

(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
2013 年 11 月 28 日(28.11.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/176089 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/301 (2006.01) *B23K 26/40* (2006.01)
B23K 26/00 (2006.01) *B28D 5/00* (2006.01)
B23K 26/38 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/063962
- (22) 国際出願日: 2013 年 5 月 20 日(20.05.2013)
- (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 2012-117805 2012 年 5 月 23 日(23.05.2012) 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: 田力 洋子(TAJIKARA Yoko); 〒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).

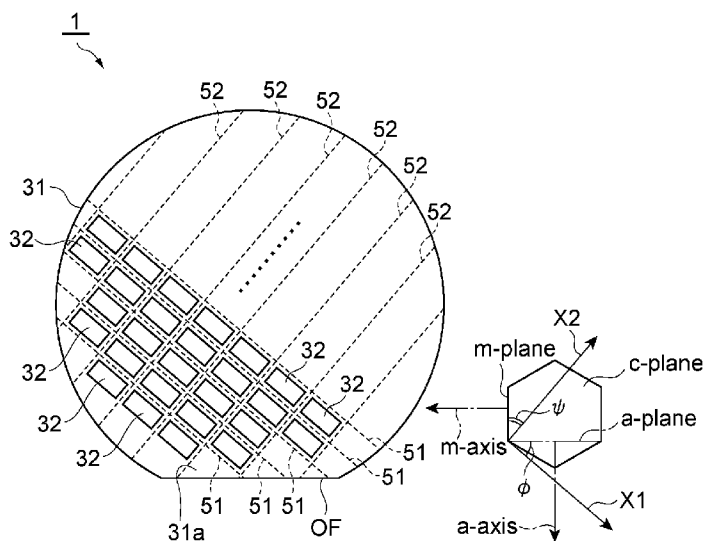
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: CUTTING METHOD FOR ITEM TO BE PROCESSED, ITEM TO BE PROCESSED AND SEMICONDUCTOR ELEMENT

(54) 発明の名称: 加工対象物切断方法、加工対象物、及び、半導体素子



(57) Abstract: The invention sets cut plan lines (51, 52) for cutting an item to be processed (1) such that neither of said cut plan lines (51, 52) is parallel to an a-plane or an m-plane of a hexagonal crystalline compound. A laser beam (L) is irradiated following the cut plan lines (51, 52) that were set in said manner, forming reforming areas (71, 72), and the item to be processed (1) is cut with the reforming areas (71, 72) as a starting point. By means of this procedure, the item to be processed (1) is capable of being cut and a semiconductor element (10) manufactured, while reducing an effect of the crystal structure of the hexagonal crystalline compound, which composes a substrate (31).

(57) 要約: 加工対象物(1)を切断するための切断予定ライン(51, 52)を、六方晶系化合物のa面及びm面のそれぞれに平行にならないように設定する。そして、そのように設定された切断予定ライン(51, 52)に沿ってレーザ光Lを照射して改質領域(71, 72)を形成し、その改質領域(71, 72)を起点として加工対象物(1)を切断する。これにより、基板(31)を構成する六方晶系化合物の結晶構造の影響を抑制しつつ加工対象物(1)を切断して半導体素

子(10)を製造することが可能となる。

WO 2013/176089 A1

明 細 書

発明の名称：

加工対象物切断方法、加工対象物、及び、半導体素子

技術分野

[0001] 本発明は、加工対象物を切断して半導体素子を製造するための加工対象物切断方法、加工対象物、及び、半導体素子に関する。

背景技術

[0002] 上記技術分野における従来の加工対象物切断方法として、特許文献 1 には、ダイシングやスクライビングによってサファイア基板の表面及び裏面に分離溝を形成すると共に、レーザ光の照射によってサファイア基板内に加工変質部を多段的に形成し、分離溝及び加工変質部に沿ってサファイア基板を切断する方法が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2 0 0 6 - 2 4 5 0 4 3 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、上述したサファイア等の六方晶系化合物からなり、その六方晶系化合物の c 面とオフ角分の角度を成す表面及び裏面を有する基板を備える加工対象物を切断するために、基板の表裏面と六方晶系化合物の a 面とに平行な切断予定ライン、及び、基板の表裏面と六方晶系化合物の m 面とに平行な切断予定ラインを加工対象物に設定する場合がある。そのような場合には、それぞれの切断予定ラインに沿ってレーザ光を照射することにより基板内に形成された改質領域を起点として加工対象物を切断すると、六方晶系化合物の結晶構造がその切断に影響を及ぼす場合がある。

[0005] 本発明は、そのような事情に鑑みてなされたものであり、六方晶系化合物の結晶構造の影響を抑制しつつ加工対象物を切断可能な加工対象物切断方法

、加工対象物、及び半導体素子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

[0006] 本発明の一側面は、加工対象物切断方法に関する。この加工対象物切断方法は、六方晶系化合物からなり六方晶系化合物のc面とオフ角分の角度をなす表面及び裏面を有する基板と、基板の表面上に形成され第1及び第2方向に沿ってマトリックス状に配列された複数の半導体素子部とを有する加工対象物を用意する第1工程と、基板内にレーザ光の集光点を合わせ、隣り合う半導体素子部の間を通るように第1方向に沿って設定された複数の第1切断予定ラインのそれぞれに沿って集光点を相対的に移動させることにより、第1切断予定ラインのそれぞれに沿って基板内に第1改質領域を形成する第2工程と、基板内にレーザ光の集光点を合わせ、隣り合う半導体素子部の間を通るように第2方向に沿って設定された複数の第2切断予定ラインのそれぞれに沿って集光点を相対的に移動させることにより、第2切断予定ラインのそれぞれに沿って基板内に第2改質領域を形成する第3工程と、第1及び第2切断予定ラインのそれぞれに沿って加工対象物に外力を作用させることにより、第1及び第2改質領域を起点として、第1及び第2切断予定ラインのそれぞれに沿って加工対象物を切断し、半導体素子部を含む半導体素子を製造する第4工程と、を備え、第1方向は、基板の表面及び裏面に平行であり、且つ、六方晶系化合物のa面及びm面に交差する方向であり、第2方向は、基板の表面及び裏面に平行であり、且つ、第1方向に直交する方向である、ことを特徴とする。

[0007] この加工対象物切断方法においては、まず、加工対象物を用意する。ここで用意する加工対象物は、六方晶系化合物からなり、そのc面とオフ角分の角度をなす表裏面を有する基板と、基板の表面上に形成された複数の半導体素子部とを有している。半導体素子部は、基板の表裏面に平行であり、且つ、六方晶系化合物のa面及びm面に交差する第1方向と、基板の表裏面に平行であり、且つ、第1方向に直交する第2方向とに沿ってマトリックス状に配列されている。そして、当該加工対象物を切断するための切断予定ライン

が、隣り合う半導体素子部の間を通るように第1方向及び第2方向に沿って設定される。つまり、切断予定ラインが、六方晶系化合物のa面及びm面のそれぞれに平行にならないように設定される。そして、この加工対象物切断方法においては、そのように設定される切断予定ラインに沿ってレーザ光を照射して改質領域を形成し、その改質領域を起点として加工対象物を切断する。このため、この加工対象物切断方法によれば、基板を構成する六方晶系化合物の結晶構造の影響を抑制しつつ、加工対象物を切断して半導体素子を製造することができる。なお、オフ角は 0° の場合を含む。その場合には、基板の表裏面は、六方晶系化合物のc面に平行となる。

[0008] 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2工程において、基板の裏面をレーザ光の入射面とすると共に、第1改質領域から発生した第1亀裂を基板の裏面に到達させ、第3工程において、基板の裏面をレーザ光の入射面とすると共に、第2改質領域から発生した第2亀裂を基板の裏面に到達させ、第4工程においては、加工対象物に外力を作用させることにより、第1及び第2亀裂を伸展させて加工対象物を切断することができる。この場合、基板の内部に改質領域を形成する際に、半導体素子部へのレーザ光の影響を抑制することができる。

