

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
3. April 2014 (03.04.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/048504 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01L 29/417 (2006.01) H01L 29/778 (2006.01)
H01L 29/423 (2006.01) H01L 29/20 (2006.01)
H01L 31/0224 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/069285

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. September 2012 (28.09.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.** [DE/DE]; Hansastraße 27 c, 80686 München (DE).

(72) Erfinder; und

(71) Anmelder (nur für US): **REINER, Richard** [DE/DE]; Talstraße 53, 79102 Freiburg (DE).

(74) Anwälte: **DICKER, Jochen** et al.; Bismarckstraße 16, 76133 Karlsruhe (DE).

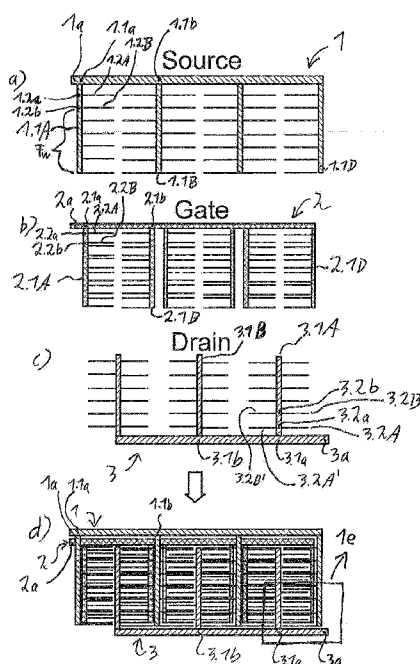
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SEMICONDUCTOR COMPONENT COMPRISING AT LEAST ONE CONTACT STRUCTURE FOR FEEDING IN AND/OR LEADING AWAY CHARGE CARRIERS

(54) Bezeichnung : HALBLEITERBAUELEMENT MIT MINDESTENS EINER KONTAKTSTRUKTUR ZUM ZUFÜHREN UND/ODER ABFÜHREN VON LADUNGSTRÄGERN



(57) Abstract: The invention relates to a semiconductor component having at least one first contact structure for feeding in and/or leading away charge carriers in relation to the semiconductor component, which first contact structure has at least one contact-making point for electrically conductively connecting the first contact structure to an external terminal, and which first contact structure has at least one first-order branching point proceeding from the contact-making point, at which first-order branching point at least one first-order subsequent conduction track branches off. What is essential is that each first-order subsequent conduction track has at least one second-order branching point, at which second-order branching point at least one second-order subsequent conduction track branches off, wherein the electrical through-conduction resistance of each second-order subsequent conduction track is higher than the electrical through-conduction resistance of the first-order subsequent conduction track connected to said second-order subsequent conduction track via a common second-order branching point.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Halbleiterbauelement,
[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

aufweisend zumindest eine erste Kontaktstruktur zum Zuführen und/oder Abführen von Ladungsträgern zu dem Halbleiterbauelement, welche erste Kontaktstruktur mindestens einen Kontaktierungspunkt zum elektrisch leitenden Verbinden der ersten Kontaktstruktur mit einem externen Anschluss aufweist und welche erste Kontaktstruktur ausgehend von dem Kontaktierungspunkt zumindest einen Verzweigungspunkt erster Ordnung aufweist, an welchem Verzweigungspunkt erster Ordnung zumindest eine Folgeleitungsbahn erster Ordnung abzweigt. Wesentlich ist, dass jede Folgeleitungsbahn erster Ordnung mindestens einen Verzweigungspunkt zweiter Ordnung aufweist, an welchem Verzweigungspunkt zweiter Ordnung mindestens eine Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung abzweigt, wobei der elektrische Durchleitungswiderstand jeder Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung höher ist als der elektrische Durchleitungswiderstand der mit dieser Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung über einen gemeinsamen Verzweigungspunkt zweiter Ordnung verbundenen Folgeleitungsbahn erster Ordnung.

Halbleiterbauelement mit mindestens einer Kontaktstruktur zum Zuführen
und/oder Abführen von Ladungsträgern

5

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Halbleiterbauelement, welches zumindest eine erste
10 Kontaktstruktur zum Zuführen und/oder Abführen von Ladungsträgern zu dem
Halbleiterbauelement aufweist, gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1.

Halbleiterbauelemente werden für vielfältige Anwendungen verwendet, insbe-
sondere in der Ausführung als Transistor oder Diode. Die Erfindung betrifft sol-
15 che Halbleiterbauelemente, welche zumindest eine erste Kontaktstruktur zum
Zuführen und/oder Abführen von Ladungsträgern zu dem Halbleiterbauelement
aufweisen. Die Kontaktstruktur ist typischerweise als metallische Kontaktstruktur
ausgebildet.

20 Typischerweise kontaktiert die metallische Kontaktstruktur hierbei eine oder
mehrere Halbleiterschichten, insbesondere einen oder mehrere dotierte Berei-
che der Halbleiterschichten. Zum elektrischen Verbinden des Halbleiterbauele-
mentes mit weiteren Bauelementen und/oder einem externen Stromkreis weist
die Kontaktstruktur mindestens einen Kontaktierungspunkt auf. Es ist bekannt,
25 über solch einen Kontaktierungspunkt beispielsweise mittels Bonden, über Zell-
verbinder, Brühspitzen oder anderer Kontaktierungsmethoden eine elektrisch
leitende Verbindung herzustellen.

Um Ladungsträger flächig dem Halbleiterbauelement zuzuführen oder von die-
30 sem abzuführen, sind kammartige metallische Kontaktstrukturen bekannt. Diese
weisen in etwa die Form eines Kamms auf, indem die Kontaktstruktur ausge-
hend von einem Kontaktierungspunkt eine Mehrzahl von aufeinanderfolgenden
Verzweigungspunkten erster Ordnung aufweist, an welchen Verzweigungspunk-
ten erster Ordnung jeweils zumindest eine metallische Folgeleitungsbahn (die
35 „Finger“ des Kamms) abzweigt. Solche Strukturen sind beispielsweise bei Lei-
stungstransistoren oder bei photovoltaischen Solarzellen bekannt.

Aufgrund des steigenden Bedarfs an elektrischer Leistung, wachsenden Energiekosten und zunehmendem Umweltbewusstsein, besteht ein Bedarf an optimierten, kostengünstigen, hocheffizienten und zuverlässigen Halbleiterbauelementen. Insbesondere bei Transistoren sind höhere Schaltfrequenzen und die Reduktion von Leistungsverlusten wünschenswert. Entsprechend wird beispielsweise bei photovoltaischen Solarzellen stets eine Wirkungsgradsteigerung angestrebt.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Halbleiterbauelement mit einer verbesserten Kontaktstruktur zum Zuführen und/oder Abführen von Ladungsträgern zu dem Halbleiterbauelement bereitzustellen. Gelöst ist diese Aufgabe durch ein Halbleiterbauelement gemäß Anspruch 1. Vorzugsweise Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Halbleiterbauelementes finden sich in den Ansprüchen 2 bis 15. Hiermit wird der Wortlaut der Ansprüche explizit per Referenz in die Beschreibung aufgenommen.

Das erfindungsgemäße Halbleiterbauelement weist zumindest eine erste Kontaktstruktur zum Zuführen und/oder Abführen von Ladungsträgern zu dem Halbleiterbauelement auf. Die erste Kontaktstruktur umfasst mindestens einen Kontaktierungspunkt zum elektrisch leitenden Verbinden der ersten Kontaktstruktur mit einem externen Anschluss. Der Kontaktierungspunkt kann hierbei in besonderer Weise, beispielsweise mit einer größeren Fläche und/oder einem anderen Material, insbesondere als Lötpad ausgebildet sein. Ebenso kann der Kontaktierungspunkt lediglich der Ort sein, an welchem eine Kontaktierung wie vorge-
nannt erfolgt.

Ausgehend von dem Kontaktierungspunkt weist die Kontaktstruktur mindestens einen Verzweigungspunkt erster Ordnung, bevorzugt eine Mehrzahl von aufeinanderfolgenden Verzweigungspunkten erster Ordnung auf, an welchem Verzweigungspunkt erster Ordnung jeweils zumindest eine Folgeleitungsbahn erster Ordnung abzweigt. In der vorzugsweisen Ausführungsform mit einer Mehrzahl von Verzweigungspunkten erster Ordnung zweigt an jedem dieser Verzweigungspunkte mindestens eine Folgeleitungsbahn erster Ordnung ab. Diesem Grundaufbau entspricht beispielsweise die vorbekannte und zuvor beschriebene Kammstruktur, welche in N. Ikeda, Y. Niiyama, H. Kambayashi, Y. Sato, T. No-

mura, S. Kato, S. Yoshida, „GaN Power Transistors on Si Substrates for Switching Applications“, in Proc. Of the IEEE, Vol: 98, No: 7, pp: 1151-1161, Juli 2010 beschrieben ist.

5 Wesentlich ist, dass bei der ersten Kontaktstruktur des erfindungsgemäßen Halbleiterbauelementes jede Folgeleitungsbahn erster Ordnung mindestens einen Verzweigungspunkt zweiter Ordnung aufweist, an welchem Verzweigungspunkt zweiter Ordnung mindestens eine Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung abzweigt. Die erste Kontaktstruktur ist hierbei derart ausgebildet, dass der elektri-

10 sche Durchleitungswiderstand jeder Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung höher ist, als der elektrische Durchleitungswiderstand, der mit dieser Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung über einen gemeinsamen Verzweigungspunkt zweiter Ordnung verbundenen Folgeleitungsbahn erster Ordnung.

15 Die Erfindung ist in der Erkenntnis begründet, dass überraschenderweise zwei Effekte erheblich zu einer Verbesserung der vorbekannten Kontaktstrukturen führen:

Zum einen kann die Flächeneffizienz durch das Vorsehen von Verzweigungspunkten und Folgeleitungsbahnen mindestens erster und zweiter Ordnung erheblich verbessert werden. Zum anderen führt die Ausgestaltung derart, dass

20 der elektrische Durchleitungswiderstand einer Folgeleitungsbahn höherer Ordnung höher ist, als der elektrische Durchleitungswiderstand der über den gemeinsamen Verzweigungspunkt zugeordneten Leitungsbahn der nächst geringeren Ordnung zu einem in etwa homogenen elektrischen Leistungsabfall an der

25 ersten Kontaktstruktur bei Betrieb. Überraschenderweise wirkt sich die Kombination der beiden vorgenannten Effekte besonders positiv aus:

Ein homogener Leistungsabfall bewirkt auch eine flächenhomogene Wärmedissipation, das heißt eine homogene Verlustleistung, so dass Belastungen des

30 Halbleiterbauelementes durch Temperaturdifferenzen vermieden oder zumindest verringert werden und eine effizientere Temperaturregelung und flächige Wärmeabführung ermöglicht wird. Die Kombination von Flächeneffizienz und homogener Verlustleistung erhöht die Kosteneffizienz bei Herstellung des Halbleiterbauelementes, sowie die Zuverlässigkeit und Lebensdauer. Darüber hinaus führt

35 die neue Kontaktstruktur des erfindungsgemäßen Halbleiterbauelementes zu

einer vorteilhaften Impedanzanpassung. Dadurch werden Reflexionen auf der Struktur reduziert, was die dynamische Stabilität des Bauteils verbessert. Darüber hinaus verbessert sich durch die Impedanzanpassung die Breitbandigkeit, was insbesondere bei Hochfrequenzanwendungen Vorteile bietet.

