

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014年6月26日(26.06.2014)



(10) 国際公開番号

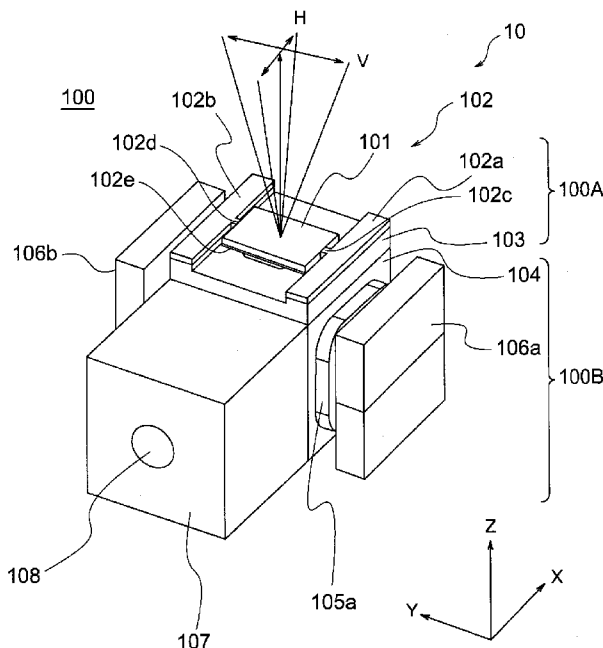
WO 2014/097683 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 26/10 (2006.01) G02B 27/01 (2006.01)
G02B 26/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/073630
- (22) 国際出願日: 2013年9月3日(03.09.2013)
- (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 2012-279970 2012年12月21日(21.12.2012) 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: 的崎 俊哉(MATOZAKI Toshiya); 〒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). 中原 宏勲(NAKAHARA Hironori); 〒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). 竹下 伸夫(TAKESHITA Nobuo); 〒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: 前田 実, 外(MAEDA Minoru et al.); 〒1510053 東京都渋谷区代々木2丁目16番2号 甲田ビル4階 特許業務法人 前田・山形特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL SCANNING APPARATUS AND PROJECTOR

(54) 発明の名称: 光走査装置およびプロジェクタ



(57) Abstract: An optical scanning apparatus (10) is provided with a first scan drive unit (100A), and a second scan drive unit (100B). The first scan drive unit (100A) has a scan mirror (101) and a frame structure (102), and by means of deformation of the frame structure (102), the scan mirror (101) is rotated with a first rotating axis at the center. The second scan drive unit (100B) has a rotating holder (104) and a supporting shaft (108), which support the first scan drive unit (100A), and rotates the rotating holder (104) with a second rotating axis at the center. The frame structure (102) has a pair of beams (102c, 102d) that are provided in the first rotating axis direction with the scan mirror (101) therebetween, and a pair of base portions (102a, 102b) that are provided on the sides of the beams (102c, 102d), respectively, said sides being opposite to the scan mirror (101). Each of the base portions (102a, 102b) has a long shape that is long in the second rotating axis direction, and is configured such that each of the base portions can be deformed.

(57) 要約: 光走査装置(10)は、第1の走査駆動部(100A)と、第2の走査駆動部(100B)とを備える。第1の走査駆動部(100A)は、走査ミラー(101)と枠構造体(102)とを有し、枠構造体(102)の変形により、走査ミラー(101)を第1の

回転軸を中心として回転させる。第2の走査駆動部(100B)は、第1の走査駆動部(100A)を支持する回転ホルダ(104)と支軸(108)とを有し、回転ホルダ(104)を第2の回転軸を中心として回転させる。枠構造体(102)は、第1の回転軸の方向に走査ミラー(101)を挟んで設けられた一対の梁(102c, 102d)と、各梁(102c, 102d)に対して走査ミラー(101)と反対の側に設けられた一対の基部(102a, 102b)とを有する。各基部(102a, 102b)は、第2の回転軸の方向に長い長尺形状を有し、変形可能に構成されている。



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：光走査装置およびプロジェクタ

技術分野

[0001] 本発明は、レーザプロジェクタ等のプロジェクタに用いられる光走査装置に関する。

背景技術

[0002] スクリーン（投影面）に画像を投影するプロジェクタでは、光（例えばレーザ光）をスクリーンの水平方向および垂直方向に走査する光走査装置が用いられている。

[0003] 近年、MEMS（Micro Electro Mechanical System）技術を用いて、走査ミラーと梁構造体とを一体に形成した光走査装置が開発されている。

[0004] 例えば、特許文献１に開示された光走査装置は、走査ミラーを、互いに直交する２方向の梁を中心として回動可能に支持する梁構造体を有している。走査ミラーを２方向の梁を中心として回動させることで、光をスクリーンの水平方向および垂直方向に走査する。

[0005] また、特許文献１に開示された光走査装置では、梁構造体の裏側に光を照射して、反射光を検出することにより、走査ミラーの角度を検出している。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献１：特開２０１０－２６６５０８号公報（第４図）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 走査ミラーを回動させるための梁構造体は、半導体製造技術を応用したシリコンを微細加工するマイクロマシニング技術を用いて形成される。そのため、光走査装置の小型化には有利である。しかしながら、微細な梁構造体の弾性変形（梁のねじれ）を利用して走査ミラーを２方向に回動させる構成の

ため、走査ミラーの回動範囲（角度）が限定されるという問題がある。

[0008] 特に、小型化に有利なレーザプロジェクタは、頻繁に持ち運びされ、様々な設置場所で使用されることが想定される。そのため、レーザプロジェクタに搭載される光走査装置は、振動や衝撃などの外力が作用し、また大きな温度変化を受けることが考えられる。

[0009] 微細な梁構造体は、振動や衝撃の影響を受けやすく、梁構造体の耐性を向上させるためには、梁の寸法を大きくし、あるいは、応力を分散するために複合的な梁構造を採用する必要がある。しかしながら、いずれの場合も、走査ミラーの回動範囲をさらに狭めるという問題がある。

[0010] また、光走査装置が温度変化を受けると、梁構造体の変形量（梁のねじれ量）が変化し易く、走査ミラーの回動角度に影響する。加えて、上述したマイクロマシニング技術では高価な設備や装置を用いるため、MEMSを用いた光走査装置は製造コストが高いという問題がある。

[0011] 本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであり、振動や衝撃などの外力および温度変化の影響を受けにくく、安定した光走査が可能な光走査装置およびプロジェクタ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

[0012] 上記目的を達成するため、本発明の光走査装置は、走査ミラーと、走査ミラーを支持する枠構造体とを有し、枠構造体の変形により走査ミラーを第1の回動軸を中心として回動させる第1の走査駆動部と、第1の走査駆動部を支持する回動ホルダと、回動ホルダを第1の回動軸と直交する第2の回動軸を中心として回動可能に支持する支軸とを有し、ホルダを第2の回動軸を中心として回動させる第2の走査駆動部とを備える。枠構造体は、第1の回動軸の方向に走査ミラーを挟むように設けられた一对の梁と、一对の梁のそれぞれに対して走査ミラーと反対の側に設けられた一对の基部とを有する。一对の基部のそれぞれは、第2の回動軸の方向に長い長尺形状を有し、変形可能に構成されている。

[0013] また、本発明のプロジェクタは、上記の光走査装置を備えている。

発明の効果

[0014] 本発明の光走査装置によると、振動や衝撃などの外力および温度変化の影響を受けにくく、安定した光走査を行うことができる。また、MEMS技術を用いる必要がないため、製造コストを低減することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の実施の形態1における光走査装置の要部を示す斜視図である。
[図2]本発明の実施の形態1における光走査装置の要部を示す分解斜視図である。
[図3]本発明の実施の形態1における水平走査駆動部の動作を示す断面図である。
[図4](a)、(b)、(c)および(d)は、本発明の実施の形態1における水平走査駆動部の枠構造体の動作を説明するための模式図である。
[図5]本発明の実施の形態1における垂直走査駆動部の動作を示す断面図である。
[図6]本発明の実施の形態1における光走査装置の全体構成を示す斜視図である。
[図7]本発明の実施の形態1における光走査装置の全体構成および光路を示す正面図である。
[図8]本発明の実施の形態1における光走査装置によるスクリーン上の光走査を説明するための模式図である。
[図9](a)および(b)は、本発明の実施の形態1における光走査装置のフォトディテクタの構成例を示す模式図である。
[図10]本発明の実施の形態1における光走査装置を用いたプロジェクタをヘッドアップディスプレイに応用した例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0016] 実施の形態1.

<光走査装置の構成>

図1および図2は、それぞれ、本発明の実施の形態1における光走査装置

（２次元光走査装置）１０の要部の構成を示す斜視図および分解斜視図である。光走査装置１０は、例えばレーザプロジェクタ等に用いられるものである。また、光走査装置１０は、光源から出射された光（ここではレーザ光）を高速で走査する構成を有している。

[0017] 光走査装置１０は、水平走査駆動部１００Ａ（第１の走査駆動部）と、垂直走査駆動部１００Ｂ（第２の走査駆動部）とを備えている。水平走査駆動部１００Ａは、レーザ光をスクリーンの水平方向（Ｈ方向）に走査する。垂直走査駆動部１００Ｂは、レーザ光をスクリーンの垂直方向（Ｖ方向）に走査する。

[0018] すなわち、水平走査駆動部１００Ａは、光源部２００（図６）から出射されたレーザ光を反射する走査ミラー１０１を有する。水平走査駆動部１００Ａは、走査ミラー１０１を、Ｙ方向の軸（第１の回動軸）を中心として回動させることにより、レーザ光をスクリーンの水平方向に走査する。

[0019] また、垂直走査駆動部１００Ｂは、水平走査駆動部１００Ａを含む回動体を、Ｘ方向の軸（第２の回動軸）を中心として回動させることにより、レーザ光をスクリーンの垂直方向に走査する。

[0020] なお、各図において、Ｘ方向およびＹ方向は、互いに直交する２方向である。また、これらＸ方向とＹ方向を含むＸＹ面に直交する方向として、Ｚ方向を規定する。これらＸ方向、Ｙ方向およびＺ方向は、あくまで説明の便宜上のものであり、光走査装置１０の動作時の向きを限定するものではない。

[0021] 水平走査駆動部１００Ａおよび垂直走査駆動部１００Ｂは、走査ミラー１０１を、Ｘ方向およびＹ方向の回動軸を中心として２方向に回動させる二次元光走査部１００を構成している。

[0022] 以下では、水平走査駆動部１００Ａおよび垂直走査駆動部１００Ｂのそれぞれの構成について、図１および図２を参照して説明する。

[0023] ＜水平走査駆動部の構成＞

図２において、水平走査駆動部１００Ａは、走査ミラー１０１と、枠構造体（梁構造体）１０２と、支持体１０３と、水平走査マグネット（第１のマ

グネット) 110と、水平走査コイル(第1のコイル) 111とを備えている。枠構造体102は、後述するように走査ミラー101を支持するものである。

[0024] 走査ミラー101は、例えば、X方向とY方向に各2辺を有する矩形状の表面(反射面)を有する。走査ミラー101は、例えば、薄い板状部材またはコーティング層である。走査ミラー101のサイズは、例えば長辺(ここではY方向の辺)の長さが1.5mm程度である。なお、「X方向とY方向に各2辺を有する」等の記載は、走査ミラー101が回動範囲内の基準位置にあるものとして説明している。

