



(10) **DE 11 2022 006 355 T5** 2024.10.24

(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2023/157452**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2022 006 355.6**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2022/046702**
(86) PCT-Anmeldetag: **19.12.2022**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **24.08.2023**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **24.10.2024**

(51) Int Cl.: **H01L 29/41 (2006.01)**
H01L 29/778 (2006.01)
H01L 29/20 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2022-022919 17.02.2022 JP

(71) Anmelder:
ROHM CO., LTD., Kyoto, JP

(74) Vertreter:
**WITTE, WELLER & PARTNER Patentanwälte mbB,
70173 Stuttgart, DE**

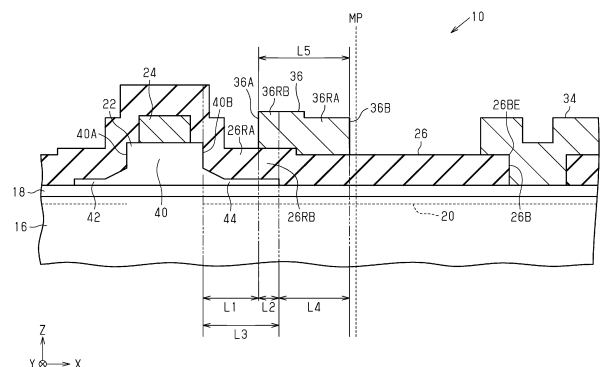
(72) Erfinder:
Otake, Hirotaka, Kyoto, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **NITRID-HALBLEITERBAUTEIL**

(57) Zusammenfassung: Ein Nitrid-Halbleiterbauteil (10) weist eine Elektronentransitschicht (16), eine Elektronenzuführschicht (18), eine Gate-Elektrode (22), die Akzeptor-Verunreinigungen enthält, eine Gate-Elektrode (24), eine Passivierungsschicht (26), eine Source-Elektrode, eine Drain-Elektrode (34) und eine Feldplattenelektrode (36) auf. Die Feldplattenelektrode (36) ist auf der Passivierungsschicht (26) zwischen der Gate-Schicht (22) und der Drain-Elektrode (34) ausgebildet. Die Gate-Schicht (22) weist auf: einen Stegabschnitt (40), auf dem die Gate-Elektrode (24) angeordnet ist; einen source-seitigen Erweiterungsabschnitt (42), der sich von dem Stegabschnitt (40) aus erstreckt; und einen drain-seitigen Erweiterungsabschnitt (44), der sich von dem Stegabschnitt (40) aus zu der dem source-seitigen Erweiterungsabschnitt (42) gegenüberliegenden Seite erstreckt. Die Passivierungsschicht (26) weist eine Feldplatten-Nichtüberlappungs-Region (26RA) auf, die unmittelbar oberhalb des drain-seitigen Erweiterungsabschnitts (44) angeordnet ist und die Feldplattenelektrode (36) nicht überlappt.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft ein Nitrid-Halbleiterbauteil.

STAND DER TECHNIK

[0002] Derzeit werden Transistoren mit hoher Elektronenbeweglichkeit („High-Electron-Mobility Transistors“, (HEMTs)), die Nitrid-Halbleiter verwenden, kommerzialisiert. Wenn ein HEMT in einem Leistungsbauteil verwendet wird, ist es erforderlich, dass der HEMT normalerweise ausgeschaltet („normally off“) ist, so dass ein Strompfad (Kanal) zwischen der Source und dem Drain aus Gründen der Betriebssicherheit („fail-safe“) bei Null-Vorspannung („zero-bias“) offen ist. Die Patentliteratur 1 offenbart einen Nitrid-Halbleiter-HEMT vom normalerweise ausgeschalteten Typ.

[0003] Beispielsweise weist ein Nitrid-Halbleiter-HEMT eine Elektronentransitschicht, die durch eine Galliumnitrid-(GaN)-Schicht ausgebildet ist, und eine Elektronenzuführschicht, die durch eine Aluminiumgalliumnitrid-(AlGaIn)-Schicht ausgebildet ist, auf. Der Kanal des HEMT ist durch ein zweidimensionales Elektronengas (2DEG) ausgebildet, das in der Elektronentransitschicht in der Nähe einer Heteroübergangs-Grenzfläche zwischen der Elektronentransitschicht und der Elektronenzuführschicht erzeugt wird. Die Patentliteratur 1 offenbart eine GaN-Schicht (p-Typ-GaN-Schicht), die Akzeptor-Verunreinigungen enthält und unterhalb einer Gate-Elektrode angeordnet ist, um den durch 2DEG ausgebildeten Kanal zu unterbrechen, so dass der HEMT normalerweise ausgeschaltet ist.

ZITATLISTE

Patentliteratur

[0004] Patentliteratur 1: Japanische offengelegte Patentveröffentlichung mit der Nr. 2017-73506

ÜBERBLICK ÜBER DIE ERFINDUNG

Technisches Problem

[0005] In einer HEMT-Struktur, in der eine p-Typ-Nitrid-Halbleiterschicht (z. B. eine p-Typ-GaN-Schicht) unter bzw. unterhalb der Gate-Elektrode angeordnet ist, akkumulieren sich die von der Gate-Elektrode injizierten Löcher lokal in der Grenzfläche zwischen der p-Typ-Nitrid-Halbleiterschicht und der Elektronenzuführschicht, wenn beispielsweise eine große positive Vorspannung („large positive bias“) an der Gate-Elektrode angelegt wird. Eine solche lokale Akkumulation von Löchern bewirkt eine Bandverbiegung

(„band bending“) der Elektronenzuführschicht. Dies kann zum Auftreten von Elektronenleckage („electron leakage“) (Gate-Strom-Leckage („gate current leakage“)) von der Elektronenzuführschicht durch die Elektronenzuführschicht hin zur p-Typ-Nitrid-Halbleiterschicht führen, wodurch die Gate-Durchschlagsspannung („gate breakdown voltage“) verringert wird.

[0006] Des Weiteren kommt es beispielsweise dann, wenn zwischen Drain und Source eine hohe Spannung angelegt wird, zu einer Konzentration eines elektrischen Feldes in der Nähe des Gate-Elektroden-Endes in der Drain-Source-Region, insbesondere in der Nähe desjenigen Gate-Elektroden-Endes, das näher an der Drain-Elektrode angeordnet ist. Eine solche Konzentration eines elektrischen Feldes kann beispielsweise einen Isolationsdurchbruch der Elektronenzuführschicht und dergleichen verursachen und die Durchschlagsspannung zwischen Drain und Source verringern.

[0007] Um eine solche Konzentration eines elektrischen Feldes abzumildern („to mitigate“), ist im Allgemeinen eine Elektrodenschicht nahe der Gate-Elektrode angeordnet. Zum Beispiel bedeckt in der Struktur der Patentliteratur 1 beispielsweise eine Source-Elektrode die Oberseite der Gate-Elektrode und erstreckt sich bis zu einer Position, an der sie der Drain-Elektrode gegenüberliegt. Der erweiterte Teil der Source-Elektrode wird als Feldplattenelektrode oder als Source-Feldplattenelektrode bezeichnet.

[0008] Die Source-Feldplattenelektrode erzeugt einen Effekt zum Abmildern einer Konzentration eines elektrischen Feldes in der Nähe des Gate-Elektroden-Endes. Ein HEMT, der eine Source-Feldplattenelektrode aufweist, weist jedoch eine parasitäre Kapazität („parasitic capacitance“) auf, die zwischen der Source-Feldplattenelektrode und dem 2DEG durch die Elektronenzuführschicht ausgebildet ist bzw. wird. Eine solche parasitäre Kapazität zwischen Drain und Source kann den Hochgeschwindigkeits- und Hochfrequenzbetrieb des HEMTs einschränken.

Lösung für das Problem

[0009] Ein Nitrid-Halbleiterbauteil gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung umfasst eine Elektronentransitschicht, die aus einem Nitrid-Halbleiter aufgebaut ist, eine Elektronenzuführschicht, die auf der Elektronentransitschicht angeordnet ist und aus einem Nitrid-Halbleiter aufgebaut ist, der eine Bandlücke aufweist, die größer als jene der Elektronentransitschicht ist, eine Gate-Schicht, die auf einem Teil der Elektronenzuführschicht angeordnet ist und aus einem Nitrid-Halbleiter aufgebaut ist, der Akzeptor-Verunreinigungen enthält, eine Gate-

Elektrode, die auf der Gate-Schicht angeordnet ist, eine Passivierungsschicht, die die Elektronenzuführungsschicht, die Gate-Schicht und die Gate-Elektrode bedeckt und eine erste Öffnung und eine zweite Öffnung aufweist, eine Source-Elektrode, die über die erste Öffnung in Kontakt mit der Elektronenzuführungsschicht steht, eine Drain-Elektrode, die über die zweite Öffnung in Kontakt mit der Elektronenzuführungsschicht steht, und eine Feldplattelektrode, die auf der Passivierungsschicht zwischen der Gate-Schicht und der Drain-Elektrode angeordnet ist. Die Gate-Schicht weist einen Steg, an dem die Gate-Elektrode angeordnet ist, eine source-seitige Erweiterung, die sich von dem Steg hin zu der ersten Öffnung erstreckt, und eine drain-seitige Erweiterung, die sich von dem Steg hin zu der zweiten Öffnung erstreckt, auf. Die Passivierungsschicht weist eine Feldplatten-Nichtüberlappungs-Region („field plate non-overlapping region“) auf, die die Feldplattelektrode nicht überlappt und unmittelbar oberhalb der drain-seitigen Erweiterung angeordnet ist.

Vorteilhafte Wirkungen der Erfindung

[0010] Das Nitrid-Halbleiterbauteil gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung weist eine HEMT-Struktur auf, die die Durchschlagsspannung zwischen Drain und Source erhöht und die parasitäre Kapazität zwischen Drain und Source verringert, während die Gate-Durchschlagspannung erhöht wird.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 ist eine schematische Querschnittsansicht eines beispielhaften Nitrid-Halbleiterbauteils gemäß einer ersten Ausführungsform.

Fig. 2 ist eine vergrößerte Querschnittsansicht, die einen Teil des in **Fig. 1** dargestellten Nitrid-Halbleiterbauteils zeigt.

Fig. 3 ist eine schematische Draufsicht auf das Nitrid-Halbleiterbauteil entlang der Linie F3-F3 von **Fig. 1**.

Fig. 4 ist eine Draufsicht, die einen Teil von **Fig. 3** vergrößert und die Verbindungsstruktur einer Source-Elektrode und einer Feldplattelektrode in dem Nitrid-Halbleiterbauteil darstellt.

Fig. 5 ist eine vergrößerte Querschnittsansicht entlang der Linie F5-F5 von **Fig. 4** und zeigt einen Teil des Nitrid-Halbleiterbauteils.

Fig. 6 ist eine schematische Querschnittsansicht eines beispielhaften Nitrid-Halbleiterbauteils gemäß einer zweiten Ausführungsform.

Fig. 7 ist eine schematische Querschnittsansicht eines beispielhaften Nitrid-Halbleiterbauteils gemäß einer dritten Ausführungsform.

Fig. 8 ist eine schematische Querschnittsansicht eines beispielhaften Nitrid-Halbleiterbauteils gemäß einer vierten Ausführungsform.

Fig. 9 ist eine schematische Draufsicht auf das Nitrid-Halbleiterbauteil, die ein weiteres Beispiel für die Verbindungsstruktur der Source-Elektrode und der Feldplattelektrode in dem Nitrid-Halbleiterbauteil zeigt.

Fig. 10 ist eine schematische Draufsicht auf das Nitrid-Halbleiterbauteil, die ein weiteres Beispiel für die Verbindungsstruktur der Source-Elektrode und der Feldplattelektrode in dem Nitrid-Halbleiterbauteil zeigt.

BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0011] Mehrere Ausführungsformen eines Halbleiterbauteils gemäß der vorliegenden Offenbarung werden nun unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. In den Zeichnungen sind Elemente der Einfachheit und Klarheit halber dargestellt und nicht zwingend maßstabgetreu gezeichnet. Um das Verständnis zu erleichtern, können in den Querschnittszeichnungen Schraffurlinien ausgeblendet sein. Die beigefügten Zeichnungen veranschaulichen beispielhafte Ausführungsformen gemäß der vorliegenden Offenbarung und dienen nicht dazu, die vorliegende Offenbarung einzuschränken.

[0012] Diese detaillierte Beschreibung umfasst beispielhafte Ausführungsformen von Verfahren, Vorrichtungen und/oder Systemen gemäß der vorliegenden Offenbarung. Diese detaillierte Beschreibung ist rein illustrativ und dient nicht dazu, Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung oder die Anwendung und Verwendung der Ausführungsformen einzuschränken.

Erste Ausführungsform

[0013] **Fig. 1** ist eine schematische Querschnittsansicht eines beispielhaften Nitrid-Halbleiterbauteils 10 gemäß einer ersten Ausführungsform. Die allgemeine Struktur des Nitrid-Halbleiterbauteils 10 wird zunächst unter Bezugnahme auf **Fig. 1** beschrieben.

Allgemeine Struktur des Nitrid-Halbleiterbauteils

[0014] Das Nitrid-Halbleiterbauteil 10 kann beispielsweise ein Transistor mit hoher Elektronenbeweglichkeit (HEMT) sein, der einen Nitrid-Halbleiter wie Galliumnitrid (GaN) verwendet. Das Nitrid-Halbleiterbauteil 10 weist ein Substrat 12, eine auf dem Substrat 12 ausgebildete Pufferschicht 14 („buffer layer“), eine auf der Pufferschicht 14 ausgebildete Elektronentransitschicht 16 und eine auf der Elektronentransitschicht 16 ausgebildete Elektronenzuführungsschicht 18 auf.

[0015] Das Halbleitersubstrat 12 kann aus Silizium (Si), Siliziumkarbid (SiC), GaN, Saphir oder einem anderen Substratmaterial hergestellt sein. Beispielsweise kann das Halbleitersubstrat 12 ein leitfähiges Si-Substrat sein. Das Halbleitersubstrat 12 kann eine Dicke von z. B. 200 µm oder mehr und 1500 µm oder weniger aufweisen. Die Zeichnungen (z. B. **Fig. 1**) zeigen die XYZ-Achsen, die orthogonal zueinander sind. Die Z-Achsen-Richtung ist orthogonal zur Hauptoberfläche des Halbleitersubstrats 12. Sofern nicht anders angegeben, bezieht sich der in dieser Beschreibung verwendete Begriff „Draufsicht“ auf eine Ansicht des Nitrid-Halbleiterbauteils 10 von oben in der Z-Achsen-Richtung.

[0016] Die zwischen dem Substrat 12 und der Elektronentransitschicht 16 angeordnete Pufferschicht 14 kann aus jedwedem Material hergestellt sein, das eine Gitterfehlpassung („lattice mismatching“) zwischen dem Substrat 12 und der Elektronentransitschicht 16 verringert. Die Pufferschicht 14 kann z. B. eine oder mehrere Nitrid-Halbleiterschichten aufweisen. Beispielsweise kann die Pufferschicht 14 zumindest eine von einer Aluminiumnitrid-(AlN)-Schicht, einer Aluminiumgalliumnitrid-(AlGaIn)-Schicht und einer gradierten („graded“) AlGaIn-Schicht mit unterschiedlichen Aluminium-(Al)-Zusammensetzungen aufweisen. Beispielsweise kann die Pufferschicht 14 eine einzelne AlN-Schicht, eine einzelne AlGaIn-Schicht, eine Schicht mit einer AlGaIn/GaN-Übergitterstruktur, eine Schicht mit einer AlN/AlGaIn-Übergitterstruktur oder eine Schicht mit einer AlN/GaN-Übergitterstruktur aufweisen.

[0017] In einem Beispiel weist die Pufferschicht 14 eine auf dem Substrat 12 ausgebildete erste Pufferschicht und eine auf der ersten Pufferschicht ausgebildete zweite Pufferschicht auf. Die erste Pufferschicht ist beispielsweise eine AlN-Schicht und kann eine Dicke von z. B. ca. 200 nm aufweisen. Die zweite Pufferschicht weist beispielsweise mehrere AlGaIn-Schichten auf, wobei jede AlGaIn-Schicht eine Dicke von z. B. ca. 100 nm aufweisen kann. Um einen Leckstrom („leakage current“) in der Pufferschicht 14 zu reduzieren, kann ein Teil der Pufferschicht 14 mit Verunreinigungen dotiert sein, um halbisolierend zu sein. In diesem Fall können die Verunreinigungen Kohlenstoff (C) oder Eisen (Fe) sein, und die Konzentration der Verunreinigungen kann beispielsweise $4 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ oder mehr sein.

[0018] Die Elektronentransitschicht 16 ist aus einem Nitrid-Halbleiter aufgebaut und kann beispielsweise eine GaN-Schicht sein. Die Elektronentransitschicht 16 kann beispielsweise eine Dicke von 0,5 µm oder mehr und 2 µm oder weniger aufweisen. Um einen Leckstrom in der Elektronentransitschicht 16 zu verringern, kann ein Teil der Elektronentransitschicht 16 mit Verunreinigungen dotiert sein, so dass andere Regionen als der äußerste Teil der Elektronentransitschicht 16 halbisolierend sind. In diesem Fall sind die Verunreinigungen z. B. Kohlenstoff (C). Die Konzentration der Verunreinigungen kann beispielsweise höher als oder gleich $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ bei einer Spitzenkonzentration sein.