5

Das erfindungsgemäße Halbleiterbauelement überwindet somit den Nachteil, dass eine höhere Komplexität einer Kontaktstruktur über die vorbekannte Kammstruktur hinaus die Kosteneffizienz verringert. Vielmehr ergeben sich bei dem erfindungsgemäßen Halbleiterbauelement mehrere Vorteile, die insbesondere in Kombination überraschende positive Effekte wie vorbeschrieben bewirken.

10

Die Bezeichnung „elektrischer Durchleitungswiderstand“ beschreibt im Rahmen dieser Anmeldung den Durchleitungswiderstand einer Leitungsbahn in der Hauptstromrichtung. Typischerweise sind die Leitungsbahnen linienartig, insbesondere bevorzugt geradlinig ausgestaltet. Die Leitungsbahnen weisen somit typischerweise ein hohes Längen-zu-Breitenverhältnis auf. Der elektrische Durchleitungswiderstand beschreibt somit typischerweise den Leitungswiderstand in Richtung der Längserstreckung der Leitungsbahn.

15

20

Die Änderung des Leitungswiderstandes kann in unterschiedlicher Weise erzielt werden: So liegt es im Rahmen der Erfindung, durch eine Änderung der Querschnittsfläche, insbesondere der Querschnittsfläche senkrecht zur Hauptstromrichtung der Leitungsbahn den Leitungswiderstand zu ändern. Besonders vorteilhaft hierbei ist es, die Breite der Leitungsbahnen unterschiedlich auszubilden, um den jeweiligen gewünschten Durchleitungswiderstand zu erreichen. Denn hierdurch können die Leitungsbahnen im Wesentlichen eine gleiche Höhe aufweisen und sich nur in der Breite unterscheiden. Dadurch ergeben sich einfachere und kostengünstigere Prozessbedingungen. Ebenso liegt es jedoch auch im Rahmen der Erfindung, durch eine Änderung sowohl der Höhe als auch der Breite der Leitungsbahn den Durchleitungswiderstand entsprechend zu wählen.

25

30

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform wird der Leitungswiderstand durch die Materialwahl vorgewählt. So ist es vorteilhaft, die Folgeleitungsbahnen einer bestimmten Ordnung, beispielsweise alle Folgeleitungsbahnen zweiter

35

Ordnung in einem unterschiedlichen Material zu den Folgeleitungsbahnen erster Ordnung auszubilden, wobei das Material der Folgeleitungsbahnen zweiter Ordnung einen höheren spezifischen Widerstand aufweist, verglichen mit dem spezifischen Widerstand des für die Folgeleitungsbahn erster Ordnung verwendeten Materials. Die Verwendung unterschiedlicher Materialien für Folgeleitungsbahnen unterschiedlicher Ordnung weist denn Vorteil auf, dass die Flächeneffizienz gesteigert wird: Z.B. weisen Folgebahnen erster Ordnung des erfindungsgemäßen Halbleiterbauelements einen niedrigeren elektrischen Durchleitungswiderstand auf als Folgebahnen zweiter Ordnung. Bei Verwendung des gleichen Materials für die Folgebahnen erster und zweiter Ordnung muss demnach die Querschnittsfläche, beispielsweise die Breite der Folgebahnen erster Ordnung größer sein, als die der Folgebahnen zweiter Ordnung. Wird hingegen für die Folgebahnen erster Ordnung ein Material mit geringerem spezifischen Widerstand verwendet, verglichen mit dem Material der Folgebahnen zweiter Ordnung, so können die Folgebahnen erster Ordnung mit im Vergleich zu dem vorgenannten Beispiel kleinerer Querschnittsfläche, beispielsweise kleinerer Breite ausgebildet werden, so dass eine höhere Flächeneffizienz erzielt wird.

Ebenso liegt es im Rahmen der Erfindung, sowohl durch unterschiedliche Materialien, als auch durch Ausbilden der Leitungsbahn mit unterschiedlichen Dimensionen, insbesondere unterschiedlichen Querschnittsflächen, die jeweils gewünschten Durchleitungswiderstände auszubilden.

Wie zuvor bereits beschrieben, liegt ein besonderer Vorteil der Kontaktstruktur des erfindungsgemäßen Halbleiterbauelementes in einer im Wesentlichen homogenen elektrischen Leitungswiderstandsverlustleistung. Vorzugsweise sind die Durchleitungswiderstände der Folgeleitungsbahnen daher derart gewählt, dass bei Betrieb des Halbleiterbauelementes die elektrische Leitungswiderstandsverlustleistung jeder Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung um weniger als 10 %, bevorzugt weniger 5 %, weiter bevorzugt weniger als 1 % von der elektrischen Leitungswiderstandsverlustleistung der mit dieser Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung über einen gemeinsamen Verzweigungspunkt zweiter Ordnung verbundenen Folgeleitungsbahn erster Ordnung abweicht. Insbesondere ist es vorteilhaft, dass die durchschnittliche elektrische Leitungswiderstandsverlustleistungen aller Leitungsbahnen erster und zweiter Ordnung, vorzugsweise aller

Leitungsbahnen, der ersten Kontaktstruktur um weniger als 10 %, bevorzugt weniger als 5 %, weiter bevorzugt weniger als 1 % voneinander abweichen.

Die Verlustleistung in einer Leitungsbahn ist proportional zum Quadrat des elektrischen Stromflusses. Vorzugsweise sind die Durchleitungswiderstände der Folgeleitungsbahn derart gewählt, dass bei Betrieb des Halbleiterbauelementes die Stromdichte jeder Folgeleitungsbahn um weniger als 10 %, bevorzugt weniger als 5 %, weiter bevorzugt weniger als 1 % von der Stromdichte der mit dieser Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung über einen gemeinsamen Verzweigungspunkt zweiter Ordnung verbundenen Folgeleitungsbahn erster Ordnung abweicht. Insbesondere ist es vorteilhaft, dass die durchschnittliche elektrische Leitungswiderstandsverlustleistungen aller Folgeleitungsbahn erster und zweiter Ordnung, insbesondere aller Folgeleitungsbahnen der ersten Kontaktstruktur um weniger als 10 %, bevorzugt weniger als 5 %, weiter bevorzugt weniger als 1 % voneinander abweichen. Hierdurch wird in einfacher Weise die zuvor beschriebene im Wesentlichen homogene elektrische Leitungswiderstandsverlustleistung erzielt.

Der Begriff „bei Betrieb“ und analoge Begriffe bezeichnen im Rahmen dieser Anmeldung Betriebszustände des Halbleiterbauelementes, die für die Anwendung des Halbleiterbauelements mit Zu- oder Abführung von Ladungsträgern über die erste Kontaktstruktur typisch sind. Beispielsweise ist ein typischer Betriebszustand bei Transistoren der „On-Zustand“ oder bei Solarzellen der beleuchtete Zustand mit Abgabe elektrischer Leistung.

Typischerweise ist bei Halbleiterbauelementen die Stromstärke, die einer Leitungsbahn aus einer zugeordneten Halbleiterschicht zufließt oder mittels der Leitungsbahn in diese Halbleiterschicht eingespeist wird, in etwa proportional zu einer dieser Leitungsbahn zugeordneten Fläche der Halbleiterschicht. Vorzugsweise ist daher jeder Folgeleitungsbahn eine aktive Teilfläche des Halbleiterbauelementes zugeordnet und der Durchleitungswiderstand jeder Folgeleitungsbahn ist proportional zum Quadrat des Kehrwerts dieser Folgeleitungsbahn zugeordneten Teilfläche. Hierdurch wird in einfacher Weise die zuvor beschriebene in etwa homogene Stromdichte der Folgeleitungsbahnen erzielt.

Die eingangs beschriebenen vorteilhaften Effekte des erfindungsgemäßen Halbleiterbauelements werden bereits bei Ausgestaltung der Kontaktstruktur mit den Folgeleitungsbahnen zweiter Ordnung, wie zuvor beschrieben, erzielt. Besonders vorteilhaft ist eine weitere analoge Fortsetzung solcher Verzweigungen, d. h. das Vorsehen entsprechend weiterer Verzweigungspunkte und Folgeleitungsbahnen höherer Ordnung. Die Verzweigungspunkte und Folgeleitungsbahnen höherer Ordnung sind hierbei analog zu den Verzweigungspunkten und Folgeleitungsbahnen in zweiter Ordnung wie zuvor beschrieben bzw. analog zu vorzugsweisen Ausführungsformen hiervon ausgebildet.

In einer vorzugsweisen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Halbleiterbauelementes weist daher jede Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung mindestens einen Verzweigungspunkt dritter Ordnung auf, an welchem Verzweigungspunkt dritter Ordnung mindestens eine Folgeleitungsbahn dritter Ordnung abzweigt.

Analog zu der Ausgestaltung der Folgeleitungsbahnen niedrigerer Ordnung ist der Durchleitungswiderstand jeder Folgeleitungsbahn dritter Ordnung höher als der elektrische Durchleitungswiderstand der mit dieser Folgeleitungsbahn dritter Ordnung über einen gemeinsamen Verzweigungspunkt zweiter Ordnung verbundenen Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung. Weiter bevorzugt wird die Ausgestaltung der Kontaktstruktur um Verzweigungspunkte und Leitungsbahnen vierter Ordnung erweitert, indem in analoger Fortbildung jede Folgeleitungsbahn dritter Ordnung mindestens ein Verzweigungspunkt entsprechend ausgebildeten Folgeleitungsbahnen vierter Ordnung aufweist.

Untersuchungen des Anmelders haben ergeben, dass insbesondere die Ausgestaltungen der Kontaktierungsstruktur mit einer Ordnung im Bereich zweite Ordnung bis fünfte Ordnung als höchste Ordnung vorteilhaft ist.

Eine besonders hohe Flächeneffizienz wird erzielt, wenn an den Verzweigungspunkten zumindest ab der zweiten Ordnung mindestens zwei, bevorzugt genau zwei Folgeleitungsbahnen zweiter Ordnung abzweigen. Insbesondere ist es vorteilhaft, dass die zwei Folgeleitungsbahnen in zueinander entgegengesetzter Richtung, insbesondere auf gegenüberliegenden Seiten der zugeordneten Folgeleitungsbahn niedriger Ordnung abzweigen, so dass eine Doppelkammstruktur ausgebildet wird. Insbesondere ist es in analoger Fortbildung vorteilhaft, dass an jedem Verzweigungspunkt einer Ordnung $n > 1$ mindestens

zwei, bevorzugt genau zwei Folgeleitungsbahnen n-ter Ordnung abzweigen.
Hierdurch wird eine hohe Flächeneffizienz erzielt.

Eine besonders einfach realisierbare und dennoch effiziente Struktur ergibt sich,
indem die Folgeleitungsbahnen an den Verzweigungspunkten im rechten Winkel
abzweigen, d. h. mit der zugeordneten Folgeleitungsbahn niedrigerer Ordnung
an dem gemeinsamen Verzweigungspunkt einen rechten Winkel einschließen.

Eine besonders effiziente Struktur ergibt sich, indem die Folgeleitungsbahnen
an den Verzweigungspunkten in einem Winkel im Bereich 30° bis 60° abzwei-
gen, d. h. mit der zugeordneten Folgeleitungsbahn niedrigerer Ordnung an dem
gemeinsamen Verzweigungspunkt einen Winkel im Bereich 30° bis 60° ein-
schließen.

