

(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2009-188316

(P2009-188316A)

(43) 公開日 平成21年8月20日(2009.8.20)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 31/10 (2006.01)	H O 1 L 31/10 A	4 M 1 1 8
H O 1 L 27/146 (2006.01)	H O 1 L 27/14 E	5 F 0 4 9

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2008-28859 (P2008-28859)	(71) 出願人	000004260
(22) 出願日	平成20年2月8日 (2008.2.8)		株式会社デンソー
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
		(74) 代理人	100100022
			弁理士 伊藤 洋二
		(74) 代理人	100108198
			弁理士 三浦 高広
		(74) 代理人	100111578
			弁理士 水野 史博
		(72) 発明者	山田 仁
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
			社デンソー内
		(72) 発明者	大竹 伸幸
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
			社デンソー内

最終頁に続く

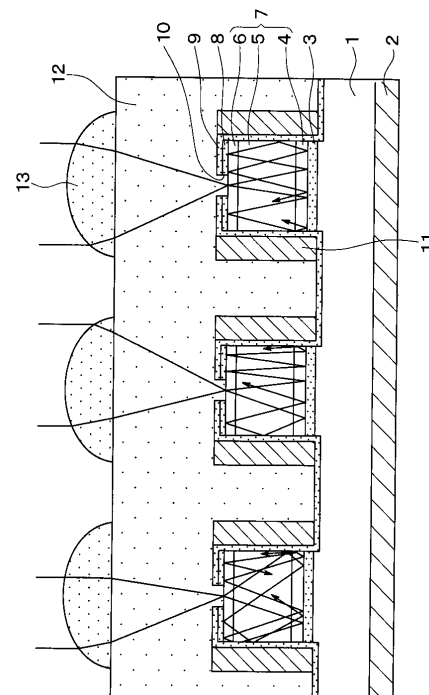
(54) 【発明の名称】 受光素子

(57) 【要約】

【課題】隣接する受光部7の間で光学的クロストークを生じることなく、また、受光部7を構成する材料の光の吸収係数および受光部7の長さに関わらず高感度な受光部7を備えた受光素子を提供する。

【解決手段】受光部7の底面に第1の反射膜3を配置し、表面に第2の反射膜8を配置し、側面に第3の反射膜11を配置する。そして、第2の反射膜8に受光部7の表面を露出させる貫通孔10を形成し、受光部7の表面側に受光部7の表面のうち露出されている部分に光を集めるように構成されたマイクロレンズ13を配置する。このような受光素子によれば、マイクロレンズ13により集められた光が受光部7の内部に入射されると第1の反射膜3、第2の反射膜8および第3の反射膜11により反射されることで光を受光部7の内部に閉じ込めることができるので、受光部7を構成する材料や受光部7の長さに関わらず高感度な受光部7を備えた受光素子とすることができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体基板（２）上に隣接するように形成された複数の受光部（７）を備えた受光素子であって、

前記受光部（７）の底面に配置された第１の反射膜（３）と、

前記受光部（７）の表面において、前記第１の反射膜（３）と対向するように配置され、前記受光部（７）の表面の一部を露出させる貫通孔（１０）が形成された第２の反射膜（８）と、

前記受光部（７）の側面に配置された第３の反射膜（１１）と、

前記受光部（７）の表面側に配置されていると共に、前記受光部（７）の表面のうち露出されている部分に光を集めるように構成され、集めた前記光を前記受光部（７）に入射するマイクロレンズ（１３）と、を備え、

前記マイクロレンズ（１３）で集められた前記光が前記受光部（７）の表面のうち露出している部分から前記受光部（７）の内部に入射されると、入射された前記光のうち前記受光部（７）の表面に対して斜め方向から入射された前記光が前記第１の反射膜（３）、前記第２の反射膜（８）および前記第３の反射膜（１１）にて反射されることで前記受光部（７）の内部に閉じ込められる構成とされていることを特徴とする受光素子。

【請求項 2】

前記第１の反射膜（３）および前記第２の反射膜（８）が半導体多層膜で構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の受光素子。

【請求項 3】

前記第３の反射膜（１１）が金属で構成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の受光素子。

【請求項 4】

前記第３の反射膜（１１）が電極となることを特徴とする請求項 3 に記載の受光素子。

【請求項 5】

前記第１の反射膜（３）が半導体多層膜で構成されており、前記第２の反射膜（８）が金属で構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の受光素子。

