

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4593115号
(P4593115)

(45) 発行日 平成22年12月8日(2010.12.8)

(24) 登録日 平成22年9月24日(2010.9.24)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 L 29/872 (2006.01)	HO 1 L 29/48 F
HO 1 L 29/47 (2006.01)	HO 1 L 29/48 P
HO 1 L 29/812 (2006.01)	HO 1 L 29/48 D
HO 1 L 21/338 (2006.01)	HO 1 L 29/80 B

請求項の数 13 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2003-575425 (P2003-575425)	(73) 特許権者	502124444
(86) (22) 出願日	平成15年3月12日(2003.3.12)		コミッサリア ア レネルジー アトミー
(65) 公表番号	特表2005-531127 (P2005-531127A)		ク エ オ ゼネルジ ザルタナティヴ
(43) 公表日	平成17年10月13日(2005.10.13)		フランス国 エフー75015 パリ,
(86) 国際出願番号	PCT/FR2003/000787		パテイマン 「ル ポナン デー」,
(87) 国際公開番号	W02003/077321		リュ ルブラン 25
(87) 国際公開日	平成15年9月18日(2003.9.18)	(73) 特許権者	501319601
審査請求日	平成18年2月17日(2006.2.17)		ソイテック
(31) 優先権主張番号	02/03165		フランス国 エフー38190 ベーニ,
(32) 優先日	平成14年3月14日(2002.3.14)		パル テクノロジーク・デ・フォンテーヌ
(33) 優先権主張国	フランス (FR)	(74) 代理人	100105647
前置審査			弁理士 小栗 昌平
		(74) 代理人	100105474
			弁理士 本多 弘徳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 SiCOI基板を備えたショットキーパワーダイオード、およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

絶縁体からなる埋め込み層(14)により固体基体(12)から絶縁されたシリコンカーバイド層(16)を有するSiCOI型の基板(10)を備えたパワージャンクションデバイスであって、

前記シリコンカーバイド層(16)の表面層との間に少なくとも1つのショットキーコンタクトを有し、アノードを構成する第1の金属層(40)と、前記シリコンカーバイド層を被覆する絶縁体の表面層とを備え、

前記第1の金属層(40)は、前記シリコンカーバイド層(16)を被覆し且つ該シリコンカーバイド層の前記側面(36)に隣接する絶縁体からなる表面層(24)の1つの側面(34)を少なくとも部分的に覆って伸長するとともに、前記シリコンカーバイド層(16)の側面(36)と接触し、

前記シリコンカーバイド層の前記側面(36)は、前記シリコンカーバイド層(16)層の主面に対して角() : 20° < < 80°)を形成するとともに、

前記絶縁体からなる表面層(24)の側面(34)は、前記絶縁体からなる表面層(24)の主面に対して角() : 20° < < 80°)を形成することを特徴とするパワージャンクションデバイス。

【請求項2】

請求項1に記載のパワージャンクションデバイスであって、

前記角()は、前記埋め込み絶縁層(14)と接触する前記シリコンカーバイド層(

16)の主面に対して測定され、45°であることを特徴とするパワージャンクションデバイス。

【請求項3】

請求項1に記載のパワージャンクションデバイスであって、
前記シリコンカーバイド層とオーミック接触し、カソードを形成する第2の金属層(30)を備えることを特徴とするパワージャンクションデバイス。

【請求項4】

請求項1に記載のパワージャンクションデバイスであって、
前記アノードを形成する前記第1の金属層(40)は、シリコンからなる前記固体基体まで延設されることを特徴とするパワージャンクションデバイス。

10

【請求項5】

請求項1に記載のパワージャンクションデバイスであって、
少なくとも1つのパワーダイオードと少なくとも1つのトランジスタとを備え、前記トランジスタは、前記シリコンカーバイド層に形成されたチャンネルを有することを特徴とするパワージャンクションデバイス。

【請求項6】

請求項1に記載のパワージャンクションデバイスであって、
直列又は並列に接続された複数のパワーダイオードを備えることを特徴とするパワージャンクションデバイス。

【請求項7】

20

請求項4に記載のパワージャンクションデバイスであって、
前記第1及び第2の金属層は、櫛状部をそれぞれ備え、前記第1及び第2の金属層の前記櫛状部が互いにかみ合うことを特徴とするパワージャンクションデバイス。

【請求項8】

絶縁体の埋め込み層(14)によりシリコンからなる固体基体(12)から絶縁されたシリコンカーバイド層(16)を有するSiCOI基板の上に、パワージャンクションデバイスを製造するパワージャンクションデバイスの製造方法であって、

a)前記シリコンカーバイド層の前記埋め込み絶縁層とは反対側の一表面にオーミック接触点を形成し、

b)オーミック接触点の形成に先立ち、前記シリコンカーバイド層上に絶縁体からなる表面層(24)を形成するとともに、前記シリコンカーバイド層の前記側面(36)は、前記シリコンカーバイド層の主面に対して角(: 20° < < 80°)を形成し、かつ

30

前記絶縁体からなる表面層(24)の側面(34)が、前記シリコンカーバイド層の前記側面(36)に隣接し、前記絶縁体からなる表面層(24)の主面に対して角(: 20° < < 80°)を形成するように、

