



(10) **DE 10 2019 215 744 B4** 2024.11.28

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 215 744.0**
(22) Anmeldetag: **14.10.2019**
(43) Offenlegungstag: **23.04.2020**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **28.11.2024**

(51) Int Cl.: **H01L 29/47 (2006.01)**
H01L 29/06 (2006.01)
H01L 29/872 (2006.01)
H01L 29/417 (2006.01)
H01L 29/78 (2006.01)
H01L 23/28 (2006.01)
H01L 29/161 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2018-198246 22.10.2018 JP

(73) Patentinhaber:
Mitsubishi Electric Corporation, Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Hofer & Partner Patentanwälte mbB, 81543 München, DE

(72) Erfinder:
Okuno, Koji, Tokyo, JP

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2013 201 565	A1
US	10 692 978	B2
US	2013 / 0 161 645	A1
US	2013 / 0 341 751	A1
US	2017 / 0 263 697	A1
US	2017 / 0 323 982	A1
JP	2007- 116 190	A

(54) Bezeichnung: **HALBLEITERVORRICHTUNG**

(57) Hauptanspruch: Halbleitervorrichtung, umfassend:
ein Halbleitersubstrat (1), das ermöglicht, dass ein Hauptstrom in einer Dickenrichtung des Halbleitersubstrats (1) fließt;

eine Halbleiterschicht (2) eines ersten Leitfähigkeitstyps, die auf dem Halbleitersubstrat (1) vorgesehen ist;
eine erste Hauptelektrode (10), die auf der Halbleiterschicht (2) vorgesehen ist;

eine zweite Hauptelektrode (11), die auf einer Hauptoberfläche des Halbleitersubstrats (1) vorgesehen ist, die einer Seite entgegengesetzt ist, auf der die erste Hauptelektrode (10) vorgesehen ist;

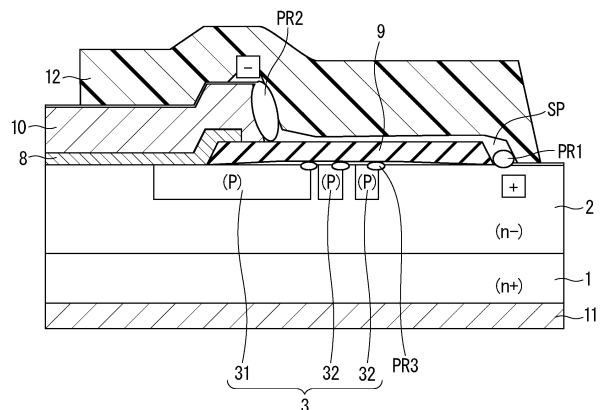
einen ein elektrisches Feld begrenzenden Bereich (3) eines zweiten Leitfähigkeitstyps, der in einem äußeren Anschlussbereich auf einer äußeren peripheren Seite der Halbleitervorrichtung außerhalb eines aktiven Bereichs vorgesehen ist, in welchem der Hauptstrom in der Halbleiterschicht (2) fließt;

einen ersten Schutzfilm (9), der zumindest den ein elektrisches Feld begrenzenden Bereich (3) bedeckt;

einen Schutzmetallfilm (81), der auf einem Teilbereich von einem Randteilbereich am äußeren Ende des ersten Schutzfilms (9) bis zu einer Oberfläche der Halbleiterschicht (2) vorgesehen ist; und

einen zweiten Schutzfilm (12), der Teilbereiche auf einem Randteilbereich am Ende der ersten Hauptelektrode (10),

dem ersten Schutzfilm (9) und dem Schutzmetallfilm (81) bedeckend vorgesehen ist; wobei der Schutzmetallfilm (81) mit einem Randteilbereich am äußeren Ende vorgesehen ist, der weiter außerhalb eines Randteilbereichs am äußeren Ende des zweiten Schutzfilms (12) gelegen ist.



Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Halbleitervorrichtung und insbesondere auf eine Halbleitervorrichtung mit einer verbesserten Feuchtigkeitsbeständigkeit.

Beschreibung des allgemeinen Stands der Technik

[0002] In einer Halbleitervorrichtung wie etwa einer vertikalen Schottky-Barrierendiode (SBD) oder einem Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistor (MOSFET) ist beispielsweise ein Verfahren allgemein bekannt, um eine Stehspannung zu gewährleisten, indem ein elektrisches Feld begrenzender Bereich vom p-Typ in einem Anschlussbereich eines Halbleiterchips in einer auf einem Halbleiter-substrat vom n-Typ vorgesehenen epitaktischen Schicht vom n-Typ vorgesehen wird und der ein elektrisches Feld begrenzende Bereich vom p-Typ mit Oberflächenelektroden wie etwa beispielsweise einer Anodenelektrode und einer Sourceelektrode verbunden wird.

[0003] Diese Art von Halbleitervorrichtung ist so konfiguriert, dass ein Endteilbereich der Oberflächenelektrode und der ein elektrisches Feld begrenzende Bereich mit einem Oxidfilm oder einem Schutzfilm aus Polyimid oder dergleichen bedeckt sind. Beispielsweise offenbart die offengelegte japanische Patentanmeldung JP 2007 - 103 524 A eine Konfiguration, in der ein Schutzfilm aus Polyimid auf einer auf einem äußeren peripheren Teilbereich eines SBD-Chips vorgesehenen Kanalstoppschicht vorgesehen ist.

[0004] In Bezug auf physikalische Eigenschaften ist eine Siliziumcarbid- (SiC-)Halbleitervorrichtung hinsichtlich einer Stehspannung einer Silizium-Halbleitervorrichtung überlegen, und man kann verglichen mit der Silizium-Halbleitervorrichtung eine Reduzierung ihres Abschlussbereichs erwarten. Wenn der Abschlussbereich ein starkes elektrisches Feld aufweist und der Schutzfilm Wasser enthält, bewirkt unglücklicherweise eine Elektrolysewirkung des Wassers, dass die Oberflächenelektrode und eine Oberfläche einer SiC-Schicht so miteinander reagieren, dass ein Produkt gebildet wird, und dann kann aufgrund einer Volumenausdehnung des Produkts der Schutzfilm gelöst werden, was einen Defekt in der Halbleitervorrichtung hervorruft.

[0005] Weitere Halbleitervorrichtungen sind bekannt aus:

US 2017 / 0 263 697 A1

US 2013 / 0 341 751 A1

US 10 692 978 B2

US 2013 / 0 161 645 A1

US 2017 / 0 323 982 A1

DE 10 2013 201 565 A1

JP 2007 - 116 190 A.

ZUSAMMENFASSUNG

[0006] Eine Aufgabe ist, eine Halbleitervorrichtung vorzusehen, in der eine Erzeugung eines mittels elektrolytischer Wirkung von Wasser gebildeten Produkts unterdrückt wird, selbst wenn ein Abschlussbereich ein starkes elektrisches Feld aufweist und ein Schutzfilm Wasser enthält.

[0007] Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche. Die Unteransprüche haben vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung zum Inhalt.

[0008] Gemäß der obigen Halbleitervorrichtung ermöglicht ein Vorsehen des Schutzmetallfilms ein Verlängern der Lebensdauer, selbst wenn Wasser in das Innere des zweiten Schutzfilms in einem Zustand eindringt, in welchem beispielsweise eine umgekehrte Vorspannung bzw. Sperrvorspannung an eine Diode angelegt ist oder eine Durchlassvorspannung an einen Transistor angelegt ist, indem eine Bildung eines Produkts auf einer Oberfläche der Halbleiterschicht auf einer Seite des Randteilbereichs am Vorrichtungsende unterdrückt wird, um ein Ablösen des zweiten Schutzfilms und einen Defekt in der Halbleiterschicht zu unterdrücken. Außerdem unterdrückt ein Unterdrücken der Bildung eines Produkts auf der Oberfläche der Halbleiterschicht auf einer Seite des Randteilbereichs am Vorrichtungsende auch eine Bildung eines Produkts auf einem Randteilbereich am Ende der ersten Hauptelektrode mit entgegengesetztem Potenzial.

[0009] Diese und andere Aufgaben, Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung der vorliegenden Erfindung ersichtlicher werden, wenn sie in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen vorgenommen wird.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 ist eine Querschnittsansicht einer Schottky-Barrierendiode, in welcher ein Abschlussbereich reduziert ist;

Fig. 2 ist eine Ansicht, die schematisch einen Zustand veranschaulicht, in welchem eine Sperrvorspannung an die Schottky-Barrierendiode angelegt ist;

Fig. 3 ist eine Ansicht, die schematisch einen Zustand veranschaulicht, in welchem ein Produkt auf der Schottky-Barrierendiode ausgebildet ist;

Fig. 4 ist eine Querschnittsansicht einer Schottky-Barrierendiode gemäß einem ersten Beispiel;

Fig. 5 ist eine Ansicht, die schematisch einen Zustand veranschaulicht, in welchem ein Produkt auf der Schottky-Barrierendiode gemäß dem ersten Beispiel ausgebildet ist;

Fig. 6 ist eine Querschnittsansicht eines MOS-FET gemäß dem ersten Beispiel;

Fig. 7 und **8** sind Querschnittsansichten von Modifikationen der Schottky-Barrierendiode gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 9 ist eine Querschnittsansicht einer Schottky-Barrierendiode gemäß einem zweiten Beispiel;

Fig. 10 ist eine Ansicht, die schematisch einen Zustand veranschaulicht, in welchem ein Produkt auf der Schottky-Barrierendiode gemäß dem zweiten Beispiel ausgebildet ist;

Fig. 11 ist eine Querschnittsansicht einer Modifikation der Schottky-Barrierendiode gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und **Fig. 12** zeigt ein drittes Beispiel;

Fig. 13 ist eine Querschnittsansicht einer Schottky-Barrierendiode gemäß einem vierten Beispiel;

Fig. 14 ist eine partielle Querschnittsansicht der Schottky-Barrierendiode gemäß dem vierten Beispiel;

Fig. 15 ist eine Querschnittsansicht einer Schottky-Barrierendiode gemäß einer dritten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 16 ist eine Querschnittsansicht einer Schottky-Barrierendiode gemäß einer vierten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 17 ist eine Querschnittsansicht eines MOS-FET gemäß der vierten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 18 ist eine Querschnittsansicht einer Modifikation der Schottky-Barrierendiode gemäß der vierten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 19 ist eine partielle Querschnittsansicht einer Modifikation der Schottky-Barrierendiode

gemäß der vierten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 20 ist eine Querschnittsansicht einer Schottky-Barrierendiode gemäß einer fünften bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 21 ist eine partielle Querschnittsansicht der Schottky-Barrierendiode gemäß der fünften bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 22 ist eine Querschnittsansicht eines MOS-FET gemäß der fünften bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 23 ist eine Querschnittsansicht einer Modifikation der Schottky-Barrierendiode gemäß der fünften bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

BESCHREIBUNG DER BEISPIELE UND DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

<Einführung>

[0010] Vor einer Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen wird ein Produkt beschrieben, das mittels Elektrolysewirkung von Wasser gebildet wird, wenn ein Abschlussbereich ein starkes elektrisches Feld aufweist und ein im Abschlussbereich vorgesehener Schutzfilm das Wasser enthält.

[0011] In der folgenden Beschreibung ist ein „aktiver Bereich“ ein Bereich, durch welchen in einem Ein-Zustand einer Halbleitervorrichtung ein Hauptstrom fließt, und der „Abschlussbereich“ ist ein Bereich um den aktiven Bereich herum. Im Folgenden ist „außerhalb“ eine Richtung hin zu einer äußeren Peripherie einer Halbleitervorrichtung, und „innerhalb“ ist eine zu „außerhalb“ entgegengesetzte Richtung. Obgleich in der folgenden Beschreibung ein Leitfähigkeitstyp einer Verunreinigung bzw. Störstelle im Allgemeinen wie folgt definiert ist:

ein n-Typ ist ein „erster Leitfähigkeitstyp“ und ein p-Typ ist ein „zweiter Leitfähigkeitstyp“, kann eine entgegengesetzte Definition genutzt werden.

[0012] In einer Siliziumcarbid-Halbleitervorrichtung mit einer ausgezeichneten Stehspannung ist ein Abschlussbereich zur Kostenreduzierung und Verbesserung der Produktivität reduziert. Als Folge weist der Abschlussbereich ein starkes elektrisches Feld auf. Als ein Beispiel der Siliziumcarbid-Halbleitervorrichtung, in welcher der Abschlussbereich wie oben beschrieben reduziert ist, veranschaulicht **Fig. 1** eine Querschnittsstruktur einer Schottky-Barrierendiode 90.

[0013] Wie in Fig. 1 veranschaulicht ist, umfasst die Schottky-Barrierendiode 90 ein SiC-Substrat 1 (Halbleitersubstrat) mit einer Dicke von 50 μm bis 400 μm , das Störstellen vom n-Typ in einer verhältnismäßig hohen Konzentration (n^+) enthält, und eine epitaktische Schicht 2 (Halbleiterschicht) aus SiC mit einer Dicke von 3 μm bis 100 μm , die Störstellen vom n-Typ in einer verhältnismäßig niedrigen Konzentration (n^-) enthält, wobei die epitaktische Schicht 2 auf dem SiC-Substrat 1 vorgesehen ist.

[0014] Die epitaktische Schicht 2 ist in ihrem oberen Schichtteilbereich selektiv mit Störstellenbereichen 31 und 32 jeweils mit einer Dicke von 0,2 μm bis 2,0 μm versehen, die Störstellen vom p-Typ enthalten, wobei die Störstellenbereiche 31 und 32 einen ein elektrisches Feld begrenzenden Bereich 3 bilden. Der ein elektrisches Feld begrenzende Bereich 3 ist in einem einen aktiven Bereich der Schottky-Barrierendiode 90 umgebenden Abschlussbereich der Schottky-Barrierendiode 90 vorgesehen. Der Störstellenbereich 31 weist eine größere Querschnittsfläche als der Störstellenbereich 32 auf, und eine Vielzahl der Störstellenbereiche 32 ist außerhalb des Störstellenbereichs 31 in einem Intervall vorgesehen. Die Anzahl und ein Anordnungsintervall der Störstellenbereiche 32 werden gemäß der Klassifizierung der Schottky-Barrierendiode 90 eingestellt.

[0015] Eine Schottky-Elektrode 8 ist auf einer Oberfläche eines Teilbereichs vorgesehen, der einem aktiven Bereich der epitaktischen Schicht 2 entspricht. Die Schottky-Elektrode 8 ist so vorgesehen, dass sie nicht nur mit einer Oberfläche der epitaktischen Schicht 2, sondern auch mit einem Teil einer vorderen Oberfläche eines Oxidfilm-Schutzfilms 9 (erster Schutzfilm) mit einer Dicke von 0,5 μm bis 3,0 μm in Kontakt ist, wobei der Oxidfilm-Schutzfilm 9 im Abschlussbereich auf der epitaktischen Schicht 2 vorgesehen ist. Die Schottky-Elektrode 8 besteht beispielsweise aus Mo (Molybdän), Ti (Titan), Ni (Nickel) oder dergleichen.

[0016] Der Oxidfilm-Schutzfilm 9 ist den ein elektrisches Feld begrenzenden Bereich 3 bedeckend vorgesehen, wobei ein beispielsweise aus Tetraethylorthosilicat (TEOS) bestehender Siliziumoxidfilm genutzt wird.

[0017] Außerdem ist eine als eine Anodenelektrode (erste Hauptelektrode) dienende Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche einen inneren Randteilbereich des Oxidfilm-Schutzfilms 9 von oberhalb der Schottky-Elektrode 8 aus bedeckend vorgesehen, und eine als Kathodenelektrode dienende Elektrode 11 auf der rückwärtigen Oberfläche (zweite Hauptelektrode) ist auf einer rückwärtigen Oberfläche des SiC-Substrats 1 vorgesehen, wobei die rückwärtige Oberfläche eine Hauptoberfläche ist, die einer Hauptoberfläche entgegengesetzt ist, über der die

Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche vorgesehen ist. Die Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche und die Elektrode 11 auf der rückwärtigen Oberfläche sind jeweils beispielsweise aus Al (Aluminium), Kupfer (Cu) oder dergleichen gebildet.

[0018] Außerdem ist ein Schutzfilm 12 aus Polyimid (zweiter Schutzfilm) Teilbereiche über einem Randteilbereich am Ende der Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche, dem Oxidfilm-Schutzfilm 9 und einem Teil der epitaktischen Schicht 2 im Abschlussbereich bedeckend vorgesehen.

[0019] In der wie oben beschrieben konfigurierten Schottky-Barrierendiode 90 reagiert im Schutzfilm 12 aus Polyimid enthaltenes Wasser mit der Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche und der SiC-Schicht, die Reaktionsobjekte sind, aufgrund eines hohen elektrischen Feldes, so dass ein Produkt wie etwa ein Hydroxyd oder ein Oxid mittels Elektrolysewirkung des Wassers gebildet wird.

[0020] Fig. 2 ist eine Ansicht, die schematisch einen Zustand veranschaulicht, in welchem eine Sperrvorspannung an die Schottky-Barrierendiode 90 angelegt ist. Die Schottky-Barrierendiode 90 ist so vorgespannt, dass die Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche ein negatives Potenzial aufweist und die Elektrode 11 auf der rückwärtigen Oberfläche ein positives Potenzial aufweist.

[0021] Insbesondere wird eine hohe Spannung aufgrund der Sperrvorspannung zwischen einem Endteilbereich der Oberflächenelektrode 10 und der vorderen Oberfläche der epitaktischen Schicht 2 auf einer Seite des Randteilbereichs am Vorrichtungsende angelegt, und es ist wahrscheinlich, dass der Schutzfilm 12 aus Polyimid Wasser absorbiert. Folglich werden mittels Elektrolysewirkung des Wassers (H_2O) Produkte in beachtlichem Maße gebildet.

