

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号
特表2013-522847
(P2013-522847A)

(43) 公表日 平成25年6月13日(2013.6.13)

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

HO 1 H 50/00 (2006.01)

HO 1 H 49/00 (2006.01)

HO 1 H 50/00 H

HO 1 H 49/00 J

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 33 頁)

(21) 出願番号	特願2013-500092 (P2013-500092)	(71) 出願人	512237051
(86) (22) 出願日	平成23年3月10日 (2011. 3. 10)		エッチティ マイクロアナリティカル, インク
(85) 翻訳文提出日	平成24年10月22日 (2012. 10. 22)		アメリカ合衆国, ニューメキシコ 871
(86) 国際出願番号	PCT/US2011/027930		09 アルバカーキエヌイー, アカデミー
(87) 国際公開番号	W02011/115814		パークウエイ エス. 3817
(87) 国際公開日	平成23年9月22日 (2011. 9. 22)	(71) 出願人	512237062
(31) 優先権主張番号	12/725, 168		コト テクノロジー, インク
(32) 優先日	平成22年3月16日 (2010. 3. 16)		アメリカ合衆国, ロードアイランド 02
(33) 優先権主張国	米国 (US)		886-0105 ワーウィック, スイート 301, サービス ロード 171
		(74) 代理人	100081053
			弁理士 三俣 弘文

最終頁に続く

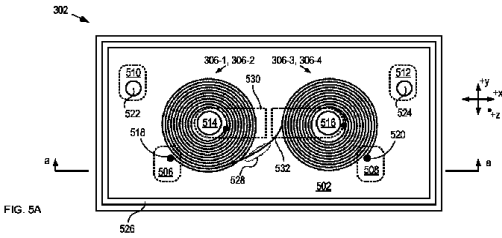
(54) 【発明の名称】 集積されたマイクロリレー

(57) 【要約】

【課題】リレー装置（302）を提供する。

【解決手段】 本発明のリレー装置は、（A）磁界生成用の第1コイル（306）を有する第1基板（502）と、（B）電気スイッチを含む第2基板とを有する。前記第1コイルは、第1面に平面状に配置され、前記第1コイルと前記第1基板とはモノリシックに集積形成され、前記電気スイッチは、第1電気接点と第2電気接点とを含み、前記第1電気接点は、磁界により駆動され、前記電気スイッチと前記第2基板とは、モノリシックに集積形成され、前記第1電気接点は、前記第1面と平行な第2面を選択的に移動可能である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

リレー装置 (3 0 2) において、

(A) 磁界生成用の第 1 コイル (3 0 6) を有する第 1 基板 (5 0 2) と、

(B) 電気スイッチを含む第 2 基板と、

を有し、

前記第 1 コイルは、第 1 面に平面状に配置され、前記第 1 コイルと前記第 1 基板とはモノリシックに集積形成され、

前記電気スイッチは、第 1 電気接点と第 2 電気接点とを含み、前記第 1 電気接点は、磁界により駆動され、

前記電気スイッチと前記第 2 基板とは、モノリシックに集積形成され、

前記第 1 電気接点は、前記第 1 面と平行な第 2 面を選択的に移動可能であることを特徴とするリレー装置。

10

【請求項 2】

前記第 1 基板は、磁界強化用の第 2 コイルを更に有し、

前記第 2 コイルは、前記第 1 面に平面状に配置され、前記第 2 コイルと前記第 1 基板とはモノリシックに集積形成される

ことを特徴とする請求項 1 記載のリレー装置。

【請求項 3】

前記第 1 基板は、磁界強化用の第 2 コイルを更に有し、

20

前記第 2 コイルは、前記第 1 面に平行な第 3 面に平面状に配置され、前記第 1 コイルと第 2 コイルとは同軸に配置され、

前記第 2 コイルと前記第 1 基板とはモノリシックに集積形成される

ことを特徴とする請求項 1 記載のリレー装置。

【請求項 4】

前記第 1 基板は、第 3 の電気接点と第 4 の電気接点とを含み、

前記第 1 基板は、第 1 表面と第 2 表面とを有し、

前記第 1 コイルは、前記第 1 表面側の近傍で且つ前記第 2 表面とは離れた側に配置され、

前記第 3 電気接点と第 4 電気接点は、前記第 2 表面の近傍で且つ前記第 1 表面とは離れた側に配置され、

30

前記第 1 コイルは、前記第 3 電気接点と第 4 電気接点との間を流れる第 1 電流に基づいて磁界を生成する

ことを特徴とする請求項 1 記載のリレー装置。

【請求項 5】

前記第 1 基板は、第 5 電気接点と第 6 電気接点とを更に有し、

前記第 1 電気接点と第 5 電気接点は、電氣的に結合され、

前記第 2 電気接点と第 6 電気接点は、電氣的に結合され、

前記第 5 電気接点と第 6 電気接点は、前記第 2 表面の近傍で第 1 表面とは離れた側に配置され、

40

前記磁界は、前記第 1 電気接点を動かし前記第 2 電気接点を物理的に接触させ、これにより、前記第 5 電気接点と第 6 電気接点の間に第 2 電流が流れる

ことを特徴とする請求項 4 記載のリレー装置。

【請求項 6】

前記磁界を、前記電気スイッチを介して前記磁界をチャネリングする閉鎖磁気回路を更に有し、前記閉鎖磁気回路は、第 1 磁気コアと第 2 磁気コアを有し、

前記第 1 磁気コアは、前記第 1 電気接点を含み、

前記第 2 磁気コアは、前記第 2 電気接点を含む

ことを特徴とする請求項 5 記載のリレー装置。

【請求項 7】

50

リレー装置において、

(A) 磁界を生成する第1コイルと、

前記第1コイルは、第1面に平面状に配置され、

(B) 前記磁界をチャネリングする第1磁気コアと、

前記第1磁気コアは、第1電気端子と可動な第1電気接点とを含み、前記第1コイルは、前記第1面で第1磁気コアを包囲し、

(C) 前記磁界を強化する第2コイルと、

前記第2コイルは、平面状に第2面に配置され、

(D) 前記磁界をチャネリングする第2磁気コアと、

前記第2磁気コアは、第2電気端子と第2電気接点とを含み、前記第2コイルは、前記第2面で第2磁気コアを包囲し、
を有し、

前記第1電気接点と第2電気接点とは、一体になって、磁気駆動スイッチを形成し、これにより、前記第1電気接点と第2電気接点との間の電流の流れを制御することを特徴とする装置。

【請求項8】

前記第1面と第2面は、同一面である

ことを特徴とする請求項7記載のリレー装置。

【請求項9】

前記第1コイルと第2コイルは、電氣的に直列接続されている

ことを特徴とする請求項7記載のリレー装置。

【請求項10】

前記第1電気接点は、前記第1面と平行な第3面で移動可能である

ことを特徴とする請求項7記載のリレー装置。

【請求項11】

第1基板と第2基板とを更に有し、

前記第1基板と第1コイルと第2コイルは、モノリシックに集積形成され、

前記第2基板と第1電気接点と第2電気接点とは、モノリシックに集積形成されることを特徴とする請求項7記載のリレー装置。

【請求項12】

(A) 第1面を規定する第1基板(502)と、

(B) 電気スイッチを含む第2基板と、

を有する装置において、

前記第1基板は、磁界を生成する複数のコイルを有し、前記各コイルは、前記第1面に平面状に配置され、前記第1基板と複数のコイルはモノリシックに集積形成され、

前記電気スイッチは、第1電気接点と第2電気接点とを有し、前記第1電気接点は、前記第1面に平行な前記第2面上を選択的に移動可能なような寸法で配置され、

前記第2基板と第1電気接点と第2電気接点とは、モノリシックに集積形成され、前記磁界により、前記第2面の第1電気接点が移動して、前記電気スイッチを駆動する

ことを特徴とする装置。

【請求項13】

前記磁界を電気スイッチを介してチャネリングする閉鎖磁気回路を更に有し、

前記閉鎖磁気回路は、(C) 第1磁気コアと(D) 第2磁気コアとを有し、

前記第1磁気コア(C)は、

(C1) 前記第1基板を貫通する第1バイアスと、

前記第1バイアスと複数のコイルの内の第1コイルは、同心状に配置され、

、

(C2) 前記第2基板を貫通する第2バイアスと、

(C3) 前記第2面を移動可能な第1部材を含む第1アンカーと、を有し、

10

20

30

40

50

前記第 1 部材は、前記第 1 電気接点を含み、
前記第 2 基板と第 1 アンカーと第 1 部材は、モノリシックに集積形成され、
前記第 1 バイアスと第 2 バイアスと第 1 アンカーは、強磁性材料製であり、
を含み、

