

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4143066号
(P4143066)

(45) 発行日 平成20年9月3日(2008.9.3)

(24) 登録日 平成20年6月20日(2008.6.20)

(51) Int. Cl.		F I	
HO 1 H 61/00	(2006.01)	HO 1 H 61/00	Z
B 8 1 B 3/00	(2006.01)	B 8 1 B 3/00	
HO 1 H 37/54	(2006.01)	HO 1 H 37/54	C
HO 1 H 61/01	(2006.01)	HO 1 H 61/01	D
		HO 1 H 61/01	G

請求項の数 14 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2004-529474 (P2004-529474)	(73) 特許権者	591003943 インテル・コーポレーション アメリカ合衆国 95052 カリフォル ニア州・サンタクララ・ミッション カレ ッジ ブレーバード・2200
(86) (22) 出願日	平成15年8月13日(2003.8.13)	(74) 代理人	100104156 弁理士 龍華 明裕
(65) 公表番号	特表2005-536031 (P2005-536031A)	(72) 発明者	マーチン アメリカ合衆国、95129 カリフォル ニア州、サンノゼ、ブレントウッド ドラ イブ 919
(43) 公表日	平成17年11月24日(2005.11.24)		
(86) 国際出願番号	PCT/US2003/025632		
(87) 国際公開番号	W02004/017351		
(87) 国際公開日	平成16年2月26日(2004.2.26)		
審査請求日	平成17年2月16日(2005.2.16)		
(31) 優先権主張番号	10/218, 290		
(32) 優先日	平成14年8月14日(2002.8.14)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
		審査官	横溝 顕範

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電熱作動を使用する座屈梁双安定マイクロ電子機械スイッチ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

マイクロ電子機械システム(MEMS)スイッチであって、

第1側面および第2側面を有し、両端において複数のアンカーに固定され、圧縮応力の下で座屈する梁と、

少なくとも一対の電氣的に絶縁された複数のコンタクトを含む伝送路と、

内部に電流が通過する際に前記梁の前記第1側面に力を加えることによって、前記梁が前記複数のコンタクトを電氣的に接続し、前記梁が前記伝送路の中の前記複数のコンタクトを電氣的に接続している場合、前記梁と接触しない、第1電熱アクチュエータと、

内部に電流が通過する際に前記梁の前記第2側面に力を加える第2電熱アクチュエータと、

を備え、

前記梁が前記伝送路中の前記複数のコンタクトを電氣的に接続している場合、前記第2電熱アクチュエータを作動させる電流が前記第2電熱アクチュエータを通過していない限り前記第2電熱アクチュエータが前記梁と接触しない、MEMSスイッチ。

【請求項 2】

コンタクトを含む伝送路を更に備え、

前記第1電熱アクチュエータは前記梁の前記第1側面に、前記コンタクトの方向に力を加えて、前記梁と前記コンタクトとを電氣的に接続し、

前記第2電熱アクチュエータは前記梁の前記第2側面に、前記コンタクトから離間する

10

20

方向に力を加えて、前記梁と前記コンタクトとを電氣的に離間させる、

請求項 1 に記載の MEMS スイッチ。

【請求項 3】

前記第 1 電熱アクチュエータが前記梁の前記第 1 側面と接触する第 1 突起部を備え、前記第 2 電熱アクチュエータが前記梁の前記第 2 側面と接触する第 2 突起部を備える、請求項 1 に記載の MEMS スイッチ。

【請求項 4】

前記第 2 電熱アクチュエータの内部に電流が通過する際に、前記第 2 電熱アクチュエータが変形して前記梁の前記第 2 側面に力を加えることによって、前記第 2 電熱アクチュエータが前記複数のコンタクトから前記梁を離間させる、請求項 1 に記載の MEMS スイッチ。

10

【請求項 5】

前記梁が円弧状である、請求項 1 に記載の MEMS スイッチ。

【請求項 6】

コンタクトを含む伝送路を更に備え、

前記第 1 電熱アクチュエータが、前記梁を座屈させ、前記梁を逆向きの円弧を形成するように湾曲させて前記梁を前記コンタクトに電氣的に接続し、

前記第 2 電熱アクチュエータが、前記梁の円弧を元に戻して、前記梁と前記コンタクトとを電氣的に離間させる

請求項 5 に記載の MEMS スイッチ。

20

【請求項 7】

前記第 1 電熱アクチュエータが力を前記梁に加えた際に前記梁が座屈する、請求項 1 に記載の MEMS スイッチ。

【請求項 8】

前記第 1 および第 2 電熱アクチュエータのそれぞれが、高熱膨張導体および低熱膨張誘電体を備える、請求項 1 に記載の MEMS スイッチ。

【請求項 9】

前記第 1 電熱アクチュエータおよび前記第 2 電熱アクチュエータのそれぞれが、その相対する両端において複数のアンカーに固定される、請求項 8 に記載の MEMS スイッチ。

