

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4206102号
(P4206102)

(45) 発行日 平成21年1月7日(2009.1.7)

(24) 登録日 平成20年10月24日(2008.10.24)

| | | | |
|--------------|--------------|------------------|-----------------|
| (51) Int.Cl. | | F I | |
| HO2N | 1/00 | (2006.01) | HO2N 1/00 |
| B81B | 3/00 | (2006.01) | B81B 3/00 |
| GO2B | 26/08 | (2006.01) | GO2B 26/08 E |
| GO2B | 26/10 | (2006.01) | GO2B 26/10 1O4Z |

請求項の数 26 (全 18 頁)

| | | | |
|--------------|-------------------------------|-----------|-------------------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2006-104419 (P2006-104419) | (73) 特許権者 | 390019839 |
| (22) 出願日 | 平成18年4月5日(2006.4.5) | | 三星電子株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2006-353081 (P2006-353081A) | | SAMSUNG ELECTRONICS |
| (43) 公開日 | 平成18年12月28日(2006.12.28) | | CO., LTD. |
| 審査請求日 | 平成18年4月5日(2006.4.5) | | 大韓民国京畿道水原市靈通区梅灘洞416 |
| (31) 優先権主張番号 | 10-2005-0051265 | | 416, Maetan-dong, Yeongtong-gu, Suwon-si, |
| (32) 優先日 | 平成17年6月15日(2005.6.15) | | Gyeonggi-do 442-742 |
| (33) 優先権主張国 | 韓国 (KR) | | (KR) |
| | | (74) 代理人 | 100072349 |
| | | | 弁理士 八田 幹雄 |
| | | (74) 代理人 | 100110995 |
| | | | 弁理士 奈良 泰男 |
| | | (74) 代理人 | 100114649 |
| | | | 弁理士 宇谷 勝幸 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 垂直くし型電極を具備したアクチュエータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1方向に揺動運動するステージと、
前記ステージの揺動運動を支持する支持部と、
前記ステージの前記第1方向の対向する両側から外側に延びた垂直型駆動くし型電極と、
基板上で前記駆動くし型電極と交互に配置されるように形成された垂直型固定くし型電極とを有するステージ駆動部と、を具備し、
前記固定くし型電極は、前記駆動くし型電極よりも低く前記基板上に形成された第1固定くし型電極と、前記第1固定くし型電極上に形成された絶縁層と、前記絶縁層上に前記駆動くし型電極の下部面よりも高く形成された第2固定くし型電極と、を具備することを特徴とする垂直くし型電極を具備したアクチュエータ。

【請求項2】

前記第2固定くし型電極の上部面は、前記駆動くし型電極の上部面よりも低く形成されたことを特徴とする請求項1に記載の垂直くし型電極を具備したアクチュエータ。

【請求項3】

前記支持部は、
前記第1方向と直交する第2方向に、前記ステージの対向する両側から延びる一对のトーションスプリングと、
前記基板の上方で前記トーションスプリングが懸垂されるように、前記トーションスプリングの一端を固定する固定フレームと、を具備することを特徴とする請求項1に記載の

垂直くし型電極を具備したアクチュエータ。

【請求項 4】

前記第 1 固定くし型電極及び第 2 固定くし型電極には、同じ電圧が印加されることを特徴とする請求項 1 に記載の垂直くし型電極を具備したアクチュエータ。

【請求項 5】

前記駆動くし型電極及び第 2 固定くし型電極は、第 1 導電層、絶縁層、及び第 2 導電層からなる S O I 基板の前記第 1 導電層から製造され、

前記第 1 固定くし型電極は、前記第 2 導電層から製造されたことを特徴とする請求項 1 に記載の垂直くし型電極を具備したアクチュエータ。

【請求項 6】

基板の上方で懸垂されて第 1 方向に揺動運動するステージと、

前記ステージの揺動運動を支持する支持部と、

前記ステージの前記第 1 方向の対向する両側から外側に延びた垂直型駆動くし型電極と、前記基板上で前記駆動くし型電極と交互に配置されるように形成された垂直型固定くし型電極とを有するステージ駆動部と、を具備し、

前記駆動くし型電極は、前記固定くし型電極よりも高く前記基板上に形成された第 1 駆動くし型電極と、前記第 1 駆動くし型電極の下部面に形成された絶縁層と、前記絶縁層の下部面に前記固定くし型電極の上部面よりも低く形成された第 2 駆動くし型電極と、を具備することを特徴とする垂直くし型電極を具備したアクチュエータ。

【請求項 7】

前記第 2 駆動くし型電極の下部面は、前記固定くし型電極の下部面よりも高く形成されたことを特徴とする請求項 6 に記載の垂直くし型電極を具備したアクチュエータ。

【請求項 8】

前記支持部は、

前記第 1 方向と直交する第 2 方向に、前記ステージの対向する両側から延びる一対のトーションスプリングと、

前記基板の上方で前記トーションスプリングが懸垂されるように、前記トーションスプリングの一端を固定する固定フレームと、を具備することを特徴とする請求項 6 に記載の垂直くし型電極を具備したアクチュエータ。

【請求項 9】

前記第 1 駆動くし型電極及び第 2 駆動くし型電極には、同じ電圧が印加されることを特徴とする請求項 6 に記載の垂直くし型電極を具備したアクチュエータ。

【請求項 10】

前記第 1 駆動くし型電極は、第 1 導電層、絶縁層、及び第 2 導電層からなる S O I 基板の前記第 1 導電層から製造され、

前記第 2 駆動くし型電極及び固定くし型電極は、前記第 2 導電層から製造されたことを特徴とする請求項 6 に記載の垂直くし型電極を具備したアクチュエータ。

【請求項 11】

第 1 方向に揺動運動するステージと、

前記ステージを支持する第 1 支持部と、

前記ステージの前記第 1 方向の対向する両側から外側に延びた第 1 駆動くし型電極と、前記第 1 駆動くし型電極と対向する前記第 1 支持部から、前記第 1 駆動くし型電極と交互に配置されるように延びた第 1 固定くし型電極とを具備するステージ駆動部と、

前記第 1 方向と直交する第 2 方向に前記第 1 支持部が揺動運動するように、前記第 1 支持部を支持する第 2 支持部と、

前記第 1 支持部に設置された第 2 駆動くし型電極と、前記第 2 駆動くし型電極に対応するように形成された第 2 固定くし型電極とを有する第 1 支持部駆動部と、を具備し、

前記第 2 固定くし型電極は、前記第 2 駆動くし型電極よりも低く形成された第 3 固定くし型電極と、前記第 3 固定くし型電極上に形成された絶縁層と、前記絶縁層上に前記第 2 駆動くし型電極の下部面よりも高く形成された第 4 固定くし型電極と、を具備することを

