

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4335114号
(P4335114)

(45) 発行日 平成21年9月30日(2009.9.30)

(24) 登録日 平成21年7月3日(2009.7.3)

(51) Int. Cl. F 1
G 0 2 B 26/08 (2006.01) G O 2 B 26/08 E
B 8 1 B 3/00 (2006.01) B 8 1 B 3/00

請求項の数 3 (全 11 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2004-302639 (P2004-302639) (22) 出願日 平成16年10月18日 (2004.10.18) (65) 公開番号 特開2006-113437 (P2006-113437A) (43) 公開日 平成18年4月27日 (2006.4.27) 審査請求日 平成19年3月14日 (2007.3.14)</p>	<p>(73) 特許権者 000004064 日本碍子株式会社 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 (74) 代理人 100088616 弁理士 渡邊 一平 (72) 発明者 川口 竜生 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 (72) 発明者 大森 誠 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 審査官 瀬川 勝久</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロミラーデバイス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

マイクロミラーと、そのマイクロミラーの鏡面の法線方向に伸縮変位を発現する複数の圧電素子が配列された圧電アクチュエータアレイと、を具備し、前記圧電アクチュエータアレイが前記マイクロミラーの裏面に配設されるマイクロミラーデバイスであって、

前記マイクロミラーと前記圧電アクチュエータアレイとの間に、前記圧電アクチュエータアレイを構成する複数の圧電素子の頂部の連結をする弾性部材が備わり、

前記マイクロミラーと前記弾性部材とが、前記弾性部材の前記連結をする部分に設けられた狭小支持部を介して接続されてなり、

前記圧電アクチュエータアレイを構成する圧電素子の前記伸縮変位が、前記弾性部材を介して、前記マイクロミラーの2軸方向への回轉變位に変換されるマイクロミラーデバイス。

10

【請求項 2】

前記圧電アクチュエータアレイは、前記複数の圧電素子が、柱体形状を呈し、セラミック基体の一の面にマトリクス状に配列され、前記セラミック基体と焼成一体化して形成されており、圧電横効果による変位を生じる素子であり、

前記弾性部材は、格子状パターンを呈するシート状の部材である請求項 1 に記載のマイクロミラーデバイス。

【請求項 3】

前記圧電アクチュエータアレイを構成する複数の圧電素子の頂部の連結をする弾性部材

20

が、個々の圧電素子の頂部近傍部分に比較して、前記連結にかかる複数の圧電素子の間の中央近傍部分の強度が小さく、前記狭小支持部が、その弾性部材の前記中央近傍部分に設けられる請求項 1 又は 2 に記載のマイクロミラーデバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧電アクチュエータアレイを駆動機構として備え、圧電アクチュエータアレイの圧電素子が起こす変位によってマイクロミラーの角度を自由に変化させ得るマイクロミラーデバイスに関する。

【背景技術】

10

【0002】

近時、光電変換しない光通信ネットワークシステムの構築が一段と進んできており、今後、電気信号に代わる光によるネットワークシステムが主流になっていくと考えられている。このような背景の下、光通信ネットワークの大容量化に対応するため、光信号の経路を光のまま切り替えることが可能な光スイッチに期待が集まるとともに、その光スイッチへの利用、応用に好適なマイクロミラーデバイスの開発が急がれている。

【0003】

マイクロミラーデバイスは、1次元乃至2次的に配列された複数のマイクロミラーのそれぞれの角度を、2軸方向に精密に制御することが出来るデバイスである。マイクロミラーの角度を制御することにより、そのマイクロミラーに入射した光ビームの反射方向の切替を行うことが出来、光スイッチの主構成部品として使用される。このようなマイクロミラーデバイスは、一般的には、シリコンプロセスを用いたMEMS (Micro Electro Mechanical System) 技術によって作製され、静電アクチュエータを駆動機構としている。