【請求項 10】

30

前記第 1 電熱アクチュエータを電流が通過する際に前記第 1 電熱アクチュエータが変形し、前記第 2 電熱アクチュエータを電流が通過する際に前記第 2 電熱アクチュエータが変形する、請求項 9 に記載の MEMS スイッチ。

【請求項 11】

前記梁が、導電体で覆われる誘電体を備える、請求項 1 に記載の MEMS スイッチ。

【請求項 12】

マイクロ電子機械 (MEMS) スイッチであって、

第 1 側面および第 2 側面を有し、両端において複数のアンカーに固定され、圧縮応力の下で座屈する梁と、

少なくとも一対の電氣的に絶縁された複数のコンタクトを含む伝送路と、

40

両端が複数のアンカーに固定され、高熱膨張導体および低熱膨張誘電体を含む第 1 電熱アクチュエータであって、内部に電流が通過する際に前記梁の前記第 1 側面に力を加えることによって、前記梁が前記複数のコンタクトを電氣的に接続し、前記梁が前記伝送路の中の前記複数のコンタクトを電氣的に接続している場合、前記梁と接触しない、第 1 電熱アクチュエータと、

両端が複数のアンカーに固定され、高熱膨張導体および 1 つの低熱膨張誘電体を含む第 2 電熱アクチュエータであって、内部に電流が通過する際に前記梁の前記第 2 側面に力を加えることを目的として変形する第 2 電熱アクチュエータと、

を備え、

前記第 1 電熱アクチュエータ内を電流が通過する際に前記第 1 電熱アクチュエータが前

50

記複数のコンタクトに前記梁を接続し、前記第2電熱アクチュエータ内を電流が通過する際に、前記第2電熱アクチュエータが前記複数のコンタクトから前記梁を離間させ、

前記梁が伝送路中の複数のコンタクトを電氣的に接続している場合、電流が前記第2電熱アクチュエータの中を通過していない限り前記第2電熱アクチュエータが前記梁と接触しない、

MEMSスイッチ。

【請求項13】

通信システムであって、

第1側面および第2側面を含み、両端において複数のアンカーに固定され、圧縮応力の下で座屈する梁と、少なくとも一対の電氣的に絶縁された複数のコンタクトを含む伝送路と、内部に電流が通過する際に前記梁の前記第1側面に力を加えることによって、前記梁が前記複数のコンタクトを電氣的に接続し、前記梁が前記伝送路の中の前記複数のコンタクトを電氣的に接続している場合、前記梁と接触しない第1電熱アクチュエータと、内部に電流が通過する際に前記梁の前記第2側面に力を加える第2電熱アクチュエータとを備える第1MEMSスイッチと、

10

第1側面および第2側面を含み、両端において複数のアンカーに固定され、圧縮応力の下で座屈する梁と、少なくとも一対の電氣的に絶縁された複数のコンタクトを含む伝送路と、内部に電流が通過する際に前記梁の前記第1側面に力を加えることによって、前記梁が前記複数のコンタクトを電氣的に接続し、前記梁が前記伝送路の中の前記複数のコンタクトを電氣的に接続している場合、前記梁と接触しない第1電熱アクチュエータと、内部に電流が通過する際に前記梁の前記第2側面に力を加える第2電熱アクチュエータとを備える第2MEMSスイッチと、

20

選択的に前記第1および前記第2MEMSスイッチを起動することを目的として、前記第1および第2電熱アクチュエータに電氣的に接続される電圧源コントローラと、

を備え、

前記第1MEMSスイッチおよび前記第2MEMSスイッチの前記梁が前記伝送路中の前記複数のコンタクトを電氣的に接続している場合、前記第2電熱アクチュエータを作動させる電流が前記第2電熱アクチュエータを通過していない限り前記第2電熱アクチュエータが前記梁と接触しない、通信システム。

【請求項14】

30

前記第1および第2MEMSスイッチがアンテナと電氣的に接続され、前記第1MEMSスイッチが、前記アンテナによって受信された第1信号を受信し処理する受信機エレクトロニクスに電氣的に接続され、前記第2MEMSスイッチが、前記アンテナによって送信される第2信号を生成する送信機エレクトロニクスに電氣的に接続される、請求項13に記載の通信システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

1つのマイクロ電子機械システム(MEMS)スイッチ、より詳細には、低い作動電圧によって作動される1つのMEMSスイッチ。

40

【背景技術】

【0002】

1つのマイクロ電子機械システム(MEMS)は、微細加工技術を使用して、機械的・電氣的な複数の要素を1つの共通基板上に統合する1つのマイクロデバイスである。通常、複数の電氣的な要素は、周知の複数の集積回路製作技術を使用して形成される。複数の機械的な要素は、リソグラフィおよびマイクロマシニングを行なうための他の関連する複数の工程を使用して通常は製作され、1つの基板(例えばシリコンウエハ)の複数の部分がエッチングによって選択的に除去されるか、若しくは、新たな複数の材料および複数の構造層が加えられる。複数のMEMSデバイスは、複数のアクチュエータ、複数のセンサ、複数のスイッチ、複数の加速度計および複数のモジュレータを含む。なお、本出願

