

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6395613号
(P6395613)

(45) 発行日 平成30年9月26日(2018.9.26)

(24) 登録日 平成30年9月7日(2018.9.7)

(51) Int.Cl.		F I			
H O 1 L 21/304	(2006.01)	H O 1 L	21/304	6 1 1 Z	
B 2 3 K 26/53	(2014.01)	B 2 3 K	26/53		
B 2 8 D 5/00	(2006.01)	B 2 8 D	5/00	Z	

請求項の数 1 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2015-1039 (P2015-1039)	(73) 特許権者	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
(22) 出願日	平成27年1月6日(2015.1.6)	(74) 代理人	100075384 弁理士 松本 昂
(65) 公開番号	特開2016-127186 (P2016-127186A)	(74) 代理人	100172281 弁理士 岡本 知広
(43) 公開日	平成28年7月11日(2016.7.11)	(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
審査請求日	平成29年11月28日(2017.11.28)	(72) 発明者	高橋 邦充 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ウエーハの生成方法

(57) 【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、該第一の面の垂線に対してオフ角分傾いた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面とを有する六方晶単結晶インゴットからウエーハを生成するウエーハの生成方法であって、

六方晶単結晶インゴット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一の面から生成するウエーハの厚みに相当する深さに位置づけると共に、該集光点と該六方晶単結晶インゴットとを相対的に移動して該レーザービームを該第一の面に照射し、該第一の面に平行な改質層及び該改質層からc面に沿って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、該分離起点からウエーハの厚みに相当する板状物を該六方晶単結晶インゴットから剥離して六方晶単結晶ウエーハを生成するウエーハ剥離ステップと、を備え、

該分離起点形成ステップは、該第一の面と該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と該六方晶単結晶インゴットとを相対的に移動して直線状の改質層及び該改質層から該c面に沿って伸長するクラックと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で且つ該c面が下り坂とな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ウエーハの生成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、六方晶単結晶インゴットをウエーハ状にスライスするウエーハの生成方法に関する。

【背景技術】

【0002】

IC、LSI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。

10

【0003】

また、パワーデバイス又はLED、LD等の光デバイスは、SiC、GaN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、積層された機能層に格子状に形成された複数の分割予定ラインによって区画されて形成される。

【0004】

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)。

20

【0005】

このワイヤーソーでは、直径約100~300 μ mのピアノ線等の一本のワイヤーを通常二~四本の間隔補助ローラー上に設けられた多数の溝に巻き付けて、一定ピッチで互いに平行に配置してワイヤーを一定方向又は双方向に走行させて、インゴットを複数のウエーハにスライスする。

【0006】

しかし、インゴットをワイヤーソーで切断し、表裏面を研磨してウエーハを生成すると、インゴットの70~80%が捨てられることになり、不経済であるという問題がある。特に、SiC、GaN等の六方晶単結晶インゴットはモース硬度が高く、ワイヤーソーでの切断が困難であり相当な時間がかかり生産性が悪く、効率よくウエーハを生成することに課題を有している。

30

【0007】

これらの問題を解決するために、SiC等の六方晶単結晶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六方晶単結晶インゴットの内部に位置づけて照射し、切断予定面に改質層及びクラックを形成し、外力を付与してウエーハを改質層及びクラックが形成された切断予定面に沿って割断して、インゴットからウエーハを分離する技術が特開2013-49161号公報に記載されている。

【0008】

この公開公報に記載された技術では、パルスレーザービームの第一の照射点と該第一の照射点に最も近い第二の照射点とが所定位置となるように、パルスレーザービームの集光点を切断予定面に沿って螺旋状に照射するか、又は直線状に照射して、非常に高密度な改質層及びクラックをインゴットの切断予定面に形成している。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2000-94221号公報

【特許文献2】特開2013-49161号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

50

しかし、特許文献2記載のインゴットの切断方法では、レーザービームの照射方法はインゴットに対して螺旋状又は直線状であり、直線状の場合レーザービームを走査する方向は何ら規定されていない。

【0011】

特許文献2に記載されたインゴットの切断方法では、レーザービームの第一の照射点と該第一の照射点に最も近い第二の照射点との間のピッチを $1\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ に設定している。このピッチは、改質層から生じた割れが伸びるピッチである。

