

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-187603

(P2017-187603A)

(43) 公開日 平成29年10月12日(2017.10.12)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G 0 2 B 26/00 (2006.01)	G 0 2 B 26/00	2 G 0 2 O
G 0 1 J 3/06 (2006.01)	G 0 1 J 3/06	2 H 1 4 1
G 0 1 J 3/18 (2006.01)	G 0 1 J 3/18	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2016-75893 (P2016-75893)	(71) 出願人	000006220
(22) 出願日	平成28年4月5日 (2016.4.5)		ミツミ電機株式会社
			東京都多摩市鶴牧2丁目11番地2
		(74) 代理人	100105050
			弁理士 鷺田 公一
		(72) 発明者	齊藤 政大
			東京都多摩市鶴牧2丁目11番地2 ミツミ電機株式会社内
		Fターム(参考)	2G020 AA04 BA02 CB43 CC02 CC07 CC42 CC55 CC62 2H141 MA22 MB17 MB24 MC05 MD12 MD16 MD20 ME09 ME24 ME25 MF01 MF28 MG10 MZ13

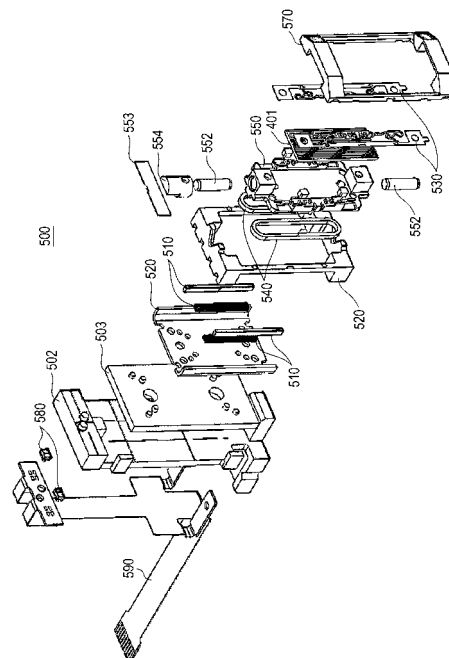
(54) 【発明の名称】 1軸回転アクチュエーター

(57) 【要約】

【課題】回折格子などの光学素子を1軸方向に回転駆動するのに適した、小型で高精度の1軸回転アクチュエーターを提供すること。また、波長域の広い光を形成するのに適した1軸回転アクチュエーターを提供すること。

【解決手段】アクチュエーター500は、回折格子401が取り付けられる載置面と回転軸552とを有するホルダ550と、ホルダ550の回転軸552を保持する軸受を有する固定部520と、固定部520に固定される外周部とホルダ550に固定される内周部と外周部と内周部とを接続する弾性を有する腕部とからなる弾性部材(板バネ530)と、ホルダ550に設けられるコイル540と固定部520に設けられる磁石510とを有する駆動部と、を備える。また、アクチュエーター500の回折格子401は、回転軸552の軸方向の長さが回転軸の軸方向と直交する方向の長さよりも長くされている。

【選択図】 図24



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光学素子を取り付けられる載置面と、前記載置面と平行する回転軸と、を有するホルダと、

前記ホルダの前記回転軸を保持する軸受を有する固定部と、

前記固定部に固定される外周部と、前記ホルダに固定される内周部と、前記外周部と前記内周部とを接続する弾性を有する腕部と、からなる弾性部材と、

前記ホルダに設けられるコイルと、前記固定部に設けられる磁石とを有し、前記ホルダを前記回転軸を中心に回転させる駆動部と、

を具備し、

前記光学素子は、前記回転軸の軸方向の長さが、前記回転軸の軸方向と直交する方向の長さよりも長い、

1 軸回転アクチュエーター。

【請求項 2】

前記光学素子は、長方形形状であり、長辺が前記回転軸の軸方向と平行であり、短辺が前記回転軸の軸方向と垂直である、

請求項 1 に記載の 1 軸回転アクチュエーター。

【請求項 3】

前記光学素子は、回折格子であり、前記回転軸の軸方向と平行に格子が形成されている、

請求項 1 または請求項 2 に記載の 1 軸回転アクチュエーター。

【請求項 4】

前記光学素子の前記回転軸の軸方向の長さは、前記回転軸の軸方向と直交する方向の長さの 2 倍以上である、

請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の 1 軸回転アクチュエーター。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば回折格子などの光学素子を 1 軸方向に回転駆動するための 1 軸回転アクチュエーターに関する。

【背景技術】

【0002】

モノクロメーターにおいては、回折格子をアクチュエーターによって回転駆動することにより、スリットに到達する光の波長を変化させるようになっている。このアクチュエーターとしては、ステッピングモーターやサインバー機構などが多く用いられている。

【0003】

また、光学素子を駆動するアクチュエーターとして、例えば特許文献 1 で開示されたものがある。特許文献 1 には、板バネを介してベースに保持されたミラーを、コイル、磁石およびヨークを用いて磁気駆動することにより、ミラーを高精度に駆動できる小型のミラーチルトアクチュエーターが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】 国際公開第 2011/007628 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、ステッピングモーターやサインバー機構などを用いた従来のモノクロメーターは、小型化には適していなかった。すなわち、ステッピングモーターは比較的大型であり、さらにステッピングモーターの回転分解能がモノクロメーターの分光性能を満たさな

10

20

30

40

50

い場合は減速器（ギア）が必要となるのでさらに大型化する。同様に、サインバー機構は、リードスクリューが必要なので大型化し、小型化には適さない。

【0006】

一方で、特許文献1のアクチュエーターは、組み立てる部品点数の数が多いので、その分だけ組み立てが煩雑化し、さらに組み立て精度が悪いと駆動精度も悪くなるので、高精度の組み立て精度が要求されると考えられる。つまり、多くの部品を高精度で組み立てるための手間と時間が要求される。さらに、特許文献1のアクチュエーターは、1軸方向に駆動することもできるが、基本的には2軸方向の駆動も想定した構成となっているので、1軸方向専用のアクチュエーターに比べると、ブレなどが生じ易いと考えられる。

【0007】

本発明は、以上の点を考慮してなされたものであり、回折格子などの光学素子を1軸方向に回転駆動するのに適した、小型で高精度の1軸回転アクチュエーターを提供する。また、本発明は、波長域の広い光を形成するのに適した1軸回転アクチュエーターを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の1軸回転アクチュエーターの一つの態様は、
光学素子に取り付けられる載置面と、前記載置面と平行する回転軸と、を有するホルダと、
前記ホルダの前記回転軸を保持する軸受を有する固定部と、
前記固定部に固定される外周部と、前記ホルダに固定される内周部と、前記外周部と前記内周部とを接続する弾性を有する腕部と、からなる弾性部材と、
前記ホルダに設けられるコイルと、前記固定部に設けられる磁石とを有し、前記ホルダを前記回転軸を中心に回転させる駆動部と、
を具備し、
前記光学素子は、前記回転軸の軸方向の長さが、前記回転軸の軸方向と直交する方向の長さよりも長い。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、回折格子などの光学素子を1軸方向に回転駆動するのに適した、小型で高精度の1軸回転アクチュエーターを実現できる。また、光学素子の回転軸の軸方向の長さを回転軸の軸方向と直交する方向の長さよりも長くしたことにより、複数光源からの光を同時に回折することができるようになり、波長域の広い光を形成するのに適した1軸回転アクチュエーターを実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施の形態1に係る1軸回転アクチュエーターの全体構成を示す斜視図
【図2】図1のアクチュエーターの分解斜視図
【図3】ヨークへの磁石の取り付け状態を示す斜視図
【図4】枠体に板バネおよびホルダを取り付けた状態を示す斜視図
【図5】ホルダ裏面側へのコイルの取り付け状態を示す斜視図
【図6】図1および図2のA-A'断面図
【図7】アクチュエーターで発生する磁力の向き、電流の向き、ローレンツ力の向き、回転モーメントの説明に供する図
【図8】各コイルに流す電流値と、ホルダ（回折格子）の回転角との関係を示す図
【図9】ホルダ（回折格子）の回転状態を示す図
【図10】光学センサーと反射板を用いた回転位置検出の説明に供する図
【図11】図11Aは光学センサーの構成例を示す図、図11Bは光学センサーから反射板までの距離と出力電流比との関係を示すグラフ
【図12】光学センサーを2つ設けた場合の、光学センサーと反射板を用いた回転位置検

