

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 10 月 2 日(02.10.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/156828 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 26/38 (2014.01) B23K 26/40 (2014.01)
B23K 26/00 (2014.01) C03B 33/09 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/057324
- (22) 国際出願日: 2014 年 3 月 18 日(18.03.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-069431 2013 年 3 月 28 日(28.03.2013) JP
- (71) 出願人: 浜松ホトニクス株式会社(HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: 河口 大祐(KAWAGUCHI Daisuke); 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目 1 番 1 号丸の内 MY PLAZA (明治安田生命

ビル) 9 階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

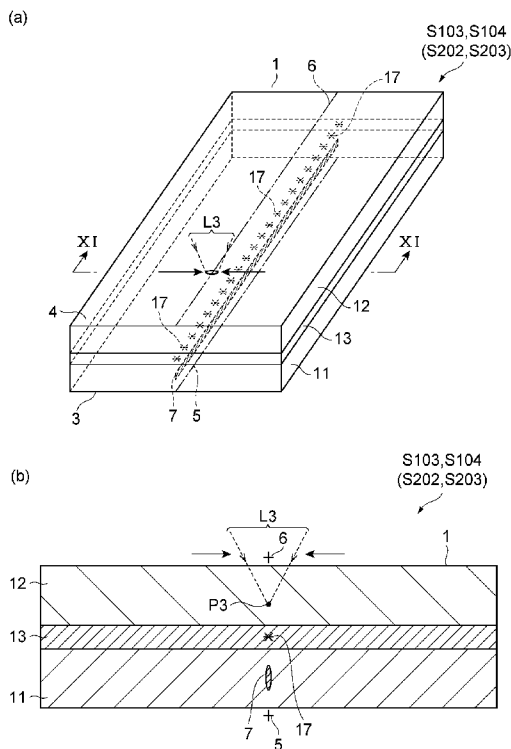
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: LASER PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: レーザ加工方法



(57) Abstract: This method is provided with: a first step for preparing an workpiece; a second step for directing a laser beam at a first laminar member along a planned-processing line to form a modified region on the first laminar member along the planned-processing line, the front surface of the workpiece being the surface to be irradiated with the laser beam; a third step for directing the laser beam at a joining layer along the planned-processing line to form a processing mark on the joining layer along the planned-processing line, the front surface of the workpiece being the surface to be irradiated with the laser beam; and a fourth step for directing the laser beam at a second laminar member along the planned-processing line to form a modified region on the second laminar member along the planned-processing line, the rear surface of the workpiece being the surface to be irradiated with the laser beam. In the fourth step, which follows the first through third steps, the processing mark formed on the joining layer is used as an index to align the position where the laser beam is directed on the second laminar member.

(57) 要約: 加工対象物を用意する第1の工程と、加工対象物の表面をレーザー光の入射面として、加工予定ラインに沿って第1の板状部材にレーザー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ー光の入射面として、加工予定ラインに沿って接合層にレーザー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、加工対象物の裏面をレーザー光の入射面として、加工予定ラインに沿って第2の板状部材にレーザー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ー光の照射位置のアライメントの基準として用いる。

WO 2014/156828 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： レーザ加工方法

技術分野

[0001] 本発明の一側面は、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。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2 0 0 4 - 3 4 3 0 0 8 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。

[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。

[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] 本発明の一側面は、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、本発明の一側面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。

[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って、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] 本発明の一側面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] 本発明の一側面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] 本発明の一側面によれば、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。

[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

[0014] 以下、本発明の一側面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] 本発明の一側面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] 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。

[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）に露出していてもよい。

[0020] ちなみに、ここでのレーザ光 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、内部吸収型レーザ加工）。よって、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。

[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、熔融処理領域、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、熔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。

[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、パルスレーザ光の1パルスのショット（つまり1パルスのレーザ照射：レーザショット）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、熔融処理スポット、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。

[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] 引き続いて、本発明の一側面の第1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は、一対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VIII-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。

[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。

[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。

[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。

[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L1を照射することにより、接合層13の略全長にわたって加工痕17を形成する。このとき、レーザ光L1の照射条件を調節することにより、接合層13の内部のみならず、接合層13と第1の板状部材11及び第2の板状部材12（特に第2の板状部材12）との接合界面に加工痕17が達するようにしたり、加工痕17同士が互いに連続するようにしたりすることができる。

[0033] なお、このように切断予定ライン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 17 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 11 と第 2 の板状部材 12 との接合は、接合層 13 の面全体によってなされているので、各チップの端面における加工痕 17 によって、第 1 の板状部材 11 と第 2 の板状部材 12 との接合強度が低下することはない。また、加工痕 17 は、レーザ光 L1 の照射による接合層 13 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 13 からダストが発生して接合層 13 が部分的に欠落したり剥がれたりすることもない。

[0034] 続いて、図 7 及び図 10 に示されるように、第 1 の板状部材 11 の加工を行う（工程 S102：第 2 の工程）。図 10 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 10 の（b）は、図 10 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 S102 においては、第 1 の板状部材 11 側から第 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 に改質領域 7 を形成する。

[0035] より具体的には、この工程 S102 においては、まず、加工対象物 1 の表面 3 をレーザ光 L2 の入射面として、レーザ光 L2 の集光点 P2 を第 1 の板状部材 11 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 L2 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 11 にレーザ光 L2 を照射（走査）する。これにより、第 1 の板状部材 11 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 S102 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 L2 を照射することにより、第 1 の板状部材 11 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 S102 においては、第 1 の板状部材 11 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 11 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 11 に複数列の改質領域 7 を形成したりすること

ができる。

[0036] 続いて、図 7 及び図 11 に示されるように、加工対象物 1 の転写を行う（工程 S 103）。すなわち、この工程 S 103 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 12 における接合層 13 と反対側の面）4 を集光用レンズ 105 側に向けた状態とする。なお、図 11 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 11 の（b）は、図 11 の（a）の XI-XI 線に沿った断面図である。

[0037] 続いて、図 7、図 11、及び図 12 に示されるように、第 2 の板状部材 12 の加工を行う（工程 S 104：第 4 の工程）。図 12 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 12 の（b）は、図 12 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 104 においては、第 2 の板状部材 12 側から第 2 の板状部材 12 にレーザ光 L 3 を照射することにより、第 2 の板状部材 12 に改質領域 7 を形成する。

[0038] そのために、まず、この工程 S 104 においては、図 11 に示されるように、第 2 の板状部材 12 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 L 3 の照射位置（レーザ光 L 3 の集光点 P 3 の位置）のアライメントを行う。より具体的には、先の工程 S 103 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 L 3 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 に位置合わせすることができる。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、このレーザ加工方法によれば、加工品質の低下を抑制することができる。

[0045] 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11に対する改質領域7の形成に先だって、第1の板状部材11よりも加工対象物1の内側に位置する接合層13にレーザ光L1を照射して加工痕17を形成する。そのため、第1の板状部材11側からのレーザ光L2の照射によって第1の板状部材11に改質領域7を形成する際に、接合層13の加工痕17が悪影響を及ぼすことが避けられる。

[0046] 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、切断予定ライン5に沿ったダメージ痕（加工痕17）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13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]

[0047] 引き続いて、本発明の一側面の第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13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）。

