

(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
2016年10月6日(06.10.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/157419 A1

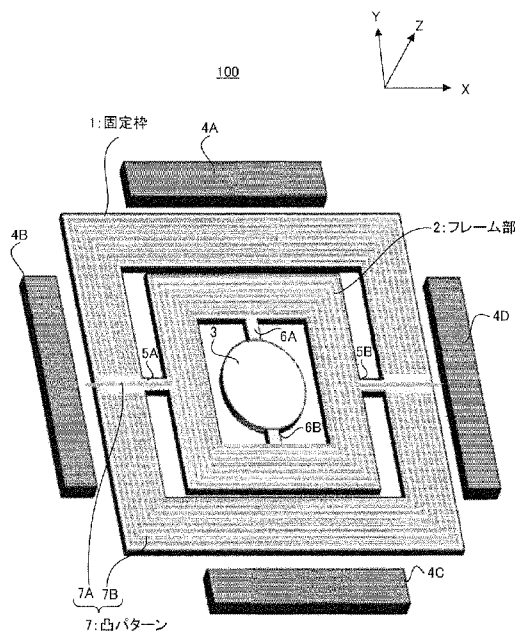
- (51) 国際特許分類:
G02B 26/10 (2006.01) *G02B 26/08* (2006.01)
B81B 3/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/060161
- (22) 国際出願日: 2015年3月31日(31.03.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: パイオニア株式会社(PIONEER CORPORATION) [JP/JP]; 〒1130021 東京都文京区本駒込二丁目28番8号 Tokyo (JP). パイオニア・マイクロ・テクノロジー株式会社(PIONEER MICRO TECHNOLOGY CORPORATION) [JP/JP]; 〒4000053 山梨県甲府市大里町465番地 Yamanashi (JP).

- (72) 発明者: 下澤 良輔(SHIMOSAWA, Ryosuke); 〒3508555 埼玉県川越市山田字西町25番地1 パイオニア株式会社 川越事業所内 Saitama (JP). 小荒井 満(KOARAI, Mitsuru); 〒4000053 山梨県甲府市大里町465番地 パイオニア・マイクロ・テクノロジー株式会社内 Yamanashi (JP).
- (74) 代理人: 中村 聡延(NAKAMURA, Toshinobu); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目16番10号 オークビル京橋3階 東京セントラル特許事務所内 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, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL SCANNER

(54) 発明の名称: 光スキャナ



- 1 Fixed frame
2 Frame part
7 Protrusion pattern

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide an optical scanner that allows the reflection within a scanning range from a region outside a mirror to be suitably reduced. A MEMS mirror (100) according to the present invention scans the light reflected from a mirror part (3) within a prescribed angle range by causing the mirror part (3) that reflects light incident thereon to pivot. The MEMS mirror includes a fixed frame (1), a frame part (2), and a protrusion pattern (7). The frame part (2) is coupled to the mirror part (3) and causes the mirror part (3) to pivot. The fixed frame (1) movably supports the frame part (2). The protrusion pattern (7) is provided on the surfaces of the fixed frame (1) and the frame part (2) at which incident light enters, reflects the incident light, and creates first order diffracted light caused by the reflection outside of the range of scanning angle.

(57) 要約: 本発明は、ミラーを除く領域からの走査範囲内への反射を好適に低減することが可能な光スキャナを提供することを目的とする。本発明のMEMSミラー(100)は、入射光を反射するミラー部(3)を揺動させることにより、ミラー部(3)により反射された光を所定の角度範囲に走査するものであって、固定枠(1)と、フレーム部(2)と、凸パターン(7)とを備える。フレーム部(2)は、ミラー部(3)に連結され、ミラー部(3)を揺動させる。固定枠(1)は、フレーム部(2)を変位可能に支持する。凸パターン(7)は、入射光が入射する側の固定枠(1)及びフレーム部(2)の表面に設けられ、入射する入射光を反射し、当該反射による1次回折光を走査角度の範囲外に生じさせる。



(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, ST, 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).

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：光スキャナ

技術分野

[0001] 本発明は、ミラーを駆動させる光スキャナに関する。

背景技術

[0002] 従来から、半導体工程技術によって製造されるMEMS (Micro Electro Mechanical System) デバイスが知られている。例えば、特許文献1には、MEMSの光スキャナにおいて、シリコン基板の表面上に形成されたミラーを除く領域に、ミラーに照射されるレーザ光の波長以下のピッチで微細凹凸構造を備えることにより、ミラーを除く領域でレーザ光が反射されて迷光となることを抑制する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2013-225075号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1では、平滑な基板などの表面に光の波長以下のピッチの周期構造を有する微細凹凸構造を設けることにより、材料の特有値である屈折率を漸近的に変化させて小さくすると同等の効果を発現させ、表面の光の反射率を小さくしている。このような微細凹凸構造を基板の表面に形成するために、リアクティブイオンエッチング技術を使用することが開示されているが、これは、MEMSの光スキャナの製造工程を複雑化させることになり、コストアップを招いてしまうという問題がある。

[0005] 本発明が解決しようとする課題は上記のようなものが例として挙げられる。本発明は、走査範囲内への反射を好適に低減することが可能な光スキャナを提供することを主な目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 請求項に記載の発明は、入射光を反射するミラー一部を揺動させることにより、前記ミラー一部により反射された光を所定の角度範囲に走査する光スキャナであって、前記ミラー一部に連結され、前記ミラー一部を揺動させる駆動部と、前記駆動部を変位可能に支持する支持部と、前記入射光が入射する側の、前記駆動部または前記支持部の表面に形成され、前記表面に入射する前記入射光を反射し、当該反射による１次回折光を前記所定の角度範囲の外に生じさせる反射型回折格子と、を備えることを特徴とする。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]MEMSミラーの斜視図を示す。

[図2]ダミーパターンを図示したMEMSミラーの上面図を示す。

[図3]磁力線を図示したMEMSミラーの上面図を示す。

[図4]フレーム部にレーザ光が入射する様子を示した図である。

[図5]ミラー部の位置検出機能を備えたMEMSミラーの正面図を示す。

[図6]フレーム部の製造工程を時系列で示した断面図である。

[図7]フレーム部の製造工程を時系列で示した断面図である。

[図8]走査領域の形状に応じてダミーパターンを形成した場合のMEMSミラーの斜視図を示す。

[図9]変形例３に係るMEMSミラーの正面図及びセンサ部付近の拡大図を示す。

発明を実施するための形態

[0008] 本発明の１つの好適な実施形態では、入射光を反射するミラー一部を揺動させることにより、前記ミラー一部により反射された光を所定の角度範囲に走査する光スキャナであって、前記ミラー一部に連結され、前記ミラー一部を揺動させる駆動部と、前記駆動部を変位可能に支持する支持部と、前記入射光が入射する側の、前記駆動部または前記支持部の表面に形成され、前記表面に入射する前記入射光を反射し、当該反射による１次回折光を前記所定の角度範囲の外に生じさせる反射型回折格子と、を備える。

- [0009] 上記光スキャナは、入射光を反射するミラー部を揺動させることにより、ミラー部により反射された光を所定の角度範囲に走査するものであって、駆動部と、支持部と、反射型回折格子とを備える。駆動部は、ミラー部に連結され、ミラー部を揺動させる。支持部は、駆動部を変位可能に支持する。反射型回折格子は、入射光が入射する側の、駆動部または支持部に入射する入射光を反射し、当該反射による1次回折光を走査角度の範囲外に生じさせる。この態様により、光スキャナは、駆動部や支持部に光が照射される場合であっても、駆動部や支持部からの反射光の一部を好適に走査角度の範囲外に生じさせることができる。よって、駆動部や支持部からの反射光に起因した影響を好適に低減することができる。
- [0010] 上記光スキャナの一態様では、前記駆動部に前記ミラー部を揺動させる為の電気エネルギーを供給する配線パターンを備え、前記反射型回折格子は、前記配線パターン、または、前記配線パターンの製造プロセスにおいて前記配線パターンと同時に形成され、前記電気エネルギーを供給する機能を有しないダミーパターンにより構成される。この態様では、光スキャナの製造工程を複雑化させることなく安価に反射型回折格子を好適に形成し、走査範囲内への駆動部や支持部からの反射光を低減させることができる。
- [0011] 上記光スキャナの他の一態様では、前記反射型回折格子の少なくとも一部は、前記駆動部の表面上にコイルを形成している配線パターンにより構成される。このように、光スキャナは、電磁駆動型の場合に、反射型回折格子を配線パターンにより好適に形成し、走査範囲内への駆動部や支持部からの反射光を低減させることができる。
- [0012] 上記光スキャナの他の一態様では、前記光スキャナは、2次元の投射面に前記ミラー部により反射された光を走査し、前記反射型回折格子は、前記投射面における走査範囲の長手方向に対応する第1方向に延びる前記ダミーパターンが、前記第1方向と垂直な第2方向に複数並んで配置されることにより構成される。この態様により、反射型回折格子が1次回折光を走査角度の範囲外に生じさせるための凹凸のピッチに関する条件を好適に緩和すること

