

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧電センサの変位量を拡大する変位量拡大方法において、
上記圧電センサに電位差を加えて該圧電センサを収縮させるステップと、
上記圧電センサの変位量を変位量拡大手段によって拡大するステップと、
上記変位量拡大手段の電極を接触させることにより、コンタクトスイッチを切り換える
ステップとを有する変位量拡大方法。

【請求項 2】

上記変位量拡大手段は、その端部にラテラル電極が設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の変位量拡大方法。

10

【請求項 3】

一方の端部に第 1 の電極を有する圧電センサと、
一方の端部が上記圧電センサに連結されたアクチュエータと、
上記第 1 の電極に対向する第 2 の電極を一方の端部に有し、上記アクチュエータの他方の端部に連結され、他方の端部において、上記圧電センサの他方の端部に弾性的に取り付けられた、上記圧電センサの変位量を拡大する変位量拡大手段とを備えるマイクロエレクトロメカニカルシステムスイッチ。

【請求項 4】

上記変位量拡大手段は、その端部にラテラル電極が設けられていることを特徴とする請求項 3 記載のマイクロエレクトロメカニカルシステムスイッチ。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧電センサを採用したマイクロエレクトロメカニカルシステムスイッチに関し、より詳しくは、圧電センサの変位量を拡大する変位量拡大方法及び変位量が拡大された圧電センサを採用した MEMS スイッチに関する。

【背景技術】

【0002】

従来のマイクロエレクトロメカニカルシステム (micro-electromechanical system: 以下、MEMS という。) スイッチは、採用されているアクチュエータによって、例えばダイナモ - 静電型 (dynamo-electrostatic)、熱膨張型 (thermal expansion type)、ダイナモ - 電磁型 (dynamo-electromagnetic type)、圧電型 (piezoelectric type) の 4 種類に分類することができ、及びスイッチング方向 (switching direction) によって、例えばパーティカルコンタクト型 (vertical contact type) 及びラテラルコンタクト型 (lateral contact type) の 2 種類に分類することができる。

30

【0003】

先ず、今日開発されている大部分のダイナモ - 静電型 MEMS スイッチは、曲面電極型 (curved surface electrode type) 又は櫛歯電極駆動型 (comb drive type) を用いる。この種の MEMS スイッチは、固定電極と、この固定電極に対して間隔を空けて配置された可動電極とに異なる極性の電圧を印加することにより、これらの 2 つの電極が接触するという原理を利用している。通常、この種のスイッチの製造は難しくはないが、駆動に少なくとも数十ボルトの電圧が必要であり、現在の RF 素子に採用するには、昇圧集積回路を追加する必要があるが、このため製造原価が高くなる。スイッチの動作速度 (travel speed) は、その構造に応じて、1 s (秒) ~ 200 s の範囲である。

40

【0004】

次に、ダイナモ - 電磁型 MEMS スイッチは、コイル構造によって磁界を作る電磁石の原理を用いている。この種のスイッチは、約 5 V の比較的低い電圧で駆動することができるが、スイッチの構造が複雑で大きくなると、その消費電力は、数百 mW にもなってしまう。

【0005】

50

熱膨張型MEMSスイッチは、固体又は液体材料の体積が、その温度上昇により膨張するという原理を用いている。この種のスイッチも約5Vの比較的低い電圧で駆動することができるが、このスイッチは、周囲の温度の影響を非常に受けやすく、その消費電力は数百mWに達することもあり、決定的には、その動作速度が余りにも遅く、数十msとなることもある。

【0006】

圧電型MEMSスイッチは、電圧が印加されると体積が膨張するという圧電材料の原理を用いている。この種のスイッチは、これまでに述べた手法のうち、最も速い動作速度、例えば100ns~1sを有し、駆動時に最も強い力を伝達することができるが、比較的低い電圧で駆動することができるが、圧電材料の歪率は、最大でも材料の長さの0.1%しかなく、MEMSスイッチの用途では、変位量(travel length)が数十nm~数百nmにしかないという短所がある。 10

