



(10) **DE 10 2016 105 699 B4** 2019.12.12

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 105 699.5**  
(22) Anmeldetag: **29.03.2016**  
(43) Offenlegungstag: **05.10.2017**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **12.12.2019**

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

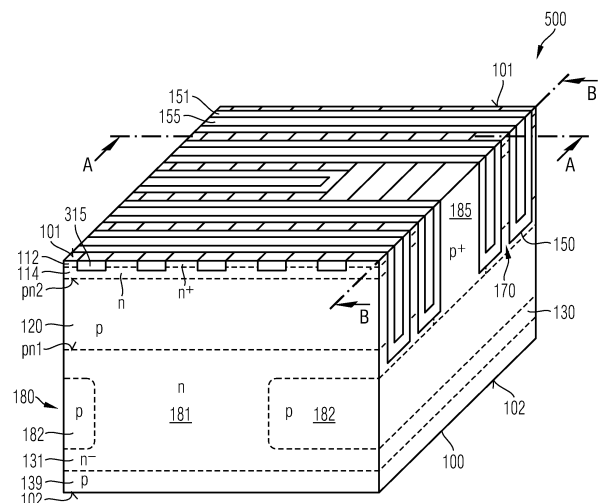
(72) Erfinder:  
**Mauder, Anton, Dr., 83059 Kolbermoor, DE;  
Schlösser, Till, Dr., 81825 München, DE;  
Vielemeyer, Martin, Villach, AT**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>US</b>	<b>8 415 747</b>	<b>B2</b>
<b>US</b>	<b>2010 / 0 237 457</b>	<b>A1</b>

(54) Bezeichnung: **Halbleitervorrichtung mit Finnenabschnitten zwischen sich in einen Halbleiterteil erstreckenden Gatestrukturen**

(57) Hauptanspruch: Halbleitervorrichtung, die aufweist: Gatestrukturen (150), die sich von einer ersten Oberfläche (101) in einen Halbleiterteil (100) erstrecken, einen Finnen- bzw. Gratabschnitt (170) zwischen benachbarten Gatestrukturen (150), wobei der Finnenabschnitt (170) einen Bodybereich (120) aufweist, der einen ersten pn-Übergang (pn1) mit einer Drainstruktur (130) und einen zweiten pn-Übergang (pn2) mit einer Sourcestruktur (110) bildet, wobei die Sourcestruktur (110) einen Sourceteil (112) und einen Durchgriffs- bzw. Punch-Through-Teil (114) aufweist, eine Kontaktstruktur (315) direkt angrenzend an den Sourceteil (112) und den Punch-Through-Teil (114) und von dem Bodybereich (120) durch den Punch-Through-Teil (114) getrennt.



**Beschreibung**

## HINTERGRUND

**[0001]** Leistungshalbleiterschaltvorrichtungen, beispielsweise IGFETs (Feldeffekttransistoren mit isoliertem Gate) können Gatestrukturen, die sich von einer ersten Oberfläche in einen Halbleiterteil erstrecken, aufweisen, wobei Bodybereiche, die erste pn-Übergänge mit einer Driftstruktur und zweite pn-Übergänge mit Sourcebereichen bilden, in Mesaabschnitten des Halbleiterteils zwischen benachbarten Gatestrukturen gebildet sind. In einem Einschaltzustand der Leistungshalbleitervorrichtung induziert ein geeignetes Potential, das an den Gateelektroden in den Gatestrukturen liegt, Inversionskanäle, durch die Ladungsträger zwischen den Sourcebereichen und der Driftstruktur fließen. Typischerweise ist der Bodybereich elektrisch mit dem Sourcebereich verbunden, um einen Latch-up der Leistungshalbleitervorrichtung zu vermeiden. Dann bildet der erste pn-Übergang zwischen der Driftstruktur und dem Bodybereich eine Bodydiode, die in der Vorwärts- bzw. Durchlassrichtung vorgespannt ist und einen Rückwärtsstrom leitet, wenn die Schaltvorrichtung rückwärts vorgespannt ist.

**[0002]** Aus den Druckschriften US 8 415 747 B2 und US 2010 / 0 237 457 A1 sind Halbleitervorrichtungen mit einer Grabengatestruktur bekannt.

**[0003]** Es ist wünschenswert, die Rückwärtskennlinien von Leistungshalbleitervorrichtungen ohne nachteiligen Einfluss auf die Vorwärtskennlinien und einen Leckstrom zu verbessern.

## ZUSAMMENFASSUNG

**[0004]** Die Aufgabe wird mit dem Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Die abhängigen Patentansprüche beziehen sich auf weitere Ausführungsbeispiele.

**[0005]** Gemäß einem Ausführungsbeispiel umfasst eine Halbleitervorrichtung eine Gatestruktur, die sich von einer ersten Oberfläche in einen Halbleiterteil erstreckt. Ein Finnen- bzw. Gratabschnitt zwischen benachbarten Gatestrukturen umfasst einen Bodybereich, der einen ersten pn-Übergang mit einer Drainstruktur bildet und der einen zweiten pn-Übergang mit einer Sourcestruktur bildet. Die Sourcestruktur umfasst einen Sourcedeteil und einen Durchgriffs- bzw. Punch-Through-Teil. Eine Kontaktstruktur grenzt direkt an den Sourcedeteil und den Punch-Through-Teil an und ist von dem Bodybereich durch den Punch-Through-Teil getrennt.

**[0006]** Gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel umfasst ein Schaltnetzwaner eine Halbleitervorrichtung mit einer Struktur, die sich von einer ersten

Oberfläche in einen Halbleiterteil erstreckt. Ein Finnenabschnitt zwischen benachbarten Gatestrukturen umfasst einen Bodybereich, der einen ersten pn-Übergang mit einer Drainstruktur bildet und der einen zweiten pn-Übergang mit einer Sourcestruktur bildet. Die Sourcestruktur umfasst einen Sourcedeteil und einen Durchgriffs- bzw. Punch-Through-Teil. Eine Kontaktstruktur grenzt direkt an den Sourcedeteil und den Punch-Through-Teil an und ist von dem Bodybereich durch den Punch-Through-Teil getrennt.

**[0007]** Der Fachmann wird zusätzliche Merkmale und Vorteile nach Lesen der folgenden Teilbeschreibung und Betrachten der begleitenden Zeichnungen erkennen.

## Figurenliste

**[0008]** Die begleitenden Zeichnungen sind beigegeben, um ein weiteres Verständnis der Erfindung zu liefern, und sie sind in die Offenbarung einbezogen und bilden einen Teil von dieser. Die Zeichnungen veranschaulichen die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung und dienen zusammen mit der Beschreibung zur Erläuterung von Prinzipien der Erfindung. Andere Ausführungsbeispiele der Erfindung und beabsichtigte Vorteile werden sofort gewürdigt, da sie unter Hinweis auf die folgende Detailbeschreibung besser verstanden werden.

**Fig. 1A** ist eine schematische Schnittdarstellung einer Halbleitervorrichtung mit virtuell floatenden bzw. potentialfreien Bodybereichen längs einer Sourcestruktur schneidenden Ebene, einem Bodybereich und einer Drainstruktur gemäß einem Ausführungsbeispiel.

**Fig. 1B** ist ein schematisches Diagramm, das eine Beziehung zwischen einer Spanne für eine Finnenbreite und einer Dotierstoffkonzentration in einem vollständig verarmbaren Bodybereich veranschaulicht.

**Fig. 2A** ist eine schematische vertikale Schnittdarstellung durch einen Teil einer Halbleitervorrichtung längs einer Längsachse eines Finnenabschnitts gemäß einem Ausführungsbeispiel, das sich auf eine vertikale Transistorstruktur bezieht und sich in den Halbleiterteil erstreckende Kontaktstrukturen umfasst.

**Fig. 2B** ist eine schematische vertikale Schnittdarstellung des Halbleitervorrichtungsteils von **Fig. 2A** längs einer Linie B-B.

**Fig. 2C** ist eine schematische perspektivische Darstellung des Halbleitervorrichtungsteils von **Fig. 2A** und **Fig. 2B**.

**Fig. 3A** ist eine schematische vertikale Schnittdarstellung durch einen Teil einer Halbleitervorrichtung längs einer Längsachse eines Finnenabschnitts gemäß einem Ausführungsbeispiel,

das sich auf eine vertikale Transistorstruktur bezieht und in der ersten Oberfläche endende Kontaktstrukturen umfasst.

**Fig. 3B** ist eine schematische vertikale Schnittdarstellung der Halbleitervorrichtung von **Fig. 3A** längs einer Linie B-B.

**Fig. 4A** ist eine schematische vertikale Schnittdarstellung durch einen Teil einer Halbleitervorrichtung längs einer Längsachse eines Finnenabschnitts gemäß einem Ausführungsbeispiel, das sich auf eine vertikale Transistorstruktur bezieht und angereicherte Bodyteile umfasst.

**Fig. 4B** ist eine schematische vertikale Schnittdarstellung der Halbleitervorrichtung von **Fig. 4A** längs einer Linie B-B.

**Fig. 5A** ist eine schematische vertikale Schnittdarstellung eines Teiles einer Halbleitervorrichtung mit virtuell floatenden Bodybereichen gemäß einem Ausführungsbeispiel mit Feldkompensationsstrukturen.

**Fig. 5B** ist eine schematische Schnittdarstellung des Halbleitervorrichtungsteiles von **Fig. 5A** längs einer Linie B-B.

**Fig. 6A** ist eine schematische vertikale Schnittdarstellung eines Teiles einer Halbleitervorrichtung mit virtuell floatenden Bodybereichen gemäß einem Ausführungsbeispiel mit einer Superübergangs- bzw. -junctionstruktur.

**Fig. 6B** ist eine schematische Schnittdarstellung des Halbleitervorrichtungsteiles von **Fig. 6A** längs einer Linie B-B.

**Fig. 6C** ist eine schematische perspektivische Darstellung des Halbleitervorrichtungsteiles von **Fig. 6A** und **Fig. 6B**.

**Fig. 7A** ist eine schematische horizontale Schnittdarstellung eines Teiles einer Halbleitervorrichtung mit virtuell floatenden Bodybereichen gemäß einem Ausführungsbeispiel, das sich auf laterale Transistorvorrichtungen bezieht.

**Fig. 7B** ist eine schematische vertikale Schnittdarstellung des Halbleitervorrichtungsteiles von **Fig. 7A** längs einer Linie B-B.

**Fig. 8A** ist eine schematische horizontale Schnittdarstellung eines Teiles einer Halbleitervorrichtung mit virtuell floatenden Bodybereichen gemäß einem Ausführungsbeispiel, das sich auf laterale Transistorvorrichtungen mit Feldkompensationsstrukturen bezieht.

**Fig. 8B** ist eine schematische vertikale Schnittdarstellung des Halbleitervorrichtungsteiles von **Fig. 8A** längs einer Linie B-B.

**Fig. 9** ist ein schematisches Schaltungsdiagramm eines Schaltnetzwandlers mit einem Halbleiterschalter mit einem virtuell floatenden Bodybereich gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel.

#### DETAILBESCHREIBUNG

**[0009]** 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 ausgestaltet werden kann. Es ist zu verstehen, dass andere Ausführungsbeispiele verwendet und strukturelle oder logische Änderungen gemacht werden können, ohne von dem Bereich der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Beispielsweise können Merkmale, die für ein Ausführungsbeispiel veranschaulicht oder beschrieben sind, bei oder im Zusammenhang mit anderen Ausführungsbeispielen verwendet werden, um zu noch einem weiteren Ausführungsbeispiel zu gelangen. Es ist beabsichtigt, dass die vorliegende Erfindung derartige Modifikationen und Veränderungen einschließt. Die Ausführungsbeispiele sind mittels einer spezifischen Sprache beschrieben, die nicht als den Bereich der beigefügten Patentansprüche begrenzend aufgefasst werden sollte. Die Zeichnungen sind nicht maßstabsgetreu und dienen lediglich für Veranschaulichungszwecke. Zur Klarheit sind die gleichen Elemente durch entsprechende Bezugszeichen in den verschiedenen Zeichnungen angegeben, falls nicht etwas anderes festgestellt wird.

**[0010]** Die Begriffe „haben“, „enthalten“, „umfassen“, „aufweisen“ und ähnliche Ausdrücke sind offene Ausdrücke, und diese Ausdrücke geben das Vorhandensein von festgestellten Strukturen, Elemente oder Merkmale an, schließen jedoch zusätzliche Elemente oder Merkmale 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.

**[0011]** Der Ausdruck „elektrisch verbunden“ beschreibt eine permanente niederohmige Verbindung zwischen elektrisch verbundenen Elementen, beispielsweise einen direkten Kontakt zwischen den betreffenden Elementen oder eine niederohmige Verbindung über ein Metall und/oder einen hochdotierten Halbleiter. Der Ausdruck „elektrisch gekoppelt“ umfasst, dass ein oder mehrere dazwischenliegende Elemente, die für eine Signalübertragung ausgestaltet sind, zwischen den elektrisch gekoppelten Elementen vorgesehen sein können, beispielsweise Elemente, die steuerbar sind, um zeitweise eine niederohmige Verbindung in einem ersten Zustand und eine hochohmige elektrische Entkopplung in einem zweiten Zustand vorzusehen.

**[0012]** Die Figuren veranschaulichen relative Dotierungskonzentrationen durch Angabe von „n“ oder „p“ nächst zu 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“-Dotierungsbereich. 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.

**[0013]** Fig. 1A bezieht sich auf eine Halbleitervorrichtung 500, die eine Vielzahl von identischen Transistorzellen TC umfasst. Die Halbleitervorrichtung 500 kann ein IGFET, beispielsweise ein MOSFET (Metall-Oxid-Halbleiter-FET) in der üblichen Bedeutung einschließlich FETs mit Metallgates sowie FETs mit Halbleitergates, beispielsweise aus polykristallinem Silizium, sein oder einen solchen umfassen. Gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel kann die Halbleitervorrichtung 500 ein IGBT (Bipolartransistor mit isoliertem Gate) sein.

**[0014]** Die Halbleitervorrichtung 500 beruht auf einem Halbleiterteil 100 aus einem einkristallinen Halbleitermaterial, wie beispielsweise Silizium (Si), Siliziumcarbid (SiC), Germanium (Ge), einem Silizium-Germanium-Kristall (SiGe), Galliumnitrid (GaN), Galliumarsenid (GaAs) oder irgendeinem anderen  $A_{III}B_V$ -Halbleiter.

**[0015]** Der Halbleiterteil 100 kann eine flache Scheibe mit angenähert einer rechteckförmigen horizontalen Querschnittsfläche bzw. einem rechteckförmigen horizontalen Querschnittsgebiet, einer ersten Oberfläche an einer Vorderseite und einer zweiten Oberfläche parallel zu der ersten Oberfläche auf der Rückseite sein.

**[0016]** Der Schnitt von Fig. 1A kann parallel zu den ersten und zweiten Oberflächen oder senkrecht zu den ersten und zweiten Oberflächen sein.

**[0017]** Eine Vielzahl von Transistorzellen TC, die elektrisch miteinander verbunden sind, haben zusammen eine gemeinsame Drainstruktur 130 in dem Halbleiterteil 100. Die Drainstruktur 130 umfasst eine Driftstruktur 131 eines ersten Leitfähigkeitstyps und einen Kontaktteil 139, der eine planare Grenz- bzw. Zwischenfläche mit der Driftstruktur 131 bildet. Wenigstens in Teilen der Driftstruktur 131 kann eine Dotierstoffkonzentration in der Driftstruktur 131 mit zunehmendem Abstand zu dem Kontaktteil 139 zunehmen oder abnehmen. Gemäß anderen Ausführungsbeispielen kann die Dotierstoffkonzentration in der Driftstruktur 131 angenähert gleichförmig sein. Ei-

ne mittlere Dotierstoffkonzentration in der Driftstruktur 131 kann zwischen  $1E14\text{ cm}^{-3}$  und  $1E18\text{ cm}^{-3}$ , beispielsweise in einer Spanne von  $5E15\text{ cm}^{-3}$  bis  $1E17\text{ cm}^{-3}$ , sein. Für einen auf Silizium beruhenden Halbleiterteil 100 kann die mittlere Dotierstoffkonzentration in der Driftstruktur 131 zwischen  $1E15\text{ cm}^{-3}$  und  $1E17\text{ cm}^{-3}$ , beispielsweise in einer Spanne von  $5E15\text{ cm}^{-3}$  bis  $5E16\text{ cm}^{-3}$ , sein.