Eine besonders effiziente Ausgestaltung der ersten Kontaktstruktur ergibt sich,
indem vorteilhafterweise die erste Kontaktstruktur zumindest in Teilbereichen,
vorzugsweise vollständig selbst ähnlich ausgebildet ist. Solche selbst ähnlichen
oder fraktale Strukturen zeichnen sich dadurch aus, dass sich Grundmuster auf
einer höheren Skala in selbst ähnlicher Weise in den kleineren Strukturen auf
kleineren Skalenbereichen wiederfinden. Die Definition solcher selbst ähnlicher
Strukturen ist beispielsweise in B. B. Mandelbrot, „The Fractal Geometry of Na-
ture“, W.H. Feeman & Co., ISBN 0-7167-1186-9, 1982 beschrieben.

Die erste Kontaktstruktur ist somit vorzugsweise als fraktale Struktur zumindest
dritter, weiter bevorzugt zumindest vierter Ordnung ausgebildet.

Wie zuvor beschrieben, weist das erfindungsgemäße Halbleiterbauelement eine
erste Kontaktstruktur in erfindungsgemäßer, neuartiger Ausgestaltung auf. Vor-
zugsweise sind weitere Kontaktstrukturen des erfindungsgemäßen Halbleiter-
bauelementes, insbesondere bevorzugt alle Kontaktstrukturen des Halbleiter-
bauelementes in analoger Weise ausgebildet:

In einer vorzugsweisen Ausführungsform weist das Halbleiterbauelement eine
zweite Kontaktstruktur zum Zuführen und/oder Abführen von Ladungsträgern zu
dem Halbleiterbauelement auf. Die zweite Kontaktstruktur ist vorzugsweise ana-
log zu der ersten Kontaktstruktur ausgebildet. Die zweite Kontaktstruktur weist

somit ebenso einen Kontaktierungspunkt sowie Folgeleitungsbahnen und Verzweigungspunkte zumindest erster und zweiter Ordnung auf, wie zuvor zu der ersten Kontaktstruktur beschrieben. Insbesondere ist die zweite Kontaktstruktur vorzugsweise analog zu einer zuvor beschriebenen vorteilhaften Ausführungsform der ersten Kontaktstruktur ausgebildet.

Für eine Vielzahl von Halbleiterbauelementen ist es bekannt, zwei metallische Kontaktstrukturen jeweils in Form einer Kammstruktur vorzusehen, wobei die beiden Kammstrukturen ineinander verschränkt angeordnet sind. Solche interdigitalen Kammstrukturen können bevorzugt als Ausgangsstruktur zur Ausbildung einer vorzugsweisen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Halbleiterbauelementes dienen, indem erste und zweite Kontaktstrukturen wie zuvor beschrieben ausgebildet und ineinander verschränkt angeordnet sind. Diese ineinander verschränkte Anordnung bewirkt eine besonders hohe Flächeneffizienz, ohne dass sich die erste Kontaktstruktur mit der zweiten Kontaktstruktur überschneidet, d. h. es müssen keine elektrischen Isolierungen in der Ebene oder parallel zu der Ebene der Halbleiterschichten zwischen erster und zweiter Kontaktstruktur vorgesehen werden.

Vorzugsweise sind daher erste und zweite Kontaktstruktur als eine fraktale Struktur zumindest dritter, bevorzugt zumindest vierter Ordnung ausgehend von einer interdigitalen Doppelkammstruktur als Kammstruktur zweiter Ordnung ausgebildet.

Wie zuvor bereits beschrieben, führt die neue Kontaktstruktur des erfindungsgemäßen Halbleiterbauelementes zu einer vorteilhaften Impedanzanpassung. Dieser Vorteil wird insbesondere erzielt, indem in einer vorteilhaften Ausführungsform die erste Kontaktstruktur, insbesondere die elektrischen Durchleitungswiderstände der Leitungsbahnen, derart ausgebildet wird, dass nachfolgende zu Formel (1) erläuterte Impedanzregel erfüllt ist:

Die Leitungsbahnen werden bevorzugt derart ausgeführt, dass nachfolgende Bedingung für Teilstücke der Leitungsbahn erfüllt ist. Ein solches Teilstück ist durch einen ersten, dem Kontaktierungspunkt zugewandten Verzweigungspunkt und einen zweiten, dem Kontaktierungspunkt abgewandten Verzweigungspunkt begrenzt, wobei erster und zweiter Verzweigungspunkt benachbart sind.

Vorteilhafterweise wird die Impedanz Z_0 dieses Teilstücks einer Leitungsbahn zwischen erstem und zweitem Verzweigungspunkt derart gewählt, dass die Summe der Kehrwerte der Impedanzen Z_i der an dem zweiten Verzweigungspunkt parallel geschalteten Leitungsbahnen gleich dem Kehrwert der Impedanz Z_0 ist, gemäß folgender Formel 1:

$$\frac{1}{Z_0} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{Z_i} \quad (1).$$

Hierbei bezeichnet n die Anzahl der an dem zweiten Verzweigungspunkt parallel geschalteten Leitungsbahnen und entsprechend Z_i die Impedanz der abzweigenden Leitungsbahn i . Parallel geschaltete Leitungsbahnen sind beispielsweise die von dem zweiten Verzweigungspunkt abzweigenden Leitungsbahnen höherer Ordnung. Ebenso ist im Falle einer an dem zweiten Verzweigungspunkt weitergeführten Leitungsbahn dieser weitergeführte Bereich als parallel geschaltete Leitungsbahn anzusehen.

Wird beispielsweise bei einer Folgeleitungsbahn erster Ordnung an dem zweiten Verzweigungspunkt (welcher ein Verzweigungspunkt zweiter Ordnung ist) die Folgeleitung erster Ordnung weitergeführt und zweigen an diesem Verzweigungspunkt zwei Folgeleitungsbahnen zweiter Ordnung ab, so liegen drei parallel geschaltete Leitungsbahnen vor, d.h. $n = 3$. Wird hingegen die Folgeleitungsbahn erster Ordnung an dem zweiten Verzweigungspunkt nicht fortgeführt, so liegen entsprechend zwei parallel geschaltete Leitungsbahnen vor, d.h. $n = 2$.

Die Kontaktstruktur des erfindungsgemäßen Halbleiterbauelementes ist insbesondere vorteilhaft bei Ausgestaltung des Halbleiterbauelementes als Transistor, insbesondere als lateraler Transistor, mit im Wesentlichen lateralen Stromflüssen zwischen Drain (Abfluss) und Source (Quelle). Insbesondere ist die Ausgestaltung des Halbleiterbauelementes als bipolarer Transistor oder Feldeffekttransistor vorteilhaft.

Untersuchungen des Anmelders haben ergeben, dass die eingangs erwähnten Vorteile insbesondere für die Ausgestaltung des Halbleiterbauelementes als HFET (Hetero Junction Field Effect Transistor) und hierbei insbesondere bei GaN-basierten Transistoren vorteilhaft ist. Die Ausgestaltung eines solchen Transistors ist beispielsweise in der bereits referenzierten N. Ikeda et al., „GaN Power Transistors on Si Substrates for Switching Applications“, beschrieben.

Vorzugsweise ist daher die erste Kontaktstruktur als eine Drain-Kontaktierung oder als eine Source-Kontaktierung des Transistors ausgebildet. Insbesondere ist es vorteilhaft, dass die erste Kontaktstruktur als eine Drain-Kontaktierung und die zweite Kontaktstruktur als eine Source-Kontaktierung des Transistors ausgebildet ist.

Eine weitere Verbesserung eines solchen als Transistor ausgebildeten erfindungsgemäßen Halbleiterbauelementes ergibt sich, indem auch die Gate-Kontaktierung analog zu der zuvor beschriebenen ersten Kontaktstruktur ausgebildet ist. Alternativ oder zusätzlich ist es vorteilhaft, die Gate-Kontaktierung zumindest bereichsweise in Form aneinandergereihter Mäander auszubilden. Dadurch kommt es zu weniger Kreuzungspunkten von Gate und Source Metallisierung. Darüber hinaus, abgerundete Mäanderformen reduzieren elektrische Feldspitzen, dadurch lässt sich das Durchbruchverhalten im Sperrbereich verbessern.

Wie bereits beschrieben, wirken sich die Vorteile des erfindungsgemäßen Halbleiterbauelementes insbesondere bei Ausgestaltung des Halbleiterbauelements als Leistungstransistor aus. Vorzugsweise ist das Halbleiterbauelement daher als Leistungstransistor umfassend eine Mehrzahl von Teiltransistoren ausgebildet. Insbesondere ist es vorteilhaft, dass jeder Leitungsbahn der größten Ordnung der ersten Kontaktstruktur Teiltransistoren zugeordnet sind, bevorzugt genau ein Teiltransistor zugeordnet ist.

Die vorgenannten Vorteile wirken sich insbesondere positiv bei großflächigen Halbleiterbauelementen aus. Vorzugsweise ist das erfindungsgemäße Halbleiterbauelement daher als großflächiger Transistor, photovoltaische Solarzelle, Beleuchtungsfläche oder großflächiger Sensor ausgebildet.

Vorzugsweise werden die Leitungsbahnen derart ausgebildet, dass eine stufenartige Erhöhung des elektrischen Durchleitungswiderstandes an jedem Verzweigungspunkt erfolgt. Eine derartige Ausgestaltung ist bereits bei den zuvor beschriebenen Kammstrukturen bekannt und wird typischerweise als „getaperte“

5 Leitungsbahn bezeichnet. Eine solche Kammstruktur ist beispielsweise in R. Reiner, F. Benkhelifa, D. Krausse, R. Quay, and O. Ambacher, "Simulation and Analysis of Low Resistance AlGaIn/GaN HFET Power Switches," in Proc. EPE'11, paper 570, p. 1-10. Sep. 2011 beschrieben. In einer besonders einfachen, vorteilhaften Ausführungsform nimmt die Breite der Leitungsbahn stufenartig an jedem Verzweigungspunkt ab, so dass sich entsprechende der Durchleitungswiderstand aufgrund der abnehmenden Querschnittsfläche erhöht. Hierdurch wird entlang einer Leitungsbahn eine in etwa homogene elektrische Verlustleistung realisiert, da eine Erhöhung des Stromflusses an einem Verzweigungspunkt aufgrund dies oder der an diesem Verzweigungspunkt abzweigenden Folgeleitungsbahnen durch eine entsprechende Änderung des Durchleitungswiderstandes an diesem Verzweigungspunkt, insbesondere eine entsprechende Verbreiterung, kompensiert wird.

Vorzugsweise sind die Folgeleitungsbahnen zumindest der zweiten Ordnung, bevorzugt der ersten und der zweiten Ordnung, weiter bevorzugt alle Folgeleitungsbahnen wie zuvor beschrieben mit an jedem Verzweigungspunkt sich stufenartig ändernden Durchleitungswiderstand ausgebildet.

Vorzugsweise ist die erste und/oder die zweite Kontaktierungsstruktur als metallische Kontaktierungsstruktur ausgebildet. Weiter bevorzugt sind alle Kontaktierungsstrukturen des Halbleiterbauelementes als metallische Kontaktierungsstrukturen ausgebildet. Ebenso liegt es im Rahmen der Erfindung, eine oder mehrere der Kontaktstrukturen, insbesondere die erste Kontaktstruktur, aus einem oder mehreren nichtmetallischen, leitfähigen Materialien auszubilden, insbesondere aus einem oder mehreren leitfähigen Polymeren, aus einer oder mehreren Halbleiterschichten, insbesondere dotierten Halbleiterschichten und/oder einem oder mehreren dotierten Teilbereichen einer oder mehrerer Halbleiterschichten. Ebenso liegt es im Rahmen der Erfindung, eine oder mehrere der Kontaktierungsstrukturen aus einer Kombination aus metallischen und nichtmetallischen Materialien auszubilden.

