

(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2006-212770

(P2006-212770A)

(43) 公開日 平成18年8月17日(2006.8.17)

(51) Int. Cl.

B 8 1 B 3/00 (2006.01)
G 0 1 J 5/40 (2006.01)

F I

B 8 1 B 3/00
 G 0 1 J 5/40

テーマコード (参考)

2 G 0 6 6

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2006-5642 (P2006-5642)
 (22) 出願日 平成18年1月13日 (2006.1.13)
 (31) 優先権主張番号 11/036438
 (32) 優先日 平成17年1月13日 (2005.1.13)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 596092698
 ルーセント テクノロジーズ インコーポ
 レーテッド
 アメリカ合衆国, 07974-0636
 ニュージャージー, マレイ ヒル, マウン
 テン アヴェニュー 600

(74) 代理人 100064447

弁理士 岡部 正夫

(74) 代理人 100085176

弁理士 加藤 伸晃

(74) 代理人 100094112

弁理士 岡部 譲

(74) 代理人 100096943

弁理士 臼井 伸一

最終頁に続く

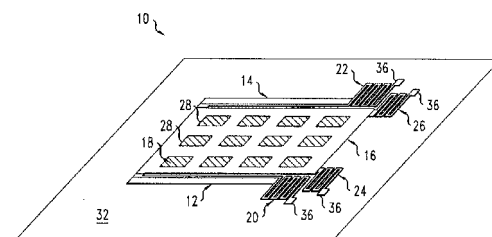
(54) 【発明の名称】 感光性MEMS構造

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 赤外線が照射されたときに、可変コンデンサを構成するプレート間が互いに物理的に接触しないための、MEMS構造を提供する。

【解決手段】 感熱装置は、基板32の上面に固定プレート18と、固定プレートに対向し、バイモルフ部を有する1つまたは複数のアーム12, 14と、基板に対してヒンジ20, 22, 24, 26で回転可能に接合され、前記アームと不可動に接合された可動プレート16とを有する。バイモルフ部のそれぞれは、加熱されることに反応して屈曲する。1つまたは複数のバイモルフ部が加熱されることに反応して可動プレートが基板上面の固定プレートからさらに遠ざかる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

上面を有する基板と、
前記上面に回転可能に接合され、加熱されることに反応して屈曲するように構成されたバイモルフ部を有する、1つまたは複数の棒材と、

前記上面に回転可能に接合され、前記1つまたは複数の棒材に実質的に不可動に接合されたプレートとを含み、

前記1つ又は複数のバイモルフ部が加熱されることに反応して、前記プレートが前記上面からさらに遠ざかるように、前記1つまたは複数の棒材およびプレートが構成される装置。

10

【請求項 2】

各棒材の一端が、前記基板に接触する第1のタイプのヒンジに接続され、前記プレートが、前記基板に接触する第2のタイプのヒンジに接続される、請求項1に記載の装置。

【請求項 3】

前記第1のタイプのヒンジが、前記第2のタイプのヒンジとは異なる軸を中心に回転する、請求項2に記載の装置。

【請求項 4】

前記基板上に配置され前記プレートに面する導電性プレートをさらに含み、これら2つのプレートが、コンデンサのプレートを形成する、請求項1に記載の装置。

【請求項 5】

前記プレートが、前記棒材の少なくとも3倍の幅を有する、請求項1に記載の装置。

20

【請求項 6】

前記ヒンジが、板ばねである、請求項2に記載の装置。

【請求項 7】

前記プレートを前記第2のタイプのヒンジに接続する1対の棒材を、前記プレートがさらに含む、請求項2に記載の装置。

【請求項 8】

上面を有する基板と、
連動する第1のヒンジによって前記上面に回転可能にそれぞれが接合され、加熱されることに反応して屈曲するようにそれぞれが構成された、1つまたは複数の第1のバイモルフ棒材と、

30

連動する第2のヒンジによって前記上面に回転可能にそれぞれが接合され、前記1つまたは複数の第1の棒材のうち1つに実質的に不可動にそれぞれが固定された、1つまたは複数の第2の棒材と、

前記1つまたは複数の第1の棒材のうち1つに実質的に不可動に固定された第1のコンデンサ・プレートと、

前記第1のコンデンサ・プレートに面し、前記上面に不可動に固定された第2のコンデンサ・プレートとを含む装置。

【請求項 9】

前記1つまたは複数の第1のバイモルフ棒材が加熱されることに反応して、前記第1のコンデンサ・プレートが前記上面からさらに遠ざかるように、前記棒材が構成される、請求項8に記載の装置。

40

【請求項 10】

前記1つまたは複数の第1のヒンジが、前記1つまたは複数の第2のヒンジとは異なる軸を中心に回転する、請求項8に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、微小電子機械システム(MEMS)および光検出素子または熱検出素子に関

