

(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  
2019年9月19日(19.09.2019)



(10) 国際公開番号

**WO 2019/176204 A1**

- (51) 国際特許分類:  
*G02B 26/10* (2006.01)    *G01S 7/481* (2006.01)  
*B81B 3/00* (2006.01)    *G01S 17/93* (2006.01)  
*B81B 7/04* (2006.01)    *G02B 26/08* (2006.01)
- (21) 国際出願番号:                    PCT/JP2018/046305
- (22) 国際出願日:                    2018年12月17日(17.12.2018)
- (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 2018-045774    2018年3月13日(13.03.2018) JP
- (71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東

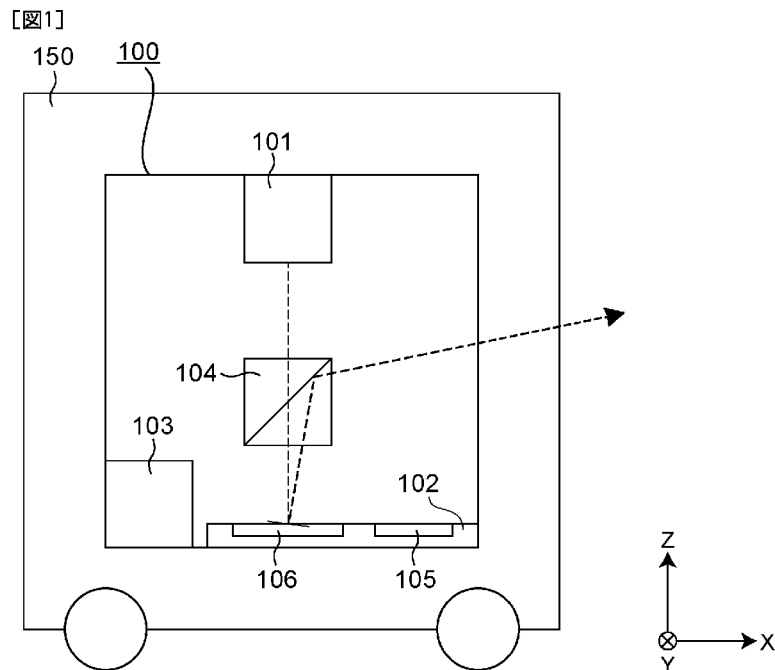
京都千代田区丸の内二丁目7番3号Tokyo (JP).

(72) 発明者: 伊藤 恭彦(ITO, Takahiko); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 紺野 伸顕(KONNO, Nobuaki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 平田 善明(HIRATA, Yoshiaki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 山尾 憲人, 外 (YAMAOKA, Norihito et al.); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町8番1号梅田阪急ビルオフィスタワー 青山特許事務所 Osaka (JP).

(54) Title: OPTICAL SCANNING DEVICE AND METHOD OF CONTROL THEREFOR

(54) 発明の名称: 光走査装置およびその制御方法



(57) Abstract: The present invention provides an optical scanning device 100 capable of maintaining a fixed spatial resolution even when the scanning range is variable. The optical scanning device 100 comprises: a light source 101 for emitting light; a scanning mirror 106 for reflecting light entering from the light source on the reflection surface thereof, the scanning mirror 106 being capable of creating mutually independent oscillations about a first axis passing through the reflection surface and a second axis perpendicular to the first axis and passing through the reflection surface; and a



WO 2019/176204 A1

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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.

(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 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

control unit 103 for scanning the light reflected by the reflection surface of the scanning mirror 106 by controlling a first frequency and a first amplitude of the oscillation about the first axis of the scanning mirror 106 and a second frequency and a second amplitude of the oscillation about the second axis. The control unit 103 controls the second frequency on the basis of the maximum scanning angle along a sub-scanning direction.

(57) 要約 : 走査範囲を変化させても空間分解能を一定に保つことができる光走査装置 100 を提供する。光走査装置 100 は、光を発する光源 101 と、光源から入射した光を反射面で反射する走査ミラー 106 であって、反射面内を通る第 1 軸と、第 1 軸に直交し、かつ反射面内を通る第 2 軸と、の周りにそれぞれ独立に振動可能な走査ミラー 106 と、走査ミラー 106 の第 1 軸の周りの振動の第 1 周波数および第 1 振幅と、第 2 軸の周りの振動の第 2 周波数および第 2 振幅とを制御して、走査ミラー 106 の反射面で反射された光を走査させる制御部 103 とを備える。制御部 103 は、副走査方向の最大走査角に基づいて、第 2 周波数を制御する。

## 明 細 書

**発明の名称**：光走査装置およびその制御方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、光走査装置およびその制御方法に関し、特に、高い空間分解能で広範囲の走査が可能な光走査装置およびその制御方法に関する。

### 背景技術

[0002] 周囲に光を発して走査する光走査装置は、この光を受光する受光手段と併せて使用されることにより、装置の周囲にある物までの距離を測定する測距装置に利用される。例えば、特許文献1は、車両に搭載された測距装置において、車両速度などの車両情報に基づいて走査範囲を制御することができる車両用光飛行型測距装置を開示している。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2016-090268号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、特許文献1には、最大スキャン角 $\gamma$ を変更することによって走査範囲を拡張できる測距装置が記載されているが、走査範囲を広げた場合に、空間分解能が低下するという問題があった。

[0005] そこで、本発明は、走査範囲を拡張した場合も、空間分解能を低下させることなく光走査を行うことができる光走査装置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

[0006] 本発明の一態様は、光を発する光源と、光源から入射した光を反射面で反射する走査ミラーであって、反射面内を通る第1軸と、第1軸に直交し、かつ反射面内を通る第2軸と、の周りにそれぞれ独立に振動可能な走査ミラーと、走査ミラーの第1軸の周りの振動の第1周波数および第1振幅と、第2

軸の周りの振動の第2周波数および第2振幅とを制御して、走査ミラーの反射面で反射された光を走査させる制御部と、を備え、第1振幅に応じて変化する主走査方向の最大走査角と、主走査方向に直交し、第2振幅に応じて変化する副走査方向の最大走査角と、によって規定された走査範囲内を光源から発された光で走査する光走査装置を提供する。制御部は、副走査方向の最大走査角に基づいて、第2周波数を制御する。

### 発明の効果

[0007] 本発明により、加速度および角速度などの情報に基づいてフレームレートを制御することにより、空間分解能の低下を防ぐことができる光走査装置を得ることができる。

### 図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の実施の形態1による光走査装置と光走査装置を搭載した車両とを示す模式図である。

[図2]本発明の実施の形態1による光走査装置の基板の概略的な上面図である。

[図3]図2の基板の2次元走査ミラーを| | | - | | |方向に見た概略的な断面図である。

[図4]図2の基板の加速度センサを| V - | V方向に見た概略的な断面図である。

[図5]図2の基板の加速度センサをV - V方向に見た概略的な断面図である。

[図6]加工前のS O | 基板の模式的な断面図である。

[図7]2次元走査ミラーのミラー部の傾斜角と、ミラー部に反射された光ビームの進行方向との関係を示す模式図である。

[図8]本発明の実施の形態1による光走査装置から出射された光ビームによる走査範囲を示す模式図である。

[図9]本発明の実施の形態1による光走査装置から出射された光ビームによる走査経路と走査点の例を示す模式図である。

[図10]本発明の実施の形態1による光走査装置の加速度と最大走査角との関

係の一例を示すグラフである。

[図11]加速時における従来技術の測距装置による走査経路と走査点とを示す模式図である。

[図12]減速時における従来技術の測距装置による走査経路と走査点とを示す模式図である。

[図13]空間分解能を悪化させることなく、加速度に応じて駆動周波数（フレームレート）を変更する方法を示すフローチャートである。

[図14]本発明の実施の形態1の光走査装置による走査経路と走査点とを示す模式図である。

[図15]空間分解能を悪化させることなく、加速度に応じて最大走査角を変更する方法を示すフローチャートである。

[図16]本発明の実施の形態1による光走査装置の加速度と駆動周波数（フレームレート）との関係の一例を示すグラフである。

[図17]本発明の実施の形態1の第1変形例による光走査装置の構成を示す模式図である。

[図18]本発明の実施の形態1の第2変形例による光走査装置の構成を示す模式図である。

[図19]本発明の実施の形態2による光走査装置の構成を示す模式図である。

[図20]本発明の実施の形態2による光走査装置の角速度と最大走査角との関係の一例を示すグラフである。

[図21]直進時における従来技術の測距装置による走査経路と走査点とを示す模式図である。

[図22]転回時における従来技術の測距装置による走査経路と走査点とを示す模式図である。

[図23]空間分解能を悪化させることなく、角速度に応じて駆動周波数（フレームレート）を変更する方法を示すフローチャートである。

[図24]本発明の実施の形態2の光走査装置による走査経路と走査点とを示す模式図である。

[図25]本発明の実施の形態3による光走査装置の構成を示す模式図である。

[図26]本発明の実施の形態3による光走査装置の基板の概略的な上面図である。

[図27]図26の基板の2次元走査ミラーをX X V - X X V方向に見た概略的な断面図である。

[図28]本発明の実施の形態3による光走査装置から出射される光ビームの光軸を示す模式図である。

[図29]本発明の実施の形態3による光走査装置を搭載した車両を示す模式図である。

[図30]本発明の実施の形態3の光走査装置による走査経路と走査点とを示す模式図である。

[図31]振幅変化の周波数（フレームレート）を変化させずに図30から最大走査角を増加させた場合の、本発明の実施の形態3の光走査装置による走査経路と走査点とを示す模式図である。

[図32]空間分解能を悪化させることなく、加速度に応じて振幅変化の周波数（フレームレート）を変更する方法を示すフローチャートである。

[図33]本発明の実施の形態3の光走査装置による走査経路と走査点とを示す模式図である。

[図34]本発明の実施の形態4による光走査装置の構成を示す模式図である。

[図35]本発明の実施の形態4による光走査装置の速度と最大走査角との関係の一例を示すグラフである。

[図36]空間分解能を悪化させることなく、速度に応じて駆動周波数を変更する方法を示すフローチャートである。

### 発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明の実施の形態による光走査装置について、図面を参照して説明する。各実施の形態において、同一の構成には同一の符号を付して、説明を省略する。

[0010] 実施の形態1.

図1は、全体が100で表される、本発明の実施の形態1による光走査装置と、光走査装置100を搭載した車両150を示す模式図である。図1に示すように、光走査装置100は、典型的には、自動車などの車両150に搭載される。

[0011] 光走査装置100は、ビーム状のレーザ光（以下、「光ビーム」という。）を出射する光源101と、光源101から出射された光ビームが入射し、入射した光の一部を透過させ、他の部分を反射するビームスプリッタ104と、光源101から出射された光ビームがビームスプリッタ104を経由して入射する基板102とを備える。基板102は、光走査装置100の加速度を検出するための加速度センサ105と、入射した光ビームの光軸の方向を変えることができる2次元走査ミラー106とを備える。光走査装置100は、加速度センサ105によって検出された加速度に基づいて、2次元走査ミラー106の姿勢を制御する制御部103を更に備える。

[0012] 本明細書には、説明の便宜のため、X軸、Y軸およびZ軸を導入する。図1に示すように、基板102の表面は、X方向と、X方向に垂直なY方向とに広がるものとする。Y方向は、図1の紙面に垂直な方向である。X軸およびY軸に垂直な方向をZ方向とする。以下の図には、光ビームの経路を破線で示す。

[0013] 光源101は、例えば、レーザダイオード（LD）素子または発光ダイオード素子（LED）であるが、これに限定されない。また、光源101の後段（光源101とビームスプリッタ104との間）には、拡散した光を平行な光束に調整するコリメートレンズ（図示せず）が設けられてもよい。

[0014] 基板102は、光源101から出射された光ビームの光軸が、ビームスプリッタ104を経由して、2次元走査ミラー106の中心を通るように配置される。これにより、光源101から出射された光ビームは、ビームスプリッタ104を透過して、2次元走査ミラー106の中心に入射する。2次元走査ミラー106で反射した光ビームは、再びビームスプリッタ104に入射する。ビームスプリッタ104に入射した光の少なくとも一部は、ビーム

スプリッタ 104 によって反射され、光走査装置 100 から X 方向に出射される。

[0015] 図 2 は、基板 102 の概略的な上面図である。基板 102 の 2 次元走査ミラー 106 は、X 軸の周りに回転可能に取り付けられた、光を反射するミラー部 111 と、平面視においてミラー部 111 から間隔を空けてミラー部 111 の周囲を取り囲むように、Y 軸の周りに回転可能に取り付けられたフレーム 113 とを含む。ミラー部 111 の Y 方向の両端は、可撓性を有し長手方向にたわむことができる梁 120 を介してフレーム 113 にそれぞれ接続されている。フレーム 113 の X 方向の両方の外側端は、梁 120 を介して基板 102 にそれぞれ接続されている。

[0016] 図 3 は、図 2 の基板 102 の 2 次元走査ミラー 106 を | | | - | | | 方向に見た概略的な断面図である。2 次元走査ミラー 106 は、例えば、非導電性単結晶シリコンからなる支持層 141 と、支持層 141 の上に形成された絶縁層 142 と、絶縁層 142 の上に形成された活性層 143 とからなる SOI (Silicon on insulator) 基板に形成される。絶縁層 142 は、例えばシリコン酸化膜である。活性層 143 は、例えば不純物添加により導電性を有する導電性単結晶シリコン層である。

[0017] 2 次元走査ミラー 106 の活性層 143 の上には、絶縁膜 121 が形成される。ミラー部 111 の絶縁膜 121 上には、表面で光を反射する反射膜 115 が形成されている。反射膜 115 は、例えば Au (金) からなるが、これに限定されない。

[0018] 梁 120 は、活性層 143 の一部である梁基礎 125 と、梁基礎 125 の上に形成された絶縁膜 121 と、絶縁膜 121 の上に形成された第 1 電極 122 と、第 1 電極 122 の上に形成された圧電膜 123 と、圧電膜 123 の上に形成された第 2 電極 124 とからなる。第 1 電極 122 は、例えば Pt (白金) からなる。圧電膜 123 は、例えばチタン酸ジルコン酸鉛 (PZT) からなる。第 2 電極 124 は、例えば Au (金) からなる。

[0019] 2 次元走査ミラー 106 の梁 120 の第 1 電極 122 と第 2 電極 124 と

は、電氣的に絶縁されている。第1電極122と第2電極124は、別個の配線（図示せず）を介して、外部の電源（図示せず）にそれぞれ電氣的に接続される。

[0020] 圧電膜123の圧電材料は、厚み方向（Z軸方向）の分極を有するように前処理されている。これにより、圧電膜123に下向き（Z軸の負方向）の電界が印加された場合、圧電膜123が面内方向に伸び、梁120は、上に凸になるように反る。したがって、梁120の端部を下方に変位させることができる。逆に、圧電膜123に上向き（Z軸の正方向）の電界が印加された場合、圧電膜123が面内方向に縮み、梁120は、下に凸になるように反る。これにより、梁120の端部を上方に変位させることができる。

[0021] このようにして、第1電極122および第2電極124に電位を与えて圧電膜123に電界を印加することにより、梁120をZ方向に変形させて2次元走査ミラー106をX軸またはY軸の周りに回転させることができる。例えば、梁120とミラー部111との接続部および梁120とフレーム113との接続部（図2参照）がZ方向に変位する。梁120とミラー部111との接続部がZ方向に変位した場合、ミラー部111は、X軸の周りに回転する。梁120とフレーム113との接続部がZ方向に変位した場合、ミラー部111は、（フレーム113がY軸の周りに回転するため）Y軸の周りに回転する。

[0022] 圧電膜123に印加される電界の方向によって伸縮を制御できるため、印加電圧の符号を制御して梁120の反りの方向を変えることができる。また、印加電圧の大きさを制御して反りの曲率を変えることができる。すなわち、印加電圧の正負、大きさによって梁120の変形を制御することができる。

[0023] X軸の正負方向からミラー部111を挟んで対向する位置に2つの梁120を設けることにより、ミラー部111をY軸の周りに回転させることができる。さらに、Y軸の正負方向からミラー部111を挟んで対向する位置に2つの梁120を設けることにより、Y軸の周りの回転と独立に、ミラー部

1 1 1 を X 軸の周りに回転させることができる。

[0024] 以上では、2次元走査ミラー106のミラー部111が、4本の梁120によって支持され、圧電膜123が、各梁120の上に設けられた例について説明した(図2および図3参照)。しかしながら、梁120の本数、配置および形状、並びに、圧電膜123の種類、配置および形状は、ミラー部111の傾斜角度を変えて光ビームの光軸の方向を変化させることができるものであればよく、前述したものに限定されない。