[0009] ここで、本発明の他の側面は、加工対象物に関する。この加工対象物は、六方晶系化合物からなり六方晶系化合物のc面とオフ角分の角度をなす表面及び裏面を有する基板と、基板の表面上に形成された複数の半導体素子部とを有する加工対象物であって、複数の半導体素子部は、基板の表面及び裏面に平行であり、且つ、六方晶系化合物のa面及びm面に交差する第1方向と、基板の表面及び裏面に平行であり、且つ、第1方向に直交する第2方向とに沿ってマトリックス状に配列されている、ことを特徴とする。

[0010] この加工対象物においては、当該加工対象物を切断するための切断予定ラインを、上述したように、六方晶系化合物のa面及びm面のそれぞれに平行にならないように設定することができる。そして、そのように設定された切断予定ラインに沿ってレーザ光を照射して改質領域を形成し、その改質領域

を起点として加工対象物を切断すれば、基板を構成する六方晶系化合物の結晶構造の影響を抑制しつつ切断して半導体素子を製造することが可能となる。

[0011] また、本発明のさらに他の側面は、半導体素子に関する。この半導体素子は、六方晶系化合物からなり六方晶系化合物のc面とオフ角分の角度をなす表面及び裏面を有する基部と、基部の表面上に形成された半導体素子部とを有する半導体素子であって、基部は、表面と裏面とを接続しつつ互いに対向する一对の第1側面と、表面と裏面とを接続しつつ第1側面に直交する一对の第2側面とを有し、第1の側面のそれぞれは、六方晶系化合物のa面及びm面に交差している、ことを特徴とする。この場合、基部を構成する六方晶系化合物の結晶構造が素子特性に影響を及ぼすことを抑制することができる。

[0012] ここで、上述した六方晶系化合物は単結晶サファイアとすることができ、半導体素子部は光を発生するための発光素子部とすることができ。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、六方晶系化合物の結晶構造の影響を抑制しつつ加工対象物を切断可能な加工対象物切断方法、加工対象物、及び半導体素子を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [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に示された加工対象物の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に示された加工対象物のV-V線に沿っての断面図である。

[図6]図4に示された加工対象物のVI-VI線に沿っての断面図である。

[図7]本発明の一実施形態に係る加工対象物切断方法が適用される加工対象物の平面図である。

[図8]図7に示された加工対象物における六方晶系化合物の結晶構造を示すユ

ニットセル図である。

[図9]図 7 に示された加工対象物の部分断面図である。

[図10]本発明の一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部分断面図である。

[図11]本発明の一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部分断面図である。

[図12]本発明の一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部分断面図である。

[図13]本発明の一実施形態に係る加工対象物切断方法によって得られる発光素子の斜視図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明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の符号を付し、重複する説明を省略する。

[0016] 本発明の一実施形態に係る加工対象物切断方法においては、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内部に改質領域を形成する。そこで、まず、この改質領域の形成について、図 1 ～図 6 を参照して説明する。

[0017] 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 の移動を制御するステージ制御部 115 とを備えている。

[0018] 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。

[0019] 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。

[0020] 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、裏面、若しくは外周面）に露出していてもよい。

[0021] 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 側から徐々に裏面側に進行する。

[0022] 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。更に、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場合がある（これらをまとめて高密転移領域ともいう）。

[0023] 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、更に、それら領域の内部や改質領域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。

[0024] 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 2 つが混在するもの等が挙げられる。

[0025] 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。

[0026] 引き続いて、本発明の一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が適用される加工対象物の平面図である。図 8 は、図 7 に示された加工対象物の基板を構成する材料の結晶構造を示す図である。図 9 は、図 7 に示された加工対象物の部分断面図である。特に、図 9 の（a）は、図 7 の軸 x 1 に沿った断面図であり、

図9の(b)は、図7の軸x2に沿った断面図である。図7～9に示されるように、加工対象物1は、円板形状（例えば、直径2～6インチ、厚さ50～200 μm ）の基板31を備えるウェハである。

[0027] 基板31は、六方晶系の結晶構造を有する六方晶系化合物（ここでは単結晶サファイア）からなる。基板31において、六方晶系化合物のc軸は、基板31の厚さ方向に対して角度 θ （例えば0.1°）だけ傾斜している。つまり、基板31は、角度 θ のオフ角を有している。より具体的には、基板31は、六方晶系化合物のc面とオフ角分の角度 θ をなす表面31a及び裏面31bを有している。基板31においては、六方晶系化合物のm面は、基板31の厚さ方向に対して角度 θ だけ傾斜しており、六方晶系化合物のa面は、基板31の厚さ方向に平行となっている。

[0028] 加工対象物1は、基板31の表面31aの上に形成された複数の発光素子部（半導体素子部）32を有している。発光素子部32は、基板31の表面31aの上において、軸x1の方向（第1方向）と軸x2の方向（第2方向）とに沿ってマトリックス状に配列されている。軸x1は、基板31の表面31a及び裏面31bに平行であり、且つ、六方晶系化合物のa面及びm面に交差する方向に沿った軸である。六方晶系化合物のa面と軸x1との交差角度 ϕ は例えば45°程度である。

[0029] 軸x2は、基板31の表面31a及び裏面31bに平行であり、且つ、軸x1の方向に略直交する方向に沿った軸である。したがって、軸x2も、基板31の表面31a及び裏面31bに平行であり、且つ、六方晶系化合物のa面及びm面に交差する。六方晶系化合物のm面と軸x2との交差角度 ϕ は例えば45°程度である。つまり、発光素子部32は、基板31の表面31a及び裏面31bに沿って、六方晶系化合物のa面及びm面のそれぞれから45°程度回転させた軸x1及び軸x2の方向に沿って配列されている。

[0030] したがって、発光素子部32の配列方向は、六方晶系化合物のa面及びm面のいずれにも平行でない（沿っていない）。また、加工対象物1には、六方晶系化合物のa面に平行となるようにオリエンテーションフラットOFが

設けられている。よって、発光素子部 3 2 は、このオリエンテーションフラットに対しても平行でない（沿っていない）方向に配列されることとなる。

[0031] このようにして配列された発光素子部 3 2 は、図 9 に示されるように、基板 3 1 の表面 3 1 a の上に積層された半導体層 3 4 と、半導体層 3 4 の上に積層された半導体層 3 5 とを有している。半導体層 3 4 は、第 1 導電型（例えば n 型）を有する。半導体層 3 4 は、全ての発光素子部 3 2 にわたって一続きに形成されている。半導体層 3 5 は、第 1 導電型と異なる第 2 導電型（例えば p 型）を有する。半導体層 3 5 は、発光素子部 3 2 ごとに分離されてアイランド状に形成されている。半導体層 3 4, 3 5 は、例えば GaN 等の III-V 族化合物半導体からなり、互いに p n 接合をなしている。

[0032] そして、加工対象物 1 においては、隣り合う発光素子部 3 2, 3 2 の間（より具体的には隣り合う半導体層 3 5, 3 5 の間）を通るように、軸 x 1 の方向に沿って複数の切断予定ライン（第 1 切断予定ライン）5 1 が設定されており、軸 x 2 の方向に沿って複数の切断予定ライン（第 2 切断予定ライン）5 2 が設定されている。切断予定ライン 5 1, 5 2 は、それぞれ、六方晶系化合物の a 面及び m 面に平行でない（沿わない）方向に延在している。

[0033] 引き続いて、以上のように構成された加工対象物 1 を発光素子部 3 2 ごとに切断して複数の発光素子（半導体素子）を製造するための加工対象物切断方法について説明する。この加工対象物切断方法においては、まず、上述した加工対象物 1 を用意する（第 1 工程）。そして、用意した加工対象物 1 に対して、発光素子部 3 2 を覆うように保護テープ 4 1 を貼り付けた後に、上述したレーザ加工装置 1 0 0 の支持台 1 0 7 の上に、保護テープ 4 1 を介して加工対象物 1 を載置する（図 1, 1 0 参照）。

