

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6059059号
(P6059059)

(45) 発行日 平成29年1月11日(2017.1.11)

(24) 登録日 平成28年12月16日(2016.12.16)

(51) Int.Cl.			F I		
B 2 3 K	26/00	(2014.01)	B 2 3 K	26/00	B
B 2 3 K	26/53	(2014.01)	B 2 3 K	26/53	
H O 1 L	21/301	(2006.01)	H O 1 L	21/78	B
C O 3 B	33/09	(2006.01)	C O 3 B	33/09	

請求項の数 3 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2013-69431 (P2013-69431)	(73) 特許権者	000236436
(22) 出願日	平成25年3月28日(2013.3.28)		浜松ホトニクス株式会社
(65) 公開番号	特開2014-188581 (P2014-188581A)		静岡県浜松市東区市野町1126番地の1
(43) 公開日	平成26年10月6日(2014.10.6)	(74) 代理人	100088155
審査請求日	平成28年3月9日(2016.3.9)		弁理士 長谷川 芳樹
		(74) 代理人	100113435
			弁理士 黒木 義樹
		(74) 代理人	100124291
			弁理士 石田 悟
		(72) 発明者	河口 大祐
			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
		審査官	本庄 亮太郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ加工方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

互いに積層された第1及び第2の板状部材と、前記第1の板状部材と前記第2の板状部材との間に配置され前記第1の板状部材と前記第2の板状部材とを互いに接合する接合層とを有し、加工予定ラインが設定された加工対象物を用意する第1の工程と、

前記第1の板状部材における前記接合層と反対側の面である前記加工対象物の表面をレーザー光の入射面として、前記加工予定ラインに沿って前記第1の板状部材にレーザー光を照射することにより、前記加工予定ラインに沿って前記第1の板状部材に改質領域を形成する第2の工程と、

前記加工対象物の前記表面をレーザー光の入射面として、前記加工予定ラインに沿って前記接合層にレーザー光を照射することにより、前記加工予定ラインに沿って前記接合層に加工痕を形成する第3の工程と、

前記第1～3の工程の後に、前記第2の板状部材における前記接合層と反対側の面である前記加工対象物の裏面をレーザー光の入射面として、前記加工予定ラインに沿って前記第2の板状部材にレーザー光を照射することにより、前記加工予定ラインに沿って前記第2の板状部材に改質領域を形成する第4の工程と、を備え、

前記第4の工程においては、前記接合層に形成された前記加工痕を、前記第2の板状部材に対するレーザー光の照射位置のアライメントの基準として用いることにより、前記加工予定ラインに沿って前記第2の板状部材にレーザー光を照射する、

ことを特徴とするレーザー加工方法。

【請求項 2】

前記第 3 の工程を実施して前記接合層に前記加工痕を形成した後に、前記第 2 の工程を実施して前記第 1 の板状部材に改質領域を形成する、ことを特徴とする請求項 1 に記載のレーザ加工方法。

【請求項 3】

前記第 2 の工程を実施する際に、前記第 1 の板状部材に照射されるレーザ光の漏れ光を前記接合層に照射して前記接合層に前記加工痕を形成することにより、前記第 3 の工程を実施する、ことを特徴とする請求項 1 に記載のレーザ加工方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、互いに積層された一对の板状部材とそれらを互いに接合する接合層とを有する加工対象物を加工するためのレーザ加工方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、レーザ光線を利用した被加工物分割方法が記載されている。この被加工物分割方法においては、被加工物の片面側から照射したレーザ光線を被加工物の他面の近傍で集光させた状態において、分割ラインに沿って被加工物とレーザ光線とを相対的に移動させることにより、分割ラインに沿って被加工物に変質領域を形成する。その後、この被加工物分割方法においては、分割ラインを中心として被加工物に曲げモーメントを加えることにより、分割ラインに沿って被加工物を破断させる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2004 - 343008 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、現在、一对の板状部材（第 1 及び第 2 の板状部材）を所定の接合層を介して互いに貼り合わせてなる加工対象物に対してレーザ加工を施すことが要求されている。そのような加工対象物に対してレーザ加工を施す場合には、例えば次のような方法が考えられる。すなわち、まず、第 1 の板状部材側から入射させたレーザ光を、第 1 の板状部材及び接合層を介して第 2 の板状部材に照射することによって、所望の加工予定ラインに沿って第 2 の板状部材に改質領域を形成する。その後、同様にして第 1 の板状部材側から入射させたレーザ光を第 1 の板状部材に照射することによって、加工予定ラインに沿って第 1 の板状部材に改質領域を形成する。

30

【0005】

しかしながら、第 1 の板状部材と第 2 の板状部材とを接合する接合層として、例えば金属や所定の樹脂等の光を透過し難い材料が用いられる場合がある。そのような接合層を有する加工対象物に対してレーザ加工を施す場合には、上述したように、第 1 の板状部材側から接合層を介して第 2 の板状部材にレーザ光を照射することが困難となる。したがって、そのような場合には、第 1 の板状部材側から第 1 の板状部材にレーザ光を照射して第 1 の板状部材に改質領域を形成した後に、加工対象物を反転させ、第 2 の板状部材側から第 2 の板状部材にレーザ光を照射して第 2 の板状部材に改質領域を形成すればよい。

40

【0006】

しかしながら、その場合には、第 2 の板状部材に改質領域を形成すべく第 2 の板状部材側から第 2 の板状部材にレーザ光を照射する際に、先に第 1 の板状部材に形成された加工ライン（加工予定ラインに沿って形成された改質領域）に合わせてレーザ光の照射位置のアライメントを実施する必要があるが、第 1 の板状部材と第 2 の板状部材との間に光を透過し難い接合層が介在しているため、例えば IR カメラ等によってその第 1 の板状部材の

