

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3787366号
(P3787366)

(45) 発行日 平成18年6月21日(2006.6.21)

(24) 登録日 平成18年3月31日(2006.3.31)

(51) Int. Cl.

H01L 21/52 (2006.01)

F I

H01L 21/52

請求項の数 5 (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願平11-511534	(73) 特許権者	390039413
(86) (22) 出願日	平成10年7月31日(1998.7.31)		シーメンス アクチエンゲゼルシャフト
(65) 公表番号	特表2001-502121(P2001-502121A)		Siemens Aktiengesellschaft
(43) 公表日	平成13年2月13日(2001.2.13)		ドイツ連邦共和国 D-80333 ミュンヘン ヴィッテルスバッハープラッツ 2
(86) 国際出願番号	PCT/DE1998/002199		Wittelsbacherplatz
(87) 国際公開番号	W01999/008322		2, D-80333 Muenchen, Germany
(87) 国際公開日	平成11年2月18日(1999.2.18)	(74) 代理人	100061815
審査請求日	平成13年9月14日(2001.9.14)		弁理士 矢野 敏雄
審査番号	不服2003-2511(P2003-2511/J1)	(74) 代理人	100094798
審査請求日	平成15年2月17日(2003.2.17)		弁理士 山崎 利臣
(31) 優先権主張番号	197 34 434.8		
(32) 優先日	平成9年8月8日(1997.8.8)		
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 背面を金属化した半導体及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ろう付前にシリコンから出発して支持板の方向へアルミニウム層(3)および拡散阻止層を有し、金属支持板(2)にろう付可能である、シリコンからなる半導体(1)において、半導体(1)上にアルミニウム層(3)を有し、該アルミニウム層(3)上にチタン層(4a)を有し、該チタン層(4a)上に窒化チタン層(5)を有し、さらに該窒化チタン層(5)上にチタン層(4b)を有しかつチタン層(4b)上にニッケル層(6)を有し、ニッケル層(6)上に酸化防止層(8)が被着されており、かつ前記窒化チタン層がディスクの湾曲を補償することを特徴とする、背面を金属化した半導体。

【請求項 2】

ニッケル層(6)と酸化防止層(8)との間には、付着媒体層(7)が被着されている、請求項1記載の半導体。

【請求項 3】

請求項1に記載の、金属支持板(2)にろう付け可能である、シリコンからなる半導体(1)を製造する方法において、

- a) 半導体(1)上にアルミニウム層(3)を析出させる工程と、
- b) アルミニウム層(3)上にチタン層(4a)を析出させる工程と、
- c) チタン層(4a)上に、ディスクの湾曲を補償する窒化チタン層(5)を析出させる工程と、
- d) 窒化チタン層(5)上に、再び、チタン層(4b)を析出させる工程と

10

20

e) チタン層 (4 b) 上にニッケル層 (6) を析出させる工程と、
f) ニッケル層 (6) 上に酸化防止層 (8) を析出させる工程と
からなる、背面を金属化した半導体の製造方法。

【請求項 4】

下記工程、

g) 工程 e) と工程 f) との間で、ニッケル層 (6) 上に付着媒体層 (7) を析出させる工程

からなる、請求項 3 記載の方法。

【請求項 5】

下記工程、

a 1) 半導体 (1) 上に薄いアルミニウム層 (3 a) を被着する工程と、

a 2) このように処理した半導体 (1) を熱処理する工程と、

a 3) 次いで、アルミニウム層 (3 a) 上に他のアルミニウム層 (3 b) を被着する工程と

からなる、請求項 3 又は 4 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

本発明は、ろう付前にシリコンから出発して支持板の方向へアルミニウム層および拡散阻止層を有する一連の金属層を介して金属支持板にろう付け可能である、シリコンからなる半導体に関する。

