

(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2012-145652

(P2012-145652A)

(43) 公開日 平成24年8月2日(2012.8.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO2B 26/10 (2006.01)	GO2B 26/10 104Z	2H045
HO4N 1/113 (2006.01)	HO4N 1/04 104Z	5C072

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2011-2392 (P2011-2392)
 (22) 出願日 平成23年1月7日 (2011.1.7)

(71) 出願人 000104652
 キヤノン電子株式会社
 埼玉県秩父市下影森1248番地
 (74) 代理人 110001243
 特許業務法人 谷・阿部特許事務所
 (72) 発明者 若林 孝幸
 埼玉県秩父市下影森1248番地 キヤノン電子株式会社内
 (72) 発明者 鈴木 成己
 埼玉県秩父市下影森1248番地 キヤノン電子株式会社内
 (72) 発明者 新井 克美
 埼玉県秩父市下影森1248番地 キヤノン電子株式会社内

最終頁に続く

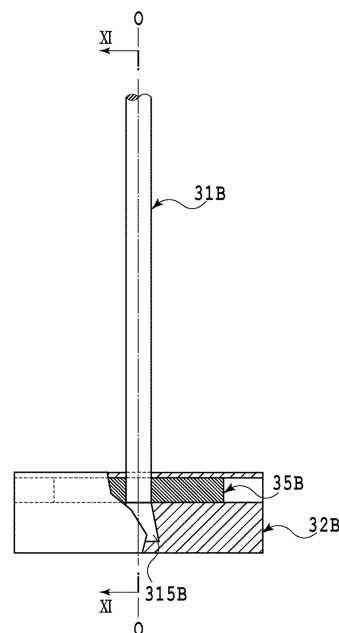
(54) 【発明の名称】 振動素子、光走査装置及びこれを用いた画像形成装置並びに画像投影装置

(57) 【要約】

【課題】振動素子の組み立てを簡易化しつつ、部品の位置決め精度を向上させる。

【解決手段】振動素子は、金属合金からなるトーションバー、該トーションバーの先端部に設けられている揺動体及び該揺動体を振動させる素子駆動部を備え、前記素子駆動部は、前記揺動体内に配置される、前記揺動体を駆動させるための磁石を少なくとも含み、前記揺動体には切欠が形成されており、前記トーションバーの先端部と前記磁石は、前記揺動体の前記切欠を基準として位置決めされる。

【選択図】 図 1 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

金属合金からなるトーシヨンバー、該トーシヨンバーの先端部に設けられている揺動体と、前記揺動体の内部に配置される磁石とを備え、前記揺動体には切欠が形成されており、前記トーシヨンバーの先端部と前記磁石は、前記揺動体の前記切欠を基準として位置決めされることを特徴とする振動素子。

【請求項 2】

前記磁石は、前記トーシヨンバーの長手方向軸線に対して直交する方向に配置されることを特徴とする請求項 1 に記載の振動素子。

【請求項 3】

前記揺動体は、前記トーシヨンバーと前記磁石を 2 つの板部材で挟み込むように構成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の振動素子。

【請求項 4】

前記トーシヨンバーは、板状材料または線状材料から形成されることを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載の振動素子。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 の何れか 1 項に記載の振動素子と、前記振動素子の揺動体を振動させる素子駆動部と、前記振動素子の揺動体に設けられる光反射面及び該光反射面に光を照射する光源を備え、前記揺動体による振動に基づいて光を走査させることを特徴とする光走査装置。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 4 の何れか 1 項に記載の振動素子と、前記振動素子の揺動体を振動させる素子駆動部と、前記振動素子の揺動体に設けられる光反射面及び該光反射面に光を照射する光源を備え、前記揺動体による振動に基づいて光を走査させ画像を形成することを特徴とする画像形成装置。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 4 の何れか 1 項に記載の振動素子と、前記振動素子の揺動体を振動させる素子駆動部と、前記振動素子の揺動体に設けられる光反射面及び該光反射面に光を照射する光源を備え、前記揺動体による振動に基づいて光を走査させ画像を投影することを特徴とする画像投影装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、振動素子、光走査装置及びこれを用いた画像形成装置並びに画像投影装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、振動素子を備えた装置の一例としては、例えば、光スキャナ等の光走査装置が知られている。特許文献 1 に記載された光走査装置においては、トーシヨンバー、光学ミラー及び磁石からなる振動系の共振を利用して、小さな電力で大きな振幅の光走査を行うように構成されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 10 - 003055 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上述した特許文献 1 に記載の振動素子においては、トーシヨンバーと磁石からなる振動系の共振を利用して、小さな電力で大振幅の光走査を行うようにしている。トーシヨンバ

10

20

30

40

50

ーに光学ミラーと磁石を結合する方法としては、光学ミラーに切欠を設け、トーションバーを該切欠に圧入することで、光学ミラーがトーションバーに支持され、磁石は、接着剤で固定される構成となっている。このような構成の問題点として、磁石を固定する際に、振動素子の重心合わせが難しく、位置決め調整に時間を要することが挙げられる。

【0005】

また、磁石が外部環境にさらされているため、湿気による錆や走査後における浮遊物の付着など、製品の外観や性能の耐久性に影響が出てくるという問題がある。

【0006】

しかし、従来の光走査装置などの搭載される振動素子においては、該振動素子の組み立てを簡易化するとともに、部品の位置決め精度の向上を実現する有効な手段は提案されていない。

10

【0007】

本発明は、このような事情に鑑み、振動素子の組み立てを簡易化するとともに、部品の位置決め精度を向上させることが可能な振動素子を提供することを目的としている。また、振動素子を構成する揺動体内部に磁石を配置することにより、埃などの浮遊物の付着を防止することができる。さらに、位置決め精度を向上させることにより、揺動体全体の重心ずれも低減されるため、安定した光走査を実現する光走査装置及びこれを用いた画像形成装置並びに画像投影装置を提供することができる。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するため、本発明に係る振動素子は、金属合金からなるトーションバー、該トーションバーの先端部に設けられている揺動体と、前記揺動体の内部に配置される磁石とを備え、前記揺動体には切欠が形成されており、前記トーションバーの先端部と前記磁石は、前記揺動体の前記切欠を基準として位置決めされることを特徴とする。

20

【0009】

また、本発明に係る振動素子を構成する前記磁石は、前記トーションバーの長手方向軸線に対して直交する方向に配置されることを特徴とする。

【0010】

さらに、本発明に係る振動素子を構成する前記揺動体は、前記トーションバーと前記磁石を2つの板部材で挟み込むように構成されていることを特徴とする。

30

【0011】

また、本発明に係る振動素子を構成する前記トーションバーは、板状材料または線状材料から形成されることを特徴とする。

【0012】

また、本発明に係る光走査装置は、上記振動素子と、前記振動素子の揺動体を振動させる素子駆動部と、前記振動素子の揺動体に設けられる光反射面及び該光反射面に光を照射する光源を備え、前記揺動体による振動に基づいて光を走査させることを特徴とする。

【0013】

さらに、本発明に係る画像形成装置は、上記振動素子と、前記振動素子の揺動体を振動させる素子駆動部と、前記振動素子の揺動体に設けられる光反射面及び該光反射面に光を照射する光源を備え、前記揺動体による振動に基づいて光を走査させ画像を形成することを特徴とする。

40

【0014】

また、本発明に係る画像投影装置は、上記振動素子と、前記振動素子の揺動体を振動させる素子駆動部と、前記振動素子の揺動体に設けられる光反射面及び該光反射面に光を照射する光源を備え、前記揺動体による振動に基づいて光を走査させ画像を投影することを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

本発明は、振動素子の組み立てを簡易化するとともに、部品の位置決め精度の向上を実

50

現することができる。また、揺動体内部に磁石を配置するため、埃などの浮遊物が直接付着することを抑制、さらには防止することができる。更に、位置決め精度を向上させることにより、振動素子全体の重心ずれも低減されるため、安定した光走査を実現し得る光走査装置及びこれを用いた画像形成装置または画像投影装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明に係る画像形成装置をレーザービームプリンターに適用した一実施形態の原理図である。

【図2】図1のレーザービームプリンターに組み込まれる本発明に係る光走査装置の一実施形態の平面図である。

【図3】図2に示される光走査装置のIII-III線に沿う断面図である。

【図4】図2に示される光走査装置を構成する振動素子の振動部のIV-IV線に沿う拡大断面図である。

【図5】図2に示される光走査装置を構成する振動素子の揺動体の組み立て分解図である。

【図6】反りがあるトーシヨンバーの理想揺動軸線と揺動体の重心との関係を模式的に示す概念図である。

【図7】重心位置補正部材の質量と揺動体の振れ角との関係を模式的に表すグラフである。

【図8】本発明に係る振動素子の一実施形態における主要部の構造を示す一部破断平面図である。

【図9】図8に示される振動素子のIX-IX線に沿う断面図である。

【図10】図8に示される振動素子のX-X線に沿う断面図である。

【図11】本発明に係る振動素子の他の実施形態における主要部の構造を示す一部破断平面図である。

【図12】図11に示される振動素子のXII-XII線に沿う断面図である。

【図13】本発明に係る振動素子を組み立てる方法を示す概略図であって、(a)~(d)の順に組み立てられる。

【図14】本発明に係る振動素子において、磁石の配置例を示す図であり、(a)は、振動部の先端に、(b)は、振動部の中間に、(c)は、振動部の後端にそれぞれ配置される概略断面図である。

