

(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2016-207702

(P2016-207702A)

(43) 公開日 平成28年12月8日(2016.12.8)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/02 (2006.01)	HO 1 L 21/02 B	3C069
HO 1 L 21/304 (2006.01)	HO 1 L 21/304 611Z	4E168
B28D 5/04 (2006.01)	HO 1 L 21/304 631	5F057
B23K 26/53 (2014.01)	HO 1 L 21/304 622W	
	B28D 5/04 A	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2015-83642 (P2015-83642)
 (22) 出願日 平成27年4月15日 (2015.4.15)

(71) 出願人 000134051
 株式会社ディスコ
 東京都大田区大森北二丁目13番11号
 (74) 代理人 100075384
 弁理士 松本 昂
 (74) 代理人 100172281
 弁理士 岡本 知広
 (72) 発明者 平田 和也
 東京都大田区大森北二丁目13番11号
 株式会社ディスコ内
 Fターム(参考) 3C069 AA01 AA03 BA08 BC06 CA05
 EA04
 4E168 AD07 AE01 AE05 CA06 CB11
 DA02 DA24 DA32 DA40 DA44
 JA11 JA28
 最終頁に続く

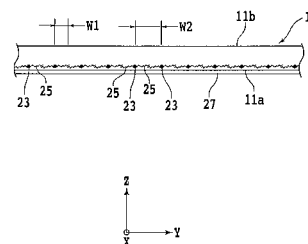
(54) 【発明の名称】 薄板の分離方法

(57) 【要約】

【課題】 SiC基板の上面にエピタキシャル成長によって積層された薄板をSiC基板から効率よく分離する薄板の分離方法を提供することである。

【解決手段】 第一の面と該第一の面と反対側の第二の面と、該第一の面から該第二の面に至るc軸と、該c軸に直交するc面とを有するSiC基板の該第一の面にエピタキシャル成長によって積層された薄板をSiC基板から分離する薄板の分離方法であって、SiC基板に対して透過性を有する波長のレーザービームの集光点を該第二の面からSiC基板の該第一の面近傍に位置付けると共に、該集光点とSiC基板とを相対的に移動して該レーザービームを該第二の面に照射し、該第一の面に平行な改質層及び該改質層から伸長するクラックを形成して分離起点を形成する分離起点形成ステップと、該分離起点形成ステップを実施した後、外力を付与して該分離起点から該薄板をSiC基板から分離する分離ステップと、を含む。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第一の面と該第一の面と反対側の第二の面と、該第一の面から該第二の面に至る c 軸と、該 c 軸に直交する c 面とを有する S i C 基板の該第一の面にエピタキシャル成長によって積層された薄板を S i C 基板から分離する薄板の分離方法であって、

S i C 基板に対して透過性を有する波長のレーザービームの集光点を該第二の面から S i C 基板の該第一の面近傍に位置付けると共に、該集光点と S i C 基板とを相対的に移動して該レーザービームを該第二の面に照射し、該第一の面に平行な改質層及び該改質層から伸長するクラックを形成して分離起点を形成する分離起点形成ステップと、

該分離起点形成ステップを実施した後、外力を付与して該分離起点から該薄板を S i C 基板から分離する分離ステップと、を備え、

該分離起点形成ステップは、該第二の面の垂線に対して該 c 軸がオフ角分傾き、該第二の面と該 c 面との間にオフ角が形成される方向と直交する方向にレーザービームの集光点を移動して直線状の改質層を形成する改質層形成ステップと、

該オフ角が形成される方向に該集光点を相対的に移動して所定量インデックスするインデックスステップと、

を含むことを特徴とする薄板の分離方法。

【請求項 2】

該分離起点形成ステップにおいて、該集光点は該薄板側に位置付けられ、該分離ステップを実施すると、S i C 基板側に該薄板の一部が残存する請求項 1 記載の薄板の分離方法。

【請求項 3】

該分離起点形成ステップにおいて、該集光点は S i C 基板側に位置付けられ、該分離ステップを実施すると、該薄板側に S i C 基板の一部が残存する請求項 1 記載の薄板の分離方法。