10

20

30

40

50

出の説明に供する図

【図 1 3】光学センサーを 2 つ設けた場合の回転角とセンサー出力との関係を示す図

【図 1 4】実施の形態のアクチュエーターによって発生するトルクを示したグラフ

【図 1 5】白色光を、格子ピッチが $1.5 \mu\text{m}$ の回折格子を回転させて分光した場合のスペクトルを示す図

【図 1 6】他の実施の形態によるヨークの形状例を示す斜視図

【図 1 7】他の実施の形態によるコイル、ヨークおよび磁石の構成例を示す断面図

【図 1 8】他の実施の形態による軸受の構成例を示す断面図

【図 1 9】実施の形態のアクチュエーターを用いた分光器の構成例を示す平面図

【図 2 0】実施の形態 2 の 1 軸回転アクチュエーターが用いられる光学系の概略構成を示す図

10

【図 2 1】複数光源を用いることによって波長域が広がることを説明するための図

【図 2 2】回折格子を回転することによって、スリットから出る波長を変更できることを示す図

【図 2 3】実施の形態 2 に係る 1 軸回転アクチュエーターの全体構成を示す斜視図

【図 2 4】図 2 3 のアクチュエーターの分解斜視図

【図 2 5】実施の形態 2 の回折格子に入射される光の様子を示す図

【図 2 6】実施の形態 1 の回折格子に入射される光の様子を示す図

【図 2 7】板バネの振動を抑制する緩衝部材として設けられたゲルの様子を示す図

【図 2 8】実施の形態 2 による回転軸の取付構造を示す図であり、図 2 8 A はホルダに回転軸を取り付けた状態を示す図、図 2 8 B はホルダの回転軸を取り付ける前の状態を示す図

20

【図 2 9】図 2 9 A は成形の結果として回転軸がずれた様子を示す図、図 2 9 B は回転軸の片方が軸受から外れた状態を示す図、図 2 9 C は回転軸の片方が軸受内で揺れながら回転する状態を示す図

【図 3 0】ホルダへの回転軸の取り付けの説明に供する図

【図 3 1】実施の形態 2 による、フレキシブルプリント基板への板バネの電氣的接続の様子を示す図

【図 3 2】ボールベアリングを用いた片持ち構造を示す斜視図

【図 3 3】ボールベアリングを用いた片持ち構造を示す部分的断面図

30

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0012】

<実施の形態 1>

図 1 は本発明の実施の形態 1 に係る 1 軸回転アクチュエーター 100（以下、単に「アクチュエーター」と呼ぶ）の全体構成を示す斜視図であり、図 2 はアクチュエーター 100 の分解斜視図である。アクチュエーター 100 は、回折格子 1 を 1 軸方向に回転駆動することにより、回折格子 1 を介してスリット（図示せず）に到達する光の波長を回折格子 1 の回転角度に応じて変化させるようになっている。因みに、図 1 に示したアクチュエーター 100 の分光器への応用例については、図 1 9 を用いて後述する。なお、以下の説明では、回折格子 1 の反射面の方向を表面方向とし、反射面と反対側の方向を裏面方向とする。

40

【0013】

図 2 から分かるように、アクチュエーター 100 は、固定アングル 2 と、ベース 3 と、磁石 10 と、固定部 20 と、板バネ 30 と、コイル 40 と、ホルダ 50 と、スペーサ 60 と、カバー 70 と、光学センサー 80 と、フレキシブルプリント基板 90 と、を有する。

【0014】

固定アングル 2 は、略 L 字状の断面形状でなり、前面にアクチュエーター 100 の各部品が取り付けられるとともに、下面が所定の固定面に固定されるようになっている。これ

50

により、アクチュエーター１００は固定アングル２を介して所定の面に取り付けられる。

【００１５】

固定部２０は、枠体２１と、磁石１０を保持するヨーク２２と、から構成されている。枠体２１には、ホルダ５０の回転軸５２を保持する凹み形状の軸受２１ａが形成されている。ヨーク２２は、コ字状の断面形状でなり、磁石１０を保持した状態で枠体２１に嵌め合わされる。固定部２０は、ベース３を介して固定アングル２に取り付けられる。

【００１６】

磁石１０は、ヨーク２２の底面に所定の間隔をおいて取り付けられる２つの磁石１１、１２と、ヨーク２２の側面に向かい合うように取り付けられる２つの磁石１３、１４とからなる。磁石１０のヨーク２２への取り付け状態を、図３に示す。磁石１１、１２は、ヨーク２２側にＳ極が向き、表面側にＮ極が向くようにヨーク２２に取り付けられている。磁石１３、１４は、ヨーク側にＮ極が向き、表面側にＳ極が向くように、つまりＳ極同士が向かい合うようにヨーク２２に取り付けられている。なお、図３とはＮ極およびＳ極が全て逆になっていてもよい。つまり、磁石１１、１２は、ヨーク２２側にＮ極が向き、表面側にＳ極が向くようにヨーク２２に取り付けられ、磁石１３、１４は、ヨーク側にＳ極が向き、表面側にＮ極が向くように、つまりＮ極同士が向かい合うようにヨーク２２に取り付けられていてもよい。

【００１７】

枠体２１は外形が略正形状でなり、枠体２１の縁部には板バネ３０が取り付けられる。また、枠体２１の中空部分には、ホルダ５０およびホルダ５０に固定されたコイル４０が配置される。

【００１８】

板バネ３０は、図４からも明らかなように、固定部２０の枠体２１に固定される外周部３１と、ホルダ５０に固定される内周部３２と、外周部３１と内周部３２とを接続する弾性を有する腕部３３と、から構成されている。

【００１９】

ホルダ５０は、外形が略正形状でなるホルダ本体５１と、ホルダ本体５１から上下方向に突出した回転軸５２と、回転軸５２に取り付けられた反射板５３と、を有する。ホルダ本体５１の表面側には回折格子１を載置するための載置面が形成されており、回折格子１はこの載置面に接着により固定される。実際には、回折格子１は、スペーサ６０の開口６１に嵌め込まれることによって位置決めされた状態で、スペーサ６０とともにホルダ本体５１の載置面に接着される。反射板５３は、主面がホルダ本体５１の主面を延長した面に存在するように配置されている。

【００２０】

枠体２１に板バネ３０およびホルダ５０を取り付けた状態を、図４に示す。図からも分かるように、枠体２１の縁部には板バネ３０の外周部３１が固定される。ホルダ本体５１は枠体２１の中空部分に配置される。この状態で、回転軸５２が枠体２１の軸受２１ａによって軸支されることにより、ホルダ５０は回転軸５２を中心にして回転自在とされている。また、ホルダ５０の突起５４が板バネ３０の内周部３２に嵌合されている。これにより、ホルダ５０は、回転軸５２を回転中心として回転自在とされているとともに、板バネ３０によって図４に示すような中立位置に復帰するように付勢されている。

【００２１】

ホルダ本体５１の裏面側には、コイル４０が取り付けられている。その状態を、図５に示す。ホルダ本体５１の裏面には、２つの空芯コイル４１、４２が所定の間隔をもって固定される。図中の矢印で示したように、各コイル４１、４２には互いに反対向きの電流が流れるようになっている。具体的には、図５においては、コイル４１には時計方向の電流が流れており、コイル４２には反時計方向の電流が流れている。

【００２２】

板バネ３０は金属などの良導電性の材料からなり、コイル４０への給電は板バネ３０を介して行われる。具体的には、図４に示すように、板バネ３０の外周部３１にフレキシブ

10

20

30

40

50

ルプリント基板 90 の給電部（図示せず）が接続されるとともに、板バネ 30 の内周部 32 にコイル 41、42 の端子 40 a、40 b が接続される。実際には、内周部 32 と端子 40 a、40 b は半田付けされる。これにより、フレキシブルプリント基板 90 から板バネ 30 を介して、可動部であるコイル 40 に対して給電を行うことができる。このように、板バネ 30 が給電機能も兼ね備えることにより、給電システムを簡素化でき、装置の小型化を促進できる。

【0023】

図 6 は、回折格子 1 の中心を通る線で切った、図 1 および図 2（組立時）の A-A' 断面である。図 6 から分かるように、直方形状の磁石 11 の上方には空芯コイル 41 が配置されるとともに、直方形状の磁石 12 の上方には空芯コイル 42 が配置される。また、コイル 41 の側方には磁石 13 が配置されるとともに、コイル 42 の側方には磁石 14 が配置される。ここで、後述する図 9 から分かるように、ホルダ 50 が回転すると、磁石 11、12 は交互に空芯コイル 41、42 の空芯部分に入り込むようになる。このとき、磁石 11、12 とコイル 41、42 がぶつからないようにするために、図 6 に示す回転角 0° の状態において、各磁石 11、12 は空芯コイル 41、42 の空芯部分の中央から若干回転軸側にシフトして配置されている。

【0024】

図 7 は、アクチュエーター 100 で発生する、磁力 M0 の向き、電流の向き、ローレンツ力 L0 の向き、回転モーメント M1 を示すものである。ヨーク 22 底面の磁石 11 からヨーク 22 側面の磁石 13 に向かって磁力 M0 が発生するとともに、ヨーク 22 底面の磁石 12 からヨーク 22 側面の磁石 14 に向かって磁力 M0 が発生する。また、各磁石 11、12 からヨーク 22 の中央方向に向かって磁力 M0 が発生する。これらの磁力 M0 とコイル 41、42 に流れる電流の向きに応じて、コイル 41、42 にはローレンツ力 L0 が発生する。具体的には、各コイル 41、42 に図に示した向きの電流を流すと、コイル 41 には上向きのローレンツ力 L0 が発生し、コイル 42 には下向きのローレンツ力 L0 が発生する。この結果、ホルダ本体 51 には矢印で示す回転モーメント M1 が付与され、ホルダ 50 およびそれに固定された回折格子 1 が回転する。なお、各コイル 41、42 に図に示した向きと逆の電流を流すと、コイル 41 には下向きのローレンツ力 L0 が発生し、コイル 42 には上向きのローレンツ力 L0 が発生する。この結果、ホルダ本体 51 には矢印と逆向きの回転モーメント M1 が付与され、ホルダ 50 およびそれに固定された回折格子 1 が矢印と逆向きに回転する。

