(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2013-3187
(P2013-3187A)
(43)公開日　平成25年1月7日(2013.1.7)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
G02B 26/10	(2006.01)	G02B	26/10	104Z	2H045
B81B 3/00	(2006.01)	B81B	3/00		3C081
H04N 1/113	(2006.01)	H04N	1/04	104Z	5C072

審査請求 未請求　請求項の数 5　ＯＬ　（全 13 頁）

(21)出願番号　特願2011-131011 (P2011-131011)
(22)出願日　平成23年6月13日 (2011.6.13)

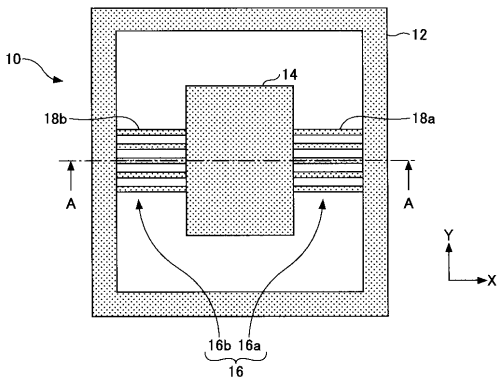
(71)出願人　000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町１番地
(74)代理人　100070150
弁理士　伊東　忠彦
(72)発明者　千田　英美
愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車株式会社内
(72)発明者　谷田　篤志
愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車株式会社内
(72)発明者　織本　憲宗
愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車株式会社内

Ｆターム(参考)　2H045 AB06　AB10　AB38　AB72

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ミラースキャナの構造及び製造方法

(57)【要約】
【課題】本発明は、ミラースキャナの構造及び製造方法に係り、共振周波数の精度良い調整を行うことにある。
【解決手段】ミラースキャナ１０は、フレーム１２と、光源からの光を反射するミラー部１４と、フレーム１２とミラー部１４とを連結して該ミラー部１４を該フレーム１２に対して支持するトーションバー１６ａ，１６ｂと、トーションバー１６ａ，１６ｂに平行に設けられてフレーム１２とミラー部１４とを連結する複数本の溶断可能なバーからなる棒部材１８ａ，１８ｂと、を設ける。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
フレームと、
光源からの光を反射するミラー部と、
前記フレームと前記ミラー部とを連結して該ミラー部を該フレームに対して支持するトーションバーと、
前記トーションバーに平行に設けられて前記フレームと前記ミラー部とを連結する複数本の溶断可能なバーからなる調整部と、
を備えることを特徴とするミラースキャナの構造。
【請求項２】
前記複数本の溶断可能なバーは、前記トーションバーを構成することを特徴とする請求項１記載のミラースキャナの構造。
【請求項３】
前記複数本の溶断可能なバーは、ミラースキャナの共振周波数の実値と目標値との差に応じた本数又は箇所だけ、通電加熱により一部分で溶断されることを特徴とする請求項１又は２記載のミラースキャナの構造。
【請求項４】
フレームと、光源からの光を反射するミラー部と、前記フレームと前記ミラー部とを連結して該ミラー部を該フレームに対して支持するトーションバーと、を備えるミラースキャナを製造する方法であって、
前記ミラースキャナの形成後のテスト工程において該ミラースキャナの特性が測定された後に該ミラースキャナの共振周波数を調整することを特徴とするミラースキャナの製造方法。
【請求項５】
前記ミラースキャナは、前記トーションバーの寸法調整又は前記ミラー部の質量調整により前記共振周波数の調整を実現する溶断可能な調整部を有し、
前記共振周波数の調整は、前記テスト工程において前記共振周波数が測定された後、前記調整部の溶断箇所が決定されかつ該溶断箇所が通電加熱により溶断されることにより実現されることを特徴とする請求項４記載のミラースキャナの製造方法。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、ミラースキャナの構造及び製造方法に係り、特に、光源からの光を偏向反射させて光走査を行うミラースキャナの共振周波数を調整するうえで好適なミラースキャナの構造及び製造方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、光源からの光を偏向反射させて光走査を行うミラースキャナが知られている（例えば、特許文献１参照）。ミラースキャナは、レーザプリンタやバーコードリーダ等の光学機器に用いられる光走査装置に搭載されている。ミラースキャナは、フレームと、そのフレームに光偏向軸を中心に揺動可能に支持されたミラー部と、を備えている。フレームとミラー部とは、梁部材であるトーションバーを介して連結されている。かかるミラースキャナにおいて、ミラー部は、フレームに支持された状態でトーションバーを介して揺動しつつ光源からの光を反射する。
【０００３】
また、上記特許文献１記載のミラースキャナにおいて、その共振周波数の調整は、トーションバーとフレームとの連結部位近傍又はミラー部本体の一部がレーザ照射装置から照射されるレーザにより除去されることで実現される。トーションバーとフレームとの連結部位近傍が除去されると、トーションバーの全長が長くなるので、共振周波数が下がる。