【請求項 4】

該分離ステップを実施した後、S i C 基板に残存する該薄板の一部を研削して除去する研削ステップを更に備えた請求項 2 記載の薄板の分離方法。

【請求項 5】

該分離ステップを実施した後、該薄板の裏面に残存する S i C 基板の一部を研削して除去する研削ステップを更に備えた請求項 3 記載の薄板の分離方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、S i C 基板上にエピタキシャル成長によって積層された薄板（薄膜）を S i C 基板から分離する薄板の分離方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

I C、L S I 等の各種デバイスは、シリコン等を素材としたウエーハの表面に機能層を積層し、この機能層に複数の分割予定ラインによって区画された領域に形成される。そして、切削装置、レーザー加工装置等の加工装置によってウエーハの分割予定ラインに加工が施され、ウエーハが個々のデバイスチップに分割され、分割されたデバイスチップは携帯電話、パソコン等の各種電子機器に広く利用されている。

【0003】

デバイスが形成されるウエーハは、一般的にインゴットをワイヤーソーでスライスして生成され、スライスされたウエーハの表裏面を研磨して鏡面に仕上げられる（例えば、特開 2000 - 94221 号公報参照）。

【0004】

また、パワーデバイス、L E D、L D 等の光デバイスは、S i C、G a N 等の六方晶単結晶を素材としたウエーハの表面に機能層が積層されて形成されるが、インゴットをスラ

10

20

30

40

50

イスしてウエーハを形成する方法と、S i C基板の上面にエピタキシャル成長によってS i C薄板（薄膜）、G a N薄板（薄膜）を積層させ、その後S i C基板から薄板を分離して純度の高いウエーハを形成する方法とがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2000-94221号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

10

然し、S i C基板から薄板を分離するには、S i C基板をワイヤーソーで切断し、薄板の裏面に残存したS i C基板の一部を研磨して薄板のみからなるウエーハを生成する必要がある。従って、S i C基板の多くの部分が捨てられることになり、S i C基板の再利用ができず不経済であるという問題がある。

【0007】

本発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、S i C基板の上面にエピタキシャル成長によって積層された薄板をS i C基板から効率よく分離する薄板の分離方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

20

本発明によると、第一の面と該第一の面と反対側の第二の面と、該第一の面から該第二の面に至るc軸と、該c軸に直交するc面とを有するS i C基板の該第一の面にエピタキシャル成長によって積層された薄板をS i C基板から分離する薄板の分離方法であって、S i C基板に対して透過性を有する波長のレーザービームの集光点を該第二の面からS i C基板の該第一の面近傍に位置付けると共に、該集光点とS i C基板とを相対的に移動して該レーザービームを該第二の面に照射し、該第一の面に平行な改質層及び該改質層から伸長するクラックを形成して分離起点を形成する分離起点形成ステップと、該分離起点形成ステップを実施した後、外力を付与して該分離起点から該薄板をS i C基板から分離する分離ステップと、を備え、該分離起点形成ステップは、該第二の面の垂線に対して該c軸がオフ角分傾き、該第二の面と該c面との間にオフ角が形成される方向と直交する方向にレーザービームの集光点を移動して直線状の改質層を形成する改質層形成ステップと、該オフ角が形成される方向に該集光点を相対的に移動して所定量インデックスするインデックスステップと、を含むことを特徴とする薄板の分離方法が提供される。

30

【0009】

好ましくは、該分離起点形成ステップにおいて、該集光点は該薄板側に位置付けられ、該分離ステップを実施すると、S i C基板側に該薄板の一部が残存する。

【0010】

或いは、該分離起点形成ステップにおいて、該集光点はS i C基板側に位置付けられ、該分離ステップを実施すると、該薄板側にS i C基板の一部が残存する。

【発明の効果】

40

【0011】

本発明の薄板の分離方法によると、直線状に形成される改質層がc面上に形成されると共に、改質層の両側にc面に沿ってクラックが伝播することで、改質層と隣接する改質層とがクラックによって連結して分離起点が形成され、分離起点から薄板を容易に分離することができると共に、薄板が分離されたS i C基板を再利用することができ経済的である。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の薄板の分離方法を実施するのに適したレーザー加工装置の斜視図である。