【請求項 6】

前記第１の反射膜（３）および前記第２の反射膜（８）が金属で構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の受光素子。

【請求項 7】

隣接する前記受光部間には溝（１４）が形成されており、前記溝（１４）が前記第３の反射膜（１１）で埋め込まれていることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 つに記載の受光素子。

【請求項 8】

前記受光部（７）がピンフォトダイオードで構成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 つに記載の受光素子。

【請求項 9】

前記受光部（７）がシリコンゲルマニウムで構成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 つに記載の受光素子。

【請求項 10】

前記半導体基板（２）上に前記受光部（７）をマトリックス状に配置したことを特徴とする請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 つに記載の受光素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、受光部間の光学的クロストークを防止することができると共に、受光部の感度を高くすることができる受光素子に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、半導体基板に高速応答性に優れるPINフォトダイオードを形成して受光部を構成し、この受光部を二次元に配列して受光素子を形成することが知られている。このような受光素子においては、半導体基板上に形成された受光部に光が斜め方向から入射されると、例えば、受光部の表面から入射された光が受光部の側面を透過して隣接する受光部にも入射される場合があり、受光部間で光学的クロストークが生じる可能性がある。

【0003】

そこで、例えば、特許文献1において、隣接する受光部の間にエッチング等により溝を形成し、溝の表面に遮光膜を配置することで光学的クロストークを防止する受光素子が開示されている。

10

【0004】

このような受光素子においては、受光部の表面から光が入射されると受光部の内部で光エネルギーが電氣的なエネルギーに変換されることで受光部に光が入射されたことが検出される。例えば、受光部をPINフォトダイオードで構成した場合には、光がI層を通過する間に、I層内に電子-正孔対による光電流が発生することで受光部に光が入射されたことが検出される。この際に、受光部の感度は、光の変換効率、つまり受光部に使用される材料の光の吸収係数または光が受光部を通過する距離に依存しており、光が受光部の内部を通過する間に変換された光電流が大きくなるほど受光部の感度は高くなる。

【0005】

しかしながら、上記特許文献1の受光素子では、受光部の表面から入射された光が受光部の底面から抜け出す前に受光部に光電流を発生させることになるため、受光部の感度を向上させるためには、光が受光部の内部を通過する間に変換される光電流を大きくしなければならず、受光部に光の吸収係数が高い材料を用いるか、受光部の長さ（光が受光部の内部を通過する距離）を長くする必要がある。このため、受光部を構成する材料が限定されたり、受光部が大型化するという問題がある。

20

【0006】

また、受光部の感度を向上させる方法として、受光部の底面および側面に反射膜を配置し、光を受光部の内部で反射させることで光が受光部の内部を通過する距離を長くする受光素子が開示されている（例えば、特許文献2参照）。

【特許文献1】特開2002-100796号公報

30

【特許文献2】特開平7-302890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、上記特許文献2の受光素子においても、反射した光が受光部の表面から抜け出してしまいうため有効に光を受光部の内部に閉じ込めることができないという問題がある。

【0008】

本発明は上記点に鑑みて、隣接する受光部間で光学的クロストークを生じることなく、また、受光部を構成する材料の光の吸収係数および受光部の長さに関わらず高感度な受光部を備えた受光素子を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明では、半導体基板(2)上に隣接するように形成された複数の受光部(7)を備えた受光素子であって、受光部(7)の底面に配置された第1の反射膜(3)と、受光部(7)の表面において、第1の反射膜(3)と対向するように配置され、受光部(7)の表面の一部を露出させる貫通孔(10)が形成された第2の反射膜(8)と、受光部(7)の側面に配置された第3の反射膜(11)と、受光部(7)の表面側に配置されていると共に、受光部(7)の表面のうち露出されている部分に光を集めるように構成され、集めた光を受光部(7)に入射するマイクロレン

50

ズ（１３）と、を備え、マイクロレンズ（１３）で集められた光が受光部（７）の表面のうち露出している部分から受光部（７）の内部に入射されると、入射された光のうち受光部（７）の表面に対して斜め方向から入射された光が第１の反射膜（３）、第２の反射膜（８）および第３の反射膜（１１）にて反射されることで受光部（７）の内部に閉じ込められる構成とされていることを特徴としている。

