

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6253915号
(P6253915)

(45) 発行日 平成29年12月27日(2017.12.27)

(24) 登録日 平成29年12月8日(2017.12.8)

(51) Int.Cl.

F 1

H02K	33/18	(2006.01)	H02K	33/18	C
G02B	26/08	(2006.01)	G02B	26/08	E
B81B	3/00	(2006.01)	B81B	3/00	

請求項の数 9 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2013-160425 (P2013-160425)
(22) 出願日	平成25年8月1日 (2013.8.1)
(65) 公開番号	特開2015-31786 (P2015-31786A)
(43) 公開日	平成27年2月16日 (2015.2.16)
審査請求日	平成28年7月22日 (2016.7.22)

(73) 特許権者	000236436 浜松ホトニクス株式会社 静岡県浜松市東区市野町 1126番地の1
(74) 代理人	100088155 弁理士 長谷川 芳樹
(74) 代理人	100113435 弁理士 黒木 義樹
(74) 代理人	100124291 弁理士 石田 悟
(72) 発明者	足立 訓秀 静岡県浜松市東区市野町 1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内
(72) 発明者	木元 正国 静岡県浜松市東区市野町 1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】アクチュエータ装置及びミラー駆動装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

支持部と、

導体が配置された可動部と、

前記導体に接続される配線が配置され、前記可動部を前記支持部に摇動可能に連結するトーションバー部と、を備え、

前記トーションバー部は、前記トーションバー部の摇動軸に沿う第一方向に延び、前記第一方向と交差する第二方向に併置される複数の直状部分と、対応する前記直状部分の端を連結する折り返し部分と、を有する蛇行形状を呈しており、

前記配線は、前記折り返し部分に配置される第一配線部分と、前記第一配線部分に接続されると共に各前記直状部分に配置される第二配線部分と、を有し、

前記第一配線部分は、前記折り返し部分に形成された溝内に埋め込まれるように配置され、第一金属材料によって構成されるダマシン配線部分を含み、

前記第二配線部分は、前記直状部分上に配置され、前記第一金属材料よりも塑性変形し難い第二金属材料によって構成されていることを特徴とするアクチュエータ装置。

【請求項 2】

前記第一配線部分は、前記溝の開口を覆うように前記ダマシン配線部分上に配置され、前記第二金属材料によって構成される部分を更に含むことを特徴とする請求項 1 に記載のアクチュエータ装置。

【請求項 3】

10

20

前記トーションバー部と前記支持部との接続箇所及び前記トーションバー部と前記可動部との接続箇所は、前記トーションバー部の前記第二方向での中央部分を通り前記第一方向に延びる仮想線上に位置していることを特徴とする請求項1又は2に記載のアクチュエータ装置。

【請求項4】

前記トーションバー部は、前記複数の直状部分のうち前記第二方向で最も外側に位置する一方の直状部分と前記支持部とを接続する第一接続部分と、前記複数の直状部分のうち前記第二方向で最も外側に位置する他方の直状部分と前記可動部とを接続する第二接続部分と、を更に有し、

前記配線は、前記第一配線部分に接続されると共に前記第一及び第二接続部分にそれぞれ配置される第三配線部分を更に有していることを特徴とする請求項3に記載のアクチュエータ装置。 10

【請求項5】

前記第三配線部分は、前記第一及び第二接続部分にそれぞれ形成された溝内に埋め込まれるように配置され、前記第一金属材料によって構成されるダマシン配線部分を含むことを特徴とする請求項4に記載のアクチュエータ装置。

【請求項6】

前記第二金属材料は、A1又はA1を含む合金からなることを特徴とする請求項1～5のいずれか一項に記載のアクチュエータ装置。

【請求項7】

前記可動部は、前記トーションバー部が連結される第一部分と、前記トーションバー部の揺動軸に直交する方向に延びる揺動軸周りに揺動可能に前記第一部分に支持される第二部分と、を有することを特徴とする請求項1～6のいずれか一項に記載のアクチュエータ装置。 20

【請求項8】

前記可動部には、前記導体としてコイルが配置されており、

前記コイルに磁界を作成させる磁界発生部を更に備えることを特徴とする請求項1～7の何れか一項に記載のアクチュエータ装置。

【請求項9】

請求項1～8のいずれか一項に記載のアクチュエータ装置と、

前記可動部に配置されるミラーと、を備えることを特徴とするミラー駆動装置。 30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アクチュエータ装置と、ミラー駆動装置と、に関する。

【背景技術】

【0002】

アクチュエータ装置として、支持部と、コイルが配置された可動部と、コイルに磁界を作成させる磁界発生部と、コイルに接続される配線が配置され、可動部を支持部に揺動可能に連結するトーションバー部と、を備えるものが知られている（例えば、特許文献1参照）。上記トーションバー部は、当該トーションバー部の揺動軸に沿う第一方向に延び、第一方向と交差する第二方向に併置される複数の直状部分と、複数の直状部分の両端を交互に連結する複数の折り返し部分と、有する蛇行形状を呈している。 40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2012-088487号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

10

20

30

40

50

本発明は、配線の低抵抗化を図りつつ、配線が可動部の揺動を阻害するのを抑制するこ
とが可能なアクチュエータ装置及びミラー駆動装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明者らは、調査研究の結果、以下のような事実を新たに見出した。

【0006】

トーションバー部が上述したような蛇行形状を呈している場合、トーションバー部に配置
される配線は、各折り返し部分に配置される配線部分と、当該配線部分に接続されると
共に各直状部分に配置される配線部分と、を有する。折り返し部分に配置される配線部分
は、その形状に起因して、直状部分に配置される配線部分よりも抵抗が高いため、配線全
体での抵抗が高い。¹⁰ 配線の抵抗が高いと、当該配線が発熱すると共に、コイルに供給する
電流量を十分に確保することが難しい。コイルへの電流量を十分に確保できない場合、可
動部の揺動範囲が狭くなる。

