

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7651925号
(P7651925)

(45)発行日 令和7年3月27日(2025.3.27)

(24)登録日 令和7年3月18日(2025.3.18)

(51)国際特許分類		F I	
G 0 2 B	26/10 (2006.01)	G 0 2 B	26/10 1 0 4 Z
G 0 2 B	27/01 (2006.01)	G 0 2 B	27/01
G 0 2 B	26/08 (2006.01)	G 0 2 B	26/08 E
G 0 1 S	7/481(2006.01)	G 0 1 S	7/481 A
B 6 0 K	35/23 (2024.01)	B 6 0 K	35/23
請求項の数 17 (全24頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2021-67475(P2021-67475)	(73)特許権者	000006747 株式会社リコー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(22)出願日	令和3年4月13日(2021.4.13)	(74)代理人	100107766 弁理士 伊東 忠重
(65)公開番号	特開2022-162594(P2022-162594 A)	(74)代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(43)公開日	令和4年10月25日(2022.10.25)	(72)発明者	阿部 洋輔 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株 式会社リコー内
審査請求日	令和6年2月22日(2024.2.22)	審査官	近藤 幸浩
		最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 可動装置、画像投影装置、ヘッドアップディスプレイ、物体認識装置、計測装置、ロボット、移動体及び車両

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】
可動部と、
前記可動部を回動軸周りに回動可能な駆動部と、を備え、
前記駆動部は、
複数の梁部と、
隣り合う前記梁部を接続する第1の接続部と、
前記梁部と前記可動部を接続する第2の接続部と、を有し、
前記第2の接続部のうち、前記回動軸と直交する直交方向で前記回動軸から最も離れた部分と、前記回動軸と、の間の距離は、前記可動部のうち、前記直交方向で前記回動軸から最も離れた部分と、前記回動軸と、の間の距離よりも長く、
前記第2の接続部が前記可動部に接続する位置は、前記回動軸に沿った方向において前記可動部の中央よりも前記駆動部とは反対側であることを特徴とする可動装置。

【請求項2】
可動部と、
前記可動部を回動軸周りに回動可能な駆動部と、を備え、
前記駆動部は、
複数の梁部と、
隣り合う前記梁部を接続する第1の接続部と、
前記梁部と前記可動部を接続する第2の接続部と、を有し、

前記第2の接続部のうち、前記回転軸と直交する直交方向で前記回転軸から最も離れた部分と、前記回転軸と、の間の距離は、前記可動部のうち、前記直交方向で前記回転軸から最も離れた部分と、前記回転軸と、の間の距離よりも長く、
前記可動部と、前記第2の接続部と、の結合形状は、平面視が平行四辺形状であることを特徴とする可動装置。

【請求項3】

可動部と、

前記可動部を回転軸周りに回転可能な駆動部と、を備え、

前記駆動部は、

複数の梁部と、

隣り合う前記梁部を接続する第1の接続部と、

前記梁部と前記可動部とを接続する第2の接続部と、を有し、

前記第2の接続部のうち、前記回転軸と直交する直交方向で前記回転軸から最も離れた部分と、前記回転軸と、の間の距離は、前記第1の接続部のうち、前記直交方向で前記回転軸から最も離れた部分と、前記回転軸と、の間の距離よりも長く、

前記第2の接続部が前記可動部に接続する位置は、前記回転軸に沿った方向において前記可動部の中央よりも前記駆動部とは反対側であることを特徴とする可動装置。

【請求項4】

可動部と、

前記可動部を回転軸周りに回転可能な駆動部と、を備え、

前記駆動部は、

複数の梁部と、

隣り合う前記梁部を接続する第1の接続部と、

前記梁部と前記可動部とを接続する第2の接続部と、を有し、

前記第2の接続部のうち、前記回転軸と直交する直交方向で前記回転軸から最も離れた部分と、前記回転軸と、の間の距離は、前記第1の接続部のうち、前記直交方向で前記回転軸から最も離れた部分と、前記回転軸と、の間の距離よりも長く、

前記可動部と、前記第2の接続部と、の結合形状は、平面視が平行四辺形状であることを特徴とする可動装置。

【請求項5】

前記駆動部は、前記第2の接続部を介して前記回転軸と交差する方向で前記可動部に接続されていることを特徴とする請求項1乃至4の何れか1項に記載の可動装置。

【請求項6】

前記第2の接続部のうち、前記直交方向で前記回転軸から最も離れた部分と、前記回転軸と、の間の距離を $L1$ とし、前記可動部のうち、前記直交方向で前記回転軸から最も離れた部分と、前記回転軸と、の間の距離を $L2$ とし、前記第1の接続部のうち、前記直交方向で前記回転軸から最も離れた部分と、前記回転軸と、の間の距離を $L3$ とすると、以下の(1)式の条件を満足することを特徴とする請求項1乃至5の何れか1項に記載の可動装置。

$$L1 > L3 > L2 \quad \dots \quad (1)$$

【請求項7】

前記第2の接続部のうち、前記直交方向で前記回転軸から最も離れた部分と、前記回転軸と、の間の距離を $L1$ とし、前記可動部のうち、前記直交方向で前記回転軸から最も離れた部分と、前記回転軸と、の間の距離を $L2$ とし、前記第1の接続部のうち、前記直交方向で前記回転軸から最も離れた部分と、前記回転軸と、の間の距離を $L3$ とすると、以下の(2)式の条件を満足することを特徴とする請求項1乃至5の何れか1項に記載の可動装置。

$$L1 > L2 > L3 \quad \dots \quad (2)$$

【請求項8】

前記第2の接続部が前記可動部に接続する位置は、前記回転軸に沿った方向において前

記可動部の中央よりも前記駆動部側であることを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れか 1 項に記載の可動装置。

【請求項 9】

前記第 2 の接続部が前記可動部に接続する位置は、前記回転軸に沿った方向において前記可動部の中央であることを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れか 1 項に記載の可動装置。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 の何れか 1 項に記載の可動装置と、
光を発する光源と、
を備え、

前記光源から発せられた光を偏向して投影することを特徴とする画像投影装置。

10

【請求項 11】

前記光源は複数設けられており、
複数の前記光源は、異なる波長の光を発するものであって、
複数の前記光源から発した複数の前記光を合成する合成部を更に備え、

前記合成部において合成された光を偏向して投影することを特徴とする請求項 10 に記載の画像投影装置。

【請求項 12】

請求項 1 乃至 9 の何れか 1 項に記載の可動装置を備えることを特徴とするヘッドアップディスプレイ。

【請求項 13】

20

請求項 1 乃至 9 の何れか 1 項に記載の可動装置と、
光を発する光源と、を備え、

前記光源から発せられた光を偏向し、前記光が物体に照射され、前記物体において反射された反射光を検出することにより、前記物体を認識することを特徴とする物体認識装置。

【請求項 14】

請求項 1 乃至 9 の何れか 1 項に記載の可動装置と、
光を発する光源と、
を備え、

前記光源から発せられた光を偏向し、前記光が物体に照射され、前記物体において反射された反射光に基づき、前記物体の形状を計測することを特徴とする計測装置。

30

【請求項 15】

請求項 14 に記載の計測装置を有するロボット。

【請求項 16】

請求項 12 に記載のヘッドアップディスプレイ、又は請求項 13 に記載の物体認識装置の少なくとも 1 つを有する移動体。

【請求項 17】

請求項 12 に記載のヘッドアップディスプレイ、又は請求項 13 に記載の物体認識装置の少なくとも 1 つを有する車両。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、可動装置、画像投影装置、ヘッドアップディスプレイ、物体認識装置、計測装置、ロボット、移動体及び車両に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、半導体製造技術を応用したマイクロマシニング技術の発達に伴い、シリコンやガラスを微細加工して製造される MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) デバイスの開発が進んでいる。

【0003】

MEMS デバイスとして、例えば、ミラー部を支持する支持部と、一端がミラー部に、

50

他端が支持部にそれぞれ連結され、圧電駆動によりミラー部を支持部に対して所定の軸周りに揺動させる圧電アクチュエータと、支持部に伝達される振動を検知する検知用圧電素子とを備える構成が開示されている（例えば、特許文献１参照）。この圧電アクチュエータは、複数の圧電カンチレバーを折り返し状に連結して構成されており、検知用圧電素子は支持部に配置されている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

しかしながら、上記に例示した光偏向器の構成では、光偏向器等の可動装置に加速度が作用した場合に、作用する加速度に応じてミラー部等の可動部にずれが生じることで、所望の方向に光を偏向できない懸念がある。

【０００５】

本発明は、上記の点に鑑みてなされたものであって、可動装置に作用する加速度に応じた可動部のずれを抑制することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

本発明の一態様に係る可動装置は、可動部と、前記可動部を回動軸周りに回動可能な駆動部と、を備え、前記駆動部は、複数の梁部と、隣り合う前記梁部を接続する第１の接続部と、前記梁部と前記可動部を接続する第２の接続部と、を有し、前記第２の接続部のうち、前記回動軸と直交する直交方向で前記回動軸から最も離れた部分と、前記回動軸と、の間の距離は、前記可動部のうち、前記直交方向で前記回動軸から最も離れた部分と、前記回動軸と、の間の距離よりも長く、前記第２の接続部が前記可動部に接続する位置は、前記回動軸に沿った方向において前記可動部の中央よりも前記駆動部とは反対側である。