【0025】

ここで、ヨーク 22 側面に磁石 13、14 を設けたことにより、コイル 41、42 に磁束を集中させることができ、この結果、トルクの向上および消費電力の低減を実現できる。また、ヨーク 22 側面に磁石 13、14 を設けたことにより、特に回転軸から遠い位置で強い磁力を発生させることができ、これにより、コイル 41、42 は回転軸から遠い位置で強いローレンツ力 L0 を得ることができる。この結果、効率的に大きな回転モーメント M1 を得ることができるようになる。ただし、磁石 13、14 を設けない構成を採用してもよい。このようにすると、磁石 13、14 を設けた場合と比較して、トルクが下がり消費電力が大きくなるというデメリットがあるが、サイズが小さくなるので小型化できるというメリットがある。

【0026】

図 8 は、各コイル 41、42 に流す電流値と、ホルダ 50（回折格子 1）の回転角との関係を示す。ホルダ 50（回折格子 1）は、コイル 41、42 に流れる電流値に応じた回転モーメントと、板バネ 30 の付勢力とがつり合う位置まで回転する。そして、ある回転角になると（図 8 の例では 6.5°）、ホルダ 50 の突起 55 がカバー 70 の裏面に突き当たってホルダ 50 の回転が停止する。このように、カバー 70 によってホルダ 50 の回転を規制するようにしたことにより、電氣的な回転制御だけでなく機械的にも回転を規制することができるので、所定範囲を超えるような回転を確実に防止でき。また、回転軸 52 がカバー 70 によって覆われているので（図 1）、ホルダ 50 の脱輪なども防止できる

。

【0027】

図9は、ホルダ50（回折格子1）の回転状態を示す図である。図9Aは、コイル41、42に電流を流さない状態を示すものであり、ホルダ50（回折格子1）は板バネ30の付勢力によって中立（すなわち回転角度0°）の状態とされる。図9Bは、各コイル41、42に図7に示した方向の電流を流した状態を示すものであり、ホルダ50（回折格子1）は図の時計方向に回転された状態とされる。図9Cは、各コイル41、42に図7に示した方向と逆方向の電流を流した状態を示すものであり、ホルダ50（回折格子1）は図の反時計方向に回転された状態とされる。このように、ホルダ50（回折格子1）は、コイル41、42の供給する電流の向きを変えることにより、図9Aの中立位置を回転中心として時計方向および反時計方向に回転駆動できるようになっている。

10

【0028】

ホルダ50（回折格子1）の回転位置は、固定アングル2に取り付けられた光学センサー80によって検知され、検知結果がフレキシブルプリント基板90を介して制御部（図示せず）に送出される。制御部は、検知結果に応じた電流値をフレキシブルプリント基板90を介してコイル41、42に供給することにより、ホルダ50（回折格子1）の回転を制御する。

【0029】

実際には、図10A、図10B、図10Cに示すように、光学センサー80は、反射板53に向けて光を照射し、反射光の光量を検出することにより、回転位置を検知するようになっている。つまり、光学センサー80から反射板53までの距離が近いほど、反射光の光量が大きくなるので、その光量に基づいて回転位置を求めることができる。

20

【0030】

図11Aは、光学センサー80の構成例を示す。光学センサー80は、発光ダイオード81によって光を出射し、フォトランジスタ82によって反射板からの反射光を受光して反射光量に応じた出力電流を得るようになっている。図11Bは、光学センサー80から反射板53までの距離と出力電流比（最大光量を得られたときの出力電流を100%としたもの）との関係を示すグラフである。

【0031】

なお、実施の形態では、1つの光学センサー80によって回転位置を検出しているが、図12A、図12B、図12Cに示すように、回転軸52を中心とした左右両側の位置に光学センサー80、180を設けてもよい。そして、図13に示すように、これらの光学センサー80、180によって得られたセンサー出力L80、L180の差分をとることにより、線形なセンサー出力L1を得ることができるようになる。

30

【0032】

図14は、本実施の形態のアクチュエーター100によって発生するトルクを示したグラフである。図14は、特に図7に示したような向きの電流を供給した場合に発生するトルクを示している。磁石11から離れる方に回転するコイル41のトルクは、回転角が大きくなるほど減少していく一方で、磁石12に近づく方に回転するコイル42のトルクは回転角が大きくなるほど大きくなる。よって、磁石11から離れる方に回転するコイル41のトルクの減少分は、磁石12に近づく方に回転するコイル42のトルクの増加によって補われる。この結果、合計トルクは、回転角が大きくなっても極端に減少せず、ほぼフラットなものとなる。特に、本実施の形態のアクチュエーター100では、ホルダ50（回折格子1）の回転可能範囲は $-6.5^{\circ} \sim +6.5^{\circ}$ とされており、この回転可能範囲においてはほぼフラットなトルクを発生させることができる。勿論、回転可能範囲はこれに限らず、 $\pm 6.5^{\circ}$ 以上回転する構成としてもよい。例えばホルダ50の突起55を低くすると、より大きく回転するようになる。

40

【0033】

図15は、白色光を、格子ピッチが $1.5 \mu\text{m}$ の回折格子1を回転させて分光した場合のスペクトルを示す。図15から、回折格子1を 10.3° 以上回転させることができ

50

ば、可視光域全てを回折することが可能であることが分かる。本実施の形態のアクチュエーター１００は、回折格子１を、 $-6.5^{\circ} \sim +6.5^{\circ}$ の範囲すなわち 13° 回転させることが可能となっているので、可視光域全てを回折することが可能である。

【００３４】

以上説明したように、本実施の形態によれば、回折格子１が取り付けられる載置面と回転軸５２とを有するホルダ５０と、ホルダ５０の回転軸５２を保持する軸受２１ａを有する固定部２０と、固定部２０に固定される外周部３１とホルダ５０に固定される内周部３２と外周部３１と内周部３２とを接続する弾性を有する腕部３３とからなる弾性部材（板バネ３０）と、ホルダ５０に設けられるコイル４０と固定部２０に設けられる磁石１０とを有する駆動部と、を設けたことにより、回折格子１などの光学素子を１軸方向に回転駆動するのに適した、小型で高精度の１軸回転アクチュエーター１００を実現できる。

10

【００３５】

また、回折格子１を任意の角度で停止させることができるので、入射光の中の任意の波長成分を取り出すことができる。つまり、入射光が白色ならば、回折格子１を停止させる角度に応じて、青、緑、赤などの成分を取り出すことができるので、波長可変光源としても使用できる。

【００３６】

また、ホルダ５０の裏面に収まるように空芯２連コイル４１、４２を配置し、さらにコイル４１、４２の空芯部分に磁石１１、１２が入り込む構成としたので、磁気効率が高くかつXYサイズが小さい１軸回転アクチュエーター１００を実現できる。

20

【００３７】

また、回折格子１の取り付けは、ホルダ５０の載置面に取り付けるだけで行うことができるので、種々の形状の回折格子１を容易に適用できる。実際には、回折格子１の形状に応じた開口６１が形成されたスペーサ６０を用いることによって、様々なサイズおよび形状の回折格子１に容易に対応できる。

【００３８】

また、重量の重い磁石１０は回転せず、重量の軽いコイル４１、４２が回転する、いわゆるムービングコイル方式を採用したことにより、小さいトルクで応答性の良い回転動作を行うことができる。さらに、回転軸５２の樹脂材料と、その軸受２１ａの樹脂材料とを異なる材料とすれば、摺動性を改善できるので、より小さいトルクで応答性の良い回転動作を行うことができるようになる。

30

【００３９】

また、光学センサー８０と反射板５３とを用いて回転角を検知したことにより、ロータリーエンコーダなどを用いる場合と比較して、装置を小型化できる。ただし、角度を検出するための構成は、これに限らない。例えばロータリーエンコーダを用いてもよく、ホール素子を用いてもよく、駆動電流をシャント抵抗で検出することで角度を検出してもよい。さらにコイル４１、４２のインダクタンスを測ることで角度を検出してもよい。つまり、回転角度が変化するとコイル４１、４２を貫く磁束が変化してインダクタンスが変動するので、このインダクタンスを測定することで角度を検出することができる。さらに、駆動用コイルの他に検出用コイルを設け、この検出用コイルに発生する誘導起電力を測定することで回転角度を検出してもよい。さらに、光学センサーはアクチュエーターの内部に格納して配置してもよい。

