【書類名】明細書

【発明の名称】光学デバイスおよび画像表示装置

【技術分野】

　【０００１】

　本発明は、光学デバイスおよび画像表示装置に関するものである。

【背景技術】

　【０００２】

　従来から、液晶パネル等の光変調装置の解像度よりも投射される画像の解像度を高くするために、光変調装置から出射された映像光の軸をずらす技術が知られている。また、映像光の軸をずらす装置として、特許文献１に記載の光路制御装置が知られている。

　【０００３】

　特許文献１に記載の光路制御装置は、ガラス板と、ガラス板を保持する可動部と、可動部を支持する支持部と、可動部と支持部とを接続する１対の板バネとを有し、板バネを回動軸として保持部材を揺動（回動）させることでガラス板の姿勢を変化させることにより、ガラス板に入射した光（映像光）を屈折させ、軸をずらしている。

　【０００４】

　また、特許文献１に記載の光路制御装置では、保持部材を揺動させるための駆動源を備えている。この駆動源は、永久磁石と、保持部材上に設けられたコイルと、コイルに通電する駆動回路と、一端がコイル側に他端が永久磁石側に配置されたコ字状をなす軟磁性体材料で構成されたヨークと、を有している。

【先行技術文献】

【特許文献】

　【０００５】

　　【特許文献１】特開２０１１－１５８５８９号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

　【０００６】

　しかしながら、このような特許文献１に記載されている光学デバイスでは、軟磁性体材料で構成されたヨークが不透明であるため、光路制御装置を組み立てる際に、ヨークを介してコイルおよび永久磁石を視認することが難しい。このため、可動部の揺動時にコイルと永久磁石とが接触しないような適正な位置に、コイルおよび永久磁石を設けることが難しかった。その結果、揺動時にコイルと永久磁石とが接触してしまい、可動部の揺動の安定性が低下してしまうことがあった。

　【０００７】

　本発明の目的は、永久磁石と空芯コイルとの位置関係を把握することができ、空芯コイルを所望の位置に配置することができる光学デバイス、および、かかる光学デバイスを備えた画像表示装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

　【０００８】

　このような目的は、下記の発明により達成される。

~~本発明の光学デバイスは、光が入射する光入射面を有する光学部と、~~

~~前記光学部を支持する可動部と、~~

~~前記可動部を揺動軸まわりに揺動可能に支持する軸部と、~~

~~前記可動部に設けられた永久磁石と、~~

~~前記可動部に対向して設けられ、前記永久磁石に作用する磁界を発生させる空芯コイルと、~~

~~前記空芯コイルの前記永久磁石と反対側に設けられ、かつ、前記空芯コイルを保持するコイル保持部材と、を備え、~~

~~前記コイル保持部材は、窓部を有し、~~

~~前記窓部を介して、前記空芯コイルの縁部を視認することが可能であることを特徴とする。~~

　これにより、窓部を介して空芯コイルの位置を確認することができるため、光学デバイスの組み立ての際に、例えば可動部の揺動時に空芯コイルと永久磁石とが接触しないような適正な位置に、空芯コイルを配置することができる。このため、揺動時に永久磁石と空芯コイルとが接触することを回避することができるので、可動部の揺動の安定性を高めることができる。そのため、光路の安定性の高い光学デバイスを提供することができる。また、窓部を設けるという比較的簡単な構成で、空芯コイルの位置を把握することができるため、空芯コイルの配置にかかる時間を短縮することができ、結果として、光路偏向素子の生産性を高めることができる。

　【０００９】

~~本発明の光学デバイスでは、前記空芯コイルは、平面視で、四角形状の外形を有しており、~~

~~前記窓部は、前記窓部を介して前記空芯コイルの角部を視認することが可能である位置に設けられていることが好ましい。~~

　これにより、窓部を介して空芯コイルの位置をより把握し易くなり、所望の位置に空芯コイルを配置することがより容易となる。

　【００１０】

~~本発明の光学デバイスは、光が入射する光入射面を有する光学部と、~~

~~前記光学部を支持する可動部と、~~

~~前記可動部を揺動軸まわりに揺動可能に支持する軸部と、~~

~~前記可動部に設けられた永久磁石と、~~

~~前記可動部に対向して設けられ、前記永久磁石に作用する磁界を発生させる空芯コイルと、~~

~~前記空芯コイルの前記永久磁石と反対側に設けられ、かつ、前記空芯コイルを保持するコイル保持部材と、を備え、~~

~~前記可動部は、窓部を有し、~~

~~前記窓部を介して、前記永久磁石の縁部を視認することが可能であることを特徴とする。~~

　これにより、窓部を介して永久磁石の位置を確認することができるため、光学デバイスの組み立ての際に、可動部の揺動時に永久磁石と空芯コイルとが接触しないような適正な位置に、空芯コイルを配置することができる。このため、揺動時に永久磁石と空芯コイルとが接触することを回避することができるので、可動部の揺動の安定性を高めることができる。そのため、光路の安定性の高い光学デバイスを提供することができる。また、窓部を設けるという比較的簡単を構成で、永久磁石の位置を把握することができるため、空芯コイルの配置にかかる時間を短縮することができ、結果として、光路偏向素子の生産性を高めることができる。

　【００１１】

~~本発明の光学デバイスでは、前記永久磁石は、平面視で、四角形状の外形を有しており、~~

~~前記窓部は、前記窓部を介して前記永久磁石の角部を視認することが可能である位置に設けられていることが好ましい。~~

　これにより、窓部を介して永久磁石の位置をより把握し易くなり、所望の位置に空芯コイルを配置することがより容易となる。

　【００１２】

~~本発明の光学デバイスでは、前記窓部は、前記窓部を介して前記永久磁石および前記空芯コイルの位置関係を把握することが可能である位置に設けられていることが好ましい。~~