【０００７】

本発明の一態様に係る可動装置は、可動部と、前記可動部を回動軸周りに回動可能な駆動部と、を備え、前記駆動部は、複数の梁部と、隣り合う前記梁部を接続する第１の接続部と、前記梁部と前記可動部とを接続する第２の接続部と、を有し、前記第２の接続部のうち、前記回動軸と直交する直交方向で前記回動軸から最も離れた部分と、前記回動軸と、の間の距離は、前記第１の接続部のうち、前記直交方向で前記回動軸から最も離れた部分と、前記回動軸と、の間の距離よりも長く、前記第２の接続部が前記可動部に接続する位置は、前記回動軸に沿った方向において前記可動部の中央よりも前記駆動部とは反対側である。

【発明の効果】

【０００８】

本発明によれば、可動装置に作用する加速度に応じた可動部のずれを抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【０００９】

【図１】第１実施形態に係る可動装置の光偏向器を例示する平面図である。

【図２】図１のＡ－Ａ切断線に沿う断面図である。

【図３】加速度が作用した場合の可動部のずれを例示する図である。

【図４】第１変形例に係る光偏向器を例示する平面図である。

【図５】第２変形例に係る光偏向器を例示する平面図である。

【図６】第３変形例に係る光偏向器を例示する平面図である。

【図７】第４変形例に係る光偏向器を例示する平面図である。

【図８】第５変形例に係る光偏向器を例示する平面図である。

【図９】光走査システムの一例の概略図である。

【図１０】光走査システムの一例のハードウェア構成図である。

【図１１】制御装置の一例の機能ブロック図である。

【図１２】光走査システムに係る処理の一例のフローチャートである。

【図１３】ヘッドアップディスプレイ装置搭載の自動車の一例の図である。

10

20

30

40

50

【図１４】ヘッドアップディスプレイ装置の一例の概略図である。

【図１５】ライダー装置を搭載した自動車の一例の概略図である。

【図１６】ライダー装置の一例の概略図である。

【図１７】パッケージングされた可動装置の一例を示す概略図である。

【図１８】三次元計測装置のブロック図である。

【図１９】対象物に計測用パターンが投影されている状態例の図である。

【図２０】ロボットの多関節を有するロボットアームを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

以下、図面を参照して発明を実施するための形態について詳細に説明する。各図面において、同一構成部分には同一符号を付し、重複した説明を適宜省略する。

10

【００１１】

なお、以下の実施形態の説明では、回動、揺動、可動は同義であるとする。また、矢印により示した方向のうち、アクチュエータ等における各層の積層方向をＺ方向、Ｚ方向に垂直な平面内で互いに直交する方向をＸ方向及びＹ方向とする。また、平面視とは、対象をＺ方向から見ることをいう。但し、これらのことは、可動装置の使用時における向きを制限するものではなく、可動装置の向きは任意である。

【００１２】

〈第１実施形態〉

図１は、第１実施形態に係る可動装置である光偏向器を例示する平面図である。図２は、図１のＡ－Ａ切断線に沿う断面図である。

20

【００１３】

図１に示すように、光偏向器１００は、可動部１０３と、アクチュエータ１０４ａ及び１０４ｂと、支持体１２０と、を有する。光偏向器１００は、可動部１０３を回動軸Ｅ周りに回動させることで、可動部１０３に入射する光を偏向する可動装置の一例である。

【００１４】

可動部１０３は、平面視が略矩形状のミラー部１０１と、ミラー部１０１の基体の＋Ｚ側の面上に形成されたミラー反射面１０２等を有する。ミラー部１０１は、例えば、シリコン層から構成される。ミラー部１０１は、酸化材や無機材料、有機材料で構成されてもよいし、複数の材料又は同じ材料の複数層で構成されてもよい。

30

【００１５】

ミラー反射面１０２は、例えば、アルミニウム、金、銀等を含む金属薄膜やその多層膜で構成される。また、ミラー部１０１の基体の－Ｚ側の面にミラー部補強用のリブ構造が形成されていてもよい。リブ構造は、例えば、シリコン支持層及び酸化シリコン層から構成され、可動によって生じるミラー部１０１及びミラー反射面１０２の変形歪を抑制する。

【００１６】

可動部１０３は、アクチュエータ１０４ａ及び１０４ｂにより回動可能な状態で支持されている。本実施形態では、ミラー部１０１及び可動部１０３は、平面視が略矩形状の形状に形成されているが、これに限定されるものではなく、円形状、楕円形状、又は多角形状、その他如何なる形状に形成されていてもよい。

40

【００１７】

アクチュエータ１０４ａ及び１０４ｂの各々は、可動部１０３を回動軸Ｅ周りに回動可能な駆動部の一例である。アクチュエータ１０４ａ及び１０４ｂの各々の一端は可動部１０３に接続されており、他端は支持体１２０に接続されている。

【００１８】

アクチュエータ１０４ａは、複数の梁部１０５ａ、１０５ｂ、１０５ｃ及び１０５ｄと、第１の接続部１０８ａ、１０８ｂ及び１０８ｃと、第２の接続部１０７ａと、を有する。

【００１９】

複数の梁部１０５ａ、１０５ｂ、１０５ｃ及び１０５ｄは、隣り合う梁部同士が第１の接続部１０８ａ、１０８ｂ及び１０８ｃにより折り返すように接続されることで、ミアン

50

ダ構造をなしている。

【0020】

梁部105aには第2の圧電部材110aが設けられており、梁部105bには第1の圧電部材110bが設けられており、梁部105cには第2の圧電部材110cが設けられており、梁部105dには第1の圧電部材110dが設けられている。

【0021】

アクチュエータ104aは、第2の接続部107aを介して回転軸Eと交差する方向で可動部103に接続されている。第2の接続部107aは、梁部105aと、可動部103と、を接続している。第2の接続部107aが可動部103に接続する位置は、回転軸Eに沿った方向における可動部103の中央よりもアクチュエータ104a側である。

10

【0022】

アクチュエータ104bは、複数の梁部106a、106b、106c及び106dと、第1の接続部109a、109b及び109cと、第2の接続部107bと、を有する。

【0023】

複数の梁部106a、106b、106c及び106dは、隣り合う梁部同士が第1の接続部109a、109b及び109cにより折り返すように接続されることで、折り返し構造（ミアンダ構造）をなしている。

【0024】

梁部106aには第1の圧電部材111aが設けられており、梁部106bには第2の圧電部材111bが設けられており、梁部106cには第1の圧電部材111cが設けられており、梁部106dには第2の圧電部材111dが設けられている。

20

【0025】

アクチュエータ104bは、第2の接続部107bを介して回転軸Eと交差する方向で可動部103に接続されている。第2の接続部107bは、梁部106aと、可動部103とを接続している。第2の接続部107bが可動部103に接続する位置は、回転軸Eに沿った方向における可動部103の中央よりもアクチュエータ104b側である。

【0026】

第1の圧電部材110b、110d、111a及び111cは、第1の駆動電圧が印加されることにより変形し、第2の圧電部材110a、110c、111b及び111dは、第1の駆動電圧とは逆位相となる第2の駆動電圧が印加されることにより変形する。第1及び第2の圧電部材の各々が変形することで、各梁部に反りが発生する。

30

【0027】

各梁部の反りにより隣り合う梁部が異なる方向に撓み、撓みが累積されることにより、アクチュエータ104a及び104bの各々に接続されている可動部103が回転軸E周りに往復回転する。

【0028】

可動部103の回転軸E周りの共振モードに合わせた駆動周波数で第1の駆動電圧及び第2の駆動電圧が印加されることで、可動部103が共振振動し、低い駆動電圧で大きな回転角度を得ることができる。

【0029】

駆動電圧の波形には、正弦波、ノコギリ波、又は三角波等を用いることができる。共振モードに限定されず、非共振モードで可動部103を回転させてもよい。光偏向器100の駆動方式には、例えば静電式、圧電式又は電磁式等の何れの駆動方式が適用されてもよい。

40

【0030】

これらの中でも、駆動部を効果的に配置でき、光偏向器全体のサイズの大型化を抑制できる点では、圧電式による駆動が好ましい。例えば、静電式による駆動では駆動部の外周に 歯電極を配置するため、光偏向器全体のサイズが大きくなりやすい。電磁式による駆動では複数の駆動部それぞれへの配線レイアウトとそれぞれに磁界がかかるような磁石の配置が難しく、光偏向器全体のサイズが大きくなりやすい。

50

【0031】

駆動方式が圧電式である場合には、アクチュエータ104aの断面構造は、例えば、図2のようになる。図2に示すように、アクチュエータ104aは、厚み方向（Z方向）に複数の層からなる。具体的には、アクチュエータ104aにおいて、弾性部となる基部がシリコン層130により形成されている。シリコン層130の厚みは、例えば、20[μm]～60[μm]程度である。シリコン層130により形成された基部は、剛性を有し、半導体プロセス処理に適用可能な材料であればよく、無機材料又は有機材料、金属ガラス等により形成されていてもよい。また、複数の材料を多層化した多層構造であってもよい。

【0032】

アクチュエータ104aにおいて、シリコン層130の+Z側の面の上に、下部電極131、圧電層132、上部電極133が順に積層されている。下部電極131、圧電層132、及び上部電極133は圧電駆動部を構成している。

【0033】

下部電極131及び上部電極133は、例えば、金（Au）又は白金（Pt）等により形成されている。圧電層132は、例えば、圧電材料であるPZT（チタン酸ジルコン酸鉛）等により形成されているが、その他の圧電材料であってもよく、種類は問わない。

【0034】

また、圧電駆動部は、圧電層が複数積層され、中間電極を含む構造のものであってもよい。圧電駆動部は、外部制御装置に電氣的に接続されており、駆動電圧が印加されることで駆動する。圧電駆動部の+Z側は、酸化シリコン等により形成された不図示の絶縁膜で覆われており、その絶縁膜の+Z側の面の上に電気配線が形成されていてもよい。