Weitere vorzugsweise Merkmale und vorteilhafte Ausführungsformen werden im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen mit metallischen Kontaktierungsstrukturen und den Figuren erläutert. Dabei zeigt:

- 5 Figuren 1a – 1e schematische Teildarstellungen eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Halbleiterbauelementes, welches als Feldeffekttransistor ausgebildet ist;
- Figur 2 die fraktale Konstruktion der metallischen Kontaktstrukturen des Ausführungsbeispiels;
- 10 Figur 3 eine schematische Teildarstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Halbleiterbauelements, welches Halbleiterbauelement als Transistor ausgebildet ist und eine metallische Gate-Kontaktstruktur aufweist, welche in Form aneinandergereihter Mäander ausgebildet ist und
- 15 Figuren 4a bis 4c schematische Teildarstellungen von Folgeleitungsbahnen zur Erläuterung der Impedanzanpassung.

20 In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder gleichwirkende Elemente. Zur besseren Darstellbarkeit sind die Figuren schematisch und nicht maßstabsgetreu ausgeführt.

25 In den Figuren 1a bis 1e ist schematisch ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Halbleiterbauelementes in Teilchen und Teilausschnitten dargestellt. Das Halbleiterbauelement ist als GaN-basierter Heterojunction-Feldeffekttransistor (HFET) ausgebildet. Die Ausbildung und Ausgestaltung des ersten Ausführungsbeispiels ist in R. Reiner, P. Waltereit, F. Benkhelifa, S. Müller, H. Walcher, S. Wagner, R. Quay, M. Schlechtweg, O. Ambacher, „Fractal Structures for Low Resistance Large Area AlGaIn/GaN Power Transistors“, Proceedings of the 2012 24th International Symposium on Power Semiconductor Devices and ICs, 3-7 June 2012 - Bruges, Belgium, beschrieben. Auf diese Referenz wird vollumfänglich Bezug genommen.

30

35 Der Transistor ist hinsichtlich des Grundaufbaus in an sich bekannter Weise ausgebildet. Wesentlich ist, dass die metallischen Kontaktstrukturen Source

(Quelle), Gate (Gatter) und Drain (Abfluss) in besonderer Weise ausgebildet sind, wie nachfolgend beschrieben.

Zur besseren Darstellbarkeit sind die einzelnen Kontaktstrukturen in den Figuren 1a bis 1c separat dargestellt. Figur 1d zeigt die Kontaktstrukturen in der in-
einander verschränkten, tatsächlichen Anordnung, auf dem Halbleiterbauelement. Figur 1e zeigt eine Ausschnittsvergrößerung des in Figur 1d gekennzeichneten Bereichs.

- Figur 1a zeigt eine Source-Kontaktstruktur 1 mit einem Kontaktierungspunkt 1a zum elektrisch leitenden Verbinden der Source-Kontaktstruktur 1 mit einem externen Anschluss, insbesondere mittels eines Bonddrahtes.

Ausgehend von dem Kontaktierungspunkt 1a weist die Source-Kontaktstruktur 1 eine Mehrzahl von aufeinanderfolgenden Verzweigungspunkten erster Ordnung auf, wobei beispielhaft die ersten beiden Verzweigungspunkte 1.1a und 1.1b mit Bezugszeichen versehen sind.

An den Verzweigungspunkten erster Ordnung (1.1a, 1.1b) zweigt jeweils eine metallische Folgeleitungsbahn erster Ordnung ab, wobei beispielhaft die von dem Verzweigungspunkt erster Ordnung 1.1a abgezweigende Folgeleitungsbahn 1.1A und die von dem Verzweigungspunkt erster Ordnung 1.1b abgezweigende Folgeleitungsbahn erster Ordnung 1.1B und die letzte Folgeleitungsbahn erster Ordnung 1.1D mit Bezugszeichen gekennzeichnet sind.

25

Hinsichtlich dieser Grundstruktur entspricht die Source-Kontaktstruktur 1 einer an sich bekannten Kammstruktur.

Wesentlich ist, dass jede Folgeleitungsbahn erster Ordnung eine Mehrzahl von Verzweigungspunkten zweiter Ordnung aufweist. Beispielhaft sind Verzweigungspunkte zweiter Ordnung 1.2a und 1.2b der Folgeleitungsbahn erster Ordnung 1.1A mit Bezugszeichen versehen. An jedem Verzweigungspunkt zweiter Ordnung zweigt mindestens eine Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung ab. Beispielhaft ist eine von dem Verzweigungspunkt zweiter Ordnung 1.2a abzweigende Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung 1.2A und eine von dem Verzweigungs-
35

punkt zweiter Ordnung 1.2b abzweigende Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung 1.2B mit Bezugszeichen gekennzeichnet.

Wie weiterhin aus Figur 1a ersichtlich, zweigt von jedem Verzweigungspunkt zweiter Ordnung (1.2a, 1.2b) der außenliegenden Folgeleitungsbahnen erster Ordnung (1.1A und 1.1D) jeweils genau eine Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung ab.

Von den innenliegenden Folgeleitungsbahnen erster Ordnung, wie beispielsweise der Folgeleitungsbahn 1.1B zweigen an jedem Verzweigungspunkt zweiter Ordnung jeweils zwei Folgeleitungsbahnen zweiter Ordnung ab, wobei die von einem Verzweigungspunkt zweiter Ordnung abzweigende Folgeleitungsbahnen zweiter Ordnung sich spiegelbildlich auf gegenüberliegenden Seiten der zugehörigen Folgeleitungsbahn erster Ordnung erstrecken.

In der Darstellung gemäß Figur 1a lediglich schematisch dargestellt ist, dass der elektrische Durchleitungswiderstand jeder Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung höher ist als der elektrische Durchleitungswiderstand der mit dieser Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung über einen gemeinsamen Verzweigungspunkt zweiter Ordnung verbundenen Folgeleitungsbahn erster Ordnung. Beispielsweise ist die Breite der Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung 1.2A kleiner dargestellt gegenüber der Breite der mit dieser Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung 1.2A über den gemeinsamen Verzweigungspunkt zweiter Ordnung 1.2a verbundenen Folgeleitungsbahn erster Ordnung 1.1A. Hierdurch wird schematisch dargestellt, dass auch die tatsächliche Breite der Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung 1.2A kleiner ist als die Breite der Folgeleitungsbahn erster Ordnung 1.1A. Da die Folgeleitungsbahnen erster und zweiter Ordnung in etwa die gleiche Höhe aufweisen, weist die Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung 1.2A somit eine geringe Querschnittsfläche und somit einen höheren Durchleitungswiderstand gegenüber der Folgeleitungsbahn erster Ordnung 1.1A auf. Dies gilt analog für das Verhältnis sämtlicher in den Figuren 1 und 2 dargestellten Folgeleitungsbahnen unterschiedlicher Ordnung zueinander.

Die in Figur 1b dargestellte Gate-Kontaktstruktur 2 ist analog zu der Source-Kontaktstruktur 1 ausgebildet, mit einem Kontaktierungspunkt 2a, Verzweigungspunkten erster Ordnung (beispielhaft 2.1a und 2.1b), Folgeleitungsbahnen

erster Ordnung (beispielhaft Folgeleitungsbahnen erster Ordnung 2.1A, 2.1B und 2.1D), mit Verzweigungspunkten zweiter Ordnung (beispielhaft Verzweigungspunkte zweiter Ordnung 2.2a und 2.2b der Folgeleitungsbahn erster Ordnung 2.1A) und Folgeleitungsbahnen zweiter Ordnung (beispielhaft die von dem Verzweigungspunkt zweiter Ordnung 2.2a abzweigende Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung 2.2A und von dem Verzweigungspunkt zweiter Ordnung 2.2b abzweigende Folgeleitungsbahn 2.2B).

Im Unterschied zu der Source-Kontaktstruktur 1 zweigt bei der Gate-

Kontaktstruktur 2 von jedem Verzweigungspunkt zweiter Ordnung (2.2a, 2.2b) genau eine Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung (2.2A, 2.2B) ab.

Die in Figur 1c dargestellte Drain-Kontaktstruktur 3 ist ebenfalls analog zu der Source-Kontaktstruktur 1 ausgebildet, mit einem Kontaktierungspunkt 3a, Verzweigungspunkten erster Ordnung (beispielhaft gekennzeichnet 3.1a und 3.1b), Folgeleitungsbahnen erster Ordnung (beispielhaft gekennzeichnet 3.1A und 3.1B), Verzweigungspunkten zweiter Ordnung (beispielhaft Verzweigungspunkte zweiter Ordnung 3.2a und 3.2b der Folgeleitungsbahn erster Ordnung 3.1A), und Folgeleitungsbahnen zweiter Ordnung (beispielhaft einen von dem Verzweigungspunkt zweiter Ordnung 3.2a abzweigende Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung 3.2A und einen von dem Verzweigungspunkt zweiter Ordnung 3.2b abzweigende Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung 3.2B).

Bei der Drain-Kontaktstruktur 3 zweigen von jedem Verzweigungspunkt zweiter Ordnung (3.2a, 3.2b) genau zwei Folgeleitungsbahnen zweiter Ordnung (3.2A und 3.2A' von Verzweigungspunkt 3.2a; 3.2B und 3.2B' von Verzweigungspunkt 3.2b) ab, wobei sich die Folgeleitungsbahnen auf gegenüberliegenden Seiten des Verzweigungspunkt zweiter Ordnung der zugeordneten Folgeleitungsbahn erster Ordnung spiegelbildlich zueinander erstrecken.

In Figur 1d ist die tatsächliche Anordnung der Kontaktstrukturen 1, 2 und 3 dargestellt: Die Source-Kontaktstruktur 1 und Drain-Kontaktstruktur 3 sind ineinander verschränkt angeordnet, ohne dass eine Berührung oder Überschneidung dieser Kontaktstrukturen vorliegt.

Die Gate-Kontaktstruktur 2 ist teilweise über oder unter einer der anderen Kontaktstrukturen durchgeführt, wobei zumindest in diesen Bereichen jeweils elektrisch isolierende Schichten zwischen den Kontaktstrukturen angeordnet sind.

5

In Figur 1e ist der in Figur 1d gekennzeichnete Teilausschnitt vergrößert dargestellt, mit einer zusätzlich gekennzeichneten Folgeleitungsbahn erster Ordnung 1.1D der Source-Kontaktstruktur 1 und Folgeleitungsbahn erster Ordnung 2.1D der Gate-Kontaktstruktur 2.

10

Die Breiten der Folgeleitungsbahnen erster und zweiter Ordnung der Kontaktstrukturen 1, 2 und 3 sind derart gewählt, dass im Betriebszustand des Transistors bei geschaltetem Gate, d. h. On-Zustand, die Leitungswiderstandsverlustleistung der Folgeleitungsbahnen zweiter Ordnung einer Kontaktstruktur in etwa gleich sind zu der Leitungswiderstandsverlustleistung der Folgeleitungsbahnen erster Ordnung dieser Kontaktstruktur.

15

Hierdurch ergibt sich bei Betrieb ein homogener Stromfluss und in etwa eine homogene Wärmedissipation.

20

Durch den homogenen Stromfluss werden insbesondere Nachteile von Current-Crowding-Effekten, wie beispielsweise in R. Reiner, F. Benkhelifa, D. Krausse, R. Quay, and O. Ambacher, „Simulation and Analysis of Low Resistance AlGa_N/Ga_N HFET Power Switches,“ in Proc. EPE'11, paper 570, p. 1-10. Sep. 2011 beschrieben, vermieden oder zumindest verringert.

