

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5123185号  
(P5123185)

(45) 発行日 平成25年1月16日(2013.1.16)

(24) 登録日 平成24年11月2日(2012.11.2)

(51) Int.Cl.		F I	
HO 1 L 21/3205 (2006.01)		HO 1 L 21/88	J
HO 1 L 21/768 (2006.01)		HO 1 L 21/90	A
HO 1 L 23/522 (2006.01)		HO 1 L 29/80	U
HO 1 L 21/338 (2006.01)			
HO 1 L 29/812 (2006.01)			

請求項の数 14 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2008-528445 (P2008-528445)	(73) 特許権者	507389646
(86) (22) 出願日	平成18年7月24日(2006.7.24)		フォルシュングフェアブント ベルリン
(65) 公表番号	特表2009-506561 (P2009-506561A)		エー. ファウ.
(43) 公表日	平成21年2月12日(2009.2.12)		ドイツ、12489 ベルリン、ルドヴェ
(86) 国際出願番号	PCT/EP2006/064599		ーア ショセ 17
(87) 国際公開番号	W02007/025812	(74) 代理人	100069431
(87) 国際公開日	平成19年3月8日(2007.3.8)		弁理士 和田 成則
審査請求日	平成21年5月14日(2009.5.14)	(74) 代理人	100130410
(31) 優先権主張番号	102005042074.5		弁理士 茅原 裕二
(32) 優先日	平成17年8月31日(2005.8.31)	(72) 発明者	クリューガ、オラフ
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		ドイツ、12524 ベルリン、マルバン
		(72) 発明者	グエーク 132
			ショーネ、ゲルト
			ドイツ、12524 ベルリン、ヴェヌス
			シュトラーセ 77

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体ウエハの貫通ホールめっき方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体ウエハを貫通して該半導体ウエハの前側のコンタクトから後側まで延びる半導体デバイスの製作のための垂直貫通めっきホールを作製する方法であって、

前記コンタクト位置において前記半導体ウエハの前記後側から半導体基板内へポケット

・ホールをレーザ穴開けする第1のステップと、

前記半導体ウエハを洗浄する第2のステップと、

前記ポケット・ホールが前記半導体ウエハの活性層スタックまで貫通するように前記半導体基板を選択的にプラズマ・エッチングする第3のステップと、

前記ポケット・ホールが前記コンタクトに到達するように前記半導体ウエハの前記活性層スタックを選択的にプラズマ・エッチングする第4のステップと、

前記半導体ウエハの前記後側および前記ポケット・ホールの内側にめっきベースを適用する第5のステップと

前記半導体ウエハの前記後側および前記ポケット・ホールの内壁をめっきすることによって金を適用するステップと

を具備することを特徴とする方法。

【請求項2】

前記ポケット・ホールをレーザで穴開けする前に、前記ウエハの前記前側に保護ワニス適用され、前記保護ワニスは前記金の適用に続いて除去されることを特徴とする、請求項1に記載の方法。

## 【請求項 3】

前記ポケット・ホールを前記レーザーで穴開けする前に、前記ウエハの前記後側がインジウム錫酸化物（ITO）で被覆され、前記インジウム錫酸化物は前記活性層のプラズマエッチング後に除去されることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記第 2 のステップにおいては、緩衝フッ化水素酸を用いて湿式化学反応で洗浄が行われることを特徴とする、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の方法。

## 【請求項 5】

最後に、チタン層からなる脱濡れ層が、前記貫通ホールの入口開口部の領域内にある前記ウエハの前記後側に適用されることを特徴とする、請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の方法。

10

## 【請求項 6】

前記脱濡れ層がスパッタリングによって適用されることを特徴とする、請求項 5 に記載の方法。

## 【請求項 7】

前記脱濡れ層の適用がシャドウ・マスクを使用して行われることを特徴とする、請求項 5 または 6 に記載の方法。

## 【請求項 8】

レーザー穴開けのために UV レーザが使用されることを特徴とする、請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の方法。

20

## 【請求項 9】

前記めっきベースが傾斜気相堆積法によって適用されることを特徴とする、請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の方法。

