

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2005-521098

(P2005-521098A)

(43) 公表日 平成17年7月14日(2005.7.14)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
GO2B 26/10	GO2B 26/10 104Z	2H045
HO4N 1/113	HO4N 1/04 104A	5C072

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2003-578994 (P2003-578994)
 (86) (22) 出願日 平成15年3月26日 (2003. 3. 26)
 (85) 翻訳文提出日 平成16年11月19日 (2004. 11. 19)
 (86) 国際出願番号 PCT/AU2003/000379
 (87) 国際公開番号 W02003/081318
 (87) 国際公開日 平成15年10月2日 (2003. 10. 2)
 (31) 優先権主張番号 60/367, 270
 (32) 優先日 平成14年3月26日 (2002. 3. 26)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

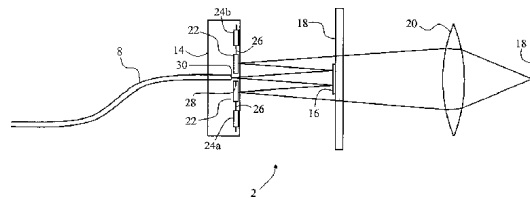
(71) 出願人 500299492
 オプティスキャン ピーティーワイ リミ
 テッド
 オーストラリア国 ヴィクトリア 316
 8 ノットィング ヒル ノーマンビー
 ロード 15-17
 (71) 出願人 000000527
 ペンタックス株式会社
 東京都板橋区前野町2丁目3番9号
 (74) 代理人 100078880
 弁理士 松岡 修平
 (72) 発明者 ハリス マーティン ラッセル
 オーストラリア国 ヴィクトリア 318
 1 ウィンザー ビール ストリート 1
 63

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光走査デバイス

(57) 【要約】

本発明は、光源からの光を走査するための光走査デバイスであって、前記光源からの光を受けるための回転可能に取り付けられたミラー；カウンターバランス；及び、反偶力を減少させるために前記ミラーと前記カウンターバランスを反対方向に同時に回転振動させるための駆動装置、を有する前記光走査デバイスを提供する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源からの光を走査するための光走査デバイスであって、
前記光源からの光を受けるための回動可能に取り付けられたミラー；
カウンターバランス；及び
反偶力を減少させるために前記ミラーと前記カウンターバランスを反対方向に同時に回動振動させるための駆動装置、を有する前記光走査デバイス。

【請求項 2】

前記ミラーを支持するためのトーションバーを含む、請求項 1 に記載の光走査デバイス。

10

【請求項 3】

前記トーションバーがフィラメントを含む、請求項 1 に記載の光走査デバイス。

【請求項 4】

前記カウンターバランスが前記ミラーに機械的に接続されている、前出の請求項のいずれかに記載の光走査デバイス。

【請求項 5】

前記デバイスが、前記ミラーおよび前記カウンターバランスを支持するためのトーションバーを含み、前記駆動装置が、前記ミラーを駆動し、その前記ミラーの駆動によって前記機械的に接続されたカウンターバランスを駆動することによって、前記カウンターバランスを駆動する、請求項 4 に記載の光走査デバイス。

20

【請求項 6】

前記ミラーと前記カウンターバランスが静電氣的にまたは電磁氣的に結合されている、請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の光走査デバイス。

【請求項 7】

前記カウンターバランスが前記ミラーの周りに配置されている環状構造を構成する、前出の請求項のいずれかに記載の光走査デバイス。

【請求項 8】

前記カウンターバランスが複数のカウンターバランス素子からなる、前出の請求項のいずれかに記載の光走査デバイス。

【請求項 9】

前記カウンターバランスが前記ミラーの両側に配置された 2 つのカウンターバランス素子からなる、請求項 8 に記載の光走査デバイス。

30

【請求項 10】

前記駆動装置が静電駆動装置である、前出の請求項のいずれかに記載の光走査デバイス。

【請求項 11】

前記駆動装置が電磁駆動装置である、請求項 1 から請求項 9 のいずれかに記載の光走査デバイス。

【請求項 12】

前記ミラーと前記カウンターバランスが、第一及び第二支持部上にそれぞれ配置され、前記カウンターバランスが前記ミラーの後方に配置されていて、前記ミラーの受光面を覆い隠さない、前出の請求項のいずれかに記載の光走査デバイス。

40

【請求項 13】

前記ミラーと前記カウンターバランスが減圧雰囲気中で作動するように、その内部が減圧雰囲気であるハウジングを有する、前出の請求項のいずれかに記載の光走査デバイス。

【請求項 14】

光を走査する方法であって、
ミラーから前記光を反射し；
前記ミラーを回動振動させて前記ミラーから反射された前記光を走査するように前記ミラーを駆動し；及び

50

前記ミラーに対するカウンターバランスとして作用するカウンターバランスを駆動し；
前記ミラーの前記回動による反偶力が、前記カウンターバランスによって減少する、こ
とを含む方法。

【請求項 15】

請求項 1 から請求項 13 のいずれかに記載の光走査デバイスを含む走査顕微鏡または走
査内視鏡。

【請求項 16】

入射光を前記顕微鏡または内視鏡に伝えるため、サンプルからの戻り光を伝えるため、
または、入射光を前記顕微鏡または内視鏡に伝えるため及びサンプルからの戻り光を伝
えるための、一つ以上の光ファイバを含む、請求項 15 に記載の走査顕微鏡または走査内
視鏡。