一方、ミラー部本体が除去されると、慣性モーメントが小さくなるので、共振周波数が上がる。従って、レーザによる部材除去により共振周波数を調整することが可能である。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２００７－０７９２５６号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
しかし、ミラースキャナの共振周波数を調整すべくそのミラースキャナを構成する部材をレーザにより除去する手法では、部材を除去する量の適切な調整が難しく、共振周波数の精度良い調整が困難である。また、上記の手法では、レーザ照射装置やレーザ照射工程が必要であるので、共振周波数調整のための費用が増大すると共に、ミラースキャナの製造上のスループットが低下してしまう。
【０００６】
本発明は、上述の点に鑑みてなされたものであり、共振周波数の精度良い調整を行うことが可能なミラースキャナの構造及び製造方法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】
【０００７】
上記の目的は、フレームと、光源からの光を反射するミラー部と、前記フレームと前記ミラー部とを連結して該ミラー部を該フレームに対して支持するトーションバーと、前記トーションバーに平行に設けられて前記フレームと前記ミラー部とを連結する複数本の溶断可能なバーからなる調整部と、を備えるミラースキャナの構造により達成される。
【０００８】
また、上記の目的は、フレームと、光源からの光を反射するミラー部と、前記フレームと前記ミラー部とを連結して該ミラー部を該フレームに対して支持するトーションバーと、を備えるミラースキャナを製造する方法であって、前記ミラースキャナの形成後のテスト工程において該ミラースキャナの特性が測定された後に該ミラースキャナの共振周波数を調整するミラースキャナの製造方法により達成される。
【発明の効果】
【０００９】
本発明によれば、共振周波数の精度良い調整を行うことができる。
【図面の簡単な説明】
【００１０】
【図１】本発明の一実施例であるミラースキャナの上面図である。
【図２】本実施例のミラースキャナの共振周波数を調整する調整装置の構成図である。
【図３】本実施例の調整装置においてコントローラが実行する制御ルーチンの一例のフローチャートである。
【図４】本発明の変形例であるミラースキャナの上面図である。
【図５】本発明の変形例であるミラースキャナの上面図である。
【図６】本発明の変形例であるミラースキャナの上面図である。
【図７】本発明の変形例であるミラースキャナの上面図である。
【図８】本発明の変形例であるミラースキャナの構成図である。
【図９】本発明の変形例であるミラースキャナの構成図である。
【発明を実施するための形態】
【００１１】
以下、図面を用いて、本発明に係るミラースキャナの具体的な実施の形態について説明する。
【００１２】
図１は、本発明の一実施例であるミラースキャナ１０の上面図を示す。本実施例のミラ

ースキャナ１０は、ミラーを用いて光（例えばレーザー光）を走査するミラー駆動装置であり、センサなどに用いられる。図１に示す如く、ミラースキャナ１０は、フレーム１２と、光源から照射される光を反射するミラー部１４と、フレーム１２とミラー部１４とを連結するトーションバー１６と、を備えている。ミラースキャナ１０は、例えばシリコンなどの半導体からなり、マイクロマシニング技術を利用して形成される。

【００１３】

フレーム１２は、四角形状に空いた孔を有するように四辺で囲まれて枠状に形成されている。ミラー部１４は、四角い平板状に形成されており、フレーム１２に空いた孔の大きさ（面積）よりも小さな大きさ（面積）を有している。ミラー部１４は、フレーム１２に空いた孔内の略中央に配置されている。ミラー部１４は、予め所定の質量を有するように形成されている。ミラー部１４の表面には、光源からの光が入射される。

【００１４】

トーションバー１６は、フレーム１２とミラー部１４とを連結しており、フレーム１２に対してミラー部１４を支持している。トーションバー１６は、ミラー部１４を挟んで対称位置にそれぞれ設けられており、それぞれフレーム１２とミラー部１４との間で所定方向（図１（Ａ）において左右方向）Ｘに延びている。尚、ミラー部１４を挟んで配設された一対のトーションバー１６を１６ａ，１６ｂと称す。一対のトーションバー１６ａ，１６ｂはそれぞれ、一端がフレーム１２の側壁に接続されかつ他端がミラー部１４の側壁に接続されている。トーションバー１６ａ，１６ｂはそれぞれ、Ｘ軸回りに捩れることが可能であり、ミラー部１４をフレーム１２に対してＸ軸回りに揺動可能に支持している。

【００１５】

ミラー部１４は、例えばミラー部１４の裏面に配設された永久磁石に電磁石からの電磁力が作用することによりＸ軸回りに揺動する。このミラー部１４のＸ軸回りの揺動は、コントローラによる電磁石への電流制御により実現されるものとすればよい。ミラー部１４は、ミラー部１４とトーションバー１６とからなる構造体（すなわち、ミラースキャナ１０）の共振周波数で往復揺動するように駆動される。ミラー部１４がＸ軸回りに揺動すると、光源からの光がミラー部１４で反射する方向が変化する。従って、本実施例のミラースキャナ１０によれば、光走査を実現することができる。

【００１６】

また、本実施例において、トーションバー１６ａ，１６ｂはそれぞれ、複数本（図１（Ａ）においては４本）の棒部材１８ａ，１８ｂからなる。各棒部材１８ａは、フレーム１２とミラー部１４との間でＸ軸方向に延びている。また、各棒部材１８ｂは、フレーム１２とミラー部１４との間でＸ軸方向に延びている。複数本の棒部材１８ａは、互いにＹ軸方向において並列に配置されており、また、複数本の棒部材１８ｂは、互いにＹ軸方向において並列に配置されている。

【００１７】

複数本の棒部材１８ａ，１８ｂからなるトーションバー１６ａ，１６ｂは、ウェハプロセスにより形成される。各棒部材１８ａ，１８ｂはすべて同じ形状を有している。各棒部材１８ａの、フレーム１２の側壁とミラー部１４の側壁との間のＸ軸方向長さは互いに同じであり、また、各棒部材１８ｂの、フレーム１２の側壁とミラー部１４の側壁との間のＸ軸方向長さは互いに同じである。棒部材１８ａのＸ軸方向長さと棒部材１８ｂのＸ軸方向長さとは同じである。