20

【0004】

静電アクチュエータを駆動機構とする従来のマイクロミラーデバイスの一例を、図8(a)、図8(b)に示す。図8(a)は平面図であり、図8(b)は図8(a)におけるAA'断面を表す図である。図示されるマイクロミラーデバイス80は、容易に可動出来るように、トーションバー82によって支持されたミラー載置部84に、マイクロミラー81が取り付けられたデバイスである。マイクロミラーデバイス80は、電極83に通電することによってミラー載置部84に静電力を働かせてミラー載置部84を傾かせ、マイクロミラー81の角度を制御し得るデバイスである。尚、マイクロミラー、又はマイクロミラーを含んだ光スイッチにかかる先行文献として、特許文献1~3が挙げられる。

30

【特許文献1】米国特許第5,960,132号明細書

【特許文献2】米国特許第6,072,924号明細書

【特許文献3】特開平8-320441号公報

【特許文献4】米国特許出願公開第2004/0070315号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

40

しかしながら、図8(a)、図8(b)に示されるマイクロミラーデバイス80は、静電力を利用するものであるため、駆動力が小さく、マイクロミラー81を軽く薄くしなければならぬという条件があった。その結果、マイクロミラー81の剛性が低下し変形し易くなり、光ビームが反射の後に歪み易いという問題が生じていた。又、マイクロミラー81の角度を変更する動作が遅く、光信号を高速で切り替えることが困難であった。

【0006】

本発明は、このような従来の課題に鑑みてなされたものであり、本発明の目的とするところは、静電力を利用した従来のマイクロミラーデバイスの欠点を克服したマイクロミラーデバイスを提供することにある。研究が重ねられた結果、剛性の高い(即ち重い)マイクロミラーを高速で駆動出来るような、駆動力が大きく精密な位置決め制御が可能な圧電

50

アクチュエータ（アレイ）を駆動機構として用い、その圧電アクチュエータ（圧電素子）の起こす伸縮変位を、マイクロミラーの2軸方向への回転変位に変換するしくみを具備するマイクロミラーデバイスによって、光ビームの歪み等を抑制し、且つ光信号をより速く切り替えることが可能であることを見出し、本発明が完成した。

【課題を解決するための手段】

【0007】

即ち、先ず、本発明によれば、マイクロミラーと、そのマイクロミラーの鏡面の法線方向に伸縮変位を発現する複数の圧電素子が配列された圧電アクチュエータアレイと、を具備し、圧電アクチュエータアレイがマイクロミラーの裏面に配設されるマイクロミラーデバイスであって、マイクロミラーと圧電アクチュエータアレイとの間に、圧電アクチュエータアレイを構成する複数の圧電素子の頂部の連結をする弾性部材が備わり、マイクロミラーと弾性部材とが、弾性部材の、上記連結をする部分に設けられた狭小支持部を介して接続されてなり、圧電アクチュエータアレイを構成する圧電素子の伸縮変位が、弾性部材を介して、マイクロミラーの2軸方向への回転変位に変換されるマイクロミラーデバイスが提供される。

10

【0008】

本発明のマイクロミラーデバイスは、マイクロミラーの数を限定せず1つ以上であればよいが、1つのマイクロミラーに対して複数の圧電素子が組み合わせられる。1つのマイクロミラーを2軸方向に回転させるには、少なくとも、3つ以上の圧電素子（アクチュエータ）、又は2つの圧電素子と1つの固定部（動かない圧電素子でもよい）、を組み合わせればよい。この組み合わせで少なくとも1つ以上の圧電素子を伸縮変位させることによって、圧電素子の頂部の連結をする弾性部材が撓み、その変形を介して、マイクロミラーの角度を可変にすることが可能である。