10

【請求項 17】

前記顕微鏡または内視鏡が共焦点顕微鏡または共焦点内視鏡である、請求項 15 または
請求項 16 に記載の走査顕微鏡または走査内視鏡。

【請求項 18】

請求項 1 から請求項 13 のいずれかに記載の光走査デバイスの平衡を保たせる方法であ
って、

1次元以上の前記デバイスの振動を検出するための一つ以上のセンサ上に前記ミラーと
カウンターバランスを取り付けること；

前記デバイスを操作し、前記センサを用いて前記デバイス中のいかなる振動をも監視す
ること；及び

20

前記デバイス中のいかなる振動をも減少させるように前記デバイスを調整すること、を
含む方法。

【請求項 19】

前記デバイスを調整することが、前記カウンターバランスの一部かまたは前記ミラーの
一部かのどちらかを取り除くこと、或いは、前記カウンターバランスの一部と前記ミラー
の一部の両方を取り除くことを含む、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 20】

前記取り除くことがレーザーアブレーションである、請求項 19 に記載の方法。

【請求項 21】

前記取り除くことが減圧雰囲気中で行われる、請求項 19 または請求項 20 に記載の方
法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、特に、ただし限定的でなく、走査顕微鏡や走査内視鏡の技術分野に応用され
る、光走査デバイスに関する。

【0002】

従来の走査顕微鏡の一つが、国際特許出願No. WO 99/04301に開示されている。この顕
微鏡は、光ファイバ光源がその一つの腕に取り付けられた小型の音叉を採用している。こ
の音叉は、光ファイバの出力が音叉の振動方向に走査されるように、約 1000 Hz の振
動数で電磁石によって駆動されている。

40

【0003】

他の技術は、関連する米国特許No. 6,172,789及びNo. 6,057,952に開示されている。こ
れらの文献に開示されたシステムは、可動ミラー、固定ミラー、及び集光レンズを含んで
いる。可動ミラーは、その中心に開口部を有し、少なくとも一つの軸回りに揺動可能に支
持されている。固定ミラーは、反射面を可動ミラーの反射面と向かい合わせた状態で、光
学的に透明なプレートにより固定されて支持されている。光は、光ファイバの先端から、
可動ミラーの中心にある開口部を通して、入り込み、固定ミラーから可動ミラーの方へ反
射される。その後、光は、可動ミラーから集光レンズへ向けて反射され、被観察物の表面

50

で合焦する。可動ミラーは静電駆動装置によって中心軸回りに振動する方式で揺動される。すなわち、固定ミラーから可動ミラー上へ反射された入力光は、可動ミラーから反射される時点で可動ミラーによって走査される。

【0004】

しかしながら、多くの応用において、高速走査素子からの振動のエネルギーの損失を最小にすることが重要である。従来のデバイスには、小型の、すなわち小規模な形状であるために、光素子および振動素子が質量の実質的な部分を占めるようなものもある。従って、それらのデバイスのシェルないしはケースの相当量の反作用運動が生じる可能性がある。作動中、それらのデバイスのケースと生物組織の間の接触により、大きな、そして度合が変化し得る機械的減衰が引き起こされることがある。工学技術用語で言うなら、これらのシステムの「Q」が、実質上、減少する。また、この減衰は、高速走査ミラーが振動を維持することを困難にし、あるいは、振動の振幅の実質的な変化を引き起こす。

10

【0005】

また、別の影響として、高速共鳴走査ミラーからの振動エネルギーの結合が、走査ヘッドにおける別の構成要素の好ましくない振動を生じさせる可能性がある。そのような振動は悪影響を持つ可能性がある。

【発明の開示】

【0006】

したがって、本発明は、光源からの光を走査するための光走査デバイスであって、前記光源からの光を受けるための回動可能に取り付けられたミラー；カウンターバランス；及び、反偶力（uncoupled force）を減少させるために前記ミラーと前記カウンターバランスを反対方向に同時に回動振動させるための駆動装置、を有する前記光走査デバイスを提供する。

20

【0007】

このように、例えば上記のようなデバイスが光学ヘッドに配置される内視鏡検査への応用では、ミラーの回動に起因する振動や他の反偶力を減少させることができ、その結果、光学ヘッドへの振動の伝達を減少させることができる。駆動装置がミラーを回動するために使用され、その結果、ミラーから反射された光を走査することができる。一般に、このような応用は、2つの走査方向、すなわち、遅いy軸方向の走査（垂直走査）と速いx軸方向の走査（水平走査）を有する。本発明は、一般には、後者の（すなわち、速い）走査を提供するために採用されることが予想されるが、遅い走査に使用することができない主な理由はない。しかしながら、概して、本発明の利益は走査速度とともに減少する。

30

【0008】

好ましくは、前記デバイスは前記ミラーを支持するためのトーションバーを含む。さらに好ましくは、前記トーションバーがフィラメントを含む。

【0009】

好ましくは、前記カウンターバランスが前記ミラーに機械的に接続されている。さらに好ましくは、前記デバイスが、前記ミラーおよび前記カウンターバランスを支持するためのトーションバーを含み、前記駆動装置が、前記ミラーを駆動し、その前記ミラーの駆動によって前記機械的に接続されたカウンターバランスを駆動することによって、前記カウンターバランスを駆動する。