【図15】本発明に係る振動素子のさらに他の実施形態における主要部の構造を表す一部破断平面図である。

【図16】図15に示される振動素子のXVI-XVI線に沿う断面図である。

【図17】図15に示される振動素子の分解状態で表す立体投影図である。

【図18】本発明に係る振動素子のさらに他の実施形態における主要部の構造を表す一部破断平面図である。

【図19】図18に示される振動素子の分解状態で表す立体投影図である。

【図20】振動素子を構成するトーシヨンバーの反り量と振動素子を構成する揺動体の最大振幅(振れ角)との関係を模式的に表すグラフである。

【図21】本発明に係る振動素子の一実施形態の模式的な平面図及び側面図であり、(a)は、材料の反り量が略等しい板状材料を背中合わせにして接合してなるトーシヨンバーからなる振動素子を示し、(b)は、線状材料を引張りながらしごいて形成されるトーシヨンバーからなる振動素子を示す。

【図22】本発明に係る画像投影装置の一実施形態の原理図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

本発明に係る画像形成装置をレーザービームプリンター(以下、「LBP」という。)に適用した一実施形態について図1~12を参照しながら以下に詳細に説明する。しかしながら、本発明はこのような実施形態のみに限定されるものではなく、特許請求の範囲に

10

20

30

40

50

記載される発明の範囲内において当業者が採用し得る種々の変更が可能であることに留意されたい。

【0018】

図1に示されるように、本実施形態におけるLBP200は、本発明における画像形成媒体としての感光ドラム204及びこの感光ドラム204に画像情報に対応した静電潜像を形成するための露光部210を備えている。また、本実施形態に係るLBP200は、これら感光ドラム204及び露光部210以外に、周知の給紙部、帯電部、トナー供給部、転写部、定着部、紙搬送部（いずれも図示せず）などを備えている。本実施形態の露光部210は、画像情報に対応したパルス状のレーザー光Lを発振するためのレーザー光源201を含む光走査装置220及び周知のコリメータ光学系202及びf レンズ203を備えている。駆動回転する感光ドラム204の外周面には後述する光走査装置220のレーザー光源201からのレーザー光Lが後述する振動素子30の揺動体32の光反射面331を介して照射され、感光ドラム204の回転軸線と平行な方向にレーザー光Lが走査移動する。

10

【0019】

光走査装置220は、図1において、レーザー光源201、レーザー光源からのレーザー光Lを走査させる振動素子30、該振動素子30を駆動する駆動手段としての素子駆動部207及び該素子駆動部207の作動を制御する制御装置206を備えている。制御装置206は、走査されたレーザー光Lを検出する一対のBDセンサ205を備えるとともに、検出信号に基づいて制御信号を出力し、振動素子30を駆動する素子駆動部207の出力を制御する。

20

【0020】

振動素子30は、図2及び3に示されるように、ベース20、揺動体32、丸棒状の細長いトーシヨンバー31及びカバー部材40を備えている。揺動体32には、レーザー光源201からのレーザー光Lが入射するまたは照射される光反射面331が形成されている。

【0021】

ベース20は、基板22上に設けられ、基板22の周縁部を取り囲みベース20の外周縁部を構成する枠体21、素子駆動部207の一部を構成するシートコイル70が設けられる基板22、基板22を保持する保持部材23を備えている。また、ベース20の枠体21の上には、光学的に透明なカバー部材40が重ね合わされる。カバー部材40、枠体21、基板22及び保持部材23は一体的に接合されるとともに、それにより、減圧状態で気密に保持される内部空間Sが形成される。形成された内部空間Sには、丸棒状の細長いトーシヨンバー31、これに支持される揺動体32及び基板22を含む素子駆動部207の一部が収容される。このように、内部空間Sを減圧状態で気密に保持することにより、常圧下と比べて、揺動体32を主体とする振動系の特性をさらに高めることができる。特に、空気抵抗の影響が低減される結果、振動特性をさらに高めることが可能である。

30

【0022】

本実施形態に係るトーシヨンバー31は、図1に示されるように、感光ドラム204の回転軸線に対して直交する軸線（以下、これを「理想揺動軸線 A_R 」という。図6参照。）に沿って延在する。すなわち、理想揺動軸線 A_R は、図1では、紙面に対して垂直な方向に延在する。トーシヨンバー31は、該トーシヨンバー31が片持ち梁状に支持されるように、その基端側がベース20の枠体21とカバー部材40との間に固定される、トーシヨンバー31の末端が内部空間S内に配置されるシートコイル70の中央部分にまで延在している。トーシヨンバー31は、その末端側において揺動体32を固定、支持している。したがって、トーシヨンバー31の末端側に支持される揺動体32は、トーシヨンバー31の長手方向軸線（図3において、O-O線で表されている。）を中心として、トーシヨンバー31の弾性捩れを伴いつつ揺動可能である。このことから、後述するように、トーシヨンバー31の長手方向軸線O-Oが、理想揺動軸線 A_R と一致させるようにトーシヨンバー31を形成することが望ましい。図2～5に示される実施形態では、長手方向

40

50

軸線 O - O が理想揺動軸線 A_R と一致しているものとして描かれている。

【 0 0 2 3 】

本実施形態に係る揺動体 3 2 は、トーシヨンバー 3 1 を挟んで相互に接合される同一寸法形状を有する 2 枚の矩形状板部材としての第 1 の板部材 3 3 及び第 2 の板部材 3 4 を含んでいる。第 1 及び第 2 の板部材 3 3、3 4 は、それぞれの接合面 3 3 2、3 4 2 を介して密着接合されるとともに、各接合面 3 3 2、3 4 2 は、トーシヨンバー 3 1 の長手方向軸線 O - O と平行となるように設定される。また、第 1 及び第 2 の板部材 3 3、3 4 は、それぞれの接合面 3 3 2、3 4 2 が基板 2 2 に形成されたシートコイル 7 0 の平面と略平行となるように、トーシヨンバー 3 1 に対して接合される。

【 0 0 2 4 】

図 3 及び 4 に示されるように、第 1 の板部材 3 3 の接合面 3 3 2 と表裏の関係に位置し、カバー部材 4 0 に対向する面は、上述したように、レーザー光 L が入射するまたは照射される光反射面 3 3 1 として構成される。この光反射面 3 3 1 は、アルミニウム (A l) や金 (A u) などを第 1 の板部材 3 3 の表面に蒸着することによって形成されてもよいし、予めシリコンウエハのような鏡面加工された板状部材を第 1 の板部材 3 3 の表面に貼り付けることで形成されてもよい。光反射面 3 3 1 は、ベース 2 0 に対するトーシヨンバー 3 1 の基端側の取り付け中心を通るトーシヨンバー 3 1 の長手方向軸線 O - O とトーシヨンバー 3 1 に固定された揺動体 3 2 の重心位置を含む仮想平面に対して直交するように配置される。第 1 の板部材 3 3 は、このように光反射面 3 3 1 を形成されることから光学ミラーを構成しているといえる。

【 0 0 2 5 】

本実施形態における揺動体 3 2 には、また、素子駆動部 2 0 7 を構成する丸棒状の磁石 3 5 が埋設されている。本実施形態においては、トーシヨンバー 3 1 の末端部に丸棒状をなす磁石 3 5 が挿通される貫通孔 3 1 1 が形成される。貫通孔 3 1 1 は、トーシヨンバー 3 1 の長手方向軸線 O - O に対して直交するとともに、間隔を隔てて磁石 3 5 と対向するように基板 2 2 に形成されているシートコイル 7 0 の平面と略平行となるように形成される。磁石 3 5 は、本実施形態では、貫通孔 3 1 1 内に差し込まれ、したがって、磁石 3 5 の磁極がトーシヨンバー 3 1 の長手方向軸線 O - O に対して直交する方向に配置されるように、磁石 3 5 の向きが設定される。なお、磁石 3 5 は、例えば、図 1 2 に示されるように、トーシヨンバー 3 1 の下側、すなわち、トーシヨンバー 3 1 と第 2 の板部材 3 4 との間に配置されてもよい。但し、トーシヨンバー 3 1 の上側、すなわちトーシヨンバー 3 1 と第 1 の板部材 3 3 との間に配置することは望ましくない。なぜならば、磁石 3 5 を接着した応力により第 1 の板部材 3 3 に設けられている光反射面 3 3 1 の平面度が悪化し、光走査に影響を及ぼすからである。

