

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載
 【部門区分】第 7 部門第 1 区分
 【発行日】平成 18 年 6 月 29 日 (2006.6.29)

【公開番号】特開 2004-253365 (P2004-253365A)
 【公開日】平成 16 年 9 月 9 日 (2004.9.9)
 【年通号数】公開・登録公報 2004-035
 【出願番号】特願 2003-279097 (P2003-279097)
 【国際特許分類】

H 0 1 H 59/00 (2006.01)
 H 0 1 H 1/06 (2006.01)
 H 0 1 H 11/00 (2006.01)
 H 0 1 H 11/04 (2006.01)
 H 0 1 L 27/04 (2006.01)
 H 0 1 L 21/822 (2006.01)

【F I】

H 0 1 H 59/00
 H 0 1 H 1/06 K
 H 0 1 H 11/00 Z
 H 0 1 H 11/04 F
 H 0 1 L 27/04 E

【手続補正書】
 【提出日】平成 18 年 5 月 12 日 (2006.5.12)
 【手続補正 1】
 【補正対象書類名】特許請求の範囲
 【補正対象項目名】全文
 【補正方法】変更
 【補正の内容】
 【特許請求の範囲】
 【請求項 1】

信号伝達用固定電極と、前記信号伝達用固定電極と所定の空間を介して配された信号を伝達する可動電極と、前記可動電極の両側面に所定の空間を介して位置する可動電極駆動用固定電極と、から構成され、前記可動電極は側面における所定の位置に複数の凸部と凹部を有し、前記可動電極駆動用固定電極は前記可動電極の側面の凸部と凹部にそれぞれ対応して凹部と凸部を有し、前記可動電極の側面に形成された凸部は前記可動電極駆動用固定電極に形成した凹部に取り囲まれるように配置し、かつ前記可動電極駆動用固定電極の凸部は前記可動電極の側面の凹部に取り囲まれるように配置したスイッチ。

【請求項 2】

前記可動電極の側面に形成された凸部は、前記可動電極の凸部の長さよりも短い距離からなる所定の空間を介して、前記可動電極駆動用固定電極に形成した凹部に取り囲まれるように配置した請求項 1 記載のスイッチ。

【請求項 3】

前記可動電極駆動用固定電極の凸部は、前記可動電極駆動用固定電極の凸部の長さよりも短い距離からなる所定の空間を介して前記可動電極の側面の凹部に取り囲まれるように配置した請求項 1 記載のスイッチ。

【請求項 4】

前記可動電極と前記可動電極駆動用固定電極との膜厚が同じである請求項 1 記載のスイッチ。

【請求項 5】

前記信号伝達用固定電極は、前記可動電極の長辺方向側面の所定の位置に形成する複数の凸部と凹部とに対応した凸部と凹部との形状を側面に有する請求項 1 記載のスイッチ。

【請求項 6】

前記信号伝達用固定電極の幅は、前記可動電極の長辺方向両側面に位置する前記可動電極駆動用固定電極の両側の凹部間距離より大きい請求項 1 記載のスイッチ。

【請求項 7】

前記信号伝達用固定電極の幅は、前記可動電極の長辺方向側面の両側の凸部間距離より小さく、かつ前記可動電極の長辺方向側面の両側の凹部間距離より大きい請求項 1 記載のスイッチ。

【請求項 8】

前記信号伝達用固定電極の幅は、前記可動電極の長辺方向側面の両側の凹部間距離より小さい請求項 1 記載のスイッチ。

【請求項 9】

前記可動電極面は、所定の位置に複数の穴を有する請求項 1 記載のスイッチ。

【請求項 10】

前記可動電極駆動用固定電極は、所定の位置に複数の穴を有する請求項 1 記載のスイッチ。

【請求項 11】

前記可動電極が前記信号伝達用固定電極に接触した場合に、前記可動電極の長辺方向側面の所定の位置に形成された凸部又は凹部は、前記可動電極駆動用固定電極に形成された凹部又は凸部と、垂直方向に重なった部分を有する請求項 1 記載のスイッチ。