【００１８】

トーションバー１６ａの棒部材１８ａは、隣接する棒部材１８ａに対してＹ軸方向において等間隔を空けて配置されている。また、トーションバー１６ｂの棒部材１８ｂは、隣接する棒部材１８ｂに対してＹ軸方向において等間隔を空けて配置されている。棒部材１８ａ側のＹ軸方向における間隔と棒部材１８ｂ側のＹ軸方向における間隔とは互いに同じである。トーションバー１６ａの棒部材１８ａとトーションバー１６ｂの棒部材１８ｂとはすべて、ミラー部１４の中心を通る線Ｌ（具体的には、ミラー部１４の面内において上記の所定方向Ｘに直交する方向に延びる線）を挟んで互いに線対称の位置に設けられてい

る。

【００１９】

尚、トーションバー１６ａ及びトーションバー１６ｂは、各棒部材１８ａが互いに平行に配置されかつ各棒部材１８ｂが互いに平行に配置され、棒部材１８ａと棒部材１８ｂとがすべて互いに線対称の位置に設けられると共に、互いに線対称の位置にある棒部材１８ａと棒部材１８ｂとが互いに同じ形状を有するものであればよい。すなわち、各棒部材１８ａ，１８ｂがすべて同じ形状を有することは不要であり、棒部材１８ａ側のＹ軸方向における間隔がすべて等間隔であることは不要であり、棒部材１８ｂ側のＹ軸方向における間隔がすべて等間隔であることは不要である。

【００２０】

また、図２は、本実施例のミラースキャナ１０の共振周波数を調整する調整装置２０の構成図を示す。尚、図２においては、ミラースキャナ１０の構成を図１（Ａ）に示すＡ－Ａ断面図で示す。

【００２１】

本実施例において、トーションバー１６ａ，１６ｂの各棒部材１８ａ，１８ｂは、それぞれ溶断可能なバーであって、それぞれ通電加熱により独立して溶断される。フレーム１２の、棒部材１８ａ，１８ｂ近傍には、プローブ２２が接触し得る。また、ミラー部１４には、一つのプローブ２４が接触し得る。プローブ２２，２４は、棒部材１８ａ，１８ｂの通電加熱を実施するための構成部品であって、上記の調整装置２０を構成する。プローブ２２，２４は、昇降装置によりミラースキャナ１０に対して上下動されることが可能であり、ミラースキャナ１０の表面（具体的には、フレーム１２又はミラー部１４の表面）に接触することが可能である。プローブ２２は、フレーム１２の棒部材１８ａ側に接触するプローブ２２ａと、フレーム１２の棒部材１８ｂ側に接触するプローブ２２ｂと、に分類される。

【００２２】

尚、プローブ２２は、棒部材１８ａ，１８ｂごとに一つずつ設けられていてもよいし、また、棒部材１８ａ，１８ｂに一対一で対応するのではなく、棒部材１８ａ，１８ｂの総数よりも少ない数（但し、トーションバー１６ａに対応した一つとトーションバー１６ｂに対応した一つとの合計２つ以上の数）だけ設けられていてもよい。また、プローブ２２が棒部材１８ａ，１８ｂの総数よりも少ない数だけ設けられているときは、少なくともトーションバー１６ａ側の一つのプローブ２２ａとトーションバー１６ｂ側の一つのプローブ２２ｂとは、可動装置によりミラースキャナ１０の表面（図１での紙面）上でその表面に平行な方向にかつ複数の棒部材１８ａ，１８ｂが並ぶＹ軸方向に移動されることが可能である。

【００２３】

調整装置２０は、上記のプローブ２２ａ，２２ｂ，２４と、電源２６ａ，２６ｂと、スイッチ２８ａ，２８ｂと、マイクロコンピュータを主体に構成されたコントローラ３０と、を有している。電源２６ａ，２６ｂ及びスイッチ２８ａ，２８ｂは、プローブ２２ａ，２２ｂごとに設けられている。各電源２６ａ，２６ｂはそれぞれ、所定の定電圧を有している。電源２６ａと電源２６ｂとは直列接続されている。スイッチ２８ａは、一端が電源２６ａの正側に接続されかつ他端がプローブ２２ａに接続されている。また、スイッチ２８ｂは、一端が電源２６ｂの負側に接続されかつ他端がプローブ２２ｂに接続されている。プローブ２４は、直列接続された電源２６ａと電源２６ｂとの中間点に接続されている。

【００２４】

各スイッチ２８ａ，２８ｂはそれぞれ、コントローラ３０に接続されており、コントローラ３０によりオン／オフ制御される。コントローラ３０は、溶断すべきでない棒部材１８ａ，１８ｂに対応したスイッチ２８ａ，２８ｂのオフを維持させ、溶断すべき棒部材１８ａ，１８ｂに対応したスイッチ２８ａ，２８ｂをオンさせる。尚、互いに線対称の位置にある棒部材１８ａと棒部材１８ｂとのスイッチ２８ａ，２８ｂは、互いに同期してオン

／オフされる。また、コントローラ３０は、プローブ２２ａ，２２ｂとフレーム１２及びミラー部１４との接触を制御する。コントローラ３０は、昇降装置に対して指令を発することで、フレーム１２及びミラー部１４と接触させるべきプローブ２２ａ，２２ｂ，２４を下動させる。