【0035】

なお、図2では、アクチュエータ104aの断面構造を例示したが、アクチュエータ104bにおいても同様である。

【0036】

アクチュエータ104a及び104bの各々に何らかのセンサが形成されていてもよい。センサは特に限定されないが、例えば、変形に応じて信号を出力する変位検出用センサ（圧電式、ひずみ抵抗式等）や温度センサ等が挙げられる。

【0037】

<可動部、第1の接続部及び第2の接続部の各端部と回転軸との距離>

図1において、距離L1は、第2の接続部107aのうち、回転軸Eと直交する直交方向Fで回転軸Eから最も離れた部分140aと、回転軸Eと、の間の距離を表している。距離L2は、可動部103のうち、直交方向Fで回転軸Eから最も離れた部分141と、回転軸Eと、の間の距離を表している。距離L3は、第1の接続部108bのうち、直交方向Fで回転軸Eから最も離れた部分142と、回転軸Eと、の間の距離を表している。図1に示すように、本実施形態では、距離L1は距離L2よりも長い。なお、距離L2と距離L3は等しいため、図1では距離L3を括弧書きで表示している。

【0038】

光偏向器は、一般に回転軸に直交する方向に加速度が作用すると、回転軸周りに可動部が大きく回転することにより、可動部の初期角度がずれる場合がある。初期角度とは、可動部が回転していない時の可動部の傾き角度をいう。また、上記の加速度には、例えば光偏向器に作用する重力加速度や、光偏向器が自動車やロボットアーム等の移動体に搭載された場合に移動体の加速に応じて光偏向器に作用する加速度等が挙げられる。

【0039】

図3は、加速度が作用した場合に生じる可動部の初期角度のずれの一例を示す図であり、図1の光偏向器100における可動部103を-Y側から見た図である。なお、図3では、光偏向器100における可動部103以外の構成部の図示が省略されている。

【0040】

図3において、可動部103の初期角度は、角度基準A0に対して角度θ傾いている。

10

20

30

40

50

角度基準 A 0 は、例えば、可動部 1 0 3 の初期角度が理想的な状態である場合における可動部 1 0 3 のミラー反射面 1 0 2 に対応する。光偏向器 1 0 0 に + X 方向への加速度が作用すると、可動部 1 0 3 は角度基準 A 0 に対して初期角度が角度 θ ずれた状態になる。

【0041】

初期角度が角度 θ ずれた状態で可動部 1 0 3 が回転すると、可動部 1 0 3 のミラー反射面 1 0 2 に入射して光偏向器 1 0 0 により偏向される光の偏向方向が、角度 θ に対応して所望の方向からずれる。

【0042】

角度 θ と距離 L 1 との間には、次式で表される関係がある。従って、距離 L 1 が長くなるほど角度 θ が抑制される。

$$\theta \propto 1 / L 1^2$$

【0043】

<光偏向器 1 0 0 の作用効果>

以上説明したように、本実施形態に係る光偏向器 1 0 0 (可動装置) は、可動部 1 0 3 と、可動部 1 0 3 を回転軸 E 周りに回転可能なアクチュエータ 1 0 4 a (駆動部) と、を備える。アクチュエータ 1 0 4 a は、複数の梁部 1 0 5 a、1 0 5 b、1 0 5 c 及び 1 0 5 d と、隣り合う梁部を接続する第 1 の接続部 1 0 8 a、1 0 8 b 及び 1 0 8 c と、第 2 の接続部 1 0 7 a と、を有する。

【0044】

第 2 の接続部 1 0 7 a のうち、回転軸 E と直交する直交方向 F で回転軸 E から最も離れた部分 1 4 0 a と、回転軸 E と、の間の距離 L 1 は、可動部 1 0 3 のうち、直交方向 F で回転軸 E から最も離れた部分 1 4 1 と、回転軸 E と、の間の距離 L 2 よりも長い。この構成により、角度基準 A 0 に対する初期角度のずれである角度 θ を抑制できる。

【0045】

一方、距離 L 1 を長くすることにより可動部 1 0 3 の面積が大きくなると、共振周波数の低下や駆動感度の低下等を招く懸念がある。なお、駆動感度とは、単位駆動電圧当たりの回転角度をいう。

【0046】

本実施形態では、距離 L 1 を距離 L 2 よりも長くすることにより、可動部 1 0 3 の面積が大きくなることを防ぎ、距離 L 1 を長くすることに伴う共振周波数の低下や駆動感度の低下等を回避しつつ、角度 θ を抑制できる。

【0047】

また本実施形態では、アクチュエータ 1 0 4 a は、第 2 の接続部 1 0 7 a を介して回転軸 E と交差する方向で可動部 1 0 3 に接続されている。これにより、距離 L 1 を距離 L 2 よりも長くする場合に、第 2 の接続部 1 0 7 a を配置しやすくなる。

【0048】

また本実施形態では、第 2 の接続部 1 0 7 a が可動部 1 0 3 に接続する位置は、回転軸 E に沿った方向において可動部 1 0 3 の中央よりもアクチュエータ 1 0 4 a 側である。これにより、距離 L 1 を距離 L 2 よりも長くする場合に、第 2 の接続部 1 0 7 a を配置しやすくなる。

【0049】

なお、本実施形態では、距離 L 2 と距離 L 3 が等しい構成を例示したが、距離 L 1 が距離 L 2 よりも長ければ、距離 L 3 の長さは任意でよい。但し、距離 L 2 と距離 L 3 を等しくすると、アクチュエータ 1 0 4 a 及び 1 0 4 b と可動部 1 0 3 の構成を簡略化できるため、より好ましい。

【0050】

また本実施形態では、直交方向 F における可動部 1 0 3 の端部を含む可動部 1 0 3 の端面が回転軸 E と略平行である構成を例示したが、これに限定されるものではない。可動部 1 0 3 の端面が回転軸 E に交差する構成であっても、距離 L 1 を距離 L 2 より長くすることで、上記と同様の作用効果が得られる。

10

20

30

40

50

【0051】

また、アクチュエータ104aの作用効果について説明したが、アクチュエータ104bにおいても同様である。つまりアクチュエータ104bにおいて、第2の接続部107bのうち、直交方向Fで回動軸Eから最も離れた部分140bと、回動軸Eと、の間の距離L1は、可動部103のうち、直交方向Fで回動軸Eから最も離れた部分141と、回動軸Eと、の間の距離L2よりも長い。この構成によっても、上記と同様の作用効果が得られる。換言すると、第2の接続部107a又は107bの少なくとも一方における距離L1を、距離L2よりも長くすることにより、上記の作用効果を得ることができる。

【0052】

また、直交方向Fにおける部分140aと、回動軸Eと、の間の距離が、直交方向Fにおける部分140bと、回動軸Eと、の間の距離と等しい場合を例示したが、これに限定されず、両者は異なってもよい。両者が異なる場合には、部分140aと部分140bのうち、回動軸Eから離れている方と、回動軸Eと、の間の距離が距離L1に該当する。この距離L1が上記の条件を満たすことで、上記と同様の作用効果を得ることができる。

10

【0053】

<変形例>

次に、第1実施形態の変形例について説明する。なお、上述した実施形態と同一の構成部には同一の符号を付し、重複する説明を適宜省略する。

【0054】

図4は、第1変形例に係る光偏向器100aを例示する平面図である。図4に示すように、本変形例では、距離L1は距離L3よりも長い。この構成によっても、角度基準A0に対する初期角度のずれである角度θを抑制できる。また、可動部103の面積の増大を防ぐことにより、距離L1を長くすることに伴う共振周波数の低下や駆動感度の低下等を回避できる。

20

【0055】

なお、距離L1が距離L3よりも長ければ、距離L2の長さは任意でよい。但し、距離L1、L2及びL3が次の(1)式の関係を満たすようにすると、アクチュエータ104a及び104bのばね定数を小さくできるため、駆動感度の向上や回動角度の増大等の点で有利となる。

$$L1 > L3 > L2 \quad \dots \quad (1)$$

30

【0056】

次に図5は、第2変形例に係る光偏向器100bを例示する平面図である。図5に示すように、本変形例では、距離L1と、距離L2と、距離L3と、の間で次の(2)式の関係がある。

$$L1 > L2 > L3 \quad \dots \quad (2)$$

【0057】

この構成により、アクチュエータ104a及び104bのばね定数を大きくすることができるため、光偏向器100bに衝撃が加わった場合における破壊耐性の向上等の点で有利となる。

【0058】

次に図6は、第3変形例に係る光偏向器100cを例示する平面図である。また図7は、第4変形例に係る光偏向器100dを例示する平面図である。

40

【0059】

図6に示すように、光偏向器100cでは、第2の接続部107acが可動部103に接続する位置は、回動軸Eに沿った方向における可動部103の中央である。また図7に示すように、光偏向器100dでは、第2の接続部107adが可動部103に接続する位置は、回動軸Eに沿った方向における可動部103の中央よりもアクチュエータ104aとは反対側である。

【0060】

第3及び第4変形例に示すように、第2の接続部107aが可動部103に接続する位

50

置は、回動軸 E に沿った方向で任意であり、何れの位置においても第 1 実施形態と同様の作用効果を得ることができる。また第 3 又は第 4 変形例を、第 1 変形例と組み合わせることにより、第 1 変形例と同様の作用効果を得ることができ、また第 2 変形例と組み合わせることにより、第 2 変形例と同様の作用効果を得ることができる。

