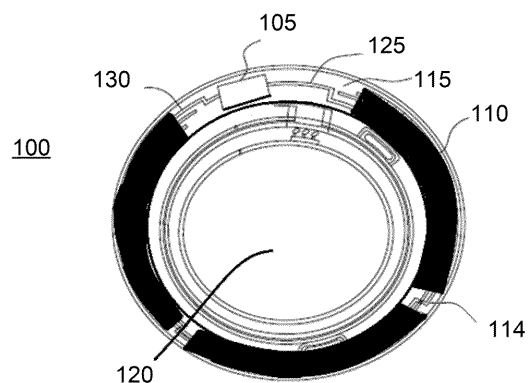




【特許請求の範囲】

【請求項 1】

生物医学的装置であって、
電気活性構成要素と、
電池であって、

アノード集電体、
カソード集電体、
アノード、
カソード、

管であって、前記アノード集電体に対する第 1 の進入部と、前記カソード集電体に対する第 2 の進入部と、前記管と前記アノード集電体との間の第 1 の封止部と、前記管と前記カソード集電体との間の第 2 の封止部と、で前記アノード及びカソードを封入する管を含む、電池と、

10

めっきされた金属外部コーティングであって、無電解めっきでめっきされた部分を含み、前記めっきされた金属外部コーティングの厚さが、前記電池からの水分の出入りに対するバリアとして働くのに十分に厚い、めっきされた金属外部コーティングと、

第 1 の生体適合性封入層であって、少なくとも前記電気活性構成要素及び前記電池を封入する、第 1 の生体適合性封入層と、を含む、生物医学的装置。

【請求項 2】

電池であって、

20

アノード集電体であって、第 1 の端部で閉じている第 1 の金属管である、アノード集電体と、

アノードであって、前記アノード化学物質が、前記第 1 の金属管内に収容されている、アノードと、

カソード集電体であって、第 2 の端部で閉じている第 2 の金属管である、カソード集電体と、

カソードであって、前記カソード化学物質が、前記第 2 の金属管内に収容されている、カソードと、

前記第 1 の金属管に封止可能に接合する第 1 の封止面、及び前記第 2 の金属管に封止可能に接合する第 2 の封止面を伴う、セラミック管と、

30

前記第 1 の封止面と第 1 の金属管との間の間隙に配置された封止材と、

めっきされた金属外部コーティングであって、無電解めっきでめっきされた部分を含み、前記めっきされた金属外部コーティングの厚さが、前記電池からの水分の出入りに対するバリアとして働くのに十分に厚い、めっきされた金属外部コーティングと、を含む、電池。

【請求項 3】

前記第 1 の封止面と前記第 1 の金属管との間の前記間隙に配置された前記封止材が、エポキシ接着剤を含む、請求項 2 に記載の電池。

【請求項 4】

前記第 1 の封止面と前記第 1 の金属管との間の前記間隙に配置された前記封止材が、モリブデン及びマンガン粒子をセラミック粉末との混合物で含む第 1 の層であって、次に金属膜でめっきされる第 1 の層を含む、請求項 2 に記載の電池。

40

【請求項 5】

前記金属膜が、ニッケルを含む、請求項 4 に記載の電池。

【請求項 6】

前記第 1 の封止面と前記第 1 の金属管との間の前記間隙に配置された前記封止材が、PVD 堆積された金属膜の第 1 の層を含む、請求項 2 に記載の電池。

【請求項 7】

前記金属膜が、チタンを含む、請求項 6 に記載の電池。

【請求項 8】

50

貴金属膜が、前記 P V D 堆積された金属膜上に更に堆積されている、請求項 7 に記載の電池。

【請求項 9】

前記第 1 の封止面と前記第 1 の金属管との間の前記間隙に配置された前記封止材が、金属膜の複数の薄層を含み、金属膜の第 1 の薄層が、金属膜の第 2 の層上に堆積され、金属膜の前記第 1 の薄層が、金属膜の前記第 2 の層と化学反応性であり、エネルギーを放出して、前記層を急速に加熱し、前記化学反応が、エネルギーの高エネルギーパルスによって活性化される、請求項 2 に記載の電池。

【請求項 10】

前記高エネルギーパルスが、光子を含む、請求項 9 に記載の電池。

10

【請求項 11】

前記高エネルギーパルスが、電子を含む、請求項 9 に記載の電池。

【請求項 12】

前記高エネルギーパルスが、熱エネルギーを含む、請求項 9 に記載の電池。

【請求項 13】

前記第 1 の封止面と前記第 1 の金属管との間の前記間隙に配置された前記封止材が、従来のはんだ合金ベースにチタンが添加されたものを含み、前記チタンが、超音波エネルギーに曝露されると、前記セラミックの表面材料と反応する、請求項 2 に記載の電池。

【請求項 14】

電池であって、

20

アノード集電体であって、第 1 の端部で閉じている第 1 の金属管である、アノード集電体と、

アノードであって、前記アノード化学物質が、前記第 1 の金属管内に収容されている、アノードと、

カソード集電体であって、第 2 の端部で閉じている第 2 の金属管である、カソード集電体と、

カソードであって、前記カソード化学物質が、前記第 2 の金属管内に収容されている、カソードと、

前記第 1 の金属管に封止可能に接合する第 1 の封止面、及び前記第 2 の金属管に封止可能に接合する第 2 の封止面を伴う、ガラス管と、

30

前記第 1 の封止面と第 1 の金属管との間の間隙に配置された封止材と、

めっきされた金属外部コーティングであって、無電解めっきでめっきされた部分を含み、前記めっきされた金属外部コーティングの厚さが、前記電池からの水分の出入りに対するバリアとして働くのに十分に厚い、めっきされた金属外部コーティングと、を含む、電池。

【請求項 15】

前記第 1 の封止面と前記第 1 の金属管との間の前記間隙に配置された前記封止材が、エポキシ接着剤を含む、請求項 14 に記載の電池。

【請求項 16】

前記第 1 の封止面と前記第 1 の金属管との間の前記間隙に配置された前記封止材が、モリブデン及びマンガン粒子をセラミック粉末との混合物で含む第 1 の層であって、次に金属膜でめっきされる第 1 の層を含む、請求項 14 に記載の電池。

40

【請求項 17】

前記金属膜が、ニッケルを含む、請求項 16 に記載の電池。

【請求項 18】

前記第 1 の封止面と前記第 1 の金属管との間の前記間隙に配置された前記封止材が、P V D 堆積された金属膜の第 1 の層を含む、請求項 14 に記載の電池。

【請求項 19】

前記金属膜が、チタンを含む、請求項 18 に記載の電池。

【請求項 20】

50

貴金属膜が、前記 P V D 堆積された金属膜上に更に堆積されている、請求項 19 に記載の電池。

【請求項 21】

前記第 1 の封止面と前記第 1 の金属管との間の前記間隙に配置された前記封止材が、金属膜の複数の薄層を含み、金属膜の第 1 の薄層が、金属膜の第 2 の層上に堆積され、金属膜の前記第 1 の薄層が、金属膜の前記第 2 の層と化学反応性であり、エネルギーを放出して、前記層を急速に加熱し、前記化学反応が、エネルギーの高エネルギーパルスによって活性化される、請求項 14 に記載の電池。

【請求項 22】

前記高エネルギーパルスが、光子を含む、請求項 21 に記載の電池。

10

【請求項 23】

前記高エネルギーパルスが、電子を含む、請求項 21 に記載の電池。

【請求項 24】

前記高エネルギーパルスが、熱エネルギーを含む、請求項 21 に記載の電池。

【請求項 25】

前記第 1 の封止面と前記第 1 の金属管との間の前記間隙に配置された前記封止材が、従来のはんだ合金ベースにチタンが添加されたものを含み、前記チタンが、超音波エネルギーに曝露されると、前記ガラスの表面材料と反応する、請求項 14 に記載の電池。

【請求項 26】

電池であって、

20

アノード集電体であって、第 1 の端部で閉じている第 1 の金属管である、アノード集電体と、

アノードであって、前記アノード化学物質が、前記第 1 の金属管内に収容されている、アノードと、

カソード集電体であって、ワイヤである、カソード集電体と、

前記第 1 の金属管に封止可能に接合する第 1 の封止面、及び前記カソード集電体に封止可能に接合する第 2 の封止面を伴う、セラミックエンドキャップと、

カソードであって、前記カソード化学物質が、前記カソード集電体上に堆積されている、カソードと、

前記第 1 の封止面と第 1 の金属管との間の間隙に配置された封止材と、

30

めっきされた金属外部コーティングであって、無電解めっきでめっきされた部分を含み、前記めっきされた金属外部コーティングの厚さが、前記電池からの水分の出入りに対するバリアとして働くのに十分に厚い、めっきされた金属外部コーティングと、を含む、電池。

【請求項 27】

電池であって、

アノード集電体であって、第 1 の端部で閉じており、かつ前記第 1 の端部でドープされている第 1 の半導体管である、アノード集電体と、

アノードであって、前記アノード化学物質が、前記第 1 の半導体管内に収容されている、アノードと、

40

カソード集電体であって、第 2 の端部で閉じており、かつ前記第 2 の端部でドープされている第 2 の半導体管である、カソード集電体と、

カソードであって、前記カソード化学物質が、前記カソード集電体上に堆積されている、カソードと、

前記第 1 の半導体管と前記第 2 の半導体管との間の間隙に配置された封止材と、

めっきされた金属外部コーティングであって、無電解めっきでめっきされた部分を含み、前記めっきされた金属外部コーティングの厚さが、前記電池からの水分の出入りに対するバリアとして働くのに十分に厚い、めっきされた金属外部コーティングと、を含む、電池。

【請求項 28】

50

前記第 1 の半導体管と前記第 2 の半導体管との間の前記間隙に配置された前記封止材が、エポキシ接着剤を含む、請求項 27 に記載の電池。

【請求項 29】

前記第 1 の半導体管と前記第 2 の半導体管との間の前記間隙に配置された前記封止材が、モリブデン及びマンガン粒子をセラミック粉末との混合物で含む第 1 の層であって、次に金属膜でめっきされる第 1 の層を含む、請求項 27 に記載の電池。

【請求項 30】

前記金属膜が、ニッケルを含む、請求項 29 に記載の電池。

【請求項 31】

前記第 1 の半導体管と前記第 2 の半導体管との間の前記間隙に配置された前記封止材が、PVD 堆積された金属膜の第 1 の層を含む、請求項 27 に記載の電池。

【請求項 32】

前記金属膜が、チタンを含む、請求項 31 に記載の電池。

【請求項 33】

貴金属膜が、前記 PVD 堆積された金属膜上に更に堆積されている、請求項 32 に記載の電池。

【請求項 34】

前記第 1 の半導体管と前記第 2 の半導体管との間の前記間隙に配置された前記封止材が、金属膜の複数の薄層を含み、金属膜の第 1 の薄層が、金属膜の第 2 の層上に堆積され、金属膜の前記第 1 の薄層が、金属膜の前記第 2 の層と化学反応性であり、エネルギーを放出して、前記層を急速に加熱し、前記化学反応が、エネルギーの高エネルギーパルスによって活性化される、請求項 27 に記載の電池。

【請求項 35】

前記高エネルギーパルスが、光子を含む、請求項 34 に記載の電池。

【請求項 36】

前記高エネルギーパルスが、電子を含む、請求項 34 に記載の電池。

【請求項 37】

前記高エネルギーパルスが、熱エネルギーを含む、請求項 34 に記載の電池。

【請求項 38】

前記第 1 の半導体管と前記第 2 の半導体管との間の前記間隙に配置された前記封止材が、従来のはんだ合金ベースにチタンが添加されたものを含み、前記チタンが、超音波エネルギーに曝露されると、前記第 1 の半導体管及び前記第 2 の半導体管の表面材料と反応する、請求項 27 に記載の電池。

【請求項 39】

電池であって、

アノード集電体であって、第 1 の端部で閉じている第 1 の金属管である、アノード集電体と、

アノードであって、前記アノード化学物質が、前記第 1 の金属管内に収容されている、アノードと、

カソード集電体であって、第 2 の端部で閉じている第 2 の金属管である、カソード集電体と、

カソードであって、前記カソード化学物質が、前記第 2 の金属管内に収容されている、カソードと、

前記第 1 の金属管に封止可能に接合する第 1 の封止面、及び前記第 2 の金属管に封止可能に接合する第 2 の封止面を伴う、プラスチック管と、

前記第 1 の封止面と第 1 の金属管との間の間隙に配置された封止材と、

めっきされた金属外部コーティングであって、無電解めっきでめっきされた部分を含み、前記めっきされた金属外部コーティングの厚さが、前記プラスチック管からの水分の出入りに対するバリアとして働くのに十分に厚い、めっきされた金属外部コーティングと、を含む、電池。

10

20

30

40

50

【請求項 40】

前記第 1 の封止面と前記第 1 の金属管との間の前記間隙に配置された前記封止材が、エポキシ接着剤を含む、請求項 39 に記載の電池。

【請求項 41】

電池の製造方法であって、
カソード集電管を得ることと、
前記カソード集電管にカソード化学物質を充填することと、
アノード集電管を得ることと、
前記アノード集電管にアノード化学物質を充填することと、
管形態のセラミック絶縁体部片を得ることと、
前記管形態のセラミック絶縁体部片の各端部上に第 1 及び第 2 の封止面を形成することと、
前記第 1 及び第 2 の封止面上に金属膜を蒸着させることと、
前記カソード集電管の前記端部にナノフォイルの部片をコーティングすることと、
前記第 1 及び第 2 の封止面上の前記金属膜にはんだペーストをコーティングすることと

10

、
前記カソード集電管を前記第 1 の封止面上に位置付けることと、
前記ナノフォイルを活性化させて、前記カソード集電管と前記第 1 の封止面との間の界面で急速な温度上昇を引き起こし、前記はんだペーストを溶融させることと、
金属外部コーティングをめっきすることであって、前記金属外部コーティングの少なくとも第 1 の部分が、無電解めっきでめっきされた部分を含み、前記めっきされた金属外部コーティングの厚さが、前記電池からの水分の出入りに対するバリアとして働くのに十分に厚い、金属外部コーティングをめっきすることと、を含む、方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願の相互参照)

本特許出願は、2016 年 9 月 12 日に提出された、米国仮特許出願第 62/393,281 号の利益を主張する。

【0002】

30

(発明の分野)

電池の生体適合性態様を、特に固体構造で作製された管状形態を形成することによって向上させる設計及び方法について説明する。いくつかの例では、生体適合性電池の使用分野は、エネルギーを必要とする任意の生体適合性装置又は製品を含み得る。

【背景技術】

【0003】

近年、医療用装置の数及びその機能が急速に発達し始めている。これらの医療用装置としては、例えば、埋め込み型ペースメーカー、生物学的機能のモニタリング及び／又は検査を行うための電子ピル、活性成分を有する外科用装置、コンタクトレンズ、輸液ポンプ、及び神経刺激装置を挙げることができる。上記医療用装置の多くに対する追加機能及び性能の向上が理論化され、開発されている。しかしながら、理論化される追加機能を実現するには、これらの装置の多くで、これらの装置の寸法及び形状に関する要件、並びに新たな通電部品のエネルギー要件に適合する内蔵型の通電手段が必要とされている。

40

【0004】

いくつかの医療用装置は、様々な機能を実行し、かつ多くの生体適合性及び／又は埋め込み型装置に組み込まれ得る半導体装置などの電気部品を含み得る。しかしながら、このような半導体部品はエネルギーを必要とするため、通電素子も好ましくはこのような生体適合性装置に含めなくてはならない。生体適合性装置のトポロジー及び比較的小さな寸法により、様々な機能を定義する環境は困難なものとなり得る。多くの例では、生体適合性装置内の半導体部品を通電するための、安全で、信頼性が高く、小型で、かつ費用効率の

50

高い手段を提供することが重要であり得る。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

したがって、生体適合性装置内、又は生体適合性装置上への埋め込みのために形成される生体適合性通電素子であって、ミリメートル以下の大きさの通電素子の構造体が、通電素子の機能の向上をもたらす一方で、生体適合性を維持する、生体適合性通電素子の必要性が存在する。

【0006】

装置に給電するために使用されるかかる通電素子の1つは、電池であり得る。生物医学的種類の用途において電池を使用する際に、電池構造体及び設計が生体適合性の態様に適合することが重要であり得る。したがって、著しく向上した収容態様を有し得る生体適合性通電素子で使用するための生体適合性電池を形成する新規の例が必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

したがって、生体適合性通電素子で使用するための収容向上関連の方策及び設計が開示される。

【0008】

一般的な態様の1つは、電気活性構成要素、生体適合性電池、及び第1の封入層を含む生物医学的装置を含む。この態様における生体適合性電池は、管状構造を含み、内部体積が空洞を形成している。第1の封入層は、少なくとも電気活性構成要素及び生体適合性電池を封入している。いくつかの例では、第1の封入層を用いてコンタクトレンズのスカート規定する。スカートは、電気活性レンズの内部構成要素を、ユーザーの眼の表面と相互に作用するヒドロゲルの生体適合性層で取り囲んでいる。いくつかの例では、電解質溶液の性質は、生物医学的装置の生体適合性の改善をもたらす。例えば、電解質溶液の組成は、典型的な電池の組成よりも低い電解質濃度を有し得る。他の例では、電解質の組成は、非限定的な例では涙液の組成などの、生物医学的装置が占有する生物学的環境を模倣し得る。いくつかの例では、生体適合性電池は、めっきされた金属外部コーティングも含み、めっきされた金属外部コーティングは、無電解めっきでめっきされた部分を含み、めっきされた金属外部コーティングの厚さは、生化学的通電素子への水分の出入りに対するバリアとして働くように十分に厚い。無電解めっきには、めっきされた金属外部コーティングにおいて銅層を堆積させる銅ベースの化学物質が含まれてもよい。いくつかの例では、生体適合性電池において、めっきされた金属外部コーティングのアノード接点及びカソード接点のうちの1つ又は2つ以上の領域における形成がブロッキング材料によって阻止される部分が存在する場合がある。

【0009】

一態様によれば、本発明は、生物医学的装置に関する。本生物医学的装置は、電気活性構成要素と、電池であって、アノード集電体と、カソード集電体と、アノードと、カソードと、管であって、アノード集電体に対する第1の進入部と、カソード集電体に対する第2の進入部と、管とアノード集電体との間の第1の封止部と、管とカソード集電体との間の第2の封止部と、でアノード及びカソードを封入する管と、を含む、電池と、第1の生体適合性封入層であって、少なくとも電気活性構成要素及び電池を封入する、第1の生体適合性封入層と、を含む。

【0010】

別の態様によれば、本発明は、電池に関する。本電池は、アノード集電体であって、第1の端部で閉じている第1の金属管である、アノード集電体と、アノードであって、アノード化学物質が第1の金属管内に収容されている、アノードと、カソード集電体であって、第2の端部で閉じている第2の金属管である、カソード集電体と、カソードであって、カソード化学物質が第2の金属管内に収容されている、カソードと、第1の金属管に封止可能に接合する第1の封止面、及び第2の金属管に封止可能に接合する第2の封止面を伴

う、セラミック管と、第 1 の封止面と第 1 の金属管との間の間隙に配置された封止材と、を含む。

【0011】

更に別の態様によれば、本発明は、電池に関する。本電池は、アノード集電体であって、第 1 の端部で閉じている第 1 の金属管である、アノード集電体と、アノードであって、アノード化学物質が第 1 の金属管内に収容されている、アノードと、カソード集電体であって、第 2 の端部で閉じている第 2 の金属管である、カソード集電体と、カソードであって、カソード化学物質が第 2 の金属管内に収容されている、カソードと、第 1 の金属管に封止可能に接合する第 1 の封止面、及び第 2 の金属管に封止可能に接合する第 2 の封止面を伴う、ガラス管と、第 1 の封止面と第 1 の金属管との間の間隙に配置された封止材と、を含む。

10

【0012】

更に別の態様によれば、本発明は、電池に関する。本電池は、アノード集電体であって、第 1 の端部で閉じている第 1 の金属管である、アノード集電体と、アノードであって、アノード化学物質が第 1 の金属管内に収容されている、アノードと、カソード集電体であって、ワイヤである、カソード集電体と、第 1 の金属管に封止可能に接合する第 1 の封止面、及びカソード集電体に封止可能に接合する第 2 の封止面を伴う、セラミックエンドキャップと、カソードであって、カソード化学物質がカソード集電体上に堆積されている、カソードと、第 1 の封止面と第 1 の金属管との間の間隙に配置された封止材と、を含む。