前記オーミック接触の領域の外側で、前記絶縁体からなる表面層(24)およびシリコンカーバイド層を局所的にエッチングし、

c)次いで、前記絶縁体からなる表面層の側面および前記シリコンカーバイド層の側面を被覆する金属層(40)を堆積することにより、前記縦方向側面上にショットキー接触部を形成する、

40

ステップを含むことを特徴とするパワージャンクションデバイスの製造方法。

【請求項9】

請求項8に記載のパワージャンクションデバイスの製造方法であって、
前記局所的なエッチングは、前記縦方向側面に傾斜を付与するように、リソグラフィ・マスクと、前記リソグラフィ・マスクに対する特定の選択性を有するリソグラフィ剤とを用いてエッチングするようにしたことを特徴とするパワージャンクションデバイスの製造方法。

【請求項10】

請求項9に記載のパワージャンクションデバイスの製造方法であって、
前記絶縁層の表面層(24)は、前記ステップb)でリソグラフィ・マスクとして用い

50

られることを特徴とするパワージャンクションデバイスの製造方法。

【請求項 1 1】

請求項 9 に記載のパワージャンクションデバイスの製造方法であって、

前記ショットキー接触部は、金属層 (4 0) と前記シリコンカーバイド層 (1 6) との間に形成され、前記金属層 (4 0) は、前記絶縁体からなる表面層 (2 4) を部分的に覆って延設されていることを特徴とするパワージャンクションデバイスの製造方法。

【請求項 1 2】

請求項 7 に記載のパワージャンクションデバイスの製造方法であって、

前記ショットキー接触部は、金属層 (4 0) と前記シリコンカーバイド層 (1 6) との間に形成され、前記金属層 (4 0) は、前記埋め込み絶縁層 (1 4) に予め設けた開口部を通して前記固体基体 (1 2) まで延設されていることを特徴とするパワージャンクションデバイスの製造方法。

10

【請求項 1 3】

請求項 7 に記載のパワージャンクションデバイスの製造方法であって、

オーミック接触点を形成する前記ステップは、前記シリコンカーバイド層にドープ領域 (2 0) を形成し、その後、金属層 (3 0) と前記ドープ領域 (2 0) の周辺との間に重なり部分 (d) を設けることにより、前記金属層 (3 0) を前記ドープ領域の中央部に接触させて堆積することを特徴とするパワージャンクションデバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【 0 0 0 1】

本発明は、パワージャンクションデバイス、およびその製造方法に関する。

【 0 0 0 2】

ここで、パワージャンクション (電力接合) とは、1 アンペア又は数アンペアのオーダーの高電流が通過可能であり、且つ数百ボルトの逆電圧を受けられる接合を意味する。特に、本発明は、2 0 0 ボルト ~ 1 5 0 0 ボルトの範囲の電圧で稼動可能であるダイオードを製造することを目的とする。

【 0 0 0 3】

本発明は、パワーエレクトロニクス分野、特に、集積化パワーエレクトロニクス分野での応用を見出すものである。

30

【背景技術】

【 0 0 0 4】

現在、数多くのパワーエレクトロニクスデバイスが 2 0 0 ボルト ~ 1 5 0 0 ボルトの電圧範囲で稼動し、バイポーラ・シリコンダイオードを用いている。しかしながら、シリコンダイオードの主な欠点は、相当なスイッチング損失があることである。このような損失は、少数キャリアの使用に基づいた、かかるバイポーラダイオードの物理的動作原理によるものである。

【 0 0 0 5】

同様な応用例では、シリコンカーバイド (S i C) を用いてショットキー型ダイオードが作製可能となされている。これらのダイオードは、シリコンから作られたものと匹敵する静電性能を有する。さらに、シリコンカーバイド系のショットキーダイオードは、切換損失がない。この利点は、少数キャリアが存在しないことに由来している。このため、3 0 0 ボルト ~ 1 5 0 0 ボルトのオーダーの動作電圧を有するシリコンカーバイド・ダイオードがある。

40

【 0 0 0 6】

しかしながら、シリコンカーバイドを利用してこの材料に基づいてダイオードを開発することは、シリコンカーバイドが非常に高価であるため、未だ敬遠されている。シリコンカーバイド基板のコストは、この基板上に形成した構成部品コストの半分に及ぶ可能性があることが推定されている。

【 0 0 0 7】

50

さらに、シリコンカーバイド基板は、通常、限られた直径のウェーハの形態でしか入手できない。この直径は、一般に2ないし3インチ（約5.1ないし7.6cm）である。かかる小さな直径のシリコンカーバイド基板は、シリコン技術に特有の装置や製造ラインと両立し得ない。事実、シリコンウェーハは、より大径で入手可能である。このため、特別な装置を用いる必要からシリコンカーバイド系構成部品の値段が更に高騰することになる。

【0008】

また、装置の集積化を考慮する限り、関連する先行技術には、特許文献1及び特許文献2により示されたものがある。これらは、SOI型の基板上に切換装置を製造する方法を示しており、本発明の目標とする応用例において許容される集積化及び電力基準を満足するものではない。

10

【0009】

【特許文献1】米国特許第6229179号

【特許文献2】米国特許第6127703号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明の目的は、背景技術の項目の説明に関連して上述した限界を有しない、パワージャクションデバイス、及びその製造方法を提供することである。

