(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2009-31536
(P2009-31536A)
(43)公開日　平成21年2月12日(2009.2.12)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
G02B 26/10	(2006.01)	G02B	26/10	104Z	2C362
G02B 26/08	(2006.01)	G02B	26/08	E	2H045
B41J 2/44	(2006.01)	B41J	3/00	D	2H141
H04N 1/113	(2006.01)	H04N	1/04	104Z	3C081
B81B 3/00	(2006.01)	B81B	3/00		5C072

審査請求 未請求　請求項の数 11　ＯＬ　（全 14 頁）

(21)出願番号　特願2007-195513 (P2007-195513)
(22)出願日　平成19年7月27日 (2007.7.27)

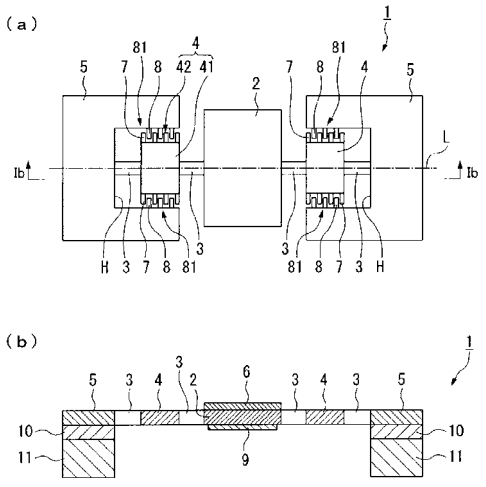
(71)出願人　000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿２丁目４番１号
(74)代理人　100095728
弁理士　上柳　雅誉
(74)代理人　100107261
弁理士　須澤　修
(74)代理人　100127661
弁理士　宮坂　一彦
(72)発明者　岩井　計夫
長野県諏訪市大和３丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内

Ｆターム(参考)　2C362 BA17
2H045 AB10　AB48　AB73

最終頁に続く

(54)【発明の名称】スキャナ

(57)【要約】
【課題】スキャニングミラーの放熱効果を高め、低い駆動電圧で安定したミラー駆動が可能なスキャナを提供する。
【解決手段】表面に光反射層６が形成されたミラー２と、ミラー２を挟んで同一直線上に支持部材３が配置され、支持部材３が配置された仮想直線を駆動軸Ｌとして、ミラー２を駆動軸Ｌの周りに揺動駆動させる駆動部と、を備え、ミラー２の光反射層６とは反対側の面に、ミラー２よりも熱伝導率の高い薄膜９が形成されているスキャナ１。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
表面に光反射層が形成されたミラーと、
前記ミラーを所定の駆動軸の周りに揺動駆動させる駆動部と、を備え、
前記ミラーの前記光反射層とは反対側の面に、前記ミラーよりも熱伝導率の高い薄膜が形成されていることを特徴とするスキャナ。
【請求項２】
表面に光反射層が形成されたミラーと、
前記ミラーを所定の駆動軸の周りに揺動駆動させる駆動部と、を備え、
前記ミラーの前記光反射層とは反対側の面に、粗面化処理が施されていることを特徴とするスキャナ。
【請求項３】
表面に光反射層が形成されたミラーと、
前記ミラーを所定の駆動軸の周りに揺動駆動させる駆動部と、を備え、
前記ミラーの光反射層とは反対側の面に、表面に微細な凹凸が形成された薄膜が形成されていることを特徴とするスキャナ。
【請求項４】
前記ミラーの駆動軸上には、前記ミラーを静電駆動するための静電容量素子部が接続され、
前記静電容量素子部の、前記光反射層への光の入射側とは反対側の面に、前記静電容量素子部よりも熱伝導率の高い薄膜が形成されていることを特徴とする請求項１に記載のスキャナ。
【請求項５】
前記ミラーの前記光反射層とは反対側の面に凹部が形成されていることを特徴とする請求項１から請求項４のいずれか１項に記載のスキャナ。
【請求項６】
前記薄膜は、アモルファスシリコン膜を熱処理して形成されたポリシリコン膜であることを特徴とする請求項３に記載のスキャナ。
【請求項７】
前記薄膜は、カーボンナノチューブの薄膜であることを特徴とする請求項３に記載のスキャナ。
【請求項８】
前記ミラーを前記駆動軸の周りに揺動可能に支持する支持部材が設けられ、
前記薄膜は、前記支持部材を除く部分に形成されていることを特徴とする請求項１または請求項３に記載のスキャナ。
【請求項９】
前記凹部は、マトリクス状に配列されるように形成されていることを特徴とする請求項５に記載のスキャナ。
【請求項１０】
前記凹部は、ハニカム状に配列されるように形成されていることを特徴とする請求項５に記載のスキャナ。
【請求項１１】
前記凹部は、前記駆動軸に対して対称に配置されていることを特徴とする請求項５に記載のスキャナ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、プロジェクタやレーザプリンタ等のスキャナエンジンとして適用可能なスキャナに関するものである。
【背景技術】