[0022] Fig. 3 veranschaulicht schematisch einen Zustand, in welchem ein Produkt PR2 im Randteilbereich am Ende der Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche ausgebildet ist, ein Produkt PR1 auf der Oberfläche der epitaktischen Schicht 2 auf der Seite des Randteilbereichs am Vorrichtungsende ausgebildet ist und ein Produkt PR3 unter dem Oxidfilm-Schutzfilm 9 ausgebildet ist, wenn Wasser durch den Oxidfilm-Schutzfilm 9 gelangt, so dass es die vordere Oberfläche der epitaktischen Schicht 2 unter dem Oxidfilm-Schutzfilm 9 erreicht. Obgleich das Produkt PR2 auch auf einer oberen Oberfläche der Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche gebildet wird, wird das Produkt PR2 insbesondere und in beachtlichem Maße auf einer seitlichen Oberfläche des Randteilbereichs am Ende gebildet. Das Produkt PR1 wird nahe dem Oxidfilm-Schutzfilm 9 in beachtlichem Maße gebildet.

[0023] Wenn die Reaktion fortschreitet, so dass sie bewirkt, dass sich die Produkte PR1 und PR2 im Volumen ausdehnen, wie in **Fig. 3** veranschaulicht ist, löst sich der Schutzfilm 12 aus Polyimid, so dass ein Hohlraum SP zwischen dem Schutzfilm 12 aus Polyimid und dem Oxidfilm-Schutzfilm 9 erzeugt wird.

[0024] Wenn sich der Schutzfilm 12 aus Polyimid löst, ändert sich eine elektrische Feldverteilung von einem sich lösenden Teilbereich als Ausgangspunkt, was eine Abnahme der Stehspannung oder einen Defekt wie etwa einen Leckpfad verursacht, der durch sich im Hohlraum SP ansammelndes Wasser erzeugt wird. Dies kann ein Versagen der Schottky-Barrierendiode 90 bewirken.

[0025] Die elektrische Feldstärke nimmt an einem p-n-Übergang zwischen dem ein elektrisches Feld begrenzenden Bereich 3 eines p-Typs und der epitaktischen Schicht 2 eines n-Typs zu, so dass verglichen mit anderen Oberflächenbereichen der epitaktischen Schicht 2 ein Produkt in beachtlichem Maße gebildet wird. Wenn sich aufgrund einer Volumenausdehnung des Produkts PR3 der Oxidfilm-Schutzfilm 9 löst, kann aus dem gleichen Grund wie demjenigen, wenn sich der Schutzfilm 12 aus Polyimid löst, ein Versagen der Schottky-Barrierendiode 9 hervorgerufen werden.

[0026] Im Hinblick auf den oben beschriebenen Mechanismus einer Ausbildung der Produkte PR1 bis PR3 wird im Folgenden eine Halbleitervorrichtung gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der von den Erfindern gemachten vorliegenden Erfindung beschrieben.

<Erstes Beispiel>

[0027] **Fig. 4** ist eine Querschnittsansicht, die eine Struktur einer Schottky-Barrierendiode 100 veranschaulicht, die eine Halbleitervorrichtung gemäß einem ersten Beispiel ist. In **Fig. 4** sind die gleichen Komponenten wie jene der unter Bezugnahme auf **Fig. 1** beschriebenen Schottky-Barrierendiode 90 mit den gleichen Bezugsziffern bezeichnet, und eine wiederholte Beschreibung wird unterlassen.

[0028] Die in **Fig. 4** veranschaulichte Schottky-Barrierendiode 100 enthält einen Schutzmetallfilm 81, der auf einem Teilbereich von einem Randteilbereich am äußeren Ende eines Oxidfilm-Schutzfilms 9 bis zu einer vorderen Oberfläche einer epitaktischen Schicht 2 vorgesehen ist.

[0029] Der Schutzmetallfilm 81 ist nicht oberhalb eines ein elektrisches Feld begrenzenden Bereichs 3 vorgesehen und ist nicht in leitendem Kontakt mit einer Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche vorgesehen. Es ist wünschenswert, dass ein Metall mit

einer ausgezeichneten Korrosionsbeständigkeit wie etwa Mo, Ti, Ni, Au (Gold) oder dergleichen für den Schutzmetallfilm 81 verwendet wird und dass der Schutzmetallfilm 81 eine Dicke von 100 nm oder mehr aufweist, um zu verhindern, dass ein unbedeckter Teilbereich gebildet wird.

[0030] Wenn die Schottky-Barrierendiode 100 mit dem Schutzmetallfilm 81 versehen ist, wird ein Versagen der Schottky-Barrierendiode 100 für eine lange Lebensdauer unterdrückt, indem eine Bildung eines Produkts auf einer vorderen Oberfläche der epitaktischen Schicht 2 auf einer Seite eines Randteilbereichs am Vorrichtungsende unterdrückt wird, so dass ein Ablösen eines Schutzfilms 12 aus Polyimid unterdrückt wird, selbst wenn eine Sperrspannung angelegt ist und Wasser in das Innere des Schutzfilms 12 aus Polyimid eindringt. Dies bedeutet, dass eine Wasserbeständigkeit verbessert werden kann.

[0031] Außerdem unterdrückt ein Unterdrücken der Bildung eines Produkts auf der vorderen Oberfläche der epitaktischen Schicht 2 auf der Seite des Randteilbereichs am Vorrichtungsende auch die Bildung eines Produkts auf einem Randteilbereich am Ende der Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche mit entgegengesetztem Potenzial. **Fig. 5** veranschaulicht schematisch, dass eine Bildung eines Produkts PR2 auf dem Randteilbereich am Ende der Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche unterdrückt wird. Das Produkt PR2 ist dünn und hat ein geringes Volumen, so dass es keine Ablösung des Schutzfilms 12 aus Polyimid bewirkt. Es ist begreiflich, dass die Ausbildung des Produkts PR2 unterdrückt wird, da, selbst wenn Wasser einmal so elektrolysiert wird, dass eine erneute Verbindung des Sauerstoffs mit Wasserstoff im Schutzfilm 12 aus Polyimid, um wieder Wasser zu bilden, herbeigeführt wird, Sauerstoff nicht mit der epitaktischen Schicht 2 reagiert, wodurch die Ausbildung des Produkts PR2, das ein Hydroxyd ist, auf einem Randteilbereich am Ende der Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche unterdrückt wird.

<Anwendung auf einen MOSFET>

[0032] Obgleich in dem oben beschriebenen ersten Beispiel als ein Beispiel die Schottky-Barrierendiode beschrieben ist, kann die Halbleitervorrichtung gemäß dem ersten Beispiel ein MOSFET sein.

[0033] **Fig. 6** ist eine Querschnittsansicht, die eine Struktur eines MOSFET 200 veranschaulicht, der eine Halbleitervorrichtung gemäß dem ersten Beispiel ist.

[0034] Wie in **Fig. 6** veranschaulicht ist, umfasst der MOSFET 200 ein SiC-Substrat 1 mit einer Dicke von 50 μm bis 400 μm , das Störstellen vom n-Typ in einer verhältnismäßig hohen Konzentration (n^+) enthält,

und eine epitaktische Schicht 2 mit einer Dicke von 3 µm bis 100 µm, die Störstellen vom n-Typ in einer verhältnismäßig niedrigen Konzentration (n^-) enthält, wobei die epitaktische Schicht 2 auf dem SiC-Substrat 1 vorgesehen ist.

[0035] Die epitaktische Schicht 2 ist in ihrem oberen Schichtteilbereich selektiv mit Störstellenbereichen 31 und 32 jeweils mit einer Dicke von 0,2 µm bis 2,0 µm versehen, die Störstellen vom p-Typ enthalten, wobei die Störstellenbereiche 31 und 32 einen ein elektrisches Feld begrenzenden Bereich 3 bilden. Der ein elektrisches Feld begrenzende Bereich 3 ist in einem aktiven Bereich des MOSFET 200 umgebenden Abschlussbereich des MOSFET 200 vorgesehen. Der Störstellenbereich 31 weist eine größere Querschnittsfläche als der Störstellenbereich 32 auf, und eine Vielzahl der Störstellenbereiche 32 ist außerhalb des Störstellenbereichs 31 in einem Intervall vorgesehen. Die Anzahl und ein Anordnungsintervall der Störstellenbereiche 32 werden gemäß der Klassifizierung des MOSFET 200 eingestellt.

[0036] Die epitaktische Schicht 2 ist in ihrem oberen Schichtteilbereich selektiv mit einem Störstellen vom p-Typ enthaltenden Wannbereich 4 mit einer Dicke von 0,2 µm bis 2,0 µm im aktiven Bereich des MOSFET 200 versehen. Der Wannbereich 4 ist in seinem oberen Schichtteilbereich selektiv mit einem Wannkontaktbereich 6, der Störstellen vom p-Typ in einer verhältnismäßig hohen Konzentration (p^+) enthält, versehen, und Sourcebereiche 5, die jeweils Störstellen vom n-Typ in einer verhältnismäßig hohen Konzentration (n^+) enthalten, sind neben dem Wannkontaktbereich 6 vorgesehen. Der Sourcebereich 5 und der Wannkontaktbereich 6 sind mit einer geringeren Dicke als derjenigen des Wannbereichs 4 ausgebildet. Obgleich **Fig. 6** nur einen Wannbereich 4 veranschaulicht, ist eine Vielzahl der Wannbereiche 4 in Intervallen im aktiven Bereich vorgesehen, und der Wannbereich 4 in **Fig. 6** liegt in einer ganz außen gelegenen Peripherie des aktiven Bereichs.

[0037] Der Wannkontaktbereich 6 ist vorgesehen, um Schaltcharakteristiken zu stabilisieren, indem bewirkt wird, dass der Sourcebereich 5 und der Wannbereich 4 auf gleichem Potenzial liegen; aber der Wannkontaktbereich 6 ist keine wesentliche Einrichtung.

[0038] Auf der epitaktischen Schicht 2 ist den ein elektrisches Feld begrenzenden Bereich 3 von oben bedeckend ein Oxidfilm-Schutzfilm 24 mit einer Dicke von 0,3 µm bis 3,0 µm vorgesehen. Der Oxidfilm-Schutzfilm 24 nutzt einen Siliziumoxidfilm aus beispielsweise TEOS.

[0039] Auf der epitaktischen Schicht 2 ist von einem Teilbereich zwischen den einander benachbarten (nicht veranschaulichten) Wannbereichen 4 bis zu Teilbereichen auf einem Randteilbereich am Ende des Wannbereichs 4 und auf einem Randteilbereich am Ende des Sourcebereichs 5 bedeckend auch ein Gate-Isolierfilm 21 mit einer Dicke von 20 nm bis 200 nm vorgesehen, und eine Gateelektrode 22 ist auf dem Gate-Isolierfilm 21 vorgesehen.

[0040] Der Gate-Isolierfilm 21 ist auch von einem Teilbereich auf einem Randteilbereich am Ende des Sourcebereichs 5 bis zu Teilbereichen auf einem Randteilbereich am Ende des Wannbereichs 4, einem Randteilbereich am Ende des Störstellenbereichs 31 und einem Teil des Oxidfilm-Schutzfilms 24 bedeckend vorgesehen. Die Gateelektrode 22 ist auf dem Gate-Isolierfilm 21 vorgesehen.

[0041] Der Gate-Isolierfilm 21, die Gateelektrode 22 und der Oxidfilm-Schutzfilm 24 sind mit einem Zwischenschicht-Isolierfilm 23 mit einer Dicke von 0,3 µm bis 3,0 µm bedeckt, und eine als Sourceelektrode dienende Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche ist auf Teilbereichen des Sourcebereichs 5 und des Wannkontaktbereichs 6 vorgesehen, die nicht mit dem Zwischenschicht-Isolierfilm 23 bedeckt sind. Ein laminiertes Film des Oxidfilm-Schutzfilms 24 und des Zwischenschicht-Isolierfilms 23 kann als Schutzfilm (erster Schutzfilm) bezeichnet werden.

[0042] Die Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche ist mit einem Teilbereich in einem Abschlussbereich vorgesehen, der durch den Zwischenschicht-Isolierfilm 23 und den Oxidfilm-Schutzfilm 24 so hindurchgeht, dass er den Störstellenbereich 31 erreicht.

[0043] Außerdem ist Teilbereiche auf einem Randteilbereich am Ende der Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche, dem Zwischenschicht-Isolierfilm 23 und einem Teil der epitaktischen Schicht 2 im Abschlussbereich bedeckend ein Schutzfilm 12 aus Polyimid vorgesehen.

[0044] Auf der der Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche entgegengesetzten rückwärtigen Oberfläche des SiC-Substrats 1 ist eine als Drainelektrode dienende Elektrode 11 auf der rückwärtigen Oberfläche vorgesehen. Die Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche und die Elektrode 11 auf der rückwärtigen Oberfläche bestehen jeweils beispielsweise aus Al, Cu oder dergleichen.

[0045] Außerdem ist ein Schutzmetallfilm 81 auf einem Teilbereich von einem Randteilbereich am Ende des laminierten Oxidfilm-Schutzfilms 24 und Zwischenschicht-Isolierfilms 23 bis zu einer vorderen Oberfläche der epitaktischen Schicht 2 vorgesehen.

[0046] Der Schutzmetallfilm 81 ist nicht oberhalb des ein elektrisches Feld begrenzenden Bereichs 3 vorgesehen und ist nicht in leitendem Kontakt mit der Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche vorgesehen. Es ist wünschenswert, dass ein Metall mit einer ausgezeichneten Korrosionsbeständigkeit wie etwa Mo, Ti, Ni, Au oder dergleichen für den Schutzmetallfilm 81 genutzt wird und dass der Schutzmetallfilm 81 eine Dicke von 100 nm oder mehr aufweist, um zu verhindern, dass ein unbedeckter Teilbereich gebildet wird.

[0047] Wenn der MOSFET 200 mit dem Schutzmetallfilm 81 versehen ist, wird ein Versagen des MOSFET 200 für eine lange Lebensdauer unterdrückt, indem eine Bildung eines Produkts auf einer vorderen Oberfläche der epitaktischen Schicht 2 auf einer Seite des Randteilbereichs am Vorrichtungsende unterdrückt wird, so dass ein Ablösen des Schutzfilms 12 aus Polyimid unterdrückt wird, selbst wenn eine Durchlassvorspannung angelegt ist und Wasser in das Innere des Schutzfilms 12 aus Polyimid eindringt. Dies bedeutet, dass eine Wasserbeständigkeit verbessert wird. Außerdem unterdrückt ein Unterdrücken einer Bildung eines Produkts auf der vorderen Oberfläche der epitaktischen Schicht 2 auf der Seite des Randteilbereichs am Vorrichtungsende auch eine Bildung eines Produkts auf einem Randteilbereich am Ende der Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche mit entgegengesetztem Potenzial.

[0048] Der Zustand, in welchem die Durchlassvorspannung an den MOSFET 200 angelegt ist, bedeutet, dass der MOSFET 200 so vorgespannt ist, dass die als Sourceelektrode dienende Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche ein negatives Potenzial aufweist und die als Drainelektrode dienende Elektrode 11 auf der rückwärtigen Oberfläche ein positives Potenzial aufweist.

<Erste Modifikation>

[0049] Während die in **Fig. 4** veranschaulichte Schottky-Barrierendiode 100 so konfiguriert ist, dass der Schutzmetallfilm 81 auf dem Abschnitt bzw. Teilbereich vom Randteilbereich am äußeren Ende des Oxidfilm-Schutzfilms 9 bis zur vorderen Oberfläche der epitaktischen Schicht 2 vorgesehen ist, um zu ermöglichen, dass der Schutzmetallfilm 81 mit dem Schutzfilm 12 aus Polyimid vollständig bedeckt wird, kann der Schutzmetallfilm 81 mit einem sich bis nahe einem Teilbereich am Vorrichtungsende erstreckenden Randteilbereich am äußeren Ende vorgesehen sein, wobei der Schutzmetallfilm 81 mit dem Schutzfilm 12 aus Polyimid nicht vollständig bedeckt ist, und der Randteilbereich am äußeren Ende des Schutzmetallfilms 81 kann außerhalb eines Randteilbereichs am äußeren Ende des Schutzfilms 12 aus Polyimid wie in einer in **Fig. 7** gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform

der Erfindung veranschaulichten Schottky-Barrierendiode 100A gelegen sein.

[0050] Ein Anordnen des Schutzmetallfilms 81 wie oben beschrieben bewirkt, dass der Schutzfilm 12 aus Polyimid nicht mit der Oberfläche der epitaktischen Schicht 2 in Kontakt gebracht wird, so dass eine Bildung eines Produkts auf einer Kontaktoberfläche zwischen dem Schutzfilm 12 aus Polyimid und der epitaktischen Schicht 2 so weit wie möglich unterdrückt wird, um ein Ablösen des Schutzfilms 12 aus Polyimid zu unterdrücken, wodurch eine weitere Verbesserung in der Wasserbeständigkeit ermöglicht wird.

<Zweite Modifikation>

[0051] Während die in **Fig. 4** veranschaulichte Schottky-Barrierendiode 100 so konfiguriert ist, dass der Schutzmetallfilm 81 auf dem Teilbereich vom Randteilbereich am äußeren Ende des Oxidfilm-Schutzfilms 9 bis zur vorderen Oberfläche der epitaktischen Schicht 2 vorgesehen ist, um zu ermöglichen, dass der Schutzmetallfilm 81 mit dem Schutzfilm 12 aus Polyimid vollständig bedeckt wird, kann der Schutzmetallfilm 81 mit einem Randteilbereich am äußeren Ende vorgesehen sein, der sich zu einem Teilbereich am Vorrichtungsende, d.h. einem Teilbereich am äußersten Ende der epitaktischen Schicht 2, wie in einer in **Fig. 8** gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung veranschaulichten Schottky-Barrierendiode 100B erstreckt.

[0052] Wenn die Struktur wie oben beschrieben in einer Struktur verwendet wird, in welcher der Schutzfilm 12 aus Polyimid sogar mit einem Versiegelungsmaterial 13 mit einer hygroskopischen Eigenschaft bedeckt ist, wird eine Bildung eines Produkts auf einer Kontaktoberfläche zwischen dem Versiegelungsmaterial 13 und der epitaktischen Schicht 2 unterdrückt, indem verhindert wird, dass das Versiegelungsmaterial 13 mit der Oberfläche der epitaktischen Schicht 2 in Kontakt gebracht wird, um ein Ablösen des Versiegelungsmaterials 13 zu unterdrücken, wodurch eine weitere Verbesserung in der Wasserbeständigkeit ermöglicht wird.