40

【0010】

前記カウンターバランスが複数のカウンターバランス素子からなってもよい。実施形態の一つでは、前記カウンターバランスが前記ミラーの両側に配置された2つのカウンターバランス素子からなる。他の実施形態では、前記カウンターバランスが前記ミラーの周りに配置可能な環状構造を構成する。

【0011】

実施形態の一つでは、前記ミラーと前記カウンターバランスが静電的にまたは電磁氣的に結合されている。

【0012】

50

好ましくは、前記駆動装置が静電駆動装置である。他の実施形態では、前記駆動装置が電磁駆動装置である。

【0013】

他の実施形態では、前記ミラーと前記カウンターバランスが、第一及び第二支持部上にそれぞれ配置され、前記カウンターバランスが前記ミラーの後方に配置されていて、前記ミラーの受光面を覆い隠さない。

【0014】

したがって、この構成では、カウンターバランスがミラーの横に配置されないので、駆動装置をより狭くすることができる。

【0015】

好ましくは、前記デバイスが前記ミラーと前記カウンターバランスが減圧雰囲気中で作動するように、その内部が減圧雰囲気であるハウジングを有する。

【0016】

また、本発明は、光を走査する方法であって、ミラーから前記光を反射し；前記ミラーを回動振動させて、前記ミラーから反射された前記光を走査するように前記ミラーを駆動し；前記ミラーに対するカウンターバランスとして作用するカウンターバランスを駆動し；前記ミラーの前記回動による反偶力が前記カウンターバランスによって減少する、ことを含む方法を提供する。

【0017】

他の側面によれば、本発明は、上述の光走査デバイスを含む走査顕微鏡または走査内視鏡を提供する。

【0018】

好ましくは、前記顕微鏡または内視鏡は、入射光を前記顕微鏡または内視鏡に伝えるため、サンプルからの戻り光を伝えるため、または、入射光を前記顕微鏡または内視鏡に伝えるため及びサンプルからの戻り光を伝えるための、一つ以上の光ファイバを含む。

【0019】

前記顕微鏡または内視鏡が共焦点顕微鏡または共焦点内視鏡であってもよい。

【0020】

本発明の他の側面によれば、上述のような光走査デバイスの平衡を保たせる方法であって、1次元以上の前記デバイスの振動を検出するための一つ以上のセンサ上に前記ミラーとカウンターバランスを取り付けること；前記デバイス进行操作し、前記センサを用いて前記デバイス中のいかなる振動をも監視すること；及び、前記デバイス中のいかなる振動をも減少させるように前記デバイスを調整することを含む方法が提供される。

【0021】

好ましくは、前記デバイスを調整することが、前記カウンターバランスの一部かまたは前記ミラーの一部かのどちらかを取り除くこと、或いは、前記カウンターバランスの一部と前記ミラーの一部の両方を取り除くことを含む。

【0022】

好ましくは、前記取り除くことがレーザーアブレーションである。

【0023】

好ましくは、前記取り除くことが減圧雰囲気中で行われる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

本発明がより明瞭に理解されるよう、ここに好ましい実施形態を、例として、添付図を参照して説明する。

【0025】

本発明の第一の好ましい実施形態による、光ファイバ8と共に用いられる光走査デバイス全体が、図1A中の2で示されている。光走査デバイス2は、走査素子14、透明プレート18上に支持されている固定されている平面ミラー16、及び集光レンズ20を含む。

10

20

30

40

50

【0026】

走査素子14は、固定ミラー16の反射表面に対向する反射表面を有する平面のピボットミラー(pivotable mirror)22を含む。ピボットミラー22は、その両端に、片側一つずつ、対をなす平衡素子(counterbalancing element)24a、24bからなる釣合いおもりが配置されている。ピボットミラー22と平衡素子24a、24bは、シリコントーションバー26上に備えつけられている。

【0027】

ピボットミラー22は、光ファイバ8の先端30位置に、中央円形開口部28を有し、その結果、光ファイバ8から放出される光は妨げられることなくピボットミラー22に形成された開口部28を通過することができる。従って、円形開口部28の直径は、光ファイバ8の直径よりも大きくなっており、中央の開口部28は出射光または戻り光に対して空間的なフィルタのように作用することはない。同様に、戻り光はピボットミラー22の開口部28を通過後、光ファイバ8の先端30によって受光され得る。

10

【0028】

使用時には、一般的にレーザ光源である適切な光源(図示していない)からの光は、光ファイバ8に沿って先端30の方へ伝えられ、先端30からピボットミラー22の円形の中央開口部28を通過して固定ミラー16の方へと射出される。この光は、固定ミラー16からピボットミラー22へ反射され、ピボットミラー22によって集光レンズ20の方へ反射される。このプロセスでは、後に説明するように、固定ミラー16から中央開口部28へと戻る反射その他によりいくらかの光が失われる。

