



(10) **DE 10 2016 102 493 B3** 2017.07.20

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 102 493.7**
 (22) Anmeldetag: **12.02.2016**
 (43) Offenlegungstag: –
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **20.07.2017**

(51) Int Cl.: **H01L 27/06 (2006.01)**
H01L 29/78 (2006.01)
H01L 29/739 (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).

(73) Patentinhaber:
Infineon Technologies AG, 85579 Neubiberg, DE

(74) Vertreter:
**Müller Hoffmann & Partner Patentanwälte mbB,
 81541 München, DE**

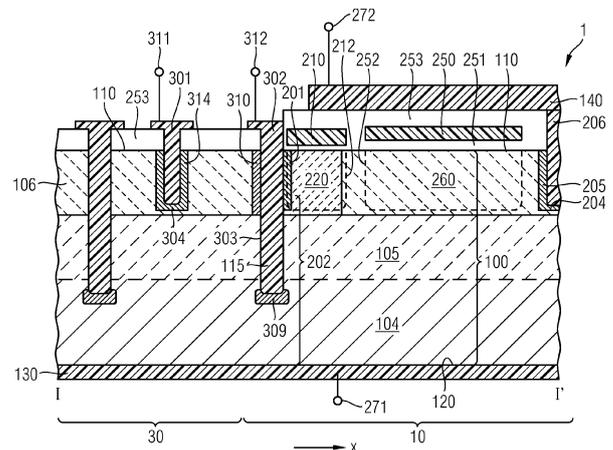
(72) Erfinder:
**Meiser, Andreas, 82054 Sauerlach, DE; Schlösser,
 Till, Dr., 81825 München, DE**

(56) Ermittelte Stand der Technik:

US	7 859 082	B2
US	9 112 021	B2
US	2008 / 0 290 463	A1
US	2013 / 0 009 252	A1
US	2013 / 0 153 916	A1
US	2014 / 0 334 522	A1

(54) Bezeichnung: **HALBLEITERVORRICHTUNG MIT EINEM TEMPERATURSENSOR, TEMPERATURSENSOR UND VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINER HALBLEITERVORRICHTUNG MIT EINEM TEMPERATURSENSOR**

(57) Zusammenfassung: Eine Halbleitervorrichtung (1) umfasst einen Transistor (10) in einem Halbleitersubstrat (100) mit einer ersten Hauptoberfläche (110). Der Transistor (10) umfasst einen Sourcebereich (201), einen mit dem Sourcebereich (201) elektrisch verbundenen Sourcekontakt, wobei der Sourcekontakt einen ersten Sourcekontaktabschnitt (202) und einen zweiten Sourcekontaktabschnitt (130) umfasst, und eine Gateelektrode (210) in einem Gategraben (212) in der ersten Hauptoberfläche, einem Bodybereich (220) benachbart. Die Gateelektrode (210) ist dafür eingerichtet, eine Leitfähigkeit eines Kanals im Bodybereich (220) zu steuern. Der Bodybereich (220) und eine Driftzone (260) sind entlang einer ersten Richtung parallel zur ersten Hauptoberfläche zwischen dem Sourcebereich (201) und einem Drainbereich (205) angeordnet. Der zweite Sourcekontaktabschnitt (130) ist an einer zweiten Hauptoberfläche (120) des Halbleitersubstrats (100) angeordnet. Der erste Sourcekontaktabschnitt (202) umfasst ein leitfähiges Sourcematerial (115) in direktem Kontakt mit dem Sourcebereich (201), wobei der erste Sourcekontaktabschnitt (202) ferner einen Abschnitt des Halbleitersubstrats (100) zwischen dem leitfähigen Sourcematerial (115) und dem zweiten Sourcekontaktabschnitt (130) umfasst. Die Halbleitervorrichtung (1) weist ferner einen Temperatursensor (30) im Halbleitersubstrat (100) auf.



Beschreibung

HINTERGRUND

[0001] Leistungstransistoren, die gewöhnlich in der Automobil- und Industrieelektronik verwendet werden, sollten einen niedrigen Einschaltwiderstand (R_{on} -A) aufweisen, während ein hohes Spannungsperrvermögen sichergestellt ist. Beispielsweise sollte ein MOS-("Metall-Oxid-Halbleiter"-)Leistungstransistor imstande sein, in Abhängigkeit von Anwendungserfordernissen Drain-Source-Spannungen V_{ds} von einigen zehn bis einigen hundert oder tausend Volt zu sperren. MOS-Leistungstransistoren leiten typischerweise sehr große Ströme, welche bei typischen Gate-Source-Spannungen von etwa 2 bis 20 V bis zu einigen hundert Ampere betragen können.

[0002] Ein Konzept für Transistoren mit einer weiter verbesserten R_{on} -A-Charakteristik bezieht sich auf einen lateralen Leistungs-Graben-MOSFET ("Feld-effekttransistor"). Laterale Leistungs-Graben-MOSFETs nutzen voluminöseres Silizium zum Reduzieren von R_{on} , so dass R_{on} mit demjenigen eines vertikalen Graben-MOSFET vergleichbar ist.

[0003] Ein Überwachen der Temperatur innerhalb des Transistorzellenarrays eines Leistungstransistors wurde zunehmend wichtig. Beispielsweise kann bestimmt werden, ob die Temperatur innerhalb des Leistungstransistors einen bestimmten Schwellenwert überschreitet, so dass der Transistor ausgeschaltet werden kann, wenn die Schwellentemperatur überschritten wird. Ferner kann es wünschenswert sein, die Temperatur innerhalb des Transistorzellenarrays zu messen. Daher werden Versuche unternommen, einen Temperatursensor in einen Leistungstransistor zu integrieren.

[0004] Die Anmeldeschrift US 2014/0 334522 A1 beschreibt einen Leistungstransistor mit integriertem Temperatursensorelement. Die Patentschrift US 7 859 082 B2, hervorgegangen aus der Anmeldeschrift US 2008/0 290 463 A1, beschreibt die Patentschrift US 7 859 082 B2, hervorgegangen aus der Anmeldeschrift US 2008/0 290 463 A1, beschreibt einen lateralen bipolaren Transistor. Die Anmeldeschrift US 2013/0 153 916 A1 beschreibt eine Halbleitervorrichtung mit einer Diode. Die Patentschrift US 9 112 021 B2, hervorgegangen aus der Anmeldeschrift US 2013/0 009 252 A1, beschreibt einen bipolaren Hochspannungstransistor mit einer in einem Graben angeordneten Feldplatte.

[0005] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine verbesserte Halbleitervorrichtung mit einem Temperatursensor zu schaffen.

[0006] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird die obige Aufgabe durch den beanspruchten Gegen-

stand gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Weitere Entwicklungen sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

ZUSAMMENFASSUNG

[0007] Gemäß einer Ausführungsform umfasst eine Halbleitervorrichtung einen Transistor in einem Halbleitersubstrat mit einer ersten Hauptoberfläche. Der Transistor umfasst einen Sourcebereich, einen mit dem Sourcebereich elektrisch verbundenen Sourcekontakt, wobei der Sourcekontakt einen ersten Sourcekontaktabschnitt und einen zweiten Sourcekontaktabschnitt umfasst. Der Transistor weist ferner eine Gateelektrode in einem Gategraben in der ersten Hauptoberfläche, einem Bodybereich benachbart, auf. Die Gateelektrode ist dafür eingerichtet, eine Leitfähigkeit eines Kanals im Bodybereich zu steuern. Der Bodybereich und eine Driftzone sind entlang einer ersten Richtung parallel zur ersten Hauptoberfläche zwischen dem Sourcebereich und einem Drainbereich angeordnet. Der zweite Sourcekontaktabschnitt ist an einer zweiten Hauptoberfläche des Halbleitersubstrats angeordnet. Der erste Sourcekontaktabschnitt umfasst ein leitfähiges Sourcematerial in direktem Kontakt mit dem Sourcebereich. Der erste Sourcekontaktabschnitt umfasst ferner einen Teil bzw. Abschnitt des Halbleitersubstrats zwischen dem leitfähigen Sourcematerial und dem zweiten Sourcekontaktabschnitt. Die Halbleitervorrichtung weist weiterhin einen Temperatursensor im Halbleitersubstrat auf.

[0008] Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst eine Halbleitervorrichtung einen Temperatursensor in einem Halbleiterkörper mit einem ersten Bereich eines ersten Leitfähigkeitstyps und einem ersten Abschnitt eines zweiten Leitfähigkeitstyps, wobei der erste Bereich über dem ersten Abschnitt angeordnet ist. Der Temperatursensor umfasst einen ersten Kontakt in Kontakt mit dem ersten Bereich und einen zweiten Kontakt in Kontakt mit dem ersten Abschnitt. Der zweite Kontakt ist in einer zweiten Sensorkontaktvertiefung in einer ersten Hauptoberfläche des Halbleiterkörpers angeordnet und erstreckt sich zum ersten Abschnitt.

[0009] Gemäß einer Ausführungsform umfasst ein Verfahren zum Herstellen einer Halbleitervorrichtung mit einem Temperatursensor in einem Halbleiterkörper mit einem ersten Bereich eines ersten Leitfähigkeitstyps und einem ersten Abschnitt eines zweiten Leitfähigkeitstyps, wobei der erste Bereich über dem ersten Abschnitt angeordnet ist, ein Ausbilden eines ersten Kontakts in Kontakt mit dem ersten Bereich und ein Ausbilden eines zweiten Kontakts in Kontakt mit dem ersten Abschnitt. Der zweite Kontakt ist in einer zweiten Sensorkontaktvertiefung in einer ersten Hauptoberfläche angeordnet und erstreckt sich zum ersten Abschnitt.

[0010] Der Fachmann wird zusätzliche Merkmale und Vorteile nach Lesen der folgenden Detailbeschreibung und beim Betrachten der begleitenden Zeichnungen erkennen.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0011] Die beigelegten Zeichnungen sind beigegeben, um ein weiteres Verständnis von Ausführungsbeispielen der Erfindung zu liefern. Die Zeichnungen veranschaulichen die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung und dienen zusammen mit der Beschreibung zum Erläutern der Prinzipien. Andere Ausführungsbeispiele der Erfindung und zahlreiche der beabsichtigten Vorteile werden sofort gewürdigt, da sie unter Hinweis auf die folgende Detailbeschreibung besser verstanden werden. Die Elemente der Zeichnungen sind nicht notwendigerweise maßstabsgetreu relativ zueinander. Gleiche Bezugszeichen geben entsprechend ähnliche Teile an.

[0012] Fig. 1A zeigt eine Querschnittsansicht einer Halbleitervorrichtung gemäß einer Ausführungsform.

[0013] Fig. 1B zeigt eine Querschnittsansicht einer Halbleitervorrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform.

[0014] Fig. 1C zeigt eine Halbleitervorrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform.

[0015] Fig. 1D zeigt eine Halbleitervorrichtung gemäß noch einer weiteren Ausführungsform.

[0016] Fig. 1E zeigt eine Querschnittsansicht einer Halbleitervorrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform.

[0017] Fig. 2A zeigt Elemente eines Temperatursensors gemäß einer Ausführungsform.

[0018] Fig. 2B zeigt eine Querschnittsansicht eines Temperatursensors gemäß einer weiteren Ausführungsform.

[0019] Fig. 2C und Fig. 2D sind Ersatzschaltbilder der in Fig. 2A bzw. Fig. 2B dargestellten Temperatursensoren.

[0020] Fig. 3A und Fig. 3B zeigen Halbleitervorrichtungen gemäß weiteren Ausführungsformen.

[0021] Fig. 4A bis Fig. 4D zeigen verschiedene Ansichten einer Halbleitervorrichtung gemäß einer Ausführungsform.

[0022] Fig. 5 veranschaulicht schematisch ein Verfahren gemäß einer Ausführungsform.

[0023] Fig. 6 veranschaulicht schematisch eine elektrische Schaltung gemäß einer Ausführungsform.

DETAILBESCHREIBUNG

[0024] In der folgenden Detailbeschreibung wird Bezug genommen auf die begleitenden Zeichnungen, die einen Teil der Offenbarung bilden und in denen für Veranschaulichungszwecke spezifische Ausführungsbeispiele gezeigt sind, in denen die Erfindung ausgeführt werden kann. In diesem Zusammenhang wird eine Richtungsterminologie, wie "Oberseite", "Boden", "Vorderseite", "Rückseite", "vorne", "hinten" usw. in Bezug auf die Orientierung der gerade beschriebenen Figuren verwendet. Da Komponenten von Ausführungsbeispielen der Erfindung in einer Anzahl von verschiedenen Orientierungen positioniert werden können, wird die Richtungsterminologie für Zwecke der Darstellung verwendet und ist in keiner Weise einschränkend. Es ist zu verstehen, dass andere Ausführungsbeispiele verwendet und strukturelle oder logische Änderungen gemacht werden können, ohne von dem durch die Patentansprüche definierten Bereich abzuweichen.

[0025] Die Beschreibung der Ausführungsbeispiele ist nicht einschränkend. Insbesondere können Elemente der im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiele mit Elementen von verschiedenen Ausführungsbeispielen kombiniert werden.

[0026] Die Begriffe "haben", "enthalten", "umfassen", "aufweisen" und ähnliche Begriffe sind offene Begriffe, und diese Begriffe geben das Vorhandensein der festgestellten Strukturen, Elemente oder Merkmale an, schließen jedoch das Vorhandensein von zusätzlichen Elementen oder Merkmalen nicht aus. Die unbestimmten Artikel und die bestimmten Artikel sollen sowohl den Plural als auch den Singular umfassen, falls sich aus dem Zusammenhang nicht klar etwas anderes ergibt.

[0027] In dieser Beschreibung bedeuten die Ausdrücke "gekoppelt" und/oder "elektrisch gekoppelt" nicht notwendigerweise eine direkte Kopplung – zwischenliegende Elemente können zwischen den "gekoppelten" oder "elektrisch gekoppelten" Elementen vorliegen. Der Ausdruck "elektrisch verbunden" beabsichtigt die Beschreibung einer niederohmschen elektrischen Verbindung zwischen den elektrisch verbundenen Elementen.

[0028] Die Figuren und die Beschreibung veranschaulichen relative Dotierungskonzentrationen durch Angabe von "-" oder "+" neben dem Dotierungstyp "n" oder "p". Beispielsweise bedeutet "n-" eine Dotierungskonzentration, die niedriger als die Dotierungskonzentration eines "n"-Dotierungsbereiches ist, während ein "n⁺"-Dotierungsbereich eine höhere Dotierungskonzentration hat als ein "n"-Dotie-

rungsbereich. Dotierungsbereiche der gleichen relativen Dotierungskonzentration haben nicht notwendigerweise die gleiche absolute Dotierungskonzentration. Beispielsweise können zwei verschiedene "n"-Dotierungsbereiche die gleichen oder verschiedene absolute Dotierungskonzentrationen haben. In den Figuren werden die dotierten Bereiche häufig mit "p" oder "n"-dotiert bezeichnet. Diese Bezeichnung ist jedoch nicht beschränkend zu verstehen. Der Dotiertyp kann beliebig sein, solange die beschriebene Funktionalität erzielt wird. Auch können in allen Ausführungsformen die Dotiertypen vertauscht sein.

[0029] Die vorliegende Beschreibung bezieht sich auf einen "ersten" und einen "zweiten" Leitfähigkeitstyp von Dotierstoffen, wobei Halbleiterteile bzw. -abschnitte damit dotiert sind. Der erste Leitfähigkeitstyp kann ein p-Typ sein, und der zweite Leitfähigkeitstyp kann ein n-Typ sein oder umgekehrt. Wie allgemein bekannt ist, können abhängig von dem Dotierungstyp oder der Polarität der Source- und Drainbereiche Feldeffekttransistoren mit isoliertem Gate (IGFETs) wie etwa Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistoren (MOSFETs) n-Kanal- oder p-Kanal-MOSFETs sein. Beispielsweise sind in einem n-Kanal-MOSFET der Source- und der Drainbereich mit n-Typ-Dotierstoffen dotiert, und die Stromrichtung verläuft von dem Drainbereich zu dem Sourcebereich. In einem p-Kanal-MOSFET sind der Source- und der Drainbereich mit p-Typ-Dotierstoffen dotiert, und die Stromrichtung verläuft von dem Sourcebereich zu dem Drainbereich. Wie klar zu verstehen ist, können in dem Zusammenhang der vorliegenden Erfindung die Dotierungstypen umgekehrt werden. Wenn ein spezifischer Strompfad mittels einer Richtungssprache beschrieben wird, soll diese Sprache nur verstanden werden als ein Beschreiben des Pfades und nicht der Polarität des Stromflusses, d. h., ob der Transistor ein p-Kanal- oder ein n-Kanal-Transistor ist. Die Figuren können polaritätsempfindliche Komponenten umfassen, beispielsweise Dioden. Wie klar zu verstehen ist, ist die spezifische Anordnung von diesen polaritätsempfindlichen Komponenten als ein Beispiel gegeben und kann invertiert werden, um die beschriebene Funktionalität zu erhalten, abhängig davon, ob der erste Leitfähigkeitstyp einen n-Typ oder einen p-Typ bedeutet.

[0030] Die Begriffe "lateral" und "horizontal", wie diese in der vorliegenden Beschreibung verwendet werden, sollen eine Orientierung im Wesentlichen parallel zu einer ersten Oberfläche eines Halbleitersubstrats oder -körpers beschreiben. Dies kann beispielsweise die Oberfläche eines Wafers oder eines Die bzw. Chips sein.

[0031] Der Begriff "vertikal", wie dieser in der vorliegenden Beschreibung verwendet ist, soll eine Orientierung beschreiben, die im Wesentlichen senkrecht

zu der ersten Oberfläche des Halbleitersubstrats oder Halbleiterkörpers angeordnet ist.

