ＮＯＲ回路１３４の出力信号を他方の入力とするＯＲ回路１３３１およびＮチャネルの駆動トランジスタ１３３２によって構成され、電圧Ｖｔｒｇ３を選択して転送トランジスタ２２のゲート電極に供給する。

【0042】

すなわち、回路ブロック１３３は、転送トランジスタ２２をＯＦＦするための電圧として、例えば接地電圧あるいは接地電圧よりも低い電圧（例えば、－１．０Ｖ）を供給するために、ＮＯＲ回路１３４の作用により他の回路ブロック１３１，１３２とは排他的に動作する回路構成となっている。

【0043】

（カラム回路）

カラム回路１８は、画素アレイ部１１の例えば画素列ごとに、即ち画素列に対して１対１の対応関係をもって配置された単位回路の集合からなり、行選択回路１２および行選択回路１３Ａ，１３Ｂによって選択された読み出し行の各画素２０から垂直信号線１１１を通して出力される信号に対して所定の信号処理を行うとともに、信号処理後の画素信号を一時的に保持する。

【0044】

このカラム回路１８としては、垂直信号線１１１を通して出力される信号をサンプルホールドするサンプルホールド回路からなる回路構成のものや、サンプルホールド回路を含み、ＣＤＳ(Correlated Double Sampling;相関二重サンプリング)処理により、リセットノイズや増幅トランジスタ２４の閾値ばらつき等、画素固有の固定パターンノイズを除去するノイズ除去回路からなる回路構成のものなどが用いられる。

【0045】

ただし、カラム回路１８の上記構成については一例に過ぎず、これに限定されるものではない。例えば、カラム回路１６にＡ／Ｄ（アナログ／デジタル）変換機能を持たせ、信号レベルをデジタル信号で出力する構成を採ることも可能である。

【0046】

（水平走査回路）

水平走査回路１９は、シフトレジスタあるいはアドレスデコーダ等によって構成され、画素アレイ部１１の画素列ごとにカラム回路１８の各単位回路を順に水平走査しつつ、カラム回路１８の各単位回路に一時的に保持されている画素の信号を順次出力する。

【0047】

続いて、上記構成の本実施形態に係るＣＭＯＳイメージセンサ１０の動作について、図４のタイミング図を用いて説明する。

【0048】

図２に示す画素回路構成の単位画素２０を行列状に配置されてなるＣＭＯＳイメージセンサ１０では、一般的に、図４（Ａ）に示すように、期間Ｔ１でフォトダイオード２１およびＦＤ部２６を所定電位にリセットし、期間Ｔ２で受光した光を電子に光電変換し、フォトダイオード２１に蓄積する。また、期間Ｔ２の後半部分の期間Ｔ４でＦＤ部２６をリセットし、このときのＦＤ部２６の電位をリセットレベルとして読み出し、しかる後期間Ｔ３でフォトダイオード２１に蓄積された電子をＦＤ部２６に転送し、このときのＦＤ部２６の電位を期間Ｔ５で信号レベルとして読み出す。

【0049】

この通常の読み出し動作に対し、本発明では、高Ｓ／Ｎと広ダイナミックレンジ化を図ることを目的として、光電変換によって電子を蓄積する蓄積期間（第１露光時間）において、転送トランジスタ２２のゲート電極に第１制御電圧を供給するとともに、第１制御電圧とは異なる電圧値の第２制御電圧を１回又は複数回供給し、複数の第２制御電圧のいずれか１つ又は複数の供給に先行して、当該いずれか１つ又は複数の個々の第２制御電圧と

SAMSUNG EX. 1002 - 1004/1684

同じ電圧値の第３制御電圧を1回又は複数回供給し、第１制御電圧が供給された際に転送トランジスタ２２によってＦＤ部２６に転送される信号電荷を読み出し、第２制御電圧を順次供給した際に転送トランジスタ２２によってＦＤ部２６に転送される信号電荷を１回以上読み出す駆動を行うことを特徴とする。

【0050】

ここで、第１制御電圧は、フォトダイオード２１の蓄積電荷を転送トランジスタ２２によってＦＤ部２６に完全に転送できる電圧である。以下、第１制御電圧を完全転送電圧と記述する。また、第２，第３制御電圧は先述した中間電圧である。以下、第２，第３制御電圧を中間電圧と記述する。本例では、転送トランジスタ２２がＮＭＯＳトランジスタであることから、第１制御電圧と異なる電圧値とは、第１制御電圧よりも低い電圧値を意味する。当然のことながら、転送トランジスタ２２がＰＭＯＳトランジスタの場合は、第１制御電圧よりも低い電圧値ということになる。また、第２，第３制御電圧について、「同じ電圧値」とは、電圧値が完全同一の場合だけを言うのではなく、数%程度の多少の誤差も含むものとする。

【0051】

具体的には、図４（Ｂ）に示すように、期間Ｔ１０でフォトダイオード２１およびＦＤ部２６をリセットし、期間Ｔ１１で受光した光を電子に光電変換し、フォトダイオード２１に蓄積する。次いで、期間Ｔ１２でＦＤ部２６をリセットする。ここで、期間Ｔ１２でのＦＤ部２６の電位をリセットレベルとして読み出しても構わない。

【0052】

次に、期間Ｔ１３で転送トランジスタ２２のゲート電極に中間電圧（第３制御電圧）Ｖｔｒｇを供給し、入射光強度によって決まるフォトダイオード２１の蓄積電子の量に応じて部分的にＦＤ部２６へ転送する。期間Ｔ１４では、転送された電子の量に応じたＦＤ部２６の電位を信号レベルとして読み出し、必要に応じて、期間Ｔ１２で読み出したリセットレベルを用いて、例えばカラム回路１８においてノイズキャンセル処理を行う。

【0053】

期間Ｔ１５では継続的に蓄積動作を実行し、期間Ｔ１６で再びＦＤ部２６をリセットする。ここで、期間Ｔ１６でのＦＤ部２６の電位をリセットレベルとして読み出しても構わない。さらに、期間Ｔ１７で転送トランジスタ２２のゲート電極に中間電圧（第３制御電圧）Ｖｔｒｇを供給し、期間Ｔ１３で転送されずにフォトダイオード２１に残った電子と期間Ｔ１５で蓄積された電子との和のうち、中間電圧印加による転送トランジスタ２２のポテンシャルを超えた分がＦＤ部２６へ転送される。期間Ｔ１８で信号レベルとして読み出しても構わない。

【0054】

期間Ｔ１９から期間Ｔ２２では、転送トランジスタ２２のゲート電極に先の中間電圧と同じ電圧値の中間電圧（第２制御電圧）Ｖｔｒｇを印加して同様の動作を繰り返して実行する。また、期間Ｔ１１から期間Ｔ１４までの動作を、転送トランジスタ２２への供給電圧を変えながら1回あるいは複数回実行する。そして、期間Ｔ２３での露光後、期間Ｔ２４で再びリセット動作をしてリセットレベルを読み出し、次いで期間Ｔ２５では転送トランジスタ２２を完全にＯＮ状態にしてＦＤ部２６へ完全転送を実行し、期間Ｔ２６で信号レベルを読み出す。

【0055】

ここで、転送トランジスタ２２のゲート電極に中間電圧Ｖｔｒｇを供給した場合の画素内におけるポテンシャルの一例を図５に示す。フォトダイオード２１に蓄積された電子数が多く、中間電圧Ｖｔｒｇの印加によるポテンシャルヨｔｒｇを超える場合は、フォトダイオード２１に蓄積された電子は部分的にＦＤ部２６に転送される。

【0056】

図６は、入射光が弱い場合に、中間電圧Ｖｔｒｇが複数回に供給された場合のポテンシャル変化例を示すポテンシャル図である。フォトダイオード２１に蓄積された電子が少ない場合は、転送トランジスタ２２のポテンシャルヨｔｒｇを超えることがないため、光電

SAMSUNG EX. 1002 - 1005/1684

変換で発生した電子はフォトダイオード２１に保持され、最後の完全転送でＦＤ部２６へ転送されて信号レベルとして読み出される。

【0057】

一方で、図7に示すように、入射光が強いときは、ポテンシャルヨｔｒｇを超えた電子がＦＤ部２６へ転送され、信号レベルとして順次読み出される。これにより、低照度では信号の劣化なく十分な露光時間を経て完全転送で読み出すことが可能であり、高照度ではポテンシャルヨｔｒｇを超えた余剰分を段階的に読み出すことで、最終的に広ダイナミックレンジの合成画像を作成することができる。

【0058】

なお、図6および図7における各動作期間Ｔ１０～Ｔ２６と、図４（Ａ）のタイミングチャートにおける各動作期間Ｔ１０～Ｔ２６とはそれぞれ対応している。

【0059】

ここで、本発明の特徴である、転送トランジスタ２２のゲート電極に同じ電圧値の中間電圧を複数回供給する駆動を行うことによる作用効果を説明する前に、転送トランジスタ２２のゲート電極に異なる電圧値の中間電圧を複数回供給する場合について考察する。

【0060】

＜中間電圧を複数回印加することに伴う作用効果＞

先ず、電子シャッタを切ってから画素２０の転送トランジスタ２２をＯＮにして蓄積電荷を読み出すまでの露光期間中に、１つ又は複数の中間電圧を画素２０の転送トランジスタ２２に印加して読み出すことで、低照度領域で高いＳ／Ｎを確保したまま高照度領域の情報も取得することができる。

【0061】

また、複数の中間電圧を用いて複数回転送し、そのうち1回あるいは複数回読み出さずにＦＤ部２６を所定電位（例えば、電源電位ＶＤＤ）にリセットするリセット動作、具体的には、リセットトランジスタ２３と当該リセットトランジスタ２３にリセットパルスＲＳＴを与える行選択回路１３Ａ，１３Ｂとからなるリセット手段によるリセット動作を実行することで、画素２０の転送トランジスタ２２の閾値ばらつきを効果的にキャンセルすることができる。

【0062】

具体的には、図８に示すように、1回目の転送で転送トランジスタ２２のゲート電極に電圧Ｖｔｒｇ１を印加した場合の転送トランジスタ２２のポテンシャルをϕ_{trg1}、フォトダイオード２１の電荷蓄積前のポテンシャルをϕ_{pd0}、フォトダイオード２１に保持される電子数をQ_{PD1}、ＦＤ部２６へ溢れた電子数をQ_{FD1}、電子数Q_{PD1}を保持しているときのフォトダイオード２１のポテンシャルをϕ_{pd1}とする。入射光強度に比例してフォトダイオード２１で発生する光電流をＩpdとし、1回目の転送までの露光時間をΔＴ、フォトダイオード２１の容量をＣpdとすると、Q_{PD1}およびQ_{FD1}は以下の式で表される。

【0063】

$$Q_{PD1} = Cpd \cdot \phi_{pd1}$$

$$Q_{FD1} = Ipd \cdot \Delta T - Q_{PD1}$$

$$\phi_{pd1} = \phi_{pd0} - \phi_{trg1}$$

$$\phi_{trg1} = Vtrg1 - (Vth + \Delta Vth)$$

ここで、Ｖthは転送トランジスタ２２の閾値であり、ΔＶthは転送トランジスタ２２の閾値ばらつきである。

【0064】

さらに続けてΔＴ時間露光し、光電流を蓄積した後で異なる電圧Ｖｔｒｇ２を印加した２回目の転送においては、同様に転送トランジスタ２２のポテンシャルをϕ_{trg2}、フォトダイオード２１に保持される電子数をQ_{PD2}、ＦＤ部２６へ溢れた電子数をQ_{FD2}、電子数Q_{PD2}を保持しているときのフォトダイオード２１のポテンシャルをϕ_{pd2}とすると、以下の式で表される。

【0065】

SAMSUNG EX. 1002 - 1006/1684

$$Q_{FD2} = Cpd \cdot \phi_{pd2}$$
$$\phi_{pd2} = \phi_{pd0} - \phi_{trg2}$$
$$\phi_{trg2} = Vtrg2 - (Vth + \Delta Vth)$$
$$Q_{FD2} = (Q_{PD1} + Ipd \cdot \Delta T) - Q_{PD2}$$
$$= Cpd \cdot \phi_{pd1} + Ipd \cdot \Delta T - Cpd \cdot \phi_{pd2}$$
$$= Cpd \cdot (\phi_{pd0} - \phi_{trg1}) + Ipd \cdot \Delta T - Cpd \cdot (\phi_{pd0} - \phi_{trg2})$$
$$= Cpd \cdot \phi_{trg1} + Ipd \cdot \Delta T - Cpd \cdot \phi_{trg2}$$
$$= Cpd \cdot \{Vtrg1 - (Vth + \Delta Vth)\} + Ipd \cdot \Delta T - Cpd \cdot \{Vtrg2 - (Vth + \Delta Vth)\}$$
$$= Ipd \cdot \Delta T - Cpd \cdot (Vtrg2 - Vtrg1)$$

【0066】

このように、２回目の転送以降では、ＦＤ部２６へ中間転送された電子数は、入射光強度、即ち発生した光電流量と、転送トランジスタ２２の制御電極に印加された電圧Ｖｔｒｇ２と直前に印加された電圧Ｖｔｒｇ１との差で決まり、転送トランジスタ２２の閾値ばらつきΔＶthの影響を低減することが可能である。さらに、それぞれのタイミングで転送トランジスタ２２を介して転送される電子数は相間を有しているために、ポテンシャルを超えた電子数によって転送期間内に転送しきれない残留電子数も相間を有し、２回目以降では残留電子によるばらつきも低減される。

【0067】

上述したことから明らかなように、露光期間中の異なるタイミングで、転送トランジスタ２２に複数の中間電圧Vtrg1，Vtrg2を印加した場合、そのときの転送トランジスタ部のポテンシャルΦtrg1とΦtrg2は、それぞれ転送トランジスタ２２の閾値ばらつきを含んでいる。そして、ポテンシャルΦtrg1での転送動作によって閾値ばらつき相当分の電荷がＦＤ部２６へ捨てられているので、次のポテンシャルΦtrg2での転送動作では、その間に蓄積された電荷と、ポテンシャルΦtrg1とΦtrg2の違いによるフォトダイオード２１での保持電荷量の差で決まる電荷量Q_{FD2}がＦＤ部２６へ転送される。ポテンシャルΦtrg1とΦtrg2は転送トランジスタ２２の閾値ばらつきを同じだけ有しているので、保持電荷量の差に影響せず、中間電圧Vtrg1，Vtrg2による転送電荷量への影響をキャンセルできる。

【0068】

ここで、複数の中間電圧Vtrg1，Vtrg2を設定するに当たっては、電子シャッタから通常の読み出しまでの露光期間中に飽和レベルに達する光量が入射している条件下での各タイミングにおける蓄積電荷をフォトダイオード２１に保持できる電圧に設定することが考えられる。具体的には、図９に示すように、露光時間で飽和電荷量Ｑｓに到達する直線から、中間電圧を印加するタイミングでのフォトダイオード２１に保持すべき電荷量を見積もり、その電荷量を保持可能な印加電圧を、図１０に示すような印加電圧と受光部保持電子数の関係から決定する。

【0069】

＜中間電圧の電圧値が異なる場合＞

しかしながら、中間読み出し動作時に印加される中間電圧（第２制御電圧）と、転送トランジスタ２２の閾値ばらつきの抑圧のために先行して印加される中間電圧（第３制御電圧）との電圧値が異なると、以下の特性ばらつきについては十分にキャンセルできない懸念がある。

【0070】

(1) 供給される中間電圧のオフセット値

Vtrg1とVtrg2の２種類の中間電圧が露光期間中の異なるタイミングで転送トランジスタ２２に印加された場合、前記のように２回目の中間電圧による転送量は、それぞれの中間電圧印加による転送の間に蓄積された電荷と、中間電圧Vtrg1と中間電圧Vtrg2との電圧差で決まる。転送トランジスタ２２に供給される中間電圧が設定された電圧値に対してオフセットを持つ場合、２つの中間電圧Vtrg1，Vtrg2の電圧差に設定値とのズレが発生

SAMSUNG EX. 1002 - 1007/1684

し、ノイズとして高照度領域の画質を劣化させる可能性がある。

【0071】

(2) 画素配列内での中間電圧のオフセット値

画素配列に中間電圧を印加する場合、供給する配線の寄生抵抗などの影響で、画素配列内の位置によって中間電圧がオフセットを持つ場合がある。印加する複数の中間電圧の電圧値が異なるため、このオフセット値が転送ごとに異なり、ノイズとして高照度領域の画質を劣化させる可能性がある。

【0072】

(3) 画素配列内での転送トランジスタに中間電圧が印加されている時間のばらつき

中間電圧を転送トランジスタ２２に駆動回路経由で供給する場合、配線およびトランジスタの抵抗や容量により、画素配列内の位置によって立ち上がり時間および立下り時間が異なる。中間電圧印加による転送はサブスレッショルド領域で収束するため、転送トランジスタ２２に所望の電圧が印加されている時間が画素間で異なると転送される電荷量が変わる可能性があり、ノイズとして高照度領域の画質を劣化させる。

【0073】

(4) 中間電圧転送における転送残留電荷量

中間電圧を印加する直前に受光部（フォトダイオード２１）に蓄積されている電荷量がそれぞれ異なると、中間電圧印加による転送はサブスレッショルド領域で動作するため、電荷の転送が収束するのに必要な時間よりも中間電圧の印加時間が短い場合、転送直前の蓄積電荷量によって異なる転送残留が発生する。これにより、ノイズとして高照度領域の画質を劣化させる可能性がある。

【0074】

＜中間電圧の電圧値が同じ場合＞

そこで、本実施形態では、図１１に示すように、電子シャッタ動作から通常の読み出し動作までの、低照度領域の画像を取得する第１露光時間Tlow の期間中に、中間電圧転送（中間電圧（第２制御電圧）印加による転送）による読み出し走査を実行する。さらに、その中間電圧転送による読み出し動作よりも、高照度領域の画像取得のための第２露光時間Thighだけ先行して、同じ電圧値の中間電圧（第３制御電圧）によるダミー転送のための行選択走査を１回又は複数回実行する。複数回の中間電圧転送の時間間隔は全て第２露光時間Thighとする。すなわち、中間電圧（第３制御電圧）を等しい時間間隔で複数回転送トランジスタ２２に印加する。

【0075】

図１２に、中間電圧印加による画素２０の駆動タイミング図を示す。また、図１３に、中間電圧印加によって駆動された画素のポテンシャル図を示す。

【0076】

ここでは、画素回路として、図２に示した４トランジスタ構成を例とするが、これに限られるものではなく、フォトダイオード（受光部）２１に加えて、少なくとも転送トランジスタ２２（転送ゲート）を有する破壊読出しの画素回路であればよい。

【0077】

図１２において、転送トランジスタ２２のゲート電極への中間電圧の印加による各転送動作の前後のタイミングｔをｔ１～ｔ６とする。図１２の垂直走査１（１ａ，１ｂ，１ｃ）～３のように、行選択回路１２，１３Ａ，１３Ｂによって行選択走査を実行する。そして、行選択回路１２による垂直走査１ａでフォトダイオード２１の電荷の掃出を行い、露光と光電変換によって発生した電荷の蓄積を開始する。

【0078】

次に、図１２に示したように、行選択回路１２による垂直走査１ｂに先行して、行選択回路１３Ａによる垂直走査２で、転送トランジスタ２２のゲート電極（転送ゲート）に通常の完全転送に必要な電圧よりも低い中間電圧を供給する。供給すべき中間電圧は、先述したように、図１の電圧供給回路１７からドライバ回路１５に複数供給され、コントローラユニットからの信号を受けて論理回路１４から供給されるタイミング信号ＰＴＲＧ１，

SAMSUNG EX. 1002 - 1008/1684

ＰＴＲＧ２に基づいてドライバ回路１５で選択される。

【0079】

転送トランジスタ２２のゲート電極に中間電圧が印加されることで、図１３のｔ＝ｔ１～ｔ２のように、電荷Qpd＋ΔＱ＋ΔQrを保持してＦＤ部２６へ転送し、その後ＦＤ部２６はリセットされる。ここで、ΔＱは、転送トランジスタ２２の閾値ばらつきや電圧供給回路１７から供給される電圧のオフセットや、画素２次元配列の位置による供給電圧のオフセットなどによる、ポテンシャル差ΔＶによる保持電荷のばらつきである。また、ΔQrは転送前の初期状態の違いによって発生する転送残留差である。

【0080】

さらに、行選択回路１３Ａによる垂直走査3で、転送トランジスタ２２のゲート電極に同じ中間電圧を供給することで、図１３のｔ＝ｔ３～ｔ４のように、Qpd＋ΔＱを保持し、ＦＤ部２６はリセットされる。行選択回路１２による垂直走査１ｂで、垂直走査２，３と同じ電圧値の中間電圧によって転送された信号電荷は垂直信号線１１を介してカラム回路１８で読み出され、水平走査回路１９による水平走査によって出力される。

【0081】

この転送では、ｔ＝ｔ５～ｔ６に示すようにQpd＋ΔＱをフォトダイオード２１に保持し、図１２に示す露光時間Thighで蓄積された電荷Ｑｉを信号電荷として読み出すことができる。この結果が短い露光時間（第２露光時間Thigh）による第２映像信号、即ち低い感度での撮影に相当し、高照度領域の画像情報になる。

【0082】

さらに露光を継続し、図１２に示すように、行選択回路１２による垂直走査１ｃで前記供給電圧（中間電圧）とは異なる供給電圧を転送トランジスタ２２のゲート電極に印加し、フォトダイオード２１に蓄積された電荷を完全にＦＤ部２６に転送して読み出す。この結果が長い露光時間（第１露光時間Tlow ）による第1映像信号、即ち高い感度での撮影に相当し、低照度領域の画像情報になる。

【0083】

続いて、同じ電圧値の中間電圧Ｖｔｒｇを用いることにより、中間電圧Ｖｔｒｇの電圧値が異なる場合に問題となる先述した(1)～(4)の点を解消できる理由について以下に具体的に説明する。

【0084】

まず、「転送トランジスタの閾値ばらつき」と、先述した「(1) 供給される中間電圧のオフセット値」および「(2) 画素配列内での中間電圧のオフセット値」をキャンセルする原理について図１４を用いて説明する。

【0085】

これらのキャンセルは、読み出しを実行する中間電圧転送ｔ＝ｔ５～ｔ６と、その直前の同じ中間電圧でのダミー転送ｔ＝ｔ３～ｔ４で実現される。ｔ＝ｔ３でフォトダイオード２１に蓄積された電荷をＱｏとする。また、２つの動作Ａ，Ｂにてキャンセル動作が実行される。

【0086】

動作Ａでは、印加した中間電圧で決まる保持電荷量Qpdがフォトダイオード（ＰＤ）２１に残り、Ｑｏ－QpdがＦＤ部２６へ転送される。ｔ＝ｔ５では、露光時間Thighに蓄積された電荷Ｑｉを加えたQpd＋Ｑｉがフォトダイオード２１に蓄積されており、ｔ＝ｔ６で同じ中間電圧で転送することによってフォトダイオード２１に電荷Qpdが残り、露光時間Thighに蓄積された電荷Ｑｉを読み出すことができる。

【0087】

一方、動作Ｂでは、トランジスタの閾値ばらつきや中間電圧のオフセット値によって、動作Ａと比べてΔＶだけポテンシャル差が発生している。この場合、ｔ＝ｔ４にてポテンシャル差ΔＶによりフォトダイオード２１の保持電荷はΔＱだけ変化し、Qpd＋ΔＱの電荷が残る。それゆえ、このときの転送電荷はＱｏ－（Qpd＋ΔＱ）となる。

【0088】

SAMSUNG EX. 1002 - 1009/1684

動作Ａと同様に、露光時間ＴｈｉｇｈでＱｉだけ蓄積電荷が増加した場合、ｔ＝ｔ５での蓄積電荷はＱｐｄ＋ΔＱ＋Ｑｉとなる。ｔ＝ｔ６にて、ｔ＝ｔ４と同じ中間電圧で転送を実行した場合、トランジスタの閾値ばらつきや供給される中間電圧のオフセット値、画素配列内の位置は同じであるため、ポテンシャル差ΔＶはｔ＝ｔ４と同じになる。このため、保持電荷はＱｐｄ＋ΔＱとなり、転送電荷は露光時間Ｔｈｉｇｈに蓄積された電荷であるＱｉとなる。露光時間Ｔｈｉｇｈで蓄積された電荷Ｑｉを動作Ａでも動作Ｂでも得られており、ばらつきやオフセットのキャンセル効果が得られる。

【0089】

次に、「(3) 画素配列内での転送トランジスタに中間電圧が印加されている時間のばらつき」および「(4) 中間電圧転送における転送残留電荷量のばらつき」をキャンセルする動作について図１５を用いて説明する。

【0090】

転送トランジスタ２２のゲート電極への中間電圧印加による電荷転送では、転送トランジスタ２２がサブスレッショルド領域で動作する。図１６は、転送開始前にフォトダイオード２１に蓄積されている電荷が、中間電圧の印加により時間とともに転送される特性を示している。フォトダイオード２１に蓄積されている初期電荷が、印加される中間電圧で保持できる最大電荷量Ｑｐｄよりも少ないＱｉｎｉ0～Ｑｉｎｉ3の場合は、転送されずにフォトダイオード２１に保持され続ける。

【0091】

一方、最大電荷量Ｑｐｄよりも大きい電荷量Ｑｉｎｉ4～Ｑｉｎｉ8の場合は、電荷転送によりフォトダイオード２１に残る電荷が減少していき、最大電荷量Ｑｐｄで収束する。ただし、初期状態に大きな差があり転送時間が十分でない場合、最大電荷量Ｑｐｄに収束する前に中間電圧転送が終了し、ΔＱｒだけ残留差が発生する。

【0092】

図１５の動作Ａでは、ｔ＝ｔ１で電荷Ｑｉｎｉ が蓄積しており、ｔ＝ｔ２で保持電荷Ｑｐｄを残して蓄積を継続し、ｔ＝ｔ３では露光時間Ｔｈｉｇｈで新たに蓄積した電荷Ｑｉと保持されていた電荷Ｑｐｄがフォトダイオード２１に蓄積されている。ｔ＝ｔ４での中間電圧転送ではＱｉが転送される。

【0093】

一方、初期状態が異なる動作Ｂでは、ｔ＝ｔ２で電荷Ｑｉｎｉ´ が蓄積しており、ｔ＝ｔ２で保持電荷Ｑｐｄに加えてΔＱｒだけ残留差が発生している。ｔ＝ｔ３では、そこに露光時間Ｔｈｉｇｈで新たに蓄積した電荷Ｑｉが加わり、Ｑｐｄ＋Ｑｉ＋ΔＱｒが蓄積されている。ｔ＝ｔ４での中間電圧による転送では、蓄積増分Ｑｉだけでなく残留差ΔＱｒが転送されてしまうが、残留差ΔＱｒはわずかであるため、動作Ａと動作Ｂのｔ＝ｔ３における状態はほぼ等しく、ｔ＝ｔ４における動作Ａおよび動作Ｂにおける保持電荷Ｑｐｄも高い相関性を持ち、ほぼ等しい値となる。

【0094】

これにより、読み出しのための中間電圧による転送の直前では、動作Ａも動作Ｂもフォトダイオード２１に保持電荷Ｑｐｄと露光時間Ｔｈｉｇｈで蓄積した電荷Ｑｉの和であるＱｐｄ＋Ｑｉが蓄積されており、同じ状態から増分Ｑｉだけ転送することができる。つまり、図１３に示すように、読み出しのための中間電圧転送の初期状態と、その直前の中間電圧印加によるダミー転送の初期状態の相関性を、さらにその前のダミー転送によって高めることにより、読み出し時に露光時間Ｔｈｉｇｈでの増分Ｑｉだけ転送できるようにしている。

【0095】

その結果、中間電圧転送におけるフォトダイオード２１の初期状態に依存する転送残留差ΔＱｒをより小さくすることができるために、特に高照度領域の画像のＳ／Ｎを改善することができる。また、画素配列内で所望の中間電圧が印加されている時間がばらついて転送残留差ΔＱｒが異なっていても、画素ごとにキャンセル効果があり、読み出しのための中間電圧による転送への影響を抑えることができる。しかも、中間転送動作による高照度領域の画像を複数取得することが可能になるために、動物体のブレ補正に活用できると

SAMSUNG EX. 1002 - 1010/1684

ともに、画像の加算によるＳ／Ｎ改善の効果がある。

【0096】

＜高Ｓ／Ｎ化および広ダイナミックレンジ化の処理＞

ここで、中間電圧の複数回供給による中間転送によって得られた信号については、一例として、図１７に示すように、あらかじめ設定された飽和レベルでクリップして加算することで連続的な入出力特性を得る。例えば、図１７では、ｉ回目の読み出しである通常露光での完全転送の結果は通常飽和レベルまで高Ｓ／Ｎで出力し、その前のｉ－１回目の転送では露光時間を２分の１で中間転送することで約２倍のダイナミックレンジを、ｉ－２回目の転送では露光時間を８分の１で中間転送することで約８倍のダイナミックレンジを可能とし、それぞれの飽和レベル付近でクリップして足し合わせることで、連続的な特性が得られる。

【0097】

このようなクリップおよび加算を行うことによる高Ｓ／Ｎ化および広ダイナミックレンジ化の処理は、例えばＣＭＯＳイメージセンサ１０の後段に設けられる信号処理回路（図示せず）において、複数回読み出された画像を蓄えておくフレームメモリを用いることによって実行されることになる。

【0098】

ただし、この処理例は一例に過ぎず、複数回読み出された画像が保存されていれば、パーソナルコンピュータなどで処理することも可能であり、またフレームメモリをＣＭＯＳイメージセンサ１０上に実装することで、当該イメージセンサ１０上で処理して最終画像のみ出力する構成を採ることも可能である。

【0099】

（第１実施形態の作用効果）

上述したように、第１実施形態に係るＣＭＯＳイメージセンサ１０では、単位画素２０が転送ゲートである転送トランジスタ２２を有する破壊読出しの画素であることで、低暗電流や、１電子あたりの電圧を示す変換効率が高いこと、リセットレベルを相間二重サンプリング（ＣＤＳ）と呼ばれるノイズキャンセル動作が可能であること、などによる高Ｓ／Ｎという作用効果を奏する。

【0100】

加えて、本実施形態に係るＣＭＯＳイメージセンサ１０では、第１露光時間Ｔlow の期間中に、当該露光時間Ｔlowによる高感度の第１映像信号を出力する単位画素に転送トランジスタ２２を駆動する時間間隔によって決まる第２露光時間Ｔhighに比例して蓄積された信号電荷を読み出して第１映像信号と異なる感度、具体的には低感度の第２映像信号として、好ましくは第１映像信号と異なる複数の感度の映像信号として画素アレイ部１１から出力する構成を採ることで、次のような作用効果を奏する。

【0101】

すなわち、図１８に示すように、第２露光時間Ｔhigh（図中、期間Ｂ，Ｃ）による蓄積動作を第１露光時間Ｔlow（図中、期間Ｄ）内の任意のタイミングに設定できるために、第２映像信号（図中、高輝度信号１，２）の読出しタイミングは任意となる。これにより、最も短い露光時間間隔に依存した高フレームレートは必要なく、映像信号の読出し回数で決まるフレームレートで、より短い露光時間の映像信号を得ることができる。

【0102】

図１８において、Ｑｓａｔは画素の飽和レベルを、Ｑｍｉｄは画素の飽和レベルＱｓａｔと中間電圧保持レベルとの差をそれぞれ示している。また、一点鎖線は高輝度の場合を、二点鎖線は中輝度の場合を、実線は低輝度の場合をそれぞれ表している。そして、第２露光時間Ｂによる高輝度信号１の読み出しでは、中輝度のときに第２露光時間Ｂに比例して蓄積された信号電荷Ｑ（Ｂ）が第２映像信号として読み出され、第２露光時間Ｃによる高輝度信号２の読み出しでは、高輝度および中輝度のときに第２露光時間Ｃに比例して蓄積された信号電荷Ｑ（Ｃ）が第２映像信号として読み出される。また、第１露光時間Ｄによる低輝度信号の読み出しでは、低輝度のときに第１露光時間Ｄに比例して蓄積された信

SAMSUNG EX. 1002 - 1011/1684

号電荷Ｑ（Ｄ）が第１映像信号として読み出される。

【0103】

因みに、単位画素２０が非破壊読出しの画素の場合は、蓄積時間中の任意のタイミングで画素から映像信号を読み出すことはできるものの、露光時間が短い第２露光時間Thighの映像信号を取得するには、第２露光時間Thighで決まるフレーム間隔で映像信号を読み出す必要がある。すなわち、最も短い露光時間間隔で映像信号を読み出す高フレームレートが必要となる。

【0104】

特に、本実施形態に係るＣＭＯＳイメージセンサ１０では、第１制御電圧の供給および第２制御電圧の供給の前に、転送トランジスタ２２によって転送された信号電荷を蓄積するＦＤ部２６を所定電位（本例では、電源電位ＶＤＤ）にリセットする構成を採っているために、転送トランジスタ２２を駆動する時間間隔で決まる露光時間（Ｂ，Ｃ，Ｄ）に比例した感度の映像信号を得ることができる。また、映像信号に画素バラツキとして、転送トランジスタ２２の閾値バラツキや、フォトダイオード２１の寄生容量のバラツキ、即ち飽和電子数のバラツキ、中間電圧のバラツキなどが含まれることもない。

【0105】

因みに、第１制御電圧の供給および第２制御電圧の供給の前に、ＦＤ部２６をリセットする構成を採らない場合には、図１９に示すように、最初の転送で得られる信号電荷は、露光時間Ａの期間中に、中間電圧供給時の保持量を超えたタイミングから転送までの期間Ａ′に蓄積された電荷Ｑ（Ａ′）となっており、露光時間Ａに比例していない。保持量を超えるタイミングは入射光の強度や受光素子の感度によって異なる。

【0106】

また、露光時間Ｂで蓄積された電荷Ｑ（Ｂ）は転送されることで電荷Ｑ（Ａ′）と加算されてしまうために、映像信号としてはＱ（Ａ′）＋Ｑ（Ｂ）となり、露光時間Ａ＋Ｂとも、露光時間Ｂとも比例していない。さらに、前の露光時間（例えば、露光時間Ｂに対して露光時間Ａ、露光時間Ｃに対して露光時間Ａと露光時間Ｂ）にて受光部が飽和してしまう場合は、飽和レベルＱｓａｔと中間電圧による保持レベルとの差であるＱｍｉｄが映像信号に含まれるため、露光時間に比例した感度の映像信号を得ることができない。

【0107】

また、本実施形態でいうところの第３制御電圧の供給（先行するダミー中間転送）がなく、もし個々の転送による電荷を個別に映像信号として読み出す場合、その最短の露光時間の時間間隔で映像信号を画素アレイ部１１から読み出す必要があるために、最短の露光時間（Ｃなど）で決まる高フレームレートの映像信号の読み出しが必要になる。

【0108】

また、本実施形態に係るＣＭＯＳイメージセンサ１０において、高感度の第１映像信号を出力する単位画素から低感度の第２映像信号を出力するということは、第１，第２映像信号を画素アレイ部１１の画素配列を空間的に分割することなく同じ画素から読み出すことを意味する。このように、画素配列を空間的に分割することなく、同じ画素から第１，第２映像信号を出力する構成を採ることで、すべての画素から複数の感度（複数の露光時間）の映像信号を得ることができるために、解像度が劣化することはない。

【0109】

因みに、例えば図２０に示すように、奇数行の単位画素には第１露光時間（長い露光時間）を設定して奇数行からは高感度の画像（第１映像信号）を出力し、偶数行の単位画素には第２露光時間（短い露光時間）を設定して偶数行からは低感度の画像（第２映像信号）を出力する、という具合に画素配列を空間的に分割した場合には、高感度、低感度の画像の情報量が画素数の半分になるために、解像度が落ちる。

【0110】

また、本実施形態に係るＣＭＯＳイメージセンサ１０では、図２１（Ａ）に示すように、第２露光時間Thighを第１露光時間Tlow内に設定することで、フレーム期間を時間的に分割することもない。したがって、第１露光時間Tlow内として最大でフレーム期間と

SAMSUNG EX. 1002 - 1012/1684

同じ時間を確保することができるために、第２露光時間Thighでダイナミックレンジの拡大を図りつつ、第１映像信号の感度を落とすことなく、高Ｓ／Ｎ（高画質）の映像信号の取得が可能になる。

【0111】

因みに、いわゆるマルチサンプリングと呼ばれる複数回露光では、図２１（Ｂ）に示すように、フレーム期間を時間的に分割して、長い露光時間（第１露光時間）と短い露光時間（第２露光時間）とを設定するために、第１露光時間は必ずフレーム期間よりも短くなり、感度が落ち、その結果画質が劣化する。

【0112】

また、本実施形態に係るＣＭＯＳイメージセンサ１０では、より具体的な駆動として、転送トランジスタ２２のゲート電極に複数の第１中間電圧を第２制御電圧として順次供給した際に転送トランジスタ２２によってＦＤ部２６に転送される信号電荷を１回以上読み出す駆動を行選択回路１２および先行選択回路１３による駆動の下に実行することで、転送トランジスタ２２の閾値ばらつきをキャンセルすることができる。これにより、低照度にて通常飽和レベルを狭めることなく線形かつ高Ｓ／Ｎでの信号取得を可能にするとともに、通常飽和レベル以上の入射光に対しても線形領域での良好なＳ／Ｎを実現しながらダイナミックレンジを拡大できる。

【0113】

特に、複数の第１中間電圧（第２制御電圧）のいずれか１つ又は複数の個々に先行する第２の中間電圧（第３制御電圧）を、当該いずれか１つ又は複数の個々の第１中間電圧と同じ電圧値にする、具体的には、複数の第１中間電圧をＶ１，Ｖ２，…（これら第１中間電圧は同じ電圧値でも、異なる電圧値でもよい）とした場合に、Ｖ１に先行する第２の中間電圧をＶ１と同じ電圧値にし、Ｖ２に先行する第２の中間電圧をＶ２と同じ電圧値にし、Ｖ１とＶ２の電圧値が異なるときは第２の中間電圧もそれぞれ異なる電圧値にすることで、転送トランジスタ２２の閾値ばらつきに加えて、供給される中間電圧Ｖｔｒｇのオフセット値や、画素配列内での中間電圧Ｖｔｒｇのオフセット値や、画素配列内での転送トランジスタ２２に中間電圧Ｖｔｒｇが印加されている時間のばらつきや、中間電圧Ｖｔｒｇの印加による中間転送における転送残留電荷量のばらつきについてもキャンセルすることができるために、特に高照度領域の画像のＳ／Ｎを改善できる効果がある。

【0114】

なお、同じ電圧値の中間電圧を複数回供給する時間間隔、具体的には、図１２の垂直走査２と垂直走査３との時間間隔および垂直走査３と垂直走査１ｂとの時間間隔を等しくするとしたが、必ずしも等しくなくてもそれ相応のキャンセル効果を得ることができる。ただし、時間間隔が等しい方が、供給される中間電圧Ｖｔｒｇのオフセット値や、画素配列内での中間電圧Ｖｔｒｇのオフセット値や、画素配列内での転送トランジスタ２２に中間電圧Ｖｔｒｇが印加されている時間のばらつきや、中間電圧Ｖｔｒｇの印加による中間転送における転送残留電荷量のばらつきについてより確実にキャンセルできる効果がある。

【0115】

以上により、屋内や野外、昼間や夜間といった多様な環境下での外光の変化に対して、低照度シーンにおいてＳ／Ｎの高い高画質な画像を取得することが可能になるとともに、高照度シーンにおいて飽和の少ない画像を線形応答による高画質で取得でき、さらに低照度と高照度の混在するコントラストの高いシーンにおいても、低照度部分では高Ｓ／Ｎを維持したまま高照度部分の飽和を回避することができる。

【0116】

加えて、高感度化を目的として通常の画素配列の中に感度の高い画素を配置した場合においても、高感度画素に露光時間を合わせて通常画素のＳ／Ｎを劣化させる必要はなく、通常画素の適正露光に合わせて高感度画素の高Ｓ／Ｎ画像を得ることができ、後段の高画質化の処理に有利となる。

【0117】

しかも、単位回路２０としては、構成素子を増やすことなく、従来の画素回路をそのま

SAMSUNG EX. 1002 - 1013/1684

ま利用することができるために、単位回路２０の回路規模が増大することがなく、したがって、単位回路２０の回路規模の増大による画素数の低下、ひいては解像度の低下を招くことなく、所期の目的を達成できる。

【0118】

（第１変形例）

なお、上記実施形態では、読み出し動作（図１２の垂直走査１ｂ）に先行する垂直走査を２回（図１２の垂直走査２，３）実行するとしたが、２回に限られるものではなく、図２２に示すように、３回以上、本例では４回（垂直走査２～５））実行することも可能である。この場合、行選択回路を追加するか、あるいは、走査の終了した行選択回路を再度使う、あるいは、２行以上選択可能な行選択回路を用いるようにすればよい。

【0119】

また、図２３に示すように、読み出し動作（図１２の垂直走査１ｂ）に先行する垂直走査２や垂直走査３では、そのいずれかあるいは全ての転送電荷を読み出してからＦＤ部２６をリセットするようにしてもよい。

【0120】

（第２変形例）

また、上記実施形態では、図１２における第１中間電圧を供給する垂直走査１ｂと、フォトダイオード２１に蓄積された電荷を完全にＦＤ部２６に転送すべく前記供給電圧（中間電圧）とは異なる電圧を供給する垂直走査１ｃを、図２４の垂直走査１ｂのように共通化してもよい。この場合の駆動タイミングを図２５に示す。

【0121】

この第２変形例の場合、同じ垂直走査において、第１中間電圧によって転送された電荷の読み出しと、フォトダイオード２１に残された全ての電荷の読み出しとが、同じ行において連続して実行される。また、行ごとに高照度領域の画像と低照度領域の画像とが交互に出力されるため、後段の信号処理において１画像分のフレームメモリを必要としない。

【0122】

（第３変形例）

また、図２６に示すように、完全転送による通常の読み出し動作（垂直走査１ｃ）の前に、複数の中間電圧の印加による読み出し動作（垂直走査１ｂ，１ｂ′）を実行する場合には、それぞれの垂直走査に先行して、それぞれの供給電圧と同じ電圧を複数回の垂直走査で供給して、例えば、図２６の垂直走査２，３，２′，３′を実行するようにすることも可能である。

【0123】

このとき、垂直走査２と垂直走査３との時間間隔Ｔ０と、垂直走査３と垂直走査１ｂとの時間間隔Ｔ０とが等しい時間で、垂直走査２′と垂直走査３′との時間間隔Ｔ１と、垂直走査３′と垂直走査１ｂ′との時間間隔Ｔ１とが等しい時間である方が好ましいが、時間間隔Ｔ０と時間間隔Ｔ１とは異なる時間であってもよい。

【0124】

このように、中間電圧転送＋読み出しと中間電圧でのダミー転送との組を複数回実行する場合、それぞれ異なる時間間隔（Ｔ０／Ｔ１）とすることにより、高照度領域の画像を取得するための露光時間Thighを複数設定することができるために、感度の異なる高照度領域の画像を複数取得することができる。その結果、中照度領域でのＳ／Ｎを改善できることになる。

【0125】

すなわち、中間電圧転送＋読み出しと中間電圧でのダミー転送との組を複数回実行する際に、時間間隔を変えることは、得られる画像の感度を変えることと等価になる。たとえば、低照度取得の露光時間Thighを１として、複数の第１制御電圧に先行する第２制御電圧の時間間隔Thigh_１，Thigh_２，Thigh_３を１／１０，１／１００，１／１０００とした場合、１／１０の感度の画像、１／１００の感度の画像、１／１０００の感度の画像が段階的に得られることになる。一般的に、感度のより高い画像はダイナミックレン

SAMSUNG EX. 1002 - 1014/1684

ジが制限されている一方で、ノイズが小さく画質が良いために、複数の感度を段階的に取得して合成した方が、より良い画質の画が得られる。

【0126】

また、垂直走査２，３，１ｂと垂直走査２′，３′，１ｂ′で転送トランジスタ２２のゲート電極に供給する電圧については、等しい電圧値であってももよいし、異なる電圧値であってもよい。ただし、それぞれ異なる電圧値の中間電圧を供給することにより、低照度領域の蓄積電荷を損なわずに、低照度領域の画像を取得することができる。すなわち、低照度領域の飽和電荷量を維持する効果が得られる。

【0127】

［第２実施形態］

図２７は、本発明の第２実施形態に係る固体撮像装置、例えばＣＭＯＳイメージセンサの構成例を示すシステム構成図であり、図中、図１と同等部分には同一符号を付して示している。

【0128】

第１実施形態に係るＣＭＯＳイメージセンサ１０が、画素アレイ部１１の各画素２０を画素行毎に順次走査して信号のリセットを行うローリングシャッタ（フォーカルプレーンシャッタ）撮像に対応しているのに対して、本実施形態に係るＣＭＯＳイメージセンサ５０は、画素アレイ部１１の全画素２０に対して同一のタイミングで露光を行うグローバルシャッタ（全画素一括の電子シャッタ）撮像に対応している。

【0129】

具体的には、本実施形態に係るＣＭＯＳイメージセンサ５０は、グローバルシャッタ撮像を実現するために、図１の先行選択回路１３に代えて、複数行を同時に選択する複数行同時選択回路５１を備えている。さらに、図示しないが、グローバルシャッタに対応するために、ＣＭＯＳイメージセンサ５０の光学上の前段にメカニカルシャッタ（以下、「メカシャッタ」と略称する）を備えることになる。それ以外の構成は、基本的に、第１実施形態に係るＣＭＯＳイメージセンサ１０と同じである。

【0130】

続いて、上記構成の本実施形態に係るＣＭＯＳイメージセンサ５０の動作について、図２８のタイミング図を用いて説明する。

【0131】

メカシャッタが開いている期間中に、複数行同時選択回路５１によって複数行を同時に選択し、フォトダイオード２１の蓄積電荷を掃き出す。メカシャッタを閉じるタイミングに先行して、複数行同時選択回路５１によって同時に選択された複数行の転送トランジスタ２２のゲート電極に、電圧値が等しい中間電圧を等しい時間間隔Ｔ０で１回又は複数回（本例では、２回）供給する。

【0132】

メカシャッタを閉じたあと、垂直走査回路１２による垂直走査１ｂで、先の中間電圧と同じ電圧値の中間電圧を転送トランジスタ２２のゲート電極に供給し、当該転送トランジスタ２２によってフォトダイオード２１からＦＤ部２０に転送した電荷を読み出す。さらに、垂直走査回路１２による垂直走査１ｃで、フォトダイオード２１の蓄積電荷をＦＤ部２６に完全に転送し、この転送電荷を読み出す。

【0133】

上述した駆動により、グローバルシャッタ対応のＣＭＯＳイメージセンサ５０においても、ローリングシャッタ対応のＣＭＯＳイメージセンサ１０の場合と同様に、転送トランジスタ２２のゲート電極に中間電圧を制御電圧として複数回供給し、その際に転送トランジスタ２２によって転送される信号電荷を２回以上読み出す駆動を行選択回路１２および先行選択回路１３による駆動の下に実行することで、転送トランジスタ２２の閾値ばらつきをキャンセルすることができる。因みに、グローバルシャッタでは、ローリングシャッタ（垂直走査による電荷掃き出し）によるアーチファクトが発生しない。

【0134】

SAMSUNG EX. 1002 - 1015/1684

特に、転送トランジスタ２２のゲート電極に複数回供給する中間電圧を同じ電圧値にすることで、供給される中間電圧のオフセット値や、画素配列内での中間電圧のオフセット値や、画素配列内での転送トランジスタに中間電圧が印加されている時間のばらつきや、中間電圧印加による中間転送における転送残留電荷量のばらつきについてもキャンセルできる。これにより、低照度にて通常飽和レベルを狭めることなく線形かつ高Ｓ／Ｎでの信号取得を可能にするとともに、通常飽和レベル以上の入射光に対しても線形領域での良好なＳ／Ｎを実現しながらダイナミックレンジを拡大できる。

【0135】

［第３実施形態］

図２９は、本発明の第３実施形態に係る固体撮像装置、例えばＣＭＯＳイメージセンサの構成例を示すシステム構成図であり、図中、図１および図２７と同等部分には同一符号を付して示している。

【0136】

図２９に示すように、本実施形態に係るＣＭＯＳイメージセンサ６０は、通常の行選択を行う行選択回路１２に加えて、図１に示す先行選択回路１３と、図２７に示す複数行同時選択回路５１とを備えた構成となっている。それ以外の構成は、基本的に、第１実施形態に係るＣＭＯＳイメージセンサ１０と同じである。

【0137】

このように、先行選択回路１３と複数行同時選択回路５１とを併せ持つ構成を採ることにより、フォーカルプレーンシャッタ対応の駆動と、グローバルシャッタ対応の駆動とを切り換えて実行することが可能となり、いずれの場合にも、低照度にて通常飽和レベルを狭めることなく線形かつ高Ｓ／Ｎでの信号取得を可能にするとともに、通常飽和レベル以上の入射光に対しても線形領域での良好なＳ／Ｎを実現しながらダイナミックレンジを拡大できる。

【0138】

［ＣＣＤイメージセンサへの適用］

以上説明した第１乃至第３実施形態（変形例を含む）では、ＣＭＯＳイメージセンサに適用した場合を例に挙げて説明したが、本発明はＣＭＯＳイメージセンサに限らず、増幅型の固体撮像装置全般に、さらには光電変換素子からの信号電荷の読み出し部分に関する発明であることから、ＣＣＤイメージセンサに代表される電荷転送型の固体撮像装置にも同様に適用可能である。

【0139】

図３０に、ＣＣＤイメージセンサに適用した場合の例を示す。ＣＣＤイメージセンサでは、光電変換素子であるフォトダイオード（受光部）７１で光電変換され、ここに蓄積された信号電荷は、転送ゲート（読み出しゲート）７２によって垂直ＣＣＤ（垂直転送部）７３に転送され、当該垂直ＣＣＤ７３による垂直転送によって読み出されることになる。このＣＣＤイメージセンサにおいて、転送ゲート７２に先述した中間電圧Ｖｔｒｇを制御電圧として印加することで、垂直ＣＣＤ７３へ転送する電子量を制御することができる。

【0140】

入射光が弱いとき（Ａ）は、光電変換された電子量が少ないために、転送ゲート７２に中間電圧Ｖｔｒｇを印加しても、フォトダイオード７１の蓄積電子は、転送ゲート７２の下のポテンシャルを超えられずフォトダイオード７１内に保持される。一方、入射光が強いとき（Ｂ）は、光電変換された電子量が多いために、転送ゲート７２に中間電圧Ｖｔｒｇを印加することで、フォトダイオード７１の蓄積電子は、転送ゲート７２の下のポテンシャルを超えて垂直ＣＣＤ７３へ部分的に転送される。

【0141】

そして、ＣＭＯＳイメージセンサの場合と同様の制御タイミングで中間電圧Ｖｔｒｇを印加することで、ＣＭＯＳイメージセンサの場合と同様に、低照度での信号電荷を保持したまま、高照度において転送ゲート７２への中間電圧Ｖｔｒｇの印加による中間転送によって信号取得が実行できる。

SAMSUNG EX. 1002 - 1016/1684

【0142】
［撮像装置］
先述した第１乃至第３実施形態（変形例を含む）に係るＣＭＯＳイメージセンサ１０，５０，６０は、デジタルスチルカメラやビデオカメラ等の撮像装置において、その撮像デバイス（画像入力デバイス）として用いて好適なものである。
【0143】
ここに、撮像装置とは、撮像デバイスとしての固体撮像装置、当該固体撮像装置の撮像面（受光面）上に被写体の像光を結像させる光学系および当該固体撮像装置の信号処理回路を含むカメラモジュール（例えば、携帯電話等の電子機器に搭載されて用いられる）、当該カメラモジュールを搭載したデジタルスチルカメラやビデオカメラ等のカメラシステムを言うものとする。
【0144】
図３１は、本発明に係る撮像装置の構成の一例を示すブロック図である。図３１に示すように、本発明に係る撮像装置は、レンズ８１を含む光学系、撮像デバイス（撮像部）８２、カメラ信号処理回路８３等によって構成されている。
【0145】
レンズ８１は、被写体からの像光を撮像デバイス８２の撮像面に結像する。撮像デバイス８２は、レンズ８１によって撮像面に結像された像光を画素単位で電気信号に変換して得られる画像信号を出力する。この撮像デバイス８２として、先述した第１乃至第３実施形態（変形例を含む）に係るＣＭＯＳイメージセンサ１０，５０，６０が用いられる。カメラ信号処理部８３は、撮像デバイス８２から出力される画像信号に対して種々の信号処理を行う。
【0146】
上述したように、ビデオカメラや電子スチルカメラ、さらには携帯電話等のモバイル機器向けカメラモジュールなどの撮像装置において、その撮像デバイス８２として先述した第１乃至第３実施形態に係るＣＭＯＳイメージセンサ１０，５０，６０を用いることで、当該ＣＭＯＳイメージセンサ１０，５０，６０では、低照度にて通常飽和レベルを狭めることなく線形かつ高Ｓ／Ｎでの信号取得を可能にするとともに、通常飽和レベル以上の入射光に対しても線形領域での良好なＳ／Ｎを実現しながらダイナミックレンジを拡大できるために、撮像画像の画質をより向上できる利点が得られる。
【図面の簡単な説明】
【0147】
【図1】本発明の第１実施形態に係るＣＭＯＳイメージセンサの構成例を示すシステム構成図である。
【図2】単位画素の構成の一例を示す回路図である。
【図3】ドライバ回路の構成の一例を示す回路図である。
【図4】通常の読み出しの場合（Ａ）と高Ｓ／Ｎと広ダイナミックレンジ化を図る場合（Ｂ）の各動作を説明するためのタイミング図である。
【図5】転送トランジスタの制御電極に複数の電圧を選択的に供給した場合の画素内におけるポテンシャルの一例を示すポテンシャル図である。
【図6】入射光が弱いときのポテンシャル変化例を示すポテンシャル図である。
【図7】入射光が弱いときのポテンシャル変化例を示すポテンシャル図である。
【図8】２回目以降の転送で閾値ばらつきがキャンセルされる理由の説明図である。
【図9】露光時間Ｔｓと受光部保持電子数Ｑｓとの関係を示す図である。
【図10】複数の中間電圧（供給電圧）と受光部保持電子数Ｑｓとの関係を示す図である。
【図11】第１実施形態に係る駆動の概念を示すタイミング図である。
【図12】中間電圧印加による画素の駆動タイミング図である。
【図13】中間電圧印加によって駆動された画素のポテンシャル図である。
【図14】ばらつきキャンセル動作の動作説明図（その１）である。
【図15】ばらつきキャンセル動作の動作説明図（その２）である。

