

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-160754  
(P2012-160754A)

(43) 公開日 平成24年8月23日(2012.8.23)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 27/12 (2006.01)	HO 1 L 27/12	B
HO 1 L 21/02 (2006.01)	HO 1 L 21/285	Q
HO 1 L 21/265 (2006.01)	HO 1 L 21/02	B

審査請求 有 請求項の数 14 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2012-94512 (P2012-94512)	(71) 出願人	502124444
(22) 出願日	平成24年4月18日 (2012.4.18)		コミッサリア ア レネルジー アトミー
(62) 分割の表示	特願2002-509103 (P2002-509103) の分割		ク エ オ ゼネルジ ザルタナティヴ
原出願日	平成13年7月11日 (2001.7.11)		フランス国 エフー75015 パリ、
(31) 優先権主張番号	00/09129		パテイマン 「ル ポナン デー」、
(32) 優先日	平成12年7月12日 (2000.7.12)	(74) 代理人	100108453
(33) 優先権主張国	フランス (FR)		弁理士 村山 靖彦
		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100089037
			弁理士 渡邊 隆
		(74) 代理人	100110364
			弁理士 実広 信哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 材料ブロックを切り取るための方法ならびに薄膜の形成方法

(57) 【要約】

【課題】 薄膜を形成し移送し得るような切取方法を提供すること。

【解決手段】 材料ブロック(10)を切り取るための方法であって、(a)ブロック(10)内に、イオン導入によって脆弱化された埋設ゾーン(12)を形成し、この埋設ゾーンにより、表層部分(14)を規定し、(b)局所的熱処理という第1分離手段を使用することによって、脆弱化されたゾーンの高さ位置において分離開始ゾーン(30, 36)を形成し、(c)熱処理、および/または、表層部分と脆弱化されたゾーンとの間に作用する機械的力の印加、の中から選択された第2分離手段によって、分離開始ゾーン(30, 36)を起点として、脆弱化ゾーンの高さ位置において、ブロックの表層部分(14)を、バルク部と称される残部(16)から分離する。

【選択図】 図1C

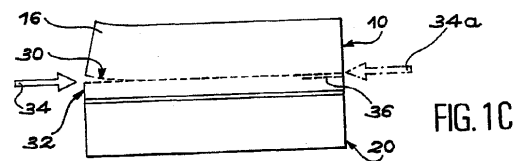


FIG. 1C

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

材料ブロック(10)を切り取るための方法であって、

(a)前記ブロック(10)内において、イオン導入という少なくとも1つのステージによって脆弱化された埋設ゾーン(12)を形成し、この埋設ゾーンにより、前記ブロックにおいて少なくとも1つの表層部分(14)を規定し、

(b)局所的熱処理という第1分離手段を使用することによって、前記脆弱化されたゾーンの高さ位置において少なくとも1つの分離開始ゾーン(30, 36)を形成し、

(c)熱処理、および/または、前記表層部分と前記脆弱化されたゾーンとの間に作用する機械的力の印加、の中から選択されかつ前記第1分離手段とは異なる第2分離手段を使用することによって、前記分離開始ゾーン(30, 36)を起点として、前記脆弱化ゾーンの高さ位置において、前記ブロックの前記表層部分(14)を、バルク部と称される残部(16)から分離する、

ことを特徴とする方法。

**【請求項 2】**

請求項1記載の方法において、

前記分離開始ゾーンを、前記ブロックの周縁全体にわたってあるいは周縁の一部にわたって、形成することを特徴とする方法。

**【請求項 3】**

請求項1記載の方法において、

前記脆弱化ゾーンを、前記ブロックのほぼ平面状表面に対してほぼ平行に延在するように形成し、これにより、前記ブロック内において、表層薄膜の形態とされた表層部分を規定することを特徴とする方法。

**【請求項 4】**

請求項1記載の方法において、

前記ステージaと前記ステージbとを、同じステージとすることを特徴とする方法。

**【請求項 5】**

請求項1記載の方法において、

前記ステージbと前記ステージcとを、同じステージとすることを特徴とする方法。

**【請求項 6】**

請求項1記載の方法において、

前記ステージcにおいては、前記ブロックの外部から印加された力の形態で、あるいはこれに代えてあるいはこれに加えて、前記ブロック内に存在する内部応力の形態で、機械的力を印加することを特徴とする方法。