**[0018]** Der Kontaktteil 139 kann ein stark dotiertes Basissubstrat, eine stark dotierte Schicht parallel zu der ersten Oberfläche oder eine stark dotierte Säule senkrecht zu der ersten Oberfläche sein. Eine Dotierstoffkonzentration in wenigstens einem Abschnitt des Kontaktteiles 139 ist ausreichend hoch, um einen ohmschen Kontakt mit einem direkt an den Kontaktteil 139 angrenzenden Metall zu bilden. Im Falle eines n-leitenden Siliziumkontaktteiles 139 kann die Dotierstoffkonzentration längs der zweiten Oberfläche 102 wenigstens  $1E18\text{ cm}^{-3}$ , beispielsweise wenigstens  $5E19\text{ cm}^{-3}$ , sein. In einem p-leitenden Siliziumkontaktteil 139 kann die Dotierstoffkonzentration wenigstens  $1E16\text{ cm}^{-3}$ , beispielsweise wenigstens  $5E17\text{ cm}^{-3}$ , sein. Für IGFETs und Halbleiterdioden hat der Kontaktteil 139 die gleiche Leitfähigkeit wie die Driftstruktur 131. Für IGBTs kann der Kontaktteil 139 den komplementären zweiten Leitfähigkeitstyp haben oder kann Abschnitte von beiden Leitfähigkeitstypen umfassen.

**[0019]** Die Drainstruktur 130 kann weitere dotierte Bereiche umfassen, beispielsweise eine Feldstopp-schicht oder eine Pufferzone zwischen der Driftstruktur 131 und dem Kontaktteil 139, Barrierezonen oder gegendotierte Bereiche.

**[0020]** Streifenförmige Gatestrukturen 150 mit einer leitenden Gateelektrode 155 erstrecken sich von der ersten Oberfläche in den Halbleiterteil 100. Die leitende Gateelektrode 155 umfasst eine stark dotierte polykristalline Siliziumschicht und/oder eine Metall enthaltende Schicht oder besteht aus solchen. Die Gateelektrode 155 ist vollständig gegenüber dem Halbleiterteil 100 isoliert, wobei ein Gatedielektrikum 151 die Gateelektrode 155 wenigstens von Bodybereichen 120 trennt. Das Gatedielektrikum 151 koppelt kapazitiv die Gateelektrode 155 mit den Bodybereichen 120. Das Gatedielektrikum 151 kann ein Halbleiteroxid, beispielsweise thermisch gewachsenes oder abgeschiedenes Siliziumoxid, ein Halbleiternitrid, beispielsweise abgeschiedenes oder thermisch gewachsenes Siliziumnitrid, ein Halbleiteroxydnitrid, beispielsweise Siliziumoxynitrid, ein Hochk-Dielektrikum oder eine Kombination hiervon umfassen oder aus einem bzw. einer solchen bestehen. Die Gateelektrode 155 ist elektrisch mit dem Gateanschluss G der Halbleitervorrichtung 500 verbunden oder gekoppelt.

**[0021]** Eine vertikale Ausdehnung der Gatestrukturen **150** kann in einer Spanne von 100 nm bis 5000 nm, beispielsweise in einer Spanne von 300 nm bis 1000 nm sein. Eine horizontale Breite der Gatestruktur **150** kann in einer Spanne von 100 nm bis 3000 nm, beispielsweise von 150 nm bis 700 nm, sein.

**[0022]** Finnen- bzw. Gratabschnitte **170** des Halbleiterteiles **100** zwischen benachbarten streifenförmigen Gatestrukturen **150** umfassen halbleitende Bereiche der Transistorzellen TC. Jeder Finnenabschnitt **170** umfasst einen Bodybereich **120** des zweiten Leitfähigkeitstyps, wobei der Bodybereich **120** einen ersten pn-Übergang pn1 mit der Drainstruktur **130**, beispielsweise mit der Driftstruktur **131**, und einen zweiten pn-Übergang pn2 mit den Sourcestrukturen **110** bildet. Die Sourcestruktur **110** und die Drainstruktur **130** sind an entgegengesetzten Seiten des Bodybereiches **120** derart, dass der Bodybereich **120** die Sourcestruktur **110** von der Drainstruktur **130** trennt.

**[0023]** Mit zunehmender, an der Gateelektrode **155** liegender Gatespannung wachsen Verarmungszonen lateral von den Grenzflächen zwischen einem Finnenabschnitt **170** und den benachbarten Gatestrukturen **150** in den zwischenliegenden Finnenabschnitt **170**. Wenn die Gatespannung eine Schwellenspannung erreicht, bei welcher sich kontinuierliche Inversionsschichten längs des Gatedielektrikums **151** bilden, erreichen die Verarmungszonen eine Grenzbreite  $I_d$ , jenseits welcher die Breite der Verarmungszonen mit einer merklich geringeren Rate als unterhalb der Schwellenspannung anwächst.

**[0024]** Wenn die Finnenbreite  $w_1$  des Finnenabschnitts **170** gleich wie oder kleiner ist als das Doppelte der Grenzbreite  $I_d$ , beispielsweise für  $w_1 \leq 2 \cdot I_d$ , sind die Bodybereiche **120** vollständig verarmt, wenn die Halbleitervorrichtung **500** eingeschaltet wird. In einem vollständig verarmbaren Bodybereich **120** werden Kurzkanaleffekte, die von einem Einfluss des Drainpotentials auf die Ladungsträgerverteilung in dem Bodybereich **120** resultieren, zu einem hohen Grad unterdrückt.

**[0025]** Die Grenzbreite  $I_d$  hängt von Materialeigenschaften und der Temperatur ab. Gleichung (1) definiert die Grenzbreite  $I_d$  als eine Funktion von Materialeigenschaften, Temperatur und von der Dotierstoffkonzentration in dem Bodybereich **120**.

$$I_d = \sqrt{\frac{4\epsilon_s k T \ln(N_A / n_i)}{q^2 N_A}} \quad (1)$$

**[0026]** In Gleichung (1) ist  $\epsilon_s$  die Dielektrizitätskonstante des Halbleitermaterials ( $11,9 \times \epsilon_0$  für Silizium,  $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-14}$  F/cm),  $k$  ist die Boltzmann-Konstante ( $1,38066 \times 10^{-23}$  J/K),  $T$  bedeutet die thermodyna-

mische Temperatur (beispielsweise 300 K),  $\ln$  ist der natürliche Logarithmus,  $N_A$  ist die Dotierstoffkonzentration in dem Bodybereich **120**,  $n_i$  ist die intrinsische Trägerkonzentration ( $1,45 \times 10^{10}$  cm<sup>-3</sup> für Silizium bei der thermodynamischen Temperatur  $T$ ) und  $q$  bedeutet die Elementarladung ( $1,6 \times 10^{-19}$  C).

**[0027]** In Fig. 1B nähern Linien **402**, **404** und **406** grob eine gültige Spanne für die maximale Finnenbreite  $w_1$  als eine Funktion der Dotierstoffkonzentration  $N_A$  in dem Bodybereich **120** an. Die Linie **402** nähert die Beziehung an, die durch Gleichung (1) gegeben ist, und setzt eine erste obere Grenze für die Finnenbreite  $w_1$  als eine Funktion der Dotierstoffkonzentration  $N_A$  in dem Bodybereich **120**. Innerhalb der Spanne, die durch die Linien **402** eingestellt ist, nähern die Linien **404** und **406** grob eine Spanne für eine obere Grenze für die Finnenbreite  $w_1$  an, bis zu welcher eine elektrostatische Steuerung des vollständigen Bodybereiches **120** möglich ist und berücksichtigt verfügbare Materialien für das Gatedielektrikum sowie weitere Parameter, wie Gatespannung und Kanallänge. Die Linien **404** und **406** berücksichtigen, dass bei vergleichsweise geringen Dotierstoffkonzentrationen  $N_A$  in dem Bodybereich **120** eine Inversionsladung, die sich rasch aufbaut, einen inneren Teil des Bodybereiches **120** gegenüber dem an der Gateelektrode **155** liegenden Potential abschirmen kann. Eine untere Grenze für die Finnenbreite  $w_1$  kann durch andere Gründe gegeben sein, beispielsweise Herstellungsgesichtspunkte. Theoretisch könnte die minimale Finnenbreite so klein wie einige Å (Angstrom) sein.

**[0028]** Gemäß einem Ausführungsbeispiel kann die Finnenbreite  $w_1$  der Finnenabschnitte **150** in einer Spanne von 10 bis 200 nm, beispielsweise 20 bis 100 nm, sein. Für eine Finnenbreite  $w_1$  der Finnenabschnitte **170** gleich zu 100 nm kann die Dotierstoffkonzentration  $N_A$  in den Bodybereichen **120** in einer Spanne unterhalb  $5E18$  cm<sup>-3</sup>, beispielsweise von  $1E16$  cm<sup>-3</sup> bis  $5E17$  cm<sup>-3</sup>, sein.

**[0029]** Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die Finnenbreite  $w_1$  des Finnenabschnitts **170** zwischen benachbarten einzelnen Gatestrukturen **150** in einer Spanne von 10 nm bis 150 nm bei einer Dotierstoffkonzentration in dem Bodybereich **120** in einer Spanne von  $1E15$  cm<sup>-3</sup> bis  $5E17$  cm<sup>-3</sup>. Gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel ist die Finnenbreite  $w_1$  höchstens 70 nm für eine Dotierstoffkonzentration  $N_A$  in dem Bodybereich **120** höher als  $1E18$  cm<sup>-3</sup>.

**[0030]** Die Sourcestruktur **110** umfasst einen stark dotierten Sourceteil **112** und einen leichter dotierten Durchgriffs- bzw. Punch-Through-Teil **114**, der direkt an den Bodybereich **120** in dem Finnenabschnitt **170** angrenzt. Eine maximale Dotierstoffkonzentration in dem Sourceteil **112** ist ausreichend hoch, um einen ohmschen Kontakt mit einem Metall zu bilden, das für

eine elektrische Verbindung der Sourcestruktur **110** verwendet wird. Beispielsweise kann eine Dotierstoffdosis für den Sourceenteil **112** höchstens  $1E14 \text{ cm}^{-2}$  sein.

**[0031]** Eine Kontaktstruktur **315** eines hochleitenden Materials, wie eines hochdotierten polykristallinen Siliziums oder eines Materials, das ein Metall enthält, grenzt direkt an den Sourceenteil **112** und den Durchgriffs- bzw. Punch-Through-Teil **114** an und ist von dem Bodybereich **120** durch einen Abschnitt des Punch-Through-Teiles **114** getrennt.

**[0032]** Die Kontaktstruktur **315** verbindet elektrisch den Punch-Through-Teil **114** und den Sourceenteil **112** direkt mit einer ersten Lastelektrode **310**. Die erste Lastelektrode **310** kann elektrisch mit einem ersten Lastanschluss **L1**, beispielsweise einem Sourceanschluss, falls die Halbleitervorrichtung **500** ein IGFET ist, oder einem Emitteranschluss, falls die Halbleitervorrichtung **500** ein IGBT ist, gekoppelt oder verbunden sein.

**[0033]** Eine zweite Lastelektrode **320** bildet einen ohmschen Kontakt mit dem Kontaktteil **139**. Die zweite Lastelektrode **320** kann einen zweiten Lastanschluss **L2**, der ein Drainanschluss sein kann, falls die Halbleitervorrichtung **500** ein IGFET ist, oder ein Kollektoranschluss, falls die Halbleitervorrichtung **500** ein IGBT ist, bilden oder elektrisch mit einem solchen verbunden oder gekoppelt sein.

**[0034]** Der Durchgriffsteil bzw. Punch-Through-Teil **114** trennt den Bodybereich **120** von der Kontaktstruktur **315**. In dem Punch-Through-Teil **114** ist die integrierte Dotierstoffkonzentration längs einer kürzesten virtuellen Linie, die direkt die Kontaktstruktur **315** mit dem Bodybereich **120** verbindet, kleiner als die Durchbruchladung, beispielsweise höchstens  $5E12 \text{ cm}^{-2}$ , beispielsweise höchstens  $1E12 \text{ cm}^{-2}$ . Die integrierte Dotierstoffkonzentration längs einer kürzesten virtuellen Linie, die die Kontaktstruktur **315** mit dem Bodybereich **120** verbindet, kann wenigstens  $1E10 \text{ cm}^{-2}$ , beispielsweise wenigstens  $5E10 \text{ cm}^{-2}$ , sein.

**[0035]** Gemäß einem Ausführungsbeispiel trennt der Punch-Through-Teil **114** den Bodybereich **120** auch von dem Sourceenteil **112**, wobei eine integrierte Dotierstoffkonzentration längs einer kürzesten virtuellen Linie, die den Bodybereich **120** und den Sourceenteil **112** verbindet, gleich ist wie oder größer ist als eine integrierte Dotierstoffkonzentration längs einer kürzesten virtuellen Linie, die den Bodybereich **120** und die Kontaktstruktur **315** verbindet, so dass bei zunehmender Potentialdifferenz zwischen dem Bodybereich **120** und der Sourcestruktur **110** eine Verarmungszone längs des zweiten pn-Übergangs pn2 zuerst die Kontaktstruktur **315** erreicht, bevor der Sourceenteil **112** erreicht wird.

**[0036]** Der Punch-Through-Teil **114** und der Sourceenteil **112** können aus der gleichen Implantation resultieren, beispielsweise von einer Implantation bei einer Implantationsdosis von etwa  $1E14 \text{ cm}^{-2}$ , sofern das thermische Budget, das auf den Halbleiterteil **100** nach der Implantation angewandt wird, ausreichend niedrig ist, so dass die verbleibende maximale Dotierstoffkonzentration einen zuverlässigen ohmschen Kontakt mit der Kontaktstruktur **315** gewährleistet. Da keine stark dotierten Kontaktbereiche für die Bodybereiche **120** gebildet sind, kann die Sourcestruktur **110** ohne Kompensation von Dotierstoffen des komplementären Leitfähigkeitstyps gebildet werden.

**[0037]** Die gesamte Nettodotierstoffdosis der Sourcestruktur **110** kann kleiner sein als die gesamte Nettodotierstoffdosis in dem Bodybereich **120**, die das Integral der Dotierstoffkonzentration in dem Bodybereich **120** längs einer vertikalen Linie ist, welche durch den Bodybereich **120** schneidet, so dass die Emitterwirksamkeit der Sourcestruktur **110** gering ist und das Latch-up-Risiko weiter reduziert ist.

**[0038]** Mit der spezifizierten Konfiguration des Punch-Through-Teiles **114** ist der Bodybereich **120** nicht nur „vollständig verarmbar“, sondern auch „virtuell floatend“, d.h. das Potential des Bodybereiches **120** ist nicht sicher auf ein bestimmtes Potential festgelegt bzw. festgehalten, sondern kann zwischen vergleichsweise engen Grenzen fluktuieren, die durch die Ausdehnung und die Dotierstoffdosis des Punch-Through-Teiles **114** einstellbar sind, wie im Folgenden beschrieben wird.

**[0039]** Die folgende Beschreibung bezieht sich auf n-Kanal-Transistorzellen TC mit einem p-dotierten Bodybereich **120**, einer n-dotierten Driftstruktur **131** und einer n-dotierten Sourcestruktur **110**. Äquivalente Überlegungen gelten für p-Kanal-Transistorzellen TC mit n-dotierten Bodybereichen **120**, einer p-Typ-Sourcestruktur **110** und einer p-Typ-Driftstruktur **131**.

**[0040]** Die Halbleitervorrichtung **500** ist vorwärts vorgespannt, wenn ein Potential an der Sourcestruktur **110** geringer ist als ein Potential an der Drainstruktur **130**.

**[0041]** Wenn eine an den Gateelektroden **155** anliegende Spannung eine für die Halbleitervorrichtung **500** spezifizierte Schwellenspannung überschreitet, bilden sich Inversionskanäle in den Bodybereichen **120** und verbinden elektrisch die Sourcestruktur **110** mit der Drainstruktur **130**. Falls die Halbleitervorrichtung **500** unter einer Vorwärts-Vorspannung ist, kann ein Laststrom zwischen der Drainstruktur **130** und der Sourcestruktur **110** fließen. Da die Bodybereiche **120** vollständig verarmt sind, sind die Bodybereiche **120** vollständig invertiert, und abgesehen von Effekten des ohmschen Leitungswiderstandes hat das komplette Volumen der Bodybereiche **120** das glei-

che Potential, wie dieses an die Kontaktstruktur **315** angelegt ist. Solange die Inversionskanäle vorliegen, kann keine Ladung in den Bodybereichen **120** angesammelt werden.