前記第 2 磁気コア (D) は、

(D 1) 前記第 1 基板を貫通する第 3 バイアスと、

前記第 3 バイアスと複数のコイルの内の第 2 コイルは、同心状に配置され

、

(D 2) 前記第 2 基板を貫通する第 4 バイアスと、

(D 3) 前記第 2 電気接点を含む第 2 アンカーと、を有し、

10

前記第 2 基板と第 2 アンカーとは、モノリシックに集積形成され、

前記第 3 バイアスと第 4 バイアスと第 2 アンカーは、強磁性材料製であり、

を含む

ことを特徴とする請求項 1 2 記載のリレー装置。

【請求項 1 4】

前記第 1 基板は、第 3 電気接点と第 4 電気接点と第 5 電気接点と第 6 電気接点を含み、

前記各複数のコイルと第 3 電気接点と第 4 電気接点とは、電氣的に結合され、

前記第 1 電気接点と第 5 電気接点は、電氣的に結合され、

20

前記第 2 電気接点と第 6 電気接点は、電氣的に結合され、

前記第 1 基板は、第 1 表面と第 2 表面とを有し、

前記各複数のコイルは、前記第 1 表面側の近傍で且つ前記第 2 表面とは離れた側に配置され、

前記第 3 電気接点と第 4 電気接点と第 5 電気接点と第 6 電気接点は、前記第 2 表面の近傍で且つ前記第 1 表面とは離れた側に配置され、

前記磁界は、前記第 1 電気接点と第 2 電気接点とを電氣的に結合し、前記第 5 電気接点と第 6 電気接点の間に第 2 電流が流れるようにする

ことを特徴とする請求項 1 3 記載のリレー装置。

【請求項 1 5】

(A) 磁界生成用の第 1 コイルを有する第 1 基板を用意するステップと、

30

前記第 1 コイルは、第 1 面に平面状に配置され、

(B) 磁気駆動されるスイッチである電気スイッチを含む第 2 基板を用意するステップと、

前記電気スイッチは、第 1 電気接点と第 2 電気接点とを含み、前記第 1 電気接点は、前記第 1 面に平行な第 2 面を選択的に移動し、

(C) 前記第 1 基板と第 2 基板とを第 1 構成体に配置するステップと、

(D) 前記磁界と電気スイッチとの結合を形成するステップと

を有する

ことを特徴とする方法。

【請求項 1 6】

40

前記 (D) ステップは、

(D 1) 第 1 磁気コアを用意するステップと、

(D 2) 第 2 磁気コアを用意するステップと、

を有し、

前記第 1 コイルは、前記第 1 面で、前記第 1 磁気コアを包囲し、

前記第 1 磁気コアと前記第 2 磁気コアは、一体となって、閉鎖磁気回路を形成し、

前記第 1 磁気コアと前記第 2 磁気コアは、前記電気スイッチを介して、前記磁界のチャネリングを構成するよう配置される

ことを特徴とする請求項 1 5 記載の方法。

【請求項 1 7】

50

前記 (D 1) ステップは、

(D 1 1) 前記第 1 基板を貫通する第 1 バイアスを形成するステップと、

(D 1 2) 前記第 2 基板を貫通する第 2 バイアスを形成するステップと、

(D 1 3) 前記第 2 基板上に第 1 アンカーを形成するステップと、

を有し、

前記第 1 アンカーは、前記第 2 面を移動可能な第 1 部材を含み、

前記第 1 部材は、前記第 1 電気接点を含み、

前記第 1 バイアスと第 2 バイアスと第 1 アンカーは、強磁性材料製であり、

前記 (D 2) ステップは、

(D 2 1) 前記第 1 基板を貫通する第 3 バイアスと、

(D 2 2) 前記第 2 基板を貫通する第 4 バイアスと、

(D 2 3) 前記第 2 基板上に第 2 アンカーを形成するステップと、

を有し、

前記第 2 アンカーは、前記第 2 電気接点を含み、

前記第 3 バイアスと第 4 バイアスと第 2 アンカーは、強磁性材料製であり、

前記第 1 配列により、

前記第 1 バイアスと第 2 バイアスとの間に磁気結合が形成され、

前記第 3 バイアスと第 4 バイアスとの間に磁気結合が形成される

ことを特徴とする請求項 16 記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 18】

(E) 第 3 電気接点を用意するステップと、

(F) 第 4 電気接点を用意するステップと、

(G) 第 5 電気接点を用意するステップと、

(H) 第 6 電気接点を用意するステップと

を更に有し、

前記第 3 電気接点と第 4 電気接点と第 1 コイルは、電氣的に結合され、

前記第 1 電気接点と第 5 電気接点は、電氣的に結合され、

前記第 2 電気接点と第 6 電気接点は、電氣的に結合され、

前記第 1 基板は、第 3 電気接点と第 4 電気接点と第 5 電気接点と第 6 電気接点を含み、

前記第 1 基板は、第 1 表面と第 2 表面とを有し、

前記第 1 コイルは、前記第 1 表面側の近傍で且つ前記第 2 表面とは離れた側に配置され、

前記第 3 電気接点と第 4 電気接点と第 5 電気接点と第 6 電気接点は、前記第 2 表面の近傍で且つ前記第 1 表面とは離れた側に配置される

ことを特徴とする請求項 17 記載の方法。

【請求項 19】

(I) 磁界強化用の第 2 コイルを用意するステップ

を更に有し、

前記第 1 基板は、前記第 2 コイルを有し、

前記第 2 コイルは、前記第 1 面に平面状に配置される

ことを特徴とする請求項 15 記載の方法。

【請求項 20】

(J) 磁界強化用の第 2 コイルを用意するステップ

を更に有し、

前記第 1 基板は、前記第 2 コイルを有し、

前記第 2 コイルは、前記第 1 面に平行な第 3 面に平面状に配置され、前記第 1 コイルと第 2 コイルとは同軸に配置される

ことを特徴とする請求項 15 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁気駆動されるアクチュエーターに関し、特に、磁気駆動されるマイクロリレーに関する。

【背景技術】

【0002】

リレーとは、第1電流を用いて第2電流の流れを制御する電気スイッチ装置である。リレーは、

(1) 第1電流に基づいて磁界を生成する電磁コイルと、

(2) 第2電流を制御する磁気駆動される電気スイッチと

を有し、このスイッチは生成された磁界により駆動される。

10

【0003】

電気接点を有する電磁リレーは動作ギャップを含む。この動作ギャップが接点を開閉する。更に電磁コイルを含み、動作ギャップに磁気パスを介して結合される磁界を生成する。コイルと動作ギャップとの間に効率的な結合を提供するために、容易に磁化される即ちソフトな強磁性材料 ("soft" ferromagnetic material) を磁気パスに用いている。磁気結合の改善は、ソフト強磁性パスがコンパクトになり、その結果大きな断面領域が短絡 (short) される時に得られる。電磁コイル用に生成された磁界によりリレー接点にかかる力は、装置に使用される材料、コイルの形状、コイルの巻回、第1電流の大きさの関数である。一般的に、コイルは、第1電流を小さく押さえるために、巻回数を増やしている。

20

【0004】

【特許文献1】米国特許出願公開第2009237188A1号公報

【特許文献2】米国特許第6094116号公報

【特許文献3】米国特許第6366186号公報

【0005】

近年新たな製造技術、例えばMicro-Electro Mechanical Systems (MEMS) 技術がリレーの製造に採用されるようになった。このMEMS技術は、平面化处理操作に基づいている。この平面化处理操作は最初は半導体産業に用いられた。しかしMEMS技術は、基板に対し相対運動可能な構造体を形成することができる。MEMS技術により、マイクロリレーの製造が可能となった。これにより従来に対して幾つかの利点がある。例えば小型化、低コスト化、新たな装置の機能、あるいはそのアプリケーションである。

30

【0006】

従来技術にかかるマイクロリレーは、機械的にアクティブな切替要素に基づくスイッチを採用している。例えば片持ち梁、両持ち梁 (ブリッジ) 等、プレート、膜である。この可動装置は第1電気接点を含む可動磁気要素を含む。磁界が磁気要素に加えられと、この磁気要素が、第1接点を第2電流接点と接触させたり切り離したりして、第2電流が流れるようにしたりあるいは流れないようにする。

【0007】

垂直方向に活性化されるマイクロリレーは、その動きが下にある基板と直交する方向となるような磁気要素を含む。このような可動構造物を形成することは、従来のMEMSベースの平面化处理技術を用いることにより比較的簡単である。平面化处理技術を用いてコンパクトな磁気パスを有する効率的な磁気回路と大きな断面積をこのような構造物に加えることは挑戦的事項である。更にこの様なリレーの動作特性は、可動磁気要素が形成される層の薄いフィルムの特性により主に決定される。薄いフィルムの層の機械的特性は、堆積条件に大きく依存する。この様な変動は、同一設計のマイクロリレーでさえ不安定な動作特性となる。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

50

横方向に駆動されるマイクロリレーは、その動きが下の基板に平行となるような磁気要素を含む。この磁気要素は、基板の上方に同一面（横方向）の動きに対しては柔軟性があるが、面から離れる方向（垂直方向）の動きに対しては剛性のあるようなテザー（連結品）で保持されている。このテザーと磁気要素は光リソグラフ技術とエッチングにより規定されてそれらを所望の形状に「sculpt」する。このようなマイクロリレーは、垂直方向に駆動されるマイクロリレーの問題点の一部を解決できる。特に横方向に駆動されるマイクロリレーの動作特性（柔軟性、駆動力、動作速度）は、それらが形成される層の薄いフィルムの特長ではなく、テザーの構造体により多く依存する。その結果、動作特性は、フィルムの応力、厚さ変動等起因する悪影響から切り離すことができる。

【0009】

10

電磁コイルを使用してマイクロリレーを駆動する磁界を制御するのが好ましい。磁界は、永久磁石あるいは電磁コイルそのものにより生成されるか否かを問わない。電磁コイルをバジ処理のウエハーレベルのプロセスで得ることは、極めて挑戦的事項である。その理由は、このようなコイルの三次元の特長及びコイルを可動磁気要素に磁氣的に合理的に結合することの必要性があるからである。かくしてこれらの切替要素を信頼性高く駆動することのできる集積コイルを生成することは難しい。

【0010】

その結果、従来のマイクロリレーは、結合したコイル、外部コイルあるいは集積化されていないコイルを利用する。結合状態の悪いコイルでは、大きな電力がリレーを活性化するのに必要である。これは大きな欠点である。外的に構成されたコイルの使用は、組み込みコストやサイズの点のみならず、組立の許容差を小さくしなければならない欠点があり、これにより同一設計のマイクロリレーの動作特性の大幅な変動を引き起こす。

20

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は、従来のマイクロリレーの欠点を解決するような微細製造技術で製造したマイクロリレーを提供することである。本発明のマイクロリレーは、以下の構成を含む。

（１）その可動接点が基板に平行な面に選択的に移動できるような磁気駆動される電気スイッチと、

（２）前記電気スイッチを駆動する磁界を生成する集積した平面状コイルと、

（３）電気スイッチを介して磁界を効率的にチャネリングする閉鎖磁気回路と、

である。

30

【0012】

平面状コイルは、磁気回路の第１部分を含む第１基板上にモノリシックに集積して形成される。この電気スイッチは、磁気回路の第２部分を含む第２基板上にモノリシックに集積形成される。第１基板と第２基板とは整合して結合されて、閉鎖磁気回路を構成し、マイクロリレー内にコイルとスイッチを集積形成する。この様にして完成された磁気回路は、スイッチを介して生成された磁界を効率的に切替え、平面状コイルにより生成しなければならない磁界の大きさを減らすことができる。

【0013】

一実施例においては、閉鎖磁気回路は、２つの磁気コアを有する。各磁気コアは、第１基板と第２基板内に形成された強磁性要素を含む。更に磁気コアの一部が電気スイッチを規定する。

40

【0014】

一実施例においては、複数のコイルを有する。この複数のコイルは、１つのコイルにより生成された磁界を残りのコイルで増強するよう配置される。その結果、複数のコイルは、一体となって、強力な磁界を生成することができる。

【0015】

一実施例においては、それぞれが平面状コイルを有する複数の電磁モジュールは、このようなコイルが磁界を生成するよう配置される。各電磁モジュールは、磁気バイアス（磁氣的結合媒体）と電気バイアス（電氣的結合媒体）とを有し、これらが、基板を磁氣的

50

かつ電氣的に結合する。

【0016】

本発明の一実施例は、請求項1に記載したとおりである。本発明のリレー装置は、(A)磁界生成用の第1コイルを有する第1基板と、(B)電気スイッチを含む第2基板とを有する。前記第1コイルは、第1面に平面状に配置され、前記第1コイルと前記第1基板とはモノリシックに集積形成される。前記電気スイッチは、第1電気接点と第2電気接点とを含み、前記第1電気接点は、磁界により駆動される。前記電気スイッチと前記第2基板とは、モノリシックに集積形成される。前記第1電気接点は、前記第1面と平行な第2面を選択的に移動可能である。

【図面の簡単な説明】

10

【0017】

【図1】従来技術にかかる第1のマイクロリレーの上面図。

【図2】従来技術にかかる第2のマイクロリレーの概念図。

【図3】本発明の一実施例のマイクロリレーの断面図。

【図4】本発明の一実施例のマイクロリレーを製造する方法のステップを表す図。

【図5A】電磁モジュール302の上面図。

【図5B】図5Aのラインa-aに沿った断面図。

【図6】ステップ401のサブステップを表す図であり、電磁モジュール302は本発明の方法により製造される。

【図7A】アクチュエータモジュール304の上面図。

20

【図7B】図7Aのラインb-bに沿った断面図。

【図8】ステップ402のサブステップを表す図であり、アクチュエータモジュール304は本発明の方法により製造される。

【図9】本発明の一実施例により完全に組み立てられたリレー300の断面図。

【図10】本発明の一実施例による磁気回路を表す図。

【図11】本発明の他の実施例によるマイクロリレーの断面図。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下に、本明細書と特許請求の範囲で使用される用語について定義する。

「電氣的に接続される(electrically connected)」とは、2つのポイントがあらゆる電流で同一電圧となるように接続された状態として定義する。これは、直接的な物理的接触(電気バイアスに物理的に接合された接点パッド)、電氣的接続可能な中間媒体(導電性ワイヤ又はトレースにより相互に接続された回路のノード)を介して、行われる。

