

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 2 区分

【発行日】平成 27 年 2 月 12 日 (2015.2.12)

【公開番号】特開 2014-241436 (P2014-241436A)

【公開日】平成 26 年 12 月 25 日 (2014.12.25)

【年通号数】公開・登録公報 2014-071

【出願番号】特願 2014-166682 (P2014-166682)

【国際特許分類】

H 0 1 L 29/872 (2006.01)

H 0 1 L 29/47 (2006.01)

H 0 1 L 21/329 (2006.01)

H 0 1 L 29/06 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 29/86 3 0 1 F

H 0 1 L 29/48 F

H 0 1 L 29/48 P

H 0 1 L 29/86 3 0 1 P

H 0 1 L 29/86 3 0 1 D

H 0 1 L 29/06 3 0 1 V

H 0 1 L 29/06 3 0 1 M

【手続補正書】

【提出日】平成 26 年 11 月 26 日 (2014.11.26)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

導電性の基板に形成され、

メサ部を有する半導体層と、

前記メサ部の上面上に形成されたショットキー電極とを備え、

前記ショットキー電極の側端部と前記メサ部の上面端部との間の距離は、 $2\ \mu\text{m}$ 以下ゼロでない有限値以上であり、

前記メサ部を有する半導体層は単一層であり、該メサ部の底面および上面は、該単一層内に形成されていて、

前記基板の裏面にオーミック接触する裏面電極を備える、ショットキーバリアダイオード

。

【請求項 2】

請求項 1 記載のショットキーバリアダイオードにおいて、

前記メサ部の段差は、 $0.2\ \mu\text{m}$ よりも大きい、ショットキーバリアダイオード。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載のショットキーバリアダイオードにおいて、

前記メサ部が形成されている半導体層は、キャリア濃度が $1 \times 10^{16}\ \text{cm}^{-3}$ 以下の n 型ドーパントを含んでいる、かまたは、アンドープである、ショットキーバリアダイオード。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項記載のショットキーバリアダイオードにおいて、

前記メサ部の側面は、底部に広がるように傾斜しているか、または垂直である、ショットキーバリアダイオード。

【手続補正２】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】ショットキーバリアダイオード

【技術分野】

【０００１】

本発明は、ショットキーバリアダイオードに係り、特に、耐圧特性の改善対策に関する。

【背景技術】

【０００２】

従来より、高電圧スイッチング素子（パワー素子）として、たとえば特許文献１の図６Ａおよび図６Ｂに開示されるように、サファイア基板上に、ＧａＮ層をエピタキシャル成長させて、エピタキシャル成長層の上にメサ型やプレーナ型のショットキーバリアダイオードを設ける技術が知られている。同文献の図１には、エピタキシャル成長層のドーピング濃度を低減することにより、理論的に予測されるＧａＮ整流器の逆耐圧特性が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

特表２００５－５３０３３４号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

しかしながら、同文献には、現実にはいかなる逆耐圧が得られるのかが開示されておらず、かつ、プレーナダイオードと、メサダイオードとの差異についても明確に言及されていない。すなわち、パワー用ショットキーバリアダイオード、特に、メサ構造を設けたショットキーバリアダイオードについて、特性改善のための有意義な提案は、なされていないのが現状である。

【０００５】

本発明の目的は、メサ構造とショットキー電極との構造の改善により、耐圧特性の良好なショットキーバリアダイオードを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

本発明のショットキーバリアダイオードは、導電性の基板に形成され、メサ部を有するｎ型化合物半導体層の上に形成されたショットキー電極を備えており、ショットキー電極の側端部とメサ部の上面端部との間の距離を２μｍ以下ゼロでない有限値以上に制限したものであり、メサ部を有する半導体層は単一層であり、該メサ部の底面および上面は、該単一層内に形成されていて、基板の裏面にオーミック接触する裏面電極を備える。

