

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02017/126506

発行日 平成30年11月8日 (2018.11.8)

(43) 国際公開日 平成29年7月27日 (2017.7.27)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01L 21/301 (2006.01)	H01L 21/78	4E168
B23K 26/53 (2014.01)	B23K 26/53	5F063
B23K 26/073 (2006.01)	B23K 26/073	

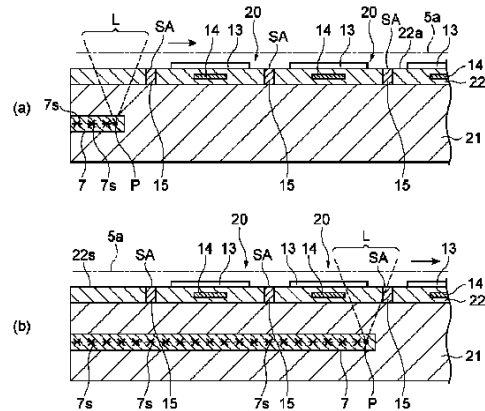
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 23 頁)

出願番号 特願2017-562821 (P2017-562821)	(71) 出願人 000236436 浜松ホトニクス株式会社 静岡県浜松市東区市野町1126番地の1
(21) 国際出願番号 PCT/JP2017/001422	(74) 代理人 100088155 弁理士 長谷川 芳樹
(22) 国際出願日 平成29年1月17日 (2017.1.17)	(74) 代理人 100113435 弁理士 黒木 義樹
(31) 優先権主張番号 特願2016-9043 (P2016-9043)	(74) 代理人 100140442 弁理士 柴山 健一
(32) 優先日 平成28年1月20日 (2016.1.20)	(72) 発明者 奥間 惇治 静岡県浜松市東区市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)	(72) 発明者 杉本 陽 静岡県浜松市東区市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 加工対象物切断方法

(57) 【要約】

加工対象物切断方法は、集光レンズにレーザー光を入射させる第1の工程と、集光レンズによってレーザー光を加工対象物の内部に集光させながら、集光点を切断予定ラインに沿って相対移動させることにより、切断予定ラインに沿って加工対象物の内部に改質領域を形成する第2の工程と、を備え、光遮蔽領域は、切断予定ラインの一部に重複しており、第1の工程においては、レーザー光の強度プロファイルを円環状としてレーザー光を集光レンズに入射させ、第2の工程においては、主面をレーザー光の入射面とすると共に光遮蔽領域を通過するように切断予定ラインに沿って集光点を相対移動させる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーザ光を遮蔽する光遮蔽領域を含む主面を有する加工対象物を切断予定ラインに沿って切断するための加工対象物切断方法であって、

前記レーザ光を前記加工対象物に集光するための集光レンズに対して前記レーザ光を入射させる第 1 の工程と、

前記集光レンズによって前記レーザ光を前記加工対象物の内部に集光させながら、前記レーザ光の集光点を前記切断予定ラインに沿って相対移動させることにより、前記切断予定ラインに沿って前記加工対象物の内部に改質領域を形成する第 2 の工程と、

を備え、

前記光遮蔽領域は、前記主面に交差する方向からみて、前記切断予定ラインの一部に重複しており、

前記第 1 の工程においては、前記レーザ光の強度プロファイルを円環状とした状態において前記レーザ光を前記集光レンズに入射させ、

前記第 2 の工程においては、前記主面を前記レーザ光の入射面とすると共に、前記主面に交差する方向からみて前記光遮蔽領域を通過するように前記切断予定ラインに沿って前記集光点を相対移動させる、

加工対象物切断方法。

【請求項 2】

前記加工対象物は、窒化ガリウムを含む半導体レーザのための半導体層を有し、

前記半導体層は、前記主面を含み、

前記光遮蔽領域は、前記切断予定ラインに交差する方向に延びるように前記半導体層に設けられたストライプ状の高密度欠陥領域であり、

前記切断予定ラインは、前記半導体層の劈開面に沿って設定される、

請求項 1 に記載の加工対象物切断方法。

【請求項 3】

前記第 1 の工程においては、所定の変調パターンを呈示した空間光変調器により前記強度プロファイルを円環状とする、

請求項 1 又は 2 に記載の加工対象物切断方法。

【請求項 4】

前記強度プロファイルの外径と内径との比は、50%以上85%未満である、

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の加工対象物切断方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の一側面は、加工対象物切断方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、半導体チップ製造方法が記載されている。この方法では、n 型窒化ガリウム系半導体層（n 型層）と p 型窒化ガリウム系半導体層（p 型層）とをサファイア基板上に積層して形成された半導体ウエハを複数の半導体チップに分割する。この方法では、まず、所望のチップ形状により素子分離溝を形成する。素子分離溝は、p 型層をエッチングすることにより形成される。続いて、サファイア基板の内部に改質領域を形成する。改質領域は、サファイア基板の内部に集光点を合せてレーザ光を照射することにより形成される。改質領域は、基板（ウエハ）の分断に利用される。その後、ブレーキング装置を用いて、基板（ウエハ）をチップ状に分割する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2011 - 181909 号公報

10

20

30

40

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記の基板（ウエハ）といった加工対象物の表面には、レーザ光を遮蔽する光遮蔽領域が設けられる場合がある。その場合には、当該表面をレーザ光の入射面とすると共に、入射面に交差する方向からみて光遮蔽領域を通過するようにレーザ光の集光点を移動させながら加工対象物にレーザ光を照射すると、光遮蔽領域に対応する位置において改質領域が欠落した部分が発生するおそれがある。改質領域が欠落した部分では、切断の精度が低下する。その結果、加工対象物の切断面に段差が生じる等、切断面が劣化するおそれがある。

10

【0005】

本発明の一側面は、切断面の劣化を抑制可能な加工対象物切断方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一側面に係る加工対象物切断方法は、レーザ光を遮蔽する光遮蔽領域を含む主面を有する加工対象物を切断予定ラインに沿って切断するための加工対象物切断方法であって、レーザ光を加工対象物に集光するための集光レンズに対してレーザ光を入射させる第1の工程と、集光レンズによってレーザ光を加工対象物の内部に集光させながら、レーザ光の集光点を切断予定ラインに沿って相対移動させることにより、切断予定ラインに沿って加工対象物の内部に改質領域を形成する第2の工程と、を備え、光遮蔽領域は、主面に交差する方向からみて、切断予定ラインの一部に重複しており、第1の工程においては、レーザ光の強度プロファイルを円環状とした状態においてレーザ光を集光レンズに入射させ、第2の工程においては、主面をレーザ光の入射面とすると共に、主面に交差する方向からみて光遮蔽領域を通過するように切断予定ラインに沿って集光点を相対移動させる。

20

【0007】

この方法においては、第1の工程において集光レンズにレーザ光を入射させる。その後、第2の工程において、集光レンズによりレーザ光を加工対象物の内部に集光させながら、その集光点を切断予定ラインに沿って相対移動させることにより、切断予定ラインに沿って加工対象物の内部に改質領域を形成する。ここで、加工対象物は、レーザ光を遮蔽する光遮蔽領域を含む主面を有する。そして、第2の工程においては、その主面をレーザ光の入射面とすると共に、光遮蔽領域を通過するように切断予定ラインに沿って集光点を相対移動させる。このため、従来の方法によれば、加工対象物の内部における光遮蔽領域に対応する位置において、改質領域が欠落した部分が生じるおそれがある。

30

【0008】

これに対して、本発明者らは、円環状の強度プロファイルを有するレーザ光を集光して加工対象物に照射することにより、光遮蔽領域に対応する位置において改質領域が欠落した部分が発生することを抑制可能であることを見出した。そして、この方法にあっては、第1の工程において、強度プロファイルが円環状とされたレーザ光を集光レンズに入射させる。よって、この方法によれば、光遮蔽領域に対応する位置に改質領域が欠落した部分が発生することが抑制される。その結果、切断面に段差が生じる等の切断面の劣化を抑制可能である。

40

【0009】

本発明の一側面に係る加工対象物切断方法においては、加工対象物は、窒化ガリウムを含む半導体レーザのための半導体層を有し、半導体層は、主面を含み、光遮蔽領域は、切断予定ラインに交差する方向に延びるように半導体層に設けられたストライプ状の高密度欠陥領域であり、切断予定ラインは、半導体層の劈開面に沿って設定されてもよい。ここで、劈開により半導体レーザの共振器を形成する場合には、劈開面の鏡面化が要求される。したがって、切断面（劈開面）の劣化の抑制が特に重要となる。これに対して、この方