50

する。

【背景技術】

【0002】

赤外線検出素子の中には、MEMS構造を使用するものがある。このような光検出素子の1つは、コンデンサおよび片持ちアームを有するMEMS構造を含む。このコンデンサは、固定プレートおよび可動プレートを有する。片持ちアームはそれぞれ、基板に物理的に固定された第1の端部と、可動コンデンサ・プレートに固定された第2の端部とを有する。片持ちアームはそれぞれ、赤外線吸収による加熱に反応して屈曲するバイモルフ部も含む。バイモルフ部を屈曲させることによって、連動する吸収体の可動プレートと固定プレートとの間の距離を変える形で可動プレートが移動する。従って、赤外線によってMEMS構造のうちの1つが照射されることにより、その構造の電気特性、つまりコンデンサの静電容量に、測定可能な変化がもたらされる。このような静電容量における変化を測定することによって、光検出素子は、このような各MEMS構造、つまり検出素子の各画素素子を照射する赤外線の強度を決めることができる。

10

【特許文献1】米国特許第6201631号

【特許文献2】米国特許第5629790号

【特許文献3】米国特許第5501893号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

20

感光性MEMS構造を組み込んだ従来の光検出素子の中には、強力な照射によって損傷を受けるものがある。具体的には、強力な光による照射によって、こうしたMEMS構造のうちの1つの2箇所が、物理的に接触する。物理的接触状態となった場合、この2箇所は永久に付着し、それによりMEMS構造が損傷を受ける。このような損傷をなくすために、MEMS構造の実施形態をいくつか構成して、こうした構造が照射されたときに、その構造の別の部分が互いに物理的に接触するのを防止する。

【課題を解決するための手段】

【0004】

一態様では、本発明は感熱装置を特徴とする。この装置は基板を含み、この基板は、上面と、上面に回転可能に接合され、バイモルフ部を有する1つまたは複数の棒材と、上面に回転可能に接合され、1つまたは複数の棒材に実質的に不可動に接合されたプレートとを有する。バイモルフ部はそれぞれ、加熱されることに反応して屈曲する。加熱される1つまたは複数のバイモルフ部に反応してプレートが上面からさらに遠ざかるように、1つまたは複数の棒材およびプレートは構成される。

30

【0005】

別の態様では、本発明は装置を特徴とする。この装置は、基板を含み、この基板は、上面と、1つまたは複数の第1のバイモルフ棒材と、1つまたは複数の第2のバイモルフ棒材と、第1および第2のコンデンサ・プレートとを有する。第1のバイモルフ棒材はそれぞれ、連動する第1のヒンジによって上面に回転可能に接合され、加熱されることに反応して屈曲するように構成される。第2のバイモルフ棒材はそれぞれ、連動する第2のヒンジによって上面に回転可能に接合され、1つまたは複数の第1の棒材のうち連動する1つに実質的に不可動に固定される部分を有する。第1のコンデンサ・プレートは、1つまたは複数の第1のバイモルフ棒材のうち1つに実質的に不可動に固定される。第2のコンデンサ・プレートは、第1のコンデンサ・プレートに面し、上面に不可動に固定される。

40

【0006】

別の態様では、本発明は装置を含む。この装置は、基板を有し、この基板は、上面と、基板上面に沿って広がる光吸収体のアレイとを有する。吸収体のそれぞれは、1つまたは複数の第1のバイモルフ棒材を含む。第1のバイモルフ棒材のそれぞれは、連動する第1のヒンジによって基板に回転可能に接合され、加熱されることに反応して屈曲するように構成される。各吸収体は、第1および第2のコンデンサ・プレートも含む。第1のコンデ

50

ンサ・プレートは、１つまたは複数の第１のバイモルフ棒材のうち１つに実質的に固定される。第２のコンデンサ・プレートは、第１のコンデンサ・プレートに面し、上面に固定される。吸収体のうちの１つに熱を加えることによって、吸収体のうちの１つの第１のプレートが、吸収体のうちの１つの第２のプレートからさらに移動する。

【０００７】

本明細書では、同様の参照番号は、機能的に同様な構造および／または特徴を示す。

図示したいくつかの実施形態を、図および詳細な説明によってより完全に説明する。しかし、本発明は、様々な形で実施することができ、図および詳細な説明において説明される実施形態に限るものではない。