50

の国際調査、又は対応米国出願の米国での審査において、下記の文献が発見されている。

【特許文献 1】米国特許第 6 3 1 0 4 1 9 号明細書

【特許文献 2】米国特許第 6 4 0 7 4 7 8 号明細書

【特許文献 3】国際公開第 9 9 / 1 6 0 9 6 号パンフレット

【非特許文献 1】Qiu, Jin., et al., "A Centrally-Clamped Parallel-Beam Bistable MEMS Mechanism", IEEE 2001, 352-356.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

MEMSスイッチ（即ち、複数のコンタクト、複数のリレー、複数の分流器等）は従来の複数の半導体素子（例えば、複数の電界効果トランジスタ（FET）スイッチ）に対して、優れた電力効率、低い挿入損および優れた絶縁性を備えると言った、複数の固有の利点を有する。しかしながら、複数のMEMSスイッチは、半導体スイッチより一般にはるかに遅い。この限界によって、複数の高速無線通信デバイスにおける送受信間の1つのアンテナの切り替えのような、サブマイクロ秒のスイッチングが必要とされる特定の技術に複数のMEMSスイッチを適用する事が妨げられる。

10

【0004】

複数のMEMSスイッチが、その比較的低い挿入損のために極めて重要な分野として、アンテナに対する複数の適用が挙げられよう。このような適用の1つは、複数の無線通信デバイスにおいて複数のアンテナを切り替える事に関する高性能アンテナに対する適用である。高性能アンテナ切り替えに対する適用は、典型的には、システムに依存して、数ミリ秒から数秒に及ぶ複数の速度の切り替えを必要とする。

20

【0005】

1つの種類の従来のMEMSスイッチは、電熱的に撓むか座屈する1つの「梁」と称される1つの接続部材を備える。座屈した梁は、1つ以上の電気コンタクトと接触し、該コンタクトとの間の1つの電氣的な接続を確立する。

【0006】

図1および図1Aは、電熱的に座屈する1つの梁12を備える従来のMEMSスイッチ10を示す。梁12は、1つの高熱膨張導体14および1つの低熱膨張誘電体16から製作される。導体14および誘電体16は、複数のアンカー18A、18Bによって相対する両端に固定される。

30

【0007】

図1Aに、MEMSスイッチ10の起動が示される。1つの電圧が梁12の両端に印加され、梁12内を電流が通過し、この電流の大半が低抵抗導体14を通過する。電流が梁12内を通過する際（図1Aにおける複数の矢印Aによって示される）、抵抗によって梁12内に熱が発生し、これによって梁12は熱的に膨張する。導体14と誘電体16との熱膨張の大きな差異によって、梁12は導体14の方向に外側に座屈する。梁12が座屈すると、梁12にマウントされる1つのコンタクト・スタッド20が複数のコンタクト22A、22Bと接触し、複数の信号（図1Aにおける複数の矢印Bによって示される）が複数のコンタクト22A、22B間を通過する事が可能になる。

40

【0008】

1つの電熱的に座屈した梁を使用する1つの利点は、スイッチの作動の際に比較的低い作動電圧しか必要としないという事である。しかしながら、MEMSスイッチが作動中の位置にある場合、梁における抵抗熱を維持するために電力が連続的に消費される。

【0009】

図2は、相対する両端において複数のアンカー34A、34Bに固定される1つの梁32を備える他の従来のMEMSスイッチ30を示す。梁32は、梁32が圧縮応力を加えられた状態で複数のアンカー34A、34Bに固定される。圧縮応力によって梁32は座屈する。MEMSスイッチ30が適切に動作するために、梁32は座屈した1つの状態に維持される必要がある。

50

【 0 0 1 0 】

1つの側面の作動電極36は梁32に隣接して位置し、圧縮応力によって座屈しなかった場合に梁32が位置するであろう位置を占める。梁32のこの位置は中立位置と称され、図2において線38によって示される。中立点に向かって上側または下側に梁32を引き上げるか引き下ろす静電力を生成するために、1つの電圧が側面の作動電極36に印加される。梁32は自身の慣性によって中立点を越えて反対側へ移動し、梁32が複数のコンタクト(図示されない)と接触し、複数の信号が複数のコンタクト間を通過出来るように成される。

【 0 0 1 1 】

梁32が上側または下側の位置にある場合に、MEMSスイッチ30は梁32の位置を維持するために如何なる電力をも必要としない。MEMSスイッチ30に関する1つの欠点は、特に1つの座屈した梁を動かすために静電作動が用いられる場合、一般に静電力による作動の際に大きな作動電力が必要となるという事である。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 2 】

以下の詳細な説明において、若干の実施形態を添付の複数の図面に対して参照が成される。これらの複数の実施形態は、当業者が本発明を実施し得るために十分に詳細に記載されている。他の複数の実施形態を使用する事が出来、そして、本発明の範囲内において、構造的、論理的および電氣的な修正が成され得る。

