

(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2004-109651
(P2004-109651A)

(43) 公開日 平成16年4月8日(2004.4.8)

(51) Int.Cl.⁷
G02B 26/10
B41J 2/44

F I
G O 2 B 26/10
B 4 1 J 3/00

1 O 4 Z
D

テーマコード (参考)
2 C 3 6 2
2 H O 4 5

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2002-273671 (P2002-273671)	(71) 出願人	000006747
(22) 出願日	平成14年9月19日 (2002.9.19)		株式会社リコー
			東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(特許庁注：以下のものは登録商標)		(74) 代理人	100073760
パイレックス			弁理士 鈴木 誠
		(74) 代理人	100097652
			弁理士 大浦 一仁
		(72) 発明者	藤井 光美
			東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
			会社リコー内
		Fターム(参考)	2C362 BA17 BA42 BA48 BA49
			2H045 AB06 AB08 AB16 AB26 AB38
			AB44 AB73

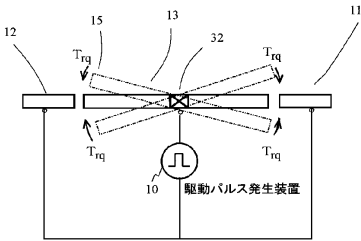
(54) 【発明の名称】 光走査装置、光書き込み装置及び画像形成装置

(57) 【要約】

【課題】捻り梁を捻り回転軸としてミラーを往復振動させる光走査装置において、ミラーの振動空間の封止及びミラー駆動のための電氣的接続の構造を改良する。

【解決手段】フレーム39、捻り梁32、ミラー33が一体的に形成された導電性材料からなるミラー基板34の各面に、透明な絶縁性材料からなるカバー基板31と、絶縁材料からなるベース基板35をそれぞれ接合することにより、ミラー33の振動空間を気密に封止する。ベース基板35に設けられた貫通電極36はミラー基板34のフレーム39の所定部位に接触する。ミラー33は静電力により駆動されるが、そのための駆動電圧は貫通電極36を介して外部より印加することができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

フレームと、捻り梁と、この捻り梁によって前記フレームに支持されたミラーとが一体的に形成された導電性材料からなるミラー基板と、
前記ミラー基板の第 1 の面に接合された、透明な絶縁性材料からなるカバー基板と、
前記ミラー基板の前記第 1 の面と反対側の第 2 の面に接合された、絶縁性材料からなるベース基板とを有し、
前記カバー基板と前記ベース基板とにより前記ミラーの振動空間が気密に封止され、
前記ベース基板は、それを貫通し、かつ、前記ミラー基板のフレームに接触する複数の貫通電極を有し、
前記貫通電極を通じて外部より前記ミラーを駆動するための電圧を印加可能としてなる光走査装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の光走査装置において、前記ミラー基板はシリコンからなり、前記ベース基板及び前記カバー基板はパイレックスガラスからなり、前記ミラー基板、前記ベース基板及び前記カバー基板は陽極接合法によって接合されていることを特徴とする光走査装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の光走査装置において、前記ベース基板は、前記ミラーと対向した、前記ミラーの振動検出のための電極と、この振動検出のための電極と電氣的に接続された貫通電極をさらに有することを特徴とする光走査装置。

20

【請求項 4】

請求項 1、2 又は 3 に記載の光走査装置において、前記貫通電極はメッキ法により作成されていることを特徴とする光走査装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の光走査装置において、前記貫通電極のための貫通孔はブラスト加工法により形成されていることを特徴とする光走査装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の光走査装置において、前記ミラー基板は、絶縁層を介して 2 層のシリコン基板を接合した部材からなり、前記ベース基板と接合される側の前記部材のシリコン基板に前記フレーム、前記捻り梁及び前記ミラーが一体的に形成されたことを特徴とする光走査装置。

30

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の光走査装置において、前記ミラーの駆動用電極として作用する端部、及び、該端部と対向し駆動用電極として作用する前記フレームの端部は、互いに空隙を介して噛み合う櫛歯形状を有することを特徴とする光走査装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の光走査装置において、前記ミラーは共振周波数調整用の切断可能な切片を有することを特徴とする光走査装置。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の光走査装置において、前記ミラーの振動空間の圧力は大気圧より低いことを特徴とする光走査装置。

40

【請求項 10】

請求項 9 に記載の光走査装置において、前記ミラーの振動空間の圧力は 0.1 (Torr) から 2 (Torr) までの範囲であることを特徴とする光走査装置。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の光走査装置と、この光走査装置のミラーに光ビームを入射させるための光源とを 1 組以上備えてなる光書き込み装置。

【請求項 12】

電子写真方式の画像形成装置において、像担持体に静電潜像を形成するための露光手段が

50

請求項 11 に記載の光書き込み装置からなることを特徴とする画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、マイクロマシニング技術を応用した微小光学系に係り、特に、微小なミラーを捻り梁を回転軸として往復振動させる光走査装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

この種の光走査装置として、同一直線上に設けられた 2 本の梁で支持されたミラー基板を、ミラー基板に対向する位置に設けた電極との間の静電引力で、2 本の梁をねじり回転軸として往復振動させるものが非特許文献 1 に記載されている。マイクロマシニング技術で形成されるこの光走査装置は、従来のポリゴンミラーの回転による光走査装置と比較して、構造が簡単で半導体プロセスにより一括形成が可能なため、小型化が容易で製造コストも低く、また単一の反射面であるためポリゴンミラーのような反射面による精度のばらつきがなく、さらに往復走査であるため高速化にも対応できる等の利点がある。

【0003】

このような静電駆動のねじり振動型光走査装置に関しては、梁を S 字型として剛性を下げ、小さな駆動力で大きな振れ角が得られるようにしたもの（特許文献 1 参照）、梁の厚さをミラー基板、フレーム基板よりも薄くしたもの（特許文献 2 参照）、固定電極をミラー部の振動方向に重ならない位置に配置したもの（非特許文献 2、特許文献 3 参照）、対向電極をミラーの振れの中心位置から傾斜させて設置することで、ミラーの振れ角を変えずに駆動電圧を下げたもの（非特許文献 2 参照）が知られている。