50

法によれば、半導体レーザのための半導体層の劈開面に沿って設定された切断予定ラインに沿って、上述したように欠落部分が発生しないように改質領域を形成可能である。このため、切断面（劈開面）の劣化を抑制し、切断面の鏡面化を実現可能である。

【0010】

本発明の一側面に係る加工対象物切断方法においては、第1の工程において、所定の変調パターンを呈示した空間光変調器により強度プロファイルを円環状としてもよい。この場合、空間光変調器の所定の変調パターンを制御することにより、レーザ光の強度プロファイルの円環形状を動的に変化させることができる。よって、加工対象物の材料や要求される切断精度等に応じて、適切な改質領域の形成を行うことが可能となる。

【発明の効果】

10

【0011】

本発明の一側面によれば、切断面の劣化を抑制可能な加工対象物切断方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】改質領域の形成に用いられるレーザ加工装置の概略構成図である。

【図2】改質領域の形成の対象となる加工対象物の平面図である。

【図3】図2の加工対象物のII-II線に沿っての断面図である。

【図4】レーザ加工後の加工対象物の平面図である。

【図5】図4の加工対象物のV-V線に沿っての断面図である。

20

【図6】図4の加工対象物のVI-VI線に沿っての断面図である。

【図7】本実施形態に係る加工対象物切断方法を用いて製造されたチップを示す斜視図である。

【図8】本実施形態に係る加工対象物切断方法の加工対象物を示す図である。

【図9】本実施形態に係る加工対象物切断方法の加工対象物を示す図である。

【図10】図1に示された光学系の構成を示す図である。

【図11】レーザ光の強度プロファイルを示す図である。

【図12】本実施形態に係る加工対象物切断方法の主要な工程を示す断面図である。

【図13】加工対象物の切断面を示す図である。

【図14】ビーム中心と光遮蔽領域とのオフセット量と透過率との関係を説明するための図である。

30

【図15】レーザ光の光軸上の強度と入射面からの距離との関係を示すグラフである。

【図16】円環状の強度プロファイルの変形例を示す図である。

【図17】円環状の強度プロファイルの別の変形例を示す図である。

【図18】円環状の強度プロファイルの別の変形例を示す図である。

【図19】円環状の強度プロファイルの別の変形例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の一側面の一実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、各図において同一又は相当部分には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

40

【0014】

本実施形態に係る加工対象物切断方法は、切断予定ラインに沿って加工対象物にレーザ光を照射することにより、切断予定ラインに沿って加工対象物の少なくとも内部に切断の起点となる改質領域を形成する。そこで、まず、改質領域の形成について、図1～図6を参照して説明する。

【0015】

図1に示されるように、レーザ加工装置100は、レーザ光Lをパルス発振するレーザ光源101と、レーザ光Lの光軸（光路）の向きを90°変えるように配置されたダイクロミックミラー103と、レーザ光Lを加工対象物1に集光するための集光レンズ105と、を備えている。また、レーザ加工装置100は、集光レンズ105で集光されたレー

50

ザ光 L が照射される加工対象物 1 を支持するための支持台 107 と、支持台 107 を移動させるためのステージ 111 と、レーザ光 L の出力やパルス幅、パルス波形等を調節するためにレーザ光源 101 を制御するレーザ光源制御部 102 と、ステージ 111 の移動を制御するステージ制御部 115 と、を備えている。

【0016】

レーザ加工装置 100 においては、レーザ光源 101 から出射されたレーザ光 L は、ダイクロミックミラー 103 によってその光軸の向きを 90° 変えられ、支持台 107 上に載置された加工対象物 1 の内部に集光レンズ 105 によって集光される。これと共に、ステージ 111 が移動させられ、加工対象物 1 がレーザ光 L に対して切断予定ライン 5 に沿って相対移動させられる。これにより、切断予定ライン 5 に沿った改質領域が加工対象物 1 に形成される。なお、ここでは、レーザ光 L を相対的に移動させるためにステージ 111 を移動させたが、集光レンズ 105 を移動させてもよいし、或いはこれらの両方を移動させてもよい。また、後述するように、レーザ加工装置 100 においては、レーザ光 L を、光学系 113 を介して集光レンズ 105 に入射する場合がある。

10

【0017】

加工対象物 1 としては、半導体材料で形成された半導体基板や圧電材料で形成された圧電基板等を含む板状の部材（例えば、基板、ウェハ等）が用いられる。図 2 に示されるように、加工対象物 1 には、切断予定ライン 5 が設定されている。切断予定ライン 5 は、直線状に延びた仮想線である。加工対象物 1 の内部に改質領域を形成する場合、図 3 に示されるように、加工対象物 1 の内部に集光点（集光位置）P を合わせた状態で、レーザ光 L を切断予定ライン 5 に沿って（すなわち、図 2 の矢印 A 方向に）相対的に移動させる。これにより、図 4、図 5 及び図 6 に示されるように、改質領域 7 が切断予定ライン 5 に沿って加工対象物 1 に形成される。切断予定ライン 5 に沿って形成された改質領域 7 が切断起点領域 8 となる。

20

【0018】

集光点 P とは、レーザ光 L が集光する箇所のことである。切断予定ライン 5 は、直線状に限らず曲線状であってもよいし、これらが組み合わされた 3 次元状であってもよいし、座標指定されたものであってもよい。切断予定ライン 5 は、仮想線に限らず加工対象物 1 の表面 3 に実際に引かれた線であってもよい。改質領域 7 は、連続的に形成される場合もあるし、断続的に形成される場合もある。改質領域 7 は列状でも点状でもよく、要は、改質領域 7 は少なくとも加工対象物 1 の内部に形成されていればよい。また、改質領域 7 を起点に亀裂が形成される場合があり、亀裂及び改質領域 7 は、加工対象物 1 の外表面（表面 3、裏面、若しくは外周面）に露出してもよい。改質領域 7 を形成する際のレーザ光入射面は、加工対象物 1 の表面 3 に限定されるものではなく、加工対象物 1 の裏面であってもよい。

30

【0019】

ちなみに、加工対象物 1 の内部に改質領域 7 を形成する場合には、レーザ光 L は、加工対象物 1 を透過すると共に、加工対象物 1 の内部に位置する集光点 P 近傍にて特に吸収される。これにより、加工対象物 1 に改質領域 7 が形成される（すなわち、内部吸収型レーザ加工）。この場合、加工対象物 1 の表面 3 ではレーザ光 L が殆ど吸収されないので、加工対象物 1 の表面 3 が溶融することはない。一方、加工対象物 1 の表面 3 に改質領域 7 を形成する場合には、レーザ光 L は、表面 3 に位置する集光点 P 近傍にて特に吸収され、表面 3 から溶融され除去されて、穴や溝等の除去部が形成される（表面吸収型レーザ加工）。

40

【0020】

改質領域 7 は、密度、屈折率、機械的強度やその他の物理的特性が周囲とは異なる状態になった領域をいう。改質領域 7 としては、例えば、溶融処理領域（一旦溶融後再固化した領域、溶融状態中の領域及び溶融から再固化する状態中の領域のうち少なくとも何れか一つを意味する）、クラック領域、絶縁破壊領域、屈折率変化領域等があり、これらが混在した領域もある。更に、改質領域 7 としては、加工対象物 1 の材料において改質領域 7

50

の密度が非改質領域の密度と比較して変化した領域や、格子欠陥が形成された領域がある（これらをまとめて高転位密度領域ともいう）。

【0021】

溶融処理領域、屈折率変化領域、改質領域7の密度が非改質領域の密度と比較して変化した領域、及び、格子欠陥が形成された領域は、更に、それら領域の内部や改質領域7と非改質領域との界面に亀裂（割れ、マイクロクラック）を内包している場合がある。内包される亀裂は、改質領域7の全面に渡る場合や一部分のみや複数部分に形成される場合がある。加工対象物1は、結晶構造を有する結晶材料からなる基板を含む。例えば加工対象物1は、窒化ガリウム（GaN）、シリコン（Si）、シリコンカーバイド（SiC）、LiTaO₃、及び、サファイア（Al₂O₃）の少なくとも何れかで形成された基板を含む。換言すると、加工対象物1は、例えば、窒化ガリウム基板、シリコン基板、SiC基板、LiTaO₃基板、又はサファイア基板を含む。結晶材料は、異方性結晶及び等方性結晶の何れであってもよい。

