

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3557525号
(P3557525)

(45) 発行日 平成16年8月25日(2004.8.25)

(24) 登録日 平成16年5月28日(2004.5.28)

(51) Int.Cl.⁷

B 8 1 B 3/00

G 0 2 B 26/08

F I

B 8 1 B 3/00

G 0 2 B 26/08

E

請求項の数 3 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2001-95841 (P2001-95841)
 (22) 出願日 平成13年3月29日(2001.3.29)
 (65) 公開番号 特開2002-296516 (P2002-296516A)
 (43) 公開日 平成14年10月9日(2002.10.9)
 審査請求日 平成14年9月18日(2002.9.18)

(73) 特許権者 000231073
 日本航空電子工業株式会社
 東京都渋谷区道玄坂1丁目2番2号
 (74) 代理人 100066153
 弁理士 草野 卓
 (74) 代理人 100100642
 弁理士 稲垣 稔
 (72) 発明者 森 恵一
 東京都渋谷区道玄坂1丁目2番2号 日
 本航空電子工業株式会社内

審査官 齋藤 健児

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 微小可動デバイス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

マイクロマシニング技術で製造され、固定電極が形成される固定電極基板と、アンカー部およびフレクチュアを介して固定枠に取り付け結合され、固定電極基板に対して垂直方向に変位する可動電極板とを有し、固定電極基板に、固定電極の他に、可動電極板に偏った変位力を与えて可動電極板を変形させることで固定電極の表面に貼り付いた可動電極板は解放される貼着解消電極を付加形成した微小可動デバイスにおいて、
固定電極基板に中央隆起部および中央隆起部傾斜面を形成し、中央隆起部に固定電極を成膜形成すると共に、中央隆起部傾斜面に貼着解消電極を成膜形成したことを特徴とする微小可動デバイス。

【請求項2】

請求項1に記載される微小可動デバイスにおいて、

1枚の貼着解消電極を中央隆起部傾斜面に成膜形成したことを特徴とする微小可動デバイス。

【請求項3】

請求項1に記載される微小可動デバイスにおいて、

貼着解消電極はこれを中央隆起部傾斜面に対称的に成膜形成したことを特徴とする微小可動デバイス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、微小可動デバイスに関し、特に、固定電極が形成される固定基板に更に貼着解消電極を付加形成して可動電極板が固定基板に対して貼着することを防止する微小可動デバイスに関する。

【0002】**【従来の技術】**

微小可動デバイスの従来例を図4を参照して説明する。

この微小可動デバイスは、原材料基板としてシリコン基板1を使用し、これに対して薄膜成膜技術、フォトリソグラフィ技術、エッチング技術を含むマイクロマシニング技術を適用して製造する。シリコン基板1は、最終的に、図示される通りの支持枠1'に加工されると共に、この支持枠1'に一体的にアンカー部11およびフレクチュア21、可動電極板2が形成される。そして、可動電極板2の上面にマイクロミラー3を形成する。12は座ぐり孔である。座ぐり孔12には、表面に固定電極が成膜される固定電極基板8を別に準備して接合固定する。4および4'は出射側光ファイバ或いは光導波であり、5および5'は入射側光ファイバ或は光導波路である。なお、図4は微小可動デバイスが光スイッチであるものとして例示している。

10

【0003】

ここで、光スイッチの動作を図5を参照して説明する。

図5(a)および図5(b)を参照するに、出射側光ファイバ4、4'を介して伝送されてきた光がその端面から出射して空間を伝播し、マイクロミラー3において反射し、入射側光ファイバ5、5'に入射する状態を示す。この状態を定常状態とする。

20

図5(c)および図5(d)を参照するに、固定電極基板8と可動電極板2の間に電圧を印加して両板間に吸引する向きの静電力が発生すると、可動電極板2は下向きに駆動され、フレクチュア21が変形することにより下方に変位する。可動電極板2が下方に変位することによりこの上面に形成されているマイクロミラー3も可動電極板2と共に下方に変位し、マイクロミラー3は出射側光ファイバ4、4'の端面から出射する光の光路から下方に変位して外れる。ここで、出射側光ファイバ4の端面から出射する光の光路からマイクロミラー3が外れたことにより遮断されていた空間伝播光は、今度は直進して入射側光ファイバ5'に入射する。同様に、出射側光ファイバ4'の端面から出射する空間伝播光は入射側光ファイバ5に入射する。この通りにして、入射側光ファイバ5と入射側光ファイバ5'に対して光路の切り替えを透明合成樹脂その他の固体の光導波路を介することなしに空間的に実施することができる。