【0061】

次に図 8 は、第 5 変形例に係る光偏向器 100 e を例示する平面図である。図 7 に示すように、光偏向器 100 e は、第 2 の接続部 107 e a 及び 107 e b を有する。

【0062】

第 2 の接続部 107 e a は、直交方向 F に沿った幅が +Y 側ほど長い形状であって、平面視が略三角形形状の形状を有する。第 2 の接続部 107 e b は、直交方向 F に沿った幅が -Y 側ほど長い形状であって、平面視が略三角形形状の形状を有する。

【0063】

可動部 103 と、第 2 の接続部 107 e a 及び 107 e b と、の結合形状 150 は、平面視が平行四辺形状である。この構成により、第 2 の接続部 107 e a 及び 107 e b の各々が、可動部 103 に接続する部分の長さを長くでき、第 2 の接続部 107 e a 及び 107 e b の各々と、可動部 103 と、を安定して接続することができる。

【0064】

なお、第 2 の接続部 107 e a 及び 107 e b の形状は、略三角形形状に限定されず、任意に選択可能である。そのため、第 2 の接続部 107 e a 及び 107 e b の形状を調整することにより、光偏向器 100 e が有する複数の固有振動モード間の間隔の調整等を行うことができる。

【0065】

以上に説明した実施形態に係る光偏向器は、光走査システム、光偏向システム、画像投影装置、光書込装置、物体認識装置、レーザヘッドランプ、及びヘッドマウントディスプレイに使用することができる。それぞれについて、以下に順次説明する。

【0066】

〔光走査システム〕

まず、実施形態に係る可動装置を適用した光走査システムについて、図 9 乃至図 12 に基づいて詳細に説明する。

【0067】

図 9 には、光走査システムの一例の概略図が示されている。図 9 に示すように、光走査システム 10 は、制御装置 11 の制御に従って光源装置 12 から照射された光を可動装置 13 の有する反射面 14 により偏向して被走査面 15 を光走査するシステムである。

【0068】

光走査システム 10 は、制御装置 11、光源装置 12、反射面 14 を有する可動装置 13 により構成される。

【0069】

制御装置 11 は、例えば CPU (Central Processing Unit) 及び FPGA (Field-Programmable Gate Array) 等を備えた電子回路ユニットである。可動装置 13 は、例えば反射面 14 を有し、反射面 14 を可動可能な MEMS (Micro Electromechanical Systems) デバイスである。光源装置 12 は、例えばレーザを照射するレーザ装置である。なお、被走査面 15 は、例えばスクリーンである。

【0070】

制御装置 11 は、取得した光走査情報に基づいて光源装置 12 及び可動装置 13 の制御命令を生成し、制御命令に基づいて光源装置 12 及び可動装置 13 に駆動信号を出力する。

【0071】

光源装置 12 は、入力された駆動信号に基づいて光源の照射を行う。可動装置 13 は、入力された駆動信号に基づいて反射面 14 を 1 軸方向又は 2 軸方向の少なくとも何れかに可動させる。

【0072】

10

20

30

40

50

これにより、例えば、光走査情報の一例である画像情報に基づいた制御装置 11 の制御によって、可動装置 13 の反射面 14 を所定の範囲で 2 軸方向に往復可動させ、反射面 14 に入射する光源装置 12 からの照射光をある 1 軸周りに偏向して光走査することにより、被走査面 15 に任意の画像を投影できる。なお、実施形態に係る可動装置の詳細及び制御装置による制御の詳細については後述する。

【0073】

次に、光走査システム 10 一例のハードウェア構成について図 10 を用いて説明する。図 10 は、光走査システム 10 の一例のハードウェア構成図である。図 10 に示すように、光走査システム 10 は、制御装置 11、光源装置 12 及び可動装置 13 を備え、それぞれが電氣的に接続されている。このうち、制御装置 11 は、CPU 20、RAM 21 (Random Access Memory)、ROM 22 (Read Only Memory)、FPGA 23、外部 I/F 24、光源装置ドライバ 25、可動装置ドライバ 26 を備えている。

10

【0074】

CPU 20 は、ROM 22 等の記憶装置からプログラムやデータを RAM 21 上に読み出し、処理を実行して、制御装置 11 の全体の制御や機能を実現する演算装置である。

【0075】

RAM 21 は、プログラムやデータを一時保持する揮発性の記憶装置である。

【0076】

ROM 22 は、電源を切ってもプログラムやデータを保持することができる不揮発性の記憶装置であり、CPU 20 が光走査システム 10 の各機能を制御するために実行する処理用プログラムやデータを記憶している。

20

【0077】

FPGA 23 は、CPU 20 の処理に従って、光源装置ドライバ 25 及び可動装置ドライバ 26 に適した制御信号を出力する回路である。

【0078】

外部 I/F 24 は、例えば外部装置やネットワーク等とのインタフェースである。外部装置には、例えば、PC (Personal Computer) 等の上位装置、USB メモリ、SD カード、CD、DVD、HDD、SSD 等の記憶装置が含まれる。また、ネットワークは、例えば自動車の CAN (Controller Area Network) や LAN (Local Area Network)、インターネット等である。外部 I/F 24 は、外部装置との接続又は通信を可能にする構成であればよく、外部装置ごとに外部 I/F 24 が用意されてもよい。

30

【0079】

光源装置ドライバ 25 は、入力された制御信号に従って光源装置 12 に駆動電圧等の駆動信号を出力する電気回路である。

【0080】

可動装置ドライバ 26 は、入力された制御信号に従って可動装置 13 に駆動電圧等の駆動信号を出力する電気回路である。

【0081】

制御装置 11 において、CPU 20 は、外部 I/F 24 を介して外部装置やネットワークから光走査情報を取得する。なお、CPU 20 が光走査情報を取得することができる構成であればよく、制御装置 11 内の ROM 22 や FPGA 23 に光走査情報を格納する構成としてもよいし、制御装置 11 内に新たに SSD 等の記憶装置を設けて、その記憶装置に光走査情報を格納する構成としてもよい。

40

【0082】

ここで、光走査情報とは、被走査面 15 にどのように光走査させるかを示した情報であり、例えば、光走査により画像を表示する場合は、光走査情報は画像データである。また、例えば、光走査により光書込みを行う場合は、光走査情報は書込み順や書込み箇所を示した書込みデータである。他にも、例えば、光走査により物体認識を行う場合は、光走査情報は物体認識用の光を照射するタイミングと照射範囲を示す照射データである。

【0083】

50

制御装置 11 は、CPU 20 の命令及び図 10 に示したハードウェア構成によって、次に説明する機能構成を実現することができる。

【0084】

次に、光走査システム 10 の制御装置 11 の機能構成について図 11 を用いて説明する。図 11 は、光走査システムの制御装置の一例の機能ブロック図である。

【0085】

図 11 に示すように、制御装置 11 は、機能として制御部 30 と駆動信号出力部 31 とを有する。

【0086】

制御部 30 は、例えば CPU 20、FPGA 23 等により実現され、外部装置から光走査情報を取得し、光走査情報を制御信号に変換して駆動信号出力部 31 に出力する。例えば、制御部 30 は、外部装置等から画像データを光走査情報として取得し、所定の処理により画像データから制御信号を生成して駆動信号出力部 31 に出力する。駆動信号出力部 31 は、光源装置ドライバ 25、可動装置ドライバ 26 等により実現され、入力された制御信号に基づいて光源装置 12 又は可動装置 13 に駆動信号を出力する。

【0087】

駆動信号は、光源装置 12 又は可動装置 13 の駆動を制御するための信号である。例えば、光源装置 12 においては、光源の照射タイミング及び照射強度を制御する駆動電圧である。また、例えば、可動装置 13 においては、可動装置 13 の有する反射面 14 を可動させるタイミング及び可動範囲を制御する駆動電圧である。

【0088】

次に光走査システム 10 が被走査面 15 を光走査する処理について図 12 を用いて説明する。図 12 は光走査システムに係る処理の一例のフローチャートである。

【0089】

ステップ S11 において、制御部 30 は、外部装置等から光走査情報を取得する。

【0090】

ステップ S12 において、制御部 30 は、取得した光走査情報から制御信号を生成し、制御信号を駆動信号出力部 31 に出力する。

【0091】

ステップ S13 において、駆動信号出力部 31 は、入力された制御信号に基づいて駆動信号を光源装置 12 及び可動装置 13 に出力する。

【0092】

ステップ 14 において、光源装置 12 は、入力された駆動信号に基づいて光照射を行う。また、可動装置 13 は、入力された駆動信号に基づいて反射面 14 の可動を行う。光源装置 12 及び可動装置 13 の駆動により、任意の方向に光が偏向され、光走査される。

【0093】

なお、上記光走査システム 10 では、1つの制御装置 11 が光源装置 12 及び可動装置 13 を制御する装置及び機能を有しているが、光源装置用の制御装置及び可動装置用の制御装置と、別体に設けてもよい。

【0094】

また、上記光走査システム 10 では、一つの制御装置 11 に光源装置 12 及び可動装置 13 の制御部 30 の機能及び駆動信号出力部 31 の機能を設けているが、これらの機能は別体として存在していてもよく、例えば制御部 30 を有した制御装置 11 とは別に駆動信号出力部 31 を有した駆動信号出力装置を設ける構成としてもよい。なお、上記光走査システム 10 のうち、反射面 14 を有した可動装置 13 と制御装置 11 により、光偏向を行う光偏向システムを構成してもよい。