[0034] 続いて、図 1 0 の（a）に示されるように、基板 3 1 の裏面 3 1 b を基板 3 1 におけるレーザ光 L の入射面として、基板 3 1 内にレーザ光 L の集光点 P を合わせて、切断予定ライン 5 1 のそれぞれに沿って集光点 P を相対的に移動させる。これにより、切断予定ライン 5 1 のそれぞれに沿って（すなわち、a 面及び m 面に交差する軸 x 1 に沿って）基板 3 1 内に改質領域（第 1

改質領域) 7 1 を形成すると共に、改質領域 7 1 から発生した亀裂 (第 1 亀裂) 8 1 を基板 3 1 の裏面 3 1 b に到達させる (第 2 工程)。このとき、亀裂 8 1 は、基板 3 1 の表面 3 1 a には到達しないものの、改質領域 7 1 から表面 3 1 a 側にも伸展する。

[0035] 続いて、図 10 の (b) に示されるように、基板 3 1 の裏面 3 1 b を基板 3 1 におけるレーザ光 L の入射面として、基板 3 1 内にレーザ光 L の集光点 P を合わせて、切断予定ライン 5 2 のそれぞれに沿って集光点 P を相対的に移動させる。これにより、切断予定ライン 5 2 のそれぞれに沿って (すなわち、a 面及び m 面に交差する軸 x 2 に沿って) 基板 3 1 内に改質領域 (第 2 改質領域) 7 2 を形成すると共に、改質領域 7 2 から発生した亀裂 (第 2 亀裂) 8 2 を基板 3 1 の裏面 3 1 b に到達させる (第 3 工程)。このとき、亀裂 8 2 は、基板 3 1 の表面 3 1 a には到達しないものの、改質領域 7 2 から表面 3 1 a 側にも伸展する。

[0036] このように、六方晶系化合物の a 面及び m 面に平行でない切断予定ライン 5 1, 5 2 に沿って、基板 3 1 の内部に改質領域 7 1, 7 2 を形成すれば、その改質領域 7 1, 7 2 を起点とした加工対象物 1 の切断において、基板 3 1 を構成する六方晶系化合物の結晶構造の影響 (特に六方晶系化合物の r 面の影響) を抑制することができる。

[0037] なお、基板 3 1 内に形成される改質領域 7 1, 7 2 は、溶融処理領域を含むものとなる。また、改質領域 7 1 から発生した亀裂 8 1、及び改質領域 7 2 から発生した亀裂 8 2 は、レーザ光 L の照射条件を適宜調整することによって、基板 3 1 の裏面 3 1 b に到達させることが可能である。亀裂 8 1, 8 2 を裏面 3 1 b に到達させるためのレーザ光 L の照射条件としては、例えば、裏面 3 1 b からレーザ光 L の集光点 P を合わせる位置までの距離、レーザ光 L のパルス幅、レーザ光 L のパルスピッチ (「加工対象物 1 に対するレーザ光 L の集光点 P の移動速度」を「レーザ光 L の繰り返し周波数」で除した値)、レーザ光 L のパルスエネルギー等がある。

[0038] 引き続き加工対象物切断方法について説明する。続く工程では、切断予定

ライン 5 1, 5 2 のそれぞれに沿って加工対象物 1 に外力を作用させることにより、上記工程で形成した改質領域 7 1, 7 2 を起点として、切断予定ライン 5 1, 5 2 のそれぞれに沿って発光素子部 3 2 ごとに加工対象物 1 を切断する（第 4 工程）。より具体的には、この工程においては、まず、図 1 1 に示されるように、基板 3 1 の裏面 3 1 b を覆うように加工対象物 1 にエキスパンドテープ 4 2 を貼り付けた後に、三点曲げブレーク装置の受け部材 4 3 の上に、当該エキスパンドテープ 4 2 を介して加工対象物 1 を載置する。

[0039] そして、図 1 1 の（a）に示されるように、切断予定ライン 5 1 のそれぞれに沿って、基板 3 1 の表面 3 1 a 側から、保護テープ 4 1 を介して加工対象物 1 にナイフエッジ 4 4 を押し当てることにより、切断予定ライン 5 1 のそれぞれに沿って加工対象物 1 に外力を作用させる。これにより、改質領域 7 1 から発生した亀裂 8 1 を基板 3 1 の表面 3 1 a 側に伸展させて、切断予定ライン 5 1 のそれぞれに沿って加工対象物 1 をバー状に切断する。

[0040] 続いて、図 1 1 の（b）に示されるように、切断予定ライン 5 2 のそれぞれに沿って、基板 3 1 の表面 3 1 a 側から、保護テープ 4 1 を介して加工対象物 1 にナイフエッジ 4 4 を押し当てることにより、切断予定ライン 5 2 のそれぞれに沿って加工対象物 1 に外力を作用させる。これにより、改質領域 7 2 から発生した亀裂 8 2 を基板 3 1 の表面 3 1 a 側に伸展させて、切断予定ライン 5 2 のそれぞれに沿って加工対象物 1 をチップ状に切断する。

[0041] 続く工程では、加工対象物 1 を切断した後、図 1 2 に示されるように、加工対象物 1 から保護テープ 4 1 を取り除き、エキスパンドテープ 4 2 を外側に拡張させる。これにより、加工対象物 1 がチップ状に切断させることで得られた複数の発光素子（半導体素子）10 を互いに離間させる。

[0042] このようにして得られた発光素子 10 は、図 1 3 に示されるように、略直方体状を呈している。また、発光素子 10 は、六方晶系化合物（ここでは単結晶サファイア）からなり、六方晶系化合物の c 面とオフ角分の角度 θ をなす表面 3 1 a 及び裏面 3 1 b を有する基部 3 1（基板 3 1）と、基部の表面 3 1 a の上に形成された発光素子部 3 2 とを有している。

[0043] そして、基部 3 1 は、表面 3 1 a と裏面 3 1 b とを接続しつつ互いに対向する一対の側面（第 1 側面） 3 1 c と、表面 3 1 a と裏面 3 1 b とを接続しつつ側面 3 1 c に直交する一対の側面（第 2 側面） 3 2 c とを有している。側面 3 1 c は、例えば、切断予定ライン 5 1 に沿って加工対象物 1 を切断した際に形成される切断面である。側面 3 2 c は、例えば、切断予定ライン 5 2 に沿って加工対象物 1 を切断した際に形成される切断面である。したがって、基部 3 1 のそれぞれの側面 3 1 c, 3 2 c は、基部 3 1 を構成する六方晶系化合物の a 面及び m 面にそれぞれ交差する方向に延びている（すなわち、a 面及び m 面に平行でない）。

[0044] 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、まず、加工対象物 1 を用意する。ここで用意する加工対象物 1 は、六方晶系化合物からなり、その c 面とオフ角分の角度 θ をなす表面 3 1 a と裏面 3 1 b とを有する基板 3 1 と、基板 3 1 の表面 3 1 a 上に形成された複数の発光素子部 3 2 とを有している。発光素子部 3 2 は、基板 3 1 の表面 3 1 a 及び裏面 3 1 b に平行であり、且つ、六方晶系化合物の a 面及び m 面に交差する軸 x 1 の方向と、基板 3 1 の表面 3 1 a 及び裏面 3 1 b に平行であり、且つ、軸 x 1 に直交する軸 x 2 の方向とに沿ってマトリックス状に配列されている。

[0045] そして、当該加工対象物 1 を切断するための切断予定ライン 5 1 及び切断予定ライン 5 2 が、それぞれ、隣り合う発光素子部 3 2, 3 2 の間を通るように軸 x 1 及び軸 x 2 の方向に沿って設定される。つまり、この加工対象物切断方法においては、切断予定ライン 5 1, 5 2 が、六方晶系化合物の a 面及び m 面のそれぞれに平行にならないように設定される。そして、この加工対象物切断方法においては、そのように設定される切断予定ライン 5 1, 5 2 に沿ってレーザ光 L を照射して改質領域 7 1, 7 2 を形成し、その改質領域 7 1, 7 2 を起点として加工対象物 1 を切断する。このため、この加工対象物切断方法によれば、基板 3 1 を構成する六方晶系化合物の結晶構造の影響（特に六方晶系化合物の r 面の影響）を抑制しつつ、発光素子部 3 2 ごと