【発明を実施するための最良の形態】

10

【０００８】

図１～３は、フレキシブル・プレーナ・アーム１２および１４、可動上部プレート１６、可動上部プレート１６内の孔部２８を通して見える固定底部プレート１８と、第１のプレーナ・ヒンジ２０および２２と、第２のプレーナ・ヒンジ２４および２６とを含む、感光性および／または感熱性プレーナＭＥＭＳ構造１０を示す。各アーム１２および１４は、連動する第１のプレーナ・ヒンジ２０および２２の１つの側面に不可動に接続された第１の端部と、可動上部プレート１６の１つの側面に実質的に不可動に接続された第２の端部とを有する。可動上部プレート１６の１つの側面は、第２のプレーナ・ヒンジ２４および２６の１つの側面にも不可動に接続されている。通常、可動上部プレート１６は、貫通孔２８のアレイを含み、その下面に、製造の手助けとなるくぼみ３０を有することができる。固定底部プレート１８は、基板３２のプレーナ面に不可動に固定され、可動上部プレート１６に面している。基板３２は誘電体でコーティングされたシリコン・ウェハでよく、誘電体コーティングの下に位置するＣＭＯＳ制御／計測回路構成を含む。２つのプレート１６および１８は、ギャップ３４によって分離されている。各ヒンジ２０、２２、２４および２６の１つの側面も、アンカー構造３６を介して基板３２に不可動に接続されている。

20

【０００９】

アーム１２および１４、上部プレート１６、ならびにヒンジ２０、２２、２４および２６は、誘電体マトリックス３８、つまり厚さ０．３５μの非晶質水素化炭化ケイ素（*a-SiC:H*）層からできている。例示的アーム１２および１４の幅は、約２～３μである。例示的上部プレート１６および底部プレート１８は、ＭＥＭＳ構造１０全体が、辺の長さ約２５～５０μの方形画素領域、例えば、ピクセレート（*pixelated*）赤外線カメラのイメージ平面の画素に収まるように、約１０～４０μの幅と約２５～４５μの長さとを有する。可動上部プレート１６の幅を増やすと、アーム１２および１４よりあまりフレキシブルではなくなる。ヒンジ２０、２２、２４および２６によって、可動上部プレート１６および平棒材１２および１４が、周囲から十分に熱絶縁される。例示的ヒンジ２０、２２、２４および２６は、幅が約０．３～０．６μ、好ましくは約０．３５μの[a-SiC:H](#)リボンでできたジグザグ状の板ばねである。各ばねにおいて、[a-SiC:H](#)リボンは、周囲から十分に熱絶縁するために、全長は約５０ミクロンでよく、１ターン毎の長さは、約５μでよい。いくつかの実施形態では、このようなばねは、互いに異なる形状とサイズを有することができる。

30

40

本明細書では、ばねとは、機械的に変形された後その原型を復元する、ジグザグ状の弾性製造構造を言う。

【００１０】

ヒンジ２０、２２、２４および２６は、可動上部プレート１６ならびに平棒材１２および１４を周囲から十分に熱絶縁するので、可動上部プレート１６が赤外線を吸収することによって平棒材１２および１４が加熱され、それによってその内部に機械的反応が生じる。[a-SiC:H](#)の熱伝導性は低いので、ヒンジ２０、２２、２４および２６用に長い薄いばねを使用すると、適切な熱絶縁が得られる。赤外線検出素子のいくつかの実施形態では、可動上部プレート１６および固定底部プレート１８によって赤外線の光学キャビティが形成されるため、通常、可動上部プレート１６による赤外線吸収、およびその結果生じ

50

る平棒材 12 および 14 の加熱が増強される。そして、光学キャビティによって捉えられる赤外線の一部は、可動上部プレート 16 の TiW および a-SiC:H 材内に吸収されて熱を拡散し、平棒材 12 および 14 が加熱される。

【0011】

アーム 12 および 14、上部プレート 16 ならびにヒンジ 20、22、24 および 26 には、薄い上部金属コーティング 40、例えば厚さ約 0.01 ~ 0.03 μ のチタン・タングステン (TiW) が施されている。薄い金属コーティング 40 によって、可動上部プレート 16 がコンデンサ・プレートとして機能することが可能になる。薄い金属コーティング 40 は、可動上部プレート 16 と基板 32 内の別の回路構成 (図示せず) との間に電気経路も提供する。この別の回路構成は、例えばコンデンサの特性を制御し、かつ / または計測するための 1 つまたは複数の別のコンデンサや CMOS 回路を含むことができる。

10

【0012】

固定底部プレート 18 は、例えば金属または多量にドーパされた多結晶シリコン層などの優れた導電体である。固定底部プレート 18 は、第 1 のプレートが可動上部プレート 16 上の TiW 層によって形成されるコンデンサの第 2 のプレートとして機能する。

【0013】

可動上部プレート 16 および固定底部プレート 18 は、可変コンデンサを形成する。可動上部プレート 16 が固定底部プレート 18 に対して移動するにつれて、ギャップ 34 の幅が変化するので、コンデンサは可変である。アーム 12 および 14 の屈曲によって可動上部プレート 16 が移動する。結果生じるギャップ 34 の幅の変化によって、可動プレート 16 および固定プレート 18 が形成するコンデンサの静電容量が変化する。基板 32 内には、ブリッジ回路を作るために、別の回路構成が、プレート 16 および 18 からなるコンデンサに接続された別のコンデンサ (図示せず) を含むことができる。つまり、一方のコンデンサがブリッジ回路の各アームを補償する。このようなブリッジ回路によって、プレート 16 および 18 からなる可変コンデンサの静電容量におけるわずかな変化を電氣的に計測することが容易になる。