【0012】

このようにレーザービームを照射する際のピッチが非常に小さいため、レーザービームの照射方法が螺旋状であっても又は直線状であっても、非常に小さなピッチ間隔でレーザービームを照射する必要があり、生産性の向上が十分図られていないという問題がある。

10

【0013】

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、インゴットから効率よくウエーハを生成することのできるウエーハの生成方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0014】

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、該第一の面の垂線に対してオフ角分傾いた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面とを有する六方晶単結晶インゴットからウエーハを生成するウエーハの生成方法であって、六方晶単結晶インゴット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一の面から生成するウエーハの厚みに相当する深さに位置づけると共に、該集光点と該六方晶単結晶インゴットとを相対的に移動して該レーザービームを該第一の面に照射し、該第一の面に平行な改質層及び該改質層からc面に沿って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、該分離起点からウエーハの厚みに相当する板状物を該六方晶単結晶インゴットから剥離して六方晶単結晶ウエーハを生成するウエーハ剥離ステップと、を備え、該分離起点形成ステップは、該第一の面と該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と該六方晶単結晶インゴットとを相対的に移動して直線状の改質層及び該改質層から該c面に沿って伸長するクラックと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で且つ該c面が下り坂とな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ウエーハの生成方法が適用される。

20

30

【発明の効果】

【0015】

本発明のウエーハの生成方法によると、インゴットの第一の面と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相対的に移動して、直線状の改質層をインゴット内部に形成すると共に、該オフ角が形成される方向で且つc面が下り坂となる方向に所定量インデックスした後、該オフ角が形成される方向に直交する方向にレーザービームの集光点を相対的に移動して直線状の改質層を形成するステップを繰り返すので、直線状に形成される改質層は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して形成されても次に照射されるレーザービームの照射をクラックが妨げることがなく、分離起点からウエーハの厚みに相当する板状物を六方晶単結晶インゴットから容易に分離して、六方晶単結晶ウエーハを生成することができる。

40

【0016】

レーザービームの移動する方向をオフ角が形成される方向に直交する方向に設定したために、改質層の両側からc面に沿って伝播して形成されるクラックが非常に長く伸長するため、インデックス量を大きくとることができ、生産性の向上を十分図ることができると共に、捨てられるインゴットの量を十分軽減でき30%前後に抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 1 7 】

【図 1】本発明のウエーハの生成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。

【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) は六方晶単結晶インゴットの斜視図、図 3 (B) はその正面図である。

【図 4】分離起点形成ステップを説明する斜視図である。

【図 5】六方晶単結晶インゴットの平面図である。

【図 6】改質層形成ステップを説明する模式的断面図である。

【図 7】改質層形成ステップを説明する模式的平面図である。

【図 8】図 8 (A) はインデックスステップを説明する模式的平面図、図 8 (B) はインデックス量を説明する模式的平面図である。

【図 9】ウエーハ剥離ステップを説明する斜視図である。

【図 10】生成された六方晶単結晶ウエーハの斜視図である。

【図 11】照射するレーザービームのインデックス方向と c 面との関係を説明する模式図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 8 】

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、本発明のウエーハの生成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。

【 0 0 1 9 】

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。

【 0 0 2 0 】

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。

【 0 0 2 1 】

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。

【 0 0 2 2 】

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。

【 0 0 2 3 】

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、繰り替え周波数設定手段 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 はプリユ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。

【 0 0 2 4 】

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

10

20

30

40

50

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六方晶単結晶インゴット11の内部に集光点を位置づけられて照射される。

【0025】

図3(A)を参照すると、加工対象物である六方晶単結晶インゴット11の斜視図が示されている。図3(B)は図3(A)に示した六方晶単結晶インゴット11の正面図である。六方晶単結晶インゴット(以下、単にインゴットと略称することがある)11は、SiC単結晶インゴット、又はGaN単結晶インゴットから構成される。

【0026】

インゴット11は、第一の面(表面)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。インゴット11の表面11aは、レーザービームの照射面となるため鏡面に研磨されている。