[0032] Die Begriffe "Wafer", "Substrat" oder "Halbleitersubstrat", die in der folgenden Beschreibung verwendet werden, können jegliche auf Halbleiter beruhende Struktur umfassen, die eine Halbleiteroberfläche hat. Wafer und Struktur sind zu verstehen, so dass sie Silizium, Silizium-auf-Isolator (SOI), Silizium-auf-Saphir (SOS), dotierte und undotierte Halbleiter, epitaktische Schichten von Silizium, getragen durch eine Basishalbleiterunterlage, und andere Halbleiterstrukturen einschließen. Der Halbleiter braucht nicht auf Silizium zu beruhen. Der Halbleiter könnte ebenso Silizium-Germanium, Germanium oder Galliumarsenid sein. Gemäß anderen Ausführungsbeispielen können Siliziumcarbid (SiC) oder Galliumnitrid (GaN) das Halbleitersubstratmaterial bilden.

[0033] Fig. 1A zeigt eine Querschnittsansicht einer Halbleitervorrichtung gemäß einer Ausführungsform. Die Querschnittsansicht von Fig. 1A ist zwischen I und I' genommen, wie auch in Fig. 4B veranschaulicht ist. Die in Fig. 1A gezeigte Halbleitervorrichtung 1 weist einen Transistor 10 in einem Halbleitersubstrat 100 mit einer ersten Hauptoberfläche 110 auf. Der Transistor 10 umfasst einen Sourcebereich 201 und einen Sourcekontakt, der mit dem Sourcebereich 201 elektrisch verbunden ist. Der Sourcekontakt weist einen ersten Sourcekontaktabschnitt 202 und einen zweiten Sourcekontaktabschnitt 130 auf. Die Halbleitervorrichtung weist ferner eine Gateelektrode 210 in einem Gategraben 212 auf, welcher in Fig. 1A durch gestrichelte Linien angezeigt und vor oder hinter der dargestellten Zeichnungsebene angeordnet ist. Der Gategraben 212 ist in der ersten Hauptoberfläche 110 einem Bodybereich 220 benachbart ausgebildet. Die Gateelektrode 210 ist dafür eingerichtet, eine Leitfähigkeit eines Kanals im Bodybereich 220 zu steuern. Der Bodybereich und eine Driftzone 260 sind entlang einer ersten Richtung, zum Beispiel der x-Richtung, parallel zur ersten Hauptoberfläche 110 zwischen dem Sourcebereich 201 und einem Drainbereich 205 angeordnet. Der zweite Sourcekontaktabschnitt 130 ist an einer zweiten Hauptoberfläche 120 des Halbleitersubstrats 100 angeordnet. Der erste Sourcekontaktabschnitt 202 umfasst ein leitfähiges Sourcematerial 115, welches mit dem Sourcebereich 201 in direktem Kontakt steht. Der erste Sourcekontaktabschnitt 202 umfasst ferner einen Abschnitt des Halbleitersubstrats 100 zwischen dem leitfähigen Sourcematerial 115 und dem zweiten Sourcekontaktabschnitt 130. Die Halbleitervorrichtung 1 weist ferner einen Temperatursensor 30 im Halbleitersubstrat 100 auf.

[0034] Wie mit Verweis auf Fig. 4A bis Fig. 4D detaillierter erläutert werden wird, verwirklicht der Transistor einen lateralen Transistor, welcher von zwei

gegenüberliegenden Hauptoberflächen **110**, **120** des Halbleitersubstrats **100** aus kontaktiert werden kann. Gemäß der in **Fig. 1A** gezeigten Ausführungsform ist der Sourcebereich **201** über den Sourcekontakt mit einem Sourceanschluss **271** elektrisch verbunden. Beispielsweise kann der Sourceanschluss **271** mit Masse verbunden sein. Ein leitfähiges Sourcematerial **115** kann zum Beispiel in einer Sourcekontaktvertiefung **112** in der ersten Hauptoberfläche **110** angeordnet sein. Ferner ist der Drainbereich **205** über den Drainkontakt **206** mit einer Drainkontaktschicht **140** auf einer Seite einer ersten Hauptoberfläche **110** des Halbleitersubstrats elektrisch verbunden. Der Sourcebereich **201** und der Drainbereich **205** sind der ersten Hauptoberfläche **110** des Halbleitersubstrats benachbart angeordnet. Der Bodybereich **220** und die Driftzone **260** sind der ersten Hauptoberfläche **110** des Halbleitersubstrats benachbart angeordnet, so dass ein Stromfluss, der durch die Gateelektrode **210** gesteuert wird, hauptsächlich in einer horizontalen Richtung bewerkstelligt wird. Gleichzeitig ist der Sourcebereich mit einem zweiten Sourcekontaktabschnitt **130** elektrisch verbunden, welcher der zweiten Hauptoberfläche **120** des Halbleitersubstrats benachbart angeordnet ist. Gemäß der Ausführungsform von **Fig. 1A** ist ein Teil bzw. Abschnitt der Gateelektrode **210** über der ersten Hauptoberfläche **110** angeordnet und ist eingerichtet, um eine Leitfähigkeit eines der ersten Hauptoberfläche **110** benachbart ausgebildeten Kanalbereichs zu steuern. Die Gateelektrode **210** ist mittels einer Gate-Dielektrikumschicht **211** vom Bodybereich **220** isoliert.

[0035] Gemäß einer Ausführungsform umfasst das Halbleitersubstrat **100** einen ersten Abschnitt **104** eines zweiten Leitfähigkeitstyps, einen zweiten Abschnitt **105** des zweiten Leitfähigkeitstyps und einen ersten Bereich **106** eines ersten Leitfähigkeitstyps. Der erste Abschnitt **104** weist eine größere Distanz zur ersten Hauptoberfläche **110** als der zweite Abschnitt **105** auf. Der erste Abschnitt **104** weist eine größere Dotierungskonzentration als der zweite Abschnitt **105** auf. Der erste Abschnitt **104** ist eine Komponente des ersten Sourcekontaktabschnitts **202**. Die Sourcekontaktvertiefung **112** kann sich zum ersten Abschnitt **104** erstrecken. Das leitfähige Sourcematerial **115**, das die Sourcekontaktvertiefung **112** füllt, kontaktiert elektrisch den ersten Abschnitt **104** oder den zweiten Abschnitt **105**. Demgemäß umfasst der erste Sourcekontaktabschnitt **202** des Sourcekontakts das leitfähige Sourcematerial **115**, welches mit dem Sourcebereich in direktem Kontakt steht. Ferner umfasst der Sourcekontakt einen Teil des ersten Abschnitts **104** und, optional, des zweiten Abschnitts **105**. Gemäß einer Ausführungsform kann die Dotierungskonzentration vom zweiten Abschnitt zum ersten Abschnitt allmählich zunehmen.

[0036] Der Temperatursensor **30** umfasst einen pn-Übergang zum Beispiel zwischen dem zweiten Ab-

schnitt **105** und dem ersten Bereich **106**. Der Temperatursensor **30** umfasst ferner einen ersten Kontakt **301** in Kontakt mit dem ersten Bereich **106** und einen zweiten Kontakt **302** in Kontakt mit dem ersten Abschnitt **104**. Gemäß der in **Fig. 1A** gezeigten Ausführungsform sind Komponenten des Temperatursensors **30**, insbesondere der zweite Kontakt, durch Komponenten des Transistors, zum Beispiel den Sourcekontakt, verwirklicht. Gemäß weiteren Ausführungsformen können die Komponenten des Transistors **10** getrennt von den Komponenten des Temperatursensors **30** verwirklicht sein. In der in **Fig. 1A** gezeigten Ausführungsform können der Sourcebereich und der Drainbereich vom ersten Leitfähigkeitstyp sein, und der Bodybereich **220** ist vom zweiten Leitfähigkeitstyp. Die Driftzone **260** kann vom ersten Leitfähigkeitstyp sein. Beispielsweise kann der erste Leitfähigkeitstyp ein n-Typ sein, und der zweite Leitfähigkeitstyp kann ein p-Typ sein.

[0037] Der erste Kontakt **301** kann in einer ersten Sensorkontaktvertiefung **304** angeordnet sein, die in der ersten Hauptoberfläche **110** ausgebildet ist. Der zweite Kontakt **302** ist in einer zweiten Sensorkontaktvertiefung **112**, **303** in der ersten Hauptoberfläche **110** angeordnet und erstreckt sich zum ersten Abschnitt **104**. Beispielsweise können die Sourcekontaktvertiefung **112** und die zweite Sensorkontaktvertiefung **303** durch eine einzige Vertiefung verwirklicht sein, wie auch in **Fig. 1A** veranschaulicht ist. Alternativ dazu können die Sourcekontaktvertiefung **112** und die Sensorkontaktvertiefung **303** voneinander getrennt sein und sich bis zur gleichen Tiefe erstrecken. Die zweite Sensorkontaktvertiefung **303** erstreckt sich zum Beispiel nicht bis zur zweiten Hauptoberfläche **120** des Halbleitersubstrats **100**. Desgleichen erstreckt sich die Sourcekontaktvertiefung **112** nicht bis zur zweiten Hauptoberfläche **120** des Halbleitersubstrats.

[0038] Ein dotierter Seitenwandbereich **310** kann zwischen der zweiten Sensorkontaktvertiefung **303** und dem ersten Bereich **106** des Halbleitersubstrats angeordnet sein, um eine elektrische Isolierung vorzusehen. Der dotierte Seitenwandbereich **310** kann mit dem zweiten Leitfähigkeitstyp dotiert sein. Ein zweiter dotierter Abschnitt **309** kann an einer Bodenseite der Sourcekontaktvertiefung **112** und der zweiten Sensorkontaktvertiefung **303** angeordnet sein, um einen Kontaktwiderstand zwischen dem leitfähigen Material **115** in der Sourcekontaktvertiefung **112** oder der zweiten Sensorkontaktvertiefung **303** und dem benachbarten Halbleitermaterial zu reduzieren.

[0039] Die spezifische Funktionalität des Transistors und des Temperatursensors wird später erläutert werden.

[0040] **Fig. 1B** zeigt eine Querschnittsansicht einer Halbleitervorrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform.

rungsform. Die Halbleitervorrichtung **1** von **Fig. 1B** weist grundsätzlich die gleichen Komponenten wie die in **Fig. 1A** gezeigte Halbleitervorrichtung **1** auf. Im Unterschied zur Ausführungsform von **Fig. 1A** kann der Temperatursensor als ein bipolarer Transistor gestaltet bzw. verwirklicht sein, in welchem ein Basisanschluss und ein Kollektoranschluss elektrisch verbunden sind. Das Sensorelement **30** umfasst ferner einen Emitterbereich **305** des zweiten Leitfähigkeitstyps in Kontakt mit dem ersten Bereich **106**. Die Halbleitervorrichtung **1** kann ferner einen Emitterkontakt **306** in Kontakt mit dem Emitterbereich **305** umfassen. Der Emitterkontakt **306** kann mit einem Emitteranschluss **307** verbunden sein. Der erste Kontakt **301** kann den Basiskontakt verwirklichen, und der zweite Kontakt **302** kann den Kollektorkontakt verwirklichen. Der erste Kontakt **301** und der zweite Kontakt **302** können mit einem gemeinsamen Anschluss verbunden sein. Beispielsweise können der zweite Sourcekontaktabschnitt **130**, der erste Kontakt **301** und der zweite Kontakt **302** mit einem gemeinsamen Anschluss **271**, zum Beispiel dem Erdungsanschluss, verbunden sein. Der Emitterkontakt **306** ist der ersten Hauptoberfläche **110** benachbart angeordnet und kann so ausgebildet sein, dass er sich nicht in das Halbleitersubstrat erstreckt. Der Emitterbereich **305** kann als ein dotierter Abschnitt der ersten Hauptoberfläche **110** benachbart ausgebildet sein. Beispielsweise kann ein dotierter Abschnitt **308** des ersten Leitfähigkeitstyps den Seitenwänden und der Bodenseite der ersten Sourcekontaktvertiefung **304** benachbart angeordnet sein, um einen Kontakt zwischen dem den ersten Kontakt **301** bildenden leitfähigen Material und dem benachbarten Halbleitermaterial zu schaffen.

[0041] Das in **Fig. 1A** und **Fig. 1B** veranschaulichte Konzept kann auch auf einen sogenannten "Drain-Down"-Transistor angewendet werden, der einen Drainkontakt aufweist, der den Drainbereich **205** mit einem Drainanschluss **294** elektrisch verbindet, der einer zweiten Hauptoberfläche **120** des Halbleitersubstrats **100** benachbart angeordnet ist. Gemäß einer Ausführungsform kann der Drainanschluss **294** mit Masse verbunden sein.

[0042] **Fig. 1C** und **Fig. 1D** zeigen Querschnittsansichten von Halbleitervorrichtungen gemäß diesen Ausführungsformen. Wie in **Fig. 10** gezeigt ist, weist die Halbleitervorrichtung **1** einen Transistor **10** in einem Halbleitersubstrat **100** mit einer ersten Hauptoberfläche **110** auf. Der Transistor **10** umfasst ähnliche Komponenten, die mit Verweis auf **Fig. 1A** diskutiert worden sind. Der Drainkontakt ist in einer von der Ausführungsform von **Fig. 1A** verschiedenen Art und Weise verwirklicht.

[0043] Der Transistor **10** umfasst einen Drainbereich **205** und einen Drainkontakt, der mit dem Drainbereich **205** elektrisch verbunden ist. Der Drainkontakt

umfasst einen ersten Drainkontaktabschnitt **275** und einen zweiten Drainkontaktabschnitt **295**. Die Halbleitervorrichtung umfasst ferner eine Gateelektrode **210** und einen Gategraben **212** in der ersten Hauptoberfläche **110**, einem Bodybereich **220** benachbart. Die Gateelektrode **210** ist dafür eingerichtet, eine Leitfähigkeit eines Kanals im Bodybereich **220** zu steuern. Der Bodybereich **220** und eine Driftzone **260** sind entlang einer ersten Richtung parallel zur ersten Hauptoberfläche **110** zwischen einem Sourcebereich **201** und dem Drainbereich **205** angeordnet. Der zweite Drainkontaktabschnitt **295** ist an einer zweiten Hauptoberfläche **120** des Halbleitersubstrats **100** angeordnet. Der erste Drainkontaktabschnitt **275** umfasst ein leitfähiges Drainmaterial **115** in direktem Kontakt mit dem Drainbereich **205**. Der erste Drainkontaktabschnitt **275** umfasst ferner einen Abschnitt **704** des Halbleitersubstrats **100** zwischen dem leitfähigen Drainmaterial **115** und dem zweiten Drainkontaktabschnitt **295**. Ferner umfasst die Halbleitervorrichtung **1** einen Temperatursensor **30** im Halbleitersubstrat **100**.

[0044] Gemäß der in **Fig. 1C** gezeigten Ausführungsform kann das leitfähige Drainmaterial **115** in einer Drainkontaktvertiefung **276** in der ersten Hauptoberfläche **110** angeordnet sein. Die Drainkontaktvertiefung **276** kann sich bis zum ersten Abschnitt **704** des Halbleitersubstrats **100** erstrecken.

[0045] Wie in **Fig. 1C** gezeigt ist, umfasst das Halbleitersubstrat **100** einen ersten Abschnitt **704** eines zweiten Leitfähigkeitstyps, einen zweiten Abschnitt **705** des zweiten Leitfähigkeitstyps und einen ersten Bereich **706** eines ersten Leitfähigkeitstyps. Der erste Abschnitt **704** weist eine größere Distanz zur ersten Hauptoberfläche **110** als der zweite Abschnitt **705** auf. Der erste Abschnitt **704** weist eine größere Dotierungskonzentration als der zweite Abschnitt **705** auf. Der erste Abschnitt **704** ist eine Komponente des ersten Drainkontaktabschnitts **275**.

[0046] Der Temperatursensor **30** umfasst einen pn-Übergang, zum Beispiel zwischen dem zweiten Abschnitt **705** und dem ersten Bereich **706**. Der Temperatursensor **30** umfasst ferner einen ersten Kontakt **301** in Kontakt mit dem ersten Bereich **706** und einen zweiten Kontakt **302** in Kontakt mit dem ersten Abschnitt **704**. Der erste Kontakt **301** kann in einer ersten Sensorkontaktvertiefung **304** in der ersten Hauptoberfläche **110** angeordnet sein. Der zweite Kontakt **302** kann in einer zweiten Sensorkontaktvertiefung **303** in der ersten Hauptoberfläche **110** angeordnet sein und sich zum ersten Abschnitt **704** erstrecken. Die Drainkontaktvertiefung **276** und die zweite Sensorkontaktvertiefung **303** können sich bis zur gleichen Tiefe erstrecken. Die zweite Sensorkontaktvertiefung **303** erstreckt sich zum Beispiel nicht bis zur zweiten Hauptoberfläche **120** des Halbleitersubstrats. In einer ähnlichen Weise, wie mit Ver-

weis auf **Fig. 1A** und **Fig. 1B** diskutiert worden ist, kann die zweite Sensorkontaktvertiefung **303** mit der Drainkontaktvertiefung **276** verschmolzen sein. Alternativ dazu können diese Vertiefungen voneinander getrennt sein und sich bis zur gleichen Tiefe erstrecken.

[0047] Gemäß der in **Fig. 1C** gezeigten Ausführungsform sind der Sourcebereich und der Drainbereich vom zweiten Leitfähigkeitstyp, und der Bodybereich ist vom ersten Leitfähigkeitstyp. Die Driftzone **260** ist vom zweiten Leitfähigkeitstyp. Der zweite Leitfähigkeitstyp kann zum Beispiel ein n-Typ sein, und der erste Leitfähigkeitstyp kann ein p-Typ sein,

[0048] **Fig. 1D** zeigt eine Querschnittsansicht einer Halbleitervorrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform. Im Unterschied zu der in **Fig. 1C** gezeigten Ausführungsform umfasst der Temperatursensor ferner einen Emitterbereich **305** des zweiten Leitfähigkeitstyps in Kontakt mit dem ersten Bereich **706**. Die Halbleitervorrichtung kann ferner einen Emitterkontakt **306** in Kontakt mit dem Emitterbereich **305** aufweisen. Der Emitterkontakt **306** kann mit einem Emitteranschluss **307** elektrisch verbunden sein. Ferner können beispielsweise der erste Sensorkontakt **301** (Basis) und der zweite Sensorkontakt **302** (Kollektor) mit einem gemeinsamen Anschluss verbunden sein. Der gemeinsame Anschluss kann beispielsweise der Drainanschluss **294** sein. Gemäß einer Ausführungsform können der gemeinsame Anschluss und der Drainanschluss **294** mit Masse verbunden sein.

