

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-258450
(P2010-258450A)

(43) 公開日 平成22年11月11日(2010.11.11)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
 HO 1 L 29/47 (2006.01) HO 1 L 29/48 F 4M104
 HO 1 L 29/872 (2006.01)

審査請求 有 請求項の数 7 OL (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2010-95923(P2010-95923)
 (22) 出願日 平成22年4月19日(2010.4.19)
 (31) 優先権主張番号 10 2009 018 971.8
 (32) 優先日 平成21年4月25日(2009.4.25)
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(71) 出願人 510109084
 ▲徳▼微科技股▲分▼有限公司
 Eris Technology Corporation
 台湾台北縣深坑鄉北深路3段155巷17
 號6樓
 6F., No. 17, Lane 15
 5, Section 3, Beish
 en Road, Shengkeng T
 ownship, Taipei Cou
 nty, Taiwan, R. O. C.
 (74) 代理人 100082418
 弁理士 山口 朔生

最終頁に続く

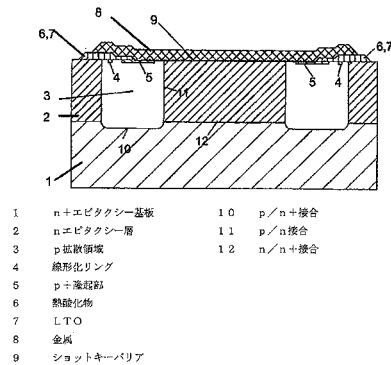
(54) 【発明の名称】 改善された高電流挙動を有するショットキーダイオード、およびこれを製造する方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】ショットキーバリアダイオードの順方向電圧降下を最低限に抑えながら、逆方向電流耐性を高める。

【解決手段】第2の伝導型の拡散領域3の中に同じ伝導型の高ドーピング領域5を導入し第1の伝導型の領域2および第2の伝導型の領域3を接続する。第2の伝導型の領域3は、当該領域が高ドーピング領域1に達するように拡散し、同時に高ドーピング基板層1から同じ伝導型の弱ドーピング層2へのドーピングの上方拡散を行う。空間電荷ゾーン10の拡大は、垂直方向では第2の伝導型の領域3へ行い、横方向では領域3だけでなくエピタキシー層2へもpn接合11で行う。領域3への横方向の空間電荷ゾーンの侵入を表面で制限するため、3の表面に近い中央の領域に第2の伝導型の濃縮層5を注入する。領域3では、第2の伝導型の領域5と線形化リング4を生成する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガードリング構造を備えるショットキーダイオードを含む半導体の構造において、第 2 の伝導型の拡散領域 (3) と第 1 の伝導型の高ドーピング領域 (1) とで直接の p / n 接合 (10) が形成されていることを特徴とする半導体の構造。

【請求項 2】

第 1 の伝導型の低ドーピング領域 (2) におけるショットキー接触の下方の有効進路領域は、第 2 の伝導型の領域 (3) から第 1 の伝導型の高ドーピング領域 (1) への接合 (10) の深さよりも短いことを特徴とする、請求項 1 に記載の半導体の構造。

【請求項 3】

前記領域 (2) のドーピング濃度は前記領域 (3) のドーピング濃度よりも低く、さらに該領域 (3) のドーピング濃度は前記領域 (1) のドーピング濃度よりも低いことを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の半導体の構造。

【請求項 4】

第 2 の伝導型の前記領域 (3) には、該領域 (3) の内部に位置する、表面に近い第 2 の伝導型の高いドーピング領域 (5) が導入されていることを特徴とする、請求項 1 に記載の半導体の構造。

【請求項 5】

前記領域 (3) 内に第 2 の伝導型の線形化リング (4) が設けられることを特徴とする、請求項 4 に記載の半導体の構造。

【請求項 6】

前記領域 (3) の横方向の拡散値 $x_{lateral}$ が当該領域 (3) 垂直方向の拡散値 $y_{vertical}$ より大きいことを特徴とする、請求項 4 に記載の半導体の構造。