20

【0014】

アーム 12 および 14 はそれぞれ、誘電体マトリックス 38 と、誘電体マトリックスを覆う、例えば金またはアルミニウムなどの厚い金属層 42 とを含むバイモルフ構造を有する部分を備える。加熱および冷却中は、金属層 42 および誘電体マトリックス 38 はどちらも、アーム 12 および 14 を屈曲させることが可能な応力を生じさせるほど十分に厚い。好ましくは、誘電体マトリックス 38 および厚い層 42 の金属は、加熱に対するこのような屈曲反応を高めるために熱膨張率 () がかなり異なる。従って、バイモルフ構造によって、アーム 12 および 14 は、加熱、例えば可動上部プレート 16 内の赤外線吸収によって生じた加熱に対して機械的に反応する。

30

【0015】

本明細書では、バイモルフ構造は、例えば薄い中間材料層またはファン・デル・ワールス力によって共に結合された、材料の異なる少なくとも 2 つの隣接する層を含む。バイモルフ構造では、どちらの層も、熱膨張中または熱収縮中、他方の層に対し実質的な応力、つまり構造を屈曲させるに足る応力を生み出すほど十分に厚い。

40

【0016】

誘電体マトリックス 38 および薄い金属コーティング 40 によって形成される構造は、それ自体でバイモルフ構造を形成しない。具体的には、金属コーティング 40 は、誘電体マトリックス 38 の層を著しく屈曲させる応力を生じないように、非常に薄く保たれる。従って、可動上部プレート 16 は、バイモルフ構造を持たないので、平アーム 12 および 14 を屈曲させる赤外線吸収に反応して著しく屈曲することはない。

【0017】

MEMS 構造 10 は、図 2 に示すように、低温または弛緩状態を有し、図 3 に質的に示すように、高温状態を有する。高温状態では、アーム 12 および 14 は、低温状態よりも、可動上部プレート 16 を固定底部プレート 18 からさらに遠ざける形で屈曲する。従

50

って、MEMS構造10が加熱されることによって、上部プレート16および底部プレート18は互いに近づくのではなく遠ざかる。従って、MEMS構造10を加熱しても、プレート16および18が、普通なら付着または損傷を生じさせるはずの物理的接触状態とはならない。

【0018】

高温状態を生じさせるために、MEMS構造10に赤外線を照射することができる。このような赤外線を吸収することによって、MEMS構造10を高温状態に移行させる熱が生じる。具体的には、上部プレート16および底部プレート18は、このような光の吸収によって、アーム12および14を屈曲させる適切な加熱を生じることが可能な光学キャビティを形成することができる。従って、MEMS構造10は、赤外線カメラの画素の感光素子を形成することができる。

10

【0019】

MEMS構造10において、可動上部プレート16は、アーム12および14の一端に不可動に接続され、アーム12および14とは異なる軸を中心に回転する。アーム12および14は、可動上部プレート16の回転軸に対し平行かつ「x」だけシフトした軸を中心に回転する。従って、アーム12および14を屈曲させることによって可動上部プレート16が回転し、それにより、関連静電容量の、上部プレート16と底部プレート18との間のギャップ34のサイズが変わる。

【0020】

上部プレート16ならびにアーム12および14は、アーム12および14が加熱されることによって、可動上部プレート16が独特の回転反応をするように構成されている。この回転反応によって、可動上部プレート16が固定底部プレート18に向かって移動するのではなく、可動上部プレート16が固定底部プレート18からさらに遠ざかるように移動する。回転反応の方向選択性は、平アーム12および14の屈曲状態の非対称性によってもたらされる。具体的には、加熱によって、平アーム12および14の上面が上に向いた凸状の形をとる屈曲が生じる。さらに、可動上部プレート16は、アーム12および14に実質的に不可動に固定されているので、屈曲されたアーム12および14は、拘束されて、アーム12および14と可動上部プレート16との間の接合部で、実質的に可動上部プレート16の平面に平行にとどまる。このため、アーム12および14が加熱されることによって、可動上部プレート16は、固定底部プレート18に向かうのではなく、それから遠ざかるように回転する。

20

30

【0021】

図4は、赤外線による加熱および/または照射に対しより高い感度を有する代替のMEMS構造10'を示す。MEMS構造10'は、図1~3のMEMS構造10に関して既に説明した素子を含む。