30

【0004】**【発明が解決しようとする課題】**

以上の微小可動デバイスは、一般に、可動電極板2はその板厚が極く薄く、この可動電極板2をアンカー部11に連結するフレクチュア21の厚さも極く薄くて弾性復元力が小さい。そして、可動電極板2の下面は平滑であり、これに対向する固定基板1の上面も平滑である上に汚れ、水分も付着しており、表面に分極が生じ、ファン・デル・ワールス力も発生する。これらの条件の元で、可動電極板2の下面が下方に変位して固定基板1の上面に接触すると、両者は相互に貼り付いて瞬時には復元せず動作を円滑に行なわない場合が生ずる。ところで、この種の相互貼り付きは、対向する面の何れか一方或は双方を粗面に形成すること、その他の工夫を施すことによりこれを阻止することができる。しかし、対向する面の何れか一方或は双方に粗面を形成することに付随する幾多の工程を追加する必要が生じ、微小可動デバイス全体の製造工程が複雑化することになる。

40

【0005】

この発明は、固定電極80が形成される固定電極基板8に更に貼着解消電極84を付加形成することにより比較的容易に可動電極板2が固定電極基板8に対して貼着することを防止することができる上述の問題を解消した微小可動デバイスを提供するものである。

【0006】**【課題を解決するための手段】**

50

請求項 1 : マイクロマシニング技術で製造され、固定電極 8 0 が形成される固定電極基板 8 と、アンカー部 1 1 およびフレクチュア 2 1 を介して固定枠 1 ' に取り付け結合され、固定電極基板 8 に対して垂直方向に変位する可動電極板 2 とを有し、固定電極基板 8 に、固定電極の他に、可動電極板に偏った変位力を与えて可動電極板を変形させることで固定電極の表面に貼り付いた可動電極板は解放される貼着解消電極 8 4 を付加形成した微小可動デバイスにおいて、固定電極基板 8 に中央隆起部 8 1 および中央隆起部傾斜面 8 3 を形成し、中央隆起部 8 1 に固定電極 8 0 を成膜形成すると共に中央隆起部傾斜面 8 3 に貼着解消電極 8 4 を成膜形成した微小可動デバイスを構成した。

【 0 0 0 7 】

そして、請求項 2 : 請求項 1 に記載される微小可動デバイスにおいて、1 枚の貼着解消電極 8 4 を中央隆起部傾斜面 8 3 に成膜形成した微小可動デバイスを構成した。 10

【 0 0 0 8 】

また、請求項 3 : 請求項 1 に記載される微小可動デバイスにおいて、貼着解消電極 8 4 はこれを中央隆起部傾斜面 8 3 に対称的に成膜形成した微小可動デバイスを構成した。

【 0 0 0 9 】

【発明の実施の形態】

この発明の実施例を図を参照して説明する。

(1) 原材料基板として特にシリコン基板を使用し、これに対して薄膜成膜技術、フォトリソグラフィ技術、エッチング技術を含むマイクロマシニング技術を適用して光スイッチを製造する工程を図 1 を参照して説明する。 20

(工程 1) 原材料基板であるシリコン基板 1 を準備する。

(工程 2) シリコン基板 1 の上面全面に数 μm 厚の 2 酸化シリコン保護膜 7 を成膜する。

【 0 0 1 0 】

(工程 3) 2 酸化シリコン保護膜 7 の上面全面にポリシリコン膜 6 を成膜する。

(工程 4) 工程 3 において成膜したポリシリコン膜にフォトリソグラフィ技術とエッチング技術を適用して、図 1 に示されるアンカー部 1 1、フレクチュア 2 1、可動電極板 2 を形成する。

(工程 5) シリコン基板 1 全体を第 2 の 2 酸化シリコン保護膜 6 ' で被覆する。

(工程 6) シリコン基板 1 の下面の第 2 の 2 酸化シリコン保護膜 6 ' の内のアンカー部 1 1 と、フレクチュア 2 1 と、可動電極板 2 が含まれる領域に対応する領域 1 2 ' を除去する。 30

【 0 0 1 1 】

(工程 7) 可動電極板 2 の表面に感光性樹脂を使用してマイクロミラー 3 の形状に形成し、その表面を金薄膜でコーティングする。

(工程 8) 水酸化カリウム水溶液に浸漬し、工程 6 において 2 酸化シリコン膜 6 ' を除去されて露出したシリコン基板 1 の領域をエッチングして可動電極板 2 が上下移動する座ぐり孔 1 2 を貫通形成する。