<Zweites Beispiel>

[0053] **Fig. 9** ist eine Querschnittsansicht, die eine Struktur einer Schottky-Barrierendiode 101 veranschaulicht, die eine Halbleitervorrichtung gemäß einem zweiten Beispiel der vorliegenden Erfindung ist. In **Fig. 9** sind die gleichen Komponenten wie jene der unter Bezugnahme auf **Fig. 1** beschriebenen Schottky-Barrierendiode 90 durch die gleichen Bezugsziffern bezeichnet, und eine wiederholte Beschreibung wird weggelassen.

[0054] Die in **Fig. 9** veranschaulichte Schottky-Barrierendiode 101 enthält einen auf einem Randteilbereich am Ende einer Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche vorgesehenen Schutzmetallfilm 80. Der Schutzmetallfilm 80 ist von einer oberen Oberfläche eines Randteilbereichs am Ende der Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche bis zu deren seitlicher Oberfläche vorgesehen, ist aber nicht auf einem ein elektrisches Feld begrenzenden Bereich 3 vorgesehen.

[0055] Es ist wünschenswert, dass ein Metall mit einer ausgezeichneten Korrosionsbeständigkeit wie etwa Mo, Ti, Ni, Au oder dergleichen für den Schutzmetallfilm 80 verwendet wird und dass der Schutzmetallfilm 80 eine Dicke von 100 nm oder mehr aufweist, um zu verhindern, dass ein unbedeckter Teilbereich gebildet wird.

[0056] Wenn die Schottky-Barrierendiode 101 mit dem Schutzmetallfilm 80 versehen ist, wird ein Versagen der Schottky-Barrierendiode 101 unterdrückt, so dass deren Wasserbeständigkeit verbessert wird, indem eine Bildung eines Produkts auf dem Randteilbereich am Ende der Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche unterdrückt wird, um ein Ablösen des Schutzfilms 12 aus Polyimid zu unterdrücken, selbst wenn eine Sperrvorspannung angelegt ist und Wasser in das Innere des Schutzfilms 12 aus Polyimid eindringt.

[0057] Außerdem unterdrückt ein Unterdrücken einer Bildung eines Produkts auf dem Randteilbereich am Ende der Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche auch eine Bildung eines Produkts auf einer vorderen Oberfläche einer epitaktischen Schicht 2 auf einer Seite des Randteilbereichs am Vorrichtungsende, die ein entgegengesetztes Potenzial aufweist.

[0058] **Fig. 10** veranschaulicht gemäß dem zweiten Beispiel schematisch, dass eine Bildung eines Produkts PR1 auf einer vorderen Oberfläche der epitaktischen Schicht 2 auf der Seite des Randteilbereichs am Vorrichtungsende unterdrückt wird. Das Produkt PR1 ist dünn und hat ein geringes Volumen, so dass es keine Ablösung des Schutzfilms 12 aus Polyimid verursacht. Es ist begreiflich, dass die Ausbildung des Produkts PR1 unterdrückt wird, da, selbst wenn Wasser einmal so elektrolysiert wird, dass eine erneute Verbindung des Sauerstoffs mit Wasserstoff im Schutzfilm 12 aus Polyimid, um wieder Wasser zu bilden, herbeigeführt wird, Hydroxylgruppen (OH-) nicht mit der Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche reagieren, wodurch die Bildung des Produkts PR1, das ein Oxid ist, auf der vorderen Oberfläche der epitaktischen Schicht 2 auf der Seite des Randteilbereichs am Vorrichtungsende unterdrückt wird.

<Erste Modifikation>

[0059] Obgleich die in **Fig. 9** veranschaulichte Schottky-Barrierendiode 101 so konfiguriert ist, dass der Schutzmetallfilm 80 von der oberen Oberfläche des Randteilbereichs am Ende der Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche bis zu deren seitlicher Oberfläche vorgesehen ist, um zu ermöglichen, dass der Schutzmetallfilm 80 mit dem Schutzfilm 12 aus Polyimid vollständig bedeckt wird, kann der Schutzmetallfilm 80 mit einem Randteilbereich am inneren Ende einwärts eines Randteilbereichs am inneren Ende des Schutzfilms 12 aus Polyimid in einer Vorrichtung so vorgesehen sein, dass der Schutzmetallfilm 80 mit dem Schutzfilm 12 aus Polyimid wie in einer in **Fig. 11** gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung veranschaulichten Schottky-Barrierendiode 101A nicht vollständig bedeckt ist.

[0060] Ein Anordnen des Schutzmetallfilms 80 wie oben beschrieben bewirkt, dass der Schutzfilm 12 aus Polyimid nicht mit der oberen Oberfläche der Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche in Kontakt gebracht wird, so dass eine Bildung eines Produkts auf einer Kontaktfläche zwischen dem Schutzfilm 12 aus Polyimid und der Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche so weit wie möglich unterdrückt wird, um ein Ablösen des Schutzfilms 12 aus Polyimid zu unterdrücken, wodurch eine weitere Verbesserung in der Wasserbeständigkeit ermöglicht wird.

<Zweite Modifikation>

[0061] Obgleich die in **Fig. 9** veranschaulichte Schottky-Barrierendiode 101 so konfiguriert ist, dass der Schutzmetallfilm 80 von der oberen Oberfläche des Randteilbereichs am Ende der Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche bis zu deren seitlicher Oberfläche vorgesehen ist, um zu ermöglichen, dass der Schutzmetallfilm 80 mit dem Schutzfilm 12 aus Polyimid vollständig bedeckt wird, kann der Schutzmetallfilm 80 die gesamte obere Oberfläche der Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche bedeckend vorgesehen sein, und der Schutzmetallfilm 80 ist mit dem Schutzfilm 12 aus Polyimid wie in einer in **Fig. 12** gemäß einem dritten Beispiel veranschaulichten Schottky-Barrierendiode 101B nicht vollständig bedeckt.

[0062] Wenn die Struktur wie oben beschrieben in einer Struktur verwendet wird, in der der Schutzfilm 12 aus Polyimid sogar mit einem Versiegelungsmaterial 13 mit einer hygroskopischen Eigenschaft bedeckt ist, wird eine Bildung eines Produkts auf einer Kontaktfläche zwischen dem Versiegelungsmaterial 13 und der Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche unterdrückt, indem verhindert wird, dass das Versiegelungsmaterial 13 mit der oberen Oberfläche der Elektrode 10 auf der vorderen Ober-

fläche in Kontakt kommt, um ein Ablösen des Versiegelungsmaterials 13 zu unterdrücken, wodurch eine weitere Verbesserung in der Wasserbeständigkeit ermöglicht wird.

< Viertes Beispiel >

[0063] Fig. 13 ist eine Querschnittsansicht, die eine Struktur einer Schottky-Barrierendiode 102 veranschaulicht, die eine Halbleitervorrichtung gemäß einem vierten Beispiel ist. In Fig. 13 sind die gleichen Komponenten wie jene der unter Bezugnahme auf Fig. 1 beschriebenen Schottky-Barrierendiode 90 durch die gleichen Bezugsziffern bezeichnet, und eine wiederholte Beschreibung wird weggelassen.

[0064] Während die in Fig. 13 veranschaulichte Schottky-Barrierendiode 102 die Gleiche wie die Schottky-Barrierendiode 101 dem zweiten Beispiel insofern ist, als ein Schutzmetallfilm 80 auf einem Randteilbereich am Ende einer Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche vorgesehen ist, weist der Schutzmetallfilm 80 einen Randteilbereich am äußeren Ende auf, der sich bis über eine Stelle erstreckt, die über einen Randteilbereich am äußeren Ende des innersten Störstellenbereichs 31 eines ein elektrisches Feld begrenzenden Bereichs 3 mit einem dazwischen angeordneten Oxidfilm-Schutzfilm 9 hinausgeht.

[0065] Wie oben beschrieben wurde, weist der p-n-Übergang zwischen dem Störstellenbereich 31 des ein elektrisches Feld begrenzenden Bereichs 3 und einer epitaktischen Schicht 2 ein hohes elektrisches Feld auf, so dass ein Produkt gebildet wird, wenn Wasser durch den Oxidfilm-Schutzfilm 9 gelangt, so dass es eine vordere Oberfläche der epitaktischen Schicht 2 erreicht. Wenn jedoch der Schutzmetallfilm 80 den Randteilbereich am äußeren Ende aufweist, der sich wie oben beschrieben bis über den p-n-Übergang erstreckt, wird eine Verarmungsschicht der epitaktischen Schicht 2 mittels eines Feldplatteneffekts des Schutzmetallfilms 80 ausgedehnt, so dass eine elektrische Feldstärke am p-n-Übergang zwischen dem Störstellenbereich 31 und der epitaktischen Schicht 2 reduziert wird.

[0066] Fig. 14 ist eine partielle vergrößerte Ansicht eines in Fig. 13 veranschaulichten Bereichs „X“, und der p-n-Übergang zwischen dem Störstellenbereich 31 und der epitaktischen Schicht 2, der von einer gestrichelten Linie in Fig. 14 umgeben ist, weist ein hohes elektrisches Feld auf, wenn eine Sperrspannung angelegt ist. Wenn jedoch der Schutzmetallfilm 80 den Randteilbereich am äußeren Ende aufweist, der sich bis über den p-n-Übergang wie in Fig. 14 veranschaulicht erstreckt, kann eine elektrische Feldstärke reduziert werden.

[0067] Wenn ein Störstellenbereich vom p-Typ in einem oberen Schichtteilbereich eines Substrats vom n-Typ vorgesehen ist und eine aus Metall bestehende Platte auf einem Substrat mit einem dazwischen angeordneten Isolierfilm vorgesehen ist, um zu ermöglichen, dass ein Teil der Platte über dem p-n-Übergang zwischen dem Substrat und dem Störstellenbereich gelegen ist, werden Elektronen zu einer Oberfläche des Substrats angezogen, um aufgrund des Feldplatteneffekts die Verarmungsschicht schrumpfen zu lassen, wenn an die Platte auf dem Substrat eine positive Vorspannung angelegt wird. Wenn indes eine negative Vorspannung an die Platte auf dem Substrat angelegt wird, werden Elektronen von der Oberfläche des Substrats abgestoßen, und die Verarmungsschicht dehnt sich aus, wobei sie sich auf der Oberfläche des Substrats ausbreitet. Wenn sich die Verarmungsschicht ausdehnt, so dass eine elektrische Feldstärke an einem Randteilbereich am Ende des Störstellenbereichs reduziert wird, kann die Stehspannung erhöht werden. Dies ist der Feldplatteneffekt. In der Schottky-Barrierendiode 102, an die die Sperrvorspannung angelegt wird, weist die Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche ein negatives Potenzial auf, so dass der Schutzmetallfilm 80 ein negatives Potenzial aufweist, um als Feldplatte zu dienen.

[0068] Wenn der Schutzmetallfilm 80 den Randteilbereich am äußeren Ende aufweist, der sich bis über eine Stelle erstreckt, die über den Randteilbereich am äußeren Ende des Störstellenbereichs 31 des ein elektrisches Feld begrenzenden Bereichs 3 mit dem dazwischen angeordneten Oxidfilm-Schutzfilm 9 hinausgeht, kann verhindert werden, dass Wasser durch den Oxidfilm-Schutzfilm 9 gelangt, so dass es die Oberfläche der epitaktischen Schicht 2 erreicht. Als Folge wird eine Bildung eines Produkts unterdrückt, um ein Ablösen des Oxidfilm-Schutzfilms 9 zu unterdrücken, so dass eine Wasserbeständigkeit weiter verbessert werden kann.

[0069] Auch in der unter Bezugnahme auf Fig. 11 beschriebenen Schottky-Barrierendiode 101A und der unter Bezugnahme auf Fig. 12 beschriebenen Schottky-Barrierendiode 102A kann der Schutzmetallfilm 80 mit einem Randteilbereich am äußeren Ende vorgesehen werden, der sich bis über eine Stelle erstreckt, die über den Randteilbereich am äußeren Ende des innersten Störstellenbereichs 31 des ein elektrisches Feld begrenzenden Bereichs 3 mit dem dazwischen angeordneten Oxidfilm-Schutzfilm 9 hinausgeht. In diesem Fall wird der Effekt einer Reduzierung der elektrischen Feldstärke am p-n-Übergang zwischen dem Störstellenbereich 31 und der epitaktischen Schicht 2 hinzugefügt.

<Dritte bevorzugte Ausführungsform>

[0070] Fig. 15 ist eine Querschnittsansicht, die eine Struktur einer Schottky-Barrierendiode 103 veranschaulicht, die eine Halbleitervorrichtung gemäß einer dritten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist. In Fig. 15 sind die gleichen Komponenten wie jene der unter Bezugnahme auf Fig. 1 beschriebenen Schottky-Barrierendiode 90 durch die gleichen Bezugsziffern bezeichnet, und eine wiederholte Beschreibung wird weggelassen.

[0071] Obgleich die in Fig. 15 veranschaulichte Schottky-Barrierendiode 103 die Gleiche wie die Schottky-Barrierendiode 101 dem zweiten Beispiel insofern ist, als ein Schutzmetallfilm 80 (zweiter Schutzmetallfilm) auf einem Randteilbereich am Ende einer Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche vorgesehen ist, ist ein Schutzmetallfilm 81 auf einem Teilbereich von einem Randteilbereich am äußeren Ende eines Oxidfilm-Schutzfilms 9 bis zu einer vorderen Oberfläche einer epitaktischen Schicht 2 vorgesehen.

[0072] Der Schutzmetallfilm 81 (erster Schutzmetallfilm) ist nicht über dem ein elektrisches Feld begrenzenden Bereich 3 vorgesehen und ist nicht in leitendem Kontakt mit der Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche vorgesehen.

[0073] Wenn die Schottky-Barrierendiode 103 mit dem Schutzmetallfilm 80 und dem Schutzmetallfilm 81 vorgesehen ist, wird ein Versagen der Schottky-Barrierendiode 103 unterdrückt, so dass deren Wasserbeständigkeit verbessert wird, indem eine Bildung eines Produkts auf dem Randteilbereich am Ende der Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche und eine Bildung eines Produkts auf der Oberfläche der epitaktischen Schicht 2 auf einer Seite des Randteilbereichs am Vorrichtungsende unterdrückt werden, um ein Ablösen eines Schutzfilms 12 aus Polyimid zu unterdrücken, selbst wenn eine Sperrvorspannung angelegt ist und Wasser in das Innere des Schutzfilms 12 aus Polyimid eindringt.

[0074] Verglichen mit den vorstehenden Erläuterungen, in denen jeweils nur einer des Schutzmetallfilms 80 und des Schutzmetallfilms 81 vorgesehen ist, wird der Effekt einer Unterdrückung der Ausbildung des Produkts weiter verbessert.

<Vierte bevorzugte Ausführungsform>

[0075] Fig. 16 ist eine Querschnittsansicht, die eine Struktur einer Schottky-Barrierendiode 104 veranschaulicht, die eine Halbleitervorrichtung gemäß einer vierten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist. In Fig. 16 sind die gleichen Komponenten wie jene der unter Bezugnahme auf Fig. 1 beschriebenen Schottky-Barrierendiode 90

mit den gleichen Bezugsziffern bezeichnet, und eine wiederholte Beschreibung wird weggelassen.

[0076] Obgleich die in Fig. 16 veranschaulichte Schottky-Barrierendiode 104 die Gleiche wie die Schottky-Barrierendiode 103 der dritten bevorzugten Ausführungsform insofern ist, als ein Schutzmetallfilm 80 (zweiter Schutzmetallfilm) und ein Schutzmetallfilm 81 (erster Schutzmetallfilm) vorgesehen sind, ist auf einer oberen Oberfläche eines Oxidfilm-Schutzfilms 9 eine Vielzahl von Schutzmetallfilmen 82 (dritte Schutzmetallfilme) in Intervallen vorgesehen.

[0077] Die Vielzahl von Schutzmetallfilmen 82 ist so vorgesehen, dass zumindest einige von ihnen über Störstellenbereichen 31 und 32 eines ein elektrisches Feld begrenzenden Bereichs 3 gelegen sind, und ist nicht in leitendem Kontakt mit einer Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche vorgesehen.

[0078] Wenn die Schottky-Barrierendiode 104 mit dem Schutzmetallfilm 80 und dem Schutzmetallfilm 81 vorgesehen ist, wird ein Versagen der Schottky-Barrierendiode 104 unterdrückt, um deren Wasserbeständigkeit weiter zu verbessern, indem eine Bildung eines Produkts auf einem Randteilbereich am Ende der Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche und eine Bildung eines Produkts auf einer vorderen Oberfläche einer epitaktischen Schicht 2 auf einer Seite des Randteilbereichs am Vorrichtungsende unterdrückt werden, um ein Ablösen eines Schutzfilms 12 aus Polyimid zu unterdrücken, selbst wenn eine Sperrvorspannung angelegt ist und Wasser in das Innere des Schutzfilms 12 aus Polyimid eindringt.

[0079] Wenn die Schutzmetallfilme 82 auf dem Oxidfilm-Schutzfilm 9 vorgesehen werden, kann verhindert werden, dass Wasser durch den Oxidfilm-Schutzfilm 9 gelangt, so dass es die vordere Oberfläche der epitaktischen Schicht 2 erreicht. Als Folge wird eine Bildung eines Produkts unterdrückt, um ein Ablösen des Oxidfilm-Schutzfilms 9 zu unterdrücken, so dass eine Wasserbeständigkeit weiter verbessert werden kann.

[0080] Wenn die Vielzahl von Schutzmetallfilmen 82 in Intervallen angeordnet wird, kann eine Erhöhung der elektrischen Feldstärke an einem Randteilbereich am Ende von jedem der Schutzmetallfilme 82 unterdrückt werden.

<Anwendung auf MOSFET>

[0081] Obgleich die Schottky-Barrierendiode als ein Beispiel in der oben beschriebenen vierten bevorzugten Ausführungsform beschrieben ist, kann die Halbleitervorrichtung gemäß der vierten bevorzugten

Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ein MOSFET sein.