[0048] 続いて、図13及び図14に示されるように、第1の板状部材11及び接合層13の加工を同時に行う（工程S201：第2の工程及び第3の工程）。図14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14の（b）は、図14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S201においては、第1の板状部材11側から第1の板状部材11及び接合層13にレーザ光L4を照射することにより、第1の板状部材11に改質領域7を形成すると共に接合層13に加工痕17を形成する。

[0049] より具体的には、この工程S201においては、まず、加工対象物1の表面3をレーザ光L4の入射面として、レーザ光L4の集光点P4を第1の板状部材11の内部に合わせると共に、レーザ光L4の漏れ光（レーザ光）L5が接合層13に照射される状態とする。その状態において、レーザ光L4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11にレーザ光L4を照射（走査）する共に、接合層13にレーザ光L4の漏れ光L5を照射（走査）する。

[0050] これにより、第1の板状部材11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13の内部に切断予定ライン5に沿った加工痕17が形成される。この工程S201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L4を照射することにより、第1の板状部材11及び接合層13の略全長にわたって改質領域7及び加工痕17を形成する。なお、この工程S201においても、第1の板状部材11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11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。

[0051] 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。

[0052] 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。

[0053] 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。

[0054] 以上の実施形態は、本発明の一側面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、本発明の一側面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。本発明の一側面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。

[0055] 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13の一部のみに形成されてもよい。

[0056] 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、本発明の一側面に係るレーザ加工方法はこの場合に限定されない。本発明の一側面に係るレーザ加工方法は、例えば、加工対象物1を所望の形状に割り貫く等、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。

産業上の利用可能性

[0057] 本発明の一側面によれば、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。

符号の説明

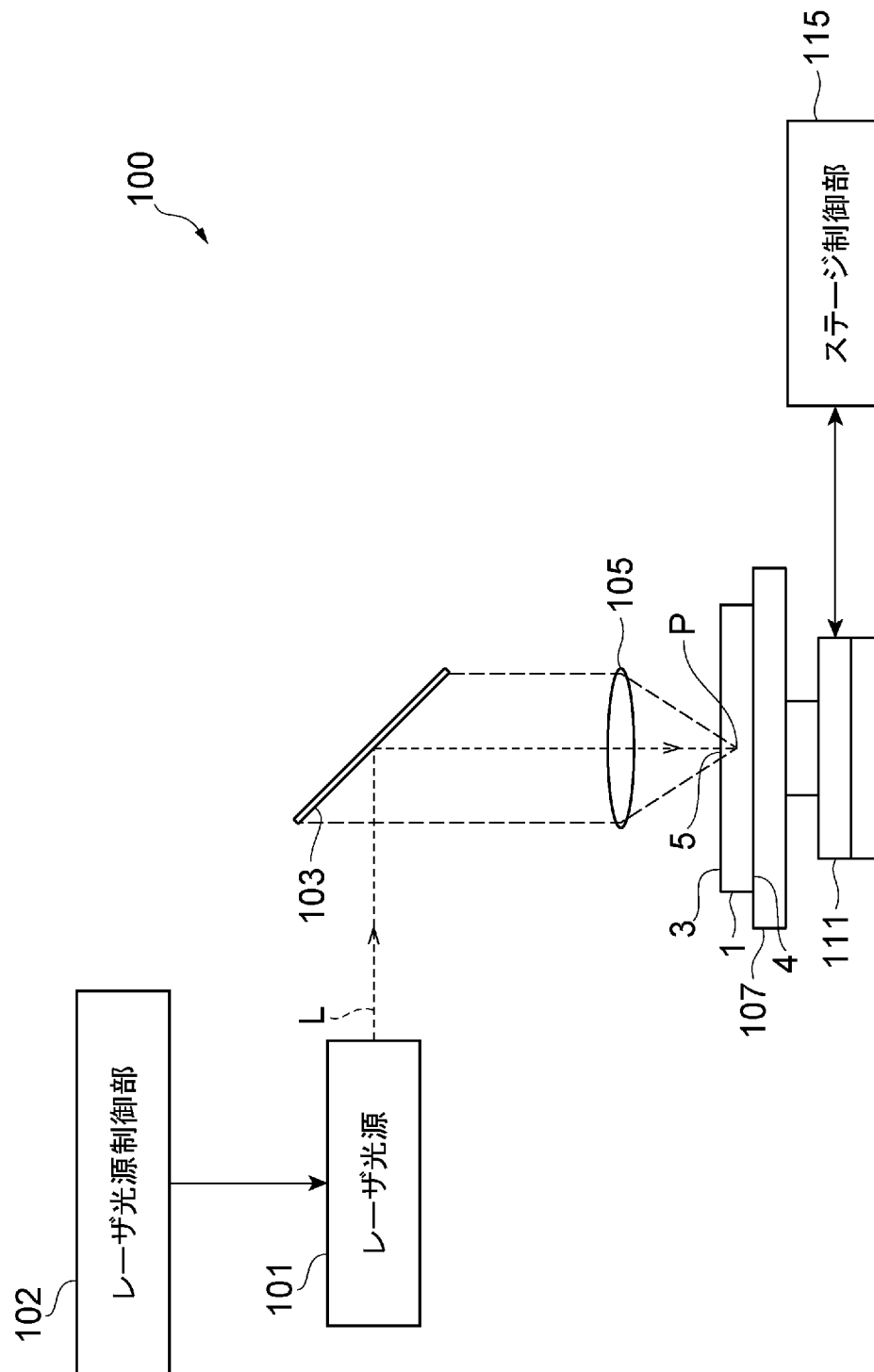
[0058] 1…加工対象物、3…表面、4…裏面、5…切断予定ライン（加工予定ライン）、7…改質領域、11…第1の板状部材、12…第2の板状部材、13…接合層、17…加工痕、L1、L2、L3、L4…レーザ光、L5…漏れ光。

請求の範囲

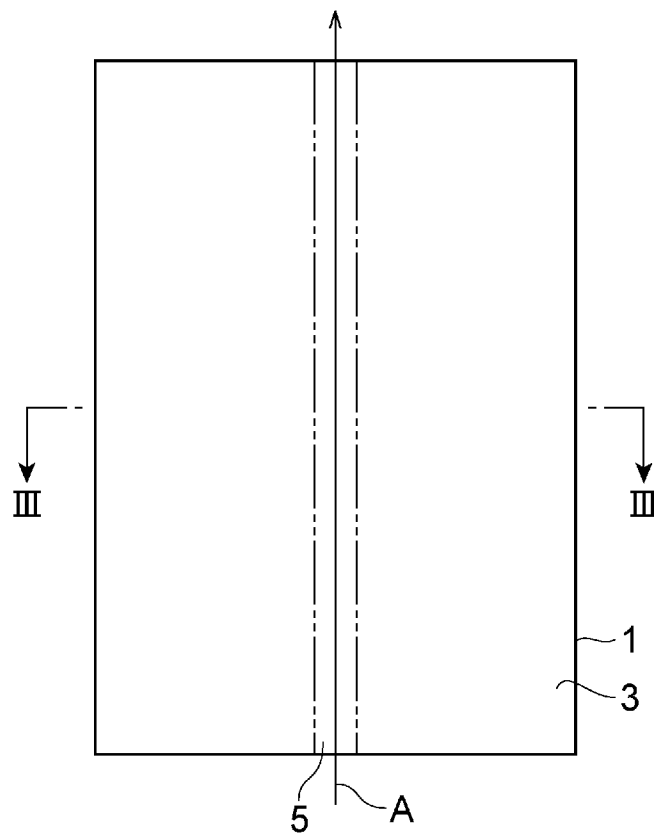
- [請求項1] 互いに積層された第1及び第2の板状部材と、前記第1の板状部材と前記第2の板状部材との間に配置され前記第1の板状部材と前記第2の板状部材とを互いに接合する接合層とを有し、加工予定ラインが設定された加工対象物を用意する第1の工程と、
- 前記第1の板状部材における前記接合層と反対側の面である前記加工対象物の表面をレーザ光の入射面として、前記加工予定ラインに沿って前記第1の板状部材にレーザ光を照射することにより、前記加工予定ラインに沿って前記第1の板状部材に改質領域を形成する第2の工程と、
- 前記加工対象物の前記表面をレーザ光の入射面として、前記加工予定ラインに沿って前記接合層に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光を照射する、
- レーザ加工方法。
- [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、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、請求項１に記載のレーザ加工方法。