【０００２】
プロジェクタやレーザプリンタ等のスキャニング方式のひとつとして、スキャニングミラー方式が知られている。スキャニングミラーは、基本構造としてミラー部と、ミラー部を両側から揺動可能に支持する支持部材を有しており、支持部材の弾性を利用して両側の支持部材を貫通する駆動軸周りを揺動する。このようなスキャニングミラーを用いたミラースキャナは、従来のスキャナエンジンであるポリゴンミラースキャナと比べるとモーターが不要であるため小型化が容易という特徴がある。
【０００３】
例えば、スキャニングミラー方式のプロジェクタでは、光源としてレーザー光が用いられる。レーザー光は、焦点深度が深いという特長を有しており、その特長を活かすためには光源からのレーザー光を極力絞らずに用いることが望ましい。そのため、スキャニングミラーのミラーサイズは、レーザー光を絞る必要がないだけの十分な大きさが必要となる。
【０００４】
一方、スキャニングミラー方式のプロジェクタでは、画面サイズがミラーの振れ角の大きさに比例する。そのため、大画面の投影のためには、スキャニングミラーの振れ角を大きくとる必要がある。しかし、上記理由から大きなミラーサイズのスキャニングミラーを使用した場合、振れ幅を大きくとると慣性モーメントが大きくなることから、高い駆動電圧が必要となる。
【０００５】
そこで従来は、スキャニングミラーの形状を、揺動運動時の駆動軸方向のミラー長さに対して駆動軸に直交する方向のミラー長さを短く設定し、駆動時の慣性モーメントを小さくすることが提案されていた。この方法によれば、慣性モーメントが小さくなるため、低い駆動電圧でミラーの振れ角を大きくすることが可能となる。また、特許文献１には、スキャニングミラーを支える支持部を工夫することにより、低い駆動電圧でも十分な駆動が可能となる構造が提案されている。
【特許文献１】特開２００５－３０８８２０号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
しかしながら、上述の方法では、スキャニングミラーの蓄熱を考慮していないため、低い駆動電圧でスキャニングミラーを駆動させるという点において不十分なものとなっていた。すなわち、レーザー光の照射によりスキャニングミラーの温度が上昇すると、支持部材に熱が伝わり支持部材の温度が上昇する。そうすると、支持部材の弾性定数が低下し、ミラーの振れ角や共振周波数が減少する。この振れ角の減少分は駆動電力を上げることで補正することができるが、その補正分だけ実効電力は低く抑える必要があり、実効電力で駆動可能なサイズにスキャニングミラーを小さく設計せざるを得ない。
【０００７】
本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、スキャニングミラーの放熱効果を高め、低い駆動電圧で安定したミラー駆動が可能なスキャナ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】
【０００８】
上記の課題を解決するため、本発明の第１のスキャナは、表面に光反射層が形成されたミラーと、前記ミラーを所定の駆動軸の周りに揺動駆動させる駆動部と、を備え、前記ミラーの前記光反射層とは反対側の面に、前記ミラーよりも熱伝導率の高い薄膜が形成されていることを特徴とする。
この構成によれば、レーザー光によりミラーに蓄熱した熱を、形成された薄膜を介して効率的に放熱することができる。そのため、ミラーの温度上昇に対応する補正電力が減少し若しくは不要となり、実効電力を高めることができる。その結果、ミラーのサイズを大

きくすることが可能になり、低い電圧で安定したミラー駆動が可能なミラースキャナを提供することが可能となる。

【０００９】

本発明の第２のスキャナは、表面に光反射層が形成されたミラーと、前記ミラーを所定の駆動軸の周りに揺動駆動させる駆動部と、を備え、前記ミラーの前記光反射層とは反対側の面に、粗面化処理が施されていることを特徴とする。

この構成によれば、前記ミラーの表面積が広がるため、レーザー光によりミラーに蓄熱した熱を効率的に放熱することができる。そのため、ミラーの温度上昇に対応する補正電力が減少し若しくは不要となり、実効電力を高めることができる。その結果、ミラーのサイズを大きくすることが可能になり、低い電圧で安定したミラー駆動が可能なミラースキャナを提供することが可能となる。

【００１０】

本発明の第３のスキャナは、表面に光反射層が形成されたミラーと、前記ミラーを所定の駆動軸の周りに揺動駆動させる駆動部と、を備え、前記ミラーの光反射層とは反対側の面に、表面に微細な凹凸が形成された薄膜が形成されていることを特徴とする。

この構成によれば、前記ミラーの表面積が広がるため、レーザー光によりミラーに蓄熱した熱を効率的に放熱することができる。そのため、ミラーの温度上昇に対応する補正電力が減少し若しくは不要となり、実効電力を高めることができる。その結果、ミラーのサイズを大きくすることが可能になり、低い電圧で安定したミラー駆動が可能なミラースキャナを提供することが可能となる。

【００１１】

本発明においては、前記ミラーの駆動軸上には、前記ミラーを静電駆動するための静電容量素子部が接続され、前記静電容量素子部の、光の入射側とは反対側の面に、前記静電容量素子部よりも熱伝導率の高い薄膜が形成されていることが望ましい。

この構成によれば、前記静電容量素子部からも放熱が可能になり、更に放熱効率が高まる。

【００１２】

本発明においては、前記ミラーの前記光反射層とは反対側の面に凹部が形成されていることが望ましい。

この構成によれば、凹部により前記ミラーの表面積が広がるため、ミラーの放熱効率が更に高まる。また、凹部を形成することにより、ミラーが軽量化できるため、低い電圧で安定したミラー駆動が可能なミラースキャナを提供することが可能となる。

【００１３】

本発明においては、前記薄膜は、アモルファスシリコン膜を熱処理して形成されたポリシリコン膜であることが望ましい。

アモルファスシリコン膜は熱処理の条件によって緻密なポリシリコン膜から表面の粗いポリシリコン膜まで、その表面形状を大きく変動させることができる。本発明では、ポリシリコン膜の膜密度が粗くなる（若しくは多孔質となる）ような条件でアモルファスシリコン膜を熱処理し、それによって、ミラーの裏面に粗面化された薄膜を形成している。この構成によれば、薄膜がポリシリコン膜で形成されるため、シリコン基板によってミラーを形成した場合に、薄膜とミラーとの密着力が高まる。そのため、信頼性に優れたスキャナが提供できる。