20

【0013】

なお更に別の態様によれば、本発明は、電池に関する。本電池は、アノード集電体であって、第 1 の端部で閉じており、かつ第 1 の端部でドーブされている第 1 の半導体管である、アノード集電体と、アノードであって、アノード化学物質が第 1 の半導体管内に収容されている、アノードと、カソード集電体であって、第 2 の端部で閉じており、かつ第 2 の端部でドーブされている第 2 の半導体管である、カソード集電体と、カソードであって、カソード化学物質がカソード集電体上に堆積されている、カソードと、第 1 の半導体管と第 2 の半導体管との間の間隙に配置された封止材と、を含む。

【0014】

別の態様により、本発明は、電池の製造方法に関する。本方法は、カソード集電管を得ることと、カソード集電管にカソード化学物質を充填することと、アノード集電管を得ることと、アノード集電管にアノード化学物質を充填することと、管形態のセラミック絶縁体部片を得ることと、管形態のセラミック絶縁体部片の各端部上に第 1 及び第 2 の封止面を形成することと、第 1 及び第 2 の封止面上に金属膜を蒸着させることと、カソード集電管の端部にナノフォイル（登録商標）材料の部片をコーティングすることと、第 1 及び第 2 の封止面上の金属膜にはんだペーストをコーティングすることと、カソード集電管を第 1 の封止面上にプッシュすることと、ナノフォイル（登録商標）材料を活性化させて、カソード集電管と第 1 の封止面との間の界面で急速な温度上昇を引き起こし、はんだペーストを溶融させることと、を含む。

30

【0015】

前述した電池の実施態様には、以下の特徴部：セラミック、半導体結晶、又はガラス材料の第 1 の封止面と、金属管若しくは別のセラミック、半導体、又はガラス材料との間の間隙に配置された封止材のうちの 1 つ又は 2 つ以上が含まれてもよい。

40

【0016】

本電池の例はまた、第 1 の封止面と第 1 の管との間の間隙に配置された封止材がエポキシ接着剤を含む電池を含んでもよい。本電池の例はまた、第 1 の封止面と第 1 の管との間の間隙に配置された封止材がエポキシ接着剤を含む電池を含んでもよい。本電池はまた、第 1 の封止面と第 1 の管との間の間隙に配置された封止材が、モリブデン及びマンガン粒子をセラミック粉末との混合物で含む第 1 の層であって、次に金属膜でめっきされる第 1 の層を含む電池を含んでもよい。本電池は、第 1 の封止面と第 1 の管との間の間隙に配置

50

された封止材が、モリブデン及びマンガン粒子をセラミック粉末との混合物で含む第1の層であって、次に金属膜でめっきされる第1の層を含む。本電池はまた、金属膜がニッケルを含む電池を含んでもよい。

【0017】

いくつかの例では、本電池の例には、第1の封止面と第1の金属管との間の間隙に配置された封止材がPVD堆積された金属膜の第1の層を含む、電池が含まれる。本電池はまた、金属膜がチタンを含む電池を含んでもよい。本電池はまた、貴金属膜がPVD堆積された金属膜上に更に堆積されている電池を含んでもよい。

【0018】

本電池の例には、第1の封止面と第1の管との間の間隙に配置された封止材が金属膜の複数の薄層を含み、金属膜の第1の薄層が金属膜の第2の層上に堆積され、金属膜の第1の薄層が金属膜の第2の層と化学反応性であり、エネルギーを放出して、層を急速に加熱し、化学反応がエネルギーの高エネルギーパルスによって活性化される、電池も含まれてもよい。いくつかの例では、高エネルギーパルスは、光子を含む。いくつかの例では、高エネルギーパルスは、電子を含む。いくつかの例では、高エネルギーパルスは、熱エネルギーを含む。

【0019】

いくつかの例では、本電池はまた、第1の封止面と第1の管との間の間隙に配置された封止材が従来のはんだ合金ベースにチタンが添加されたものを含み、チタンが超音波エネルギーに曝露されると、第1の封止面の表面材料と反応する、電池を含んでもよい。

【図面の簡単な説明】

【0020】

本発明の上述及び他の特徴と利点は、添付図面に例証されるような、本発明の好ましい実施形態の以下のより詳しい記載から明白となるであろう。

【図1A】コンタクトレンズの例示的な適用と共に通電素子の例示的な態様を例示する。

【図1B】コンタクトレンズの例示的な適用と共に通電素子の例示的な態様を例示する。

【図2A】管状電池設計における金属収容部及び絶縁体構成要素を伴う例示的な管状形態を例示する。

【図2B】管状電池設計における金属収容部及び絶縁体構成要素を伴う例示的な管状形態を例示する。

【図3】管状電池設計における互いに進入し合う金属収容部及び絶縁体構成要素を伴う例示的な管状形態を例示する。

【図4】管状電池設計における金属エンドキャップ収容部及び絶縁体構成要素を伴う例示的な管状形態を例示する。

【図5】共平面アノード及びカソード構成要素を伴う管状電池設計における絶縁体収容部金属接点を伴う例示的な管状形態を例示する。

【図6A】本発明による管状本体の構成を例示する。

【図6B】本発明による管状本体の構成を例示する。

【図6C】本発明による管状本体の構成を例示する。

【図6D】本発明による管状本体の構成を例示する。

【図6E】本発明による管状本体の構成を例示する。

【図6F】本発明による管状本体の構成を例示する。

【図7】管状電池設計における例示的な封止された管状金属収容部及び封止された絶縁ワイヤエンドキャップを例示する。

【図8】管状電池設計における例示的な封止された管状金属収容部及び封止された絶縁ワイヤエンドキャップを例示する。

【図9】管状電池設計において共に溶接されたドーブ半導体収容部片を伴う例示的な管状絶縁体形態を例示する。

【図10A】例示的な封止部の拡大図を例示する。

【図10B】はんだコーティングされた表面及び加熱箔を組み込んだ構造を例示する。

10

20

30

40

50

【図 1 1 A】例示的な完全形成された管状形態の構成要素の垂直断面図を例示する。

【図 1 1 B】例示的な完全形成された管状形態の構成要素の垂直断面図を例示する。

【図 1 1 C】例示的な完全形成された管状形態の構成要素の垂直断面図を例示する。

【図 1 1 D】例示的な完全形成された管状形態の構成要素の垂直断面図を例示する。

【図 1 1 E】例示的な完全形成された管状形態の構成要素の垂直断面図を例示する。

【図 1 1 F】例示的な完全形成された管状形態の断面図を例示する。

【図 1 1 G】管が半円形態に成形された例示的な完全形成された管状形態の上面図を例示する。

【図 1 1 H】種々のめっきされた層を伴うめっきされた完全形成された管状形態電池の例の断面図を例示する。

【図 1 1 J】例示的な管状形態電池の部分の、この領域におけるめっきを阻止するためのめっき工のテープを用いたブロッキングを例示する。

【発明を実施するための形態】

【0021】

生体適合性が向上した管状形態電池を形成する方法が、本出願に開示される。以下の各項において、様々な例の詳細な説明が記載される。例の説明は、単なる例示的な実施形態に過ぎず、様々な修正及び変更が当業者には明らかであり得る。したがって、それらの例は、本出願の範囲を制限するものではない。いくつかの例では、これらの生体適合性電池は、生物の身体内で、又はこれに近接して使用するために設計され得る。

【0022】

用語集

本説明及び以下の特許請求の範囲において、以下の定義が適用される様々な用語が使用され得る。

【0023】

本明細書で使用される「アノード」とは、電流が有極電気装置に流れ込む電極を指す。電流の方向は、典型的には、電子流の方向とは反対である。換言すれば、電子は、例えば、アノードから電気回路内に流入する。

【0024】

本明細書で使用される電池とは、一緒に好適に接続されて所望の電圧又は電流をもたらす単一の電気化学セル又は多数の電気化学セルからなる、電気化学的電源を指す。セルは、一次（再充電不可）又は二次（再充電可能）セルであってもよい。

【0025】

本明細書で使用される「結合剤」とは、機械的変形に対する弾性応答を呈することができ、かつ他の通電素子部品と化学的に適合するポリマーを指す。例えば、結合剤には、電気活性材料、電解質、ポリマーなどが含まれてもよい。いくつかの例では、結合剤は、粒子及び／又は粒子＋液体を凝集体内に共に保持する物質を指してもよい。

【0026】

本明細書で使用される「生体適合性」とは、特定の用途において適切な宿主応答で機能する材料又は装置を指す。例えば、生体適合性装置は、生体系に毒性又は有害な影響を及ぼさない。

【0027】

本明細書で使用される「カソード」とは、電極を指し、この電極を通して電流が有極電気装置から流出する。電流の方向は、典型的には、電子流の方向とは反対である。したがって、電子流は、有極電気装置のカソードに流入し、例えば、接続された電気回路から流出する。

【0028】

本明細書で使用される「コーティング」とは、薄い形態での材料の堆積物を指す。いくつかの用途では、この用語は、堆積物が形成される基板の表面を実質的に被覆する薄型堆積物を指す。他のより特定の用途では、この用語は、表面のより小さい領域内にある小さい薄型堆積物を説明するために使用されてもよい。

10

20

30

40

50

【0029】

本明細書で使用される「電極」とは、エネルギー源内の活物質を指し得る。例えば、それは、アノード及びカソードの一方又は両方を含んでもよい。

【0030】

本明細書で使用される「通電された」とは、電流を供給することができるか、又は内部に蓄積された電気的エネルギーを有することができる状態を指す。

【0031】

本明細書で使用される「エネルギー」とは、ある物理系が作動する能力を指す。通電素子の多くの用途は、電気的作用を実行することができる能力に関連し得る。

【0032】

本明細書で使用される「エネルギー源」又は「通電素子」又は「通電装置」とは、エネルギーを供給することができるか、論理的装置又は電気的装置を通電された状態にすることができる、任意の装置又は層を指す。通電素子は、電池を含み得る。電池はアルカリ型セル化学物質から形成されてもよく、固体電池又は湿電池、例えば、水性アルカリ、水性酸、若しくは水性塩電解質化学物質、又は非水性化学物質、熔融塩化学物質、又は固体化学物質であってもよい。電池は、乾電池（固定電解質）又は湿電池（自由な液体電解質）タイプであってもよい。

【0033】

本明細書で使用される「充填剤」とは、酸性電解質又はアルカリ性電解質のいずれとも反応しない、1つ又は2つ以上の通電素子用セパレータを指す。一般に、充填剤は、実質的に水不溶性材料（例えば、カーボンブラック）；石炭ホコリ；黒鉛；金属酸化物及び水酸化物（例えば、酸化及び水酸化シリコン、アルミニウム、カルシウム、マグネシウム、バリウム、チタン、鉄、亜鉛、及びスズ）；金属炭酸塩（例えば、炭酸カルシウム及びマグネシウム）；鉱物（例えば、雲母、モンモロロナイト、カオリナイト、アタパルジャイト、及びタルク）；合成及び天然ゼオライト（例えば、ポルトランドセメント）；沈殿金属ケイ酸塩（例えば、ケイ酸カルシウム）；中空又は固体ポリマー又はガラス微小球、フレーク、及びファイバなどを含んでもよい。

【0034】

本明細書で使用される「機能化」とは、例えば、通電、起動、又は制御などの機能を、層又は装置が実行できるようにすることを指す。

【0035】

本明細書で使用される「成型型」とは、未硬化配合物から三次元の物体を形成するために使用され得る、剛性又は半剛性の物体を指す。いくつかの例示的な成型型は、互いに向向する場合、三次元の物体の構造を画定する2つの成型型部分を含む。

【0036】

本明細書で使用される「電力」とは、単位時間当たりに行われる作業、又は移送されるエネルギーを指す。

【0037】

本明細書で使用される「再充電可能」又は「再通電可能」とは、作動するためにより高い能力を有する状態へと復元される能力を指す。多くの使用は、特定の再確立された期間にわたって特定の速度で電流を流す能力で復元される能力に関連し得る。

【0038】

本明細書で使用される「再通電」又は「再充電」とは、作動するためにより高い能力を有する状態への復元を指す。多くの使用は、特定の再確立された期間にわたって特定の速度で電流を流すことができる状態に装置を復元することに関連し得る。

【0039】

本明細書で使用される「離型させる」（「成型型から離型させる」と言われることもある）とは、三次元の物体が成型型から完全に分離した状態、又は穏やかな振動によって取り外すことができるように、ほんの軽く成型型に取り付けられている状態、のいずれかを意味する。

10

20

30

40

50

【0040】

本明細書で使用される「積層された」とは、少なくとも2成分層を、層のうちの1つの層の1つの面の少なくとも一部分が第2の層の第1の面と接触するように、互いに近接して配置することを意味する。いくつかの例では、接着のためであるか、他の機能のためであるかにかかわらず、コーティングが2つの層の間に存在し、これらの層はそのコーティングを通じて互いに接触している。

【0041】

本明細書で使用される「トレース」とは、回路部品と一緒に接続することができる通電素子部品を指す。例えば、回路トレースは、基板がプリント回路基板である場合、銅又は金を含むことができ、典型的には、フレックス回路内の銅、金、又は印刷された膜であり得る。特別な種類のトレースは、集電体である。集電体は、電気化学的適合性を伴うトレースである。その結果、集電体は、電気化学セルのカソード又はアノードとの間で電子を伝導する際に用いるのに適したものとなる。

【0042】

本開示による電池を組み立てて構成する方法には他の例が存在する場合があります、それらのうちのいくつかは以下の項に記載され得る。しかしながら、これらの例の多くに関して、独自のものとして説明され得る電池の選択されたパラメータ及び特徴が存在する。以下の項では、いくつかの特徴及びパラメータに焦点が当てられる。

【0043】

生体適合性通電素子を有する例示的な生物医学的装置の構成

本発明の通電素子である電池を組み込むことができる生物医学的装置の例は、焦点を調節する電気活性のコンタクトレンズであり得る。図1Aを参照すると、このようなコンタクトレンズのインサートの一例が、コンタクトレンズのインサート100として図示され得る。このコンタクトレンズのインサート100には、制御電圧に応答して焦点特性の変化を調整することができる電気活性素子120が存在し得る。これらの制御用電圧信号を提供し、かつ、外部制御信号の環境感知を制御するなどの他の機能も同様に提供する回路105は、生体適合性電池素子110によって給電され得る。図1Aに図示されるように、電池素子110は、複数の主要部品（この場合3個の部品）として見出すことができ、既に述べた電池化学素子の種々の構成を含んでもよい。電池素子110は、相互接続領域114の下に図示され得る部品を結合するための、様々な相互接続特徴部を有し得る。電池素子110を回路素子105に接続してもよい。回路素子105はそれ自体の基板115を有してもよく、基板115上に相互接続特徴部125が配置されてもよい。回路105（集積回路の形態であってもよい）を、基板115及びその相互接続特徴部125に電氣的及び物理的に接続してもよい。

【0044】

図1Bを参照すると、コンタクトレンズ150の断面のレリーフ図は、コンタクトレンズのインサート100及び論じられているその構成要素を含み得る。コンタクトレンズのインサート100は、コンタクトレンズヒドロゲル155のスカート内に封入され得、このスカートはインサート100を封入し、かつコンタクトレンズ150とユーザーの目との快適な境界面を提供してもよい。

【0045】

超小型電池の電氣的要件

設計考察に対する別の範囲が装置の電氣的要件に関してもよく、これは電池によって与えられてもよい。適切な電池は、医療用装置の電源として機能するために、システムが非接続モード又は外部給電されていないモードで動作しているときの全ての電氣的要件を満たす必要があり得る。接続されない又は外部給電されない生物医学的装置の新興分野は、例えば、視力矯正コンタクトレンズ、健康状態監視装置、ビルカメラ、及び新型装置を含むことができる。集積回路（IC）技術における近年の進歩により、非常に低い電流レベル（例えば、ピコアンペアの待機電流及びマイクロアンペアの動作電流）での有意義な電氣的操作が可能となり得る。IC技術は、超小型装置も可能にし得る。

10

20

30

40

50

【0046】

生物医学的用途用の超小型電池は、多くの困難な要件を同時に満たすことが要求される場合がある。例えば、超小型電池は、組み込まれている電気回路に適した動作電圧を供給する能力を有することが要求される場合がある。この動作電圧は、ICプロセス「ノード」、回路から別の装置への出力電圧、及び特定の消費電流目標値（これは、所望の装置寿命にも関連する場合がある）などのいくつかの要因の影響を受け得る。

【0047】

ICプロセスに関して、ノードは、トランジスタにおける「いわゆる」チャネルなどの、トランジスタの最小特徴部寸法によって差別化され得る。この物理的特徴部は、他のIC製作パラメータ（ゲート酸化膜厚など）と共に、所与のプロセスノードに製作された電界効果トランジスタ（FET）の、得られる「ターンオン」時定格標準、又は「閾値」電圧と関連付けることができる。例えば、最小特徴部寸法が0.5マイクロメートルのノードでは、FETのターンオン電圧は5.0Vであることが通常であり得る。しかしながら、90nmの最小特徴部寸法では、FETは、1.2、1.8、及び2.5Vでターンオンし得る。IC製造工場は、ある特定の電圧範囲での使用に特徴付けられ、定格を定められた、例えばインバーターやフリップフロップのようなデジタルブロックの標準的なセルを供給し得る。設計者は、デジタル素子の密度、アナログ/デジタル混合信号素子、リーク電流、配線層、及び高圧FETのような特殊素子のアベイラビリティといったいくつかの要因に基づいて、ICプロセスノードを選択する。超小型電池から電力を引き出すことができる電気部品のこれらのパラメータに関する側面を前提として、超小型電池の電源を、特に利用可能な電圧及び電流の点で、選択したプロセスノード及びIC設計の要件に一致させることが重要となり得る。

【0048】

いくつかの例では、超小型電池により給電される電気回路は、他の装置に接続されてもよい。非限定的な例では、超小型電池により給電される電気回路は、作動装置又は変換器に接続されてもよい。これらとしては、用途に応じて、発光ダイオード（LED）、センサ、微小電気機械システム（MEMS）ポンプ、又は多くの他のこのような装置を挙げることができる。いくつかの例では、このような接続された装置は、一般的なICプロセスノードよりも高い動作電圧を必要とし得る。例えば、可変焦点レンズは、起動するために3.5Vを必要とし得る。したがって、電池が提供する動作電圧は、そのようなシステムを設計する上での重要な考慮事項となり得る。この種の考慮事項のいくつかの例では、1Vの電池から3.5Vを生成するレンズ駆動装置の効率は、2Vの電池で動作する場合に得られるであろう効率と比べて明らかに低い。ダイ寸法などの更なる要件も、超小型電池の作動パラメータを考慮すると、著しく異なる場合がある。

【0049】

個々の電池セルは、一般的に、開回路電圧、負荷時電圧、及びカットオフ電圧が規定される。開回路電圧は、負荷抵抗が無限大の状態の電池セルによって生成される電位である。負荷時電圧は、適切かつ通常の規定負荷インピーダンスがセル端子間に加えられた状態でセルによって生成される電位である。カットオフ電圧は、典型的には、ほとんどの電池が放電された状態となる電圧である。カットオフ電圧は、有害な影響（過剰なガスの発生など）を回避するために、それ以下になると電池が放電されるべきではない電圧、又は放電度合いを表すことができる。カットオフ電圧は、典型的には、電池自体だけでなく、電池が接続されている回路（例えば、電子回路の最小動作電圧）の影響を受け得る。一例では、アルカリ電池は、1.6Vの開回路電圧、1.0～1.5Vの範囲の負荷時電圧、及び1.0Vのカットオフ電圧を有し得る。所与の超小型電池セル設計の電圧は、採用するセル化学物質の他の要因により異なる場合がある。したがって、異なるセル化学物質は、異なるセル電圧を有してもよい。