40

【００４０】

なお上述の実施の形態では、例えば図３に示したように、ヨーク２２を断面がコ字状の形状とした場合について述べたが、ヨークの形状はこれに限らない。ヨークの形状は、例えば図１６に示すようなものであってもよい。つまり、ヨーク１２２は、中央部に凸部を有する形状としてもよい。これにより、凸部付近の磁束を強くできるので、より大きな回転トルクを発生させることができるようになる。

【００４１】

またコイル、ヨークおよび磁石の構成は、上述の実施の形態の構成に限らず、例えば図

50

17に示すような構成でもよい。図17の構成においては、ホルダ50の裏面側に1つの空芯コイル140が設けられており、この空芯コイル140を挟むように第1および第2のヨーク222-1、222-2が設けられている。第1および第2のヨーク222-1、222-2にはそれぞれ磁石13、14が設けられている。これにより、コイル140に電流を流すことでホルダ50（回折格子1）を回転させることができる。

【0042】

なお、ホルダ50に取り付けられる回折格子1の格子溝の形状は、矩形形状、鋸歯形状、正弦波形状などであり得る。また、ホルダ50に取り付けられる回折格子1は、反射面が凹面形状のものであってもよい。このような回折格子を用いることにより、集光レンズ系を設けなくても、回折格子によって回折された光をスリットに入射させることができるようになる。

【0043】

さらに、回折格子1として透過型のものを用いてもよい。この場合には、ホルダ50やヨーク22に、回折格子1を透過した光が通過するための開口や切欠きを形成すればよい。

【0044】

また上述の実施の形態では、ホルダ50の回転軸52を、固定部20の凹み形状の軸受21aに保持させることで1軸の回転を実現した場合について述べたが、軸受の構成はこれに限らず、例えば図18に示すように、ホルダ50の回転軸となる位置の下側（裏面側）に支点部材152を設け、この支点部材152によってホルダ50を板バネ30の付勢力に抗して持ち上げるように保持するようにしてもよい。このようにすれば、ホルダ50を支点部材152を回転軸として回転させることができるようになる。

【0045】

図19は、上述の実施の形態のアクチュエーター100を用いた分光器200の構成を示す平面図である。図示しない光学ユニットから出射された光L1は、反射ミラー201を介してアクチュエーター100に取り付けられた回折格子1に入射する。回折格子1によって回折された光は、反射ミラー202を介して、図示しないスリットが設けられたスリット部203へと向けられる。そして、スリットを通過することで分光された光が、光出口204から出射される。この分光された光は、例えば尿中成分や血液成分などの生体情報を測定するための光として利用することができる。実験によれば、上述の実施の形態のアクチュエーター100は、70～80Hzにおいて共振することなく回折格子1を回転駆動することができるので、尿中成分や血液成分などの生体情報を短時間で測定するのに適した分光性能を実現できる。

【0046】

さらに、ホルダ50に取り付けられる光学素子は回折格子1に限らず、例えばミラーなどを取り付けてもよい。そして、上述の実施の形態のアクチュエーター100は、分光器のアクチュエーターに限らず、例えば自動車用ヘッドライトの配光を変化させるための回転機構などのアクチュエーターとして用いることもできる。

【0047】

<実施の形態2>

図20は、本実施の形態の1軸回転アクチュエーターが用いられる光学系の概略構成を示す図である。図20の光学系は、互いに波長の異なる2つの光源311、312を有する。光源311からの光はコリメートミラー321によって反射されることにより平行光とされた後に回折格子401に入射される。同様に、光源312からの光はコリメートミラー322によって反射されることにより平行光とされた後に回折格子401に入射される。これにより、回折格子401には、2つの光源311、312からの光が同じ入射角で入射されるようになっている。コリメートミラー321、322としては、例えば軸外し放物面鏡を用いればよい。

【0048】

回折格子401は、後述する本実施の形態の1軸回転アクチュエーターによって回転駆

10

20

30

40

50

動される。回折格子 401 からの出射光は、フォーカスマirror 330 によってスリット部 340 に形成されたスリット 341 の位置で集光される。フォーカスマirror 330 としては、例えば 1 枚の軸外し放物面鏡を用いればよい。ここで、スリット 341 から出る光をファイバーに入射させる場合、集光する光線の広がり角をファイバーの NA (Numerical Aperture) 以下に設定すれば、どの光源の光も 1 本のファイバーに入れることができ、利便性が向上する。

【0049】

図 20 に示した光学系においては、回折格子 401 を 1 軸方向に回転駆動することにより、回折格子 401 を介してスリット (図示せず) に到達する 2 つの光源 311、312 からの光の波長を回折格子 401 の回転角度に応じて変化させることができる。

10

【0050】

図 21 に示すように、図 20 の光学系においては、波長の異なる 2 つの光源 311、312 を用いているので、波長域を広げることができ、広波長域の分光測定に対応可能となる。

【0051】

また、図 21 に示したように、2 つの光源の波長域をオーバーラップさせることにより、重なった波長の強度を大きくすることができ、S/N を向上させることができる。

【0052】

また、回折格子 401 に同じ角度で光線が入射するので、2 つの光源 311、312 に対して、次式で示す同じ回折方程式が適用される。

20

$$\sin \alpha \pm \sin \beta = m \lambda / p$$

ここで、 α は回折格子 401 への入射角であり、 β は回折格子 401 からの出射角であり、 m は回折次数であり、 λ は波長であり、 p は回折格子 401 の格子ピッチである。

【0053】

また、1 軸回転アクチュエーターによって回折格子 401 を回転することにより、スリット 341 から出る波長を変更できる。図 22 は、その様子を示す図である。1 軸回転アクチュエーターによって回折格子 401 を所定の角度で停止させると、その停止角度に対応した波長 (図 22 の例では、3 つの波長) がスリット 341 から出射する。因みに、1 軸回転アクチュエーターによって回折格子 401 を連続駆動すると、連続したスペクトルを得ることができる。

30

【0054】

なお、上述の例では、2 つの光源 311、312 を用いたが、3 個以上の光源を用いてもよい。3 個の光源を用いる場合、3 個のコリメートミラーと、1 個の回折格子と、1 個のフォーカスマirror と、を用いればよい。また、コリメートミラー、フォーカスマirror はレンズによって構成してもよい。また、回折格子 401 は透過型のものを用いてもよい。また、光源としては、LED 以外にも、ハロゲンランプ、キセノンランプ等を用いてもよい。また、コリメートミラー、フォーカスマirror としては、軸外し放物面鏡以外にも、球面ミラーや、トロイダルミラー、非球面ミラー等を用いることができる。さらに、上述の例では、回折格子 401 及びスリット 341 の後に測定対象 (セル等) 及び受光素子を配置する前分光方式を想定しているが、図 20 の構成は、回折格子 401 の前に測定対象 (セル等) を配置するとともにスリット 341 の後に受光素子を設置する後分光方式に用いることもできる。スリット 341 の後に受光素子を配置すれば、単素子の受光素子を使用できるのでコストダウンが可能となる。

40

【0055】

次に、図 23 - 図 33 を用いて、本実施の形態の 1 軸回転アクチュエーターの構成について説明する。なお、以下の説明では、実施の形態 1 の 1 軸回転アクチュエーター 100 と比較して、顕著に構成及び作用が異なる部分を中心に説明する。

【0056】

図 23 は実施の形態 2 に係る 1 軸回転アクチュエーター 500 (以下、単に「アクチュエーター」と呼ぶこともある) の全体構成を示す斜視図であり、図 24 はアクチュエータ

50

ー 500 の分解斜視図である。アクチュエーター 500 は、回折格子 401 を 1 軸方向に回転駆動することにより、回折格子 401 を介してスリット 341（図 20）に到達する光の波長を回折格子 401 の回転角度に応じて変化させるようになっている。

【0057】

図 24 から分かるように、アクチュエーター 500 は、固定アングル 502（図 2 の固定アングル 2 に相当）と、ベース 503（図 2 のベース 3 に相当）と、磁石 510（図 2 の磁石 10 に相当）と、固定部 520（図 2 の固定部 20 に相当）と、板バネ 530（図 2 の板バネ 30 に相当）と、コイル 540（図 2 のコイル 40 に相当）と、ホルダ 550（図 2 のホルダ 50 に相当）と、カバー 570（図 2 のカバー 70 に相当）と、光学センサー 580（図 1 の光学センサー 80 に相当）と、フレキシブルプリント基板 590（図 2 のフレキシブルプリント基板 90 に相当）と、を有する。

10

【0058】

本実施の形態のアクチュエーター 500 が実施の形態 1 のアクチュエーター 100 と大きく異なる点は、実施の形態 1 のアクチュエーター 100 が単一の光源からの光を入射して出射させる回折格子 1 を有するのに対して、本実施の形態のアクチュエーター 500 は図 20 で説明したような複数光源からの平行光を入射して出射させる回折格子 401 を有する点である。これにより、本実施の形態のアクチュエーター 500 は、実施の形態 1 のアクチュエーター 100 と比較して、全体として回転軸の軸方向に縦長の形状となっている。

