

(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 8 月 8 日(08.08.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/115353 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 26/40 (2006.01) *B28D 5/00* (2006.01)
B23K 26/06 (2006.01) *H01L 21/304* (2006.01)
B23K 26/38 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/052327
- (22) 国際出願日: 2013 年 2 月 1 日(01.02.2013)
- (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 2012-020067 2012 年 2 月 1 日(01.02.2012) JP
- (71) 出願人: 信越ポリマー株式会社 (SHIN-ETSU POLYMER CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1010041 東京都千代田区神田須田町一丁目 9 番 Tokyo (JP). 国立大学法人埼玉大学 (NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION SAITAMA UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒3388570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 2 5 5 Saitama (JP).
- (72) 発明者: 松尾 利香 (MATSUO, Rika); 〒3310811 埼玉県さいたま市北区吉野町 1-4 0 6-1 信越ポリマー株式会社内 Saitama (JP). 鈴木 秀樹 (SUZUKI, Hideki); 〒3310811 埼玉県さいたま市北区吉野町 1-4 0 6-1 信越ポリマー株式会社内 Saitama (JP). 国司 洋介 (KUNISHI, Yosuke); 〒3310811 埼玉県さいたま市北区吉野町 1-4 0 6-1 信越ポリマー株式会社内 Saitama (JP).

池野 順一 (IKENO, Junichi); 〒3388570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 2 5 5 国立大学法人埼玉大学内 Saitama (JP).

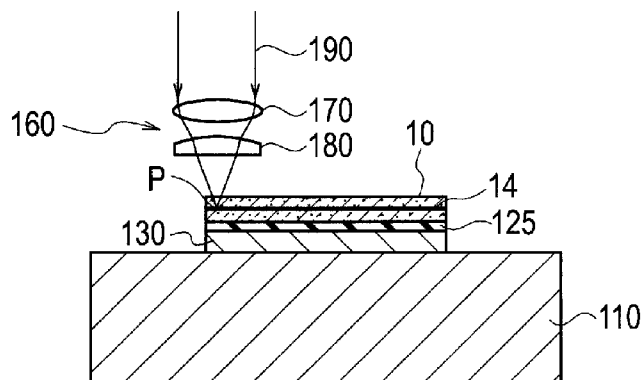
- (74) 代理人: 三好 秀和, 外 (MIYOSHI, Hidekazu et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目 2 番 8 号 虎ノ門琴平タワー Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, 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), ユーロパ (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).

[続葉有]

(54) Title: SUBSTRATE AND SUBSTRATE PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: 基板及び基板加工方法

[図3]



(57) Abstract: A thin silicon substrate is provided for which a product rate is maintained. A monocrystalline substrate (10) having a modified layer (14) having periodic structures having a different crystal orientation to the crystal orientation of the substrate (10) formed therein, said periodic structures being connected.

(57) 要約: 薄いシリコン基板を製品率を確保して提供する。単結晶の基板 10 であって、前記基板 10 は、その内部に当該基板 10 の結晶方位とは異なる結晶方位を有する周期的構造が形成された改質層 14 を有し、前記周期的構造は連結されている。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

— 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第 19 条(1))

明 細 書

発明の名称： 基板及び基板加工方法

技術分野

[0001] 本発明は、シリコン単結晶基板のような基板及び基板加工方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、シリコン（Si）ウェハに代表される半導体ウェハを製造する場合には、石英るつぼ内に溶融されたシリコン融液から凝固した円柱形のインゴットを適切な長さのブロックに切断して、その周縁部を目標の直径になるよう研削し、その後、ブロック化されたインゴットをワイヤソーによりウェハ形にスライスして半導体ウェハを製造するようにしている（例えば、特許文献1および2参照。）。

[0003] このようにして製造された半導体ウェハは、前工程で回路パターンの形成等、各種の処理が順次施されて後工程に供され、この後工程で裏面がバックグラインド処理されて薄片化が図られることにより、厚さが約 $750\mu\text{m}$ から $100\mu\text{m}$ 以下、例えば $75\mu\text{m}$ や $50\mu\text{m}$ 程度に調整される。

[0004] 従来における半導体ウェハは、以上のように製造され、インゴットがワイヤソーにより切断され、しかも、切断の際にワイヤソーの太さ以上の切り代が必要となるので、厚さ 0.1mm 以下の薄い半導体ウェハを製造することが非常に困難であり、製品率も向上しないという問題があった。

[0005] 一方、高開口数の集光レンズにガラス板からなる収差増強材を組み合わせ、波長 1064nm のパルス状レーザによりシリコンウェハの内部に加工を施した後、これを剛性基板に貼りあわせ、剥離することで薄い単結晶シリコン基板を得る技術が開示されている（特許文献3参照。）。

[0006] この技術によると、シリコン基板内部に厚み $100\mu\text{m}$ 程度の加工層が形成されていた。このため、結晶性基板から厚さ 0.1mm 程度の薄い基板を多数スライスする場合、材料歩留まりに限界があった。また、例えば、シリコン用の赤外線観察用収差増強材を外しても、加工層の厚みは大きく減少さ

せることができなかった。

[0007] さらに、NAが0.5程度の対物レンズを使用した場合、加工層の厚みは減少するが、光量が減少して加工層の処理が十分に施されず、実際の剥離は困難であった。これに対して、照射回数を増やして加工層の処理を十分に施そうとすると、2次元の加工領域を1 μ mピッチの照射で埋め尽くす必要があるため、膨大な回数の照射パルスが必用になり、実用化には照射時間の問題が存在していた。

[0008] なお、この明細書中においては、別記する場合を除いてウェハのことを基板と称することにする。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開2008-200772号公報

特許文献2：特開2005-297156号公報

特許文献3：特開2011-60862号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 本発明は、上記課題に対してなされたもので、結晶性基板の内部にレーザー光照射による内部加工層を形成し、内部加工層を境に剥離するための基板及び加工方法であって、レーザー光源の選択肢が広く、内部加工層の厚みが薄く、かつ、少ない数のレーザーパルス照射で、内部加工層を効率的に形成する基板及び基板加工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

[0011] 上述の課題を解決するために、本発明に係る基板は、単結晶の基板であって、前記基板は、その内部に当該基板の結晶方位とは異なる結晶方位を有する周期的構造が形成された改質層を有し、前記周期的構造は連結されているものである。

[0012] 前記周期的構造は、レーザー集光手段にてレーザー光を前記基板の表面に向け

て照射することによって形成され、前記レーザ集光手段は、前記基板内部において、前記レーザ光を光軸に軸対称に集光するとともに、前記レーザ集光手段の外周部に入射した光が、前記レーザ集光手段の内周部に入射した光より、前記レーザ集光手段側で集光するように構成されていることが好ましい。

[0013] 前記周期的構造は、前記レーザ集光手段と前記基板を相対的に移動させて、前記レーザ集光手段によりレーザ光を前記基板に向けて照射することによって形成されたことが好ましい。

[0014] 前記周期的構造は、前記基板において前記レーザ光の集光点を相変化することによって形成することが好ましい。

[0015] 前記改質層は、所定の厚さを有し、前記単結晶基板の表面から所定の深さに形成されたことが好ましい。

[0016] 前記改質層は、前記基板の表面と平行に形成されたことが好ましい。

[0017] 前記改質層は、前記基板の表面と平行に複数形成されたことが好ましい。

[0018] 前記基板の表面は、鏡面であることが好ましい。

[0019] 前記基板は、シリコン単結晶基板又はシリコンカーバイド単結晶基板であることが好ましい。

[0020] 本発明に係る基板加工方法は、単結晶の基板を提供するステップと、前記基板の表面に向けてレーザ集光手段にてレーザ光を照射することによって、前記基板の内部に当該基板の結晶方位とは異なる結晶方位を有する周期的構造が形成された改質層を形成するステップとを有し、前記レーザ集光手段は、前記レーザ光を光軸に軸対称に集光するとともに、前記基板内部において、前記レーザ集光手段の外周部に入射した光が、前記レーザ集光手段の内周部に入射した光より、前記レーザ集光手段側で集光するように構成されているものである。

[0021] 前記レーザ集光手段と前記基板を相対的に移動させる工程をさらに有することが好ましい。

[0022] 前記周期的構造は、前記基板において前記レーザ光の集光点を相変化する

ことによって形成されることが好ましい。

[0023] 前記改質層は、所定の厚さを有し、前記単結晶基板の表面から所定の深さに形成されたことが好ましい。

[0024] 前記改質層は、前記基板の表面と平行に形成されたことが好ましい。

[0025] 前記改質層は、前記基板の表面と平行に複数形成されたことが好ましい。

[0026] 前記基板の表面は、鏡面であることが好ましい。

[0027] 前記基板は、シリコン単結晶基板又はシリコンカーバイド単結晶基板であることが好ましい。

[0028] 前記基板を前記改質層にて剥離することによって割断することが好ましい。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]基板内部加工装置の斜視図である。

[図2]基板を載置したステージの上面図である。

[図3]基板を載置したステージの断面図である。

[図4]基板に対するレーザ光の照射を説明する図である。

[図5]基板に対するレーザ光の照射の第1の実施の形態を示す図である。

[図6]基板に対するレーザ光の照射の第2の実施の形態を示す図である。

[図7]基板における収差を説明する参考図である。

[図8]基板に対するレーザ光の照射の第3の実施の形態を示す図である。

[図9]基板に対するレーザ光の照射の第4の実施の形態を示す図である。

[図10]割断装置を示す正面図である。

[図11]金属板から基板を水中剥離することを説明する図である。

[図12]レーザ集光部の具体例を示す図である。

[図13]レーザ集光部の他の具体例を示す図である。

[図14]実施例1の内部改質層の断面を示す写真である。

[図15]実施例2の表面側の断面を示す写真である。

[図16]実施例2の裏面側の断面を示す写真である。

[図17]実施例3の表面側の断面を示す写真である。

[図18]実施例3の裏面側の断面を示す写真である。

[図19]実施例4の表面側の断面を示す写真である。

[図20]実施例4の裏面側の断面を示す写真である。

[図21]比較例1の表面側の断面を示す写真である。

[図22]比較例1の裏面側の断面を示す写真である。

[図23]比較例2の表面側の断面を示す写真である。

[図24]比較例2の裏面側の断面を示す写真である。

発明を実施するための形態

[0030] 次に、図面を参照して、本発明の実施の形態を説明する。以下の図面の記載において、同一又は類似の部分には同一又は類似の符号を付している。ただし、図面は模式的なものであり、厚みと平面寸法との関係、各層の厚みの比率等は現実のものとは異なることに留意すべきである。したがって、具体的な厚みや寸法は以下の説明を参酌して判断すべきものである。又、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることはもちろんである。

[0031] 又、以下に示す実施の形態は、この発明の技術的思想を具体化するための装置や方法を例示するものであって、この発明の実施の形態は、構成部品の材質、形状、構造、配置等を下記のものに特定するものでない。この発明の実施の形態は、特許請求の範囲において、種々の変更を加えることができる。

[0032] (基板内部加工装置の構成)

図1は、基板内部加工装置100の構成を示す斜視図である。基板内部加工装置100は、ステージ110と、ステージ110がXY方向に移動可能なように支持するステージ支持部120と、ステージ110上に配置され、基板10を固定する基板固定具130とを有している。

[0033] また、基板内部加工装置100は、レーザ光源150と、レーザ集光部160を有し、レーザ集光部160は、レーザ光源150から発したレーザ光190を集光して基板10に向けて照射する。レーザ集光部160は、対物

レンズ１７０及び平凸レンズ１８０を有している。

[0034] 図２は、ステージ１１０上に置いた基板１０を示す上面図である。図３は、ステージ１１０上に置いた基板１０を示す断面図である。

[0035] 基板１０は、ステージ１１０上において基板固定具１３０によって保持されている。基板固定具１３０は、その上に設けられた固定テーブル１２５によって基板１０を固定している。固定テーブル１２５には、通常の粘着層、機械的なチャック、静電チャックなどが適用可能である。

[0036] 基板１０に集光して照射されるレーザ光１９０の集光点Ｐは、基板１０の内部において、表面から所定の深さの領域に所定の形状の軌跡１２を形成することで、表面に水平方向に２次元状の内部改質層１４を形成することができる。

[0037] 図４は、基板１０における内部改質層１４の形成を説明する図である。基板内部加工装置１００においては、レーザ光１９０は、レーザ集光部１６０の対物レンズ１７０及び平凸レンズ１８０を介して基板１０に向けて照射され、基板１０内部において集光される。

[0038] 本実施の形態においては、レーザ集光部１６０は、レーザ集光部１６０の出射するレーザ光１９０がその光軸について軸対称であり、基板１０の内部において、レーザ光１９０の外周側の成分１９０ｂの光線が交差する集光点Ｐ２が、レーザ光１９０の内周側１９０ａの成分の光線が交差する集光点Ｐ１よりもレーザ集光部１６０側にあるように構成されている。

[0039] 換言すると、基板１０の表面はレーザ集光部１６０に対向しているので、レーザ光１９０の外周側の成分１９０ｂの集光点Ｐ２は、レーザ光１９０の内周側１９０ａの集光点１９０ｂよりも、対物レンズ１７０及び平凸レンズ１８０側、すなわち基板１０の表面から浅い位置にある。