[0049] **Fig. 1E** zeigt eine Halbleitervorrichtung gemäß einer Ausführungsform, in welcher die zweite Sensorkontaktvertiefung **303** von der Sourcekontaktvertiefung **112** getrennt ausgebildet ist. Die weiteren Komponenten der Halbleitervorrichtung sind den mit Verweis auf **Fig. 1A** erläuterten jeweiligen Komponenten ähnlich oder mit diesen identisch. Die Sourcekontaktvertiefung **112** erstreckt sich bis zur gleichen Tiefe wie die zweite Sensorkontaktvertiefung **303**. Insbesondere können diese Vertiefungen durch gemeinsame oder Verbundbearbeitungsverfahren geschaffen werden. Ein dotierter Abschnitt **113** des zweiten Leitfähigkeitstyps kann an einer Bodenseite der Sourcekontaktvertiefung **112** angeordnet sein. Ferner kann ein dotierter Abschnitt **309** des zweiten Leitfähigkeitstyps einer Bodenseite der zweiten Sensorvertiefung **303** benachbart angeordnet sein. Die Sourcekontaktvertiefung **112** kann von einem leitfähigen Material an einer ersten Hauptoberfläche **110** der Halbleitervorrichtung getrennt sein. Der zweite Sensorkontakt **302** kann sich zu einer Metallisierungsschicht an der ersten Hauptoberfläche **110** der Halbleitervorrichtung erstrecken.

[0050] Wie ohne weiteres zu erkennen ist, können beliebige der hierin beschriebenen Halbleitervorrich-

tungen eine zweite Sensorkontaktvertiefung **303** aufweisen, welche von der Sourcekontaktvertiefung **112** oder der Drainkontaktvertiefung **276** getrennt ist.

[0051] Gemäß der Ausführungsform der **Fig. 1A** und **Fig. 1B** kann der erste Sensorkontaktgraben **304** gleichzeitig oder durch gemeinsame Bearbeitungsschritte mit dem Drainkontaktgraben **204** geschaffen werden. Gemäß der Ausführungsform der **Fig. 1C** und **Fig. 1D** kann der erste Sensorkontaktgraben **304** durch gemeinsame oder Verbundbearbeitungsschritte wie der Sourcekontaktgraben **277** ausgebildet werden. In der Ausführungsform der **Fig. 1A** und **Fig. 1B** kann ferner der zweite Sensorkontaktgraben **303** mit dem Sourcekontaktgraben **112** verschmolzen werden, und in der Ausführungsform der **Fig. 1C** und **Fig. 1D** kann der zweite Sensorkontaktgraben **303** mit dem Drainkontaktgraben **276** verschmolzen werden. Wenn der zweite Sensorkontaktgraben **303** nicht mit dem Sourcekontaktgraben **112** oder dem Drainkontaktgraben **276** verschmolzen wird, kann er gleichzeitig mit dem Sourcekontaktgraben **112** oder dem Drainkontaktgraben **276** ausgebildet werden. Dementsprechend weist jeder der ersten und zweiten Sensorkontaktgräben **303**, **304** seinen Gegenpart im Transistor **10** auf, zum Beispiel den Sourcekontaktgraben **112** und den Drainkontaktgraben **204** oder den Sourcekontaktgraben **277** und den Drainkontaktgraben **276**. Als Folge kann der Temperatursensor **30** auf einfache Weise verwirklicht werden, und Verfahren zum Schaffen von Komponenten des Transistors können genutzt werden, um Komponenten des Temperatursensors **30** herzustellen. Als Folge kann der Herstellungsprozess vereinfacht werden.

[0052] Gemäß Ausführungsformen umfasst der Temperatursensor Abschnitte oder Bereiche eines ersten Leitfähigkeitstyps und Abschnitte oder Bereiche eines zweiten Leitfähigkeitstyps, um einen pn-Übergang oder eine Diode zu bilden. Der pn-Übergang oder die Diode kann in Vorwärts- bzw. Durchlassrichtung angesteuert werden. In diesem Fall kann die Vorwärts- bzw. Durchlassspannung bestimmt werden, während ein konstanter Durchlassstrom aufgeprägt wird. Die Durchlassspannung variiert grundsätzlich linear mit der Temperatur und kann daher zum Messen der Temperatur über einen weiten Bereich genutzt werden. Alternativ dazu kann die Diode in Umkehr- bzw. Rückwärtsrichtung angesteuert werden, indem eine Rückwärts- bzw. Sperrspannung angelegt wird. In diesem Fall kann der Rückwärts- bzw. Sperrstrom gemessen werden. Der Sperrstrom variiert exponentiell mit der Temperatur. Dementsprechend kann ein Messen des Sperrstroms zum Feststellen einer ausgeprägten Schwellenspannung (hohe Temperatur) genutzt werden und kann folglich in Kombination mit einer Schutzschaltung verwendet werden, welche den Transistor ausschaltet, wenn die Temperatur die Schwellenspannung übersteigt.

[0053] Fig. 2A und Fig. 2B zeigen Beispiele von Halbleitervorrichtungen **1** mit einem Temperatursensor **30**, der Kontaktstrukturen zum Kontaktieren des pn-Übergangs aufweist. Die spezifische Art und Weise eines Feststellens der Temperatur durch Messen des Sperrstroms oder der Durchlassspannung kann verwirklicht werden, indem die in Fig. 2A und Fig. 2B veranschaulichten Anschlüsse mit Anschlüssen jeweiliger Messvorrichtungen verbunden werden. Fig. 2A zeigt eine Halbleitervorrichtung **1** mit einem Temperatursensor **30**. Der Temperatursensor **30** ist in einem Halbleiterkörper **600** mit einem ersten Bereich **606** eines ersten Leitfähigkeitstyps und einem ersten Abschnitt **604** eines zweiten Leitfähigkeitstyps ausgebildet. Der erste Bereich **606** ist über dem ersten Abschnitt **604** angeordnet. Der Halbleiterkörper **600** kann beispielsweise ein Halbleitersubstrat sein. Wie ohne weiteres zu verstehen ist, kann der Halbleiterkörper **600** nicht-einkristalline, zum Beispiel polykristalline, Halbleiterabschnitte aufweisen.

[0054] Der Temperatursensor **30** umfasst einen ersten Kontakt **301** in Kontakt mit dem ersten Bereich **606** und einen zweiten Kontakt **302** in Kontakt mit dem ersten Abschnitt **604**. Der zweite Kontakt **302** ist in einer zweiten Sensorkontaktvertiefung **303** in der ersten Hauptoberfläche **610** angeordnet und erstreckt sich bis zum ersten Abschnitt **604**.

[0055] Die zweite Sensorkontaktvertiefung **303** kann sich beispielsweise nicht bis zu einer zweiten Hauptoberfläche **620** des Halbleiterkörpers **600** erstrecken. Der zweite Sensorkontakt kann zum Beispiel über den ersten Abschnitt **604** mit der zweiten Hauptoberfläche **620** des Halbleiterkörpers **600** elektrisch verbunden sein.

[0056] Gemäß einer Ausführungsform kann der erste Bereich **606** den ersten Abschnitt **604** berühren, um einen pn-Übergang zu schaffen. Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann der Halbleiterkörper ferner einen zweiten Abschnitt **605** des zweiten Leitfähigkeitstyps aufweisen, wobei der zweite Abschnitt **605** zwischen dem ersten Bereich **606** und dem ersten Abschnitt **604** sandwichartig angeordnet ist. Demgemäß kann der pn-Übergang zwischen dem ersten Bereich **606** und dem zweiten Abschnitt **605** ausgebildet sein.

[0057] In allen hierin beschriebenen Ausführungsformen kann der zweite Sensorkontaktgraben **303** ferner vor und hinter der dargestellten Zeichnungsebene angeordnet sein und kann in der ersten Richtung, zum Beispiel der x-Richtung, verlaufen. Insbesondere kann die zweite Sensorkontaktvertiefung **303** den Temperatursensor **30** vollständig umschließen.

[0058] Im Allgemeinen können, wenn die Diode in Durchlassrichtung angesteuert wird, Minoritätsträger

erzeugt werden, welche zu den Transistorzellen lecken können. Dementsprechend ist es wünschenswert, eine effektive Isolierung zwischen dem Temperatursensor **30** und den Transistorzellen vorzusehen. Gemäß den hierin beschriebenen Ausführungsformen verhindert die zweite Sensorkontaktvertiefung **303**, die sich in den ersten Abschnitt **104**, **604** des zweiten Leitfähigkeitstyps erstreckt, dass Minoritätsträger zu benachbarten Transistorzellen lecken. Folglich ist der Temperatursensor **30** von den umgebenden Transistorzellen wirksam isoliert. Da ein leitfähiges Material **115** wie etwa Polysilizium oder Wolfram in die zweiten Sensorkontaktgräben **303** gefüllt ist, kann ferner Wärme effektiv vom Transistor **10** zum Temperatursensor **30** übertragen werden, so dass die Temperatur der Halbleitervorrichtung gemessen werden kann.

[0059] Wie in Fig. 2A weiter veranschaulicht ist, isoliert ein dotierter Seitenwandabschnitt **310** des zweiten Leitfähigkeitstyps das leitfähige Material **115** des zweiten Sensorkontaktgrabens **303** vom ersten Bereich **606** des Halbleiterkörpers **600**.

[0060] Fig. 2B zeigt eine weitere Ausführungsform einer Halbleitervorrichtung **1** mit einem Temperatursensor **30**. Zusätzlich zu den mit Verweis auf Fig. 2A diskutierten Komponenten weist der Temperatursensor **30** ferner einen Emitterbereich **305** des zweiten Leitfähigkeitstyps auf. Der Temperatursensor **30** umfasst ferner einen Emitterkontakt **306**, welcher mit dem Emitterbereich **305** elektrisch verbunden ist. Der Emitterbereich **305** kann als ein flacher implantierter Abschnitt gestaltet bzw. verwirklicht sein, der der ersten Hauptoberfläche **110** des Halbleitersubstrats benachbart angeordnet ist. Der erste Kontakt **301** (Basis) und der zweite Kontakt **302** (Kollektor) können mit einem gemeinsamen Anschluss **313** elektrisch verbunden sein. Der Emitterkontakt kann mit einem Emitteranschluss **307** verbunden sein.

[0061] Fig. 2C zeigt ein Ersatzschaltbild des mit Verweis auf Fig. 2A beschriebenen Temperatursensors **30**. Gemäß der Ausführungsform von Fig. 2C umfasst der Temperatursensor einen pn-Übergang oder eine Diode. Ein Anschluss der Diode ist mit einem Erdungsanschluss elektrisch verbunden. Ein konstanter Strom wird der Diode aufgeprägt. Der konstante Strom wird durch eine Spannungsquelle **350** erzeugt, die mit einem Umwandlungselement **351** wie etwa einem Widerstand oder einem Transistor verbunden ist. Die Polarität des erzeugten Stroms ist so eingestellt, dass die Diode in Vorwärts- bzw. Durchlassrichtung angesteuert wird. Durch die Spannungsmessvorrichtung **352**, die mit der Diode parallel verbunden ist, wird eine Spannung gemessen. Ein durch die Spannungsmessvorrichtung **352** erzeugtes Signal wird in das Steuerungselement **353** eingespeist, das die Temperatur aus dem Spannungssignal bestimmt. Wenn der pn-Übergang oder die Diode in

Sperrrichtung angesteuert wird, um den Leckstrom zu messen, ist eine Strommessvorrichtung mit dem pn-Übergang oder der Diode in Reihe verbunden, während eine konstante Sperrspannung angelegt ist, und das gemessene Stromsignal wird in das Steuerungselement **353** eingespeist.

[0062] Fig. 2D zeigt ein Ersatzschaltbild des mit Verweis auf Fig. 2B beschriebenen Temperatursensors **30**. Gemäß der Ausführungsform von Fig. 2D umfasst der Temperatursensor einen Bipolartransistor, in welchem Basis und Kollektor mit einem gemeinsamen Anschluss, zum Beispiel dem Erdungsanschluss, verbunden sind. Wenn beispielsweise eine positive Spannung an den Emitter angelegt wird, kann die Diodenschwelle zwischen Emitter und Basis bestimmt werden, zum Beispiel indem ein konstanter Strom aufgeprägt wird. Der konstante Strom wird durch eine Spannungsquelle **350** erzeugt, die mit einem Umwandlungselement **351** wie etwa einem Widerstand oder einem Transistor verbunden ist. Die Polarität des erzeugten Stroms ist so eingestellt, dass die resultierende Diode in Durchlassrichtung angesteuert wird.

[0063] Durch die Spannungsmessvorrichtung **352**, die mit dem Bipolartransistor parallel verbunden ist, wird eine Spannung gemessen. Ein durch die Spannungsmessvorrichtung **352** erzeugtes Signal wird in das Steuerungselement **353** eingespeist, das die Temperatur aus dem Spannungssignal bestimmt. Wenn die resultierende Diode in Sperrrichtung angesteuert wird, um den Leckstrom zu messen, ist eine Strommessvorrichtung mit dem Bipolartransistor in Reihe verbunden, während eine konstante Sperrspannung angelegt ist, und das gemessene Stromsignal wird in das Steuerungselement **353** eingespeist.

[0064] Die mit Verweis auf Fig. 2A bis Fig. 2D beschriebenen Messverfahren können für die in Fig. 1A bis Fig. 1E veranschaulichten Halbleitervorrichtungen genutzt werden.

[0065] Wenn man den diodenbasierten Temperatursensor **30** nutzt, der zum Beispiel in Fig. 1A, Fig. 1C und Fig. 1E und Fig. 2A und Fig. 2C dargestellt ist, wird ein mit dem ersten Kontakt **301** des Temperatursensors **30** verbundener Anschluss **311** bei einem niedrigeren Potential als ein Anschluss **271** gehalten, der mit dem zweiten Kontakt **302** verbunden ist. Dementsprechend wird, wie in Fig. 2C dargestellt ist, wenn der mit dem zweiten Kontakt **302** verbundene Anschluss auf Masse gehalten wird, eine negative Spannung an den mit dem ersten Kontakt **301** verbundenen Anschluss **311** angelegt.

[0066] Wenn der auf einem Bipolartransistor basierende Temperatursensor **30** genutzt wird, der zum Beispiel in Fig. 1B, Fig. 1D und in Fig. 2B und Fig. 2D gezeigt ist, wird ein mit dem Emitterkontakt **306** des

Temperatursensors **30** verbundener Anschluss **307** bei einem höheren Potential als ein Anschluss **271** gehalten, der mit dem zweiten Kontakt **302** verbunden ist. Dementsprechend wird, wie in Fig. 2C gezeigt ist, wenn der mit dem zweiten Kontakt **302** verbundene Anschluss auf Masse gehalten wird, eine positive Spannung an den mit dem Emitterkontakt **306** verbundenen Anschluss **307** angelegt.

[0067] Fig. 3A zeigt eine Querschnittsansicht einer Halbleitervorrichtung **1** gemäß einer weiteren Ausführungsform. Die Halbleitervorrichtung **1** umfasst den Temperatursensor **30**, welcher vorher mit Verweis auf Fig. 2A und Fig. 2B erläutert worden ist, und ferner einen Transistor **10**, welcher in einer Weise verwirklicht sein kann, die von der in Fig. 1A bis Fig. 1E gezeigten Ausführungsform verschieden ist. Beispielsweise kann der Transistor durch einen planaren Transistor verwirklicht sein. Der Transistor kann einen Sourcebereich **201**, einen Drainbereich **205**, einen Bodybereich **220** und eine Driftzone **260** umfassen. Der Bodybereich **220** und die Driftzone **260** sind entlang einer ersten Richtung, zum Beispiel der x-Richtung, parallel zur ersten Hauptoberfläche **110** des Halbleitersubstrats **100** angeordnet. Der Sourcebereich **201** und der Drainbereich **205** sind der ersten Hauptoberfläche **110** benachbart ausgebildet. Die Gateelektrode **210** steuert eine Leitfähigkeit eines im Bodybereich **220** ausgebildeten Kanals. Die Gateelektrode **210** kann mittels eines Gatedielektrikums **211** vom Bodybereich **220** isoliert sein. Die Gateelektrode **210** kann ganz über der ersten Hauptoberfläche **110** des Halbleitersubstrats ohne etwaige, in der Hauptoberfläche **110** verlaufende Abschnitte angeordnet sein. Daher können bzw. müssen der Sourcebereich **201** und der Drainbereich sich nicht in die Tiefenrichtung (zum Beispiel die z-Richtung) des Halbleitersubstrats erstrecken. Der Sourcekontakt **209** kann über der ersten Hauptoberfläche **110** angeordnet sein und erstreckt sich nicht in das Halbleitersubstrat **100**. Desgleichen kann der Drainkontakt **206** über der ersten Hauptoberfläche **110** des Halbleitersubstrats **100** angeordnet sein und erstreckt sich nicht in das Halbleitersubstrat.

[0068] Der Temperatursensor **30** umfasst einen ersten Sensorkontakt **301** und einen zweiten Sensorkontakt **302**. Der zweite Sensorkontakt **302** kann in einem zweiten Sensorkontaktgraben **303** angeordnet sein, der sich zum ersten Abschnitt **104** des zweiten Leitfähigkeitstyps erstreckt. Der erste Sensorkontakt **301** kann einen dotierten Abschnitt **314** der ersten Hauptoberfläche **110** des Halbleitersubstrats benachbart aufweisen. Gemäß weiteren Ausführungsformen kann der erste Sensorkontakt **301** in einer verschiedenen Art und Weise, zum Beispiel in der Art und Weise, die mit Verweis auf Fig. 1A bis Fig. 1E erläutert worden ist, mit einer ersten Sensorkontaktvertiefung **304** verwirklicht sein. Wie in Fig. 3A gezeigt ist, kann jedoch auf solch eine erste Sensorkontaktver-

tiefung **304** verzichtet werden, und der erste Sensorkontakt **301** kann ganz über der ersten Hauptoberfläche **110** des Halbleitersubstrats angeordnet sein und den ersten Bereich **106** über den dotierten Abschnitt **314** kontaktieren. Beispielsweise kann der dotierte Abschnitt **314** in Kontakt mit dem ersten Sensorkontakt **301** gleichzeitig mit einem Ausbilden des Sourcebereichs **201** und des Drainbereichs **205** gebildet werden.