【0007】

配線がCuからなるダマシン配線である構成を採用することにより、トーションバー部
に配置される配線全体での抵抗を大幅に低くすることが可能となる。しかしながら、配線
がCuからなるダマシン配線である場合、配線が可動部の揺動を阻害する懼れがある。

【0008】

上述したような蛇行形状を呈しているトーションバー部では、可動部がトーションバー
部の揺動軸周りに揺動すると、トーションバー部の揺動軸に沿う第一方向に延びる直状部
分に大きな応力が作用する。このため、例えば、可動部がトーションバー部の揺動軸周り
の一方向に揺動した場合、直状部分に位置する、Cuからなるダマシン配線に大きな応力
が作用し、Cuからなるダマシン配線自体が塑性変形する。配線（ダマシン配線）が塑性
変形した状態では、可動部が初期位置に戻らない、又は、可動部がトーションバー部の揺
動軸周りの上記一方向とは反対方向に揺動する際に機械的な抵抗が生じる懼れがある。²⁰

【0009】

本発明者らは、配線の低抵抗化を図りつつ、配線が可動部の揺動を阻害するのを抑制し
得る構成について鋭意研究を行った。

【0010】

その結果、本発明者らは、大きな応力が作用する直状部分に配置される配線部分が、Cu
からなるダマシン配線ではなく、Cuよりも塑性変形が生じ難い金属材料からなる配線
である構成の採用により、直状部分に位置する配線部分の塑性変形を抑制し得ることを想
到するに至った。一方で、本発明者らは、折り返し部分に作用する応力は直状部分に比し
て低いことに着目し、折り返し部分に配置される配線部分がCuからなるダマシン配線で
ある構成の採用により、配線の低抵抗化を図り得ることを想到するに至った。特に、折り
返し部分に配置される配線部分は、上述したように、その形状に起因して、抵抗が比較的
高いため、折り返し部分に配置される配線部分がCuからなるダマシン配線である構成の
採用により、配線の抵抗を低く抑えることが可能である。³⁰

【0011】

すなわち、本発明に係るアクチュエータ装置は、支持部と、導体が配置された可動部と
、導体に接続される配線が配置され、可動部を支持部に揺動可能に連結するトーションバ
ー部と、を備え、トーションバー部は、トーションバー部の揺動軸に沿う第一方向に延び
、第一方向と交差する第二方向に併置される複数の直状部分と、複数の直状部分の両端を
交互に連結する複数の折り返し部分と、を有する蛇行形状を呈しており、配線は、各折り
返し部分に配置される第一配線部分と、第一配線部分に接続されると共に各直状部分に配
置される第二配線部分と、を有し、第一配線部分は、折り返し部分に形成された溝内に埋
め込まれるように配置され、Cuからなる第一金属材料によって構成されるダマシン配線
部分を含み、第二配線部分は、直状部分上に配置され、第一金属材料よりも塑性変形し難
い第二金属材料によって構成されていることを特徴とする。⁴⁰

【0012】

10

20

30

40

50

本発明に係るアクチュエータ装置では、折り返し部分に配置される第一配線部分が、C字からなる第一金属材料によって構成されるダマシン配線部分を含むため、トーションバー部に配置される配線の低抵抗化を図ることができる。直状部分に配置される第二配線部分が、第一金属材料よりも塑性変形し難い第二金属材料によって構成されるため、直状部分に大きな応力が作用する場合でも、第二配線部分の塑性変形が抑制される。したがって、トーションバー部に配置される配線が可動部の揺動を阻害するのを抑制することができる。

【0013】

第一配線部分は、溝の開口を覆うようにダマシン配線部分上に配置され、第二金属材料によって構成される部分を更に含んでもよい。この場合、第一配線部分の抵抗を更に低くできる。10

【0014】

ダマシン配線部分では、その製造過程での工程に起因して、折り返し部分の表面側に位置化する角縁が局所的に減肉されて、断面積が減少する懼れがある。ダマシン配線部分の断面積が減少すると、第一配線部分の抵抗が高くなる。しかしながら、第一配線部分が、溝の開口を覆うようにダマシン配線部分上に配置される部分を更に含んでいるため、ダマシン配線部分が減肉された場合でも、第一配線部分の抵抗が高くなるのを防ぐことができる。

【0015】

トーションバー部と支持部との接続箇所及びトーションバー部と可動部との接続箇所は、トーションバー部の第二方向での中央部分を通り第一方向に延びる仮想線上に位置していてもよい。20

【0016】

トーションバー部の共振周波数は、トーションバー部の幅とトーションバー部の第一方向での長さで決まる。ところで、直状部分に作用する応力を小さくする構成として、直状部分の数を増やすことが考えられる。直状部分は、第一方向ではなく、第二方向に併置されているため、直状方向の数を増やした場合でも、トーションバー部の第一方向での長さが変わることはない。このため、トーションバー部の共振周波数を所望の値に設定するための、トーションバー部の設計が容易となる。

【0017】

トーションバー部は、複数の直状部分のうち第二方向で最も外側に位置する一方の直状部分と支持部とを接続する第一接続部分と、複数の直状部分のうち第二方向で最も外側に位置する他方の直状部分と可動部とを接続する第二接続部分と、を更に有し、配線は、第一配線部分に接続されると共に第一及び第二接続部分にそれぞれ配置される第三配線部分を更に有していてもよい。

【0018】

第三配線部分は、第一及び第二接続部分にそれぞれ形成された溝内に埋め込まれるように配置され、第一金属材料によって構成されるダマシン配線部分を含んでもよい。この場合、配線が第三配線部分を有している場合でも、配線の抵抗が高くなるのを抑制して、配線の低抵抗化を確実に図ることができる。40

【0019】

第二金属材料は、A1又はA1を含む合金からなっていてもよい。この場合、第二配線部分の塑性変形を極めて良好に抑制することができる。

【0020】

可動部は、トーションバー部が連結される第一部分と、トーションバー部の揺動軸に直交する方向に延びる揺動軸周りに揺動可能に第一部分に支持される第二部分と、を有していてもよい。この場合、可動部の第二部分を直交する二軸周りにそれぞれ揺動させることができる。