## 【請求項 10】

前記めっきベースがスパッタリングによって適用されることを特徴とする、請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の方法。

## 【請求項 11】

前記めっきベースが化学浴堆積法によって適用されることを特徴とする、請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の方法。

## 【請求項 12】

レーザー穴開けのためにレーザーが使用され、前記レーザーは、形成される予定のポケット・ホールの断面領域よりも小さいビームを有し、そのため、前記ビームは前記ポケット・ホールの前記領域全体にわたって動かされることを特徴とする、請求項 1 乃至 11 のいずれか一項に記載の方法。

30

## 【請求項 13】

前記第 3 のステップの半導体基板のプラズマ・エッチングが ICP（誘導結合プラズマ）エッチングによって行われることを特徴とする、請求項 1 乃至 12 のいずれか一項に記載の方法。

## 【請求項 14】

前記第 4 のステップの活性層スタックのプラズマ・エッチングが RIE（反応性イオン・エッチング）によって行われることを特徴とする、請求項 1 乃至 13 のいずれか一項に記載の方法。

40

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、半導体デバイスの製作のための半導体ウエハ内の垂直貫通めっきホール（マイクロ・ビア、ポケット・ホール・ビアまたは「ブラインド」ビア、ビア＝垂直の相互接続通路）、すなわち、ウエハの前側から半導体ウエハを貫通してウエハの後側まで延びるコンタクトの形成方法に関する。

## 【背景技術】

50

## 【0002】

デバイスの特性（例えば、高周波特性）は、周辺部にさらに小さく集積化することによってのみ、十分に活用することができる。短い垂直接続は電氣的コンタクトの効果的な方法を表す。さらに、チップ当たりの利用できる高周波トランジスタの増幅率および最大出力を増強するためという物理的理由のために、前側上のソース・コンタクトと後側上の接地電極との間に低インダクタンスの導電性接続を構築する必要がある。しかしながら、これは、その技術を考えると必ずしも容易に実施することができない。

## 【0003】

電氣的に活性な GaN（窒化ガリウム）材料は、現在のところ実質的には単結晶ウエハ材料としては利用できず、したがって、例えば SiC（炭化シリコン）ウエハなどの基板材料上にエピタキシャル成長させている。

10

## 【0004】

SiCは、その非常に高い化学的安定性および大きな硬度と同様に、その非常に良好な熱伝導性もよく知られている。したがって、GaNトランジスタの後側にコンタクトするためには、重ねられたエピタキシャルGaN層を貫通するのと同様に、SiCのキャリア材料も貫通して穴開けをする必要がある。テクスチャ化のためには、今まで、この目的のために特別に最適化された高性能プラズマ・エッチング反応装置での、反応性イオン・エッチング等の乾式化学エッチング処理のみが実際には使用可能であった。しかしながら、SiCの典型的なプラズマ・エッチング速度は $1\mu\text{m}/\text{min}$ と非常に低い。さらに、プラズマ・エッチング技術の使用には、耐久性のあるエッチング・マスクの製作およびリソグラフィによるテクスチャ化が必要である。

20

## 【0005】

レーザを用いることによってプリント回路板にビアを付与できることは知られていた。これらの技術を参照すると、銅層および誘電体層内に開口部を穴開けすることができ、次いで、いくつかの層間に電氣的接続を形成するために、これらを金属化することができる。異なるレーザ技術としては、CO<sub>2</sub>レーザ、2倍周波数（グリーン）YAGレーザ、エキシマ・レーザおよびUV：YAGレーザ等のレーザを用いる。

## 【0006】

これらのビアの形成は例えば下記に記載されている。

L. W. Burgess: 「Introducing Via-in-Pad Blind Via Technology to Any PCB Multilayer Fabricator.」IPC Printed Circuits Expo 1997、1997年3月9日～13日、San Jose、CA、S15-2.

30

A. Cable: 「Improvements in High Speed Laser Microvia Formation Using Solid State Nd:YAG UV Lasers.」IPC Printed Circuits Expo 1997、1997年3月9日～13日、San Jose、CA、S17-7.