【 0 0 2 6 】

揺動体 3 2 を構成する第 1 及び第 2 の板部材 3 3、3 4 それぞれの接合面 3 3 2、3 4 2 には、トーシヨンバー 3 1 が収容されるトーシヨンバー保持用切欠 3 3 3、3 4 3 及び磁石 3 5 が収容される磁石保持用切欠 3 3 5、3 4 5 が形成されている。トーシヨンバー保持用切欠 3 3 3、3 4 3 及び磁石保持用切欠 3 3 5、3 4 5 は、いずれも断面が半円形の溝形状をなしており、それぞれの接合面 3 3 2、3 4 2 の中央部において互いに直交するように交差している。したがって、本実施形態では、トーシヨンバー 3 1 及び磁石 3 5 は、それぞれ、トーシヨンバー保持用切欠 3 3 3、3 4 3 及び磁石保持用切欠 3 3 5、3 4 5 を基準として位置決めされ、揺動体 3 2 の内部に配置される。それにより、トーシヨンバー 3 1 と共に構成される振動系の異常振動を未然に防止することができる。

【 0 0 2 7 】

本実施形態の振動素子によると、揺動体が同一形状を持つ 2 枚の板部材を有し、これら 2 枚の板部材によってトーシヨンバーを挟んで相互に接合されるので、揺動体に異常振動が生じるのを有効に防ぐことができる。

【 0 0 2 8 】

また、揺動体がトーシヨンバーを収容するトーシヨンバー保持用切欠を接合面に形成し

10

20

30

40

50

た2枚の板部材を含み、これらがトーシヨンバーの長手方向軸線を対称軸とする対称形状を有する場合には、トーシヨンバーに対して揺動体を正確に固定できる。また、2枚の板部材の接合面に形成されるトーシヨンバー保持用切欠の加工によって低下する光反射面の平面度を向上させることができる。さらに、揺動体を異常振動させずに効率よくこれを揺動させることができる。

【0029】

揺動体の光反射面を2枚の板部材の少なくとも一方の板部材の接合面と反対側の面に形成した場合、平面度の良好な方を光反射面として利用することができる。

【0030】

本実施形態における素子駆動部207は、揺動体32またはトーシヨンバー31に固定される磁石35、ベース20に設けられているシートコイル70及び該シートコイル70に交流電流を与える電源(不図示)を備えている。素子駆動部207は、トーシヨンバー31、揺動体32、磁石35で構成される振動系の共振周波数に対応した交流電流をシートコイル70に流し、交番磁界を発生させる。それにより、揺動体32内部に配置された磁石35が揺動体32の光反射面331を揺動軸線回りに揺動、すなわち、振れ回りさせることができる。したがって、この振動系の振幅、すなわち、揺動体32の光反射面331の振れ角(図1、4参照)の大きさは、シートコイル70に与えられる電流量によって調整可能である。交流電流の波形は、正弦波以外に三角波やパルス出力などであってもよい。

10

【0031】

本実施形態では、揺動体32の駆動にシートコイル70を用いているがこれに限られるものではない。例えば、ヨークとなる軟磁性体を内包するコイルを用いてもよいし、揺動体32の光反射面331に対して干渉しない範囲で、揺動体32を挟むように配置される一对の磁界印加手段を設けてもよい。

20

【0032】

本実施形態における制御装置206は、上述したように、感光ドラム204の長手方向両端に近接して配置される一对のBDセンサ205を備え、一对のBDセンサ205からの検出信号を受信して素子駆動部207の出力を制御する。制御装置206は、振動素子30の揺動体32の揺動による光反射面331の振れ角が感光ドラム204の表面の所定範囲内に収まるように、一对のBDセンサ205からの検出信号に基づいて素子駆動部207の出力をフィードバック制御する。

30

【0033】

したがって、画像信号に応じてレーザー光源201から出射するパルス状のレーザー光Lは、コリメータ光学系202を通過して振動素子30の揺動体32の光反射面331に入射する。この光反射面331にて反射したレーザー光は、f レンズ203を介して感光ドラム204の表面に照射される。この場合、振動素子30の揺動体32の光反射面331が揺動軸線、すなわちトーシヨンバー31の長手方向軸線O-O、の回りに揺動(振動)することにより、レーザー光Lが感光ドラム204の回転軸線と平行な方向に走査される。さらに、感光ドラム204も回転することで、画像情報、すなわち、静電潜像が感光ドラム204の表面に形成されることになる。

40

【0034】

以上、本発明に係る光走査装置220を構成する振動素子30の一実施形態を用いた画像形成装置について詳細に説明してきた。

【0035】

本発明は、光走査装置を構成する振動素子の組み立てを簡易化するとともに、振動素子を構成するトーシヨンバー、揺動体、磁石などの部品の位置決め精度を向上させることを特徴とする。本発明に係る振動素子の好ましい構造に関して図13(a)~(d)及び図14(a)~(c)を参照して概略的に説明する。

【0036】

図13(a)~(d)には、図14(a)に模式的に示される本発明に係る振動素子の

50

組み立て方法が概略的に示されている。なお、図13(a)は、振動素子を構成する部品としてのトーションバー、揺動体(第1及び第2の板部材)及び磁石が分解図として示されており、方向を表すために、三次元の座標軸(x、y、z)が示されている。図13(a)~図13(d)の順に、振動素子の主要部が組み立てられる。図14(a)~(c)には、振動素子を構成する揺動体の内部に配置される磁石の配置位置例が模式的に示されている。

【0037】

図13(a)~(d)に示される実施形態においては、振動素子30aを構成するトーションバー31aの材料として、後述するような加工硬化及び時効硬化型のCo-Ni基合金からなる線状材料から形成されている。より具体的には、トーションバー31aの材料として、Co:35%、Ni:32%、Cr:20%、Mo:10%の組成を有するSPRON510(商品名:SPRONは、登録商標である。)であって、直径300 μ mの線状材料が採用されている。なお、トーションバー31aは、線状材料に限定されるものではなく、板状材料から形成されてもよい。

10

【0038】

磁石35aは、直径200 μ mで長さ2mmの円柱形状を有したものを採用している。しかしながら、磁石35aは、円柱に限られるものではなく、角柱であってもよい。

【0039】

振動素子30aを構成する揺動体32aは、上述した実施態様と同様に、同一寸法形状を有する第1及び第2の板部材33a、34aから構成される。第1及び第2の板部材33a、34aは、それぞれ、厚さ300 μ mのシリコン(Si)ウエハを用いる。第1及び第2の板部材33a、34aそれぞれの縦(図13(a)において、座標軸x方向)×横(揺動体32aの長手方向であって、図13(a)において、座標軸y方向)のサイズは、1×3mmとする。揺動体32aを構成する第1及び第2の板部材33a及び34aの各接合面332a、342aには、それぞれ、トーションバー保持用切欠333a及び343aと磁石保持用切欠(図13(a)では345aのみが示されている。)が形成される。トーションバー保持用切欠333a及び343aは、第1の板部材33aの接合面332aの略中央部分を縦方向(図13(a)において、座標軸x方向)に延在するように形成される。磁石保持用切欠345aは、第2の板部材34aの接合面342aの前方部分(図13(a)において、座標軸x方向左側)において、横方向(図13(a)において、座標軸y方向)に延在するように形成される。また、磁石保持用切欠345aの長さ(図13(a)において、座標軸y方向の距離)は、磁石35aの長さと同じである。トーションバー保持用切欠333a及び343aの幅は、トーションバー31aの直径と同じであり、それらの深さは、トーションバー31aの直径の1/2である。同様に、磁石保持用切欠345aの幅は、磁石35aの直径と同じであり、それらの深さは、磁石35aの直径の1/2である。また、本実施態様では、磁石保持用切欠345aの長さ(図13(a)において、座標軸y方向の距離)は、磁石35aの長さと同じである。本実施形態では、磁石保持用切欠345aの両端が閉じているが、これに限られるものではなく、上記図2~5の実施形態に示されるように、両端が開放していてもよい。さらに、トーションバー保持用切欠333a及び343aそれぞれの断面形状は、図13(a)に示されるような矩形形状であってもよいし、半円形状であってもよい。同様に、磁石保持用切欠345aの断面形状は、図13(a)に示されるような半円形状であってもよいし、矩形形状であってもよい。以上の構造から理解されるように、トーションバー保持用切欠333a及び343aと磁石保持用切欠345aは、本実施形態においては、それぞれの接合面332a及び342a上において互いに直交するように交差している。なお、第1の板部材33aの接合面332aにも、第2の板部材34aに形成された磁石保持用切欠345aに対応して同じ大きさ及び形状を有する磁石保持用切欠が形成されていることはいうまでもない。

20

30

40

【0040】

次に、振動素子30aの組み立て方法について説明する。トーションバー31a、揺動

50

体 3 2 a を構成する第 1 及び第 2 の板部材 3 3 a 及び 3 4 a 及び磁石 3 5 a を用意する。このとき、第 1 及び第 2 の板部材 3 3 a 及び 3 4 a の各接合面 3 3 2 a 及び 3 4 2 a それぞれには、縦横に直交するトーシヨンパー保持用切欠 3 3 3 a 及び 3 4 3 a と磁石保持用切欠 (図 1 3 (a) では、3 4 5 a のみが示されている。) が形成されている。