[0069] In ähnlicher Art und Weise, wie oben beschrieben worden ist, kann das Halbleitersubstrat **100** einen ersten Abschnitt **104** des zweiten Leitfähigkeitstyps und einen ersten Bereich **106** des ersten Leitfähigkeitstyps umfassen. Der erste Abschnitt **104** kann den ersten Bereich **106** berühren. Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann ein zweiter Abschnitt **105** des zweiten Leitfähigkeitstyps zwischen dem ersten Abschnitt **104** und dem ersten Bereich **106** sandwichartig angeordnet sein. Die weiteren Komponenten der in **Fig. 3A** gezeigten Halbleitervorrichtung sind jenen ähnlich, die mit Verweis auf **Fig. 1A** bis **Fig. 1E** veranschaulicht worden sind, so dass deren detaillierte Beschreibung weggelassen wird.

[0070] **Fig. 3B** zeigt eine Halbleitervorrichtung gemäß noch einer weiteren Ausführungsform. Die Halbleitervorrichtung von **Fig. 3B** umfasst einen Transistor **10** und einen Temperatursensor **30**. Der Transistor **10** kann in der Art und Weise verwirklicht sein, wie oben mit Verweis auf **Fig. 3A** diskutiert wurde. Ferner kann der Temperatursensor **30** in der Art und Weise verwirklicht sein, wie mit Verweis auf **Fig. 2B** erläutert worden ist.

[0071] Insbesondere kann der Temperatursensor **30** einen ersten Sensorkontakt **301**, einen zweiten Sensorkontakt **302** und einen Emitterbereich **305** aufweisen, welcher mit einem Emitterkontakt **306** in Kontakt steht. Der erste Sensorkontakt **301** (Basis) und der zweite Sensorkontakt **302** (Kollektor) können mit einem gemeinsamen Anschluss **313** verbunden sein. Der Emitterkontakt **306** kann mit einem Emitteranschluss **307** verbunden sein. Der erste Sensorkontakt **301** kann über einen dotierten Abschnitt **314** mit dem ersten Bereich **106** verbunden sein. Aufgrund der Tatsache, dass der Sourcebereich **201** und der Drainbereich **205** des Transistors **10** als flache implantierte Abschnitte gestaltet und der Sourcekontakt **209** und der Drainkontakt **206** über der ersten Hauptoberfläche **110** des Halbleitersubstrats **100** angeordnet sind, kann bzw. muss im Halbleitersubstrat **100** kein Graben ausgebildet werden. Daher kann der erste Sensorkontakt **301** über der ersten Hauptoberfläche **110** gebildet werden, um so den Herstellungsprozess weiter zu vereinfachen. Beispielsweise kann der dotierte Abschnitt **314** in Kontakt mit dem ersten Sensorkontakt **301** gleichzeitig mit einem Ausbilden des Sourcebereichs **201** und des Drainbereichs **205** des Transistors geschaffen werden.

[0072] Weitere Komponenten und Eigenschaften des in **Fig. 1A** bis **Fig. 1E** gezeigten Transistors **10** werden im Folgenden mit Verweis auf **Fig. 4A** bis **Fig. 4D** detaillierter erläutert. **Fig. 4A** zeigt eine Querschnittsansicht eines Teils bzw. Abschnitts einer Halbleitervorrichtung gemäß einer Ausführungsform. Die Querschnittsansicht von **Fig. 4A** ist zwischen II und II' genommen, wie auch in **Fig. 4B** veranschaulicht ist. Die in **Fig. 4A** gezeigte Halbleitervorrichtung **1** umfasst einen Transistor **10** in einem Halbleitersubstrat **100** mit einer ersten Hauptoberfläche **110**. Der Transistor **10** umfasst einen Sourcebereich **201**, einen mit dem Sourcebereich **201** elektrisch verbundenen Sourcekontakt, einen Drainbereich **205**, einen Bodybereich **220**, eine Driftzone **260** und eine Gateelektrode **210**. Die Gateelektrode **210** ist in einem (durch gestrichelte Linien angezeigten) Gategraben **212** in einer Ebene vor und hinter der Zeichnungsebene angeordnet. Die Gateelektrode **210** ist dafür eingerichtet, eine Leitfähigkeit eines Kanals im Bodybereich **220** zu steuern. Eine Längsachse des Gategrabens **212** verläuft in einer ersten Richtung parallel zur ersten Hauptoberfläche **110**, zum Beispiel der x-Richtung. Der Bodybereich **220** und die Driftzone **260** sind entlang der ersten Richtung zwischen dem Sourcebereich **201** und dem Drainbereich **205** angeordnet. Der Sourcekontakt umfasst einen ersten Kontaktabschnitt **202** und einen zweiten Sourcekontaktabschnitt **130**. Der zweite Sourcekontaktabschnitt **130** ist an einer zweiten Hauptoberfläche **120** des Halbleitersubstrats **100** gegenüber der ersten Hauptoberfläche **110** angeordnet. Beispielsweise kann der zweite Sourcekontaktabschnitt **130** eine Sourcekontaktschicht verwirklichen, welche eine Source- oder rückseitige Metallisierungsschicht sein kann. Der erste Sourcekontaktabschnitt **202** umfasst ein leitfähiges Sourcematerial **115** in direktem Kontakt mit dem Sourcebereich **201** und einen Abschnitt **104** des Halbleitersubstrats **100**, der zwischen dem leitfähigen Sourcematerial **115** und dem zweiten Sourcekontaktabschnitt **130** angeordnet ist.

[0073] Das leitfähige Sourcematerial **115** kann beispielsweise mehrere Elemente umfassen, die elektrisch verbunden sind. Der Ausdruck "angeordnet zwischen" soll bedeuten, dass der Abschnitt des Halbleitersubstrats an einer Zwischenposition zwischen dem leitfähigen Sourcematerial **115** und dem zweiten Sourcekontaktabschnitt liegt. Weitere Elemente können zwischen dem zweiten Sourcekontaktabschnitt und dem Abschnitt des Halbleitersubstrats oder zwischen dem Abschnitt des Halbleitersubstrats und dem ersten Sourcekontaktabschnitt angeordnet sein. Dieser Ausdruck kann ferner die Bedeutung umfassen, dass zumindest zwei des leitfähigen Sourcematerials, des Abschnitts **104** des Halbleitersubstrats **100** und des zweiten Sourcekontaktabschnitts **130** horizontal überlappen können. Detaillierter beschrieben kann es zumindest einen horizontalen Bereich geben, in welchem der Abschnitt **104** des Halbleiter-

substrats **100** und der zweite Sourcekontaktabschnitt **130** so übereinander gestapelt sind, dass sie horizontal überlappen. Ferner oder alternativ dazu kann es zumindest einen horizontalen Bereich geben, in welchem der Abschnitt **104** des Halbleitersubstrats **100** und das leitfähige Sourcematerial **115** so übereinander gestapelt sind, dass sie horizontal überlappen. Das leitfähige Sourcematerial **115** kann mit dem zweiten Sourcekontaktabschnitt **130** horizontal überlappen. Gemäß einer weiteren Ausführungsform überlappt das leitfähige Sourcematerial **115** horizontal nicht mit dem zweiten Sourcekontaktabschnitt **130**.

[0074] Das leitfähige Sourcematerial **115** kann sich im Halbleitersubstrat **100** bis zu einer größeren Tiefe als eine Tiefe des Gategrabens **212** erstrecken. In der in **Fig. 4A** veranschaulichten Ausführungsform umfasst das Halbleitersubstrat **100** einen ersten Abschnitt **104** auf einer Seite der Rückseite oder der zweiten Hauptoberfläche **120** des Substrats. Der erste Abschnitt **104** kann einen hochdotierten Abschnitt des zweiten Leitfähigkeitstyps, zum Beispiel p+, umfassen. Der erste Abschnitt **104** bildet eine planare Schicht. Eine Dotierkonzentration des ersten Abschnitts **104** kann von einer Seite an der zweiten Hauptoberfläche **120** zu einer von der zweiten Hauptoberfläche **120** entfernten Seite variieren. Eine Schicht **105** des zweiten Leitfähigkeitstyps bei einer geringeren Dotierkonzentration ist über dem ersten Abschnitt **104** geschichtet. Die Schicht **105** kann einen zweiten Abschnitt bilden.

[0075] Die Driftzone **260**, welche vom ersten Leitfähigkeitstyp sein kann, kann in direktem Kontakt mit dem zweiten Abschnitt **105** des zweiten Leitfähigkeitstyps ausgebildet sein. Beispielsweise kann die Driftzone **260** in einem ersten Bereich **106** des ersten Leitfähigkeitstyps angeordnet sein. Der erste Bereich **106** kann über dem zweiten Abschnitt **105** des zweiten Leitfähigkeitstyps epitaktisch gebildet werden. Gemäß einem weiteren Beispiel kann der den ersten Leitfähigkeitstyp aufweisende erste Bereich **106** durch Dotieren unter Verwendung eines Ionenimplantationsprozesses definiert werden. Der Bodybereich **220** ist ferner über dem zweiten Abschnitt **105** angeordnet. Der Bodybereich **220** kann mit dem zweiten Leitfähigkeitstyp dotiert sein. Der Sourcebereich **201** kann vom ersten Leitfähigkeitstyp sein und ist so angeordnet, dass er sich in das Halbleitersubstrat **100** erstreckt. Der Sourcebereich **201** kann beispielsweise einen Teil einer Seitenwand **114** einer Sourcekontaktvertiefung **112** im Halbleitersubstrat **100** bilden. Der Sourcebereich **201** und der Drainbereich **205** können der ersten Hauptoberfläche **110** des Halbleitersubstrats **100** benachbart ausgebildet sein.

[0076] Die Sourcekontaktvertiefung **112** kann im Halbleitersubstrat **100** von der ersten Hauptoberfläche **110** aus so ausgebildet sein, dass sie sich in die

Tiefenrichtung, zum Beispiel die z-Richtung des Substrats **100**, erstreckt. Die Tiefe der Sourcekontaktvertiefung **112** kann größer als eine Tiefe des Gategrabens **212** sein. Die Tiefe der Sourcekontaktvertiefung kann annähernd 3 bis 20 μm , um Beispiel 4 μm , betragen. Die Sourcekontaktvertiefung **112** kann sich beispielsweise zum ersten Abschnitt **104** des Halbleitersubstrats erstrecken, wobei der erste Abschnitt **104** die höhere Dotierkonzentration aufweist. Ein dotierter Abschnitt **113** des zweiten Leitfähigkeitstyps mit einer höheren Dotierkonzentration als die Dotierkonzentration des ersten Substratsabschnitts **104** kann unterhalb der Sourcekontaktvertiefung **112** angeordnet sein. Der hochdotierte Abschnitt **113** kann einen Kontaktabschnitt verwirklichen. Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann sich die Sourcekontaktvertiefung zum zweiten Abschnitt **105** des Substrats erstrecken und sich nicht zum ersten Abschnitt **104** erstrecken. Der elektrische Kontakt zum ersten Abschnitt **104** kann durch den Kontaktabschnitt **113** verwirklicht sein, der zwischen der Sourcekontaktvertiefung **112** und dem ersten Abschnitt **104** angeordnet ist. Ein isolierendes Material **253** kann über der ersten Hauptoberfläche **110** des Halbleitersubstrats so ausgebildet sein, dass der Sourcekontakt **202** von der Oberseite des Halbleitersubstrats getrennt ist.

[0077] Gemäß dem in **Fig. 4A** gezeigten Beispiel ist der Sourcebereich **201** mit einer Sourcekontaktschicht oder einem zweiten Sourcekontaktabschnitt **130**, der auf der zweiten Hauptoberfläche **120** des Halbleitersubstrats **100** angeordnet ist, mittels des ersten Sourcekontaktabschnitts **202** elektrisch verbunden, der ein leitfähiges Sourcematerial **115** in der Sourcekontaktvertiefung und den ersten Abschnitt **104** des Halbleitersubstrats umfasst. Folglich verwirklicht der Sourcekontakt einen vertikalen Kontakt zur Rückseite der Halbleitervorrichtung **1** mittels eines niederohmigen leitfähigen Sourcematerials **115**, welches in die Sourcekontaktvertiefung **112** gefüllt ist. Das leitfähige Sourcematerial **115** kann ein Metall wie etwa Wolfram umfassen. Der zweite Sourcekontaktabschnitt **130** kann mit einem Sourceanschluss **271** elektrisch verbunden sein.

[0078] Aufgrund des Merkmals, dass das leitfähige Sourcematerial **115** sich tief in das Halbleitersubstrat, zum Beispiel zum ersten Abschnitt **104** des Halbleitersubstrats, erstreckt, kann ein parasitärer Bipolartransistor verschlechtert oder unterdrückt werden. Detaillierter beschrieben unterdrückt der hochdotierte Abschnitt **104** einen Transistor, zum Beispiel den npn-Transistor, welcher ansonsten in diesem Bereich gebildet werden könnte. Dieser Effekt kann auch erzielt werden, wenn das leitfähige Sourcematerial **115** sich in den zweiten Abschnitt **105** des Halbleitersubstrats erstreckt und der Kontaktabschnitt **113** zwischen dem leitfähigen Sourcematerial **115** und dem ersten Abschnitt **104** angeordnet ist.

Aufgrund des Vorhandenseins des leitfähigen Sourcematerials **115**, das sich tief in das Halbleitersubstrat **100**, zum Beispiel zum ersten Abschnitt **104** oder zum zweiten Abschnitt **105**, erstreckt, können Anordnungen benachbarter Transistorzellen isoliert werden.

[0079] Allgemein umfassen Leistungstransistoren eine Vielzahl grundlegender Transistorzellen in der Art und Weise, wie hierin mit Verweis auf die gezeigten Figuren beschrieben ist. Die einzelnen Transistorzellen können parallel miteinander verbunden sein und sich gemeinsame Source-, Drain- und Gateanschlüsse teilen. In Abhängigkeit von der spezifischen Ausführung können ferner die einzelnen Transistorzellen der Transistoren sich gemeinsame Source- und Drainbereiche teilen. Eine Vielzahl paralleler Transistorzellen kann zum Beispiel entlang einer zweiten Richtung, zum Beispiel der y-Richtung, angeordnet und parallel verbunden sein, um einen Transistor zu bilden. Weitere Transistorzellen des Transistors können in einer gespiegelten Art und Weise bezüglich des Drainbereichs angeordnet sein. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Beschreibung kann der Ausdruck "Halbleitervorrichtung" sich auf eine Transistorzelle beziehen oder kann auf einen Transistor **10** mit einer Vielzahl von Transistorzellen verweisen.

[0080] Der Drainkontakt **206** ist in einer Drainkontaktvertiefung **204** im Halbleitersubstrat angeordnet. Eine Tiefe der Drainkontaktvertiefung kann annähernd 0,2 bis 20 µm, zum Beispiel 1,0 µm, betragen. Der Drainbereich **205**, welcher vom ersten Leitfähigkeitstyp sein kann, ist mit dem Drainkontakt **206** elektrisch verbunden. Der Drainkontakt **206** erstreckt sich zur Oberseite der Halbleitervorrichtung. Eine Drainkontaktschicht **140**, zum Beispiel eine Drain-Metallisierungsschicht, ist auf der Oberseite der Halbleitervorrichtung angeordnet. Die Drainkontaktschicht **140** kann mit einem Drainanschluss **272** elektrisch verbunden sein.

[0081] Beispiele des leitfähigen Sourcematerials **115** und des Materials des Drainkontakts, zum Beispiel ein leitfähiges Drainmaterial, umfassen Metalle wie etwa Wolfram und Polysilizium. Beispiele der Materialien des zweiten Sourcekontaktabschnitts **130** und der Drainkontaktschicht **140** umfassen Metalle wie etwa Wolfram. Wie ohne weiteres zu erkennen ist, sind diese Materialien nur als Beispiele angegeben, und weitere Materialien können genutzt werden.

[0082] Die Halbleitervorrichtung **10** kann ferner eine Feldplatte **250** aufweisen. Gemäß einer Ausführungsform kann die Feldplatte **250** als planare Feldplatte gestaltet sein, die über der ersten Hauptoberfläche **110** des Halbleitersubstrats angeordnet ist. Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann die Feldplatte in einem Feldplattengraben **252** angeordnet sein, der im Halbleitersubstrat verläuft. Die Feld-

platte **250** kann durch eine Feld-Dielektrikumschicht **251** von der Driftzone **260** isoliert sein. Die Gateelektrode **210** ist mittels der Gate-Dielektrikumschicht **211** vom Bodybereich **220** isoliert.

[0083] Fig. 4A zeigt ferner einen horizontalen Bodykontaktabschnitt **225b** des zweiten Leitfähigkeitstyps, der unter dem Bodybereich **220** angeordnet ist. Der horizontale Bodykontaktabschnitt **225b** ist mit dem Sourcebereich elektrisch verbunden.

[0084] Ein vertikaler Bodykontaktabschnitt **225a** ist dem zweiten Abschnitt **114b** der Seitenwand der Sourcekontaktvertiefung **112** in einer Ebene vor oder hinter der Ebene der Zeichnung von Fig. 4A benachbart oder darin ausgebildet. Dementsprechend überlappt der vertikale Bodykontaktabschnitt **225a** vertikal mit dem Sourcebereich **201**. Der Ausdruck "überlappt vertikal mit" soll bedeuten, dass die jeweiligen Abschnitte oder Bereiche in der gleichen Tiefe verlaufen können. Detaillierter beschrieben kann es eine vertikale Ausdehnung des Halbleiterkörpers geben, bei welcher die jeweiligen Abschnitte oder Bereiche vorhanden sein können. Konkreter müssen die Anfangspunkte der jeweiligen Abschnitte oder Bereiche nicht übereinstimmen. Ferner müssen die Endpunkte der jeweiligen Abschnitte oder Bereiche nicht übereinstimmen. Der vertikale Bodykontaktabschnitt **225a** ist mit dem Sourcekontakt **202** elektrisch verbunden.

