

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5051962号
(P5051962)

(45) 発行日 平成24年10月17日(2012.10.17)

(24) 登録日 平成24年8月3日(2012.8.3)

(51) Int. Cl. F I
 HO 1 L 27/12 (2006.01) HO 1 L 27/12 B
 HO 1 L 21/02 (2006.01)

請求項の数 17 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2002-544770 (P2002-544770)	(73) 特許権者	500361216
(86) (22) 出願日	平成13年11月26日 (2001.11.26)		ソワテク
(65) 公表番号	特表2004-519093 (P2004-519093A)		フランス国 38190 ベルナン、シェ
(43) 公表日	平成16年6月24日 (2004.6.24)		マーン・デ・フランク、パルク・テクノ
(86) 国際出願番号	PCT/FR2001/003715		ジーク・デ・フォンタン (番地なし)
(87) 国際公開番号	W02002/043124	(74) 代理人	100080447
(87) 国際公開日	平成14年5月30日 (2002.5.30)		弁理士 太田 恵一
審査請求日	平成16年9月28日 (2004.9.28)	(72) 発明者	ギスラン、ブリュノ
審査番号	不服2010-23296 (P2010-23296/J1)		フランス共和国, エフ-38170 セシ
審査請求日	平成22年10月15日 (2010.10.15)		ネ, リュ ジョルジュ マデル, 58
(31) 優先権主張番号	00/15280	(72) 発明者	ルテルトゥル, ファブリス
(32) 優先日	平成12年11月27日 (2000.11.27)		フランス共和国, エフ-38000 グル
(33) 優先権主張国	フランス (FR)		ノーブル, ケ ヨンキント 33

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板、特に光学、電子工学または電子光学用基板の製造方法、およびこの製造方法により得られる基板

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

機械的サポートを構成する膜に支持された薄膜(2)を含む基板、特に光学、電子工学または電子光学用基板の製造方法であって、

- 薄膜(2)を形成するために、ある材料からなる膜をソース基板(6)から、ソース基板(6)の中の特定の深さの近傍に原子種を注入することにより実現される脆弱化領域(8)に沿って分離させる工程、次いで、

- 機械的サポートを構成する膜を形成するために、薄膜(2)に材料を厚膜(4)として直接堆積させる工程を含む製造方法であって、

前記堆積が、気相化学蒸着法、液相蒸着法、または分子ジェット蒸着法のいずれかの技術により徐々に行われることを特徴とする方法。

10

【請求項 2】

薄膜(2)は事前に分離され、

少なくとも一つの有効層(16)は、薄膜(2)のどちらか一面に形成され、かつ、厚膜(4)は、薄膜(2)のもう一方の面に堆積されることを特徴とする、請求項1に記載の製造方法。

【請求項 3】

有効層(16)が、ギャップの大きい材料であって、窒化ガリウム、窒化アルミニウム、またはアルミニウム、インジウムおよびガリウムのうち少なくとも二つの元素からなる化合物のいずれかにより構成されることを特徴とする、請求項2に記載の製造方法。

20

【請求項 4】

薄膜(2)が、単結晶材料で構成されることを特徴とする、請求項1から請求項3のいずれか一つに記載の製造方法。

【請求項 5】

厚膜(4)が、単結晶材料、多結晶材料、アモルファス材料、多層を含む材料、または薄膜の構成材料より安価な材料のいずれかの堆積により形成されることを特徴とする、請求項1から請求項4のいずれか一つに記載の製造方法。

【請求項 6】

薄膜(2)に直接、厚膜(4)を形成する前に、中間サポート(12)に薄膜(2)を転位する工程を含むことを特徴とする、請求項1から請求項5のいずれか一つに記載の製造方法。

10

【請求項 7】

中間サポート(12)が幾つかの薄膜(2)を支持することを特徴とする、請求項6に記載の製造方法。

【請求項 8】

中間サポート(12)の除去操作を含むことを特徴とする、請求項6または請求項7に記載の製造方法。

【請求項 9】

中間サポート(12)の除去が、薄膜(2)を中間サポート(12)から離し、特に中間サポートを再生利用できるようにすることを特徴とする、請求項8に記載の製造方法。

20

【請求項 10】

薄膜(2)をソース基板(6)から分離させる前に、薄膜に結合層(10)を形成する操作を含むことを特徴とする、請求項6から請求項9のいずれか一つに記載の製造方法。

【請求項 11】

薄膜(2)を中間サポート(12)に転位する前に、中間サポートに結合層(11)を形成する操作を含むことを特徴とする、請求項6から請求項10のいずれか一つに記載の製造方法。

【請求項 12】

結合層(10、11)が、アモルファス材料、多結晶材料、または金属材料のいずれかにより構成されることを特徴とする、請求項10または請求項11に記載の製造方法。

30

【請求項 13】

薄膜(2)が、シリコン、炭化シリコン、サファイア、ダイヤモンド、窒化ガリウム、または窒化アルミニウムのいずれかの材料、ならびにこれらの材料の内の少なくとも二つの組み合わせ、または重ね合わせにより構成されることを特徴とする、請求項1から請求項12のいずれか一つに記載の製造方法。

【請求項 14】

厚膜(4)が、シリコン、炭化シリコン、サファイア、ダイヤモンド、黒鉛、窒化ガリウム、または窒化アルミニウムのいずれかの材料、ならびにこれらの材料の内の少なくとも二つの組み合わせ、または重ね合わせにより構成されることを特徴とする、請求項1から請求項13のいずれか一つに記載の製造方法。

40

【請求項 15】

厚膜(4)が、単結晶の性質を有するように、厚膜を堆積させることを特徴とする、請求項1から請求項14のいずれか一つに記載の製造方法。

【請求項 16】

厚膜(4)が、多結晶、絶縁物、または導体のいずれかの性質を有するように、厚膜を堆積させることを特徴とする、請求項1から請求項15のいずれか一つに記載の製造方法。

【請求項 17】

厚膜(4)の形成のためのシード膜として薄膜(2)を使用することにより、この厚膜(4)を形成することを特徴とする、請求項1から請求項16のいずれか一つに記載の製造方法。

50

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、基板、特に光学、電子工学または電子光学用基板の製造方法の分野、およびこうした製造方法により得られる基板の分野に関するものである。より正確には、本発明は、マイクロシステム、センサ、エレクトロルミネセンス用またはレーザー用ダイオード、等の実現を目指した基板に関するものである。

【0002】**【従来の技術および発明が解決しようとする課題】**

特に仏国特許発明第2681472号明細書により、ソース基板の材料からなる薄膜をサポート上に転位する基板の製造方法は既知である。この場合、薄膜とサポートの間の接着操作はしばしば分子付着により実現されているが、良好な界面を得るためには、接触させるに先立ち接着表面に特殊な準備作業が必要となる。ところで、この準備作業には、一般的に研磨、平坦化、物理・化学的処理、中間膜等を実現する操作が含まれるが、これは比較的時間がかり、また複雑である。このことは特に、サポート基板が多結晶の場合にあてはまる。

10

【0003】

本発明の目的の一つは、サポート上に薄膜を含む基板の、先行技術の方法と比べてかなり単純、かつ非常に経済的な製造方法を提供することにある。

【0004】

20

【課題を解決するための手段】

本発明によると、この目的は、機械的サポートを構成する膜によりもたらされる薄膜を含む基板、特に光学、電子工学または電子光学用基板の製造方法のおかげで達成され、その製造方法は以下の工程を含む。

- 薄膜を形成するために、ある材料からなる膜をソース基板から分離させること、次いで
- 機械的サポートを構成する膜を形成するために、薄膜上に材料を厚膜として堆積させること。

【0005】

本発明による方法の実施は容易であり、かつ研磨、平坦化、中間膜の実現、等のような時間と費用がかかる準備作業を接触面に施す必要がなくなり、場合によっては、これら準備作業の全工程は、高温処理を伴うことが望ましい、厚膜の形成前に行う単純な研磨に置き換えることができる。

30

【0006】

特に、厚いサポート上に薄膜の既知の転写技術では、単結晶、多結晶、アモルファス、等であってもモノブロックからなる薄膜を、組立て前に実現した、同じくモノブロックからなる厚いサポート上に転写し、本発明によると、直接薄膜上に厚いサポートが形成される。こうして、本発明による方法の実施は、時間と費用がかかる表面の準備工程を解消し、費用の節減をもたらす。

【0007】

有利には、本発明によると、直接薄膜上にサポート構成材料を、たとえば、気相化学蒸着法（当業者には、Chemical Vapor Deposition という英語表現の頭文字《CVD》と称されている）により堆積させる。この場合、薄膜とサポートの間に、先行技術による方法では一般的に実現不可能であった、特に電気および/または熱伝導率の点で優れた品質の界面が得られる。

40

【0008】

こうして厚膜は、たとえば銅の電解析出のような金属の堆積に相当するものとなる。

【0009】

しかし厚膜はまた、熔融材料および/または粘性材料または焼結材料からも形成することができる。

【0010】

50

本発明による方法は、有利にはそれぞれ熱膨張率薄膜または近接しているか、または等しい結晶パラメータを有する材料により、薄膜および厚膜が構成される基板を実現するのに実施される。