[0019] Die Elektronenzuführschicht 18 ist aus einem Nitrid-Halbleiter aufgebaut, der eine größere Bandlücke als die Elektronentransitschicht 16 aufweist und beispielsweise eine AlGaIn-Schicht sein kann. In einer AlGaIn-Schicht wird die Bandlücke mit zunehmender Al-Zusammensetzung größer. Daher wird die Elektronenzuführschicht 18, die eine AlGaIn-Schicht ist, eine größere Bandlücke aufweisen als die Elektronentransitschicht 16, die eine GaN-Schicht ist. Beispielsweise kann die Elektronenzuführschicht 18 aus $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ausgebildet bzw. hergestellt sein, wobei für x $0,1 < x < 0,4$, vorzugsweise $0,2 < x < 0,3$, erfüllt ist, obwohl keine Einschränkung auf diesen Bereich besteht. Beispielsweise kann x $0,1 < x < 0,3$ sein bzw. betragen. Die Elektronenzuführschicht 18 kann eine Dicke von z. B. 5 nm oder mehr und 20 nm oder weniger aufweisen.

[0020] Die Elektronentransitschicht 16 und die Elektronenzuführschicht 18 können aus Nitrid-Halbleitern mit unterschiedlichen Gitterkonstanten („lattice constants“) zusammengesetzt sein. Somit bilden der Nitrid-Halbleiter (z. B. GaN) der Elektronentransitschicht 16 und der Nitrid-Halbleiter (z. B. AlGaIn) der Elektronenzuführschicht 18 einen gitterfehlangepassten Übergang („lattice-mismatched junction“) aus. Die spontane Polarisierung der Elektronentransitschicht 16 und der Elektronenzuführschicht 18 sowie die piezoelektrische Polarisierung, die aus der Spannung am Heteroübergang der Elektronenzuführschicht 18 resultiert, bewirken, dass das Energieniveau („energy level“) des Leitungsbandes der Elektronentransitschicht 16 in der Nähe der Heteroübergangs-Grenzfläche zwischen der Elektronentransitschicht 16 und der Elektronenzuführschicht 18 niedriger ist als das Fermi-Niveau („fermi level“). Dadurch breitet sich in der Elektronentransitschicht 16 an einer Position nahe der Heteroübergangs-Grenzfläche der Elektronentransitschicht 16 und der Elektronenzuführschicht 18 ein zweidimensionales Elektronengas (2DEG) 20 aus (z. B. in einem Abstand von etwa wenigen Nanometern von der Grenzfläche).

[0021] Das Nitrid-Halbleiterbauteil 10 weist des Weiteren eine auf der Elektronenzuführschicht 18 ausgebildete Gate-Schicht 22, eine auf der Gate-Schicht 22 ausgebildete Gate-Elektrode 24 und eine Passivierungsschicht 26, welche die Elektronenzuführschicht 18, die Gate-Schicht 22 und die Gate-Elektrode 24 bedeckt, auf.

[0022] Die Gate-Schicht 22 ist aus einem Nitrid-Halbleiter aufgebaut, der Akzeptor-Verunreinigungen

gen enthält, und ist auf einem Teil der Elektronenzuführschicht 18 ausgebildet. Die Gate-Schicht 22 kann aus einem beliebigen Material ausgebildet bzw. hergestellt sein, das eine kleinere Bandlücke aufweist als die Elektronenzuführschicht 18. Wenn die Elektronenzuführschicht 18 beispielsweise eine AlGaIn-Schicht ist, kann die Gate-Schicht 22 eine mit Akzeptor-Verunreinigungen dotierte GaN-Schicht sein, d. h. eine p-Typ-GaN-Schicht. Die Akzeptor-Verunreinigungen können beispielsweise zumindest eines von Zink (Zn), Magnesium (Mg) und Kohlenstoff (C) enthalten. Die maximale Konzentration der Akzeptor-Verunreinigungen ist bzw. beträgt beispielsweise $7 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ oder mehr und $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ oder weniger.

[0023] Die Gate-Elektrode 24 ist auf einem Teil der oberen Oberfläche der Gate-Schicht 22 oder auf der gesamten oberen Oberfläche der Gate-Schicht 22 ausgebildet. Des Weiteren bildet die Gate-Elektrode 24 einen Schottky-Übergang („Schottky junction“) mit der Gate-Schicht 22 aus. Die Gate-Elektrode 24, die eine oder mehrere Metallschichten aufweist, kann z. B. eine Titanitrid-(TiN)-Schicht sein. Alternativ kann die Gate-Elektrode 24 eine erste Metallschicht (z. B. eine Ti-Schicht) und eine auf der ersten Metallschicht angeordnete zweite Metallschicht (z. B. eine TiN-Schicht) aufweisen. Die Gate-Elektrode 24 kann eine Dicke von z. B. 50 nm oder mehr und 300 nm oder weniger aufweisen.

[0024] Die Passivierungsschicht 26 ist beispielsweise durch einen einzelnen Film, der einer von einem Siliziumnitrid-(SiN)-Film, einem Siliziumdioxid-(SiO₂)-Film, einem Siliziumoxynitrid-(SiON)-Film, einem Aluminiumoxid-(Al₂O₃)-Film, einem AlN-Film und einem Aluminiumoxynitrid (AlON)-Film ist, oder einen Verbundfilm („composite film“), der eine Kombination von zwei oder mehr dieser Filme ist, gebildet bzw. ausgebildet. Die Passivierungsschicht 26 weist eine erste Öffnung 26A und eine zweite Öffnung 26B auf. Die Gate-Schicht 22 ist zwischen der ersten Öffnung 26A und der zweiten Öffnung 26B angeordnet.

[0025] Das Nitrid-Halbleiterbauteil 10 weist des Weiteren eine Source-Elektrode 32, die über die erste Öffnung 26A der Passivierungsschicht 26 in Kontakt mit der Elektronenzuführschicht 18 steht, und eine Drain-Elektrode 34, die über die zweite Öffnung 26B der Passivierungsschicht 26 in Kontakt mit der Elektronenzuführschicht 18 steht, auf. Das Nitrid-Halbleiterbauteil 10 weist des Weiteren eine auf der Passivierungsschicht 26 ausgebildete Feldplattenelektrode 36 auf.

[0026] Die Source-Elektrode 32, die Drain-Elektrode 34 und die Feldplattenelektrode 36 sind beispielsweise durch eine oder mehrere Metallschichten ausgebildet, die zumindest eine von einer Ti-Schicht,

einer TiN-Schicht, einer Al-Schicht, einer AlSiCu-Schicht und einer AlCu-Schicht aufweisen. Beispielsweise können die Source-Elektrode 32, die Drain-Elektrode 34 und die Feldplattenelektrode 36 aus dem gleichen Material ausgebildet sein. Dies ist vorteilhaft, da die Source-Elektrode 32, die Drain-Elektrode 34 und die Feldplattenelektrode 36 alle im selben Schritt hergestellt werden können.

[0027] Die erste Öffnung 26A der Passivierungsschicht 26 ist mit zumindest einem Teil der Source-Elektrode 32 gefüllt, und die zweite Öffnung 26B der Passivierungsschicht 26 ist mit zumindest einem Teil der Drain-Elektrode 34 gefüllt. Die Source-Elektrode 32 und die Drain-Elektrode 34 stehen über die erste Öffnung 26A bzw. die zweite Öffnung 26B in ohmschem Kontakt mit dem 2DEG unterhalb der Elektronenzuführschicht 18.

Gestufte Struktur der Gate-Schicht

[0028] Eine beispielhafte gestufte Struktur („stepped structure“) der Gate-Schicht 22 wird nun unter Bezugnahme auf **Fig. 1** beschrieben.

[0029] Die Gate-Schicht 22 weist einen Steg 40, an dem die Gate-Elektrode 24 angeordnet ist, eine source-seitige Erweiterung 42, die sich von dem Steg 40 hin zu der ersten Öffnung 26A der Passivierungsschicht 26 erstreckt, und eine drain-seitige Erweiterung 44, die sich von dem Steg 40 hin zu der zweiten Öffnung 26B der Passivierungsschicht 26 erstreckt, auf. Auf diese Weise weist die Gate-Schicht 22 eine durch den Steg 40 und die Erweiterungen 42 und 44 ausgebildete gestufte Struktur auf.

[0030] Der Steg 40 ist ein relativ dicker Teil der Gate-Schicht 22. Der Steg 40 weist eine obere Oberfläche 40T, an bzw. auf der die Gate-Elektrode 24 angeordnet ist, ein erstes Stegende 40A, das kontinuierlich mit der oberen Oberfläche 40T ausgebildet ist, und ein zweites Stegende 40B, das kontinuierlich mit der oberen Oberfläche 40T ausgebildet ist, auf. Die source-seitige Erweiterung 42 erstreckt sich von dem ersten Stegende 40A aus, und die drain-seitige Erweiterung 44 erstreckt sich von dem zweiten Stegende 40B aus. Der Steg 40 kann einen rechteckigen oder im Wesentlichen rechteckigen (trapezförmigen) Querschnitt aufweisen, der sich entlang einer XZ-Ebene in **Fig. 1** erstreckt. Der Steg 40 kann eine Dicke von z. B. 80 nm oder mehr und 150 nm oder weniger aufweisen. Die Dicke des Stegs 40 bezieht sich auf den Abstand von der oberen Oberfläche 40T des Stegs 40 zur unteren Oberfläche (untere Oberfläche der Gate-Schicht 22, die in Kontakt mit der Elektronenzuführschicht 18 steht). Die Dicke der Gate-Schicht 22 kann nach verschiedenen Arten von Parametern wie der Gate-Durchschlagsspannung bestimmt werden.

Grundriss der Feldplattenelektrode

[0031] Die source-seitige Erweiterung 42 erstreckt sich von dem ersten Stegende 40A hin zu der ersten Öffnung 26A, und die drain-seitige Erweiterung 44 erstreckt sich von dem zweiten Stegende 40B hin zu der zweiten Öffnung 26B. Die source-seitige Erweiterung 42 weist ein Ende 42A auf, das der ersten Öffnung 26A zugewandt ist, und die drain-seitige Erweiterung 44 weist ein Ende 44A auf, das der zweiten Öffnung 26B zugewandt ist. Das Ende 42A der source-seitigen Erweiterung 42 ist von der ersten Öffnung 26A getrennt, und das Ende 44A der drain-seitigen Erweiterung 44 ist von der zweiten Öffnung 26B getrennt.

[0032] In dem Beispiel von **Fig. 1** erstreckt sich in Draufsicht die drain-seitige Erweiterung 44 über eine größere Länge von dem Steg 40 nach außen als die source-seitige Erweiterung 42. Die source-seitige Erweiterung 42 und die drain-seitige Erweiterung 44 können jedoch die gleiche Länge aufweisen. In der Richtung, die sich von dem ersten Stegende 40A hin zu der ersten Öffnung 26A erstreckt, kann die source-seitige Erweiterung 42 eine Länge (Länge von dem ersten Stegende 40A zu dem Ende 42A der source-seitigen Erweiterung 42) von z.B. 0,2 μm oder mehr und 0,3 μm oder weniger aufweisen. In der Richtung, die sich von dem zweiten Stegende 40B hin zu der zweiten Öffnung 26B erstreckt, kann die drain-seitige Erweiterung 44 eine Länge (Länge von dem zweiten Stegende 40B zu dem Ende 44A der drain-seitigen Erweiterung 44) von z. B. 0,2 μm oder mehr und 0,6 μm oder weniger aufweisen.

[0033] Des Weiteren weisen in dem Beispiel von **Fig. 1** die source-seitige Erweiterung 42 und die drain-seitige Erweiterung 44 jeweils einen geneigten Abschnitt, welcher benachbart zu dem Steg 40 ist, und einen flachen Abschnitt, welcher in einer Region angeordnet ist, die von dem Steg 40 durch einen vorbestimmten Abstand (d.h. jenseits des geneigten Abschnitts) getrennt ist, auf. Jedoch kann zumindest eine von der source-seitigen Erweiterung 42 und der drain-seitigen Erweiterung 44 nur den flachen Abschnitt oder nur den geneigten Abschnitt aufweisen. Der flache Abschnitt weist eine im Wesentlichen konstante Dicke auf. In dieser Beschreibung bezieht sich eine Dicke, die „im Wesentlichen konstant“ ist, auf eine Dicke innerhalb eines Herstellungstoleranzbereichs (z. B. 20 %). Die source-seitige Erweiterung 42 und die drain-seitige Erweiterung 44 können jeweils eine Dicke von z.B. 5 nm oder mehr und 25 nm oder weniger aufweisen. Des Weiteren können der flache Abschnitt der source-seitigen Erweiterung 42 und der flache Abschnitt der drain-seitigen Erweiterung 44 jeweils eine Dicke von z. B. 5 nm oder mehr und 25 nm oder weniger aufweisen.

[0034] Der Grundriss der Feldplattenelektrode 36 wird nun unter Bezugnahme auf **Fig. 1** beschrieben.

[0035] Die Feldplattenelektrode 36 ist auf der Passivierungsschicht 26 zwischen der Gate-Schicht 22 und der Drain-Elektrode 34 ausgebildet. Obwohl in **Fig. 1** nicht gezeigt, ist die Feldplattenelektrode 36 elektrisch mit der Source-Elektrode 32 verbunden. Die Struktur, die die Feldplattenelektrode 36 und die Source-Elektrode 32 miteinander verbindet, wird später unter Bezugnahme auf die **Fig. 4** und **5** beschrieben.

[0036] Die Feldplattenelektrode 36 weist ein erstes Elektrodenende 36A und an der gegenüberliegenden Seite ein zweites Elektrodenende 36B auf. Das erste Elektrodenende 36A ist das Ende, das näher an der Source-Elektrode 32 gelegen ist (d.h. näher an dem ersten Stegende 40A), und das zweite Elektrodenende 36B ist das Ende, das näher an der Drain-Elektrode 34 gelegen ist. Das erste Elektrodenende 36A ist physisch von der Source-Elektrode 32 getrennt, und das zweite Elektrodenende 36B ist physisch von der Drain-Elektrode 34 getrennt. Das zweite Elektrodenende 36B ist der Drain-Elektrode 34 zugewandt.

[0037] Die Feldplattenelektrode 36 kann eine Länge aufweisen, die in der Richtung, in der sich die drain-seitige Erweiterung 44 von dem Steg 40 hin zu der zweiten Öffnung 26B erstreckt (X-Richtung in **Fig. 1**, im Folgenden als Erstreckungsrichtung X der drain-seitigen Erweiterung 44 bezeichnet), größer ist als die Länge der drain-seitigen Erweiterung 44. Die Länge der Feldplattenelektrode 36 ist die Länge von dem ersten Elektrodenende 36A zu dem zweiten Elektrodenende 36B der Feldplattenelektrode 36. Die Feldplattenelektrode 36 kann jedoch die gleiche Länge aufweisen wie die drain-seitige Erweiterung 44. Die Feldplattenelektrode 36 kann eine Länge von z. B. 0,5 μm oder mehr und 2 μm oder weniger in der Erstreckungsrichtung X aufweisen.

[0038] Die Feldplattenelektrode 36 ist auf der Passivierungsschicht 26 an einer Position angeordnet, die in Draufsicht nicht die gesamte Gate-Schicht 22 überlappt, oder an einer Position, die in Draufsicht einen Teil der drain-seitigen Erweiterung 44 der Gate-Schicht 22 überlappt. In dem in **Fig. 1** gezeigten Beispiel überlappt die Feldplattenelektrode 36 in Draufsicht geringfügig den distalen Abschnitt der drain-seitigen Erweiterung 44. Die Feldplattenelektrode 36 überlappt in Draufsicht nicht die gesamte drain-seitige Erweiterung 44, und sie überlappt in Draufsicht nicht den Steg 40 und die source-seitige Erweiterung 42.

Positionsbeziehung von Gate-Schicht, Feldplattenelektrode und Passivierungsschicht

[0039] Die Positionsbeziehung der Feldplattenelektrode 36 und der Passivierungsschicht 26 auf der drain-seitigen Erweiterung 44 der Gate-Schicht 22 wird nun unter Bezugnahme auf **Fig. 2** mit Fokus auf der Passivierungsschicht 26 beschrieben.

[0040] **Fig. 2** ist eine vergrößerte Querschnittsansicht, die einen Teil des in **Fig. 1** dargestellten Nitrid-Halbleiterbauteils 10 zeigt.

[0041] Wie vorstehend beschrieben, ist die Feldplattenelektrode 36 auf der Passivierungsschicht 26 an einer Position angeordnet, die in Draufsicht nicht die gesamte Gate-Schicht 22 überlappt, oder an einer Position, die in Draufsicht einen Teil der drain-seitigen Erweiterung 44 überlappt. Somit weist die Passivierungsschicht 26 eine Feldplatten-Nichtüberlappungs-Region 26RA („field plate non-overlapping region“) auf, die die Feldplattenelektrode 36 nicht überlappt und unmittelbar oberhalb der drain-seitigen Erweiterung 44 angeordnet ist.

