

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7702136号

(P7702136)

(45)発行日 令和7年7月3日(2025.7.3)

(24)登録日 令和7年6月25日(2025.6.25)

(51)国際特許分類

F I

H O 1 M 10/0585(2010.01)

H O 1 M 10/0585

H O 1 M 4/66 (2006.01)

H O 1 M 4/66

A

H O 1 M 10/052(2010.01)

H O 1 M 10/052

H O 1 M 10/0562(2010.01)

H O 1 M 10/0562

請求項の数 29 (全19頁)

(21)出願番号 特願2021-550297(P2021-550297)

(86)(22)出願日 令和2年3月12日(2020.3.12)

(65)公表番号 特表2022-524959(P2022-524959
A)

(43)公表日 令和4年5月11日(2022.5.11)

(86)国際出願番号 PCT/GB2020/050621

(87)国際公開番号 WO2020/183184

(87)国際公開日 令和2年9月17日(2020.9.17)

審査請求日 令和5年3月1日(2023.3.1)

(31)優先権主張番号 1903512.0

(32)優先日 平成31年3月14日(2019.3.14)

(33)優先権主張国・地域又は機関
英国(GB)

(73)特許権者 515189520

イリカ テクノロジーズ リミテッド
英国 イングランド エスオー51 9デ
ィーエル ロムジー プレミア ウェイ ザ
クアドラングル ユニット 10エー

(74)代理人 100147485

弁理士 杉村 憲司

(74)代理人 230118913

弁理士 杉村 光嗣

(74)代理人 100179866

弁理士 加藤 正樹

(72)発明者 オウエイン クラーク

イギリス国 エスオー51 9ディーエル
ハンプシャー ロムジー プレミア ウェイ
ザ クアドラングル ユニット 10エイ
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 積層構造の処理方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

層のスタックを処理して離散層要素のスタックを提供する方法であって、当該方法は、

・第1の材料によって提供される第1の層と、

・固体電解質によって提供される第3の層と、

・前記第1の層と前記第3の層との間に位置する第2の層であって、前記第2の層は、少なくとも500nmの厚さを有し、少なくとも95原子%のアモルファスシリコンを含む第2の材料によって提供される、第2の層と、

前記第2の層とは反対側の前記第3の層の面に提供されるカソード層と、

を含む層のスタックを準備するステップと、

前記第1の層の厚さ方向の部分を除去して、前記第1の材料によって提供される第1の離散層要素を形成するステップと、

前記第2の層の厚さ方向の部分を除去して、前記第2の材料によって提供される第2の離散層要素を形成するステップであって、前記第2の離散層要素は、前記第1の離散層要素と前記固体電解質との間に配置されている、ステップと、

前記第2の離散層要素をエッチングマスクとして使用して前記第3の層をエッチングし、前記固体電解質によって提供される第3の離散層要素を形成するステップと、

を含み、

前記第1、前記第2および前記第3の離散層要素は、離散層要素の前記スタックを提供し、

前記方法は、前記第3の層をエッチングするステップの後に、前記第2の離散層要素を変更して、変更された第2の離散層要素を提供するステップをさらに含み、

前記変更された第2の離散層要素の周縁は、前記第2の離散層要素の周縁によって囲まれる領域よりも小さい領域を囲む、方法。

【請求項2】

前記変更された第2の離散層要素を提供するステップが、

前記第2の離散層要素をその周縁の少なくとも一部の周りでトリミングするステップおよび／または前記第2の離散層要素内にトレンチを作成するステップのうちの1つ以上を含み、

前記トレンチは、前記第2の離散層要素の厚さ方向に延在しており、かつ、前記変更された第2の離散層要素と前記第2の離散層要素の分離部分との間の境界を画定し、

前記分離部分が、前記第2の離散層要素の前記周縁の少なくとも一部の周りに延在している、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記変更された第2の離散層要素を提供するステップが、前記第2の離散層要素内にトレンチを作成するステップを含み、さらに、前記トレンチが、前記変更された第2の離散層要素の全周を画定する、請求項2に記載の方法。

【請求項4】

前記変更された第2の離散層要素を提供するステップが、前記第2の離散層要素内にトレンチを作成するステップを含み、さらに、前記トレンチが、エッチングプロセスを通じて作成される、請求項2または3に記載の方法。

【請求項5】

前記変更された第2の離散層要素を提供するステップが、前記第2の離散層要素内にトレンチを作成するステップを含み、さらに、前記トレンチの底面が前記第2の離散層要素と前記第3の離散層要素との間の界面と同じ平面内または前記第3の離散層要素内のいずれかにあるように、前記トレンチが、少なくとも前記第2の離散層要素と前記第3の離散層要素との間の界面まで延在する、請求項2～4のいずれか一項に記載の方法。

【請求項6】

前記変更された第2の離散層要素を提供するステップは、前記第2の離散層要素内にトレンチを作成するステップを含み、さらに、前記トレンチの幅は、1～100μmである、請求項2～5のいずれか一項に記載の方法。

【請求項7】

前記変更された第2の離散層要素を提供するステップは、前記第2の離散層要素内にトレンチを作成するステップを含み、前記トレンチは、底面および側壁を有し、前記底面は、前記変更された第2の離散層要素と前記第3の離散層要素との間の界面に対して整列し、前記側壁は、前記底面に対して横方向に延在し、かつ、相互に整列している、請求項2～6のいずれか一項に記載の方法。

【請求項8】

前記変更された第2の離散層要素を提供するステップは、前記第2の離散層要素内にトレンチを作成するステップを含み、カソード層は、前記第2の離散層要素とは反対側の前記第3の離散層要素の面に設けられ、前記トレンチの少なくとも一部は、前記カソード層の真向かいの前記第2の離散層要素の一部に作成される、請求項2～7のいずれか一項に記載の方法。

【請求項9】

前記第3の層をエッチングするステップの後に、前記第2の離散層要素をその周縁の少なくとも一部の周りでトリミングして、変更された第2の離散層要素を提供するステップをさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項10】

前記変更された第2の離散層要素は、前記第3の離散層要素の前記周縁によって画定される境界内に完全に配置される、請求項9に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 1 1】

前記第 1 の層の厚さ方向の部分除去して前記第 1 の離散層要素を形成するステップおよび前記第 2 の層の厚さ方向の部分除去して前記第 2 の離散層要素を形成するステップが、単一の手順で実行される、請求項 1 ～ 1 0 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 1 2】

前記第 1 の層の厚さ方向の部分除去して前記第 1 の離散層要素を形成するステップおよび／または前記第 2 の層の厚さ方向の部分除去して前記第 2 の離散層要素を形成するステップが、それぞれの層をエッチングすることを含む、請求項 1 ～ 1 1 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 1 3】

前記第 1 の層の厚さ方向の部分除去するステップが、フォトリソグラフィ手順を含む、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記それぞれの層をエッチングするステップが、ドライエッチング処理を使用することを含む、請求項 1 2 または 1 3 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記ドライエッチング処理が、プラズマエッチング処理である、請求項 1 4 に記載の方法。