**[0042]** Wenn die Halbleitervorrichtung **500** unter Vorwärtsspannung ist und kein Gatepotential oder ein Gatepotential geringer als die Schwellenspannung an der Gateelektrode **155** anliegt, kann sich eine positive Ladung in dem Bodybereich **120** sammeln. Eine angesammelte positive Ladung spannt die ersten und zweiten pn-Übergänge pn1, pn2 vorwärts vor, welche leiten, wenn das durch die angesammelte Ladung induzierte Potential die Vorwärtsspannung von wenigstens einem pn-Übergang aus den ersten und zweiten pn-Übergängen pn1, pn2 überschreitet. Ein positives Potential der Bodybereiche **120** bezüglich den Source- und Driftstrukturen **110**, **131** kann nicht den Vorwärtsspannungsabfall der pn-Übergänge pn1, pn2 überschreiten.

**[0043]** Wenn die Halbleitervorrichtung **500** vorwärts vorgespannt ist, liegt kein Gatepotential oder ein Gatepotential, das niedriger als die Schwellenspannung ist, an der Gateelektrode **155**, und eine negative Ladung sammelt sich in dem Bodybereich **120**, die Bodybereiche **120** können ein negatives Potential bezüglich der Sourcestruktur **110** annehmen. Mit zunehmender negativer Ladung in dem Bodybereich **120** wächst eine Verarmungszone von dem zweiten pn-Übergang pn2 in der Richtung der Kontaktstrukturen **315**. Mit der oben definierten integrierten Dotierstoffkonzentration des Punch-Through-Teiles **114** zwischen der Kontaktstruktur **315** und dem Bodybereich **120** erreicht die Verarmungszone die Kontaktstruktur **315** jedoch bei vergleichsweise geringen Potentialdifferenzen von beispielsweise 0,3 V, 0,7 V oder 1 V. Wenn die Verarmungszone die Kontaktstruktur **315** erreicht, können Ladungsträger von dem Bodybereich **120** durch die Kontaktstruktur **315** abgeführt werden, so dass die angesammelte Ladung verbraucht wird und somit das Potential des Bodybereiches **120** bezüglich der Sourcestruktur **110** abfällt.

**[0044]** Die Halbleitervorrichtung **500** ist rückwärts vorgespannt, wenn das Potential an der Drainstruktur **130** geringer als das Potential an der Sourcestruktur **110** ist.

**[0045]** Wenn die Halbleitervorrichtung **500** rückwärts vorgespannt ist, ist der erste pn-Übergang pn1 vorwärts vorgespannt, und das Potential in dem Bodybereich **120** weicht von dem Potential an der Drainstruktur **130** um nicht mehr als die Vorwärtsspannung des ersten pn-Übergangs pn1 ab. Wenn das Gatepotential gleich wie oder eng zu dem Sourcepotential gehalten ist, überschreitet die sich ergebende Spannungsdifferenz zwischen der Gateelektrode **155** und dem Bodybereich **120** die Schwellenspannung, so dass der Bodybereich **120** vollständig verarmt und ein

Inversionskanal gebildet wird. Solange der Bodybereich **120** vollständig verarmt ist, können sich keine Ladungsträger in dem Bodybereich sammeln.

**[0046]** Anstelle mit dem Sourcepotential wie in Halbleitervorrichtungen mit Bodydiode verbunden zu sein, ist der Bodybereich **120** meist von der ersten Las-telektrode **310** getrennt und flutet nicht die Driftstruktur **131** mit Ladungsträgern unter einer Rückwärtsspannung der Halbleitervorrichtung **500**. Die Ladungsträgerdichte unter einer Rückwärtsspannung und die Kommutierungsladung sind merklich niedriger als in herkömmlichen IGFETs mit Bodydiode. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Bodybereiche **120** floaten bzw. potentialfrei sind. Während jedoch in frei floatenden Bodybereichen von anderen herkömmlichen Vorrichtungen Ladungsträger innerhalb der Bodybereiche bis zu einem Grad gesammelt werden können, dass die gesammelte Ladung einen parasitären BJT (bipolarer Junctiontransistor) öffnet, der beispielsweise durch den npn-Stapel von Source, Body und Drain gebildet ist, können der Punch-Through-Teil **114** in Kombination mit dem Bodybereich **120** der Halbleitervorrichtung **500** gemäß den Ausführungsbeispielen vermeiden, dass die angesammelte Ladung einen Latch-up des parasitären BJT auslösen kann. Der Punch-Through vermeidet, dass eine Kniespannung erreicht wird, welche einen Vorwärtsstrom über dem pn-Übergang pn1 ermöglicht.

**[0047]** Das Potential in dem Bodybereich **120** kann sich so bezüglich der Sourcestruktur **110** von einer niedrigeren Grenze zu einer höheren Grenze verändern, wobei die niedrigere Grenze innerhalb einer Spanne von beispielsweise -0,3 V, -0,7 V oder -1 V sein kann und die höhere Grenze +0,5 V oder +0,7 V sein kann. In herkömmlichen Logiktransistoren, ist eine derartige Veränderung der Bodyspannung nicht akzeptabel, da diese in der gleichen Größenordnung wie eine Gatespannung von Logikvorrichtungen ist. Ein zuverlässiges Einschalten oder Ausschalten eines Inversionskanals in dem Bodybereich **120** und somit des Transistors kann nicht garantiert werden. Für eine Leistungsvorrichtung können jedoch die Gatespannungen von einer weiteren Spanne gewählt werden, so dass die Veränderung oder Ungewissheit des Potentials des Bodybereiches **120** akzeptiert werden kann.

**[0048]** Obwohl nicht direkt mit den Kontaktstrukturen **315** durch eine stark dotierte Bodykontaktzone verbunden, sind die virtuell floatenden und vollständig verarmbaren Bodybereiche **120** sicher gegenüber Latch-up-Ereignissen, da sie vollständig verarmt in einem Einschaltzustand der Transistorzellen TC sind und da die Verarmungszonen längs der zweiten pn-Übergänge pn2 durch den Punch-Through-Teil **114** durchgreifen können, wenn in einem Auszustand das Potential in dem Bodybereich **120** eine vor-

definierte Schwelle bezogen auf die Sourcestruktur **110** überschreitet. Der Punch-Through bzw. Durchgriff begrenzt das Potential in dem Bodybereich **120** und verhindert so einen Vorwärtsbetrieb der zweiten pn-Übergänge pn2.

**[0049]** Zusätzlich ist der Gegenwirkleitwert bzw. die Transkonduktanz der Halbleitervorrichtung **500** höher als in herkömmlichen IB-FETs. Ein Abweichen zwischen Schwellenspannung, Gegenwirkleitwert und Leckstrom, induziert durch beispielsweise DIBL (durch Drain induzierte Barriere-Absenkung), kann so eingestellt werden, dass die Halbleitervorrichtung **500** auch geringere Leckströme als herkömmliche IGFETs zeigt.

**[0050]** Das Potential des Bodybereiches **120** bezüglich des Sourcepotentials kann zwischen einem niedrigeren Potential, beispielsweise  $-0,3\text{ V}$ ,  $-0,7\text{ V}$  oder  $-1\text{ V}$ , und einem höheren Potential, beispielsweise  $+0,5\text{ V}$  oder  $+0,7\text{ V}$ , fluktuieren bzw. schwanken.

**[0051]** In **Fig. 2A**, **Fig. 2B**, **Fig. 3A** und **Fig. 3B** ist die Halbleitervorrichtung **500** eine vertikale Vorrichtung mit einem Laststromfluss zwischen der ersten Oberfläche **101** an der Vorderseite und der zweiten Oberfläche **102** auf der Rückseite in einer vertikalen Richtung senkrecht zu den ersten und zweiten Oberflächen **101**, **102**.

**[0052]** Die Gatestruktur **150** erstreckt sich von der ersten Oberfläche **101** in den Halbleiterteil **100**. Die Sourcestruktur **101** ist längs der ersten Oberfläche **101** gebildet. Der Kontaktteil **139** der Drainstruktur **130** grenzt direkt an die zweite Oberfläche **102** an. In den Finnenabschnitten **170** trennen die Bodybereiche **120** die Sourcestrukturen **110** von der gemeinsamen Drainstruktur **130** längs einer vertikalen Achse senkrecht zu der ersten Oberfläche **101**, wobei eine vertikale Ausdehnung der Gatestruktur **150** größer ist als ein Abstand zwischen der ersten Oberfläche **101** und dem ersten pn-Übergang pn1 zwischen der Drainstruktur **130** und dem Bodybereich **120**, so dass Teile der Drainstruktur **130** sich in die Finnenabschnitte **170** an einer Seite entgegengesetzt zu der ersten Oberfläche **101** erstrecken.

**[0053]** Die Sourcestrukturen **110** sind zwischen der ersten Oberfläche **101** und den Bodybereichen **120**. Die Sourcestrukturen **110** können sich über die vollständigen horizontalen Querschnitte der Finnenabschnitte **170** erstrecken, so dass die Bodybereiche **120** vollständig von der ersten Oberfläche **101** getrennt sind.

**[0054]** Die Sourcestrukturen **110** umfassen stark dotierte Sourceceteile **112** mit einer maximalen Dotierstoffkonzentration, die ausreichend hoch ist, um einen niederohmigen Kontakt mit einem direkt an die Sourcestruktur **110** angrenzenden Metall zu gewähr-

leisten. Punch-Through-Teile **114** grenzen direkt an die Bodybereiche **120** an und können teilweise oder vollständig die Bodybereiche **120** von den Sourcebereichen **112** trennen, so dass das Potential der Bodybereiche **120** nicht zu viel von demjenigen der Sourcestruktur **110** und/oder stark dotierten Sourceceteilen **112** abweicht.

**[0055]** Kontaktstrukturen **315** verbinden elektrisch die Sourcestrukturen **110** mit einer ersten Lastelektrode **L1** an der Vorderseite. Die Kontaktstrukturen **315** können kurze Streifen mit einer Länge längs einer Längsachse der Finnenabschnitte **170** innerhalb der gleichen Größenordnung wie die Finnenbreite  $w1$  sein. Gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel können die Kontaktstrukturen **315** lange Streifen mit der Länge sein, die wenigstens mehrmals die Finnenbreite  $w1$  überschreitet. Eine Breite der Kontaktstrukturen **315** über dem Finnenabschnitt **170** kann gleich wie oder kleiner als die Finnenbreite  $w1$  sein.

**[0056]** Die Kontaktstrukturen **315** in **Fig. 2A** und **Fig. 2B** erstrecken sich von der Vorderseite durch die Sourceceteile **112** herab zu den oder in die Punch-Through-Teile **114**, so dass lediglich Abschnitte der Punch-Through-Teile **114** die Kontaktstrukturen **315** von den Bodybereichen **120** trennen. Die Punch-Through-Teile **114** können vollständig die Bodybereiche **120** von dem Sourceceteil **112** trennen. Die Verarmungszone erreicht die Kontaktstruktur **315** vor dem Sourceceteil **112**, so dass Ladungsträger abfließen und von dem Bodybereich **120** durch die Kontaktstrukturen **315** sich entladen.

**[0057]** In den **Fig. 3A** und **Fig. 3B** enden die Kontaktstrukturen **315** bei der ersten Oberfläche **101** und grenzen direkt an diese an. Die Sourceceteile **112** umfassen zentrale Teile in der vertikalen Projektion von Spalten zwischen den Kontaktstrukturen **315** und Seitenteilen, die mit der vertikalen Projektion von Seitenteilen der Kontaktstrukturen **315** überlappen, wo die Kontaktstrukturen **315** direkt an die Sourceceteile **112** angrenzen.

**[0058]** In der vertikalen Projektion von zentralen Teilen der Kontaktstrukturen **315** grenzt der Punch-Through-Teil **114** direkt an die Kontaktstruktur **315** an. Der Punch-Through-Teil **114** kann in der vertikalen Projektion der Sourceceteile **112** abwesend sein bzw. fehlen oder kann die Sourceceteile **112** von dem Bodybereich **120** trennen, wobei eine integrierte Dotierstoffkonzentration längs einer kürzesten virtuellen Linie, die die Sourceceteile **112** und den Bodybereich **120** verbindet, gleich wie oder größer als eine integrierte Dotierstoffkonzentration längs einer kürzesten virtuellen Linie sein kann, die die Kontaktstruktur **315** und den Bodybereich **120** verbindet.

**[0059]** In der Halbleitervorrichtung **500** von **Fig. 4A** und **Fig. 4B** umfasst der Bodybereich **120** angerei-



cherte Bodyteile **125** in der vertikalen Projektion der Kontaktstrukturen **315**. Eine mittlere Dotierstoffkonzentration in den angereicherten Bodyteilen **125** kann wenigstens zwei Mal oder wenigstens zehn Mal so hoch wie in Teilen der Bodybereichen **120** außerhalb der angereicherten Bodyteile **125** sein. Die angereicherten Bodyteile **125** bilden Pfade einer höheren Leitfähigkeit für Ladungsträger, die von den Bodybereichen **120** durch die Kontaktstrukturen **315** abfließen. Gemäß einem Ausführungsbeispiel können die angereicherten Bodyteile **125** während eines Vorwärtsbetriebs der Halbleitervorrichtung **500** nicht verarmbar sein.

**[0060]** Ein Zwischenschichtdielektrikum **210** grenzt an die erste Oberfläche **101** an und isoliert elektrisch die Gateelektrode **150** von der ersten Lastelektrode **310** an der Vorderseite. Zusätzlich kann das Zwischenschichtdielektrikum **210** in der vertikalen Projektion von Teilen der Finnenabschnitte **170** zwischen den Kontaktstrukturen **315** gebildet sein. Das Zwischenschichtdielektrikum **210** kann beispielsweise eine oder mehrere dielektrische Schichten aus Siliziumoxid, Siliziumnitrid, Siliziumoxynitrid, dotiertem und undotiertem Silikatglas, beispielsweise BSG (Borsilikatglas), PSG (Phosphorsilikatglas) oder BPSG (Borosphosphorsilikatglas) umfassen.

**[0061]** Die erste Lastelektrode **310** kann einen ersten Lastanschluss, beispielsweise den Sourceanschluss, falls die Halbleitervorrichtung **500** ein IGFET ist, bilden oder kann elektrisch mit einem solchen gekoppelt oder verbunden sein. Die zweite Lastelektrode **320**, die einen zweiten Lastanschluss, beispielsweise den Drainanschluss, falls die Halbleitervorrichtung **500** ein IGFET ist, bilden kann oder elektrisch mit einem solchen verbunden sein kann, grenzt direkt an die zweite Oberfläche **102** und den Kontaktteil **139** an.

**[0062]** Jede Elektrode aus der ersten Lastelektrode **310** und der zweiten Lastelektrode **320** kann als Hauptbestandteil bzw. Hauptbestandteile aus Aluminium (**A1**), Kupfer (Cu) oder Legierungen von Aluminium oder Kupfer, beispielsweise AlSi, AlCu oder AlSiCu bestehen oder diese enthalten. Gemäß anderen Ausführungsbeispielen kann wenigstens eine aus der ersten Lastelektrode **310** und der zweiten Lastelektrode **320** als Hauptbestandteil bzw. Hauptbestandteile Nickel (Ni), Zinn (Sn), Titan (Ti), Wolfram (W), Tantal (Ta), Vanadium (V), Silber (Ag), Gold (Au), Platin (Pt) und/oder Palladium (Pd) enthalten. Beispielsweise kann wenigstens eine Elektrode aus der ersten Lastelektrode **310** und der zweiten Lastelektrode **320** zwei oder mehr Unterschichten umfassen, wobei jede Unterschicht einen oder mehrere Stoffe aus Ni, Sn, Ti, V, Ag, Au, Pt, W und Pd als Hauptbestandteil bzw. Hauptbestandteile, beispielsweise ein Silizid, ein Nitrid und/oder eine Legierung, enthält.

**[0063]** Die Kontaktstrukturen **315** können eine oder mehrere leitende, Metall enthaltende Schichten, die auf beispielsweise Titan (Ti) oder Tantal (Ta) beruhen, und einen Metallfüllteil, beispielsweise beruhend auf Wolfram (W), umfassen. Gemäß anderen Ausführungsbeispielen umfassen die Kontaktstrukturen **315** stark dotierte Halbleiterstrukturen, beispielsweise stark dotierte polykristalline Siliziumstrukturen.

**[0064]** Eine Feldstoppschicht **135** kann die Driftstruktur **131** und den Kontaktteil **139** trennen. Eine mittlere Dotierstoffkonzentration in der Feldstoppschicht **135** kann wenigstens zwei Mal, beispielsweise zehn Mal die mittlere Dotierstoffkonzentration in der Driftstruktur **131** sein und höchstens 50%, beispielsweise höchstens 10% einer maximalen Dotierstoffkonzentration in dem Kontaktteil **139** sein. Eine Halbleitervorrichtung **500** mit einer gleichmäßig dotierten Driftstruktur **131** kann ausgelegt sein, um eine Spannung bis zu einigen zehn Volt zu sperren.

