

(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2010-511999

(P2010-511999A)

(43) 公表日 平成22年4月15日(2010.4.15)

(51) Int.Cl.

H01G 5/16 (2006.01)

F I

H01G 5/16

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2009-538838 (P2009-538838)
 (86) (22) 出願日 平成19年11月29日(2007.11.29)
 (85) 翻訳文提出日 平成21年5月28日(2009.5.28)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2007/054837
 (87) 国際公開番号 W02008/068677
 (87) 国際公開日 平成20年6月12日(2008.6.12)
 (31) 優先権主張番号 06125303.5
 (32) 優先日 平成18年12月4日(2006.12.4)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁(EP)

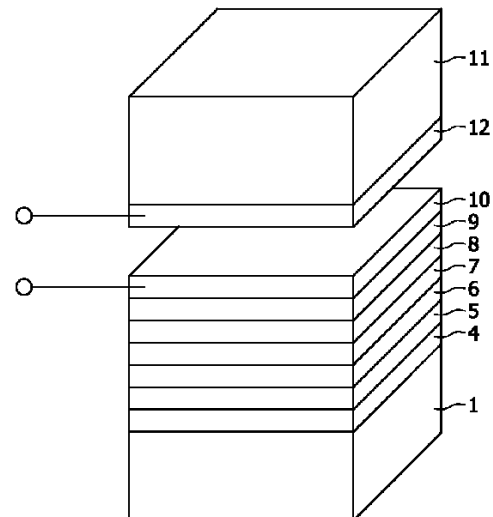
(71) 出願人 590000248
 コーニンクレッカ フィリップス エレク
 トロニクス エヌ ヴィ
 オランダ国 5621 ベーアー アイン
 ドーフェン フルーネヴァウツウェッハ
 1
 (74) 代理人 100122769
 弁理士 笛田 秀仙
 (74) 代理人 100087789
 弁理士 津軽 進
 (74) 代理人 100114753
 弁理士 宮崎 昭彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バッテリーの充電状態によって制御されるキャパシタンスを有する可変キャパシタ及びバッテリーを有するソリッドステート構造体

(57) 【要約】

本発明は、第1のキャパシタプレート10と、第1のキャパシタプレート10に実質的に平行に且つ前記第1のキャパシタプレートから隔てたところに延在する第2のキャパシタプレート12と、を有するソリッドステート可変キャパシタであって、少なくとも第1のキャパシタプレート10は、第1のレイヤードソリッドステートバッテリーの一方の側に構造的に結合され、前記第1のソリッドステートバッテリー3の層4—8は、第1のキャパシタプレート10に実質的に平行に延在し、前記第1のソリッドステートバッテリーは、前記層4—8の平面に垂直な方向において、そのサイズの変化を受けることができる、ソリッドステート可変キャパシタに関する。本発明は、ソリッドステートバッテリー3の厚さが、バッテリー内の支配的な条件によって変化するという認識に基づく。移動可能なキャパシタプレート10が、キャパシタのキャパシタンス値の変化を生じさせる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ソリッドステート可変キャパシタであって、
第 1 のキャパシタプレートと、
前記第 1 のキャパシタプレートと実質的に平行に且つ前記第 1 のキャパシタプレートから隔てたところに延在する第 2 のキャパシタプレートと、
を有し、

少なくとも前記第 1 のキャパシタプレートは、第 1 のレイヤードソリッドステートバッテリーの一方の側に構造的に結合され、前記第 1 のソリッドステートバッテリーの層は、前記第 1 のキャパシタプレートに実質的に平行に延在し、

前記第 1 のソリッドステートバッテリーは、前記層の平面に垂直な方向においてそのサイズの変化を受けることができる、可変キャパシタ。

【請求項 2】

前記ソリッドステート可変キャパシタは、
基板上に堆積されたバッテリーカソード電極層と、
前記バッテリーカソード電極層上に堆積された固体電解質層と、
前記固体電解質層上に堆積されたバッテリーアノード電極層と、
前記バッテリーアノード電極層上に堆積された誘電層と、
前記誘電層上に設けられた前記第 1 のキャパシタプレートと、
前記第 2 のキャパシタプレートと、

を有し、前記電極層の少なくとも一方は、その厚さが、前記電極の少なくとも一方における活性種の濃度によって変化する特性を有する、請求項 1 に記載の可変キャパシタ。

【請求項 3】

前記第 1 のソリッドステートバッテリーは、アノード電極の厚さが該電極内の活性種の濃度によって変化するように選択される材料の該アノード電極を有する、請求項 1 又は 2 に記載の可変キャパシタ。

【請求項 4】

前記活性種は、リチウムであり、前記アノード電極層は、シリコン、スズ、ゲルマニウム、アンチモン、ビスマス、亜鉛又はこれらの材料の合金のグループから選択されるアノード材料を含む、請求項 3 に記載の可変キャパシタ。

【請求項 5】

本発明によるエネルギー源の少なくとも一方の電極が、水素、ベリリウム、マグネシウム、アルミニウム、銅、銀、ナトリウム及びカリウム又は周期表の 1 族若しくは 2 族に割り当てられている任意の他の適切な元素のうち少なくとも 1 つの活性種の蓄積に適応される、請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の可変キャパシタ。

【請求項 6】

前記第 1 のキャパシタプレート及び前記第 1 のソリッドステートバッテリーの間に誘電層が存在する、請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の可変キャパシタ。