【0022】

さらに、MEMS構造10'は、1対の非バイモルフ平棒材46および48、例えばa-SiC:H棒材を含む。棒材46および48の第1の端部は、バイモルフ構造を有する平棒材12および14の第1の端部に不可動に接続されている。非バイモルフ平棒材46および48の第2の端部は、ヒンジ24および26の一端に不可動に接続されている。平棒材46および48は、平棒材12および14よりも硬いので、棒材12および14が屈曲しても非バイモルフ平棒材46および48は実質的に屈曲されない。非バイモルフ平棒材46および48の厚さまたは幅を平棒材12および14の約2~3倍の厚さまたは幅にすることによって、さらに硬くすることができる。機械的には、棒材12および14が加熱されるときに、平棒材12および14の第1の端部に力が加わることによって、非バイモルフ平棒材46および48が、図1の可動上部プレート16の代わりをする。

40

【0023】

さらに、MEMS構造10'は、図1の可動上部プレート16とは異なる形の可動上部プレート16'を含む。第1に、可動上部プレート16'は、図1の可動上部プレート16と比べると、平棒材12および14の反対側の端部に実質的に不可動に接続された、矩

50

形延長部 5 2 および 5 4、例えば T i W でコーティングされた a - S i C : H 棒材を有する。具体的には、延長部 5 2 および 5 4 は、非バイモルフ棒材 4 6 および 4 8 に接続された平棒材 1 2 および 1 4 の端部ではなく、ヒンジ 2 0 および 2 2 に接続された平棒材 1 2 および 1 4 の端部の近傍に接続されている。第 2 に、図 1 の可動上部プレート 1 6 とは異なり、可動上部プレート 1 6 ' は、ヒンジ 2 4 および 2 6 によって基板 3 2 に別途接続されない。

【 0 0 2 4 】

通常、可動上部プレート 1 6 ' は、貫通孔 2 8 のアレイおよび底部面上にくぼみ（図示せず）も有する。このような孔部は、M E M S 構造 1 0 ' を作製中、可動上部プレート 1 6 ' を下層の犠牲材料から解放するために使用されるウェット・エッチングの際に有用である。

10

【 0 0 2 5 】

構造 1 0 および 1 0 ' がどちらも同程度または同等の寸法を有する場合、M E M S 構造 1 0 ' は、M E M S 構造 1 0 よりも、可動上部プレートが大きな回転を生ずるように構成されている。具体的には、棒材 1 2 および 1 4 のそれぞれの長手方向部分は、棒材 1 2 および 1 4 が加熱に反応して屈曲したときにそれぞれの傾斜を持つ。通常、基板 3 2 のプレーナ上面に対し、傾斜は、ヒンジ 2 0 および 2 2 により近く位置する棒材 1 2 および 1 4 の加熱部分において大きい。M E M S 構造 1 0 ' において、図 4 の可動上部プレート 1 6 ' の傾斜は、棒材 1 2 および 1 4 のこの同部分の傾斜と等しい。これに対し、図 1 ~ 3 に示す可動上部プレート 1 6 の傾斜は、ヒンジ 2 0 および 2 2 から最も遠く位置する棒材 1 2 および 1 4 の端部の傾斜に等しい。従って、棒材 1 2 および 1 4 の同じ屈曲量によって、図 4 に示す M E M S 構造 1 0 ' 内の可動上部プレート 1 6 ' の回転が、図 1 に示す M E M S 構造 1 0 内の可動上部プレート 1 6 の回転よりも大きくなる。通常、回転がより大きければ、可動上部プレート 1 6 および 1 6 ' と固定底部プレート 1 8 とによって形成されるコンデンサの静電容量がより大きく変化すること、従って加熱に対する反応がより大きいことを意味する。

20

【 0 0 2 6 】

図 5 は、赤外線カメラなどピクセレート光学検出素子において有利な、M E M S 構造 1 0 " によるより大きな機械的回転を同様に生ずるようにした別の代替 M E M S 構造 1 0 " を示す。具体的には、M E M S 構造 1 0 " は、図 1 ~ 3 に示す M E M S 構造 1 0 よりも長いバイモルフ棒材 1 2 " および 1 4 " を持って、同じような側方領域を占有し、それによって加熱に対しより高い感度を提供する。M E M S 構造 1 0 " は、機能素子のない領域 5 0 を持つように構成される。領域 5 0 を、光学検出素子（図示せず）の隣接する画素素子の M E M S 構造 1 0 " の一部が占有することができる。例えば、隣接する M E M S 構造 1 0 " の上部プレート 1 6 " および底部プレート 1 8 ならびにバイモルフ棒材 1 2 " および 1 4 " の部分 5 6 が、領域 5 0 を占有することができる。

