(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2005-310773
(P2005-310773A)
(43)公開日　平成17年11月4日(2005.11.4)

(51)Int.Cl.[7]	F I	テーマコード（参考）
H01H 11/02	H01H 11/02	

審査請求 未請求　請求項の数 1　OL　（全 12 頁）

(21)出願番号　特願2005-115442 (P2005-115442)
(22)出願日　平成17年4月13日 (2005.4.13)
(31)優先権主張番号　10/826,248
(32)優先日　平成16年4月16日 (2004.4.16)
(33)優先権主張国　米国 (US)

(71)出願人　399117121
アジレント・テクノロジーズ・インク
AGILENT TECHNOLOGIES, INC.
アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアルト ページ・ミル・ロード 395
395 Page Mill Road
Palo Alto, California U.S.A.
(74)代理人　100075513
弁理士　後藤　政喜
(74)代理人　100084537
弁理士　松田　嘉夫
(74)代理人　100078053
弁理士　上野　英夫

最終頁に続く

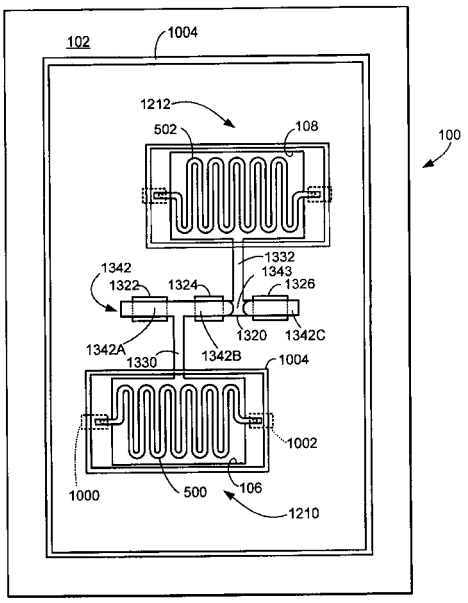
(54)【発明の名称】液体金属スイッチ、およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】　本発明は、加熱素子がシリコン基板により直接支持される部分を削減し、加熱素子の電力調整を容易にしたスイッチデバイスの製造方法を提供する。

【解決手段】　スイッチデバイスを製造するための方法は、内部に液体金属スイッチ（１３２０、１３２２、１３２４、１３４２）が集合的に画定され、サブチャネル（１３３０）が液体金属スイッチ（１３２０、１３２２、１３２４、１３４２）に接続された基板（１０２、１１００）を提供するステップと、第１の基板（１０２、１１００）内に、犠牲材料（２０２）が充填されてサブチャネル（１３３０）に接続されたキャビティ（１０６）を形成するステップと、加熱素子（５００）を前記犠牲材料（２０２）を覆って少なくとも部分的に形成するステップと、基板の１個（１０２、１１００）を貫通して前記加熱素子（５００）まで延在する導電性バイア（７０２、７０４）を形成するステップと、前記犠牲材料（２０２）を除去するステップと、接着シール（１００４）を使用して前記基板（１０２、１１００）を接合するステップとを有する。