このような半導体は、多量に市販されている半導体コンポーネント、特に、電力用半導体コンポーネントに組込まれる。一連の金属層は、一般に、シリコン半導体上に載るアルミニウム層を含む。アルミニウム層は、シリコンに良好に付着し、特に、p ドープド・シリコンとともに申し分のないオーム接点を形成する。先行技術の場合、アルミニウム層上には、概ね、チタンまたはクロムからなる拡散阻止層が載り、この拡散阻止層は、付着媒体としてかつ拡散阻止層上にある他の金属層 (一般に、ニッケル層) とアルミニウム層との間の背面バリヤとして役立つ。

一方の各金属層の熱膨張係数と他方のシリコン半導体の熱膨張係数とは異なるので、強い機械的応力が誘起される。特に、薄い半導体の場合、即ち、厚さが $250\text{ }\mu\text{m}$ 以下の半導体の場合、ウエーハの強い湾曲、即ち、 $1000\text{ }\mu\text{m}$ よりも大きい湾曲が生ずる。

かくして、ウエーハの“取扱い”が困難になり、カセットの位置決め誤差が増大し、ウエーハ加工時の破壊の危険性が増大する。

従来、ろう付部がなお十分な付着強度を示すようニッケル層の厚さをできる限り小さくすることによって、この問題に対処することが試みられている。しかしながら、ニッケル層厚を減少したにも拘わらず、即ち、層厚がほぼ $1\text{ }\mu\text{m}$ であるにも拘わらず、製造作業時、更に、ディスクの $700\sim 2000\text{ }\mu\text{m}$ の湾曲が現れ、かくして、上述の問題が生ずる。特に、ますます薄い半導体に対する、即ち、厚さが約 $100\text{ }\mu\text{m}$ の半導体に対する要望に鑑みて、上述の問題の対策をなす金属化プロセスに関する要求が生ずる。このような半導体は、特に、電力用電界効果トランジスタおよび垂直構造の IGBT において必要とされる。

従って、本発明の課題は、ディスク湾曲が明らかに減少され、しかも、支持体材料に対する付着強度が劣化されないよう、シリコン半導体を金属化することにある。

ドイツ特許出願公開第 3 8 2 3 3 4 7 号明細書には、半導体の接触層構造を有する大電流用半導体コンポーネントが記載されている。この場合、金属化層は、アルミニウムからなる第 1 層と、クロムまたはチタンからなる付着層およびアルミニウム拡散バリヤとしての第 2 層と、ニッケルからなるろう付可能な第 3 層と、金またはパラジウムからなり成端を行う保護層と、あるいは、それぞれニッケルおよび銅からなる部分層を含むろう付可能な層とからなる。この場合、銅は、同時に、最外側層であるか、更に、金またはパラジウムで被着できる。

IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, 1986, Vol. ED-33, No. 3, p. 402-408 には、段状電極構造と窒化チタン拡散バリヤとを有するシリコン・電力用トランジスタが記載されてい

10

20

30

40

50

る。窒化チタン拡散阻止層は、金からなる電極接続とシリコン基板との間に、チタン／窒化チタン／チタンの層系列として被着される。かくして、結合の高い信頼性および寿命が得られ、金／シリコン反応が阻止される。

上記課題は、窒化チタン層を導入したチタン層を拡散阻止層として設けることによって、解決される。

驚くべきことには、拡散阻止層として役立つチタン層に窒化チタン層を組込むことによって、現れるディスク湾曲の大半を補償できるということが判明した。

典型的には、このように処理した拡散阻止層上に、次いで、ニッケル層を被着し、ニッケル層上に、付着媒体層を析出させるとともにまたは付着媒体層なしで、酸化防止層（好ましくは、銀層）を被着する。

本発明の他の実施例の場合、好ましくは錫または鉛またはガリウムからなるろう付材料層をチタン層上に直接に析出させる。この操作態様にもとづき、支持板上で約250℃以上の温度に過熱することによって半導体を支持板に直接にろう付けでき、しかも、別個のろう付材料層をニッケル層にろう付けする必要はない。この場合、他のろう付剤および融剤の添加は、不要である。