【0021】

可動部には、導体としてコイルが配置されており、コイルに磁界を作成させる磁界発生50

部を更に備えていてもよい。この場合、磁界が作用しているコイルに電流を流すことにより可動部を揺動させることができる。

【0022】

本発明に係るミラー駆動装置は、上記アクチュエータ装置と、可動部に配置されるミラーと、を備えることを特徴とする。

【0023】

本発明に係るミラー駆動装置では、上述したように、トーションバー部に配置される配線の低抵抗化を図ることができると共に、トーションバー部に配置される配線が可動部の揺動を阻害するのを抑制することができる。

【発明の効果】

10

【0024】

本発明によれば、配線の低抵抗化を図りつつ、配線が可動部の揺動を阻害するのを抑制することが可能なアクチュエータ装置及びミラー駆動装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本実施形態に係るミラー駆動装置を示す斜視図である。

【図2】図1に示すミラー駆動装置の上面図である。

【図3】図1に示すミラー駆動装置における回路を説明するための図である。

【図4】トーションバー部の構成を説明するための図である。

20

【図5】図4のV-V線に沿った断面構成を説明するための図である。

【図6】図4のVI-VI線に沿った断面構成を説明するための図である。

【図7】図4のVII-VII線に沿った断面構成を説明するための図である。

【図8】図4のVIII-VIII線に沿った断面構成を説明するための図である。

【図9】図4のIX-IX線に沿った断面構成を説明するための図である。

【図10】図4のX-X線に沿った断面構成を説明するための図である。

【図11】トーションバー部に生じる応力の状態を説明するための図である。

【図12】配線の構成の変形例を説明するための図である。

【図13】配線の構成の変形例を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

30

以下、添付図面を参照して、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、説明において、同一要素又は同一機能を有する要素には、同一符号を用いることとし、重複する説明は省略する。

【0027】

図1～図3を参照して、本実施形態に係るミラー駆動装置1の構成を説明する。図1は、本実施形態に係るミラー駆動装置を示す斜視図である。図2は、図1に示すミラー駆動装置の上面図である。図3は、図1に示すミラー駆動装置における回路を説明するための図である。

【0028】

図1～図3に示されるように、ミラー駆動装置1は、アクチュエータ装置2とミラー3とを備える。アクチュエータ装置2は、磁界発生部4と、支持部6と、可動部8と、一対のトーションバー部10と、を備える。

40

【0029】

ミラー3は、金属薄膜により構成された光反射膜である。ミラー3は、平面視で、円形状を呈している。ミラー3に用いられる金属材料は、例えばアルミ(A1)、金(Au)、又は銀(Ag)が挙げられる。

【0030】

磁界発生部4は矩形状を呈する平板である。磁界発生部4は、一対の主面4a, 4b(不図示)を有する。磁界発生部4は可動部8に磁界を作用させる。磁界発生部4での磁極の配列がハルバッハ配列とされている。磁界発生部4は、例えば永久磁石などにより構成

50

される。

【0031】

支持部6は、外側輪郭が矩形状を呈する枠体である。支持部6は、磁界発生部4上に、主面4aに対向するように配置されている。支持部6は、一対のトーションバー部10を介して可動部8を支持する。可動部8は、支持部6の内側に位置している。可動部8は、第一可動部分81と、第二可動部分82と、ミラー配置部分83と、を有している。本実施形態では、支持部6、可動部8、及びトーションバー部10は、一体に形成されており、例えばS1からなる。

【0032】

第一可動部分81は、支持部6の内側に位置すると共に、外側輪郭が矩形状を呈する平板状の枠体である。第一可動部分81は、トーションバー部10が連結され、支持部6と離間して配置されている。第一可動部分81は、一対のトーションバー部10を介して支持部6に振動可能に支持されている。すなわち、各トーションバー部10は、第一可動部分81を支持部6に振動可能に連結している。第一可動部分81は、磁界発生部4と対向する主面と、当該主面の裏面である主面81aを有する。各トーションバー部10は、後述するように、蛇行形状を呈している。

10

【0033】

第二可動部分82は、第一可動部分81の内側に位置すると共に、外側輪郭が矩形状を呈する平板状の枠体である。第二可動部分82は、第一可動部分81と離間して配置されている。第二可動部分82は、一対のトーションバー部14を介して第一可動部分81に振動可能に支持されている。すなわち、各トーションバー部14は、第二可動部分82を第一可動部分81に振動可能に連結している。第二可動部分82も、第一可動部分81と同様に、磁界発生部4と対向する主面と、当該主面の裏面である主面82aを有する。各トーションバー部14は、直状とされ、同一直線状に位置している。本実施形態では、トーションバー部14も、支持部6、可動部8、及びトーションバー部10と一緒に形成されており、S1からなる。

20

【0034】

トーションバー部10の振動軸はトーションバー部14の振動軸と交差している。本実施形態においては、トーションバー部10の振動軸は、トーションバー部14の振動軸と直交している。すなわち、第二可動部分82は、トーションバー部10の振動軸に直交する方向に延びる振動軸周りに振動可能に、第一可動部分81に支持されている。

30

【0035】

ミラー配置部分83は、第二可動部分82の内側に位置すると共に、円形状を呈している。ミラー配置部分83は、第二可動部分82と一緒に化されており、第二可動部分82と一緒に振動する。ミラー配置部分83は、磁界発生部4と対向する主面と、当該主面の裏面である主面83aを有する。ミラー3は、ミラー配置部分83の主面83a上に配置されている。

【0036】

アクチュエータ装置2(ミラー駆動装置1)は、図3にも示されるように、第一可動部分81に配置されるコイル16と、第二可動部分82に配置されるコイル18と、を備えている。コイル16は、第一可動部分81の主面81a側に配置されている。コイル18は、第二可動部分82の主面82a側に配置されている。本実施形態では、第一可動部分81に配置される導体としてコイル16が用いられ、第二可動部分82に配置される導体としてコイル18が用いられている。