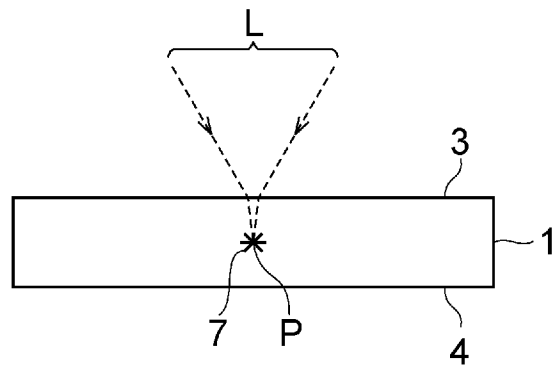
[図1]



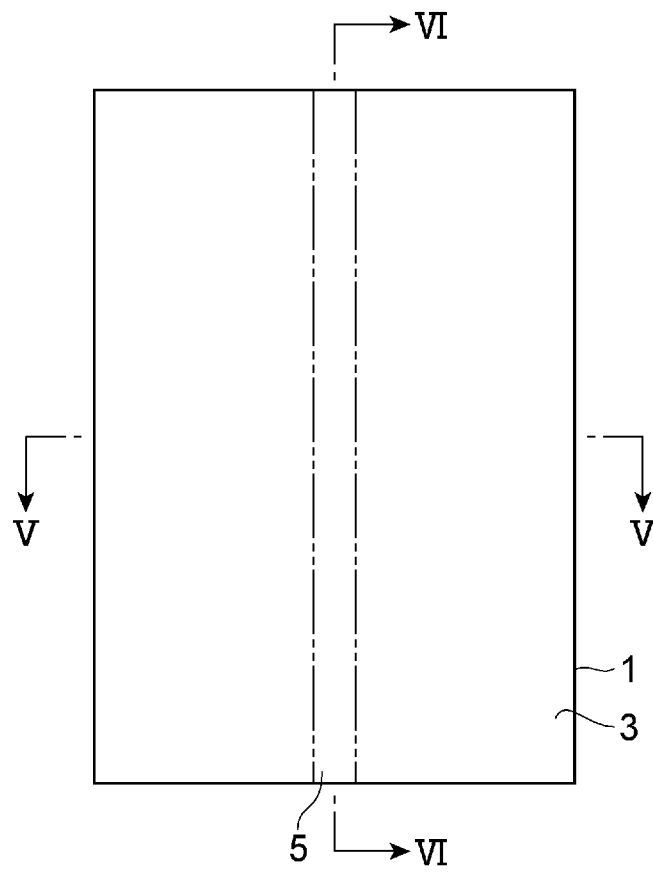
[図2]



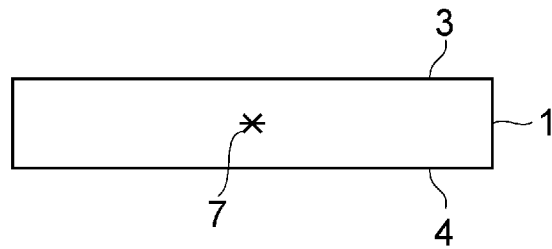
[図3]



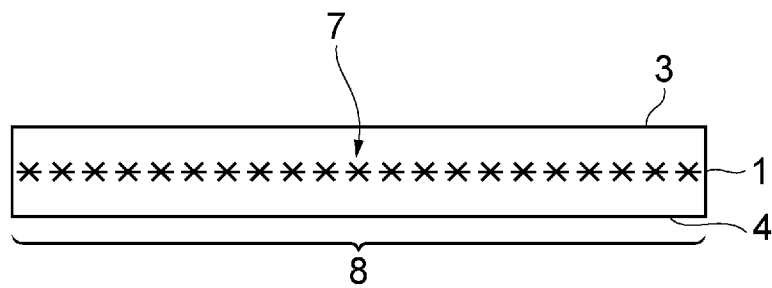
[図4]



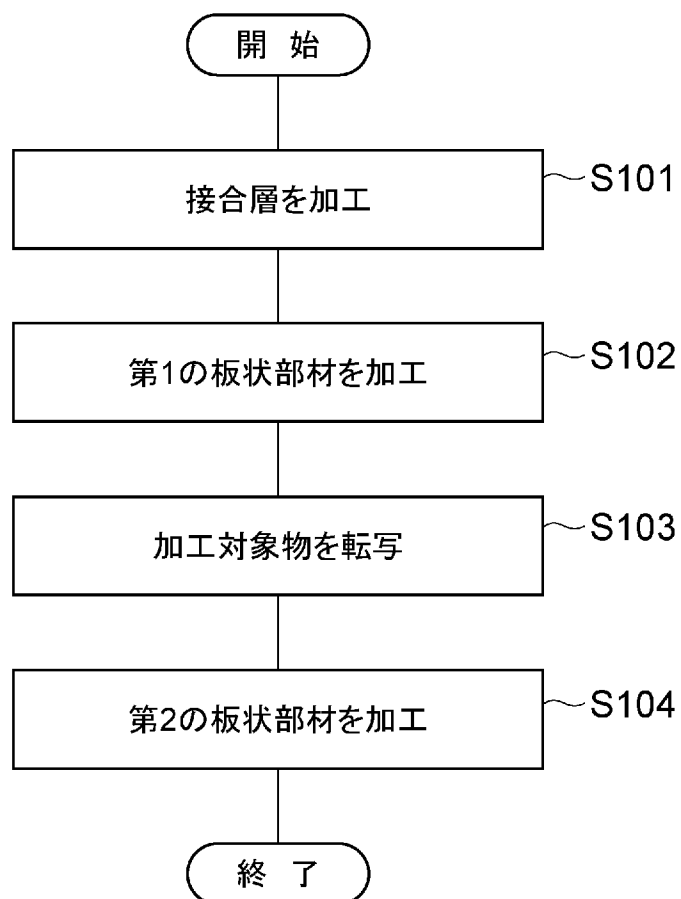
[図5]



[図6]

