

(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2010-514150

(P2010-514150A)

(43) 公表日 平成22年4月30日 (2010.4.30)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)
H O 1 L 21/822 (2006.01)		H O 1 L 27/04		P	5 F O 3 8
H O 1 L 27/04 (2006.01)		H O 1 C 13/00		B	
H O 1 C 13/00 (2006.01)		H O 1 L 45/00		Z	
H O 1 L 45/00 (2006.01)		H O 1 L 49/00		Z	
H O 1 L 49/00 (2006.01)		H O 1 L 27/04		V	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 17 頁)					

(21) 出願番号 特願2009-540917 (P2009-540917)
 (86) (22) 出願日 平成19年12月7日 (2007.12.7)
 (85) 翻訳文提出日 平成21年6月11日 (2009.6.11)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2007/054962
 (87) 国際公開番号 W02008/072147
 (87) 国際公開日 平成20年6月19日 (2008.6.19)
 (31) 優先権主張番号 06126165.7
 (32) 優先日 平成18年12月14日 (2006.12.14)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

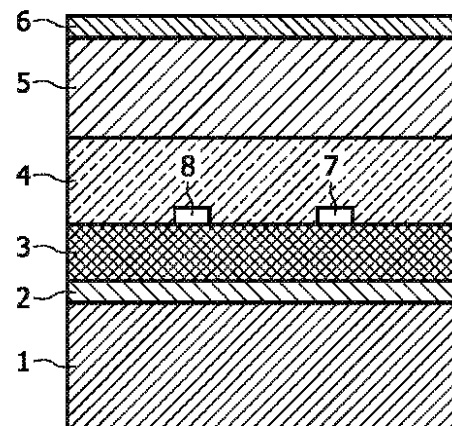
(71) 出願人 590000248
 コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ
 オランダ国 5621 ベーアー アイン
 ドーフェン フルーネヴァウツウェッハ
 1
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (74) 代理人 100091214
 弁理士 大貫 進介
 (74) 代理人 100107766
 弁理士 伊東 忠重
 (74) 代理人 100141128
 弁理士 松本 晃一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バッテリーと、該バッテリーの電極内の活性種の濃度変化によって抵抗が制御される可変抵抗器とを有する固体構造

(57) 【要約】

現在、IC設計での利用が想定される、集積抵抗器の多くのバリエーションがある。しかしながら、電気回路に応じて、しばしば、一定の値を示さず、可変制御可能な値を示す抵抗器が必要となる。本発明は、固体可変抵抗器に関する。また本発明は、そのような可変抵抗器を有する電子装置に関する。さらに、本発明は、固体可変抵抗器を製造する方法に関する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上に設置された第1のバッテリー電極層と、
前記第1のバッテリー電極層上に設置された固体電解質層と、
前記固体電解質層上に設置された第2のバッテリー電極層と、
それぞれが、前記電極層の一方と接する、2つの抵抗器接触部と、
を有する、固体可変抵抗器。

【請求項 2】

前記抵抗器接触部は、前記アノード電極層と接触することを特徴とする請求項1に記載の固体可変抵抗器。

10

【請求項 3】

前記抵抗器接触部は、前記カソード電極層と接触することを特徴とする請求項1に記載の固体可変抵抗器。

【請求項 4】

前記第1のバッテリー層は、アノードバッテリー層であり、前記第2の層は、カソードバッテリー層であることを特徴とする請求項1、2、または3に記載の固体可変抵抗器。

【請求項 5】

前記第1のバッテリー層は、カソードバッテリー層であり、前記第2の層は、アノードバッテリー層であることを特徴とする請求項1、2、または3に記載の固体可変抵抗器。

【請求項 6】

前記接触部は、前記電解質層から前記電極層を分離する平面に対して、実質的に平行に延伸する経路により、分離されていることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか一つに記載の固体可変抵抗器。

20

【請求項 7】

前記抵抗器接触部は、前記電極層と隣接して設置され、前記電極層と接触していることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか一つに記載の固体可変抵抗器。

【請求項 8】

前記接触部と接触する前記電極層は、電流コレクタ層を有し、
前記接触部は、誘電体層によって、前記電流コレクタ層から分離されていることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか一つに記載の固体可変抵抗器。

30

【請求項 9】

前記抵抗器接触部は、いずれも、ストリップ形状であり、相互に平行に延在することを特徴とする請求項1乃至8のいずれか一つに記載の固体可変抵抗器。

【請求項 10】

前記抵抗器接触部は、いずれも櫛型であり、相互にインターリーブ状に配置されていることを特徴とする請求項1乃至8のいずれか一つに記載の固体可変抵抗器。

【請求項 11】

前記接触部は、以下の材料の少なくとも一つで構成されることを特徴とする請求項1乃至10のいずれか一つに記載の固体可変抵抗器：Al、Ni、Pt、Au、Ag、Cu、Ta、Ti、Ta_N、およびTiN。

40

【請求項 12】

前記活性種は、リチウム(Li)で構成されることを特徴とする請求項1乃至11のいずれか一つに記載の固体可変抵抗器。

【請求項 13】

少なくとも一つの電極材料は、 $\text{Li}_x\text{V}_2\text{O}_5$ 、 Li_xWO_3 、 Li_xSi 、 Li_xBi 、または Li_xSb のような、リチウム化合物を有することを特徴とする請求項12に記載の固体可変抵抗器。