[0040] この状態は、基板１０によりレーザ光１９０に生じた収差が過剰に補正されて状態であると見なすことができ、いわばピントを過剰に補正した「ピンボケ」状態であるといえることができる。このような状態によって、基板１０の一定の深さの範囲においてレーザ光の径を実質的に絞ることができ、当該

領域において内部改質層 14 を形成するために十分なエネルギー密度を確保することができる。図中においては、一定の深さの範囲 t に形成された内部改質層 14 が示されている。

[0041] 内部改質層 14 は、基板 10 にレーザ光 190 を集光して照射することによって、シリコン単結晶が溶融した後で冷却されることにより結合状態が変化することにより形成された多結晶シリコンの多結晶粒を有するものである。

[0042] このように形成された内部改質層 14 は、レーザ光 190 を周期的な間隔で照射したことにより、シリコン単結晶の結晶方位とは異なる結晶方位となる多結晶を有する周期的構造を有するものである。いうまでもなく、異なる結晶方位の多結晶もシリコン単結晶とは同一元素のシリコンからなるものである。

[0043] 内部改質層 14 は、後述する切断工程における歩留まり向上のため、基板 10 の端部に露出していることが好ましい。内部改質層 14 を露出させる方法は、結晶方位のへき開を利用しても、レーザ光 190 を利用してもよい。

[0044] このようなレーザ集光部 160 を用い、基板 10 に対してレーザ光 190 を照射する実施の形態について説明する。図 5 は、第 1 の実施の形態を示す図である。図 5 においては、便宜上、レーザ集光部 160 を平凸レンズ 180 により代表し、光軸を横方向に記載するが、レーザ光の集光は平凸レンズ 180 を含むレーザ集光部 160 全体によって行われるものである。

[0045] この第 1 の実施の形態では、レーザ集光部 160 によって集光されたレーザ光 190 は、基板 10 の表面に向けて照射されている。このレーザ光 190 は、基板 10 によって屈折され、光軸から高い位置にある外周側の成分が、光軸から低い位置にある内周側の成分よりも基板 10 の表面から浅い位置で集光している。換言すると、外周側の光は、内周側の光よりもレーザ集光部 190 に近い位置で集光している。

[0046] なお、レーザ集光部 160 の基板 10 に対する位置は、図示しない集光調整部によって移動することができる。この集光調整部は、後述するようにレ

ーザ集光部 160 と基板 10 の距離等を調整することにより基板 10 におけるレーザ光 190 の集光位置、集光形状等を調整するものである。このような集光調整部は従来技術を用いて容易に実現することができる。

[0047] 図 6 は、基板に対するレーザ光の照射の第 2 の実施の形態を説明する図である。第 2 の実施の形態では、レーザ集光部 160 と基板 10 の距離が第 1 の実施の形態より拡大し、レーザ集光部 160 によって集光されたレーザ光 190 が基板 10 の表面を焦点とするように集光調整部によって調整されている。

[0048] この第 2 の実施の形態は、例えば、第 1 の実施の形態で示したように基板 10 内部に集光点を設定する前に、レーザ集光部 190 の基板 10 に対する位置を初期設定するときを使用することができる。すなわち、図示しない集光調整部によって、第 2 の実施の形態においてレーザ光 190 が基板 10 の表面を焦点とする初期状態からレーザ集光部 190 と基板 10 の表面の距離を所定値にわたって短縮することにより、第 1 の実施の形態のように基板 10 内部に所望の集光点を形成することができる。なお、このような初期設定は、基板 10 の表面に限らず、基板 10 の裏面に焦点を合わせて行うこともできる。

[0049] 図 7 は、基板における収差を説明する参考図である。この参考図は、第 1 の実施の形態と対比するために、レーザ集光部 160 を設けない場合に生じる収差を示すものである。例えば、通常の対物レンズのみを設置した場合が相当する。

[0050] 図 7 (a) においては、第 2 の実施の形態と同様に、基板の 10 の表面を焦点としてレーザ光 190 が集光されている。この状態から基板 10 を光軸に沿って入射方向に移動してレーザ光 190 が基板 10 内で集光するようにする。この場合、図 7 (b) に示すように、光軸からの高さが高い光の外周側の成分が、光軸からの高さの低い内周側の成分よりも基板 10 の表面から深い位置で集光するようになる。

[0051] この状態は、光軸からの高さが高い外周側の成分が光軸からの高さが低い

内周側の成分より浅い位置に集光する第 1 の実施の形態とは、光線の高さと基板 10 における集光点の深さが逆の関係となっている。換言すると、外周側の成分が内周側の成分より浅い位置に集光する第 1 の実施の形態は、レーザ集光部 160 を設けることによって初めて実現が可能となるものである。

[0052] 図 8 は、基板に対するレーザ光の照射の第 3 の実施の形態を示す図である。第 3 の実施の形態においては、図示しない集光点調整部によってレーザ集光部 160 と基板 10 の表面の距離を短縮するように調整し、基板 10 内において基板 10 の裏面近くにレーザ光 190 の集光点が形成されるように調整したものである。この集光点によって、基板の 10 の裏面近くに基板 10 の表面に平行に内部改質層 14 が形成される。

[0053] 図 9 は、基板に対するレーザ光の照射の第 4 の実施の形態を示す図である。第 4 の実施の形態においては、第 3 の実施の形態により基板 10 の裏面近くに内部改質層 14 a を形成した後、図示しない集光点調整手段によってレーザ集光部 160 と基板 10 の表面の距離が拡大するように調整し、基板 10 内において基板 10 の表面近くにレーザ光 190 の集光点が形成されるようにしたものである。この集光点によって、基板 10 の表面近くに基板 10 の表面に平行に第 2 の内部改質層 14 b が形成される。なお、内部改質層 14 は、この第 4 の実施例のように 2 層に限らず、2 層以上の複数層であってもよい。

[0054] (基板の割断)

図 10 は、割断装置を示す正面図である。第 3 又は第 4 の実施の形態によって内部改質層 14 が形成された基板 10 は、この割断装置を用いて内部改質層 14 において割断される。

[0055] この割断装置 50 において、架台 52 上に、基板 10 の両面に第 1 及び第 2 の金属板 20、21 が接着剤にて接着されてなる構造体 40 が載置される。この接着剤としては、基板 10 の内部改質層 14 近傍領域を形成する多結晶粒の凝集力よりも強い接着剤であればよく、例えば金属イオンを反応開始剤として硬化する嫌気性アクリル系二液モノマー成分からなる接着剤 25 を

使用することができる。

[0056] 構造体40は、第2の金属板21に設けられた貫孔を利用して架台52に固定してよい。この状態において、第1の金属板20に切断治具54によって下向きの押圧力を印加する。これによって、基板10は第1及び第2の金属板20、21に接着した上面及び下面の両面の方向に逆向きの力を受け、力が所定の閾値を越えると、基板10は分割され、構造体40は上下2つに分離される。

[0057] (基板の剥離)

図11は、水中で金属板20から基板10を剥離する方法を説明する図である。水槽60に蓄えた80～100℃の温水に、金属板20、21に接着剤25で接着された基板10を浸す。所定時間経過すると接着剤25が水と所定の反応を生じ、接着剤25から接着力が失われるので、水中で基板10から接着剤25を剥離することにより、金属板20、21から基板10を分離することができる。

[0058] このように接着剤25が剥離された基板10を乾燥することによって、最終的な分割した基板を得ることができる。なお、第4の実施の形態のように内部改質層14a、14bが複数存在する場合には、基板10の切断の工程を複数回繰り返すことにより複数の内部改質層ごとに分割することができる。

[0059] (レーザ集光部の具体例)

図12は、レーザ集光部の具体例を示す図である。この具体例において、レーザ集光部160は、例えば高NAで作動距離の長い対物レンズ170と基板10の表面側に設けた平凸レンズ180との組み合わせによって実現している。

[0060] 具体的には、厚み1mmの単結晶シリコンからなる基板10の内部加工については、基板10の表面側より、0.14mmの位置に焦点距離15mmのガラス製の平凸レンズ180（シグマ光機：SLB-10-15P）を置き、NA=0.3の対物レンズ170（シグマ光機：EPL-10）に組み

合わせることができる。

[0061] このようなレーザ集光部160においては、図示しない集光点調整部は、平凸レンズ80と基板10の表面の距離で集光点の形状を調整し、対物レンズ170と基板10の表面の距離で集光点の位置を調整するように構成することができる。

[0062] 図13は、レーザ集光部の他の具体例を示す図である。他の具体例では、 $NA=0.5\sim0.9$ の補正環を有するシリコン用の赤外線対物レンズにより実現している。具体的には、例えばオリンパス製レンズLCPLN100XIRを使用する場合、内部加工層14を結晶10の表面から $300\mu m$ の位置に設けるときに補正環を $0.6mm$ に設定することで、基板10内において、レーザ集光部160の外周部に入射した光が、内周部に入射した光より、レーザ集光160側で集光するように設定することができる。

[0063] この他の実施例によると、前述の実施例のように対物レンズ170及び平凸レンズ180という複数の構成部材を必要とすることなく、単一の補正環付き対物レンズにより構成できるので、装置の構成が簡単になり、操作が容易になる。

[0064] なお、この他の具体例においては、基板10のより表面側に内部改質層14を形成する場合、レーザ集光手段160と基板10の表面との距離を大きくする必要がある。この場合、レーザ光190が基板10の表面に及ぼす影響を抑制するため、虹彩絞りやビームエクスパンダなどのビーム径調整手段をレーザ集光部160の入射側に設けレーザ光190の外周側成分の光量を低減することがある。

実施例 1

[0065] 実施例1においては、基板内部加工装置100のレーザ光源150として波長 $1064nm$ 、繰り返し周波数 $200kHz$ 、出力 $1.6W$ 、パルス幅 $10nm$ のものを使用した。基板内部加工装置100において、 x 軸、 y 軸方向にそれぞれ最大速度 $200mm/s$ で移動可能な xy ステージ110上に、大きさ $50\times50mm$ 、厚み $0.7mm$ 、表面が鏡面加工された単結晶

シリコンからなる基板 10 を載置固定した。

[0066] レーザ集光部 160 は、 $NA = 0.85$ の補正環 210 付の対物レンズ 200（オリンパス製 LCPLN100XIR）を用いた。そして、補正環 210 を 0 mm に設定した上、参照光により観察し、対物レンズ 200 から照射される光が基板 10 の表面上に焦点を形成するように、対物レンズ 200 を基板 10 の表面に対して位置決めをした。このとき、対物レンズ 200 と基板 10 の間隔は 0.6 mm であった。

[0067] ついで、この位置を基準に対物レンズ 200 を基板 10 の表面に向けて 0.06 mm 移動させた。この状態で補正環 210 の設定を 0.6 mm とし、ステージ 110 を x 方向に 200 mm/s の速度で移動させ、さらに y 方向に 10 μ m 送ることを 10 回繰り返すことで、対物レンズ 200 から基板 10 に向けてレーザ光 190 を 10 μ m 間隔でそれぞれ 10 本の直線状に照射した。

[0068] この基板 10 を直線状の照射方向に直角に劈開を行い、断面を観察した。この結果、図 14 に示すように、基板 10 鏡面側表面から 0.3 mm の深さに加工領域の長さが 30 μ m、かつ隣接する加工痕同士が連結する状態が確認できた。この加工跡は、レーザ照射による溶解及び冷却により単結晶構造が多結晶構造に変化（相変化）したものであり、単結晶の結晶方位とは異なる結晶方位の結晶を含み、多結晶構造の領域が連結した周期的構造を有する内部加工層 14 を構成している。

実施例 2

[0069] レーザ光源 150 として波長 1064 nm のファイバーレーザ A を用いて、繰り返し周波数 200 kHz、レーザ集光部 160 として開口数 0.85 の赤外用対物レンズを用い、対物レンズ後の出力 1.6 W、パルス幅 39 ns、レーザ照射間隔 1 μ m、オフセット 1 μ m、空气中換算で DF 80 μ m、シリコン収差補正環 0.6 mm で厚み 725 μ m 両面鏡面加工（100）のシリコン単結晶の基板 10 の表面 5 mm $\times$ 20 mm の領域に向けてレーザ光 190 を照射して内部改質層 14 を形成した。なお、基板 10 の表面とは

レーザ集光部 160 に対向する基板 10 の主面をいい、基板 10 のレーザ集光部 160 に対する反対側の主面を裏面というものとする。

- [0070] そして、基板 10 の表面と裏面の両面に接着剤を介して金属板を接着し、切断装置 50 を用いて内部改質層 14 を境として基板 14 を分割し、露出した分割面を日本電子製の走査電子顕微鏡 (SEM) を用いて観察を行った。図 15 は、走査電子顕微鏡で表面側の分割面を拡大した写真である。図 16 は、走査電子顕微鏡で裏面側の分割面を拡大した写真である。