20

【0029】

集光レンズ20に到達する光は、試料(sample)が置かれる点18に向かって集光される。同様に、その試料によって返される光は(反射光であろうと蛍光であろうと)、集光レンズ20によって集められ、光ファイバ8の先端30に向かって同一の光経路に沿って戻される。適切なビーム分岐技術によって、その後、この戻り光(もしくはその一部)を、検出器(図示していない)へと導くことができる。

【0030】

図1Aには示されていないが、走査素子14は、振動の形式でトーションバー26回りにピボットミラー22を軸回転させるための静電駆動装置を含み、その結果、ピボットミラー22から反射される光は、(図1Aに示される視野で)図の紙面の奥と手前の方向に走査される。平衡素子24a、24bも軸回転されるが、ピボットミラー22の動きに対し180°位相をずらし、その結果として平衡効果を提供する。

30

【0031】

光走査デバイス2の変形例(これも光ファイバ8と共に用いられる)全体を、図1B中に4で示す。走査デバイス4は、大部分の点で図1Aの走査デバイス2と同一であるが、戻り光を90°進路変更して戻りファイバ12(図示されていない適切な光検出器に接続されている)の方へ向けるためのビームスプリッタ10を含む。

【0032】

光走査デバイス2の別の変形例を、(これも光ファイバ8と共に用いられる)全体を、図1C中に6で示す。この変形例では、光ファイバ8の先端30が、走査デバイス6の中央開口部28の内部に(あるいは、任意で、そのわずかに前に)位置されている。この変形例では、中央開口部28は、図1Aや図1Bに示される変形例中の開口部28よりもわずかに大きな直径を有し、その結果として、ミラー22が使用中に回動しているときを含むミラー22の動きを妨害することなくファイバ8を収容することができる。

40

【0033】

さらに、走査デバイス2の他の変形例では、第二の(戻り)ファイバが光ファイバ8に隣接して配置され、走査デバイス2は、試料から戻ってくる光を少量だけ分岐させるために、走査素子14とプレート18の間またはプレート18と集光レンズ20の間のどちらかに配置される付加的な光素子を含む。したがって、この戻り光は、ファイバ8よりもむしろ第二ファイバによって集められ、その結果、戻り光をファイバ8から取り出し、検出

50

器の方に導くためのビームスプリッタが必要なくなる。

【0034】

図2に走査素子14をより詳細に示す。また、走査素子14のフレーム34の後部壁32からミラー22と平衡素子24a、24bとのそれぞれの間に配置されているトーションバー26へと伸びているシリコン製のマイクロ組み立て支持柱30a、30bもこの図において見ることができる。支持柱30a、30bは、ミラー22と平衡素子24a、24bの動作によってトーションバー26に波動が誘発されること防ぐために設けられている。

【0035】

光ファイバ8からの光(図示されていない)は、中央開口部28を通過して方向36へ射出される。

【0036】

電磁駆動装置は、米国特許No. 6,057,952やNo. 6,172,789により教示されるものを含む、どのような適切な形状であってもよい。その場合、ミラー22の反射面38は、電極としてまたは反射体としての両方として作用する、導電性且つ反射性の物質を塗布したものであってもよい。

【0037】

他の適切な、代替的な駆動装置は、WO 99/04301に開示されている駆動装置に相当する、電磁駆動装置を含む。

【0038】

上述のように、平衡素子24a、24bは、ミラー22と正確につりあい、フレーム34へ伝わりそこから光学ヘッドが含むデバイス2の全体へと伝わる反偶力の連結を最小にするように設計されている。平衡素子24a、24bは、少なくとも2つの方法で、ミラー22と位相をずらして駆動可能である。第一の方法として、それら平衡素子は、ミラー22を駆動する静電駆動装置により、ただしミラー22と位相をずらして駆動可能である。もう一つの方法として、静電駆動装置を、ミラー22を駆動し、さらにトーションバー26を介したミラー22と平衡素子24a、24bとの機械的接合を通じて、平衡素子24a、24bを駆動するために使用することができる。しかしながら、どちらのケースにおいても、駆動装置は、ミラー22と平衡素子24a、24bの両者を駆動する。

【0039】

当業者には明らかなように、ミラー22と平衡素子24a、24bは、共鳴振動動作(resonant oscillatory motion)で駆動される。そのシステムは、高いQ値を有し、その結果、振動を維持するためには最小のエネルギーを入力すれば良い。走査デバイス2はロックインセンサ(図示されていない)を備え、ロックインセンサは、駆動装置との協働により、ミラー22と平衡素子24a、24bが共鳴振動数で駆動され維持されることを可能にしている。

【0040】

走査デバイス2は、ミラー22が減圧雰囲気中に収容されるように、ケースまたは光学ヘッド(図示されていない)の中に構成されている。この構成は、ミラー22と平衡素子24a、24bの動作に対する大気雰囲気の抵抗を減少させるが、もっと一般的には、密閉された光学ヘッドがその内部に収容している素子の湿気、油分、及び埃からの汚染に対する脆弱さを減少させている。実際には、実施形態の一つでは、透明なシールが集光レンズ20を覆っており、集光レンズ20により提供される焦点合わせ光学系にダメージを与える危険性なしに、このシールの汚染を取り除くことができる。