【請求項 12】

前記可動電極の側面の凸部のインピーダンスは、少なくとも凸部以外の可動電極の部分からなるインピーダンスより高い請求項 1 記載のスイッチ。

【請求項 13】

前記可動電極が前記信号伝達用固定電極と接触している状態から、所定の空間を介して前記信号伝達用固定電極と離れた位置に移動する場合、前記可動電極駆動用固定電極と前記可動電極との間に電圧を印加する時間は、前記可動電極が前記信号伝達用固定電極に接触した状態から、前記可動電極の側面に形成された凸部と前記可動電極駆動用固定電極に形成した凹部とで形成される所定の空間と前記可動電極駆動用固定電極の凸部と前記可動電極の側面の凹部とで形成される所定の空間との中でもっとも短い距離の移動に要する時間以下とする請求項 1 記載のスイッチ。

【請求項 14】

前記可動電極駆動用固定電極と前記可動電極との間に電位差を与える時間は、前記可動電極が前記可動電極駆動用固定電極と接触するのに必要なとなる時間以下である請求項 1 記載のスイッチ。

【請求項 15】

前記可動電極と前記信号伝達用固定電極とに電位差が与えられていない場合は、前記可動電極と前記可動電極駆動用固定電極との間に電位差を与える請求項第 1 記載のスイッチ。

【請求項 16】

前記可動電極と前記信号伝達用固定電極とが接触していない場合は、前記可動電極と前記可動電極駆動用固定電極間に静電力を印加する請求項 1 記載のスイッチ。

【請求項 17】

請求項 1 ないし 16 のいずれか記載のスイッチと、信号を増幅する増幅器と、アンテナとを含む無線回路であって、前記スイッチは、前記可動電極を、接地側と接続する対接地接続スイッチとし、前記信号伝達用固定電極を、前記増幅器と前記アンテナとを接続する直列接続スイッチとし、前記直列接続スイッチと前記対接地接続スイッチとを交互に接続、切断することにより信号の入出力制御を行う無線回路。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 0 8

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 0 8 】

また、バネ定数の高い材料を用いれば接地線へと伝達している信号を切断する切り替え速度を向上することが可能であるが、トレードオフとして信号伝達線から接地線へと切り替える場合の動作速度が遅くなる、可動接地線と信号伝達線の間に印加する電圧が高くなる等の問題を有していた。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 9

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 1 9 】

上記課題を解決するために、本発明に係るスイッチは、
信号伝達用固定電極と、前記信号伝達用固定電極と所定の空間を介して配された信号を伝達する可動電極と、前記可動電極の両側面に所定の空間を介して位置する可動電極駆動用固定電極と、から構成され、前記可動電極は側面における所定の位置に複数の凸部と凹部を有し、前記可動電極駆動用固定電極は前記可動電極の側面の凸部と凹部にそれぞれ対応した凹部と凸部を有し、前記可動電極の側面に形成された凸部は前記可動電極駆動用固定電極に形成した凹部に取り囲まれるように配置し、かつ前記可動電極駆動用固定電極の凸部は前記可動電極の側面の凹部に取り囲まれるように配置したことを特徴としたものであり、信号伝達用固定電極と可動電極間に電圧を印加することで、信号伝達用固定電極と可動電極間の静電力により可動電極を信号伝達用固定電極と接触させる。可動電極が信号伝達用固定電極に接触することで、可動電極と信号伝達用固定電極間のキャパシタ容量が大きくなり、周波数成分を有する信号は信号伝達用固定電極と可動電極間で接続される。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 2 0

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 2 0 】

また、本発明に係るスイッチは、
前記可動電極の側面に形成された凸部は、前記可動電極の凸部の長さよりも短い距離からなる所定の空間を介して、前記可動電極駆動用固定電極に形成した凹部に取り囲まれるように配置したものであり、信号伝達用固定電極と可動電極間に印加した電圧を 0 とし、可動電極と可動電極駆動用固定電極間に電圧を印加することで、信号伝達用固定電極に接触している可動電極は可動電極駆動用固定電極との静電力により信号伝達用固定電極から所定の空間を介した位置に移動することで、可動電極と信号伝達用固定電極間のキャパシタ容量が小さくなり、周波数成分を有する信号は信号伝達用固定電極と可動電極間で切断されることで、信号の接続および切断動作を行うという作用を有する。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 2 1

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 2 1 】

また、本発明に係るスイッチは、前記可動電極駆動用固定電極の凸部が、前記可動電極駆動用固定電極の凸部の長さよりも短い距離からなる所定の空間を介して前記可動電極の側面の凹部に取り囲まれるように配置したものであり、信号伝達用固定電極と可動電極間に