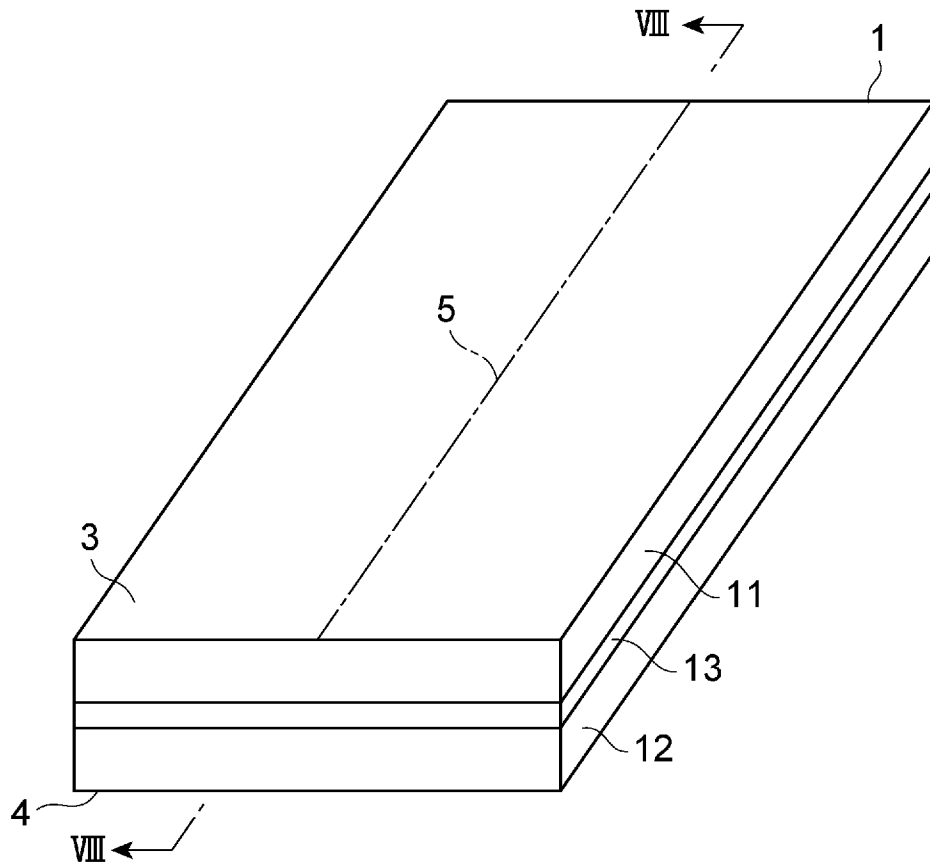


[図7]

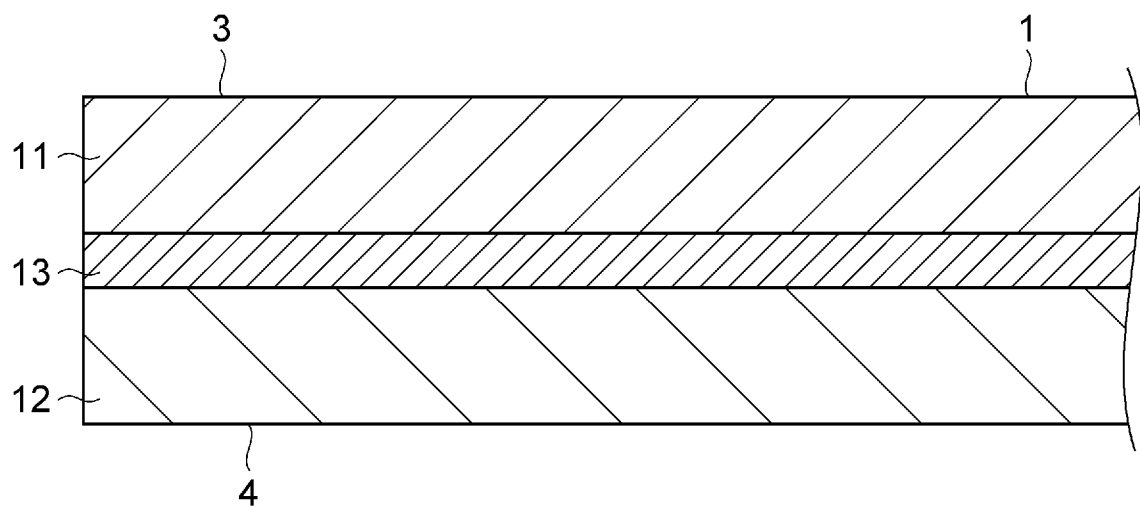


[図8]