**[0065]** Die Fig. 5A und Fig. 5B zeigen eine Driftstruktur **131** mit einer Vielzahl von Feldkompensationsstrukturen **160**, die eine leitende Feldelektrode **165** und ein Felddielektrikum **161** umfassen, das die Feldelektrode **165** gegenüber Bereichen in dem Halbleiterteil **100**, beispielsweise gegenüber der Driftstruktur **131**, isoliert. Die Feldkompensationsstrukturen **160** können gleichmäßig beabstandet sein. Längsachsen der Feldkompensationsstrukturen können längs einer Richtung verlaufen, die beispielsweise senkrecht zu den Längsachsen der Finnenabschnitte **170** geneigt ist.

**[0066]** Die Feldelektrode **165** umfasst eine stark dotierte polykristalline Siliziumschicht und/oder eine Metall enthaltende Schicht oder eine andere leitende Schicht oder besteht aus einer solchen bzw. aus solchen. Das Felddielektrikum **161** trennt die erste Feldelektrode **165** von dem umgebenden Halbleitermaterial des Halbleiterteiles **100** und kann eine thermisch gewachsene Siliziumoxidschicht, eine aufgetragene Siliziumoxidschicht, beispielsweise ein Siliziumoxid beruhend auf TEOS (Tetraethylorthosilikat), oder eine Siliziumnitrid oder eine andere isolierende Schicht oder eine Kombination von zwei oder mehr der oben genannten Materialien umfassen oder aus solchen bestehen.

**[0067]** Die Feldkompensationsstrukturen **160** können sich in einen Abschlussbereich außerhalb eines Transistorzellbereiches erstrecken, der die Transistorzellen umfasst. In dem Abschlussbereich kann eine Verbindungsstruktur elektrisch die Feldelektrode **165** mit einem Hilfsanschluss, einem Knoten mit einem Potential zwischen einem Potential der ersten Lastelektrode **310** und einem Potential der zweiten Lastelektrode **320** oder mit dem ersten Lastanschluss **310** verbinden.

**[0068]** Eine vertikale Ausdehnung der Feldkompensationsstruktur **160** ist kleiner als ein Abstand zwischen den Gatestrukturen **150** und dem Kontaktteil **139** oder, falls anwendbar, einer Feldstoppschicht derart, dass kontinuierliche Abschnitte der Driftstruktur **131** die Feldkompensationsstrukturen **160** von den Gatestrukturen **150** und dem Kontaktteil **139** oder, falls anwendbar, einer Feldstoppschicht trennen. Eine vertikale Ausdehnung der Feldkompensationsstrukturen **160** kann in einer Spanne von 500 nm bis 100 µm, beispielsweise in einer Spanne von 500 nm bis 80 µm, sein.

**[0069]** Ein Mitte-zu-Mitte-Abstand zwischen benachbarten Feldkompensationsstrukturen **160** kann größer, beispielsweise wenigstens zwei Mal größer als ein Mitte-zu-Mitte-Abstand zwischen benachbarten Gatestrukturen **150** sein. Eine transversale Ausdehnung bzw. Quererstreckung der Feldkompensationsstrukturen **160** kann jeweils in einer Spanne von 500 nm bis 30 µm, beispielsweise in einer Spanne von 700 nm bis 15 µm, sein. Die Querschnittsgebiete bzw. -flächen der ersten Feldelektroden **165** und der Feldkompensationsstrukturen **160** können angenähert rechteck- oder trapezförmig sein.

**[0070]** Die Feldkompensationsstrukturen **160** erlauben hohe Dotierstoffkonzentrationen in Kompensationsteilen **190** der Driftstruktur **131**, die zwischen den Feldkompensationsstrukturen **160** angeordnet ist, ohne Verlust der Sperrfähigkeit der Halbleitervorrichtung **500**. Die Halbleitervorrichtung **500** mit den Feldkompensationsstrukturen **160** kann ausgelegt sein, um eine Spannung bis zu einigen hundert Volt zu sperren.

**[0071]** Die **Fig. 6A** und **Fig. 6B** beziehen sich auf eine Halbleitervorrichtung **500** mit einer Superjunctionstruktur bzw. Superübergangsstruktur **180** in der Driftstruktur **131**. Die Superjunctionstruktur **180** umfasst abwechselnd angeordnete n-dotierte Bereiche **181** und p-dotierte Bereiche **182**. Die Dotierstoffkonzentrationen in den n-dotierten Bereichen **181** und den p-dotierten Bereichen **182** und deren Abmessungen sind derart gewählt, dass die Ladung in den p-dotierten Bereichen **182** im Wesentlichen die Ladung in den benachbarten n-dotierten Bereichen **181** unter einer Rückwärtsvorspannung ausgleicht. Längsachsen der p-dotierten Bereiche **182** und der n-dotierten Bereiche **181** können längs einer Richtung verlaufen, die zu den Längsachsen der Finnenabschnitte **170** beispielsweise senkrecht geneigt ist. Gestalt und Ausdehnung der p-dotierten Bereiche **182** können Gestalt und Ausdehnung der Feldkompensationsstrukturen **160** von **Fig. 5A** und **Fig. 5B** entsprechen.

**[0072]** Verbindungssäulen **185** können elektrisch die p-dotierten Bereiche **182** mit Kontaktstrukturen **315** an der Vorderseite verbinden, wobei die Verbindungs-

ssäulen **185** in ausgewählten Finnenabschnitten **170** jeweils zwischen Paaren von benachbarten Gatestrukturen **150** gebildet sein können. Gemäß dem dargestellten Ausführungsbeispiel können die Verbindungssäulen **185** einige der Gatestrukturen **150** ersetzen. Trennungsstrukturen, beispielsweise dielektrische Trennungsstrukturen, können die Verbindungssäulen **185** von Bodybereichen **120** in dem gleichen Finnenabschnitt **170** trennen. Die Verbindungssäulen **185** erleichtern eine Entladung und eine Wiederladung der p-dotierten Bereiche **120**, wenn die Halbleitervorrichtung **500** einschaltet, und unterdrücken diese während einer Einschalt- oder Ein-Zustand-Aktivierung von parasitären JFETs (Junction-Feldeffekttransistoren), die jeweils durch einen p-Typ-Bereich **182** und die benachbarten n-dotierten Bereiche **181** gebildet sind.

**[0073]** Die Superjunctionstruktur **180** erleichtert höhere Dotierstoffkonzentrationen in den n-dotierten Bereichen **181** ohne Verlust an Sperrfähigkeit.

**[0074]** Die **Fig. 7A**, **Fig. 7B**, **Fig. 8A** und **Fig. 8B** beziehen sich auf laterale Halbleitervorrichtungen **500** mit einem Laststromfluss parallel zu der ersten Oberfläche **101**. Hinsichtlich der Materialien des Halbleiterteiles **100**, der Gatestrukturen **150**, der Feldkompensationsstrukturen **160** und der Lastelektroden **310**, **320** wird Bezug genommen auf die Beschreibung der vertikalen Vorrichtungen weiter oben.

**[0075]** In dem Halbleiterteil **100** kann eine Drainstruktur **130**, beispielsweise eine Driftstruktur **131**, direkt an die zweite Oberfläche **102** angrenzen. Gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel kann eine dielektrische Schicht, beispielsweise eine Siliziumoxidschicht oder eine Glasschicht, zwischen der Driftstruktur **131** und der zweiten Oberfläche **102** sein. Eine Metall enthaltende oder Metallschirmschicht **390** kann direkt an die zweite Oberfläche **102** angrenzen.

**[0076]** Die Transistorzellen TC umfassen Gatestrukturen **150**, die sich von der ersten Oberfläche **101** an einer Vorderseite in den Halbleiterteil **100** erstrecken. Laterale Längsachsen der Gatestrukturen **150** sind parallel zu der ersten lateralen Richtung. Die Gatestrukturen **150** können regelmäßig benachbart zueinander in einer sich längs der zweiten lateralen Richtung senkrecht zu der ersten lateralen Richtung unter einem regelmäßigen Mitte-zu-Mitte-Abstand (Pitch) erstreckenden Säule angeordnet sein. Der Pitch der Gatestrukturen **150** kann zwischen 30 nm und 1000 nm, beispielsweise zwischen 50 nm und 250 nm, sein. Eine Breite der Gatestrukturen **150** längs der zweiten lateralen Richtung kann zwischen 50 nm und 400 nm als Beispiel sein.

**[0077]** Die Gatestrukturen **150** umfassen eine Gateelektrode **155**, wobei eine Gateverdrahtung aus dem gleichen Material längs der zweiten lateralen Rich-

tung über der ersten Oberfläche **101** verlaufen und Teile der Gateelektrode **155** verbinden kann. Ein Gatedielektrikum **151** trennt die Gateelektrode **155** wenigstens von Bodybereichen **120**, die in Teilen von Finnenabschnitten **170** des Halbleiterteiles **100** zwischen benachbarten Gatestrukturen **150** gebildet sind.

**[0078]** Jeder Finnenabschnitt **170** kann einen Bodybereich **120** umfassen, der p-dotiert für eine n-Kanal-Feldeffekttransistorzelle TC sein kann. Die Bodybereiche **120** bilden erste pn-Übergänge pn1 mit der Drainstruktur **130**, beispielsweise der Driftstruktur **131**, wobei sich ein Teil des ersten pn-Übergangs pn1 senkrecht zu der ersten Oberfläche **101** erstreckt. Die Bodybereiche **120** bilden zweite pn-Übergänge pn2 mit einer Sourcestruktur **110**, die direkt an Kontaktstrukturen **315** an einer ersten Seite der Gatestrukturen **150** angrenzt. Eine vertikale Ausdehnung bzw. Erstreckung der Bodybereiche **120** kann größer sein als die vertikale Ausdehnung bzw. Erstreckung der Gatestrukturen **150**, so dass Bodybereiche **120** von benachbarten Finnenabschnitten **170** miteinander längs der zweiten lateralen Richtung unter den Gatestrukturen **150** verbunden sind. Eine Breite  $w_1$  der Finnenabschnitte **170** und eine Dotierstoffkonzentration in den Bodybereichen **120** sind derart gewählt, dass die Bodybereiche **120** vollständig bei oder über der Schwellenspannung der Transistorzellen TC verarmt sind, wie dies anhand von **Fig. 1** beschrieben ist.

**[0079]** Die Kontaktstrukturen **315** sind in einer Reihe angeordnet, die sich parallel zu der zweiten lateralen Richtung erstrecken und in den Halbleiterteil **100** ausdehnen kann.

**[0080]** Die Sourcestruktur **110** umfasst einen Sourceeteil **112**, der ohmsche Kontakte mit den Kontaktstrukturen **315** bildet, wobei wenigstens Hauptteile der Sourceteile **112** zwischen benachbarten Kontaktstrukturen **315** angeordnet sein können. Ein Durchgriffs- bzw. Punch-Through-Teil **114** trennt die Kontaktstrukturen **315** und die Bodybereiche **120** und kann zusätzlich die Sourceteile **112** von den Bodybereichen **120** trennen. Die Dotierstoffdosis des Punch-Through-Teiles **114** ist derart gewählt, dass der Bodybereich **120** virtuell floatet bzw. potentialfrei ist, wie oben beschrieben ist.

**[0081]** Eine zweite Lastelektrode **320** mit einer lateralen Längsachse parallel zu der zweiten lateralen Richtung kann sich in den Halbleiterteil **100** an einer Seite der Gatestrukturen **150** entgegengesetzt zu der Reihe von Kontaktstrukturen **315** erstrecken.

**[0082]** Ein stark dotierter Kontaktteil **139** kann zwischen der zweiten Lastelektrode **320** und der Driftstruktur **131** sein. Hinsichtlich weiterer Einzelheiten

wird Bezug genommen auf die vorangehende Beschreibung einer vertikalen Vorrichtung.

**[0083]** Die Kontaktstrukturen **315** und die zweite Lastelektrode **320** können die gleiche Konfiguration bzw. Gestaltung haben. Beispielsweise umfassen die Kontaktstrukturen **315** und die zweite Lastelektrode **320** eine Barriereauskleidung direkt angrenzend an den Halbleiterteil **100**. Die Barriereauskleidung kann eine Dicke von 1 nm bis 50 nm haben und kann beispielsweise aus einem Silizid, Kobalt Co, Titan Ti, Titanitrid TiN, Tantal Ta oder Tantalnitrid TaN bestehen oder diese enthalten. Die Kontaktstrukturen **315** und die zweite Lastelektrode **320** können auch einen Füllteil umfassen, der von dem Halbleiterteil **100** durch die Barriereauskleidung getrennt ist. Das Material des Füllteiles kann beispielsweise Wolfram W sein. Gemäß anderen Ausführungsbeispielen können die Kontaktstrukturen **315** und die zweite Lastelektrode **320** eine Schicht eines stark dotierten polykristallinen Siliziums und/oder eine Metall enthaltende Schicht, beispielsweise ein Silizid, umfassen.

**[0084]** In den **Fig. 8A** und **Fig. 8B** umfasst die laterale Halbleitervorrichtung **500** Feldkompensationsstrukturen **160**, wie anhand der vertikalen Halbleitervorrichtung **500** der **Fig. 5A** und **Fig. 5B** beschrieben ist, wobei die lateralen Längsachsen der Feldkompensationsstrukturen **160** parallel zu den Längsachsen der Gatestrukturen **150** sein können. Ein Mitte-zu-Mitte-Abstand zwischen benachbarten Feldkompensationsstrukturen **160** kann gleich sein wie oder größer sein als ein Mitte-zu-Mitte-Abstand der Gatestrukturen **150**.

**[0085]** **Fig. 9** zeigt einen Schaltnetzwanandler **900**. Der Schaltnetzwanandler **900** transformiert eine Eingangsspannung **V1**, die zwischen Eingangsanschlüssen **TA1**, **TA2** liegt, in eine Ausgangsspannung **V2** zwischen Ausgangsanschlüssen **TB1**, **TB2**. Die Eingangsspannung **V1** kann eine Gleichstrom- oder eine Wechselstrom-Spannung sein, und die Ausgangsspannung **V2** kann eine Gleichstrom- oder eine Wechselstrom-Spannung sein.

**[0086]** Eine Eingangsstufe **700**, die elektrisch mit den Eingangsanschlüssen **TA1**, **TA2** verbunden ist, kann beispielsweise eine Gleichrichterschaltung zum Gleichrichten einer Wechselspannung **V1** und Filterelemente umfassen. Eine Ausgangsstufe **800**, die elektrisch mit den Ausgangsanschlüssen **TB1**, **TB2** verbunden ist, kann eine Gleichrichterschaltung und/oder Filterelemente umfassen. Wenigstens eine Stufe aus der Eingangsstufe **700** und der Ausgangsstufe **800** umfasst ein elektrisches Speicherelement **600**. Die Ausgangsstufe **800** umfasst weiterhin ein Schaltelement **602**, beispielsweise eine Halbleiterdiode oder einen Halbleiterschalter.

**[0087]** Das elektrische Speicherelement **600** speichert zwischen bzw. zeitweise Energie in einer Ein-Phase oder in einer Aus-Phase der Halbleitervorrichtung **500**. Das Speicherelement **600** kann ein Induktor, eine Spule oder ein Transformator sein, der Energie in einem Magnetfeld speichert.

**[0088]** Die Halbleitervorrichtung **500** ist galvanisch mit der Eingangsstufe **700** gekoppelt und schaltet einen Strom durch das Speicherelement **600** ein und aus. Abhängig von der Topologie des Schaltnetzwerkers **900** speist das Speicherelement **600** den Laststrom durch eine zwischen den Ausgangsanschlüssen **TB1**, **TB2** verbundene Last während der Ein-Phasen oder während der Aus-Phasen der Halbleitervorrichtung **500**.

**[0089]** Eine Kopplung **901** zwischen der Eingangsstufe **700** und der Halbleitervorrichtung **500** einerseits und der Ausgangsstufe **800** andererseits kann eine Verdrahtungsverbindung sein oder kann eine magnetische Kopplung durch das Magnetfeld eines Transformators sein. Demgemäß ist die Ausgangsspannung **V2** von der Eingangsspannung **V1** galvanisch getrennt oder nicht getrennt. Die Ausgangsspannung **V2** kann die gleiche oder die entgegengesetzte Polarität wie die Eingangsspannung **V1** haben.