40

【0037】

コイル16は、主面81aに直交する方向から見て、スパイラル状に複数周回回されている。コイル16の一端はコイル16の外側に位置し、コイル16の他端はコイル16の内側に位置する。コイル16の外側端部には、引き出し導体16aの一端が電気的に接続されている。コイル16の内側端部には、引き出し導体16bの一端が電気的に接続されている。

50

【0038】

引き出し導体 16a, 16b は、主に一方のトーションバー部 10 上に配置され、第一可動部分 81 から支持部 6 に至っている。引き出し導体 16a, 16b の他端は、支持部 6 の表面に配置された電極 17a, 17b に電気的に接続されている。電極 17a, 17b は、図示しない制御回路などに電気的に接続されている。引き出し導体 16a は、コイル 16 の上方を通るようにコイル 16 と立体的に交差している。

【0039】

コイル 18 は、主面 82a に直交する方向から見て、スパイラル状に複数周回巻回されている。コイル 18 の一端はコイル 18 の外側に位置し、コイル 18 の他端はコイル 18 の内側に位置する。コイル 18 の外側端部には、引き出し導体 18a の一端が電気的に接続されている。コイル 18 の内側端部には、引き出し導体 18b の一端が電気的に接続されている。

【0040】

引き出し導体 18a, 18b は、主にトーションバー部 14 上、第一可動部分 81 上、及び一方のトーションバー部 10 上に配置され、第二可動部分 82 から他方のトーションバー部 10 に至っている。引き出し導体 18a, 18b の他端は、支持部 6 の表面に配置された電極 19a, 19b に電気的に接続されている。電極 19a, 19b は、図示しない上記制御回路などに電気的に接続されている。引き出し導体 18a, 18b は、コイル 16 の上方を通るようにコイル 16 と立体的に交差している。

【0041】

ここで、図 4 を参照して、各トーションバー部 10 の構成について説明する。図 4 は、トーションバー部の構成を説明するための図である。

【0042】

図 4 に示されるように、各トーションバー部 10 は、複数の直状部分 10a (本実施形態では九つの直状部分 10a₁ ~ 10a₉) と、複数の折り返し部分 10b (本実施形態では八つの折り返し部分 10b₁ ~ 10b₈) と、一对の接続部分 10c, 10d を有している。直状部分 10a₁ ~ 10a₉ は、トーションバー部 10 の揺動軸 L に沿う第一方向に延びてあり、第一方向と交差する第二方向に併置されている。折り返し部分 10b₁ ~ 10b₈ は、第二方向に延びて設けられている。本実施形態では、第一方向と第二方向とが直交している。

【0043】

折り返し部分 10b₁ ~ 10b₈ は、直状部分 10a₁ ~ 10a₉ のうち、第二方向で隣り合う二つの直状部分 10a₁ ~ 10a₉ の端同士を連結している。例えば、直状部分 10a₁, 10a₂ それぞれ一方の端は、折り返し部分 10b₁ に連結されている。このように、折り返し部分 10b₁ ~ 10b₈ は、直状部分 10a₂ ~ 10a₈ の両端を交互に連結している。本実施形態では、折り返し部分 10b₁, 10b₂, 10b₇, 10b₈ は直状であり、折り返し部分 10b₃ ~ 10b₆ は湾曲している。

【0044】

直状部分 10a₁ の他方の端は、接続部分 10d の一方の端に連結されている。直状部分 10a₁ は、直状部分 10a₁ ~ 10a₉ のうち第二方向で最も外側に位置する一方の直状部分である。接続部分 10d の他方の端は、接続箇所 11b において可動部 8 に連結されている。すなわち、接続部分 10d は、直状部分 10a₁ と可動部 8 とを接続している。

【0045】

直状部分 10a₉ の一方の端は、接続部分 10c の一方の端に連結されている。直状部分 10a₉ は、直状部分 10a₁ ~ 10a₉ のうち第二方向で最も外側に位置する他方の直状部分である。接続部分 10d の他方の端は、接続箇所 11a において支持部 6 に連結されている。すなわち、接続部分 10c は、直状部分 10a₉ と支持部 6 とを接続している。

【0046】

10

20

30

40

50

直状部分 10 a₁ ~ 10 a₉、折り返し部分 10 b₁ ~ 10 b₈、及び接続部分 10 c、10 d により、トーションバー部 10 は蛇行形状を呈している。接続箇所 11 a, 11 b は、揺動軸 L に沿う方向に延びる仮想線上に位置している。仮想線は、トーションバー部 10 の第二方向での中央部分を通っている。

【0047】

次に、図 5 ~ 図 10 を参照して、トーションバー部 10 に配置された配線 20 について説明する。図 5 は、図 4 の V - V 線に沿った断面構成を説明するための図である。図 6 は、図 4 の VI - VI 線に沿った断面構成を説明するための図である。図 7 は、図 4 の VII - VII 線に沿った断面構成を説明するための図である。図 8 は、図 4 の VIII - VIII 線に沿った断面構成を説明するための図である。図 9 は、図 4 の IX - IX 線に沿った断面構成を説明するための図である。図 10 は、図 4 の X - X 線に沿った断面構成を説明するための図である。10

【0048】

配線 20 は、引き出し導体 16 a, 16 b, 18 a, 18 b のうち、対応するトーションバー部 10 に配置された部分を構成している。すなわち、引き出し導体 16 a, 16 b, 18 a, 18 b は、配線 20 を含んでいる。配線 20 は、配線部分 21、配線部分 22、及び配線部分 23 を有している。配線部分 21 は、折り返し部分 10 b (10 b₁ ~ 10 b₈) に配置されている。配線部分 22 は、主に直状部分 10 a (10 a₁ ~ 10 a₉) に配置されている。配線部分 23 は、接続部分 10 c, 10 d に配置されている。接続部分 10 c に配置される配線部分 23 は、接続部分 10 d に配置される配線部分 23 と同様に構成されている。このため、配線部分 23 の断面構成の図示は、接続部分 10 d に配置された配線部分 23 のみとし、接続部分 10 c に配置された配線部分 23 の断面構成の図示を省略する。20