5/6



【特許請求の範囲】
【請求項１】
スイッチデバイスを製造するための方法であって、
内部に液体金属スイッチ（１３２０、１３２２、１３２４、１３４２）が集合的に画定され、サブチャネル（１３３０）が液体金属スイッチ（１３２０、１３２２、１３２４、１３４２）に接続された基板（１０２、１１００）を提供するステップと、
第１の基板（１０２、１１００）内に、犠牲材料（２０２）が充填されてサブチャネル（１３３０）に接続されたキャビティ（１０６）を形成するステップと、
加熱素子（５００）を前記犠牲材料（２０２）を覆って少なくとも部分的に形成するステップと、
基板の１個（１０２、１１００）を貫通して前記加熱素子（５００）まで延在する導電性バイア（７０２、７０４）を形成するステップと、
前記犠牲材料（２０２）を除去するステップと、
接着シール（１００４）を使用して前記基板（１０２、１１００）を接合するステップとを有することを特徴とする方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、液体金属スイッチに関する。
【背景技術】
【０００２】
多くの異なるタイプの電気マイクロリレーデバイスが存在し、一般的なタイプの１つはリードマイクロリレーであり、これは、小型の機械的接点タイプの電気マイクロリレーデバイスである。リードマイクロリレーは２個のリードを有し、これらのリードは、電磁ドライバコイルにより包囲されたガラス容器内部にある不活性ガス内にシールされた磁性合金から製造される。電流がコイル内を流れない場合、リードの先端は、接点を開いてデバイスのスイッチをオフにするように付勢される。電流がコイル内を流れる場合、リードの先端は互いに引き寄せて接点を閉じ、デバイスのスイッチをオンにする。
【０００３】
リードマイクロリレーは、サイズが大きく、使用寿命が比較的短いという問題を有する。第１の問題として、リードは、比較的大きい空間を要するのみならず、そのサイズおよび電磁反応により、高周波数のスイッチング時に十分に機能しない。第２の問題として、付勢および引力によりリードが屈曲して機械的疲労を生じ、長期にわたる使用後に、リードが破損する可能性がある。
【０００４】
過去においては、リードは、ロジウム（Ｒｈ）またはタングステン（Ｗ）から成る接点が先端に付いているか、またはロジウム（Ｒｈ）もしくは金（Ａｕ）でめっきされて、リード間で接点を開閉する時の導電性および電気的アーク放電抵抗を得ていた。しかし、これらの接点は、時間の経過と共に機能しなくなる。接点に関するこの問題は、「ウェット」リレーと呼ばれるあるタイプのリードマイクロリレーにより改善された。ウェットリレーでは、水銀（Ｈｇ）などの液体金属を使用して、接点を閉じる。これは、接点の不具合という問題を解決したが、リードの機械的疲労問題は未解決のまま残された。
【０００５】
これらの問題を解決するための努力では、リードを使用するのではなく、チャネル内のマイクロリレー電極間に液体金属を使用する電気マイクロリレーデバイスが提案された。液体金属デバイスでは、液体金属は、デバイスのスイッチがＯＮになった時に、２個のマイクロリレー電極を接続する接点として作用する。液体金属は、デバイスのスイッチがＯＦＦになった時に、流動不導体により、２個のマイクロリレー電極間で分離される。流動不導体は、一般に、高純度の窒素またはその他のこうした不活性ガスである。
【０００６】

サイズの問題に関して、液体金属デバイスは、リードが不要であるため、電気マイクロリレーデバイスのサイズを縮小することができる。また、液体金属の使用により、使用寿命を延長し、信頼性を高めることができる。

【０００７】

液体金属デバイスは、ガスを加熱するために２個の基板の間に加熱器を配置して、２個の基板を互いに接合することにより製造される。ガスは、膨張して液体金属を分離し、回路を開閉する。従来、加熱器は、基板の１個の表面上に直接パターン化されたインライン抵抗器であった。基板は、ガラス、石英およびガリウムヒ素などの材料から製造されて、その上に加熱層が堆積およびエッチングされた。使用できるのは等方性エッチングのみなので、加熱素子は表面配線から構成されるであろう。表面配線の主な欠点は、下にある基板に対する熱の伝達による熱の損失であろう。

【０００８】

より最近では、懸垂式加熱器が開発された。懸垂式加熱器とは、加熱素子が、一部分がシリコン基板により直接支持され、他の部分が開口部上方に支持され、その結果、他の部分が、ガスにより完全に包囲されることが可能であるように配置される構成を意味する。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００９】

従来の懸垂式加熱器に関する問題には、比較的小さいサイズを加熱するために必要な電力を調整することは難しいことが含まれていた。

【００１０】

さらに、加熱素子が、シリコン基板により直接支持される部分を有する場合、比較的多量の熱の損失があり、これは、加熱素子に加わる比較的高い電力により相殺しなければならない。これは、信頼性の低下の原因になる可能性がある。

【００１１】

これらの問題に対する解決方法は長年にわたって探し求められてきたが、従来の開発は、何の解決方法も示唆または提案せず、したがって、これらの問題の解決方法は、当業者には長い間分からなかった。本発明は、加熱素子がシリコン基板により直接支持される部分を削減し、加熱素子の電力調整を容易にしたスイッチデバイスの製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１２】

本発明は、液体金属スイッチが内部に画定され、サブチャネルが液体金属スイッチに接続された基板が集合的に形成されるスイッチデバイス、および該スイッチデバイスを製造する方法を提供する。犠牲材料が充填されたキャビティは、第１の基板内に形成される。加熱素子は、少なくとも前もって犠牲材料の上に形成され、導電バイアが、１個の基板を貫通して加熱素子まで延在して形成される。犠牲材料は除去され、基板は接着シールと接合される。