【０００７】

本発明のショットキーバリアダイオードにより、メサ部の上面端部において電界の緩和作用が得られる。そして、図５Ａに示すように、ショットキー電極の端部とメサ部の端部との距離が小さいほど、リーク電流が低減し、リーク電流値で規定されるブレイクダウン耐圧が向上することがわかった。よって、ショットキーバリアダイオードの種類に応じて、ショットキー電極の端部とメサ部の端部との距離を所定値以下に制限することにより、耐圧特性の向上を図ることができる。

【０００８】

特に、図 5A に示すように、ショットキー電極の端部とメサ部の端部との距離を $2\ \mu\text{m}$ 以下に制限することにより、顕著な耐圧の向上が可能となる。

【0009】

図 6 に示すように、メサ部の段差が $0.2\ \mu\text{m}$ よりも大きいことにより、さらに耐圧の高いショットキーバリアダイオードが得られる。

【0010】

第 1 のショットキーバリアダイオードの製造方法（製法 1）は、ショットキー電極を形成してから、マスク膜を用いて、メサ部形成のためのエッチングを行う方法である。

【0011】

この方法により、マスク膜とショットキー電極とのオーバーラップ量を小さくすれば、上記本発明のショットキーバリアダイオードの構造が容易に実現される。

【0012】

特に、マスク膜とショットキー電極とのオーバーラップ量を $2\ \mu\text{m}$ 以下にすることにより、耐圧特性が特に優れたショットキーバリアダイオードが得られる。

【0013】

第 2 のショットキーバリアダイオードの製造方法（製法 2）は、メサ部を形成してから、裏面電極を形成し、その後、ショットキー電極を形成する方法であって、この製法 2 によって、図 5B に示すように、ショットキー電極の端部とメサ部の端部との距離が所定値以下の場合に、第 1 の製造方法と同じ作用効果が得られる。

【0014】

上記製法 1 または製法 2 において、メサ部を形成する際には、プラズマエッチングによりメサ部の外形を形成した後、ウエットエッチングにより表面層を除去することにより、プラズマエッチングによって比較的正確なメサ形状を能率よく仕上げるとともに、プラズマエッチングによって形成されるダメージ層をウエットエッチングにより除去することができる。

メサ部の表面部にダメージ層が残存していると、ダメージ層中の欠陥準位等に起因して、リーク電流が発生しやすいことがわかってきた。特に、製法 1 のごとく、ショットキー電極の側端部とメサ部の上面端部との間の距離を所定値以下に制限した場合、ダメージ層によるリーク電流が発生しやすい。そこで、ウエットエッチングにより、ダメージ層を除去することにより、リーク電流の発生を抑制することができ、さらに耐圧の高いショットキーバリアダイオードが得られる。

【発明の効果】

【0015】

本発明のショットキーバリアダイオードによると、耐圧特性の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図 1】図 1 は、実施の形態に係るショットキーバリアダイオードの断面図である。

【図 2A】図 2A は、製法 1 - 1 に係るショットキーバリアダイオードの製造工程（バッファ層、エピタキシャル層および裏面電極を形成）を示す断面図である。

【図 2B】図 2B は、製法 1 に係るショットキーバリアダイオードの製造工程（ショットキー電極を形成）を示す断面図である。

【図 2C】図 2C は、製法 1 に係るショットキーバリアダイオードの製造工程（ショットキー電極の上面および側面を覆うレジストマスクを形成）を示す断面図である。