50

【図 2】レーザービーム発生ユニットのブロック図である。

【図 3】図 3 (A) は S i C 基板の斜視図、図 3 (B) はその正面図である。

【図 4】図 4 (A) は S i 基板の正面図、図 4 (B) は上面にエピタキシャル成長によって積層された薄板を有する S i C 基板の模式的正面図である。

【図 5】分離起点形成ステップを説明する斜視図である。

【図 6】S i C 基板の平面図である。

【図 7】改質層形成ステップを説明する模式的断面図である。

【図 8】改質層形成ステップを説明する模式的平面図である。

【図 9】薄板分離ステップを説明する斜視図である。

【図 10】分離された薄板の斜視図である。

【図 11】サブストレートを介して薄板を研削装置のチャックテーブルで保持する様子を示す斜視図である。

【図 12】研削ステップを示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の実施形態を図面を参照して詳細に説明する。図 1 を参照すると、本発明の薄板の分離方法を実施するのに適したレーザー加工装置 2 の斜視図が示されている。レーザー加工装置 2 は、静止基台 4 上に X 軸方向に移動可能に搭載された第一スライドブロック 6 を含んでいる。

【0014】

第一スライドブロック 6 は、ボールねじ 8 及びパルスモータ 10 から構成される加工送り機構 12 により一対のガイドレール 14 に沿って加工送り方向、即ち X 軸方向に移動される。

【0015】

第一スライドブロック 6 上には第二スライドブロック 16 が Y 軸方向に移動可能に搭載されている。即ち、第二スライドブロック 16 はボールねじ 18 及びパルスモータ 20 から構成される割り出し送り機構 22 により一対のガイドレール 24 に沿って割り出し送り方向、即ち Y 軸方向に移動される。

【0016】

第二スライドブロック 16 上には支持テーブル 26 が搭載されている。支持テーブル 26 は加工送り機構 12 及び割り出し送り機構 22 により X 軸方向及び Y 軸方向方向に移動可能であると共に、第二スライドブロック 16 中に収容されたモータにより回転される。

【0017】

静止基台 4 にはコラム 28 が立設されており、このコラム 28 にレーザービーム照射機構 (レーザービーム照射手段) 30 が取り付けられている。レーザービーム照射機構 30 は、ケーシング 32 中に収容された図 2 に示すレーザービーム発生ユニット 34 と、ケーシング 32 の先端に取り付けられた集光器 (レーザーヘッド) 36 とから構成される。ケーシング 32 の先端には集光器 36 と X 軸方向に整列して顕微鏡及びカメラを有する撮像ユニット 38 が取り付けられている。

【0018】

レーザービーム発生ユニット 34 は、図 2 に示すように、YAG レーザー又は YVO4 レーザーを発振するレーザー発振器 40 と、繰り返し周波数設定手段 42 と、パルス幅調整手段 44 と、パワー調整手段 46 とを含んでいる。特に図示しないが、レーザー発振器 40 はプリュースター窓を有しており、レーザー発振器 40 から出射されるレーザービームは直線偏光のレーザービームである。

【0019】

レーザービーム発生ユニット 34 のパワー調整手段 46 により所定パワーに調整されたパルスレーザービームは、集光器 36 のミラー 48 により反射され、更に集光レンズ 50 により支持テーブル 26 に固定された被加工物である S i C 基板 11 の内部に集光点を位置付けられて照射される。

10

20

30

40

50

【0020】

図3(A)を参照すると、加工対象物であるSiC基板11の斜視図が示されている。図3(B)は図3(A)に示したSiC基板11の正面図である。SiC基板11は、第一の面(上面)11aと第一の面11aと反対側の第二の面(裏面)11bを有している。SiC基板11の表面11a及び裏面11bは鏡面に研磨されている。

【0021】

SiC基板11は、第一のオリエンテーションフラット13と、第一のオリエンテーションフラット13に直交する第二のオリエンテーションフラット15を有している。第一のオリエンテーションフラット13の長さは第二のオリエンテーションフラット15の長さより長く形成されている。