【請求項 14】

前記活性種は、水素(H)によって構成されることを特徴とする請求項1乃至11のいずれか一つに記載の固体可変抵抗器。

【請求項 15】

50

少なくとも一つの電極材料は、 $H_xMg_yM_{(1-y)}$ 、 H_xMg_2Ni のようなMg系ハイブリッド、または H_xRE で構成され、 $M = Sc, Ti, V, Cr, Gd, Sm, Y$ であり、 $RE =$ 希土類元素であることを特徴とする請求項14に記載の固体可変抵抗器。

【請求項 16】

少なくとも一つの電極には、少なくとも一つのパターン化表面が設けられることを特徴とする請求項1乃至15のいずれか一つに記載の固体可変抵抗器。

【請求項 17】

前記少なくとも一つの電極の前記少なくとも一つのパターン化表面には、複数のキャビティが設けられることを特徴とする請求項1乃至16のいずれか一つに記載の固体可変抵抗器。

10

【請求項 18】

前記キャビティの少なくとも一部は、ピラー、溝、スリット、または穴を形成することを特徴とする請求項17に記載の固体可変抵抗器。

【請求項 19】

前記少なくとも一つの電流コレクタは、以下の材料の少なくとも一つで構成されることを特徴とする請求項8に記載の固体可変抵抗器：Al、Ni、Pt、Au、Ag、Cu、Ta、Ti、Ta₂N、およびTiN。

【請求項 20】

前記エネルギー源は、さらに、少なくとも一つの電子伝導性バリア層を有し、
該バリア層は、前記基板と少なくとも一つの電極の間に設置され、
前記バリア層は、少なくとも、前記セルの活性種の前記基板への拡散を実質的に抑制するように適合されることを特徴とする請求項1乃至19のいずれか一つに記載の固体可変抵抗器。

20

【請求項 21】

前記少なくとも一つのバリア層は、以下の材料の少なくとも一つで構成されることを特徴とする請求項20に記載の固体可変抵抗器：Ta、Ta₂N、Ti、およびTiN。

【請求項 22】

前記基板は、Siおよび/またはGeを有することを特徴とする請求項1乃至21のいずれか一つに記載の固体可変抵抗器。

【請求項 23】

前記基板は、Kapton（登録商標）または金属箔のような可撓性材料で構成されることを特徴とする請求項1乃至22のいずれか一つに記載の固体可変抵抗器。

30

【請求項 24】

請求項1乃至23のいずれか一つに記載の固体可変抵抗器を少なくとも一つ有する、電子装置。

【請求項 25】

固体可変抵抗器を製造する方法であって、
前記固体可変抵抗器は、
基板上に設置された第1のバッテリー電極層と、
前記第1のバッテリー電極層上に設置された固体電解質層と、
前記固体電解質層上に設置された第2のバッテリー電極層と、
それぞれが、前記電極層の一方と接する、2つの抵抗器接触部と、
を有し、
当該方法は、
前記基板上に前記第1の電極層を設置するステップと、
前記第1の電極層上に固体電解質層を設置するステップと、
前記固体電解質層上に第2の電極層を設置するステップと、
一組の電極を設置するステップと、
を有し、
前記抵抗器接触部は、前記電極層のいずれかの設置の前または後に設置されることを特

40

50

徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、固体可変抵抗器に関する。また本発明は、そのような固体可変抵抗器を有する電子装置に関する。さらに本発明は、固体可変抵抗器を製造する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、IC設計において、想定される集積抵抗器の多くのバリエーションが利用されている。しかしながら、電気回路によっては、しばしば、一定の値を示す抵抗器の代わりに、可変制御可能な値を有する抵抗器が望ましい場合がある。現在、MOSFETは、調整可能なまたは可変抵抗器として使用することができる。これらの装置では、ゲート電圧により、半導体チャネルにわたる抵抗値を調整することができる。ほとんどのMOSFETでは、半導体チャネルの正確な抵抗を高精度に調整することは難しい。低い（オン状態）抵抗と、高い（オフ状態）抵抗の状態のみが使用される場合がよくある。これは、MOSFETの閾値電圧未満では、半導体チャネルは、いかなる電流も通さない（高抵抗である）のに対して、閾値電圧を超えると、抵抗は、急激に低下するという事実に関係する。

10

【0003】

現在、異なるタイプのMOSFETが製造されている。これらの中には、パワーMOSFETがある。これらのMOSFETは、広く使用されているが、これらの装置の作動に必要な電圧は、極めて高い。一般に、最新のパワーMOSFETの場合、MOSFETが十分に「オン」（低抵抗）に切り替えられるようになるには、10Vを超えるウェルのゲート電圧が必要である。この特徴のため、高い制御電圧が必要になる他、MOSFET構造内で、相当の電力損失が生じ、これは、高温化につながる。