【0004】

また、このような光走査装置の封止及び電氣的接続に関連した構造については、キャップ及びステムからなるパッケージを有し、キャップとステムを抵抗溶接等の機密性の高い接合方法により接合することによりパッケージ内を気密封止し、外部との電氣的接続をワイヤボンディングにより行う如き例が特許文献 1 に記載されている。また、シリコン単結晶から形成されたミラー基板（振動系部分）を 2 枚のガラス基板 25 により挟み込んで接合することによりミラー基板のミラーの振動空間を減圧封止し、一方のガラス基板のミラー基板と接合される側の面に駆動のための電極を引き出す如き例が特許文献 2 に記載されている。

【0005】

【特許文献 1】

特許第 2924200 号公報（図 1，図 7，図 8）

【特許文献 2】

特開平 7 - 92409 号公報（図 1，図 2（d））

【特許文献 3】

特許第 3011144 号公報

【非特許文献 1】

IBM J. Res. Develop Vol. 24 (1980) 40

【非特許文献 2】

The 13th Annual International Workshop on MEMS 2000 (2000)
pp. 473 - 478, pp. 645 - 650

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

特許文献 1 記載の封止及び電氣的接続の構成は、部品点数も多く、またワイヤボンディング作業が必要であるためコスト高になりやすく、また、光走査装置の薄型化が容易でない。これに比べ、特許文献 2 記載の封止及び電氣的接続の構成は、部品点数を削減でき、ワイヤボンディング作業も不要でコスト的に有利であり、さらに装置の薄型化も容易である

。しかし、電極引き出し部位においてミラー基板を切り欠く必要があり、その分だけ基板間の接合面積が減少し封止性能の低下の原因となる。

【 0 0 0 7 】

本発明の目的は、捻り梁を捻り回転軸としてミラーを往復振動させる構成の光走査装置において、上に述べたような封止及び電氣的接続に関する問題点を改良すること、低い駆動電圧で大きなミラー振れ角を得ること、ミラーの振動を容易にモニタできるようにすること、ミラーの共振周波数を容易に調整できるようにすることなどである。また、本発明の他の目的は、電子写真方式の画像形成装置における露光手段として好適な光書き込み装置と、それを用いた画像形成装置を提供することにある。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するための本発明の光走査装置は、請求項 1 に記載のように、フレームと、捻り梁と、この捻り梁によって前記フレームに支持されたミラーとが一体的に形成された導電性材料からなるミラー基板と、前記ミラー基板の第 1 の面に接合された、透明な絶縁性材料からなるカバー基板と、前記ミラー基板の前記第 1 の面と反対側の第 2 の面に接合された、絶縁性材料からなるベース基板とを有し、前記カバー基板と前記ベース基板とにより前記ミラーの振動空間が気密に封止され、前記ベース基板は、それを貫通し、かつ、前記ミラー基板のフレームに接触する複数の貫通電極を有し、前記貫通電極を通じて外部より前記ミラーを駆動するための電圧を印加可能としてなることを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

本発明の光走査装置のもう 1 つの特徴は、請求項 2 に記載のように、請求項 1 に記載の構成において、前記ミラー基板はシリコンからなり、前記ベース基板及びカバー基板はパイレックスガラスからなり、前記ミラー基板、前記ベース基板及び前記カバー基板は陽極接合法によって接合されていることである。

【 0 0 1 0 】

本発明の光走査装置のもう 1 つの特徴は、請求項 3 に記載のように、請求項 1 又は 2 に記載の構成において、前記ベース基板は、前記ミラーと対向した、前記ミラーの振動検出のための電極と、この振動検出のための電極と電氣的に接続された貫通電極をさらに有することである。

【 0 0 1 1 】

本発明の光走査装置のもう 1 つの特徴は、請求項 4 に記載のように、請求項 1、2 又は 3 に記載の構成において、前記貫通電極はメッキ法により作成されていることである。

【 0 0 1 2 】

本発明の光走査装置のもう 1 つの特徴は、請求項 5 に記載のように、請求項 4 に記載の構成において、前記貫通電極のための貫通孔はプラスト加工法により形成されていることである。

【 0 0 1 3 】

本発明の光走査装置のもう 1 つの特徴は、請求項 6 に記載のように、請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項記載の構成において、前記ミラー基板は、絶縁層を介して 2 層のシリコン基板を接合した部材からなり、前記ベース基板と接合される側の前記部材のシリコン基板に前記フレーム、前記ねじり梁及び前記ミラーが一体的に形成されていることである。

【 0 0 1 4 】

本発明の光走査装置のもう 1 つの特徴は、請求項 7 に記載のように、請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の構成において、前記ミラーの駆動用電極として作用する端部、及び、該端部と対向し駆動用電極として作用する前記フレームの端部は、互いに空隙を介して噛み合う櫛歯形状を有することにある。

【 0 0 1 5 】

本発明の光走査装置のもう 1 つの特徴は、請求項 8 に記載のように、請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の構成において、前記ミラーは共振周波数調整用の切断可能な切片を有することである。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 6 】

本発明の光走査装置のもう１つの特徴は、請求項 9 に記載のように、請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の構成において、前記ミラーの振動空間の圧力は大気圧より低いことである。

【 0 0 1 7 】

本発明の光走査装置のもう１つの特徴は、請求項 10 に記載のように、請求項 9 に記載の構成において、前記ミラーの振動空間の圧力は 0 . 1 (T o r r) から 2 (T o r r) までの範囲であることである。

【 0 0 1 8 】

また、本発明の光書き込み装置は、請求項 11 に記載のように、請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の光走査装置と、この光走査装置のミラーに光ビームを入射させるための光源とを、1 組以上備えてなることを特徴とする。 10