[0025] また、以上では、梁120上に設けられた圧電膜123に電界を印加して圧電膜123および梁120を変形させ、これによりミラー部111の傾斜角度を変化させる例について説明した(図3参照)。しかしながら、ミラー部111の傾斜角度を変化させる機構は、ミラー部111の傾斜角度を変えて光ビームの光軸の方向を変化させることができるものであればよく、前述したものに限定されない。例えば、電極に電圧を印加させることによって発生する静電引力、または磁界を印加しつつ基板上に配置された配線に電流を流すことによって発生する電磁力を利用して、ミラー部111の傾斜角度を変化させてもよい。

[0026] なお、図2では、2次元走査ミラー106のミラー部111の形状は、平面視において四角形であるが、これに限定されない。

[0027] ミラー部111は、Y軸周りの振動について、機械的な固有の共振周波数(固有振動数とも呼ばれる) $f_{yc}$ を有する。一般的に、構造物を振動させる場合、その構造物の固有の共振周波数で振動させると、印加したエネルギーを効率よく振動に変換することができる。2次元走査ミラー106のミラー部111(図3参照)についても、軸周りに共振が生じるように、2次元走査ミラー106の各梁120の圧電膜123に印加される信号の駆動周波数を制御する。あるいは、逆に、軸周りに共振が生じるように、信号の駆動周波数にあわせて2次元走査ミラー106の各部の材質、形状および質量を設計する。これにより、共振が生じない場合に比べて、同じ印加電圧で大きな振幅を得ることができる。

[0028] 一方、図4は、図2の基板102の加速度センサ105を|V-V方向に見た概略的な断面図である。図5は、図2の基板102の加速度センサ105をV-V方向に見た概略的な断面図である。図2、図4および図5を参照すると、基板102の加速度センサ105は、慣性質量体131と、慣性質量体131をX方向両側から挟み込むように配置され、慣性質量体131を基板102の面内方向（すなわちX方向）に変位可能に支持する2つの梁132と、慣性質量体131をY方向両側から挟み込むように配置された櫛歯電極133とを含む。各櫛歯電極133は、基板102にそれぞれ接続された複数の固定櫛歯電極134と、慣性質量体131にそれぞれ接続された複数の可動櫛歯電極135とからなる。固定櫛歯電極134と可動櫛歯電極135は、X方向に交互に近接して並び、静電容量を形成する。

[0029] 加速度センサ105の固定櫛歯電極134と可動櫛歯電極135とは、電氣的に絶縁されている。固定櫛歯電極134と可動櫛歯電極135は、別個の導電性基板（図示せず）に電氣的にそれぞれ接続され、各導電性基板に電氣的に接続されたボンディングパッド（図示せず）を経由して、外部の電気回路（図示せず）にそれぞれ電氣的に接続される。

[0030] 光走査装置100がX方向に加速または減速した場合、慣性質量体131にしたがって可動櫛歯電極135が、固定櫛歯電極134に対して相対的にX方向に変位する。これにより、固定櫛歯電極134と可動櫛歯電極135との間の静電容量が変化する。慣性質量体131の変位量は、その加速度に依存するので、上記の静電容量を測定することにより、光走査装置100の加速度を検出することができる。

[0031] 以上の説明では、加速度センサ105は、固定櫛歯電極134と可動櫛歯電極135とを有し、静電容量の変化に基づいて光走査装置100の加速度を検出するものであった。しかしながら、電極の形状は、櫛歯状のものに限定されず、電極の数および配置も、図2および図5を参照して前述したものに限定されない。また、光走査装置100の加速度の検出手段は、静電容量の変化に基づくものに限定されない。例えば、慣性質量体131を単結晶シ

リコンからなる梁で支持し、梁上に不純物拡散等の手段によって歪みゲージを形成し、ピエゾ抵抗効果を利用して慣性質量体131に印加された慣性力を検出することによって、光走査装置100の加速度を検出することができる。

[0032] また、以上の説明では、図2および図4に示すように、加速度センサ105は、慣性質量体131をX方向両側から挟み込むように配置され、慣性質量体131をX方向に変位可能に支持する2つの梁132を有するものであった。しかしながら、梁132の数、配置および形状は、前述のものに限定されず、慣性質量体131を変位可能に支持できるものであればよい。

[0033] 次に、光走査装置100の製造方法について説明する。

[0034] 加速度センサ105および2次元走査ミラー106は、例えば、基板上に成膜、パターニングおよびエッチングなどのプロセスを繰り返し行う、いわゆる半導体微細加工技術またはMEMSデバイス技術を用いて製造される。図6は、加工前のSOI基板140の模式的な断面図である。SOI基板140は、非導電性単結晶シリコンからなる支持層141と、支持層141の上に形成された絶縁層142と、絶縁層142の上に形成された活性層143とからなる。絶縁層142は、例えばシリコン酸化膜である。活性層143は、例えば、不純物添加により導電性を有する導電性単結晶シリコン層である。

[0035] 例えば、2次元走査ミラー106（図3参照）および加速度センサ105（図4および図5参照）の構造は、SOI基板140（図6参照）に対して以下のステップ1～ステップ6を施すことにより得られる。

ステップ1：SOI基板140の活性層143上に絶縁膜121（例えばシリコン酸化膜）を形成してパターニングする。

ステップ2：絶縁膜121上に第1電極122（例えばPt）を形成してパターニングする。

ステップ3：第1電極122状に圧電膜123（例えばPZT膜）を形成してパターニングする。

ステップ4：圧電膜123上に第2電極124（例えばAu）を形成してパターニングする。

ステップ5：SOI基板140の支持層141および活性層143の一部をエッチングする。

ステップ6：絶縁膜121の所望の一部をエッチングする。

[0036] しかし、光走査装置100の製造方法は、SOI基板140の加工に限定されず、同一基板に加速度センサ105および2次元走査ミラー106を形成できるものであればよい。例えば、単結晶シリコン基板上にアニールによって熱酸化膜を形成した後で導電性の多結晶シリコン層を形成し、その後、この基板に上記のステップ1～ステップ6を実施してもよい。

[0037] さらに、2次元走査ミラー106は、前述のような半導体微細加工技術によって製造されたいわゆるMEMSミラーに限定されない。加速度センサ105も、MEMS加速度センサに限定されない。例えば、加速度センサ105は、ばねと錘からなる機械的な加速度センサ、または慣性質量体131（例えば図2参照）の変位を光学的に検出する加速度センサであってもよい。

[0038] 以上では、梁120に比べて2次元走査ミラー106のミラー部111の厚みが大きい例について説明した（図3参照）。これは、2次元走査ミラー106のミラー部111の反射膜115のたわみを可能な限り小さくするためである。しかしながら、ミラー部111は、その傾斜角度を変えることにより光ビームの光軸の方向を変化させることができるものであればよく、2次元走査ミラー106のミラー部111の厚さは、上記で説明したものに限定されない。

[0039] 以下、光走査装置100の動作について説明する。

[0040] 図7は、2次元走査ミラー106のミラー部111の傾斜角と、ミラー部111に反射された光ビームの進行方向との関係を示す模式図である。ミラー部111が水平な状態から $\theta/2$ だけ傾いた場合、ミラー部111の法線も $\theta/2$ だけ傾くので、反射光の光軸と入射光の光軸がなす角度は $\theta$ となる。

- [0041] 再び図1を参照する。2次元走査ミラー106のミラー部111をX軸の周りに回転させると、ミラー部111で反射されてビームスプリッタ104に向かう光ビームの進行方向は、YZ平面内を動く。したがって、ビームスプリッタ104によって反射され、光走査装置100からX方向に出射された光ビームの進行方向は、XY平面内を動く。同様に、2次元走査ミラー106のミラー部111をY軸の周りに回転させると、光走査装置100からX方向に出射された光ビームの進行方向は、ZX平面内を動く。
- [0042] 2次元走査ミラー106の各梁120の圧電膜123（図3参照）に印加される電圧をそれぞれ制御することにより、ミラー部111を一定の周波数でX軸の周りに振動させるとともに、一定の周波数でY軸の周りに振動させることができる。各周波数を制御することにより、光走査装置100から出射された光ビームによる走査を行うことができる。
- [0043] 図8は、光走査装置100から出射された光ビームによる走査範囲（角度）を示す模式図である。光ビームは、光走査装置100からX方向に出射され、Y軸方向に最大走査角 $\theta_y$ の範囲内を走査し、Z軸方向に最大走査角 $\theta_z$ の範囲内を走査する。したがって、光走査装置100から出射された光ビームは、模式的には、図8に示された四角形の範囲内を走査することができる。最大走査角 $\theta_y$ 、 $\theta_z$ は、圧電膜123（図3参照）に印加される電圧（以下、「駆動電圧」という。）Vの大きさと符号によって制御される。
- [0044] 図9は、図8の走査範囲内を走査する光ビームの走査経路の例を示す模式図である。図9には、光走査装置100から一定の間隔で出射されたパルス状のレーザ光が照らす走査点を、模式的に黒丸で示している。また、図9には、説明の便宜上、光ビームの軌跡を実線で示している。前述のように、2次元走査ミラー106のミラー部111をY軸の周りに回転させると、光走査装置100からX方向に出射された光ビームは、ZX平面内を動き、紙面に向かって縦（主走査方向）の1列を走査する。ミラー部111をX軸の周りに回転させると、光走査装置100からX方向に出射された光ビームは、XY平面内を動き、光ビームの走査経路は横（副走査方向）に動く。2次元

走査ミラー 106 のミラー部 111 の X 軸周りの回転と Y 軸周りの回転とを組み合わせることにより、模式的には、図 9 のような走査点のマトリクスが実現される。

[0045] 2次元走査ミラー 106 のミラー部 111 の X 軸周りの振動の周波数を  $f_x$  とし、Y 軸周りの振動の周波数を  $f_y$  とする。次の式 (1) および式 (2) のように周波数を設定することにより、図 9 に示したような走査を行うことができる。

$$[0046] \quad f_y = f_{yc} \quad \dots (1)$$

$$f_x = f_y / n \quad \dots (2)$$

[0047] ここで、 $n$  は、次の式 (3) によって定まる整数である。

$$[0048] \quad n = \theta_y / R_y \quad \dots (3)$$

ここで、 $R_y$  は、図 9 の走査点のマトリクスにおける列 (主走査線) とその隣の列 (主走査線) との間の角度間隔 (以下、「空間分解能」という。) である。

[0049] 式 (1) ~ 式 (3) から、次の式 (4) が導かれる。

$$[0050] \quad f_x \times (\theta_y / R_y) = f_{yc} \quad \dots (4)$$

[0051] 式 (1) および式 (2) が満たされている場合、光走査装置 100 は、周期  $1 / f_x$  で、同じ方向を走査する (すなわち、光ビームにより図 9 中の同じ走査点を周期的に照射する) ことができる。以下、2次元走査ミラー 106 のミラー部 111 の X 軸周りの振動の周波数  $f_x$  を、「駆動周波数」または「フレームレート」と呼ぶ。

[0052] 上記のように、光走査装置 100 は、光ビームを走査することができるので、光走査装置 100 とその周囲にある物との距離を測定し、周囲の状況を認識する測距装置に適用できる。例えば、車両 150 (図 1 参照) が X 方向に走行した場合、光走査装置 100 は、進行方向の測距を行い、進行方向の障害物の有無を確認することができる。

[0053] 一般的に、車両が加速する場合、例えば、停車している車両が発進する場合、今後走行速度が大きくなるため、車両に搭載された測距装置は、遠方を

高い空間分解能で走査することが望ましい。一方、車両が減速する場合、例えば走行している車両が停止する場合、今後走行速度が小さくなり、車両の進行方向が急変更する可能性が高くなるため、車両に搭載された測距装置は、特に水平方向について、広範囲を走査することが望ましい。

[0054] そこで、従来から、図10に示すように、加速度が正（加速）の場合に最大走査角 $\theta_y$ を小さくし、加速度が負（減速）の場合に最大走査角 $\theta_y$ を大きくするように、車両の加速度 $A_x$ に応じて最大走査角 $\theta_y$ を変化させることが行われて来た。図10は、加速度 $A_x$ に応じて最大走査角 $\theta_y$ を調整する場合の、加速度 $A_x$ と最大走査角 $\theta_y$ との関係の一例を示している。図10のグラフは、最大走査角 $\theta_y$ が、加速度 $A_{x1}$ 時（加速時）は $\theta_{y1}$ に、加速度 $A_{x2}$ 時（減速時）は $\theta_{y2}$  ( $>\theta_{y1}$ ) に調整されることを示している。

[0055] 図11は、加速時（図10の加速度 $A_{x1}$ 時）における従来技術の測距装置による走査経路と走査点とを示す模式図である。図11に示すように、この場合の空間分解能 $R_y$ は、 $R_{y1}$ である。図12は、減速時（図10の加速度 $A_{x2}$ 時）における従来技術の測距装置による走査経路と走査点とを示す模式図である。この場合の空間分解能 $R_y$ は、 $R_{y2}$ である。減速の場合を示す図12では、加速の場合を示す図11に比べて、Y方向の走査点が疎になり、空間分解能 $R_y$ が悪化している（すなわち、 $R_{y1} < R_{y2}$ ）。このように、先行技術には、最大走査角 $\theta_y$ を広げた場合に空間分解能 $R_y$ が悪化する問題があった。

[0056] そこで、実施の形態1による光走査装置100は、車両150の加速度 $A_x$ に応じて最大走査角 $\theta_y$ を変更しても空間分解能 $R_y$ が悪化しないように、駆動周波数（フレームレート） $f_x$ を制御する。

[0057] 最大走査角 $\theta_y$ を変更しても空間分解能 $R_y$ を一定に保ちたい場合、 $R_y$ も $f_{yc}$ も定数であるから、式(4)から、 $f_x \times \theta_y$ が一定となるように駆動周波数（フレームレート） $f_x$ を制御すればよい。例えば、最大走査角 $\theta_y$ が2倍になった場合、駆動周波数（フレームレート） $f_x$ を1/2にすれば、空間分解能 $R_y$ が一定に保たれる。

- [0058] 図13は、空間分解能 $R_y$ を悪化させることなく、加速度 $A_x$ に応じて駆動周波数（フレームレート） $f_x$ を変更する方法を示すフローチャートである。変更前は、駆動周波数（フレームレート） $f_x = f_{x1}$ 、駆動電圧 $V = V_{y1}$ 、最大走査角 $\theta_y = \theta_{y1}$ である。まず、ステップS10で、光走査装置100の加速度センサ105（図1および図2参照）は、X方向の加速度 $A_x$ を検出する。
- [0059] 次のステップS11では、制御部103（図1参照）が、検出された加速度 $A_x$ に基づき、変更後の最大走査角 $\theta_{y2}$ を決定する。例えば、加速度 $A_x$ がマイナスである場合（減速時）、 $\theta_{y2} > \theta_{y1}$ となるようにする。
- [0060] 次に、ステップS12において、制御部103は、変更前の最大走査角 $\theta_{y1}$ に対する変更後の最大走査角 $\theta_{y2}$ の比率（最大走査角の変化率） $m$ （ $m = \theta_{y2} / \theta_{y1}$ ）を算出する。
- [0061] 最後に、ステップS13において、制御部103は、最大走査角を $\theta_{y2}$ に変更するために駆動電圧を $V_{y2} (= m V_{y1})$ に設定するとともに、式（4）の関係を維持するために駆動周波数（フレームレート）を $f_{x2} (= f_{x1} / m)$ に変更する。
- [0062] 図14は、このように駆動周波数 $f_x$ を調整した本発明の実施の形態1の光走査装置100による走査経路と走査点とを示す模式図である。図14は、 $m = 2$ の場合、すなわち最大走査角 $\theta_y$ を2倍に広げた場合の例を示している。図14では、空間分解能 $R_y$ は $R_{y1}$ であり、加速時の空間分解能（図11参照）から変化していないことがわかる。
- [0063] 以上のように、本発明の実施の形態1による光走査装置100は、加速度 $A_x$ に基づいて光ビームの最大走査角 $\theta_y$ を制御するとともに、駆動周波数（フレームレート） $f_x$ を制御することによって、最大走査角 $\theta_y$ を変化させても空間分解能 $R_y$ を一定に保つことができる。
- [0064] また、空間分解能 $R_y$ を一定に保つために、他の方法が採用されてもよい。例えば、進行方向の特定の物体について、高いフレームレートでその挙動を検出したい場合には、目的の駆動周波数（フレームレート） $f_x$ に基づき

、最大走査角  $\theta_y$  を制御することで空間分解能  $R_y$  を一定に保つことができる。

[0065] 図15は、空間分解能  $R_y$  を悪化させることなく、駆動周波数（フレームレート）  $f_x$  に基づいて最大走査角  $\theta_y$  を制御する方法を示すフローチャートである。変更前は、駆動周波数（フレームレート）  $f_x = f_{x_1}$ 、駆動電圧  $V = V_{y_1}$ 、最大走査角  $\theta_y = \theta_{y_1}$  である。まず、ステップS15で、光走査装置100の加速度センサ105（図1および図2参照）は、X方向の加速度  $A_x$  を検出する。