に加工対象物 1 を切断して発光素子 10 を製造することができる。

[0046] また、本実施形態に係る加工対象物 1 においては、当該加工対象物 1 を切断するための切断予定ライン 51, 52 を、上述したように、六方晶系化合物の a 面及び m 面のそれぞれに平行にならないように設定することができる。そして、そのように設定された切断予定ライン 51, 52 に沿ってレーザー光 L を照射して改質領域 71, 72 を形成し、その改質領域 71, 72 を起点として加工対象物 1 を切断すれば、基板 31 を構成する六方晶系化合物の結晶構造の影響を抑制しつつ加工対象物 1 を切断して半導体素子 10 を製造することが可能となる。

[0047] 以上の実施形態は、本発明に係る加工対象物切断方法、加工対象物、及び、半導体素子の一実施形態を説明したものである。したがって、本発明に係る加工対象物切断方法、加工対象物、及び、半導体素子は、上述したものに限定されない。本発明に係る加工対象物切断方法、加工対象物、及び、半導体素子は、各請求項の要旨を変更しない範囲において、上述したものを任意に変形したものとすることができる。

[0048] 例えば、加工対象物 1 の基板 31 を構成する材料は、単結晶サファイアに限定されず、六方晶系の結晶構造を有する窒化ガリウム（例えば GaN）や炭化ケイ素（例えば SiC）等の任意の六方晶系化合物とすることができる。

[0049] また、加工対象物 1 の基板 31 を構成する六方晶系化合物の a 面及び m 面のそれぞれに対する軸 x1 及び軸 x2（すなわち切断予定ライン 51 及び切断予定ライン 52）のそれぞれの交差角度 ϕ 、 ϕ は、 45° に限定されず、 30° （ -30° ）や 60° （ -60° ）とすることができる。

[0050] また、加工対象物 1 におけるオリエンテーションフラット OF は、加工対象物 1 の基板 31 を構成する六方晶系化合物の a 面に平行なものに限定されず、例えば、六方晶系化合物の a 面及び m 面に交差する軸 x1 や軸 x2 に平行に形成することができる。

[0051] さらに、加工対象物 1 は、発光素子部 32 に代えて、任意の機能素子のた

めの半導体素子部を有するものとすることができる。

産業上の利用可能性

[0052] 本発明によれば、六方晶系化合物の結晶構造の影響を抑制しつつ加工対象物を切断可能な加工対象物切断方法、加工対象物、及び半導体素子を提供することができる。

符号の説明

[0053] 1…加工対象物、10…発光素子（半導体素子）、31…基板（基部）、31a…表面、31b…裏面、31c…側面（第1側面）、32c…側面（第2側面）、32…発光素子部（半導体素子部）、51、52…切断予定ライン、71、72…改質領域、81…亀裂（第1亀裂）、82…亀裂（第2亀裂）、L…レーザ光、P…集光点、x1…軸（第1方向）、x2…軸（第2方向）。

請求の範囲

[請求項1]

六方晶系化合物からなり前記六方晶系化合物のc面とオフ角分の角度をなす表面及び裏面を有する基板と、前記基板の前記表面上に形成され第1及び第2方向に沿ってマトリックス状に配列された複数の半導体素子部とを有する加工対象物を用意する第1工程と、

前記基板内にレーザ光の集光点を合わせ、隣り合う前記半導体素子部の間を通るように前記第1方向に沿って設定された複数の第1切断予定ラインのそれぞれに沿って前記集光点を相対的に移動させることにより、前記第1切断予定ラインのそれぞれに沿って前記基板内に第1改質領域を形成する第2工程と、

前記基板内に前記レーザ光の集光点を合わせ、隣り合う前記半導体素子部の間を通るように前記第2方向に沿って設定された複数の第2切断予定ラインのそれぞれに沿って前記集光点を相対的に移動させることにより、前記第2切断予定ラインのそれぞれに沿って前記基板内に第2改質領域を形成する第3工程と、

前記第1及び第2切断予定ラインのそれぞれに沿って前記加工対象物に外力を作用させることにより、前記第1及び第2改質領域を起点として、前記第1及び第2切断予定ラインのそれぞれに沿って前記加工対象物を切断し、前記半導体素子部を含む半導体素子を製造する第4工程と、

を備え、

前記第1方向は、前記基板の前記表面及び前記裏面に平行であり、且つ、前記六方晶系化合物のa面及びm面に交差する方向であり、

前記第2方向は、前記基板の前記表面及び前記裏面に平行であり、且つ、前記第1方向に直交する方向である、

ことを特徴とする加工対象物切断方法。

[請求項2]

前記第2工程においては、前記基板の前記裏面を前記レーザ光の入射面とすると共に、前記第1改質領域から発生した第1亀裂を前記基

板の裏面に到達させ、

前記第3工程においては、前記基板の前記裏面を前記レーザ光の入射面とすると共に、前記第2改質領域から発生した第2亀裂を前記基板の前記裏面に到達させ、

前記第4工程においては、前記加工対象物に外力を作用させることにより、前記第1及び第2亀裂を伸展させて前記加工対象物を切断する、ことを特徴とする請求項1に記載の加工対象物切断方法。

[請求項3]

前記六方晶系化合物は、単結晶サファイアであり、

前記半導体素子部は、発光素子部である、ことを特徴とする請求項1又は2に記載の加工対象物切断方法。

[請求項4]

六方晶系化合物からなり前記六方晶系化合物のc面とオフ角分の角度をなす表面及び裏面を有する基板と、前記基板の前記表面上に形成された複数の半導体素子部とを有する加工対象物であって、

複数の前記半導体素子部は、前記基板の前記表面及び前記裏面に平行であり、且つ、前記六方晶系化合物のa面及びm面に交差する第1方向と、前記基板の前記表面及び前記裏面に平行であり、且つ、前記第1方向に直交する第2方向とに沿ってマトリックス状に配列されている、

ことを特徴とする加工対象物。

[請求項5]