【図 2D】図 2D は、製法 1 に係るショットキーバリアダイオードの製造工程（エピタキシャル成長層をエッチング後、レジストマスクを除去）を示す断面図である。

【図 3A】図 3A は、製法 1 - 1 に係るショットキーバリアダイオードの製造工程（バッファ層およびエピタキシャル層を形成）を示す断面図である。

【図 3B】図 3B は、製法 1 - 1 に係るショットキーバリアダイオードの製造工程（ショットキー電極を形成）を示す断面図である。

【図 3C】図 3C は、製法 1 - 1 に係るショットキーバリアダイオードの製造工程（ショ

ットキー電極の上面および側面を覆うレジストマスクを形成)を示す断面図である。

【図3D】図3Dは、製法1-1に係るショットキーバリアダイオードの製造工程(エピタキシャル成長層をエッチング)を示す断面図である。

【図3E】図3Eは、製法1-1に係るショットキーバリアダイオードの製造工程(裏面電極を形成)を示す断面図である。

【図4A】図4Aは、製法2-1および2-2に係るショットキーバリアダイオードの製造工程(エピタキシャル成長層にメサ部を形成後、レジストマスクを除去)を示す断面図である。

【図4B】図4Bは、製法2-1および2-2に係るショットキーバリアダイオードの製造工程(レジストマスクを除去、裏面電極を形成)を示す断面図である。

【図4C】図4Cは、製法2-1および2-2に係るショットキーバリアダイオードの製造工程(ショットキー電極を形成)を示す断面図である。

【図5A】図5Aは、製法1-1によるショットキーバリアダイオードのリーク電流特性の実測データを示す図である。

【図5B】図5Bは、製法2-1によるショットキーバリアダイオードのリーク電流特性の実測データを示す図である。

【図6】製法1-1、2-1によって形成されたショットキーバリアダイオードのメサ段差に対する耐圧値の実測データを示す図である。

【符号の説明】

【0017】

10 ショットキーバリアダイオード

11 GaN基板

11a 上部

13 エピタキシャル成長層

13a メサ部

13b 上面端部

15 ショットキー電極

15a 端部

16 裏面電極

20 レジストマスク

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明の実施の形態を説明する。なお、図面の説明においては、同一要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。また、図面の寸法比率は、説明のものと必ずしも一致していない。

【実施例】

【0019】

(実施の形態1)

- ショットキーバリアダイオードの構造 -

図1は、本発明の実施の形態に係るショットキーバリアダイオードの構造を示す断面図である。

【0020】

図1に示すように、本実施の形態に係るショットキーバリアダイオード10は、厚さ約400 μ mの自立のGaN基板11と、GaN基板11の上に形成された、厚さ約7 μ mのエピタキシャル成長層13とを備えている。エピタキシャル成長層13は、底部から上方に突出したメサ部13aを有している。本実施の形態においては、メサ部13aの側面は、傾斜した形状を有しているが、側面が垂直な壁であってもよい。そして、メサ部13aの上面には、Auからなるショットキー電極15が設けられている。ショットキー電極15の平面形状は、径が約200 μ mの円形である。また、GaN基板11の裏面には、Ti/Al/Ti/Auからなるオーミックの裏面電極16が形成されている。

【 0 0 2 1 】

G a N 基板 1 1 の本体部は、約 $3 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ の比較的高濃度の n 型ドーパントを含んでいる。また、エピタキシャル成長層 1 3 (ドリフト層) は、 $5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ 程度の低濃度の n 型ドーパントを含んでいる。エピタキシャル成長層 1 3 と G a N 基板 1 1 との間の厚さ $1 \mu\text{m}$ 程度の領域は、バッファ層 1 4 であり、 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 程度の比較的低濃度のドーパントを含んでいる。

【 0 0 2 2 】

そして、本実施の形態におけるショットキーバリアダイオード 1 0 においては、ショットキー電極 1 5 の端部 1 5 a と、メサ部 1 3 a の上面端部 1 3 b との間の距離 x が、 $2 \mu\text{m}$ 以下となっている。このような構造は、後述する製法 1 または製法 2 によって、実現する。また、本実施の形態におけるメサ部 1 3 a と底部との段差であるメサ d (=メサ厚さ) は、 $0.2 \mu\text{m}$ 以上、たとえば約 $1 \mu\text{m}$ である。

【 0 0 2 3 】

- ショットキーバリアダイオードの製造工程 -
(製法 1 - 1)