【 0 0 4 1 】

続いて、磁石 3 5 a を、揺動体 3 2 a を構成する第 2 の板部材 3 4 a の磁石保持用切欠 3 4 5 a 内に組み込むことで、磁石 3 5 a は、揺動体 3 2 a に対して所定位置に位置決めされる。続いて、この位置決めされた磁石 3 5 a を基準として、トーシヨンパー 3 1 a の先端を磁石 3 5 a の側面に突き当て、トーシヨンパー 3 1 a を第 2 の板部材 3 4 a のトーシヨンパー保持用切欠 3 4 3 a 内に組み込む。それにより、トーシヨンパー 3 1 a の先端部は、揺動体 3 2 a に対して所定の位置に位置決めされる。結果として、トーシヨンパー 3 1 a は、該トーシヨンパー 3 1 a の長手方向軸線 O - O が揺動体 3 2 の長手方向に対して直交するように配置される。最後に、第 1 の板部材 3 3 a の接合面 3 3 2 a を第 2 の板部材 3 4 a の接合面 3 4 2 a に対向させて、それらがトーシヨンパー 3 1 a と磁石 3 5 a とを挟み込むようにして、第 1 の板部材 3 3 a を第 2 の板部材 3 4 a に接合させる。このとき、トーシヨンパー 3 1 a の露出している上半分は、第 1 の板部材 3 3 a に形成されているトーシヨンパー保持用切欠 3 3 3 a 内に組み込まれ、磁石 3 5 a の露出している上半分は、磁石保持用切欠内に組み込まれる。

10

【 0 0 4 2 】

このようにして、トーシヨンパー 3 1 a、揺動体 3 2 a 及び磁石 3 5 a は、相対的な所定位置に正確に位置決めされるとともに、磁石 3 5 a は、揺動体 3 2 a の内部に埋め込まれた状態となる。なお、磁石 3 5 a の位置は、図 1 4 (a) ~ (c) に示されるように、揺動体 3 2 a の前方部分、中央部分 (図 1 3 (a) において、座標軸 x 方向中央)、後方部分 (図 1 3 (a) において、座標軸 x 方向右側) に配置されてもよい。磁石 3 5 a が揺動体 3 2 a の中央部分に配置される場合、例えば、上述した図 2 ~ 5 に示される実施形態のように、トーシヨンパー 3 1 a、揺動体 3 2 a 及び磁石 3 5 a を形成及び配置することで可能となる。また、磁石 3 5 a が揺動体 3 2 a の後方部分に配置される場合、例えば、後述する図 1 1 及び 1 2 に示される実施形態のように、トーシヨンパー 3 1 a、揺動体 3 2 a 及び磁石 3 5 a を形成及び配置することで可能となる。図 1 4 (a) ~ (c) に示されるいずれの場合においても、トーシヨンパー 3 1 a は、磁石 3 5 a と直交した状態で、したがって、揺動体 3 2 a の長手方向と直交した状態で配置されることが理解される。

20

30

【 0 0 4 3 】

ところで、トーシヨンパー 3 1 に反りが少なからず発生し得る (すなわち、トーシヨンパー 3 1 の真直度が低くなる)。トーシヨンパー 3 1 にこのような反りがあると、トーシヨンパー 3 1 に支持される揺動体 3 2 の円滑な揺動運動を損ない、結果として、投入エネルギーに対して光反射面 3 3 1 の振れ角 θ が小さくなるように作用する。言い換えれば、揺動体 3 2 が反りのあるトーシヨンパー 3 1 に固定されていると、トーシヨンパー 3 1 の長手方向軸線 O - O が理想揺動軸線 A_R に一致せず、揺動体 3 2 は、異常振動が発生し易くなる。この結果、揺動体 3 2 の光反射面 3 3 1 を所望の振れ角 θ で揺動させるため、より多くの電気エネルギーをシートコイル 7 0 に投入しなければならない。

40

【 0 0 4 4 】

このようなトーシヨンパー 3 1 の反りに対する対応策として、図 3 ~ 5 に示されるように、揺動体 3 2 に重心位置補正部材 3 7 を加えることが考えられる。具体的には、揺動体 3 2 の第 2 の板部材 3 4 の表面 3 4 1 に重さの異なる重心位置補正部材 3 7 を接合することで、図 3 に示されるように揺動体 3 2 の重心位置を下げる。それにより、トーシヨンパー 3 1 の反りを小さくし、結果として、トーシヨンパー 3 1 の長手方向軸線 O - O と理想揺動軸線 A_R を一致させるように構成することができる。

【 0 0 4 5 】

トーシヨンパー 3 1 の反りの具合が図 6 に誇張して示されている。トーシヨンパー 3 1 の基端をガラス定盤 5 0 の表面に押し付け、この部分を中心としてトーシヨンパー 3 1 を

50

ガラス定盤 50 の上で転がし、ガラス定盤 50 の表面から揺動体 32 の重心 G までの高さ（反り量）H が最大となる位置を探し出す。なお、この高さ H に代えてガラス定盤 50 の表面からトーシヨンバー 31 の末端までの高さを求めることも可能である。この状態において、光反射面 331 を備える第 1 の板部材 33 の表面が真上を向き、第 2 の板部材 34 の表面がガラス定盤 50 の表面と正対するように、トーシヨンバー 31 に対して揺動体 32 が取り付けられる。なお、この状態において、磁石 35 の磁極の向きもガラス定盤 50 の表面と平行かつトーシヨンバー 31 の長手方向軸線 O - O に対して直交して取り付けられるように、トーシヨンバー 31 に形成される穴 311 の向きも規定される。

【0046】

図 6 に示されるように、トーシヨンバー 31 の理想揺動軸線 A_R に対する振動系の重心が一致するように、重心位置補正部材 37 が揺動体 32 及び / またはトーシヨンバー 31 に取り付けられる。すなわち、重心位置補正部材 37 の重心が先の仮想平面内にあって揺動体 32 の重心 G よりも理想揺動軸線 A_R 側に位置するように、本実施形態では基板 22 側を向く第 2 の板部材 34 の表面に重心位置補正部材 37 が接合される。つまり、重心位置補正部材 37 は、トーシヨンバー 31 が凸側に反った面、つまり本実施形態では第 2 の板部材 30 の表面に取り付けられている。この重心位置補正部材 37 は、揺動体 32、磁石 35、重心位置補正部材 37 を含めた振動系の共通重心が最終的に理想揺動軸線 A_R と合致するような質量を有していることが望ましい。これにより、揺動体 32 の光反射面 331 は、投入エネルギーに対して効率よく理想揺動軸線 A_R を中心として揺動することとなる。なお、重心位置補正部材 37 を理想揺動軸線 A_R に近い方に配される第 1 の板部材 33 とトーシヨンバー 31 との間に配することも可能である。

【0047】

重心位置補正部材 37 の質量と揺動体 32 の光反射面 331 の振れ角 θ との関係を図 7 に示す。これは、長さが 32 mm で 0.35×0.15 mm の矩形断面を持ち、図 6 において $50 \mu\text{m}$ の反りを持つトーシヨンバー 31 に対し、一定の交番電流をシートコイル 70 に流した場合の揺動体 32 の光反射面 331 の振れ角 θ の変化を示している。ここで用いた第 1 及び第 2 の板部材 33、34 は、それぞれ 0.1 mm の厚みを有し、 2.8×1.4 mm の矩形表面を持ち、3 mm の長さの磁石 35 を組み込んだものであり、第 2 の板部材 34 の表面に重さの異なる重心位置補正部材 37 を接合したものである。図 7 から明らかのように、この場合においては約 3 mg の重さの重心位置補正部材 37 を接合した時、振れ角 θ が最大となることが確認できる。従って、揺動体 32 の重心 G の位置が不明であっても、トーシヨンバー 31 の反りの方向さえ認識できれば、揺動体 32 の振れ角 θ が最大となるような最適な重心位置補正部材 37 を選択することが可能である。つまり、トーシヨンバー 31 の反りの凸側の面に質量の異なる重心位置補正部材 37 を装着して揺動体 32 の振れ角 θ を測定すればよい。なお、トーシヨンバー 23 の長手方向軸線 O - O に対して直交する断面形状は、円形に限らず、矩形断面など、任意の断面形状を採用することができる。

【0048】

次に、振動素子 30 を構成するトーシヨンバー 31、揺動体 32、磁石 35 などの材料について以下に述べる。

【0049】

トーシヨンバー 31 を構成する材料としては、例えば、加工硬化処理及び時効硬化処理が施された加工硬化及び時効硬化型のコバルト (Co) - ニッケル (Ni) 基合金が好適である。ここでいう Co - Ni 基合金とは、Co 及び Ni を含有する金属合金である。Co - Ni 基合金は、好ましくは、積層欠陥エネルギーを低下させるクロム (Cr) と、マトリクス of 固溶強化や、偏析により転位を固着して時効及び加工硬化能の向上に寄与する溶質元素としてモリブデン (Mo)、鉄 (Fe) などを含む。本実施形態では、Co - Ni 基合金として、Co - Ni - Cr - Mo 合金や Co - Ni - Fe - Cr 合金などを例示することができる。また、これらの合金は、溶質元素として同様の働きをするニオブ (Nb)、面心立方格子相を安定化させて積層欠陥エネルギーを低下させるマンガン (Mn)