[0042] In dem Beispiel von **Fig. 2** (**Fig. 1**) überlappt die Feldplattenelektrode 36 das Ende 44A (einen das Ende 44A aufweisenden Teil) der drain-seitigen Erweiterung 44. Somit weist die Passivierungsschicht 26 zusätzlich zu der Feldplatten-Nichtüberlappungs-Region 26RA eine Feldplatten-Überlappungs-Region 26RB („field plate overlapping region“), welche die Feldplattenelektrode 36 überlappt und unmittelbar oberhalb der drain-seitigen Erweiterung 44 angeordnet ist, auf. Das heißt, die Passivierungsschicht 26 weist die Feldplatten-Nichtüberlappungs-Region 26RA (im Folgenden kurz als „nicht-überlappende Region 26RA“ bezeichnet) und die Feldplatten-Überlappungs-Region 26RB (im Folgenden kurz als „überlappende Region 26RB“ bezeichnet) auf, die unmittelbar oberhalb der drain-seitigen Erweiterung 44 angeordnet sind. Die nicht-überlappende Region 26RA weist eine größere Fläche auf als die überlappende Region 26RB.

[0043] In der Erstreckungsrichtung X der drain-seitigen Erweiterung 44 kann beispielsweise die nicht-überlappende Region 26RA eine Länge L1 aufweisen, und die überlappende Region 26RB kann eine Länge L2 aufweisen. Die Länge L2 ist kleiner als die Länge L1. Des Weiteren entspricht die Summe aus Länge L1 und Länge L2 der Länge L3 der drain-seitigen Erweiterung 44 in der X-Richtung. Die nicht-überlappende Region 26RA kann sowohl den geneigten Abschnitt als auch den flachen Abschnitt der drain-seitigen Erweiterung 44 aufweisen. Alternativ kann die nicht-überlappende Region 26RA nur den geneigten Abschnitt oder nur den flachen Abschnitt aufweisen. Auf die gleiche Weise kann die überlappende Region 26RB sowohl den geneigten

ten Abschnitt als auch den flachen Abschnitt der drain-seitigen Erweiterung 44 aufweisen. Alternativ kann die überlappende Region 26RB nur den geneigten Abschnitt oder den flachen Abschnitt aufweisen.

[0044] Obwohl ein Teil der Source-Elektrode 32 (siehe **Fig. 1**) auf der Passivierungsschicht 26 angeordnet sein kann, sind sowohl die Feldplattenelektrode 36 als auch die Source-Elektrode 32 nicht auf der nicht-überlappenden Region 26RA der Passivierungsschicht 26 angeordnet. Somit ist die Source-Elektrode 32 auf der Passivierungsschicht 26 außerhalb der nicht-überlappenden Region 26RA angeordnet.

Längsbeziehung zwischen der drain-seitigen Erweiterung der Gate-Schicht und der Feldplattenelektrode

[0045] Die Längsbeziehung („longitudinal relationship“) zwischen der drain-seitigen Erweiterung 44 der Gate-Schicht 22 und der Feldplattenelektrode 36 wird nun unter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschrieben.

[0046] Im Beispiel von **Fig. 2** (**Fig. 1**) weist die Feldplattenelektrode 36 einen ersten Teil 36RA, der die drain-seitige Erweiterung 44 in Draufsicht nicht überlappt, und einen zweiten Teil 36RB, der die drain-seitige Erweiterung 44 in Draufsicht überlappt, auf. In der Erstreckungsrichtung X der drain-seitigen Erweiterung 44 weist der erste Teil 36RA eine Länge L4 und der zweite Teil 36RB eine Länge L2 auf. Die Länge L2 der überlappenden Region 26RB der Passivierungsschicht 26 entspricht der Länge L2 des zweiten Teils 36RB der Feldplattenelektrode 36, der die drain-seitige Erweiterung 44 überlappt. Die Länge L4 ist größer als die Länge L2, und die Summe aus Länge L4 und Länge L2 entspricht der Länge L5 der Feldplattenelektrode 36 in der Erstreckungsrichtung X.

[0047] Wie vorstehend beschrieben, ist die Länge L5 der Feldplattenelektrode 36 größer als die Länge L3 der drain-seitigen Erweiterung 44. Des Weiteren ist, wie vorstehend beschrieben, die Länge L5 der Feldplattenelektrode 36 beispielsweise 0,5 μm oder größer und 2 μm oder kleiner, und die Länge L3 der drain-seitigen Erweiterung 44 ist beispielsweise 0,2 μm oder größer und 0,6 μm oder kleiner. Beispielsweise kann die Länge L5 der Feldplattenelektrode 36 das 1,5-fache oder mehr der Länge L3 der drain-seitigen Erweiterung 44 betragen. Des Weiteren kann die Länge L4 des ersten Teils 36RA der Feldplattenelektrode 36, der die drain-seitige Erweiterung 44 nicht überlappt, zum Beispiel 0,4 μm oder größer und 2 μm oder kleiner sein. Beispielsweise kann die Länge L4 des ersten Teils 36RA der Feldplattenelektrode

rode 36 größer als oder gleich der Länge L3 der drain-seitigen Erweiterung 44 sein.

Position der Feldplattenelektrode zwischen Gate-Schicht und Drain-Elektrode

[0048] Die Position der Feldplattenelektrode 36 zwischen der Gate-Schicht 22 und der Drain-Elektrode 34 wird nun unter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschrieben.

[0049] Wie in **Fig. 2** gezeigt, ist die Feldplattenelektrode 36 zwischen der Gate-Schicht 22 und der Drain-Elektrode 34 näher an der Gate-Schicht 22 angeordnet. Beispielsweise ist das zweite Elektrodenende 36B der Feldplattenelektrode 36 näher an dem zweiten Stegende 40B angeordnet als eine Mittenposition MP zwischen dem zweiten Stegende 40B des Steges 40 und einem Öffnungsende 26BE der zweiten Öffnung 26B, welche näher an der Feldplattenelektrode 36 angeordnet ist.

[0050] Beispielsweise kann in dem Nitrid-Halbleiterbauteil 10 an die Drain-Elektrode 34 kurzzeitig eine Hochspannung (z. B. von etwa 150 V) wie ein Spannungsstoß („surge“) angelegt werden. Wenn in diesem Zustand die Feldplattenelektrode 36 in der Nähe der Drain-Elektrode 34 angeordnet ist, kann die Hochspannung auch an die Passivierungsschicht 26 und die Elektronenzuführschicht 18 angelegt werden, die unmittelbar unterhalb der Feldplattenelektrode 36 angeordnet sind. Dies kann einen Isolationsdurchbruch der Passivierungsschicht 26 und der Elektronenzuführschicht 18 verursachen. In dieser Hinsicht ist das zweite Elektrodenende 36B der Feldplattenelektrode 36 näher an der Gate-Schicht 22 (zweites Stegende 40B) angeordnet als die Mittenposition MP, so dass die Feldplattenelektrode 36 weiter von der Drain-Elektrode 34 getrennt bzw. beabstandet („separated“) ist.

Layout des Nitrid-Halbleiterbauteils

[0051] **Fig. 3** ist eine schematische Draufsicht, die ein beispielhaftes Formationsmuster 100 („formation pattern“) des in **Fig. 1** dargestellten Nitrid-Halbleiterbauteils 10 entlang der Linie F3-F3 in **Fig. 1** zeigt. Um das Verständnis zu erleichtern, sind Schraffurlinien, die Querschnitte angeben, in der Zeichnung nicht gezeigt. Die Gate-Elektrode 24 ist in **Fig. 3** nicht gezeigt.

[0052] Wie in **Fig. 3** gezeigt, weist das Formationsmuster 100 alternierend angeordnete aktive Regionen 102, die zum Transistorbetrieb beitragen, und nicht aktive Regionen 104, die nicht zum Transistorbetrieb beitragen, auf. Das Nitrid-Halbleiterbauteil 10 ist als HEMT eingerichtet und weist die Source-Elektrode 32, die Gate-Schicht 22, an bzw. auf der die Gate-Elektrode 24 (in **Fig. 3** nicht gezeigt) angeord-

net ist, die Feldplattenelektrode 36 und die Drain-Elektrode 34 auf, die in einer Richtung in der aktiven Region 102 benachbart zueinander angeordnet sind. Der HEMT wird aktiviert, wenn eine vorbestimmte Spannung an die Gate-Elektrode 24 angelegt wird und Strom zwischen der Source und dem Drain in den aktiven Regionen 102 fließt.

[0053] In dem Beispiel von **Fig. 3** sind in jeder der aktiven Regionen 102 mehrere (in **Fig. 3** vier) Nitrid-Halbleiterbauteile 10 kontinuierlich in der X-Richtung ausgebildet. Jedes in **Fig. 3** dargestellte Nitrid-Halbleiterbauteil 10 entspricht dem in **Fig. 1** gezeigten Nitrid-Halbleiterbauteil 10. Somit zeigt **Fig. 1** eines der Nitrid-Halbleiterbauteile 10, die in den aktiven Regionen 102 ausgebildet sind.

[0054] Wie in **Fig. 3** gezeigt, weist die Passivierungsschicht 26 die nicht-überlappende Region 26RA auf, die die Feldplattenelektrode 36 unmittelbar oberhalb der drain-seitigen Erweiterung 44 nicht überlappt. Die nicht-überlappende Region 26RA ist im Wesentlichen die gesamte Region der Passivierungsschicht 26, die unmittelbar oberhalb der drain-seitigen Erweiterung 44 angeordnet ist. In den aktiven Regionen 102 überlappt die Feldplattenelektrode 36 das Ende 44A der drain-seitigen Erweiterung 44 (den Teil, der das Ende 44A aufweist), ist aber in Draufsicht von der Source-Elektrode 32 getrennt.

[0055] Die Feldplattenelektrode 36 ist in einer Richtung entlang der Gate-Schicht 22 (Y-Richtung) länglich bzw. langgestreckt („elongated“) ausgebildet. In dem Beispiel von **Fig. 3** kann die Feldplattenelektrode 36 lang genug sein, um die entsprechende aktive Region 102 in der Richtung entlang der Gate-Schicht 22 zu durchqueren. Des Weiteren kann die Feldplattenelektrode 36 in der Richtung entlang der Gate-Schicht 22 länger sein als die Source-Elektrode 32 (und die Drain-Elektrode 34).

Verbindungsstruktur von Source-Elektrode und Feldplattenelektrode

[0056] Eine Verbindungsstruktur der Source-Elektrode 32 und der Feldplattenelektrode 36 wird nun unter Bezugnahme auf die **Fig. 4** und **5** beschrieben.

[0057] **Fig. 4** ist eine Draufsicht, die einen Teil von **Fig. 3** vergrößert und die elektrische Verbindungsstruktur der Source-Elektrode 32 und der Feldplattenelektrode 36 zeigt. **Fig. 5** ist eine vergrößerte Querschnittsansicht entlang der Linie F5-F5 in **Fig. 4** und zeigt einen Teil des Nitrid-Halbleiterbauteils 10. **Fig. 5** zeigt eines der Nitrid-Halbleiterbauteile 10.

[0058] Wie in den **Fig. 4** und **5** gezeigt, weist das Nitrid-Halbleiterbauteil 10 eine Zwischenschicht-Isolierschicht 52 (in **Fig. 4** nicht gezeigt), erste Durchkontaktierungen 54, zweite Durchkontaktierungen

56 und Source-Verdrahtungsleitungen 58 auf. Jede der ersten Durchkontaktierungen 54 und der zweiten Durchkontaktierungen 56 ist ein Leiter („conductor“) oder eine Verdrahtung („wiring“). Die Zwischenschicht-Isolierschicht 52 bedeckt die Source-Elektrode 32, die Drain-Elektrode 34, die Feldplattelektrode 36 und die Passivierungsschicht 26.

[0059] Die ersten Durchkontaktierungen 54 erstrecken sich durch die Zwischenschicht-Isolierschicht 52 und sind mit der Source-Elektrode 32 verbunden. Die zweiten Durchkontaktierungen 56 erstrecken sich durch die Zwischenschicht-Isolierschicht 52 und sind mit der Feldplattelektrode 36 verbunden. Die Source-Verdrahtungsleitungen 58 sind auf der Zwischenschicht-Isolierschicht 52 ausgebildet und mit den ersten Durchkontaktierungen 54 und den zweiten Durchkontaktierungen 56 verbunden. Somit ist die Feldplattelektrode 36 über die zweiten Durchkontaktierungen 56, die Source-Verdrahtungsleitungen 58 und die ersten Durchkontaktierungen 54 elektrisch mit der Source-Elektrode 32 verbunden.

[0060] Obwohl nicht im Querschnitt dargestellt, weist das Nitrid-Halbleiterbauteil 10, wie in **Fig. 4** gezeigt, des Weiteren dritte Durchkontaktierungen 62, die sich durch die Zwischenschicht-Isolierschicht 52 erstrecken und mit der Drain-Elektrode 34 verbunden sind, und Drain-Verdrahtungsleitungen 64, die auf der Zwischenschicht-Isolierschicht 52 ausgebildet und mit den dritten Durchkontaktierungen 62 verbunden sind, auf. Somit wird die Drain-Spannung über die Drain-Verdrahtungsleitungen 64 und die dritten Vias 62 an die Drain-Elektrode 34 angelegt.

Betrieb des Nitrid-Halbleiterbauteils

[0061] Es wird nun der Betrieb des Nitrid-Halbleiterbauteils 10 beschrieben.

[0062] Das Nitrid-Halbleiterbauteil 10 weist die Gate-Schicht 22 auf, die als Nitrid-Halbleiterschicht (z. B. p-Typ-GaN-Schicht) dient und Akzeptor-Verunreinigungen enthält. Die Gate-Schicht 22 weist den Steg 40, die source-seitige Erweiterung 42 und die drain-seitige Erweiterung 44 auf. Die source-seitige Erweiterung 42 und die drain-seitige Erweiterung 44 erstrecken sich von dem Steg 40 aus in entgegengesetzte Richtungen. Die source-seitige Erweiterung 42 und die drain-seitige Erweiterung 44 zerstreuen („disperse“) die Linien elektrischer Kraft bzw. die elektrischen Kraftlinien („lines of electric force“), die sich am unteren Ende des Steges 40 konzentrieren, wenn eine Gate-Positiv-Vorspannung („gate positive bias“) an die Erweiterungen 42 und 44 angelegt wird, so dass das Potenzial an der Gate-Schicht 22 in der X-Richtung einheitlich wird. Infolgedessen wird die Intensität des elektrischen Feldes am Ende der Gate-Elektrode 24 verringert. Dies verringert den Gate-Leckstrom beim Anlegen einer hohen Gate-

Spannung und ermöglicht eine Erhöhung der Gate-Durchschlagsspannung.

[0063] Des Weiteren weist das Nitrid-Halbleiterbauteil 10 die Feldplattelektrode 36 auf, die auf der Passivierungsschicht 26 zwischen der Gate-Schicht 22 (Gate-Elektrode 24) und der Drain-Elektrode 34 angeordnet ist. Wenn eine hohe Spannung an die Drain-Elektrode 34 angelegt wird, wirkt die Feldplattelektrode 36 so, dass sie die Sperrschicht („depletion layer“) von der Feldplattelektrode 36 hin zu einem 2DEG 20, das unmittelbar unterhalb der Feldplattelektrode 36 angeordnet ist, expandiert und eine Konzentration des elektrischen Feldes, die in der Drain-Source-Region auftritt, abmildert.

[0064] Beispielsweise neigt das elektrische Feld in der Nähe bzw. Umgebung des Endes der Gate-Elektrode 24, das näher an der Drain-Elektrode 34 angeordnet ist (z. B. zweites Stegende 40B, Ende 44A der drain-seitigen Erweiterung 44, etc.), dazu, sich zu konzentrieren, wenn eine hohe Spannung an die Drain-Elektrode 34 angelegt wird. Die Expansion der Sperrschicht unmittelbar unterhalb der Feldplattelektrode 36 mildert eine Konzentration des elektrischen Feldes an einer solchen Stelle wirksam ab. Dies verhindert einen Isolationsdurchbruch der Elektronenzuführschicht 18 und der Passivierungsschicht 26, der durch eine solche lokale Konzentration des elektrischen Feldes verursacht würde, und erhöht die Durchschlagsspannung zwischen Drain und Source.

[0065] Das Nitrid-Halbleiterbauteil 10, das die Feldplattelektrode 36 aufweist, weist eine parasitäre Kapazität auf, die sich zwischen der Feldplattelektrode 36 und dem 2DEG 20 durch die Elektronenzuführschicht 18 (und einen Teil der drain-seitigen Erweiterung 44) und die Passivierungsschicht 26 bildet. Die parasitäre Kapazität nimmt entsprechend bzw. in Übereinstimmung mit der Fläche der Feldplattelektrode 36, die in der Drain-Source-Region angeordnet ist, zu.

[0066] In dieser Hinsicht überlappt die Feldplattelektrode 36 einen Teil der drain-seitigen Erweiterung 44 der Gate-Schicht 22 in Draufsicht, überlappt aber nicht die gesamte drain-seitige Erweiterung 44. Dementsprechend weist die Passivierungsschicht 26 die Feldplatten-Nichtüberlappungs-Region 26RA auf, die unmittelbar oberhalb der drain-seitigen Erweiterung 44 angeordnet ist und die Feldplattelektrode 36 nicht überlappt (d. h. dort angeordnet ist, wo die Feldplattelektrode 36 nicht angeordnet ist). Diese Struktur vergrößert die Fläche der nicht-überlappenden Region 26RA (d. h., sie verringert die Fläche der überlappenden Region 26RB) und reduziert die parasitäre Kapazität zwischen Drain und Source.

[0067] Das Nitrid-Halbleiterbauteil 10 der ersten Ausführungsform weist die nachstehend beschriebenen Vorteile auf.