　これにより、所望な位置に空芯コイルをより容易かつより確実に配置することができる。

　【００１３】

~~本発明の光学デバイスでは、前記窓部は、貫通孔であることが好ましい。~~

　これにより、空芯コイルまたは永久磁石の位置を確認するための窓部の形成が特に容易となる。

　【００１４】

~~本発明の光学デバイスでは、前記窓部を複数有することが好ましい。~~

　これにより、窓部を介して空芯コイルまたは永久磁石の複数の箇所を視認することができるので、所望の位置に空芯コイルを配置することがより容易となる。

　【００１５】

~~本発明の光学デバイスでは、複数の前記窓部は、異なる箇所を視認することが可能である位置に設けられていることが好ましい。~~

　これにより、空芯コイルまたは永久磁石の位置をより把握し易くなり、所望の位置に空芯コイルを配置することがより容易となる。

　【００１６】

~~本発明の光学デバイスでは、前記コイル保持部は、非磁性材料であることが好ましい。~~

　これにより、コイル保持部が、空芯コイルと永久磁石の作用により生じる駆動力の妨げになることを防ぐことができる。

　【００１７】

~~本発明の光学デバイスでは、前記可動部および前記軸部は、それぞれ樹脂材料を含んでいることが好ましい。~~

　これにより、可動部および軸部の弾性率を小さくすることができるので、可動部が姿勢を変更したときに軸部にかかる応力が光学部の不要な振動に繋がることを抑制することができる。

　【００１８】

~~本発明の光学デバイスでは、前記光学部は、光透過性を有していることが好ましい。~~

　これにより、光学部の姿勢を変化させることで、光学部を通過する光の軸を変化させることができる。

　【００１９】

~~本発明の画像表示装置は、光学デバイスを備えることを特徴とする。~~

　これにより、光路の安定性を高めることができ、高解像度である画像表示装置を提供することができる。

　【００２０】

~~本発明の画像表示装置では、前記光学デバイスで光を空間変調させることにより、前記光の照射によって表示される画素の位置をずらすように構成されていることが好ましい。~~

　これにより、見かけの画素を増加することができ、画像の高解像度化が図られる。

【図面の簡単な説明】

　【００２１】

　　【図１】本発明の第１実施形態にかかるプロジェクター（画像表示装置）の光学的な

構成を示す図である。

　　【図２】映像光をシフトさせた様子を示す図である。

　　【図３】図１に示すプロジェクター（画像表示装置）の電気的な構成を示すブロック

図である。

　　【図４】図１に示すプロジェクター（画像表示装置）が有する光路偏向素子の斜視図

である。

　　【図５】図４中のＡ－Ａ線断面図およびＢ－Ｂ線断面図である。

　　【図６】図４に示す光路偏向素子の駆動を説明するための斜視図である。

　　【図７】図４に示す光路偏向素子を裏面側から見た部分分解斜視図である。

　　【図８】図４に示す光路偏向素子の部分拡大平面図（裏面図）である。

　　【図９】図８に示す保持部材の変形例を示す図である。

　　【図１０】本発明の第２実施形態にかかるプロジェクター（画像表示装置）が備える

光路偏向素子の部分拡大図であり、（ａ）が部分拡大平面図（裏面図）であり、（ｂ）が断面図である。

　　【図１１】本発明の第３実施形態にかかるプロジェクター（画像表示装置）が備える

光路偏向素子の部分拡大図であり、（ａ）が部分拡大平面図（上面図）であり、（ｂ）が断面図である。

【発明を実施するための形態】

　【００２２】

　以下、本発明の光学デバイスおよび画像表示装置を添付図面に示す各実施形態に基づいて詳細に説明する。

　【００２３】

　≪第１実施形態≫

　図１は、本発明の第１実施形態にかかるプロジェクター（画像表示装置）の光学的な構成を示す図である。図２は、映像光をシフトさせた様子を示す図である。図３は、図１に示すプロジェクター（画像表示装置）の電気的な構成を示すブロック図である。図４は、図１に示すプロジェクター（画像表示装置）が有する光路偏向素子の斜視図である。図５は、図４中のＡ－Ａ線断面図およびＢ－Ｂ線断面図である。図６は、図４に示す光路偏向素子の駆動を説明するための斜視図である。図７は、図４に示す光路偏向素子を裏面側から見た部分分解斜視図である。図８は、図４に示す光路偏向素子の部分拡大平面図（裏面図）である。図９は、図８に示す保持部材の変形例を示す図である。

　【００２４】

　図４～図９では、説明の便宜上、互いに直交する３軸として、ｘ軸、ｙ軸およびｚ軸を図示しており、その図示した矢印の先端側を「＋側」、基端側を「－側」とする。

以下では、ｘ軸に平行な方向を「ｘ軸方向」とも言い、ｙ軸に平行な方向を「ｙ軸方向」とも言い、ｚ軸に平行な方向を「ｚ軸方向」とも言い、＋ｚ側を「上」、－ｚ側を「下」とも言う。

　【００２５】

　１．プロジェクター

　図１に示すプロジェクター（画像表示装置）１は、所謂「液晶プロジェクター」であり、図１に示すように、光源１０２と、ミラー１０４ａ、１０４ｂ、１０４ｃと、ダイクロイックミラー１０６ａ、１０６ｂと、液晶表示素子１０８Ｒ、１０８Ｇ、１０８Ｂと、ダイクロイックプリズム１１０と、光路偏向素子（光学デバイス）２と、投射レンズ系１１２と、を備えている。

　【００２６】

　光源１０２としては、ハロゲンランプ、水銀ランプ、発光ダイオード（ＬＥＤ）等が挙げられる。また、この光源１０２としては、白色光が出射するものが用いられる。光源１０２から出射された光は、ダイクロイックミラー１０６ａによって赤色光（Ｒ）とその他の光とに分離される。赤色光は、ミラー１０４ａで反射された後、液晶表示素子１０８Ｒに入射し、その他の光は、ダイクロイックミラー１０６ｂによってさらに緑色光（Ｇ）と青色光（Ｂ）とに分離される。緑色光は、液晶表示素子１０８Ｇに入射し、青色光は、ミラー１０４ｂ、１０４ｃで反射された後、液晶表示素子１０８Ｂに入射する。