10

【0022】

SiC基板11は、表面11aの垂線17に対して第二のオリエンテーションフラット15方向にオフ角 傾斜したc軸19とc軸19に直交するc面21を有している。c面21はSiC基板11の表面11aに対してオフ角 傾斜している。一般的に、SiC基板11では、短い第二のオリエンテーションフラット15の伸長方向に直交する方向がc軸の傾斜方向である。

【0023】

c面21はSiC基板11中にSiC基板11の分子レベルで無数に設定される。本実施形態では、オフ角 は4°に設定されている。しかし、オフ角 は4°に限定されるものではなく、例えば1°~6°の範囲で自由に設定してSiC基板11を製造することができる。

20

【0024】

図1を再び参照すると、静止基台4の左側にはコラム52が固定されており、このコラム52にはコラム52に形成された開口53を介して押さえ機構54が上下方向に移動可能に搭載されている。

【0025】

図4(A)を参照すると、SiC基板11の正面図が示されている。SiC基板11は例えば約300μm~約1000μmの厚みを有しており表面11a及び裏面11bは鏡面に加工されている。

【0026】

図4(B)に示すように、SiC基板11の表面11a上にはエピタキシャル成長によってSi薄膜(薄膜)又はGaN薄膜(薄膜)等の薄膜(薄膜)27が積層されている。薄膜27の厚みは例えば略200μmである。

30

【0027】

ここで、エピタキシャル成長とは、薄膜結晶成長技術の一つであり、基板となる結晶の上に結晶成長を行い、下地の基板の結晶面に揃えて配列する成長方法である。基板と薄膜が同じ物質である場合をホモエピタキシャル、異なる物質である場合をヘテロエピタキシャルと呼ぶ。

【0028】

結晶成長方法としては、分子線エピタキシー法、有機金属気相成長法、液相エピタキシー法の何れをも採用可能である。エピタキシャル成長が起こるには、基板と基板上に成長させる薄膜とが格子定数のほぼ等しい結晶を選ぶ必要があり、温度による膨脹係数の近いものでなくてはならない。SiC基板11上にエピタキシャル成長により積層された薄膜27のc軸及びc面はSiC基板11のc軸及びc面の方向と一致する。

40

【0029】

本実施形態の薄膜の分離方法では、図5に示すように、SiC基板11の第二のオリエンテーションフラット15がX軸方向に整列するように、SiC基板上に積層された薄膜27を下にして支持テーブル26上に例えばワックス又は接着剤で固定する。

【0030】

即ち、図6に示すように、オフ角 が形成される方向Y1、換言すると、SiC基板1

50

1の裏面11bの垂線17に対してc軸19の裏面11bとの交点19aが存在する方向に直交する方向、即ち矢印A方向をX軸に合わせてSiC基板11を支持テーブル26に固定する。

【0031】

これにより、オフ角が形成される方向に直交する方向Aに沿ってレーザービームが走査される。換言すると、オフ角が形成される方向Y1に直交するA方向が支持テーブル26の加工送り方向となる。

【0032】

本発明の薄板の分離方法では、集光器36から出射されるレーザービームの走査方向を、SiC基板11のオフ角が形成される方向Y1に直交する矢印A方向としたことが重要である。

10

【0033】

即ち、本発明の薄板の分離方法は、レーザービームの走査方向を上述したような方向に設定することにより、SiC基板11の内部に形成される改質層から伝播するクラックがc面21に沿って非常に長く伸長することを見出した点に特徴がある。

【0034】

本実施形態の薄板の分離方法では、まず、支持テーブル26に固定されたSiC基板11に対して透過性を有する波長(例えば1064nmの波長)のレーザービームの集光点をSiC基板11の第一の面(表面)11aの近傍に位置付けると共に、集光点とSiC基板11とを相対的に移動してレーザービームをSiC基板11の裏面11bに照射し、裏面11bに平行な改質層23及び改質層23からc面21に沿って伝播するクラック25を形成して分離起点とする分離起点形成ステップを実施する。

20

【0035】

この分離起点形成ステップの第一の実施形態では、図7に示すように、レーザービームの集光点を基板11側に位置付け、表面11a近傍に改質層23及び改質層23からc面21に沿って伝播するクラック25を形成して分離起点とする。