10

【0022】

本実施形態では、切断予定ライン5に沿って改質スポット（加工痕）を複数形成することにより、改質領域7を形成することができる。この場合、複数の改質スポットが集まることによって改質領域7となる。改質スポットとは、パルスレーザー光の1パルスのショット（つまり1パルスのレーザー照射：レーザーショット）で形成される改質部分である。改質スポットとしては、クラックスポット、溶融処理スポット若しくは屈折率変化スポット、又はこれらの少なくとも1つが混在するもの等が挙げられる。改質スポットについては、要求される切断精度、要求される切断面の平坦性、加工対象物1の厚さ、種類、結晶方位等を考慮して、その大きさや発生する亀裂の長さを適宜制御することができる。

20

【0023】

引き続き、本実施形態に係る加工対象物切断方法について説明する。図7は、本実施形態に係る加工対象物切断方法を用いて製造されたチップを示す斜視図である。チップ10は、例えば、窒化ガリウムを含む半導体レーザーである。チップ10は、劈開面である切断面（例えば窒化ガリウム結晶におけるm面）10aと、切断面10aに交差する別の切断面（例えば窒化ガリウム結晶におけるa面）10bと、を含む。チップ10は、基板11と、基板11上に形成された半導体層12と、基板11及び半導体層12上に形成された電極13と、を有する。

30

【0024】

基板11は、例えば窒化ガリウムを含む半導体基板である。基板11は、例えばGaN基板である。半導体層12は、例えばエピタキシャル成長により形成される半導体積層部である。半導体層12は、例えば窒化ガリウムを含む。半導体層12は、例えば半導体レーザーのための発光層（活性層）14を含む。発光層14は、半導体層12に埋め込まれている。発光層14の端面14sは、切断面10aに含まれている。端面14sは、レーザー共振器を形成する鏡面となっている。電極13は、半導体層12に電圧を印可するために用いられる。

【0025】

チップ10は、一对のストライプコア15を含む。ストライプコア15は、チップ10の切断面10aに交差する方向に延びるように半導体層12に設けられている。ストライプコア15は、例えば窒化ガリウムを含む。ストライプコア15は、高密度欠陥領域である。ストライプコア15は、例えば散乱等により、レーザー光Lを遮蔽する。

40

【0026】

図8及び図9は、本実施形態に係る加工対象物切断方法の加工対象物を示す図である。図8は平面図であり、図9の(a)は図8の一部拡大図である。図9の(b)は、図9の(a)のIX-IX線に沿っての断面図である。本実施形態に係る加工対象物切断方法においては、図8及び図9に示されるように、まず、加工対象物1を用意する。加工対象物1は、チップ10のための複数のチップ部20を有する。チップ部20は、加工対象物1のオリエンテーションフラット6に平行な方向（以下、「第1の方向」という場合がある）、

50

及び、オリエンテーションフラット 6 に直交する方向（以下、「第 2 の方向」という場合がある）に沿って、二次元状に配列されている。

【 0 0 2 7 】

加工対象物 1 は、複数のチップ部 2 0 にわたって設けられた基板 1 1 のための基板 2 1 を有する。また、加工対象物 1 は、複数のチップ部 2 0 にわたって設けられた半導体層 1 2 のための半導体層 2 2 を有する。半導体層 2 2 は、上述したように、例えば窒化ガリウムを含む半導体レーザのための半導体層である。半導体層 2 2 は、基板 2 1 上に設けられている。半導体層 2 2 は、基板 2 1 と反対側の表面である主面 2 2 s を含む。

【 0 0 2 8 】

加工対象物 1 には、第 1 の方向に沿った複数の切断予定ライン 5 a と、第 2 の方向に沿った複数の切断予定ライン 5 b と、が設定されている。切断予定ライン 5 a と切断予定ライン 5 b とは、互いに交差（例えば直交）している。チップ 1 0 は、切断予定ライン 5 a 及び切断予定ライン 5 b に沿って加工対象物 1 が切断され、チップ部 2 0 が切り出されることにより得られる。すなわち、互いに隣り合う一対の切断予定ライン 5 a と、互いに隣り合う一対の切断予定ライン 5 b とによって囲まれる領域が、単一のチップ部 2 0 を規定する。

10

【 0 0 2 9 】

切断予定ライン 5 a は、それぞれ、基板 2 1 及び半導体層 2 2 の劈開面（例えば窒化ガリウム結晶の m 面）に沿って設定されている。したがって、互いに隣り合う一対の切断予定ライン 5 a は、第 2 の方向におけるチップ部 2 0 の長さ（半導体レーザの共振器長）を規定する。切断予定ライン 5 b は、例えば、窒化ガリウム結晶の a 面に沿って設定される。互いに隣り合う一対の切断予定ライン 5 b は、第 1 の方向におけるチップ部 2 0 の長さを規定する。

20

【 0 0 3 0 】

半導体層 2 2 には、第 2 の方向に沿って延びる複数のストライブコア 1 5 が設けられている。第 1 の方向に互いに隣り合うチップ部 2 0 は、ストライブコア 1 5 によって区画されている。ストライブコア 1 5 は、例えば、基板 2 1 及び半導体層 2 2 の劈開面（例えば窒化ガリウム結晶の m 面）に交差（例えば直交）する方向に沿って延在している。切断予定ライン 5 b は、このストライブコア 1 5 に沿ってストライブコア 1 5 内に設定されている。また、切断予定ライン 5 a は、このストライブコア 1 5 に交差（例えば直交）するように、複数のストライブコア 1 5 を跨いで設定されている。

30

【 0 0 3 1 】

ストライブコア 1 5 は、半導体層 2 2 の主面 2 2 s の一部を構成する。主面 2 2 s のうちのストライブコア 1 5 に対応する領域は、レーザ光 L を遮蔽する光遮蔽領域 S A である。したがって、光遮蔽領域 S A は、切断予定ライン 5 a に交差（例えば直交）する方向に延びるように半導体層 2 2 に設けられたストライブ状の高密度欠陥領域である。そして、光遮蔽領域 S A は、主面 2 2 s に交差する方向からみて、切断予定ライン 5 a の一部に重複している。また、切断予定ライン 5 b は、光遮蔽領域 S A 内に位置することになる。

【 0 0 3 2 】

なお、各チップ部 2 0 は、電極 1 3 及び発光層 1 4 を含む。電極 1 3 は、主面 2 2 s 上に設けられている。発光層 1 4 は、互いに隣り合うストライブコア 1 5 の間において、半導体層 2 2 に設けられている（埋め込まれている）。

40

【 0 0 3 3 】

続く工程では、加工対象物 1 にレーザ光 L を照射することにより、改質領域 7 を形成する。より具体的には、まず、図 1 及び図 1 0 に示されるように、主面 2 2 s（表面 3）が集光レンズ 1 0 5 側に位置するように、加工対象物 1 を支持台 1 0 7 に載置する。ここでは、集光レンズ 1 0 5 は、レーザ加工装置 1 0 0 のレンズのうち最も主面 2 2 s 側に配置される対物レンズである。したがって、集光レンズ 1 0 5 と主面 2 2 s との間には、他のレンズ等の光学素子が介在していない。

【 0 0 3 4 】

50

続いて、レーザ光Lを加工対象物1に集光するための集光レンズ105に対して、レーザ光Lを入射させる(第1の工程)。この第1の工程においては、レーザ光Lの強度プロファイルを円環状とした状態において、レーザ光Lを集光レンズ105に入射させる。ここでの強度プロファイルとは、レーザ光Lの光軸Axに直交する面内でのレーザ光Lの強度分布である。第1の工程においては、集光レンズ105に入射するときのレーザ光Lの強度プロファイルを円環状とするために、光学系113を用いる。

【0035】

光学系113は、レーザ光Lの光路上において、レーザ光源101(ここではダイクロイックミラー103)と集光レンズ105との間に設けられている。光学系113は、レーザ光Lの強度プロファイルを円環状にするための機能を有している。ここでは、一例として、光学系113は、一对のミラー121, 123と、空間光変調器122と、を含む。ミラー121は、レーザ光源101(ダイクロイックミラー103)からのレーザ光Lを、空間光変調器122の変調面122sに向けて偏向する。ミラー123は、空間光変調器122の変調面122sからのレーザ光Lを、集光レンズ105に向けて偏向する。