[0025] 枠構造体102は、走査ミラー101を回動可能に支持するものである。枠構造体102は、例えば、金属の加工成型品あるいは樹脂成型品により構成される。より具体的には、枠構造体102は、シリコン若しくはバルクアモルファス合金、または、左記の金属材料と熱可塑性樹脂若しくは紫外線硬化型樹脂とを組み合わせた複合材料により構成される。

[0026] 枠構造体102は、X方向に延在する一対の長尺部材である基部102a, 102bを有している。この基部102a, 102bは、Y方向に互いに対向している。基部102a, 102bのそれぞれX方向中心には、Y方向に突出する梁102c, 102dが形成されている。梁102c, 102dは、Y方向の同一の軸線上にある。梁102c, 102dの間には、上記の走査ミラー101を支持する台座102eが形成されている。

[0027] 台座102eは、X方向とY方向に各2辺を有する矩形状の板状部分である。台座102eの表面には、薄い板状部材である走査ミラー101が固定されている。また、台座102eの表面に反射層をコーティングすることにより、走査ミラー101を形成してもよい。以下では、台座102eも含めて、走査ミラー101と称する。

[0028] 言い換えると、枠構造体102は、Y方向(第1の回動軸の方向)に走査ミラー101を挟むように設けられた一対の梁102c, 102dと、梁102c, 102dのそれぞれに対して走査ミラー101と反対の側に設けら

れた一对の基部102a, 102bとを有している。基部102a, 102bは、それぞれX方向（第2の回動軸の方向）に長い長尺形状を有しており、変形可能に構成されている。

[0029] 支持体103は、図2に示すように、それぞれXY面に平行な上面103cと下面103dとを有し、Z方向に厚さを有するブロックである。支持体103の上面103cのY方向両端には、レール状の凸部103a, 103bが形成されている。凸部103a, 103bは、上方（+Z方向）に突出している。凸部103a, 103bは、いずれもX方向に延在している。凸部103a, 103bの上面に、枠構造体102の基部102a, 102bがそれぞれ固定されている。

[0030] 枠構造体102を支持体103の凸部103a, 103bに取り付けた状態で、走査ミラー101の裏面（-Z側の面）と、支持体103の上面103cとの間には所定の空間が形成される。この空間は、走査ミラー101の回動を可能にするためのものである。

[0031] また、走査ミラー101の裏面には、水平走査マグネット110が配設されている。水平走査マグネット110は、例えば薄いマグネット層である。水平走査マグネット110は、Y方向に長い形状を有している。水平走査マグネット110は、梁102c, 102dを結ぶY方向の軸線上に配置されている。水平走査マグネット110は、走査ミラー101の裏面に固定されるものであってもよいし、走査ミラー101の裏面に磁性材料をコーティングしたものであってもよい。

[0032] 水平走査マグネット110は、梁102c, 102dを結ぶY方向の軸線110aに対して対称に2極着磁されている。すなわち、水平走査マグネット110は、梁102c, 102dを結ぶY方向の軸線110aに対して+X側がN極（またはS極）となり、-X側がS極（またはN極）となるように着磁されている。

[0033] 支持体103の下面103dには、水平走査コイル111が固定されている。水平走査コイル111は、支持体103を挟んで水平走査マグネット1

10と対向するように配置されている。水平走査コイル111は、巻軸方向をZ方向とし、X方向に延在するコイル部分とY方向に延在するコイル部分とを有するように略矩形状に巻き回されている。

[0034] また、支持体103の中央には、開口部103eが形成されている。開口部103eは、水平走査コイル111に、上記の水平走査マグネット110により形成される磁界が及ぶようにするためのものである。なお、水平走査コイル111は、例えば銅線で構成されている。また、水平走査コイル111をアルミニウム線で構成することにより、軽量化してもよい。

[0035] このように構成された水平走査駆動部100Aでは、枠構造体102の梁102c、102dのねじれ変形により、走査ミラー101と枠構造体102と水平走査マグネット100とからなる振動体が、梁102c、102dを結ぶY方向の回動軸を中心として回動する。

[0036] 例えば、レーザプロジェクタ1の水平方向の走査駆動周波数は、数kHzから数十kHzである。従って、走査ミラー101には高速の回動動作が求められる。そのため、走査ミラー101と枠構造体102と水平走査マグネット110とからなる振動体は、梁102c、102dを結ぶY方向の回動軸を中心とする慣性モーメントが最も小さくなるように、且つ走査ミラー101の回動動作に必要な耐久性を備えるように形成されている。

[0037] また、本実施の形態では、走査ミラー101と枠構造体102と水平走査マグネット110とからなる振動体は、水平方向の走査駆動周波数で、共振が励起されるように構成されている。この点については、後述する。

[0038] <垂直走査駆動部の構成>

垂直走査駆動部100Bは、回動ホルダ104と、垂直走査コイル105a、105b（第2のコイル）と、垂直走査マグネット106a、106b（第2のマグネット）と、ベース107と、支軸108と、磁性片109a、109bとを備えて構成される。回動ホルダ104には、上記の水平走査駆動部100Aが取り付けられている。

[0039] 回動ホルダ104は、XY面に平行な2面104a、104bと、YZ面

に平行な2面104c, 104dと、XZ面に平行な2面104e, 104fとを有する六面体（直方体）形状を有している。なお、「XY面に平行」等の記載は、回動ホルダ104が回動範囲内の基準位置にあるものとして説明している。回動ホルダ104は、高剛性かつ摺動性に優れたエンジニアリングプラスチックなどの樹脂成型品で構成されている。

[0040] 上記の水平走査駆動部100Aは、回動ホルダ104の上面104aに固定されている。具体的には、水平走査駆動部100Aの支持体103の下面に固定された水平走査コイル111が、回動ホルダ104の上面104aに固定されている。

[0041] また、回動ホルダ104のYZ面に平行な面104cには、軸受部104hが開口している。軸受部104hは、回動ホルダ104の内部にX方向に形成された円筒状の穴である。ここでは、軸受部104hの先端（図3参照）は、回動ホルダ104の反対面104dの近傍まで達している。

[0042] 回動ホルダ104の軸受部104hには、ベース107に取り付けられた支軸108が係合している。支軸108は、X方向を軸方向とする円筒形状を有している。支軸108と軸受部104hとの係合により、回動ホルダ104は、X方向の回動軸を中心として回動可能に支持される。

[0043] 支軸108は、例えばセンタレス加工を施されたステンレス軸などにより構成される。支軸108の先端は、回動ホルダ104の軸受部104hの内面に突き当てられている（図3参照）。また、支軸108の先端の周囲には、曲面加工（R加工）が施されている。また、予め支軸108に周方向に浅い溝を設け、回動ホルダ104と一体に成型してもよい。このようにすれば、より高い嵌合精度を得ることができる。

[0044] 支軸108が支持されたベース107は、光走査装置10の筐体に固定されている。ベース107は、例えば六面体（直方体）形状を有している。ベース107は、YZ面に平行な面107aを有している。この面107aは、回動ホルダ104の面104cに当接している。

[0045] 回動ホルダ104のXZ面に平行な2面104e, 104fには、それぞれ

れ、垂直走査コイル 105 a, 105 b が固定されている。垂直走査コイル 105 a, 105 b は、巻軸方向を Y 方向とし、X 方向と Z 方向のコイル部分を有するように略矩形状に巻き回されている。垂直走査コイル 105 a, 105 b は、例えば銅線で構成されている。あるいは、垂直走査コイル 105 a, 105 b をアルミニウム線で構成することにより、軽量化してもよい。

[0046] 垂直走査コイル 105 a に Y 方向に対向するように、垂直走査マグネット 106 a が配置されている。垂直走査マグネット 106 a は、回転ホルダ 104 の Z 方向中央に対向する位置に境界 106 c を有し、Z 方向（上下）に 2 極着磁されている。例えば、境界 106 c の上側（+Z 側）では、回転ホルダ 104 に対向する面が S 極、その反対面が N 極となるように着磁されている。また、境界 106 c の下側（-Z 側）では、回転ホルダ 104 に対向する面が N 極、その反対面が S 極となるように着磁されている。なお、垂直走査マグネット 106 a の着磁方向は、逆でもよい。

[0047] また、垂直走査コイル 105 b に Y 方向に対向するように、垂直走査マグネット 106 b が配置されている。垂直走査マグネット 106 b は、回転ホルダ 104 の Z 方向中央に対向する位置に境界 106 d を有し、Z 方向（上下）に 2 極着磁されている。例えば、境界 106 d の上側（+Z 側）では、回転ホルダ 104 に対向する面が N 極、その反対面が S 極となるように着磁されている。境界 106 d の下側（-Z 側）では、回転ホルダ 104 に対向する面が S 極、その反対面が N 極となるように着磁されている。なお、垂直走査マグネット 106 b の着磁方向は、逆でもよい。

[0048] このように配置すると、垂直走査コイル 105 a, 105 b の駆動力発生に寄与する有効コイル長さを最も長く確保することができる。そのため、支軸 108 を中心とした回転部（水平走査駆動部 100 A、回転ホルダ 104、垂直走査コイル 105 a, 105 b および磁性片 109 a, 109 b）の慣性モーメントを小さくすることができる。すなわち、より小さい消費電力で、良好な回転性能を得ることができる。

[0049] 回転ホルダ104の面104eには、垂直走査コイル105aの内側に位置するように、磁性片109aが形成されている。磁性片109aは、回転ホルダ104の面104eのX方向中央に配置されている。また、磁性片109aは、後述する図5に示すように、YZ面に平行な表面を有する板状部材である。磁性片109aの-Y方向端面（Z方向に長い面）で垂直走査マグネット106aに対向している。

[0050] 同様に、回転ホルダ104の面104fには、垂直走査コイル105bの内側に位置するように、磁性片109bが形成されている。磁性片109bは、回転ホルダ104の面104fのX方向中央に配置されている。また、磁性片109bは、後述する図5に示すように、YZ面に平行な表面を有する板状部材である。磁性片109bの+Y方向端面（Z方向に長い面）が、垂直走査マグネット106bに対向している。

[0051] <水平走査駆動部100Aの動作>

次に、光走査装置10の水平走査駆動部100Aの動作について、図2および図3を参照して説明する。図3は、光走査装置10の水平走査駆動部100Aの動作を模式的に示した断面図である。

[0052] 水平走査駆動部100Aを動作させる際には、上述した水平走査コイル111に、所定の駆動電流（「水平方向の走査駆動電流」と称する）を供給する。水平方向の走査駆動電流は、所定の周波数（「水平方向の走査駆動周波数」と称する）のサイン波形電流である。

[0053] 水平走査コイル111に走査駆動電流が流れると、その一对のY方向のコイル部分に流れる電流と、水平走査マグネット110により生じる磁界M（図3）との作用により、+Z方向の電磁力F1と、-Z方向の電磁力F1とが生じる。すなわち、水平走査コイル111が固定された回転ホルダ104に対して、水平走査マグネット110が固定された振動体（走査ミラー101、枠構造体102および水平走査マグネット110）を、Y方向の回転軸を中心として回転させる駆動力が発生する。

[0054] 水平走査コイル111に流れる電流は交流（水平方向の走査駆動周波数の

サイン波形電流)であるため、走査ミラー101を含む振動体は、Y方向の回転軸(梁102c, 102d)を中心として、高速で、すなわち水平方向の走査駆動周波数で回転する。