【0041】

図3Aは、走査素子14の断面図であり、その内部には、ミラー22、平衡素子24a、24b、トーションバー26、支持柱30a、30b、及び光ファイバ8が見られる。この図から明らかなように、光ファイバ8は、走査素子14のフレーム34の後壁32内の開口部40の内部に固定されている。開口部40は、ミラー22の中央開口部28に位置合わせさせている。任意で、光ファイバ8は、必要であれば、例えば中央開口部28の方

10

20

30

40

50

へ後壁 3 2 から伸びるつばのようなもので、付加的に支持されていてもよい。光ファイバ 8 は、ミラー 2 2 の回転動作を妨害しないようにしつつ、可能な限り中央開口部 2 8 の方へ長く伸ばされている。

【 0 0 4 2 】

図 3 B は、図 3 A と似ているが、図 1 C に示された変形例による走査素子 1 4、すなわち、ファイバ 8 を収容するために幾分大きな中央開口部 2 8 を有するものを示している。

【 0 0 4 3 】

図 4 を参照すると、本発明の第二の好ましい実施形態によれば、走査素子は実質的には図 2 に示される素子と同一であるが、基本的に円形のミラー 1 2 2 と、ミラー 1 2 2 を囲むように配置され、ミラー 1 2 2 と同心である環状の素子からなる単一の平衡素子 1 2 4 という形態を取った釣合いおもりを有する。

10

【 0 0 4 4 】

この構成は多くの利点を持っている。平衡素子 1 2 4 はミラー 1 2 2 を囲んでいるので、ミラー 1 2 2 自身と比較して、トーシヨンバー 1 2 6 からより離れた位置に質量の大部分を有する。結果として、平衡素子 1 2 4 の慣性モーメントは、図 1 から 3 の平衡素子 2 4 a、2 4 b の慣性モーメントと比較して、その質量に対し比較的大きい。従って、より小さい質量ながら同程度の平衡状態を平衡素子 1 2 4 によって提供することができ、その結果、走査素子全体を小型軽量化することができる。

【 0 0 4 5 】

また、この実施形態では、シリコンマイクロ組み立て支持柱を、ミラー 1 2 2 と平衡素子 1 2 4 の間のトーシヨンバー 1 2 6 の背後（図 4 を上から見て）に備えてもよい。

20

【 0 0 4 6 】

また、第二実施形態の走査素子は、さらに、図 4 に概略的に示される静電駆動装置を備えている。静電駆動装置は、電極 1 4 4 a、1 4 4 b にそれぞれ接続され、且つ、以下に説明する方法でミラー 1 2 2 と平衡素子 1 2 4 に取り付けられた、2 つの交流電源 1 4 2 a、1 4 2 b を含む。

【 0 0 4 7 】

電極 1 4 4 a は、電源 1 4 2 a から延びており、トーシヨンバー 1 2 6 に沿って平衡素子 1 2 4 へと至り、その後、再びトーシヨンバー 1 2 6 に到達するまでほぼ半円形状で平衡素子 1 2 4 を回って進み、トーシヨンバー 1 2 6 の次にミラー 2 2 へと進み、トーシヨンバー 1 2 6 に到達するまで平衡素子 1 2 4 を回る経路から遠く離れたほぼ半円形状でミラー 1 2 2 の周縁部周りを通る。その結果、電源 1 4 2 a を用いて、平衡素子 1 2 4 の上部（図 4 において）とミラー 1 2 2 の下部を同時に帯電させることができる。

30

【 0 0 4 8 】

電源 1 4 2 b の電極 1 4 4 b は相補的な形で配置され、その結果、平衡素子 1 2 4 の下部（図 4 において）とミラー 1 2 2 の上部を電源 1 4 2 b によって同時に帯電させることができる。

【 0 0 4 9 】

使用時は、電源 1 4 2 a と電源 1 4 2 b の出力は、位相が 1 8 0 ° ずれている。電源 1 4 2 a の出力は、本質的には、負の最大の値とゼロとの間の正弦関数であり、一方、電源 1 4 2 b の出力は正であって、（より小さい）正の最大の値とゼロとの間の正弦関数である。

40

【 0 0 5 0 】

参照電極（図示されていない）が、この実施形態の素子のフレーム（図示されていない）の内部、ミラー 1 2 2 と平衡素子 1 2 4 の背後に備えられており、参照電極は、+ Ve または - Ve のどちらか一方に帯電して維持されている。

【 0 0 5 1 】

電源 1 4 2 a、1 4 2 b が、それぞれの電極 1 4 4 a、1 4 4 b 及び接地電極間に、位相が 1 8 0 ° ずれた上述の電圧を印加するとき、接地電極と電極 1 4 4 a、1 4 4 b の間に結果として生じる静電気力は、反偶力が最小となるように、ミラー 1 2 2 と平衡素子 1 2

50

4を、同時に180°位相がずれた状態で、トーションバー126の回りに回転振動させる。

【0052】

図5は、本発明の第三の実施形態の走査素子214の分解概略図である。走査素子214は、トーションバー226に回転可能に装着されたミラー222を含む前フレーム234を含む。ミラー222は、円形の中央開口部228を含む。光ファイバ208は、その射出端230を中央開口部228の背後(図5において)に配置し、中央開口部228に位置合わせされている。