50

加工ラインを認識することが困難である。その結果、第1の板状部材における加工ラインと第2の板状部材における加工ラインとが揃わず、加工品質が低下するおそれがある。

【0007】

本発明は、そのような事情に鑑みてなされたものであり、加工品質の低下を抑制可能なレーザ加工方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、本発明に係るレーザ加工方法は、互いに積層された第1及び第2の板状部材と、第1の板状部材と第2の板状部材との間に配置され第1の板状部材と第2の板状部材とを互いに接合する接合層とを有し、加工予定ラインが設定された加工対象物を用意する第1の工程と、第1の板状部材における接合層と反対側の面である加工対象物の表面をレーザ光の入射面として、加工予定ラインに沿って第1の板状部材にレーザ光を照射することにより、加工予定ラインに沿って第1の板状部材に改質領域を形成する第2の工程と、加工対象物の表面をレーザ光の入射面として、加工予定ラインに沿って接合層にレーザ光を照射することにより、加工予定ラインに沿って接合層に加工痕を形成する第3の工程と、第1～3の工程の後に、第2の板状部材における接合層と反対側の面である加工対象物の裏面をレーザ光の入射面として、加工予定ラインに沿って第2の板状部材にレーザ光を照射することにより、加工予定ラインに沿って第2の板状部材に改質領域を形成する第4の工程と、を備え、第4の工程においては、接合層に形成された加工痕を、第2の板状部材に対するレーザ光の照射位置のアライメントの基準として用いることにより、加工予定ラインに沿って第2の板状部材にレーザ光を照射する、ことを特徴とする。

【0009】

このレーザ加工方法においては、第1の板状部材にレーザ光を照射することにより第1の板状部材に切断予定ラインに沿って改質領域を形成する一方で、第1の板状部材と第2の板状部材とを互いに接合する接合層に対してレーザ光を照射することにより、加工予定ラインに沿って接合層に加工痕を形成する。そして、第2の板状部材に改質領域を形成する際には、その接合層に形成された加工痕をアライメントの基準として用いることにより、加工予定ラインに沿って第2の板状部材にレーザ光を照射し、加工予定ラインに沿って第2の板状部材に改質領域を形成する。このため、接合層が金属や所定の樹脂等の光を透過し難い材料からなる場合であっても、先に形成される第1の板状部材の加工ライン（加工予定ラインに沿った改質領域）と、後に形成される第2の板状部材の加工ラインとを正確に揃わせることが可能となる。よって、このレーザ加工方法によれば、加工品質の低下を抑制することができる。

【0010】

本発明に係るレーザ加工方法においては、第3の工程を実施して接合層に加工痕を形成した後に、第2の工程を実施して第1の板状部材に改質領域を形成することができる。この場合には、第1の板状部材に対する改質領域の形成に先だって、第1の板状部材よりも加工対象物の内側に位置する接合層にレーザ光を照射して加工痕を形成する。そのため、第1の板状部材側からのレーザ光の照射によって第1の板状部材に改質領域を形成する際に、接合層の加工痕が悪影響を及ぼすことが避けられる。

【0011】

本発明に係るレーザ加工方法においては、第2の工程を実施する際に、第1の板状部材に照射されるレーザ光の漏れ光を接合層に照射して接合層に加工痕を形成することにより、第3の工程を実施することができる。この場合には、第1の板状部材に改質領域を形成する第2の工程と、接合層に加工痕を形成する第3の工程とを同時に行うことができるので、全体の加工時間を短縮することができる。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、加工品質の低下を抑制可能なレーザ加工方法を提供することができる

。【図面の簡単な説明】

【0013】

【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III-III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。

【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】第1実施形態に係るレーザ加工方法の主要な工程を示すフローチャートである。

10

【図8】レーザ加工方法の対象となる加工対象物を示す図である。

【図9】接合層の加工を行う工程を説明するための図である。

【図10】第1の板状部材の加工を行う工程を説明するための図である。

【図11】加工対象物を転写する工程、及び、第2の板状部材の加工を行う工程を説明するための図である。

【図12】第2の板状部材の加工を行う固定を説明するための図である。

【図13】第2実施形態に係るレーザ加工方法の主要な工程を示すフローチャートである

。【図14】第1の板状部材及び接合層の加工を行う工程を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0014】

以下、本発明の一実施形態に係るレーザ加工方法について、図面を参照して詳細に説明する。なお、各図において、同一の要素同士、或いは相当する要素同士には、互いに同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0015】

本発明の一実施形態に係るレーザ加工方法は、切断予定ライン（加工予定ライン）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内部に切断の起点となる改質領域を形成する場合を含む。そこで、加工対象物の材料を限定せずに、改質領域の形成について、図1～図6を参照して説明する。

【0016】

30

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イックミラー103と、レーザ光Lを集光するための集光用レンズ105と、を備えている。また、レーザ加工装置100は、集光用レンズ105で集光されたレーザ光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の駆動を制御するステージ制御部115と、を備えている。

【0017】

このレーザ加工装置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、ダイクロイックミラー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の内部に集光用レンズ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に形成されることとなる。

40

【0018】

加工対象物1としては、種々の材料（例えば、ガラス、半導体材料、圧電材料等）からなる板状の部材（例えば、基板、ウエハ等）が用いられる。図2に示されるように、加工対象物1には、加工対象物1を切断するための切断予定ライン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

50

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Pを合わせた状態において、レーザー光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）相対移動させる。これにより、図4～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の内部に形成され、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。

【0019】

なお、集光点Pとは、レーザー光Lが集光する箇所のことである。また、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、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。また、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。また、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4、若しくは外周面）に露出しているてもよい。