**【請求項 7】**

請求項3記載の方法において、

前記ステージcを行う前に、前記表層薄膜に対して、補強材を接触させることを特徴とする方法。

**【請求項 8】**

請求項7記載の方法において、

前記補強材を形成する少なくとも1つの材料層を、前記表層薄膜上に成膜することを特徴とする方法。

**【請求項 9】**

請求項7記載の方法において、

接着剤を使用することによりあるいはこれに代えてあるいはこれに加えて分子接触接着を使用することにより、前記表層薄膜を、前記補強材に対して一体化することを特徴とする方法。

**【請求項 10】**

請求項1記載の方法において、

前記ステージcを行った後に、前記材料ブロックの前記バルク部(16)を、新たな表

10

20

30

40

50

層部分の切取のために再使用することを特徴とする方法。

【請求項 1 1】

請求項 1 記載の方法において、

前記ステージ c を行った後に、前記材料ブロックの前記バルク部 ( 1 6 ) を、他のブロックの表層部分に対しての補強材として再使用することを特徴とする方法。

【請求項 1 2】

請求項 1 記載の方法において、

前記分離開始ゾーンを、前記ブロックの局所的内方領域上において、形成することを特徴とする方法。

【請求項 1 3】

請求項 1 記載の方法において、

前記ステージ c においては、前記ブロック内に存在する内部応力の形態で、機械的力を印加することを特徴とする方法。

【請求項 1 4】

請求項 1 ~ 1 3 のいずれか 1 項に記載の方法において、

前記局所的熱処理を、レーザーまたは局所的熱源を使用することにより、局所的に基板を過熱することによって行うことを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

大まかには、本発明は、材料ブロックを切り取るための方法に関するものである。この方法は、特に、薄膜を形成するために実施することができる。

【0002】

自立性のまたは支持基板と一体化された薄膜は、マイクロエレクトロニクスやオプトエレクトロニクスやマイクロメカニクスといった分野において、広く使用されている。よって、本発明は、これら分野に応用することができる。特に、素子や集積回路の製造に応用することができる。

【背景技術】

【0003】

上述したように、薄膜の使用は、動作や製造に際して格別の物理的性質や電気的性質を必要とするような素子に関して、ますます一般的となってきている。

【0004】

薄膜は、通常は、数 nm ~ 数 μm という厚さを有している。薄膜は、また、コスト的な理由のためあるいは他の材料との適合性という理由のために厚い基板という形態では使用が規制されているような材料の使用を、可能とする。

【0005】

材料の適合性は、また、最終的に使用される支持基板上への薄膜の直接成形を妨害する要因となることがあり得る。まず最初にソース基板上に薄膜を形成しその後その薄膜をソース基板からターゲット基板へと移送するという方法が、いくつも開発されている。

【0006】

薄膜の製造および移送に関するこのような方法ならびに他の方法は、この説明の最後に列記されている文献 [ 1 ] ~ [ 7 ] に開示されている。

【0007】

特に、文献 [ 1 ] には、イオン打込によって材料プレート内に脆弱化ゾーンを形成し、その後、その脆弱化ゾーンの高さ位置において表層薄膜をプレートから切り取るという可能性が開示されている。

【0008】

ソース基板からの薄膜の分離は、いくつかの機械的応力や熱的応力の使用によって、引き起こされる、あるいは、少なくとも補助される。特に、薄膜の切取には、熱的な形態および/または機械的な形態でのエネルギー供給量を必要とする。このエネルギー供給量は

10

20

30

40

50

、主に、脆弱化ゾーンを形成するために打ち込まれた種の照射に関連する。

【0009】

上述した複数の文献において開示されているように、薄膜の切取および移送のための技術の実施は、いくつかの困難性を伴うものである。例えば、熱膨張係数が大きいようなある種の材料の使用は、高温での熱処理には適合しない。また、いくつかの基板に関しては、薄膜を保存するためあるいは経済的な理由により、打ち込まれる種の照射量を制限する必要がある。