【0059】

20

図 25 に、本実施の形態のアクチュエーター 500 の回折格子 401 に入射される光の様子を示す。また、図 26 に、実施の形態 1 のアクチュエーター 100 の回折格子 1 に入射される光の様子を示す。図中の丸で示した部分が、回折格子 401、1 に入射される光を示す。回折格子 401、1 はいずれも、回転軸の軸方向に対して、回折格子 401、1 の格子溝が平行となるように取り付けられている。ここで、回転軸の軸方向つまり回折格子 401、1 の格子溝と平行な方向を縦方向と呼び、これと直交する方向を横方向と呼ぶものとする。

【0060】

図 26 に示す実施の形態 1 の回折格子 1 は、単一の光源を扱えばよいので、回折格子 1 の縦方向の長さ L_{11} は横方向の長さ L_{12} にほぼ等しくされている。これに対して、図 25 に示す本実施の形態の回折格子 401 は、2 つの光源を扱うので、回折格子 401 の縦方向の長さ L_{11} は横方向の長さ L_{12} よりも長くされている。実際には、回折格子 401 の縦方向の長さ L_{11} は、横方向の長さ L_{12} の 2 倍以上とされている。これにより、回折格子 401 は、2 つの光源からの互いに平行な光を入射して出射させることができるようになる。同様の考え方により、光源を N 個設ける場合には、回折格子 401 の縦方向の長さ L_{11} は、横方向の長さ L_{12} の N 倍以上とすればよい。

30

【0061】

因みに、光源を回折格子の横方向に並べて配置することを考えると、回折格子を横方向に長く構成することが考えられる。しかしながら、本実施の形態では、光源を横方向には並べずに、縦方向に並べるようになっている。このようにすることで、光源間で回折格子 401 の回転による光路差が生じないので、光源間で同様の構成の光学系を用いることができるようになる。

40

【0062】

また、回折格子として、長辺が回転軸の軸方向と平行であり、短辺が回転軸の軸方向と垂直である、長方形形状の回折格子 401 を用いたが、回折格子は必ずしも長方形形状に限らず、要は、回転軸の軸方向つまり回折格子 401 の格子溝と平行な方向に複数の光源が並んで照射され得る形状を有すればよい。ただし、横方向の長さ L_{12} を無駄に長くすると装置の大型化を招くので、回折格子 401 は、回転軸の軸方向つまり回折格子 401 の格子溝と平行な方向に細長い形状にすることが好ましい。

【0063】

50

かかる構成に加えて、図 27 に示すように、アクチュエーター 500 の板バネ 530 には、板バネ 530 の振動を抑制する緩衝部材としてのゲル 601 が設けられている。これにより、リングング時間を短くすることができ、その結果、測定時間を短縮できるようになる。因みに、測定時間は、次式で表すことができる。

測定時間 = (リングング収束時間 + 所定角度を維持する時間) × 測定ポイント数

【0064】

實際上、ゲル 601 は、ホルダ 550 に断面が凹状のゲルポッド 602 を形成し、このゲルポッド 602 を充填するように設ければよい。図 27 の例では、板バネ 530 が取り付けられた 4 箇所の根元付近にゲル 601 が設けられている。このように、比較的板バネ 530 の変位の小さい板バネ 530 の根元付近にゲル 601 を配置すれば、板バネ 530 からゲル 601 が剥離してしまう可能性を小さくできる。ただし、ゲル 601 を配置する位置はこれに限らず、要は、板バネ 530 のリングングを低減できる位置に配置すればよい。

【0065】

図 28 は、本実施の形態による回転軸の取付構造を示す。図 28 A はホルダ 550 に回転軸 552 を取り付けた状態を示し、図 28 B はホルダ 550 の回転軸を取り付ける前の状態を示す。図 28 に示したように、本実施の形態では、ホルダ 550 と回転軸 552 とを別体に構成し、ホルダ 550 に回転軸 552 を取り付けるようになっている。これにより、ホルダ 550 を精度良く回転させることができるようになる。ホルダ 550 は例えばポリカーボネート樹脂により構成され、回転軸 552 は例えば金属により構成される。一方の回転軸 552 にはキャップ 554 を介して反射板 553 が取り付けられる。

【0066】

ここで、実施の形態 1 のようにホルダ 50 の両側に所望の回転軸 52 を一体成形するには、高度の製造技術が要求される。そして、図 29 A に示したように成形の結果として回転軸 52 がずれると、図 29 B に示したように回転軸 52 の片方が軸受 21 a から外れたり、図 29 C に示したように回転軸 52 の片方が軸受 21 a 内で揺れながら回転するといった不都合が生じる。本実施の形態のように、ホルダ 550 と回転軸 552 とを別体に構成し、治具を基準としてホルダ 550 に回転軸 552 を取り付けるようにすれば、図 29 に示したような軸ずれによる不都合を防ぐことができる。ホルダ 550 に回転軸 552 を取り付け際には、図 30 に示したように、ホルダ 550 の縦方向の両側に回転軸 552 を挿入した後に、注入孔 555 から樹脂を流し込んでホルダ 550 に回転軸 552 を固着させる。ここで、回転軸 552 を挿入するためのホルダ 550 の穴の直径を回転軸 552 を挿入したときに若干余裕のある大きさとし、治具を使いながら回転軸 552 の位置を調整してホルダ 550 に回転軸 552 を固着させれば、回転軸 552 を軸ずれの無い所望の位置に取り付けることができる。

【0067】

図 31 は、フレキシブルプリント基板 590 への板バネ 530 の電氣的接続の様子を示す。実施の形態 1 で説明したように、フレキシブルプリント基板 590 からコイル 540 への給電は、板バネ 530 を介して行われる。よって、フレキシブルプリント基板 590 と板バネ 530 とを電氣的に接続する必要がある。本実施の形態では、フレキシブルプリント基板 590 の一部を、板バネ 530 が載置されるホルダ 550 の載置面よりも突出させることにより壁部 591 を形成し、この壁部 591 に形成した接続用孔に板バネ 530 の一端を挿入し、その状態で矢印で示すように壁部 591 の外側から半田付けを行うことにより、フレキシブルプリント基板 590 と板バネ 530 とを電氣的に接続する。このようにすることで、板バネ 530 へのはんだフラックスの飛散を防止でき、飛散したフラックスの付着による板バネ 530 の動作不良を防止できる。

【0068】

また、板バネ 530 のバネ定数を大きくすることで、アクチュエーター 500 の電流感度を鈍くすることが好ましい。つまり、板バネ 530 のバネ定数を大きくすれば、VCM ドライバの誤差に対するアクチュエーター 500 の角度誤差を鈍感にすることができ（換

言すれば、電流感度を落とすことができ）、例えば分光器として使用される場合、必要とされる波長精度を確保することができるようになる。

【0069】

なお、回転軸52、552に代えて、ボールベアリングによる片持ち構造を採用してもよい。図32及び図33は、その様子を示す図である。ホルダ550の縦方向の一端には回転軸611が形成されており、この回転軸611がベース503に設けられたハウジング613に搭載されたボールベアリング610によって回転自在に軸支される。この場合、ホルダ550の他端に形成された軸612はホルダ550を支持するための軸としてではなく、反射板553を動かすための軸として機能する。このようにボールベアリング610を用いた構造とすることにより、回転による摩擦力を低減できるとともに、回転軸のガタを低減できる。

10

【0070】

以上説明したように、本実施の形態によれば、回折格子401の形状を、回転軸552の軸方向の長さが回転軸552の軸方向と直交する方向の長さよりも長い形状としたことにより、波長域の広い光を形成するのに適した1軸回転アクチュエーター500を実現できる。

【0071】

なお、実施の形態1でも述べたように、ホルダ550に取り付けられる光学素子は回折格子401に限らず、例えばミラーなどを取り付けてもよい。そして、上述の実施の形態のアクチュエーター500は、例えば分光器のアクチュエーターや、自動車用ヘッドライトの配光を変化させるための回転機構などのアクチュエーターとして用いることができる。

20

【0072】

本実施の形態で説明した構成は、実施の形態1のアクチュエーター100にも適用することができる。つまり、実施の形態1の構成と実施の形態2の構成は、適宜複合的に組み合わせて用いることができる。

【0073】

上述の実施の形態は、本発明を実施するにあたっての具体化の一例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されてはならないものである。すなわち、本発明はその要旨、またはその主要な特徴から逸脱することの無い範囲で、様々な形で実施することができる。