【0095】

このように本実施形態に係る可動装置を光走査システムに用いることにより、可動装置に作用する加速度に応じた可動部のずれを抑制し、適切に光を走査させることができる。

【0096】

10

20

30

40

50

〔画像投影装置〕

次に、実施形態に係る可動装置を適用した画像投影装置について、図 1 3 及び図 1 4 を用いて詳細に説明する。画像投影装置は、光走査により画像を投影する装置であり、例えばヘッドアップディスプレイ装置である。

【0097】

図 1 3 は、画像投影装置の一例であるヘッドアップディスプレイ装置 5 0 0 を搭載した自動車 4 0 0 の概略図である。また、図 1 4 はヘッドアップディスプレイ装置 5 0 0 の一例の概略図である。

【0098】

図 1 3 に示すように、ヘッドアップディスプレイ装置 5 0 0 は、例えば、自動車 4 0 0 のウインドシールド（フロントガラス 4 0 1 等）の付近に設置される。ヘッドアップディスプレイ装置 5 0 0 から発せられる投射光 L がフロントガラス 4 0 1 で反射され、ユーザーである観察者（運転者 4 0 2）に向かう。これにより、運転者 4 0 2 は、ヘッドアップディスプレイ装置 5 0 0 によって投影された画像等を虚像として視認することができる。なお、ウインドシールドの内壁面にコンバイナを設置し、コンバイナによって反射する投射光によってユーザーに虚像を視認させる構成にしてもよい。

【0099】

図 1 4 に示すように、ヘッドアップディスプレイ装置 5 0 0 は、赤色、緑色、青色のレーザ光源 5 0 1 R, 5 0 1 G, 5 0 1 B からレーザ光が出射される。出射されたレーザ光は、各レーザ光源に対して設けられるコリメートレンズ 5 0 2, 5 0 3, 5 0 4 と、2つのダイクロイックミラー 5 0 5, 5 0 6 と、光量調整部 5 0 7 と、から構成される入射光学系を経た後、反射面 1 4 を有する可動装置 1 3 にて偏向される。そして、偏向されたレーザ光は、自由曲面ミラー 5 0 9 と、中間スクリーン 5 1 0 と、投射ミラー 5 1 1 とから構成される投射光学系を経て、スクリーンに投影される。なお、上記ヘッドアップディスプレイ装置 5 0 0 では、レーザ光源 5 0 1 R, 5 0 1 G, 5 0 1 B、コリメートレンズ 5 0 2, 5 0 3, 5 0 4、ダイクロイックミラー 5 0 5, 5 0 6 は、光源ユニット 5 3 0 として光学ハウジングによってユニット化されている。

【0100】

上記ヘッドアップディスプレイ装置 5 0 0 は、中間スクリーン 5 1 0 に表示される中間像を自動車 4 0 0 のフロントガラス 4 0 1 に投射することで、その中間像を運転者 4 0 2 に虚像として視認させる。

【0101】

レーザ光源 5 0 1 R, 5 0 1 G, 5 0 1 B から発せられる各色レーザ光は、それぞれ、コリメートレンズ 5 0 2, 5 0 3, 5 0 4 で略平行光とされ、合成部となる 2つのダイクロイックミラー 5 0 5, 5 0 6 により合成される。合成されたレーザ光は、光量調整部 5 0 7 で光量が調整された後、反射面 1 4 を有する可動装置 1 3 によって二次元走査される。可動装置 1 3 で二次元走査された投射光 L は、自由曲面ミラー 5 0 9 で反射されて歪みを補正された後、中間スクリーン 5 1 0 に集光され、中間像を表示する。中間スクリーン 5 1 0 は、マイクロレンズが二次元配置されたマイクロレンズアレイで構成されており、中間スクリーン 5 1 0 に入射してくる投射光 L をマイクロレンズ単位で拡大する。

【0102】

可動装置 1 3 は、反射面 1 4 を 2 軸方向に往復可動させ、反射面 1 4 に入射する投射光 L を二次元走査する。この可動装置 1 3 の駆動制御は、レーザ光源 5 0 1 R, 5 0 1 G, 5 0 1 B の発光タイミングに同期して行われる。

【0103】

以上、画像投影装置の一例としてのヘッドアップディスプレイ装置 5 0 0 の説明をしたが、画像投影装置は、反射面 1 4 を有した可動装置 1 3 により光走査を行うことで画像を投影する装置であればよい。例えば、机等に置かれ、表示スクリーン上に画像を投影するプロジェクタや、観測者の頭部等に装着される装着部材に搭載され、装着部材が有する反射透過スクリーンに投影、又は眼球をスクリーンとして画像を投影するヘッドマウントデ

10

20

30

40

50

ディスプレイ装置等にも、同様に適用することができる。

【0104】

また、画像投影装置は、車両や装着部材だけでなく、例えば、車両の他に航空機、船舶、移動式ロボット等を含む移動体、あるいは、その場から移動せずにマニピュレータ等の駆動対象を操作する作業ロボットなどの非移動体に搭載されてもよい。自動車400は、移動体の一例であり、車両の一例である。

【0105】

このように本実施形態に係る可動装置を画像投影装置に用いることにより、可動装置に作用する加速度に応じた可動部のずれを抑制し、高品質な画像を投影できる。

【0106】

〔物体認識装置〕

次に、実施形態に係る可動装置を適用した物体認識装置について、図15及び図16を用いて詳細に説明する。物体認識装置は、対象方向の物体を認識する装置であり、例えばライダ装置である。

【0107】

図15は、物体認識装置の一例であるライダ(LiDAR; Laser Imaging Detection and Ranging)装置を搭載した自動車の概略図である。また、図16はライダ装置の一例の概略図である。

【0108】

図15に示すように、ライダ装置700は、例えば自動車701に搭載され、対象方向を光走査して、対象方向に存在する被対象物702からの反射光を受光することで、被対象物702を認識する。

【0109】

図16に示すように、光源装置12から出射されたレーザ光は、発散光を略平行光とする光学系であるコリメートレンズ703と、平面ミラー704とから構成される入射光学系を経て、反射面14を有する可動装置13で1軸もしくは2軸方向に走査される。そして、投光光学系である投光レンズ705等を経て装置前方の被対象物702に照射される。光源装置12及び可動装置13は、制御装置11により駆動を制御される。被対象物702で反射された反射光は、光検出器709により光検出される。すなわち、反射光は入射光検出受光光学系である集光レンズ706等を経て撮像素子707により受光され、撮像素子707は検出信号を信号処理回路708に出力する。信号処理回路708は、入力された検出信号に2値化やノイズ処理等の所定の処理を行い、結果を測距回路710に出力する。

【0110】

測距回路710は、光源装置12がレーザ光を発光したタイミングと、光検出器709でレーザ光を受光したタイミングとの時間差、又は受光した撮像素子707の画素ごとの位相差によって、被対象物702の有無を認識し、さらに被対象物702との距離情報を算出する。

【0111】

反射面14を有する可動装置13は多面鏡に比べて破損しづらく、小型であるため、耐久性の高い小型のレーダ装置を提供することができる。このようなライダ装置は、例えば車両、航空機、船舶、ロボット等に取り付けられ、所定範囲を光走査して障害物の有無や障害物までの距離を認識することができる。

【0112】

上記物体認識装置では、一例としてのライダ装置700の説明をしたが、物体認識装置は、反射面14を有した可動装置13を制御装置11で制御することにより光走査を行い、光検出器により反射光を受光することで被対象物702を認識する装置であればよく、上述した実施形態に限定されるものではない。

【0113】

例えば、手や顔を光走査して得た距離情報から形状等の物体情報を算出し、記録と参照

10

20

30

40

50

することで対象物を認識する生体認証や、対象範囲への光走査により侵入物を認識するセキュリティセンサ、光走査により得た距離情報から形状等の物体情報を算出して認識し、３次元データとして出力する３次元スキャナの構成部材などにも同様に適用することができる。

【０１１４】

このように実施形態に係る可動装置を物体認識装置に用いることにより、可動装置に作用する加速度に応じた可動部のずれを抑制し、認識精度が高い物体認識装置を提供できる。

【０１１５】

〔パッケージング〕

次に、実施形態に係る可動装置のパッケージングについて図１７を用いて説明する。図１７は、パッケージングされた可動装置の一例の概略図である。

【０１１６】

図１７に示すように、可動装置１３は、パッケージ部材８０１の内側に配置される取付部材８０２に取り付けられ、パッケージ部材８０１の一部を透過部材８０３で覆われて、密閉されることでパッケージングされる。さらに、パッケージ内は窒素等の不活性ガスが密封されている。これにより、可動装置１３の酸化による劣化が抑制され、さらに温度等の環境の変化に対する耐久性が向上する。

【０１１７】

〔計測装置〕

次に、実施形態に係る可動装置１３を適用した計測装置について、図１８及び図１９を用いて詳細に説明する。ここでは、パターン投影法を用いて対象物の三次元計測を行う三次元計測装置を計測装置の一例とする。図１８は、三次元計測装置の構成の一例を示すブロック図である。図１９は、三次元計測装置により対象物に計測用パターンが投影されている状態を示す図である。

【０１１８】

図１８に示すように、三次元計測装置１は、計測情報取得ユニット２０と、制御ユニット３００と、を有する。

【０１１９】

計測情報取得ユニット２０は、投影装置２と、カメラ装置２１と、を有する。図１に示す投影装置２は、ＶＣＳＥＬアレイ（垂直共振器面発光レーザアレイ：Vertical Cavity Surface Emitting LASER）３と、光学系４と、可動装置１３と、を有する。ＶＣＳＥＬアレイ３を光源とすることにより、発光間隔を細かくでき、且つ集光点を複数形成できる。