　【００２７】

　液晶表示素子１０８Ｒ、１０８Ｇ、１０８Ｂは、それぞれ、空間光変調器として用いられる。これらの液晶表示素子１０８Ｒ、１０８Ｇ、１０８Ｂは、それぞれＲ、Ｇ、Ｂの原色に対応する透過型の空間光変調器であり、例えば縦１０８０行、横１９２０列のマトリクス状に配列した画素を備えている。各画素では、入射光に対する透過光の光量が調整され、各液晶表示素子１０８Ｒ、１０８Ｇ、１０８Ｂにおいて全画素の光量分布が協調制御される。このような液晶表示素子１０８Ｒ、１０８Ｇ、１０８Ｂによってそれぞれ空間的に変調された光は、ダイクロイックプリズム１１０で合成され、ダイクロイックプリズム１１０からフルカラーの映像光ＬＬが出射される。出射された映像光ＬＬは、投射レンズ系１１２によって拡大されてスクリーン８に投射される。

　【００２８】

　ここで、プロジェクター１は、ダイクロイックプリズム１１０と投射レンズ系１１２との間に光路偏向素子２を有しており、光路偏向素子２によって映像光ＬＬの光軸をシフトさせること（所謂「画素ずらし」を行うこと）で、液晶表示素子１０８Ｒ、１０８Ｇ、１０８Ｂの解像度よりも高い解像度（液晶表示素子１０８Ｒ、１０８Ｇ、１０８Ｂがフルハイビジョンであれば４Ｋ）の画像をスクリーン８に投射できるようになっている。この原理について図２を用いて簡単に説明する。光路偏向素子２は、映像光ＬＬを透過させるガラス板２１を有しており、このガラス板２１の姿勢を変更することで、映像光ＬＬの光軸をシフトさせることができる。プロジェクター１は、このような光軸のシフトを利用して、映像光ＬＬの光軸を一方側にシフトさせた場合の画像表示位置Ｐ１と、映像光ＬＬの光軸を他方側にシフトさせた場合の画像表示位置Ｐ２とが斜め方向（図２中の矢印方向）にかつ半画素分（すなわち、画素Ｐｘの半分）ずれるように構成され、画像表示位置Ｐ１、Ｐ２に交互に画像を表示することにより、見かけ上の画素が増加し、スクリーン８に投影される画像の高解像度化を図っている。画像表示位置Ｐ１、Ｐ２のずれ量としては、半画素分に限定されず、画素Ｐｘの１／４であってもよいし、１／８であってもよい。

　【００２９】

　以上のような構成のプロジェクター１は、前述した光路偏向素子２や各液晶表示素子１０８Ｒ、１０８Ｇ、１０８Ｂに加え、図３に示すように、制御回路１２０と画像信号処理回路１２２とを備えている。制御回路１２０は、液晶表示素子１０８Ｒ、１０８Ｇ、１０８Ｂに対するデータ信号の書き込み動作、光路偏向素子２における光路偏向動作、画像信号処理回路１２２におけるデータ信号の発生動作等を制御する。一方、画像信号処理回路１２２は、図示しない外部装置から供給される画像信号ＶｉｄをＲ、Ｇ、Ｂの３原色ごとに分離するとともに、それぞれの液晶表示素子１０８Ｒ、１０８Ｇ、１０８Ｂの動作に適したデータ信号Ｒｖ、Ｇｖ、Ｂｖに変換する。変換されたデータ信号Ｒｖ、Ｇｖ、Ｂｖは、それぞれ液晶表示素子１０８Ｒ、１０８Ｇ、１０８Ｂに供給され、それに基づいて液晶表示素子１０８Ｒ、１０８Ｇ、１０８Ｂが動作する。

　【００３０】

　２．光路偏向素子

　次に、前述したプロジェクター１に組み込まれた光路偏向素子２について詳細に説明する。

　【００３１】

　光路偏向素子２は、図４および図５に示すように、光透過性を有し、映像光ＬＬを偏向させるガラス板（光学部）２１が設けられた可動部２２と、可動部２２の周囲に設けられた枠状の支持部２３と、可動部２２と支持部２３と連結し、可動部２２を支持部２３に対して揺動（回動）可能に支持する軸部２４ａ、２４ｂと、支持部２３に対して可動部２２を揺動させる駆動機構（アクチュエーター）３と、を有している。このような構成の光路偏向素子２は、＋ｚ側がダイクロイックプリズム１１０側、－ｚ側が投射レンズ系１１２側を向くようにプロジェクター１内に配置されている。

　【００３２】

　可動部２２は、平板状をなし、その中央部に貫通孔２２１を有している。この貫通孔２２１にガラス板２１が嵌め込まれており、ガラス板２１は、接着剤等によって可動部２２に接着されている。貫通孔２２１は、その周面に段差を有し、この段差でガラス板２１を受け止めている。これにより、可動部２２へのガラス板２１の配置が簡単となる。

　【００３３】

　ガラス板２１は、略長方形の平面視形状を有し、その長手方向がｘ軸方向とほぼ平行になるように配置されている。このガラス板２１は、その姿勢が変化することで、すなわち映像光ＬＬの入射角度が変化することで、入射した映像光ＬＬを屈折させつつ透過させることができる。したがって、目的とする入射角度になるように、ガラス板２１の姿勢を変化させることにより、映像光ＬＬの偏向方向や偏向量を制御できる。このようなガラス板２１の大きさは、ダイクロイックプリズム１１０から出射する映像光ＬＬを透過するように適宜設定される。ガラス板２１は、実質的に無色透明であることが好ましい。ガラス板２１の映像光ＬＬの入射側及び出射側の面には反射防止膜が形成されていてもよい。