図 2 A ~ 図 2 D は、製法 1 に係るショットキーバリアダイオードの製造工程を示す断面図である。

まず、図 2 A に示す工程で、G a N 基板 1 1 の上に、バッファ層 1 4 およびエピタキシャル成長層 1 3 を成長させる。成長に際しては、周知の有機金属成長法を用い、バッファ層 1 4 には、キャリア濃度が約 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ の n 型ドーパントを含ませ、エピタキシャル成長層 1 3 には、キャリア濃度が約 $5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ ($1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 以下) の n 型ドーパントを含ませる。なお、エピタキシャル成長層 1 3 は、アンドープ層であってもよい。次に、有機洗浄を行ない、さらに、10% 塩酸にて 3 分間の洗浄を行なった後、G a N 基板 1 1 の裏面に、多層膜である T i / A l / T i / A u 膜 (厚さ $20 / 100 / 20 / 200 \text{ nm}$) を蒸着法によって堆積し、600℃、2 分間の合金化熱処理を行うことにより、G a N 基板 1 1 にオーミック接触する裏面電極 1 6 を形成する。

【 0 0 2 4 】

次に、図 2 B に示す工程で、有機洗浄を行ない、さらに、10% 塩酸にて 3 分間の洗浄を行なった後、エピタキシャル成長層 1 3 の上に、周知のリフトオフ法により、厚さ約 400 nm の蒸着による A u 膜からなるショットキー電極 1 5 を形成する。ショットキー電極 1 5 の平面形状は、上述のように、径が $200 \mu\text{m}$ の円形である。

【 0 0 2 5 】

次に、図 2 C に示す工程で、ショットキー電極 1 5 の上面および側面を覆うレジストマスク 2 0 を形成する。レジストマスク 2 0 は、ノボラック樹脂等のフォトリソレジスト樹脂からなり、ショットキー電極 1 5 よりも $2 \mu\text{m}$ 大きい径を有している。したがって、マスクのアライメント誤差を考慮しても、ショットキー電極 1 5 の全周において、レジストマスク 2 0 でショットキー電極 1 5 は、確実に覆われている。そして、ショットキー電極 1 5 のいずれかの部位においも、レジストマスク 2 0 とショットキー電極 1 5 の端部との距離 x は、 $2 \mu\text{m}$ 以下である。ただし、ショットキー電極 1 5 の少なくとも上面が覆われていればよい。エッチングマスクを構成する材料として、フォトリソレジスト樹脂以外に、S i N、S i O N、S i O₂、A u、P t、W、N i、T i 等を用いることができる。また、ショットキー電極自体を、エッチングマスクとして用いることもできる。その場合には、セルフアライメントにより、距離 x をゼロにすることができる。

【 0 0 2 6 】

そして、レジストマスク 2 0 を付けた状態で、平行平板型プラズマ装置 (R I E) を用い、エッチングガスとして、C l₂ および B C l₂ を流しながら、エピタキシャル成長層 1 3 をエッチングする。本例のエッチング条件は、電力密度が 0.004 W/mm^2 、チャンバ内圧力が $10 \text{ mTorr} \sim 200 \text{ mTorr}$ 、電極温度が $25 \sim 40$ ℃、ガス流量は、C l₂ が 40 sccm 、B C l₂ が 4 sccm である。ただし、以上の条件に限定されるものではない。

【0027】

なお、エッチングガスとして、 Cl_2 単体でもよく、 Cl_2 と Ar 、 Cl_2 と N_2 、 Cl_2 と BCl_2 、 N_2 、などを用いてもよい。これらのエッチングガスを用いることにより、エピタキシャル成長層 13 に与えるダメージを極力抑制することができる。なお、プラズマ発生装置は、 RIE タイプに限定されるものではなく、 ICP 等、他のタイプの装置を用いることも可能である。

