

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

②① Anmeldenummer: 78100081.5

⑤① Int. Cl.²: **H01L21/00, H01L21/82,**
H01L21/314

②② Anmeldetag: 02.06.78

③① Priorität: 12.07.77 US 814829

⑦① Anmelder: **International Business Machines Corporation, Armonk, N.Y. 10504 (US)**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung: 24.01.79
Patentblatt 79/2

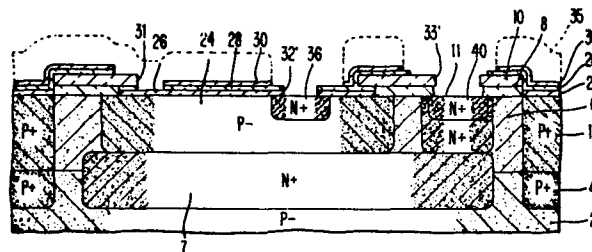
⑦② Erfinder: **Feng, Bai-Cwo, 7F White Gates Apts., Wappingers Falls, NY 12590 (US)**
Feng, George Cheng-Cwo, 164 South Avenue, Poughkeepsie, NY 12601 (US)

⑥④ Benannte Vertragsstaaten: **DE FR GB**

⑦③ Vertreter: **Böhmer, Hans Erich, Dipl.-Ing., Schönaicher Strasse 220, D-7030 Böblingen (DE)**

⑤④ Verfahren zum Herstellen sehr kleiner, mit Störstellen versehener Zonen in einem Halbleitersubstrat.

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen ausserordentlich kleiner, mit Störstellen versehener Zonen innerhalb anderer mit Störstellen dotierter Zonen, ohne dass dafür besonders kritische Masken erforderlich sind. Innerhalb von auf der Oberfläche eines Substrats aufgetragenen Maskenschichten (9, 10) wird zur Definition einer ersten mit einem Störelement dotierten Zone (24), wie zum Beispiel der Basiszone eines bipolaren Transistors, eine Unterschneidung (15) hergestellt. Nachdem diese Zone durch Einführen von Störelementen gebildet ist, wird die Unterschneidung durch chemischen Niederschlag aus der Dampfphase aufgefüllt. Anschliessend kann für die Bildung einer zweiten, mit einem Störelement dotierten Zone (36), in diesem Fall der Emitterzone, innerhalb der ersten Zone eine Sperrmaske eingesetzt werden. Die Öffnung der zweiten Zone wird durch den aufgefüllten Randstreifen festgelegt, wodurch ein vorbestimmter Abstand zwischen den Rändern der ersten und der zweiten mit Störelement dotierten Zone sichergestellt wird. Die gleiche Maske kann ausserdem zur Bildung weiterer, innerhalb der ersten Zone liegenden und damit automatisch ausgerichteten Zonen verwendet werden.



EP 0 000 326 A1

- 1 - BEZEICHNUNG GEÄNDERT

siehe Titelseite

Verfahren zum Herstellen von Halbleiterbauelementen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Halbleiterbauelementen in integrierter Schaltungstechnik und insbesondere ein Verfahren zum Herstellen von planaren Transistoren, welches eine kritische
5 Ausrichtung von Masken, die gewöhnlich vor der Herstellung von Emitterzonen und anderen mit Störstellen dotierten Zonen vorgenommen werden müssen, überflüssig macht.

10 Beschreibung des Standes der Technik:

Ein Problem, das beim Entwurf von Halbleiterschaltungen eine wesentliche Erhöhung der Anzahl von Transistoren, die innerhalb eines Halbleiterplättchens hergestellt werden können, verhindert hat, ist die Aus-
15 richtung einer mit Störstellen dotierten Zone mit einer anderen ebensolchen Zone. Mit der Verfeinerung der fotografischen und mit Elektronenstrahl arbeitenden lithographischen Verfahren hat man eine wesentliche Verkleinerung der geometrischen Abmessungen der aktiven Zonen
20 oder Bereiche innerhalb eines Halbleiterplättchens erzielen können. Die Schwierigkeiten bei der Ausrichtung von Masken hat jedoch eine volle Ausnutzung der darin liegenden Möglichkeiten verhindert.

25 Die heute allgemein gebräuchlichen Verfahren zum Ausrichten benutzen auf der Maske und im darunter liegenden Halbleitersubstrat Ausrichtmarken. Diese Marken werden durch erfahrene Bedienungskräfte von Hand miteinander ausgerichtet. Mit abnehmender Größe der einzelnen Bauelemente und Halbleiterschaltungen nimmt die Möglichkeit
30 von Ausrichtfehlern zu. Auch ist dieses Verfahren wesentlich teurer, als eine in einem Fertigungsverfahren sich

- 2 -

von selbst ergebende Ausrichtung, da nämlich jede Maske für sich ausgerichtet werden muß.

5 Erst kürzlich ist man beim Entwurf von Halbleiter-
schaltungen dazu übergegangen, selbstausrichtende Masken-
verfahren einzusetzen, wobei dann Sperrmasken benutzt
wurden, die die Notwendigkeit einer vollkommenen Masken-
ausrichtung bei jedem Schritt umgeht. Die US-Patentschrif-
ten 3 928 082, 3 948 694, 3 967 981, und die der An-
10 melderin gehörende US-Patentschrift 3 900 352 sind Bei-
spiele für eine solche, sich von selbst ergebende Aus-
richtung. Jedoch ist eine Anwendung dieser Verfahren in
der Fertigung entweder durch die erforderliche Ionen-
Implantation von einem oder mehreren Störelementen in
15 Bereichen durch eine Maske oder deswegen beschränkt,
weil sie sich nur für die Herstellung von auf Abstand
liegenden Zonen eignen.