【０１２０】

計測情報取得ユニット２０は、制御ユニット３００の制御部３０１の制御に従い、ＶＣＳＥＬアレイ３に含まれる複数の発光素子の光を可動装置１３により偏向させて計測領域の対象物に投影する。制御部３０１は、ＶＣＳＥＬアレイ３の各発光素子の輝度と点灯タイミングを制御することで、図１９に示すように、対象物７を含む計測領域全体に所定の計測用パターンの投影光６を投影する。

【０１２１】

計測用パターンとして、ＶＣＳＥＬアレイ３の発光素子の点灯及び消灯（オン／オフ）を制御することで、白黒のグレイコードパターン等の所定の投影パターンが投影される。図１８では、ＶＣＳＥＬアレイ３の光をライン状へとするための光学系４が光源部とは独立して設けられているが、光源部に含まれていてもよい。

【０１２２】

カメラ装置２１は、投影装置２が対象物に投影する投影光６の投影中心４１が撮像領域４０の略中心となるように固定された位置及び角度で、上述の計測領域を撮像する。

【０１２３】

カメラ装置２１は、受光光学系であるレンズ２１０、撮像素子２１１を有する。撮像素子２１１としては、例えばＣＣＤ（Charge Coupled Device）又はＣＭＯＳ（Complementary Metal Oxide Semiconductor）のイメージセンサ等を用いることができる。カ

10

20

30

40

50

メラ装置 2 1 に入射した光は、レンズ 2 1 0 を介して撮像素子 2 1 1 上に結像して光電変換される。撮像素子 2 1 1 で光電変換により生成された画像信号は、制御ユニット 3 0 0 の演算処理部 3 0 2 に供給される。

【0 1 2 4】

レンズ 2 1 0 には、V C S E L アレイ 3 の発光波長を透過する狭帯域のフィルタを用いてもよい。これにより、計測時の周辺光（蛍光灯などの外乱となる光）の影響を抑え、精度の良い計測を可能とすることができる。なお、レンズ 2 1 0 の前段に狭帯域フィルタを設けてもよい。この場合も、同じ効果を得ることができる。

【0 1 2 5】

制御ユニット 3 0 0 は、投影装置 2 によって、計測用パターン光の投影制御及びカメラ装置 2 1 による撮像制御等を行い、カメラ装置 2 1 が撮像した画像に関する情報に基づいて、計測対象の三次元計測等の演算処理を行う。なお、制御部 3 0 1 は、投影装置 2 が投影する計測用パターン光を別のパターン光に切り替える制御を行ってもよい。また、制御部 3 0 1 は、演算処理部 3 0 2 が三次元座標の算出に用いるキャリブレーション情報を出

10

力制御してもよい。

【0 1 2 6】

制御ユニット 3 0 0 の演算処理部 3 0 2 は、供給された画像に関する情報に基づいて、対象物 7 の三次元形状に対応する三次元座標、又は、三次元座標に関する情報を算出（計測）する。演算処理部 3 0 2 は、算出された三次元形状を示す三次元形状情報を、制御部 3 0 1 の制御に従ってパーソナルコンピュータ装置等の外部機器に出力してもよい。

20

【0 1 2 7】

なお、図 1 8 は、制御ユニット 3 0 0 に対して 1 組の計測情報取得ユニット 2 0 が設けられている例であるが、制御ユニット 3 0 0 に対し複数組の計測情報取得ユニット 2 0 を設けてもよい。また、図 1 8 では計測情報取得ユニット 2 0 と制御ユニット 3 0 0 が独立して設けられている例であるが、制御ユニット 3 0 0 の一部又は全てが計測情報取得ユニット 2 0 に含まれていてもよい。

【0 1 2 8】

このように実施形態に係る可動装置を計測装置に用いることにより、可動装置に作用する加速度に応じた可動部のずれを抑制し、計測精度が高い計測装置を提供できる。

【0 1 2 9】

30

【ロボット】

次に、実施形態に係る可動装置 1 3 を適用したロボットについて、図 2 0 を用いて詳細に説明する。図 2 0 は、ロボット 7 0 の多関節を有するロボットアームを示す図である。

【0 1 3 0】

図 2 0 において、多関節アームであるロボットアーム 7 2 は、対象物 7 をピックアップするためのハンド部 7 1 を備え、ハンド部 7 1 の直近に三次元計測装置 1 が設けられている。ロボットアーム 7 2 は、それぞれ屈曲可能な複数の関節を備え、ハンド部 7 1 の位置及び姿勢を、制御に従い変更する。

【0 1 3 1】

三次元計測装置 1 は、光の投影方向がハンド部 7 1 の向く方向に一致するように設けられ、ハンド部 7 1 のピックアップ対象を計測の対象物 7 として計測する。

40

【0 1 3 2】

ロボット 7 0 は、ロボットアーム 7 2 に設けられた三次元計測装置 1 により、ピックアップの対象物 7 を近距離から計測することができる。このため、カメラ装置等により、ピックアップの対象物 7 を遠方からの計測する場合と比較して、計測精度の向上を図ることができる。例えば、工場の様々な組立てライン等における F A 分野においては、部品の検査及び認識等のために、ロボットアーム 7 2 を備えるロボット 7 0 が利用される。ロボット 7 0 に三次元計測装置 1 を設けることにより、部品の検査及び認識を精度よく行うことができる。

【0 1 3 3】

50

また、測距用の撮像画像に無効領域が存在する場合、画像信号及び三次元形状に基づき、補完データの取得が可能となる位置及び姿勢を示す位置姿勢情報を、ロボットアーム 7 2 にフィードバックする。これにより、ロボットアーム 7 2 の制御を簡易に行うことができ、データ補完した計測結果より、より高精度な部品検査又は認識等を行うことができる。

【0134】

また、計測器と計測対象の位置及び姿勢の関係が相対的に変更すればよい。このため、三次元計測装置 1 をロボットアーム 7 2 に設けているが、計測対象をロボットアーム 7 2 に設け、位置及び姿勢を変更しても良い。

【0135】

三次元計測装置 1 をロボットアーム 7 2 に搭載して、被計測物体を三次元計測する場合、三次元計測装置 1 から 200 mm の間隔が好適である。そのため、パターン光（ライン光）の出射光線の広がり角が 21 度以上必要となるが、本実施形態ではこれを達成する。

【0136】

このように実施形態に係る可動装置をロボットに用いることにより、可動装置に作用する加速度に応じた可動部のずれを抑制し、位置及び姿勢を高精度に制御可能なロボットを提供できる。

【0137】

以上、好ましい実施形態等について詳説したが、上述した実施形態等に制限されることはなく、特許請求の範囲に記載された範囲を逸脱することなく、上述した実施形態等に種々の変形及び置換を加えることができる。

【0138】

例えば、上記の各実施形態では可動部がミラー部を有しているが、可動部はミラー部の代わりに回折格子、フォトダイオード、ヒータ（例えば、SiN を用いたヒータ）、光源（例えば、面発光型レーザ）等を有してもよい。

【符号の説明】

【0139】

- 1 三次元計測装置
- 2 投影装置
- 3 VCSEL アレイ
- 4 光学系
- 6 投影光
- 7 対象物
- 70 ロボット
- 71 ハンド部
- 72 ロボットアーム
- 10 光走査システム
- 11 制御装置
- 12、12b 光源装置
- 13 可動装置
- 14 反射面
- 15 被走査面
- 25 光源装置ドライバ
- 26 可動装置ドライバ
- 30 制御部
- 31 駆動信号出力部
- 100 光偏向器（可動装置の一例）
- 101 ミラー部
- 102 ミラー反射面
- 103 可動部
- 104a、104b アクチュエータ（駆動部の一例）

10

20

30

40

50

105 a、105 b、105 c、105 d	梁部	
106 a、106 b、106 c、106 d	梁部	
107 a、107 b	第2の接続部	
108 a、108 b、108 c	第1の接続部	
109 a、109 b、109 c	第1の接続部	
110 b、110 d、111 a、111 c	第1の圧電部材	
110 a、110 c、111 b、111 d	第2の圧電部材	
130	シリコン層	
131	下部電極	
132	圧電層	10
133	上部電極	
140 a、140 b	第2の接続部のうち、直交方向で回転軸から最も離れた部分	
141	可動部のうち、直交方向で回転軸から最も離れた部分	
142	第1の接続部のうち、直交方向で回転軸から最も離れた部分	
150	結合形状	
400	自動車（移動体の一例、車両の一例）	
E	回転軸	
F	直交方向	
L1、L2、L3	距離	
θ	角度	20
【先行技術文献】		
【特許文献】		
【0140】		
【文献】特開2013-7780号公報		