[0082] Fig. 17 ist eine Querschnittsansicht, die eine Struktur eines MOSFET 201 veranschaulicht, der eine Halbleitervorrichtung gemäß der vierten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist. In Fig. 17 sind die gleichen Komponenten wie jene des unter Bezugnahme auf Fig. 6 beschriebenen MOSFET 200 mit den gleichen Bezugsziffern bezeichnet, und eine wiederholte Beschreibung wird weggelassen.

[0083] Wie in Fig. 17 veranschaulicht ist, ist der MOSFET 201 so konfiguriert, dass ein Schutzmetallfilm 81 auf einem Teilbereich von einem Randteilbereich am Ende jedes eines Oxidfilm-Schutzfilms 24 und eines Zwischenschicht-Isolierfilms 23, die laminiert sind, bis zu einer vorderen Oberfläche einer epitaktischen Schicht 2 vorgesehen ist und dass ein Schutzmetallfilm 80 von einer oberen Oberfläche eines Randteilbereichs am Ende einer Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche bis zu deren seitlicher Oberfläche vorgesehen ist.

[0084] Außerdem ist eine Vielzahl von Schutzmetallfilmen 82 auf einer oberen Oberfläche des Zwischenschicht-Isolierfilms 23 in Intervallen vorgesehen. Jeder der Schutzmetallfilme 82 ist über dem entsprechenden von Störstellenbereichen 31 und 32 eines ein elektrisches Feld begrenzenden Bereichs 3 gelegen vorgesehen und ist nicht in leitendem Kontakt mit der Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche vorgesehen.

[0085] Wenn der MOSFET 201 mit dem Schutzmetallfilm 80 und dem Schutzmetallfilm 81 versehen ist, wird ein Versagen des MOSFET 201 unterdrückt, so dass dessen Wasserbeständigkeit weiter verbessert wird, indem eine Bildung eines Produkts auf dem Randteilbereich am Ende der Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche und eine Bildung eines Produkts auf der Oberfläche der epitaktischen Schicht 2 auf einer Seite des Randteilbereichs am Vorrichtungsende unterdrückt werden, um ein Ablösen des Schutzfilms 12 aus Polyimid zu unterdrücken, selbst wenn Wasser in das Innere des Schutzfilms 12 aus Polyimid eindringt, während eine Durchlassvorspannung angelegt ist.

[0086] Wenn die Schutzmetallfilme 82 auf einer oberen Oberfläche des Zwischenschicht-Isolierfilms 23 vorgesehen sind, kann verhindert werden, dass Wasser durch einen laminierten Film des Oxidfilm-Schutzfilms 24 und des Zwischenschicht-Isolierfilms 23 gelangt, so dass es die Oberfläche der epitaktischen Schicht 2 erreicht. Als Folge wird eine Bildung eines Produkts unterdrückt, um ein Ablösen des Oxidfilm-Schutzfilms 9 zu unterdrücken, so dass

eine Wasserbeständigkeit weiter verbessert werden kann.

<Modifikation>

[0087] Obgleich die vierte bevorzugte Ausführungsform oben die Vielzahl von Schutzmetallfilmen 82 beschreibt, die oberhalb der Störstellenbereiche 31 und 32 des ein elektrisches Feld begrenzenden Bereichs 3 gelegen vorgesehen ist, kann ein Schutzmetallfilm 82 mit einem Randteilbereich am äußeren Ende vorgesehen sein, der sich bis zu einer Stelle erstreckt, die über einen Randteilbereich am äußeren Ende der Störstellenbereiche 31 und 32 eines ein elektrisches Feld begrenzenden Bereichs 3 mit einem dazwischen angeordneten Oxidfilm-Schutzfilm 9 wie in einer in Fig. 18 veranschaulichten Schottky-Barrierendiode 104A hinausgeht.

[0088] Fig. 19 ist eine partielle vergrößerte Ansicht eines in Fig. 18 veranschaulichten Bereichs „Y“, und ein p-n-Übergang zwischen dem Störstellenbereich 31 und einer epitaktischen Schicht 2, der von einer gestrichelten Linie in Fig. 18 umgeben ist, weist ein hohes elektrisches Feld auf, wenn eine Sperrvorspannung angelegt ist. Wenn jedoch der Schutzmetallfilm 82 den Randteilbereich am äußeren Ende aufweist, der sich wie in Fig. 18 veranschaulicht bis über den p-n-Übergang erstreckt, kann verhindert werden, dass Wasser durch den Oxidfilm-Schutzfilm 9 gelangt, so dass es die Oberfläche der epitaktischen Schicht 2 am p-n-Übergang, an welchem die elektrische Feldstärke zunimmt, erreicht, was ermöglicht, dass voraussichtlich ein Produkt gebildet wird. Als Folge wird eine Bildung eines Produkts unterdrückt, um ein Ablösen des Oxidfilm-Schutzfilms 9 zu unterdrücken, so dass eine Wasserbeständigkeit weiter verbessert werden kann.

[0089] Das Gleiche gilt für einen p-n-Übergang zwischen dem Störstellenbereich 32 und der epitaktischen Schicht 2. Wenn der Schutzmetallfilm 82 den Randteilbereich am äußeren Ende aufweist, der sich bis über den p-n-Übergang erstreckt, kann somit eine Bildung eines Produkts unterdrückt werden.

<Fünfte bevorzugte Ausführungsform>

[0090] Fig. 20 ist eine Querschnittsansicht, die eine Struktur einer Schottky-Barrierendiode 105 veranschaulicht, die eine Halbleitervorrichtung gemäß einer fünften bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist. In Fig. 20 sind die gleichen Komponenten wie jene der unter Bezugnahme auf Fig. 1 beschriebenen Schottky-Barrierendiode 90 mit den gleichen Bezugsziffern bezeichnet, und eine wiederholte Beschreibung wird weggelassen.

[0091] Die in Fig. 20 veranschaulichte Schottky-Barrierendiode 105 enthält eine Vielzahl von Schutz-

metallfilmen 82, die auf einer oberen Oberfläche eines Oxidfilm-Schutzfilms 9 in Intervallen vorgesehen sind. Die Schutzmetallfilme 82 sind jeweils mit einem Randteilbereich am äußeren Ende vorgesehen, der sich bis über eine Stelle erstreckt, die über einen Randteilbereich am äußeren Ende des entsprechenden von Störstellenbereichen 32 eines ein elektrisches Feld begrenzenden Bereichs 3 mit dem dazwischen angeordneten Oxidfilm-Schutzfilm 9 hinausgeht.

[0092] Jeder der Schutzmetallfilme 82 ist so vorgesehen, dass er mit dem entsprechenden der Störstellenbereiche 32 verbunden ist, indem er durch den Oxidfilm-Schutzfilm 9 hindurchgeht, und ist nicht in leitendem Kontakt mit einer Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche vorgesehen.

[0093] Fig. 21 ist eine partielle vergrößerte Ansicht eines in Fig. 20 veranschaulichten Bereichs „Z“, und ein p-n-Übergang zwischen dem Störstellenbereich 32 und einer epitaktischen Schicht 2, der von einer gestrichelten Linie in Fig. 21 umgeben ist, weist ein hohes elektrisches Feld auf, wenn eine Sperrspannung angelegt ist. Wenn jedoch der Schutzmetallfilm 82 den Randteilbereich am äußeren Ende aufweist, der sich wie in Fig. 21 veranschaulicht bis über den p-n-Übergang erstreckt, kann verhindert werden, dass Wasser durch den Oxidfilm-Schutzfilm 9 gelangt, so dass es eine Oberfläche der epitaktischen Schicht 2 am p-n-Übergang, an welchem eine elektrische Feldstärke zunimmt, erreicht, was ermöglicht, dass voraussichtlich ein Produkt gebildet wird. Als Folge wird eine Bildung eines Produkts unterdrückt, um ein Ablösen des Oxidfilm-Schutzfilms 9 zu unterdrücken, so dass eine Wasserbeständigkeit weiter verbessert werden kann.

[0094] Obgleich der Schutzmetallfilm 82 nicht über einem Störstellenbereich 31 des ein elektrisches Feld begrenzenden Bereichs 3 in Fig. 20 vorgesehen ist, kann der Schutzmetallfilm 82 auch über dem Störstellenbereich 31 mit einem Randteilbereich am äußeren Ende vorgesehen sein, der sich bis über eine Stelle erstreckt, die über einen Randteilbereich am äußeren Ende des Störstellenbereichs 31 mit dem dazwischen angeordneten Oxidfilm-Schutzfilm 9 hinausgeht. Der Schutzmetallfilm 82 kann dann als eine Feldplatte dienen, indem er durch den Oxidfilm-Schutzfilm 9 so hindurchgeht, dass er mit dem Störstellenbereich 31 verbunden ist. Wenn eine Verarmungsschicht der epitaktischen Schicht 2 durch den Feldplatteneffekt des Schutzmetallfilms 82 ausgedehnt wird, wird eine elektrische Feldstärke an einem p-n-Übergang zwischen dem Störstellenbereich 31 und der epitaktischen Schicht 2 reduziert. Der mit dem Störstellenbereich 31 verbundene Schutzmetallfilm 82 dient als Feldplatte, da er ein negatives Potenzial vom Störstellenbereich 31

erhält, so dass er bezüglich der epitaktischen Schicht 2 eine negative Vorspannung aufweist.

[0095] Obgleich der Schutzmetallfilm 82 nicht über jedem Störstellenbereich 32 des ein elektrisches Feld begrenzenden Bereichs 3 in Fig. 20 vorgesehen ist, kann der Schutzmetallfilm 82 über jedem Störstellenbereich 32 vorgesehen sein. Wie der Schutzmetallfilm 82 anzuordnen ist, kann basierend auf einer elektrischen Feldstärke in dem ein elektrisches Feld begrenzenden Bereich 3 geeignet bestimmt werden.

[0096] Wie bei der unter Bezugnahme auf Fig. 15 beschriebenen Schottky-Barrierendiode 103 der dritten bevorzugten Ausführungsform kann die Schottky-Barrierendiode 105 auch so konfiguriert sein, dass ein Schutzmetallfilm 80 auf einem Randteilbereich am Ende der Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche vorgesehen ist und dass ein Schutzmetallfilm 81 auf einem Teilbereich von einem Randteilbereich am äußeren Ende des Oxidfilm-Schutzfilms 9 bis zur vorderen Oberfläche der epitaktischen Schicht 2 vorgesehen ist.

<Anwendung auf MOSFET>

[0097] Obgleich die Schottky-Barrierendiode als ein Beispiel in der oben beschriebenen fünften bevorzugten Ausführungsform beschrieben wurde, kann die Halbleitervorrichtung gemäß der fünften bevorzugten Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung ein MOSFET sein.

[0098] Fig. 22 ist eine Querschnittsansicht, die eine Struktur eines MOSFET 202 veranschaulicht, der eine Halbleitervorrichtung gemäß der fünften bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist. In Fig. 22 sind die gleichen Komponenten wie jene des unter Bezugnahme auf Fig. 6 beschriebenen MOSFET 200 mit den gleichen Bezugsziffern bezeichnet, und eine wiederholte Beschreibung wird weggelassen.

[0099] Wie in Fig. 22 veranschaulicht ist, ist der MOSFET 202 so konfiguriert, dass ein Schutzmetallfilm 81 auf einem Teilbereich von einem Randteilbereich am Ende von jedem eines Oxidfilm-Schutzfilms 24 und eines Zwischenschicht-Isolierfilms 23, die laminiert sind, bis zu einer Oberfläche einer epitaktischen Schicht 2 vorgesehen ist und dass ein Schutzmetallfilm 80 von einer oberen Oberfläche eines Randteilbereichs am Ende einer Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche bis zu deren seitlicher Oberfläche vorgesehen ist.

[0100] Außerdem ist eine Vielzahl von Schutzmetallfilmen 82 auf einer oberen Oberfläche des Zwischenschicht-Isolierfilms 23 in Intervallen vorgesehen. Die Schutzmetallfilme 82 sind jeweils mit

einem Randteilbereich am äußeren Ende vorgesehen, der sich bis zu einer Stelle erstreckt, die über einen Randteilbereich am äußeren Ende eines entsprechenden von Störstellenbereichen 31 und 32 eines ein elektrisches Feld begrenzenden Bereichs 3 mit dem Oxidfilm-Schutzfilm 24 und dem Zwischenschicht-Isolierfilm 23, die laminiert und dazwischen angeordnet sind, hinausgeht.

[0101] Jeder der Schutzmetallfilme 82 ist so vorgesehen, dass er mit dem entsprechenden der Störstellenbereiche 31 und 32 verbunden ist, indem er durch den Oxidfilm-Schutzfilm 24 und den Zwischenschicht-Isolierfilm 23, die laminiert sind, hindurchgeht.

[0102] Der mit dem Störstellenbereich 31 verbundene Schutzmetallfilm 82 dient als Feldplatte, und, wenn eine Verarmungsschicht der epitaktischen Schicht 2 durch den Feldplatteneffekt des Schutzmetallfilms 82 ausgedehnt wird, wird eine elektrische Feldstärke an einem p-n-Übergang zwischen dem Störstellenbereich 31 und der epitaktischen Schicht 2 reduziert.

[0103] Der mit dem Störstellenbereich 32 verbundene Schutzmetallfilm 82 dient als eine Feldplatte, da er ein negatives Potenzial von dem Störstellenbereich 32 erhält, so dass er eine negative Vorspannung bezüglich der epitaktischen Schicht 2 aufweist. Wenn der Schutzmetallfilm 82 den Randteilbereich am äußeren Ende aufweist, der sich bis über einen p-n-Übergang zwischen dem Störstellenbereich 32 und der epitaktischen Schicht 2 erstreckt, kann verhindert werden, dass Wasser durch einen laminierten Film des Oxidfilm-Schutzfilms 24 und des Zwischenschicht-Isolierfilms 23 gelangt, so dass es die Oberfläche der epitaktischen Schicht 2 am p-n-Übergang, an welchem eine elektrische Feldstärke zunimmt, erreicht, was ermöglicht, dass voraussichtlich ein Produkt gebildet wird. Als Folge wird eine Bildung eines Produkts unterdrückt, um ein Ablösen des Oxidfilm-Schutzfilms 9 zu unterdrücken, so dass eine Wasserbeständigkeit weiter verbessert werden kann.

<Modifikation>

[0104] Obgleich die fünfte bevorzugte Ausführungsform oben die Vielzahl von auf dem Oxidfilm-Schutzfilm 9 vorgesehenen Schutzmetallfilmen 82 beschreibt, von denen jeder durch den Oxidfilm-Schutzfilm 9 so hindurchgeht, dass er mit dem Störstellenbereich 32 des ein elektrisches Feld begrenzenden Bereichs 3 verbunden ist, können einige der Vielzahl von auf einem Oxidfilm-Schutzfilm 9 vorgesehenen Schutzmetallfilme 82 wie in einer in **Fig. 23** veranschaulichten Schottky-Barrierendiode 105A nicht mit dem Störstellenbereich 32 verbunden sein.

[0105] Wenn der Schutzmetallfilm 82 mit dem Randteilbereich am äußeren Ende vorgesehen ist, der sich bis über eine Stelle erstreckt, die über den Randteilbereich am äußeren Ende des Störstellenbereichs 32 des ein elektrisches Feld begrenzenden Bereichs 3 mit dem dazwischen angeordneten Oxidfilm-Schutzfilm 9 hinausgeht, kann verhindert werden, dass Wasser durch den Oxidfilm-Schutzfilm 9 gelangt, so dass es die Oberfläche der epitaktischen Schicht 2 am p-n-Übergang, an welchem eine elektrische Feldstärke zunimmt, erreicht, was ermöglicht, dass voraussichtlich ein Produkt gebildet wird. Als Folge wird eine Bildung eines Produkts unterdrückt, um ein Ablösen des Oxidfilm-Schutzfilms 9 zu unterdrücken, so dass eine Wasserbeständigkeit weiter verbessert werden kann.

[0106] Die Schottky-Barrierendiode 105A enthält einen Schutzmetallfilm 80, der auf einem Randteilbereich am Ende einer Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche vorgesehen ist, und einen Schutzfilm 81, der auf einem Teilbereich von einem Randteilbereich am äußeren Ende des Oxidfilm-Schutzfilms 9 bis zur oberen Oberfläche der epitaktischen Schicht 2 vorgesehen ist.

[0107] Wenn die Schottky-Barrierendiode 105A mit dem Schutzmetallfilm 80 und dem Schutzmetallfilm 81 vorgesehen ist, wird ein Versagen der Schottky-Barrierendiode 105A unterdrückt, so dass deren Wasserbeständigkeit weiter verbessert wird, indem eine Bildung eines Produkts auf einem Randteilbereich am Ende der Elektrode 10 auf der vorderen Oberfläche und eine Bildung eines Produkts auf der Oberfläche der epitaktischen Schicht 2 auf einer Seite des Randteilbereichs am Vorrichtungsende unterdrückt werden, um ein Ablösen des Schutzfilms 12 aus Polyimid zu unterdrücken, selbst wenn eine Sperrvorspannung angelegt ist und Wasser in das Innere des Schutzfilms 12 aus Polyimid eindringt.

[0108] Verglichen mit den vorstehenden Erläuterungen, in denen jeweils nur einer des Schutzmetallfilms 80 und des Schutzmetallfilms 81 vorgesehen ist, wird der Effekt, dass die Bildung des Produkts unterdrückt wird, weiter gesteigert.

[0109] Der Schutzmetallfilm 80 weist einen Randteilbereich am äußeren Ende auf, der sich bis über eine Stelle erstreckt, die über einen Randteilbereich am äußeren Ende des innersten Störstellenbereichs 31 des ein elektrisches Feld begrenzenden Bereichs 3 mit dem dazwischen angeordneten Oxidfilm-Schutzfilm 9 hinausgeht.