20

【0004】

再充電可能な全固体薄膜Liイオンバッテリーの新たな概念（3D集積）は、国際公開第W02005/027245A2号に示されている。通常の場合、これらの電源は、多くの用途に使用され、例えば、埋込型装置（implantables）、センサおよび自立式装置等に使用され得る。しかしながら、本願発明者らには、これらのバッテリースタックは、完全に調整可能な抵抗器の製造に、有意に使用することも可能であることは、明らかである。抵抗の調整は、ホスト材料中の活性種の電気化学的な挿入／脱着に基づいて行われる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】国際公開第W02005/027245号パンフレット

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明では、固体可変抵抗器が提供される。

【課題を解決するための手段】

40

【0007】

この実現のため、本発明では、
基板上に設置された第1のバッテリー電極層と、
前記第1のバッテリー電極層上に設置された固体電解質層と、
前記固体電解質層上に設置された第2のバッテリー電極層と、
それぞれが、前記電極層の一方と接する、2つの抵抗器接触部と、
を有する、固体可変抵抗器が提供される。

【0008】

ここで、当該抵抗器は、2つの抵抗器接触部の間に存在する電極材料で構成される。この材料において、接触部の間の経路は、電極を構成する貯蔵材料中の活性種の濃度または

50

密度により、抵抗が変化するように構成される。

【0009】

しかしながら、調整可能な抵抗器では、可変抵抗器として使用される既存の（パワー）MOSFETを超える、多くの利点が提供される。まず、抵抗器の調整は、材料中の活性種の電気化学的な挿入／脱着に基づいており、その作動電圧は、選定されたインターカレーション材料に依存し、0.5V～1V程度にまで低下させることができる。

【0010】

第2に、導電経路として機能する材料の電気化学的ドーピングは、完全に可逆的であるため、抵抗の調整の際に、電力は、（熱として）ほとんど逸失しない。これは、熱による破損の確率が低下し、より高い作動温度で装置を使用することが可能となることにつながる。

10

【0011】

第3に、導電経路のドーピングは、定電圧的および定電流的に、極めて正確な方法でなされるため、材料の抵抗は、極めて高精度に調整することができる。これは、金属的な状態（低抵抗）から半導体的な状態（高抵抗）までの範囲で選定されるインターカレーション材料に応じて、数桁の大きさを網羅し得る。その結果、本願に示された調整可能な抵抗器の使用により、幅広い範囲の抵抗値が得られる。

【0012】

抵抗器接触部は、アノード電極層と接触することが好ましい。この実施例では、アノード電極層は、抵抗値が前記アノード電極中の活性種の濃度に依存する、抵抗器として機能する。実際の濃度は、単に、カソード電極層中の活性種の濃度として、調節することができる。しかしながら、アノード電極の使用に適した材料は、通常、カソード電極に使用される材料に比べて、電極へのまたは電極からの電荷の少量の移動により、電気抵抗が大きく変化する点で、より有意である。従って、アノード電極を使用することが、より魅力的である。

20

【0013】

しかしながら、抵抗器接触部は、カソード電極層と接触するように使用することも可能である。この実施例は、いくつかの状況、例えば制御信号の反対極性が容易に利用できる状況では、有意である。

【0014】

好適実施例では、第1のバッテリー層は、アノードバッテリー層であり、第2の層は、カソードバッテリー層である。この場合、アノード電極層は、基板上に直接配置され、抵抗器接触部を提供し、これと接続することがより容易となる。

30

【0015】

別の好適実施例では、第1のバッテリー層は、カソードバッテリー層であり、第2の層は、アノードバッテリー層である。これらの特徴は、通常の場合、生産技術の観点から、有意である。

【0016】

電極における充電および放電プロセスの効果は、電極層と電解質層の間の分離面に対して、実質的に垂直な方向に生じる。抵抗器接触部の間の抵抗をできるだけ均一にするため、抵抗器接触部の間の経路にわたって、活性種の濃度または密度を実質的に均一にすることが有意である。これは、電解質層から電極層を分離する平面に対して実質的に平行に伸びる経路により、接触部が分離されている場合、行うことができる。

40

【0017】

抵抗器接触部は、両者が接触するように、電極層に隣接して設置されることが好ましい。この実施例では、抵抗器接触部は、しばしば、両方の電極層を分離する電解質層の体積内に埋設される。

【0018】

しかしながら、抵抗器接触部は、電極層自身の体積の内部に配置することも可能である。結果的に、好適実施例では、抵抗器接触部と接続される電極層は、電流コレクタ層を有

50

し、抵抗器接触部は、特定の誘電体層または絶縁体層により、前記電流コレクタ層から分離される。この場合、誘電体層または絶縁体層は、電流コレクタを介した、電氣的分岐経路を遮断する。

【0019】

好適実施例では、抵抗器接触部は、いずれもストリップ状であり、相互に平行に延伸し、これにより、比較的高い抵抗値に適した、単純な別の実施例が得られる。

【0020】

別の好適実施例では、抵抗器接触部は、いずれも櫛状であり、交互にインターリーブ状に配置されるという特徴が提供される。これにより、通常、より短くて幅広な電流経路が形成され、さらには抵抗値を下げるができる。

10

【0021】

前記抵抗器接触部は、以下の材料の少なくとも一つで構成されることが好ましい：Al、Ni、Pt、Au、Ag、Cu、Ta、Ti、TaN、およびTiN。これらの材料、および電極が晒される電位範囲内で、活性種に対して不活性な、想定される他の材料は、抵抗器接触部を構成する好適な材料である。また、白金は、バッテリーの各層の設置の際に酸化しにくいため、特に適した材料である。