【0011】

また本発明による方法は、多結晶、アモルファス、セラミック、多層、等のサポート基板上の、たとえば半導体材料による単結晶薄膜を備える複合基板を実現する範囲で、特に注目しなくてはならない。実際、特に堆積および/または成長に関する幾つかの技術により、安価な費用で厚膜を形成することができる。たとえば、本発明の方法に従って、多結晶炭化シリコンまたはアモルファスからなる厚膜を単結晶炭化シリコンからなる薄膜上に形成することにより、これらの基板を全て良質の単結晶炭化シリコンとした場合に比べてはるかに安価に、炭化シリコンからなる基板を形成することができる。

10

【0012】

他に、本発明による方法は、良質のサポート構成材料の成長を促進するという点で有利である。すなわち、安い費用で基板の実現を望む場合、先行技術により、多結晶材料またはアモルファスからなる安価なサポート上に薄膜を転位することができる。この考えを本発明による方法に移し替えると、安価な材料からなる厚膜が、付加価値が非常に高い材料からなる薄膜上に実現される。しかしこの薄膜が単結晶であると、厚膜と同一材料からなるモノブロックの膜を直接該薄膜上に転位する場合に比べて、厚膜はよりよい品質のものとなる。実際、サポート、すなわち本発明による方法に従って形成する厚膜が多結晶の場合、そのサポート中に、様々な結晶粒子のよりよい付着および最適な結晶方位と同様に、相の成長が得られる。しかし逆に本発明による方法が、たとえばアモルファス状の絶縁物のような中間膜を薄膜とサポートの間に含む場合、この利点は弱められることがある。

20

【0013】

本発明の方法によると、薄膜上での厚膜の幾つかの成長条件において、薄膜は、厚膜の準単結晶または単結晶の成長に対する成長核としての役割を果たす。これらの条件は、薄膜上での厚膜の準エピタキシャルまたはエピタキシャルな成長に相当する。

【0014】

本発明による方法は、以下の特徴を個別にまたは組み合わせて備えることが有利であるが、それはまた任意でもある。

【0015】

- 有効層を該薄膜のある面および/または他の面上に堆積させる操作を含む；この有効層が、たとえば、窒化ガリウム、窒化アルミニウムのようなギャップの大きい材料、またはたとえばアルミニウム、インジウムおよびガリウムを含む表中に含まれる少なくとも二つの元素からなる化合物のその他の材料からなること；

30

【0016】

- 少なくとも一つの有効層が、厚膜の形成前に堆積されていること；

【0017】

- 少なくとも一つの有効層は、厚膜の形成後に堆積していること；

【0018】

- 有効層および厚膜が、互いに薄膜の異なる面上に堆積していること；

40

【0019】

- 薄膜が単結晶材料により構成されていること；

【0020】

- 厚膜が、単結晶材料、多結晶材料、アモルファス材料、多層を含む材料、および薄膜の構成材料より安価な材料からなる表中に含まれる材料の堆積により形成されること；

【0021】

- 薄膜上に結合層を形成する操作を備え、かつこの結合層は、アモルファス材料、多結晶材料、およびタングステンまたはタングステンシリコン化合物のような金属を含む表中に含まれる材料からなる；なおこれらの特性が組み合わせ可能である（たとえば、多結晶と金属のように）ことは了解されている；この結合層は、たとえば薄膜をソース基板から分

50

離する前に形成することができる。

【0022】

- 薄膜上に厚膜を形成する前に、中間サポート上に薄膜を転位する工程を含むこと；

【0023】

- 中間サポートを除去する操作を含むこと；

【0024】

- 中間サポートの除去は、中間サポートから薄膜を離すことにより実現されるが、それは特に該中間サポートを再生利用するためである；

【0025】

- 薄膜の転位の前に、中間サポート上に結合層を形成する操作を備えるが、この結合層は、アモルファス材料、多結晶材料、およびタングステンまたはタングステンシリコン化合物のような金属材料を含む表中に含まれる材料により構成される；なおこれらの特性が組み合わせ可能である（たとえば、多結晶と金属のように）ことが了解されていること；

【0026】

- 薄膜は、シリコン、炭化シリコン、サファイア、ダイヤモンド、窒化ガリウム、窒化アルミニウムを含む表中に含まれる材料、ならびにこれらの材料の内の少なくとも二つの組み合わせ、または重畳により構成されること；

【0027】

- 厚膜は、シリコン、炭化シリコン、ダイヤモンド、サファイア、黒鉛、窒化ガリウム、窒化アルミニウム、窒化ホウ素を含む表中に含まれる材料、ならびにこれらの材料の内の少なくとも二つの組み合わせ、または重畳により形成されること；

【0028】

- 薄膜は、脆弱化領域においてソース基板から分離されること；

【0029】

- 脆弱化領域が、このソース基板の所定の深さの近傍に原子種を注入することにより実現されること；

【0030】

- 薄膜とソース基板の残部の間に挿入された領域をたとえば化学的攻撃により薄膜が除去することにより、ソース基板から分離されること；

【0031】

- 厚膜が、単結晶、多結晶、絶縁物および導体としての性質を含む表中に含まれる特殊な性質に対応するように厚膜の堆積条件を最適化し、単結晶および導体としての性質のように、これらの二つの性質が場合によっては結合し得ることが了解されるようにすること。

【0032】

上記、およびこの明細書の以下の記述において、原子の注入とは、材料中の最高濃度を伴った原子種またはイオン種を導入する可能性のあるこれらのあらゆる衝撃を意味する。なおこの最高濃度は、衝撃を受けた表面の深さに伴って位置している。原子種またはイオン種は、最大値の周りに分布するエネルギーを伴って材料中に導入される。材料中への原子種の注入は、イオンビーム注入装置またはプラズマ浸せき装置、等により実現される。原子種またはイオン種とは、イオン形態、中性、または分子形態の原子、あるいはイオン形態または中性の分子、あるいはイオン形態または中性の様々な原子または分子の組み合わせを意味する。

【0033】

【発明の実施の形態】

本発明のその他の様相、目的および利点は、以下の詳細な記述を読めば明らかになり、また本発明は同様に、添付図面をもとによりよく理解されるであろう。

- 図1は、本発明にかなった方法の実施例の工程を概略的に示したものである；

- 図2は、本発明にかなった方法の他の実施例の工程を概略的に示したものである；

- 図3は、本発明にかなった方法のさらに他の実施例の工程を概略的に示したものである；

10

20

30

40

50

- 図 4 は、本発明にかなった方法のさらに他の実施例の工程を概略的に示したものである ;
- 図 5 は、本発明にかなった方法のさらに他の実施例の工程を概略的に示したものである ;
- 図 6 は、本発明にかなった方法のさらに他の実施例の工程を概略的に示したものである ;
- 図 7 は、本発明による方法の変形形態として使用することができる、四つの薄膜を有する中間サポートを斜視図として概略的に示したものである ; また
- 図 8 a および図 8 b は、本発明による方法の変形形態により得られる基板の例を断面図として概略的に示したものである。

10

【 0 0 3 4 】

特定のものではあるが、非制限的な五つの実施態様を用いて、本発明による実施方法を詳細に以下に記述する。

【 0 0 3 5 】

図 1 に示す第一の実施態様によれば、以下の工程を実施することにより、薄膜の機械的サポートを形成する厚膜 4 上に薄膜 2 を備える最終基板 1 4 が実現される。

- アモルファス材料からなる膜の形成し、原子種注入を受けるソース基板 6 の表面に結合膜 1 0 を実現し、および中間サポート 1 2 の表面にアモルファス材料からなる膜を形成し、もう一つの結合層 1 1 を実現すること、
- 脆弱化領域 8 を形成するためにソース基板 6 の定められた深さに原子種を注入する、
- 結合層 1 0 および 1 1 の接触 1 0 0、
- 脆弱化領域 8 の面におけるソース基板 6 から薄膜 2 の分離 2 0 0、
- 脆弱化領域 8 に対応した、薄膜 2 の表面における厚膜 4 の堆積 3 0 0、および
- 結合層 1 0 および 1 1 を除去 4 0 0 し、中間サポート 1 2 から薄膜 2 を離すこと。

20

【 0 0 3 6 】

結合層 1 0 の形成および原子種注入のそれぞれの工程は上述において示された順序で実現することもできるし、またその他の方法で実現することもできる。

【 0 0 3 7 】

原子種の注入および薄膜 2 の、分離 2 0 0 のそれぞれの工程については、たとえば仏国特許発明第 2 6 8 1 4 7 2 号明細書に記載されている。

30

【 0 0 3 8 】

結合層 1 0 および 1 1 の形成工程は、当業者には既知の方法の一つによる、アモルファス材料の膜形成に対応している。

【 0 0 3 9 】

厚膜 4 の堆積 3 0 0 を行う前に、薄膜 2 が補足の技術工程を受けることがある点に注目しなくてはならず、全体としてまたは部分的に電子部品を形成することにあるか、またはエピタキシャルな性質の有無はあるが、追加のフィルムの均一な堆積の対象とするためである。