[0068] (1-1) Die Gate-Schicht 22 weist den Steg 40, die source-seitige Erweiterung 42 und die drain-seitige Erweiterung 44 auf. Die source-seitige Erweiterung 42 und die drain-seitige Erweiterung 44 reduzieren die Intensität des elektrischen Feldes an dem Ende der Gate-Elektrode 24 während des Anlegens einer hohen Gate-Spannung. Auf diese Weise kann die Gate-Durchschlagspannung erhöht werden.

[0069] (1-2) Die Feldplattenelektrode 36 ist auf der Passivierungsschicht 26 zwischen der Gate-Schicht 22 und der Drain-Elektrode 34 angeordnet. Wenn an die Drain-Elektrode 34 eine hohe Spannung angelegt wird, wirkt die Feldplattenelektrode 36 so, dass sie die Sperrschicht von der Feldplattenelektrode 36 hin zu dem 2DEG 20, das unmittelbar unterhalb der Feldplattenelektrode 36 angeordnet ist, expandiert und eine Konzentration des elektrischen Feldes, die in der Drain-Source-Region auftritt, abmildert. Dies verhindert einen Isolationsdurchbruch der Elektronenzuführschicht 18 und der Passivierungsschicht 26, der durch eine solche lokale Konzentration des elektrischen Feldes verursacht werden würde, und erhöht die Durchschlagspannung zwischen Drain und Source.

[0070] (1-3) Die Passivierungsschicht 26 weist die Feldplatten-Nichtüberlappungs-Region 26RA auf, die die Feldplattenelektrode 36 nicht überlappt und unmittelbar oberhalb der drain-seitigen Erweiterung 44 angeordnet ist. Bei dieser Struktur ist die Feldplattenelektrode 36 nicht auf der nicht-überlappenden Region 26RA angeordnet. Somit wird in der nicht-überlappenden Region 26RA keine parasitäre Kapazität gebildet. Dadurch wird die parasitäre Kapazität zwischen Drain und Source reduziert. Des Weiteren vergrößert diese Struktur die Fläche der nicht-überlappenden Region 26RA (d. h. sie verringert die Fläche der überlappenden Region 26RB) und reduziert des Weiteren die parasitäre Kapazität zwischen Drain und Source.

[0071] (1-4) Durch die gestufte Struktur der Gate-Schicht 22 (Steg 40 und Erweiterungen 42, 44) und die Feldplattenelektrode, welche die gesamte Gate-Schicht 22 (d.h. den gesamten Steg 50 und alle Erweiterungen 42, 44) bedeckt, erhöhen sich die Gate-Durchschlagspannung und die Durchschlagspannung zwischen Drain und Source. In diesem Fall erhöht die Anordnung der Feldplattenelektrode jedoch die parasitäre Kapazität zwischen Drain und Source. Dies kann den Hochgeschwindigkeits- und Hochfrequenzbetrieb des HEMTs einschränken. In dieser Hinsicht weist die Passivierungsschicht 26 die Feldplatten-Nichtüberlappungs-Region 26RA auf, die die Feldplattenelektrode 36 nicht überlappt und

unmittelbar oberhalb der drain-seitigen Erweiterung 44 angeordnet ist. Das Nitrid-Halbleiterbauteil 10 weist somit eine HEMT-Struktur auf, die die Durchschlagspannung zwischen Drain und Source erhöht und die parasitäre Kapazität zwischen Drain und Source reduziert, während sie die Gate-Spannung erhöht.

[0072] (1-5) Die Feldplattenelektrode 36 überlappt in Draufsicht das Ende 44A der drain-seitigen Erweiterung 44 (überlappt aber nicht die gesamte drain-seitige Erweiterung 44). Bei dieser Struktur ist die Feldplattenelektrode 36 unmittelbar oberhalb des Endes 44A der drain-seitigen Erweiterung 44 angeordnet. Somit wird ein elektrisches Feld, das sich an dem Ende 44A der drain-seitigen Erweiterung 44 konzentriert, durch die Feldplattenelektrode 36 abgeschwächt bzw. abgemildert. Auf diese Weise wird eine Konzentration des elektrischen Feldes an dem Ende 44A der drain-seitigen Erweiterung 44 abgeschwächt bzw. abgemildert, während die parasitäre Kapazität zwischen Drain und Source reduziert wird.

[0073] (1-6) Die Feldplattenelektrode 36 ist von der Source-Elektrode 32 in den aktiven Regionen 102 getrennt. Des Weiteren weist die Source-Elektrode 32 eine Region auf, die auf der Passivierungsschicht 26 an einer Position angeordnet ist, die in Draufsicht die drain-seitige Erweiterung 44 der Gate-Schicht 22 nicht überlappt. In dem Beispiel von **Fig. 1** weist die Source-Elektrode 32 eine Region auf, die auf der Passivierungsschicht 26 an einer Position angeordnet ist, die die drain-seitige Erweiterung 44 nicht überlappt und auch den Steg 40 und die source-seitige Erweiterung 42 nicht überlappt. Folglich ist in **Fig. 1** nur ein Teil der Feldplattenelektrode 36 auf der Passivierungsschicht 26 unmittelbar oberhalb der drain-seitigen Erweiterung 44 angeordnet. Diese Struktur reduziert wirksam die parasitäre Kapazität zwischen Drain und Source.

[0074] (1-7) Die Feldplattenelektrode 36 weist das der Drain-Elektrode 34 zugewandte Elektrodenende 36B auf. Das Elektrodenende 36B ist näher an dem zweiten Stegende 40B angeordnet als die Mittenposition MP zwischen dem zweiten Stegende 40B und dem Öffnungsende 26BE der zweiten Öffnung 26B, das näher an der Feldplattenelektrode 36 angeordnet ist. Somit ist die Feldplattenelektrode 36 weiter von der Drain-Elektrode 34 entfernt. Folglich wird, wenn eine hohe Spannung wie ein Spannungsstoß an die Drain-Elektrode 34 angelegt wird, die Konzentration des elektrischen Feldes an der Passivierungsschicht 26 und der Elektronenzuführschicht 18, die unmittelbar unterhalb der Feldplattenelektrode 36 angeordnet sind, abgeschwächt bzw. abgemildert. Dadurch wird ein Isolationsdurchbruch in der Passivierungsschicht 26 und der Elektronenzuführschicht 18 vermieden.

[0075] (1-8) Die Feldplattenelektrode 36 kann eine Länge L5 aufweisen, die in der Erstreckungsrichtung X der drain-seitigen Erweiterung 44 größer ist als eine Länge L3 der drain-seitigen Erweiterung 44. Diese Struktur erhöht die Gate-Durchschlagspannung und reduziert die parasitäre Kapazität zwischen Drain und Gate, während sie die Durchschlagspannung zwischen Drain und Source mit der Feldplattenelektrode 36, die eine größere Fläche aufweist, erhöht.

[0076] (1-9) Die Feldplattenelektrode 36 weist den ersten Teil 36RA auf, der die drain-seitige Erweiterung 44 in Draufsicht nicht überlappt. Der erste Teil 36RA kann eine Länge L4 aufweisen, die in der Erstreckungsrichtung X der drain-seitigen Erweiterung 44 größer als oder gleich einer Länge L3 der drain-seitigen Erweiterung 44 ist. Diese Struktur reduziert wirksam die parasitäre Kapazität zwischen Drain und Gate und erhöht gleichzeitig die Durchschlagspannung zwischen Drain und Source.

[0077] (1-10) Die Feldplattenelektrode 36 kann aus dem gleichen Material wie die Source-Elektrode 32 und die Drain-Elektrode 34 ausgebildet sein. Diese Struktur ist insofern vorteilhaft, als die Source-Elektrode 32, die Drain-Elektrode 34 und die Feldplattenelektrode 36 alle im selben Schritt hergestellt werden können.

[0078] (1-11) Die Feldplattenelektrode 36 kann in der Richtung entlang der Gate-Schicht 22 eine größere Länge aufweisen als die Source-Elektrode 32. Diese Struktur ermöglicht es, die Durchschlagspannung zwischen Drain und Source mit der Feldplattenelektrode 36, welche eine größere Fläche aufweist, zu erhöhen.

Zweite Ausführungsform

[0079] **Fig. 6** ist eine schematische Querschnittsansicht eines beispielhaften Nitrid-Halbleiterbauteils 10A gemäß einer zweiten Ausführungsform. In **Fig. 6** sind jene Elemente, die gleich sind wie die entsprechenden Elemente in dem Nitrid-Halbleiterbauteil 10 der ersten Ausführungsform, mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Elemente, die gleich sind wie die entsprechenden Elemente in der ersten Ausführungsform, werden nicht im Detail beschrieben. Die Beschreibung konzentriert sich auf die Unterschiede zur ersten Ausführungsform.

[0080] Wie in **Fig. 6** gezeigt, unterscheidet sich das Nitrid-Halbleiterbauteil 10A gemäß der zweiten Ausführungsform von dem Nitrid-Halbleiterbauteil 10 gemäß der ersten Ausführungsform dadurch, dass die Feldplattenelektrode 36 (siehe **Fig. 1**) der ersten Ausführungsform durch eine Feldplattenelektrode 361 ersetzt ist. Im Übrigen ist die Struktur die gleiche wie bei der ersten Ausführungsform.

[0081] Die Feldplattenelektrode 361 ist auf der Passivierungsschicht 26 an einer Position angeordnet, die in Draufsicht die drain-seitige Erweiterung 44 der Gate-Schicht 22 nicht überlappt. Somit weist die Feldplattenelektrode 361 in der zweiten Ausführungsform einen ersten Teil 361RA auf, der durch die gesamte Feldplattenelektrode 361 definiert ist. Der erste Teil 361RA überlappt in Draufsicht nicht die drain-seitige Erweiterung 44. Somit ist in der zweiten Ausführungsform die Gesamtheit der Region der Passivierungsschicht 26, die unmittelbar oberhalb der drain-seitigen Erweiterung 44 liegt, in der Feldplatten-Nichtüberlappungs-Region 26RA der Passivierungsschicht 26 enthalten. Mit Ausnahme des Punktes, dass die Feldplattenelektrode 361 die drain-seitige Erweiterung 44 nicht überlappt, kann die zweite Ausführungsform die gleichen strukturellen Eigenschaften aufweisen wie die erste Ausführungsform.

[0082] Zusätzlich zu den Vorteilen (1-1) bis (1-4) und (1-6) bis (1-11) der ersten Ausführungsform weist das Nitrid-Halbleiterbauteil 10A gemäß der zweiten Ausführungsform den nachstehend beschriebenen Vorteil auf.

[0083] (2-1) Die Feldplattenelektrode 361 überlappt in Draufsicht nicht die drain-seitige Erweiterung 44. Somit ist die Gesamtheit der Region der Passivierungsschicht 26, die unmittelbar oberhalb der drain-seitigen Erweiterung 44 angeordnet ist, in der Feldplatten-Nichtüberlappungs-Region 26RA der Passivierungsschicht 26 enthalten. Bei dieser Struktur weist die Region der drain-seitigen Erweiterung 44 keine parasitäre Kapazität auf, die durch die Feldplattenelektrode 361 verursacht werden würde. Dies minimiert die parasitäre Kapazität zwischen Drain und Source.

Dritte Ausführungsform

[0084] **Fig. 7** ist eine schematische Querschnittsansicht eines beispielhaften Nitrid-Halbleiterbauteils 10B gemäß einer dritten Ausführungsform. In **Fig. 6** sind jene Elemente, die gleich sind wie die entsprechenden Elemente in dem Nitrid-Halbleiterbauteil 10 der ersten Ausführungsform, mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Elemente, die gleich sind wie die entsprechenden Elemente in der ersten Ausführungsform, werden nicht im Detail beschrieben. Die Beschreibung konzentriert sich auf die Unterschiede zur ersten Ausführungsform.

[0085] Wie in **Fig. 7** gezeigt, unterscheidet sich das Nitrid-Halbleiterbauteil 10B gemäß der dritten Ausführungsform von dem Nitrid-Halbleiterbauteil 10 gemäß der ersten Ausführungsform dadurch, dass die Source-Elektrode 32 (siehe **Fig. 1**) der ersten Ausführungsform durch eine Source-Elektrode 321

ersetzt ist. Im Übrigen ist die Struktur die gleiche wie bei der ersten Ausführungsform.

[0086] Die Source-Elektrode 321 erstreckt sich auf der Passivierungsschicht 26 von der ersten Öffnung 26A der Passivierungsschicht 26 zu einer Position der Passivierungsschicht 26, die in Draufsicht die source-seitige Erweiterung 42 der Gate-Schicht 22 überlappt. In dem Beispiel von **Fig. 7** weist die Source-Elektrode 321 ein Ende 321A auf, das in Draufsicht auf dem flachen Teil der source-seitigen Erweiterung 42 angeordnet ist, obwohl das Ende 321A auf dem geneigten Teil der source-seitigen Erweiterung 42 angeordnet sein kann. Mit anderen Worten, die Source-Elektrode 321 kann einen Teil oder die gesamte source-seitige Erweiterung 42 bedecken. In jedem Fall bedeckt die Source-Elektrode 321 nicht den Steg 40 der Gate-Schicht 22. Mit Ausnahme des Punktes, dass die Source-Elektrode 321 die source-seitige Erweiterung 42 überlappt, kann die dritte Ausführungsform die gleichen strukturellen Eigenschaften aufweisen wie die erste Ausführungsform.

[0087] Zusätzlich zu den Vorteilen (1-1) bis (1-5) und (1-7) bis (1-11) der ersten Ausführungsform weist das Nitrid-Halbleiterbauteil 10B gemäß der dritten Ausführungsform den nachstehend beschriebenen Vorteil auf.

[0088] (3-1) Die Source-Elektrode 321 überlappt in Draufsicht die source-seitige Erweiterung 42. Wenn die Source-Elektrode 321 die source-seitige Erweiterung 42 nicht überlappt, verringert sich die Gate-Source-Parasitärkapazität („gate-source parasitic capacitance“), die zwischen der Source-Elektrode 321 und dem 2DEG 20 gebildet wird. Eine Verringerung der Gate-Source-Parasitärkapazität kann eine Selbsteinschaltung („self turnon“) verursachen. Selbsteinschaltung ist ein Phänomen, das den HEMT einschaltet und auftritt, wenn ein Spannungstoß („surge of voltage“) an den HEMT in einem ausgeschalteten Zustand angelegt wird, wodurch die Gate-Spannung, welche dem Verhältnis der Gate-Drain-Parasitärkapazität C_{gd} zur Gate-Source-Parasitärkapazität C_{gs} , ausgedrückt als C_{gd}/C_{gs} , entspricht, die an die Gate-Source-Parasitärkapazität C_{gs} angelegt wird, die Schwellenspannung überschreitet. Das Verhältnis C_{gd}/C_{gs} nimmt mit abnehmender Gate-Source-Parasitenkapazität C_{gs} zu.

[0089] In dieser Hinsicht überlappt in der dritten Ausführungsform die Source-Elektrode 321 die source-seitige Erweiterung 42. Dadurch wird eine Verringerung der Gate-Source-Parasitärkapazität C_{gs} vermieden und die Selbsteinschaltung kann verhindert werden. Des Weiteren weist die Passivierungsschicht 26 in der dritten Ausführungsform in gleicher Weise wie in der ersten Ausführungsform die nicht-überlappende Region 26RA auf, die die

Feldplatten-Elektrode 36 nicht überlappt und unmittelbar oberhalb der drain-seitigen Erweiterung 44 angeordnet ist. Dadurch wird die Gate-Drain-Parasitärkapazität C_{gd} reduziert (im Vergleich zu einer Struktur ohne die nicht-überlappende Region 26RA). Dies begrenzt wirksam eine Zunahme des Verhältnisses C_{gd}/C_{gs} und ermöglicht die Vermeidung von Selbsteinschaltung.

Vierte Ausführungsform

[0090] **Fig. 8** ist eine schematische Querschnittsansicht eines beispielhaften Nitrid-Halbleiterbauteils 10C gemäß einer vierten Ausführungsform. In **Fig. 6** sind jene Elemente, die gleich sind wie die entsprechenden Elemente in dem Nitrid-Halbleiterbauteil 10 der ersten Ausführungsform, mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Elemente, die gleich sind wie die entsprechenden Elemente in der ersten Ausführungsform, werden nicht im Detail beschrieben. Die Beschreibung konzentriert sich auf die Unterschiede zur ersten Ausführungsform.

[0091] Wie in **Fig. 8** gezeigt, unterscheidet sich das Nitrid-Halbleiterbauteil 10C gemäß der vierten Ausführungsform von dem Nitrid-Halbleiterbauteil 10 gemäß der ersten Ausführungsform dadurch, dass die Source-Elektrode 32 (siehe **Fig. 1**) durch eine Source-Elektrode 322 ersetzt ist. Im Übrigen ist die Struktur die gleiche wie bei der ersten Ausführungsform.

[0092] Die Source-Elektrode 322 erstreckt sich auf der Passivierungsschicht 26 von der ersten Öffnung 26A der Passivierungsschicht 26 zu einer Position der Passivierungsschicht 26, die die Gate-Elektrode 24 in Draufsicht überlappt. In dem Beispiel von **Fig. 8** bedeckt die Source-Elektrode 322 die gesamte Gate-Elektrode 24, und die Source-Elektrode 322 weist ein auf dem Steg 40 angeordnetes Ende 322A auf. Die Source-Elektrode 322 kann jedoch einen Teil der Gate-Elektrode 24 bedecken. Mit Ausnahme der Tatsache, dass die Source-Elektrode 322 die Gate-Elektrode 24 bedeckt, kann die vierte Ausführungsform die gleichen strukturellen Eigenschaften aufweisen wie die erste Ausführungsform.