【請求項 7】

前記誘電層は、低い比誘電率を有する、請求項 6 に記載の可変キャパシタ。

【請求項 8】

前記誘電材料は、ドーブされた SiO_2 、多孔性 SiO_2 、PVDF、PS、PE のようなポリマー、又はポリメチルシルセスキオキサンである、請求項 7 に記載の可変キャパシタ。

【請求項 9】

前記第 2 のキャパシタプレートは、第 2 のソリッドステートレイヤードバッテリーの一方の側に構造的に結合され、

前記第 2 のソリッドステートバッテリーの層は、前記第 2 のキャパシタプレートと実質的に平行に延在し、前記第 2 のソリッドステートバッテリーは、前記層の平面と垂直な方向においてそのサイズの変化を受けることができる、請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の

10

20

30

40

50

可変キャパシタ。

【請求項 10】

前記第 1 及び前記第 2 のバッテリーは、前記第 1 及び前記第 2 のキャパシタプレートの間面の中心に対してミラーリングされる構造を有する、請求項 9 に記載の可変キャパシタ。

【請求項 11】

前記第 1 及び前記第 2 のバッテリーは、別個の制御回路に接続される、請求項 9 又は 10 に記載の可変キャパシタ。

【請求項 12】

請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の可変キャパシタの複数を有し、前記各キャパシタの前記キャパシタプレートの少なくともいくつか、相互接続される、可変キャパシタ。

10

【請求項 13】

前記キャパシタの前記第 1 のキャパシタプレートが相互接続され、前記キャパシタの前記第 2 のキャパシタプレートが、相互接続される、請求項 12 に記載の可変キャパシタ。

【請求項 14】

前記キャパシタプレートは、直列接続又は並列接続で前記キャパシタを接続することを可能にする切り替え可能なネットワークに接続される、請求項 12 に記載の可変キャパシタ。

【請求項 15】

前記第 1 のキャパシタプレートは、第 1 の基板上に形成され、前記第 2 のキャパシタプレートは、第 2 の基板上に形成され、

20

前記第 1 及び前記第 2 の基板は、前記第 1 及び前記第 2 キャパシタプレートの形成後、一体化される、請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の可変キャパシタ。

【請求項 16】

前記第 1 及び前記第 2 のプレート間のスペースは、周囲から囲まれ、封止されており、前記スペースは、気体、液体又は真空中で満たされている、請求項 1 乃至 15 のいずれか 1 項に記載の可変キャパシタ。

【請求項 17】

少なくとも 1 つの電極は、少なくとも 1 つのパターン化された表面を備える、請求項 1 乃至 16 のいずれか 1 項に記載の可変キャパシタ。

30

【請求項 18】

少なくとも 1 つの電極の少なくとも 1 つのパターン化された表面は、複数の空洞を備える、請求項 1 乃至 17 のいずれか 1 項に記載の可変キャパシタ。

【請求項 19】

前記空洞の少なくとも一部は、ピラー、トレンチ、スリット又はホールを形成する、請求項 18 に記載の可変キャパシタ。

【請求項 20】

前記アノード電極及び前記カソード電極はそれぞれが電流コレクタを有する、請求項 1 乃至 19 のいずれか 1 項に記載の可変キャパシタ。

40

【請求項 21】

少なくとも 1 つの前記電流コレクタは、Al、Ni、Pt、Au、Ag、Cu、Ta、Ti、Tan 及び TiN の材料のうちの少なくとも 1 つでできている、請求項 20 に記載の可変キャパシタ。

【請求項 22】

前記基板と少なくとも 1 つの電極との間に堆積される少なくとも 1 つの電子導電バリア層を更に有し、前記バリア層が、前記基板へのセルの活性種の拡散を少なくとも実質的に妨げるように適応される、請求項 1 乃至 21 のいずれか 1 項に記載の可変キャパシタ。

【請求項 23】

前記少なくとも 1 つのバリア層は、Ta、Tan、Ti 及び TiN の材料のうちの少な

50

くとも１つでできている、請求項２２に記載の可変キャパシタ。

【請求項２４】

前記基板は、Si及び／又はGeを含む、請求項１乃至２３のいずれか１項に記載の可変キャパシタ。

【請求項２５】

前記基板は、カプトン又は金属箔のような可撓性の材料でできている、請求項１乃至２４のいずれか１項に記載の可変キャパシタ。

【請求項２６】

請求項１乃至２４のいずれか１項に記載の可変キャパシタを少なくとも１つ有する電気装置。

10

【請求項２７】

第１のキャパシタプレートと、

前記第１のキャパシタプレートから隔てたところに前記第１のキャパシタプレートと実質的に並行に延在する第２のキャパシタプレートと、

を有するソリッドステート可変キャパシタを生成する方法であって、前記第１のキャパシタプレートは、第１のレイヤードソリッドステートバッテリー構造の一方の側に構造的に結合され、前記第１のレイヤードソリッドステートバッテリー構造の、前記プレートに垂直な方向におけるサイズは、前記バッテリーの充電状態によって変わり、

前記方法が、

基板上にバッテリーカソード電極層を堆積するステップと、

20

前記バッテリーカソード電極層上に固体電解質層を堆積するステップと、

前記固体電解質層上にバッテリーアノード電極層を堆積するステップと、

前記バッテリーアノード電極層上に誘電層を堆積するステップと、

前記誘電層上に前記第１のキャパシタプレートを堆積するステップと、

前記第２のキャパシタプレートを設けるステップと、

を含む方法。

【請求項２８】

前記方法は、ディープトレンチ構造を有する基板において実行され、前記層スタックの形成後、前記トレンチの底部の前記層スタックを除去するステップを更に含む、請求項２７に記載の方法。