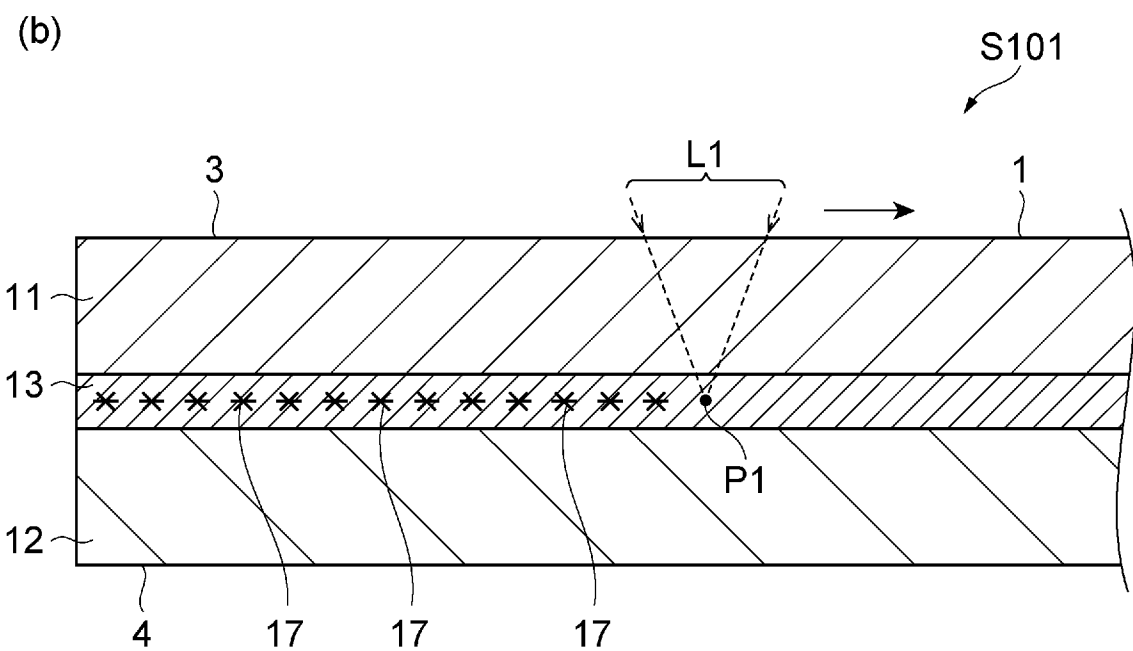
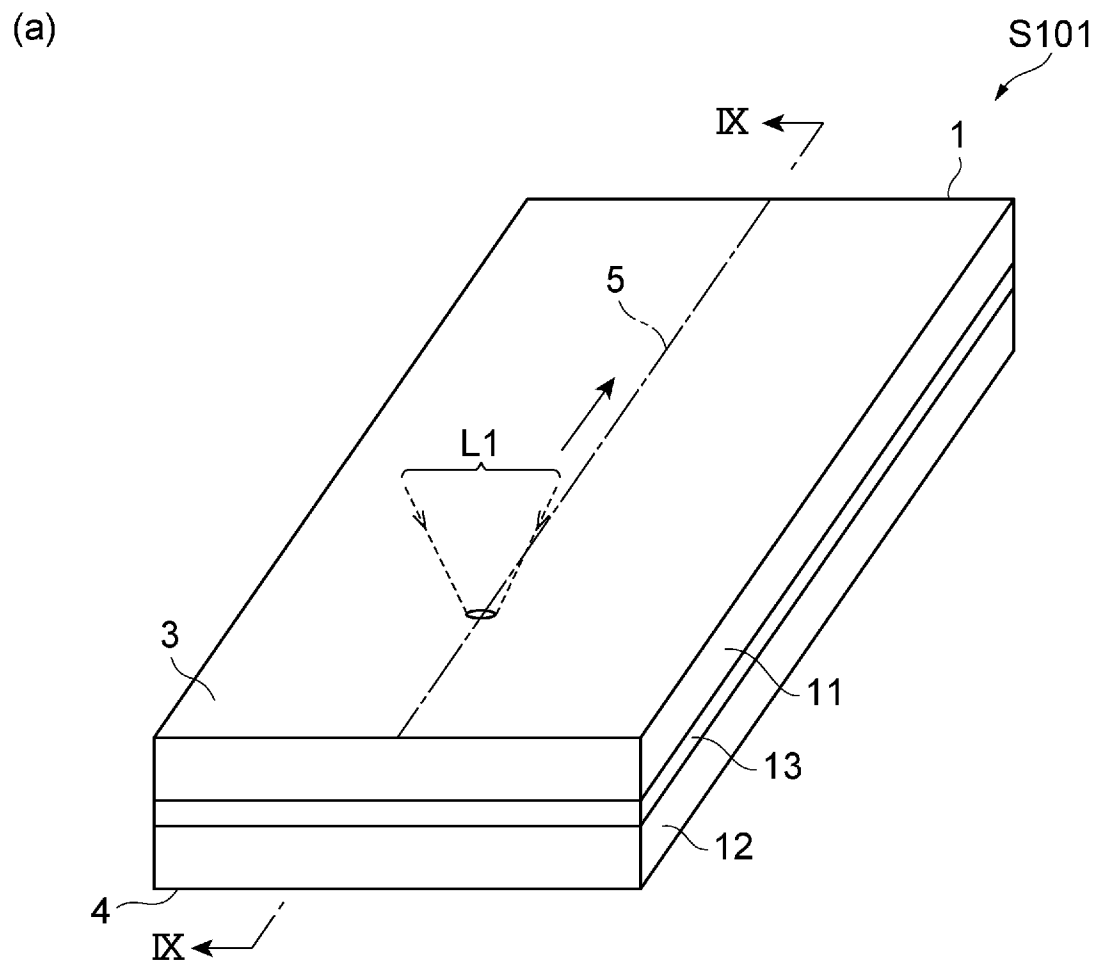
(a)



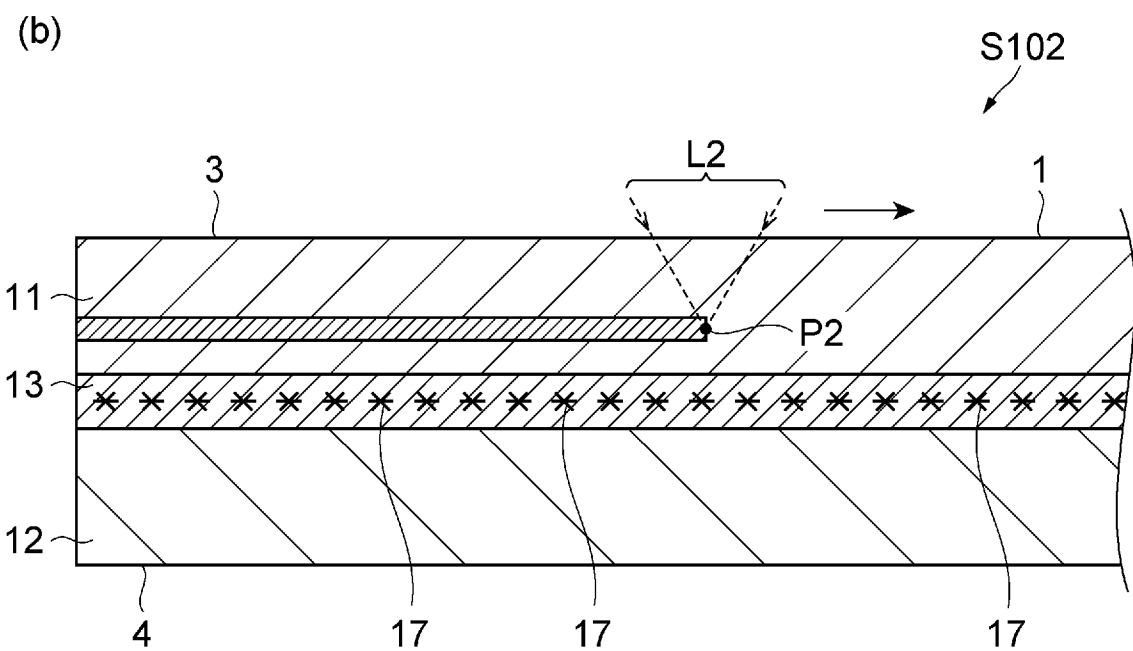
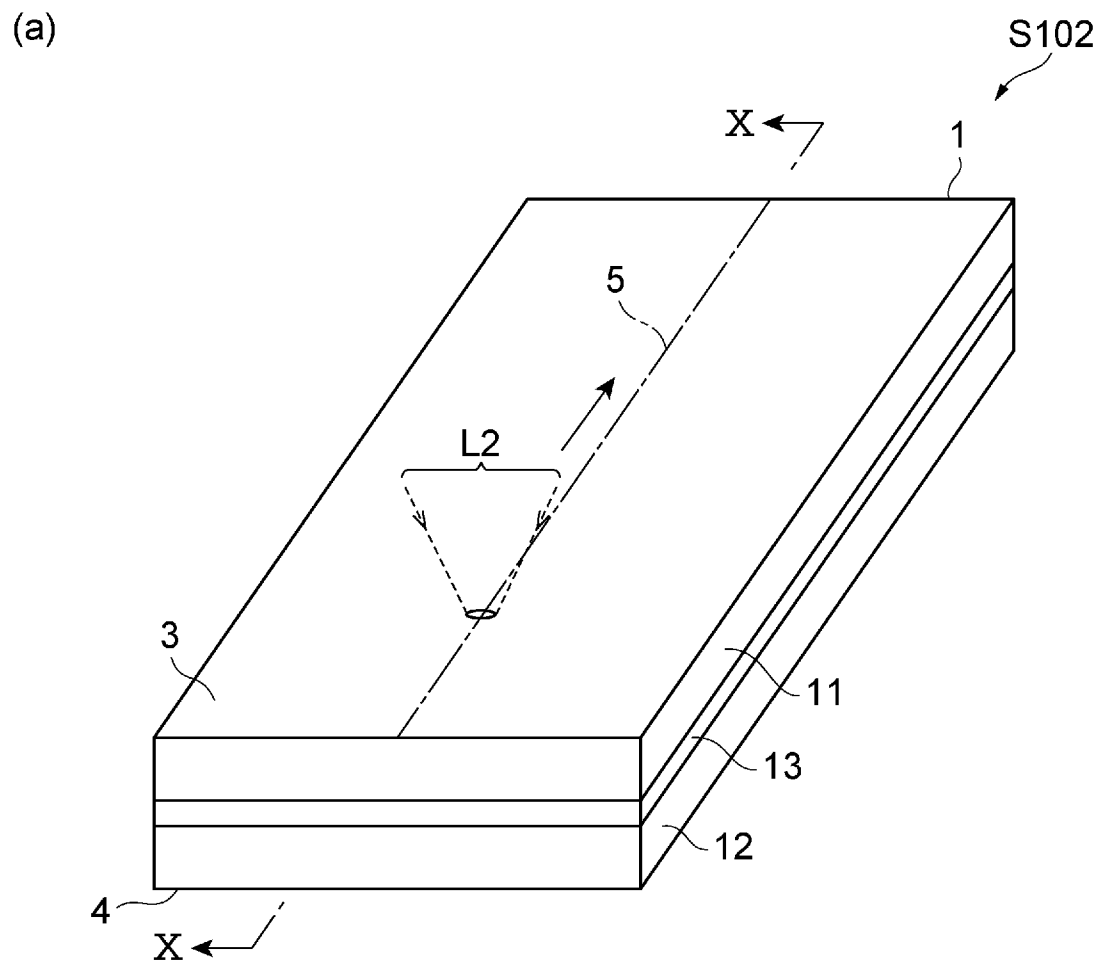
(b)