【0007】

このように、駆動電圧が高いと、携帯光通信機器又は個人通信サービス用の機器に採用することが困難になり、あるいは昇圧素子(voltage-raising device)が必要になり、製造原価が高くなるという問題がある。

【0008】

消費電力が大きいと、例えば携帯通信装置(Personal communication system: 以下、PCSという。)、ラップトップコンピュータ等の携帯機器における一回の充電での動作時間が短くなる。データ通信速度が速くなると、より速い動作速度を有する部品(component)の必要性が高まる。更に、PCS、ラップトップコンピュータ、無線LAN等のRF用途においては、全ての部品を1チップに集積化する様々な研究がなされており、当業者は、実装面積が比較的小さいMEMS素子に興味を持っている。 20

【0009】

MEMSは、コンピュータと、半導体チップ上に搭載された微小な機械的な素子、例えばセンサ、弁、歯車、反射ミラー、駆動素子等とを組み合わせる技術であり、MEMSは、自動車のエアバッグ内の振動加速度計(vibration accelerator)としても用いられ、MEMS素子は、機械素子の一部が製作された非常に小さなシリコンチップ上のマイクロ回路を備える。

【0010】

MEMSの具体的な用途としては、宅配便(express parcel service)を追跡し、宅配便の集配状況を検出するGPSセンサ、飛行機の翼に設けられた小さな複数の補助翼に設置され、飛行機の翼の表面抵抗の変化によって空気の流量を検出して反応するセンサ、光信号を20nsの速度で個々の光路に切り換えることができる光交換素子(optical exchanging device)等がある。 30

【0011】

上述したように、圧電型MEMSスイッチは、駆動電圧を低く、消費電力を小さく、動作速度を速くすることができるので、上述した問題をほとんど解決することができるが、駆動電圧が5V以下での変位量が余りにも小さいので、光スイッチのような様々な光素子(optical device)、RFスイッチ、フィルタ等には利用することができない。 40

【0012】

【非特許文献1】リー・ホヤング(Lee, Hoyoung)、RFMEMSスイッチ(RF MEMS Switch)、韓国電子技術学会(Korean Electronics Technology Institute)、電子情報センタ(Electronic Information Center)、2002年

【非特許文献2】ジー・エム・レベイツ(G. M. Rebeiz)及びジェイ・ビー・ムルダヴィン(J-B. Muldavin)、RF MFA4Sスイッチ及びスイッチ回路(RF MFA4S switches and switch circuits)、IEEEマイクロ波マガジン(IEEE Microwave magazine)、第59~71頁、2001年12月

【非特許文献3】エリオット・アール・ブラウン(Elliott R. Brown)、再構成可能な集積回路のためのRF-MEMSスイッチ(RF-MEMS Switches for reconfigurable integr 50

ated circuits)、マイクロ波理論及び技術のためのIEEEトランザクション (IEEE Trans. on Microwave theory and tech) 第46巻、11号、1998年11月

【非特許文献4】エゼキエル・ジェイ・ジェイ・クルグリック (Ezekiel J. J. Kruglick)、クリストファー・エス・ジェイ・ピスター (Kristofer S. J. Pister)、ラテラルMEMSのマイクロコンタクトに関する考察 (Lateral MEMS microcontact considerations)、MEMSジャーナル (J. of MEMS)、第8巻、3号、1999年9月

【非特許文献5】イグナズ・シーレ (Ignaz Schiele)、バーンド・ヒラリッヒ (Bernd Hillerich)、マイクロリレーとして応用されるラテラルスイッチとパーティカルスイッチの比較 (Comparison of lateral and vertical switches for application as microrrelays)、ジェイ・マイクロメック (J. Micromech.)、マイクロエング (Microeng.)、第146～150頁、1999年

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

本発明は、上述した実情に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、圧電材料を採用した動作機構 (travel mechanism) を用い、圧電材料の変位量を拡大する変位量拡大方法を提供することである。