20 Insbesondere war es bisher nicht möglich, eine mit Stör-
elementen dotierte Zone mit einer anderen solchen Zone
mit einer Sperrmaske genau auszurichten, wegen der
Wahrscheinlichkeit eines Kontaktes zwischen den Rand-
bereichen dieser Zonen. In der Praxis wurde diese Schwierig-
25 keit dadurch umgangen, daß die Masken so ausgelegt
wurden, daß eine gewisse Fehlausrichtung möglich war,
wodurch jedoch Platz verschwendet wurde. Eine andere
Lösung ist ein an sich bekanntes Verfahren, wo Emitter-
und Basis-Zone beide beispielsweise an einen Isolierbe-
reich anstoßen. Nach diesem Verfahren hergestellte
30 Halbleitervorrichtungen sind nicht sehr zuverlässig.

Eine Schwierigkeit, die bisher beim Entwurf und bei
der Herstellung von Halbleiterschaltungen durch bekannte
Verfahren nicht richtig erkannt wurde, ist das seitliche

Unterschneiden einer Maskenschicht, die während eines Ätzverfahrens unter einer anderen liegt. Dieses Unterätzen vergrößert die effektive Größe der Öffnung in der Maske für das Eindringen von Störelementen und kann ein
5 Überlappen von Zonen zur Folge haben, die an sich getrennt sein sollten.

Gesamtdarstellung der Erfindung:

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein verbessertes
10 Verfahren zum selbstausrichtenden Eindringen eines Störelementes in ein Halbleitersubstrat oder in einen anderen mit Störelementen dotierten Bereich innerhalb des Substrats anzugeben. Insbesondere soll es dadurch möglich werden, zwei oder mehr mit Störelementen
15 dotierte Zonen innerhalb eines Substrates oder einer anderen mit Störelementen dotierten Zone herzustellen, wobei diese zwei oder mehr Zonen von selbst miteinander ausgerichtet sind.

Diese der Erfindung zu Grunde liegende Aufgabe wird
20 dadurch gelöst, daß man die während des Ätzens einer zusammengesetzten Maske aus beispielsweise Siliciumnitrid und Siliciumdioxid sich ergebende Unterschneidung oder Unterätzung mit Vorteil ausnutzt. Im vorliegenden
25 Fall wird diese Unterschneidung oder Unterätzung dazu benutzt sicherzustellen, daß zwischen dem Umfang einer mit Störelementen dotierten Zone und einer anderen, d. h. beispielsweise der Emitter- und der Basiszone eines planaren Transistors ein vorbestimmter kleinster
30 Abstand eingehalten wird.

Die Erfindung besteht also zunächst darin, daß man auf der Oberfläche eines Substrats eine erste Maskenschicht herstellt, die aus einem unteren und einem
35 oberem Material besteht, die in Bezug aufeinander

selektiv ätzbar sind, daß anschließend innerhalb der ersten Maskenschicht zunächst eine erste Öffnung geätzt wird, so daß ein Teil der oberen Schicht am Umfang der ersten Öffnung über die untere Schicht als Überhang hinausragt. Dies ist die Unterschneidung. Dann wird innerhalb der ersten Öffnung eine zweite Maskenschicht gebildet, die auch die Unterschneidung ausfüllt. Diese zweite Maskenschicht enthält ein anderes Material, das mit den gleichen Ätzmitteln wie das obere Material der ersten Maskenschicht ätzbar ist, ist jedoch nicht auf dieses erstgenannte andere Material beschränkt. Vorzugsweise füllt dieses andere Material die Unterschneidung mindestens teilweise aus und bedeckt im übrigen mindestens den Teil der ersten Maskenschicht, der am Umfang der ersten Öffnung liegt. Andererseits kann jede der beiden Bedingungen für sich alleine bereits zufriedenstellend sein.

Auf diese Weise ist die ganze Materialmenge, die durch das Ätzmaterial ätzbar ist, innerhalb der ersten Öffnung dünner als deren Rand. Das Verfahren wird dadurch abgeschlossen, daß innerhalb der ersten Öffnung durch die zweite Maskenschicht hindurch eine zweite Öffnung geätzt wird, wobei das am Umfang der ersten Öffnung liegende Material als eine Maske wirkt, und daß anschließend durch diese zweite Öffnung ein Störelement in das Substrat eingeführt wird.

In der bevorzugten Ausführungsform wird die Unterschneidung bis auf etwa 0.7 Micrometer geätzt. Vor Herstellung der zweiten Maskenschicht wird innerhalb der ersten Öffnung eine Basiszone gebildet. Innerhalb der zweiten Öffnung wird dann eine Emitterzone gebildet. Wenn alles in dieser Weise ausgeführt wird, so erhält

- 5 -

man einen Abstand zwischen dem Umfang der Emitterzone und dem Umfang der Basiszonen von etwa 0.7 Micrometer, so daß auf diese Weise eine selbsttätige Ausrichtung sichergestellt ist.

5

Ein wesentliches Merkmal der Erfindung besteht darin, daß innerhalb der Basiszone mehr als eine Zone gebildet werden kann. Beispielsweise können Emitter- und Basiskontakte lediglich durch Verwendung einer Sperrmaske mit selbsttätiger Ausrichtung hergestellt werden.