下記の表は、上述の第一の実施態様において使用可能な材料の例を一つにまとめたものである。

40

【 0 0 4 0 】

【 表 1 】

薄膜 2	中間 サポート 12	厚膜 サポート 4	結合層 10、11
モノ SiC	ポリ SiC または モノ SiC	ポリ SiC または ポリ AlN または ダイヤモンド または 薄膜より低品質の モノ SiC	SiO ₂ または Si ₃ N ₄
モノ GaN	ポリ SiC または モノ SiC または サファイア	ポリ SiC または ポリ AlN または ポリ GaN または ダイヤモンド または 薄膜より低品質の モノ SiC	SiO ₂ または Si ₃ N ₄
モノ Si {111}、 {100}、等	ポリ Si または モノ Si または ポリ SiC または モノ SiC	ポリ Si または 薄膜より低品質の モノ Si	SiO ₂ または Si ₃ N ₄

10

【0041】

上の表では以下の表同様に、《モノ》は《単結晶》を、また《ポリ》は《多結晶》を表すために使用している。

【0042】

使用例 1:

20

第一の実施例は、表 1 の第一列目に対応している。

【0043】

第一の実施態様は、多結晶炭化シリコンからなる厚膜 4 上に単結晶炭化シリコンからなる薄膜 2 を具備する基板の形成に特に有利である。

【0044】

実際単結晶の形態では炭化シリコンは、単結晶シリコンに対して実際に得られたものより小径の基板であっても、自由に使用することはできない。このことは、特に、単結晶シリコンに対するよりも、単結晶炭化シリコンの方がはるかに複雑かつ費用のかかるインゴットの引き抜き技術に、さらには、より繊細でより長く、またより費用がかかる基板の形成工程に起因するが、それは炭化シリコンの硬度と脆性の関係が有利でないことによる。

30

【0045】

このように本発明による方法は、特に、炭化シリコンからなる薄膜 2 を有する基板の実現にとって有利である。というのは該方法によると、ソース基板 6 から薄膜 2 を多数回採取し、また安価な厚膜 4 上に採取した各薄膜 2 を転写することができるからである。

【0046】

さらに炭化シリコンは大電力半導体装置の分野に主要な用途を見出している。こうした用途には極めて厳しい幾つかの仕様があり、そのため炭化シリコンからなる薄膜 2 の転位に対して、サポート基板の可能な選択肢が制限される。実際ある場合、これらの仕様のためサポートには良好な電気および熱の伝導性が要求される。多結晶炭化シリコンはこれらの厳しい要件に応える。こうした特性の面で、多結晶炭化シリコンは単結晶炭化シリコンに極めて近い：多結晶炭化シリコンは、熱膨張率がよく一致し、また 1600 または 1700（炭化シリコンのエピタキシーの回復および原子種の注入後の焼き鈍しに必要とされる温度）になる可能性のある温度での処理にも適合する。

40

【0047】

その他、多結晶炭化シリコンの使用は、単結晶炭化シリコンの通常の利用者の技術の修正を殆ど必要としない。

【0048】

つまりは、多結晶炭化シリコンは、化学的攻撃に対して優れた抵抗力を呈する。

【0049】

多結晶炭化シリコンからなる厚膜 4 上に単結晶炭化シリコンからなる薄膜 2 を実現する場

50

合、有利には結合層 10 および 11 は酸化シリコンで形成される。

【0050】

厚膜 4 は、気相化学蒸着法（この方法は、炭化シリコンにとって比較的低い蒸着温度、つまりは約 1350 で実施することができるという主要な利点を呈する）、気相エピタキシー法（当業者には、《Vapor Phase Epitaxy》という英語表現の頭文字 VPE、または《Hydride Vapor Phase Epitaxy》という英語表現の頭文字 HVPE として知られているもの）、高温気相化学蒸着法（当業者には、《High Temperature Chemical Vapor Deposition》という英語表現の頭文字 HTCVD として知られているもの）、またはその他の等価な技術により実現することができる。また厚膜 4 を実現するため、一般的にインゴットの生成に用いる技術から生まれた技術を使用する。その例としては、昇華技術、または一般的に球の引き出し方法で使用する技術が挙げられる。こうした技術の使用は、堆積品質の点で常に最適ではない（低温、不均質な条件、速い成長速度、等）が、経済性の点では使用することができる。

10

【0051】

厚膜 4 は、有利には直径が 50 mm の炭化シリコンからなる基板の場合、300 ミクロンである。炭化シリコンからなる厚膜 4 は、成長速度が時間当たりおよそ 100 ミクロンの、気相化学蒸着法により実現される。

【0052】

その上、厚膜 4 の堆積 300 に対して薄膜 2 の単結晶材料に対応した表面を使用し、この堆積パラメータを最適化すると、単結晶サポート基板を生成することができる。この場合、薄膜 2 は単結晶厚膜 4 の生成に対する成長核の役割を果たす。この単結晶厚膜 4 の品質は、堆積パラメータの最適化の度合いおよび目指す用途に応じて、悪くもなりまた中程度にもなるが、それにもかかわらず、その結果得られる基板は比較的安価であるという利点を呈することができる。しかし、基板の用途にとって必要であれば、この単結晶厚膜 4 は、良質の、または極めて良質のものとなり得る。また用途によっては、数百ミクロンを大きく超えるような極めて厚い膜 4 を具備する基板を形成するような方法で厚膜 4 を成長させることができる。上述した実施態様例の変形形態によれば、厚膜 4 は、炭化シリコンの外に、多結晶窒化アルミニウム、ダイヤモンド、またはその他の材料で実現することもできる。

20

30

【0053】

中間サポート 12 は、炭化シリコンからなる厚膜 4 の成長条件の支持と同時に、除去し得るものでなくてはならない。中間サポート 12 の除去手段の選択により、サポートの構成材料の選択に条件が付けられることがある。実際、食刻、あるいは機械的または化学的除去により該中間サポートを犠牲にすることを望む場合は、食刻および除去の工程、ならびに中間サポート 12 自体は安価なものでなくてはならない。この場合、有利には窒化アルミニウムを使用する。また同様に安価なシリコンも使用することができるが、厚膜 4 の炭化シリコンの堆積に適合させることはより困難となる。逆に、中間サポート 12 を除去し、回収した場合、より高価な材料を使用することができる。この場合、多結晶炭化シリコンを、また場合によっては消費されることなく、再利用可能な単結晶炭化シリコンを選択することができる。

40

【0054】

有利には酸化シリコンの結合層 11 で覆われた多結晶炭化シリコンからなる中間サポート 12 を使用する。

【0055】

酸化シリコンの使用は、ソース基板 6 上での薄膜 2 の採取を容易にする。実際、酸化シリコンの平坦状態での堆積は、既知でありしかも容易に実施可能な技術を用いて、表面の不均一性を消し、さらに研磨、平坦化、清浄化、化学的加工、および酸化シリコン上への酸化シリコンの接着というそれぞれの工程を実現することができる。

【0056】

50

結合層 10 と 11 の酸化シリコンはまた、他の材料、たとえば窒化シリコン (Si_3N_4) に置き換えることができる。後者は、酸化シリコンよりも高温に耐えることができる。この利点が特に有利となるのは、良質の単結晶または多結晶の膜を形成するため薄膜 4 の堆積を最適化する範囲で使用する時か、あるいは堆積速度を早めることを望む場合である。

【0057】

本発明による方法の実施態様のこの第一例は、以下を含む：

【0058】

- 単結晶炭化シリコンからなる薄膜 2、酸化シリコンからなる二つの結合層 10 および 11、ならびに多結晶または単結晶の炭化シリコンからなる中間サポート 12 を積み重ねることにより構成される構造体を実現すること；この構造体は、当業者には既知の膜の転位法（たとえば、仏国特許発明第 2681472 号明細書に記載されているような Smart-Cut（登録商標）法の応用を参照のこと）により実現することができる；

10

【0059】

- たとえば、1350 での気相化学蒸着法により、炭化シリコンによる厚膜サポート 4 を薄膜 2 の自由面上に堆積 300 させること；

【0060】

- フッ化水素酸浴での化学的食刻により結合層 10 および 11 を除去 400 し、中間サポート 12 を回収すること；単結晶または多結晶の形態での炭化シリコンはフッ化水素酸には不活性であるが、一方酸化シリコンはフッ化水素酸により極めて容易に食刻することができる；および

20

【0061】

- 多結晶炭化シリコンからなる厚膜サポート 4 の表面を粗仕上げ研磨すること；この面は最終基板 14 のサポート後面に当たるため、粗仕上げで十分である；なお薄膜 4 の堆積がよく管理されている場合、この研磨工程を省くことができる。

【0062】

必要があれば最終基板 14 の幾何学形状を修正し、それによりたとえば、最終基板 14 を所定の直径に戻し、端部の垂れ下がりの形状に戻し、また基板端部の小結節を除去すること等ができる。