10

20

30

40

50

、マトリクスの強化と積層欠陥エネルギーの低下に寄与するタングステン（W）などを含むことができる。さらに、これらの合金は、鑄塊組織の微細化や強度向上に寄与するチタン（Ti）、熱間加工性を改善するボロン（B）及びマグネシウム（Mg）、マトリクスに固溶してCr、Mo、Nbなどと炭化物を形成し、粒界を強化する炭素（C）などを含むことができる。

【0050】

Co-Ni-Cr-Mo合金を用いた場合、その主要組成の重量比は、Co：20.0～50.0%、Ni：20.0～45.0%、Cr/Mo：20.0～40.0%（Cr：18～26%、Mo：3～11%）であることが好ましい。特に、Co：31.0～37.3%、Ni：31.4～33.4%、Cr：19.5～20.5%、Mo：9.5～10.5%とするのがさらに好ましい。

10

【0051】

このCo-Ni基合金をトーションバー31の製品形状に加工するとともに、当該加工に伴って硬化処理を施して内部残留歪みを与えた後、時効硬化処理を施すことによって所望のトーションバー31を得ることができる。

【0052】

より具体的には、溶製後に熱間鍛造や均質化熱処理などの工程を経て得られた少なくともCo及びNiを含むマトリクスに置換型の溶質元素を含有する出発原料から、冷間圧延による加工硬化処理を経てCo-Ni-Cr-Mo合金材料を得る。この合金材料は、圧延方向に<100>の集合組織が形成され、圧延方向と直交する方向に<110>の集合組織が形成される。したがって、本実施形態のトーションバー31として採用する場合、プレス加工、レーザー加工、ダイス加工、ワイヤーカット、超塑性加工などによって圧延方向と直交する方向がトーションバー31の長手方向となるように切り出して製品形状に加工する。また、これらの加工に伴って、硬化処理を施して内部残留歪みを与えた後、真空中または還元雰囲気にて時効硬化処理を施すことによって所望のトーションバー31を得ることができる。この時効硬化処理は、400～700の温度で数十分から数時間程度（例えば、550で2時間）行うのが最適であるが、処理時間を短縮するために、例えば、強磁場中での熱処理を用いることも有効である。

20

【0053】

これにより、高強度かつ振動減衰能が低く、しかも弾性限界の高い良好な振動特性を有するトーションバー31を得ることができる。このような非磁性で加工硬化及び時効硬化型のCo-Ni-Cr-Mo合金としては、例えば、Co：35%、Ni：32%、Cr：20%、Mo：10%の組成を有するセイコーインスツル株式会社のSPRON510（商品名：SPRONは、登録商標である。）を挙げることができる。

30

【0054】

このようにして、共振周波数が尖鋭且つ振動が共振周波数に対して線対称となるような特性、すなわちQ値が高く（例えば、1000以上）且つパネ特性の非線形性が非常に小さなトーションバー31を得ることができる。このようなトーションバー31は、振動変形による最大歪みが 3×10^{-3} mm程度まで大きくなっても不安定性を生じることがなく、消費電力が少ない振動素子30を実現することができる。したがって、本実施形態におけるLBP200は、所望の疲労特性及び振動特性を確保しつつ小型化することが可能であり、ジッターなどの不安定性を低減させて安定したレーザー光の走査が可能であり、走査角の高精度な制御が可能となる。

40

【0055】

なお、本実施形態では、非磁性を示すCo-Ni基合金にてトーションバー31を形成しているが、これは、揺動体32をトーションバー31とともに揺動させる手段として、磁石と交番磁界を用いた場合、安定した駆動を実現することができるからである。したがって、素子駆動部207として、交番磁界以外の手段、例えば、圧電素子などを利用することも可能である。トーションバー31の材料としては、パネ材料として一般的に用いられるSUS301、302、304、316、631、632などのステンレス鋼、パネ

50

鋼（SUP）、ピアノ線（SWP）、バネ用炭素鋼のオイルテンパー線（SWO）などを採用し得る。さらには、バネ用シリコンクロム鋼のオイルテンパー線（SWOSC）、バネ用ベリリウム銅合金（C1700、C1720）、バネ用チタン銅合金（C1990）、バネ用リン青銅（C5210）、バネ用洋白（C7701）なども採用することができる。

【0056】

揺動体32を構成する材料としては、アルミナ、ジルコニア、ベリリウム、窒化ケイ素、窒化アルミニウム、サファイア、炭化ケイ素、二酸化ケイ素、ガラス、樹脂などの非磁性体を利用することができる。さらに、これらの表面を鏡面化することによって該表面を光反射面331として利用することも可能である。

10

【0057】

揺動体32を構成する第1の板部材33の上面に形成される光反射面331については、上述したように、反射率を向上させるために、AlやAuなどを蒸着やスパッタといった真空蒸着法によって形成してもよい。また、例えば、チタン（Ti）、Al、銅（Cu）、銀（Ag）、Auなどの金属膜が用いられてもよい。

【0058】

しかしながら、金属膜は、その表面が比較的傷付き易く、また、酸化し易い。よって、金属膜のみで光反射面331を形成すると、徐々に反射率が低下してしまう。そこで、金属膜を保護するための保護膜が必要となる場合がある。また、金属膜単層では光反射面331として所望の反射率が得られない恐れもある。したがって、保護膜に増反射膜としての機能を持たせ、光反射面331全体としての反射率を高めることができれば、金属膜を保護しつつ、光の利用効率をあげることができる。

20

【0059】

増反射膜は、例えば、誘電体の低屈折率材料と高屈折率材料を組み合わせることで形成される。低屈折率材料としては、例えば、SiO₂やMgF₂がある。高屈折率材料としては、TiO₂、Nb₂O₅、ZrO₂、Ta₂O₅などがある。但し、Al₂O₃のような中間屈折率材料を積層してもよい。なお、増反射膜の材料をこれらのみに限る必要はなく、適宜最適な材料を選択することができる。

【0060】

また、揺動体32とともにトーションバー31に取り付けられる磁石35は、できるだけ小型軽量であって高い保持力を有することが好ましく、Nd-Fe-B系やSm-Co系の希土類磁石などが好適である。しかしながら、磁石35は、アルニコ磁石、Fe-Co-V合金磁石、Cu-Ni-Fe合金磁石、Cu-Ni-Co合金磁石、Fe-Cr-Co磁石、Pt-Co磁石などであってもよい。さらには、磁石35は、ハードフェライト（BaフェライトやSrフェライト）などの焼結磁石やボンド磁石の他にスパッタ法などで形成した薄膜磁石であってもよく、材質や製造方法または形状などで特に制限されるものはない。

30

【0061】

なお、重心位置補正部材37を構成する材料は、揺動体32を構成する材料と同じであってもよいし、異なる材料が用いられることも可能である。

40

【0062】

図2～5に示される光走査装置の主要部を必要に応じて図8～12に示されるように変更することも可能である。

【0063】

図8には、本発明に係る光走査装置を構成する振動素子の別の実施形態の主要部の平面図であって、その一部が破断された平面図が示されている。図9には、図8のIX-IX線に沿う断面図が、図10には、図8のX-X線に沿う拡大断面図がそれぞれ示されている。

【0064】

図8～10に示される実施形態に係る振動素子30Aは、トーションバー31Aの先端

50

に抜け防止と位置決めとを兼ねる円錐台形状のストッパ部 3 1 5 A が形成されている。磁石 3 5 A は、このストッパ部 3 1 5 A に隣接するように揺動体 3 2 A と一体的に形成され、ストッパ部 3 1 5 A に臨む一端面は、揺動体 3 2 A から露出するように配置されている。本実施形態においても、揺動体 3 2 A は、上記実施形態と同様に、2 枚の矩形板部材 3 3 A 及び 3 4 A がトーションバー 3 1 A を上下に挟んで接合されることで構成されている。本実施形態における磁石 3 5 A は、トーションバー 3 1 A を上下に挟むように 2 つわり構造となっているが、トーションバー 3 1 A が貫通する孔を予め形成した磁石 3 5 A とすることも可能である。本実施形態においても、反りを調整するために重心位置補正部材 3 7 A が採用されているが、トーションバー 3 1 A の真直度が十分満足のいくものであればなくてもよい。なお、本実施形態における重心位置補正部材 3 7 A は、図 9 に示されるように、トーションバー 3 1 A の長手方向軸線 O - O に沿って、その基端側に向けて肉厚が減少するように楔状に形成されている。

10

【0065】

図 1 1 には、本発明に係るさらに別の実施形態の主要部の平面図であって、その一部が破断された平面図が示されており、図 1 2 には、図 1 1 の X I - X I 線に沿う拡大断面図が示されている。