【0053】

ミラー222は、静電駆動装置または電磁駆動装置(上記参照)により、振動する方法または揺動する方法で駆動される。

10

【0054】

また、走査素子214は、4つのコーナー柱252により前フレーム234に機械的に接続されている後フレーム250を含む。

【0055】

後フレーム250は、大部分が、前フレーム234と同様である。しかしながら、ピボットミラーを有する代わりに、後フレーム250がトーションバー上に備えられた同様に配置されたピボット円形釣合いおもりを含む。また、走査素子214は、後フレーム250の釣合いおもり素子がミラー222と位相が180°ずれて駆動されるように構成されている。

20

【0056】

それらのピボット素子(すなわち、ミラー250及び釣合いおもり)の構成は、図6の部分断面図にさらにはっきりと示されており、図中ではピボットミラー222の背後に位置するピボット釣合いおもり254が見られる。釣合いおもり254は、ミラー222の中央開口部228と同軸である、円形の中央開口部256を有する。光ファイバ208が、単にミラー222の中央開口部228の後方までで終わる一方で、釣合いおもり254の中央開口部256を貫通しているので、釣合いおもり254の中央開口部256はミラー222の中央開口部228よりも大きな直径を有する。釣合いおもり254の中央開口部256は、釣合いおもり254が、必要に応じて、光ファイバ208に接触することなく回転できるように、十分に大きな直径を有する。

30

【0057】

図6と類似の側断面図である図7を参照すると、使用時には、ミラー222と釣合いおもり254は、他の構成要素への反偶力の伝達を最小にするために、位相を180°ずらして駆動される。

【0058】

この実施形態では、走査素子214は、好ましくは、図4に示される静電駆動装置に相当する静電駆動装置であり、ミラー222と釣合いおもり250の間に接地電極が配置されるものを有する。これらの電極の配置は、適宜調整される。

【0059】

上述の実施形態の各々においては、釣合いおもり(一つもしくは多くの平衡素子を含む)を製造するための好ましい技術は、できる限り綿密にミラーの平衡を保つように、以下の段階を含む。

40

【0060】

釣合いおもりは最初に必要よりも重く作られ、ミラーと正確に平衡することがわかるまで、釣合いおもりの連続的なレーザーアブレーションによって調整される。これは、3つのピエゾセンサ上に走査素子を備え付け、ピエゾセンサからの信号を測定すると同時に走査素子を駆動することによって把握される。その結果、走査素子中の反偶力をピエゾセンサによって検出することができ、ピエゾセンサからの検出出力がなくなる(あるいは、無視できる)まで、釣合いおもりは連続的にレーザーで削り取られる。

【0061】

50

また、最終的な、好適な操作状態をより正確にシミュレートするために、この調整過程を減圧雰囲気中で行うこともできる。

【0062】

釣合いおもりが金属の場合、容易に削り取ることのできるコーティングを施し、調整は釣合いおもりそれ自身よりはむしろそのコーティングに対するレーザーアブレーションによることができる。代替的には、そのような実施形態では、ミラーまたは他の釣合いおもり素子にそのコーティングを施し、そのコーティングを削り取るようにすることができる。

【0063】

本発明の思想と範囲内での変形が、本技術の分野における通常の知識を有する者により容易に達成され得、したがって、この発明は以上に例示された特定の実施形態に制限されるものではない。

【0064】

さらに、本明細書に記載したいかなる従来技術の参照も、その従来技術の参照が通常の一般的知識の一部を形成する、或いは形成していたことを意味することを意図したものではない。

【図面の簡単な説明】

【0065】

【図1A】本発明の第一の実施形態による光走査デバイスの概略図である。

【図1B】図1Aの光走査デバイスの変形例の概略図である。

【図1C】図1Aの光走査デバイスのさらに進んだ変形例の概略図である。

【図2】図1Aの光走査デバイスの走査素子の図である。

【図3A】図1A及び2の走査素子の断面図である。

【図3B】図1C及び2の走査素子の断面図である。

【図4】本発明の第二の実施形態による、図2の素子と同様の光走査素子の図である。

【図5】本発明の第三の実施形態による、図2の素子と同様の光走査素子の図である。

【図6】図5の走査素子の部分断面図である。

【図7】使用中の図5の走査素子の部分断面図である。

【符号の説明】

【0066】

- 2 光走査デバイス
- 4 光走査デバイス
- 8 光ファイバ
- 10 ビームスプリッタ
- 12 戻り光ファイバ
- 14 走査素子
- 16 固定平面ミラー
- 18 透明プレート
- 20 集光レンズ
- 22 ピボットミラー
- 24 a、24 b 平衡素子
- 26 トーションバー
- 28 開口部
- 30 先端
- 30 a、30 b 支持柱
- 32 後壁
- 34 フレーム
- 40 開口部
- 122 円形ミラー
- 124 平衡素子