【0063】

また、有利には仕上げ作業中、特に最終基板 14 の後面の選択的研磨の間、最終基板 14 の単結晶炭化シリコンの前面、すなわち薄膜 2 の自由面を保護することができる。本発明による方法の第一工程では、薄膜 2 は当然ながら中間サポート 12 によって保護されることが注目される。

30

【0064】

上述の本発明による方法の実施態様により得られた最終基板 14 は、薄膜 2 と厚膜 4 の間に、電気および熱に対して極めて伝導率の高い界面を呈する。その理由は、一方では本発明による方法のおかげで、薄膜 2 上に厚膜 4 の材料を直接堆積させることにより、先行技術を採用する時のように、接着時に形成される空隙を回避することができるためと；他方、先行技術の場合とは逆に、接着技術において一般的に使用されているような、酸化シリコンまたはその他からなる中間膜を使用することがなくなるからである。さらに本発明による方法は、硬度が高く、また化学的不活性度の大きい炭化シリコンの平坦化および研磨の工程を解消することを可能にする。このことは特に有利であり、何故なら、多結晶炭化シリコンを使用すると研磨の問題が悪化するためであり、この多結晶炭化シリコンに対する研磨時の攻撃速度が、結晶粒毎にあるいは結晶粒と結晶粒の継目の間で変動する上、結晶粒に固有の量単位の結晶の性質によっても変動するからである。

40

【0065】

それにもかかわらず注目されることがあり、ある種の用途に対して本発明による方法を実施し、厚膜 4 を形成することができるが、本発明による方法を実施する際の材料または条件を選択し、たとえば薄膜 2 と厚膜 4 の間に絶縁材料からなる中間膜を実現することにより、電氣的または熱的伝導率の低い界面を得ることができる点である。

50

【0066】

上述の本発明による方法の実施態様の第一例は、多くの変形形態を備えることがある；特に上記の材料の代わりに、表1の第一列目にある他の材料を置き換えることができる。

【0067】

同様に本発明による方法の実施態様のこの第一の実施例において、化学的食刻による結合層10および11の除去操作400を、事前に原子種の（たとえば、中間サポート12の中への）注入作業を備える中間サポート12と薄膜2を離す操作、および/または機械的応力の印加に置き換えることができる。こうして、結合層10および11の中に通路を形成するような当業者には既知の技術により、結合層10および11の除去操作400、および/または中間サポート12と薄膜2を離すことを容易にすることができる。

10

【0068】

同様に中間サポート12を設けることなく、上述した本発明による方法を実施することも可能である。このことは特に、転位した薄膜2が十分に厚く、また十分に剛性のある材料で実現されている場合に当てはまる。たとえば、数十ミクロンの厚さの炭化シリコンからなる薄膜2は十分な機械的堅牢さを持ち得る。

【0069】

同様に、ソース基板6上に採取した炭化シリコンからなる薄膜2の極性が、初期ソース基板6の極性によって選択され得る点が注目される。炭化シリコンからなる基板の極性は、Si面またはC面に対応しているが、この概念は当業者には周知である。場合によっては、ソース基板6上での薄膜2の採取は、極性を二回変更することができる二重転位の対象となることがある。

20

【0070】

厚膜4の堆積の前に、薄膜2上に、たとえば絶縁性の中間膜を構成する操作を想定することもできる。この中間膜は、たとえば薄い（500）酸化物である。よって、こうしてたとえば、SiCからなる基板を、薄い酸化シリコンからなる中間膜上のSiCの薄膜2により構成された絶縁物上で得られるが、これらの膜自体は、たとえば多結晶シリコンからなる厚膜4上に存在する。

【0071】

本発明による方法の第一の実施態様の第二の実施例を以下に記述する。これは、たとえば特に電子光学用の窒化ガリウムからなる基板の実現に対応している。

30

【0072】

実施例2：

表1の第二列目に対応するこの第二の実施例によると、図2に示す以下の工程が実現される。

【0073】

- 有機金属気相化学蒸着法（当業者には、《Metal Organic chemical Vapor Deposition》という英語表現の頭文字《MOCVD》として知られているもの）、または分子ジェットによるエピタキシー（当業者には、《Molecular Beam Epitaxy》という英語表現の頭文字《MBE》として知られているもの）による単結晶炭化シリコンからなるソース基板6上に単結晶窒化ガリウムからなる薄膜2を堆積させること；

40

【0074】

- 薄膜2上に酸化シリコンからなる結合層10を堆積させること；

【0075】

- 多結晶炭化シリコンからなる中間サポート12上に酸化シリコンからなる結合層11を堆積させること；

【0076】

- 二つの結合層10および11を互いに接触100させ、それらの間で結合層10および11を接着させること；。

【0077】

50

- 窒化ガリウムからなる薄膜 2 のソース基板 6 からの分離 200 を、薄膜 2 とソース基板 6 の界面（たとえば、機械的応力の印加による）か、または、たとえばソース基板 6 の単結晶炭化シリコンの中、または薄膜 2 の窒化ガリウムの中への原子種注入により実現した脆弱化領域にて行う；

【0078】

- 薄膜 2 の自由面に、気相化学蒸着法により多結晶炭化シリコンからなる厚膜 4 を堆積 300 させること；および

【0079】

- 結合層 10 および 11 の除去により除去 400 を実現し、それはたとえば、フッ化水素酸浴または材料の単純な除去（当業者には、《Etch-back》という英語の術語として知られている技術によって、中間サポート 12、ならびに結合層 10 および 11 を除去することによる）によるか、事前脆弱化領域、またはそれ以外の領域における結合層 10 および 11 の分裂によるか、または機械、熱、化学、静電等の応力作用により、予め定められた面において、基板から二つの部分を離すための、当業者には知られているまったく他の技術による。

【0080】

この実施例 2 のその他の変形形態も考えられうる。このように、多結晶炭化シリコンの堆積 300 を、厚膜 4 を形成するために、多結晶窒化アルミニウムまたは多結晶窒化ガリウムの気相化学蒸着、あるいはダイヤモンドの薄膜形成に置き換える。

【0081】

他の変形形態によると、高圧下での気相エピタキシー法により、厚膜 4 の多結晶窒化ガリウムが形成される。

【0082】

また他の変形形態によると、中間サポート 12 の多結晶炭化シリコンを、窒化アルミニウムまたはサファイアに置き換える；次いで結合層 10 および 11 の除去 400 の前に、気相化学蒸着法により多結晶窒化アルミニウムからなる厚膜 4 の堆積 300 を実現する。

【0083】

また他の変形形態によると、実施例 2 の変形形態を実施するが、ここでは、窒化ガリウムの膜のみならず、下にあるソース基板 6 の炭化シリコンの膜をも含む薄膜 2 を採取する。このことは、たとえば原子種の注入により、ソース基板 6 のある深さの所に脆弱膜を形成することにより実現される。この場合、他の変形形態により、二重の転位を行ったとすれば、すなわち中間サポート 12 の転写の前にもう一つの転位を行ったとすれば、結合層 10 および 11 以外に炭化シリコンからなる薄膜 2 の一部をも除去する。

【0084】

また他の変形形態によると、薄膜 2 を構成する窒化ガリウムの膜は、窒化アルミニウムまたはその他の材料に、あるいはこれら様々な材料を積み重ねたものに置き換えられ、さらに場合によっては、中間にその他の化合物を伴うことがある。

【0085】

本発明による方法の第一の実施態様の第三の実施例を以下に述べる。

【0086】

実施例 3：

この実施例は、大径の単結晶シリコンからなる基板の実現に対応している。これらの基板は、実現が困難なため高価である。単結晶炭化シリコンからなる基板の場合同様、たとえば、多結晶、アモルファスまたはその他の材料からなる、より品質の劣るサポート上に単結晶材料からなる薄膜を実現することが有利である。サポート上に直接薄膜の接着を実施すると、研磨、平坦化、接着界面の物理・化学、脱ガス、等の困難な問題に直面する。本発明による方法では、有利には薄膜 2 の面にサポートを形成する厚膜 4 を直接堆積させてサポートを実現するため、こうした困難な問題を回避し得る利点がある。

【0087】

実際本発明による方法によると、つまりは上記にて説明したように、極めて良好な品質の

10

20

30

40

50

界面を実現することを可能にする。

【 0 0 8 8 】

有利には厚膜 4 の堆積期間中に、場合によっては厚さに応じたドーピングを施し、この界面の電気および熱に関する透明度を促進する。

【 0 0 8 9 】

表 1 の第三列目に対応するこの第三の実施例によると、以下の工程を実施する。

- 中間サポート 1 2 上の絶縁物（結合層 1 0 および 1 1 ）上に、単結晶シリコンからなる薄膜 2 を実現すること；

- 薄膜 2 上において、多結晶シリコンからなる厚さが少なくとも 7 2 5 μ m の厚膜 4 を形成 3 0 0 すること；

- 中間サポート 1 2 を離し、回収 4 0 0 すること；

- シリコン / 酸化シリコンの選択的食刻（たとえば、フッ化水素酸による）による物理・化学的処理、および / または機械的除去操作により、薄膜 2 のシリコンの表面領域の良好な品質を取り戻すこと；および