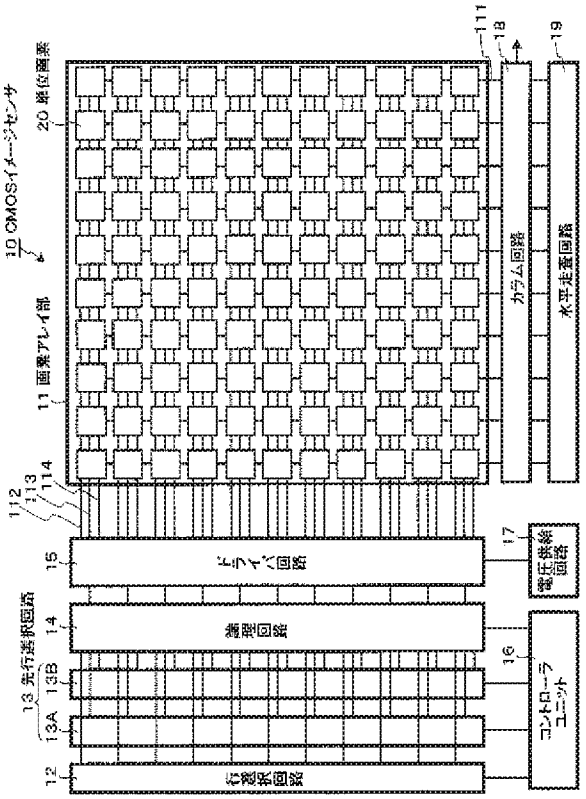
SAMSUNG EX. 1002 - 1017/1684

【図16】転送開始前に受光部に蓄積されている電荷が、中間電圧の印加により時間とともに転送される特性を示す図である。
【図17】高Ｓ／Ｎ化および広ダイナミックレンジ化の説明図である。
【図18】第１実施形態に係る作用効果の説明に供する図である。
【図19】第１制御電圧の供給および第２制御電圧の供給の前に、ＦＤ部をリセットする構成を採らない場合の動作説明に供する図である。
【図20】画素配列を空間的に分割する説明に供する図である。
【図21】露光期間を時間的に分割しない場合（Ａ）と分割する場合（Ｂ）の動作説明に供する図である。
【図22】第１実施形態の第１変形例に係る駆動の概念を示すタイミング図（その１）である。
【図23】第１実施形態の第１変形例に係る駆動の概念を示すタイミング図（その２）である。
【図24】第１実施形態の第２変形例に係る駆動の概念を示すタイミング図（その１）である。
【図25】第１実施形態の第２変形例に係る駆動の概念を示すタイミング図（その２）である。
【図26】第１実施形態の第３変形例に係る駆動の概念を示すタイミング図である。
【図27】本発明の第２実施形態に係るＣＭＯＳイメージセンサの構成例を示すシステム構成図である。
【図28】第２実施形態に係る駆動の概念を示すタイミング図である。
【図29】本発明の第３実施形態に係るＣＭＯＳイメージセンサの構成例を示すシステム構成図である。
【図30】ＣＣＤイメージセンサに適用した場合の例を示すポテンシャル図である。
【図31】本発明に係る撮像装置の構成の一例を示すブロック図である。
【図32】画素の回路構成の一例を示す回路図である。
【図33】非特許文献１記載の従来技術でのポテンシャル図である。
【図34】非特許文献１記載の従来技術での入射光強度と出力電子数の関係を示す図である。

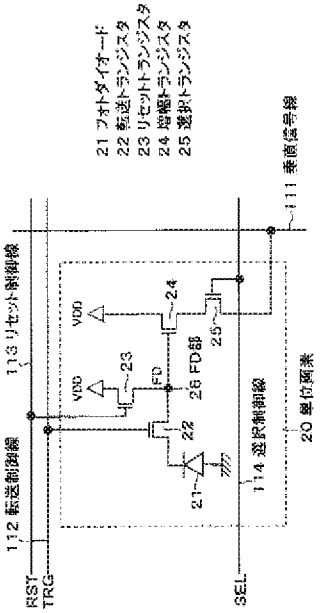
【符号の説明】
【0148】
１０，５０，６０・ＣＭＯＳイメージセンサ、１１…画素アレイ部、１２，１３Ａ，１３Ｂ…行選択回路、１３…先行選択回路、１４…論理回路、１５…ドライバ回路、１６…コントローラユニット、１７…電圧供給回路、１８…カラム回路、１９…水平走査回路、２０…単位画素、２１…フォトダイオード、２２…転送トランジスタ、２３…リセットトランジスタ、２４…増幅トランジスタ、２５…選択トランジスタ、２６…ＦＤ（フローティングディフュージョン）部、５１…複数行同時選択回路、８１…フォトダイオード、８２…転送ゲート、８３…垂直ＣＣＤ

SAMSUNG EX. 1002 - 1018/1684

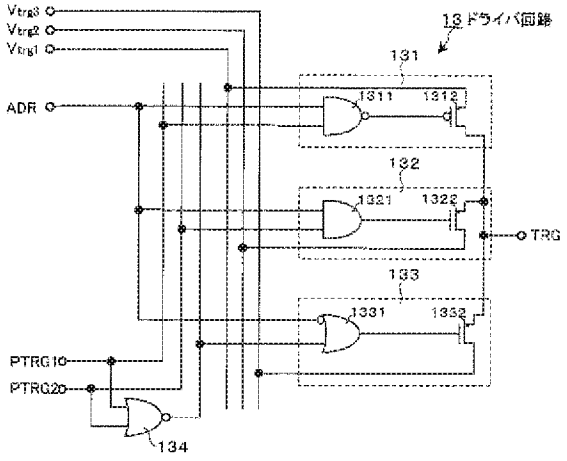
【図1】



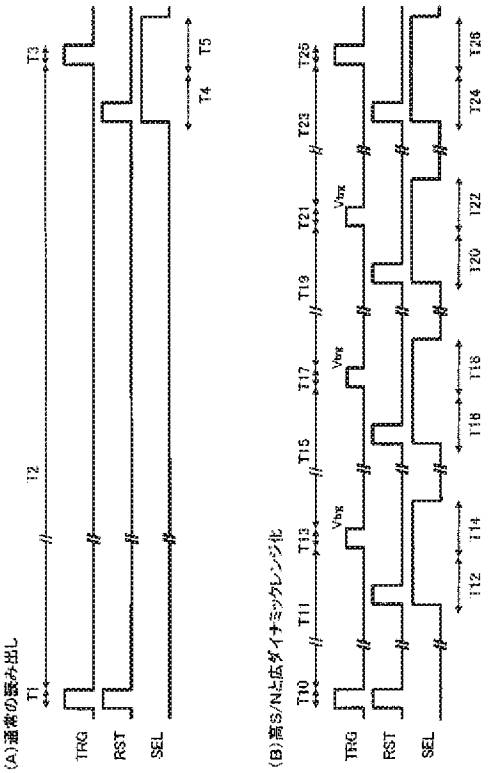
【図2】



【図3】

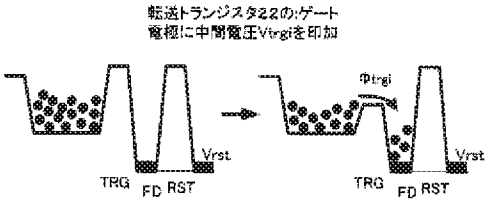


【図4】

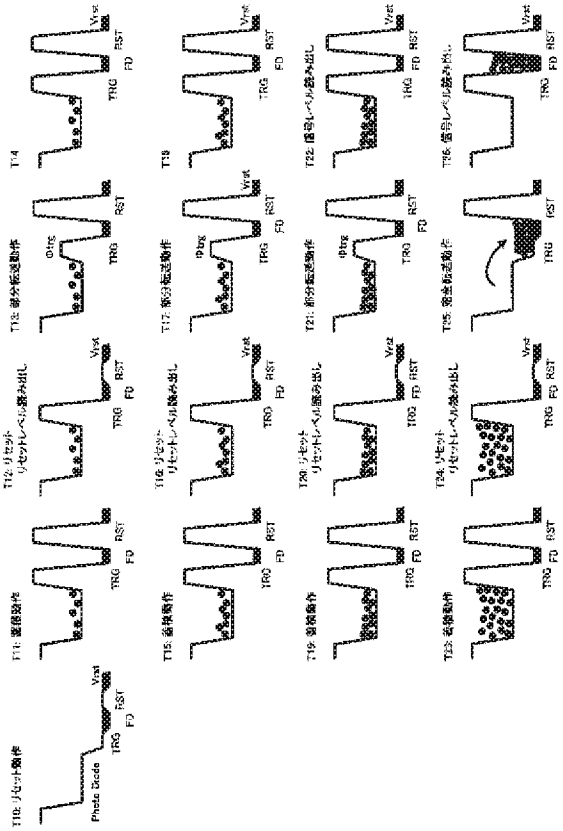


SAMSUNG EX. 1002 - 1019/1684

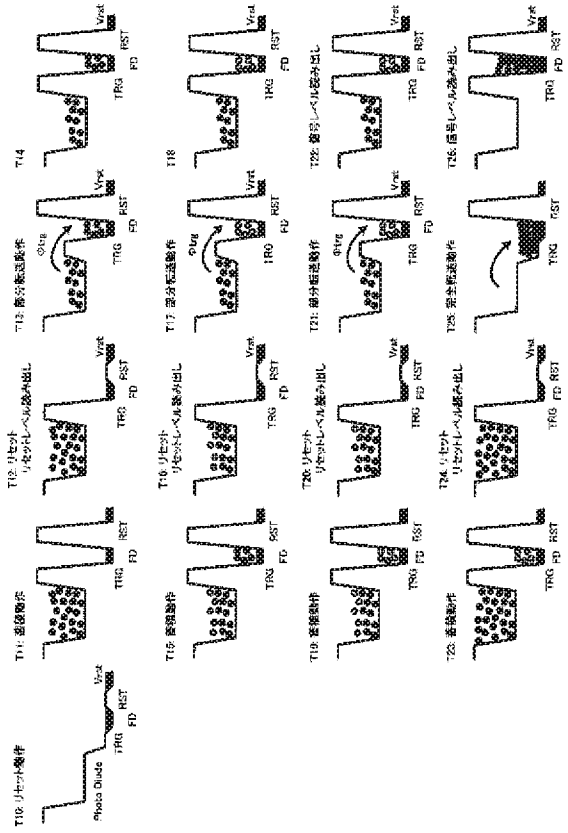
【図５】



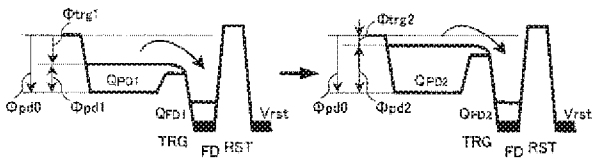
【図６】



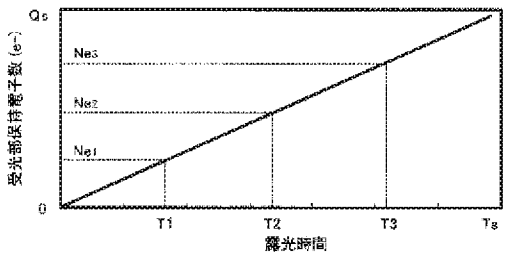
【図７】



【図８】



【図９】



SAMSUNG EX. 1002 - 1020/1684

【図10】

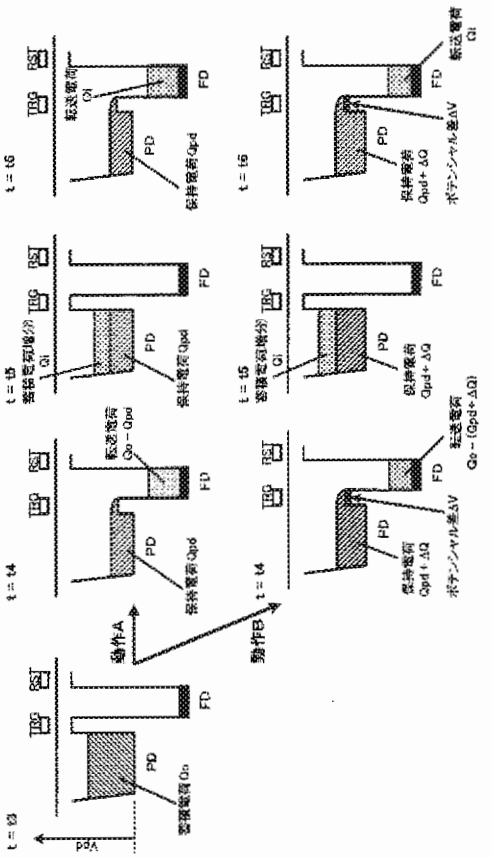
【図11】

【図12】

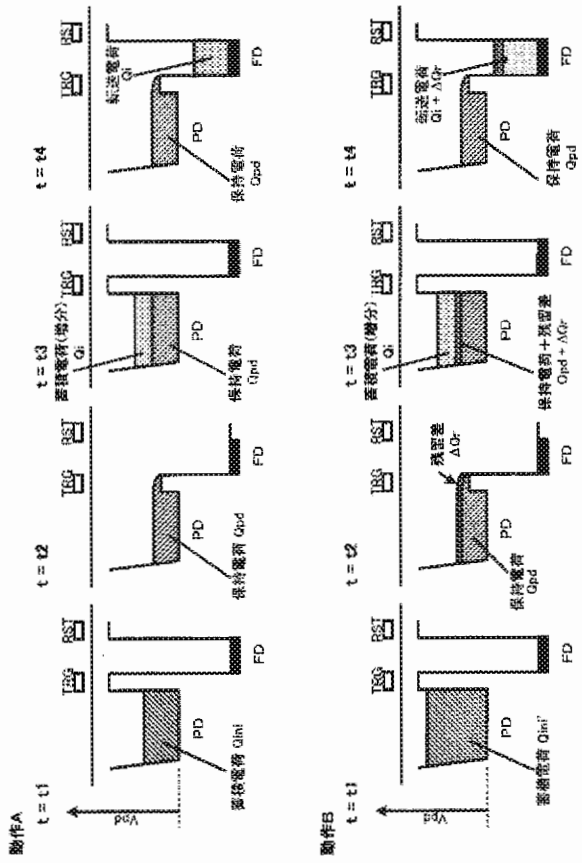
【図13】

SAMSUNG EX. 1002 - 1021/1684

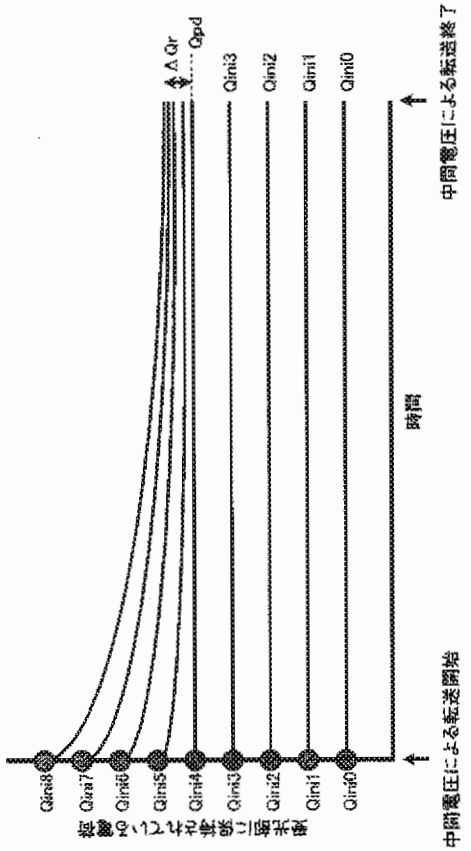
【図14】



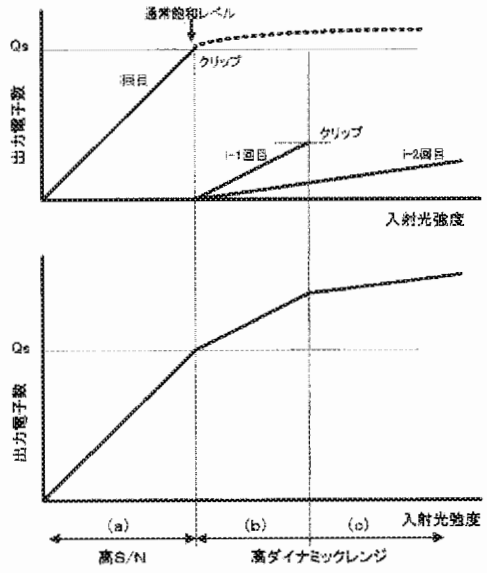
【図15】



【図16】

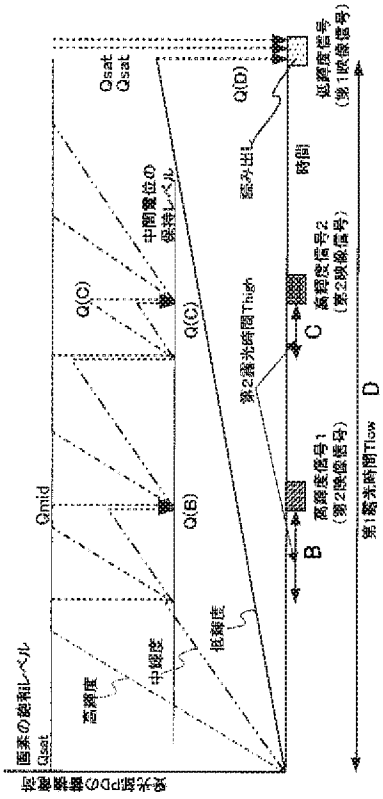


【図17】

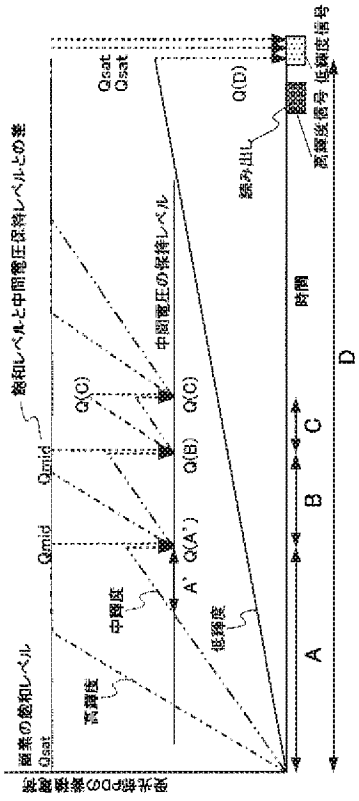


SAMSUNG EX. 1002 - 1022/1684

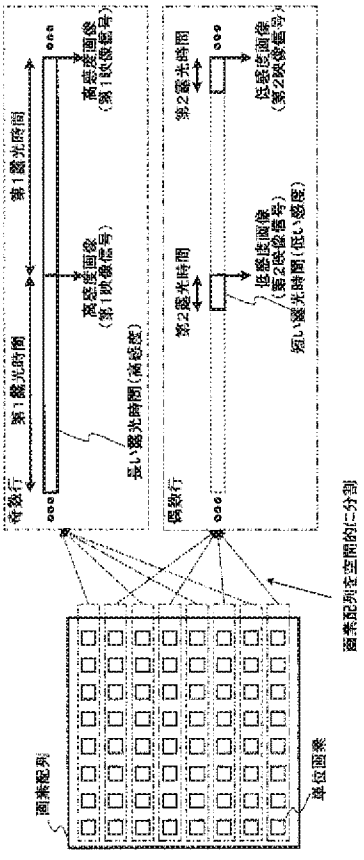
【図18】



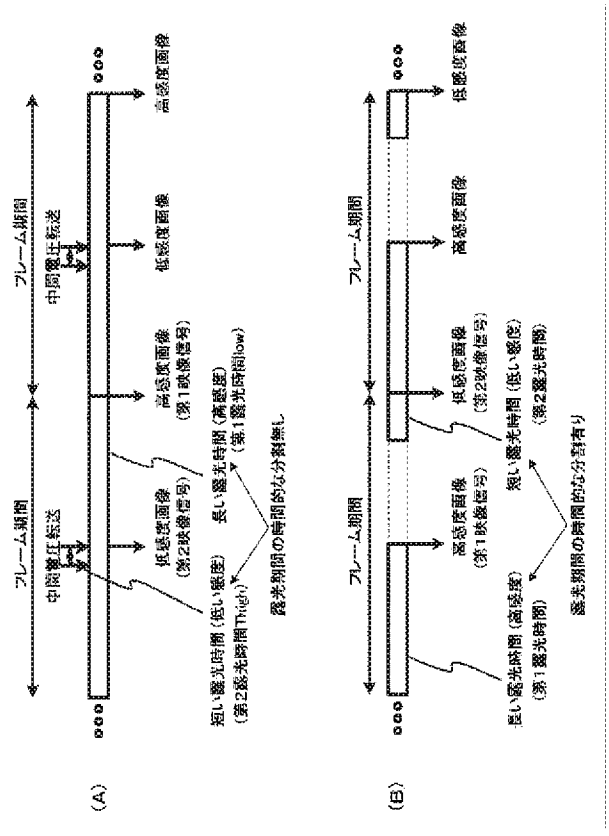
【図19】



【図20】

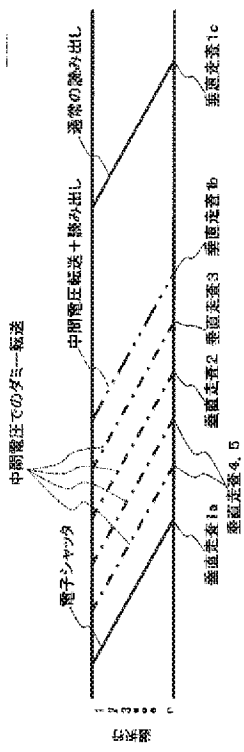


【図21】

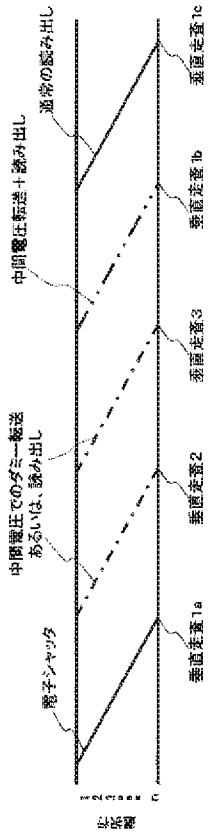


SAMSUNG EX. 1002 - 1023/1684

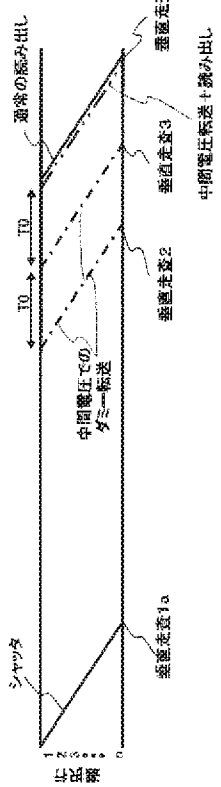
【図22】



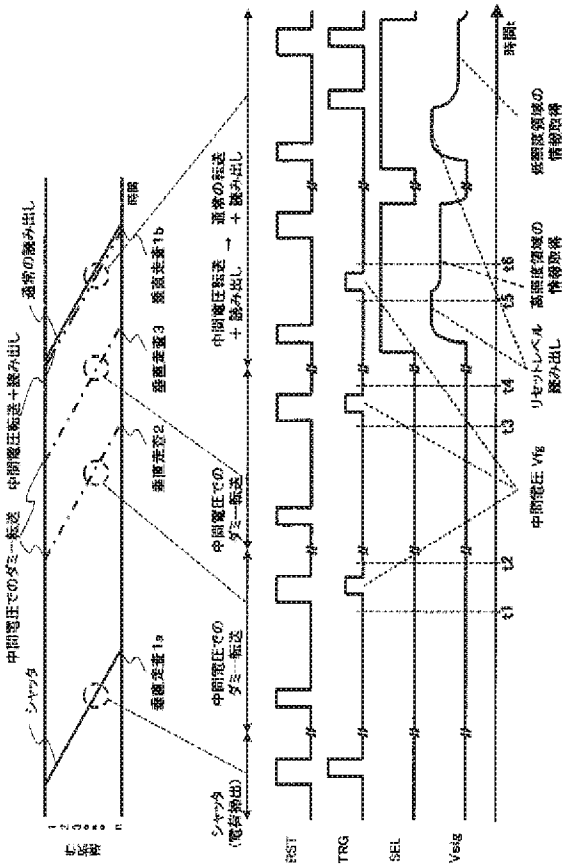
【図23】



【図24】

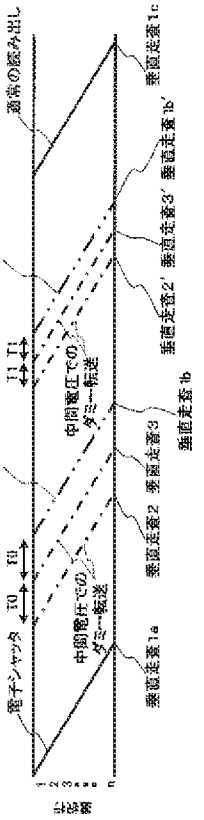


【図25】

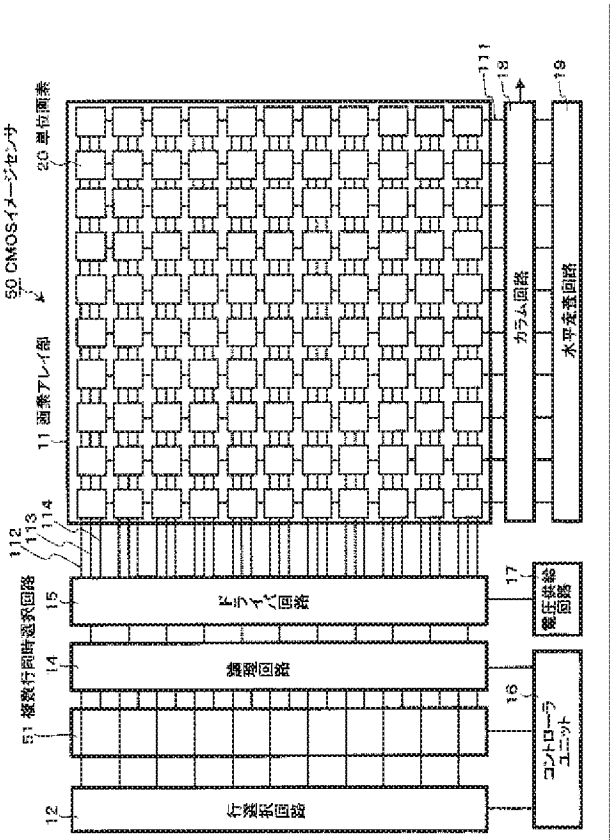


SAMSUNG EX. 1002 - 1024/1684

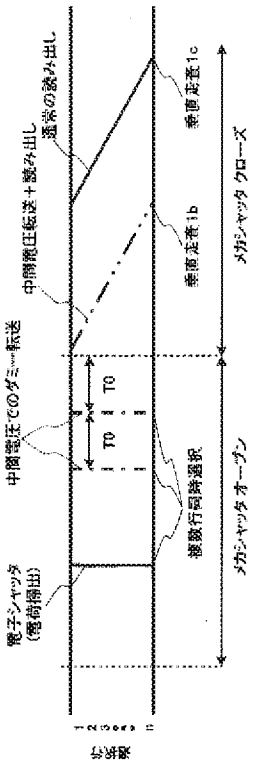
【図26】



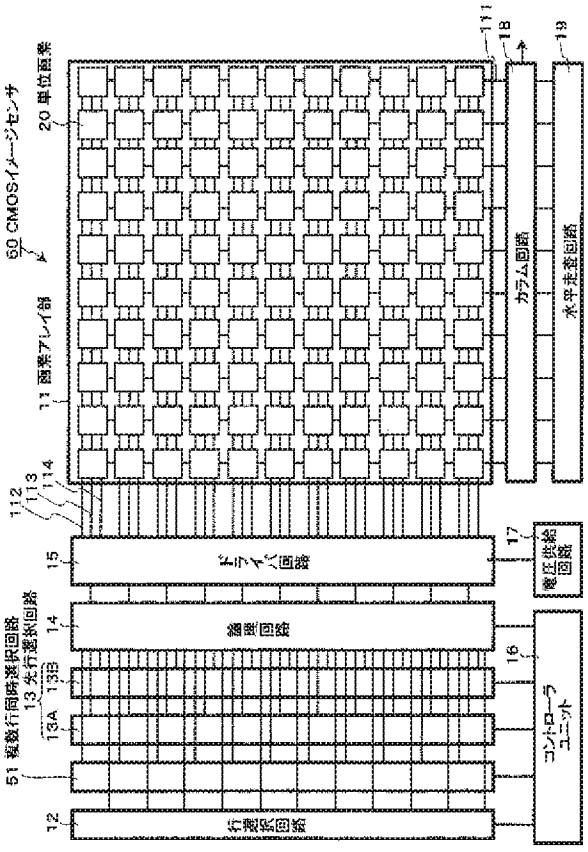
【図27】



【図28】

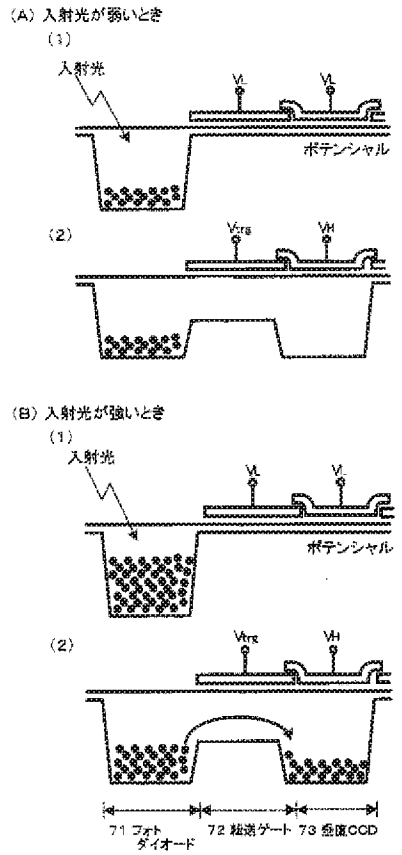


【図29】

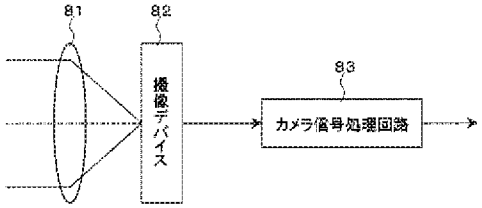


SAMSUNG EX. 1002 - 1025/1684

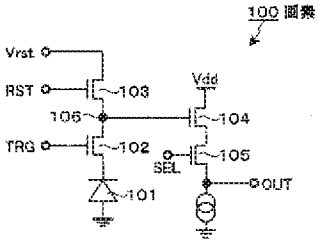
【図30】



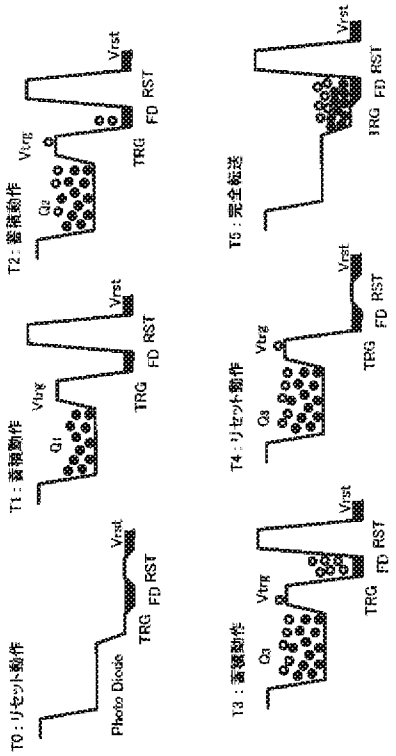
【図31】



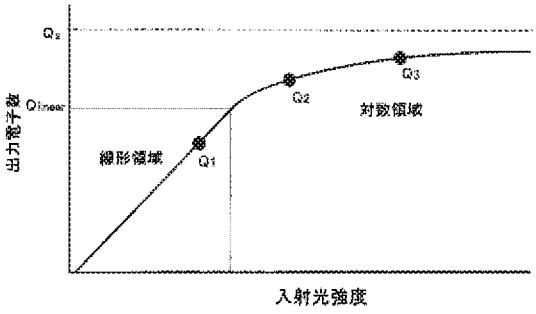
【図32】



【図33】



【図34】



SAMSUNG EX. 1002 - 1027/1684

Espacenet

Bibliographic data: JP2008167004 (A) — 2008-07-17

SOLID STATE IMAGING APPARATUS, METHOD FOR DRIVING THE SAME, AND IMAGING APPARATUS

Inventor(s): MABUCHI KEIJI ± (MABUCHI KEIJI)

Applicant(s): SONY CORP ± (SONY CORP)

Classification: - international:***H01L27/146; H04N5/335; H04N5/353; H04N5/355; H04N5/374; H04N5/3745; H04N5/378***
- cooperative: **H03M1/186**; **H04N5/243**; **H04N5/35581**; **H04N5/3742**; H03M1/1225; H03M1/56

Application number: JP20060352562 20061227 Global Dossier

Priority number (s): JP20060352562 20061227

Also published as: CN101573960 (A) EP2099215 (A1) EP2099215 (A4) JP4609428 (B2) KR101424033 (B1) more

Abstract of JP2008167004 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an image of a high SN ratio by preventing information from being lost due to a deviation from an input range of AD conversion when analog gain is increased in the case of obtaining signals of a plurality of groups having respectively different sensitivity levels and achieving a wide dynamic range. ;SOLUTION: In a solid state imaging apparatus having a pixel array part composed of two-dimensionally arranging pixels for detecting physical quantity like a matrix, pixel signals of a plurality of groups having respectively different sensitivity levels are read out from the pixel array part as analog signals, and when the gain setting of the analog pixel signals is lower than a prescribed gain, the pixel signals of the plurality of groups are amplified by respective basic amplification factors. When the gain setting is the prescribed gain and more, pixel signals of at least one group having high sensitivity out of the plurality of groups are amplified by a plurality of amplification factors including an amplification factor higher than the basic amplification factor of the group having the high sensitivity. ;COPYRIGHT: (C)2008,JPO&INPIT

(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2008-167004
(P2008-167004A)
(43)公開日　平成20年7月17日(2008.7.17)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H04N 5/335	(2006.01)	H04N	5/335	P	4M118
H01L 27/146	(2006.01)	H04N	5/335	Q	5C024
		H04N	5/335	E	
		H01L	27/14	A	

審査請求 有　請求項の数 10　ＯＬ　（全 19 頁）

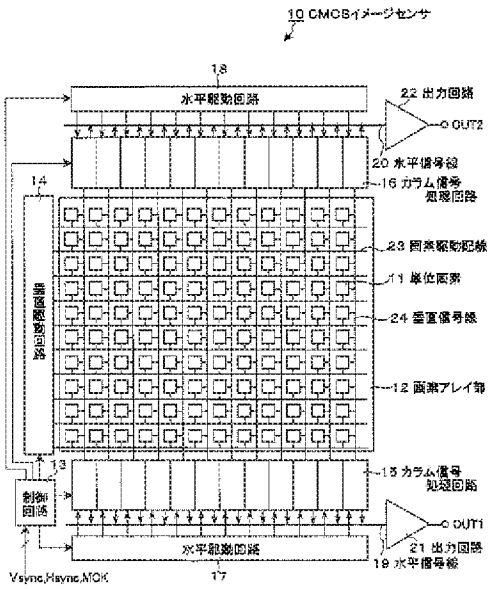
(21)出願番号　特願2006-352562 (P2006-352562)
(22)出願日　平成18年12月27日 (2006.12.27)

(71)出願人　000002185
ソニー株式会社
東京都港区港南１丁目７番１号
(74)代理人　100086298
弁理士　船橋　國則
(72)発明者　馬渕　圭司
東京都品川区北品川６丁目７番３５号　ソニー株式会社内

Ｆターム(参考)　4M118 AA02 AA05 AB01 BA14 CA02 DB09 DD04 DD10 DD12 FA06 GA10
5C024 CX43 CX46 CX47 CX51 GY39 HX17 HX23 HX32 HX35 HX57

(54)【発明の名称】固体撮像装置、固体撮像装置の駆動方法および撮像装置

(57)【要約】
【課題】感度の異なる複数の系統の信号を得て広ダイナミックレンジ化を図るに当たり、アナログゲインを上げたときに、ＡＤ変換の入力レンジを外れることによる情報の損失を無くし、Ｓ／Ｎの良い画像を得る。
【解決手段】物理量を検知する画素が行列状に２次元配置されてなる画素アレイ部を有する固体撮像装置において、画素アレイ部から感度の異なる複数の系統の画素信号をアナログで読み出し、前記アナログの画素信号のゲイン設定が所定ゲインよりも低いときは、前記複数の系統の画素信号をそれぞれの基本増幅率で増幅し、前記ゲイン設定が前記所定ゲイン以上のときは、前記複数の系統のうち、感度が高い少なくとも１系統の画素信号を、当該感度の高い系統の基本増幅率よりも高い増幅率を含む複数の増幅率で増幅するようにする。
【選択図】図１



SAMSUNG EX. 1002 - 1029/1684

【特許請求の範囲】
【請求項1】
物理量を検知する画素が行列状に２次元配置されてなる画素アレイ部と、
前記画素アレイ部から感度の異なる複数の系統の画素信号をアナログで読み出す駆動を行う駆動手段と、
前記アナログの画素信号のゲイン設定が所定ゲインよりも低いときは、前記複数の系統の画素信号をそれぞれの基本増幅率で増幅し、前記ゲイン設定が前記所定ゲイン以上のときは、前記複数の系統のうち、感度が高い少なくとも１系統の画素信号を、当該感度の高い系統の基本増幅率よりも高い増幅率を含む複数の増幅率で増幅する信号処理手段と
を備えることを特徴とする固体撮像装置。
【請求項2】
前記信号処理手段は、前記ゲイン設定が前記所定ゲイン以上のときは、前記複数の系統のうち、感度が低い少なくとも１系統の画素信号を、前記感度の高い系統の前記複数の増幅率の最大よりも低い１つの増幅率で増幅する
ことを特徴とする請求項１記載の固体撮像装置。
【請求項3】
前記信号処理手段は、前記ゲイン設定が前記所定ゲインよりも低いときは、前記感度の高い画素信号を、基本増幅率よりも高い増幅率でも増幅する
ことを特徴とする請求項２記載の固体撮像装置。
【請求項4】
前記信号処理手段は、前記ゲイン設定が前記所定ゲイン以上のときは、前記複数の系統のうち、感度が低い少なくとも１系統の画素信号を使用せず、代わりに前記感度の高い少なくとも１系統の画素信号を、前記複数の増幅率のいずれかで増幅する
ことを特徴とする請求項１記載の固体撮像装置。
【請求項5】
前記駆動手段は、前記画素が物理量を検知する検知時間を異ならせることによって前記複数の系統の感度を異ならせる
ことを特徴とする請求項１記載の固体撮像装置。
【請求項6】
前記駆動手段は、前記画素アレイ部の複数の読み出し行を走査して、当該複数の読み出し行の各画素から前記複数の系統の画素信号を読み出す際に、前記検知時間の長さを前記複数の読み出し行を走査する間隔で調整する
ことを特徴とする請求項５記載の固体撮像装置。
【請求項7】
前記信号処理手段は、ＡＤ変換前の信号レベルの大きさに応じて増幅率の調整を行う
ことを特徴とする請求項１記載の固体撮像装置。
【請求項8】
前記複数の増幅率の比は、前記複数の系統の感度の比と等しい
ことを特徴とする請求項１記載の固体撮像装置。
【請求項9】
物理量を検知する画素が行列状に２次元配置されてなる画素アレイ部から感度の異なる複数の系統の画素信号をアナログで読み出し、
前記アナログの画素信号のゲイン設定が所定ゲインよりも低いときは、前記複数の系統の画素信号をそれぞれの基本増幅率で増幅し、
前記ゲイン設定が前記所定ゲイン以上のときは、前記複数の系統のうち、感度が高い少なくとも１系統の画素信号を、当該感度の高い系統の基本増幅率よりも高い増幅率を含む複数の増幅率で増幅する
ことを特徴とする固体撮像装置の駆動方法。
【請求項10】

SAMSUNG EX. 1002 - 1030/1684

物理量を検知する画素が行列状に２次元配置されてなる画素アレイ部と、
前記画素アレイ部から感度の異なる複数の系統の画素信号をアナログで読み出す駆動を行う駆動手段と、
前記アナログの画素信号のゲイン設定が所定ゲインよりも低いときは、前記複数の系統の画素信号をそれぞれの基本増幅率で増幅し、前記ゲイン設定が前記所定ゲイン以上のときは、前記複数の系統のうち、感度が高い少なくとも１系統の画素信号を、当該感度の高い系統の基本増幅率よりも高い増幅率を含む複数の増幅率で増幅する第１の信号処理手段と、
前記第１の信号処理手段を経た前記複数の系統の信号を合成してダイナミックレンジの拡大を図る第２の信号処理手段と
【発明の詳細な説明】とする撮像装置。
【技術分野】
【0001】
本発明は、固体撮像装置、固体撮像装置の駆動方法および撮像装置に関し、特に広ダイナミックレンジ化の技術を用いた固体撮像装置、当該固体撮像装置の駆動方法および当該固体撮像装置を用いた撮像装置に関する。
【背景技術】
【0002】
固体撮像装置、例えばＭＯＳ(Metal Oxide Semiconductor)型撮像装置において、光電変換素子を含む画素が行列状に２次元配置されてなる画素アレイ部の各画素について、露光時間（蓄積時間）を異ならせ、露光時間の長短によって高感度の信号と低感度の信号とを得て、この高感度の信号と低感度の信号とを合成することによってダイナミックレンジの拡大を図る技術が広く知られている。
【0003】
広ダイナミックレンジ化を図る技術の一つとして、同一画素の信号の読み出しを、露光時間を変えて複数回実行し、複数回の読み出し動作によって得られる各信号を後段の信号処理系で合成することによってダイナミックレンジを拡大する技術が知られている（例えば、特許文献１参照）。
【0004】
【特許文献1】特許第３６８０３６６号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【0005】
上記特許文献１記載の従来技術の場合、画面の低輝度部分の情報は露光時間の長い信号から、高輝度部分の情報は露光時間の短い信号から得られる。しかしながら、被写体が低輝度のときは、少なくとも長い方の露光時間を延ばさないといけないが、長い方の露光時間を延ばすには限界がある。例えば、動画では、通常、最大１／３０秒までしか露光時間を取ることができない。また、静止画でも、手振れや被写体ぶれを抑えるために、一定時間以上露光時間を延ばしたくない場合もある。
【0006】
これらの場合、露光時間の長い方でも信号量が小さいために、固体撮像装置のゲイン設定を上げることになる。ゲイン設定を上げるには、ＡＤ変換前のアナログゲインを上げる場合と、ＡＤ変換後のデジタルゲインを上げる場合との２通りある。
【0007】
デジタルゲインを上げると階調が粗くなる。アナログゲインを上げると、画面の一部分が明るい場合に、その明るい部分がＡＤ変換の入力レンジを越えてしまい、本当は信号があるのにそれを捨てることになるために情報の損失となる。もちろん、その明るい部分の信号は短い露光時間の信号から得られるのであるが、長い露光時間の信号に比べてＳ／Ｎが悪いことが原因で、得られる画像のＳ／Ｎが悪化する。
【0008】

SAMSUNG EX. 1002 - 1031/1684

そこで、本発明は、感度の異なる複数の系統の信号を得て広ダイナミックレンジ化を図るに当たって、アナログゲインを上げたときに、ＡＤ変換の入力レンジを外れることによる情報の損失を無くし、Ｓ／Ｎのよい画像を得ることが可能な固体撮像装置、固体撮像装置の駆動方法および撮像装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するために、本発明では、物理量を検知する画素が行列状に２次元配置されてなる画素アレイ部を有する固体撮像装置および当該固体撮像装置を用いた撮像装置において、画素アレイ部から感度の異なる複数の系統の画素信号をアナログで読み出し、前記アナログの画素信号のゲイン設定が所定ゲインよりも低いときは、前記複数の系統の画素信号をそれぞれの基本増幅率で増幅し、前記ゲイン設定が前記所定ゲイン以上のときは、前記複数の系統のうち、感度が高い少なくとも１系統の画素信号を、当該感度の高い系統の基本増幅率よりも高い増幅率を含む複数の増幅率で増幅するようにする。

【0010】

上記構成の固体撮像装置および撮像装置において、アナログゲインのゲイン設定が所定ゲインよりも低いときは、複数の系統の画素信号をそれぞれの基本増幅率で増幅し、後段の信号処理系で合成することで、複数の系統の感度比に応じてダイナミックレンジを拡大できる。

【0011】

一方、アナログゲインのゲイン設定が所定ゲイン以上のときは、感度が高い少なくとも１系統の画素信号を、当該感度の高い系統の基本増幅率よりも高い増幅率を含む複数の増幅率で増幅し、この複数の増幅率で増幅した信号を後段の信号処理系で合成することで、複数の増幅率の比に応じてゲインアップされた信号が得られる。

【0012】

これにより、被写体が低輝度などの場合に、感度を上げるためにアナログゲインを上げたとしても、例えば画面の一部分が明るい場合に、その明るい部分がＡＤ変換の入力レンジを越えることがないために、長い露光時間の信号から本来ある信号を取りこぼすことがないとともに、低輝度部の階調を損なうこともない。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、アナログゲインを上げたときに、長い露光時間の信号から本来ある信号を取りこぼすことがないとともに、低輝度部の階調を損なうこともないために、ＡＤ変換の入力レンジを外れることによる情報の損失を無くし、Ｓ／Ｎのよい画像を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0015】

図１は、本発明の一実施形態に係る固体撮像装置の概略を示すシステム構成図である。本実施形態では、固体撮像装置として、可視光の光量に応じた電荷量を物理量として画素単位で検知する例えばＣＭＯＳイメージセンサを例に挙げて説明するものとする。

【0016】

（ＣＭＯＳイメージセンサの構成）

図１に示すように、本実施形態に係るＣＭＯＳイメージセンサ１０は、入射する可視光をその光量に応じた電荷量に光電変換する光電変換素子を含む単位画素（単位センサ）１１が行列状（マトリックス状）に２次元配置されてなる画素アレイ部１２を有する。

【0017】

この画素アレイ部１２に加えて、ＣＭＯＳイメージセンサ１０は、システム全体の制御を行う制御手段として制御回路１３を、画素アレイ部１２の各画素１１を駆動する駆動手段として垂直駆動回路１４を、各画素１１から出力される信号を処理する信号処理手段と

SAMSUNG EX. 1002 - 1032/1684

してｎ系統（ｎは２以上の整数、本例ではｎ＝２）のカラム信号処理回路１５，１６、水平駆動回路１７，１８、水平信号線１９，２０および出力回路２１，２２を有する。

【0018】

そして、本実施形態に係るＣＭＯＳイメージセンサ１０は、２系統の信号処理手段、即ちカラム信号処理回路１５、水平駆動回路１７、水平信号線１９および出力回路２１と、カラム信号処理回路１６、水平駆動回路１８、水平信号線２０および出力回路２２とが、画素アレイ部１２の上下両側にそれぞれ配置されたシステム構成となっている。

【0019】

このシステム構成において、制御回路１３は、本ＣＭＯＳイメージセンサ１０の動作モードなどを指令するデータを外部から受け取り、また本ＣＭＯＳイメージセンサ１０の情報を含むデータを外部に出力する。

【0020】

制御回路１３はさらに、垂直同期信号Ｖｓｙｎｃ、水平同期信号ＨｓｙｎｃおよびマスタークロックＭＣＫに基づいて、垂直駆動回路１４、カラム信号処理回路１５，１６および水平駆動回路１７，１８などの回路動作の基準となるクロック信号や制御信号などを生成する。制御回路１３で生成されたクロック信号や制御信号などは、垂直駆動回路１４、カラム信号処理回路１５，１６および水平駆動回路１７，１８などに対して与えられる。

【0021】

画素アレイ部１２には、単位画素（以下、単に「画素」と記す場合もある）１１が行列状に２次元配置されている。図１に示すように、単位画素１１は、ほぼ正方格子に並んで配置されている。これは、光電変換素子や金属配線などによって規定される光学的開口がほぼ正方格子に並んで配置されているという意味であり、単位画素１１の回路部分はこの限りでない。すなわち、単位画素１１の後述する回路部分については、必ずしも、ほぼ正方格子に並んで配置されている必要はない。

【0022】

画素アレイ部１２にはさらに、単位画素１１の行列状配列に対して画素行ごとに画素駆動配線２３が図の左右方向（画素行の画素の配列方向）に沿って形成され、画素列ごとに垂直信号線２４が図の上下方向（画素列の画素の配列方向）に沿って形成されている。この画素駆動配線２３の一端は、垂直駆動回路１４の各画素行に対応した出力端に接続されている。

【0023】

垂直駆動回路１４は、シフトレジスタやアドレスデコーダなどによって構成され、画素アレイ部１２の各画素１１を行単位で順次選択走査し、その選択行の各画素に対して画素駆動配線２３を通して必要な駆動パルス（制御パルス）を供給する。

【0024】

垂直駆動回路１４は、具体的な構成については図示を省略するが、信号を読み出す画素１１を行単位で順に選択走査を行うための読み出し走査系と、当該読み出し走査系によって読み出し走査が行われる読み出し行に対して、その読み出し走査よりもシャッタスピードの時間分だけ先行して当該読み出し行の画素１１の光電変換素子から不要な電荷を掃き出す（リセットする）掃き出し走査を行うための掃き出し走査系とを有する構成となっている。

【0025】

この掃き出し走査系による不要電荷の掃き出し（リセット）により、いわゆる電子シャッタ動作が行われる。以下では、掃き出し走査系を電子シャッタ走査系と呼ぶ。ここで、電子シャッタ動作とは、光電変換素子の光電荷を捨て、新たに露光を開始する（光電荷の蓄積を開始する）動作のことを言う。

【0026】

読み出し走査系による読み出し動作によって読み出される信号は、その直前の読み出し動作または電子シャッタ動作以降に入射した光量に対応するものである。そして、直前の読み出し動作による読み出しタイミングまたは電子シャッタ動作による掃き出しタイミン

SAMSUNG EX. 1002 - 1033/1684

グから、今回の読み出し動作による読み出しタイミングまでの期間が、単位画素１１における光電荷の蓄積時間（露光時間）となる。

【0027】

選択行の各画素１１から出力される信号は、垂直信号線２４の各々を通してカラム信号処理回路１５またはカラム信号処理回路１６に供給される。カラム信号処理回路１５，１６は、画素アレイ部１２の例えば画素列ごとに、即ち画素列に対して１対１の対応関係をもって画素アレイ部１２の上下にそれぞれ配置されている。

【0028】

これらカラム信号処理回路１５，１６は、画素アレイ部１２の画素行ごとに、選択行の各画素１１から出力される信号を画素列ごとに受けて、その信号に対して画素固有の固定パターンノイズを除去するためのＣＤＳ(Correlated Double Sampling;相関二重サンプリング)や信号増幅や、ＡＤ変換などの信号処理を行う。

【0029】

なお、ここでは、カラム信号処理回路１５，１６を画素列に対して１対１の対応関係をもって配置した構成を採る場合を例に挙げて示しているが、この構成に限られるものではなく、例えば、複数の画素列（垂直信号線２４）ごとにカラム信号処理回路１５，１６を１個ずつ配置し、これらカラム信号処理回路１５，１６を複数の画素列間で時分割にて共用する構成などを採ることも可能である。

【0030】

水平駆動回路１７は、シフトレジスタやアドレスデコーダなどによって構成され、水平走査パルスを順次出力することによってカラム信号処理回路１５を順番に選択する。水平駆動回路１８も、水平駆動回路１７と同様に、シフトレジスタやアドレスデコーダなどによって構成され、水平走査パルスを順次出力することによってカラム信号処理回路１６を順番に選択する。

【0031】

なお、図示を省略するが、カラム信号処理回路１５，１６の各出力段には、水平選択スイッチが水平信号線１９，２０との間に接続されて設けられている。水平駆動回路１７，１８から順次出力される水平走査パルスφＨ１～φＨｘは、カラム信号処理回路１５，１６の各出力段に設けられた水平選択スイッチを順番にオンさせる。これら水平選択スイッチは、水平走査パルスに応答して順にオンすることで、画素列ごとにカラム信号処理回路１７，１８で処理された画素信号を水平信号線１９，２０に順番に出力させる。

【0032】

出力回路２１，２２は、カラム信号処理回路１５，１６の各々から水平信号線１９，２０を通して順に供給される画素信号に対して種々の信号処理を施して出力する。これら出力回路２１，２２での具体的な信号処理としては、例えば、バッファリングだけする場合もあるし、あるいはバッファリングの前に黒レベル調整、列ごとのばらつきの補正、信号増幅、色関係処理などを行うこともある。

【0033】

（単位画素の回路構成）

図２は、単位画素１１の回路構成の一例を示す回路図である。図２に示すように、本回路例に係る単位画素１１は、光電変換素子、例えばフォトダイオード１１１に加えて、例えば転送トランジスタ１１２、リセットトランジスタ１１３、増幅トランジスタ１１４および選択トランジスタ１１５の４つのトランジスタを有する画素回路となっている。

【0034】

ここでは、これらトランジスタ１１２～１１５として、例えばＮチャネルのＭＯＳトランジスタを用いている。ただし、ここでの転送トランジスタ１１２、リセットトランジスタ１１３、増幅トランジスタ１１４および選択トランジスタ１１５の導電型の組み合わせは一例に過ぎず、これらの組み合わせに限られるものではない。

【0035】

この単位画素１１に対して、画素駆動配線２３として、例えば、転送配線２３１、リセ

SAMSUNG EX. 1002 - 1034/1684

ット配線２３２および選択配線２３３の３本の駆動配線が同一画素行の各画素について共通に設けられている。これら転送配線２３１、リセット配線２３２および選択配線２３３の各一端は、垂直駆動回路１４の各画素行に対応した出力端に、画素行単位で接続されている。

【0036】

フォトダイオード１１１は、アノードが負側電源、例えばグランドに接続されており、受光した光をその光量（物理量）に応じた電荷量の光電荷（ここでは、光電子）に光電変換する。フォトダイオード１１１のカソードは、転送トランジスタ１１２を介して増幅トランジスタ１１４のゲートと電気的に接続されている。この増幅トランジスタ１１４のゲートと電気的に繋がったノード１１６をＦＤ（フローティングディフュージョン）部と呼ぶ。

【0037】

転送トランジスタ１１２は、フォトダイオード１１１のカソードとＦＤ部１１６との間に接続され、高レベル（例えば、Ｖｄｄレベル）がアクティブ（以下、「Ｈｉｇｈアクティブ」と記述する）の転送パルスφＴＲＦが転送配線２３１を介してゲートに与えられることによってオン状態となり、フォトダイオード１１１で光電変換された光電荷をＦＤ部１１６に転送する。

【0038】

リセットトランジスタ１１３は、ドレインが画素電源Ｖｄｄに、ソースがＦＤ部１１６にそれぞれ接続され、ＨｉｇｈアクティブのリセットパルスφＲＳＴがリセット配線２３２を介してゲートに与えられることによってオン状態となり、フォトダイオード１１１からＦＤ部１１６への信号電荷の転送に先立って、ＦＤ部１１６の電荷を画素電源Ｖｄｄに捨てることによって当該ＦＤ部１１６をリセットする。

【0039】

増幅トランジスタ１１４は、ゲートがＦＤ部１１６に、ドレインが画素電源Ｖｄｄにそれぞれ接続され、リセットトランジスタ１１３によってリセットした後のＦＤ部１１６の電位をリセットレベルとして出力し、さらに転送トランジスタ１１２によって信号電荷を転送した後のＦＤ部１１６の電位を信号レベルとして出力する。

【0040】

選択トランジスタ１１５は、例えば、ドレインが増幅トランジスタ１１４のソースに、ソースが垂直信号線２４にそれぞれ接続され、Ｈｉｇｈアクティブの選択パルスφＳＥＬが選択配線２３３を介してゲートに与えられることによってオン状態となり、単位画素１１を選択状態として増幅トランジスタ１１４から出力される信号を垂直信号線２４に中継する。

【0041】

なお、選択トランジスタ１１５については、画素電源Ｖｄｄと増幅トランジスタ１１４のドレインとの間に接続した回路構成を採ることも可能である。

【0042】

また、単位画素１１としては、上記構成の４トランジスタ構成のものに限られるものではなく、増幅トランジスタ１１４と選択トランジスタ１１５を兼用した３トランジスタ構成のものなどであっても良く、その回路構成は問わない。

