



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 009 083 A1** 2005.09.22

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 009 083.1**

(22) Anmeldetag: **25.02.2004**

(43) Offenlegungstag: **22.09.2005**

(51) Int Cl.⁷: **H01L 29/78**
H01L 21/336

(71) Anmelder:
Infineon Technologies AG, 81669 München, DE

(74) Vertreter:
Müller - Hoffmann & Partner Patentanwälte, 81667 München

(72) Erfinder:
Hirler, Franz, Dr., 84424 Isen, DE; Weber, Hans, Dr., 83404 Ainring, DE; Rieger, Walter, Dr., Arnoldstein, AT; Pölzl, Martin, Ossiach, AT; Henninger, Ralf, Dr., 81373 München, DE

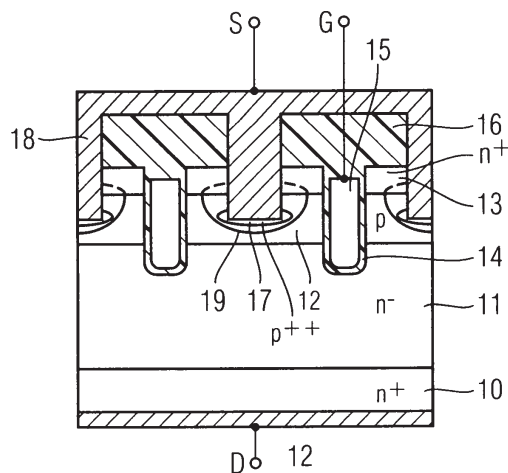
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 102 14 175 A1
US 60 31 265

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **MOS-Leistungstransistoranordnung und Verfahren zu deren Herstellung**

(57) Zusammenfassung: MOS-Leistungstransistoranordnung mit Vertikal-Transistorstrukturen mit einer Zonenfolge Substrat (10), Driftzone (11), Bodyzone (12), Source-Zone (13), Trench-Gate (14, 15) und einer Kontaktzone (17) für die Bodyzone (12). In der Bodyzone (12) am Boden eines Grabens ist eine Implantations-Bodyverstärkungszone (19) vorgesehen, welche die Body-Kontaktzone (17) enthält. Im Graben selbst ist eine Body-/Sourcelektrode (18) vorgesehen.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine MOS-Leistungstransistoranordnung mit einer Vertikal-Transistorstruktur bei der auf einem Halbleiter-substrat eines ersten Leitungstyps nacheinander eine Driftzone des ersten Leitungstyps und eine Bodyzone eines zweiten, zum ersten Leitungstyp entgegengesetzten Leitungstyps und eine Source-Zone des ersten Leitungstyps vorgesehen sind und bei der sich ein Trench-Gate durch die Source-Zone und die Bodyzone bis in die Driftzone erstreckt, wobei die Bodyzone am Boden eines Kontaktgrabens eine Kontaktzone mit einer gegenüber der Dotierungskonzentration der Bodyzone hohen Dotierungskonzentration aufweist. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer solchen MOS-Leistungstransistoranordnung.

[0002] Eine wichtige Eigenschaft von MOS-Leistungstransistoren ist die Avalanche-Festigkeit. Dazu ist es notwendig, das Einschalten eines parasitären Bipolartransistors, der durch die vertikale Folge von Source-Zone, Bodyzone und Driftzone gebildet wird, durch einen Spannungsabfall, der durch den Löcherstrom in der Bodyzone erzeugt wird, zu verhindern. Dies kann dadurch erreicht werden, dass die Durchbruchspannung durch eine beispielsweise zwischen zwei benachbarten Transistorstrukturen gelegenen Body-Kontaktzone geklemmt wird. Hierzu ist es erforderlich, diese Body-Kontaktzone über einen Kontaktgraben in die Raumladungszone einzubringen. Wird eine solche Body-Kontaktzone vorgesehen, kann der Strom in der Bodyzone direkt in diese Kontaktzone abfließen, ohne einen Spannungsabfall zu verursachen.