[0066] 次のステップS16では、制御部103（図1参照）が、検出された加速度  $A_x$  に基づき、変更後の駆動周波数（フレームレート）  $f_{x_2}$  を決定する。例えば、図16に示すように、加速度  $A_x$  が正である場合（加速時）、 $f_{x_2} > f_{x_1}$  となるようにする。

[0067] 次に、ステップS17において、制御部103は、変更前の駆動周波数（フレームレート）  $f_{x_1}$  に対する変更後の駆動周波数（フレームレート）  $f_{x_2}$  の比率（駆動周波数の変化率）  $l$  ( $l = f_{x_2} / f_{x_1}$ ) を算出する。

[0068] 最後に、ステップS18において、制御部103は、式(4)の関係を維持するために最大走査角を  $\theta_{y_2} (= \theta_{y_1} / l)$  に変更する。最大走査角を  $\theta_{y_2} (= \theta_{y_1} / l)$  に変更するには、駆動電圧を  $V_{y_2} (= V_{y_1} / l)$  に設定すればよい。

[0069] 実施の形態1による光走査装置100では、加速度センサ105と2次元走査ミラー106とは、同一の基板102に形成されている（図1および図2参照）。したがって、光走査装置100は、車両150（図1参照）などの装置に取り付ける際に、互いの相対位置を調整することが不要であるという利点を有する。もっとも、本発明はこれに限定されず、加速度センサ105および2次元走査ミラー106は、異なる基板に形成されてもよい。

[0070] 以上では、X軸周りの振動の駆動周波数  $f_x$  が、Y軸周りの振動の駆動周波数  $f_y$  の  $1/n$  であり（式(2)参照）、かつ、 $n$  が整数である場合について説明した。しかし、 $n$  は、整数に限定されない。 $n$  が整数でない場合、

光ビームの走査経路はいわゆるリサージュ図形になり、光ビームが同じ走査点を照らす周期は、 $1 / f_x$ ではなく、 $f_x$ と $f_y$ との最小公倍数の逆数となる。この場合であっても、前述の説明と同様に、駆動周波数（フレームレート） $f_x$ を制御することによって、空間分解能 $R_y$ の変化を抑える効果が得られる。

[0071] 以上では、車両150（図1参照）の進行方向は、X軸方向であったが、これに限定されない。また、2次元走査ミラー106のミラー部111は、車両150の進行方向（X方向）に垂直なY軸周りに共振するものであったが、これに限定されず、別の方向の周りに共振して回転変位するものであってもよい。

[0072] 以上では、加速度センサ105は、光走査装置100の進行方向の加速度を検出するものであったが、これに限定されず、例えば光走査装置100の進行方向に直交する方向の加速度を検出するものであってもよい。また、加速度センサ105は、2軸以上の方向の加速度を検出できるものであってもよい。これにより、例えば、光走査装置100の進行方向に直交するY軸方向やZ軸方向の揺れを検出し、揺れの大きさに応じて最大走査角を調整することができる。

[0073] 以上では、2次元走査ミラー106のミラー部111のY軸周りの振動の周波数 $f_y$ を、固有の共振周波数 $f_{yc}$ とした（式（1）参照）。しかし、本発明の実施の形態1はこれに限定されず、 $f_y$ は、 $f_{yc}$ の近傍の周波数であってもよい。確かに、 $f_y$ が共振周波数 $f_{yc}$ に等しい場合に、印加電圧を最も効率よく振動に変換することができるが、 $f_y$ が共振周波数 $f_{yc}$ の近傍であっても、同じ印加電圧で比較的大きな振幅を得ることができる。

[0074] 以上では、図10に示すように、光走査装置100の加速度 $A_x$ の変化に対して、最大走査角 $\theta_y$ が一様に変化する（ $\theta_y$ が $A_x$ の一次関数として表される）ものとして説明したが、本発明の実施の形態1はこれに限定されず、加速度 $A_x$ に応じて最大走査角 $\theta_y$ が決定されるものであればよい。

[0075] <変形例>

図17は、全体が180で表される、本発明の実施の形態1の第1変形例による光走査装置の構成を示す模式図である。この変形例では、ビームスプリッタが設けられておらず、光源101から出射した光ビームは、ビームスプリッタを経ずに2次元走査ミラー106に入射される。

[0076] 図18は、全体が190で表される、本発明の実施の形態1の第2変形例による光走査装置の構成を示す模式図である。この変形例も、ビームスプリッタを備えていないが、代わりに2次元走査ミラー106から入射した光ビームを反射する固定ミラー109を備える。

[0077] 第1変形例および第2変形例も採用しても、本発明の実施の形態1は同様の効果を達成できるため、部材配置の自由を増すことができる。なお、第1変形例および第2変形例は、後述の本発明の実施の形態2、実施の形態3および実施の形態4にも適用できる。

[0078] 実施の形態2.

図19は、全体が200で表される、本発明の実施の形態2による光走査装置の構成を示す模式図である。以下、特に説明しない限り、実施の形態1と同一の構成には同一の符号を付し、説明を省略する。

[0079] 光走査装置200は、実施の形態1と異なり、加速度センサではなく角速度センサ207を備える。角速度センサ207は、鉛直軸（Z軸）の周りの角速度（以下、単に「角速度」という。） $\Omega_z$ を検出することができる。

[0080] 図19では、基板202には、2次元走査ミラー106のみが形成され、角速度センサ207は、基板202と別個に設けられている。しかしながら、本発明の実施の形態2はこれに限定されず、角速度センサ207も、MEMS技術を用いて基板202に形成されてもよい。

[0081] 光走査装置200も、実施の形態1と同様に、車両（図示せず）に搭載されて利用されてもよい。

[0082] 一般的に、車両が直進している場合、車両に搭載された測距装置は、進行方向の遠方を高い空間分解能で走査することが望ましい。一方、車両が、左折、右折またはカーブする場合には、広く周囲の状況を認識する必要がある

ため、車両に搭載された測距装置は、広範囲を走査することが望ましい。そこで、従来から、図20に示すように、角速度 $\Omega_z$ の絶対値が小さい場合に最大走査角 $\theta_y$ を小さくし、角速度 $\Omega_z$ の絶対値が大きい場合に最大走査角 $\theta_y$ を大きくするように、車両の角速度 $\Omega_z$ に応じて最大走査角 $\theta_y$ を変化させることが行われて来た。

[0083] 図20は、角速度 $\Omega_z$ に応じて最大走査角 $\theta_y$ を調整する場合の、角速度 $\Omega_z$ と最大走査角 $\theta_y$ との関係の一例を示している。車両が直進している場合、角速度 $\Omega_z$ は0である。車両が右に転回している場合、例えば右折している場合、角速度 $\Omega_z$ は正の値を示す。車両が左に転回している場合、例えば左折している場合、角速度 $\Omega_z$ は負の値を示す。図20のグラフは、最大走査角 $\theta_y$ が、角速度 $\Omega_z = 0$ の場合（直進時）は $\theta_{y_1}$ に、角速度 $\Omega_z = \Omega_{z_2}$ の場合は $\theta_{y_2}$  ( $> \theta_{y_1}$ ) に調整されることを示している。

[0084] 図21は、直進時（角速度 $\Omega_z = 0$ ）における従来技術の測距装置による走査経路と走査点とを示す模式図である。図22は、転回時（図20の $\Omega_z = \Omega_{z_2}$ の場合）における従来技術の測距装置による走査経路と走査点とを示す模式図である。転回の場合を示す図22では、直進の場合を示す図21に比べて、Y方向の走査点が疎になり、空間分解能が悪化している。このように、先行技術には、直進時に比べて転回時の空間分解能が悪化する問題があった。

[0085] そこで、本発明の実施の形態2による光走査装置200では、実施の形態1と同様に、車両の角速度 $\Omega_z$ に応じて最大走査角 $\theta_y$ を変更しても空間分解能 $R_y$ が悪化しないように（すなわち、式(4)から、 $f_x \times \theta_y$ が一定となるように）、駆動周波数（フレームレート） $f_x$ を制御する。

[0086] 図23は、空間分解能 $R_y$ を悪化させることなく、角速度 $\Omega_z$ に応じて駆動周波数（フレームレート） $f_x$ を変更する方法を示すフローチャートである。変更前は、駆動周波数（フレームレート） $f_x = f_{x_1}$ 、駆動電圧 $V = V_{y_1}$ 、最大走査角 $\theta_y = \theta_{y_1}$ である。まず、ステップS20で、光走査装置200の角速度センサ207（図19参照）は、Z軸周りの角速度 $\Omega_z$ を検

出する。

- [0087] 次のステップS 2 1では、制御部1 0 3（図1 9参照）が、検出された角速度 $\Omega_z$ に基づき、変更後の最大走査角 $\theta_{y_2}$ を決定する。
- [0088] 次に、ステップS 2 2において、制御部1 0 3は、変更前の最大走査角 $\theta_{y_1}$ に対する変更後の最大走査角 $\theta_{y_2}$ の比率（最大走査角の変化率） $m$ （ $m = \theta_{y_2} / \theta_{y_1}$ ）を算出する。
- [0089] 最後に、ステップS 2 3において、制御部1 0 3は、最大走査角を $\theta_{y_2}$ に変更するために駆動電圧を $V_{y_2}$ （ $= m V_{y_1}$ ）に設定するとともに、式（4）の関係を維持するために駆動周波数（フレームレート）を $f_{x_2}$ （ $= f_{x_1} / m$ ）に変更する。
- [0090] 図2 4は、このように駆動周波数 $f_x$ を調整した本発明の実施の形態2の光走査装置1 0 0による走査経路と走査点とを示す模式図である。図2 4は、 $m = 2$ の場合、すなわち最大走査角 $\theta_y$ を2倍に広げた場合の例を示している。図2 4では、空間分解能 $R_y$ は $R_{y_1}$ であり、直進時の空間分解能（図2 1参照）から変化していないことがわかる。
- [0091] 以上のように、本発明の実施の形態2による光走査装置2 0 0は、角速度 $\Omega_z$ に基づいて光ビームの最大走査角 $\theta_y$ を制御するとともに、駆動周波数（フレームレート） $f_x$ を制御することによって、最大走査角 $\theta_y$ を変化させても空間分解能 $R_y$ を一定に保つことができる。
- [0092] 以上では、角速度センサ2 0 7（図1 9参照）は、光走査装置2 0 0の鉛直方向の周りの角速度を検出するものであったが、これに限定されず、例えば鉛直方向に直交する軸の周りの角速度を検出するものであってもよい。また、角速度センサ2 0 7は、2軸以上の方向の周りの角速度をそれぞれ検出できるものであってもよい。例えば、角速度センサ2 0 7が光走査装置2 0 0の水平面内の軸の周りの回転を検出するものであってもよい。
- [0093] 以上では、図2 0に示すように、光走査装置2 0 0の角速度 $\Omega_z$ の変化に対して、最大走査角 $\theta_y$ が一様に変化するものとして説明したが、本発明の実施の形態2はこれに限定されず、角速度 $\Omega_z$ に応じて最大走査角 $\theta_y$ が決

定されるものであればよい。

[0094] 実施の形態 3.

図 25 は、全体が 300 で表される、本発明の実施の形態 3 による光走査装置の構成を示す模式図である。以下、特に説明しない限り、実施の形態 1 または実施の形態 2 と同一の構成には同一の符号を付し、説明を省略する。

[0095] 光走査装置 300 の光源 101 から出射された光ビームは、基板 302 に設けられた 2 次元走査ミラー 306 によって反射され、その後、走査角変換手段 308 によって反射され、光走査装置 300 から出射される。走査角変換手段 308 は、鉛直軸（Z 軸）を中心軸とする逆円錐台形状を有し、光ビームは、走査角変換手段 308 の円錐面 309 で反射される。

[0096] 図 26 は、基板 302 の概略的な上面図である。基板 302 は、光走査装置 300 の加速度を検出するための加速度センサ 105 と、入射した光ビームの光軸の方向を変えることができる 2 次元走査ミラー 306 とを備える。2 次元走査ミラー 306 は、ミラー部 111 と、ミラー部 111 の X 方向の両端および Y 方向の両端の 4 点にそれぞれ接続され、ミラー部 111 を支持する 4 本の梁 321～324 とを備える。ミラー部 111 の X 方向の両端および Y 方向の両端は、それぞれ梁 321～324 を介して基板 302 に接続されている。実施の形態 1 と異なり、2 次元走査ミラー 306 には、フレーム（図 2 のフレーム 113 参照）が設けられていない。

[0097] 図 27 は、図 26 の基板 302 の 2 次元走査ミラー 306 を XXV-XXV 方向に見た概略的な断面図である。梁 321、323（および図 27 には示されていない梁 322、324）は、それぞれ、図 3 を参照して説明した実施の形態 1 の梁 120 と同様のものであり、活性層 143 の一部である梁基礎 125 と、梁基礎 125 の上に形成された絶縁膜 121 と、絶縁膜 121 の上に形成された第 1 電極 122 と、第 1 電極 122 の上に形成された圧電膜 123 と、圧電膜 123 の上に形成された第 2 電極 124 とからなる。

[0098] 以下、図 25～図 27 を参照して、光源 101 から出射された光ビームの進行経路について説明する。同じ周波数および同じ振幅を有するが、位相が

互いに異なる正弦波の電圧を、梁 3 2 1 ~ 3 2 4 (図 2 6) の第 1 電極 1 2 2 と第 2 電極 1 2 4 (図 2 7) を介して、圧電膜 1 2 3 に印加する。例えば、梁 3 2 1 の圧電膜 1 2 3 に正弦波の電圧  $V(t)$  を印加した場合、梁 3 2 2 の圧電膜 1 2 3 には、 $V(t)$  より位相が 90 度 ( $\pi/2$ ) 遅れた正弦波の電圧  $V(t - \pi/2)$  を印加し、梁 3 2 3 の圧電膜 1 2 3 には、更に位相が 90 度遅れた正弦波の電圧  $V(t - \pi)$  を印加し、梁 3 2 4 の圧電膜 1 2 3 には、更に位相が 90 度遅れた正弦波の電圧  $V(t - 3\pi/2)$  を印加する。

[0099] 各梁 3 2 1 ~ 3 2 4 は、印加電圧に応じて Z 方向に変位するため、上記のように位相が互いに異なる正弦波の電圧を各梁 3 2 1 ~ 3 2 4 の圧電膜 1 2 3 にそれぞれ印加することにより、ミラー部 1 1 1 は、ミラー部 1 1 1 の表面の法線がミラー部 1 1 1 の中央を中心とする歳差運動 (首振り運動) を行うように動く。これにより、ミラー部 1 1 1 の表面の中央の法線は、ミラー部 1 1 1 の表面の中央を頂点とする逆円錐を描く。

[0100] この逆円錐の頂角が  $\theta/2$  となるようにミラー部 1 1 1 が首振り運動をしている場合、基板 3 0 2 に垂直にビーム光を入射すると、図 2 5 に破線で示したように、反射された光ビームの光軸は、頂角が  $\theta$  である逆円錐を描くような首振り運動を行う。

[0101] ミラー部 1 1 1 は、首振り運動について、機械的な固有の共振周波数  $f_0$  を有する。一般的に、構造物に首振り運動をさせる場合、その構造物の固有の共振周波数で振動させると、印加したエネルギーを効率よく振動に変換することができる。

[0102] 再び図 2 5 を参照すると、2次元走査ミラー 3 0 6 のミラー部 1 1 1 で反射された光ビームは、その後、走査角変換手段 3 0 8 の円錐面 3 0 9 で反射され、光走査装置 3 0 0 から出射される。水平面 (XY 平面) と走査角変換手段 3 0 8 の円錐面 3 0 9 とがなす角度  $\eta$  と光ビームの光軸が描く逆円錐の頂角  $\theta$  との間に次の式 (5) に示された関係があれば、光走査装置 3 0 0 から出射された光ビームの光軸は、水平面にあることになる。

[0103]  $\theta + 2\eta = 90^\circ \quad \dots (5)$

[0104] さらに、梁321～324の圧電膜123（図27参照）に印加する駆動電圧Vの最大振幅 $V_A$ を変える（ $V_A + \Delta V_A$ に変更する、以下、 $\Delta V_A$ を「振幅変化量」という。）ことにより、光ビームの光軸が描く逆円錐の頂角 $\theta$ を変化させることができる。これにより、図28に示すように、光走査装置300から出射された光ビームの光軸が水平面から上下方向に移動するように走査することができる。

[0105] 以上のように、実施の形態3の光走査装置300は、水平方向の全周囲を走査することができる利点を有する。

[0106] 図29は、光走査装置300を搭載した車両350を示す模式図である。光走査装置300は、水平方向の全周囲を走査することができるため、車両350に搭載された周囲の状況を認識する測距装置に有利に適用できる。