10

【0020】

ちなみに、ここでのレーザー光Lは、加工対象物1を透過すると共に加工対象物1の内部の集光点P近傍にて特に吸収され、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、内部吸収型レーザー加工）。よって、加工対象物1の表面3ではレーザー光Lが殆ど吸収されないため、加工対象物1の表面3が溶融することはない。一般的に、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（表面吸収型レーザー加工）場合、加工領域は表面3側から徐々に裏面4側に進行する。

20

【0021】

ところで、本実施形態で形成される改質領域は、密度、屈折率、機械的強度やその他の物理特性が周囲と異なる状態になった領域をいう。改質領域としては、例えば、溶融処理領域、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。さらに、改質領域としては、加工対象物の材料において改質領域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密転移領域ともいう）。

【0022】

また、溶融処理領域や屈折率変化領域、改質領域の密度が非改質領域の密度と比較して変化した領域、格子欠陥が形成された領域は、さらに、それら領域の内部や改質領域と非改質領域との境界に亀裂（割れ、マイクロクラック等）を内包している場合がある。内包される亀裂は改質領域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としては、例えばシリコン、ガラス、 $LiTaO_3$ 又はサファイア（ Al_2O_3 ）からなる基板やウエハ、又はそのような基板やウエハを含むものが挙げられる。

30

【0023】

また、本実施形態においては、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って、改質領域7を形成している。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り、改質スポットが集まることにより改質領域7となる。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。

40

【0024】

この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好ましい。

[第1実施形態]

【0025】

引き続き、本発明の第1実施形態に係るレーザー加工方法について説明する。本実施形態に係るレーザー加工方法においては、一对の板状部材を互いに貼り合わせてなる加工対象物の加工を行う。特に、以下の説明においては、そのような加工対象物を所望の切断予定

50

ライン（加工予定ライン）に沿って切断する場合について説明する。図7は、第1実施形態に係るレーザ加工方法の主要な工程を示すフローチャートである。図8は、レーザ加工方法の対象となる加工対象物を示す図である。なお、図8の（b）は、図8の（a）のVI II - VIII線に沿っての部分的な断面図である。

【0026】

このレーザ加工方法においては、まず、図8に示されるように、加工対象物1を用意する（第1の工程）。加工対象物1は、例えば、所定の機能性デバイスのためのワークである。加工対象物1は、第1の板状部材11、第2の板状部材12、及び接合層13を有している。第1の板状部材11と第2の板状部材12とは互いに積層されている。接合層13は、第1の板状部材11と第2の板状部材12との間に配置されている。接合層13は、第1の板状部材11と第2の板状部材12とを互いに接合している。

10

【0027】

また、ここでは、第1の板状部材11における接合層13と反対側の面が加工対象物1の表面3であり、第2の板状部材12における接合層13と反対側の面が加工対象物1の裏面4である。そして、加工対象物1は、その表面3が集光用レンズ105側に向けられている（図1参照）。なお、加工対象物1には、その一端から他端にわたって延在するように直線状の切断予定ライン5が設定されている。

【0028】

第1の板状部材11及び第2の板状部材12は、例えば、ガラスやシリコンからなる。第1の板状部材11と第2の板状部材12とは、互いに同一の材料からなるものであってもよいし、互いに異なる材料からなるものであってもよい。第1の板状部材11及び第2の板状部材12を構成する材料及び形状は、所望する機能デバイスに応じて適宜選択される。ここでは、第1の板状部材11及び第2の板状部材12は、略矩形の板状を呈している。したがって、加工対象物1も、全体として略矩形の板状を呈している。

20

【0029】

接合層13を構成する材料としては、第1の板状部材11と第2の板状部材12とを互いに貼り合わせて接合することが可能な任意の材料を用いることができる。より具体的には、接合層13を構成する材料としては、例えば、金属（例えばAu）や樹脂（例えばポリイミド）等を用いることができる。特に、接合層13は、加工用のレーザ光やIRカメラ等における観察用の光を透過し難い材料から構成される場合（例えば、上述したようにAu等の金属からなる場合や、厚く塗布されたポリイミド等の樹脂からなる場合）がある。

30

【0030】

続いて、図7及び図9に示されるように、接合層13の加工を行う（工程S101：第3の工程）。図9は、接合層の加工を行う工程を説明するための図である。特に、図9の（b）は、図9の（a）のIX - IX線に沿っての部分的な断面図である。この工程S101においては、第1の板状部材11側から第1の板状部材11を介して接合層13にレーザ光L1を照射することにより、接合層13に加工痕（ダメージ痕：変質部分）17を形成する。変質としては、例えば、レーザ光照射の加熱による軟化とその後の冷却による固化が考えられる。

40

【0031】

より具体的には、この工程S101においては、まず、加工対象物1の表面（第1の板状部材11における接合層13と反対側の面）3をレーザ光L1の入射面として、レーザ光L1の集光点P1を接合層13の内部に合わせた状態とする。その状態において、レーザ光L1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5に沿って接合層13にレーザ光L1を照射（走査）する。

【0032】

これにより、例えばレーザ光L1のパルスピッチ（（レーザ光L1に対する加工対象物1の相対移動速度）/（レーザ光L1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に沿って接合層13の内部に加工痕17が形成される。この工程S101にお

50

いては、加工対象物 1 の一端から他端にわたってレーザ光 L 1 を照射することにより、接合層 1 3 の略全長にわたって加工痕 1 7 を形成する。このとき、レーザ光 L 1 の照射条件を調節することにより、接合層 1 3 の内部のみならず、接合層 1 3 と第 1 の板状部材 1 1 及び第 2 の板状部材 1 2 (特に第 2 の板状部材 1 2) との接合界面に加工痕 1 7 が達するようにしたり、加工痕 1 7 同士が互いに連続するようにしたりすることができる。