【0036】

分離起点形成ステップの第二実施形態では、レーザービームの集光点を薄板27側に位置付け、薄板27内に改質層23及び改質層23からc面21に沿って伝播するクラック25を形成して分離起点とする。

30

【0037】

この分離起点形成ステップは、裏面11bの垂線17に対してc軸19がオフ角分傾き、c面21と裏面11bとにオフ角が形成される方向、即ち、図6の矢印Y1方向に直交する方向であるA方向にレーザービームの集光点を相対的に移動して、SiC基板11の内部に改質層23及び改質層23からc面21に沿って伝播するクラック25を形成する改質層形成ステップと、図8に示すように、オフ角が形成される方向、即ちY軸方向に集光点を相対的に移動して所定量インデックスするインデックスステップとを含んでいる。

【0038】

図7及び図8に示すように、改質層23をX軸方向に直線状に形成すると、改質層23の両側からc面21に沿ってクラック25が伝播して形成される。本実施形態の薄板の分離方法では、直線状の改質層23からc面方向に伝播して形成されるクラック25の幅を計測し、集光点のインデックス量を設定するインデックス量設定ステップを含む。

40

【0039】

インデックス量設定ステップにおいて、図7に示すように、直線状の改質層23からc面方向に伝播して改質層23の片側に形成されるクラック25の幅をW1とした場合、インデックスすべき所定量W2は、W1以上2W1以下に設定される。

【0040】

ここで、好ましい実施形態の、レーザー加工方法は以下のように設定される。

【0041】

50

光源	: Nd : Y A G パルスレーザー
波長	: 1 0 6 4 n m
繰り返し周波数	: 8 0 k H z
平均出力	: 3 . 2 W
パルス幅	: 4 n s
スポット径	: 1 0 μ m
集光レンズの開口数 (N A)	: 0 . 4 5
インデックス量	: 4 0 0 μ m

上述したレーザー加工条件においては、図7において、改質層23からc面に沿って伝播するクラック25の幅W1が略250μmに設定され、インデックス量W2が400μmに設定される。

10

【0042】

しかし、レーザービームの平均出力は3.2Wに限定されるものではなく、本実施形態の加工方法では、平均出力を2W~4.5Wに設定して良好な結果が得られた。平均出力2Wの場合、クラック25の幅W1は略100μmとなり、平均出力4.5Wの場合には、クラック25の幅W1は略350μmとなった。

【0043】

平均出力が2W未満の場合及び4.5Wより大きい場合には、SiC基板11の内部に良好な改質層23を形成することができないため、照射するレーザービームの平均出力は2W~4.5Wの範囲内が好ましく、本実施形態では平均出力3.2WのレーザービームをSiC基板11に照射した。

20

【0044】

所定量Y軸方向にインデックス送りしながら、SiC基板11の全領域の表面11a近傍の位置に複数の改質層23及び改質層23からc面21に沿って伸びるクラック25の形成が終了したならば、外力を付与して改質層23及びクラック25からなる分離起点から薄板27をSiC基板11から分離する分離ステップを実施する

このウエーハ分離ステップは、例えば図9に示すような押圧機構54により実施する。押圧機構54は、コラム52内に内蔵された移動機構により上下方向に移動するヘッド56と、ヘッド56に対して、図9(B)に示すように、矢印R方向に回転される押圧部材58とを含んでいる。

30

【0045】

図9(A)に示すように、押圧機構54を支持テーブル26に固定されたSiC基板11の上方に位置づけ、図9(B)に示すように、押圧部材58がSiC基板11に積層された薄板27に圧接するまでヘッド56を下降する。

【0046】

押圧部材58を薄板27に圧接した状態で、押圧部材58を矢印R方向に回転すると、SiC基板11にはねじり応力が発生し、改質層23及びクラック25が形成された分離起点から薄板27が破断され、SiC基板11から図10に示す薄板27を分離することができる。

【0047】

薄板27をSiC基板11から分離すると、薄板27の裏面にSiC基板11の一部が残存する。よって、本実施形態の薄板の分離方法では、分離ステップ実施後、薄板27の裏面に残存するSiC基板の一部を研削して除去する研削ステップを実施する。