[0107] 以下、光走査装置300の動作について説明する。

[0108] 図30は、実施の形態3の光走査装置300による、走査範囲内を走査する光ビームの走査経路の例を示す模式図である。図30には、光源101から一定の間隔で出射されたパルス状のレーザ光が照らす走査点が、模式的に黒丸で表されている。また、図30には、説明の便宜上、光ビームの軌跡を実線で示している。

[0109] 制御部103（図25および図29参照）は、2次元走査ミラー306のミラー部111が固有の共振周波数 $f_{oc}$ で首振り運動を行うように、各梁321～324の圧電膜123（図27参照）に正弦波の駆動電圧Vをそれぞれ印加する。駆動電圧Vの最大振幅 $V_A$ は、周波数 $f_r$ で増減するように制御される（以下、この周波数を「振幅変化の周波数」または「フレームレート」という。）。光走査装置300は、水平方向の全周囲を走査することができるから、水平方向の最大走査角は $360^\circ$ である。図30の走査点のマトリクスは、このようにして得られる。

[0110] 実施の形態1の場合と同様に、車両350（図29参照）の進行方向の加速度 $A_x$ に応じて、駆動電圧Vの最大振幅 $V_A$ を変化させて最大走査角 $\theta_z$ を

変化させる。最大走査角 $\theta_z$ を図30の $\theta_{z_1}$ から $\theta_{z_2}$  ( $>\theta_{z_1}$ ) に増加させた場合において、振幅変化の周波数 $f_r$ を変化させないときは、光ビームの走査経路は、図31のようになる。図31では、最大走査角 $\theta_z$ が小さい場合を示す図30に比べて、Z方向の走査点が疎になり、空間分解能 $R_z$ が悪化してしまう（図30の空間分解能 $R_{z_1}$ に比べて、図31の空間分解能 $R_{z_2}$ は悪化している）。

[0111] そこで、本発明の実施の形態3による光走査装置300では、車両350の加速度 $A_x$ に応じて最大走査角 $\theta_z$ を変更しても空間分解能 $R_z$ が悪化しないように、以下の式(6)を用いて、振幅変化の周波数(フレームレート) $f_r$ を制御する。

$$[0112] \quad f_r \times (\theta_z / R_z) = f_{oc} \quad \dots (6)$$

[0113] 空間分解能 $R_z$ を一定に保ちたい場合、 $R_z$ も $f_{oc}$ も定数であるから、式(6)から、 $f_r \times \theta_z$ が一定となるように $f_r$ を制御すればよい。

[0114] 図32は、空間分解能 $R_z$ を悪化させることなく、加速度 $A_x$ に応じて振幅変化の周波数(フレームレート) $f_r$ を変更する方法を示すフローチャートである。変更前は、振幅変化の周波数(フレームレート) $f_r = f_{r_1}$ 、振幅変化量 $\Delta V_A = \Delta V_{A_1}$ 、最大走査角 $\theta_z = \theta_{z_1}$ である。まず、ステップS30で、光走査装置300の加速度センサ105(図25参照)は、X方向の加速度 $A_x$ を検出する。

[0115] 次のステップS31では、制御部103(図25参照)が、検出された加速度 $A_x$ に基づき、変更後の最大走査角 $\theta_{z_2}$ を決定する。

[0116] 次に、ステップS32において、制御部103は、変更前の最大走査角 $\theta_{z_1}$ に対する変更後の最大走査角 $\theta_{z_2}$ の比率(最大走査角の変化率) $m$  ( $m = \theta_{z_2} / \theta_{z_1}$ ) を算出する。

[0117] 最後に、ステップS33において、制御部103は、最大走査角を $\theta_{z_2}$ に変更するために振幅変化量を $\Delta V_{A_2}$  ( $= m \Delta V_{A_1}$ ) に設定するとともに、式(6)の関係を維持するために振幅変化の周波数(フレームレート)を $f_{r_2}$  ( $= f_{r_1} / m$ ) に変更する。

[0118] 図33は、このように振幅変化の $f_r$ を調整した本発明の実施の形態3の光走査装置300による走査経路と走査点とを示す模式図である。図33は、 $m=2$ の場合、すなわち最大走査角 $\theta_z$ を2倍に広げた場合の例を示している。図33では、空間分解能 $R_z$ は $R_{z_1}$ であり、変更前の空間分解能（図30参照）から変化していないことがわかる。

[0119] 以上では、加速度センサ105を備える光走査装置300について説明したが、本発明の実施の形態3による光走査装置300は、実施の形態2で説明した角速度センサを備え、角速度に基づいて最大走査角 $\theta_z$ と振幅変化の周波数（フレームレート） $f_r$ とを決定するものであってもよい。

[0120] 以上のように、本発明の実施の形態3による光走査装置300は、加速度または角速度に基づいて光ビームの最大走査角 $\theta_z$ を制御するとともに、駆動周波数（フレームレート） $f_r$ を制御することによって、最大走査角 $\theta_z$ を変化させても空間分解能 $R_z$ を一定に保つことができる。

[0121] 実施の形態4.

図34は、全体が400で表される、本発明の実施の形態4による光走査装置の構成を示す模式図である。以下、特に説明しない限り、実施の形態1、実施の形態2または実施の形態3と同一の構成には同一の符号を付し、説明を省略する。

[0122] 光走査装置400は、実施の形態1と異なり、速度に基づいて2次元走査ミラー106の姿勢を制御する制御部403を備える。制御部403は、加速度センサ105によって検出されたX方向の加速度 $A_x$ を積分してX方向の速度 $v_x$ を導出する。

[0123] 光走査装置400も、実施の形態1と同様に、車両（図示せず）に搭載されて利用されてもよい。

[0124] 一般的に、車両が高速で走行する場合、車両に搭載された測距装置は、遠方を高い空間分解能で走査することが望ましい。一方、車両が低速で走行する場合、例えば徐行する場合、右左折等により車両の進行方向が急変更する可能性が高いため、車両に搭載された測距装置は、特に水平方向について、

広範囲を走査することが望ましい。

- [0125] そこで、従来から、図35に示すように、高速の場合に最大走査角 $\theta_y$ を小さくし、低速の場合に最大走査角 $\theta_y$ を大きくするように、車両の速度 $v_x$ に応じて最大走査角 $\theta_y$ を変化させることが行われて来た。図35は、速度 $v_x$ に応じて最大走査角 $\theta_y$ を調整する場合の、速度 $v_x$ と最大走査角 $\theta_y$ との関係の一例を示している。図35のグラフは、最大走査角 $\theta_y$ が、速度 $v_{x1}$ 時（高速時）は $\theta_{y1}$ に、速度 $v_{x2}$ 時（低速時、 $v_{x2} < v_{x1}$ ）は $\theta_{y2}$  ( $> \theta_{y1}$ ) に調整されることを示している。
- [0126] 従来技術の測距装置では、高速時における走査経路および走査点は、実施の形態1の図11と同様になる。低速時における従来技術の測距装置による走査経路および走査点は、図12と同様になる。このように、低速時の空間分解能は、高速時の空間分解能に比べて悪化してしまう。
- [0127] そこで、実施の形態4による光走査装置400では、車両の速度 $v_x$ に応じて最大走査角 $\theta_y$ を変更しても空間分解能 $R_y$ が悪化しないように（例えば、式(4)から、 $f_x \times \theta_y$ が一定となるように）、駆動周波数（フレームレート） $f_x$ を制御する。
- [0128] 図36は、空間分解能 $R_y$ を悪化させることなく、速度 $v_x$ に応じて駆動周波数（フレームレート） $f_x$ を変更する方法を示すフローチャートである。変更前は、駆動周波数（フレームレート） $f_x = f_{x1}$ 、駆動電圧 $V = V_{y1}$ 、最大走査角 $\theta_y = \theta_{y1}$ である。まず、ステップS40で、光走査装置400の加速度センサによりX軸方向の加速度 $A_x$ を検出する。次に、ステップS41にて、 $A_x$ の時間積分によりX軸方向の速度 $v_x$ を算出する。
- [0129] 次のステップS42では、制御部403が、算出された速度 $v_x$ に基づき、変更後の最大走査角 $\theta_{y2}$ を決定する。
- [0130] 次に、ステップS43において、制御部403は、変更前の最大走査角 $\theta_{y1}$ に対する変更後の最大走査角 $\theta_{y2}$ の比率（最大走査角の変化率） $m$  ( $m = \theta_{y2} / \theta_{y1}$ ) を算出する。
- [0131] 最後に、ステップS44において、制御部403は、最大走査角を $\theta_{y2}$ に

変更するために駆動電圧を  $V_{y2}$  ( $=m V_{y1}$ ) に設定するとともに、式 (4) の関係を維持するために駆動周波数 (フレームレート) を  $f_{x2}$  ( $=f_{x1}/m$ ) に変更する。

[0132] 本実施の形態4では、制御部403は、加速度センサによって検出された加速度  $A_x$  の時間積分により速度を制御部にて算出したが、本発明はこれに限定されず、速度情報を得ることができればよい。例えば、光走査装置400は図示しない速度センサを備え、速度センサによって速度を検出してもよい。速度センサは、例えば、車軸の回転数から速度情報を得るものであってもよい。

[0133] 以上のように、本発明の実施の形態4による光走査装置400は、速度  $v_x$  に基づいて光ビームの最大走査角  $\theta_y$  を制御するとともに、駆動周波数 (フレームレート)  $f_x$  を制御することによって、最大走査角  $\theta_y$  を変化させても空間分解能  $R_y$  を一定に保つことができる。

[0134] 以上では、光走査装置400の速度  $v_x$  の変化に対して、最大走査角  $\theta_y$  が一様に変化するものとして説明したが、本発明の実施の形態4はこれに限定されず、速度  $v_x$  に応じて最大走査角  $\theta_y$  が決定されるものであればよい。

## 符号の説明

[0135] 100, 200, 300, 400 光走査装置、101 光源、102 基板、103 制御部、104 ビームスプリッタ、105 加速度センサ、106 2次元走査ミラー、109 固定ミラー、111 ミラー部、113 フレーム、115 反射膜、120 梁、121 絶縁膜、122 第1電極、123 圧電膜、124 第2電極、125 梁基礎、131 慣性質量体、132 梁、133 櫛歯電極、134 固定櫛歯電極、135 可動櫛歯電極、140 SOI基板、141 支持層、142 絶縁層、143 活性層、150 車両、202 基板、207 角速度センサ、302 基板、306 2次元走査ミラー、308 走査角変換手段、321~324 梁、350 車両。

## 請求の範囲

- [請求項1] 光を発する光源と、  
前記光源から入射した光を反射面で反射する走査ミラーであって、  
前記反射面内を通る第1軸と、前記第1軸に直交し、かつ前記反射面内を通る第2軸と、の周りにそれぞれ独立に振動可能な走査ミラーと、  
前記走査ミラーの前記第1軸の周りの振動の第1周波数および第1振幅と、前記第2軸の周りの振動の第2周波数および第2振幅とを制御して、前記走査ミラーの反射面で反射された光を走査させる制御部と、  
を備え、前記第1振幅に応じて変化する主走査方向の最大走査角と、前記主走査方向に直交し、前記第2振幅に応じて変化する副走査方向の最大走査角と、によって規定された走査範囲内を前記光源から発された光で走査する光走査装置であって、  
前記制御部は、前記副走査方向の最大走査角に基づいて、前記第2周波数を制御することを特徴とする光走査装置。
- [請求項2] 前記制御部は、前記第2周波数を制御するとともに、前記第2周波数に基づいて、前記第2振幅を制御することによって前記副走査方向の最大走査角を制御することを特徴とする請求項1に記載の光走査装置。
- [請求項3] 前記制御部は、前記第2周波数と前記副走査方向の最大走査角との積が一定となるように、前記第2周波数または前記副走査方向の最大走査角を制御することを特徴とする請求項1または2に記載の光走査装置。
- [請求項4] 前記第2周波数と前記副走査方向の最大走査角との前記積は、前記第1周波数と隣接する主走査線間の角度間隔である空間分解能との積に等しいことを特徴とする請求項3に記載の光走査装置。
- [請求項5] 前記第1軸と前記第2軸との交点を通る前記走査ミラーの前記反射

面の法線が前記交点を中心とする歳差運動を行うように、前記走査ミラーの前記第1軸の周りの振動の位相と前記第2軸の周りの振動の位相とが調整されたことを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の光走査装置。

[請求項6] 前記副走査方向の最大走査角は、 $360^{\circ}$ であることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の光走査装置。

[請求項7] 前記走査ミラーによって反射された光を更に反射する走査角変換手段を更に備えることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の光走査装置。

[請求項8] 前記制御部は、前記第1周波数の値を、前記走査ミラーの前記第1軸の周りの共振周波数に等しい値に設定することを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載の光走査装置。

[請求項9] 前記走査ミラーは、MEMS走査ミラーであることを特徴とする請求項1～8のいずれかに記載の光走査装置。

[請求項10] 前記走査ミラーは、圧電駆動式の走査ミラーであることを特徴とする請求項1～9のいずれかに記載の光走査装置。

[請求項11] 前記光走査装置内に印加された慣性力を検出する慣性力センサを更に備え、

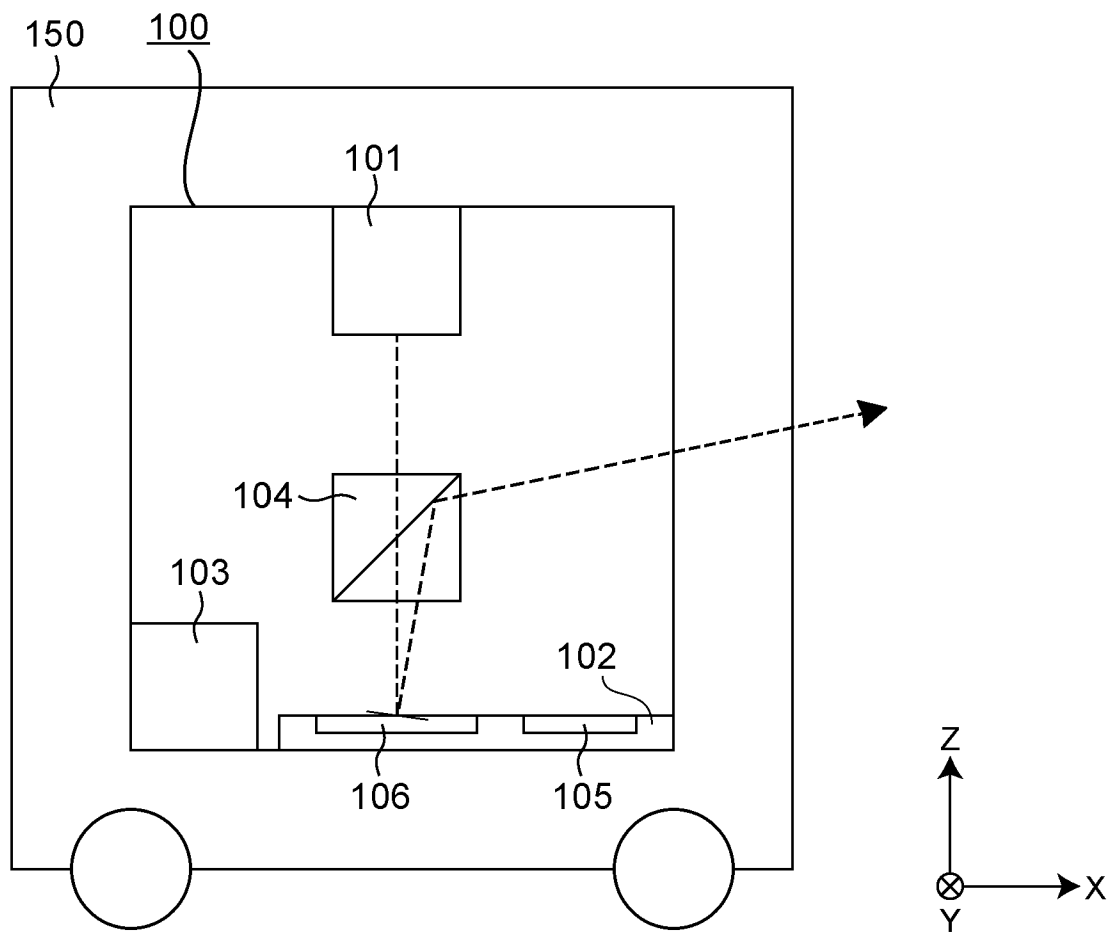
前記制御部は、前記慣性力センサによって検出された前記慣性力に基づいて、前記第2周波数または前記副走査方向の最大走査角を制御することを特徴とする請求項1～10のいずれかに記載の光走査装置。