【0010】

さらに、例えば文献[7]に開示されているように、ソース基板と薄膜とを分離するために機械的力を適用することによって、特に熱膨張係数が相違する材料どうしが接触している場合には、劈開のための熱供給量を低減させることができる。しかしながら、ソース基板および/またはターゲット基板上への機械的力の印加は、必ずしも可能というわけではない。特に、使用されている材料が脆い場合には、あるいは、劈開ゾーンがイオン打込によって十分に脆弱化されていない場合には、可能ではない。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】仏国特許出願公開明細書第2 681 472号、米国特許明細書第5, 374, 564号

【特許文献2】仏国特許出願公開明細書第2 773 261号

20

【特許文献3】仏国特許出願公開明細書第2 748 851号

【特許文献4】仏国特許出願公開明細書第9 909 007号

【特許文献5】米国特許明細書第5, 994, 207号

【特許文献6】欧州特許出願公開明細書第0 925 888号

【特許文献7】仏国特許出願公開明細書第2 748 851号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

最後に、上述した薄膜の分離および移送技術は、ある種の制限および妥協を有している。特に、ソース基板・薄膜・ターゲット基板を構成するための使用可能な材質タイプという点において、制限が課される。

30

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の目的は、とりわけ、上述した制限が課されることがなく、薄膜を形成し移送し得るような切取方法を提供することである。

【0014】

本発明のさらなる目的は、低減されたエネルギー供給量でもって実施可能であるような、特に、低減された熱供給量でもって実施可能であるような、切取方法を提供することである。

【0015】

本発明の他の目的は、脆弱化ゾーンを形成することを意図した不純物打込を、低減された照射量でもって行い得るような、経済的な方法を提供することである。

40

【0016】

上記目的を達成するため、本発明の目的は、より詳細には、材料ブロックを切り取るための方法であって、

(a) ブロック内において、イオン導入という少なくとも1つのステージによって脆弱化された埋設ゾーンを形成し、この埋設ゾーンにより、ブロックにおいて少なくとも1つの表層部分を規定し、

(b) ツールの挿入、流体の注入、熱処理、および/または、先のステージにおいて導入されたイオン導入とはイオン特性が相違するイオン打込、の中から選択された第1分離

50

手段を使用することによって、脆弱化されたゾーンの高さ位置において少なくとも1つの分離開始ゾーンを形成し、

(c) 熱処理、および/または、表層部分と脆弱化されたゾーンとの間に作用する機械的力の印加、の中から選択されかつ第1分離手段とは異なる第2分離手段を使用することによって、分離開始ゾーンを起点として、脆弱化ゾーンの高さ位置において、ブロックの表層部分を、バルク部と称される残部から分離する、という方法である。

【0017】

分離開始ゾーンは、ブロックの周縁全体にわたってあるいは周縁の一部にわたって、あるいはこれに代えてあるいはこれに加えて、ブロックの局所的な内方領域上において、形成

10

【0018】

本発明は、実際の分離に先立って分離開始ゾーンを形成することにより、切取方法の実施に際して、ブロックに対して供給する総エネルギー量(熱を起源とするもの、および/または、機械的力を起源とするもの)を大幅に低減することができること、をベースとしている。

【0019】

分離のために有利に使用することができる機械的力は、ブロックの外部から印加された応力とすることも、また、ブロック内に存在する内部応力とすることも、できる。

【0020】

各ステージは、記載された順序で順次的に行われることが好ましいけれども、ある種の応用においては、ステージaとステージbとを、同じステージとして行うことができる。さらに、ステージbとステージcとを、同じステージとして行うこともできる。

20

【0021】

薄膜の製造を意図した本発明による方法の特別の実施態様においては、脆弱化ゾーンを、ブロックのほぼ平面状表面に対してほぼ平行に延在するようにして形成し、これにより、ブロック内において、表層薄膜の形態とされた表層部分を規定することができる。