10

Kie Erfindung wird nunmehr anhand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen im einzelnen beschrieben.

15

In den Zeichnungen zeigt

Fig. 1A- 1J Querschnittsansichten eines Halbleiterbauelementes bei verschiedenen Fertigungsstufen mit einem Verfahren gemäß der Erfindung,

20

Fig. 2 eine Draufsicht auf ein Halbleiterbauelement, bei der in Fig. 1J dargestellten Verfahrensstufe.

25

Insbesondere zeigen Fig. 1A einen teilweise fertiggestellten bipolaren Transistor, der nach bisher üblichen Verfahren hergestellt worden ist. Eine N^+ -leitende vergrabene Schicht 7 liegt teilweise in einem P-leitenden Halbleitersubstrat 2 und teilweise innerhalb einer N-leitenden epitaxialen Schicht 6. Diese Subkollektorzone wird normalerweise dadurch hergestellt, daß man zunächst Arsen als Störelement in das Substrat 2 ein-diffundiert und anschließend eine N-leitende Epitaxial-schicht 6 bis zu einer Dicke von etwa 2.0 Micrometern darauf aufwächst.

30
35

Das Substrat enthält ferner eine P^+ -leitende Isolationsdiffusion 4, die die Subkollektorzone 7 umgibt. Die P^+ -leitende Isolationsdiffusion 4 wird gewöhnlich dadurch hergestellt, daß man vor dem epitaxialen Niederschlag Bor als Störelement in den Halbleiterkörper 2 eindiffundiert, so daß bei der nachfolgenden Herstellung der Epitaxialschicht die P^+ -leitende Isolationsdiffusion durch Ausdiffusion in die Epitaxialschicht 6 eindringt. Wie bereits erwähnt, sind die Verfahren zum Herstellen der Subkollektorzone und der Isolationsdiffusionszone dem Fachmann allgemein bekannt und lassen sich auf verschiedene Weise durchführen. Die Dicke der Epitaxialschicht 6 kann geringer oder größer sein als 2.0 Micrometer.

Auf der Epitaxialschicht 6 sind drei Maskenschichten 8, 10 und 12 angebracht, die vorzugweise aus Siliciumdioxid, Siliciumnitrid bzw. Siliciumdioxid in dieser Reihenfolge bestehen. Die Maskenschicht 8 wird thermisch auf der Epitaxialschicht 6 bis zu einer Dicke von etwa 140 bis 200 nm aufgewachsen. Die Siliciumnitridschicht 10 kann durch chemischen Niederschlag aus der Dampfphase bis zu einer Dicke zwischen 50 und 150 nm niedergeschlagen werden. Die Maskenschicht 10 kann stattdessen auch aus Silicium-Oxinitrid bestehen. Die Maskenschicht 12 besteht aus chemisch aus der Dampfphase niedergeschlagenem Siliciumdioxid. Diese Siliciumdioxidschicht 12 hat lediglich die Aufgabe, die Nitridschicht 10 zu maskieren, da Ätzmittel, wie zum Beispiel heiße Phosphorsäure, die Siliciumnitrid angreift, auch normale Fotolacke angreift. Anstelle der durch chemischen Niederschlag aus der Dampfphase aufgetragenen Schicht 12 kann diese durch eine durch Kathodenzerstäubung aufgetragene Siliciumdioxidschicht

oder andere bekannte Masken ersetzt werden. Andererseits kann die Maskenschicht 12 auch ganz weggelassen werden, wenn das Ätzen als Plasmaätzen durchgeführt wird. Diese Art von Ätzen wird allgemein als reaktives Ionen- oder Plasmaätzen bezeichnet. Beispielsweise

5 läßt sich die Nitridschicht 10 unter Verwendung einer Mischung aus gasförmigem CF_4 und O_2 in einem Plasmasystem ätzen, indem man den AZ135OH-Fotolack als eine Maske benutzt.

10 Gemäß Fig. 1B werden unter Verwendung einer Maske, die die verschiedenen Zonen in dem Transistor begrenzt, Öffnungen in die Siliciumdioxidschicht 12 geätzt. In der Darstellung werden die Basiszone, die Anschlußzone

15 für die Subkollektorzone und die Isolationszonen durch die Maske definiert. Andere Zonen, wie zum Beispiel Schottky-Sperrschichtdioden und Widerstände können durch die gleiche Maske an benachbarten Stellen in der Epitaxialschicht 6 definiert werden. Die Schottky-Sperrschichtdiode und der Widerstand, die mit dem Transistor

20 gemeinsam hergestellt werden können, sind nicht gezeigt. Ihre Herstellung läuft jedoch mit den gleichen Verfahrensschritten ab, wie die Bildung der Anschlußzone 11 für den Subkollektor, die beschrieben werden

25 wird.