【 0 0 1 9 】

また、本発明の画像形成装置は、請求項 12 に記載のように、電子写真方式の画像形成装置であって、像担持体に静電潜像を形成するための露光手段が請求項 11 に記載の光書き込み装置からなることを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

【 発明の実施の形態 】

まず、本発明に係る光走査装置の動作原理について図 1 及び図 2 を参照して簡単に説明する。 20

【 0 0 2 1 】

図 1 は動作原理の説明図である。図 1 において、ミラー 13 は捻り梁 14 により支持され、ミラー 13 の捻り梁 14 に支持されない 2 つの端部 15 は狭いギャップを介して固定電極 12 に対向している。固定電極 12 と対向するミラー 13 の端部 15 は可動電極として働く。これらの電極間に駆動パルス発生装置 10 により図 2 (b) に示すような駆動パルスを印加すると、電極間に静電トルク $T r q$ が作用し、ミラー 13 は捻り梁 14 を捻り回転軸として往復振動する。図 2 (a) はミラー 13 の振動波形である。ミラー 13 の振れ角 (振動振幅) を大きくするため、駆動パルスの周波数は、ミラー 13 の慣性モーメント I と捻り梁 14 の捻りバネ定数 K によって決まる共振周波数 $f o$ と同一に設定される。この時のミラー 13 の共振周波数 $f o$ と振れ角 は次式で与えられる。 30

【 0 0 2 2 】

$$f o = (1 / 2) (K / I) (1)$$

$$= (T r q / I) * K (f o , C) (2)$$

但し、 $K (f o , C)$ は、共振周波数 $f o$ 、粘性抵抗 C の関数であり $f o$ 、 C に反比例する。 C はミラーが振動する空間の粘性抵抗係数である。

【 0 0 2 3 】

以下、本発明の実施の形態について説明する。

【 0 0 2 4 】

《 実施例 1 》 本発明の実施例 1 について図 3 及び図 4 を参照して説明する。図 3 は本実施例の光走査装置の構成を説明するための分解斜視図、図 4 は同光走査装置の組み立てられた状態の構成を説明するための概略断面図である。 40

【 0 0 2 5 】

この光走査装置は、ミラー基板 34、カバー基板 31 及びベース基板 35 を図 4 に示すように接合した構成である。

【 0 0 2 6 】

ミラー基板 34 は、不純物濃度が比較的高いシリコン基板から、フォトエッチング等の半導体プロセス技術により、ミラー 33、一對の捻り梁 32 及びフレーム 39 を一体的に形成してなるものである。ミラー 33 は捻り梁 32 を捻り回転軸として往復振動が可能である。ミラー 32 の上面 (カバー基板 31 と接合される側の面) には、走査光の波長に対して十分な反射率を持つ金属薄膜等からなるミラー面が形成される。フレーム 39 は、分離 50

溝 37 により、電氣的に絶縁された 4 つの部分 40, 40, 41, 41 に分割される。これは、ミラー 33 の捻り梁 32 と結合されない端部 38 (可動電極として働く部分) に向したフレーム部分 40 の端部 43 を駆動用の固定電極として利用するためである。分離溝 37 の形成は、例えば、ミラー基板 34 とカバー基板 31 とを接合した状態で行われる。

【0027】

カバー基板 31 は透明な絶縁性材料から作成されるが、本実施例ではその材料としてパイレックスガラスが用いられている。図 3 には示されていないが、カバー基板 31 のミラー基板 34 と接合される側の面には、ミラー 33 の振動空間 45 (図 4 参照) を確保するための凹部が形成されている。

10

【0028】

ベース基板 35 は絶縁性材料から作成されるが、本実施例ではその材料としてパイレックスガラスが用いられている。このベース基板 35 のミラー基板 34 と接合される側の面には、ミラー 33 の振動空間 45 (図 4 参照) を確保するための凹部 52 が形成されている。また、ベース基板 35 には、ミラー基板 34 の 2 つのフレーム部分 40, 40 と電氣的に接続される貫通電極 36a, 36a、及び、ミラー基板 34 の別の 2 つのフレーム部分 41, 41 と電氣的に接続される貫通電極 36b, 36b が形成されている。

【0029】

上に述べたような構成の 3 つの基板部材を図 4 に示すように接合することによって光走査装置が完成し、ミラー 33 の振動空間 45 は気密に封止される。ミラー基板 34 のフレーム部分 40, 41 は貫通電極 36a, 36b と接触する。ミラー基板 34 は不純物濃度が比較的高く導電性を有するシリコン基板から作られているため、貫通電極 36a, 36b を通じて、ミラー 33 を駆動するための固定電極及び可動電極に駆動電圧を印加することができる。

20

【0030】

本実施例においては、3 つの基板部材の接合は、図 5 に略示するような陽極装置を用い陽極接合法により行われる。図 5 において、46 は接合加重を制御するための重りであり、47 は接合電圧をコントロールする電源である。48 はヒーターであり、このヒーター 48 に流れる電流を温度制御装置 49 で制御することによって接合温度を調整する。50 はバキュームポンプであり、装置内部を負圧に保つ。51 は観測窓である。

30

【0031】

接合工程を説明すると、まず、ミラー基板 34 とカバー基板 31 を重ねたものをワークとして陽極装置にセットし接合する。次に、カバー基板 31 と接合されたミラー基板 34 にベース基板 35 を重ねたものをワークとして陽極装置にセットし、例えば、加重 50 g f / cm²、装置内圧力 0.1 Torr ~ 2 Torr、接合温度 500、接合電圧 500 V × 25 分の接合条件で接合する。これにより 3 つの基板が接合され、ミラー 33 の振動空間が 0.1 Torr ~ 2 Torr に減圧封止され、同時に、ベース基板 35 の貫通電極 36a, 36b がミラー基板 34 の対応したフレーム部分 40, 41 と電氣的に接続される。

【0032】

パイレックスガラスとシリコンとの陽極接合による接合性が良好であるため、基板間を良好に接合して長期間安定な封止を達成できる。ただし、一般的には、ミラー基板 34 は任意の導電性材料から、ベース基板 35 は任意の絶縁性材料から、また、カバー基板 31 は絶縁性かつ透明な任意の材料から形成することができる。