【請求項 1 6】

前記プラズマエッチング処理は、アルゴンおよび／または SF_6 を含むプラズマを使用して実行される、請求項 1 5 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記第 2 の層の厚さ方向の部分除去して前記第 2 の離散層要素を形成するステップが、レーザーアブレーションを使用して実行される、請求項 1 ～ 1 1 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 1 8】

前記第 3 の層をエッチングするステップが、中性、アルカリ性、または酸性の pH 値を有する水性エッチャントを使用して実施される、請求項 1 ～ 1 7 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 1 9】

前記水性エッチャントが、水である、請求項 1 8 に記載の方法。

【請求項 2 0】

前記固体電解質が、 LiPON 、 LiSiPON 、チオール LiSiCON 、 LiBON 、アモルファスホウケイ酸リチウム化合物およびドーパされたアモルファスホウケイ酸リチウム化合物からなる群から選択される材料によって提供される、請求項 1 ～ 1 9 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 1】

前記第 1 の材料は、白金、ニッケル、モリブデン、銅、窒化チタン、アルミニウム、金およびステンレス鋼からなる群から選択される、請求項 1 ～ 2 0 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 2】

前記第 2 の層は、少なくとも 700 nm の厚さを有する、請求項 1 ～ 2 1 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 3】

離散層要素の複数の前記スタックが提供され、前記離散層要素の複数のスタックは、前記第 1、前記第 2 および／または前記第 3 の層の平面において互いにずれている、請求項 1 ～ 2 2 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 4】

前記離散層要素の複数のスタックが、規則的な配列で基板上に配置される、請求項 2 3 に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 25】

以下の順序で積み重ねられている、少なくとも以下の離散層要素を含む電気化学セルであって、

- ・第1の材料によって提供される第1の離散層要素；
- ・少なくとも500 nmの厚さを有し、少なくとも95原子%のアモルファスシリコンを含む第2の材料によって提供される第2の離散層要素；
- ・固体電解質によって提供される第3の離散層要素；および
- ・カソード活物質を含む第4の離散層要素；

前記第2の離散層要素が、前記第3の離散層要素から張り出しており；

トレンチは、前記第2の離散層要素の厚さ方向に提供され、前記トレンチが、前記第2の離散層要素と前記第3の離散層要素との間の界面または前記第3の離散層要素内のいずれかにある底面を有し、

前記トレンチの幅が、1～100 μmであり、

前記トレンチが、変更された第2の離散層要素と前記第2の離散層要素の分離部分との間の境界を画定しており、前記分離部分が、前記第2の離散層要素の周縁の少なくとも一部の周りに延在している、電気化学セル。

【請求項 26】

前記トレンチが、前記変更された第2の離散層要素の全周を画定している、請求項 25 に記載の電気化学セル。

【請求項 27】

前記トレンチが、前記第1の離散層要素を通してさらに延在している、請求項 25 または 26 に記載の電気化学セル。

【請求項 28】

前記トレンチが、前記底面から延在する側壁を有し、前記側壁は、相互に整列している、請求項 25～27 のいずれか一項に記載の電気化学セル。

【請求項 29】

前記トレンチの少なくとも一部は、前記第4の離散層要素の真向かいに位置する前記第2の離散層要素の一部内に提供されている、請求項 25～28 のいずれか一項に記載の電気化学セル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、積層構造を処理するための方法、特に、層が電池の構成要素によって提供される積層構造を処理するための方法に関する。

【背景技術】

【0002】

固体マイクロ電池は、通常、薄層の活性スタックを含む。活性スタックは、固体電解質によって分離される2つの電極（アノードおよびカソード）によって形成される。通常、アノード集電体は、電解質とは反対側のアノードの面に設けられ、カソード集電体は、電解質とは反対側のカソードの面に設けられる。

【0003】

通常、固体マイクロ電池は、個々の薄層をウェーハ上に堆積させることによって形成される。効率の理由から、通常、複数のマイクロ電池が単一のウェーハ上に形成される。これは、各電池構成要素（例えば、カソード、アノード、または電解質）が、複数の離散要素を含む層として提供されることを必要とし、各離散要素は、それぞれのマイクロ電池の一部を提供する。複数の離散要素は、通常、ウェーハの表面に規則的な配列を形成する。

【0004】

複数の離散要素を含む層を提供するプロセスは、層の「パターニング」として知られている。これは、複数の開口を提示するシャドウマスクを通して層を堆積することによって達成され得る。マスクは、基板の表面に配置され、堆積を通して所定の位置に保持される

10

20

30

40

50

。次に、シャドウマスクが除去され、堆積された層は、離散要素の必要な分布、つまり必要なパターンを示す。

【0005】

このマスキング技術は、基板の表面に粒子汚染が発生する場合があります、マイクロ電池の性能に悪影響を与えるという欠点を有する。さらに、基板上にマスクを配置するプロセスは、基板の擦過をもたらす得、これもまた電池の性能に悪影響を及ぼす。さらに、マイクロ電池のサイズが小さいとき、マスキングによってエッジまたはシャドウ効果が生成され得、個々のスタック内の離散層要素の整列の不十分さおよび／またはスタック間の大きな無駄な領域をもたらす。

【0006】

したがって、マスキング技術を回避し、堆積層のエッチングなどの代替パターンニング技術を使用することがしばしば望まれる。層の物理的および化学的特性が異なるため、個々にエッチングされる層必要とし得る。しかしながら、このプロセスは、エッチングされた層とその後に堆積された層との間の界面の品質に悪影響を与え得る。

【0007】

したがって、これらの悪影響を低減しながら、スタック構造の層をパターンニングする方法を提供することが望ましい。

【発明の概要】

【0008】

第1の態様において、本発明は、層のスタックを処理して離散層要素のスタックを提供する方法を提供することができ、当該方法は、

- ・第1の材料によって提供される第1の層と、
- ・固体電解質によって提供される第3の層と、
- ・第1の層と第3の層との間に位置する第2の層であって、第2の層は、少なくとも500nmの厚さを有し、少なくとも95原子%のアモルファスシリコンを含む第2の材料によって提供される、第2の層と、

を含む層のスタックを準備するステップと、

第1の層の厚さ方向の部分除去して、第1の材料によって提供される第1の離散層要素を形成するステップと、

第2の層の厚さ方向の部分除去して、第2の材料によって提供される第2の離散層要素を形成するステップであって、第2の離散層要素は、第1の離散層要素と固体電解質との間に配置される、ステップと、

第2の離散層要素をエッチングマスクとして使用して第3の層をエッチングし、固体電解質によって提供される第3の離散層要素を形成するステップと、を含み、

第1、第2および第3の離散層要素が、離散層要素のスタックを提供する。

【0009】

第3の層のエッチング中に第2の離散層要素をマスクとして使用することによって、第2の層と第3の層との間の界面の品質が維持され得る。したがって、第2の層の堆積前に電解質がエッチングされる場合に通常起こり得る電解質層の表面の汚染および／または劣化を回避し得る（そのような汚染および／または劣化は、例えば、電解質表面の酸化または電解質表面からのフォトリソ樹脂の不完全な除去によって生じ得る）。