30

【請求項２９】

前記トレンチの底部の前記層スタックは、ケミカルメカニカルポリッシング又は湿式化学エッチングによって除去される、請求項２８に記載の方法。

【請求項３０】

前記第２のキャパシタプレートは、前記アセンブリ上に、固定のキャパシタプレートを有する第２の基板をフリップチップすることによって設けられる、請求項２７に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

40

今日、多くの種類の可能な集積キャパシタが、ＩＣ設計において利用されている。しかしながら、電気回路に依存して、これらのキャパシタの少なくともいくつかは、一定の値でなく、可変であり又は調整可能であることが多くの場合望ましい。今日、ＭＥＭＳ技術に基づいて制御可能なキャパシタが存在する。これらは、空気で間隔をあけた可変キャパシタと顕微鏡学的に等価であり、従来のウェハ製造プロセスを使用してシリコンチップに集積化されることができる。これらの装置において、キャパシタンス値は、例えばビーム／メンブレン構造に直流電圧を印加することによって、連続的に調整されることができる。

【背景技術】

【０００２】

50

制御可能な又は調整可能なMEMSキャパシタが広く研究されているが、これらの装置は、崩壊しやすく又は「閉じた」状態にはまり込みやすい自立構造（フリースタANDING）のビーム又はメンブレンを用いる。これは、ビームのアンダーエッチング中の不十分な処理から生じることがあり、又はビーム構造にあまりに高い直流電圧を印加した後に生じることがあり、これは過度の応力及びその後のスティッキング（くっつき、張り付き）をもたらす。概して、MEMS調整可能キャパシタにおける自立構造のパーツは、特定の閾値まで、概してメンブレンの元の間隙のサイズの約75%まで、ゆがむことができる。それを越える場合、崩壊又はスティッキングが生じて、装置を役立たなくする。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0003】

キャパシタンス値の変化は、MEMS設計のジオメトリに依存するが、「低い」及び「高い」キャパシタンス状態の間の比率は、小さいフットプリント、すなわち基板上の使用される表面領域、を有する装置の場合は、かなり小さいという事実によって、常に制限される。例えば、非常に長いビーム及びゆえに大きい表面領域の場合のみ、この比率は、実質的により高くなりうる。

【0004】

加えて、上述したMEMS装置を調整し/切り替えるために、連続的に印加される高い直流電圧が、10 - 50 Vのオーダーで必要とされる。

20

【0005】

オールソリッドステート充電式薄膜リチウムイオン電池の3D集積化のような新しい概念が、国際公開第2005/027245A2号パンフレットに記述されている。概して、これらの電源は、例えば埋め込み可能なセンサ及び自律型装置のような多くのアプリケーションに使用されることができる。しかしながら、本願発明者は、これらのバッテリースタックが、完全に調整可能なキャパシタの生成においても有利に使用されることができることが分かった。

【0006】

本発明は、ソリッドステートバッテリーの厚さが、バッテリーにおける支配的な条件によって変化するという認識に基づく。このようなスタックされたソリッドステートバッテリーの一方の側が固定され、キャパシタプレートが、その反対側に接続される場合、バッテリーの充電条件が変えられると、前記キャパシタプレートが移動し、その結果、キャパシタのキャパシタンス値の変化を生じさせる。第2のキャパシタプレートは、固定されることができ、又はその位置を変えるための同様の構造を有してもよい。従って、ある種の電気化学的に調整可能なキャパシタが、得られる。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、第1のキャパシタプレートと、第1のキャパシタプレートと実質的に平行に且つ前記第1のキャパシタプレートから隔てたところに延在する、第2のキャパシタプレートと、を有するソリッドステート可変キャパシタであって、少なくとも第1のキャパシタプレートが、第1のレイヤードソリッドステートバッテリーの一方の側に構造的に結合され、前記第1のソリッドステートバッテリーの層が、第1のキャパシタプレートと実質的に平行に延在し、第1のソリッドステートバッテリーが、前記層の平面に垂直な方向においてそのサイズの変化を受けることができる、ソリッドステート可変キャパシタを提供する。

40

【0008】

この新しいキャパシタは、従来技術のような自立構造のパーツを有さず、従って、このようなパーツのスティッキング又は崩壊の問題が、本発明によって回避される。

【0009】

この文献において開示される電気化学的に調整可能なキャパシタを利用して、広範囲のさまざまなキャパシタンス値が、達成可能である。「低い」及び「高い」キャパシタンス状態の間の最大比率は、非常に高くなりうる。これは、充電/放電時に実質的に膨張し/

50

収縮するスタックを生成するようにバッテリースタック内の化学的性質を変えることによって、達成されることができる。これは、大きな表面領域拡大又はフットプリントをもたらさず、従って、従来技術の一部を形成するような非常に長い自立構造のビームを用いる調整可能なMEMSキャパシタより、ずっと小さいスペース消費ですむ。

【0010】

最後に、この明細書に記述される電気化学的に調整可能なキャパシタの切り替えは、1—5 Vの低い電圧及び低い電流を必要とするだけである。これは、上述した従来技術のMEMS構造よりかなり低い。