【請求項 7】

第 2 の伝導型の領域 (3) が第 1 の伝導型の高ドーピング基材 (1) まで第 1 の伝導型のエピタクシー層 (2) を拡散することにより、拡散領域 (3) と高ドーピング基材 (1) との間に直接の p / n 接合 (10) が形成されることを特徴とする、ガードリング構造を備えるショットキーダイオードを含む半導体構造の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ショットキーバリア接合を有する半導体デバイスおよびその製造に関する。特に本発明は、従来の施工形態に比べて順方向電圧降下を同時に低減しながら、逆方向動作のときの耐電圧の改善、および順方向動作のときの突入電流耐性の改善に関する。このような構造を製造する方法も記載されている。

【背景技術】

【0002】

ショットキーダイオードは整流をする半導体構造であり、第 1 のドーピングの弱ドーピング半導体層 (2) と、その上に析出された金属層とで構成されており、半導体から金属への直接的な接合層はショットキー接触と呼ばれる。

【0003】

従来のショットキーダイオードの詳細な説明は、アメリカ特許第 4 2 0 6 5 4 0 号に記載されている。従来のガードリング構造の説明は、ドイツ特許第 1 9 9 3 9 4 8 4 号に記載されている。

【0004】

図 1 には、このような種類の構造が模式的に示されている。電流の収率を向上させるために、ショットキー接触 (9) の成立のために必要な第 1 のドーピングの弱ドーピング半導体層が、同じく第 1 のドーピングを有する高ドーピング基板 (1) の上に装着される。ショットキー接合と並列に位置する p n 接合を組み込むことによって、最大の電圧負荷を制限するのが従来式であり、この p n 接合は第 2 のドーピングタイプの領域 (31) の拡

10

20

30

40

50

散によって行われ、ショットキー接触を環状に取り囲んでいる。

【0005】

ショットキーダイオードは、逆方向電圧に耐える能力に関しては、設計的に狭い電圧範囲に制限されており、第2のドーピングタイプの拡散フロントと、第1のドーピングタイプの高ドーピング基板層との間における、第1のドーピングタイプの弱ドーピング半導体層の残りの層厚は、並列につながれたpnダイオードによって最大限達成可能な逆電圧を規定する。

【0006】

印加される逆方向サージ電圧が防護される電圧範囲を超えた場合、ダイオードの破損につながりかねないアパランシェ降伏が、構造のガードリング領域で生じる。公知の1つの技術的解決法が特許文献1に示されており、その場合、第2の伝導型の比較的弱ドーピングされたガードリングが、クリティカルな領域における電界の拡張に寄与し、それによって遅い時点で降伏が生じることになる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】米国特許第6177712号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明の目的は、同時に順方向電圧降下を最低限に抑えながら、一般的な構造形態のショットキーバリアダイオードの逆方向電流耐性を適切な設計によって高めることにある。

20

このとき、それがn伝導型のエピタクシー層の上のショットキーダイオードであるか、それともp伝導型のエピタクシー層の上のショットキーダイオードであるかは重要ではない。

さらに本発明による実施形態は、ショットキーダイオードについて考慮の対象となるあらゆる半導体材料および結晶配向に適用可能である。

【課題を解決するための手段】

【0009】

以下において、図2を参照しながら本発明に基づく構造の構成について説明する。

30

順方向電圧降下を同時に最低限に抑えながらの高電流挙動の有意な安定化は、本発明によると、第2のドーピングタイプの拡散領域(3)の中に同じ伝導型の高ドーピング領域(5)が導入されており、それにより、バリア金属珪化物(9)で覆われる第1の伝導型の領域(2)および第2の伝導型の領域(3)が導電接続されるようになっていてことによって実現される。第2の伝導型の領域(3)は、第1のドーピングタイプの高ドーピング領域(1)に達するように拡散され、それと同時に、高ドーピング基板層(1)から、同じ伝導型の弱ドーピング層(2)へのドーパントの拡散が、半導体表面の方向に行われる。