【 0 0 3 3 】

なお、このように切断予定ライン 5 に沿って接合層 1 3 に加工痕 1 7 を形成すると、加工対象物 1 を切断予定ライン 5 に沿って切断した際に、その切断により形成される各チップの端面(切断面)に加工痕 1 7 が露出することとなる。しかしながら、各チップにおける第 1 の板状部材 1 1 と第 2 の板状部材 1 2 との接合は、接合層 1 3 の面全体によってな 10
されているので、各チップの端面における加工痕 1 7 によって、第 1 の板状部材 1 1 と第 2 の板状部材 1 2 との接合強度が低下することはない。また、加工痕 1 7 は、レーザ光 L 1 の照射による接合層 1 3 の変質により形成されているに過ぎないため、加工対象物 1 を切断予定ライン 5 に沿って切断した際に、接合層 1 3 からダストが発生して接合層 1 3 が部分的に欠落したり剥がれたりすることもない。

【 0 0 3 4 】

続いて、図 7 及び図 1 0 に示されるように、第 1 の板状部材 1 1 の加工を行う(工程 S 1 0 2 : 第 2 の工程)。図 1 0 は、第 1 の板状部材の加工を行う工程を説明するための図である。特に、図 1 0 の (b) は、図 1 0 の (a) の X - X 線に沿っての部分的な断面図である。この工程 S 1 0 2 においては、第 1 の板状部材 1 1 側から第 1 の板状部材 1 1 にレ 20
ーザ光 L 2 を照射することにより、第 1 の板状部材 1 1 に改質領域 7 を形成する。

【 0 0 3 5 】

より具体的には、この工程 S 1 0 2 においては、まず、加工対象物 1 の表面 3 をレーザ光 L 2 の入射面として、レーザ光 L 2 の集光点 P 2 を第 1 の板状部材 1 1 の内部に合わせた状態とする。その状態において、レーザ光 L 2 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 5 に沿って第 1 の板状部材 1 1 にレーザ光 L 2 を照射(走査)する。これにより、第 1 の板状部材 1 1 の内部に切断予定ライン 5 に沿った改質領域 7 が形成される。この工程 S 1 0 2 においては、加工対象物 1 の一端から他端にわたってレーザ光 L 2 を照射することにより、第 1 の板状部材 1 1 の略全長にわたって改質領域 7 を形成する。なお、この工程 S 1 0 2 においては、第 1 の板状部材 1 1 を含む加工対象 30
物 1 の材質や厚さ、所望する切断の精度等に応じて、第 1 の板状部材 1 1 の厚さ方向における改質領域 7 の形成位置を調整したり、第 1 の板状部材 1 1 に複数列の改質領域 7 を形成したりすることができる。

【 0 0 3 6 】

続いて、図 7 及び図 1 1 に示されるように、加工対象物 1 の転写を行う(工程 S 1 0 3)。すなわち、この工程 S 1 0 3 においては、加工対象物 1 を反転させることにより、加工対象物 1 の裏面(第 2 の板状部材 1 2 における接合層 1 3 と反対側の面) 4 を集光用レンズ 1 0 5 側に向けた状態とする。なお、図 1 1 は、加工対象物の転写を行う工程、及び、第 2 の板状部材の加工を行う工程を説明するための図である。特に、図 1 1 の (b) は、図 1 1 の (a) の XI - XI 線に沿った断面図である。 40

【 0 0 3 7 】

続いて、図 7、図 1 1、及び図 1 2 に示されるように、第 2 の板状部材 1 2 の加工を行う(工程 S 1 0 4 : 第 4 の工程)。図 1 2 は、第 2 の板状部材の加工を行う工程を説明するための図である。特に、図 1 2 の (b) は、図 1 2 の (a) の XII - XII 線に沿っての部分的な断面図である。この工程 S 1 0 4 においては、第 2 の板状部材 1 2 側から第 2 の板状部材 1 2 にレーザ光 L 3 を照射することにより、第 2 の板状部材 1 2 に改質領域 7 を形成する。

【 0 0 3 8 】

そのために、まず、この工程 S 1 0 4 においては、図 1 1 に示されるように、第 2 の板状部材 1 2 の厚さ方向及び切断予定ライン 5 の延在方向に交差する方向について(すなわ 50

ち、図中の矢印方向について)、第2の板状部材12に対するレーザ光L3の照射位置(レーザ光L3の集光点P3の位置)のアライメントを行う。より具体的には、先の工程S103で形成した第1の板状部材11の加工ライン6(切断予定ライン5に沿って第1の板状部材11に形成された改質領域7)と、この工程104で第2の板状部材12に形成する加工ライン(切断予定ライン5に沿って第2の板状部材12に形成する改質領域)とを揃えるために、第2の板状部材12に対するレーザ光L3の照射位置を第1の板状部材11の加工ライン6に合わせる。なお、図11においては、便宜上、第1の板状部材11の加工ライン6を加工対象物1の裏面4上に示している。

【0039】

ここで、このレーザ加工方法においては、第1の板状部材11よりも第2の板状部材12側に位置する接合層13に対して切断予定ライン5に沿った加工痕17が形成されている。このため、例えばIRカメラ等を用いて第2の板状部材12側からその加工痕17を認識し、その加工痕17に対してレーザ光L3の照射位置を合わせれば、第1の板状部材11の加工ライン6(改質領域7)が第2の板状部材12側から直接認識できない場合であっても、レーザ光L3の照射位置を第1の板状部材11の加工ライン6に位置合わせることができる。つまり、この工程S104においては、接合層13の加工痕17をアライメントの基準として用いることにより、加工ライン6(すなわち切断予定ライン5)に沿って第2の板状部材12にレーザ光L3を照射することができる。