[0093] Zusätzlich zu den Vorteilen (1-1) bis (1-5) und (1-7) bis (1-11) der ersten Ausführungsform und dem Vorteil (3-1) der dritten Ausführungsform weist das Nitrid-Halbleiterbauteil 10C gemäß der vierten Ausführungsform den nachstehend beschriebenen Vorteil auf.

[0094] (4-1) Die Source-Elektrode 322 überlappt die Gate-Elektrode 24 in Draufsicht. Somit wird die Gate-Source-Parasitärkapazität C_{gs} stärker reduziert als bei Verwendung der Source-Elektrode 321 der dritten Ausführungsform, wodurch ein Selbsteinschalten vermieden werden kann. Des Weiteren wird dadurch

eine Zunahme des Verhältnisses C_{gd}/C_{gs} wirksam begrenzt, so dass eine Selbsteinschaltung vermieden werden kann.

Modifizierte Beispiele

[0095] Die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen können wie nachstehend beschrieben modifiziert sein. Die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen und die nachstehend beschriebenen modifizierten Beispiele können miteinander kombiniert werden, solange kein technischer Widerspruch besteht.

[0096] In der ersten Ausführungsform kann die Verbindungsstruktur der Source-Elektrode 32 und der Feldplattelektrode 36 (siehe **Fig. 4** und **5**) wie in **Fig. 9** gezeigt modifiziert werden. **Fig. 9** ist eine schematische Draufsicht, die ein Beispiel für eine andere Verbindungsstruktur zeigt. Zusätzlich zu der ersten Ausführungsform kann das nachstehend beschriebene modifizierte Beispiel von **Fig. 9** auch auf die zweite bis vierte Ausführungsform angewendet werden.

[0097] Wie in **Fig. 9** gezeigt, weist das Nitrid-Halbleiterbauteil 10 eine loopförmige bzw. schlaufenförmige („looped“) Elektrode 110 auf, und die loopförmige Elektrode 110 weist eine Feldplattelektrode 112, eine Source-Elektrode 114 und zwei Verbindungsverdrahtungsleitungen 116 und 118 auf. Die Feldplattelektrode 112 entspricht der Feldplattelektrode 36 der ersten Ausführungsform, und die Source-Elektrode 114 entspricht der Source-Elektrode 32 der ersten Ausführungsform. Die Source-Elektrode 114 und die Feldplattelektrode 112 weisen in der Y-Richtung die gleiche Länge auf.

[0098] Die zwei Verbindungsverdrahtungsleitungen 116 und 118 sind in der gleichen Schicht wie die Feldplattelektrode 112 und die Source-Elektrode 114 ausgebildet und verbinden die Feldplattelektrode 112 und die Source-Elektrode 114 loopartig bzw. schlaufenartig. Die Feldplattelektrode 112 und die Source-Elektrode 114 sind innerhalb der entsprechenden aktiven Region 102 angeordnet. Die Verbindungsverdrahtungsleitungen 116 und 118 sind innerhalb der entsprechenden nicht-aktiven Region 104 angeordnet. Die loopförmige Elektrode 110 verbindet die Feldplattelektrode 112 und die Source-Elektrode 114 elektrisch miteinander über die Verbindungsverdrahtungsleitungen 116 und 118.

[0099] Die loopförmige Elektrode 110, wie sie in **Fig. 9** gezeigt ist, kann verwendet werden, wenn z.B. die Feldplattelektrode 112 eine geringe Breite (Länge in der X-Richtung) aufweist und dadurch die zweiten Durchkontaktierungen 56 (siehe **Fig. 4**) in der Feldplattelektrode 112 nur schwer ausgebildet werden können. In diesem Fall sind die Verbindungs-

verdrahtungsleitungen 116 und 118 in den nicht-aktiven Regionen 104 angeordnet. Dies reduziert den Einfluss der Verbindungsverdrahtungsleitungen 116 und 118 auf das Element-Layout und die Element-Aktionen in der aktiven Region 102. Bei Verwendung der Verbindungsstruktur von **Fig. 9** werden die Vorteile der vorstehenden Ausführungsformen ebenfalls erreicht.

[0100] In der ersten Ausführungsform kann die Verbindungsstruktur der Source-Elektrode 32 und der Feldplattelektrode 36 (siehe **Fig. 4** und **5**) wie in **Fig. 10** gezeigt modifiziert werden. **Fig. 10** ist eine schematische Draufsicht, die ein Beispiel für eine weitere Verbindungsstruktur zeigt. Zusätzlich zur ersten Ausführungsform kann das nachstehend beschriebene modifizierte Beispiel von **Fig. 10** auch auf die zweite bis vierte Ausführungsform angewendet werden.

[0101] Wie in **Fig. 10** gezeigt, weist das Nitrid-Halbleiterbauteil 10 eine Feldplattelektrode 362 auf. Die Feldplattelektrode 362 ist an einer Position angeordnet, die die drain-seitige Erweiterung 44 nicht überlappt, jedoch kann die Feldplattelektrode 362 an einer Position angeordnet sein, die einen Teil der drain-seitigen Erweiterung 44 überlappt. Die Feldplattelektrode 362 ist in der Richtung entlang der Gate-Schicht 22 länger als die Source-Elektrode 32.

[0102] In dem Beispiel von **Fig. 10** weist die Feldplattelektrode 362 einen Elektrodenhauptkörper 362A und einen Elektrodenverbindungsabschnitt 362B auf. Der Elektrodenhauptkörper 362A ist innerhalb der entsprechenden aktiven Region 102 angeordnet. Der Elektrodenverbindungsabschnitt 362B ist innerhalb der entsprechenden nicht-aktiven Region 104 angeordnet. Der Elektrodenverbindungsabschnitt 362B weist eine größere Breite (Länge in der X-Richtung) auf als der Elektrodenhauptkörper 362A. Eine sich durch die Zwischenschicht-Isolierschicht 52 (siehe **Fig. 5**) erstreckende Durchkontaktierung 364 ist mit dem Elektrodenverbindungsabschnitt 362B verbunden. Die Durchkontaktierung 364 ist ein Leiter oder eine Verdrahtung. Obwohl nicht im Detail gezeigt, ist der Elektrodenhauptkörper 362A der Feldplattelektrode 362 über den Elektrodenverbindungsabschnitt 362B, die Durchkontaktierung 364 und eine weitere Verdrahtung auf der Zwischenschicht-Isolierschicht 52 mit den Source-Verdrahtungsleitungen 58 verbunden.

[0103] Wenn beispielsweise der Elektrodenhauptkörper 362A der Feldplattelektrode 362 eine Breite (Länge in X-Richtung) aufweist und die zweiten Durchkontaktierungen 56 (siehe **Fig. 4**) in dem Elektrodenhauptkörper 362A schwer auszubilden sind, kann die Feldplattelektrode 362 aus **Fig. 10** mit dem breiten Elektrodenverbindungsabschnitt 362B

verwendet werden. In gleicher Weise wie in **Fig. 9** ist der Elektrodenverbindungsabschnitt 362B innerhalb der entsprechenden nicht-aktiven Region 104 angeordnet. Dies reduziert den Einfluss des Elektrodenverbindungsabschnitts 362B auf das Element-Layout und die Element-Aktionen in der aktiven Region 102. Bei Verwendung der Verbindungsstruktur von **Fig. 10** werden die Vorteile der vorstehenden Ausführungsformen ebenfalls erreicht.

[0104] In der Struktur von **Fig. 10** kann der Elektrodenverbindungsabschnitt 362B in seiner Breite und Form verändert werden, und die Durchkontaktierung 364 kann in ihrer Anzahl verändert werden.

[0105] In jeder der vorstehenden Ausführungsformen kann anstelle der Struktur, die die Feldplattenelektrode 36 mit der Source-Elektrode 32 verbindet, das Potenzial an der Feldplattenelektrode 36 durch eine beliebige Potenzial-Einstell-Schaltung („potential setting circuit“) auf ein Source-Potenzial eingestellt werden.

[0106] In jeder der vorstehenden Ausführungsformen kann die Feldplattenelektrode 36 aus einem Material ausgebildet bzw. hergestellt sein, das sich von jenem der Source-Elektrode 32 und der Drain-Elektrode 34 unterscheidet.

[0107] In jeder der vorstehenden Ausführungsformen ist die Anzahl der in jeder aktiven Region 102 ausgebildeten HEMTs nicht in besonderer Weise eingeschränkt.

[0108] In dieser Beschreibung umfasst das Wort „auf“ zusätzlich zu der Bedeutung von „auf“ auch die Bedeutung von „oberhalb“, soweit sich aus dem Kontext nichts anderes ergibt. Dementsprechend kann die Formulierung „erste Schicht auf zweiter Schicht ausgebildet“ bedeuten, dass die erste Schicht in einer Ausführungsform in direktem Kontakt mit der zweiten Schicht ausgebildet ist und dass die erste Schicht in einer anderen Ausführungsform oberhalb der zweiten Schicht angeordnet ist, ohne die zweite Schicht zu kontaktieren. Somit lässt das Wort „auf“ auch eine Struktur zu, bei der eine andere Schicht zwischen der ersten Schicht und der zweiten Schicht angeordnet ist. Beispielsweise ist in jeder der vorstehenden Ausführungsformen die Elektronenzuführschicht 18 auf der Elektronentransitschicht 16 ausgebildet. Dies bedeutet, dass zwischen der Elektronenzuführschicht 18 und der Elektronentransitschicht 16 eine Zwischenschicht angeordnet sein kann, um das 2DEG 20 stabil auszubilden.

[0109] Die Z-Achsen-Richtung, auf die in dieser Beschreibung Bezug genommen wird, muss nicht notwendigerweise die vertikale Richtung sein und muss nicht notwendigerweise vollständig mit der ver-

tikalen Richtung übereinstimmen. Dementsprechend ist in den vorstehend offenbarten Strukturen (z. B. der in **Fig. 1** gezeigten Struktur) das Aufwärts und Abwärts in der Z-Achsen-Richtung, auf die in dieser Beschreibung Bezug genommen wird, nicht auf das Aufwärts und Abwärts in der vertikalen Richtung eingeschränkt. Beispielsweise kann die X-Achsen-Richtung die vertikale Richtung sein. Alternativ kann die Y-Achsen-Richtung die vertikale Richtung sein.

[0110] Die in dieser Beschreibung verwendeten Begriffe zur Angabe von Richtungen wie vertikal, horizontal, aufwärts, abwärts, oben, unten, vorwärts, rückwärts, seitlich, links, rechts, vorne und hinten beziehen sich auf bestimmte Richtungen der beschriebenen und dargestellten Vorrichtung. In dieser Beschreibung kann eine Vielzahl von alternativen Richtungen für jede gegebene Richtung verfügbar sein. Daher sollten Richtungsbegriffe nicht eng ausgelegt werden.

Klauseln

[0111] Technische Konzepte, die aus den vorstehenden Ausführungsformen und modifizierten Beispielen hervorgehen, werden nun beschrieben. Die Bezugszeichen, die zur Kennzeichnung von Elementen der Ausführungsformen verwendet werden, sind in Klammern für die entsprechenden Elemente der nachstehend beschriebenen Klauseln gezeigt. Die Bezugszeichen werden als Beispiele angegeben, um das Verständnis zu erleichtern, und sollen nicht dazu dienen, Elemente auf die durch die Bezugszeichen bezeichneten Elemente einzuschränken.

[Klausel A1]

[0112] Nitrid-Halbleiterbauteil (10; 10A; 10B; 10C), aufweisend:

eine Elektronentransitschicht (16), die aus einem Nitrid-Halbleiter aufgebaut ist;

eine Elektronenzuführschicht (18), die auf der Elektronentransitschicht (16) angeordnet ist und aus einem Nitrid-Halbleiter aufgebaut ist, der eine Bandlücke aufweist, die größer ist als jene der Elektronentransitschicht (16);

eine Gate-Schicht (22), die auf einem Teil der Elektronenzuführschicht (18) angeordnet ist und aus einem Nitrid-Halbleiter aufgebaut ist, der Akzeptor-Verunreinigungen enthält;

eine Gate-Elektrode (24), die auf der Gate-Schicht (22) angeordnet ist;

eine Passivierungsschicht (26), die die Elektronenzuführschicht (18), die Gate-Schicht (22) und die Gate-Elektrode (24) bedeckt und eine erste Öffnung (26A) und eine zweite Öffnung (26B) aufweist;

eine Source-Elektrode (32; 114; 321; 322), die über die erste Öffnung (26A) in Kontakt mit der Elektronenzuführungsschicht (18) steht;

eine Drain-Elektrode (34), die über die zweite Öffnung (26B) in Kontakt mit der Elektronenzuführungsschicht (18) steht; und

eine Feldplattelektrode (36; 112; 361; 362), die auf der Passivierungsschicht (26) zwischen der Gate-Schicht (22) und der Drain-Elektrode (34) angeordnet ist, wobei

die Gate-Schicht (22) aufweist

einen Steg (40), an dem die Gate-Elektrode (24) angeordnet ist,

eine source-seitige Erweiterung (42), die sich von dem Steg (40) hin zu

der ersten Öffnung (26A) erstreckt, und

eine drain-seitige Erweiterung (44), die sich von dem Steg (40) hin zu der zweiten Öffnung (26B) erstreckt, und

die Passivierungsschicht (26) eine Feldplatten-Nichtüberlappungs-Region (26RA) aufweist, die die Feldplattelektrode (36; 112; 361; 362) nicht überlappt und unmittelbar oberhalb der drain-seitigen Erweiterung (44) angeordnet ist.

[Klausel A2]

[0113] Nitrid-Halbleiterbauteil (10A) nach Klausel A1, wobei die Feldplatten-Nichtüberlappungs-Region (26RA) eine Gesamtheit einer Region der Passivierungsschicht (26) ist, die unmittelbar oberhalb der drain-seitigen Erweiterung (44) angeordnet ist.

[Klausel A3]

[0114] Nitrid-Halbleiterbauteil (10; 10B; 10C) nach Klausel A1, wobei die Feldplattelektrode (36) ein Ende (44A) der drain-seitigen Erweiterung (44) in Draufsicht überlappt.

[Klausel A4]

[0115] Nitrid-Halbleiterbauteil (10; 10A; 10B; 10C) nach einer der Klauseln A1 bis A3, wobei die Source-Elektrode (32), die Gate-Schicht (22), auf der die Gate-Elektrode (24) angeordnet ist, die Feldplattelektrode (36) und die Drain-Elektrode (34) innerhalb einer aktiven Region (102) in einer Richtung benachbart zueinander angeordnet sind, die Feldplattelektrode (36) von der Source-Elektrode (32) in der aktiven Region (102) getrennt ist, und die Source-Elektrode (32) eine Region aufweist, die auf der Passivierungsschicht (26) an einer Position angeordnet ist, die die drain-seitige Erweiterung (44) in Draufsicht nicht überlappt.

[Klausel A5]

[0116] Nitrid-Halbleiterbauteil (10; 10A; 10B; 10C) nach einer der Klauseln A1 bis A4, wobei die Source-Elektrode (32) auf der Passivierungsschicht (26) außerhalb der Feldplatten-Nichtüberlappungs-Region (26RA) angeordnet ist.

[Klausel A6]

[0117] Nitrid-Halbleiterbauteil (10; 10A; 10B; 10C) nach einer der Klauseln A1 bis A5, wobei der Steg (40) aufweist eine obere Oberfläche (40T), auf der bzw. wo die Gate-Elektrode (24) angeordnet ist, ein erstes Stegende (40A), das mit der oberen Oberfläche (40T) kontinuierlich ist, wobei sich die source-seitige Erweiterung (42) von dem ersten Stegende (40A) aus erstreckt, und ein zweites Stegende (40B), das mit der oberen Oberfläche (40T) kontinuierlich ausgebildet ist, wobei sich die drain-seitige Erweiterung (44) von dem zweiten Stegende (40B) aus erstreckt, die Feldplattelektrode (36) ein Elektrodenende (36B) aufweist, das der Drain-Elektrode (34) zugewandt ist, und das Elektrodenende (36B) näher an dem zweiten Stegende (40B) angeordnet ist als eine Mittenposition (MP) zwischen dem zweiten Stegende (40B) und einem Öffnungsende (26BE) der zweiten Öffnung (26B), das näher an der Feldplattelektrode (36) angeordnet ist.

[Klausel A7]

[0118] Nitrid-Halbleiterbauteil (10; 10A; 10B; 10C) nach einer der Klauseln A1 bis A6, wobei die Feldplattelektrode (36) eine Länge (L5) aufweist, die größer ist als eine Länge (L3) der drain-seitigen Erweiterung (44) in einer Erstreckungsrichtung (X), in der sich die drain-seitige Erweiterung (44) von dem Steg (40) hin zu der zweiten Öffnung (26B) erstreckt.

[Klausel A8]

[0119] Nitrid-Halbleiterbauteil (10; 10A; 10B; 10C) nach Klausel A7, wobei die Feldplattelektrode (36) einen ersten Teil (36RA) aufweist, der in Draufsicht die drain-seitige Erweiterung (44) nicht überlappt, und der erste Teil (36RA) der Feldplattelektrode (36) eine Länge (L4) aufweist, die größer als oder gleich der Länge (L3) der drain-seitigen Erweiterung (44) in der Erstreckungsrichtung (X) der drain-seitigen Erweiterung (44) ist.