(工程 9) 残存した 2 酸化シリコン膜 6 ' を除去する。

(工程 1 0) 固定電極基板 8 を別途準備して座ぐり孔 1 2 に接合固定する。 40

(2) 原材料基板としてシリコン基板を使用して固定電極基板 8 を製造する工程を図 2 を参照して説明する。

【 0 0 1 2 】

(工程 1) 原材料基板であるシリコン基板 8 ' を準備する。

(工程 2) シリコン基板 8 ' の上面全面に数 μm 厚の 2 酸化シリコン保護膜 7 を成膜する。

(工程 3) 2 酸化シリコン保護膜 7 の内の中央隆起部 8 1 が形成されるべき領域以外の 2 酸化シリコン保護膜 7 を除去する。

(工程 4) 水酸化カリウム水溶液に浸漬し、工程 3 において 2 酸化シリコン膜 7 を除去されて露出した領域をエッチングして中央隆起部 8 1 を残存形成し、次いで、残存する 2 50

酸化シリコン膜 7 を除去する。

【 0 0 1 3 】

(工程 5) 工程 4 において形成された固定電極基板 8 の表面に 2 酸化シリコン膜 7 ' を絶縁膜として成膜する。

(工程 6) 固定電極基板 8 の 2 酸化シリコン絶縁膜表面に金薄膜を成膜形成し、固定電極 8 0 および貼着解消電極 8 4 をパターンニングして形成する。

(3) 固定電極 8 0 および貼着解消電極 8 4 の形成位置は図 3 の如くに行うことができる。

図 3 (a) は可動電極板 2 を固定電極 8 0 および貼着解消電極 8 4 に吸引解放する励磁駆動回路を示す。励磁駆動回路は、電源 8 5 と、電源 8 5 を可動電極板 2 と固定電極 8 0 および貼着解消電極 8 4 との間に切り替え接続する切り替えスイッチ 8 6 より成る。

10

【 0 0 1 4 】

図 3 (b) は中央隆起部 8 1 の表面に固定電極 8 0 を成膜し、貼着解消電極 8 4 は可動電極板 2 のアンカー部 1 1 およびフレクチュア 2 1 形成側に対応する中央隆起部傾斜面 8 3 の一方に 1 枚だけ形成されている。切り替えスイッチ 8 6 の可動接点を固定接点 C に切り替えて、固定電極 8 0 と可動電極板 2 の間に電源 8 5 を接続して電圧を加えることにより静電力を生起すると、可動電極板 2 は中央隆起部 8 1 の固定電極 8 0 に吸引駆動され、その表面に接近接触する。微小可動デバイスを定常状態に復帰する場合、先ず、切り替えスイッチ 8 6 の可動接点を固定接点 C から固定接点 B に切り替え、可動電極 2 と貼着解消電極 8 4 の間に電源 8 5 を接続して電圧を加えることにより静電力を生起すると、可動電極板 2 は中央隆起部 8 1 の貼着解消電極 8 4 に対向する側のみが偏って変位力を受ける。これにより可動電極板 2 は全体的に変形せしめられる。貼着解消電極 8 4 が存在すれば、可動電極板 2 が固定電極 8 0 の表面に貼り付いて瞬時には復元しない状態にあったとしても、可動電極板 2 はこの変形により貼り付きは開放され、次いで、可動接点を固定接点 B から固定接点 A に切り替えることにより、微小可動デバイスは定常状態に復帰することができる。

20

【 0 0 1 5 】

図 3 (c) は中央隆起部 8 1 の表面に固定電極 8 0 を成膜し、貼着解消電極 8 4 は可動電極板 2 のアンカー部 1 1 およびフレクチュア 2 1 形成側に対応する中央隆起部傾斜面 8 3 の双方に対称的に形成されている。この場合は、切り替えスイッチ 8 6 の可動接点を固定接点 C から固定接点 B 切り替えると、可動電極板 2 は図示されるが如くに対称的に貼着解消電極 8 4 に対向する両側のみが偏って変位力を受ける。これに依っても、可動電極板 2 は変形し貼り付きは開放されるに至る。