[0110] Wie oben beschrieben wurde, weist der p-n-Übergang zwischen dem Störstellenbereich 31 des ein elektrisches Feld begrenzenden Bereichs 3 und der epitaktischen Schicht 2 ein hohes elektrisches Feld auf, so dass ein Produkt gebildet wird, wenn

Wasser durch den Oxidfilm-Schutzfilm 9 gelangt, so dass es eine Oberfläche der epitaktischen Schicht 2 erreicht. Wenn jedoch der Schutzmetallfilm 80 den Randteilbereich am äußeren Ende aufweist, der sich wie oben beschrieben bis über den p-n-Übergang erstreckt, wird eine Verarmungsschicht der epitaktischen Schicht 2 durch einen Feldplatteneffekt des Schutzmetallfilms 80 ausgedehnt, um eine elektrische Feldstärke am p-n-Übergang zwischen dem Störstellenbereich 31 und der epitaktischen Schicht 2 zu reduzieren.

<Anwendung auf eine Silizium-Halbleitervorrichtung>

[0111] Die Struktur von jeder der oben beschriebenen ersten bis vierten Beispielen und ersten bis fünften bevorzugten Ausführungsformen ist besonders effektiv, wenn ein elektrisches Feld in einem Abschlussbereich verstärkt wird, indem der Abschlussbereich in einer SiC-Halbleitervorrichtung mit einer ausgezeichneten dielektrischen Durchschlagsfestigkeit (Stehspannung) reduziert wird. Selbst wenn die Schutzmetallfilme 80 bis 82 in einer Si-Halbleitervorrichtung vorgesehen werden, können ähnliche Effekte erhalten werden. Auch wenn die Struktur für eine Halbleitervorrichtung mit breiter Bandlücke verwendet wird, die einen aus Galliumnitrid (GaN) oder dergleichen bestehenden Halbleiter, anders als SiC, mit breiter Bandlücke nutzt, können ähnliche Effekte erhalten werden.

[0112] Die Halbleitervorrichtung mit breiter Bandlücke, die den Halbleiter mit breiter Bandlücke wie etwa einen SiC-Halbleiter oder einen GaN-Halbleiter nutzt, der eine breitere Bandlücke als diejenige eines Si-Halbleiters aufweist, ist hinsichtlich der Stehspannung überlegen und weist verglichen mit einer Si-Halbleitervorrichtung eine hohe zulässige Stromdichte auf und weist auch eine hohe Wärmebeständigkeit auf, um einen Betrieb bei hoher Temperatur zu ermöglichen.

[0113] In der vorliegenden Erfindung kann jede der bevorzugten Ausführungsformen und jedes der Beispiele kombiniert werden.

Patentansprüche

1. Halbleitervorrichtung, umfassend:
ein Halbleitersubstrat (1), das ermöglicht, dass ein Hauptstrom in einer Dickenrichtung des Halbleitersubstrats (1) fließt;
eine Halbleiterschicht (2) eines ersten Leitfähigkeitstyps, die auf dem Halbleitersubstrat (1) vorgesehen ist;
eine erste Hauptelektrode (10), die auf der Halbleiterschicht (2) vorgesehen ist;
eine zweite Hauptelektrode (11), die auf einer Hauptoberfläche des Halbleitersubstrats (1) vorge-

sehen ist, die einer Seite entgegengesetzt ist, auf der die erste Hauptelektrode (10) vorgesehen ist;
einen ein elektrisches Feld begrenzenden Bereich (3) eines zweiten Leitfähigkeitstyps, der in einem äußeren Anschlussbereich auf einer äußeren peripheren Seite der Halbleitervorrichtung außerhalb eines aktiven Bereichs vorgesehen ist, in welchem der Hauptstrom in der Halbleiterschicht (2) fließt;
einen ersten Schutzfilm (9), der zumindest den ein elektrisches Feld begrenzenden Bereich (3) bedeckt;
einen Schutzmetallfilm (81), der auf einem Teilbereich von einem Randteilbereich am äußeren Ende des ersten Schutzfilms (9) bis zu einer Oberfläche der Halbleiterschicht (2) vorgesehen ist; und
einen zweiten Schutzfilm (12), der Teilbereiche auf einem Randteilbereich am Ende der ersten Hauptelektrode (10), dem ersten Schutzfilm (9) und dem Schutzmetallfilm (81) bedeckend vorgesehen ist; wobei der Schutzmetallfilm (81) mit einem Randteilbereich am äußeren Ende vorgesehen ist, der weiter außerhalb eines Randteilbereichs am äußeren Ende des zweiten Schutzfilms (12) gelegen ist.

2. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Schutzmetallfilm (81) mit einem Randteilbereich am äußeren Ende vorgesehen ist, der sich bis zu einem Ende der Halbleiterschicht (2) erstreckt.

3. Halbleitervorrichtung, umfassend:
ein Halbleitersubstrat (1), das ermöglicht, dass ein Hauptstrom in einer Dickenrichtung des Halbleitersubstrats (1) fließt;
eine Halbleiterschicht (2) eines ersten Leitfähigkeitstyps, die auf dem Halbleitersubstrat (1) vorgesehen ist;
eine erste Hauptelektrode (10), die auf der Halbleiterschicht (2) vorgesehen ist;
eine zweite Hauptelektrode (11), die auf einer Hauptoberfläche des Halbleitersubstrats (1) vorgesehen ist, die einer Seite entgegengesetzt ist, auf der die erste Hauptelektrode (10) vorgesehen ist;
einen ein elektrisches Feld begrenzenden Bereich (3) eines zweiten Leitfähigkeitstyps, der in einem äußeren Anschlussbereich auf einer äußeren peripheren Seite der Halbleitervorrichtung außerhalb eines aktiven Bereichs vorgesehen ist, in welchem der Hauptstrom in der Halbleiterschicht (2) fließt;
einen ersten Schutzfilm (9), der zumindest den ein elektrisches Feld begrenzenden Bereich (3) bedeckt;
einen Schutzmetallfilm (80), der auf einem Teilbereich von einem Randteilbereich am äußeren Ende der ersten Hauptelektrode (10) bis zu einer Oberfläche des ersten Schutzfilms (9) vorgesehen ist; und
einen zweiten Schutzfilm (12), der Teilbereiche auf einem Randteilbereich am Ende der ersten Hauptelektrode (10), dem Schutzmetallfilm (81) und dem

ersten Schutzfilm (9) bedeckend vorgesehen ist; wobei der Schutzmetallfilm (80) mit einem Randteilbereich am inneren Ende auf einer Seite des aktiven Bereichs vorgesehen ist, der weiter einwärts eines Randteilbereichs am inneren Ende des zweiten Schutzfilms (9) gelegen ist.

4. Halbleitervorrichtung, umfassend:
ein Halbleitersubstrat (1), das ermöglicht, dass ein Hauptstrom in einer Dickenrichtung des Halbleitersubstrats (1) fließt;
eine Halbleiterschicht (2) eines ersten Leitfähigkeitstyps, die auf dem Halbleitersubstrat (1) vorgesehen ist;
eine erste Hauptelektrode (10), die auf der Halbleiterschicht (2) vorgesehen ist;
eine zweite Hauptelektrode (11), die auf einer Hauptoberfläche des Halbleitersubstrats (1) vorgesehen ist, die einer Seite entgegengesetzt ist, auf der die erste Hauptelektrode (10) vorgesehen ist;
einen ein elektrisches Feld begrenzenden Bereich (3) eines zweiten Leitfähigkeitstyps, der in einem äußeren Anschlussbereich auf einer äußeren peripheren Seite der Halbleitervorrichtung außerhalb eines aktiven Bereichs vorgesehen ist, in welchem der Hauptstrom in der Halbleiterschicht (2) fließt;
einen ersten Schutzfilm (9), der zumindest den ein elektrisches Feld begrenzenden Bereich (3) bedeckt;
einen ersten Schutzmetallfilm (81), der auf einem Teilbereich von einem Randteilbereich am äußeren Ende des ersten Schutzfilms (9) bis zu einer Oberfläche der Halbleiterschicht (2) vorgesehen ist;
einen zweiten Schutzmetallfilm (80), der auf einem Teilbereich von einem Randteilbereich am äußeren Ende der ersten Hauptelektrode (10) bis zu einer vorderen Oberfläche des ersten Schutzfilms (9) vorgesehen ist; und
einen zweiten Schutzfilm (12), der Teilbereiche auf einem Randteilbereich am Ende der ersten Hauptelektrode (10), dem zweiten Schutzmetallfilm (80), dem ersten Schutzfilm (9) und dem ersten Schutzmetallfilm (81) bedeckend vorgesehen ist.

5. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 4, wobei der ein elektrisches Feld begrenzende Bereich (3) eine Vielzahl von Störstellenbereichen (31, 32) des zweiten Leitfähigkeitstyps enthält, die in einem oberen Schichtteilbereich der Halbleiterschicht (2) vorgesehen sind;
wobei die Halbleitervorrichtung ferner eine Vielzahl dritter Schutzmetallfilme (82) umfasst, die auf dem ersten Schutzfilm (9) in Intervallen vorgesehen sind, wobei die Vielzahl dritter Schutzmetallfilme (82) über der entsprechenden Vielzahl von Störstellenbereichen (31, 32) gelegen vorgesehen ist.

6. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 5, wobei jeder der Vielzahl dritter Schutzmetallfilme (82) einen Randteilbereich am äußeren Ende aufweist, der sich bis zu einer Stelle erstreckt, die über einen Randteilbereich am äußeren Ende des entsprechenden jeweiligen der Vielzahl von Störstellenbereichen (31, 32) hinausgeht, wobei der erste Schutzfilm (9) zwischen der Vielzahl dritter Schutzmetallfilme (82) und der Vielzahl von Störstellenbereichen (31, 32) angeordnet ist.

7. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 6, wobei zumindest einer der Vielzahl dritter Schutzmetallfilme (82) durch den ersten Schutzfilm (9) hindurchgeht, so dass er mit dem entsprechenden der Vielzahl von Störstellenbereichen (31, 32) verbunden ist.

8. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 7, wobei der zweite Schutzmetallfilm (80) mit einem Randteilbereich am äußeren Ende vorgesehen ist, der sich bis über eine Stelle erstreckt, die über einen Randteilbereich am äußeren Ende eines innersten Störstellenbereichs (31) der Vielzahl von Störstellenbereichen hinausgeht, wobei der erste Schutzfilm (9) zwischen dem zweiten Schutzmetallfilm (80) und der Vielzahl von Störstellenbereichen (31, 32) angeordnet ist.

9. Halbleitervorrichtung, umfassend:
ein Halbleitersubstrat (1), das ermöglicht, dass ein Hauptstrom in einer Dickenrichtung des Halbleitersubstrats (1) fließt;
eine Halbleiterschicht (2) eines ersten Leitfähigkeitstyps, die auf dem Halbleitersubstrat (1) vorgesehen ist;
eine erste Hauptelektrode (10), die auf der Halbleiterschicht (2) vorgesehen ist;
eine zweite Hauptelektrode (11), die auf einer Hauptoberfläche des Halbleitersubstrats (1) vorgesehen ist, die einer Seite entgegengesetzt ist, auf der die erste Hauptelektrode (10) vorgesehen ist;
einen ein elektrisches Feld begrenzenden Bereich (3), der eine Vielzahl von Störstellenbereichen (31, 32) eines zweiten Leitfähigkeitstyps enthält, die in einem oberen Schichtteilbereich der Halbleiterschicht (2) in einem äußeren Anschlussbereich auf einer äußeren peripheren Seite der Halbleitervorrichtung außerhalb eines aktiven Bereichs vorgesehen sind, in welchem der Hauptstrom in der Halbleiterschicht (2) fließt;
einen ersten Schutzfilm (9), der zumindest den ein elektrisches Feld begrenzenden Bereich (3) von oben bedeckt; und
einen zweiten Schutzfilm (12), der Teilbereiche auf einem Randteilbereich am Ende der ersten Hauptelektrode (10), dem ersten Schutzfilm (9) und der Vielzahl von Schutzmetallfilmen (82) bedeckend vorgesehen ist,
eine Vielzahl von Schutzmetallfilmen (82), die auf

dem ersten Schutzfilm (9) in Intervallen vorgesehen sind;

wobei zumindest einer der Vielzahl von Schutzmetallfilmen (82) durch den ersten Schutzfilm (9) hindurchgehend vorgesehen ist, so dass er mit dem entsprechenden der Vielzahl von Störstellenbereichen (31, 32) verbunden ist, und mit einem Randteilbereich am äußeren Ende, der sich bis über eine Stelle erstreckt, die über einen Randteilbereich am äußeren Ende des entsprechenden der Vielzahl von Störstellenbereichen (31, 32) hinausgeht, wobei der erste Schutzfilm (9) zwischen der Vielzahl von Schutzmetallfilmen (82) und der Vielzahl von Störstellenbereichen (31, 32) angeordnet ist.

10. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das Halbleitersubstrat (1) ein Siliziumcarbidsubstrat ist, und die Halbleiterschicht (2) eine aus Siliziumcarbid bestehende Halbleiterschicht (2) ist.