ができ、幅広く半導体製造のプロセスルールに対応させることができる。

[0013] 上記光スキャナの他の一態様では、前記駆動部は、前記ミラー部の揺動を検出するセンサ部を含み、前記反射型回折格子は、前記センサ部の表面に形成される。この態様により、センサ部に光が照射される場合であっても、センサ部からの反射光の一部を好適に走査角度の範囲外に生じさせることができる。

[0014] 上記光スキャナの他の一態様では、光スキャナは、前記反射型回折格子の表面に、前記入射光を遮光する金属薄膜を備える。この態様により、センサ部が照射されることに起因してセンサ部の検出値に影響が生じるのを好適に抑制することができる。

実施例

[0015] 以下、図面を参照して本発明の好適な実施例について説明する。

[0016] [MEMSミラーの構成]

図1は、本発明の「光スキャナ」の一態様であるMEMSミラー100の斜視図を示す。MEMSミラー100は、電磁形MEMSミラーであって、シリコン基板上に、半導体集積回路作製技術により主要部分が作製される。MEMSミラー100は、主に、固定枠1と、フレーム部2と、ミラー部3と、磁石4A～4Dと、X軸トーシヨンバー5A、5Bと、Y軸トーシヨンバー6A、6Bと、を有する。以後では、X軸トーシヨンバー5A、5Bが延在する方向を「X軸方向」、Y軸トーシヨンバー6A、6Bが延在するX軸と垂直な方向を「Y軸方向」、X、Y軸に垂直な方向を「Z軸方向」とし、各正方向を図示のように定める。

[0017] 固定枠1は、フレーム部2を支持するための構造体であり、金属材料またはシリコンなどの半導体材料によって形成される。固定枠1は、内部に空隙を備える枠形状を有している。固定枠1の表面には、凸形状の凸パターン7が形成されている。凸パターン7は、後述するように、図示しない外部の電流源から供給される電流をフレーム部2に供給する為の配線パターン7Aと、電流を流さないダミーパターン7Bとから形成される。ダミーパターン7

Bは、少なくとも一端がいずれの電極にも接続されていない。固定枠1は、本発明における「支持部」の一例であり、凸パターン7により形成される凹凸領域は、本発明における「反射型回折格子」の一例である。

[0018] フレーム部2は、内部に空隙を備える枠形状を有している。フレーム部2は、X軸方向に延びる2本のX軸トーションバー5A、5Bを介し固定枠1に接続されている。そして、フレーム部2は、固定枠1に対してX軸を回転軸として揺動（回転）自在となっている。また、フレーム部2の表面には、凸パターン7が形成されている。固定枠1からX軸トーションバー5A、5Bを経由して延びる配線パターン7Aは、フレーム部2の枠形状に沿って、フレーム部2の表面上にコイルを形成する。フレーム部2は、本発明における「駆動部」の一例である。

[0019] ミラー部3は、入射してくる光を反射する反射膜が表面に形成された円盤形状の部材であり、Y軸方向に延びる2本のY軸トーションバー6A、6Bを介してフレーム部2に接続されている。そして、ミラー部3は、フレーム部2に対してY軸を回転軸として揺動自在となっている。

[0020] X軸トーションバー5A、5B及びY軸トーションバー6A、6Bは、例えばシリコン、金属、樹脂等を材料とするバネ等のような弾性を有する部材である。磁石4A～4Dは、フレーム部2の周辺に配置され、フレーム部2に形成されるコイルが存在する領域に、X軸方向及びY軸方向の磁界を発生させる。図1では、固定枠1をY軸方向で挟む位置に、磁石4A及び磁石4Cが配置され、固定枠1をX軸方向で挟む位置に、磁石4B及び磁石4Dが配置されている。

[0021] 図2及び図3は、MEMSミラー100の上面図を示す。図2は、配線パターン7Aを実線により表示し、ダミーパターン7Bを破線により表示している。また、図3は、ダミーパターン7Bを図示せずに配線パターン7Aのみを表示し、配線パターン7Aにより生じる磁力線 A_x 、 A_y を図示している。

[0022] 図2及び図3に示すように、固定枠1からX軸トーションバー5A、5B

を經由して延びる配線パターン 7 A は、フレーム部 2 の外縁で周回するように形成されており、フレーム部 2 の表面上にコイルを形成する。これにより、配線パターン 7 A は、磁力線 A_x により示される X 軸方向の磁界と、磁力線 A_y により示される Y 軸方向の磁界とをそれぞれ発生させる。

[0023] また、ダミーパターン 7 B は、図 2 に示すように、固定枠 1 及びフレーム部 2 の表面上で、凸パターン 7（即ち配線パターン 7 A 及びダミーパターン 7 B）により形成される凹凸が所定の周期で平行に並ぶように形成されている。これにより、凸パターン 7 は、固定枠 1 及びフレーム部 2 の表面上で、反射型の回折格子を形成する。この回折格子の機能については、[反射低減処理] のセクションで詳しく説明する。

[0024] [MEMS ミラーの動作]

次に、本実施例の MEMS ミラー 100 の動作態様について説明する。

[0025] MEMS ミラー 100 の動作時には、フレーム部 2 に形成されたコイルには、外部の電流源から、配線パターン 7 A を介して、所望のタイミングで所望の駆動用電流が供給される。駆動用電流は、X 軸を回転軸としてフレーム部 2 を回転させるための電流成分（「X 軸駆動用電流成分」とも呼ぶ。）と、Y 軸を回転軸としてミラー部 3 を回転させるための電流成分（「Y 軸駆動用電流成分」とも呼ぶ。）を含む。本実施例では、フレーム部 2 は、任意の周波数（例えば、60 Hz）で、X 軸を回転軸として回転する。この場合、X 軸駆動用電流成分は、X 軸を回転軸とする回転の周波数と同一の周波数を含む交流電流を含むことが好ましい。

[0026] フレーム部 2 に形成されたコイルには、固定枠 1 を挟んで Y 軸方向に並べられた 2 つの磁石 4 A、4 C から、Y 軸方向の磁界が印加されている。従って、駆動用電流が供給された状態では、コイルには、X 軸駆動用電流成分と Y 軸方向の磁界との間の電磁相互作用に起因したローレンツ力が発生する。これにより、フレーム部 2 は、X 軸を回転軸として回転する。ここで、X 軸駆動用電流成分は交流であるから、所定周期ごとに回転方向が反転し、フレーム部 2 は揺動することになる。

[0027] また、本実施例では、ミラー部 3 は、ミラー部 3 と 2 つの Y 軸トーションバー 6 A、6 B によって定まる共振周波数により、Y 軸を回転軸として回転する。具体的には、ミラー部 3 の Y 軸周りの慣性モーメントと、Y 軸トーションバー 6 A、6 B のねじりバネ定数とによって定まる共振周波数（例えば、15 kHz）により、Y 軸を回転軸として回転する。この場合、Y 軸駆動用電流成分は、Y 軸を回転軸とする回転周波数の $1/N$ 倍（「N」は整数）の周波数の信号成分を含む交流電流と同一周波数となる交流電流を含むことが好ましい。