**[0090]** Der Schaltnetzwerker **900** kann ein Gleichstrom/Gleichstrom-Wandler mit  $f_1 = 0$ ,  $f_2 = 0$ , ein Gleichstrom/Wechselstrom-Wandler mit  $f_1 = 0$ ,  $f_2 \neq 0$ , ein Wechselstrom/Gleichstrom-Wandler mit  $f_1 \neq 0$ ,  $f_2 = 0$  oder ein Wechselstrom/Wechselstrom-Wandler mit  $f_1 \neq 0$ ,  $f_2 \neq 0$  sein, wobei die zugrundeliegende Topologie ein Abwärtswandler mit einer Ausgangsspannung **V2** niedriger als oder gleich wie die Eingangsspannung **V1** oder ein Aufwärtswandler mit der Ausgangsspannung gleich wie oder größer als die Eingangsspannung **V1** oder eine Kombination von Elementen von beiden sein kann.

**[0091]** Die Halbleitervorrichtung **500** umfasst Transistorzellen mit vollständig verarmbaren, virtuell floatenden Bodybereichen **120**, wie oben beschrieben ist. Da in dem rückwärts vorgespannten Modus ein MOS-Gated-Kanal die herkömmliche Bodydiode ersetzt, trägt lediglich ein Typ von Ladungsträgern den Rückwärtsstrom. Die gesamte Ladungsträgerdichte verbleibt niedrig und die Erholungsladung ist gering im Vergleich zu Halbleitervorrichtungen mit Bodydiode, so dass Schaltverluste des Schaltnetzwerkers **900** gering sind. Da ein Floaten der Bodybereiche der Halbleitervorrichtungen **500** eingeengt ist, sind die Halbleitervorrichtungen **500** Latch-up-sicher.

**[0092]** Verglichen mit herkömmlichen MOS-Gated-Dioden ist eine externe Steuerung zum Öffnen des MOS-Gated-Kanals weggelassen, da aufgrund des virtuell floatenden Bodybereiches **120** der MOS-Kanal für den rückwärts vorgespannten Zustand auto-

nom lediglich bei einer ausreichenden Rückwärtsvorspannung öffnet. Da der MOS-Kanal für die rückwärts vorgespannten Zustände autonom öffnet, wird ein unbeabsichtigtes Öffnen des MOS-Gated-Kanals vermieden.

## Patentansprüche

1. Halbleitervorrichtung, die aufweist: Gatestrukturen (150), die sich von einer ersten Oberfläche (101) in einen Halbleiterteil (100) erstrecken, einen Finnen- bzw. Gratabschnitt (170) zwischen benachbarten Gatestrukturen (150), wobei der Finnenabschnitt (170) einen Bodybereich (120) aufweist, der einen ersten pn-Übergang (pn1) mit einer Drainstruktur (130) und einen zweiten pn-Übergang (pn2) mit einer Sourcestruktur (110) bildet, wobei die Sourcestruktur (110) einen Sourceteil (112) und einen Durchgriffs- bzw. Punch-Through-Teil (114) aufweist, eine Kontaktstruktur (315) direkt angrenzend an den Sourceteil (112) und den Punch-Through-Teil (114) und von dem Bodybereich (120) durch den Punch-Through-Teil (114) getrennt.

2. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 1, bei der eine integrierte Dotierstoffdosis in dem Punch-Through-Teil (114) längs einer kürzesten virtuellen direkten Linie, die die Kontaktstruktur (315) mit dem Sourcebereich (120) verbindet, wenigstens  $5E10 \text{ cm}^{-2}$  ist.

3. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 und 2, bei der eine integrierte Dotierstoffdosis in dem Punch-Through-Teil (114) längs einer kürzesten virtuellen direkten Linie, die die Kontaktstruktur (315) mit dem Bodybereich (120) verbindet, höchstens  $1E12 \text{ cm}^{-2}$  ist.

4. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der der Punch-Through-Teil (114) den Bodybereich (120) von dem Sourceteil (112) trennt.

5. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 4, bei der eine integrierte Dotierstoffkonzentration längs einer kürzesten virtuellen Linie, die den Bodybereich (120) und den Sourceteil (112) verbindet, gleich wie oder größer als eine integrierte Dotierstoffkonzentration längs einer kürzesten virtuellen Linie ist, die den Bodybereich (120) und die Kontaktstruktur (315) verbindet.

6. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei der eine mittlere Dotierstoffdosis des Bodybereiches (120) wenigstens zwei Mal eine mittlere Dotierstoffdosis der Sourcestruktur (110) ist.

7. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, weiterhin umfassend: eine erste Lastelektrode (310), die elektrisch mit den Sourcestrukturen (110) durch eine Vielzahl der Kon-

taktstrukturen (315) verbunden ist, wobei der Bodybereich (120) von der ersten Lastelektrode (310) durch die zweiten pn-Übergänge (pn2) getrennt ist.

8. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei der eine Finnenbreite ( $w_1$ ) des Finnenabschnitts (170) zwischen den benachbarten einzelnen Gatestrukturen (150) wenigstens 10 nm und höchstens 150 nm für eine Dotierstoffkonzentration in dem Bodybereich (120) in einer Spanne von  $1E15 \text{ cm}^{-3}$  bis  $5E17 \text{ cm}^{-3}$  ist.

9. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei der eine Finnenbreite ( $w_1$ ) des Finnenabschnitts (170) zwischen den benachbarten einzelnen Gatestrukturen (150) höchstens 70 nm für eine Dotierstoffkonzentration in dem Bodybereich (120) höher als  $1E18 \text{ cm}^{-3}$  ist.

10. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei der eine Finnenbreite des Finnenabschnitts (170) zwischen benachbarten einzelnen Gatestrukturen (150) höchstens zwei Mal die Grenzbreite  $l_d$  einer Verarmungszone ist, die sich von einer der benachbarten Gatestrukturen (150) in den Finnenabschnitt (170) erstreckt, wobei die Grenzbreite  $l_d$  eine Breite der Verarmungszone bei der Schwellenspannung der Halbleitervorrichtung (500) ist.

11. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei der der Finnenabschnitt (170) vollständig verarmbar ist.

12. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei der die Sourcestruktur (110) zwischen dem Bodybereich (120) und der ersten Oberfläche (101) ist.

13. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, weiterhin umfassend:  
eine zweite Lastelektrode (320) direkt elektrisch verbunden mit der Drainstruktur (130), wobei die zweite Lastelektrode (320) direkt an eine zweite Oberfläche (102) des Halbleiterteiles (100) angrenzt, wobei die ersten und zweiten Oberflächen (101, 102) entgegengesetzte Seiten des Halbleiterteiles (100) sind.

14. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei der die Sourcestruktur (110) zwischen dem Bodybereich (120) und den Kontaktstrukturen (315) ist, wobei die Kontaktstrukturen (315) sich von der ersten Oberfläche (101) in den Halbleiterteil (100) erstrecken.

15. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11 und 14, weiterhin umfassend:  
eine zweite Lastelektrode (320) direkt elektrisch verbunden mit der Drainstruktur (130), wobei die zweite Lastelektrode (320) sich von der ersten Oberfläche (101) in den Halbleiterteil (100) erstreckt.

16. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, weiterhin umfassend:  
eine Feldkompensationsstruktur (160) in der Drainstruktur (130) .

17. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, weiterhin umfassend:  
eine Superjunctionstruktur (180) in der Drainstruktur (130) .

18. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, bei der eine Vielzahl von Transistorzellen (TC), deren jede einen Bodybereich (120) aufweist, elektrisch parallel miteinander verbunden sind und eine gemeinsame Drainstruktur (130) teilen.

19. Schaltnetzwannder mit einer Halbleitervorrichtung, die aufweist:  
Gatestrukturen (150), die sich von einer ersten Oberfläche (101) in einen Halbleiterteil (100) erstrecken, einen Finnen- bzw. Gratabschnitt (170) zwischen benachbarten Gatestrukturen (150), wobei der Finnenabschnitt (170) einen Bodybereich (120) aufweist, der einen ersten pn-Übergang (pn1) mit einer Drainstruktur (130) und einen zweiten pn-Übergang (pn2) mit einer Sourcestruktur (110) bildet, wobei die Sourcestruktur (110) einen Sourceteil (112) und einen Durchgriffs- bzw. Punch-Through-Teil (114) aufweist, eine Kontaktstruktur (315) direkt angrenzend an den Sourceteil (112) und den Punch-Through-Teil (114) und getrennt von dem Bodybereich (120) durch den Punch-Through-Teil (114).