実施例 3

- [0071] レーザ光源 150 として波長 1064 nm のファイバーレーザ B を用いて、繰り返し周波数 200 kHz、レーザ集光部 160 として開口数 0.85 の赤外用対物レンズを用い、対物レンズ後の出力 0.8 W、パルス幅 39 ns、レーザ照射間隔 1 μ m、オフセット 1 μ m、空气中換算で DF 80 μ m、シリコン収差補正環 0.6 mm で厚み 725 μ m 両面鏡面加工 (100) のシリコン単結晶の基板 10 の表面 5 mm $\times$ 20 mm の領域に向けてレーザ光 190 を照射して内部加工層 14 を形成した。
- [0072] 実施例 2 と同様に基板 10 を分割して分割面を観察した。図 17 は、走査電子顕微鏡で表面側の分割面を拡大した写真である。図 18 は、走査電子顕微鏡で裏面側の分割面を拡大した写真である。

実施例 4

- [0073] レーザ光源 150 として波長 1064 nm のファイバーレーザ B を用いて、繰り返し周波数 200 kHz、レーザ集光部 160 として開口数 0.85 の赤外用対物レンズを用い、対物レンズ後の出力 0.8 W、パルス幅 39 ns、レーザ照射間隔 1 μ m、オフセット 2 μ m、空气中換算で DF 80 μ m、シリコン収差補正環 0.6 mm で厚み 725 μ m 両面鏡面加工 (100) のシリコン単結晶の基板 10 の表面 5 mm $\times$ 20 mm の領域に向けてレーザ光 190 を照射して内部加工層 14 を形成した。
- [0074] 実施例 2 と同様に基板 10 を分割して分割面を観察した。図 19 は、走査電子顕微鏡で表面側の分割面を拡大した写真である。図 20 は、走査電子顕

微鏡で裏面側の分割面を拡大した写真である。

[0075] 〔比較例 1〕

レーザ光源 150 として波長 1064 nm のファイバーレーザ A を用いて、繰り返し周波数 200 kHz、レーザ集光部 160 として開口数 0.85 の赤外用対物レンズを用い、対物レンズ後の出力 1.2 W、パルス幅 39 ns、レーザ照射間隔 1 μ m、オフセット 1 μ m、空气中換算で DF 80 μ m、シリコン収差補正環 0.6 mm で厚み 725 μ m 両面鏡面加工 (100) のシリコン単結晶の基板 10 の表面 5 mm $\times$ 10 mm の領域に向けてレーザ光 190 を照射して内部加工層 14 を形成した。

[0076] 実施例 2 と同様に基板 10 を分割して分割面を観察した。図 21 は、走査電子顕微鏡で表面側の分割面を拡大した写真である。図 22 は、走査電子顕微鏡で裏面側の分割面を拡大した写真である。

[0077] 〔比較例 2〕

レーザ光源 150 として波長 1064 nm のファイバーレーザ B を用いて、繰り返し周波数 200 kHz、レーザ集光部 160 として開口数 0.85 の赤外用対物レンズを用い、対物レンズ後の出力 0.6 W、パルス幅 60 ns、レーザ照射間隔 1 μ m、オフセット 1 μ m、空气中換算で DF 80 μ m、シリコン収差補正環 0.6 mm で厚み 725 μ m 両面鏡面加工 (100) のシリコン単結晶の基板 10 の表面 5 mm $\times$ 10 mm の領域に向けてレーザ光 190 を照射して内部加工層 14 を形成した。

[0078] 実施例 2 と同様に基板 10 を分割して分割面を観察した。図 23 は、走査電子顕微鏡で表面側の分割面を拡大した写真である。図 24 は、走査電子顕微鏡で裏面側の分割面を拡大した写真である。

[0079] 以上の実施例 1～4、比較例 1～2 から明らかなように、実施例 2～4 においては、実施例 1 のように内部加工層 14 において周期的構造の加工跡が形成され、加工領域の長さが 30 μ m と短く、隣接する加工跡が連結して形成されている。実施例 2～4 は、このように連結して形成された加工跡を有する内部改質層 14 を割段するため、周期構造を有する滑らかな断面を得る

ことができる。したがって、さらに研磨する必要がなく、ケミカルエッチングのような湿式工程やレーザエッチングなど別工程に要する工数及びそれに伴う不純物汚染の影響を低減することができる。

[0080] 前述のように、実施例１～４のような加工領域の長さが短く隣接する加工跡が連結して形成された内部加工層１４は、基板１０の内部においてレーザ光１９０の外周側の成分の集光点が内周側の成分の集光点よりもレーザ集光部１６０にあるように構成されたレーザ集光部１６０を用いることによって可能になるものである。

[0081] 比較例１～２においては、内部改質層１４において隣接する加工跡が連結されていないため、断面は粗い粒度を有している。したがって、この断面はさらに研磨の工程が必要である。

[0082] なお、上記の実施の形態においてはシリコン単結晶基板について例示したが、例えばシリコンカーバイド（ＳｉＣ）等にも同様に適用することができる。

産業上の利用可能性

[0083] 本発明の基板加工装置及び方法により基板を効率良く薄く形成することができることから、薄く切り出された基板は、Ｓｉ基板であれば、太陽電池に応用可能であり、また、ＧａＮ系半導体デバイスなどのサファイア基板などであれば、発光ダイオード、レーザダイオードなどに応用可能であり、ＳｉＣなどであれば、ＳｉＣ系パワーデバイスなどに応用可能であり、透明エレクトロニクス分野、照明分野、ハイブリッド／電気自動車分野など幅広い分野において適用可能である。

符号の説明

- [0084] １０ 基板
１４ 内部改質層
２０、２１ 金属板
２５ 接着剤
５０ 割断装置

5 2 架台

5 4 切断冶具

1 0 0 基板内部加工装置

1 1 0 ステージ

1 2 0 ステージ支持部

1 5 0 レーザ光源

1 6 0 レーザ集光部

請求の範囲

- [請求項1] 単結晶の基板であって、
前記基板は、その内部に当該基板の結晶方位とは異なる結晶方位を有する周期的構造が形成された改質層を有し、前記周期的構造は連結されていることを特徴とする基板。
- [請求項2] 前記周期的構造は、レーザ集光手段にてレーザ光を前記基板の表面に向けて照射することによって形成され、前記レーザ集光手段は、前記基板内部において、前記レーザ光を光軸に軸対称に集光するとともに、前記レーザ集光手段の外周部に入射した光が、前記レーザ集光手段の内周部に入射した光より、前記レーザ集光手段側で集光するように構成されていることを特徴とする請求項1記載の基板。
- [請求項3] 前記周期的構造は、前記レーザ集光手段と前記基板を相対的に移動させて、前記レーザ集光手段によりレーザ光を前記基板に向けて照射することによって形成されたことを特徴とする請求項2記載の基板。
- [請求項4] 前記周期的構造は、前記基板においてレーザ光の集光点を相変化することによって形成すること特徴とする請求項1記載の基板。
- [請求項5] 前記改質層は、所定の厚さを有し、単結晶基板の表面から所定の深さに形成されたことを特徴とする請求項1記載の基板。
- [請求項6] 前記改質層は、前記基板の表面と平行に形成されたことを特徴とする請求項1記載の基板。
- [請求項7] 前記改質層は、前記基板の表面と平行に複数形成されたことを特徴とする請求項1記載の基板。
- [請求項8] 前記基板の表面は、鏡面であることを特徴とする請求項1記載の基板。
- [請求項9] 前記基板は、シリコン単結晶基板又はシリコンカーバイド単結晶基板である請求項1記載の基板。
- [請求項10] 単結晶の基板を提供するステップと、
前記基板の表面に向けてレーザ集光手段にてレーザ光を照射するこ

とによって、前記基板の内部に当該基板の結晶方位とは異なる結晶方位を有する周期的構造が形成された改質層を形成するステップとを有し、

前記レーザ集光手段は、前記レーザ光を光軸に軸対称に集光するとともに、前記基板内部において、前記レーザ集光手段の外周部に入射した光が、前記レーザ集光手段の内周部に入射した光より、前記レーザ集光手段側で集光するように構成されていること

を特徴とする方法。

[請求項11] 前記レーザ集光手段と前記基板を相対的に移動させる工程をさらに有することを特徴とする請求項10記載の方法。

[請求項12] 前記周期的構造は、前記基板において前記レーザ光の集光点を相変化することによって形成されること特徴とする請求項10記載の方法。

[請求項13] 前記改質層は、所定の厚さを有し、単結晶基板の表面から所定の深さに形成されたことを特徴とする請求項10記載の方法。

[請求項14] 前記改質層は、前記基板の表面と平行に形成されたことを特徴とする請求項10記載の方法。

[請求項15] 前記改質層は、前記基板の表面と平行に複数形成されたことを特徴とする請求項10記載の方法。

[請求項16] 前記基板の表面は、鏡面であることを特徴とする請求項10記載の方法。

[請求項17] 前記基板は、シリコン単結晶基板又はシリコンカーバイド単結晶基板である請求項10記載の方法。

[請求項18] 前記基板を前記改質層にて剥離することによって割断することを特徴とする請求項10記載の方法。

補正された請求の範囲
[2013年6月3日(03.06.2013)国際事務局受理]

[請求項 1] (補正後)

単結晶の基板であって、

前記基板は、その内部に当該基板の結晶方位とは異なる結晶方位を有する周期的構造が形成された改質層を有し、前記周期的構造は連結され、

前記周期的構造は、レーザ集光手段にてレーザ光を前記基板の表面に向けて照射することによって形成され、

前記レーザ集光手段は、前記基板内部において、前記レーザ光を光軸に軸対称に集光するとともに、前記レーザ集光手段の外周部に入射した光が、前記レーザ集光手段の内周部に入射した光より、前記レーザ集光手段側で集光するようにし、前記基板の所定の深さの範囲においてレーザ光の径を実質的に絞り、当該範囲において前記改質層を形成するためのエネルギー密度を確保するように構成されていることを特徴とする基板。

[請求項 2] (削除)

[請求項 3] (補正後)

前記周期的構造は、前記レーザ集光手段と前記基板を相対的に移動させて、前記レーザ集光手段によりレーザ光を前記基板に向けて照射することによって形成されたことを特徴とする請求項 1 記載の基板。

[請求項 4] (削除)

[請求項 5]

前記改質層は、所定の厚さを有し、単結晶基板の表面から所定の深さに形成されたことを特徴とする請求項 1 記載の基板。

[請求項 6]

前記改質層は、前記基板の表面と平行に形成されたことを特徴とする請求項 1 記載の基板。

[請求項 7]

前記改質層は、前記基板の表面と平行に複数形成されたことを特徴とする請求項 1 記載の基板。

[請求項 8]

前記基板の表面は、鏡面であることを特徴とする請求項 1 記載の基板。

[請求項 9]

前記基板は、シリコン単結晶基板又はシリコンカーバイド単結晶基板である請求項 1 記載の基板。

[請求項 10] (補正後)

単結晶の基板を提供するステップと、

前記基板の表面に向けてレーザ集光手段にてレーザ光を照射することによって、前記基板の内部に当該基板の結晶方位とは異なる結晶方位を有する周期的構造が形成された改質層を形成するステップとを有し、

前記レーザ集光手段は、前記レーザ光を光軸に軸対称に集光するとともに、前記基板内部において、前記レーザ集光手段の外周部に入射した光が、前記レーザ集光手段の内周部に入射した光より、前記レーザ集光手段側で集光するようにし、前記基板の所定の深さの範囲においてレーザ光の径を実質的に絞り、当該範囲において前記改質層を形成するためのエネルギー密度を確保するように構成されていること

を特徴とする方法。

[請求項 1 1]

前記レーザ集光手段と前記基板を相対的に移動させる工程をさらに有することを特徴とする請求項 1 0 記載の方法。

[請求項 1 2] (削除)

[請求項 1 3]

前記改質層は、所定の厚さを有し、単結晶基板の表面から所定の深さに形成されたことを特徴とする請求項 1 0 記載の方法。

[請求項 1 4]

前記改質層は、前記基板の表面と平行に形成されたことを特徴とする請求項 1 0 記載の方法。

[請求項 1 5]

前記改質層は、前記基板の表面と平行に複数形成されたことを特徴とする請求項 1 0 記載の方法。

[請求項 1 6]

前記基板の表面は、鏡面であることを特徴とする請求項 1 0 記載の方法。

[請求項 1 7]

前記基板は、シリコン単結晶基板又はシリコンカーバイド単結晶基板である請求項 1 0 記載の方法。

[請求項 1 8]

前記基板を前記改質層にて剥離することによって切断することを特徴とする請求項 1 0 記載の方法。

条約第 19 条（１）に基づく説明書

請求項 1 には、出願時の明細書の段落 [0040] に記載された「基板 10 の一定の深さの範囲においてレーザ光の径を実質的に絞ることができ、当該領域において内部改質層 14 を形成するための十分なエネルギー密度を確保することができる」という構成とともに、レーザ集光手段を規定する請求項 2 の構成を追加した。これに伴い、請求項 2 を削除した。