20

【0009】

狭小支持部は、弾性部材側からみるとマイクロミラーを支持する部分であり、その狭小とは、特に大きさを限定しないが、少なくともマイクロミラーと弾性部材のそれぞれが、狭小支持部と接合する部分において、十分に固定される強度を有し、圧電アクチュエータアレイの圧電素子が発現する変位が、再現性よく、マイクロミラーに伝達し得る限りにおいて、狭小支持部と弾性部材とが接合する部分の面積が、より小さくなる程度を意味する。このような狭小支持部によりマイクロミラーと弾性部材とが接続されていれば、圧電素子が発現する変位によって生じる弾性部材の変形が、より増幅されてマイクロミラーに伝わるからである。狭小支持部は、限定されないが、例えば細円柱体形状のものを採用出来る。

30

【0010】

又、狭小支持部は、マイクロミラーと弾性部材との接続を介在する部分であり、弾性部材側に一体化した突起部であってよく、マイクロミラー側に一体化した突起部であってもよく、それ自体が独立して成形される部材であってもよい。

【0011】

更に、狭小支持部が設けられる位置は、弾性部材の、複数の圧電素子の頂部の連結をする部分であれば限定されないが、より好ましい位置は、複数の圧電素子の頂部の間の中央である。複数の圧電素子が発現する変位が、均等に、マイクロミラーに伝わるため、その角度の制御が容易になるからである。

40

【0012】

弾性部材の弾性とは塑性に対する弾性を意味し、弾性部材は、物体に外から力を加えれば変形しその力を取り除けば元の形に戻ろうとする性質を備えた部材であり、例えば金属製の部材が該当する。

【0013】

本発明のマイクロミラーデバイスにおいては、圧電アクチュエータアレイは、複数の圧電素子が、柱体形状を呈し、セラミック基体の一の面にマトリクス状に配列され、セラミック基体と焼成一体化して形成されており、圧電横効果による変位を生じる素子であり、

50

弾性部材は、格子状パターンを呈するシート状の部材であることが好ましい。

【0014】

上記のような圧電横効果の変位を利用した圧電アクチュエータアレイとして、例えば、本出願人の開示した特許文献4中に記載されている低発塵性マトリクス型圧電（ノ電歪）デバイスであって、圧電横効果の変位を発現するものが好適である。圧電横効果の変位とは、分極方向と同じ方向に電界を加えたときにそれらとは垂直方向に伸縮するように圧電素子の変形するときのその変位をいう。

【0015】

圧電アクチュエータアレイを構成する圧電素子は、圧電体を少なくとも一对の電極で挟んだ変位素子であり、限定されるものではないが、圧電素子は、偶数の層状の圧電体を備えており、その各々の面には層状の共通電極及び層状の個別電極が交互に挟まれ、且つ、層状の共通電極が最外層となるように積層をされていることが好ましく、層状の圧電体の層数は4以上の偶数であることが、更に好ましい。

10

【0016】

本発明のマイクロミラーデバイスにおいては、圧電アクチュエータアレイを構成する複数の圧電素子の頂部の連結をする弾性部材が、個々の圧電素子の頂部近傍部分に比較して、連結にかかる複数の圧電素子の（頂部の）間の中央近傍部分の強度が小さく、狭小支持部が、その弾性部材の中央近傍部分に設けられることが好ましい。

【0017】

中央近傍部分の強度を小さくする手段は限定されず、例えば、その中央近傍部分の材料の性質を変化させる等により部分的に材料強度を低下させてもよいが、より容易な手段として、その中央近傍部分を細くする、薄くする等により、構造強度として小さくする方法が採用出来る。

20

【0018】

本発明のマイクロミラーデバイスにおいては、マイクロミラーが複数備わり、弾性部材が、個々のマイクロミラー毎に独立して備わることが好ましい。

【0019】

弾性部材が独立して備わるとは、圧電素子の伸縮変位をマイクロミラーへ伝達する弾性部材が、マイクロミラー毎に切り離されていることを意味する。

【0020】

本発明のマイクロミラーデバイスにおいて、マイクロミラーの表面が鏡面であり、マイクロミラーの裏面側に駆動機構である圧電アクチュエータアレイが配設される。マイクロミラーの形状は限定されず、円形、楕円形等であってもよいが、その駆動機構として、複数の圧電素子が好ましくはマトリクス状に配列された圧電アクチュエータアレイを使用することから、それに合わせてより鏡面の有効面積を大きく出来る形状が好ましい。例えば、正方形、長方形等である。