Es folgen 12 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1A

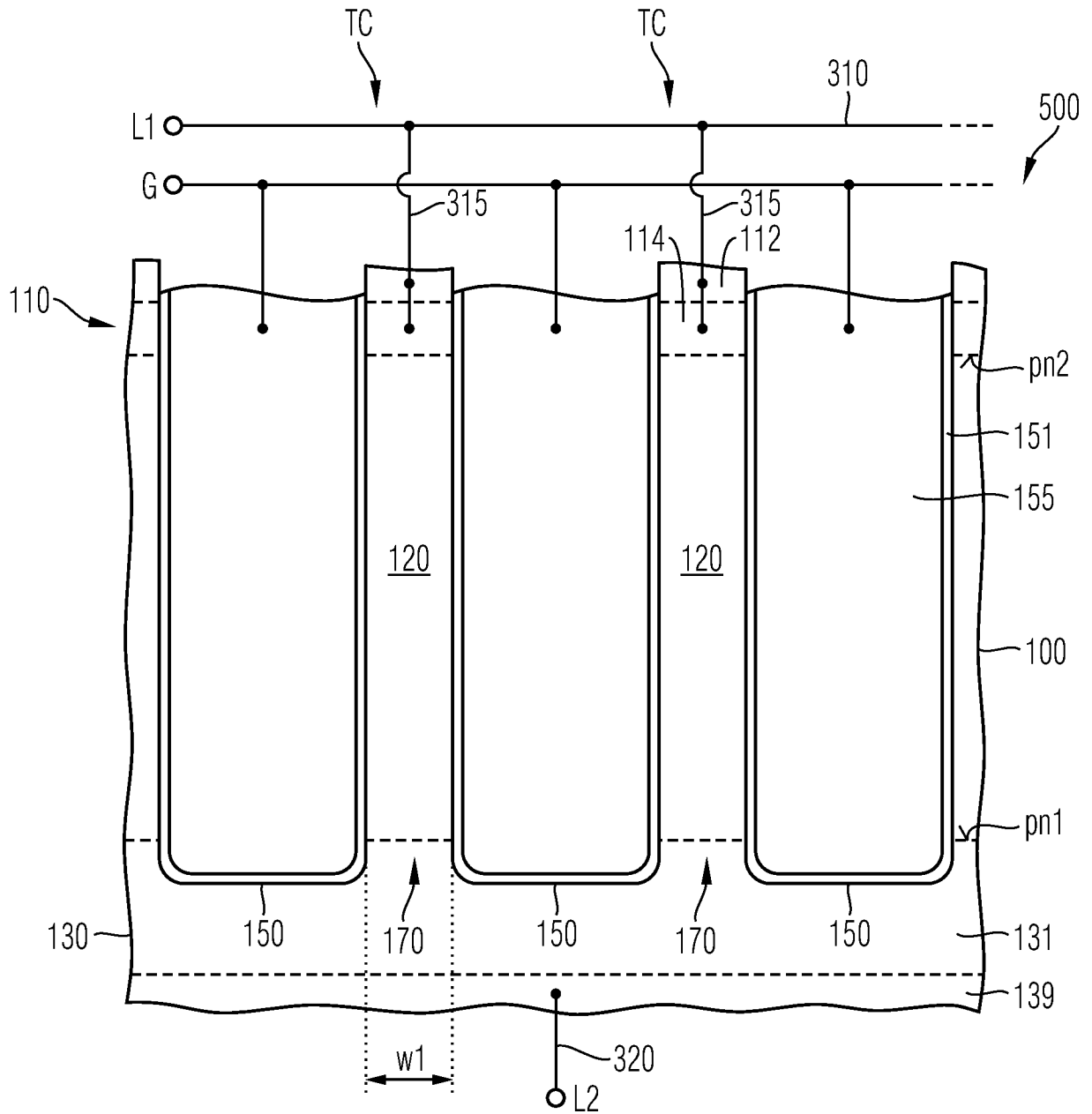


FIG 1B

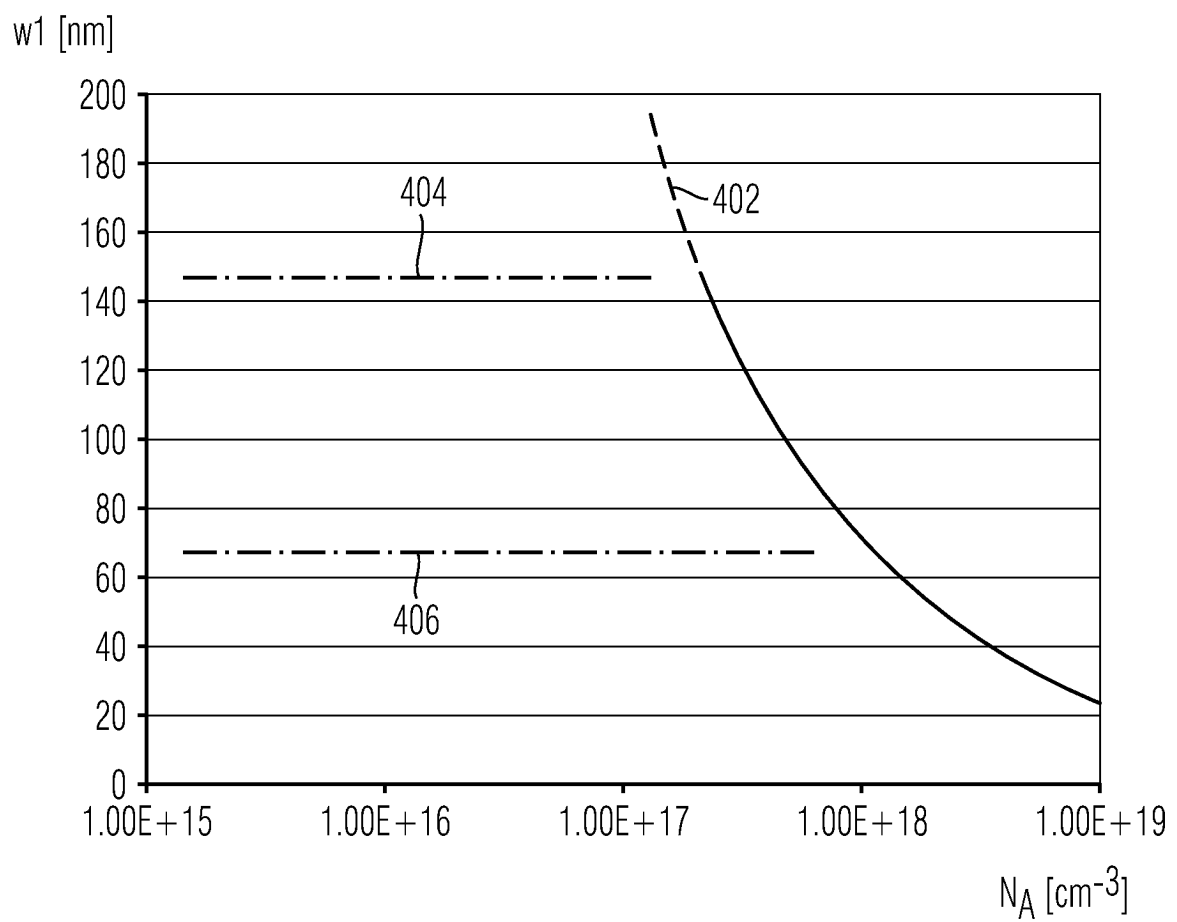


FIG 2A

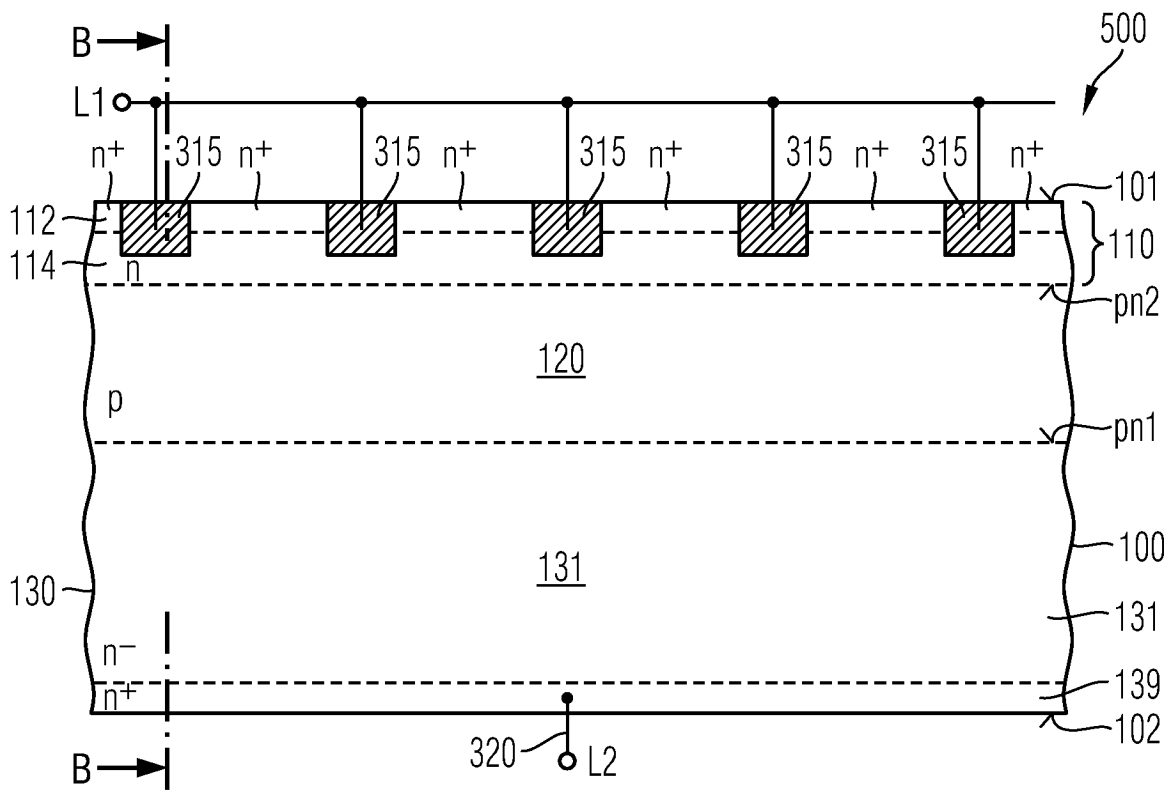


FIG 2B

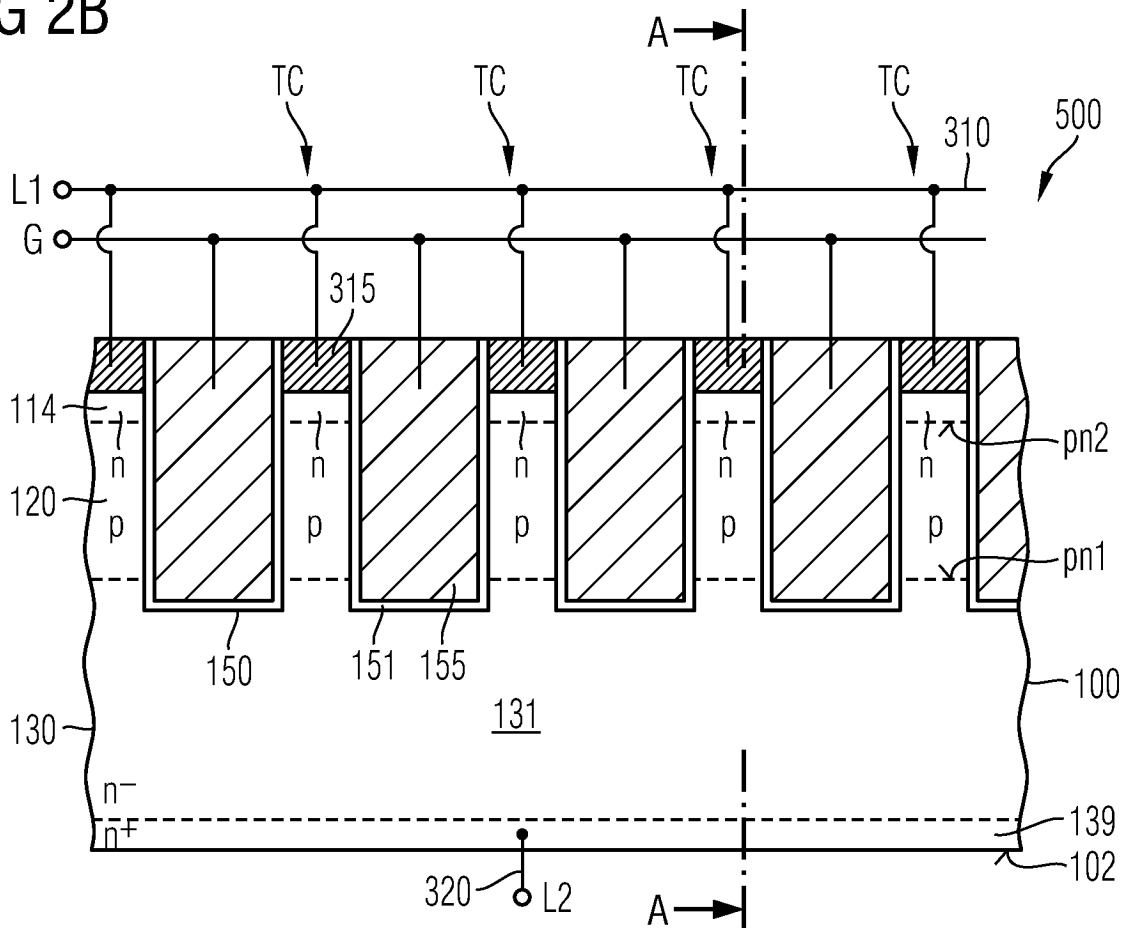




FIG 2C

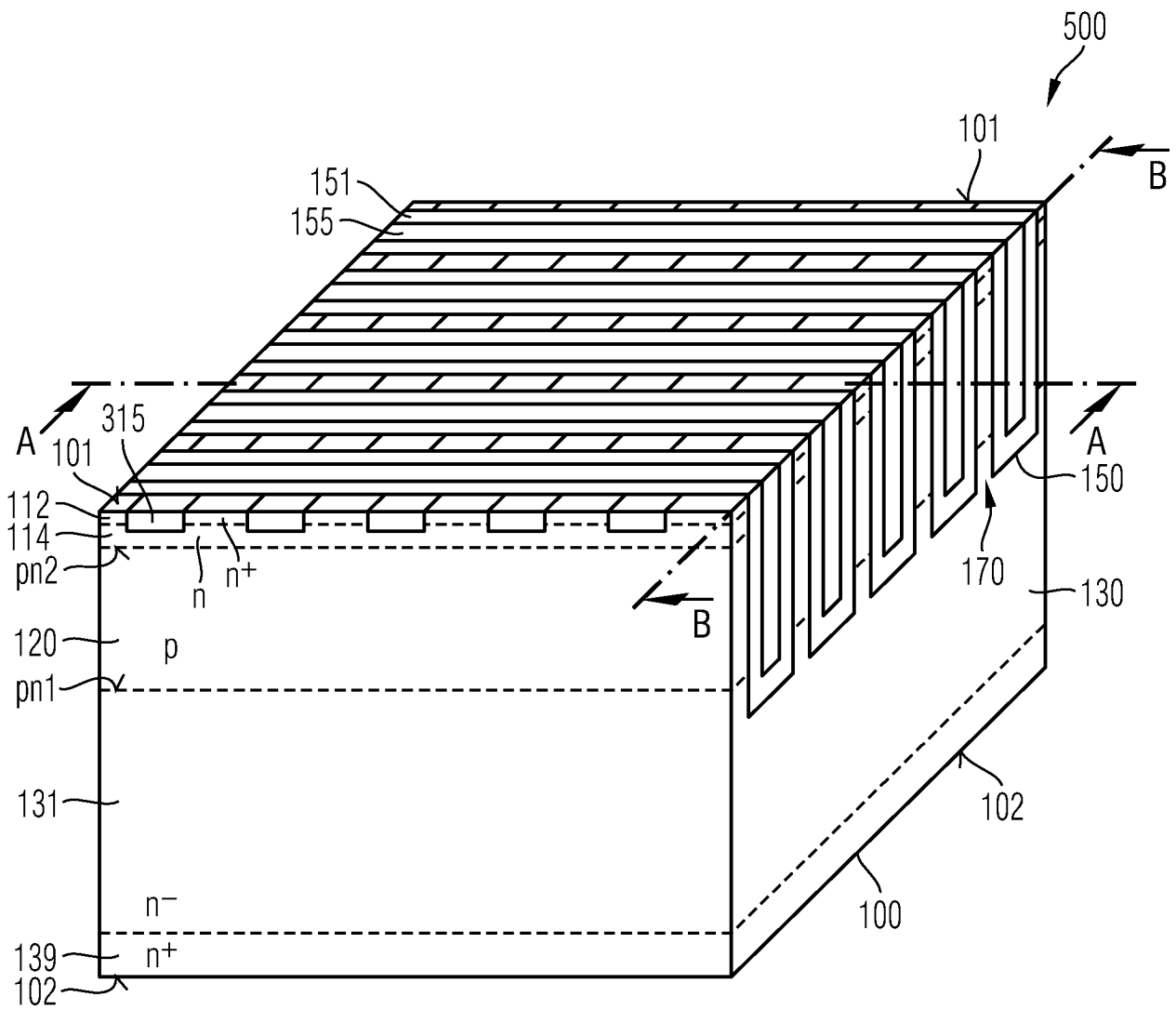


FIG 3A