【００１４】

本発明においては、前記薄膜は、カーボンナノチューブの薄膜であることが望ましい。

この構成によれば、柱状のカーボンナノチューブが薄膜状に形成されるため、ミラーの表面積が著しく広がる。そのため、非常に高い放熱効率を実現することができる。

【００１５】

本発明においては、前記ミラーを前記駆動軸の周りに揺動可能に支持する支持部材が設けられ、前記薄膜は、前記支持部材を除く部分に形成されていることが望ましい。

この構成によれば、支持部材に薄膜が形成されないため、支持部材の弾性率の低下を防

ぎ、ミラーの振れ角の減少を防ぐことが出来る。

【００１６】

本発明においては、前記凹部は、マトリクス状に配列されるように形成されていることが望ましい。

この構成によれば、凹部がマトリクス状に多数形成されることで、更にミラーの表面積（放熱効率）を高めることができる。また、凹部の形成されない部分（厚みの厚い部分）が縦横に形成されるため、その部分が梁の役割を果たし、凹部形成によるミラーの強度低下を防ぐことができる。そのため、信頼性が高く、安定したミラー駆動が可能なスキャナが提供できる。

【００１７】

本発明においては、前記凹部は、ハニカム状に配列されるように形成されていることが望ましい。

この構成によれば、凹部がハニカム状に多数形成されることで、更にミラーの表面積（放熱効率）を高めることができる。また、凹部の形成されない部分（厚みの暑い部分）が縦横に形成されるため、その部分が梁の役割を果たし、凹部形成によるミラーの強度低下を防ぐことができる。そのため、信頼性が高く、安定したミラー駆動が可能なスキャナが提供できる。

【００１８】

本発明においては、前記凹部は、前記駆動軸に対して対称に配置されていることが望ましい。

この構成によれば、凹部を形成したミラーの慣性モーメントが駆動軸を挟んで対称となるため、駆動時の不具合をなくすことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１９】

［第１実施形態］

以下、図１を参照しながら、本発明の第１実施形態に係るスキャナについて説明する。図１（ａ）は本実施形態のスキャナを光反射層側から見た平面図であり、図１（ｂ）は図１（ａ）のＩｂで結ばれる線での断面図である。なお、以下の全ての図面においては、図面を見やすくするため、各構成要素の膜厚や寸法の比率などは適宜異ならせてある。

【００２０】

図１（ａ）に示すように、本実施形態におけるスキャナ１は、ミラー２と、ミラー２を支持する支持部材３と、支持部材３と一体として設けられている静電容量素子部４と、ミラー２が支持部材３を介して接続するフレーム５と、を備えている。

【００２１】

スキャナ１は、中央部に矩形のミラー２を備えている。ミラー２の形状は、矩形以外にも目的に応じて、菱形、多角形、円形、楕円を適宜採用できる。ミラー２の対向した２つの端部の中央部に、２つの支持部材３がミラー２を挟み込むように結合している。各支持部材３の中央部には静電容量素子部４が設けられている。更に、支持部材３が結合したミラー２を挟み込むように一対のフレーム５が配置され、支持部材３を介してミラー２が一対のフレーム５に結合している。一対の支持部材３は、ミラー２を挟んで同一直線状に配置されており、ミラー２が揺動する際には該直線を駆動軸Ｌとして揺動する。

【００２２】

支持部材３は、梁状の基板である。本実施形態では、各支持部材３の長手方向中央部に、静電容量素子部４が形成されている。静電容量素子部４は、矩形の本体部４１と、本体部４１の外周部に設けられた揺動側櫛歯部４２とを備えている。本体部４１は中心が駆動軸Ｌ上に配置され、その平行な一対の辺が駆動軸Ｌと平行に配置されている。揺動側櫛歯部４２は、その駆動軸Ｌと平行に配置された一対の辺にそれぞれ設けられている。揺動側櫛歯部４２は、本体部４１から駆動軸Ｌと直交する方向に突出する複数の揺動側櫛歯７を備えており、該複数の揺動側櫛歯７が駆動軸Ｌと平行に配列されることにより、全体としての揺動側櫛歯部４２が形成されている。本体部４１の一対の辺に設けられた一対の揺動

側櫛歯部４２は、駆動軸Ｌを中心として線対称な構成となっている。

【００２３】

フレーム５は、矩形の一辺に凹部Ｈが形成された平面視コ字型の形状を有する。一対のフレーム５は、互いの凹部Ｈがミラー２を挟んで対向するように配置されており、各フレーム５の凹部Ｈの底部中央部には支持部材３が接続されている。フレーム５には、支持部材３を介してミラー２が支持されている。フレーム５の凹部Ｈにおいて支持部材３が接続されていない一対の辺には、複数の固定側櫛歯８からなる一対の固定側櫛歯部８１が形成されている。フレーム５の複数の固定側櫛歯８と、静電容量素子部４の複数の揺動側櫛歯７とは、微小な隙間を隔てて噛み合うように交互に配置されている。この固定側櫛歯部８１と揺動側櫛歯部４２とが一対で駆動部を構成する。なお、図１では、フレーム５は、ミラー２を挟んで２つ設けられているが、平面視輪帯状の単一のフレームがミラー２の周囲を囲んで配置されていても良い。

【００２４】

図１（ｂ）に示すように、ミラー２の一方の面には、全面にレーザー光に対し十分な反射率を持つ光反射層６が設けられている。本実施形態では例えばＡｌを蒸着することにより、光反射層６が形成されている。光反射層６は、本実施形態のようにたとえばＡｌのような金属薄膜をミラー２の表面に成膜して形成しても良く、また、多層反射膜を成膜する方法で形成しても良く、更には、金属薄膜を成膜せずにミラー２の表面を研磨して形成してもよい。ミラー２の光反射層６とは反対の面には、ミラー２よりも熱伝導率が良い物質からなる薄膜９がほぼ全面に形成されている。本実施形態ではＡｌで薄膜９を形成しているが、Ａｕ、Ａｇ、Ｃｕなどを成膜しても良い。ミラー２と光反射層６とをあわせた厚みは例えば６０μｍであり、薄膜９の厚みは例えば１μｍである。

【００２５】

ミラー２と、支持部材３と、静電容量素子部４と、フレーム５と、は全て同一平面上に配置されている。フレーム５は、酸化シリコン膜１０上に形成されており、酸化シリコン膜１０の下層側にはシリコン層１１からなるシリコン基板部が設けられている。シリコン層１１、酸化シリコン膜１０及びフレーム５は平面視同一形状にパターニングされており、ミラー２、支持部材３及び静電容量素子部４の下層側の酸化シリコン膜１０及びシリコン層１１は全て除去されている。