[0028] 一方、フレーム部 2 に形成されたコイルには、固定枠 1 を挟んで X 軸方向に並べて配置された 2 つの磁石 4 B、4 D から、X 軸方向の磁界が印加されている。従って、駆動用電流が供給された状態では、コイルには、Y 軸駆動用電流成分と X 軸方向の磁界との間の電磁相互作用に起因したローレンツ力が発生する。これにより、フレーム部 2 の Y 軸方向に延びる一辺は固定枠 1 に対して Z 軸正方向に移動し、それに対向する一辺は Z 軸負方向に移動する。このとき、X 軸トーションバー 5 A、5 B は弾性体である為、フレーム部 2 の Y 軸方向に延びる辺の Z 軸方向への移動を完全には規制しない。つまり、この場合、X 軸トーションバー 5 A、5 B が変形することにより、フレーム部 2 は固定枠 1 に対して傾く。ここで、X 軸駆動用電流成分は交流であるから、所定周期ごとに固定枠 1 に対するフレーム部 2 の傾き方向が反転する。このように、フレーム部 2 が周期的に反転しながら傾くことで、ミラー部 3 は、フレーム部 2 に対して前述の共振周波数で Y 軸を回転軸として揺動することになる。

[0029] このように、フレーム部 2 に形成されたコイルに X 軸駆動用電流成分および Y 軸駆動用電流成分を重畳して流すことにより、ミラー部 3 は、X 軸および Y 軸を回転軸として揺動する。これにより、ミラー部 3 は、入射した光を 2 次元空間である被投射面上で走査することができる。

[0030] [反射低減処理]

本実施例では、固定枠 1 及びフレーム部 2 の表面上に形成された凸パター

ン 7 が反射型の回折格子として機能する。これにより、固定枠 1 及びフレーム部 2 からの反射光がミラー部 3 の走査領域に入射することに起因した描画画像の画質劣化等を好適に低減する。

[0031] MEMS ミラー 100 は、集光されたレーザ光をミラー部 3 で反射し、スクリーンなどの被投射面上の所定範囲を走査領域として走査する。しかし、レーザ光の集光には理論的な限界があるため、ミラー部 3 が小型の場合は、ミラー部 3 以外の固定枠 1 及びフレーム部 2 にもレーザ光が照射されてしまう場合がある。そして、固定枠 1 又は／及びフレーム部 2 からの高い強度の反射光が MEMS ミラー 100 の走査領域に入射すると、走査領域に描画される画像の画質を劣化させるなどの問題が生じる。

[0032] 以上を勘案し、本実施例では、レーザ光が照射され得る固定枠 1 及びフレーム部 2 の表面には、配線パターン 7 A 及びダミーパターン 7 B による反射型の回折格子が形成されている。この回折格子は、配線パターン 7 A 及びダミーパターン 7 B の凹凸が所定の周期で平行に並ぶことにより構成される。ここで、コイルを構成する配線パターン 7 A は、フレーム部 2 の表面上を周回するように配置されているため、回折格子を構成するのに好適である。また、コイルを構成する配線パターン 7 A が存在しない領域には、少なくとも一端がいずれの電極にも接続されず、電流を流さないダミーパターン 7 B が配置される。

[0033] この場合、回折格子の隣り合う凸部により反射された光は、光の干渉により、所定角度の範囲では強度を強め合い、別の所定角度の範囲では強度を弱め合うことになる。即ち、回折格子により反射された反射光は、0 次回折光、±1 次回折光、±2 次回折光といった各次数に対応した回折光となる。

[0034] 本実施例では、0 次を除く ±1 次以降の各次数の回折光が、ミラー部 3 と走査角度の範囲（即ちミラー部 3 と走査領域の外縁とを結ぶ領域により特定される空間）外に生じるように、照射されるレーザ光の波長に応じて、凸パターン 7 を適切なピッチにより配置する。これについて図 4 を参照して説明する。

[0035] 図4は、フレーム部2に形成された凸パターン7にレーザ光が入射する様子を示した図である。図4の例では、凸パターン7に入射するレーザ光を示す実線の光線 $L_a \sim L_c$ に対して、それぞれ、 -1 次回折光を示す一点鎖線の光線 L_{aa} 、 L_{ba} 、 L_{ca} と、 1 次光を示す二点鎖線の光線 L_{ab} 、 L_{bb} 、 L_{cb} とが示されている。また、領域70は、ミラー部3の走査角度の範囲を示す。

[0036] ここで、図4に示すように、入射光の入射角度を「 ϕ 」、凸パターン7のピッチ（格子定数）を「 d 」、回折格子の法線に対する 1 次回折光の進行角度を「 θ_1 」、上述の法線に対する -1 次回折光の進行角度を「 θ_2 」、入射光の波長を「 λ 」とすると、グレーティング方程式により、以下の式（1）、（2）が成立する。

$$d \times (\sin \theta_1 - \sin \phi) = \lambda \quad \text{式 (1)}$$

$$d \times (\sin \theta_2 - \sin \phi) = -\lambda \quad \text{式 (2)}$$

ここで、図4に示すように、ミラー部3による走査角（全角）を「 α 」とすると、走査範囲内に 1 次回折光が発生しないためには、図4に基づき、以下の式（3）及び式（4）を満たすことが条件となる。

$$\theta_1 > \phi + \alpha / 2 \quad \text{式 (3)}$$

$$\theta_2 < \phi - \alpha / 2 \quad \text{式 (4)}$$

よって、例えば、「 $\lambda = 450 \text{ nm}$ 」、「 $\alpha = 50^\circ$ 」、「 $\phi = 10^\circ$ 」とした場合、式（3）に基づき「 $\theta_1 > 35^\circ$ 」となり、この関係を式（1）に適用すると、「 $d < 1.13 \text{ }\mu\text{m}$ 」が得られる。また、式（4）に基づき「 $\theta_2 < -15^\circ$ 」となることから、この関係を式（2）に適用すると、「 $d < 1.07 \text{ }\mu\text{m}$ 」となる。よって、この場合、「 $d < 1.07 \text{ nm}$ 」となるように、凸パターン7を配置すればよい。

[0037] このように、本実施例では、式（1）～（4）に基づきピッチ d を適切に定め、凸パターン7により構成される回折格子をミラー部3以外のレーザ光が照射されてしまう部材（本実施例では固定枠1及びフレーム部2）上に配置する。これにより、走査範囲内への ± 1 次光以降の回折光が走査角度範囲

内へ入射するのを防ぎ、走査角度範囲内への不要な反射光の光量を好適に低減することができる。

[0038] また、〔製造工程〕のセクションで後述するように、ダミーパターン 7 B は、MEMS ミラー 100 を製造する過程において必要となるミラー部 3 を駆動するための電流を供給する配線パターン 7 A を形成する工程において、配線パターン 7 A と同時に形成することが可能である。このため、従来の MEMS ミラー 100 の製造工程を複雑化させることなく、走査領域内への不要な反射を低減させる回折格子を追加することができる。

[0039] 〔ミラー部の位置検出構造〕

MEMS ミラー 100 は、好適には、ミラー部 3 を支持する Y 軸トーシヨンバー 6 A、6 B の近傍に piezo 抵抗素子などが配置され、Y 軸トーシヨンバー 6 A、6 B のねじれに応じて生じるミラー部 3 の変位量に基づく回転位置を検出可能に構成される。

[0040] 図 5 は、ミラー部 3 の位置検出機能を備えた MEMS ミラー 100 の正面図及び Y 軸トーシヨンバー 6 B の近傍の拡大図を示す。図 5 に示す MEMS ミラー 100 のフレーム部 2 の Y 軸トーシヨンバー 6 B の近傍部分には、ミラー部 3 の回転位置を検出するための piezo 抵抗素子を含むセンサ部 20 が設けられている。センサ部 20 では、piezo 抵抗素子に光が照射された際の光電効果による影響を抑制するため、piezo 抵抗素子の表面に遮光用の金属薄膜の一例であるアルミ層 25 が形成されている。ここで、金属薄膜であるアルミ層 25 は光の反射率が高いため、アルミ層 25 へ照射されたレーザ光の反射光が MEMS ミラー 100 の走査領域に反射される可能性がある。よって、図 5 に示すセンサ部 20 では、アルミ層 25 が回折格子を構成するように、所定のピッチの凹凸が形成されている。ここで、アルミ層 25 のピッチは、凸パターン 7 のピッチと同様に、 ± 1 次光以降の回折光が走査領域に入射しないように、式 (1) ~ (4) を満たすような幅に設定される。