【0040】

その後、この工程S104においては、図12に示されるように、加工対象物1の裏面4をレーザ光L3の入射面として、レーザ光L3の集光点P3を第2の板状部材12の内部に合わせた状態とする。その状態において、レーザ光L3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5(及び加工ライン6)に沿って第1の板状部材11にレーザ光L3を照射(走査)する。これにより、第2の板状部材12の内部に切断予定ライン5(及び加工ライン6)に沿った改質領域7が形成される。

【0041】

なお、この工程S104においては、加工対象物1の一端から他端にわたってレーザ光L3を照射することにより、第2の板状部材12の略全長にわたって改質領域7を形成する。また、この工程S104においても、第2の板状部材12を含む加工対象物1の材質や厚さ、所望する切断の精度等に応じて、第2の板状部材12の厚さ方向における改質領域7の形成位置を調整したり、第2の板状部材12に複数列の改質領域7を形成したりすることができる。

【0042】

そして、第1の板状部材11及び第2の板状部材12に切断予定ライン5に沿った改質領域7が形成された加工対象物1に対して、例えば、切断予定ライン5に沿って応力を加えることにより、改質領域7を起点として加工対象物1を切断する。

【0043】

以上説明したように、第1実施形態に係るレーザ加工方法においては、第1の板状部材11にレーザ光L2を照射することにより第1の板状部材11に切断予定ライン5に沿って改質領域7を形成する一方で、第1の板状部材11と第2の板状部材12とを互いに接合する接合層13に対してレーザ光L1を照射することにより、切断予定ライン5に沿って接合層13に加工痕17を形成する。そして、第2の板状部材12に改質領域7を加工する際には、その接合層13に形成された加工痕17をアライメントの基準として用いることによって、切断予定ライン5(すなわち加工ライン6)に沿って第2の板状部材12にレーザ光L3を照射し、切断予定ライン5(すなわち加工ライン6)に沿って第2の板状部材12に改質領域7を形成する。

【0044】

このため、接合層13が金属や所定の樹脂等の光を透過し難い材料からなる場合であっても、先に形成される第1の板状部材11の加工ライン6と、後に形成される第2の板状部材12の加工ラインとを正確に揃わせることが可能となる。よって、このレーザ加工方

10

20

30

40

50

法によれば、加工品質の低下を抑制することができる。

【 0 0 4 5 】

特に、第 1 実施形態に係るレーザ加工方法においては、第 1 の板状部材 1 1 に対する改質領域 7 の形成に先だって、第 1 の板状部材 1 1 よりも加工対象物 1 の内側に位置する接合層 1 3 にレーザ光 L 1 を照射して加工痕 1 7 を形成する。そのため、第 1 の板状部材 1 1 側からのレーザ光 L 2 の照射によって第 1 の板状部材 1 1 に改質領域 7 を形成する際に、接合層 1 3 の加工痕 1 7 が悪影響を及ぼすことが避けられる。

【 0 0 4 6 】

また、第 1 実施形態に係るレーザ加工方法においては、加工対象物 1 の切断に先だって、第 1 の板状部材 1 1 と第 2 の板状部材 1 2 とを互いに接合する接合層 1 3 に対して、切断予定ライン 5 に沿ったダメージ痕（加工痕 1 7）が形成される。このため、加工対象物 1 の切断に際し、接合層 1 3 自体が切断予定ライン 5 に沿って切断されやすくなるので、加工品質を向上させることができる。

[第 2 実施形態]

【 0 0 4 7 】

引き続き、本発明の第 2 実施形態に係るレーザ加工方法について説明する。本実施形態に係るレーザ加工方法においても、第 1 実施形態に係るレーザ加工方法と同様に、一对の板状部材を互いに貼り合わせてなる加工対象物の切断を行う。図 1 3 は、第 2 実施形態に係るレーザ加工方法の主要な工程を示すフローチャートである。このレーザ加工方法においても、図 8 に示されるように、まず、加工対象物 1 を用意する（第 1 の工程）。

【 0 0 4 8 】

続いて、図 1 3 及び図 1 4 に示されるように、第 1 の板状部材 1 1 及び接合層 1 3 の加工を同時に行う（工程 S 2 0 1：第 2 の工程及び第 3 の工程）。図 1 4 は、第 1 の板状部材及び接合層の加工を行う工程を説明するための図である。特に、図 1 4 の（b）は、図 1 4 の（a）の XIV - XIV 線に沿っての部分的な断面図である。この工程 S 2 0 1 においては、第 1 の板状部材 1 1 側から第 1 の板状部材 1 1 及び接合層 1 3 にレーザ光 L 4 を照射することにより、第 1 の板状部材 1 1 に改質領域 7 を形成すると共に接合層 1 3 に加工痕 1 7 を形成する。

【 0 0 4 9 】

より具体的には、この工程 S 2 0 1 においては、まず、加工対象物 1 の表面 3 をレーザ光 L 4 の入射面として、レーザ光 L 4 の集光点 P 4 を第 1 の板状部材 1 1 の内部に合わせると共に、レーザ光 L 4 の漏れ光（レーザ光）L 5 が接合層 1 3 に照射される状態とする。その状態において、レーザ光 L 4 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 5 に沿って、第 1 の板状部材 1 1 にレーザ光 L 4 を照射（走査）する共に、接合層 1 3 にレーザ光 L 4 の漏れ光 L 5 を照射（走査）する。