30

「電氣的に結合される(electrically coupled)」とは、2つのポイントが導電状態にある状態として定義する。これは、直接的な物理的接触(コンセントへの接続)、導電性中間媒体(電気バイアスに物理的に接合された電気装置)、中間装置(抵抗体、インダクタを介して接続された電気装置を介して、行われる。

翻訳上、「基板上(on a substrate)」とは基板に直接接触している状態のみならず、基板から離れた上にある状態をも意味する場合がある。これに対し「基板上方(above a substrate)」とは基板から接触していない状態を意味する。

40

【0019】

従来技術を示す図1において、リレー100は、磁気要素102, 104と、コイル108と、片持ち梁110と、電気接点116, 118と、基板120とを有する。リレー100の実施例は、特許文献2に開示されている。

【0020】

磁気要素102は、基板120の上に形成された強磁性材料の層である。強磁性材料とは、中間透磁率以上あるいはより高い透磁率を有する材料(磁界をチャネリングできる材料)である。強磁性材料の一例は、永久磁石、ニッケル、ニッケル鉄合金、鉄、パーマロイ、スーパーマロイ、Sendust(登録商標)等を含む。

【0021】

50

磁気要素 104 も、基板 120 の上に形成された強磁性材料の層であり、領域 106 で磁気要素 102 の上に重なる。磁気要素 104 は、従来の平面化技術、例えば MEMS 製造技術を用いて製造される。磁気要素 104 は片持ち梁 110 を有し、その自由端 112 は領域 114 で磁気要素 102 の上に懸垂しており、エアギャップを形成する。自由端 112 は、又電気接点 116, 118 の上にも懸垂してる。

【0022】

コイル 108 は導電材料製の平面状コイルであり、これは磁気要素 102 に電氣的に接続される。第 1 電流がコイル 108 に流れると、磁界を生成する。コイル 108 は領域 106 の回りに巻かれて、その結果、磁気が磁気要素 102, 104 に結合する。更に磁気要素 102, 104 とコイル 108 は、一体となって、磁気回路を規定する。磁気回路は、領域 114 近傍のエアギャップを介して磁界をチャネリングすることができる。

10

【0023】

この磁界に応答して、磁力が片持ち梁 110 上で発生し、自由端 112 を垂直下方向（即ちコイル 108 と基板 120 の面に直交する方向に）即ち磁気要素 102 の方向を引っ張る。その結果、自由端 112 は基板 120 に接触し、電気接点 116, 118 を電氣的に短絡して電流 120 を図で上から下に流す。

【0024】

上記の構成のリレー 100 には幾つかの欠点がある。第 1 の欠点は、リレー 100 が、平面状コイルと切替要素とが近接して配置されている点と、切替要素がコイルの面に直交する方向に移動することに依存していることである。このことは、特許文献 2 に「磁気材料の 2 つの層 1, 4 は、コイル 3 が巻かれているポイント 5 で、互いにオーバーラップしており、これにより、磁力を発生する点で極めて効率的な平面状ソレノイドが形成される」と記載されている。

20

更に磁気要素 102, 104 が薄い為に、リターン磁気回路の磁気リラクタンスが高くなる。その結果、コイル 108 により生成される磁界と、領域 114 のエアギャップに誘導される磁気フラックスとの間の結合効率が低くなる。コイルからのより大きな磁気駆動力（magneto-motive force）が、エアギャップ内の磁気フラックス密度をリターン磁気回路材料の飽和フラックス密度近傍で生成するのに、必要とされる。この磁気駆動力は、コイル 108 を流れる電流を増加させるか、あるいはコイル 108 の巻き数を増加させるかのいずれかによってしか大きくすることができない。

30

より多くの電流が流されると、リレーはより多くの電力を消費する。より多くの巻き数のコイルが使用されると、磁気回路の平面状のレイアウトは、磁気リターンパスがより大きくなることが必要となる。これにより磁気リラクタンスが増加し、結合効率が低下する。

【0025】

片持ち梁の自由端 112 は、コイル 108 と基板 120 の面に直交する方向に動くので、片持ち梁が形成される層の材料の厚さと特性が、片持ち梁の機械的挙動を決定することになる。例えば、必要とされる駆動力、回復力、共振周波数は、片持ち梁に使用される材料の厚さと、密度、残留ストレスの変化量に基づく。これらの材料特性は、堆積プロセス毎に通常代わる。その結果、片持ち梁の自由端 112 が、基板 120 に直交する方向に移動することにより、以下の現象が現れる。

40

- i. リレー 100 の動作特性の変動、
- ii. 同一の設計ではあるが様々なリレーの間の動作特性の不一致、
- iii. 再現性と信頼性、
- iv. 電気接点 116, 118 と自由端 112 の間の接触抵抗の変動は、リレー毎に異なる、
- v. 上記の変動の組み合わせ。

【0026】

更に、片持ち梁の自由端 112 の厚さは、片持ち梁の層を形成するのに用いられる堆積プロセスに特有の最大堆積厚さに制限される。この様な片持ち梁 110 の設計の自由

50

度は、その為に限られている。

【0027】

従来技術を示す図2において、リレー200は、磁気要素202, 204, 206と、スプリング208, 220と、アンカー210, 222と、電気接点212と、テザー214と、電線216, 218と、基板224を含む。この様なリレー200の一例は特許文献3に開示されている。

【0028】

磁気要素202, 204は、基板224の表面上に形成された強磁性体材料の層である。磁気要素202, 204は、総称して「磁気フラックス・パス」と定義し、これらは、外部から加えられた磁界をチャネリングする。

10

【0029】

磁気要素206は強磁性材料を含む要素である。磁気要素206は、基板224の上に、スプリング208で吊り下げられている。

【0030】

スプリング208は、例えばシリコン、ポリシリコン等の構造材料のループである。スプリング208は、従来のMEMS(例、deep reactive-ion etching(DRIE))製造技術を用いて、楕円状に形成される。スプリング208は、基板224の上方でアンカー210により支持されている。スプリング208は第1面に平面状に配置されている。この第1面は、基板224に規定された第2面に平行でかつその上方にある面である。

【0031】

この形状の為に、スプリング208は第1面では柔軟性があるが、第1面から外れる方向に曲げるのは難しい。磁気要素206はスプリング208に取り付けられ、磁気要素206は基板224の上方に懸垂される。その結果、磁気要素206の第1面における動きが可能となるが、磁気要素206の第1面から外れる動きは阻止される。

20

【0032】

磁気要素202, 204は、磁気要素206とギャップを介して、磁界をチャネリングする。このギャップは3個の磁気要素202, 204, 206を切り離す。動作時には、磁界は、磁気要素をリレー200近傍に動かすことにより、外部から形成できる。

【0033】

スプリング220は、湾曲した構造要素であり、基板224上方にアンカー222により懸垂されており、第1面に配置されている。スプリング208と同様にスプリング220は、第1面では柔軟性があるが、この第1面から外れる方向に曲げるのは難しい。

30

【0034】

電気接点212は、スプリング220に取り付けられた導電要素であり、電気接点212は、基板224の上方に懸垂される。その結果第1面における電気接点212の動きが可能となるが、第1面から外れる電気接点212の動きは制限される。

【0035】

テザー(結合体)214は、磁気要素206と電気接点212に強固に結合され、その結果それらは第2面で一体に動く。

【0036】

特許文献3に開示したように、磁気フラックスが磁気フラックスパスに沿って加えられると、磁気要素を一列に整合させる力を発生し、磁気要素を一列に並べる。テザー214は、磁気要素206と電気接点212に強固に結合されているために、磁気要素206の動きは、電気接点212を、テザー214を介して、電線216, 218に物理的に接触させる。この物理的接触が、電線216, 218を短絡して、電流120を流す。

40

【0037】

電気接点212の動きは、基板224に平行な面で行われるので、リレー200はリレー100で議論した不都合の一部を解消できる。具体的にはリレー200の動作特性は、光リソグラフ技術により主に決定される。

【0038】

50

しかし、上記のリレー 200 も幾つかの欠点がある。第 1 の欠点は、特許文献 3 に開示されたように、外部からの磁界と磁気要素 202, 204 との間の効率的な結合を行うために、磁気要素 202, 204 で形成される磁気フラックスパスは、外部から加えられる磁界に整合する必要がある。良好な整合が必要なのは、磁気要素 202, 204 の断面積が小さいためである。これにより、加えられた磁界に磁気要素を効率よく結合するのを制限してしまう。その結果、十分な磁力をアクチュエータが発生するのを確保するためには、大きな磁界が必要となる。

【0039】

そして高い磁界を提供する必要があるため、リレー 200 の構造と適宜の平面状コイルを集積するのが困難となる。このような挑戦的事項は、十分に高い Q 係数を有する大きな磁界を発生させる電磁石コイルは、広いチップ領域を必要とすることから生じる。

【0040】

特許文献 3 に開示されたこれらの実施例においては、コイルはリレーの外部に配置されている。更に又磁極をとうり基板に直交する方向に向いた磁界は、多層基板の積層構造の上部表面と底部表面に形成されている。これらの磁極は、基板の積層体に直交する外部から発生した磁界を、直接貫通し、前記基板に直交する方向に、磁気駆動電気接点要素の動きを誘導してしまう。このことは当然の事ながら、上記のリレー 100 で説明したのと同様な不都合な点を有する。

【0041】

従来のマイクロリレーとは対称的に、本発明のリレーは、
(1) 磁界を生成する集積コイルと、
(2) 前記コイルに磁氣的に結合される磁気回路と、
(3) 基板と平行な方向に可動部分を有する電気スイッチと、
を含む。

この磁気回路は、磁気駆動電気スイッチを介して生成した磁界を効率的にチャネリングする。その結果、本発明の実施例は、可動要素が基板に直交する方向に動くスイッチに固有の不利な点を回避できる。スイッチを駆動するのに適した集積平面状コイルを含む。

【0042】

微細製造技術の進歩により平面処理技術の進展が見られ、これにより横方向の寸法に対し厚い構造物の製造が可能となった。このような製造技術は「high aspect-ratio」製造処理と称し、基板の表面に直交する方向に大きな寸法を有するものの製造が可能となった。この高アスペクト比の構造物の製造が可能となったことにより、横方向に駆動されるマイクロリレーの開発が可能となった。更に高いアスペクト比の製造技術の出現により、可動磁気要素は、磁気回路の長さ方向に対し十分な断面積を有するようになり、磁界の生成源と動作ギャップとの間の結合ロスが小さくなる。

【0043】

垂直方向に集積された高アスペクト比の装置は、リレーのアレイを含むようなアプリケーションで特に魅力的であり、極小化は更に重要となる。自動テスト装置、通信のアプリケーションでのリレーの使用は、特に回路基板上でリレーが専有面積と高さに関連しているからである。パッチ処理あるいはウエハーベースの製造コストは、装置の面積に直接関係し、垂直方向に集積した小さな専有面積のリレーは、コスト的に有利である。

【0044】

図 3 において、リレー 300 は、電磁モジュール 302 と、アクチュエータモジュール 304 と、コイル 306 と、磁気コア 308, 310 と、キャップ 314 と、スイッチ 316 とを含む。

【0045】

磁気回路 312 は、磁気コア 308, 310 を有する。各磁気コアは、強磁性要素を含み、これらは電磁モジュール 302 とアクチュエータモジュール 304 内に形成される。これらの強磁性要素は、リレー 300 内に収納され、磁氣的に結合されて磁気コア 3

10

20

30

40

50

08, 310と磁気回路312を形成する。更に磁気コア308, 310の各部分は、スイッチ316を形成する。図7A, 7Bに示すように、スイッチ316は可動接点を有する。この可動接点はその下の基板に平行な面に対してのみ動く。磁気回路312により、弱い磁界を用いたスイッチ動作が可能になる。その結果と、集積された平面状コイルは巻回数が少なくても良く、コイルはチップ領域内に形成できる。