【0011】

20

特に、シリコン基板の製造工程に適応した従来の製造ライン上で製造することが可能なこの種の装置を提供することを目的とする。

【0012】

さらに、高価でない装置及び製造方法を提供することを目的とする。

【0013】

最後に、200ボルト～1500ボルトの範囲の逆耐電圧で且つ1A～10Aの順電流の下で動作可能な信頼性の高い装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

これらの目的を実現するために、本発明は、より正確には、次のようなパワージャクションデバイスに関する。すなわち、絶縁体の埋め込み層により固体基体から絶縁されたシリコンカーバイドの層を有するSiCOI基板を備え、アノードを構成する第1の金属層とシリコンカーバイドの表面層との間に少なくとも1つのショットキー接触部を有するものである。

30

【0015】

本発明の観点からいえば、パワージャクションデバイスを、パワーダイオードとして使用することができる接合部を備える装置として解釈する。しかしながら、本装置は、必ずしもダイオードに限定される必要はない。また、本装置は、1つ以上のスイッチと、可能であれば、同一の基板に一体化された関連する制御手段とを備えても良い。

【0016】

40

本発明により、特に、SiCOI基板を用いることにより、パワージャクションデバイスを製造するコストを実質的に削減することができる。この理由の1つには、SiCOI基板が固体シリコンカーバイド基板よりも高価でないことがある。さらに、SiCOI基板としては、シリコンウェーハ工程に特有の器具に両立する直径を有するものが入手可能である。

【0017】

本発明の一特徴によれば、この装置は、ショットキー接合を形成する金属層がシリコンカーバイド層の1つの側面と接触し、その側面がこの層の主面に対し外角を形成するように構成するものである。すなわち、本発明のパワージャクションデバイスは、絶縁体からなる埋め込み層(14)により固体基体(12)から絶縁されたシリコンカーバイドの

50

層(16)を有するSiCOI型の基板(10)を備え、シリコンカーバイドからなる表面層(16)との間に少なくとも1つのショットキーコンタクトを有し、アノードを構成する第1の金属層(40)と、前記シリコンカーバイド層を被覆する絶縁体の表面層(24)を備え、前記第1の金属層(40)は、前記シリコンカーバイド層(16)を被覆し且つ該シリコンカーバイド層の前記側面(36)に隣接する絶縁体の表面層(24)の1つの側面(34)を少なくとも部分的に覆って伸長するとともに、前記シリコンカーバイド層(16)の側面(36)と接触し、前記側面は、前記シリコンカーバイド層(16)の主面に対して角()を形成するとともに、前記絶縁体からなる表面層(24)の側面(34)が、前記絶縁体からなる表面層(24)の主面に対して角(: 20° < < 80°)を形成することを特徴とする。

10

【0018】

シリコンカーバイド層の側面により形成される角度によれば、第1の金属層と半導体SiC層との間の接触を最適化することができる。この角度はまた、逆耐電圧に影響を及ぼす。さらに、この層に平行なシリコンカーバイド層の電気伝導により、結晶質の欠陥による脆弱化の危険性をかなり減らすことができる。これらの脆弱化、例えば、微小空洞は、実際、層に対して横方向に伝導性に主に影響する。

【0019】

特に実施形態では、シリコンカーバイド層の主面に対して、埋め込み絶縁層と接触させて測定した角度は、20°~80°の間の値、好ましくは45°に近い値であると良い。

【0020】

本発明の他の特徴によれば、本装置は、シリコンカーバイド層を被覆する絶縁体の表面層を有しても良い。この場合、アノードを形成する第1の金属層は、シリコンカーバイド層の側面と隣接する絶縁体の表面層の1つの側面を少なくとも部分的に覆って延設されている。また、絶縁層は、有利なことに、シリコンカーバイド層の側面に隣接すると、ショットキー接触周りの電界減少により保護を構成するのに良好な相手先となりうる。また、絶縁層は、この目的のために、シリコンカーバイド層の側面により形成された傾斜に隣接する、またはそれと一致するように調整された傾斜を持つことができる。

20

【0021】

この特性によって、本装置の耐電圧を増加することができる。

【0022】

上述したように、本装置は、複数のダイオード、またはダイオードと他の構成部品との組み合わせを備えることができる。特に、本装置は、少なくとも1つのパワーダイオードと、少なくとも1つのトランジスタとを備え、トランジスタがシリコンカーバイド層に形成されたチャンネルを有するように構成されても良い。

30

【0023】

本装置の1つの特徴によれば、アノード形成金属層、言い換えれば、シリコンカーバイド層とショットキー接触する金属層は、シリコン中の基板の固体部分まで延設している。このため、基板の固体部分は、アノード用の“裏面”接触点を提供するのに用いることができる。事実、基板のシリコンカーバイド層を支持する表面とは反対側の一面は、アノード接触点を形成し且つ本装置の包装を容易にするため、金属を被覆しても良い。

40

【0024】

加えて、接合アノードを基板に接続することで、逆耐電圧を増加することができる。

【0025】

本発明の1つの特徴によれば、本装置は、第1のアノード金属層と、加えてシリコンカーバイド層とオーミック接触する第2のカソード金属層とを備えても良い。これら第1及び第2の金属層は、櫛状形成部をそれぞれ備え、第1及び第2の金属層の櫛状形成部が互いにかみ合う。