- 得られた最終基板 1 4 に対する、成形操作（研磨、すり合わせ加工、端部の成形加工、化学的処理）を、平坦度、厚さ、端部の垂れ下がり等に関する規格（たとえば、S E M I または J E I D A ）に合致するように施すこと。

【 0 0 9 0 】

シリコンからなる基板の絶縁物上での実現工程の実施は、前述のようにシリコンからなるソース基板 6 の脆弱化領域 8 に原子種を注入し、次いでソース基板 6 上にシリコンからなる結合層 1 0 を形成し、併せて多結晶または単結晶シリコンからなる中間サポート 1 2 上にシリコンからなる他の結合層 1 1 を形成し、次いで結合層 1 0 および 1 1 の接触 1 0 0 および接着を行いつつ、その後、ソース基板 6 から薄膜 2 を分離させる。

【 0 0 9 1 】

絶縁物上のシリコンからなる基板のこの実現工程は、たとえば、S m a r t - C u t （登録商標）技術（たとえば、仏国特許発明第 2 9 8 1 4 7 2 号明細書を参照）によって行うことができる。

【 0 0 9 2 】

絶縁物上のシリコンからなるこの基板は、厚膜 4 の形成後に取り外さなくてはならない；この取り外しは、シリコンからなる薄膜 2 をソース基板 6 から分離させるための、既知のいかなる技術を用いても実施することができる。こうした技術は、当業者には英語の術語である《l i f t - o f f 》として知られている、埋め込まれた酸化シリコン（たとえば、結合層 1 0 および 1 1 ）を除去する技術であってもよい。またこうした技術は、機械的応力の利用をもたらし得ることがある。前述のリフトオフ技術の代わりに、機械、熱、静電等の応力を利用して、接着界面、多孔質領域であるエピタキシー界面、事前脆弱化領域、等に位置している二つの部分を互いに分離させることができる。

【 0 0 9 3 】

中間サポート 1 2 を離すことを実現する箇所は、接着の第一界面、または結合層 1 0 および 1 1 と中間サポート 1 2 の間にある界面のいずれか、あるいは原子種（たとえば水素）の補完的注入を実施した場合は、結合層 1 0 および 1 1 の中、薄膜 2 の中、またはこの注入により脆弱化した領域にある中間サポート 1 2 の中である。

【 0 0 9 4 】

前述した成形操作はまた、薄膜 2 を中間サポート 1 2 から離す前に、部分的または全体的に実現することができる点が注目される。

【 0 0 9 5 】

さらにまた厚膜 4 の堆積 3 0 0 に先立ち絶縁物（酸化物、窒化物、ダイヤモンド、等）を薄膜 2 上に形成し、最終基板 1 4 が、絶縁物上にあるシリコンからなる構造体となるようにする。

【 0 0 9 6 】

上記で紹介した実施例の変形形態によれば、薄膜 2 上にダイヤモンドからなる厚膜 4 を形

10

20

30

40

50

成する。その結果得られる最終基板 1 4 は、薄膜 2 の面における発熱を効率よく放出させることが有用である場合、特に有利である。

【 0 0 9 7 】

図 3 に示す、本発明による方法の第二の実施例によれば、本発明による方法の実施態様の、第一の実施例の範囲で上記にて示された方法により、厚膜 4 上に薄膜 2 を実現し、次いで薄膜 2 の自由面に有効層 1 6 を堆積させる。

下の表 2 は、電子工学、光学または電子光学の分野において利点を呈する基板を実現する範囲で、本発明による方法の実施態様の六つの第二の実施例を一つにまとめたものである。

【 0 0 9 8 】

【表 2】

有効層 16	薄膜 2	中間 サポート 12	厚膜 4	結合層 10、11
GaNまたはAlN またはAlGaIn またはGaInN またはその他	モノSiC	ポリSiC またはモノSiC (特に再利用されたもの)	ポリSiCまたは ダイヤモンド または窒化ホウ素	SiO ₂ または Si ₃ N ₄
GaNまたはAlN またはAlGaIn またはGaInN またはその他	Si { 1 1 1 }	ポリSiC またはモノSiC (特に再利用されたもの)	ポリSiCまたは ダイヤモンド または窒化ホウ素	SiO ₂ または Si ₃ N ₄
GaNまたはAlN またはAlGaIn またはGaInN またはその他	サファイア	ポリSiC またはモノSiC (特に再利用されたもの)	ポリSiCまたは ダイヤモンド または窒化ホウ素	SiO ₂ または Si ₃ N ₄
GaNまたはAlN またはAlGaIn またはGaInN またはその他	モノSiCまたは Si { 1 1 1 } またはサファイア	ポリSiC またはモノSiC (特に再利用されたもの)	ポリAlNまたは ダイヤモンド または窒化ホウ素	SiO ₂ または Si ₃ N ₄
GaNまたはAlN またはAlGaIn またはGaInN またはその他	モノSiCまたは Si { 1 1 1 } またはサファイア	ポリSiC またはモノSiC (特に再利用されたもの)	ポリGaNまたは ダイヤモンド または窒化ホウ素	SiO ₂ または Si ₃ N ₄
GaNまたはAlN または AlGaIn またはその他	モノSiCまたは Si { 1 1 1 } またはサファイア	ポリAlN	AlNまたはGaN またはポリSiC またはダイヤモンド または窒化ホウ素	SiO ₂ または Si ₃ N ₄

【 0 0 9 9 】

実施例 4 :

この実施例(表 2 の第一列目)によると、多結晶炭化シリコンからなる中間サポート 1 2 上に単結晶炭化シリコンからなる薄膜 2 を実現、両者の間に結合層 1 0 および 1 1 が存在する構造体を実現される。次いで、気相化学蒸着法により多結晶炭化シリコンからなる厚膜 4 を堆積させる。こうして得られた構造体は、次いで厚膜 4 上の薄膜 2 により構成された構造体を中間サポートから分離させるのに適した処理を受ける。この処理は、たとえば、機械的応力を伴う場合もあり、そうでない場合もあるが、フッ化水素酸中での結合層 1 0 および 1 1 の食刻、または中間サポート 1 2 の材料の単純な除去、また場合によっては結合層 1 0 および 1 1 の単純な除去からなる。最後に、薄膜 2 の単結晶炭化シリコンの自由面に、MOCVDにより窒化ガリウムからなる有効層 1 6 の堆積を実現する。窒化ガリウムからなる該有効層 1 6 は、特に電子光学の用途に有利である。

【 0 1 0 0 】

実施例 5 :

この実施例(上記の表の第二列目)によると、前述の方法で、多結晶炭化シリコンからなる中間サポート 1 2 上にシリコン { 1 1 1 } からなる薄膜 2 を備え、両者の間に酸化シリコンからなる膜が存在する構造体を実現する。シリコン { 1 1 1 } からなる薄膜 2 上に、気相化学蒸着法により多結晶炭化シリコンからなる厚膜 4 を堆積させる。こうして得られ

10

20

30

40

50

た構造体は、次いで、機械的応力を伴う場合もあり、そうでない場合もあるがフッ化水素酸浴中での処理を受けるか、または薄膜 2 および厚膜 4 を中間サポート 1 2 から離すのに適したまったく他の処理を受ける。次いで、窒化ガリウムの良好なエピタキシーを可能にする既知の材料であるシリコン { 1 1 1 } の自由面に、MOCVD により単結晶窒化ガリウムからなる堆積を実現する。シリコン { 1 1 1 } の厚さは 1 0 0 0 未満に制限することが望ましいが、それは、上述した様々な操作を行う時に発生する可能性のある熱膨張に、破壊することなく適応できるようにするためである。

【 0 1 0 1 】

実施例 6 :

この実施例 (上記の表の第三列目) によると、多結晶炭化シリコンからなる中間サポート 1 2 上にサファイアからなる薄膜 2 を実現し、両者の間に酸化シリコンからなる結合層 1 0 および 1 1 を有するものであり、次いで、薄膜 2 上に炭化シリコンからなる厚膜 4 の堆積 3 0 0 を実現する。中間サポート 1 2 を回収するため、結合層 1 0 および 1 1 は除去される。最後に、サファイア上に窒化ガリウムからなる有効層 1 6 が堆積される。サファイアもまた、窒化ガリウムの良好なエピタキシーを可能にする既知の材料である。

10

【 0 1 0 2 】

実施例 7 :

この第七の実施例 (上記の表の第四列目) によると、前述の三つの実施例のいずれか一つに記載の構造体を実現されるが、その中で、多結晶炭化シリコンからなる厚膜 4 は多結晶窒化アルミニウムに置き換えられる。

20

【 0 1 0 3 】

実施例 8 :

この実施例 (上記の表の第五列目) によると、前記の実施例 4 から 6 のいずれか一つに記載の構造体を実現されるが、多結晶炭化シリコンからなる厚膜 4 は H V P E により堆積させた多結晶窒化ガリウムに置き換えられる。