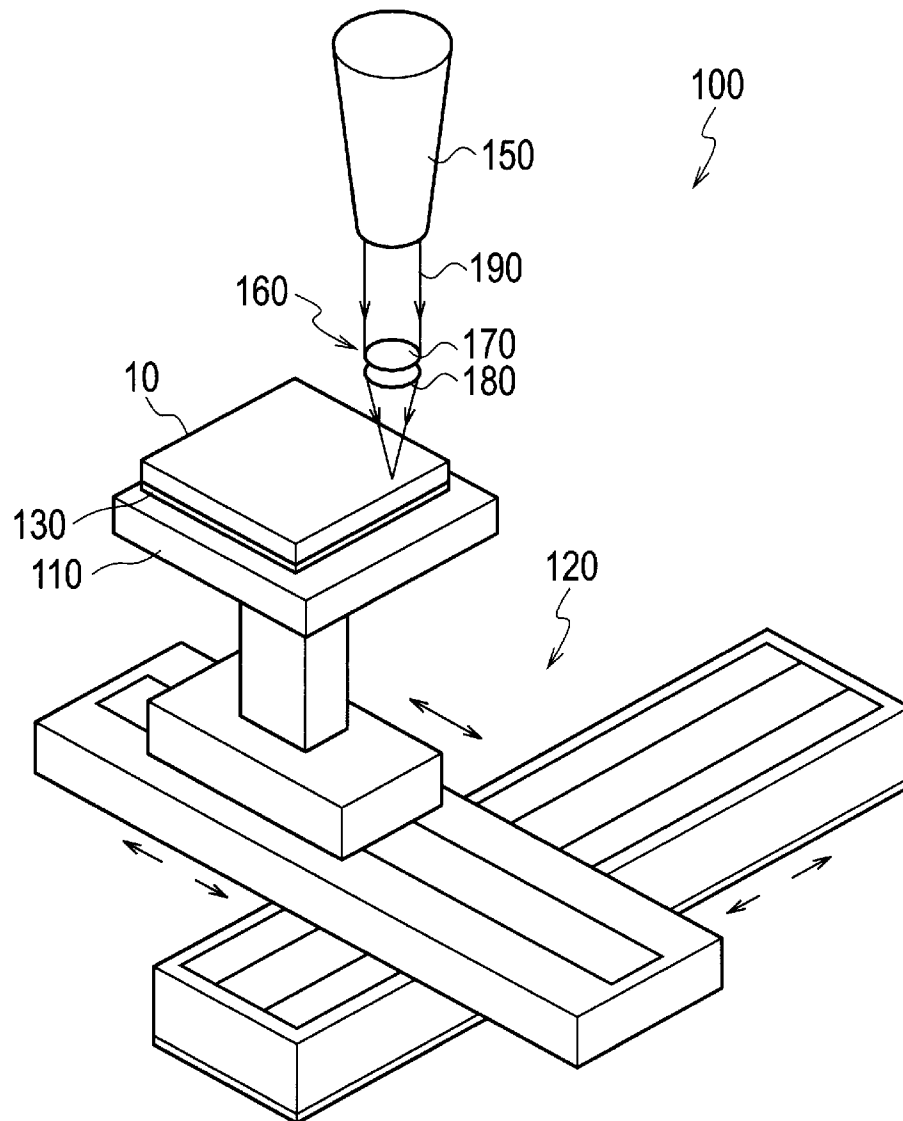
このような補正により、請求項 1 に係る発明は、段落 [0040]、[0041] に記載されているように、「基板 10 にレーザ光 190 を集光して照射することによって、シリコン単結晶が溶融した後で冷却されることにより結合状態が変化することにより形成された多結晶シリコンの多結晶粒を有する」内部改質層 14 を「一定の深さの範囲 t 」に形成することができ、ひいては、段落 [0010] に記載されているように、「レーザ光源の選択肢が広く、内部加工層の厚みが薄く、かつ、少ない数のレーザパルス照射で、内部加工層を効率的に形成する」ことができるという顕著な効果を奏する。

請求項 4、12 は削除した。よって、条約第 6 条に係る指摘事項は解消された。

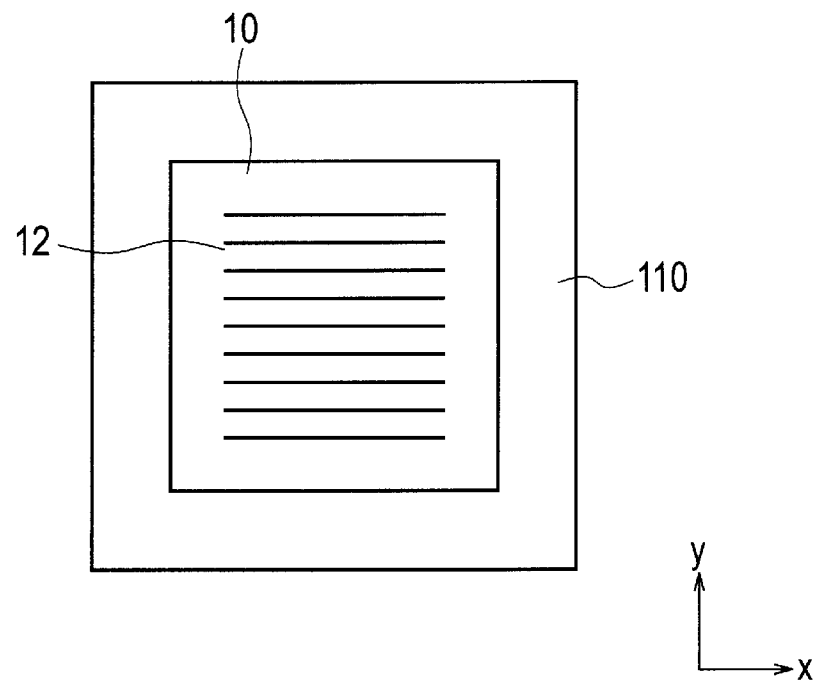
請求項 10 には、請求項 1 と同様に段落 [0040] に記載された「基板 10 の一定の深さの範囲においてレーザ光の径を実質的に絞ることができ、当該領域において内部改質層 14 を形成するための十分なエネルギー密度を確保することができる」という構成を追加した。

このような補正により、請求項 10 に係る発明は、請求項 1 に係る発明と同様に、「基板 10 にレーザ光 190 を集光して照射することによって、シリコン単結晶が溶融した後で冷却されることにより結合状態が変化することにより形成された多結晶シリコンの多結晶粒を有する」内部改質層 14 を「一定の深さの範囲 t 」に形成することができ、ひいては、「レーザ光源の選択肢が広く、内部加工層の厚みが薄く、かつ、少ない数のレーザパルス照射で、内部加工層を効率的に形成する」ことができるという顕著な効果を奏する。

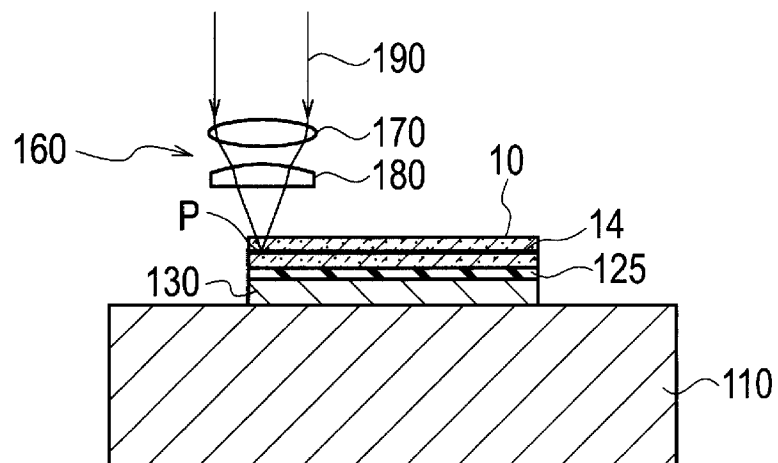
[図1]



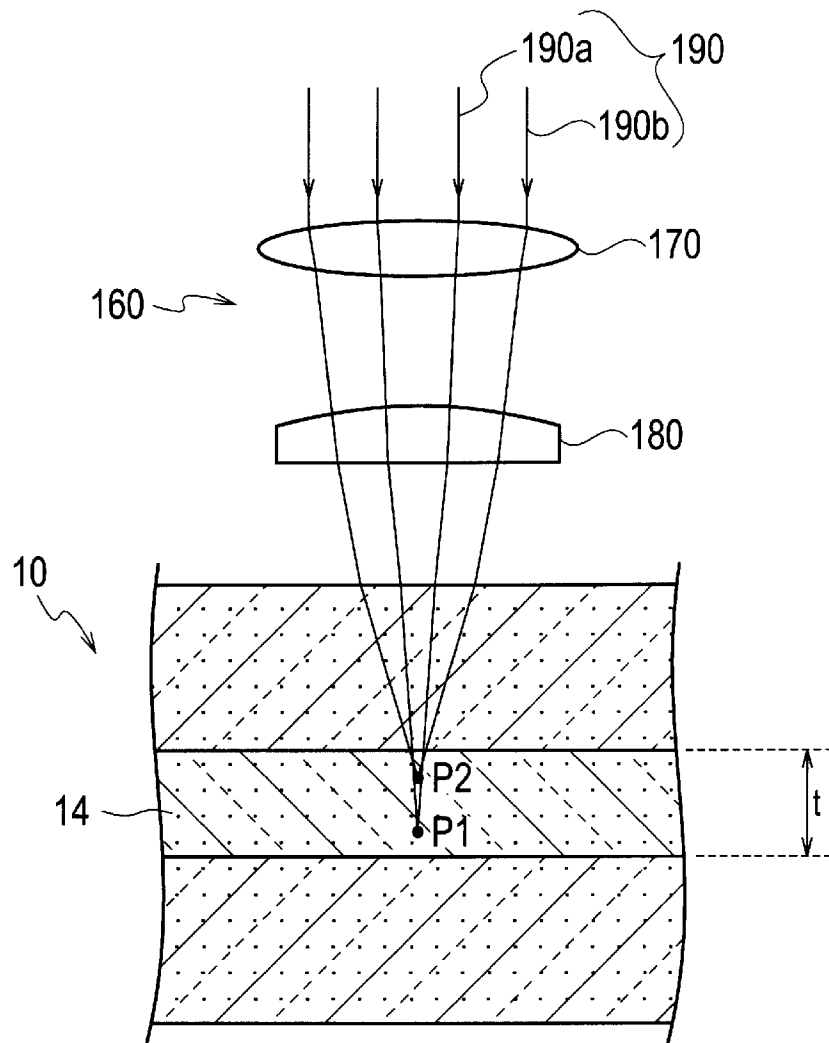
[図2]



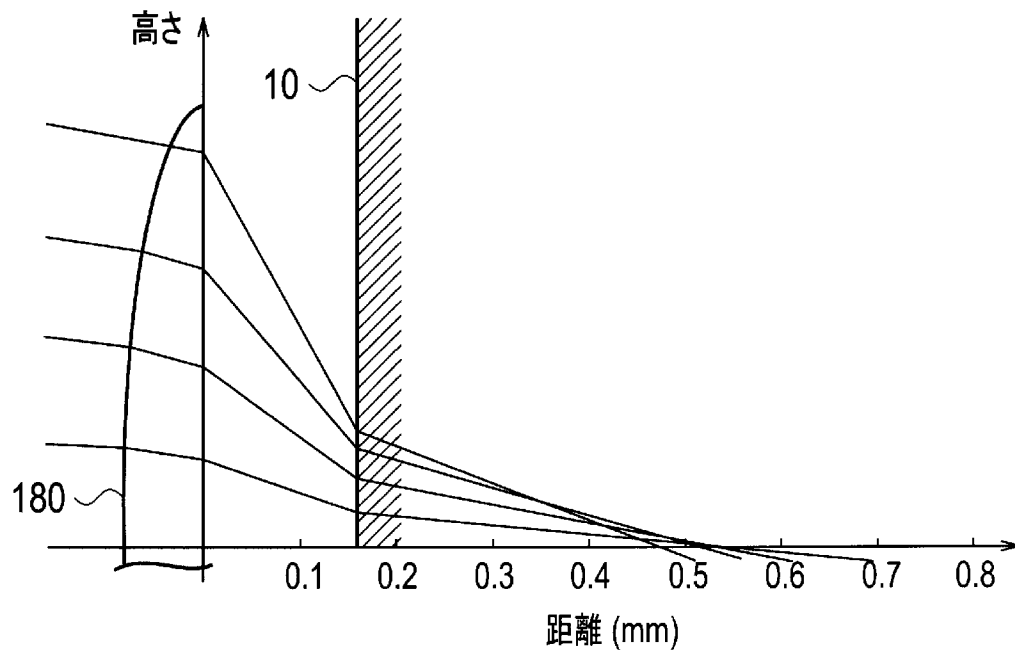
[図3]