【0050】

セルを直列に接続して電圧を増加させてもよいが、この組み合わせは、サイズ、内部抵抗、及び電池複雑さに対する代償を伴う場合がある。またセルを並列構成で結合して、抵

10

20

30

40

50

抗を減少させて容量を増加させてもよいが、このような組み合わせは、サイズと貯蔵寿命の代償となり場合がある。

【0051】

電池容量は、電池が一定期間にわたって電流を供給するか、又は作動する能力であってもよい。電池容量は、典型的には、マイクロアンペア時間などの単位で指定することができる。1マイクロアンペアの電流を1時間供給することができる電池は、1マイクロアンペア時間の容量を有する。容量は、典型的には、電池装置内の反応物質の質量（したがって体積）を増加させることによって増加させられ得る。しかしながら、生物医学的装置は利用可能な体積に対して著しく制約される場合があることが理解され得る。また電池容量は、電極及び電解質材料、並びに他の因子、例えば電極の物理的設計、電極間に配置された任意のセパレータ材料の性質及び寸法、並びにアノード、カソード活性物質、導電助剤、及び電解質の相対的割合の影響を受ける場合がある。

10

【0052】

電池が接続される回路の要件に応じて、電池は、ある値の範囲にわたる電流を流入させることを要求される場合がある。実際に使用する前の保管中、約ピコアンペア～ナノアンペアのリーク電流が、回路、相互接続部、及び絶縁体を通して流れる場合がある。回路は、アクティブ動作中、センサをサンプリングする、タイマーを動作させる、及びそのような低消費電力機能を実行するために、零入力電流を消費し得る。零入力電流消費は、約ナノアンペア～ミリアンペアであり得る。回路はまた、例えば、フラッシュメモリに書き込む又は無線周波数（RF）で通信する場合に、より大きなピーク電流を要求してもよい。このピーク電流は、数十ミリアンペア以上に及んでもよい。超小型電池装置の抵抗及びインピーダンスもまた、設計考慮事項にとって重要であり得る。

20

【0053】

有効寿命は、典型的には、電池が保管に耐え、かつ依然として有用な作動パラメータを維持することができる期間を指す。有効寿命は、いくつかの理由から、生物医学的装置にとって特に重要であり得る。電子素子は、例えば、電子コンタクトレンズが導入される場合のように、無動力の装置に取って代わる可能性がある。これらの既存の市場空間における製品は、消費者、サプライチェーン、及びその他の要件に起因して、確立された有効寿命要件（例えば、3年）を有している場合がある。そのような規格は新しい製品のために変更されないということが、典型的には望ましい場合がある。有効寿命要件はまた、超小型電池を有する装置の流通方法、在庫管理方法、及び使用方法に従って設定されてもよい。したがって、生物医学的装置用超小型電池は、例えば年数で表すことができる具体的な有効寿命要件を有してもよい。

30

【0054】

いくつかの例では、三次元の生体適合性通電素子は再充電可能であってもよい。例えば、誘導コイルも三次元表面上に製作されてもよい。次いで、誘導コイルは、無線周波数（「RF」）フォブで通電されてもよい。誘導コイルは、三次元の生体適合性通電素子に接続されて、RFが誘導コイルに印加されると通電素子が再充電されてもよい。別の例では、太陽電池も三次元表面上に製作され、三次元の生体適合性通電素子に接続されてもよい。太陽電池が光、つまり光子に曝露されると、電子を生じさせて、通電素子を再充電する。

40

【0055】

いくつかの例では、電池は、電気システムに電氣的エネルギーを供給する働きをしてもよい。これらの例では、電池は、電気システムの回路に電氣的に接続されてもよい。回路と電池との間の接続は、相互接続に分類され得る。これらの相互接続は、いくつかの要因により、生物医学超小型電池にとってますます困難になっている。いくつかの例では、電動式生物医学的装置は非常に小さいので、相互接続のための面積及び容積がほとんどない場合がある。寸法及び面積の制約は、相互接続部の電気抵抗及び信頼性に影響を与え得る。

【0056】

50

その他の点において、電池は、高温で沸騰し得る液体電解質を収容してもよい。この制約は、例えば、溶融するために比較的高温（250℃）を必要とし得るはんだ相互接続を用いたいという要望と、直接的に相克する。しかしながらいくつかの例では、電解質を含む電池化学物質と、はんだベースの相互接続を形成するために使用する熱源とは、互いに空間的に隔てられてもよい。新たに登場した生物医学的装置の場合、寸法が小さいことから、熱伝導を低減するために電解質とはんだ接合部とを十分な距離だけ隔てることが不可能であり得る。

【0057】

モジュール化された電池構成要素

いくつかの例では、モジュール化された電池構成要素は、本発明のいくつかの態様及び例に従って形成され得る。これらの例では、モジュール化された電池アセンブリは、生物医学的装置の他の部品とは別個の構成要素であってもよい。眼科用コンタクトレンズ装置の例では、かかる設計は、媒体インサートの残りの部分から分離された、モジュール化された電池を有してもよい。モジュール化された電池構成要素を形成することによる利点は数多く存在し得る。例えば、コンタクトレンズの例では、モジュール化された電池構成要素は、別個の非一体的なプロセスで形成され、それにより、三次元に形成された剛性光学樹脂部品を処理する必要性が軽減され得る。加えて、複数の供給メーカーをよりフレキシブルに選択することができ、この複数の供給メーカーは、生物医学的装置内部の他の部品の製造とより平行したやり方で、作業を行うことが可能である。更に、モジュール化された電池構成要素の製作を、三次元（3D）形状に成形される装置の特徴と切り離すことができる。例えば、最終的に三次元形態である必要がある用途では、モジュール化された電池システムは、平坦に、又はおおよそ二次元（2D）全体像で製作された後、適切な三次元形状に成形されてもよい。いくつかの例では、電池は、たとえそれが湾曲していなくても、三次元形状を乱さないほどに十分に小さくてもよい。いくつかの他の例では、複数の小さい電池を結合すると、三次元形状のスペースに収まる場合がある。モジュール化された電池構成要素は、残りの生物医学的装置とは独立に試験することができ、また、電池構成要素は組み立て前に選別される場合があるので、ロスが生じる場合がある。得られたモジュール化された電池構成要素は、上に電池構成要素を形成することができる適切な剛性領域を有しない様々な媒体インサート構造体内で 사용할ことができ、なお更なる例では、モジュール化された電池構成要素の使用は、別様に利用され得る製作技術（例えば、ウェブベースの技術（ロールツーロール処理）、シートベースの技術（シートツーシート処理）、プリント処理、リソグラフィ処理、及び「スキージ」処理など）とは異なる選択肢の活用を促進することができる。モジュール化された電池のいくつかの例では、かかる装置は個別に収容されるという側面を有するので、生物医学的装置の構造全体に追加材料が加えられることになり得る。そうした影響は、利用可能な空間パラメータが最小限に抑えられた厚さ及び容積の溶液を必要とする場合に、モジュール化電池溶液の使用に制約を課する場合がある。

【0058】

電池構成要素設計における設計要素としての管

いくつかの例では、電池素子の設計を、堅固な封止部を伴う活性な電池化学物質の領域をセグメント化する方法で行ってもよい。いくつかの例では、これらの封止部は、密封であってもよい。活性な電池構成要素を密封封止されたセグメント（普通は管としての形状をとり得る）に分割することから、多くの有意点が存在する場合がある。管状形態電池が、金属、ガラス、又はセラミックで作製された外部構成要素を伴えば、理想的なアーキテクチャ設計態様が形成される場合がある。いくつかの例では、材料の選択を、材料間に形成される封止部が「密封である」と考えられ得るように、すなわち、封止部にわたって生じる分子の拡散が、「封止部の種類、又は封止部を形成するために用いるプロセスの種類」に対する試験プロトコル下での仕様を下回り得るように行ってもよい。例えば、電子部品（例えば電池）は、その中に空気の体積又は「空気の量と同等の」体積を有してもよく、密封仕様は、リーク速度が、装置の体積の50%を封止部の外側からの空気と交換する

であろうあるレベルを下回る封止部に関連し得る。大きな形態の管状電池が、低レベルのリークを測定して、封止部が所与の電池に対して密封であると判定することができる本明細書の次の項で説明されるプロセスのうちの1つ又は2つ以上によって形成されてもよい。実際には、小さい管状電池又は超小型電池（例えば本開示によるもの）は、いくつかの例では、体積が約 10^{-4} cm^3 であってもよい。リーク検出機器が十分に低いリーク速度を測定して超小型電池の封止部が「密封である」ことを確かめる能力は、現在のリーク検出技術を超えている場合がある。それにもかかわらず、超小型電池の封止部は密封であると言ってもよい。なぜならば、同じ処理及び材料を大きな形態の電池に適用したときに、封止処理及び材料を「密封である」と見なせるほどに十分な、測定可能な程度に低いリーク速度になるからである。

10

【0059】

図2Aを参照すると、管状形態電池の基本例、絶縁体電池200を伴う基本的な金属ケーシングが見られ得る。この例では、2つの金属構成要素（アノード接点211及びカソード接点221）によって、材料を取り囲む金属管が形成されている。アノード化学物質212をアノード接点211内に配置してもよい。また、カソード化学物質222をカソード接点221内に配置してもよい。いくつかの例では、カソード化学物質222とアノード化学物質212をセパレータ240によって分離してもよい。電池接点は、機能電池を形成するために互いに絶縁する必要がある。なぜならば、電気接続により電池化学物質が消耗されるからである。図2Aの基本例では、絶縁体230によってアノードとカソードが電氣的に分離されている。

20

【0060】

例示したように、絶縁体230は、物理的な部片であって、それ自体、電池内に材料を収容するために働き、また電池内又は電池外への化学物質の移送を抑制する拡散障壁の一部として機能する部片であってもよい。後の項では、密封封止を含む種々の種類の封止部及びそれらの形成技術の記述について説明する。図2Aの例での封止部の例は、金属対セラミック又は金属対ガラス封止部であってもよい。図2Aの例では、これらの封止部のうちの少なくとも2つ、例えば、封止部231及び封止部232を示している。

【0061】

次に図2Bを参照すると、図2Aの装置と同様の構造を伴う代替的な管状形態電池250を例示する。代替的な管状形態電池250は、アノード領域260を有し、アノード領域260は、アノード接点261及びアノード化学物質262を伴ってもよい。これは、カソード化学物質272を収容してカソード接点271を規定する金属管状形態を伴うカソード領域270も有してもよい。アノード接点261とカソード接点271を分離する絶縁体部片280は、絶縁体—金属封止部（封止部281及び封止部282で例示される）を有してもよい。図2Aの例の場合のように、絶縁体—金属封止部は、いくつかの例では、密封封止であってもよい。絶縁体によってアノード260とカソード270を電氣的に分離してもよいが、セパレータ290によってアノード260とカソード270を物理的に分離してもよい。この第2の例では、この場合もやはり、アノード接点、カソード接点、及び絶縁体装置（それらの境界を横断する分子及び原子の拡散を著しくブロックする）を含む固体材料が存在する。封止部281と封止部282で密封封止すると、全体的に密封封止された管形態電池が得られる場合がある。

30

40

【0062】

次に、図3を参照すると、管形態電池の別の例を例示する。オーバーラッピング型管形態電池300では、アノード又はカソードのいずれか一方上の金属缶が絶縁体部片に著しくオーバーラップしてもよく、この絶縁体部片は電池の他方の領域上の金属缶によって著しくアンダーラップされてもよい。具体的には、例示した形態では、アノード310の金属缶はアノード接点311としても働き、アノード化学物質312を取り囲んでいる。アノードの金属缶はまた、例示した設計では、絶縁体部片330に著しくオーバーラップしており、絶縁体部片330自体はカソード領域320の金属缶によって著しくアンダーラップされている。カソード金属缶は、カソード化学物質322を取り囲み、カソード接点

50

3 2 1である。カソード化学物質 3 2 2とアノード化学物質 3 1 2は、この例ではセパレータ 3 4 0によって物理的に分離されている。管説明図では、アノード化学物質又はカソード化学物質の一方又は両方を、説明のためにブロック形態で示している場合がある一方で、いくつかの例では、物理的形態は、説明図と似ている場合があり、他の例では、実際の化学物質は、スペースの一部をコーティングする膜であり得る。オーバーラッピング型管形態電池 3 0 0の例は、金属と絶縁体部片との間の最大量の封止面を示している場合がある。これらの封止部は封止部 3 3 1及び封止部 3 3 2で示されており、これらは、図から分かるように、管電池のサイズのかかなりの割合にオーバーラップしている。

【0063】

図4を参照すると、代替的な管状形態400を例示する。この種の例では、中央絶縁性部片430が金属エンドキャップと接合して外部接触をもたらしている。例示的なアノード領域410は、アノード金属接点411及びアノード化学物質412を含んでもよい。中央絶縁体部片430の封止部431をアノード金属接点411に対して作製してもよい。例示的なカソード領域420では、カソード金属接点421及びカソード化学物質422、並びに中央絶縁体部片430とカソード金属接点421との間の封止部432が存在してもよい。この種の構成は、種々の例の中で封止部が作用する領域が最少である場合がある。中央絶縁性部片は、カソード接点とアノード接点を電氣的に分離し、セパレータ440は、アノード化学物質412とカソード化学物質422を物理的に分離する。

【0064】

図5を参照すると、代替的な管状形態電池500を、アノード及びカソード化学物質の横方向レイアウトと共に例示する。このようなレイアウトはやはり、管状超小型電池構成で形成されてもよく、セパレータ550（アノード化学物質512に接続して機能し、それをカソード化学物質522から分離する）に対して最も大きい断面積をもたらす。説明図では、最上部領域はアノード領域510であって、アノード化学物質512と、アノード接点511と、アノード接点511の周りのアノード封止部531とを伴ってもよい。いくつかの例では、絶縁体530の単一片を、一方の端部にアノード及びカソード接点用に孔を設けて形成してもよく、いくつかの他の例では、2つ以上の絶縁体部片があってもよく、最上部の部片はアノード及びカソード接点用に孔を設けた別個の部片であってもよい。説明図では、最下部領域はカソード領域520であって、カソード化学物質522と、カソード接点521と、カソード接点521の周りのカソード封止部532とを伴ってもよい。

【0065】

図6A～6Fを参照すると、管形態電池の構成を例示する。図6Aの管610は、絶縁材料（例えば、ガラス又はセラミック）で形成され、図6Bに例示するように所望の長さに切断されてもよい。いくつかの例では、ガラスには、非限定的な例として、ボロシリケート、コバール及び他の金属に対する封止ガラス、石英、ソーダ石灰、アルミノシリケート、中性ガラス、鉛ガラスが含まれてもよい。いくつかの例では、管610はセラミックであってもよく、セラミックの種類の例には、アルミナ、シリカ、ジルコニア、安定化ジルコニア、ジルコン、ムライト、コーディエライト、マグネシア、炭化ケイ素、磁器が含まれてもよい。図6Cにおいて、金属ワイヤ電気接点（アノード接点621であってもよい）の例を例示する。いくつかの例では、金属ワイヤは、垂鉛ワイヤであってもよい。他の例では、別の金属（例えば真ちゅう）のワイヤであってもよく、そこに垂鉛620をコーティングしてもよい。ワイヤが封止材622で取り囲まれ、それに封止されてもよい。

【0066】

以下の項では、多くの種類の封止部について説明しているが、その多くの例は、例示した封止材622と一致している。図6Dでは、別の金属ワイヤ630を用いてカソード接点を形成してもよい。いくつかの例では、金属ワイヤは、チタンワイヤであってもよい。カソード材料631の堆積物がワイヤを取り囲んでもよい。別の封止材632がカソードワイヤ630を取り囲んでもよい。図6Eを参照すると、管610はウィック641を有してもよく、ウィック641はポリオレフィン膜又はセルロース膜であってもよい。いく

10

20

30

40

50

つかの例では、それは、アノード領域からカソード領域に及ぶセルロースの糸であってもよい。ウィック641を、管内に置かれた電解質640の体積内に位置付けてもよい。いくつかの例では、電解質は、 $ZnCl_2$ の溶液などの水溶液であってもよい。いくつかの他の例では、電解質は、ポリマー電解質であってもよい。異なる電解質オプションのいくつかの態様について、本明細書の後の項で説明する。図6Fに進んで、図6E、6D、及び6Cに例示した種々の構成要素を組み立てて管状形態電池を形成してもよい。封止材622と管610との間、及び封止材632と管610との間の封止部は、以下の項で述べる多くの種類の封止部を含んでもよい。いくつかの例では、ウィック641は、図6A～6Fに例示するように、物理的分離とは対照的に、より高密度に詰められた電池化学物質を分離状態に保ち得る完全なセパレータであってもよい。

10

【0067】

いくつかの例では、金属エンドキャップを設計変更として加えてもよい。2本のリード線を管状形状の絶縁性接着剤本体の両端に埋め込んでもよい。管状形状の接着剤は、電池の管状の絶縁性容器内に部分的に収容してもよく、電池容器を越えて部分的に突き出てもよい。いくつかの例では、接着剤は、リード線及び絶縁性容器を付着及び封止してもよい。絶縁性接着剤は、電池流体を収容して、流体の外部への漏れを防止してもよい。接着剤は、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、又はこれら2つの組み合わせであってもよい。

【0068】

図7を参照すると、ワイヤ形態カソード接点を含む管形態電池の例を例示する。この例は、2つの管、すなわち、1つの中空管711及び1つの缶形状管710を備えてもよく、これらが一緒になってアノード接点を形成してもよい。アノード化学物質715を缶形状管710内に堆積するか、そうでなければ充填してもよい。いくつかの例では、アノード化学物質715は、めっきされた亜鉛を含んでもよい。缶形状管710を中空管711に、金属対金属封止部720を用いて封止してもよい。この例では、カソード化学物質730でコーティングされ得る金属ワイヤ740が存在してもよい。いくつかの例では、カソード化学物質730は、めっきされた二酸化マンガンを含んでもよい。金属ワイヤ740は、カソード接点を形成してもよい。金属ワイヤ740は、いくつかの例では、チタンで形成されてもよい。セラミック絶縁体部片760は、金属ワイヤ740で形成されるカソードと、中空管711と缶形状管710との組み合わせで作製されるアノード接点との間の電気絶縁を形成してもよい。セラミック対金属封止部761を、中空管711とセラミック絶縁体部片760との間に形成してもよい。また、封止部762をセラミック絶縁体部片と金属ワイヤ740との間に形成してもよい。

20

30

【0069】

図8を参照すると、ワイヤ形態カソード接点及びワイヤ形態アノード接点を含む管形態電池の更なる他の例を例示する。この例は、2つの管、すなわち、第1の中空管800及び第2の中空管840を備えてもよく、これらが一緒になってアノード及びカソード化学物質と電解質配合物とを収容してもよい。例示した例では、亜鉛ワイヤ820が、アノード接点並びにアノード化学物質の両方を形成してもよい。いくつかの例では、亜鉛ワイヤ820を部分的に厚く形成してもよく、めっきされた亜鉛を含んでもよい。第1の中空管800を第2の中空管840に、金属対金属封止部830を用いて封止してもよい。この例では、堆積物860を用いて例示するようにカソード化学物質でコーティングされ得る金属ワイヤ850が存在してもよい。いくつかの例では、カソード化学物質は、めっきされた二酸化マンガンを含んでもよい。金属ワイヤは、カソード接点を形成してもよい。金属ワイヤは、いくつかの例では、チタンで形成されてもよい。セラミック絶縁体部片870が、金属ワイヤ850で形成されたカソードと第2の中空管840との間の電気絶縁を形成してもよい。例示的な電池の他方の側は、亜鉛ワイヤ820で形成されたアノード接点ワイヤであってもよい。亜鉛ワイヤ820は第2のセラミック絶縁体部片810によって絶縁されてもよい。セラミック対金属封止部871を、中空管840とセラミック絶縁体部片870との間に形成してもよい。また、封止部872を、セラミック絶縁体部片870と金属ワイヤ850との間に形成してもよい。またセラミック対金属封止部811を

40

50

、中空管 800 とセラミック絶縁体部片 810 との間に形成してもよい。また、封止部 812 を、セラミック絶縁体部片 810 と金属ワイヤ 800 との間に形成してもよい。