[0085] Aufgrund des Vorhandenseins der vertikalen und der horizontalen Bodykontaktabschnitte **225a**, **225b** und insbesondere aufgrund des Merkmals, dass der vertikale Bodykontaktabschnitt **225a** mit dem Sourcebereich **201** vertikal überlappt, kann die Unterdrückung eines parasitären Bipolartransistors verbessert werden. Detaillierter beschrieben können Löcher aus dem Bodybereich effizient entfernt werden, wodurch nachteilige Effekte wie etwa ein Snap-Back-Effekt verhindert werden. Dies hat einen verbesserten sicheren Betriebsbereich (SOA) zur Folge, der einem Bereich in der I-V-Charakteristik bzw. -Kennlinie entspricht, worin die Halbleitervorrichtung sicher betrieben werden kann.

[0086] Fig. 4B zeigt eine horizontale Querschnittsansicht der in Fig. 4A veranschaulichten Halbleitervorrichtung. Wie gezeigt ist, umfasst die Halbleitervorrichtung **1** eine Sourcekontaktvertiefung **112** und eine Drainkontaktvertiefung **204**. Die Sourcekontaktvertiefung **112** und die Drainkontaktvertiefung **204** verlaufen in einer zweiten Richtung (zum Beispiel der y-Richtung), welche zur ersten Richtung senkrecht ist. Die Sourcekontaktvertiefung **112** und/oder die Drainkontaktvertiefung **204** müssen nicht genau vertikale Seitenwände aufweisen. Detaillierter beschrieben können die Seitenwände auch geneigt oder gerundet sein. Beispielsweise können/kann die Sourcekontaktvertiefung **112** und/oder die Drainkontaktvertiefung **204** verjüngt sein. Die Halbleitervor-

richtung umfasst ferner Gategräben **212**, die in der ersten Hauptoberfläche **110** der Halbleitervorrichtung ausgebildet sind, und Feldplattengräben **252**. Eine Längsachse der Gategräben **212** und der Feldplattengräben **252** kann in der ersten Richtung verlaufen. Der Ausdruck "Längsachse" bezieht sich auf eine horizontale Achse, entlang welcher der jeweilige Graben eine größere Längenausdehnung als in einer anderen horizontalen Richtung hat. Die Gategräben **212** strukturieren den Bodybereich **220** in eine Vielzahl von Segmenten, zum Beispiel Grate oder Finnen.

[0087] Die Seitenwand **114** der Sourcekontaktvertiefung **112** kann in erste Abschnitte **114a** und zweite Abschnitte **114b** segmentiert sein. Der Sourcebereich **201** kann den ersten Abschnitten **114a** der Seitenwand benachbart oder darin angeordnet sein. Ferner kann der vertikale Bodykontaktabschnitt **225a** den zweiten Abschnitten **114b** der Seitenwand **114** benachbart oder darin angeordnet sein. Die Distanz zwischen benachbarten Gategräben **212** kann von einer Distanz zwischen benachbarten Feldplattengräben **252** verschieden sein. Ein Teil bzw. Abschnitt der Gateelektrode **210** kann über der ersten Hauptoberfläche **110** des Halbleitersubstrats angeordnet sein und in der zweiten Richtung verlaufen. Ein Abschnitt der Feldplatte **250** kann ferner über der ersten Hauptoberfläche **110** des Halbleitersubstrats angeordnet sein und sich in der zweiten Richtung erstrecken.

[0088] Fig. 4C zeigt eine Querschnittsansicht der in Fig. 4A und Fig. 4B gezeigten Halbleitervorrichtung, wobei die Querschnittsansicht an einer Position genommen ist, so dass die Gategräben **212** geschnitten werden. Die Querschnittsansicht von Fig. 4C ist zwischen III und III' genommen, wie auch in Fig. 4B veranschaulicht ist. Die Querschnittsansicht von Fig. 4C zeigt die gleichen Komponenten wie Fig. 4A und Fig. 4B. Ferner erstreckt sich der Gategraben **212** im Halbleitersubstrat **110** in der Tiefenrichtung. Fig. 4C zeigt ferner Modifikationen der in Fig. 4A und Fig. 4B veranschaulichten Ausführungsform. Im Unterschied zu den in Fig. 4A und Fig. 4B gezeigten Strukturen kann der Feldplattengraben **252** (der durch gestrichelte Linien angegeben und vor und hinter der dargestellten Zeichnungsebene angeordnet ist) sich zum zweiten Abschnitt **105** des Halbleitersubstrats erstrecken. Beispielsweise kann der Feldplattengraben **252** sich bis zu einer Tiefe erstrecken, die größer als die Tiefe der Driftzone **260** ist. Als Folge kann die Feldplatte **250** mit dem zweiten Abschnitt **105** des Halbleitersubstrats mit dem zweiten Leitfähigkeitstyp vertikal überlappen.

[0089] Gemäß einer weiteren Modifikation, die von der Tiefe des Feldplattengrabens **252** unabhängig sein kann, kann sich die Drainkontaktvertiefung **204** zum zweiten Abschnitt **105** des Halbleitersubstrats erstrecken. Als Folge kann der Drainkontakt **206** mit

dem zweiten Abschnitt **105** des Halbleitersubstrats mit dem zweiten Leitfähigkeitstyp vertikal überlappen. Der Halbleiterabschnitt **105** des zweiten Leitfähigkeitstyps kann zum Beispiel dem Drainkontakt **206** benachbart angeordnet sein.

[0090] Fig. 4D zeigt eine Querschnittsansicht, welche entlang der zweiten Richtung, zum Beispiel der y-Richtung, genommen ist.

[0091] Die Querschnittsansicht von Fig. 4D ist zwischen IV und IV' genommen, wie in Fig. 4B veranschaulicht ist, so dass eine Vielzahl von Gategräben **212** geschnitten wird. Abschnitte des Halbleitermaterials **220**, die die einzelnen Grate oder Finnen bilden, können durch benachbarte Gategräben **212** strukturiert sein. Die Grate umfassen eine Oberseite **220a** und Seitenwände **220b**. Eine Gate-Dielektrikumschicht **211** ist in den Seitenwänden **220b** und der Oberseite **220a** von jedem der Grate benachbart angeordnet. Ein leitfähiges Material ist in die Gräben **212** zwischen benachbarte Grate gefüllt, um die Gateelektrode **210** zu bilden. Als Folge hat der Bodybereich **220** die Form eines in der ersten Richtung verlaufenden Grats. Anders ausgedrückt entspricht eine Längsachse der Grate oder der Finnen der ersten Richtung.

[0092] Die Seitenwände **220b** können senkrecht oder unter einem Winkel von mehr als 75° bezüglich der ersten Hauptoberfläche **110** verlaufen. Die Gateelektrode **210** kann zumindest zwei Seiten des Grats benachbart angeordnet sein.

[0093] Wenn der Transistor eingeschaltet wird, zum Beispiel indem eine geeignete Spannung an die Gateelektrode **210** angelegt wird, wird eine leitfähige Inversionsschicht **213** (leitfähiger Kanal) an der Grenze zwischen dem Bodybereich **220** und der Gate-Dielektrikumschicht **211** ausgebildet. Dementsprechend ist der Feldeffekttransistor in einem leitenden Zustand vom Sourcebereich **201** zum Drainbereich **205**. Im Fall eines Ausschaltens wird keine leitfähige Inversionsschicht gebildet, und der Transistor ist in einem nicht-leitenden Zustand. Gemäß einer Ausführungsform verschmelzen die an gegenüberliegenden Seitenwänden **220b** eines Grats ausgebildeten leitfähigen Kanalbereiche **213** nicht miteinander, so dass der Bodybereich **220** nicht vollständig verarmt werden und mit dem Sourcebereich und mit dem Bodykontaktbereich **225** verbunden sein kann.

[0094] Beispielsweise kann eine Distanz zwischen benachbarten Gategräben **212**, die einer Breite d_1 der Grate entspricht, größer als 200 nm, zum Beispiel 200 bis 2000 nm, zum Beispiel 400 bis 600 nm, sein. Der Transistor kann ferner eine Feldplatte aufweisen. Wenn der Transistor ausgeschaltet wird, zum Beispiel indem eine entsprechende Spannung an die Gateelektrode angelegt wird, können Träger

aus der Driftzone verarmt bzw. aufgebraucht werden. Als Folge kann eine Dotierungskonzentration der Driftzone erhöht werden, während die Sperrfähigkeit bzw. das Sperrvermögen des Transistors beibehalten wird. Folglich kann der Einschaltwiderstand weiter reduziert werden, während das Sperrvermögen bei hoher Spannung sichergestellt ist.

[0095] Gemäß einer weiteren Ausführungsform erfüllt die Breite d_1 des Bodybereichs **220** die folgende Beziehung: $d_1 \leq 2 \cdot l_d$, wobei l_d eine Länge einer Verarmungszone bezeichnet, welche an der Grenzfläche zwischen der Gate-Dielektrikumschicht **211** und dem Bodybereich **220** gebildet wird. Beispielsweise kann die Breite der Verarmungszone bestimmt werden als:

$$l_d = \sqrt{\frac{4\epsilon_s kT \ln(N_A / n_i)}{q^2 N_A}}$$

wobei ϵ_s die Permittivität des Halbleitermaterials ($11,9 \times \epsilon_0$ für Silizium, $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-14}$ F/cm) bezeichnet, k die Boltzmann-Konstante ($1,38066 \times 10^{-23}$ J/K) bezeichnet, T die Temperatur (z. B. 300 K) bezeichnet, in den natürlichen Logarithmus bezeichnet, N_A die Verunreinigungskonzentration des Halbleiterkörpers bezeichnet, n_i die intrinsische Trägerkonzentration ($1,45 \times 10^{10}$ cm $^{-3}$ für Silizium bei 27°C) bezeichnet und q die Elementarladung ($1,6 \times 10^{-19}$ C) bezeichnet.

[0096] Im Allgemeinen variiert die Länge der Verarmungszone in Abhängigkeit von der Gatespannung. Es wird angenommen, dass in einem Transistor die Länge der Verarmungszone bei einer der Schwellenspannung entsprechenden Gatespannung der maximalen Breite der Verarmungszone entspricht. Beispielsweise kann die Breite der ersten Grate annähernd 10 bis 200 nm, zum Beispiel 20 bis 60 nm, entlang der Hauptoberfläche **110** des Halbleitersubstrats **100** betragen.

[0097] Gemäß der Ausführungsform, in der die Breite $d_1 \leq 2 \cdot l_d$ ist, ist der Transistor ein sogenannter "vollständig verarmter" Transistor, in welchem der erste Bodybereich **220** vollständig verarmt ist, wenn die erste Gateelektrode **210** auf eine On- bzw. Ein-Spannung gesetzt ist. In solch einem Transistor kann eine optimale Subschwellschwellenspannung erreicht werden, und Kurzkanaleffekte können effizient unterdrückt werden, was verbesserte Vorrichtungseigenschaften zur Folge haben kann.

[0098] In dem in **Fig. 4A** bis **Fig. 4D** veranschaulichten Feldeffekttransistor **10** ist die Gateelektrode **210** in einem Gategraben **212** in der ersten Hauptoberfläche **110** angeordnet, verläuft der Sourcebereich **201** vertikal in das Halbleitersubstrat **100** und der Drainbereich **205** verläuft vertikal im Halbleitersubstrat **100**. Als Folge können die effektive Kanalbreite und das Volumen der Drainsausdehnung der Transis-

torzelle in hohem Maße vergrößert werden, wodurch der Einschaltwiderstand reduziert wird. Aufgrund der Tatsache, dass der Sourcekontakt **202** einen Abschnitt **104** des Halbleitersubstrats **100** und das leitfähige Sourcematerial **115** in direktem Kontakt mit dem Sourcebereich **201** umfasst und sich im Halbleitersubstrat bis zu einer größeren Tiefe als eine Tiefe des Gategrabens erstreckt, kann eine vertikale Halbleitervorrichtung verwirklicht bzw. gestaltet werden. Die Halbleitervorrichtung kann ferner einen Temperatursensor **30** aufweisen, welcher im gleichen Halbleitersubstrat **100** wie der Transistor ausgebildet sein kann. Insbesondere können Komponenten des Temperatursensors **30** wie etwa die ersten und zweiten Sensorkontakte **301**, **302** durch die gleichen Prozesse gebildet werden, wie die Komponenten des Source- und Drainkontakts des Transistors. Dadurch kann der Herstellungsprozess weiter vereinfacht werden. Aufgrund des Vorhandenseins des Bodykontaktabschnitts **225** kann der sichere Betriebsbereich des Transistors weiter verbessert werden.

[0099] Die mit Verweis auf **Fig. 4A** bis **Fig. 4D** veranschaulichte Halbleitervorrichtung **1** weist einen Transistor **10** auf, der eine Vielzahl einzelner Transistorzellen umfasst, welche parallel verbunden sein können. Die Struktur bzw. das Muster der einzelnen Transistorzellen kann entlang der ersten und der zweiten Richtung wiederholt und gespiegelt sein. Wie konkret in **Fig. 4A** veranschaulicht ist, können parallele Transistorzellen mit einem zweiten Sourcekontaktabschnitt **130** (zum Beispiel einer gemeinsamen rückseitigen Metallisierungsschicht) verbunden sein, welche der zweiten Hauptoberfläche des Halbleitersubstrats **100** benachbart ausgebildet ist. Außerdem können mehrere Transistoren, die jeweils eine Vielzahl von Transistorzellen umfassen, mit einem zweiten Sourcekontaktabschnitt **130** (zum Beispiel der gemeinsamen rückseitigen Metallisierungsschicht) verbunden sein, welche der zweiten Hauptoberfläche des Halbleitersubstrats **100** benachbart ausgebildet ist. Die Drainabschnitte benachbarter Transistorzellen können ferner mit einer gemeinsamen Drainkontaktschicht **140** verbunden sein, die auf einer Seite der ersten Hauptoberfläche **110** des Halbleitersubstrats **100** angeordnet ist. Dementsprechend ist kein spezielles Strukturieren der Metallisierungsschicht, um Transistorzellen der einzelnen Transistoren zu kontaktieren, notwendig. Als Folge kann der Herstellungsprozess weiter vereinfacht werden, und Kosten können reduziert werden. Die Gateelektrode **210** kann von einer Seite der Halbleitervorrichtung **10** elektrisch verbunden sein. Die Feldplatte **250** kann zum Beispiel mit dem Sourceanschluss **271** verbunden sein.

[0100] **Fig. 5** fasst ein Verfahren gemäß einer Ausführungsform zusammen. Das Verfahren bezieht sich auf ein Herstellen einer Halbleitervorrichtung mit einem Temperatursensor in einem Halbleiterkörper,

wobei der Halbleiterkörper einen ersten Bereich eines ersten Leitfähigkeitstyps und einen ersten Abschnitt eines zweiten Leitfähigkeitstyps umfasst, wobei der erste Bereich über dem ersten Abschnitt angeordnet ist. Das Verfahren umfasst ein Ausbilden (S100) eines ersten Kontakts in Kontakt mit dem ersten Bereich und ein Ausbilden (S110) eines zweiten Kontakts in Kontakt mit dem ersten Abschnitt. Der zweite Kontakt ist in einer zweiten Sensorkontaktvertiefung in einer ersten Hauptoberfläche angeordnet und verläuft zum ersten Abschnitt. Ein Ausbilden des ersten Kontaktes kann vor einem Ausbilden des zweiten Kontakts bewerkstelligt werden. Alternativ dazu kann ein Ausbilden des ersten Kontakts nach oder gleichzeitig mit dem Ausbilden des zweiten Kontakts ausgeführt werden.

[0101] Fig. 6 ist ein schematisches Diagramm einer elektrischen Vorrichtung **600** gemäß einer Ausführungsform. Die elektrische Vorrichtung **600** kann die Halbleitervorrichtung **1**, wie sie oben beschrieben wurde, und eine weitere Schaltung **6** umfassen. Beispielsweise kann die elektrische Vorrichtung **600** eine Schaltvorrichtung verwirklichen, zum Beispiel einen Schutzschalter. Die weitere Schaltung **6** kann mittels Verbindungsleitungen **67**, **68** mit der Halbleitervorrichtung **1** elektrisch verbunden sein. Signale können zum Beispiel von der Halbleitervorrichtung **1** zur weiteren Schaltung **6** und umgekehrt übertragen werden. Wie oben erläutert worden ist, umfasst die Halbleitervorrichtung **1** einen Temperatursensor **30**. Ein Strom- oder Spannungssignal, das durch den Temperatursensor **30** gemessen wird, kann über eine der Verbindungsleitungen zur Schaltung **6** übertragen werden. Die weitere Schaltung **6** kann einen weiteren Sensor **65** und ein Steuerungselement **69**, zum Beispiel eine Steuerschaltung, umfassen. Das Steuerungselement **69** kann zum Beispiel ein vom Temperatursensor gesendetes Strom- oder Spannungssignal empfangen und kann die Halbleitervorrichtung **1** ausschalten, wenn die gemessene Temperatur eine vorbestimmte Schwelle übersteigt. Die Schaltung **6** kann weitere Komponenten umfassen, zum Beispiel um einen Überspannungsschutz oder weiteren Schutz vorzusehen. Um für diesen Schutz zu sorgen, können Messsignale des weiteren Sensors **65** genutzt werden. Die Halbleitervorrichtung **1** und die Schaltung **600** können in einen Chip integriert oder können als separate Komponenten ausgebildet sein. Die elektrische Vorrichtung **600**, die eine Schaltvorrichtung verwirklicht, kann zum Beispiel als ein High-Side-Schalter oder als ein Low-Side-Schalter, z. B. in einer Brückenschaltung, genutzt werden.

[0102] Während Ausführungsbeispiele der Erfindung oben beschrieben sind, ist es offensichtlich, dass weitere Ausführungsbeispiele ausgestaltet werden können. Beispielsweise können weitere Ausführungsbeispiele irgendeine Unterkombination von Merkmalen, die in den Patentansprüchen angegeben

sind, oder irgendeine Unterkombination von Elementen, die in den oben gegebenen Beispielen beschrieben sind, umfassen.