30

【 0 0 2 7 】

M E M S 構造 1 0 " は、図 1 ~ 3 に示す M E M S 構造の素子を含む。さらに、M E M S 構造 1 0 " の可動上部プレート 1 6 " は、基板 3 2 の上面に空き領域 5 0 を作る 1 対の平延長部 4 6 および 4 8、例えば a - S i C : H 棒材を含む。延長部 4 6 および 4 8 は、延長部 4 6 および 4 8 が実質的に棒材 1 2 " および 1 4 " よりあまりフレキシブルにならないように、可動上部プレート 1 6 " の残り部分の 2 ~ 3 倍の厚さを有する。さらに、棒材 1 2 " および 1 4 " は、バイモルフ構造を有する延長部 5 8 および 6 0 を含む。延長部 5 8 および 6 0 は、部分 5 6 の横幅 W が領域 5 0 の幅よりも小さくなるように、棒材 1 2 " および 1 4 " の残り部分の一端の横に接続されており、例えば、それによりカメラ内の隣接する画素の M E M S 構造 1 0 " を密にパッキングすることができる。

40

【 0 0 2 8 】

図 6 は、図 4 に示す M E M S 構造 1 0 ' と同様に機能する赤外線感知 M E M S 構造 1 0 ' ' ' ' を示す。M E M S 構造 1 0 ' について既に説明した特徴に対し、M E M S 構造 1 0 ' ' ' ' は、いくつかの相違点がある。第 1 に、M E M S 構造 1 0 ' ' ' ' は、非バイ

50

モルフ平棒材 4 6 のみを含み、バイモルフ平棒材 1 2 および 1 4 はどちらも、単一の非バイモルフ棒材 4 6 の一端に実質的に不可動に取り付けられた端部を有する。非バイモルフ棒材 4 6 の厚さまたは幅は、やはりバイモルフ平棒材 1 2 および 1 4 よりも実質的に大きく、従ってやはりバイモルフ平棒材 1 2 および 1 4 よりも実質的に硬い。第 2 に、コンデンサの可動上部プレート 1 6 ' ' ' ' は、実質的に 1 つのバイモルフ平棒材 1 2 のみに不可動に取り付けられる。より少ない棒材 1 2、1 4 および 4 6 によって、MEMS 構造 1 0 ' ' ' ' が、同じ面積の MEMS 構造 1 0 ' よりも、赤外線カメラ内のさらに効率的な画素パッキングを提供することが可能となり、今まで通り可動上部プレート 1 6 ' ' ' ' によって回転反応を向上させることも可能である。

【0029】

図 7 は、図 1 に示す MEMS 構造 1 0 を基板 3 2 上に作製するための例示的方法 7 0 を示す。基板 3 2 は、シリコン・ウェハ上と、シリコン・ウェハ上の窒化ケイ素または酸化ケイ素からなる電気絶縁層とを含むことができる。窒化ケイ素または酸化ケイ素の層によって、上層構造が下層シリコン・ウェハおよびその内部のデバイスから電氣的に分離される。例示的窒化ケイ素の層は、厚さが約 0.2 ~ 0.5 μ である。

【0030】

基板 3 2 はまた、下層 CMOS 駆動素子 / 計測回路構成、ならびに、このような下層 CMOS 回路構成と、MEMS 構造 1 0 のこれから形成されるいくつかの素子との間に電氣的接続を提供するための金属充填ビアを含む。例えば、こうした素子は通常、底部コンデンサ・プレート 1 8 やアンカー構造 3 6 を含む。

他の組成および他の層構造を有する基板 3 2 も可能である。

【0031】

方法 7 0 は、基板 3 2 のプレーナ上面に底部コンデンサ・プレート 1 8 を形成する工程を含む (工程 7 2)。この形成工程は、例えば例示的基板 3 2 の窒化ケイ素または酸化ケイ素の層の上面に、金属層または多量にドーブされた多結晶シリコン層を堆積させる工程を含む。堆積後、マスク調整によりドライ・エッチングを行い、底部コンデンサ・プレート 1 8 用の選択された領域の周りに分離トレンチを作る。基板 3 2 が窒化ケイ素の絶縁層を有する場合、ドライ・エッチングは、例えば窒化ケイ素のところで止まる反応性イオン・エッチングである。底部コンデンサ・プレート 1 8 を形成する工程は、例えば窒化ケイ素または酸化ケイ素の層を貫通するビアを形成しそのビアに導電性ポストを充填することによって、コンデンサ・プレート 1 8 の下層 CMOS 回路に対する電氣的接触を生じさせる工程も含むことができる。

【0032】

次に、方法 7 0 は、既に形成した構造の上に酸化ケイ素の犠牲層を堆積させる工程を含む (工程 7 4)。酸化ケイ素の犠牲層の厚さは、低温状態における最終的な上部コンデンサ・プレート 1 6 と底部コンデンサ・プレート 1 8 との間に形成されるギャップ 3 4 の所望の幅と等しい。このギャップ 3 4 の幅は、0.1 ~ 2 μ の範囲、例えば約 0.5 μ の幅である。