Die die Dimensionen festlegende Maske, die die verschiedenen Zonen begrenzt, besteht im allgemeinen aus einem Fotolack, wie zum Beispiel AZ1350J der

30 Firma Shipley, der in der üblichen Weise belichtet und entwickelt wird. Die pyrolitisch niedergeschlagene Siliciumdioxidschicht 12 kann mittels einer Lösung einer in Ammoniumfluorid gepufferten Flußsäure geätzt werden, wobei dieses Ätzmittel Silicium-

nitrid im wesentlichen nicht angreift. Die in den Öffnungen der Siliciumdioxidschicht 12 freiliegenden Bereiche der Nitridschicht 10 werden dann in heißer Phosphorsäure oder in jedem anderen Ätzmittel abge-
5 ätzt, das Siliciumdioxid nicht angreift. Während dieses Ätzverfahrensschrittes werden die den Subkollektor und die Isolationszone trennenden Bereiche durch den Fotolack maskiert. Somit werden bei diesem Verfahrensschritt bestimmte Zonen in der Siliciumdioxidschicht 12
10 definiert.

Anschließend wird eine aus Fotolack bestehende Sperrmaske zum Herstellen einer Öffnung für den Subkollektoranschluß sowie einer Öffnung für den Widerstandsbe-
15 reich (nicht gezeigt) benutzt. Die Lage der Subkollektorzone und der Widerstandsbereiche wird ferner dadurch definiert, daß man die freiliegenden Bereiche der Siliziumnitridschicht 10 in heißer Phosphorsäure oder jedem anderen Ätzmittel ätzt, das Siliciumdioxid nicht
20 angreift. Nachdem diese Öffnungen in der Siliciumnitridschicht 10 hergestellt sind, wird das Halbleiterplättchen einem Ätzmittel ausgesetzt, das die Bereiche der Oxidschicht 8 angreift, die in den Öffnungen der Siliciumnitridschicht 10 freiliegen. Zum Ätzen der
25 Siliciumdioxidschicht 8 wird vorzugsweise in Ammoniumfluorid gepufferte Flußsäure benutzt. Andere Zonen der Siliciumnitridschicht 10 und der Siliciumdioxidschicht 8 sind durch die aus Fotolack bestehende Sperrmaske geschützt und werden nicht angegriffen. Dann
30 wird die Fotolackschicht vollständig abgezogen und es wird durch die Öffnung zur Bildung der durchgehenden Verbindung 11 nach dem Subkollektor eine Diffusion durchgeführt. Der Dotierungsstoff für den Subkollektor ist gewöhnlich Phosphor, obgleich auch Arsen oder ein

anderes Störelement der Gruppe V verwendet werden kann. Der Phosphor wird bei einer Temperatur von 1000°C in einer oxidierenden Atmosphäre eingetrieben, wodurch eine Oxidschicht bis zu einer Dicke von etwa 140 nm aufwächst, wie dies Fig. 1D zeigt. Zu diesem Zeitpunkt ist die pyrolitisch niedergeschlagene Oxidschicht 12 abgezogen und der N^{+} -leitende Anschlußbereich 11 für die Subkollektorzone und der zusätzliche Widerstandsbereich (nicht gezeigt) sind fertiggestellt. Das Substrat ist dabei vollständig mit einer thermisch aufgewachsenen Siliciumdioxidschicht 8 überzogen und die verbleibenden, noch herzustellenden Zonen sind durch die Siliciumnitridschicht 10 definiert.

Bei diesem Stand des Verfahrens wird durch die Siliciumdioxidschicht 8 hindurch eine Öffnung nach der P^{+} -leitenden Zone 17 hergestellt. Die thermisch aufgewachsene Siliciumdioxidschicht über der N-leitenden Zone 14, die durchgehende Anschlußzone 11 und der Widerstandsbereich sind durch die Sperrmaske 18 geschützt. Anschließend wird eine Diffusion von P-leitendem Material, etwa Bor, in dem freiliegenden Bereich durchgeführt, wodurch die P^{+} -leitende Isolationszone 17 gemäß Fig. 1E gebildet wird.

Im nächsten, in Fig. 1F dargestellten Verfahrensschritt wird eine andere Sperrmaske 22 zum Schutz aller Bereiche des Substrats mit Ausnahme der Zone 14 eingesetzt. Dann wird in der Siliciumdioxidschicht 8 eine Öffnung zum Freilegen der Zone 14 hergestellt. Dieses Ätzverfahren ergibt eine Unterschneidung der Siliciumnitridschicht 10 in den Bereichen 15, d. h. daß ein schmales aus Siliciumdioxid bestehendes Band unter der Siliciumnitridschicht entfernt wird, so daß ein Über-

hang entsteht. Diese Unterschneidung ist für die vor-
liegende Erfindung kritisch und muß genau überwacht
werden, wenn die Siliciumdioxidschicht 8 in gepufferter
Flußsäure geätzt wird. Die Ätzgeschwindigkeit von
5 thermisch aufgewachsenem Siliciumdioxid in 7 : 1 ge-
pufferter Flußsäure bei 31° C beträgt etwa 160 nm je
Minute. Wenn daher die Öffnungen nach der Zone 14 her-
gestellt sind, dann wird das Ätzen bis zum Erzielen
einer Unterschneidung von etwa 0.6 bis 0.7 Micrometern
10 fortgesetzt. Andererseits könnte das Ätzen auch mittels
einer Plasmaätzung für eine genau überwachte Unter-
schneidung durchgeführt werden.

Dann wird die P-leitende Basiszone 24 in die N⁻-leitende
15 Epitaxialzone 6 eindiffundiert. Die Basiszone kann
auch durch Ionen-Implantation und anschließendes Ein-
treiben hergestellt werden, wobei man im wesentlichen
die gleiche Art von Basiszone erhält. Somit ist die
Diffusionsöffnung, die durch die thermisch aufgewachsene
20 Siliciumdioxidschicht 8 definiert ist, auf jeder Seite
um mindestens 0.6 bis 0.7 Micrometer weiter, als die
in der Siliciumnitridschicht 10 gebildete Öffnung.