【0028】

次に、図 2D に示す工程で、エピタキシャル成長層 13 を深さ $1\text{ }\mu\text{m}$ までエッチングした時点で、エッチングを終了して、アッシング等により、レジストマスク 20 を除去する。これにより、メサ部 13a の外形が形成される。そして、ショットキーバリアダイオードの製造工程を終了する。この状態で、メサ部 13a の上面端部 13b とショットキー電極 15 の端部 15a との距離 x は、ショットキー電極 15 の全周において、 $2\text{ }\mu\text{m}$ 以下となっている。

【0029】

(製法 1 - 2)

図 3A ~ 図 3E は、製法 1 - 2 に係るショットキーバリアダイオードの製造工程を示す断面図である。

まず、図 3A に示す工程で、製法 1 - 1 と同じ条件で、 GaN 基板 11 の上に、バッファ層 14 およびエピタキシャル成長層 13 を成長させる。ただし、裏面電極 16 は形成しない。

【0030】

次に、図 3B および図 3C に示す工程で、製法 1 - 1 と同じ条件で、 Au 膜または Ni/Au 膜からなるショットキー電極 15 を形成した後、ショットキー電極 15 の上面および側面を覆うレジストマスク 20 を形成する。

ただし、図 3C に示す距離 x は、少なくとも次のウェットエッチングによる除去量以上であることが好ましい。

【0031】

そして、レジストマスク 20 を付けた状態で、平行平板型プラズマ装置 (RIE) を用い、エピタキシャル成長層 13 をプラズマエッチングする。このとき、製法 1 - 1 と同じエッチングガスを同じ条件で、用いることができる。また、使用するプラズマ発生装置は、 RIE タイプに限定されるものではなく、 ICP 等、他のタイプのプラズマ発生装置を用いることも可能である。

【0032】

次に、図 3D に示す工程で、エピタキシャル成長層 13 を深さ $1\text{ }\mu\text{m}$ までエッチングした時点で、プラズマエッチングを終了して、アッシング等により、レジストマスク 20 を除去する。このプラズマエッチングにより、メサ部 13a の外形が形成される。

【0033】

その後、基板全体を、25% TMAH 水溶液 (水酸化テトラメチルアンモニウム水溶液) に浸漬し、温度 85 で、 GaN のウェットエッチングを行なう。この処理により、上記プラズマエッチングによって、エピタキシャル成長層 13 の表面部に生じたダメージ層を除去する。用いるプラズマ発生装置やプラズマエッチングの条件によって異なるが、メサ部 13a を含むエピタキシャル成長層 13a の表面部には、深さ数 nm ($1\text{ nm} \sim 20\text{ nm}$ 程度) に亘ってエッチングダメージ層が発生している。このウェットエッチング工程は、エッチングダメージ層が実質的に除去されるまで行われる。「実質的に除去される」とは、エッチングダメージ層が完全に除去されていなくても、後述するリーク電流に影響を及ぼさない程度まで除去されていればよいことを意味している。

【0034】

なお、図 3D に示す工程では、アッシング等により、レジストマスク 20 を除去する処理は、必ずしも必要でない。25% TMAH 水溶液によるウェットエッチングの時間によっては、レジストマスク 20 を除去することも可能だからである。

【 0 0 3 5 】

また、上記ウエットエッチングを行なうためのエッチング液は、TMAH水溶液に限られず、基板の材質（本実施形態では、GaN）に応じて適切なものを用いることができる。TMAH水溶液を用いる場合でも、その濃度は、25%に限られるものではなく、温度等の条件も含め、適宜選択することができる。

【 0 0 3 6 】

次に、図3Eに示す工程で、有機洗浄を行ない、さらに、10%塩酸にて3分間の洗浄を行なった後、GaN基板11の裏面に、多層膜であるTi/Al/Ti/Au膜（厚さ20/100/20/200nm）を蒸着法によって堆積し、450℃、2分間の合金化熱処理を行なうことにより、GaN基板11にオーミック接触する裏面電極16を形成する。このとき、ショットキー電極15と、エピタキシャル成長層13とのショットキー接触が保たれる温度、時間で、裏面電極16の合金化処理を行なう。