[請求項12] 前記慣性力センサは、前記光走査装置の加速度を検出する加速度センサであることを特徴とする請求項11に記載の光走査装置。

[請求項13] 前記制御部は、前記加速度センサによって検出された加速度が大きいほど、前記第2周波数または前記副走査方向の最大走査角が小さくなるように制御を行うことを特徴とする請求項12に記載の光走査装置。

- [請求項14] 前記慣性力センサは、前記光走査装置の角速度を検出する角速度センサであることを特徴とする請求項11に記載の光走査装置。
- [請求項15] 前記制御部は、前記角速度センサによって検出された角速度の絶対値が大きいほど、前記第2周波数または前記副走査方向の最大走査角が大きくなるように制御を行うことを特徴とする請求項14に記載の光走査装置。
- [請求項16] 前記慣性力センサは、MEMSセンサであることを特徴とする請求項11～15のいずれかに記載の光走査装置。
- [請求項17] 前記慣性力センサと前記走査ミラーとが同一の基板上に配置されたことを特徴とする請求項11～16のいずれかに記載の光走査装置。
- [請求項18] 前記光走査装置の速度を検出する速度センサを更に備え、  
前記制御部は、前記速度センサによって検出された前記速度に基づいて、前記第2周波数または前記副走査方向の最大走査角を制御することを特徴とする請求項1～17のいずれかに記載の光走査装置。
- [請求項19] 請求項11～17のいずれかに記載の光走査装置を制御する方法であって、  
前記慣性力センサによって前記慣性力を検出するステップと、  
検出された前記慣性力に基づいて、前記走査ミラーの前記第2振幅を制御することによって前記副走査方向の最大走査角を制御するステップと、  
を含む方法。

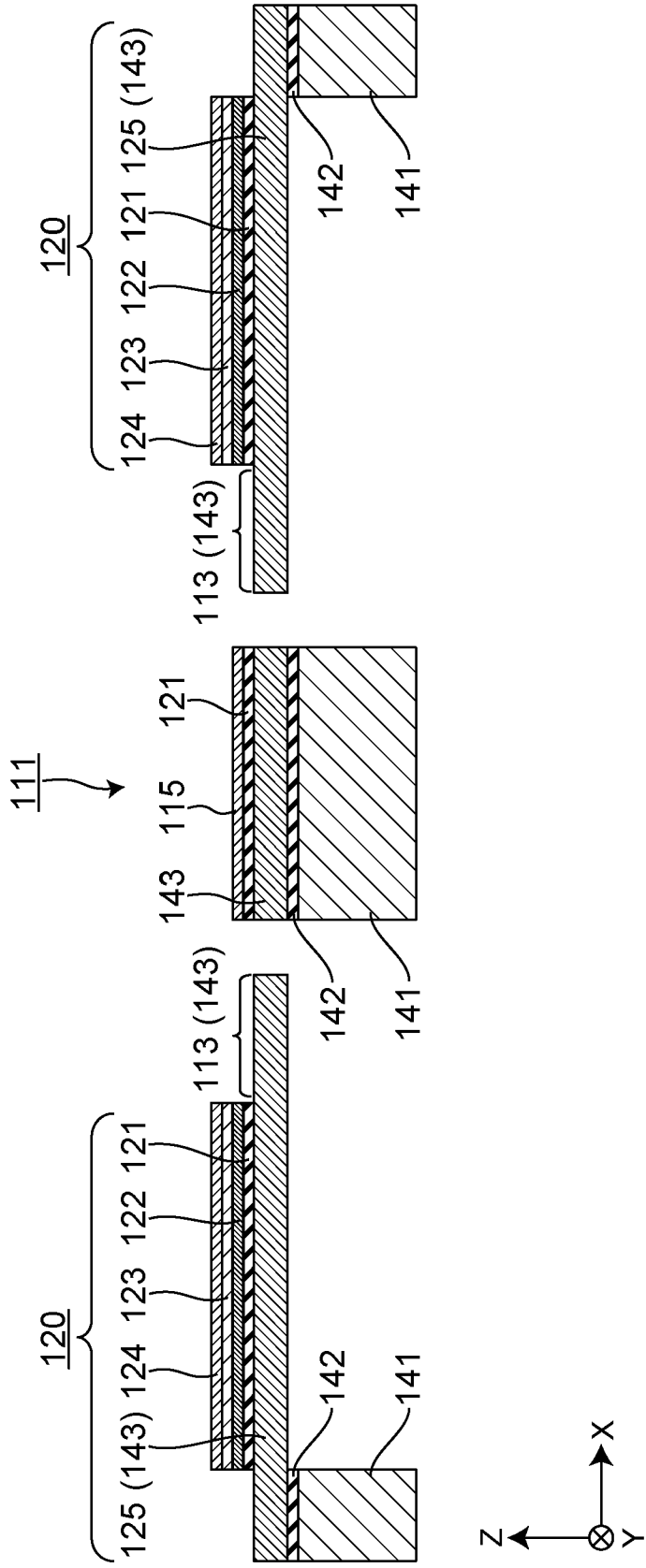
[図1]





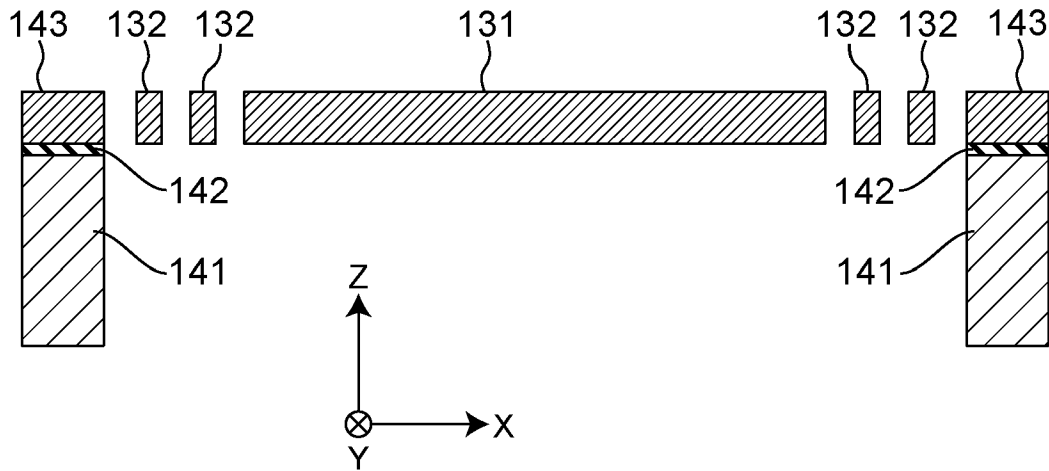
106

[図3]



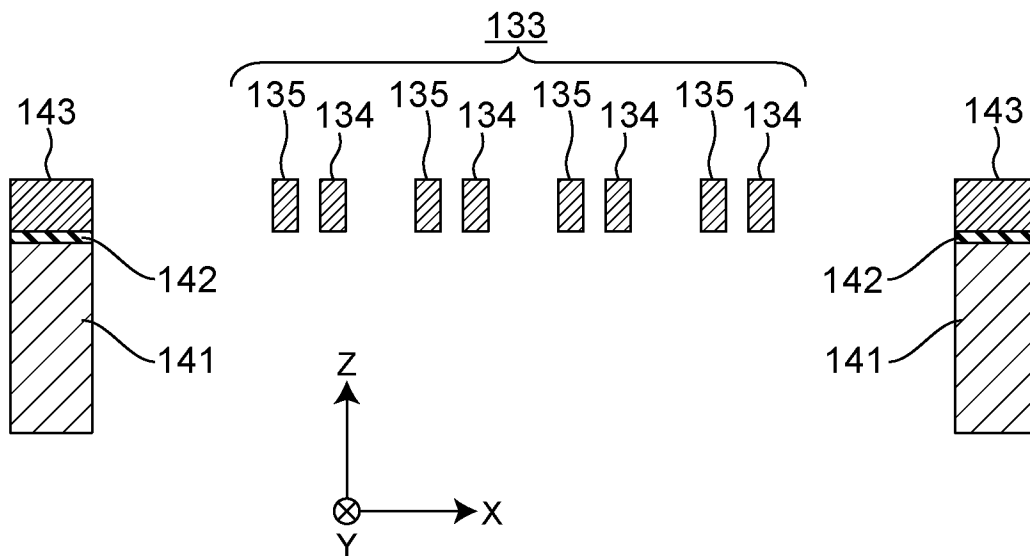
[図4]

105



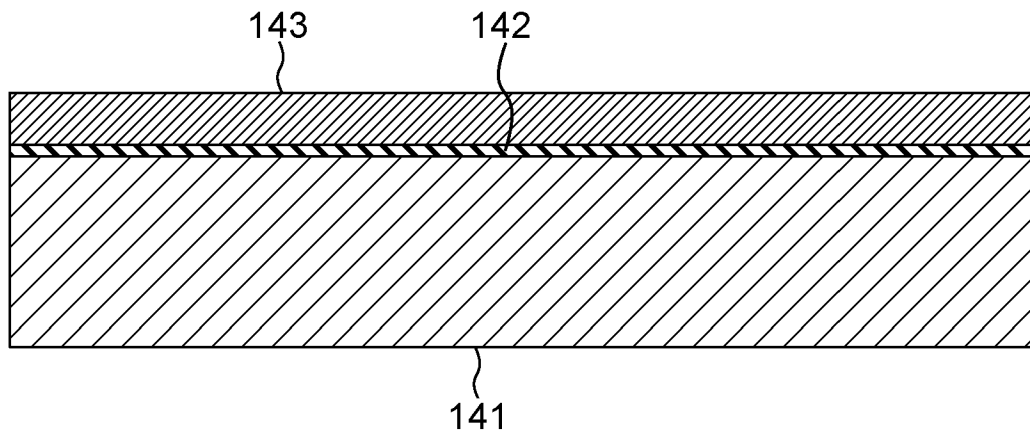
[図5]

105

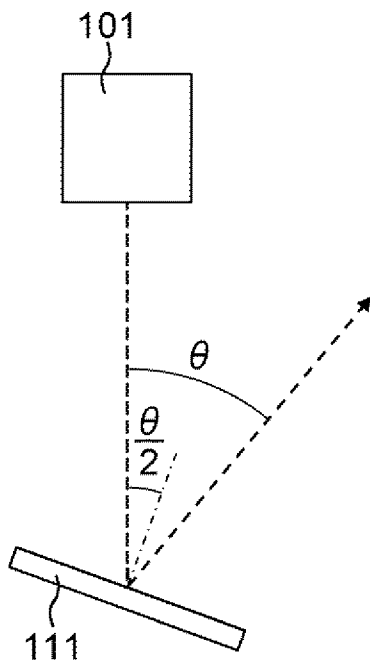


[図6]

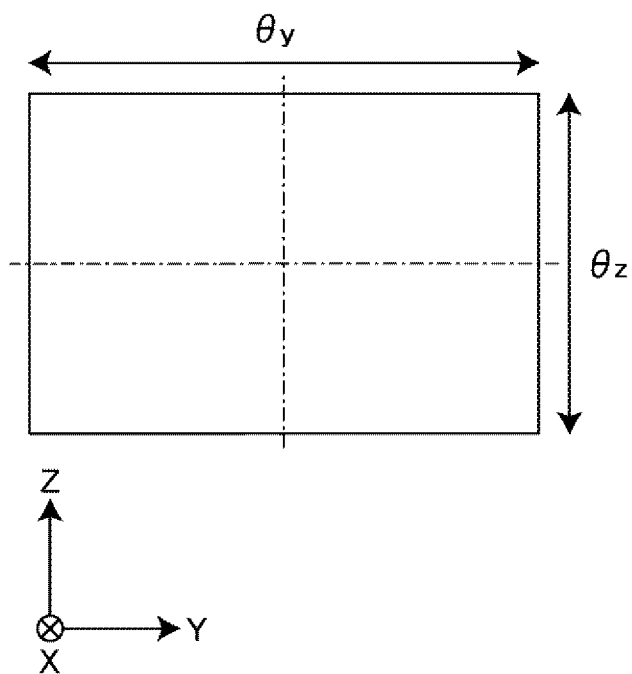
140



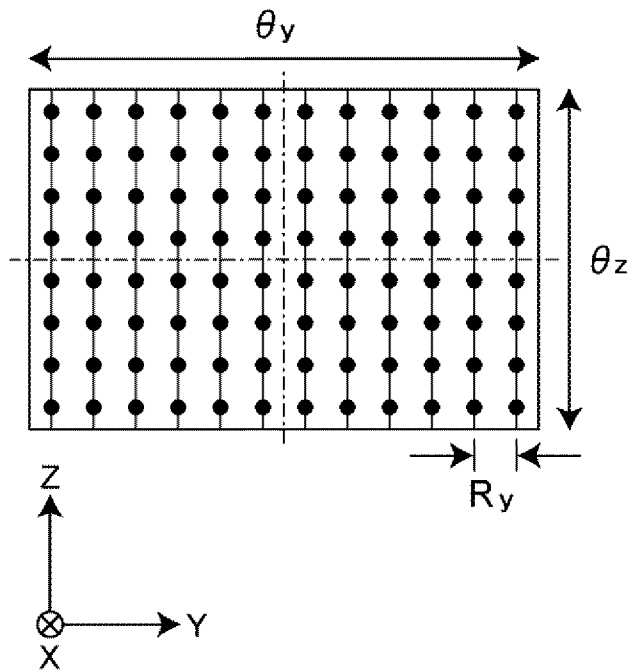
[図7]



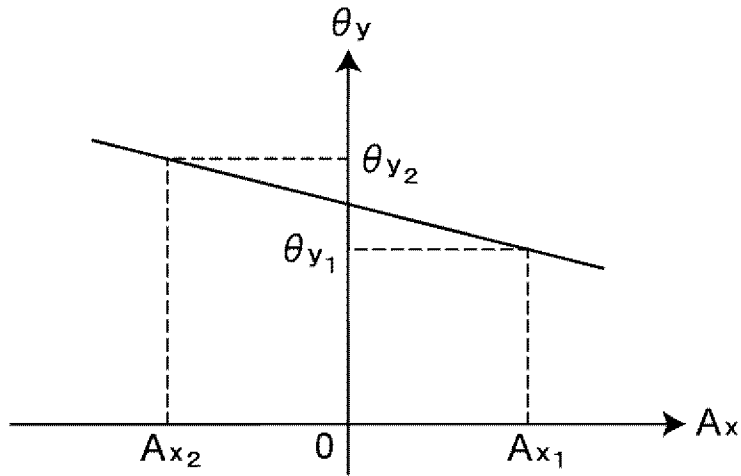
[図8]



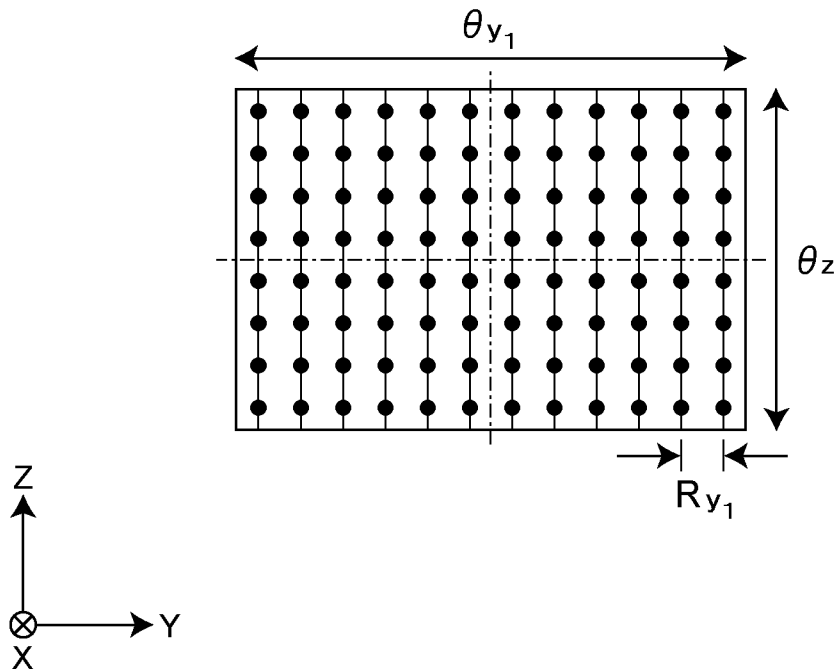
[図9]