Bei einem typischen Basis-Diffusionsverfahren wird
25 BBr₃ in einer aus trockenem Sauerstoff und Argon be-
stehenden Atmosphäre bei etwa 875° C als Borsilikatglas
bis zu einer Dicke von etwa 40 nm niedergeschlagen.
Nach der Diffusion wird das Glas zur Entfernung der
gesamten Glasschicht in gepufferter Flußsäure abge-
30 ätzt und die Basis wird durch übliches Eintreiben und
ein Reoxidationsverfahren gebildet, das bei 925° C
in Wasserdampf und Sauerstoff abläuft. Dadurch bildet
sich eine Schicht 26 aus thermisch aufgewachsenem
Siliciumoxid mit einer Stärke von 80 nm über der Basis-

zone und den Isolationsbereichen, wie dies Fig. 1G zeigt. Die Oxidschicht 26 bildet sich außerdem unter dem aus Siliciumnitrid bestehenden Überhang.

5 Zu diesem Zeitpunkt sei darauf hingewiesen, daß die P-leitenden Zonen 17 und 24 gleichzeitig gebildet werden können, was natürlich von den Verfahrensparametern abhängt.

10 In dem nächsten in Fig. 1H dargestellten Verfahrensschritt werden nacheinander Schichten aus Siliciumnitrid und Siliciumdioxid, die mit 28 bzw. 30 bezeichnet sind, entweder durch chemischen Niederschlag aus der Dampfphase oder durch Kathodenzerstäubung aufgebracht.

15 Die Dicke der Schicht 28 und 30 beträgt vorzugsweise etwa 100 nm. Die Schicht 30 dient während eines Naßätzverfahrens mit heißer Phosphorsäure lediglich als Maske für die Siliciumnitridschicht 28. Durch diesen Niederschlag wird der Überhang unterhalb der Silicium-

20 nitridschicht an der Unterschneidungszone 15 vollständig ausgefüllt. Die Zusammensetzung und Dicke der hier niedergeschlagenen Materialien kann dabei anders sein. Beispielsweise könnte, was jedoch weniger wünschenswert ist, die Basisoxidschicht 26 dicker gemacht werden,

25 so daß dadurch die Unterschneidungszone 15 vollständig ausgefüllt wird, ohne daß dafür noch Siliciumnitrid benötigt würde. Ferner könnte Siliciumnitrid durch Silicium-Oxinitrid oder ein anderes Maskenmaterial ersetzt werden. In der Tat könnte die Schicht 28 aus

30 Silicium-Oxinitrid und die Schicht 10 aus Siliciumnitrid bestehen oder umgekehrt. Die wichtige Überlegung hierbei ist, daß die Dicke der Maskenschicht am Umfang der Basisöffnung größer ist, als die Dicke der Maskenschicht innerhalb der Öffnung, wobei beide mit dem

gleichen Ätzmittel ätzbar sind. Auf diese Weise können Sperrmasken für die Definition der Emitterzone und anderer mit Störelementen dotierter Zonen verwendet werden, ohne die Schwierigkeit, bis auf die geschützten
5 Flächen des Substrats hinab ätzen zu müssen.

Anschließend wird eine einzelne Maske 29 zur Bildung von Öffnungen auf der Oxidschicht 30 hergestellt zur Bildung des Basiskontakts und der Emitterzonen über
10 der Basiszone 24. Die hier dargestellte Ausführungsform zeigt eine einzige für den Basiskontakt bestimmte Öffnung. Es können aber auch zwei oder mehrere Kontakte auf jeder Seite des Emitters gebildet werden. Die Breite des Emitters innerhalb der Basiszone 24 wird
15 durch das neue Verfahren sorgfältig gesteuert. Dies wird durch die vollkommen ausgefüllte Unterschneidung 15 und die doppelten Maskenschichten am Umfang der Basisöffnung ermöglicht. Da dadurch die Emitteröffnung ganz exakt definiert ist, verhindert diese doppelte Masken-
20 schicht, daß der Emitter zu nahe in Richtung auf den Umfang der Basiszone 24 nach der Seite diffundiert.

Wie Fig. 1I zeigt, wird die Siliciumdioxidschicht 30 dann zum Herstellen der Öffnungen 31, 32 und 33 durch die
25 Sperrmaske 29 hindurch geätzt. Ebenso wird das Siliciumnitrid an den freiliegenden Bereichen abgeätzt, wobei die Siliciumdioxidschicht 30 als eine Maske benutzt wird.

30 Eine zweite Sperrmaske 35, die die Zone 31 gegen Ätzen schützt, wird dann zum Abätzen der thermisch aufgewachsenen Siliciumdioxidschicht 26 in den in Fig. 1J gezeigten Öffnungen 32 und 33 benutzt. Zum Freilegen der Öffnungen 32' und 33' bis zur Oberfläche der

Schicht 6 wird ein übliches Ätzverfahren mit gepufferter Flußsäure oder Plasmaätzen eingesetzt. Die Emitterzone wird dann in üblicher Weise, beispielsweise durch die Diffusion von Arsen gebildet. In gleicher Weise wird
5 die Leitfähigkeit in dem Verbindungsbereich 11 durch Arsendiffusion im Bereich 40 erhöht.