【0046】

更に本発明の実施例は複数の平面状コイルを含む。これらは、磁界を生成するよう一体となって働く。平面状コイルは、1個のコイルにより生成された磁界が残りのコイルにより増強されるよう配置される。その結果複数のコイルは、1個のコイルよりもより強力な磁場を生成することができる。複数のコイルを用いて、各コイルの設計パラメータ（例えばコイルの巻き数、電流搬送能力）等の要件を緩和させ、これによりリレー300に容易に組み込むことができるようになる。

【0047】

本発明の一態様では、コイルは、磁気駆動スイッチとは別の基板上に形成される。複数の基板は形成されると、結合されて完全に一体化した装置を構成する。一実施例においては、4個のコイル306が電磁モジュール302上に形成される。コイルは2つのコイルの対として配置され、各コイルの対が磁気コア308, 310の内の1つを包囲する。その結果各コイルにより生成される磁界は、それぞれのコアに効率よく結合される。

【0048】

同様にスイッチ316は、別のアクチュエータモジュール304上に形成される。リレー300に組み込むために、各基板の磁気バイアス（磁性連結体）と電気バイアス（導電体）は、共通のインターフェース上に形成（配置）され、その結果、基板が取り付けられたときに、適正な結合が確保される。

【0049】

電磁気モジュールの磁気バイアスと電気バイアスの共通のインターフェースが、本発明に適用され、様々な利点を提供できる。例えばデザイン、製造、在庫等に対する便宜を与える。例えば「一般的な」電磁気モジュールは低コストで大量生産される。更に一般的な電磁気モジュールを用いて、共通のインターフェースを介してアクチュエータモジュール群のいずれかを駆動することができる。

【0050】

共通のインターフェースにより、複数の積層可能な電磁気モジュールの形成が可能となり、あらゆる大きさの磁界強度の装置を提供できる。結果として、本発明の一実施例は、設計のフレキシビリティを提供でき、製造コストを下げることができる。

【0051】

図4において、本発明の方法方法400は、ステップ401で開始する。これにより電磁モジュール302が提供できる。

【0052】

図5A, 5Bにおいて、電磁モジュール302は、電界を生成する要素と、生成された磁界を強化する要素と、生成された磁界をアクチュエータモジュールに効率的にチャネリングする要素を含む。電磁モジュール302は、更に複数の接点パッドを含み、これにより、基板の電氣的接続と基板の表面への搭載を可能とする。

【0053】

電磁モジュール302は、基板502と、コイル306-1からコイル306-4と、接点パッド506, 508, 510, 512と、磁気バイアス514, 516と、電気バイアス518, 520, 522, 524と、シールド526と、磁気パッド530, 532とを含む。

【0054】

図6において、電磁モジュール302は、本発明の一実施例に従って形成される。ステップ401は、サブステップサブ601で始まる。基板502ウエハーを電気バイアス518, 520, 522, 524が形成される。

【 0 0 5 5 】

基板 5 0 2 は、導電性コイルの製造をサポートする適宜の基板である。一実施例においては、基板 5 0 2 はアルミナ製の基板である。しかし本明細書を参照することにより基板 5 0 2 は、あらゆる適宜の基板でも良い。更に本明細書において「基板」は平面製造プロセスに適した基板として定義され、これらは、通常の M E M S 製造ナノテクノロジーの製造技術、集積回路の製造技術等の操作等に適した基板である。このような基板の材料は、シリコン、ゲルマニウム、化合物半導体、semiconductor-on-insulator 層構造、ガラスセラミック、アルミナ、あるいはそれらの組み合わせを含む。

【 0 0 5 6 】

電気バイアス 5 1 8 , 5 2 0 , 5 2 2 , 5 2 4 は、従来の方法で形成される。ホール（孔）が、基板 5 0 2 を貫通して形成され、導電性材料例えば金、アルミ、ドーブしたポリシリコン、タングステン等で充填される。ホールは、適宜の製造技術例えば D R I E、サンドブラस्टینگ、ウォータードリル、レーザーエッチング等を用いて形成される。一実施例においては、基板 5 0 2 は、キャストセラミック基板であり、ホールは、基板の形成時に形成することもできる。

【 0 0 5 7 】

ホールは、導電性材料で、従来技術例えばメッキ、C V D 等の技術を持って充填される。一実施例においては、基板 5 0 2 は、導電性材料あるいは半導体材料を含む。ある実施例においては、絶縁層を最初にホールの側壁に堆積して、各電気バイアスを基板 5 0 2 から絶縁する。電気バイアス 5 1 8 , 5 2 0 , 5 2 2 , 5 2 4 の製造方法は、当業者には公知である。

【 0 0 5 8 】

サブステップ 6 0 2 において、基板 5 0 2 を貫通する磁気バイアス 5 1 4 , 5 1 6 が形成される。磁気バイアス 5 1 4 , 5 1 6 の形成は、上記した電気バイアスの形成と類似する。但し磁気バイアス 5 1 4 は強磁性材料で形成され、その為、磁気回路 3 1 2 の一部として、基板 5 0 2 の表面 5 4 0 , 5 4 2 の間の磁気フラックスをチャネリングすることができる。これに関しては図 9 を参照して更に説明する。

【 0 0 5 9 】

サブステップ 6 0 3 において、コイル 3 0 6 - 1 ないしコイル 3 0 6 - 4 と、コイル間バイアス 5 4 6 , 5 4 8 と、インターコネクト 5 2 8 が形成される。この実施例においては、基板 5 0 2 は、導電性又は半導体性の基板である。表面 5 4 0 は、絶縁層を含み、その上にコイルが配置される。

【 0 0 6 0 】

コイル 3 0 6 - 1 ないしコイル 3 0 6 - 4（これらはコイルコイル 3 0 6 と総称する）は、導電性材料を平面状に螺旋形状に配置して形成され、電流を流すことにより磁界を生成する。各コイル 3 0 6 は面 5 3 4 と平行な面に配置される。この面 5 3 4 は、基板 5 0 2 に規定される。具体的にはコイル 3 0 6 - 1 とコイル 3 0 6 - 4 は、同一平面で面 5 3 6 上にあり、コイル 3 0 6 - 2 とコイル 3 0 6 - 3 は、同一平面で面 5 3 8 上にある。一実施例においては、各コイル 3 0 6 は、互いに平行な異なる面上にあってもよい。一実施例では、4 個のコイル 3 0 6 を開示しているが、その数は 4 個に限定されない。

【 0 0 6 1 】

電流が流れると各コイル 3 0 6 は磁界を生成する。この磁界は、コイルを流れる電流の方向に基づいて決まる方向を向いている。この実施例においては、コイル 3 0 6 - 1 とコイル 3 0 6 - 2 は、同心状に配置されて、それらにより生成された磁気フラックスがそれぞれ面 5 3 6 , 5 3 8 で + z 方向を向くように配置される。その結果コイル 3 0 6 - 1 により生成される磁界は、コイル 3 0 6 - 2 により生成される磁界により強化される（逆も言える）。コイル 3 0 6 - 3 とコイル 3 0 6 - 4 は、同心状に配置され、それらにより生成される磁気フラックスは、それぞれ面 5 3 8 , 5 3 6 において - z 方向を向いている。その結果、コイル 3 0 6 - 3 により生成された磁界は、コイル 3 0 6 - 4 に生成された磁界により強化される（その逆も言える）。

10

20

30

40

50

更に、コイル 3 0 6 - 3 とコイル 3 0 6 - 4 により生成された磁界は、コイル 3 0 6 - 1 とコイル 3 0 6 - 2 により生成された合成磁界を、磁気回路 3 1 2 を介して強化する。これに関しては、図 9 を参照して以下説明する。コイルを流れる電流方向とコイルの相対方向は設計的選択事項である。更にコイル 3 0 6 の物理的なレイアウト、例えば巻き数、コイルトレースの断面積、導電性材料の種類等も、設計的選択事項であり、当業者は本明細書を参照して、コイル 3 0 6 を生成し使用することができる。

【 0 0 6 2 】

コイル 3 0 6 - 1 ないしコイル 3 0 6 - 4 と、コイル間バイアス 5 4 6 , 5 4 8 と、インターコネクト 5 2 8 とは、一連の誘電体層の堆積ステップ、誘電体層エッチングステップ、金属層堆積ステップ、電気メッキ・ステップ等の技術を用いて形成される。コイル 3 0 6 - 1 ないしコイル 3 0 6 - 4 は、基板 5 0 2 の表面 5 4 0 の上に以下のステップを含むプロセスで製造される。

10

(1) 表面 5 4 0 上に第 1 導電層を堆積するステップ、

(2) 前記第 1 導電層の上にマスク層を形成するステップ、このマスク層は、コイル 3 0 6 - 1 とコイル 3 0 6 - 4 の所望の形状の開口を有する、

(3) 基板をメッキ浴に浸すステップ、ここで導電性材料が、選択的に前記マスク層の開口領域に堆積される、

(4) マスク層と、前記第 1 層のメッキされていない領域を除去するステップ。

これらが形成された後、コイル 3 0 6 - 1 は電気バイアス 5 1 8 に電氣的に接続され、コイル 3 0 6 - 4 は電気バイアス 5 2 0 に電氣的に接続される。但しコイル 3 0 6 - 1 とコイル 3 0 6 - 4 は、互いに電氣的には接続されていない。電気メッキは、コイル 3 0 6 を形成する適宜の方法を開示しただけで、本明細書を参照することにより、コイル 3 0 6 を形成する別の技術も採用できる。

20

【 0 0 6 3 】

コイル 3 0 6 - 1 とコイル 3 0 6 - 4 の形成後、それらは、誘電体層 5 0 4 を堆積することによりカプセル化される。誘電体層 5 0 4 は、例えば化学機械研磨技術を用いて平面化される。コイル間バイアス 5 4 6 と 5 4 8 は、誘電体層 5 0 4 を貫通して形成され、その結果、それらは、それぞれ、コイル 3 0 6 - 1 とコイル 3 0 6 - 2 に電氣的に接続される。

【 0 0 6 4 】

その後、コイル 3 0 6 - 2 とコイル 3 0 6 - 3 とインターコネクト 5 2 8 は、誘電体層 5 0 4 の上に形成され、コイル 3 0 6 - 2 とコイル 3 0 6 - 3 は、コイル間バイアス 5 4 6 と 5 4 8 に電氣的に接続され、コイル 3 0 6 - 2 とコイル 3 0 6 - 3 はインターコネクト 5 2 8 を介して電氣的に接続される。上記のステップの完了後、電気バイアス 5 1 8 と、コイル 3 0 6 と、コイル間バイアス 5 4 6 , 5 4 8 と、インターコネクト 5 2 8 と、電気バイアス 5 2 0 は、一体となって、導電性の連続パスを形成する。

30

【 0 0 6 5 】

サブステップ 6 0 4 において、磁気バイアス 5 1 4 , 5 1 6 は垂直方向に伸びる。シールド 5 2 6 が、従来の光リソグラフ技術と電気メッキ技術を用いて形成される。リレー 3 0 0 が完全に組立形成されると、シールド 5 2 6 は、リレー 3 0 0 を浮遊磁界の影響から守るためのバリアーの一部を構成する。