30

【産業上の利用可能性】

【0074】

本発明の1軸回転アクチュエーターは、例えば分光器の回折格子を回転駆動するアクチュエーターとして用いることができる。

【符号の説明】

【0075】

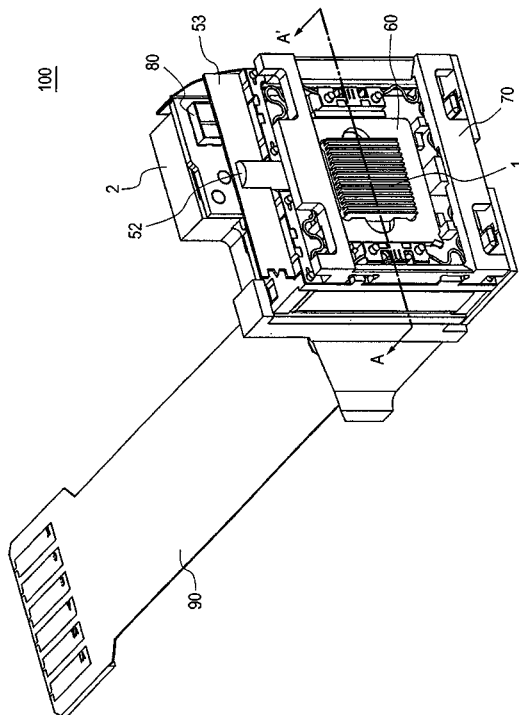
- 1、401 回折格子
- 10、11、12、13、14、510 磁石
- 20、520 固定部
- 21 枠体
- 21a 軸受
- 22、122、222-1、222-2 ヨーク
- 30、530 板バネ
- 31 外周部
- 32 内周部
- 33 腕部
- 40、41、42、140、540 空芯コイル
- 40a、40b 端子
- 50、550 ホルダ

40

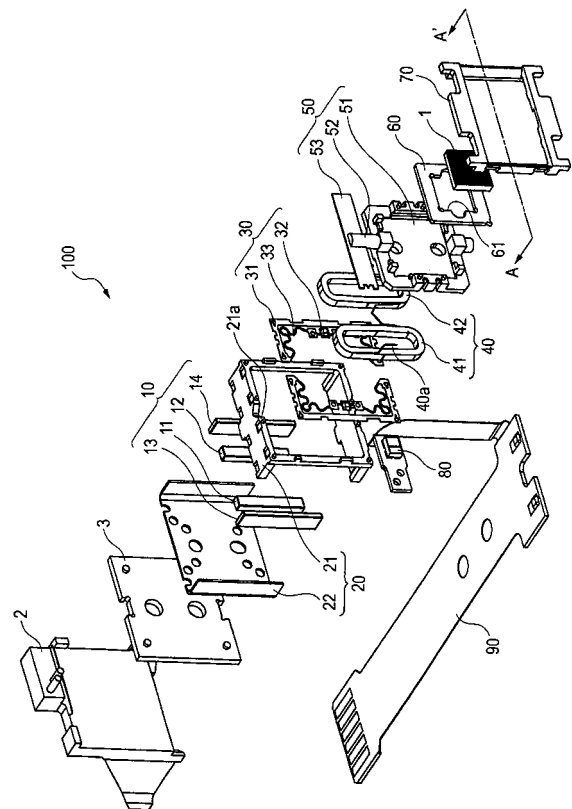
50

- 5 1 ホルダ本体
- 5 2、5 5 2 回転軸
- 5 3、5 5 3 反射板
- 5 4、5 5 突起
- 6 0 スペーサ
- 7 0、5 7 0 カバー
- 8 0、1 8 0、5 8 0 光学センサー
- 9 0、5 9 0 フレキシブルプリント基板
- 1 0 0、5 0 0 アクチュエーター
- 1 5 2 支点部材
- 2 0 0 分光器
- 3 1 1、3 1 2 光源
- 3 2 1、3 2 2 コリメートミラー
- 3 3 0 フォーカスミラー
- 3 4 1 スリット