【００１０】

このような受光素子によれば、受光部（７）の内部に入射された光が第１の反射膜（３）、第２の反射膜（８）および第３の反射膜（１１）により反射されることで入射された光を受光部（７）の内部に閉じ込めることができる。このため、光が受光部（７）の内部を通過する距離が長くなるので、受光部（７）を構成する材料の光の吸収係数および受光部の長さに関わらず受光部（７）の感度を向上させることができる。また、受光部（７）の側面が第３の反射膜（１１）で覆われているため、隣接する受光部間において光学的クロストークを防止することができる。

10

【００１１】

例えば、請求項２に記載の発明のように、第１の反射膜（３）および第２の反射膜（８）を半導体多層膜で構成することができる。

【００１２】

また、請求項３に記載の発明のように、第３の反射膜（１１）を金属で構成することができる。

【００１３】

20

この場合は、請求項４に記載の発明のように、第３の反射膜（１１）を電極として構成してもよい。このような受光素子によれば、電極の配線を受光素子の表面から取り出すことができるので、配線を容易に行うことができる。

【００１４】

また、請求項５に記載の発明のように、第１の反射膜（３）を半導体多層膜で構成し、第２の反射膜（８）を金属で構成することができ、請求項６に記載の発明のように、第１の反射膜（３）および第２の反射膜（８）を金属で構成することができる。

【００１５】

さらに、請求項７に記載の発明のように、受光部（７）間に溝（１４）を形成し、溝（１４）を第３の反射膜（１１）で埋め込む構成としてもよい。このような受光素子によれば、受光部（７）の集積度を大きくすることができる。

30

【００１６】

また、請求項８に記載の発明のように、受光部（７）をＰＩＮフォトダイオードで構成することができる。

【００１７】

また、請求項９に記載の発明のように、受光部（７）をシリコンゲルマニウムで構成することができる。

【００１８】

また、請求項１０に記載の発明のように、受光部（７）をマトリックス状に配置して受光素子を構成することができる。

40

【００１９】

なお、この欄および特許請求の範囲で記載した各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものである。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２０】

（第１実施形態）

本発明の一実施形態を適用した受光素子について説明する。図１は、本実施形態の受光素子の断面図である。図１に基づいて本実施形態の受光素子について説明する。

【００２１】

図１に示されるように、半導体基板１の裏面には裏面電極２が配置されている。また、

50

半導体基板 1 の表面には複数の第 1 の反射膜 3 が配置されており、半導体基板 1 の表面を上方向から見ると複数の第 1 の反射膜 3 がマトリックス状に配置されている。本実施形態では、この第 1 の反射膜 3 が半導体多層膜で構成されている。半導体基板 1 としては、例えば、Si を用いることができ、第 1 の反射膜 3 としては、例えば、 $Al_xGa_{1-x}P$ 系の半導体多層膜を用いることができる。この半導体多層膜は $Al_xGa_{1-x}P$ の組成比 X を適宜変更して構成されており、低屈折率の半導体膜と高屈折率の半導体膜とが交互に積層されることで構成されている。

【0022】

なお、この第 1 の反射膜 3 は検出したい光が 99 パーセント以上の高い反射率で反射されるように構成されている。具体的には、次のように構成されている。半導体多層膜は、光が直交方向から入射されると半導体多層膜の反射波長帯域に存在する波長の光を反射するが、光が斜め方向から入射されると半導体多層膜の反射波長帯域が短波長側にシフトして、シフトした反射波長帯域に存在する波長の光を反射する（例えば、「光技術総合辞典」、オプトロニクス社、2004 年、411-412 頁参照）。このため、本実施形態の半導体多層膜は反射波長帯域が短波長側にシフトしても検出したい光の十分な反射が得られるように膜厚が調整されている。つまり、半導体多層膜の反射波長帯域のうち検出したい光の波長が短波長側になるように半導体多層膜の膜厚が調整されており、半導体多層膜に対して光が斜め方向から入射されても高い反射率で光を反射させることができる構成とされている。