【0010】

このとき第2の伝導型の領域(3)における不純物濃度は、第1の伝導型のエピタクシー層(2)における不純物濃度よりも高くなるように選択される。本発明では、第1の伝導型の弱ドーピングエピタクシー層(2)における、第2の伝導型の高ドーピングガードリング領域(31)の標準的態様は適用されない。

40

その代わりになるのが、領域(3)から基板(1)への垂直方向に障壁となる接合部、ここに掲げる実施例では一般性を限定することなくpn接合(10)であり、ならびに、第2の伝導型の領域(3)から第1の伝導型のエピタクシー層(2)への横方向を向くpn接合(11)である。空間電荷ゾーンの拡大は、垂直方向では主としてp領域(3)へ行われ、横方向ではp領域(3)とnエピタクシー層(2)の両方へ行われるが、それは、ドーピング状況に基づき、準線形の接合となるからである。p領域(3)への横方向の空間電荷ゾーンの侵入を表面で制限するために、本発明によると、(3)の表面に近い中

50

央の領域には p + 濃縮層 (5) が注入される。

【 0 0 1 1 】

拡散領域 (3) の表面領域で電界を拡張するためのさらに別の方策は、領域 (5) の導入と同時に生成される第 2 のドーピングタイプの線形化リング (4) を導入することにある (図 (5) 参照)。導入されたこの領域 (4) は、ガードリングにおけるより優れた電位均一化のために、その上に位置する金属層 (8) と結合することができる (図 6)。それにより、逆方向動作のときの突入電流耐性が高くすることができる。電界の等線形化が p 領域に沿って行われるからである。それにより、特別に降伏の危険が高いガードリングの角部における電界の均一化が実現される。

次に、図面を参照しながら、本発明の思想をその主要な具体的事項とともに説明する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 2 】

【 図 1 】ガードリング構造を備える従来の構造形態のショットキーダイオードを示す断面図である。

【 図 2 】本発明によるガードリングを備えるショットキーダイオードである。

【 図 3 】従来のショットキーダイオードのガードリング領域を示す詳細図である。

【 図 4 】本発明に基づく実施例のガードリング領域を示す詳細図である。

【 図 5 】注入された線形化リングを備える本発明による半導体構造を示す断面図である。

【 図 6 】金属被覆された線形化リングを備える本発明による半導体構造を示す断面図である。

【 図 7 】ガードリングの角領域における電界線形化のための等電位リングの一部である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 3 】

図 1 に示す従来式の構造形態の半導体構造は、第 1 の伝導型の弱ドーピングされたエピタクシー層 (2) が、同じ伝導型の高ドーピングされた基板 (1) の上に装着されたショットキーバリアダイオードの断面を示している。ショットキー接合 (9) には、内部拡散されたガードリング領域 (3 1) の p n 接合が電氣的に並列につながれており、第 1 の導電性の弱ドーピング層 (2) の層厚 W_{Epi} と、第 2 の導電性の内部拡散されたガードリングゾーン (3 1) の p n 接合の深さ x_j との差 $W_{Epi} - x_j$ が、ガードリングによって実現可能な最大の降伏電圧を規定する。

【 0 0 1 4 】

ショットキー接触を形成する金属・半導体層 (9) は、ガードリング (3 1) の表面と部分的に重なり合っている。その際に必要となる第 1 の導電性タイプのエピタクシー層厚 $x_{Epi} (V_R)$ は、電圧クラスについて必要なガードリングの下の残留層厚 $W_{Epi} - x_j$ に、そのつどの電圧クラスのガードリングの侵入深さに相当する追加の厚み x_{Epi} を加算することで求められる。これらの実施形態すべてにおける欠点は、多くの場合においてショットキーバリア層 (9) で覆われたガードリング (3 1) の領域での不具合につながる、逆方向突入電流負荷に対する強度が不十分なことである。さらに欠点であるのは、エピタクシー層 x_{epi} の上方で生じる順方向での電圧降下 $I_{Durchlass} \times R_{xepi}$ が避けられないことである。従来の構造のガードリング領域の詳細な図面は、図 3 に示されている。

