

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6494382号
(P6494382)

(45) 発行日 平成31年4月3日(2019.4.3)

(24) 登録日 平成31年3月15日(2019.3.15)

(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 3 K 26/00 (2014.01)	B 2 3 K 26/00	M	
B 2 3 K 26/046 (2014.01)	B 2 3 K 26/046		
B 2 8 D 5/04 (2006.01)	B 2 8 D 5/04	B	

請求項の数 1 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2015-78029 (P2015-78029)	(73) 特許権者	000134051 株式会社ディスコ
(22) 出願日	平成27年4月6日(2015.4.6)		東京都大田区大森北二丁目13番11号
(65) 公開番号	特開2016-197699 (P2016-197699A)	(74) 代理人	100075384 弁理士 松本 昂
(43) 公開日	平成28年11月24日(2016.11.24)	(74) 代理人	100172281 弁理士 岡本 知広
審査請求日	平成30年2月21日(2018.2.21)	(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
		(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

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の第一の面に存在する凹凸のウネリを計測する端面計測ステップと、

端面計測ステップを実施した後、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付けると共に、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伸長するクラックを含む分離面を形成する分離面形成ステップと、

該分離面形成ステップを実施した後、該分離面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、

該分離面形成ステップは、該第一の面の垂線に対して該c軸がオフ角分傾き、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を相対的に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、を含み、

該分離面形成ステップにおいて、レーザービームの集光点を形成する対物レンズの開口数NAと六方晶単結晶インゴットの屈折率Nと六方晶単結晶インゴットの該第一の面に存在する凹凸のウネリとに基づいて、同一平面上に集光点が位置付けられ分離面が形成されるように制御する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。

【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)。

【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。

【0007】

これらの問題を解決するために、SiC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付けて照射し、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2013-49461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。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2000-94221号公報

10

20

30

40

50

【特許文献2】特開2013-49461号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

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c面に沿って伸びるピッチである。

10

【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る、生産性の向上が十分図られていないという問題がある。

【0013】

更に、インゴットの端面に凹凸のウネリが存在すると、ウネリにならって切断予定面に改質層が形成されるため、表面及び裏面にウネリを持ったウエーハが生成され研磨によって表面及び裏面からウネリを除去しなければならず、実質的に効率よくインゴットからウエーハを生成できないと共にインゴットから捨てられる量を軽減できないという問題がある。

20

【0014】

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】

【0017】

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の該第一の面に存在する凹凸のウネリを計測する端面計測ステップと、端面計測ステップを実施した後、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付けると共に、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伸長するクラックを含む分離面を形成する分離面形成ステップと、該分離面形成ステップを実施した後、該分離面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、該分離面形成ステップは、該第一の面の垂線に対して該c軸がオフ角分傾き、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を相対的に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、を含み、該分離面形成ステップにおいて、レーザービームの集光点を形成する対物レンズの開口数NAと六方晶単結晶インゴットの屈折率Nと六方晶単結晶インゴットの該端面に存在する凹凸のウネリとに基づいて、同一平面上に集光点が位置付けられ分離面が形成されるように制御することを特徴とするウエーハの生成方法が提供される。

30

40

【発明の効果】

【0018】

本発明のウエーハの生成方法によると、分離面形成ステップを実施する前に、インゴッ

50

トの端面に存在する凹凸のウネリを計測する端面計測ステップを実施し、分離面形成ステップにおいては、レーザービームの集光点を形成する対物レンズの開口数NAとインゴットの屈折率Nとインゴットの端面に存在する凹凸のウネリとに基づいて、同一平面上に分離面が形成されるように制御するので、インゴットの端面に凹凸のウネリが存在してもウネリの影響を受けることなくインゴットの内部に平坦な分離面を形成することができ、インゴットからウエーハを効率よく生成できると共に捨てられる量を軽減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【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。 10