【0014】

本発明は、上述した圧電材料の利点を極力利用しながら、変位量に関する問題を解決する、圧電材料の変位量を拡大する変位量拡大方法を提供する。

20

【0015】

本発明の目的は、圧電材料の変位量を拡大する変位量拡大方法、及び圧電材料をスイッチ素子に利用するために、圧電材料のナノレベルの変位量を少なくとも10倍に拡大することによって変位量が拡大された圧電材料を用いたMEMSスイッチを提供することである。

【0016】

更に、本発明の他の目的は、圧電材料のスイッチング動作 (switching operation) が、パーティカル方向 (vertical direction) に比べてラテラル方向 (lateral direction) の方が比較的高いスイッチング圧力 (switching pressure) 及び安定性 (stiffness) を有するので、電極がラテラルコンタクト型 (lateral contact type) である、圧電材料の変位量を拡大する変位量拡大方法を採用したMEMSスイッチを提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明の核となる技術は、アクチュエータにより圧電材料に電位差をかけて駆動するときに、てこ (leverage) の原理を用いて圧電材料の変位量を拡大し、及びラテラルコンタクト型を採用することにより、スイッチの安定性及びスイッチング圧力を高める技術である。

【0018】

本発明によれば、圧電材料をスイッチング手段として用いることができるように、圧電材料の変位量を約10倍に拡大することができ、例えばピンダイオード又はMOSFET等の非線形半導体素子を線形MEMSスイッチで置き換え、これにより、線形特性のために用いられるフィルタの数を減らし、絶縁及び挿入損に関する特性を向上させることができる。

40

【0019】

上述のように、無線LAN等に採用されているスイッチは、ピンダイオードやMOSFET等の非線形半導体素子である。

【0020】

非線形半導体素子の代わりに線形MEMSスイッチを用いることができる場合、使用されるフィルタの数及び消費電力を減らし、絶縁及び挿入損に関する特性を向上させることができる。

50

【0021】

上述のように、MEMSスイッチは、採用されているアクチュエータに基づいて、ダイナモ - 静電型、熱膨張型、ダイナモ - 電磁型、圧電型の4種類に分類することができ、及びスイッチング方向に基づいて、パーティカルコンタクト型 (vertical contact type) とラテラルコンタクト型 (lateral contact type) の2種類に分類することができる (参照、非特許文献1、2及び3)。

【0022】

従来、スイッチング方式に基づく分類において、現在の半導体プロセスではラテラルコンタクト型スイッチのラテラル電極 (lateral electrode) の製造が困難であるため、現在最も使用されているMEMSスイッチは、パーティカルコンタクト型スイッチである。

10

【0023】

本発明では、ラテラル電極の製造技術がますます開発されるので、ラテラルコンタクト型スイッチを採用した。ラテラル電極を採用した理由は、ラテラル電極の方がパーティカル電極に比べて、スイッチング圧力及び安定性が高いためである (参照、非特許文献4及び5)。

【発明の効果】

【0024】

本発明は、5V以下の比較的低い電圧を用い、消費電力を低減し、優れた線形特性を有するMEMSスイッチを実現し、絶縁及び挿入損が小さいスイッチを実現し、及び例えばPCS、無線LAN等の広範囲に亘る無線通信に応用することができるMEMSスイッチを提供することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、圧電センサ (piezoelectric sensor) の変位量 (travel) を拡大する方法及びこの圧電センサを用いたMEMS (micro-electromechanical system: 以下、MEMSという。) スwitchについて、図面を参照して詳細に説明する。図1に示すように、本発明に基づくMEMSスイッチは、一方の端部に第1の電極Pを有する圧電センサ10と、一方の端部が圧電センサ10に連結されたアクチュエータ11と、第1の電極Pに対向する第2の電極Pを一方の端部に有し、アクチュエータ11の他方の端部に連結され、他方の端部において、圧電センサ10の他方の端部に弾性的に取り付けられた、圧電センサ10の変位量を拡大する変位量拡大手段12とを備える。

30

【0026】

また、圧電センサ10の変位量を拡大する方法は、第1に、圧電センサ10に電位差をかけることによって圧電センサ10を収縮させるステップと、第2に、変位量拡大手段12によって圧電センサ10の変位量を拡大するステップと、第3に、圧電材料の側面 (lateral side) にスイッチング電極を設けることによって、電極Pを接触させて、ラテラルコンタクトスイッチ (lateral contact switch) を切り換えるステップとを有する。