【0022】

さらに別の好適実施例では、活性種は、リチウム(Li)で形成され、貯蔵材料は、 $\text{Li}_x\text{V}_2\text{O}_5$ 、 Li_xWO_3 、 Li_xSi 、 Li_xBi 、または Li_xSb のようなりチウム化合物である。本願発明者らには、これらの材料の組み合わせでは、濃度の限られた変化、さらには、限られた電力のみが必要な入力信号による抵抗の適正な制御により、抵抗に大きな差異が生じることは明らかである。

20

【0023】

リチウム(Li)の代わりに、他の材料を活性種として使用しても良く、活性種の濃度により、実質的に特性が変化する貯蔵材料がある。これには、特に、活性種として水素(H)を用いる場合が想定される。

【0024】

活性種として水素が使用される場合、前記貯蔵材料は、 $\text{H}_x\text{Mg}_y\text{M}_{(1-y)}$ 、 $\text{H}_x\text{Mg}_2\text{Ni}$ のようなMg系ハイブリッド、または H_xRE で構成され、 $\text{M} = \text{Sc}$ 、Ti、V、Cr、Gd、Sm、Yであり、RE = 希土類元素であることが好ましい。特に、これらの組み合わせでは、貯蔵材料中の活性種の濃度の小さな変化でも、抵抗に大きな変化が得られるからである。

30

【0025】

パターン化処理、構造化処理、または好ましくはその両方により、本発明による抵抗器の電極、3次元表面領域、および電極の単位占有面積当たりの増加した表面積、さらには少なくとも一つ電極と電解スタックの間に、単位体積当たりの増加した接触表面が得られる。この接触表面積の増加は、充電状態からの抵抗の依存性の有効な改善につながる。

【0026】

少なくとも一つの電極の少なくとも一つの表面は、実質的に、パターン化されていることが好ましく、設置パターンには、1または2以上のキャビティが設けられることがより好ましい。キャビティは、特に、ピラー、溝、スリット、または孔であり、特に、このようなキャビティは、比較的高精度に設置することができる。また、この方法では、制御可能な抵抗器の改善された特性を、予め比較的高精度に定めることができる。

40

【0027】

本願において、上部にスタックが設置される基板の表面は、実質的に平坦であっても、3次元配向抵抗器の形成が容易となるよう、(基板を曲げ、ならびに/または基板に溝、穴、および/もしくはピラーを提供することにより)パターン化されていても良いことに留意する必要がある。

【0028】

各電極は、電流コレクタを有することが好ましい。電流コレクタにより、抵抗器構造は、電子装置と容易に接続されるようになる。前記電流コレクタは、以下の材料の少なくと

50

も一つで構成されることが好ましい：Al、Ni、Pt、Au、Ag、Cu、Ta、Ti、TaN、およびTiN。

例えば、Si、GaAs、InPのようなドーパされた半導体材料であることが好ましい、他の種類の電流コレクタを、電流コレクタとして機能するように設置しても良い。

【0029】

固体抵抗器は、基板と少なくとも一つの電極の間に設置された、少なくとも一つのバリア層を有することが好ましく、このバリア層は、少なくとも、実質的に、セルの活性種の前記基板への拡散を抑制するように適合される。この方法では、基板および電気化学的セルは、化学的に分離され、その結果、電気化学的セルの特性、さらにはキャパシタの特性は、比較的長期にわたって維持される。リチウムイオン系のセルが使用される場合、バリア層は、以下の少なくとも一つの材料で構成されることが好ましい：Ta、TaN、Ti、およびTiN。また、バリア層として機能する、他の適当な材料を使用しても良いことは、明らかである。

10

【0030】

好適実施例では、基板は、該基板のパターン化のための表面処理の適用に適し、電極のパターン処理が容易になることが好ましい。基板は、以下の少なくとも一つの材料で構成されることがより好ましい：C、Si、Sn、Ti、Ge、Al、Cu、Ta、およびPb。また、これらの材料の組み合わせを使用して、基板を形成しても良い。基板として、n型もしくはp型のドーパされたSiまたはGeを使用すること、あるいは、ドーパされたSi系および/またはGe系化合物、例えばSiGeもしくはSiGeCを使用することが好ましい。比較的剛性のある材料に加えて、実質的に可撓性の材料、例えばKapton（登録商標）箔のような箔を使用して、基板を製造しても良い。また、基板材料として、他の適当な材料を使用しても良いことは、明らかである。

20

【0031】

また、本発明では、前述のいずれかの、制御可能な抵抗器を有する電気装置が提供される。また、そのような実施例では、本発明の効果が極めて良好に現れる。

【0032】

また、本発明では、固体可変抵抗器を製造する方法であって、
前記固体可変抵抗器は、
基板上に設置された第1のバッテリー電極層と、
前記第1のバッテリー電極層上に設置された固体電解質層と、
前記固体電解質層上に設置された第2のバッテリー電極層と、
それぞれが、前記電極層の一方と接する、2つの抵抗器接触部と、
を有し、
当該方法は、
前記基板上に前記第1の電極層を設置するステップと、
前記第1の電極層上に固体電解質層を設置するステップと、
前記固体電解質層上に第2の電極層を設置するステップと、
一組の電極を設置するステップと、
を有し、