【0010】

誤解を避けるために、第2の離散層要素をエッチングマスクとして使用するステップは、マスクの寸法が第2の離散層要素の周縁によって画定されることを指す。第1の離散層要素は、通常、第3の層のエッチング中にも存在することが意図されているが、その周縁は、第2の離散層要素層によって提供されるエッチングマスクのそれに正確に対応しない場合がある。

【0011】

通常、第2の材料は、少なくとも98原子%のアモルファスシリコン、好ましくは少なくとも99原子%のアモルファスシリコンを含む。場合によっては、第2の材料は、アモ

10

20

30

40

50

ルファスシリコンから実質的になる。「アモルファス」という用語は、第2の材料のシリコン原子が長距離の構造秩序を示さないことを意味する。

【0012】

驚くべきことに、少なくとも95原子%のアモルファスシリコンを含む離散層要素（以下、「アモルファスシリコン層要素」と呼び、第2の離散層要素に対応する）が電解質層のエッチング中のマスクとして使用されるとき、アモルファスシリコン材料は、電池のアノードとして機能する能力を保持することが分かった。例えばシリコンが湿気に曝されるとき、シリコン太陽電池の性能が低下することがよく知られている（その結果、電池への湿気の侵入を防ぐための密封要素を提供することが必要であると一般に考えられている）ので、これは予想外である。

10

【0013】

したがって、第2の層は、アノードを提供するために、少なくとも500nmの必要な厚さで直接堆積され得る。これは、有用な容量レベルを有する動作可能な電池を提供するための最小アノード厚さであると考えられる。

【0014】

この最小の厚さは、電池のカソードとアノードとの間の容量比のバランスをとるのに役立つと考えられる。すなわち、この最小の厚さは、それが電池のアノードとして機能するときにアモルファスシリコン材料の相対的な体積膨張を制限すると考えられ、この体積膨張は、電池の充電中のアモルファスシリコン材料のリチウム化から生じる。

【0015】

エッチングマスクとしての全厚アモルファスシリコン要素の使用は、米国特許第9,373,864号明細書に記載されている方法とは対照的であり、この明細書では、例えば、5~100nmの厚さを有するシリコン層から作製されるパターンが電解質層をエッチングするためのエッチングマスクとして使用される。このエッチングプロセスの後、リチウムベースの層がパターン上に堆積され、リチウム原子がパターン内に拡散し、その結果、リチウムベースの層およびパターンは、リチウムベースの電極を形成する。

20

【0016】

本発明は、エッチングプロセス後にリチウムベースの電極を形成するという複雑なステップを回避する。さらに、本発明は、電解質をエッチングするステップの前に、少なくとも95原子%のアモルファスシリコンを含む層（すなわち、第2の層）上に直接集電体を（第1の層として）堆積させ得る。これは、第2の層と集電体との間の界面の品質を維持するのに役立ち得る。

30

【0017】

「離散層要素」という用語は、画定された周縁を有し、その層の他の部分と直接接触していない層の部分の指すことを意図している。離散層要素は、通常、実質的に正方形、長方形、または円形の周縁を有する。通常、各離散層要素は、電池の構成要素を提供する。

【0018】

本発明の方法のある例では、本方法は、第3の層をエッチングするステップの後に、第2の離散層要素を変更して、変更された第2の離散層要素を提供するステップをさらに含み得、変更された第2の離散層要素は、第2の離散層要素の周縁によって囲まれる領域よりも小さい領域を囲む周縁を有する。

40

【0019】

例えば、本発明の方法は、第3の層をエッチングするステップの後に、その周縁の少なくとも一部の周りで第2の離散層要素をトリミングして変更された第2の離散層要素を提供するステップをさらに含み得る。

【0020】

第2の離散層要素をトリミングするステップは、第3の層をエッチングするステップを通じて損傷し得る要素の周辺部分を除去するのに役立ち得、こうして、第2の離散層要素の能力をさらに改善して高品質アノードを提供する。

【0021】

50

場合によっては、第2の離散層要素をエッチングマスクとして使用して第3の層をエッチングするステップは、エッチャントがエッチングマスクをアンダーカットすることがわかった。すなわち、エッチャントは、マスクの周縁でマスクと元々接触していた電解質を除去する。離散層要素のスタックが電池に組み込まれるとき、第2の離散層要素の周縁でのこの電解質の損失は、電解質がカソードとアノードとの間に効果的なセパレータをもはや提供せず、その結果、短絡が生じるという結果をもたらす得る。

【0022】

これを防止するのを助け、電解質がカソードとアノードとの間に効果的なセパレータを提供することを補助するために、第2の離散層要素をトリミングするステップは、変更された第2の離散層要素が、第3の離散層要素の周縁によって画定される境界内に完全に配置される結果となることが好ましい。例えば、変更された第2の離散層要素は、第3の離散層要素の周縁に一致する周縁を有し得る。

10

【0023】

その周縁の少なくとも一部の周りの第2の離散層要素をトリミングするステップは、エッチングプロセスを含み得る。エッチングは、プラズマエッチング処理などのドライエッチング処理を使用して実施され得る。エッチング処理は、機械的（例えば、アルゴンプラズマを使用するイオンビームミリングなど）および／または化学的（例えば、 SF_6 などの種が第1の層および／または第2の層と反応して揮発性反応生成物を生成するために使用される、反応性イオンエッチング）であり得る。例えば、場合によっては、プラズマエッチング処理は、アルゴンおよび／または SF_6 を含むプラズマを使用して実行される。

20

【0024】

他の場合においては、トリミングは、例えば、レーザーアブレーションによって実行され得る。

【0025】

一般に、第2の離散層要素をトリミングするステップ中に、第1の離散層要素はまた、その周縁の少なくとも一部の周りでトリミングされ、変更された第1の離散層要素を提供する。

【0026】

場合によっては、第1および第2の離散層要素は、第2の離散層要素とは反対方向を向く第1の離散層要素の表面の一部がマスクによって保護され、エッチャントが第1の離散層要素の露出部分および第2の離散層要素の下にある部分を除去する、エッチングプロセスを通じてトリミングされ得る。

30

【0027】

通常、第1および第2の離散層要素が単一の手順でトリミングされる場合、この手順は、フォトリソグラフィープロセスを含む。この手順では、フォトリソグレイ層を第1の離散層要素の表面に塗布し得、フォトリソグレイ層の特定の部分内で化学変化を引き起こす光のパターンに曝され得る。次に、溶媒（すなわち、現像液）は、フォトリソグレイ層に適用され得、その効果は、光パターンによって引き起こされる化学変化に応じて異なる（例えば、ポジ型フォトリソグレイ層は、UV光への露光後に現像液により溶けやすくなり、一方、ネガ型フォトリソグレイ層は、UV光への露光後に現像液により溶けにくくなる）。したがって、マスキング層は、第1の離散層要素の表面上に設けられ得、マスキング層は、第1の離散層要素の少なくとも一部を露出させたままにし、第1の離散層要素の露出部分は、第1の離散層要素の周縁の少なくとも一部の周りに延在する。したがって、第1の離散層要素の選択的エッチングを実施して、続いて、このプロセス中に露出する第2の離散層要素の部分をエッチングし得る。