【００１３】

本発明の特定の実施態様は、上記の利点のほかに、または上記の利点の代わりにその他の利点を有する。これらの利点は、以下の詳細な説明を添付の図面に関して読むと明白になるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１４】

次に、図１を参照すると、本発明の一実施態様による製造の中間段階における液体金属スイッチデバイス１００が示されている。第１基板１０２には、加熱キャビティエッチマスク１０４が上に設けられ、これは、加熱キャビティ１０６を内部に形成するために使用される。第１基板１０２は、半導体タイプの処理および複数のウェハを使用して、一度に多数の液体金属スイッチデバイスを製造することを可能にするために、加熱キャビティ１０６などの多数の加熱キャビティが形成されるシリコンウェハで良い。

【００１５】
以下の説明では、本発明を十分に理解するために、多数の特定の詳細を説明する。しかし、当業者には、本発明は、これらの特定の詳細がなくても実践できることは明白であろう。本発明をあいまいにするのを避けるため、十分に公知の構成および処理ステップのいくつかについては、詳細に開示しない。さらに、装置の実施態様を示す図面はある程度図式的であり、一定の縮尺で描かれているのではなく、特に、寸法のいくつかは、表現を明確にするための寸法であり、各々の図面に誇張して表してある。同じ参照符号は、同じ要素を関連付けるために、図面のすべてで使用する。
【００１６】
本明細書で使用する「水平」という用語は、基板またはウェハと平行な平面であると定義する。「垂直」という用語は、前記の水平に対して垂直な方向を意味する。「上」、「上方」、「下方」、「底部」、「上部」、「側部」（「側壁など」）、「より高い」、「より低い」、「覆って」および「下」という用語は、水平面に対して定義される。本明細書で使用する「処理」という用語は、材料またはフォトレジストの堆積、上記構造を形成する時に、必要に応じた材料またはフォトレジストのパターン化、露出、現像、エッチング、洗浄および／または除去を含む。本明細書で使用する「形成」という用語は、層、膜および構造を形成するための堆積（蒸着）、成長、構築、化学的結合などの処理、またはその他の処理を含む。
【００１７】
次に、図２を参照すると、第１基板１０２および加熱キャビティ１０６の表面上に任意の障壁層（バリア層）２００を堆積した後、並びに任意の障壁層２００上に犠牲層２０２（後で除去される層）を堆積した後の図１の構造が示されている。第１基板１０２はケイ素（Ｓｉ）から製造され、障壁層２００は二酸化ケイ素（SiO_2）から製造されるが、その他の酸化物またはチッ化物、たとえばチッ化ケイ素を使用して良い。また、その他の材料も使用され、実際、性能を強化することができ、その他の材料としては、たとえば金（金－水銀の相互作用を防止するため、さらにシール層が存在することを条件として）、白金（種層、たとえばクロムまたはニッケルクロムを必要とする）、クロム、銀、ニッケルまたはチタンが挙げられる。
【００１８】
犠牲層２０２は、エッチング処理で除去することができ、構築後に、加熱器およびその他の要素に負の影響を与えない任意の材料で良い。フッ化水素酸ウェットエッチが使用される場合、２つの例としてＰＳＧ（リン化珪酸ガラス、燐ガラス）またはアルミニウムが挙げられる。
【００１９】
次に、図３を参照すると、化学機械的研磨（ＣＭＰ）などの処理により、犠牲層２０２を平坦化した後の図２の構造が示されている。この平坦化は、犠牲層２０２、および第１基板１０２の表面に重畳する障壁層２００を除去して、第１基板１０２の表面を障壁層２００の縁部および犠牲層２０２の上面と同一平面にする。
【００２０】
次に、図４を参照すると、種層（seed layer、シードレイヤ）４００および加熱層（ヒータ層）４０２を堆積し、フォトレジスト処理により、加熱器のエッチマスク４０４を形成した後の図３の構造が示されている。
【００２１】
種材料（種層の材料）は、加熱層４０２を第１基板１０２に付着させ、加熱層４０２とその接点との間に適切な量の導電性を与えることが必要である。種層４００は、チッ化ケイ素（Si_3N_4）、チッ化チタン（ＴｉＮ）、チッ化アルミニウム（ＡｌＮ）、クロム（Ｃｒ）、またはニッケルクロム（ＮｉＣｒ）などの材料で良い。チッ化アルミニウムなどの材料は大きいバンドギャップを有し、したがって最善の導体ではないため、こうした材料を種材料として使用すると、接触抵抗が非常に高くなり、金属がより適する（こうした材料が他の処理に適応することを条件として、たとえば、フッ化水素酸を放熱に使用する