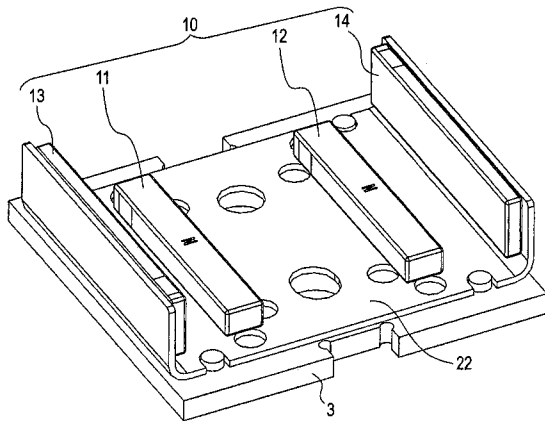
【図 1】



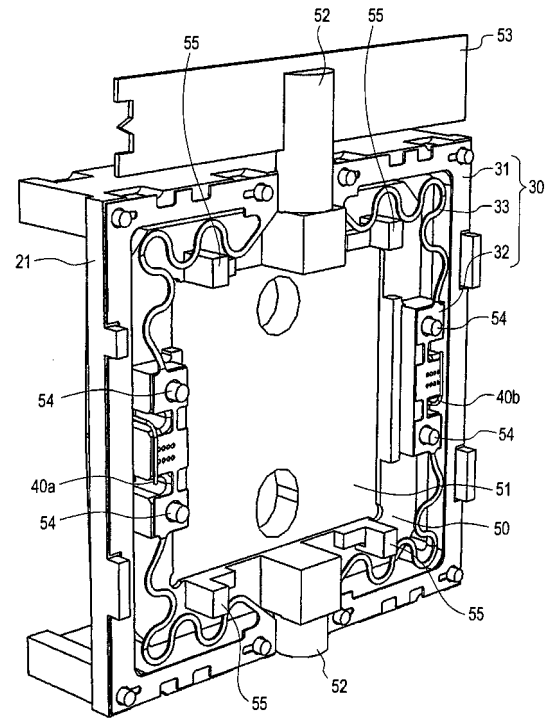
【図 2】



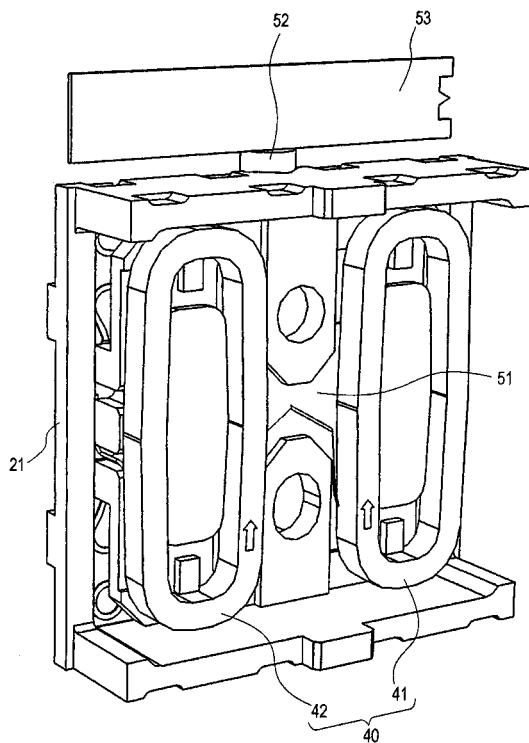
【図 3】



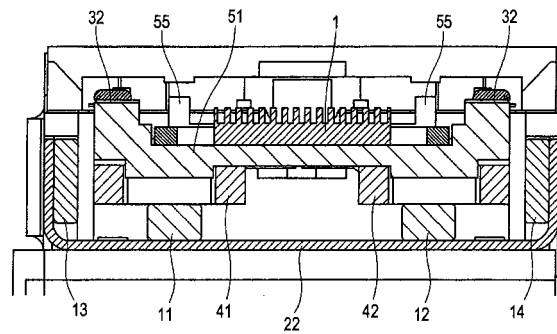
【図 4】



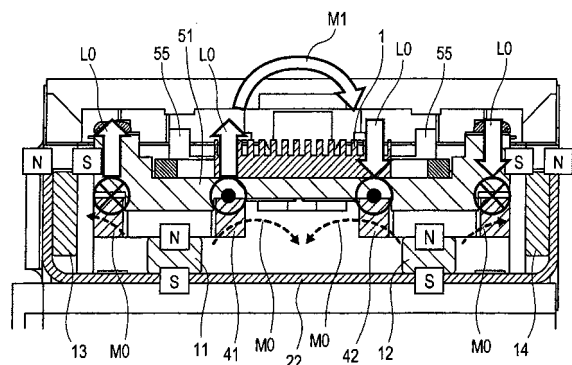
【図 5】



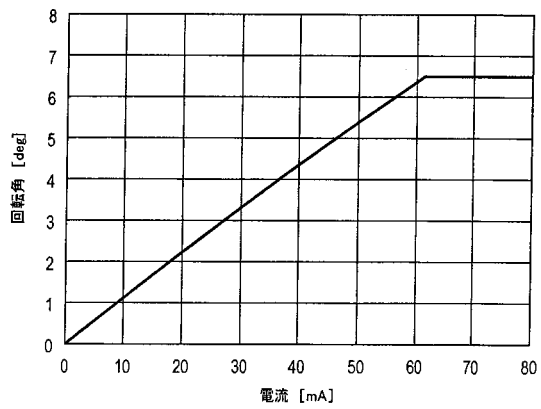
【図 6】



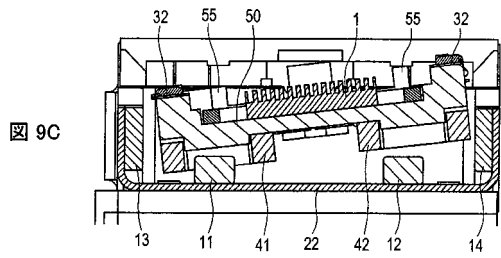
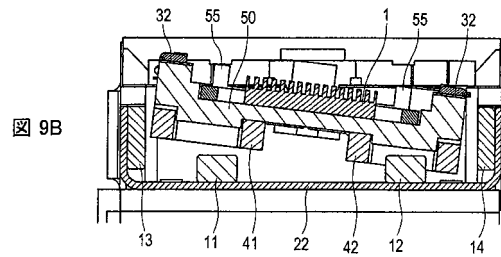
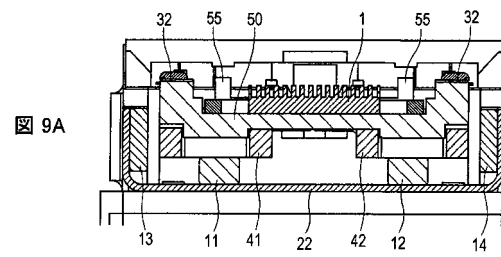
【図 7】



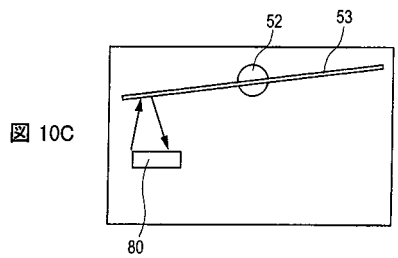
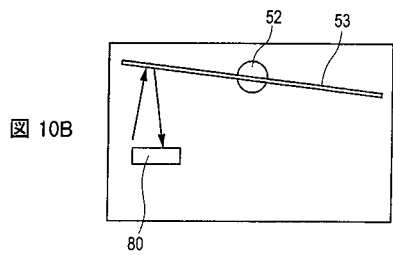
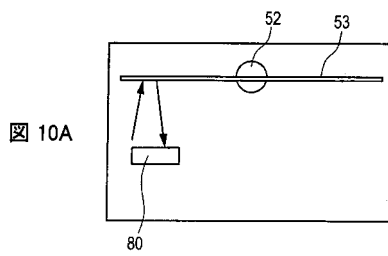
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【図 11】

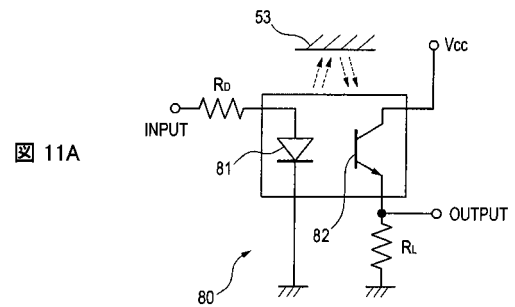
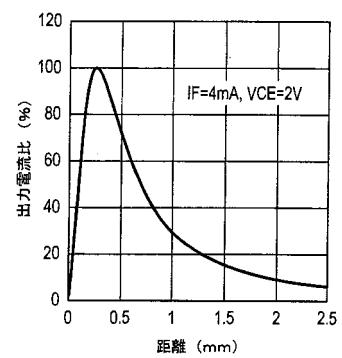
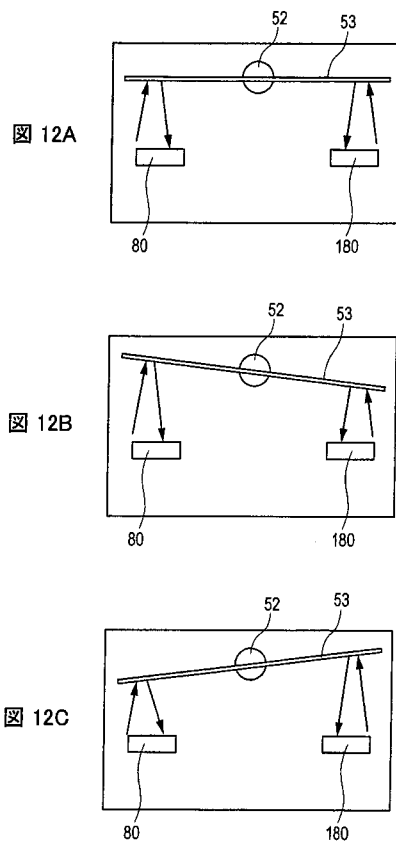