[0041] このように、アルミ層 25 は、piezo 抵抗素子への遮光機能を有すると共に、回折格子として機能する。これにより、センサ部 20 での反射光が ME

MSミラー１００の走査領域に入射するのを抑制することができる。なお、センサ部２０の具体的構成については、以下の「製造工程」のセクションで詳しく説明する。

[0042] 「製造工程」

次に、図５で説明したセンサ部２０を含むフレーム部２の製造工程について、図６及び図７を参照して説明する。図６及び図７は、フレーム部２の各製造工程（第１～第７工程）における状態を時系列により表した図である。ここで、図６は、図５の二点鎖線Ａに沿ったフレーム部２の断面図を示し、図７は、一点鎖線Ｂに沿ったフレーム部２の断面図を示す。

[0043] まず、第１工程では、図６（Ａ）及び図７（Ａ）に示すように、フレーム部２の基板となる成形されたシリコン基板２１が載置される。さらに、センサ部２０を形成する領域では、図６（Ａ）に示すように、piezo抵抗素子２２がシリコン基板２１上に拡散法やイオン注入等により形成される。

[0044] 次に、第２工程では、図６（Ｂ）及び図７（Ｂ）に示すように、シリコン酸化膜２３をシリコン基板２１の全面に化学蒸着（CVD: Chemical Vapor Deposition）法などにより形成する。

[0045] そして、第３工程では、図６（Ｃ）及び図７（Ｃ）に示すように、シリコン酸化膜２３をフォトリソでマスクし、ドライエッチング等を施すことで、piezo抵抗素子２２上にコンタクトホール３０を開く。この場合、コンタクトホール３０の開くと同時に、piezo抵抗素子２２上に回折格子を構成する所定ピッチの凹部３１を開く。これにより、工程を追加することなく、センサ部２０上に回折格子を構成するための凹凸構造を形成することができる。

[0046] 次に、第４工程では、図６（Ｄ）及び図７（Ｄ）に示すように、スパッタリング等によりアルミ層２４を全面に形成する。そして、第５工程では、図６（Ｅ）及び図７（Ｅ）に示すように、アルミ層２４をフォトリソでマスクし、ドライエッチング等を施すことで、凸パターン７を形成する。この場合、配線パターン７Ａと同時に回折格子を構成するダミーパターン７Ｂを

形成することにより、工程を追加することなく、回折格子を構成できる。

[0047] 次に、第6工程では、図6（F）及び図7（F）に示すように、スパッタリング等により、絶縁層として機能するシリコン酸化膜23を、CVD法などにより全面に形成する。最後の第7工程では、図6（G）及び図7（G）に示すように、アルミ層25を全面に形成した後に、フォトリソでマスクし、ドライエッチング等を施すことで、piezo抵抗素子の表面に、遮光層として機能するアルミ層25を形成する。また、アルミ層25は、所定ピッチの凹凸を備える回折格子として機能し、±1次以降の次数の回折光を走査角度範囲内に生じさせない。

[0048] なお、図6及び図7に示した製造工程は一例であって、本発明に係るMEMSミラー100を製造する工程は、これに限定されない。他のプロセスを利用してMEMSミラー100を製造する場合であっても、コンタクトホール30や配線パターン7Aを形成するのに必要なプロセスにおいて、回折格子を構成するための凹凸構造（即ちダミーパターン7Bや凹部31）を形成する。これにより、従来のMEMSミラー100の製造工程を複雑化させることなく、走査範囲内への不要な反射を低減させる回折格子を追加することができる。

[0049] 以上説明したように、本実施例に係るMEMSミラー100は、入射光を反射するミラー部3を揺動させることにより、ミラー部3により反射された光を所定の角度範囲に走査するものであって、固定枠1と、フレーム部2と、凸パターン7とを備える。フレーム部2は、ミラー部3に連結され、ミラー部3を揺動させる。固定枠1は、フレーム部2を変位可能に支持する。凸パターン7は、入射光が入射する側の固定枠1及びフレーム部2の表面に設けられ、入射する入射光を反射し、当該反射による1次回折光を走査角度の範囲外に生じさせる。これにより、MEMSミラー100は、固定枠1及びフレーム部2の反射光が走査領域に入射することに起因した画質の劣化等を好適に抑制することができる。

[0050] そして、上述した本実施例のMEMSミラー100は、例えば、ヘッドア

ップディスプレイ、ヘッドマウントディスプレイ、レーザスキャナ、及びレーザプリンタ等を含む各種の電子機器に対して適用することができる。

[0051] [変形例]

次に、上述の実施例に好適な変形例について説明する。以下に示す変形例は、組み合わせて上述の実施例に適用されてもよい。

[0052] (変形例 1)

[反射低減処理] のセクションで説明した式 (1) ~ (4) の関係によれば、角度 α が小さいほど、回折格子のピッチ d を大きい値に設定することが可能である。このため、走査領域が長方形となる場合は、回折格子の方向（即ち凸部が延びる方向）を走査領域の長手方向に合わせるように、ダミーパターン 7 B を形成するとよい。

[0053] 図 8 は、走査領域の形状に応じてダミーパターン 7 B を形成した場合の MEMS ミラー 100 A の斜視図を示す。図 8 の例では、MEMS ミラー 100 A は、X 軸方向を長手方向とする長方形の走査領域 7 1 を有する。この場合、固定枠 1 及びフレーム部 2 の表面には、走査領域 7 1 の長手方向である X 軸方向に延びるようにダミーパターン 7 B が形成されている。即ち、ダミーパターン 7 B は、Y 軸方向に並んで配置されている。

[0054] 図 8 の例によれば、走査領域 7 1 の短手方向を基準とした角度 α に基づき、ピッチ d を式 (1) ~ (4) に基づき設計すればよい。このため、凸パターン 7 のピッチ d を大きく設計することが可能となる。よって、この例によれば、ピッチ d に関する制限を緩やかにし、半導体製造のプロセスルールに幅広く対応することができる。なお、図 8 の例では、X 軸方向は本発明における「第 1 方向」の一例であり、Y 軸方向は本発明における「第 2 方向」の一例である。

[0055] 同様に、走査領域が長方形の場合、好適には、図 5 等を示す回折格子を形成するセンサ部 20 のアルミ層 25 の凹凸パターンの方向を、走査範囲の長手方向に合わせるとよい。これにより、センサ部 20 での凹凸パターンのピッチを大きく設計することが可能となり、幅広く半導体製造のプロセスルー

ルに対応することができる。

[0056] (変形例 2)

図 1 に示す MEMS ミラー 100 は、磁石 4A～4D を有する電磁駆動方式の MEMS ミラーであったが、本発明に適用可能な MEMS ミラーの駆動方式は、これに限定されない。これに代えて、極板間に働く静電気力による静電駆動方式、圧電材料の変形力による圧電駆動方式など、他の駆動方式を採用した MEMS ミラーであっても、実施例と同様に本発明を好適に適用することが可能である。

[0057] この場合であっても、極板や圧電材料などに電圧を印加するための配線パターンを形成する際に、回折格子を構成するように配線パターンやダミーパターンを同時に形成する。これにより、MEMS ミラーの製造プロセスに新たなプロセスを追加することなく、ミラー部以外の部分からの走査領域内への反射光を低減する処理を安価に行うことができる。同様に、静電駆動方式、圧電材料の変形力による圧電駆動方式など、他の駆動方式を採用し、ミラー部の変位を検出するためのセンサ部を備える MEMS ミラーにおいて、センサ部の表面に回折格子を構成するようにしてもよい。

(変形例 3)

図 8 の例では、MEMS ミラー 100A は、長方形の走査領域 71 の長手方向に延びるようにダミーパターン 7B が形成されていたが、これに代えて、X 軸方向および Y 軸方向に等間隔に配置されたことにより回折格子を構成する凹凸ドットをダミーパターンにより形成してもよい。さらに、図 5 で説明したセンサ部 20 上のアルミ層 25 が回折格子を構成する凹凸ドットを形成するようにしてもよい。図 9 は、変形例 3 に係る MEMS ミラー 100Aa の正面図及びセンサ部 20 付近の拡大図を示す。図 9 の固定枠 1 及びフレーム部 2 の表面には、配線パターン 7A が形成される領域以外の領域に、X 軸方向および Y 軸方向に等間隔に形成された凹状又は凸状のドットであるダミーパターン 7Ba が形成されている。また、センサ部 20 上のアルミ層 25 にも同様に、X 軸方向および Y 軸方向に等間隔に、凹凸を形成するための