　【００３４】

　ガラス板２１の構成材料としては、特に限定されないが、ホウケイ酸ガラス、白板ガラス、石英ガラスのような各種ガラス材料を用いることができる。本実施形態では、光学部としてガラス板２１を用いているが、光学部は、光透過性を有する材料で構成されたものであれば特に限定されず、水晶、サファイアのような各種結晶材料、ポリカーボネート系樹脂、アクリル系樹脂のような各種樹脂材料等で構成されたものであってもよい。ただし、光学部としては、本実施形態のようにガラス板２１を用いることが好ましく、これにより、光学部の剛性を特に大きくできるので、光学部において偏向される光の偏向ムラを特に抑制できる。

　【００３５】

　このようなガラス板２１が支持された可動部２２の周囲には枠状の支持部２３が設けられており、可動部２２と支持部２３とが軸部２４ａ、２４ｂによって連結されている。軸部２４ａ、２４ｂは、平面視で、ｘ軸方向およびｙ軸方向にずれて位置し、可動部２２の揺動軸Ｊを形成している。これにより、可動部２２は、ｘ軸およびｙ軸の両軸に対して約４５°傾斜した揺動軸Ｊまわりに揺動し、この揺動と共にガラス板２１の姿勢が変化する。特に、光路偏向素子２では、平面視で、軸部２４ａ、２４ｂがガラス板２１の中心に対して点対称に配置されているため、可動部２２（ガラス板２１）の揺動バランスが良好となる。

　【００３６】

　以上のような可動部２２、支持部２３および軸部２４ａ、２４ｂは、一体に構成（一体形成）されている。これにより、支持部２３と軸部２４ａ、２４ｂとの境界部分や、軸部２４ａ、２４ｂと可動部２２との境界部分における耐衝撃性や長期耐久性を高くできる。

　【００３７】

　可動部２２、支持部２３および軸部２４ａ、２４ｂは、ガラス板２１の構成材料よりもヤング率が小さい材料で構成されている。構成材料としては、樹脂を含むことが好ましく、樹脂を主成分とすることがより好ましい。これにより、可動部２２の揺動に伴って発生する応力がガラス板２１自体の不要な振動に繋がるのを効果的に抑制できる。ヤング率が比較的小さい可動部２２でガラス板２１の側面を囲うことができ、ガラス板２１の姿勢を変更する際に、ガラス板２１に生じる応力を小さく抑え、応力分布に伴ってガラス板２１に発生する不要な振動を小さく抑えることができる。その結果、ガラス板２１によって偏向される画像が、意図しない方向に偏向されてしまうのを防止できる。

　【００３８】

　かかる樹脂としては、特に限定されず、ポリエチレン、ポリプロピレン、シリコーン、ポリアセタール、ポリアミド、ポリカーボネート、ポリフェニレンエーテル、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリアリレート、ポリサルフォン、ポリエーテルサルフォン、ポリフェニレンスルファイド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリイミド、ポリエーテルイミド、フッ素樹脂等が挙げられ、これらのうちの少なくとも１種を含むものが用いられる。

　【００３９】

　次に、可動部２２を揺動させる駆動機構３について説明する。駆動機構３は、永久磁石３１と、コイル３２と、コイル３２に交番電圧である駆動信号を印加することでコイル３２から永久磁石３１に作用する磁界を発生させる電圧印加部３３とを有する電磁アクチュエーターである。駆動機構３として電磁アクチュエーターを用いることで、可動部２２を揺動させるのに十分な力を発生させることができるため、可動部２２をスムーズに揺動させることができる。

　【００４０】

　永久磁石３１は、可動部２２の縁部に設けられており、ｙ軸方向に沿った長手形状をなしている。永久磁石３１は、ｚ軸方向（可動部２２の厚さ方向）に磁化している。

このような永久磁石３１としては、特に限定されず、ネオジム磁石、フェライト磁石、サマリウムコバルト磁石、アルニコ磁石等を用いることができる。

　【００４１】

　一方、コイル３２は、永久磁石３１とｚ軸方向に対向するように、保持部材（コイル保持部材）２６を介して支持部２３に固定されている。言い換えれば、永久磁石３１はコイル３２の一方側に位置し、保持部材２６はコイル３２の他方側（永久磁石３１と反対側）に位置している。コイル３２は、筒状の空芯コイルであって、その内側に永久磁石３１の一部が挿入されている。これにより、コイル３２から発生する磁界を効率的に永久磁石３１に作用させることができる。光路偏向素子２の低背化を図ることができる。

　【００４２】

　コイル３２の配置は、永久磁石３１に磁界を作用させることができれば、特に限定されない。本実施形態では、可動部２２に永久磁石３１を配置した所謂「ムービングマグネット型」の駆動機構３となっているが、永久磁石３１とコイル３２の配置を逆にしてもよい。すなわち、可動部２２にコイル３２を配置した所謂「ムービングコイル型」の駆動機構３であってもよい。ただし、本実施形態のような「ムービングマグネット型」の駆動機構３とすることで、通電による発生するコイル３２の熱が可動部２２やガラス板２１に伝わり難く、熱による振動特性の変化（共振周波数の変化）や、ガラス板２１の撓み等を効果的に抑制できる。

　【００４３】

　このような構成の駆動機構３は、次のようにして可動部２２を揺動させる。電圧印加部３３からコイル３２に駆動信号が印加されていない場合、可動部２２は、実質的にｘｙ平面と平行となっている。電圧印加部３３からコイル３２に駆動信号が印加されると、図６（ａ）に示す状態と、同図（ｂ）に示す状態とを繰り返すように、可動部２２が支持部２３に対して揺動軸Ｊまわりに揺動（回動）する。このような可動部２２の揺動によって、映像光ＬＬの光軸がシフトされ、画像表示位置Ｐ１、Ｐ２に交互に画像が表示される。よって、見かけ上の画素が増加し、画像の高解像度化が図られる（図２参照）。