[図9]

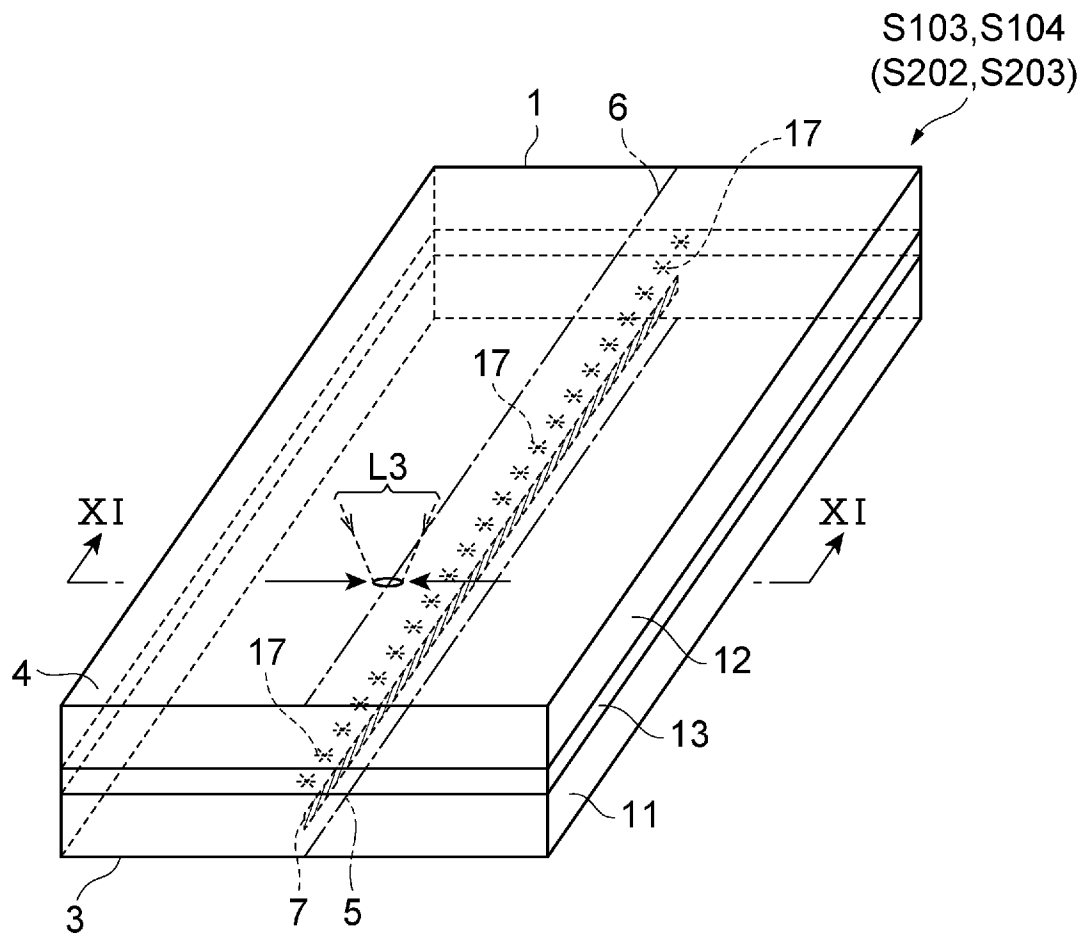


[図10]

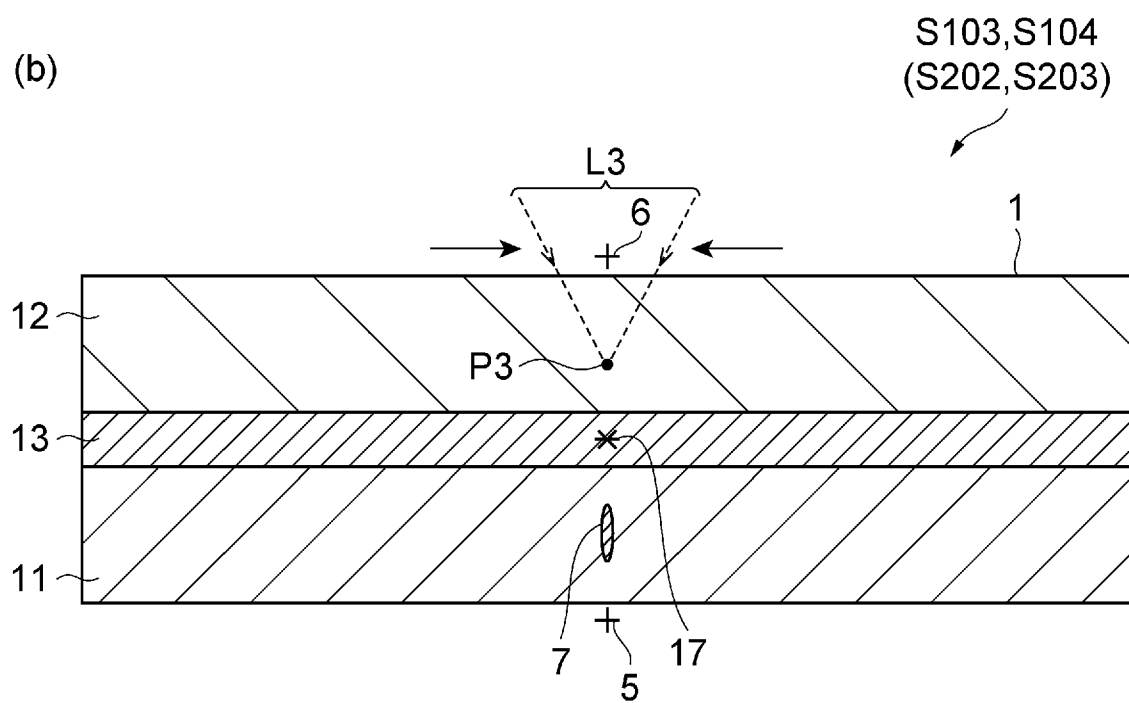


[図11]