【0023】

また、各第 1 の反射膜 3 の表面には N 型不純物を高濃度に添加した N 層 4、不純物濃度が低い I 層 5 および P 型不純物を高濃度に添加した P 層 6 が順次積層され、PIN フォトダイオード 7 が形成されている。本実施形態では、この PIN フォトダイオード 7 が受光部に相当している。また、PIN フォトダイオード 7 の構成材料にはさまざまな材料を用いることができるが、例えば、波長 1.5 μm の赤外光の受光部として一般的に用いられている $In_xGa_{1-x}As$ より光の吸収係数が低い Si_xGe_{1-x} を用いることができる。例えば、PIN フォトダイオード 7 に SiGe を用いると、1.5 μm の波長を有する光が SiGe に入射された場合には SiGe の吸収長は約 200 μm となるが、本実施形態では光を吸収する I 層の厚さを 200 μm より大幅に薄くしても光の強度を $1/e$ に減衰させることができる。なお、ここで吸収長とは光の強度が $1/e$ に減衰する長さである。

【0024】

また、P 層 6 の表面には、第 1 の反射膜 3 と対抗するように半導体多層膜で構成された第 2 の反射膜 8 が配置されている。この第 2 の反射膜 8 も第 1 の反射膜 3 と同様に $Al_xGa_{1-x}P$ 系の半導体多層膜を用いることができ、検出したい光が 99 パーセント以上の高い反射率で反射されるように構成されている。

【0025】

そして、第 1 の反射膜 3 と第 2 の反射膜 8 とを備えた PIN フォトダイオード 7 および半導体基板 1 のうち第 1 の反射膜 3 が配置されていない部分が覆われるように第 1 の絶縁膜 9 が配置されている。この第 1 の絶縁膜 9 には、例えば、 Si_xN_{1-x} を用いることができる。そして、第 2 の反射膜 8 および第 2 の反射膜 8 の表面に配置された第 1 の絶縁膜 9 には P 層 6 の表面の一部を露出させる貫通孔 10 が形成されている。

【0026】

また、PIN フォトダイオード 7 の側面には第 1 の絶縁膜 9 を介して、Al 等の金属で構成された第 3 の反射膜 11 が配置されている。そして、第 1 の反射膜 3、第 2 の反射膜 8 および第 3 の反射膜 11 を備えた PIN フォトダイオード 7 および第 1 の絶縁膜 9 を覆うように第 2 の絶縁膜 12 が配置されている。さらに、この第 2 の絶縁膜 12 の表面には、PIN フォトダイオード 7 の中心軸と同一の中心軸を有するマイクロレンズ 13 が配置されている。このマイクロレンズ 13 は、例えば、 SiO_2 で構成することができ、P 層 6 の表面のうち露出している部分に光を集めるように構成されている。

【0027】

次に本実施形態の受光素子の製造方法について説明する。

【0028】

図2および図3は、本実施形態の製造工程を示す断面図である。まず、図2(a)に示されるように、半導体基板1の表面に第1の反射膜3を成膜する。続いて図2(b)に示されるように、N層4、I層5およびP層6を順次積層し、さらに図2(c)に示されるようにP層6の表面に第1の反射膜3と対向するように第2の反射膜8を成膜する。

【0029】

そして、図2(d)に示されるように、フォトリソグラフィとエッチングにより、第1の反射膜3および第2の反射膜8を備えた複数のPINフォトダイオード7をマトリックス状に形成する。続いて、図2(e)に示されるように、第1の反射膜3と第2の反射膜8とを備えたPINフォトダイオード7および半導体基板1の表面のうち第1の反射膜3が配置されていない部分が覆われるように第1の絶縁膜9を配置する。

10

【0030】

その後、図3(a)に示されるように、第2の反射膜8および第2の反射膜8の表面に配置された第1の絶縁膜9にフォトリソグラフィとエッチングによりP層6の表面の一部が露出されるようにする貫通孔10を形成する。

【0031】

そして、図3(b)に示されるように、第2の絶縁膜12を各PINフォトダイオード7間が埋め込まれるように成膜する。その後、図3(c)に示されるように、第2の絶縁膜12のうちPINフォトダイオード7の表面に配置された第1の絶縁膜9の表面に堆積した部分をCMP (Chemical Mechanical Polishing) 法等により除去して、各PINフォトダイオード7間および貫通孔10に配置された第2の絶縁膜12を残すことにより半導体基板1の表面側を平坦化する。

20

【0032】

次に、図3(d)に示されるように、成膜した第2の絶縁膜12のうちPINフォトダイオード7の側面に配置された第1の絶縁膜9を囲むように溝14を形成し、溝14に第3の反射膜11を成膜すると共に、CMP法またはフォトリソグラフィとエッチングによりPINフォトダイオード7の側面に第1の絶縁膜9を介して第3の反射膜11が配置された構成とする。