　【００４４】

　このように駆動する駆動機構３は、永久磁石３１およびコイル３２を複数備えた構成でなく、永久磁石３１およびコイル３２をそれぞれ１つ備えた構成である。永久磁石およびコイルをそれぞれ複数備えた構成の光路偏向素子では、可動部を安定的に駆動させるために複数の永久磁石およびコイルの配置等のバランスを図る必要があるが、永久磁石３１およびコイル３２を１つ備えた光路偏向素子２では、その必要がない。そのため、駆動機構３を安定して揺動させることができ、よって、ガラス板２１を透過した映像光ＬＬの光路の安定性をより高めることができる。永久磁石３１およびコイル３２が、それぞれ１つであることで、光路偏向素子２の部品点数を低減できるので光路偏向素子２の小型化を図ることができる。

　【００４５】

　このような構成の光路偏向素子２では、永久磁石３１に対してコイル３２を適正に配置できるように、保持部材２６の構成に特徴を持たせている。以下、保持部材２６について詳述する。

　【００４６】

　図７および図８に示すように、保持部材２６は、平板状の部材であり、平面形状が長方形をなす保持部２６１と、保持部２６１の短手方向に沿った２つの縁から保持部２６１の外側に向かってそれぞれ突出した２つの固定部２６２と、を有している。この保持部材２６は、保持部２６１の下面（－ｚ側の面）に接着剤等でコイル３２が固定された状態で、固定部２６２を支持部２３に対して２つのネジ２６４でネジ止めすることによって支持部２３に装着（固定）されている。

　【００４７】

　保持部材２６には、図７および図８に示すように、複数（本実施形態では２つ）の窓部２６３ａ、２６３ｂが設けられている。これら窓部２６３ａ、２６３ｂは、保持部２６１の厚さ方向に貫通した貫通孔である。窓部２６３ａ、２６３ｂは、切削、レーザー加工等により形成できる。

　【００４８】

　図８に示すように、窓部２６３ａは、保持部２６１に固定されているコイル３２の内縁３２１の角部３２１ａに対応する位置に形成されており、窓部２６３ａの一部を介して角部３２１ａを視認することができる。窓部２６３ａは、保持部材２６を支持部２３に装着した状態（装着状態）で、角部３２１ａと近接する永久磁石３１の角部３１１ａを視認することができる。角部３２１ａは、輪郭が直線で構成されたものでも、輪郭が丸みを帯びているような曲線を含むものであってもよい。輪郭が丸みを帯びている角部とは、内縁を構成するうちの隣接する２辺を繋ぐ曲線の部分をいう。「角部（コイル３２の内縁３２１の角部３２１ａ以外の角部、コイル３２の外縁３２２の角部、および、永久磁石３１の外縁３１１の角部）」についても、上記と同様である。

　【００４９】

　一方、窓部２６３ｂは、角部３２１ａと対角線上に対向する角部３２１ｂに対応する位置に形成されており、窓部２６３ｂの一部を介して角部３２１ｂを視認できる。窓部２６３ｂは、前記装着状態で、角部３２１ｂと近接する永久磁石３１の角部３１１ｂを視認できる。

　【００５０】

　これら窓部２６３ａ、２６３ｂの平面積（開口面積）は、特に限定されないが、それぞれ、０．０１ｍｍ２～２５ｍｍ２程度であることが好ましく、０．１ｍｍ２～５ｍｍ２程度であることがより好ましい。窓部２６３ａ、２６３ｂの大きさが前記範囲内であると、前記装着状態で、コイル３２および永久磁石３１の双方をより視認し易くなるので、これらの位置関係をより把握し易くなる。窓部２６３ａ、２６３ｂが大き過ぎることにより、保持部材２６の機械的強度が低下することを抑制できる。

　【００５１】

　このような構成の窓部２６３ａ、２６３ｂを備えることで、永久磁石３１に対するコイル３２の相対位置を把握しながら、保持部材２６を支持部２３に装着できる。

　【００５２】

　この装着では、保持部材２６におけるコイル３２が固定される箇所を決定した後、コイル３２の２つの角部３２１ａ、３２１ｂが見える位置に貫通孔を形成することにより窓部２６３ａ、２６３ｂを得る。このとき、窓部２６３ａ、２６３ｂは、装着状態で、永久磁石３１の角部３１１ａ、３１１ｂを視認できる程度の大きさに形成しておく。

　【００５３】

　次いで、保持部材２６にコイル３２を固定する。これにより、２つの窓部２６３ａ、２６３ｂを介してコイル３２の角部３２１ａ、３２１ｂを視認できる。

　【００５４】

　次に、コイル３２が固定された保持部材２６を、コイル３２が可動部２２側に向くようにして配置する。このように配置された状態で、保持部材２６をｘ軸およびｙ軸を含む平面（ｘｙ平面）内に動かしながら、２つの窓部２６３ａ、２６３ｂを介して永久磁石３１を視認できる位置に保持部材２６を移動する（ずらす）。さらには、窓部２６３ａを介して確認することができる永久磁石３１に対するコイル３２の相対位置と、窓部２６３ｂを介して確認することができる前記相対位置とが、均等または出来る限り近くなるように保持部材２６を移動する。これにより、コイル３２の中心部と永久磁石３１の中心部とが、平面視で一致または出来る限り重なる位置に保持部材２６を配置できる。

　【００５５】

　次いで、前記配置を保ったまま、保持部材２６をネジ止めすることで支持部２３に固定する。このネジ止めの際には、窓部２６３ａ、２６３ｂを介して、前記配置で確認した永久磁石３１とコイル３２との位置関係（例えば離間距離等）を確認しながら固定していく。これにより、コイル３２の中心部と永久磁石３１の中心部とが、平面視で出来る限り重なるような位置に、コイル３２を配置できる。このようにして、保持部材２６を支持部２３に装着（固定）できる。