40

【0048】

この研削ステップでは、図11に示すように、薄板27をワックス又は接着剤等によりサブストレート29に固定し、研削装置のチャックテーブル60の保持面60aでサブストレート29を介して薄板27を吸引保持する保持ステップを実施する。

【0049】

このように薄板27をサブストレート29を介してチャックテーブル60で保持しながら、図12に示すように、研削ユニット62で薄板27に残存しているSiC基板11の

50

一部 1 1 c を研削して除去する研削ステップを実施する。

【 0 0 5 0 】

図 1 2 において、研削ユニット 6 2 のスピンドル 6 4 の先端に固定されたホイールマウント 6 6 には、複数のねじ 6 7 により研削ホイール 6 8 が着脱可能に装着されている。研削ホイール 6 8 はホイール基台 7 0 の自由端部（下端部）に複数の研削砥石 7 2 を環状に固着して構成されている。

【 0 0 5 1 】

研削ステップでは、チャックテーブル 6 0 を矢印 a で示す方向に例えば 3 0 0 r p m で回転しつつ、研削ホイール 6 8 を矢印 b で示す方向に例えば 6 0 0 0 r p m で回転させると共に、図示しない研削ユニット送り機構を駆動して研削ホイール 6 8 の研削砥石 7 2 を薄板 2 7 の裏面に残存している S i C 基板 1 1 の一部 1 1 c に接触させる。

10

【 0 0 5 2 】

そして、研削ホイール 6 8 を所定の研削送り速度（例えば $0.1 \mu\text{m}/\text{s}$ ）で研削送りしながら、薄板 2 7 の裏面に残存している S i C 基板 1 1 の一部 1 1 c を研削して除去する。これにより、エピタキシャル成長によって形成された純度の高い S i C ウエーハを得ることができる。

【 0 0 5 3 】

分離起点形成ステップの第二実施形態において、集光点が薄板 2 7 側に位置付けられた場合には、分離ステップにおいて、S i C 基板 1 1 の表面 1 1 a 側に薄板 2 7 の一部が残存する。

20

【 0 0 5 4 】

従って、この場合には、研削ステップにおいて、S i C 基板 1 1 に残存する薄板 2 7 の一部を研削して除去する。第二実施形態の場合には、S i C 基板 1 1 の元の厚さを維持することができるので、何回でも再利用することができるというメリットがある。

【 0 0 5 5 】

第一実施形態の分離起点形成ステップを採用した場合にも、S i C 基板 1 1 は研削ステップにより徐々に薄化されるが、限定的ではあるが S i c 基板 1 1 を複数回再利用することができる。

【 符号の説明 】

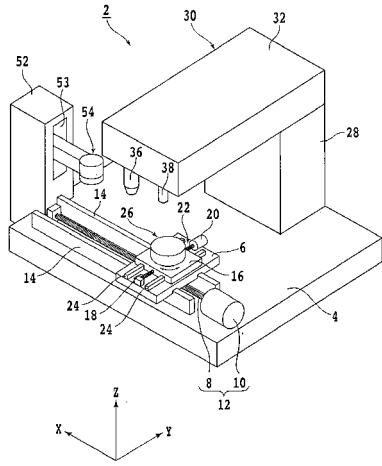
【 0 0 5 6 】

- 2 レーザー加工装置
- 1 1 S i C 基板
- 1 1 a 第一の面（表面）
- 1 1 b 第二の面（裏面）
- 1 3 第一のオリエンテーションフラット
- 1 5 第二のオリエンテーションフラット
- 1 7 第一の面の垂線
- 1 9 c 軸
- 2 1 c 面
- 2 3 改質層
- 2 5 クラック
- 2 6 支持テーブル
- 2 7 薄板（薄膜）
- 3 0 レーザービーム照射ユニット
- 3 6 集光器（レーザーヘッド）
- 5 4 押圧機構
- 5 6 ヘッド
- 5 8 押圧部材