30

前記電極は、前記電極層のいずれかの設置の前または後に設置されることを特徴とする方法が提供される。この方法により、本発明による抵抗器は、簡単で効果的な方法で製造することができる。本発明の抵抗器の重要な特徴部は、抵抗器回路の構成に必要な、抵抗器接触部の存在により形成される。これらの接触部は、電極層の設置後に設置され、これを介して、接触部の間の経路が延伸する。この状態では、電極は、電極層と接触する電解質層の体積内にある。

40

【0033】

しかしながら、接触部は、電極層が設置される前に設置することも可能である。この場合、電流コレクタ層と接触部との間の接触は、回避される必要がある。そのため、好適な方法は、基板上にアノード電極層を設置するステップと、アノード層上に一組の接触部を

50

設置するステップと、アノード層および接触部上に固体電解質層を設置するステップと、前記電解質層上にカソード電極層を設置するステップとを有する。

【0034】

以下、非限定的な図面を援用して、本発明について詳しく説明する。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】本発明の原理に基づいた、固体バッテリーの構造の断面図である。

【図2A】本発明による抵抗器の第1の実施例の構造の断面図である。

【図2B】図2Aの図に対して垂直な、図2Aに示した抵抗器の部分拡大図である。

【図3A】本発明による抵抗器の第2の実施例の構造の断面図である。

【図3B】図3Aの図に対して垂直な、図3Aに示した抵抗器の部分拡大図である。

【図4】本発明による抵抗器の第3の実施例の構造の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0036】

図1には、国際公開第WO-A-2005/027245号に示されている、全固体薄膜バッテリーの断面図を示す。この文献に記載の成膜技術と集積技術を用いて、電気化学的に調整可能な抵抗器の構成に利用され得るスタックが製造される。このスタックは、基板1を有し、該基板の上には、電流コレクタ2が設置される。電流コレクタ層2の上には、アノード層3が設置され、アノード層3上には、電解質層4が設置される。電解質層4の上には、カソード層5が設置され、その上には、電流コレクタ層6が設置される。これにより、国際公開第WO-A-2005/027245号に示されているスタック構造が得られる。

【0037】

図1において、バッテリーは、放電状態で描かれている。この状態では、アノードは、完全にリチウム化されている（カソードも完全にリチウム化されている）。アノードの抵抗が測定され、これは、アモルファスシリコンの抵抗とほぼ等しい。

【0038】

充電状態では、アノードは、完全にリチウム化され、カソードは、リチウム欠乏となる。この場合、アノード層3の抵抗は、大まかには、 Li_4Si 材料の値となる。固有の再充電可能なバッテリー動作の完全可逆性のため、アノード材料中で、活性種（この場合リチウムイオン）の正確な量または濃度が調整される。この結果、アノード層3の抵抗が、正確に調整される。

【0039】

MOSFETのソースとドレインの間の導電経路と同様、アノード層の使用を可能にするため、これらの抵抗器接触部が、スタックに追加される。

【0040】

図2Aには、同様のスタック構造が示されており、この場合、アノード層3の上部には、2つの抵抗器接触部7、8が設置される。明確化のため、図2Bには、抵抗器接触部7、8を有するアノード層3の直上の上面図が示されている。抵抗器接触部7、8は、白金（Pt）で構成されることが好ましい。この材料は、使用される作動電位では、リチウムのインターカレーションに対して、完全に不活性であるからである。これらの2つの抵抗器接触部を接触させることにより、接触部7、8の間の（リチウム化した）アノード層3の抵抗を、電気的回路9における抵抗器として利用することができる。

【0041】

図3Aおよび3Bには、同様の実施例を示すが、この場合、抵抗器接触部7、8は、別の形状を有する。抵抗器接触部7、8は、両方とも、櫛状形状を有し、各歯は、相互に咬み合わされている。これらの歯は、できるだけ薄くして、バッテリーの作動の際の、アノードからカソードへの（あるいは逆の）、リチウムの移動を妨害したり、遮断したりしないようにする必要がある。この形状の効果は、前述の実施例に比べて、抵抗器接触部7、8の間の経路の長さが、より短くなり、その幅が実質的により長くなることである。両方の効果の協働により、電極間に、より小型の抵抗を得ることが可能になる。これは、本発明のいくつか

の適用例では、有意である。

【0042】

前述の両方の実施例では、抵抗器接触部7、8は、アノード層3上に配置される。しかしながら、図4に示すように、抵抗器接触部7、8は、アノード層3内に配置することも可能である。ただし、抵抗器接触部7、8は、電流コレクタ層2上に、直接設置することはできない。この電流コレクタ層は、導電性材料で構成されており、抵抗器接触部7、8が短絡してしまうからである。この問題を避けるため、抵抗器接触部7、8の双方の下側には、絶縁体層または誘電体層10が設置される。この構造は、図2および図3の両方に示したような、接触形状で適用されても良い。