25

Messergebnisse zu dem ersten Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Halbleiterbauelementes sind in der zuvor referenzierten R. Reiner, et al., „Fractal Structures for Low Resistance Large Area AlGa_N/Ga_N Power Transistors“, a.a.O., insbesondere in Abschnitt IV und den Figuren 7 und 8 beschrieben.

30

Die in Figur 1e dargestellte Ausführung der Kontaktstrukturen 1 bis 3 weist jedoch zusätzlich den Vorteil auf, dass die Impedanzen der einzelnen Teilbereiche abgestimmt sind. Hierdurch ergibt sich ein verbessertes dynamisches Schaltverhalten, insbesondere bei hohen Frequenzen. Schaltverluste werden hier-

35

durch minimiert und ein Betrieb des Transistors ist bei höheren Frequenzen verglichen mit vorbekannten Transistoren mit herkömmlichen Kontaktstrukturen möglich. Messergebnisse zu dem dynamischen Verhalten sind in der zuvor referenzierten R. Reiner, et al., „Fractal Structures for Low Resistance Large Area AlGaIn/GaN Power Transistors“, a.a.O., insbesondere in den Figuren 9 bis 12 und der zugehörigen Beschreibung in Abschnitt IV erläutert.

Das zuvor beschriebene verbesserte Impedanzverhalten wird dadurch erzielt, dass für die Folgeleitungsbahnen erster Ordnung folgendes gilt:

Die Impedanz Z_0 jedes Teilstücks einer Folgeleitungsbahn erster Ordnung zwischen einem ersten und einem zweiten Verzweigungspunkt ist derart gewählt, dass die Summe der Kehrwerte der Impedanzen Z_i der an dem zweiten Verzweigungspunkt parallel geschalteten Leitungsbahnen gleich dem Kehrwert der Impedanz Z_0 ist. Ein Teilstück ist hierbei durch den ersten, dem Kontaktierungspunkt 1a zugewandten Verzweigungspunkt und den zweiten, dem Kontaktierungspunkt abgewandten Verzweigungspunkt begrenzt. Erster und zweiter Verzweigungspunkt sind benachbart.

Beispielsweise gilt in der Darstellung gemäß Figur 1a für das durch den ersten Verzweigungspunkt 1.2a und den zweiten Verzweigungspunkt 1.2b begrenzte Teilstück der Folgeleitungsbahn erster Ordnung 1.1A, dass die Summe der Kehrwerte der Impedanzen Z_1 und Z_2 der an dem zweiten Verzweigungspunkt 1.2B parallel geschalteten Leitungsbahnen gleich dem Kehrwert der Impedanz Z_0 des zuvor beschriebenen Teilstücks ist. Ausgehend von dem Verzweigungspunkt 1.2b erstreckt sich einerseits die Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung 1.2B mit der Impedanz Z_1 . Ebenso ist jedoch die Folgeleitungsbahn erster Ordnung 1.1A an dem Verzweigungspunkt 1.2b fortgeführt, so dass der mit F_W in Figur 1a gekennzeichnete Teilbereich der Folgeleitungsbahn erster Ordnung 1.1A mit der Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung 1.2B bezüglich des Verzweigungspunktes 1.2b parallel geschaltet ist und dem Teilbereich F_W eine Impedanz Z_2 zugeordnet werden kann.

Die Durchleitungswerte und Ausgestaltungen dieser Leitungsbahnen sind somit derart gewählt, dass der Kehrwert der Impedanz Z_0 der Summe des Kehrwertes der Impedanz Z_1 der Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung 1.2B und des Kehr-

wertes der Impedanz Z_2 des mit F_W gekennzeichneten Bereiches der weiter geführten Folgeleitungsbahn erster Ordnung 1.1A zusammen mit den nachfolgend abzweigenden Folgeleitungsbahnen zweiter Ordnung ist.

5 Aus Gründen der besseren Darstellbarkeit ist eine stufenartige Abnahme der Breite entlang einer Folgeleitungsbahn in den schematischen Darstellungen der Figuren 1 bis 3 nicht gezeigt. Detailliert wird auf solch eine stufenartige Abnahme in den Figuren 4a bis 4c und der zugehörigen Figurenbeschreibung eingegangen.

10 Der Transistor gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ist als Leistungstransistor umfassend eine Mehrzahl von Teiltransistoren ausgebildet. Hierbei ist jeder Leitungsbahn der größten Ordnung, vorliegend der zweiten Ordnung, der Source-Kontaktstruktur 1 genau ein Teiltransistor zugeordnet. Die aktive Fläche
15 solch eines Teiltransistors ist beispielhaft in Figur 1e durch die geschweiften Klammern angedeutet: Die Schnittmenge der durch die geschweiften Klammern X1 und X2 angedeuteten Bereiche stellt die aktive Fläche eines ersten Teiltransistors dar und entsprechend die Schnittmenge durch die geschweiften Klammern X1 und X2' angedeuteten Flächen die aktive Fläche eines zweiten
20 Teiltransistors. Hierbei sind Folgeleitungsbahnen zweiter Ordnung der Kontaktstrukturen 1 und 3 jeweils zwei aneinander grenzenden Teiltransistoren zugeordnet. Beispielsweise ist die Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung 3.2B sowohl dem Teiltransistor X1-X2, als auch dem Teiltransistor X1-X2' zum Zu- oder Abführen von Ladungsträgern zugeordnet.

25 Die in Figur 1D dargestellte Kontaktierungsstruktur kann in einem weiteren Ausführungsbeispiel bei Weglassen der Gate-Kontaktstruktur 2 Anwendung bei Halbleiterdioden, insbesondere Leistungsdioden, Leuchtdioden oder photovoltaischen Solarzellen finden: Hierbei kontaktiert die erste Kontaktstruktur 1 typischerweise Halbleiterbereiche eines ersten Dotierungstyps und die zweite metallische Kontaktstruktur 3 Halbleiterbereiche eines zweiten, zu dem ersten Dotierungstyp entgegengesetzten Dotierungstyp. Dotierungstypen sind hierbei die
30 n-Dotierung und die hierzu entgegengesetzte p-Dotierung.

35 In einem Ausführungsbeispiel einer photovoltaischen Solarzelle ist eine solche Kontaktierungsstruktur somit bei Ausbildung der Solarzelle als einseitig kontak-

tierte Solarzelle, insbesondere Rückseitenkontaktsolarzelle vorteilhaft. In einem weiteren Ausführungsbeispiel einer in typischer Ausgestaltung beidseitig kontaktierten Solarzelle, ist die Ausbildung einer Vorderseitenmetallisierung der Solarzelle gemäß der in Figur 1 dargestellten Kontaktstruktur 1 vorteilhaft, insbesondere um geringe Serienwiderstandsverluste bei gleichzeitig geringer Abschattung der Vorderseite zu realisieren.

In Figur 2 ist schematisch die gedankliche Konstruktion von Ausführungsbeispielen erfindungsgemäßer Halbleiterbauelemente dargestellt.

Bereits das in Figur 1d dargestellte Ausführungsbeispiel weist selbst ähnliche Strukturen auf, da sich kammartig ineinander verschränkte Bereiche der Kontaktstrukturen 1 und 3 auf einer groben Skala durch die Folgeleitungsbahnen erster Ordnung (1.1A, 1.1B; 3.1A, 3.1B) und auf einer kleineren Skala durch die Folgeleitungsbahnen zweiter Ordnung (1.2A, 1.2B; 3.2A, 3.2B) wiederfinden. Die Folgeleitungsbahnen zweigen an den Verzweigungspunkten jeweils rechtwinklig zu den Folgeleitungsbahnen höherer Ordnung ab, so dass die selbst ähnlichen Strukturen bei Skalenwechsel jeweils von 90° gedreht angeordnet sind.

Die Ausgestaltung gemäß Figur 1D kann daher als Fraktal dritter Ordnung bezeichnet werden.

Dies ist in Figur 2 verdeutlicht, indem ausgehend von einem Fraktal erster Ordnung mit parallel liegenden Leitungsbahnen F.1 einer ersten Kontaktstruktur, F.2 einer zweiten Kontaktstruktur und F.3 einer dritten Kontaktstruktur, jeweils durch selbstähnliche Abbildung Fraktale höherer Ordnungen, dargestellt zweiter, dritter und vierter Ordnung, ausgebildet werden. Das Fraktal dritter Ordnung entspricht dem zu Figur 1D beschriebenen Ausführungsbeispiel. Das Fraktal vierter Ordnung stellt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Halbleiterelementes dar, entsprechend mit einer Source-Kontaktstruktur F.1, einer Gate-Kontaktstruktur F.2 und einer Drain-Kontaktstruktur F.3.

Diese Kontaktstrukturen F.1, F.2 und F.3 sind analog zu der Darstellung gemäß Figur 1.D ausgebildet, weisen allerdings zusätzlich Leitungsbahnen dritter Ordnung auf. Beispielhaft ist zu der Source-Kontaktstruktur F.1 ein Kontaktierungs-

punkt F.1a, ein Verzweigungspunkt erster Ordnung F.1.1a, eine Folgeleitungsbahn erster Ordnung F.1.1A, eine Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung F.1.2A und eine Folgeleitungsbahn dritter Ordnung F.1.3A gekennzeichnet.

- 5 Durch diese Ausgestaltung als Fraktal vierter Ordnung werden gegenüber der Ausgestaltung als Fraktal dritter Ordnung die zuvor beschriebenen Vorteile nochmals verstärkt.

10 In einem weiteren Ausführungsbeispiel sind die Leitungsbahnen und insbesondere die Folgeleitungsbahnen mit stufenartig an jedem Verzweigungspunkt abnehmenden Durchleitungswiderstand, insbesondere stufenartig an jedem Verzweigungspunkt abnehmender Breite ausgebildet, wie an sich von so genannten „tapered-fingers“ bei herkömmlichen kammartigen Kontaktierungsstrukturen bekannt. Hierdurch kann in vorteilhafter Weise im Betriebszustand des Halbleiterbauelementes entlang einer Leitungsbahn der Leitungswiderstandsverlust und
15 die Wärmedissipation in etwa konstant gehalten werden.

In Figur 3 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Halbleiterbauelementes dargestellt. Dieses Ausführungsbeispiel kann grundsätzlich
20 analog zu dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1d ausgebildet sein. Im Unterschied zu dem ersten Ausführungsbeispiel ist die Gate-Kontaktstruktur jedoch als Gate-Kontaktstruktur 2' in Form aneinandergereihter Mäander (beispielsweise bezeichnet Mäander 2'.1 und 2'.2) ausgebildet. Hierdurch werden aufgrund der Rundungen der Mäander (2'.1, 2'.2) Spannungsspitzen vermieden
25 oder zumindest verringert.

In den Figuren 4a) bis 4c) sind schematische Teildarstellungen von Folgeleitungsbahnen in drei Beispielen a, b und c dargestellt, um die stufenweise Breitenabnahme entlang einer Folgeleitungsbahn unter Anwendung der oben ge-
30 schriebenen Bedingung zur Impedanzanpassung zu erläutern.

In den Figuren 4a) bis 4c) ist jeweils eine sich waagerecht erstreckende Folgeleitungsbahn erster Ordnung F1 dargestellt, welche sich waagerecht erstreckt, wobei in den Figuren a) und b) nur ein Teilausschnitt dargestellt ist, d. h. die
35 Folgeleitungsbahn erster Ordnung F1 setzt sich nach rechts analog fort. Auf der jeweils linken Seite der Folgeleitungsbahn F1 in den Figuren 4a) bis 4c) ist die

Folgeleitungsbahn F1 mit einem Kontaktierungspunkt K – gegebenenfalls über weitere zwischengeschaltete Teilstücke der Folgeleitungsbahn F1 – verbunden.