【００２６】

以上図面に基づいて本実施形態のスキャナ１を説明してきたが、次に、このスキャナ１の製造方法を説明する。

【００２７】

図２及び３は、本実施形態のスキャナ１１の製造工程を示す工程断面図である。図２及び図３の各図は、図１のＩｂで結ばれる線での断面に対応する断面図であり、図２は、ミラー２の光反射層６とは反対の面へ薄膜９を形成するための準備工程、図３は、ミラー２へ薄膜９を形成しスキャナ１とする工程を示す。

【００２８】

まず図２（ａ）に示すように、第１の工程として、ＳＯＩ基板の片方の面にエッチングを施し、ＳＯＩ基板のシリコン層に、所望のミラー２と支持部材３と静電容量素子部４とフレーム５と、を形成する。この工程は従来公知の方法により容易に実施できる工程であり、例えばフォトリソグラフィ法によりパターニングして作成したマスクを介してドライエッチングを施すことにより形成することができる。次いで、ミラー２の全面にＡｌを蒸着させて光反射層６を形成する。

【００２９】

次いで、図２（ｂ）に示すように、第２の工程として、第１の工程で加工を施したＳＯＩ基板の面とは反対の面に図示略の第１マスクを形成してエッチングを施し、形成したフレーム５に平面的に重なる箇所を残して、シリコン層１１を除去し、第１開口部１２を形成する。次いで第１マスクを除去する。

【００３０】

次いで、図２（ｃ）に示すように、第３の工程として、第１開口部１２の底面に露出した酸化シリコン膜１０上に、形成したミラー２と平面的に重なる箇所に第２開口部１４を設けた第２マスク１３を付す。第２マスク１３は、例えばフォトレジストを塗布して、開口部１４を形成するように硬化させて形成する。

【００３１】

次いで、図２（ｄ）に示すように、第４の工程として、第３の工程で付した第２マスクを介して酸化シリコン膜１０にエッチングを施し、ミラー２に平面的に重なる部分を除去する。エッチングが進行すると、酸化シリコン膜１０に第３開口部１５が形成され、ミラー２の光反射層６を形成した面とは反対の面が露出する。次いで第２マスクを除去する。以上のようにして、ミラー２の光反射層６とは反対の面へ薄膜を形成するための準備が整う。

【００３２】

次いで、図３（ａ）に示すように、第５の工程として、光反射層６を形成した面とは反対側の、第３開口部１５の底部に露出したシリコン層、第１開口部１２の底部に露出した酸化シリコン膜１０、フレーム５に平面的に重なるシリコン層１１、の水平面にスパッタ法を用いてＡｌを堆積させ薄膜９を形成する。

【００３３】

次いで、図３（ｂ）に示すように、第６の工程として、酸化シリコン膜１０に形成された第３開口部１５を第３マスク１６で保護する。本実施形態では、第３開口部１５に形成した薄膜９の上に第３マスク１６が形成される。第３マスク１６は、例えばフォトレジストを塗布して硬化させて形成する。

【００３４】

次いで、図３（ｃ）に示すように、第７の工程として、第６の工程で付した第３マスク１６を介してエッチングを施し、第３マスク１６で覆われた薄膜９を残して他の箇所に形成された薄膜９を除去する。更に、エッチングを施し、第１開口部１２の底部に露出する酸化シリコン膜１０を除去する。

【００３５】

次いで、図３（ｄ）に示すように、第８の工程として、薄膜９上の第３マスクを除去する。以上のようにして、本実施形態のスキャナ１が完成する。

【００３６】

以上のような構成のスキャナ１によれば、レーザー光によりミラー２に蓄熱した熱を、形成された薄膜９を介して効率的に放熱することができる。そのため、ミラー２の温度上昇に対応する補正電力が減少し若しくは不要となり、実効電力を高めることができる。その結果、ミラー２のサイズを大きくすることが可能になり、低い電圧で安定したミラー駆動が可能なミラースキャナを提供することが可能となる。

【００３７】

また、本実施形態では、支持部材３に薄膜９が形成されないため、支持部材３の弾性率の低下を防ぎ、ミラー２の振れ角の減少を防ぐことが出来る。

【００３８】

なお、本実施形態では、ミラー２にだけ薄膜９を形成することとしたが、静電容量素子部４にも薄膜を形成するとなお良い。そうすると静電容量素子部４からも放熱が可能になり、更に放熱効率が高まる。その場合は、図４（ａ）に示すように、第３の工程において静電容量素子部４と平面的に重なる箇所にも開口部１８を設けたマスク１７を形成し、後の工程を同様に実施することで、図４（ｂ）に示すように、静電容量素子部４の、光反射層６への光の入射側とは反対側の面に薄膜９が形成された形態のスキャナ１９が完成する。

【００３９】

［第２実施形態］

図５は、本発明の第２実施形態に係るスキャナの、図１（ｂ）に対応する断面図である。本実施形態のスキャナの構成は、第１実施形態のスキャナと一部共通している。異なる

のは、ミラーの光反射層とは反対側の面に、ミラーよりも熱伝導率の高い薄膜が形成されておらず、粗面化処理が施されていることである。したがって、本実施形態において第１実施形態と共通する構成要素については同じ符号を付し、詳細な説明は省略する。ここで粗面化処理とは、平坦な面に対して物理的な処理を施すことにより、もとの平坦な面に微細な凹凸を無数に付すことを指す。