【0043】

完全なバッテリースタックを構成するアノード材料およびカソード材料を、幅広く選定することにより、アノード層の濃度さらには抵抗の変化のため、移動に必要な電力および/または電荷量は、最小限に抑制される。これは、そのような調整可能な抵抗器の作動電圧を、0.5~1Vまで低下することができることを意味する。また、バッテリー動作は、完全に可逆的であるため、電力は、ほとんど浪費されない。

【0044】

また厳密に言えば、活性種（この場合、リチウム）の濃度は、当然のことながら、カソードにおいても変化するため、この層の抵抗を利用して、制御可能な抵抗器として用いることもできる。小さな濃度差でも、抵抗が大きく変化する材料を選定すべきことは、言うまでもない。これらの材料のうち、特性が大きく変化する既知の材料は、例えば、リチウム系のものである： $\text{Li}_x\text{V}_2\text{O}_5$ 、 Li_xWO_3 、 Li_xSi 、または Li_xSb 。

【0045】

しかしながら、これは、単にリチウム系（リチウムドーピング）に限定されるものではなく、水素のインターカレーションの際に、材料特性が著しく変化する材料にも、容易に拡張することができる。主な例は、 $\text{H}_x\text{Mg}_y\text{M}_{(1-y)}$ 、 $\text{H}_x\text{Mg}_2\text{Ni}$ のような、Mg系ハイブリッド、および H_xRE である。ここで、 $\text{M}=\text{Sc}$ 、 Ti 、 V 、 Cr 、 Gd 、 Sm 、 Y であり、 RE は、希土類元素である。これらの材料の大部分は、低水素濃度の金属状態から、高水素濃度の半導体状態に、切り替えることができる。

【0046】

上述の実施例は、基板上にアノードが設置されたバッテリー構造に関するものであるが、反転スタックが得られるように、最初にカソード電極を設置することも、同様に可能であることが強調される。

【0047】

最後に、本願において示された装置における抵抗の変化は、活性種が（電気）化学的な反応により、活性層に導入され、または活性層から除去されるため、MOSFETの場合ほど、速くないことに留意する必要がある。

【0048】

本発明では、電気化学的に調整可能な抵抗器の製造方法が示される。これらの集積された調整可能な抵抗器は、いくつかのアナログ部材の置換を目的とした、IC設計における小型電子部材として、使用することができる。