【0043】

（本実施形態の特徴）

上記構成の本実施形態に係るＣＭＯＳイメージセンサ１０では、広ダイナミックレンジ化を図るために、画素アレイ部１２の各画素１１から感度の異なる複数の系統、本例では２系統の信号を得るようにしている。

【0044】

垂直駆動回路１４は、画素アレイ部１２の各画素１１に対し、電子シャッタ走査系によるシャッタ走査と、読み出し走査系による２系統の読み出し走査とを実行し、画素１１が物理量として光量を検知する検知時間、即ち露光時間を異ならせることにより、感度の異

SAMSUNG EX. 1002 - 1035/1684

なる２系統の信号を得る（２系統の信号の感度を異ならせる）ようにしている。この露光時間（検知時間）の長さは、２系統の読み出し走査の間隔で調整される。以下に、具体的に説明する。

【0045】

読み出し走査では、図３（Ａ）に示すように、２つの画素行を２系統の読み出し行１，２としてそれぞれ走査を行い、これら２行の読み出し行１，２から各画素の信号を垂直信号線２４の各々に読み出す。なお、２系統のカラム信号処理回路１５，１６は、この２系統の読み出し走査に対応して設けられている。

【0046】

この垂直走査により、図３（Ｂ）に示すように、シャッタ行から１回目の読み出し走査が行われる読み出し行１まで走査する時間が露光時間１となり、読み出し行１から２回目の読み出し走査が行われる読み出し行２まで走査する時間が露光時間２となるために、これら連続する２つの露光時間（蓄積時間）１，２を異ならせることにより、同じ画素から感度の異なる２つの信号、即ち短い方の露光時間１に基づく低感度の信号と、長い方の露光時間２に基づく高感度の信号とが連続して得られる。露光時間１，２の設定は、制御回路１３によって行われる。

【0047】

この感度の異なる２つの信号、即ち低感度の信号と高感度の信号とを後段の信号処理回路（図示せず）で合成することにより、ダイナミックレンジの広い画像信号を得ることができる。因みに、このようなシャッタ走査および読み出し走査については、次のような構成によって実現することができる。

【0048】

先述したように、読み出し走査系と電子シャッタ走査系（掃き出し走査系）とを有する垂直駆動回路１４において、電子シャッタ走査系については、例えばシフトレジスタで構成し、当該シフトレジスタから電子シャッタパルスを１行目から画素行単位で順番に出力することにより、１行目から順にシャッタ走査を行ういわゆるローリングシャッタ動作（または、フォーカルプレーンシャッタ動作）を行うことができる。

【0049】

一方、読み出し走査系については、２本のシフトレジスタで構成し、この２本のシフトレジスタから読み出し行１，２を選択する走査パルス１，２を順に出力することによって２系統の読み出し走査を行うことができる。また、読み出し走査系をアドレスデコーダで構成し、当該アドレスデコーダによる読み出し行１，２の各行アドレスの指定によっても２系統の読み出し走査を行うことができる

【0050】

このようにして、電子シャッタ走査系によるシャッタ走査と、読み出し走査系による２系統の読み出し走査とを実行することにより、感度の異なる２系統の信号を得ることができる。

【0051】

具体的には、図３（Ａ）に示すように、先ずシャッタ行を走査し、その後で２つの読み出し行１，２を走査する。例えば、読み出し行１の各画素から出力された信号はカラム信号処理回路１５に、読み出し行２の各画素から出力された信号はカラム信号処理回路１６にそれぞれ読み出すことができる。読み出し行１，２とカラム信号処理回路１５，１６との組み合わせは逆えることもできる。

【0052】

読み出し行１，２のどちらの行の信号をカラム信号処理回路１５，１６のどちらの回路に読み出すかは、カラム信号処理回路１５，１６の各々の動作タイミングで決まる。すなわち、読み出し行１の走査タイミングでカラム信号処理回路１５（１６）が動作すれば、読み出し行１の各画素の信号がカラム信号処理回路１５（１６）に読み出され、読み出し行２の走査タイミングでカラム信号処理回路１６（１５）が動作すれば、読み出し行２の各画素の信号がカラム信号処理回路１６（１５）に読み出される。

SAMSUNG EX. 1002 - 1036/1684

【0053】
図３（Ｂ）では、横軸に時間をとって、走査の様子を示している。ここでは、読み出し行１を短い露光時間１とし、読み出し行２を長い露光時間２とし、理解を容易にするために、一例として、露光時間１を２行分の時間２Ｈ（Ｈは水平期間）とし、露光時間２を８行分の時間８Ｈとしている。よって、読み出し行１の各画素の感度が低く、読み出し行２の各画素は読み出し行１の各画素の４倍感度が高い。
【0054】
（カラム信号処理回路）
図４は、カラム信号処理回路１５，１６の構成の一例を示すブロック図である。図４において、（Ａ）はカラム信号処理回路１５の構成を，（Ｂ）はカラム信号処理回路１６の構成をそれぞれ示している。ここでは、説明の都合上、カラム信号処理回路１５，１６ともに信号が上から下に流れる向きに書いている。
【0055】
カラム信号処理回路１５は、ＣＤＳ回路１５１、増幅回路１５２、ＡＤ変換回路１５３およびラッチ回路１５４によって構成されている。
【0056】
このカラム信号処理回路１５において、ＣＤＳ回路１５１は、画素１１から垂直信号線２４を通して供給される先述したリセットレベルと信号レベルとの差分をとるＣＤＳ処理を行うことにより、入射光の光量に応じた信号レベルから画素固有の固定パターンノイズを除去する。
【0057】
増幅回路１５２は、垂直信号線２４の最大信号振幅がほぼＡＤ変換回路１５３の入力レンジに収まるようにした基本増幅率（これを１倍とする）を有し、当該基本増幅率でＣＤＳ回路１５１の出力信号を増幅する。
【0058】
ＡＤ変換回路１５３は、増幅回路１５２で増幅後のアナログ信号をデジタル信号に変換する。ラッチ回路１５４は、ＡＤ変換回路１５３からＡＤ変換されて出力されるデジタルデータを格納する。
【0059】
カラム信号処理回路16も、基本的に、カラム信号処理回路１５と同じ構成となっている。具体的には、カラム信号処理回路16は、ＣＤＳ回路１６１、増幅回路１６２、ＡＤ変換回路１６３およびラッチ回路１６４によって構成されており、各回路１６１～１６４の回路動作についても、基本的に、カラム信号処理回路１５の各回路１５１～１５４の回路動作と同じである。
【0060】
ただし、カラム信号処理回路16は、次の点でカラム信号処理回路１５と構成を異にしている。すなわち、増幅回路１６２は、第１増幅率で信号を増幅する回路系と、第２増幅率で信号を増幅する回路系との２つの回路系を有し、制御回路１３（図１参照）からの指令により２つの回路系が切り替えられるようになっている。
【0061】
ここで、第１の増幅率としては、カラム信号処理回路15の増幅回路１５２と同じ基本増幅率が設定される。第２の増幅率としては、基本増幅率の所定倍、本例では読み出し行１，２の各画素の感度比（４倍）に対応した４倍の増幅率が設定される。
【0062】
なお、ここでは、理解を容易にするために、増幅回路１６３について、増幅率の異なる２系統の回路系からなり、これら２系統の回路系が切り替えられる構成としたが、要は、増幅率が切り替え可能な構成であれば良い。増幅率を切り替え可能とする具体的な回路例については後述する。
【0063】
また、ラッチ回路１６４は、２つのラッチ回路１６４Ａ，１６４Ｂからなり、増幅回路

SAMSUNG EX. 1002 - 1037/1684

１６２において第１増幅率で信号が増幅されたときのＡＤ変換データをラッチ回路１６４Ａが、第２増幅率で信号が増幅されたときのＡＤ変換データをラッチ回路１６４Ｂがそれぞれラッチする（格納する）ようになっている。

【0064】

ここでは、理解を容易にするために、ラッチ回路１６４について、２つのラッチ回路１６４Ａ，１６４Ｂで構成する例を挙げて説明したが、例えば、１つのラッチ回路１６４のビットを上位側と下位側とに分けて、上位側ビットと下位側ビットとを２つのラッチ回路として機能させる構成を採ることも可能である。

【0065】

以上説明したカラム信号処理回路１５，１６では、各基本増幅率を等しいとしたが、これは絶対必要な条件ではなく、両者が異なっていてもよい。ただし、カラム信号処理回路１５，１６の各基本増幅率が等しい方が、以降の信号処理を行う上で有利である。

【0066】

また、カラム信号処理回路１５，１６において、通常、ラッチ回路１５４，１６４まで含めてＡＤ変換回路１５３，１６３ということが多いが、ここでは説明のためにあえて、ＡＤ変換回路１５３，１６３とラッチ回路１５４，１６４とを区別している。

【0067】

（カラム信号処理回路での信号処理）

続いて、カラム信号処理回路１５，１６での各信号処理について、実施例１，２として説明する。

【0068】

＜実施例１＞

読み出し行１の各画素の信号は、図５（Ａ）のように扱われる。先ず、画素１１から信号を読み出すとともにＣＤＳ処理する。次に、ＣＤＳ処理後の信号を基本増幅率（１倍）で増幅し、ＡＤ変換後ラッチ回路１５４に格納する。この基本増幅率で増幅されてラッチ回路１５４に格納された信号をＳ１とする。

【0069】

読み出し行２の各画素の信号は、図５（Ｂ）のように扱われる。先ず、画素１１から信号を読み出すとともにＣＤＳ処理する。次に、ＣＤＳ処理後の信号を基本増幅率の４倍で増幅し、ＡＤ変換後ラッチ回路１６４Ａに格納する。この基本増幅率の４倍で増幅されてラッチ回路１６４Ａに格納された信号をＳ２とする。続いて、ＣＤＳ回路１６１に保持されている同じ信号を基本増幅率で増幅し、ＡＤ変換後ラッチ回路１６４Ｂに格納する。この基本増幅率で増幅されてラッチ回路１６４Ｂに格納された信号をＳ３とする。

【0070】

そして、水平駆動回路１７による水平走査によってラッチ回路１５４に格納されている信号Ｓ１を読み出すとともに、水平駆動回路１８による水平走査によってラッチ回路１６４Ａ，１６４Ｂに格納されている信号Ｓ２，Ｓ３を順に読み出し、後段のデジタル信号処理回路（図示せず）において、信号Ｓ１，Ｓ２，Ｓ３を合成処理することにより、広ダイナミックレンジ化が図られる。

【0071】

信号Ｓ１は、読み出し行１の各画素の短い露光時間１（２Ｈ）に基づく信号であり、高輝度部分を担当する信号である。

信号Ｓ２は、読み出し行２の各画素の長い露光時間２（８Ｈ）に基づく信号を４倍増幅した信号であり、低輝度部分を増幅した信号である。

信号Ｓ３は、読み出し行２の各画素の長い露光時間２（８Ｈ）に基づく信号であり、低輝度部分を担当する信号である。

【0072】

通常、本ＣＭＯＳイメージセンサ１０のゲイン設定が所定ゲインよりも低いときは、制御回路１３からの指令により、増幅回路１６２が基本増幅率（１倍）に切り替えられる。これにより、読み出し行１の各画素の信号と読み出し行２の各画素の信号とを共に基本増

SAMSUNG EX. 1002 - 1038/1684

幅率で増幅した各信号Ｓ１，Ｓ３がラッチ回路１５４，１６４Ｂに格納される。

【0073】

そして、これら各信号Ｓ１，Ｓ３が後段の広ダイナミックレンジ化のための信号処理で合成される、即ち高輝度部分を担当する信号Ｓ１と、低輝度部分を担当する信号Ｓ３とが合成されることで、信号Ｓ１と信号Ｓ３との露光時間の比、即ち感度比が４倍であるために、ダイナミックレンジが４倍拡大された画像が生成される。

【0074】

一方、被写体が暗い、しかしシャッタスピードを落としたくないときには、ゲイン設定を所定ゲイン以上に高くする。このゲイン設定には、先述したように、ＡＤ変換前のアナログゲインを上げる場合と、ＡＤ変換後のデジタルゲインを上げる場合との２通りあるが、デジタルゲインを上げると階調が粗くなることから、本例では、アナログゲインを上げる手法を採る。

【0075】

ゲイン設定に当たっては、一例として、制御回路１３から延びた制御線により、増幅回路１６２内部の可変容量の容量値を変化させることにより、アナログゲインを上げる。

【0076】

ゲイン設定を上げるときは、制御回路１３からの指令により、読み出し行２の各画素からの同じ信号に対して、増幅回路１６２の増幅率が、基本増幅率（１倍）の４倍の増幅率と基本増幅率とに切り替えられる。

【0077】

これにより、読み出し行１の各画素の信号を基本増幅率で増幅した信号Ｓ１と、読み出し行２の各画素の信号を基本増幅率の４倍で増幅した信号Ｓ２と、読み出し行２の各画素の信号を基本増幅率で増幅した信号Ｓ３とがラッチ回路１５４，１６４Ａ，１６４Ｂに格納される。

【0078】

そして、これら各信号Ｓ１，Ｓ２，Ｓ３が後段の広ダイナミックレンジ化のための信号処理で合成される、即ち高輝度部分を担当する信号Ｓ１と、低輝度部分を増幅した信号Ｓ２と、低輝度部分を担当する信号Ｓ３とが合成されることで、信号Ｓ１と信号Ｓ３との感度の比に応じてダイナミックレンジが拡大されるとともに、信号Ｓ２と信号Ｓ３との増幅率の比に応じて４倍にゲインアップされた信号が得られる。

【0079】

つまり、読み出し行１の基本増幅率での信号Ｓ１をデジタル演算で４倍にした信号と、読み出し行２の基本増幅率の４倍ゲインでの信号Ｓ２をデジタル演算で１倍にした信号と、読み出し行２の基本増幅率での信号Ｓ３をデジタル演算で４倍にした信号とを、それぞれ高輝度部（１６倍）、低輝度部（１倍）、中輝度部（４倍）の信号とする。

【0080】

これにより、被写体が低輝度などの場合に、感度を上げるためにＡＤ変換前のアナログゲインを上げたとしても、例えば画面の一部分が明るい場合に、その明るい部分がＡＤ変換の入力レンジを越えることがないために、長い露光時間の信号から本来ある信号を取りこぼさず、かつ低輝度部の階調を損なうこともない。その結果、ＡＤ変換の入力レンジを外れることによる情報の損失を無くし、Ｓ／Ｎのよい画像を得ることができる。

【0081】

ここで、所定ゲイン以上の高いゲイン設定のときは、低輝度部の信号Ｓ２が加わる分、一見ダイナミックレンジがさらに４倍に広がるように見えるが、信号Ｓ３のゲインを変えて付け加えただけなので、本質的には変わらない。ＡＤ変換の階調が増幅率１のときのＡＤ変換前のノイズよりも大きい場合にその分は広くなる。

【0082】

＜実施例１の変形例＞

図６は、増幅回路の増幅率が可変なカラム信号処理回路１６Ａの変形例を示すブロック図である。

SAMSUNG EX. 1002 - 1039/1684

【0083】
本変形例に係るカラム信号処理回路１６Ａは、読み出し行２の各画素の信号レベル、例えばＣＤＳ回路１６１を経た信号レベルの大きさを判定し、当該信号レベルが所定のレベルよりも小さい場合は増幅回路１６２の増幅率を基本増幅率の４倍に、所定のレベル以上の場合は増幅回路１６２の増幅率を基本増幅率（１倍）にする構成となっている。
【0084】
このように、読み出し行２の各画素の信号レベルに応じて増幅回路１６２の増幅率を基本増幅率の４倍と１倍とに切り替える構成を採ることにより、実施例１の場合のように、読み出し行２の各画素の信号を基本増幅率の４倍で増幅した信号Ｓ２と、読み出し行２の各画素の信号を基本増幅率で増幅した信号Ｓ３として分けてラッチしておく必要がなくなるために、ラッチ回路１６４を１つのラッチ回路で構成できる、換言すれば、ラッチ回路を１つ削減することができる。
【0085】
＜実施例２＞
実施例２に係るカラム信号処理では、ダイナミックレンジをできるだけ拡大することよりも、回路や取り扱いを簡素にする手法を採っている。製品により、こちらの手法の方が好ましいものも有る。
【0086】
その処理シーケンスの一例を図７に示す。ここでは、読み出し行１，２とカラム信号処理回路１５，１６との組み合わせを、高いゲイン設定のときの都合により、実施例１と逆にしている。先述したように、読み出し行１，２とカラム信号処理回路１５，１６との組み合わせは任意である。
【0087】
所定ゲインよりも低いゲイン設定のときには、読み出し行１の各画素の信号をカラム信号処理回路１６へ読み出し、読み出し行２の各画素の信号をカラム信号処理回路１５へ読み出す。そして、カラム信号処理回路１５，１６のいずれにおいても、基本増幅率で増幅しかつＡＤ変換する。
【0088】
所定ゲイン以上の高いゲイン設定のときは、制御回路１３による制御の下に、読み出し行１側の読み出し走査系による走査は行いつつ、読み出し行１の各画素の信号を垂直信号線２４には読み出さないことにする。読み出し行２の露光時間は８Ｈのままである。読み出し行２の各画素の信号については、カラム信号処理回路１５，１６の両方に読み出す。そして、カラム信号処理回路１５では基本増幅率で増幅しかつＡＤ変換してラッチ回路１５４に格納し、カラム信号処理回路１６では基本増幅率の４倍で増幅しかつＡＤ変換して例えばラッチ回路１６４Ａに格納する。
【0089】
この実施例２に係るカラム信号処理では、高いゲイン設定のときには、読み出し行１の短い露光時間１の信号を使わないので、ダイナミックレンジの拡大がＡＤ変換の階調による効果のみとなるものの、カラム信号処理回路１６側の一方のラッチ回路（本例では、ラッチ回路１６４Ｂ）を削減できるとともに、カラム信号処理回路１５，１６のＡＤ変換回数を揃え、かつ信号のビット数を一定にすることができるという利点がある。
【0090】
上述したことから明らかなように、実施例１，２共に、ゲイン設定が所定ゲイン以上のとき、長い露光時間２の各画素の信号、即ち感度の高い信号を、基本増幅率（本例では、１倍）とそれより高い増幅率（本例では、基本増幅率の４倍）との複数の増幅率で増幅しかつＡＤ変換することで、アナログゲインを上げても、長い露光時間の情報を捨てず、Ｓ／Ｎの良い画像を得ることができる。
【0091】
このとき、短い露光時間１の各画素の信号、即ち感度の低い信号については、感度の高い信号に対する増幅率の最大（本例では、４倍）よりも低い１つの増幅率、本例では基本

SAMSUNG EX. 1002 - 1040/1684

増幅率でしか増幅しないために、余分な回路や消費電力を要さず、動作速度も遅くしないで、必要な信号を得ることができる。

【0092】

上記の実施例１，２では、２つの増幅率の比が４倍で、感度の比である露光時間１，２の比も４倍にし、増幅率の比と感度の比とを等しく設定したが、これらは必ずしも等しくなくてもよい。

【0093】

ただし、増幅率の比と感度の比とを等しく設定した方が、信号を取り扱う上で好都合である。例えば、実施例２では、増幅率の比と感度の比とが等しいことで、低いゲイン設定のときと高いゲイン設定のときで信号のビット数を揃えることができる。

【0094】

ここで、増幅率の比と感度の比とが等しいとは完全一致の場合だけを言うのではなく、誤差が５％以下ならばほぼ等しいと見なすことができる。すなわち、本発明を適用するに当たって、一般に、増幅率の比と感度の比とが必ず完全一致である必要があるわけではない。５％程度の多少の誤差があったとしても、後で信号を合成するときにその誤差分を調整することができる。

【0095】

なお、上記実施形態では、感度の異なる複数の系統の信号として、２つの系統の信号を読み出す場合を例に挙げて説明したが、本発明は２つの系統の信号に限られるものではなく、３つ以上の系統の信号を読み出す場合にも同様に適用可能である。

【0096】

具体的には、画素アレイ部１２から感度の異なる複数の系統の画素信号をアナログで読み出し、ゲイン設定が所定ゲインよりも低いときは、複数の系統の画素信号をそれぞれの基本増幅率で増幅し、ゲイン設定が所定ゲイン以上のときは、複数の系統のうち、感度が高い少なくとも１系統の画素信号を、当該感度の高い系統の基本増幅率よりも高い増幅率を含む複数の増幅率で増幅するようにすればよい（実施例１，２を含む）。

【0097】

ここで、複数の増幅率での増幅には、感度が高い少なくとも１系統の中で、ある画素は基本増幅率で増幅し、ある画素は基本増幅率よりも高い増幅率で増幅するというように、画素ごとには１つ増幅率でしか増幅しない場合も含まれるものとする（実施例１の変形例に相当）。

【0098】

そして、ゲイン設定が前記所定ゲイン以上のときは、複数の系統のうち、感度が低い少なくとも１系統の画素信号を、感度の高い系統の複数の増幅率の最大よりも低い１つの増幅率で増幅するようにする（実施例１に相当）。

【0099】

あるいは、ゲイン設定が所定ゲイン以上のときは、複数の系統のうち、感度が低い少なくとも１系統の画素信号を使用せず、代わりに感度の高い少なくとも１系統の画素信号を複数の増幅率のいずれかで増幅するようにする（実施例２に相当）。

【0100】

（カラム信号処理回路の回路例）

実施例１，２とも、カラム信号処理回路１５，１６（１６Ａ）は、４つの構成要素、即ちＣＤＳ回路１５１，１６１、増幅回路１５２，１６２、ＡＤ変換回路１５３，１６３およびラッチ回路１５４，１６４が独立である必要はない。

【0101】

以下では、増幅回路の増幅率が可変なカラム信号処理回路１６において、構成要素を兼用した場合の具体的な回路例１，２について説明する。

【0102】

＜回路例１＞

図８は、ＣＤＳ回路と増幅回路とを一般的な電荷電圧変換アンプで構成した回路例１に

SAMSUNG EX. 1002 - 1041/1684

係るカラム信号処理回路を示す回路図である。

【0103】

回路例１に係るカラム信号処理回路の一部を構成する電荷電圧変換アンプ３０は、垂直信号線２４に一端が接続された第１スイッチ３１と、第１スイッチ３１の他端と任意の固定電位Ｖ０との間に接続された第２スイッチ３２と、第１スイッチ３１の他端に入力端が接続された入力容量３３と、入力容量３３の出力端に反転（－）入力端子が接続され、非反転（＋）入力端子にクランプ電圧Ｖｃｌｐが与えられる差動増幅器３４と、差動増幅器３４の反転入力端子と出力端子との間に接続された第３スイッチ３５と、差動増幅器３４の反転入力端子と出力端子との間に直列に接続された帰還容量３６および第４スイッチ３７とを有する周知の回路構成となっている（例えば、特開２００５－２６９４７１号公報参照）。

【0104】

上記構成の電荷電圧変換アンプ３０においては、入力容量３３と帰還容量３６との容量比によって増幅率が決定される。したがって、帰還容量３６を可変容量とし、その容量値を切り替えることで、電荷電圧変換アンプ３０の増幅率を例えば基本増幅率（１倍）からその４倍の増幅率まで変換させることができる。

【0105】

また、帰還容量３６として、例えば、基本増幅率に対応した容量値を持つ帰還容量３６Ａと、基本増幅率の４倍に対応した容量値を持つ帰還容量３６Ｂとを並列的に設け、その何れかを選択することで、電荷電圧変換アンプ３０の増幅率を基本増幅率とその４倍の増幅率とで切り替えるようにすることもできる。

＜回路例２＞

図９は、ＣＤＳ回路からＡＤ変換回路までが不可分になっている回路例２に係るカラム信号処理回路を示す回路図である。

【0106】

回路例２に係るカラム信号処理回路４０は、垂直信号線２４に一端が接続された第１スイッチ４１と、カラム信号処理回路４０の外部にあるＤＡ変換回路４２の出力端と第１スイッチ４１の他端との間に直列に接続された第２スイッチ４３および第１コンデンサ４４と、第１スイッチ４１の他端に一端が接続された第２コンデンサ４５と、第２コンデンサ４５の他端に入力端が接続されたインバータ４６と、インバータ４６の入力端と出力端との間に接続された第３スイッチ４７と、第３スイッチ４７の他端に入力端が接続されたカウンタ４８とを有する周知の回路構成となっている（例えば、特許第３３６１００５号公報参照）。

【0107】

上記構成のカラム信号処理回路４０においては、ＤＡ変換回路４２から出力される基準電圧Ｖｒｅｆの波形をランプ（ｒａｍｐ）波形とし、インバータ４６の出力が高レベルの期間の時間をカウンタ４８でカウントすることで、入力信号電圧に対応するデジタル出力値を得ることができる、即ちＡＤ変換を行うことができる。ＡＤ変換の階調は、基準電圧Ｖｒｅｆのランプ波の傾きで決まる。

【0108】

このカラム信号処理回路４０では、画素からの信号を直接増幅するのではなく、ＡＤ変換の階調を決める基準電圧Ｖｒｅｆのランプ波の傾きによって画素からの信号に対する増幅率が決まる。そして、基準電圧Ｖｒｅｆのランプ波の傾きを、基本増幅率を決める傾きの１／４に緩くすることで、実質的に、画素からの信号に対する増幅率を基本増幅率の４倍の増幅率にすることができる。

【0109】

上述した回路例１に係る電荷電圧変換アンプ３０または回路例２に係るカラム信号処理回路４０を用いてカラム信号処理回路１６（１６Ａ）を構成することで、当該カラム信号処理回路１６（１６Ａ）の回路構成を簡略化できるとともに、当該カラム信号処理回路１６（１６Ａ）の増幅率の基本増幅率とそれより高い増幅率との間での切り替えを簡単に実

SAMSUNG EX. 1002 - 1042/1684

現できる。

【0110】

（変形例）

ここまでは、理解を容易にするために、簡単な例で述べてきたが、実際にはさまざまに適用することができる。例えば、カラム信号処理回路が１列に２つ（本例では、画素アレイ部１２の上下に２つ）でなく、カラム信号処理回路を１列に１つ設けて、当該１つのカラム信号処理回路で複数行の各画素の信号を順に処理するタイプでもよい。

【0111】

また、ダイナミックレンジ拡大のための読み出し行が３行以上で、最も露光時間が長い行に対してのみ増幅率の切り替えを適用するようにしてもよい。さらに、増幅率については１倍と４倍でなくとも構わない。例えば、１倍と、もう一方を２，４，８，１６倍の４つのレベルで切り替えられるようにするとか、あるいは常に１倍と４倍と１６倍の３つの信号を作るようにするなど、様々に拡張することができる。

【0112】

なお、上記実施形態では、可視光の光量に応じた信号電荷を物理量として検知する単位画素１１が行列状に配置されてなるＣＭＯＳイメージセンサの場合を例に挙げて説明したが、本発明はＣＭＯＳイメージセンサへの適用に限られるものではなく、画素アレイ部の各画素について、露光時間を異ならせて感度の異なる複数の系統の信号を得て、これら複数系統の信号を合成することによってダイナミックレンジの拡大を図るイメージセンサ全般に適用可能である。

【0113】

また、本発明は、可視光の入射光量の分布を検知して画像として撮像するイメージセンサへの適用に限らず、赤外線やＸ線、あるいは粒子等の入射量の分布を画像として撮像するイメージセンサや、広義の意味として、圧力や静電容量など、他の物理量の分布を検知して画像として撮像する指紋検出センサ等の固体撮像装置（物理量分布検知装置）全般に対して適用可能である。

【0114】

さらに、本発明は、画素アレイ部の各画素を行単位で順に走査して各画素の信号を読み出す固体撮像装置に限らず、画素単位で任意の画素を選択して、当該選択画素から画素単位で信号を読み出すＸ－Ｙアドレス型の固体撮像装置に対しても適用可能である。

【0115】

なお、固体撮像装置はワンチップとして形成された形態であってもよいし、撮像部と、信号処理部または光学系とがまとめてパッケージングされた撮像機能を有するモジュール状の形態であってもよい。

【0116】

また、本発明は、固体撮像装置への適用に限られるものではなく、撮像装置にも適用可能である。ここで、撮像装置とは、デジタルスチルカメラやビデオカメラ等のカメラシステムや、携帯電話機などの撮像機能を有する電子機器のことを言う。なお、電子機器に搭載される上記モジュール状の形態、即ちカメラモジュールを撮像装置とする場合もある。

【0117】

［撮像装置］

図１０は、本発明に係る撮像装置の構成の一例を示すブロック図である。図１０に示すように、本発明に係る撮像装置は、レンズ群５１を含む光学系、固体撮像装置５２、カメラ信号処理回路であるＤＳＰ（Digital Signal Processor）回路５３、フレームメモリ５４、表示装置５５、記録装置５６、操作系５７および電源系５８等を有し、ＤＳＰ回路５３、フレームメモリ５４、表示装置５５、記録装置５６、操作系５７および電源系５８がバスライン５９を介して相互に接続された構成となっている。

【0118】

レンズ群５１は、被写体からの入射光（像光）を取り込んで固体撮像装置５２の撮像面上に結像する。固体撮像装置５２は、レンズ群５１によって撮像面上に結像された入射光

SAMSUNG EX. 1002 - 1043/1684

の光量を画素単位で電気信号に変換して画素信号として出力する。この固体撮像装置５２として、先述した実施形態に係るＣＭＯＳイメージセンサ１０が用いられる。

【0119】

ＤＳＰ回路５３は、固体撮像装置５２から出力される画素信号に対して種々の信号処理を行う。その処理の一つとして、ＤＳＰ回路５２は、広ダイナミックレンジ化のための信号処理を行う。この信号処理の外に、ＤＳＰ回路５２は、周知の種々のカメラ信号処理を行う。

【0120】

広ダイナミックレンジ化のための信号処理では、ＤＳＰ回路５２は、ＣＭＯＳイメージセンサ１０のゲイン設定が所定ゲインよりも低いときに、当該ＣＭＯＳイメージセンサ１０から出力される、読み出し行１の各画素の信号と読み出し行２の各画素の信号とを共に増幅率１倍で増幅した各信号Ｓ１，Ｓ３を合成することで、先の実施例の場合にはダイナミックレンジが４倍に拡大された信号を得る。

【0121】

また、ＤＳＰ回路５２は、ＣＭＯＳイメージセンサ１０のゲイン設定が高いときに、当該ＣＭＯＳイメージセンサ１０から出力される、読み出し行１の各画素の信号を増幅率１倍で増幅した信号Ｓ１と、読み出し行２の各画素の信号を増幅率４倍で増幅した信号Ｓ２と、読み出し行２の各画素の信号を増幅率１倍で増幅した信号Ｓ３とを合成することで、４倍にゲインアップされた信号を得る。

【0122】

表示装置５５は、液晶表示装置や有機ＥＬ(electro luminescence) 表示装置等のパネル型表示装置からなり、固体撮像装置５２で撮像された動画または静止画を表示する。記録装置５６は、固体撮像装置５２で撮像された動画または静止画を、ビデオテープやＤＶＤ(Digital Versatile Disk)等の記録媒体に記録する。

【0123】

操作系５７は、ユーザによる操作の下に、本撮像装置が持つ様々な機能について操作指令を発する。電源系５８は、ＤＳＰ回路５３、フレームメモリ５４、表示装置５５、記録装置５６および操作系５７の動作電源となる各種の電源を、これら供給対象に対して適宜供給する。

【0124】

上述したように、ビデオカメラやデジタルスチルカメラ、さらには携帯電話機等のモバイル機器向けカメラモジュールなどの撮像装置において、その固体撮像装置５２として先述した実施形態に係るＣＭＯＳイメージセンサ１０を用いることで、当該ＣＭＯＳイメージセンサ１０では、感度の異なる複数の系統の信号を得て広ダイナミックレンジ化を図るに当たって、アナログゲインを上げたときに、ＡＤ変換の入力レンジを外れることによる情報の損失を無くし、Ｓ／Ｎの良い画像を得ることができるために、撮像画像の画質をより向上できる利点が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0125】

【図1】本発明の一実施形態に係るＣＭＯＳイメージセンサの概略を示すシステム構成図である。

【図2】単位画素の回路構成の一例を示す回路図である。

【図3】感度の異なる２系統の信号を得るためのシャッタ走査および２系統の読み出し走査の説明図であり、（Ａ）は信号の割り振り方の概念を、（Ｂ）はシャッタ走査および２系統の読み出し走査の概念をそれぞれ示している。

【図4】カラム信号処理回路の構成の一例を示すブロック図である。

【図5】実施例１に係るカラム信号処理の処理シーケンスを示す図である。

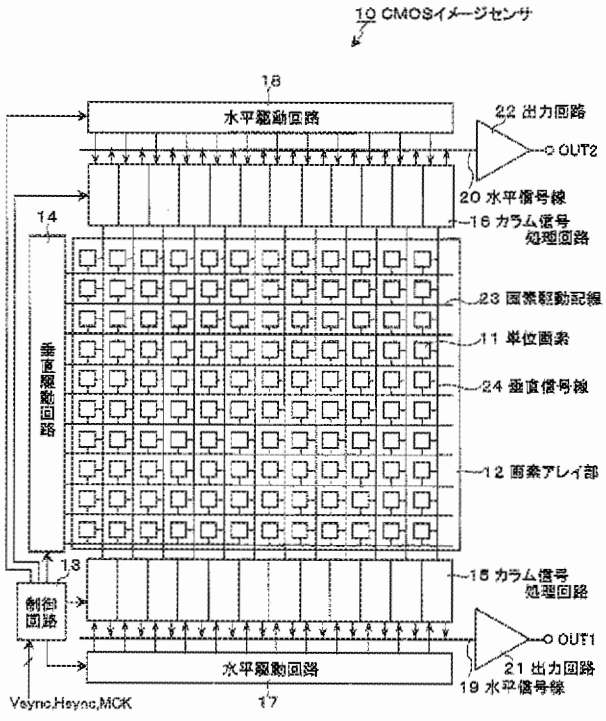
【図6】増幅回路の増幅率が可変なカラム信号処理回路の変形例を示すブロック図である。

【図7】実施例２に係るカラム信号処理の処理シーケンスを示す図である。

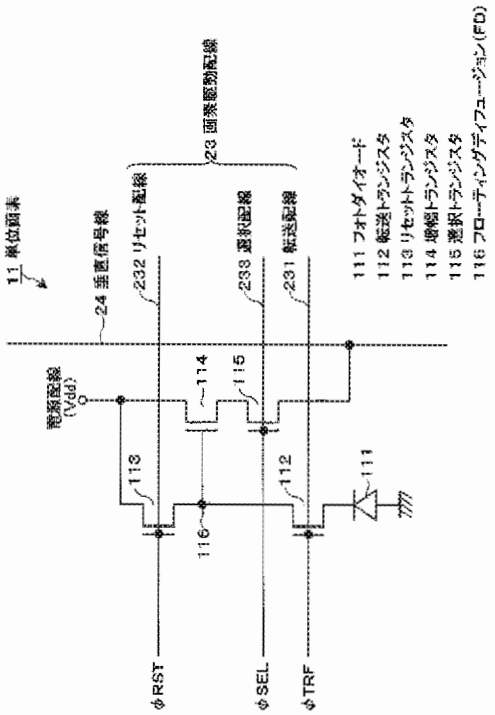
SAMSUNG EX. 1002 - 1044/1684

【図8】回路例１に係るカラム信号処理回路を示す回路図である。
【図9】回路例２に係るカラム信号処理回路を示す回路図である。
【図10】本発明に係る撮像装置の構成の一例を示すブロック図である。
【符号の説明】
【0126】
１０…ＣＭＯＳイメージセンサ、１１…単位画素、１２…画素アレイ部、１３…制御回路、１４…垂直駆動回路、１５，１６，１６Ａ…カラム信号処理回路、１７，１８…水平駆動回路、１９，２０…水平信号線、２１，２２…出力回路、２３…画素駆動配線、２４…垂直信号線、３０…電荷電圧変換アンプ、４０…カラム信号処理回路、５１…レンズ群、５２…固体撮像装置、５３…ＤＳＰ回路、５４…フレームメモリ、５５…表示装置、５６…記録装置、５７…操作系、５８…電源系、５９…バスライン、１１１…フォトダイオード、１１２…転送トランジスタ、１１３…リセットトランジスタ、１１４…増幅トランジスタ、１１５…選択トランジスタ、１１６…フローティングディフュージョン（ＦＤ）部

【図1】

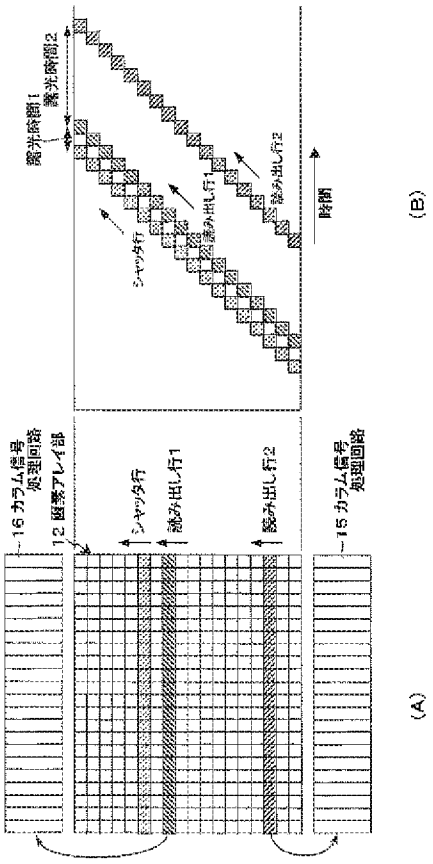


【図2】

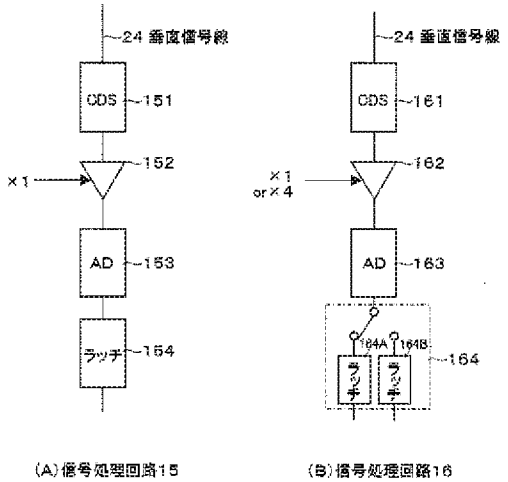


SAMSUNG EX. 1002 - 1045/1684

【図3】



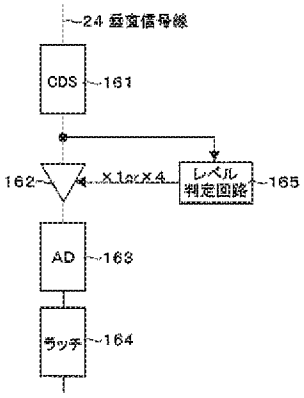
【図4】



【図5】

(A)	読み出し行1	カラム15へ画素読み出し、CDS処理	×1でAD変換し、ラッチ154に格納	
(B)	読み出し行2	カラム16へ画素読み出し、CDS処理	×4でAD変換し、ラッチ164Aに格納	×1でAD変換し、ラッチ164Bに格納

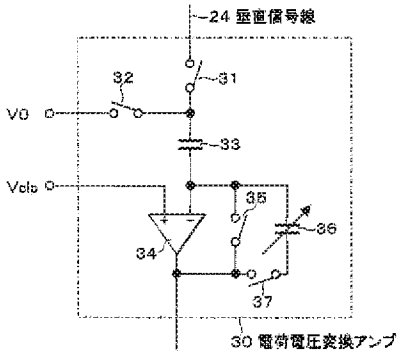
【図6】



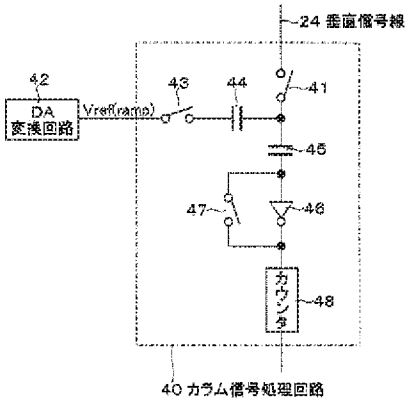
【図7】

低いゲイン設定のとき	読み出し行1	カラム16へ画素読み出し、CDS処理	×1でAD変換し、ラッチ164Aに格納
	読み出し行2	カラム15へ画素読み出し、CDS処理	×1でAD変換し、ラッチ154に格納
高いゲイン設定のとき	読み出し行2	カラム15,16へ画素読み出し、CDS処理	カラム15は×1でAD変換し、ラッチ154に格納
			カラム16は×4でAD変換し、ラッチ164Aに格納

【図8】

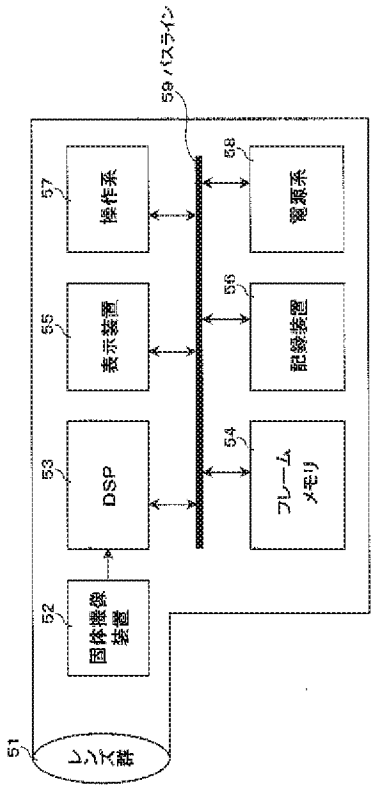


【図9】



SAMSUNG EX. 1002 - 1046/1684

【図10】


59 バスライン
57 操作系
58 電源系
55 表示装置
56 記録装置
53 DSP
54 フレーム メモリ
52 固体撮像 装置
51 レンズ群

SAMSUNG EX. 1002 - 1048/1684

Espacenet

Bibliographic data: JP2008294698 (A) — 2008-12-04

SOLID-STATE IMAGING APPARATUS, SIGNAL PROCESSOR AND SIGNAL PROCESSING METHOD OF SOLID-STATE IMAGING APPARATUS, AND IMAGING APPARATUS

Inventor(s): OIKE YUSUKE + (OIKE YUSUKE)

Applicant(s): SONY CORP + (SONY CORP)

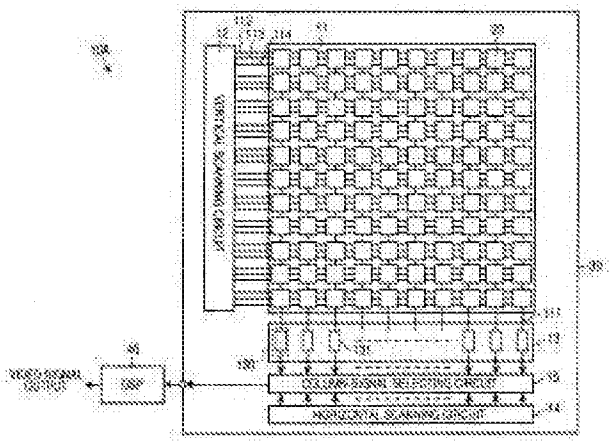
Classification: - international: ***H04N5/232; H04N5/243***
- cooperative: **H04N5/3591**; **H04N5/363**; **H04N9/045**

Application number: JP20070137540 20070524 Global Dossier

Priority number (s): JP20070137540 20070524

Also published as: CN101312504 (A) CN101312504 (B) JP4325703 (B2) KR101464750 (B1) KR20080103454 (A) more

Abstract of JP2008294698 (A)



PROBLEM TO BE SOLVED: To improve image quality by suppressing nonlinearity caused by blooming. ;SOLUTION: A DSP (Digital Signal Processor) circuit 40A determines whether a pixel to be noticed by a luminance value determining part 413 is affected by blooming or not, and a correction amount operating part 414 operates a correction amount from the luminance value of a pixel exceeding a reference luminance value 2 among peripheral pixels with the pixel determined to be affected by the blooming as a pixel to be corrected. Then, a correcting part 415 corrects a blooming amount by subtracting the correction amount operated by the correction amount operating part 414 from wide dynamic range video signal inputted from the luminance value determining part 413. ;COPYRIGHT: (C)2009,JPO&INPIT

(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2008-294698
(P2008-294698A)
(43)公開日　平成20年12月4日(2008.12.4)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
H04N	5/243	(2006.01)	H04N	5/243		5C122
H04N	5/232	(2006.01)	H04N	5/232	Z	

審査請求 有　請求項の数 19　ＯＬ　（全 23 頁）

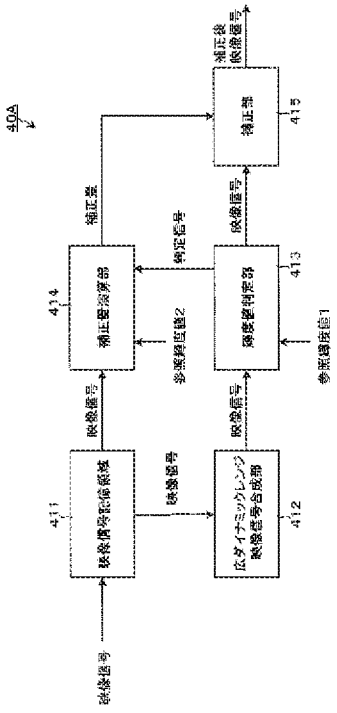
(21)出願番号　特願2007-137540 (P2007-137540)
(22)出願日　平成19年5月24日 (2007.5.24)

(71)出願人　000002185
ソニー株式会社
東京都港区港南１丁目７番１号
(74)代理人　100086298
弁理士　船橋　國則
(72)発明者　大池　祐輔
東京都港区港南１丁目７番１号　ソニー株式会社内

Ｆターム(参考)　5C122 DA03 DA04 EA21 EA25 FA09
FF15 FF19 FH01 FH10 FH11
FH18 HA88 HB01 HB02

(54)【発明の名称】固体撮像装置、固体撮像装置の信号処理装置および信号処理方法、ならびに撮像装置

(57)【要約】
【課題】ブルーミングによる非線形性を抑えて画質の向上を可能にする。
【解決手段】ＤＳＰ回路４０Ａにおいて、輝度値判定部４１３で注目する画素がブルーミングの影響を受けているかを判定し、ブルーミングの影響を受けていると判定された画素を補正する画素として、補正量演算部４１４で周辺の画素の中で参照輝度値２を超えている画素の輝度値から補正量を演算する。そして、補正部４１５において、輝度値判定部４１３から入力された広ダイナミックレンジ映像信号から、補正量演算部４１４で求められた補正量を差し引くことによってブルーミング量の補正を行う。
【選択図】図３



SAMSUNG EX. 1002 - 1051/1684

【特許請求の範囲】
【請求項1】
光信号を信号電荷に変換する光電変換素子を含む単位画素が行列状に配置された画素アレイ部と、
第１の感度で撮像した第１の映像信号と第２の感度で撮像した第２の映像信号を得てこれら第１，第２の映像信号を合成する処理を行う信号処理回路とを備え、
前記信号処理回路は、
前記画素アレイ部における注目画素の前記第１の映像信号の輝度値および前記第２の映像信号の輝度値の参照輝度値に対する大小を比較することによって当該注目画素が露光期間中に飽和状態となる画素であるかを判定する判定手段と、
前記判定手段が飽和状態となる画素であると判定した前記注目画素を補正画素とし、当該補正画素の周辺画素の前記第２の映像信号の輝度値に基づいて補正量を演算する演算手段と、
前記演算手段が演算した前記補正量を前記補正画素の前記第１の映像信号の輝度値に適用することによって前記周辺画素から前記補正画素へ漏れ込む光電荷に起因するノイズ信号量を補正する補正手段とを有する
ことを特徴とする固体撮像装置。
【請求項2】
前記第１の感度は、前記第２の感度よりも高い
ことを特徴とする請求項１記載の固体撮像装置。
【請求項3】
前記演算手段は、前記第１の感度で撮像した第１の映像信号と、前記第１の感度よりも低く、互いに異なる複数の第２の感度で撮像した複数の第２，第３，……，第Ｎの映像信号を得て、前記第１，第２，……，第Ｎの映像信号のそれぞれに対して、感度がより低い一つまたは複数の映像信号の輝度値から前記補正量を演算する
ことを特徴とする請求項１記載の固体撮像装置。
【請求項4】
前記判定手段は、前記第１の感度および前記第２の感度で撮像した際に、露光期間終了時点または露光期間中一時的に飽和状態となる画素の入射光輝度に相当する出力値を前記参照輝度値とする
ことを特徴とする請求項１記載の固体撮像装置。
【請求項5】
前記演算手段は、前記周辺画素の前記第２の映像信号の輝度値から前記参照輝度値を減算し、その減算結果に補正係数を掛けた値を前記補正量とする
ことを特徴とする請求項１記載の固体撮像装置。
【請求項6】
前記演算手段は、前記補正量を演算するに当たって、前記補正画素に対する前記周辺画素の位置関係または画素特性の違いに応じて前記補正係数として異なる係数値を適用する
ことを特徴とする請求項５記載の固体撮像装置。
【請求項7】
前記周辺画素が複数であり、
前記演算手段は、前記複数の周辺画素の各々について、前記周辺画素の前記第２の映像信号の輝度値から前記参照輝度値を減算し、その減算結果に補正係数を掛けた値を求め、当該値の総和を前記補正量とする
ことを特徴とする請求項５記載の固体撮像装置。
【請求項8】
前記信号処理回路は、前記画素アレイ部が形成された基板の外部に設けられている
ことを特徴とする請求項１記載の固体撮像装置。
【請求項9】

SAMSUNG EX. 1002 - 1052/1684

前記信号処理回路は、前記画素アレイ部の画素配列の単位列ごとまたは複数列ごとに設けられている

ことを特徴とする請求項１記載の固体撮像装置。

【請求項10】

前記信号処理回路は、１画素以上の画素の輝度値を記憶する記憶回路を有する

ことを特徴とする請求項９記載の固体撮像装置。

【請求項11】

光信号を信号電荷に変換する光電変換素子を含む単位画素が行列状に配置された画素アレイ部を具備する固体撮像装置において、第１の感度で撮像した第１の映像信号と第２の感度で撮像した第２の映像信号を得てこれら第１，第２の映像信号を合成する処理を行う信号処理回路であって、

前記画素アレイ部における注目画素の前記第１の映像信号の輝度値および前記第２の映像信号の輝度値の参照輝度値に対する大小を比較することによって当該注目画素が露光期間中に飽和状態となる画素であるかを判定する判定手段と、

前記判定手段が飽和状態となる画素であると判定した前記注目画素を補正画素とし、当該補正画素の周辺画素の前記第２の映像信号の輝度値に基づいて補正量を演算する演算手段と、

前記演算手段が演算した前記補正量を前記補正画素の前記第１の映像信号の輝度値に適用することによって前記周辺画素から前記補正画素へ漏れ込む光電荷に起因するノイズ信号量を補正する補正手段と

を備えたことを特徴とする固体撮像装置の信号処理回路。

【請求項12】

光信号を信号電荷に変換する光電変換素子を含む単位画素が行列状に配置された画素アレイ部を具備する固体撮像装置において、第１の感度で撮像した第１の映像信号と第２の感度で撮像した第２の映像信号を得てこれら第１，第２の映像信号を合成する処理を行う信号処理方法であって、

前記画素アレイ部における注目画素の前記第１の映像信号の輝度値および前記第２の映像信号の輝度値の参照輝度値に対する大小を比較することによって当該注目画素が露光期間中に飽和状態となる画素であるかを判定する判定ステップと、

前記判定ステップで飽和状態となる画素であると判定した前記注目画素を補正画素とし、当該補正画素の周辺画素の前記第２の映像信号の輝度値に基づいて補正量を演算する演算ステップと、

前記演算ステップで演算した前記補正量を前記補正画素の前記第１の映像信号の輝度値に適用することによって前記周辺画素から前記補正画素へ漏れ込む光電荷に起因するノイズ信号量を補正する補正ステップと

を有することを特徴とする固体撮像装置の信号処理方法。

【請求項13】

前記第１の感度は、前記第２の感度よりも高い

ことを特徴とする請求項１２記載の固体撮像装置の信号処理方法。

【請求項14】

前記演算ステップでは、前記第１の感度で撮像した第１の映像信号と、前記第１の感度よりも低く、互いに異なる複数の第２の感度で撮像した複数の第２，第３，……，第Ｎの映像信号を得て、前記第１，第２，……，第Ｎの映像信号のそれぞれに対して、感度がより低い一つまたは複数の映像信号の輝度値から前記補正量を演算する

ことを特徴とする請求項１２記載の固体撮像装置の信号処理方法。

【請求項15】

前記判定ステップでは、前記第１の感度および前記第２の感度で撮像した際に、露光期間終了時点または露光期間中一時的に飽和状態となる画素の入射光輝度に相当する出力値を前記参照輝度値とする

ことを特徴とする請求項１２記載の固体撮像装置の信号処理方法。

SAMSUNG EX. 1002 - 1053/1684

【請求項16】
前記演算ステップでは、前記周辺画素の前記第２の映像信号の輝度値から前記参照輝度値を減算し、その減算結果に補正係数を掛けた値を前記補正量とする
ことを特徴とする請求項１２記載の固体撮像装置の信号処理方法。
【請求項17】
前記演算ステップでは、前記補正量を演算するに当たって、前記補正画素に対する前記周辺画素の位置関係または画素特性の違いに応じて前記補正係数として異なる係数値を適用する
ことを特徴とする請求項１６記載の固体撮像装置の信号処理方法。
【請求項18】
前記周辺画素が複数であり、
前記演算ステップでは、前記複数の周辺画素の各々について、前記周辺画素の前記第２の映像信号の輝度値から前記参照輝度値を減算し、その減算結果に補正係数を掛けた値を求め、当該値の総和を前記補正量とする
ことを特徴とする請求項１６記載の固体撮像装置の信号処理方法。
【請求項19】
光信号を信号電荷に変換する光電変換素子を含む単位画素が行列状に配置された画素アレイ部と、第１の感度で撮像した第１の映像信号と第２の感度で撮像した第２の映像信号を得てこれら第１，第２の映像信号を合成する処理を行う信号処理回路とを備えた固体撮像装置と、
入射光を前記固体撮像装置の撮像面上に結像する光学系とを具備し、
前記信号処理回路は、
前記画素アレイ部における注目画素の前記第１の映像信号の輝度値および前記第２の映像信号の輝度値の参照輝度値に対する大小を比較することによって当該注目画素が露光期間中に飽和状態となる画素であるかを判定する判定手段と、
前記判定手段が飽和状態となる画素であると判定した前記注目画素を補正画素とし、当該補正画素の周辺画素の前記第２の映像信号の輝度値に基づいて補正量を演算する演算手段と、
前記演算手段が演算した前記補正量を前記補正画素の前記第１の映像信号の輝度値に適用することによって前記周辺画素から前記補正画素へ漏れ込む光電荷に起因するノイズ信号量を補正する補正手段とを有する
ことを特徴とする撮像装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【0001】
本発明は、固体撮像装置、固体撮像装置の信号処理装置および信号処理方法、ならびに撮像装置に関する。
【背景技術】
【0002】
近年、ビデオカメラやデジタルスチルカメラなどの応用に適した固体撮像素子として知られるＣＣＤ(Charge Coupled Device)イメージセンサや増幅型のイメージセンサは、高感度での画素数の増加やイメージサイズの縮小による画素サイズの縮小化が進んでいる。
【0003】
一方で、一般にＣＣＤイメージセンサやＣＭＯＳ(Complementary Metal Oxide Semiconductor)イメージセンサのような固体撮像素子は、屋内や野外、昼間や夜間といった多様な環境下で使用される傾向がある。このような環境下で固体撮像素子を使用する場合は、外光の変化等に応じて、光電変換素子における電荷蓄積時間を制御するなどして露光時間を調整し、感度を最適値にする必要がある。
【0004】
ところで、ＣＭＯＳイメージセンサにおいて、そのダイナミックレンジを拡大する手法として、図１９（Ａ），（Ｂ）に示すように、複数の露光時間で撮影した複数のフレーム