かくして形成されたろう層は、ほぼ無応力状態であるので、基板縁部が湾曲するに過ぎない。

本発明に係るシリコンからなる半導体は、典型的に、下記方法で製造される。本発明に係る方法は、下記工程を含む：

- a) 半導体上にアルミニウム層を析出させる工程；
- b) アルミニウム層上にチタン層を析出させる工程；
- c) チタン層上に窒化チタン層を析出させる工程；
- d) 窒化チタン層上に、再び、チタン層を析出させる工程。

半導体上に、まず、薄いアルミニウム層を被着し、次いで、このように処理した半導体を、好ましくは、約350℃で熱処理すれば、特に良好な背面金属化を達成できる。熱処理を行った後、第1アルミニウム層上に他のアルミニウム層を析出させる。

アルミニウム被着プロセスおよびアルミニウム被着した半導体の“現場熱処理”の2つの部分によって、チタン層に組込まれた窒化チタン層の作用が、特に安定化される。即ち、熱処理工程を金属化プロセスの終了時点からアルミニウム被着プロセスにずらすことによって、窒化チタン層の好適な性質が十分に得られるということが判明した。

金属化終了時に熱処理を実施すれば、窒化チタン層の好適な性質が、マイナスの影響を受け、即ち、最悪な場合には、窒化チタン層の応力補償性質のほぼ50%が喪失される。熱処理工程を金属化終了時点からアルミニウム被着プロセスにずらすことによって、金属化プロセス全体が不利な影響を受けることはない。なぜならば、熱処理工程は、アルミニウムとシリコンとを特に良好に接触させるのに役立つに過ぎないからである。

本発明に係る方法の場合、典型的に、すべての金属層を蒸着する。

操作工程d)の実施後、所望の操作態様に応じて、チタン層上にニッケル層を析出させ、次いで、酸化防止層を析出させることができる。酸化防止層の析出操作とニッケル層の析出操作との間に、任意に、付着媒体層を析出させることができる。この場合、上記付着媒体層は、同じく、チタンから構成できる。

しかしながら、他の実施例にもとづき、操作工程d)において直ちに、錫、鉛またはガリウムからなるろう付材料層の被着を行う。

すべての金属層は、典型的に、蒸着される。

第1図に、ろう付前の一連の金属層を示した。一連の金属層は、シリコン半導体1上に蒸着したアルミニウム層3を含む。アルミニウム層3は、シリコンに良好に付着し、特に、pドープドシリコンと完璧なオーム接触を形成する。アルミニウム層3は、厚さ約30nmの第1アルミニウム層3aと、厚さ約70nmの第2アルミニウム層3bとからなる。アルミニウム層3aの析出操作とアルミニウム層3bの析出操作との間で、被着したシリコン半導体1をほぼ350℃の温度において10～90分間熱処理する。シリコン半導体1のこの“現場熱処理”によって、シリコン上のアルミニウム層3aの特に良好な付着が

10

20

30

40

50

達成される。

アルミニウム層 3 上には、チタン層 4 が載り、このチタン層 4 は、チタン層 4 上に載るニッケル層 6 とアルミニウム層 3 との間の付着媒体および拡散バリアとして役立つ。

チタン層 4 は、厚さがほぼ 30 nm の第 1 チタン層 4 a と、厚さが同じくほぼ 30 nm の第 2 チタン層 4 b とからなる。第 1 チタン層 4 a と第 2 チタン層 4 b との間には、厚さがほぼ 40 nm の窒化チタン層 5 がある。窒化チタン層 5 は、異なる熱膨張係数によって現れるディスクの湾曲の大半を補償する。