ドットが形成されている。このような構成にすることにより、走査領域 7 1 の形状に関わらず、走査範囲内への反射を好適に低減することができる。

符号の説明

- [0058]
- 1 固定枠
 - 2 フレーム部
 - 3 ミラー部
 - 4 A～4 D 磁石
 - 5 A、5 B X軸トーションバー
 - 6 A、6 B Y軸トーションバー
 - 7 凸パターン
 - 100 MEMSミラー

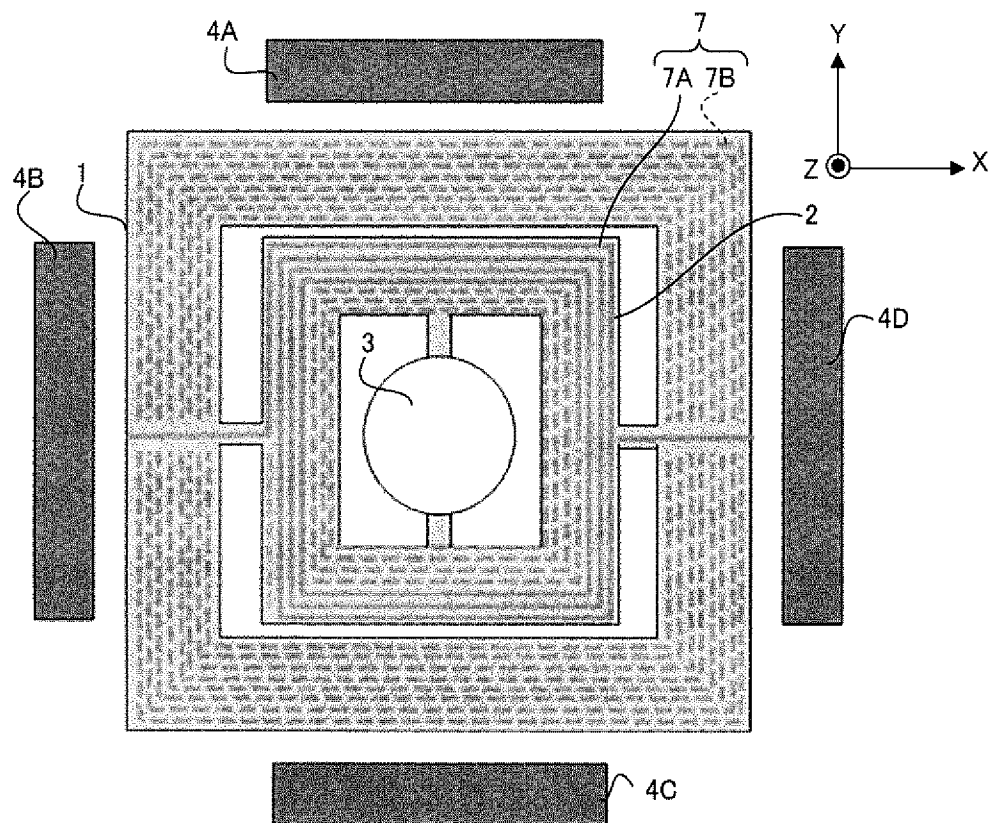
請求の範囲

- [請求項1] 入射光を反射するミラー部を揺動させることにより、前記ミラー部により反射された光を所定の角度範囲に走査する光スキャナであって、
- 前記ミラー部に連結され、前記ミラー部を揺動させる駆動部と、
- 前記駆動部を変位可能に支持する支持部と、
- 前記入射光が入射する側の、前記駆動部または前記支持部の表面に形成され、前記表面に入射する前記入射光を反射し、当該反射による1次回折光を前記所定の角度範囲の外に生じさせる反射型回折格子と、
- を備えることを特徴とする光スキャナ。
- [請求項2] 前記駆動部に前記ミラー部を揺動させる為の電気エネルギーを供給する配線パターンを備え、
- 前記反射型回折格子は、前記配線パターン、または、前記配線パターンの製造プロセスにおいて前記配線パターンと同時に形成され、前記電気エネルギーを供給する機能を有しないダミーパターンにより構成されることを特徴とする請求項1に記載の光スキャナ。
- [請求項3] 前記反射型回折格子の少なくとも一部は、前記駆動部の表面上にコイルを形成している配線パターンにより構成されることを特徴とする請求項1または2に記載の光スキャナ。
- [請求項4] 前記光スキャナは、2次元の投射面に前記ミラー部により反射された光を走査し、
- 前記反射型回折格子は、前記投射面における走査範囲の長手方向に対応する第1方向に延びる前記ダミーパターンが、前記第1方向と垂直な第2方向に複数並んで配置されることにより構成されることを特徴とする請求項2に記載の光スキャナ。
- [請求項5] 前記駆動部は、前記ミラー部の揺動を検出するセンサ部を含み、
- 前記反射型回折格子は、前記センサ部の表面に形成されることを特