[0003] Problematisch ist dabei, dass die Tiefe der Kontaktzone sehr genau eingestellt werden muss. Eine zu flache Kontaktzone reicht nicht aus, den Durchbruch effektiv zu klemmen, während eine zu tiefe Kontaktzone zu einer zu starken Absenkung der Durchbruchspannung führt.

Stand der Technik

[0004] Im Einzelnen ist aus der WO 01/01484 A2 ein Trench-MOS-Transistor bekannt, bei dem ein Bodybereich durch eine implantierte Bodyverstärkungszone verstärkt ist. Damit soll ein Durchbruch an der Oxidschicht im Trench verhindert werden, um so die Avalanche-Festigkeit zu verbessern.

[0005] Weiterhin ist in der DE 199 35 442 C1 ein Trench-MOS-Leistungstransistor beschrieben, bei dem am Rand eines Gate-Trenches übereinander vom Boden des Trenches aus eine p-leitende Schicht, eine n⁺-leitende Bodyverstärkungszone, ein n-leitendes Bodygebiet und eine n⁺⁺-leitende Body-Kontaktzone vorgesehen sind.

[0006] Bei den aus den beiden zuletzt genannten Druckschriften bekannten Transistoren wird zu deren Herstellung für die Source-Implantation eine zusätzliche Maske benötigt. Zudem ist ein weiterer Platzbedarf für den Bodykontakt erforderlich. Schließlich ist dadurch der Abstand zwischen Trenchwand und Bodykontakt relativ groß, so dass die Avalanche-Festigkeit reduziert sein kann.

Aufgabenstellung

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine MOS-Leistungstransistoranordnung anzugeben, bei der bei platzsparender Gestaltung ohne genaue Festlegung der Tiefe der Body-Kontaktzone ein Avalanche-Durchbruch zwischen den Transistorstrukturen geklemmt werden kann, um so eine hohe Spannungsfestigkeit zu erreichen. Außerdem soll ein Verfahren angegeben werden, mit dem auf einfache und kostengünstige Weise eine solche Leistungstransistoranordnung hergestellt werden kann.

[0008] Diese Aufgabe wird bei einer MOS-Leistungstransistoranordnung der eingangs genannten Art durch eine durch Implantation und anschließende Ausheilung eingebrachte Bodyverstärkungszone, welche zumindest Teile der Body-Kontaktzone enthält, gelöst.

[0009] Insbesondere ist die Dotierungskonzentration der Implantations-Bodyverstärkungszone größer als die Dotierungskonzentration der Bodyzone und kleiner als die Dotierungskonzentration der Body-Kontaktzone.

[0010] Speziell ist die Dotierungskonzentration der Implantations-Bodyverstärkungszone so gewählt, dass bei Implantation durch die Source-Zone keine Umdotierung der Source-Zone erfolgt.

[0011] Der Abstand zwischen der Bodyverstärkungszone und dem Trench-Gate ist so gewählt, dass die Kanaleinsatzspannung nicht oder nur wenig beeinflusst wird.

[0012] Bei einem Verfahren zur Herstellung einer MOS-Leistungstransistoranordnung der vorstehend definierten Art ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass nach Bildung von Trench-Gates und Source-Zonenbereichen die Implantations-Bodyverstärkungszone durch die Source-Zonenbereiche implantiert werden. Anschließend wird ein Kontaktgraben bis in die jeweilige Bodyverstärkungszone geätzt. In die implantierte Bodyverstärkungszone wird dann die Body-Kontaktzone implantiert.

[0013] Schließlich wird die Metallisierung für die Source- und Bodyzone hergestellt. Der Kontakt zur Source-Zone befindet sich dabei an der Seitenwand des Kontaktgrabens, während der Kontakt zur Body-

zone am Grabenboden vorgesehen ist.

Ausführungsbeispiel

[0014] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels gemäß den Figuren der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

[0015] [Fig. 1A](#) bis [Fig. 1E](#) eine bekannte MOS-Leistungstransistoranordnung sowie einzelne Verfahrensschritte zu ihrer Herstellung; und

[0016] [Fig. 2A](#) bis [Fig. 2F](#) eine erfindungsgemäße MOS-Leistungstransistoranordnung sowie Verfahrensschritte zu ihrer Herstellung.