【0011】

好適な実施例は、上述の種類の可変キャパシタであって、ソリッドステート可変キャパシタが、基板上に堆積されたバッテリーカソード電極層と、バッテリーカソード電極層上に堆積された固体電解質層と、固体電解質層上に堆積されたバッテリーアノード電極層と、バッテリーアノード層上に堆積された誘電層と、誘電層に設けられた第1のキャパシタプレートと、第2のキャパシタプレートと、を有し、電極層のうち少なくとも1つは、その厚さが少なくとも1つの電極内の活性種の密度によって変化する特性を有する、可変キャパシタを提供する。

10

【0012】

この実施例は、バッテリースタックの厚さの変化が、その電極層に実質的に帰し、特に、前記電極層内の活性種の濃度に帰するという事実を利用するものであり、よって、電極層の注意深い選択及び設計によって、バッテリースタックの設計を、必要とされるキャパシタ特性にあわせて最適化することを可能にする。本願明細書において、電極層は、この種類のバッテリースタックにおいてしばしば使用される電流コレクタ層を有することが理解されるべきである。しかしながら、電流コレクタのボリュームは、実質的に一定であり、電極自体のボリュームが、活性種の濃度のような支配的な条件の影響下で変化することが明らかであろう。

20

【0013】

好適には、このようなキャパシタは、第1のキャパシタプレートと、前記第1のキャパシタプレートから隔てたところに、第1のキャパシタプレートと実質的に平行に延在する第2のキャパシタプレートと、を有するソリッドステート可変キャパシタを生成する方法であって、少なくとも第1のキャパシタプレートが、プレートに垂直な方向においてそのサイズが可変である第1のレイヤードソリッドステートバッテリー構造の一方の側に構造的に結合され、前記方法が、基板を準備するステップと、基板上にバッテリーカソード層を堆積するステップと、バッテリーカソード層上に固体電解質層を堆積するステップと、固体電解質層上にバッテリーアノード層を堆積するステップと、バッテリーアノード層上に誘電層を堆積するステップと、誘電層上に第1のキャパシタプレートを堆積するステップと、第2のキャパシタプレートを設けるステップと、を含む方法によって、得られる。この方法は、本発明によるキャパシタの構造を構築する簡素な方法を提供し、ソリッドステートバッテリーの製造の分野において一般的な技術が使用される。この方法において更に、電極層の適用が、関連する電流コレクタ層をも含むものと理解されることが明らかであろう。

30

【0014】

それぞれ異なる層を通じてバッテリースタックの厚さの要求される変化を得ることが可能であるが、バッテリーアノードとして使用されることが好ましい材料が、活性種の濃度の影響下で厚さの最も大きな変化を示すようである。従って、好適な実施例は、第1のソリッドステートバッテリーが、アノード電極の厚さが当該アノード内の活性種の濃度によって変化するように選択される材料を含む該アノード電極を有するフィーチャを提供する。しかしながら、バッテリースタックの可変の厚さが、他の層における適当な材料の使用を通じて、他の層単独で又は他の層の同様のフィーチャと組み合わせられて得られることは、決して排除されない。更に、電極間の活性種の移動により、一方の電極の膨張は、他方の電極の収縮を伴いうることに注意すべきである。しかしながら、これらの効果の一方が他方より実質的に強い場合、バッテリー層の収縮又は膨張が全体として生じる。

40

50

【 0 0 1 5 】

他の好適な実施例は、ソリッドステートバッテリー内の活性種が、リチウム (L i) によって形成され、アノードが、シリコン (S i) 、スズ (S n) 、ゲルマニウム (G e) 、アンチモン (S b) 、ビスマス (B i) 、亜鉛 (Z n) 又はこれらの金属の合金のグループから選択されるアノード材料を含む、というフィーチャを提供する。結果として得られる組み合わせは、アノード層の厚さの魅力的な変化を生じさせることが分かった。

【 0 0 1 6 】

好適には、本発明によるエネルギー源の少なくとも 1 つの電極は、少なくとも 1 つの以下の元素の活性種の蓄積に適応される：水素 (H) 、ベリリウム (B e) 、マグネシウム (M g) 、アルミニウム (A l) 、銅 (C u) 、銀 (A g) 、ナトリウム (N a) 及びカリウム (K) 、又は周期表の 1 族若しくは 2 族に割り当てられる任意の他の適切な元素。従って、本発明によるキャパシタは、さまざまなインターカレーションメカニズムに基づくことができ、従って、例えばリチウムイオン電池セル、N i M H 電池セル、その他のような、それぞれ異なる種類の (リザーブタイプ) バッテリーを有するのに適している。

10

【 0 0 1 7 】

本発明による構造は、2 つの異なる電気回路、すなわちバッテリー回路及びキャパシタ回路、を提供し、バッテリー回路は、キャパシタのキャパシタンス値を制御するために使用される。制御回路をキャパシタ回路から独立させることが魅力的である。このような独立性を提供するために、更に別の好適な実施例は、前記第 1 のキャパシタプレートと第 1 のソリッドステートバッテリーとの間に誘電層が存在するフィーチャを提供する。この層は、それに接続される電流コレクタ層をしばしば含むバッテリーアノードからの、キャパシタ電極の適当な分離を提供する。