10

20

30

40

50

特徴とする垂直くし型電極を具備したアクチュエータ。

【請求項 1 2】

前記第 1 支持部は、

前記ステージの両側から前記第 2 方向に延びる一対の第 1 トーションスプリングと、前記第 1 トーションスプリングがそれぞれ連結される相互平行な一対の第 1 部分と、前記第 2 方向に平行に延びる一対の第 2 部分とを有する四角枠型運動フレームと、を具備することを特徴とする請求項 1 1 に記載の垂直くし型電極を具備したアクチュエータ。

【請求項 1 3】

前記第 2 支持部は、

前記第 1 支持部の第 2 部分から前記第 1 方向に延長された一対の第 2 トーションスプリングと、

前記第 2 トーションスプリングが連結される平行な一対の第 3 部分と、前記第 1 方向に平行に延びる一対の第 4 部分とを有した四角枠型固定フレームと、を具備することを特徴とする請求項 1 2 に記載の垂直くし型電極を具備したアクチュエータ。

【請求項 1 4】

前記第 1 支持部駆動部は、

前記運動フレームから前記第 2 トーションスプリングと平行に延びた第 1 延長部材を具備し、

前記第 2 駆動くし型電極は、前記第 1 延長部材から対向する前記第 2 支持部の第 4 部分に向かって延び、

前記第 2 固定くし型電極は、前記第 2 支持部から前記第 1 延長部材に対応するように延びた第 2 延長部材から延びるように形成されたことを特徴とする請求項 1 3 に記載の垂直くし型電極を具備したアクチュエータ。

【請求項 1 5】

前記第 4 固定くし型電極の上部面は、前記第 2 駆動くし型電極の上部面よりも低く形成されたことを特徴とする請求項 1 1 に記載の垂直くし型電極を具備したアクチュエータ。

【請求項 1 6】

前記第 3 固定くし型電極及び第 4 固定くし型電極には、同じ電圧が印加されることを特徴とする請求項 1 1 に記載の垂直くし型電極を具備したアクチュエータ。

【請求項 1 7】

前記第 1 固定くし型電極は、前記第 1 駆動くし型電極よりも低く形成された第 5 固定くし型電極と、前記第 5 固定くし型電極上に形成された絶縁層と、前記絶縁層上に前記第 1 駆動くし型電極の下部面よりも高く形成された第 6 固定くし型電極と、を具備することを特徴とする請求項 1 1 に記載の垂直くし型電極を具備したアクチュエータ。

【請求項 1 8】

前記第 1 駆動くし型電極、第 2 駆動くし型電極、第 4 固定くし型電極、及び第 6 固定くし型電極は、第 1 導電層、絶縁層、及び第 2 導電層からなる S O I 基板の前記第 1 導電層から製造され、

前記第 3 固定くし型電極及び第 5 固定くし型電極は、前記第 2 導電層から製造されたことを特徴とする請求項 1 7 に記載の垂直くし型電極を具備したアクチュエータ。

【請求項 1 9】

第 1 方向に揺動運動するステージと、

前記ステージを支持する第 1 支持部と、

前記ステージの前記第 1 方向の対向する両側から外側に延びた第 1 駆動くし型電極と、前記第 1 駆動くし型電極と対向する前記第 1 支持部から、前記第 1 駆動くし型電極と交互に配置されるように延びた第 1 固定くし型電極とを具備するステージ駆動部と、

前記第 1 方向と直交する第 2 方向に前記第 1 支持部が揺動運動するように、前記第 1 支持部を支持する第 2 支持部と、

前記第 1 支持部に設置された第 2 駆動くし型電極と、前記第 2 駆動くし型電極に対応するように形成された第 2 固定くし型電極とを有する第 1 支持部駆動部と、を具備し、

10

20

30

40

50

前記第2駆動くし型電極は、前記第2固定くし型電極よりも高く形成された第3駆動くし型電極と、前記第3駆動くし型電極の下部面に形成された絶縁層と、前記絶縁層の下部面に前記第2固定くし型電極の上部面よりも低く形成された第4駆動くし型電極と、を具備することを特徴とする垂直くし型電極を具備したアクチュエータ。

【請求項20】

前記第1支持部は、

前記ステージの両側から前記第2方向に延びる一对の第1トーションスプリングと、前記第1トーションスプリングがそれぞれ連結される相互平行な一对の第1部分と、前記第2方向に平行に延びる一对の第2部分とを有する四角枠型運動フレームと、を具備することを特徴とする請求項19に記載の垂直くし型電極を具備したアクチュエータ。

10

【請求項21】

前記第2支持部は、

前記第1支持部の第2部分から前記第1方向に延長された一对の第2トーションスプリングと、

前記第2トーションスプリングが連結される平行な一对の第3部分と、前記第1方向に平行に延びる一对の第4部分とを有した四角枠型固定フレームと、を具備することを特徴とする請求項20に記載の垂直くし型電極を具備したアクチュエータ。

【請求項22】

前記第1支持部駆動部は、

前記運動フレームから前記第2トーションスプリングと平行に延びた第1延長部材を具備し、

20

前記第2駆動くし型電極は、前記第1延長部材から対向する前記第2支持部の第4部分に向かって延び、

前記第2固定くし型電極は、前記第2支持部から前記第1延長部材に対応するように延びた第2延長部材から延びるように形成されたことを特徴とする請求項21に記載の垂直くし型電極を具備したアクチュエータ。

【請求項23】

前記第4駆動くし型電極の下部面は、前記第2固定くし型電極の下部面よりも高く形成されたことを特徴とする請求項19に記載の垂直くし型電極を具備したアクチュエータ。

【請求項24】

前記第3駆動くし型電極及び第4駆動くし型電極には、同じ電圧が印加されることを特徴とする請求項19に記載の垂直くし型電極を具備したアクチュエータ。

30

【請求項25】

前記第1駆動くし型電極は、前記第1固定くし型電極よりも高く形成された第5駆動くし型電極と、前記第5駆動くし型電極の下部面に形成された絶縁層と、前記絶縁層の下部面に前記第1固定くし型電極の上部面よりも低く形成された第6駆動くし型電極と、を具備することを特徴とする請求項19に記載の垂直くし型電極を具備したアクチュエータ。

【請求項26】

前記第3駆動くし型電極及び第5駆動くし型電極は、第1導電層、絶縁層、及び第2導電層からなるSOI基板の前記第1導電層から製造され、

40

前記第1固定くし型電極、第2固定くし型電極、第4駆動くし型電極、及び第6駆動くし型電極は、前記第2導電層から製造されたことを特徴とする請求項25に記載の垂直くし型電極を具備したアクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、MEMS(Micro Electro-Mechanical System)技術で製造される垂直くし(comb)型電極を具備したアクチュエータに係り、さらに詳細には、固定くし型電極と駆動くし型電極との間に重なる領域が形成され、製造方法が容易な垂直くし型電極を具備したアクチュエータに関する。