M. D. Owen: 「Via drilling.」、J. F. Ready、D. F. Farson（編集者）: LIA Handbook of laser materials processing、Laser Institute of America、Magnolia Publishing（2001）661～665頁

40

## 【0007】

現在のところ、半導体ウエハ内にマイクロ・ビアを形成するためのものとして知られている、レーザ技術をベースにした既知の方法はない。

## 【0008】

【非特許文献1】L. W. Burgess: 「Introducing Via-in-Pad Blind Via Technology to Any PCB Multilayer Fabricator.」IPC Printed Circuits Expo 1997、1997年3月9日～13日、San Jose、CA、S15-

50

2 .

【0009】

【非特許文献2】A. Cable: 「Improvements in High Speed Laser Microvia Formation Using Solid State Nd:YAG UV Lasers.」IPC Printed Circuits Expo 1997、1997年3月9日～13日、San Jose、CA、S17-7.

【0010】

【非特許文献3】M. D. Owen: 「Via drilling.」、J. F. Ready、D. F. Farson (編集者): LIA Handbook of laser materials processing、Laser Institute of America、Magnolia Publishing (2001) 661～665頁

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明の目的は、炭化シリコン、サファイア等の大きな硬度および安定性を示す材料の半導体ウエハ内にマイクロ・ビアを形成するための効果的な方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明によると、この目的は、請求項1の特徴を示す方法によって達成される。実際的な実施形態は従属請求項の対象である。

20

【0013】

これらによると、本方法は以下のステップを特徴とする。

【0014】

コンタクト位置においてウエハの後側から半導体基板内へポケット・ボアをレーザ穴開けするステップ、

ウエハを洗浄するステップ(残渣の除去)、

ウエハの活性層スタックまで貫通して、半導体基板を材料選択性プラズマ・エッチングするステップ、

30

後側に接続される予定のコンタクトに到達するまで、ウエハの活性層スタックを材料選択性プラズマ・エッチングするステップ、

ウエハの後側およびポケット・ホールの内側にめっきベースを適用するステップ、

ウエハの金属化された後側およびポケット・ホールをめっきすることによって金を適用するステップ。

【0015】

ウエハを処理の間保護するために、保護手段として保護ワニスウエハの前側に適用することができ、前記保護ワニスは処理後に再度除去される(ワニス除去)。

【0016】

エッチング処理の間に半導体基板が薄くなるのを回避するために、ポケット・ボアをレーザ穴開けする前に、ウエハの後側をインジウム錫酸化物(ITO)で被覆することができ、前記ITOはプラズマ・エッチング後に再度簡単に除去される。

40

【0017】

SiC基板材料の場合には、残渣を除去するためのウエハの洗浄は、実際には緩衝フッ化水素酸で達成される。

【0018】

半導体基板のための材料選択性エッチング処理としては、ICP(誘導結合プラズマ)エッチング処理が特に好ましく、層スタックに対しては、それはRIE(反応性イオン・エッチング)処理である。

【0019】

50

レーザとしては、UVレーザが適しており、波長355nmを持つ3倍周波数のNd:YAGレーザが好ましい。

【0020】

マイクロ・ビア内へのめっきベースの適用はいくつかの方法で行うことができる。傾斜気相堆積法が好ましく、化学浴堆積法（無電流）またはスパッタリングによる適用もまた可能である。

【0021】

必要とあれば、マイクロ・ビアの位置において、脱濡れ層を用いて金属をさらに被覆することができる。脱濡れ層のためにチタンを用いるのが適切であり、この場合、チタンはスパッタリングによって堆積させることができる。脱濡れ層はシャドウ・マスクを用いて効果的に被覆される。

10

【0022】

本方法は、硬く化学的に不活性な基板材料内に、実質的に短縮された時間内に高精度でマイクロ・ビアを形成することができるという利点を有する。

【0023】

本発明の方法によると、UVレーザ放射による材料のマイクロマシニングはプラズマ・エッチングと組み合わせられ、構成要素の製作において直接のテクスチャ化のために使用される。ウエハ貫通ビア（または中空リベット・ビア）の形成とは対照的に、材料の完全な貫通はない。残りの材料は、材料選択性の方法で、前側のコンタクトまでプラズマ・エッチングすることによって除去される。このことの特有の利点は、耐久性のエッチング・マスクをリソグラフィ法で製作する必要がなく、レーザ穴開けされたホールがエッチング・マスクの役割を果たすことである。加工されている側が適切な方法で保護されると、材料密度は維持される。この場合、レーザによって穴開けされている保護層は、プラズマ・エッチングの間に平面部の材料が除去されるのを防止する。保護層が使用されないと、広い範囲にわたってエッチングによる材料の除去が生じる。材料厚さの同時に生じる減少は既知のエッチング速度を考慮して推定することができる。