【0070】

図 9 を参照すると、ドーブ半導体を含む管形態電池の更に他の例を例示する。ドーブ半導体を用いることによって、電池内で必要な封止縁部の量が劇的に下がる場合がある。なぜならば、電気接点が高ドーブ領域によって管を通して形成されるからである。非ドーブ領域は、アノードとカソード領域との間に絶縁体を形成してもよい。製造性を考慮して、電池を 2 つの缶形状部片の半導体で形成してもよく、半導体の端部を高濃度にドーブして半導体-半導体継ぎ目 930 と接合してもよい。高ドーブ半導体に金属膜、例えば、チタンをコーティングした場合、又は高ドーブ半導体が反応してシリサイド、例えば、チタンシリサイドを形成した場合、高ドーブ半導体は、抵抗が小さいオーム接触を形成することができる。半導体が相対的に薄い場合があるため、結果として、継ぎ目のない低抵抗接触となる場合がある。半導体-半導体継ぎ目 930 がセパレータの領域内に位置する場合、内部化学物質と継ぎ目とのオーバーラップがほとんどなくてもよい。図 9 に戻って、装置例は、2 つの管、すなわち、第 1 の中空半導体缶 900 及び第 2 の中空半導体缶 950 を備えてもよく、これらが一緒になってアノード及びカソード化学物質と電解質配合物とを収容してもよい。例示した例では、金属膜 915 は、内部アノード接点を形成してもよい。第 1 の中空半導体缶 900 は、高濃度ドーブ領域 910 を有してもよい。いくつかの例では、高ドーブ領域に N 型ドーバント（例えばリン）をドーブしてもよい。外側金属層 925 が外部アノード接点を形成してもよい。アノード化学物質 920 を缶内に配置してもよい。アノードは、例では、堆積された膜、スラリー、又は固体プラグであってもよい。第 1 の中空半導体缶 900 を第 2 の中空半導体缶 950 に対して、半導体-半導体封止部 930（いくつかの例では、配置されたセパレータ 960）を用いて封止してもよい。この例では、堆積物 940 を用いて例示するようにカソード化学物質でコーティングされた金属膜 975 が存在してもよい。いくつかの例では、カソード化学物質は、めっきされた二酸化マンガンを含んでもよい。高ドーブ領域 970 によって、第 2 の中空半導体缶 950 を通る電気接点を形成してもよく、高ドーブ領域 970 に外部金属を堆積させてカソード接点 965 を形成してもよい。

【0071】

電池素子の内部封止

生物医学的装置で使用するための電池素子のいくつかの例では、電池の化学作用は水溶性化学を含み、その場合、水又は水分は制御すべき重要な構成成分となる。したがって、電池本体から外へ又は電池本体内部への水分の移動を遅らせるか又は防ぐ封止メカニズムを組み込むことが重要な場合がある。防湿バリアは、内部の水分レベルを、ある程度の許容差範囲内で、設計されたレベルに維持するように設計され得る。いくつかの例では、防湿バリアを 2 つのセクション又は構成要素に分割してもよい。すなわち、パッケージと封止部である。

【0072】

パッケージは、エンクロージャの主要材料を指すことができる。いくつかの例では、パッケージはバルク材を含んでもよい。水蒸気透過率（WVTR）は性能を表す指標であってもよく、試験中に影響を与える環境条件を含む試験手順は、ISO、ASTM 規格により制御される。理想的には、良好な電池パッケージの水蒸気透過率（WVTR）は「ゼロ」であり得る。ニアゼロ WVTR を有する例示的な材料は、ガラス及び金属箔並びにセラミック及び金属部片であってもよい。一方で、プラスチックは、本質的に、水分に対して浸透性であり得、プラスチックの種類によって有意に異なり得る。エンジニアリングされた材料、積層体、又は共押出物は、通常、一般的なパッケージ材料の混成物であり得る。

【0073】

封止部は、2 つのパッケージ表面間の境界面であってもよい。封止部の表面を接続することにより、パッケージと共にエンクロージャを仕上げる。多くの例では、封止設計の性質により、封止部の水蒸気透過率（WVTR）の特性評価が困難である場合があり、その

理由は、サンプルの寸法又は表面積がそれらの手順に適合しない場合があるので、ISO又はASTM規格を用いて測定を行うのが困難であることによる。いくつかの例では、封止完全性を試験するための実践的な方法は、実際の封止設計の、いくつかの定義された条件についての機能試験であり得る。封止性能は、封止材料、封止厚、封止長、封止幅、及びパッケージ基材に対する封止部の接着又は密着性の関数であり得る。

【0074】

いくつかの例では、封止部は、熱加工、レーザー加工、溶媒加工、摩擦加工、超音波加工、又はアーク加工を含み得る溶接法によって形成されてもよい。他の例では、封止部は、接着封止剤、例えば、接着剤、エポキシ、アクリル、天然ゴム、合成ゴム、樹脂、タール、又はビチューメンを用いて形成されてもよい。他の例では、ガスケット型材料を利用することに由来してもよい。ガスケット型材料は、少数の非限定的な例を記述するだけでも、天然及び合成ゴム、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）、ポリプロピレン、及びシリコンから形成してもよい。いくつかの例では、封止材は熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、又は熱硬化性樹脂及び熱可塑性樹脂の組み合わせであってもよい。

【0075】

いくつかの例では、本発明による電池は、特定の動作期間を有するように設計されてもよい。作動期間は、特定の電池システムを用いて得ることができる実際の水分透過量を測定した後、そのような水分の漏れがいつ電池の寿命末期状態をもたらし得るのかを推定することによって、推定することができる。例えば、電池が湿潤環境において保存される場合には、電池の外側と内側の分圧差は最小となるので、水分損失率は低くなり、したがって電池の寿命は長くなる。非常に乾燥して熱い環境において保存される同じ例示的な電池は、水分を損失させる作用が強いので、著しく短い予想寿命を有する場合がある。

【0076】

金属／金属、金属／ガラス、金属／セラミック、ガラス／ガラス、半導体／半導体及び金属／半導体封止部

電池化学に対する収容部として働き得る固体材料間に密封又は良好に封止された界面を形成する手段が多数存在し得る。固体材料間に適切な密封した機械的結合を形成するための典型的な手段としては、はんだ付け、ろう付け、及び溶接が挙げられる。これらの方法はほぼ同じであると考えられ得る。なぜならば、それらは全て、両方のベース材料（接合すべき材料。同質又は異種の材料とすることができる）と2つのベース材料間を接合する充填材料とを熱処理することを含むからである。これらの方法間に存在する主な違いは、各方法において材料を加熱するために用いられる具体的な温度と、ある長さの時間にわたって適用されたときにどのようにこれらの温度が各材料の特性に影響するかであると考えられ得る。より具体的には、ろう付け及びはんだ付けの両方において、充填材料の液相線温度よりも上だが両方のベース材料の固相線温度よりも下の温度を用いてもよい。ろう付けとはんだ付けとの間に存在し得る主な違いは、適用される具体的な温度として見られる場合がある。例えば、適用温度が450℃を下回るならば、本方法ははんだ付けと言ってもよく、適用温度が450℃を超えるならばろう付けと言ってもよい。しかしながら、溶接では、充填材料及びベース材料の液相線を同様に上回る適用温度を用いてもよい。

【0077】

前述の方法はそれぞれ、種々の材料の組み合わせに対して機能することができ、特定の材料の組み合わせがこれらの方法のうち2つ以上によって互いに接合できてもよい。2つの材料を互いに接合するための方法の中で行う最適な選択は、任意の数の特徴によって決定してもよい。特徴としては、所望の材料の特定の材料特性及び液相線温度、所望の接合又は充填材料の他の熱特性、2つの材料を接合する作業者又は機械の技量、タイミング、及び精度、並びに各方法により接合された材料に対する機械的又は表面損傷の許容レベルが挙げられるが、これらに限定されない。いくつかの例では、本発明と整合して、2つの材料を互いに接合するために用いる材料には、純粋な金属、例えば、金、銀、インジウム、及びプラチナが含まれてもよい。また合金、例えば銀－銅、銀－亜鉛、銅－亜鉛、銅－亜鉛－銀、銅－リン、銀－銅－リン、金－銀、金－ニッケル、金－銅、インジウム合金

10

20

30

40

50

、及びアルミニウム－シリコンが含まれてもよい。また、活性ろう付け合金、例えば、チタン活性ろう付け合金（金、銅、ニッケル、銀、バナジウム、又はアルミニウムを含んでもよい）が含まれてもよい。本開示で述べた封止要求と一致し得る他のろう付け材料が存在する場合がある。

【0078】

これらの接合方法のそれぞれに対する異なる材料の組み合わせには、金属／金属、金属／ガラス、金属／セラミック、ガラス／ガラス、半導体／半導体、及び金属／半導体が含まれてもよい。

【0079】

第1のタイプの例では、金属封止部対金属封止部を形成してもよい。はんだ付け、ろう付け、及び溶接は全て、金属／金属接合に対して非常に広く用いられている。種々の金属の材料特性は金属間で非常に幅広く変化する場合があるため、金属の液相線温度が、典型的には、どの接合方法を所望の金属と共に用いるかに対する決定的な特徴となる場合がある。例えば、卑金属は液相線温度が低くてろう付け温度で迅速に溶融するほどであり得るか、又は卑金属は液相線温度が高くて、はんだ付け温度に化学的に反応して適切な接合を形成することがないほどであり得る。

【0080】

別のタイプの例では、金属対ガラス（又はガラス対金属）封止部を形成してもよい。金属及びガラスの材料としての不均質性に起因して、典型的な金属／金属接合方法は金属をガラスと接合することへの助けとならない場合がある。例えば、金属／金属はんだ付けで用いる典型的な充填材料は、金属に良好に接合してもよいが、熱処理下でガラスと反応してその表面に接合することがなくてもよい。この問題点を打開するに対する可能性の1つは、他の材料（例えばエポキシ）を用いて両方の材料を接合することであり得る。典型的なエポキシはその構造内にペンダントヒドロキシル基を有しており、これによって無機材料に強く接合できる場合がある。エポキシは材料間に容易及び安価に適用される場合があり、多くの種類の表面に広範に接合する。エポキシはまた、適用の前後で多くの方法によって容易に硬化され得る、例えば化学物質を混合した後に迅速に適用すること、熱、光ベース、若しくは他の種類の放射であって、エポキシ内にエネルギーを導入して接合／硬化反応を誘起する放射、又は他の方法によってである。多くの異なる種類のエポキシが、多くの異なる特性（例えば、限定することなく、結合強度、適用性の容易性、硬化方法、硬化時間、結合性材料、及び他の多く）に基づいて、適用が異なると望ましさが異なる場合がある。エポキシを用いた真の密封封止を実現するためには、エポキシを通る特定の流体のリーク速度を考慮することが不可欠である。しかしながら、密封封止をエポキシを用いて行くと、やはり密封封止が維持されながら、ワイヤ又はピンに対して銅合金を用いる柔軟性が得られる。これは、他の種類の接合又は密封封止の場合には要求される導電性材料がより少ないのとは対照的である。しかしながら、エポキシ封止部は、典型的には、実行可能な動作温度範囲が他の接合方法に比べて一層制約されており、結合強度が著しくより低い場合もある。

【0081】

別のタイプの例では、金属対セラミック（又はセラミック対金属）封止部を形成してもよい。ろう付けが、金属セラミック接合を実現するための典型的な方法であると考えられる場合があり、材料間の密封封止を実現するための証明及び容認された方法が多数存在する。これにはモリブデンマンガ／ニッケルめっき方法が含まれてもよい。この方法では、モリブデン及びマンガ粒子をガラス添加剤及び揮発性キャリアと混合してコーティングを形成し、ろう付けするセラミック表面に適用する。このコーティングを処理した後にニッケルでめっきして更に処理し、こうして、標準的な方法及び充填材料を用いて容易にろう付けされる。

【0082】

また薄膜堆積を別の広く用いられるろう付け方法と考えるてもよい。この方法では、材料の組み合わせを物理気相成長（PVD）法を用いて非金属表面に適用してもよい。適用す

10

20

30

40

50

る材料の選択は、所望の材料特性又は層厚さに依存する場合があります、時おり多層を適用する。この方法には多くの優位点がある。例えば、適用に対して可能な金属の幅広い多様性、並びに標準的な材料を用いたときの速度及び実証済みの一貫した成功である。しかし不利点が存在する。例えば、コーティングを適用するための専用PVD機器が必要であること、マスキングを望む場合には複雑なマスキング技術が必要であること、及び均一なコーティング厚さを阻む場合があるセラミックについての幾何学的制約である。PVD層は、チタン、ジルコニウム、及びハフニウムなどの構成成分を含んでもよく、いくつかの例では、100ナノメートル～250ナノメートル厚であってもよい。いくつかの例では、貴金属の直上層（非限定的な例として金、パラジウム、プラチナ、又は銀などの構成成分を含む）を堆積させてもよい。

10

【0083】

ナノfoil（登録商標）材料接合

ナノfoil（登録商標）と言われる市販製品（Indium Corporationから入手可能なナノテクノロジー材料）によって、電池用の封止金属、セラミック、及び／又は半導体収容部が必要であり得るときに意味のある例が得られる場合がある。いくつかの例では、封止部形成における任意の熱的効果が、可能な限り封止部自体に局在化することが望ましい場合がある。材料複合物例えばナノfoil（登録商標）材料によって、著しい熱局在化が得られる一方で、密封された接合封止部が形成されてもよい。ナノfoil（登録商標）タイプの複合膜は、何百又は何千ものナノスケール膜レベルで作製されてもよい。一例では、反応性多層箔は、アルミニウム（Al）及びニッケル（Ni）の何千もの交互層を蒸着することによって製作される。これらの層はナノメートルの厚さであってもよい。電源、光源、又は熱源からの局所的エネルギーの小パルスによって活性化されると、箔は発熱反応する。結果として生じる発熱反応は、定量化可能な量のエネルギーを1000分の数秒で送出して表面を非常に高い局所温度まで加熱するが、封止されている金属、セラミック、又は半導体部片内の温度を上げるであろう全エネルギー量を送出しないように設計してもよい。図10Aに進んで、図8に例示する電池からの封止部830の一部を強調する。図10Bでは、ナノfoilの活性化前に封止部に関係する層の例を示す。第1の中空管800と第2の中空管840とに対する予備湿潤したはんだ層のコーティングを、第1のはんだ層1010と第2のはんだ層1030とに対する各側面上に行ってもよい。2つのはんだ層の間に、ナノfoil（登録商標）材料の部片1020を配置してもよい。ナノfoil（登録商標）材料が活性化されると、それははんだ層を局所的に溶融して封止部830を形成してもよい。説明図に示すのは突合せ型接合部であるが、他の多くの接合部構造が可能であり得る。例えば、オーバーラッピング設計、溝付き設計、及び他の種類の接合部であって、はんだコーティングされた表面を有する封止されるべき2つの表面間にナノfoilの部片が配置され得る接合部である。

20

30

【0084】

Sボンド（登録商標）封止

ナノfoil（登録商標）材料接合同様の例は、Sボンド（登録商標）材料接合であってもよい。Sボンド材料は、従来のはんだ合金ベースにチタン又は他の希土類元素を添加したものを含んでもよく、S-Bond Technologiesから入手可能である。チタンのような活性物質は、酸化物又は他の不活性材料と接合界面で反応して、それらに化学結合するか又はそれらをはんだ溶融する。加熱すると、Sボンド（登録商標）材料は溶融する場合があるが、依然としてその上に薄い表面酸化物を有する。その表面酸化物が破壊されると、活性物質反応が、接合／封止部の表面領域と共に生じる。酸化物を削り取りプロセスを用いて破壊してもよいが、超音波を用いて破壊してもよい。したがって、表面反応を比較的低温で開始してもよく、本来は接合が難しい場合がある材料に対して接合が形成される場合がある。いくつかの例では、Sボンド（登録商標）材料をナノfoil（登録商標）材料と結合して、電池システムの残りの部分に対する著しい熱負荷を伴うことなく、局所的に接合され得る構造を形成してもよい。

40

【0085】

50

シリコン接合

シリコン接合は、いくつかの例では、Sボンド（登録商標）材料を用いて実現してもよい。いくつかの例では、Sボンド（登録商標）220Mの組成を用いて、はんだ付け可能な界面を形成してもよい。Sボンド（登録商標）220M材料をシリコン表面上に堆積して、温度範囲115～400℃で接合／封止してもよい。したがって、シリコンの缶形状部片に閉口端で高濃度ドーピングすることを、ドーピングした膜（例えばPOC1）を用いることによって、注入によって、又は他のドーピング手段によって行ってもよい。別の手段には、半導体の本体を酸化させた後に、ドーパントを希望する領域で酸化物を化学的にエッチングすることが含まれてもよい。その後、ドーピング領域をチタンに曝露して加熱して、シリサイドを形成してもよい。封止部を形成するために用いるシリコン缶の領域に対して、Sボンド220M材料を適用して加熱して、シリコン表面又はシリサイド表面上に濡れるようにしてもよい。いくつかの例では、ナノフォイル（登録商標）材料の膜を封止部領域内に適用して、後続活性化を得てもよい。電池化学物質、電解質、及び他の構造を缶の半分内に形成してもよく、その後、それらの2つの半分を共に配置してもよい。超音波及びナノフォイル（登録商標）材料の活性化による同時活性化下で、急速な低温密封封止を形成してもよい。

10

【0086】

電池モジュールの厚さ

生物医学的用途用の電池構成要素を設計する際には、様々なパラメータの兼ね合いを図って、技術的な要件と、安全要件と、機能要件とのバランスをとってもよい。電池構成要素の厚さは、重要かつ制約的なパラメータであり得る。例えば、光学レンズ用途では、ユーザーが快適に装着することができる装置の能力は、生物医学的装置全体の厚さに大いに依存し得る。したがって、電池をより薄く設計する際の重要で実現可能な態様が存在し得る。いくつかの例では、電池の厚さは、上部シートと、底部シートと、スペーサシートを合わせた厚さ、及び接着剤層の厚さによって決定されてもよい。実際の製造態様は、膜厚のある種のパラメータを、使用可能なシート在庫の標準値に決定してもよい。加えて、フィルムは、厚さの最小値を有してもよく、化学的適合性、湿気／ガス不透性、表面仕上げ、及びフィルム層上に堆積させることができるコーティングとの適合性に関する技術的考慮事項に基づき、フィルムをこの値に特定してもよい。

20

【0087】

いくつかの例では、完成した電池構成要素の望ましい又は目標とする厚さは、220 μm未満である構成要素厚であってもよい。これらの例では、この望ましい厚さは、エンドユーザーの快適性、生体適合性、及び容認に関する制約を前提として、ヒドロゲルレンズ形状によって規定される利用可能な容積内部に電池構成要素を挿着する必要があると得る、例示的な眼用レンズ装置の三次元形状によって決定され得る。この容積及びこの容積が電池構成要素の厚さの必要性に与える影響は、装置全厚に関する仕様、並びに装置の幅、円錐角、及び内径に関する装置仕様の関数であってもよい。得られる電池構成要素の設計に関する別の重要な設計考慮事項は、結果として得られる化学エネルギー（これは設計に起因し得る）に関してなされる電池構成要素の所与の設計において、活性電池化学物質及び材料が使用可能な容積に関連し得る。この結果として生じる化学エネルギーを次に、機能的生物医学的装置の電氣的要件に対してバランスさせて、その目標とする寿命及び動作状態を得てもよい。

30

40

【0088】

電池モジュールの幅

本発明の生体適合性通電素子又は電池を使用することができる多くの用途が存在し得る。一般に、電池の幅の要件は、主に、電池が適用される用途に応じて異なり得る。例示的な事例では、コンタクトレンズの電池システムは、モジュール式電池構成要素の幅に関する仕様に対する、制約付きニーズを有し得る。装置が電池構成要素により給電される可変光学機能を有する眼科用装置のいくつかの例では、装置の可変光学部分は、直径約7.0 mmの中央球面領域を占有してもよい。例示的な電池素子は、中央光学系の周囲に環円錐

50

状スカートとしてフィットする三次元物体と考えることができ、切頭円錐状のリングに形成され得る。必要とされる剛性インサートの最大直径が直径8.50mmであり、ある特定の直径（例えば、およそ直径8.40mm）の球体に接触することが目標であり得る場合には、形状が電池の可能な許容幅を決定し得る。得られる形状の望ましい仕様を計算するのに有用であり得る形状モデルが存在してもよく、これは、いくつかの例では、円環の扇形になるように平坦化された円錐台と呼ばれる場合もある。