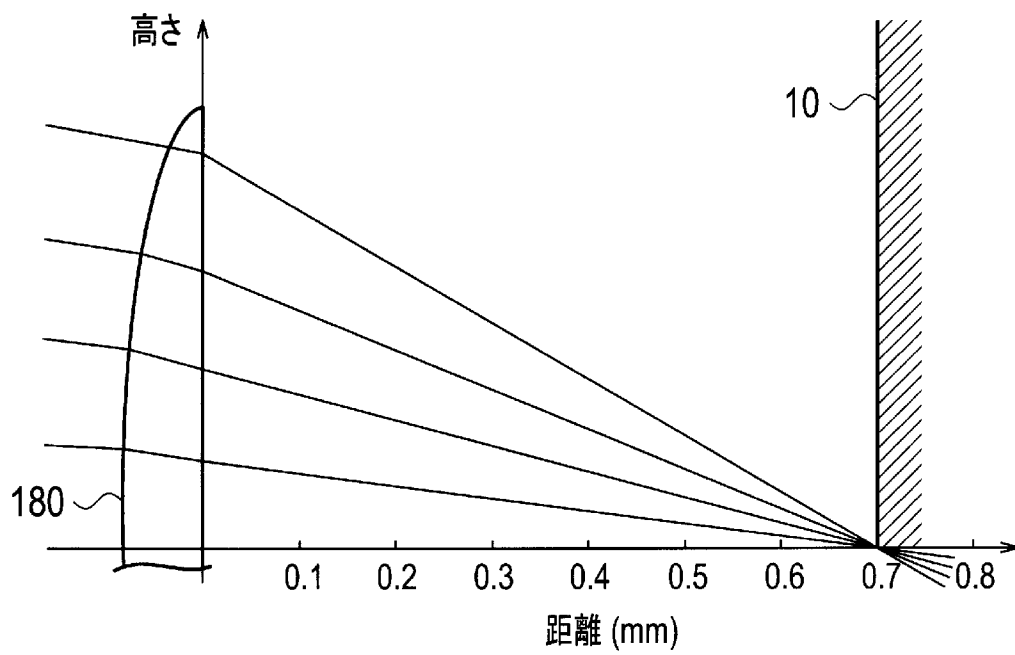
[図4]



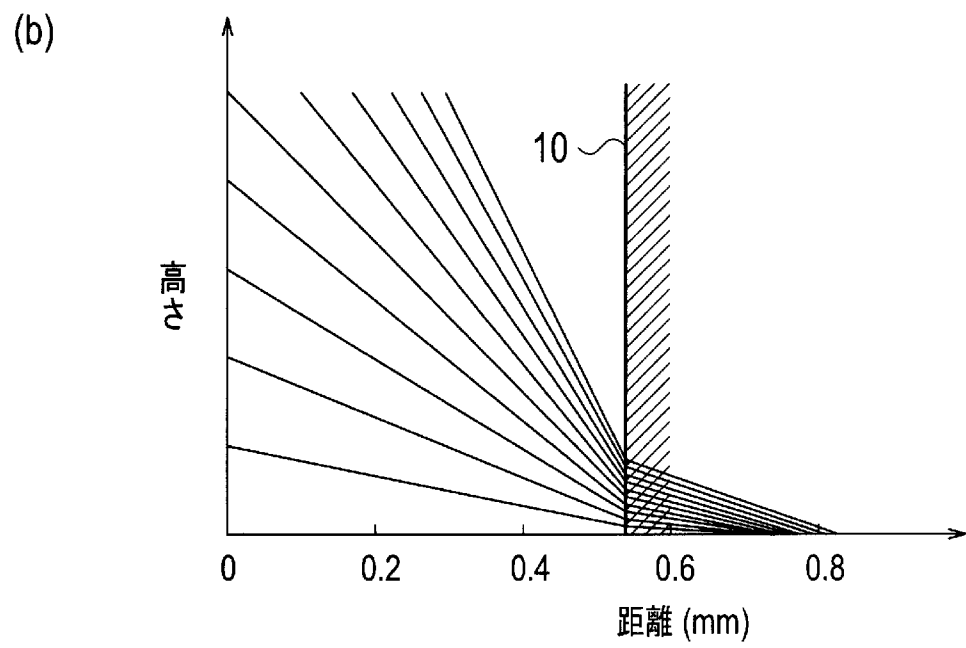
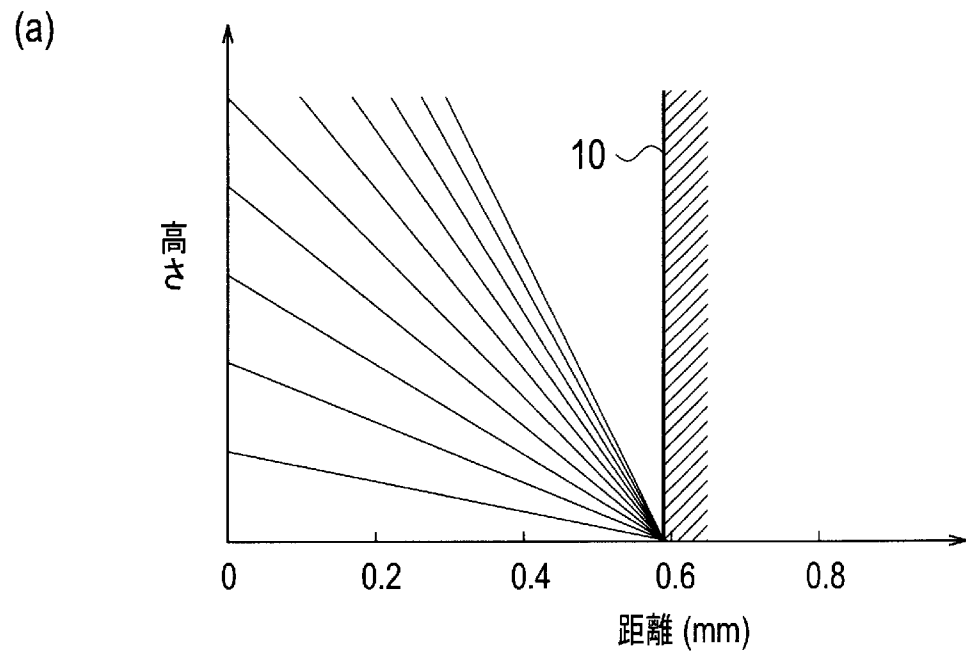
[図5]



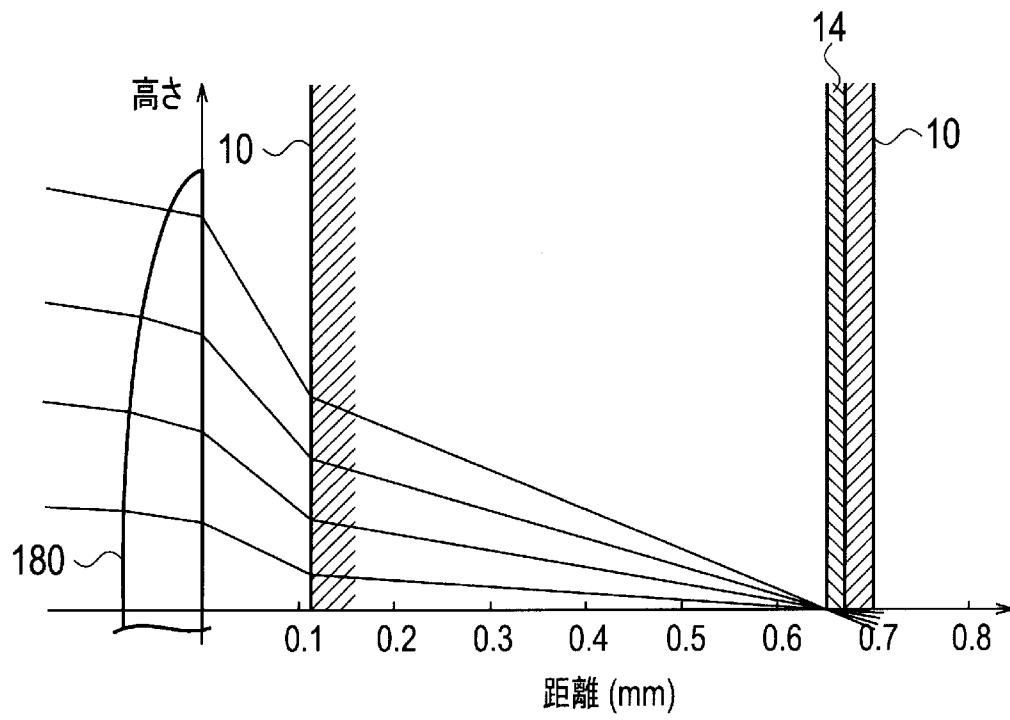
[図6]



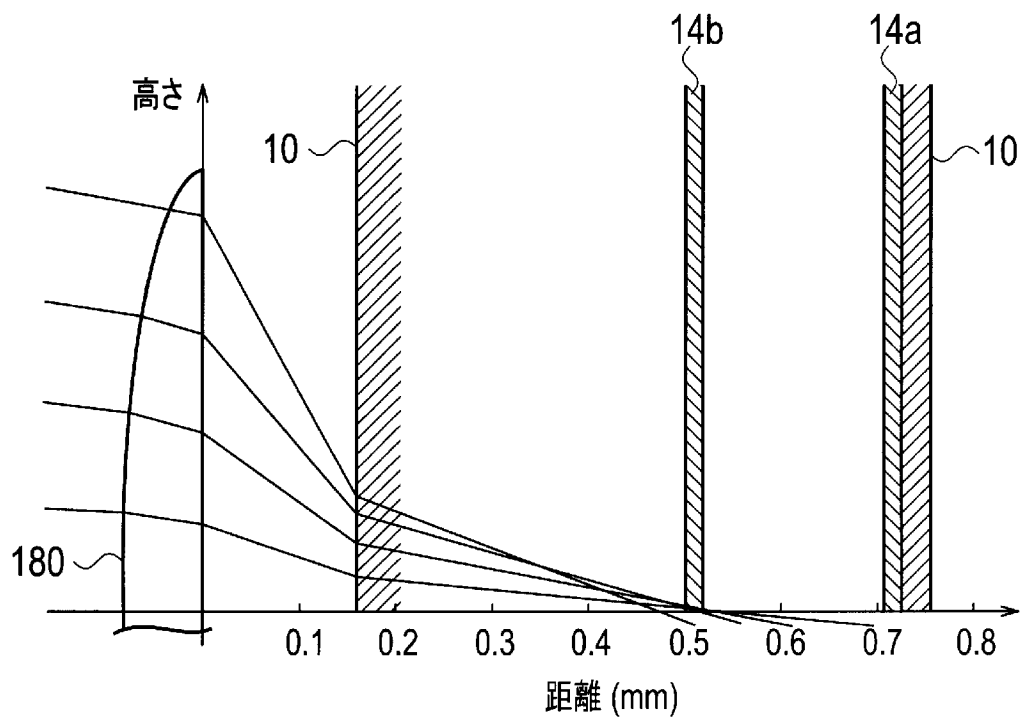
[図7]



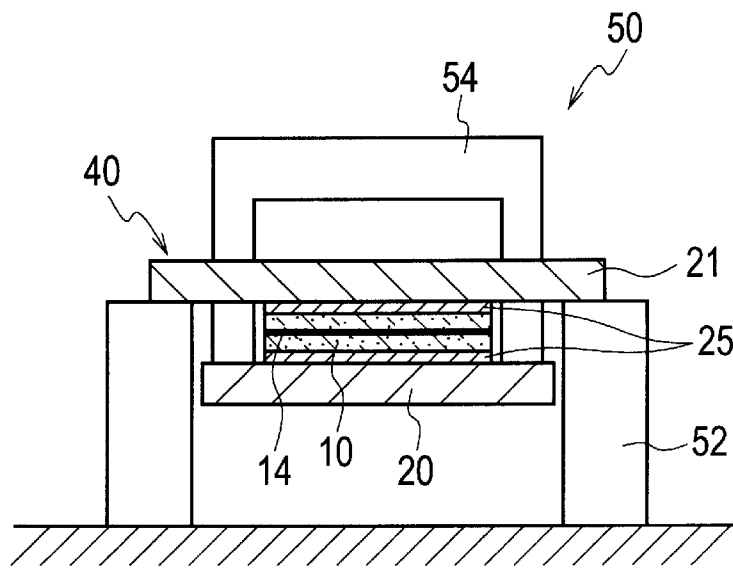
[図8]



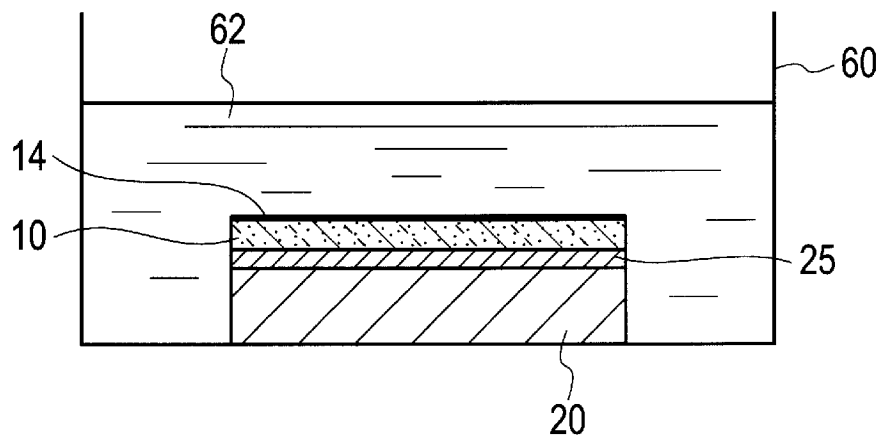
[図9]