　【００５６】

　このように、窓部２６３ａ、２６３ｂを備えることで、永久磁石３１に対してコイル３２を適正な位置に設けることができる。このため、可動部２２が揺動（回動）したときに、永久磁石３１とコイル３２とが接触することを回避できるので、可動部２２の揺動の安定性を高めることができる。したがって、ガラス板２１から出射された光の光路の安定性をより高めることができる。窓部２６３ａ、２６３ｂを設けるという比較的簡単な構成で、コイル３２の相対位置を把握できるため、コイル３２の配置にかかる時間を短縮することができ、その結果、光路偏向素子２の生産性を高めることができる。

　【００５７】

　特に、前述したように、窓部２６３ａ、２６３ｂは、それぞれ、コイル３２および永久磁石３１の双方を視認できる位置に設けられ、かつ、これらを視認できる大きさに形成されているため、永久磁石３１に対するコイル３２の相対位置をより把握し易くなっている。このため、適正な位置に、コイル３２をより確実に配置することができる。

　【００５８】

　窓部２６３ａ、２６３ｂが、コイル３２の１つの対角線上の互いに対向する角部３２１ａ、３２１ｂに対応する位置に設けられているため、コイル３２の全周での相対位置を容易かつ確実に把握できる。このため、コイル３２を適正な位置に設けることが特に容易となる。さらには、複数の光路偏向素子２を製造する場合にも、光路偏向素子２間でコイル３２の配置のばらつきを抑制することができ、歩留まりも向上する。

　【００５９】

　上述した説明では、２つの窓部２６３ａ、２６３ｂは、それぞれ、コイル３２の角部３２１ａ、３２１ｂに対応する位置に設けられていたが、コイル３２の相対位置を確認できる箇所であれば、上記の位置に限定されない。互いに対向する角部３２１ａ、３２１ｂでなくても、コイル３２の互いに異なる２箇所以上に窓部２６３ａ、２６３ｂを設けることで、コイル３２の全周での相対位置をより容易に把握できる。

　【００６０】

　前述したように、光路偏向素子２では、断面視で、永久磁石３１の一部がコイル３２と重なっている。このような構成の光路偏向素子２は、断面視で、永久磁石３１とコイル３２とが重なっていない構成に比べ、コイル３２を配置したときに、永久磁石３１と接触する可能性が高い。そのため、断面視で永久磁石３１の一部がコイル３２と重なっている構成の光路偏向素子２であると、前記のように窓部２６３ａ、２６３ｂを介してコイル３２の相対位置を把握することが可能であるという効果を特に顕著に発揮できる。

　【００６１】

　上述した説明では、２つの窓部２６３ａ、２６３ｂは、それぞれ、貫通孔であったが、スリット状の切り欠き等であってもよい。窓部２６３ａ、２６３ｂは、貫通孔の開口にプラスチックやガラスのような透明な平板を装着した構成であってもよいし、貫通孔の開口にレンズを装着し、コイル３２を拡大して視認し得るような構成であってもよい。しかしながら、貫通孔で構成された窓部２６３ａ、２６３ｂは、その形成が容易であり、光路偏向素子２間での窓部２６３ａ、２６３ｂの構成のばらつきを低減し易い。このため、光路偏向素子２の生産性の向上や歩留まりの向上に特に寄与することができる。

　【００６２】

　窓部２６３ａ、２６３ｂの平面視形状は、円形であるが、窓部２６３ａ、２６３ｂの平面視形状は、これに限定されず、四角形の多角形や、半円形等でいかなる形状であってもよい。複数の窓部２６３ａ、２６３ｂは、互いに異なる形状や大きさであってもよい。

　【００６３】

　窓部は、コイル３２の相対位置を視認することが可能であれば、その数は限定されず、１つでも、３つ以上でもよいが、複数（２つ以上）であることが好ましい。窓部を複数有することで、コイル３２全周の相対位置をより容易に把握できるためである。窓部が１つの場合には、その１つの窓部を介してコイル３２の異なる箇所が見えるように、窓部を形成することが好ましい。図９に示すように、保持部２６１の１つの対角線に沿った長手形状の窓部２６３を形成し、この窓部２６３を介して、コイル３２の２つの角部３２１ａ、３２１ｂを視認し得る構成とすればよい。

　【００６４】

　以上のような構成の保持部材２６は、非磁性材料で構成されている。保持部材２６を非磁性体材料で構成することにより、保持部材２６が、コイル３２および永久磁石３１により生じる駆動力の妨げになるのを防ぐことができる。そのため、揺動しているガラス板２１に、保持部材２６に起因する不要な振動が発生することを抑制できる。

　【００６５】

　非磁性材料としては、アルミニウム、チタン、銅またはこれらのうちのいずれかを含む合金、オーステナイト系のステンレス鋼等の各種金属材料や、各種樹脂材料、各種ガラス材料、各種セラミックス材料等が挙げられる。中でも特に、アルミニウムやオーステナイト系のステンレス鋼ＳＵＳであることが好ましく、アルミニウムで構成されていることがより好ましい。アルミニウムやオーステナイト系のステンレス鋼ＳＵＳは、熱伝導性に優れているため、プロジェクター１内の他の部材（制御回路１２０と画像信号処理回路１２２等）やコイル３２から生じた熱等が保持部材２６や支持部２３等に伝達されるのを低減できる。

　【００６６】

　≪第２実施形態≫

　次に、本発明の光学デバイスの第２実施形態を適用した光路偏向素子について説明する。

　【００６７】

　図１０は、本発明の第２実施形態にかかるプロジェクター（画像表示装置）が備える光路偏向素子の部分拡大図であり、（ａ）が部分拡大平面図（裏面図）であり、（ｂ）が断面図である。図１０において、前述した実施形態と同様の構成については、同一符号を付している。