[0055] 走査ミラー101と枠構造体102と水平走査マグネット110とからなる振動体は、上記の水平方向の走査駆動周波数で、共振が励起されるように構成されている。言い換えると、走査ミラー101と枠構造体102と水平走査マグネット110とからなる振動体は、上記の水平方向の走査駆動周波数において固有振動モードを有している。そのため、走査ミラー101は、水平走査コイル111に流れる電流が少なくても、水平方向の走査駆動周波数で回転する。

[0056] この振動特性は、梁102c, 102dを中心とした枠構造体102の慣性モーメント、走査ミラー101を支持する梁102c, 102dの機械的特性(弾性係数、断面二次モーメント、長さ)および枠構造体102の取り付け位置により決定される。

[0057] 図4(a)～(d)は、走査ミラー101と枠構造体102と水平走査マグネット110とからなる振動体の振動状態を示す模式図である。なお、図4(a)～(d)において、水平走査マグネット110は図示を省略している。

[0058] 図4(a)および(b)は、枠構造体102のうち、細い梁102c, 102dに容易にねじれ変形が発生するように構成した場合の振動状態を示す。図4(c)および(d)は、枠構造体102の基部102a, 102b(図2)が、長手方向両端を節としてS字状に変形する共振を生じる場合の振動状態を示す。

[0059] 図4(a)および(b)に示した参考例では、細い梁102c, 102dのねじれ量が多い。そのため、梁102c, 102dを構成する材料によっては、回転振幅や駆動周波数を十分に大きくすることができない。

[0060] これに対し、本実施の形態では、梁102c, 102dが、X方向に長い基部102a, 102bと一体に形成されており、上述した水平方向の走査

駆動周波数において、基部102a, 102bは図4(c)および(d)に示すようにS字状に変形する。つまり、枠構造体102の基部102a, 102bが、長手方向両端を節として変形する共振が生じる。そのため、梁102c, 102dのねじれ量は少なく済み、それだけ梁102c, 102dの幅を大きくすることができる。その結果、梁102c, 102dの材料選択の種類が広がる。また、振動や衝撃に対する梁102c, 102dの耐性を向上することができる。

[0061] <垂直走査駆動部100Bの動作>

次に、光走査装置10の垂直走査駆動部100Bの動作について、図5を参照して説明する。図5は、光走査装置10の垂直走査駆動部100Bの動作を模式的に示す断面図である。

[0062] 図5において、回動ホルダ104に設けられた磁性片109a, 109bは、垂直走査マグネット106a, 106bのほぼ中央位置に対向している。磁性片109a, 109bの板面がYZ面と平行であるときには、磁性片109a, 109bの板面が垂直走査マグネット106a, 106bの磁束の流れと平行になる。この位置で、磁性片109a, 109bと垂直走査マグネット106a, 106bとの吸引力が最大となる。従って、回動ホルダ104は安定して保持される。すなわち、磁性片109a, 109bは、垂直走査マグネット106a, 106bとの作用により、回動ホルダ104を、X方向の回動軸を中心とした回動方向の基準位置に保つ機能を有する。

[0063] そして、回動ホルダ104が、X方向の回動軸を中心として基準位置から回動すると、磁性片109a, 109bと垂直走査マグネット106a, 106bとの間に生じる吸引力により、回動ホルダ104を基準位置に戻そうとする復元力が生じる。すなわち、磁性片109a, 109bにより、回動方向における安定した磁気ばね力が得られる。また、磁気ばね力は、温度変化に対して変動しにくい特性がある。

[0064] 垂直走査駆動部100Bを動作させる際には、上述した垂直走査コイル105a, 105bに、所定の駆動電流（「垂直方向の走査駆動電流」と称す

る)を供給する。垂直方向の走査駆動電流は、所定の周波数(「垂直方向の走査駆動周波数」と称する)のサイン波形電流である。

[0065] 垂直走査コイル105aに走査駆動電流が流れると、そのX方向のコイル部分に流れる電流と、垂直走査マグネット106aにより生じる磁界との作用により、+Z方向(または-Z方向)の電磁力F₂が生じる。また、垂直走査コイル105bに走査駆動電流が流れると、そのX方向のコイル部分に流れる電流と、垂直走査マグネット106bにより生じる磁界との作用により、-Z方向(または+Z方向)の電磁力F₂が生じる。

[0066] これにより、垂直走査コイル105a、105bが取り付けられた回動体(水平走査駆動部100A、回動ホルダ104、垂直走査コイル105a、105bおよび磁性片109a、109b)を、X方向の回動軸(支軸108)を中心として回動させる駆動力が発生する。

[0067] 垂直走査コイル105a、105bに流れる電流は交流(垂直方向の走査駆動周波数のサイン波形電流)であるため、垂直走査コイル105a、105bが取り付けられた回動体は、支軸108を中心として高速で、すなわち垂直方向の走査駆動周波数で回動する。

[0068] 水平走査駆動部100A、回動ホルダ104、垂直走査コイル105a、105bおよび磁性片109a、109bからなる回動体は、上記の垂直方向の走査駆動周波数と同等の共振周波数で、共振が励起される。そのため、走査ミラー101は、垂直走査コイル105a、105bに流れる電流が少なくても、上記の垂直方向の走査駆動周波数で回動する。

[0069] なお、回動体の共振が励起される周波数は、回動体(水平走査駆動部100A、回動ホルダ104、垂直走査コイル105a、105bおよび磁性片109a、109b)の支軸108を中心とした回転モーメントと、垂直走査マグネット106a、106bと磁性片109a、109bとにより生じる磁気ばね力とにより決定される。

[0070] ここでは、磁性片109a、109bと垂直走査マグネット106a、106bとの吸引力が最大となる位置を、回動ホルダ104を含む回動体の回

動方向の基準位置としているため、基準位置の再現性（起点の精度）が高い。

[0071] なお、磁性片 109a, 109b と垂直走査マグネット 106a, 106b とにより、回動ホルダ 104 を -X 方向に与圧し、支軸 108 の先端と回動ホルダ 104 の軸受部 104h とを常に接触させるようにしてもよい。また、支軸 108 の先端と回動ホルダ 104 の軸受部 104h との接触面積を小さくし、回動ホルダ 104 の回動動作をスムーズにしてもよい。

[0072] 本実施の形態では、水平方向（すなわち主走査方向）の走査駆動周波数は、垂直方向（すなわち副走査方向）の走査駆動周波数よりも高い。

[0073] 例えば、解像度 640 × 480 の場合、水平方向の走査駆動周波数は 18 kHz であり、垂直方向の走査駆動周波数は 60 Hz である。解像度 800 × 600 の場合、水平方向の走査駆動周波数は 22.5 kHz であり、垂直方向の走査駆動周波数は 60 Hz である。解像度 1024 × 768 の場合、水平方向の走査駆動周波数は 28.8 kHz であり、垂直方向の走査駆動周波数は 60 Hz である。

[0074] このように、本実施の形態における光走査装置 10 では、水平走査駆動部 100A が、枠構造体 102 の変形を利用して走査ミラー 101 を回動させて水平方向の走査を行う。また、垂直走査駆動部 100B は、水平走査駆動部 100A を含む回動体を、支軸 108 を中心に回動させて垂直方向の走査を行う。そのため、振動や衝撃などの外力および温度変化の影響を受けにくく、安定した光走査を行うことができる。

[0075] <光走査装置の全体構成および光学系>

図 6 および図 7 は、本実施の形態の光走査装置 10 の全体構成とその光路を示す斜視図および正面図である。なお、図 6 および図 7 に示した光走査装置 10 により、レーザプロジェクタ 1 が構成される。

[0076] 図 6 および図 7 に示すように、光走査装置 10 は、二次元光走査部 100（水平走査駆動部 100A および垂直走査駆動部 100B）と、光源部 200 と、出射側光学系 300 とを備えている。

- [0077] 光源部200は、青色光、緑色光、赤色光を出射する半導体レーザ201、203、205（表示用光源）と、非可視波長の赤外光を出射する半導体レーザ207（センシング用光源）とを有している。ここでは、半導体レーザ201、203、205、207は、X方向に並んで配置されている。半導体レーザ201、203、205は、出射光軸がZ方向を向き、半導体レーザ207は、出射光軸がX方向を向くように配置されている。
- [0078] 半導体レーザ201、203、205の出射側には、半導体レーザ201、203、205から出射されたレーザ光を平行光とするためのコリメータレンズ202、204、206が配置されている。半導体レーザ207の出射側には、半導体レーザ207から出射されたレーザ光を平行光とするためのコリメータレンズ208が配置されている。
- [0079] さらに、コリメータレンズ202、204、206およびコリメータレンズ208から出射されたレーザ光が入射する位置には、各レーザ光を合成して共通の光路に沿って出射するプリズム（入射側光学素子）209が配置されている。
- [0080] プリズム209は、半導体レーザ201、203、205（コリメータレンズ202、204、206）から入射したレーザ光をそれぞれX方向に反射するプリズム面209a、209b、209cを有している。プリズム面209aは、半導体レーザ201からのレーザ光（青色光）を反射し、半導体レーザ203、205、207からのレーザ光（緑色光、赤色光、赤外光）を透過する。プリズム面209bは、半導体レーザ203からのレーザ光（緑色光）を反射し、半導体レーザ205、207からのレーザ光（赤色光、赤外光）を透過する。プリズム面209cは、半導体レーザ205からのレーザ光（赤色光）を反射し、半導体レーザ207からのレーザ光（赤外光）を透過する。
- [0081] プリズム209は、さらに、プリズム209内で合成されたレーザ光（すなわち青色光、緑色光、赤色光および赤外光を合成したレーザ光）を出射する出射面209dを有している。

- [0082] プリズム209の出射面209dから出射されたレーザ光が入射する位置に、プリズム（出射側光学素子）301が配置されている。プリズム301は、プリズム209から入射したレーザ光を、走査ミラー101の反射面に向けて下方に（-Z方向に）反射するプリズム面301aを有している。
- [0083] プリズム301は、また、プリズム301のプリズム面301aで反射されたレーザ光を走査ミラー101に向けて出射する入出面301c（図7）を有している。この入出面301cと走査ミラー101との間には、1/4波長板306（図7）が配設されている。
- [0084] プリズム301の入出面301cから出射され、1/4波長板306を経て走査ミラー101に入射したレーザ光は、走査ミラー101で反射される。走査ミラー101で反射されたレーザ光は、再び1/4波長板306を経てプリズム301に入射し、プリズム面301aを透過して上方（+Z方向）に進行する。
- [0085] プリズム301において、プリズム面301aの上方（+Z方向）には、プリズム面301aを透過したレーザ光のうち、赤外光のみを略90度反射するプリズム面301bが形成されている。
- [0086] プリズム301のプリズム面301bで反射されたレーザ光（赤外光）が入射する位置には、光検出器としてのフォトディテクタ302が配置されている。フォトディテクタ302は、走査ミラー101の水平方向および垂直方向の角度情報を検出するためのものである。
- [0087] プリズム301の上面には、プリズム面301bを透過した光をプリズム301外に出射する出射面301dが形成されている。なお、プリズム301とフォトディテクタ302は、出射側光学系300を構成している。
- [0088] <光走査装置の動作>
- 半導体レーザ201、203、205から出射されたレーザ光（青色光、緑色光、赤色光）と、半導体レーザ207から出射されたレーザ光（赤外光）は、それぞれコリメータレンズ202、204、206、208を透過して平行光となり、プリズム301に入射する。半導体レーザ201からのレ