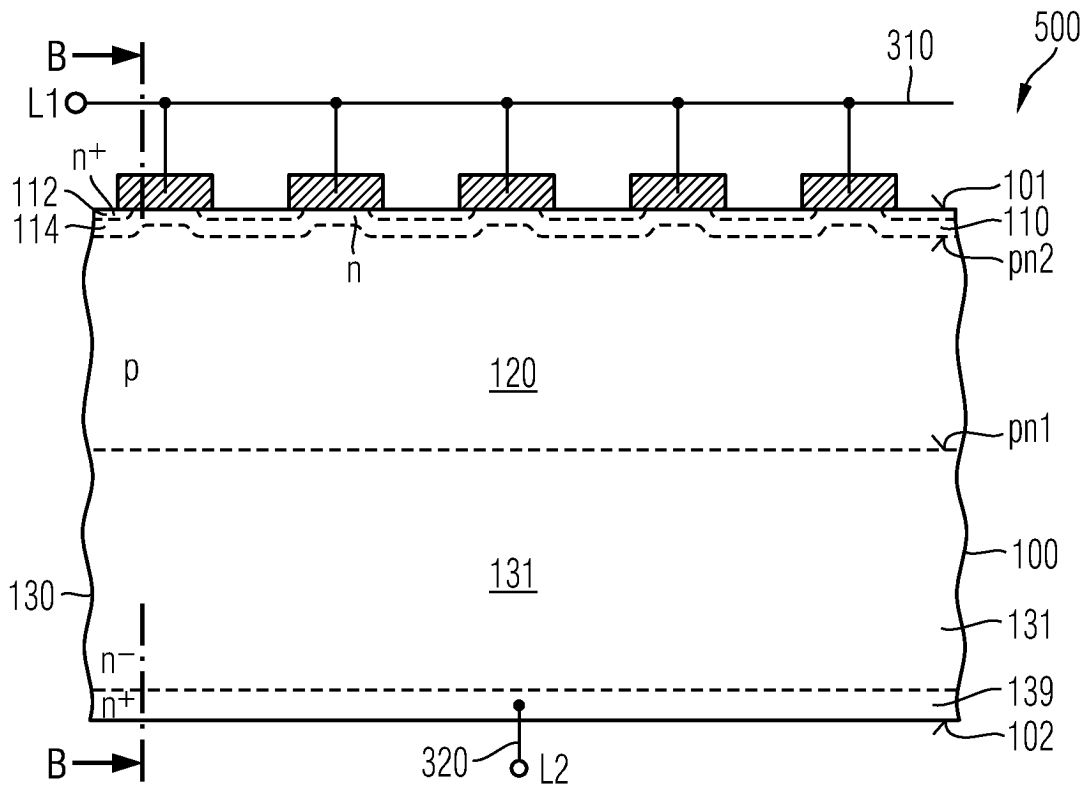


FIG 3B

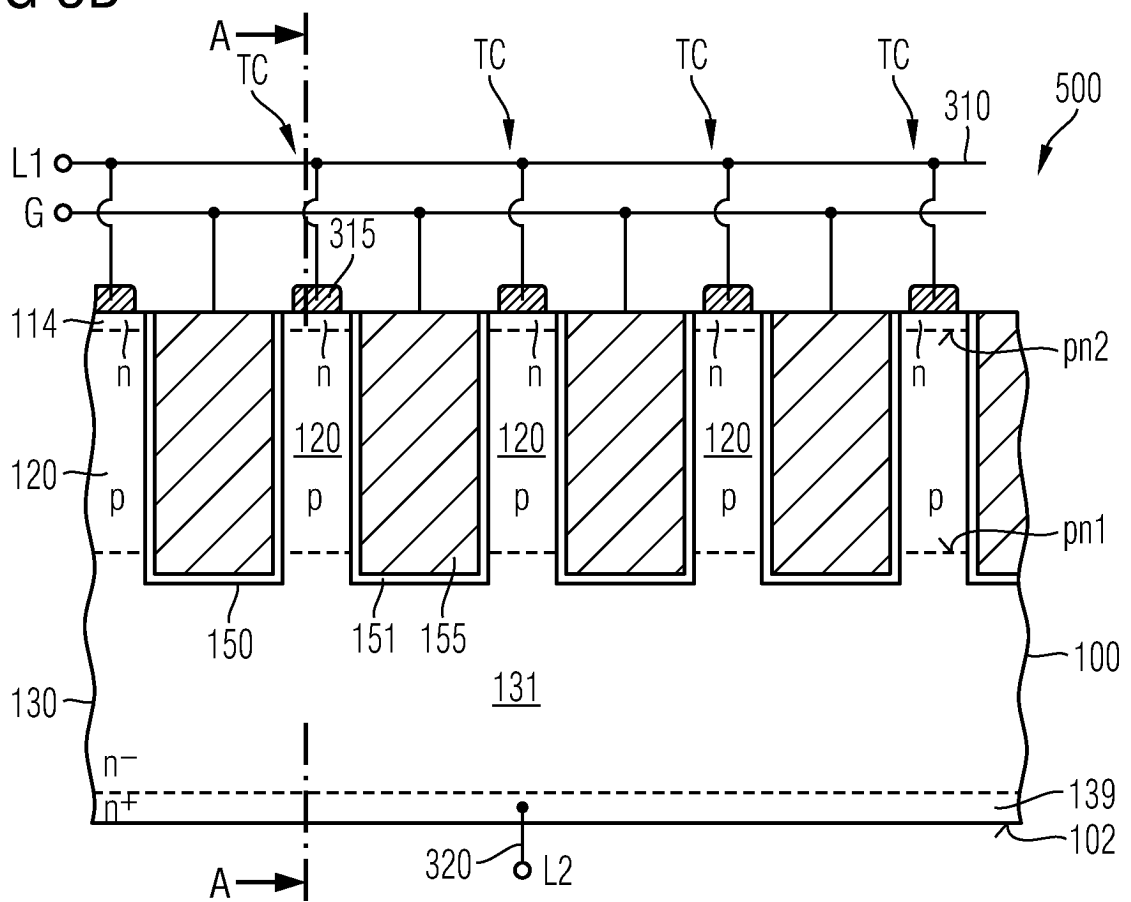


FIG 4A

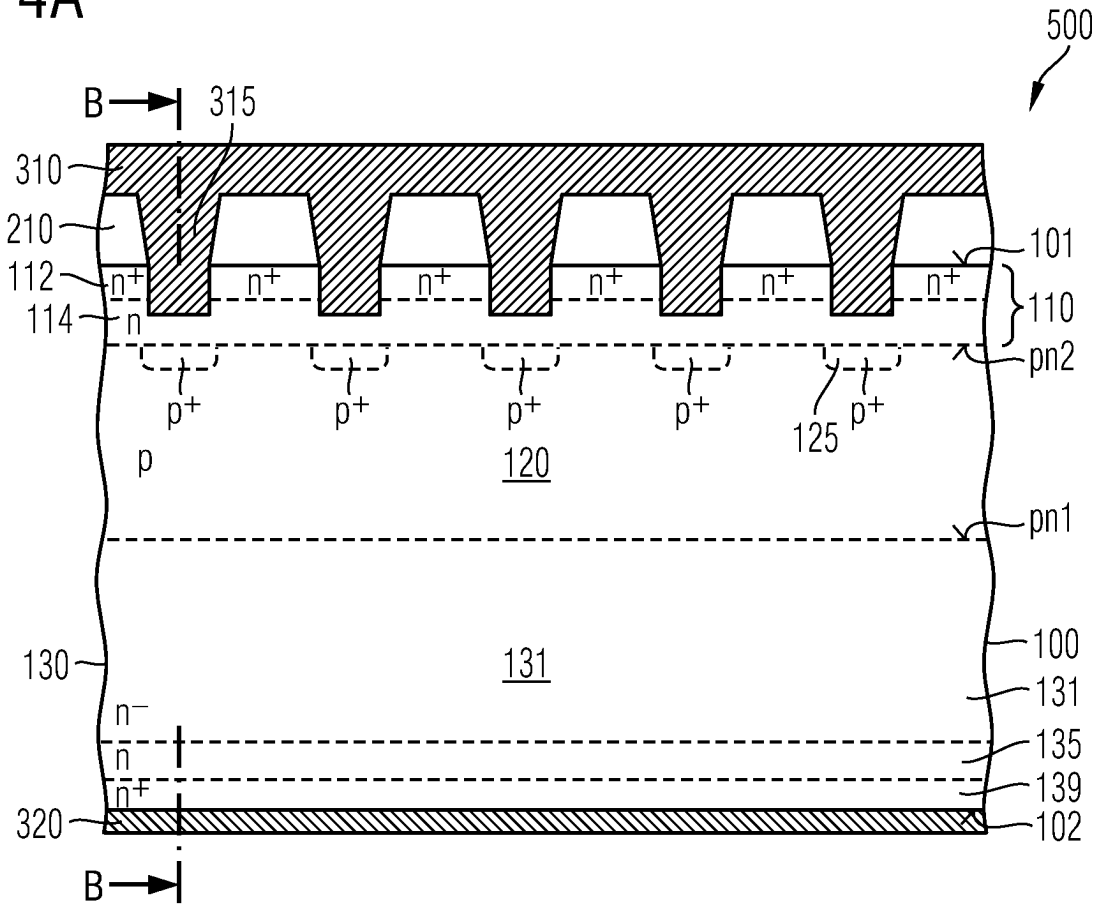


FIG 4B

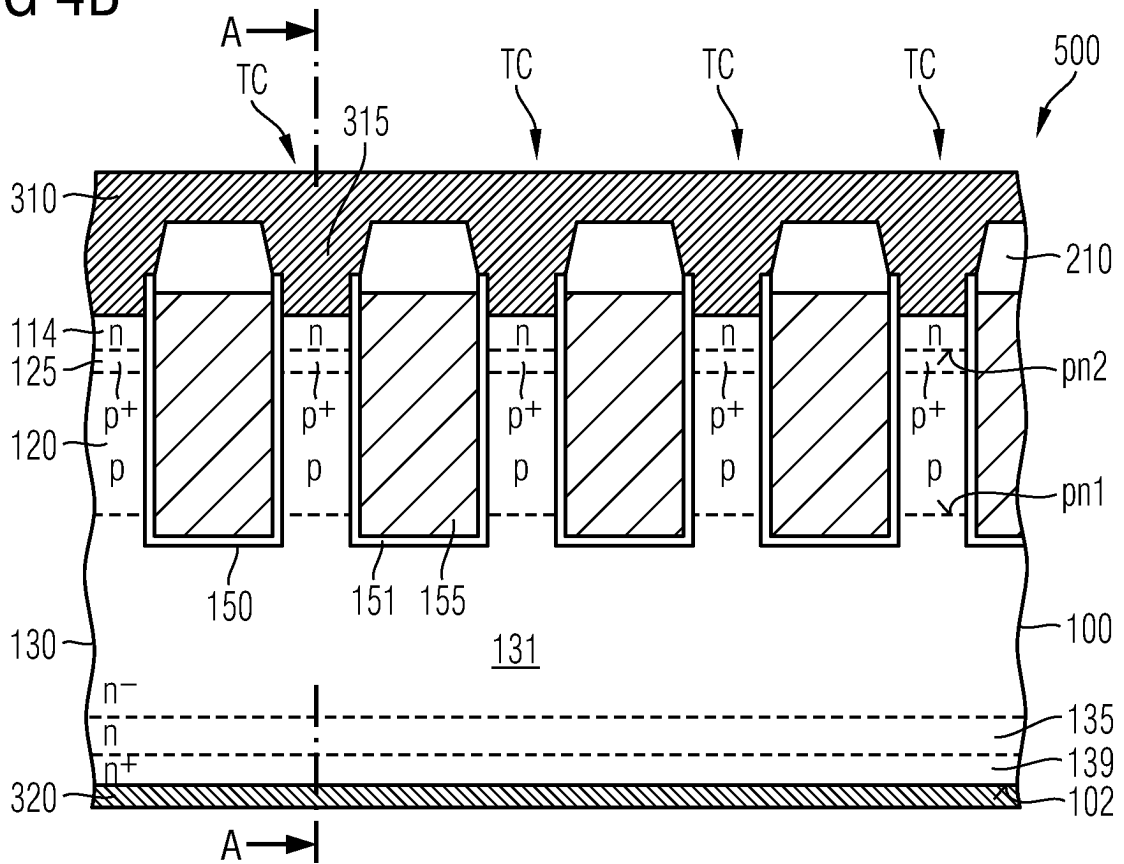


FIG 5A

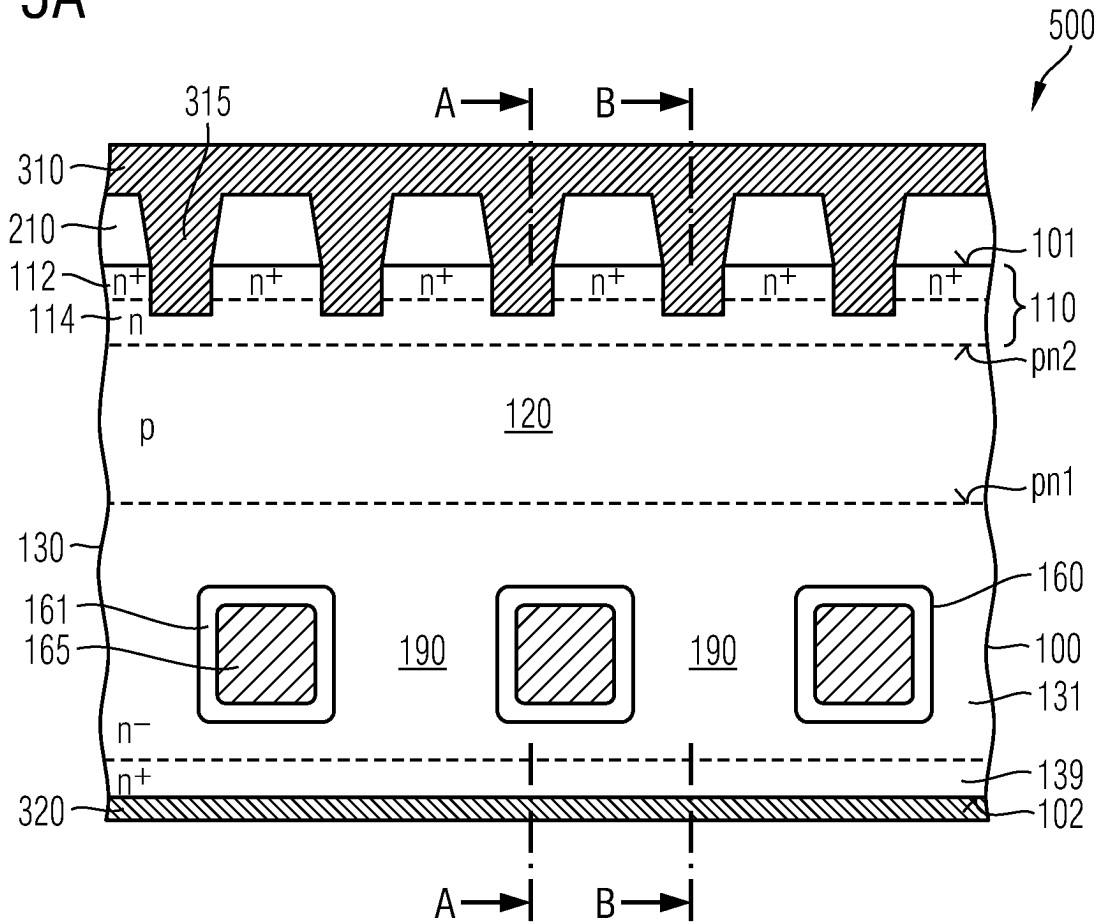


FIG 5B

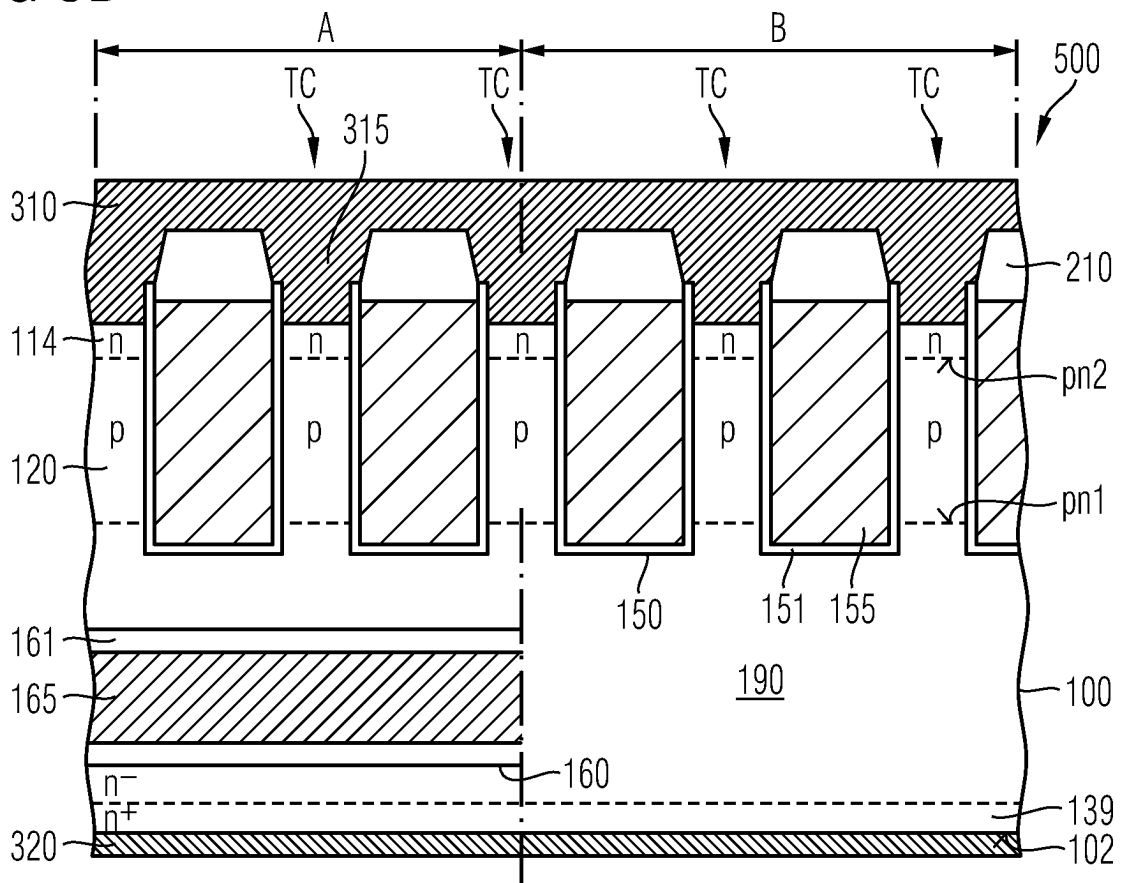


FIG 6A

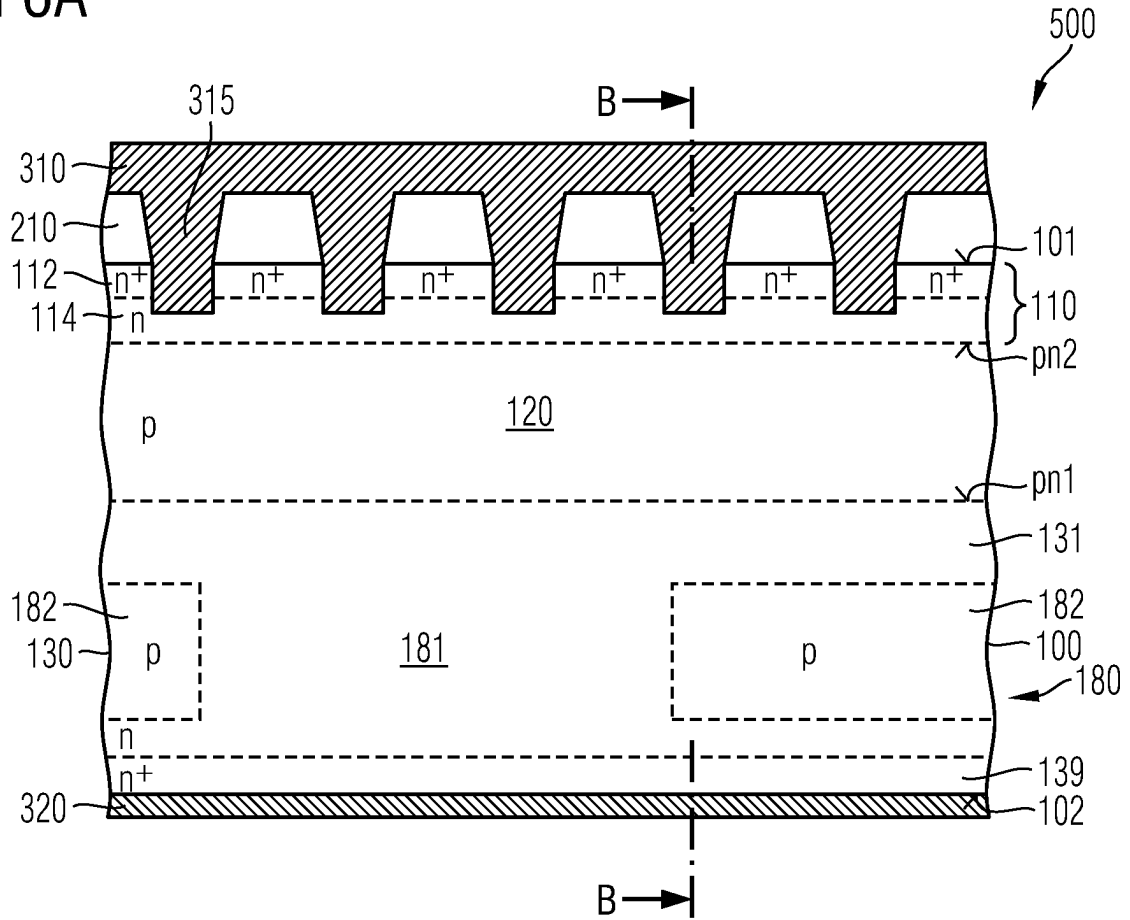