【 0 0 5 0 】

これにより、第 1 の板状部材 1 1 の内部に切断予定ライン 5 に沿った改質領域 7 が形成されると共に、接合層 1 3 の内部に切断予定ライン 5 に沿った加工痕 1 7 が形成される。この工程 S 2 0 1 においては、加工対象物 1 の一端から他端にわたってレーザ光 L 4 を照射することにより、第 1 の板状部材 1 1 及び接合層 1 3 の略全長にわたって改質領域 7 及び加工痕 1 7 を形成する。なお、この工程 S 2 0 1 においても、第 1 の板状部材 1 1 を含む加工対象物 1 の材質や厚さ、所望する切断の精度等に応じて、第 1 の板状部材 1 1 の厚さ方向における改質領域 7 の形成位置を調整したり、第 1 の板状部材 1 1 に複数列の改質領域 7 を形成したりすることができる。

【 0 0 5 1 】

このレーザ加工方法の以下の工程は、第 1 実施形態に係るレーザ加工方法と同様である。すなわち、このレーザ加工方法においても、図 8 及び図 1 1 に示されるように、加工対象物 1 の転写（反転）を行った（工程 S 2 0 2）後に、図 8、図 1 1、及び図 1 2 に示されるように、第 2 の板状部材 1 2 側から第 2 の板状部材 1 2 にレーザ光 L 3 を照射することにより、第 2 の板状部材 1 2 に改質領域 7 を形成する（工程 S 2 0 3：第 4 の工程）。

そして、加工対象物 1 に対して切断予定ライン 5 に沿って応力を加えることにより、その改質領域 7 を起点として加工対象物 1 を切断する。

【 0 0 5 2 】

以上のような第 2 実施形態に係るレーザ加工方法によれば、第 1 実施形態に係るレーザ加工方法と同様の理由から、接合層 1 3 が光を透過し難い材料からなる場合であっても、第 1 の板状部材 1 1 の加工ライン 6 と第 2 の板状部材 1 2 の加工ラインとを正確に揃わせることが可能となるので、加工品質の低下を抑制することができる。

【 0 0 5 3 】

特に、第 2 実施形態に係るレーザ加工方法においては、第 1 の板状部材 1 1 に改質領域 7 を形成する工程と、接合層 1 3 に加工痕 1 7 を形成する工程とを同時に行うことができるので、全体の加工時間を短縮することができる。

10

【 0 0 5 4 】

以上の実施形態は、本発明に係るレーザ加工方法の一実施形態を説明したものである。したがって、本発明に係るレーザ加工方法は、上述した第 1 及び第 2 実施形態に係るレーザ加工方法に限定されない。本発明に係るレーザ加工方法は、各請求項の要旨を変更しない範囲において、上述した第 1 及び第 2 実施形態に係るレーザ加工方法を任意変更したものとすることができる。

【 0 0 5 5 】

例えば、第 1 及び第 2 実施形態に係るレーザ加工方法においては、工程 S 1 0 1 , S 2 0 1 において、接合層 1 3 の全長にわたって加工痕 1 7 を形成するものとしたが、接合層 1 3 の加工痕 1 7 は、後の工程において第 2 の板状部材 1 2 を加工する際にレーザ光 L 3 のアライメントの基準として用いることができればよいことから、切断予定ライン 5 に沿って接合層 1 3 の一部分のみに形成されてもよい。

20

【 0 0 5 6 】

また、第 1 及び第 2 実施形態に係るレーザ加工方法は、加工対象物 1 の一端から他端にわたって延びる切断予定ライン 5 を設定し、その切断予定ライン 5 に沿って加工対象物 1 を切断するためのものであるが、本発明に係るレーザ加工方法はこの場合に限定されない。本発明に係るレーザ加工方法は、例えば、加工対象物 1 を所望の形状に削り貫く等、加工対象物 1 の一部分を加工対象物 1 から切除するためのレーザ加工に適用することができる。その場合には、切除する所望の位置及び形状に応じて加工対象物 1 に加工予定ラインを設定すればよい。

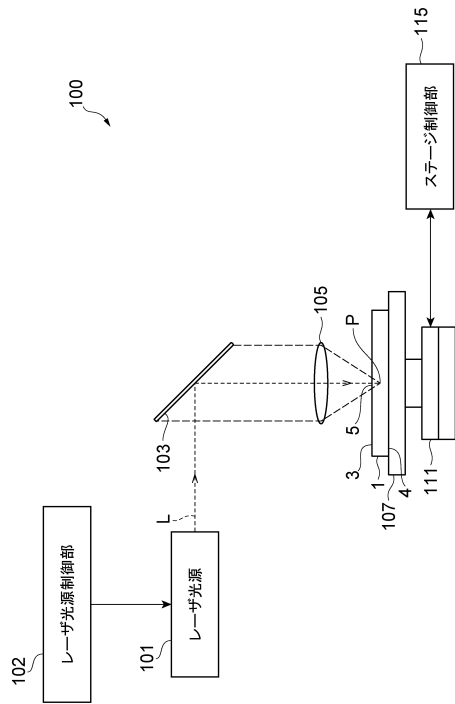
30

【 符号の説明 】

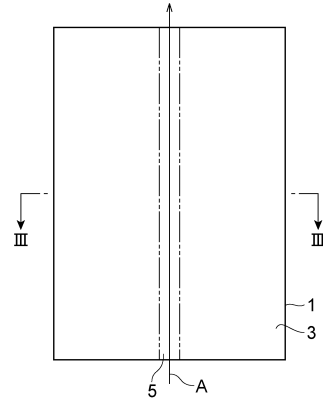
【 0 0 5 7 】

1 ... 加工対象物、 3 ... 表面、 4 ... 裏面、 5 ... 切断予定ライン (加工予定ライン)、 7 ... 改質領域、 1 1 ... 第 1 の板状部材、 1 2 ... 第 2 の板状部材、 1 3 ... 接合層、 1 7 ... 加工痕、 L 1 , L 2 , L 3 , L 4 ... レーザ光、 L 5 ... 漏れ光。