【図 1】

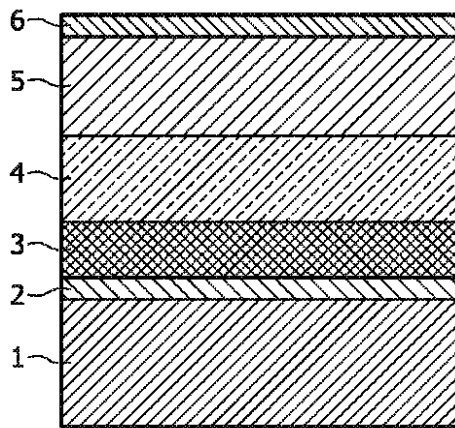


FIG. 1

【図 2 A】

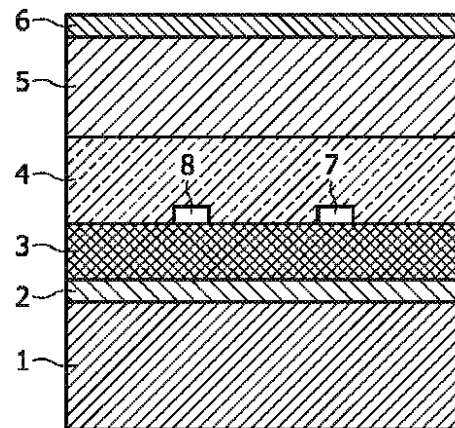


FIG. 2A

【図 2 B】

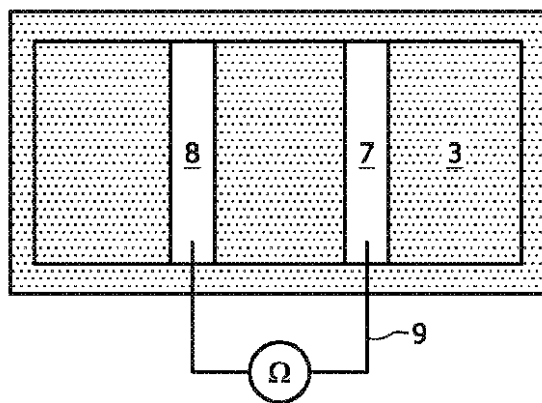


FIG. 2B

【図 3 A】

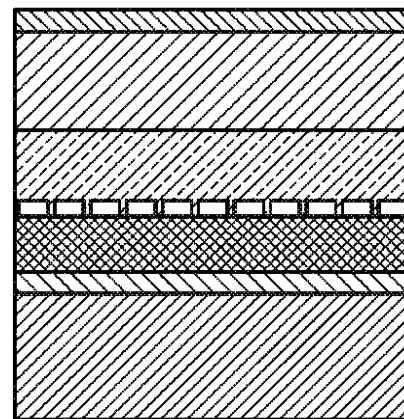


FIG. 3A

【図 3 B】

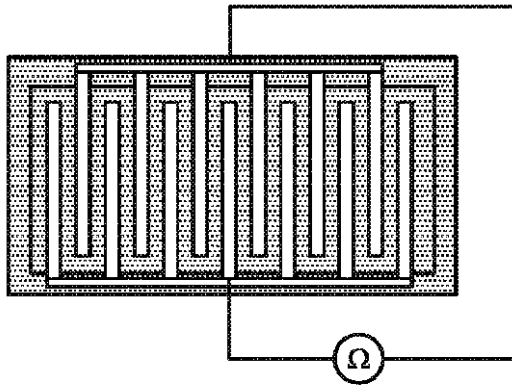


FIG. 3B

【図 4】

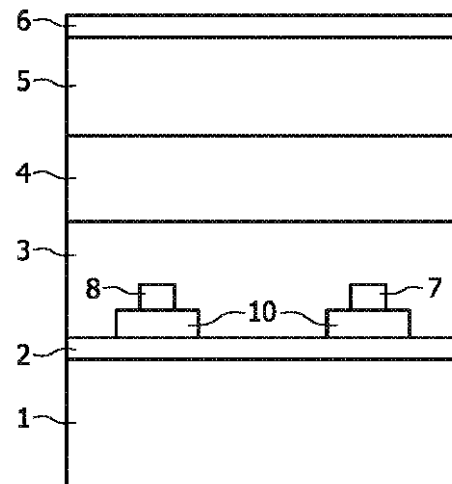


FIG. 4

【手続補正書】

【提出日】平成21年6月16日(2009.6.16)

【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】

可変制御可能な抵抗を有する固体可変抵抗器であって、

基板上に設置された第1のバッテリー電極層と、

前記第1のバッテリー電極層上に設置された固体電解質層と、

前記固体電解質層上に設置された第2のバッテリー電極層と、

それぞれが、前記電極層の一方と接する、2つの抵抗器接触部と、

を有し、

当該抵抗器の抵抗は、前記電極を構成する貯蔵材料内の活性種の濃度または密度により変化することを特徴とする固体可変抵抗器。

【請求項 2】

前記抵抗器接触部は、前記アノード電極層と接触することを特徴とする請求項1に記載の固体可変抵抗器。

【請求項 3】

前記抵抗器接触部は、前記カソード電極層と接触することを特徴とする請求項1に記載の固体可変抵抗器。

【請求項 4】

前記第1のバッテリー層は、アノードバッテリー層であり、前記第2の層は、カソードバッテ

リ層であることを特徴とする請求項1、2、または3に記載の固体可変抵抗器。

【請求項5】

前記第1のバッテリー層は、カソードバッテリー層であり、前記第2の層は、アノードバッテリー層であることを特徴とする請求項1、2、または3に記載の固体可変抵抗器。

【請求項6】

前記接触部は、前記電解質層から前記電極層を分離する平面に対して、実質的に平行に延伸する経路により、分離されていることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか一つに記載の固体可変抵抗器。

【請求項7】

前記抵抗器接触部は、前記電極層と隣接して設置され、前記電極層と接触していることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか一つに記載の固体可変抵抗器。

【請求項8】

前記接触部と接触する前記電極層は、電流コレクタ層を有し、

前記接触部は、誘電体層によって、前記電流コレクタ層から分離されていることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか一つに記載の固体可変抵抗器。

【請求項9】

前記抵抗器接触部は、いずれも、ストリップ形状であり、相互に平行に延在することを特徴とする請求項1乃至8のいずれか一つに記載の固体可変抵抗器。

【請求項10】

前記抵抗器接触部は、いずれも櫛型であり、相互にインターリーブ状に配置されていることを特徴とする請求項1乃至8のいずれか一つに記載の固体可変抵抗器。

【請求項11】

前記接触部は、以下の材料の少なくとも一つで構成されることを特徴とする請求項1乃至10のいずれか一つに記載の固体可変抵抗器：Al、Ni、Pt、Au、Ag、Cu、Ta、Ti、TaN、およびTiN。

【請求項12】

前記活性種は、リチウム(Li)で構成されることを特徴とする請求項1乃至11のいずれか一つに記載の固体可変抵抗器。

【請求項13】

少なくとも一つの電極材料は、 $\text{Li}_x\text{V}_2\text{O}_5$ 、 Li_xWO_3 、 Li_xSi 、 Li_xBi 、または Li_xSb のような、リチウム化合物を有することを特徴とする請求項12に記載の固体可変抵抗器。

【請求項14】

前記活性種は、水素(H)によって構成されることを特徴とする請求項1乃至11のいずれか一つに記載の固体可変抵抗器。

【請求項15】

少なくとも一つの電極材料は、 $\text{H}_x\text{Mg}_y\text{M}_{(1-y)}$ 、 $\text{H}_x\text{Mg}_2\text{Ni}$ のようなMg系ハイブリッド、または H_xRE で構成され、 $\text{M} = \text{Sc}$ 、 Ti 、 V 、 Cr 、 Gd 、 Sm 、 Y であり、 $\text{RE} =$ 希土類元素であることを特徴とする請求項14に記載の固体可変抵抗器。