20

【0024】

これ以降において、本発明は例示的实施形態を参照して詳細に説明されることになる。関連する概略的図面は、本発明の方法、例えば、GaN高性能電界効果トランジスタまたはMMICのための炭化シリコン（SiC）内のマイクロ・ビアの製作の段階を示す。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

図1は、トランジスタ構成を備えるウエハの断面を示す。ウエハは、約250~400μmの厚さを有するSiC基板1で構成され、その上に、約2~3μmの厚さを有するAlGaN/GaN層スタック2がエピタキシャル成長されている。ウエハの前側上の層スタック2上にはトランジスタの接続コンタクト、すなわちドレイン・コンタクト3、ゲート・コンタクト4およびソース・コンタクト5がある。前側上のソース・コンタクト5がウエハの後側上の接地電極6へ電氣的に接続されるように、ソース・コンタクトの電位はウエハの後側（接地電極6）へ戻さなければならず、このことは、金属化されたホール壁8を有するマイクロ・ビア7の支援により達成される。

40

【0026】

下記は、本発明による方法の処理制御および達成される結果の記載である。図2から8は処理手順の概略説明図である。ウエハ・アセンブリ内の完全に処理されたGaNトランジスタまたはMMICにはマイクロ・ビア7が付与される。後に続く処理ステップの間ウエハを保護するために、最初に保護ワニス9がウエハの前側に適用される（図2）。その次に、後側の広い領域がインジウム錫酸化物（ITO）の保護層10で被覆され、前記層は2μmの厚さを有する。しかしながら、このステップは、マイクロ・ビア7がテクスチャ化されている時に、ウエハの厚さが変化しないために必要なだけである。その時、この保護層10はエッチングの間SiC表面の保護としての役割を果たし、後に続くレーザ穴開けの間に、ビアの入口開口部においてはまた除去されることになる。次いで、ウエハの

50

後側からポケット・ホール11の穴開けをするためにレーザが使用される(図4)。所望のポケット・ホール11を形成するために、約15 $\mu$ mの直径を有するレーザ・ビームがウエハの全域にわたって適切に動かされる。ビームの移動およびレーザのパラメータは、SiC/GaN境界表面の近傍においてできるだけ最も平坦な局所的な外形が生成されるように、調節することができる。

【0027】

その次に、穴開け作業の間に試料上に堆積した可能性のある遊離粒子(残渣)は、湿式化学反応を用いる洗浄ステップによって除去される。これは、緩衝フッ化水素酸中で超音波を用いるエッチングによって適切に実施される。

【0028】

その次に、レーザによってあらかじめ穴開けされたポケット・ホール11は、乾式化学物質を使用するプラズマ・エッチングによって、前側のコンタクトまで貫通してエッチングされる(図5)。フッ素含有の混合ガス(例えば、六フッ化硫黄/酸素/ヘリウム=SF<sub>6</sub>/O<sub>2</sub>/He)中でのICPEッチングによって残りのSiCを除去することは好都合である。エッチング・パラメータ(分圧、温度)を最適化することによって、滑らかなホール壁が達成される。SiC対GaNのエッチング処理の選択比は>100:1であり、すなわち、GaN(厚さ約2~3 $\mu$ m)上でのエッチング処理が実質的に停止するので、エッチングの良好な均一性をウエハの全域にわたって達成することができる。