20

【 0 0 1 8 】

好適には、誘電層は、低い比誘電率を有する材料でできている。これは、バッテリー又は制御回路とキャパシタ回路との間に更により良好な分離を提供する。

【 0 0 1 9 】

好適には、誘電材料は、ドーブした S i O 2 、多孔性 S i O 2 、ポリマー (P V D F 、P S , P E) 又はポリメチルシルセスキオキサンである。

【 0 0 2 0 】

第 1 の好適な構造的実施例によれば、上記キャパシタ構造は、キャパシタプレート間の距離及びゆえにキャパシタの容量の変化を得るために二重化されることができる。このような二重化された構造は、第 2 のキャパシタプレートが、第 2 のソリッドステートレイヤードバッテリーの一方の側に構造的に結合され、前記第 2 のソリッドステートバッテリーの層が、第 2 のキャパシタプレートと実質的に平行に延在し、第 2 のソリッドステートバッテリーが、前記層の平面と垂直な方向においてそのサイズの変化を受けることができる場合、得られる。この請求項によって記述される構造は、2 つのバッテリー及び単一のキャパシタを有し、キャパシタのキャパシタンスは、各バッテリーの充電状態に依存する。

30

【 0 0 2 1 】

このような構造的実施例によるキャパシタは、好適には、ディーブトレンチ構造を有する基板において実行される方法であって、層スタックの形成後、トレンチの底部の層スタックが除去される方法によって得られる。これは、バッテリーの分野において有利であることが分かっている技法である。

40

【 0 0 2 2 】

トレンチの底部の層スタックの除去は、好適には、ケミカルメカニカルポリッシング又は湿式化学エッチングによって実施され、これらの技法は、集積回路の処理において良く知られている技法である。

【 0 0 2 3 】

このような構造の製造は、第 1 及び第 2 のバッテリーが、第 1 及び第 2 のキャパシタプレートの中間面の中心に対してミラーリングされた構造を有する場合、簡素化される。この低減は、対称性の効果によって得られる。従って、方法は、ディーブトレンチ構造を有す

50

る基板において対称に実行されることが好ましい。

【0024】

好適には、第1及び第2のバッテリーは、別個の制御回路に接続され、キャパシタのキャパシタンスの二重制御の可能性を提供する。一例は、容量の粗制御用にバッテリーの一方を使用し、その微調整用に他方のバッテリーを使用することである。それに応じて構造の材料及びジオメトリが選択される場合、これは特に魅力的である。

【0025】

更に別の好適な実施例は、上述の種類の可変キャパシタの複数を含む可変キャパシタであって、前記キャパシタのキャパシタプレートが相互接続される、可変キャパシタを提供することである。これらのフィーチャは、より大きい容量を有するキャパシタを構築することができる。更に、実施例は、キャパシタ構造を別々のユニットに分けることを可能にするので、キャパシタの構造を、基板上の利用可能なスペースに適応させることを可能にする。このフィーチャによって得られることができる更に別の利点は、キャパシタンスが2より多くのバッテリーによって独立して制御されることができ、新しい制御の可能性を提供することである。

【0026】

それぞれ異なるキャパシタプレートのプレート間の相互接続は、第1のキャパシタプレートを第2のキャパシタプレートに接続し、より高いキャパシタンス値を有する単一のキャパシタを提供する可能性を提供する。

【0027】

しかしながら、切り替え可能なネットワークにキャパシタプレートを接続することも可能であり、それによって直列接続又は並列接続でキャパシタを接続することを可能にする。これは、並列でキャパシタを充電し、直列でそれらを放電することによる電圧増倍回路を製造する可能性を提供する。この回路は、それ自体知られているが、本発明は、それが全体としてソリッドステート回路に組み込まれることを可能にする。

【0028】

第2の構造的実施例は、第1及び第2のキャパシタプレートが、それぞれ異なる基板上に形成され、基板が、第1及び第2キャパシタプレートの形成後に一体化されるフィーチャを提供する。この実施例は、キャパシタプレートの一方が固定され、他方のプレートがバッテリースタックに接続される状況において、特に効果的である。

【0029】

構造から独立している特別な実施例は、第1及び第2のプレート間のスペースが、周囲から囲まれ、封止されており、スペースが、気体、液体又は真空中で満たされているフィーチャを提供する。これは、他の可能性が、キャパシタのキャパシタンスを設計することを可能にする。流体が使用される場合、例えば可撓性のメンブレンを提供することによって、キャパシタプレートの変更可能な位置により空洞のボリュメトリック変化を可能にする対処がなされなければならない。

【0030】

本発明による電気化学エネルギー源の一方の、好適には両方の電極をパターン化し又は構造化することによって、3次元の表面領域、ゆえに(複数の)電極のフットプリント当たりの増大された表面領域、及び少なくとも1つの電極と電解質スタックとの間のボリュウム当たりの増大された接触面が、得られる。(複数の)接触面のこの増加は、充電状態からのキャパシタンスの依存性の改善された効果につながる。好適には、少なくとも1つの電極の少なくとも1つの表面が、実質的に規則正しくパターン化されることが好ましく、より好適には、適用されるパターンは、特にピラー、トレンチ、スリット又はホールのような1又は複数の空洞を備え、かかる特定の空洞は、比較的正確なやり方で適用されることができる。このように、制御可能なキャパシタの増大される性能は、比較的正確なやり方で予め決定されることもできる。この文脈において、スタックが堆積される基板の表面は、実質的に平坦でありえ、又は(基板をカーブさせ、及び/又はトレンチ、ホール及び/又はピラーを有する基板を提供することによって)パターン化されて、3次元に適応