【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。 20

【図9】端面計測ステップを示す斜視図である。

【図10】端面計測ステップを説明する模式的平面図である。

【図11】端面計測ステップで計測された端面の高さ位置を示すマップの一例を示す図である。

【図12】分離面形成ステップを示す模式的側面図である。

【図13】分離面形成ステップで同一平面上に分離面が形成されるように制御する制御方法を説明する拡大模式図である。

【図14】ウエーハ剥離ステップを説明する斜視図である。

【図15】生成された六方晶単結晶ウエーハの斜視図である。

【発明を実施するための形態】 30

【0020】

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。

【0021】

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により一对のガイドレール14に沿って加工送り方向、即ちX軸方向に移動される。

【0022】 40

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により一对のガイドレール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。

【0023】

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。

【0024】

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 50

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中に收容された図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。

【0025】

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はブリュ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。

10

【0026】

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六方晶単結晶インゴット11の内部に集光点を位置付けられて照射される。

【0027】

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、GaN単結晶インゴット、又はAlN単結晶インゴットから構成される。

20

【0028】

インゴット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。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。

【0029】

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。

30

【0030】

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。

【0031】

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。

40

【0032】

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。

【0033】

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。

50

【 0 0 3 4 】

即ち、図 5 に示すように、オフ角 θ が形成される方向 Y 1、換言すると、インゴット 11 の表面 11 a の垂線 17 に対して c 軸 19 の表面 11 a との交点 19 a 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。

【 0 0 3 5 】

これにより、オフ角 θ 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 θ が形成される方向 Y 1 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。

【 0 0 3 6 】

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 θ が形成される方向 Y 1 に直交する矢印 A 方向としたことが重要である。

【 0 0 3 7 】

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。

【 0 0 3 8 】

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 1064 nm の波長）のレーザービームの集光点を第一の面（表面）11 a から生成するウエーハの厚みに相当する深さに位置付けると共に、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 11 a に照射し、表面 11 a 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。

【 0 0 3 9 】

この分離起点形成ステップは、表面 11 a 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 11 a とにオフ角 θ が形成される方向、即ち、図 5 の矢印 Y 1 方向に直交する方向、即ち 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。

【 0 0 4 0 】

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。

【 0 0 4 1 】

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。

【 0 0 4 2 】

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。

【 0 0 4 3 】

光源	: Nd : YAG パルスレーザー
波長	: 1064 nm
繰り返し周波数	: 80 kHz
平均出力	: 3.2 W
パルス幅	: 4 ns

10

20

30

40

50

スポット径 : 10 μm
 集光レンズの開口数 (NA) : 0.45
 インデックス量 : 400 μm

【0044】

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250 μm に設定され、インデックス量W2が400 μm に設定される。

【0045】

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100 μm となり、平均出力4.5Wの場合には、クラック25の幅W1は略350 μm となった。

10

【0046】

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インゴット11に照射した。図6において、改質層23を形成する集光点の表面11aからの深さD1は500 μm に設定した。

【0047】

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X1及び復路X2で実施され、往路X1で六方晶単結晶インゴット11に改質層23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X2で六方晶単結晶インゴット11に改質層23を形成する。

20

【0048】

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2W以下に設定された場合、六方晶単結晶インゴット11にレーザービームの集光点が位置付けられ最初の改質層23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。

【0049】

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400 μm の場合には、インゴット11に最初の改質層23が形成されるまでは、インデックス量200 μm でレーザービームの走査を複数回実行する。

30

【0050】

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11の内部に最初に改質層23を形成したのが判明したならば、インデックス量400 μm に設定してインゴット11の内部に改質層23を形成する。

【0051】

次に、図9~図13を参照して、インゴット11の第一の面(端面)11aに存在する凹凸のウネリを計測する端面計測ステップについて説明する。インゴット11の端面11aに凹凸のウネリが存在すると、ウネリにならって切断予定面に改質層23が形成されるため、ウエーハ剥離ステップを実施してウエーハをインゴットから分離すると、表裏面にウネリを持ったウエーハが生成され、研磨によって表裏面からウネリを除去しなければならず、実質的に効率よくインゴットからウエーハを生成できないという問題がある。

40

【0052】

この問題を解決するため、本発明のウエーハの生成方法では、分離面形成ステップ(分離起点形成ステップ)を実施する前にインゴット11の端面11aに存在する凹凸のウネリを計測する端面計測ステップを実施する。