印加した電圧を 0 とし、可動電極と可動電極駆動用固定電極間に電圧を印加することで、信号伝達用固定電極に接触している可動電極は可動電極駆動用固定電極との静電力により信号伝達用固定電極から所定の空間を介した位置に移動することで、可動電極と信号伝達用固定電極間のキャパシタ容量が小さくなり、周波数成分を有する信号は信号伝達用固定電極と可動電極間で切断されることで、信号の接続および切断動作を行うという作用を有する。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 2】

また、本発明に係るスイッチは、

前記可動電極と前記可動電極駆動用固定電極の膜厚が同じであるスイッチで、本来可動電極の膜厚は信号の伝達に障害とならない範囲で薄い方が、質量を小さくすることが可能となり、接続、切断動作の速度を速くするのに有効である。一方、可動電極駆動用固定電極の膜厚は段差を乗り越える部分を有するため、厚い方が強度的に有利となる。しかしながら、可動電極側面の凸部および凹部、可動電極駆動用固定電極凹部および凸部間に電圧を印加することで可動電極に静電力を働かせ可動電極を上方向に駆動する場合、静電力は可動電極底部が固定電極底部より基板側に位置する場合および可動電極上面が固定電極上面より上側に位置する場合に大きな静電引力が発生する。そのため、可動電極とか可動電極駆動用固定電極の膜厚を同じ膜厚とすることで、静電力による可動電極の安定位置を正確に可動電極駆動用固定電極の位置と合わせることが可能となる。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 3】

また、本発明に係るスイッチは、

前記信号伝達用固定電極は、前記可動電極の長辺方向側面の所定の位置に形成する複数の凸部と凹部とに対応した凸部と凹部との形状を有するものであり、信号伝達用固定電極を前記形状とすることで、可動電極と信号伝達用固定電極間のキャパシタ容量は可動電極側面に形成された複数の凸部の面積分大きくすることが可能となる。一方、可動電極駆動用固定電極の凸部の下部には信号伝達用固定電極が存在しないため、信号伝達用固定電極と可動電極駆動用固定電極間の寄生容量を小さくすることが可能となる。さらに、信号伝達用固定電極に設ける凸部形状の幅が信号伝達用固定電極を流れる信号の周波数と比較して十分高いインピーダンスを持つ場合、信号伝達用固定電極に設けた凸部と凹部は伝達する信号に対して何ら悪影響を与え内にも関わらず、可動電極を下方向に駆動する場合、駆動力を増加させることが可能となる。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 4】

また、本発明に係るスイッチは、前記信号伝達用固定電極の幅は、前記可動電極の長辺方向両側面に位置する前記可動電極駆動用固定電極の両側の凹部間距離より大きいものであり、可動電極および可動電極側面と可動電極駆動用固定電極に形成した凸部および凹部全てが信号伝達用固定電極の上に配置するので、段差緩和用のパターンを信号伝達用固定

電極の長辺方向側面の位置に形成した場合と同じ効果が得られ、可動電極側面と可動電極駆動用固定電極に形成した凸部および凹部全てが信号伝達用固定電極の上に配置することで、可動電極側面および可動電極駆動用固定電極形成のためのレジストマスク形成プロセスにおいて、より微細な凸部と凹部のパターン形成が可能となる。さらに、可動電極と信号伝達用固定電極間のキャパシタ容量に関しても最大にすることが可能となる。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0025】

また、本発明に係るスイッチは、前記信号伝達用固定電極の幅は、前記可動電極の長辺方向側面の両側の凸部間距離より小さく、かつ前記可動電極の長辺方向側面の両側の凹部間距離より大きいものである、可動電極の側面に形成される凸部と凹部の間に信号伝達用固定電極の端面を配置することで、可動電極の容量に大きく起因する凸部と凹部以外の部分は、信号伝達用固定電極が対向電極として存在し、かつ可動電極駆動用固定電極の凸部と凹部以外の部分は信号伝達用固定電極が存在しないため、可動電極と信号伝達用固定電極間のキャパシタ容量は比較的大きく、かつ可動電極駆動用固定電極と信号伝達用固定電極間の寄生容量は小さくすることが可能となる。