【0027】

以下、上述した本発明に基づく方法の各ステップについて、更に詳細に説明する。

【0028】

第1に、圧電センサ10を収縮させるステップは、アクチュエータ11を介して圧電材料に電位差をかけると、圧電材料が収縮するという現象を利用している。最大歪率 (strain rate) が約0.1%である従来の圧電材料の場合、100nmの長さの圧電材料の歪み変位量 (strain displacement) は、0.1nmである。

40

【0029】

したがって、圧電材料の歪み変位量は、駆動力の基礎となり、上述した歪み変位量を十分なレベルに拡大する必要がある。

【0030】

第2に、圧電センサ10の変位量を拡大するステップでは、てこ (lever) を備える変位量拡大手段12によって歪み変位量を拡大する。圧電材料の変位量は、光フィルタ、光

50

スイッチ等の様々な光素子 (optical device) に用いるには小さすぎ、また、変位量を大きくするために比較的大きな圧電センサを用いると、MEMSスイッチの利点が損なわれるため、小さな機構による変位量の拡大が必要とされる。したがって、本発明では、てこの原理を用いることにより、変位量を少なくとも10倍に拡大することができる変位量拡大手段12を備える。

【0031】

第3に、ラテラルコンタクトスイッチを切り換えるステップにおいて、アクチュエータ11を介して圧電センサ10に電荷 (electric charge) を加えると、ラテラル電極 (lateral electrode) Pが互いに接触し、スイッチが「オン」になる。圧電センサ10から電荷を取り除くと、てこの弾性復元力 (elastic recovering force) によってラテラルコンタクト部分 (lateral contact portion) が切り離され、それによって、スイッチが「オフ」になる。

10

【0032】

以上のように、本発明は、5V以下の比較的低い電圧を用い、消費電力を低減し、優れた線形特性を有するMEMSスイッチを実現し、絶縁及び挿入損が小さいスイッチを実現し、及び例えばPCS、無線LAN等の広範囲に亘る無線通信に応用することができるMEMSスイッチを提供することができる。

【0033】

以上、本発明の特定の実施例を説明したが、本発明の範囲内で上述した実施例を様々な変更できることは当業者にとって明らかである。

20

【図面の簡単な説明】

【0034】

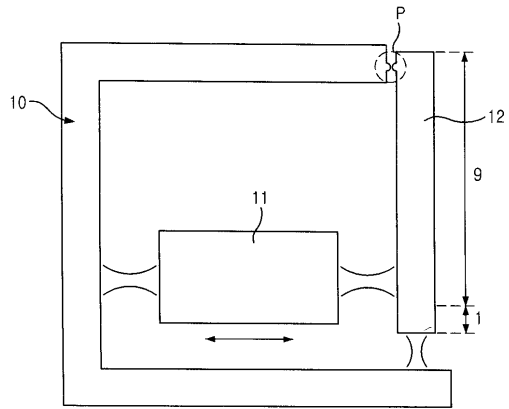
【図1】本発明に基づく圧電センサの変位量を拡大する変位量拡大手段を示す平面図である。

【符号の説明】

【0035】

10 圧電センサ、11 アクチュエータ、12 変位量拡大手段

【 図 1 】



フロントページの続き

(74)代理人 100096677

弁理士 伊賀 誠司

(72)発明者 チョイ、ドウ スン

大韓民国、デジョン - シ、ユソン - グ、シンソン - ドン、ダエリム アパートメント 108 - 902

(72)発明者 リー、タイク ミン

大韓民国、ソウル、ノワン - グ、サンガエ - ドン、ヒュンダエ アパートメント 202 - 603

(72)発明者 ジャエ、タエ ジン

大韓民国、デジョン - シ、セオ - グ、ドゥンサン - ドン、ハンマル アパートメント 9 - 601

(72)発明者 ファン、キュン ヒュン

大韓民国、デジョン - シ、セオ - グ、ドゥンサン - ドン、クローバー アパートメント 108 - 605