【0033】

次に、方法 7 0 は、MEMS 構造 1 0 の上層を物理的に支持するアンカー構造 3 6 用のビアを形成するために、酸化ケイ素の層をパターニングする工程を含む (工程 7 6)。パターニングの工程は、下層のシリコン層のところで選択的に止まる反応性エッチング、例えばフッ化物ベースの反応性イオン・エッチングを行う工程を含むことができる。

【0034】

次に、方法 7 0 は、非晶質水素化炭化ケイ素からなる約 0.3 μ の実質的にコンフォーマルな層を、既に形成した構造の上に堆積させる工程を含む (工程 7 8)。この a-SiC:H 層は、実質的に均一な厚さ、つまり下層の表面の向きに左右されない厚さで、露出された表面を覆う必要がある。ビア内に堆積される a-SiC:H は、図 1 ~ 3 に示すアンカー構造 3 6 を形成する。

【0035】

10

20

30

40

50

次に、方法 70 は、例えば厚さが $0.01 \sim 0.05 \mu$ のチタン・タングステン (TiW) の薄い層を、既に形成した構造の上に堆積させる工程を含む (工程 80)。TiW は、上部コンデンサ・プレート 16 の電氣的な部分、およびアンカー構造 36 に至り、そこを通り抜けて基板 32 内の電気回路に至る電氣的経路を形成する。このような経路を形成するために、TiW 堆積の前にさらなるドライ・エッチングを行ってアンカー構造 36 用のビア底部から a-SiC:H を取り除かなければならないことがある。

【0036】

次に方法 70 は、TiW 層および a-SiC:H 層をマスク調整によりエッチングして MEMS 構造 10 の機械的素子をいくつか作る工程を含む (行程 82)。こうした素子は、平棒材 12 および 14、可動上部プレート 16、ヒンジ 20、22、24 および 26、

10

【0037】

次に、方法 70 は、平棒材 12 および 14 上に厚い金属層 42 を形成してバイモルフ構造を作る工程を含む (工程 84)。金属層 42 を作る工程の例示的プロセスは、マスク調整による約 $0.2 \sim 0.3 \mu$ の金またはアルミニウムの堆積を含む。厚い層 42 を形成する工程は、金を堆積させる前にチタンまたはクロムのシード層を堆積させる工程も含むことができる。

【0038】

最後に、方法 70 は、既に作られた構造にウェット・エッチングを施して、酸化ケイ素の犠牲層を除去することによって MEMS 構造 10 を解放する工程を含む (工程 86)。

20

例示的ウェット・エッチングは、HF ベースのエッチング液を使用する。

【0039】

方法 70 は、例えばマスクの形体 (features) を画定するために、様々なリソグラフィ技術を使用することができる。約 0.25μ という小さい形体を画定するのに適したいくつかのリソグラフィ技術が、例えば米国特許第 6201631 号、米国特許第 5629790 号、および米国特許第 5501893 号のうち 1 つ又はいくつかに記載されている。これらを参照として本明細書に組み込む。

【0040】

方法 70 は、MEMS 構造 10 の機械的構造の機械的強度を高めるために周知のイオン注入法を使用することができる。

30

本開示、図面および特許請求の範囲から、当業者には、本発明の他の実施形態も可能であることは明らかであろう。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図 1】感光性および / または感熱性 MEMS 構造の斜視図である。

【図 2】図 1 に示す MEMS 構造の低温状態または弛緩状態を示す側面図である。

【図 3】図 1 に示す MEMS 構造の高温状態を示す側面図である。

【図 4】可動コンデンサ・プレートが熱および / または赤外線に対し高機械的感度を有する MEMS 構造の代替実施形態を示す斜視図である。

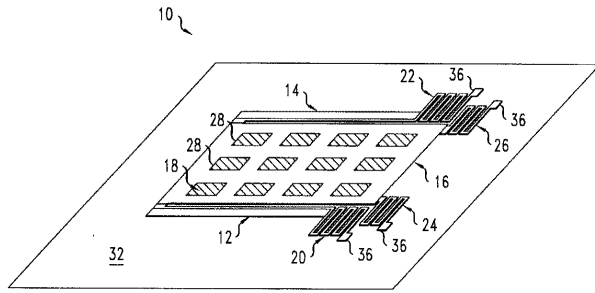
【図 5】隣接する同一の MEMS 構造を密に位置決めするように構成された感光性および / または感熱性 MEMS 構造の代替実施形態を示す斜視図である。

40

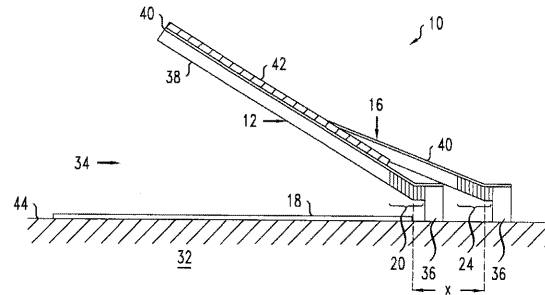
【図 6】単一の補助棒材および 2 つのバイモルフ棒材を使用する感光性および / または感熱性 MEMS 構造の代替実施形態を示す平面図である。