SAMSUNG EX. 1002 - 1054/1684

から合成する手法（例えば、特許文献１参照）や、図２０（Ａ），（Ｂ）に示すように、画素配列の行ごとに異なる露光時間を適用してダイナミックレンジを拡大する手法（例えば、非特許文献１参照）などが提案されている。

【0005】

以下、前者の手法を広ダイナミックレンジ手法１、後者の手法を広ダイナミックレンジ手法２と呼ぶ。これらの広ダイナミックレンジ手法１，２では、感度の異なる画像を、第１の映像信号、第２の映像信号、……として複数取得し、一例として、これら取得した複数の映像信号を加算処理して合成することによってダイナミックレンジの広い画像を得るようにしている。

【0006】

なお、図１９および図２０において、横軸Ｐｏが入射した光の強度を示し、縦軸Y_Lがセンサ（受光部）の出力を示している。また、ＦＳはセンサの飽和レベルであり、１つの映像信号では飽和レベルＦＳ以上の出力信号を得ることはできない。

【0007】

【特許文献1】特開２００４－３６３６６６号公報

【非特許文献1】“High Dynamic Range Imaging: Spatially Varying Pixel Exposures”IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition 2000

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

上述した広ダイナミックレンジ手法１，２では、低輝度の信号を取得する際に、その周辺に高輝度で飽和している画素が存在する可能性がある。飽和している高輝度画素は、別の読み出しで信号を得ることができるが、飽和状態である間に電荷が溢れ出し、ブルーミングとして低輝度の画素に漏れ込むという問題が発生する。

【0009】

ブルーミング発生の状態を図２１に示す。隣接する画素の一方に強い光が入射し、他方に弱い光が入射し、強い光が入射している受光部１が飽和状態となっている場合、受光部１に入射した光によって発生した電荷が受光部１に蓄積されず、その一部が隣接する受光部２に漏れ込む。この現象をブルーミングと呼ぶ。ここでは、ブルーミングを発生させる画素をＡｇｇｒｅｓｓｏｒ、ブルーミングを受ける画素をＶｉｃｔｉｍとして画素を区別する。

【0010】

それぞれの広ダイナミックレンジ手法１，２におけるブルーミングの発生タイミングの一例を図２２に示す。

【0011】

広ダイナミックレンジ手法１の場合を示す図２２（Ａ）では、高輝度の画素と低輝度の画素が隣接していた場合、最初の第１映像信号を得る段階では高輝度の画素は飽和状態となっている。一方で、低輝度の画素は飽和せずに信号を蓄積しているため、高輝度の画素がＡｇｇｒｅｓｓｏｒとしてブルーミングを発生し、第１映像信号の低輝度の画素がＶｉｃｔｉｍとしてブルーミングの影響を被る。光の入射強度によって、第２、第３の映像信号でもブルーミングが発生する可能性がある。

【0012】

広ダイナミックレンジ手法２の場合の一例を示す図２２（Ｂ）では、２行を１組として異なる露光時間を設定している。例えば、ｎ行目とｎ＋１行目にそれぞれ異なる露光時間を、ｎ＋２行目とｎ＋３行目に同様に異なる露光時間を適用する。ｎ行目およびｎ＋１行目の組に高輝度の入射光があった場合、ｎ行目は飽和状態となる。また、ｎ＋１行目も信号読み出しのための露光期間が開始する前は飽和状態となっている可能性がある。これらの画素がＡｇｇｒｅｓｓｏｒとしてブルーミングを発生し、低輝度の入射光がある隣接する画素、例えばｎ＋２行目がＶｉｃｔｉｍとしてブルーミングを被る。

【0013】

SAMSUNG EX. 1002 - 1055/1684

このブルーミングの影響により、低輝度画素の信号が周辺の高輝度画素の状態によって光電荷の漏れ込みを受けることで、低輝度領域で周辺画素の状態に依存した非線形な特性が発生するため、画質の劣化を引き起こす。

【0014】

また、広ダイナミックレンジの画像を合成したときに、低輝度領域の信号が周辺画素の状態によって、図２３に示すように、入出力の関係が崩れてしまい、輝度ズレや色ズレとして画質を劣化させる。

【0015】

特に、カラー画像の場合は、入射光の波長や画素のカラーフィルタの種類による感度差からブルーミング量も異なるため、色ズレとして画質劣化となる。また、周辺の画素の状態によって発生量が異なるため、色ごとに異なるゲイン係数を掛けるホワイトバランス処理では、この色ズレの問題は回避できない。

【0016】

そこで、本発明は、ブルーミングによる非線形性を抑えて画質の向上を可能にした固体撮像装置、固体撮像装置の信号処理装置および信号処理方法、ならびに撮像装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0017】

上記目的を達成するために、本発明は、光信号を信号電荷に変換する光電変換素子を含む単位画素が行列状に配置された画素アレイ部を具備する固体撮像装置において、第１の感度で撮像した第１の映像信号と第２の感度で撮像した第２の映像信号を得て、これら第１，第２の映像信号を合成する処理を行うに当たり、前記画素アレイ部における注目画素の前記第１の映像信号の輝度値および前記第２の映像信号の輝度値の参照輝度値に対する大小を比較することによって当該注目画素が露光期間中に飽和状態となる画素であるかを判定し、飽和状態となる画素であると判定した注目画素を補正画素とする。そして、補正画素の周辺画素の第２の映像信号の輝度値に基づいて補正量を演算し、この演算で求めた補正量を補正画素の第１の映像信号の輝度値に適用ことによって前記周辺画素から前記補正画素へ漏れ込む光電荷に起因するノイズ信号量を補正することを特徴とする。

【0018】

第１，第２の映像信号を合成する処理を行う広ダイナミックレンジ化の動作により、露光期間中に飽和状態となる画素（Ａｇｇｒｅｓｓｏｒ）の入射光の輝度値を取得し、飽和画素からのブルーミング量（漏れ込む光電荷に起因するノイズ信号量）が飽和画素の感度に比例することを利用して、飽和画素（Ａｇｇｒｅｓｓｏｒ）の第２の映像信号の輝度値からブルーミング量を予測し、当該ブルーミング量から補正量を求める。そして、この補正量を、ブルーミングを被った画素（Ｖｉｃｔｉｍ）の第１の映像信号の輝度値に適用ことで、当該補正画素（Ｖｉｃｔｉｍ）のブルーミング量を補正することができる。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、ブルーミングを被った画素のブルーミング量を補正することによってブルーミングによる非線形性を抑えることが可能になり、画像の階調を正確に表現できるため、画質を向上できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0021】

〔第１実施形態〕

図１は、本発明の第１実施形態に係る固体撮像素子、例えばＣＭＯＳイメージセンサの構成例を示すシステム構成図である。

【0022】

図１に示すように、本実施形態に係るＣＭＯＳイメージセンサ１０Ａは、光電変換素子

SAMSUNG EX. 1002 - 1056/1684

を含む単位画素（以下、単に「画素」と記述する場合もある）２０が行列状に２次元配置されてなる画素アレイ部１１と、その周辺回路とを有する構成となっている。

【0023】

画素アレイ部１１の周辺回路は、例えば、垂直走査回路１２、カラム回路１３、水平走査回路１４およびカラム信号選択回路１５等であり、画素アレイ部１１と同じチップ（半導体基板）３０上に集積されている。また、チップ３０外には、信号処理回路、例えばＤＳＰ(Digital Signal Processor)回路４０が設けられている。

【0024】

画素アレイ部１１の行列状の画素配列に対して、画素列毎に垂直信号線１１１が配線され、画素行毎に駆動制御線、例えば転送制御線１１２、リセット制御線１１３および選択制御線１１４が配線されている。

【0025】

垂直走査回路１２は、シフトレジスタあるいはアドレスデコーダ等によって構成され、画素アレイ部１１の各画素２０を電子シャッタ行と読み出し行それぞれについて行単位で垂直方向（上下方向）に走査しつつ、電子シャッタ行に対してはその行の画素２０の信号掃き捨てを行うための電子シャッタ動作を行うとともに、読み出し行に対してはその行の画素２０の信号読み出しを行うための読み出し動作を行う。

【0026】

ここでは、図示を省略するが、垂直走査回路１２は、画素２０を行単位で順に選択しつつ、読み出し行の各画素２０の信号を読み出す読み出し動作を行うための読み出し走査系と、当該読み出し走査系による読み出し走査よりもシャッタ速度に対応した時間分だけ前に同じ行（電子シャッタ行）に対して電子シャッタ動作を行うための電子シャッタ走査系とを有する構成となっている。

【0027】

そして、電子シャッタ走査系によるシャッタ走査によって光電変換部の不要な電荷がリセットされたタイミングから、読み出し走査系による読み出し走査によって画素２０の信号が読み出されるタイミングまでの期間が、画素２０における信号電荷の一単位の蓄積期間（露光期間）となる。すなわち、電子シャッタ動作とは、光電変換部に蓄積された信号電荷のリセット（掃き捨て）を行い、そのリセット後から新たに信号電荷の蓄積を開始する動作である。

【0028】

カラム回路１３は、画素アレイ部１１の画素配列の例えば画素列ごとに、即ち画素列に対して１対１の対応関係をもって配置された例えば信号処理回路１３１を含む単位カラム回路１３０の集合によって構成され、垂直走査回路１２による垂直走査によって選択された読み出し行の各画素２０から垂直信号線１１１を通して出力される信号に対して所定の信号処理を行うとともに、信号処理後の画素信号を一時的に保持する。

【0029】

なお、ここでは、単位カラム回路１３０を画素アレイ部１１の画素配列の単位列ごとに設けるとしたが、複数列ごとに設ける構成を採ることも可能である。

【0030】

単位カラム回路１３０において、信号処理回路１３１は、例えば、選択行の各画素２０から垂直信号線１１１を通して出力される画素信号に対して、ＣＤＳ(Correlated Double Sampling;相関二重サンプリング)処理によってリセットノイズや増幅トランジスタ２４（図２参照）の閾値ばらつき等の画素固有の固定パターンノイズを低減するノイズ低減処理や、広ダイナミックレンジ化のための信号の合成処理や、アナログ信号をデジタル信号に変換するＡＤ変換処理等の各種の信号処理を行う。

【0031】

水平走査回路１４は、シフトレジスタあるいはアドレスデコーダ等によって構成され、画素アレイ部１１の画素列ごとに配されたカラム回路１３の単位カラム回路１３０を順に水平走査する。

SAMSUNG EX. 1002 - 1057/1684

【0032】
カラム信号選択回路１５は、水平選択スイッチや水平信号線等によって構成され、カラム回路１３に一時的に保持されている画素の信号を、水平走査回路１４による水平走査に同期してチップ３０の外部へ順次出力する。
【0033】
垂直走査回路１２、カラム回路１３および水平走査回路１４等の動作の基準となるタイミング信号や制御信号は、図示せぬタイミング制御回路で生成される。
【0034】
ＤＳＰ回路４０は、カメラ処理に関する種々の信号処理に加えて、本実施形態の特徴とする補正処理、即ち広ダイナミックレンジ化の動作によって飽和画素（Ａｇｇｒｅｓｓｏｒ）の入射光の輝度値を取得し、ブルーミング量が飽和画素の感度に比例することを利用して、ブルーミングを被った画素（Ｖｉｃｔｉｍ）の値を補正する補正処理を行う。この補正処理の詳細については後述する。
【0035】
なお、本例では、ＤＳＰ回路４０をチップ３０の外部に設けるとしたが、垂直走査回路１２、カラム回路１３、水平走査回路１４およびカラム信号選択回路１５等と同様に、画素アレイ部１１と同じチップ３０上に、補正処理機能を持つＤＳＰ回路４０等の信号処理回路を集積することも可能である。
【0036】
（画素回路）
図２は、単位画素２０の回路構成の一例を示す回路図である。
【0037】
本回路例に係る単位画素２０は、光電変換素子、例えば埋め込み型フォトダイオード２１に加えて、例えば転送トランジスタ(転送素子)２２、リセットトランジスタ２３、増幅トランジスタ２４および選択トランジスタ２５の４つのトランジスタを有する画素回路となっている。ここでは、これらトランジスタ２２～２５として、例えばＮチャネルのＭＯＳトランジスタを用いているが、これに限られるものではない。
【0038】
転送トランジスタ２２は、フォトダイオード２１のカソード電極と浮遊拡散容量（以下、ＦＤ部と記述する）２６との間に接続され、フォトダイオード２１で光電変換され、ここに蓄積された信号電荷（ここでは、電子）を、ゲート電極（制御電極）に転送パルスＴＲＧが与えられることによってＦＤ部２６に転送する。ＦＤ部２６は、信号電荷を電圧信号に変換する電荷電圧変換部として機能する
【0039】
リセットトランジスタ２３は、電源電圧ＶＤＤの画素電源にドレイン電極が、ＦＤ部２６にソース電極がそれぞれ接続され、フォトダイオード２１からＦＤ部２６への信号電荷の転送に先立って、ゲート電極にリセットパルスＲＳＴが与えられることによってＦＤ部２６の電位を電源電圧ＶＤＤにリセットする。
【0040】
増幅トランジスタ２４は、ＦＤ部２６にゲート電極が、電源電圧ＶＤＤの画素電源にドレイン電極がそれぞれ接続され、リセットトランジスタ２３によってリセットされた後のＦＤ部２６の電位をリセットレベルとして出力し、さらに転送トランジスタ２２によって信号電荷が転送された後のＦＤ部２６の電位を信号レベルとして出力する。
【0041】
選択トランジスタ２５は、例えば、ドレイン電極が増幅トランジスタ２４のソース電極に、ソース電極が垂直信号線１１１にそれぞれ接続され、ゲート電極に選択パルスＳＥＬが与えられることによって画素２０を選択状態として増幅トランジスタ２４から出力される信号を垂直信号線１１１に出力する。選択トランジスタ２５については、画素電源と増幅トランジスタ２４のドレイン電極との間に接続した構成を採ることも可能である。
【0042】

SAMSUNG EX. 1002 - 1058/1684

なお、ここでは、転送トランジスタ２２、リセットトランジスタ２３、増幅トランジスタ２４および選択トランジスタ２５を有する４トランジスタ構成の単位画素２０を有するＣＭＯＳイメージセンサに適用する場合を例に挙げたが、この適用例に限られるものではない。

【0043】

具体的には、選択トランジスタ２５を省略し、電源電圧ＶＤＤの電圧値を切り替え可能な構成とすることにより、増幅トランジスタ２４に選択トランジスタ２５の機能を持たせた３トランジスタ構成の単位画素を有するＣＭＯＳイメージセンサなどにも適用可能である。

【0044】

（補正処理）

続いて、広ダイナミックレンジ化の動作によって飽和画素（Ａｇｇｒｅｓｓｏｒ）の入射光の輝度値を取得し、ブルーミング量が飽和画素の感度に比例することを利用して、ブルーミングを被った画素（補正画素）へのその周辺画素からのブルーミング量（即ち、周辺画素から補正画素へ漏れ込む光電荷に起因するノイズ信号量）を補正する補正処理の詳細について説明する。

【0045】

ここで、上記補正処理における補正量は、蓄積期間中に飽和状態となる画素（Ａｇｇｒｅｓｓｏｒ）の、広ダイナミックレンジ化の動作によって得られた画素値（輝度値）から入射光輝度を得て演算する。ブルーミングは画素が飽和するまでは発生しないため、輝度値から飽和レベルに相当する輝度値を差し引いた値、即ち飽和レベルをどれだけ超えたかを定量的に得て、その飽和レベルを超えた値の一定の割合で周辺画素へ漏れ込むブルーミング量を、係数をかけることで得る。

【0046】

周囲の画素からブルーミングが発生するため、隣接する１画素あるいはそれ以上の周囲複数の画素から得られたブルーミング量の和を補正値とする。ブルーミングを被っている画素（Ｖｉｃｔｉｍ）の輝度値から、そのブルーミング補正値を差し引くことによって補正がなされる。

【0047】

この補正処理は、先述したように、ＤＳＰ回路４０において信号処理の一つとして実行される。以下に、ＤＳＰ回路４０において実行される補正処理の具体的な実施例について説明する。

【0048】

＜実施例１＞

図３は、実施例１に係るＤＳＰ回路４０Ａの補正処理の機能例を示す機能ブロック図である。

【0049】

図３に示すように、本実施例１に係るＤＳＰ回路４０Ａは、映像信号記憶領域４１１、広ダイナミックレンジ映像信号合成部４１２、輝度値判定部４１３、補正量演算部４１４および補正部４１５を有する構成となっている。

【0050】

ここでは、特許文献１に係る広ダイナミックレンジ手法１、非特許文献１に係る広ダイナミックレンジ手法２、あるいは本願出願人が特願２００６－２８０９５９にて提案済みの広ダイナミックレンジ手法、即ち高輝度画素を露光期間中に部分的に読み出してこれらを加算処理することによってダイナミックレンジを拡大する手法（以下、広ダイナミックレンジ手法３と呼ぶ）の適用により、これら広ダイナミックレンジ化の動作によって画素アレイ部１１の各画素２０から異なる感度の第１および第２映像信号が得られるものとする。

【0051】

図３において、映像信号記憶領域４１１は、例えばフレームメモリからなり、注目する

SAMSUNG EX. 1002 - 1059/1684

画素から出力される第１および第２の映像信号を一旦記憶する。広ダイナミックレンジ映像信号合成部４１２は、一例として、第１および第２の映像信号を加算するなどして合成することによって広ダイナミックレンジ映像信号を得る。

【0052】

輝度値判定部４１３は、広ダイナミックレンジ映像信号の輝度値を参照輝度値１と比較することにより、注目する画素（注目画素）がブルーミングの影響を受けているかを判定し、その判定信号を補正量演算部４１４に与え、広ダイナミックレンジ映像信号についてはそのまま補正部４１５に送る。

【0053】

輝度値判定部４１３では、輝度値が参照輝度値１を下回る映像信号である場合に、ブルーミングを受けていると判定する。ここで、参照輝度値１は、露光期間中に一時的にでも飽和状態となる最低入射光輝度に相当する出力値とする。参照輝度値１の設定の詳細については後述する。映像信号の輝度値が参照輝度値１を下回るということは、露光期間中に飽和状態となっていないということである。

【0054】

補正量演算部４１４は、輝度値判定部４１３から判定信号が与えられた画素を補正する画素（補正画素）とし、当該画素の周辺の画素の中で参照輝度値２を超えている画素の映像信号の輝度値から補正量を演算する。参照輝度値２は、参照輝度値１と同様、飽和状態となる出力値相当とし、露光期間中に一時的にでも飽和状態となっている画素の映像信号を補正量演算の対象として検出する。

【0055】

補正部４１５は、輝度値判定部４１３から入力された広ダイナミックレンジ映像信号の輝度値に補正量演算部４１４で求められた補正量（ブルーミング補正値）を適用する、例えば広ダイナミックレンジ映像信号の輝度値から補正量を差し引く（減算する）ことによってブルーミング量の補正を行い、補正後映像信号として出力する。

【0056】

＊参照輝度値１の設定

参照輝度値１の設定についてより具体的に説明する。図４に示すように、長い蓄積時間と短い蓄積時間で、感度の異なる第１、第２の映像信号を得る場合、入射光輝度によっては図５（Ａ）に示すように一時的に飽和状態となる。この場合に飽和状態となる最低入射輝度は図５（Ｂ）に示すようになり、これに相当する出力値ＲＥＦ１やＲＥＦ２が参照輝度値１となる。

【0057】

第１の映像信号と比較する場合出力値ＲＥＦ１が参照輝度値１となり、映像信号２と比較する場合は出力値ＲＥＦ２が参照輝度値１となる。この参照輝度値１を下回っている場合は、露光期間中に飽和状態となっていないと判定する。ただし、参照輝度値１は余裕を考慮し、出力値ＲＥＦ１やＲＥＦ２よりも若干低く設定することが好ましい。

【0058】

図６に示すように、異なる露光時間を画素ごとや行ごとに適用する場合は、例えば短い蓄積時間を適用した画素においては、図７（Ａ）に示すように短い蓄積時間を開始する前に画素が飽和状態になる場合もある。図７（Ｂ）が飽和状態となる最低入射光輝度の場合であり、ＲＥＦ３が参照輝度値１として設定される。

【0059】

＜実施例２＞

図８は、実施例２に係るＤＳＰ回路４０Ｂの補正処理の機能例を示す機能ブロック図であり、図中、図３と同等部分には同一符号を付して示している。

【0060】

本実施例２に係るＤＳＰ回路４０Ｂでは、広ダイナミックレンジ手法１や２のように、長い露光時間に相当する高感度の画像フレームと、短い露光時間に相当する低感度の画像フレームが、交互にチップ３０から出力されることを前提としている。

SAMSUNG EX. 1002 - 1060/1684

【0061】
そして、チップ３０から先に出力されるどちらか一方を、フレームメモリ等からなる映像信号記憶領域４１１に一旦記憶する。本例では、低感度画像（短い露光時間の画像）である第２の映像信号がチップ３０から先に出力され、映像信号記憶領域４１１に一旦記憶される。
【0062】
広ダイナミックレンジ映像信号合成部４１２は、高感度画像（長い露光時間の画像）である第１の映像信号がチップ３０から読み出されると、当該第１の映像信号と映像信号記憶領域４１１に一旦記憶している第２の映像信号を加算するなどして合成することによって広ダイナミックレンジ映像信号を得る。
【0063】
輝度値判定部４１３は、チップ３０から第１の映像信号が順次読み出されるごとに、広ダイナミックレンジ映像信号の輝度値を参照輝度値１と比較することによってブルーミングを被った画素（Ｖｉｃｔｉｍ）であるか否かを判定し、その判定信号を補正量演算部４１４に与え、広ダイナミックレンジ映像信号についてはそのまま補正部４１５に送る。
【0064】
補正量演算部４１４は、輝度値判定部４１３から判定信号が与えられた画素を補正する画素とし、当該画素の周辺の画素の中で参照輝度値２を超えている画素の輝度値から補正量（ブルーミング補正値）を演算する。補正部４１５は、輝度値判定部４１３から入力された広ダイナミックレンジ映像信号から、補正量演算部４１４で求められた補正量を差し引くことによってブルーミング量の補正を行い、補正後映像信号として出力する。
【0065】
なお、本実施例１では、低感度画像である第２の映像信号が先に読み出される場合を例に挙げたが、高感度画像である第１の映像信号が先に読み出される場合は、その画像フレームをフレームメモリに保持し、次に読み出される低感度画像は複数行の画素値を一時的に記憶媒体に保持して、周辺の画素値からブルーミング量を予測するのに用いるようにすればよい。
【0066】
また、第１の映像信号および第２の映像信号が、フレームごとに交互ではなく、画素ごとや行ごとに交互に出力される場合は、演算に必要な映像信号のみを映像信号記憶領域４１１に保持すればよく、必ずしもフレーム全てを保持する必要はない。
【0067】
＜実施例３＞
図９は、実施例３に係るＤＳＰ回路４０Ｃの補正処理の機能例を示す機能ブロック図であり、図中、図８と同等部分には同一符号を付して示している。
【0068】
図９に示すように、本実施例３に係るＤＳＰ回路４０Ｃは、広ダイナミックレンジ映像信号合成部４１２を補正部４１５の後段に配置し、補正部４１５で補正された第１の映像信号に対して映像信号記憶領域４１１に一旦記憶している第２の映像信号を加算するなどして合成することによって広ダイナミックレンジ映像信号を得る構成を採っている。
【0069】
このように、広ダイナミックレンジ映像信号の合成処理を、映像信号に対してブルーミング量の補正を行った後に実行するようにしても、実施例２の場合と同じ補正処理を実現できる。
【0070】
上述した実施例１～３のように、ＤＳＰ回路４０において、広ダイナミックレンジ化の動作によって飽和画素（Ａｇｇｒｅｓｓｏｒ）の入射光の輝度値を取得し、ブルーミング量が飽和画素の感度に比例することを利用して、飽和画素の第２の映像信号の輝度値からブルーミング量を予測し、当該ブルーミング量から補正量を求めてブルーミングを被った画素（Ｖｉｃｔｉｍ）のブルーミング量を補正することにより、ブルーミングによる非線

SAMSUNG EX. 1002 - 1061/1684

形性（図２３参照）を抑えることが可能になるため、画像の階調を正確に表現できることによって画質を向上できるとともに、カラー画像にあっては輝度によって実際と異なる色が発生する色ズレの問題を解決できる。

【0071】

図１０に、実験によって得られた補正処理による効果を示す。緑（Ｇ）の波長を透過するＧフィルタを介した入射光に対して、感度の高いＧ画素から、感度の低いＲ（赤）画素にブルーミングが発生する。

【0072】

高感度なＧ画素において、低輝度領域を出力する第１映像信号が飽和している場合に、即ち当該第１映像信号の輝度値が参照輝度値２（Ｄｒｅｆ２）を超えている場合に、ブルーミングがＲ画素に発生する。さらに低感度なＲ画素の第１映像信号が飽和していない場合に、即ち第１映像信号の輝度値が参照輝度値１（Ｄｒｅｆ１）を下回っている場合において、ブルーミング量による誤差が線形性を損なっている。

【0073】

ここで、先述した実施例１～３に係る補正処理（信号処理）を適用して、周辺の高感度なＧ画素からブルーミング補正量を演算し、当該ブルーミング補正量によってＲ画素の出力を補正することで、理想的な線形特性に近い出力特性に補正することができる。

【0074】

（変形例）

なお、上記実施形態では、ブルーミングを被った画素（Ｖｉｃｔｉｍ）のブルーミング量を補正する補正処理をＤＳＰ回路４０で実行するとしたが、マイクロコンピュータによる制御の下に、当該補正処理のための一連の処理をソフトウェアにて実行することも可能である。

【0075】

ここで、補正処理をソフトウェアにて実行する場合の処理手順について、図１１のフローチャートおよび図１２の処理説明図を用いて説明する。ここでは、広ダイナミックレンジ手法１，２，３等を適用することによって得られる異なる感度の第１および第２映像信号を取得してから、補正後映像信号を出力するまでの一連の処理手順を示している。

【0076】

注目する画素ｉの第１映像信号の輝度値Ｄｌｏｗ＿ｉおよび第２映像信号の輝度値Ｄｈｉｇｈ＿ｉを取得したら、先ず、低感度画素の飽和レベルである参照輝度値Ｄｒｅｆ１を第１映像信号の輝度値Ｄｌｏｗ＿ｉが下回るか否かを判断することにより、注目する画素ｉがブルーミングを被っている画素（Ｖｉｃｔｉｍ）であるか否かを判定する（ステップＳ１１）。

【0077】

図１２（Ａ）に示すように、ブルーミングを受ける画素（Ｖｉｃｔｉｍ）ｉにおいて、第１映像信号の輝度値Ｄｌｏｗ＿ｉが参照輝度値Ｄｒｅｆ１を下回っている場合（Ｄｌｏｗ＿ｉ＜Ｄｒｅｆ１）、第１映像信号の輝度値Ｄｌｏｗ＿ｉは飽和しておらず、周辺画素が飽和している場合のブルーミングを被っていると判定される。

【0078】

ステップＳ１１において、注目する画素ｉがブルーミングを被っていない画素であると判定した場合は補正処理を実行せず、注目する画素ｉがブルーミングを被っている画素（Ｖｉｃｔｉｍ）であると判定した場合は、注目する画素ｉを補正する画素とし、当該補正画素ｉの周辺画素から、露光期間中あるいは電荷蓄積期間中に飽和状態となる画素（Ａｇｇｒｅｓｓｏｒ）ｊを検出する（ステップＳ１２）。

【0079】

図１２（Ｂ）に示すように、周辺画素ｊの第２の映像信号の輝度値Ｄｈｉｇｈ＿ｊが、高感度画素の飽和レベルである参照輝度値Ｄｒｅｆ２を超えている場合（Ｄｈｉｇｈ＿ｊ＞Ｄｒｅｆ２）、第１の映像信号の輝度値Ｄｌｏｗ＿ｊでは飽和状態となっているため、補正画素ｉに隣接する周辺画素ｊにブルーミングが発生している。

SAMSUNG EX. 1002 - 1062/1684

【0080】
次に、ブルーミングを発生する周辺画素（Ａｇｇｒｅｓｓｏｒ）ｊの画素値Ｄｈｉｇｈ＿ｊから、当該画素ｊを飽和状態とする輝度に相当する画素値Ｄｒｅｆ２を減算し（Ｄｈｉｇｈ＿ｊ－Ｄｒｅｆ２）、その減算結果にブルーミングとして漏れ込む割合の補正係数Ａ＿ｊを掛けた値を、画素ｊからのブルーミング量とする（ステップＳ１３）。
【0081】
すなわち、ここでは、ブルーミング量が飽和画素の感度に比例することに鑑みて、画素ｊの画素値Ｄｈｉｇｈ＿ｊの参照輝度値Ｄｒｅｆ２を超過した分に補正係数Ａ＿ｊを掛けた値Ａ＿ｊ（Ｄｈｉｇｈ＿ｊ－Ｄｒｅｆ２）を、画素ｊからのブルーミング量として予測する。
【0082】
次に、図１２（Ｃ）に示すように、周辺画素ｊからのブルーミング量Ａ＿ｊ（Ｄｈｉｇｈ＿ｊ－Ｄｒｅｆ２）の和が補正画素ｉに含まれるブルーミング量となることから、当該和を補正画素ｉの補正量（ブルーミング補正量）Ｄｂｌｍ＿ｉとして求める（ステップＳ１４）。
【0083】
そして、図１２（Ｄ）に示すように、ブルーミングを被っている画素（Ｖｉｃｔｉｍ）ｉから、ステップＳ１４で求めたブルーミング補正量Ｄｂｌｍ＿ｉを差し引くことによってブルーミングに対する補正を行い、補正後の第１の映像信号Ｄｏｕｔ＿ｉとして出力する（ステップＳ１５）。
【0084】
上述したように、ブルーミングを被った画素（Ｖｉｃｔｉｍ）のブルーミング量を補正する補正処理を、マイクロコンピュータによる制御の下にソフトウェアにて実行するようにしても、当該補正処理をＤＳＰ回路４０で実行する場合と同様に、ブルーミングによる非線形性を抑えることが可能になるため、画像の階調を正確に表現できることによって画質を向上できるとともに、カラー画像にあっては輝度によって実際と異なる色が発生する色ズレの問題を解決できる。
【0085】
なお、上記実施形態およびその変形例において、ブルーミングを被っている画素（補正画素）のブルーミング量を予測するのに用いる注目画素の周辺画素としては、より多くの画素を用いてブルーミング量を予測することによって補正精度を高めることができるが、隣接１画素、左右の２画素、上下の２画素、上下左右の４画素、上下左右斜めの８画素など、少なくとも１画素あれば、補正の効果を得ることができる。
【0086】
また、ブルーミング量を予測する際に、漏れ込む割合に応じた補正係数Ａ＿ｊを掛けるが、この補正係数Ａ＿ｊについては、補正画素に対する周辺画素の位置関係、即ち周辺画素が配置されている方向や補正画素との物理的な距離、またはカラーフィルタなどの画素特性の違いに応じて異なる係数値を適用することで補正精度を高めることもできる。これは、補正画素の左右上下に隣接する画素と斜めに隣接する画素とではブルーミング量が異なったり、画素特性の違いによってブルーミング量が異なったりするためである。
【0087】
〔第２実施形態〕
図１３は、本発明の第２実施形態に係る固体撮像素子、例えばＣＭＯＳイメージセンサの構成例を示すシステム構成図であり、図中、図１と同等部分には同一符号を付して示している。
【0088】
本実施形態に係るＣＭＯＳイメージセンサ１０Ｂは、ブルーミングを被った画素（Ｖｉｃｔｉｍ）のブルーミング量を補正する補正機能を、カラム回路１３に持たせた構成を採っており、それ以外の構成は第１実施形態に係るＣＭＯＳイメージセンサ１９Ａの場合と同様である。したがって、以下では、カラム回路１３の構成および動作を中心に説明し、

SAMSUNG EX. 1002 - 1063/1684

それ以外の説明については重複するので省略する。

【0089】

カラム回路１３は、画素アレイ部１１の例えば画素列ごとに、即ち画素列に対して１対１の対応関係をもって配置された例えば信号処理回路１３１および補正処理回路１３２を含む単位カラム回路１３０の集合によって構成され、垂直走査回路１２による垂直走査によって選択された読み出し行の各画素２０から垂直信号線１１１を通して出力される信号に対して所定の信号処理を行うとともに、信号処理後の画素信号を一時的に保持する。

【0090】

単位カラム回路１３０において、信号処理回路１３１は、例えば、選択行の各画素２０から垂直信号線１１１を通して出力される画素信号に対して、ＣＤＳ処理によってリセットノイズや増幅トランジスタ２４（図２参照）の閾値ばらつき等の画素固有の固定パターンノイズを低減するノイズ低減処理や、広ダイナミックレンジ化のための信号の合成処理や、アナログ信号をデジタル信号に変換するＡＤ変換処理等の各種の信号処理を行う。

【0091】

（補正処理回路）

補正処理回路１３２は、ブルーミングを被った画素（Ｖｉｃｔｉｍ）のブルーミング量を補正する補正処理を行う。以下に、補正処理回路１３２の詳細について、具板的な実施例をもって説明する。

【0092】

以下に説明する各実施例では、広ダイナミックレンジ手法１あるいは３を適用する場合において、ＣＭＯＳイメージセンサ１０Ｂが画素の浮遊拡散容量を用いて、あるいは画素にアナログメモリを付加することにより、先に読み出される画像フレームを画素内に保持する構成を有し、高感度画素と低感度画素を画素単位あるいは行単位で順次出力する構成となっているか、または、広ダイナミックレンジ手法２を適用する場合において、高感度画素と低感度画素が画素配列内に混在していて、画素値を読み出すときに画素単位あるいは行単位で交互に出力する構成となっていることを前提としている。

【0093】

＜実施例１＞

図１４は、実施例１に係る補正処理回路１３２Ａの構成例を示すブロック図である。

【0094】

図１４に示すように、本実施例１に係る補正処理回路１３２Ａは、輝度値判定回路１３２１、補正量演算回路１３２２および補正回路１３２３を有する構成となっている。

【0095】

輝度値判定回路１３２１は、第１実施形態における輝度値判定部４１３と同様の機能を持ち、信号処理回路１３１で広ダイナミックレンジ化のための信号の合成処理が行われた映像信号（広ダイナミックレンジ映像信号）の輝度値を参照輝度値１と比較することにより、注目する画素がブルーミングの影響を受けているかを判定し、その判定信号を補正量演算回路１３２２に与え、映像信号についてはそのまま補正回路１３２３に送る。

【0096】

輝度値判定回路１３２１では、輝度値が参照輝度値１を下回る映像信号である場合に、ブルーミングを受けていると判定する。ここで、参照輝度値１は、露光期間中に一時的にでも飽和状態となる最低入射光輝度に相当する出力値とする。映像信号が参照輝度値１を下回るということは、露光期間中に飽和状態となっていないということである。参照輝度値１の設定については、第１実施形態の場合と同様である。

【0097】

補正量演算回路１３２２は、第１実施形態における補正量演算部４１４と同様の機能を持ち、輝度値判定回路１３２１から判定信号が与えられた画素を補正する画素とし、当該画素の周辺の画素の中で参照輝度値２を超えている画素の映像信号の輝度値から補正量を演算する。

【0098】

SAMSUNG EX. 1002 - 1064/1684

補正量演算回路１３２２においては、例えば図１５に示すように、補正される画素（注目する画素）の左右の２画素を、補正量演算に使われる周辺画素とする。また、参照輝度値２は、参照輝度値１と同様、飽和状態となる出力値相当とし、露光期間中に一時的にでも飽和状態となっている画素の映像信号を補正量演算の対象として検出する。

【0099】

補正回路１３２３は、第１実施形態における補正部４１５と同様の機能を持ち、輝度値判定回路１３２１から入力された広ダイナミックレンジ映像信号の輝度値に、補正量演算回路１３２２で求められた補正量（ブルーミング補正値）を適用する、例えば広ダイナミックレンジ映像信号の輝度値から補正量を差し引くことによってブルーミング量の補正を行い、補正後映像信号として出力する。

【0100】

＜実施例２＞

図１６は、実施例２に係る補正処理回路１３２Ｂの構成例を示すブロック図であり、図中、図１４と同等部分には同一符号を付して示している。

【0101】

本実施例２に係る補正処理回路１３２Ｂでは、図１７に示すように、補正される画素の上下左右の４画素を、補正量演算に使われる周辺画素とする。そのため、補正処理回路１３２Ｂは、輝度値判定回路１３２１、補正量演算回路１３２２および補正回路１３２３に加えて、３つの記憶回路（Ａ）１３２４，（Ｂ）１３２５，（Ｃ）１３２６を有する構成となっている。

【0102】

記憶回路（Ａ）１３２４には、補正される画素Ｂの上の画素Ａの信号が記憶される。記憶回路（Ｂ）１３２５には、補正される画素Ｂの信号が記憶される。記憶回路（Ｃ）１３２６には、補正される画素Ｂの下の画素Ｃの信号が記憶される。

【0103】

輝度値判定回路１３２１は、信号処理回路１３１で広ダイナミックレンジ化のための信号の合成処理が行われた画素Ｂについての広ダイナミックレンジ映像信号の輝度値を参照輝度値１と比較することにより、当該画素Ｂがブルーミングの影響を受けているかを判定し、その判定信号を補正量演算回路１３２２に与え、広ダイナミックレンジ映像信号についてはそのまま補正回路１３２３に送る。

【0104】

補正量演算回路１３２２は、画素Ｂについて輝度値判定回路１３２１から判定信号が与えられたとき、画素Ｂを補正する画素とし、当該画素Ｂの左右の画素の各信号、記憶回路（Ａ）１３２４に記憶されている画素Ａの信号および記憶回路（Ｃ）１３２６に記憶されている画素Ｃの信号の各輝度値を照輝度値２と比較し、当該参照輝度値２を超えている画素の信号を用いて補正量を演算する。

【0105】

補正回路１３２３は、輝度値判定回路１３２１から入力された画素Ｂの広ダイナミックレンジ映像信号から、補正量演算回路１３２２で求められた補正量を差し引くことによってブルーミング量の補正を行い、補正後映像信号として出力する。

【0106】

上述した実施例１，２のように、カラム回路１３において、広ダイナミックレンジ化の動作によって飽和画素（Ａｇｇｒｅｓｓｏｒ）の入射光の輝度値を取得し、ブルーミング量が飽和画素の感度に比例することを利用して、飽和画素の第２の映像信号の輝度値からブルーミング量を予測し、当該ブルーミング量から補正量を求めてブルーミングを被った画素のブルーミング量を補正することにより、ブルーミングによる非線形性を抑えることが可能になるため、画像の階調を正確に表現できることによって画質を向上できるとともに、カラー画像にあっては輝度によって実際と異なる色が発生する色ズレの問題を解決できる。

【0107】

SAMSUNG EX. 1002 - 1065/1684

なお、ブルーミングを被っている画素（補正画素）のブルーミング量を予測するのに用いる補正画素の周辺画素を、実施例１では左右の２画素、実施例２では左右上下の４画素としたが、これに限られるものではなく、隣接１画素、上下左右斜めの８画素など、少なくとも１画素あれば、補正の効果を得ることができる。ただし、より多くの画素を用いてブルーミング量を予測することで補正精度を高めることができる。

【0108】

また、第１実施形態の場合と同様に、ブルーミング量を予測する際に、漏れ込む割合に応じた補正係数を掛けるが、この補正係数については、補正画素に対する周辺画素の位置関係、即ち周辺画素が配置されている方向や補正画素との物理的な距離、またはカラーフィルタなどの画素特性の違いに応じて異なる係数値を適用することで補正精度を高めることもできる。

【0109】

［変形例］

なお、上記各実施形態では、高感度と低感度の２つの感度で撮像した第１，第２の映像信号の輝度値から補正量を演算するとしたが、これに限られるものではない。すなわち、第１の感度で撮像した第１の映像信号と、第１の感度よりも低く、互いに異なる複数の第２の感度で撮像した複数の第２，第３，……，第Ｎの映像信号を得て、第１，第２，……，第Ｎの映像信号のそれぞれに対して、感度がより低い一つまたは複数の映像信号の輝度値から補正量を演算するようにしてもよい。

【0110】

また、上記各実施形態では、可視光の光量に応じた信号電荷を物理量として検知する単位画素が行列状に配置されてなるＣＭＯＳイメージセンサに適用した場合を例に挙げて説明したが、本発明はＣＭＯＳイメージセンサへの適用に限られるものではなく、広ダイナミックレンジ手法１～３など、ダイナミックレンジを拡大する手法を採る固体撮像装置全般に対して適用可能である。

【0111】

また、本発明は、可視光の入射光量の分布を検知して画像として撮像する固体撮像装置への適用に限らず、赤外線やＸ線、あるいは粒子等の入射量の分布を画像として撮像する固体撮像装置や、広義の意味として、圧力や静電容量など、他の物理量の分布を検知して画像として撮像する指紋検出センサ等の固体撮像装置（物理量分布検知装置）全般に対して適用可能である。

【0112】

さらに、本発明は、画素アレイ部の各単位画素を行単位で順に走査して各単位画素から画素信号を読み出す固体撮像装置に限らず、画素単位で任意の画素を選択して、当該選択画素から画素単位で信号を読み出すＸ－Ｙアドレス型の固体撮像装置に対しても適用可能である。

【0113】

なお、固体撮像装置はワンチップとして形成された形態であってもよいし、撮像部と、信号処理部または光学系とがまとめてパッケージングされた撮像機能を有するモジュール状の形態であってもよい。

【0114】

また、本発明は、固体撮像装置への適用に限られるものではなく、撮像装置にも適用可能である。ここで、撮像装置とは、デジタルスチルカメラやビデオカメラ等のカメラシステムや、携帯電話機などの撮像機能を有する電子機器のことを言う。なお、電子機器に搭載される上記モジュール状の形態、即ちカメラモジュールを撮像装置とする場合もある。

【0115】

［撮像装置］

図１８は、本発明に係る撮像装置の構成の一例を示すブロック図である。図１８に示すように、本発明に係る撮像装置５０は、レンズ群５１を含む光学系、固体撮像装置５２、カメラ信号処理回路であるＤＳＰ回路５３、フレームメモリ５４、表示装置５５、記録装

SAMSUNG EX. 1002 - 1066/1684

置５６、操作系５７および電源系５８等を有し、ＤＳＰ回路５３、フレームメモリ５４、表示装置５５、記録装置５６、操作系５７および電源系５８がバスライン５９を介して相互に接続された構成となっている。

【0116】

レンズ群５１は、被写体からの入射光（像光）を取り込んで固体撮像装置５２の撮像面上に結像する。固体撮像装置５２は、レンズ群５１によって撮像面上に結像された入射光の光量を画素単位で電気信号に変換して画素信号として出力する。この固体撮像装置５２として、先述した第１，第２実施形態に係るＣＭＯＳイメージセンサ１０Ａ，１０Ｂが用いられる。

【0117】

表示装置５５は、液晶表示装置や有機ＥＬ(electro luminescence)表示装置等のパネル型表示装置からなり、固体撮像装置５２で撮像された動画または静止画を表示する。記録装置５６は、固体撮像装置５２で撮像された動画または静止画を、ビデオテープやＤＶＤ(Digital Versatile Disk)等の記録媒体に記録する。

【0118】

操作系５７は、ユーザによる操作の下に、本撮像装置が持つ様々な機能について操作指令を発する。電源系５８は、ＤＳＰ回路５３、フレームメモリ５４、表示装置５５、記録装置５６および操作系５７の動作電源となる各種の電源を、これら供給対象に対して適宜供給する。

【0119】

上述したように、ビデオカメラやデジタルスチルカメラ、さらには携帯電話機等のモバイル機器向けカメラモジュールなどの撮像装置において、その固体撮像装置５２として先述した第１，第２実施形態に係るＣＭＯＳイメージセンサ１０Ａ，１０Ｂを用いることにより、これらＣＭＯＳイメージセンサ１０Ａ，１０Ｂでは、ブルーミングを被った画素のブルーミング量を補正し、ブルーミングによる非線形性を抑えることによって画像の階調を正確に表現できるため、高画質な撮像装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0120】

【図1】本発明の第１実施形態に係るＣＭＯＳイメージセンサの構成例を示すシステム構成図である。

【図2】単位画素の回路構成の一例を示す回路図である。

【図3】実施例１に係るＤＳＰ回路の補正処理機能を示す機能ブロック図である。

【図4】参照輝度値１の設定の一例の説明図（その１）である。

【図5】参照輝度値１の設定の一例の説明図（その２）である。

【図6】参照輝度値１の設定の他の例の説明図（その１）である。

【図7】参照輝度値１の設定の他の例の説明図（その２）である。

【図8】実施例２に係るＤＳＰ回路の補正処理機能を示す機能ブロック図である。

【図9】実施例３に係るＤＳＰ回路の補正処理機能を示す機能ブロック図である。

【図10】実験によって得られた補正処理による効果を示す入出力特性図である。

【図11】補正処理をソフトウェアにて実行する場合の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図12】補正処理をソフトウェアにて実行する場合の処理説明図である。

【図13】本発明の第２実施形態に係るＣＭＯＳイメージセンサの構成例を示すシステム構成図である。

【図14】実施例１に係る補正処理回路の構成を示すブロック図である。

【図15】補正される画素とその周辺画素との関係を示す図（その１）である。

【図16】実施例２に係る補正処理回路の構成を示すブロック図である。

【図17】補正される画素とその周辺画素との関係を示す図（その２）である。

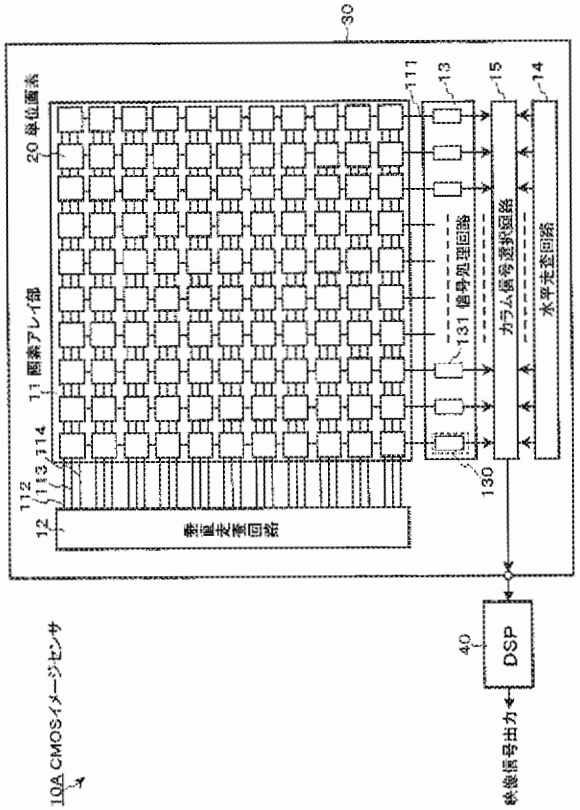
【図18】本発明に係る撮像装置の構成の一例を示すブロック図である。

【図19】広ダイナミックレンジ手法１の説明図である。

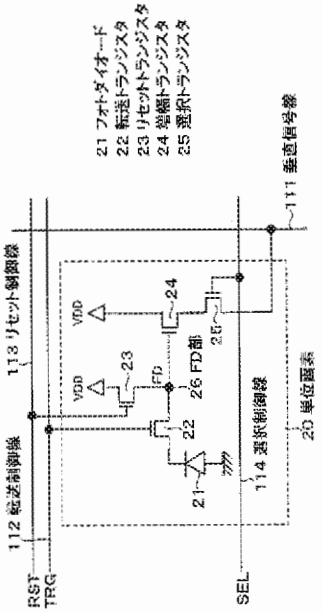
SAMSUNG EX. 1002 - 1067/1684

【図20】広ダイナミックレンジ手法２の説明図である。
【図21】ブルーミング発生の状態を示す図である。
【図22】ブルーミングの発生タイミングの一例を示す図である。
【図23】広ダイナミックレンジの画像を合成したときに、低輝度領域の信号が周辺画素の状態によって入出力の関係が崩れることについての説明図である。
【符号の説明】
【0121】
１０Ａ，１０Ｂ…ＣＭＯＳイメージセンサ、１１…画素アレイ部、垂直走査回路、１３…カラム回路、１４…水平走査回路、１５…カラム信号選択回路、２０…単位画素、２１…フォトダイオード、２２…転送トランジスタ、２３…リセットトランジスタ、２４…増幅トランジスタ、２５…選択トランジスタ、３０…チップ（半導体基板）、４０，４０Ａ，４０Ｂ，４０Ｃ…ＤＳＰ回路、１３０…単位カラム回路、１３１…信号処理回路、１３２，１３２Ａ，１３２Ｂ…補正処理回路