【００２５】

スイッチ２８ａがオンされかつそのスイッチ２８ａに対応する棒部材１８ａにプローブ２２ａが接触していると、電源２６ａからそのスイッチ２８ａを介してその棒部材１８ａの両端に電圧が印加される。また、スイッチ２８ｂがオンされかつそのスイッチ２８ｂに対応する棒部材１８ｂにプローブ２２ｂが接触していると、電源２６ｂからそのスイッチ２８ｂを介してその棒部材１８ｂの両端に電圧が印加される。棒部材１８ａ，１８ｂの両端に電圧が印加されると、その棒部材１８ａ，１８ｂに電流が流れてその棒部材１８ａ，１８ｂが通電加熱される。この場合、その棒部材１８ａ，１８ｂが一部分で溶断し、ミラー部１４側とフレーム１２側とに分断される。

【００２６】

トーションバー１６ａ，１６ｂを構成するすべての棒部材１８ａ，１８ｂのうちの一部の棒部材１８ａ，１８ｂが溶断すると、その溶断前に比べて、トーションバー１６ａ，１６ｂ全体としては柔らかくなり、トーションバー１６ａ，１６ｂのバネ定数が変化する。トーションバー１６ａ，１６ｂのバネ定数が変化すると、ミラースキャナ１０の共振周波数が変化する。従って、本実施例のミラースキャナ１０の構造によれば、トーションバー１６ａ，１６ｂそれぞれをＹ軸方向に並列配置された複数本の棒部材１８ａ，１８ｂからなるものとしたうえで、それら複数本の棒部材１８ａ，１８ｂのうちの一部を溶断することで、ミラースキャナ１０の共振周波数を調整することが可能である。

【００２７】

図３は、本実施例の調整装置２０においてコントローラ３０が実行する制御ルーチンの一例のフローチャートを示す。本実施例において、コントローラ３０は、ミラースキャナ１０が形成されてトーションバー１６ａ，１６ｂのすべての棒部材１８ａ，１８ｂがフレーム１２とミラー部１４とを繋いだ状態に形成された後、その形成したミラースキャナ１０の特性（少なくとも共振周波数を含む特性）をテスト工程で測定する（ステップ１００）。このテスト工程では、少なくとも上記したプローブ２２ａ，２２ｂ，２４を用いた測定が行われる。

【００２８】

コントローラ３０は、ミラースキャナ１０の共振周波数の目標値を予め記憶していると共に、ミラースキャナ１０の共振周波数が目標値から乖離しているときのその共振周波数と目標値との差に応じてトーションバー１６ａ，１６ｂの何れの棒部材１８ａ，１８ｂを溶断すれば共振周波数が目標値に略一致するか否かの情報を格納している。尚、ミラースキャナ１０の形成・製造は、コントローラ３０による上記のテスト工程での特性測定が行われる前において共振周波数が目標値以上となるように行われることが望ましい。

【００２９】

コントローラ３０は、上記の如くテスト工程で測定したミラースキャナ１０の実際の共振周波数をその予め記憶している目標値と比較する（ステップ１０２）。そして、その比較結果に基づいて、共振周波数を目標値と略一致させるために、トーションバー１６ａ，１６ｂの何れの棒部材１８ａ，１８ｂを溶断すべきかを判定する（ステップ１０４）。尚、溶断すべきトーションバー１６ａ側の棒部材１８ａとトーションバー１６ｂ側の棒部材１８ｂとは、互いに線対称の位置にある関係に設定されることとすればよい。また、溶断すべき棒部材１８ａ，１８ｂは、実際の共振周波数と目標値との差に応じた本数又は箇所に設定されることとしてもよい。例えば、溶断すべき棒部材１８ａ，１８ｂの数が、上記の差が大きくなるに従って、Ｙ軸方向に並列に並んだ棒部材１８ａ，１８ｂの両端から順に増えるように設定することとしてもよい。

【００３０】

コントローラ３０は、上記の如く溶断すべき棒部材１８ａ，１８ｂを判定すると、その

棒部材１８ａ，１８ｂにプローブ２２ａ，２２ｂを接触させるべく昇降装置に対して指令を行うと共に、その棒部材１８ａ，１８ｂに対応するスイッチ２８ａ，２８ｂをオンさせる（ステップ１０６）。かかる処理が行われると、棒部材１８ａ，１８ｂが溶断されることで、トーションバー１６ａ，１６ｂのバネ定数が変化してミラースキャナ１０の共振周波数が目標値に略一致する。

【００３１】

このように、本実施例によれば、構造形成後のミラースキャナ１０の特性をテスト工程にて測定した後に、トーションバー１６ａ，１６ｂのうちの適当な棒部材１８ａ，１８ｂにプローブ２２ａ，２２ｂを接触させてその棒部材１８ａ，１８ｂの両端に電圧を印加しその棒部材１８ａ，１８ｂを溶断することで、ミラースキャナ１０の共振周波数を調整することができる。

【００３２】

かかる本実施例のミラースキャナ１０の共振周波数の調整手法によれば、その共振周波数の調整が、トーションバー１６ａ，１６ｂを構成する複数本の棒部材１８ａ，１８ｂのうちの一部を溶断することにより実現され、各棒部材１８ａ，１８ｂの溶断有無により実現される。このため、トーションバー１６ａ，１６ｂ全体に対して溶断する棒部材１８ａ，１８ｂの本数又は箇所を適宜設定することで、ミラースキャナ１０の共振周波数の調整を木目細かく実施することができ、その結果、レーザ除去による調整手法に比べて、ミラースキャナ１０の共振周波数の調整を精度良いものとすることができる。