Patentansprüche

1. Halbleitervorrichtung (**1**), umfassend einen Temperatursensor (**30**) in einem Halbleiterkörper (**600**) mit einem ersten Bereich (**106**) eines ersten Leitfähigkeitstyps und einem ersten Abschnitt (**104**) eines zweiten Leitfähigkeitstyps, wobei der erste Bereich (**106**) über dem ersten Abschnitt (**104**) angeordnet ist, wobei der Temperatursensor (**30**) einen ersten Kontakt (**301**) in Kontakt mit dem ersten Bereich (**106**) und einen zweiten Kontakt (**302**) in Kontakt mit dem ersten Abschnitt (**104**) umfasst, wobei der zweite Kontakt (**302**) in einer zweiten Sensorkontaktvertiefung (**303**) in einer ersten Hauptoberfläche (**110**) des Halbleiterkörpers (**600**) angeordnet ist und sich zum ersten Abschnitt (**104**) erstreckt.

2. Halbleitervorrichtung (**1**) nach Anspruch 1, wobei sich die zweite Sensorkontaktvertiefung (**303**) nicht zu einer zweiten Hauptoberfläche (**120**) des Halbleiterkörpers (**600**) erstreckt.

3. Halbleitervorrichtung (**1**) nach Anspruch 1 oder 2, ferner umfassend einen Emitterbereich (**305**) des zweiten Leitfähigkeitstyps in Kontakt mit dem ersten Bereich (**106**).

4. Halbleitervorrichtung (**1**) nach Anspruch 3, wobei der erste Sensorkontakt (**301**) und der zweite Sensorkontakt (**302**) mit einem gemeinsamen Anschluss (**271**, **294**, **313**) verbunden sind.

5. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, ferner umfassend einen in der Halbleitervorrichtung ausgebildeten Transistor, wobei der Transistor einen Sourcebereich und einen Drainbereich umfasst, die entlang einer ersten Richtung parallel zur ersten Hauptoberfläche (**110**) angeordnet sind.

6. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 5, wobei der Transistor ferner eine Gateelektrode aufweist, die ganz über der ersten Hauptoberfläche angeordnet ist.

7. Halbleitervorrichtung (**1**) nach Anspruch 5, wobei der Transistor (**10**) ferner umfasst: einen Sourcebereich (**201**); einen mit dem Sourcebereich (**201**) elektrisch verbundenen Sourcekontakt, wobei der Sourcekontakt einen ersten Sourcekontaktabschnitt (**202**) und einen zweiten Sourcekontaktabschnitt (**130**) umfasst; und eine Gateelektrode (**210**) in einem Gategraben (**212**) in der ersten Hauptoberfläche, einem Bodybereich (**220**) benachbart, wobei die Gateelektrode (**210**) dafür eingerichtet ist, eine Leitfähigkeit eines Kanals im Bodybereich (**220**) zu steuern;

wobei der Bodybereich (220) und eine Driftzone (260) entlang einer ersten Richtung parallel zur ersten Hauptoberfläche zwischen dem Sourcebereich (201) und einem Drainbereich (205) angeordnet sind, wobei der zweite Sourcekontaktabschnitt (130) an einer zweiten Hauptoberfläche (120) des Halbleitersubstrats (100) angeordnet ist, wobei der erste Sourcekontaktabschnitt (202) ein leitfähiges Sourcematerial (115) in direktem Kontakt mit dem Sourcebereich (201) umfasst, wobei der erste Sourcekontaktabschnitt (202) ferner einen Abschnitt des Halbleitersubstrats (100) zwischen dem leitfähigen Sourcematerial (115) und dem zweiten Sourcekontaktabschnitt (130) umfasst.

8. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 7, wobei ein Teil des ersten Abschnitts (104) des Halbleiterkörpers eine Komponente des ersten Sourcekontaktabschnitts (202) ist.

9. Halbleitervorrichtung (1) nach Anspruch 8, wobei das leitfähige Sourcematerial (115) in einer Sourcekontaktvertiefung (112) in der ersten Hauptoberfläche (110) angeordnet ist, wobei sich die Sourcekontaktvertiefung zum ersten Abschnitt (104) erstreckt.

10. Halbleitervorrichtung (1) nach Anspruch 9, wobei die Sourcekontaktvertiefung (112) und die zweite Sensorkontaktvertiefung (303) sich bis zur gleichen Tiefe erstrecken.

11. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 6, ferner umfassend einen Drainkontakt, der einen ersten Drainkontaktabschnitt (275) und einen zweiten Drainkontaktabschnitt (295) umfasst, der an einer der ersten Hauptoberfläche (110) gegenüberliegenden zweiten Hauptoberfläche (120) angeordnet ist.

12. Elektrische Schaltung, umfassend eine Halbleitervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

13. Elektrische Schaltung nach Anspruch 12, wobei die elektrische Schaltung eine Schaltungsvorrichtung ist.

14. Verfahren zum Herstellen einer Halbleitervorrichtung mit einem Temperatursensor (30) in einem Halbleiterkörper (600) mit einem ersten Bereich (106) eines ersten Leitfähigkeitstyps und einem ersten Abschnitt (104) eines zweiten Leitfähigkeitstyps, wobei der erste Bereich (106) über dem ersten Abschnitt (104) angeordnet ist, wobei das Verfahren umfasst: Ausbilden eines ersten Kontakts (301) in Kontakt mit dem ersten Bereich (106) und Ausbilden eines zweiten Kontakts (302) in Kontakt mit dem ersten Abschnitt (104), wobei der zweite Kontakt (302) in einer zweiten Sensorkontaktvertiefung (303) in einer ersten Hauptober-

fläche (110) angeordnet ist und sich zum ersten Abschnitt (104) erstreckt.

15. Verfahren nach Anspruch 14, ferner umfassend ein Ausbilden eines Transistors, mit einem Ausbilden eines Sourcebereichs und einem Ausbilden einer Sourcekontaktvertiefung zum Kontaktieren des Sourcebereichs, wobei die Sourcekontaktvertiefung sich zum ersten Abschnitt (104) erstreckt, wobei die zweite Sensorvertiefung und die Sourcekontaktvertiefung durch gemeinsame Bearbeitungsverfahren gebildet werden.