【0027】

インゴット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。

【0028】

インゴット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はインゴット11の表面11aに対してオフ角 傾斜している。一般的に、六方晶単結晶インゴット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。

【0029】

c面21はインゴット11中にインゴット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インゴット11を製造することができる。

【0030】

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。

【0031】

本実施形態のウエーハの生成方法では、図4に示すように、インゴット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インゴット11を支持テーブル26上に例えばワックス又は接着剤で固定する。

【0032】

即ち、図5に示すように、オフ角 が形成される方向Y1、換言すると、インゴット11の表面11aの垂線17に対してc軸19の表面11a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軸に合わせてインゴット11を支持テーブル26に固定する。

【0033】

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。

【0034】

本発明のウエーハの生成方法では、集光器36から出射されるレーザービームの走査方向を、インゴット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。

【0035】

10

20

30

40

50

即ち、本発明のウエーハの生成方法は、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、インゴット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。

【0036】

本実施形態のウエーハの生成方法では、まず、支持テーブル26に固定された六方晶単結晶インゴット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第一の面（表面）11aから生成するウエーハの厚みに相当する深さに位置づけると共に、集光点と六方晶単結晶インゴット11とを相対的に移動してレーザービームを表面11aに照射し、表面11a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。

10

【0037】

この分離起点形成ステップは、表面11aの垂線17に対してc軸19がオフ角θ分傾き、c面21と表面11aとにオフ角θが形成される方向と直交する方向、即ち、図5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インゴット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7及び図8に示すように、オフ角θ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】

20

図6及び図7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。本実施形態のウエーハの生成方法では、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。

【0039】

インデックス量設定ステップにおいて、図6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。

30

【0041】

光源	: Nd : YAGパルスレーザー
波長	: 1064nm
繰り返し周波数	: 80kHz
平均出力	: 3.2W
パルス幅	: 4ns
スポット径	: 10μm
集光レンズの開口数(NA)	: 0.45
インデックス量	: 400μm

【0042】

40

上述したレーザー加工条件においては、図6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。

【0043】

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。

【0044】

平均出力が2W未満の場合及び4.5Wより大きい場合には、インゴット11の内部に

50

良好な改質層 2 3 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 2 W ~ 4 . 5 W の範囲内が好ましく、本実施形態では平均出力 3 . 2 W のレーザービームをインゴット 1 1 に照射した。図 6 において、改質層 2 3 を形成する集光点の表面 1 1 a からの深さ D 1 は 5 0 0 μ m に設定した。

【 0 0 4 5 】

図 8 (A) を参照すると、レーザービームの走査方向を説明する模式図が示されている。分離起点形成ステップは往路 X 1 及び復路 X 2 で実施され、往路 X 1 で六方晶単結晶インゴット 1 1 に改質層 2 3 を形成したレーザービームの集光点は、所定量インデックスされた後、復路 X 2 で六方晶単結晶インゴット 1 1 に改質層 2 3 を形成する。

【 0 0 4 6 】

また、分離起点形成ステップにおいて、レーザービームの集光点のインデックスすべき所定量が W 以上 2 W 以下に設定された場合、六方晶単結晶インゴット 1 1 にレーザービームの集光点が位置づけられ最初の改質層 2 3 が形成されるまでの集光点のインデックス量は W 以下に設定されるのが好ましい。

【 0 0 4 7 】

例えば、図 8 (B) に示すように、レーザービームの集光点をインデックスすべき所定量が 4 0 0 μ m の場合には、インゴット 1 1 に最初の改質層 2 3 が形成されるまでは、インデックス量 2 0 0 μ m でレーザービームの走査を複数回実行する。

【 0 0 4 8 】

最初の方のレーザービームの走査は空打ちであり、インゴット 1 1 の内部に最初に改質層 2 3 を形成したのが判明したならば、インデックス量 4 0 0 μ m に設定してインゴット 1 1 の内部に改質層 2 3 を形成する。