30

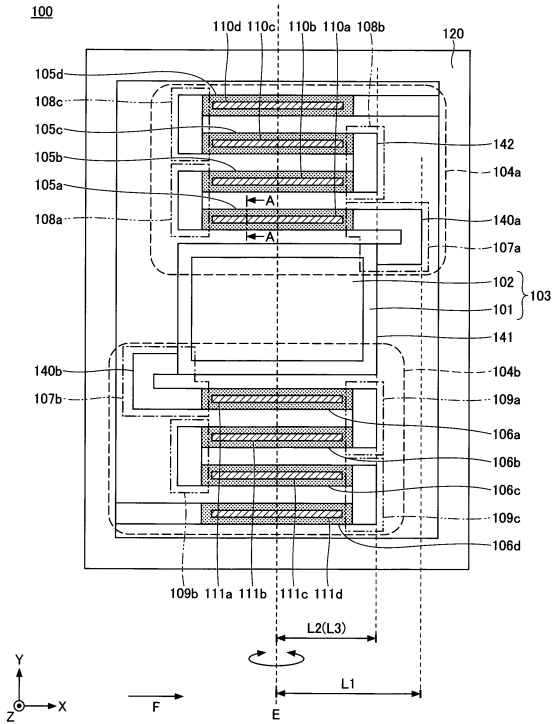
40

50

【図面】

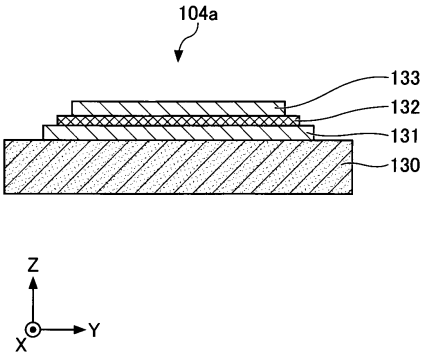
【図 1】

第1実施形態に係る可動装置の光偏向器を例示する平面図



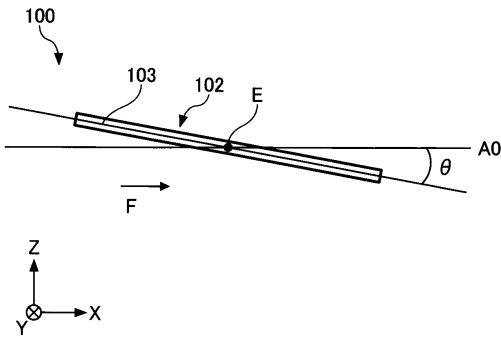
【図 2】

図1のA-A切断線に沿う断面図



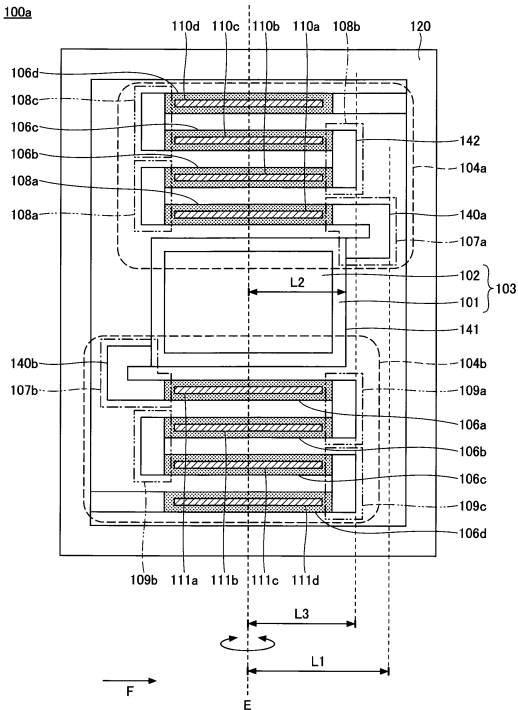
【図 3】

加速度が作用した場合の可動部のずれを例示する図



【図 4】

第1変形例に係る光偏向器を例示する平面図



10

20

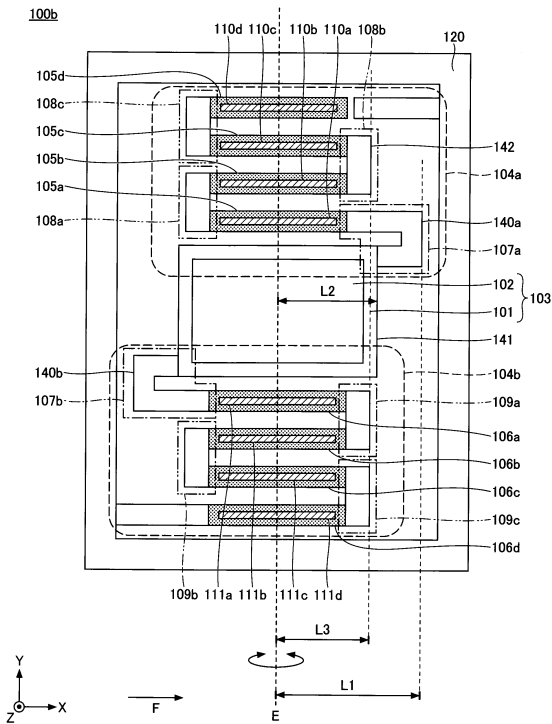
30

40

50

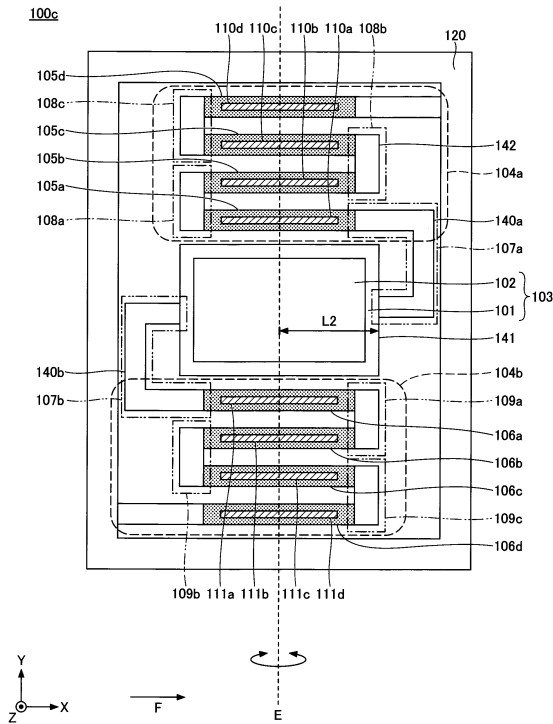
【図 5】

第2変形例に係る光偏向器を例示する平面図



【図 6】

第3変形例に係る光偏向器を例示する平面図

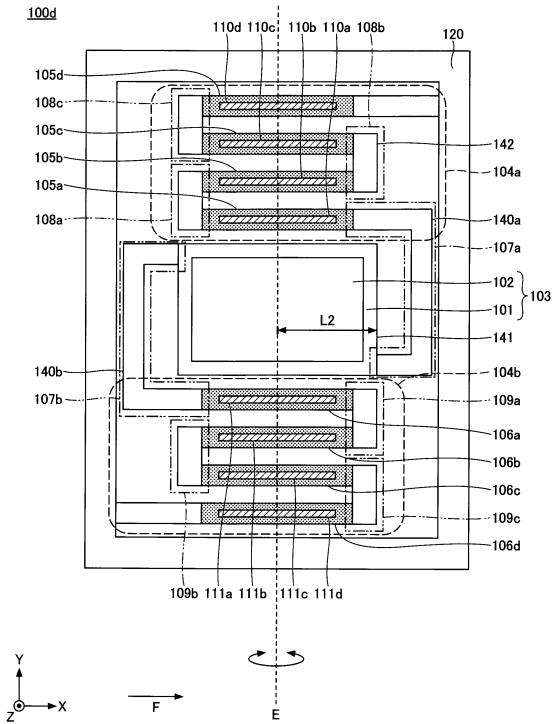


10

20

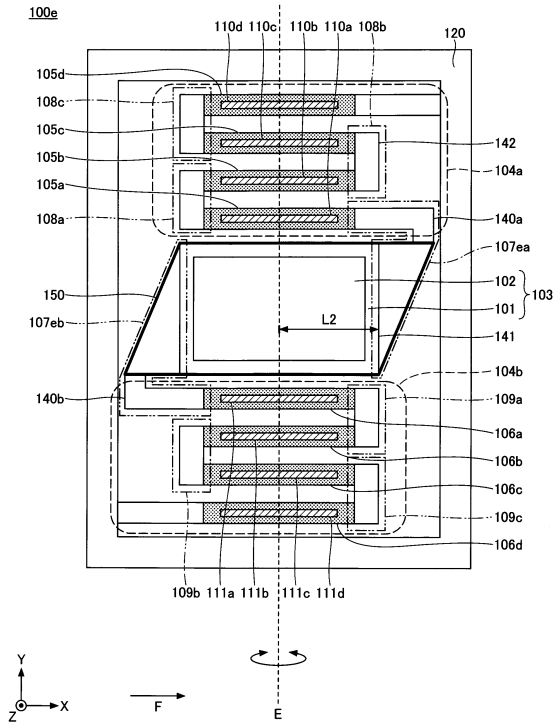
【図 7】

第4変形例に係る光偏向器を例示する平面図



【図 8】

第5変形例に係る光偏向器を例示する平面図



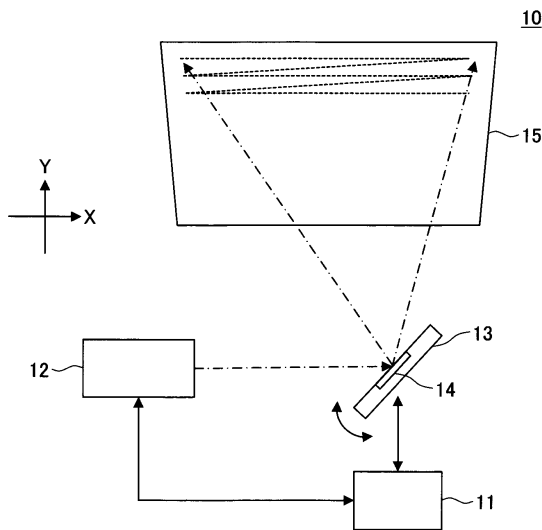
30

40

50

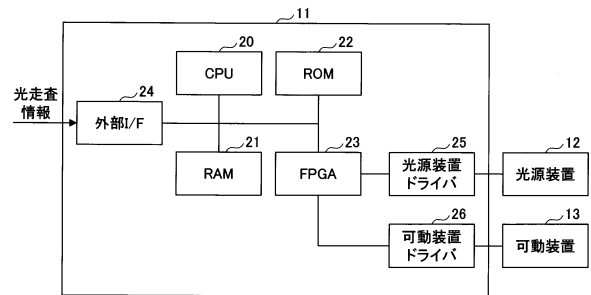
【圖 9】

光走査システムの一例の概略図



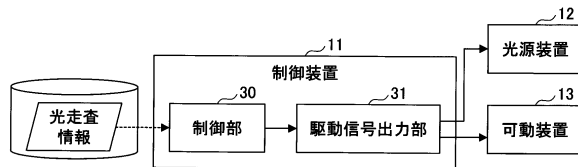
【図 10】

光走査システムの一例のハードウェア構成図



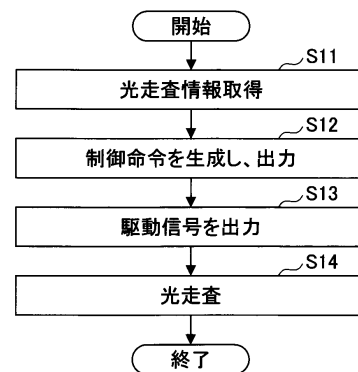
【図 11】

制御装置の一例の機能ブロック図



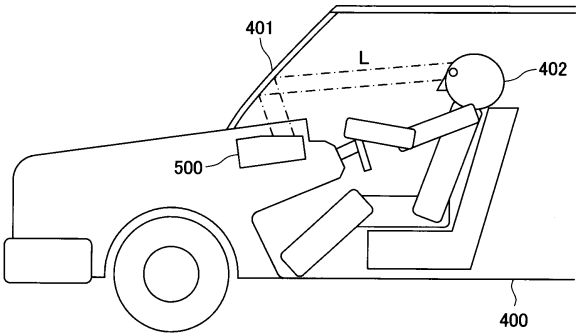
【図 12】

光走査システムに係る処理の一例のフローチャート