30

【0033】

最後に、図3(e)に示されるように、再び第2の絶縁膜12を半導体基板1の表面側に配置し、第2の絶縁膜12の表面にマイクロレンズ13を構成する材料を成膜すると共に、フォトリソグラフィとエッチングによりマイクロレンズ13を構成する。そして、半導体基板1の裏面に裏面電極2を配置する。

【0034】

このような受光素子の基本的な作動について説明する。

【0035】

まず、マイクロレンズ13にてPINフォトダイオード7の表面のうち露出している部分に光が集められる。そして、PINフォトダイオード7の内部に光が入射されると、入射された光のうちPINフォトダイオード7の表面に対して斜め方向から入射された光が第1の反射膜3、第2の反射膜8および第3の反射膜11により反射されることでPINフォトダイオード7の内部に閉じ込められる。この際に、PINフォトダイオード7の内部では、光エネルギーが電氣的なエネルギーに変換されて電子-正孔対による光電流が発生することで光がPINフォトダイオード7に入射されたことが検出される。

40

【0036】

このような受光素子によれば、PINフォトダイオード7が第1の反射膜3、第2の反射膜8および第3の反射膜11により囲まれた構成とされているので、PINフォトダイオード7に光が入射されると、第1の反射膜3、第2の反射膜8および第3の反射膜11により光が反射されることで入射された光をPINフォトダイオード7の内部に閉じ込め

50

ることができる。このため、入射された光がP I Nフォトダイオード7の内部を通過する距離を長くすることができ、光電流を大きくすることができるのでP I Nフォトダイオード7の感度を向上させることができる。

【0037】

つまり、本実施形態の受光素子によれば、P I Nフォトダイオード7に用いられる材料を光の吸収係数が高い材料にしなくてもP I Nフォトダイオード7の感度を向上させることができ、光がP I Nフォトダイオード7の内部を通過する距離を長くするためにP I Nフォトダイオード7の長さを長くしなくてもP I Nフォトダイオード7の感度を向上させることができる。

【0038】

さらに、P I Nフォトダイオード7の側面が第3の反射膜11で覆われているため、入射された光がP I Nフォトダイオード7の側面から抜け出すこともなく、隣接するP I Nフォトダイオード7間において光学的クロストークが発生することもない。

【0039】

また、本実施形態ではP I Nフォトダイオード7の材料として、例えば、S i G eを用いることができ、1.5 μ mの波長を有する光がS i G eに入射された場合にはS i G eの吸収長は約200 μ mとなるが、入射された光がP I Nフォトダイオード7の内部に閉じ込められるので本実施形態では光を吸収するI層の厚さを200 μ mより大幅に薄くしても光の強度を1/eに減衰させることができる。

【0040】

(第2実施形態)

本発明の第2実施形態について説明する。本実施形態の受光素子は第1実施形態に対して裏面電極2の変わりに第3の反射膜11を電極として用いたものであり、その他に関しては第1実施形態と同様であるためここでは説明を省略する。

【0041】

図4は本実施形態にかかる受光素子の断面図である。図4に示されるように、本実施形態の受光素子では、第3の反射膜11と半導体基板1との間に配置されていた第1の絶縁膜9が除去されており、P I Nフォトダイオード7と第3の反射膜11とが電氣的に接続された構成とされている。このため、第3の反射膜11を電極として用いることができる。

【0042】

このような受光素子によれば、上記第1実施形態の効果に加えて、裏面電極2を用いずに受光素子を形成することができ、電極の配線を表面から取り出すことができるため配線を容易に行うことができる。

【0043】

なお、本実施形態の受光素子は、上記図3(d)の工程において、溝14を半導体基板1の表面が露出するまで形成することで製造される。

【0044】

(第3実施形態)

本発明の第3の実施形態について説明する。本実施形態の受光素子は第1実施形態に対して第2の反射膜8の構成を変更したものであり、その他に関しては第1実施形態と同様であるためここでは説明を省略する。

【0045】

図5は本実施形態の受光素子の断面図である。図5に示されるように、本実施形態の受光素子はP層6の表面に第1の絶縁膜9が配置され、第1の絶縁膜9の表面にAl等の金属で構成された第2の反射膜8が配置されている。そして、P層6の表面に配置された第1の絶縁膜9およびこの第1の絶縁膜9に配置された第2の反射膜8にはP層6の表面の一部が露出されるように貫通孔10が形成されている。