【手続補正 10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0026

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0026】

また、本発明に係るスイッチは、前記信号伝達用固定電極の幅は、前記可動電極の長辺方向側面の両側の凹部間距離より小さいものである、信号伝達用固定電極の幅が小さいことで、可動電極長辺方向側面に形成する凸部と凹部の形状および可動電極駆動用固定電極に形成する凸部と凹部は共に信号伝達用固定電極のない位置に配置することが可能となり、段差のない部分で形成することが可能である。その結果、段差のない部分でのパターン形成は、より微細なパターンの形成が可能となるため、可動電極長辺方向側面および可動電極駆動用固定電極に形成される、凸部と凹部のパターンはより微細なパターン形成が可能となる。さらに、可動電極駆動用固定電極と信号伝達用固定電極間の重なった領域がないため、可動電極駆動用固定電極と信号伝達用固定電極間の寄生容量を小さくすることが可能となる。

【手続補正 11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0027

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0027】

また、本発明に係るスイッチは、前記可動電極面は、所定の位置に複数の穴を有するものである、可動電極に複数の穴を設けることで、スイッチの形成工程において前記穴を通して犠牲層除去を行うことができるため、犠牲層除去を容易に行うことが可能となる。さらに、スイッチを大気圧下で動作させて場合、可動電極駆動時、可動電極と信号伝達用固定電極間の気体の粘性により動作速度が制限されることを防ぐことができ、高速な接続、切断動作が可能となる。

【手続補正 12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 2 8

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 2 8 】

また、本発明に係るスイッチは、前記可動電極駆動用固定電極は、所定の位置に複数の穴を有するものであり、下部に犠牲層がある可動電極駆動用固定電極に複数の穴を設けることで、前記穴から犠牲層除去工程が進むことで犠牲層除去工程を容易にし、また大気圧下での動作においても、前記穴から気体の出入りが起こることで高速な接続、切断動作を行うことが可能となる。

【手続補正 1 3】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 2 9

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 2 9 】

また、本発明に係るスイッチは、前記可動電極が前記信号伝達用固定電極に接触した場合に、前記可動電極の長辺方向側面の所定の位置に形成された凸部又は凹部は、前記可動電極駆動用固定電極に形成された凹部又は凸部と、垂直方向に重なった部分を有するものであり、可動電極が信号伝達用固定電極に接触した状態においても、可動電極側面に形成された複数の凸部と凹部と、可動電極駆動用固定電極に形成された凹部と凸部は垂直方向に重なった部分を有する構造とすることで、可動電極と可動電極駆動用固定電極間に電圧を印加し、可動電極を信号伝達用固定電極から離す場合、効率よく静電引力を伝えることが可能となる。

【手続補正 1 4】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 3 0

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 3 0 】

また、本発明に係るスイッチは、前記可動電極の側面の凸部のインピーダンスは、少なくとも複数の凸部以外の可動電極の部分からなるインピーダンスより高いものであり、可動電極が信号伝達用固定電極に接触した状態で、信号伝達用固定電極から可動電極へと信号が流れる場合、信号の一部は可動電極の凸部と可動電極駆動用固定電極の凹部からなるキャパシタンス容量を通して信号が漏れてしまう可能性がある。この漏れる信号の量は信号の周波数とキャパシタンスから計算されるインピーダンスと、可動電極側面の凸部の形状により規定されるインピーダンスの合計からなるインピーダンスにより規定される。一方、可動電極側面の凸部の形状から規定されるインピーダンスは数GHzの高周波帯では凸部の幅が狭いほど一般的にインピーダンスが高いことが知られている。従って、可動電極側面の凸部の幅を狭くし、可動電極側面の凸部におけるインピーダンスを可動電極の凸部以外の部分からなるインピーダンスより高くすることで、可動電極に信号が流れる場合、可動電極の凸部と可動電極駆動用固定電極の凹部からなるキャパシタンス容量を通して信号が漏れてしまい、伝達損失が発生することを少なくすることが可能となる。