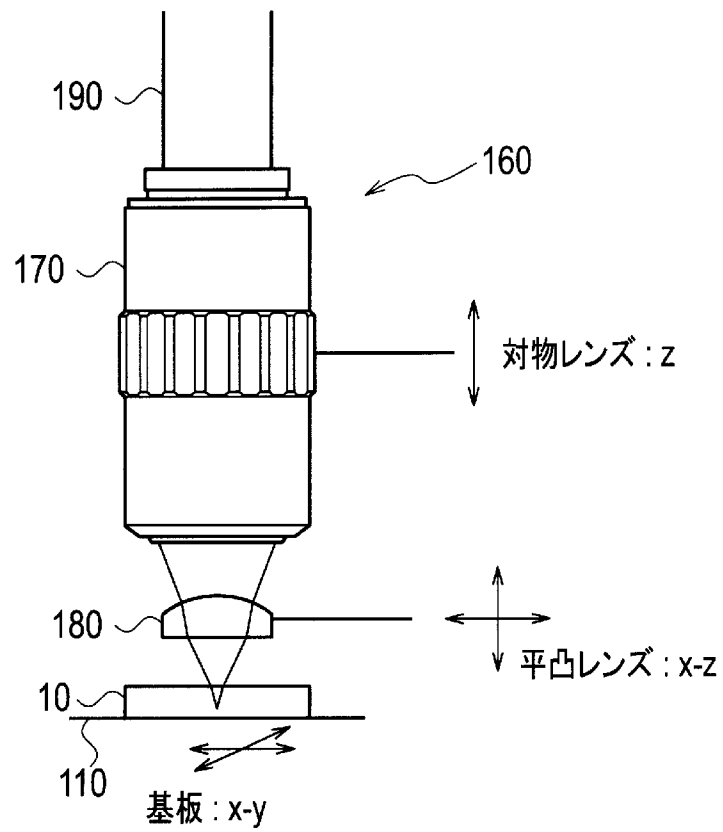
[図10]



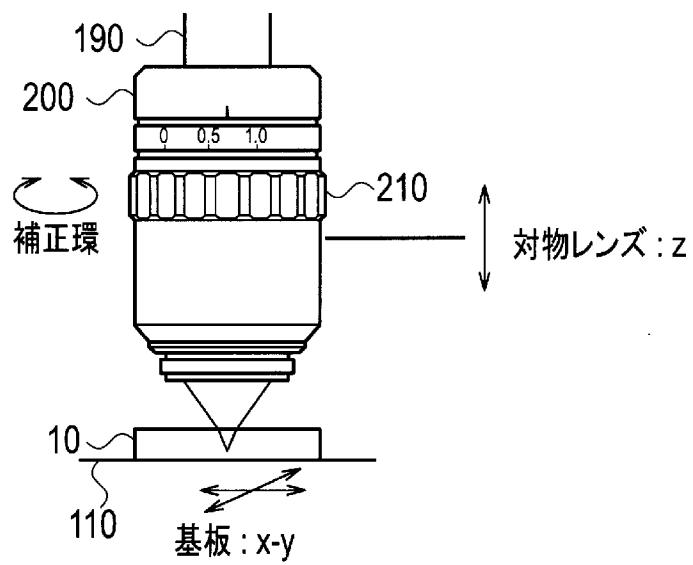
[図11]



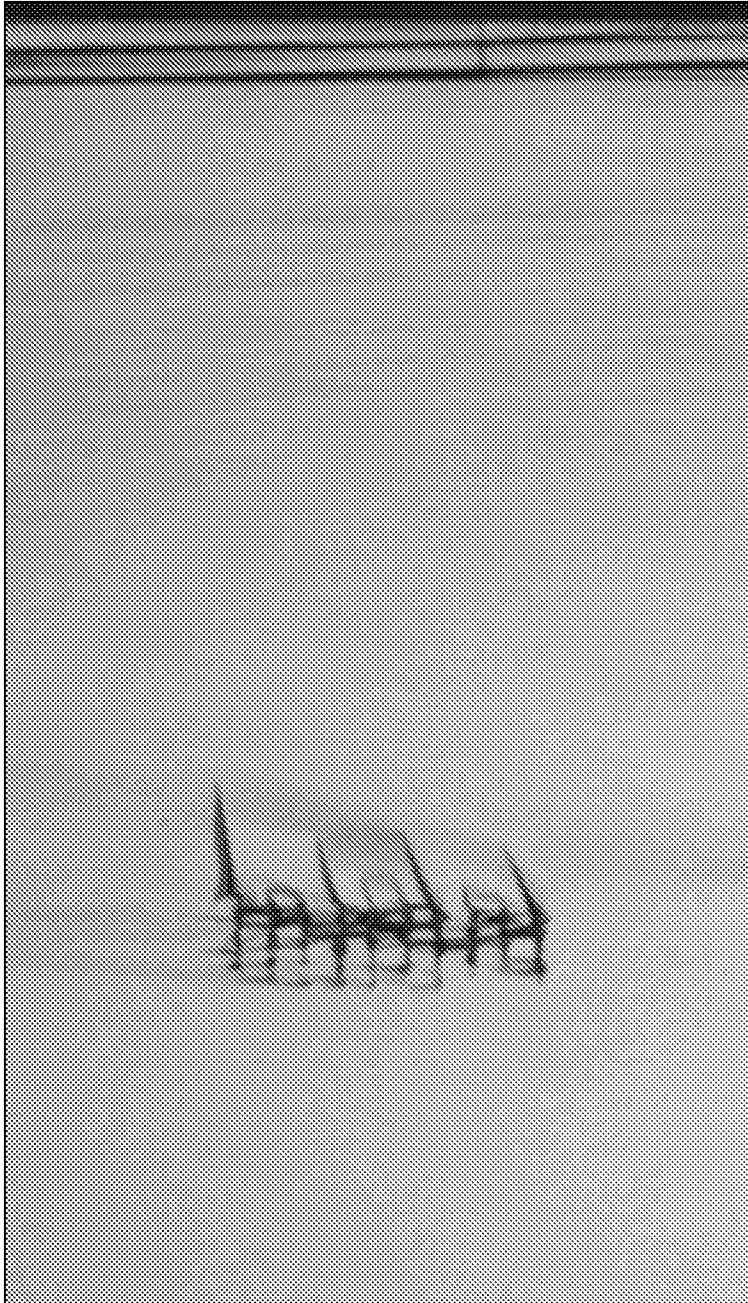
[図12]



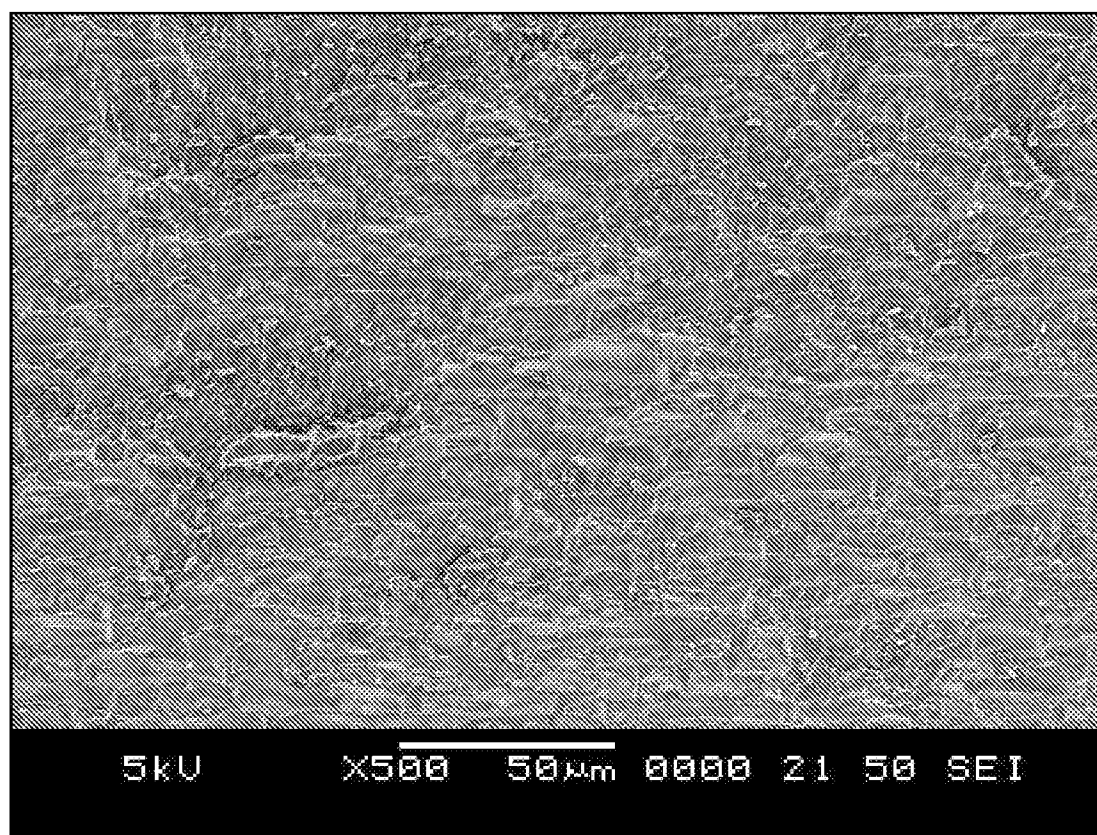
[図13]



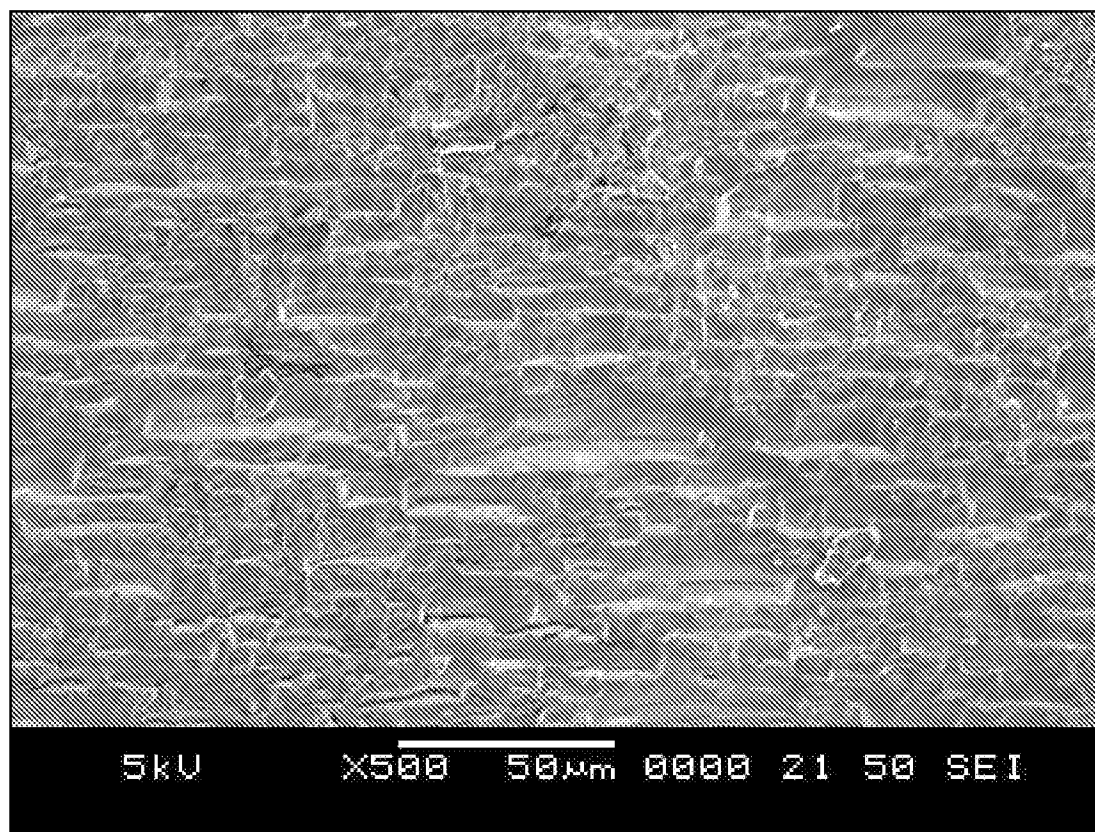
[図14]