【 0 0 4 9 】

このように所定量インデックス送りしながら、インゴット 1 1 の全領域の深さ D 1 の位置に複数の改質層 2 3 及び改質層 2 3 から c 面 2 1 に沿って伸びるクラック 2 5 の形成が終了したならば、外力を付与して改質層 2 5 及びクラック 2 3 からなる分離起点から形成すべきウエーハの厚み相当する板状物を六方晶単結晶インゴット 1 1 から分離して六方晶単結晶ウエーハ 2 7 を生成するウエーハ剥離工程を実施する。

【 0 0 5 0 】

このウエーハ剥離工程は、例えば図 9 に示すような押圧機構 5 4 により実施する。押圧機構 5 4 は、コラム 5 2 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 5 6 と、ヘッド 5 6 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 5 8 とを含んでいる。

【 0 0 5 1 】

図 9 (A) に示すように、押圧機構 5 4 を支持テーブル 2 6 に固定されたインゴット 1 1 の上方に位置づけ、図 9 (B) に示すように、押圧部材 5 8 がインゴット 1 1 の表面 1 1 a に圧接するまでヘッド 5 6 を下降する。

【 0 0 5 2 】

押圧部材 5 8 をインゴット 1 1 の表面 1 1 a に圧接した状態で、押圧部材 5 8 を矢印 R 方向に回転すると、インゴット 1 1 にはねじり応力が発生し、改質層 2 3 及びクラック 2 5 が形成された分離起点からインゴット 1 1 が破断され、六方晶単結晶インゴット 1 1 から図 1 0 に示す六方晶単結晶ウエーハ 2 7 を分離することができる。

【 0 0 5 3 】

ウエーハ 2 7 をインゴット 1 1 から分離後、ウエーハ 2 7 の分離面及びインゴット 1 1 の分離面を研磨して鏡面に加工するのが好ましい。

【 0 0 5 4 】

次に、図 1 1 を参照して、六方晶単結晶インゴット 1 1 に照射するレーザービーム L B のインデックス方向と六方晶単結晶インゴット 1 1 の c 面 2 1 との関係について説明する。本実施形態の六方晶単結晶インゴット 1 1 では、図 3 (B) に示すように、c 面 2 1 はインゴット 1 1 の上面 1 1 a に対してオフ角 傾いた右上がりに形成されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

このようなc面21を有する六方晶単結晶インゴット11では、六方晶単結晶インゴット11を固定した支持テーブル26を矢印Y1方向に移動して、レーザービームLBの集光点をオフ角が形成される方向で且つc面21が下り坂となる矢印Y2方向に所定量インデックスしながら、直線状の改質層23をインゴット11の内部に形成するのが好ましい。

【 0 0 5 6 】

インデックス方向をこのように設定すると、直線状に形成される改質層23はc面上に形成されると共に、改質層23の両側にc面に沿ってクラック25が伝播して形成されても、次に照射されるレーザービームLBの照射をクラック25が妨げることがなく、分離

10

【 符号の説明 】

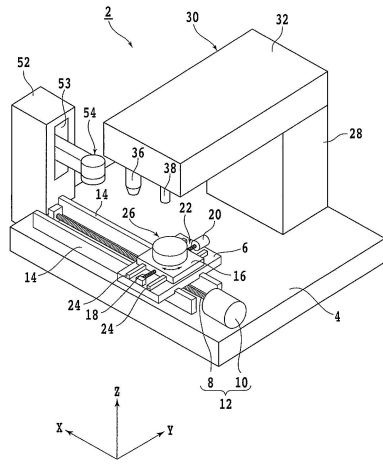
【 0 0 5 7 】

- 2 レーザー加工装置
- 11 六方晶単結晶インゴット
- 11a 第一の面(表面)
- 11b 第二の面(裏面)
- 13 第一のオリエンテーションフラット
- 15 第二のオリエンテーションフラット
- 17 第一の面の垂線
- 19 c軸
- 21 c面
- 23 改質層
- 25 クラック
- 26 支持テーブル
- 30 レーザービーム照射ユニット
- 36 集光器(レーザーヘッド)
- 54 押圧機構
- 56 ヘッド
- 58 押圧部材