【0029】

2~3 $\mu$ mの厚さを有するエピタキシャル層(層スタック2)の除去は、例えば、三塩化ホウ素/塩素(BCl<sub>3</sub>/Cl<sub>2</sub>)を用いるRIE処理を含むプラズマ化学反応手段によって達成される。GaN対白金の乾式化学反応エッチング処理の選択比は>10:1である。次いで、約5 $\mu$ mの全厚を有する前側コンタクトの金属層はほんの少しずつだけ剥ぎ取られる、すなわち、実際には、エッチング処理は金属層のところで停止する。エッチング不足は生じない。白金コンタクトの下側に設けられ、数10nmの厚さを有するチタン層は剥ぎ取られる。

【0030】

エッチング処理に続いて、場合によっては適用される層10(ITO)を再び除去することができ、これは塩化第三鉄を用いて効果的に実施される(図6)。

【0031】

その次に、薄い金属層12がウエハの後側に気相堆積される。その際に、この例示的实施形態を参照すると、ホール壁の結合力のある被覆が傾斜気相堆積法によって達成される。スパッタリングまたは無電流化学反応堆積法等の他の金属化処理もまた可能である。その次に、金属層12を用いて得られるめっきベースは、一般的に5 $\mu$ mの厚さを有する電気めっき金属層13を適用することによって強化される(図7)。このようにして、ウエハの一方の側からウエハのもう一方の側への電氣的接続が、結合力のある金属層13を使用して構築される。

【0032】

金属化に続いて、保護ワニスがもう1つの処理ステップの間に剥ぎ取られる(図8)。

【0033】

必要ならば、チタンの脱濡れ層14をビア入口開口部のところの後側に適用することもできる、すなわち、チタン層は100nmの厚さを有し、前記層は既存の金属層13上にスパッタリングされる。脱濡れ層14はテクスチャ化手法でウエハに適用され、そのため、シャドウ・マスクが使用される。シャドウ・マスクは0.1mmの厚さを有する金属フォイルで構成され、そのため、前記フォイルに開口部を穴開けするためにレーザを使用する。金属フォイル内の開口部の配置はウエハ上のマイクロ・ビア7の配列に対応する。シャドウ・マスク内の開口部の直径は、約40 $\mu$ mの幅を有するチタンの輪がビア入口開口部の周りに形成されるように、ウエハの後側上のマイクロ・ビア7の入口直径よりもわずかに大きい。両方の部品は、シャドウ・マスクおよびウエハの各端部にある4個の追加の貫通ボアを使用して、位置合わせピンで相互に調節される、すなわち、前記部品は一致する

10

20

30

40

50

ように位置合わせされる。

【 0 0 3 4 】

保護ワニス 9 はまた、脱濡れ層 1 4 ( チタン脱濡れ層 ) の堆積後に剥ぎ取ることにもできることに留意すべきである。

【 0 0 3 5 】

図 9 は完成したマイクロ・ビア 7 の断面の概略図を示す。

【 0 0 3 6 】

エッチング処理の間の材料厚さの制御された減少が容認されるならば、表面の I T O による遮蔽 ( 保護層 1 0 ) も省略することができる、すなわち、図 3 および 6 に従うステップは必要ではない。

10

【 0 0 3 7 】

図 1 0 から 1 4 はこの場合に適用できる処理手順を示す。この場合、処理ステップは、第 1 の例の処理ステップ 1、3、4、6 および 7 ( 図 2、4、5、7 および 8 に対応 ) に対応する。

【 0 0 3 8 】

この場合、ウエハの全厚さは S i C の広範囲の除去のため減少する。約 2 時間のエッチング時間を考慮すると、ウエハの厚さは 3 9 0  $\mu\text{m}$  から 2 5 0 ~ 3 0 0  $\mu\text{m}$  まで減少する。ホール底部においては、3 5 ~ 7 0  $\mu\text{m}$  の縁部長さが得られ、そのため、隅部は六角形状に広げられる。ホールの形状は円錐形で、入口における断面が明らかに広がっており、したがって、ホール壁を金属でその後に被覆することを容易にする。