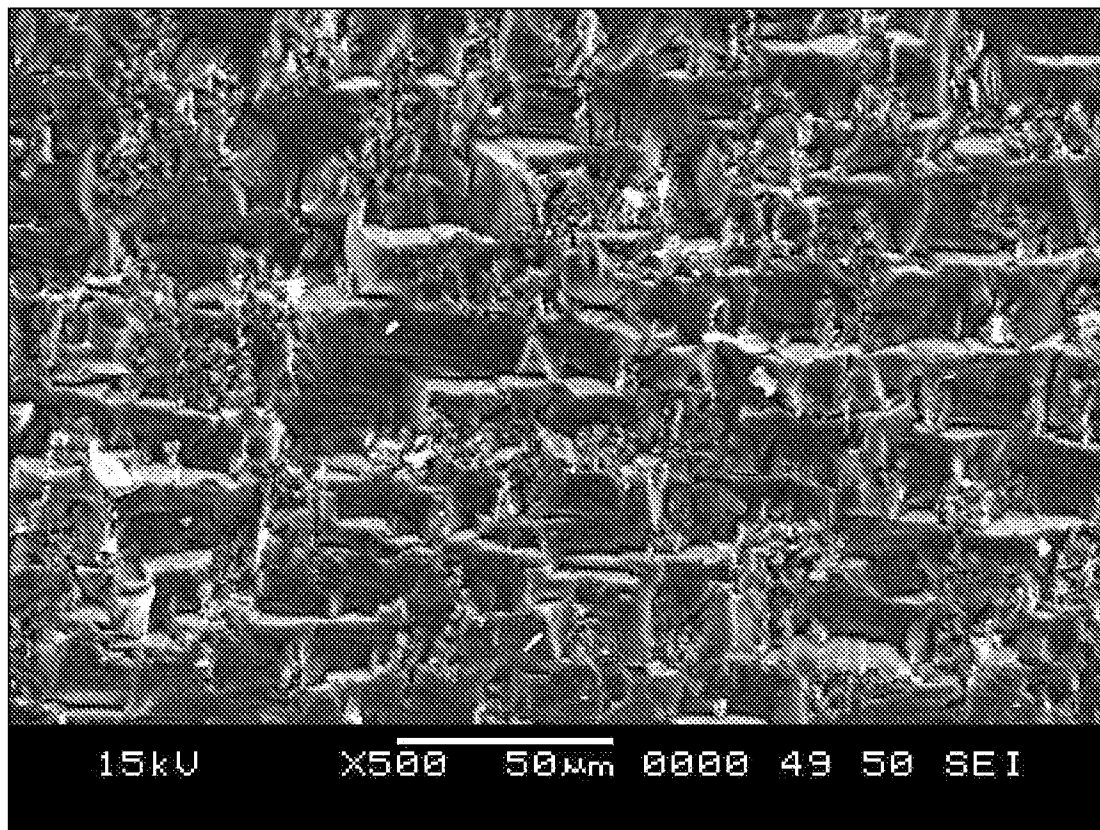
[図15]



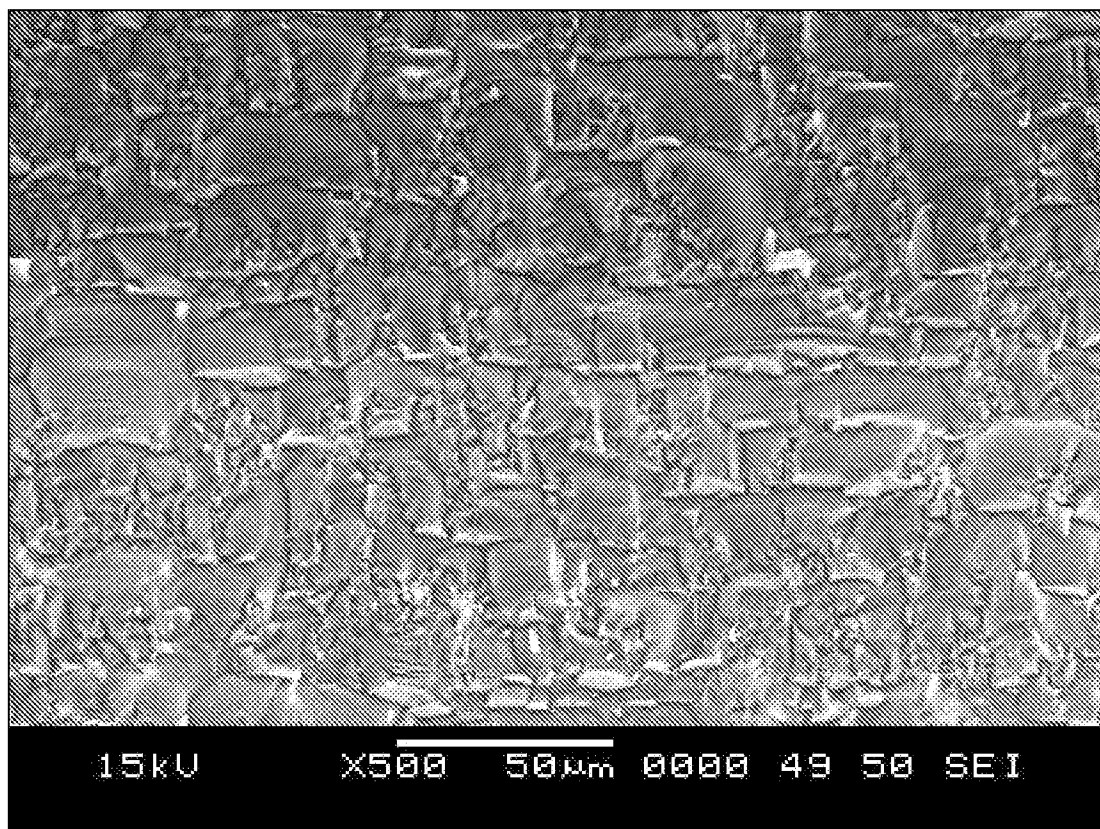
[図16]



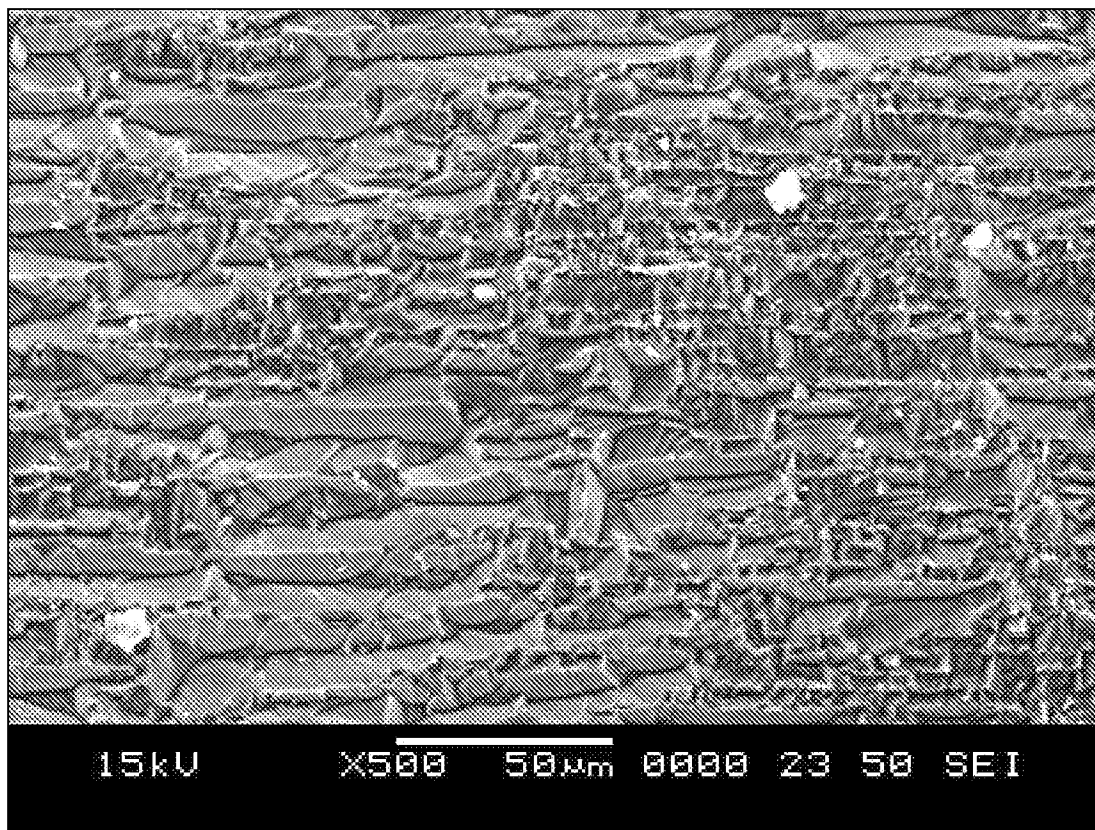
[図17]



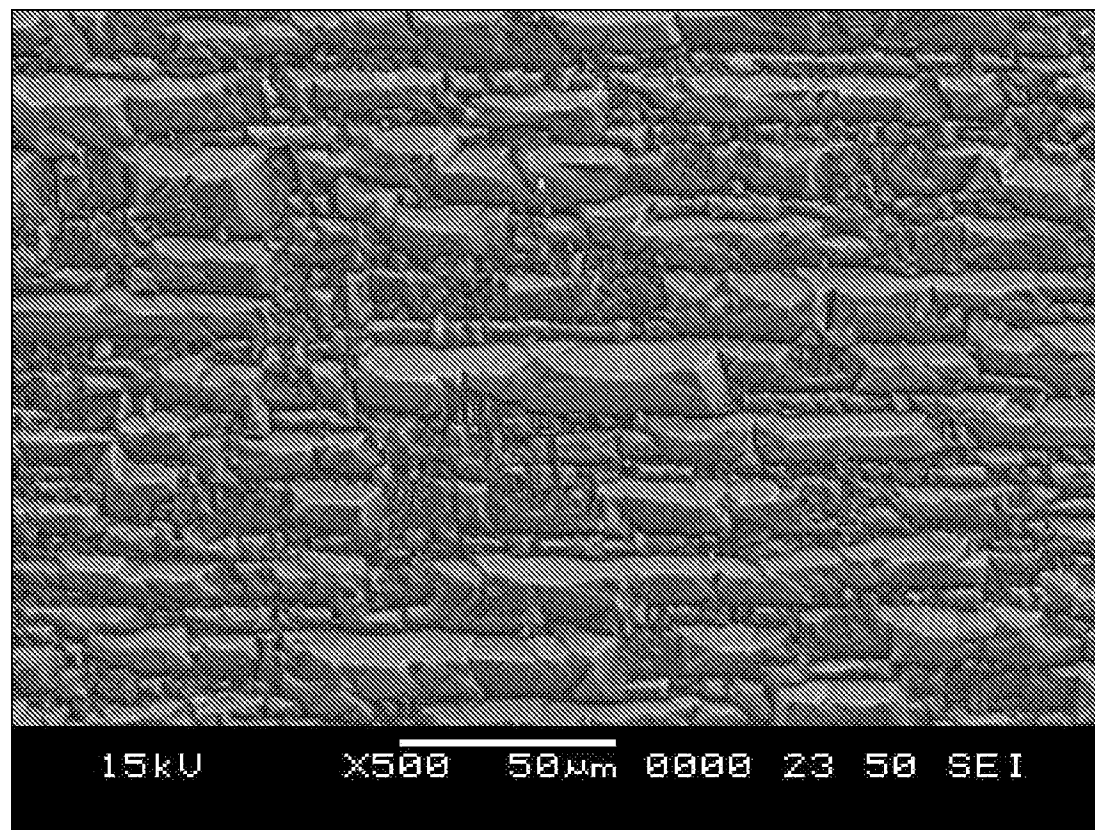
[図18]



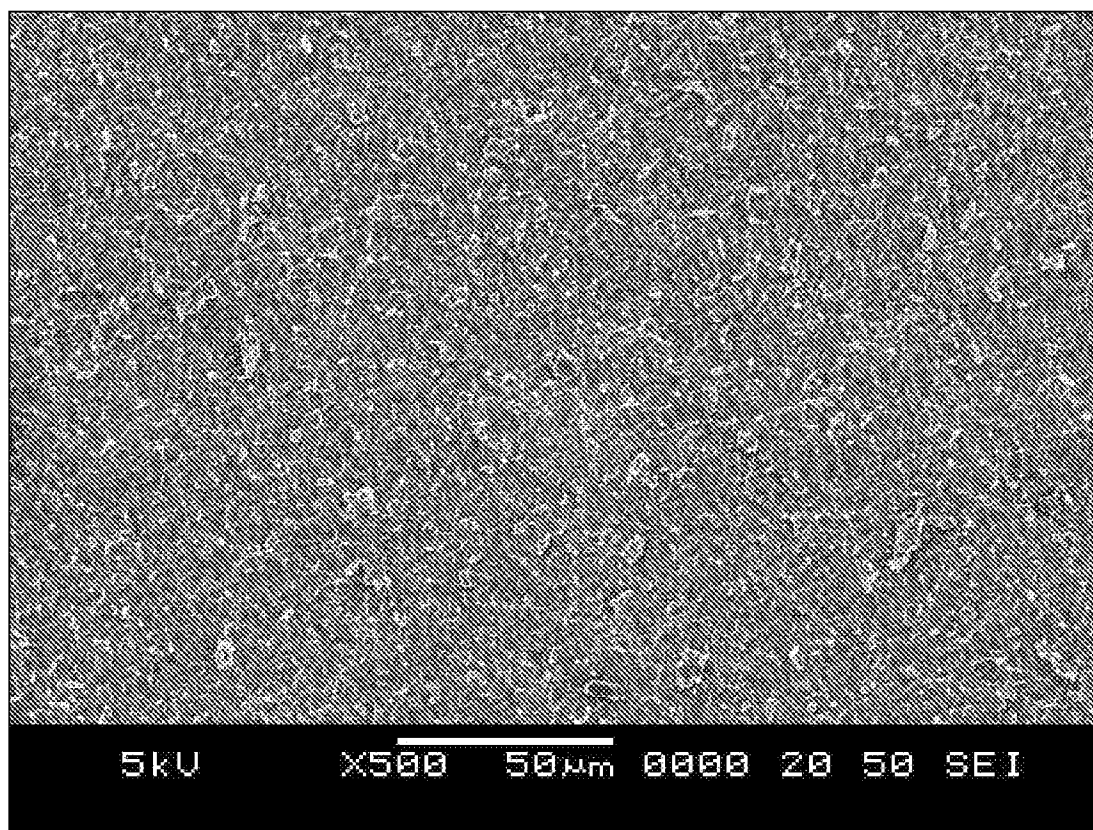
[図19]