【0049】

配線部分 21 は、図 7 ~ 図 9 にも示されるように、折り返し部分 10 b に形成された溝 25 a 内に埋め込まれるように配置されている。配線部分 21 は、Cu からなる第一金属材料によって構成され、ダマシン法により形成される。すなわち、配線部分 21 は、ダマシン配線部分を含んでいる。溝 25 a は、折り返し部分 10 b をエッチングすることにより形成される。トーションバー部 10 の厚さは、例えば、20 μm ~ 60 μm 程度に設定することができ、溝 25 a の深さは、例えば 5 μm ~ 15 μm 程度に設定することができる。30

【0050】

配線部分 22 は、図 5 及び図 6 に示されるように、直状部分 10 a 上に配置される。具体的には、トーションバー部 10 の一方の主面上に配置された絶縁層 26 内に配置されている。絶縁層 26 は、配線部分 22 の一部を覆う構成である。絶縁層 26 は、トーションバー部 10 を熱酸化して得られる熱酸化膜である。絶縁層 26 は、例えば SiO₂ で構成される。絶縁層の厚さは、例えば 0.5 μm 程度に設定することができる。

【0051】

配線部分 22 は、第一金属材料である Cu よりも塑性変形し難い金属材料によって構成されている。配線部分 22 を構成する金属材料としては、Cu よりも塑性変形し難い金属材料であり、例えば、Al 又は Al を含む合金である。Al を含む合金としては、Al - Si 合金、Al - Cu 合金、Al - Si - Cu 合金が挙げられる。Al - Si 合金の組成比は、例えば Al が 99%、Si が 1% とすることができる。Al - Cu 合金の組成比は、例えば Al が 99%、Cu が 1% とすることができる。Al - Si - Cu 合金の組成比は、例えば Al が 98%、Si が 1%、Cu が 1% とすることができる。配線部分 22 を構成する金属材料として上述した金属材料を採用することにより、配線部分 22 の塑性変形を極めて良好に抑制することができる。40

【0052】

配線部分 22 は、図 7 ~ 図 9 に示されるように、配線部分 21 上に位置する部分 22 a を含んでいる。配線部分 22 の部分 22 a は、溝 25 a の開口を覆うように配線部分 21 上に配置されており、配線部分 21 と接続している。50

【 0 0 5 3 】

図7に示されるように、折り返し部分10bに配置される配線部分21は配線部分22の部分22aと接続されおり、接続部分10dに配置される配線部分23は配線部分22の部分22bと接続している。図8に示されるように、直状部分10a₁に配置される配線部分22は、配線部分22の部分22aが配線部分21と接続している。配線部分21は、ダマシン法により形成された配線であり、配線部分22は、例えば、A1又はA1を含む合金である。図7及び図8には、配線20において、直状部分10aに配置される配線部分22と折り返し部分10bに配置される配線部分21とが切り替えられる箇所が示されている。

【 0 0 5 4 】

配線部分23は、図10にも示されるように、接続部分10d(10c)に形成された溝25b内に埋め込まれるように配置されている。配線部分23は、Cuからなる第一金属材料によって構成され、ダマシン法により形成される。すなわち、配線部分23も、ダマシン配線部分を含んでいる。溝25bは、接続部分10d(10c)をエッチングすることにより形成される。溝25bの深さは、例えば5μm～15μm程度に設定することができる。

【 0 0 5 5 】

配線部分22は、図10に示されるように、配線部分23上に位置する部分22bを含んでいる。配線部分22の部分22bは、溝25bの開口を覆うように配線部分23上に配置されており、配線部分23と接続している。

【 0 0 5 6 】

本実施形態では、コイル16に電流が流れると、磁界発生部4によって生じる磁界により、コイル16内を流れる電子には所定の方向にローレンツ力が生じるため、コイル16は所定の方向に力を受ける。このため、コイル16に流れる電流の向きや大きさなどを制御することにより、第一可動部分81が、トーションバー部10の揺動軸周りに揺動する。コイル18に電流が流れると、磁界発生部4によって生じる磁界により、コイル18内を流れる電子には所定の方向にローレンツ力が生じるため、コイル18は所定の方向に力を受ける。このため、コイル18に流れる電流の向きや大きさなどを制御することにより、第二可動部分82が、トーションバー部14の揺動軸周りに揺動する。よって、コイル16及びコイル18の電流の向きや大きさなどをそれぞれ制御することにより、ミラー配置部分83(ミラー3)を直交する二つの揺動軸周りにそれぞれ揺動させることができる。

【 0 0 5 7 】

ところで、図11に示されるように、トーションバー部10には、可動部8(第一可動部分81)がトーションバー部10の揺動軸周りに揺動すると、トーションバー部10の揺動軸に沿う方向に延びる直状部分10aに大きな応力が作用する。図11は、トーションバー部10に生じる応力の状態を説明するための図である。図11には、支持部6を略直方体状とし且つ可動部8(第一可動部分81)を略矩形平板状として、トーションバー部10に係る応力をシミュレーションした結果が示されている。トーションバー部10の揺動軸に沿う方向に延びる直状部分10aには、黒色で表示された箇所に大きな応力が作用していることが明らかとなった。

【 0 0 5 8 】

本実施形態では、直状部分10aに配置される配線部分22が、A1又はA1を含む合金によって構成されている。したがって、直状部分10aに大きな応力が作用する場合でも、配線部分22の塑性変形が抑制される。したがって、トーションバー部10に配置される配線20が可動部8(第一可動部分81)の揺動を阻害するのを抑制することができる。

【 0 0 5 9 】

本実施形態では、折り返し部分10bに配置される配線部分21が、Cuからなるダマシン配線部分とされている。したがって、トーションバー部10に配置される配線20の

10

20

30

40

50

低抵抗化を図ることができる。

【0060】

本実施形態では、配線部分21だけでなく、接続部分10c, 10dに配置される配線部分23も、Cuからなるダマシン配線部分とされている。このため、配線20が配線部分23を有している場合でも、配線の抵抗が高くなるのを抑制して、配線20の低抵抗化を確実に図ることができる。接続部分10c, 10dには、図11に示されるように、大きな応力が作用し難い。したがって、接続部分10c, 10dに配置される配線部分23がCuからなるダマシン配線部分である場合でも、可動部8(第一可動部分81)の揺動を阻害する可能性は極めて低い。