【００４０】

図５に示すように、本実施形態のスキャナ２０は、ミラー２１の光反射層６とは反対側の面が粗面化処理され、微細な凹凸が無数に付されている。

【００４１】

その製造工程は、図６に示すように、第１実施形態で説明した方法を用いてＳＯＩ基板に第３開口部１５を形成し、第１実施形態で行った薄膜形成の替わりに第３開口部１５の底面に露出したシリコン層表面に粗面化処理を行う。その後の工程は第１実施形態で説明した方法にて製造することにより、本実施形態のスキャナ２０が完成する。粗面化処理の方法としては、例えばドライアイスを用いたブラスト処理、ブラシスクラブ処理、プラズマ処理等の方法が挙げられる。本実施形態では、ミラー２１の光反射層６とは反対側の面のみ粗面化処理を行い製造することとしたが、粗面化処理が、第１開口部１２に露出した酸化シリコン膜１０上に及んでも構わない。

【００４２】

以上のような構成のスキャナ２０によれば、ミラー２１の表面積が広がるため、レーザー光によりミラー２１に蓄熱した熱を効率的に放熱することができる。そのため、ミラー２１の温度上昇に対応する補正電力が減少し若しくは不要となり、実効電力を高めることができる。その結果、ミラー２１のサイズを大きくすることが可能になり、低い電圧で安定したミラー駆動が可能なミラースキャナを提供することが可能となる。

【００４３】

なお、本実施形態でも第１実施形態と同様に、静電容量素子部４にも粗面化処理をするとなお良い。静電容量素子部４からも放熱が可能になり、更に放熱効率が高まる。

【００４４】

［第３実施形態］

図７は、本発明の第３実施形態に係るスキャナの、図１（ｂ）に対応する断面図である。本実施形態のスキャナの構成は、第１実施形態のスキャナと一部共通している。異なるのは、ミラーの光反射層とは反対側の面に形成される薄膜が、その形成過程において膜表面に微細な凹凸を形成しながら成長する、化学的に粗面化された粗面化薄膜であることである。したがって、本実施形態において第１実施形態と共通する構成要素については同じ符号を付し、詳細な説明は省略する。

【００４５】

図７に示すように、本実施形態のスキャナ２２は、ミラー２３の光反射層６とは反対側の面に微細な凹凸が形成された粗面化薄膜２４が形成されている。本実施形態では、粗面化薄膜２４として粗面化ポリシリコン膜が形成されている。

【００４６】

その製造工程は、図８に示すように、第１実施形態で説明した方法を用いてＳＯＩ基板に第３開口部１５を形成し、第１実施形態で行った熱伝導率の高い物質の薄膜形成の替わりに、粗面化薄膜２４として粗面化ポリシリコン膜を形成し、その後の工程は第１実施形態で説明した方法にて製造することにより、本実施形態のスキャナ２２が完成する。粗面化ポリシリコン膜は、例えば、縦型炉を用いて、１ｍＴｏｒｒの真空中にジシランガス（Si_2H_6）を５ｓｃｃｍ導入し、約７５０℃～８００℃にて６０分間熱処理を施す。この熱処理によって、アモルファスシリコン膜がポリシリコン膜に結晶化する過程において、表面にグレインに起因した凹凸が形成される。また他にも、チューブ式の減圧ＣＶＤ装置で、成膜温度＝５７５℃、デポジション圧力＝０．２Ｔｏｒｒの条件下で成膜することにより、粗面化ポリシリコン膜を形成することもできる。

【００４７】

アモルファスシリコン膜は熱処理の条件によって緻密なポリシリコン膜から表面の粗いポリシリコン膜まで、その表面形状を大きく変動させることができる。本実施形態では、ポリシリコン膜の膜密度が粗くなる（若しくは多孔質となる）ような条件でアモルファスシリコン膜を熱処理し、それによって、ミラー２３の裏面に粗面化された粗面化薄膜２４を形成している。この構成によれば、粗面化薄膜２４がポリシリコン膜で形成されるため、シリコン基板によってミラー２３を形成した場合に、粗面化薄膜２４とミラー２３との密着力が高まる。そのため、信頼性に優れたスキャナ２２が提供できる。

【００４８】

なお、本実施形態においては、粗面化ポリシリコン膜を形成することとしたが、本実施形態の粗面化薄膜２４としてカーボンナノチューブを形成することとしても構わない。カーボンナノチューブは、例えば、触媒金属としてニッケルを形成し、続いて、高周波マグネトロン型プラズマＣＶＤ装置を用い、ＲＦ電力＝９００Ｗ、基板温度＝８５０℃、ガス圧力＝０．５Ｔｏｒｒ、混合ガス比CH_4／H_2＝９／１で１０分間処理を行うことにより、多層カーボンナノチューブ（ＭＷＮＴｓ）を成長させ形成する。また他にも、多孔質物質のゼオライト表面に触媒金属である鉄およびコバルトの微粒子金属を保持させ、CH_4とH_2の混合ガス（ガス比＝３／７）、基板温度５５０℃で処理することにより、高い熱伝導性を持つ単層カーボンナノチューブ（ＳＭＮＴ）を成長させることもできる。

この構成によれば、柱状のカーボンナノチューブが薄膜状に形成されるため、ミラー２３の表面積が著しく広がる。そのため、非常に高い放熱効率を実現することができる。

【００４９】

また、本実施形態では、支持部材３に粗面化薄膜２４が形成されないため、支持部材３の弾性率の低下を防ぎ、ミラー２３の振れ角の減少を防ぐことが出来る。

【００５０】

［第４実施形態］

図９は、本発明の第４実施形態に係るスキャナの説明図であり、（ａ）が平面図、（ｂ）が図９（ａ）のＩＸｂで結ばれる線での断面図である。本実施形態のスキャナの構成は、第１実施形態のスキャナと一部共通している。異なるのは、ミラーよりも熱伝導率の高い薄膜が形成される前に、ミラーの光反射層とは反対側の面に複数の凹部を設けることである。したがって、本実施形態において第１実施形態と共通する構成要素については同じ符号を付し、詳細な説明は省略する。