【0026】

このように、互いにかみ合う櫛の形態をなす金属層の部分構造によれば、より高強度な順方向電流を得ることができる。

50

【0027】

また、本発明は、上述したSiCOI基板上にコンタクトを形成する方法に関するもので、以下の工程を有する。

a) 前記シリコンカーバイド層の前記埋め込み絶縁層とは反対側の一表面にオーミック接触点を形成し、

b) オーミック接触点の形成に先立ち、前記シリコンカーバイド層上に絶縁体からなる表面層(24)を形成するとともに、前記シリコンカーバイド層の前記側面(36)は、前記シリコンカーバイド層の主面に対して角($20^\circ < \theta < 80^\circ$)を形成し、かつ前記絶縁体からなる表面層(24)の側面(34)が、前記シリコンカーバイド層の前記側面(36)に隣接し、前記絶縁体からなる表面層(24)の主面に対して角($20^\circ < \theta < 80^\circ$)を形成するように、

前記オーミック接触の領域の外側で、前記絶縁体からなる表面層(24)およびシリコンカーバイド層を局所的にエッチングし、

c) 次いで、前記絶縁体からなる表面層の側面および前記シリコンカーバイド層の側面を被覆する金属層(40)を堆積することにより、前記縦方向側面上にショットキー接触部を形成するステップを含むことを特徴とするパワージャンクションデバイスの製造方法。

【0028】

ここで、工程a)とb)の順番は、逆にすることも可能である。

【0029】

本製造方法の工程b)で行われる局所的なエッチングは、縦方向側面に傾斜を付与するため、リソグラフィ・マスクと、リソグラフィ・マスクに対する限られた選択性を有するリソグラフィ剤とを用いるエッチングであることが好ましい。

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

本発明の他の特徴及び効果は、添付図面を参照しながら下記の説明から明らかになるであろう。なお、この説明は、単に例示にすぎず、なんら技術範囲を限定するものではない。

【0031】

以下の説明では、複数図面を相互に参照しやすくするため、異なる図面中の同一、類似、又は等価な部材については、同じ参照符号を付して特定するものとする。さらに、図面を明確にするために、全ての部材は、一定の縮尺で表さないものとする。最後に、本説明では、図面中に特定数の数値やパラメータが示してある。しかし、これらの数値やパラメータは、本発明を実施する上で必須なものではなく、実施する上で特に好ましい状態を単に示しているにすぎないものである。

【0032】

図1は、SiCOI(silicon carbide on insulant:絶縁体上のシリコンカーバイド)基板10を示している。この基板は、特に、“Smart Cut”と示される既知な切断技術を実行することにより製造することができる。図示された実施例では、この基板は、機械的な基体を構成するシリコンからなる厚い層12を含む。この層は、酸化シリコンからなる埋め込み絶縁層14、及び単結晶のシリコンカーバイドからなる表面層16により、この順で被覆される。シリコンは、他の材料で置き換えても良く、絶縁層の場合も同様である。後者としては、例えば、 Si_3N_4 が挙げられる。

【0033】

特に、ここで示す実施例では、シリコンからなる層12は、厚さ $100\mu m \sim 500\mu m$ であり、n型不純物がドーピングされている。ドーピングは、特に、基板を背面コンタクトとして用いる予定である場合、電流が流れるのに十分となるように選択される。この点については、更に後述する。

【0034】

10

20

30

40

50

酸化シリコンの埋め込み層の機能は、本装置の異なる活性部分間の電気絶縁をとることがその1つである。その層の厚さは、逆耐電圧条件の関数として調整される。例えば、 $1\ \mu\text{m}$ の厚さで約200ボルトの電圧に耐えうるとすれば、その厚さは、 $1\ \mu\text{m} \sim 5\ \mu\text{m}$ となる。

【0035】

単結晶SiCの表面層は、 $0.1\ \mu\text{m} \sim 3\ \mu\text{m}$ の厚さである。この層は、不純物濃度を $10^{15}\ \text{cm}^{-3} \sim 5 \cdot 10^{17}\ \text{cm}^{-3}$ のオーダーで、p型、又はn型不純物がドーブされている。

【0036】

図2は、オーミック接触の製造での第1の段階を示している。この段階は、シリコンカーバイド層中にドーブ領域20を形成する工程を含む。ドーブ領域は、シリコンカーバイド層16と同じタイプの電気伝導度を有するが、より高濃度の不純物を含む。例えば、窒素注入を用いるとn+型ドーブとなり、続いて金属の堆積を伴って良好なオーミック接触を形成することができる。ドーブ領域の横方向の拡張は、酸化シリコンの注入マスク22により決定され、通常のリソグラフィ技術により形成されている。ドーブ領域の深さ方向の拡張は、 $100\ \text{nm} \sim 200\ \text{nm}$ のオーダーである。それは、注入エネルギーにより決定される。

10

【0037】

そして、ドーブ種の活性化を意図として注入アニールを行った後、注入マスク22を取り除く。

20

【0038】

次の段階では、図2に示すように、シリコンカーバイド層16の表面に、酸化シリコン、窒化シリコンなどの誘電体材料の絶縁体からなる層24を堆積する工程を含む。この層の堆積は、良好な誘電特性を付与するため、優先的に高温下で行う。例えば、化学気相成長法(CVD)により $3\ \mu\text{m}$ 厚の酸化シリコン層を得ることができる。