【0061】

配線部分21, 23は、上述したようにダマシン配線部分であるため、その製造過程での工程に起因して、折り返し部分10b及び接続部分10c, 10dの表面側に位置化する角縁が局所的に減肉されて、断面積が減少する懼れがある。配線部分21, 23の断面積が減少すると、配線20全体での抵抗が高くなる。しかしながら、配線部分22が、配線部分21, 23上に配置された部分22a, 22bを含んでいるため、配線部分21, 23が減肉された場合でも、配線20の抵抗が高くなるのを防ぐことができる。

【0062】

本実施形態では、溝25a, 25bの開口を覆うように上述した部分22a, 22bが配置されている。このため、配線部分21, 23のCuが絶縁層26に拡散し難くなつてあり、配線部分21, 23を構成する金属材料(本実施形態でCu)の間でのショートの発生が抑制される。

【0063】

本実施形態では、接続箇所11a, 11bは、上記第一方向に延び且つトーションバー部10の第二方向での中央部分を通る仮想線上に位置している。トーションバー部10の共振周波数は、トーションバー部10の幅とトーションバー部10の第一方向での長さで決まる。ところで、直状部分10aに作用する応力を小さくする構成として、直状部分10aの数を増やすことが考えられる。直状部分10aは、揺動軸Lに沿った第一方向ではなく、第一方向と交差する第二方向に併置されているため、直状方向の数を増やした場合であっても、トーションバー部10の第一方向での長さが変わらない。このため、トーションバー部10の共振周波数を所望の値に設定するための、トーションバー部10の設計が容易となる。

【0064】

本実施形態では、折り返し部分10bの抵抗値は、その形状に起因して、直状部分10aの抵抗値と比べて高い。このため、折り返し部分10bにダマシン法で形成された配線部分21を配置し、直状部分10aに配線部分22を配置することにより、トーションバー部10全体の抵抗が高くなることを抑制することができる。

【0065】

本実施形態では、直状部分10a(直状部分10a₁~10a₉)に配置される配線部分22は、A1又はA1を含む合金によって構成されているが、これに限定されない。例えば、図12及び図13に示されるように、全ての直状部分10aに配線部分22が配置されなくてもよい。図12は、配線の構成の変形例を説明するための図であり、図4のV-V線に沿った断面構成に対応する。図13は、配線の構成の変形例を説明するための図であり、図4のVI-VI線に沿った断面構成に対応する。

【0066】

図12及び図13に示されるように、直状部分10aのうち第二方向で最も外側に位置する直状部分10a₁, 10a₉には、ダマシン法によって形成された配線部分21が配置されてもよい。図11に示されるように、直状部分10a₁, 10a₉は他の直状部分(10a₂~10a₈)に比べて作用する応力が小さい。このため、直状部分10a₁, 10a₉に配線部分21を配置した場合であっても、直状部分10a₁, 10a₉に配置される配線部分21の塑性変形が生じにくい。直状部分10a₁, 10a₉に配線部分2

10

20

30

40

50

1が配置されることにより、配線20をより一層低抵抗化することができる。

【0067】

直状部分10a₂, 10a₈にも配線部分21を配置してもよい。図11に示されるように、直状部分10aのうち第二方向で外側に位置する直状部分10a₁, 10a₂, 10a₈, 10a₉は、揺動軸Lに近い直状部分10a₃~10a₇に比べて、作用する応力が小さい。このため、直状部分10a₁, 10a₂, 10a₈, 10a₉に配線部分21を配置した場合であっても、直状部分10a₁, 10a₂, 10a₈, 10a₉に配置される配線部分21の塑性変形が生じにくい。直状部分10a₁, 10a₂, 10a₈, 10a₉に配線部分21が配置されることにより、配線20をより一層低抵抗化することができる。

10

【0068】

以上、本発明の実施形態について説明してきたが、本発明は必ずしも上述した実施形態に限定されるものではなく変更が可能である。

【0069】

上述した実施形態では、折り返し部分10b₁, 10b₂, 10b₇, 10b₈は直状であり、折り返し部分10b₃~10b₆は湾曲した形状であったが、これに限られない。折り返し部分10bは、全てが直状であってもよく、又は、全てが湾曲した形状であってもよい。折り返し部分10bは、直状及び湾曲した形状を適宜組み合わせてもよく、異なる形状のものであってもよい。

20

【0070】

上述した実施形態では、トーションバー部10は、九つの直状部分10a(10a₁~10a₉)と八つの折り返し部分10b(10b₁~10b₈)とにより蛇行形状を呈していたが、直状部分10a及び折り返し部分10bの数はこれに限定されない。

【0071】

上述した実施形態では、ミラー3及びミラー配置部分83が円形状を呈する場合を例に説明したが、ミラー3及びミラー配置部分83の形状は、例えば多角形状又は橢円形状などであってもよい。

【0072】

アクチュエータ装置2は、ミラー3以外の部材を駆動するアクチュエータ装置であってもよい。

30

【0073】

上述した実施形態では、トーションバー部10のみが蛇行形状を呈すると共に、当該トーションバー部10上に配線20が配置されているが、これに限定されない。例えば、トーションバー部10, 14が蛇行形状を呈すると共に、配線20が配置されてもよい。トーションバー部14のみが蛇行形状を呈すると共に、当該トーションバー部14に配線20が配置されてもよい。

【0074】

トーションバー部10は、蛇行形状を呈すると共に、当該トーションバー部10上に配線20が配置されることがより好ましい。トーションバー部14にかかる応力は、第二可動部分82が揺動した際にかかる応力である。トーションバー部10にかかる応力は、第一可動部分81と第二可動部分82とが揺動した際にかかる応力である。即ち、トーションバー部14にかかる応力は、トーションバー部10にかかる応力より、小さい。このため、トーションバー部14はトーションバー部10に比べて、応力に起因する問題が起こりにくい。よって、トーションバー部14の構造を簡易な構成とすることができる、アクチュエータ装置2の製造における歩留まりを向上することができる。