Es folgen 14 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

90

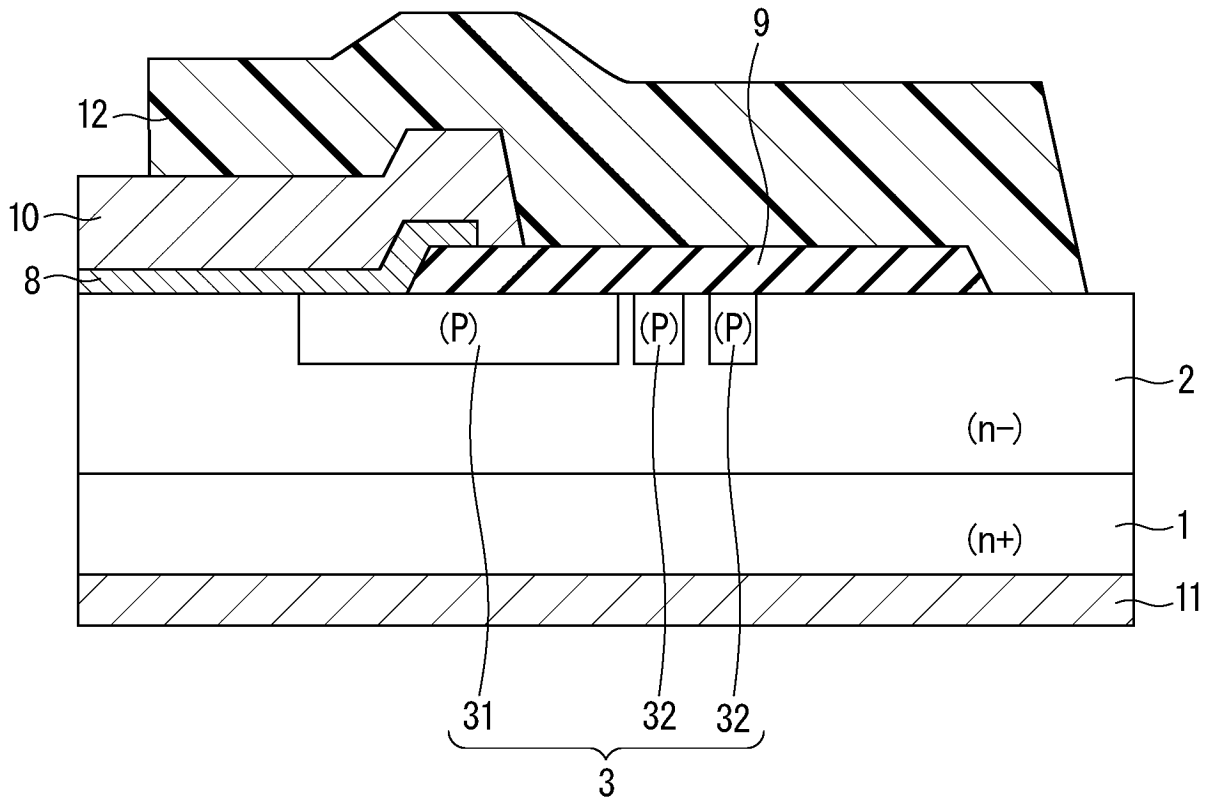


FIG. 2

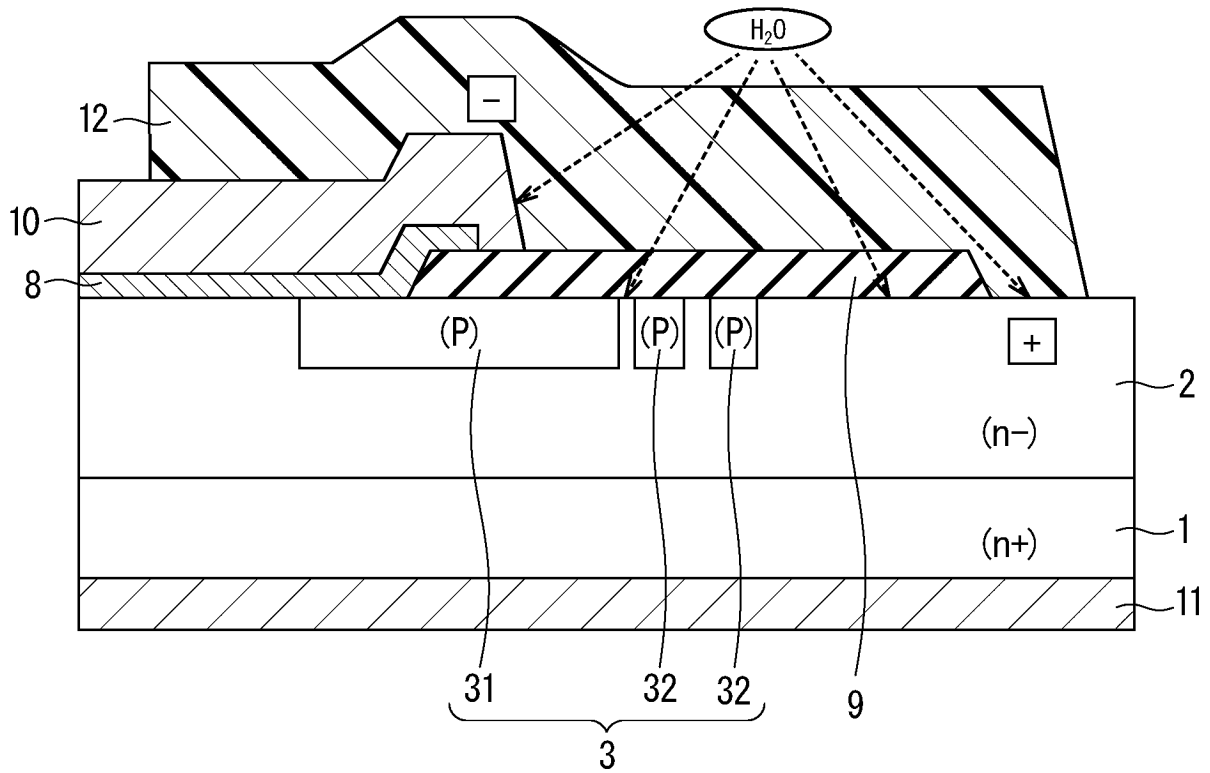


FIG. 3

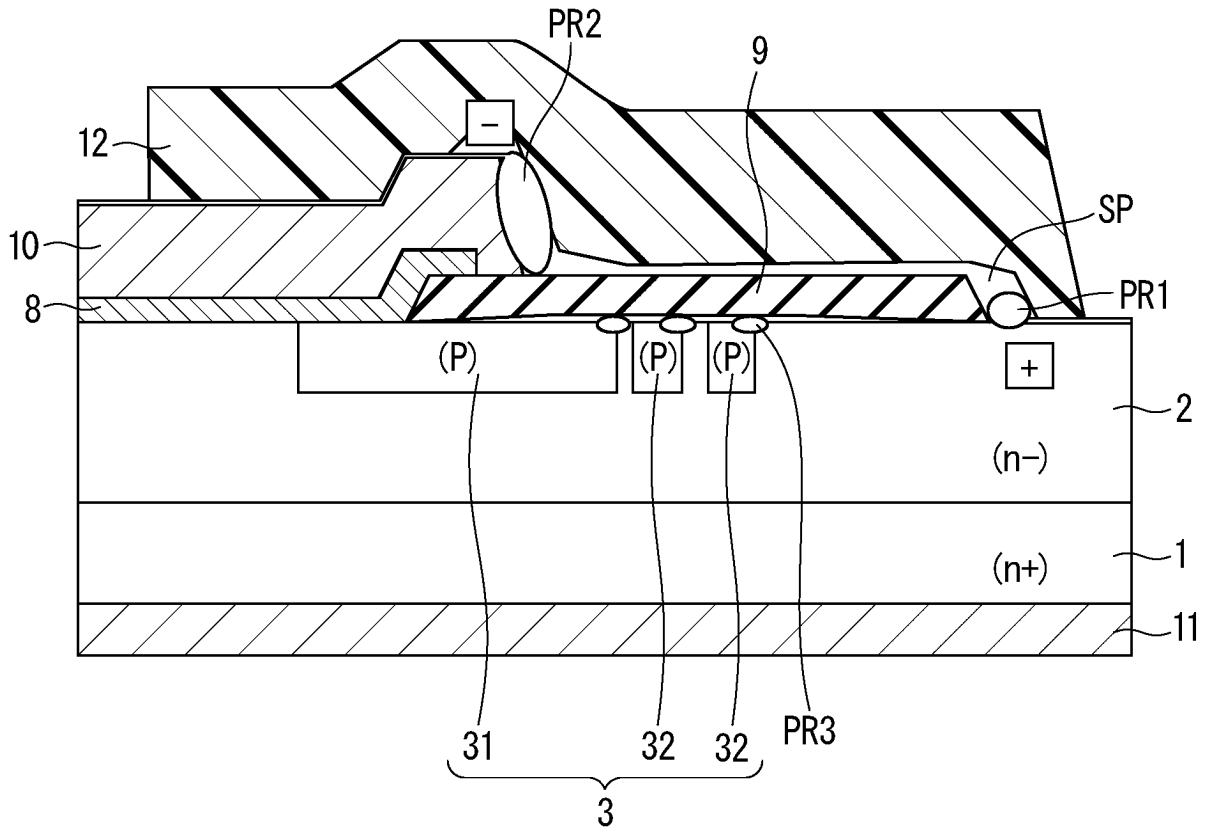


FIG. 4

100

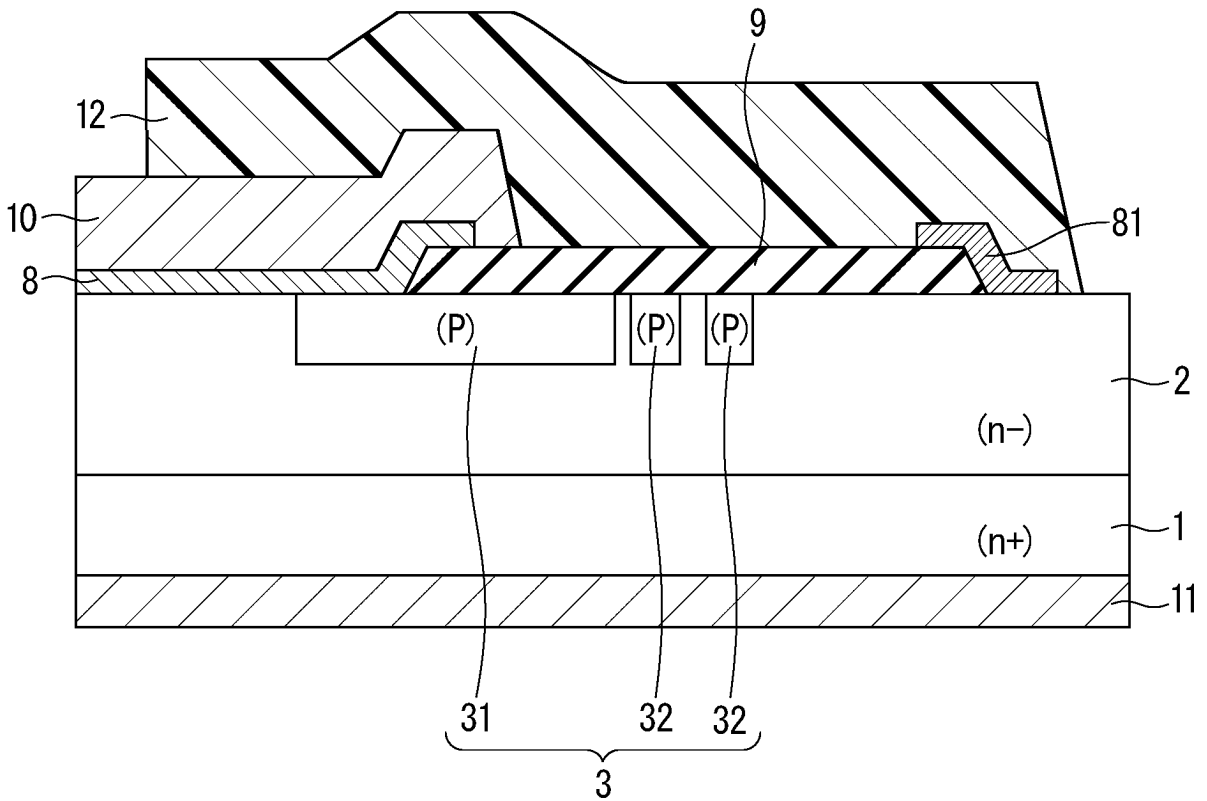


FIG. 5

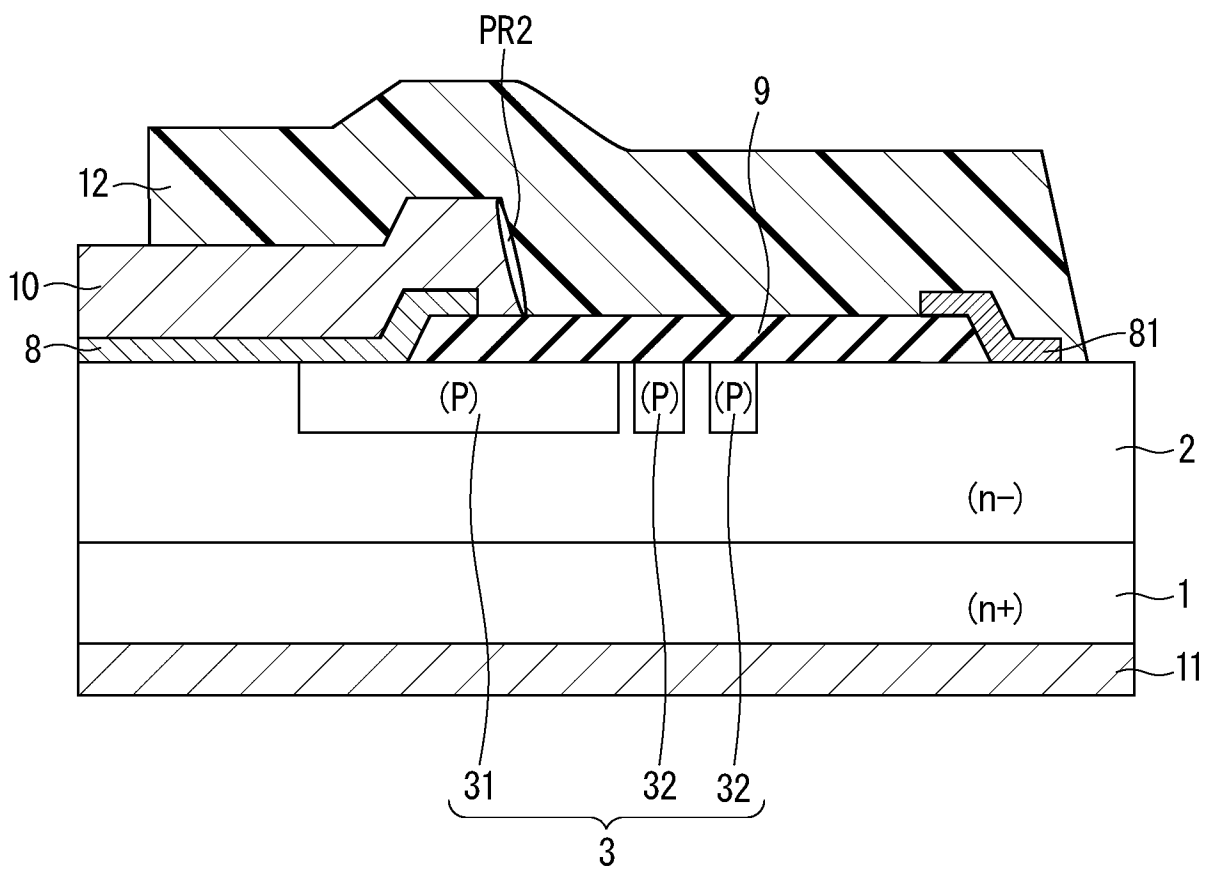


FIG. 7

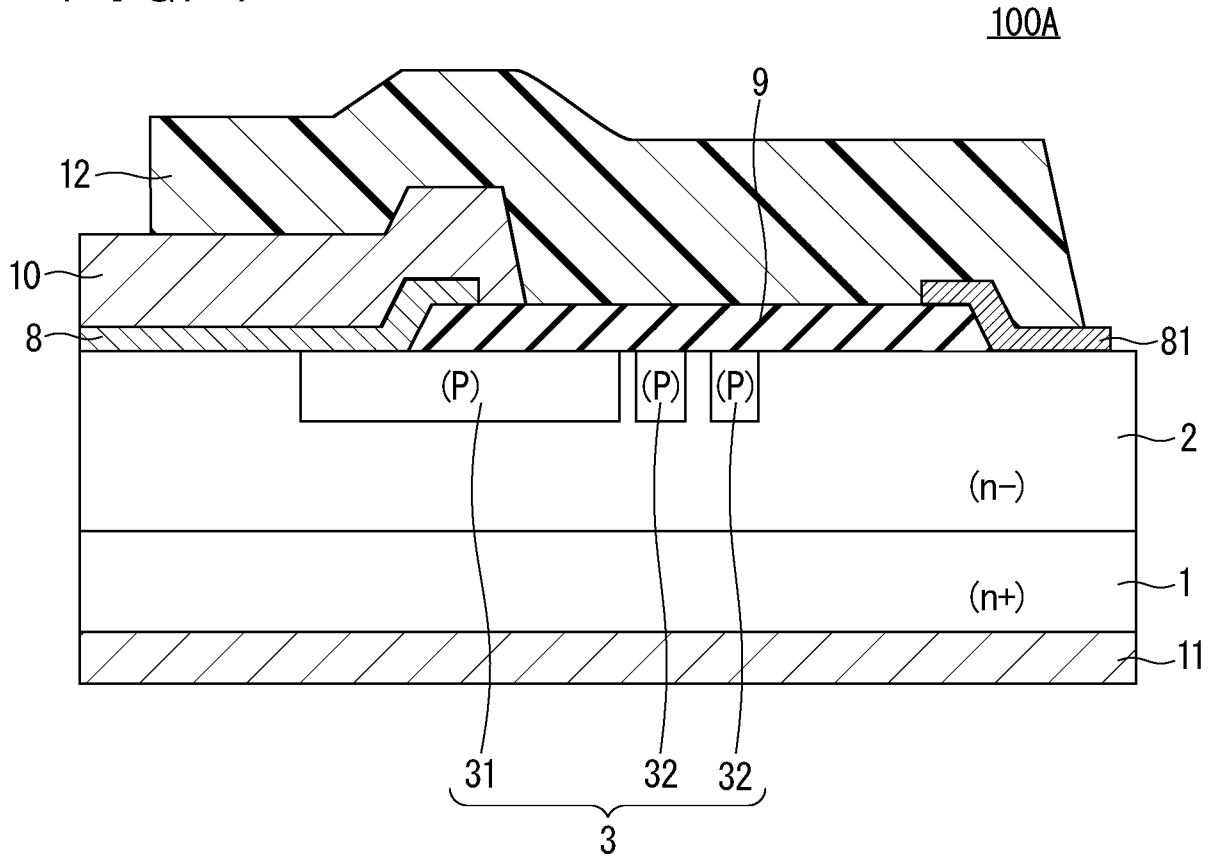