場合、アルミニウムは効果がない）。一方、種層が十分に薄い場合、バンドギャップが比較的大きい材料は許容される。

【００２２】

加熱層４０２は、耐熱性チッ化物、チッ化タングステンケイ素（WSi_3N_4）チッ化タンタル（ＴａＮ）、または白金（Ｐｔ）で良い。種層４００に関する抵抗性の同じ問題は、加熱材料にも当てはまり、加熱材料は、迅速な加熱の目的のために十分に高い抵抗性を有し、かつ、低電力消費量および良好な信頼性の点から、十分に高い導電性を有する必要がある。

【００２３】

次に、図５を参照すると、加熱層４０２および種層４００から成る加熱素子５００を形成するために処理され、加熱エッチマスク４０４を除去された後の図４の構造が示されている。加熱素子５００は、エッチングなどの処理により、多くの異なる形状、たとえばメッシュ形（網目形）、ハニカム形、パターンのない膜形、または流動不導体が貫通して通過することが可能な任意のその他の形状に形成することができる。一実施態様では、図１３に示すようにつづら折りの形状を使用する。

【００２４】

次に、図６を参照すると、第１基板１０２および加熱素子５００の露出面を覆って任意の不動態化層（パッシベーション層）６００を堆積した後の図５の構造が示されている。不動態化層６００は、チッ化チタン（ＴｉＮ）、チッ化アルミニウム（ＡｉＮ）、チッ化ケイ素（Si_3N_4）、二酸化ケイ素（SiO_2）、または白金（Ｐｔ）などの材料から製造することができ、加熱層４０２の材料は不動態化を必要とする。

【００２５】

次に、図７を参照すると、第１基板１０２の底面を平坦化し、底部マスク７００を堆積して処理した後の図６の構造が示されている。底部研削などの処理は、第１基板１０２の底面を平坦化する。次に、底部マスク７００を堆積し、バイア（スルーホール）７０２および７０４を設けるために使用される開口部を形成するための処理を行なう。バイア７０２および７０４は、第１基板１０２を貫通して加熱層４０２までエッチングするなどの処理により形成される。

【００２６】

次に、図８を参照すると、バイアの種層８００を堆積した後の図７の構造が示されている。図７の底部マスク７００を除去し、バイア種層８００を第１基板１０２の底部上、並びにバイア７０２および７０４内に堆積した。バイア種層８００は、銅（Ｃｕ）または金（Ａｕ）などの材料で良い。

【００２７】

次に、図９を参照すると、バイアを金属被覆（金属めっき、金属蒸着）して図８のバイア種層８００を厚くし、バイアの金属被覆層９００を生成した後の図８の構造が示されている。バイアの金属被覆の後、バイア金属被覆へのエッチマスクを堆積して、バイアマスク９０２および９０４を形成する。

【００２８】

次に、図１０を参照すると、バイアの金属被覆９００を処理して、パッド／バイア１０００および１００２を形成し、バイアマスク９０２および９０４を除去した後の図９の構造が示されている。パッド／バイア１０００および１００２は、加熱層４０２に対する電気接続部を形成する。

【００２９】

さらに、接着シール材料は、不動態化層６００の上に堆積し、接着シール１００４を形成するように処理した。接着シール材料は、Ｃｙｔｏｐ（登録商標）材料（旭硝子株式会社の登録商標で、デラウェア州、ウィルミントンのベラックス・インターナショナル・コーポレーション（Ｂｅｌｌｅｘ　Ｉｎｔｅｒｎａｔｉｏｎａｌ　Ｃｏｒｐ．）から市販）、スピンオンガラス、エポキシ樹脂、金属の何れかなどの材料、または接着剤として作用し、気密シールを形成するその他の材料で良い。