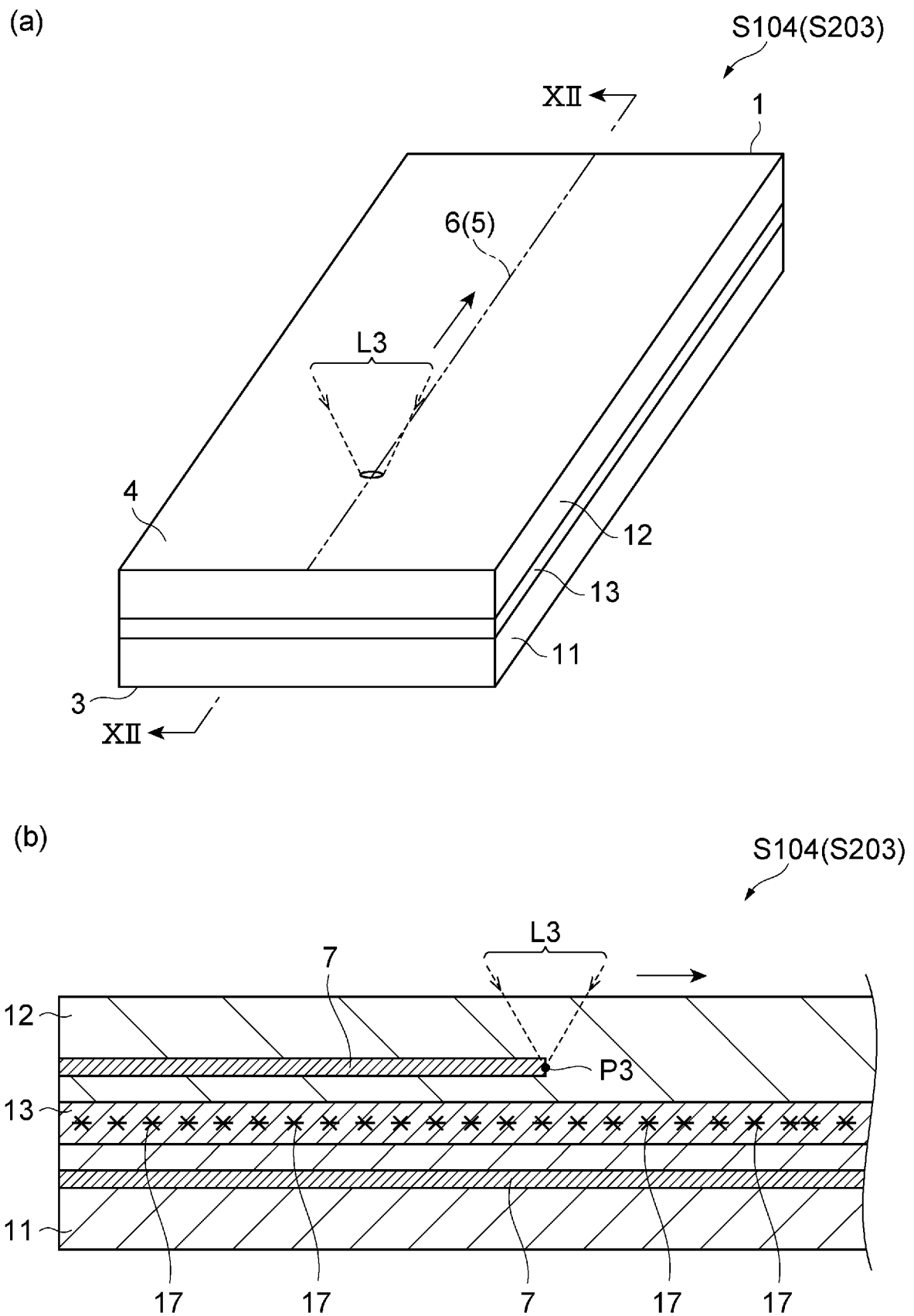
(a)



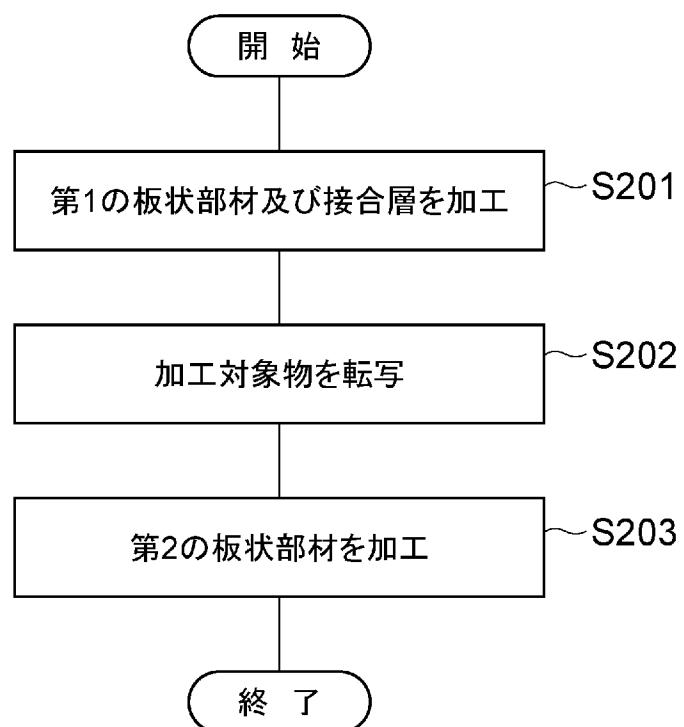
(b)