30

【発明の効果】

【0021】

本発明のマイクロミラーデバイスは、マイクロミラーの駆動機構として、静電アクチュエータではなく圧電アクチュエータ（アレイ）を用い、マイクロミラーと圧電アクチュエータアレイとの間に所定の弾性部材を備え、圧電アクチュエータアレイの圧電素子の伸縮変位を、弾性部材を介して、マイクロミラーの2軸方向への回転変位に変換して、マイクロミラーの角度を変化させているので、剛性の高いマイクロミラーを高速で駆動して、その角度を変化させることが出来る。

40

【0022】

本発明のマイクロミラーデバイスは、その好ましい態様において、上記所定の弾性部材が、個々の圧電素子の頂部近傍部分に比較して、連結にかかる複数の圧電素子の（頂部の）間の中央近傍部分の強度を小さくし、その弾性部材の中央近傍部分、即ち強度が小さい部分に、狭小支持部が設けられる。従って、弾性部材の変形が、その強度が小さい部分に集中するため、圧電素子が発現する伸縮変位を、より効率的にマイクロミラーの回転変位

50

に変換することが出来る。

【 0 0 2 3 】

本発明のマイクロミラーデバイスは、その好ましい態様において、マイクロミラーが複数備わり、弾性部材が、個々のマイクロミラー毎に切り離されて独立して備わるので、隣接するマイクロミラーの回転変位の間のクロストークが生じ難く、マイクロミラーの角度制御が、より精度よく行える。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 4 】

以下、本発明について、適宜、図面を参酌しながら、実施の形態を説明するが、本発明はこれらに限定されて解釈されるべきものではない。本発明の要旨を損なわない範囲で、当業者の知識に基づいて、種々の変更、修正、改良、置換を加え得るものである。例えば、図面は、好適な本発明の実施の形態を表すものであるが、本発明は図面に表される態様や図面に示される情報により制限されない。本発明を実施し又は検証する上では、本明細書中に記述されたものと同様の手段若しくは均等な手段が適用され得るが、好適な手段は、以下に記述される手段である。

【 0 0 2 5 】

本発明のマイクロミラーデバイスを構成する圧電素子及び圧電アクチュエータアレイは、圧電と表現されているが、電界によって誘起される歪みを利用する素子及びそれを配列したアレイ状のアクチュエータであって、狭義の意味での、印加電界に概ね比例した歪み量を発生する圧電効果を利用する素子等に限定されず、印加電界の二乗に概ね比例した歪み量を発生する電歪効果、強誘電体材料全般にみられる分極反転、反強誘電体材料にみられる反強誘電相 - 強誘電相間の相転移、等の現象を利用する素子等も含まれる。分極処理が行われるか否かについても、圧電素子の圧電体にかかる材料の性質に基づいて適宜決定される。尚、圧電素子を構成する圧電体とは圧電材料（同様に狭義ではない）が一定形状をしたものをいう。

【 0 0 2 6 】

本発明のマイクロミラーデバイスは、マイクロミラーと圧電アクチュエータアレイとを具備し、圧電アクチュエータアレイがマイクロミラーの裏面に配設されてなるものである。圧電アクチュエータアレイは複数の圧電素子が配列されたものであり、その個々の圧電素子はマイクロミラーの鏡面の法線方向に伸縮変位を発生する。本発明のマイクロミラーデバイスは、マイクロミラーと圧電アクチュエータアレイとの間に弾性部材が備わっており、その弾性部材が、圧電アクチュエータアレイを構成する複数の圧電素子の頂部の連結をしている。そして、マイクロミラーと弾性部材とが、弾性部材の上記連結をする部分に設けられた狭小支持部を介して接続されている。このような形態を有する本発明のマイクロミラーデバイスは、上記圧電素子の伸縮変位が、上記弾性部材を介して、マイクロミラーの2軸方向への回転変位に変換され、マイクロミラーの角度を変更可能とするものである。