【００３３】

また、本実施例のミラースキャナ１０の共振周波数の調整手法によれば、レーザ除去による調整手法と異なり、レーザ照射装置やレーザ照射工程は不要である。このため、ミラースキャナ１０の共振周波数を調整するために必要な費用の増大を抑制することができると共に、ミラースキャナ１０を製造して共振周波数を調整するうえでのスループットを向上させることができる。

【００３４】

尚、上記の実施例においては、トーションバー１６ａ，１６ｂの棒部材１８ａ，１８ｂが特許請求の範囲に記載した「調整部」に相当している。

【００３５】

ところで、上記の実施例においては、ミラースキャナ１０の共振周波数の調整のために、トーションバー１６ａ，１６ｂの棒部材１８ａ，１８ｂを溶断するが、その棒部材１８ａ，１８ｂの溶断箇所は、フレーム１２に近い箇所ではなく、ミラー部１４にできるだけ近い箇所であることが望ましい。これは、溶断により分断された棒部材１８の一部がミラー部１４の一部となってミラースキャナ１０の共振時にそのミラー部１４の揺動に影響を与えてミラースキャナ１０の共振周波数が大きく変動するのを防止するためである。

【００３６】

また、上記の実施例においては、トーションバー１６ａ，１６ｂの各棒部材１８ａ，１８ｂがすべて同じ形状を有し、そのフレーム１２の側壁とミラー部１４の側壁との間のＸ軸方向長さが互いに同じであるものとしているが、本発明はこれに限定されるものではなく、図４及び図５に示す如く、トーションバー１６ａ，１６ｂの各棒部材１８ａ，１８ｂの、フレーム１２の側壁とミラー部１４の側壁との間のＸ軸方向長さが他のものと異なるものを含んでいてもよい。

【００３７】

例えば、図４に示す如く、Ｘ軸方向に平行に延びかつＹ軸方向に並列に並んだ複数の棒部材１８ａ，１８ｂのうち、両端寄りのもののＸ軸方向長さを短くし、中央寄りのもののＸ軸方向長さを長くすることとしてもよいし、また、図５に示す如く、Ｘ軸方向に平行に延びかつＹ軸方向に並列に並んだ複数の棒部材１８ａ，１８ｂのうち、両端寄りのもののＸ軸方向長さを長くし、中央寄りのもののＸ軸方向長さを短くすることとしてもよい。

【００３８】

かかる変形例の構造においては、トーションバー１６ａ，１６ｂを構成する並列接続さ

れた複数本の棒部材１８ａ，１８ｂの抵抗はＸ軸方向長さの短いものから長いものにかけて順に大きくなるので、プローブ２２ａがフレーム１２の棒部材１８ａ側の一点に接触しかつプローブ２２ｂがフレーム１２の棒部材１８ｂ側の一点に接触すると共に、プローブ２４がミラー部１４に接触しつつ、スイッチ２８ａ，２８ｂが共にオンされることで、棒部材１８ａ，１８ｂの両端に定電圧が印加された場合に、Ｘ軸方向長さの短い棒部材１８ａ，１８ｂからＸ軸方向長さの長い棒部材１８ａ，１８ｂにかけて順に溶断が生ずることとなる。従って、この変形例によれば、フレーム１２又はミラー部１４に接触し得る各プローブ２２ａ，２２ｂ，２４を、可動装置によりミラースキャナ１０の表面上で複数本の棒部材１８ａ，１８ｂが並ぶＹ軸方向に移動させることが不要であると共に、棒部材１８ａ，１８ｂをＸ軸方向長さの短いものから優先的に溶断させることでミラースキャナ１０の共振周波数を調整することが可能であり、ミラースキャナ１０の共振周波数の調整を簡素な構成で実現することができる。

【００３９】

尚、Ｘ軸方向に平行に延びかつＹ軸方向に並列に並んだ複数の棒部材１８ａ，１８ｂのうち、両端寄りのもののＸ軸方向長さを短くし、中央寄りのもののＸ軸方向長さを長くするうえでは、図４に示す如く、フレーム１２の、ミラー部１４に対向する側壁をテーパ状に形成することとしてもよいが、逆に、フレーム１２の、ミラー部１４に対向する側壁を全体として平面状に形成しつつ、ミラー部１４の、フレーム１２に対向する側壁をテーパ状に形成することとしてもよい。例えば、ミラー部１４を上方から見てくびれが生ずるように形成することとすればよい。

【００４０】

また同様に、Ｘ軸方向に平行に延びかつＹ軸方向に並列に並んだ複数の棒部材１８ａ，１８ｂのうち、両端寄りのもののＸ軸方向長さを長くし、中央寄りのもののＸ軸方向長さを短くするうえでは、図５に示す如く、フレーム１２の、ミラー部１４に対向する側壁をテーパ状に形成することとしてもよいが、逆に、フレーム１２の、ミラー部１４に対向する側壁を全体として平面状に形成しつつ、ミラー部１４の、フレーム１２に対向する側壁をテーパ状に形成することとしてもよい。例えば、ミラー部１４を上方から見て六角形状や円形状，楕円形状に形成することとすればよい。

【００４１】

また、上記の実施例においては、トーションバー１６ａ，１６ｂの棒部材１８ａ，１８ｂを、隣接する棒部材１８ａ，１８ｂに対して等間隔に配置することとしているが、本発明はこれに限定されるものではなく、溶断される棒部材１８ａ，１８ｂの数が並列に並んだ棒部材１８ａ，１８ｂの両端から順に増える毎にミラースキャナ１０の共振周波数がリニアに変化するように、棒部材１８ａ，１８ｂの間隔を設定することとしてもよい。