30

微小可動デバイスの具体例を説明するに、可動電極板 2 を外形寸法： $500\mu \times 500\mu$ m、厚さ： 5μ m に形成し、固定電極基板 8 の表面から 200μ m の高さの中央隆起部 8 1 を形成し、貼着解消電極 8 4 を外形寸法： $200\mu \text{m} \times 300\mu \text{m}$ に形成し、定常状態における可動電極板 2 と固定電極基板 8 の間の距離を 30μ m に製造する。そして、電源 8 5 の電圧を 24 ボルトに設定する。以上の通りにして、良好な動作結果が得られた。動作時の可動電極板 2 の応答速度は 5ms 程度であるので、切り替えスイッチ 8 6 の固定接点 B への接続時間を 10ms 程度に設定する。

40

【 0 0 1 6 】

以上の通りにして構成されたこの発明の微小可動デバイスは、半導体加速度計の如きセンサデバイス、光スイッチの如きアクチュエータデバイスとして使用することができる。光スイッチ以外のアクチュエータデバイスとしては、表面がミラーとされた可動板が基板表面と平行な軸の周りに有限な角度範囲で回動可能であり、ミラーの方位を変化することにより反射光の向きを偏向する光スキャナがある。そして、この光スキャナを素子として多数個マトリクス状に配列して形成したミラーデバイスを構成することができる。

【 0 0 1 7 】

【 発明の効果 】

以上の通りであって、この発明によれば、固定電極 8 0 が形成される固定電極基板 8 に中

50

中央隆起部 8 1 および中央隆起部傾斜面 8 3 を形成し、中央隆起部 8 1 に固定電極 8 0 を成膜形成すると共に中央隆起部傾斜面 8 3 に貼着解消電極 8 4 を付加形成し、この貼着解消電極 8 4 と固定電極 8 0 の間に電圧を加えて可動電極板 2 を変形することにより比較的容易に可動電極板 2 が固定電極基板 8 に対して貼着することを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】実施例を説明する図。