【図1】

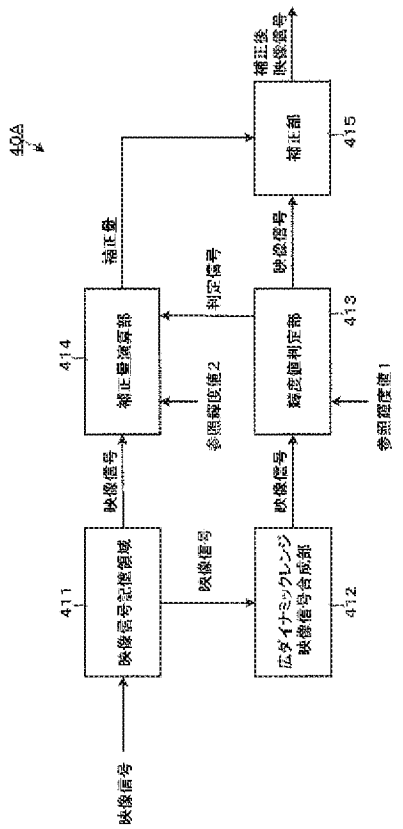


【図2】

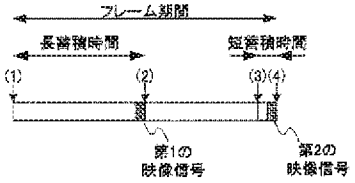


SAMSUNG EX. 1002 - 1068/1684

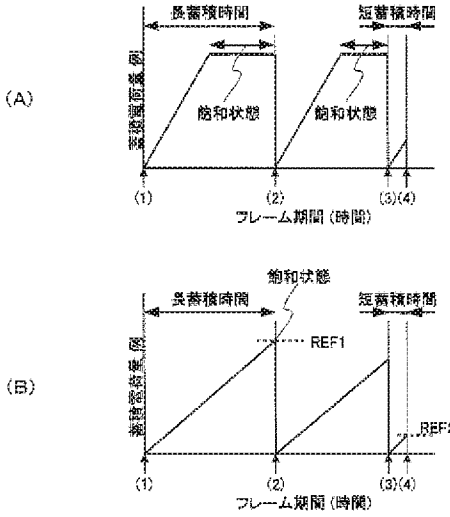
【図3】



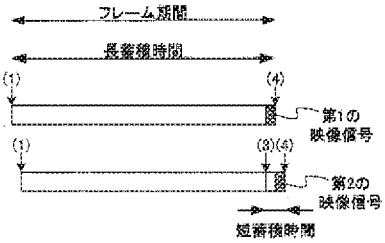
【図4】



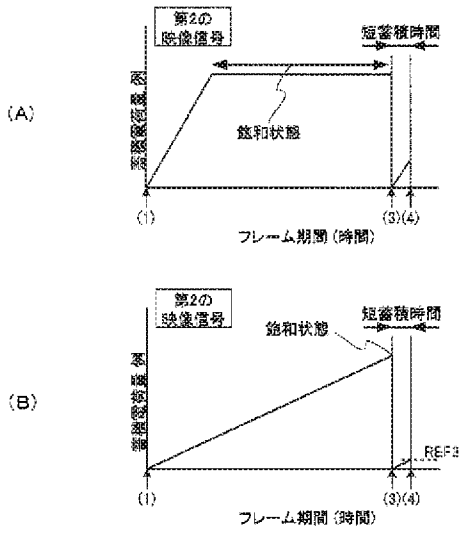
【図5】



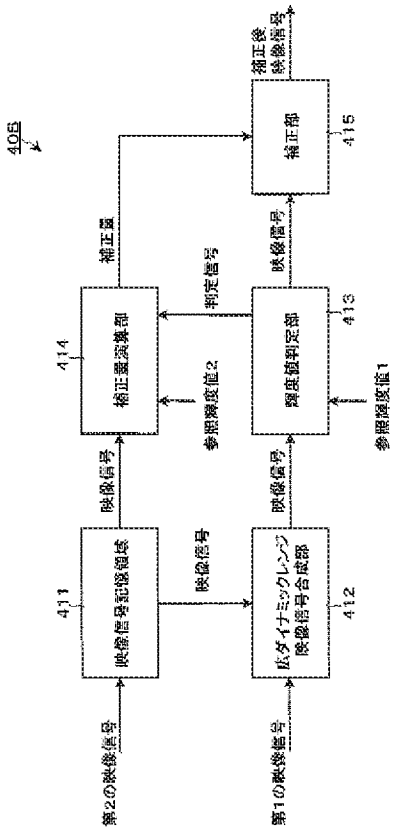
【図6】



【図7】

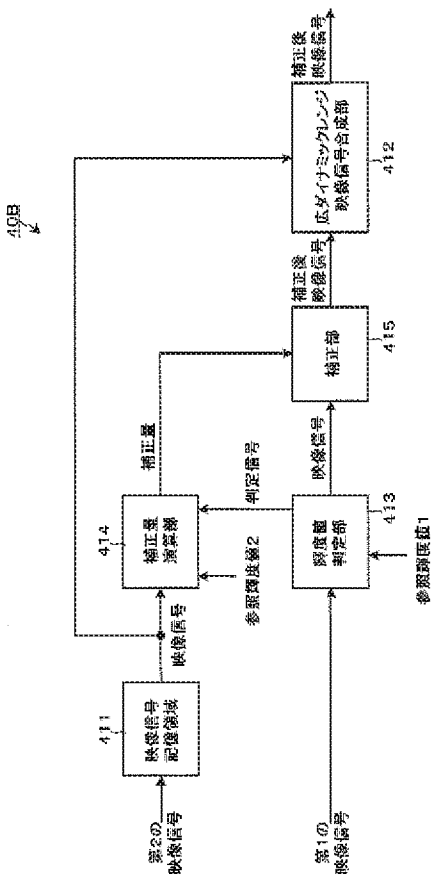


【図8】

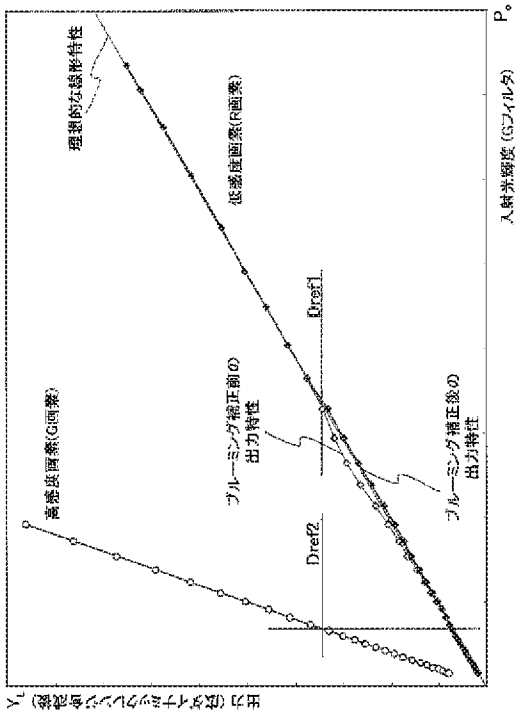


SAMSUNG EX. 1002 - 1069/1684

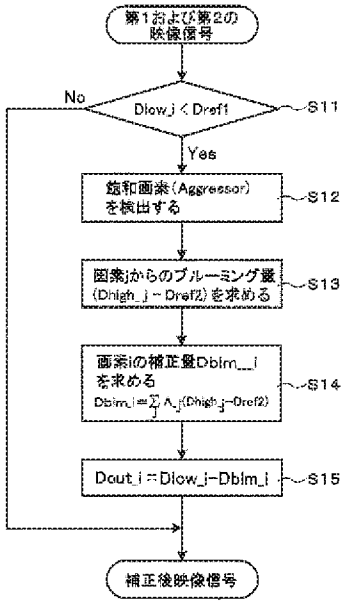
【図9】



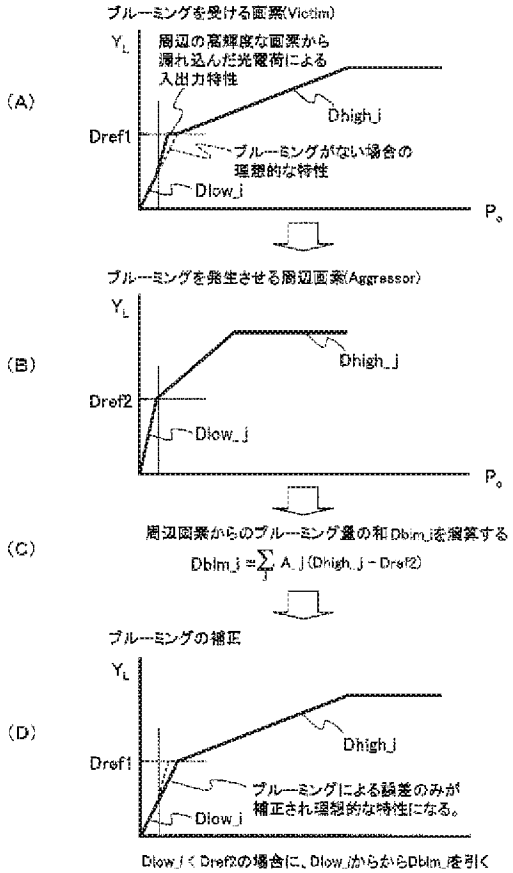
【図10】



【図11】

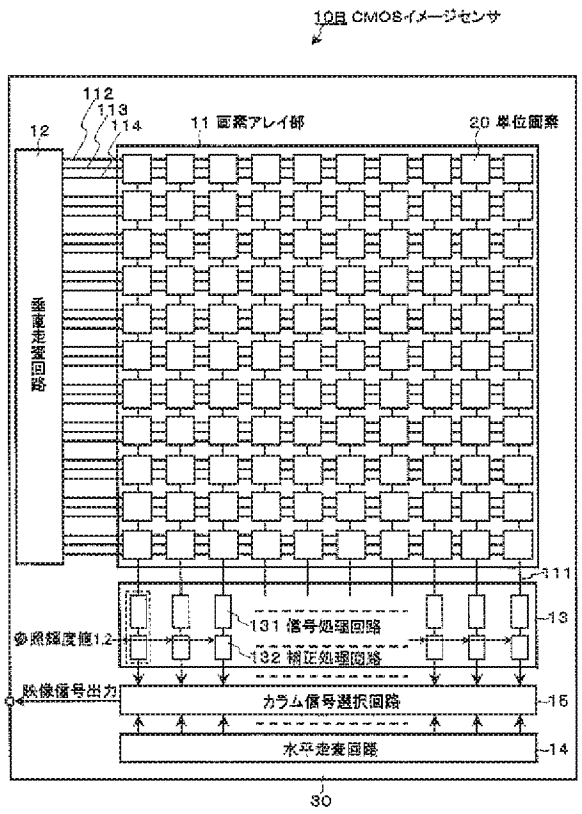


【図12】

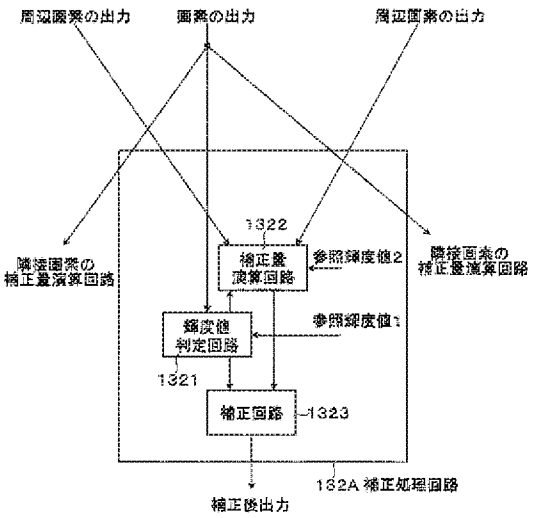


SAMSUNG EX. 1002 - 1070/1684

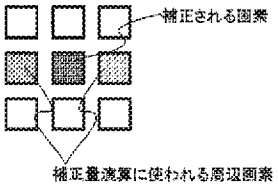
【図13】



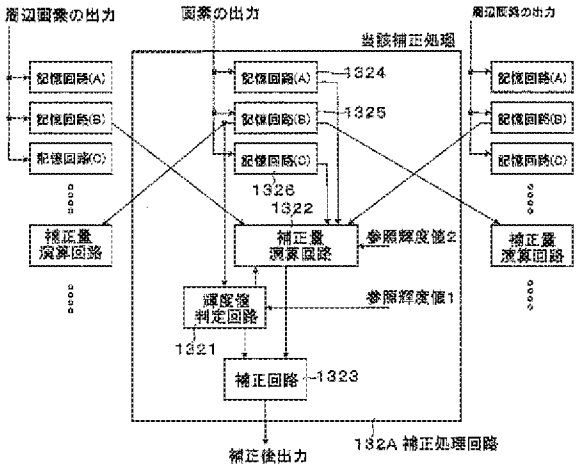
【図14】



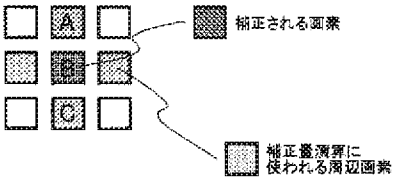
【図15】



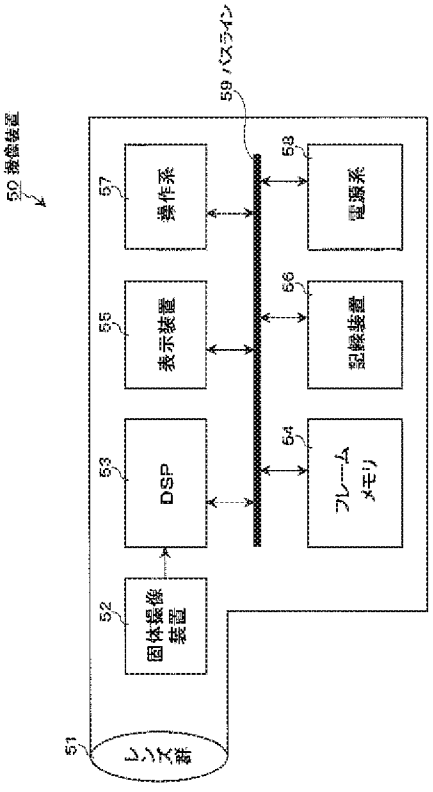
【図16】



【図17】

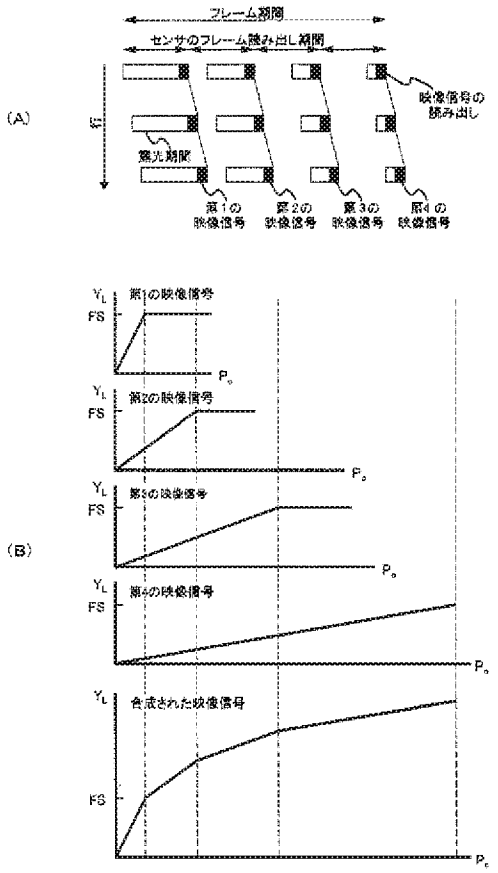


【図18】

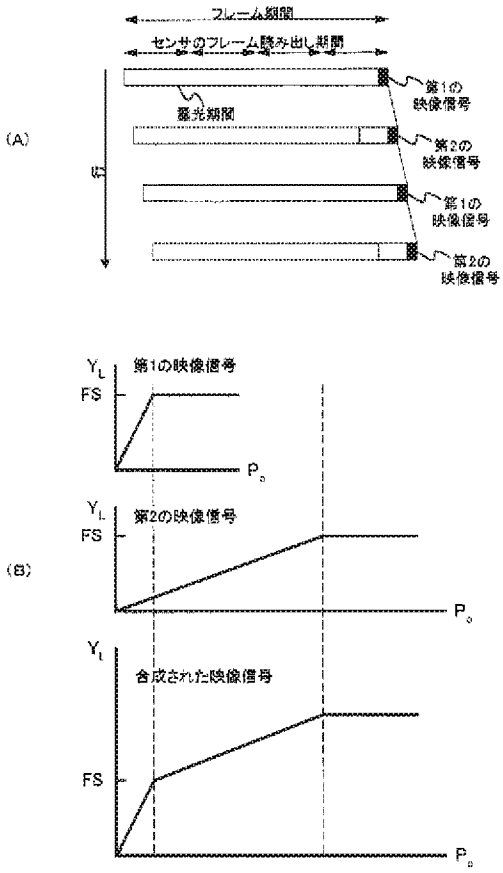


SAMSUNG EX. 1002 - 1071/1684

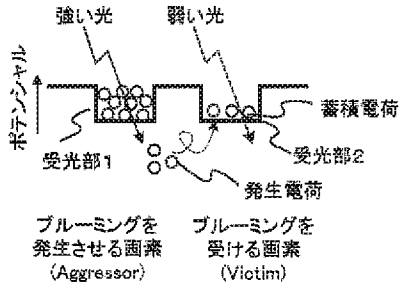
【図19】



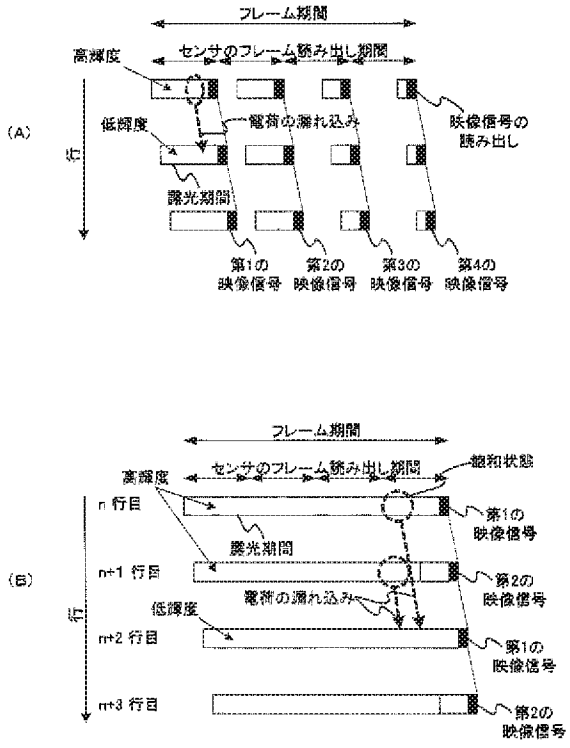
【図20】



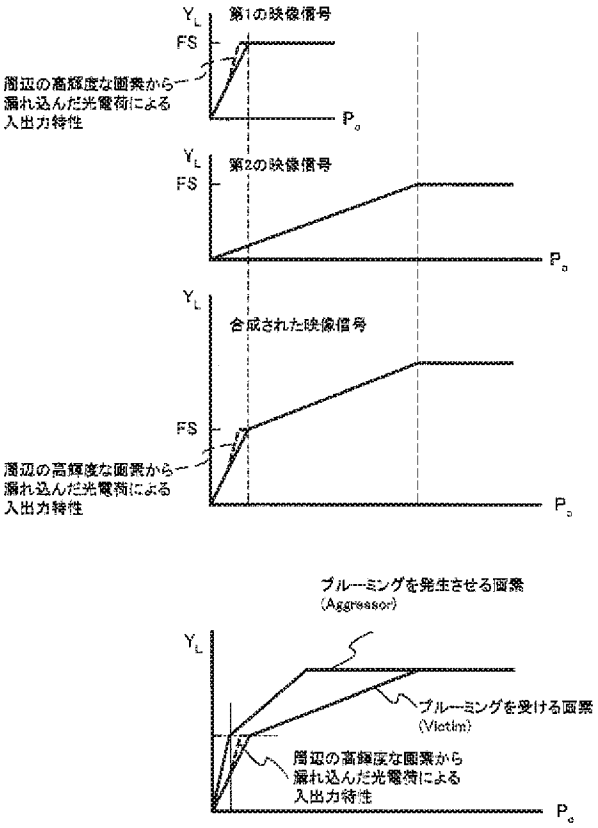
【図21】



【図22】



【図23】


Y_L
第1の映像信号
FS
周辺の高輝度な画素から
漏れ込んだ光電荷による
入出力特性
P_o
Y_L
第2の映像信号
FS
P_o
Y_L
合成された映像信号
FS
周辺の高輝度な画素から
漏れ込んだ光電荷による
入出力特性
P_o

ブルーミングを発生させる画素
(Aggressor)
Y_L
ブルーミングを受ける画素
(Victim)
周辺の高輝度な画素から
漏れ込んだ光電荷による
入出力特性
P_o

SAMSUNG EX. 1002 - 1074/1684

Espacenet

Bibliographic data: JP2009152569 (A) — 2009-07-09

METHOD FOR MANUFACTURING PHOTOELECTRIC CONVERSION DEVICE

Inventor(s): ARAI YASUYUKI ± (ARAI YASUYUKI)

Applicant(s): SEMICONDUCTOR ENERGY LAB ± (SEMICONDUCTOR ENERGY LAB CO LTD)

Classification: - international:*H01L31/04*
- cooperative: **H01L31/02168**; **H01L31/0236**; **H01L31/0725**; **H01L31/1864**; H01L31/022425; H01L31/028; H01L31/036; H01L31/03682; H01L31/1804; Y02E10/50; Y02P70/521

Application number: JP20080295951 20081119 Global Dossier

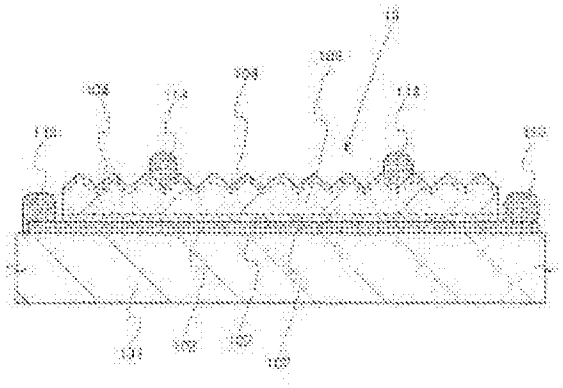
Priority number (s): JP20070309770 20071130 ; JP20080295951 20081119

Also published as: EP2065942 (A2) JP5286046 (B2) US2009142874 (A1) US2010136735 (A1) US7674647 (B2) more

Abstract of JP2009152569 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for manufacturing a photoelectric conversion device typified by a solar cell, having an excellent photoelectric conversion characteristic by effectively utilizing a silicon semiconductor material. ;SOLUTION: The surface of a single crystal semiconductor layer bonded to a supporting substrate is irradiated with a pulsed laser beam to make the surface rough. The single crystal semiconductor layer bonded to the supporting substrate is irradiated with the pulsed laser beam in an atmosphere containing an inert gas such as nitrogen and oxygen so that the surface thereof is made rough. With roughness on the surface of the single crystal semiconductor layer, light reflection is suppressed, so that an effect for trapping incident light can be displayed. Accordingly, even when the thickness of the single crystal semiconductor layer is equal to or greater than 0.1 to 10 [mu]m, the optical path length of incident light is substantially increased and the amount of light absorption can be increased. ;COPYRIGHT: (C)2009,JPO&INPIT

SAMSUNG EX. 1002 - 1075/1684



SAMSUNG EX. 1002 - 1076/1684

(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2009-152569
(P2009-152569A)
(43)公開日　平成21年7月9日(2009.7.9)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
H01L 31/04	(2006.01)	H01L 31/04	H	5F051
		H01L 31/04	M	

審査請求 未請求　請求項の数 6　OL　（全 22 頁）

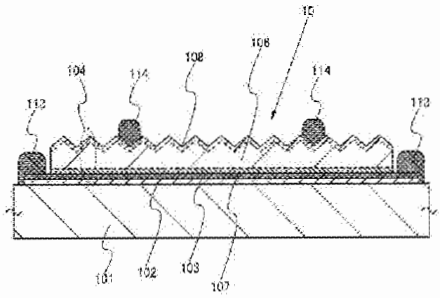
(21)出願番号　特願2008-295951 (P2008-295951)
(22)出願日　平成20年11月19日 (2008.11.19)
(31)優先権主張番号　特願2007-309770 (P2007-309770)
(32)優先日　平成19年11月30日 (2007.11.30)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(71)出願人　000153878
株式会社半導体エネルギー研究所
神奈川県厚木市長谷３９８番地
(72)発明者　荒井　康行
神奈川県厚木市長谷３９８番地　株式会社半導体エネルギー研究所内

Fターム(参考)　5F051 AA02 AA03 AA04 AA05 BA14 CA07 CA08 CA15 CB19 DA15 FA03 FA04 FA14 FA16 FA19 GA03

(54)【発明の名称】光電変換装置の製造方法

(57)【要約】
【課題】シリコン半導体材料を有効に利用して光電変換特性に優れた、太陽電池に代表される光電変換装置の製造方法を提供する。
【解決手段】支持基板に接合させた単結晶半導体層の表面にパルスレーザビームを照射して、該単結晶半導体層の表面を凹凸化させることを要旨とする。支持基板に接合した単結晶半導体層に、窒素等の不活性気体と酸素を含む雰囲気中でパルスレーザビームを照射して単結晶半導体層の表面を凹凸化する。結晶半導体層の表面に凹凸構造があることにより光の反射が抑えられ、入射した光を閉じ込める効果を奏する。それにより、単結晶半導体層の厚さが、０．１μｍ～１０μｍ以下であっても入射光の光路長が実質的に増大し、光の吸収量を増やすことができる。
【選択図】図２



SAMSUNG EX. 1002 - 1077/1684

【特許請求の範囲】
【請求項1】
一面に一導電型の第１不純物半導体層、前記第１不純物半導体層に接する電極、及び質量が水素分子よりも重い水素のクラスターイオンを７０％以上含むイオンビームを一面から注入することによって形成される損傷層を有する単結晶半導体基板と、絶縁表面を有する支持基板と、を接合層を介して接着し、
熱処理を行うことにより、前記損傷層を劈開させ、前記単結晶半導体基板から単結晶半導体層を分離し、前記支持基板上に前記単結晶半導体層を残存させたまま前記単結晶半導体基板を除去し、
不活性気体及び酸素を含む雰囲気中で、前記単結晶半導体層の劈開面にパルスレーザビームを照射して、前記単結晶半導体層の表面を凹凸化し、
前記単結晶半導体層の劈開面側に、前記一導電型とは逆の導電型の第２不純物半導体層を形成すること
を特徴とする光電変換装置の製造方法。
【請求項2】
請求項１において、
前記第２不純物半導体層の上に、前記一導電型の第３不純物半導体層、非単結晶半導体層、及び前記一導電型とは逆の導電型の第４不純物半導体層を堆積すること
を特徴とする光電変換装置の製造方法。
【請求項3】
請求項１又は２において、
前記不活性気体及び酸素を含む雰囲気における酸素濃度は、０．１体積％乃至２５体積％であること
を特徴とする光電変換装置の製造方法。
【請求項4】
請求項１乃至３のいずれか一項において、前記パルスレーザビームの照射時に照射領域の前記単結晶半導体層が、２５０℃から６００℃の温度に加熱されていること
を特徴とする光電変換装置の製造方法。
【請求項5】
請求項１乃至４のいずれか一項において、前記クラスターイオンが、H_3^+であること
を特徴とする光電変換装置の製造方法。
【請求項6】
請求項１乃至５のいずれか一項において、前記損傷層は、前記単結晶半導体基板の表面から１０μｍ未満の深さに形成されること
を特徴とする光電変換装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【0001】
単結晶又は多結晶半導体を用いた光電変換装置の製造方法に関する。
【背景技術】
【0002】
太陽電池の全世界生産量は、２００５年において１，７５９ＭＷが報告されており、対前年度比で１４７％の増加である。この太陽電池の生産量の大部分は、単結晶シリコン太陽電池又は多結晶シリコン太陽電池で占められている。
【0003】
シリコン半導体は、太陽電池産業だけでなく、メモリやマイクロプロセッサーなどの半導体産業でも広く使われる資源である。そのため、太陽電池の生産量が年々増加するにつれ、シリコンの原料である多結晶シリコンの供給不足と、それによるシリコンウエハの価格の高騰が産業界の問題となっている。
【0004】

SAMSUNG EX. 1002 - 1078/1684

ところで、シリコンを材料とする結晶系太陽電池は、太陽光を吸収するために１０μｍ程度の厚さがあれば十分であるが、実際のシリコンウエハは２００μｍから３００μｍ程度の厚さを有している。つまり、結晶系太陽電池では光電変換に必要な厚さよりも１０倍以上厚く形成されていることになり、シリコンウエハを有効利用しているとは言い難い状況にある。極端に言えば、シリコンウエハの殆どは太陽電池の形状を維持するための構造体として機能しているにすぎない。

【0005】

上記のように、十分厚いシリコンウエハを使いながらも、結晶系太陽電池では入射光を有効利用するために光閉じこめ用の表面凹凸構造が設けられている。表面凹凸構造は、ＮａＯＨ、ＫＯＨなどアルカリ溶液のエッチング速度がシリコンの結晶面方位によって違う性質を利用して形成している。しかし、アルカリ溶液のエッチングでは理想的な表面凹凸構造を形成するのは難しいことから、レーザ加工技術と化学エッチングを組み合わせた方法が開示されている（例えば、特許文献１参照）。

【特許文献1】特開２００３－２５８２８５号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記のように、太陽電池の生産量は、原材料である多結晶シリコンの生産量に律速されている。すなわち、生産能力に余裕があっても、原材料が足りなくなって、供給が需要に追いつかないといった問題が顕在化している。或いは、シリコンウエハの調達コストが増大して、太陽電池の生産工場の収益を悪化させることが問題となっている。

【0007】

このような状況に鑑み、シリコン半導体材料を有効に利用して光電変換特性に優れた、太陽電池に代表される光電変換装置の製造方法を提供することを目的の一とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は光電変換装置に係り、支持基板に接合させた単結晶半導体層の表面にパルスレーザビームを照射して、該単結晶半導体層の表面を凹凸化させることを要旨とする。

【0009】

この光電変換装置の製造方法には、次に示す処理が含まれている。一面に一導電型の第１不純物半導体層、該第１不純物半導体層に接する電極、及び質量が水素分子よりも重い水素のクラスターイオンを７０％以上含むイオンビームを一面から注入することによって形成される損傷層を有する単結晶半導体基板と、絶縁表面を有する支持基板と、を接合層を介して接着する。熱処理を行い、損傷層を劈開させ、単結晶半導体基板から単結晶半導体層を分離し、支持基板上に単結晶半導体層を残存させる。単結晶半導体層の劈開面に、不活性気体と酸素を含む雰囲気中でパルスレーザビームを照射して単結晶半導体層の表面を凹凸化する。単結晶半導体層の劈開面側に、一導電型とは逆の導電型の第２不純物半導体層を形成する。

【0010】

その後、第２不純物半導体層の上に、一導電型の第３不純物半導体層、非単結晶半導体層及び一導電型とは逆の導電型の第４不純物半導体層を堆積する場合も含む。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、支持基板上に接合した単結晶半導体層に、酸素を含む雰囲気中でレーザビームを照射することにより、該単結晶半導体層の表面を凹凸化することができる。それにより、単結晶半導体層の表面反射率を低減することができる。この単結晶半導体層を光電変換層とすることで、光閉じ込め効果が発揮され、変換効率を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

SAMSUNG EX. 1002 - 1079/1684

本発明の実施の形態について、図面を用いて以下に説明する。但し、本発明は以下の説明に限定されず、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細をさまざまに変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本発明は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。以下に説明する本発明の構成において、同じものを指す符号は異なる図面間で共通して用いる。

【0013】

（実施形態１）

単結晶半導体基板から薄い単結晶半導体層を分離して、絶縁表面を有する基板若しくは絶縁性の支持基板に該単結晶半導体層を転置して光電変換装置を製造する方法について図面を参照して説明する。

【0014】

図１は本形態に係る光電変換装置１０の平面図を示す。この光電変換装置１０は、支持基板１０１上に固着された単結晶半導体層１０６に光が入射することで光電効果を発現する。単結晶半導体層１０６には、内蔵電界を形成するための不純物半導体層が形成されている。単結晶半導体層１０６としては、代表的には単結晶シリコンが適用される。また、単結晶半導体層１０６に代えて多結晶半導体層を適用することができる。この場合、多結晶シリコンが適用される。

【0015】

図１では、単結晶半導体層１０６の表面側に、網状の第２補助電極１１４が設けられ、裏面側に第１電極（平面図では表示されない）が設けられている。第１補助電極１１３は裏面に設けられる第１電極と接続する電極である。本形態の光電変換装置１０は、絶縁表面を有する支持基板１０１に単結晶半導体層１０６が接着される構成なので、正極とそれに対する負極の電極は、支持基板１０１の同じ面に配設されている。

【0016】

図１のＡ－Ｂ切断線に対応する光電変換装置１０の断面構造を図２に示す。図２は、支持基板１０１に単結晶半導体層１０６が接合された光電変換装置を示す。支持基板１０１は絶縁表面を有する基板若しくは絶縁基板であり、例えば、アルミノシリケートガラス、アルミノホウケイ酸ガラス、バリウムホウケイ酸ガラスのような電子工業用に使われる各種ガラス基板が適用される。

【0017】

支持基板１０１と単結晶半導体層１０６の間には絶縁層１０２が設けられている。絶縁層１０２と単結晶半導体層１０６の間には第１電極１０３が設けられている。絶縁層１０２は支持基板１０１と接合しており、さらに第１電極１０３と密着していることにより、単結晶半導体層１０６が支持基板１０１上に固定される。絶縁層１０２は、支持基板１０１と接合するために、平滑面を有し親水性表面を有している絶縁膜で形成される。

【0018】

単結晶半導体層１０６は、代表的には単結晶シリコンが適用される。また、単結晶半導体層に代えて多結晶半導体層（代表的には多結晶シリコン）を適用することもできる。一導電型の第１不純物半導体層１０７と、一導電型とは逆の導電型の第２不純物半導体層１０８は、所定の元素を単結晶半導体層１０６に添加することにより形成される。第１不純物半導体層１０７をｐ型とする場合、第２不純物半導体層１０８はｎ型であり、その逆の選択も可能である。ｐ型不純物元素としては硼素などの元素周期表第１３族の元素が適用され、ｎ型不純物元素としてはリン、砒素など元素周期表第１５族の元素が適用される。不純物元素の添加は、イオン注入若しくはイオンドーピングで行うことができる。本明細書では、イオン注入とはイオン化したガスを質量分離して半導体に注入する方式を指し、イオンドーピングとはイオン化したガスを質量分離せず半導体に注入する方式をいう。

【0019】

単結晶半導体層１０６に第１不純物半導体層１０７と第２不純物半導体層１０８を形成することにより内蔵電界が形成され、光照射により起電力を発生させることができる。すなわち、単結晶半導体層１０６に第１不純物半導体層１０７と第２不純物半導体層１０８で

SAMSUNG EX. 1002 - 1080/1684

ユニットセル（以下、第１ユニットセル１０４ともいう）を形成していることになる。なお、単結晶半導体層１０６にｐ型若しくはｎ型の単結晶半導体が適用される場合、第１不純物半導体層１０７は省略することが可能である。

【0020】

単結晶半導体層１０６は単結晶半導体基板を薄片化して形成される。例えば、単結晶半導体基板として単結晶シリコンウエハを用い、所定の深さに水素イオンを高濃度に注入し、その後、熱処理を行って表層の単結晶シリコン層を分離する水素イオン注入分離法で単結晶半導体層１０６を形成する。また、ポーラスシリコン上に単結晶半導体をエピタキシャル成長させた後、ポーラスシリコン層をウオータージェットで劈開して分離する方法を適用しても良い。単結晶半導体基板として、代表的には単結晶シリコンウエハが適用される。単結晶半導体層１０６の厚さは０．１μｍ以上、１０μｍ以下．好ましくは１μｍ以上５μｍ以下とする。単結晶半導体層１０６として単結晶シリコン半導体を適用する場合には、エネルギーギャップが１．１２ｅＶであり、間接遷移型の半導体であることから、太陽光を吸収するためにはこのような厚さが要求される。

【0021】

単結晶半導体層１０６の表面は凹凸構造を有している。この凹凸構造は、最大高低差（Ｐ－Ｖ）で３００ｎｍ～５００ｎｍの値を有している。なお、ここでいう山谷の最大高低差とは、山頂と谷底の高さの差を示す。また、ここでいう山頂と谷底とはＪＩＳ　Ｂ０６０１で定義されている「山頂」「谷底」を三次元に拡張したものであり、山頂とは指定面の山において最も標高の高いところ、谷底とは指定面の谷において最も標高の低いところと表現される。この単結晶半導体層１０６の表面における凹凸構造は、酸素を含む雰囲気中でパルスレーザビームを照射することにより調整されている。

【0022】

第１電極１０３は、単結晶半導体層１０６の周辺端部領域で第１補助電極１１３と接触し、第２補助電極１１４は第２不純物半導体層１０８と接触している。この構成により、単結晶半導体層１０６の凹凸構造を有する面から光が入射することにより、第１電極１０３（第１補助電極１１３）と第２補助電極１１４の間に起電力が発生する。このとき、単結晶半導体層１０６の表面に凹凸構造があることにより光の反射が押さえられ、単結晶半導体層１０６に入射した光を閉じ込める効果を奏する。それにより、単結晶半導体層１０６の厚さが、０．１μｍ以上、１０μｍ以下、好ましくは１μｍ以上５μｍ以下であっても入射光の光路長が実質的に増大し、光の吸収量を増やすことができる。すなわち、単結晶半導体層１０６に形成された凹凸構造は、光電変換装置１０の変換効率を向上させる作用を奏する。

【0023】

図３はタンデム型光電変換装置２０を示す。図２で示す第１ユニットセル１０４上に第２ユニットセル１０５を積層したものである。第２ユニットセル１０５は、非単結晶半導体層１０９を用いて作製される。非単結晶半導体層１０９は、代表的には非晶質半導体である非晶質シリコンが適用される。また、非晶質シリコンに代えて非晶質シリコンゲルマニウムを適用してもよいし、非単結晶半導体層１０９に微結晶半導体層（代表的には微結晶シリコン）を適用することも可能である。一導電型の第３不純物半導体層１１０と、一導電型とは逆の導電型の第４不純物半導体層１１１は所定の不純物元素を含んで形成された非晶質半導体層又は微結晶半導体層で作製される。代表的には、所定の不純物元素を含んだ非晶質シリコン又は微結晶シリコンであり、その他、所定の不純物元素を含んだ非晶質シリコンカーバイトが適用される。第３不純物半導体層１１０をｐ型とする場合、第４不純物半導体層１１１はｎ型であり、その逆の選択も可能である。

【0024】

非単結晶半導体層１０９は、半導体材料ガスを含む反応性ガスを電磁エネルギーにより分解して形成する。半導体材料ガスとしては、シラン若しくはジシランに代表されるシリコンの水素化物であり、その他シリコンのフッ化物又はシリコンの塩化物によるガスを用いる。このような半導体材料ガス、又は半導体材料ガスに水素、不活性ガスを混合して反応

SAMSUNG EX. 1002 - 1081/1684

性ガスとして用いる。非単結晶半導体層１０９は、この反応性ガスを用い、電磁エネルギーとして、１０ＭＨｚから２００ＭＨｚの高周波電力を印加して薄膜の形成を行うプラズマＣＶＤ法により形成する。電磁エネルギーとしては、高周波電力に代えて１ＧＨｚから５ＧＨｚ、代表的には２．４５ＧＨｚのマイクロ波電力を印加しても良い。第３不純物半導体層１１０及び第４不純物半導体層１１１も同様にプラズマＣＶＤ法で形成されるものであり、前記した反応性ガスに、ｐ型化する場合には不純物としてジボランを、ｎ型化する場合には不純物としてフォスフィンを添加して成膜を行う。非単結晶半導体層１０９として、代表的には非晶質シリコン層が適用される。非単結晶半導体層１０９の厚さは５０ｎｍ以上、３００ｎｍ以下、好ましくは１００ｎｍ以上、２００ｎｍ以下とする。非単結晶半導体層１０９として非晶質シリコン半導体を適用する場合には、エネルギーギャップが１．７５ｅＶであり、この厚さにすることで、６００ｎｍよりも短い波長領域の光を吸収して光電変換することができる。

【0025】

第２ユニットセル１０５の非単結晶半導体層１０９において、微結晶半導体層（代表的には微結晶シリコン層）を適用することもできる。微結晶半導体層を形成するために用いられる代表的な半導体材料ガスは、シラン（SiH_4）であり、その他にもジシラン（Si_2H_6）が適用される。また、シラン（SiH_4）にジクロロシラン（SiH_2Cl_2）、トリクロロシラン（$SiHCl_3$）、テトラクロロシラン（$SiCl_4$）、テトラフルオロシラン（SiF_4）などを適宜混合して用いても良い。この半導体材料ガスを水素若しくはフッ素、水素若しくはフッ素とヘリウム、アルゴン、クリプトン、ネオンから選ばれた一種または複数種の希ガス元素で希釈して用いることで微結晶半導体層をプラズマＣＶＤ法で作製する。希釈率は１０倍～３０００倍の範囲で半導体材料ガスを希釈することが好ましい。成膜は、概略０．１Ｐａ～１３３Ｐａの減圧下で生成されるグロー放電プラズマで成膜が行われる。プラズマを形成するための電力は１０ＭＨｚから２００ＭＨｚの高周波電力又は、高周波電力に代えて１ＧＨｚから５ＧＨｚ、代表的には２．４５ＧＨｚのマイクロ波電力が印加される。また、半導体材料ガス中に、メタン（CH_4）、エタン（C_2H_6）などの炭化物気体、ゲルマン（GeH_4）、四フッ化ゲルマニウム（GeF_4）などのゲルマニウム化気体を混入させて、エネルギーバンド幅を１．５～２．４ｅＶ、若しくは０．９～１．１ｅＶに調節しても良い。微結晶半導体層は格子歪みを有し、該格子歪みにより光学特性が、単結晶シリコンの間接遷移型から直接遷移型に変化する。少なくとも１０％の格子歪みにより、光学特性が直接遷移型に変化するが、局部的な歪みが存在することにより、直接遷移と間接遷移の混在した光学特性を呈する。微結晶シリコン層では、エネルギーギャップが概略１．４５ｅＶであり、単結晶シリコンよりもエネルギーギャップが広がるので、６００ｎｍよりも短い波長領域の光を吸収して光電変換することができる。

【0026】

本形態の光電変換装置は、第２電極１１２側から光を入射する構成である。第２電極１１２は、酸化インジウムスズ、酸化スズ、酸化亜鉛などの透明導電材料を用いて形成する。第１電極１０３は、チタン、モリブデン、タングステン、タンタル、クロム、ニッケルから選択された金属材料で形成する。また、第１電極１０３は、チタン、モリブデン、タングステン、タンタルの窒化物層を有し、該窒化物層が第１不純物半導体層１０７と接触する構成とする。半導体層と金属層の間に金属窒化物を介在させることにより、密着性を向上させることができる。

【0027】

第２ユニットセル１０５は、単結晶半導体層１０６の凹凸表面上に形成されることにより、その凹凸構造の影響を受けて、第２電極１１２の表面も凹凸化される。第２電極１１２の表面が凹凸化されていることにより、入射光の反射が低減する。すなわち、光入射側から下層に位置する単結晶半導体層１０６の凹凸構造と互いに作用しあって、第１ユニットセル１０４と第２ユニットセル１０５に光閉じ込め効果を発現させることができる。この効果により、タンデム型光電変換装置２０の変換効率を向上させることができる。

SAMSUNG EX. 1002 - 1082/1684

【0028】
図４は、エネルギーギャップ１．１２ｅＶの単結晶半導体層１０６を有する第１ユニットセル１０４と、エネルギーギャップ１．７５ｅＶの非単結晶半導体層１０９を有する第２ユニットセル１０５を用いた場合のエネルギーバンド図を示す。光入射側にエネルギーギャップの広い非単結晶半導体層１０９を有する第２ユニットセル１０５が位置しており、その後方にエネルギーギャップの狭い単結晶半導体層１０６を有する第１ユニットセル１０４が配置している。なお、第１不純物半導体層１０７と第３不純物半導体層１１０はｐ型半導体、第２不純物半導体層１０８と第４不純物半導体層１１１はｎ型半導体の場合を示している。
【0029】
図４のバンドモデル図で示すように光を吸収して励起された電子はｎ型半導体側に流れ、ホールはｐ型半導体側に流れる。その結果、第１ユニットセル１０４と第２ユニットセル１０５の接続部では、第１ユニットセル１０４側の電子及び第２ユニットセル側のホールがトラップされる形になる。この場合、第２不純物半導体層１０８と第３不純物半導体層１１０の接合界面に再結合中心が形成されるようにして、この接合界面で再結合電流が流れるようにする。第２不純物半導体層１０８は単結晶半導体であり、その上に第３不純物半導体層１１０として、非晶質半導体層又は微結晶半導体層をプラズマＣＶＤ法などで堆積することにより、接合界面で再結合電流が流れるような接合を形成することができる。
【0030】
図３のタンデム型の光電変換装置によれば、単結晶半導体層１０６で形成される第１ユニットセル１０４をボトムセルとして用いることで、８００ｎｍ以上の長波長光の吸収をして光電変換することが可能となり、光電変換効率の向上に寄与する。この場合、単結晶半導体層１０６が１０μｍ以下と薄層化されていることにより、光生成キャリアの再結合による損失を低減することができる。この場合において、光入射側から下層に位置する単結晶半導体層１０６の凹凸構造と互いに作用しあって、第１ユニットセル１０４と第２ユニットセル１０５に光閉じ込め効果を発現させることができる。この効果により、タンデム型光電変換装置２０の変換効率を向上させることができる。
【0031】
（実施形態２）
次に、実施の形態１において示す図１のＡ―Ｂ切断線に対応する断面構造として、図２の場合を前提として光電変換装置１０の製造方法について説明する。
【0032】
図５（Ａ）に示す半導体基板１１５は円形の単結晶半導体基板より略四辺形に切り出されたものである。半導体基板１１５は、代表的には単結晶シリコンであって、表面が鏡面研磨されたものが好ましい。保護膜１１６は酸化シリコン又は窒化シリコンで形成することが好ましく化学気相成長法により形成する。
【0033】
半導体基板１１５の一面に一導電型の第１不純物半導体層１０７を形成する。例えば、一導電型の不純物として硼素を添加して、第１不純物半導体層１０７をｐ型に形成する。第１不純物半導体層１０７は、本形態の光電変換装置において、光入射側と反対側の面に配置され、裏面電界（ＢＳＦ：Ｂａｃｋ　Ｓｕｒｆａｃｅ　Ｆｉｅｌｄ）を形成する。硼素の添加は、ジボラン（B_2H_6）、三フッ化硼素（BF_3）をソースガスとして、生成されたイオンを質量分離しないで電界で加速して、生成されるイオン流を基板に照射するイオンドーピング装置を用いて行う。
【0034】
図５（Ｂ）は、保護膜１１６を除去して、第１不純物半導体層１０７上に第１電極１０３を形成している。第１電極１０３は耐熱性金属で形成することが好ましい。耐熱性金属としては、チタン、モリブデン、タングステン、クロムなどの金属材料が適用される。これらの金属材料の窒化物を第１不純物半導体層１０７に接して形成し、さらに該金属層を積層して第１電極１０３を二層構造としても良い。金属窒化物を形成することで、第１電極

SAMSUNG EX. 1002 - 1083/1684

１０３の密着性を向上させることができる。第１電極１０３は真空蒸着法又はスパッタリング法で形成する。

【0035】

図５（Ｃ）は、第１電極１０３が形成された面から、水素イオンを含むイオンビームを半導体基板１１５に照射して、損傷層１１７を形成する段階を示している。水素イオンは、好ましくはH_3^+に代表されるようなクラスターイオンを打ち込んで、表面から一定の深さの領域に損傷層１１７を形成する。損傷層１１７の深さは、イオンの加速エネルギーによって制御される。損傷層１１７の深さにより半導体基板１１５から分離される単結晶半導体層の厚さが決まるので、クラスターイオンを加速する電界強度はそのことを考慮して決められる。損傷層１１７は半導体基板１１５の表面から１０μｍ未満の深さ、すなわち５０ｎｍ以上１００００ｎｍ未満、好ましくは１００ｎｍから５０００ｎｍの深さに損傷層を形成することが好ましい。第１電極１０３を通してクラスターイオンを半導体基板１１５に打ち込むことで、イオンの照射により表面が損傷を受けてしまうことを防止することができる。

【0036】

水素イオンであるH_3^+イオンに代表されるようなクラスターイオンの注入は、水素プラズマを生成し、該プラズマ中に生成されるイオンを質量分離せず、そのまま電界で加速することにより注入するイオンドーピング装置を用いて行うことができる。イオンドーピング装置を用いることにより、面積の大きい半導体基板１１５に対しても容易に行うことができる。

【0037】

図９は、イオンドーピング装置の構成を示す。イオン源２００では質量の異なる複数種のイオンが生成される。イオン源２００にはガス供給部２０４から水素等の所定のガスが供給される。イオン源２００に水素等が導入された後、イオン源２００のフィラメント２０１に電圧を印加してアーク放電を発生させる。これにより、水素がイオン化して、質量の異なる複数種のイオンが生成される。

【0038】

イオン源２００で生成されたイオンは、引出し電極系２０５によってイオンビームを形成する。イオンビームは載置台２０６に置かれた半導体基板１１５に照射される。イオンビームに含まれるイオン種の割合は載置台２０６の近傍に設けられた質量分析管２０７によって計量される。質量分析管２０７によって計数されたイオン密度は質量分析計２０８で信号変換され、その結果を電源制御部２０３にフィードバックさせるようにしても良い。電源制御部２０３はイオン密度の計数結果に従って、フィラメント電源２０２を制御することができる。

【0039】

ガス供給部２０４から供給された水素等のガスは、イオンドーピング装置のチャンバー内を流れる。イオン源２００に供給された水素は、式（１）の反応によりイオン化する。

$$H_2 + e^- \rightarrow H_2^+ + 2e^- - Q \quad (Q = 15.39\,eV) \quad (1)$$

【0040】

イオンドーピング装置のチャンバー内の圧力は1×10^{-2}Ｐａから1×10^{-1}Ｐａであり、電離度があまり高くないことからH_2^+イオンより原料ガスであるH_2が多く存在している。従って、イオン源で生成されたH_2^+イオンは、引出し電極系２０５で引き出されるまでにH_2と反応し、式（２）の反応が起こる。

$$H_2^+ + H_2 \rightarrow H_3^+ + H + Q \quad (Q = 1.49\,eV) \quad (2)$$

【0041】

H_3^+は、H^+及びH_2^+よりも安定な分子として存在するため、H_2と衝突する割合が高ければH_3^+が多量に生成されることになる。このことは、質量分析管２０７を用いて載置台２０６に照射されるイオンビームの質量分析結果を見れば明らかである。イオン種H^+、H_2^+、H_3^+の総量に対してH_3^+イオンの割合は７０％以上となっている。それにより、クラスターイオンであるH_3^+を多量に発生させたイオンビームを基板に照射

SAMSUNG EX. 1002 - 1084/1684

することで、H^+、H_2^+を注入するよりも水素原子の注入効率が向上し、ドーズ量が少なくても水素を半導体基板１１５に高濃度に注入することができる。

【0042】

クラスターイオンとしてH_3^+の割合を高めておくことで、損傷層１１７には1×10^{20}ａｔｏｍｓ／ｃｍ^{3}以上の水素を含ませることが可能である。半導体基板１１５に形成される損傷層１１７は結晶構造が失われ微小な空孔が形成され、多孔質構造となっている。そのため、比較的低温（６００℃以下）の熱処理によって損傷層１１７に形成された微小な空洞の体積変化が起こり、損傷層１１７に沿って単結晶半導体層を分離することができる。

【0043】

図５（Ｄ）は、第１電極１０３上に絶縁層１０２を形成する段階を示す。絶縁層１０２は、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン、窒化シリコンなどの絶縁膜で形成する。絶縁層１０２は平滑で親水性の表面を有するものであれば良い。絶縁層１０２の平滑性でいえば、平均面粗さＲａ値が１ｎｍ以下、好ましくは０．５ｎｍ以下であることが好ましい。なお、ここでいう平均面粗さとは、ＪＩＳ　Ｂ０６０１で定義されている中心線平均粗さを面に対して適用できるよう三次元に拡張したものである。

【0044】

平滑面を有し親水性表面を形成できる絶縁層としては、水素を含有する酸化シリコン、水素を含有する窒化シリコン、酸素と水素を含有する窒化シリコン、水素を含有する酸化窒化シリコン、水素を含有する窒化酸化シリコン等を適用することができる。

【0045】

なお、酸化窒化シリコン膜とは、その組成として、窒素よりも酸素の含有量が多いものであって、濃度範囲として酸素が５５～６５原子％、窒素が０．５～２０原子％、シリコンが２５～３５原子％、水素が０．１～１０原子％の範囲で含まれるものをいう。また、窒化酸化シリコン膜とは、その組成として、酸素よりも窒素の含有量が多いものであって、濃度範囲として酸素が１５～３０原子％、窒素が２０～５０原子％、シリコンが２５～３５原子％、水素が１５～２５原子％の範囲で含まれるものをいう。

【0046】

水素を含有する酸化シリコンとしては、例えば有機シランを用いた化学気相成長法により作製される酸化シリコンが好ましい。有機シランを用いて形成された絶縁層１０２として、酸化シリコン膜を用いることによって、支持基板と転置用半導体層との接合を強固にすることができるためである。有機シランとしては、テトラエトキシシラン（ＴＥＯＳ：化学式$Si(OC_2H_5)_4$）、テトラメチルシラン（ＴＭＳ：化学式$Si(CH_3)_4$）、テトラメチルシクロテトラシロキサン（ＴＭＣＴＳ）、オクタメチルシクロテトラシロキサン（ＯＭＣＴＳ）、ヘキサメチルジシラザン（ＨＭＤＳ）、トリエトキシシラン（$SiH(OC_2H_5)_3$）、トリスジメチルアミノシラン（$SiH(N(CH_3)_2)_3$）等のシリコン含有化合物を用いることができる。

【0047】

水素を含有する窒化シリコンは、シランガスとアンモニアガスを用いたプラズマＣＶＤ法により作製することができる。前記ガスに水素が加えられていても良い。酸素と水素を含有する窒化シリコンは、シランガスとアンモニアガスと亜酸化窒素ガスを用いたプラズマＣＶＤ法で作製することができる。いずれにしても、プラズマＣＶＤ法、減圧ＣＶＤ法、常圧ＣＶＤ法等の化学気相成長法により、シランガス等を原料ガスとして用いて作製される酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコンであって水素が含まれるものであれば適用することができる。絶縁層１０２の成膜温度は、単結晶半導体基板に形成した損傷層１１７から水素が脱離しない温度として、３５０℃以下の成膜温度が推奨される。

【0048】

図６（Ａ）は支持基板１０１と半導体基板１１５とを接着する段階を示す。この接着は、平滑であり親水性表面を有する絶縁層１０２が支持基板１０１に密着することによりなされる。この接合は、水素結合やファン・デル・ワールス力が作用している。接合は、半導

SAMSUNG EX. 1002 - 1085/1684

体基板１１５及び支持基板１０１の表面の水酸基や水分子が接着剤として働くことによって起きる。熱処理によって、水分子が拡散し、残留成分のシラノール基（Ｓｉ－ＯＨ）同士が水素結合で結合する。さらにこの接合部は、水素が抜けることでシロキサン結合（Ｓｉ－Ｏ－Ｓｉ）が形成されることで共有結合になり、半導体基板１１５と支持基板１０１の接合が強固なものとなる。なお、支持基板１０１の接着面にも、バリア層１１８として窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜などを形成しておいても良い。バリア層１１８を形成することで、支持基板１０１からの不純物汚染を防止することができる。

【0049】

図６（Ｂ）は、加熱処理により損傷層１１７を劈開して半導体基板１１５を支持基板１０１から分離する段階を示す。加熱処理の温度は絶縁層１０２の成膜温度以上、支持基板１０１の耐熱温度以下で行うことが好ましい。例えば４００℃から６００℃の加熱処理を行うことにより、損傷層１１７に形成された微小な空洞の堆積変化が起こり、その領域に沿って劈開する。絶縁層１０２は支持基板１０１と接着しているので、支持基板１０１には単結晶半導体層１０６と第１電極１０３が残存する。このとき、単結晶半導体層１０６の厚さは、損傷層の深さにほぼ対応し、５０ｎｍ以上１００００ｎｍ未満、好ましくは１００ｎｍから５０００ｎｍの厚さに形成される。以上の工程により、支持基板１０１上に絶縁層１０２により固定された単結晶半導体層１０６を設けることができる。

【0050】

図７（Ａ）は、結晶欠陥の残留する単結晶半導体層１０６の修復と、表面に凹凸構造を形成するために、単結晶半導体層１０６の劈開面にレーザ処理をする段階を示している。レーザビームを単結晶半導体層１０６の劈開面に照射することで、単結晶半導体層１０６の少なくとも劈開面側は溶融し固相状態の下層部を種結晶として、その後の冷却過程で再単結晶化する。その過程で単結晶半導体層１０６の表面を凹凸化させることができる。

【0051】

このレーザ処理は酸素を含む雰囲気中で、パルスレーザビームを単結晶半導体層１０６の劈開面に照射することにより行われる。このレーザ処理のとき、少なくともレーザビームの照射領域は、２５０℃から６００℃の温度に加熱されていることが好ましい。照射領域を加熱しておくことで、レーザビームの照射による溶融時間を長くすることができ、表面の凹凸化と同時に結晶欠陥の修復を効果的に行うことができる。レーザビームは単結晶半導体層１０６の劈開面側を溶融させるものの、支持基板１０１は殆ど加熱されないので、ガラス基板のような耐熱性の低い支持基板を用いることが可能になる。また、第１電極１０３は耐熱性金属で形成されているので、上記温度で加熱されても単結晶半導体層１０６に悪影響を及ぼすことがない。当該耐熱性金属と第１不純物半導体層１０７の界面ではシリサイドが形成され、より電流が流れ易くなる。

【0052】

単結晶半導体層１０６の表面を凹凸化させるレーザ処理は、窒素又はアルゴンに代表される不活性気体に酸素が０．１体積％から２５体積％含まれる雰囲気中で行う。また、窒素又はアルゴンに代表される不活性気体に酸素若しくは酸化物気体が０．１体積％から５０体積％含まれる雰囲気中で行ってもよい。酸化物気体としては、二酸化炭素、亜酸化窒素などが適用可能である。その他、上記雰囲気に代えて、空気中、好ましくは乾燥空気中で行っても良い。

【0053】

パルスレーザビームは、光源（レーザ発振器）として、エキシマレーザ（ＸｅＣｌ（３０８ｎｍ）、ＫｒＦ（２４８ｎｍ）、ＡｒＦ（１９３ｎｍ））、ＹＡＧ、YVO_4レーザに代表される固体レーザ（第２高調波（５３２ｎｍ）、第３高調波（３５５ｎｍ）第４高調波（２６６ｎｍ））を用いる。例えば、波長３０８ｎｍのエキシマレーザビームを照射する場合には、発振周波数５～５０Ｈｚ、エネルギー密度１００～５００ｍＪ／cm^2、線状ビームのオーバーラップ割合を８０～９８％として、単結晶半導体層１０６を処理する。

【0054】

SAMSUNG EX. 1002 - 1086/1684

また、パルスレーザビームの波長と照射回数を制御することにより、規則性のある凹凸構造を単結晶半導体層１０６の表面に形成することができる。例えば、波長３０８ｎｍのエキシマレーザビームを、３５０ｍＪ／ｃｍ^2～４５０ｍＪ／ｃｍ^{2}として、同じ領域に、パルス幅１０ｎｓｅｃ～３０ｎｓｅｃで繰り返し周波数が１０Ｈｚ～５０Ｈｚのパルスレーザビームを２０回～５０回照射することで、凸部が格子状に整列した凹凸構造を形成することができる。この凸部の整列間隔は照射するパルスレーザビームの波長を選択することによって制御することができる。例えば、波長３０８ｎｍのエキシマレーザを照射することで、凸部のピッチを概ね３０８ｎｍとすることができる。また、波長５２７ｎｍのＹＬＦレーザを用いると凸部のピッチは概ね５２７ｎｍとなり、Ｎｄ：ＹＡＧレーザの第２高調波（発振波長：５３２ｎｍ）を用いると凸部のピッチは概ね５３２ｎｍとすることができる。

【0055】

レーザ処理を行うためのレーザ処理装置の一例を図１０を参照して説明する。レーザ処理装置は、レーザ発振器２１０、レーザ光を細い線状ビームに集光伸張させる光学系２１１、レーザ照射領域の雰囲気を制御するガス噴射筒２１２、該ガス噴射筒２１２に雰囲気制御ガスを供給するガス供給部２１３、流量制御部２１４、ガス加熱部２１５、支持基板１０１を浮遊させ搬送する基板ステージ２２２、基板の両端を支持して搬送するガイドレール２２３、基板ステージ２２２に浮遊用にガスを供給するガス供給部２１６を備えている。

【0056】

レーザ発振器２１０は、その発振波長が、紫外光域乃至可視光域にあるものが選択される。レーザ発振器２１０は、パルス発振型のＡｒＦ、ＫｒＦ又はＸｅＣｌエキシマレーザ、或いはＮｄ：ＹＡＧレーザ、ＹＬＦレーザなどの固体レーザで、繰り返し周波数１ＭＨｚ以下、パルス幅１０ｎ秒以上５００ｎ秒以下のものが好ましい。例えば、繰り返し周波数１０Ｈｚ～３００Ｈｚ、パルス幅１０～３０ｎｓｅｃ、波長３０８ｎｍのＸｅＣｌエキシマレーザを用いる。