40

【0028】

場合によっては、第2の離散層要素は、第1の離散層要素とは独立してトリミングされ得る。ただし、これはあまり好ましくない。

【0029】

他の場合においては、第2の離散層要素を変更するステップは、第2の離散層要素にト

50

レンチを作成するステップを含み得、トレンチは、第2の離散層要素の厚さ方向に延在し、変更された第2の離散層要素と第2の離散層要素の分離部分と間の境界を画定し、分離部分は、第2の離散層要素の周縁の少なくとも一部の周りに延在する。

【0030】

通常、このような場合、変更された第2の離散層要素は、外部デバイスに電氣的に接続できるように構成されるが、第2の離散層要素の分離部分は、この外部デバイスから分離されたままになるように構成される。例えば、変更された第2の離散層要素は、アノード接触パッドの一部を提供し得る。

【0031】

一般に、トレンチは、変更された第2の離散層要素の全周を画定する。事実上、そのような場合、トレンチは閉ループを形成する。そのような場合、第2の離散層要素の分離部分は、一般に、第2の離散層要素の周縁全体の周りに延在する。

10

【0032】

一般に、トレンチは、底面と、底面から離れる方向に延在する側壁とを有する。側壁は一般に相互に整列しているが、他の構成も可能であり、例えば、側壁は、トレンチの底面に向かう方向に収束する傾向があり得る（すなわち、トレンチは、トレンチの底面に向かう方向に先細になり得る）。

【0033】

場合によっては、トレンチは、第2の離散層要素と第3の離散層要素との間の界面と同じ平面にある底面を有する。他の場合においては、トレンチの底面が第3の離散層要素内にあるように、トレンチは、第3の離散層要素内に延在する。

20

【0034】

一般に、トレンチは、第1の離散層要素と第2の離散層要素との両方を通過する。

【0035】

通常、トレンチは、エッチングプロセスによって作成される。エッチングは、プラズマエッチング処理などのドライエッチング処理を使用して実施され得る。エッチング処理は、機械的（例えば、アルゴンプラズマを使用するイオンビームミリングなど）および／または化学的（例えば、 SF_6 などの種が第1のおよび／または第2の離散層要素と反応して揮発性反応生成物を生成するために使用される反応性イオンエッチング）であり得る。例えば、場合によっては、プラズマエッチング処理は、アルゴンおよび／または SF_6 を含むプラズマを使用して実行される。

30

【0036】

他の場合においては、トレンチは、例えば、レーザーアブレーションによって形成され得る。

【0037】

トレンチを作成するステップは、フォトリソグラフィープロセスを含み得る。例えば、フォトレジスト層は、第1の離散層要素の表面に適用され得、フォトレジスト層の特定の部分内で化学変化を引き起こす光のパターンに曝され得る。次に、溶媒（すなわち、現像液）は通常、フォトレジスト層に適用され、その効果は、光パターンによって引き起こされる化学変化に応じて異なる（例えば、ポジ型フォトレジスト層は、UV光への露光後に現像液により溶けやすくなり、一方、ネガ型フォトレジスト層は、UV光への露光後に現像液により溶けにくくなる）。したがって、マスキング層は通常、第1の離散層要素の表面に設けられ、マスキング層は、第1の離散層要素の少なくとも一部を露出させたままにし、この部分は、トレンチの計画された経路に対応する。したがって、第1の離散層要素の選択的エッチングを実施し、続いて、このプロセス中に露出する第2の離散層要素の部分をエッチングし得る。

40

【0038】

通常、トレンチの幅は、 $1 \sim 100 \mu\text{m}$ である。

【0039】

通常、カソード層は、第2の離散層要素とは反対側の第3の離散層要素の面に設けられ

50

、トレンチの少なくとも一部は、カソード層の真向かいの第2の離散層要素の部分に作成される。

【0040】

本発明の方法のある例では、第2の離散層要素は、その周縁の少なくとも一部の周りで第2の離散層要素をトリミングするステップと、第2の離散層要素にトレンチを作成するステップとの両方によって変更され得る。

【0041】

一般に、本発明の第1の態様による方法では、第1の層の厚さ方向の部分除去して第1の離散層要素を形成するステップと、第2の層の厚さ方向の部分除去して第2の離散層要素を形成するステップとは、単一の手順で実行される。これは、パターニングプロセスの効率を高めるのに役立ち得る。

【0042】

通常、第1の層の厚さ方向の部分除去して第1の離散層要素を形成するステップは、第2の層の部分露出させるように第1の層をエッチングすることを含む。通常、第2の層の厚さ方向の部分除去して第2の離散層要素を形成するステップは、第3の層の部分露出させるように第2の層をエッチングすることを含む。場合によっては、同じエッチングが第1の層と第2の層との両方に適用され得る。

【0043】

通常、第1の層の厚さ方向の部分除去するステップは、フォトリソグラフィーステップを含む。すなわち、フォトレジスト層が第1の層の表面に適用され、フォトレジスト層のある部分内で化学変化を引き起こす光のパターンに曝される。次に、溶媒（すなわち、現像液）は、フォトレジスト層に適用され、その効果は、光パターンによって引き起こされる化学変化に応じて異なる（例えば、ポジ型フォトレジスト層は、UV光への露光後に現像液により溶けやすくなり、一方、ネガ型フォトレジスト層は、UV光への露光後に現像液により溶けにくくなる）。したがって、第1の層の表面にマスク層が設けられ、第1の層の選択的エッチングを行うことが可能になる。

【0044】

第1および／または第2の層は、プラズマエッチング処理などのドライエッチング処理を使用してエッチングされ得る。エッチング処理は、機械的（例えば、アルゴンプラズマを使用するイオンビームミリングなど）および／または化学的（例えば、SF₆などの種が第1のおよび／または第2の層と反応して揮発性反応生成物を生成するために使用される、反応性イオンエッチング）であり得る。

【0045】

例えば、場合によっては、プラズマエッチング処理は、アルゴンおよび／またはSF₆を含むプラズマを使用して実行される。このプラズマは、アモルファスシリコンと固体電解質との間で良好なエッチング選択性を示す、すなわち、電解質層（すなわち、第3の層）がエッチング停止層として効果的に作用するように、電解質よりも著しく速い速度でアモルファスシリコンをエッチングすると考えられる。

【0046】

場合によっては、プラズマエッチング処理は、アルゴン、HBrとCl₂との混合物およびSF₆からなる群から選択されるプロセスガスを使用して実行される。

【0047】

本発明による方法の他の例では、第2の層の厚さ方向の部分除去して第2の離散層要素を形成するステップは、レーザーアブレーションを使用して実行される。

【0048】

通常、第3の層をエッチングするステップは、水性エッチャントを使用して実行される。エッチャントは、中性、アルカリ性、または酸性のpH値を有し得る。例えば、エッチャントは水であり得る。エッチャントが酸である場合、エッチャントは、リン酸、硫酸、塩酸および硝酸からなる群から選択され得る。エッチャントがアルカリ性である場合、エッチャントは、水酸化カリウムの水溶液によって提供され得る。水性エッチャントは、ア