40

【0075】

本実施形態では、可動部8が、トーションバー部10の揺動軸と、トーションバー部14の揺動軸とにより、二軸方向に駆動する構成とされているが、これに限定されない。例えば、アクチュエータ装置2は、可動部分に配置された1のコイルにより、駆動される構成であってもよい。好ましくは、一対のトーションバー部において、一方のトーションバ

50

一部及び他方のトーションバー部それぞれに引き出し導体が配置されるように、構成されていてもよい。引き出し導体が、トーションバー部上に配置されているため、引き出し導体中の流れる電流の有無から、トーションバー部の損壊を知ることができる。さらに破損を検知した場合にアクチュエータ装置の動作を中断する構成を採用してもよい。

【0076】

一方のトーションバー部のみに引き出し導体が配置される場合と比べ、一方のトーションバー部及び他方のトーションバー部それぞれに引き出し導体が配置される場合、トーションバー部に形成される溝が少なくなる。このため、トーションバー部にかかる応力の低減を図ることができる。さらに、トーションバー部に配置される配線が二本から一本になるため、配線間のショートを防ぐことができる。10

【0077】

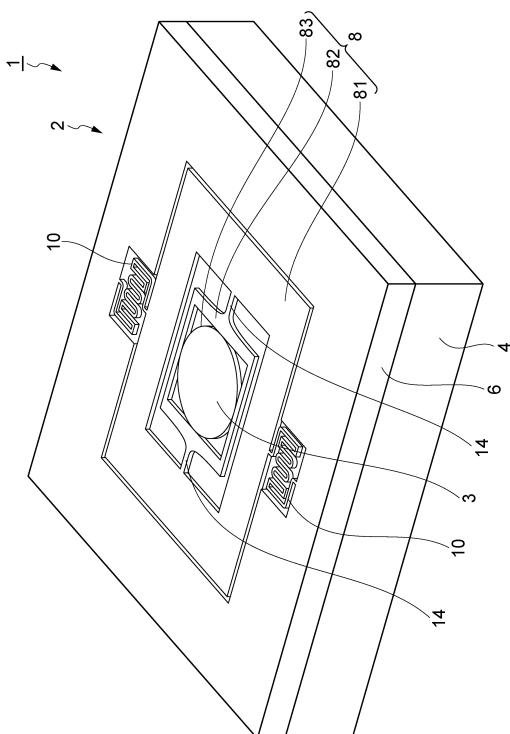
本実施形態では、可動部8の揺動(駆動)は、電磁力によって行われているが、これに限られない。たとえば、可動部8の揺動(駆動)は、圧電素子によって行われてもよい。この場合、配線20は、圧電素子に電圧を印加するための配線として用いられる。

【符号の説明】

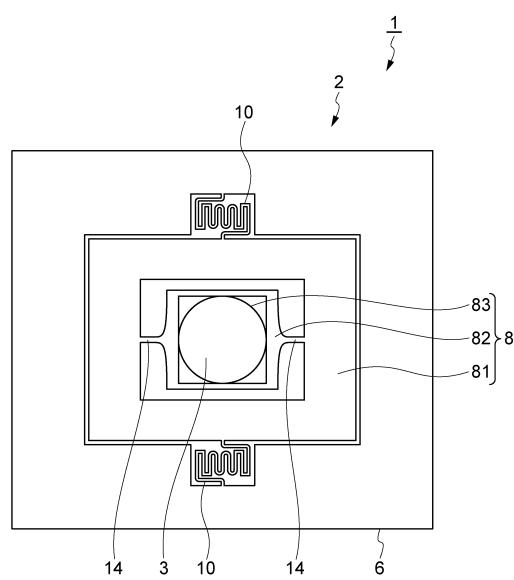
【0078】

1...ミラー駆動装置、2...アクチュエータ装置、3...ミラー、4...磁界発生部、6...支持部、8...可動部、10, 14...トーションバー部、10a(10a₁ ~ 10a₉)...直状部分、10b(10b₁ ~ 10b₈)...折り返し部分、10c, 10d...接続部分、16, 18...コイル、20...配線、21, 22, 23...配線部分、L...揺動軸。20