【請求項16】

少なくとも一つの電極には、少なくとも一つのパターン化表面が設けられることを特徴とする請求項1乃至15のいずれか一つに記載の固体可変抵抗器。

【請求項17】

前記少なくとも一つの電極の前記少なくとも一つのパターン化表面には、複数のキャビティが設けられることを特徴とする請求項1乃至16のいずれか一つに記載の固体可変抵抗器。

【請求項18】

前記キャビティの少なくとも一部は、ピラー、溝、スリット、または穴を形成することを特徴とする請求項17に記載の固体可変抵抗器。

【請求項19】

前記少なくとも一つの電流コレクタは、以下の材料の少なくとも一つで構成されること

を特徴とする請求項8に記載の固体可変抵抗器：Al、Ni、Pt、Au、Ag、Cu、Ta、Ti、Ta_N、およびTi_N。

【請求項 20】

前記エネルギー源は、さらに、少なくとも一つの電子伝導性バリア層を有し、
該バリア層は、前記基板と少なくとも一つの電極の間に設置され、

前記バリア層は、少なくとも、前記セルの活性種の前記基板への拡散を実質的に抑制するように適合されることを特徴とする請求項1乃至19のいずれか一つに記載の固体可変抵抗器。

【請求項 21】

前記少なくとも一つのバリア層は、以下の材料の少なくとも一つで構成されることを特徴とする請求項20に記載の固体可変抵抗器：Ta、Ta_N、Ti、およびTi_N。

【請求項 22】

前記基板は、Siおよび/またはGeを有することを特徴とする請求項1乃至21のいずれか一つに記載の固体可変抵抗器。

【請求項 23】

前記基板は、Kapton（登録商標）または金属箔のような可撓性材料で構成されることを特徴とする請求項1乃至22のいずれか一つに記載の固体可変抵抗器。

【請求項 24】

請求項1乃至23のいずれか一つに記載の固体可変抵抗器を少なくとも一つ有する、電子装置。

【請求項 25】

固体可変抵抗器を製造する方法であって、

前記固体可変抵抗器は、

基板上に設置された第1のバッテリー電極層と、

前記第1のバッテリー電極層上に設置された固体電解質層と、

前記固体電解質層上に設置された第2のバッテリー電極層と、

それぞれが、前記電極層の一方と接する、2つの抵抗器接触部と、

を有し、

当該方法は、

前記基板上に前記第1の電極層を設置するステップと、

前記第1の電極層上に固体電解質層を設置するステップと、

前記固体電解質層上に第2の電極層を設置するステップと、

一組の電極を設置するステップと、

を有し、

前記抵抗器接触部は、前記電極層のいずれかの設置の前または後に設置されることを特徴とする方法。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2007/054962

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01M10/04 H01M10/34 H01M10/40 H01C10/00

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)

H01M H01C

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)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2002/001747 A1 (JENSON MARK LYNN [US] ET AL) 3 January 2002 (2002-01-03) paragraphs [0129], [0194], [0197], [0198]; figures 9A-9C -----	1-9, 11-13, 16, 19, 22, 23
X	WO 2005/027245 A (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]; NOTTEN PETRUS H L [NL]; OUIWERKERK) 24 March 2005 (2005-03-24)	1-5, 12-14, 16-18, 21, 23-25
Y	claims 1, 6, 11, 15-17 page 3, lines 14-21 figure 2 ----- -/-	15

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ 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

T 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

A document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 April 2008

Date of mailing of the international search report

23/04/2008

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hintermaier, Frank

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2007/054962

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2002/028384 A1 (KRASNOV VICTOR [US] ET AL) 7 March 2002 (2002-03-07) paragraphs [0016] - [0022]; figures 2-4 -----	1-7, 9-13, 23, 24
Y	WO 2004/036664 A (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]; OUIWERKERK MARTIN [NL]; BEELEN DAN) 29 April 2004 (2004-04-29) the whole document -----	15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/IB2007/054962

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2002001747 A1	03-01-2002	US 2006063074 A1 US 2007243459 A1	23-03-2006 18-10-2007
WO 2005027245 A	24-03-2005	AT 364237 T DE 602004006883 T2 JP 2007506226 T KR 20060084436 A US 2007026309 A1	15-06-2007 14-02-2008 15-03-2007 24-07-2006 01-02-2007
US 2002028384 A1	07-03-2002	AU 8835901 A WO 0221627 A2 US 2004064937 A1 US 6632563 B1	22-03-2002 14-03-2002 08-04-2004 14-10-2003
WO 2004036664 A	29-04-2004	AU 2003269355 A1 CN 1706055 A JP 2006503688 T US 2006051656 A1	04-05-2004 07-12-2005 02-02-2006 09-03-2006

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 ニーセン, ロヒール アー ハー
オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン, ハイ・テク・キャンパス・ビルディング
4 4

(72)発明者 ノッテン, ペトリュス ハー エル
オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン, ハイ・テク・キャンパス・ビルディング
4 4

(72)発明者 オープ ヘット フェルト, ヨーハネス ハー ヘー
オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン, ハイ・テク・キャンパス・ビルディング
4 4

(72)発明者 バイネンビュルフ, レムコ ハー ウェー
オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン, ハイ・テク・キャンパス・ビルディング
4 4

Fターム(参考) 5F038 AR07 AR13 AR20 AV01 EZ20