40

【 0 0 6 6 】

コイル 3 0 6 - 1 とコイル 3 0 6 - 2 は、同心状に形成され、面 5 3 6 と 5 3 8 で磁気バイアス 5 1 4 をそれぞれ包囲する。コイル 3 0 6 - 3 とコイル 3 0 6 - 4 は、同心状に形成され、面 5 3 6 , 5 3 8 の磁気バイアス 5 1 6 をそれぞれ包囲する。磁気バイアス 5 1 4 , 5 1 6 が垂直方向の伸びることにより、磁気回路 3 1 2 の一部として、アクチュエータモジュール 3 0 4 に含まれる磁気バイアスと物理的に接触する。

【 0 0 6 7 】

サブステップ 6 0 5 において、電気バイアス 5 2 2 , 5 2 4 は、誘電体層 5 0 4 をパターン化し、導電性材料を電気メッキすることにより、垂直方向に伸びる。電気バイア

50

ス５２２，５２４が垂直方向に伸びることにより、アクチュエータモジュール３０４の電気バイアス７０８，７１０とそれらの間と電氣的接触が可能となる。

【００６８】

サブステップ６０６において、電気メッキを用いて、面５４２上に接点パッド５０６，５０８，５１０，５１２を形成する。接点パッド５０６は電気バイアス５１８に電氣的に接続される。接点パッド５０８は電気バイアス５２０に電氣的に接続される。接点パッド５１０は電気バイアス５２２に電氣的に接続される。接点パッド５１２は電気バイアス５２４に電氣的に接続される。その結果、電磁モジュール３０２は表面搭載取付物として適したものになる。

【００６９】

サブステップ６０７において、磁気パッド５３０，５３２は、電気メッキで面５４２上に形成される。磁気パッド５３０，５３２は、強磁性体材料製で、磁界をチャネリングすることができる。ステップ６０７の完了後、磁気バイアス５１４は磁気パッド５３０に物理的に接続される。磁気バイアス５１６は磁気パッド５３２に物理的に接続される。磁気パッド５３０，５３２は、互いにアーマーギャップｇ１で、物理的に分離されている。アーマーギャップｇ１は磁気パッド５３０，５３２を互いに絶縁し、リレー３００の動作中、電流がシャント（好ましくない現象）するのを回避している。アーマーギャップｇ１はできるだけ小さいのが好ましく、これにより、磁気パッド５３０，５３２の間の低リラクタンスパスを達成できる。

【００７０】

一実施例においては、電気メッキを用いて、電磁モジュール３０２に含まれる要素を形成したが、当業者は本明細書を参照することにより、コイルあるいは他の要素を、例えば光リソグラフィ技術、電気メッキ、金属リフトオフ技術、サブトラクティブ・レイヤ・パターンニング（例、エッチング、アブレーション、サンドブラスト）等を用いて形成することもできる。

【００７１】

ステップ４０２において、アクチュエータモジュール３０４が形成される。

【００７２】

図７Ａ，７Ｂにおいて、アクチュエータモジュール３０４は、基板７０２と、スイッチ３１６と、アンカー７１２，７１４と、磁気バイアス７０４，７０６と、電気バイアス７０８，７１０と、シールリング７１８と、シールド７１６とを有する。

【００７３】

図８は、ステップ４０２のサブステップを示す。同図のフローチャートにおいて、アクチュエータモジュール３０４が、本発明の一実施例により形成される。ステップ４０２はサブステップ８０１で始まり、サブステップ８０２で、磁気バイアス７０４，７０６が基板５０２に形成される。

【００７４】

基板７０２はスイッチ３１６の形成をサポートするのに適した基板である。基板７０２は面７３２を規定する。基板７０２は基板５０２と類似する。

【００７５】

磁気バイアス７０４，７０６は、スルーエハーの磁気バイアスであり、これらは磁気バイアス５１４，５１６に類似する。磁気バイアス７０４はアンカー７１２に物理的かつ磁氣的に結合される。磁気バイアス７０６は、アンカー７１４に物理的かつ磁氣的に結合される。

【００７６】

サブステップ８０１において、電気バイアス７０８，７１０が基板７０２に形成される。電気バイアス７０８，７１０は、スルーエハーの電気バイアスであり、これらは、電気バイアス５１４，電気バイアス５１８，５２０，５２４に類似する。

【００７７】

磁気バイアス７０４，７０６と電気バイアス７０８，７１０は、磁気バイアス５１

10

20

30

40

50

4, 516と電気バイアス522, 524と同様に配置される。このマッチング配置により、電磁モジュール302とアクチュエータモジュール304との間の「共通インターフェース」を提供できる。その為、基板が整合し結合されると、磁気バイアス704, 706と磁気バイアス514, 516は、磁氣的に結合される。電気バイアス708, 710と電気バイアス522, 524は、電氣的に結合される。この実施例において、磁気バイアス704, 706と磁気バイアス514, 516は、電磁モジュール302とアクチュエータモジュール304が整合し結合された時に、物理的に接触する。

【0078】

サブステップ803において、電気メッキを再び用いて、アンカー712, 714を基板702の表面720の上に配置する。

【0079】

アンカー712, 714は、それぞれ強磁性でかつ導電性の材料製である。アンカー712と電気バイアス708は電氣的に接続される。アンカー712も磁気バイアス704に物理的かつ磁氣的に結合される。同様にアンカー714と電気バイアス710は電氣的に結合され、アンカー714と磁気バイアス706が磁氣的に結合される。

【0080】

要素724も、アンカー712の形成過程の間、形成される。リレー300の動作を行わせるために、犠牲層740が、それが要素724と表面720の間に入るように形成される。犠牲層740は、アクチュエータモジュール304から選択的に除去される材料を含む。犠牲層740として使用される材料の選択は、アンカー712, 714, 要素724が形成される材料に依存する。本明細書を参照することにより、犠牲層740の製造方法、使用方法は明らかとなる。

【0081】

要素724は、アンカー712から伸びる片持ち梁である。要素724を基板から切り離した後、片持ち梁である要素724の表面730は、アンカー712に固定される。要素724のエンド728は、面734内で選択的に動けるような自由端である。面734は面732と平行である。エンド728は電気接点722を含む。言い換えると、片持ち梁724は、電気接点722が面734内では動けるが、面734から外れては動けないような寸法でかつその様に配置されている。

【0082】

他の実施例においては、要素724は片持ち梁以外の機械的要素でもよく、かつ電気接点722が面734内で動ければよい。要素724は、強磁性でかつ導電性の材料から形成される。その結果、

(1) 電気バイアス708と、アンカー712と、要素724、電気接点722が、一体となって、連続する導電性パスを形成する。

(2) 磁気バイアス704と、アンカー712と、要素724、電気要素722が、一体となって、連続する強磁性パスを形成する。

【0083】

アンカー714は電気接点726を含む。電気接点722と片持ち梁である要素724と電気接点726が、一体となって、磁氣的に駆動されるスイッチ316を規定する。最初は、電気接点722と電気接点726は、スイッチ316が非活性状態の時は、作動ギャップg2で切り離されている。

【0084】

一実施例においては、電気接点722, 726の一方又は両方は、接触力を集中させ、それらの間の電気抵抗を減らすような突起部を有する。一実施例においては、電気接点722と726の一方又は両方は、低抵抗性材料、例えば金を含み、それらの間の接触抵抗を減らしている。

【0085】

サブステップ804において、シールド716が表面720の上に形成される。シールド716は、シールド526に類似する。シールド716は、リレー300が組み立

10

20

30

40

50

てられた時に、キャップ 3 1 4 に機械的に結合するような寸法及び配置である。リレー 3 0 0 が完全に組み立てられた時に、シールド 7 1 6 は、リレー 3 0 0 を浮遊磁界の影響から保護する為のバリアーの一部を構成する。

【 0 0 8 6 】

サブステップ 8 0 5 において、シールリング 7 1 8 が表面 7 3 6 の上に形成される。シールリング 7 1 8 は、薄い金属層であり、この金属層が、電磁モジュール 3 0 2 とアクチュエータモジュール 3 0 4 の組立中に、シールド 5 2 6 の適宜な結合表面を提供する。

【 0 0 8 7 】

サブステップ 8 0 6 において、片持ち梁である要素 7 2 4 は、表面 7 2 0 から犠牲層 7 4 0 の選択的除去により解放される。要素 7 2 4 は、面 7 3 4 上で選択的に移動できるように、その機械的挙動は z 方向の寸法ではなく y 方向の幅に依存する。その結果、要素 7 2 4 の機械的挙動は、電気メッキプロセスの間要素を規定するのに用いられるマスク層の形成のステップの間のリソグラフ技術で決定される。このリソグラフ技術は、十分制御可能でかつ再現性の高いプロセスである。かくして動作特性は、同一設計の全てのリレーに対し確実に制御でき、かつ一定となる。更にこのリソグラフ技術により、要素 7 2 4 は極めて高い寸法許容差でもって形成できる。極めて小さな動作ギャップ g 2 を具備したリレーの設計により、駆動磁界の要件が極めて低くなる。

【 0 0 8 8 】

ステップ 4 0 3 において、キャップ 3 1 4 が形成される。キャップ 3 1 4 は、スイッチ 3 1 6 とコイル 3 0 6 を、浮遊磁界の影響から保護するシールドの一部を形成する。キャップ 3 1 4 は、リレー 3 0 0 が完全に組み立てられたときに、シールド 7 1 6 と機械的に結合するような寸法で配置される。

【 0 0 8 9 】

ステップ 4 0 4 において、電磁モジュール 3 0 2 とアクチュエータモジュール 3 0 4 とキャップ 3 1 4 が、組み立てられてリレー 3 0 0 を形成する。リレー 3 0 0 の形成ステップの間、電磁モジュール 3 0 2 とアクチュエータモジュール 3 0 4 は、整合し、磁気バイアス 5 1 4 は磁気バイアス 7 0 4 に、磁気バイアス 5 1 6 は磁気バイアス 7 0 6 に、物理的に接触する。更に基板が整合して配置され、その結果電気バイアス 5 2 2 は電気バイアス 7 0 8 に電氣的に接触し、電気バイアス 5 2 4 は電気バイアス 7 1 0 に電氣的に接触する。それらが整合して配置されると、電磁モジュール 3 0 2 とアクチュエータモジュール 3 0 4 とキャップ 3 1 4 は、従来のボンディング技術を用いて、互いに結合される。

【 0 0 9 0 】

図 9 は、本発明の一実施例のリレー 3 0 0 の断面図である。

【 0 0 9 1 】

リレー 3 0 0 が組み立てられた後、磁気パッド 5 3 0 と、磁気バイアス 5 1 4 , 磁気バイアス 7 0 4 と、アンカー 7 1 2 と、要素 7 2 4 が、一体となって、磁気コア 3 0 8 を規定する。磁気コア 3 0 8 は、面 5 3 6 でコイル 3 0 6 - 1 に、面 5 3 8 でコイル 3 0 6 - 2 により包囲される。その結果、コイル 3 0 6 - 1 とコイル 3 0 6 - 2 により生成された磁界は、効率よく磁気コア 3 0 8 に結合する。

【 0 0 9 2 】

同様に、磁気パッド 5 3 2 と、磁気バイアス 5 1 6 , 磁気バイアス 7 0 6 と、アンカー 7 1 4 とは、一体となって、磁気コア 3 1 0 を形成する。磁気コア 3 1 0 は、面 5 3 6 でコイル 3 0 6 - 4 に、面 5 3 8 でコイル 3 0 6 - 3 により包囲される。その結果、コイル 3 0 6 - 3 とコイル 3 0 6 - 4 により生成された磁界は、効率よく磁気コア 3 1 0 に結合される。