FIG. 8

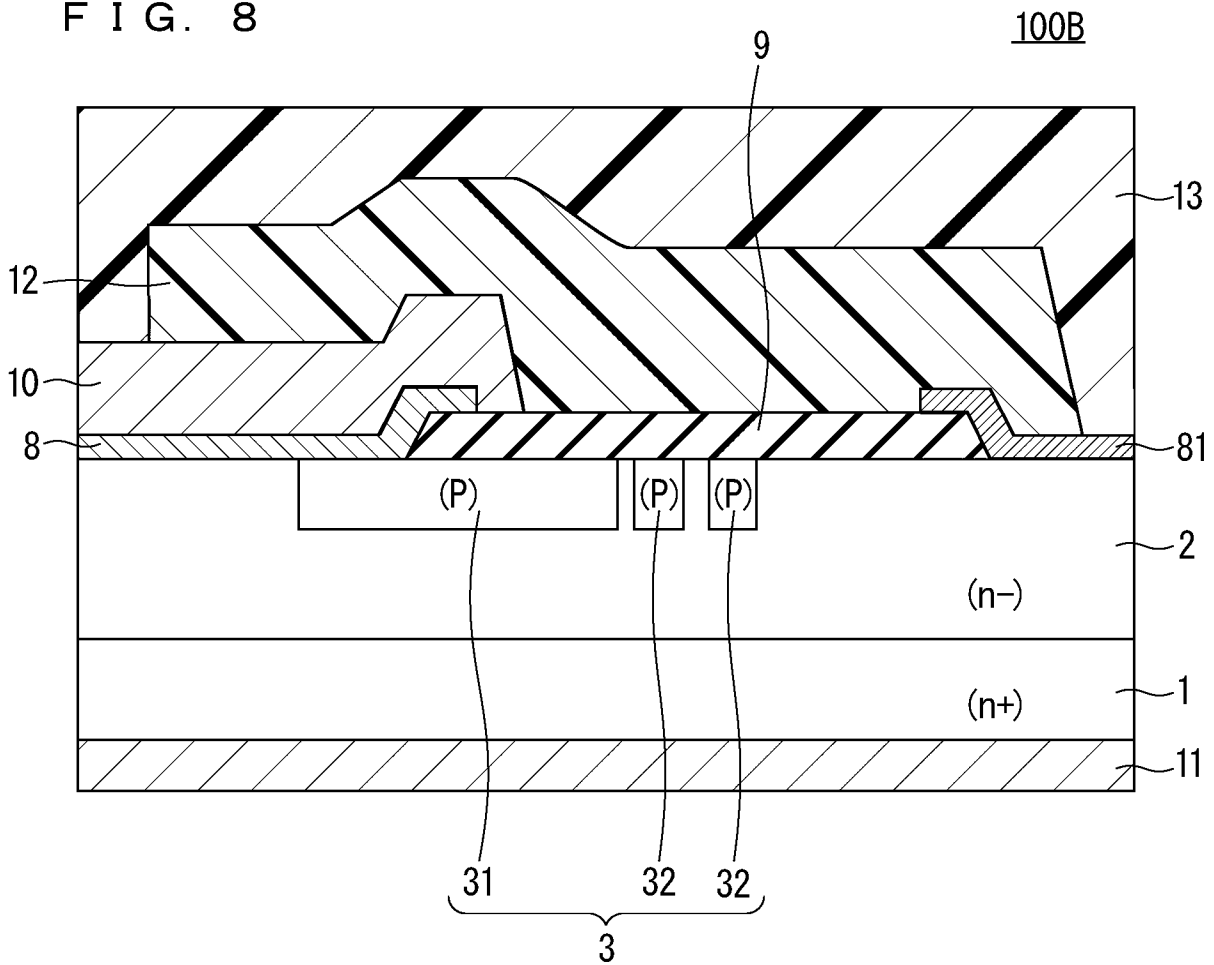


FIG. 9

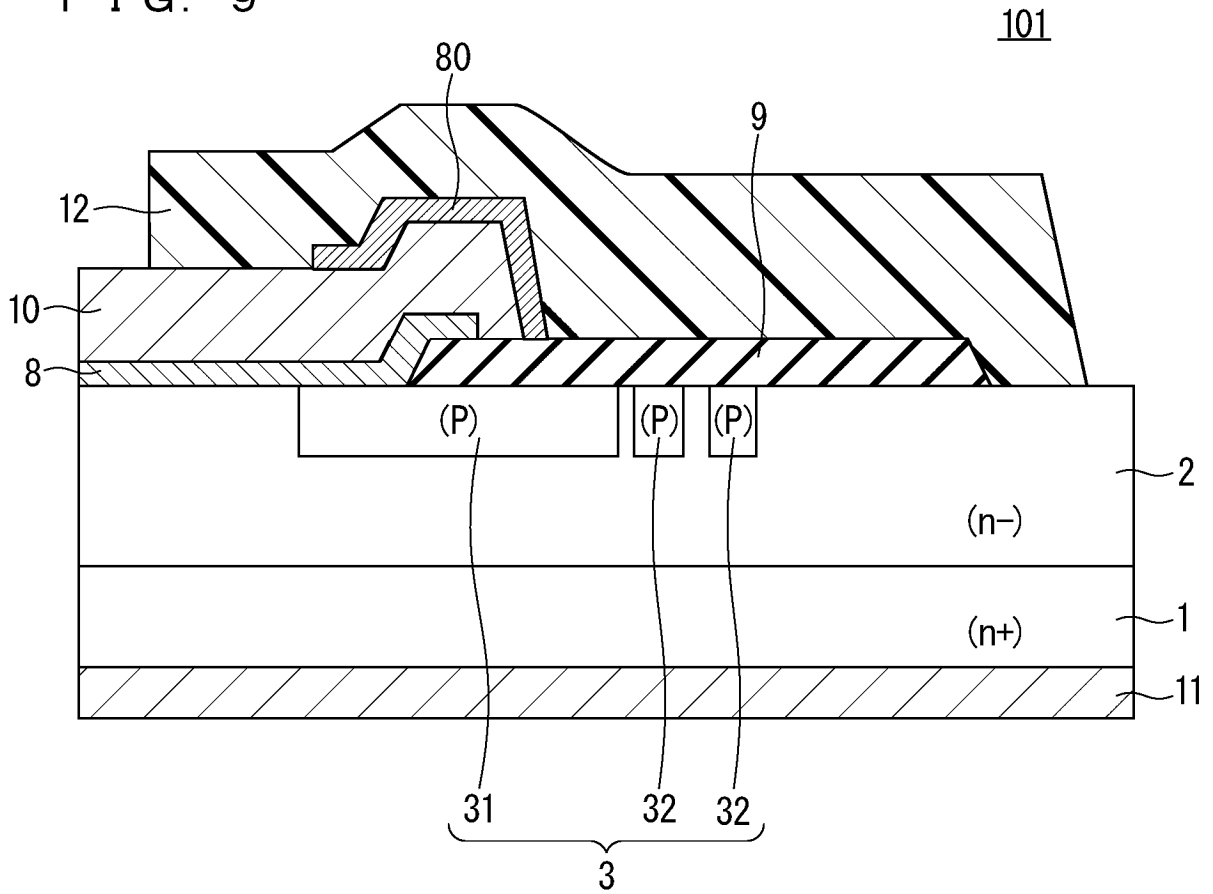


FIG. 10

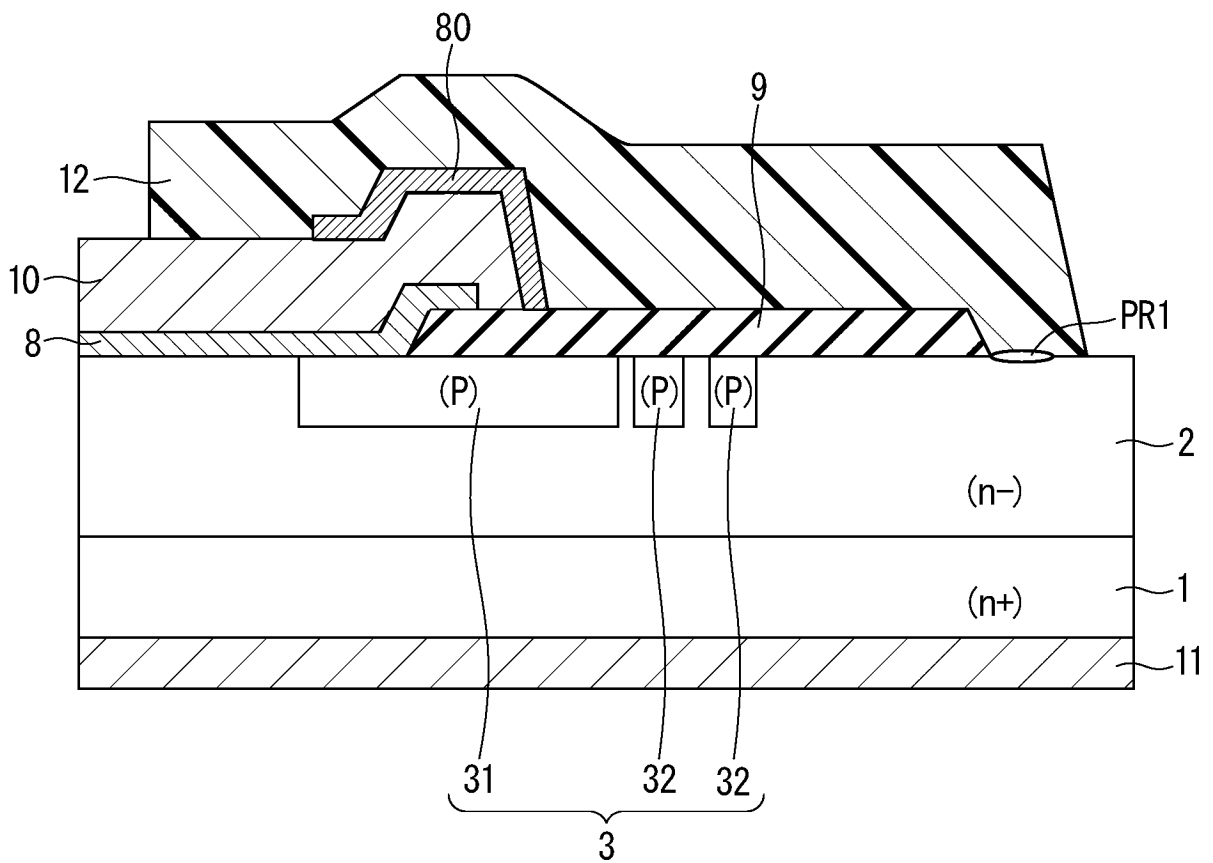


FIG. 11

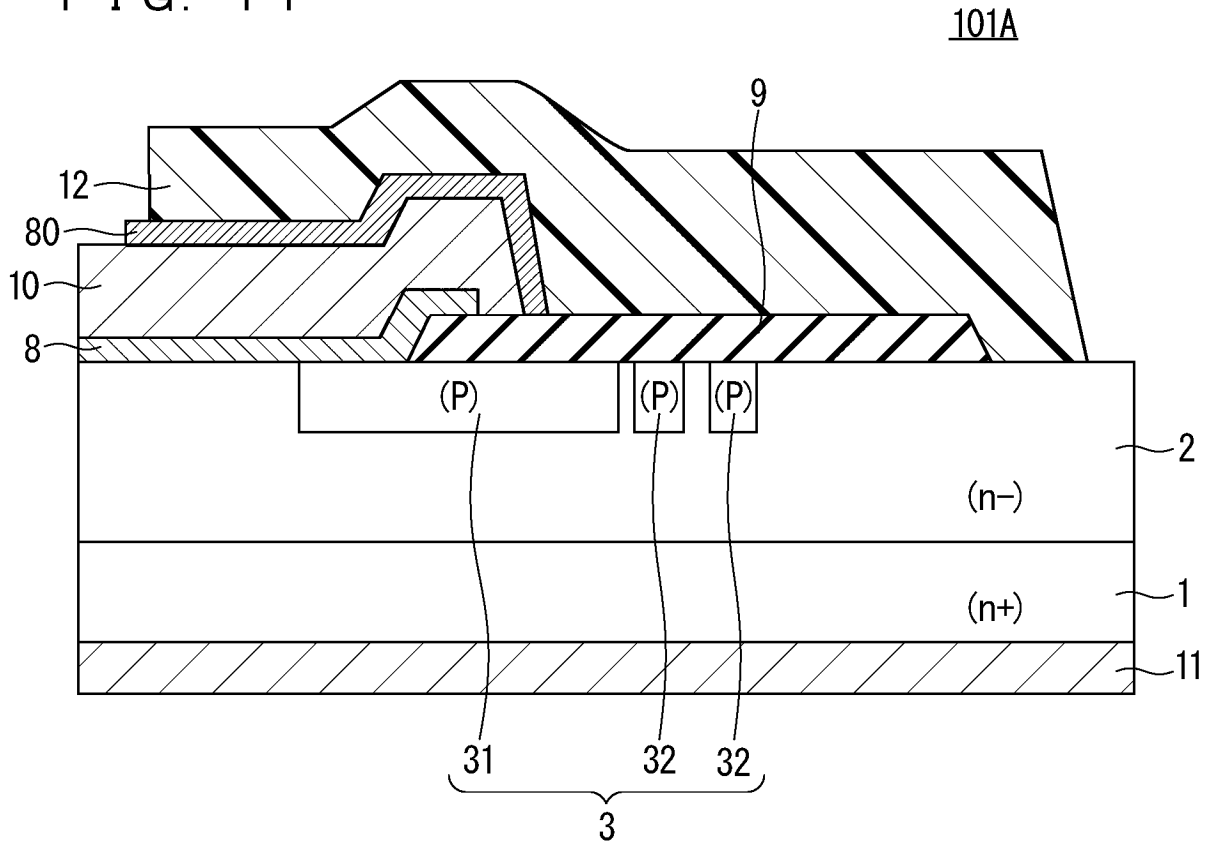


FIG. 12

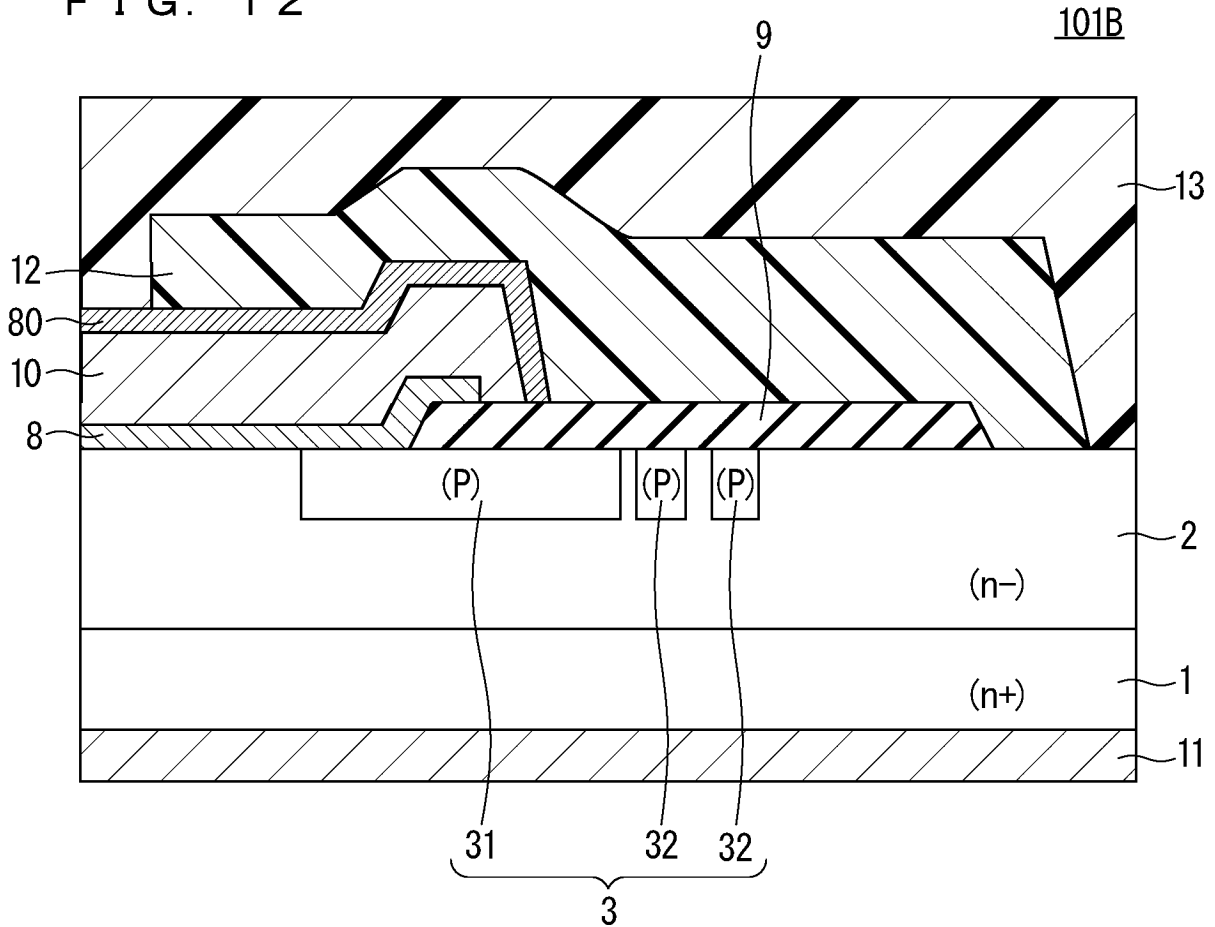


FIG. 13

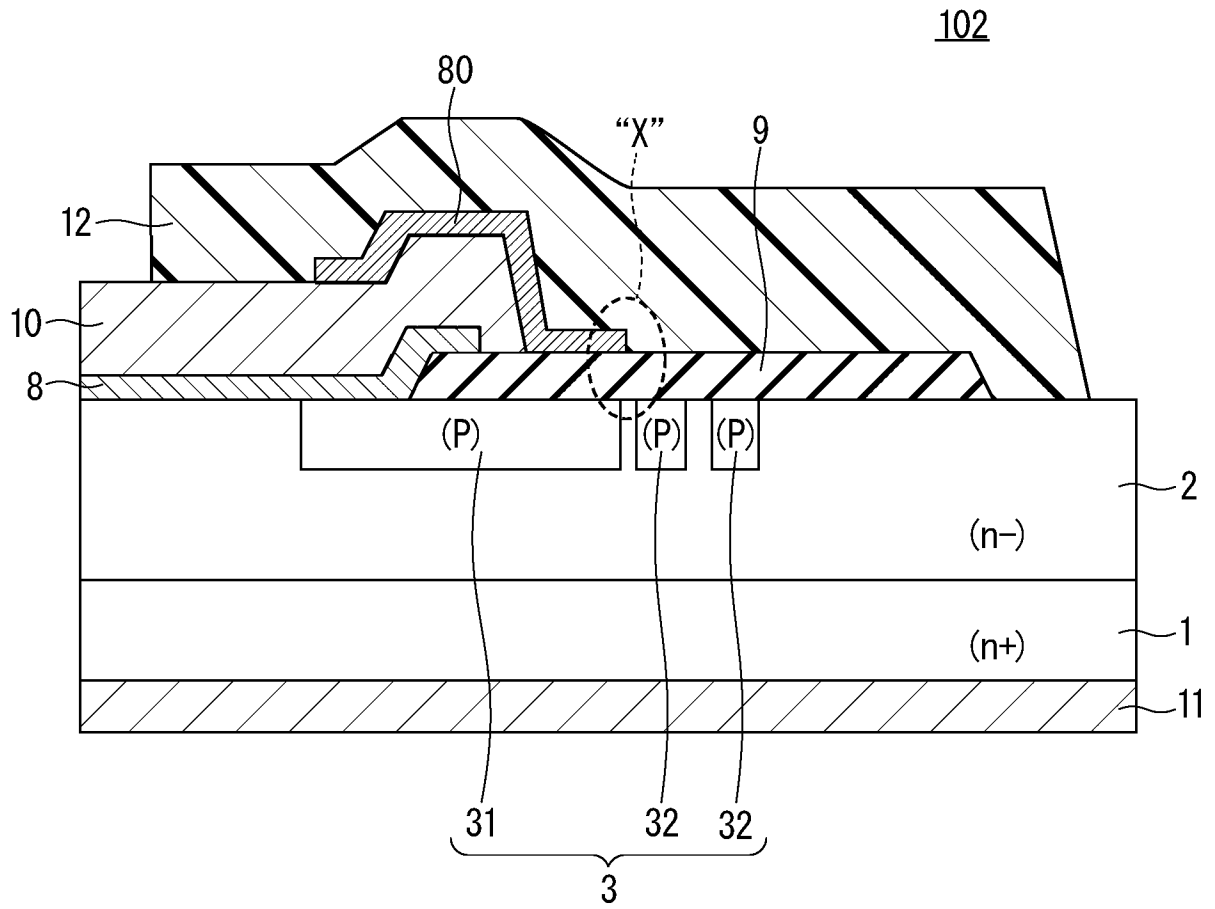


FIG. 14