　【００６８】

　本実施形態にかかる光路偏向素子２は、コイル３２の構成と、永久磁石３１に対するコイル３２の配置とが異なる以外、第１実施形態にかかる光路偏向素子２と同様である。

　【００６９】

　図１０に示す光路偏向素子２が備えるコイル３２は、その外形寸法が、永久磁石３１の外形寸法よりも大きく、かつ、その内形寸法が永久磁石３１の外形寸法よりも小さくなるように構成されている。コイル３２は、永久磁石３１に対向し、永久磁石３１の厚さ方向（ｚ軸方向）で永久磁石３１と離間するように配置されている。このため、図１０（ａ）に示すように、平面視で、コイル３２の内縁３２１と外縁３２２との間に永久磁石３１の外縁３１１が位置しており、図１０（ｂ）に示すように、断面視で、コイル３２と永久磁石３１とは重なっていない。

　【００７０】

　図１０に示す構成のコイル３２であると、保持部材２６を支持部２３に配置した状態では、コイル３２の存在によって、窓部２６３ａ、２６３ｂを介して永久磁石３１の角部３１１ａ、３１１ｂを視認できない場合がある。このような場合には、保持部材２６を支持部２３に配置した後に、保持部材２６をｘｙ平面内で移動し、２つの窓部２６３ａ、２６３ｂを介して永久磁石３１の角部３１１ａ、３１１ｂを視認できる状態にして、永久磁石３１とコイル３２との位置関係を把握する。前記のように把握した位置関係を考慮して、再び、保持部材２６を動かして角部３１１ａ、３１１ｂが視認できない位置に保持部材２６を移動する。これにより、適正な位置に、コイル３２を配置できる。

　【００７１】

　２つの窓部２６３ａ、２６３ｂを介して永久磁石３１の角部３１１ａ、３１１ｂを視認することができないことを確認することによっても、永久磁石３１の外縁３１１がコイル３２の内縁３２１と外縁３２２との間に位置していることを把握できる。

　以上のような第２実施形態においても、第１実施形態と同様の作用、効果が得られる。

　【００７２】

　≪第３実施形態≫

　次に、本発明の光学デバイスの第２実施形態を適用した光路偏向素子について説明する。

　【００７３】

　図１１は、本発明の第３実施形態にかかるプロジェクター（画像表示装置）が備える光路偏向素子の部分拡大図であり、（ａ）が部分拡大平面図（上面図）であり、（ｂ）が断面図である。図１１において、前述した実施形態と同様の構成については、同一符号を付している。

　【００７４】

　本実施形態にかかる光路偏向素子２は、コイル３２の構成と、永久磁石３１に対するコイル３２の配置とが異なり、さらに、保持部材２６に窓部が設けられておらず、可動部２２に窓部２２２ａ、２２２ｂが設けられていることが異なる以外、第１実施形態にかかる光路偏向素子２と同様である。

　【００７５】

　図１１に示す光路偏向素子２が備えるコイル３２は、その外形寸法が、永久磁石３１の外形寸法とほぼ等しくなるように構成されている。コイル３２は、永久磁石３１に対向し、永久磁石３１の厚さ方向（ｚ軸方向）で永久磁石３１と離間するように配置されている。このため、図１１（ａ）に示すように、平面視で、コイル３２の外縁３２２と永久磁石３１の外縁３１１とがほぼ重なり、図１１（ｂ）に示すように、断面視で、コイル３２と永久磁石３１とは重なっていない。このように永久磁石３１とコイル３２とが配置されていることで、光路偏向素子２の幅（ｙ軸方向の長さ）をより小さくできる。

　【００７６】

　可動部２２が備える窓部２２２ａは、永久磁石３１の角部３１１ａに対応する位置に形成されており、図１１（ａ）に示すように、窓部２２２ａの一部を介して角部３１１ａを視認することができる。一方、窓部２２２ｂは、永久磁石３１の角部３１１ｂに対応する位置に形成されており、図１１（ａ）に示すように、窓部２２２ｂの一部を介して角部３１１ｂを視認することができる。

　【００７７】

　図１１に示す構成のコイル３２であると、保持部材２６を支持部２３に配置した状態では、コイル３２の存在によって、窓部２２２ａ、２２２ｂを介してコイル３２の外縁３２２の角部３２２ａ、３２２ｂを視認できない場合がある。このような場合には、保持部材２６を支持部２３に配置した後に、可動部２２または保持部材２６をｘｙ平面内で移動し、２つの窓部２２２ａ、２２２ｂを介してコイル３２の角部３２２ａ、３２２ｂを視認できる状態にして、永久磁石３１とコイル３２との位置関係を把握する。前記のように把握した位置関係を考慮して、再び、角部３２２ａ、３２２ｂが視認できない位置に可動部２２や保持部材２６を移動する。これにより、適正な位置に、コイル３２を配置できる。

　【００７８】

　２つの窓部２２２ａ、２２２ｂを介してコイル３２の角部３２２ａ、３２２ｂを視認することができないことを確認することによっても、永久磁石３１の外縁３１１と、コイル３２の外縁３２２とが平面視でほぼ重なっていることを把握できる。

　【００７９】

　以上のような第３実施形態においても、第１実施形態および第２実施形態と同様の永久磁石３１およびコイル３２の配置を適用できる。

　【００８０】

　以上、本発明の光学デバイスおよび画像表示装置について、図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。本発明の光学デバイスおよび画像表示装置では、各部の構成は、同様の機能を有する任意の構成のものに置換することができ、他の任意の構成を付加できる。

　【００８１】

　前述した実施形態では、光学部として光透過性を有するガラス板を用いた構成について説明したが、光学部としては、光反射性を有するミラーであってもよい。このような場合には、本発明の光学デバイスを光走査用の光学デバイスや、光スイッチ、光アッテネーター等として利用可能となる。

　【００８２】

　前述した実施形態では、画像表示装置として、液晶プロジェクターについて説明したが、光走査用の光学デバイスを用いた光走査型のプロジェクターであってもよい。画像表示装置としては、プロジェクターに限定されず、その他、プリンター、スキャナー、ヘッドマウントディスプレイ（ＨＭＤ）、ヘッドアップディスプレイ（ＨＵＤ）等にも適用可能である。