【 0 1 0 4 】

実施例 9 :

この実施例 (上記の表の第六列目) によると、前述の五つの実施例のいずれか一つに記載の構造体を実現されるが、中間サポート 1 2 の多結晶炭化シリコンは多結晶窒化アルミニウムに置き換えられる。

30

【 0 1 0 5 】

上述の六つの実施例において、単結晶炭化シリコン、シリコン { 1 1 1 } またはサファイアは、窒化ガリウムに対するエピタキシー基板としての役割を果たす。炭化シリコンは窒化ガリウムとほとんど変わらない熱膨張率を有するという利点がある。

【 0 1 0 6 】

厚膜 4 の厚さに対する特性が重要になる場合がある点に注目すべきであり、それはたとえば、最終基板 1 4 の後面に電氣的接触を持たせたい場合、有効層 1 6 上に実現された構成部品による発熱の発散が決定的である場合、または有効層 1 6 上に実現されたダイオードまたはレーザーからの発光を引き出し、また抑制することを望む場合である。

【 0 1 0 7 】

薄膜 2 の厚さと該薄膜 2 の構成材料の剛性が十分であれば、中間サポート 1 2 を設けることなく、上述の構造体と同様の構造体を実現される点が注目される。

40

【 0 1 0 8 】

本発明による方法のこの実施態様の第二の実施例には、まだ多数の変形形態が可能である。たとえば、多結晶 SiC、窒化アルミニウムまたは窒化ガリウムからなる厚膜 4 の形成工程は、ダイヤモンドまたは窒化ホウ素からなる厚膜 4 の形成工程に置き換えることができる。

【 0 1 0 9 】

他の変形形態によると、中間サポート 1 2 の性質を変える。たとえば、多結晶炭化シリコンまたは多結晶窒化アルミニウムの代わりに、単結晶炭化シリコンを使用する (特に中間

50

サポート12を再生利用する場合)。

【0110】

同様に、上述したように窒化ガリウムからなる有効層16の代わりに、本発明にかなうよう、窒化アルミニウム、アルミニウム・ガリウム合金、またはガリウム・インジウム合金、等からなる有効層16を形成する場合、これらの実施例は移し替え可能である。窒化ガリウムからなる有効層16はまた、窒化ガリウム、窒化アルミニウム、等からなる薄膜を積み重ねた多層構造体となり、また場合によっては、様々な性質のドーピング等を施したものとなることがある。

【0111】

図4に示す、本発明による方法の実施態様の第三の実施例によれば、構造体を実現する場合、本発明による方法の第二の実施態様に関連して記述したのとは逆に、厚膜4を有効層16上に直接堆積させ、一方有効層16自体は、薄膜2をソース基板6から離れた後、薄膜2上に直接堆積させる。

10

【0112】

本発明による方法の第三の実施態様について、三つの実施例を用いて以下に記述する。これらの三つの実施例に使用する材料を表3で一つにまとめる。

【0113】

【表3】

有効層 16	薄膜 2	中間サポート 12	厚膜 4	結合層 10,11
GaNまたはAlN またはAlGaN または GaInN またはその他	モノSiCまたは Si {111} またはサファイア	ポリ(またはモノ)SiC またはポリAlN またはダイヤモンド またはその他	AlNまたはGaN またはポリSiC またはその他	SiO ₂ または Si ₃ N ₄
GaNまたはAlN またはAlGaN またはGaInN またはその他	モノSiCまたは Si {111} またはサファイア +食刻	ポリ(またはモノ)SiC またはポリAlN またはダイヤモンド またはその他	AlNまたはGaN またはポリSiC またはその他	SiO ₂ または Si ₃ N ₄
+GaNの 一部分の食刻 またはその他	モノSiCまたは Si {111} またはサファイア +食刻	ポリ(またはモノ)SiC またはポリAlN またはダイヤモンド またはその他	AlNまたはGaN またはポリSiC またはその他	SiO ₂ または Si ₃ N ₄

20

30

【0114】

実施例10:

この実施例(表3の第一列目)によると、本発明による方法の、実施態様の第一の実施例および第二の実施例に対して上述した方法により、多結晶炭化シリコンからなる中間サポート12上に単結晶炭化シリコンからなる薄膜2があり、両者の間に酸化シリコンからなる結合層10および11が存在する構造体を実現される。次いで、炭化シリコンからなる薄膜2の自由面に、MOCVDによる単結晶窒化ガリウムからなる有効層16が実現される。こうして有効層16上に、気相化学蒸着法により多結晶炭化シリコンからなる厚膜4が堆積する。こうして得られた構造体は、次いで、薄膜2、有効層16、および厚膜4から構成される構造体を中間サポート12から離すのに適した処理700を受ける。この処理は、たとえば、機械的応力を伴う場合もあり、そうでない場合もあるがフッ化水素酸中における食刻、または単純な材料の除去からなる。こうして一方では、窒化ガリウムからなる有効層16のサポートとして役立つ厚膜4の連続的積み重ねにより構成される構造体得られるが、そこで厚膜4自体は単結晶炭化シリコンからなる薄膜2に覆われており、また他方では、中間サポート12は再生利用できる状態になる。

40

【0115】

ここでは、上記で開示した本発明による方法の第二の実施例とは逆に、厚膜4の形成前に単結晶窒化ガリウムを堆積させる。

【0116】

50

実施例 11 :

本発明による方法の第三の実施例の他の実施例によると、実施例 10 の構造体を実現するが、次いで、たとえば、プラズマ中での食刻 800 (表 3 の第二列目) により単結晶炭化シリコンからなる薄膜 2 を取り出す。

【0117】

実施例 12 :

本発明による方法の、第三の実施例のさらに他の実施例によると(表 3 の第三列目)、実施例 11 におけるような構造体を実現するが、ここでは単結晶炭化シリコンからなる薄膜 2 のみならず、窒化ガリウムからなる有効層の一部をも取り出す点異なる。

【0118】

厚膜 4 の堆積を行う前に、単結晶炭化シリコンからなる薄膜 2、または単結晶窒化ガリウムからなる有効層 16 が幾つかの補足の技術工程を受けることがある点が注目され、この工程の目的は、全体としてまたは部分的に電子部品を実現することにあるか、またはエピタキシャルな性質の有無はあるが、追加のフィルムの均一な堆積の対象とするためである。

【0119】

また、単結晶炭化シリコンからなる薄膜 2 の極性、および窒化ガリウムからなる有効層 16 の極性が、初期ソース基板 6 の極性の選択によって決められる点に注目しなくてはならない。場合によっては、本発明による方法が、極性を二回変更することができる二重転位を少なくとも一回含むことがある。

【0120】

同様に、上述したように窒化ガリウムからなる有効層 16 の代わりに、本発明に従って、窒化アルミニウム、アルミニウム・ガリウム合金、またはガリウム・インジウム合金、等からなる有効層 16 を形成する場合、これらの実施例は移し替え可能である。窒化ガリウムからなる有効層 16 はまた、窒化ガリウム、窒化アルミニウム、等からなる薄膜を積み重ねた多層構造体となり、また場合によっては、様々な性質のドーピングを施したものとなることがある。

【0121】

他の変形形態によると、中間サポート 12 の性質が変わる。つまりは、多結晶炭化シリコンまたは窒化アルミニウムの代わりに、単結晶炭化シリコン(特にこれを再生利用する場合)、ダイヤモンドまたはその他の材料を使用する。

【0122】

図 5 に示す、本発明による方法の第四の実施態様によれば、薄膜 2 上に有効層 16 の堆積が実現され、一方薄膜 2 自体は、それ自体および有効層 16 により構成される構造体が中間サポート 12 から離され、さらに薄膜 2 または有効層 16 上、すなわち、薄膜 2 および有効層 16 により構成される構造体のある面または他の面に厚膜 4 の堆積を実施するまで、中間サポート 12 上に留まる。

【0123】

本発明による方法のこの第四の実施態様について、二つの実施例を用いて説明する。

【0124】

実施例 13 :

この実施例によると、以下のそれぞれの工程が実現される。

- たとえば、本発明による方法の第一の実施態様において、たとえば上述した方法にかなうよう、一方では、脆弱化領域 8 を伴うソース基板 6 上に、単結晶炭化シリコンからなる薄膜 2 により構成される構造体を形成し、他方では中間サポート 12 を形成し、薄膜 2 と中間サポート 12 の間に結合層 10 および 11 を配置すること；
- 脆弱化領域 8 (たとえば、中間サポート 12 との接触に先立ちソース基板 6 の中に注入することにより得られる)において、薄膜 2 およびソース基板 6 を分離させること；
- 炭化シリコンからなる薄膜 2 の自由面に単結晶窒化ガリウムからなる有効層 16 を堆積させること；

10

20

30

40

50

- 中間サポート 1 2 から（たとえば、フッ化水素酸浴中における処理により）薄膜 2 および有効層 1 6 により構成される組立体を分離させること；および
- 有効層 1 6 の自由面に多結晶炭化シリコンからなる厚膜 4 を堆積させること。