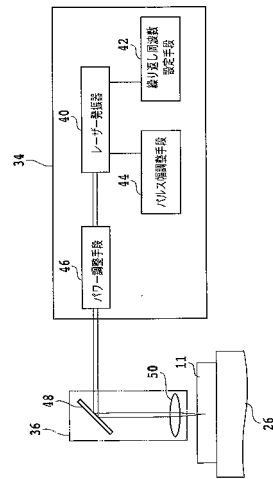
30

40

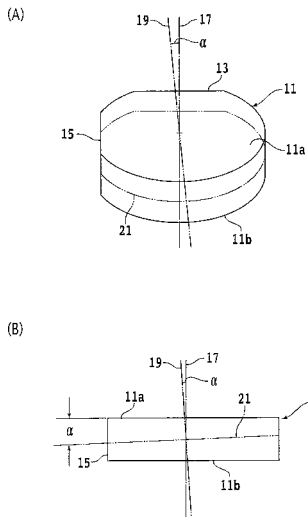
【 図 1 】



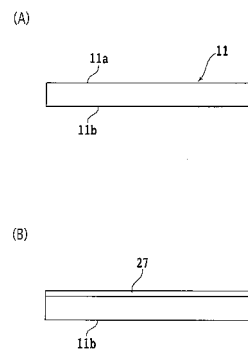
【 図 2 】



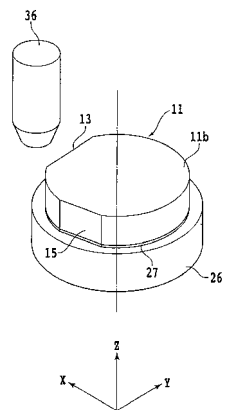
【 図 3 】



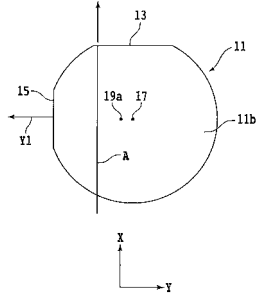
【 図 4 】



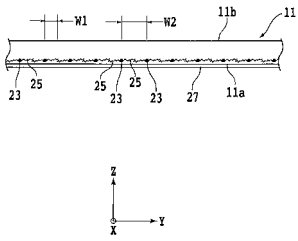
【 図 5 】



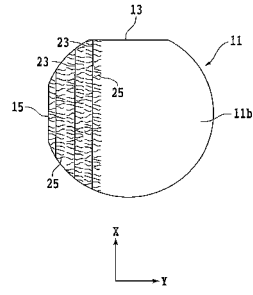
【 図 6 】



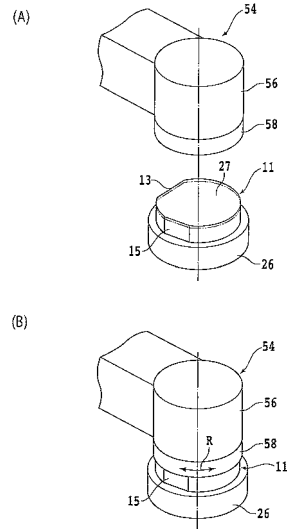
【 図 7 】



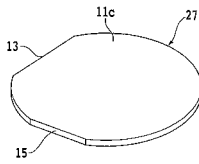
【 図 8 】



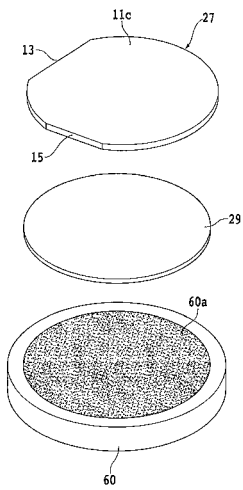
【 図 9 】



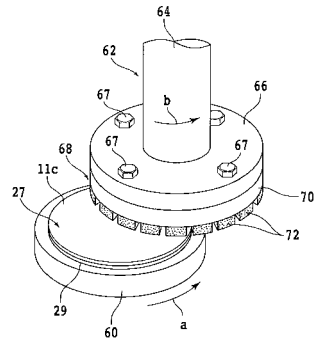
【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 12 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

B 2 3 K 26/53

Fターム(参考) 5F057 AA42 BA12 BB09 CA02 CA11 CA13 DA11 DA19 DA22