【 0 0 1 3 】

1つの梁52、1つの第1電熱アクチュエータ54および1つの第2電熱アクチュエータ56を備える1つのマイクロ電子機械システム(MEMS)スイッチ50が、図3A、図3B、図3Cおよび図3Dにおいて示される。梁52は、1つの第1側面58および1つの第2側面60を備える。

【 0 0 1 4 】

第1電熱アクチュエータ54は、第1電熱アクチュエータ54内を電流が通過する際に梁52の第1側面58に1つの力を加える1つの第1スタッド62を備える。更に、第2電熱アクチュエータ56は、第1電熱アクチュエータ54内を電流が通過する際に梁52の第2側面60に1つの力を加える1つの第2スタッド64を備える。複数のアクチュエータ54、56は複数のボンド・パッドあるいは他の従来的手段によって1つの回路に接続されて良い。該回路によってアクチュエータ54、56へ電流が供給されるように成される。

【 0 0 1 5 】

幾つかの実施形態において、MEMSスイッチ50は、少なくとも一対の電氣的に絶縁された複数のコンタクト67A、67Bを有する1つの伝送路66を更に備える。複数のコンタクト67A、67Bは、複数のボンド・パッドあるいは他の従来的手段によって1つの回路に接続されて良い。第1電熱アクチュエータ54が複数のコンタクト67A、67Bに対して梁52を移動するために梁52に1つの力を加えた後に、梁52は複数のコンタクト67A、67Bを電氣的に接続する。第2電熱アクチュエータ56を電流が通過する際、複数のコンタクト67A、67Bから梁52を離間させるために、第2電熱アクチュエータ56は梁52に1つの力を加える。

【 0 0 1 6 】

図3A、図3B、図3Cおよび図3Dにおいて示された複数の実施形態において、梁52はその相対する両端において複数のアンカー68A、68Bで固定される。梁52が座屈した状態となるように、梁52は圧縮応力が加えられた状態にある。

【 0 0 1 7 】

図3Aは、オフ状態であり且つ何れのアクチュエータ54、56にも作動電圧が印加されていない場合のMEMSスイッチ50を示す。図3Bに示されるように、MEMSスイッチ50は、第1電熱アクチュエータ54に1つの作動電圧を印加することによりオン状態とされる。作動電圧によってアクチュエータ54内に電流が発生し、これによってアク

10

20

30

40

50

チュエータ 5 4 内に抵抗による熱が発生する。

【 0 0 1 8 】

第 1 電熱アクチュエータ 5 4 はその相対する両端において複数のアンカー 6 9 A、6 9 B によって固定され、幾つかの実施形態において、1 つの高熱膨張導体 7 0 および 1 つの低熱膨張誘電体 7 1 から構成される。抵抗による熱が発生すると、導体 7 0 と誘電体 7 1 の間の熱膨張の差によって、第 1 電熱アクチュエータ 5 4 が導体 7 0 の側に外側に座屈する。

【 0 0 1 9 】

第 1 電熱アクチュエータ 5 4 が座屈すると、梁 5 2 に 1 つの力が加えられ、これは梁 5 2 をその中立点に向かって移動させるのに十分である。圧縮応力によって梁 5 2 が座屈していなかった場合に梁 5 2 が占めるであろう位置を中立点と称し、図 3 B において線 7 2 によって示される。梁 5 2 の慣性によって、梁 5 2 は中立点を越えて反対側へと移動し、梁 5 2 は複数のコンタクト 6 7 A、6 7 B を接続し、複数の信号が複数のコンタクト 6 7 A、6 7 B 間を通過出来る様にする。幾つかの実施形態において、第 1 電熱アクチュエータ 5 4 は梁 5 2 と継続的に接触し、他の複数の実施形態においては、梁 5 2 が中立点を通過する時点まで第 1 電熱アクチュエータ 5 4 が梁 5 2 と接触する。

【 0 0 2 0 】

図 3 C は、オン状態であり且つ何れのアクチュエータ 5 4、5 6 にも作動電圧が印加されていない場合の MEMS スイッチ 5 0 を示す。図 3 D に示されるように、MEMS スイッチ 5 0 は、第 2 電熱アクチュエータ 5 6 に 1 つの作動電圧を印加することによりオフ状態とされる。作動電圧によってアクチュエータ 5 6 内に電流が発生し、これによってアクチュエータ 5 6 内に抵抗による熱が発生する。

【 0 0 2 1 】

第 2 電熱アクチュエータ 5 6 はその相対する両端において複数のアンカー 7 9 A、7 9 B によって固定され、1 つの高熱膨張導体 8 0 および 1 つの低熱膨張誘電体 8 1 から同様に構成される。抵抗による熱が発生すると、導体 8 0 と誘電体 8 1 の間の熱膨張の差によって第 1 電熱アクチュエータ 5 4 が導体 7 0 の側に外側に座屈する。