50

【背景技術】

【0002】

垂直くし型電極を具備したアクチュエータは、大型ディスプレイ装置において光（レーザー光）を走査するための光スキャナに使われうる。光スキャナであるアクチュエータの駆動速度は、ディスプレイ装置の解像度と関係があり、駆動角度は画面サイズと関係がある。すなわち、マイクロミラーの駆動速度が速いほど解像度は高まり、駆動角度が大きいほど大型ディスプレイ装置に使われうる。従って、大型及び高解像度のディスプレイを具現するためには、高速で駆動しつつも、大きい駆動角度を有するアクチュエータの確保が必須である。

【0003】

一方、ディスプレイの垂直スキャニングに使われる光スキャナは、線形的な駆動が要求される。

【0004】

図1は、一般的なアクチュエータの平面図であり、図2は、図1のII-II線に沿った断面図である。図1及び図2を共に参照すれば、パイレックスガラスなどからなる基板5上にステージ1が、その両側を支持するトーションスプリング2及びアンカ6によって懸架されている。ステージ1の両側には、駆動くし型電極3が複数個平行に所定長に形成されている。基板5の上面上には、駆動くし型電極3と交差するように位置する固定くし型電極4が複数個平行に形成されている。

【0005】

上記のような構造のアクチュエータは、駆動くし型電極3と固定くし型電極4との間の静電気力によりステージ1が揺動運動する。例えば、トーションスプリング2を中心軸とし、左側に位置する固定くし型電極4に所定の電圧 Vd_1 を印加すれば、駆動くし型電極3と固定くし型電極4との間に静電気が発生して駆動くし型電極3が駆動され、ステージ1が左に動く。そして、右側に位置する固定くし型電極4に所定の電圧 Vd_2 を印加すれば、駆動くし型電極3及び固定くし型電極4により引力が作用してステージ1が右に動く。元の位置に復帰するのは、トーションスプリング2の弾性係数を利用した復原力による。左側と右側とに反復的に駆動電圧を印加して交互に静電気力を発生させることにより、ステージ1の揺動運動が発生する。

【0006】

図2に示されたアクチュエータは、駆動くし型電極3と固定くし型電極4とが互いに重ならないように形成されるので、製作時にSOI(Silicon-On-Insulator)基板の下部導電層として固定くし型電極4を形成し、上部導電層として駆動くし型電極3を形成し、下部導電層と上部導電層との間の絶縁層をエッチングして容易に垂直くし型電極構造を製作できる。しかし、 $2\mu\text{m}$ 厚の絶縁層が形成されたSOI基板を使用する場合、駆動力が低下し、線形性が低減するという問題がある。かかる駆動力低減は、駆動くし型電極と固定くし型電極との間のギャップが形成されたためである。

【0007】

また、駆動くし型電極の製作時に、駆動くし型電極の下部がエッチングされるノッチングが起り、固定くし型電極と駆動くし型電極との間のギャップがさらに広がり、駆動力がさらに低減し、線形性がさらに低下する。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明の目的は、SOI基板で容易に垂直くし型電極構造を製造しつつ、同時に駆動力を向上させるように駆動くし型電極と固定くし型電極との間の互いに重なる領域に新しい電極を形成した垂直くし型電極を具備したアクチュエータを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記の目的を達成するために、本発明の第1の実施の形態による垂直くし型電極を具備

10

20

30

40

50

したアクチュエータは、第1方向に揺動運動するステージと、前記ステージの揺動運動を支持する支持部と、前記ステージの前記第1方向の対向する両側から外側に延びた垂直型駆動くし型電極と、基板上で前記駆動くし型電極と交互に配置されるように形成された垂直型固定くし型電極とを具備するステージ駆動部と、を具備し、前記固定くし型電極は、前記駆動くし型電極よりも低く前記基板上に形成された第1固定くし型電極と、前記第1固定くし型電極上に形成された絶縁層と、前記絶縁層上で前記駆動くし型電極の下部面よりも高く形成された第2固定くし型電極と、を具備することを特徴とする。

【0010】

前記第2固定くし型電極の上部面は、前記駆動くし型電極の上部面よりも低く形成される。

10

【0011】

前記支持部は、前記第1方向と直交する第2方向に、前記ステージの対向する両側から延びる一对のトーションスプリングと、前記基板の上方で前記トーションスプリングが懸垂されるように、前記トーションスプリングの一端を固定する固定フレームと、を具備することが望ましい。

【0012】

また、前記第1固定くし型電極及び第2固定くし型電極には、同じ電圧が印加されることが望ましい。

【0013】

前記駆動くし型電極及び第2固定くし型電極は、第1導電層、絶縁層、及び第2導電層からなるSOI基板の前記第1導電層から製造され、前記第1固定くし型電極は、前記第2導電層から製造されることが望ましい。

20

【0014】

上記の目的を達成するために、本発明の第2の実施の形態による垂直くし型電極を具備したアクチュエータは、基板の上方で懸垂されて第1方向に揺動運動するステージと、前記ステージの揺動運動を支持する支持部と、前記ステージの前記第1方向の対向する両側から外側に延びた垂直型駆動くし型電極と、前記基板上で前記駆動くし型電極と交互に配置されるように形成された垂直型固定くし型電極とを具備するステージ駆動部と、を具備し、前記駆動くし型電極は、前記固定くし型電極よりも高く前記基板上に形成された第1駆動くし型電極と、前記第1駆動くし型電極の下部面に形成された絶縁層と、前記絶縁層の下部面に前記固定くし型電極の上部面より低く形成された第2駆動くし型電極と、を具備することを特徴とする。

30

【0015】

上記の目的を達成するために本発明の第3の実施の形態による垂直くし型電極を具備したアクチュエータは、第1方向に揺動運動するステージと、前記ステージを支持する第1支持部と、前記ステージの前記第1方向の対向する両側から外側に延びた第1駆動くし型電極と、前記第1駆動くし型電極と対向する前記第1支持部から、前記第1駆動くし型電極と交互に配置されるように延びた第1固定くし型電極とを具備するステージ駆動部と、前記第1方向と直交する第2方向に前記第1支持部が揺動運動するように、前記第1支持部を支持する第2支持部と、前記第1支持部に設置された第2駆動くし型電極と、前記第2駆動くし型電極に対応するように形成された第2固定くし型電極とを有する第1支持部駆動部と、を具備し、前記第2固定くし型電極は、前記第2駆動くし型電極よりも低く形成された第3固定くし型電極と、前記第3固定くし型電極上に形成された絶縁層と、前記絶縁層上で前記第2駆動くし型電極の下部面よりも高く形成された第4固定くし型電極と、を具備することを特徴とする。

40

【0016】

前記第1固定くし型電極は、前記第1駆動くし型電極よりも低く形成された第5固定くし型電極と、前記第5固定くし型電極上に形成された絶縁層と、前記絶縁層上で前記第1駆動くし型電極の下部面より高く形成された第6固定くし型電極と、を具備できる。