40

【0033】

長期間安定な封止を維持するために、貫通電極 36a, 36b の封止性も高める必要があるため、本実施例においては貫通電極 36a, 36b はメッキ法により作成される。より具体的には、図 6 の工程図に示すように、まず、貫通電極用の貫通孔をベース基板 35 に形成する (ステップ S1)。次に、ベース基板 35 を脱脂し (ステップ S2)、レジストを塗布する (ステップ S3)。このレジストに貫通電極の開口部パターンを露光し、現像す

50

ることにより開口パターンを作成する（ステップS4，S5）。次に、塩化パラジウム液に浸漬し、Niメッキ液に浸漬して無電解Niメッキを行う（ステップS6）。形成されたNiメッキ層を電極として電解Niメッキを行う（ステップS7）。これにより、貫通孔はNi層で充填され、貫通電極36a，36bが完成する。このようにして作成された貫通電極36a，36bはNiメッキで充填されているため、封止性が極めて優れている。

【0034】

ステップS1における貫通電極用の貫通孔の加工には、一般的な反応性イオンエッチング（RIE）を用いることもできるが、ベース基板34の厚さは例えば0.5mm程度になるため、RIEでは加工に時間がかかる。したがって、加工時間の短縮のためにはサンドブラスト加工法を用いると好ましい。これについて図7の工程図及び図8の説明図を参照して説明する。

10

【0035】

まず、ベース基板35に、マスク用のドライフィルム70をコーティングする（ステップS11）。貫通電極の開口部64に対応した形状のパターンをドライフィルム70に露光し、現像することにより、ドライフィルム70に開口部を形成する（ステップS12，S13）。ノズル69より微小な鉄やセラミックスのボール65を高速空気流により吹き付ける（ステップS14）。この所謂サンドブラストにより、ドライフィルム70でマスクされていない部分66が削られ、最終的に貫通孔67が形成される。この後、残っているドライフィルム70の剥離と洗浄を行う（ステップS15，S16）。

20

【0036】

基板間接合は減圧環境において行われ、ミラー33の振動空間45（図4）の圧力は大気圧より減圧される。このように振動空間を減圧することにより、粘性抵抗が減少し、前記式（2）の定数 $K(f_0, C)$ が小さくなるためミラー33の振れ角が大きくなる。この内部圧力は、前記の如く0.1 Torrから2 Torrの範囲に選ぶのが一般に好ましい。これについて図9乃至図13を参照し説明する。

【0037】

カバー基板31のない光走査装置を用い、以下に述べるような実験を行った。実験には図9に示すような評価装置を用いた。図9において、100は減圧容器であり、この中に評価対象の光走査装置102がセットされる。光走査装置102のミラーのミラー面にレーザ光源104からレーザ光ビームが照射され、ミラー面で偏向されたレーザ光ビームは光位置検出器106で受光される。光位置検出器106の検出信号は波形観測装置108に入力される。

30

【0038】

まず、減圧容器100の内部圧力を様々に変えて、光走査装置102のミラーを駆動し、光位置検出器106の検出信号の波形（ミラーの振動波形）を波形観測装置108で観測し、圧力とミラーの振れ角（振動波形の振幅に対応）の関係を求めた。その結果をプロットすると、図10に示すような特性曲線が得られた。この特性曲線から分かるように、振れ角が最大になる圧力 P_0 がある。したがって、ミラー振動空間の圧力を P_0 近辺とすることにより、低い駆動電圧で大きな振れ角を得ることができる。

40

【0039】

このような圧力と振れ角との関係となる原因を調べるため、圧力と粘性抵抗係数との関係、圧力と駆動パルス・ミラー振動波形位相差の関係を以下のようにして調べた。

【0040】

減圧容器100の内部圧力を様々に変えて、光走査装置102のミラーを駆動し、駆動を停止した時点からのミラーの減衰振動波形（図11参照）を波形観測装置108により観測し、この減衰振動波形から各圧力における粘性抵抗係数 C を求めた。粘性抵抗係数 C をプロットすると、図12に示すような特性曲線 L_c が得られた。

【0041】

減圧容器100の内部圧力を様々に変えて、光走査装置102のミラーを連続的に駆動し

50

、ミラー振動波形と駆動パルス波形とを波形観測装置 108 により観測し、各圧力における駆動パルス波形とミラー振動波形との位相差を求めた(図 13 参照)。求めた位相差をプロットすると、図 12 に示すような特性曲線 L が得られた。

【0042】

以上の実験から、

(1) P₀より圧力の低い領域では、粘性抵抗係数 C はほぼ一定であるが、駆動パルスとミラー振動波形の位相差は圧力が小さくなるに応じて大きくなる。このため振れ角が小さくなると考えられる。

(2) P₀より圧力の高い領域では、圧力に関わらず位相差はほぼ一定であるが、粘性抵抗係数 C は圧力に比例して大きくなる。これより、圧力が大きくなるにつれて、振れ角が小さくなっていく。

【0043】

このようなことから、図 10 に示すような圧力と振れ角との関係が生じると理解される。ミラー振動空間の圧力を P₀に設定するならば、低い駆動電圧で最大の振れ角を得ることができる。実際に設定されるミラー振動空間の最適な圧力は、ミラーの慣性モーメントと捻り梁の捻りバネ定数とによって決まる共振周波数に依存するが、一般に 0.1 (Torr) ~ 2 (Torr) の範囲が適する。

【0044】

《実施例 2》 本発明の実施例 2 について図 14 及び図 15 を参照して説明する。図 14 は本実施例の光走査装置の分解斜視図、図 15 は同光走査装置の組み立てられた状態の概略断面図である。