ーザ光（青色光）は、プリズム面209aで反射され、出射面209dに向かって進行する。半導体レーザ203からのレーザ光（緑色光）は、プリズム面209bで反射され、さらにプリズム面209aを透過して、出射面209dに向かって進行する。半導体レーザ205からのレーザ光（赤色光）は、プリズム面209cで反射され、さらにプリズム面209a, 209bを透過して、出射面209dに向かって進行する。半導体レーザ207からのレーザ光（赤外光）は、プリズム面209a, 209b, 209cを全て透過して、出射面209dに向かって進行する。

- [0089] プリズム209において合成されたレーザ光（青色光、緑色光、赤色光、赤外光）は、出射面209dから出射され、プリズム301に入射する。
- [0090] プリズム301に入射したレーザ光は、プリズム面301aで下方に反射される。プリズム面301aで反射されたレーザ光は、入出面301cから出射され、1/4波長板306を透過して、走査ミラー101に入射する。そして、レーザ光は、走査ミラー101で反射され、再び1/4波長板306を透過して、入出面301cからプリズム301に入射する。
- [0091] 走査ミラー101からプリズム301に入射したレーザ光は、プリズム301内を上方（+Z方向）に進行し、プリズム面301aを透過して、プリズム面301bに達する。プリズム面301bでは、赤外光のみが反射され、フォトディテクタ302に向かう。
- [0092] 一方、プリズム面301bを透過したレーザ光（青色光、緑色光、赤色光）は、出射面301dから出射され、スクリーン（投影面）に向かう。
- [0093] 図8に模式的に示すように、上述した水平走査駆動部100Aにより、走査ミラー101がY方向の回動軸を中心として回動すると、走査ミラー101で反射されてプリズム301から出射されたレーザ光が、スクリーンSの水平方向（H方向：主走査方向）に高速で移動する。すなわち、水平方向の走査が行われる。
- [0094] また、上述した垂直走査駆動部100Bにより、走査ミラー101がX方向の回動軸を中心として回動すると、走査ミラー101で反射されてプリズ

ム 3 0 1 から出射されたレーザ光が、スクリーン S の垂直方向（V 方向：副走査方向）に高速で移動する。すなわち、垂直方向の走査が行われる。

[0095] また、走査ミラー 1 0 1 が Y 方向の軸または X 方向の軸を中心として回転すると、フォトディテクタ 3 0 2（図 7）への入射位置も変化する。そのため、フォトディテクタ 3 0 2 によって、走査ミラー 1 0 1 の Y 方向の軸および X 方向の軸を中心とした角度情報を検出することができる。

[0096] 図 9 は、フォトディテクタ 3 0 2 の動作の一例を説明するための模式図である。図 9（a）では、フォトディテクタ 3 0 2 の入射面の中央に 4 分割光検知器 3 0 3 を設けた構成例を示す。図 9（b）は、フォトディテクタ 3 0 2 の入射面の中央の 4 分割光検知器 3 0 3 に加えて、入射面の 4 隅にそれぞれ 4 分割光検知器 3 0 5 を設けた構成例を示す。

[0097] 図 9（a）および（b）のいずれにおいても、4 分割光検知器 3 0 3 にレーザ光 3 0 4 が照射されると、照射された光量を検出することができる。また、水平方向および垂直方向の中心線で分割された 4 つの領域の光量に基づき、水平方向および垂直方向（すなわち Y 方向、X 方向の回転軸を中心とする回転方向）における走査ミラー 1 0 1 の初期角度を検出することができる。

[0098] 従って、例えばレーザプロジェクタ 1 の起動時に、走査ミラー 1 0 1 の水平方向および垂直方向の初期角度を確認することができる。また、フォトディテクタ 3 0 2 の出力に基づき、走査ミラー 1 0 1 の初期角度を調整することもできる。

[0099] 本実施の形態では、さらに、図 9（b）に示したように、フォトディテクタ 3 0 2 の入射面の 4 隅に、4 分割光検知器 3 0 5 を配置している。4 分割光検知器 3 0 5 は、走査ミラー 1 0 1 の水平方向および垂直方向の走査範囲の両端に対応する 4 箇所配置されている。

[0100] このように構成すれば、走査ミラー 1 0 1 の水平方向および垂直方向の走査振幅を制御することができる。すなわち、例えば、走査ミラー 1 0 1 の水平方向の走査振幅が大き過ぎた場合には、水平走査コイル 1 1 1 に供給する

電流をその分だけ小さくするといった制御が可能になる。

[0101] また、映像表示のタイミングや歪補正の制御を行うことも可能になる。例えば、基準とする矩形の映像信号（基準映像信号）を用意しておき、基準映像信号の矩形の4隅を構成するレーザ光が、フォトディテクタ302の4隅の4分割光検知器305の中心で検出できるように、水平走査コイル111および垂直走査コイル105a, 105bに供給する電流を調整する。このように調整した電流を利用して映像表示を行うことにより、映像表示のタイミングや歪補正の制御を行うことができる。

[0102] また、水平方向および垂直方向の走査駆動信号に対する、走査ミラー101の各方向の走査角度の感度（走査感度）を把握することができる。そのため、光走査装置10の温度変化に伴って感度の変動した場合には、その変動に対応する分だけ半導体レーザ21, 23, 25の出力を増加または減少させるといった補正を行うことができる。

[0103] <光走査装置の組立方法>

次に、本発明による光走査装置10の組立方法について、図2および図6を参照して説明する。光走査装置10を収納する筐体は、例えば、高い剛性と寸法安定性を有し、高い放熱性を有する材料で構成することができる。このような材料としては、例えば、アルミニウムダイキャストやエンジニアリングプラスチックなどがある。

[0104] 水平走査駆動部100Aの要部をなす枠構造体102は、例えば金属の機械加工あるいは樹脂成型により、図2に示した基部102a, 102bと、梁102c, 102dと、台座102eとを有する形状に形成する。台座102eの表面には、板状の走査ミラー101を固定するか、または反射材料をコーティングすることにより走査ミラー101を形成する。台座102eの裏面には、薄いマグネット層である水平走査マグネット110を位置決めし、角度を調整して接着により固定する。

[0105] 支持体103の裏面には、水平走査コイル111を位置決めし、角度を調整して固定する。枠構造体102の基部102a, 102bを、支持体10

3に予め形成した凸部103a, 103bに接着することにより、枠構造体102を支持体103に固定する。これにより、水平走査駆動部100Aが組み立てられる。

[0106] 垂直走査駆動部100Bについては、回転ホルダ104の面104e, 104fに、垂直走査コイル105a, 105bを位置決めし、角度を調整して接着により固定する。回転ホルダ104の面104e, 104fには、さらに磁性片109a, 109bを固定する。

[0107] また、垂直走査マグネット106a, 106bおよびベース107を、光走査装置10の筐体の所定位置に位置決めし、角度を調整して接着により固定する。さらに、回転ホルダ104の軸受部104hに、ベース107の支軸108を嵌合させる。これにより、垂直走査駆動部100Bが組み立てられる。

[0108] さらに、水平走査コイル111および垂直走査コイル105a, 105bに、給電用の電気配線パターンを施したフレキシブルプリントシートをそれぞれ接続する。さらに、各フレキシブルプリントシートを、光走査装置10の筐体の所定位置に位置決めして、ねじにより固定する。

[0109] 次に、光走査装置10の筐体の所定の箇所に、プリズム209、プリズム301、コリメータレンズ202, 204, 206, 208を位置決めし、角度を調整して接着により固定する。

[0110] さらに、半導体レーザ201, 203, 205, 207およびフォトディテクタ302と、これらに対する給電用および信号伝達用の電気配線パターンを施したフレキシブルプリントシートとを予め接続しておき、光走査装置10の筐体に仮固定する。仮固定とは、後から位置の微調整が可能なように固定することである。

[0111] 次に、各フレキシブルプリントシートを制御装置に接続し、走査ミラー101の回転と、半導体レーザ201, 203, 205, 207の発光と、フォトディテクタ302での受光が可能な状態とする。そして、仮固定した半導体レーザ201, 203, 205, 207およびフォトディテクタ302

の位置を微調整する。

[0112] 具体的には、赤外色レーザ光源である半導体レーザ207を駆動し、センシング用の非可視波長のレーザ光を出射する。このレーザ光が、4分割光検知器303の中心に入射するように、フォトディテクタ302の位置を調整し、固定する。

[0113] 続いて、表示用レーザ光源である半導体レーザ201, 203, 205を順次駆動して、青色光、緑色光および赤色光を順次出射する。各色のレーザ光が4分割光検知器303の中心に入射するように、半導体レーザ201, 203, 205の位置を調整し、固定する。これにより、光走査装置10の組立てが完了する。

[0114] <本実施の形態の効果>

以上説明したように、本実施の形態の光走査装置10によれば、水平走査駆動部100Aの枠構造体102は、1方向（Y方向の回動軸を中心とする回動方向）の回動機能のみを備えればよい。すなわち、2方向の回動機能を備える必要はない。そのため、梁の変形を利用して2方向の走査を行うものと比較して、梁102c, 102dを太さや厚さを十分に大きくすることができる。従って、衝撃や振動に対する耐性を向上することができる。

[0115] また、枠構造体102は、金属の加工成型品あるいは樹脂成型品を採用することができる。MEMS技術を用いる必要がない。そのため、MEMS技術に用いられる高価な製造設備が不要であり、製造コストを低減することができる。

[0116] さらに、垂直走査駆動部100Bは、回動ホルダ104を含む回動体を、支軸108によって回動可能に支持するため、温度変化の影響を殆ど受けることがない。そのため、梁の変形を利用して2方向の走査を行うものと比較して、より安定した回動動作を実現することができる。

[0117] また、枠構造体102を含む水平走査駆動部100Aと、回動ホルダ104および支軸108を含む垂直走査駆動部100Bとで、水平走査機能と垂直走査機能とを分離している。そのため、光走査装置10の組み立ておよび

分解が容易であり、製造歩留りを向上することができる。

[0118] また、本実施の形態の光走査装置 10 では、振動体（走査ミラー 101、枠構造体 102 および水平走査マグネット 110）が、水平方向の走査駆動周波数において固有振動モードを有している。そのため、振動体の共振現象を励起することにより、水平走査コイル 111 の電流を小さく抑えることができる。その結果、消費電力を低減することができ、また温度上昇を抑制して、温度変化による走査感度の変動を抑制することができる。

[0119] さらに、本実施の形態の光走査装置 10 では、走査ミラー 101 の裏面に薄いマグネット層である水平走査マグネット 110 を設けている。この水平走査マグネット 110 は、Y 方向の回動軸を挟んで異なる磁極を有するように着磁されている。このように薄いマグネット層を用いることで、振動体の回動軸（梁 102c, 102d）周りの慣性モーメントを小さくすることができ、走査ミラー 101 を高速で回動させることができる。

[0120] また、本実施の形態の光走査装置 10 では、走査ミラー 101 に固定された水平走査マグネット 110 に対向する位置に、水平走査コイル 111 を配置している。そのため、水平走査コイル 111 を流れる電流で発生した熱が走査ミラー 101 に直接伝わることを防止することができる。その結果、走査ミラー 101 の温度上昇による反射面の歪の発生を抑制し、投写された画像の歪やぼけを抑制することができる。

[0121] さらに、本実施の形態の光走査装置 10 では、回動体（水平走査駆動部 100A、回動ホルダ 104、垂直走査コイル 105a, 105b および磁性片 109a, 109b）は、垂直方向の走査駆動周波数と同じ共振周波数を有している。そのため、回動体の共振現象を励起することにより、垂直走査コイル 105a, 105b の電流を小さく抑えることができる。その結果、消費電力を低減することができ、また温度上昇を抑制して、温度変化による走査感度の変動を抑制することができる。