【0017】

50

上記の目的を達成するために本発明の第4の実施の形態による垂直くし型電極を具備したアクチュエータは、第1方向に揺動運動するステージと、前記ステージを支持する第1支持部と、前記ステージの前記第1方向の対向する両側から外側に延びた第1駆動くし型電極と、前記第1駆動くし型電極と対向する前記第1支持部から、前記第1駆動くし型電極と交互に配置されるように延びた第1固定くし型電極とを具備するステージ駆動部と、前記第1方向と直交する第2方向に前記第1支持部が揺動運動するように、前記第1支持部を支持する第2支持部と、前記第1支持部に設置された第2駆動くし型電極と、前記第2駆動くし型電極に対応するように形成された第2固定くし型電極とを有する第1支持部駆動部と、を具備し、前記第2駆動くし型電極は、前記第2固定くし型電極よりも高く形成された第3駆動くし型電極と、前記第3駆動くし型電極の下部面に形成された絶縁層と、前記絶縁層の下部面に前記第2固定くし型電極の上部面よりも低く形成された第4駆動くし型電極と、を具備することを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0018】

本発明のアクチュエータによれば、垂直型駆動くし型電極と固定くし型電極とが重なって形成されてステージの線形駆動がなされる。また、駆動力の上昇により、駆動角度の増大にも寄与できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、図面を参照しつつ、本発明による垂直くし型電極を具備したアクチュエータの望ましい実施の形態を説明する。以下の実施の形態の説明で、図面に示された構成要素は、必要によって誇張して表現されていたり、または、図面の複雑性を避けて理解を助けるために特定図面で省略されたりしており、かかる変形された図面上の表現は、本願発明の技術的範囲を制限するものではないということを明らかにしておく。

20

【0020】

図3は、本発明の第1の実施の形態によるアクチュエータの概略的斜視図であり、図4は、図3に示すアクチュエータの平面図であり、図5は、図4のV-V線に沿った断面図である。

【0021】

図3～図5を共に参照すれば、パイレックスガラスなどからなる基板110の上方に、ステージ120がその両側を支持する支持部によって懸架されている。支持部は、ステージ120の両側の中間部分に連結され、ステージ120の揺動運動（シーソー運動）を支持するトーションスプリング130と、このトーションスプリング130を基板110上方で懸架されるように支持する四角枠型固定フレーム140と、を具備する。

30

【0022】

ステージ120の両側には、駆動くし型電極122が複数個平行に所定長に形成されている。固定フレーム140には、駆動くし型電極122と交差するように位置する固定くし型電極142が形成されている。基板110には、駆動くし型電極122の回動のための空間112が設けられうる。

【0023】

固定くし型電極142は、駆動くし型電極122よりも低く形成された第1固定くし型電極143と、第1固定くし型電極143上に形成された絶縁層144と、絶縁層144上で駆動くし型電極122の下部面よりも高く形成された第2固定くし型電極145と、を具備する。第2固定くし型電極145の上部面は、駆動くし型電極122の上部面よりも低く形成される。第1固定くし型電極143及び第2固定くし型電極145には、同じ電圧が印加される。

40

【0024】

ステージ120、トーションスプリング130、駆動くし型電極122、及び第2固定くし型電極145は、1枚のSOI基板で上部導電層（第1導電層）として形成され、第1固定くし型電極143は、SOI基板で下部導電層（第2導電層）として形成されうる

50

。SOI基板は、ドーピングされたポリシリコン層と、ポリシリコン層間の絶縁層、例えば、 SiO_2 層とから形成されている。

【0025】

第2固定くし型電極145の上部面は、駆動くし型電極122の下部面よりも高く形成される。また、駆動くし型電極122の下部面がノッチングにより除去されても、第2固定くし型電極145の高さを伸ばし、固定くし型電極142と駆動くし型電極122とを垂直方向に互いに重ならせる。

【0026】

本実施の形態によるアクチュエータの作用を、図面を参照して詳細に説明する。

【0027】

駆動くし型電極122に所定の電圧、例えば、グラウンド電圧 V_g を印加した状態で、トーションスプリング130を中心に、図5で、左側の第1固定くし型電極143及び第2固定くし型電極145に同じ電圧 V_d1 を印加すれば、駆動くし型電極122と固定くし型電極142との間に静電力が発生して駆動くし型電極122が駆動され、ステージ120が左に動く。そして、右側に位置する固定くし型電極142に所定の電圧 V_d2 を印加すれば、駆動くし型電極122及び固定くし型電極142により引力が作用し、ステージ120が右に動く。ステージ120が元の状態に復帰するのは、トーションスプリング130の弾性係数を利用した復原力による。左側と右側とに反復的に駆動電圧を印加し、交互に静電気を発生させることにより、ステージ120の揺動運動が発生する。

【0028】

一方、本実施の形態によるアクチュエータは、固定くし型電極142及び駆動くし型電極122が重なって垂直に設置され、駆動くし型電極122が、図6で分かるように、駆動くし型電極122の下部面がノッチングされていない場合（本発明のアクチュエータ）及びノッチングされている場合（本発明のアクチュエータ+ノッチング）で、いずれも固定くし型電極142間に位置するので、一般的なアクチュエータ（一般的なアクチュエータ）及びノッチングされている一般的なアクチュエータ（一般的なアクチュエータ+ノッチング）と比較して駆動力が向上し、線形性が向上する。

【0029】

図7A～図7Cは、一般的なアクチュエータと本実施の形態によるアクチュエータとに、300Vの駆動電圧を印加したとき、駆動電極と固定電極との間の電場を示した図である。

【0030】

図7Aを参照すれば、一般的なアクチュエータでは、固定くし型電極4と駆動くし型電極3との間のギャップが $2\mu\text{m}$ である場合、等電位線の間隔が広く、シミュレーションにより算出された駆動力は、 $9.14\mu\text{N}$ であった。

【0031】

図7Bを参照すれば、一般的なアクチュエータでノッチングが発生し、固定くし型電極4と駆動くし型電極3との間のギャップが $12\mu\text{m}$ である場合、等電位線の間隔がさらに広く、シミュレーションにより算出された駆動力は、 $3.6\mu\text{N}$ とさらに低くなった。

【0032】

一方、図7Cを参照すれば、本発明によるアクチュエータは、駆動くし型電極122に $10\mu\text{m}$ のノッチングが発生したが、第2固定くし型電極が $12\mu\text{m}$ 高に形成され、駆動くし型電極122が固定くし型電極142間に配置された。駆動くし型電極122と固定くし型電極142との間の等電位線は、間隔が狭く形成され、シミュレーションにより算出された駆動力は、 $11.15\mu\text{N}$ に向上していることが分かる。

【0033】

以下、本発明の第1の実施の形態によるアクチュエータを製造する方法を段階別に説明する。必要により、図3～図5に示された構成要素が参照番号と共に引用される。図8A～図8Iは、便宜のために図4のVIII-VIII線に沿った断面図で示した。