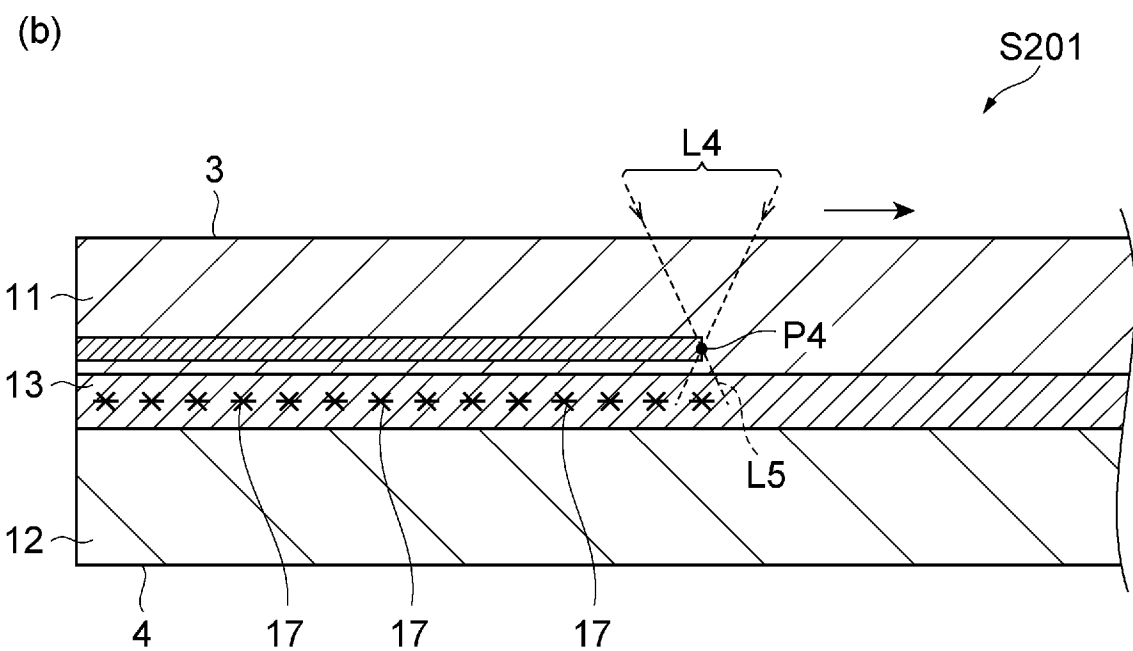
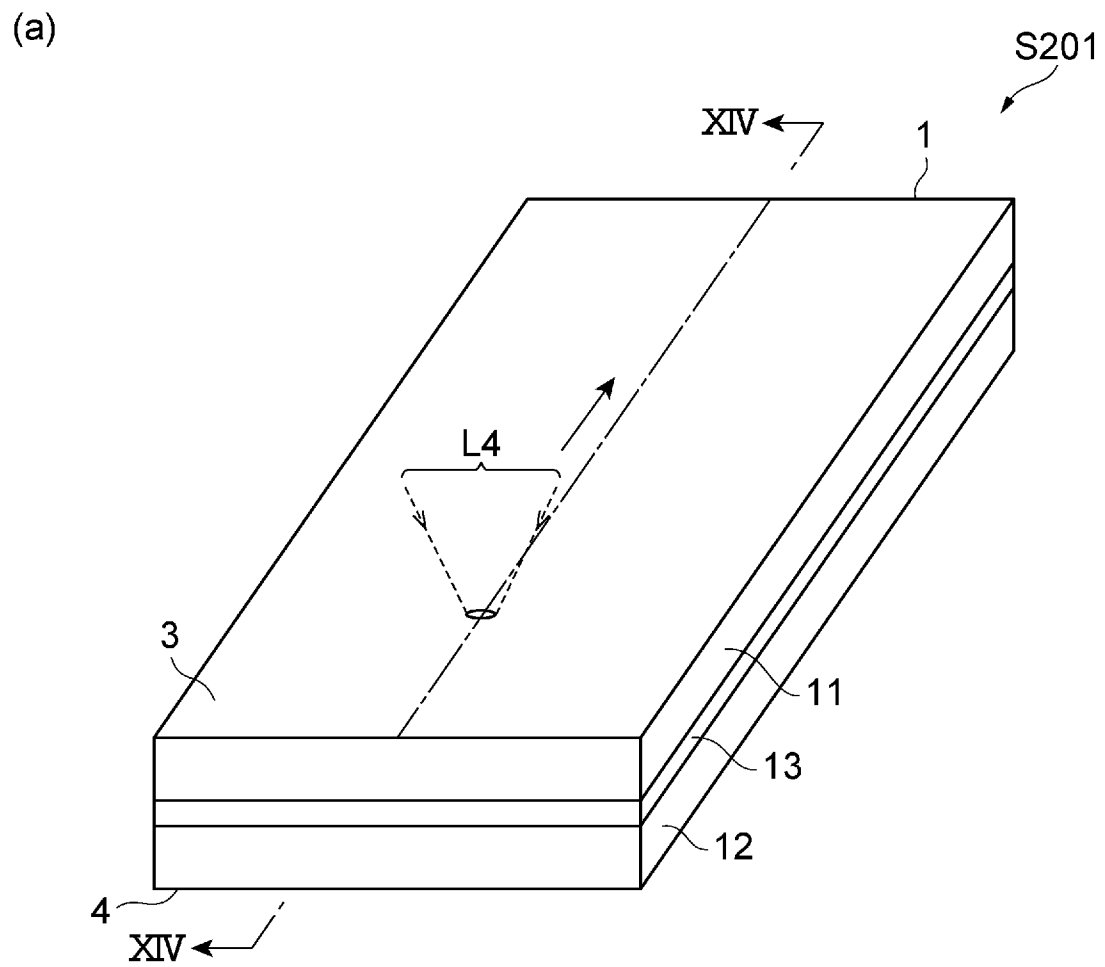
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/057324

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K26/38(2014.01)i, B23K26/00(2014.01)i, B23K26/40(2014.01)i, C03B33/09(2006.01)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)

B23K26/38, B23K26/00, B23K26/40, C03B33/09

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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	JP 2010-177277 A (Tokyo Seimitsu Co., Ltd.), 12 August 2010 (12.08.2010), paragraphs [0026] to [0035]; fig. 6 (Family: none)	1-3
A	JP 2006-167804 A (Canon Inc.), 29 June 2006 (29.06.2006), paragraphs [0026] to [0030]; fig. 6 & US 2006/0108338 A1	1-3
A	JP 2011-108856 A (Disco Inc.), 02 June 2011 (02.06.2011), paragraphs [0022] to [0023]; fig. 3 to 4 & CN 102097310 A	1-3

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ 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
30 April, 2014 (30.04.14)

Date of mailing of the international search report
13 May, 2014 (13.05.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/057324

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 2004-343008 A (Disco Inc.), 02 December 2004 (02.12.2004), entire text & US 2004/0232124 A1 & DE 102004024643 A1 & CN 1572452 A	1-3

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B23K26/38(2014.01)i, B23K26/00(2014.01)i, B23K26/40(2014.01)i, C03B33/09(2006.01)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（I P C））

Int.Cl. B23K26/38, B23K26/00, B23K26/40, C03B33/09

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

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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	JP 2010-177277 A（株式会社東京精密）2010.08.12, 第 26-35 段落, 図 6（ファミリーなし）	1 - 3
A	JP 2006-167804 A（キヤノン株式会社）2006.06.29, 第 26-30 段落, 図 6 & US 2006/0108338 A1	1 - 3
A	JP 2011-108856 A（株式会社ディスコ）2011.06.02, 第 22-23 段落, 図 3-4 & CN 102097310 A	1 - 3

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ 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

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「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

「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）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「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

「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

「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

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

3 0 . 0 4 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 3 . 0 5 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

大内 俊彦

3 P

9 8 2 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 6 4

C (続き) . 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	JP 2004-343008 A (株式会社ディスコ) 2004.12.02, 全文 & US 2004/0232124 A1 & DE 102004024643 A1 & CN 1572452 A	1 - 3