[0122] また、本実施の形態の光走査装置 10 では、ベース 107 に固定した支軸 108 を回動ホルダ 104 の軸受部 104h に嵌合させることにより、回動

ホルダ 104 を含む回動体を回動可能に支持している。そのため、支軸 108 と軸受部 104 h とを高い精度で嵌合させることで、外部からの振動や衝撃による走査ミラー 101 の振動を抑制することができる。

[0123] さらに、本実施の形態の光走査装置 10 では、回動ホルダ 104 に設けた磁性片 109 a, 109 b とマグネット 106 a, 106 b との吸引力を利用した磁気ばね力を利用する。この構成により、温度変化や振動や衝撃の影響を受けにくい走査ミラー 101 の動作を実現することができる。

[0124] さらに、本実施の形態の光走査装置 10 では、走査ミラー 101 から出射されたレーザ光（走査光束）の一部をフォトディテクタ 302 で受光するようにし、その中央と 4 隅に 4 分割光検知器 305 を配置している。この構成によれば、走査ミラー 101 の水平方向および垂直方向の初期角度および走査感度を検出することができ、画像投影の歪補正制御が可能になる。

[0125] <光走査装置を用いたレーザプロジェクタの応用例>

図 10 は、本実施の形態の光走査装置 10 を用いたレーザプロジェクタ 1 を、車載用途、より具体的にはヘッドアップディスプレイに応用した例を示す図である。

[0126] 本実施の形態のレーザプロジェクタ 1 は、自動車等の車両 6 の例えばダッシュボード 62 に取り付けられている。レーザプロジェクタ 1 は、フロントガラス 61 に向けて画像を投影し、虚像を形成する。運転者 P は、フロントガラス 61 を介して、車両 6 の前方を観察しながら、投影された画像（例えばナビゲーション情報）を視認することができる。

[0127] 車載用のプロジェクタは、衝撃や振動などの外力および温度変化を受けやすい。しかしながら、本実施の形態の光走査装置 10 は、枠構造体 102 を含む水平走査駆動部 100 A により水平方向の走査を行い、回動ホルダ 104 および支軸 108 を含む垂直走査駆動部 100 B により垂直方向の走査を行う構成により、上述したように衝撃および振動に対する高い耐性を有し、また温度変化の影響を受けにくいという特徴を有する。そのため、レーザプロジェクタ 1 は、上記のような車載用途においても良好な画像を投影するこ

とができる。

[0128] なお、本実施の形態の光走査装置 10 を用いたレーザプロジェクタ 1 は、図 10 に示した用途に限らず、例えば小型で持ち運び可能なポータブルプロジェクタとしても利用することができる。

[0129] なお、本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、適宜、変形が可能である。例えば、水平走査コイル 111 および垂直走査コイル 105a, 105b の配置や巻線パターンは、上述した具体例に限定されるものではなく、走査ミラー 101 を Y 方向の回転軸周りに回転させ、回転ホルダ 104 を X 方向の回転軸周りに回転させる電磁力を発生するものであればよい。水平走査マグネット 110 および垂直走査マグネット 106a, 106b の配置や着磁パターンについても、同様である。

[0130] また、上記の実施の形態では、表示用光源として、赤色光、緑色光、青色光を出射する半導体レーザ 201, 203, 205 を用いたが、この組み合わせに限定されるものではない。例えば、表示用レーザ光源は、単色光を出射するものでもよい。また、レーザ光源の代わりに、例えば LED（発光ダイオード）用いてもよい。従って、本発明におけるプロジェクタは、レーザプロジェクタ以外のプロジェクタであってもよい。

符号の説明

[0131] 10 光走査装置、 100 二次元光走査部、 100A 水平走査駆動部（第 1 の走査駆動部）、 100B 垂直走査駆動部（第 2 の走査駆動部）、 101 走査ミラー、 102 枠構造体、 102a, 102b 基部、 102c, 102d 梁、 103 支持体、 104 回転ホルダ、 105a, 105b 垂直走査コイル（第 2 のコイル）、 106a, 106b 垂直走査マグネット（第 2 のマグネット）、 107 ベース、 108 支軸、 109a, 109b 磁性片、 110 水平走査マグネット（第 1 のマグネット）、 111 水平走査コイル（第 1 のコイル）、 200 光源部、 201, 203, 205 半導体レーザ、 202, 204, 206 コリメータレンズ、 207 半導体レーザ、 2

08 コリメータレンズ、 209 プリズム（入射側光学素子）、 30
1 プリズム（出射側光学素子）、 302 フォトディテクタ（光検出部
）、 303, 305 4分割光検知器、 306 1／4波長板。

請求の範囲

- [請求項1] 走査ミラーと、前記走査ミラーを支持する枠構造体とを有し、前記枠構造体の変形により前記走査ミラーを第1の回転軸を中心として回転させる第1の走査駆動部と、
- 前記第1の走査駆動部を支持する回転ホルダと、前記回転ホルダを前記第1の回転軸と直交する第2の回転軸を中心として回転可能に支持する支軸とを有し、前記回転ホルダを前記第2の回転軸を中心として回転させる第2の走査駆動部と
- を備え、
- 前記枠構造体は、前記第1の回転軸の方向に前記走査ミラーを挟むように設けられた一对の梁と、前記一对の梁のそれぞれに対して前記走査ミラーと反対の側に設けられた一对の基部とを有し、
- 前記一对の基部のそれぞれは、前記第2の回転軸の方向に長い長尺形状を有し、変形可能に構成されていること
- を特徴とする光走査装置。
- [請求項2] 前記第1の走査駆動部は、前記一对の基部のそれぞれが、長手方向の両端部を節として変形する共振を生じ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] 前記第1の走査駆動部は、第1の周波数の電流で駆動され、
- 前記第2の走査駆動部は、前記第1の周波数よりも低い第2の周波数の電流で駆動され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] 前記枠構造体は、前記第1の周波数において固有振動モードを有する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2の走査駆動部は、前記第2の周波数で、前記回転ホルダの共振が励起されるように構成されていることを特徴とする請求項3または4に記載の光走査装置。
- [請求項6] 前記第1の走査駆動部は、さらに、前記走査ミラーを前記第1の回

動軸を中心として回転させる電磁力を発生する第1のコイルおよび第1のマグネットを有することを特徴とする請求項1から5までのいずれか1項に記載の光走査装置。

[請求項7] 前記第1のマグネットは、前記走査ミラーの反射面とは反対側の面に設けられ、

前記第1のコイルは、前記第1のマグネットに対向するように、前記回転ホルダに取り付けられていることを特徴とする請求項6に記載の光走査装置。

[請求項8] 前記第1のマグネットは、前記第1の回転軸を挟んで異なる磁極を有するように着磁されていることを特徴とする請求項6または7に記載の光走査装置。

[請求項9] 前記第2の走査駆動部は、さらに、
前記回転ホルダを前記第2の回転軸を中心として回転させる電磁力を発生する第2のコイルおよび第2のマグネットと、
前記第2のマグネットとの間で吸引力を発生する磁性片と
を有することを特徴とする請求項1から8までのいずれか1項に記載の光走査装置。

[請求項10] 前記第2のコイルおよび前記磁性片は、前記回転ホルダの外周面に固定され、
前記第2のマグネットは、前記第2のコイルに対向するように、前記光走査装置の筐体に固定されていることを特徴とする請求項9に記載の光走査装置。

[請求項11] 光を出射する光源と、
前記光源から出射された光を、前記走査ミラーに導く入射側光学素子と
を備えたことを特徴とする請求項1から10までのいずれか1項に記載の光走査装置。

[請求項12] 前記走査ミラーで反射された反射光を投影面に導く出射側光学素子

と

前記出射側光学素子に取り付けられ、前記反射光の一部を検出する光検出部と

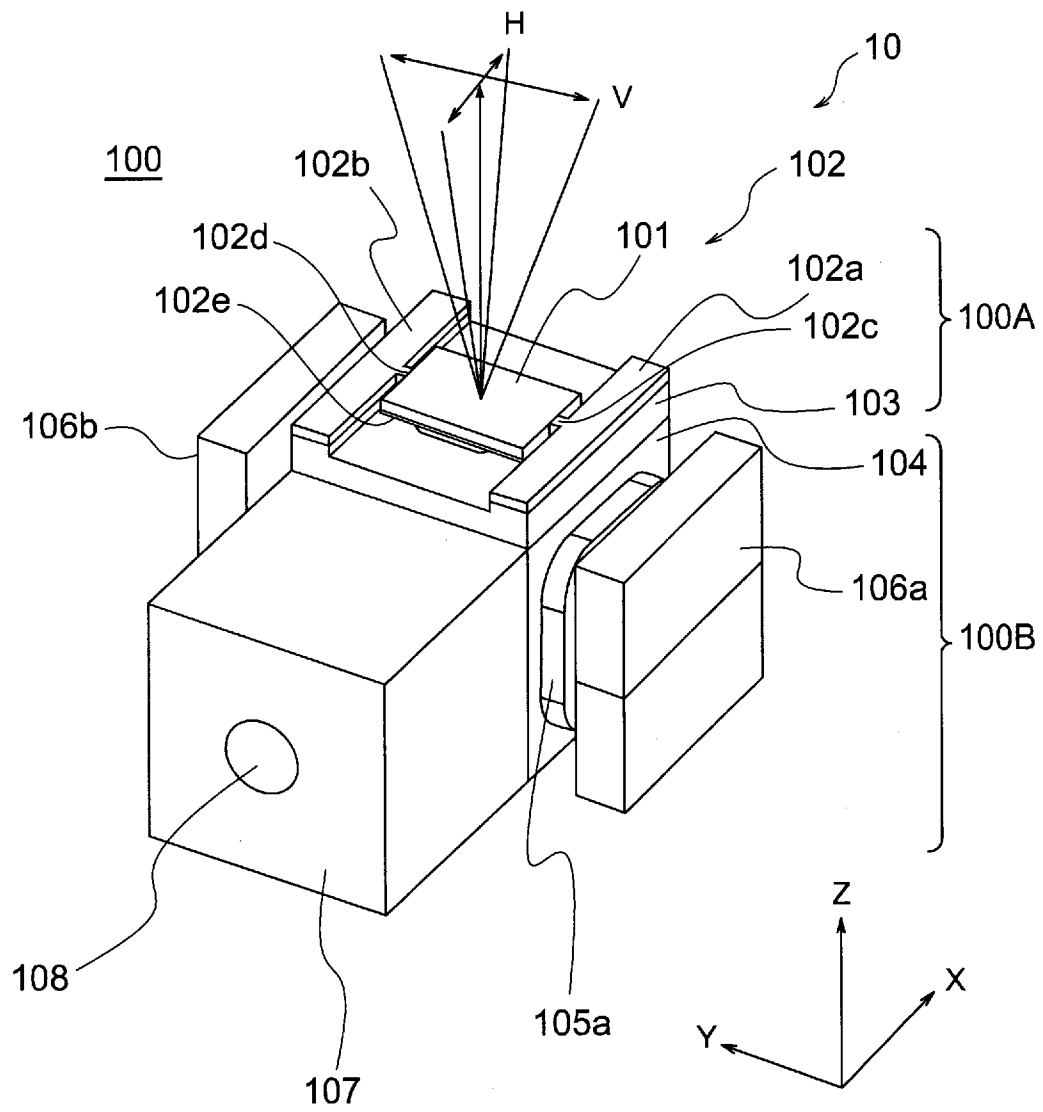
をさらに備えることを特徴とする請求項 1 1 に記載の光走査装置。

[請求項13] 前記光検出部は、入射面の中央、並びに、前記第 1 の走査駆動部による走査方向の両端および前記第 2 の走査駆動部による走査方向の両端に対応する 4 箇所、それぞれ 4 分割光検知器を有することを特徴とする請求項 1 2 に記載の光走査装置。