【0066】

図 1 1 及び 1 2 に示される実施形態に係る振動素子 3 0 B は、上記図 8 ~ 1 0 に示される別の実施形態に対応するストッパ部 3 1 5 B が揺動体 3 2 B 内に埋設された実施形態であるといえる。したがって、本実施形態では、ストッパ部 3 1 5 B が揺動体 3 2 B 内に埋め込まれることで、トーションバー 3 1 B に対する揺動体 3 2 B の相対的位置が確実に規定されることになる。本実施形態においても、揺動体 3 2 B は、上記 2 つの実施形態と同様に、2 枚の矩形板部材としての第 1 の板部材 3 3 B 及び第 2 の板部材 3 4 B がストッパ部 3 1 5 B を含むトーションバー 3 1 B を上下に挟んで接合されることで構成されている。また、本実施形態では、磁石 3 5 は、揺動体 3 2 B 内に埋め込まれるとともに、重心位置補正部材としての機能も兼用している。より具体的には、磁石 3 5 B は、トーションバー 3 1 B の下側に設けられた切欠 3 1 6 B と板部材 3 4 B に設けられた切欠 3 4 5 B で形成される空間内に配置される。磁石 3 5 B は、ストッパ部 3 1 5 B を含むトーションバー 3 1 B と一緒に第 1 及び第 2 の板部材 3 3 B 及び 3 4 B で挟み込まれた状態で揺動体 3 2 B 内に嵌め込まれる。この構造は、揺動体 3 2 B が樹脂で射出形成される場合（この場合、第 1 及び第 2 の板部材の区別はなくなる。）に特に好適であり、これら磁石 3 5 B 及びトーションバー 3 1 B の先端部を一体に形成することが可能となる。

20

30

【0067】

上述した実施形態では、いずれも片持ち梁状の構造のトーションバー 3 1、3 1 A 及び 3 1 B について説明されてきたが、該トーションバーの長手方向両端部をベース 2 0 に固定し、その中央部に揺動体を固定した両持ち梁状の構造のものであってもよい。また、トーションバー 3 1、3 1 A 及び 3 1 B は、円形断面に以外に、矩形断面の線材であってもよい。

【0068】

以下、本発明に係るさらに別の実施形態について図 1 5 ~ 2 1 を用いて説明する。図 1 5 ~ 1 9 は、トーションバーを挟んで相互に接合される同一形状を持つ 2 枚の板部材で揺動体を構成する実施形態を示す。また、図 2 0、2 1 は、トーションバーの反りを小さくする、すなわち、真直度を向上させるようにした実施形態を示す。

40

【0069】

図 1 5 ~ 図 1 7 に示した実施形態は、トーションバー 3 1 C の先端に抜け外れ防止と位置決めとを兼ねた円錐台形状のストッパ部 3 1 5 C を形成したものである。矩形の棒状をなす磁石 3 5 C は、このストッパ部 3 1 5 C に臨むように揺動体 3 2 C と一体に形成され、ストッパ部 3 1 5 C に臨むその一端面が揺動体 3 2 C から外部に露出した状態となっている。本実施形態における磁石 3 5 C は、トーションバー 3 1 C を挟むように二つ割り構造となっているが、トーションバー 3 1 C が貫通する穴 3 5 1 C をあらかじめ形成

50

した単一の磁石 35C とすることも可能である。

【0070】

図18、図19に示した実施形態は、上の実施形態におけるストッパ部 315C を揺動体 32C 内に埋設したものであり、トーシヨンバー 31D に対する揺動体 32D の相対位置をより確実に規定することができる。本実施形態では、磁石 35D がトーシヨンバー 31D のストッパ部 315D を横切ることができるように形成されている。具体的には、第1及び第2の2枚の板部材 33D、34D それぞれに形成された磁石保持用切欠 335D、345D に連通するように、磁石挿通溝 316D をストッパ部 315D に形成している。したがって、磁石 35D 及びトーシヨンバー 31D の先端部と揺動体 32D とをより強固に接合することが可能となる。

10

【0071】

上述した実施形態では、何れも片持ち構造のトーシヨンバー 31C、31D について説明している。しかしながら、トーシヨンバー 31C、31D それぞれの長手方向両端部を枠体 21 とカバー部材 40 との間に固定し、その中央部にそれぞれの揺動体 32C 又は 32D を固定したものであってもよい。

【0072】

図20及び21に示す実施形態は、上述したように、再度、トーシヨンバーの反りを小さくする、すなわち、真直度を向上させることに着目した実施形態である。具体的には、図3～6に示されるような重心位置補正部材 37 によることに代えてあるいはそれに加えて、トーシヨンバー 31 自体を反りのないものとしようとするものである。

20

【0073】

そこで、トーシヨンバー 31 における反りの影響が、該トーシヨンバー 31 の支持される揺動体 32 の光反射面 331 の振れ角（振幅）に与える影響を考察する。

【0074】

再度、図6を参照する。トーシヨンバー 31 の基端をガラス定盤 50 の表面に押し付け、この部分を中心としてトーシヨンバー 31 をガラス定盤 50 の上で転がす。この時のトーシヨンバー 31 の末端（より正確には、揺動体 32 の重心 G）のガラス定盤 50 からの高さが最大となる位置において、反り量 H（すなわち、真直度）として測定される。この反り量 H が、0 μm 、50 μm 及び 100 μm であるトーシヨンバー 31 をサンプルとして、その末端に取り付けられている揺動体 32 を共振周波数 2 kHz で揺動させる。

30

【0075】

揺動体 32 の揺動の振れ角の測定の方法は、シートコイル 70 を流れる電流値を変化させることで、揺動体 32 の光反射面 331（したがって、反射するレーザー光 L）の振れ角が段階的に大きくなるように変化させる。光反射面 331 を反射したレーザー光 L は、感光ドラム 204 上を走査する1本の直線としての走査線を描くはずであるが、振れ角が大きくなると、曲線や八の字や円といった異常な走査線を描く状態となる。振れ角を段階的に大きくしていく途中で、このような状態が発生したとき、異常振動が発生したと判定する。この場合、異常振動が発生した段階の振れ角と1つ前の段階の振れ角との間でさらに小さく区切って振れ角を変化させ、異常振動が発生しない最も大きい振れ角を最大振れ角として規定する。

40

【0076】

このようにして測定した結果が図20に示されている。図20に示されるように、トーシヨンバー 31 の反り量が 0 μm であるとき、最大振れ角は、 $\pm 45 \sim \pm 50$ 度となり、50 μm であるとき、 $\pm 25 \sim \pm 39$ 度となり、100 μm であるとき、 $\pm 17 \sim \pm 25$ 度となった。このことから、トーシヨンバー 31 の反りが全くない 0 μm の場合に比べて、反りが 50 μm の場合及び 100 μm の場合の最大振れ角は、それぞれ、3割及び6割程度低下することが分かる。すなわち、トーシヨンバー 31 の反り、言い換えれば真直度が振動素子 30 の揺動体 32 の振れ角に大きな影響を及ぼすことが確認された。

【0077】

そこで、本実施形態では、トーシヨンバー 31（図21（a）では 31E、図21（b）

50

)では31Fで表されている。)の真直度を向上させるために、以下のような方法を提案する。

【0078】

トーションバー31Eを板状材料から加工形成する場合、プレス加工、レーザー加工、ワイヤーカット、エッチングまたは超塑性加工などで所定の形状に加工される。この場合、得られるトーションバー31Eの反り量のばらつきは大きく、 $100\mu\text{m} \sim 200\mu\text{m}$ の範囲となる。特に、ロール状材料からの加工である場合、圧延方向であるRD方向は、圧延方向と直交する方向であるTD方向に比べ、初期の反りが大きいのが一般的である。よって、トーションバー31Eとして利用する場合、TD方向をトーションバー31Eの長手方向とすることが、トーションバー31Eの反り対策として有効である。すなわち、引張り加工によってトーションバー31Eを作ること、トーションバー31Eの外周面には引張り加工による加工痕が形成される。その識別としては、図21(a)に模式的に示されるように、材料表面のひき目(加工痕)318Eの方向で判断することができる。すなわち、ひき目318Eの長手方向(ひき目が延在する方向)が圧延方向となる。

10

【0079】

また、材料の振動特性を高めるために時効硬化処理として、例えば、熱処理を施すが、トーションバー31EをSUS304などで加工形成する場合、熱処理時にテンション(引張り)をかけることにより、その反りをほとんど無くすることが可能である。なお、熱処理に加えて、炉中で必要な規定張力を材料にかけて加工処理することを、テンションアニールを実施するともいう。さらに、時効硬化処理を施しても、トーションバー31Eに若干の反りが生じている場合、反り量、言い換えれば、真直度が略等しいトーションバーを2枚用意する。図21(a)に模式的に示されるように、この2枚のトーションバー31E1及び31E2を互いに対して反るように、背中合わせにして接着剤などで接合し、1つのトーションバー31Eとして組み立てて形成される。このようにして形成されたトーションバー31Eの反り量は、 $10\mu\text{m}$ 以下となり、図20に示されるように、最大振れ角が ± 45 度となり、広角に光走査可能な振動素子を安定的に供給することができる。