前記六方晶系化合物は、単結晶サファイアであり、

前記半導体素子部は、発光素子部である、ことを特徴とする請求項4に記載の加工対象物。

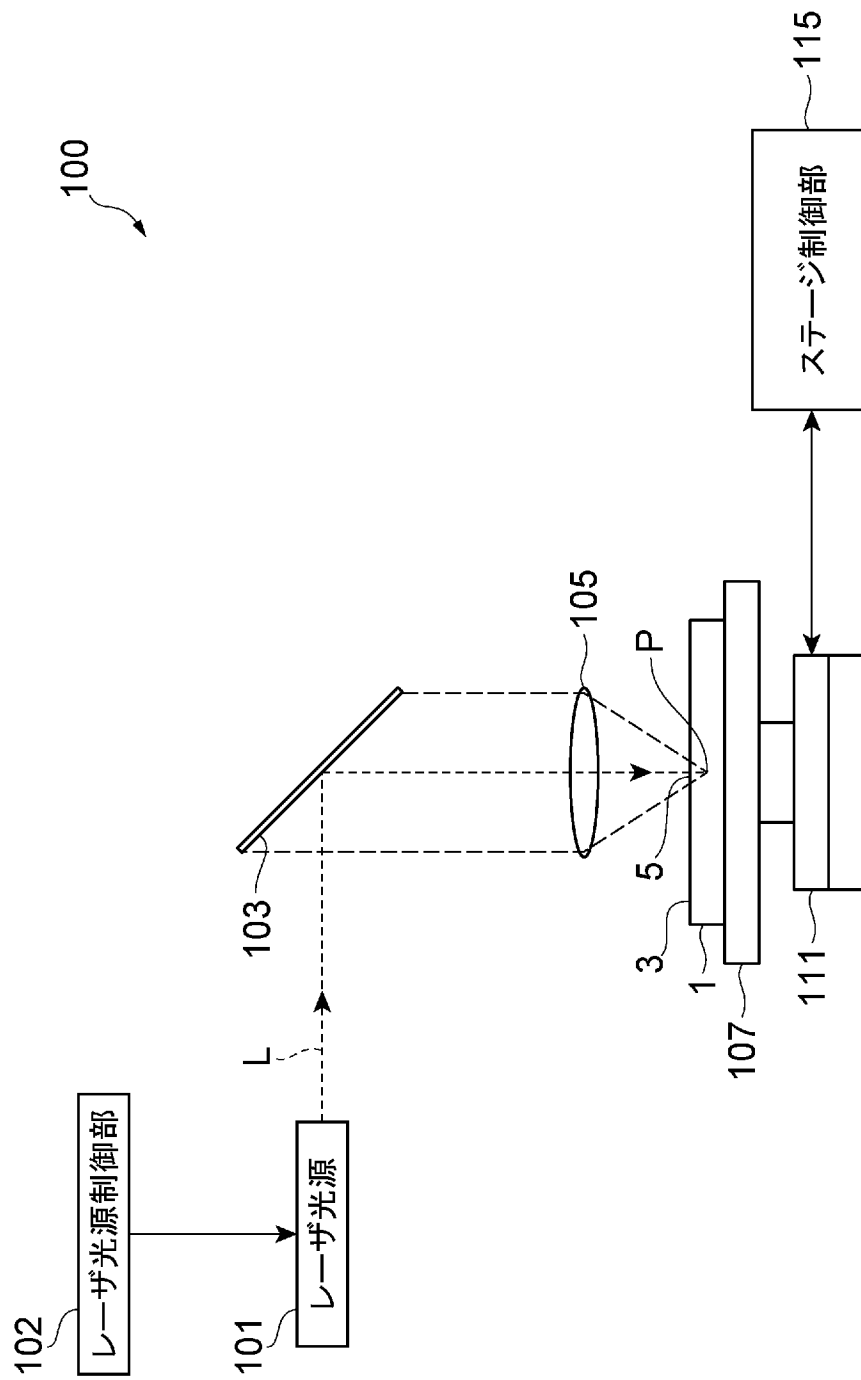
[請求項6]

六方晶系化合物からなり前記六方晶系化合物のc面とオフ角分の角度をなす表面及び裏面を有する基部と、前記基部の前記表面上に形成された半導体素子部とを有する半導体素子であって、

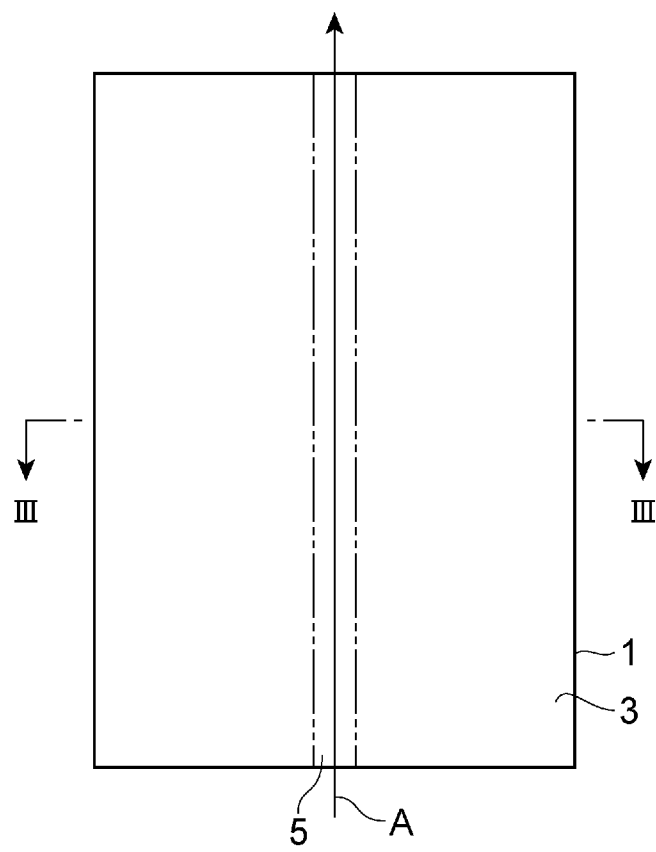
前記基部は、前記表面と前記裏面とを接続しつつ互いに対向する一対の第1側面と、前記表面と前記裏面とを接続しつつ前記第1側面に直交する一対の第2側面とを有し、

前記第 1 の側面のそれぞれは、前記六方晶系化合物の a 面及び m 面に交差している、
ことを特徴とする半導体素子。

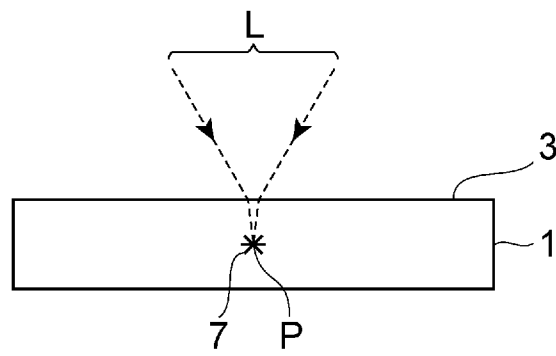
[図1]



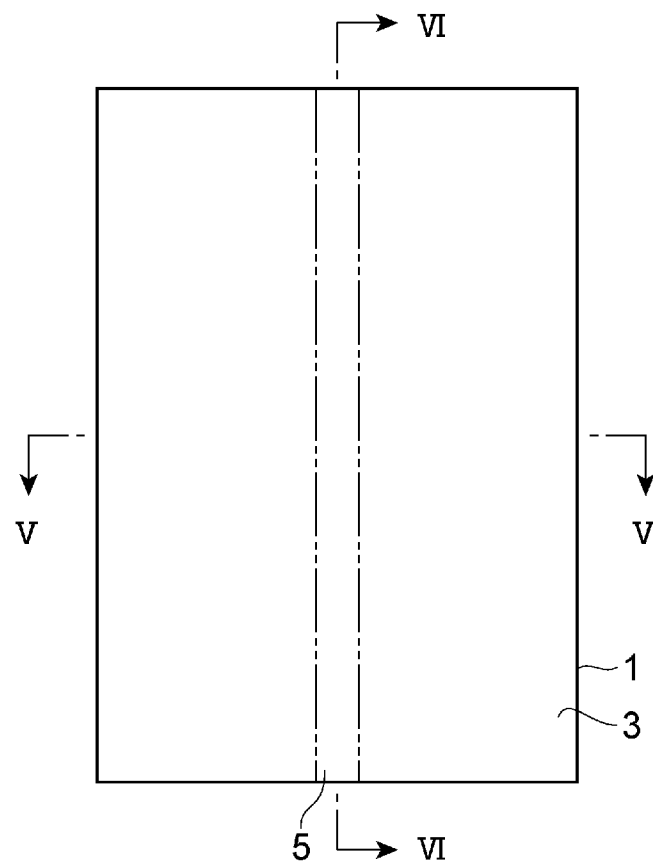
[図2]



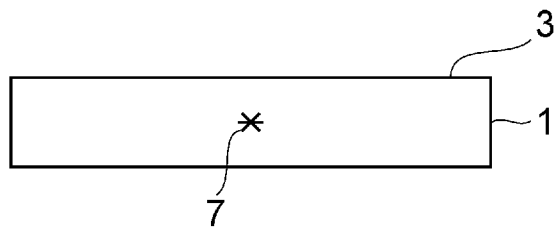
[図3]



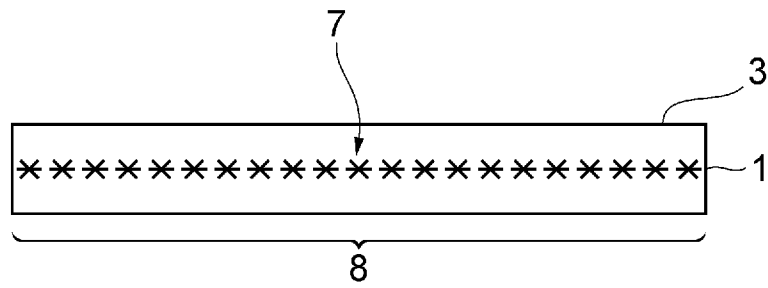
[図4]