20

【 0 0 3 9 】

除去速度、融通性および信頼性を考慮すると、3 倍周波数の N d : Y A G レーザが、非常に硬く化学的に不活性な S i C を加工するのに適している。このレーザは、波長 3 5 5 n m のスペクトルの紫外線領域内で、1 0 0 k H z までのパルス周波数を持つ高エネルギーのナノ秒パルスを送出する。レーザ・ビームは、試料テーブルの C N C 制御による移動およびガルバノ・スキャナによるビーム偏向を組み合わせることによって、マイクロメータ精度で動かされる。画像認識および高精度空気浮上式 X Y 交差テーブルの使用により、レーザ・ビームは、ワークピース上の既存の構造に対して、 $\pm 1 \mu\text{m}$  の精度で位置合わせすることができる。この精度は、レーザ・テクスチャ化が後側上で行われ、調節用マークが前側上に置かれている ( 底部に置かれている ) 時でさえ、達成される。

30

【 0 0 4 0 】

矩形断面およびできる限り平坦なホール底部を有するポケット・ホールを穴開けするために、レーザが使用された。縁部長さは、レーザ入口開口部においては約 7 5  $\mu\text{m}$  であり、ホール底部においては約 1 5  $\mu\text{m}$  であって、ホール底部の下側には約 4 0  $\mu\text{m}$  の S i C が残された。

【 0 0 4 1 】

自動化された穴開け処理が使用され、そのため、試料テーブルがマイクロメータ精度で正確に動かされて、試料のそれぞれの加工場所がビーム出口の下側に位置合わせされ、次いで、レーザ・ビームがミラー装置 ( ガルバノ・スキャナ ) を用いてワークピース上を急速に動かされ、そのために、2 5 0 ~ 4 5 0  $\mu\text{m}$  の厚さを有する S i C が使用された。走査型電子顕微鏡で観察すると、レーザ穴開けされたホールはわずかに円錐状であり、堆積物が最小の滑らかな壁を形成できることを容易に見ることができる。

40

【 0 0 4 2 】

S i C 試料上で行われた抵抗測定により、2 つの場所の間で低オーム接続を構築できることが確認された。そうするために、最初に試料の 1 つの側の表面全体が、5  $\mu\text{m}$  の厚さを有する金属を用いて金属化された。次いで、もう一方の側から、ビアの行列が上記のように穴開けされた。ホール間の間隔は 5 0 0  $\mu\text{m}$  であった。単一のホールを貫通する抵抗を測定する前に、個々のホールを相互に電氣的に分離する必要があった。これを達成するために、金属は、5 0 0  $\times$  5 0 0  $\mu\text{m}^2$  の寸法を有し、各々が 1 つのビアを有する領域を得るために分断された ( 線引きされた )。S i C 試料を貫通する非常に均一なコンタクト

50

を、良好な再現性をもって実証することができた。抵抗値は  $25 \sim 31 \text{ m}$  である。206個のマイクロ・ピアにわたる平均値は  $27 \pm 2 \text{ m}$  である。実施可能な中空リベットは3～4のアスペクト比を示す。

【0043】

異なるタイプの構成トランジスタでの試験において、デバイスの機能性が実証された。トランジスタの特性線を参照して、GaN処理技術においてレーザ穴開けマイクロ・ピアを首尾よく実施できることが証明された。

【0044】

技術的な検討は、高性能GaN電界効果トランジスタのための単結晶SiCウエハ材料を貫通するレーザ穴開けマイクロ・ピアを実施できることを示している。デバイス処理技術においてレーザ生成のマイクロ・テクスチャ化を首尾よく実施できることの証明を与えることができた。

【0045】

半導体ウエハの処理におけるレーザ・マイクロマシニングの適用のための必須条件は、 $\pm 1 \mu\text{m}$ 以上のビーム中心の高い位置合わせ精度である。この精度は既存のデバイス構造に対するビーム位置合わせに関連し、前側の加工時にもおよび後側の加工時にも達成されなければならない。

【0046】

本発明は、非常に硬く、化学的に安定な炭化シリコンの貫通ホールめっきを可能とする。そのために3～4のアスペクト比が実証された。

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図1】ピア・ホールを有するウエハの一般的な構成の断面図である。