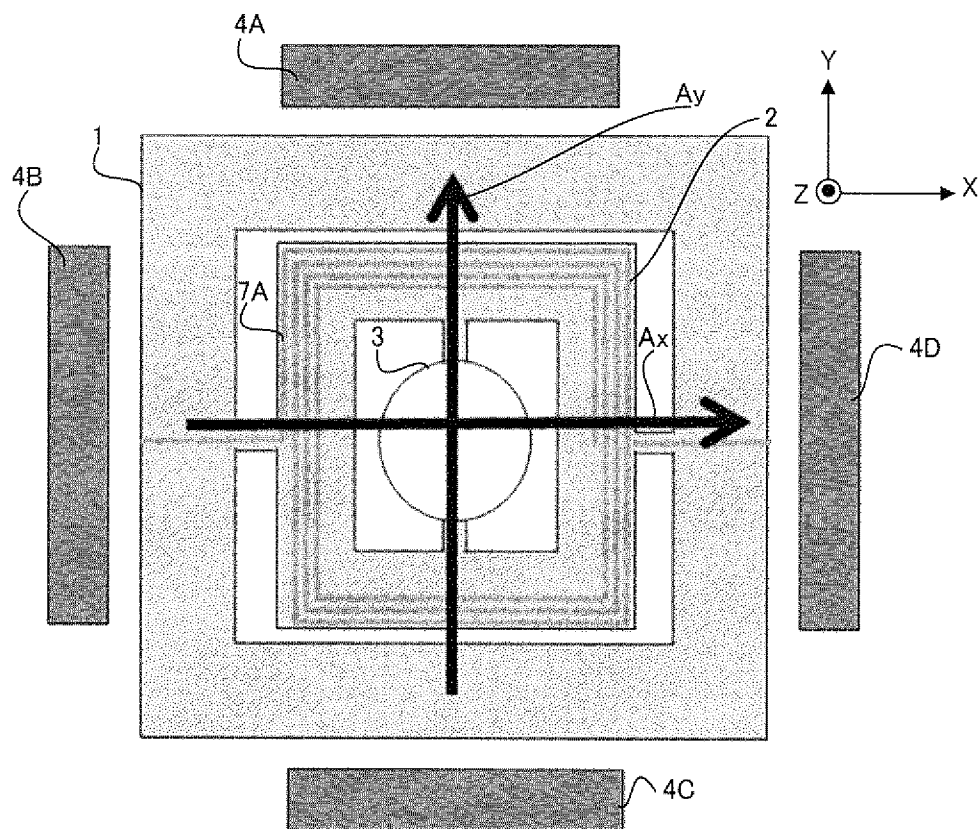
徴とする請求項 1 に記載の光スキャナ。

[請求項6] 前記反射型回折格子の表面に、前記入射光を遮光する金属薄膜を備えることを特徴とする請求項 5 に記載の光スキャナ。

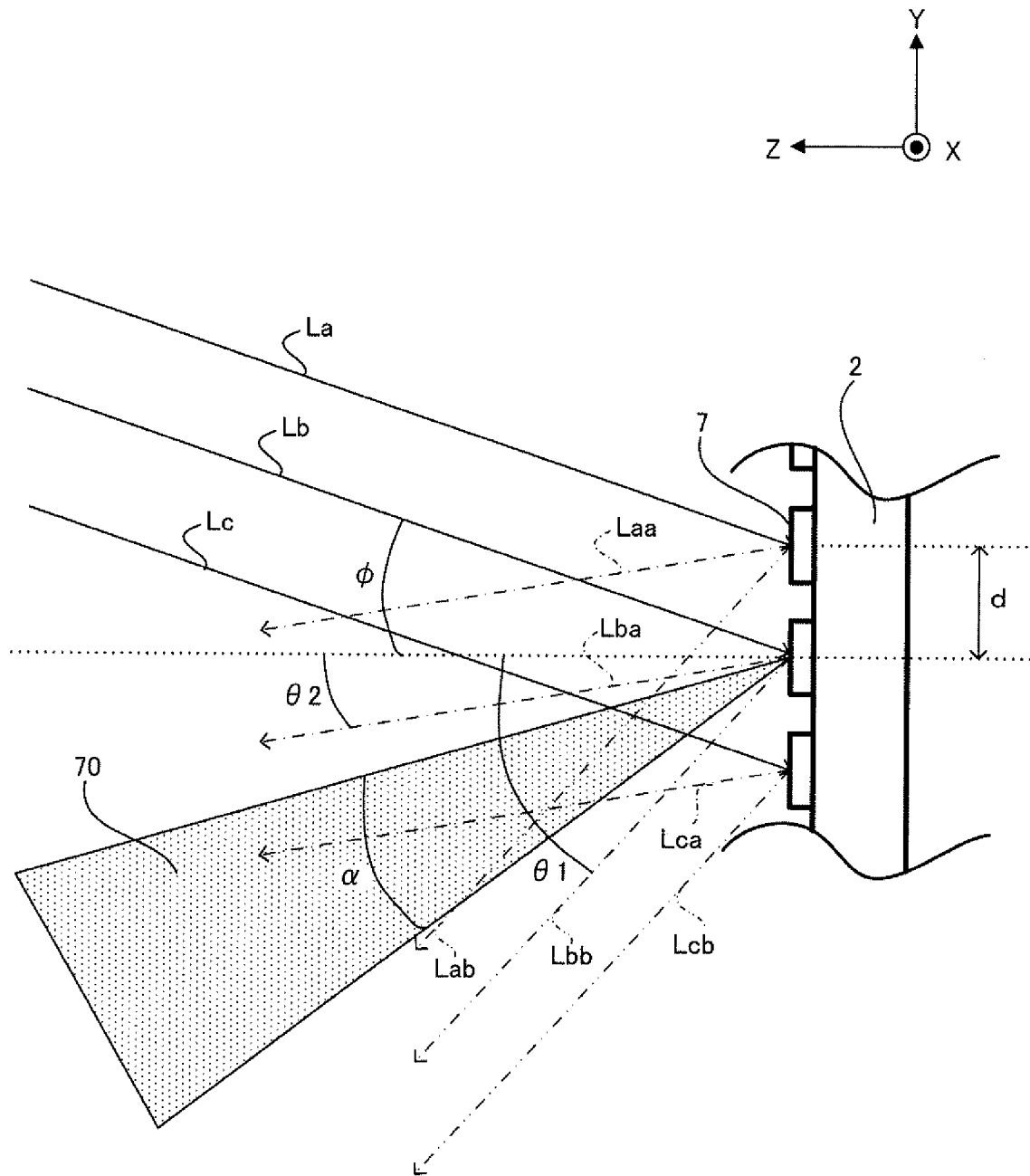
[図2]



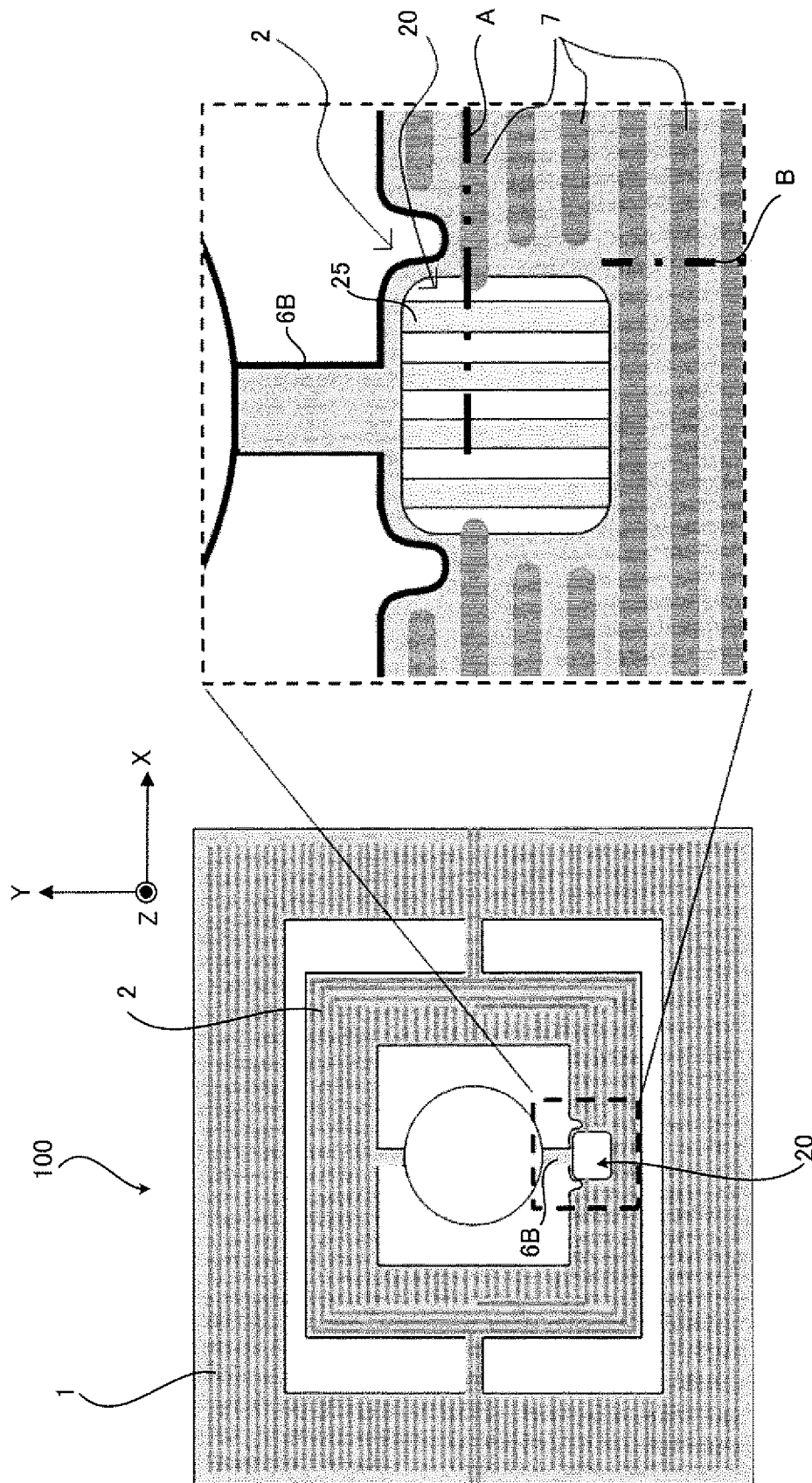
[図3]