[0017] Die [Fig. 1A](#) bis [Fig. 1E](#) zeigen verschiedene Verfahrensschritte zur Herstellung einer üblichen MOS-Leistungstransistoranordnung nach [Fig. 1E](#).

[0018] [Fig. 1A](#) zeigt dabei einen Zustand nach Herstellung von Trench-Gates **14**, **15** und Abscheidung einer Siliziumoxidschicht **16**. Ausgangspunkt sind dabei ein n^+ -Substrat **10** aus Silizium, eine n^- -Driftzone **11**, p-Bodyzonenbereiche **12** sowie n^+ -Source-Zonenbereiche **13**. Die Trench-Gates mit einem Gate-Oxid **14** und einer Gate-Elektrode **15** erstrecken sich durch die Source-Zonenbereiche **13** und die Bodyzonenbereiche **12** in die Driftzone **11**. Die Siliziumoxidschicht **16** deckt die gesamte Struktur ab.

[0019] Gemäß [Fig. 1B](#) wird die Siliziumoxidschicht **16** so strukturiert, dass Teile von ihr über den Trench-Gates **14**, **15** stehen bleiben und die dazwischen liegenden Teile der Source-Zonenbereiche **13** freigelegt werden.

[0020] Gemäß [Fig. 1C](#) wird sodann eine Ätzung durchgeführt, so dass durch die Source-Zonenbereiche **13** bis in die Bodyzonenbereiche **12** durchgreifende Kontaktgräben entstehen.

[0021] Gemäß [Fig. 1D](#) werden sodann p^{++} -Body-Kontaktzonen **17** am Boden der Kontaktgräben erzeugt.

[0022] Gemäß [Fig. 1E](#) wird sodann eine Metallisierung **18** aus beispielsweise Aluminium aufgebracht, welche die Kontaktzonen **17** und die Source-Zonenbereiche **13** kontaktiert. Diese Metallisierung **18** bildet einen Sourceanschluss S. Auf der der Driftzone **11** abgewandten Seite des Substrats ist eine nicht näher bezeichnete Metallisierung aus beispielsweise Aluminium aufgebracht, welche einen Drain-Anschluss D bildet. Die Gate-Elektroden **15** bilden einen Gate-Anschluss G. Eine Struktur, die zu der vorstehend beschriebenen Struktur ähnlich ist, ist aus der DE 102 34 996.7 bekannt.

[0023] Der Graben kann auch mit einem leitenden

Stöpsel aus beispielsweise polykristallinem Silizium oder Wolfram gefüllt werden. Auf diesen Stöpsel wird dann die Aluminium-Metallisierung aufgetragen.

[0024] Wie eingangs ausgeführt, kann durch die Body-Kontaktzonen **17** die Avalanche-Festigkeit der MOS-Leistungstransistoranordnung verbessert werden. Dabei ergeben sich jedoch die ebenfalls angegebenen Probleme hinsichtlich der Tiefe dieser Kontaktzonen.

[0025] Zur Verbesserung der Avalanche-Festigkeit ist erfindungsgemäß eine Implantations-Bodyverstärkungszone vorgesehen, welche die vorgenannte Body-Kontaktzone **17** enthält.

[0026] Die [Fig. 2A](#) bis [Fig. 2F](#) zeigen eine erfindungsgemäße MOS-Leistungstransistoranordnung mit einzelnen Herstellungsschritten.

[0027] In den [Fig. 2A](#) bis [Fig. 2F](#) werden dabei für einander entsprechende Bauteile die gleichen Bezugszeichen verwendet wie in den [Fig. 1A](#) bis [Fig. 1E](#).

[0028] Anstelle der angegebenen Materialien können auch andere Materialien verwendet werden. So kann für das Substrat anstelle von Silizium beispielsweise Siliziumkarbid, Verbindungshalbleiter $A_{III}B_{IV}$ oder ein anderes Halbleitermaterial verwendet werden. Auch können die angegebenen Leitungstypen jeweils umgekehrt sein.