【００５１】

図９（ａ）に示すように、本実施形態のスキャナ２５は、平面図では図１（ａ）に示す第１実施形態のスキャナ１と基本的構成が同じである。しかし本実施形態のスキャナ２５は、ミラー２６の光反射層とは反対側の面に複数の凹部２７が設けられている。凹部２７は平面視正方形であり、マトリクス状に縦横に配列している。ミラー２６の光反射部とは反対の面の、凹部２７を形成していない部分２６Ａ（厚みの厚い部分）は平面視格子状に設けられている。凹部２７は、駆動軸Ｌに対して線対称になるように配置されている。

【００５２】

図９（ｂ）に示すように、ミラー２６の光反射層６とは反対の面には、ミラー２６よりも熱伝導率が良い物質からなる薄膜２８がほぼ全面に形成されている。薄膜２８は凹部２７の側壁や底部にも形成している。本実施形態ではＡｌで薄膜２８を形成する。

【００５３】

図１０は本実施形態のスキャナ２５の製造工程を示す工程断面図である。まず、図１０（ａ）に示すように、第１実施形態で説明した方法にて、第１開口部１２を形成したＳＯＩ基板を用意し、光反射層６を形成した面とは反対の面に露出した酸化シリコン膜１０において光反射層６と平面的に重なる箇所に、所望の凹部に対応するパターンを付したマスク２９を形成する。

【００５４】

次いで、図１０（ｂ）に示すように、マスク２９を介してエッチングを施し、ミラー２６に平面的に重なる酸化シリコン膜１０を除去するとともに、シリコン層をエッチングす

る。エッチングが進行すると、マスク２９のパターンに沿って光反射層６とは反対側の面のシリコン層に複数の凹部２７が設けられ、ミラー２６が形成される。以上のようにして、ミラー２６の光反射層６の形成されていない面へ凹部２７を形成したら、第１実施形態で説明した方法にてミラー２６の光反射層６とは反対側の面に熱伝導率の高い薄膜２８（図９（ｂ）参照）を形成する。以上により、本実施形態のスキャナ２５が完成する。

【００５５】

以上のような構成のスキャナ２５によれば、ミラー２６の裏面にマトリクス状に多数の凹部２７が形成されているため、ミラー２６の表面積が広がり、ミラー２６の放熱効率が更に高まる。

【００５６】

また、凹部２７を形成することにより、ミラー２６が軽量化できるため、低い電圧で安定したミラー駆動が可能なミラースキャナを提供することが可能となる。その上、本実施形態では、凹部２７の形成されない部分２６Ａ（厚みの厚い部分）が縦横に形成されるため、その部分が梁の役割を果たし、凹部２７の形成によるミラー２６の強度低下を防ぐことができる。そのため、信頼性が高く、安定したミラー駆動が可能なスキャナ２５が提供できる。

【００５７】

また、本実施形態では、凹部２７は駆動軸Ｌに対して対称に配置されていることとしたため、凹部２７を形成したミラー２６の慣性モーメントが駆動軸Ｌを挟んで対称となり、駆動時の不具合をなくすことができる。

【００５８】

また、本実施形態では、支持部材３に薄膜２８が形成されないため、支持部材３の弾性率の低下を防ぎ、ミラー２６の振れ角の減少を防ぐことが出来る。

【００５９】

なお、本実施形態においては、凹部は、マトリクス状に配列されるように形成されていることとしたが、ハニカム状に配列されるように形成されていることとしても構わない。

【００６０】

図１１は、本発明の第４実施形態に係るスキャナの凹部が別形状である場合の説明図である。図１１（ａ）がスキャナ３０の平面図、（ｂ）が図１１（ａ）のＸＩｂで結ばれる線での断面図である。図１１（ａ）に示すように、ミラー３１に設けられた凹部３２は平面視六角形であり、縦横に配列している。ミラー３１を構成する基板の、凹部３２を形成していない部分は平面視ハニカム状に設けられている。凹部３２は、駆動軸Ｌに対して対称になるように配置されている。

【００６１】

図１１（ｂ）に示すように、ミラー３１の光反射層６とは反対の面には、ミラー３１よりも熱伝導率が良い薄膜３３がほぼ全面に形成してある。薄膜３３は凹部３２の側壁や底部にも形成されている。本実施形態ではＡｌで薄膜３３を形成する。

【００６２】

この構成によれば、凹部３２がハニカム状に多数形成されることで、更にミラー３１の表面積が広がり、放熱効率が高まる。また、凹部３２の形成されない部分（厚みの厚い部分）が縦横に形成されるため、その部分が梁の役割を果たし、凹部３２形成によるミラー３１の強度低下を防ぐことができる。そのため、信頼性が高く、安定したミラー駆動が可能なスキャナ３０が提供できる。

【００６３】

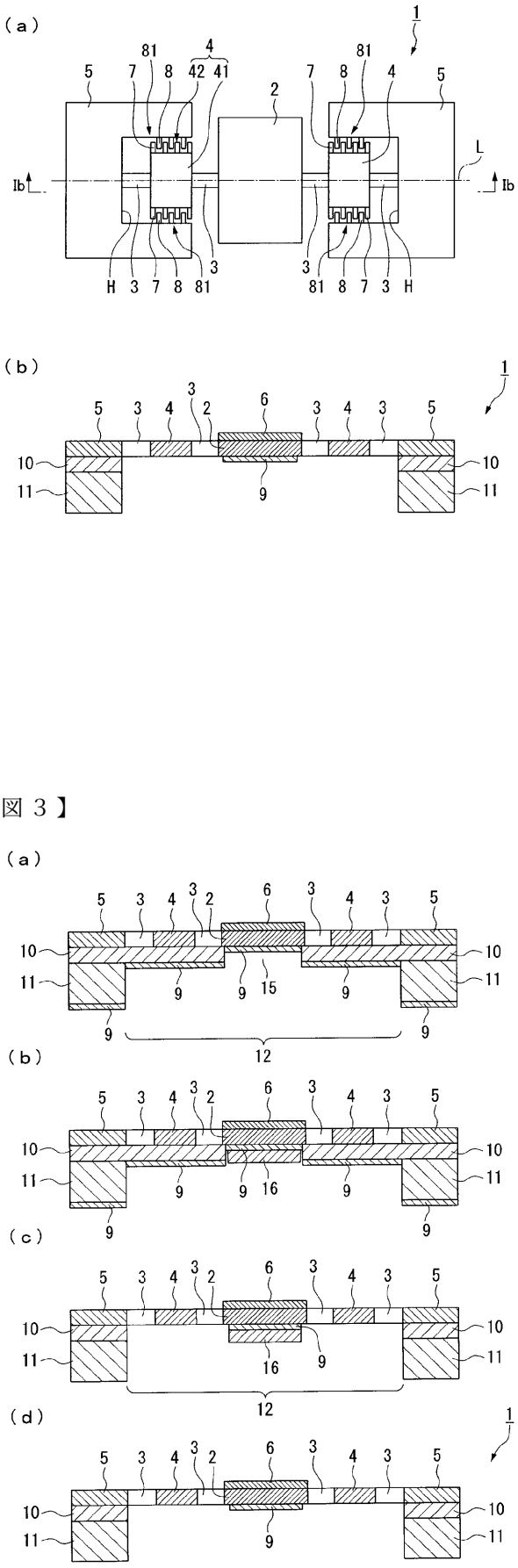
なお、本実施形態でも第１実施形態と同様に、静電容量素子部４にも薄膜３３を形成するとなお良い。静電容量素子部４からも放熱が可能になり、更に放熱効率が高まる。