【 0 1 2 5 】

実施例 1 4 :

この実施例では、前述の例と同様に作業を進めるが、有効層 1 6 上の厚膜 4 の堆積は、薄膜 2 上の厚膜 4 の堆積に置き換えられる。

【 0 1 2 6 】

前述したように、薄膜 2 および有効層 1 6 の厚さおよび剛性が許せば、いかなる方法の時にも、また厚膜 4 の堆積に対しても、中間サポート 1 2 を使用することなく、上述した実施態様を採用することが考えられる。しかしこの場合、薄膜 2 をソース基板 6 から離す工程で補剛材の役割を果たす一時的なサポートが必要となる。なおこの一時的サポートは厚膜 4 の堆積の前には取り除かれる。

【 0 1 2 7 】

本発明による方法の第五の実施態様は、本発明による方法のある場合に対応するが、ここでは、上述した意味での中間サポート 1 2 も一時的サポートも使用しない。

【 0 1 2 8 】

本発明による方法の、中間サポート 1 2 を使用しない実施態様の幾つかの実施例を、図 6 をもとに説明する。

【 0 1 2 9 】

脆弱化領域 8 が（たとえば、原子種の注入により）その中に設けられているソース基板 6 から薄膜 2 を直接離すか、または脆弱化領域 8 においてソース基板 6 から薄膜 2 を離す前に、有効層 1 6 を堆積させることができる。

【 0 1 3 0 】

第一の場合は、薄膜 2 上における厚膜 4 の堆積へと進む（このときたとえば、実施例 1 の最終基板 1 4 が認められる）。場合によっては、厚膜 4 を受け入れた面とは反対側にある薄膜 2 の面での有効層 1 6 の堆積による方法を継続することができる（このときたとえば、実施例 4 の最終基板 1 4 が認められる）。

【 0 1 3 1 】

第二の場合は、薄膜 2 の側における厚膜 4 の堆積へと進む（このときたとえば、実施例 4 の最終基板 1 4 が認められる）か、または有効層 1 6 の側における厚膜 4 の堆積へと進む（このときたとえば、実施例 1 0 の最終基板 1 4 が認められる）。ここで任意ではあるが、図 4 との関連で記述したように（工程 8 0 0 を参照）、薄膜 2 の引き出しへと進むことができる（このときたとえば、実施例 1 1 の最終基板が認められる）。

【 0 1 3 2 】

上述の実施態様には、本発明の枠から逸脱することなく、多くの変形形態を考えることができる。

【 0 1 3 3 】

たとえば、本発明による方法の実施態様の様々な例の中で記述した操作の全体を組み合わせることができる。

【 0 1 3 4 】

たとえば図 7 に示すように、ある変形形態では、厚膜 4 の堆積の前に、得られた薄膜 2 をバッチで処理する。この場合、これらの薄膜 2 は、ただ一つの大型の中間サポート 1 2 上に固定される。

【 0 1 3 5 】

このただ一つの中間サポート 1 2 の形態は、どのようなもの（円形、長方形等）であっても構わない。

【 0 1 3 6 】

この場合、それぞれの薄膜 2 は同一であっても、異なっても構わない。これらの薄膜 2 のそれぞれは、中間サポート 1 2 から薄膜 2 を分離する操作の対象となることがある。

10

20

30

40

50

ただ一つの間接サポート 12 は、たとえば、酸化シリコンに覆われた多結晶炭化シリコンからなる一枚の板である。

【0137】

厚膜 4 の堆積後、ただ一つの間接サポート 12 および薄膜 2 / 厚膜 4 の組立体は、フッ化水素酸浴中でのリフトオフを受ける。ただ一つの間接サポート 12 のそれぞれは再生利用される。

【0138】

上述した実施態様のさらに他の変形形態によると、薄膜 2 の主要面に対応した面より広い面に厚膜 4 を堆積させる。この変形形態については図 8 により説明する。

【0139】

この変形形態によると、上記により開示した第一の実施態様に従って実現されたように、中間サポート 12 上に薄膜 2 があり、両者の間に結合層 10 および 11 が存在する構造体が形成される。次いでこの構造体は、薄膜 2 の自由面が標本扉 20 の表面に露出するように標本扉 20 の中に載置される（図 8 a を参照のこと）。厚膜 4 はこうして、標本扉 20 からはみ出しながらかこの自由面上に形成される。

【0140】

同様に形成された基板は、場合によっては、薄膜 2 からはみ出した端部を除去するのに適した処理を受けることがある。実際、堆積した膜の端部は、一般的には不均一性、欠陥、輪縁、等を呈する。本発明はこれらの端部を除去することができる。

【0141】

この変形形態はまた、薄膜 2 の直径より大きい直径を有し、かつ所定の直径を有する基板の処理ラインに適した基板の形成に有利である。一方薄膜 2 については、この直径のものを直接形成することはできない。

【0142】

この変形形態はまた、幾つかの薄膜 2 上にただ一つの厚膜 4 を形成しながら、幾つかの薄膜 2 および / または有効層 16 に対するただ一つのサポートを実現する場合に有利である（図 8 b を参照のこと）。この変形形態はまた、中間サポート 12 および薄膜 2 により構成され、かつ平坦な標本扉上に載置されて各構造体上に厚膜 4 を形成する際に実施することができる。そこで厚膜 4 は再度薄膜 2 の端部上に載置される。

【0143】

厚膜 4 の堆積パラメータを最適化し、単結晶の厚膜 4 を実現するための、本発明による方法の変形形態について前述した。

【0144】

たとえこうした単結晶の厚膜 4 の品質が最適化されたものでなくても、表面の膜 2 または 16 にしか良質の結晶が要求されないような多くの用途に対しては、その品質で十分であることが判明している。

【0145】

本発明による方法のこのような変形形態は、インゴットの成長というものが存在しない場合（窒化ガリウムの場合）、または存在しても費用がかかる場合（単結晶炭化シリコンの場合）に特に有利である。

【0146】

炭化シリコンからなる厚膜 4 は、非常に早い成長速度（毎時数十または百マイクロン）を有する、厚膜 4 に対する成長核としての役割を果たす表面の膜 2 または 16 上に、気相化学蒸着法により堆積させることができる。

【0147】

先行技術においては、エピタキシーによりサポート上に薄膜 2 を成長させることが多いことが注目される。この場合、基板は極めて高品質のものでなくてはならない。それは、エピタキシーにより基板上に形成される薄膜が同様に高品質のものとなるため、すなわち、欠陥が転位されないようにするためである。

【0148】

10

20

30

40

50

本発明による方法では、サポートすなわち厚膜 4 は、より安価に実現することができる。その理由は、サポートの品質が必ずしもエピタキシーの成長にとって必要ではないため、その品質があまり重要ではなくなるからである。

【0149】

他の変形形態によると、上述した内容は、リン化インジウムおよびヒ素化ガリウムのようなその他の半導体、またはニオブ酸リチウムのようなその他の材料に入れ替えることができる。

【0150】

さらに他の変形形態によると、たとえば絶縁物からなる中間膜が、薄膜 2 および / または有効層 16 と厚膜 4 の間に、あるいは薄膜 2 と有効層 16 の間に実現される。この中間膜は、たとえば、ダイヤモンドまたは薄い酸化物 (500) である。

10

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明による製造方法の一実施例のそれぞれの工程を概略的に示した図。

【図 2】 本発明による製造方法の他の実施例のそれぞれの工程を概略的に示した図。

【図 3】 本発明による製造方法のさらに他の実施例のそれぞれの工程を概略的に示した図。

【図 4】 本発明による製造方法のさらに他の実施例のそれぞれの工程を概略的に示した図。

【図 5】 本発明による製造方法のさらに他の実施例のそれぞれの工程を概略的に示した図。

20

【図 6】 本発明による製造方法のさらに他の実施例のそれぞれの工程を概略的に示した図。

【図 7】 本発明による方法の変形形態として使用することができる、四つの薄膜を有する中間サポートを斜視図として概略的に示した図。

【図 8】 本発明による方法の変形形態により得られる基板の例を断面図として概略的に示した図。

【符号の説明】

- 2 薄膜
- 4 厚膜
- 6 ソース基板
- 8 事前脆弱化領域
- 10 結合層
- 11 結合層
- 12 中間サポート
- 14 最終基板
- 16 有効層
- 100 接触の工程
- 200 分離の工程
- 300 堆積の工程
- 400 削除の工程