【0089】

平坦化された電池の幅は、電池素子の2つの特徴部である活性電池構成要素及び封止幅によって決定され得る。眼科用装置に関するいくつかの例では、ターゲット厚は、片面当たり0.100mm～0.500mmであってもよく、活性電池構成要素のターゲット幅はおおよそ0.800mmであってもよい。他の生物医学的装置は異なる設計制約を有してもよいが、可撓性平型電池素子の原理を同じように適用することが可能である。

10

【0090】

電池モジュールの可撓性

電池の設計、及び電池をエネルギー源として利用する関連装置の設計と関係する別の側面は、電池構成要素の可撓性である。可撓性の電池形態によって与えられる利点は数多く存在し得る。例えば、可撓性の電池モジュールは、電池形態を二次元（2D）平面形態に製作するという前述の能力を容易にすることができる。形態の可撓性により、二次元の電池を、後に、コンタクトレンズなどの生物医学的装置内にフィットする適切な3D形状に形成することが可能となり得る。

20

【0091】

電池モジュールの可撓性により得ることができる利益の別の例では、電池及びそれに続く装置が可撓性である場合には、装置の使用に関する利点が存在し得る。一例では、コンタクトレンズの形態の生物医学的装置は、媒体インサートベースのコンタクトレンズの挿入／取り外しが、非充填型の標準的なヒドロゲルコンタクトレンズの挿入／取り外しに近い場合があるという利点を有し得る。

【0092】

曲げ回数は、電池の工業技術にとって重要であり得る。例えば、平面形態からコンタクトレンズに好適な形状へと1回だけ曲げることができる電池は、複数回曲げることができる電池と有意に異なる設計を有し得る。電池の曲げが、曲げ事象を機械的に乗り越える能力を超える場合もある。例えば、電極は、破損せずに物理的に曲げ可能であり得るが、電極の機械的及び電気化学的特性は、曲げにより変化する場合がある。曲げによって誘発される変化は、例えば、インピーダンスへの変化としてすぐに現れる場合もあり、又は、曲げは、長期に及ぶ有効寿命試験においてのみ明らかとなる変化を誘発する場合もある。

30

【0093】

電池形状の態様

電池の形状要件は、少なくとも一部には、電池を使用する用途によって決定されてもよい。従来の電池形態因子は、金属で作製された円筒形態又は四角柱であり得、長期間にわたり大量の電力を必要とする製品を対象にしている場合がある。これらの用途は、形態因子の大きい電池を含むことができる程度に十分に大きくてもよい。別の例では、平型（2D）固体電池は薄い四角柱であり得、典型的には、非可撓性のシリコン又はガラス上に形成される。これらの平型固体電池は、いくつかの例では、シリコンウェハ加工技術を用いて形成され得る。電池形態因子の別の種類では、低出力のフレキシブル電池は、薄箔又はプラスチックを使用して袋状構造物に形成されて、電池化学物質を封じ込めることができる。これらの電池は平型（2D）とすることができ、緩やかな面外（3D）湾曲状に曲げられたときに機能するように設計され得る。

40

【0094】

電池が可変視覚レンズ内で使用され得る本発明の電池用途例のいくつかにおいて、形態因子は、電池構成要素の三次元湾曲を必要とする場合があり、この湾曲の曲率半径は約8.4mmであり得る。そのような湾曲特性は比較的急であると考えることができ、参考ま

50

で、ヒトの指先に見られるタイプの湾曲に近似し得る。比較的急な湾曲特性により、製造側面において課題が生じる。本発明のいくつかの例では、モジュール化された電池構成要素は、平坦で二次元的に製造された後、比較的曲率の高い三次元形態に製作されるように設計され得る。

【0095】

電池素子のセパレータ

本発明に記載される種類の電池は、アノード及びアノード集電体部分を、カソード及びカソード集電体部分から物理的かつ電氣的に分離するセパレータ材料を使用してもよい。セパレータは、水及び溶解した電解質成分に対して透過性である膜であってもよいが、それは、典型的には、非導電性であってもよい。無数の市販のセパレータ材料が当業者に既知であり得るが、本発明の新規の形態因子は、セパレータの選択、加工、及び取り扱いに固有の制約を提示し得る。

【0096】

本発明の設計は超薄型の輪郭を有し得るので、選択肢は、一般に入手可能な最も薄いセパレータ材料に限定され得る。例えば、厚さ約 $25\text{ }\mu\text{m}$ のセパレータが望ましい場合がある。有利であり得るいくつかの例は、厚さ約 $12\text{ }\mu\text{m}$ であり得る。多くの許容できる市販セパレータ、例えば、マイクロフィブリル化、微多孔性ポリエチレン単層及び／又はポリプロピレンーポリエチレンーポリプロピレン (PP/PE/PP) 3層のセパレータ膜 (例えば Celgard (Charlotte, NC) によって製造されるもの) が存在し得る。セパレータ材料の望ましい例は、厚さ $12\text{ }\mu\text{m}$ の Celgard M824 PP/PE/PP 3層膜であり得る。本発明の例に有用なセパレータ材料の代替例としては、再生セルロース (例えばセロファン) を含むセパレータ膜を挙げることができる。

【0097】

PP/PE/PP 3層セパレータ膜は、そのポリオレフィンの特性により、有利な厚さ及び機械的特性を有し得るが、本発明の例で有用とするためには克服する必要があるいくつかの不利な点も有し得る。PP/PE/PP 3層セパレータ材料のロール又はシートは、本明細書に記載される電池に適用可能なマイクロメートルレベルの公差に悪影響を与える可能性のある、多数の皺又は他の形態のエラーを有する場合がある。更に、ポリオレフィンセパレータは、本発明の設計に含ませるためには超精密な公差で切断される必要があり得るので、個々の集電体を厳しい公差で望ましい形状に形成するための例示的な方法としてレーザー切断を行う必要がある。これらのセパレータのポリオレフィンの特性により、微細製作に有用なある種の切断用レーザーはレーザー波長 (例えば 355 nm) を使用する場合があるが、この波長ではポリオレフィンには切断されない。ポリオレフィンは、レーザーエネルギーを認め得るほどに吸収しないので、切断不可能である。最後に、ポリオレフィンセパレータは、本明細書に記載される電池で使用される水性電解質に対して本質的に湿潤性でない場合がある。

【0098】

それにもかかわらず、ポリオレフィン系の膜に固有のこれらの制限を克服するための方法が存在し得る。微多孔性セパレータ膜に高精度の切断用レーザー処理を施して、膜片をアークセグメント又は他の有利なセパレータ設計に切断するために、膜は平坦で皺のない状態である必要がある。これらの2つの条件を満たさない場合、入射レーザーエネルギーの焦点を合わせることができないか、あるいは別様に入射レーザーエネルギーが散乱してしまうため、切断ビームが妨げられ、それによりセパレータ膜を完全に切断することはできない。加えて、膜が平坦で皺のない状態でない場合、セパレータ膜の形態精度及び幾何公差を十分に得ることができない。現在の例のセパレータの許容公差は、例えば、特性長さ及び／又は半径に対して $+0$ マイクロメートル及び -20 マイクロメートルであってもよい。 $+0$ マイクロメートル及び -10 マイクロメートルといったより厳しい公差、更には $+0$ マイクロメートル及び -5 マイクロメートルの公差に関する利点が存在し得る。セパレータストック材料は、適切な低揮発性液体を有するフロートガラス製のキャリアにこの材料を一時的に積層することにより、平坦で皺のない状態にすることができる。セ

パレータ膜の脆弱性、及びセパレータ膜を接着剤層から剥離することが要求される場合がある加工時間に起因して、低揮発性液体は仮接着剤より有利であり得る。更に、いくつかの例では、液体を使用してフロートガラス上に平坦で皺のないセパレータ膜を得ることは、接着剤を使用するよりかはるかに容易であることが認められている。セパレータ膜は、積層前に、粒子を含まないものにされてもよい。これは、表面に接着したあらゆる粒子を除去するために、セパレータ膜を超音波洗浄することにより達成することができる。いくつかの例では、セパレータ膜の取り扱い、ラミナーフローフード又は少なくともクラス10,000のクリーンルームのような好適な低粒子環境内で行われてもよい。更に、フロートガラス基板は、適切な溶媒、超音波洗浄、及び／又はきれいなルームワイプで拭き取ることによって、粒子を含まないものにされてもよい。

10

【0099】

微多孔性ポリオレフィンセパレータ膜をフロートガラスキャリアに積層する機械的な目的で、多種多様な低揮発性液体を使用することができるが、別個のセパレータ形状の後続レーザー切断を容易にするために、この液体には具体的な要件が課せられる場合がある。要件の1つは、この液体が、セパレータ材料の孔に染み込むほど十分に低い表面張力を有し、それを目視検査で確認することができることであり得る。いくつかの例では、セパレータ材料は、液体が材料のマイクロ細孔を充填すると、白色から半透明の外観に変化する。セパレータの調製及び切断作業に曝されることになる作業者にとって無害で「安全」であり得る液体を選択することが望ましくあり得る。加工の時間スケール（約1日）中に相当量の蒸発が生じないように、蒸気圧が十分に低くあり得る液体を選択することが望ましくあり得る。最後に、いくつかの例では、液体は、レーザー切断作業を促進することができる有利な紫外線吸収剤を溶解するのに十分な溶媒和力を有してもよい。一例では、アボベンゾン紫外線吸収剤の12%（w/w）ベンジルベンゾエート溶液は上記要件を満たすことができ、かつ、高精度及び高い耐性で迅速に、切断用レーザービームの通過回数が過剰になることなく、ポリオレフィンセパレータのレーザー切断を促進するのに役立ち得る。いくつかの例では、セパレータは、8W 355nmナノ秒ダイオード励起固体レーザーで、このアプローチを用いて切断されてもよく、その場合レーザーの設定は、低電力損失（例えば3パーセント電力）、1~10mm/秒の適度な速度、及びレーザービームの通過は1~3回だけとすることができる。この紫外線吸収性油状組成物は、効果的な積層及び切断加工助剤であることが証明されているが、当業者であれば他の油性製剤を想定することができ、これを制限なく使用することができる。

20

30

【0100】

いくつかの例では、セパレータは、フロートガラスに固定された状態で切断されてもよい。フロートガラスに固定した状態でセパレータをレーザー切断することの利点の1つは、半導体ダイがシリコンウェハ上に密に配列され得るのと同様に、非常に高い数密度のセパレータを1枚のセパレータストックシートから切断することができることである。かかるアプローチは、半導体プロセスに固有の大量生産による生産コストの削減及び並列処理の利点をもたらすことができる。更に、セパレータ膜のスクラップが生じる可能性が最小限に抑えられ得る。セパレータが切断されると、混和性溶媒を用いる一連の抽出工程により、油性液体である加工助剤を除去してもよく、最後の抽出は、いくつかの例では、イソプロピルアルコールなどの高揮発性溶媒を用いて行われてもよい。個々のセパレータは、抽出されると、任意の好適な低粒子環境内で無期限に保管されてもよい。

40

【0101】

前述したように、ポリオレフィンセパレータ膜は、本質的に疎水性であり得、本発明の電池内で使用する水溶性界面活性剤に対して湿潤性を有する状態にする必要があり得る。セパレータ膜を湿潤性にするアプローチの1つは、酸素プラズマ処理であり得る。例えば、セパレータを、酸素100%のプラズマ中で、様々な電力設定及び酸素流量にて、1~5分間処理してもよい。このアプローチは、湿潤性を一時的に改善することができるが、プラズマ表面改質は一過性の効果をもたらすことが既知であり得、この効果は、電解質溶液で確実に湿潤するのに十分なだけ長く続かない場合がある。セパレータ膜の湿潤性を改

50

善するための別のアプローチは、膜に好適な界面活性剤を組み込むことによって表面を処理することであり得る。場合によっては、界面活性剤は親水性ポリマーコーティングと共に使用してもよく、このコーティングは、セパレータ膜の孔内部に留まる。

【0102】

酸化プラズマ処理によって付与された親水性をより永続的にするための別のアプローチは、好適な親水性オルガノシランでの後続処理であり得る。このように、酸素プラズマを用いて、微多孔性セパレータの全表面面積全体に官能基を付与しかつ活性化することができる。次に、プラズマ処理された表面にオルガノシランを共有結合させてもよい及び／又は非共有的に付着させてもよい。オルガノシランを用いる例では、微多孔性セパレータの固有多孔性を認め得るほどに変化させることはできず、単層で表面を被覆することも可能であり、かつ望ましくあり得る。ポリマーコーティングと共に界面活性剤を組み込む従来技術の方法は、膜に塗布されるコーティングの実際の量を厳密に制御する必要があるが得、したがってプロセス変動を受ける可能性がある。極端な事例では、セパレータの孔がブロックされ、それにより電気化学セルの動作中にセパレータの有用性に悪影響が及ぶ可能性がある。本開示で有用な例示的なオルガノシランは、（３-アミノプロピル）トリエトキシシランであり得る。親水性オルガノシランは当業者に既知であり、制限なく使用することができる。

10

【0103】

セパレータ膜を水性電解質にして湿潤性にするための更に別の方法は、好適な界面活性剤を電解質製剤に組み込むことであり得る。セパレータ膜を湿潤性にするための界面活性剤を選択する際の考慮事項の１つは、界面活性剤が、例えば、セルの電気インピーダンスを上昇させることにより、電気化学セル内の１つ又は複数の電極の活性に与える可能性がある影響であり得る。場合によっては、界面活性剤は、特に水性電解質中のアノードが亜鉛の場合に、有利な防食性を有し得る。亜鉛は、水と緩徐に反応して水素ガスを放散させることで知られる材料の例であり得、これは望ましくない場合がある。この反応の速度を有利なレベルまで制限する多くの界面活性剤が、当業者には既知であり得る。他の事例では、界面活性剤は亜鉛電極表面と強く相互作用するので、電池性能を阻害する場合がある。したがって、セルの電気化学的性能に悪影響を及ぼすことなくセパレータの湿潤性を確実に得ることができるように、界面活性剤の適切な種類及び充填レベルを選択する際には、多くの注意を払う必要がある。場合によっては、セパレータ膜に湿潤性を付与するために存在するものもあれば、亜鉛アノードに対する防食性を促進するために存在するものもあるといったように、複数の界面活性剤を使用してもよい。一例では、セパレータ膜に親水化処理が施され、セパレータ膜を湿潤性にするのに十分な量の界面活性剤又は複数の界面活性剤が電解質配合物に添加される。

20

30

【0104】

別個のセパレータを管状超小型電池内に、管アセンブリの１又は両側の一部内に直接配置することによって統合してもよい。

【0105】

重合電池素子セパレータ

いくつかの電池設計では、（前項で説明した）個々のセパレータの使用は、非限定的な例として、コスト、材料の入手可能性、材質、又はいくつかの材料選択肢に関する加工の複雑性といった様々な理由から、不可能な場合がある。

40

【0106】

均一で機械的に頑丈な現場成形セパレータを得る方法は、UV硬化性ヒドロゲル配合物を使用することであり得る。多くの水透過性ヒドロゲル配合物が、種々の業界（例えば、コンタクトレンズ業界）において既知であり得る。コンタクトレンズ業界において一般的なヒドロゲルの例は、ポリ（ヒドロキシエチルメタクリレート）架橋ゲル、又は単にpHEMAであり得る。本発明の多くの用途に関し、pHEMAは、ル克蘭シェ及び亜鉛炭素電池で使用するのに多くの魅力的な特性を有する場合がある。pHEMAは、典型的には、約0.7MPa（100psi）以上の弾性率を維持しながら、水和状態において約

50

30～40パーセントの含水量を維持することができる。更に、当業者であれば、追加の親水性モノマー（例えばメタクリル酸）又はポリマー（例えばポリビニルピロリドン）成分を組み込むことによって、架橋ヒドロゲルの弾性率及び含水量特性を調整することができる。このようにして、ヒドロゲルの含水量、又はより具体的には、イオン透過性を、配合によって調整することができる。

【0107】

特に有利な点として、いくつかの例では、注型可能及び重合可能なドロゲル配合物は、加工を容易にするために、1つ又は複数の希釈剤を含有してもよい。希釈剤は、注型可能な混合物を空洞内にスキージした後、揮発性溶媒成分を除去するのに十分な乾燥時間が可能となり得るように、揮発性であるように選択することができる。乾燥後、選択した光開始剤（CGI 819など）に適した波長（420nmの青色／UV光など）の化学線に曝露することによって、バルク光重合を開始してもよい。揮発性希釈剤は、重合性材料の均一層を空洞内に注型成形するのを容易にするように、望ましい塗布時の粘度をもたらし、役に立ち得る。揮発性希釈剤はまた、特に強い極性のモノマーを配合物に組み込む場合に、有益な表面張力低減効果をもたらし、空洞内への重合性材料の均一層の注型成形を達成するために重要であり得る別の態様は、塗布時の粘度であり得る。一般的な低モル質量の反応性モノマーは、典型的には、粘度があまり高くなく、典型的にはわずか数センチポアズであり得る。注型可能かつ重合可能なセパレータ材料の粘度を有利に制御する目的で、重合性材料と適合性があることで知られている高モル質量のポリマー成分を選択して、配合物に組み込んでもよい。例示的な配合物への組み込みに適し得る高モル質量のポリマーの例としては、ポリビニルピロリドン及びポリエチレンオキシドを挙げることができる。

【0108】

いくつかの例では、注型可能かつ重合可能なセパレータは、前述したように、設計された空洞に有利に塗布することができる。代替例では、重合時に空洞が存在しなくてもよい。代わりに、注型可能かつ重合可能なセパレータ配合物を電極含有基板（例えば、パターニングして亜鉛めっきを施した黄銅）にコーティングした後、続いてフォトリソマスクを使用して化学線に曝露して、標的領域内のセパレータ材料を選択的に重合させてもよい。次に、適切なすすぎ溶媒に曝露することにより、未反応のセパレータ材料を除去することができる。これらの例では、セパレータ材料は、フォトリソ可能なセパレータとして設計され得る。

【0109】

多成分セパレータ配合物

本発明の例により有用であるセパレータは、その機能にとって重要であり得る多くの特性を有し得る。いくつかの例では、セパレータは望ましくは、セパレータの両側の層が互いに物理的に接触しないように、物理的な障壁を生成するような様式で形成され得る。したがって層は、様々な理由により薄層が望ましい一方で、空隙又はギャップのない層が必要であるため、均一な厚さという重要な特性を有し得る。これに加えて、薄層は、イオンが自由に流れることができるように高い透過性を有するのが望ましくあり得る。更に、セパレータは、セパレータの機械的特性を最適化するのに最適な水のとりこみを必要とする。したがって、配合物は、架橋成分、親水性ポリマー成分、及び溶媒成分を含有し得る。

【0110】

架橋剤は、2つ以上の重合可能な二重結合を有するモノマーであり得る。好適な架橋剤は、2つ以上の重合可能な官能基を化合物であり得る。好適な親水性架橋剤の例としては、2つ以上の重合可能な官能基、並びに親水性官能基（例えば、ポリエーテル、アミド、又はヒドロキシル基）を有する化合物を含み得る。具体的な例としては、TEGDMA（テトラエチレングリコールジメタクリレート）、TrEGDMA（トリエチレングリコールジメタクリレート）、エチレングリコールジメタクリレート（EGDMA）、エチレンジアミンジメタクリルアミド、グリセロール、ジメタクリレート、及びこれらの組み合わせが挙げられ得る。

【0111】

いくつかの例で使用され得る架橋剤の量は、例えば、反応混合物内の反応性構成成分100グラム当たり、約0.000415～約0.0156モルの範囲であり得る。使用される親水性架橋剤の量は一般的に、約0～約2重量%、及び例えば、約0.5～約2重量%であり得る。反応性混合物の粘度を増加させることができ、及び／又は遅反応性親水性モノマーとの水素結合の度合いを増加させることができる、親水性ポリマー成分（例えば、高分子量親水性ポリマー）が望ましい場合がある。