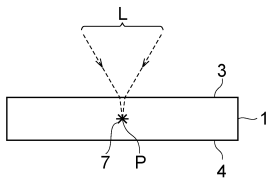
【図 1】



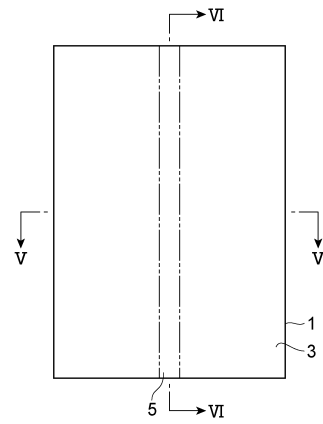
【図 2】



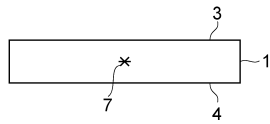
【図 3】



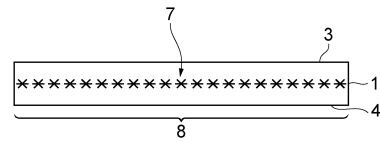
【図 4】



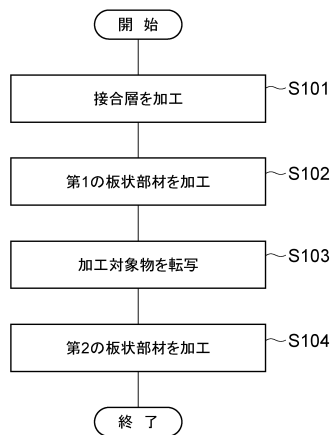
【図5】



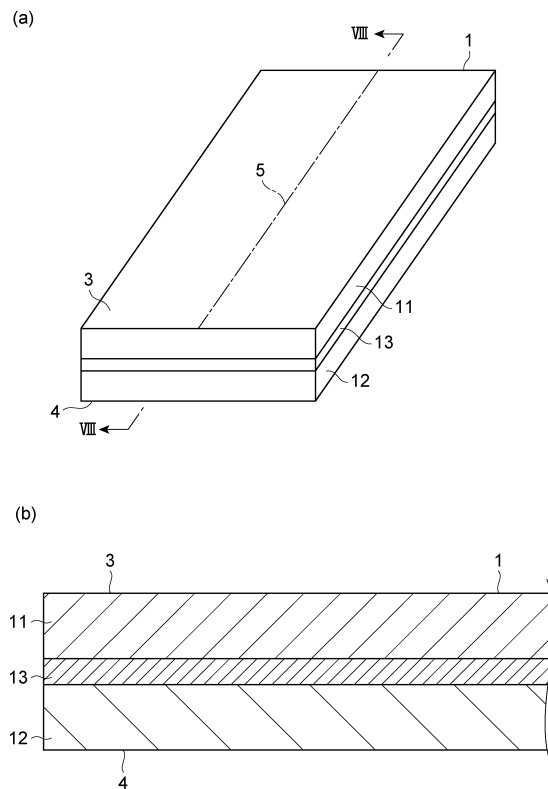
【図6】



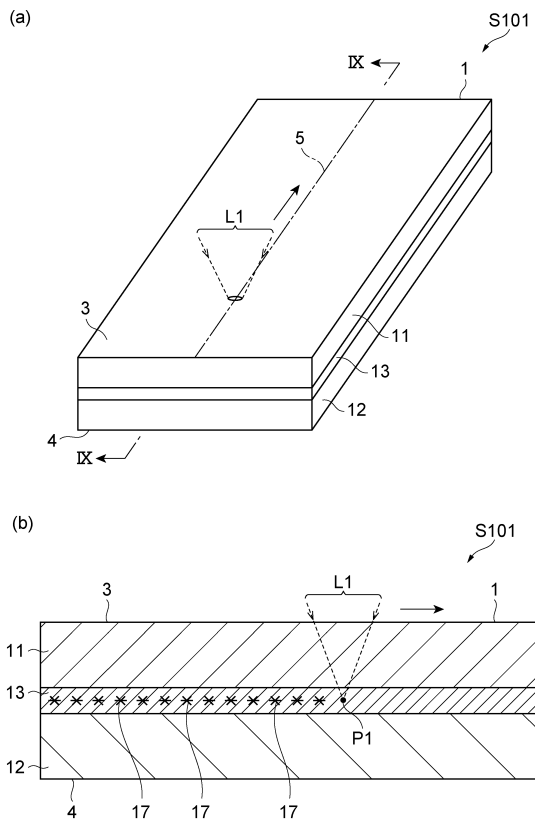
【図7】



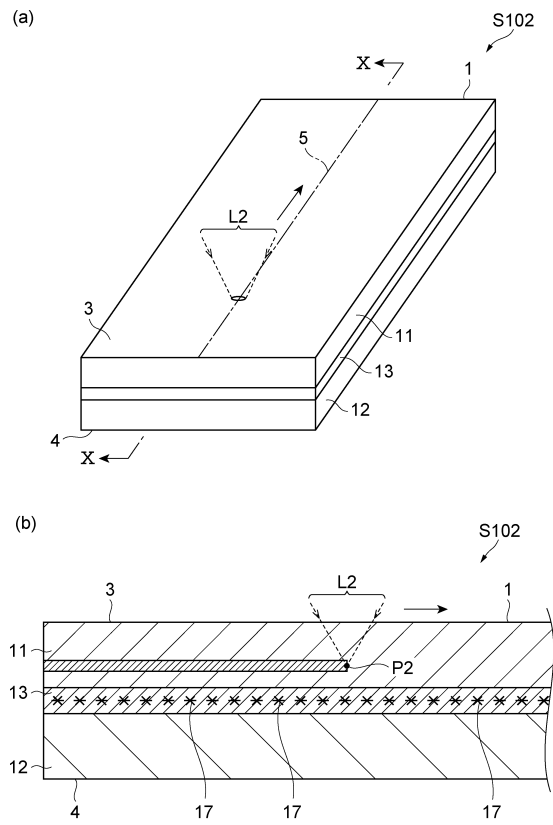
【図8】