【0039】

絶縁体層24は、孔26を設け且つシリコンカーバイド層のドーブ領域20の一部を露出するように、エッチングにより形付けられる。リソグラフィ剤は、孔径を正確に制御するために、優先的に CH_3 や SF_5 のフッ素化プラズマ材料である。さらに、これらは、点線及び破線により外形を示したマスクにより設定される。

30

【0040】

図中から分かるように、孔26は、ドーブ領域の下方にある範囲を有しており、しかも、このドーブ領域の中央部と一致する。これにより、ドーブ領域の境界部分を設けることができ、この境界部分が絶縁体層24により被覆される。境界部分は、dで示された拡張部分とともに、後述するカソード端子の金属層とドーブ領域の縁部との間の距離を設定している。この手段により、カソード電界を減少させ、そのため装置の耐電圧を増加させることができる。

【0041】

図4に、カソード端子の形成を示す。基板上には、ドーブ領域20と接触しオーミック接触を形成するように、W, Ni, Tiなどの金属からなる層30を堆積する。ここで示した実施例では、厚さ $50\ \text{nm} \sim 500\ \text{nm}$ のタングステンからなる層をカソードスパッタリングにより堆積する。その後、これを、図示しないマスクに従って、カソード端子の形状を決めるように、ウェット工程又はプラズマによりエッチングする。そして、材料によって $900 \sim 1300$ のオーダーの温度で加熱処理を2分間施し、オーミック接触をアニール処理するようにする。なお、この処理は、マスクを除去した後で行う。

40

【0042】

次に、アノード端子の形成に関して説明する。この処理の第1の段階は、図5に示すように、シリコンカーバイド層16の新たな別の一部を露出するように、絶縁体層24をエッチングする工程を含む。このエッチングの際中、絶縁層24の一部は、破線で示したマスクにより保護され維持されている。エッチングパラメータ、特に、エッチング選択性は

50

、好ましくは、絶縁体層の主面の平面に対して $20^{\circ} \sim 80^{\circ}$ の角度の傾斜を有するエッチング側面34を絶縁体層24に付与するように調整される。

【0043】

次いで、リソグラフィ・マスクを取り外す。

【0044】

絶縁体層24のエッチングの後、シリコンカーバイドの下層にもまた、エッチング処理を施しても良い。このエッチングは、図6に示すように、絶縁体層の残留部分をリソグラフィ・マスクとして用いて行う。

【0045】

ここで、絶縁体層24に対する選択性を制御するために、再度、エッチングパラメータを調整し、これにより、また主面に対してある角度を形成するシリコンカーバイド層16の縦方向側面36が表に出る。こので示された角度は、好ましくは、 $20^{\circ} \sim 80^{\circ}$ であり、例えば、 45° であると良い。エッチングは、絶縁体層に対する選択性を改良するために多少の酸素が混入された SF_6 などのフッ素化プラズマ材料を用いて行う。多少顕著な選択性を持たせれば、より急勾配な又はより勾配の少ない傾斜を縦方向側面36に形成することができる。このとき、エッチングは、埋め込み絶縁体層14上にバリアーを覆って行う。なお、簡略化のため、角度は、このエッチング際中で変更されないものとする。

10

【0046】

このように、絶縁層24及びシリコンカーバイド層14の縦方向側面34及び36に傾斜及びを設けることで、シリコンカーバイド層上に金属のショットキー接合を容易に形成することができる。また、これらの傾斜は、装置のスペース要件及び電気特性に影響する。

20

【0047】

ここで、穏やかな傾斜、言い換えれば小さい角度であれば、シリコンカーバイド層16上に形成された接合表面を増加することができ、その結果、接合の耐電圧を増加することができる。しかしながら、穏やかな傾斜は、基板表面上の構成部品のスペース要求を厳しくしてしまう。逆に、鋭角な傾斜であれば、技術的に困難であるという点を犠牲にするがスペースの節約が可能となる。

【0048】

図7は、ショットキー接合の形成を示している。金属層、好ましくは、チタン又はニッケルを含む接合層40を、特に、シリコンカーバイド層16の縦方向側面36を被覆するように、基板上に堆積する。その金属層は、厚さが $50\text{nm} \sim 300\text{nm}$ のオーダーであり、露出面全体に対してスパッタリング又は蒸着により堆積され、その後、図示しないマスクに従ってエッチングにより形付けられる。

30

【0049】

接合層は、数層の副層で形成されていても良い。特に実施例では、接合層は、Ti金属層、TiN中間層、及びAl表面層からこの順で構成することができる。これらの層については、明確なため、図中では詳細を示さないものとする。

【0050】

Ti金属層は、それ自身でシリコンカーバイド層との接合を形成する。Al層の機能は、金属化の抵抗を下げ、またこれによって許容可能な直列電流密度を増やすことである。さらに、アルミニウムは、装置をハウジング内に載置する際に、アルミニウムにも外部接続線を溶接することを容易にする。上述した層は、図7に示すように、カソード端子を形成する第1の金属層30を被覆することもできる。図中では、接合層40がカソード端子のオーミック接触層30を正に被覆しているが、カソード端子周りにはみ出しても良いし、より簡単な構成には、カソード端子の層30を被覆していなくても良い。