【0053】

この端面計測ステップは、図9に示すように、支持テーブル26に支持されたインゴット11をX軸方向及びY軸方向方向に移動しながらインゴット11の端面11aの高さ位

50

置を計測する端面計測装置 60 を用いて実施する。

【0054】

端面計測装置 60 としては、従来公知のレーザー方式又は超音波方式の高さ位置検出装置を利用することができる。図 10 に示すように、支持テーブル 26 に支持されたインゴット 11 の端面 11a の座標位置 (x1, y1) を端面計測装置 60 の直下に移動し、支持テーブル 26 を X 軸方向に移動することにより、座標 (x1, y1) での端面 11a の高さ位置 z1、座標 (x1-1, y1) での端面 11a の高さ位置 z1-1、座標 (x1-2, y1) での端面 11a の高さ位置 z1-2・・・座標 (x1-n, y1) での端面 11 の高さ位置 z1-n を連続的に測定し、これをレーザー加工装置 2 の制御手段 (コントローラ) 62 のメモリに格納する。

10

【0055】

支持テーブル 26 を Y 軸方向に割り出し送りして、y2 位置での端面 11a の高さ位置を支持テーブル 26 を X 軸方向に移動しながら次々と計測し、これを制御手段 62 のメモリに格納する。

【0056】

支持テーブル 26 を y1 ~ ym まで割り出し送りして、図 11 に示すようなマップを作成し、これを制御手段 62 のメモリに格納する。これにより、インゴット 11 の端面 11a の凹凸のウネリを端面全面にわたって計測することができる。

【0057】

端面計測ステップを実施した後、図 12 に示すように、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のレーザービームの集光点を端面 11a から生成するウエーハの厚みに相当する深さに位置付けると共に、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端面 11a に照射し、インゴット 11 の内部に改質層 23 及びクラック 25 を含む分離面 S を形成する分離面形成ステップを実施する。

20

【0058】

この分離面形成ステップでは、レーザービームの集光点を形成する対物レンズ 50 の開口数 NA とインゴット 11 の屈折率 N と端面計測ステップで計測したインゴット 11 の端面 11a に存在する凹凸のウネリとに基づいて、同一平面 S 上に集光点が位置付けられ分離面が形成されるように制御手段 62 で集光器 36 の高さ位置を制御する。

【0059】

この制御方法を図 13 を用いて詳細に説明する。対物レンズ 50 の焦点距離を L、インゴット 11 の端面 11a から分離面 S までの距離を h(x)、対物レンズ 50 とインゴット 11 の端面 11a との間の距離を H(x) とすると、開口数 NA は $\sin \theta$ であり、インゴット 11 の屈折率 N は $\sin \theta_1 / \sin \theta_2$ であるため、 $(L - H(x)) \tan \theta_1 = h(x) \tan \theta_2$ となる。

30

【0060】

従って、 $H(x) \tan \theta_2 = L \tan \theta_1 - h(x) \tan \theta_2$
 $H(x) = L - h(x) (\tan \theta_1 / \tan \theta_2)$ が得られる。

【0061】

よって、 $H(x) = L - h(x) (\tan \theta_1 / \tan \theta_2)$ の位置に集光器 36 の対物レンズ 50 が位置付けられるように集光器 36 の高さ位置を制御すればよい。

40

【0062】

このように、集光器 36 の高さ位置を制御しながら、インゴット 11 の全領域の分離面 S 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 を含む分離面 S 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 11 から分離して六方晶単結晶ウエーハ 27 を生成するウエーハ剥離工程を実施する。

【0063】

このウエーハ剥離工程は、例えば図 14 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

50

と、ヘッド56に対して、図14(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。

【0064】

図14(A)に示すように、押圧機構54を支持テーブル26に固定されたインゴット11の上方に位置付け、図14(B)に示すように、押圧部材58がインゴット11の表面11aに圧接するまでヘッド56を下降する。

【0065】

押圧部材58をインゴット11の表面11a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、インゴット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インゴット11が破断され、六方晶単結晶インゴット11から図15に示す六方晶単結晶ウエーハ27を分離することができる。