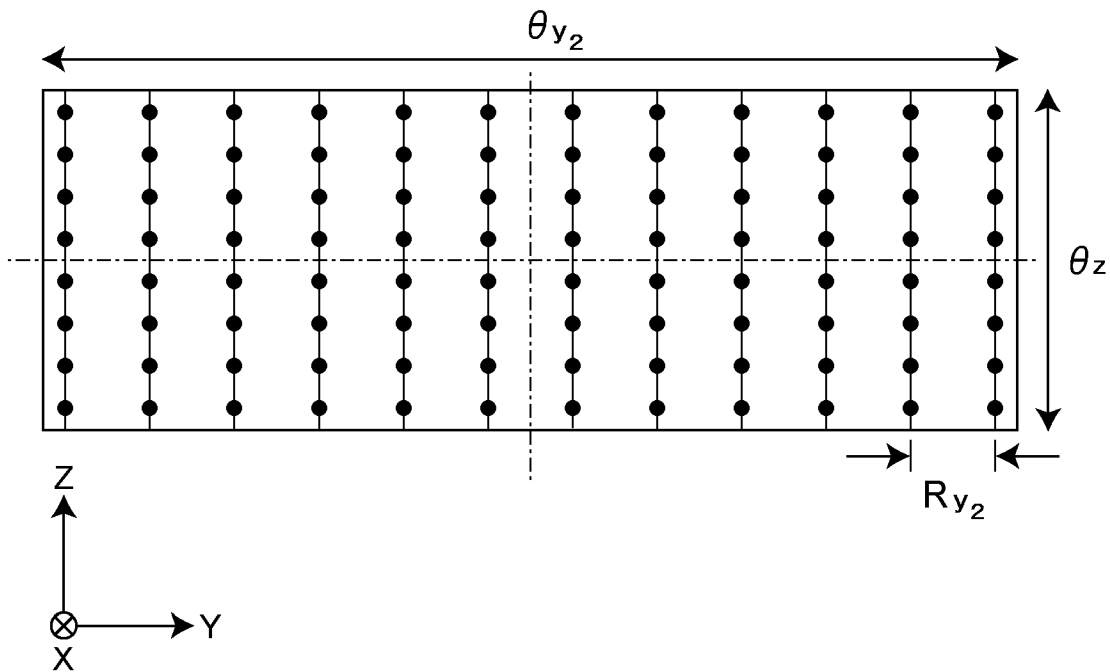
[図10]



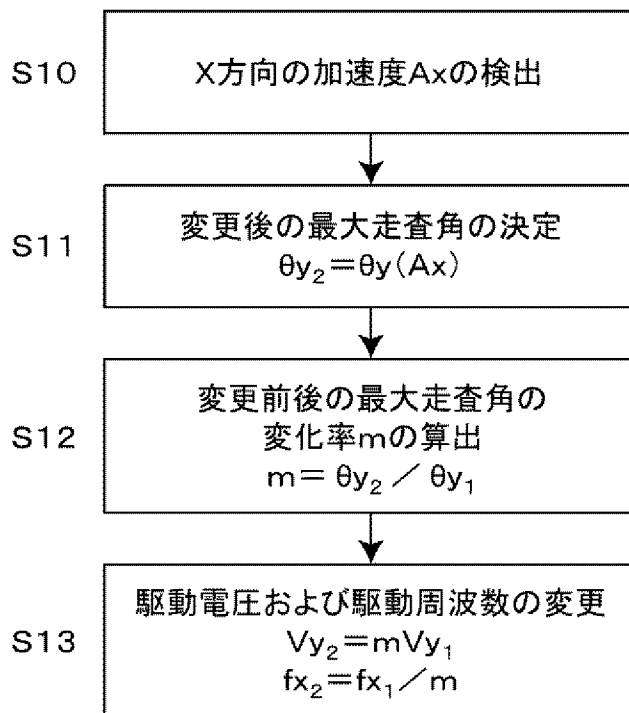
[図11]



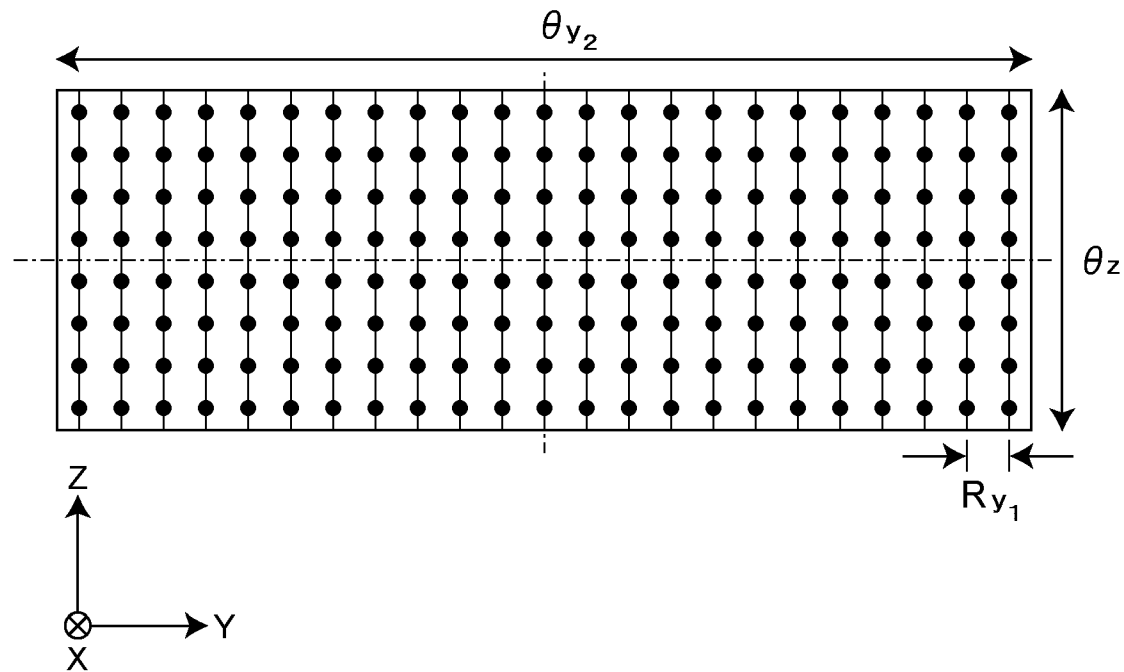
[図12]



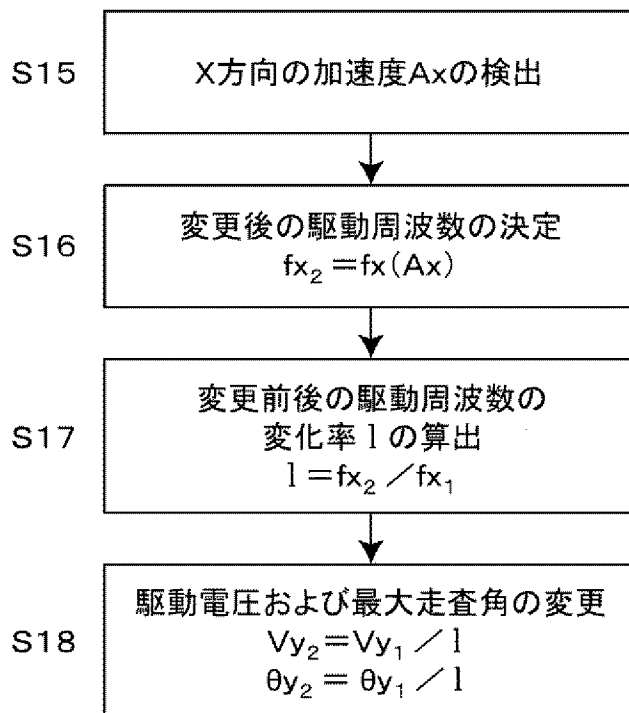
[図13]



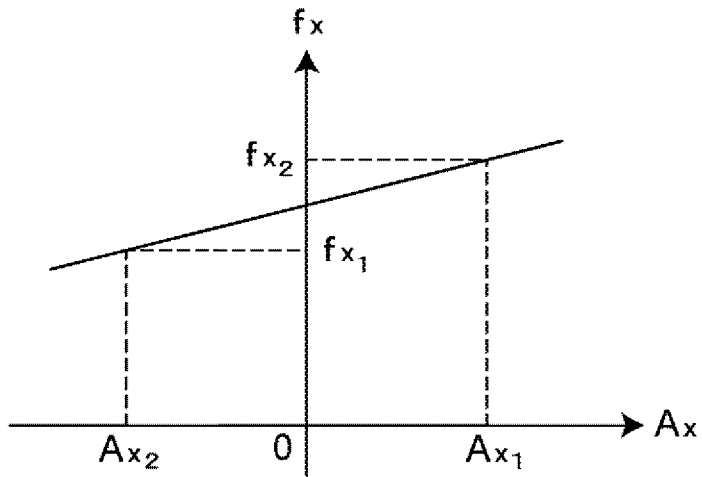
[図14]



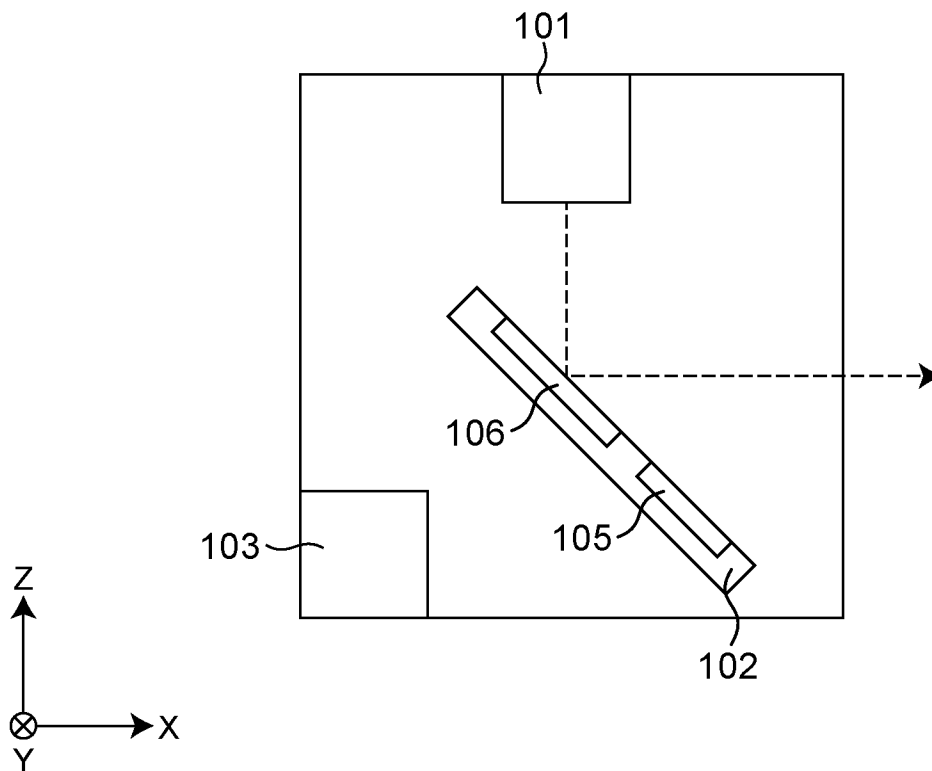
[図15]



[図16]

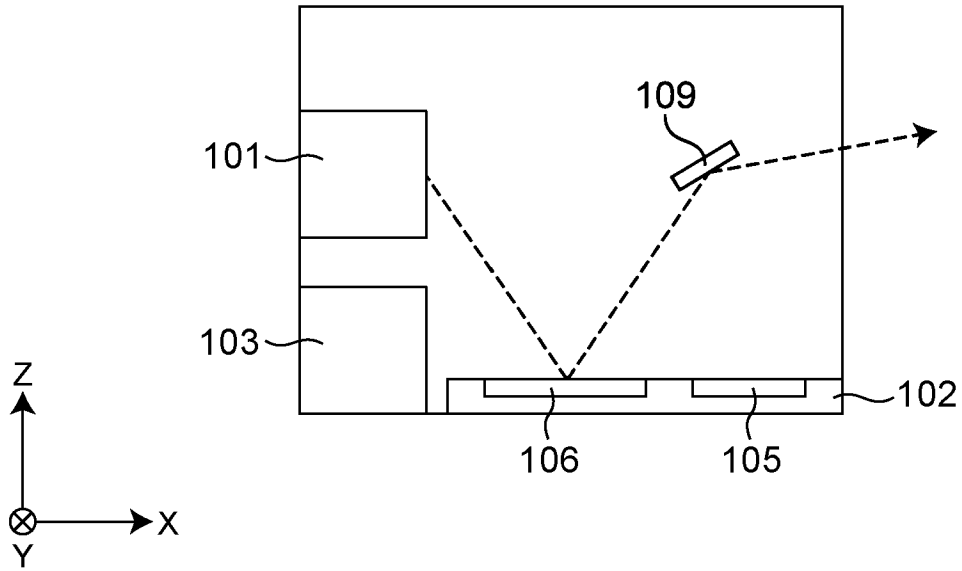


[図17]

180

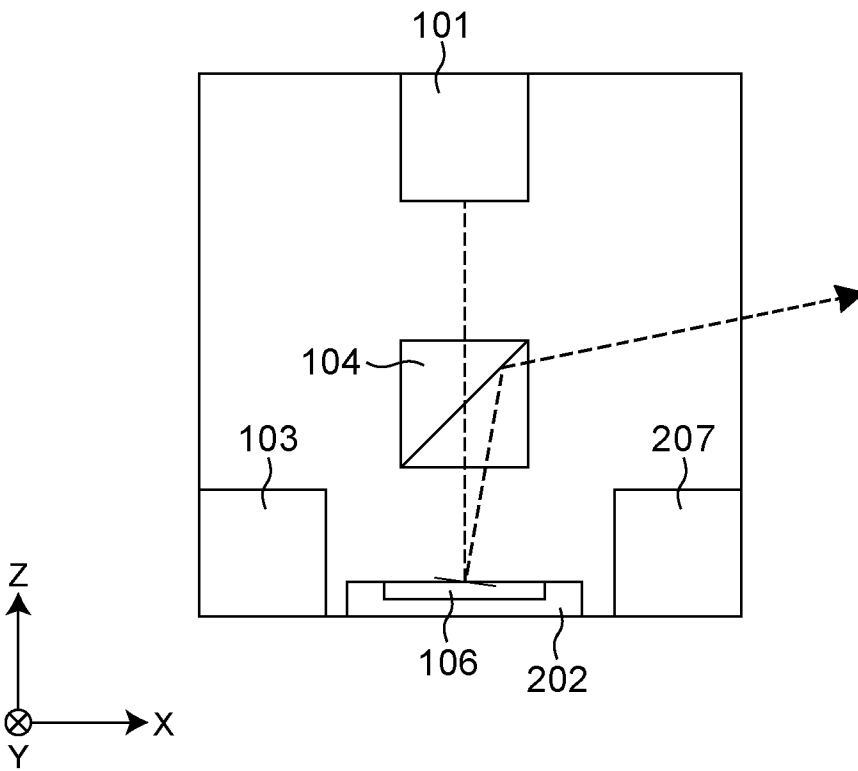
[図18]

190

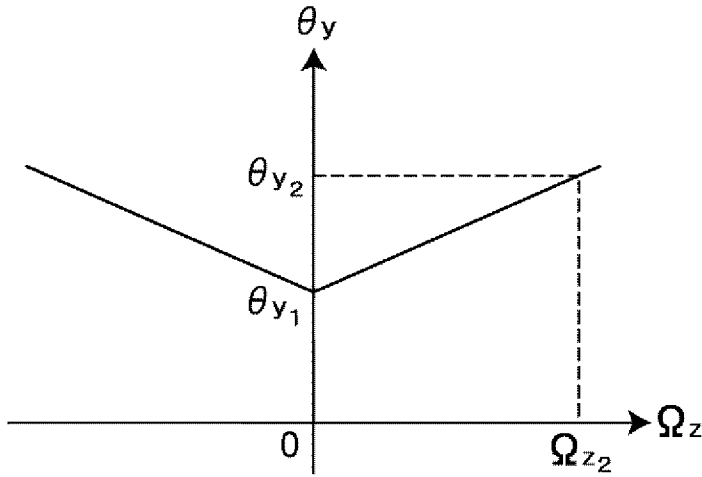


[図19]