【 0 0 2 7 】

以下、本発明のマイクロミラーデバイスの構成要素について、順次説明する。尚、これから構成要素を説明するマイクロミラーデバイスは、マイクロミラーが4つ備わり、それぞれのマイクロミラーに対して4つの圧電素子が組み合わされたものである。

【 0 0 2 8 】

先ず、圧電アクチュエータアレイについて説明する。図1は、本発明のマイクロミラーデバイスを構成する圧電アクチュエータアレイの一実施形態を示す斜視図であり、図2は、その平面図（図1における上面図）である。図示される圧電アクチュエータアレイ10は、セラミック基体2の上に、圧電体4と一对の電極18, 19とからなる柱体形状の圧電素子31が、マトリクス状に16個（= 4 × 4）配列されてなるアレイ状のアクチュエータであり、セラミック基体2と圧電素子31（圧電体4）とが焼成一体化され形成されたものである。尚、電極18が圧電素子毎に独立した個別電極であり、電極19が全ての圧電素子に共通する共通電極である。

10

20

30

40

50

【0029】

図1に示される個々の圧電素子31は、1つの柱体形状の圧電体4と、それを挟んだ一対の電極18, 19と、で構成されるものとして表されているが、本発明のマイクロミラーデバイスにおいて、より好ましい圧電素子は、偶数の層状の圧電体を有し、その各々の面に層状の個別電極(例えば電極18相当)及び層状の共通電極(例えば電極19相当)を交互に挟み、且つ層状の共通電極が最外層となるように積層をされ、全体として柱体形状を呈する態様のものである。更に、圧電体の層数は4以上の偶数であることが好ましい。層数を偶数にすることにより、最外層の二面に露出する電極を何れも共通電極にすることが可能となり、隣接する圧電素子の間で電氣的な短絡が起こり難くなるからである。又、層数が2の場合には、その2つの層の厚さが僅かに異なった場合に、変位の真直性が悪化する(図1中の左右方向に動いてしまう)可能性があるが、4以上の偶数であれば、圧電体の厚さの差による影響を低減することが出来るからである。

10

【0030】

それぞれの圧電素子31(圧電体4)は、圧電横効果による変位を生じる素子であり、セラミック基体2の上でその下端を固定され、分極方向Pと同じ方向に電界Eが加えられたときに、それらとは垂直方向である矢印S方向(図1中の上下方向)の伸縮変位を生じる。圧電アクチュエータレイ10は、個々の圧電素子31が、個別にあるいは一斉に、そのような伸縮変位を起こすことにより、マイクロミラーを駆動する、マイクロミラーの駆動機構である。

【0031】

加えて、圧電素子31は、その圧電体4の電極18, 19を形成した側面が、何ら加工が施されていない未加工焼成面になっている(特許文献4参照)。その結果、パーティクルの発生が長期にわたり抑制され、圧電アクチュエータレイ10の駆動動作に起因したマイクロミラーの鏡面の汚れは、生じ難い。

20

【0032】

次に、弾性部材について説明する。図3は、本発明のマイクロミラーデバイスを構成する弾性部材の一実施形態を示す平面図である。図示されるように、弾性部材30は、格子状パターンを呈するシート状の部材であり、その格子状パターンは、上記圧電アクチュエータレイ10を構成する複数の圧電素子31の頂部7(図1参照)の連結をするように形成されており、16個存在する格子の交点Qが16個の圧電素子31の頂部7の中心に位置決めされるとともに、4個毎の交点Qで囲われた4個の格子の交点Rに4つのマイクロミラーを接続する狭小支持部が位置決めされて設けられる。