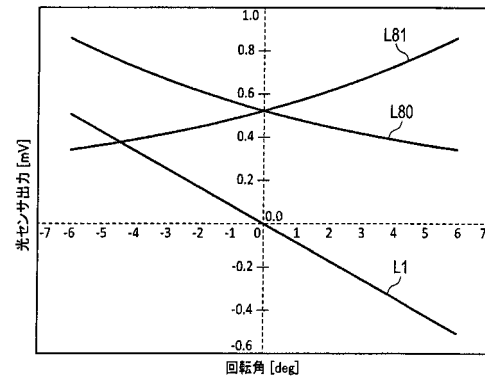
図 11B



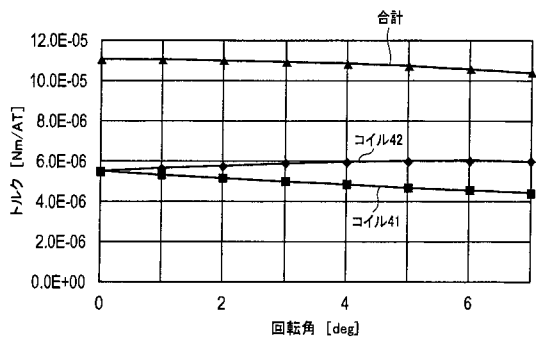
【図 1 2】



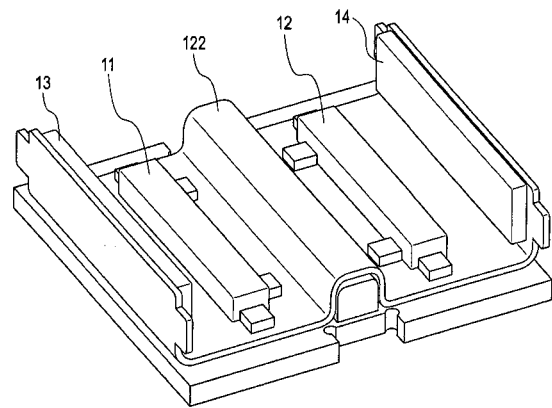
【図 1 3】



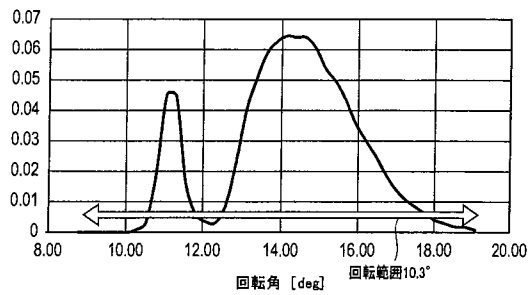
【図 1 4】



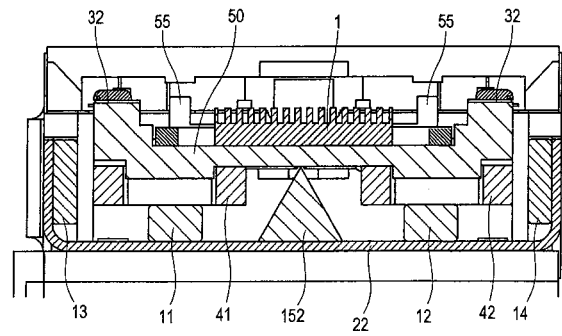
【図 1 6】



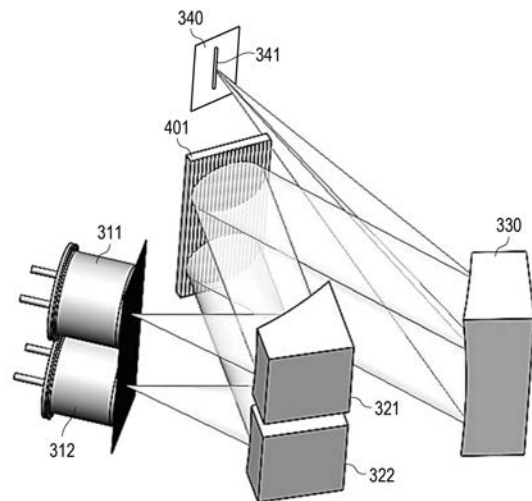
【図 1 5】



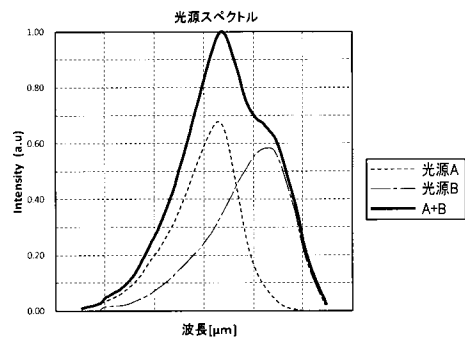
【图 18】



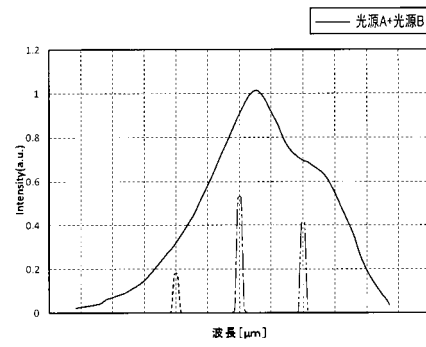
【図 20】



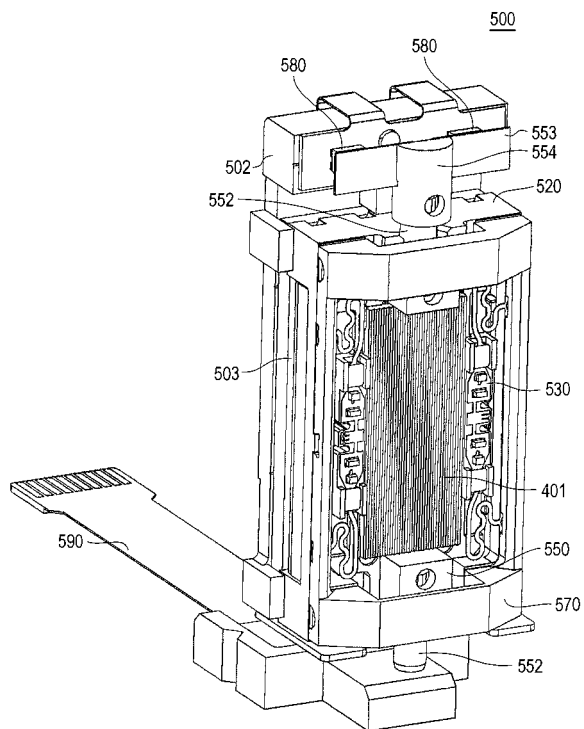
【図 2 1】



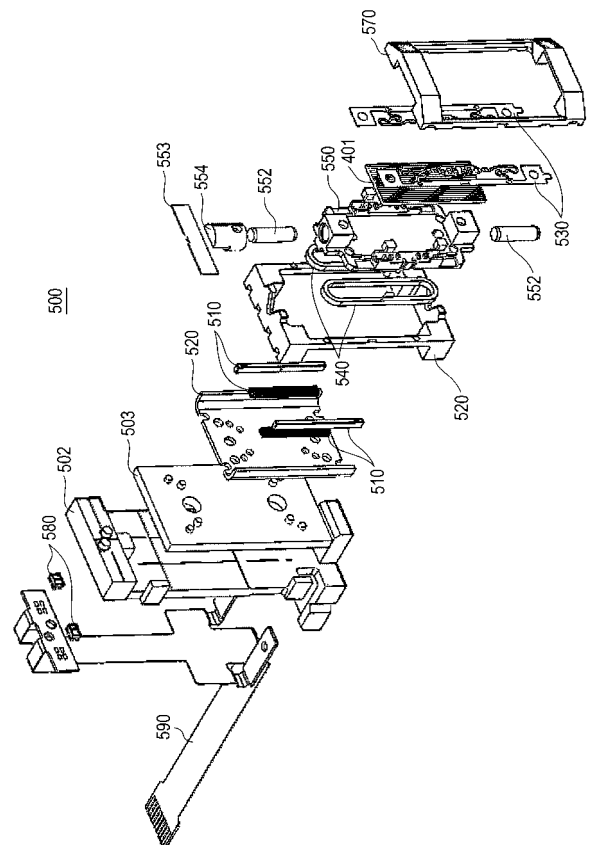
【図 2 2】



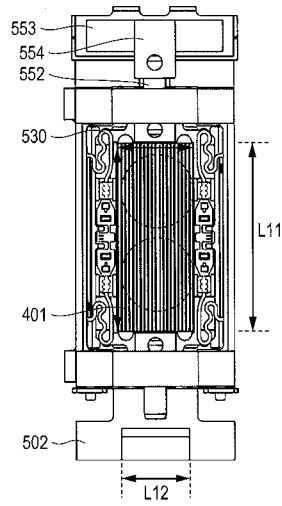
【図 2 3】



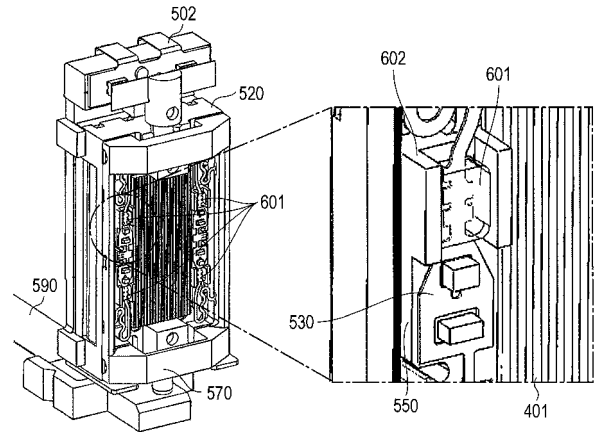
【図 2 4】



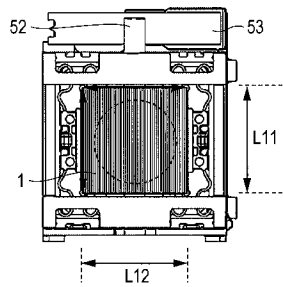
【図 25】



【図 27】



【図 26】



【図 28】

図 28A

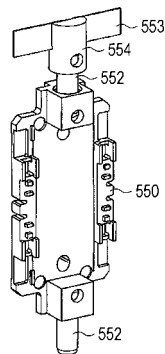
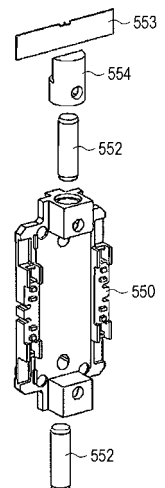


図 28B



【図 29】

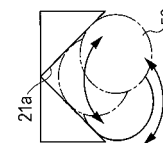
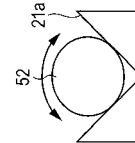


図 29C

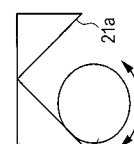
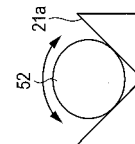


図 29A

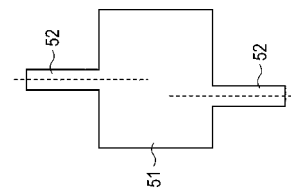
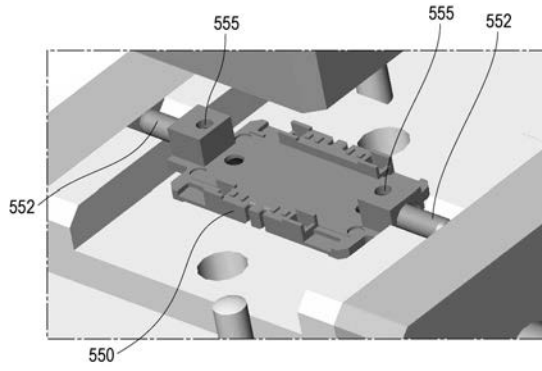
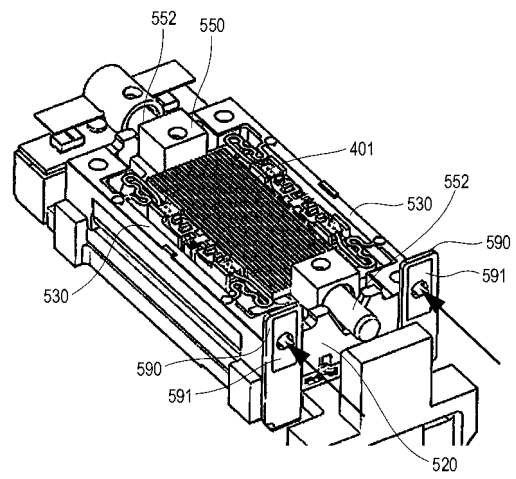


図 29B

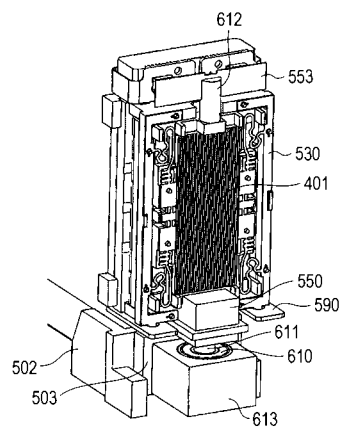
【図 30】



【図 31】



【図 32】



【図 33】