【 0 0 9 3 】

図 1 0 に示すように、磁気コア 3 0 8 , 3 1 0 が、一体となって、磁気回路 3 1 2 を形成する。磁気回路 3 1 2 は閉鎖磁気回路とも称する。本明細書と特許請求の範囲において、「閉鎖磁気回路」とは、閉鎖パスを介して、磁界の巡回が可能となるような強磁性

10

20

30

40

50

材料の回路として定義される。言い換えると、閉鎖磁気回路は、強磁性リターンパスを有し、磁界をそのソースにチャネリングすることができる。閉鎖磁気回路は、エアギャップを含む。このエアギャップは、それらの間の効率的な磁気結合が可能のように十分小さなものである。磁気回路 312 は、コイル 306 により生成された磁界を動作ギャップ g2 を含むスイッチ 316 でチャネリングする。図 5A, 5B で上記したように、コイル 306-1 とコイル 306-2 により生成された磁界は、それぞれ面 536, 538 で +z 方向を向き、コイル 306-3 とコイル 306-4 により生成された磁界は、それぞれ面 538, 536 で -z 方向を向く。これらの磁界は、時計回り (図 10) で磁気回路 312 により切り替えられる。

【0094】

リレー 300 が組み立てられると、電気バイアス 708 と電気バイアス 522 と接点パッド 510 が、一体となって、端子 738 を規定する。この端子 738 は、磁気コア 308 に電氣的に接続される。同様に、電気バイアス 710 と電気バイアス 524 と接点パッド 512 が、一体となって、端末を規定する。この端末は、磁気コア 310 に電氣的に接続される。一実施例においては、スイッチ 316 は、アクチュエータモジュール 304 の表面 736 上に配置される。この実施例においては、磁気バイアス 704, 706 と、電気バイアス 708, 電気バイアス 710 と、キャップ 314 は、必要ではない。更に一実施例においては、磁気バイアス 514, 516 は、磁気バイアス 704, 706 の近くに配置されるが、物理的に接触してはいない。

【0095】

動作する場合、第 1 電流が、接点パッド 506 に入り、接点パッド 506 から接点パッド 508 に、電気バイアス 518, 520 と、コイル 306 を介して流れる。第 1 電流が、磁気コア 308 を活性化する。第 1 電流が流れることに応答して、コイル 306-1 が、磁界を生成し、この磁界がコイル 306-2 ないしコイル 306-4 により強化され、磁気回路 312 により、電気接点 722, 726 と動作ギャップ g2 を介してチャネリングされる。その結果、スイッチ 316 の自由端 728 は、電気接点 726 の方向に引かれて、電気接点 722 と 726 を物理的かつ電氣的に接触させる。要素 724 の機械設計と動作ギャップ g2 のサイズが、スイッチ 316 を動かすのに必要な力を決定する。

【0096】

電気接点 726 と 722 の電氣的に接続により、接点パッド 510 と 512 との間 (電気バイアス 522, 電気バイアス 708, 710, 電気バイアス 524 を介して) に第 2 電流が流れる。

【0097】

一実施例においては、電気接点 722 と 726 は、最初は物理的かつ電氣的に接触しており、第 1 電流が流れることにより、電気接点 722 と 726 が、切り離されて第 2 電流が流れなくなる。

【0098】

図 11 において、リレー 1100 は、電磁モジュール 1102, 1104, 1106 と、アクチュエータモジュール 304 と、キャップ 314 とを含む。

【0099】

各電磁モジュール 1102, 1104, 1106 は、電磁モジュール 302 に類似する。但し各モジュールは、磁界を生成するために 2 個のコイルのみを有する。

【0100】

電磁モジュール 1102 は、基板 502-1 と、接点パッド 506, 508, 510, 512 と、コイル 306-1, コイル 306-2 と、電気バイアス 522 と、磁気バイアス 514 とを有する。

【0101】

電磁モジュール 1104 は、基板 502-2 と、コイル 306-3, コイル 306-4 と、電気バイアス 522 と、磁気バイアス 514 とを有する。一実施例においては、電磁モジュール 1104 は、x 軸の回りに、コイル 306-3, コイル 306-4 が基板

10

20

30

40

50

502-2の底部表面上に配置されるように、引っくり返してもよい。

【0102】

電磁モジュール1106は、基板502-3と、コイル306-5，コイル306-6と、電気バイアス522と、磁気バイアス514とを有する。一実施例においては、電磁モジュール1106は、x軸の回りに、コイル306-5，コイル306-6が基板502-3の底部表面上に配置されるように、引っくり返してもよい。

【0103】

電磁モジュール1102，1104，1106は、整合して結合され、その結果、磁気バイアスが磁氣的に結合されて、閉鎖磁気回路を形成する。この閉鎖磁気回路は磁気回路312に類似する。更にコイル306は、直列に電気バイアス518，1108と、
10
インターコネクト528を介して、電氣的に接続され、その結果コイル306-3，コイル306-4が、連続する電流パスを形成する。

【0104】

本発明の第1実施例は3個の電磁気モジュールを含むが、この数は如何なるものでもよい。電磁気モジュールの積層数は、アクチュエータデザイン、在庫管理、製造コストの低減等を考慮して、広く選択される。

【0105】

以上の説明は、本発明の一実施例に関するもので、この技術分野の当業者であれば、本発明の種々の変形例を考え得るが、それらはいずれも本発明の技術的範囲に包含される。特許請求の範囲の構成要素の後に記載した括弧内の番号は、図面の部品番号に対応し
20
、発明の容易なる理解の為に付したものであり、発明を限定的に解釈するために用いてはならない。また、同一番号でも明細書と特許請求の範囲の部品名は必ずしも同一ではない。これは上記した理由による。用語「又は」に関して、例えば「A又はB」は、「Aのみ」、「Bのみ」ならず、「AとBの両方」を選択することも含む。特に記載のない限り、装置又は手段の数は、単数が複数かを問わない。

【符号の説明】

【0106】

100 リレー
102，104 磁気要素
106 領域
108 コイル
110 片持ち梁
112 自由端
114 領域
116，118 電気接点
120 基板
200 リレー
202，204，206 磁気要素
208，220 スプリング
210，222 アンカー
212 電気接点
214 テザー
216，218 電線
224 基板
300 リレー
302 電磁モジュール
304 アクチュエータ・モジュール
306 コイル
308，310 磁気コア
312 磁気回路
30
40
50

3 1 4	キャップ	
3 1 6	スイッチ	
5 0 2	基板	
3 0 6 - 1 ~ 3 0 6 - 4	コイル	
5 0 6 , 5 0 8 , 5 1 0 , 5 1 2	接点パッド	
5 1 4 , 5 1 6	磁気バイアス	
5 1 8 , 5 2 0 , 5 2 2 , 5 2 4	電気バイアス	
5 2 6	シールド	
5 2 8	インターコネクト	
5 3 0 , 5 3 2	磁気パッド	10
5 3 4 , 5 3 6 , 5 3 8	面	
5 4 0 , 5 4 2	基板	
5 4 6 , 5 4 8	インターコイルバイアス	
7 0 2	基板	
7 0 4 , 7 0 6	磁気バイアス	
7 0 8 , 7 1 0	電気バイアス	
7 1 2 , 7 1 4	アンカー	
7 1 6	シールド	
7 1 8	シールリング	
7 2 0	表面	20
7 2 2 , 7 2 6	電気接点	
7 2 4	要素	
7 2 6	接点	
7 2 8	エンド	
7 3 0	表面	
7 3 2	面	
7 3 6	表面	
7 4 0	犠牲層	

図 4 30

- 4 0 1 : 電磁モジュール 3 0 2 を用意する。
 4 0 2 : アクチュエータ・モジュール 3 0 4 を用意する。
 4 0 3 : キャップ 3 1 4 を用意する。
 4 0 4 : モジュール 3 0 2 と 3 0 4 を取り付けて磁気コア 3 0 8 と 3 1 0 を形成する。
 4 0 5 : キャップ 3 1 4 をアクチュエータ・モジュール 3 0 4 に取り付ける。

図 6

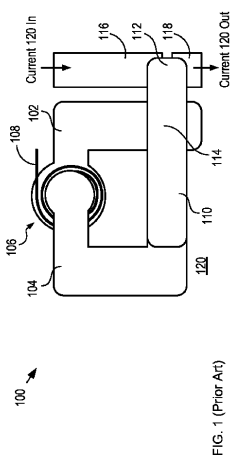
- 6 0 1 : 電気バイアス 5 1 8 , 5 2 0 , 5 2 2 , 5 2 4 を基板 5 0 2 に形成する。
 6 0 2 : 磁気バイアス 5 1 4 , 5 1 6 を基板 5 0 2 に形成する。
 6 0 3 : コイル 3 0 6 とインターコイルバイアス 5 4 6 , 5 4 8 とインターコネクト 5 2 8 を形成する。 40
 6 0 4 : シールド 5 2 6 とと拡張磁気バイアス 5 1 4 , 5 1 6 を形成する。
 6 0 5 : 拡張電気バイアス 5 2 2 , 5 2 4 を形成する。
 6 0 6 : 接点パッド 5 0 6 , 5 0 8 , 5 1 0 , 5 1 2 を基板 5 4 2 上に形成する。
 6 0 7 : 磁気パッド 5 3 0 , 5 3 2 を基板 5 4 2 上に形成する。

図 8

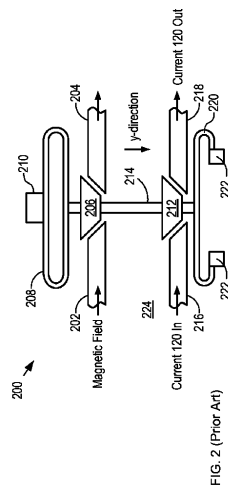
- 8 0 1 : 電気バイアス 7 0 8 , 7 1 0 を基板 7 0 2 に貫通して形成する。
 8 0 2 : 磁気バイアス 7 0 4 , 7 0 6 を基板 7 0 2 に貫通して形成する。
 8 0 3 : 要素 7 2 4 とアンカー 7 1 2 , 7 1 4 を表面 7 3 6 上に形成する。 50

- 804: シールド716を表面736に形成する。
 805: シールリング718を表面736に形成する。
 806: 要素724を切り離して、面734上で動けるようにする。