【図2】個別の処理ステップを示す図である。

【図3】個別の処理ステップを示す図である。

【図4】個別の処理ステップを示す図である。

【図5】個別の処理ステップを示す図である。

【図6】個別の処理ステップを示す図である。

【図7】個別の処理ステップを示す図である。

【図8】個別の処理ステップを示す図である。

【図9】完成したマイクロ・ピアを持つウエハの断面図である。

【図10】処理の第2の変更形態のステップを示す図である。

【図11】処理の第2の変更形態のステップを示す図である。

【図12】処理の第2の変更形態のステップを示す図である。

【図13】処理の第2の変更形態のステップを示す図である。

【図14】処理の第2の変更形態のステップを示す図である。

【符号の説明】

【0048】

- 1 SiC基板
- 2 AlGaN/GaN層スタック
- 3 ドレイン・コンタクト
- 4 ゲート・コンタクト
- 5 ソース・コンタクト
- 6 接地電極
- 7 マイクロ・ピア
- 8 ホール壁
- 9 保護ワニス
- 10 保護層 (ITO)
- 11 ポケット・ホール
- 12 金属層

10

20

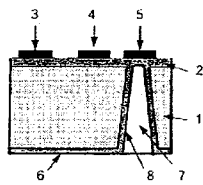
30

40

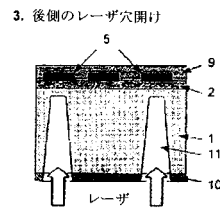
50

- 1 3 金属
- 1 4 脱濡れ層

【図1】

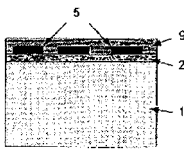


【図4】



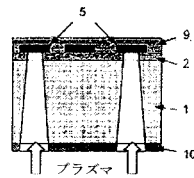
【図2】

1. 保護ワニスの適用



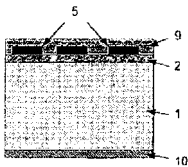
【図5】

4. コンタクト面までのプラズマ・エッチング



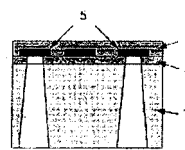
【図3】

2. 後側保護層の適用



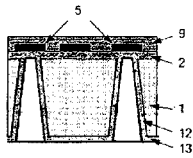
【図6】

5. 後側保護層の除去



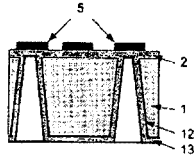
【図 7】

6. 金属化

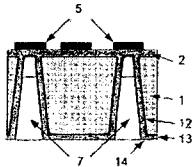


【図 8】

7. 保護ワニスの削除

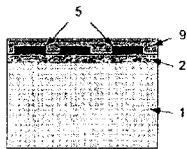


【図 9】



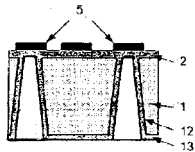
【図 10】

1. 保護ワニスの適用



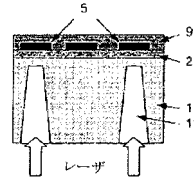
【図 14】

5. 保護ワニスの削除



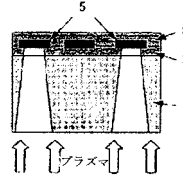
【図 11】

2. 後側からのレーザー穴開け



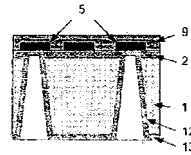
【図 12】

3. コンタクト面までのプラズマ・エッチング



【図 13】

4. 金属化



## フロントページの続き

- (72)発明者 ヨホン、ヴィルフレット  
ドイツ、12527 ベルリン、レガッタシュトラッセ 114
- (72)発明者 ヴェアニック、ティム  
ドイツ、10249 ベルリン、ハイデンフェルトシュトラッセ 18
- (72)発明者 ヴェルフル、ヨアヒム  
ドイツ、15738 ツァイテン、リュウラリング 3

審査官 井上 弘亘

- (56)参考文献 特開平11-045892(JP,A)  
特表2003-530716(JP,A)  
特開2002-373895(JP,A)  
特開平11-163228(JP,A)  
特開平11-238870(JP,A)  
特開平10-303198(JP,A)  
特表2008-532290(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/3205  
H01L 21/338  
H01L 21/768  
H01L 23/522  
H01L 29/812