In dem in Figur 4a) dargestellten Ausführungsbeispiel verzweigt sich die Folgeleitungsbahn erster Ordnungsbahn F1 an einem Verzweigungspunkt V1, indem eine Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung F2 abzweigt. Weiterhin wird die Folgeleitungsbahn F1 nach dem Verzweigungspunkt V1 weitergeführt (siehe markierten Teilbereich F1').

Mit Z und entsprechenden Indizes sind die Impedanzen der einzelnen Teilbereiche der Folgeleitungsbahn F1 und der Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung F2 gekennzeichnet. Um die Bedingung gemäß zuvor genannter Formel (1) zu erfüllen, ergibt sich somit für das in Figur 4a) dargestellte Beispiel eine Bedingung gemäß Formel 2:

$$\frac{1}{Z'_{L0}} = \frac{1}{Z''_{L1}} + \frac{1}{Z''_{L2}} \quad (\text{Formel 2}).$$

Beträgt beispielsweise $Z'_{L0}=50\Omega$, so kann $Z''_{L1}=66.6\Omega$ und $Z''_{L2}=200\Omega$ gewählt werden, um die Bedingung gemäß Formel (2) zu erfüllen.

In Figur 4b) ist ein Ausführungsbeispiel dargestellt, welches sich von dem Ausgangsbeispiel gemäß Figur 4a) dadurch unterscheidet, dass an dem Verzweigungspunkt V1 zwei Folgeleitungsbahnen zweiter Ordnung F2.1 und F2.2 abzweigen. Mit den in Figur 4b) angegebenen Bezeichnungen für die jeweiligen Impedanzen ergibt sich die Bedingung gemäß Formel (1) für dieses Ausführungsbeispiel somit zu Formel 3:

$$\frac{1}{Z'_{L0}} = \frac{1}{Z''_{L1}} + \frac{1}{Z''_{L2}} + \frac{1}{Z''_{L3}} \quad (\text{Formel (3)}).$$

Beträgt beispielsweise $Z'_{L0}=50\Omega$, so kann $Z''_{L1}=200\Omega$, $Z''_{L2}=100\Omega$, $Z''_{L3}=200\Omega$ gewählt werden, um die Bedingung gemäß Formel (3) zu erfüllen.

Figur 4c) zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, bei welchem ausgehend von dem Ausgangsbeispiel gemäß Figur 4a) die Folgeleitungsbahn erster Ordnung F1 weitere Verzweigungspunkte V2 und V3 mit jeweils abzweigenden Folgeleitungsbahnen zweiter Ordnung F2.2 und F2.3 aufweist. In analoger Anwendung der Bedingung gemäß Formel (1) können beispielsweise für $Z'_{L0}=50\Omega$ die Werte für $Z''_{L1}=66.6\Omega$, $Z''_{L2}=200\Omega$, $Z'''_{L2}=200\Omega$, $Z'''_{L1}=100\Omega$, $Z''''_{L2}=200\Omega$ und $Z''''_{L1}=200\Omega$ gewählt werden, um die Bedingung gemäß Formel (1) zu erfüllen.

Ein Maß für die Impedanzen Z der zugehörigen Teilstücke der Folgeleitungsbahnen gemäß der Figuren 4a) bis 4c) ist die jeweilige Breite dieser Teilstücke. Insbesondere in Figur 4c) ist die stufenartig abnehmende Breite der Folgeleitungsbahn erster Ordnung F1 an jedem der Verzweigungspunkte V1, V2 und V3 ersichtlich, die somit die Impedanzänderung bewirkt.

Analog zu den Darstellungen gemäß der Figuren 4a) bis 4c) können die Folgeleitungsbahnen in der Darstellung gemäß Figur 1 ausgebildet sein, um die beschriebene vorteilhafte Impedanzanpassung zu erwirken. Wie bereits zuvor erwähnt, ist aus Gründen der besseren Darstellbarkeit in Figur 1 eine stufenartige Abnahme der Breite nicht gezeigt.

Ansprüche

1. Halbleiterbauelement, aufweisend zumindest eine erste Kontaktstruktur (1, 2, 3, F.1, F.2, F.3) zum Zuführen und/oder Abführen von Ladungsträgern zu dem Halbleiterbauelement, welche erste Kontaktstruktur (1, 2, 3, F.1, F.2, F.3) mindestens einen Kontaktierungspunkt (1a, 2a, 3a, F.1a) zum elektrisch leitenden Verbinden der ersten Kontaktstruktur (1, 2, 3, F.1, F.2, F.3) mit einem externen Anschluss aufweist und

welche erste Kontaktstruktur ausgehend von dem Kontaktierungspunkt mindestens einen Verzweigungspunkt erster Ordnung (1.1a, 1.1b, F.1.1.a, 2.1a, 2.1b, 3.1a, 3.1b) aufweist, an welchem Verzweigungspunkt erster Ordnung zumindest eine Folgeleitungsbahn erster Ordnung (1.1A, 1.1B, F.1.1.A, 2.1A, 2.1B, 3.1A, 3.1B) abzweigt,

dadurch gekennzeichnet,

dass jede Folgeleitungsbahn erster Ordnung mindestens einen Verzweigungspunkt zweiter Ordnung (1.2a, 1.2b, 2.2a, 2.2b, 3.2a, 3.2b) aufweist, an welchem Verzweigungspunkt zweiter Ordnung mindestens eine Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung (1.2A, 1.2B, 2.2A, 2.2B, 3.2A, 3.2A', 3.2B, 3.2B') abzweigt,

wobei der elektrische Durchleitungswiderstand jeder Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung höher ist als der elektrische Durchleitungswiderstand der mit dieser Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung über einen gemeinsamen Verzweigungspunkt zweiter Ordnung verbundenen Folgeleitungsbahn erster Ordnung.

2. Halbleiterbauelement nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

dass die Durchleitungswiderstände der Folgeleitungsbahnen derart gewählt sind, dass bei Betrieb des Halbleiterbauelementes die elektrische Leitungswiderstandsverlustleistung jeder Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung um weniger als 10%, bevorzugt weniger als 5%, weiter bevorzugt weniger als 1% von der elektrischen Leitungswiderstandsverlustleistung der mit dieser Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung über einen gemeinsamen Verzweigungspunkt zweiter Ordnung verbundenen Folgeleitungsbahn erster Ordnung abweicht, vorzugsweise,

dass die durchschnittliche elektrische Leitungswiderstandsverlustleistungen der Leitungsbahnen um weniger als 10%, bevorzugt weniger als 5%, weiter bevorzugt weniger als 1% voneinander abweichen.

- 5 3. Halbleiterbauelement nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Durchleitungswiderstände der Folgeleitungsbahnen derart gewählt
sind,
dass bei Betrieb des Halbleiterbauelementes die Stromdichte jeder Folgelei-
10 tungsbahn zweiter Ordnung um weniger als 10%, bevorzugt weniger als 5%,
weiter bevorzugt weniger als 1% von der Stromdichte der mit dieser Folgelei-
tungsbahn zweiter Ordnung über einen gemeinsamen Verzweigungspunkt
zweiter Ordnung verbundenen Folgeleitungsbahn erster Ordnung abweicht,
vorzugsweise,
15 dass die durchschnittliche elektrische Leitungswiderstandsverlustleistungen
der Folgeleitungsbahnen um weniger als 10%, bevorzugt weniger als 5%,
weiter bevorzugt weniger als 1% voneinander abweichen.
- 20 4. Halbleiterbauelement nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass jeder Folgeleitungsbahn eine aktive Teilfläche (X_1 - X_2 , X_1 - X_2') des
Halbleiterbauelementes zugeordnet ist und der Durchleitungswiderstand je-
der Folgeleitungsbahn proportional zum Quadrat des Kehrwerts der dieser
Folgeleitungsbahn zugeordneten aktiven Teilfläche ist.
- 25 5. Halbleiterbauelement nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Impedanz Z_0 dieses Teilstücks einer Leitungsbahn zwischen einem
erstem und einem zweitem Verzweigungspunkt derart gewählt wird, dass die
30 Summe der Kehrwerte der Impedanzen Z_i der an dem zweiten Verzwei-
gungspunkt parallel geschalteten Leitungsbahnen gleich dem Kehrwert der
Impedanz Z_0 ist, wobei das Teilstück durch den ersten, dem Kontaktierungs-
punkt (1a) zugewandten Verzweigungspunkt (1.2a) und den zweiten, dem
Kontaktierungspunkt abgewandten Verzweigungspunkt (1.2b) begrenzt ist
35 und wobei erster und zweiter Verzweigungspunkt benachbart sind.

6. Halbleiterbauelement nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
5 dass jede Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung mindestens einen Verzweigungspunkt dritter Ordnung aufweist, an welchem Verzweigungspunkt dritter Ordnung mindestens eine Folgeleitungsbahn dritter Ordnung abzweigt, wobei analog zu der Ausgestaltung der Folgeleitungsbahnen niedrigerer Ordnung der elektrische Durchleitungswiderstand jeder Folgeleitungsbahn dritter Ordnung höher ist als der elektrische Durchleitungswiderstand der mit dieser Folgeleitungsbahn dritter Ordnung über einen gemeinsamen Verzweigungspunkt zweiter Ordnung verbundenen Folgeleitungsbahn zweiter Ordnung, vorzugsweise, dass in analoger Fortbildung jede Folgeleitungsbahn dritter Ordnung mindestens einen Verzweigungspunkt vierter Ordnung mit Folgeleitungsbahnen vierter Ordnung aufweist.
- 10 7. Halbleiterbauelement nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest an jedem Verzweigungspunkt zweiter Ordnung mindestens zwei, bevorzugt genau zwei Folgeleitungsbahnen zweiter Ordnung abzweigen, insbesondere, dass an jedem Verzweigungspunkt mit einer Ordnung n größer 1 mindestens zwei, bevorzugt genau zwei Folgeleitungsbahnen n -ter Ordnung abzweigen.
- 20 8. Halbleiterbauelement nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Kontaktstruktur zumindest in Teilbereichen, vorzugsweise vollständig, selbstähnlich ausgebildet ist, insbesondere als fraktale Struktur zumindest zweiter, bevorzugt zumindest dritter, weiter bevorzugt zumindest vierter Ordnung ausgebildet ist.
- 30 9. Halbleiterbauelement nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Halbleiterbauelement eine zweite Kontaktstruktur zum Zuführen und/oder Abführen von Ladungsträgern zu dem Halbleiterbauelement aufweist, welche zweite Kontaktstruktur analog zu der ersten Kontaktstruktur
- 35

ausgebildet ist, vorzugsweise, dass die zweite und erste Kontaktstruktur ineinander verschränkt ausgebildet sind, insbesondere, dass erste und zweite Kontaktstruktur als eine fraktale Struktur zumindest dritter, bevorzugt zumindest vierter Ordnung ausgehend von einer interdigitalen Doppelkammstruktur als Grundstruktur zweiter Ordnung ausgebildet sind.

10. Halbleiterbauelement nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

dass das Halbleiterbauelement als Transistor, bevorzugt als lateraler Transistor, insbesondere bipolarer Transistor oder Feldeffekttransistor, bevorzugt HFET Transistor, insbesondere bevorzugt GaN-HFET-Transistor ausgebildet ist.