【0046】

このような受光素子によれば、上記第1実施形態と同様の効果に加えて、第2の反射膜

8 および第3の反射膜11が共に金属で構成されているので、上記図3(d)の製造工程において第2の反射膜8および第3の反射膜11を同時に製造することができ、上記図2(b)の工程において第2の反射膜8を成膜する製造工程を削減することができる。

【0047】

(第4実施形態)

本発明の第4実施形態について説明する。本実施形態の受光素子は第3実施形態に対して第1の反射膜3の構成を変更したものであり、その他に関しては第3実施形態と同様であるためここでは説明を省略する。

【0048】

図6は本実施形態の受光素子の断面図である。図6に示されるように、本実施形態の受光素子は、第1の反射膜3がAl等の金属で構成されている。このような受光素子としても上記第1実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0049】

(第5実施形態)

本発明の第5実施形態について説明する。本実施形態の受光素子は第1実施形態に対して第3の反射膜11を隣接する受光部間で共有する構成としたものであり、その他に関しては第1実施形態と同様であるためここでは説明を省略する。

【0050】

図7は本実施形態にかかる受光素子の断面図である。図7に示されるように、本実施形態の受光素子では、隣接するPINフォトダイオード7間が第3の反射膜11で埋め込まれた構成とされている。

【0051】

このような受光素子によれば、PINフォトダイオード7の集積度を大きくすることができると共に、上記第1実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0052】

(第6実施形態)

本発明の第6実施形態について説明する。本実施形態の受光素子は第1実施形態に対してマイクロレンズ13を配置する場所が異なり、その他に関しては第1実施形態と同様であるためここでは説明を省略する。

【0053】

図8は本実施形態にかかる受光素子の断面図である。図8に示されるように、本実施形態の受光素子ではマイクロレンズ13の中心軸をPINフォトダイオード7の中心軸からずらしてある。このような受光素子としてもマイクロレンズ13をP層6の表面のうち露出されている部分に光を集めるような構成とすれば、上記第1実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0054】

(他の実施形態)

上記第1実施形態では、半導体基板1としてSi、第1の反射膜3および第2の反射膜8として $Al_xGa_{1-x}P$ 、PINフォトダイオード7として、 Si_xGe_{1-x} を使用する例を挙げて説明したが、もちろんこれに限定されるものではない。例えば、半導体基板1としてGaAsやInP等を用いてもよく、第1の反射膜3および第2の反射膜8としては、 $Al_xGa_{1-x}As$ 系や $In_xGa_{1-x}As$ 系を用いた半導体多層膜を用いてもよく、また、PINフォトダイオード8として $In_xGa_{1-x}As$ を用いて構成してもよい。

【0055】

また、上記第3実施形態、上記第4実施形態および上記第6実施形態において、上記第2実施形態と同様に、第3の反射膜11と半導体基板1との間に配置されている第1の絶縁膜9を除去して第3の反射膜11とPINフォトダイオード7とを電氣的に接続して、第3の反射膜11を電極として用いてもよい。

【0056】

また、上記各実施形態では第3の反射膜11でPINフォトダイオード7の側面の全面が覆われる構成とされているが、側面の全面が覆われていない構成としてもよい。この場合は、PINフォトダイオード7の側面のうち第3の反射膜11で覆われていない部分からPINフォトダイオード7の内部で反射された光が出てゆく可能性があるため、この光が隣接するPINフォトダイオード7の側面のうち第3の反射膜11で覆われていない部分から入射されないように第3の反射膜11の配置の仕方を考慮する必要がある。