[Klausel A9]

[0120] Nitrid-Halbleiterbauteil (10; 10A; 10B; 10C) nach Klausel A7, wobei die Feldplattenelektrode (36) einen ersten Teil (36RA) aufweist, der die drain-seitige Erweiterung (44) in Draufsicht nicht überlappt, die Länge (L3) der drain-seitigen Erweiterung (44) größer als oder gleich $0,2\ \mu\text{m}$ und kleiner als oder gleich $0,6\ \mu\text{m}$ ist, und der erste Teil (36RA) der Feldplattenelektrode (36) in der Erstreckungsrichtung (X) der drain-seitigen Erweiterung (44) eine Länge (L4) aufweist, die größer als oder gleich $0,4\ \mu\text{m}$ und kleiner als oder gleich $2\ \mu\text{m}$ ist.

[Klausel A10]

[0121] Nitrid-Halbleiterbauteil (10; 10A; 10B; 10C) nach Klausel A8 oder A9, wobei die Feldplattenelektrode (36) einen zweiten Teil (36RB) aufweist, der in Draufsicht die drain-seitige Erweiterung (44) überlappt, und der erste Teil (36RA) der Feldplattenelektrode (36) länger ist als der zweite Teil (36RB).

[Klausel A11]

[0122] Nitrid-Halbleiterbauteil (10; 10A; 10B; 10C) nach einer der Klauseln A1 bis A10, wobei die Feldplattenelektrode (36) aus einem Material ausgebildet ist, das gleich demjenigen der Source-Elektrode (32) und der Drain-Elektrode (34) ist.

[Klausel A12]

[0123] Nitrid-Halbleiterbauteil (10B) nach einer der Klauseln A1 bis A11, wobei sich die Source-Elektrode (321) auf der Passivierungsschicht (26) von der ersten Öffnung (26A) zu einer Position der Passivierungsschicht (26) erstreckt, die die source-seitige Erweiterung (42) in Draufsicht überlappt.

[Klausel A13]

[0124] Nitrid-Halbleiterbauteil (10C) nach einer der Klauseln A1 bis A12, wobei sich die Source-Elektrode (322) auf der Passivierungsschicht (26) von der ersten Öffnung (26A) zu einer Position der Passivierungsschicht (26) erstreckt, die die Gate-Elektrode (24) in Draufsicht überlappt.

[Klausel A14]

[0125] Nitrid-Halbleiterbauteil (10; 10A; 10B; 10C) nach einer der Klauseln A1 bis A13, wobei die Source-Elektrode (32) und die Feldplattenelektrode (36) elektrisch miteinander verbunden sind.

[Klausel A15]

[0126] Nitrid-Halbleiterbauteil (10; 10A; 10B; 10C) nach Klausel A14, des Weiteren aufweisend:

eine Zwischenschicht-Isolierschicht (52), die die Source-Elektrode (32), die Drain-Elektrode (34), die Feldplattenelektrode (36) und die Passivierungsschicht (26) bedeckt;

eine erste Durchkontaktierung (54), die sich durch die Zwischenschicht-Isolierschicht (52) erstreckt und mit der Source-Elektrode (32) verbunden ist;

eine zweite Durchkontaktierung (56), die sich durch die Zwischenschicht-Isolierschicht (52) erstreckt und mit der Feldplattenelektrode (36) verbunden ist; und

eine Source-Verdrahtungsleitung (58), die auf der Zwischenschicht-Isolierschicht (52) ausgebildet ist und mit der ersten Durchkontaktierung (54) und der zweiten Durchkontaktierung (56) verbunden ist.

[Klausel A16]

[0127] Nitrid-Halbleiterbauteil (10; 10A; 10B; 10C) nach einer der Klauseln A1 bis A15, wobei die Source-Elektrode (32) und die Feldplattenelektrode (36) in Draufsicht in einer Richtung entlang der Gate-Schicht (22) länglich ausgebildet bzw. verlängert sind, und die Feldplattenelektrode (36) in der Richtung entlang der Gate-Schicht (22) eine größere Länge als die Source-Elektrode (32) aufweist.

[Klausel A17]

[0128] Nitrid-Halbleiterbauteil (10; 10A; 10B; 10C) nach Klausel A16, wobei die Feldplattenelektrode (362) folgendes aufweist einen Elektrodenhauptkörper (362A), der sich entlang der Gate-Schicht (22) erstreckt, und einen Elektrodenverbindungsabschnitt (362B) mit einer Breite, die in einer Richtung orthogonal zu der Gate-Schicht (22) in Draufsicht größer ist als jene des Elektrodenhauptkörpers (362A).

[Klausel A18]

[0129] Nitrid-Halbleiterbauteil (10; 10A; 10B; 10C) nach Klausel A14, des Weiteren aufweisend: eine Verbindungsverdrahtungsleitung (116; 118), die die Source-Elektrode (114) und die Feldplattenelektrode (112) miteinander verbindet, wobei die Source-Elektrode (114), die Gate-Schicht (22), an bzw. auf der die Gate-Elektrode (24) angeordnet ist, die Feldplattenelektrode (114) und die Drain-Elektrode (34) innerhalb einer aktiven Region (102) in einer Richtung benachbart zueinander angeordnet

sind,
die Verbindungsverdrahtungsleitung (116; 118) auf
der Passivierungsschicht (26) innerhalb einer nicht-
aktiven Region (104), welche von der aktiven Region
getrennt ist, ausgebildet ist.

[Klausel A19]

[0130] Nitrid-Halbleiterbauteil (10; 10A; 10B; 10C;
10) nach Klausel A18, wobei
die Verbindungsverdrahtungsleitung (116; 118) eine
von zwei Verbindungsverdrahtungsleitungen (116;
118) ist, die die Source-Elektrode (114) und die Feld-
plattenelektrode (112) miteinander verbinden, und
die zwei Verbindungsverdrahtungsleitungen (116,
118), die Source-Elektrode (114) und die Feldplatte-
nelektrode (112) loopartig bzw. schlaufenartig mitei-
nander verbunden sind.

[Klausel A20]

[0131] Nitrid-Halbleiterbauteil (10; 10A; 10B; 10C)
nach einer der Klauseln A1 bis A19, wobei
die Elektronentransitschicht (16) eine GaN-Schicht
ist,
die Elektronenzuführschicht (18) eine $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ -
Schicht ($0,1 < x < 0,3$) ist, und
die Gate-Schicht (22) eine GaN-Schicht ist, die die
Akzeptor-Verunreinigungen enthält, die zumindest
eines von Mg und Zn aufweisen.

[0132] Beispielhafte Beschreibungen sind vorste-
hend angegeben. Zusätzlich zu den Elementen und
Verfahren (Herstellungsprozessen), die zur Veran-
schaulichung der Technologie dieser Offenbarung
beschrieben sind, würde ein Fachmann das Poten-
zial für eine große Vielfalt von Kombinationen und
Substitutionen erkennen. Sämtliche Variationen
innerhalb des Schutzbereichs der Ansprüche und
ihre Äquivalente sind in der Offenbarung enthalten.

BEZUGSZEICHENLISTE

10, 10A, 10B, 10C	Nitrid-Halbleiterbau- teil
16	Elektronentransit- schicht
18	Elektronenzuführ- schicht
20	zweidimensionales Elektronengas (2DEG)
22	Gate-Schicht
24	Gate-Elektrode
26	Passivierungsschicht
26A	erste Öffnung

26B
26BE
26RA

26RB

32, 114, 321, 322

34

36, 112, 361, 362

36A

36B

36RA, 361RA

36RB

362A

362B

40

40T

40A

40B

42

42A

44

44A

52

54

56

58

114, 116

MP

zweite Öffnung

Öffnungsende

Feldplatten-Nicht-
überlappung-Region
(„field plate non-
overlapping region“)

Feldplatten-Überlap-
pung-Region („field
plate overlapping
region“)

Source-Elektrode

Drain-Elektrode

Feldplattenelektrode

erstes Elektrode-
nende

zweites Elektrode-
nende

erster Teil

zweiter Teil

Elektrodenhauptkör-
per

Elektrodenverbin-
dungsabschnitt

Steg („ridge“)

obere Oberfläche

erstes Stegende

zweites Stegende

source-seitige Erwei-
terung

Ende

drain-seitige Erwei-
terung

Ende

Zwischenschicht-Iso-
lierschicht („inter-
layer insulation
layer“)

erste Durchkontak-
tierung („first via“)

zweite Durchkontak-
tierung („second via“)

Source-Verdrah-
tungsleitung

Verbindungsverdrah-
tungsleitung („con-
nection wiring line“)

Mittenposition

X

Erstreckungsrichtung

Patentansprüche

1. Nitrid-Halbleiterbauteil, aufweisend:
 eine Elektronentransitschicht, die aus einem Nitrid-Halbleiter aufgebaut ist;
 eine Elektronenzuführschicht, die auf der Elektronentransitschicht angeordnet ist und aus einem Nitrid-Halbleiter aufgebaut ist, der eine Bandlücke aufweist, die größer ist als jene der Elektronentransitschicht;
 eine Gate-Schicht, die auf einem Teil der Elektronenzuführschicht angeordnet ist und aus einem Nitrid-Halbleiter aufgebaut ist, der Akzeptor-Verunreinigungen enthält;
 eine Gate-Elektrode, die auf der Gate-Schicht angeordnet ist;
 eine Passivierungsschicht, die die Elektronenzuführschicht, die Gate-Schicht und die Gate-Elektrode bedeckt und eine erste Öffnung und eine zweite Öffnung aufweist;
 eine Source-Elektrode, die über die erste Öffnung in Kontakt mit der Elektronenzuführschicht steht;
 eine Drain-Elektrode, die über die zweite Öffnung in Kontakt mit der Elektronenzuführschicht steht; und
 eine Feldplattenelektrode, die auf der Passivierungsschicht zwischen der Gate-Schicht und der Drain-Elektrode angeordnet ist, wobei die Gate-Schicht aufweist
 einen Steg, an dem die Gate-Elektrode angeordnet ist,
 eine source-seitige Erweiterung, die sich von dem Steg hin zu der ersten Öffnung erstreckt, und
 eine drain-seitige Erweiterung, die sich von dem Steg hin zu der zweiten Öffnung erstreckt, und
 die Passivierungsschicht eine Feldplatten-Nichtüberlappungs-Region aufweist, die die Feldplattenelektrode nicht überlappt und unmittelbar oberhalb der drain-seitigen Erweiterung angeordnet ist.

2. Nitrid-Halbleiterbauteil nach Anspruch 1, wobei die Feldplatten-Nichtüberlappungs-Region eine Gesamtheit einer Region der Passivierungsschicht ist, die unmittelbar oberhalb der drain-seitigen Erweiterung angeordnet ist.

3. Nitrid-Halbleiterbauteil nach Anspruch 1, wobei die Feldplattenelektrode ein Ende der drain-seitigen Erweiterung in Draufsicht überlappt.

4. Nitrid-Halbleiterbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei
 die Source-Elektrode, die Gate-Schicht, auf der die Gate-Elektrode angeordnet ist, die Feldplattenelektrode und die Drain-Elektrode innerhalb einer aktiven Region in einer Richtung benachbart zueinander angeordnet sind,
 die Feldplattenelektrode von der Source-Elektrode

in der aktiven Region getrennt ist, und
 die Source-Elektrode eine Region aufweist, die auf der Passivierungsschicht an einer Position angeordnet ist, die die drain-seitige Erweiterung in Draufsicht nicht überlappt.

5. Nitrid-Halbleiterbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Source-Elektrode auf der Passivierungsschicht außerhalb der Feldplatten-Nichtüberlappungs-Region angeordnet ist.

6. Nitrid-Halbleiterbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei
 der Steg aufweist
 eine obere Oberfläche, an der die Gate-Elektrode angeordnet ist,
 ein erstes Stegende, das mit der oberen Oberfläche kontinuierlich ausgebildet ist, wobei sich die source-seitige Erweiterung von dem ersten Stegende aus erstreckt, und
 ein zweites Stegende, das mit der oberen Oberfläche kontinuierlich ausgebildet ist, wobei sich die drain-seitige Erweiterung von dem zweiten Stegende aus erstreckt, und
 die Feldplattenelektrode ein Elektrodenende aufweist, das der Drain-Elektrode zugewandt ist, und das Elektrodenende näher an dem zweiten Stegende angeordnet ist als eine Mittenposition zwischen dem zweiten Stegende und einem Öffnungs-ende der zweiten Öffnung, das näher an der Feldplattenelektrode angeordnet ist.

7. Nitrid-Halbleiterbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Feldplattenelektrode eine Länge aufweist, die größer ist als eine Länge der drain-seitigen Erweiterung in einer Erstreckungsrichtung, in der sich die drain-seitige Erweiterung von dem Steg hin zu der zweiten Öffnung erstreckt.

8. Nitrid-Halbleiterbauteil nach Anspruch 7, wobei
 die Feldplattenelektrode einen ersten Teil aufweist, der in Draufsicht die drain-seitige Erweiterung nicht überlappt, und
 der erste Teil der Feldplattenelektrode eine Länge aufweist, die größer als oder gleich der Länge der drain-seitigen Erweiterung in der Erstreckungsrichtung der drain-seitigen Erweiterung ist.

9. Nitrid-Halbleiterbauteil nach Anspruch 7, wobei
 die Feldplattenelektrode einen ersten Teil aufweist, der die drain-seitige Erweiterung in Draufsicht nicht überlappt,
 die Länge der drain-seitigen Erweiterung größer als oder gleich 0,2 μm und kleiner als oder gleich 0,6 μm ist, und
 der erste Teil der Feldplattenelektrode in der Erstreckungsrichtung der drain-seitigen Erweiterung eine

Länge aufweist, die größer als oder gleich $0,4\ \mu\text{m}$ und kleiner als oder gleich $2\ \mu\text{m}$ ist.

10. Nitrid-Halbleiterbauteil nach Anspruch 8 oder 9, wobei die Feldplattenelektrode einen zweiten Teil aufweist, der in Draufsicht die drain-seitige Erweiterung überlappt, und der erste Teil der Feldplattenelektrode länger ist als der zweite Teil.

11. Nitrid-Halbleiterbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Feldplattenelektrode aus einem Material ausgebildet ist, das gleich demjenigen der Source-Elektrode und der Drain-Elektrode ist.

12. Nitrid-Halbleiterbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei sich die Source-Elektrode auf der Passivierungsschicht von der ersten Öffnung zu einer Position der Passivierungsschicht erstreckt, die die source-seitige Erweiterung in Draufsicht überlappt.

13. Nitrid-Halbleiterbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei sich die Source-Elektrode auf der Passivierungsschicht von der ersten Öffnung zu einer Position der Passivierungsschicht erstreckt, die die Gate-Elektrode in Draufsicht überlappt.

14. Nitrid-Halbleiterbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei die Source-Elektrode und die Feldplattenelektrode elektrisch miteinander verbunden sind.

15. Nitrid-Halbleiterbauteil nach Anspruch 14, des Weiteren aufweisend:
eine Zwischenschicht-Isolierschicht, die die Source-Elektrode, die Drain-Elektrode, die Feldplattenelektrode und die Passivierungsschicht bedeckt;
eine erste Durchkontaktierung, die sich durch die Zwischenschicht-Isolierschicht erstreckt und mit der Source-Elektrode verbunden ist;
eine zweite Durchkontaktierung, die sich durch die Zwischenschicht-Isolierschicht erstreckt und mit der Feldplattenelektrode verbunden ist; und
eine Source-Verdrahtungsleitung, die auf der Zwischenschicht-Isolierschicht ausgebildet und mit der ersten Durchkontaktierung und der zweiten Durchkontaktierung verbunden ist.

16. Nitrid-Halbleiterbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei die Source-Elektrode und die Feldplattenelektrode in Draufsicht in einer Richtung entlang der Gate-Schicht länglich ausgebildet sind, und die Feldplattenelektrode in der Richtung entlang der Gate-Schicht eine größere Länge als die Source-Elektrode aufweist.

17. Nitrid-Halbleiterbauteil nach Anspruch 16, wobei die Feldplattenelektrode aufweist einen Elektrodenhauptkörper, der sich entlang der Gate-Schicht erstreckt, und einen Elektrodenverbindungsabschnitt mit einer Breite, die in einer Richtung orthogonal zu der Gate-Schicht in Draufsicht größer ist als jene des Elektrodenhauptkörpers.

18. Nitrid-Halbleiterbauteil nach Anspruch 14, des Weiteren aufweisend:
eine Verbindungsverdrahtungsleitung, die die Source-Elektrode und die Feldplattenelektrode miteinander verbindet, wobei die Source-Elektrode, die Gate-Schicht, auf der die Gate-Elektrode angeordnet ist, die Feldplattenelektrode und die Drain-Elektrode innerhalb einer aktiven Region in einer Richtung benachbart zueinander angeordnet sind, und die Verbindungsverdrahtungsleitung auf der Passivierungsschicht innerhalb einer nicht-aktiven Region, welche von der aktiven Region getrennt ist, ausgebildet ist.

19. Nitrid-Halbleiterbauteil nach Anspruch 18, wobei die Verbindungsverdrahtungsleitung eine von zwei Verbindungsverdrahtungsleitungen ist, die die Source-Elektrode und die Feldplattenelektrode miteinander verbinden, und die zwei Verbindungsverdrahtungsleitungen, die Source-Elektrode und die Feldplattenelektrode loop-artig miteinander verbunden sind.