【0022】

ほぼ平面状表面という用語は、平均面がフラットであるような面を意味するものとして、理解される。しかしながら、ほぼ平面状表面は、表面粗さ値が数十nm~数百nmという範囲の微小な表面粗さを有することができる。本発明者らは、また、例えば10nmというRMS(二乗平均の平方根)値といったような微小表面粗さを有した表面にわたっての打込が、脆弱化機構およびその後の劈開を妨害しないことを示すことができる。この事実は、この表面粗さが、移送後における薄膜の自由表面の表面粗さと同程度であることにより、興味深い。したがって、この状況においては、表面研磨を行うことなく、同一基板を、数回にわたってリサイクルすることができる。

30

【0023】

有利には、脆弱化された埋設ゾーンは、打込によって形成することができる。

【0024】

このような打込には、例えば、材料ブロック内に、マイクロキャビティからなる薄いフィルム部分を形成し得るようなガス種の打込がある。この薄いフィルム部分は、切り取られるべき表層部分を規定し、材料ブロックを局所的に脆弱化する。

40

【0025】

ここでのガス種という用語は、例えば原子状の形態(例えば、H)や分子状の形態(例えば、H<sub>2</sub>)やイオンの形態(例えば、H<sup>+</sup>、H<sub>2</sub><sup>+</sup>)や同位体の形態(例えば、重水素)やあるいは同位体イオンの形態といったような、例えば水素やあるいは希ガスといったような、元素として理解されるであろう。

【0026】

さらに、打込という用語は、例えばイオン衝撃や拡散等といったような、上記ガス種をブロック内へと導入するためのすべての技術を意味している。これら技術は、個別的に実

50

施することも、あるいは、複数のものを組み合わせて実施することも、できる。

【0027】

打込技術の例としては、上記の各文献を参照することができる。いずれにしても、分離開始ゾーンの形成のおかげで、本発明においては、脆弱化ゾーンを形成するために実施されるガス種打込照射量を、低減することができる。照射量を低減したことにより、薄膜または切取部材の表面状態の乱れを低減することができ、よって、表面粗さを制御することができる。

【0028】

本発明の特別の実施形態においては、打込を、過剰照射量によって局所的に行うことができ、これにより、分離開始ゾーンを形成することができる。この場合には、第1分離手段は、過剰照射に対応している。

10

【0029】

この可能性は、高照射量打込を、材料ブロックの狭い領域においてのみ行う限りにおいて、非常に興味深い。それ以外の領域においては、上述したように、ずっと小さな照射量を使用することによって、脆弱化ゾーンを形成することができる。

【0030】

分離開始ゾーンは、脆弱化ゾーンの延長として、脆弱化ゾーンと同じ平面内に形成することができる。分離開始ゾーンの形成起点が、脆弱化ゾーンがなす平面とは異なる平面において形成された場合には、分離開始ゾーンが伝搬することによって、脆弱化ゾーンへと到達することができる。

20

【0031】

分離開始ゾーンの形成に際しては、いくつかの可能性を提示することができる。

【0032】

第1の可能性においては、脆弱化ゾーンの形成において使用されたのとは異なるガス種のイオン打込によって、分離開始ゾーンを形成することができる。

【0033】

他の可能性においては、ブロック内にツールを挿入することによって、分離開始ゾーンを形成することができる。この場合には、第1分離手段は、ツールの挿入に対応する。

【0034】

他の可能性においては、ブロック上における流体の局所的注入によって、分離開始ゾーンを形成することができる。この場合には、第1分離手段は、流体の注入に対応する。

30

【0035】

さらに他の可能性においては、ブロックの局所的熱処理によって、分離開始ゾーンを形成することができる。この場合には、第1分離手段は、局所的熱処理に対応する。

【0036】

本発明による方法を、薄膜の形成に対して応用する場合には、薄膜の厚さによっては、分離ステージcを行う前に、有利には、薄膜に対して補強材を一体化することができる。補強材は、任意の成膜技術を使用することによって、切り取られるべき薄膜に対して接触するようにして、材料ブロックの表面に成膜することができる。補強材は、また、分子接着によって、あるいは、バインダ（接着剤）を使用した接着によって、薄膜に対して一体化することもできる。