11. Halbleiterelement nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet,

dass die erste Kontaktstruktur als eine Drain-Kontaktierung (3) oder als eine Source-Kontaktierung (1) des Transistors ausgebildet ist, insbesondere, dass das Halbleiterbauelement gemäß Anspruch 5 ausgebildet ist und die erste Kontaktstruktur als eine Drain-Kontaktierung (3) und die zweite Kontaktstruktur als eine Source-Kontaktierung (1) des Transistors ausgebildet ist.

12. Halbleiterbauelement nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet,

dass der Transistor eine Gate-Kontaktstruktur (2, 2') umfasst, welche Gate-Kontaktstruktur analog zu der ersten Kontaktstruktur ausgebildet ist und/oder welche Gate-Kontaktstruktur (2') zumindest bereichsweise in Form aneinandergereihter Mäander (2'.1, 2'.2) ausgebildet ist.

13. Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 10 bis 12,

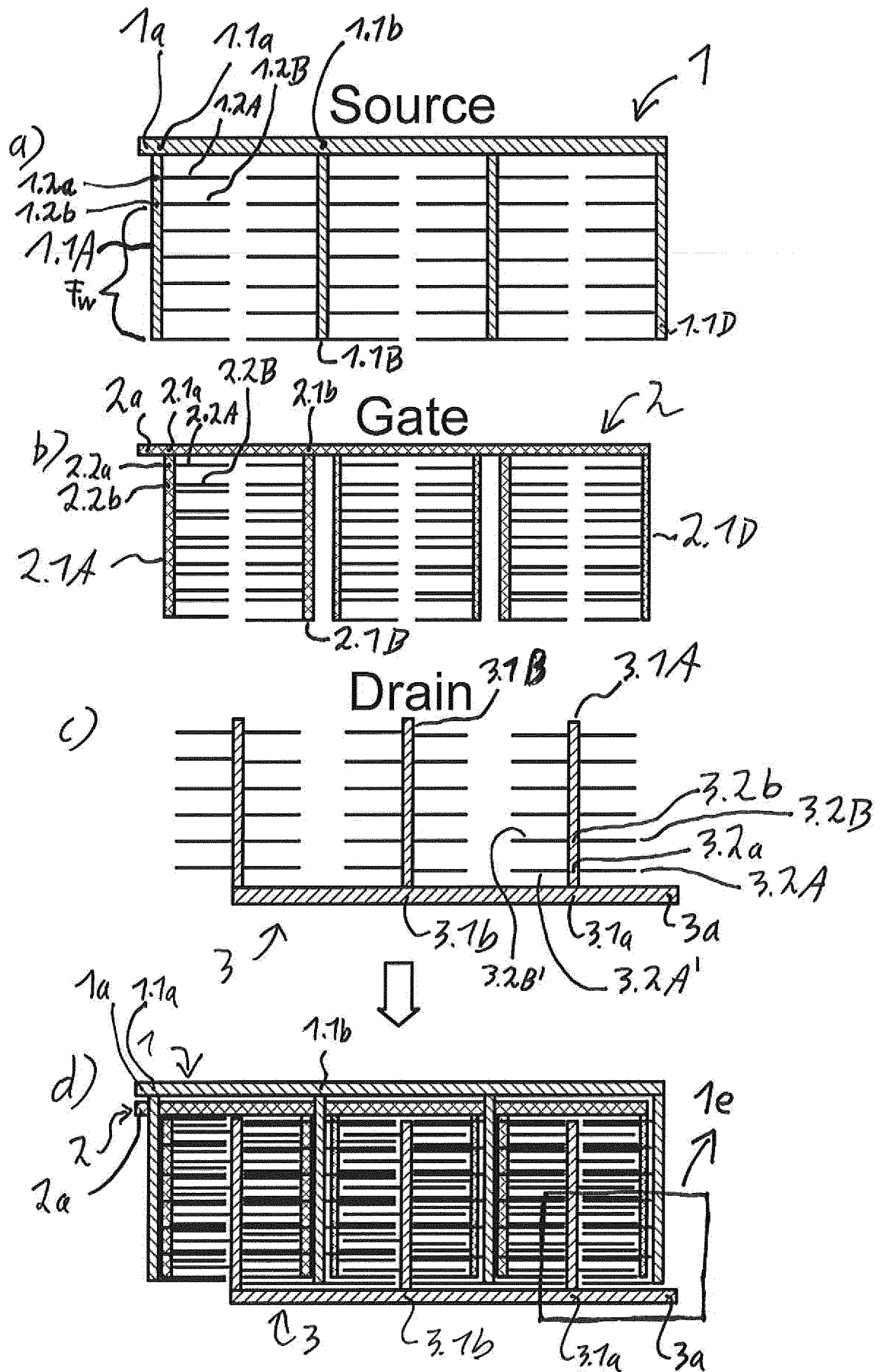
dadurch gekennzeichnet, dass der Transistor als Leistungstransistor umfassend eine Mehrzahl von Teiltransistoren ausgebildet ist, insbesondere, dass jeder Leitungsbahn der größten Ordnung der ersten Kontaktstruktur ein, bevorzugt genau ein Teiltransistor zugeordnet ist.

14. Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 10 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, dass der Transistor als Hochfrequenztransistor
ausgebildet ist und/oder dass der Transistor als lateraler Transistor ausge-
bildet ist.

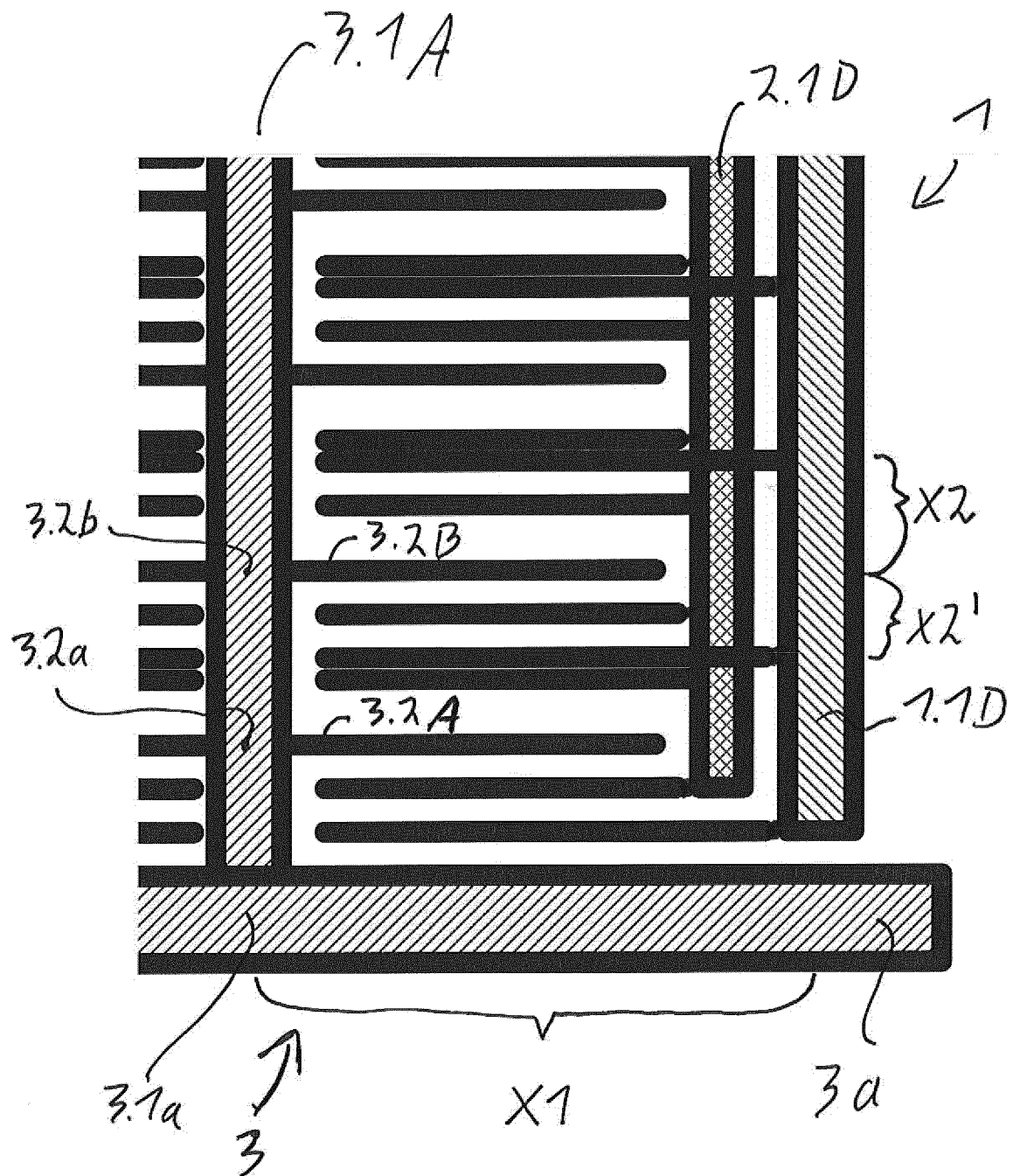
5

15. Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Halbleiterbauelement als Diode ausgebildet ist.