10

【0066】

ウエーハ27をインゴット11から分離後、ウエーハ27の分離面及びインゴット11の分離面を研磨して鏡面に加工するのが好ましい。

【符号の説明】

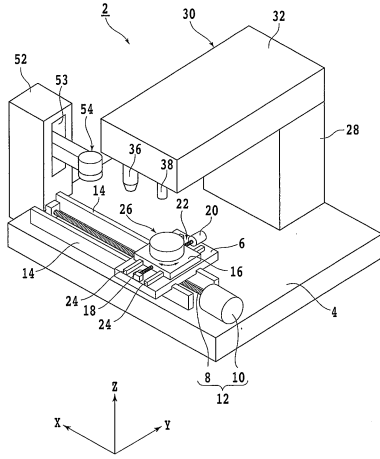
【0067】

- 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(端面)
- 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)
- 50 対物レンズ(集光レンズ)
- 54 押圧機構
- 56 ヘッド
- 58 押圧部材
- 60 端面計測装置

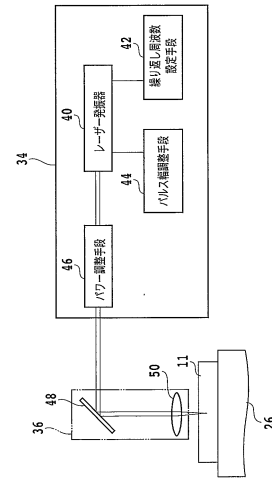
20

30

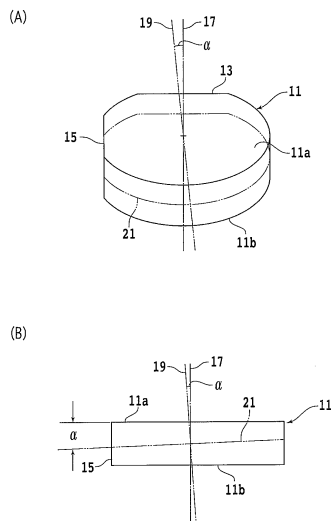
【図1】



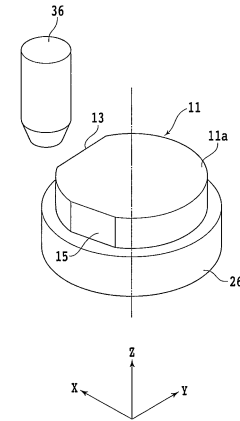
【図2】



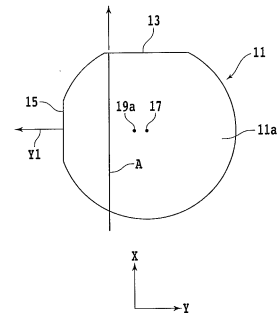
【図3】



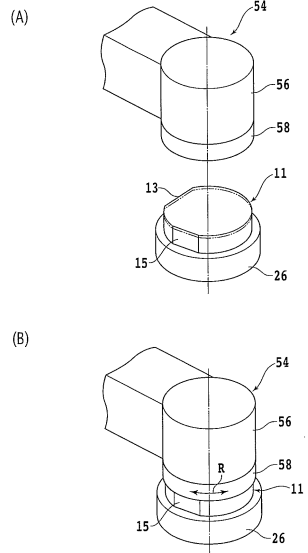
【図4】



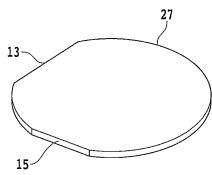
【図5】



【 14 】



【 15 】



フロントページの続き

(72)発明者 芳野 知輝

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 中田 剛史

(56)参考文献 特開2009-061462(JP,A)
特開2009-140959(JP,A)
特開2005-028423(JP,A)
特開2013-049161(JP,A)
特開2015-032771(JP,A)
米国特許出願公開第2008/0105662(US,A1)
特開2011-000600(JP,A)
特開2013-000748(JP,A)
特開2008-244121(JP,A)
特開2013-247147(JP,A)
国際公開第2013/176089(WO,A1)
特開2012-232358(JP,A)
特開2012-121031(JP,A)
特開2014-192381(JP,A)
特開2008-016577(JP,A)
特開2005-193286(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/304
B23K 26/00
B23K 26/046
B23K 26/53
B28D 5/04