40

【0037】

これに対し、薄膜または切取材料が、十分に厚い場合には、あるいは、分裂することなく十分に剛直な材料である場合には、補強材の存在は、不要である。以下においては、分離時に分裂しないよう十分に厚くまた剛直な部材または層については、『自立性の』部材または層と称することとする。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1A】基板を示す概略的な断面図であって、本発明による方法に基づく、補強材によって支持された薄膜の切取方法における各ステージを示している。

50

【図1B】基板を示す概略的な断面図であって、本発明による方法に基づく、補強材によって支持された薄膜の切取方法における各ステージを示している。

【図1C】基板を示す概略的な断面図であって、本発明による方法に基づく、補強材によって支持された薄膜の切取方法における各ステージを示している。

【図1D】基板を示す概略的な断面図であって、本発明による方法に基づく、補強材によって支持された薄膜の切取方法における各ステージを示している。

【図2A】基板を示す概略的な断面図であって、本発明による方法に基づく、自立性薄膜の切取方法における各ステージを示している。

【図2B】基板を示す概略的な断面図であって、本発明による方法に基づく、自立性薄膜の切取方法における各ステージを示している。

【図2C】基板を示す概略的な断面図であって、本発明による方法に基づく、自立性薄膜の切取方法における各ステージを示している。

【図3A】基板を示す概略的な断面図であって、図1A～図1Dに示す方法の変形例に基づく、補強材によって支持された薄膜の切取方法における各ステージを示している。

【図3B】基板を示す概略的な断面図であって、図1A～図1Dに示す方法の変形例に基づく、補強材によって支持された薄膜の切取方法における各ステージを示している。

【図3C】基板を示す概略的な断面図であって、図1A～図1Dに示す方法の変形例に基づく、補強材によって支持された薄膜の切取方法における各ステージを示している。

【図3D】基板を示す概略的な断面図であって、図1A～図1Dに示す方法の変形例に基づく、補強材によって支持された薄膜の切取方法における各ステージを示している。

【発明を実施するための形態】

【0039】

本発明の他の特徴点や利点は、添付図面を参照しつつ、以下の説明を読むことにより、明瞭となるであろう。以下の説明は、単なる例示として与えられるものであり、本発明を何ら限定するものではない。

【0040】

複数の図面にわたっては、同一のまたは同様のまたは等価な部材には、実施形態どうしの関連性の参照を容易とするため、同一の参照符号が付されている。

【0041】

さらに、様々な図面が、また、様々な図面における様々な部材が、同一のスケールで図示されていないことを、指摘しておく。これは、図面の理解を、より明瞭とするためである。

【0042】

図1Aは、基板(10)を示している。基板(10)は、上述したように、均質であるようなまたはそうではないような、材料ブロックから構成されている。このブロックは、例えば、半導性のあるいは圧電性のあるいは強誘電性の材料からなるインゴットまたはプレートとすることができる。ブロックは、前処理することができる、あるいは、前処理しないこともできる。前処理されているかどうかは別として、ブロックが半導体プレートである場合には、これは、例えばシリコン基板とすることができる。

【0043】

例えば100keVというエネルギーでもってかつ $7 \times 10^{16} \text{ H}^+ / \text{cm}^2$ という程度の照射量でもって水素のイオン打込を行うことにより、基板内に脆弱化ゾーン(12)を形成することができる。脆弱化ゾーンは、不純物の打込が行われた基板表面に対して平行な平面にほぼ沿って延在している。図に示す例においては、不純物は、基板面(18)を通して打ち込まれている。この基板面(18)は、以下においては、表層面と称される。基板(10)においては、脆弱化ゾーンは、表層薄膜(14)と、バルク部(16)と、を規定している。埋設条件に関しては、熱処理を行うことによって、脆弱化を増大させ得ることに興味がある。例えば、350でもって2時間にわたって熱処理を行うことができる。

【0044】

10

20

30

40

50

図1Bは、薄膜(14)の表層面を、ターゲット基板と称されるとともに薄膜に対しての補強材を構成することができる第2基板(20)上へと、取り付けた様子を示している。第2基板(20)は、例えば、通常は石英と称される溶融石英から形成された基板とすることができる。