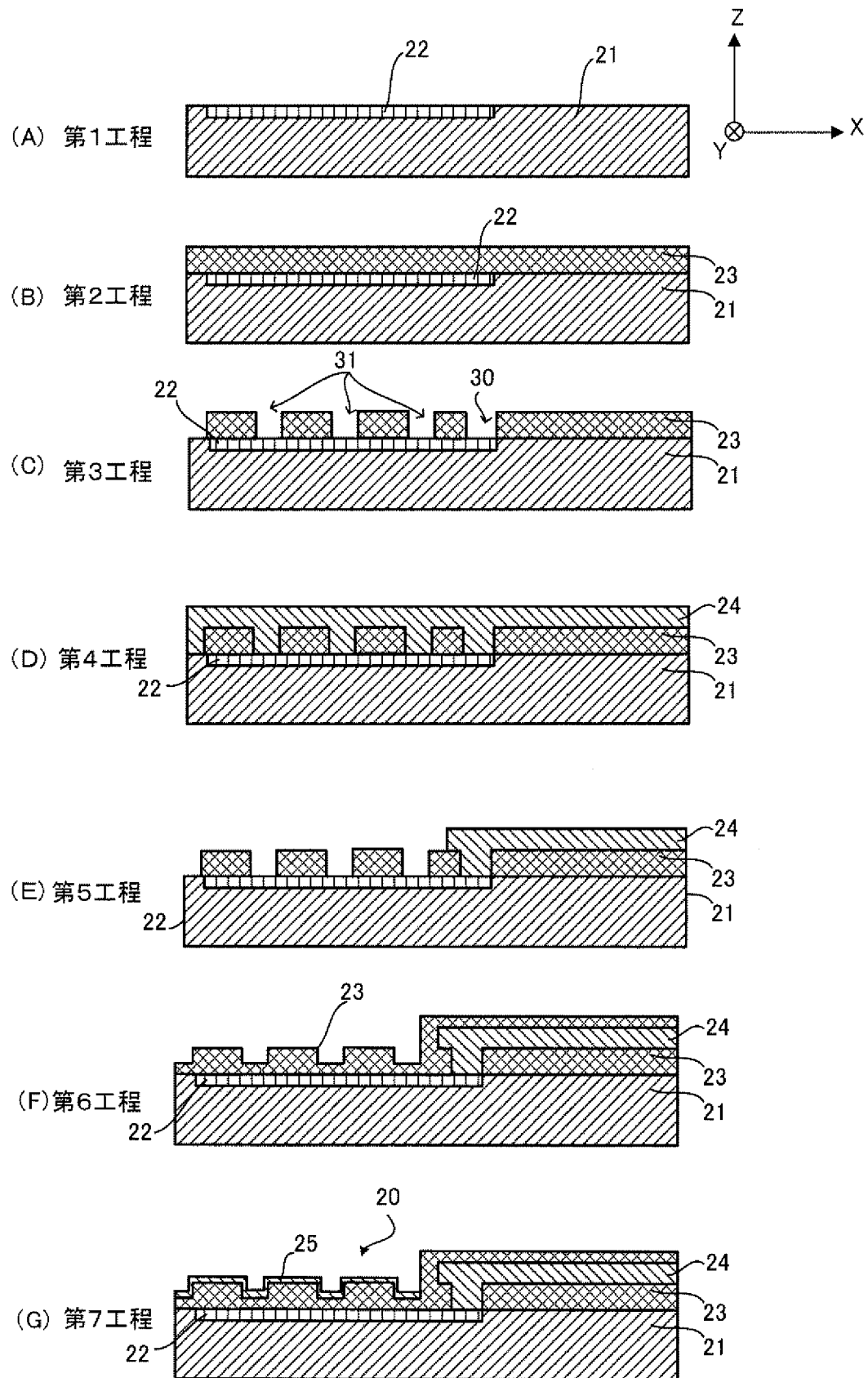
[図4]



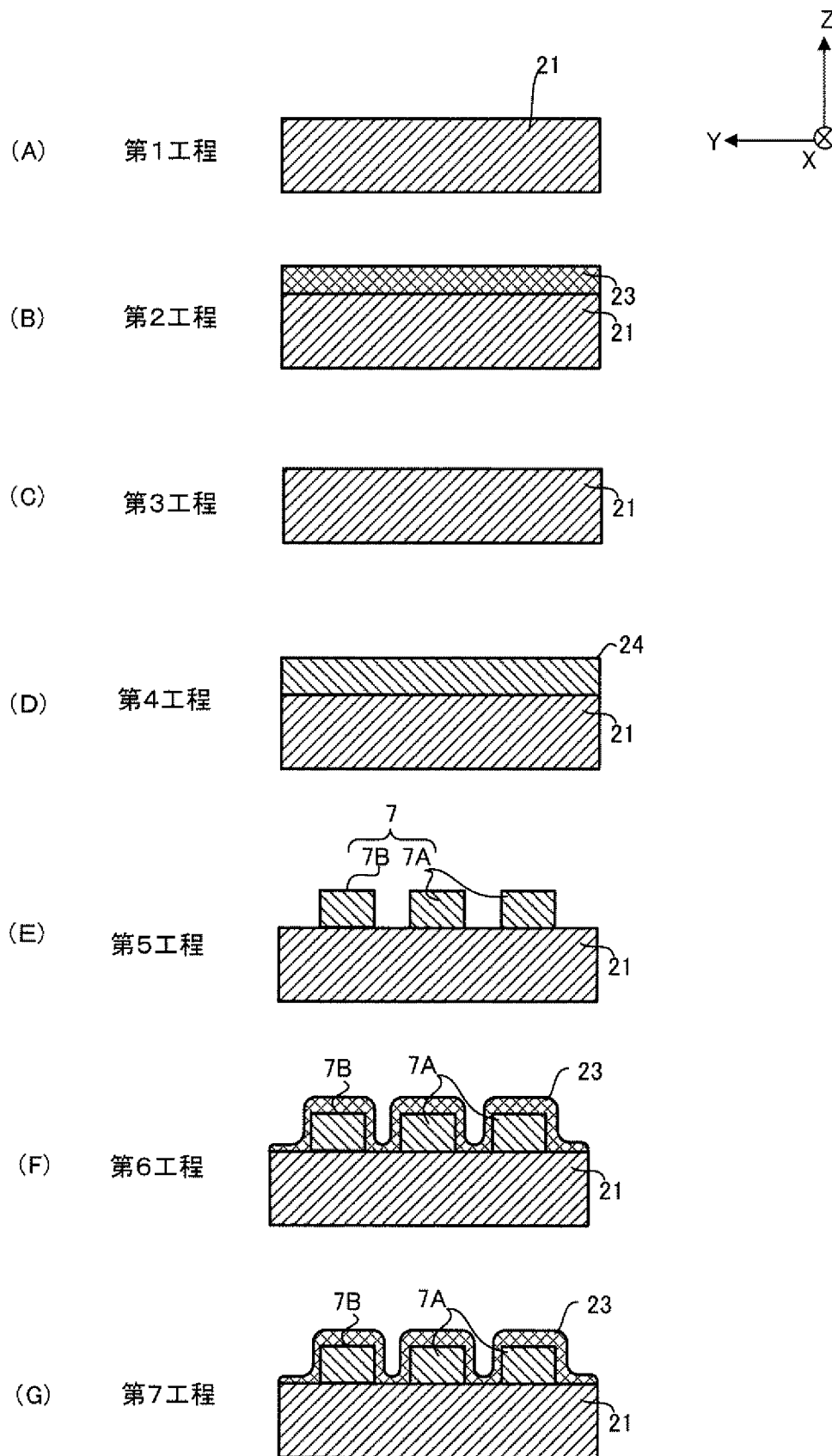
[図5]