10

【0036】

空間光変調器122は、例えばLCOS-SLM(Liquid Crystal On Silicon Spatial Light Modulator)である。空間光変調器122は、液晶層等を含む変調面122sを有する。空間光変調器122は、例えば変調面122sに所定の変調パターンを呈示する。これにより、空間光変調器122は、変調面122sに入射した光を変調し、その強度プロファイルを変化させて出射する。したがって、この第1の工程においては、所定の変調パターンを呈示した空間光変調器122により、レーザ光Lの強度プロファイルを円環状とする。

20

【0037】

図11は、レーザ光の強度プロファイルを示す図である。図11の(a)は、変調されていない状態の通常のレーザ光Lの強度プロファイルPbを示す。図11の(b)は、空間光変調器122を用いて変調された状態のレーザ光Lの強度プロファイルPaを示す。図11に示されるように、光学系113は、空間光変調器122を用いて、中実円状の強度プロファイルを有するガウシアンビームを、円環状の強度プロファイルを有するビームに変換する。ここでは、強度が相対的に高い中心の円状の領域がカットされる。なお、いずれの強度プロファイルを有する場合も、集光点Pでは中実の円状とされる。なお、円環状(後述するように、環を規定する外縁と内縁とが共に真円(円形)である場合)の強度プロファイルの外径Doと内径Diとの比(内径Di/外径Do)は、所望する切断面の精度や加工対象物1の材料・構造等に応じて適宜設定することができるが、50%以上85%未満が好ましい。なお、85%を超えると、改質スポットのサイズが切断予定ラインに対して一定とならず、不安定となる。一例として、対物レンズに入射する有効ビーム径が2.90mmの場合、最小の内径は1.50mm、最大の内径は2.40mmとすることができる。

30

【0038】

続く工程においては、図12に示されるように、集光レンズ105によってレーザ光Lを加工対象物1の内部に集光させながら、レーザ光Lの集光点Pを切断予定ライン5aに沿って相対移動させることにより、切断予定ライン5aに沿って加工対象物1の内部に改質領域7を形成する(第2の工程)。より具体的には、この第2の工程においては、まず、加工対象物1の表面(半導体層22の主面22s)をレーザ光Lの入射面として、レーザ光Lの集光点Pを基板21の内部に合わせた状態とする。すなわち、レーザ光Lは、半導体層22を介して基板21の内部に集光される。

40

【0039】

その状態において、レーザ光Lに対して加工対象物1を相対的に移動させることにより、切断予定ライン5aに沿って(図中の矢印方向に)加工対象物1にレーザ光Lを照射(走査)する。このとき、レーザ光Lの集光点Pは、加工対象物1の一端から他端にわたって相対移動させられる。すなわち、この第2の工程においては、主面22sに交差する方

50

向からみて、複数の光遮蔽領域 S A を通過するように、切断予定ライン 5 a に沿って集光点 P を相対移動させる。

【 0 0 4 0 】

これにより、例えばレーザ光 L のパルスピッチ（（レーザ光 L に対する加工対象物 1 の相対移動速度） / （レーザ光 L のパルス発振の周波数））に応じた間隔で、切断予定ライン 5 a に沿って基板 2 1 の内部に複数の改質スポット 7 s が形成される。改質領域 7 は、この改質スポット 7 s の集合として形成される。ここでは、後述するように、主面 2 2 s に交差する方向からみて光遮蔽領域 S A の直下に位置する部分（光遮蔽領域 S A に対応する部分）についても、改質スポット 7 s が形成される。したがって、ここでは、光遮蔽領域 S A に対応する部分において改質領域 7 が欠落する（途切れる）ことがない。また、こ

10

【 0 0 4 1 】

また、この第 2 の工程においては、レーザ光 L の照射条件を調節することにより、基板 2 1 の内部のみならず、例えば基板 2 1 における半導体層 2 2 と反対側の表面（加工対象物 1 の裏面）に至るように亀裂を生じさせることができる。また、互いに隣り合う改質スポット 7 s からのびる亀裂が互いに繋がるようにすることができる。

【 0 0 4 2 】

そして、この第 2 の工程を、全ての切断予定ライン 5 a に対して順次行うことにより、全ての切断予定ライン 5 a に沿った改質領域 7 が、加工対象物 1 の内部に形成される。切断予定ライン 5 a は、上述したように、基板 2 1 及び半導体層 2 2 の劈開面に沿って設定されている。したがって、この第 2 の工程においては、基板 2 1 及び半導体層 2 2 の劈開面に沿って改質領域 7 が形成される。

20

【 0 0 4 3 】

このため、後の工程において、切断予定ライン 5 a に沿って、改質領域 7 を起点として劈開により加工対象物 1 を切断可能である。この切断予定ライン 5 a に沿った加工対象物 1 の切断は、改質領域 7 から延びる亀裂を開く方向に加工対象物 1 に力を付与することにより行うことができる。切断予定ライン 5 a に沿って加工対象物 1 を切断することにより、切断予定ライン 5 a に沿って配列された複数のチップ 1 0 （チップ部 2 0 ）を含む複数のバー状の加工対象物が得られる。その後、複数のバー状の加工対象物を切断予定ライン 5 b に沿って切断することにより、基板 2 1 から基板 1 1 が形成される共に半導体層 2 2 から半導体層 1 2 が形成され、それぞれのチップ 1 0 が得られる。

30

【 0 0 4 4 】

なお、切断予定ライン 5 b は、全体にわたって光遮蔽領域 S A 内に位置する。したがって、切断予定ライン 5 b に沿った切断は、主面 2 2 s からのレーザ光 L の入射により基板 2 1 の内部に改質領域 7 を形成する方法ではなく、例えばレーザアブレーション等の方法を用いることができる。

【 0 0 4 5 】

以上説明したように、本実施形態に係る加工対象物切断方法においては、第 1 の工程において集光レンズ 1 0 5 にレーザ光 L を入射させる。その後、第 2 の工程において、集光レンズ 1 0 5 によりレーザ光 L を加工対象物 1 の内部に集光させながら、その集光点 P を切断予定ライン 5 a に沿って相対移動させることにより、切断予定ライン 5 a に沿って加工対象物 1 の内部に改質領域 7 を形成する。ここで、加工対象物 1 は、レーザ光 L を遮蔽する光遮蔽領域 S A を含む主面 2 2 s を有する。そして、第 2 の工程においては、その主面 2 2 s をレーザ光 L の入射面とすると共に、光遮蔽領域 S A を通過するように切断予定ライン 5 a に沿って集光点 P を相対移動させる。

40

【 0 0 4 6 】

このため、例えば図 1 3 の（ b ）に示されるように、従来の方法によれば、加工対象物 1 の内部における光遮蔽領域 S A に対応する位置において、改質領域 7 の欠落部分（途切れた部分） M が生じるおそれがある。改質領域 7 の欠落部分 M においては、互いに隣り合

50

う改質スポット7sから延びる亀裂が互いに連続しない。このため、改質領域7に沿って加工対象物1を切断(劈開)したときに、その切断面10aが蛇行する等して切断面10aに段差Gが生じる場合がある。なお、ここでの従来の方法とは、第1の工程において、図14の(a)のようにレーザ光Lの強度プロファイルを円環状とせず、図14の(b)のように円状の強度プロファイルのままの状態にレーザ光Lを集光レンズ105に入射させるものである。

【0047】

これに対して、本発明者らは、円環状の強度プロファイルを有するレーザ光Lを集光して加工対象物1に照射することにより、光遮蔽領域SAに対応する位置において改質領域7の欠落部分Mが発生することを抑制可能であることを見出した。そして、本実施形態に係る加工対象物切断方法にあっては、第1の工程において、強度プロファイルが円環状とされたレーザ光Lを集光レンズ105に入射させる。よって、この加工対象物切断方法によれば、図13の(a)に示されるように、光遮蔽領域SAに対応する位置に改質領域7の欠落部分Mが発生することが抑制される。その結果、切断面10aに段差Gが生じる等の切断面10aの劣化を抑制可能である。