Eine Öffnung für eine Schottky-Sperrschichtdiode kann während dieses Verfahrensschritts bis zur epitaxialen
10 Schicht 6 hinunter in einem Bereich, der hier nicht gezeigt ist, hergestellt werden.

Der Kontakt mit der Basiszone kann dadurch hergestellt werden, daß man die Öffnungen 32 und 33 mit einer
15 Sperrmaske verschließt, während der innerhalb der Öffnung 31 freiliegende Teil der Siliciumdioxidschicht 26 frei bleibt. Es kann hierbei erwünscht sein, eine dünne abschirmende Oxidschicht mit einer Stärke von etwa 10 nm im Bereich von Emitter- und Subkollektor-
20 zonen niederzuschlagen, um dadurch diese Zonen gegen eine Verunreinigung durch den Fotolack zu schützen. Dann wird das Oxid in der Öffnung 31 entfernt, wodurch der Basiskontaktbereich für eine nachfolgende Metallisierung (nicht gezeigt) freigelegt wird.

25 In Fig. 2 ist eine Draufsicht auf den Transistor bei dem in Fig. 1J dargestellten Verfahrensstand gezeigt, wobei die automatische Ausrichtung der Emitterzone 36 innerhalb der Basiszone 24 zu erkennen ist. Dabei
30 wird immer wegen der zuvor besprochenen Unterschneidung ein ausgewählter Abstand zwischen der Kante der Emitterzone 36 und der Kante der Basiszone 34 vorhanden sein. Beim derzeitigen Stand der Technik ist diese Unterschneidung mindestens 0.7 Micrometer breit.

Die durch die Siliciumnitridschicht 10 definierte Maske für die Basiszone und die durch die Oxidschicht 8 in Fig. 1F definierte Öffnung für die Basisdiffusion sind durch die Bezugszeichen 43 und 44 bezeichnet. Die
5 Maske für die Emitterzone ist durch die Öffnung 32' definiert und die durch die Sperrmaske 35 definierte Öffnung ist durch 35' gekennzeichnet. Dabei sind beide dieser Masken absichtlich nicht richtig miteinander ausgerichtet dargestellt, doch hat dies bei dem neu-
10 artigen Verfahren gemäß der Erfindung keine Auswirkung auf die Ausrichtung der Emitterzone. Es sei weiter darauf hingewiesen, daß die Emittermaske 32' die Basis-
maske 43 überlappt, was zeigt, welche Toleranzen bei der Maskengestaltung bei dem neuen Verfahren möglich
15 sind.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Herstellen einer mit einem Störelement
dotierten Zone in einem Halbleitersubstrat,
gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:
5 Bilden einer ersten aus einer unteren (8) und einer
oberen (10) Schicht bestehenden ersten Maskenschicht
(3, 10),
Ätzen einer ersten Öffnung in der ersten Masken-
10 schicht in der Weise, daß ein Teil der oberen
Schicht (10) einen Überhang (15) über der unteren
Schicht (8) bildet,
Bilden einer zweiten Maskenschicht (26, 28) ein-
schließlich eines Materials, das mit dem gleichen
15 Ätzmittel ätzbar ist, wie die obere Schicht (10),
zum mindestens teilweisen Ausfüllen des Überhangs,
wodurch das ätzbare Material innerhalb der Öffnung
dünner ist als in der Randzone,
Ätzen einer zweiten Öffnung (32) innerhalb der
20 ersten Öffnung durch die zweite Maskenschicht (26,
28), wobei das in der Randzone liegende Material
als Maske wirkt, und
Einführen eines Störelementes durch die zweite
Öffnung (32) zur Bildung der dotierten Zone (36).
25
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß die Materialien der unteren bzw. oberen Schicht
der ersten Maskenschicht selektiv ätzbar sind.
- 30 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
daß während der Bildung der mit einem Störelement
dotierten Zone (36) eine andere mit einem Stör-
element dotierte Zone (40) des gleichen Leitungs-
typs in einem Bereich des Substrats außerhalb der
35 ersten Öffnung gebildet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß beim Erzeugen der zweiten Maskenschicht (26,
28) der Überhang (15) durch die untere Schicht
alleine ausgefüllt wird.
- 5
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß beim Erzeugen der zweiten Maskenschicht der
Überhang durch die untere und die obere Schicht
(26, 28) ausgefüllt wird.
- 10
6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekenn-
zeichnet,
daß als Material für die untere Schicht (8) der
ersten Maskenschicht Siliciumdioxid und als
15 Material der oberen Schicht (10) Siliciumnitrid
oder Silicium-Oxinitrid verwendet wird.
7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekenn-
zeichnet,
20 daß als Material für das in der zweiten Masken-
schicht enthaltene Material Siliciumnitrid oder
Silicium-Oxinitrid verwendet wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet,
25 daß bei der Herstellung der zweiten Maskenschicht
zunächst thermisch auf der freiliegenden Sub-
stratoberfläche eine Siliciumdioxidschicht (26)
gebildet wird, die den Überhang (15) teilweise
ausfüllt.
- 30
9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß als Material für die untere Schicht (8) der
ersten Maskenschicht Siliciumdioxid und als
Material für die obere Schicht (10) Siliciumnitrid
35 verwendet wird und

- 3 -

daß als Materialien für die zweite Maskenschicht unten Siliciumdioxid und oben Siliciumnitrid verwendet werden.