【００３０】
最後に、犠牲層２０２を加熱素子５００の下から除去して、加熱キャビティ１０６を形成した。
【００３１】
次に、図１１を参照すると、接着シール１００４の上に第２基板１１００を配置した後の図１０の構造が示されている。第２基板１１００は平坦であるか、または凹部１１０２を形成して、加熱流動不導体１１０４のための追加の膨張空間を形成する。
【００３２】
その他の実施態様では、加熱層４０２に対する電気接続は、多くの異なる方法で行なうことができ、たとえば、側部から第１および第２基板１０２、１１００間に設けられる電機接続を含み、パッド／バイア１０００、１００２を第１基板１０２内に形成するのと同じ方法で第２基板１１００内にバイア／パッドを形成するなどがあることが分かるであろう。
【００３３】
その他の実施態様では、接着シール１００４を形成するための接着シール材料は、第１基板１０２ではなく、第２基板１１００の上に堆積することも分かるであろう。
【００３４】
その他の実施態様では、接着シール１００４を形成するための接着シール材料は、たとえば、金を使用した熱圧着などの接着のために、第１基板１０２と第２基板１１００との両方の上に堆積する。
【００３５】
次に、図１２を参照すると、液体金属スイッチデバイス１００が実質的に完成した図１１の構造が示されている。パッド／バイア１０００および１００２は、それぞれの導電性材料１２００および１２０２、たとえば銅（Ｃｕ）または金（Ａｕ）を任意に充填して、加熱ユニット１２１０を形成した。電気接点を加熱層４０２で構成する限り、パッド／バイア１０００および１００２に完全に充填する必要はない。
【００３６】
次に、図１３を参照すると、本発明による一実施態様による液体金属スイッチデバイス１００の図１０を単純化した平面図が示されている。２個の電極および１個の加熱ユニットを備える単投スイッチデバイスは最も単純な構成だが、３個の電極および２個の加熱ユニットを有する双投スイッチデバイスの、より複雑な実施態様が示されている。
【００３７】
液体金属スイッチデバイス１００は、１個のメインチャネル１３２０と、第１基板１０２内または上に、メインチャネル１３２０の長さに沿って離間配置された関係で蒸着された３個の電極１３２２、１３２４および１３２６とを備える。
【００３８】
サブチャネル１３３０および１３３２は、それぞれ電極１３２２と１３２４との間、および電極１３２４と１３２６との間においてメインチャネル１３２０に接続する。サブチャネル１３３０および１３３２は、それぞれ、加熱ユニット１２１０および１２１２のチャンバ１０６および１０８にも接続する。本発明の異なる要素、たとえばチャネル、チャンバ、凹部、電極、シールおよび加熱素子を異なる基板の上に配置しても、なお動作可能なデバイスを提供することができる。
【００３９】
第１基板１０２は、メインチャネル１３２０に水銀（Ｈｇ）などの液体金属１３４２、およびアルゴン（Ａｒ）、窒素（Ｎ）または空気などの流動不導体１３４３が充填される。第２基板１１００（図１１）は第１基板１０２上に重畳し、液体金属１３４２および流動不導体１３４３は、接着シール１００４によりメインチャネル１３２０、サブチャネル１３３０および１３３２、並びにチャンバ１０６および１０８内にシールされる。流動不導体１３４３は、加熱素子５００および５０２により膨張して、液体金属１３４２を分割することができる。