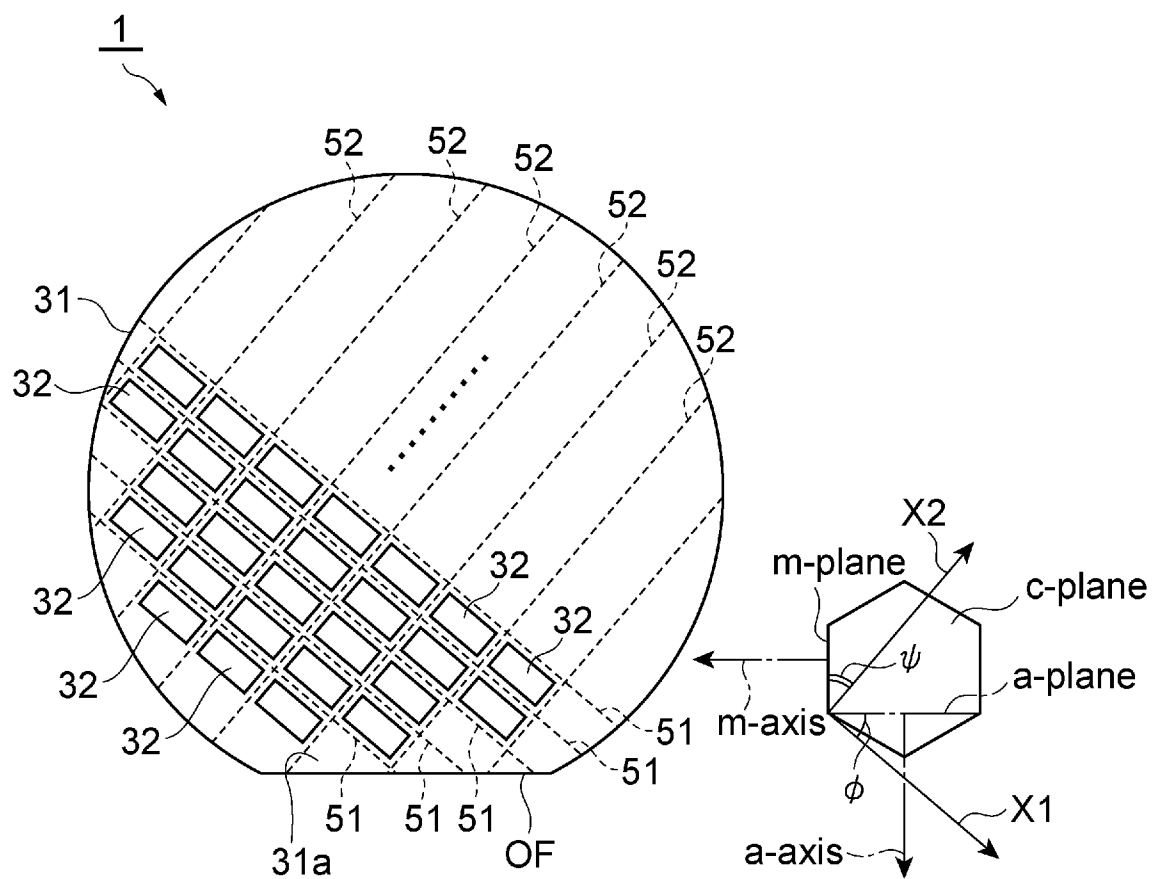
[図5]



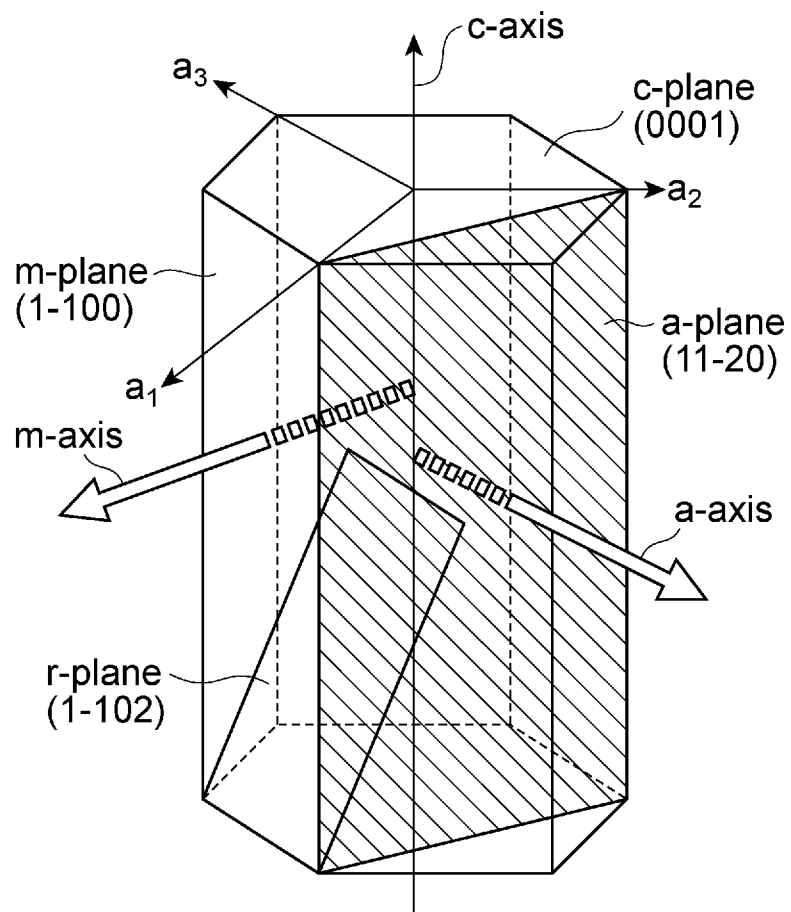
[図6]



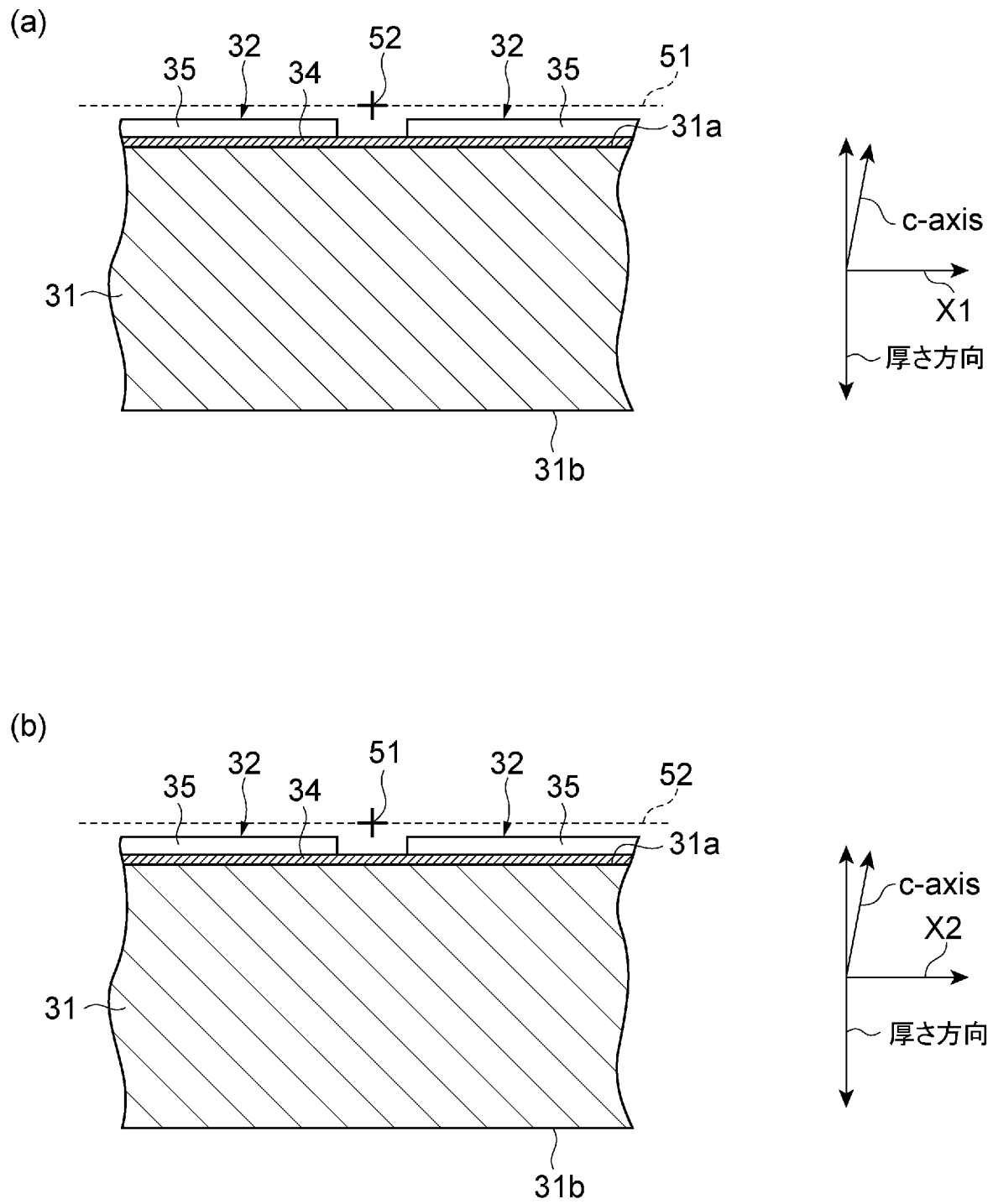
[図7]