【0045】

本実施例においては、ベース基板 35 の凹部 52 に、ミラー 33 の振動検出用の一對の電極 53, 53 が設けられる。各電極 53 は、ミラー 33 の振動軸を境にした各半分の部分に対向する。これら電極 53 は、例えば Cr と Au の薄膜を 2 層に蒸着した構造からなる。ベース基板 35 には、これら電極 53, 53 に接続した貫通電極 36c, 36c が形成されている。これら貫通電極 36c は、他の貫通電極 36a, 36b と同様のものである。これ以外の構成は、前記実施例 1 の光走査装置と同様であるので説明を繰り返さない。

【0046】

ミラー振動検出用電極 53, 53 間の静電容量は、同電極とミラー 33 の距離に反比例する。したがって、貫通電極 36c, 36c を通じて、この静電容量を測定することにより、ミラー 33 の振動をモニタすることができ、ミラー 33 の動作不良の検出などを容易に行うことができる。

【0047】

《実施例 3》 本発明の実施例 3 について図 16 及び図 17 を参照して説明する。図 16 は本実施例の光走査装置の分解斜視図、図 17 は同光走査装置の組み立てられた状態の概略断面図である。

【0048】

本実施例においては、ミラー基板 34 は、第 1 のシリコン基板 54 と第 2 のシリコン基板 55 をシリコン酸化膜 56 (絶縁層) を挟んで接合した 2 層シリコン基板からなる。第 1 のシリコン基板 54 には、結晶異方性エッチングにより開口部 57 が形成される。前記各実施例と同様なミラー 33、捻り梁 32 及びフレーム 39 は、第 2 のシリコン基板 55 にフォトリソグラフィ等の半導体プロセス技術により形成される。また、第 2 のシリコン基板 55 のフレーム相当部分は、前記各実施例と同様に分離溝 37 により 4 つの部分に分割される。

【0049】

これ以外は前記各実施例と同様である。なお、図 16 には示されていないが、ベース基板 35 の凹部 52 に、前記実施例 2 と同様なミラー振動検出用の 1 対の電極を設けてもよいことは明らかであり、その場合には、図 17 に示すように、同電極の引き出しのための貫通電極 36c, 36c もベース基板 35 に設けられることになる。

【0050】

第1のシリコン基板54の厚さは例えば0.5mm程度とされる。第2のシリコン基板55の厚さは、ミラー33の振動周波数を勘案して決められるが、例えば0.1mm以下とされる。

【0051】

このようにミラー基板34を絶縁膜を介して接合された2層のシリコン基板によって構成する利点は次の通りである。ミラー基板34はカバー基板31と接合されるが、その際に接合性を高めるために圧力が加えられる。1層のシリコン基板によってミラー基板34を構成する場合には、ミラー33の振動周波数を勘案するとシリコン基板の厚さは例えば0.1mm以下とされるため、カバー基板31との接合工程において強度不足により破壊する恐れがある。

【0052】

これに対し、本実施例のように2層のシリコン基板によつてミラー基板34を構成すると、ミラー33が形成されない側のシリコン基板54の厚さは、ミラー振動周波数に直接影響を及ぼさないので例えば0.5mm以上とすることができる。よって、ミラー基板34の厚さを十分大きくとり、その強度を容易に確保することができるため、接合時の破壊を防止することができる。

【0053】

《実施例4》 本発明の実施例4による光走査装置においては、図18に略示するように、ミラー33の可動電極として作用する端部38と、固定電極として作用するフレーム端部43は、互いに噛み合っ対向する櫛歯状の形状とされる。このような構成とすることにより、固定電極と可動電極の対向面積が増大するため前記(1)式の静電トルク $T_r q$ が増加し、したがって低い駆動電圧でも大きなミラー振れ角を得ることができる。これ以外の構成は前記各実施例と同様でよいので、これ以上は説明しない。

【0054】

《実施例5》 本発明の実施例5による光走査装置においては、図19に略示するように、ミラー33の可動電極として作用する端部38と固定電極として作用するフレーム端部43は、前記実施例4同様、互いに噛み合っ対向する櫛歯状の形状とされるが、さらに、櫛歯状の可動電極部分の外側に共振周波数調整用切片60が設けられている。

【0055】

この切片60は、レーザ光ビームを照射して急激に温度を上昇させることにより容易に切断することが可能な寸法とされる。切片60を必要に応じて必要な本数だけ切断しミラー33の慣性モーメントIを減少させることにより、ミラーの共振周波数(前記(1)式参照)を微調整することができる。

【0056】

このような共振周波数の微調整を可能にすると、例えば、複数の光走査装置を利用する装置の場合に、全ての光走査装置の共振周波数のずれを小さくすることができるため、全ての光走査装置を同一の周波数で駆動できる等の利点を得られる。

【0057】

《実施例6》 本発明の実施例6による光走査装置について、図20及び図21を参照して説明する。図20は光走査装置の分割斜視図、図21は光走査装置の組み立てられた状態の概略断面図である。

【0058】

本実施例の光走査装置は、前記各実施例を組み合わせた如き構成である。すなわち、ミラー基板34は前記実施例3と同様な絶縁層としてのシリコン酸化膜56を挟んで接合された2層のシリコン基板54、55から構成され、ミラー33の可動電極としての端部38と固定電極としてのフレーム端部43は前記実施例4と同様な櫛歯形状とされる。また、ミラー33には、前記実施例5と同様の共振周波数調整用切片60が設けられている。ただし、本実施例においては、共振周波数調整用切片60は、ミラー33の捻り梁32と結合される側の端部に設けられている。ベース基板35の凹部52には、前記実施例2と同