10

20

30

40

50

されたキャパシタを生成することを容易にすることができることに注意されたい。この文脈において、スタックが堆積される基板の表面は、実質的に平坦でありえ、又は（基板をカーブさせ、及び／又はトレンチ、ホール及び／又はピラーを有する基板を提供することによって）パターン化されて、３次元に適應されたキャパシタを生成することを容易にすることができることに注意されたい。

【００３１】

好適には、各電極は、電流コレクタを有する。電流コレクタによって、セルは、電子装置に容易に接続されることができる。好適には、電流コレクタは、Al、Ni、Pt、Au、Ag、Cu、Ta、Ti、Tan及びTiNの材料のうち少なくとも１つでできている。他の種類の電流コレクタ、例えばSi、GaAs、InPのような好適にはドーブされた半導体材料が、電流コレクタとして働くように適用されることもできる。

10

【００３２】

キャパシタは、好適には、基板と少なくとも１つの電極との間に堆積される少なくとも１つのバリア層を有し、バリア層は、前記基板へのセルの活性種の拡散を実質的に妨げるように適應される。このように、基板及び電気化学セルは、化学的に分離され、その結果、電気化学セル及びゆえにキャパシタの性能は、比較的長続きするように維持されることができる。リチウムイオンに基づくセルが適用される場合、バリア層は、好適には、Ta、Tan、Ti及びTiNの材料のうちの少なくとも１つでできている。更に、他の適切な材料が、バリア層として働くために使用されることができることが明らかでありうる。

【００３３】

20

好適な実施例において、基板をパターン化するために表面処理を受けるのに理想的に適しており、それにより（複数の）電極のパターン化を容易にしている基板が、好適には適用される。基板は、より好適には、C、Si、Sn、Ti、Ge、Al、Cu、Ta及びPbの材料のうち少なくとも１つでできている。これらの材料の組み合わせが、（複数の）基板を形成するために使用されてもよい。好適には、n型又はp型ドーブされたSi又はGeが、基板として使用され、又はSiGe若しくはSiGeCのようなドーブされたSi関連の及び／又はGe関連の化合物が使用される。比較的強固な材料に加えて、例えばカプトン箔のような実質的に可撓性の材料が、基板を製造するために使用されることもできる。更に、他の適切な材料が、基板材料として使用されることが明らかでありうる。

【００３４】

30

本発明は、当該請求項のいずれかに記載の電気化学エネルギー源を有する電気装置を提供する。このような実施例においても、本発明の有益な効果が、非常によく現れる。

【００３５】

更に別の実施例は、第２のキャパシタプレートが、アセンブリ上に固定のキャパシタプレートを有する第２の基板をフリップチップすることによって提供されるフィーチャを提供し、それにより本発明によるキャパシタを生成する特定の魅力的な方法をもたらす。

【図面の簡単な説明】

【００３６】

【図１】薄膜トレンチ構造を有するシリコン基板におけるLi電池の概略斜視図。

【図２】完成したスタックが堆積されている、単一トレンチの構造を有する電池を有する発明によるキャパシタの概略斜視図。

40

【図３】基板を薄くすることによるトレンチの底部の除去後のトレンチの構造の概略斜視図。

【図４a】異なる状況における、電氣的接続を有する本発明によるキャパシタの構造の概略斜視図。

【図４b】異なる状況における、電氣的接続を有する本発明によるキャパシタの構造の概略斜視図。

【図５a】堆積プロセス後にチップの上半分をフリップさせた後の、第２の構造的実施例によるキャパシタの構造の概略斜視図。

【図５b】堆積プロセス後にチップの上半分をフリップさせた後の、第２の構造的実施例

50

によるキャパシタの構造の概略斜視図。

【発明を実施するための形態】

【0037】

本発明は、添付の図面の助けを借りて説明される。

【0038】

図1は、国際公開第2005/027245A2号パンフレットに開示されるオールソリッドステート薄膜バッテリーを示している。この従来技術の文献に記述される堆積及び集積化技術を使用して、電気化学的に調整可能なキャパシタを作るために使用されることができるスタックが、製造されることができる。このスタックは、図2に示されている。この図において、基板1における単一トレンチの概略的な表現が、示されている。基板には、トレンチ2が、形成されており、参照符号3によってその全体が示されるバッテリースタックは、前述の従来の方法に従って堆積される。

10

【0039】

基板1上に適用されるこのバッテリースタック3は、電流コレクタ層4、カソード層5、ソリッドステート電解質層6及びアノード層7を有する。アノード層7上に、電流コレクタ層8が、堆積される。こうして形成されたバッテリースタック3上に、誘電層9が堆積され、その上に導電層10が堆積される。導電層10は、電流コレクタ層8からのキャパシタプレートとして使用される。誘電層9は、電流コレクタ層8から導電層10を保護し、絶縁する。

【0040】

20

製造プロセスにおける次のステップは、互いに鏡像である2つの別個のスタック3を生成するために、トレンチ2の底部の層スタック3を除去することである。これは、図3に示されている。これを達成する最も簡素な方法は、トレンチ2の底部11が除去されるまで、例えばケミカルメカニカルポリッシング(CMP)技法又は湿式化学エッチングを使用して、基板1を薄くすることである。ブラインドトレンチ2を有する基板1を使用する代わりに、バイアトレンチを有する基板が、使用されることができる。いずれの場合においても、図3に示される状況が得られる。トレンチ2の底部11の除去後、2つの個別のスタック3が残り、各々のスタックが、バッテリースタック3、キャパシタプレート10、前記キャパシタプレート10とアノード電流コレクタ層8との間に誘電シールド層9を有することが明らかである。