【符号の説明】

　【００８３】

　１……プロジェクター

　１０２……光源

　１０４ａ、１０４ｂ、１０４ｃ……ミラー

　１０６ａ、１０６ｂ……ダイクロイックミラー

　１０８Ｂ、１０８Ｇ、１０８Ｒ……液晶表示素子

　１１０……ダイクロイックプリズム

　１１２……投射レンズ系

　１２０……制御回路

　１２２……画像信号処理回路

　２……光路偏向素子

　２１……ガラス板

　２２……可動部

　２２２ａ、２２２ｂ……窓部

　２２１……貫通孔

　２３……支持部

　２４ａ、２４ｂ……軸部

　２６……保持部材

　２６１……保持部

　２６２……固定部

　２６３、２６３ａ、２６３ｂ……窓部

　２６４……ネジ

　３……駆動機構

　３１……永久磁石

　３１１……外縁

　３１１ａ、３１１ｂ……角部

　３２……コイル

　３２１……内縁

　３２１ａ、３２１ｂ……角部（内縁の角部）

　３２２……外縁

　３２２ａ、３２２ｂ……角部（外縁の角部）

　３３……電圧印加部

　８……スクリーン

　Ｊ……揺動軸

　ＬＬ……映像光

　Ｐ１、Ｐ２……画像表示位置

　Ｐｘ……画素

　Ｒｖ、Ｇｖ、Ｂｖ……データ信号

　Ｖｉｄ……画像信号

【書類名】特許請求の範囲

【請求項１】

　光が入射する光入射面を有する光学部と、

　前記光学部を支持する可動部と、

　前記可動部を揺動軸まわりに揺動可能に支持する軸部と、

　前記可動部に設けられた永久磁石と、

　前記可動部に対向して設けられ、前記永久磁石に作用する磁界を発生させる空芯コイルと、

　前記空芯コイルの前記永久磁石と反対側に設けられ、かつ、前記空芯コイルを保持するコイル保持部材と、を備え、

　前記コイル保持部材は、窓部を有し、

　前記窓部を介して、前記空芯コイルの縁部を視認することが可能であることを特徴とする光学デバイス。

【請求項２】

　前記空芯コイルは、平面視で、四角形状の外形を有しており、

　前記窓部は、前記窓部を介して前記空芯コイルの角部を視認することが可能である位置に設けられている請求項１に記載の光学デバイス。

【請求項３】

　光が入射する光入射面を有する光学部と、

　前記光学部を支持する可動部と、

　前記可動部を揺動軸まわりに揺動可能に支持する軸部と、

　前記可動部に設けられた永久磁石と、

　前記可動部に対向して設けられ、前記永久磁石に作用する磁界を発生させる空芯コイルと、

　前記空芯コイルの前記永久磁石と反対側に設けられ、かつ、前記空芯コイルを保持するコイル保持部材と、を備え、

　前記可動部は、窓部を有し、

　前記窓部を介して、前記永久磁石の縁部を視認することが可能であることを特徴とする光学デバイス。

【請求項４】

　前記永久磁石は、平面視で、四角形状の外形を有しており、

　前記窓部は、前記窓部を介して前記永久磁石の角部を視認することが可能である位置に設けられている請求項３に記載の光学デバイス。

【請求項５】

　前記窓部は、前記窓部を介して前記永久磁石および前記空芯コイルの位置関係を把握することが可能である位置に設けられている請求項１に記載の光学デバイス。

【請求項６】

　前記窓部は、前記窓部を介して前記永久磁石および前記空芯コイルの位置関係を把握することが可能である位置に設けられている請求項２に記載の光学デバイス。

【請求項７】

　前記窓部は、前記窓部を介して前記永久磁石および前記空芯コイルの位置関係を把握することが可能である位置に設けられている請求項３に記載の光学デバイス。

【請求項８】

　前記窓部は、前記窓部を介して前記永久磁石および前記空芯コイルの位置関係を把握することが可能である位置に設けられている請求項４に記載の光学デバイス。

【請求項９】

　前記窓部は、貫通孔である請求項１に記載の光学デバイス。

【請求項１０】

　前記窓部を複数有する請求項１に記載の光学デバイス。

【請求項１１】

　複数の前記窓部は、異なる箇所を視認することが可能である位置に設けられている請求項１０に記載の光学デバイス。

【請求項１２】

　前記コイル保持部材は、非磁性材料である請求項１に記載の光学デバイス。

【請求項１３】

　前記可動部および前記軸部は、それぞれ樹脂材料を含んでいる請求項１に記載の光学デバイス。

【請求項１４】

　前記光学部は、光透過性を有している請求項１に記載の光学デバイス。

【請求項１５】

　請求項１に記載の光学デバイスを備えることを特徴とする画像表示装置。

【請求項１６】

　前記光学デバイスで光を空間変調させることにより、前記光の照射によって表示される画素の位置をずらすように構成されている請求項１５に記載の画像表示装置。

【書類名】要約書

【要約】

【課題】永久磁石と空芯コイルとの位置関係を把握することができ、空芯コイルを所望の

位置に配置することができる光学デバイス、および、かかる光学デバイスを備えた画像表示装置を提供すること。

【解決手段】光路偏向素子２は、光が入射する光入射面を有するガラス板２１と、ガラス

板２１を支持する可動部２２と、可動部２２を揺動軸Ｊまわりに揺動可能に支持する軸部２４ａ、２４ｂと、可動部２２に設けられた永久磁石３１と、可動部２２に対向して設けられ、永久磁石３１に作用する磁界を発生させるコイル３２と、コイル３２の永久磁石３１と反対側に設けられ、かつ、コイル３２を保持する保持部材２６と、を備え、保持部材２６は、窓部２６３を有し、窓部２６３を介して、コイル３２の内縁３２１を視認することが可能である。

【選択図】図８

【書類名】図面

【図１】