【0034】

10

20

30

40

50

図 8 A を参照すれば、400 μm 厚のパイレックスガラス 110 を準備した後、ガラス 110 上に、ほぼ 200 μm 深さに湿式エッチングして駆動空間 112 を形成する。

【0035】

図 8 B を参照すれば、500 μm ほどの厚さを有し、エッチング阻止層として使用するために、第 1 シリコン層 501 と第 2 シリコン層 503 との間に、2 μm 厚に SiO₂ 絶縁層 502 が形成されている SOI 基板 500 を準備する。第 2 シリコン層 503 上に、所定形状のフォトリソマスク 504 を形成する。ここで、マスク 504 に覆われている部分は、固定フレーム部分 W1 及び第 1 固定くし型電極部分 W2 である。

【0036】

図 8 C を参照すれば、第 2 シリコン層 503 で、マスク 504 に覆われていない部分を ICPRIE (Inductively Coupled Plasma Reactive Ion Etching) 法によりエッチングし、マスク 504 の露出領域を介して絶縁層 502 を露出させる。エッチングが完了した後、マスク 504 をストリッピングなどにより除去する。

10

【0037】

図 8 D を参照すれば、絶縁層 502 上に、固定フレーム 140 及び第 1 固定くし型電極 143 が形成される。

【0038】

図 8 E を参照すれば、前述の過程を介して得られたガラス基板 110 に、第 2 シリコン層 503 がエッチングされた基板 500 をボンディングする。このときに使われる接合法は、陽極接合法であり、第 2 シリコン層 503 をガラス基板 110 と接触させる。次に、第 1 シリコン層 501 の上面を CMP (Chemical Mechanical Polishing) により、第 1 シリコン層 501 をほぼ 70 μm 厚に研磨する。

20

【0039】

図 8 F を参照すれば、第 1 シリコン層 501 上に所定形状の第 1 マスク 506 を形成する。ここで、第 1 マスク 506 に覆われた部分は、固定フレーム部分 W3 及び駆動くし型電極部分 W5 であり、ステージ部分 (図示せず) 及びトーションスプリング部分 (図示せず) も含まれる。

【0040】

次に、固定フレーム部分 W3、駆動くし型電極部分 W5、ステージ部分、トーションスプリング部分、及び第 2 固定くし型電極部分 W4 に、第 1 マスク 506 と選択的にエッチングされる第 2 マスク 507 を形成する。

30

【0041】

図 8 G を参照すれば、第 1 シリコン層 501 で、マスク 506、507 に覆われていない部分を ICPRIE 法によりエッチングし、マスク 506、507 の露出領域を介して絶縁層 502 を露出させる。

【0042】

図 8 H を参照すれば、第 2 マスク 507 を除去した後、第 2 固定くし型電極部分 W4 の上部をエッチングする。

【0043】

40

図 8 I を参照すれば、露出された絶縁層 502 を除去する。そして、第 1 マスク 506 を除去する。

【0044】

図 9 は、本発明の第 2 の実施の形態によるアクチュエータの概略的な断面図であり、第 1 の実施の形態と実質的に同じ構成要素には、同じ参照番号を使用して詳細な説明は省略する。

【0045】

図 9 を参照すれば、駆動くし型電極 122 は、固定くし型電極 142 よりも高く形成された第 1 駆動くし型電極 123 と、第 1 駆動くし型電極 123 の下部面に形成された絶縁層 124 と、絶縁層 124 の下部面に固定くし型電極 142 の上部面よりも低く形成され

50

た第2駆動くし型電極125と、を具備する。第2駆動くし型電極125の下部面は、固定くし型電極142の下部面よりも高く形成される。第1駆動くし型電極123及び第2駆動くし型電極125には、同じ電圧が印加される。

【0046】

また、固定くし型電極142及び第2駆動くし型電極125は、SOI基板の下部導電層503で形成され、第1駆動くし型電極122は、上部導電層501で形成される。かかる構造の駆動くし型電極142と固定くし型電極122は、垂直面上で互いに重なるように形成されるので、第1の実施の形態で説明したように、駆動力が向上して線形的に駆動する。

【0047】

図10は、本発明の第3の実施の形態によるアクチュエータの概略的な斜視図であり、図11は、図10に示すアクチュエータの平面図であり、図12は、図11のXII-XII線に沿った断面図である。なお、本実施の形態のアクチュエータは、たとえば、光スキャナとして用いられる。

【0048】

図10～図12を参照すれば、パイレックスなどからなる基板210の上方に、ステージ200がその両側を支持する第1支持部により懸架されている。

【0049】

ステージ200は、第1トーシヨンスプリング310及び四角枠型運動フレーム300を備える第1支持部により、第1方向(X方向)に揺動運動自在に支持される。第1トーシヨンスプリング310は、曲がりくねったメンダスプリング構造により形成されることが望ましい。

【0050】

第1支持部は、第2トーシヨンスプリング410及び四角枠型固定フレーム400を備える第2支持部により、第1方向と直交する方向である第2方向(Y方向)に揺動運動自在に支持される。従って、ステージ200は、第1支持部及び第2支持部により、二軸方向へ運動自在に支持される。

【0051】

さらに具体的に説明すれば、ステージ200が第2方向に形成された2つの第1トーシヨンスプリング310により、四角枠型運動フレーム300に連結されている。従って、四角枠型運動フレーム300は、第1トーシヨンスプリング310を中心に揺動運動自在に支持される。

【0052】

四角枠型運動フレーム300は、第1トーシヨンスプリング310がその中央に連結され、第1方向に平行な2つの第1部分300Xと、後述する第2トーシヨンスプリング410がその中央に連結され、第2方向に平行な第2部分300Yと、を具備する。四角枠型運動フレーム300の周囲には、これを取り囲み、第1方向に延びる第1部分(第4部分)400Xと第2方向に延びる第2部分(第3部分)400Yとを備えた四角枠型固定フレーム400が設けられる。固定フレーム400と運動フレーム300は、それぞれの第2部分300Y、400Y間の中央に位置する前述した第2トーシヨンスプリング410に連結される。第2トーシヨンスプリング410は、第1方向に延びる。従って、運動フレーム300は、第2トーシヨンスプリング410を中心に揺動運動自在に支持される。

【0053】

ステージ200の揺動運動を発生させるステージ駆動部は、ステージ200の外側に形成された第1駆動くし型電極220及び運動フレーム300から第1駆動くし型電極220と互い違いに延びた第1固定くし型電極320を具備する。これらのくし型電極220、320は、垂直に形成される。

【0054】

第1固定くし型電極320は、第1駆動くし型電極220よりも低く形成された第5固

10

20

30

40

50

定くし型電極 3 2 1 と、第 5 固定くし型電極 3 2 1 上に形成された絶縁層 3 2 2 と、絶縁層 3 2 2 上で第 1 駆動くし型電極 2 2 0 の下部面よりも高く形成された第 6 固定くし型電極 3 2 3 と、を具備する。第 6 固定くし型電極 3 2 3 の上部面は、第 1 駆動くし型電極 2 2 0 の上部面より低く形成される。第 5 固定くし型電極 3 2 1 及び第 6 固定くし型電極 3 2 3 には、同じ電圧が印加される。