[0029] Ausgangspunkt bei der Herstellung sind Strukturen gemäß den [Fig. 2A](#) und [Fig. 2B](#), welche gleich den Strukturen nach den [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) sind, so dass diese Strukturen hier nicht mehr näher erläutert zu werden brauchen.

[0030] Gemäß [Fig. 2C](#) werden nun p^+ -Implantations-Bodyverstärkungszone **19** durch die Source-Zonenbereiche **13** implantiert. Dabei kann eine zur Ätzung der Siliziumdioxidschicht **16** dienende Fotolackschicht (nicht gezeichnet) als zusätzliche Maskierungsschicht dienen. In diese Bodyverstärkungszone **19** werden nach Einbringung des Kontaktgrabens (vgl. [Fig. 2D](#)) die bereits anhand der [Fig. 1D](#) und [Fig. 1E](#) erläuterten Body-Kontaktzonen **17** implantiert (vgl. [Fig. 2E](#)). Der Kontaktgraben wird dabei so tief geätzt, dass er in die Bodyverstärkungszone **19** vorgetrieben ist. Die Bodyverstärkungszone **19** grenzt praktisch nicht an die Oberfläche an. Sie enthält die Body-Kontaktzone ganz oder wenigstens teilweise.

[0031] Die Dotierungskonzentration in der Body-Verstärkungszone **19** liegt beispielsweise zwischen $10E16$ und $10E18 \text{ cm}^{-3}$. Die Dotierungskonzentration in der Bodyverstärkungszone ist vorzugsweise wenigstens ungefähr um einen Faktor 2 größer

als die Dotierungskonzentration in der in der Bodyzone **12** und um einen Faktor 2 kleiner als die Dotierungskonzentration in der Body-Kontaktzone **17**.

[0032] Im Anschluss an die Implantation erfolgt eine Temperung zum Ausheilen des Kristallgitters. Die Temperatur und Zeitdauer dieser Temperung sind so eingestellt, dass keine wesentliche Ausdiffusion aus dem implantierten Bereich stattfindet.

[0033] [Fig. 2F](#) zeigt eine fertige MOS-Leistungstransistoranordnung, welche zusätzlich zu der MOS-Leistungstransistoranordnung nach [Fig. 1E](#) noch insbesondere die Bodyverstärkungszone **19** aufweist.

[0034] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die durch Implantation eingebrachte Body-Kontaktzone **17** nicht so tief gestaltet ist, dass dadurch ein Avalanche-Durchbruch zwischen den Vertikal-Transistorstrukturen geklemmt wird. Die Klemmung des Avalanche-Durchbruchs wird vielmehr dadurch erreicht, dass vor der Ätzung des Kontaktlochs gemäß [Fig. 2D](#) die Bodyverstärkungszone **19** implantiert werden.

[0035] Der Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, dass die Tiefe der durch Implantation erzeugten Body-Verstärkungszone **19** sehr viel besser kontrolliert werden kann als die Tiefe der Grabenätzung und damit besser als die Tiefe der Body-Kontaktzone. Aufgrund dessen wird ein stabiler Fertigungsprozess erreicht.

[0036] Darüber hinaus kann die Implantation der Bodyverstärkungszone **19** so eingestellt werden, dass die lateralen Ausläufer nach folgenden Ausheil-/Diffusionsschritten bis in die Nähe des Kanals im Bereich der Trench-Gates **14, 15** reichen, aber die Einsatzspannung der Transistorstrukturen noch nicht beeinflusst wird. Dadurch wird der Drain-Durchgriff auf den Kanal reduziert.

[0037] Ein weiterer Vorteil gegenüber bekannten Verfahren ohne Grabenkontakten ist darin zu sehen, dass Source- und Bodykontakt ohne Maske im Kontaktgraben erzeugt werden können. Bei der erfindungsgemäßen MOS-Leistungstransistoranordnung können über den Bodykontakt Löcher besonders effizient abgesaugt werden, was für das Avalanche-Verhalten vorteilhaft ist.