30

【0041】

図4は、バッテリースタック3の充電又は放電が、どのようにキャパシタンス値を変えることができるかを図式的に示している。バッテリースタック3の充電又は放電は、定電流的に又は定電位的に行われることができ、概して、利用されるバッテリー電極材料に依存して、1-5Vの低い電圧を必要とする。完成したバッテリースタックは、充電及び放電時にそれぞれ膨張し又は収縮することが知られている。スタックにおいて使用される正確なバッテリー電極材料に依存して、完全なボリューム膨張は、低減されることができ/最小限にされることができる。しかしながら、このボリューム変化は、本発明の目的のために更に利用されることができる。

【0042】

40

充電/放電時のバッテリースタックの全体の一軸膨張/収縮が大きいように、バッテリー電極材料が選択される場合、バッテリースタックは、キャパシタプレートの移動可能なキャリアとして使用されることができる。非常に高いボリューム膨張を有する適切なバッテリー電極材料は、主に、Si、Sn、Ge、Pb、Sb又はBiのようなアノード材料である。

【0043】

図4a及び図4bに示される例において、バッテリースタック3は、充電時に膨張し、放電時に収縮する。この効果は、前記アノード内の活性種の変化する濃度による、アノード7のボリュメトリック膨張によって引き起こされる。本発明の構造において使用される薄膜技術において、このボリュメトリック膨張又は縮小が、電極の厚さの変化を生じさせ、その結果、キャパシタプレートの移動を生じさせる。バッテリーが放電した状態にある状況

50

において、キャパシタプレートは、図 4 a に示すように、それらの間に大きい間隔を有する。バッテリーの充電は、図 4 b に示すように、トレンチ 2 の両側においてバッテリースタック 3 の一軸膨張を生じさせ、キャパシタプレート 10 を互いにより近づける。キャパシタンス値は、接続ポイント 1 及び 2 において測定され、利用されることができる。反対の結果を生じさせるバッテリー電極材料の異なる組み合わせが、選択されることができることに注意すべきである。

【 0 0 4 4 】

この設計において、容量結合が、キャパシタプレート 10 とアノード電流コレクタ 8 との間に存在することに注意すべきである。従って、これらの間の誘電層 9 が重要である。この容量結合を最小限にするために、この層 9 は、両方のキャパシタプレート 10 間の間隔と比較して、非常に厚くなくならず、低誘電率の材料であるべきである。低い比誘電率をもつ材料は、例えばドーパされた SiO_2 、多孔性 SiO_2 、ポリマー (P V D F、P S、P E)、又はポリメチルシルセスキオキサンである。

10

【 0 0 4 5 】

図 2 乃至図 4 には、電気化学的に調整可能なキャパシタへの 2 つの面の方法が、示されている。この装置において、両方のキャパシタプレート 10 が、移動可能である。代替例として、製造又は集積化がより容易である場合、片側の方法が選択されることもできる。このオプションは、図 5 a 及び図 5 b に示されている。両方の図は、下側のキャパシタプレート 10 が、移動可能であり、上側のキャパシタプレート 13 が固定されている、構成を示している。図 5 a において、図 2 — 図 4 と同様のプロセスで生成されることができる構成が示されている。ただし、プラナープロセスによっても非常に良好に生成されることができる。しかしながら、図 5 b に示される設計は、プラナー形態でウェハ 1 上のフルスタック 3 を初めに処理し、その後、このアセンブリ上に、固定のキャパシタプレート 13 を有する基板 12 をフリップチップすることによって、製造されることができる。

20

【 0 0 4 6 】

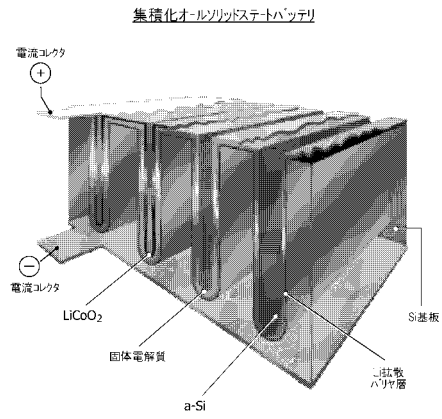
加えて、MEMS 技術が、開示された調整可能なキャパシタのための空洞を製造するために、効果的に利用されることができる。調整可能なキャパシタが、閉じられ封止された空洞内に製造される場合、空洞自体が、(O_2 、 N_2 、 Ar のような) 気体又は真空中で満たされることもできることに注意すべきである。両方のキャパシタプレート間の媒体もまた、得られうるキャパシタンス値を決定するので、このフィーチャは、キャパシタンスのより大きな変化の可能性を提供する。この最後のフィーチャは、図 2 — 図 4 に開示したような構造を有するキャパシタ及び図 5 の構造を有するキャパシタの両方に、又は任意の他の適切な構造のキャパシタに適用できることに注意されたい。