10

20

30

40

50

モルファスシリコンと固体電解質との間で良好なエッチング選択性を示すと考えられる。すなわち、それらは、アモルファスシリコン層要素よりも著しく速い速度で電解質層（すなわち、第3の層）をエッチングし得る。

【0049】

場合によっては、カソード層は、第2の層とは反対側の第3の層の面に設けられ、カソード層は、カソード材料によって提供される。例えば、層のスタックの形成中に、電解質層がカソード層上に堆積され得る。カソード材料は、例えば、結晶性酸化物を備え得る。

【0050】

固体電解質は、イオン伝導性であるが、電気絶縁性である、任意の材料によって提供され得る。通常、固体電解質は、LiPON、LiSiPON、LiSiCON、チオールSiCON、LiPBON、LiBON、アモルファスホウケイ酸リチウム化合物およびドーパされたアモルファスホウケイ酸リチウム化合物からなる群から選択される材料によって提供される。

【0051】

第1の材料は、通常、白金、ニッケル、モリブデン、銅、窒化チタン、アルミニウム、金およびステンレス鋼からなる群から選択される。第1の材料が単一の金属元素によって提供される場合、第1の材料の最小純度は、通常95原子%より大きく、好ましくは98原子%より大きく、より好ましくは99原子%より大きい。そのような場合、第1の材料は、本発明の方法によって提供される離散層要素のスタックを含む電池のアノード集電体を提供し得る。

【0052】

場合によっては、第1の材料は、白金および窒化チタンからなる群から選択される。

【0053】

場合によっては、第2の層は、少なくとも700nmの厚さを有し得る。場合によっては、第2の層は、少なくとも900nmの厚さを有し得る。通常、第2の層は、2μm以下の厚さを有する。場合によっては、第2の層は、3μm以下の厚さを有する。場合によっては、第2の層は、5μm以下の厚さを有する。したがって、例えば、第2の層は、500nm~5μmの厚さを有し得る。場合によっては、第2の層は、500nm~3μmの厚さを有し得る。場合によっては、第2の層は、700nm~3μmの厚さを有し得る。場合によっては、第2の層は、900nm~3μmの厚さを有し得る。

【0054】

第2の層とは反対側の第3の層の面にカソード層が設けられる場合、カソード層の厚さは、第2の層の厚さの少なくとも2倍、場合によっては、第2の層の厚さの少なくとも3倍であり得る。場合によっては、カソード層の厚さは、第2の層の厚さの10倍以下、場合によっては、第2の層の厚さの8倍以下であり得る。したがって、例えば、カソード層の厚さは、第2の層の厚さの2~10倍、場合によっては、第2の層の厚さの3~8倍であり得る。

【0055】

カソード層と第2の層（少なくとも95原子%のアモルファスシリコンを含む）との厚さの比は、好ましくは、これらの層を組み込んだ電池のアノードとカソードとの間の容量比のバランスをとるように選択される。すなわち、この厚さ比は、アモルファスシリコンが電池内のアノードとして機能するときの相対的な体積膨張を制限すると考えられ、この体積膨張は、電池の充電中のアモルファスシリコンのリチウム化から生じる。

【0056】

通常、第3の層は、1~5μmの厚さを有する。場合によっては、第3の層の厚さは、2~4μmである。

【0057】

通常、第1の層は、100~500nmの厚さを有する。場合によっては、第1の層は、200~400nmの厚さを有する。

【0058】

一般に、本発明の方法は、離散層要素の複数のスタックを提供し得、離散層要素の複数のスタックは、第1、第2および／または第3の層の平面内で互いにずれている。通常、離散層要素の複数のスタックは、規則的な配列でウェーハ上に配置される。

【0059】

第2の態様では、本発明は、以下の順序で積み重ねられた少なくとも以下の離散層要素を含む電気化学セルを提供し得る：

- ・第1の材料によって提供された第1の離散層要素；
- ・少なくとも500nmの厚さを有し、少なくとも95原子%のアモルファスシリコンを含む第2の材料によって提供された第2の離散層要素；
- ・固体電解質によって提供された第3の離散層要素；
- ・カソード活物質を含む第4の離散層要素；

10

トレンチは、第2の離散層要素の厚さ方向に提供されており、そのトレンチは、第2の離散層要素と第3の離散層要素との間の界面または第3の離散層要素内のいずれかにある底面を有し、

トレンチは、変更された第2の離散層要素と第2の離散層要素の分離部分との間の境界を画定し、分離部分は、第2の離散層要素の周縁の少なくとも一部の周りに延在している。

【0060】

通常、トレンチは、変更された第2の離散層要素の周縁全体を画定する。

【0061】

通常、トレンチの幅は、1～100μmの範囲内に存在する。

20

【0062】

通常、トレンチは第1の離散層要素を通してさらに延在する。

【0063】

通常、トレンチは、底面から延在する側壁を有し、側壁は、相互に整列している。

【0064】

通常、トレンチの少なくとも一部は、第4の離散層要素の真向かいに位置する第2の離散層要素の一部に設けられている。

【0065】

固体電解質は、イオン伝導性であるが、電気絶縁性である、任意の材料によって提供され得る。通常、固体電解質は、LiPON、LiSiPON、LiSiCON、チオールSiCON、LiPBON、LiBON、アモルファスホウケイ酸リチウム化合物およびドーピングされたアモルファスホウケイ酸リチウム化合物からなる群から選択される材料によって提供される。

30

【0066】

第1の材料は、通常、白金、ニッケル、モリブデン、銅、窒化チタン、アルミニウム、金およびステンレス鋼からなる群から選択される。第1の材料が単一の金属元素によって提供される場合、第1の材料の最小純度は、通常95原子%より大きく、好ましくは98原子%より大きく、より好ましくは99原子%より大きい。

【0067】

場合によっては、第1の材料は、白金および窒化チタンからなる群から選択される。

40

【0068】

通常、第1の離散層要素は、電気化学セルのためのアノード集電体を提供する。

【0069】

一般に、カソード活物質は、結晶性酸化物によって提供される。

【0070】

通常、第2の材料は、少なくとも98原子%のアモルファスシリコン、好ましくは少なくとも99原子%のアモルファスシリコンを含む。場合によっては、第2の材料は、アモルファスシリコンから実質的になる。「アモルファス」という用語は、第2の材料のシリコン原子が長距離の構造秩序を示さないことを意味する。

【0071】

50

場合によっては、第2の離散層要素は、少なくとも700nmの厚さを有し得る。場合によっては、第2の離散層要素は、少なくとも900nmの厚さを有し得る。通常、第2の離散層要素は、2μm以下の厚さを有する。場合によっては、第2の離散層要素は、3μm以下の厚さを有する。場合によっては、第2の離散層要素は、5μm以下の厚さを有する。したがって、例えば、第2の離散層要素は、500nm～5μmの厚さを有し得る。場合によっては、第2の離散層要素は、500nm～3μmの厚さを有し得る。場合によっては、第2の離散層要素は、700nm～3μmの厚さを有し得る。場合によっては、第2の離散層要素は、900nm～3μmの厚さを有し得る。