- 5 10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,
daß zur Bestimmung eines zweiten Bereiches (36)
innerhalb der ersten Öffnung während des Ätzens
der zweiten Öffnung durch die Siliciumnitrid-
schicht eine dritte Öffnung durch die Silicium-
10 nitridschicht geätzt wird, während andere Bereiche
der Maskenschicht geschützt werden,
daß dann nach dem Ätzen der Siliciumdioxidschicht
die dritte Öffnung durch Ätzen der Siliciumdioxid-
schicht in der zweiten Öffnung hergestellt wird,
15 während gleichzeitig andere Teile der Masken-
schichten und die zweite Öffnung gegen Ätzen ge-
schützt werden.

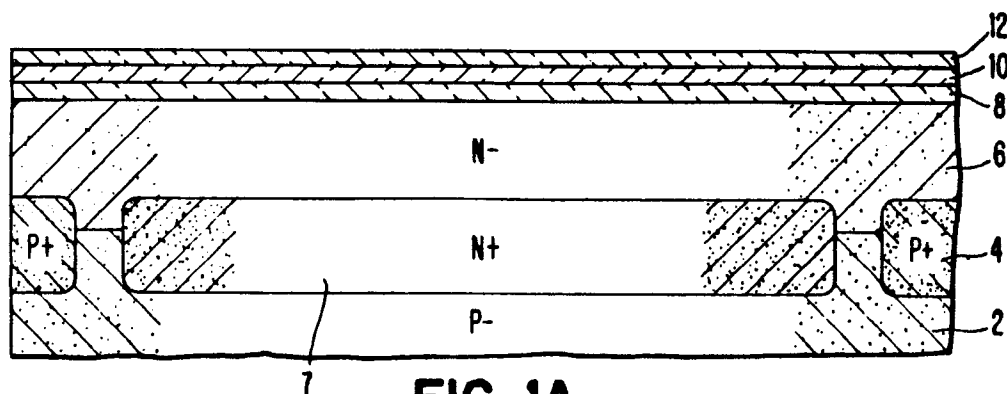


FIG. 1A

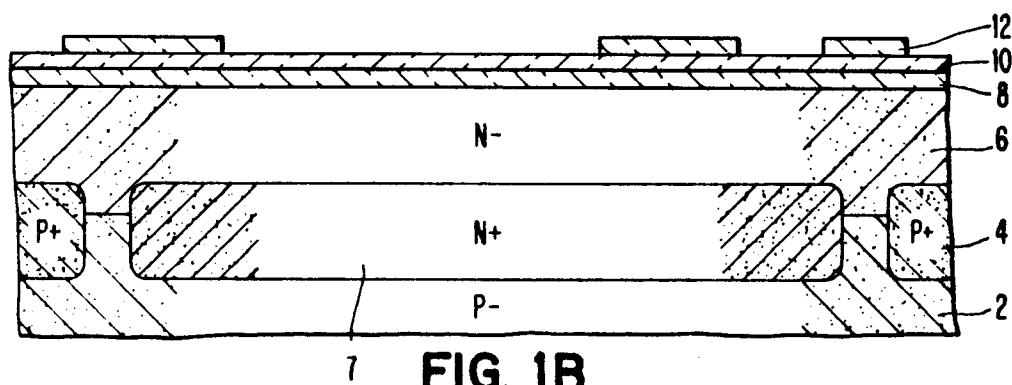


FIG. 1B

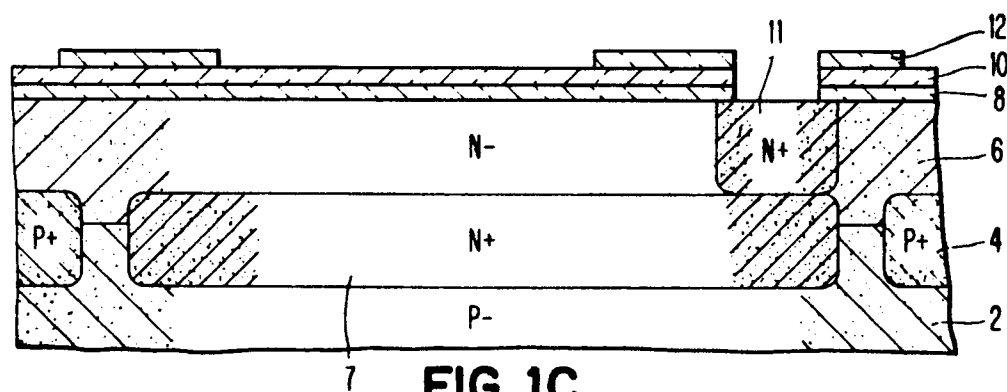


FIG. 1C

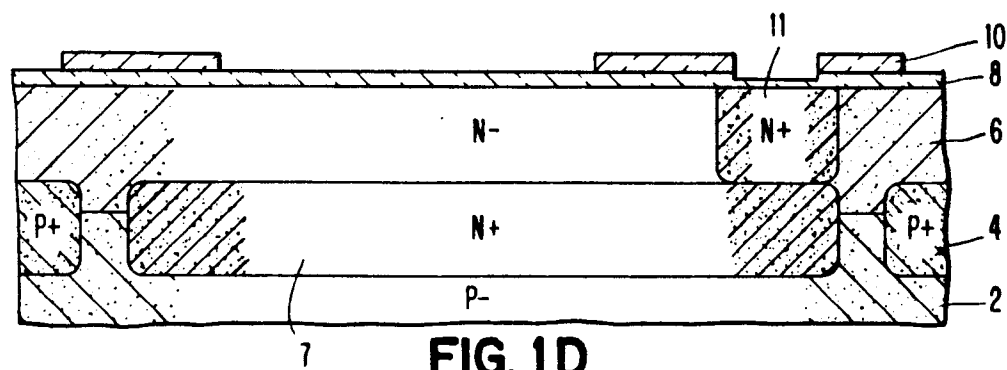


FIG. 1D



3/3

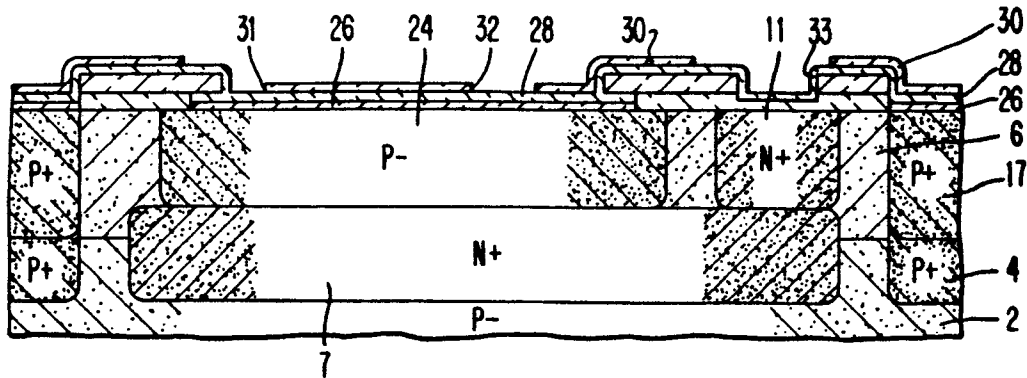


FIG. 1 I