30

【0033】

尚、弾性部材30は、格子部分が一定の幅で形成されたものであるが、既述の通り、弾性部材は、個々の圧電素子の頂部近傍部分(即ち交点Q近傍部分)の格子の幅に比較して、連結にかかる複数の圧電素子の頂部の間の中央近傍部分(即ち交点R近傍部分)の格子の幅を細く(狭く)して、その部分の構造強度を小さくしたものであってもよい。

【0034】

又、弾性部材30は、格子部分が全てつながっている一体の部材として表されているが、既述の通り、弾性部材は、4つのマイクロミラー毎に独立させてもよい。即ち、1つのマイクロミラーに対応する、4個の交点Qとそれで囲われた1個の交点Rが1組になるように、弾性部材の格子を切り離してもよい。

40

【0035】

次に、マイクロミラーについて説明する。図4は、本発明のマイクロミラーデバイスを構成するマイクロミラーの一実施形態を示す平面図である。図示される4つのマイクロミラー41は、正方形を呈し、その一面(表面)が鏡面43であり、他の面(裏面)には、その中心に狭小支持部42が設けられている。

【0036】

狭小支持部42は、マイクロミラー41と一体化した、概ね円柱体形状の小さな突起部として形成され、マイクロミラー41と、弾性部材30の交点R(複数の圧電素子の頂部

50

の間の中央に相当)とを接続し、弾性部材30の上でマイクロミラー41を支持する。

【0037】

図5は、上記した圧電アクチュエータアレイ10、弾性部材30、マイクロミラー41を重ね合わせて、それらの位置関係を示した図であり、換言すれば、それらを構成要素とする本発明のマイクロミラーデバイスの、内部を透視した上面図である。図2、図3、図4を併せて参照することにより、格子状パターンを呈する弾性部材30が、圧電アクチュエータアレイ10を構成する複数の圧電素子31の頂部7の連結をしており、16個存在する格子の交点Qが16個の圧電素子31の頂部7の中心に位置決めされるとともに、4個毎の交点Qで囲われた4個の格子の交点Rに4つのマイクロミラー41を接続する狭小支持部42が位置決めされていることが、理解出来る。

10

【0038】

図6(a)、図6(b)、図7は、圧電アクチュエータアレイ10を構成する4つ圧電素子31(便宜上、それぞれ圧電素子31a, 31b, 31c, 31dとする)の伸縮変位によって、マイクロミラー41の(鏡面43の)角度を変更する様子を表した図であり、図6(a)、図6(b)は側面図、図7は斜視図である。

【0039】

図6(a)は、何れの圧電素子もOFFの(電界を与えていない)状態であり、マイクロミラー41は概ね真っ直ぐ上を向いている。図6(b)は、圧電素子31c, 31dをOFFにしたまま、圧電素子31a, 31bに電界を加えることにより、圧電素子31c, 31dは変位させず、圧電素子31a, 31bを上方に変位させることによって、圧電素子31a(31b)と圧電素子31c(31d)との頂部の連結をする弾性部材30の、その連結にかかる中央近傍部分(交点R近傍部分)が撓むことにより、狭小支持部42が傾き、それを通じてマイクロミラー41の(鏡面43の)角度が変更される。尚、圧電素子31a, 31bは変位させず、圧電素子31c, 31dを下方に変位させることによって、同様の動作をさせてもよい。

20

【0040】

図7は、圧電素子31dのみを変位させず、圧電素子31a, 31b, 31cを上方に変位させた状態(あるいは圧電素子31a, 31b, 31cを変位させず、圧電素子31dのみを下方に変位させた状態)であり、圧電素子31a, 31b, 31c, 31dのそれぞれの頂部の連結をする弾性部材30の、その連結にかかる中央近傍部分(交点R近傍部分)が撓み、狭小支持部42が傾き、それを通じてマイクロミラー41の(鏡面43の)角度が変わる。