[0038] Kern der Erfindung ist also der Ersatz der Durchbruchsklemmung durch die nur ungenau einstellbare Tiefe des Grabens nach [Fig. 2D](#) durch eine Durchbruchsklemmung mittels einer Hochenergieimplantation der Bodyverstärkungszone **19**.

Patentansprüche

1. MOS-Leistungstransistoranordnung mit einer Vertikal-Transistorstruktur, bei der auf einem Halbleitersubstrat (**10**) eines ersten Leitungstyps nacheinander eine Driftzone (**11**) des ersten Leitungstyps, eine Bodyzone (**12**) eines zweiten, zum ersten Leitungstyp entgegengesetzten Leitungstyps und eine Sourcezone (**13**) des ersten Leitungstyps vorgesehen sind und bei der sich ein Trench-Gate (**14, 15**) durch die Sourcezone (**13**) und die Bodyzone (**12**) bis in die Driftzone (**11**) erstreckt, wobei die Bodyzone (**12**) am Boden eines Kontaktgrabens eine Kontaktzone (**17**) mit einer gegenüber der Dotierungskonzentration der Bodyzone (**12**) hohen Dotierungskonzentration aufweist, gekennzeichnet durch eine durch Implantation und anschließende Ausheilung eingebrachte Bodyverstärkungszone (**19**), welche zumindest Teile der Body-Kontaktzone (**12**) enthält.

2. MOS-Leistungstransistoranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Dotierungskonzentration der durch Implantation eingebrachten Bodyverstärkungszone (**19**) größer als die Dotierungskonzentration der Bodyzone (**12**) und kleiner als die Dotierungskonzentration der Body-Kontaktzone (**17**) ist.

3. MOS-Leistungstransistoranordnung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Dotierungskonzentration der durch Implantation eingebrachten Bodyverstärkungszone (**19**) so gewählt ist, dass bei der Implantation durch die Source-Zone (**13**) keine Umdotierung der Source-Zone (**13**) erfolgt.

4. Verfahren zur Herstellung einer MOS-Leistungstransistoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass nach Bildung von Trench-Gates (**14, 15**) und Source-Zonenbereichen (**13**) die Bodyverstärkungszone (**19**) durch die Source-Zonenbereiche (**13**) implantiert werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Implantation der Bodyverstärkungszone (**19**) so eingestellt wird, dass die lateralen Ausläufer der Implantation nach folgenden Ausheil-/Diffusionsschritten bis in die Nähe des Kanals an den Trench-Gates (**14, 15**) reichen.

6. Verfahren nach Anspruch 4 und/oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Body-Kontaktzone (**17**) in die Bodyverstärkungszone (**19**) implantiert und sodann ohne wesentliche Ausdiffusion ausgeheilt werden.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1A