【図 7】図 1 に示す MEMS 構造を作成する方法を示す図である。

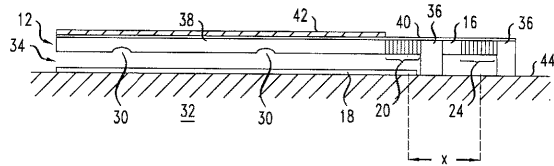
【図 1】



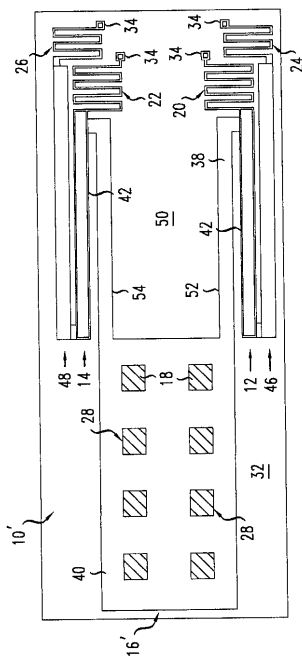
【図 3】



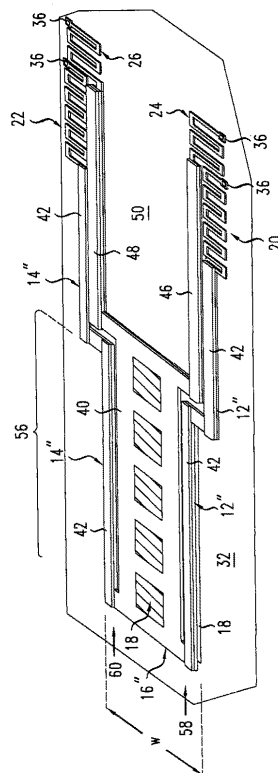
【図 2】



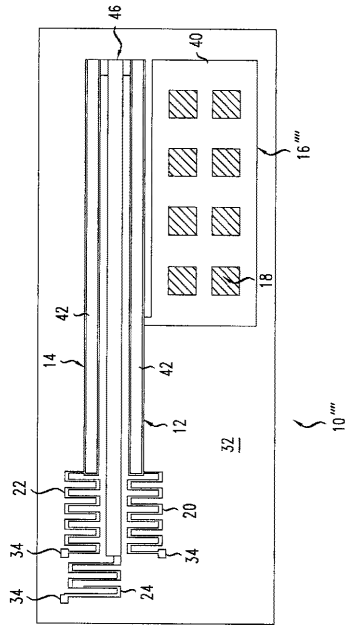
【図 4】



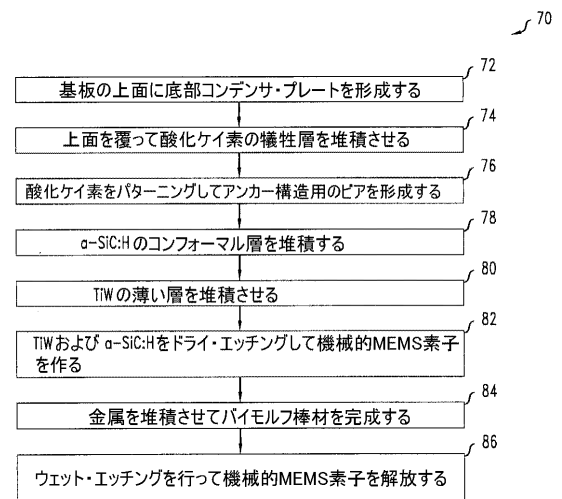
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

- (74)代理人 100101498
弁理士 越智 隆夫
- (74)代理人 100096688
弁理士 本宮 照久
- (74)代理人 100104352
弁理士 朝日 伸光
- (74)代理人 100128657
弁理士 三山 勝巳
- (72)発明者 ウラディミール アナトリエヴィッチ アクシュク
アメリカ合衆国 0 7 0 9 0 ニュージャーシィ, ウェストフィールド, サミット アヴェニュー
5 5 2
- (72)発明者 マリア エリーナ シモン
アメリカ合衆国 0 7 9 7 4 ニュージャーシィ, ニュー プロヴィデンス, エタン ドライヴ
1 2
- (72)発明者 リチャート エリオット スラッシュー
アメリカ合衆国 0 8 8 3 3 ニュージャーシィ, レバノン, ギネア ホロウ ロード 7 9
- F ターム(参考) 2G066 BA55 BA60 CA02