【 0 0 2 2 】

第 2 電熱アクチュエータ 5 6 が座屈すると、梁 5 2 を複数のコンタクト 6 7 A、6 7 B から離間させてその中立点に向かって移動させるのに十分なひとつの力が梁 5 2 に加えられる。梁 5 2 の慣性によって梁 5 2 は中立点を越えて反対側へと移動し、再び MEMS スイッチ 5 0 をオン状態にする事が必要な場合に備えて梁 5 2 が第 1 電熱アクチュエータ 5 4 と接触する。

【 0 0 2 3 】

幾つかの実施形態において、第 2 電熱アクチュエータ 5 6 は梁 5 2 と継続的に接触し、他の複数の実施形態においては、梁 5 2 が中立点を通過する時点まで第 2 電熱アクチュエータ 5 6 が梁 5 2 と接触する。梁 5 2 が一度中立点を通過して移動すると、圧縮応力によって梁 5 2 が複数のコンタクト 6 7 A、6 7 B から離れる方向に外側へ座屈する。梁 5 2 が複数のコンタクト 6 7 A、6 7 B が接触している際に複数のアクチュエータ 5 4、5 6 と梁 5 2 が接触していることによって、梁 5 2 を通過して複数のコンタクト 6 7 A、6 7 B 間を伝送される複数の信号に干渉が発生し得る。

【 0 0 2 4 】

図 4 A は、リソグラフィおよびマイクロマシニングを行なうための他の関連する複数の工程を用いた梁 5 2 の製作における 1 つのリリースされていない状態の梁 5 2 を示す。複数の部分は選択的にエッチングによって除去されるか、あるいは新たな複数の材料および複数の構造層が加えられる。製作工程の一部として、梁 5 2 がアンカー 6 8 A、6 8 B によってのみ固定されるように、梁 5 2 がリリースされる。梁 5 2 を圧縮応力下に置く為に、梁 5 2 は複数のアンカー 6 8 A、6 8 B に対して外側へ膨張する。圧縮応力は梁 5 2 を座屈させるために十分である（図 4 B を参照）。座屈の臨界応力は次の通りである。

【 0 0 2 5 】

10

20

30

40

50

【数 1】

$$\sigma_{critical} = \frac{\pi^2}{3} E \left(\frac{t}{l} \right)^2$$

【0026】

ここで、 l と t は図4に示され、 E は梁52の材料に依存する。梁52は任意の材料あるいは複数の材料の組合せであって良い。梁100の一例が図5に示され、梁100はリリースされておらず、1つの導電体104で覆われている1つの誘電体102を備える。導電体104によって、梁100を備えるMEMSスイッチの操作中に梁100によって電氣的に接続されるように為される絶縁された複数のコンタクト間の信号の伝達が容易になる。

10

【0027】

MEMSスイッチ50に使用され得る他の梁110の例が、図6A、図6Bおよび図6Cに示される。梁110は、図6Aにおいてはリリースされていない状態で示され、図6Bにおいてはリリースされた状態で示される。梁110は、リリース前後で同じ円弧を描き、従ってこれは圧縮応力下には無い。梁110を備える1つのMEMSスイッチ50の操作中に、第1および第2電熱アクチュエータ54、56のうちの1つが梁110を座屈させ、1つの逆向きの円弧を形成するように湾曲する(図6Cを参照)。その後、梁110は、第1および第2アクチュエータ54、56の他方によって元の円弧に戻され、応力が加わっていない状態となる。

20

【0028】

図7Aおよび7Bは、1つの同様の梁120を示す。図7Aに示されるように、梁120がリリースされた場合に、梁120は梁110と同様の円弧形を有する。梁120は2つの細長部材121A、121Bを備え、その相対する両端においてアンカー122A、122Bに固定される。部材121Aの中央の部分は、1つのサポート123によって部材121Bの1つの中央部分に固定される。

【0029】

図8は、複数のMEMSスイッチ830、840を備える1つのMEMSベース無線通信システム800の回路図を示す。図示された実施形態において、複数のMEMSスイッチ830および840は上述されたMEMSスイッチ50と同一のものである。複数のMEMSスイッチ830、840は、従来の半導体素子(例えば複数の電界効果トランジスタ(FET)スイッチ)に対して、優れた電力効率、低い挿入損および優れた絶縁性を含む固有の複数の利点を備える。複数のMEMSスイッチ830、840は、サブマイクロ秒のスイッチングが要求されない幾つかの無線通信デバイスにおける1つのアンテナ810の送受信を切り替えるのに好適である。

30

【0030】

システム800は、1つの信号814の受信および1つの信号820の送信のために1つのアンテナ810を備える。複数のMEMSスイッチ830、840は、1つの第1分岐ワイヤ846および1つの第2分岐ワイヤ848を備える1つの分岐回路844を経由してアンテナ810と電氣的に接続される。操作中に、アンテナ810から処理のために受信信号814が受信機エレクトロニクス930に送信され得るようにし、一方で送信機エレクトロニクス940によって生成された送信信号820が送信のために送信用アンテナ810に伝送され得るようにするために、1つの電圧源コントローラ912が選択的に複数のMEMSスイッチ830および840を起動する。