【００６４】

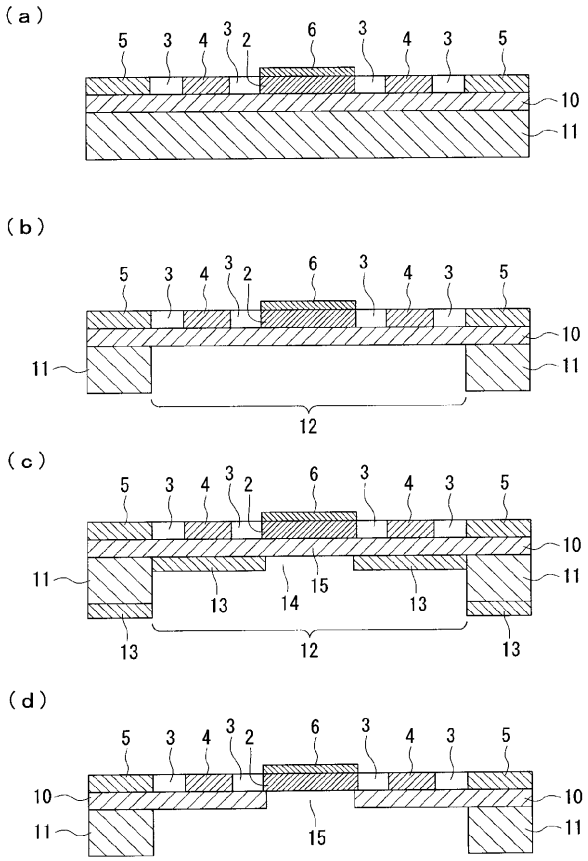
また、本実施形態においては、凹部３２を形成した後に熱伝導率の高い薄膜３３を形成することとしたが、光反射層６とは反対の面を粗面化処理しても良い。その場合、ミラー３１の表面積を更に広げ、放熱効率を高めることができる。

【００６５】
また、本実施形態においては、凹部３２を形成した後に熱伝導率の高い薄膜３３を形成することとしたが、光反射層６とは反対の面に表面に微細な凹凸が形成された薄膜を付しても良い。その場合、ミラー３１の表面積を更に広げ、放熱効率を高めることができる。
【００６６】
また、本実施形態においては、凹部３２を形成した後に熱伝導率の高い薄膜３３を形成することとしたが、薄膜３３を形成した後に凹部３２を形成することとしても構わない。
【００６７】
また、凹部３２の形状は本実施形態で示した形状に限定されず、例えば、平面視円形、矩形などであってもかまわない。
【００６８】
以上、添付図面を参照しながら本発明に係る好適な実施の形態例について説明したが、本発明は係る例に限定されないことは言うまでもない。上述した例において示した各構成部材の諸形状や組み合わせ等は一例であって、本発明の主旨から逸脱しない範囲において設計要求等に基づき種々変更可能である。
【図面の簡単な説明】
【００６９】
【図１】本発明の第１実施形態を示す平面図及び断面図である。
【図２】本発明の第１実施形態の製造工程を示す工程断面図である。
【図３】本発明の第１実施形態の製造工程を示す工程断面図である。
【図４】静電容量素子部に薄膜を形成する場合の工程断面図である。
【図５】本発明の第２実施形態を示す断面図である。
【図６】本発明の第２実施形態の製造工程を示す工程断面図である。
【図７】本発明の第３実施形態を示す断面図である。
【図８】本発明の第３実施形態の製造工程を示す工程断面図である。
【図９】本発明の第４実施形態を示す平面図及び断面図である。
【図１０】本発明の第４実施形態の製造工程を示す工程断面図である。
【図１１】第４実施形態の凹部が別の形状である場合を示す平面図である。
【符号の説明】
【００７０】
１、１９、２０、２２、２５、３０…スキャナ、　２、２１、２３、２６、３１…ミラー、　４…静電容量素子部、６…光反射層、　７…揺動側櫛歯（駆動部）、　８…固定側櫛歯（駆動部）、　９、２８、３３…薄膜、　２４…粗面化薄膜、　２７、３２…凹部、