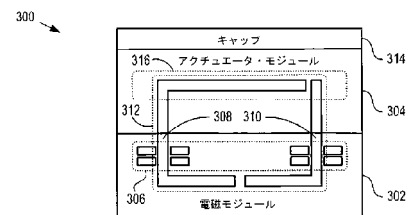
【図1】



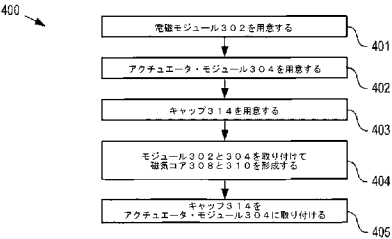
【図2】



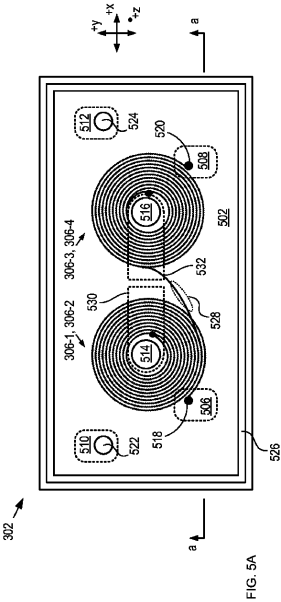
【図3】



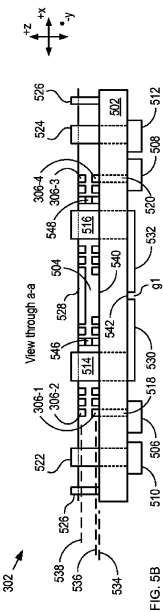
【 図 4 】



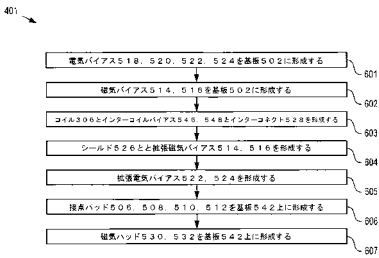
【 図 5 A 】



【 図 5 B 】



【 図 6 】



【図 7 A】

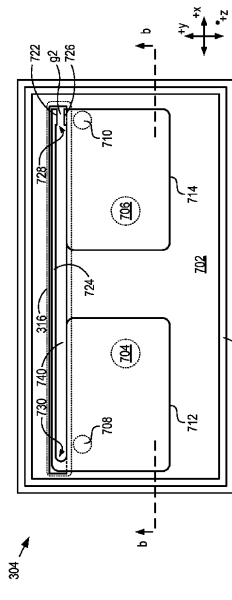


FIG. 7A

【図 7 B】

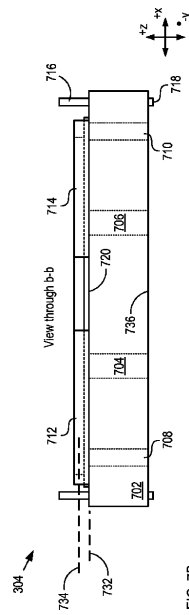
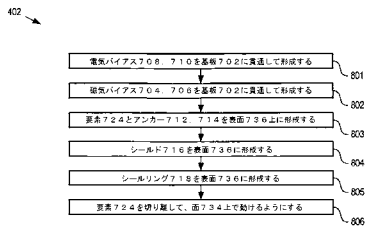


FIG. 7B

【図 8】



【図 9】

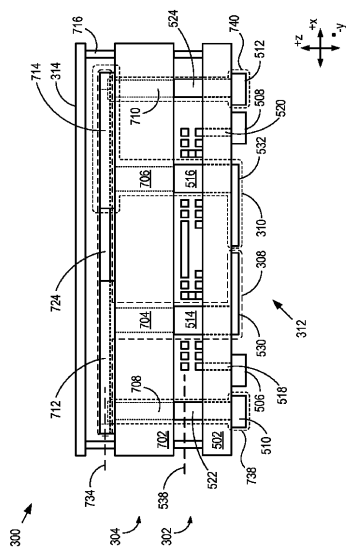


FIG. 9

【図 10】

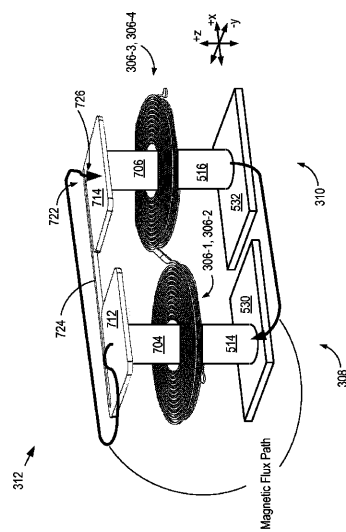
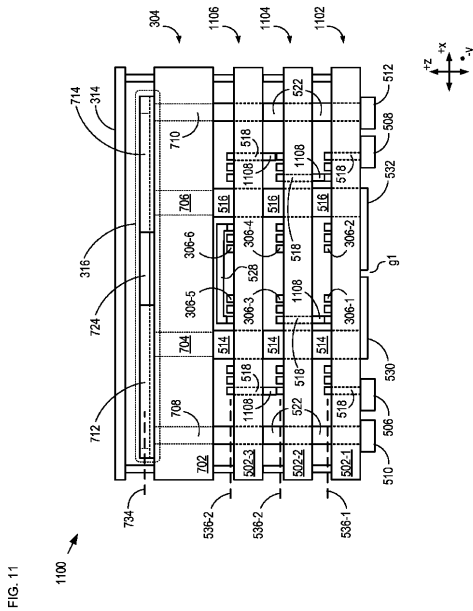


FIG. 10

【図 11】



【手続補正書】

【提出日】平成24年12月7日(2012.12.7)

【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】

リレー装置(302)において、

(A) 磁界生成用の第1コイル(306)を有する第1基板(502)と、

(B) 電気スイッチを含む第2基板と、

を有し、

前記第1コイルは、第1面に平面状に配置され、前記第1コイルと前記第1基板とはモノリシックに集積形成され、

前記電気スイッチは、第1電気接点と第2電気接点とを含み、前記第1電気接点は、磁界により駆動され、

前記電気スイッチと前記第2基板とは、モノリシックに集積形成され、

前記第1電気接点は、前記第1面と平行な第2面を選択的に移動可能であることを特徴とするリレー装置。

【請求項 2】

前記第1基板は、磁界強化用の第2コイルを更に有し、

前記第2コイルは、前記第1面に平面状に配置され、前記第2コイルと前記第1基板とはモノリシックに集積形成されることを特徴とする請求項1記載のリレー装置。

【請求項 3】

前記第 1 基板は、磁界強化用の第 2 コイルを更に有し、

前記第 2 コイルは、前記第 1 面に平行な第 3 面に平面状に配置され、前記第 1 コイルと第 2 コイルとは同軸に配置され、

前記第 2 コイルと前記第 1 基板とはモノリシックに集積形成されることを特徴とする請求項 1 記載のリレー装置。

【請求項 4】

前記第 1 基板は、第 3 の電気接点と第 4 の電気接点とを含み、

前記第 1 基板は、第 1 表面と第 2 表面とを有し、

前記第 1 コイルは、前記第 1 表面側の近傍で且つ前記第 2 表面とは離れた側に配置され、

前記第 3 電気接点と第 4 電気接点は、前記第 2 表面の近傍で且つ前記第 1 表面とは離れた側に配置され、

前記第 1 コイルは、前記第 3 電気接点と第 4 電気接点との間を流れる第 1 電流に基づいて磁界を生成する

ことを特徴とする請求項 1 記載のリレー装置。

【請求項 5】

前記第 1 基板は、第 5 電気接点と第 6 電気接点とを更に有し、

前記第 1 電気接点と第 5 電気接点は、電氣的に結合され、

前記第 2 電気接点と第 6 電気接点は、電氣的に結合され、

前記第 5 電気接点と第 6 電気接点は、前記第 2 表面の近傍で第 1 表面とは離れた側に配置され、

前記磁界は、前記第 1 電気接点を動かし前記第 2 電気接点を物理的に接触させ、これにより、前記第 5 電気接点と第 6 電気接点の間に第 2 電流が流れる

ことを特徴とする請求項 4 記載のリレー装置。

【請求項 6】

前記磁界を、前記電気スイッチを介して前記磁界をチャネリングする閉鎖磁気回路を更に有し、前記閉鎖磁気回路は、第 1 磁気コアと第 2 磁気コアを有し、

前記第 1 磁気コアは、前記第 1 電気接点を含み、

前記第 2 磁気コアは、前記第 2 電気接点を含む

ことを特徴とする請求項 5 記載のリレー装置。

【請求項 7】

リレー装置において、

(A) 磁界を生成する第 1 コイルと、

前記第 1 コイルは、第 1 面に平面状に配置され、

(B) 前記磁界をチャネリングする第 1 磁気コアと、

前記第 1 磁気コアは、第 1 電気端子と可動な第 1 電気接点とを含み、前記第 1 コイルは、前記第 1 面で第 1 磁気コアを包囲し、

(C) 前記磁界を強化する第 2 コイルと、

前記第 2 コイルは、平面状に第 2 面に配置され、

(D) 前記磁界をチャネリングする第 2 磁気コアと、

前記第 2 磁気コアは、第 2 電気端子と第 2 電気接点とを含み、前記第 2 コイルは、前記第 2 面で第 2 磁気コアを包囲し、

を有し、

前記第 1 電気接点と第 2 電気接点とは、一体になって、磁気駆動スイッチを形成し、これにより、前記第 1 電気接点と第 2 電気接点との間の電流の流れを制御する

ことを特徴とする装置。

【請求項 8】

前記第 1 面と第 2 面は、同一面である

ことを特徴とする請求項 7 記載のリレー装置。

【請求項 9】

前記磁界を電気スイッチを介してチャネリングする閉鎖磁気回路を更に有し、
前記閉鎖磁気回路は、(C)第1磁気コアと(D)第2磁気コアとを有し、
前記第1磁気コア(C)は、

(C1)前記第1基板を貫通する第1バイアスと、

前記第1バイアスと複数のコイルの内の第1コイルは、同心状に配置され

(C2)前記第2基板を貫通する第2バイアスと、

(C3)前記第2面を移動可能な第1部材を含む第1アンカーと、を有し、

前記第1部材は、前記第1電気接点を含み、

前記第2基板と第1アンカーと第1部材は、モノリシックに集積形成され、

前記第1バイアスと第2バイアスと第1アンカーは、強磁性材料製であり、

を含み、

前記第2磁気コア(D)は、

(D1)前記第1基板を貫通する第3バイアスと、

前記第3バイアスと複数のコイルの内の第2コイルは、同心状に配置され

(D2)前記第2基板を貫通する第4バイアスと、

(D3)前記第2電気接点を含む第2アンカーと、を有し、

前記第2基板と第2アンカーとは、モノリシックに集積形成され、

前記第3バイアスと第4バイアスと第2アンカーは、強磁性材料製であり、

を含む

ことを特徴とする請求項1記載のリレー装置。

【請求項 10】

第2コイルを更に有し、前記第2コイルは、前記第1コイルと協同して、前記磁界を生成するような大きさであり、そのように配置され、

前記第1基板は、前記第2コイルを有し、

前記第3バイアスと前記第2コイルは、同軸に配置されている

ことを特徴とする請求項9記載のリレー装置。

【請求項 11】

(A)磁界生成用の第1コイルを有する第1基板を用意するステップと、

前記第1コイルは、第1面に平面状に配置され、

(B)磁気駆動されるスイッチである電気スイッチを含む第2基板を用意するステップと、

前記電気スイッチは、第1電気接点と第2電気接点とを含み、前記第1電気接点は、前記第1面に平行な第2面を選択的に移動し、

(C)前記第1基板と第2基板とを第1構成体に配置するステップと、

(D)前記磁界と電気スイッチとの結合を形成するステップと

を有する

ことを特徴とする方法。

【請求項 12】

前記(D)ステップは、

(D1)第1磁気コアを用意するステップと、

(D2)第2磁気コアを用意するステップと、

を有し、

前記第1コイルは、前記第1面で、前記第1磁気コアを包囲し、

前記第1磁気コアと前記第2磁気コアは、一体となって、閉鎖磁気回路を形成し、

前記第1磁気コアと前記第2磁気コアは、前記電気スイッチを介して、前記磁界のチャネリングを構成するよう配置される

ことを特徴とする請求項11記載の方法。

【請求項 13】

前記(D1)ステップは、

- (D11) 前記第1基板を貫通する第1バイアスを形成するステップと、
- (D12) 前記第2基板を貫通する第2バイアスを形成するステップと、
- (D13) 前記第2基板上に第1アンカーを形成するステップと、

を有し、

前記第1アンカーは、前記第2面を移動可能な第1部材を含み、

前記第1部材は、前記第1電気接点を含み、

前記第1バイアスと第2バイアスと第1アンカーは、強磁性材料製であり、

前記(D2)ステップは、

- (D21) 前記第1基板を貫通する第3バイアスと、
- (D22) 前記第2基板を貫通する第4バイアスと、
- (D23) 前記第2基板上に第2アンカーを形成するステップと、