20

【0080】

次に、トーションバー31Fを丸棒や角棒などの線状材料から、又は原料から線状に加工形成する場合、ダイス加工で所定に形状に加工される。この場合も板状材料から形成する場合と同様、得られるトーションバー31Fの反り量は大きい。トーションバー31Fの反り量を低減させる、すなわち、真直度を向上させるため、ダイス加工時に、線状材料にしごき加工を施す、すなわち、テンション(引張り)をかけながらしごくことが有効である。この場合の識別としては、材料表面にできるひき目318Fの方向で判断することができる。すなわち、図21(b)に模式的に示されるように、トーションバー31Fの長手方向に対して螺旋状のひき目318Fが存在する。なお、ダイス加工においては、当該加工の前後のトーションバー31Fの断面積の比率によって決まる加工率が最も重要なファクターとなり、その最適値は、70~80%である。このようにして形成されたトーションバー31Fの反り量も、 $10\mu\text{m}$ 以下となり、広角に光走査可能な振動素子を安定的に供給することができる。

30

【0081】

以上に述べたような加工を板状材料や線状材料に対し施すことにより、トーションバー31(31E及び31F)の長手方向軸線O-Oと理想揺動軸線 A_R が一致するように真直度が向上し、広角に光を走査可させ得る振動素子30を実現することが可能となる。このようにして本実施形態ではトーションバー31の真直度の向上を達成させているが、図3~6に示されるように、揺動体32に重心位置補正部材37を加えることでさらにその真直度を向上させてもよい。具体的には、揺動体32の第2の板部材34の表面341に重さの異なる重心位置補正部材37を接合することで、図6に示されるように揺動体32の重心位置を下げる。それにより、トーションバー31の反りを小さくし、結果として、トーションバー31の長手方向軸線O-Oと理想揺動軸線 A_R を一致させるように構成することができる。

40

50

【0082】

以上、本発明に係る振動素子をLBP200に適用した実施形態について説明してきたが、最後に、本発明に係る振動素子をオーバーヘッドプロジェクターなどの画像投影装置300に適用した実施形態について図22を用いて説明する。本実施形態においては、LBP200に適用した実施形態と同一の機能を有する構成要素については同一符号を記すに止め、重複する説明を省略する。本実施形態における画像投影装置300は、LBP200と基本的に同じ光走査装置220、光源301からの光を所定方向に変更させる光偏向装置302及びこの光偏向装置302により偏向した光が照射されるスクリーン304を備えている。

【0083】

光偏向装置302は、光走査装置220の振動素子30の揺動体（不図示）の光反射面（不図示）にて反射した光を理想揺動軸線（不図示）と平行な方向に沿って偏向させるものである。この光偏向装置302による光の偏向速度は、振動素子30の図示しない揺動体の振動周期よりも相対的に遅くすることができるので、本実施形態では周知のガルバノミラーを用いている。

【0084】

RGB三原色を含む光源301から出射する光は、振動素子30及び光偏向装置302により2次元走査され、スクリーン304に映像として投射される。

【0085】

振動素子30の主要部を構成する揺動体の光反射面の振れ角は、制御装置206から出力される制御信号に基づいて素子駆動部207により調整される。また、光偏向装置302も同様に、制御装置206からの出力に基づき、揺動体の理想揺動軸線に対して直行する軸線回りのガルバノミラーの振れ角が制御される。制御装置206には、スクリーン304に投影される画像情報が入力部303から伝達され、光源301からスクリーン304に至る光路の距離に関する情報が測距部305から入力される。制御装置206は、これら入力部303及び測距部305からの情報に応じた投影画角や拡大率などの設定及び像の大きさやその縦横比に基づき、振動素子30及び光偏向装置302の走査角をそれぞれ変更する。なお、画像の拡大率は、走査角を変更せずとも光源301に対する通電のオン/オフ制御によっても可能である。しかしながら、走査角を変更することによって光源301のオフ時間を減らすことで、高輝度の画像をスクリーン304に投影することができる。

【0086】

本実施形態の画像投影装置300も、加工硬化及び時効硬化型のCo-Ni基合金からなるトーシヨンバー（不図示）に揺動体を固定しているため、小型化に加えてジッターなどの不安定性を低減でき、走査角を変更した場合でも安定した動作が可能である。また、振動減衰率の歪み振幅依存性が小さいため、走査角を大きくした場合の急激な消費電力の増加も起こらない。さらに、光の有効利用によって光源301の駆動電力を低減することができる。これらのことから、小型化と併せて、素子駆動部207や電源の容量を低減させることが可能となり、小型で投影画角の大きな高性能の画像投影装置300を実現することができる。

【産業上の利用可能性】

【0087】

本発明に係る振動素子は、上述した光走査装置以外に、例えば、電位センサなどに適用することも可能である。上述したLBPなどの画像形成装置において、安定した品質の画像を得るためには、感光ドラムの電位を均一に帯電させる必要がある。このため、電位センサを用いて感光ドラムの帯電電位を測定し、その結果を利用して感光ドラムの電位を均一に保持するように帯電部に印加する電圧のフィードバック制御を行う。この電位センサにおいては、揺動体の平面部に一对の検知電極を配置し、これら一对の検知電極と、当該一对の検知電極と対向状態で配置される電位測定対象面、すなわち、感光ドラムの表面との間の距離を揺動体の振動により変化させている。そして、検知電極と感光ドラムの表面