【００４２】

また、上記の実施例においては、ミラースキャナ１０の共振周波数の調整をそのミラースキャナ１０の形成後のテスト工程においてその特性を測定した後に行うと共に、その共振周波数調整のために、ミラースキャナ１０の構造を、トーションバー１６ａ，１６ｂそれぞれをＹ軸方向に並列配置された複数本の棒部材１８ａ，１８ｂからなるものとしたうえで、それら複数本の棒部材１８ａ，１８ｂのうちの一部を溶断して、トーションバー１６ａ，１６ｂを構成する棒部材１８ａ，１８ｂの本数を変更し得るものとしたが、本発明はこれに限定されるものではない。

【００４３】

例えば、図６に示す如く、ミラースキャナ１０の構造を、トーションバー１６ａ，１６ｂそれぞれを一本の棒部材１００ａ，１００ｂからなりかつその棒部材１００ａ，１００ｂをフレーム１２に対して支持する支持部１０２ａ，１０２ｂを棒部材１００ａ，１００ｂの延びる方向に並んだ複数本の棒部材１０４ａ，１０４ｂからなるものとしたうえで、それら複数本の棒部材１０４ａ，１０４ｂのうちの一部をプローブ接触及びスイッチオンにより溶断することで、トーションバー１６ａ，１６ｂの長さを変更し得るものとしてもよい。

【００４４】
かかる変形例の構造においては、支持部１０２ａ，１０２ｂの棒部材１０４ａ，１０４ｂが溶断すると、その溶断前に比べて、トーションバー１６ａ，１６ｂの長さが長くので、トーションバー１６ａ，１６ｂのバネ定数が変化する。従って、支持部１０２ａ，１０２ｂの棒部材１０４ａ，１０４ｂの溶断によりトーションバー１６ａ，１６ｂの長さを調整することで、ミラースキャナ１０の共振周波数を調整することが可能である。また、ミラースキャナ１０の共振周波数の調整が、支持部１０２ａ，１０２ｂの複数本の棒部材１０４ａ，１０４ｂのうちの一部を溶断することにより実現され、各棒部材１０４ａ，１０４ｂの溶断有無により実現されるので、支持部１０２ａ，１０２ｂ全体に対して溶断する棒部材１０４ａ，１０４ｂの本数又は箇所を適宜設定することで、ミラースキャナ１０の共振周波数の調整を木目細かく実施することができ、その結果、レーザ除去による調整手法に比べてミラースキャナ１０の共振周波数の調整を精度良いものとすることができる。更に、かかる調整手法によれば、レーザ除去による調整手法と異なり、レーザ照射装置やレーザ照射工程は不要であるので、ミラースキャナ１０の共振周波数を調整するために必要な費用の増大を抑制することが可能であると共に、ミラースキャナ１０を製造して共振周波数を調整するうえでのスループットを向上させることが可能である。

【００４５】
尚、上記の変形例においては、図６に示す如く、支持部１０２ａ，１０２ｂを構成する複数本の棒部材１０４ａ，１０４ｂがすべて同じ形状を有し、フレーム１２の側壁とトーションバー１６ａ，１６ｂの側壁との間の長さが互いに同じであるものとしているが、本発明はこれに限定されるものではなく、図７に示す如く、支持部１０２ａ，１０２ｂの棒部材１０４ａ，１０４ｂの、フレーム１２の側壁とトーションバー１６ａ，１６ｂの側壁との間の長さが他のものと異なるものを含んでいてもよい。

【００４６】
例えば、並列に並んだ複数の棒部材１０４ａ，１０４ｂのうち、ミラー部１４寄りのものの長さを短くし、ミラー部１４から遠ざかるものの長さを長くすることとしてもよい。かかる構造においては、プローブ１１０ａ，１１２ａがフレーム１２の棒部材１０４ａ側の点に接触しかつプローブ１１４ａがトーションバー１６ａに接触しつつ、適宜スイッチオンが実行されることで、棒部材１０４ａの両端に定電圧が印加された場合に、長さの短い棒部材１０４ａから長さの長い棒部材１０４ａにかけて順に溶断が生ずることとなる。同様に、プローブ１１０ｂ，１１２ｂがフレーム１２の棒部材１０４ｂ側の点に接触しかつプローブ１１４ｂがトーションバー１６ｂに接触しつつ、適宜スイッチオンが実行されることで、棒部材１０４ｂの両端に定電圧が印加された場合に、長さの短い棒部材１０４ｂから長さの長い棒部材１０４ｂａにかけて順に溶断が生ずることとなる。従って、この変形例によれば、フレーム１２又はトーションバー１６ａ，１６ｂに接触し得る各プローブ１１０ａ，１１０ｂ，１１２ａ，１１２ｂ，１１４ａ，１１４ｂを、可動装置によりミラースキャナ１０の表面上で複数本の棒部材１０４ａ，１０４ｂが並ぶ方向に移動させることが不要であると共に、棒部材１０４ａ，１０４ｂを長さの短いものから優先的に溶断させることでミラースキャナ１０の共振周波数を調整することが可能である。

【００４７】
また、上記の実施例においては、ミラースキャナ１０の共振周波数の調整をそのミラースキャナ１０の形成後のテスト工程においてその特性を測定した後に行うと共に、その共振周波数調整のために、ミラースキャナ１０の構造をトーションバー１６ａ，１６ｂのバネ定数を変更し得るものとしたが、本発明はこれに限定されるものではなく、フレーム１２に対してトーションバー１６ａ，１６ｂにより支持されるミラー部１４に、質量調整を行うための溶断可能な質量調整部２００を設けることとして、ミラースキャナ１０の構造をミラー部１４の質量を変更し得るものとしてもよい。