10

20

30

40

50

様にミラー振動検出用電極 53, 53 が設けられ、また、そのための貫通電極 36c, 36c が設けられている。これ以外の構成は、前記各実施例と同様である。

【0059】

《実施例 7》 図 22 及び図 23 は、本発明による画像形成装置を説明するための概略平面図及び概略側面図である。

【0060】

この画像形成装置は、電子写真方式により画像形成を行うものであり、図示のように、像担持体としてのドラム状の感光体 78 と、この感光体 78 に静電潜像を形成するための露光手段としての光書き込み装置 81 と、現像定着装置 79 と、被記録体搬送装置 80 を備える。感光体 78 上の静電潜像は、現像定着装置 79 により現像されてトナー像とされる。このトナー像は、被記録体搬送装置 80 により搬送される被記録体（記録紙）に転写される。このトナー像は、被記録体が現像定着装置 79 を通過する際に被記録体に定着させられる。なお、感光体 78 の表面を一様に帯電するための手段、感光体 78 上のトナー像を被記録体に転写させるための手段、感光体 78 上の転写されずに残留したトナーを除去回収するクリーニング手段なども存在するが図中省略されている。

10

【0061】

光書き込み装置 81 は、前記各実施例に関連して説明した如き本発明による光走査装置 30 を主走査方向に複数個配列し、また、それら光走査装置 30 のミラーに画像信号に応じて変調されたレーザ光ビームを照射するための半導体レーザ 75 を主走査方向に複数個配列し、感光体 78 の主走査方向の書き込み幅を複数の光走査装置 30 によって分割して露光する構成である。各半導体レーザ 75 を画像信号により変調する手段は図示されていない。

20

【0062】

このような光書き込み装置 81 は、レーザプリンタにおいて一般的なポリゴンミラーを用いる光書き込み装置に比べ、構造が単純でコスト的に有利であり、また発熱量や騒音の面でも有利である。

【0063】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明によれば以下に列挙するような効果を得られる。

（１）請求項 1 乃至 10 に記載の発明においては、ミラー基板の両側にカバー基板とベース基板を接合してミラーの振動空間を気密封止し、かつ、ミラーを駆動するための電極をベース基板に設けられた貫通電極により外部に引き出すため、特許文献 1 及び 2 に記載の構成のコスト及び封止性能に関する問題点を解決することができ、また、装置全体の薄型化も容易である。

30

（２）請求項 2 に記載の発明においては、カバー基板及びベース基板と、ミラー基板の材料として陽極接合法による接合性が良好なパイレックスガラスとシリコンを用いるため、ミラーの振動空間を長期にわたって安定に封止することができる。

（３）請求項 3 に記載の発明においては、ベース基板にミラー振動検出用電極を設け、この電極を貫通電極により外部に引き出すため、その貫通電極を通じてミラー振動検出用電極の静電容量を測定することにより、ミラーの振動を容易にモニタし、ミラーの動作不良などを検出することができる。

40

（４）請求項 4 に記載の発明においては、貫通電極をメッキ法で作成することにより封止性の高い貫通電極を実現できるため、貫通電極を設けることがミラー振動空間の封止性を悪化させる要因となることがない。

（５）請求項 5 に記載の発明においては、貫通電極のための貫通孔をブラスト加工法により形成するため、貫通孔の加工時間を短縮し光走査装置の製造コストを削減することができる。

（６）請求項 6 に記載の発明においては、絶縁層を介して 2 層のシリコン基板を接合した部材からミラー基板を形成するため、ミラー及び捻り梁を薄くしても基板接合工程における破壊が置きにくく、したがって光走査装置の歩留まりが向上する。

50

(7) 請求項 7 に記載の発明においては、ミラーを駆動するための電極の対向面積が増大するため、低い駆動電圧で大きな振れ角でミラーを振動させることができる。

(8) 請求項 8 に記載の発明においては、ミラーに設けた切片を必要に応じて切断することによりミラー共振周波数の微調整を行うことができるため、複数の光走査装置の同一周波数での駆動が容易になる。

(9) 請求項 9 又は 10 に記載の発明によれば、ミラー振動空間の粘性抵抗係数を減少させ、低い駆動電圧で大きなミラー振れ角を得ることができる。

(10) 請求項 11 に記載の発明によれば、ポリゴンミラーを用いる光書き込み装置に比べ、コスト、サイズ、消費電力及び騒音の面で有利な、電子写真方式の画像形成装置の露光手段として好適な光書き込み装置を実現することができる。

10

(11) 請求項 12 に記載の発明によれば、静電潜像を形成するための露光手段としてポリゴンミラーを用いた画像形成装置に比べ、コスト、サイズ、消費電力、騒音の面で有利な画像形成装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る光走査装置の動作原理の説明図である。