【 0 0 5 5 】

一方、運動フレーム 3 0 0 と固定フレーム 4 0 0 との間に、第 1 支持部駆動部が設けられる。第 2 トーションスプリング 4 1 0 の両側に、運動フレーム 3 0 0 の第 2 部分 3 0 0 Y から、これに対向する固定フレーム 4 0 0 の第 2 部分 4 0 0 Y 側に延長された第 1 延長部材 3 3 0 が形成されている。第 1 延長部材 3 3 0 には、第 2 駆動くし型電極 3 4 0 が形成されている。また、第 1 延長部材 3 3 0 に対応するように第 2 延長部材 4 4 0 が固定フレーム 4 0 0 から延びて形成されている。第 2 延長部材 4 4 0 の第 1 延長部材 3 3 0 と対向する側面に、第 2 駆動くし型電極 3 4 0 と対応するように形成された第 2 固定くし型電極 4 5 0 が形成されている。これらのくし型電極 3 4 0 , 4 5 0 は、図 1 1 で分かるように、交互に配置されている。

10

【 0 0 5 6 】

第 2 固定くし型電極 4 5 0 は、第 2 駆動くし型電極 3 4 0 よりも低く形成された第 3 固定くし型電極 4 5 1 と、第 3 固定くし型電極 4 5 1 上に形成された絶縁層 4 5 2 と、絶縁層 4 5 2 上で第 2 駆動くし型電極 3 4 0 の下部面よりも高く形成された第 4 固定くし型電極 4 5 3 と、を具備する。第 4 固定くし型電極 4 5 3 の上部面は、第 2 駆動くし型電極 3 4 0 の上部面よりも低く形成される。第 3 固定くし型電極 4 5 1 及び第 4 固定くし型電極 4 5 3 には、同じ電圧が印加される。

20

【 0 0 5 7 】

ステージ 2 0 0、第 1 トーションスプリング 3 1 0、第 2 トーションスプリング 4 1 0、第 1 駆動くし型電極 2 2 0、第 2 駆動くし型電極 3 4 0、第 1 延長部材 3 3 0、第 6 固定くし型電極 3 2 3、及び第 4 固定くし型電極 4 5 3 は、1 枚の S O I 基板で上部導電層として形成され、第 5 固定くし型電極 3 2 1 及び第 3 固定くし型電極 4 5 1 は、S O I 基板で下部導電層として形成されうる。S O I 基板は、ドーピングされたポリシリコン層と、ポリシリコン層間の絶縁層、例えば、 $S i O_2$ 層とから形成されている。

【 0 0 5 8 】

上記のような第 3 の実施の形態による二軸アクチュエータは、平面ディスプレイ適用時に、ステージ駆動部は、水平走査に使われ、第 1 支持部駆動部は、垂直走査に使われうる。本発明の特徴部である複層として形成された固定くし型電極を具備する駆動部は、垂直走査では、線形性向上に寄与でき、水平走査でも、向上した駆動力でもって駆動角度の向上に寄与できる。

30

【 0 0 5 9 】

なお、本発明の第 3 の実施の形態によるアクチュエータの作用は、実質的に第 1 の実施の形態のアクチュエータと同一なので、詳細な説明は省略する。

【 0 0 6 0 】

また、第 3 の実施の形態では、第 1 の実施の形態のアクチュエータと類似した構造の二軸アクチュエータを用いた。しかしながら、第 2 の実施の形態と類似した構造が用いられることもできる。本発明の第 4 の実施の形態では、第 2 駆動くし型電極は、第 2 固定くし型電極よりも高く形成された第 3 駆動くし型電極と、第 3 駆動くし型電極の下部面に形成された絶縁層と、絶縁層の下部面に第 2 固定くし型電極の上部面よりも低く形成された第 4 駆動くし型電極と、を具備する。また、第 1 駆動くし型電極は、第 1 固定くし型電極よりも高く形成された第 5 駆動くし型電極と、第 5 駆動くし型電極の下部面に形成された絶縁層と、絶縁層の下部面に第 1 固定くし型電極の上部面よりも低く形成された第 6 駆動くし型電極と、を具備する。

40

【 0 0 6 1 】

このとき、第 3 駆動くし型電極及び第 5 駆動くし型電極は、S O I 基板の上部導電層か

50

ら製造され、第1固定くし型電極、第2固定くし型電極、第4駆動くし型電極、及び第6駆動くし型電極は、下部導電層から製造される。なお、上述した点を除けば、本実施の形態におけるアクチュエータは、第3の実施の形態におけるアクチュエータと同様であるため詳細な説明は省略する。

【0062】

以上で説明した内容を介し、当業者ならば、本発明の技術思想を外れない範囲で多様な変更及び修正が可能であるということが分かるであろう。従って、本考案の技術的範囲は、明細書の詳細な説明に記載された内容により限定されるものではなく、特許請求の範囲により定められるものである。

【産業上の利用可能性】

10

【0063】

本発明の垂直くし型電極を具備したアクチュエータは、例えば、大型ディスプレイ関連の技術分野に効果的に適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0064】

【図1】一般的な垂直型アクチュエータの平面図である。

【図2】図1のII-II線に沿った断面図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態によるアクチュエータの概略的な斜視図である。