【００４８】
例えば、図８（Ａ）に示す如く、質量調整部２００を、ミラー部１４の側壁とフレーム１２の側壁との間で両者の対向方向に延びる複数本（図８（Ａ）では５本）の延在部２０

２からなるものとし、各延在部２０２それぞれを、溶断可能な溶断部２０２ａとその溶断部２０２ａの径よりも大きな径を有する大径部２０２ｂとが延在方向に交互に繰り返されるようなものとし、かつ、その大径部２０２ｂとミラー部１４との間に定電流を流通させるものとしてもよい。

【００４９】

かかる変形例の構造においては、適宜、図８（Ｂ）に示す如く調整回路のプローブ２０４が大径部２０２ｂとミラー部１４とに接触しつつ、スイッチ２０６がオンされることで、延在部２０２に定電流が流通された場合に、その溶断部２０２ａが一部分で溶断する。溶断部２０２ａが溶断すると、その溶断前に比べて、ミラー部１４の質量が減少するので、ミラースキャナ１０の共振周波数が変化する。従って、この変形例によれば、ミラースキャナ１０の共振周波数を調整することが可能である。

【００５０】

尚、上記の変形例においては、各延在部２０２の有する複数の溶断部２０２ａのうち、ミラー部１４に近いものほど断面積（幅）を大きくし、ミラー部１４から遠いものほど断面積（幅）を小さくすることが好ましい。これは、ある一の溶断部２０２ａが溶断されるべきときに、その一の溶断部２０２ａよりもミラー部１４に近い側に存在する溶断部２０２ａが、溶断させるべき一の溶断部２０２ａよりも溶断し易くなるのを防止するためである。

【００５１】

また、図９（Ａ）に示す如く、質量調整部２００を、ミラー部１４の側壁とフレーム１２の側壁との間で該側壁に平行に延びる複数本（図９（Ａ）では３本）の延在部２１０をその両端部で連結部２１２によりミラー部１４に連結させるものとし、隣接する延在部２１０間で連結部２１２を溶断させるものとしてもよい。

【００５２】

かかる変形例の構造においては、適宜、図９（Ｂ）に示す如く調整回路のプローブ２１４が延在部２１４とミラー部１４とに接触しつつ、スイッチ２１６がオンされることで、連結部２１２に定電流が流通された場合に、その連結部２１２が一部分で溶断する。連結部２１２が溶断すると、その溶断前に比べて、ミラー部１４の質量が減少するので、ミラースキャナ１０の共振周波数が変化する。従って、この変形例によれば、ミラースキャナ１０の共振周波数を調整することが可能である。

【００５３】

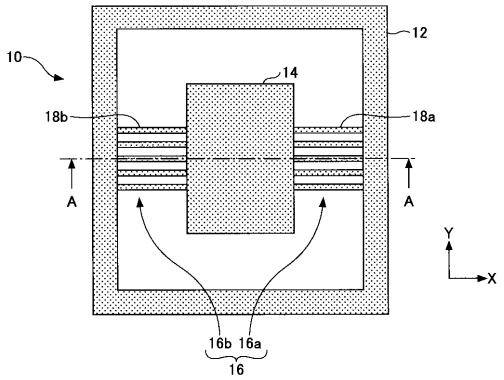
尚、上記の変形例においては、隣接する延在部２１０間の各連結部２１２のうち、ミラー部１４に近いものほど断面積（幅）を大きくし、ミラー部１４から遠いものほど断面積（幅）を小さくすることが好ましい。これは、ある一の溶断部２０２ａが溶断されるべきときに、その一の溶断部２０２ａよりもミラー部１４に近い側に存在する溶断部２０２ａが、溶断させるべき一の溶断部２０２ａよりも溶断し易くなるのを防止するためである。また、かかる構造においては、図８に示す構造と比べて、ミラースキャナ１０の共振周波数の調整のために溶断が必要な箇所を少なくすることができるので、ミラースキャナ１０の共振周波数の調整を簡素な構成で実現することができる。

【符号の説明】

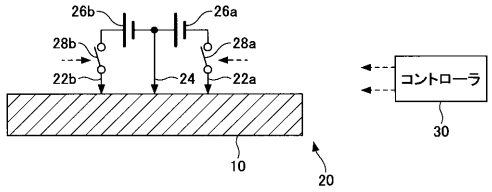
【００５４】

１０　ミラースキャナ
１２　フレーム
１４　ミラー部
１６，１６ａ，１６ｂ　トーションバー
１８ａ，１８ｂ　棒部材
２０　調整装置
２２，２２ａ，２２ｂ，２４　プローブ
３０　コントローラ