40

【0031】

上述されるように、複数の梁52がそれぞれのコンタクト67A、67Bから離れる場合、複数のMEMSスイッチ830、840はオフ状態にある。複数のMEMSスイッチ830、840は、各MEMSスイッチ830、840に存在するそれぞれの第1電熱アクチュエータ54に選択的に1つの作動電圧を印加することにより独立してオン状態とな

50

る。複数の第1電熱アクチュエータ54に1つの作動電圧を印加すると、それぞれの第1電熱アクチュエータ54が座屈する。

【0032】

複数のMEMSスイッチ830、840のそれぞれに対応する第1電熱アクチュエータ54が座屈すると、梁52を座屈させるのに十分な1つの力が梁52に加えられる。梁52が座屈すると、複数のコンタクト67A、67Bが電氣的に接続され、対応する複数の信号814、820のうちの所望の1つが対応する第1または第2分岐ワイヤ846、848に沿って複数のコンタクト67A、67B間を流れる。

【0033】

複数のMEMSスイッチ830、840は、それぞれの第2電熱アクチュエータ56に選択的に1つの作動電圧を印加することによりそれぞれオフ状態とされ、第2電熱アクチュエータ56が座屈し、複数の52を座屈させて複数のコンタクト67A、67Bから離間させるのに十分な1つの力をそれぞれの梁52に加える。複数のMEMSスイッチ830、840の選択的な起動および停止を可能にするために、一実施形態において、電圧源コントローラ912は、各MEMSスイッチ830、840の複数のアクチュエータ54、56に選択的に電圧を供給するためのロジックを含んでいる。

【0034】

システム800は、MEMSスイッチ830に電氣的に接続された受信機エレクトロニクス930と、およびMEMSスイッチ840に電氣的に接続された送信機エレクトロニクス940とを更に備える。

【0035】

本願明細書に記載された複数の実施形態の複数のMEMSスイッチが、挿入損が最も重要なパラメータである所の高性能アンテナに対する複数の適用に使用されて良い。高性能アンテナに対する複数の適用は、1つの無線通信デバイス内における複数のアンテナ間の切り替えに関する。アンテナの切り替えは、信号に変化を伴う無線通信の複数の適用においてしばしば使用される。

【0036】

低作動電圧および低消費電力の複数のMEMSスイッチが望まれる複数の適用例に対する1つの潜在的な解法が、前述したMEMSスイッチによって提供された。このMEMSスイッチは、複数のコンピュータ・システム、複数の高速スイッチ、複数のリレー、複数の分流器、複数の表面弾性波スイッチ、複数のダイヤフラムおよび複数のセンサのような、複数のMEMSスイッチを備える複数の電子デバイスの開発のために複数の設計者に多くのオプションを提供する。上記の記載より、他の多くの実施形態が当業者にとって明白となるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】1つの開位置にあるスイッチを備えた1つの電熱梁を備える1つの従来のMEMSスイッチを示す。