【００４０】
第１および第２基板１０２、１１００、並びに接着シール１００４の材料は、液体金属１３４２との化学反応、および液体金属１３４２による湿潤を防止するように選択する。化学反応により、液体金属１３４２は電流を伝達できなくなるか、またはシールの気密性が犠牲になる場合があり、湿潤は、液体金属１３４２の適切なスイッチング運動を不可能にする、つまり、電極１３２２、１３２４および１３２６間の電気経路を遮断できないため、ＯＦＦ状態が得られない場合がある。
【００４１】
動作時、サブチャネル１３３０、１３３２、チャンバ１０６、１０８、並びにメインチャネル１３２０の部分には、流動不導体１３４３を充填する。流動不導体１３４３は、液体金属１３４２を個々の部分に分離することができる。この過程は、加熱素子５０２または加熱素子５００がそれぞれ作動するかどうかに応じて、電極１３２２および１３２４または電極１３２４および１３２６を接続する。
【００４２】
次に、図１４を参照すると、本発明による方法１４００の単純化されたフローチャートが示されている。方法１４００は、ブロック１４０２で、液体金属スイッチが内部に画定され、サブチャネルが液体金属スイッチに接続された基板を集合的に提供し、ブロック１４０４で、第１の基板内に、犠牲材料が充填されてサブチャネルに接続されたキャビティを形成し、ブロック１４０６で、犠牲材料を覆って少なくとも部分的に加熱素子を形成し、ブロック１４０８で、基板の１個を貫通して加熱素子まで延在する導電性バイアを形成し、ブロック１４１０で、犠牲材料を除去し、ブロック１４１２で接着シールを使用して基板を接合することを含む。
【００４３】
方法１４００のシーケンスは重要ではない。たとえば、ブロック１４０８におけるバイアの形成は、ブロック１４１０で犠牲材料を除去した後に行なって良い。
【００４４】
本発明について、特定の実施態様に関して説明したが、上記の説明を考慮すると、多くの代案、変更および変形が明白であると考えるべきである。したがって、添付の請求の範囲に分類されるこうしたすべての代案、変更および変形を含むことを意図する。本明細書に記載したか、または添付の図面に図示したすべての事柄は例示的であり、制限的な意味はないと考えるべきである。
【００４５】
本発明は、以下の実施態様を含んでいる。
【００４６】
＜実施態様１＞スイッチデバイスを製造するための方法であって、内部に液体金属スイッチ（１３２０、１３２２、１３２４、１３４２）が集合的に画定され、サブチャネル（１３３０）が液体金属スイッチ（１３２０、１３２２、１３２４、１３４２）に接続された基板（１０２、１１００）を提供するステップと、第１の基板（１０２、１１００）内に、犠牲材料（２０２）が充填されてサブチャネル（１３３０）に接続されたキャビティ（１０６）を形成するステップと、加熱素子（５００）を前記犠牲材料（２０２）を覆って少なくとも部分的に形成するステップと、基板の１個（１０２、１１００）を貫通して前記加熱素子（５００）まで延在する導電性バイア（７０２、７０４）を形成するステップと、前記犠牲材料（２０２）を除去するステップと、接着シール（１００４）を使用して前記基板（１０２、１１００）を接合するステップとを有することを特徴とする方法。
【００４７】
＜実施態様２＞障壁層（２００）を前記キャビティ（１０６）内、および第１の基板（１０２、１１００）の表面の上に形成するステップと、前記障壁層（２００）を第１の基板（１０２、１１００）の表面から除去するステップとをさらに有することを特徴とする、実施態様１に記載の方法。
【００４８】

＜実施態様３＞前記キャビティ（１０６）を形成するステップが、犠牲材料（２０２）を第１の基板（１０２、１１００）を覆って堆積することを含み、前記犠牲材料（２０２）を、第１の基板（１０２、１１００）の表面と同一平面にするように平坦化するステップをさらに備えることを特徴とする、実施態様１に記載の方法。

【００４９】

＜実施態様４＞前記加熱素子（５００）を形成するステップが、前記犠牲材料（２０２）を覆って種層（４００）を堆積するステップと、前記種層（２０２）上に加熱材料層（４０２）を堆積するステップと、前記加熱素子（５００）を前記種層（４００）および前記加熱材料層（４０２）内に画定するステップとを含むことを特徴とする、実施態様１に記載の方法。

【００５０】

＜実施態様５＞前記加熱素子（５００）を形成する前に、不動態化材料（６００）を堆積するステップをさらに有することを特徴とする、実施態様１に記載の方法。

【００５１】

＜実施態様６＞内部に画定される液体金属スイッチ（１３２０、１３２２、１３２４、１３４２）と、キャビティ（１０６）と、前記キャビティ（１０６）と液体金属スイッチ（１３２０、１３２２、１３２４、１３４２）との間に延在するサブチャネル（１３３０）と、を有する基板（１０２、１１００）と、前記キャビティ（１０６）内で前記基板（１０２、１１００）から離間配置された加熱素子（５００）であって、耐熱性チッ化物、チッ化タングステンケイ素、チッ化タンタル、白金、またはこれらの組合せを含む加熱素子（５００）と、前記加熱素子（５００）に電気的に接続された導電性バイア（７０２、７０４）と、前記基板（１０２、１１００）を接合する接着シール（１００４）とを含むスイッチデバイス。