10

20

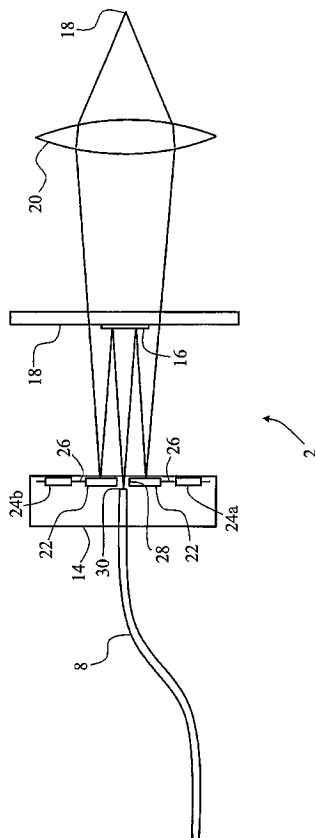
30

40

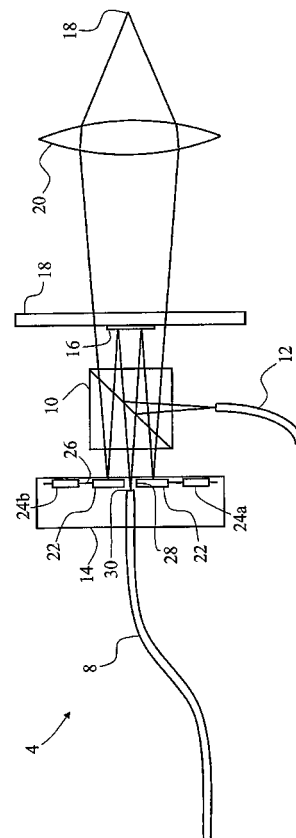
50

- 1 2 6 トーションバー
- 1 2 8 開口部
- 1 4 2 a、1 4 2 b 交流電源
- 1 4 4 a、1 4 4 b 電極
- 2 0 8 光ファイバ
- 2 1 4 走査素子
- 2 2 2 ミラー
- 2 2 6 トーションバー
- 2 2 8 開口部
- 2 3 0 射出端
- 2 3 4 前フレーム
- 2 5 0 後フレーム
- 2 5 2 コーナー柱
- 2 5 4 釣合いおもり
- 2 5 6 開口部