【 0 0 1 5 】

第 1 の実施例 (図 2) でガードリング設計が変更されたショットキーダイオードを参照しながら、本発明の思想について説明する。このような種類の半導体デバイスを製造するには、第 1 の伝導型の高ドーピング基板 (1) の上に、ここでは一例として高ドーピングされた n 伝導型基板の上に、同じ伝導型の弱ドーピングされたエピタクシー層 (2) が装着され、このとき抵抗率と層厚は、最大限達成されるべき逆電圧 V_R に依存して決まる。

【 0 0 1 6 】

ここで留意すべきは、第 2 の伝導型の領域 (3) の本発明による設計により、残留エピタクシー層厚 x_{epi} によって加算される電圧降下 $I_{Durchlass} \times R_{xepi}$ が消えることで

10

20

30

40

50

ある。第2の伝導型の領域(3)、すなわち本例ではp伝導型の領域は、第1の伝導型の高ドーピング領域(1)へ侵入するように導入されており、それと同時に、第1の伝導型の弱ドーピング層(2)のオートドーピングによって、高ドーピング領域(1)から弱ドーピング領域(2)へのホモ接合(12)の変位が半導体表面の方向に行われる。第2の伝導型の領域(3)を設置した後、領域(3)が第1の伝導型の高ドーピング基材まで第1の伝導型のエピタクシー層(2)を拡散し、且つ第1の伝導型の高ドーピング領域(1)が横方向の拡散値 $x_{lateral}$ >垂直方向の拡散値 $y_{vertical}$ まで第1の伝導型のエピタクシー層(2)へ拡散する。第2の伝導型の領域(3)には、同じ第2の伝導型のガードリングドーピングの隆起部(5)が表面に近い領域で注入されており、ここで考察している例ではp+ドーピング領域が注入されている。p/n接合(10)は、第1の伝導型の基板層(1)から同じ伝導型のエピタクシー層(2)への接合の当初の深さに比べて、ホモ接合のオートドーピングの結果として表面の方向に変位している。

10

【0017】

ガードリング領域の本発明による実施形態の詳細な図面は、図4に示されている。

引き続きLTO-CVD SiO₂層が塗布され、この層に、バリア金属(9)を析出するための窓が開けられる。第1のドーピングのエピタクシー層(2)の表面層とともに、およびバリア金属が重なり合う第2の伝導型の領域(3)および(5)とともにバリア金属が珪化された後、接触金属が公知の仕方ですべて塗布されて、構造化される。半導体構造の裏面の金属被覆は、従来式のやり方により行われる。

20

【0018】

別の実施形態(図5)では、第2のドーピングの高ドーピング領域(5)の注入と同時に、領域(5)に対して間隔をおいて位置する線形化リング(4)が同じドーピングで生成され、この線形化リングは、横方向の拡散 $x_{lateral}$ により生じた表面に近い領域(3)で電界の均一化を引き起こす。

【0019】

図6は、この線形化リング(4)が開いた接触面によって、接触金属(8)を介して珪化物層の電位と結合される実施例を示している。

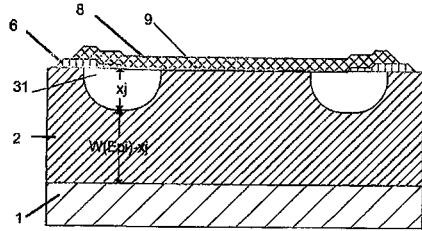
図5および図6に示す実施形態は、突入電流挙動のいっそうの安定化につながる。図7には、ガードリング領域の角部における線形化リングの構造が示されており、ここでは電界の緩和が、できる限り遅く行われる降伏にとって特別に効果的である。第2の伝導型の濃度が高い領域(4)および(5)は角領域でマスクにより修正されており、それにより、角領域での横方向拡散のときにも均等な電界分布が実現されるようになっている。