Es folgen 15 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1A

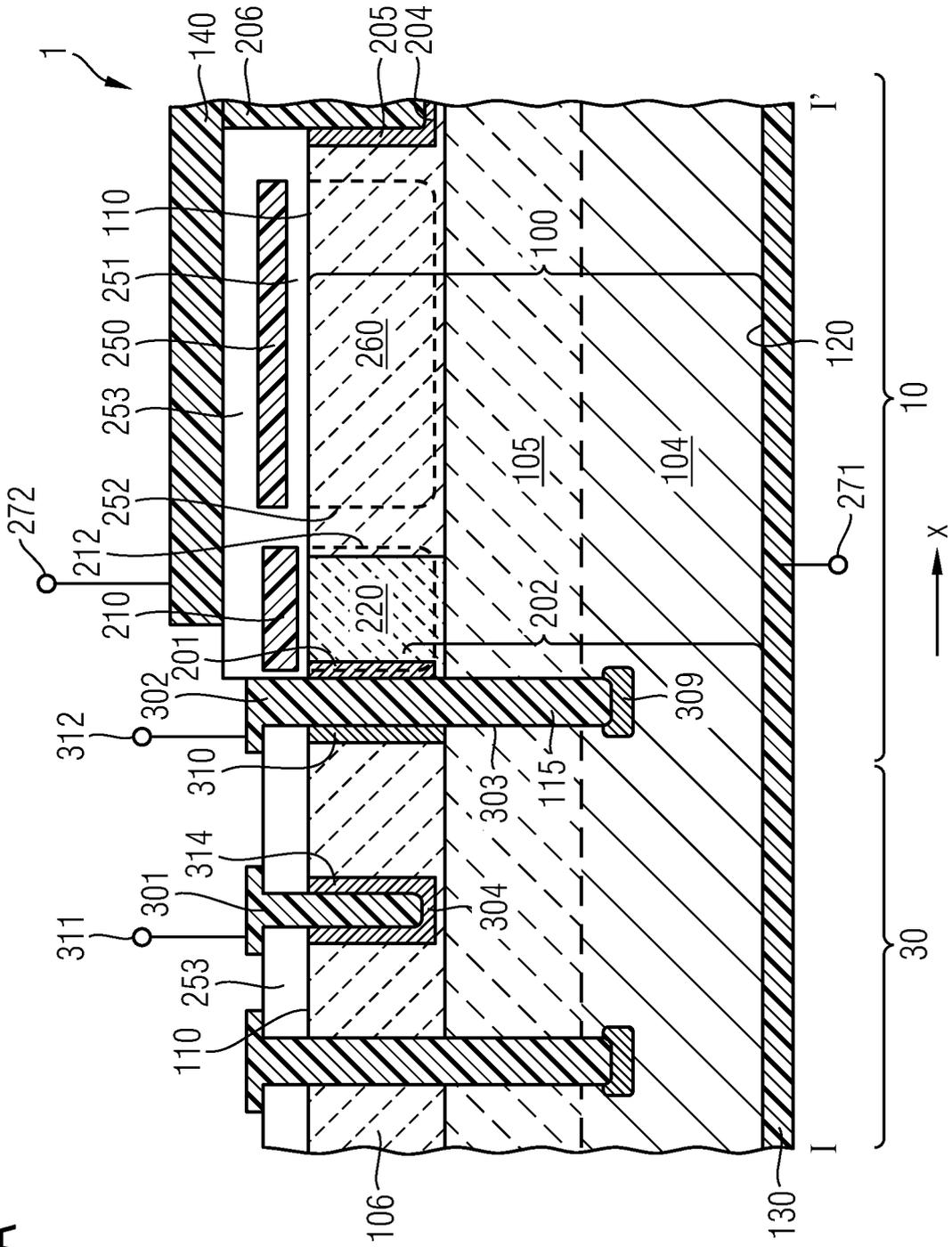


FIG 1B

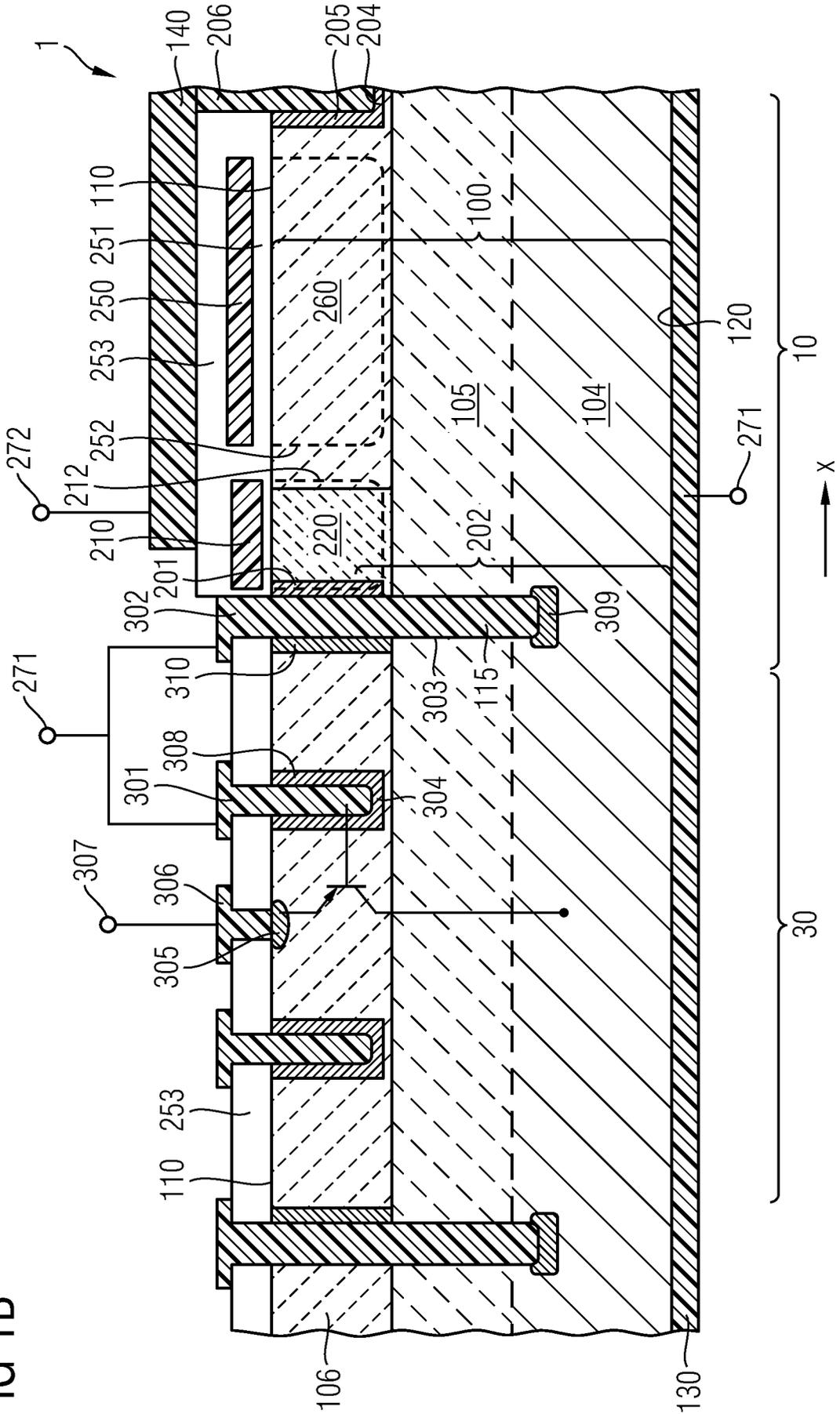


FIG 1C

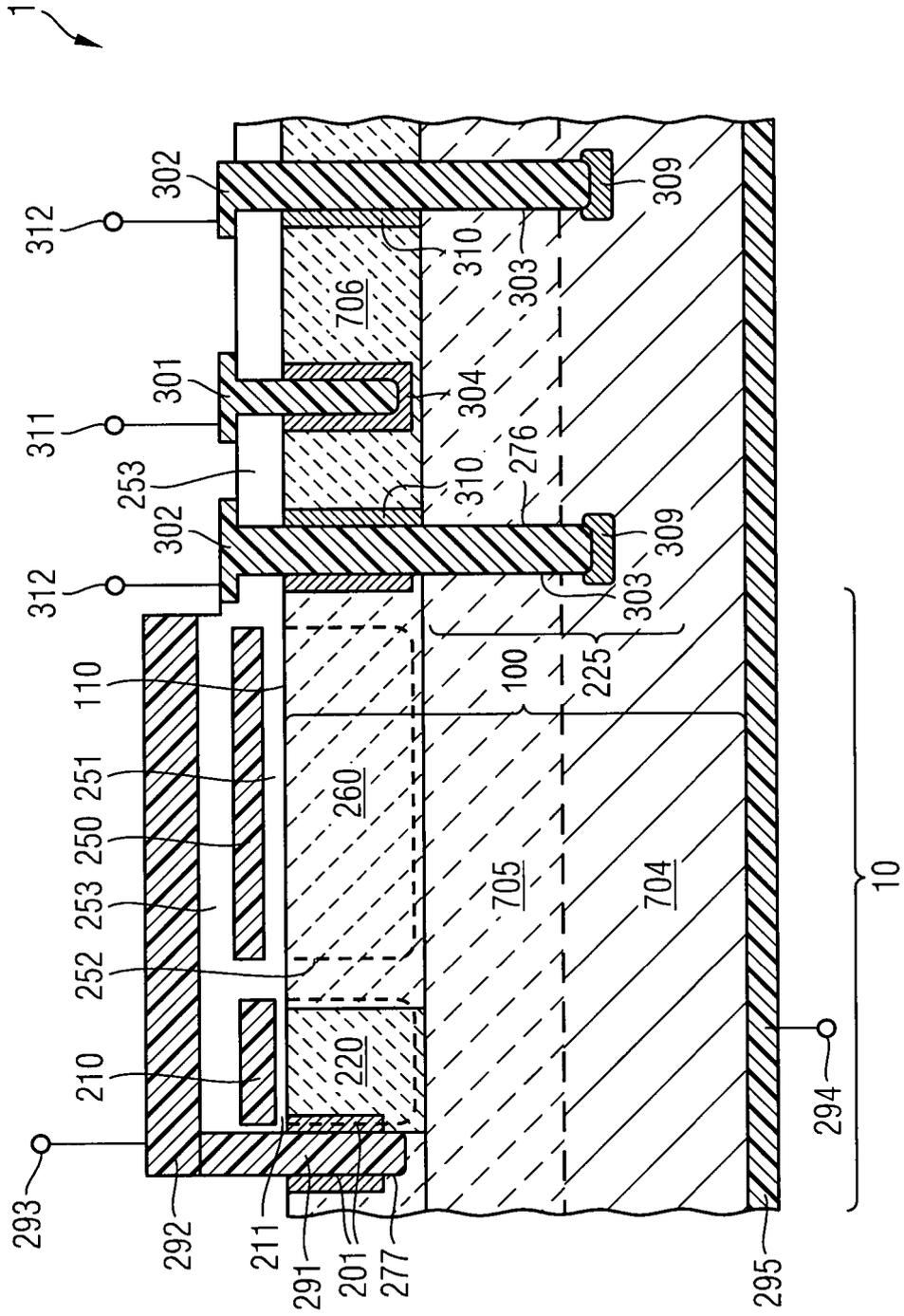


FIG 1D

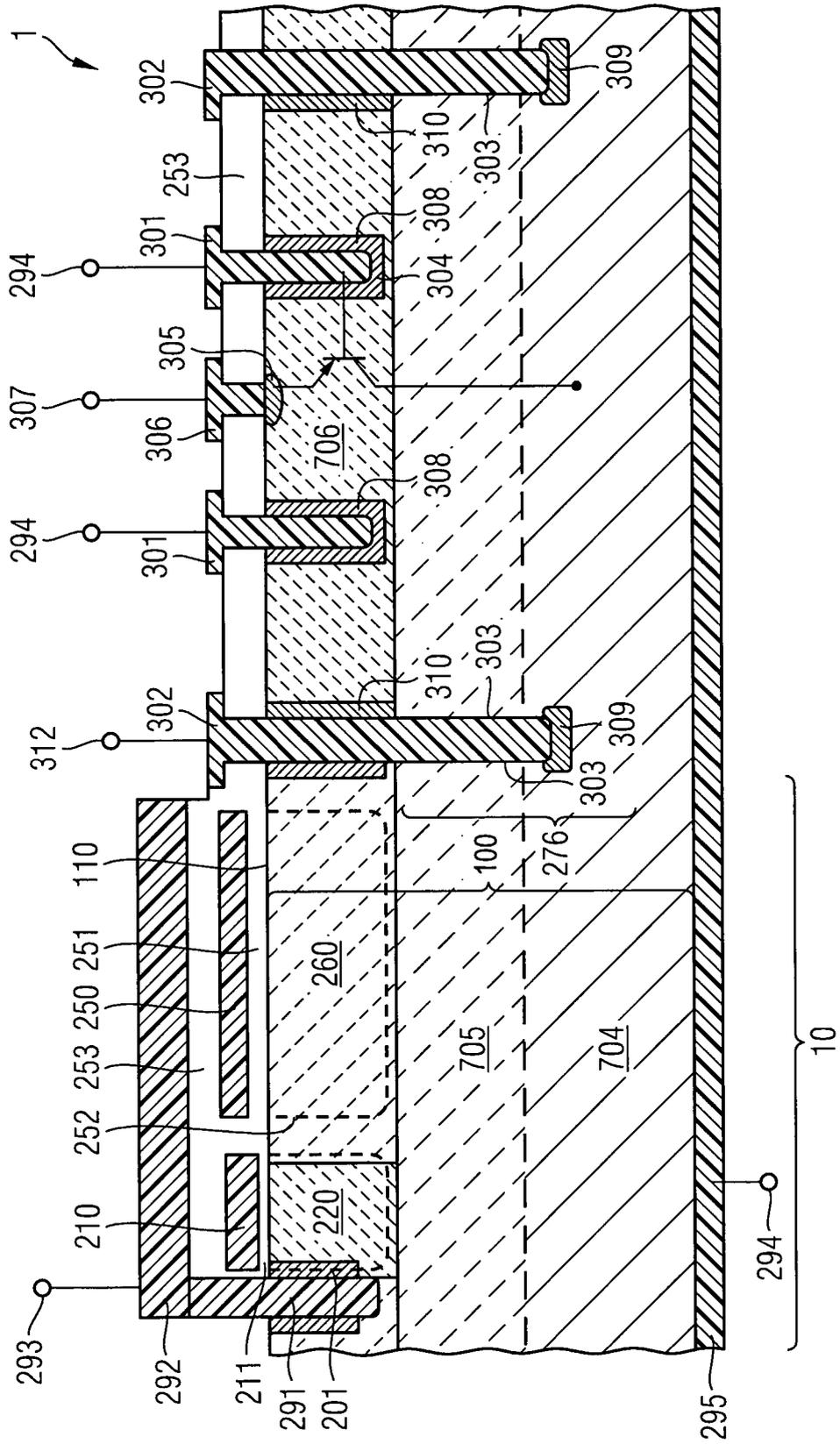


FIG 1E

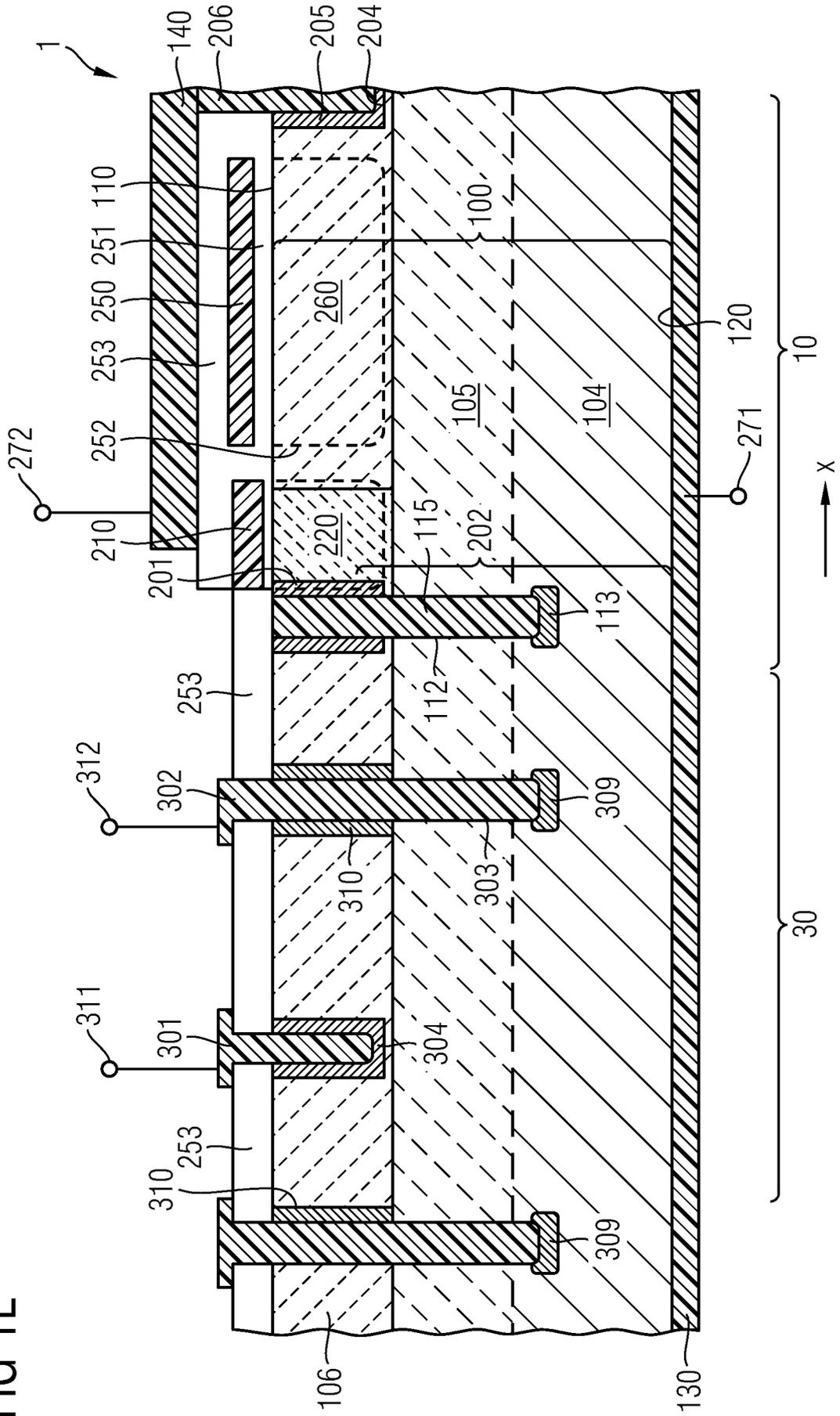


FIG 2A

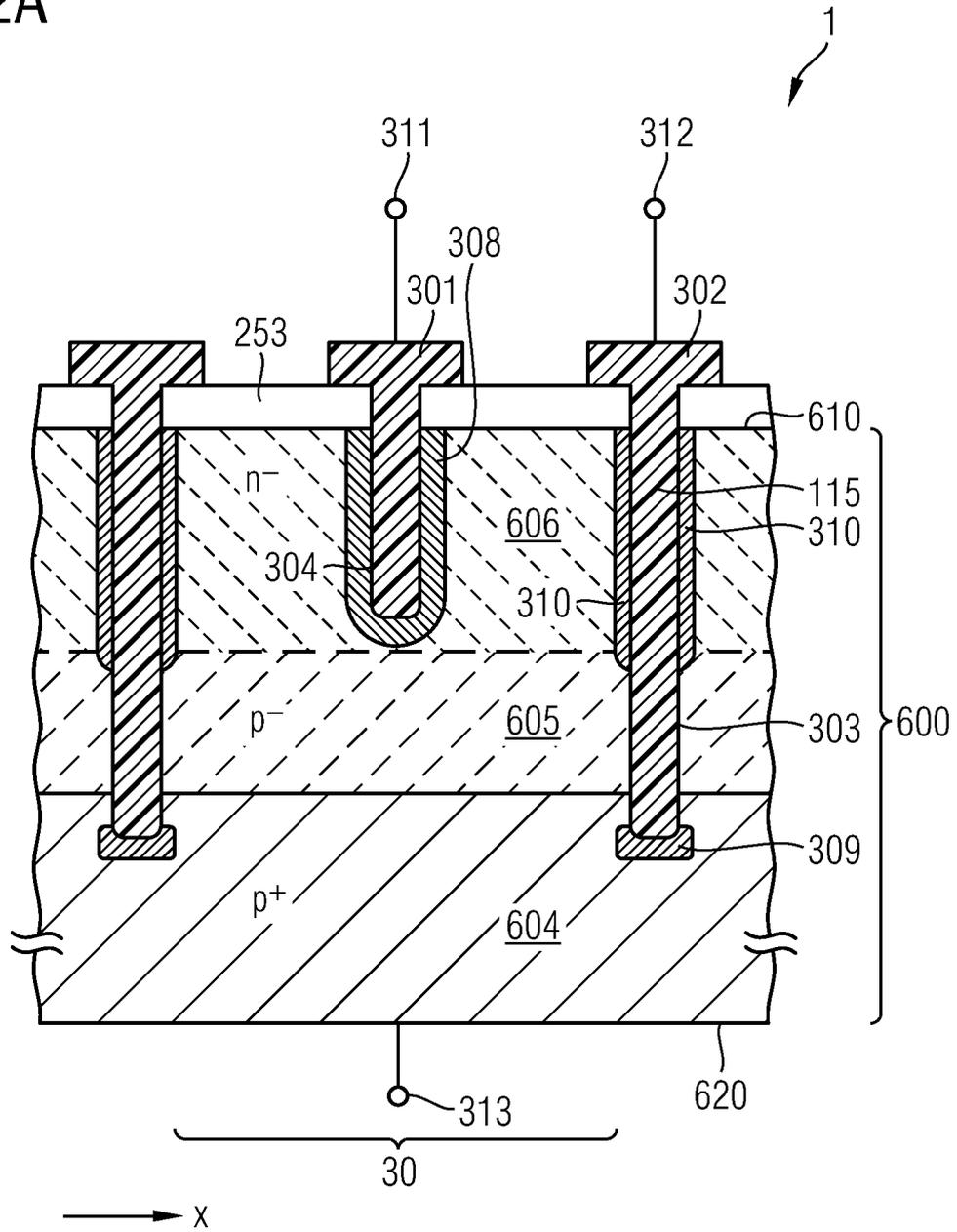


FIG 2B

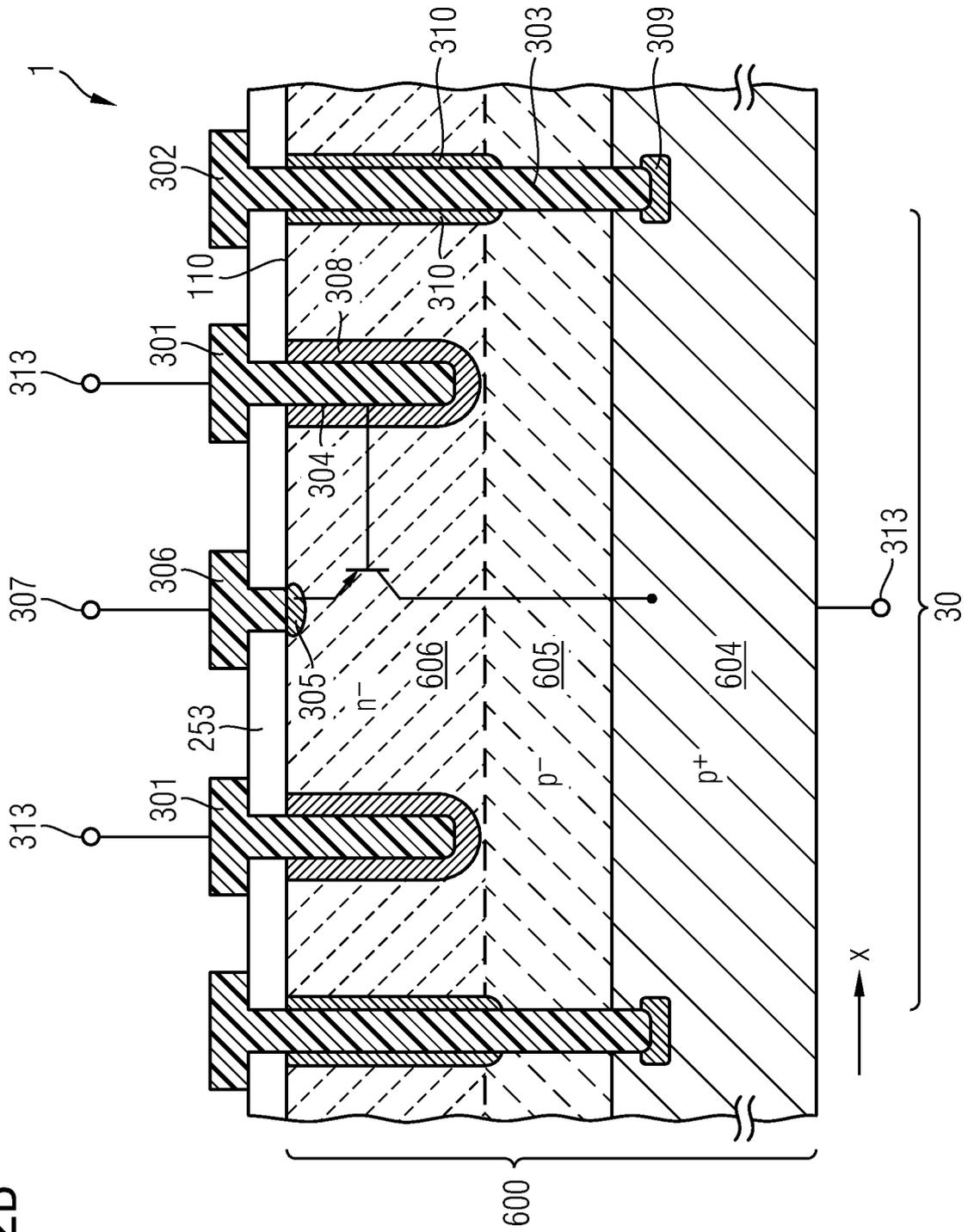