【 0 0 3 7 】

（製法2-1）

図4A～図4Cは、製法2-1に係るショットキーバリアダイオードの製造工程を示す断面図である。

まず、図4Aに示す工程で、エピタキシャル成長層を製法1-1と同様の条件で成長させた後、メサ部13aに、製法1-1と同様のレジストマスク20を形成し、レジストマスク20を付けた状態で、エピタキシャル成長層13をプラズマエッチングする。用いるプラズマ発生装置およびプラズマエッチング条件は、製法1-1と同じである。

【 0 0 3 8 】

次に、図4Bに示す工程で、レジストマスク20を除去した後、GaN基板11の裏面上に裏面電極16を形成する。裏面電極16の形成条件、材質、合金化処理条件は、製法1-1と同じである。

【 0 0 3 9 】

さらに、図4Cに示す工程で、レジストマスク20よりも径が2μm小さいショットキー電極15を形成する。形成方法は、製法1-1と同じである。

つまり、製法2-1では、処理手順のみを製法1-1と変えている。

以上の処理によって、メサ部13aの上面端部13bとショットキー電極15の端部15aとの距離xが2μm以下である、ショットキーバリアダイオードが形成される。

ただし、後述するデータに示されるように、製法2-1の製造工程を採用した場合も、メサ部13aの上面端部13bとショットキー電極15の端部15aとの距離xが所定値（この例では、2μm）以下にすることで、リーク電流を抑制することが可能である。

【 0 0 4 0 】

（製法2-2）

製法2-2においては、製法2-1における図4A～図4Cに示す処理と基本的に同じ処理を行なう。

ただし、製法2-2においては、図4Bに示す工程で、裏面電極16を形成する前に、製法1-2と同じ条件で、25%TMAH水溶液によるウエットエッチングを行なうことにより、プラズマエッチングによってエピタキシャル成長層13の表面部に生じたダメージ層を除去する。

【 0 0 4 1 】

なお、裏面電極16を形成してから、25%TMAH水溶液によるウエットエッチングを行なってもよい。その場合、GaN基板11の裏面に、裏面電極16を覆うように、エッチング保護膜を形成することが好ましい。エッチング保護膜としては、25%TMAH水溶液に対する耐性を有する絶縁膜、たとえばシリコン酸化膜やシリコン窒化膜を用いることができる。その後、上記絶縁膜をその材質に応じた周知のエッチング液によって除去してから、図4Cに示す工程を実施すればよい。

【 0 0 4 2 】

- ショットキーバリアダイオードの特性 -

図 5 A および図 5 B は、順に、製法 1 - 1 および製法 2 - 1 によるショットキーバリアダイオードのリーク電流特性の実測データを示す図である。図 5 A および図 5 B において、横軸は、メサ部 1 3 a の上面端部 1 3 b とショットキー電極 1 5 の端部 1 5 a との距離 x を表し、縦軸は、逆電圧 2 0 0 V を印加したときのリーク電流 (A) を表している。

【 0 0 4 3 】

図 5 A に示すように、製法 1 - 1 によって形成されたショットキーバリアダイオードの場合、距離 x が小さくなるほどリーク電流が低減される傾向が顕著に表れている。リーク電流は、降伏電圧 (ブレイクダウン電圧) を判断する閾値のパラメータとなっているので、リーク電流が小さいことは、耐圧が高いことを意味する。したがって、本発明のごとく、メサ部 1 3 の上面端部 1 3 b とショットキー電極 1 5 の端部 1 5 a との間の距離 x を所定値以下に制限することにより、ショットキーバリアダイオードの耐圧の向上を図ることができる。