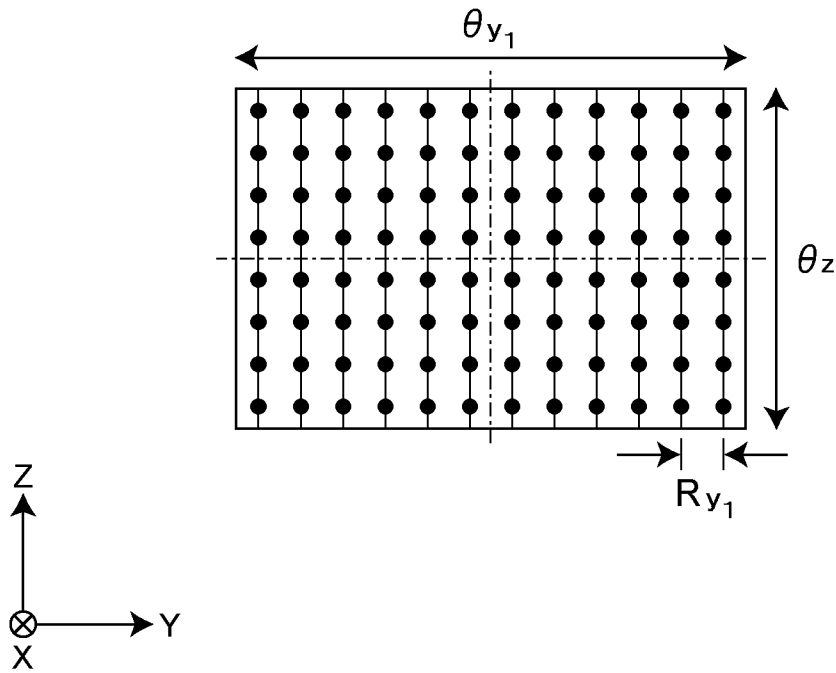
200



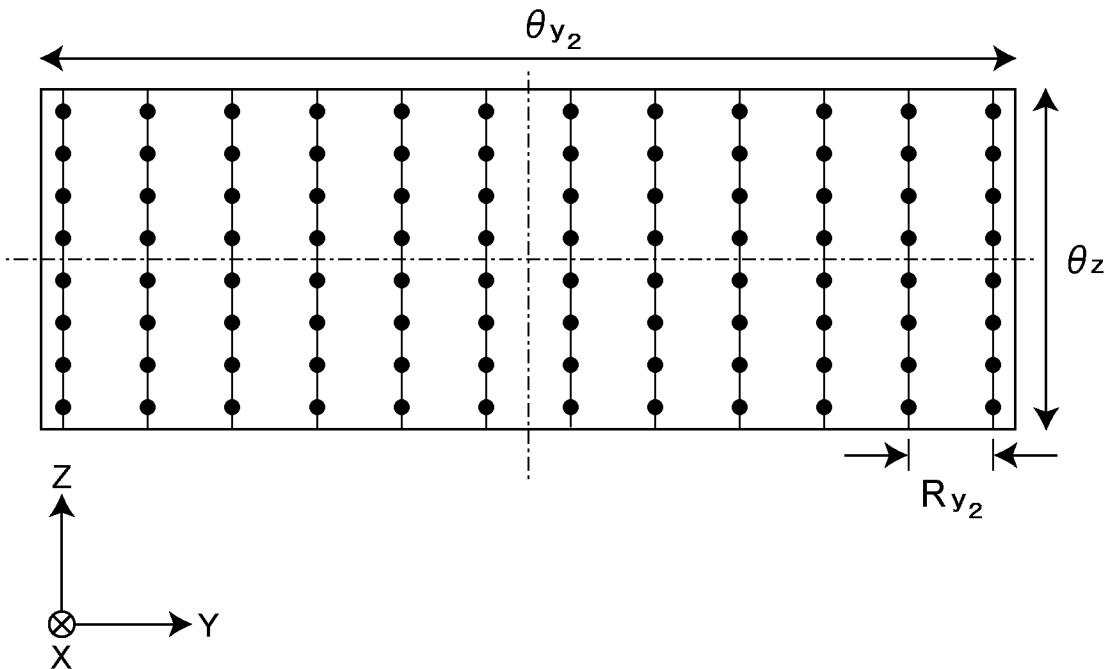
[図20]



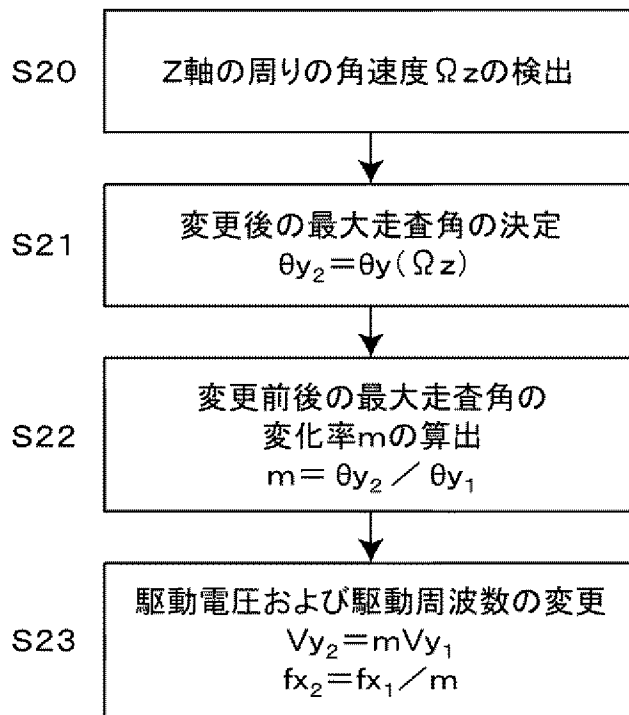
[図21]



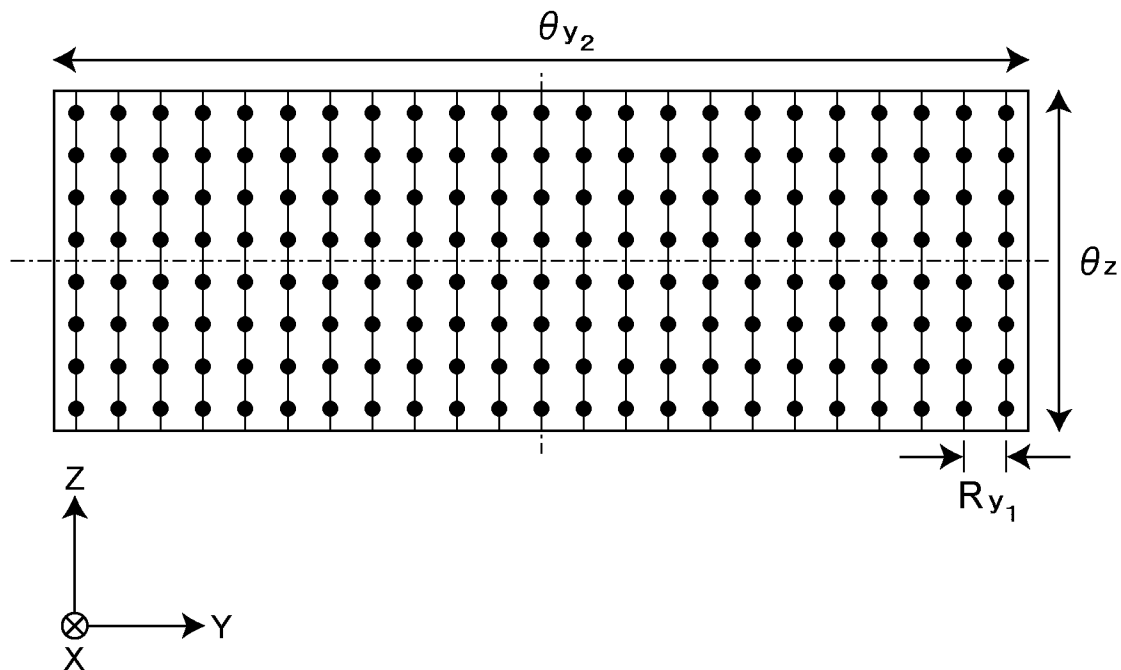
[図22]



[図23]

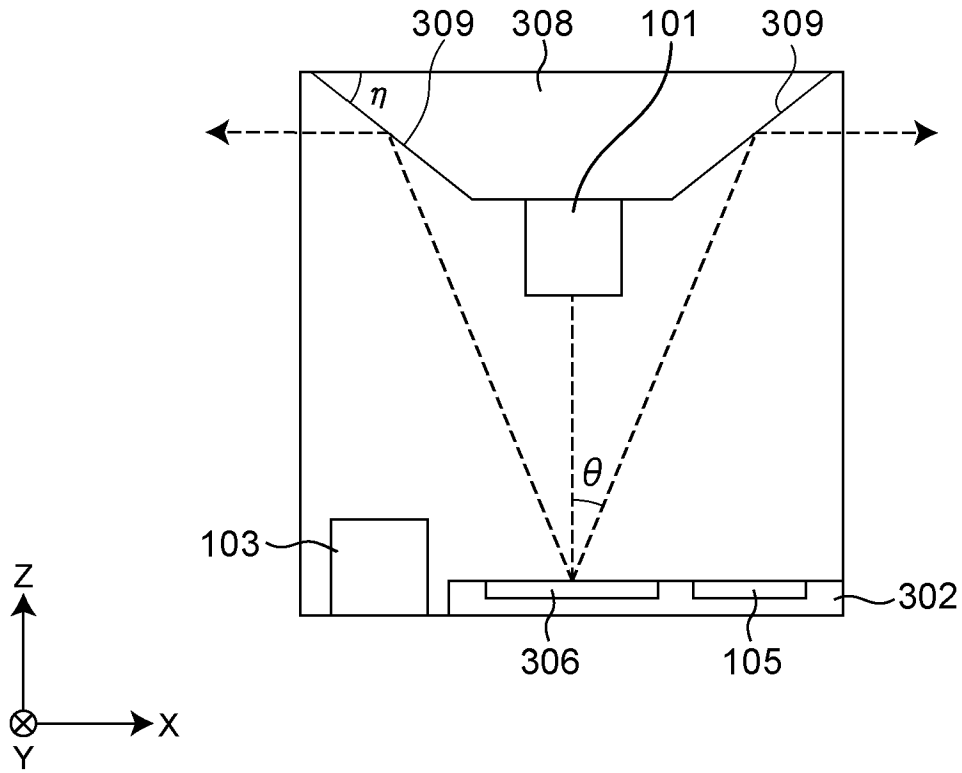


[図24]



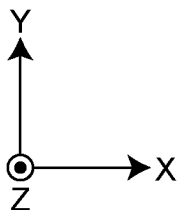
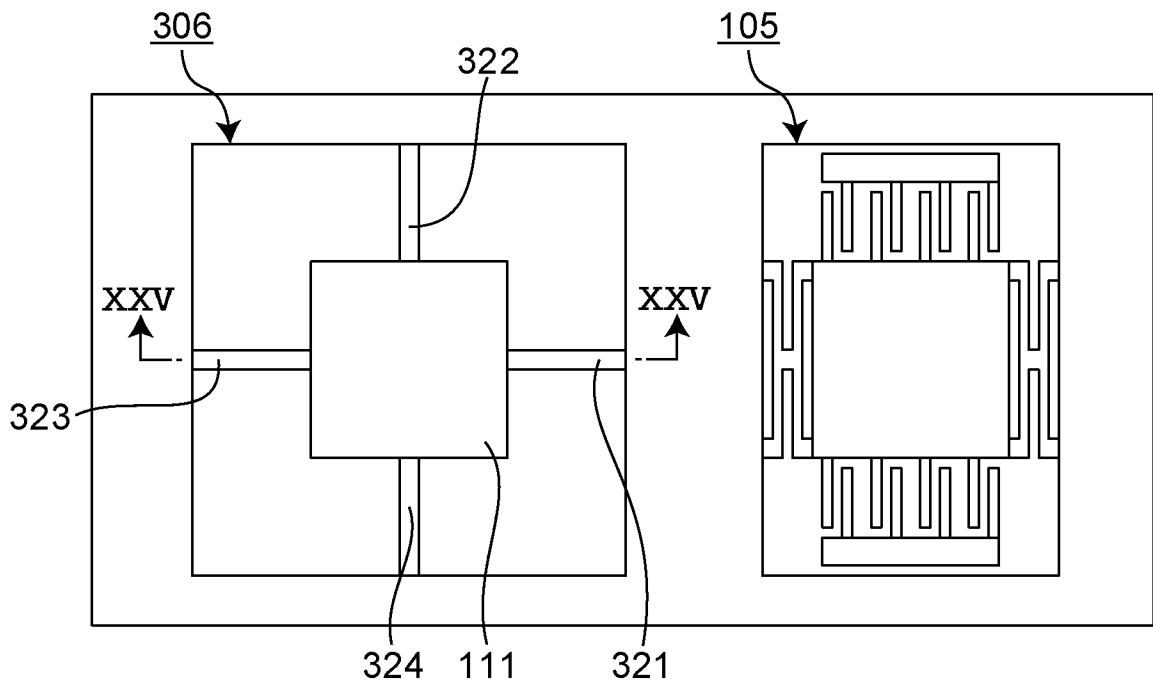
[図25]

300




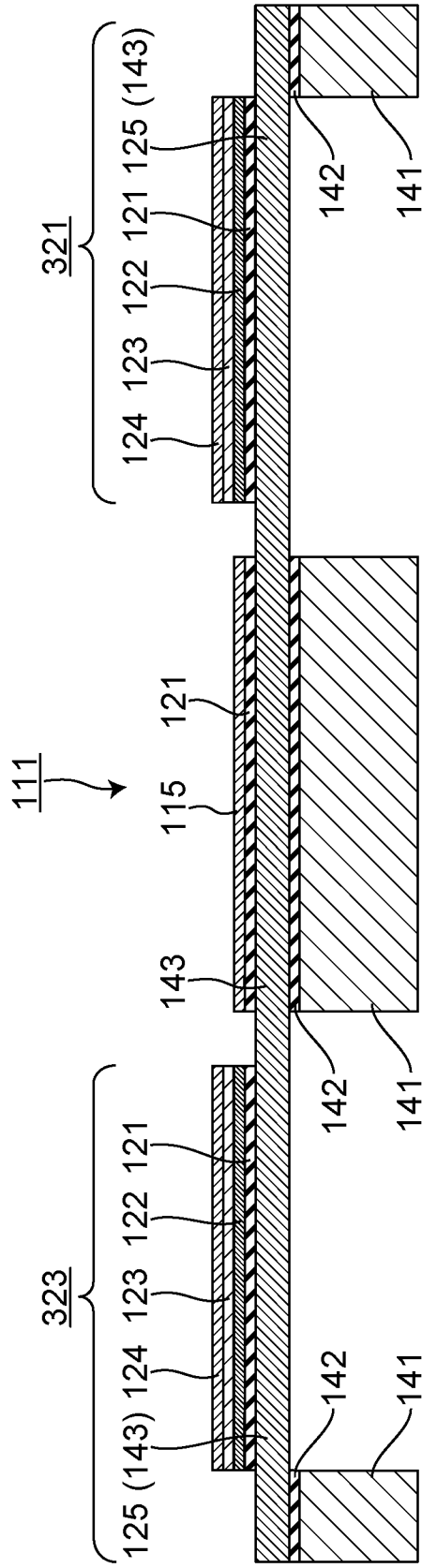
[図26]

302



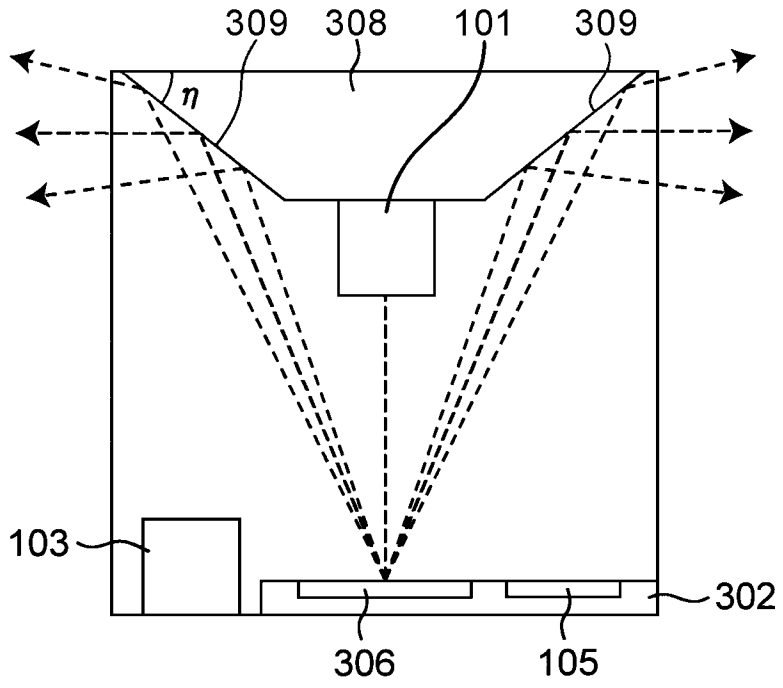
306

[ 27]