【図4】図3に示すアクチュエータの平面図である。

【図5】図4のV-V線に沿った断面図である。

20

【図6】駆動くし型電極と固定くし型電極との間のギャップによる駆動力を示したグラフである。

【図7A】一般的なアクチュエータに300Vの駆動電圧を印加したとき、駆動電極及び固定電極間の電場を示した図である。

【図7B】一般的なアクチュエータに300Vの駆動電圧を印加したとき、駆動電極及び固定電極間の電場を示した図である。

【図7C】本発明の第1の実施の形態によるアクチュエータに300Vの駆動電圧を印加したとき、駆動電極と固定電極との間の電場を示した図面である。

【図8A】本発明の第1の実施の形態によるアクチュエータの製造方法を段階別に示す断面図である。

30

【図8B】本発明の第1の実施の形態によるアクチュエータの製造方法を段階別に示す断面図である。

【図8C】本発明の第1の実施の形態によるアクチュエータの製造方法を段階別に示す断面図である。

【図8D】本発明の第1の実施の形態によるアクチュエータの製造方法を段階別に示す断面図である。

【図8E】本発明の第1の実施の形態によるアクチュエータの製造方法を段階別に示す断面図である。

【図8F】本発明の第1の実施の形態によるアクチュエータの製造方法を段階別に示す断面図である。

40

【図8G】本発明の第1の実施の形態によるアクチュエータの製造方法を段階別に示す断面図である。

【図8H】本発明の第1の実施の形態によるアクチュエータの製造方法を段階別に示す断面図である。

【図8I】本発明の第1の実施の形態によるアクチュエータの製造方法を段階別に示す断面図である。

【図9】本発明の第2の実施の形態によるアクチュエータの概略的な断面図である。

【図10】本発明の第3の実施の形態によるアクチュエータの概略的な斜視図である。

【図11】図10に示すアクチュエータの平面図である。

【図12】図11のXII-XII線に沿った断面図である。

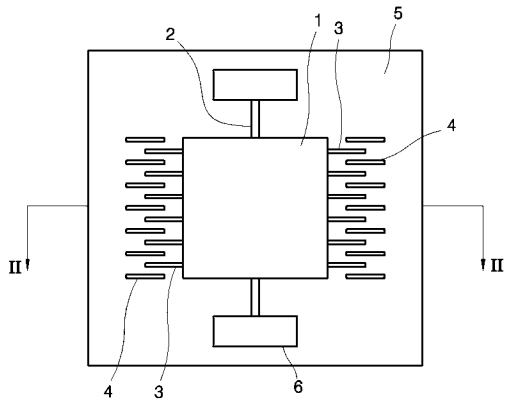
50

【符号の説明】

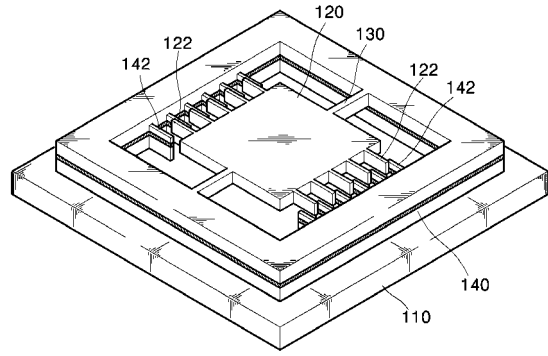
【0065】

| | | |
|------------------|---------------|----|
| 1, 120, 200 | ステージ、 | |
| 2, 130 | トーシヨンスプリング、 | |
| 3, 122 | 駆動くし型電極、 | |
| 4, 142 | 固定くし型電極、 | |
| 5, 110, 210, 500 | 基板、 | |
| 6 | アンカ、 | |
| 112 | 空間、 | |
| 140 | 固定フレーム、 | 10 |
| 143, 320 | 第1固定くし型電極、 | |
| 144, 322, 452 | 絶縁層、 | |
| 145, 450 | 第2固定くし型電極、 | |
| 220 | 第1駆動くし型電極、 | |
| 300 | 運動フレーム、 | |
| 300X, 400X | 第1部分、 | |
| 300Y, 400Y | 第2部分、 | |
| 310 | 第1トーシヨンスプリング、 | |
| 321 | 第5固定くし型電極、 | |
| 323 | 第6固定くし型電極、 | 20 |
| 330 | 第1延長部材、 | |
| 340 | 第2駆動くし型電極、 | |
| 400 | 固定フレーム、 | |
| 410 | 第2トーシヨンスプリング、 | |
| 440 | 第2延長部材、 | |
| 451 | 第3固定くし型電極、 | |
| 453 | 第4固定くし型電極、 | |
| 501 | 第1シリコン層、 | |
| 502 | SiO絶縁層、 | |
| 503 | 第2シリコン層、 | 30 |
| 504 | フォトレジストマスク、 | |
| 506 | 第1マスク、 | |
| 507 | 第2マスク、 | |
| Vd_1, Vd_2 | 所定電圧、 | |
| Vg | グラウンド電圧、 | |
| $W1, W3$ | 固定フレーム部分、 | |
| $W2$ | 第1固定くし型電極部分、 | |
| $W4$ | 第2固定くし型電極部分、 | |
| $W5$ | 駆動くし型電極部分。 | |