30

【0020】

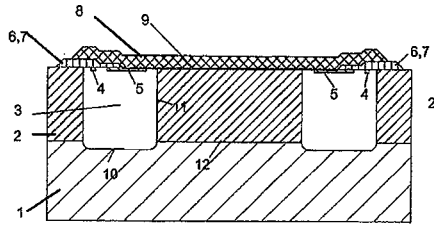
本発明の要部の図示のためにここで選択して図解したドーピング形式は、一般性を限定するものではなく、伝導型を逆にすることも可能である。

【 図 1 】



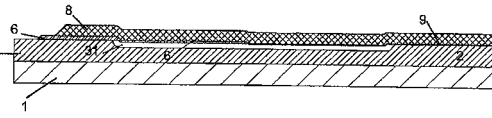
- 1 n+エピタクシー基板
- 2 nエピタクシー層
- 3.1 p+ガードリング
- 6 熱酸化物
- 8 金属

【 図 2 】



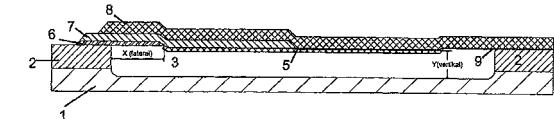
- 1 n+エピタクシー基板
- 2 nエピタクシー層
- 3 p拡散領域
- 4 線形化リング
- 5 p+隆起部
- 6 熱酸化物
- 7 LTO
- 8 金属
- 9 ショットキーバリア
- 10 p/n+接合
- 11 p/n接合
- 12 n/n+接合

【 図 3 】



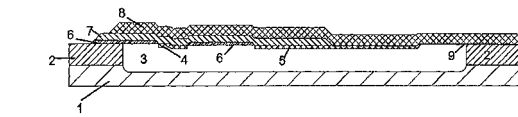
- 1 n+エピタクシー基板
- 2 nエピタクシー層
- 3.1 p+ガードリング
- 6 熱酸化物
- 8 金属
- 9 ショットキーバリア

【 図 4 】



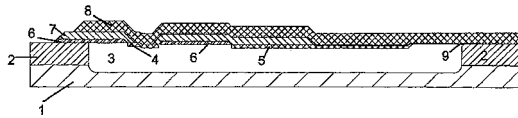
- 1 n+エピタクシー基板
- 2 nエピタクシー層
- 3 p拡散領域
- 4 線形化リング
- 5 p+隆起部 ショットキーガードリング
- 6 熱酸化物
- 7 LTO
- 8 金属
- 9 ショットキーバリア

【 図 5 】



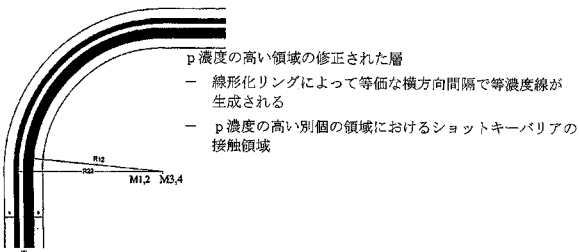
- 1 n+エピタクシー基板
- 2 nエピタクシー層
- 3 p拡散領域
- 4 線形化リング
- 5 p+隆起部
- 6 熱酸化物
- 7 LTO
- 8 金属
- 9 ショットキーバリア

【 図 6 】



- 1 n+エピタクシー基板
- 2 nエピタクシー層
- 3 p拡散領域
- 4 線形化リング
- 5 p+隆起部
- 6 熱酸化物
- 7 LTO
- 8 金属
- 9 ショットキーバリア

【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 ミヒャエル レシュケ

ドイツ連邦共和国、1 4 4 7 8 ポツダム、アム シュタットランド 4 4 エー

(72)発明者 ハンス - ユルゲン ヒルマン

ドイツ連邦共和国、1 4 5 4 7 ベーリッツ オーテー フィヒテンヴァルデ、ヴィルマースドル
ファー ストリート 1 1 0

(72)発明者 クラウス ギュンター

ドイツ連邦共和国、1 4 5 3 2 クラインマハノー、プロッドベルク 1

Fターム(参考) 4M104 CC03 FF35 GG03