を有し、

前記第2アンカーは、前記第2電気接点を含み、

前記第3バイアスと第4バイアスと第2アンカーは、強磁性材料製であり、

前記第1配列により、

前記第1バイアスと第2バイアスとの間に磁気結合が形成され、

前記第3バイアスと第4バイアスとの間に磁気結合が形成される

ことを特徴とする請求項12記載の方法。

【請求項 14】

- (E) 第3電気接点を用意するステップと、
- (F) 第4電気接点を用意するステップと、
- (G) 第5電気接点を用意するステップと、
- (H) 第6電気接点を用意するステップと

を更に有し、

前記第3電気接点と第4電気接点と第1コイルは、電氣的に結合され、

前記第1電気接点と第5電気接点は、電氣的に結合され、

前記第2電気接点と第6電気接点は、電氣的に結合され、

前記第1基板は、第3電気接点と第4電気接点と第5電気接点と第6電気接点を含み、

前記第1基板は、第1表面と第2表面とを有し、

前記第1コイルは、前記第1表面側の近傍で且つ前記第2表面とは離れた側に配置され、

前記第3電気接点と第4電気接点と第5電気接点と第6電気接点は、前記第2表面の近傍で且つ前記第1表面とは離れた側に配置される

ことを特徴とする請求項13記載の方法。

【請求項 15】

- (I) 磁界強化用の第2コイルを用意するステップ

を更に有し、

前記第1基板は、前記第2コイルを有し、

前記第2コイルは、前記第1面に平面状に配置される

ことを特徴とする請求項11記載の方法。

【請求項 16】

- (J) 磁界強化用の第2コイルを用意するステップ

を更に有し、

前記第1基板は、前記第2コイルを有し、

前記第2コイルは、前記第1面に平行な第3面に平面状に配置され、前記第1コイルと第2コイルとは同軸に配置される

ことを特徴とする請求項11記載の方法。

【請求項 9】

前記第 1 コイルと第 2 コイルは、電氣的に直列接続されていることを特徴とする請求項 7 記載のリレー装置。

【請求項 10】

前記第 1 電気接点は、前記第 1 面と平行な第 3 面で移動可能であることを特徴とする請求項 7 記載のリレー装置。

【請求項 11】

第 1 基板と第 2 基板とを更に有し、
前記第 1 基板と第 1 コイルと第 2 コイルは、モノリシックに集積形成され、
前記第 2 基板と第 1 電気接点と第 2 電気接点とは、モノリシックに集積形成されることを特徴とする請求項 7 記載のリレー装置。

【請求項 12】

(A) 第 1 面を規定する第 1 基板 (502) と、
(B) 電気スイッチを含む第 2 基板と、
を有する装置において、
前記第 1 基板は、磁界を生成する複数のコイルを有し、前記各コイルは、前記第 1 面に平面状に配置され、前記第 1 基板と複数のコイルはモノリシックに集積形成され、
前記電気スイッチは、第 1 電気接点と第 2 電気接点とを有し、前記第 1 電気接点は、前記第 1 面に平行な前記第 2 面上を選択的に移動可能なような寸法で配置され、
前記第 2 基板と第 1 電気接点と第 2 電気接点とは、モノリシックに集積形成され、
前記磁界により、前記第 2 面の第 1 電気接点が移動して、前記電気スイッチを駆動することを特徴とする装置。

【請求項 13】

前記磁界を電気スイッチを介してチャネリングする閉鎖磁気回路を更に有し、
前記閉鎖磁気回路は、(C) 第 1 磁気コアと (D) 第 2 磁気コアとを有し、
前記第 1 磁気コア (C) は、
(C1) 前記第 1 基板を貫通する第 1 バイアスと、
前記第 1 バイアスと複数のコイルの内の第 1 コイルは、同心状に配置され、
(C2) 前記第 2 基板を貫通する第 2 バイアスと、
(C3) 前記第 2 面を移動可能な第 1 部材を含む第 1 アンカーと、を有し、
前記第 1 部材は、前記第 1 電気接点を含み、
前記第 2 基板と第 1 アンカーと第 1 部材は、モノリシックに集積形成され、
前記第 1 バイアスと第 2 バイアスと第 1 アンカーは、強磁性材料製であり、
を含み、
前記第 2 磁気コア (D) は、
(D1) 前記第 1 基板を貫通する第 3 バイアスと、
前記第 3 バイアスと複数のコイルの内の第 2 コイルは、同心状に配置され、
(D2) 前記第 2 基板を貫通する第 4 バイアスと、
(D3) 前記第 2 電気接点を含む第 2 アンカーと、を有し、
前記第 2 基板と第 2 アンカーとは、モノリシックに集積形成され、

前記第 3 バイアスと第 4 バイアスと第 2 アンカーは、強磁性材料製であり、を含むことを特徴とする請求項 1 2 記載のリレー装置。

【請求項 1 4】

前記第 1 基板は、第 3 電気接点と第 4 電気接点と第 5 電気接点と第 6 電気接点を含み、

前記各複数のコイルと第 3 電気接点と第 4 電気接点とは、電氣的に結合され、

前記第 1 電気接点と第 5 電気接点は、電氣的に結合され、

前記第 2 電気接点と第 6 電気接点は、電氣的に結合され、

前記第 1 基板は、第 1 表面と第 2 表面とを有し、

前記各複数のコイルは、前記第 1 表面側の近傍で且つ前記第 2 表面とは離れた側に配置され、

前記第 3 電気接点と第 4 電気接点と第 5 電気接点と第 6 電気接点は、前記第 2 表面の近傍で且つ前記第 1 表面とは離れた側に配置され、

前記磁界は、前記第 1 電気接点と第 2 電気接点とを電氣的に結合し、前記第 5 電気接点と第 6 電気接点の間に第 2 電流が流れるようにすることを特徴とする請求項 1 3 記載のリレー装置。

【請求項 1 5】

(A) 磁界生成用の第 1 コイルを有する第 1 基板を用意するステップと、

前記第 1 コイルは、第 1 面に平面状に配置され、

(B) 磁気駆動されるスイッチである電気スイッチを含む第 2 基板を用意するステップと、

前記電気スイッチは、第 1 電気接点と第 2 電気接点とを含み、前記第 1 電気接点は、前記第 1 面に平行な第 2 面を選択的に移動し、

(C) 前記第 1 基板と第 2 基板とを第 1 構成体に配置するステップと、

(D) 前記磁界と電気スイッチとの結合を形成するステップと

を有する

ことを特徴とする方法。

【請求項 1 6】

前記 (D) ステップは、

(D 1) 第 1 磁気コアを用意するステップと、

(D 2) 第 2 磁気コアを用意するステップと、

を有し、

前記第 1 コイルは、前記第 1 面で、前記第 1 磁気コアを包囲し、

前記第 1 磁気コアと前記第 2 磁気コアは、一体となって、閉鎖磁気回路を形成し、

前記第 1 磁気コアと前記第 2 磁気コアは、前記電気スイッチを介して、前記磁界のチャネリングを構成するよう配置される

ことを特徴とする請求項 1 5 記載の方法。

【請求項 1 7】

前記 (D 1) ステップは、

(D 1 1) 前記第 1 基板を貫通する第 1 バイアスを形成するステップと、

(D 1 2) 前記第 2 基板を貫通する第 2 バイアスを形成するステップと、

(D 1 3) 前記第 2 基板上に第 1 アンカーを形成するステップと、

を有し、

前記第 1 アンカーは、前記第 2 面を移動可能な第 1 部材を含み、

前記第 1 部材は、前記第 1 電気接点を含み、

前記第 1 バイアスと第 2 バイアスと第 1 アンカーは、強磁性材料製であり、

前記 (D 2) ステップは、

(D 2 1) 前記第 1 基板を貫通する第 3 バイアスと、

(D 2 2) 前記第 2 基板を貫通する第 4 バイアスと、

(D 2 3) 前記第 2 基板上に第 2 アンカーを形成するステップと、
を有し、

前記第 2 アンカーは、前記第 2 電気接点を含み、
前記第 3 バイアスと第 4 バイアスと第 2 アンカーは、強磁性材料製であり、
前記第 1 配列により、
前記第 1 バイアスと第 2 バイアスとの間に磁気結合が形成され、
前記第 3 バイアスと第 4 バイアスとの間に磁気結合が形成される

ことを特徴とする請求項 1 6 記載の方法。

【請求項 1 8】

(E) 第 3 電気接点を用意するステップと、
(F) 第 4 電気接点を用意するステップと、
(G) 第 5 電気接点を用意するステップと、
(H) 第 6 電気接点を用意するステップと

を更に有し、

前記第 3 電気接点と第 4 電気接点と第 1 コイルは、電氣的に結合され、
前記第 1 電気接点と第 5 電気接点は、電氣的に結合され、
前記第 2 電気接点と第 6 電気接点は、電氣的に結合され、
前記第 1 基板は、第 3 電気接点と第 4 電気接点と第 5 電気接点と第 6 電気接点を含

み、

前記第 1 基板は、第 1 表面と第 2 表面とを有し、
前記第 1 コイルは、前記第 1 表面側の近傍で且つ前記第 2 表面とは離れた側に配置

され、

前記第 3 電気接点と第 4 電気接点と第 5 電気接点と第 6 電気接点は、前記第 2 表面
の近傍で且つ前記第 1 表面とは離れた側に配置される

ことを特徴とする請求項 1 7 記載の方法。

【請求項 1 9】

(I) 磁界強化用の第 2 コイルを用意するステップ

を更に有し、

前記第 1 基板は、前記第 2 コイルを有し、
前記第 2 コイルは、前記第 1 面に平面状に配置される

ことを特徴とする請求項 1 5 記載の方法。

【請求項 2 0】

(J) 磁界強化用の第 2 コイルを用意するステップ

を更に有し、

前記第 1 基板は、前記第 2 コイルを有し、
前記第 2 コイルは、前記第 1 面に平行な第 3 面に平面状に配置され、前記第 1 コイ
ルと第 2 コイルとは同軸に配置される

ことを特徴とする請求項 1 5 記載の方法。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2011/027930

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H01H1/66 H01H50/00 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01H		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EP0-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 100 31 569 A1 (ADVANTEST CORP [JP]) 1 February 2001 (2001-02-01) column 7, line 38 - line 41; figures 33-39 -----	1-4,7,8, 12,13, 15-17, 19,20
X	US 6 924 966 B2 (PROPHET ERIC M [US]) 2 August 2005 (2005-08-02) column 13, line 22; figure 10 -----	1,15
X	US 6 410 360 B1 (STEENBERGE ROBERT W [US]) 25 June 2002 (2002-06-25) the whole document -----	1,15
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
31 May 2011		09/06/2011
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer
		Socher, Günther

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2011/027930

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10031569	A1	01-02-2001	NONE
US 6924966	B2	02-08-2005	AU 2003276830 A1 23-01-2004
			CN 1656644 A 17-08-2005
			GB 2405995 A 16-03-2005
			JP 2005527963 T 15-09-2005
			WO 2004006295 A2 15-01-2004
			US 2003223174 A1 04-12-2003
US 6410360	B1	25-06-2002	AU 2741900 A 07-08-2000
			WO 0044020 A2 27-07-2000

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 クリステンソン, トッド, リチャード
アメリカ合衆国, ニューメキシコ 8 7 1 2 3 アルバカーキエスイー, スピークマン ドライブ
1 6 2 1