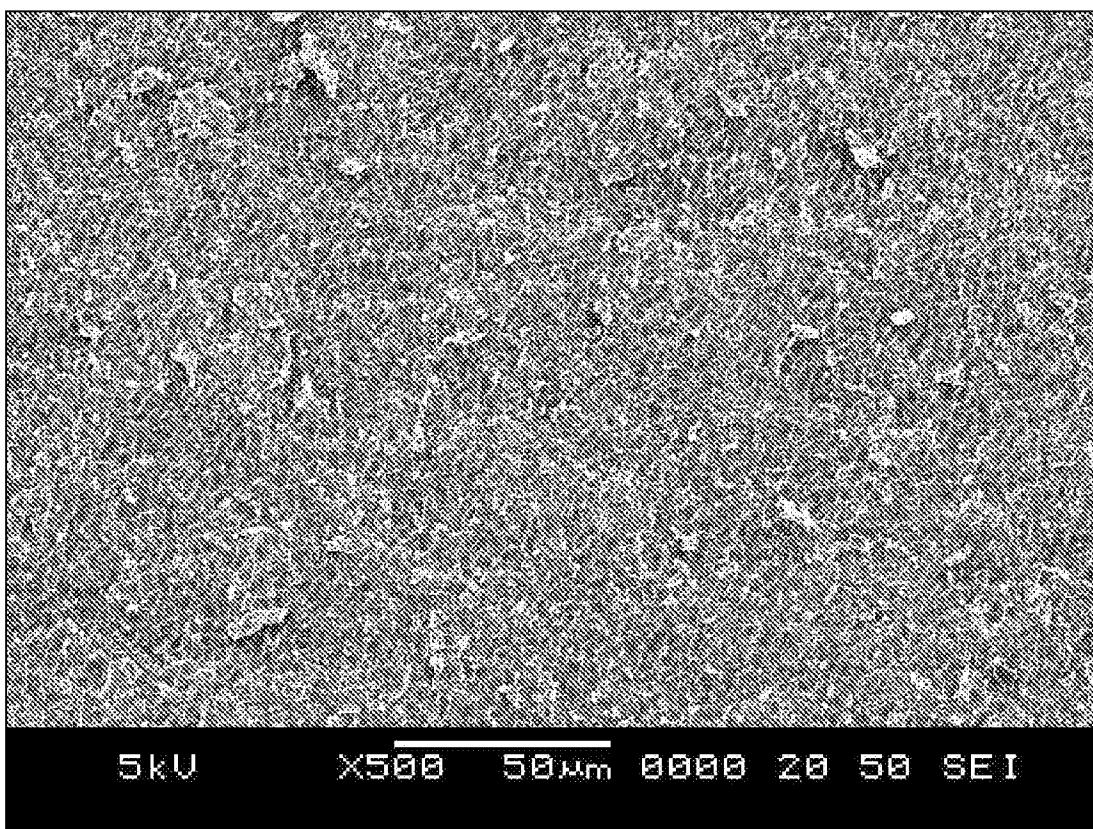
[図20]



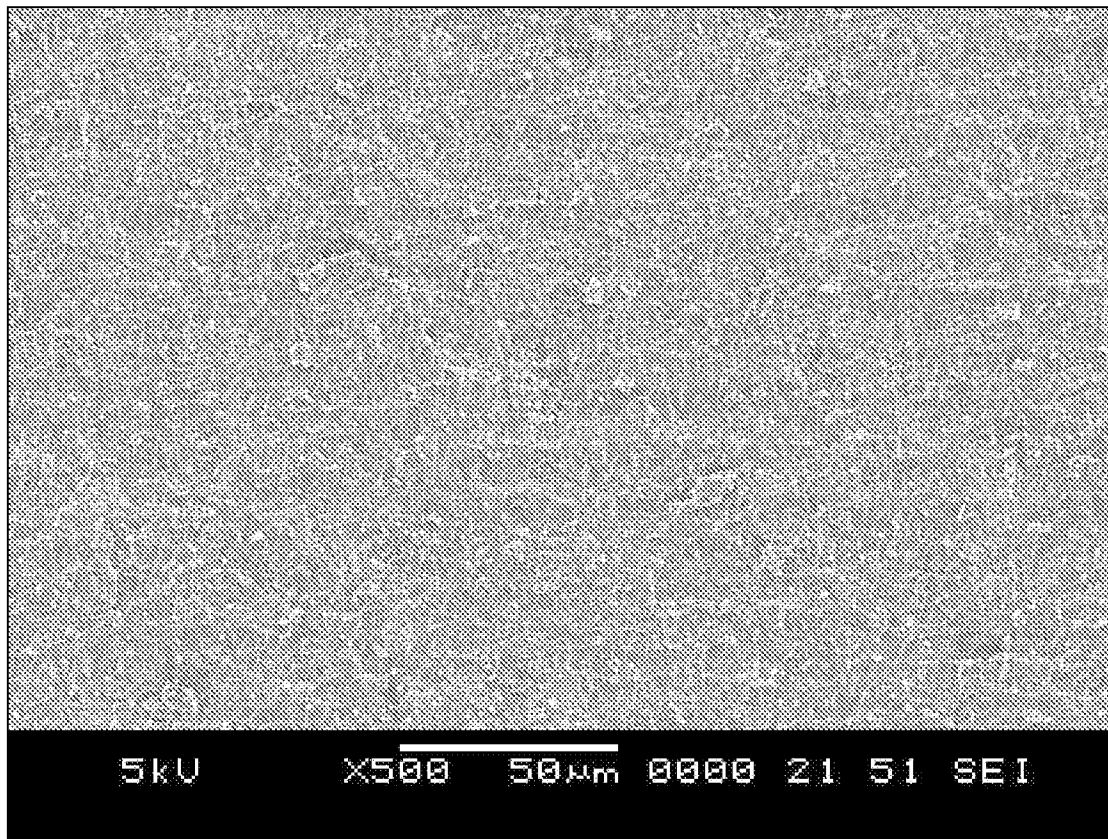
[図21]



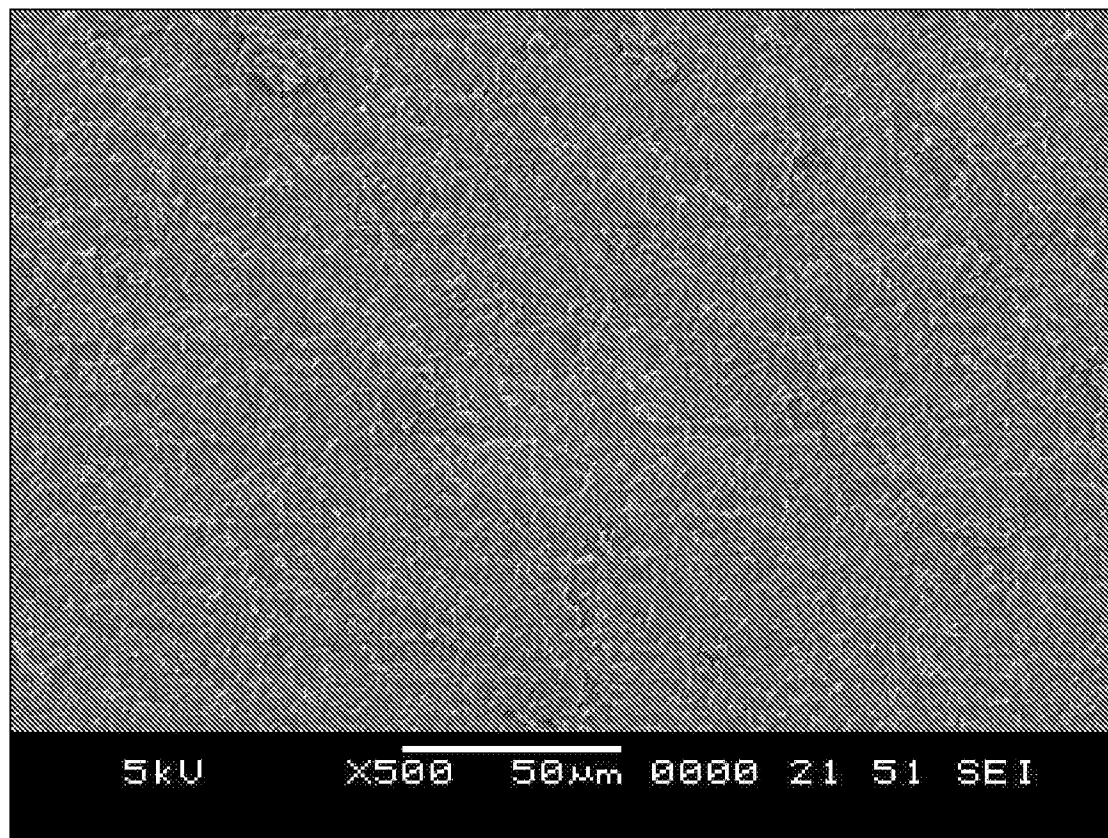
[図22]



[図23]



[図24]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/052327

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K26/40(2006.01)i, B23K26/06(2006.01)i, B23K26/38(2006.01)i, B28D5/00(2006.01)i, H01L21/304(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)

B23K26/40, B23K26/06, B23K26/38, B28D5/00, H01L21/304

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 Y	JP 2011-3624 A (Shin-Etsu Polymer Co., Ltd.), 06 January 2011 (06.01.2011), claims 1 to 2, 7 to 8; paragraphs [0001] to [0008], [0023] to [0042], [0057] to [0067]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1 2-18
Y	JP 2011-224658 A (Samsung Electronics Co., Ltd.), 10 November 2011 (10.11.2011), paragraph [0035] & US 2011/0256736 A1 & KR 10-2011-0114972 A	2-18

☒ 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
29 March, 2013 (29.03.13)

Date of mailing of the international search report
16 April, 2013 (16.04.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/052327

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011-155070 A (Saitama University, Shin-Etsu Polymer Co., Ltd.), 11 August 2011 (11.08.2011), paragraphs [0001] to [0008], [0018], [0035] to [0036], [0039], [0044] to [0049], [0053] to [0055]; fig. 2, 3, 5, 9 (Family: none)	2-18
Y	JP 2009-200383 A (Seiko Epson Corp.), 03 September 2009 (03.09.2009), paragraphs [0008], [0012] to [0019] (Family: none)	2-18
Y	JP 2008-78236 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 03 April 2008 (03.04.2008), paragraph [0051]; fig. 21 & US 2010/0012632 A1 & EP 2070632 A1 & WO 2008/035610 A1 & KR 10-2009-0064510 A & CN 101516565 A & TW 200819236 A	2-18

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B23K26/40 (2006.01)i, B23K26/06 (2006.01)i, B23K26/38 (2006.01)i, B28D5/00 (2006.01)i, H01L21/304 (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. B23K26/40, B23K26/06, B23K26/38, B28D5/00, H01L21/304

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 Y	JP 2011-3624 A (信越ポリマー株式会社) 2011.01.06, 請求項 1-2, 7-8, 段落【0001】-【0008】, 【0023】-【0042】, 【0057】-【0067】, 図 1-4 (ファミリーなし)	1 2-18
Y	JP 2011-224658 A (三星電子株式会社) 2011.11.10, 段落【0035】 & US 2011/0256736 A1 & KR 10-2011-0114972 A	2-18
Y	JP 2011-155070 A (国立大学法人埼玉大学, 信越ポリマー株式会社) 2011.08.11, 段落【0001】-【0008】, 【0018】, 【0035】-【0036】, 図 1-4 (ファミリーなし)	2-18

☒ 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

2 9 . 0 3 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 6 . 0 4 . 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)

田合 弘幸

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

3 P

9 6 2 0

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
	【0039】 , 【0044】 - 【0049】 , 【0053】 - 【0055】 , 図 2, 3, 5, 9 (ファミリーなし)	
Y	JP 2009-200383 A (セイコーエプソン株式会社) 2009. 09. 03, 段落 【0008】 , 【0012】 - 【0019】 (ファミリーなし)	2-18
Y	JP 2008-78236 A (浜松ホトニクス株式会社) 2008. 04. 03, 段落 【0051】 , 図 21 & US 2010/0012632 A1 & EP 2070632 A1 & WO 2008/035610 A1 & KR 10-2009-0064510 A & CN 101516565 A & TW 200819236 A	2-18