10

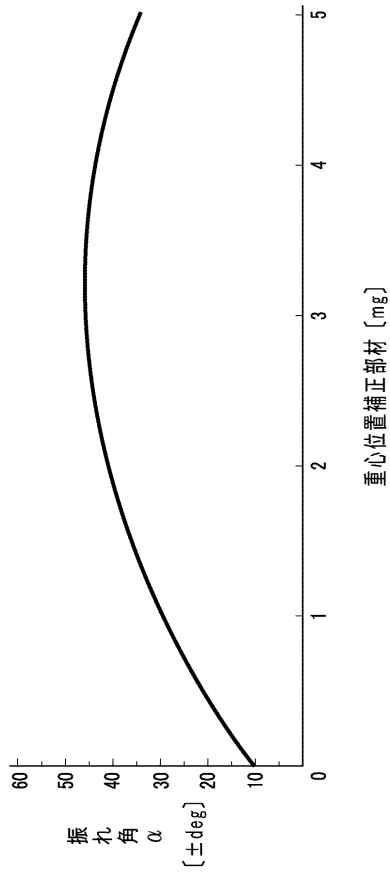
20

30

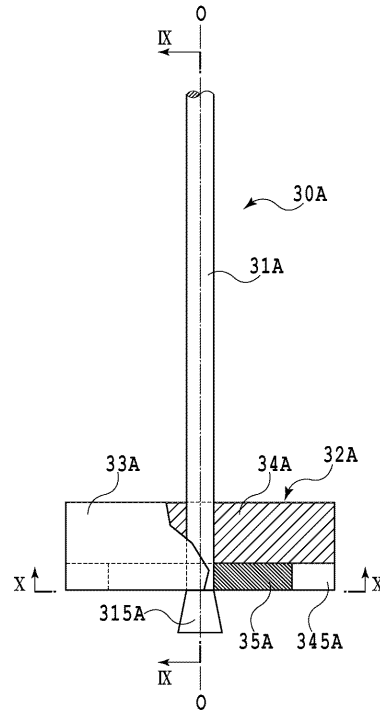
40

50

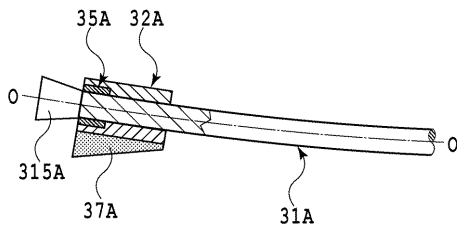
【 図 7 】



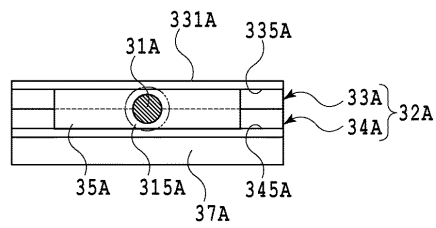
【 図 8 】



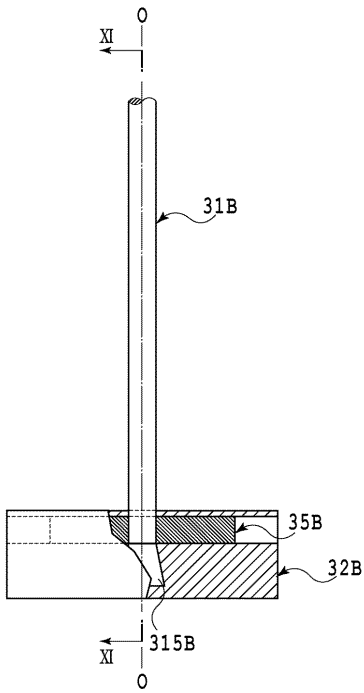
【 図 9 】



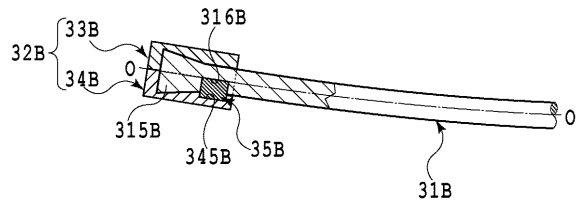
【 図 10 】



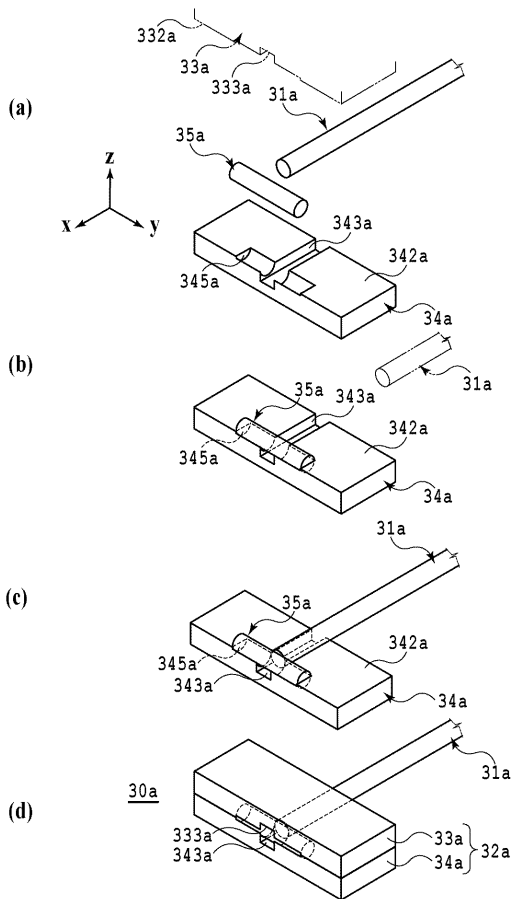
【 図 1 1 】



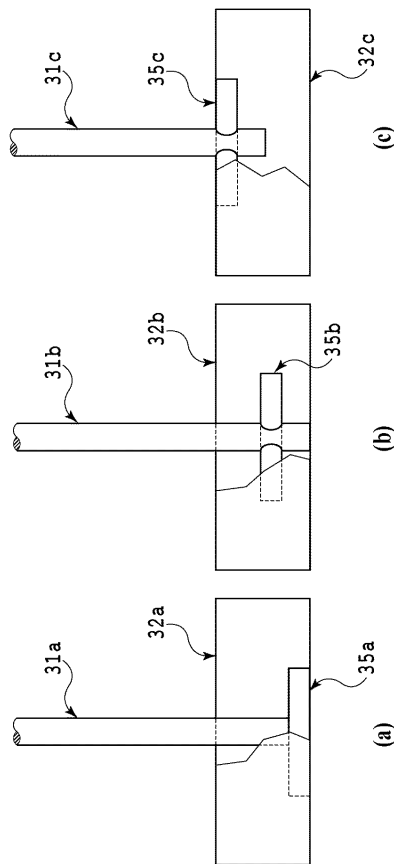
【 図 1 2 】



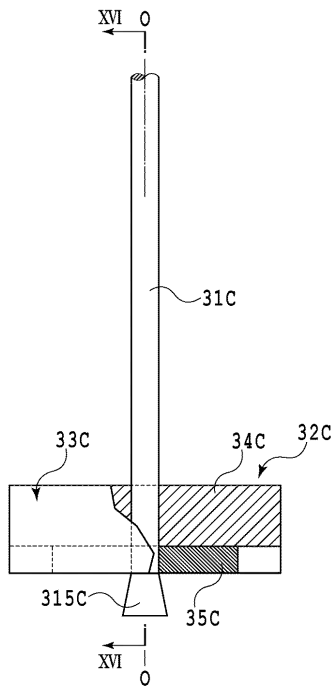
【 図 1 3 】



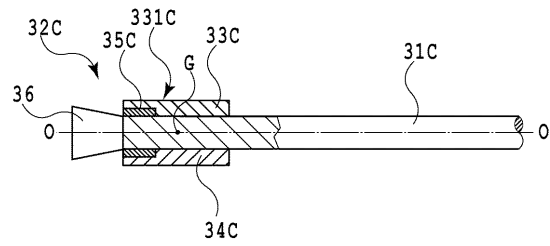
【 図 1 4 】



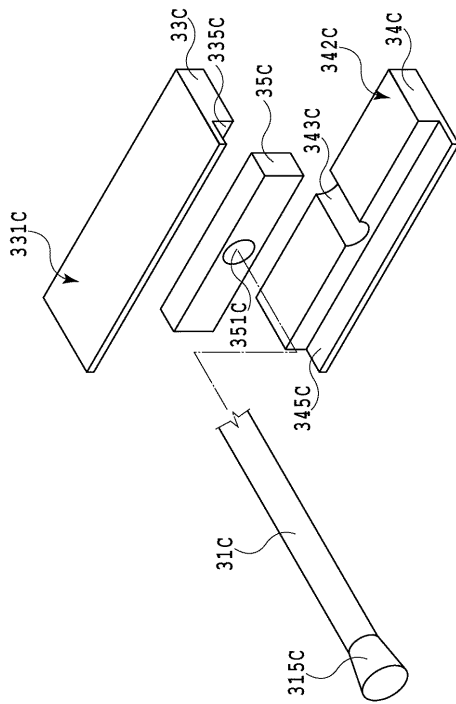
【 図 1 5 】



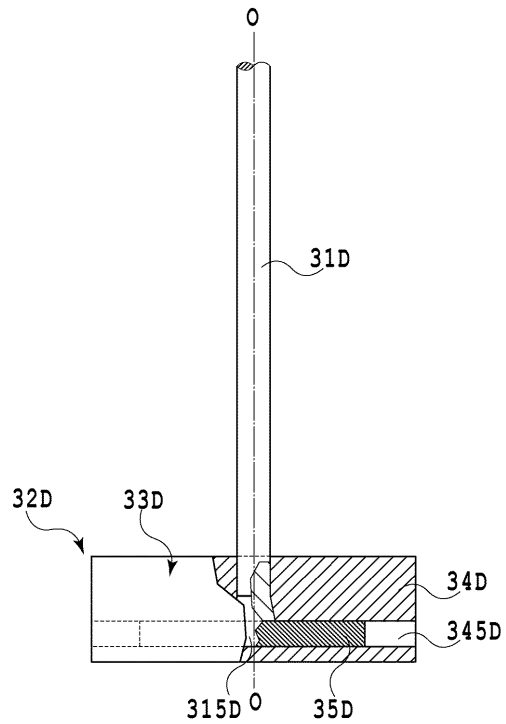
【 図 1 6 】



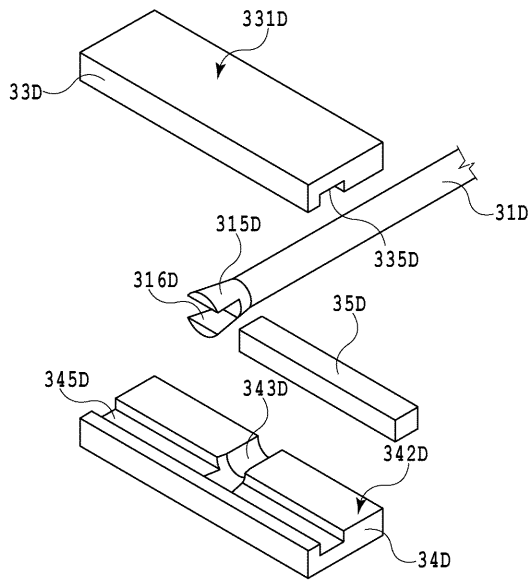
【 図 1 7 】



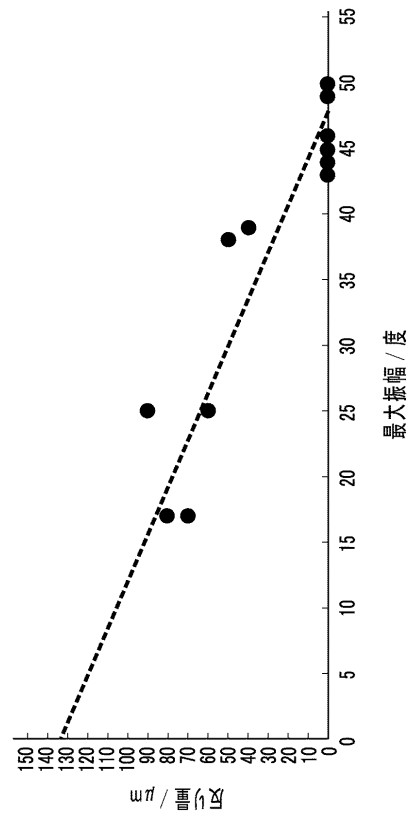
【 図 1 8 】



【 図 1 9 】



【 図 2 0 】



フロントページの続き

(72)発明者 周 耀民

埼玉県秩父市下影森1 2 4 8 番地 キヤノン電子株式会社内

Fターム(参考) 2H045 AB16 AB24 AB25 AB26 AB38 AB81 CA63 CA88

5C072 AA03 BA02 BA04 BA13 DA02 HA02 HA09 HA14 HB08 HB11

HB15 XA05 XA10