【0045】

基板(20)に対しての層(14)の接着は、分子接着によって直接的に行うことができる、あるいは、図1に示すように、薄膜および基板の一方または双方上に設置された少なくとも1つの材料層(22)の介在によっても行うことができる。後者の場合には、介在層(22)は、分子接着を促進させるものとして(例えば、 $\text{SiO}_2$ )、あるいは、接着性物質を形成するものとして(例えば、接着剤層)、選択される。

10

【0046】

接合すべき2つの基板の面どうしの間において直接的に分子接着を行う場合には、基板は、例えば、接合面を親水性とすることを意図した化学的クリーニング処理を受ける。接合面どうしを接触させた後には、可能であれば、両基板に対して、接着力を強化することを意図した第1熱処理を施すことができる。この熱処理は、例えば、300で2時間という程度の熱供給量で行われる。

【0047】

図1Cは、基板(10)内における分離開始ゾーン(30)の形成を示している。分離開始ゾーン(30)は、基板(10)のうちの、図面上において側方面をなす外面(32)を起点として、脆弱化ゾーン(12)のところまで、延在している。分離開始ゾーンは、図面上においては矢印(34)によって模式的に示されているような様々な手段により、誘発することができる。このような手段は、脆弱化ゾーンの高さ位置における、水や他の流体の注入や、あるいは、ブレード等のツールの挿入、とすることができる。

20

【0048】

他の可能性においては、分離開始ゾーンは、基板のエッジ領域に限定された過照射量でのイオン打込によって、誘発することができる。そのようなエッジ領域は、図においては符号(36)によって示されている。

【0049】

明らかのように、過照射は、例えば中央領域といったような、基板の他の領域においても行うことができる。

30

【0050】

イオン打込によって分離開始ゾーンを形成する場合には、分離開始ゾーンの形成は、可能であれば、脆弱化ゾーンの形成のために実施されるイオン打込と同じ打込ステージにおいて行うことができる。上述の数値例の場合には、領域(36)は、例えば $9 \times 10^{16} \text{H}^+ / \text{cm}^2$ という照射量でもって、過剰な打込が行われる。

【0051】

さらなる可能性においては、分離開始ゾーンは、(例えば、レーザーや局所的熱源を使用することにより)局所的に基板を過熱することによって、誘発することができる。

【0052】

ここでの説明においては、『分離開始ゾーン』という用語が、分離が既に開始されている領域のことも、また、後に行われることとなる実際の分離ステージにおいて分離の起点となるような特に脆い領域のことも、意味していることに注意されたい。

40

【0053】

破線による矢印(34a)は、複数の分離開始ゾーンを形成するという可能性を示している。

【0054】

図1Dは、薄膜(14)と、基板のバルク部(16)と、の間の最終的分離ステージを示している。分離は、圧力という形態においてあるいは剪断力や引剥し力といったような引っ張り力という形態において機械的力を印加することにより、あるいはこれに代えてあるいはこれに加えて、熱処理を行うことにより、補助することができる。例えば、上述の

50

条件においては、完全な分離を行うために、350 で数分間という熱処理を行うことができる。両部材の分離を行うために使用される熱供給量は、例えば基板どうしの接着力を増強するための熱処理といったような、それ以前に既に行われた熱処理を考慮したものとされる。いずれにしても、分離開始ゾーンを使用することによって、熱供給量が低減される。

**【0055】**

以上により、ターゲット基板(20)の表面に薄膜(14)を有して形成された構造が得られる。

**【0056】**

第1基板のバルク部(16)は、その後におけるさらなる薄膜の切取のために再使用することができる。可能であれば、バルク部は、他の材料からなる他の薄膜の支持体の役割をなすようにして、ターゲット基板として機能することもできる。

10

**【0057】**

図1A~図1Dに示された方法によれば、例えば、シリコン基板上に、 $LiNbO_3$  や  $LiTaO_3$  や  $SrTiO_3$  といったような、半導体材外の材料を備えてなる構造といったような、他の構造を同様にして得ることができる。また別の場合には、III-V半導体材料からなる層を、シリコン基板上へとあるいはさらなるIII-V半導体基板上へと、移送することができる。また、この方法を実施することによって、SOI(シリコン・オン・インシュレータ)タイプの基板を得ることもできる。