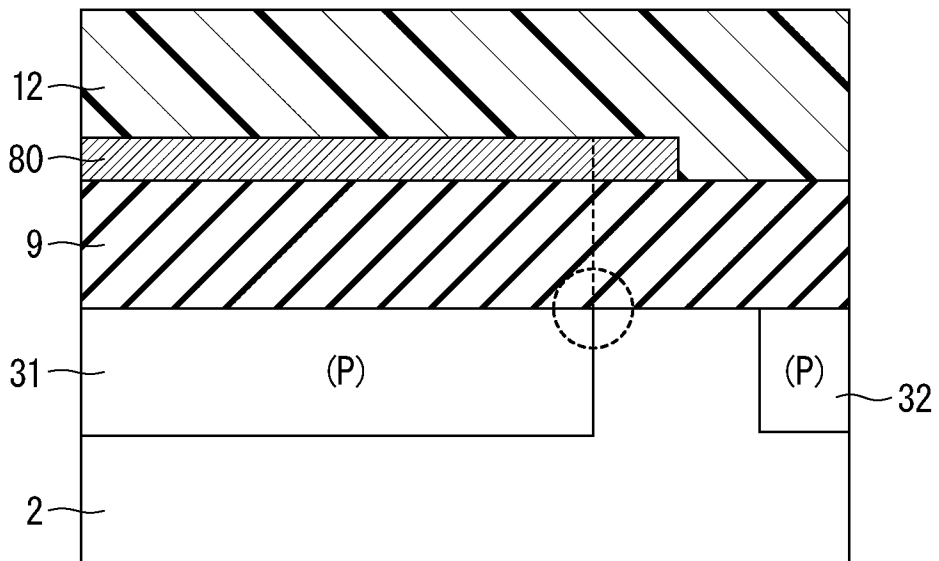


FIG. 15

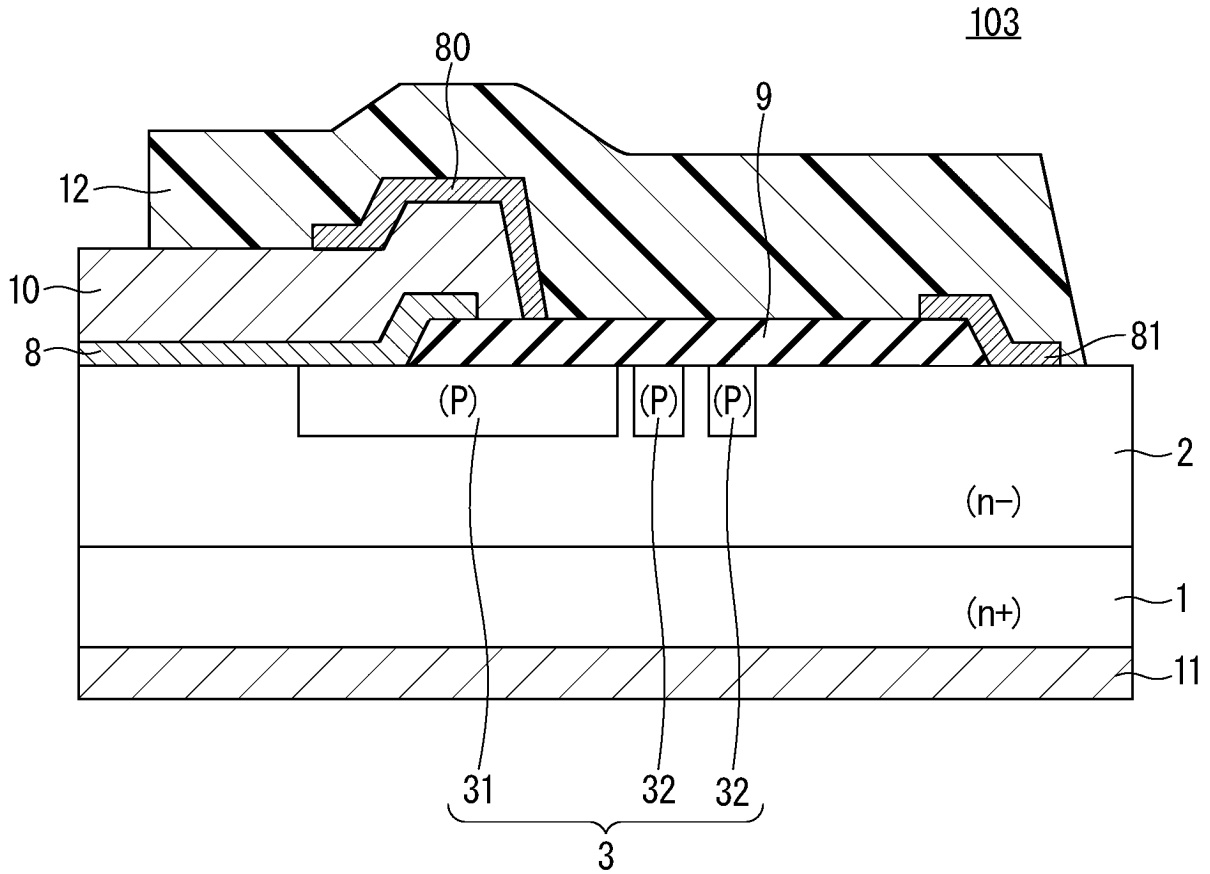


FIG. 16

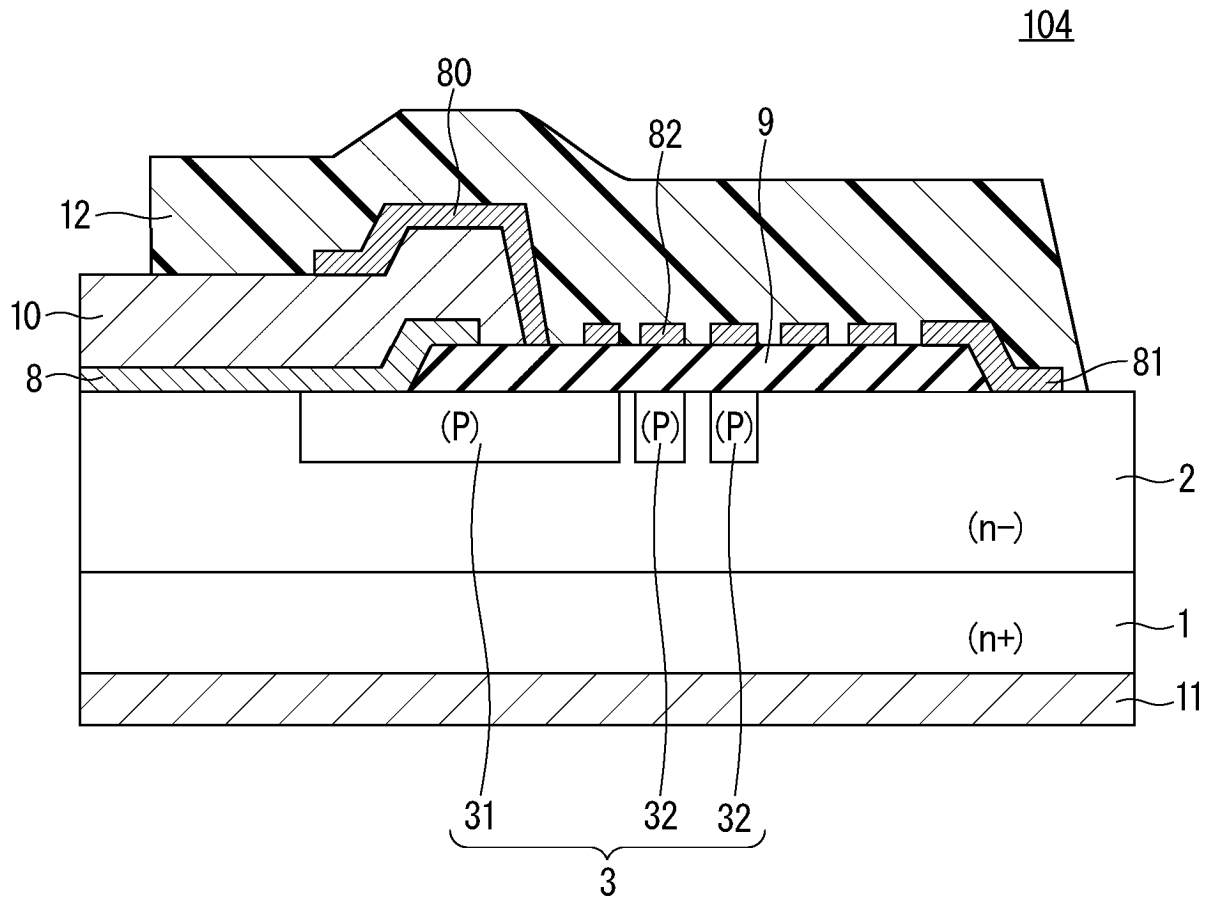


FIG. 18

104A

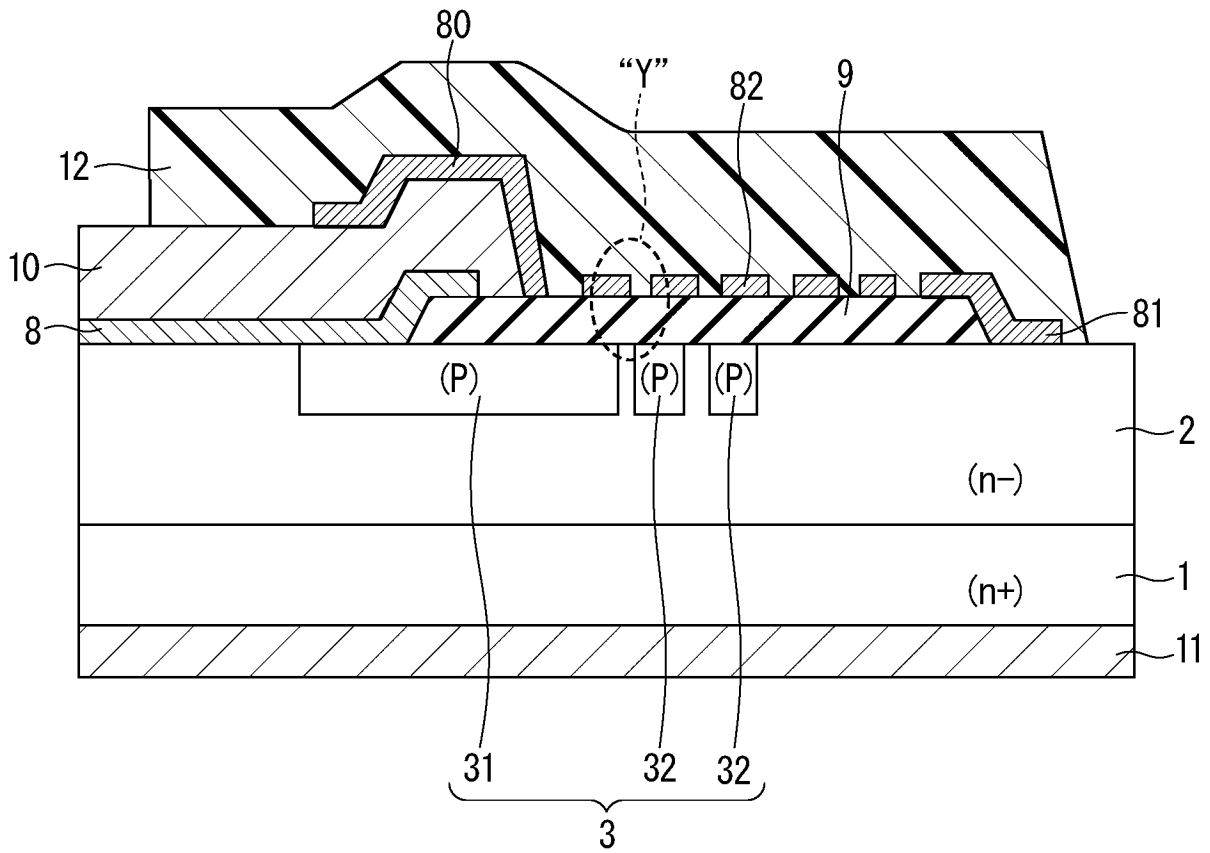


FIG. 19

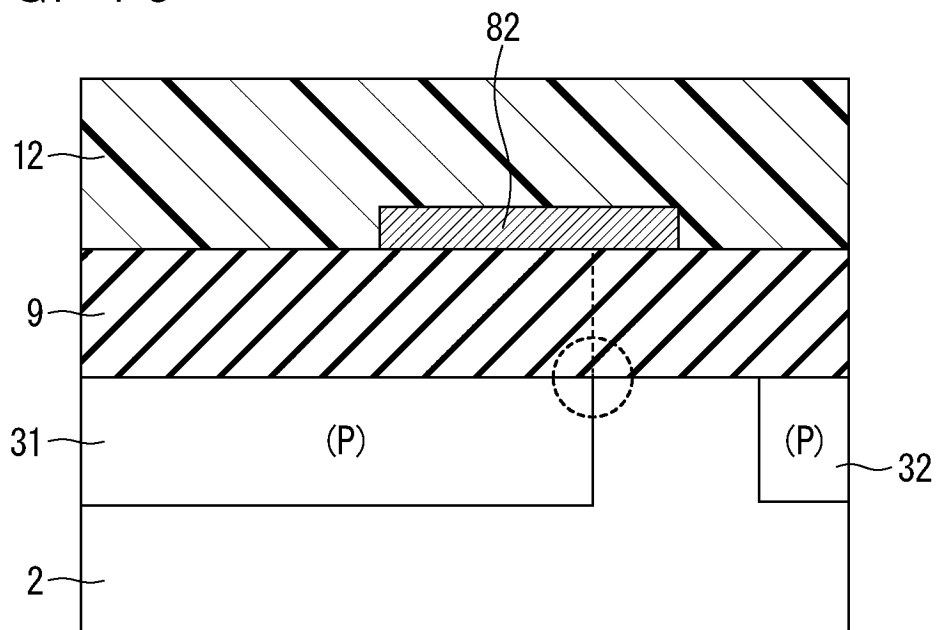


FIG. 20

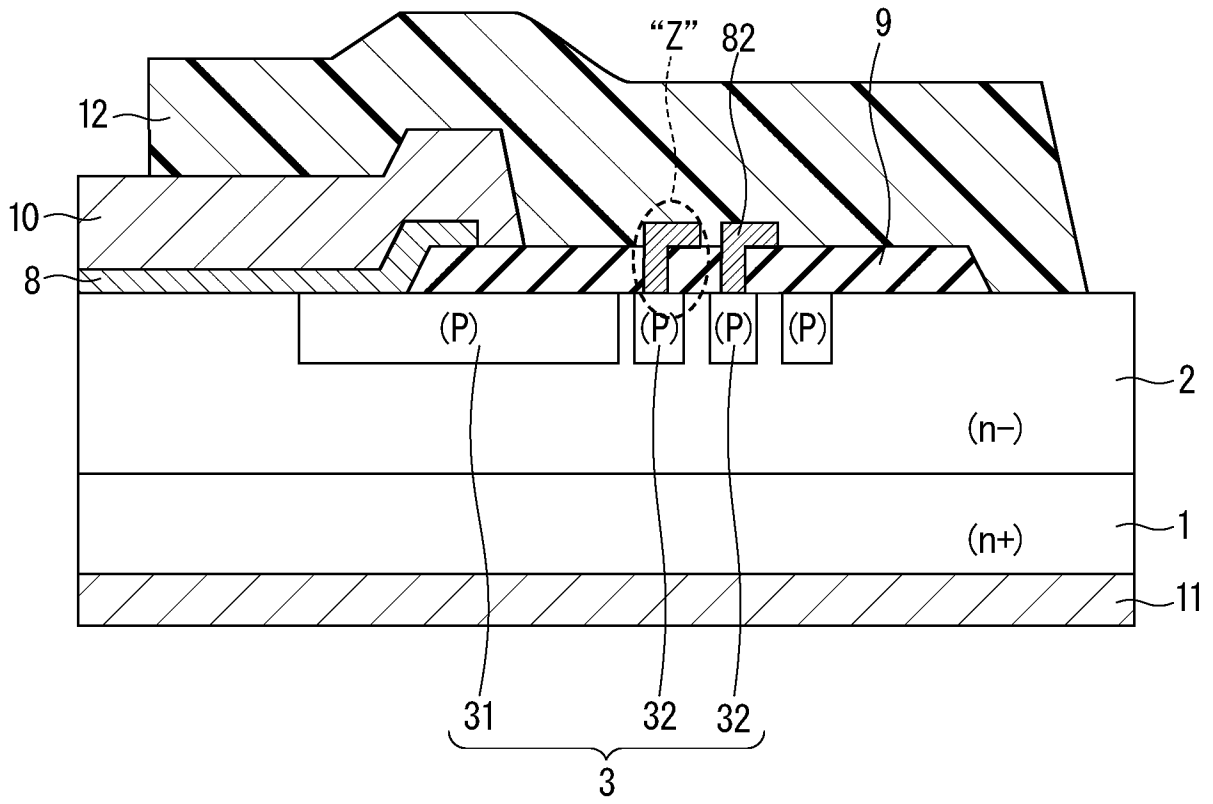


FIG. 21

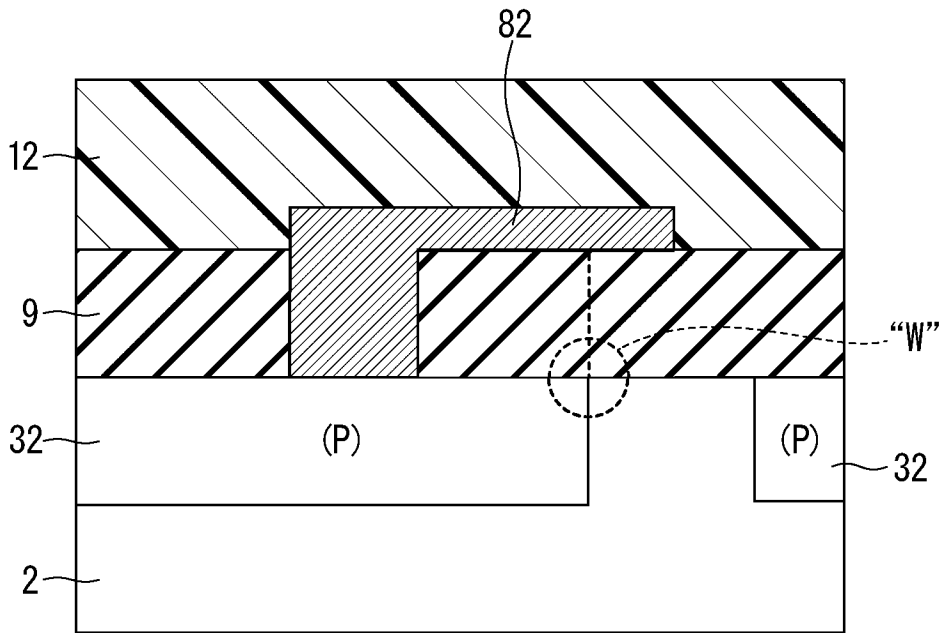


FIG. 23