【0112】

高分子量親水性ポリマーによって、湿潤性の向上が得られ、いくつかの例では、本発明のセパレータに対する湿潤性が向上し得る。非限定的な例では、高分子量親水性ポリマーは、水素結合受容体であると考えられ、これは水生環境において水と水素結合し、よって効果的により親水性となる。水の非存在下では、反応混合物中への親水性ポリマーの組み込みが促進され得る。具体的に指定された高分子量親水性ポリマーの他に、任意の高分子量ポリマーが本発明で有用であることが、もし次であるならば予想され得る。すなわち、当該ポリマーを例示的なシリコンハイドロゲル配合物に加えたときに、親水性ポリマーが（a）反応性混合物から実質的に相分離せず、また（b）結果として生じる硬化ポリマーに湿潤性を与える場合である。

10

【0113】

いくつかの例では、高分子量親水性ポリマーは、処理温度で希釈剤中に溶解可能であり得る。水、又はイソプロピルアルコール（IPA）などの水溶性希釈剤を使用する製造プロセスは、プロセスが単純で低コストであることから、望ましい例であり得る。これらの例では、処理温度において水溶性である、高分子量親水性ポリマーもまた、望ましい例であり得る。

20

【0114】

高分子量親水性ポリマーの例としては、ポリアミド、ポリラクトン、ポリイミド、ポリラクタム、並びに、例えばPVP及びそのコポリマー、あるいは、比較的少ないモル量のHEMAのようなヒドロキシル官能性のモノマーと共にDMAを共重合してからその得られたコポリマーのヒドロキシル基をラジカルな重合性の基を含む材料と共に反応させることにより官能性化されているDMAのような、官能性化したポリアミド、ポリラクトン、ポリイミド、ポリラクタムを挙げることができるが、これらに限定されない。高分子量親水性ポリマーとしては、ポリ-N-ビニルピロリドン、ポリ-N-ビニル-2-ピペリドン、ポリ-N-ビニル-2-カプロラクタム、ポリ-N-ビニル-3-メチル-2-カプロラクタム、ポリ-N-ビニル-3-メチル-2-ピペリドン、ポリ-N-ビニル-4-メチル-2-ピペリドン、ポリ-N-ビニル-4-メチル-2-カプロラクタム、ポリ-N-ビニル-3-エチル-2-ピロリドン、及びポリ-N-ビニル-4,5-ジメチル-2-ピロリドン、ポリビニルイミダゾール、ポリ-N-N-ジメチルアクリルアミド、ポリビニルアルコール、ポリアクリル酸、ポリエチレンオキシド、ポリ-2-エチルオキサゾリン、ヘパリンポリサッカリド、ポリサッカリド、これらの混合物及びコポリマー（ブロック又はランダム状、分枝状、多数鎖状、くし形状、又は星形状を含む）を挙げることができるがこれらに限定されない。ポリ-N-ビニルピロリドン（PVP）が特に望ましい例であり得、その場合、PVPは、内部浸透性の網状構造を形成するためにヒドロゲル組成物に添加されており、この網状構造は低い表面摩擦性及び低い脱水速度を示す。

30

40

【0115】

当該技術分野において一般的に既知であり得る追加の成分及び添加剤を含むこともできる。添加剤としては、紫外線吸収性化合物、CGI 819などの光開始剤、反応性着色剤、抗菌性化合物、顔料、光発色剤、剥離剤、及びこれらの組み合わせ等を挙げることができるが、これらに限定されない。

【0116】

これらの種類のセパレータに関連する方法はまた、CGI 819を受容することと、次にPVP、HEMA、EGDMA、及びIPAと混合することと、次に熱源又は光子へ

50

の曝露によって、得られた混合物を硬化することと、を含み得る。いくつかの例では、光子への曝露は、光子のエネルギーが、電磁スペクトルの紫外部において生じる波長と一致する場合に実施してもよい。重合反応において一般的に実施される他の重合開始方法は、本発明の範囲内である。

【0117】

相互接続

相互接続により、外部回路と接続された電池との間を電流が流れることができてもよい。そのような相互接続は、電池の内部環境及び外部環境と接続することができ、これら環境の間の境界又は封止部を越えることができる。これらの相互接続は、外部回路との接続を形成し、電池封止部を通過した後、電池内の集電体と接続するトレースと見なすことができる。そのため、これらの相互接続はいくつかの要件を有し得る。電池外部において、相互接続は、典型的なプリント回路トレースに類似していてもよい。トレースは他のトレースとはんだ付けされるか、ないしは別の方法で接続されてもよい。電池が集積回路を含む回路基板とは別の物理的要素である例では、電池相互接続により外部回路との接続が可能となってもよい。この接続は、はんだ付け、導電性テープ、導電性インク若しくは導電性エポキシ、又は他の手段で形成されてもよい。相互接続トレースは、電池外部の環境に耐える（例えば、酸素の存在下で腐食しない）必要があり得る。

10

【0118】

相互接続部は電池封止部を貫通するので、相互接続が封止部と共存し、かつ封止を可能にすることが非常に重要であり得る。封止部と電池パッケージとの間で必要となり得る接着に加えて、封止部と相互接続部との間の接着が必要となり得る。電池内部の電解質及び他の材料の存在下では、封止完全性が維持される必要があり得る。相互接続部は、典型的には、金属性であり、電池パッケージングの破損点として知られている場合がある。電位及び／又は電流の流れにより、電解質が相互接続部に沿って「クリープ」する傾向が増大する場合がある。したがって、相互接続は、封止完全性を維持するように設計する必要があり得る。

20

【0119】

電池内部において、相互接続は、集電体と相互作用してもよく、又は集電体を実際に形成してもよい。この点で、相互接続は、本明細書に記載する集電体の要件を満たす必要があり得るか、又はかかる集電体と電氣的接続を形成する必要があり得る。

30

【0120】

相互接続部及び集電体の候補となる1つの部類は、金属箔である。そのような金属箔は、25マイクロメートル以下の厚さで利用可能であり、この厚さにより金属箔は、非常に薄型の電池に適したものとなる。そのような箔はまた、低表面粗さ及び低汚染の状態で得ることができ、これら2つの要素は電池性能にとって重要であり得る。箔としては、亜鉛、ニッケル、黄銅、銅、チタン、他の金属、及び種々の合金を挙げることができる。

【0121】

集電体及び電極

集電体及び電極設計の多くは、集電体及び電極を形成するために側壁上に金属膜を堆積させることによって又は金属ワイヤを基板として用いることによって形成されると想定される。これらの例は例示されている。それにもかかわらず、管電池形式において他の集電体又は電極設計を用いるいくつかの設計が存在する場合がある。

40

【0122】

亜鉛炭素電池及びルクレンシェ電池のいくつかの例では、カソード集電体は、焼結した炭素棒であってもよい。この種の材料は、本発明の薄型電気化学セルの技術的障害に直面する場合がある。いくつかの例では、印刷されたカーボンインクが、薄型電気化学セルにおいて、焼結した炭素棒の代わりにカソード集電体で使用される場合があり、これらの例では、得られる電気化学セルに有意な損害を与えることなく、得られる装置を形成することができる。典型的には、上記カーボンインクは、ポリマー膜、又は場合によっては金属箔を含み得るパッケージング材料に直接適用することができる。パッケージング膜が金属

50

箔であり得る例では、カーボンインクは、下にある金属箔を、電解質による化学的な劣化及び／又は腐食から保護する必要がある。更に、これらの例では、カーボンインク集電体は、電気化学セルの内側から電気化学セルの外側まで電気を伝導する必要がある。なので、カーボンインクの周り又は全体の封止を必要とする。

【0123】

カーボンインクはまた、有限の比較的薄い（例えば、 $10 \sim 20 \mu\text{m}$ の）厚さを有する層に塗布されてもよい。パッケージ内部の総厚さがわずかに約 $100 \sim 150 \mu\text{m}$ であり得る薄型電気化学セル設計では、カーボンインク層の厚さは電気化学セルの総内容積のかなりの割合を占め、それによりセルの電気的性能にマイナスの影響を与える場合がある。更に、電池全体、特に集電体が薄いということは、集電体の断面積が小さいことを意味し得る。トレースの抵抗は、トレースの長さと共に増大し、断面積と共に低減するので、集電体の厚さと抵抗との間には直接代償が存在し得る。カーボンインクのパルク抵抗率は、薄型電池の抵抗要件を満たすには不十分であり得る。銀又は他の導電性金属を充填したインクはまた、抵抗及び／又は厚さを低下させると考えられるが、新規の電解質との不適合性といった新たな課題をもたらし得る。これらの要因を考慮すると、いくつかの例では、薄い金属箔を集電体として使用することによって、又は薄い金属膜を下にあるポリマーパッケージング層に適用して集電体として機能させることによって、本発明の高効率で高性能の薄型電気化学セルを実現するのが望ましくあり得る。そのような金属箔の固有抵抗は有意に低くあり得るので、印刷されたカーボンインクよりもはるかに薄い厚さで、電気的抵抗に関する要件を満たすのが可能となる。

【0124】

いくつかの例では、管形態のうちの1つ又は2つ以上を、電極及び集電体に対する基板として、又は集電体それ自体として用いてもよい。いくつかの例では、管形態の金属の表面に堆積物を形成してもよい。例えば、金属管部片は、スパッタリングされた集電体金属又は金属積層物に対する基板として機能してもよい。カソード集電体として有用な例示的な金属積層体は、Ti-W（チタン-タングステン）接着層及びTi（チタン）導体層であり得る。アノード集電体として有用な例示的な金属積層体は、Ti-W接着層、Au（金）導体層、及びIn（インジウム）蒸着層であり得る。PVD層の厚さは、合計で 500 nm 未満であってもよい。金属の多層を用いる場合、電気化学的特性及びバリア特性は電池と適合している必要がある。例えば、導電体の厚い層を成長させるために、シード層の上に銅を電気めっきしてもよい。銅の上に追加の層をめっきしてもよい。しかしながら、銅は、特に亜鉛の存在下において、特定の電解質と電気化学的に不適合であり得る。したがって、電池内の層として銅を使用する場合、電池電解質から銅を十分に隔離する必要がある。あるいは、銅を除外してもよく、又は他の金属で置き換えてもよい。

【0125】

また多くの材料から形成されるワイヤを用いて、集電体、及び／又は電極に対する基板を形成してもよい。いくつかの例では、金属導体が絶縁体材料、例えばガラス又はセラミックスに進入して、絶縁された集電体接触をもたらしてもよい。いくつかの例では、ワイヤは、チタンで作製されてもよい。他の例では、他の卑金属（例えば、限定することなく、アルミニウム、タングステン、銅、金、銀、プラチナ）を用いてもよく、また表面膜を適用してもよい。

【0126】

カソード混合物及び堆積

本発明の概念と一致し得る多数のカソード化学物質混合物が存在し得る。いくつかの例では、電池のカソードを形成するために用いられる化学配合物を表す用語であり得るカソード混合物は、ペースト、ゲル、懸濁液、又はスラリーとして適用されてもよく、かつ、二酸化マンガンなどの遷移金属酸化物、例えば、カーボンブラック又は黒鉛のような導電性粉末の形態であり得るある種の形態の導電性添加剤、及びポリビニルピロリドン（PVP）又は他の何らかの結合剤添加物などの水溶性ポリマーを含み得る。いくつかの例では、結合剤、電解質塩、腐食防止剤、水又は他の溶媒、界面活性剤、レオロジー変性剤、及

び導電性ポリマーなどの他の導電性添加剤のうちの1つ又は2つ以上の他の成分が含まれてもよい。カソード混合物は、配合されて適切に混合されると、セパレータ及び／又はカソード集電体の所望部分の上に分配することができるか、あるいは同様のやり方でスキージによりスクリーン又はステンシルに通すことができる、望ましいレオロジーを有することができる。いくつかの例では、カソード混合物は、後のセル組み立て工程で使用する前に乾燥させてもよいが、他の例では、カソードは、電解質成分の一部又は全てを含んでもよく、選択した含水量まで部分的に乾燥させるだけであってもよい。

【0127】

遷移金属酸化物は、例えば、二酸化マンガンであってもよい。カソード混合物で用いることができる二酸化マンガンは、例えば、電解二酸化マンガン（EMD）であり得、その理由は、この種の二酸化マンガンから得られる比エネルギーが、天然二酸化マンガン（NMD）又は化学二酸化マンガン（CMD）などの他の形態と比べて有利に付加的であることによる。更に、本発明の電池で有用なEMDは、堆積可能又は印刷可能なカソード混合物ペースト／スラリーをもたらしことができる粒径及び粒径分布を有する必要がある。具体的には、EMDを処理して、電池の内寸、セパレータ厚さ、分注チップの直径、ステンシル開口部寸法、又はスクリーンメッシュ寸法などの他の特徴部に対して大きいと考えられ得る、著しく大きな粒子成分を除去してもよい。また、粒径の最適化を用いて、電池性能（例えば、内部インピーダンス及び放電能）を改善してもよい。

【0128】

ミル粉碎は、固体材料をある平均粒径からより小さい平均粒径まで、粉碎、摩砕、切断、振動、又は他のプロセスによって小さくすることである。またミル粉碎を用いて、有用な材料をマトリックス材（有用な材料が埋め込まれている場合がある）から解放して、鉱物を選鉱してもよい。ミルは、摩砕、粉碎、又は切断によって固体材料を壊して、より小さい部片にする装置である。ミル粉碎のための手段がいくつか存在し、これらの手段で処理される多様な材料が存在し得る。そのようなミル粉碎手段としては、他のミル粉碎の代替手段の中でも、ボールミル、ビーズミル、乳鉢と乳棒、ローラプレス、及びジェットミルを挙げることができる。ミル粉碎の一例は、ジェットミル粉碎であり得る。ミル粉碎の後、固体の状態（例えば、粒径、粒径配列、及び粒子形状）が変化する。凝集体をミル粉碎する工程はまた、凝集体から混入物又は水分を除去又は分離して、移送又は構造物充填に先立って「乾燥充填物」を作製するために用いられてもよい。一部の機器は、粒径が最小粒径及び最大粒径の両方によって限定された粒子の混合物に固体材料を分類するために、種々の技術を組み合わせることができる。かかる加工は、「分級」又は「分類」と呼ばれる場合がある。

【0129】

ミル粉碎は、カソード混合物成分の粒径分布を均一にするための、カソード混合物の製造の一態様であり得る。カソード混合物中の均一な粒径は、カソードの粘度、レオロジー、電気伝導性、及び他の特性を補助することができる。ミル粉碎は、カソード混合物成分の凝集、つまり塊集を制御することによって、これらの特性を補助することができる。凝集（異種要素のクラスタリング。カソード混合物の場合には、炭素同素体及び遷移金属酸化物であり得る）は、所望のカソード空洞内に空隙を残すことによって充填プロセスに悪影響を与える場合がある。これを、以下で詳細に説明する図11A～11Bに例示する。

【0130】

また、濾過は、凝集した又は望ましくない粒子を除去するための、別の重要な工程であり得る。望ましくない粒子としては、大き過ぎる粒子、混入物、又は調製プロセスにおいて明示的に理由が与えられない他の粒子を挙げることができる。濾過は、濾紙濾過、真空濾過、クロマトグラフィー、精密濾過、及び他の濾過手段といった手段によって達成され得る。

【0131】

いくつかの例では、EMDは、7マイクロメートルの平均粒径を有してもよく、大径粒子の含有量は、最大約70マイクロメートルまでの粒子を含み得る。代替例では、大径粒

10

20

30

40

50

子の含有量を一定の閾値未満（例えば、25マイクロメートル以下）に限定するために、EMDをふるいにかけて、更に粉碎し、ないしは別の方法で分離又は処理してもよい。

【0132】

またカソードは、酸化銀、塩化銀、又はオキシ水酸化ニッケルを含んでもよい。かかる材料は、二酸化マンガンを比べて、容量を増大させ、かつ放電時の負荷時電圧の低下を少なくすることができ、これらは共に電池において望ましい特性である。これらのカソードベースの電池は、業界及び文献に見られる現行例を有し得る。二酸化銀カソードを用いる新規の超小型電池は、生体適合性電解質（例えば、水酸化カリウムの代わりに塩化亜鉛及び／又は塩化アンモニウムを含むもの）を含んでもよい。

【0133】

カソード混合物のいくつかの例は、ポリマー結合剤を含んでもよい。結合剤は、カソード混合物においていくつかの機能を果たすことができる。結合剤の主要機能は、EMD粒子と炭素粒子との間に、粒子間の十分な電氣的ネットワークを作り出すことであり得る。結合剤の2つ目の機能は、カソード集電体に対する機械的接着及び電氣的接触を促進することであり得る。結合剤の3つ目の機能は、有利に分配及び／又はステンシリング／スクリーニングするために、カソード混合物のレオロジー特性に影響を与えることであり得る。更に、結合剤の4つ目の機能は、カソード内への電解質の吸い上げ及び分布を向上させることであり得る。

【0134】

結合剤ポリマーの選択並びに使用する量は、本発明の電気化学セルにおけるカソードの機能にとって有益であり得る。使用する電解質に結合剤ポリマーが可溶性であり過ぎる場合には、結合剤の主要機能（即ち、電氣的導通）は、セルが機能しなくなる程度まで大幅な影響を受け得る。これに対して、使用する電解質に結合剤ポリマーが不溶性であり過ぎる場合には、EMDの一部は電解質からイオンの絶縁され、その結果、容量低下、開回路電圧の低下、及び／又は内部抵抗の上昇など、セル性能が衰える。

【0135】

結合剤は、疎水性であってもよく、また親水性であってもよい。本発明に有用な結合剤ポリマーの例は、とりわけ、PVP、ポリイソブチレン（PIB）、スチレン末端ブロックを含むゴムのようなトリブロックコポリマー（例えばKraton Polymersによって製造されるもの）、スチレンブタジエンラテックスブロックコポリマー、ポリアクリル酸、ヒドロキシエチルセルロース、カルボキシメチルセルロース、フルオロカーボン固体、例えばポリテトラフルオロエチレン、セメント、例えばポルトランドセメントを含む。

【0136】

溶媒は、カソード混合物の1つの構成要素であり得る。溶媒は、カソード混合物を湿潤させるのに有用であり得、それにより混合物の粒子分布を助けることができる。溶媒の一例はトルエンであり得る。界面活性剤もまた、カソード混合物の湿潤（したがって分布）に有用であり得る。界面活性剤の一例は、洗剤、例えばトリトン（商標）QS-44（Dow Chemical Companyから入手可能）であってもよい。トリトン（商標）QS-44は、カソード混合物中の凝集された成分の解離を助けて、カソード混合物成分のより一様な分布を可能にする場合がある。

【0137】

導電性炭素は、典型的には、カソードの作製に使用され得る。炭素は、多くの同素体、又は異なる構造修飾を形成することができる。異なる炭素同素体は、電気伝導率の変動を可能にする異なる物理特性を有する。例えば、カーボンブラックの「弾力性」は、集電体へのカソード混合物の貼着を助けることができる。しかしながら、必要となるエネルギー量が比較的小さい通電素子では、これらの電気伝導率の変動は、他の特性の中でも特に、密度、粒径、熱伝導率、及び相対的統一性などの他の有利な特性と比べて、あまり重要ではない場合がある。炭素同素体の例としては、ダイヤモンド、黒鉛、グラフェン、比結晶質炭素（非公式にはカーボンブラックと呼ばれる）、バックミンスターフラーレン、ガラ

10

20

30

40

50

ス状炭素（ガラス質炭素とも呼ばれる）、カーボンエアロゲル、及び電気を通すことができる他の可能な形態の炭素が挙げられる。炭素同素体の一例は黒鉛であり得る。

【0138】

いくつかの例では、カソードを管壁又はワイヤ形態カソードコレクタ上に堆積させてもよい。管壁及びワイヤは、いくつかの例では金属製であってもよく、その上にカソード化学物質、例えば、二酸化マンガンを電着されてもよい。他の例では、電解二酸化マンガンのコーティングをカソードコレクタ上に形成してもよい。

【0139】

アノード及びアノード腐食防止剤

本発明の管電池に対するアノードは、例えば、亜鉛を含んでもよい。従来の亜鉛炭素電池では、亜鉛アノードは物理的に缶の形態をとることができ、その中に電気化学セルの内容物を収容することができる。本発明の電池では、亜鉛缶は一例であり得るが、超小型電池設計を実現するために望ましい形状を提供することができる、他の物理的形態の亜鉛が存在する場合がある。