【図 2】光走査装置の駆動パルスとミラー振動波形を示す波形図である。

【図 3】実施例 1 を説明するための分割斜視図である。

【図 4】実施例 1 を説明するための概略断面図である。

【図 5】基板接合のための陽極装置の概略図である。

【図 6】実施例 1 における貫通電極の作成方法を説明するための工程図である。

20

【図 7】実施例 1 における貫通電極用貫通孔の作成方法を説明するための工程図である。

【図 8】プラスト加工法の説明図である。

【図 9】ミラー振動空間の圧力に関する実験のための評価装置の構成図である。

【図 10】ミラー振動空間の圧力とミラー振れ角との関係を示すグラフである。

【図 11】ミラーの減衰振動波形を示す波形図である。

【図 12】ミラー振動波形と駆動パルスの位相差及び粘性抵抗係数のミラー振動空間圧力との関係を示すグラフである。

【図 13】ミラー駆動パルス波形とミラーの振動波形を示す波形図である。

【図 14】実施例 2 を説明するための分解斜視図である。

【図 15】実施例 2 を説明するための概略断面図である。

30

【図 16】実施例 3 を説明するための分解斜視図である。

【図 17】実施例 3 を説明するための概略断面図である。

【図 18】実施例 4 を説明するための部分平面図である。

【図 19】実施例 5 を説明するための部分平面図である。

【図 20】実施例 6 を説明するための分解斜視図である。

【図 21】実施例 6 を説明するための概略断面図である。

【図 22】実施例 7 を説明するための概略平面図である。

【図 23】実施例 7 を説明するための概略側面図である。

【符号の説明】

30 光走査装置

40

31 カバー基板

32 捻り梁

33 ミラー

34 ミラー基板

35 ベース基板

36 貫通電極

39 フレーム

45 ミラー振動空間

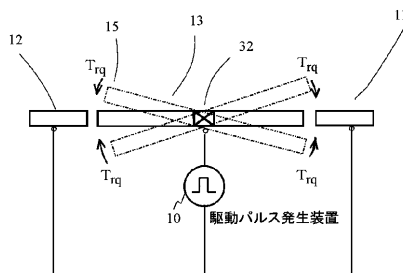
53 ミラー振動検出用電極

54 , 55 シリコン基板

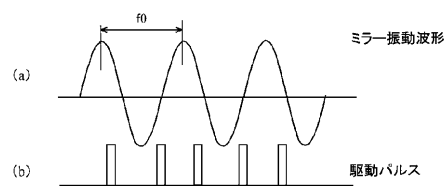
50

- 5 6 シリコン酸化膜（絶縁層）
- 6 0 共振周波数調整用切片
- 7 5 半導体レーザ
- 7 8 感光体（像担持体）
- 8 1 光書き込み装置