10

【0048】

ここで、上記のような効果が奏される一因に関する本発明者の知見について説明する。図14の(c)に示されるように、円環状の強度プロファイルを有するレーザ光Lと、中実円状の通常の(従来)強度プロファイルを有するレーザ光Lnとは、光遮蔽領域SAとの位置関係に応じて、加工対象物1に対する透過率が異なる。この点についてより詳細に説明する。まず、図14の(a),(b)に示されるように、レーザ光L, Lnのビーム中心と、光遮蔽領域SAの中心とのオフセット量をLoとする。ここでは、レーザ光L, Lnのビーム中心と光遮蔽領域SAの中心とが一致しているときに、オフセット量Loが0となる。

20

【0049】

上述したように、レーザ光L, Lnに対して加工対象物1を相対移動していくと、このオフセット量Loが負側から0を越えて正側に変位する。このとき、図14の(c)の一点鎖線のグラフに示されるように、通常の強度プロファイルを有するレーザ光Lnの透過率は、オフセット量Loが0に近づくにつれて小さくなる。そして、レーザ光Lnの透過率は、オフセット量Loが0のときに最小となり、例えば65%程度のロスとなる。

30

【0050】

これに対して、図14の(c)の実線のグラフに示されるように、円環状の強度プロファイルを有するレーザ光Lの透過率は、オフセット量Loが0に近づくにつれて小さくなるものの、オフセット量Loが-1から1の間において平坦となる。このときの透過率は、通常のレーザ光Lの透過率よりも大きく、例えば40%程度のロスにとどまる。このことは、図15からも理解される。すなわち、図15に示されるように、円環状のレーザ光Lの光軸上の強度は、通常のレーザ光Lnの光軸上の強度に比べて、レーザ光の入射面からの距離(図中「z」)が大きくなっても減衰しにくい。

【0051】

すなわち、レーザ光Lは、レーザ光Lnに比べて、光遮蔽領域SAを通過する際のエネルギーの損失が少ない。このため、光遮蔽領域SAの直下において、レーザ光Lの集光点Pでのエネルギーが、レーザ光Lnに比べて大きくなる。この結果、レーザ光Lを用いた場合には、光遮蔽領域SAの直下においても、十分に改質領域7が形成され、改質領域7の欠落部分Mが生じにくい。このことが、上記の効果が奏される一因と考えられる。なお、以上の考察のための実験の条件は、一例として次の通りである。

40

【0052】

対物レンズのレーザ光Lの入射面におけるレーザ光Lの強度プロファイルの外径(ビーム外径)Do: 2.88mm。

対物レンズのレーザ光Lの入射面におけるレーザ光Lの強度プロファイルの内径(ビーム内径)Di: 2.0mm。

50

対物レンズのレーザ光 L n の入射面におけるレーザ光 L n のビーム外径：2.88 mm。光遮蔽領域 S A の幅：1.0 mm。

【0053】

ただし、上記の考察のための実験は、加工対象物 1 における透過率及びビーム径を測定したのではなく、対物レンズ上での実験である。これは、加工対象物 1 での透過率の計測が困難であるためである。当該実験においては、対物レンズに入射するレーザ光 L のビーム径を 5.0 mm とし、対物レンズの瞳径を 2.88 mm とした。対物レンズに入射するレーザ光 L のビーム外形 D は対物レンズの瞳径で決まるので、この場合には上記の通り 2.88 mm であり、内径 D i は 2.0 mm である。一方、当該実験においては、光遮蔽領域 S A を対物レンズ上に形成した。このため、上記の光遮蔽領域 S A の幅は、対物レンズの入射面での幅に換算したものである。

10

【0054】

このような条件下の実験は、次の理由から、加工対象物 1 での実際の状況での実験と等価である。すなわち、まず、ビーム外径 D o として、レーザ光 L のビーム径とレンズアパーチャとのうちの小さい方を採用する。また、加工対象物 1 におけるレーザ光 L の入射面に交差する方向について、集光点 P から十分に離れた位置では、幾何的な相似関係が成り立つと仮定する。そして、加工対象物 1 におけるレーザ光 L の入射面でのレーザ光 L のビーム外径及び内径をそれぞれ D s o 及び D s i とし、それらの比率を とする。このとき、次の関係が成り立つ。

$$= D s i / D s o = D i / D o \dots (1)$$

20

【0055】

さらに、加工対象物 1 における実際の光遮蔽領域 S A の幅を W s とし、上記の通り対物レンズの入射面の位置に換算した光遮蔽領域 S A の幅を W とすると、次の関係がさらに成り立つ。

$$= W s / D s o = W / D o \dots (2)$$

$$i = W s / D s i = W / D i \dots (3)$$

$$= / i \dots (4)$$

【0056】

つまり、レーザ光 L のビーム外径とビーム内径との比 ()、レーザ光 L のビーム外径と光遮蔽領域 S A の幅との比 ()、及び、レーザ光 L のビーム内径と光遮蔽領域 S A の幅との比 (i) は、当該実験と加工対象物 1 での実験の値との間で同等である。このことから、当該実験は、少なくとも上記の考察に際して、加工対象物 1 での実際の状況での実験と等価であるといえる。

30

【0057】

さらに、上記の効果を示される別の一因に関する本発明者の知見を説明する。本発明者によれば、円環状の強度プロファイルを有するレーザ光 L を最大限に集光したときの集光点は、通常の強度プロファイルを有するレーザ光 L n の同様の集光点に比べて、レーザ光 L の光軸に沿って長細くなり、且つ、光軸に沿った断面積が大きくなることが確認されている。

【0058】

このことから、レーザ光 L の集光点においては、レーザ光 L n の集光点に比べて、加工対象物 1 に入力するエネルギーを大きくすることができる。その結果、レーザ光 L を用いた場合には、光遮蔽領域 S A の直下においても、改質領域 7 を形成するのに十分なエネルギーを入力することができ、改質領域 7 の欠落部分 M が生じにくい。このことが、上記の効果奏される別の一因と考えられる。

40

【0059】

ここで、本実施形態に係る加工対象物切断方法においては、加工対象物 1 は、窒化ガリウムを含む半導体レーザのための半導体層 2 2 を有している。半導体層 2 2 は、主面 2 2 s を含む。また、光遮蔽領域 S A は、切断予定ライン 5 a に交差する方向に延びるように半導体層 2 2 に設けられたストライプ状の高密度欠陥領域である。そして、切断予定ライ

50

ン5 aは、基板2 1及び半導体層2 2の劈開面に沿って設定されている。

【0060】

劈開により半導体レーザの共振器を形成する場合には、劈開面の鏡面化が要求される。したがって、切断面（劈開面）の劣化の抑制が特に重要となる。これに対して、本実施形態に係る加工対象物切断方法によれば、半導体レーザのための半導体層2 2及び基板2 1の劈開面に沿って設定された切断予定ライン5 aに沿って、上述したように欠落部分Mが発生しないように改質領域7を形成可能である。このため、切断面（劈開面）の劣化を抑制し、切断面の鏡面化を確実に実現可能である。

【0061】

さらに、本実施形態に係る加工対象物切断方法においては、第1の工程において、所定の変調パターンを呈示した空間光変調器1 2 2により、レーザ光Lの強度プロファイルを円環状とする。このため、空間光変調器1 2 2の所定の変調パターンを制御することにより、レーザ光Lの強度プロファイルの円環形状を動的に変化させることができる。よって、加工対象物1の材料や要求される切断精度等に応じて、適切な改質領域7の形成を行うことが可能となる。

10

【0062】

以上の実施形態は、本発明の一側面に係る加工対象物切断方法の一実施形態について説明したものである。したがって、本発明の一側面に係る加工対象物切断方法は、上記の形態に限定されない。本発明の一側面に係る加工対象物切断方法は、各請求項の要旨を変更しない範囲において、上記の形態を任意に変更することができる。

20

【0063】

例えば、本発明の一側面に係る加工対象物切断方法における加工対象物は、上記の加工対象物1に限定されない。すなわち、加工対象物は、窒化ガリウムを含む半導体レーザのための半導体層2 2（半導体層1 2）備えるものでなく、例えばTEG等であってもよい。また、光遮蔽領域SAとしては、高密度欠陥領域に限らず、配線等であってもよい。すなわち、加工対象物は、レーザ光の入射面に対して任意の遮蔽領域が設けられた任意のものとするができる。