チタン層 4 b 上には、ほぼ 1000 nm の厚さを有するニッケル層 6 が被着されている。このニッケル層 6 は、図示の実施例の場合、好ましくは銅からなる金属支持板 2 とのろう付に役立つ。ニッケル層 6 上には、同じく、ほぼ 4 nm の厚さを有するチタンからなる付着媒体層 7 が被着されている。しかしながら、付着媒体層 7 は、他の金属（特に、クロム）から構成することもできる。この場合、付着媒体層 7 上には、貴金属からなる酸化防止層 8（図示の実施例の場合は、銀からなる酸化防止層 8）が被着されている。しかしながら、パラジウム、金または他の貴金属の使用も考えられる。付着媒体層 7 は、図示の銀層がニッケル層 6 から剥離するのを抑制する。

10

ろう付操作時、酸化防止層 8 と金属支持板 2 との間にろう付材料 9 を設置する。かくして、ろう付操作時、ニッケルと銅との間に金属結合が生ずる。

第 2 図に、他の金属化系を示した。この場合、しかしながら、アルミニウム層 3 およびチタン層の詳細は、図 1 の詳細に対応する。ここでは、アルミニウム層 3 およびチタン層 5、特に、アルミニウム層 3 の“現場熱処理”および窒化チタン層 6 の組込および作用の検討は行わないので、上記の説明箇所を参照されたい。

20

第 2 図の場合、第 1 図の金属化とは異なり、チタン層 5 b 上に、ニッケル層は析出してなく、錫からなるろう付材料層 10 が直接に被着してある。第 2 図に示した錫層は、1000～3000 nm の厚さを有することができる。約 2700 nm の厚さが、特に合目的的であることが実証されている。

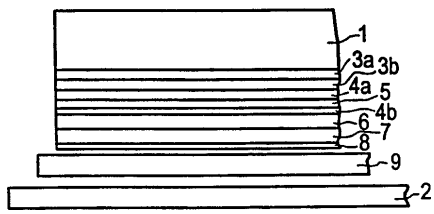
このように金属化したシリコン半導体 1 を、一般に銅からなる金属支持板 2 に押圧し、保護ガス雰囲気下または真空条件下で約 300℃において上記支持板に結合させる。この場合、チタン層 5 b とろう付材料層 10 と支持板 2 との間に、約 450℃の温度まで安定な金属結合が生ずる。

本発明に係る方法および本発明に係る金属化によって、技術的に、シリコン半導体基板の厚さ、特に、電力用トランジスタまたは垂直構造の IGBT のために設けるシリコン半導体基板の厚さを更に減少する可能性が与えられ、かくして、上記基板の導通性が改善される。

30

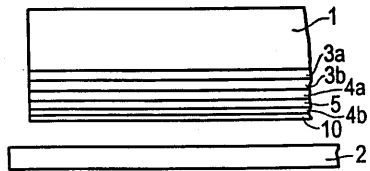
【図 1】

FIG 1



【図 2】

FIG 2



フロントページの続き

- (74)代理人 100099483
弁理士 久野 琢也
- (74)代理人 100114890
弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト
- (74)代理人 230100044
弁護士 ラインハルト・アインゼル
- (72)発明者 トーマス ラスカ
ドイツ連邦共和国 D-80796 ミュンヘン バウアーシュトラッセ 2
- (72)発明者 ゲルノート モイク
オーストリア国 A-9520 ザッテンドルフ アンネンハイム 163
- (72)発明者 ヴェルナー シュテファナー
オーストリア国 A-7500 ヴィラッハ ディステルヴェーク 10
- (72)発明者 アンドレアス メッツラー
オーストリア国 A-9551 ボーデンスドルフ ウンターベルガーヴェーク 2
- (72)発明者 マーティン マチチュ
オーストリア国 A-9181 ファイシュトリッツ イー エル ジュートシャッハ 195
- (72)発明者 ヘルベルト マシャー
オーストリア国 A-9640 ケチャッハ ミュンツヴェーク 221

合議体

審判長 岡 和久

審判官 日比野 隆治

審判官 川真田 秀男

- (56)参考文献 特開平9-213719 (JP, A)
特開平4-333392 (JP, A)
特開平8-236707 (JP, A)