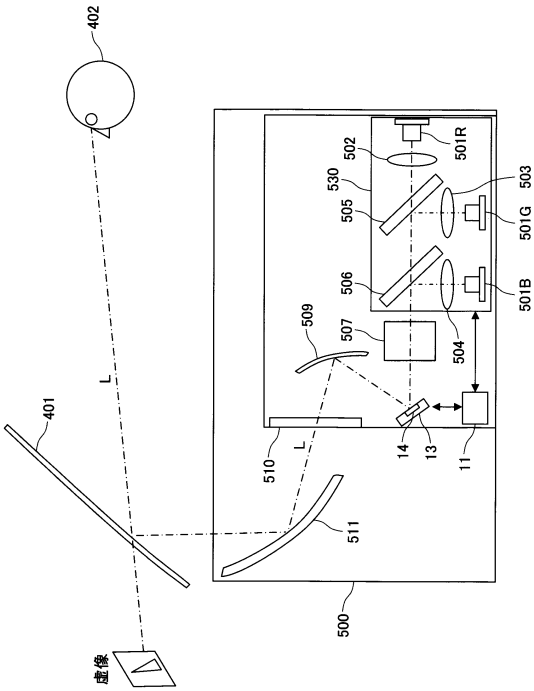
【図 1 3】

ヘッドアップディスプレイ装置搭載の自動車の一例の図



【図 1 4】

ヘッドアップディスプレイ装置の一例の概略図

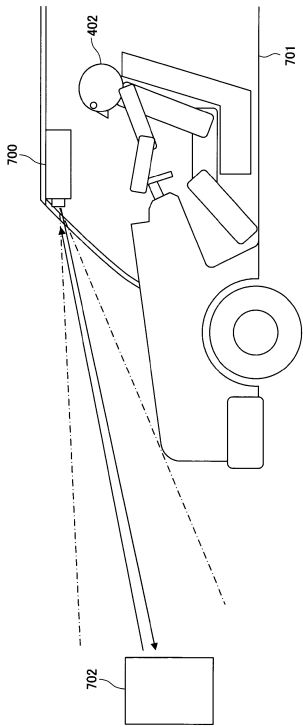


10

20

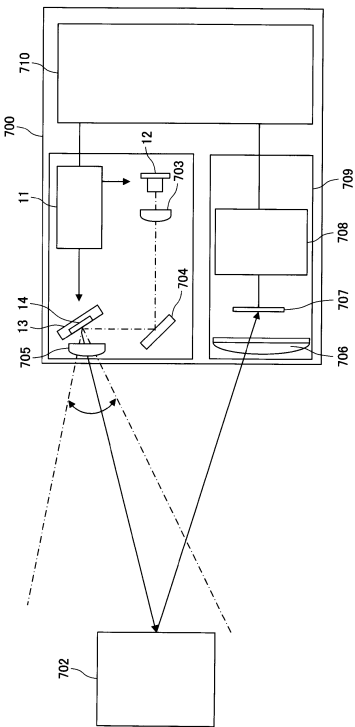
【図 1 5】

ライダー装置を搭載した自動車の一例の概略図



【図 1 6】

ライダー装置の一例の概略図



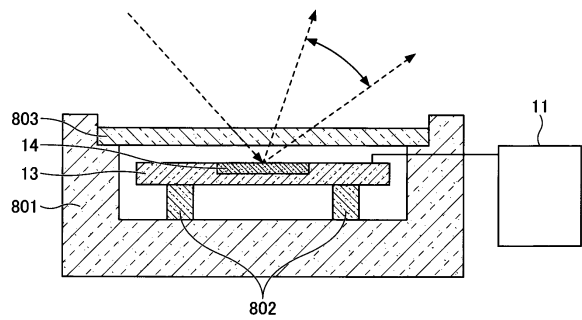
30

40

50

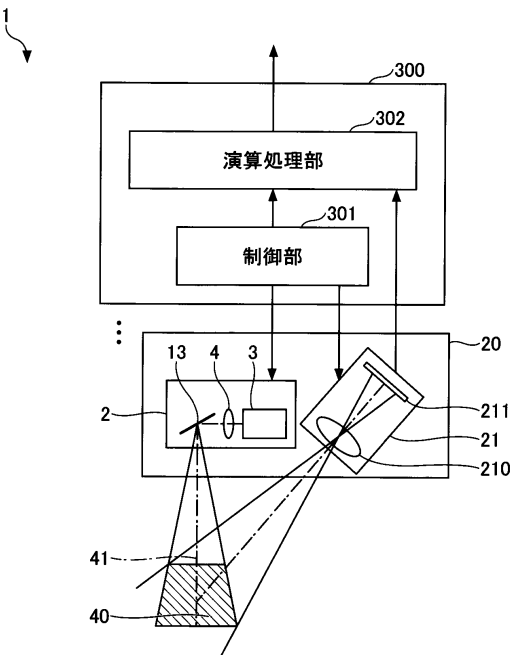
【図 1 7】

パッケージングされた可動装置の一例を示す概略図



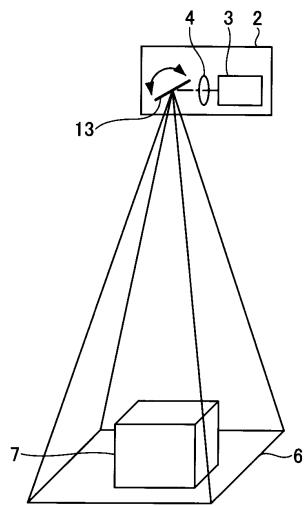
【図 1 8】

三次元計測装置のブロック図



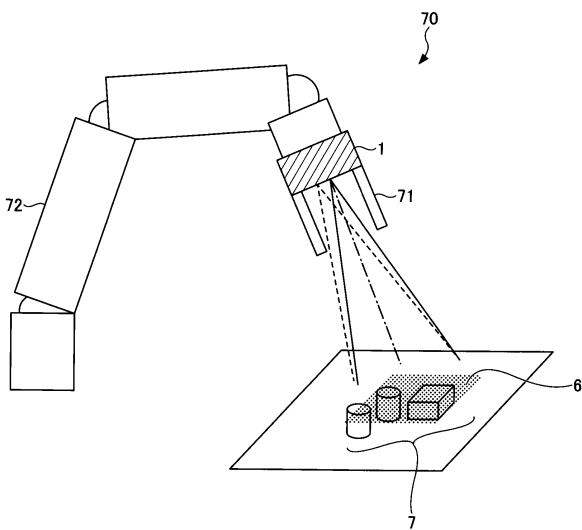
【図 1 9】

対象物に計測用パターンが投影されている状態例の図



【図 2 0】

ロボットの多関節を有するロボットアームを示す図



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

B 2 5 J 13/08 (2006.01)

F I

B 2 5 J 13/08

A

(56)参考文献

特開 2 0 1 6 - 1 0 2 8 1 2 (J P , A)

国際公開第 2 0 1 3 / 1 6 8 3 8 6 (W O , A 1)

特開 2 0 1 8 - 1 5 5 9 8 9 (J P , A)

特開 2 0 2 0 - 0 0 3 5 3 1 (J P , A)

特開 2 0 1 8 - 0 2 2 0 0 4 (J P , A)

国際公開第 2 0 1 7 / 1 0 4 6 1 3 (W O , A 1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

G 0 2 B 2 6 / 1 0

G 0 2 B 2 6 / 0 8