【0064】

また、光学系1 1 3は、レーザ光Lの強度プロファイルを円環状にするための機能を有するものであればよく、空間光変調器1 2 2を利用するものに限定されない。例えば、光学系1 1 3は、アキシコンレンズペアを利用するものであってもよい。或いは、光学系1 1 3は、集光レンズ1 0 5に対して設けられ、レーザ光Lのビームスポットの中心部分を円形状に遮蔽するマスク部材を利用するものであってもよい。この場合、マスク部材は、集光レンズ1 0 5のレーザ光Lの入射面上に直接的に設けられてもよいし、当該入射面から離間して保持されていてもよい。

30

【0065】

なお、本実施形態に係る加工対象物切断方法は、以上のように入射面に光遮蔽領域を有する加工対象物のみにかぎらず、光遮蔽領域を有していない加工対象物に対しても有効であることが確認されている。すなわち、光遮蔽領域を有していない加工対象物であっても、通常強度プロファイルを有するレーザ光を集光して照射した場合には、突発的に改質領域の欠落部分が生じる場合がある。これに対して、本実施形態に係る加工対象物切断方法によれば、そのような突発的な改質領域の欠落部分の発生を低減させ、切断面の劣化を抑制可能である。

40

【0066】

さらに、上記実施形態においては、レーザ光Lの強度プロファイルPaを円環状とした。そして、円環状の強度プロファイルPaの1つとして、図1 1に示されるように、環を規定する外縁と内縁とが共に真円である場合について例示した。しかしながら、強度プロファイルPaは、あくまで円環状であればよく、外縁と内縁とが共に真円である場合に限定されない。円環状の強度プロファイルPaの別例について説明する。

【0067】

50

図16は、円環状の強度プロファイルの変形例を示す図である。図16の(a)は、上述したように、強度プロファイルPaの外縁Coと内縁Ciとが共に真円である場合を示す。これに対して、図16の(b)~(d)は、外縁Coが真円であると共に、内縁Ciが楕円である例を示す。特に、図16の(b)と図16の(c)とでは、内縁Ciの楕円の長軸が互いに交差(直交)するように配置されている。また、図16の(d)では、内縁Ciの楕円の長軸が傾斜している。

【0068】

図17は、円環状の強度プロファイルの別の変形例を示す図である。図17に示される例では、強度プロファイルPaの外縁Coが楕円とされている。特に、図17の(a)では、内縁Ciが真円とされている。また、図17の(b)~(d)では、外縁Coと内縁Ciとが共に楕円とされている。図17の(b)と図17の(c)とでは、内縁Ciの楕円の長軸が互いに交差(直交)するように配置されている。また、図17の(d)では、内縁Ciの楕円の長軸が傾斜している。

10

【0069】

図18は、円環状の強度プロファイルの別の変形例を示す図である。図18に示される例では、強度プロファイルPaの外縁Coが楕円とされている。特に、図18の例では、外縁Coの楕円が傾斜している。図18の(a)では、内縁Ciが真円とされている。また、図18の(b)~(d)では、外縁Coと内縁Ciとが共に楕円とされている。図18の(b)と図18の(c)とでは、内縁Ciの楕円の長軸が互いに交差(直交)するように配置されている。また、図18の(d)では、内縁Ciの楕円の長軸が傾斜している。

20

【0070】

図19は、円環状の強度プロファイルの別の変形例を示す図である。図19の(a)の例では、外縁Coと内縁Ciとが共に楕円とされており、且つ、それぞれの中心(軸)が一致していない。図19の(b)の例では、外縁Coが真円であり、且つ、内縁Ciが楕円とされている。特に、図19の(b)の例では、内縁Ciの楕円の長軸が、外縁Coの真円の直径よりも大きくされている。さらに、図19の(c)の例では、単一の外縁Coに対して、複数(ここでは2つ)の楕円の内縁Ciが含まれている。

【0071】

以上のように、レーザ光Lの円環状の強度プロファイルPaは、真円及び楕円を含む円状の外縁及び内縁によって、環又は部分的な環を含む環状に形成されていればよい。いずれの場合であっても、上記実施形態と同様の効果を奏することができる。

30

【産業上の利用可能性】

【0072】

切断面の劣化を抑制可能な加工対象物切断方法を提供することができる。

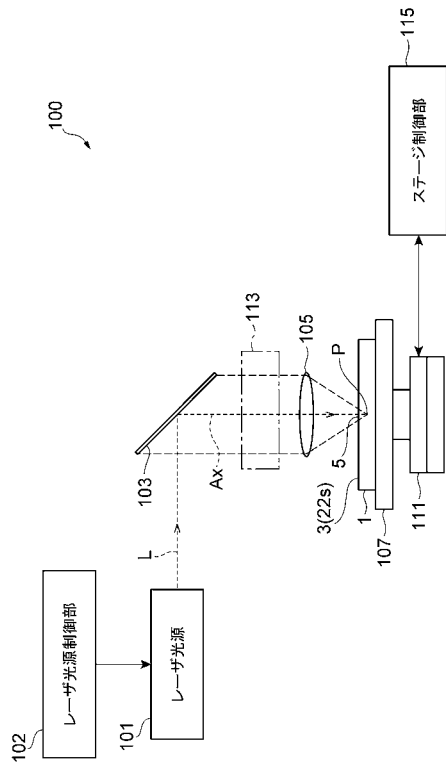
【符号の説明】

【0073】

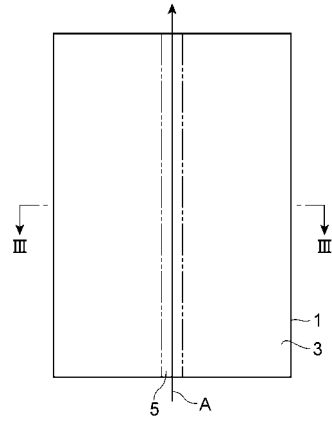
1...加工対象物、5a...切断予定ライン、7...改質領域、22...半導体層、22s...主面、105...集光レンズ、122...空間光変調器、L...レーザ光、SA...光遮蔽領域、P...集光点。