【手続補正 1 5】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 3 1

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 3 1 】

また、本発明に係るスイッチは、前記可動電極が前記信号伝達用固定電極と接触している状態から、所定の空間を介して前記信号伝達用固定電極と離れた位置に移動する場合、

前記可動電極駆動用固定電極と前記可動電極との間に電圧を印加する時間は、前記可動電極が前記信号伝達用固定電極に接触した状態から、前記可動電極の側面に形成された凸部と前記可動電極駆動用固定電極に形成した凹部とで形成される所定の空間と前記可動電極駆動用固定電極の凸部と前記可動電極側面の凹部とで形成される所定の空間との中でもっとも短い距離の移動に要する時間以下とするものであり、スイッチの接続、切断動作において、可動電極が絶縁保持用酸化膜を介して信号伝達用固定電極と接触している状態から離れた位置に移動する場合、可動電極駆動用固定電極と可動電極間に電圧を印加し、静電力を働かせるのは、可動電極が信号伝達用固定電極に接触した状態から可動電極側面に形成された凸部と可動電極駆動用固定電極に形成した凹部および可動電極駆動用固定電極の凸部と可動電極側面の凹部とにより形成される空間の中で最も距離の短い部分の長さだけ移動するのに要する時間以下とすることで、仮に可動電極が可動電極長辺方向に移動した場合においても、可動電極と可動電極駆動用固定電極が接触することを防ぐことが可能となる。

【手続補正 16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0032

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0032】

また、本発明に係るスイッチは、前記可動電極駆動用固定電極と前記可動電極との間に電位差を与える時間は、前記可動電極が前記可動電極駆動用固定電極と接触するのに必要となる時間以下であるものであり、スイッチの動作において、可動電極が絶縁保持用酸化膜を介して信号伝達用固定電極と接触している状態から、所定の空間を介して信号伝達用固定電極と離れた位置に移動する場合、可動電極駆動用固定電極と可動電極間に電圧を印加するのは可動電極が信号伝達用固定電極に接触した状態から、所定の空間幅になり、さらに次に可動電極が信号伝達用固定電極と接触する必要となるまでの時間とすることで、可動電極と信号伝達用固定電極間に電圧を印加していないにも関わらず、信号伝達用固定電極を通過する信号により可動電極が信号伝達用固定電極と接触することを防ぐことが可能となる。

また、本発明に係るスイッチは、前記可動電極と前記信号伝達用固定電極とに電位差を与られていない場合は、前記可動電極と前記可動電極駆動用固定電極との間に電位差を与えるものであり、信号伝達用固定電極に大きな信号が入力した場合においても可動電極は切断したままの状態であるため、信号伝達用固定電極を通過する信号により可動電極が信号伝達用固定電極と接触することを防ぐことが可能となる。

また、本発明に係るスイッチは、前記可動電極と前記信号伝達用固定電極とが接触していない場合は、前記可動電極と前記可動電極駆動用固定電極間に静電力を印加するものであり、可動電極は静電力により可動電極駆動用電極に引っ張り上げられているため、温度が変化しても、ギャップが減少しない温度補償機能を有することができる。

【手続補正 17】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0045

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0045】

本発明に係る無線回路は、本願発明のスイッチと、信号を増幅する増幅器と、アンテナとを含む無線回路であって、前記スイッチは、前記可動電極を、接地側と接続する対接地接続スイッチとし、前記信号伝達用固定電極を、前記増幅器と前記アンテナとを接続する直列接続スイッチとし、前記直列接続スイッチと前記対接地接続スイッチとを交互に接続、切断することにより信号の入出力制御を行うものであり、信号の伝達経路を信号伝達用固定電極側から可動電極側へと伝達することで、可動電極が信号伝達用固定電極に接触し

た時、可動電極と可動電極駆動用固定電極間の寄生容量により信号の損失が発生した場合においても損失を最小限に抑えるものである。

【手続補正 18】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0104

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0104】

可動電極 1802 と可動電極駆動用固定電極 1801 間に電圧を印加し続けた場合、実施の形態 3 の場合と同様、可動電極 1802 の動きを阻害するだけではなく破壊を起こすという問題が発生するが、可動電極 1802 と可動電極駆動用固定電極間 1801 に電圧を印加する時間を、可動電極 1802 の側面に形成された凸部と可動電極駆動用固定電極 1801 に形成した凹部とで形成される所定の空間と可動電極駆動用固定電極 1801 の凸部と可動電極 1802 の側面の凹部とで形成される所定の空間の中で最も短い距離、本実施の形態においては $d - g$ の距離の移動に必要な時間以下とすることで、可動電極 1802 が可動電極 1802 の長手方向にずれた状態で可動電極駆動用固定電極 1801 に接触した場合においても電極の接触による動作の阻害、破壊を防ぐことが可能となる。

(実施の形態 11)

以下本発明の実施の形態 11 について図面を用いて具体的に説明する。