FIG 2C

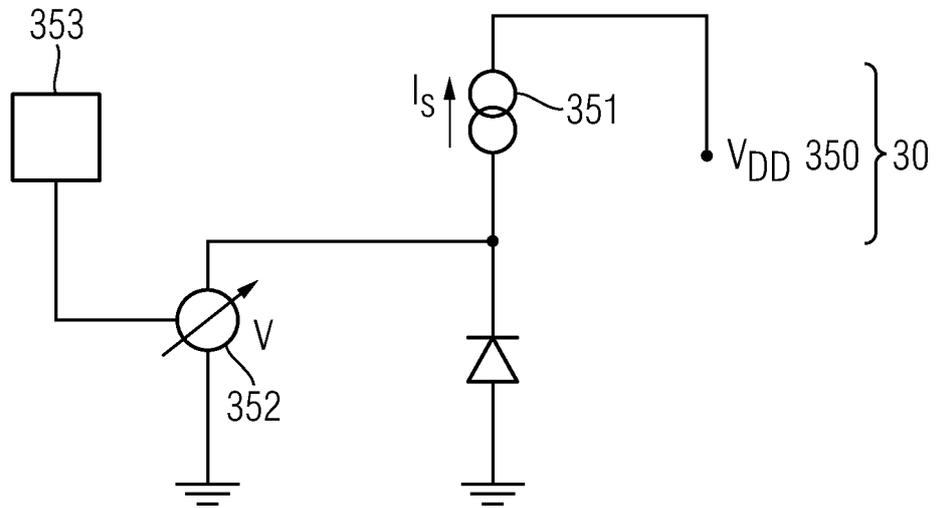


FIG 2D

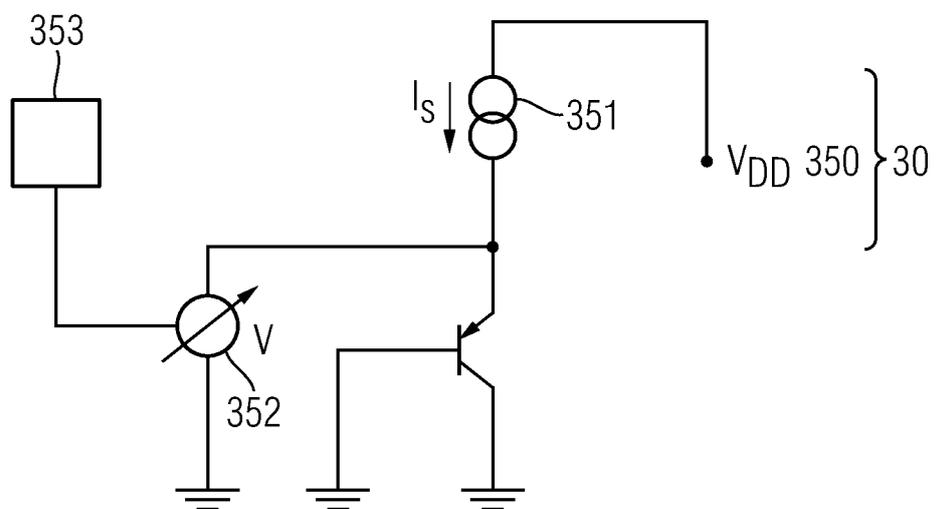


FIG 3A

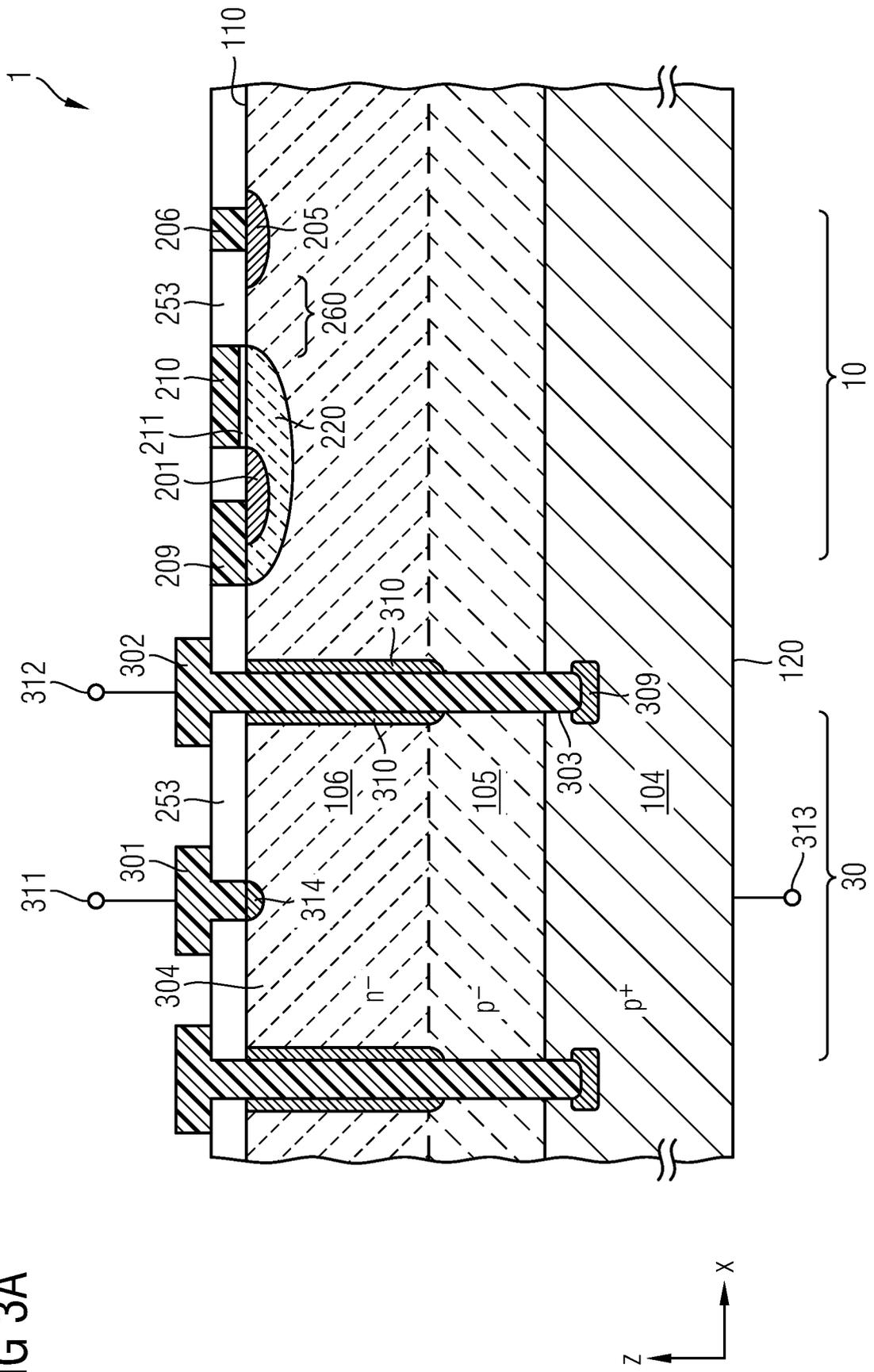
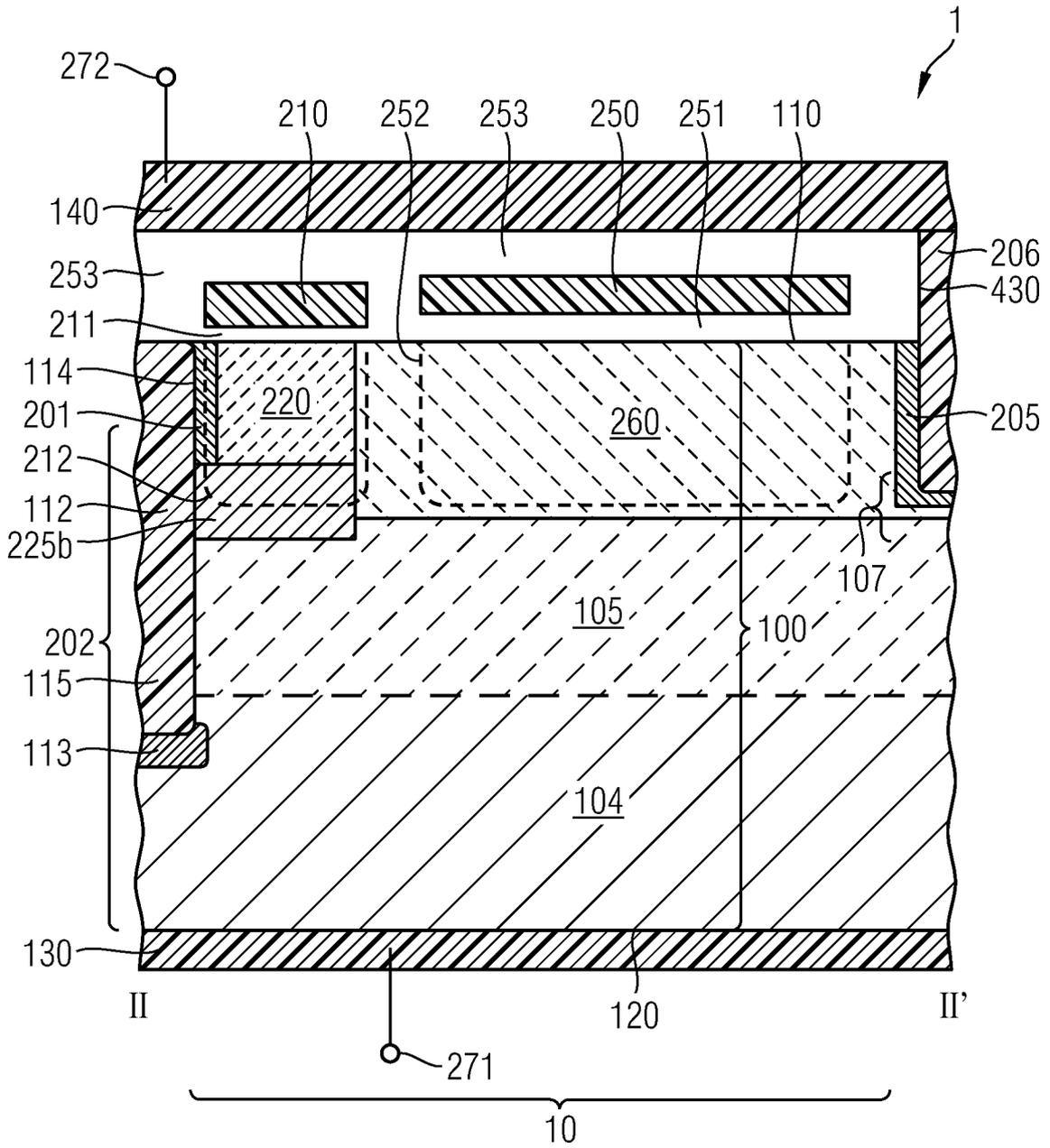


FIG 4A



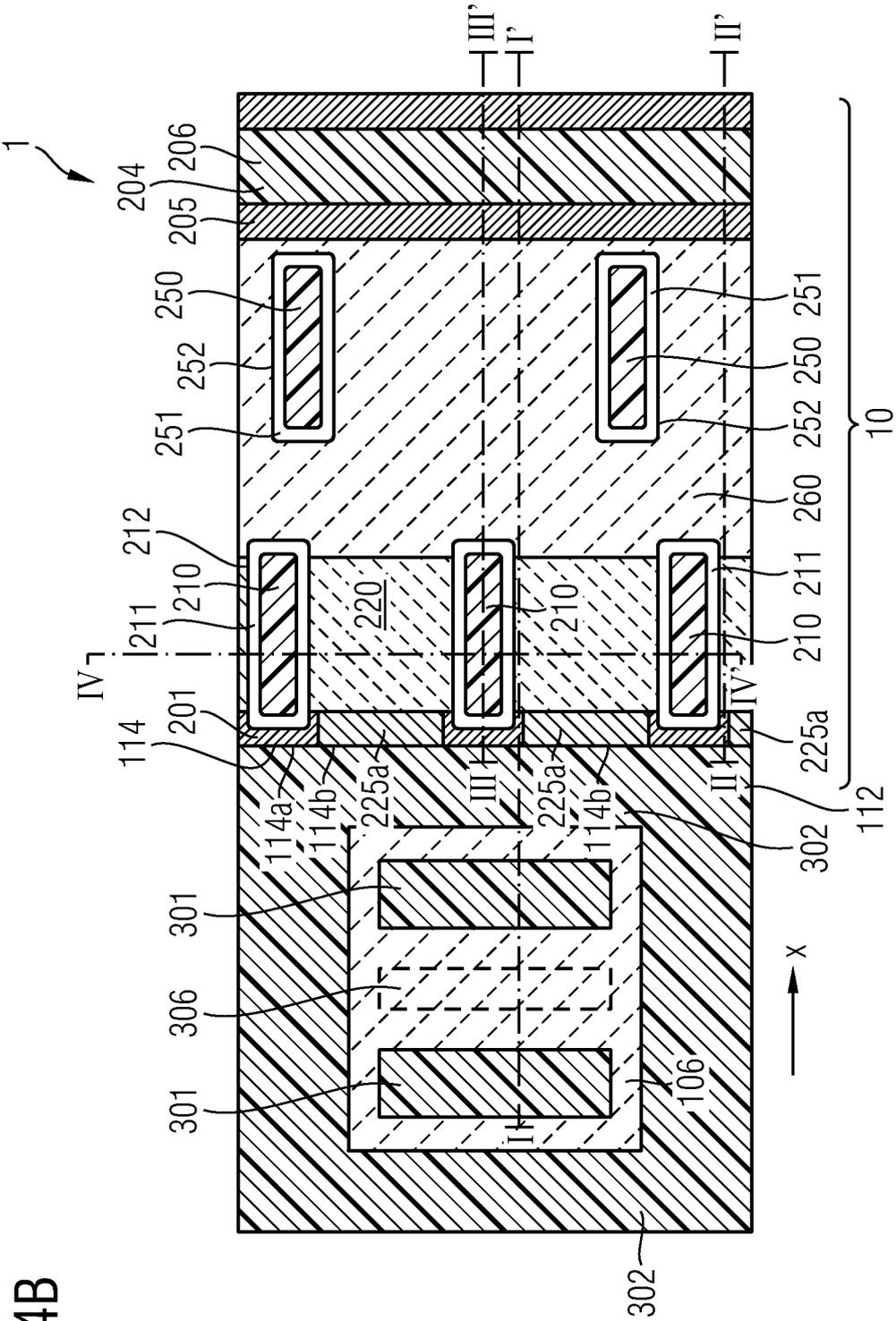


FIG 4B

FIG 4C

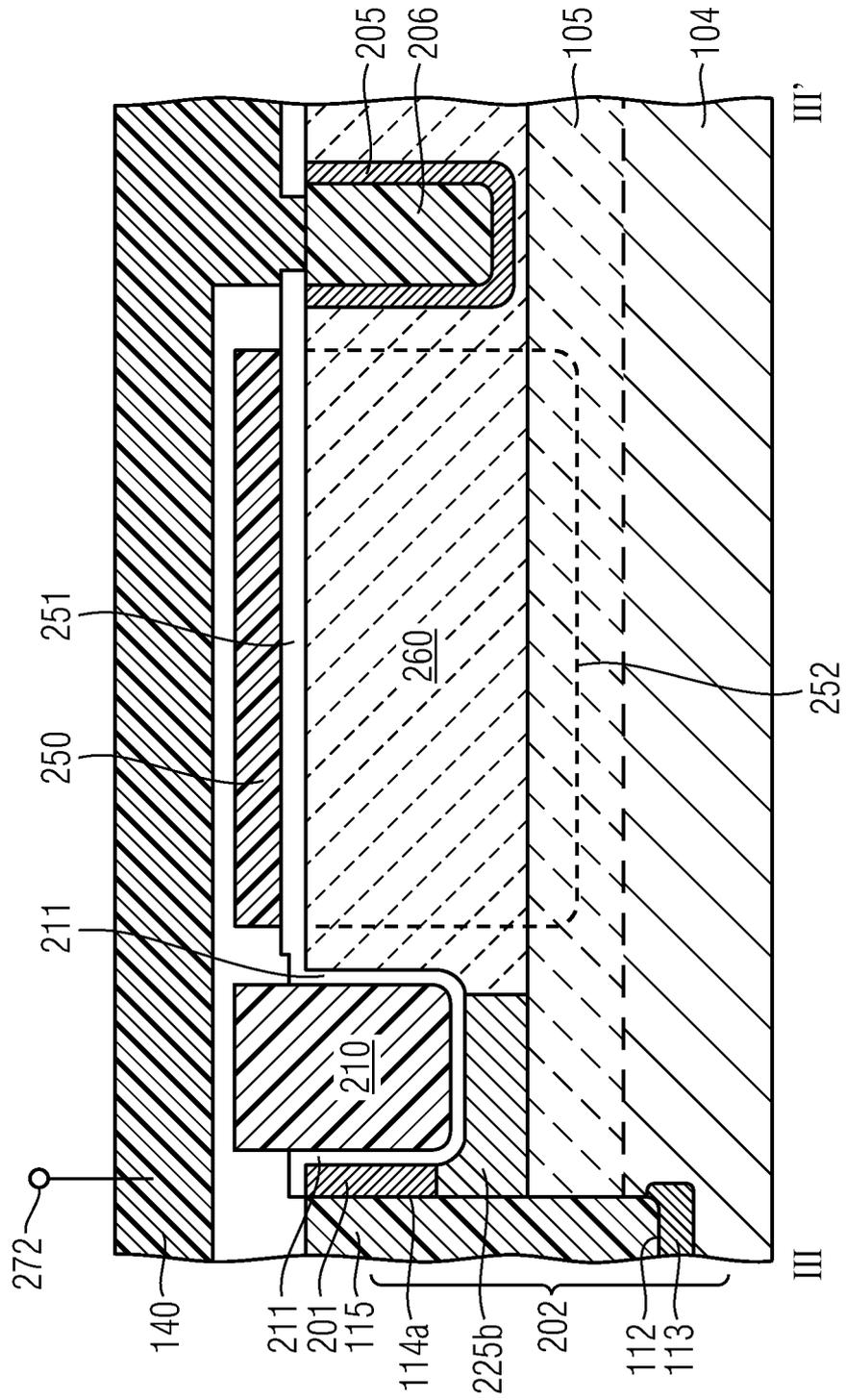


FIG 4D

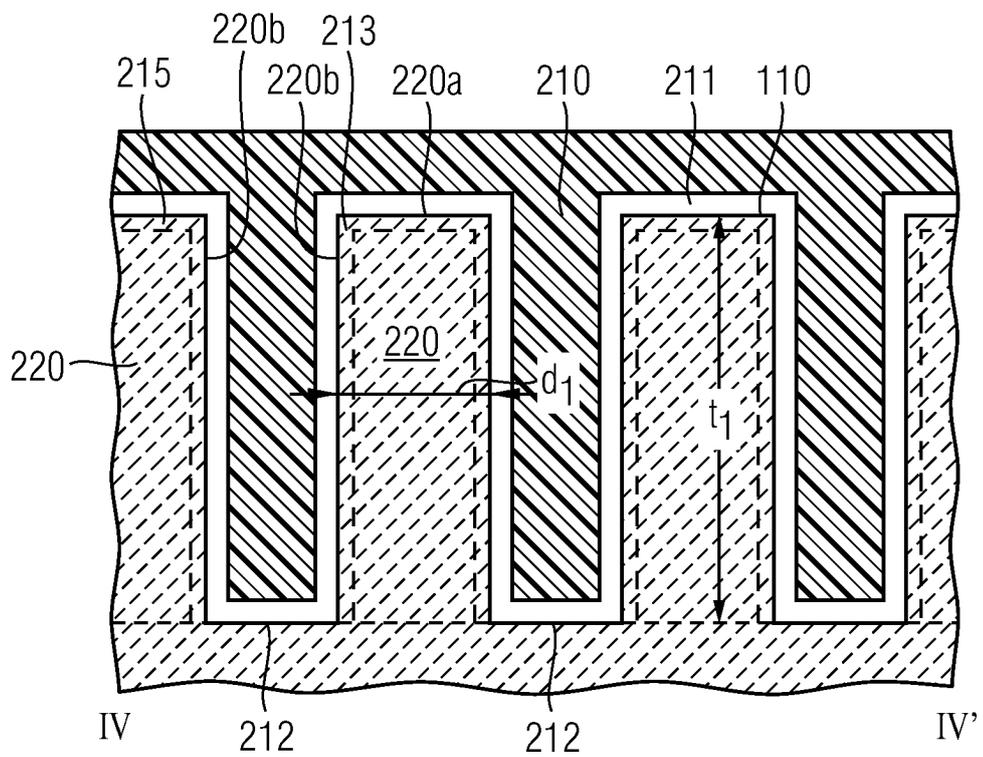


FIG 5

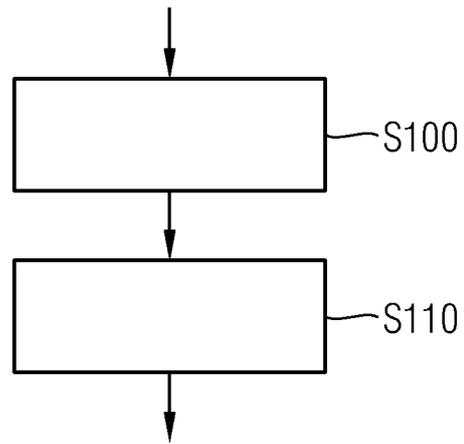


FIG 6