30

【 0 0 4 7 】

本明細書に示される実施例から離れて、本発明は、他の構成にも適用できることに注意すべきである。

【 図 1 】



【 図 2 】

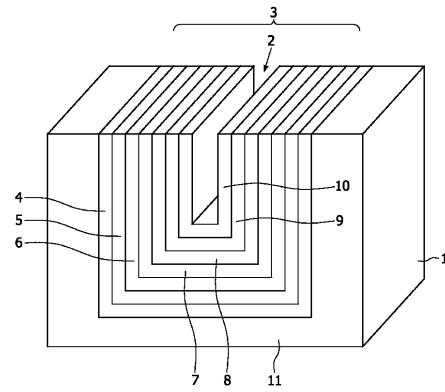


FIG. 2

【 図 3 】

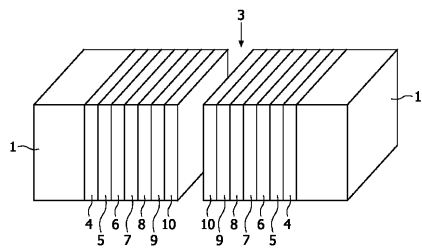
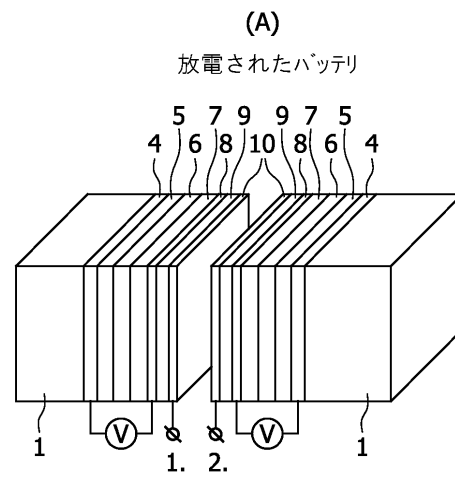
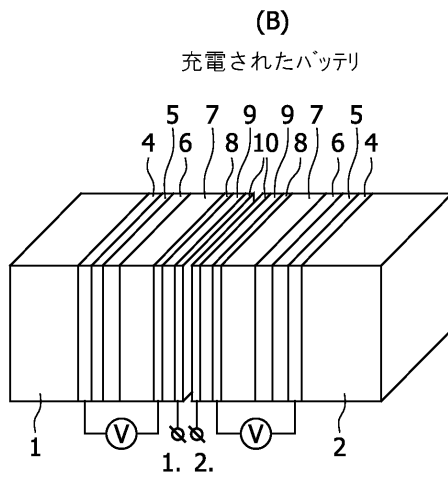


FIG. 3

【 図 4 a 】



【図 4 b】



【図 5 A】

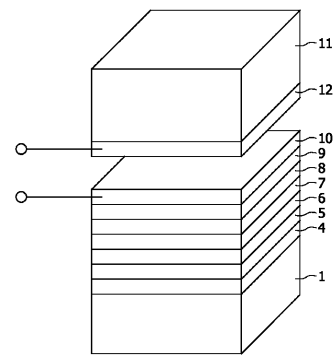


FIG. 5A

【図 5 B】

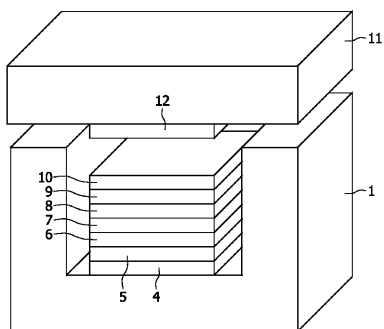


FIG. 5B

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/IB2007/054837

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01G5/011 H01M10/00
ADD. H01G9/155

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)
H01G

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, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 061 539 A (NGK INSULATORS LTD [JP]) 20 December 2000 (2000-12-20) abstract	1-30
A	US 2006/051666 A1 (KIM GIL-HO [KR]) 9 March 2006 (2006-03-09) paragraph [0002]	1-30
A	US 2005/074671 A1 (SUGIYAMA HIROMU [JP] ET AL) 7 April 2005 (2005-04-07) paragraph [0013]	1-30
A	WO 2005/027245 A (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]; NOTTEN PETRUS H L [NL]; OUWERKERK) 24 March 2005 (2005-03-24) cited in the application abstract	1-30

☐ 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.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

13 March 2008

Date of mailing of the International search report

26/03/2008

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.O. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Plützer, Stefan

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/IB2007/054837

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1061539	A	20-12-2000	WO 0031764 A1	02-06-2000
			JP 2000223376 A	11-08-2000
			US 6309428 B1	30-10-2001
US 2006051666	A1	09-03-2006	CN 1728436 A	01-02-2006
			JP 2006040879 A	09-02-2006
			KR 20060011244 A	03-02-2006
US 2005074671	A1	07-04-2005	JP 4037229 B2	23-01-2008
			JP 2004127561 A	22-04-2004
WO 2005027245	A	24-03-2005	AT 364237 T	15-06-2007
			DE 602004006883 T2	14-02-2008
			JP 2007506226 T	15-03-2007
			KR 20060084436 A	24-07-2006
			US 2007026309 A1	01-02-2007

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 ロヒエル エイ エイチ

オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイテック キャンパス 4 4

(72)発明者 ノッテン ペトルス エイチ エル

オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイテック キャンパス 4 4

(72)発明者 オプヘト フェルド ヨハネス エイチ ジー

オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイテック キャンパス 4 4

(72)発明者 ペイネンブルグ レムコ エイチ ダブリュ

オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイテック キャンパス 4 4