【0057】

光学系２１１はレーザ光を集光及び伸張して、被照射面に断面形状が線状となるレーザビームを形成する。線状ビームを形成する光学系２１１は、シリンドリカルレンズアレイ２１７、シリンドリカルレンズ２１８、ミラー２１９、ダブレットシリンドリカルレンズ２２０により構成される。レンズの大きさにもよるが、長手方向は１００ｍｍ～７００ｍｍ、短手方向は１００μｍ～５００μｍ程度の線状レーザ光を照射することが可能である。

【0058】

線状に集光されたレーザビームはガス噴射筒２１２の光導入窓２２１を通して支持基板１０１に照射される。ガス噴射筒２１２は支持基板１０１と近接して配置されている。ガス噴射筒２１２にはガス供給部２１３から窒素等の不活性ガスと酸素を含むガスが供給されている。当該ガスはガス噴射筒２１２の支持基板１０１に面した開口部から噴出する。ガス噴射筒２１２の開口部は、光導入窓２２１から入射したレーザビームが支持基板１０１に照射されるように、線状レーザビームの光軸に合わせて配置されている。ガス噴射筒２１２の開口部から噴射する酸化性気体により、レーザビームの照射領域の雰囲気制御を行う。

【0059】

ガス噴射筒２１２に供給する窒素等の不活性ガスと酸素を含むガスは、ガス加熱部２１５を２５０℃から７００℃に制御することにより、支持基板１０１のレーザビームの照射面の温度を１００℃から６００℃に制御でき、上記のようにレーザビームの照射による溶融時間を制御することができる。

【0060】

基板ステージ２２２には、ガス供給部２１６から空気又は窒素が流量制御部２１４を通して供給される。ガス供給部２１６から供給される気体は、基板ステージ２２２の上面から、支持基板１０１の下面を吹き付けるように噴出させて、該支持基板１０１を浮遊させる

SAMSUNG EX. 1002 - 1087/1684

。支持基板１０１は両端がガイドレール２２３上を動くスライダ２２４に載せられて搬送されるが、基板ステージ２２２側からガスが吹き付けられることにより、湾曲せずに浮遊した状態で搬送することができる。本形態のレーザ処理装置では、支持基板１０１の上面にガス噴射筒２１２から窒素ガスが噴出するので、その裏側からもガスを吹き付けることにより、支持基板１０１の撓みを防ぐことができる。このような基板ステージ２２２の構成は、一辺が５００ｍｍを超え、厚さが１ｍｍ以下の支持基板を処理する場合に有効である。例えば、６００ｍｍ×７２０ｍｍ乃至７３０ｍｍ×９２０ｍｍで厚さが０．７ｍｍ以下の支持基板を処理することができる。

【0061】

基板ステージ２２２は、レーザ照射部近傍と、それ以外の領域に区画されていても良い。基板ステージ２２２のレーザ照射部近傍では、ガス加熱部２１５により加熱された窒素ガスを吹き付けるようにしても良い。それにより、支持基板１０１を加熱することができる。

【0062】

なお、図１０で示すレーザ処理装置は一例であり、レーザビーム照射時の雰囲気を窒素等の不活性ガスと酸素を含む雰囲気に制御できるものであれば他の構成を適用することもできる。例えば、レーザビームを導入可能な窓を備えた密閉可能な処理室に支持基板を保持し、該処理室に窒素等の不活性ガスと酸素を含むガスを導入して雰囲気制御しても良い。

【0063】

図７（Ｂ）は、単結晶半導体層１０６に第１不純物半導体層１０７とは逆の導電型の不純物元素を添加して、第２不純物半導体層１０８を形成する。例えば、リン又は砒素を添加して第２不純物半導体層１０８をｎ型に形成する。この場合、先の工程でレーザ処理により表面の結晶欠陥が修復されているので、第２不純物半導体層１０８の不純物濃度を精密に制御することができる。すなわち、レーザビームを照射して、単結晶半導体層の表面を処理し、その後、不純物領域を形成することにより、不純物濃度を高濃度化することができ、浅い接合を形成することができる。それにより、光生成キャリアの収集効率の高い光電変換装置を得ることができる。

【0064】

図７（Ｃ）は、単結晶半導体層１０６の端部をエッチングして第１電極１０３を露出させる段階を示している。エッチングは単結晶半導体層１０６にマスクを形成し、三フッ化窒素（NF_3）、六フッ化硫黄（SF_6）などのガスを用いてドライエッチングを行う。

【0065】

図８（Ａ）は、第１電極１０３に接する第１補助電極１１３と、第２不純物半導体層１０８上の第２補助電極１１４を形成する段階を示している。第１補助電極１１３は図７（Ｃ）でエッチングにより露出した第１電極１０３に接触するように形成する。第２補助電極１１４は、図１の平面図で示すように櫛型又は格子状の電極である。第１補助電極１１３及び第２補助電極１１４は、アルミニウム、銀、鉛錫（半田）などで形成すれば良い。例えば、銀ペーストを用いてスクリーン印刷法で形成する。

【0066】

その後、図８（Ｂ）で示すように、パッシベーション膜を兼ねた反射防止膜１１９を形成する。反射防止膜１１９は、窒化シリコン膜で形成することが好ましく、窒化シリコンと窒化酸化シリコンの積層膜で形成しても良い。

【0067】

このようにして図１で示す光電変換装置１０を製造することができる。本工程によれば、異種材料間の接合技術と、レーザ処理技術を用いることにより、７００℃以下（好適には５００℃以下）のプロセス温度で１０μｍ以下の単結晶半導体層を有する光電変換装置を製造することができる。すなわち、耐熱温度が７００℃以上の大面積ガラス基板に、単結晶半導体層を設けた光電変換装置を製造することができる。単結晶半導体層は単結晶半導体基板の表層を分離することにより得られるが、当該単結晶半導体基板は繰り返し利用することができるので資源を有効に利用することができる。なお、同様の工程により第２ユ

SAMSUNG EX. 1002 - 1088/1684

ニットセルを作製することで、図３に示すタンデム型光電変換装置を製造することができる。

【0068】

（実施形態３）

本形態は、実施形態２と異なる製造工程を図１１に示す。図１１において、（Ａ）保護膜１１６を形成して第１不純物半導体層１０７を半導体基板１１５の一面に形成した後、（Ｂ）保護膜１１６をそのまま残して損傷層１１７を形成する。その後、（Ｃ）保護膜１１６を除去して第１電極１０３を形成する。本形態の工程によれば保護膜１１６を有効に利用することができる。すなわち、保護膜１１６を損傷層１１７形成後に除去することで、半導体基板１１５の表面の接合表面を平坦なものとすることができる。保護膜１１６は５０ｎｍから２００ｎｍの厚さで設けることが好ましい。また、第１不純物半導体層１０７を通して水素のクラスターイオンが打ち込まれる損傷層１１７を形成することにより、第１不純物半導体層１０７の水素化を兼ねることができる。

【0069】

（実施形態４）

本形態は、実施形態２と異なる製造工程を図１２に示す。図１２において、（Ａ）半導体基板１１５の一面に第１電極１０３を形成し、（Ｂ）第１電極１０３を通して一導電型の不純物元素を添加して第１不純物半導体層１０７を形成する。そして、（Ｃ）第１電極１０３を通して水素のクラスターイオンを打ち込み損傷層１１７を形成する。本工程では、第１電極１０３の形成後にイオンドーピングを行うことにより、第１電極１０３をイオンドーピングにおける損傷防止層として利用することができる。それによりイオンドーピングのために保護膜を形成する工程を省略することができる。

【0070】

（実施形態５）

本形態は、実施形態２と異なる製造工程を図１３に示す。図１３において、（Ａ）半導体基板１１５の一面に第１電極１０３を形成し、（Ｂ）第１電極１０３を通して水素のクラスターイオンを打ち込み損傷層１１７を形成する。そして、（Ｃ）第１電極１０３を通して一導電型の不純物元素を添加して第１不純物半導体層１０７を形成する。本工程では、第１電極１０３を最初に形成することにより、第１電極１０３をイオンドーピングにおける損傷防止層として利用することができる。本形態では、イオンドーピングのために保護膜を形成する工程を省略することができる。

【0071】

（実施形態６）

本形態は、実施形態２と異なる製造工程を図１４に示す。図１４において、（Ａ）保護膜１１６を形成して水素のクラスターイオンを半導体基板１１５の一面に打ち込んで損傷層１１７を形成し、（Ｂ）保護膜１１６をそのまま残して第１不純物半導体層１０７を形成する。そして、（Ｃ）保護膜１１６を除去して第１電極１０３を形成する。本工程は保護膜１１６をイオンドーピング時の損傷防止膜として、さらに第１不純物半導体層１０７を形成するときのドーピング深さを調節する膜として有効に利用している。また、損傷層１１７を形成した後に、第１不純物半導体層１０７を形成することにより、該第１不純物半導体層１０７の不純物濃度を高濃度化することができ、浅い接合を形成することができる、それにより、裏面電界（ＢＳＦ：Ｂａｃｋ　Ｓｕｒｆａｃｅ　Ｆｉｅｌｄ）効果を発現させ、光生成キャリアの収集効率を高めることができる。

【0072】

（実施形態７）

本形態は、実施形態２と異なる製造工程を図１５に示す。図１５において、（Ａ）保護膜１１６を形成して水素のクラスターイオンを打ち込み損傷層１１７を形成し、（Ｂ）保護膜１１６を除去して第１電極１０３を形成する。そして、（Ｃ）第１電極１０３を通して一導電型の不純物元素を添加して第１不純物半導体層１０７を形成する。第１電極１０３を通して第１不純物半導体層１０７を形成することにより、第１不純物半導体層１０７の

SAMSUNG EX. 1002 - 1089/1684

厚さを制御することが容易となる。

【0073】

（実施形態８）

本形態は、実施形態２と異なる製造工程を図１６に示す。支持基板１０１上に単結晶半導体層１０６を接着し（図６（Ｂ））、図１６（Ａ）で示すように結晶欠陥の残留する単結晶半導体層１０６の修復と、表面に凹凸構造を形成するレーザ処理を行う。そして図１６（Ｂ）で示すように、単結晶半導体層１０６に第１不純物半導体層１０７とは逆の導電型の不純物元素を添加して第２不純物半導体層１０８を形成する。その後、図１６（Ｃ）に示すように第２不純物半導体層１０８上に反射防止膜１１９を形成する。

【0074】

その後、図１７（Ａ）で示すように、単結晶半導体層１０６の端部をエッチングして第１電極１０３を露出させ、図１７（Ｂ）で示すように第１補助電極１１３及び第２補助電極１１４を形成する。第２補助電極１１４は反射防止膜１１９上に形成し、その後、絶縁破壊電圧を瞬間的に印加することにより第２不純物半導体層１０８と導通をとることができ、補助電極として機能させることができる。

【0075】

本形態によれば、単結晶半導体層１０６に第２不純物半導体層１０８を形成した後にパッシベーション膜としても機能する反射防止膜１１９を形成することで、表面再結合速度を低くすることができ、光電変換装置の変換効率を高めることができる。

【0076】

本形態は、実施形態２～７と自由に組み合わせることができる。

【0077】

（実施形態９）

本形態は、実施形態２と異なる製造工程を図１８に示す。支持基板１０１上に単結晶半導体層１０６を接着した後（図６（Ｂ））、図１８（Ａ）において示すように、結晶欠陥の残留する単結晶半導体層１０６の修復と、表面に凹凸構造を形成するレーザ処理を行う。その後、図１８（Ｂ）で示すように反射防止膜１１９を形成し、図１８（Ｃ）で示すように第２不純物半導体層１０８を形成する。本形態によれば、第２不純物半導体層１０８の形成前にレーザ処理を行うので、レーザビームの照射による溶融領域を単結晶半導体層１０６の内部まで広げることができ、再単結晶化による欠陥修復の効果をより高めることができる。

【0078】

その後、図7（Ｃ）のように単結晶半導体層１０６の周辺部をエッチングして第１電極１０３を露出させ、第１補助電極１１３及び第２補助電極１１４を形成すれば良い。第２補助電極１１４は反射防止膜１１９上に形成されるが、絶縁破壊電圧を瞬間的に印加してバーンインコンタクトを形成することにより電極として機能させることができる。

【0079】

本形態は、実施形態２～７と自由に組み合わせることができる。

【0080】

（実施形態１０）

本形態は、実施形態２と異なる製造工程を図１９に示す。支持基板１０１上の単結晶半導体層１０６にレーザ処理を行い、再単結晶化と表面に凹凸構造を形成する。そして図１９（Ａ）で示すように、単結晶半導体層１０６を覆うように絶縁層１２０を形成する。そして、図１９（Ｂ）で示すように、絶縁層１２０に開口部を形成して単結晶半導体層１０６を露出させ、その開口部に第２不純物半導体層１０８を形成する。その後、図１９（Ｃ）で示すように、絶縁層１２０と単結晶半導体層１０６を貫通し第１電極１０３に達する開口部を形成し、第１補助電極１１３及び第２補助電極１１４を形成する。さらに反射防止膜１１９を形成する。本形態のように、単結晶半導体層１０６の内側に開口部を形成して第１電極１０３と導通する第１補助電極１１３を形成することにより、光電変換装置の小型化を図ることができる。

SAMSUNG EX. 1002 - 1090/1684

【0081】
本形態は、実施形態２～７と自由に組み合わせることができる。
【0082】
（実施形態１１）
実施形態１～１０により製造される光電変換装置を用いた太陽光発電モジュールの一例を図２０（Ａ）に示す。この太陽光発電モジュール３０は、支持基板１０１に設けられた単結晶半導体層１０６により光電変換装置１０が構成されている。単結晶半導体層１０６には光電変換機能を発現させる第１不純物半導体層、第２不純物半導体層などが形成されている。
【0083】
第１補助電極１１３は単結晶半導体層１０６の裏面側に形成されている第１電極と接続する電極であり、第２補助電極１１４は櫛形又は格子状の電極である。第１補助電極１１３と第２補助電極１１４は支持基板１０１の一面に形成され、支持基板１０１の端部領域でコネクタ用の第１裏面電極１２１と第２裏面電極１２２とそれぞれ接続する。図２０（Ｂ）は、Ｃ－Ｄ切断線に対応する断面図であり、支持基板１０１の貫通口を通して第１補助電極１１３と第２補助電極１１４が第１裏面電極１２１と第２裏面電極１２２とそれぞれ接続している。
【0084】
このように、支持基板１０１に単結晶半導体層１０６を接合して光電変換装置１０を形成することにより、太陽光発電モジュールの薄型化を図ることができる。なお、本形態において、光電変換装置１０に代えて、図３で示すタンデム型光電変換装置２０を適用しても良い。
【0085】
（実施形態１２）
図２１は太陽光発電モジュール３０を用いた太陽光発電システムの一例を示す。一又は複数の太陽光発電モジュール３０の出力電力は、充電制御回路１２３により蓄電池１２４を充電する。蓄電池１２４の充電量が多い場合には、負荷１２５に直接出力される場合もある。
【0086】
蓄電池１２４として電気二重層キャパシタを用いると、充電に化学反応を必要とせず、急速に充電することができる。また、化学反応を利用する鉛蓄電池などに比べ、寿命を約８倍、充放電効率を１．５倍に高めることができる。負荷１２５としては、蛍光灯、発光ダイオード、エレクトロルミネッセンスパネルなどの照明、小型の電子機器など、さまざまな用途に応用することができる。
【図面の簡単な説明】
【0087】
【図1】光電変換装置の構成を示す平面図。
【図2】光電変換装置の製造工程を説明する断面図。
【図3】タンデム型光電変換装置の製造工程を説明する断面図。
【図4】タンデム型光電変換装置の動作を説明するエネルギーバンド図。
【図5】光電変換装置の製造工程を説明する断面図。
【図6】光電変換装置の製造工程を説明する断面図。
【図7】光電変換装置の製造工程を説明する断面図。
【図8】光電変換装置の製造工程を説明する断面図。
【図9】イオンドーピング装置の構成を説明する図。
【図10】レーザ処理装置の構成を説明する図。
【図11】光電変換装置の製造工程を説明する断面図。
【図12】光電変換装置の製造工程を説明する断面図。
【図13】光電変換装置の製造工程を説明する断面図。
【図14】光電変換装置の製造工程を説明する断面図。

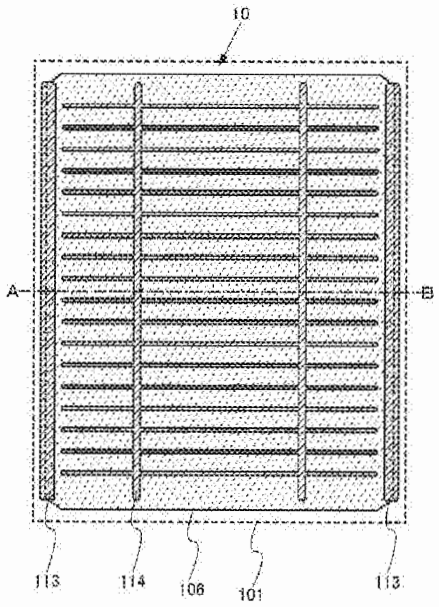
SAMSUNG EX. 1002 - 1091/1684

【図15】光電変換装置の製造工程を説明する断面図。
【図16】光電変換装置の製造工程を説明する断面図。
【図17】光電変換装置の製造工程を説明する断面図。
【図18】光電変換装置の製造工程を説明する断面図。
【図19】光電変換装置の製造工程を説明する断面図。
【図20】（Ａ）太陽光発電モジュールの構成を説明する平面図。（Ｂ）切断線Ｃ―Ｄによる図２０（Ａ）の断面図。
【図21】太陽光発電システムの一例を説明する図。
【符号の説明】
【0088】
１０　光電変換装置
２０　タンデム型光電変換装置
３０　太陽光発電モジュール
１０１　支持基板
１０２　絶縁層
１０３　第１電極
１０４　第１ユニットセル
１０５　第２ユニットセル
１０６　単結晶半導体層
１０７　第１不純物半導体層
１０８　第２不純物半導体層
１０９　非単結晶半導体層
１１０　第３不純物半導体層
１１１　第４不純物半導体層
１１２　第２電極
１１３　第１補助電極
１１４　第２補助電極
１１５　半導体基板
１１６　保護膜
１１７　損傷層
１１８　バリア層
１１９　反射防止膜
１２０　絶縁層
１２１　第１裏面電極
１２２　第２裏面電極
１２３　充電制御回路
１２４　蓄電池
１２５　負荷
２００　イオン源
２０１　フィラメント
２０２　フィラメント電源
２０３　電源制御部
２０４　ガス供給部
２０５　引出し電極系
２０６　載置台
２０７　質量分析管
２０８　質量分析計
２１０　レーザ発振器
２１１　光学系
２１２　ガス噴射筒

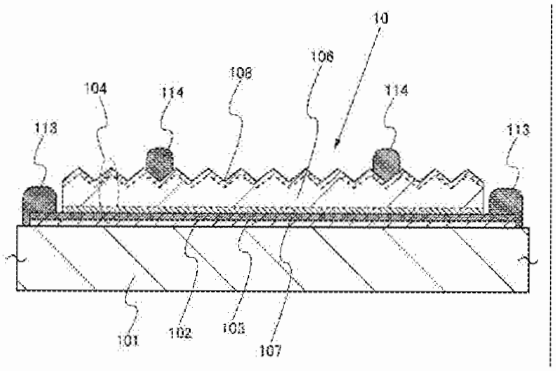
SAMSUNG EX. 1002 - 1092/1684

２１３　ガス供給部
２１４　流量制御部
２１５　ガス加熱部
２１６　ガス供給部
２１７　シリンドリカルレンズアレイ
２１８　シリンドリカルレンズ
２１９　ミラー
２２０　ダブレットシリンドリカルレンズ
２２１　光導入窓
２２２　基板ステージ
２２３　ガイドレール
２２４　スライダ

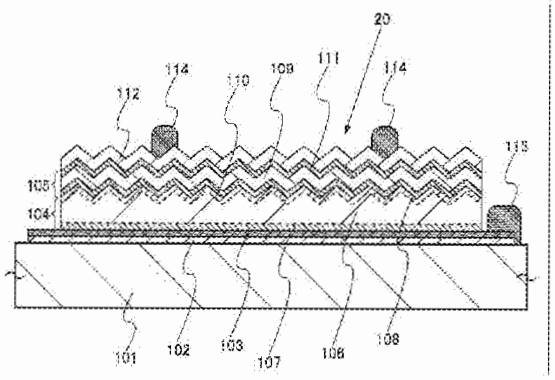
【図1】



【図2】

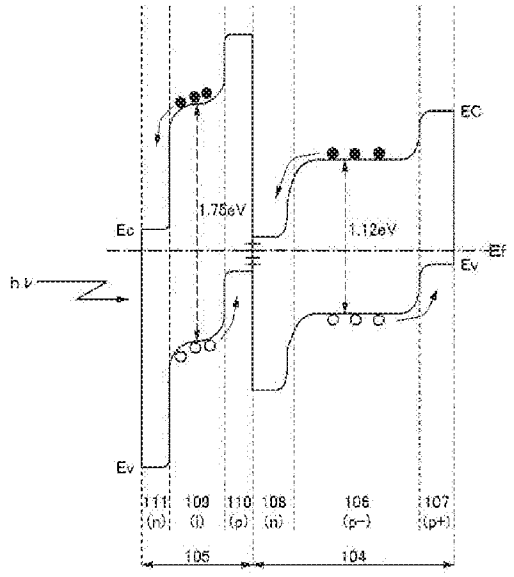


【図3】

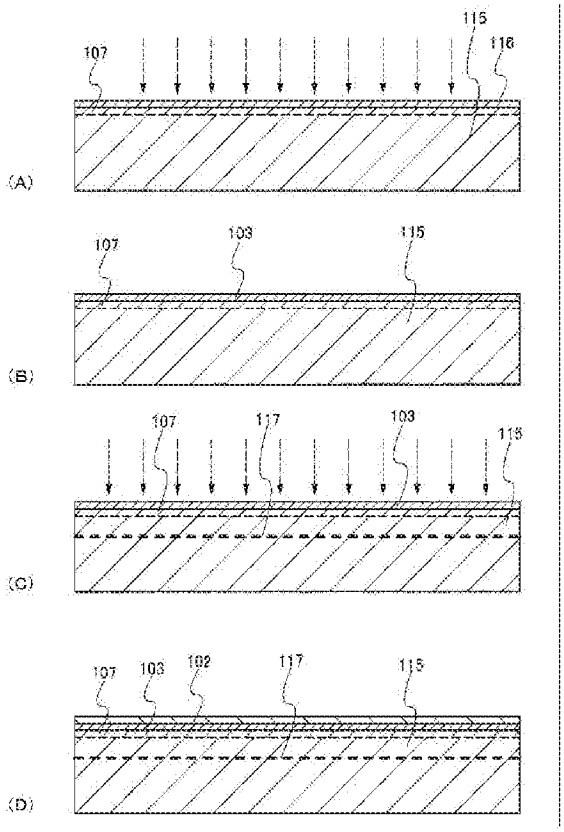


SAMSUNG EX. 1002 - 1093/1684

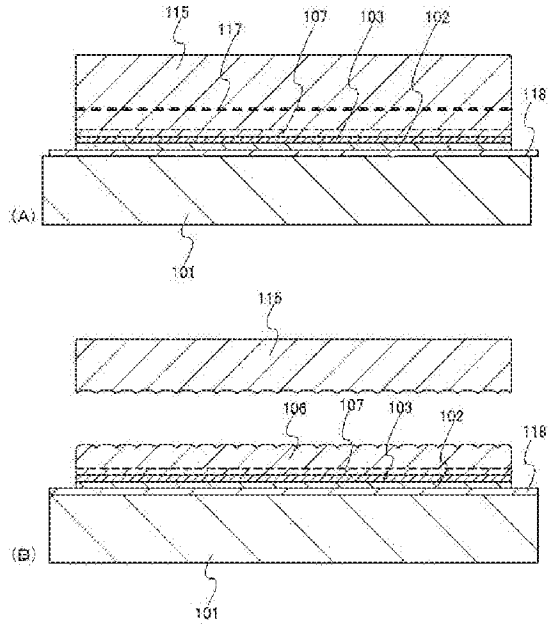
【図4】



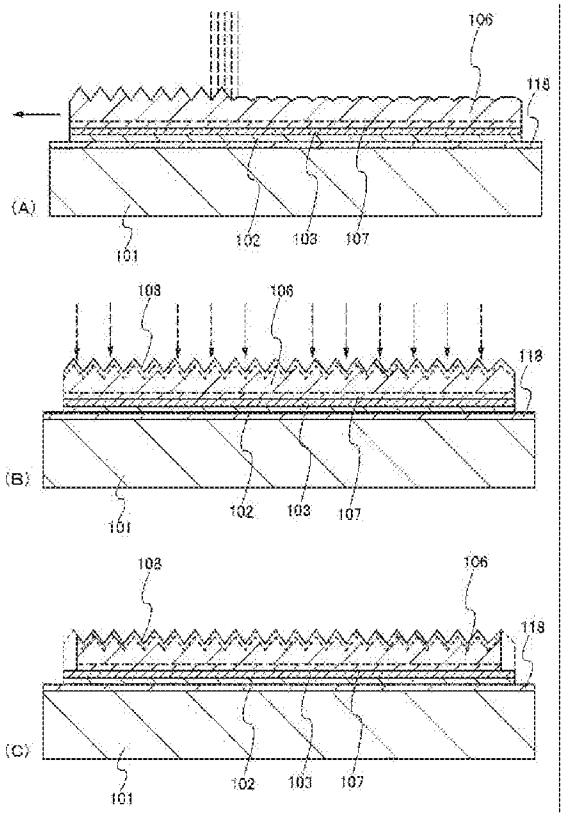
【図5】



【図6】

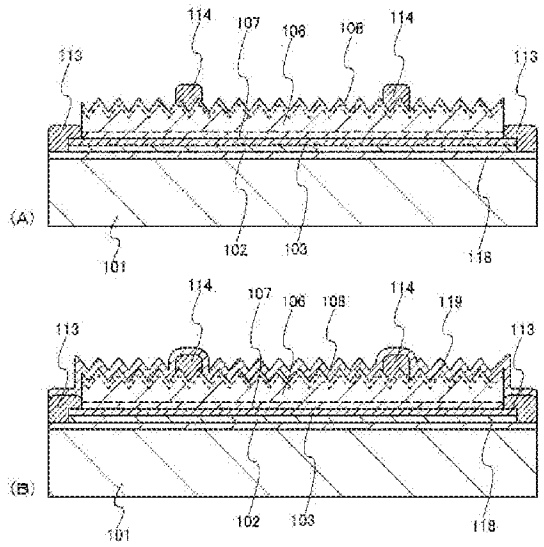


【図7】

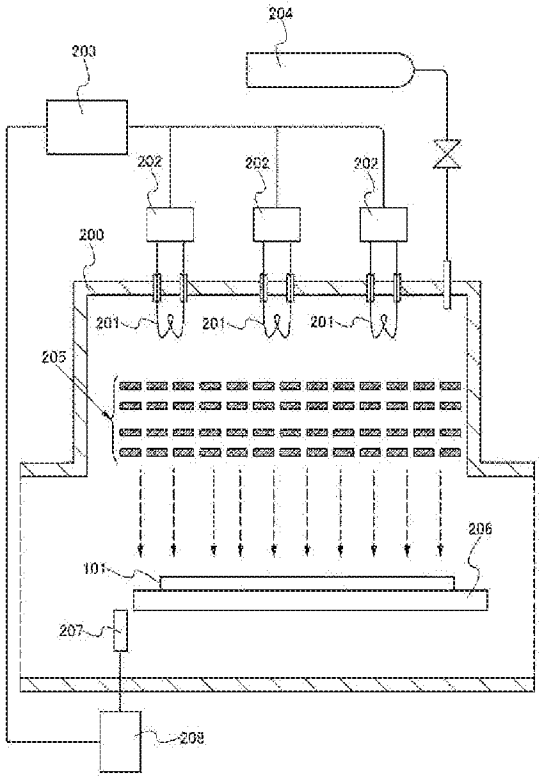


SAMSUNG EX. 1002 - 1094/1684

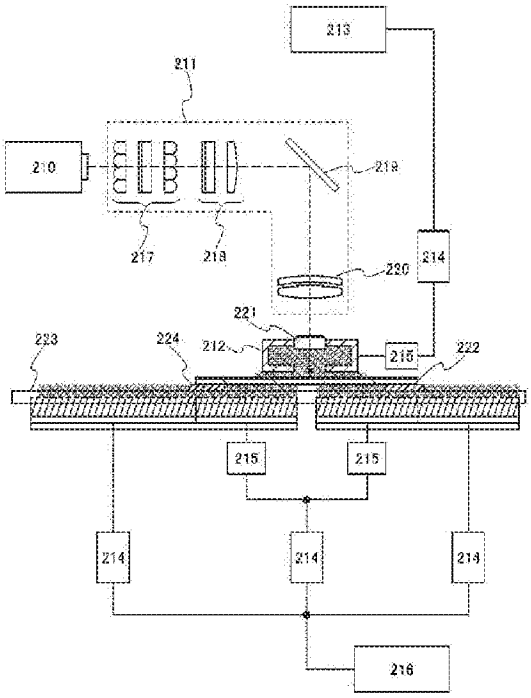
【図8】



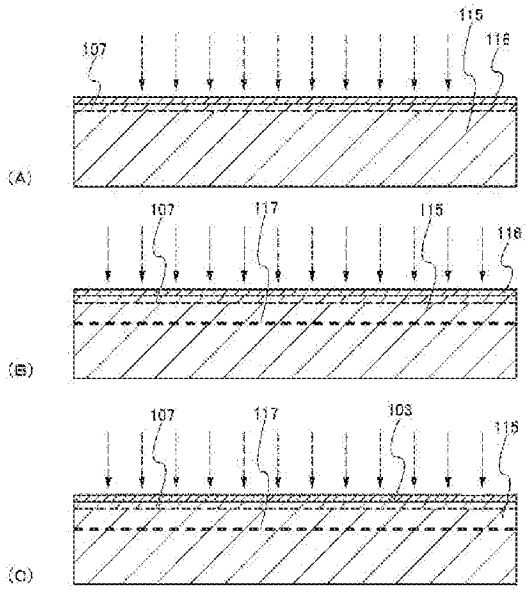
【図9】



【図10】

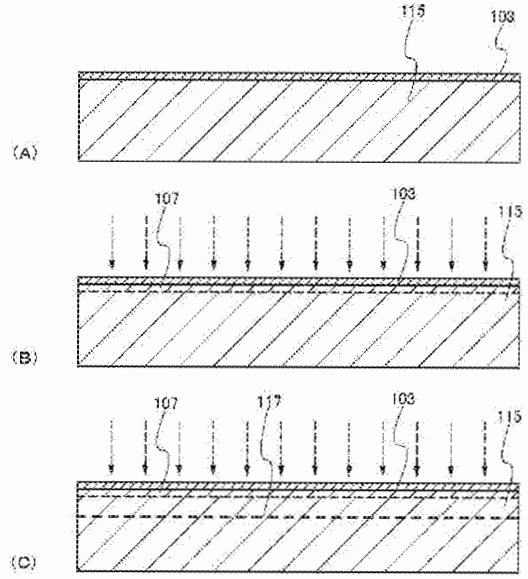


【図11】

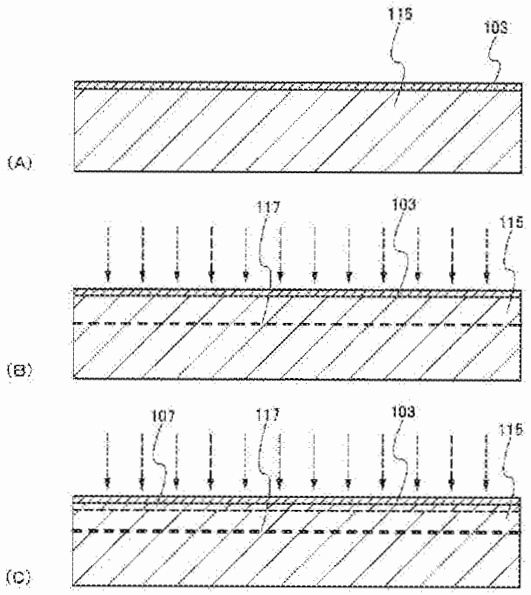


SAMSUNG EX. 1002 - 1095/1684

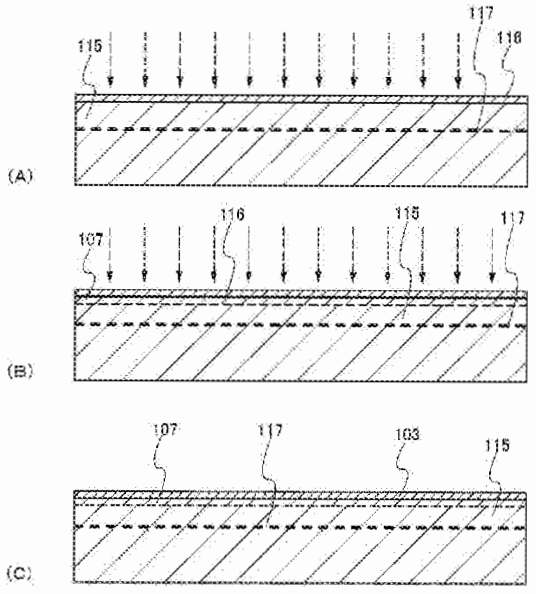
【図12】



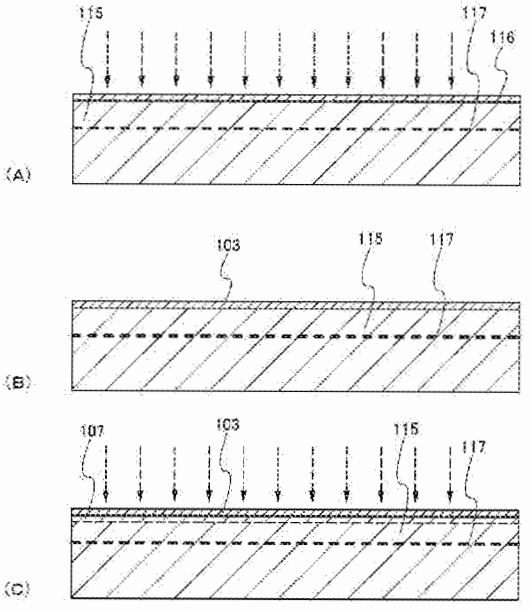
【図13】



【図14】

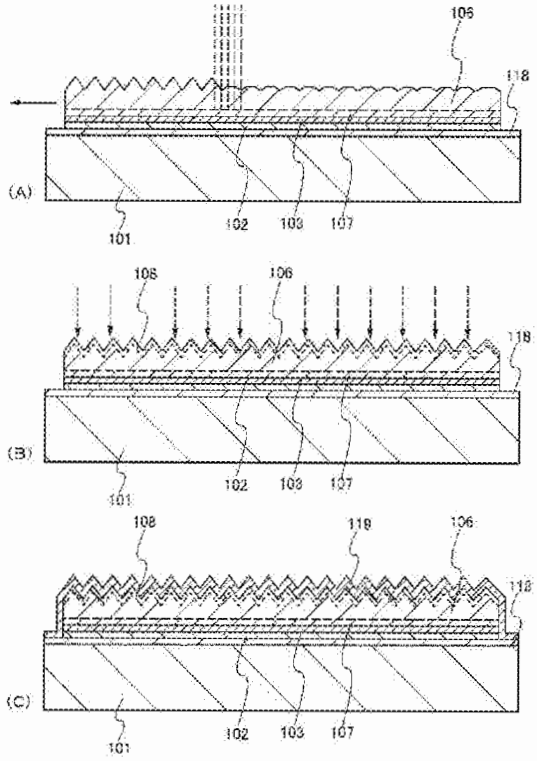


【図15】

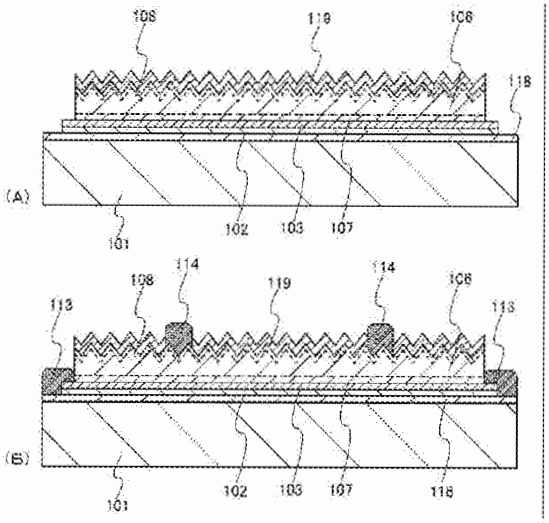


SAMSUNG EX. 1002 - 1096/1684

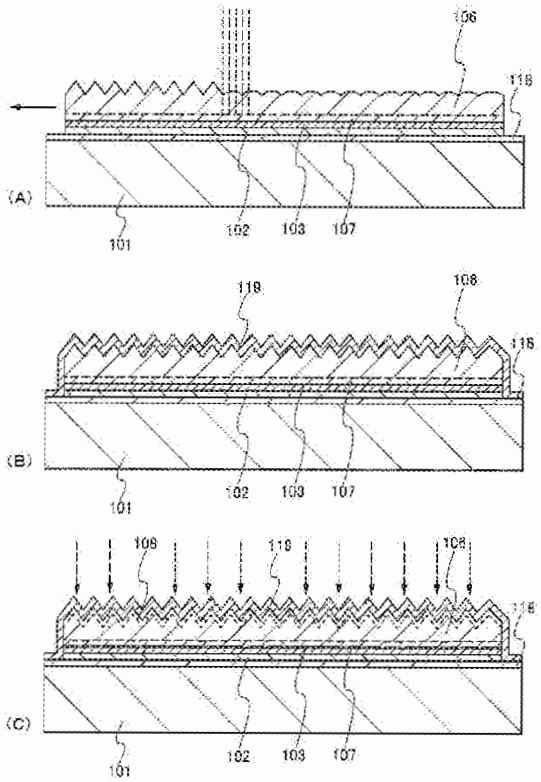
【図16】



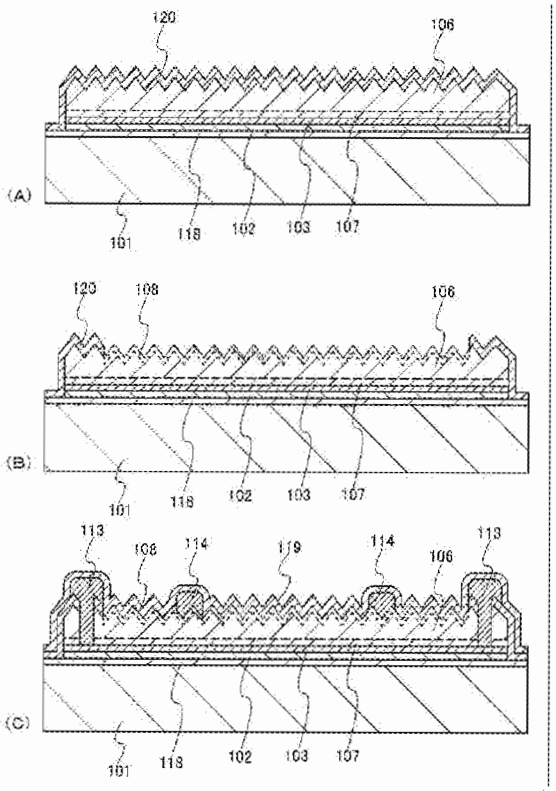
【図17】



【図18】

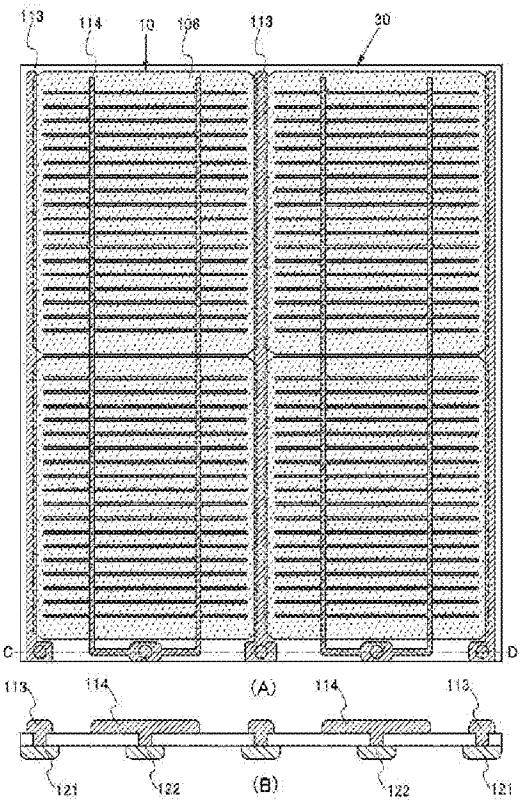


【図19】

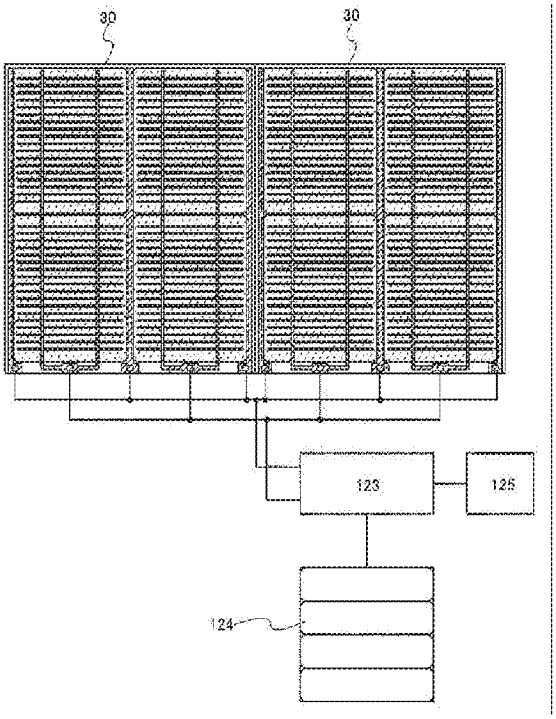


SAMSUNG EX. 1002 - 1097/1684

【図20】



【図21】



SAMSUNG EX. 1002 - 1098/1684

SAMSUNG EX. 1002 - 1099/1684

Espacenet

Bibliographic data: JP2009253683 (A) — 2009-10-29

PHOTOSENSOR

Inventor(s): MASUDA SATOSHI ± (MASUDA SATOSHI)

Applicant(s): KONICA MINOLTA HOLDINGS INC ± (KONICA MINOLTA HOLDINGS INC)

Classification: **- international:*H04N5/335; H04N5/353; H04N5/361; H04N5/369; H04N5/374; H04N5/376; H04N5/378***

- cooperative:

Application number: JP20080099434 20080407 Global Dossier

Priority number (s): JP20080099434 20080407

Also published as: JP4968151 (B2)

Abstract of JP2009253683 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a photosensor capable of shortening an accumulation time (exposure time) of pixel output signals in a photoelectric transducer. SOLUTION: The present invention relates to an active matrix-type photosensor, comprising (m) pieces of gate lines in a row shape; (n) pieces of signal lines in a columnar shape; (m×n) pieces of pixels P11-Pmn, in a matrix shape, displaced at intersecting portions of the gate lines and the signal lines; and a vertical scan circuit 11 which outputs, to the gate lines, gate signals for controlling active elements inside the pixels. An optical switch PSW is provided for detecting a light radiated area, and according to the output of the optical switch PSW, the vertical scan circuit 11 is capable of control the active elements inside the pixels of a plurality of rows in timing different for each row within one horizontal scanning term. ;COPYRIGHT: (C)2010,JPO&INPIT

(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2009-253683
(P2009-253683A)
(43)公開日　平成21年10月29日(2009.10.29)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H04N 5/335	(2006.01)	H04N	5/335	Q	5C024
		H04N	5/335	E	
		H04N	5/335	W	

審査請求 未請求　請求項の数 9　ＯＬ　（全 16 頁）

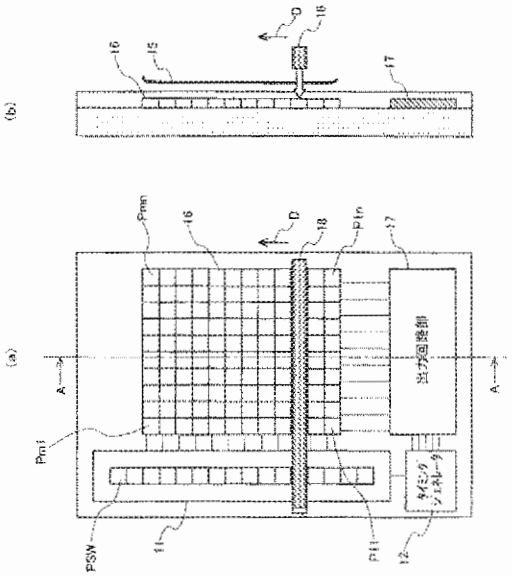
(21)出願番号　特願2008-99434 (P2008-99434)
(22)出願日　平成20年4月7日 (2008.4.7)

(71)出願人　000001270
コニカミノルタホールディングス株式会社
東京都千代田区丸の内一丁目６番１号
(74)代理人　100085501
弁理士　佐野　静夫
(74)代理人　100128842
弁理士　井上　温
(72)発明者　増田　敏
東京都日野市さくら町１番地　コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内

Ｆターム(参考)　5C024 AX02 CX32 CX61 CX63 EX12 GX03 GX18 GX20 GY37 GY41 GZ22 HX02 HX13 HX17 HX32 HX40

(54)【発明の名称】光センサ

(57)【要約】
【課題】光電変換素子での画素出力信号の蓄積時間（露光時間）の短縮化を図ることができる光センサを提供する。
【解決手段】行状のｍ本のゲート線と、列状のｎ本の信号線と、前記ゲート線と前記信号線の各交差部に配置された行列状のｍ×ｎ個の画素Ｐ１１～Ｐｍｎと、前記画素内の能動素子を制御するためのゲート信号を前記ゲート線に出力する垂直走査回路１１とを備えるアクティブマトリックス型の光センサであって、光照射領域を検知する光スイッチＰＳＷを備え、垂直走査回路１１が、光スイッチＰＳＷの出力に応じて、複数行の前記画素内の能動素子を、１水平走査期間内に行毎に異なるタイミングで制御可能であることを特徴とする光センサ。
【選択図】図１



SAMSUNG EX. 1002 - 1101/1684

【特許請求の範囲】
【請求項1】
行状の複数のゲート線と、列状の複数の信号線と、前記ゲート線と前記信号線の各交差部に配置された行列状の複数の画素と、前記画素内の能動素子を制御するためのゲート信号を前記ゲート線に出力する垂直走査回路とを備えるアクティブマトリックス型の光センサであって、
光照射領域を検知する光スイッチを備え、
前記垂直走査回路が、前記光スイッチの出力に応じて、複数行の前記画素内の能動素子を、１水平走査期間内に行毎に異なるタイミングで制御可能であることを特徴とする光センサ。
【請求項2】
前記光スイッチが行毎に設けられている請求項１に記載の光センサ。
【請求項3】
前記光スイッチが前記画素内の光電変換素子と同一の構造である請求項１又は請求項２に記載の光センサ。
【請求項4】
前記光スイッチのオン期間をモニターするカウンタを備え、前記カウンタのカウンタ値を用いて露出補正を行う請求項１～３のいずれか１項に記載の光センサ。
【請求項5】
前記画素内の光電変換素子が少なくも有機半導体材料を用いて形成されている請求項１～４のいずれか１項に記載の光センサ。
【請求項6】
前記画素内の光電変換素子のリセット制御と前記画素の出力信号の読出し制御とのうち、少なくとも一つを前記光スイッチの出力に応じて行う請求項１～５のいずれか１項に記載の光センサ。
【請求項7】
ｋ（ｋは自然数）行目が光照射領域であることを検知するｋ行目の光スイッチの出力に応じて、ｋ行目以降の画素内の光電変換素子がリセット制御される請求項６に記載の光センサ。
【請求項8】
ｋ（ｋは自然数）行目が光照射領域であることを検知するｋ行目の光スイッチの出力に応じて、複数行の画素内の光電変換素子がリセット制御される請求項７に記載の光センサ。
【請求項9】
ｋ（ｋは自然数）行目が光照射領域であることを検知するｋ行目の光スイッチの出力に応じて、ｋ行目以前の画素の出力信号が読出し制御される請求項６～８のいずれか１項に記載の光センサ。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【0001】
本発明は、複数の画素を有するアクティブマトリックス基板を用いた２次元光センサに関する。当該光センサの応用領域としては、例えば、スキャナー、コピー機、放射線画像読取装置等の密着型２次元画像読取装置がある。
【背景技術】
【0002】
一般的な２次元光センサとして、ＣＭＯＳ（Complementary Metal Oxide Semiconductor）アクティブセンサ、ＣＣＤ（Charge Coupled Device）等がある。これらの従来の光センサでは、単結晶シリコン基板を用い、単結晶シリコン基板内に光電変換素子が作製されている。単結晶材料は欠陥が極めて少なく、光センサのノイズ特性を決める要因の一つである暗電流が極めて小さいので、Ｓ／Ｎ比が高くなり、優れた特性を得ることができる。

SAMSUNG EX. 1002 - 1102/1684

しかし、単結晶シリコン基板を用いた場合、ウェハーサイズによる制約のため大面積化が困難であり、また、基板価格が高いため低コスト化が困難である。

【0003】

このため、大面積２次元光センサとして、アクティブマトリックス基板を用いた２次元光センサが提案されている（例えば、特許文献１及び特許文献２参照）。ここで、アクティブマトリックス基板を用いた従来の２次元光センサに関して、その一般的な構成（ｍ行×ｎ列の場合）を図１２に示す。

【0004】

アクティブマトリックス基板を用いた従来の２次元光センサの一般的な構成について図１２を参照して説明する。各画素Ｐ１１～Ｐｍｎはそれぞれ、フォトダイオード１と、１個のＴＦＴ（Thin Film Transistor）２とを有する構成であり、画素内にはリセットトランジスタが存在しない。

【0005】

フォトダイオード１のカソードにはバイアス電圧V_{BIAS}が印加されている。１列目の画素Ｐ１１～Ｐｍ１では、フォトダイオード１のアノードがＴＦＴ２を介して信号線ＳＬ１に接続されており、２列目の画素Ｐ１２～Ｐｍ２では、フォトダイオード１のアノードがＴＦＴ２を介して信号線ＳＬ２に接続されており、ｎ列目の画素Ｐ１ｎ～Ｐｍｎでは、フォトダイオード１のアノードがＴＦＴ２を介して信号線ＳＬｎに接続されている。また、１行目の画素Ｐ１１～Ｐ１ｎでは、ＴＦＴ２のゲートがゲート線ＧＬ１に接続されており、２行目の画素Ｐ２１～Ｐ２ｎでは、ＴＦＴ２のゲートがゲート線ＧＬ２に接続されており、ｍ行目の画素Ｐｍ１～Ｐｍｎでは、ＴＦＴ２のゲートがゲート線ＧＬｍに接続されている。垂直走査回路１１は、ゲート線ＧＬ１にゲート信号Ｇ（１）を供給し、ゲート線ＧＬ（２）にゲート信号Ｇ２を供給し、ゲート線ＧＬｍにゲート信号Ｇ（ｍ）を供給する。

【0006】

列出力回路１０－１～１０－ｎはそれぞれ、オペアンプ３、キャパシタ４、及びスイッチ５によって構成されるチャージセンシングアンプと、スイッチ６及び７と、サンプルホールド回路８及び９とを有している。そして、列出力回路１０－１～１０－ｎ、マルチプレクサ１３、Ａ／Ｄ変換器１４が出力回路部を構成している。

【0007】

オペアンプ３の非反転入力端子に基準電圧V_{REF}が印加され、オペアンプ３の反転入力端子と出力端子との間にキャパシタ４及びスイッチ５が並列接続される。また、列出力回路１０－１では、オペアンプ３の反転入力端子に信号線ＳＬ１が接続され、列出力回路１０－２では、オペアンプ３の反転入力端子に信号線ＳＬ２が接続され、列出力回路１０－ｎでは、オペアンプ３の反転入力端子に信号線ＳＬｎが接続される。

【0008】

オペアンプ３の出力端子は、スイッチ６を介してサンプルホールド回路８の入力端に接続され、スイッチ７を介してサンプルホールド回路９の入力端に接続される。サンプルホールド回路８及び９の出力端はマルチプレクサ１３の入力端に接続される。マルチプレクサ１３の出力信号ＭＸｏｕｔはＡ／Ｄ変換器１４によってＡ／Ｄ変換される。

【0009】

タイミングジェネレータ１２は、垂直走査回路１１、列出力回路１０－１～１０－ｎ、マルチプレクサ１３、及びＡ／Ｄ変換器１４の動作タイミングを制御しており、信号φＡＲＳＴをスイッチ５に供給し、信号φＳＨＲをスイッチ６に供給し、信号φＳＨＳをスイッチ７に供給している。

【0010】

続いて、アクティブマトリックス基板を用いた従来の２次元光センサの駆動について図１２及び図１３を参照して説明する。図１３は、図１２に示す２次元光センサの概略タイミングチャートを示す図である。

【0011】

ｔ１時点において、スイッチ５がオンになり、チャージセンシングアンプのリセットが

SAMSUNG EX. 1002 - 1103/1684

行われる。

【0012】

ｔ２時点において、スイッチ６がオンになり、リセットされたときのチャージセンシングアンプの出力がサンプルホールド回路８によってサンプルホールドされる。

【0013】

ｔ３時点において、ＴＦＴ２が行単位でオンになり、１行分の画素出力信号が列出力回路１０－１～１０－ｎの各チャージセンシングアンプによって読み出される。ここでは、１行目のＴＦＴ２がオンになり、１行目の画素出力信号が読み出される。

【0014】

ｔ４時点において、スイッチ７がオンになり、画素出力信号を読み出したときのチャージセンシングアンプの出力がサンプルホールド回路９によってサンプルホールドされる。

【0015】

ｔ５時点から、サンプルホールドした１行分の出力信号$MXout_{11,\cdots,1n}$がマルチプレクサ１３によって順次選択されてシリアルに読み出される。

【0016】

上述した１水平走査期間で行われるｔ２時点以降の１行分の処理を全行に対して順次実施することで、２次元画像が得られる。すなわち、ｔ１’時点（＝ｔ５時点）でチャージセンシングアンプのリセットが行われた後、ｔ２’時点以降の２行目の処理が実施され、２行目の出力信号$MXout_{21,\cdots,2n}$がマルチプレクサ１３によって順次選択されてシリアルに読み出され、ｔ１’’時点でチャージセンシングアンプのリセットが行われた後、ｔ２’’時点以降の３行目の処理が実施され、その後、順次ｍ行目まで各行の処理が実施され、最後にｍ行目の出力信号$MXout_{m1,\cdots,mn}$がマルチプレクサ１３によって順次選択されてシリアルに読み出される。

【0017】

なお、リセットされたときのチャージセンシングアンプの出力と画素出力信号を読み出したときのチャージセンシングアンプの出力とを差分することにより、相関２重サンプリング処理が実施される。

【0018】

図１２に示す２次元光センサでは、ＴＦＴ２がオンになり、画素出力信号が読み出されることによって、フォトダイオード１のリセット動作が行われる。したがって、１枚の画像を得るためには、画素のリセット動作と画素出力信号の読み出し動作との計２フレーム（２垂直走査期間）の処理時間が必要となる。また、画素出力信号は、最低でも１垂直走査期間の画素出力信号読み出し期間の間、フォトダイオード１に蓄積されることになる。なお、１垂直走査期間は、信号φＡＲＳＴの周期と光センサの行数ｍとの積となっている。