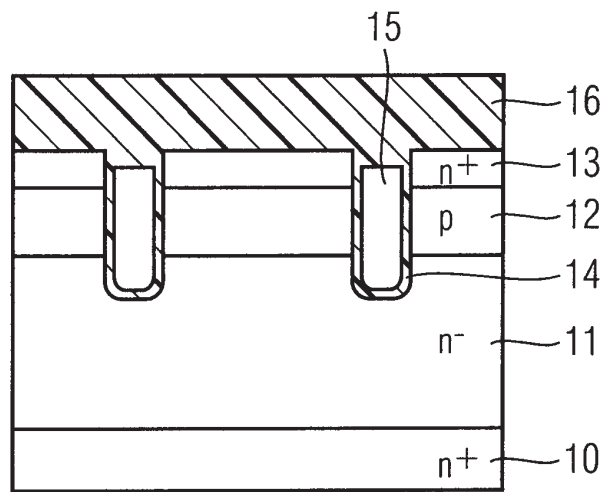


FIG 1B

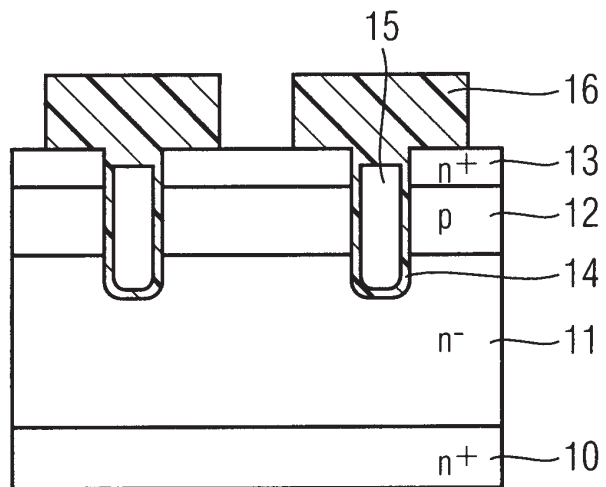


FIG 1C

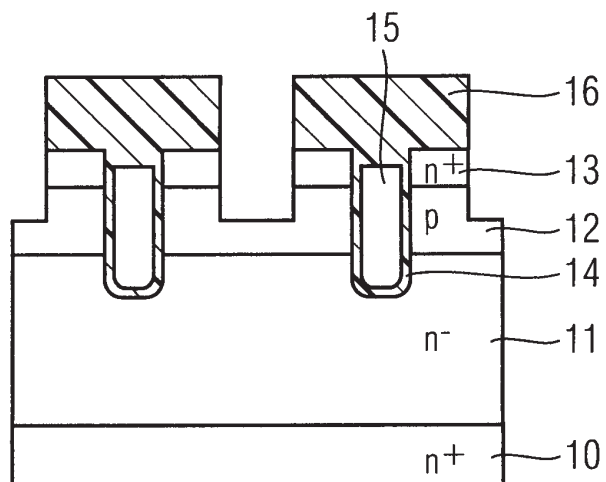


FIG 1D

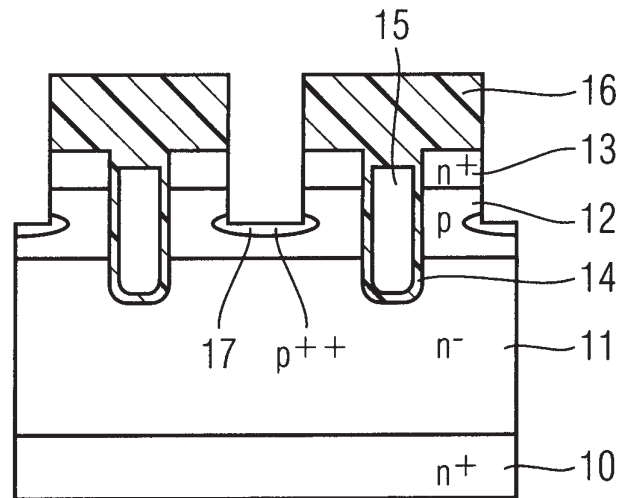


FIG 1E

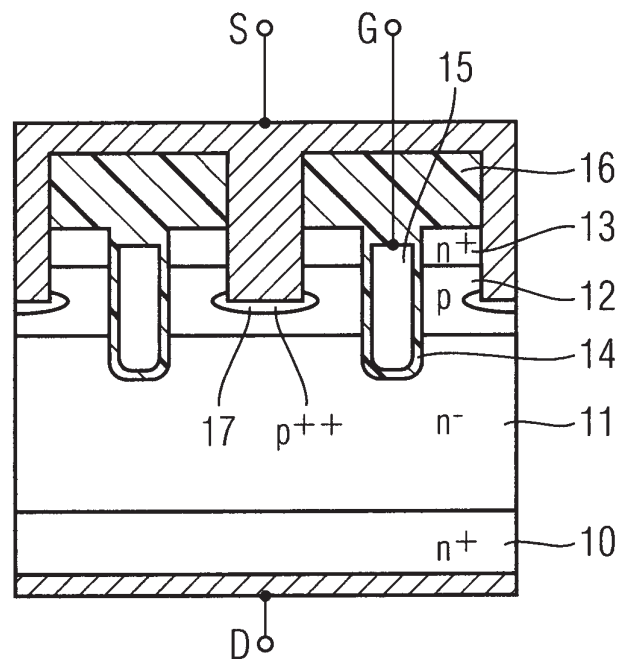