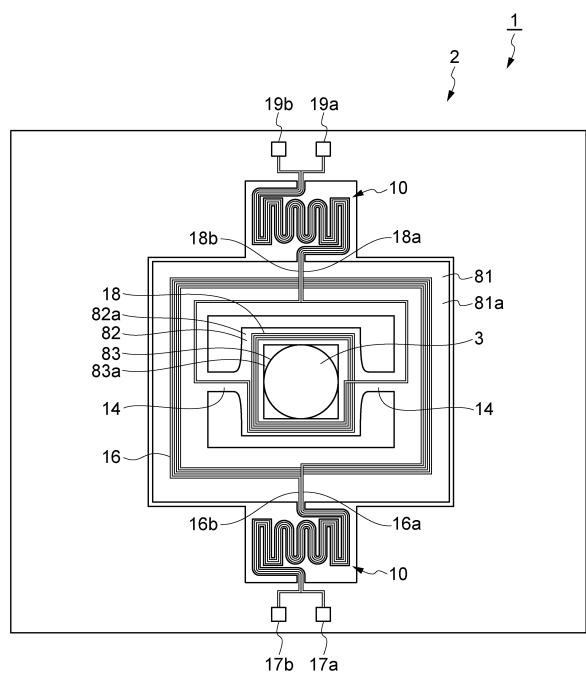
【図1】



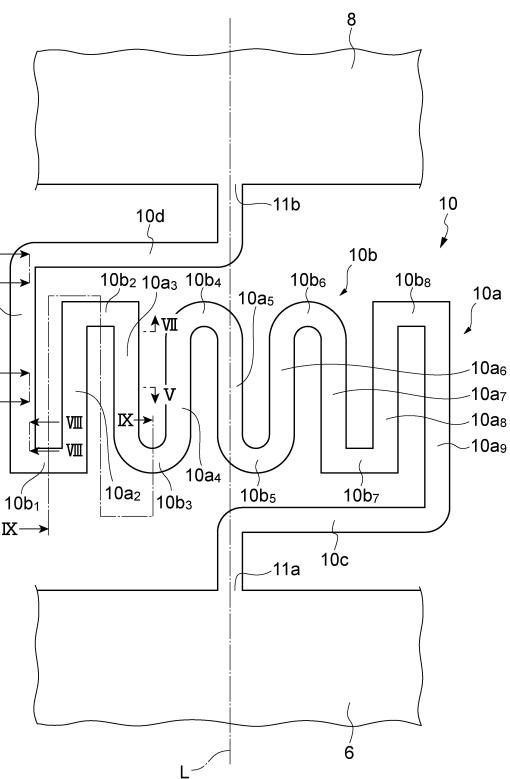
【図2】



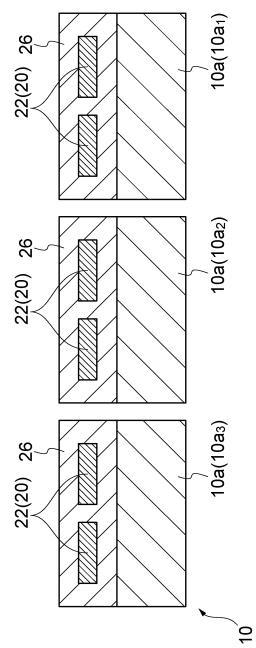
【図3】



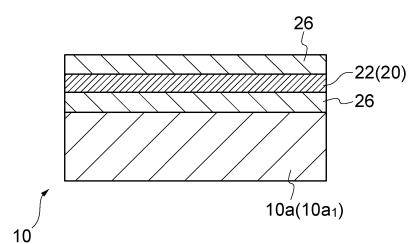
【図4】



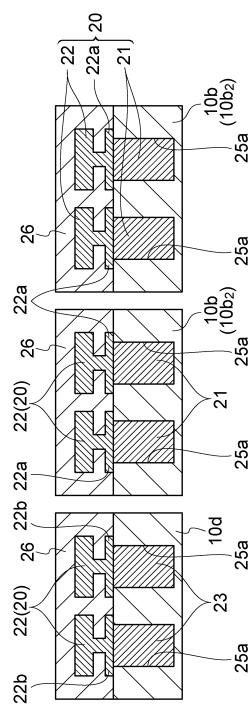
【図5】



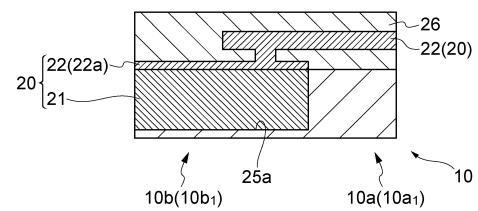
【図6】



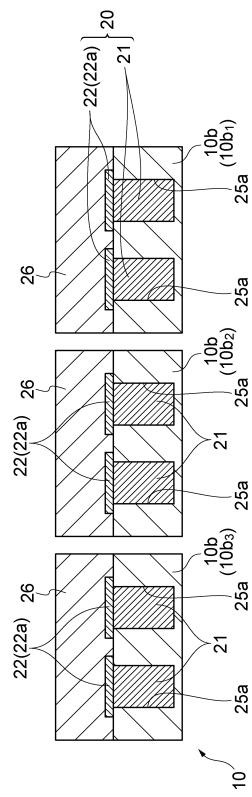
【図7】



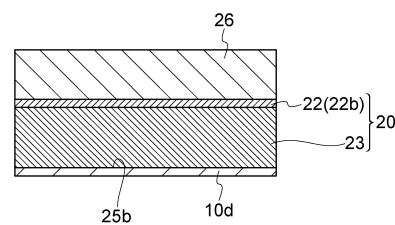
【図8】



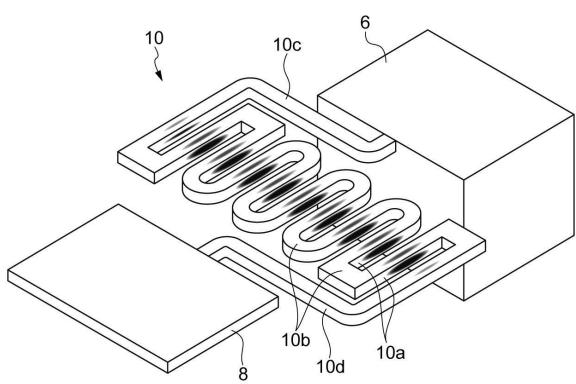
【図9】



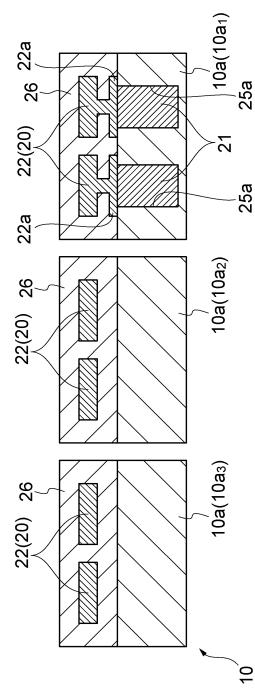
【図10】



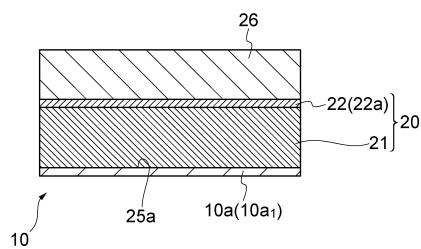
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

(72)発明者 滝本 貞治

静岡県浜松市東区市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内

審査官 尾家 英樹

(56)参考文献 特開2012-088487(JP,A)

特開2012-123364(JP,A)

特開2010-098905(JP,A)

特開2003-100753(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 33/18

G02B 26/08

G02B 26/10