【0072】

場合によっては、第4の離散層要素の厚さは、第2の離散層要素の厚さの少なくとも2倍であり得、場合によっては、第2の離散層要素の厚さの少なくとも3倍であり得る。場合によっては、第4の離散層要素の厚さは、第2の離散層要素の厚さの10倍以下であり得、場合によっては、第2の離散層要素の厚さの8倍以下であり得る。したがって、例えば、第4の離散層要素の厚さは、第2の離散層要素の厚さの2～10倍であり得、場合によっては、第2の離散層要素の厚さの3～8倍であり得る。

【0073】

第4の離散層要素（カソード活物質を含む）と第2の離散層要素（少なくとも95原子%のアモルファスシリコンを含む）の厚さの比は、好ましくは、電気化学セルのアノードとカソードとの間の容量比のバランスをとるように選択される。すなわち、この厚さ比は、それがセルのアノードとして機能するとき、アモルファスシリコンの相対的な体積膨張を制限すると考えられ、この体積膨張は、セルの充電中のアモルファスシリコンのリチウム化から生じる。

【0074】

通常、第3の離散層要素は、1～5μmの厚さを有する。場合によっては、第3の離散層要素は、2～4μmの厚さを有する。

【0075】

通常、第1の離散層要素は、100～500nmの厚さを有する。場合によっては、第1の離散層要素は、200～400nmの厚さを有する。

【0076】

ここで、本発明を、以下の図を例として参照して説明する。

【図面の簡単な説明】

【0077】

【図1】本発明の方法の第1の例によるプロセスを組み込んだ電池の製造の様々な段階で組み立てられた電池構成要素の概略断面図を示す。

【図2】本発明の方法の第1の例によるプロセスを組み込んだ電池の製造の様々な段階で組み立てられた電池構成要素の概略断面図を示す。

【図3】本発明の方法の第1の例によるプロセスを組み込んだ電池の製造の様々な段階で組み立てられた電池構成要素の概略断面図を示す。

【図4】本発明の方法の第1の例によるプロセスを組み込んだ電池の製造の様々な段階で組み立てられた電池構成要素の概略断面図を示す。

【図5】本発明の方法の第1の例によるプロセスを組み込んだ電池の製造の様々な段階で組み立てられた電池構成要素の概略断面図を示す。

【図6】本発明の方法の第1の例によるプロセスを組み込んだ電池の製造の様々な段階で組み立てられた電池構成要素の概略断面図を示す。

【図7】本発明の方法の第1の例によるプロセスを組み込んだ電池の製造の様々な段階で組み立てられた電池構成要素の概略断面図を示す。

【図8】本発明による方法の第1の例を組み込んだプロセスに従って製造された電池の概略断面図を示す。

【図9】本発明による方法の第2の例を組み込んだプロセスに従って製造された電池の概略断面図を示す。

10

20

30

40

50

【図 10】本発明による方法の第 3 の例を組み込んだプロセスに従って製造された電池の概略断面図を示す。

【図 11】時間に対する電圧のプロットとして、図 8 におけるもののような電池から測定した複数の充放電サイクルのグラフを示す。

【図 12】図 8 におけるもののような電池から測定した複数の充放電サイクルにわたる電池容量のグラフを示す。

【発明を実施するための形態】

【0078】

図 1～8 を参照すると、本発明の方法の第 1 の例によるプロセスを組み込んだ電池の製造は、基板 10 を準備するステップと、基板の表面に層 12 を堆積するステップとを含む。層 12 は、接着層および金属層を含む。続いて、層 12 は、フォトリソグラフィー手順を通じてエッチングされ、カソード集電体 12a を提供する。フォトリソグラフィー手順は、層 12 の表面へのフォトレジスト層（図示せず）の堆積、マスクを形成するためのフォトレジスト層の処理、それに続くイオンビームミリングまたは湿式化学エッチングを使用するエッチングおよびその後のフォトレジスト層の除去を含む。

【0079】

基板 10 は、通常、サファイア（酸化アルミニウム）ウェーハによって提供されるが、シリコン、ガラス、またはセラミックなどの他の材料を使用し得る。シリコン基板を使用するとき、これは、窒化シリコンまたは酸化シリコンなどの不動態化層を含み得る。基板は、非導電性、半導電性、または導電性材料のウェーハによって提供され得る。基板が半導電性または導電性材料のウェーハによって提供される場合、カソード集電体 12 と接触するウェーハの表面に、非導電性フィルムを設けることが好ましい。

【0080】

図 3 および 4 を参照すると、カソード層 14 は、カソード集電体 12a、および基板 10 の覆われていない表面に堆積される（適切なカソード材料は当技術分野で知られている）。続いて、カソード層は、フォトリソグラフィー手順を通じてエッチングされ、カソード集電体 12a と同様のフットプリントを有するカソード 14a を提供する（例えば、カソードは、一般に、カソードの集電体の部分が覆われていないままで、電池を外部デバイスに接続可能にするための接触パッドを提供するために、カソード集電体よりわずかに大きい場合があり得る）。フォトリソグラフィー手順は、層 14 の表面へのフォトレジスト層（図示せず）の堆積、マスクを形成するためのフォトレジスト層の処理、それに続く層 14 のエッチング、およびフォトレジスト層の除去を含む。

【0081】

図 5 を参照すると、LiPON 電解質層 16 は、カソード 14a、ならびにカソード集電体 12a および基板 10 の覆われていない表面に、高周波スパッタリングによって 3 μ m の厚さまで堆積される。アモルファスシリコン（a-Si）層 18 は、少なくとも 99 原子%の純度を有するターゲットからの電子ビーム物理蒸着を使用して、1 μ m の厚さまで電解質層 16 上に堆積される。白金層 20 は、少なくとも 99.99 原子%の純度を有するターゲットからの直流スパッタリングを使用して、シリコン層 18 上に 300 nm の厚さまで堆積される。LiPON 電解質層 16、アモルファスシリコン層 18、および白金層 20 は、真空チャンバからサンプルを除去せずに順次堆積される。これは、層 16、18 および 20 の間の界面の汚染を防ぐのに役立つ。

【0082】

図 6 を参照すると、白金層 20 およびアモルファスシリコン層 18 は、単一のフォトリソグラフィー手順でエッチングされ、それぞれ、アノード集電体 20a およびアノード 18a を提供する。フォトリソグラフィー手順は、層 20 の表面へのフォトレジスト層（図示せず）の堆積、マスクを形成するためのフォトレジスト層の処理、それに続いて、SF₆を含む誘導結合プラズマによる反応性イオンエッチング、およびフォトレジスト層の除去を含む。基板 10 上の集電体 20a およびアノード 18a のフットプリントは、カソード 14a のそれよりも大きい。