FIG 2A

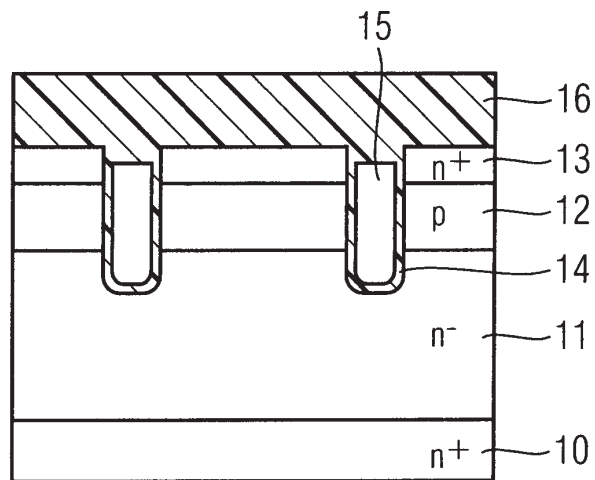


FIG 2B

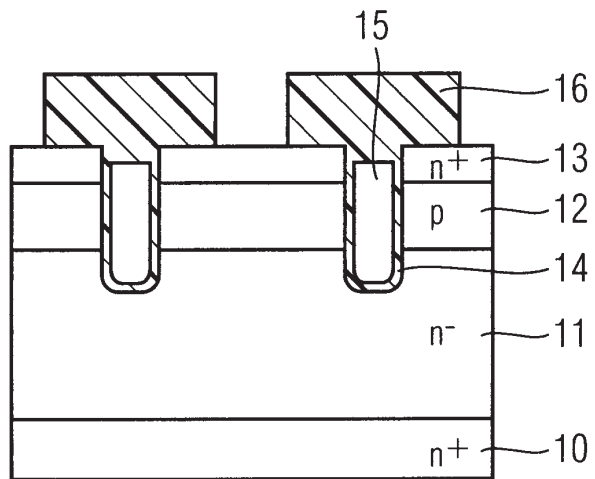


FIG 2C

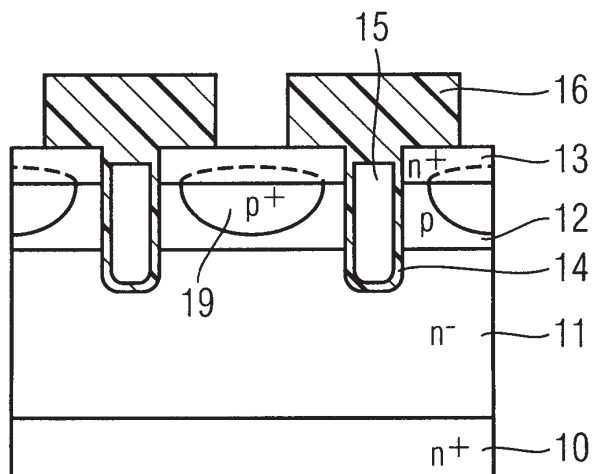


FIG 2D

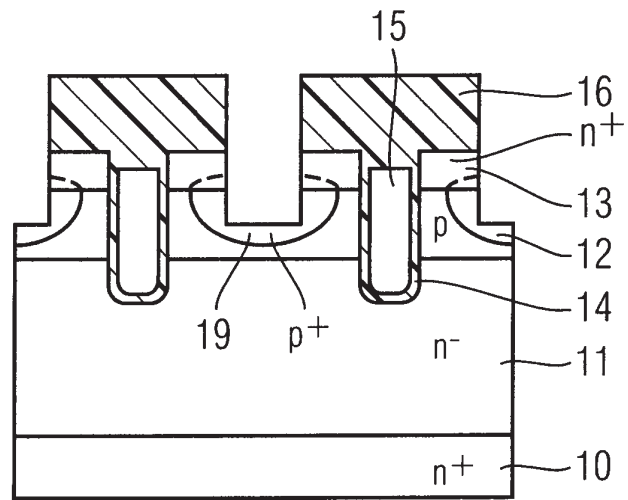


FIG 2E