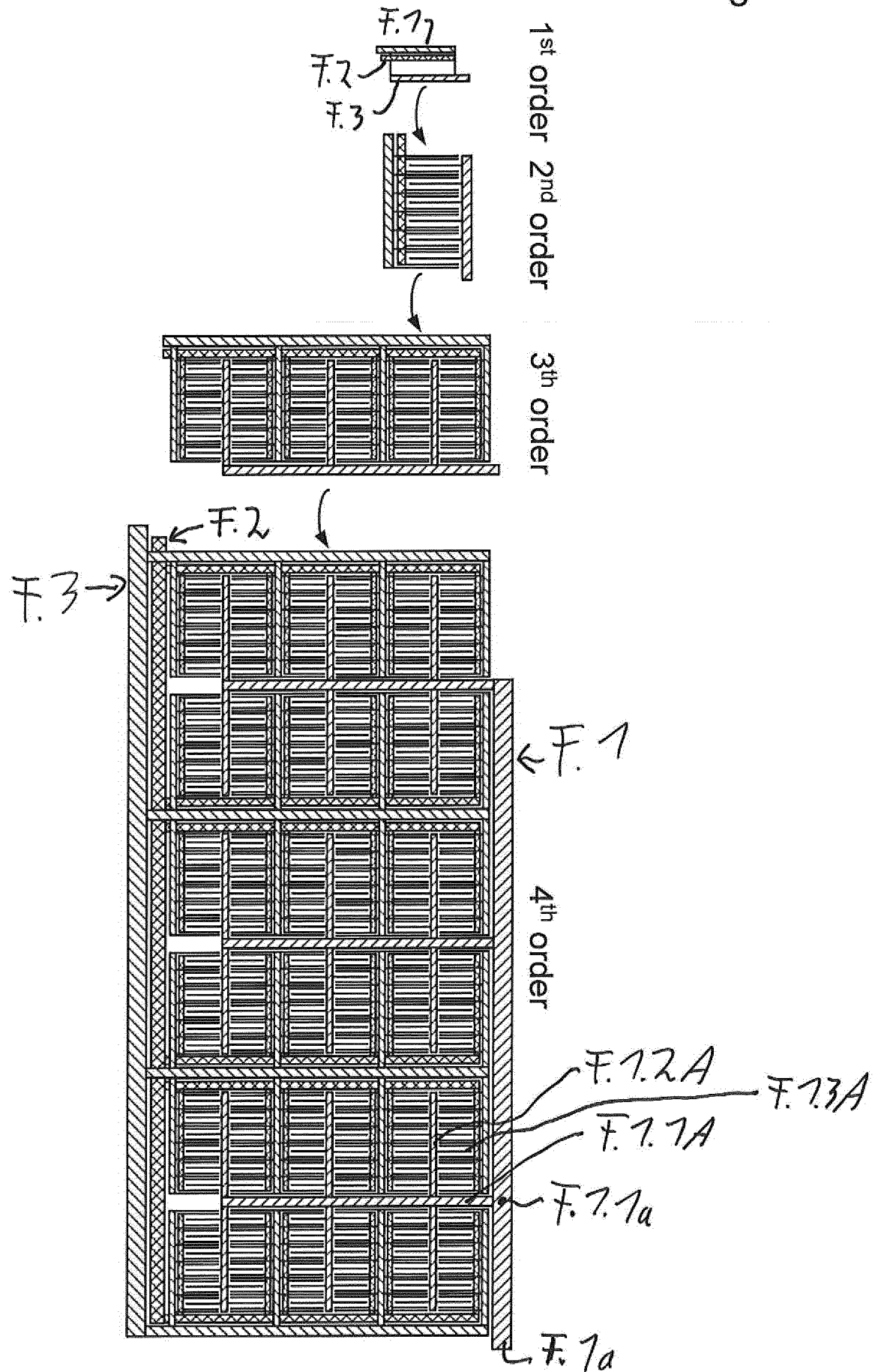
Figur 1



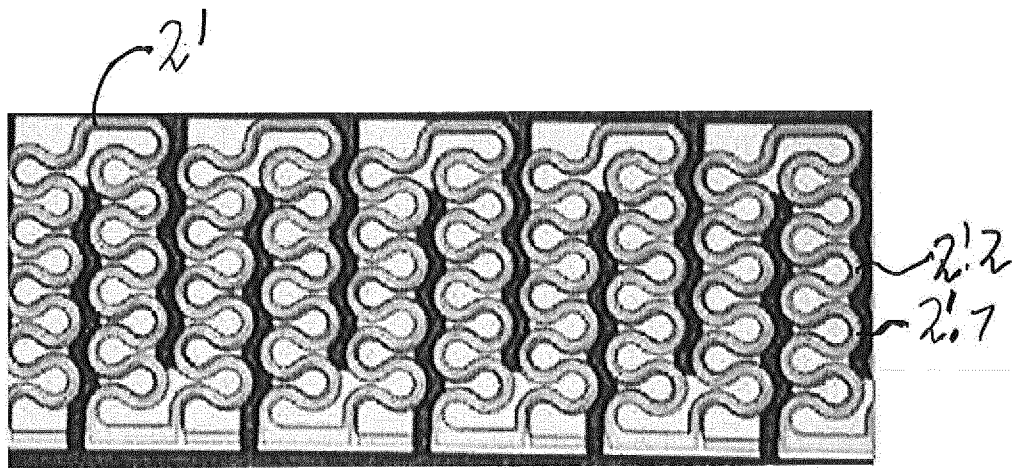
Figur 1e



Figur 2

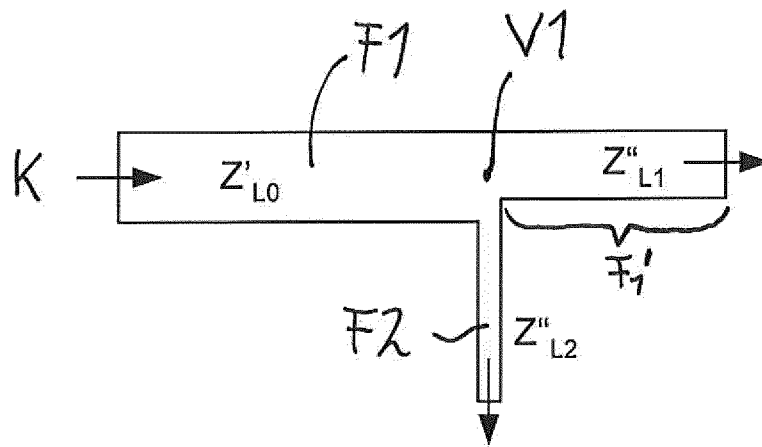


Figur 3

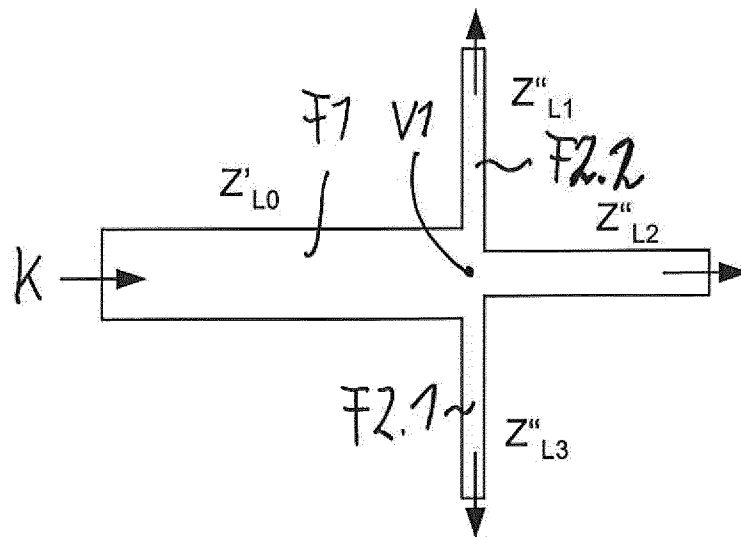


Figur 4

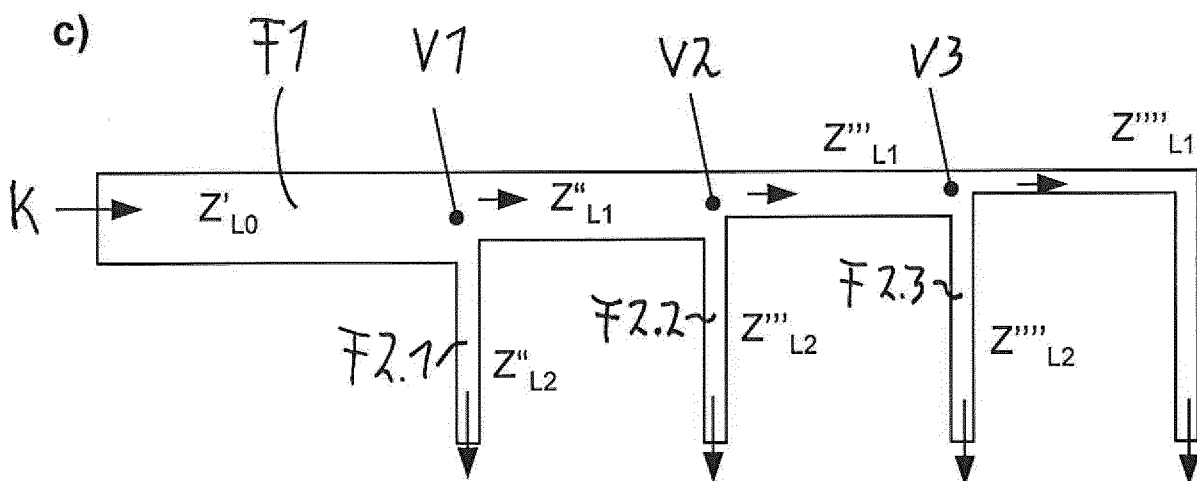
a)



b)



c)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/069285

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01L29/417 H01L29/423 H01L31/0224
ADD. H01L29/778 H01L29/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	REINER R ET AL: "Fractal structures for low-resistance large area AlGaIn/GaN power transistors", POWER SEMICONDUCTOR DEVICES AND ICS (ISPSD), 2012 24TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON, IEEE, 3 June 2012 (2012-06-03), pages 341-344, XP032197923, DOI: 10.1109/ISPSD.2012.6229091 ISBN: 978-1-4577-1594-5 abstract Abbildungen 2-5 und zugehöriger Text -----	1-15
X	US 2012/119219 A1 (TAKADO SHINYA [JP] ET AL) 17 May 2012 (2012-05-17) figures 2-4 ----- -/-	1-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 May 2013

Date of mailing of the international search report

03/06/2013

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Moehl, Sebastian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/069285

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2005/189562 A1 (KINZER DANIEL M [US] ET AL) 1 September 2005 (2005-09-01) z.B. Abbildungen 1A-C -----	1-15
X	EP 2 180 520 A1 (TSOI BRONYA [RU]) 28 April 2010 (2010-04-28) figure 6 -----	1-9, 15
X	FR 2 832 548 A1 (UNITED MONOLITHIC SEMICONDUCT [FR]) 23 May 2003 (2003-05-23) figures 3, 4 -----	1-5, 7-10, 13-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/069285

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2012119219	A1	17-05-2012	CN 202564376 U 28-11-2012
			JP 2012109345 A 07-06-2012
			US 2012119219 A1 17-05-2012

US 2005189562	A1	01-09-2005	DE 112005000352 T5 01-03-2007
			JP 2007522677 A 09-08-2007
			KR 20060110357 A 24-10-2006
			US 2005189562 A1 01-09-2005
			WO 2005079293 A2 01-09-2005

EP 2180520	A1	28-04-2010	EA 201000133 A1 30-06-2010
			EP 2180520 A1 28-04-2010
			KR 20100043091 A 27-04-2010
			RU 2369941 C2 10-10-2009
			US 2010282310 A1 11-11-2010
			WO 2009022945 A1 19-02-2009

FR 2832548	A1	23-05-2003	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/069285

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H01L29/417 H01L29/423 H01L31/0224
ADD. H01L29/778 H01L29/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01L

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	REINER R ET AL: "Fractal structures for low-resistance large area AlGaIn/GaN power transistors", POWER SEMICONDUCTOR DEVICES AND ICS (ISPSD), 2012 24TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON, IEEE, 3. Juni 2012 (2012-06-03), Seiten 341-344, XP032197923, DOI: 10.1109/ISPSD.2012.6229091 ISBN: 978-1-4577-1594-5 Zusammenfassung Abbildungen 2-5 und zugehöriger Text	1-15
X	US 2012/119219 A1 (TAKADO SHINYA [JP] ET AL) 17. Mai 2012 (2012-05-17) Abbildungen 2-4 ----- -/-	1-15

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

24. Mai 2013

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

03/06/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Moehl, Sebastian

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2005/189562 A1 (KINZER DANIEL M [US] ET AL) 1. September 2005 (2005-09-01) z.B. Abbildungen 1A-C -----	1-15
X	EP 2 180 520 A1 (TSOI BRONYA [RU]) 28. April 2010 (2010-04-28) Abbildung 6 -----	1-9, 15
X	FR 2 832 548 A1 (UNITED MONOLITHIC SEMICONDUCT [FR]) 23. Mai 2003 (2003-05-23) Abbildungen 3, 4 -----	1-5, 7-10, 13-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/069285

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2012119219	A1	17-05-2012	CN	202564376 U	28-11-2012
			JP	2012109345 A	07-06-2012
			US	2012119219 A1	17-05-2012

US 2005189562	A1	01-09-2005	DE	112005000352 T5	01-03-2007
			JP	2007522677 A	09-08-2007
			KR	20060110357 A	24-10-2006
			US	2005189562 A1	01-09-2005
			WO	2005079293 A2	01-09-2005

EP 2180520	A1	28-04-2010	EA	201000133 A1	30-06-2010
			EP	2180520 A1	28-04-2010
			KR	20100043091 A	27-04-2010
			RU	2369941 C2	10-10-2009
			US	2010282310 A1	11-11-2010
			WO	2009022945 A1	19-02-2009

FR 2832548	A1	23-05-2003	KEINE		