40

【0051】

接合層40は、異なる機能の幾つかの部分を持つ。第1の部分41は、シリコンカーバイド層16に接触している。上述したように、この部分は、ショットキー接合機能を発

50

揮する。

【 0 0 5 2 】

第 2 の部分 4 2 は、絶縁体からなる表面層 2 4 を部分的に被覆し、特にこの層の横表面 3 4 を被覆する。この第 2 の部分は、フィールドプレートの機能を有する。言い換えれば、その目的は、強電界臨界領域をショットキー接合の縁から絶縁体の表面層 2 4 の厚部へと移動させることである。前述したように、シリコンカーバイド層 1 6 は、絶縁体の表面層 2 4 をリソグラフィ・マスクとして利用することによりエッチングされる。したがって、これら層の横表面は、自己整合される。

【 0 0 5 3 】

参照番号 4 3 で示す接合層の第 3 の部分は、シリコンカーバイド層 1 6 のエッチング際中に露出した埋め込み絶縁層 1 4 の一部の上に載っている。また、前述したように、この埋め込み層は、エッチングバリアーとして用いられる。第 3 の部分 4 3 は、構成部品を外部と接続するのに良好な相手先となる。

【 0 0 5 4 】

層 1 6 及び 2 4 の縦方向側面 3 4 及び 3 6 により形成された角 及び がそれほど急勾配でない場合、接合層 4 0 により均一な塗膜を得ることができる。

【 0 0 5 5 】

図 8 は、本装置のパッシベーションを含む最終段階を示している。ポリイミドなどの材料、又は他の絶縁材料のパッシベーション層 5 0 は、前述した部分を覆うように本装置に堆積される。この層は、例えば、水平旋回器により、 $2\ \mu\text{m} \sim 20\ \mu\text{m}$ のオーダーの厚さで堆積することができる。またこれにより、構成部品の表面を平坦にすることができる。軸 5 2 及び軸 5 4 は、アノード及びカソードにアクセスするものであり、アルミニウム線によりハウジングに接続可能となるようにこの層に設けることができる。

【 0 0 5 6 】

図 8 に係る装置では、アノード及びカソードの接触点は、パッシベーション層 5 0 を支持する表面の場合、同一表面上となる。便宜上、この表面を“前面”と称する。また、シリコン厚層 1 2 により形成される反対側の表面を“裏面”と称する。

【 0 0 5 7 】

以下、裏面にアノード接触点を有する装置の変形例について、次の図面を参照して説明する。

【 0 0 5 8 】

図 9 は、図 6 及び図 7 に示す段階の間に生じるエッチング段階を示している。この段階では、シリコンの厚層にアクセスする開口部 6 0 が埋め込み絶縁層 1 4 を通してエッチングされる。ウェット工程又はプラズマにより得られた開口部は、シリコンカーバイド層 1 6 のエッチング中に予め露出した埋め込み絶縁層 1 4 の一部に局在化する。この開口部の位置は、点線及び破線として外形を図示したマスクにより設定される。

【 0 0 5 9 】

図 1 0 は、続けて形成された金属接合層 4 0 が一部 4 4 を有し、この一部がシリコン層 1 2 とオーミック接触するように、アクセス用の開口部 6 0 に延びている様子を示している。図 9 及び図 1 0 から明らかなように、エッチングはまた、緩やかな傾斜の逃げ面を得るように埋め込み絶縁層 1 4 にも施される。傾斜は、例えば、 $30^\circ \sim 70^\circ$ である。これにより、金属接合層 4 0 の良好な連続性が得られる。

【 0 0 6 0 】

図 1 1 は、構成部品を調整する最終段階を示している。パッシベーション層 5 0 が前面を覆い、カソード端子用のアクセス軸 5 2 が設けられている。

【 0 0 6 1 】

構成部品の裏面には、シリコン層 1 2 を覆う金属化層 6 0 が設けられていることにも留意されたい。これは、例えば、Ti 層、Ni 層、そして Au 層の順番でこれらからなる 3 重層である。かかる構造によれば、優れた接触点を設けることができ、以後ハウジングに装置を接着するのを容易とする。なお、図 8 を参照して説明した開口部 5 4 は、意味がな

10

20

30

40

50

くなる。上述の製造工程では、第1及び第2の金属層は、特に、一般的にはオーミック接触層及び接合層は、これら層上に特定の設計を施すように形付けることができる。なお、これは、特に、図4、図7及び図10に示した段階中で行うことができる。

【0062】

図12は、これら層の特定の構造を示している。アノード形成接合層40と第1のカソード形成金属層30は、中間領域66に亘って延設されており、この領域でこれらの層が互いにかみ合った櫛構造をなしている。かかる構造によれば、分極状態の順方向電流を増加することができる。

【0063】

以上で示した製造方法に係るダイオードの製造によれば、異なる構成部品間の絶縁を自動的に得ることができる。実例として、図13は、同一基板10上に形成された2つのダイオードの断面図を示している。第1のダイオードは、全体を図示したが、参照記号1aで識別されるものであり、第2のダイオードは、その半分だけを図示したが、参照番号1bで識別されるものである。また、2つのダイオードのアノード端子及びカソード端子を識別するために、金属層の参照番号30及び40の後に、ダイオード1a及び1bに対応する文字a及びbを付与する。なお、これら層の対象に対しては、既に記載した説明を参照すると良い。2つのダイオード間の中間領域70では、パッシベーション層50が埋め込み絶縁層14と直接接触している。これは、シリコンカーバイド層を埋め込み絶縁層上にバリアーを設けた状態でエッチングしたことにより生じる。このようにして、領域70は、構成部品間に完全な電氣的絶縁をもたらす。また、接合層40a及び40b、又は金属コンタクト層30a及び30bの調整工程中は、構成部品間のあらゆる接続を得ることができる。実際、これらの層は、同一基板上に形成された構成部品の全てについて付随するように各々エッチングされる。このため、1つ以上のダイオードを直列又は並列に接続することができる。