【００５２】

＜実施態様７＞チッ化ケイ素、チッ化アルミニウム、チッ化チタン、アルミニウム、ニッケルクロム、クロム、白金、銀、金、ニッケル、チタン、またはこれらの組合せを前記キャビティ（１０６）内に含む障壁層（２００）をさらに備える、実施態様６に記載のデバイス。

【００５３】

＜実施態様８＞前記加熱素子（５００）が、チッ化ケイ素、チッ化チタン、チッ化アルミニウム、クロム、ニッケルクロム、またはこれらの組合せを含む種層（２００）と、前記種層（２００）上の加熱材料層（４０２）とを含み、前記加熱素子（５００）が、前記種層（２００）および前記加熱材料層（４０２）に画定される、実施態様６に記載のデバイス。

【００５４】

＜実施態様９＞チッ化チタン、チッ化アルミニウム、チッ化ケイ素、二酸化ケイ素、白金、またはこれらの組合せを前記加熱素子（５００）と１個の基板（１０２、１１００）との間に含む不動態化材料（４００）をさらに含む、実施態様６に記載のデバイス。

【００５５】

＜実施態様１０＞前記加熱素子（５００）を覆うチッ化チタン、チッ化アルミニウム、チッ化ケイ素、二酸化ケイ素、白金、またはこれらの組合せを含む不動態化材料（４００）をさらに含む、実施態様６に記載のデバイス。

【産業上の利用可能性】

【００５６】

本発明は、液体金属スイッチデバイスを製造するための方法として利用できる。

【図面の簡単な説明】

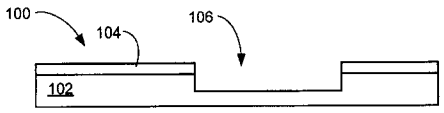
【００５７】

【図１】本発明の一実施態様による製造の中間段階における液体金属スイッチデバイスの図である。

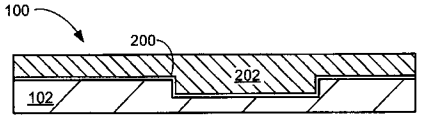
【図２】基板の表面上、および加熱キャビティ内に障壁層が成長し、犠牲材料が堆積され

た後の図１の構造を示す図である。
【図３】平坦化後の図２の構造を示す図である。
【図４】種層および加熱層を堆積し、フォトレジストを処理した後の図３の構造を示す図である。
【図５】加熱素子を形成するために処理した後の図４の構造を示す図である。
【図６】不動態化層を堆積した後の図５の構造を示す図である。
【図７】基板の底面を平坦化して、底部マスクを堆積および処理した後の図６の構造を示す図である。
【図８】バイア種層を堆積した後の図７の構造を示す図である。
【図９】バイアをマスキングおよび金属被覆した後の図８の構造を示す図である。
【図１０】バイアの金属被覆処理した後の図９の構造を示す図である。
【図１１】第２基板を配置した後の図１０の構造を示す図である。
【図１２】加熱ユニットが実質的に完成した後の図１１の構造を示す図である。
【図１３】本発明の一実施態様による図１０の液体金属スイッチの単純化された平面図である。
【図１４】本発明の一実施態様による製造方法のフローチャートである。
【符号の説明】
【００５８】
１００　液体金属スイッチデバイス
１０２　基板
１０６　キャビティ
２００　障壁層、種層
２０２　犠牲材料
４００　不動態化材料
４０２　加熱材料
５００　加熱素子
７０２　バイア
７０４　バイア
１００４　接着シール
１１００　基板
１３２０　液体金属スイッチ
１３２２　液体金属スイッチ
１３２４　液体金属スイッチ
１３３０　サブチャネル
１３４２　液体金属スイッチ