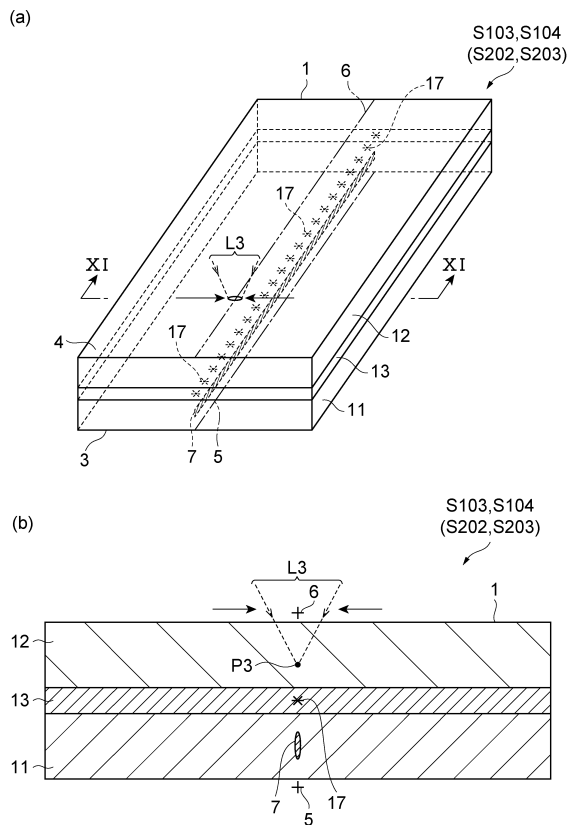
【 図 9 】



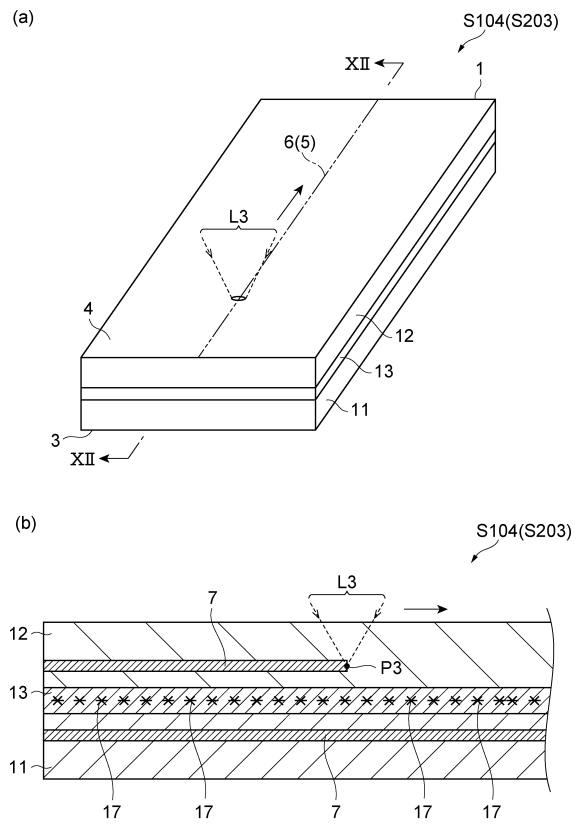
【 図 10 】



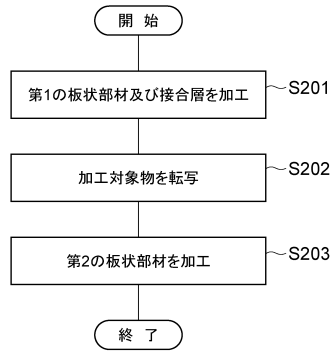
【 図 11 】



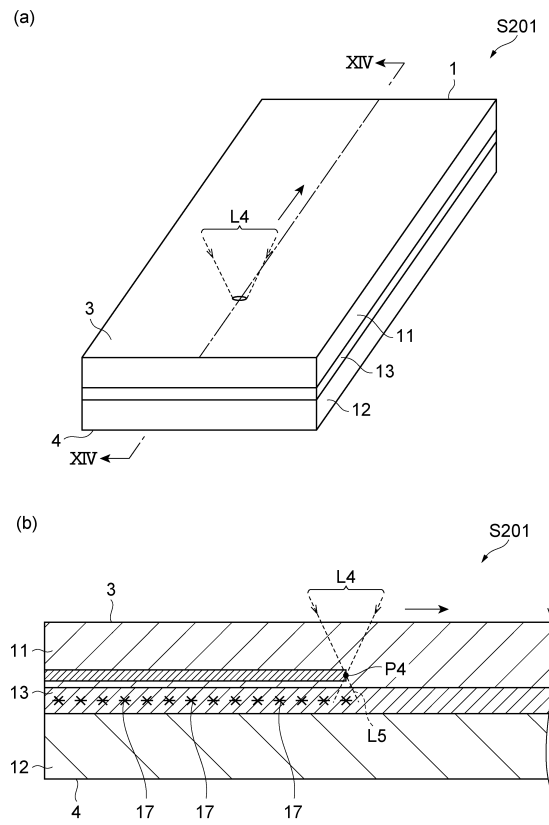
【 図 12 】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2010-177277(JP,A)
特開2006-167804(JP,A)
特開2011-108856(JP,A)
特開2004-343008(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23K	26/00
B23K	26/53
H01L	21/301
C03B	33/09