【0064】

本発明に係る装置は、ダイオードとは離れて、特に電界効果トランジスタなどの他の構成部品を備えても良い。このことは、かかるトランジスタを同一基板上に一体化する可能性を表している図14に示されている。トランジスタは、参照番号80、82、及び84のそれぞれにより識別されるゲート、ソース、及びドレインの各端子を備える。ソース82及びドレイン84の製造方法は、ダイオードのオーミック接触端子の製造方法と同じである。言い換えれば、金属コンタクト層30がシリコンカーバイド層16のドープ領域20に接触する。このため、前述の説明をまた参照することができる。まず、絶縁体の表面層24に開口部を形成し、その後、その中に金属コンタクト層30を堆積することにより、ゲートが得られる。特に、用いた工程がショットキーダイオード用として前述したものである場合、言い換えれば、MESFETトランジスタとショットキーダイオードの両方を得ることを希望する場合、開口部は、フレア側面を伴って形成することができる。しかしながら、フレア側面は、トランジスタの動作には必ずしも必要ではない。絶縁体層24に形成されたゲートの開口部は、バリアーを用いてエッチングすることによりシリコンカーバイド層上に設ける。このようなゲート80を形成するように形付けられた層部30は、シリコンカーバイド層の主面上にあるが、その縦方向側面の1つにはない。ゲートは、ショットキー接合を形成する。ここで、シリコンカーバイド層16は、トランジスタのチャネルを構成する。