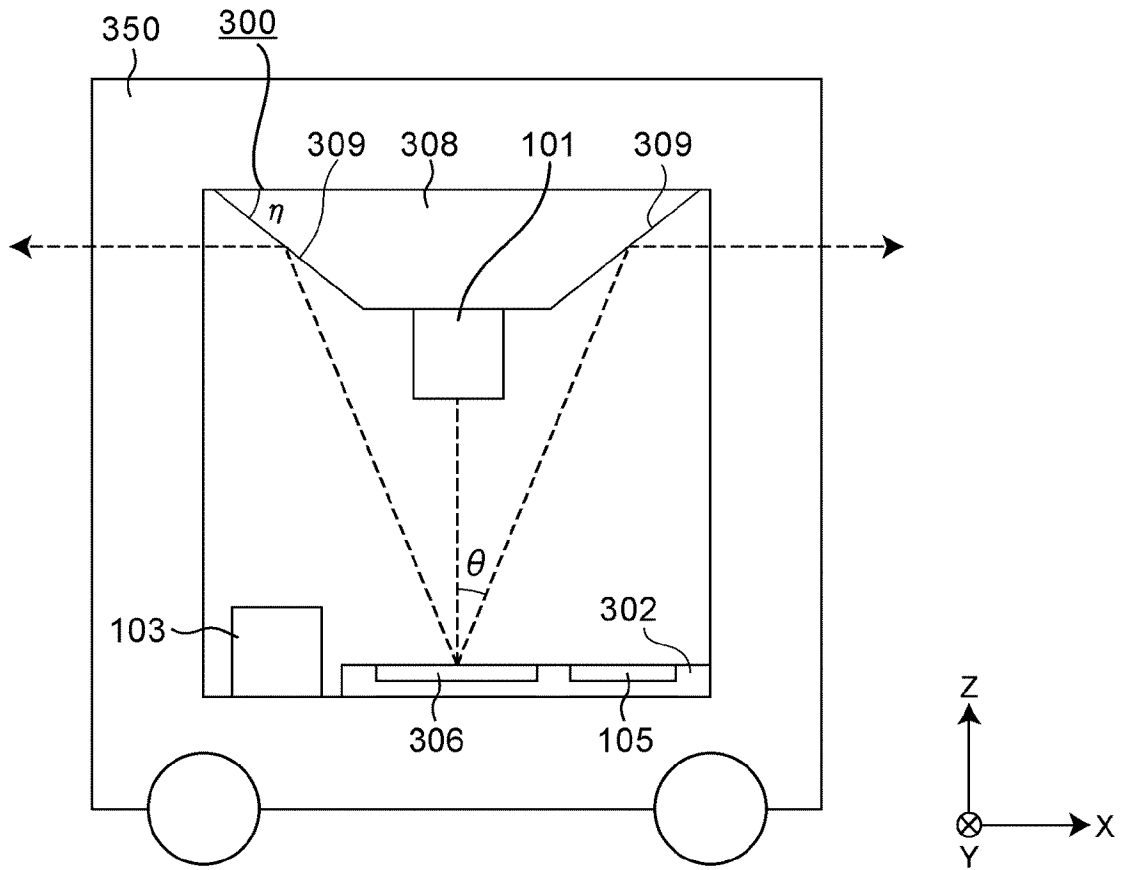


[図28]

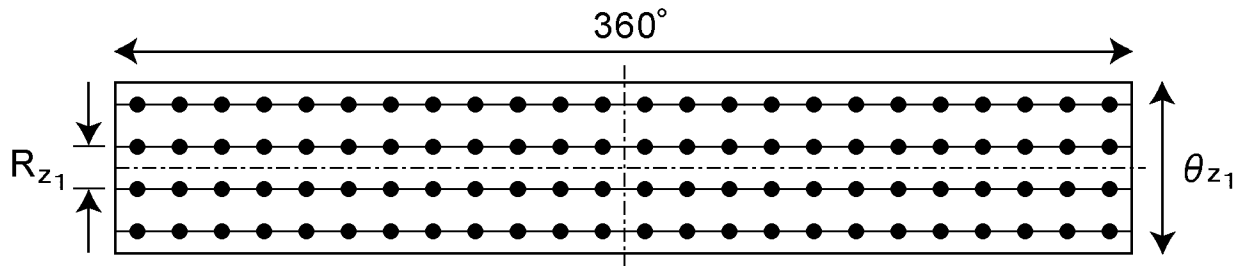
300



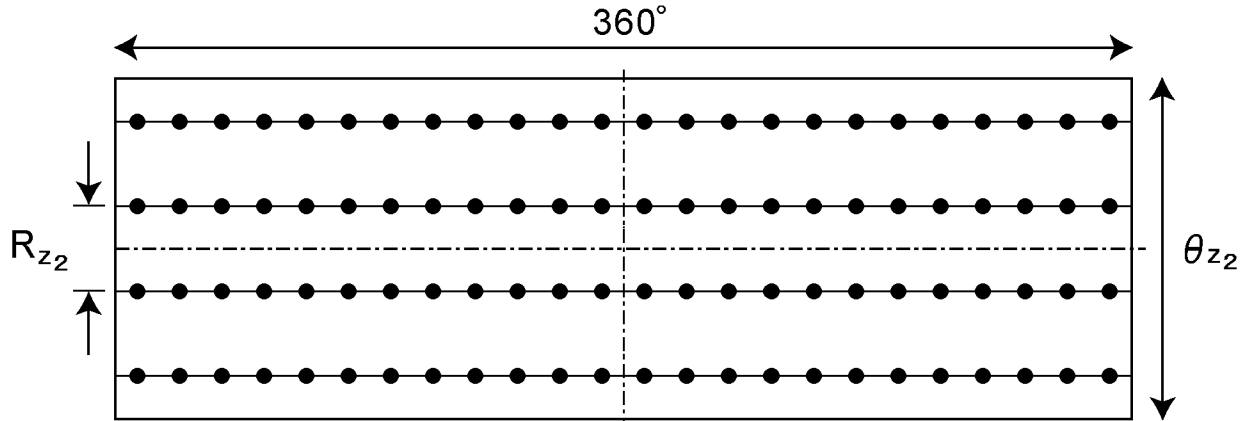
[図29]



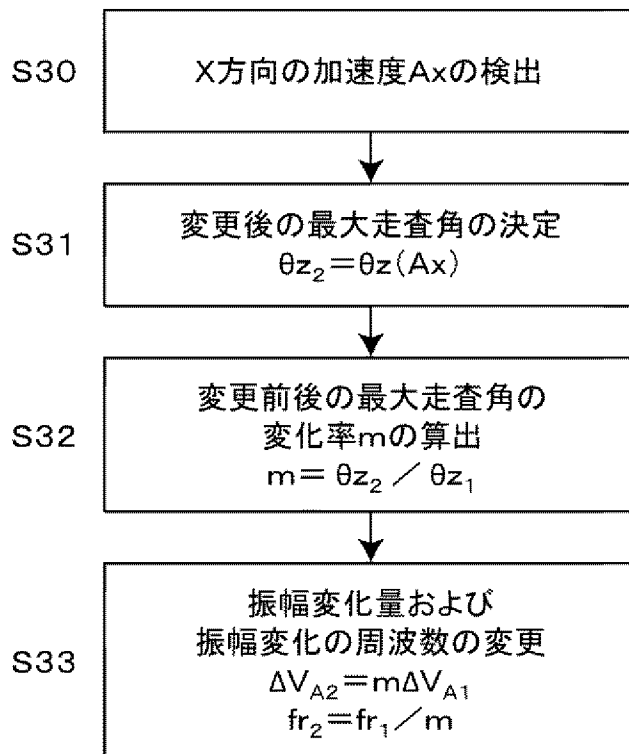
[図30]



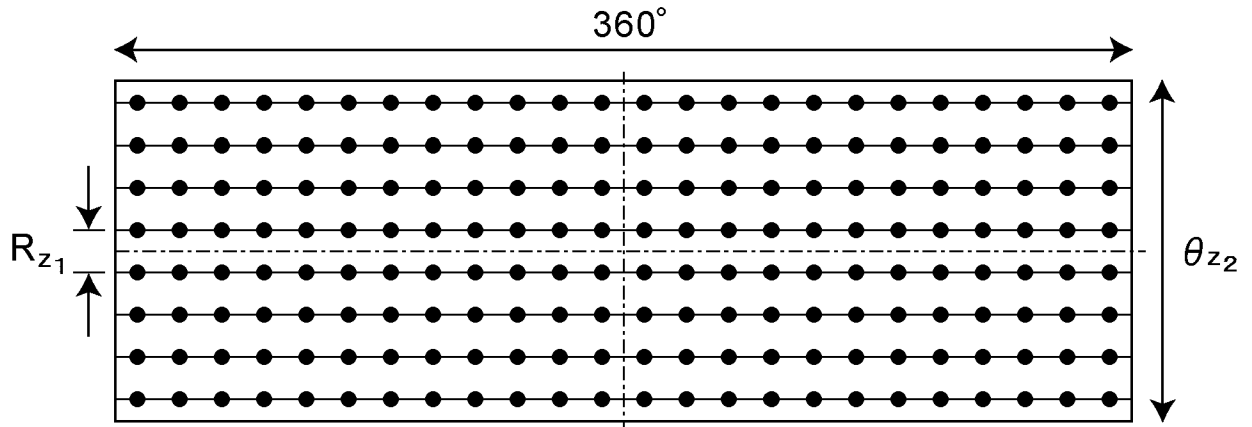
[図31]



[図32]

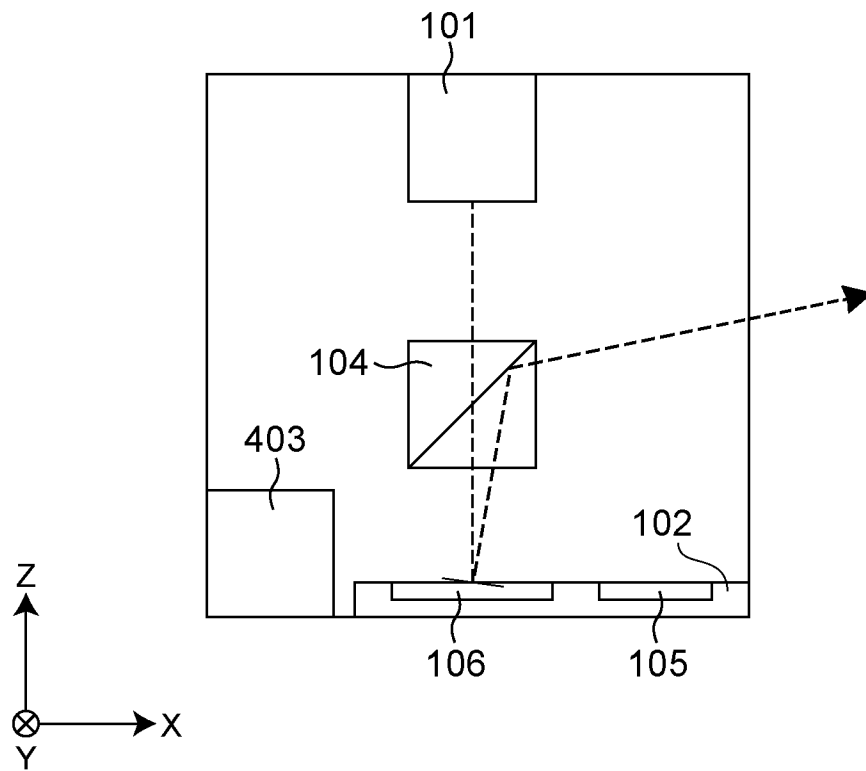


[図33]

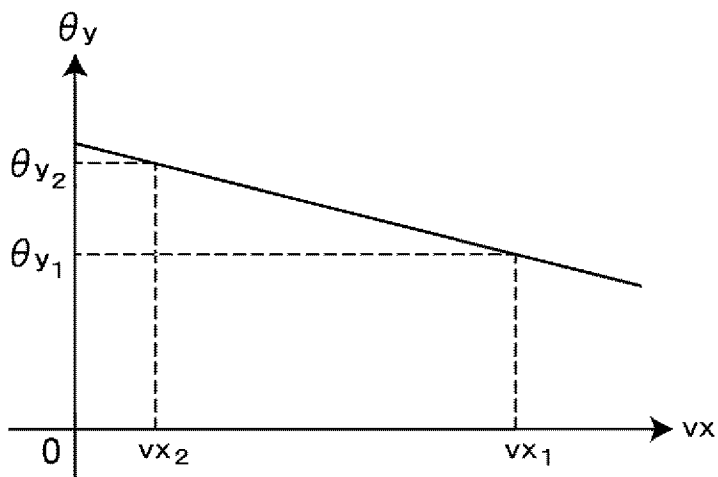


[図34]

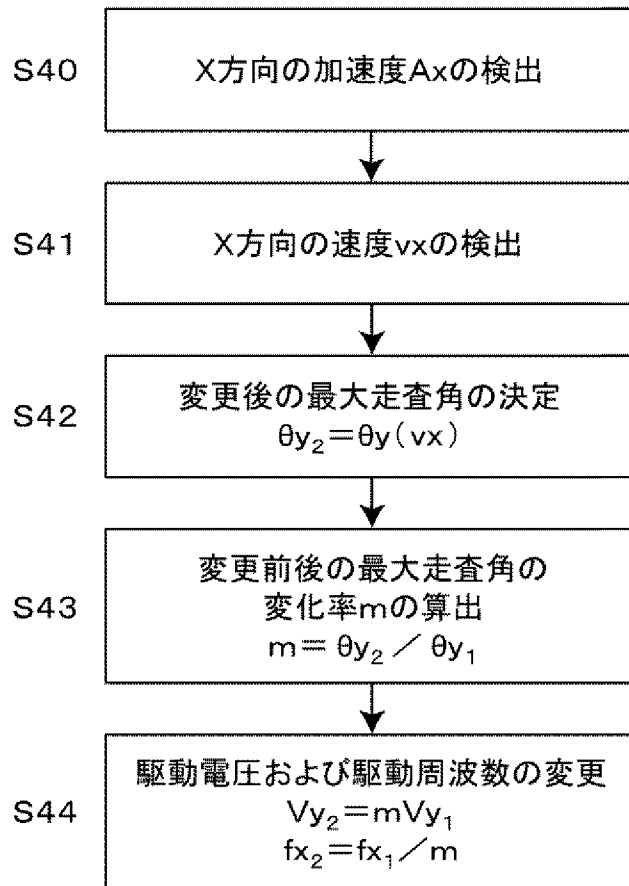
400



[図35]



[図36]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2018/046305

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int. Cl. G02B26/10 (2006.01) i, B81B3/00 (2006.01) i, B81B7/04 (2006.01) i, G01S7/481 (2006.01) i, G01S17/93 (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)

Int. Cl. G02B26/10, B81B3/00, B81B7/04, G01S7/481, G01S17/93, G02B26/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996  
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019  
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2019  
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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.
Y A	JP 2015-90463 A (RICOH OPTICAL IND CO.) 11 May 2015, paragraphs [0003]-[0005], [0014]-[0067], fig. 1 (Family: none)	1-4, 7-10, 18 5-6, 11-17, 19
Y	JP 2000-75030 A (AISIN SEIKI CO., LTD.) 14 March 2000, paragraph [0014] (Family: none)	1-4, 7-10, 18
Y	JP 11-153664 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 08 June 1999, paragraphs [0001]-[0003], [0038] (Family: none)	1-4, 7-10, 18
A	WO 2016/153687 A1 (GOGGLE INC.) 29 September 2016, entire text, all drawings & JP 2018-49014 A & US 2016/0282468 A1 & EP 3274738 A1 & KR 10-2017-0125107 A & CN 107430195 A	1-19

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  
12.02.2019

Date of mailing of the international search report  
26.02.2019

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

Authorized officer  
  
Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**International application No.  
PCT/JP2018/046305

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2017/0307736 A1 (OPSYS TECH LTD.) 26 October 2017, entire text, all drawings & WO 2017/184336 A2	1-19

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, B81B7/04(2006.01)i, G01S7/481(2006.01)i, G01S17/93(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, B81B7/04, G01S7/481, G01S17/93, 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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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
Y A	JP 2015-90463 A (リコー光学株式会社) 2015.05.11, 段落 [0003] - [0005]、[0014] - [0067]、図1 (ファミリーなし)	1-4, 7-10, 18 5-6, 11-17, 19
Y	JP 2000-75030 A (アイシン精機株式会社) 2000.03.14, 段落 [0014] (ファミリーなし)	1-4, 7-10, 18
Y	JP 11-153664 A (住友電気工業株式会社) 1999.06.08, 段落 [0001] - [0003]、[0038] (ファミリーなし)	1-4, 7-10, 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

12.02.2019

国際調査報告の発送日

26.02.2019

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)

佐藤 洋允

2L

3413

電話番号 03-3581-1101 内線 3295

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	WO 2016/153687 A1 (GOOGLE INC.) 2016.09.29, 全文、全図 & JP 2018-49014 A & US 2016/0282468 A1 & EP 3274738 A1 & KR 10-2017-0125107 A & CN 107430195 A	1-19
A	US 2017/0307736 A1 (OPSYS TECH LTD.) 2017.10.26, 全文、全図 & WO 2017/184336 A2	1-19