40

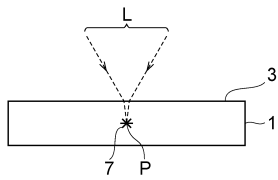
【 図 1 】



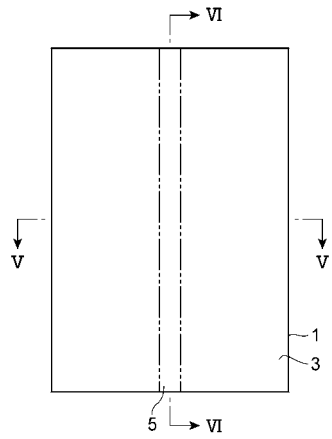
【 図 2 】



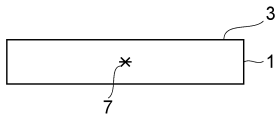
【 図 3 】



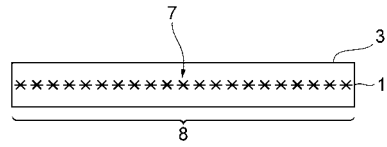
【 図 4 】



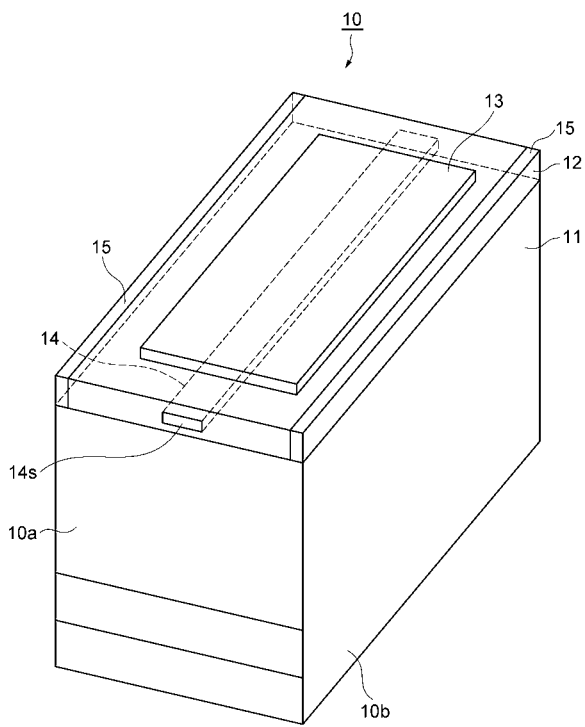
【 図 5 】



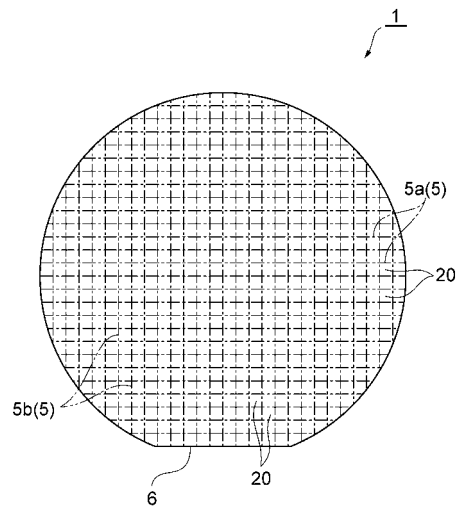
【 図 6 】



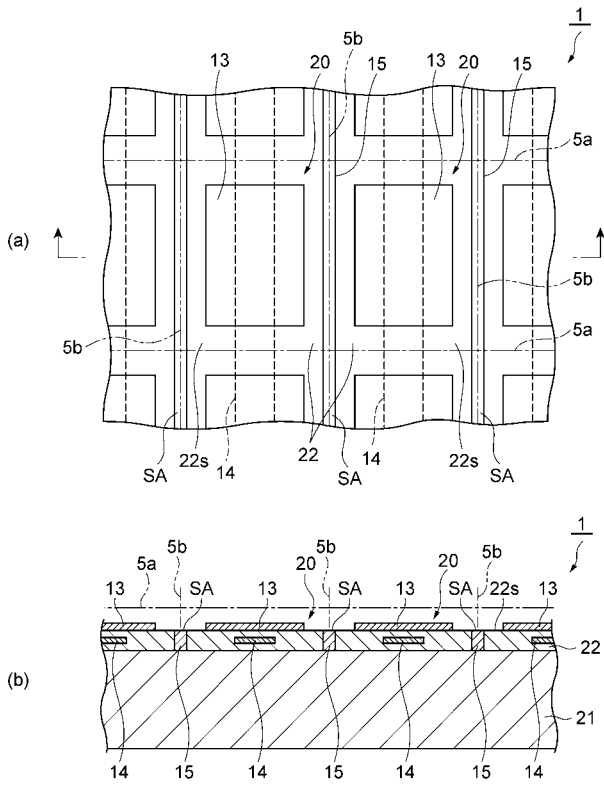
【 図 7 】



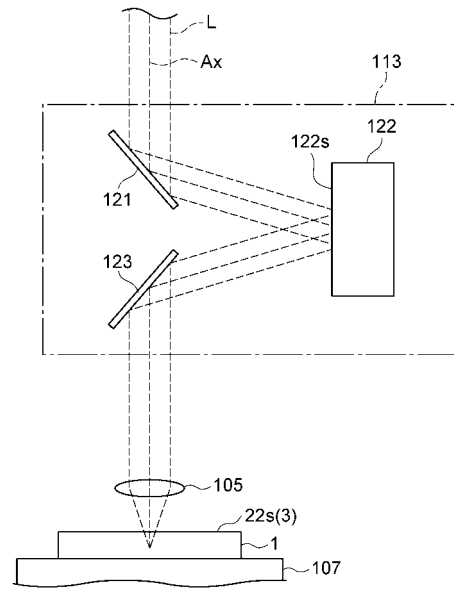
【 図 8 】



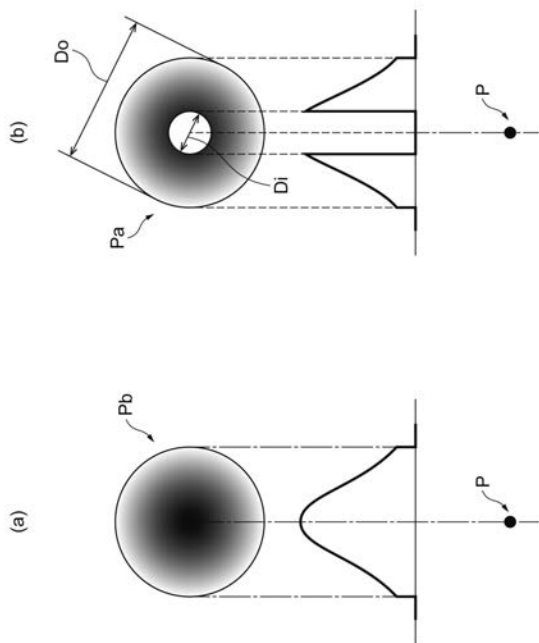
【 図 9 】



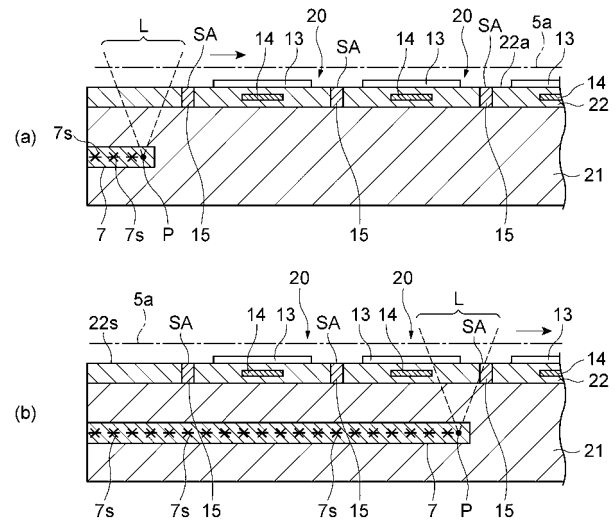
【 図 1 0 】



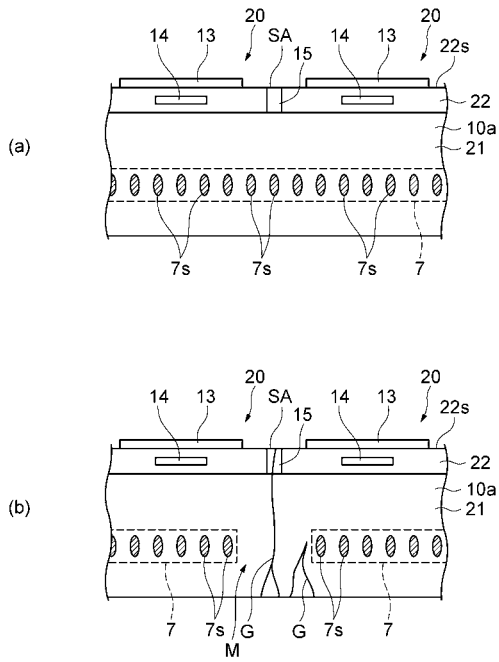
【 図 1 1 】



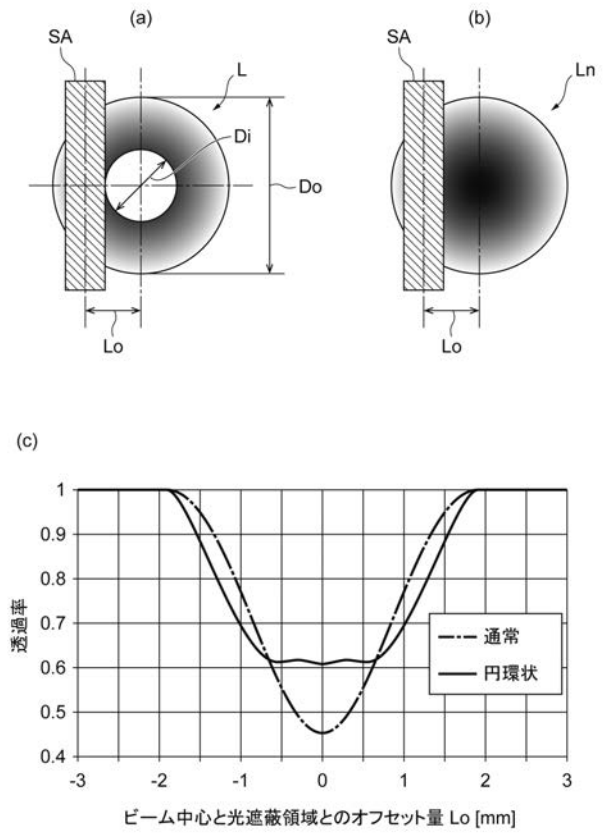
【 図 1 2 】



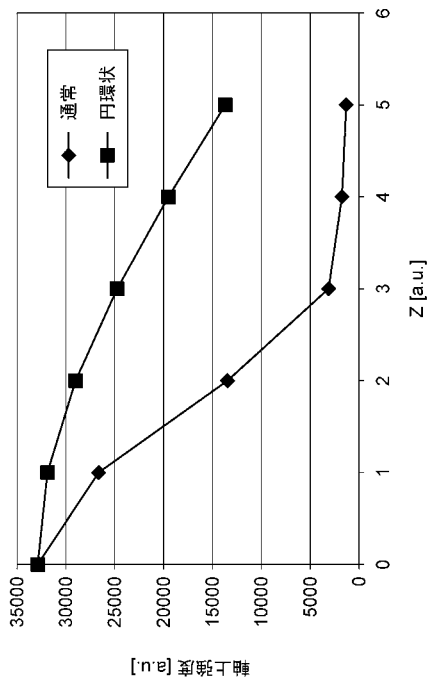
【 図 1 3 】



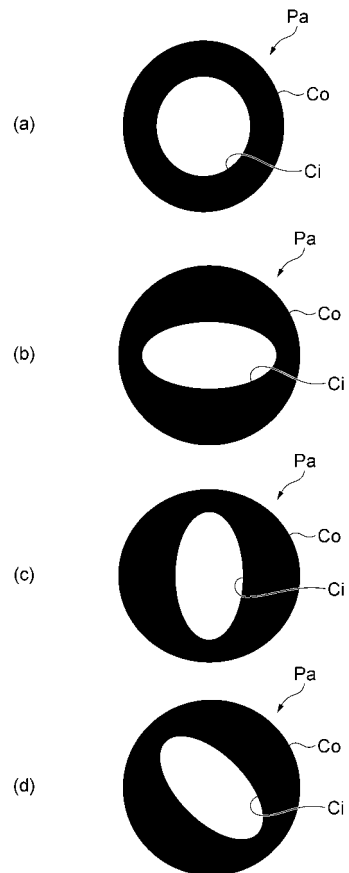
【 図 1 4 】



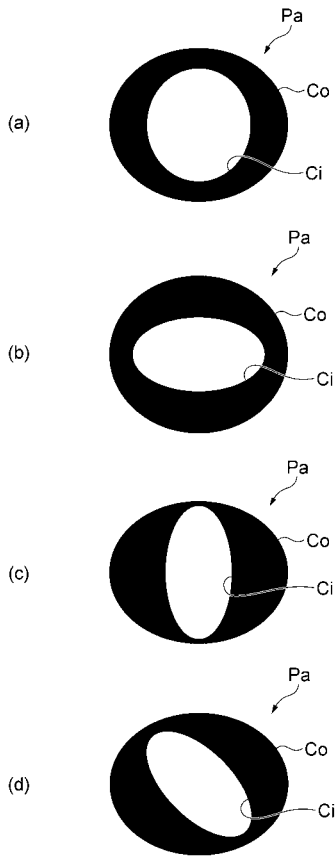
【 図 1 5 】



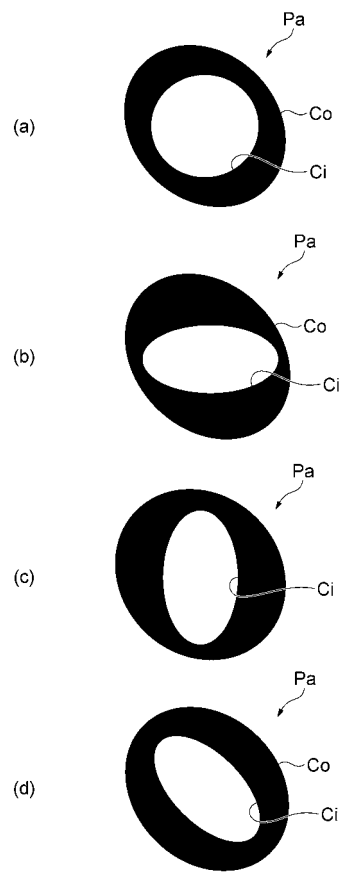
【 図 1 6 】



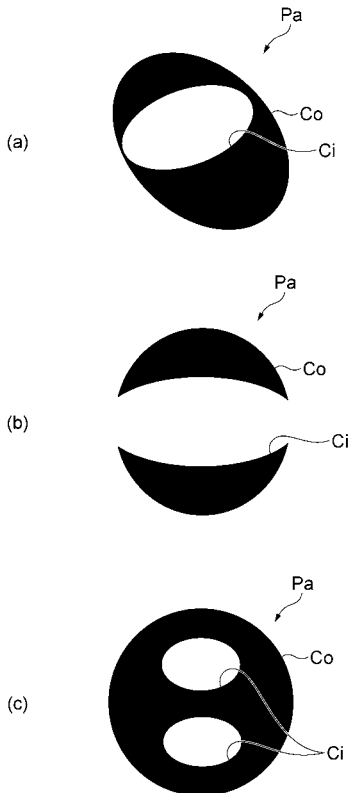
【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



【 図 1 9 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2017/001422
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01L21/301(2006.01)i, B23K26/06(2014.01)i, B23K26/53(2014.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L21/301, B23K26/06, B23K26/53 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2017 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2017 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2017 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2014/156692 A1 (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 02 October 2014 (02.10.2014), paragraphs [0053] to [0070] & US 2016/0052088 A1 paragraphs [0080] to [0097] & KR 10-2015-0136062 A & CN 105324207 A & TW 201446375 A	1-4
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 28 February 2017 (28.02.17)		Date of mailing of the international search report 07 March 2017 (07.03.17)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/001422

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-152561 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 11 August 2011 (11.08.2011), paragraphs [0029] to [0080] & US 2012/0329247 A1 paragraphs [0048] to [0099] & WO 2011/093113 A1 & EP 2529875 A1 & TW 201141649 A & CN 102725096 A & KR 10-2012-0112775 A	1-4
A	JP 2009-21476 A (Disco Inc.), 29 January 2009 (29.01.2009), paragraphs [0015] to [0017] & US 2009/0017600 A1 paragraphs [0027] to [0030] & CN 101345212 A	1-4