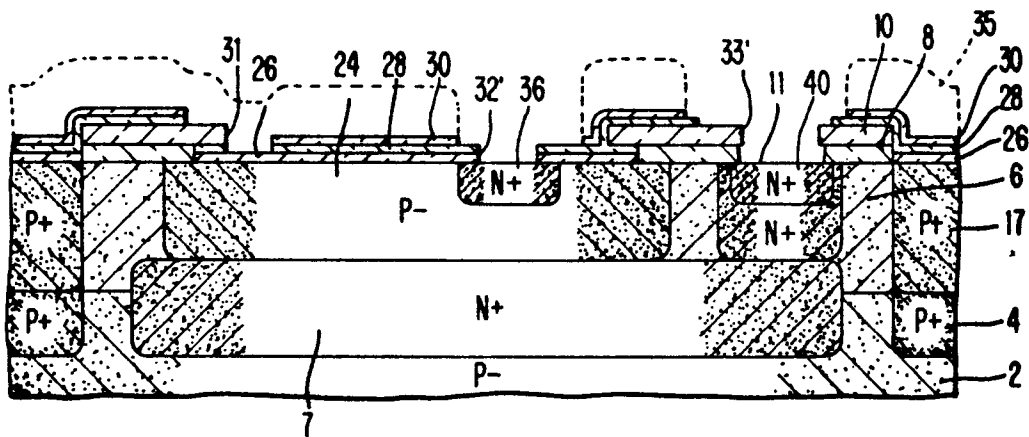


FIG. 1 J

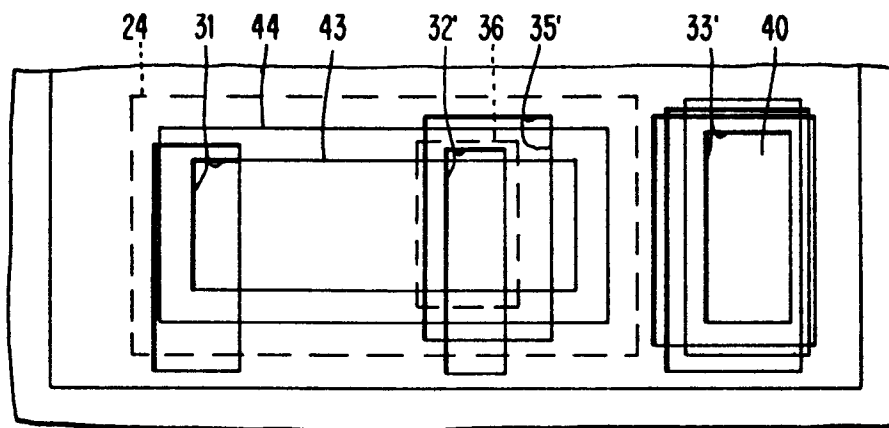


FIG. 2

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
	<u>FR - A - 2 130 397 (N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN)</u> * Ansprüche 1-4,6,7,18; Figuren 11,12 * ---	1,2,6,9	H 01 L 21/00 H 01 L 21/82 H 01 L 21/314
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.)
			H 01 L 21/00 H 01 L 21/314 H 01 L 21/82
			CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES
			X: particulièrement pertinent A: arrière-plan technologique O: divulgation non-écrite P: document intercalaire T: théorie ou principe à la base de l'invention E: demande faisant interférence D: document cité dans la demande L: document cité pour d'autres raisons
			&: membre de la même famille, document correspondant
☒ Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		03-10-1978	CARDON