【図 2】図 1 の続き。

【図 3】実施例の動作を説明する図。

【図 4】従来例を説明する図。

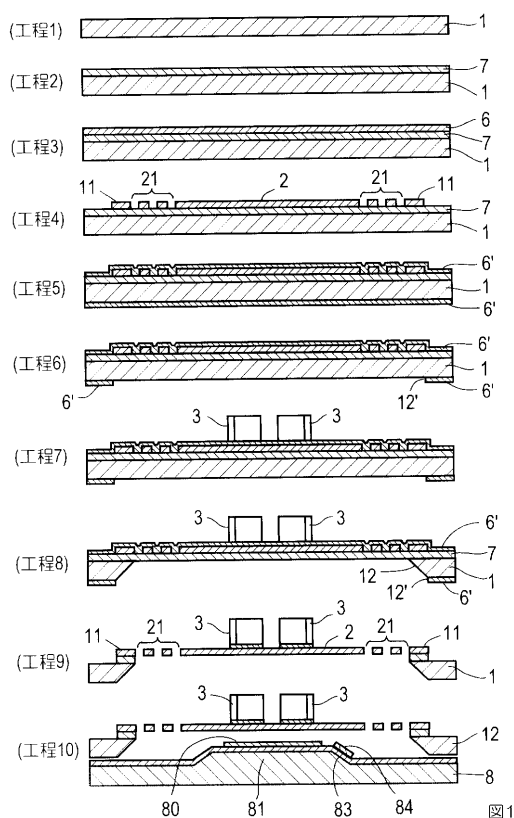
【図 5】従来例の動作を説明する図。

【符号の説明】

1' 固定枠	1 1 アンカー部
2 可動電極板	2 1 フレクチュア
8 固定電極基板	8 0 固定電極
8 4 貼着解消電極	

10

【図 1】



【図 2】

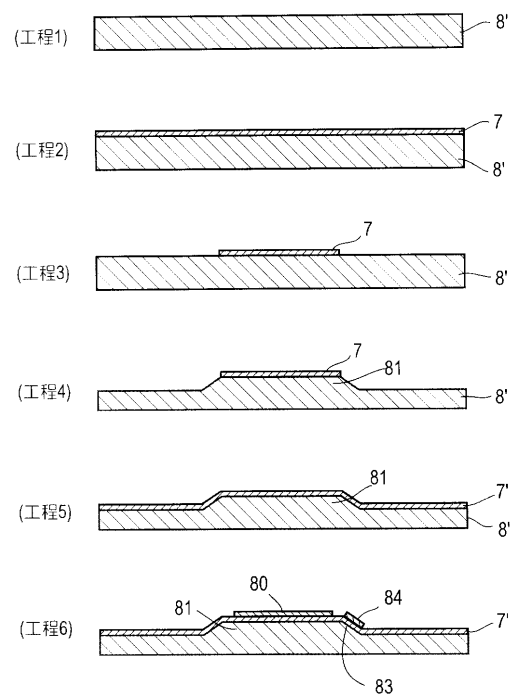


図2

【 図 3 】

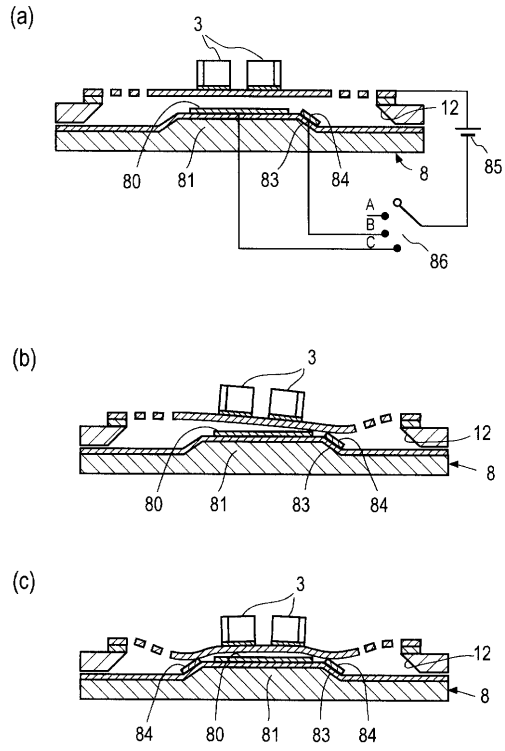


図3

【 図 4 】

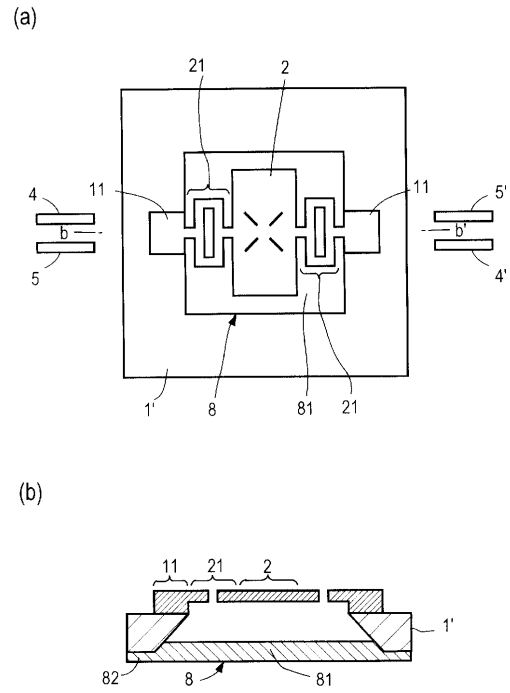


図4

【 図 5 】

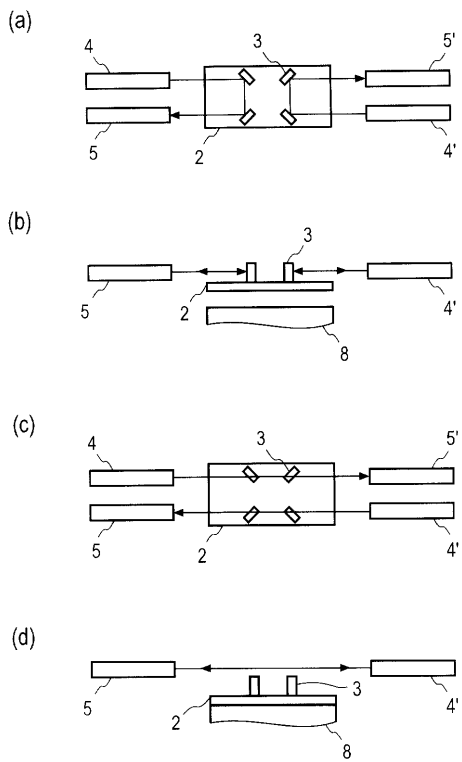


図5

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 8 - 3 3 9 9 3 9 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 4 2 2 3 3 (J P , A)
特開平 8 - 1 5 6 2 1 (J P , A)
特開平 5 - 1 7 2 8 4 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B 名)

B81B 1/00- 7/04

B81C 1/00- 5/00

G02B 26/00-26/08

JICST(JOIS)

IEEE