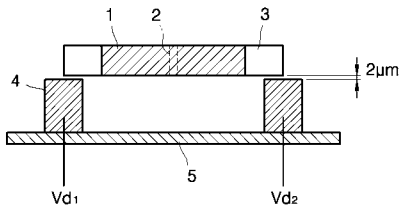
【図1】



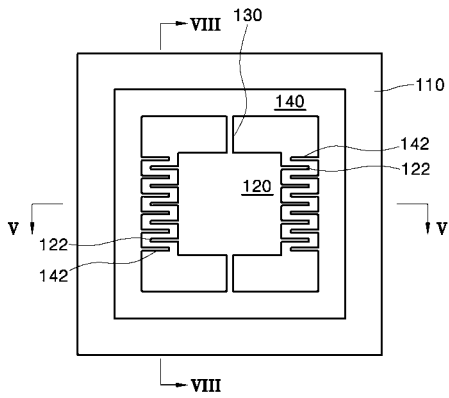
【図3】



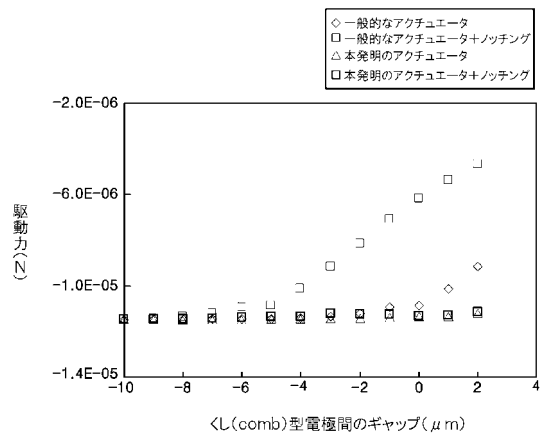
【図2】



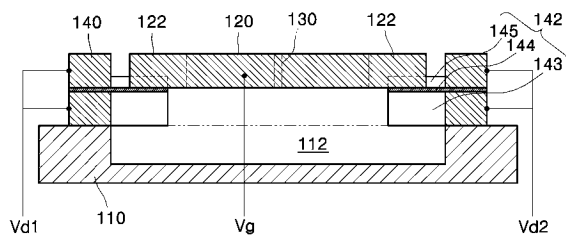
【図4】



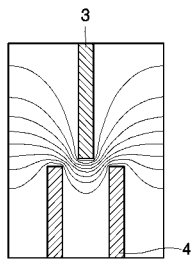
【図6】



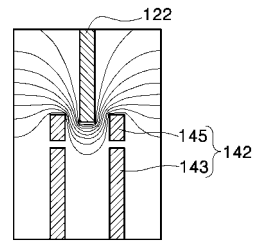
【図5】



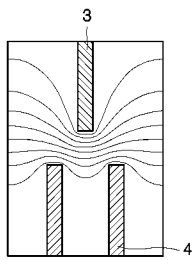
【図7A】



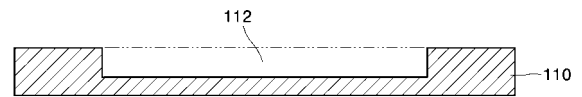
【図7C】



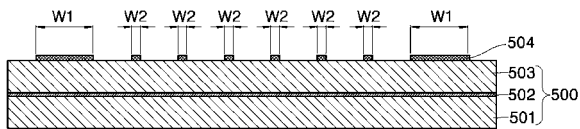
【図7B】



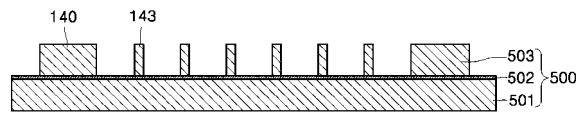
【図8A】



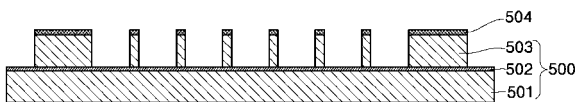
【図8B】



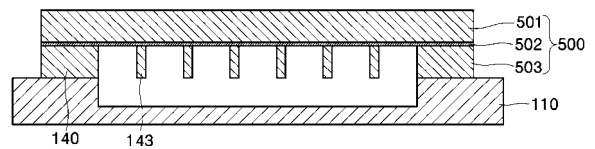
【図8D】



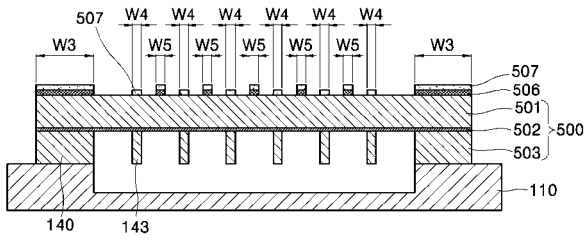
【図8C】



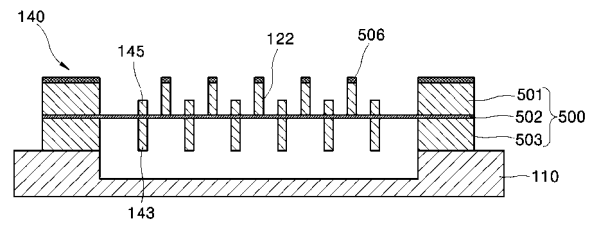
【図8E】



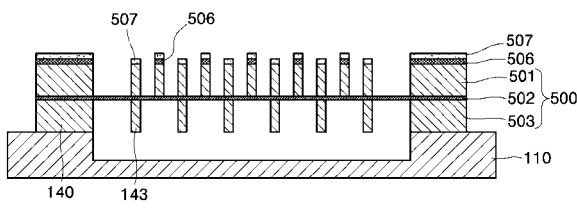
【図 8 F】



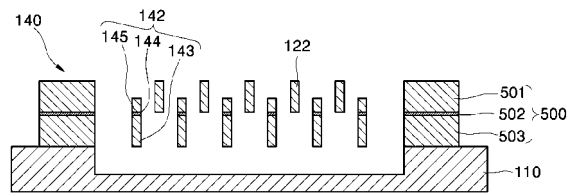
【図 8 H】



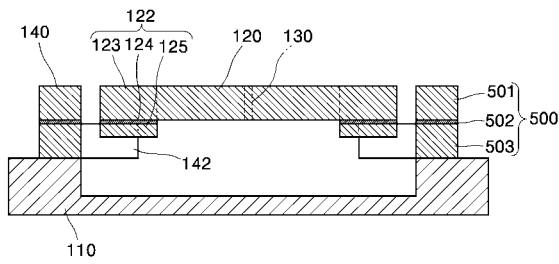
【図 8 G】



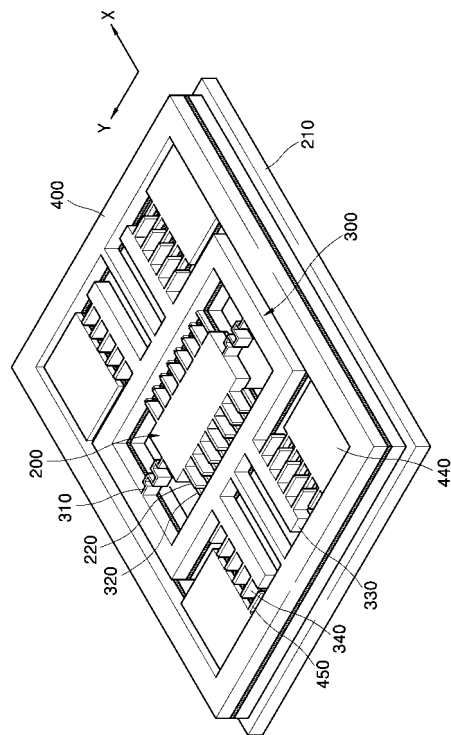
【図 8 I】



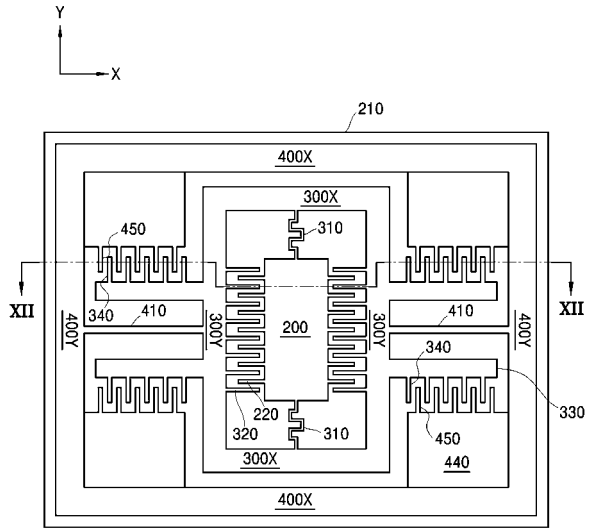
【図 9】



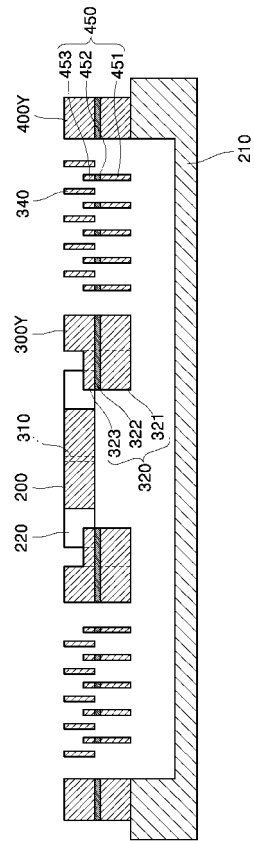
【図 10】



【 1 1 】



【 1 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 高 泳 哲

大韓民国京畿道龍仁市器興区貢税洞633番地 碧山アパート104棟1401号

(72)発明者 趙 鎮 佑

大韓民国京畿道城南市盆唐区二梅洞100番地 三星アパート1005棟902号

審査官 齋藤 健児

(56)参考文献 特開2004-13099(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02N 1/00

B81B 3/00

G02B 26/08

G02B 26/10