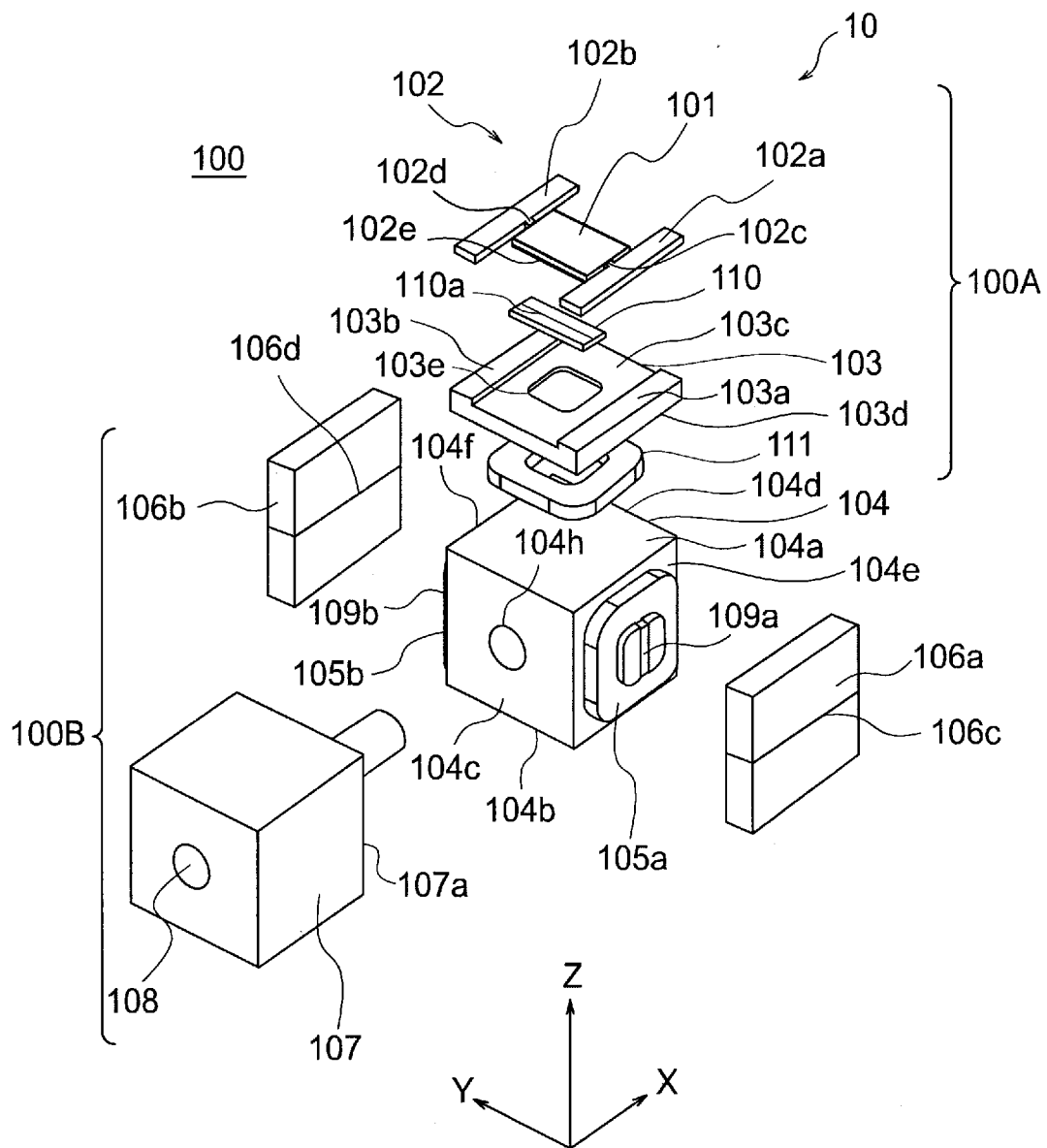
[請求項14] 請求項 1 から 1 3 までのいずれか 1 項に記載の光走査装置を有することを特徴とするプロジェクタ。

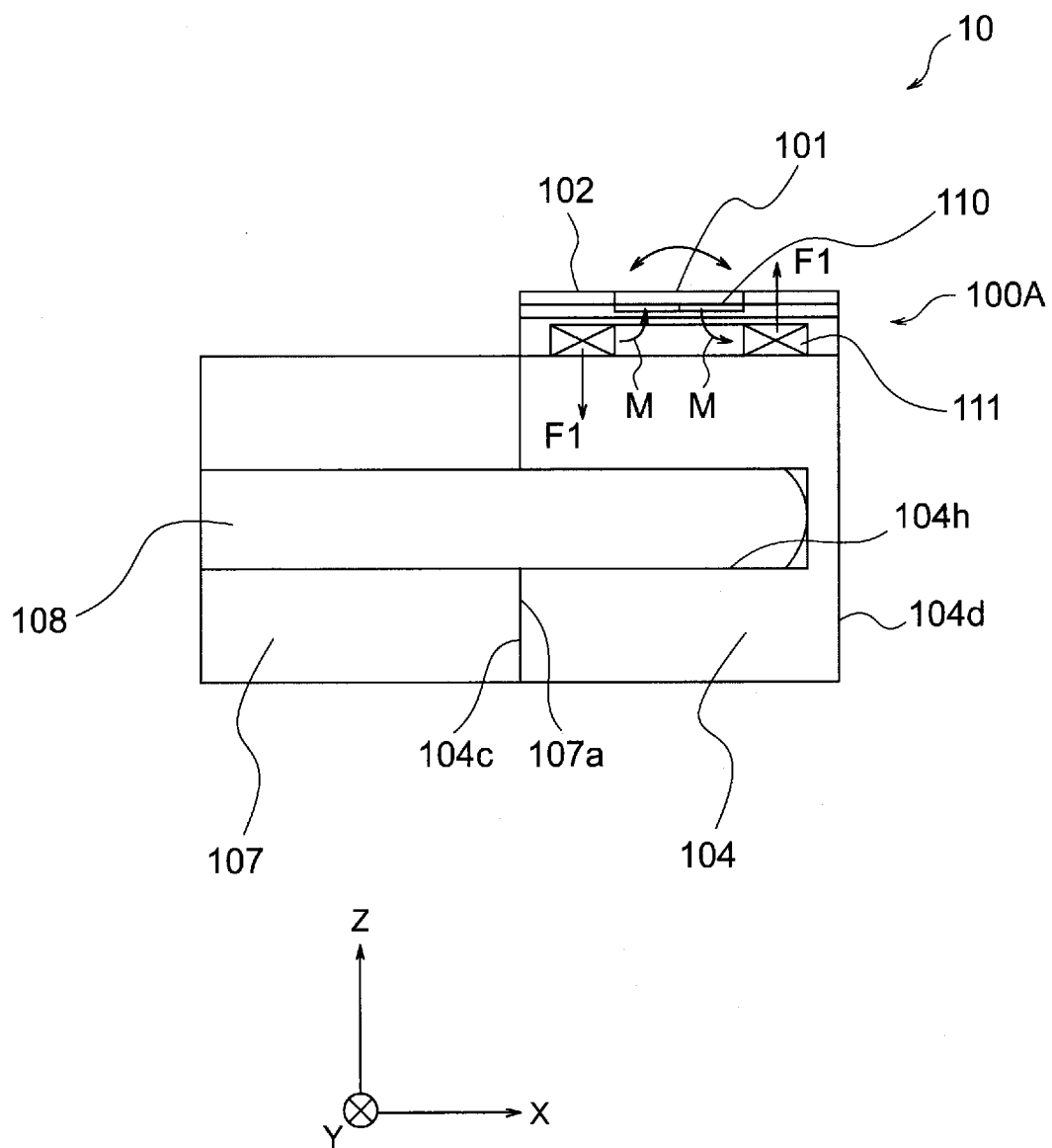
[請求項15] 前記光走査装置を車両のフロントガラスに向けて画像を投影するように配置したことを特徴とする請求項 1 4 に記載のプロジェクタ。

[図1]

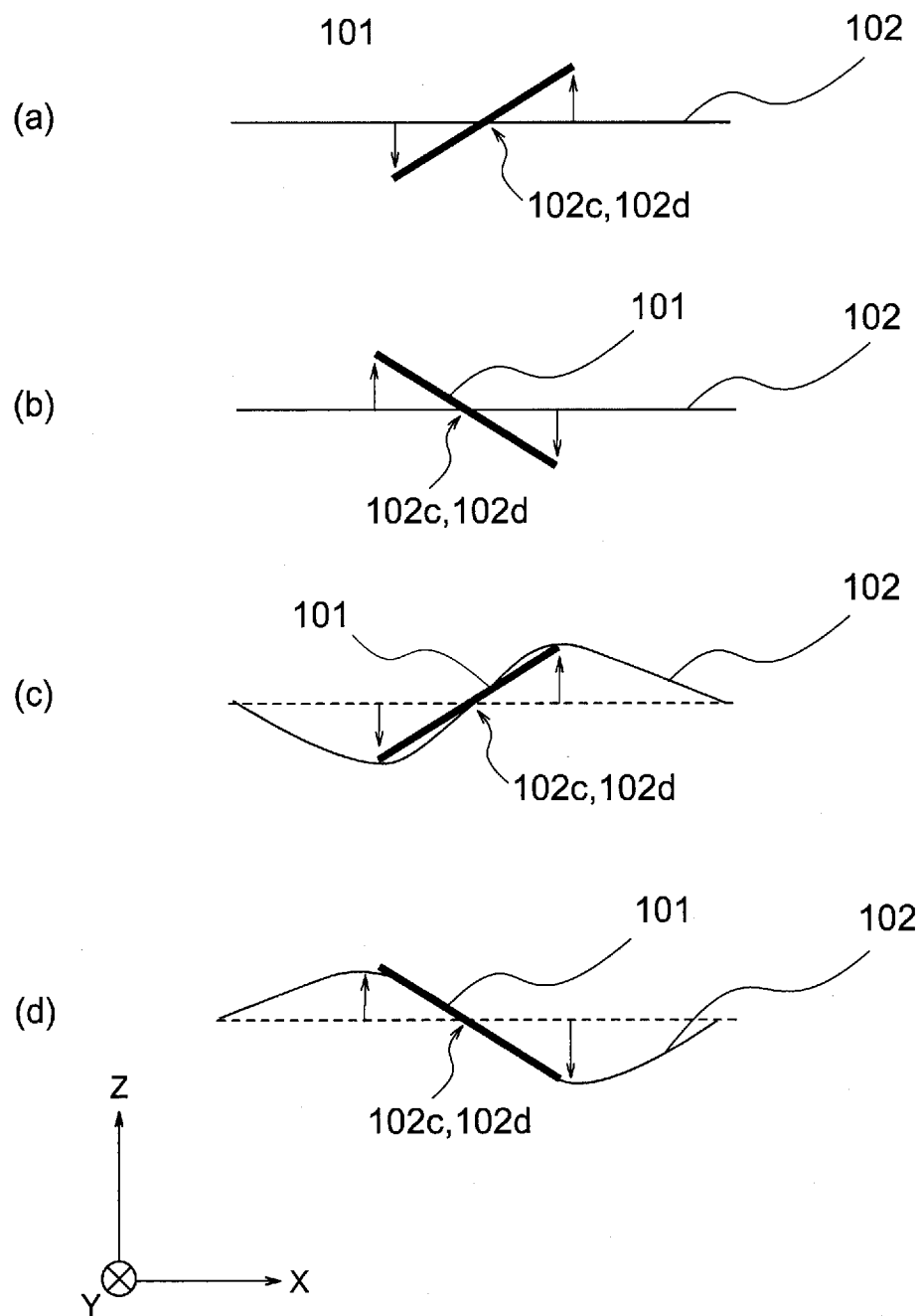


[図2]