【図1A】スイッチが1つの閉位置となるように起動した電熱梁を備える図1のMEMSスイッチを示す。

【図2】1つの静電力によって操作される1つの座屈した梁を備える他の種類の従来のMEMSスイッチを示す。

【図3A】1つのMEMSスイッチの一実施形態を示し、MEMSスイッチがオフ状態で、作動電圧がスイッチに印加されていない状態を示す。

【図3B】図3AのMEMSスイッチにおいて、MEMSスイッチがオン状態で、スイッチの1つの第1電熱アクチュエータに1つの作動電圧が印加された状態を示す。

【図3C】図3AのMEMSスイッチにおいて、MEMSスイッチがオン状態で、作動電圧がスイッチに印加されていない状態を示す。

【図3D】図3AのMEMSスイッチにおいて、MEMSスイッチがオフ状態で、スイッチの1つの第2電熱アクチュエータに1つの作動電圧が印加された状態を示す。

10

20

30

40

50

【図4A】図3A～図3DのMEMSスイッチに使用される梁において、1つのリリースされていない状態を示す。

【図4B】図4Aの梁のリリースされた状態の梁を示す。

【図5】図3A～図3Dにおいて、MEMSスイッチで使用され得る梁の他の例を示す。

【図6A】リリースされていない状態の梁を備えた図3A～図3DのMEMSスイッチにおいて使用され得る他の梁の例を示す。

【図6B】図6Aの梁において、リリースされた状態の梁を示す。

【図6C】図6Aおよび図6Bの梁において、1つの作動力によって梁が座屈した後の状態を示す。

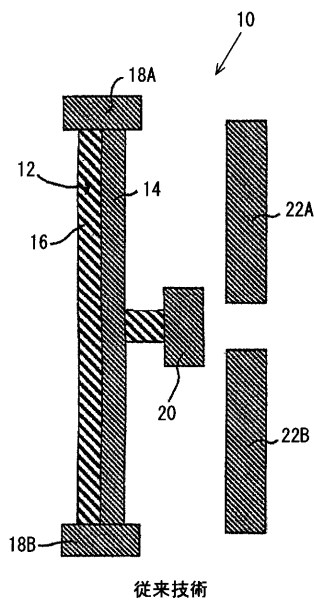
【図7A】図3A～図3DのMEMSスイッチが使用され得る他の梁の例を示す。

10

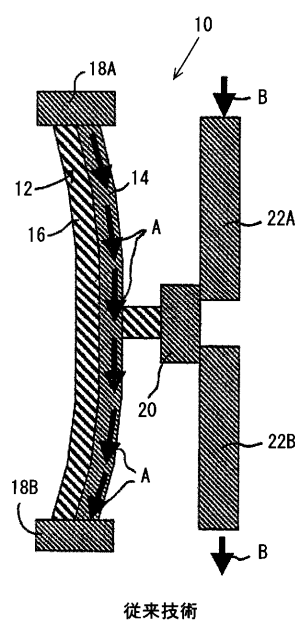
【図7B】図7Aの梁において、1つの作動力によって梁が座屈した後の状態を示す。

【図8】図3A～図3DのMEMSスイッチを無線通信に適用した一例における1つの概略回路図である。

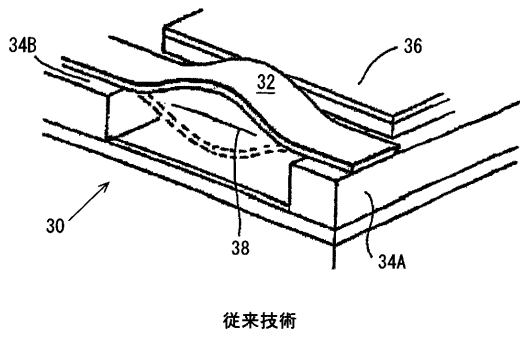
【図1】