20. Nitrid-Halbleiterbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 19, wobei die Elektronentransitschicht eine GaN-Schicht ist, die Elektronenzuführungsschicht eine $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ -Schicht ($0.1 < x < 0.3$) ist, und die Gate-Schicht eine GaN-Schicht ist, die die Akzeptor-Verunreinigungen enthält, die zumindest eines von Mg und Zn aufweisen.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig.1

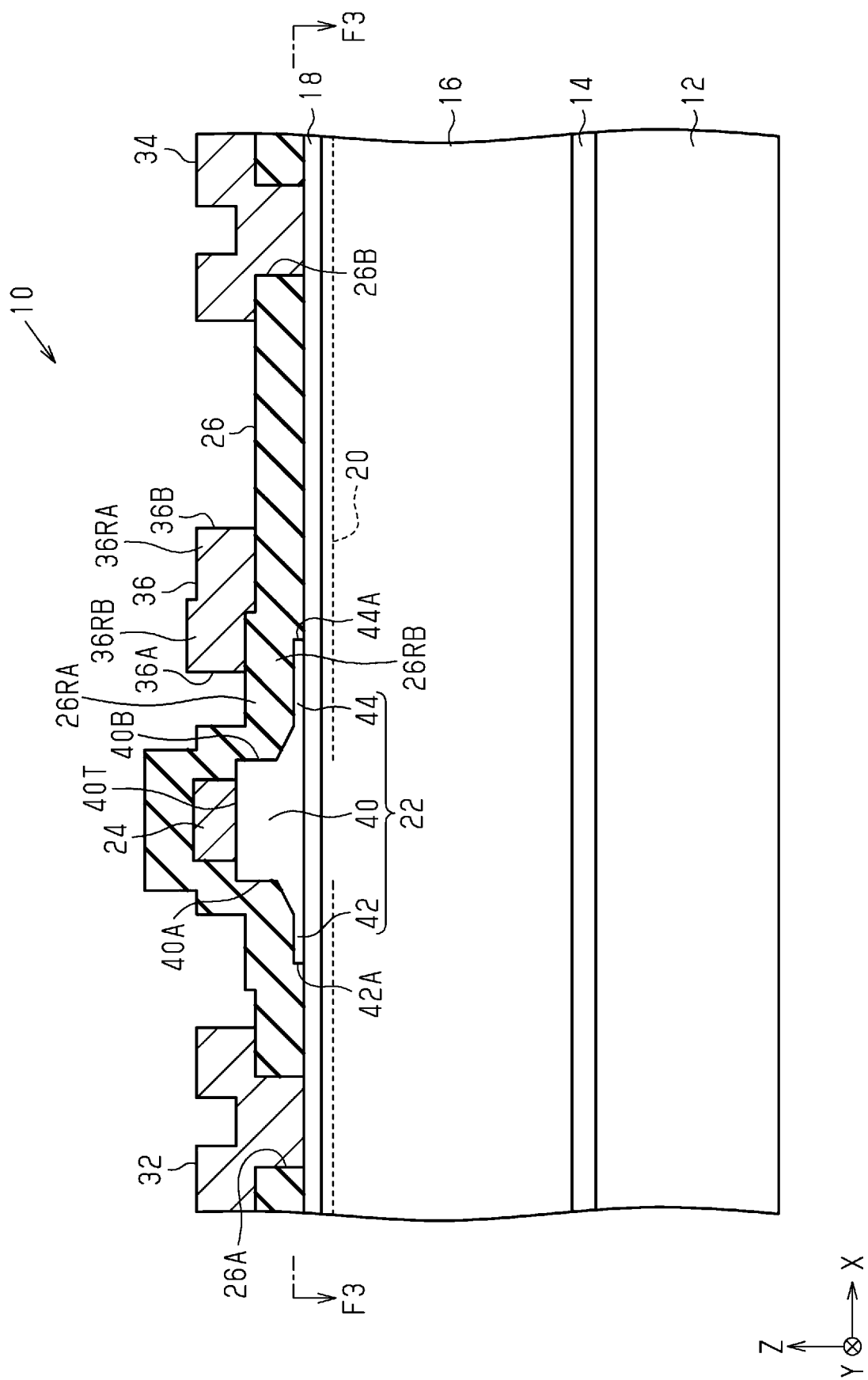


Fig.2

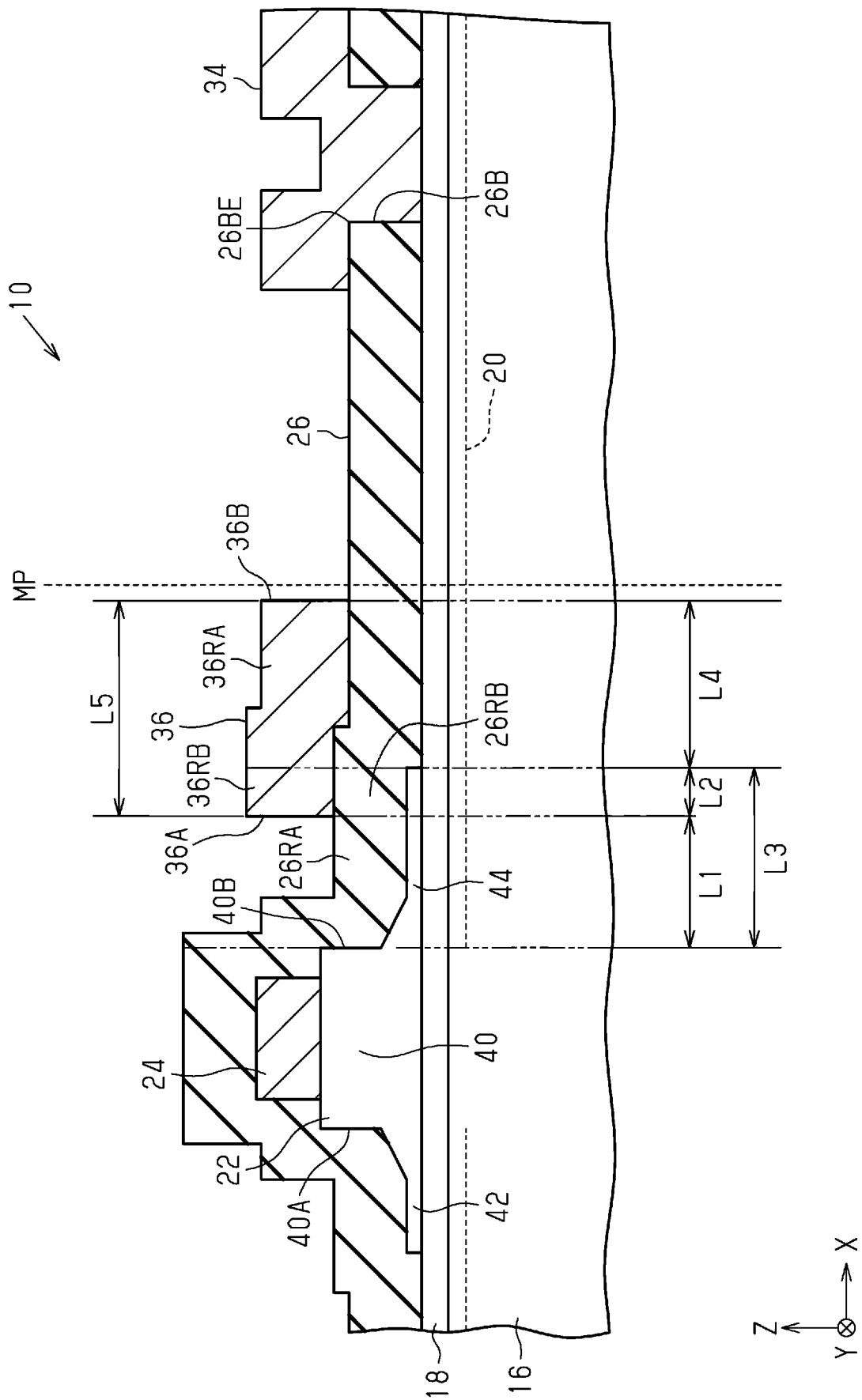
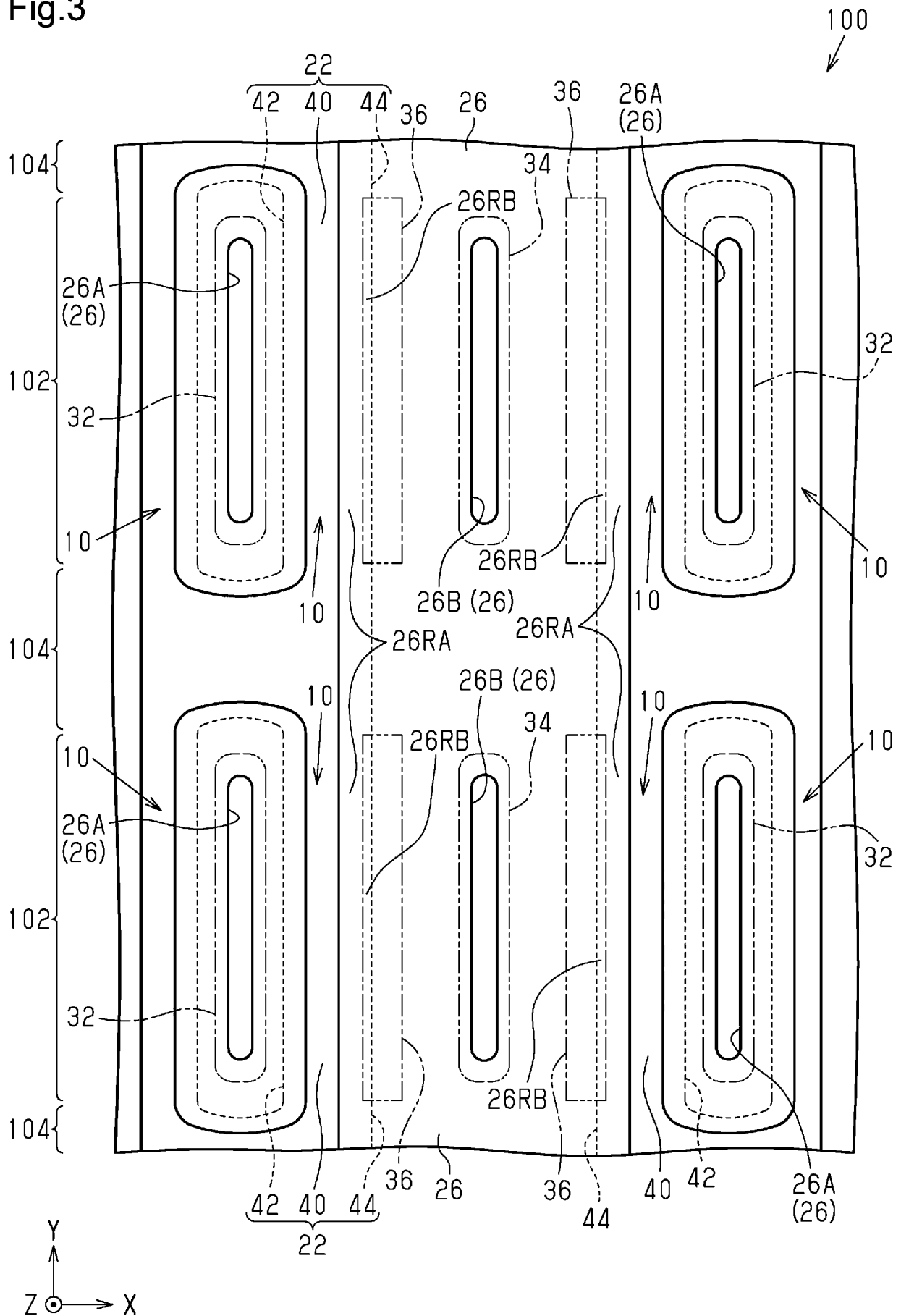