【0057】

さらに、受光部としてはもちろんPINフォトダイオード7に限定されるものではなく、例えば、PNフォトダイオードであってもよい。

【図面の簡単な説明】

10

【0058】

【図1】本発明の第1実施形態における受光素子の断面図を示す図である。

【図2】図1に示す受光素子の製造工程を示す図である。

【図3】図1に示す受光素子の製造工程を示す図である。

【図4】本発明の第2実施形態における受光素子の断面図を示す図である。

【図5】本発明の第3実施形態における受光素子の断面図を示す図である。

【図6】本発明の第4実施形態における受光素子の断面図を示す図である。

【図7】本発明の第5実施形態における受光素子の断面図を示す図である。

【図8】本発明の第6実施形態における受光素子の断面図を示す図である。

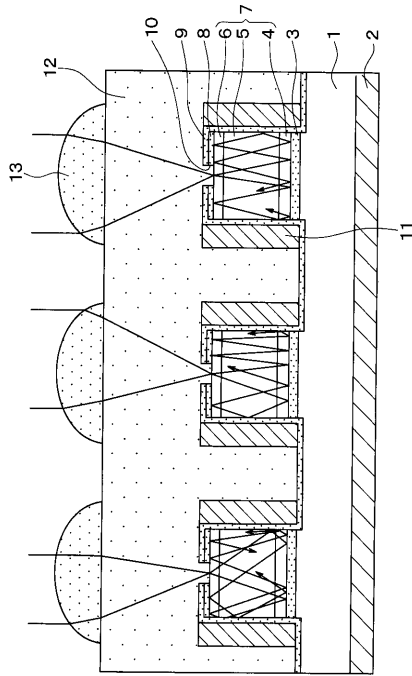
【符号の説明】

20

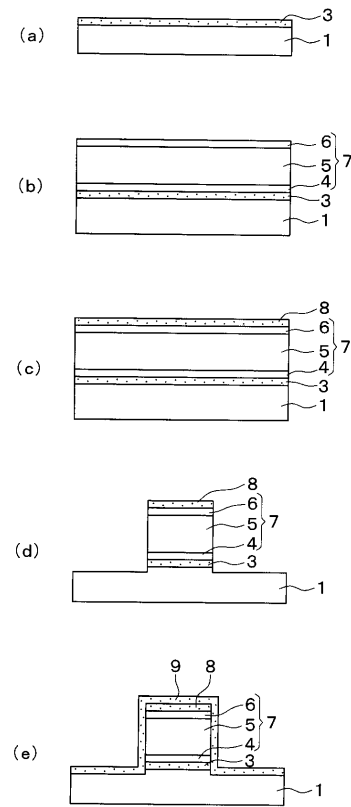
【0059】

- 1 半導体基板
- 3 第1の反射膜
- 7 PINフォトダイオード
- 8 第2の反射膜
- 10 貫通孔
- 11 第3の反射膜
- 13 マイクロレンズ
- 14 溝