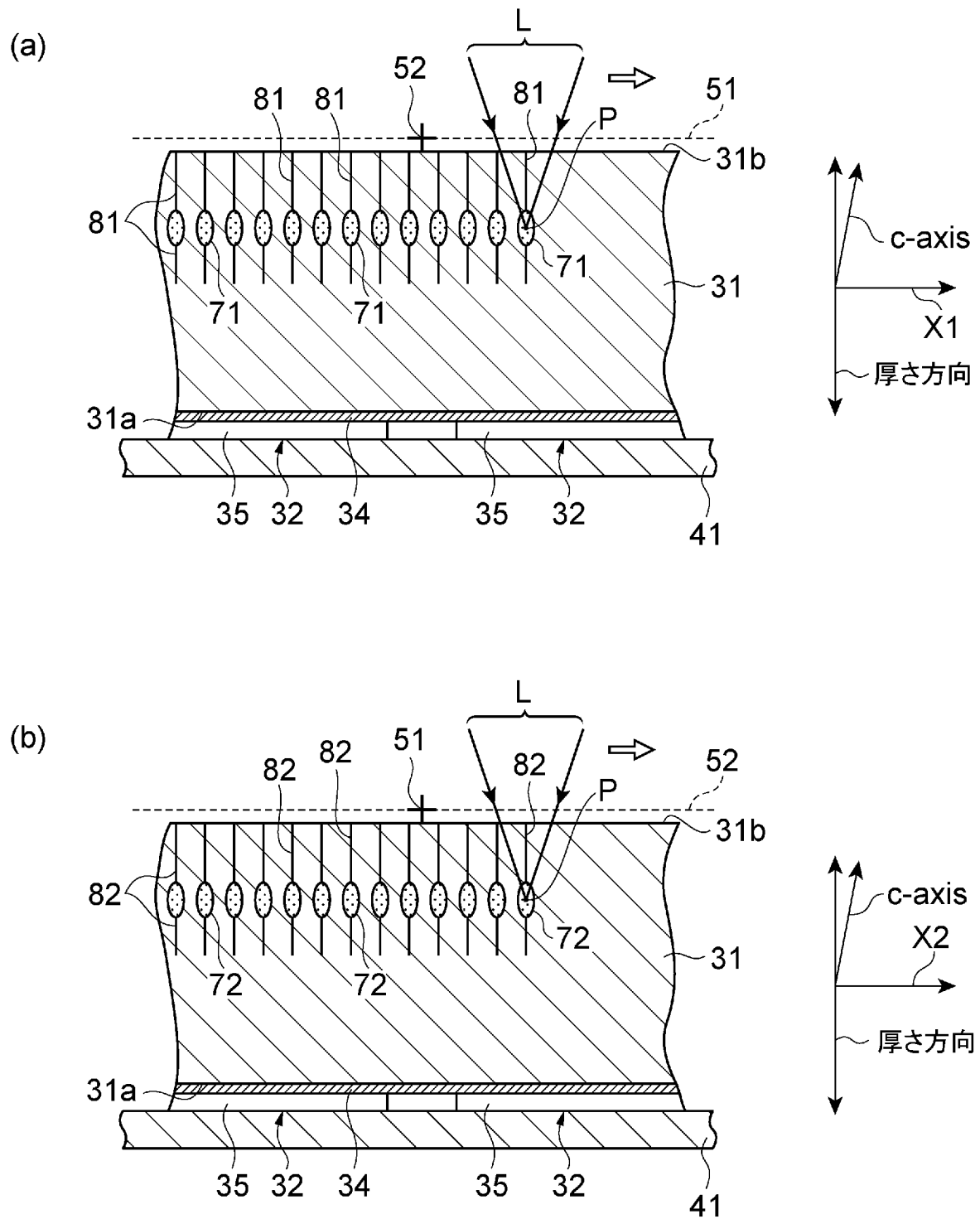
[図8]



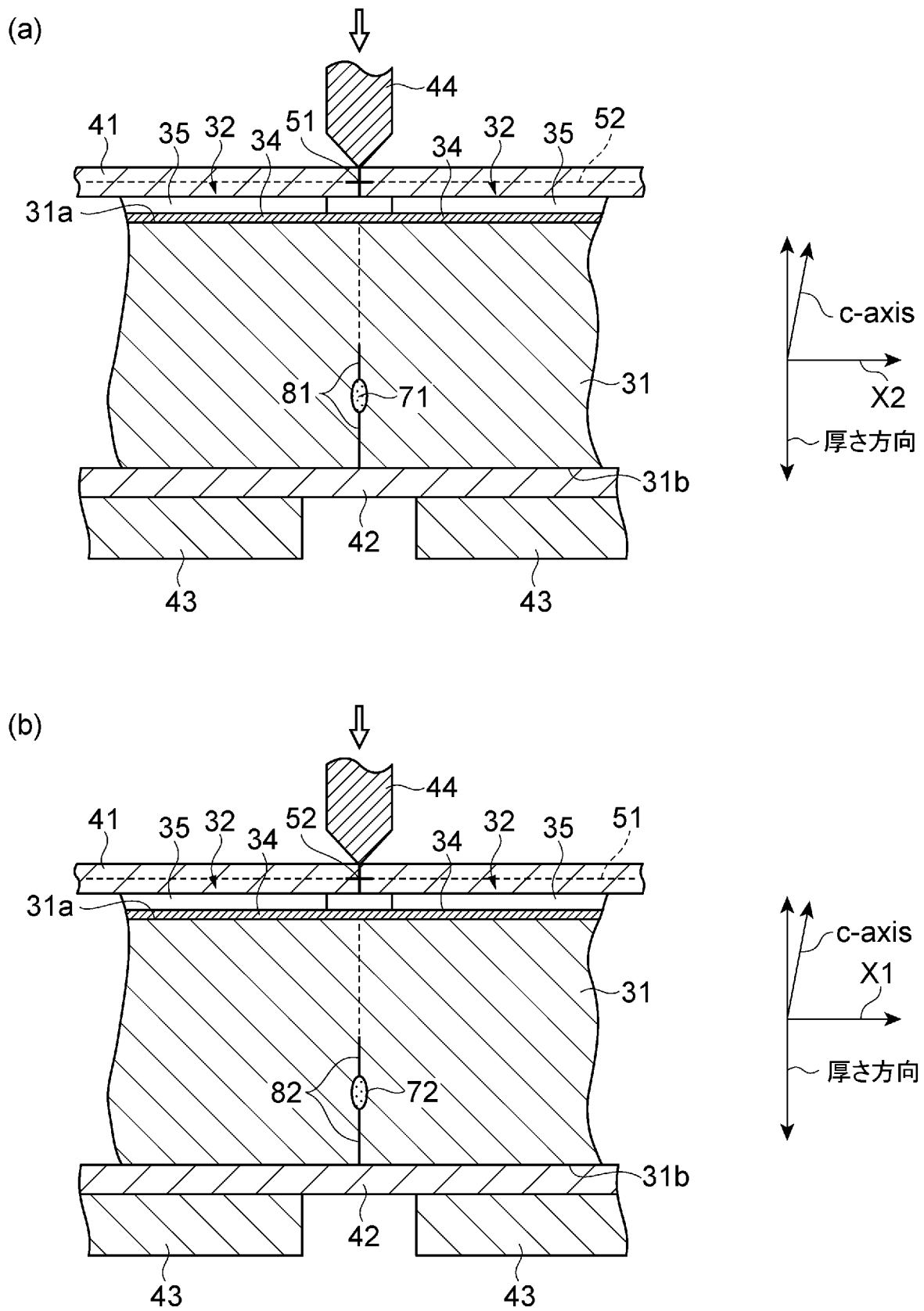
[図9]