【図面の簡単な説明】

【0065】

【図1】本発明に係る装置を製造するのに用いることができるSiCOI基板の部分断面図である。

【図2】本発明に係る装置のカソードを製造する工程を示す、図1で示した基板の部分断面図である。

【図3】本発明に係る装置のカソードを製造する工程を示す、図1で示した基板の部分断面図である。

10

20

30

40

50

【図 4】本発明に係る装置のカソードを製造する工程を示す、図 1 で示した基板の部分断面図である。

【図 5】本発明に係る装置のアノードを製造する工程を示す、図 4 で示した装置の部分断面図である。

【図 6】本発明に係る装置のアノードを製造する工程を示す、図 4 で示した装置の部分断面図である。

【図 7】本発明に係る装置のアノードを製造する工程を示す、図 4 で示した装置の部分断面図である。

【図 8】調整工程を示す、図 7 で示した基板の部分断面図である。

【図 9】図 5 ~ 図 8 に示す工程の変形として、本発明に係る装置のアノードを製造する工程を示す、図 4 で示した装置の部分断面図である。

10

【図 10】図 5 ~ 図 8 に示す工程の変形として、本発明に係る装置のアノードを製造する工程を示す、図 4 で示した装置の部分断面図である。

【図 11】図 5 ~ 図 8 に示す工程の変形として、本発明に係る装置のアノードを製造する工程を示す、図 4 で示した装置の部分断面図である。

【図 12】本発明の装置の主たる表面を示す図である。

【図 13】本発明に係る装置の部分断面図であり、係る装置の実施形態について異なる特徴を示す部分断面図である。

【図 14】本発明に係る装置の部分断面図であり、係る装置の実施形態について、異なる特徴を示す部分断面図である。

20

【符号の説明】

【 0 0 6 6 】

1 0 基板

1 2 固体キャリア

1 4 埋め込み層

1 6 シリコンカーバイド層

2 0 ドープ領域

2 4 表面層

3 0 , 4 0 金属層

3 4 , 3 6 逃げ面

30

【図 1】

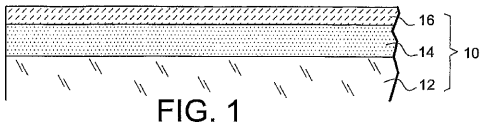


FIG. 1

【図 2】

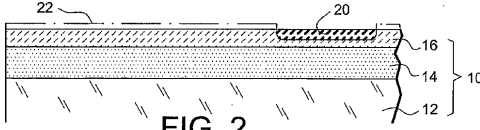


FIG. 2

【図 3】

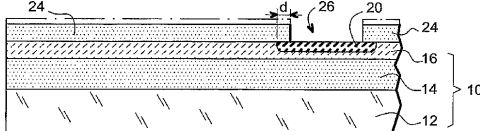


FIG. 3

【図 4】

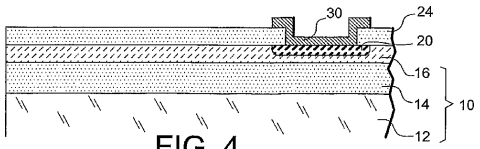


FIG. 4

【図 5】

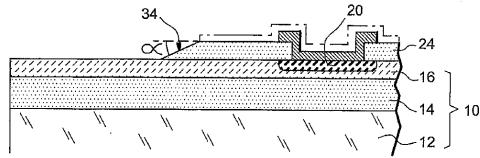


FIG. 5

【図 6】

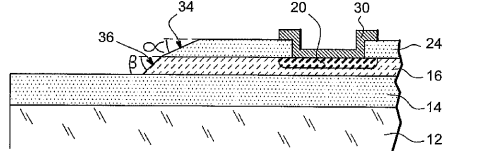


FIG. 6

【図 7】

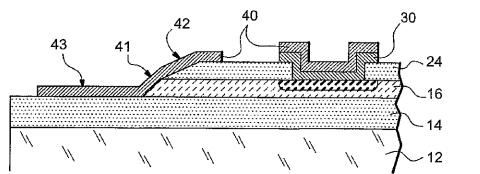


FIG. 7

【図 8】

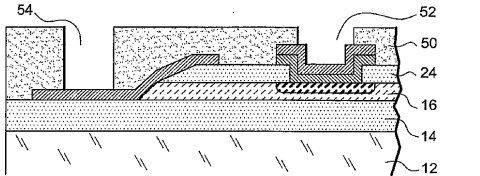


FIG. 8

【図 11】

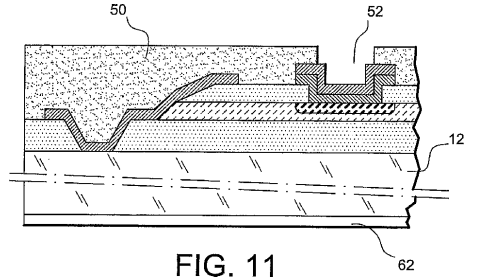


FIG. 11

【図 9】

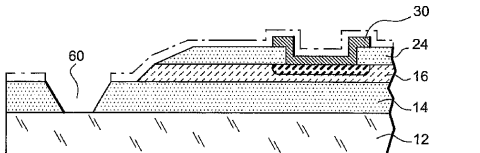


FIG. 9

【図 10】

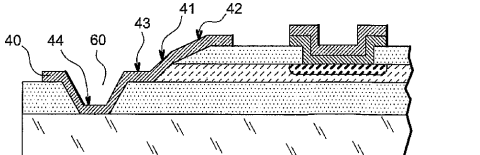


FIG. 10

【図 12】

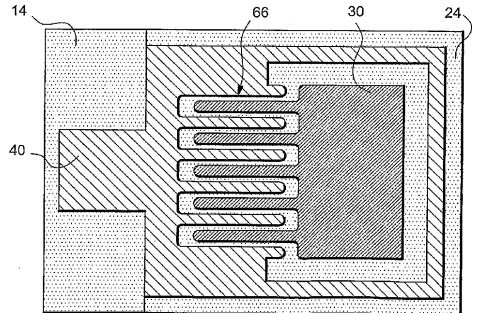


FIG. 12

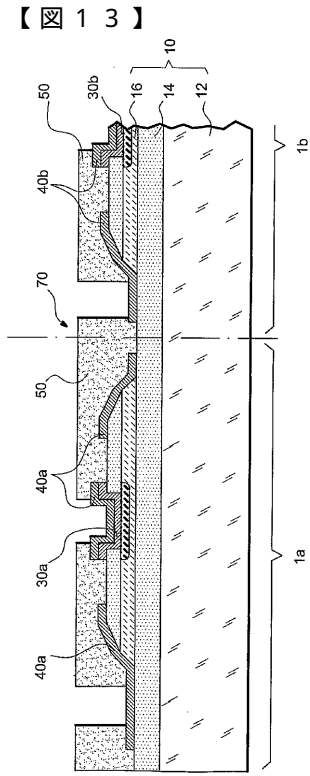


FIG. 13

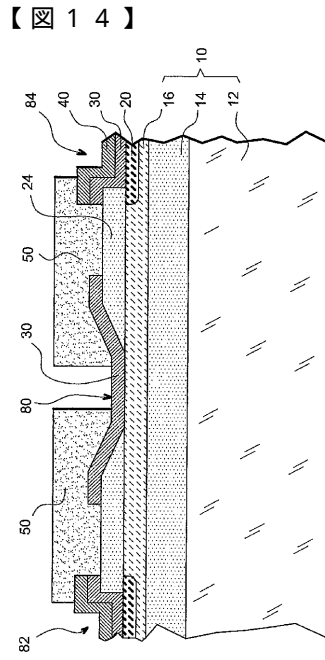


FIG. 14

フロントページの続き

(74)代理人 100108589

弁理士 市川 利光

(72)発明者 テムプリエル, フランセス

フランス国 エフ - 3 8 5 0 0 ボアロン, アレ ド テラス ド クリエール, 1 0

(72)発明者 バイロン, シエリー

フランス国 エフ - 3 8 5 0 0 ケーブレビー, ルエ ド パーク ド ラ スレ, 2 9 2

(72)発明者 ダニエル, ニコラス

フランス国 エフ - 6 9 0 0 3 リヨン, ルエ ル ロイエル, 3

審査官 長谷山 健

(56)参考文献 特開昭51-009383(JP, A)

実開昭56-040677(JP, U)

米国特許出願公開第2001/0054715(US, A1)

特表2002-502119(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 29/47

H01L 21/338

H01L 29/812

H01L 29/872