【 0 0 4 4 】

特に、距離 x を $2 \mu\text{m}$ 以下に制限することにより、リーク電流が顕著に低減されているので、耐圧も大幅に向上することがわかる。

一方、特許文献 1 のように、自立 G a N 基板でなく、他基板 (たとえばサファイア基板) 上にエピタキシャル成長された半導体層を用いた場合は、転位等の欠陥を多く含んでいるために、メサ構造やショットキー電極の構造を改善しても、十分な特性の向上につながらない場合もあり得る。それに対し、自立の G a N 基板 (バルク基板) を用いることで、本発明の効果をより顕著に発揮することができる。

【 0 0 4 5 】

また、図 5 B に示すように、製法 2 - 1 によって形成されたショットキーバリアダイオードの場合にも、距離 x が小さくなるほどリーク電流が低減される傾向が表れている。したがって、製法 2 によって製造されたショットキーバリアダイオードも、製法 1 の場合と同様に耐圧の向上効果を発揮することができる。

【 0 0 4 6 】

図 6 は、製法 1 - 1、2 - 1 によって形成されたショットキーバリアダイオードのメサ段差 d に対する耐圧値の実測データを示す図である。同図に示すように、メサ段差 d が、0 のときに比べて、いずれも耐圧が向上し、大きいほど耐圧は、向上している。すなわち、プレーナ型のショットキーバリアダイオードに比べて、メサ型構造を採用することにより、耐圧が向上することがわかる。そして、メサ段差 d が $0.2 \mu\text{m}$ 以上の場合には、耐圧が 8 0 0 (V) 程度ないしそれ以上となっており、顕著な耐圧の向上が見られる。

【 0 0 4 7 】

ところで、製法 1 - 1、2 - 1 においては、メサ部 1 3 a を形成するためのプラズマエッチングを行なったときに、メサ部 1 3 a を含むエピタキシャル成長層 1 3 の表面部にプラズマエッチングによるダメージ層が残存している。このダメージ層中の欠陥準位により、リーク電流が発生しやすい状態となっている。しかも、本発明のように、メサ部 1 3 a の上面端部 1 3 b とショットキー電極 1 5 の端部 1 5 a との間の距離 x を所定値以下に制限した場合、ダメージ層によるリーク電流が発生しやすいことがわかっている。

そこで、ダメージ層を除去することにより、図 5 A および図 5 B に示すリーク電流を、さらに低減することが期待できる。

【 0 0 4 8 】

すなわち、上記製法 1 - 2、2 - 2 のように、プラズマエッチングによるダメージ層を除去するためのウエットエッチングを行なうことにより、さらに耐圧の高いショットキーバリアダイオードの提供を図ることができる。

また、メサ部 1 3 a を形成するためのプラズマエッチングは、エッチング能率を高くしようとすると、ダメージ層も深くなり、ダメージ深さを抑制しようとすると、プラズマエッチングを緩やかな条件で行なうために、エッチング能率が悪化する。したがって、プラズマエッチング後にウエットエッチングを導入することで、メサ部 1 3 a を形成するための能率を向上させることもできる。

【 0 0 4 9 】

上記実施の形態においては、半導体層としてGaN基板およびGaNエピタキシャル成長層を設けた例について説明したが、本発明のショットキーバリアダイオードは、SiC、Siに対しても適用することができる。

【 0 0 5 0 】

なお、上記実施の形態、特に製法2において、ショットキー電極15がメサ部13の上面からはみ出た構造となってもよい。

【 0 0 5 1 】

上記開示された本発明の実施の形態の構造は、あくまで例示であって、本発明の範囲は、これらの記載の範囲に限定されるものではない。本発明の範囲は、特許請求の範囲の記載によって示され、さらに特許請求の範囲の記載と均等の意味及び範囲内でのすべての変更を含むものである。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 5 2 】

本発明は、携帯電話などの電気機器に搭載される多心同軸ケーブルと他の配線板との配線間の電気接続を行うコネクタとして利用することができる。