【0083】

図7を参照すると、電解質層16は、エッチャントとして水を使用し、そしてハードマスクとして結合された集電体20aおよびアノード18aを使用してエッチングされる。水性エッチャントは、ハードマスクをアンダーカットする傾向があり、その結果、エッチングされた電解質層16aは、集電体20aおよびアノード18aよりも基板10上で小さいフットプリントを有する。すなわち、アノード18aは、エッチングされた電解質層16aから張り出す傾向がある。しかし、エッチングされた電解質層16aのフットプリントは、カソード14aのそれよりも大きいままであり、その結果、カソード14aは、カソード集電体12aおよびエッチングされた電極層16aによって完全に囲まれる。

【0084】

図8を参照すると、集電体20aおよびアノード18aは、フォトリソグラフィープロセスを使用してトリミングされ、トリミングされた集電体20bおよびトリミングされたアノード18bを提供する。したがって、基板上の集電体およびアノードのフットプリントは、エッチングされた電解質16aのそれと一致するように低減される（あるいは、基板上の集電体およびアノードのフットプリントは、図9（トリミングされた集電体20cおよびトリミングされたアノード18cのフットプリントがエッチングされた電解質16aのそれよりも小さい）に示されるように、エッチングされた電解質のそれよりも小さくなるように低減され得る）。すなわち、トリミングされたアノード20bは、エッチングされた電解質16aから張り出さない。トリミング手順は、層20の表面へのフォトレジスト層（図示せず）の堆積、マスクを形成するためのフォトレジスト層の処理、それに続く、SF₆を含む誘導結合プラズマによる反応性イオンエッチング、およびフォトレジスト層の除去を含む。

【0085】

トリミングプロセスは、以下の利点の一方または両方を提供すると考えられる。

- ・エッチングされた電解質16aに対するアノード18aの張出の範囲が低減または排除され、その結果、カソード14aとトリミングされたアノード18bとの間の短絡のリスク（そうでない場合は、例えば、アノード18aとカソード集電体12a間との接触を通じて発生し得る）が低減する、および／または

- ・水性エッチャントの作用によって損傷し得たアノードの周縁の材料が、部分的または全体的に除去され得る。

【0086】

本発明による方法の代替例では、電池構成要素は、図1～7を参照して上記のように組み立てられ、構成され、続いて、図10に示すように電池が提供される。

【0087】

図10を参照すると、本発明による方法の代替の例では、トレンチ22が、集電体およびアノードをトリミングする代わりに、集電体およびアノードに作成される。トレンチは、（図7に示されるように）集電体20aおよびアノード18aの周縁内にあり、閉ループを形成し、集電体およびアノードのそれぞれを活性部分および不活性部分に分割する。アノードおよび集電体の活性部分18d、20dは、トレンチによって提供される閉ループ内に含有され、一方、アノードおよび集電体の不活性部分18eおよび20eは、このループの外側にある。図7に示すように、不活性部分18e、20eの外周は、集電体20aおよびアノード18aの周縁と事実上一致する。

【0088】

事実上、トレンチ22は、変更された集電体および変更されたアノードの外周を画定する。

【0089】

電池のアノード接触パッド（図示せず）は、トレンチループ内に提供され、その結果、電池が外部デバイスに接続されるとき、アノードおよび集電体の活性部分18d、20dは、電気回路の一部を形成し、一方、アノードおよび集電体の不活性部分18e、20eは、電気回路から絶縁される。したがって、アノードおよび集電体の部分18e、20e

は、エッチングされた電解質 16 a から張り出し得るが、電池の短絡のリスクは低減される。さらに、アノードの外周部分 18 e の材料は、電解質層のエッチング中の水性エッチャントの作用によって損傷を受け得るが、この材料は、電池が外部デバイスに接続されたときに作成される電気回路から絶縁される。

【0090】

一般に、トレンチ 22 は、カソード 14 a の部分の真向かいに配置されているが、これは、アノード接触パッド（図示せず）の輪郭を画定するトレンチ 22 の部分には当てはまらない。すなわち、トレンチの大部分は、通常、カソード 14 a のフットプリント内にある。

【0091】

トレンチは、フォトレジスト層（図示せず）を集電体 20 a（図 7 に示される）の表面に堆積し、フォトレジスト層を処理して、トレンチがたどる経路を画定するマスクを形成するプロセスを通じて形成される。これに続いて、 SF_6 を含む誘導結合プラズマによる反応性イオンエッチング、およびフォトレジスト層の除去が行われる。

【0092】

トレンチの底面は、アノードと電解質層 16 a との間の界面と同じ平面にある。トレンチの側壁は、電解質層 16 a から延在し、互いに整列している。トレンチの幅は、通常 $50\text{ }\mu\text{m}$ である。

【0093】

図 11 は、図 8 のような電池から測定した複数の充電および放電サイクルのグラフを、時間に対する電圧のプロットとして示す。これは、電池の良好な性能を裏付け、使用された成形プロセスが電池の動作を妨げたりまたは損なったりしなかったことを示す。特に、電解質層 16 の水でのエッチング中におけるハードマスクとしての集電体 20 a とアノード 18 a との組み合わせの使用が、アモルファスシリコンアノードの性能に悪影響を及ぼさなかったことは驚くべきことである。

【0094】

図 12 は、複数のサイクルからのデータのグラフを、図 8 のような電池の連続サイクルで測定した充電および放電容量のプロットとして示す。容量は、サイクル全体にわたって妥当なレベルに維持され、同様の従来の方法で製造された薄膜電池の期待値と同程度である、わずかな低下のみである。さらに、これは電池の良好な性能を裏付け、使用された成形プロセスが電池の動作を妨げたりまたは損なったりしなかったことを示す。

【0095】

・アノード集電体 20 a は、本発明の第 1 の態様による方法において形成された第 1 の離散層要素の例を提供する。

・アノード 18 a は、本発明の第 1 の態様による方法において形成された第 2 の離散層要素の例を提供する。

・エッチングされた電解質層 16 a は、本発明の第 1 の態様による方法で形成された第 3 の離散層要素の例を提供する。

・トリミングされたアノード 18 b は、本発明の第 1 の態様による方法の任意の変形において形成された、変更された第 2 の離散層要素の例を提供する。

・アノードの活性部分 18 d は、本発明の第 1 の態様による方法のさらなる任意の変形において形成される、変更された第 2 の離散層要素のさらなる例を提供する。