【0019】

【特許文献1】特開平４－３０９０５９号公報

【特許文献2】特開平８－３２１９１２号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0020】

アクティブマトリックス基板を用いた２次元光センサのフォトダイオード１は、アモルファスシリコン等の無機半導体材料や導電性高分子化合物を含有する電子供与体とπ共有系化合物を含有する電子受容体を混合した層等の有機半導体材料でガラス等の基板上に形成され、単結晶シリコンで形成されたフォトダイオードに比べ暗電流が大幅に大きくなる。暗電流の増加によるＳ／Ｎの劣化を抑制するために、例えばコピー機に応用する場合、照射光量を大きくすることで、信号レベルを稼ぎ、フォトダイオード１での画素出力信号の蓄積時間（露光時間）を短縮してノイズレベルを抑えるといった手法が大変有効である。このため、フォトダイオード１での画素出力信号の蓄積時間（露光時間）の短縮が望まれている。

SAMSUNG EX. 1002 - 1104/1684

【0021】
また、多画素数化に伴い１フレーム（１垂直走査期間）に掛かる処理時間が増加しており、単位時間当たりの画像処理枚数を制限している。フォトダイオード１での画素出力信号の蓄積時間（露光時間）が短縮できれば単位時間当たりの画像処理枚数の増加が見込まれるため、フォトダイオード１での画素出力信号の蓄積時間（露光時間）の短縮が望まれている。
【0022】
本発明は、上記の状況に鑑み、光電変換素子での画素出力信号の蓄積時間（露光時間）の短縮化を図ることができる光センサを提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【0023】
上記目的を達成するために本発明に係る光センサは、行状の複数のゲート線と、列状の複数の信号線と、前記ゲート線と前記信号線の各交差部に配置された行列状の複数の画素と、前記画素内の能動素子を制御するためのゲート信号を前記ゲート線に出力する垂直走査回路とを備えるアクティブマトリックス型の光センサであって、光照射領域を検知する光スイッチを備え、前記垂直走査回路が、前記光スイッチの出力に応じて、複数行の前記画素内の能動素子を、１水平走査期間内に行毎に異なるタイミングで制御可能であるようにする。なお、前記光スイッチは、前記垂直走査回路内であっても、前記垂直走査回路外であってもよい。
【0024】
このような構成によると、複数行の画素内の能動素子を、１水平走査期間内に行毎に異なるタイミングで制御することができるので、画素のリセット動作と画素出力信号の読み出し動作に２フレーム（２垂直走査期間）の処理時間を必要としない。したがって、光電変換素子での画素出力信号の蓄積時間（露光時間）の短縮化を図ることができる。また、このような構成によると、光照射領域の移動を光スイッチにより直接検知しているため、光照射領域の移動制御と読出し行制御の同期が不要になり、固体調整作業が不要になる。
【0025】
また、前記光スイッチを行毎に設けてもよい。
【0026】
また、前記光スイッチを前記画素内の光電変換素子と同一の構造にしてもよい。これにより、低コスト化を図ることができる。
【0027】
また、前記光スイッチのオン期間をモニターするカウンタを備え、前記カウンタのカウンタ値を用いて露出補正を行うようにしてもよい。これにより、高精度な撮影が可能となる。
【0028】
また、前記画素内の光電変換素子が少なくも有機半導体材料を用いて形成されているようにしてもよい。
【0029】
また、前記画素内の光電変換素子のリセット制御と前記画素の出力信号の読出し制御とのうち、少なくとも一つを前記光スイッチの出力に応じて行うようにしてもよい。この場合、ｋ（ｋは自然数）行目が光照射領域であることを検知するｋ行目の光スイッチの出力に応じて、ｋ行目以降の画素（例えば（ｋ＋２）行目の画素）内の光電変換素子がリセット制御されるようにしてもよい。さらに、光電変換素子のリセットレベルの安定化・完全化を図る観点から、ｋ（ｋは自然数）行目が光照射領域であることを検知するｋ行目の光スイッチの出力に応じて、複数行の画素内の光電変換素子がリセット制御されるようにしてもよい。また、この場合、ｋ（ｋは自然数）行目が光照射領域であることを検知するｋ行目の光スイッチの出力に応じて、ｋ行目以前の画素（例えば（ｋ－２）行目の画素）の出力信号が読出し制御されるようにしてもよい。
【発明の効果】

SAMSUNG EX. 1002 - 1105/1684

【0030】
本発明に係る光センサによると、複数行の画素内の能動素子を、１水平走査期間内に行毎に異なるタイミングで制御することができるので、画素のリセット動作と画素出力信号の読み出し動作に２フレーム（２垂直走査期間）の処理時間を必要としない。したがって、光電変換素子での画素出力信号の蓄積時間（露光時間）の短縮化を図ることができる。また、本発明に係る光センサによると、光照射領域の移動を光スイッチにより直接検知しているため、光照射領域の移動制御と読出し行制御の同期が不要になり、固体調整作業が不要になる。
【発明を実施するための最良の形態】
【0031】
本発明の実施形態について図面を参照して以下に説明する。
【0032】
＜第１実施形態＞
本発明の第１実施形態に係る光センサの概略構成を図１に示す。図１（ａ）は平面図であり、図１（ｂ）は図１（ａ）の線Ａ―Ａに沿って切断した断面図である。なお、図１中の矢印Ｄは光源１８の移動方向を示している。
【0033】
図１に示す本発明の第１実施形態に係る光センサは、被写体１５の透過像を撮像する２次元光センサであり、垂直走査回路１１と、タイミングジェネレータ１２と、画素Ｐ１１～Ｐｍｎからなる画素アレイ部１６と、列出力回路、マルチプレクサ、及びＡ／Ｄ変換器（図１において不図示）から成る出力回路部１７とを備えており、カラー撮像を行うためのＲＧＢカラーフィルタ（不図示）が画素アレイ部１６上にベイヤ配列で配置されている。
【0034】
光源１８は、白色の線光源（例えば、白色ＬＥＤ［Light Emitting Diode］と導光板からなる白色の線光源）であり、最初の行である１行から最終行であるｍ行に向かって等速運動している。光源１８の移動速度は図１に示す本発明の第１実施形態に係る光センサの水平走査期間により決まる。また、光源１８の幅は移動方向の画素ピッチと同一である。
【0035】
タイミングジェネレータ１２と、画素アレイ部１６と、出力回路部１７とは、図１２に示す従来の２次元光センサと同様の構成であるため、詳細な説明を省略する。これに対して、図１に示す本発明の第１実施形態に係る光センサの垂直走査回路１１は、本発明の特徴部分であって、図１２に示す従来の２次元光センサの垂直走査回路１１とは異なる構成であり、光スイッチＰＳＷを有している。
【0036】
図１に示す本発明の第１実施形態に係る光センサの垂直走査回路１１の一構成例を図２に示す。なお、図２中の矢印Ｄは光源の移動方向を示している。
【0037】
図２に示す垂直走査回路は、光源１８の走査を感知する光スイッチＰＳＷ（１）～ＰＳＷ（ｍ）を行毎に備えている。なお、光スイッチＰＳＷ（１）～ＰＳＷ（ｍ）は外光の影響による誤動作を避けるために、シュミットトリガタイプであることが望ましい。光スイッチＰＳＷ（１）～ＰＳＷ（ｍ）の出力値は論理演算部１９に入力され、同じく論理演算部１９に入力されるリセット制御信号Ｓ１及び読出し制御信号Ｓ２とともに、ゲート信号Ｇ（１）～Ｇ（ｍ）を生成するために用いられる。
【0038】
フォトダイオードでの画素出力信号の蓄積時間を短縮するためには、垂直走査回路が、複数行の画素内のフォトダイオードを、１水平走査期間内に行毎に異なるタイミングで制御可能とする必要がある。そこで、図２に示す垂直走査回路では、光スイッチの出力を２つの異なる行の画素内のフォトダイオードの制御に用いている。具体的には、ｋ行目の光スイッチＰＳＷ（ｋ）の出力を、（ｋ＋２）行目のリセット制御信号φＲＳＴ（ｋ＋２）

SAMSUNG EX. 1002 - 1106/1684

として用いるとともに、（ｋ－２）行目の読出し制御信号φＲＥＡＤ（ｋ－２）としても用いている。なお、ｋは３以上（ｍ－２）以下の自然数である。

【0039】

続いて、図２に示す垂直走査回路の駆動について図３を参照して説明する。図３は、図２に示す垂直走査回路の概略タイミングチャートである。ここでは、ｋ行目のゲート信号Ｇ（ｋ）に着目して説明する。なお、図３中のＬは、光源移動方向の画素ピッチを示している。

【0040】

期間Ｔ１は、光源が（ｋ－２）行目に位置し、（ｋ－２）行目の光スイッチＰＳＷ（ｋ－２）がオン状態になる期間である。このとき、（ｋ－２）行目の光スイッチＰＳＷ（ｋ－２）の出力Ｐ（ｋ－２）がＨｉｇｈレベルになることから、ｋ行目のリセット制御信号φＲＳＴ（ｋ）がＨｉｇｈレベルになる。この状態において、リセット制御信号Ｓ１と論理演算することにより、水平走査期間内の所定のタイミングでゲート信号Ｇ（ｋ）がＨｉｇｈレベルになる。これにより、ｋ行目のフォトダイオードがリセット制御される。

【0041】

期間Ｔ２～Ｔ４では、光源の移動により光源１８が（ｋ－２）行目の位置から離れている。期間Ｔ２は、光源が（ｋ－１）行目に位置し、（ｋ－１）行目の光スイッチＰＳＷ（ｋ－１）がオン状態になる期間であり、期間Ｔ３は、光源がｋ行目に位置し、ｋ行目の光スイッチＰＳＷ（ｋ）がオン状態になる期間であり、期間Ｔ４は、光源が（ｋ＋１）行目に位置し、（ｋ＋１）行目の光スイッチＰＳＷ（ｋ＋１）がオン状態になる期間である。期間Ｔ２～Ｔ４では、（ｋ－２）行目の光スイッチＰＳＷ（ｋ－２）の出力Ｐ（ｋ－２）がＬｏｗレベルになり、ｋ行目のリセット制御信号φＲＳＴ（ｋ）がＬｏｗレベルになることから、ゲート信号Ｇ（ｋ）がＨｉｇｈレベルになることはなく、ｋ行目の画素は光電変換し続け、その画素信号がフォトダイオードに蓄積される。

【0042】

期間Ｔ５では、光源の更なる移動により光源が（ｋ＋２）行目に位置し、（ｋ＋２）行目の光スイッチＰＳＷ（ｋ＋２）がオン状態になる。このとき、（ｋ＋２）行目の光スイッチＰＳＷ（ｋ＋２）の出力Ｐ（ｋ＋２）がＨｉｇｈレベルになることから、ｋ行目の読出し制御信号φＲＥＡＤ（ｋ）がＨｉｇｈレベルになる。この状態において、読出し制御信号Ｓ２と論理演算することにより、水平走査期間内の所定のタイミングでゲート信号Ｇ（ｋ）がＨｉｇｈレベルになる。これにより、ｋ行目のフォトダイオードで蓄積されていた画素出力信号が読み出される。

【0043】

なお、１，２行目のフォトダイオードの制御には、例えば、図４に示すように垂直走査回路の先頭行部に第１のダミー行Ｄ１及び第２のダミー行Ｄ２を設け、１行目のフォトダイオードの制御に第１のダミー行Ｄ１の光スイッチＰＳＷ（Ｄ１）の出力を用い、２行目のフォトダイオードの制御に第２のダミー行Ｄ２の光スイッチＰＳＷ（Ｄ２）の出力を用いるとよい。なお、図４中の矢印Ｄは光源の移動方向を示している。垂直走査回路の先頭行部に設けるダミー行数は、本実施形態の場合は２行以上であればよく、行数は特に限定されない。また、垂直走査回路の先頭行部に設けるダミー行に対応する論理演算回路、ドライバ、及びゲート線を設けてもよい。垂直走査回路の先頭行部に設けるダミー行に対応する論理演算回路を設ける場合、ダミー行のリセット制御信号φＲＳＴのレベルは不問である。

【0044】

また、（ｍ－１），ｍ行目のフォトダイオードの制御には、例えば、図５に示すように垂直走査回路の最終行部に第３のダミー行Ｄ３及び第４のダミー行Ｄ４を設け、（ｍ－１）行目のフォトダイオードの制御に第３のダミー行Ｄ３の光スイッチＰＳＷ（Ｄ３）の出力を用い、ｍ行目のフォトダイオードの制御に第４のダミー行Ｄ４の光スイッチＰＳＷ（Ｄ４）の出力を用いるとよい。なお、図５中の矢印Ｄは光源の移動方向を示している。垂直走査回路の最終行部に設けるダミー行数は、本実施形態の場合は２行以上であればよく

SAMSUNG EX. 1002 - 1107/1684

、行数は特に限定されない。また、垂直走査回路の最終行部に設けるダミー行に対応する論理演算回路、ドライバ、及びゲート線を設けてもよい。垂直走査回路の最終行部に設けるダミー行に対応する論理演算回路を設ける場合、ダミー行のリセット制御信号φＲＳＴのレベルはＬｏｗレベルに固定する。

【0045】

以上より、ｋ行目のフォトダイオードは、光源がｋ行目に位置する直前にリセット制御され、光源がｋ行目の位置から離れた直後に露光を完了し読み出し制御される。なお、ｋ行目のフォトダイオードは、光源がｋ行目に位置しているときにリセット制御され、光源がｋ行目に位置しているときに露光を完了し読み出し制御されように、光スイッチと論理演算回路との接続を変形してもよい。また、リセット制御と読出し制御のいずれか一方のみが光スイッチの出力に応じて行われるように、光スイッチと論理演算回路との接続を変形してもよい。

【0046】

次に、図１に示す本発明の第１実施形態に係る光センサ全体の駆動について図１及び図６を参照して説明する。図６は、図１に示す本発明の第１実施形態に係る光センサの概略タイミングチャートである。

【0047】

ゲート信号以外は図１２に示す従来の２次元光センサの信号（図１３参照）と同様であるので、差異点のみを説明する。なお、図１に示す本発明の第１実施形態に係る光センサにおける画像取得動作は、図１２に示す従来の２次元光センサと同様である（図１３参照）。ゲート信号がＨｉｇｈレベルである期間が、図１２に示す従来の２次元光センサでは垂直走査期間に１回しかないのに対して、図１に示す本発明の第１実施形態に係る光センサでは垂直走査期間に２回に存在する。これにより、フォトダイオードでの画素信号の蓄積時間を短縮及び制御することができる。

【0048】

＜第２実施形態＞

本発明の第２実施形態に係る光センサは、被写体１５の反射像を撮像する２次元光センサである。本発明の第２実施形態に係る光センサの駆動は、本発明の第１実施形態に係る光センサの駆動と同一であるため、説明を省略する。

【0049】

本発明の第２実施形態に係る光センサの概略構成を図７に示す。図７（ａ）は平面図であり、図７（ｂ）は図７（ａ）の線Ａ－Ａに沿って切断した断面図である。なお、図７中の矢印Ｄは光源１８の移動方向を示している。なお、図７において図１と同一の部分については同一の符号を付す。

【0050】

また、本発明の第２実施形態に係る光センサの１画素分の画素構造例を図８に示す。本発明の第２実施形態に係る光センサの画素は、ゲート３３と、ゲート絶縁層２０と、活性層（半導体層）３１と、ドレイン３０と、ソース及びソースバス３２のソースとからなるＴＦＴ、透明電極２６と、光電変換層（半導体層）２７と、画素電極２８とからなるフォトダイオード、並びにカラーフィルタ２４の光入射窓Ｗによって構成される。白色光源２３（図７における光源１８と同一）は矢印Ｄ方向に移動する。画素電極２８とドレイン３０とはコンタクト電極２９によって電気的に接続されており、画素電極２８と活性層（半導体層）３１並びにソース及びソースバス３２のソースとは層間絶縁層２１によって絶縁されている。また、フォトダイオードは保護膜２２によって保護されており、補助容量用電極３４がドレイン３０に対向して設けられている。

【0051】

本発明の第２実施形態に係る光センサにおける撮像は、白色光源２３から光入射窓Ｗを通りカラーフィルタ２４を通過した光が原稿２５に照射され、その反射光をフォトダイオードで受光することによって実施される。

【0052】

SAMSUNG EX. 1002 - 1108/1684

＜第３実施形態＞

本発明の第３実施形態に係る光センサは、本発明の第１及び第２実施形態に係る光センサよりも高精度な撮像が可能な２次元光センサであり、具体的には露出補正を行う光センサである。

【0053】

本発明の第３実施形態に係る光センサの概略構成を図９に示す。図９に示す本発明の第３実施形態に係る光センサは、図７に示す本発明の第２実施形態に係る光センサにカウンタ３５と演算部３６を追加し、カウンタ３５を垂直走査回路１１内に設けた構成である。

【0054】

カウンタ３５は行毎に設けられ、光スイッチＰＳＷのオン期間をモニターする。演算部３６は、各カウンタ３５のカウンタ値を入力し、行毎の露光時間が同一になるように出力回路部１７から出力される読出しデータの露出補正を行う。例えば、出力回路部１７から出力されるｋ行目の読出しデータをｋ行目のカウンタ３５のカウンタ値で割ることによって露出補正を行うとよい。これにより、光源１８の移動速度にムラが生じたときの画像劣化を防止することができる。

【0055】

＜第４実施形態＞

本発明の第４実施形態に係る光センサは、部品点数が少なく、低コスト化が可能な２次元光センサであり、具体的には光スイッチに画素アレイ部のダミー素子を利用する光センサである。

【0056】

本発明の第４実施形態に係る光センサは、図７に示す本発明の第２実施形態に係る光センサから垂直走査回路１１内の光スイッチＰＳＷを取り除き、その代わりにシュミットトリガタイプのアンプを垂直走査回路１１内にダミー素子を画素アレイ部にそれぞれ行毎に設け、そのダミー素子を光スイッチとして利用する構成である。

【0057】

本発明の第４実施形態に係る光センサの光スイッチ部周辺の構成を図１０に示す。なお、図１０において図１２及び図２と同一の部分には同一の符号を付す。シュミットトリガタイプのアンプ３７とダミー素子（フォトダイオード）３８とによって光スイッチ部が構成される。

【0058】

一般的な２次元光センサの画素アレイ部は、被写体を実際に撮像する有効画素以外に、被写体を撮像せずに画像処理等に用いられるダミー画素を有している。そこで、そのダミー画素の領域に、有効画素のフォトダイオード１と同じ構造のダミー素子（フォトダイオード）３８を、有効画素のフォトダイオード１と同じプロセスで同時に作製する。これにより、本発明に係る光センサを実現するにあたって、新たなプロセスで光スイッチのフォトダイオードを作製する必要がなくなるため、低コスト化が可能になる。

【0059】

＜その他の実施例等＞

本発明に係る光センサが撮影する被写体は、透過型原稿（上述した本発明の第１実施形態参照）、反射型原稿（上述した本発明の第２実施形態参照）のどちらでもよい。

【0060】

また、本発明に係る光センサに用いられる光源は、線光源に限定されない。例えば、面光源を行単位で順次点灯制御してもよい。また、被写体が透過型原稿であれば、光源を光センサアレイ上に形成してもよい。この場合、光入射窓は不要となる。

【0061】

また、本発明に係る光センサに用いられる光源は、白色光源に限定されない。単波長光源（モノクロ光源）でもよい。また、異なる波長の光源（例えば、ＲＧＢ）を、フィールドシーケンシャル発光してもよい。この場合、被写体が反射型原稿であれば、カラーフィルタが不要になる。また、画素毎に対応する発光波長を変えてもよい。例えば、図１１に

SAMSUNG EX. 1002 - 1109/1684

示す線光源のようにＲＧＢを繰り返す構成が挙げられる。なお、図１１中の３９は線光源の基板を示し、４０はＢ発光部を示し、４１はＧ発光部を示し、４２はＲ発光部を示している。

【0062】

本発明に係る光センサにおいて白色光源を用いてカラー撮像を行う場合、カラーフィルタを発光側に設けてもよく、受光側に設けてもよい。また、光電変換素子自身に任意の分光感度特性を持たせてカラーフィルタレス構造にしてもよい。

【0063】

本発明に係る光センサに設けられる光電変換素子（例えばフォトダイオード）や能動素子（例えばＴＦＴ）の半導体層は、無機材料、有機材料のいずれであってもよい。無機材料の場合は、例えば、アモルファスシリコンやアモルファスセレン等を用いるとよい。有機材料の場合は、例えば、導電性高分子化合物を含有する電子供与体とπ共有系化合物を含有する電子受容体を混合した層（特許文献２参照）等を用いるとよい。なお、導電性高分子化合物を含有する電子供与体とπ共有系化合物を含有する電子受容体を混合した層を用いる場合、好ましくは、上記導電性高分子化合物が、ポリフェニレンビニレンおよびその誘導体、ポリチオフェンおよびその誘導体、ポリ（チオフェンビニレン）およびその誘導体、ポリアセチレンおよびその誘導体、ポリピロールおよびその誘導体、ポリフルオレンおよびその誘導体、ポリ（ｐ－フェニレン）およびその誘導体、あるいはポリアニリンおよびその誘導体のうち、少なくとも１つを含有し、上記π共役系化合物が、フラーレンおよびその誘導体、カーボンナノチューブおよびその誘導体、ポルフィリンおよびその誘導体、フタロシアニンおよびその誘導体のうち、少なくとも１つを含有する。

【0064】

本発明に係る光スイッチにおいて、一つの光スイッチの出力によって制御される行の本数は、上述した本発明の第１実施形態の例（２本）に限定されない。光電変換素子のリセットレベルを安定化・完全化させるためにはリセット動作を長くすることが望ましいので、光スイッチの出力によって選択されるリセット制御行の本数は多い方がよい。例えば、ｋ行目の光スイッチの出力によって（ｋ＋２）行目がリセット制御行として選択されるだけでなく、（ｋ＋３）行目、（ｋ＋４）行目、・・・の複数行もリセット制御行として選択されるようにするとよい。

【0065】

本発明に係る光スイッチにおいて、一つの光スイッチの出力によって制御される行は、上述した本発明の第１実施形態の例（その一つの光スイッチが配置されている行の±２行目の２本）に限定されない。一つの光スイッチの出力によって制御される行を、その一つの光スイッチが配置されている行から遠くすれば、画素垂直制御と光源による光照射との間に時間的な余裕ができるため、動作が安定する。しかしながら、一つの光スイッチの出力によって制御される行を、その一つの光スイッチが配置されている行から遠くし過ぎると、光電変換素子での画素出力信号の蓄積時間（露光時間）が伸び、光電変換素子の暗電流によるダイナミックレンジの縮小やＳ／Ｎの劣化が生じることに留意する。また、例えば、上述した本発明の第１実施形態に係る光センサにおいて、光スイッチと論理演算部との接続状態を切り替えるスイッチを設け、一つの光スイッチの出力によって制御される行を撮像毎に変更することができるようにしてもよい。

【0066】

上述した本発明の第１～第４実施形態に係る光センサでは、光源の幅は移動方向の画素ピッチと同一であるが、本発明はこれに限定されず、光源の幅は移動方向の画素ピッチより太くても細くてもよい。読出し制御は、光源による光照射の終了後に行うことが望ましいので、光源の幅を移動方向の画素ピッチより太くする場合、ｋ行目の光スイッチの出力によって選択される読出し制御行を（ｋ－２）行目でなく、光源の太さ分少ない行にすることが望ましい。例えば、光源の太さが３画素分である場合、ｋ行目の光スイッチの出力によって選択される読出し制御行は（ｋ－４）行目にするとよい。

【0067】

SAMSUNG EX. 1002 - 1110/1684

また、上述した本発明の第１～第４実施形態に係る光センサのマルチプレクサとＡ／Ｄ変換器とを入れ替えて、サンプルホールド回路の各出力をＡ／Ｄ変換器でＡ／Ｄ変換してからマルチプレクサに入力する構成にしてもよい。

【0068】

本発明の第３実施形態では、光スイッチのオン期間をモニターするカウンタを行毎に設けているが、本発明はこれに限定されない。例えば、カウンタを等間隔に設け、カウントデータを補間することで、各行のカウンタ値を生成するようにしてもよい。

【0069】

＜効果＞

上述した本発明の第１～第４実施形態に係る光センサでは、複数行の画素内のフォトダイオードを、１水平走査期間内に行毎に異なるタイミングで制御することができるので、フォトダイオードでの画素出力信号の蓄積時間を短縮及び制御することができる。これにより、Ｓ／Ｎが向上する。

【0070】

光照射領域の制御を機械的な駆動により制御している場合、組み立て時にバラツキがあることから電気的な制御である読出し行制御との同期を固体毎に取る作業すなわち固体調整作業が必要となるが、本発明に係る光センサでは、光照射領域の移動を光スイッチにより直接検知しているため、光照射領域の移動制御と読出し行制御の同期が不要になり、固体調整作業が不要になる。

【0071】

上述した本発明の第１～第４実施形態に係る光センサでは、線光源が用いられているので、面光源を用いる場合に比べてコストを低減することができる。また、上述した本発明の第４実施形態では、新たなプロセスで光スイッチのフォトダイオードを作製する必要がなくなるため、更なる低コスト化が可能になる。

【0072】

本発明に係る光センサでは、行単位で光照射が行われるため、低消費電力化が可能になる。

【0073】

迷光等でＴＦＴに光が照射されるとチャネルが形成され、ＴＦＴがオフ状態であっても微小な電流（フォトリーク電流）が流れる。従来の光センサでは、画素出力信号の読出しが行われていない行にも光源の光が照射されているため、その行の画素出力信号はフォトリーク電流により減少している。これに対して、本発明に係る光センサでは、行単位で光源の光を照射して画素出力信号を読み出しているので、フォトリーク電流の影響を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0074】

【図1】は、本発明の第１実施形態に係る光センサの概略構成を示す図である。

【図2】は、図１に示す光センサが有する垂直走査回路の一構成例を示す図である。

【図3】は、図２に示す垂直走査回路の概略タイミングチャートを示す図である。

【図4】は、図１に示す光センサが有する垂直走査回路の先頭行部の一構成例を示す図である。

【図5】は、図１に示す光センサが有する垂直走査回路の最終行部の一構成例を示す図である。

【図6】は、図１に示す光センサの概略タイミングチャートを示す図である。

【図7】は、本発明の第２実施形態に係る光センサの概略構成を示す図である。

【図8】は、本発明の第２実施形態に係る光センサの１画素分の画素構造例を示す図である。

【図9】は、本発明の第３実施形態に係る光センサの概略構成を示す図である。

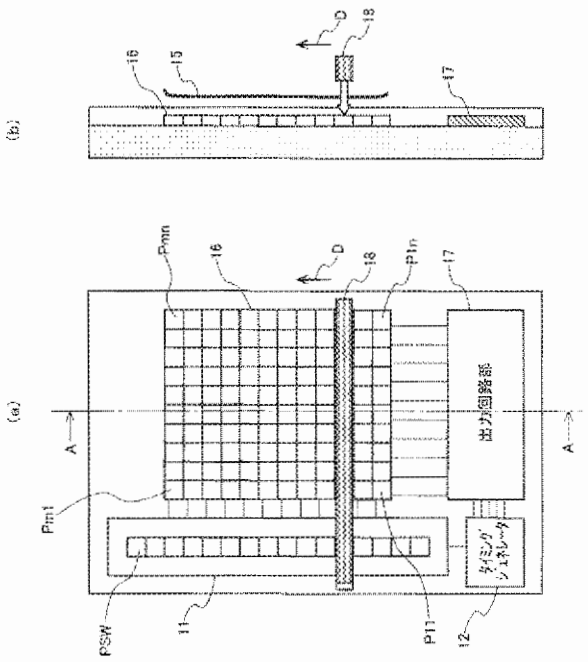
【図10】は、本発明の第４実施形態に係る光センサの光スイッチ部周辺の構成を示す図である。

SAMSUNG EX. 1002 - 1111/1684

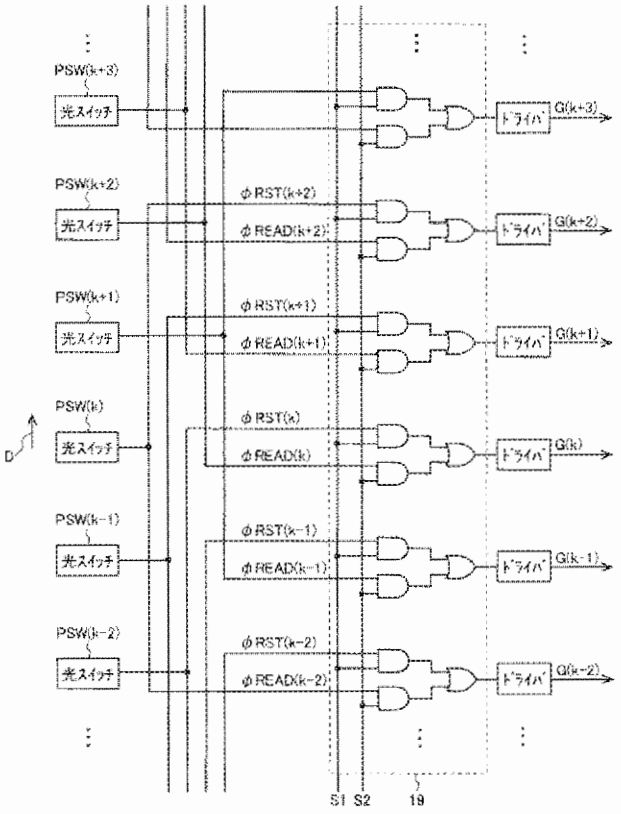
【図11】は、線光源の一例を示す図である。
【図12】は、アクティブマトリックス基板を用いた従来の２次元光センサの一般的な構成を示す図である。
【図13】は、図１２に示す２次元光センサの概略タイミングチャートを示す図である。
【符号の説明】
【0075】
１　フォトダイオード
２　ＴＦＴ
３　オペアンプ
４　キャパシタ
５～７　スイッチ
８、９　サンプルホールド回路
１０－１～１０－ｎ　列出力回路
１１　垂直走査回路
１２　タイミングジェネレータ
１３　マルチプレクサ
１４　Ａ／Ｄ変換器
１５　被写体
１６　画素アレイ
１７　出力回路部
１８　光源
１９　論理演算部
２０　ゲート絶縁層
２１　層間絶縁層
２２　保護膜
２３　白色光源
２４　カラーフィルタ
２５　原稿
２６　透明電極
２７　光電変換層
２８　画素電極
２９　コンタクト電極
３０　ドレイン
３１　活性層
３２　ソース及びソースバス
３３　ゲート
３４　補助容量用電極
３５　カウンタ
３６　演算部
３７　シュミットトリガタイプのアンプ
３８　ダミー素子
３９　線光源の基板
４０　Ｂ発光部
４１　Ｇ発光部
４２　Ｒ発光部

SAMSUNG EX. 1002 - 1112/1684

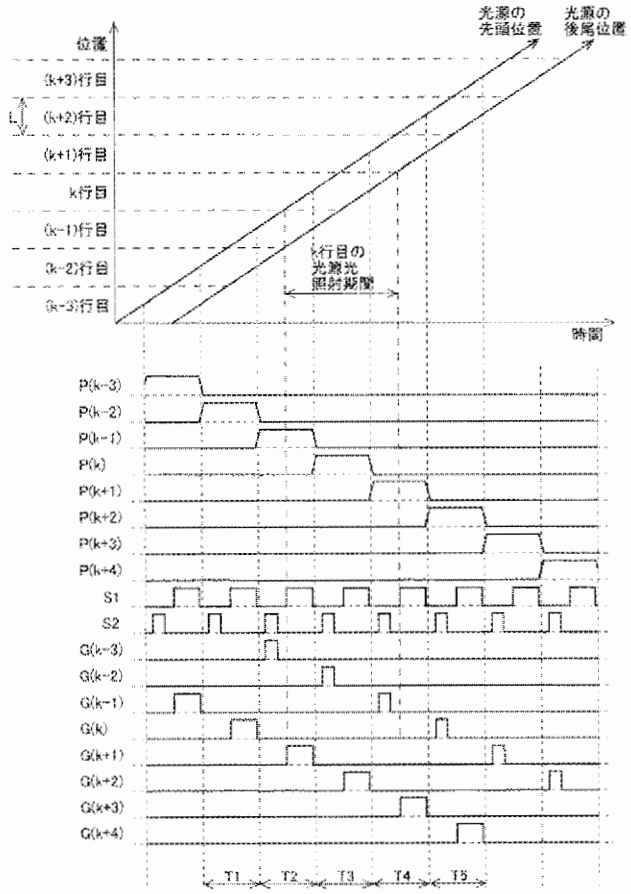
【図1】



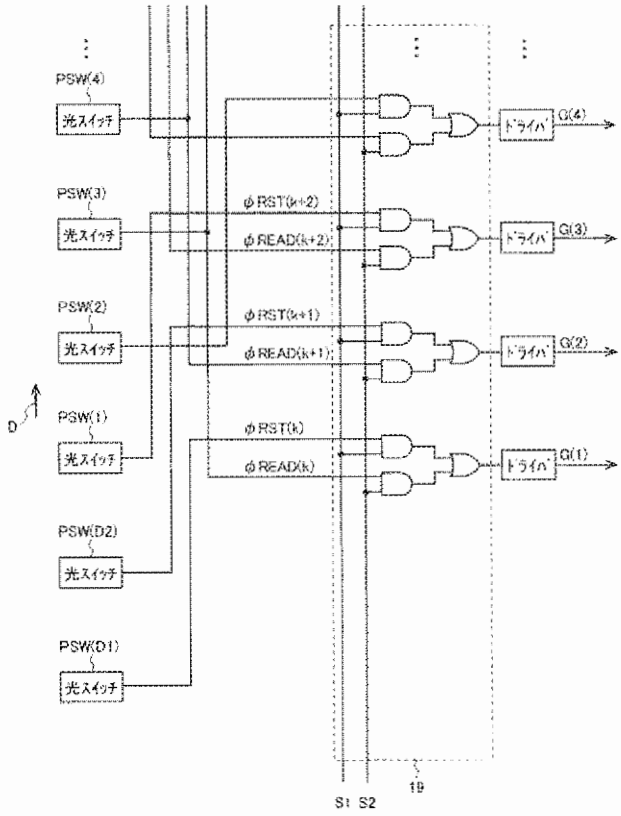
【図2】



【図3】

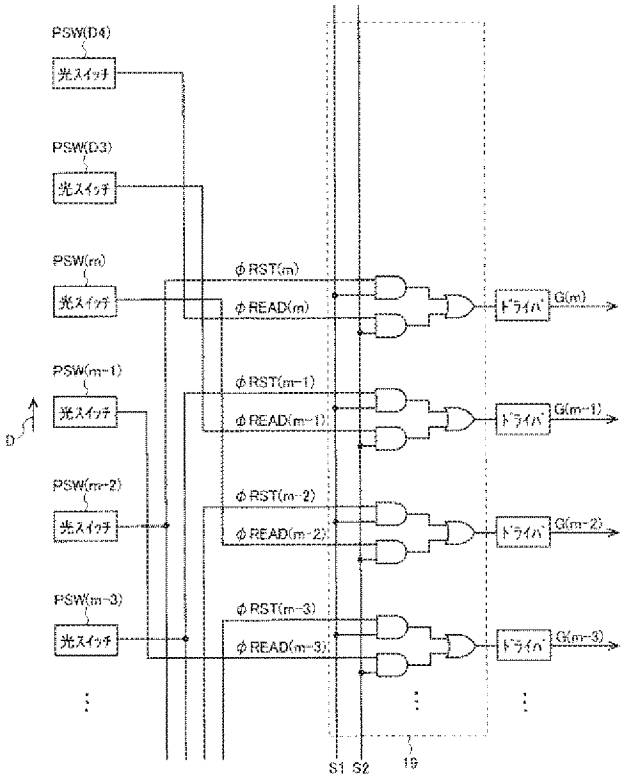


【図4】

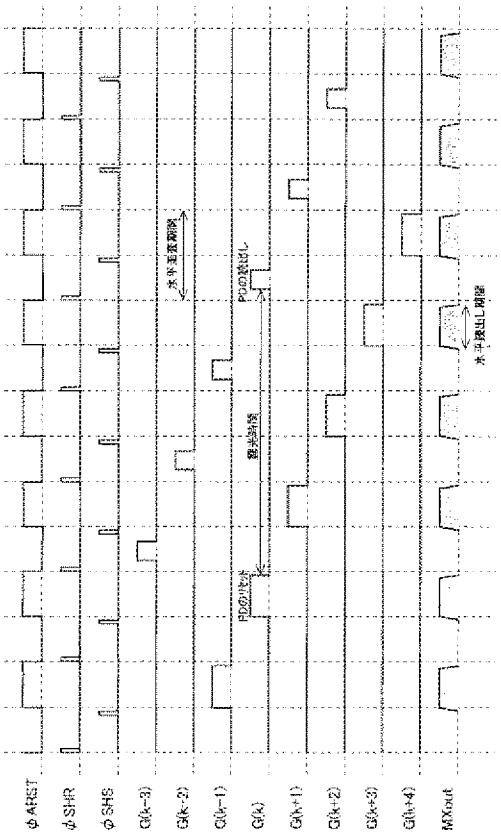


SAMSUNG EX. 1002 - 1113/1684

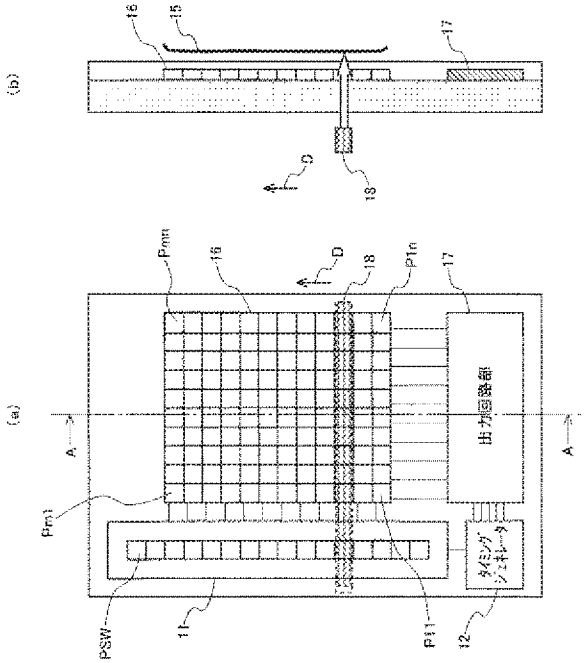
【図5】


PSW(D4)
光スイッチ
PSW(D3)
光スイッチ
PSW(m)
光スイッチ
φRST(m)
φREAD(m)
ドライバ
G(m)
PSW(m-1)
光スイッチ
φRST(m-1)
φREAD(m-1)
ドライバ
G(m-1)
D
PSW(m-2)
光スイッチ
φRST(m-2)
φREAD(m-2)
ドライバ
G(m-2)
PSW(m-3)
光スイッチ
φRST(m-3)
φREAD(m-3)
ドライバ
G(m-3)
S1 S2
19

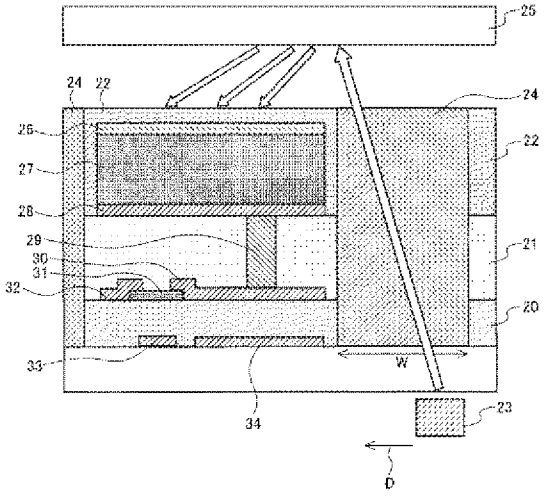
【図6】


φARST
φSHR
φSHS
G(k-3)
G(k-2)
G(k-1)
G(k)
G(k+1)
G(k+2)
G(k+3)
G(k+4)
MXout

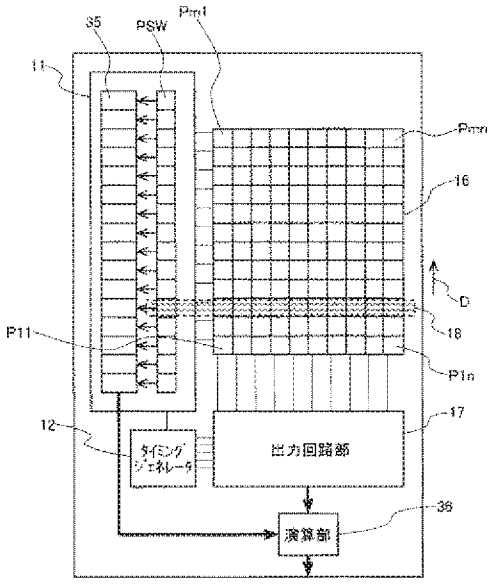
【図7】


(b)
16
15
17
D
18
(a)
Pmn
16
D
18
P1n
17
出力回路部
A
A
Pm1
PSW
11
P11
12

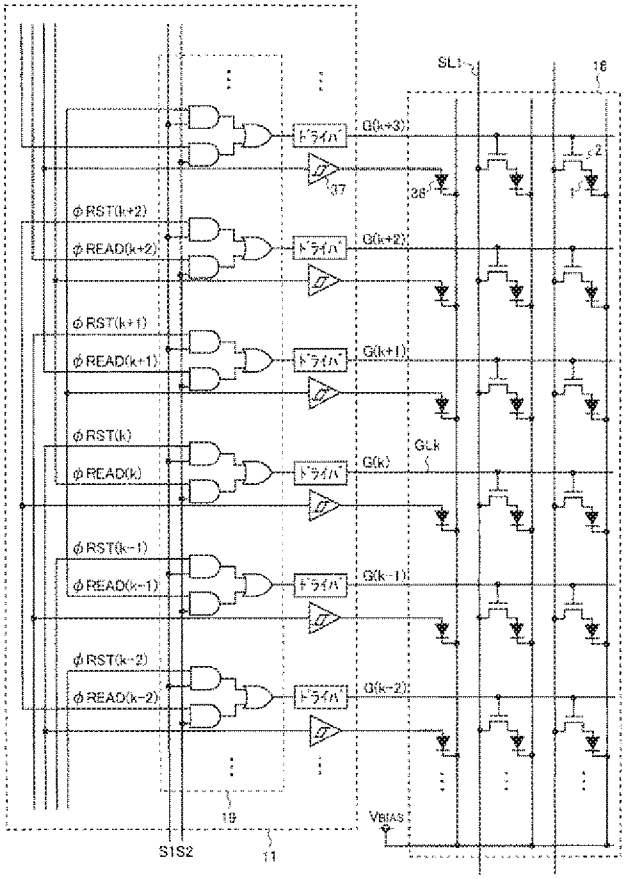
【図8】


25
24
22
24
26
22
27
28
21
29
30
31
32
20
33
W
34
23
D

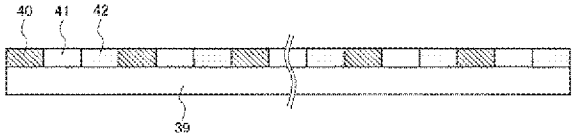
【図9】



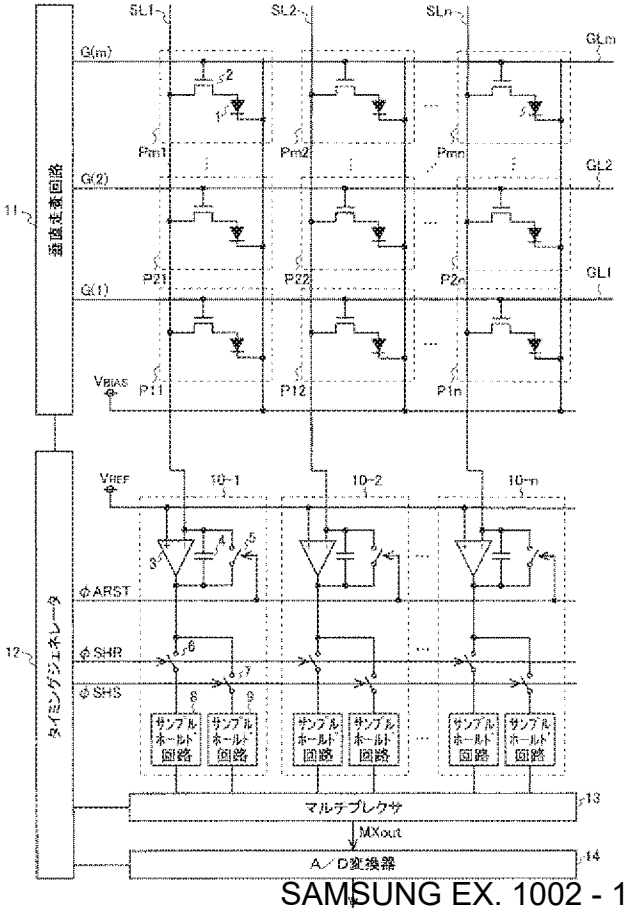
【図10】



【図11】

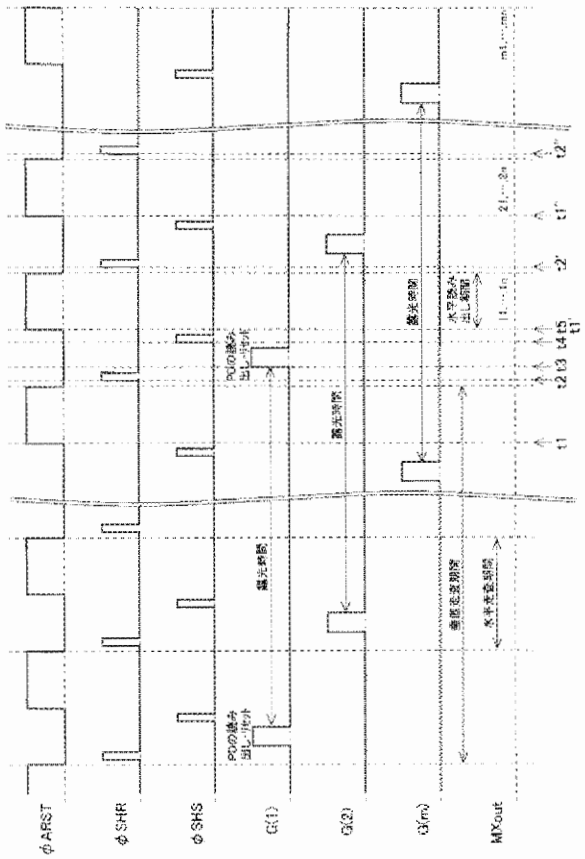


【図12】



SAMSUNG EX. 1002 - 1115/1684

【図13】



SAMSUNG EX. 1002 - 1117/1684

(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2011-3860
(P2011-3860A)
(43)公開日　平成23年1月6日(2011.1.6)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
H01L 27/14	(2006.01)	H01L 27/14	D	4M118
H01L 27/146	(2006.01)	H01L 27/14	A	

審査請求 有　請求項の数 13　ＯＬ　（全 17 頁）

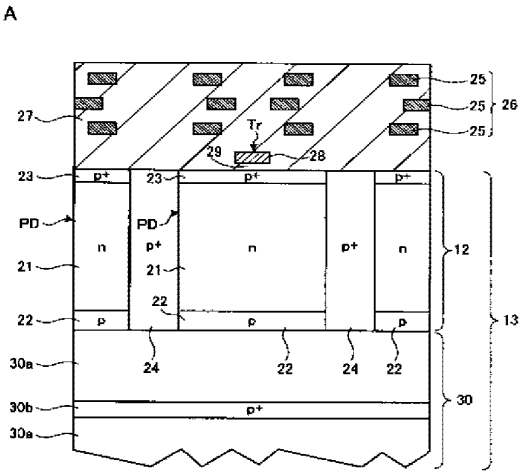
(21)出願番号　特願2009-148088 (P2009-148088)
(22)出願日　平成21年6月22日 (2009.6.22)

(71)出願人　000002185
ソニー株式会社
東京都港区港南１丁目７番１号
(74)代理人　110000925
特許業務法人信友国際特許事務所
(72)発明者　渡辺　一史
東京都港区港南１丁目７番１号　ソニー株式会社内

Ｆターム(参考)　4M118 AA10 AB01 BA10 BA14 CA03 CB14 DD12 EA01 EA14 FA06 FA26 FA33 GA02 GA09 GB11 GB17 GC08 GD04

(54)【発明の名称】固体撮像装置とその製造方法、及び電子機器

(57)【要約】
【課題】集光特性の向上が図られ、フレアやスミア等の光学的雑音が抑制された裏面照射型の固体撮像装置、及びその製造方法を提供する。また、その固体撮像装置を用いた電子機器を提供する。
【解決手段】基板１３に形成された複数の画素２を有する固体撮像装置１において、各画素２は、基板１３に埋め込まれた遮光部１７によって分離されている。この遮光部１７は、隣接する受光部ＰＤ間に形成され、基板１３の裏面側から所望の深さに形成されたトレンチ部１９、及びトレンチ部１９内に埋め込まれた遮光膜２０で構成されている。これにより、斜めに入射した光が受光部ＰＤに入射するのを防ぐことができる。
【選択図】図３



SAMSUNG EX. 1002 - 1118/1684

【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数の受光部が形成された基板であって、前記基板の裏面側が光照射面とされる基板と、
前記基板の表面側に形成された配線層と、
隣接する受光部間に形成され、前記基板の裏面側から所望の深さに形成されたトレンチ部、及び前記トレンチ部内に埋め込まれた遮光膜で構成された遮光部と、
を有する固体撮像装置。
【請求項２】
前記隣接する受光部間には、所定の不純物領域から構成され、隣接する受光部間を電気的に分離する為の素子分離領域が形成されており、
前記遮光部は、前記素子分離領域内に形成されている
請求項１記載の固体撮像装置。
【請求項３】
前記遮光部は、前記基板を貫通して形成されている
請求項２記載の固体撮像装置。
【請求項４】
前記トレンチ部とトレンチ部に埋め込まれた遮光膜との間には、高誘電率材料膜が形成されている
請求項３記載の固体撮像装置。
【請求項５】
前記遮光膜は、アルミニウム又はタングステンで構成されている
請求項４記載の固体撮像装置。
【請求項６】
前記高誘電率材料膜は、酸化ハフニウム、五酸化タンタル、又は二酸化ジルコニウムで構成されている
請求項４記載の固体撮像装置。
【請求項７】
基板の表面領域に複数の受光部及び所望の不純物領域を形成し、裏面領域にエッチングストッパー層を形成する工程、
前記基板の表面側に、層間絶縁膜を介して形成された複数層の配線からなる配線層を形成する工程、
前記基板を前記基板の裏面側から前記エッチングストッパー層までエッチングする工程、
前記基板を貫通して、前記基板の裏面側から所望の深さに達するトレンチ部を形成する工程、
前記基板に形成されたトレンチ部に埋め込み膜を形成し、前記埋め込み膜をストッパーとして、前記基板を薄肉化する工程、
前記埋め込み膜を除去して後、前記トレンチ部に、遮光膜を埋め込む工程、
有する固体撮像装置の製造方法。
【請求項８】
前記基板の裏面領域は、ノンドープのシリコン層により構成され、前記エッチングストッパー層は、ｐ型の高濃度不純物層によって構成されている
請求項７記載の固体撮像装置の製造方法。
【請求項９】
前記トレンチ部は前記基板を貫通するように形成する
請求項８記載の固体撮像装置の製造方法。
【請求項１０】
前記トレンチ部とトレンチ部に埋め込まれた遮光膜との間には、高誘電率材料膜が形成されている

SAMSUNG EX. 1002 - 1119/1684

請求項９記載の固体撮像装置の製造方法。
【請求項１１】
前記遮光膜は、アルミニウム又はタングステンで構成されている
請求項９記載の固体撮像装置の製造方法。
【請求項１２】
前記高誘電率材料膜は、酸化ハフニウム、五酸化タンタル、又は二酸化ジルコニウムで構成されている
請求項９記載の固体撮像装置の製造方法。
【請求項１３】
光学レンズと、
複数の受光部が形成された基板であって、前記基板の裏面側が光照射面とされる基板と、前記基板の表面側に形成された配線層と、隣接する受光部間に形成され、前記基板の裏面側から所望の深さに形成されたトレンチ部、及び前記トレンチ部内に埋め込まれた遮光膜で構成された遮光部と、から構成され、前記光学レンズに集光された光が入射される固体撮像装置と
前記固体撮像装置から出力される出力信号を処理する信号処理回路と、
を含む電子機器。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、裏面照射型の固体撮像装置とその製造方法、及び電子機器に関する。
【背景技術】
【０００２】
固体撮像装置は、ＣＣＤ（Charge Coupled Device）型固体撮像装置と、ＣＭＯＳ（Complementary Metal Oxide Semiconductor）型固体撮像装置とに大別される。
これらの固体撮像装置では、画素毎にフォトダイオードからなる受光部が形成されており、受光部では、受光部に入射した光による光電変換により信号電荷が生成される。ＣＣＤ型の固体撮像装置では、受光部において生成された信号電荷はＣＣＤ構造を有する電荷転送部内を転送され、出力部において画素信号に変換されて出力される。一方、ＣＭＯＳ型の固体撮像装置では、受光部において生成された信号電荷は画素毎に増幅され、増幅された信号が画素信号として信号線により出力される。
【０００３】
このような固体撮像装置では、斜めの入射光や受光部上部において乱反射した入射光により半導体基板内で偽信号が生成され、スミアやフレア等の光学的雑音が発生するという問題がある。
【０００４】
下記特許文献１には、ＣＣＤ型の固体撮像装置において、電荷転送部上部に形成される遮光膜を受光部と読み出しゲート部との界面に形成された溝部に埋め込まれるように形成することで、スミアの発生を抑制する構成が記載されている。特許文献１においては、ＬＯＣＯＳ酸化膜を用いて形成した溝部に遮光膜を形成する構成とされているため、遮光膜を基板深くに形成することは困難であり、スミアの原因とされる斜め光の入射を完全に阻止することはできない。また、遮光膜を埋め込む深さに比例し、画素面積が縮小するので、遮光膜を深く埋め込むことは本質的に困難である。
【０００５】
ところで、近年、基板上の配線層が形成される側とは反対側から光を照射する、裏面照射型の固体撮像装置が提案されている（下記特許文献２参照）。裏面照射型の固体撮像装置では、光照射側に配線層や回路素子等が構成されないため、基板に形成された受光部の開口率を高くできる他、入射光が配線層等に反射されることなく受光部に入射されるので、感度の向上が図られる。
【０００６】

SAMSUNG EX. 1002 - 1120/1684

このような裏面照射型の固体撮像装置においても、斜め光による光学的雑音が懸念されるため、光照射側となる基板の裏面側の受光部間に遮光膜を形成することが好ましい。この場合、光照射側となる基板の裏面側に遮光膜を有する層を１層形成することが考えられるが、遮光膜の高さに比例して基板とオンチップレンズ面との間の距離が長くなるため、集光特性の悪化が起こりうる。集光特性が悪化した場合には、他の画素のカラーフィルタを透過した斜めの光が、その画素とは異なる画素の受光部に入射し、混色や感度低下という問題も発生する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００７】

【特許文献１】特開２００４－１４０１５２号公報

【特許文献２】特開２００４－７１９３１号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

上述の点に鑑み、本発明は、集光特性の向上が図られ、フレアやスミア等の光学的雑音が抑制された裏面照射型の固体撮像装置、及びその製造方法を提供する。また、その固体撮像装置を用いた電子機器を提供する。