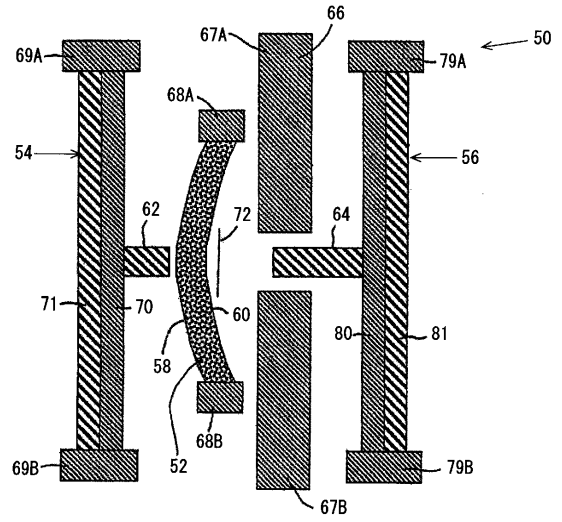
【図1A】



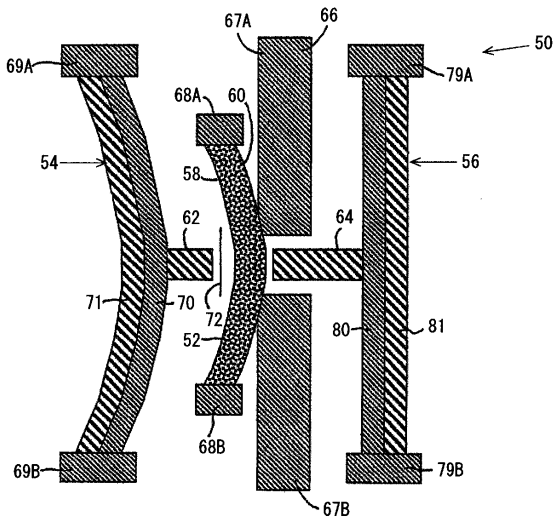
【図2】



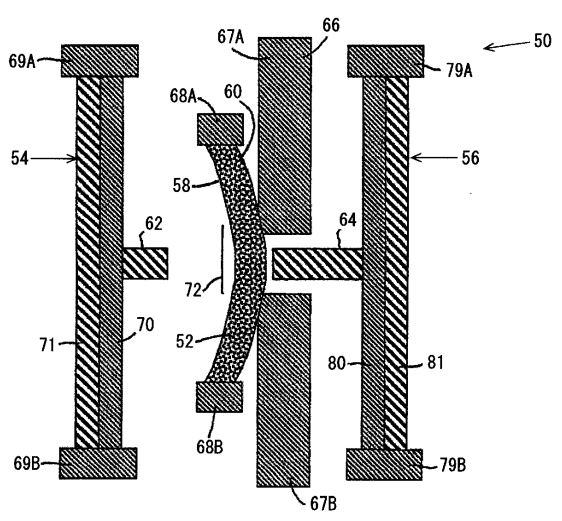
【図3A】



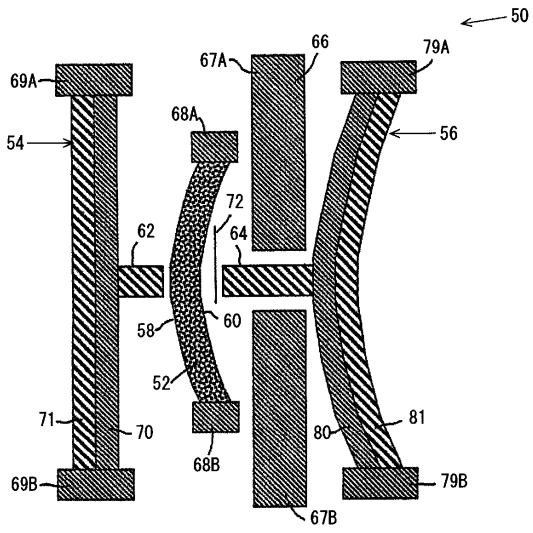
【図3B】



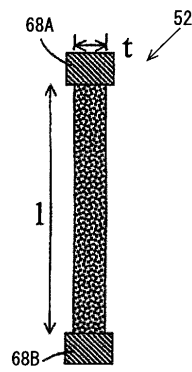
【図3C】



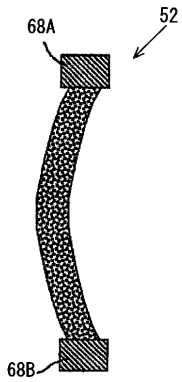
【 図 3 D 】



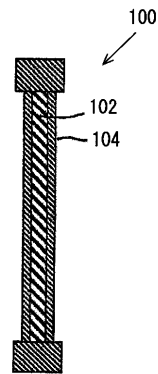
【 図 4 A 】



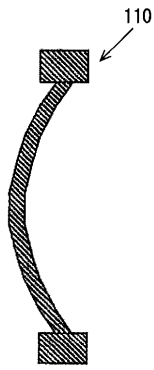
【 図 4 B 】



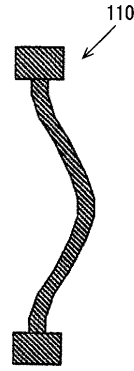
【 図 5 】



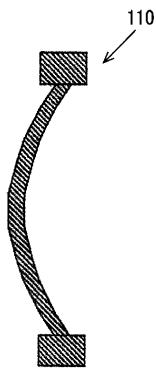
【図 6 A】



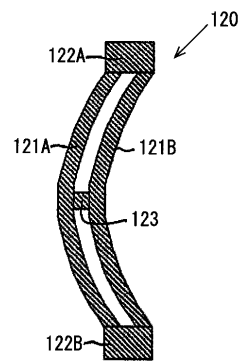
【図 6 C】



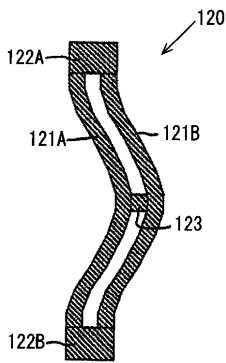
【図 6 B】



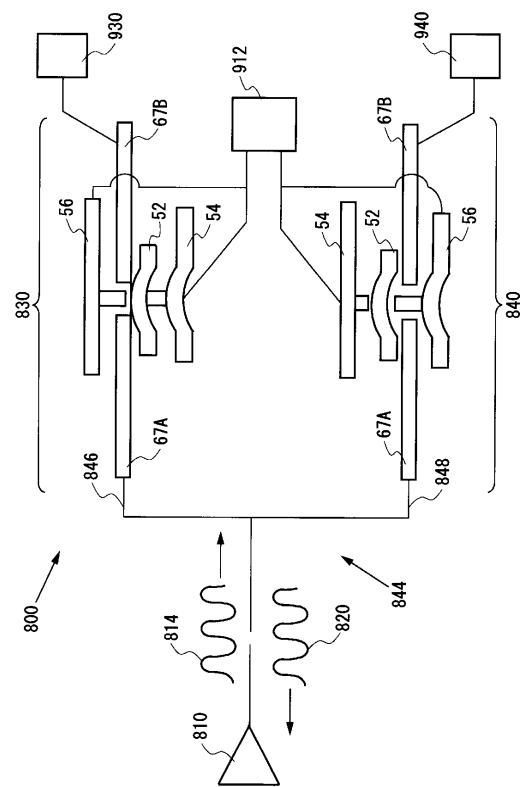
【図 7 A】



【図 7 B】



【図 8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 H 61/01 M

(56)参考文献 特開昭54-090585(JP,A)
特開昭63-073554(JP,A)
特開2000-190298(JP,A)
特表2002-509332(JP,A)
特開2004-025437(JP,A)
特開2003-062798(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01H 37/00-56

H01H 61/00-08

B81B 3/00