【0140】

亜鉛の電気めっきは、例えば、金属部品の保護コーティング又は美観用コーティングなどの多くの産業における用途におけるプロセスタイプである。いくつかの例では、電気めっき亜鉛は、本発明の電池に有用な薄型の共形アノードを形成するために使用することができる。更に、電気めっき亜鉛は、設計意図に応じて多くの異なる構成でパターン化される場合がある。電気めっき亜鉛をパターンニングするための容易な手段は、フォトマスク又は物理的なマスクを用いた加工であり得る。フォトマスクにおける場合では、フォトレジストが導電性基板に塗布されてもよく、続いてこの基板上に亜鉛をめっきすることができる。次に、フォトマスクを用いてフォトレジストに所望のめっきパターンを投影し、それによってフォトレジストの選択領域を硬化させることができる。次に、適切な溶媒及び清掃技術を用いて、未硬化のフォトレジストを除去することができる。こうして、導電材料のパターン領域を得て、このパターン領域上に亜鉛電気めっき処理を施すことができる。この方法は、めっきされる亜鉛の形状又は設計に利益をもたらすことができるが、この技法は、セルパッケージ構造体全体に対して拘束性を有し得る、入手可能なフォトパターンニング可能な材料を使用することを必要とし得る。したがって、本開示の超小型薄型電池のいくつかの設計を実現するために、亜鉛をパターンニングするための新しい新規の方法が必要とされ得る。

【0141】

亜鉛用マスクを配置した後に、1つ又は2つ以上の金属材料の電気めっきを行ってもよい。いくつかの例では、亜鉛を、黄銅などの電気化学的に適合性のあるアノード集電体箔上に直接電気めっきしてもよい。アノード側のパッケージングがポリマー膜又は多層ポリマー膜を含み、この膜の上にシードメタライゼーション（シード／種子メタライゼーション）が適用されている代替設計例では、亜鉛、及び／又は亜鉛を堆積させるために使用するめっき溶液が、下にあるシードメタライゼーションと化学的に適合性がない場合がある。適合性の欠落は、膜の亀裂、腐食、及び／又はセル電解質と接触した際の H_2 発生の悪化として顕在化し得る。そのような場合、シード金属に追加の金属を塗布して、システムの全体的な化学的適合性の改善に影響を与えてもよい。電気化学セル構造体において特に有用性を見出すことができる金属の1つは、インジウムであり得る。インジウムは、電池グレードの亜鉛において合金化剤として広く使用することができ、その主な役割は、電解質の存在下で亜鉛に防食性をもたらすことである。いくつかの例では、インジウムは、Ti-W及びAuなどの様々なシードメタライゼーション上に首尾良く堆積させることができる。上記シードメタライゼーション層上に得られる1～3 μm のインジウム膜は、低応力であり、接着性であり得る。このようにして、アノード側のパッケージング膜、及びインジウム最上層を有する取り付けられた集電体は、応従可能で耐久性があってもよい。いくつかの例では、インジウム処理の施された表面上に亜鉛を堆積させることが可能であり得るが、得られる堆積物は非常に不均一で小塊を有する場合がある。この影響は、低電流

10

20

30

40

50

密度設定（例えば、20アンペア毎平方フィート（ASF））で起こり得る。顕微鏡で見ると、下にある滑らかなインジウム堆積物上に亜鉛の小塊が形成されているのを観察することができる。ある種の電気化学セル設計において、亜鉛アノード層のための垂直空間許容度は、最大で約5～10マイクロメートル厚さであり得るが、いくつかの例では、亜鉛めっきに低電流密度を用いる場合があり、その結果生じる小塊の成長は、アノードの最大垂直厚さよりも高くなる可能性がある。亜鉛小塊の成長は、インジウムの過電圧が高いことと、インジウムの酸化物層の存在が組み合わさることにより生じる可能性がある。

【0142】

いくつかの例では、より高い電流密度でのDCめっきにより、インジウム表面上の比較的大きな亜鉛小塊成長パターンを克服する場合がある。例えば、100ASFめっき条件は小塊亜鉛を生じさせ得るが、亜鉛小塊の寸法は、20ASFめっき条件と比べて著しく縮小され得る。更に、小塊の数は、100ASFめっき条件下で非常に多くなり得る。得られる亜鉛膜は、最終的には、約5～10マイクロメートルの垂直空間許容度を満たしながらも、小塊成長の残存特徴を若干有する、ほぼ均一な層へと融合することができる。

【0143】

電気化学セルにおけるインジウムの付加利益は、亜鉛を含有する水性電気化学セルで起こる緩徐なプロセスであり得る、 H_2 形成の減少であり得る。インジウムは、アノード集電体のうちの1つ又は2つ以上に、共めっき合金化成分としてアノード自体に、又は電気めっき亜鉛上の表面コーティングとして、有利に塗布され得る。後者の場合、インジウム表面コーティングは、三塩化インジウム又は酢酸インジウムなどの電解質添加剤を通じてその場で塗布されるのが望ましくあり得る。そのような添加剤が低濃度で電解質に添加され得る場合、インジウムは、露出している亜鉛表面、並びに露出しているアノード集電体の一部に、自然発生的にめっきされ得る。

【0144】

市販の一次電池で一般に使用されている亜鉛及び類似のアノードは、典型的には、シート、ロッド、及びペーストの形態で入手できる。小形生体適合性電池のアノードは、同様な形態のもの（例えば薄箔）であってもよく、又は前述したようにめっきされてもよい。このアノードの特性は、例えば、加工及びめっきプロセスに起因する汚染物質又は表面仕上げが異なるため、既存の電池の特性と著しく異なり得る。したがって、電極及び電解質は、容量、インピーダンス、及び有効寿命要件を満たす特別な工業技術を必要とし得る。例えば、電極性能を最適化するために、特別なめっきプロセスパラメータ、めっき浴組成、表面処理、及び電解質組成が必要であり得る。

【0145】

電池アーキテクチャ及び製作

電池アーキテクチャと製作技術は密接に関連し合っている場合がある。本発明の前項で説明したように、電池は、以下の要素：カソード、アノード、セパレータ、電解質、カソード集電体、アノード集電体、及び管形態収容部を有してもよい。いくつかの例では、設計は二重用途の構成要素を有してもよく、例えば、金属パッケージ缶又は管を用いて集電体を兼ねてもよい。相対容積及び厚さの観点から、これらの素子は、カソードを除き、ほぼ全て同じ容積であってもよい。いくつかの例では、機械的密度、エネルギー密度、放電効率、材料純度、並びに、結合剤、充填剤、及び導電剤の有無が有意に異なることから、電気化学システムは、カソードの容積の約2～10倍のアノードを必要とし得る。

【0146】

電池の生体適合性の側面

本発明による電池は、安全性及び生体適合性に関する重要な態様を有し得る。いくつかの例では、生物医学的装置は、典型的な使用例で求められるシナリオ以上の要件を満たす必要があり得る。いくつかの例では、設計的態様は、ストレスを与える事象に関連して考察され得る。例えば、電子コンタクトレンズの安全性は、レンズの挿入又は取り外しの際にユーザーがレンズを破壊した場合を考慮する必要があり得る。別の例では、設計的態様は、ユーザーの目に異物が当たる可能性を考慮してもよい。設計のパラメータ及び制約を

生じさせ得ると考えられるストレスの多い状況の更なる例は、非限定的な例では、水中環境又は高地環境のような厳しい環境においてユーザーがレンズを装着する可能性に関する場合がある。

【0147】

このような装置の安全性は、装置が形成される材料、装置を製造するときに用いられる材料の数量、及び装置を周囲の身体上又は身体内環境から分離するために適用されるパッケージングの影響を受ける場合がある。一例では、ペースメーカーは、電池を含む場合があり、かつ長期間にわたってユーザーの体内に埋め込まれる可能性がある、典型的な種類の生物医学的装置であり得る。いくつかの例では、かかるペースメーカーは、典型的には、溶接されたチタン気密エンクロージャで、又は他の例では、複数の封入層でパッケージ化される場合がある。新たに出現した電動式生物医学的装置は、パッケージング（特に電池パッケージング）に関する新たな課題を提示し得る。これらの新たな装置は、既存の生物医学的装置よりもかなり小さい場合があり、例えば、電子コンタクトレンズ又はピルカメラは、ペースメーカーよりも大幅に小さい場合がある。そのような例では、パッケージングのために利用可能な体積及び面積は、大幅に減少する可能性がある。限定された容積の利点は、材料及び化学物質の量を、本質的にユーザーへの曝露の可能性を安全限界値よりも低く制限するほど、大変少なくすることができることである。

10

【0148】

管ベースのアプローチは、特に密封封止を含む場合、生体適合性を高める手段をもたらす場合がある。各管構成要素は、材料の出入りに対する著しいバリアをもたらす場合がある。更に、本明細書で説明してきた密封封止プロセスの多くを用いて、優れた生体適合性を有する電池が形成される場合がある。

20

【0149】

コンタクトレンズスカート

いくつかの例では、生物医学的装置内に封入層を形成し得る好ましい封入材料は、シリコーン含有成分を含み得る。一例では、この封入層は、コンタクトレンズのレンズスカートを形成し得る。「シリコーン含有成分」とは、モノマー、マクロマー又はプレポリマー中に少なくとも1つの $[-Si-O-]$ 単位を含有するものである。好ましくは、総Si及び結合Oは、シリコーン含有成分中に、そのシリコーン含有成分の総分子量の約20重量%よりも多い、より好ましくは30重量%よりも多い量で存在する。有用なシリコーン含有成分は、好ましくは、アクリレート、メタクリレート、アクリルアミド、メタクリルアミド、ビニル、N-ビニルラクタム、N-ビニルアミド、及びスチリル官能基等の重合性官能基を含む。

30

【0150】

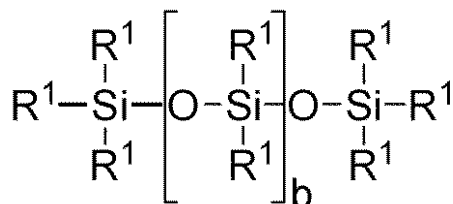
いくつかの例では、インサート封入層とも呼ばれる、インサートを取り囲む眼用レンズスカートが、標準ヒドロゲル眼用レンズ配合物から構成され得る。数々のインサート材料に対して許容可能な適合を提供することができる特徴を有した例示的な材料としては、Narafilconファミリー（Narafilcon A及びNarafilcon Bを含む）、及びEtafilconファミリー（Etafilcon Aを含む）が挙げられ得る。本明細書の技術と一致する材料の性質に関して、より技術的に包括的な説明が以下に続く。当業者であれば、記述された材料以外の他の材料もまた、封止及び封入される挿入物の許容可能なエンクロージャ又は部分的なエンクロージャを形成することができ、本請求項の範囲と一致しかつ本請求項の範囲内に含まれると見なされるべきであることを認識することができる。

40

【0151】

好適なシリコーン含有成分は、式Iの化合物を含み、

【化 1】



式中、

R¹は、独立して、一価の反応基、一価のアルキル基、又は一価のアリール基、ヒドロキシ、アミノ、オキサ、カルボキシ、アルキルカルボキシ、アルコキシ、アミド、カルバメート、カーボネート、ハロゲン、又はこれらの組み合わせから選択される官能基を更に含み得る前述のうちのいずれか、及びアルキル、ヒドロキシ、アミノ、オキサ、カルボキシ、アルキルカルボキシ、アルコキシ、アミド、カルバメート、ハロゲン、又はこれらの組み合わせから選択される官能基を更に含み得る1～100個のSi-O繰り返し単位を含む一価のシロキサン鎖から選択され、

式中、b = 0～500であり、bが0以外である場合、bは表示値と同等のモードを有する分布であると理解され、

少なくとも1つのR¹は、一価の反応基を含み、いくつかの例では、1～3つのR¹が一価の反応基を含む。

【0152】

本明細書で使用される「一価の反応性基」は、フリーラジカル及び／又はカチオン重合を受ける場合がある基である。フリーラジカル反応性基の非限定的な例としては、(メタ)アクリレート、スチリル、ビニル、ビニルエーテル、C₁～6アルキル(メタ)アクリレート、(メタ)アクリルアミド、C₁～6アルキル(メタ)アクリルアミド、N-ビニルラクタム、N-ビニルアミド、C₂～12アルケニル、C₂～12アルケニルフェニル、C₂～12アルケニルナフチル、C₂～6アルケニルフェニル、C₁～6アルキル、O-ビニルカルバメート、及びO-ビニルカーボネートが挙げられる。カチオン反応性基の非限定的な例としては、ビニルエーテル又はエポキシド基、及びこれらの混合物が挙げられる。一実施形態では、フリーラジカル反応性基には、(メタ)アクリレート、アクリルオキシ、(メタ)アクリルアミド、及びこれらの混合物が含まれる。

【0153】

好適な一価アルキル基及びアリール基としては、置換及び非置換のメチル、エチル、プロピル、ブチル、2-ヒドロキシプロピル、プロポキシプロピル、ポリエチレンオキシプロピル、これらの組み合わせなどの非置換の一価C₁～C₁₆アルキル基、C₆～C₁₄アリール基が挙げられる。

【0154】

一例では、bはゼロであり、1つのR¹は一価の反応基であり、少なくとも3つのR¹は、1～16個の炭素原子を有する一価のアルキル基から選択され、他の例では、1～6個の炭素原子を有する一価のアルキル基から選択される。この実施形態のシリコン成分の非限定例としては、2-メチルー、2-ヒドロキシ-3-[3-[1, 3, 3, 3-テトラメチルー1-[(トリメチルシリル)オキシ]ジシロキサニル]プロポキシ]プロピルエステル(「SiGMA」)、

2-ヒドロキシ-3-メタクリルオキシプロピルオキシプロピル-トリ(トリメチルシロキシ)シラン、

3-メタクリルオキシプロピルトリス(トリメチルシロキシ)シラン(「TRIS」)

、

3-メタクリルオキシプロピルビス(トリメチルシロキシ)メチルシラン、及び

3-メタクリルオキシプロピルペンタメチルジシロキサンが挙げられる。

【0155】

別の例では、bは、2～20、3～15であり、又はいくつかの例では、3～10であ

り、少なくとも一方の末端 R 1 が一価の反応性基を含み、残りの R 1 は、1～16 個の炭素原子を有する一価のアルキル基から選択され、別の実施形態では、1～6 個の炭素原子を有する一価のアルキル基から選択される。更に別の一実施形態では、b が 3～15 であり、一方の末端 R 1 が一価の反応性基を含み、もう一方の末端 R 1 が 1～6 の炭素原子を有する一価のアルキル基を含み、残りの R 1 が 1～3 個の炭素原子を有する一価のアルキル基を含む。本実施形態のシリコン成分の非限定例としては、(モノー(2-ヒドロキシ-3-メタクリルオキシプロピル)-プロピルエーテル末端のポリジメチルシロキサン(400～1000 MW)) (「OH-mPDMS」)、モノメタクリルオキシプロピル末端のモノ-n-ブチル末端のポリジメチルシロキサン(800～1000 MW)、(「mPDMS」) が挙げられる。

10

【0156】

別の例では、b は 5～400 又は 10～300 であり、両方の末端 R 1 は一価の反応性基を含み、残りの R 1 は独立して、炭素原子間にエーテル結合を有し、更にハロゲンを含み得る、1～18 個の炭素原子を有する一価のアルキル基から選択される。

【0157】

シリコンヒドロゲルレンズが望ましい一例では、本発明のレンズは、ポリマーがそれから作製される反応性モノマー成分の総重量に基づいて、少なくとも約 20、好ましくは約 20～70 重量%のシリコン含有成分を含む反応性混合物から作製される。

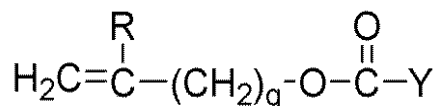
【0158】

他の実施形態では、1～4 つの R 1 は、次式のビニルカーボネート又はビニルカルバメートを含み、

20

【化 2】

式 I I



式中、Y は、O-、S-、又は NH- を示し、

R は、水素又はメチルを示し、d は、1、2、3、又は 4 であり、q は、0 又は 1 である。

30

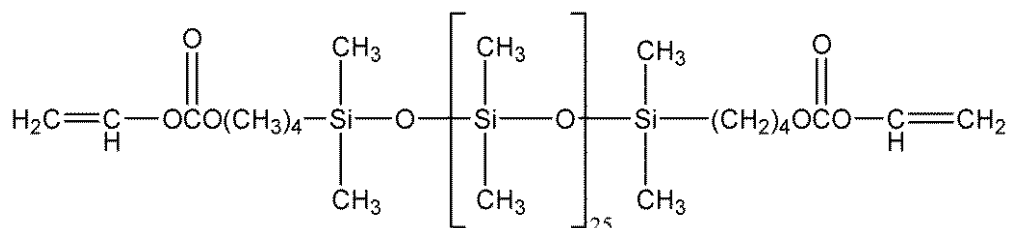
【0159】

シリコン含有ビニルカーボネート又はビニルカルバメートモノマーとしては、特に、1, 3-ビス[4-(ビニルオキシカルボニルオキシ)ブター-1-イル]テトラメチルジシロキサン；3-(ビニルオキシカルボニルチオ)プロピル-[トリス(トリメチルシロキシ)シラン]；3-[トリス(トリメチルシロキシ)シリル]プロピルアシルカルバメート；3-[トリス(トリメチルシロキシ)シリル]プロピルビニルカルバメート；トリメチルシリルエチルビニルカーボネート；トリメチルシリルメチルビニルカーボネート；及び以下が挙げられる。

【0160】

【化 3】

40



【0161】

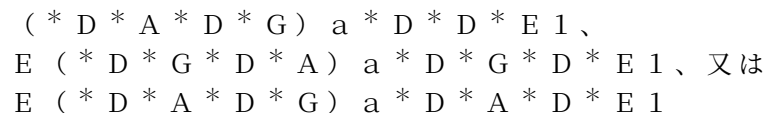
約 200 未満の弾性率を有する生物医学的装置が所望される場合、1 つの R 1 のみが一価反応性基を含むものとし、残りの R 1 基のうちの 2 つ以下は、一価シロキサン基を含む

50

。

【0162】

別の部類のシリコーン含有成分としては、次式のポリウレタンマクロマーが挙げられ、式ⅠⅤ～ⅠⅥ



式中、

Dは、6～30個の炭素原子を有するアルキルジラジカル、アルキルシクロアルキルジラジカル、シクロアルキルジラジカル、アリールジラジカル、又はアルキルアリールジラジカルを示し、

10

Gは、1～40個の炭素原子を有するアルキルジラジカル、シクロアルキルジラジカル、アルキルシクロアルキルジラジカル、アリールジラジカル、又はアルキルアリールジラジカルを示し、これは、主鎖中にエーテル、チオ、又はアミン結合を含有し得、

*はウレタン又はウレイド結合を示し、

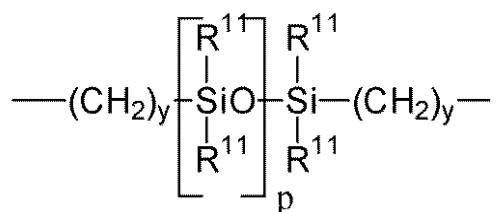
aは少なくとも1であり、

Aは次式の二価の重合ラジカルを示し、

【化4】

式ⅠⅦ

20

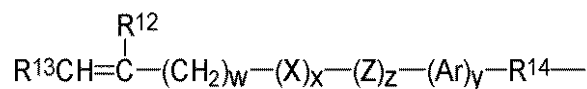


R¹¹は、独立して、炭素原子間にエーテル結合を含み得る、1～10個の炭素原子を有するアルキル又はフッ素置換アルキル基を示し、yは、少なくとも1であり、pは、400～10,000の部分重量を提供し、E及びE¹は各々独立して、次式によって表される重合性不飽和有機基を示し、