【課題を解決するための手段】

【０００９】

上記課題を解決し、本発明の目的を達成するため、本発明の固体撮像装置は、基板と、配線層と、遮光部とを有する構成とされている。基板には、複数の受光部が形成されており、基板の裏面側が光照射面とされている。また、配線層は、基板の表面側に形成されている。また、遮光部は、隣接する受光部間に形成され、基板の裏面側から所望の深さに形成されたトレンチ部、及びトレンチ部内に埋め込まれた遮光膜で構成されている。

【００１０】

本発明の固体撮像装置では、基板に形成された複数の受光部間が、基板の裏面側から所望の深さに形成されたトレンチ部を遮光膜によって埋め込むことによって形成された遮光部により分離されている。このため、光照射面とされる基板の裏面側から斜めの光が入射した場合、遮光部によって、斜めの入射光が遮られる。これにより、基板に形成された受光部への斜めの光の入射が抑制される。

【００１１】

また、本発明の固体撮像装置の製造方法は、まず、裏面領域にエッチングストッパー層を形成した基板の表面領域に複数の受光部及び所望の不純物領域を形成し、次に、基板の表面側に層間絶縁膜を介して形成された複数層の配線からなる配線層を形成する。次に、基板の裏面側から基板を薄肉化する。薄肉化は、基板のエッチングストッパー層までエッチングする。次に、基板を貫通して、基板の裏面側から所望の深さに達するトレンチ部を形成する。次に、基板に形成されたトレンチ部に埋め込み膜を形成し、埋め込み膜をストッパーとして、基板を薄肉化する。次に、埋め込み膜を除去して後、トレンチ部に、遮光膜を埋め込む。

【００１２】

本発明の固体撮像装置の製造方法では、光学レンズと、上述した固体撮像装置と、信号処理回路とを有して構成されている。

【発明の効果】

【００１３】

本発明によれば、フレア特性やスミア特性が向上され、また、混色やブルーミングを抑制された固体撮像装置を得ることができる。また、その固体撮像装置を用いることにより、画質の向上が図られた電子機器が得られる。

【図面の簡単な説明】

【００１４】

SAMSUNG EX. 1002 - 1121/1684

【図１】本発明の第１の実施形態に係るＣＭＯＳ型の固体撮像装置の全体を示す概略構成図である。
【図２】第１の実施形態に係る固体撮像装置の画素部における断面構成図である。
【図３】Ａ　第１の実施形態に係る固体撮像装置の製造工程図である。
【図４】Ｂ　第１の実施形態に係る固体撮像装置の製造工程図である。
【図５】Ｃ　第１の実施形態に係る固体撮像装置の製造工程図である。
【図６】Ｄ　第１の実施形態に係る固体撮像装置の製造工程図である。
【図７】Ｅ　第１の実施形態に係る固体撮像装置の製造工程図である。
【図８】Ｆ　第１の実施形態に係る固体撮像装置の製造工程図である。
【図９】Ｇ　第１の実施形態に係る固体撮像装置の製造工程図である。
【図１０】Ｈ　第１の実施形態に係る固体撮像装置の製造工程図である。
【図１１】Ｉ，Ｊ　第１の実施形態に係る固体撮像装置の製造工程図である。
【図１２】Ｋ，Ｌ　第１の実施形態に係る固体撮像装置の製造工程図である。
【図１３】本発明の第２の実施形態に係る固体撮像装置の画素部における断面構成図である。
【図１４】本発明の第３の実施形態に係る電子機器の概略構成図である。
【発明を実施するための形態】
【００１５】
以下に、本発明の実施形態に係る固体撮像装置とその製造方法、及び電子機器の一例を、図１～図１４を参照しながら説明する。本発明の実施形態は以下の順で説明する。なお、本発明は以下の例に限定されるものではない。
１．第１の実施形態：固体撮像装置
　１．１　固体撮像装置全体の構成
　１．２　要部の構成
　１．３　固体撮像装置の製造方法
２．第２の実施形態：固体撮像装置
３．第３の実施形態：電子機器
【００１６】
〈１．第１の実施形態：固体撮像装置〉
［１－１　固体撮像装置全体の構成］
図１は、本発明の第１の実施形態に係るＣＭＯＳ型の固体撮像装置の全体を示す概略構成図である。
本実施形態例の固体撮像装置１は、シリコンからなる基板１１上に配列された複数の画素２から構成される画素部３と、垂直駆動回路４と、カラム信号処理回路５と、水平駆動回路６と、出力回路７と、制御回路８等を有して構成される。
【００１７】
画素２は、フォトダイオードからなる受光部と、複数の画素トランジスタとから構成され、基板１１上に、２次元アレイ状に規則的に複数配列される。画素２を構成する画素トランジスタは、転送トランジスタ、リセットトランジスタ、選択トランジスタ、アンプトランジスタで構成される４つのＭＯＳトランジスタであってもよく、また、選択トランジスタを除いた３つのトランジスタであってもよい。
【００１８】
画素部３は、２次元アレイ状に規則的に複数配列された画素２から構成される。画素部３は、実際に光を受光し光電変換によって生成された信号電荷を増幅してカラム信号処理回路５に読み出す有効画素領域と、黒レベルの基準になる光学的黒を出力するための黒基準画素領域（図示せず）とから構成されている。黒基準画素領域は、通常は、有効画素領域の外周部に形成されるものである。
【００１９】
制御回路８は、垂直同期信号、水平同期信号及びマスタクロックに基づいて、垂直駆動回路４、カラム信号処理回路５、及び水平駆動回路６等の動作の基準となるクロック信号

SAMSUNG EX. 1002 - 1122/1684

や制御信号などを生成する。そして、制御回路８で生成されたクロック信号や制御信号などは、垂直駆動回路４、カラム信号処理回路５及び水平駆動回路６等に入力される。

【００２０】

垂直駆動回路４は、例えばシフトレジスタによって構成され、画素部３の各画素２を行単位で順次垂直方向に選択走査する。そして、各画素２のフォトダイオードにおいて受光量に応じて生成した信号電荷に基づく画素信号を、垂直信号線を通してカラム信号処理回路５に供給する。

【００２１】

カラム信号処理回路５は、例えば、画素２の列毎に配置されており、１行分の画素２から出力される信号を画素列毎に黒基準画素領域（図示しないが、有効画素領域の周囲に形成される）からの信号によって、ノイズ除去や信号増幅等の信号処理を行う。カラム信号処理回路５の出力段には、水平選択スイッチ（図示せず）が水平信号線１０とのあいだに設けられている。

【００２２】

水平駆動回路６は、例えばシフトレジスタによって構成され、水平走査パルスを順次出力することによって、カラム信号処理回路５の各々を順番に選択し、カラム信号処理回路５の各々から画素信号を水平信号線１０に出力させる。

【００２３】

出力回路７は、カラム信号処理回路５の各々から水平信号線１０を通して、順次に供給される信号に対し信号処理を行い出力する。

【００２４】

［１－２　要部の構成］

図２に、本実施形態例の固体撮像装置１の画素部３における断面構成図を示す。本実施形態例の固体撮像装置１は、裏面照射型のＣＭＯＳ型固体撮像装置を例としたものである。

【００２５】

図２に示すように、本実施形態例の固体撮像装置１は、基板１３と、基板１３の表面側に形成された配線層２６、及び支持基板１４と、基板１３の裏面側に形成されたカラーフィルタ層１５、及びオンチップレンズ１６とから構成されている。

【００２６】

基板１３は、シリコンからなる半導体基板で構成され、例えば第１導電型（本実施形態例ではｎ型とする）の半導体基板により構成されている。基板１３は、３μｍ～５μｍの厚みを有し、基板１３の画素形成領域１２には受光部ＰＤと、画素回路部を構成する複数の画素トランジスタＴｒとから構成される画素２が、複数個、二次元マトリクス状に形成されている。また、図２では図示を省略するが、基板１３に形成された画素２の周辺領域には、周辺回路部が構成されている。

【００２７】

受光部ＰＤは、画素形成領域１２に形成される暗電流抑制領域２２，２３と、その暗電流抑制領域２２，２３の間の領域に形成される電荷蓄積領域２１により構成されている。暗電流抑制領域２３は基板１３（画素形成領域１２）の表面側に形成され、第２導電型（本実施形態例ではｐ型）の高濃度不純物領域により構成されている。また、暗電流抑制領域２２は基板１３（画素形成領域１２）の裏面側に形成され、ｐ型の不純物領域により構成されている。電荷蓄積領域２１は、ｎ型の不純物領域により構成されている。この受光部ＰＤでは、主に暗電流抑制領域２２，２３を構成するｐ型の不純物領域と、電荷蓄積領域２１を構成するｎ型の不純物領域との間に形成されるｐｎ接合によりフォトダイオードが構成されている。

受光部ＰＤでは、入射した光の光量に応じた信号電荷が生成され、蓄積される。また、基板の界面で発生する暗電流の原因となる電子は暗電流抑制領域２２，２３の多数キャリアである正孔に吸収されることにより、暗電流が抑制される。

【００２８】

SAMSUNG EX. 1002 - 1123/1684

画素トランジスタＴｒは、基板１３の表面側に形成された図示しないソース・ドレイン領域と、基板１３の表面上にゲート絶縁膜２９を介して形成されたゲート電極２８とから構成されている。画素トランジスタＴｒは、前述したように、転送トランジスタ、リセットトランジスタ、増幅トランジスタを含む３つの画素トランジスタＴｒを有する構成でもよく、また、選択トランジスタを含む４つの画素トランジスタＴｒを有する構成であってもよい。ソース・ドレイン領域は、図示を省略するが、基板１３表面側に形成されたｎ型の高濃度不純物領域により形成され、本実施形態例の画素トランジスタＴｒはｎチャネルＭＯＳトランジスタとして機能する。

【００２９】

また、隣接する画素２と画素２との間には、基板１３の表面から裏面に架けてｐ型の高濃度不純物領域からなる素子分離領域２４が形成されており、この素子分離領域２４により各画素２は電気的に分離されている。さらに、素子分離領域２４には、基板１３の裏面側から所望の深さに形成された遮光部１７が形成されている。遮光部１７は、平面でみると、各画素２を囲むように例えば格子状に形成されるものである。この遮光部１７は、基板１３の裏面側に形成された所望の深さのトレンチ部１９と、トレンチ部１９の側壁及び底面に形成された高誘電率材料膜１８と、高誘電率材料膜１８を介してトレンチ部１９に埋め込まれた遮光膜２０とから構成されている。このとき、トレンチ部１９に埋め込まれた遮光膜２０の最表面は、基板１３の裏面と面一に構成されている。高誘電率材料膜１８の材料としては、例えば、酸化ハフニウム（HfO_2）、五酸化タンタル（Ta_2O_5）、二酸化ジルコニウム（ZrO_2）を用いることができる。また、遮光膜２０の材料としては、例えば、タングステン（Ｗ）、アルミニウム（Ａｌ）を用いることができる。

【００３０】

配線層２６は、基板１３の表面側に形成されており、層間絶縁膜２７を介して複数層（本実施形態例では３層）に積層された配線２５を有して構成されている。配線層２６に形成される配線２５を介して、画素２を構成する画素トランジスタＴｒが駆動される。

【００３１】

支持基板１４は、配線層２６の基板１３に面する側とは反対側の面に形成されている。この支持基板１４は、製造段階で基板１３の強度を確保するために構成されているものであり、例えばシリコン基板により構成されている。

【００３２】

カラーフィルタ層１５は、基板１３の裏面側に形成されており、画素毎に例えば、Ｒ（赤色）、Ｇ（緑色）、Ｂ（青色）のカラーフィルタ層が形成されている。カラーフィルタ層１５では、所望の波長の光が透過され、透過した光が基板１３内の受光部ＰＤに入射する。

【００３３】

オンチップレンズ１６は、カラーフィルタ層１５の基板１３に面する側とは反対側の面に形成されている。オンチップレンズ１６では照射された光が集光され、集光された光はカラーフィルタ層１５を介して各受光部ＰＤに効率良く入射する。

【００３４】

以上の構成を有する固体撮像装置１では、基板１３の裏面側から光が照射され、オンチップレンズ１６及びカラーフィルタ層１５を透過した光が受光部ＰＤにて光電変換することにより、信号電荷が生成される。そして受光部ＰＤにて生成された信号電荷は、基板１３の表面側に形成された画素トランジスタＴｒを介して、配線層２６の所望の配線２５で形成された垂直信号線により画素信号として出力される。

【００３５】

本実施形態例の固体撮像装置１では、素子分離領域２４により、隣接する画素２と画素２との間では素子分離領域２４のポテンシャルによって形成された障壁により電子の移動がなされない。すなわち、基板１３内に形成される不純物領域の濃度勾配により画素間の電気的分離がなされる。

さらに、素子分離領域２４に埋め込まれて形成された遮光部１７により、光入射面側に

SAMSUNG EX. 1002 - 1124/1684

おいて斜めに入射してくる光が隣接する画素２に入射することを防ぐ。すなわち、遮光部１７によって画素間の光学的分離がなされる。

【００３６】

また、素子分離領域２４にトレンチ部１９を形成する場合、トレンチ部１９の側壁及び底面に物理的ダメージやイオン照射による不純物活性化によりトレンチ部１９の周辺部でピニングはずれが発生する可能性がある。この問題点に対し、本実施形態例では、トレンチ部１９の側壁及び底面に固定電荷を多く持つ高誘電率材料膜１８を形成することによりピニング外れが防止される。

【００３７】

本実施形態例の固体撮像装置１によれば、隣接する画素間には、素子分離領域２４に埋め込まれた遮光部１７が構成されているので、受光面に入射してくる斜め光が受光部ＰＤに入射するのを防ぐことができる。これにより、オンチップレンズで集光しきれずに隣接する画素２に向って入射する光が遮光され、隣接する画素間で起こる光学的な混色が低減される。また、受光面とオンチップレンズ１６との間で発生する回折光や反射光のうち、隣接する画素２に向って入射する角度の大きい光が遮光されるので、フレアの発生が低減される。

【００３８】

さらに、本実施形態例の固体撮像装置１によれば、遮光部１７は、素子分離領域２４に埋め込まれた構成とされているので、基板１３裏面の受光面が平坦になり、基板１３の裏面側に形成されるカラーフィルタ層１５及びオンチップレンズ１６が受光面に近づく。これにより、光が入射するオンチップレンズ１６の表面と、基板１３の受光面との距離が近づくため集光特性が向上し、混色の低減が図られる。

【００３９】

［１－３　製造方法］

図３～図１２に、本実施形態例の固体撮像装置１の製造工程図を示し、本実施形態例の固体撮像装置１の製造方法を説明する。

【００４０】

まず、図３Ａに示すように、基板１３に受光部ＰＤ、画素トランジスタＴｒから構成される複数の画素２を形成し、基板１３の表面側に、層間絶縁膜２７を介して形成された複数層の配線２５からなる配線層２６を形成する。これらの画素２及び配線層２６は、通常の固体撮像装置１と同様の方法で形成することができる。

【００４１】

本実施形態例では、例えば、３μｍ～５μｍの厚さのｎ型の表面領域となる画素形成領域１２を有し、画素形成領域１２の下に裏面領域３０を有する基板１３準備する。そして、この基板１３の表面側から所望の不純物を所望の濃度でイオン注入することにより、画素形成領域１２に、受光部ＰＤ、素子分離領域２４、及び図示しないソース・ドレイン領域を形成する。そして、基板１３の表面には、例えばシリコン酸化膜からなるゲート絶縁膜２９を形成したのち、ゲート絶縁膜２９上部の所望の領域に、例えばポリシリコンからなるゲート電極２８を形成する。ゲート電極２８の形成工程は、画素形成領域１２内の受光部ＰＤやソース・ドレイン領域等の形成工程の前に行ってもよく、その場合は、受光部ＰＤやソース・ドレイン領域を、ゲート電極２８をマスクとしてセルフアラインで形成することができる。その他、ゲート電極２８の側面に、例えばシリコン酸化膜やシリコン窒化膜等で構成されるサイドウォールを形成してもよい。

また、配線層２６は、ゲート電極２８形成後、例えばシリコン酸化膜からなる層間絶縁膜２７の形成と、アルミニウムや銅等で構成される配線２５の形成を所望の回数繰り返して行うことにより形成することができる。このとき、図示しないが各配線間を接続するコンタクト部の形成も行われる。

裏面領域３０は、画素形成領域１２側から順に、ノンドープのシリコン層３０ａ、ｐ型の高濃度不純物層からなるエッチングストッパー層３０ｂ、ノンドープのシリコン層３０ａが積層された構造とされている。このエッチングストッパー層３０ｂは、ノンドープの

SAMSUNG EX. 1002 - 1125/1684

シリコン層３０ａの所望の領域にボロンを高濃度にイオン注入することによって形成することができる。その他、ノンドープのシリコン層３０ａをエピタキシャル成長法によって形成し、その形成過程で、所望の領域にｐ型の高濃度不純物層を形成する方法を用いてもよい。本実施形態例の裏面領域３０は、基板１３に接する側のシリコン層３０ａが、約２μｍ～５μｍ、エッチングストッパー層３０ｂが約１μｍ、エッチングストッパー層３０ｂ上に形成されるシリコン層３０ａが、約１μｍとなるように構成されている。

【００４２】

次に、図４Ｂに示すように、配線層２６上部に、有機系接着剤またはプラズマ照射による物理的接着により支持基板１４を張り合わせる。

【００４３】

そして、図５Ｃに示すように、支持基板１４を張り合わせた後素子を反転し、物理的研磨法により裏面領域３０の上面を研磨する。このとき、エッチングストッパー層３０ｂに到達しない程度に研磨を行う。

【００４４】

次に、弗硝酸を用いてウェットエッチングすることにより、裏面領域３０のシリコン層３０ａをエッチングする。そうすると、図６Ｄに示すようにノンドープのシリコン層３０ａとｐ型高濃度不純物層からなるエッチングストッパー層３０ｂのドーピング種の違いにより、エッチングがエッチングストッパー層３０ｂでストップする。すなわち、裏面領域３０の上面側に形成されたシリコン層３０ａのみがエッチング除去される。

【００４５】

次に、図７Ｅに示すように、裏面領域３０の上部にフォトレジスト層３１を形成し、素子分離領域２４の遮光部１７を形成する領域に開口部３１ａが形成されるように露光、現像する。この場合、前工程において、裏面領域３０はエッチングストッパー層３０ｂまでエッチング除去されているため表面が平坦とされている。このため、フォトレジスト層３１も表面が平坦となるように形成されるためフォトレジスト層３１の露光、現像が精度良く行われ、所望の開口部３１ａをより正確にパターン形成することができる。

【００４６】

次に、所望の形状にパターニングされたフォトレジスト層３１をマスクとしてドライエッチングをすることにより、図８Ｆに示すように、裏面領域３０を貫通して画素形成領域１２の裏面側から所望の深さに達するトレンチ部１９を形成する。トレンチ部１９の深さは、前述したように、基板１３の裏面側から入射する斜め光を受光面側で遮光できる程度の深さに形成されればよく、本実施形態例では、基板１３の裏面から例えば５００ｎｍ～１０００ｎｍの深さまでトレンチ部１９を形成する。

【００４７】

次に、図９Ｃに示すように、トレンチ部１９を埋め込むようにシリコン酸化膜（SiO_2）又はシリコン窒化膜（ＳｉＮ）からなる埋め込み膜３２を、例えばＣＶＤ法を用いて成膜する。

【００４８】

次に、図１０Ｈに示すように、ウェットエッチングにより所定の時間エッチングすることにより、埋め込み膜３２をエッチバックする。このとき、埋め込み膜３２の表面が、基板１３裏面から５０～６０ｎｍ程度突出した状態でエッチバックを終了する。

【００４９】

次に、埋め込み膜３２をストッパーとして用い、ＣＭＰ法により裏面領域３０を研磨し、裏面領域３０を薄肉化する。これにより図１１Ｉに示すように、裏面領域３０が除去される。

【００５０】

次に、図１１Ｊに示すように、トレンチ部１９に埋め込まれた埋め込み膜３２をウェットエッチングにより除去すると共に、前工程のＣＭＰ法による研磨工程、及びトレンチ部１９形成工程において発生したダメージ層を除去する。埋め込み膜３２を除去する薬液は、埋め込み膜３２がSiO_2の場合沸酸を用い、ＳｉＮの場合は燐酸を用いると良い。ダ

SAMSUNG EX. 1002 - 1126/1684

メージ層除去は、例えばアンモニア水のようなアルカリ性薬液を用いるのが好ましい。

【００５１】

次に、図１２Ｋに示すように、トレンチ部１９の側壁及び底面を含む基板１３裏面に、ＣＶＤ法又はスパッタ法を用いて、高誘電率材料膜１８を成膜する。続いて、高誘電率材料膜１８が成膜されたトレンチ部１９を含む全面に、ＣＶＤ法を用いて遮光膜２０を成膜し、トレンチ部１９内部に遮光膜２０を埋め込む。

【００５２】

次に、図１２Ｌに示すように、例えば塩酸、硫酸等の酸系薬液によりウェットエッチングすることにより、遮光膜２０の高さを調整する。このとき、遮光膜２０表面と基板１３の裏面が面一となるように遮光膜２０の高さを調整する。

【００５３】

その後、基板１３の裏面側に、通常の方法を用いてカラーフィルタ層１５、及びオンチップレンズ１６を形成して図２に示す本実施形態例の固体撮像装置１が完成する。

【００５４】

以上のように、本実施形態例の固体撮像装置１はバルク基板によって形成することができる。通常の裏面照射型の固体撮像装置ではＳＯＩ（Silicon On Insulator）基板が用いられていたが、本実施形態例ではＳＯＩ基板よりもコストの低いバルク基板によって形成することができるため、高価なＳＯＩ基板を用いる必要がなくコストの低減が図られる。

【００５５】

また、本実施形態例の固体撮像装置１では、ノンドープのシリコン層３０ａに、ｐ型の高濃度不純物層からなるエッチングストッパー層３０ｂが形成された裏面領域３０有する基板１３を用いる例とした。しかしながら、これに限定されることなく、その他、種々のエッチングストッパー層を有する基板を用いることができる。例えばエッチングストッパー層３０ｂとしてＳｉＣやＳｉＧｅ層を用いても良い。

【００５６】

また、本実施形態例の固体撮像装置１の製造方法では、トレンチ部１９に図９Ｈの工程でストッパーとして用いられる埋め込み膜３２を形成することができ、図１０Ｉの工程の裏面領域３０の薄膜化が容易になる。そして、裏面領域３０の薄膜化が容易になるため、裏面領域３０に形成されるｐ型高濃度不純物層を、基板１３に形成された受光部ＰＤからある程度離れた距離に形成することができる。このため、エッチングストッパー層３０ｂであるｐ型高濃度不純物層の拡散工程における熱による画素形成領域１２の受光部ＰＤのキャリアプロファイルの変調を抑制することができる。

【００５７】

また、本実施形態例の固体撮像装置１の製造方法では、基板１３に形成される素子分離領域２４は、基板１３の表面側からｐ型の不純物をイオン注入することによって形成される。このため、表面側から深い位置の画素形成領域１２（この場合、基板１３の裏面側）では、急峻なポテンシャルプロファイルが形成されにくい。そうすると、基板１３の裏面側では、生成された信号電荷が素子分離領域２４を通過して、隣接する画素２に漏れ込む可能性があり、混色やブルーミングの原因となる。本実施形態例では、基板１３の裏面側の素子分離領域２４には、遮光部１７が埋め込まれて形成されている。このため、素子分離領域２４の特に素子分離機能が弱い領域において、隣接する画素に漏れ込む信号電荷を物理的に遮ることができ、基板１３内の信号電荷の移動による混色やブルーミングが抑制される。

【００５８】

〈２．第２の実施形態：固体撮像装置〉

次に、本発明の第２の実施形態に係る固体撮像装置について説明する。本実施形態例の固体撮像装置は、第１の実施形態の固体撮像装置と同様に裏面照射型の固体撮像装置であり、全体の構成は、図１と同様であるから、重複説明を省略する。

【００５９】

図１３は、本実施形態例における固体撮像装置４０の要部の概略断面構成図である。図

SAMSUNG EX. 1002 - 1127/1684

(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2012-54321
(P2012-54321A)
(43)公開日　平成24年3月15日(2012.3.15)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H01L 27/146	(2006.01)	H01L	27/14	A	4M118
H01L 27/148	(2006.01)	H01L	27/14	B	

審査請求 未請求　請求項の数 19　ＯＬ　（全 33 頁）

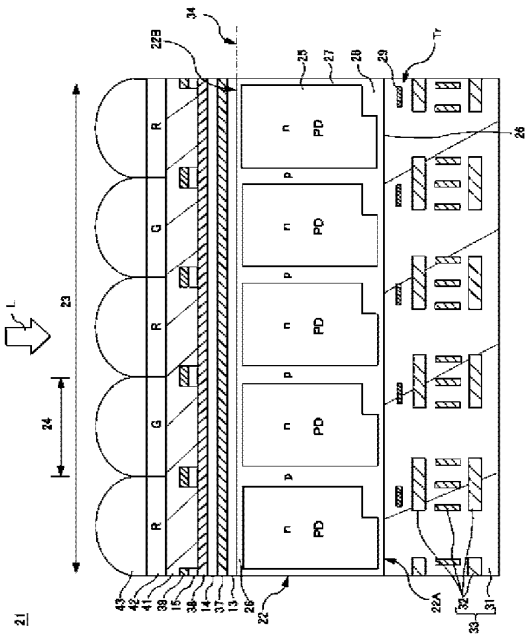
(21)出願番号　特願2010-194181 (P2010-194181)
(22)出願日　平成22年8月31日 (2010.8.31)

(71)出願人　000002185
ソニー株式会社
東京都港区港南１丁目７番１号
(74)代理人　100114627
弁理士　有吉　修一朗
(72)発明者　大庭　義行
東京都港区港南１丁目７番１号ソニー株式会社内
(72)発明者　檜山　晋
東京都港区港南１丁目７番１号ソニー株式会社内
(72)発明者　押山　到
東京都港区港南１丁目７番１号ソニー株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】固体撮像素子及びその製造方法、並びに固体撮像装置及び撮像装置

(57)【要約】
【課題】界面ダメージを回避し、信頼性や密着性を劣化させることなく暗電流の発生を抑制する。
【解決手段】受光部を有する半導体基板２２と、半導体基板表面に形成された酸化膜１３と、同酸化膜の上層にＴｉの密着層１５を介して形成された遮光膜１９とを備える。更に、酸化膜１３と密着層１５との間に、同酸化膜よりも酸化エンタルピーが小さな材料であるTa_2O_5からなる金属酸化膜１４が配置されている。
【選択図】図２



SAMSUNG EX. 1002 - 1128/1684

【特許請求の範囲】
【請求項１】
入射光を光電変換する受光部を有する半導体基板と、
該半導体基板の表面に形成された酸化物層と、
該酸化物層よりも上層に密着層を介して形成された遮光層と、
前記酸化物層と前記密着層との間に配置され、前記酸化物層を構成する材料の酸化エンタルピーよりも小さな酸化エンタルピーを示す材料から構成された酸素供給層とを備える
固体撮像素子。
【請求項２】
前記酸素供給層は、光透過性材料から構成されると共に、前記半導体基板の受光部が形成された領域に対応する領域の略全面に形成された
請求項１に記載の固体撮像素子。
【請求項３】
前記酸素供給層は、前記遮光層が形成された領域に対応する領域にのみ形成された
請求項１に記載の固体撮像素子。
【請求項４】
前記密着層および遮光層を構成する材料の酸化エンタルピーは、前記酸化物層を構成する材料の酸化エンタルピーよりも大きい
請求項１、請求項２または請求項３に記載の固体撮像素子。
【請求項５】
前記密着層および遮光層は、アルミニウム、チタン、アルミニウム合金若しくは窒化チタンのうち少なくとも１つの材料を含んで構成されている
請求項１、請求項２、請求項３または請求項４に記載の固体撮像素子。
【請求項６】
前記酸素供給層は、酸化タンタル（Ta_2O_5）、酸化ニオブ（Nb_2O_5）、酸化バナジウム（V_2O_3）、酸化クロム（Cr_2O_3）、酸化タングステン（WO_2）若しくは酸化モリブデン（MoO_2）を用いて構成されている
請求項１、請求項２、請求項３、請求項４または請求項５に記載の固体撮像素子。
【請求項７】
前記固体撮像素子は、
入射光を電気信号に変換する受光部を有する複数の画素部と、該画素部が形成された半導体基板の一面側に配線層を備え、該配線層が形成されている面とは反対側より入射される光を前記受光部で受光する裏面照射型固体撮像素子である
請求項１、請求項２、請求項３、請求項４、請求項５または請求項６に記載の固体撮像素子。
【請求項８】
入射光を光電変換する受光部を有する半導体基板と、
該半導体基板の表面に形成された酸化物層と、
該酸化物層よりも上層に密着層を介して形成された配線層と、
前記酸化物層と前記密着層との間に配置され、前記酸化物層を構成する材料の酸化エンタルピーよりも小さな酸化エンタルピーを示す材料から構成された酸素供給層とを備える
固体撮像素子。
【請求項９】
前記酸素供給層は、光透過性材料から構成されると共に、前記半導体基板の受光部が形成された領域に対応する領域の略全面に形成された
請求項８に記載の固体撮像素子。
【請求項１０】
前記酸素供給層は、前記配線層が形成された領域に対応する領域にのみ形成された
請求項８に記載の固体撮像素子。
【請求項１１】

SAMSUNG EX. 1002 - 1129/1684

前記密着層および遮光層を構成する材料の酸化エンタルピーは、前記酸化物層を構成する材料の酸化エンタルピーよりも大きい
請求項８、請求項９または請求項１０に記載の固体撮像素子。
【請求項１２】
前記密着層および遮光層は、アルミニウム、チタン、アルミニウム合金若しくは窒化チタンのうち少なくとも１つの材料を含んで構成されている
請求項８、請求項９、請求項１０または請求項１１に記載の固体撮像素子。
【請求項１３】
前記酸素供給層は、酸化タンタル（Ta_2O_5）、酸化ニオブ（Nb_2O_5）、酸化バナジウム（V_2O_3）、酸化クロム（Cr_2O_3）、酸化タングステン（WO_2）若しくは酸化モリブデン（MoO_2）を用いて構成されている
請求項８、請求項９、請求項１０、請求項１１または請求項１２に記載の固体撮像素子。
【請求項１４】
入射光を光電変換する受光部を有すると共に、その表面に酸化物層が形成された半導体基板の上層に、前記酸化物層を構成する材料の酸化エンタルピーよりも小さな酸化エンタルピーを示す材料から構成される酸素供給層を形成する工程と、
該酸素供給層よりも上層に密着層を介して遮光層を形成する工程とを備える
固体撮像素子の製造方法。
【請求項１５】
入射光を光電変換する受光部を有すると共に、その表面に酸化物層が形成された半導体基板の上層に、前記酸化物層を構成する材料の酸化エンタルピーよりも小さな酸化エンタルピーを示す材料から構成される酸素供給層を形成する工程と、
該酸素供給層よりも上層に密着層を介して配線層を形成する工程とを備える
固体撮像素子の製造方法。
【請求項１６】
入射光を光電変換する受光部を含む半導体基板と、該半導体基板の表面に形成された酸化物層と、該酸化物層よりも上層に密着層を介して形成された遮光層と、前記酸化物層と前記密着層との間に配置され、前記酸化物層を構成する材料の酸化エンタルピーよりも小さな酸化エンタルピーを示す材料から構成された酸素供給層を有する固体撮像素子と、
前記受光部に入射光を集光する光学系とを備える
固体撮像装置。
【請求項１７】
入射光を光電変換する受光部を含む半導体基板と、該半導体基板の表面に形成された酸化物層と、該酸化物層よりも上層に密着層を介して形成された配線層と、前記酸化物層と前記密着層との間に配置され、前記酸化物層を構成する材料の酸化エンタルピーよりも小さな酸化エンタルピーを示す材料から構成された酸素供給層を有する固体撮像素子と、
前記受光部に入射光を集光する光学系とを備える
固体撮像装置。
【請求項１８】
入射光を光電変換する受光部を含む半導体基板と、該半導体基板の表面に形成された酸化物層と、該酸化物層よりも上層に密着層を介して形成された遮光層と、前記酸化物層と前記密着層との間に配置され、前記酸化物層を構成する材料の酸化エンタルピーよりも小さな酸化エンタルピーを示す材料から構成された酸素供給層を有する固体撮像素子と、
前記受光部に入射光を集光する光学系と、
前記受光部で光電変換された信号電荷を処理する信号処理部とを備える
撮像装置。
【請求項１９】
入射光を光電変換する受光部を含む半導体基板と、該半導体基板の表面に形成された酸化物層と、該酸化物層よりも上層に密着層を介して形成された配線層と、前記酸化物層と

SAMSUNG EX. 1002 - 1130/1684

前記密着層との間に配置され、前記酸化物層を構成する材料の酸化エンタルピーよりも小さな酸化エンタルピーを示す材料から構成された酸素供給層を有する固体撮像素子と、
前記受光部に入射光を集光する光学系と、
前記受光部で光電変換された信号電荷を処理する信号処理部とを備える
撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は固体撮像素子及びその製造方法、並びに固体撮像装置及び撮像装置に関する。詳しくは、暗電流の発生を抑制することが可能な固体撮像素子及びその製造方法、並びにこうした固体撮像素子を用いた固体撮像装置及び撮像装置に係るものである。

【背景技術】

【０００２】

従来、ビデオカメラやデジタルスチルカメラなどにおいて、ＣＣＤ（Ｃｈａｒｇｅ Ｃｏｕｐｌｅｄ Ｄｅｖｉｃｅ）やＣＭＯＳイメージセンサで構成された固体撮像装置が広く使用されている。なお、ＣＭＯＳ型固体撮像装置には、図２０に示す表面照射型と、図２１に示す裏面照射型が知られている。

【０００３】

表面照射型固体撮像装置１１１は、図２０の模式的構成図で示す様に、半導体基板１１２に光電変換部となるフォトダイオードＰＤと複数の画素トランジスタからなる単位画素１１６が複数形成された画素領域１１３を有して構成されている。画素トランジスタは、図示しないが、図２０ではゲート電極１１４を示して、模式的に画素トランジスタの存在を示している。

【０００４】

各フォトダイオードＰＤは不純物拡散層による素子分離領域１１５で分離されており、半導体基板１１２の画素トランジスタが形成された表面側に層間絶縁膜１１７を介して複数の配線１１８を配置した多層配線層１１９が形成されている。配線１１８は、フォトダイオードＰＤの位置に対応する部分を除いて形成されている。

【０００５】

多層配線層１１９上には、平坦化膜１２０を介して順次オンチップカラーフィルタ１２１及びオンチップマイクロレンズ１２２が形成されている。オンチップカラーフィルタ１２１は、例えば赤（Ｒ）、緑（Ｇ）、青（Ｂ）の各色フィルタを配列して構成されている。

【０００６】

表面照射型の固体撮像装置１１１では、多層配線層１１９が形成された基板表面を受光面１２３として、光Ｌがこの基板表面側から入射することとなる。

【０００７】

一方、裏面照射型固体撮像装置１３１は、図２１の模式的構成図に示す様に、半導体基板１１２に光電変換部となるフォトダイオードＰＤと複数の画素トランジスタからなる単位画素１１６が複数形成された画素領域１１３を有して構成されている。画素トランジスタは、図示しないが、基板表面側に形成され、図２１ではゲート電極１１４を示して、模式的に画素トランジスタの存在を示している。

【０００８】

各フォトダイオードＰＤは不純物拡散層による素子分離領域１１５で分離されており、半導体基板１１２の画素トランジスタが形成された表面側に層間絶縁膜１１７を介して複数の配線１１８を形成した多層配線層１１９が形成されている。裏面照射型では、配線１１８はフォトダイオードＰＤの位置に関係なく形成することができる。

【０００９】

また、半導体基板１１２のフォトダイオードＰＤが臨む裏面上に、順次絶縁層１２８、オンチップカラーフィルタ１２１及びオンチップマイクロレンズ１２２が形成されている

SAMSUNG EX. 1002 - 1131/1684

。

【００１０】

裏面照射型の固体撮像装置１３１では、多層配線層及び画素トランジスタが形成された基板表面とは反対側の基板裏面を受光面１３２として、光Ｌがこの基板裏面側から入射することとなる。なお、光Ｌは多層配線層１１９の制約を受けることなく、フォトダイオードＰＤに入射されることとなるので、フォトダイオードＰＤの開口を広く取ることができ、高感度化が実現することとなる。

【００１１】

ところで、上記した様な固体撮像装置は感度の向上と並んでノイズ低減を図ることが極めて重要な課題である。特に、入射光が無い状態で、光電変換を行う受光部が設けられた半導体基板と上層膜との界面における界面準位が発生源となる暗電流は、固体撮像装置として低減されるべきノイズである。

【００１２】

ここで、暗電流とは受光部に光が入射していない状態でもフォトダイオードＰＤおよびその周辺から電子の生成が起こる現象であり、暗電流が多く発生すると、固体撮像素子の撮像性能の基準となる黒レベルが悪化して充分な階調の分解能を得ることができず、撮像時の感度が低下してしまう。

【００１３】

また、界面準位とは、半導体基板内部の結晶欠陥や不純物、酸化膜界面との結合欠陥に起因した電子の存在し得るエネルギー状態であり、界面準位が増えると暗電流の発生が助長されることとなる。

【００１４】

なお、界面準位の一因として、光電変換を行う受光部が設けられた半導体基板の表面と、これを被覆する酸化膜との界面から酸素原子（Ｏ）が奪われることで生じる界面層のダメージが挙げられる。

【００１５】

以下、この点について図面を用いて説明を行う。

図２２は裏面照射型固体撮像装置の構造を示した模式図であり、受光部（図示せず）が設けられた半導体基板（Ｓｉ基板）２０１と、半導体基板表面に形成された酸化膜（ＳｉＯ）２０２を有する。また、酸化膜２０２の上層には反射防止膜（ＳｉＯＮ）２０３が設けられ、その上層には絶縁膜（SiO_2）２０４が設けられ、絶縁膜２０４の更に上層には密着層（Ｔｉ）２０５を介して遮光膜（Ｗ）２０６が設けられている。

【００１６】

ここで、遮光膜（Ｗ）２０６と絶縁膜（SiO_2）２０４との密着性の向上を図るために密着層（Ｔｉ）２０５を形成しているのであるが、Ｔｉは酸素（Ｏ）との結合力が強い。そして、こうしたＴｉによる還元作用によって酸化膜２０２と半導体基板２０１の界面から酸素原子（Ｏ）が奪われることとなり、上述の通り、酸化膜２０２と反動体基板２０１間の界面においてダメージが生じることとなり、結果として暗電流の発生を助長してしまうこととなる。

【００１７】

ところで、暗電流を低減するための技術の１つとして、界面準位の原因となる結合欠陥を水素雰囲気で熱処理することで（Ｓｉｎｔｅｒｉｎｇ）、欠陥に伴うＳｉの未結合手を水素終端させる方法がある。

【００１８】

しかし、遮光膜で覆われている領域については水素シンター処理の効果が得られにくいこともあって、こうした技術だけでは界面準位の発生を充分に低減することができていなかった。

【００１９】

そのため、例えば特許文献１では、各画素の光電変換素子の上部に水素を供給するための水素供給膜を配すると共に、水素供給膜と遮光部材との間に水素の拡散を抑制するため

SAMSUNG EX. 1002 - 1132/1684

の拡散防止膜を形成する技術が提案されている。

【００２０】

また、例えば特許文献２では、反射防止膜がチタンを含まない材料によって形成されると共に、配線用及びコンタクトプラグ用のバリア層及び密着層がチタンを含まない材料によって形成される技術が提案されている。

【００２１】

なお、特許文献１に記載の技術によって、光電変換素子の表面やゲート絶縁膜等への水素供給が充分に行われることとなり、界面準位をターミネートすることができるために、暗電流を低減することが可能となる。

【００２２】

また、特許文献２に記載の技術によって、チタンの影響による暗電流ノイズの増加を除去することが可能となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【００２３】

【特許文献１】特開２０１０－１６１２８号公報
【特許文献２】特開２００３－２２９５５６号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【００２４】

しかしながら、水素供給膜を成膜した場合には、上記した半導体基板と酸化膜の界面における酸素欠陥に起因する界面ダメージを回避することは困難である。

【００２５】

また、密着層やバリアメタルにチタンを用いずに配線層や遮光層を形成した場合には、配線の信頼性や密着性が劣化するといった影響が懸念される。

【００２６】

本発明は以上の点に鑑みて創案されたものであって、界面ダメージを回避すると共に、信頼性や密着性を劣化させることなく暗電流を抑制することができる固体撮像素子及びその製造方法、並びに固体撮像装置及び撮像装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００２７】

上記の目的を達成するために、本発明に係る固体撮像素子は、入射光を光電変換する受光部を有する半導体基板と、該半導体基板の表面に形成された酸化物層と、該酸化物層よりも上層に密着層を介して形成された遮光層と、前記酸化物層と前記密着層との間に配置され、前記酸化物層を構成する材料の酸化エンタルピーよりも小さな酸化エンタルピーを示す材料から構成された酸素供給層とを備える。

【００２８】

ここで、酸化物層と密着層との間に配置され、酸化物層を構成する材料の酸化エンタルピーよりも小さな酸化エンタルピーを示す材料から構成された酸素供給層によって、酸化物層と半導体基板の界面層（界面酸化物）が保護されてダメージを受けることが無くなり、界面準位の形成による暗電流の発生を抑制することができる。

【００２９】

即ち、チタンやアルミニウム等の酸素との結合力が強い材料が存在したとしても、こうした材料は半導体基板界面の酸化物層から酸素原子を奪うよりも、酸素供給層から酸素を奪う方が化学反応上、エネルギー的に安定しているために、上述の様に酸化物層と半導体基板の界面層（界面酸化物）は保護され、暗電流の発生を抑制することができるのである。

【００３０】

また、半導体基板の受光部が形成された領域に対応する領域の略全面に酸素供給層が形成された場合には、より一層充分に酸化物層と半導体基板の界面層（界面酸化物）を保護

SAMSUNG EX. 1002 - 1133/1684

することができ、暗電流発生の抑制について高い効果を期待することができる。なお、有効画素領域の上層に酸素供給層を形成する場合には、受光部に入射光を到達させる必要があることから、酸素供給層は光透過性に優れた材料から構成される必要がある。

【００３１】

更に、遮光層が形成された領域に対応する領域にのみ酸素供給層が形成された場合には、有効画素領域の上層構造は通常の固体撮像素子（酸素供給層が形成されていない固体撮像素子）と同じ構造となる。そのため、酸素供給層を構成する材料の透過率や屈折率はどの様なものであっても良く、材料選択や成膜条件の自由度が高く、インテグレーション上の制約が少ないため、よりプロセスウィンドウの広い条件で安定した製造プロセスを構築することが可能である。

【００３２】

なお、酸素供給層の一例としては、酸化タンタル（Ta_2O_5）、酸化ニオブ（Nb_2O_5）、酸化バナジウム（V_2O_3）、酸化クロム（Cr_2O_3）、酸化タングステン（WO_2）若しくは酸化モリブデン（MoO_2）を用いて構成する場合が挙げられる。

【００３３】

また、本発明の固体撮像素子は、入射光を光電変換する受光部を有する半導体基板と、該半導体基板の表面に形成された酸化物層と、該酸化物層よりも上層に密着層を介して形成された配線層と、前記酸化物層と前記密着層との間に配置され、前記酸化物層を構成する材料の酸化エンタルピーよりも小さな酸化エンタルピーを示す材料から構成された酸素供給層とを備える。

【００３４】

ここで、酸化物層と密着層との間に配置され、酸化物層を構成する材料の酸化エンタルピーよりも小さな酸化エンタルピーを示す材料から構成された酸素供給層によって、半導体基板と酸化物層の界面層（界面酸化物）が保護されてダメージを受けることが無くなり、界面準位の形成による暗電流の発生を抑制することができる。

【００３５】

即ち、チタンやアルミニウム等の酸素との結合力が強い材料が存在したとしても、こうした材料は半導体基板界面の酸化物層から酸素原子を奪うよりも、酸素供給層から酸素を奪う方が化学反応上、エネルギー的に安定しているために、上述の様に酸化物層と半導体基板の界面層（界面酸化物）は保護され、暗電流の発生を抑制することができるのである。

【００３６】

また、半導体基板の受光部が形成された領域に対応する領域の略全面に酸素供給層が形成された場合には、より一層充分に酸化物層（界面酸化物）を保護することができ、暗電流発生の抑制について高い効果を期待することができる。なお、有効画素領域の上層に酸素供給層を形成する場合には、受光部に入射光を到達させる必要があることから、酸素供給層は光透過性に優れた材料から構成される必要がある。

【００３７】

更に、配線層が形成された領域に対応する領域にのみ酸素供給層が形成された場合には、有効画素領域の上層構造は通常の固体撮像素子（酸素供給層が形成されていない固体撮像素子）と同じ構造となる。そのため、酸素供給層を構成する材料の透過率や屈折率はどの様なものであっても良く、材料選択や成膜条件の自由度が高く、インテグレーション上の制約が少ないため、よりプロセスウィンドウの広い条件で安定した製造プロセスを構築することが可能である。

【００３８】

また、上記の目的を達成するために、本発明に係る固体撮像素子の製造方法は、入射光を光電変換する受光部を有すると共に、その表面に酸化物層が形成された半導体基板の上層に、前記酸化物層を構成する材料の酸化エンタルピーよりも小さな酸化エンタルピーを示す材料から構成される酸素供給層を形成する工程と、該酸素供給層よりも上層に密着層を介して遮光層を形成する工程とを備える。

SAMSUNG EX. 1002 - 1134/1684

【００３９】
ここで、入射光を光電変換する受光部を有すると共に、その表面に酸化物層が形成された半導体基板の上層に、酸化物層を構成する材料の酸化エンタルピーよりも小さな酸化エンタルピーを示す材料から構成される酸素供給層を形成し、続いて、酸素供給層よりも上層に密着層を介して遮光層を形成することによって、結果として、酸化物層と密着層との間に酸化物層を構成する材料の酸化エンタルピーよりも小さな酸化エンタルピーを示す材料から構成された酸素供給層を形成することとなる。そのため、酸化物層と半導体基板の界面層（界面酸化物）が保護されてダメージを受けることが無くなり、界面準位の形成による暗電流の発生を抑制することができる。

【００４０】
また、本発明に係る固体撮像素子の製造方法は、入射光を光電変換する受光部を有すると共に、その表面に酸化物層が形成された半導体基板の上層に、前記酸化物層を構成する材料の酸化エンタルピーよりも小さな酸化エンタルピーを示す材料から構成される酸素供給層を形成する工程と、該酸素供給層よりも上層に密着層を介して配線層を形成する工程とを備える。

【００４１】
ここで、入射光を光電変換する受光部を有すると共に、その表面に酸化物層が形成された半導体基板の上層に、酸化物層を構成する材料の酸化エンタルピーよりも小さな酸化エンタルピーを示す材料から構成される酸素供給層を形成し、続いて、酸素供給層よりも上層に密着層を介して配線層を形成することによって、結果として、酸化物層と密着層との間に酸化物層を構成する材料の酸化エンタルピーよりも小さな酸化エンタルピーを示す材料から構成された酸素供給層を形成することとなる。そのため、酸化物層と半導体基板の界面層（界面酸化物）が保護されてダメージを受けることが無くなり、界面準位の形成による暗電流の発生を抑制することができる。

【００４２】
また、上記の目的を達成するために、本発明に係る固体撮像装置は、入射光を光電変換する受光部を含む半導体基板と、該半導体基板の表面に形成された酸化物層と、該酸化物層よりも上層に密着層を介して形成された遮光層と、前記酸化物層と前記密着層との間に配置され、前記酸化物層を構成する材料の酸化エンタルピーよりも小さな酸化エンタルピーを示す材料から構成された酸素供給層を有する固体撮像素子と、前記受光部に入射光を集光する光学系とを備える。

【００４３】
更に、本発明に係る固体撮像装置は、入射光を光電変換する受光部を含む半導体基板と、該半導体基板の表面に形成された酸化物層と、該酸化物層よりも上層に密着層を介して形成された配線層と、前記酸化物層と前記密着層との間に配置され、前記酸化物層を構成する材料の酸化エンタルピーよりも小さな酸化エンタルピーを示す材料から構成された酸素供給層を有する固体撮像素子と、前記受光部に入射光を集光する光学系とを備える。

【００４４】
また、上記の目的を達成するために、本発明に係る撮像装置は、入射光を光電変換する受光部を含む半導体基板と、該半導体基板の表面に形成された酸化物層と、該酸化物層よりも上層に密着層を介して形成された遮光層と、前記酸化物層と前記密着層との間に配置され、前記酸化物層を構成する材料の酸化エンタルピーよりも小さな酸化エンタルピーを示す材料から構成された酸素供給層を有する固体撮像素子と、前記受光部に入射光を集光する光学系と、前記受光部で光電変換された信号電荷を処理する信号処理部とを備える。

【００４５】
更に、本発明に係る撮像装置は、入射光を光電変換する受光部を含む半導体基板と、該半導体基板の表面に形成された酸化物層と、該酸化物層よりも上層に密着層を介して形成された配線層と、前記酸化物層と前記密着層との間に配置され、前記酸化物層を構成する材料の酸化エンタルピーよりも小さな酸化エンタルピーを示す材料から構成された酸素供給層を有する固体撮像素子と、前記受光部に入射光を集光する光学系と、前記受光部で光

SAMSUNG EX. 1002 - 1135/1684

電変換された信号電荷を処理する信号処理部とを備える。
【発明の効果】
【００４６】
本発明の固体撮像素子及びその製造方法で得られる固体撮像素子、並びに固体撮像装置及び撮像装置では、界面ダメージを回避し、信頼性や密着性を劣化させることなく暗電流の発生を抑制することができる。
【図面の簡単な説明】
【００４７】
【図１】本発明の各実施の形態に適用されるＣＭＯＳ型固体撮像装置の一例の概略構成図である。
【図２】本発明に係る固体撮像装置の第１の実施の形態を説明するための模式図である。
【図３（ａ）】第１の実施の形態の変形例を説明するための模式図（１）である。
【図３（ｂ）】第１の実施の形態の変形例を説明するための模式図（２）である。
【図４】第１の実施の形態の固体撮像装置の製造方法を説明するための模式図（１）である。
【図５】第１の実施の形態の固体撮像装置の製造方法を説明するための模式図（２）である。
【図６】本発明に係る固体撮像装置の第２の実施の形態を説明するための模式図である。
【図７】第２の実施の形態の固体撮像装置の製造方法を説明するための模式図（１）である。
【図８】第２の実施の形態の固体撮像装置の製造方法を説明するための模式図（２）である。
【図９】本発明に係る固体撮像装置の第３の実施の形態を説明するための模式図である。
【図１０（ａ）】第３の実施の形態の変形例を説明するための模式図（１）である。
【図１０（ｂ）】第３の実施の形態の変形例を説明するための模式図（２）である。
【図１０（ｃ）】第３の実施の形態の変形例を説明するための模式図（３）である。
【図１１】第３の実施の形態の固体撮像装置の製造方法を説明するための模式図（１）である。
【図１２】第３の実施の形態の固体撮像装置の製造方法を説明するための模式図（２）である。
【図１３】本発明に係る固体撮像装置の第４の実施の形態を説明するための模式図である。
【図１４】第４の実施の形態の固体撮像装置の製造方法を説明するための模式図（１）である。
【図１５】第４の実施の形態の固体撮像装置の製造方法を説明するための模式図（２）である。
【図１６】本発明を適用した撮像装置の一例であるカメラ７７を説明するための模式図である。
【図１７】第１の実施の形態の変形例を説明するための模式図である。
【図１８】有機光電変換膜と有機カラーフィルタ層の平面的配置（コーディング）の一例を説明するための模式図である。
【図１９】単位画素の回路構成の一例を説明するための模式図である。
【図２０】従来のＣＭＯＳ型固体撮像装置（表面照射型）を説明するための模式図である。
【図２１】従来のＣＭＯＳ型固体撮像装置（裏面照射型）を説明するための模式図である。
【図２２】従来の裏面照射型固体撮像装置の構造を説明するための模式図である。
【発明を実施するための形態】
【００４８】
以下、本発明を実施するための形態（以下、「実施の形態」と称する）について説明す

SAMSUNG EX. 1002 - 1136/1684

る。なお、説明は以下の順序で行う。
１．ＣＭＯＳ型固体撮像装置の概略構成例
２．第１の実施の形態（裏面照射型固体撮像装置の場合（１））
３．第２の実施の形態（裏面照射型固体撮像装置の場合（２））
４．第３の実施の形態（表面照射型固体撮像装置の場合（１））
５．第４の実施の形態（表面照射型固体撮像装置の場合（２））
６．第５の実施の形態（撮像装置の場合）
７．変形例
【００４９】
＜１．ＣＭＯＳ型固体撮像装置の概略構成例＞
図１に、本発明の各実施の形態に適用されるＣＭＯＳ型固体撮像装置の一例の概略構成を示す。ここで示す固体撮像装置１は、図１に示す様に、半導体基板１１（例えばシリコン基板）に複数の光電変換素子を含む画素２が規則的に２次元的に配列された画素領域（いわゆる撮像領域）３と、周辺回路部とを有して構成されている。
【００５０】
画素２は、光電変換素子となる例えばフォトダイオードと、複数の画素トランジスタ（いわゆるＭＯＳトランジスタ）を有している。複数の画素トランジスタは、例えば転送トランジスタ、リセットトランジスタ及び増幅トランジスタの３つのトランジスタで構成することができる。その他、選択トランジスタを追加して４つのトランジスタで構成することもできる。
【００５１】
図１９は画素２の単位画素の回路構成の一例を説明するための模式図である。
単位画素は、光電変換素子として例えばフォトダイオード５１を有し、この１個のフォトダイオード５１に対して、転送トランジスタ５２、増幅トランジスタ５３、アドレストランジスタ５４、リセットトランジスタ５５の４つのトランジスタを能動素子として有する。
【００５２】
フォトダイオード５１は、入射光をその光量に応じた量の電荷（ここでは電子）に光電変換する。転送トランジスタ５２は、フォトダイオード５１とフローティングディフュージョンＦＤとの間に接続されている。そして、駆動配線５６を通じて転送トランジスタのゲート（転送ゲート）に駆動信号が与えられることで、フォトダイオード５１で光電変換された電子をフローティングディフュージョンＦＤに転送する。
【００５３】
フローティングディフュージョンＦＤには、増幅トランジスタ５３のゲートが接続されている。増幅トランジスタ５３は、アドレストランジスタ５４を介して垂直信号線５７に接続され、画素部外の定電流源Ｉとソースフォロアを構成している。駆動配線５８を通してアドレス信号がアドレストランジスタ５４のゲートに与えられ、アドレストランジスタ５４がオンすると、増幅トランジスタ５３はフローティングディフュージョンＦＤの電位を増幅してその電位に応じた電圧を垂直信号線５７に出力する。垂直信号線５７を通じて、各画素から出力された電圧はＳ／Ｈ・ＣＤＳ回路に出力される。
【００５４】
リセットトランジスタ５５は、電源ＶｄｄとフローティングディフュージョンＦＤとの間に接続されている。駆動配線５９を通してリセットトランジスタ５５のゲートにリセット信号が与えられることで、フローティングディフュージョンＦＤの電位を電源電位Ｖｄｄにリセットする。
【００５５】
これらの動作は、転送トランジスタ５２、アドレストランジスタ５４及びリセットトランジスタ５５の各ゲートが行単位で接続されていることから、１行分の各画素について同時に行われることとなる。
【００５６】

SAMSUNG EX. 1002 - 1137/1684