【図１】


(a)
(b)
1
Ib
L
2
3
4
41
42
5
6
7
8
81
9
10
11
H

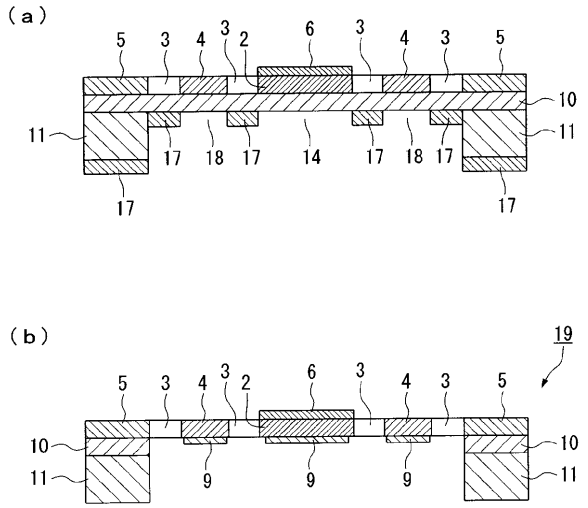
【図２】


(a)
(b)
(c)
(d)
10
11
12
13
14
15

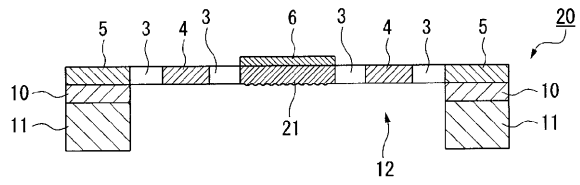
【図３】

(a)
(b)
(c)
(d)
1
9
10
11
12
15
16

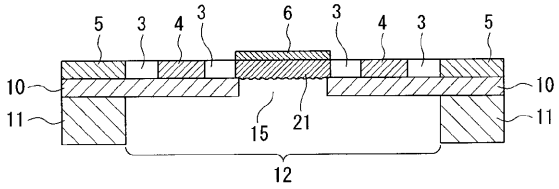
【図４】


(a)
(b)
10
11
17
18
19

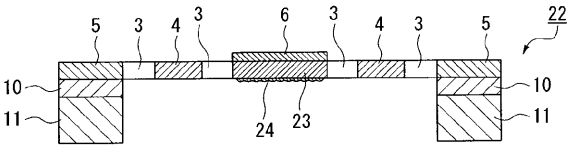
【図５】


10
11
12
20
21

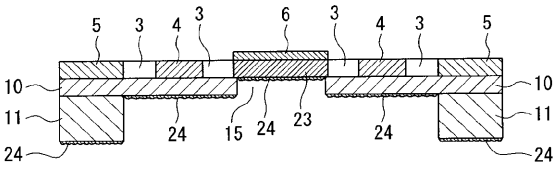
【図６】



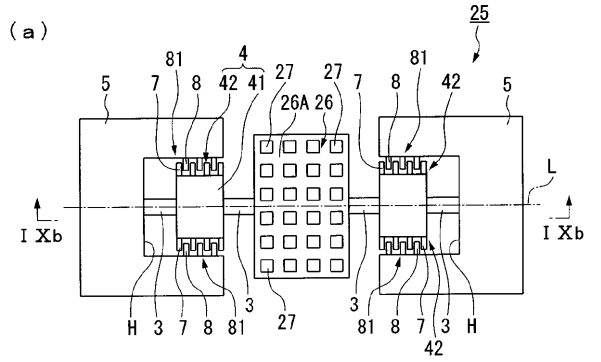
【図７】

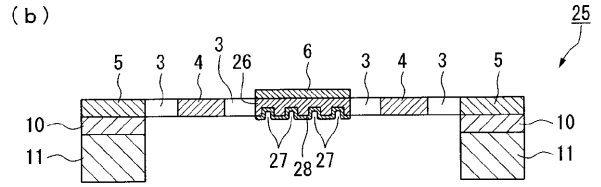


【図８】

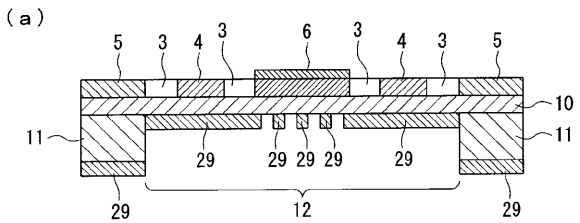


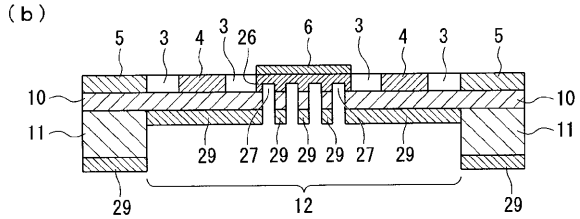
【図９】



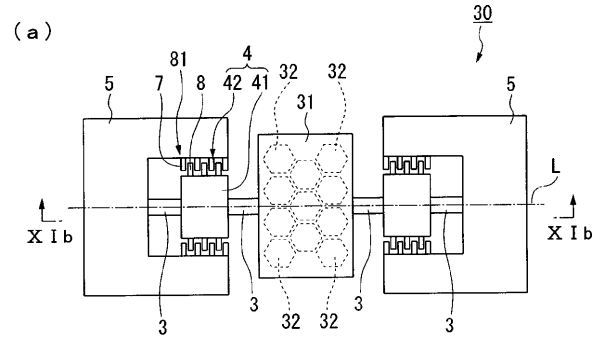


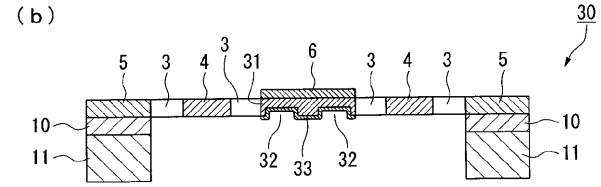
【図１０】





【図１１】





フロントページの続き

Ｆターム(参考) 2H141 MA12 MB24 MC07 MD12 MD16 MD20 MD23 MD24 MF02 MF22
MG04 MG07 MZ06 MZ16 MZ26
3C081 AA09 BA07 BA44 BA47 BA53 CA13 CA28 DA04 DA24 EA07
5C072 AA03 BA06 BA13 HA02 HA14 HB15 XA01 XA05 XA10