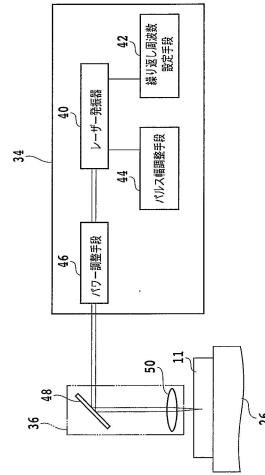
20

30

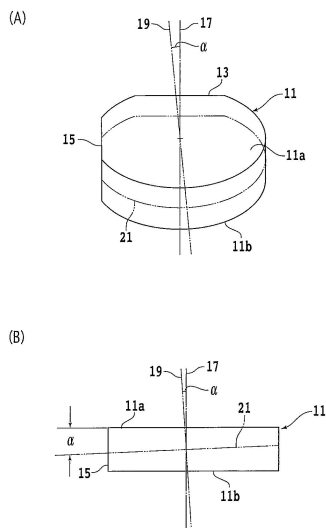
【図1】



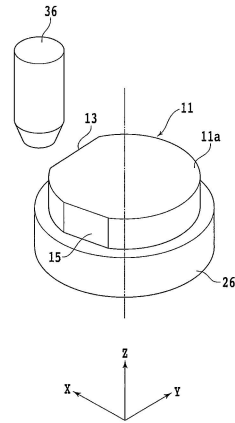
【図2】



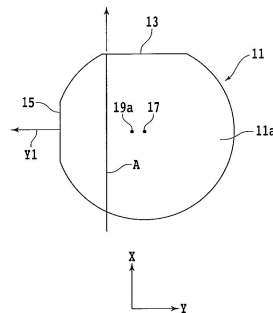
【図3】



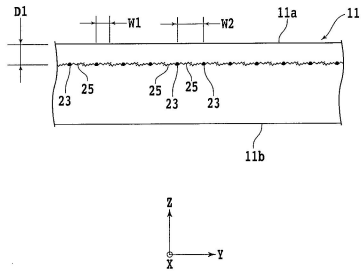
【図4】



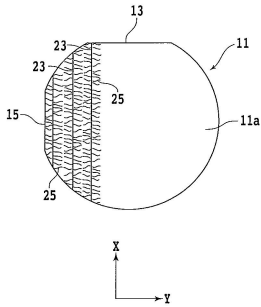
【図5】



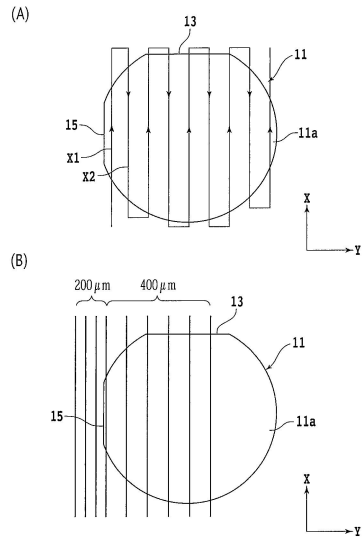
【 図 6 】



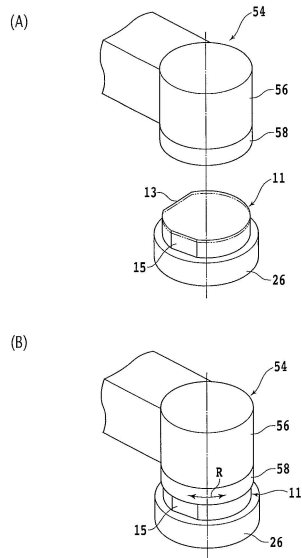
【 図 7 】



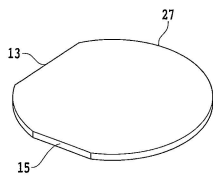
【 図 8 】



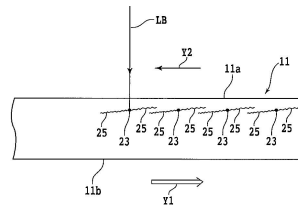
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



フロントページの続き

(72)発明者 西野 曜子

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

審査官 空 哲次

(56)参考文献 特開2013-049161(JP,A)

国際公開第2012/108052(WO,A1)

特開2014-213334(JP,A)

特開2009-266892(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/304

B23K 26/53

B28D 5/00