30

40

【 図 1 】

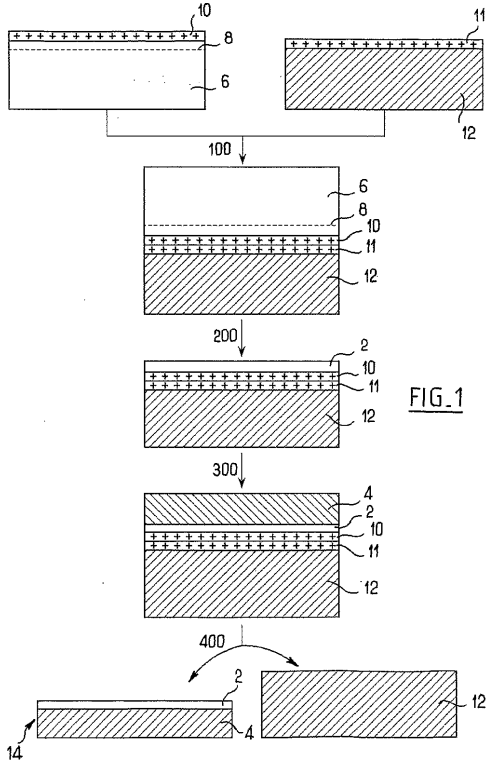


FIG. 1

【 図 2 】

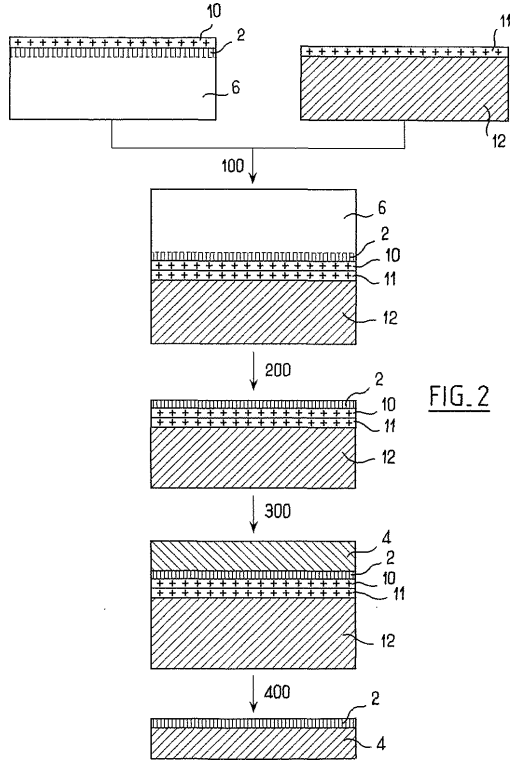


FIG. 2

【 図 3 】

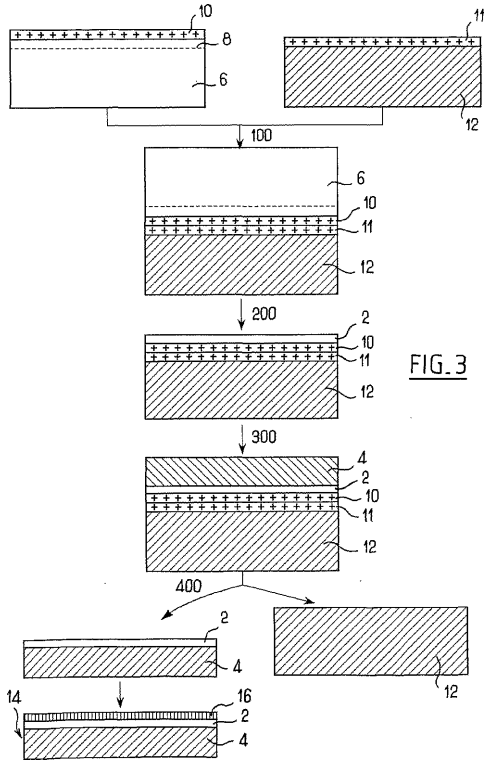


FIG. 3

【 図 4 】

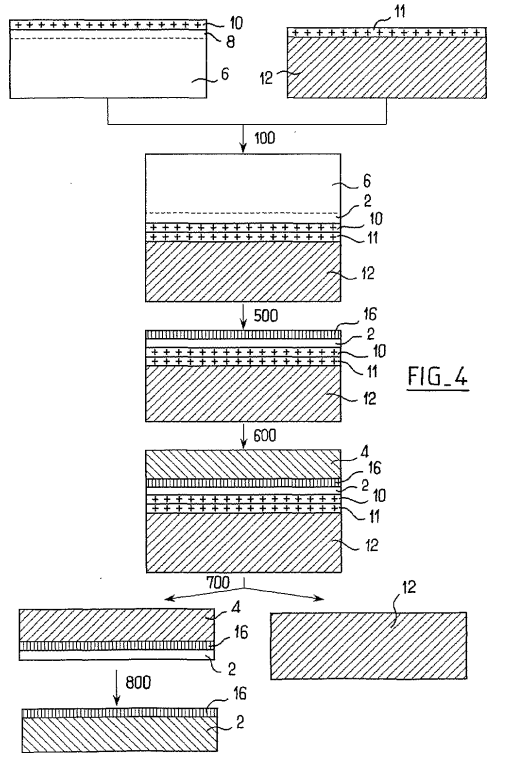


FIG. 4

【 図 5 】

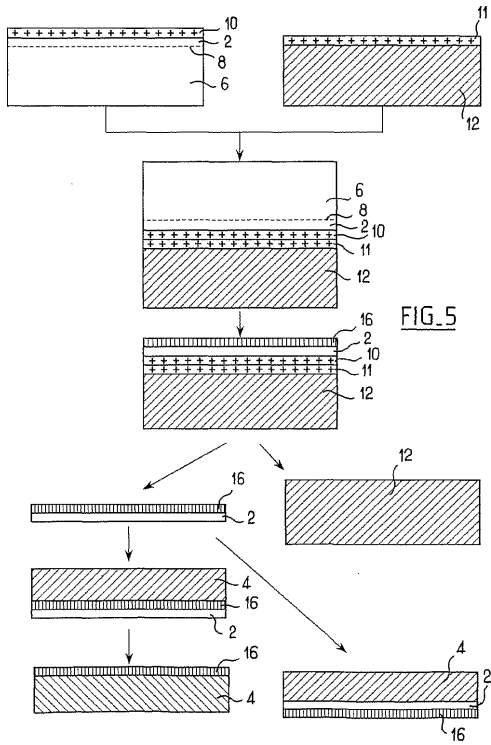


FIG.5

【 図 6 】

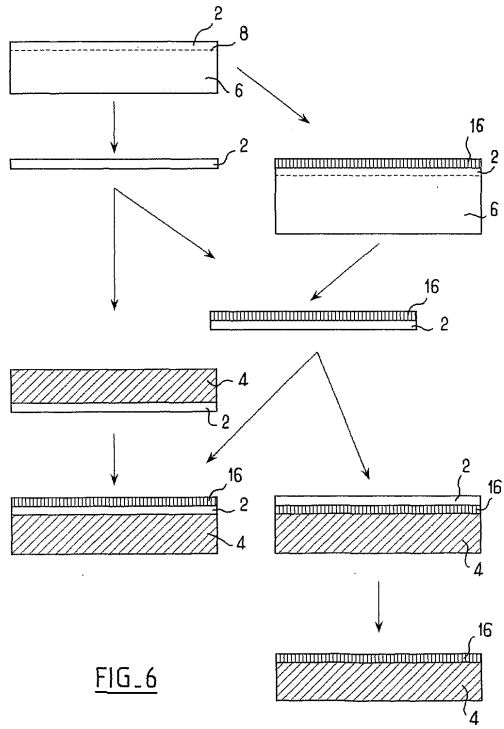


FIG.6

【 図 7 】

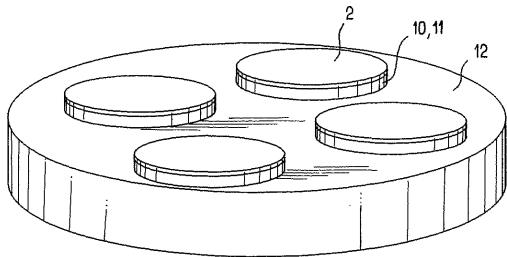


FIG.7

【 図 8 a 】

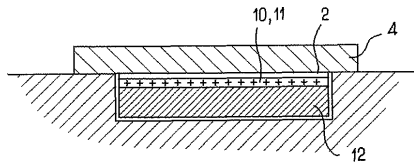


FIG.8a

【 図 8 b 】

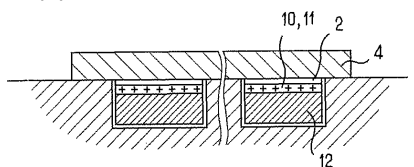


FIG.8b

フロントページの続き

合議体

審判長 北島 健次

審判官 恩田 春香

審判官 近藤 幸浩

- (56)参考文献 特開平04 - 262576 (JP, A)
特開平09 - 115832 (JP, A)
特開平05 - 101998 (JP, A)
国際公開第99 / 41776 (WO, A1)
特開平11 - 312811 (JP, A)
特開平07 - 302889 (JP, A)
特開平11 - 026733 (JP, A)
特開平10 - 200080 (JP, A)
特開平11 - 135882 (JP, A)
国際公開第98 / 52216 (WO, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 27/12

H01L 21/02, 21/20, 21/336

H01L 29/786