10

20

30

40

50

【図面】
【図 1】

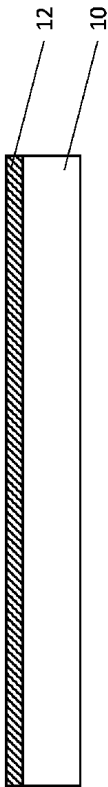


Figure 1

【図 2】

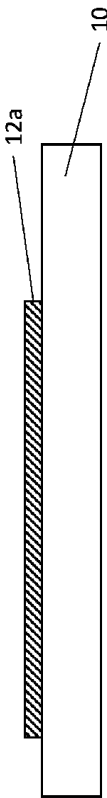


Figure 2

【図 3】

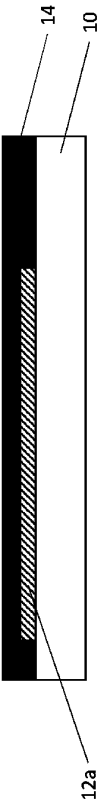


Figure 3

【図 4】

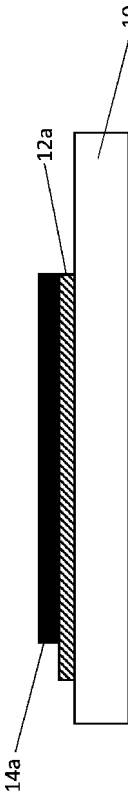


Figure 4

10

20

30

40

50

【図 5】

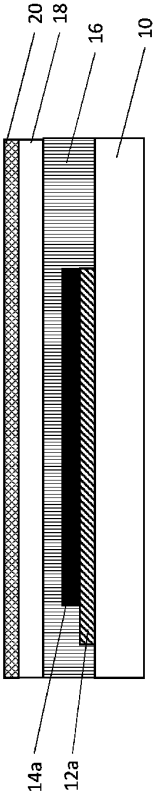


Figure 5

【図 6】

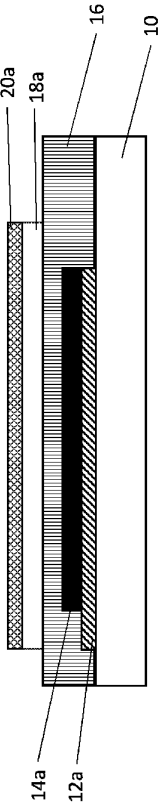


Figure 6

【図 7】

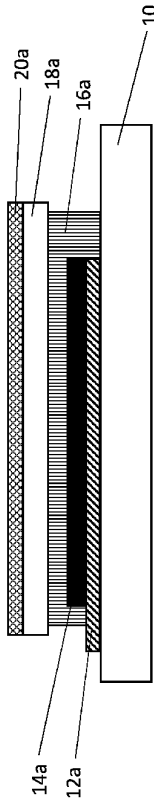


Figure 7

【図 8】

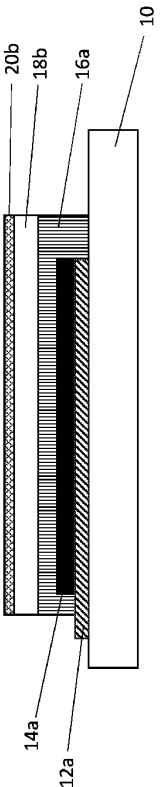


Figure 8

10

20

30

40

50

【図 9】

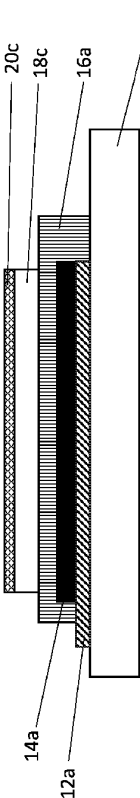


Figure 9

【図 10】

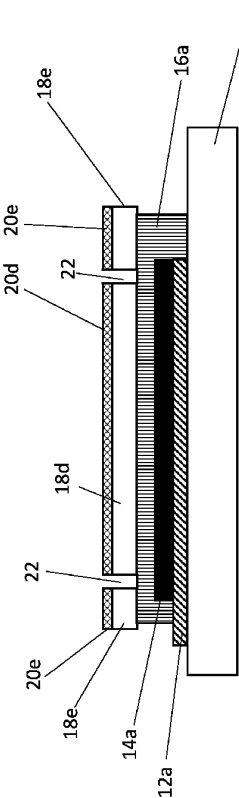
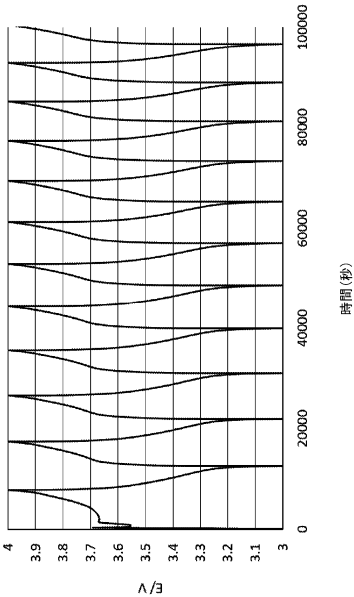
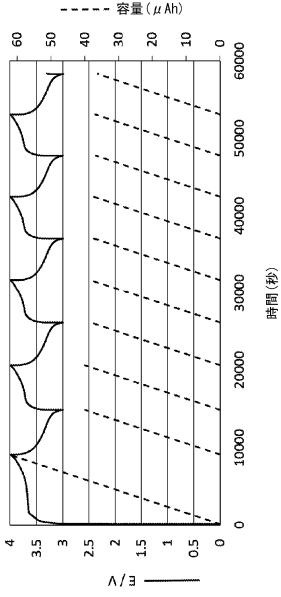


Figure 10

【図 11】



【図 12】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- イリカ テクノロジーズ リミテッド内
(72)発明者 ルイス ターナー
イギリス国 エスオー５１ ９ディーエル ハンプシャー ロムジー プレミア ウェイ ザ クアドラ
ングル ユニット １０エイ イリカ テクノロジーズ リミテッド内
(72)発明者 ブライアン エリオット ハイデン
イギリス国 エスオー５１ ９ディーエル ハンプシャー ロムジー プレミア ウェイ ザ クアドラ
ングル ユニット １０エイ イリカ テクノロジーズ リミテッド内
(72)発明者 トーマス リスブリッジャー
イギリス国 エスオー５１ ９ディーエル ハンプシャー ロムジー プレミア ウェイ ザ クアドラ
ングル ユニット １０エイ イリカ テクノロジーズ リミテッド内
(72)発明者 トーマス フォーリー
イギリス国 エスオー５１ ９ディーエル ハンプシャー ロムジー プレミア ウェイ ザ クアドラ
ングル ユニット １０エイ イリカ テクノロジーズ リミテッド内
(72)発明者 サラ アグダエイ
イギリス国 エスオー５１ ９ディーエル ハンプシャー ロムジー プレミア ウェイ ザ クアドラ
ングル ユニット １０エイ イリカ テクノロジーズ リミテッド内
審査官 森 透
(56)参考文献 特表２０１２－５２０５５２（ＪＰ，Ａ）
特表２０１３－５２１６０２（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００８／１３４０５３（ＷＯ，Ａ１）
米国特許出願公開第２０１７／００１８８１０（ＵＳ，Ａ１）
特表２００９－５０９２８９（ＪＰ，Ａ）
特開２０１４－０３２８９２（ＪＰ，Ａ）
特開２０１１－２４３５７７（ＪＰ，Ａ）
(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｍ １０／０５８５
Ｈ０１Ｍ １０／０５２
Ｈ０１Ｍ １０／０５６２
Ｈ０１Ｍ ４／６６
Ｈ０１Ｍ １０／０４