**【0058】**

以下の例示は、SOI支持体/P13の製造に関して使用し得るプロセスパラメータの一例である。

20

**【0059】**

第1ステージにおいては、表面酸化されたシリコンからなる標準的プレートにおいて、例えば100keVというエネルギーでかつ $7 \times 10^{16} H^+ / cm^2$ という照射量をもって水素のイオン打込を行う。このイオン打込により、脆弱化ゾーンによって制限された薄膜を得ることができる。 $9 \times 10^{16} H^+ / cm^2$ という局所的過剰照射を、脆弱化ゾーンの周縁部において行う。この過剰照射により、本発明における意味合いでの分離開始ゾーンを形成することができる。プレートのエッジにおいて形成される分離開始ゾーンの場合には、プレートのエッジから1~2cmという長さにわたって、分離開始ゾーンを形成することができる。酸化層が付着されている他のシリコンプレート上に、このプレートを取り付けた後に、熱処理による分離操作を行う。350 で4時間にわたって熱処理を行うことにより、分離開始ゾーンを起点として広がり始めさらに脆弱化ゾーン全体へと広がるような分離が得られることがわかる。

30

**【0060】**

分離開始ゾーンが存在しない場合でも、分離を引き起こすことができる。それでも分離開始ゾーンがない場合には、350 で11時間にわたる熱処理を必要とする。このことは、本発明の結果として、基板に対して印加される熱供給量が大幅に低減されることを示している。

**【0061】**

図2Aは、本発明の実施に際しての第2の可能性における第1ステージを示す図であって、図1Aと同じ図である。したがって、この図2Aに関しては、上記の説明を参照することができる。

40

**【0062】**

図2Bは、分離開始ゾーン(30)の形成を示している。脆弱化ゾーン(12)の高位置近傍において分離開始ゾーン(30)が使用されていること、さらに、薄膜(14)の表面(18)が、そのままの状態とされていることが、わかる。

**【0063】**

図2Cは、最終ステージをなす分離ステージを示している。この場合の分離は、薄膜(14)に対して補強材を付設することなく、行われている。このような方法の実施は、特

50

に、自立性薄膜の形成に際して適用される。

【 0 0 6 4 】

図 3 A ~ 図 3 D は、本発明の実施に際してのさらに他の可能性を示している。図 3 A および図 3 B は、図 1 A および図 1 B と同じであるので、再度の説明を省略する。

【 0 0 6 5 】

図 3 C は、分離開始ゾーン ( 3 0 ) の形成を示す図であって、脆弱化ゾーン ( 1 2 ) の高さ位置以外のところに、分離手段 ( 3 4 ) を適用することができることを示している。図 3 C の例においては、例えばブレードといったようなツールが、第 1 基板 ( 1 0 ) とターゲット基板 ( 2 0 ) との間の境界の高さ位置において、構造の側部 ( 3 2 ) 上に挿入される。例えば、ツールは、介在層 ( 2 2 ) が存在している場合には、介在層 ( 2 2 ) の高さ位置において挿入される。例えば数  $\mu\text{m}$  の程度あるいはそれ以下といったように、薄膜の厚さが比較的薄いことにより、第 1 基板 ( 1 0 ) 内において脆弱化されたゾーンまでの距離が短いことにより、分離開始ゾーンは、薄膜層を通過して広がり、脆弱化ゾーン ( 1 2 ) へと到達する。

10

【 0 0 6 6 】

図 3 D は、最終ステージをなす分離ステージを示しており、この場合には、分離は、分離開始ゾーン ( 3 0 ) を起点として、脆弱化ゾーンに沿って薄膜表面全体にわたって広がっている。