30

【0041】

次に、本発明のマイクロミラーデバイスを製造する方法について、用いられる材料とともに、説明する。本発明のマイクロミラーデバイスは、圧電アクチュエータアレイ、弾性部材、マイクロミラー、必要なら狭小支持部となる独立した部材を、それぞれ作製し、組み立てることにより得ることが出来る。以下、上記した圧電アクチュエータアレイ10、弾性部材30、マイクロミラー41を作製し、組み立てて、マイクロミラーデバイスを作製する場合を例にとって、説明する。

【0042】

圧電アクチュエータアレイ10を作製する方法及び材料については、特許文献4の記載に従うものとし、記載を省略する。製造方法としてグリーンシート積層法を用い、ジルコン酸チタン酸鉛(PZT)系のセラミック材料等を用いることが好ましい。詳しくは、特許文献4の、低発塵性マトリクス型圧電(ノ電歪)デバイスの製造方法、及び、材料、の項に説明されている。

40

【0043】

弾性部材30は、市販のシート状の弾性材料を入手し、打抜、エッチング、レーザー加工、等の加工手段によって格子状パターンに加工すればよい。弾性材料としては、ステンレス等の金属やポリイミド等の樹脂材料が好適に用いられる。

【0044】

50

マイクロミラー４１は、正方形のミラー基板を得て、その一面を反射率の高い材料でコーティングして鏡面を形成することによって得られる。そのミラー基板の材料としては、金属、シリコン、セラミック等が採用出来る。表面の平坦性が高い板状の材料が容易に入手可能なことから、シリコンが、より望ましい。ミラー基板にコーティングされる材料としては、金やアルミニウム等が好適に用いられる。コーティングの方法としては、スパッタリング法、蒸着法、メッキ法等が好適に採用される。

【００４５】

狭小支持部４２は、例えばマイクロミラー４１側に一体化した突起部として形成することが出来る。具体的には、ミラー基板の裏面にエッチング等により突起部を形成し、それを狭小支持部４２としてもよいし、あるいは、ミラー基板の裏面において弾性部材３０との接続個所のみには接着剤を盛り上げるように塗布して突起部を形成し、それを狭小支持部４２としてもよい。更には、弾性部材３０（交点Ｒの部分）の側に突起部を形成していてもよい。

10

【００４６】

次に、組立てについて説明する。まず、格子状のパターンを呈する弾性部材３０を、１６個の交点Ｑが１６個の圧電素子３１の頂部７の中心に位置決めされるように、圧電アクチュエータアレイ１０に固定する。この固定は、弾性部材３０と圧電素子の３１の頂部７が接する部分を接着することで行うことが望ましい。この固定した状態で、のちに弾性部材３０が個々のマイクロミラー４１毎に独立して備わるように、弾性部材３０の不要な部分を切り離していてもよい。切り離す方法としては、ワイヤーソー加工等の機械加工やレーザー加工等の手段が適用出来る。以上により、圧電素子３１の伸縮変位を２軸方向への回転変位に変えるための、（マイクロミラー４１の存在しない、）圧電アクチュエータアレイ１０及び弾性部材３０で構成された変換機構が得られる。

20

【００４７】

次に、４つのマイクロミラー４１を上記変換機構に取り付ける。この取付は、個々のマイクロミラー４１の裏面となる面に設けた狭小支持部４２が、弾性部材３０の４つの各交点Ｒに位置決めされ接続されるように行う。具体的な望ましい取付手段としては、予め４つのマイクロミラー４１を、その裏面を上にした状態で仮固定手段に整列させておき、狭小支持部４２に接着剤を塗布して、上記回転機構に接着した後、仮固定手段を分離する方法を挙げることが出来る。仮固定手段としては、ワックス等により治具に固定する方法、あるいはＵＶ（紫外線）剥離テープや熱発砲シート等を利用する方法が採用出来る。