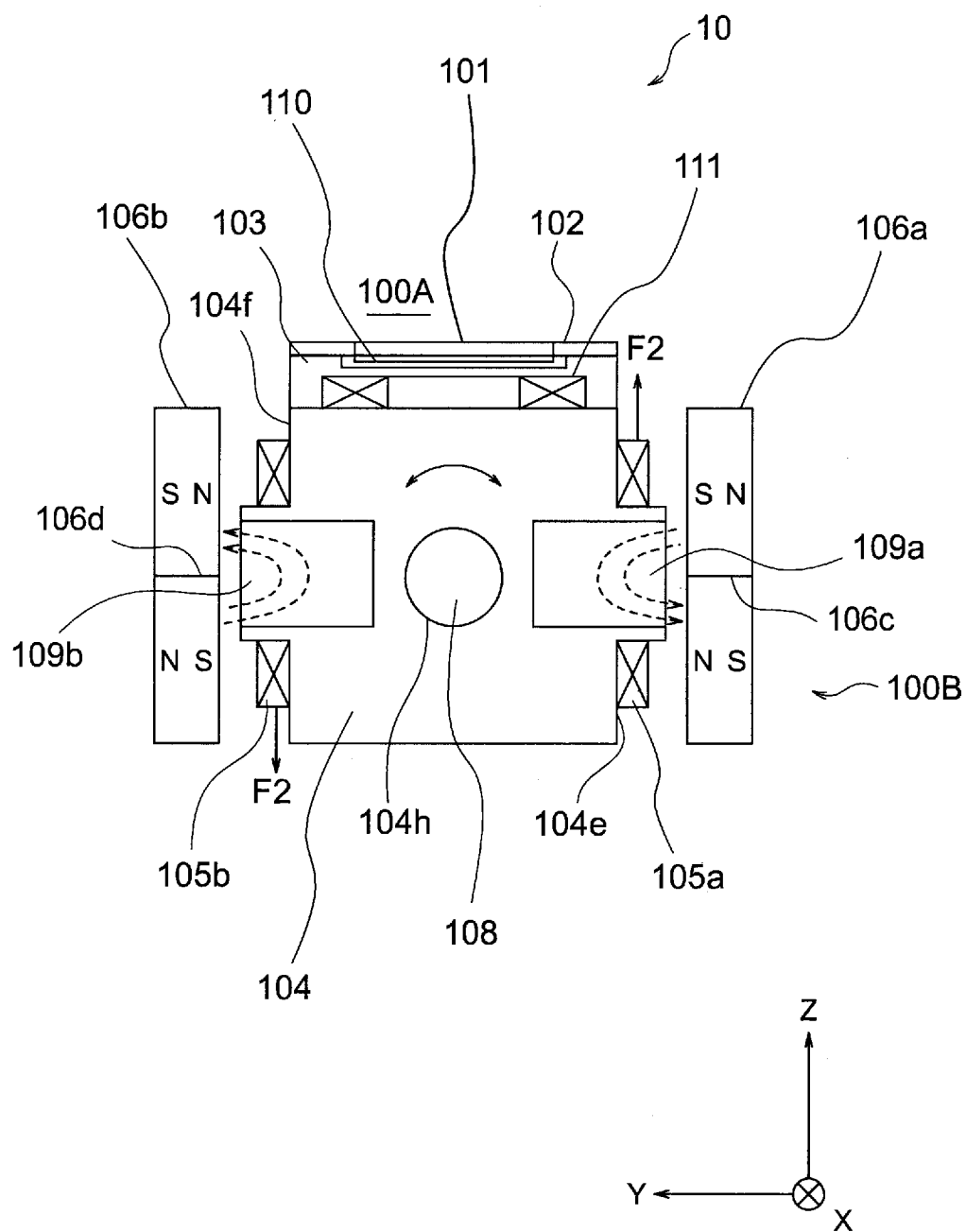




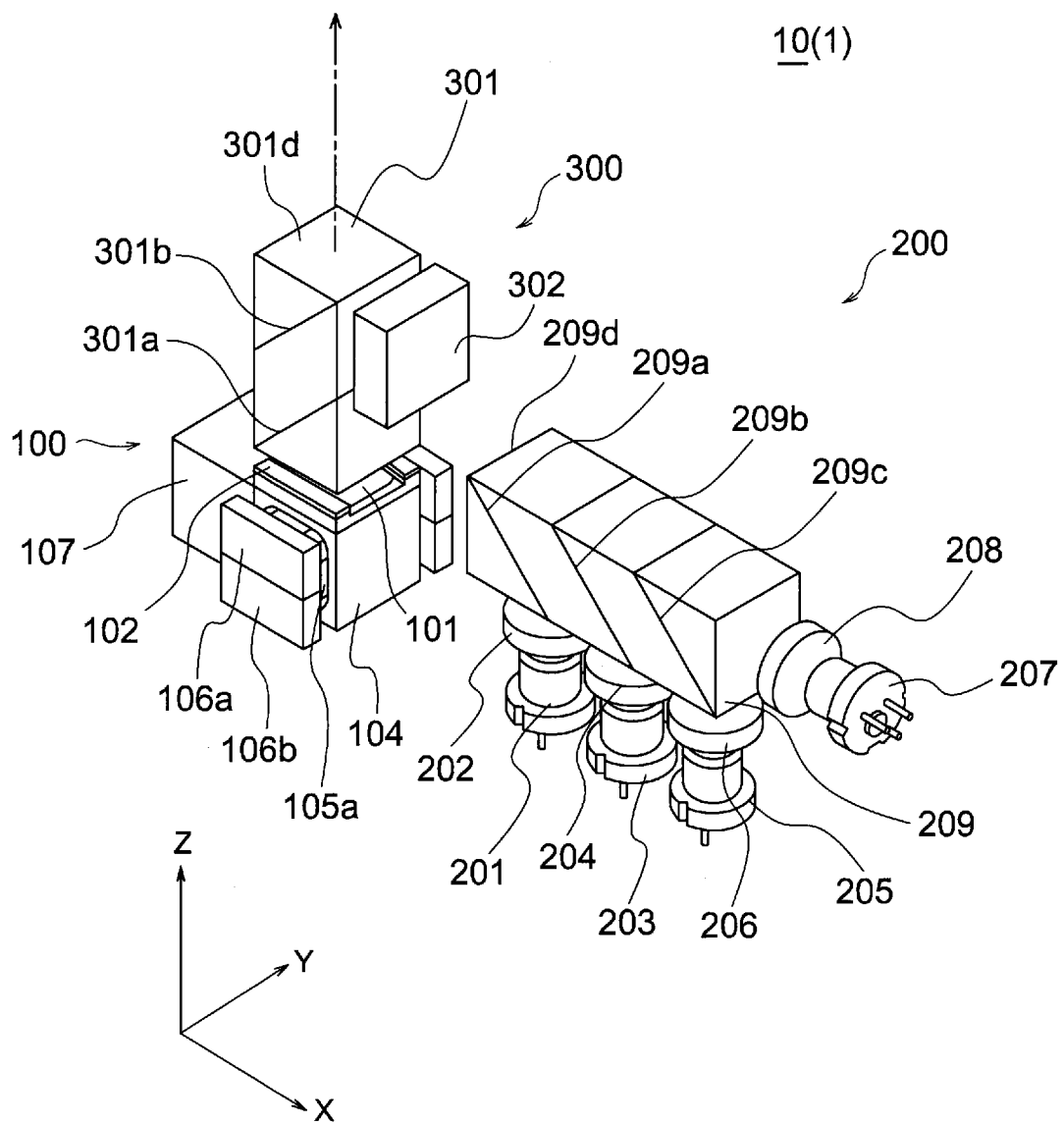
[図4]



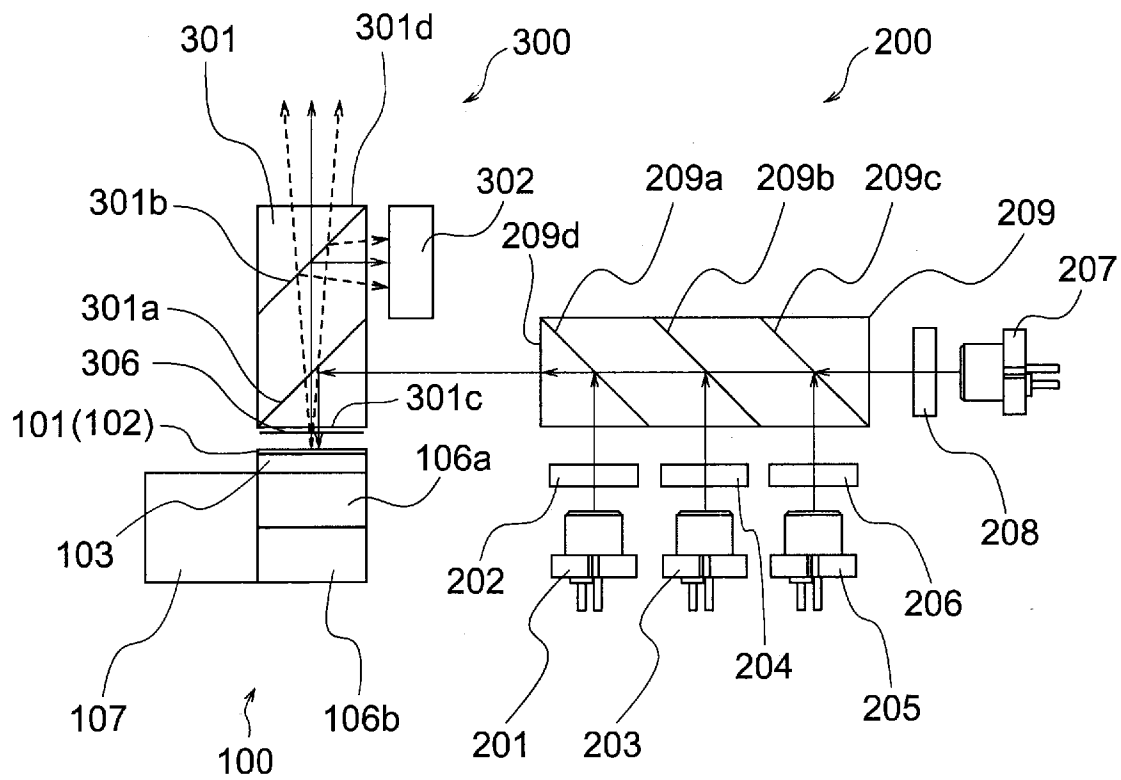
[図5]