【 0 0 6 7 】

上述したように、分離開始ゾーンが存在していることにより、最終ステージにおける熱供給量を低減することができる、および/または、脆弱化ゾーンの形成のためのイオン打込照射量を低減することができる。最終ステージにおける熱供給量、および、脆弱化ゾーン形成のためのイオン打込照射量という 2 つのパラメータに対して作用することにより、バルク部 ( 1 6 ) の表面粗さを制御することができ、結局は、薄膜 ( 1 4 ) の表面粗さを制御することができる。

20

【 符号の説明 】

【 0 0 6 8 】

- 1 0 基板、第 1 基板 ( 材料ブロック )
- 1 2 脆弱化ゾーン ( 脆弱化された埋設ゾーン )
- 1 4 薄膜、表層薄膜 ( 表層部分 )
- 1 6 バルク部 ( 残部 )
- 3 0 分離開始ゾーン
- 3 6 エッジ領域 ( 分離開始ゾーン )

30

【 図 1 A 】

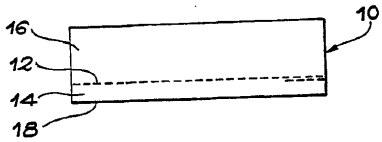


FIG. 1A

【 図 1 B 】

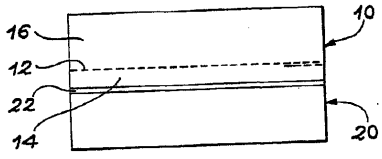


FIG. 1B

【 図 1 C 】

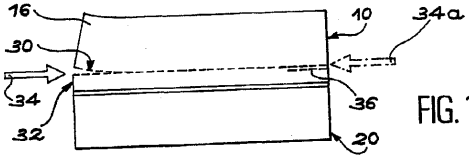


FIG. 1C

【 図 1 D 】

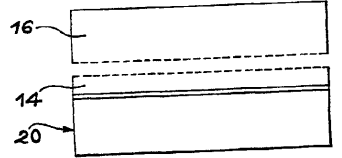


FIG. 1D

【 図 2 A 】

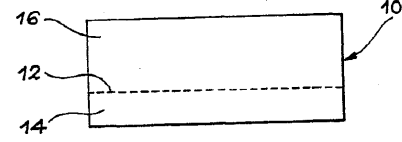


FIG. 2A

【 図 2 B 】

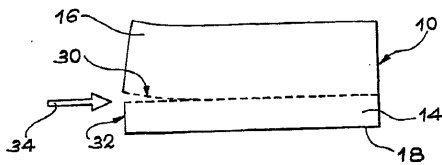


FIG. 2B

【 図 2 C 】

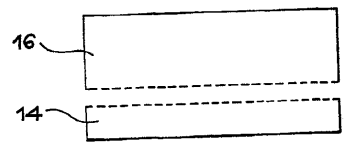


FIG. 2C

【 図 3 A 】

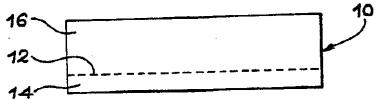


FIG. 3A

【 図 3 B 】

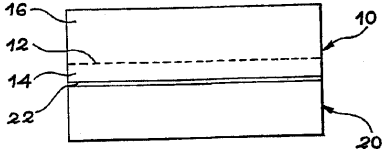


FIG. 3B

【 図 3 C 】

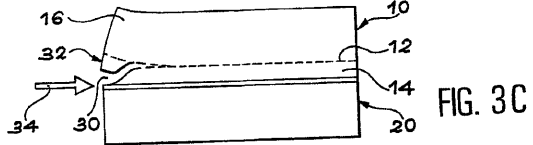


FIG. 3C

【 図 3 D 】

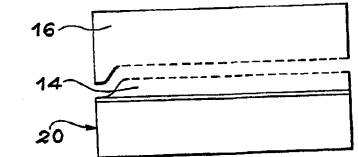


FIG. 3D

---

フロントページの続き

(72)発明者 ベルナール・アスパール

フランス・F - 3 8 1 4 0 ・リヴ・ル・アモー・デ・ザイエ・1 1 0

(72)発明者 クリステル・ラガシュ

フランス・F - 3 8 3 4 0 ・ヴォルップ・リュ・ドゥ・リール・4 9 ・ル・ヴュー・ラヴォワール