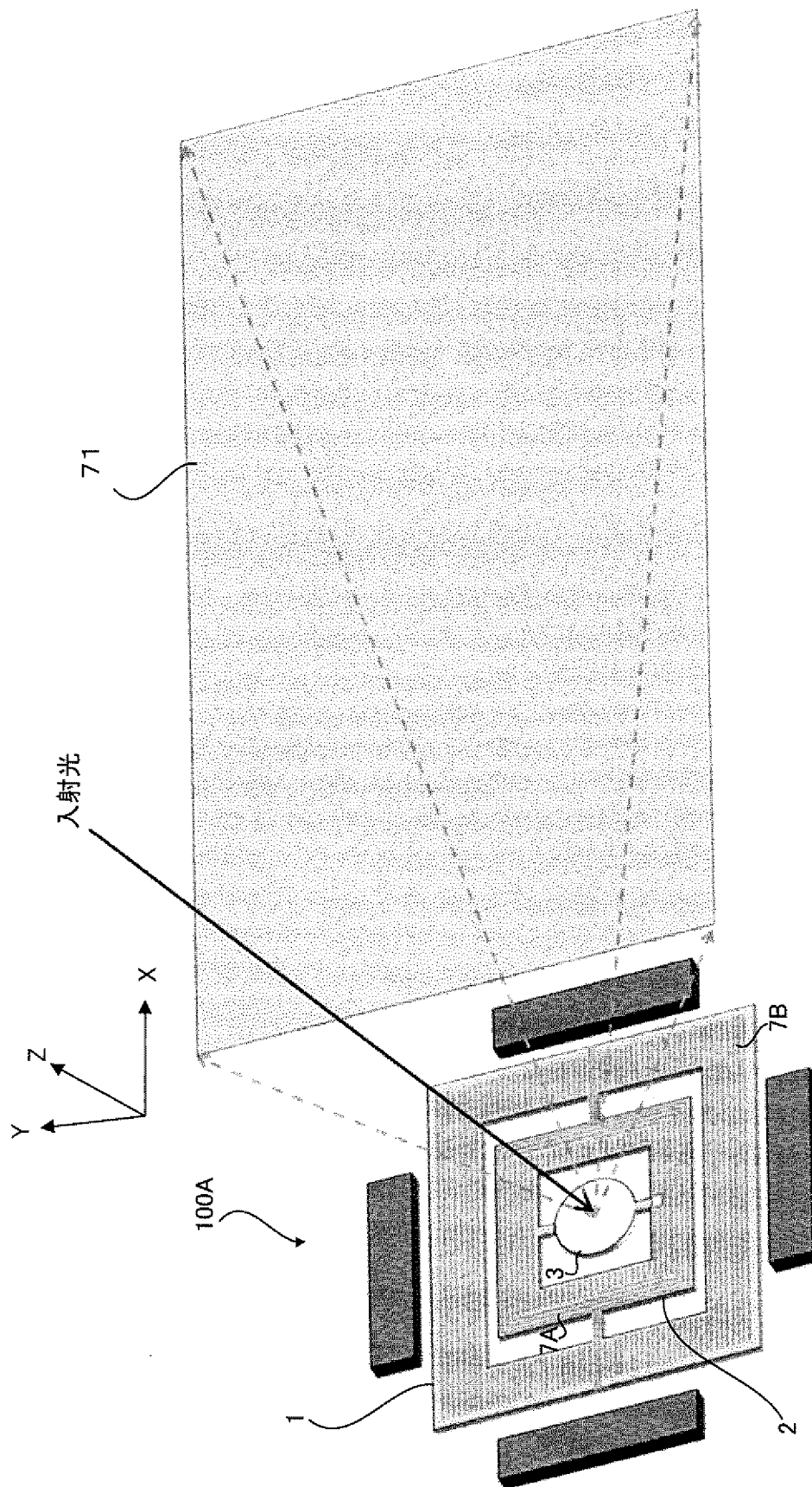
[図6]



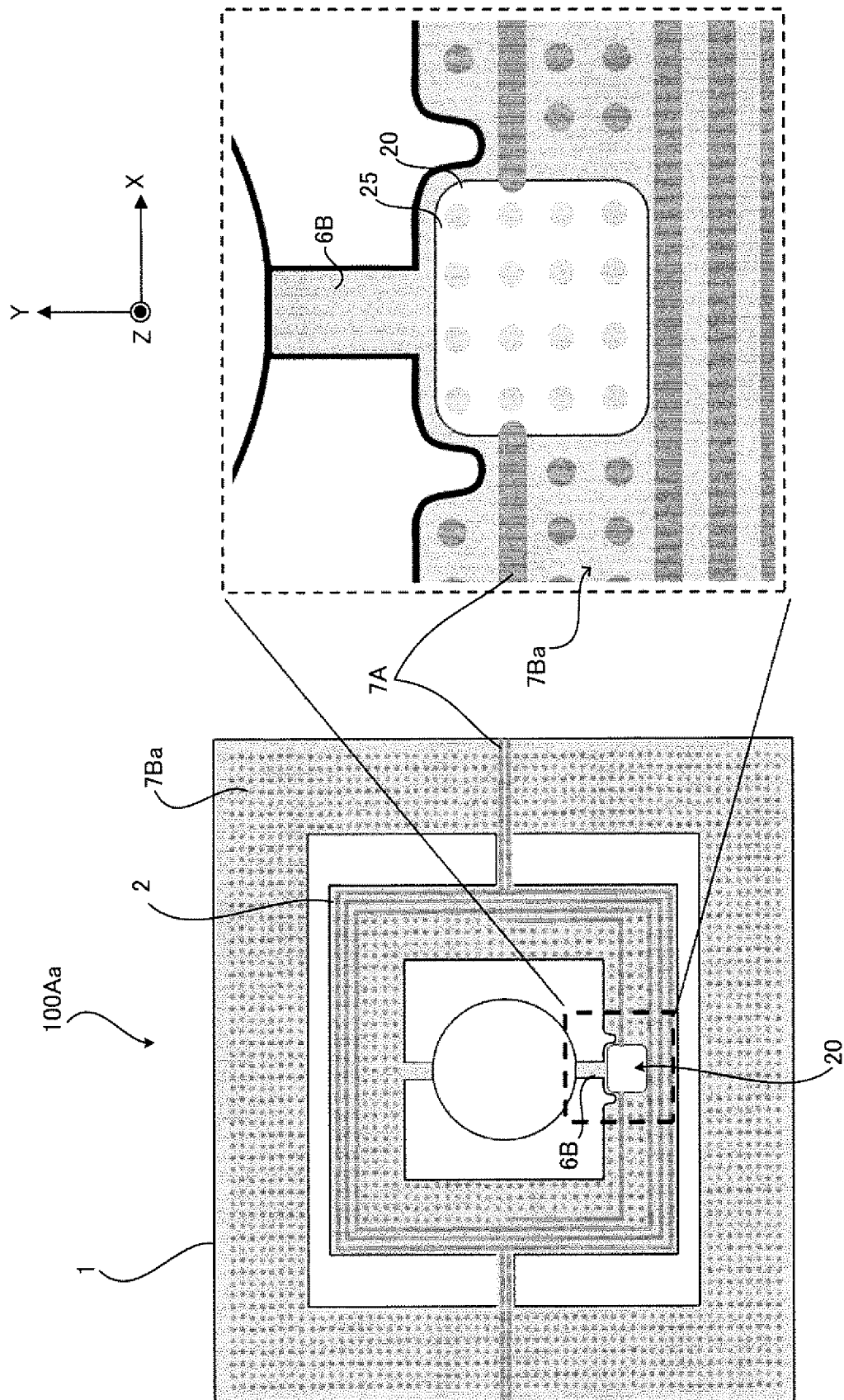
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/060161

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B26/10(2006.01)i, B81B3/00(2006.01)i, G02B26/08(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)

G02B26/10, B81B3/00, G02B26/08

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 2005-107069 A (Brother Industries, Ltd.), 21 April 2005 (21.04.2005), entire text; all drawings & US 2006/0175546 A1 & WO 2005/033770 A1	1-6
A	JP 2013-225075 A (JVC Kenwood Corp.), 31 October 2013 (31.10.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2008-165227 A (Samsung Electro-Mechanics Co., Ltd.), 17 July 2008 (17.07.2008), entire text; all drawings & US 2008/0158649 A1 & KR 10-2008-0060707 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
01 June 2015 (01.06.15)

Date of mailing of the international search report
16 June 2015 (16.06.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G02B26/10(2006.01)i, B81B3/00(2006.01)i, G02B26/08(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（IPC））

Int.Cl. G02B26/10, B81B3/00, G02B26/08

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2015年
日本国実用新案登録公報	1996-2015年
日本国登録実用新案公報	1994-2015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 2005-107069 A（ブラザー工業株式会社）2005.04.21, 全文, 全図 & US 2006/0175546 A1 & WO 2005/033770 A1	1-6
A	JP 2013-225075 A（株式会社 J V C ケンウッド）2013.10.31, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-6
A	JP 2008-165227 A（サムソン エレクトローメカニックス カンパ ニーリミテッド.）2008.07.17, 全文, 全図 & US 2008/0158649 A1 & KR 10-2008-0060707 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

01.06.2015

国際調査報告の発送日

16.06.2015

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

堀部 修平

2 L

9215

電話番号 03-3581-1101 内線 3255