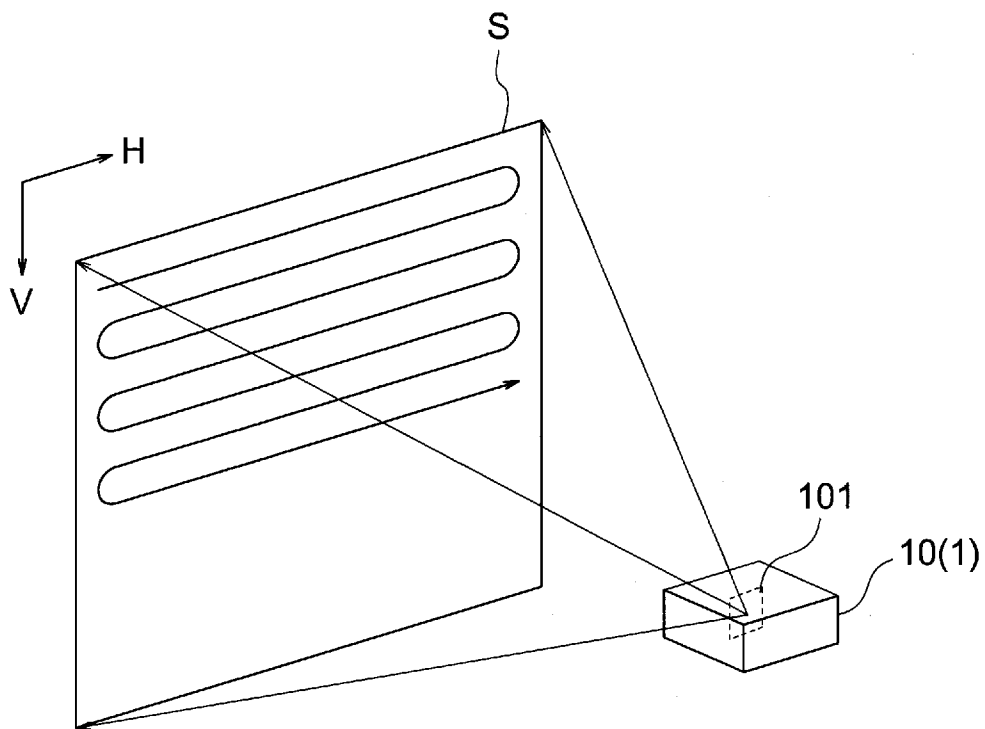
[図6]



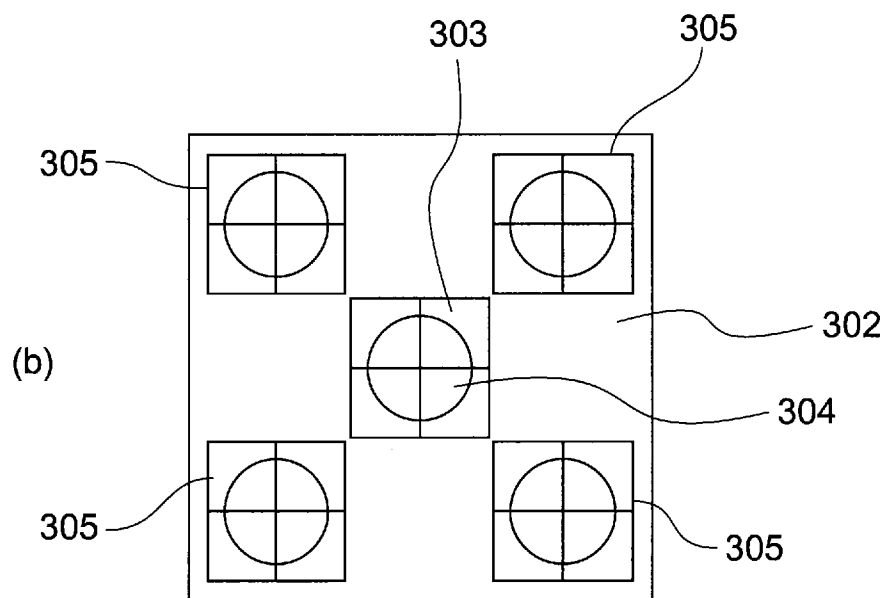
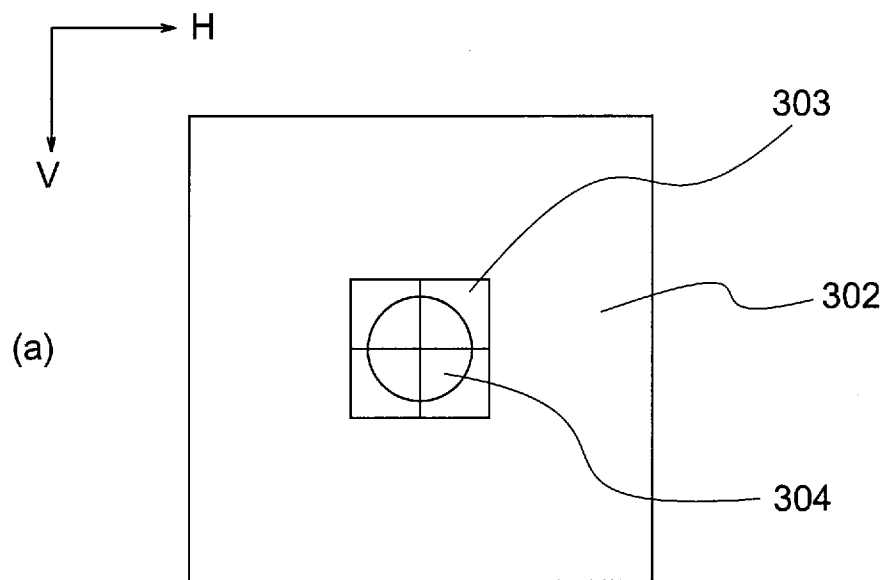
[図7]

10(1)

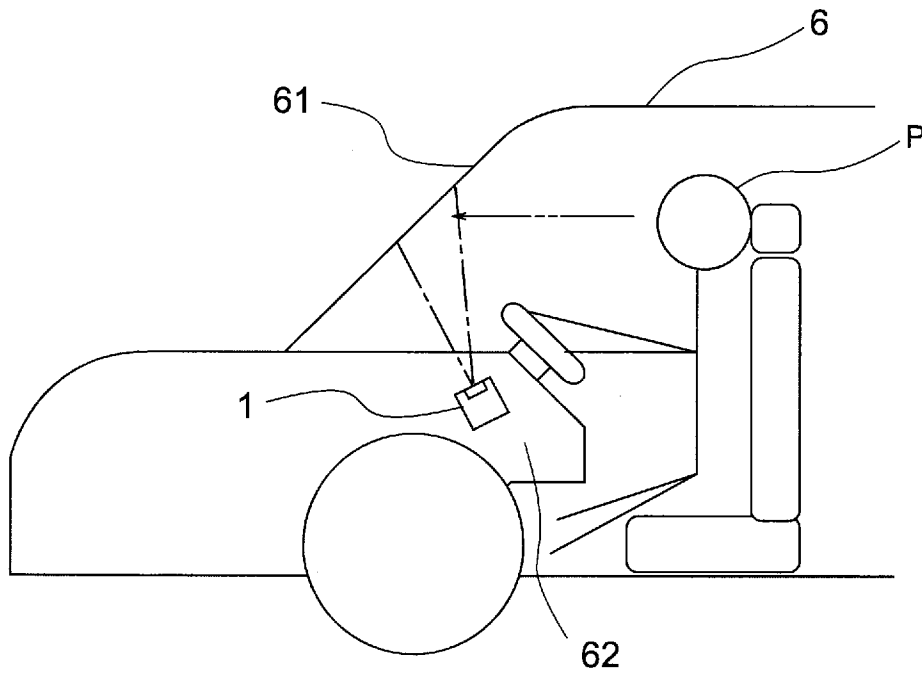
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/073630

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B26/10(2006.01)i, G02B26/08(2006.01)i, G02B27/01(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)

G02B26/10-26/12

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 A	JP 2012-68424 A (Brother Industries, Ltd.), 05 April 2012 (05.04.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1, 3, 5, 11 2, 4, 6-10, 12, 14-15 13
Y	JP 2012-32678 A (Funai Electric Co., Ltd.), 16 February 2012 (16.02.2012), paragraphs [0030] to [0031]; fig. 7, 8 (Family: none)	2, 4
Y	JP 2009-204804 A (Seiko Epson Corp.), 10 September 2009 (10.09.2009), paragraphs [0019] to [0022]; fig. 1, 2 (Family: none)	6-8

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

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
30 September, 2013 (30.09.13)

Date of mailing of the international search report
08 October, 2013 (08.10.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/073630

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 11-142772 A (Asahi Optical Co., Ltd.), 28 May 1995 (28.05.1995), paragraphs [0017] to [0021]; fig. 6, 7, 8 & US 2002/0074875 A1 & US 6376953 B1 & US 2001/0021165 A1 & DE 19828689 A & FR 2765352 A	9-10
Y A	JP 2010-509624 A (Osram GmbH), 25 March 2010 (25.03.2010), paragraphs [0078] to [0082]; fig. 3 & US 2010/0149497 A1 & EP 2095184 A & WO 2008/058671 A2 & KR 10-2009-0090304 A & CN 101611348 A	12 13
Y	WO 2010/146974 A1 (Hitachi, Ltd.), 23 December 2010 (23.12.2010), entire text; all drawings (Family: none)	14
Y	WO 2011/74209 A1 (Panasonic Corp.), 23 June 2011 (23.06.2011), entire text; all drawings & US 2012/0250306 A1 & CN 102656501 A	15
A	JP 2002-162595 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 07 June 2002 (07.06.2002), entire text; all drawings (Family: none)	13

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B26/10(2006.01)i, G02B26/08(2006.01)i, G02B27/01(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. G02B26/10-26/12

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 A Y	JP 2012-68424 A（ブラザー工業株式会社）2012.04.05, 全文、全図 （ファミリーなし） JP 2012-32678 A（船井電機株式会社）2012.02.16, 【0030】－【0031】、 【図7】、【図8】（ファミリーなし）	1, 3, 5, 11 2, 4, 6-10, 12, 14-15 13 2, 4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

3 0 . 0 9 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

0 8 . 1 0 . 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）

植田 高盛

2 L

2 9 1 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 5

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
Y	JP 2009-204804 A (セイコーエプソン株式会社) 2009. 09. 10, 【0019】 － 【0022】、【図 1】、【図 2】 (ファミリーなし)	6-8
Y	JP 11-142772 A (旭光学工業株式会社) 1995. 05. 28, 【0017】－ 【0021】、【図 6】、【図 7】、【図 8】 & US 2002/0074875 A1 & US 6376953 B1 & US 2001/0021165 A1 & DE 19828689 A & FR 2765352 A	9-10
Y A	JP 2010-509624 A (オスラム ゲゼルシャフト ミット ベシュレ ンクテル ハフツング) 2010. 03. 25, 【0078】－ 【0082】、【図 3】 & US 2010/0149497 A1 & EP 2095184 A & WO 2008/058671 A2 & KR 10-2009-0090304 A & CN 101611348 A	12 13
Y	WO 2010/146974 A1 (株式会社日立製作所) 2010. 12. 23, 全文、全図 (ファミリーなし)	14
Y	WO 2011/74209 A1 (パナソニック株式会社) 2011. 06. 23, 全文、全 図 & US 2012/0250306 A1 & CN 102656501 A	15
A	JP 2002-162595 A (オリンパス光学工業株式会社) 2002. 06. 07, 全 文、全図 (ファミリーなし)	13