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 7 / 0 0 1 4 2 2									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H01L21/301(2006.01)i, B23K26/06(2014.01)i, B23K26/53(2014.01)i											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H01L21/301, B23K26/06, B23K26/53											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2017年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2017年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2017年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2017年	日本国実用新案登録公報	1996-2017年	日本国登録実用新案公報	1994-2017年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2017年										
日本国実用新案登録公報	1996-2017年										
日本国登録実用新案公報	1994-2017年										
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号									
A	WO 2014/156692 A1 (浜松ホトニクス株式会社) 2014.10.02, 段落 [0053] - [0070] & US 2016/0052088 A1, 段落 [0080] - [0097] & KR 10-2015-0136062 A & CN 105324207 A & TW 201446375 A	1-4									
A	JP 2011-152561 A (浜松ホトニクス株式会社) 2011.08.11, 段落 [0029] - [0080] & US 2012/0329247 A1, 段落 [0048] - [0099] & WO 2011/093113 A1 & EP 2529875 A1 & TW 201141649 A & CN 102725096 A & KR 10-2012-0112775 A	1-4									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。											
* 引用文献のカテゴリー		の日の後に公表された文献									
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの		「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの									
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの									
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)		「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの									
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献									
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願											
国際調査を完了した日 28.02.2017		国際調査報告の発送日 07.03.2017									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 中田 剛史	50 2951								
		電話番号 03-3581-1101 内線 3559									

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 7 / 0 0 1 4 2 2
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2009-21476 A (株式会社ディスコ) 2009.01.29, 段落 [0015] - [0017] & US 2009/0017600 A1、段落 [0027] - [0030] & CN 101345212 A	1-4

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ

Fターム(参考) 4E168 AE01 CB03 CB07 DA36 DA39 DA43 EA11 EA12 EA13 EA19
JA12 JA13 JA27 KA04 KA08
5F063 AA04 BA43 CB07 DD27 DD32

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。