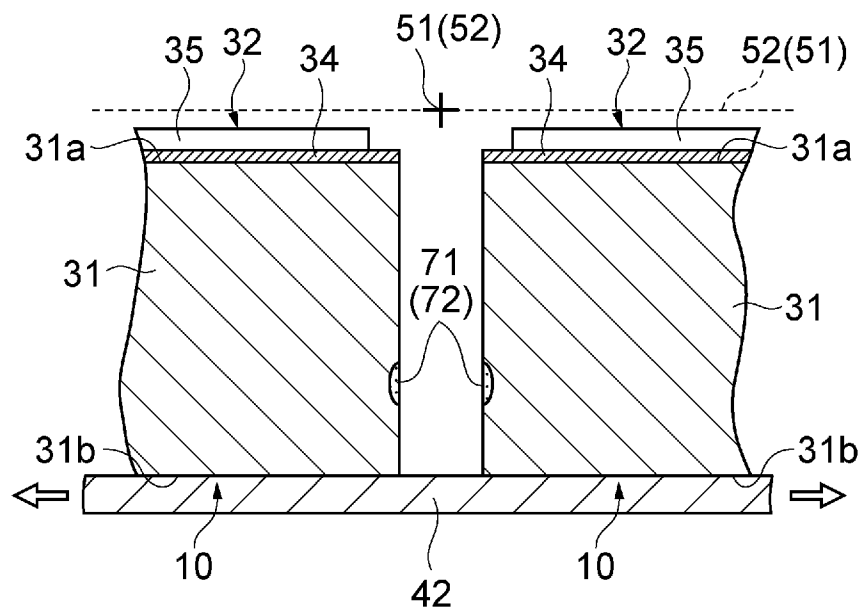
[図10]



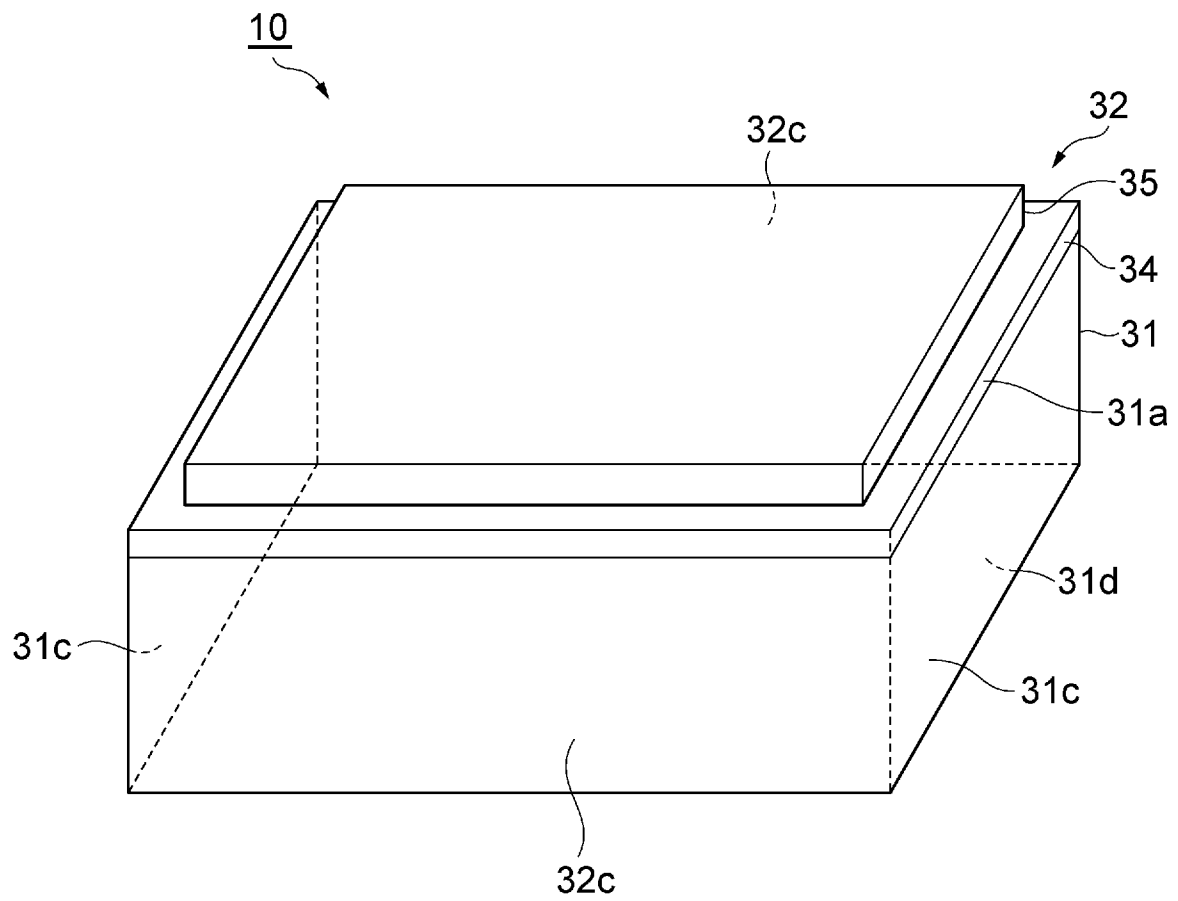
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/063962

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/301(2006.01)i, B23K26/00(2006.01)i, B23K26/38(2006.01)i, B23K26/40(2006.01)i, B28D5/00(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)

H01L21/301, B23K26/00, B23K26/38, B23K26/40, B28D5/00

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
X	JP 2011-243730 A (Showa Denko Kabushiki Kaisha), 01 December 2011 (01.12.2011), paragraphs [0015] to [0049], [0061] to [0070]; fig. 1 to 4 & US 2013/0037825 A1 & WO 2011/145370 A1 & TW 201236071 A	1-6

☐ 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
07 August, 2013 (07.08.13)

Date of mailing of the international search report
20 August, 2013 (20.08.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L21/301 (2006.01) i, B23K26/00 (2006.01) i, B23K26/38 (2006.01) i, B23K26/40 (2006.01) i, B28D5/00 (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. H01L21/301, B23K26/00, B23K26/38, B23K26/40, B28D5/00

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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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
X	JP 2011-243730 A (昭和電工株式会社) 2011.12.01, [0015]-[0049], [0061]-[0070], 図 1-4 & US 2013/0037825 A1 & WO 2011/145370 A1 & TW 201236071 A	1-6

☐ 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

0 7 . 0 8 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 0 . 0 8 . 2 0 1 3

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)

岩瀬 昌治

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

3 P

9 2 4 6