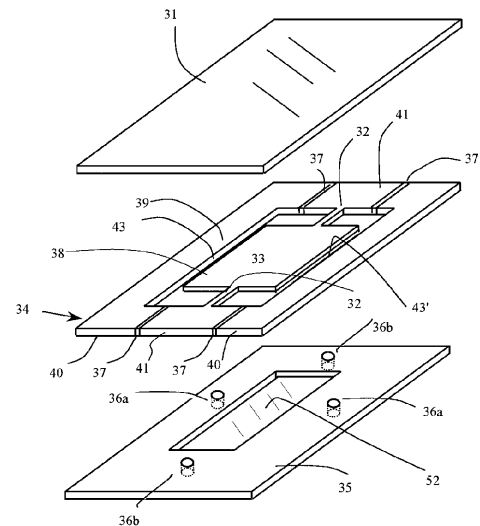
【図 1】



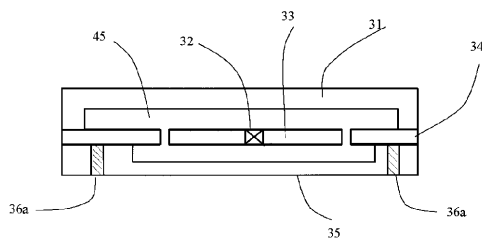
【図 2】



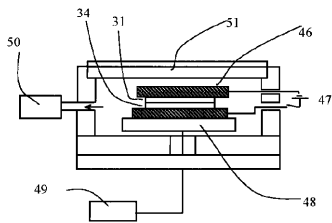
【図 3】



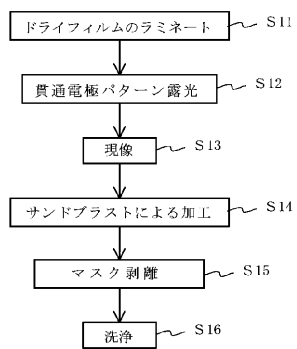
【図 4】



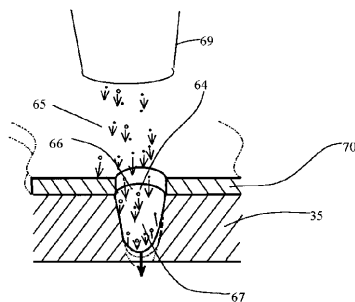
【図 5】



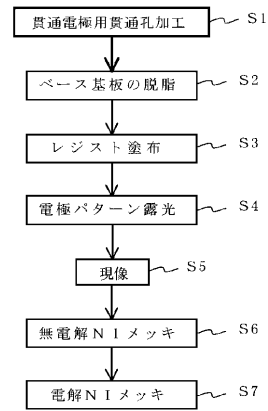
【図 7】



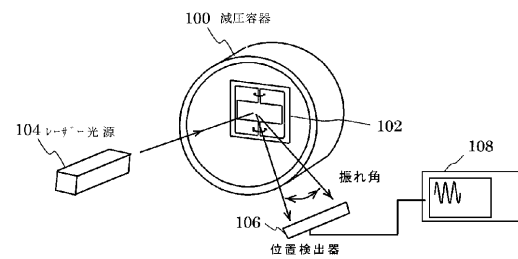
【図 8】



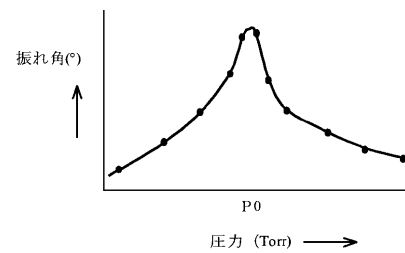
【図 6】



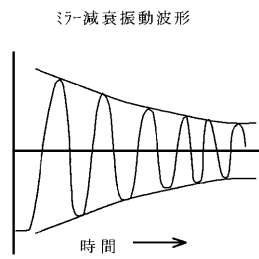
【図 9】



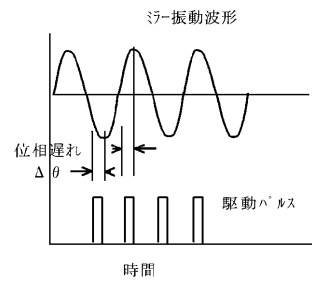
【図 10】



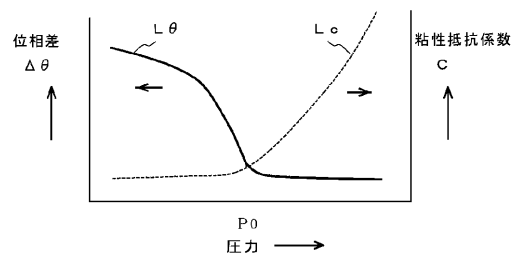
【図 1 1】



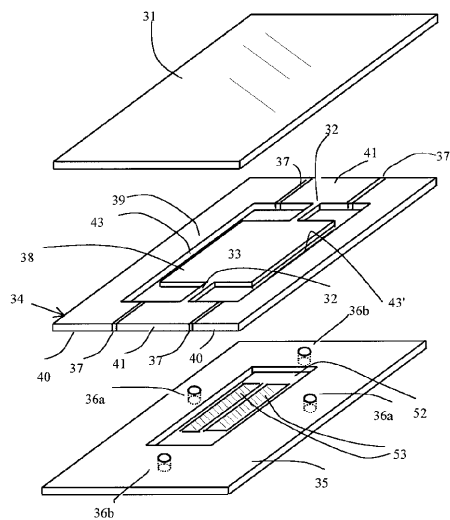
【図 1 3】



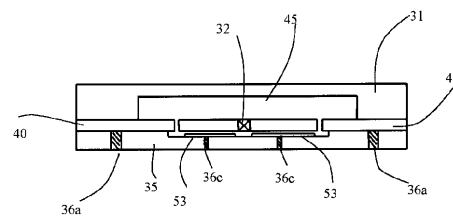
【図 1 2】



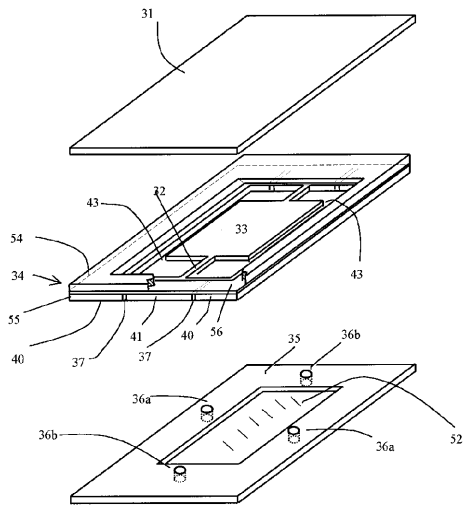
【図 1 4】



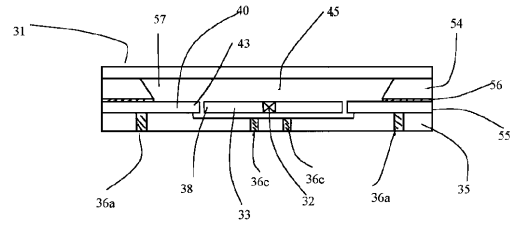
【図 1 5】



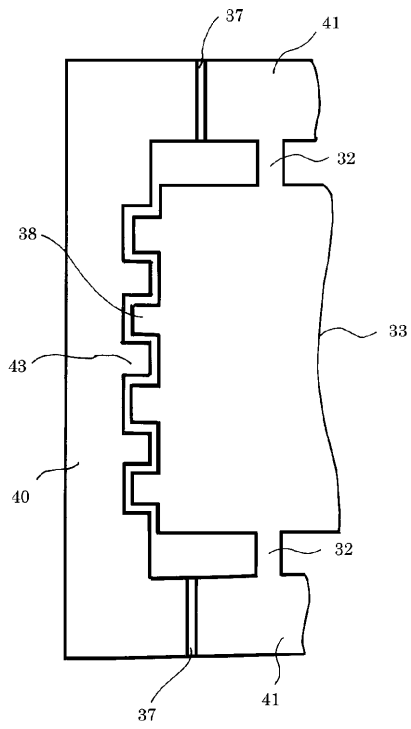
【図 16】



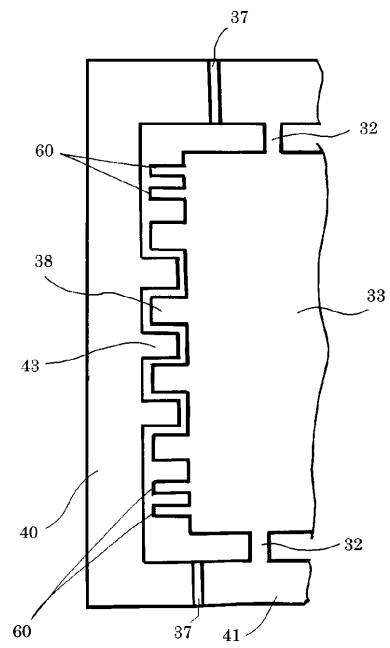
【図 17】



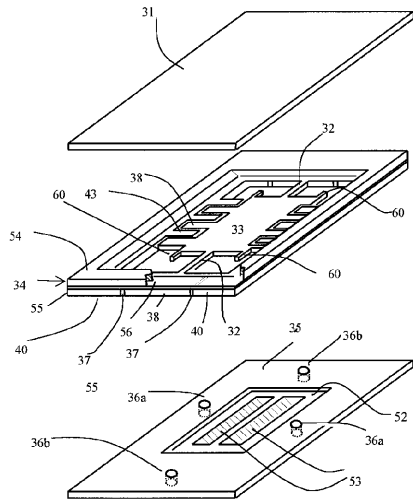
【図 18】



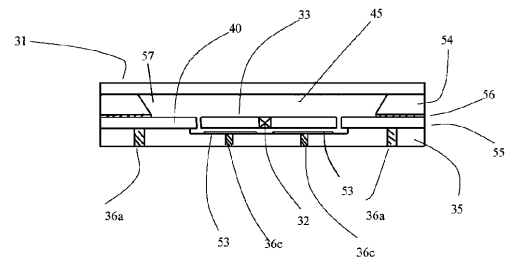
【図 19】



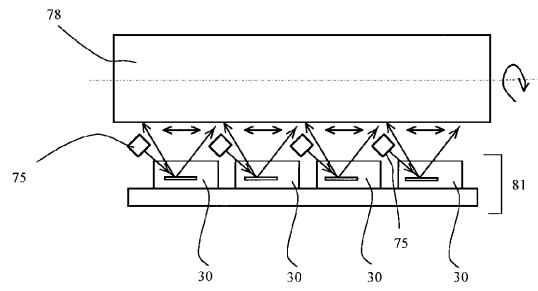
【図 20】



【図 21】



【図 22】



【図 23】