30

【産業上の利用可能性】

【００４８】

本発明のマイクロミラーデバイスは、光スイッチ、光スキャナ、画像表示装置等に、好適に利用される。

【図面の簡単な説明】

【００４９】

【図１】本発明のマイクロミラーデバイスを構成する圧電アクチュエータアレイの一実施形態を示す斜視図である。

【図２】図１に示される圧電アクチュエータアレイの平面図である。

40

【図３】本発明のマイクロミラーデバイスを構成する弾性部材の一実施形態を示す平面図である。

【図４】本発明のマイクロミラーデバイスを構成するマイクロミラーの一実施形態を示す平面図である。

【図５】図２に示される圧電アクチュエータアレイ、図３に示される弾性部材、及び図４に示されるマイクロミラーを重ね合わせた平面図である。

【図６（ａ）】圧電アクチュエータアレイを構成する複数の圧電素子の伸縮変位によって、マイクロミラーの角度が変更される様子を表した図であり、その角度が変更される前の状態を示す側面図である。

【図６（ｂ）】圧電アクチュエータアレイを構成する複数の圧電素子の伸縮変位によって

50

、マイクロミラーの角度が変更される様子を表した図であり、その角度が変更された後の状態を示す側面図である。

【図7】圧電アクチュエータアレイを構成する複数の圧電素子の伸縮変位によって、マイクロミラーの角度が変更される様子を表した図であり、その角度が変更された後の状態を示す斜視図である。

【図8(a)】従来のマイクロミラーデバイスの一例を示す平面図である。

【図8(b)】図8(a)におけるAA'断面を表す図である。

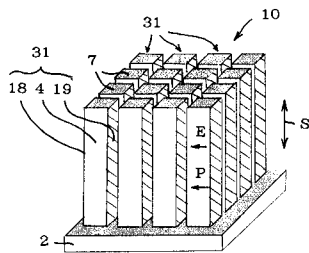
【符号の説明】

【0050】

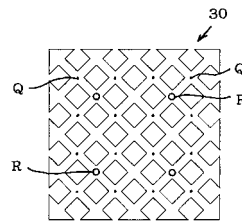
2...セラミック基体、4...圧電体、7...頂部、10...圧電アクチュエータアレイ、18, 19...電極、30...弾性部材、31...圧電素子、41...マイクロミラー、42...狭小支持部、43...鏡面、80...（従来の）マイクロミラーデバイス、81...マイクロミラー、82...トーションバー、83...電極、84...ミラー載置部。

10

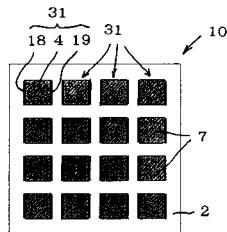
【図1】



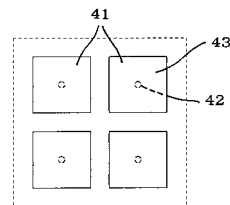
【図3】



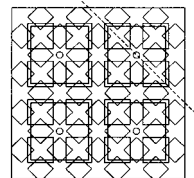
【図2】



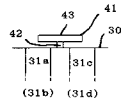
【図4】



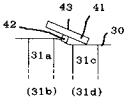
【図5】



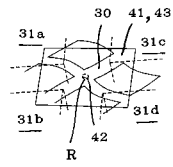
【図 6 (a)】



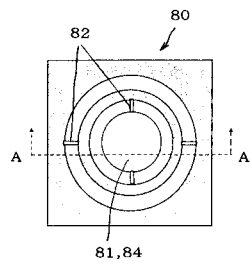
【図 6 (b)】



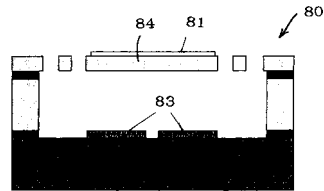
【図 7】



【図 8 (a)】



【図 8 (b)】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2003 - 156699 (JP, A)
特開2002 - 328315 (JP, A)
国際公開第03 / 065103 (WO, A1)
特開2003 - 159697 (JP, A)
特開2002 - 318357 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 26 / 08