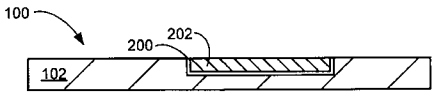
【図１】



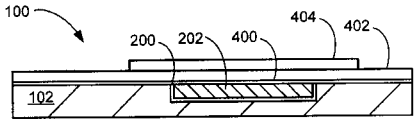
【図２】



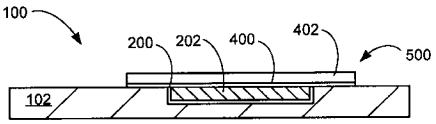
【図３】



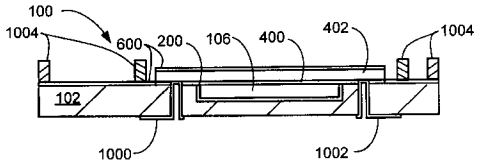
【図４】



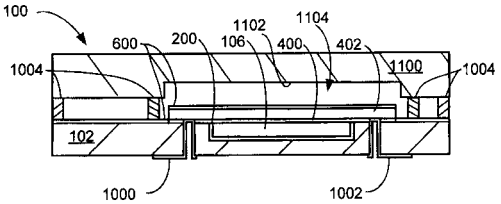
【図５】



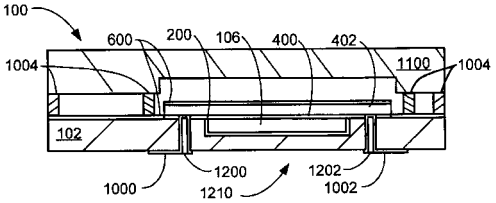
【図１０】



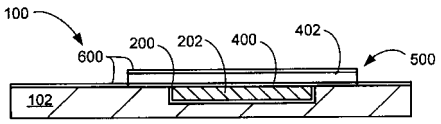
【図１１】



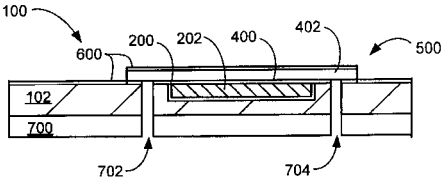
【図１２】



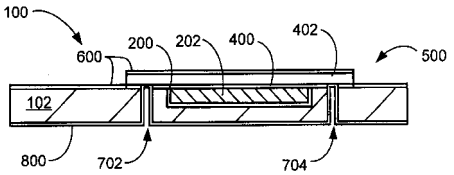
【図６】



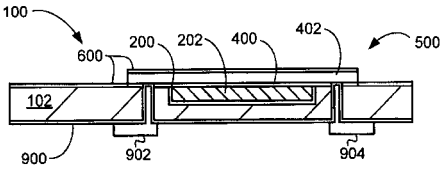
【図７】



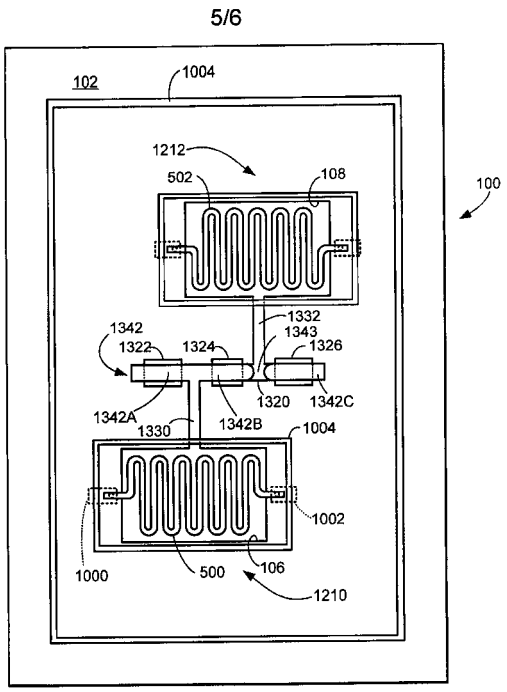
【図８】



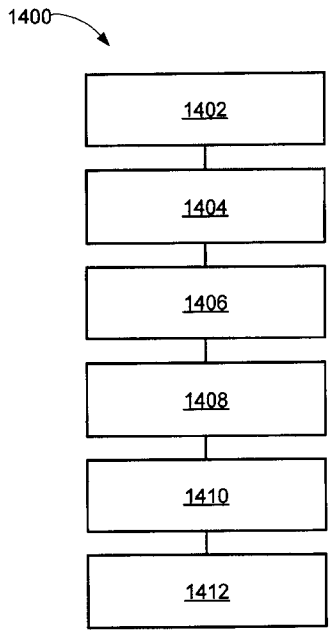
【図９】



【図１３】



【図１４】



フロントページの続き

(74)代理人 100120260
弁理士 飯田 雅昭
(72)発明者 ロナルド・シェーン・ファジオ
アメリカ合衆国 コロラド ８０５３８ ラブランド ベント・ドライブ ３５０４

【要約の続き】
【選択図】 図１３