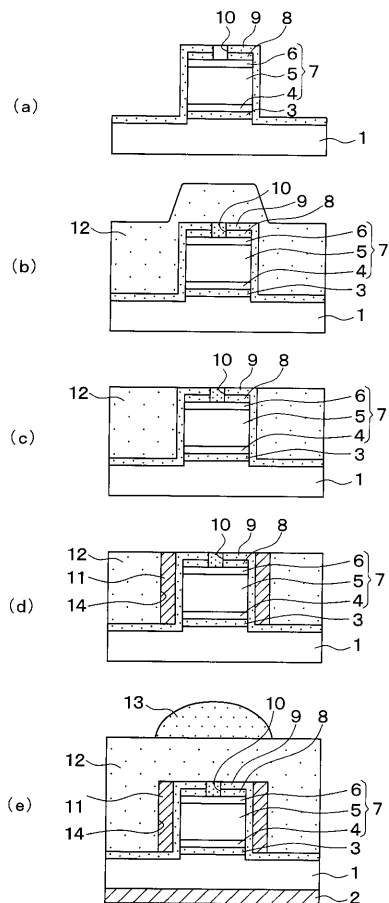
【図 1】



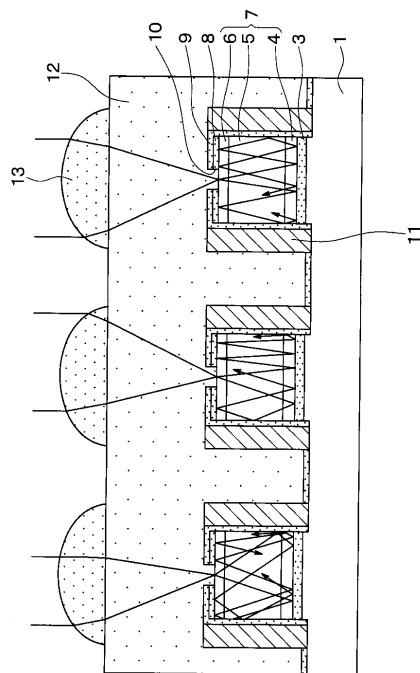
【図 2】



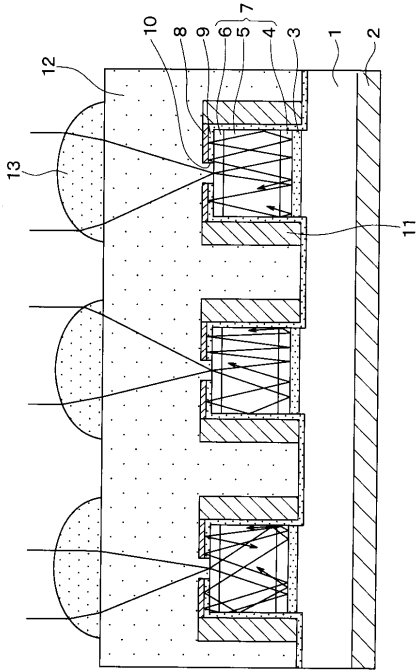
【図 3】



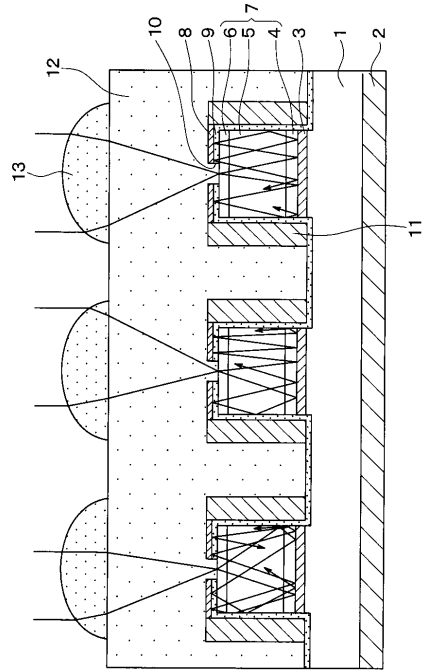
【図 4】



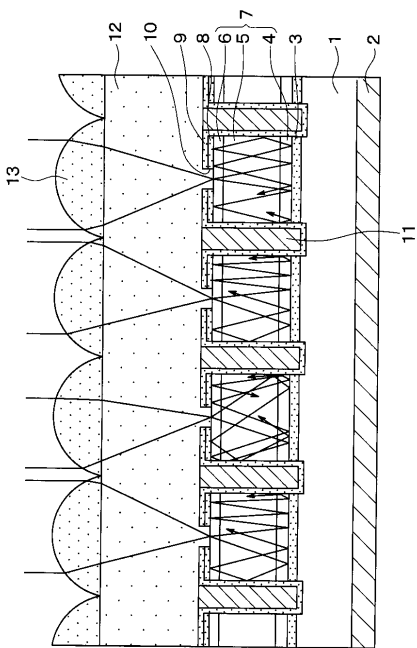
【図 5】



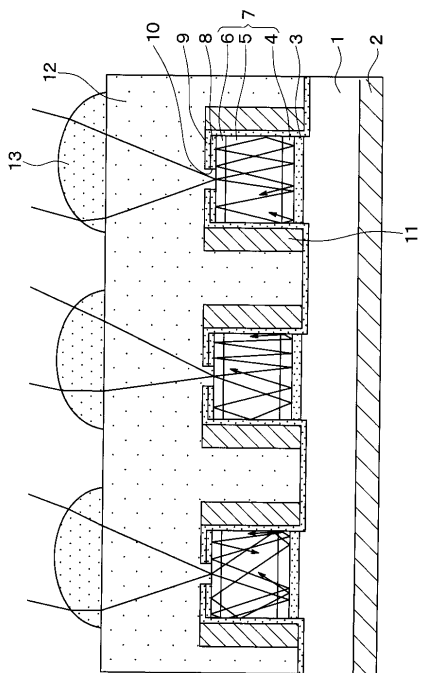
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 安部 克則

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

Fターム(参考) 4M118 BA07 CA05 CA14 CA15 CA32 CA34 CB05 CB13 CB14 GA08
GD04 GD07
5F049 MA04 MB03 NA01 RA04 SE05 SE16 SS03 SZ11 SZ16 WA01