Fig.3



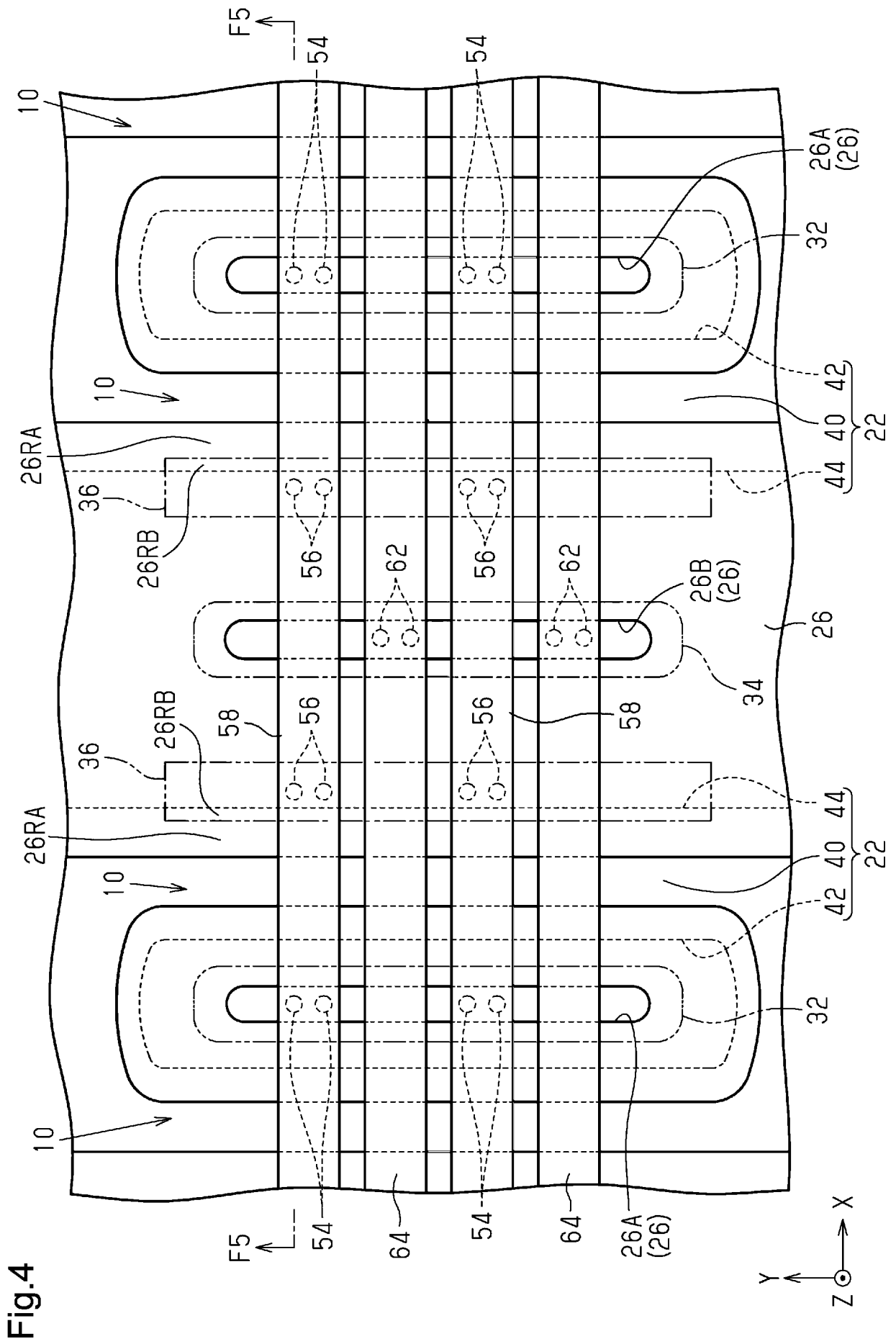


Fig. 5

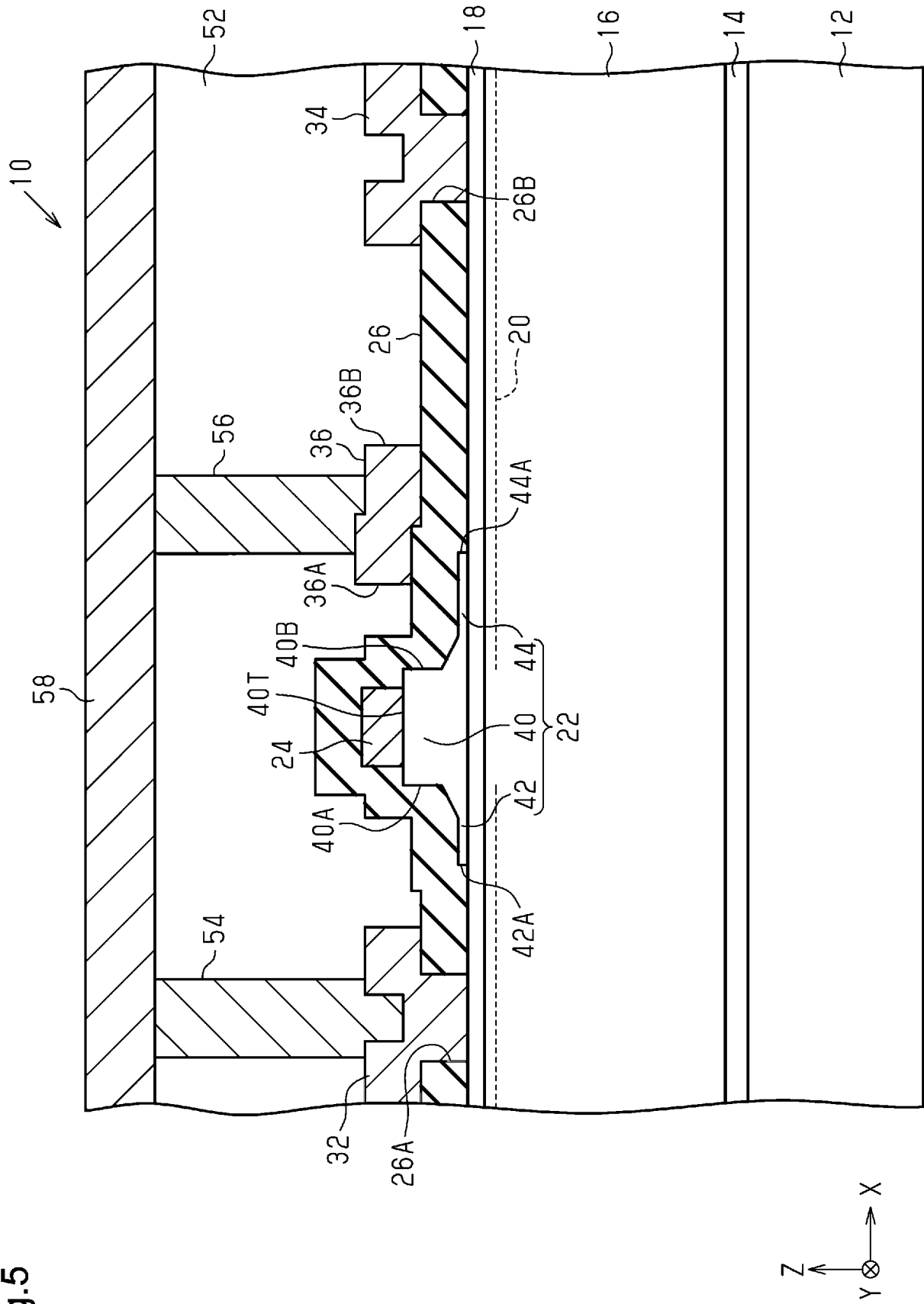


Fig.6

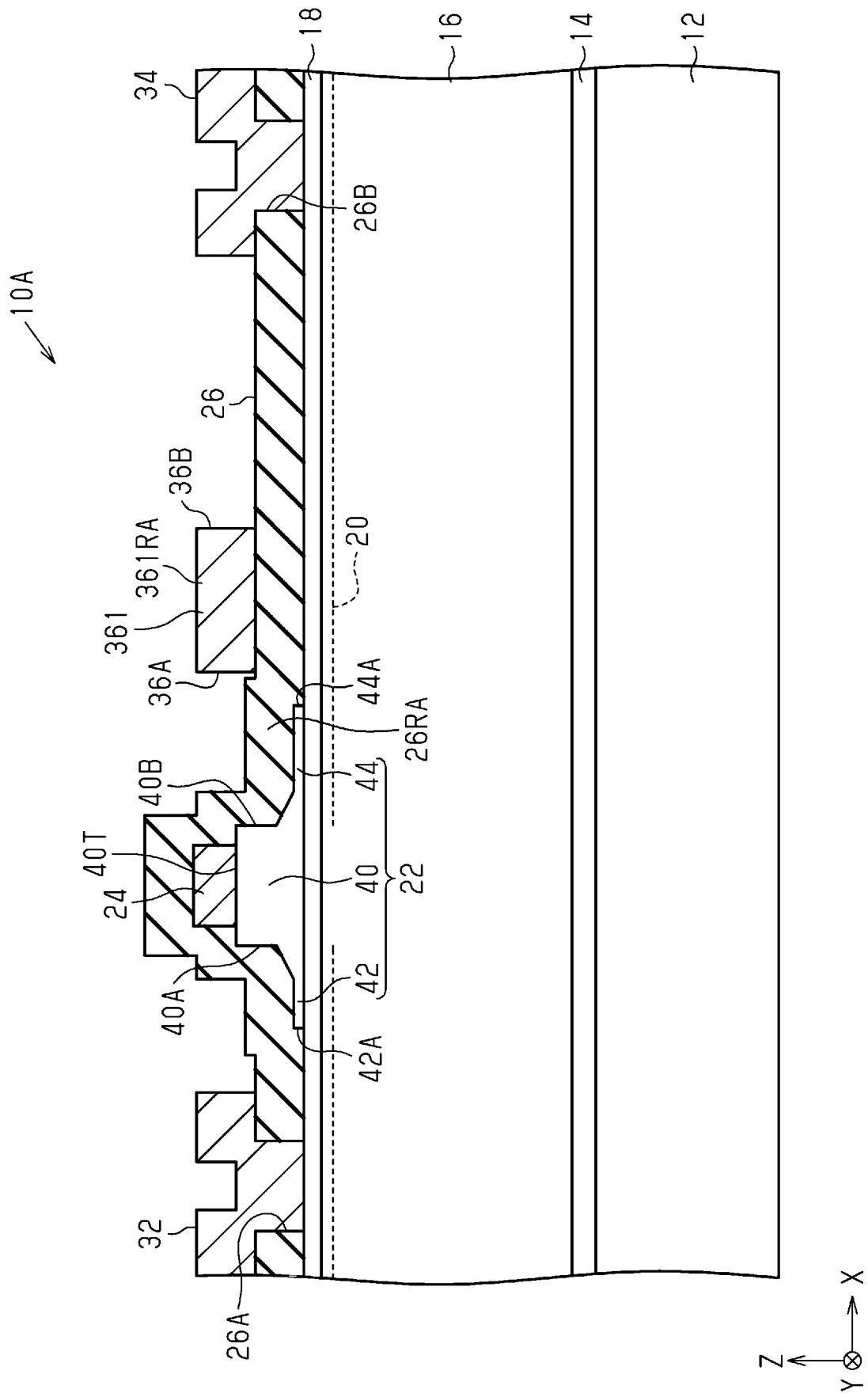


Fig.7

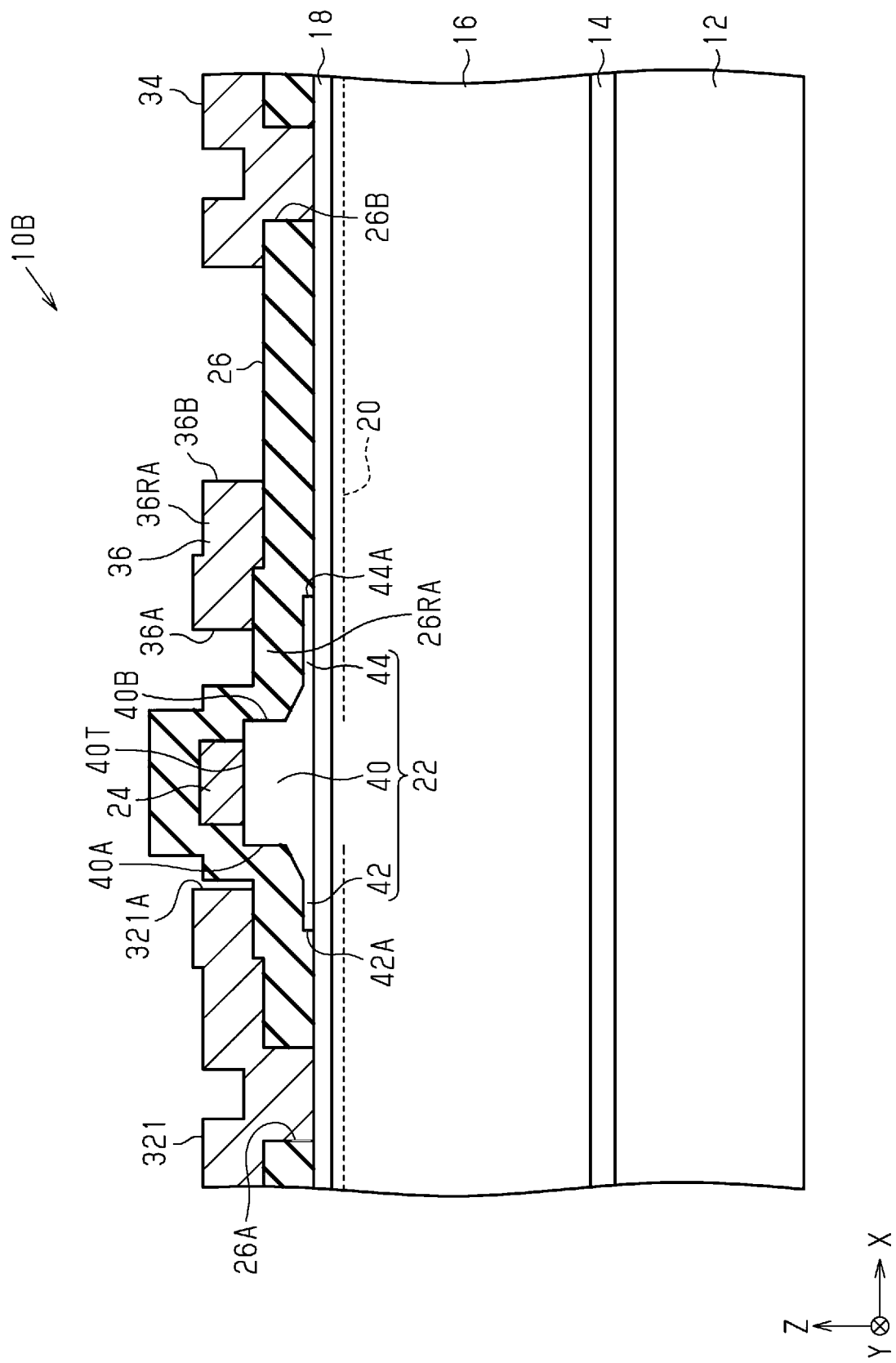


Fig.8

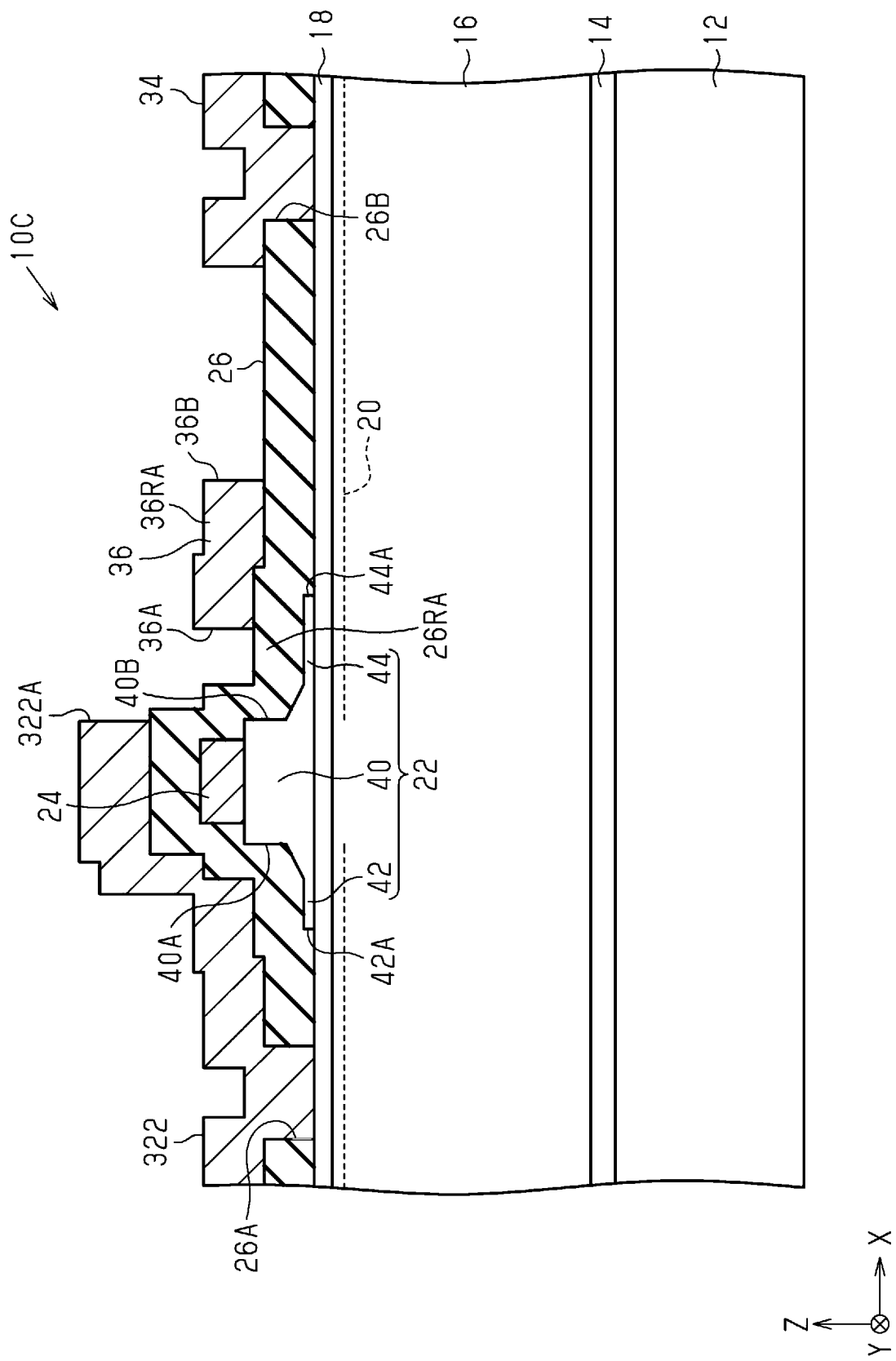


Fig.9

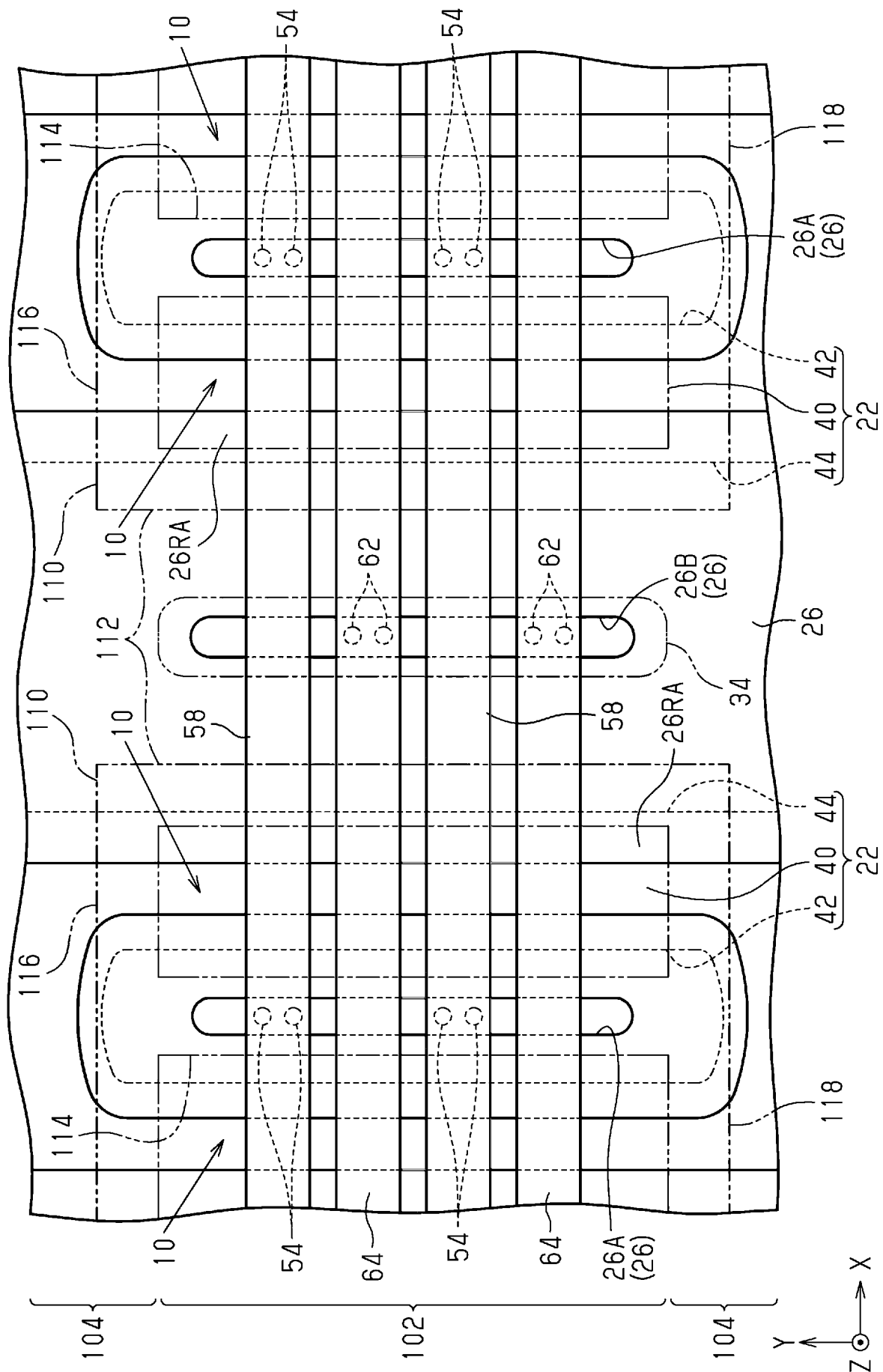


Fig.10