FIG 6B

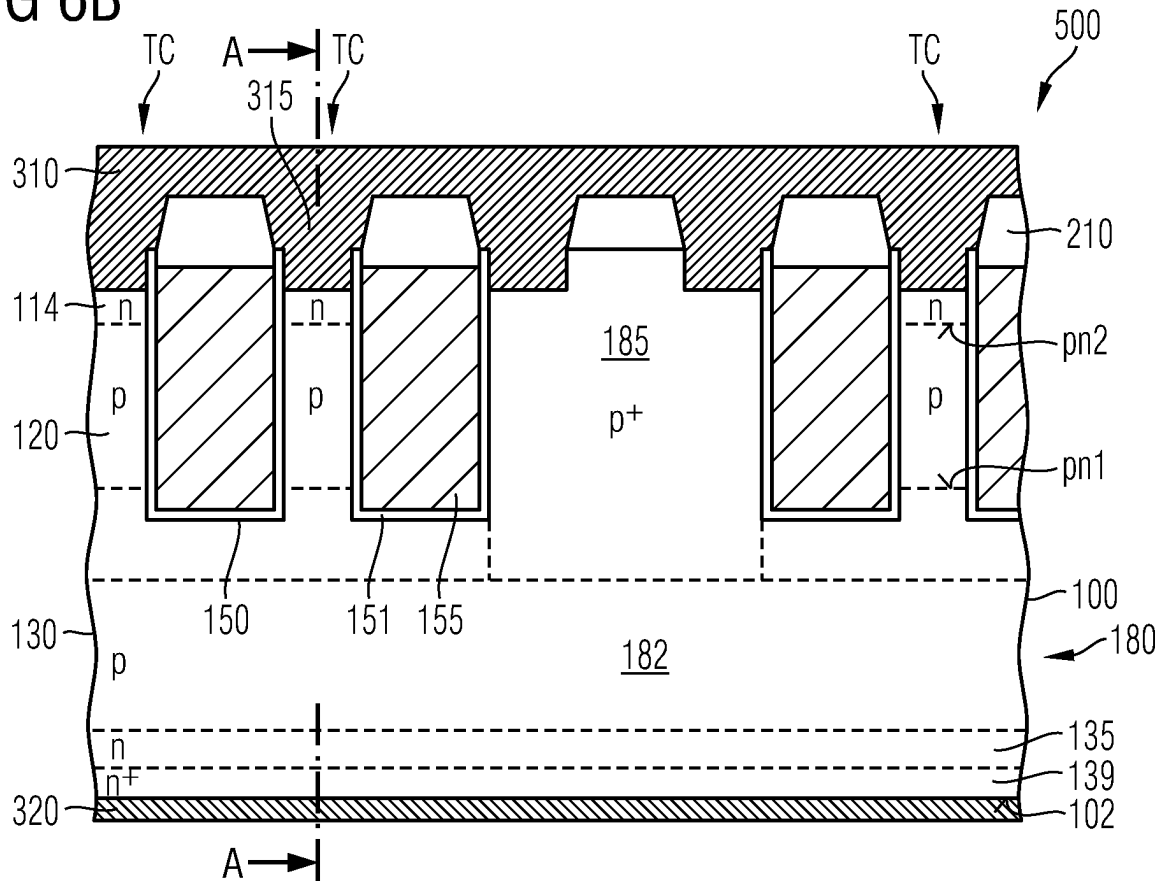


FIG 6C

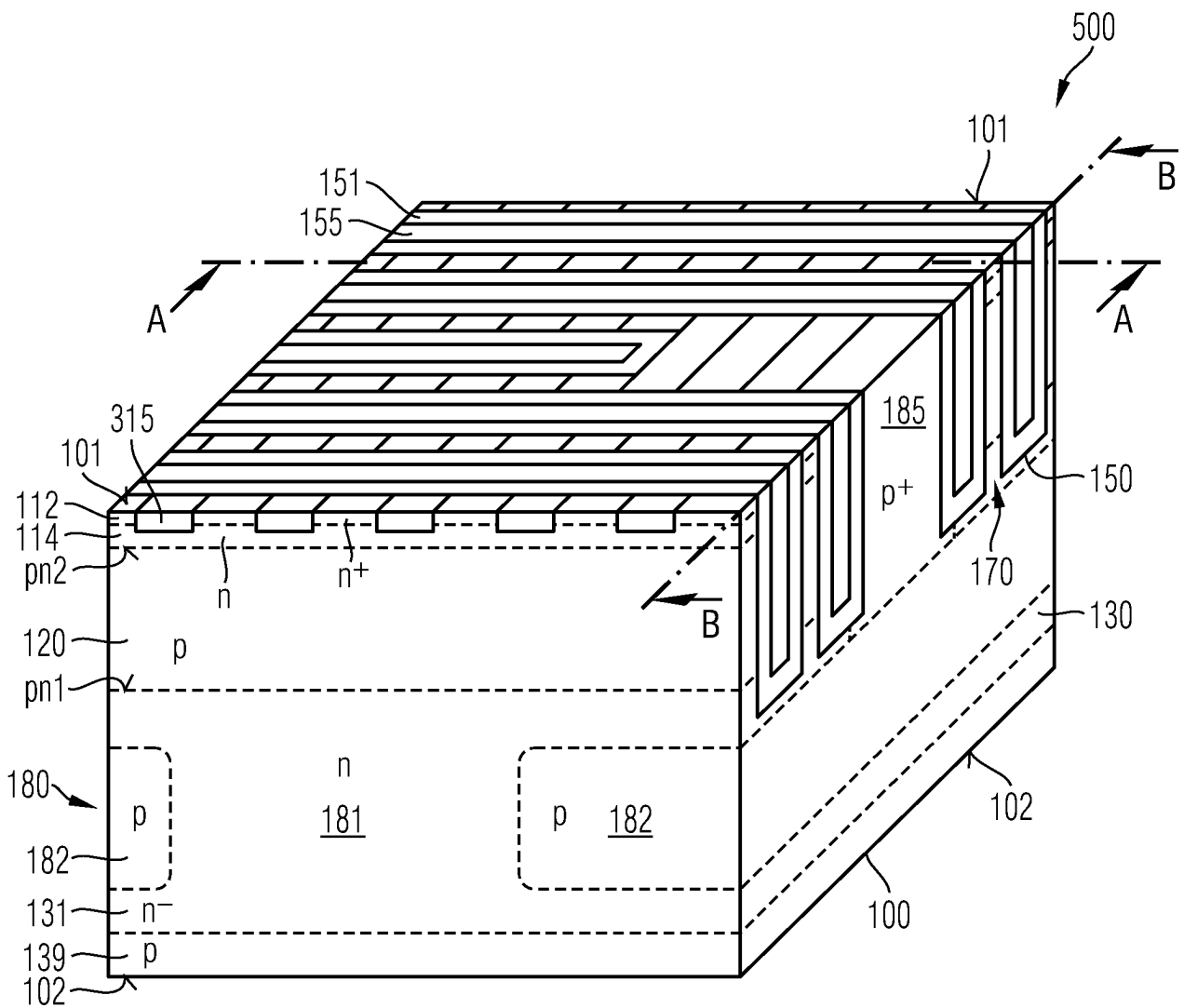


FIG 7A

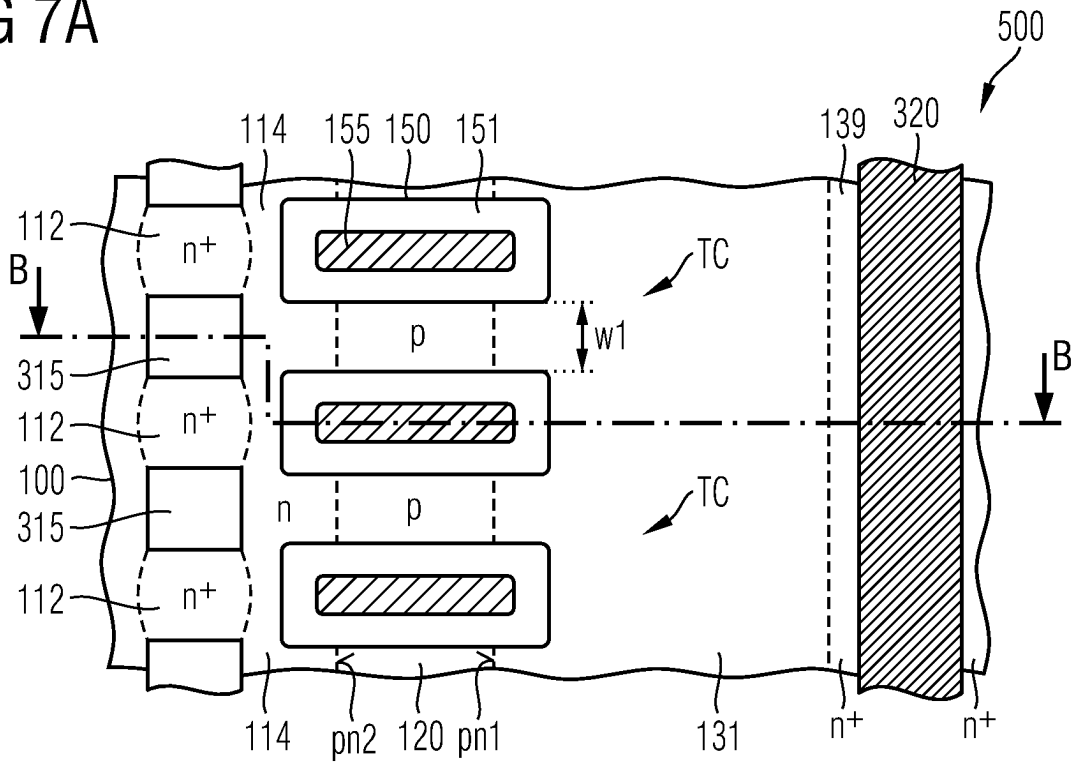


FIG 7B

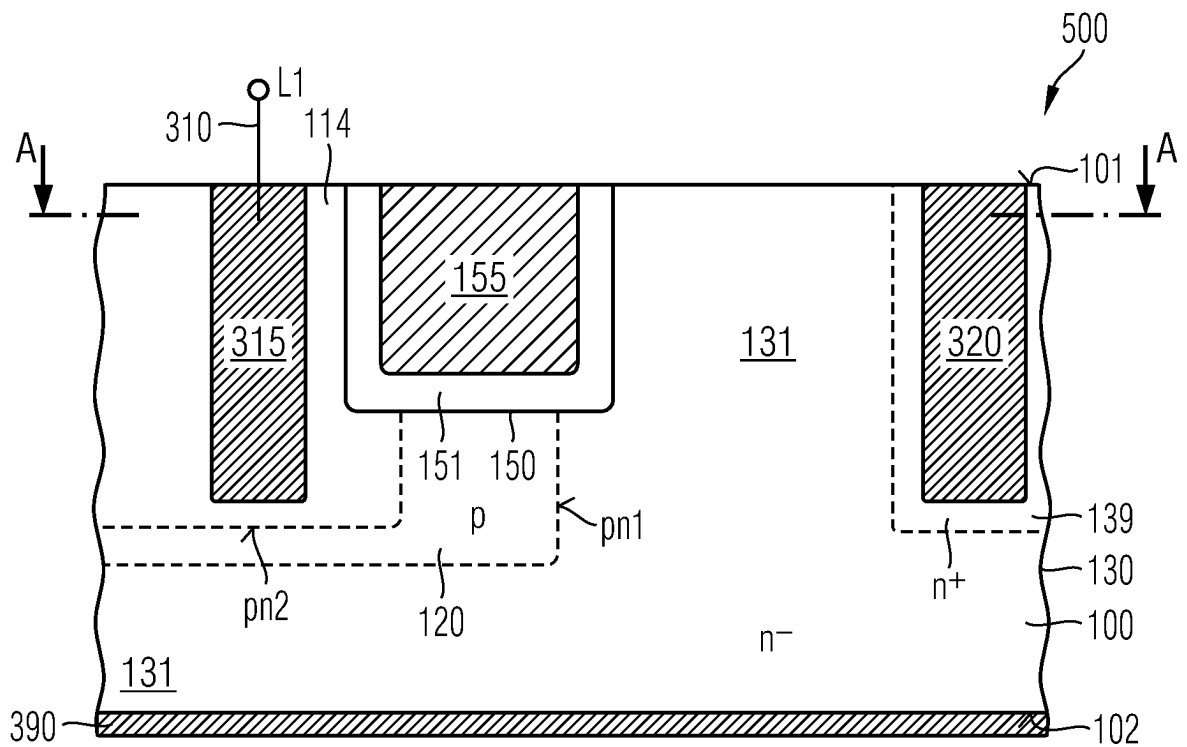


FIG 8A

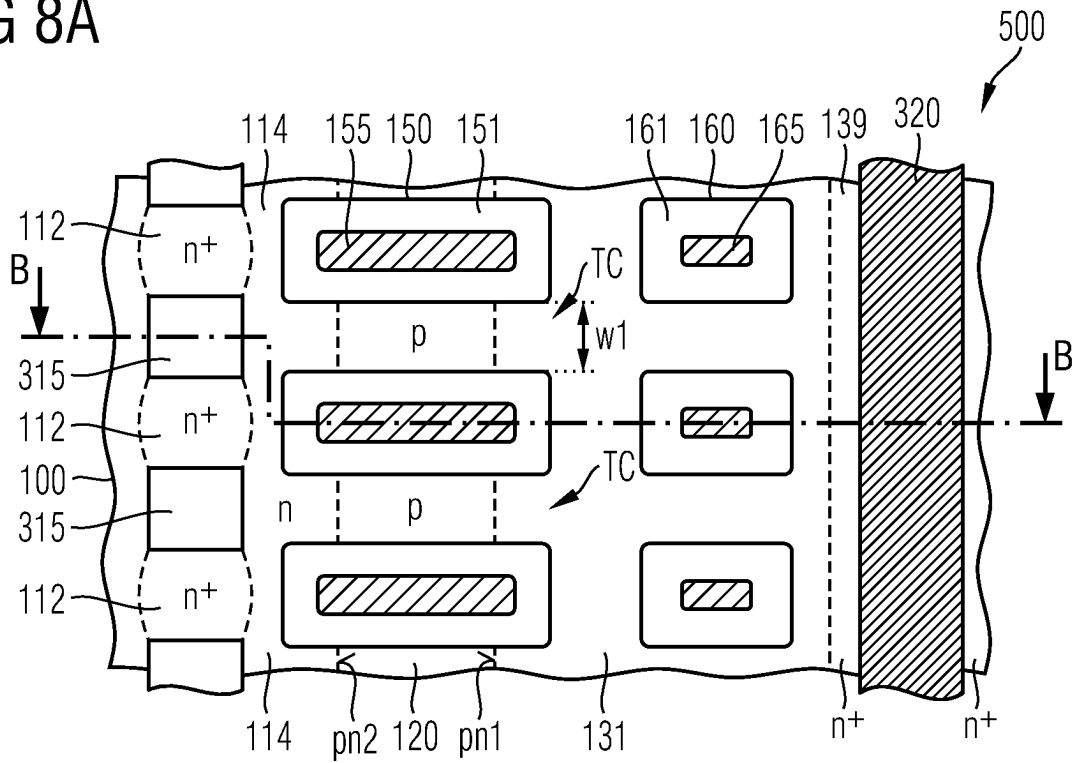


FIG 8B

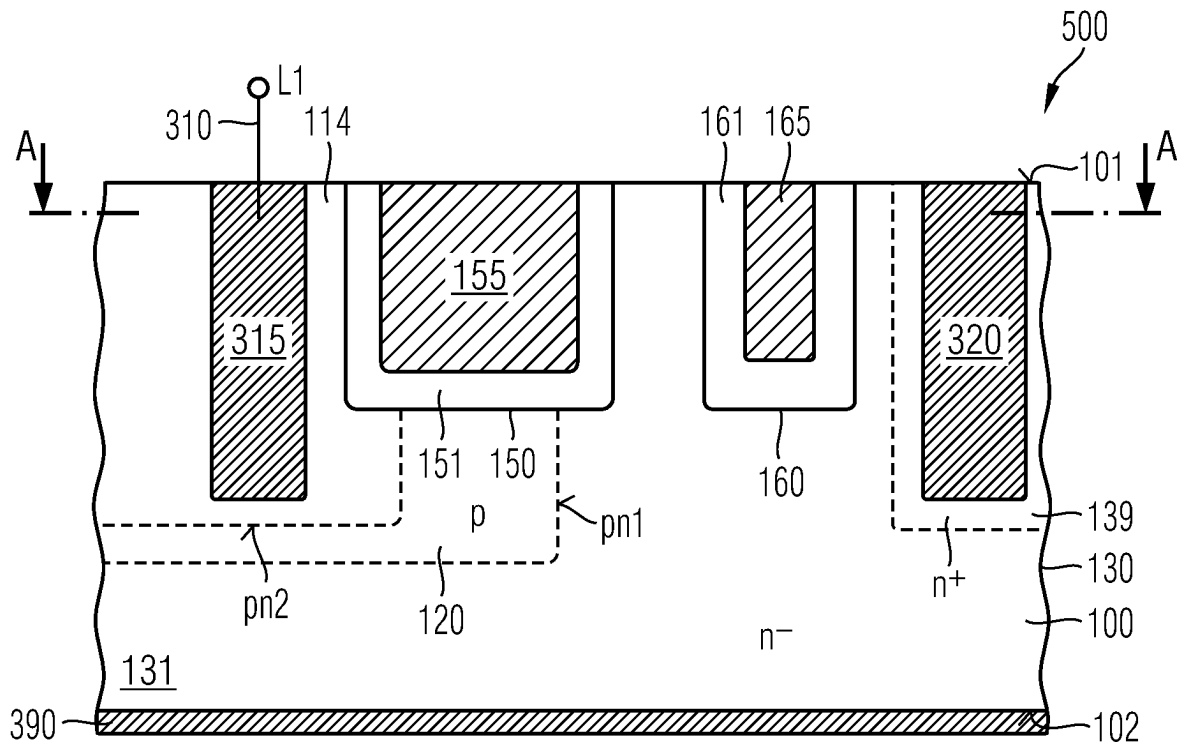




FIG 9