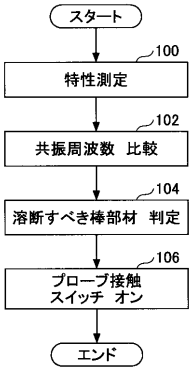
【図１】


10
12
14
18b
18a
A
A
Y
X
16b 16a
16

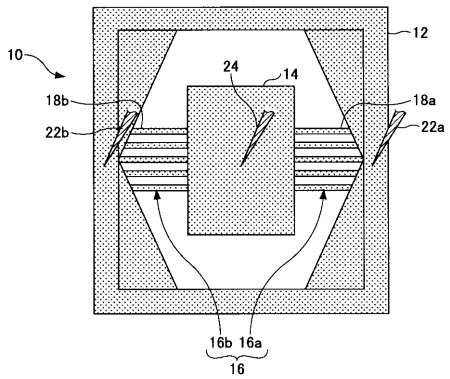
【図２】


26b
26a
28b
28a
22b
24
22a
コントローラ
30
10
20

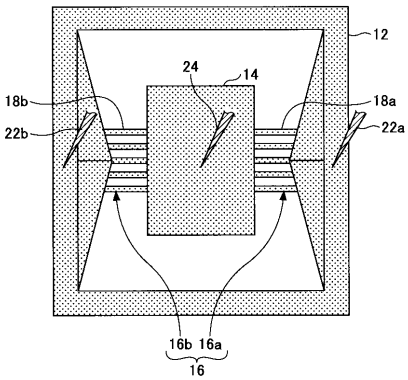
【図３】


スタート
100
特性測定
102
共振周波数 比較
104
溶断すべき棒部材 判定
106
プローブ接触
スイッチ オン
エンド

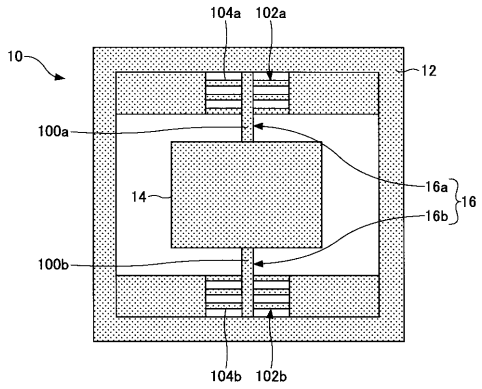
【図４】


10
12
24
14
18b
18a
22b
22a
16b 16a
16

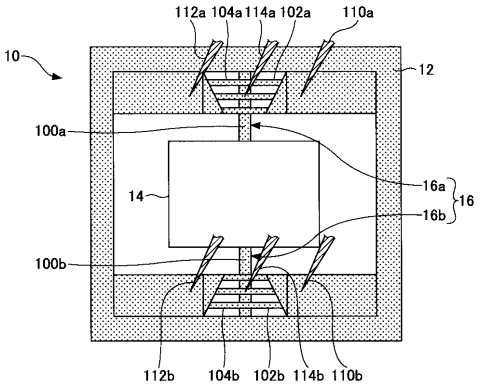
【図５】


12
24
14
18b
18a
22b
22a
16b 16a
16

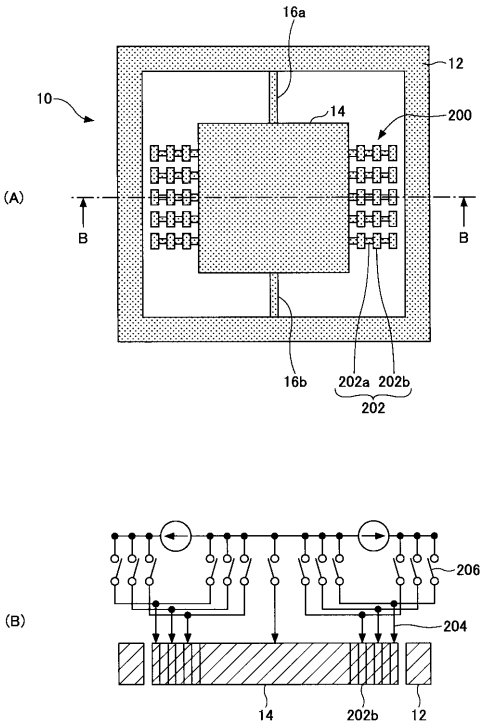
【図６】


104a
102a
10
12
100a
16a
16
14
16b
100b
104b
102b

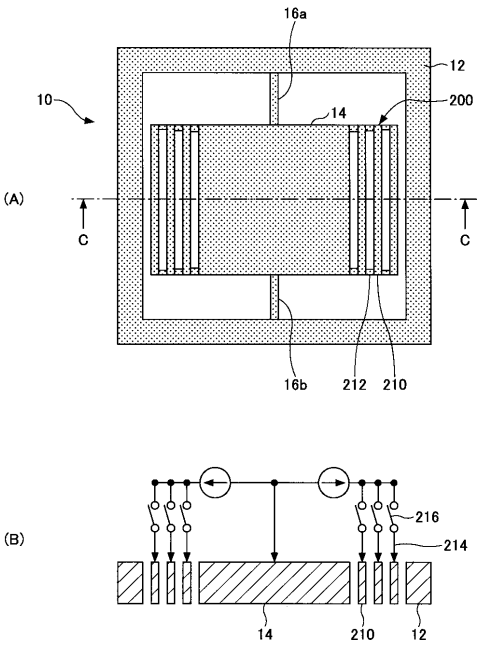
【図７】


112a
104a
114a
102a
110a
10
12
100a
16a
16
14
16b
100b
112b
104b
102b
114b
110b

【図８】


16a
12
10
14
200
(A)
B
B
16b
202a
202b
202
(B)
206
204
14
202b
12

【図９】


16a
12
10
14
200
(A)
C
C
16b
212
210
(B)
216
214
14
210
12

フロントページの続き

Ｆターム(参考) 3C081 AA01 BA28 BA44 BA46 BA47 BA54 CA44 EA08
5C072 AA03 BA20 DA21 DA23 HA02 HA12 HB15 XA05 XA10