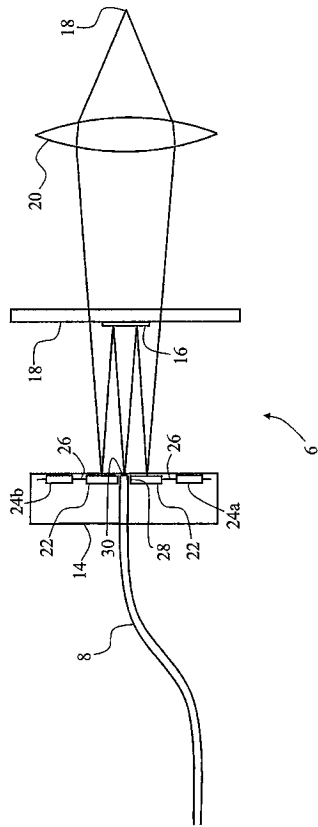
【図 1 A】



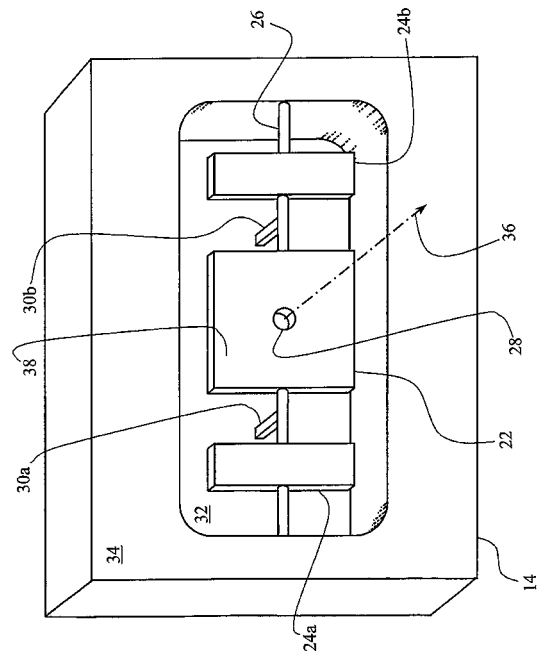
【図 1 B】



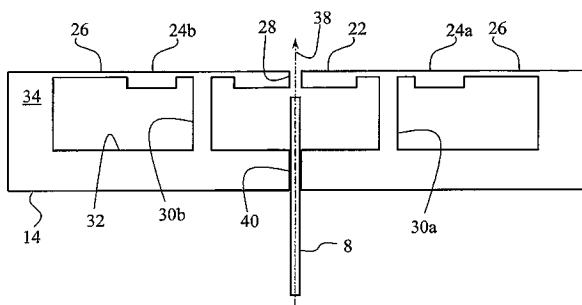
【 図 1 C 】



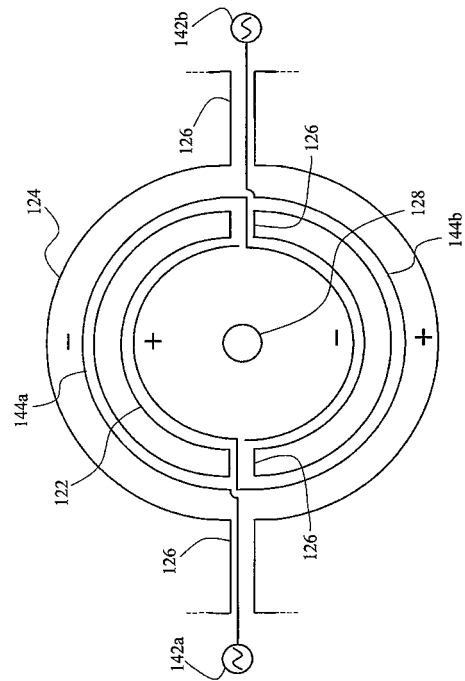
【 図 2 】



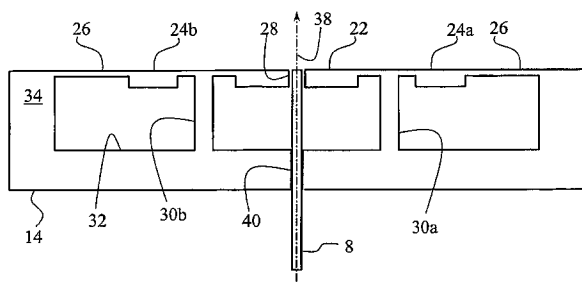
【 図 3 A 】



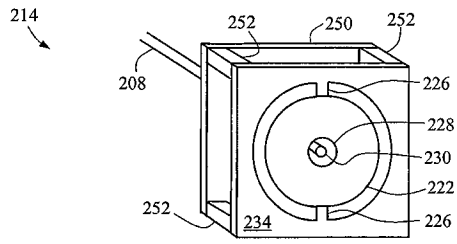
【 図 4 】



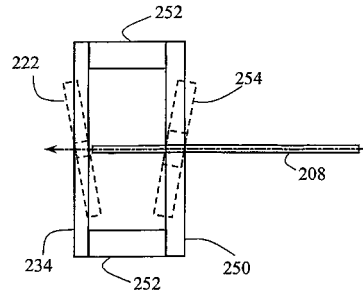
【 図 3 B 】



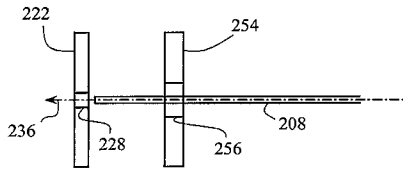
【 図 5 】



【 図 7 】



【 図 6 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/AU03/00379
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
Int. Cl. ⁷ : G02B 26/10, G02B 26/08		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) DWPI: (mirror? or reflect+)(s)(oscillat+ or pivot+ or rotat+ or swing+ or swung or vibrat+ or wobbl+ or swivel+ or dither+ or nodding or turn+), scan+ or sweep+, g02b-021/ic or g02b-023/ic or g02b-026/ic or light+ or optic+ or beam?, (counter+ (w) +balanc+) or (counter+ (w) +weight?), driv+ or engine? or motor? or VCM or mover?, /ic g02b-026/10 or g02b-026/08 or h02k-033 or h02k-007 or g05b-005/01 or f16f-015/28 or f16f-015/22, sensor? or transducer?, ablat+ or remov+ or strip+ or calibrat+ or +blast+, laser, torsion+		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4902083 A (WELLS) 20 February 1990 Abstract, figures 2, 5-8, column 1, lines 49-66, column 8, lines 35-56	1, 6, 11, 14-15, 18
X	DE 4001242 A1 (TELEFUNKEN SYSTEMTECHNIK GMBH) 25 July 1991 Whole document	1, 6, 8-9, 11-12, 14
X	GB 1457995 A (RAWLINGS) 8 December 1976 Page 1, lines 10-52	1, 4, 5, 7, 11-12, 14
X	US 6107770 A (JACKSON ET AL.) 22 August 2000 Abstract	1, 14
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 6 May 2003		Date of mailing of the international search report 19 MAY 2003
Name and mailing address of the ISA/AU AUSTRALIAN PATENT OFFICE PO BOX 200, WODEN ACT 2606, AUSTRALIA E-mail address: pct@ipaaustralia.gov.au Facsimile No. (02) 6285 3929		Authorized officer RAJEEV DESHMUKH Telephone No : (02) 6283 2145

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/AU03/00379

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5210636 A (BAER) 11 May 1993 Abstract, figure 5, column 3, lines 1-7, column 11, lines 33-52, column 12, lines 52-56 and column 15, lines 4-11	1, 2, 10-11, 13-17
X	US 5995264 A (MELVILLE) 30 November 1999 Whole document	1-2, 10-12, 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/AU03/00379

This Annex lists the known "A" publication level patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The Australian Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent Document Cited in Search Report		Patent Family Member					
US	4902083	AU	29986/89	CA	1331232	EP	344882
		JP	2051121	US	5003300	US	5009473
		AU	18940/88	CA	1315426	EP	301801
		JP	2042476	US	4934773		
DE	4001242	NONE					
GB	1457995	NONE					
US	5210636	NONE					
US	6107770	NONE					
US	5995264	US	6166841				

END OF ANNEX

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IT,LU,MC,NL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA, GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ, EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,M W,MX,MZ,NI,NO,NZ,OM,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

Fターム(参考) 2H045 AB02 AB22

5C072 AA01 BA13 CA06 DA02 DA04 DA07 DA21 HA02 HA12 HA20

XA10