30

【化5】

式ⅠⅧ



式中、R¹²は、水素又はメチルであり、R¹³は、水素、1～6炭素原子を有するアルキルラジカル、又は-CO-Y-R¹⁵ラジカルであり、Yは-O-、Y-S-、又は-NH-であり、R¹⁴は炭素原子1～12個の炭素原子を有する二価のラジカルであり、Xは-CO-又は-OCO-を示し、Zは-O-又は-NH-を示し、Arは炭素原子6～30個を有する芳香族ラジカルを示し、wは0～6であり、xは0又は1であり、yは0又は1であり、zは0又は1である。

40

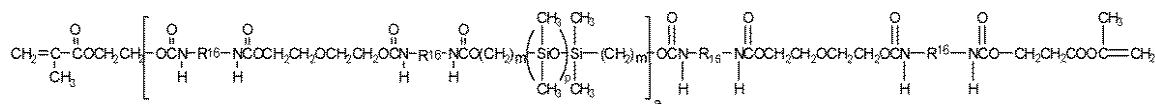
【0163】

1つの好ましいシリコーン含有成分は、次式で表されるポリウレタンマクロマーであり、

、

【化 6】

式 I X



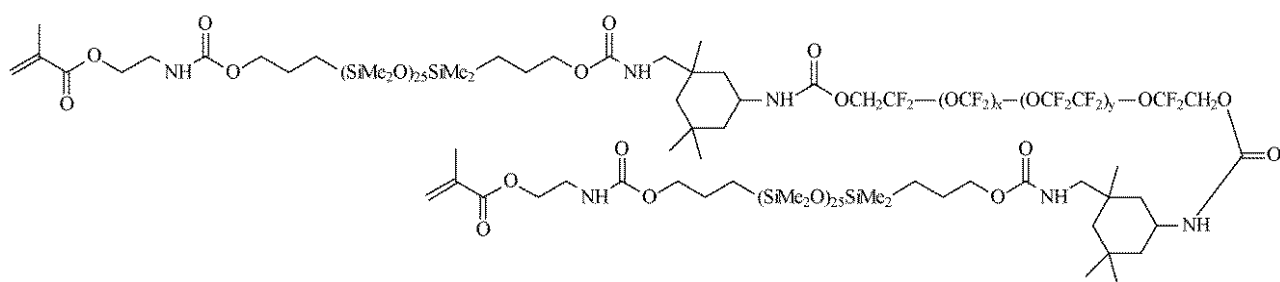
式中、R¹⁶は、イソホロンジイソシアネートのジラジカルなドイソシアネート基除去後のジイソシアネートのジラジカルである。別の好適なシリコン含有マクロマーは、フルオロエーテル、ヒドロキシ末端ポリジメチルシロキサン、イソホロンジイソシアネート、及びイソシアネートエチルメタクリレートの反応によって形成される、式X（式中、x + y は10～30の範囲の数である）の化合物である。

10

【0164】

【化 7】

式 X



20

【0165】

本発明での使用に好適な他のシリコン含有成分には、ポリシロキサン、ポリアルケンエーテル、ジイソシアネート、ポリフッ化炭化水素、ポリフッ化エーテル及びポリサッカライド基を含有するマクロマー；末端ジフルオロ置換炭素原子に結合した水素原子を有する、極性フッ素化グラフト又は側基を有するポリシロキサン；エーテル及びシロキサニル結合を含む親水性シロキサニルメタクリレート；並びにポリエーテル及びポリシロキサニル基を含む架橋性モノマーが挙げられる。いくつかの例では、ポリマー主鎖には双極性イオンが組み込まれている場合がある。これらの双極性イオンは、材料が溶媒中に存在するときに、ポリマー鎖に沿って両極の電荷を呈し得る。双極性イオンの存在は、重合した材料の湿潤性を改善し得る。いくつかの例では、上記のポリシロキサンのうちのいずれかが、本発明の封入層として使用されてもよい。

30

【0166】

電池構造を封止する金属層の無電解めっき

金属めっきは多くの応用例で非常に有用である。それは、非限定的な例として、宝石類又は金属製器具における美観のために、産業用機械又は器具若しくは材料の表面に耐食性を付加するために、又は表面に電気伝導性を加えるためにさえである。生体適合性通電素子において、電池本体を取り囲むめっきは、材料の出入りに対する封止されたバリアを形成するのに有用な場合がある。電池構造上に金属層をめっきする方法は多数存在し得るが、大前提として、電池の外表面の表面上に金属材料のコーティング又は層を蒸着させることが伴い得る。金属めっきは、多くの種類の金属（例えば、銅、ニッケル、プラチナ、ロジウム、及び他の多く）を用いて行ってもよい。金属めっきの結果は、金属を多くの種類の他の材料（例えば、限定することなく、他の金属、半導体、又はプラスチック）上に蒸着させることであり得る。

40

【0167】

金属めっき方法の典型的な例としては、電気めっき及び無電解めっきを挙げることができ、これらはいずれも、材料に金属層をコーティングすることを伴う。しかしながら、電気めっきがコーティングされるべき材料上の誘起電荷を伴う場合がある一方で、無電解め

50

つきは、電気を伴わない場合があり、金属を堆積させる化学反応を伴う場合がある。

【0168】

電気めっきは、所望の仕上げ、堆積材料の均一厚さ、及びコーティングが成功するために望まれる他の品質を実現するために多くの工程を伴う場合がある。いくつかの例では、部片を最初に十分に事前処理して、効果的なめっきを確実にしてもよい。前処理工程には、非限定的な例として、研磨、マスキング、エッチング、洗浄、蒸気洗浄、すすぎ洗い、超音波洗浄、又は電解洗浄が含まれてもよいが、これらに限定されない。いくつかの例では、前処理によって、コーティングされるべき部片の表面から油、グリース、又は他の汚染物質を取り除いてもよい。

【0169】

前処理が成功した後で、めっきすべき物体を、金属を堆積すべきイオン形態で収容する溶液槽内に配置してもよい。典型的には、電気めっき方法は、溶液槽に正電荷を誘起することと、めっきすべき物体に負電荷を誘起することとを伴ってもよい。この電荷の差によって、溶液槽中の金属粒子とめっきされる物体との間に引力のある電気力が誘起される場合がある。この引力によって、イオン状態が化学的に変更されて、溶液槽からの金属粒子が物体に結合されて、その表面がコーティングされる場合がある。

【0170】

めっきすべき材料の組成及び溶液槽に応じて、ある特定の条件（例えば、限定することなく、電圧、溶液槽のpH、溶液中の金属の濃度、めっきの持続時間、及び周囲温度）を好ましくは、効果的なめっきを確実にするために維持しなければならない。このような状態を調整すると、めっきの種々の態様（例えば、限定することなく、結果として生じる金属表面の仕上げ、堆積金属の色、堆積速度、又は堆積金属の厚さ）が変わる場合がある。他の周囲条件（例えば、溶液槽中の気泡又は汚染物質）によって、結果として生じる仕上げがもたらされる場合もある。これらの不完全性を、非限定的な例として、槽を攪拌すること又は槽に炭素処理を施すことによって解決してもよい。いくつかの例では、生体適合性通電素子上のめっきされた表面における不完全性の全ての原因を減らすことが重要である場合がある。なぜならば、このような不完全性によって封止部の有効性が減る場合があるからである。

【0171】

後処理の種々の形態も電気めっきの成功を確実にするために必要であり得る。例えば、限定することなく、すすぎ洗い、蒸気洗浄、加熱乾燥、又は他の方法である。

【0172】

無電解めっきは、所望の仕上げ、堆積材料の均一厚さ、及びコーティングが成功するために望まれる他の品質を実現するために多くの工程を伴う場合がある。無電解めっきには、生体適合性通電素子のコーティング及び封止に関して、電気めっきに関して説明したものと同一要求があり得る。最初に、コーティングされるべき部片を十分に事前処理して、効果的なめっきを確実にしてもよい。前処理工程としては、洗浄が挙げられ得るが、これに限定されない。洗浄は、コーティングされるべき物体の任意の事前の処理工程から残存する汚染物質及び／又は残骸を、並びにコーティングされるべき部片の表面から油、グリース、又は他の汚染物質を取り除くのに役立つ場合がある。洗浄は酸又は他の種類の洗浄溶液を用いて実現してもよい。適切な洗浄溶液を選択する際には、どの材料又は残骸を取り除くのか、洗浄された部片（したがって溶液）を洗浄中に保持する温度、洗浄溶液の所望の濃度、どのくらいの機械仕事（攪拌など）が洗浄剤と共に必要であり得るか、並びに他の可能な態様を考慮することが重要であり得る。

【0173】

前処理工程は、非限定的な例として、エッチング、マスキング、すすぎ洗い、乾燥、及びめっきすべき物体を活性剤予備浸漬溶液並びに活性剤溶液内に沈めることも含んでもよい。エッチングは、非限定的な例として、化学物質及び／又は機械的手段を用いて、めっきすべき作業対象物内に断面をエッチングすることを伴ってもよい。これは、めっき用の所定の場所として機能する。予備浸漬溶液は、活性剤溶液のそれに共通のイオンを収容し

10

20

30

40

50

てもよい。これによって、ワークピースが実際のめっきに対して調製される。この予備浸漬溶液は、典型的には、ワークピースに適用され、活性剤溶液に加えられる前に洗い流されないように設計してもよい。予備浸漬溶液は、同伴する活性剤溶液ほど金属イオン混入の影響を受けなくてもよい。予備浸漬溶液を用いることに対して多くの優位点が存在する場合がある。例えば、非限定的な意味で、安価であり、また活性剤溶液を金属イオン混入から救って、プロセスがより高品質の結果をより効率的に形成するのに役立つという結果である。

【0174】

予備浸漬後に、活性剤溶液をワークピースに適用してもよい。活性剤は、溶液中の他のイオンによって還元状態に保持されるある特定のイオンを収容してもよい。実際には、還元イオンを接合面に機械的に保持してもよい。還元イオンは、無電解めっきを促進する化学反応に対する触媒として働く。ワークピースの表面上に活性剤溶液の十分な層があることが、無電解めっきプロセスに触媒作用を及ぼすために重要であるが、活性剤溶液の層が厚すぎると、可能性としてめっき金属の適切な接着に対するバリアとして働く場合があり、回避すべきであることに留意することが重要であり得る。

【0175】

前処理工程は、後活性化工程、又は加速（これも普通に言われる場合がある）も含んでもよい。この工程は、活性化種（予備浸漬工程において活性剤溶液から堆積する）を、実際の無電解めっき工程の前に、可能な限り「活性」にすることを可能にする働きをする場合がある。この工程によって、活性化種が、実際のめっき工程において、無電解めっき溶液とより容易に相互作用できるようになる場合がある。これによって、無電解めっき反応に対する開始時間が短くなり得るだけでなく、活性化種が無電解めっき溶液を汚染する可能性が最小限に抑えられ得るため、めっき結果の品質が向上する。この後活性化工程を省くと、ワークピース上に堆積された活性剤溶液にわずかに粘着種が含まれる場合があり、その結果、無電解めっき溶液が汚染される場合があり、無電解堆積反応の開始が延びる場合がある。いくつかの例では、後活性化溶液は酸性であってもよく、活性剤と後活性剤との間のすすぎ洗い工程に起因して作業対象物面上に形成される可能性がある金属酸化物を取り除くように作用してもよい。これは作業対象物にとっては良好であるが、後活性剤を汚染する働きをする場合があり、溶液槽を、これらの金属又は他の汚染物質によって過度に濃縮された後に、補充する必要があるとあり得る。

【0176】

前処理後は、作業対象物を、非限定的な例として以下の可能な成分：金属塩（堆積に望ましい金属のもの）、還元剤、アルカリ性水酸化物、キレート剤、安定剤、光沢剤、及び任意的に湿潤剤を収容する化学物質槽内に沈めてもよい。還元剤と水酸化物イオンとによって、溶液槽内に収容される金属の堆積に必要な力が低減することがもたらされる場合がある。堆積反応を、活性剤工程の間に作業対象物の表面に適用されている場合がある触媒種によって開始してもよい。典型的な無電解めっき槽の選択は、いくつかの因子に依存し得る。例えば、限定することなく、温度、所望のめっき速度、所望のめっき厚さ、及び金属濃度（したがって、単一槽における複数の作業対象物に対するめっき反応の再現性、しかしこの再現性は他の多くの因子にも依存するように思われ得る）。

【0177】

無電解めっきによる機械的強度の向上

いくつかの例では、機械的強度を向上させるための望ましい溶液は、コンフォーマルバリアコーティングを形成するための技術として無電解めっきを伴ってもよい。無電解めっきの原理については本明細書で説明した。無電解めっきによって、伝導性又は非伝導性コーティング上に共形の金属層を堆積させてもよい。無電解めっき槽は金属（例えば、ニッケル、銅、及びスズ）をプラスチック表面上に蒸着させるために開発された。無電解めっき金属を次に、無電解めっき又は電気めっきを用いて、広範囲の金属（例えば、ニッケル、銅、スズ、金、銀、カドミウム、及びロジウム）によって、更にめっきしてもよい。場合によっては、コスト、腐食、及び／又は機械的懸念のために、2つ以上の電気めっき層

10

20

30

40

50

を組み込んだ層状構造を用いることが望ましい場合がある。

【0178】

コーティングは任意の厚さで形成してもよく、バリアとして働くことに加えて電池を機械的に補強する場合がある。この機械的な補強によって、強制的に水素がセルの側面から外に出る場合があり、亜鉛腐食中の水素ガス発生に起因する膨れが低減するか又はなくなる。めっきに起因して電池端子間に短絡が形成されることを回避するために、めっきプロセスの間に非伝導性材料を用いて一方又は両方の端子をマスクする必要がある。得る。

【0179】

いくつかの例では、無電解めっきを用いて層を形成してもよく、無電解めっき及び／又は電気めっきを用いて、ほぼ25ミクロン（1ミル）のコンフォーマル銅コーティングを、その上に形成してもよい。めっき工のテープを用いて、めっきの間にこれらの電池の両末端をマスクして、めっき処理の間に電池が短絡することを回避してもよい。

【0180】

テープを次に端子から取り除き、そして電池を室温で50%相対湿度でエージングしてもよい。

【0181】

プラスチック管電池

封止層の無電解めっきによって、プラスチック管から構成された管形態電池を、利用可能な方法で形成することが可能になる場合がある。図11A～11Fを参照すると、プラスチックベースの管形態電池の形成の説明図を例示する。プラスチック管1110（ポリエチレン、又はプラスチック及び金属層のマイラー型複合物を含んでもよい）を図11Aに示す。それを、図11Bに例示するように所望の長さに切断してもよいし、又は他の例では、溶融させるか又は他の成形された管を取り囲むことによって変形させて、形状を曲げてよい。いくつかの例では、管形態電池の処理の間に、平坦形態のプラスチック又はマイラー部片を丸めて管内に入れてもよい。以下の説明で例示するように、プラスチック形態管を後の処理工程で成形してもよい。

【0182】

図11Cでは、金属ワイヤ電気接点の例（アノード接点1121であってもよい）を例示する。いくつかの例では、金属ワイヤは、亜鉛ワイヤであってもよい。他の例では、それは、亜鉛1120がコーティングされ得る別の金属（例えば真ちゅう）のワイヤであってもよい。ワイヤが封止材1122で取り囲まれ、それに封止されてもよい。本発明では、多くの種類の封止部について説明しており、その多くの例は、例示した封止材1122と整合している。

【0183】

図11Dでは、別の金属ワイヤ1130を用いてカソード接点を形成してもよい。いくつかの例では、金属ワイヤは、チタンワイヤであってもよい。カソード材料1131の堆積物がワイヤを取り囲んでもよい。別の封止材1132がカソードワイヤ1130を取り囲んでもよい。

【0184】

図11Eを参照すると、管1110はウィック1141を有してもよく、ウィック1141はポリオレフィン膜又はセルローズ膜であってもよい。いくつかの例では、それは、アノード領域からカソード領域に及ぶセルローズの糸であってもよい。ウィック1141を電解質1140の体積内に位置付けてもよく、これを後の処理工程で管内に配置してもよい。

【0185】

図11Fに進んで、図11E、11D、及び11Cに例示した種々の構成要素を組み立てて管形態電池を形成してもよい。封止材1122と管1110及び封止材1132と管1110との間の封止部は、以下の項で論じられる多くの種類の封止部を含んでもよい。いくつかの例では、ウィック1141は、図11A～11Fに例示するように、物理的分離とは対照的に、より高密度に詰められた電池化学物質を分離状態に保ってもよい完全な

10

20

30

40

50

セパレータ又はセパレータ材料のプラグであってもよい。

【0186】

いくつかの例では、金属エンドキャップを設計変更として加えてもよい。2本のリード線を管状形状の絶縁性接着剤本体の両端に埋め込んでもよい。管状形状の接着剤は、電池の管状の絶縁性容器内に部分的に収容してもよく、電池容器を越えて部分的に突き出てもよい。いくつかの例では、接着剤によってリード線と絶縁性容器とを接着して封止してもよい。絶縁性接着剤は、電池流体を収容して、流体の外部への漏れを防止してもよい。接着剤は、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、又はこれら2つの組み合わせであってもよい。

【0187】

いくつかの例では、プラスチック管の本体に沿って確保された充填口又は充填口位置が存在してもよい。電池を組み立てた後で、充填口を切断して充填口位置にしてもよく、電池に電解質を充填してもよい。いくつかの例では、電解質は、 $ZnCl_2$ の溶液などの水溶液であってもよい。いくつかの他の例では、電解質は、ポリマー電解質であってもよい。先に説明した異なる電解質オプションを用いてもよい。

【0188】

めっき生体適合性電池

種々の管形態電池のうちのいずれかを更に処理して、電池の構造にバリア膜を無電解めっきしてもよい。一例では、完全形成されたプラスチック管形態電池を、無電解堆積に続いて電気めっきを用いて封止してもよい。非限定的な例では、図11Fの電池構造を電気めっきで更に処理してもよい。11Gの上から見た図に例示するように、プラスチック電池1150を、カソード接点1152及びアノード接点1153と共に湾曲形態に曲げて、電池形態を図11Hの断面図に例示する。断面図は、点線1151によって示される領域を横断するように例示している。

【0189】

管形態表面を酸洗浄予備浸漬を用いて洗浄及び処理して、汚染物質例えば残存するスラリーを取り除いてもよい。他の洗浄及び清浄には、RCAタイプの洗浄、SC1及びSC2タイプの過酸化水素ベースの洗浄、フッ酸、硫酸、並びに酸の組み合わせが含まれてもよい。促進剤又は増感剤には、独自開発の配合物、例えば、「タイプC」溶液(Transene Company)が含まれてもよい。活性剤を次に用いて表面を処理してもよい。非限定的な例として、「タイプD」溶液(Transcene Company)を用いてもよい。図11Hを参照すると、この処理の結果を、図11Fの完全形成された生体適合性通電素子上の層1161として例示する。

【0190】

次に、前処理した表面を無電解めっき(この例では、銅)用の槽内に浸漬してもよい。前処理及び活性化された電池本体を次に、Transene Company「タイプA及びタイプB」の混合物の無電解銅槽溶液に、ほぼ40℃の高温で、多数のミクロンの堆積が形成される時間にわたって浸漬してもよい。結果として生じる堆積を層1162として例示する。いくつかの例では、表面を酸の中で後洗浄して表面を安定させてもよい。

【0191】

いくつかの例では、より厚い堆積層(おそらくは10ミクロン以上の厚さの銅)を銅槽電気めっきを用いて無電解層上に堆積してもよい。結果として生じる銅層を層1163として例示する。いくつかの例では、ロジウムの電気めっき処理が、層1164としての電気めっきされた銅層に続いてよい。ロジウムは銅表面を安定させて保護することができる。したがって、いくつかの例では、薄層を最上表面として加えてもよい。

【0192】

電池素子全体が銅層にめっきされると、電池の2つの接点が短絡して、電池が機能しなくなる。したがって、電池の一方又は両方の接点をめっき前に保護して、接点の周りでの形成を阻止して、接点を絶縁することができる。図11Jを参照すると、めっき前の積層構造電池の例示的な上面図を、アノード接続部1152とカソード接続部1153とを伴う図11Gの電池に対して例示する。保護膜(例えばめっき工の「テープ」)をアノード

接点（場所 1 1 7 1）及びカソード接点（場所 1 1 7 2）の周りに配置してもよい。電池の残りの表面 1 1 7 0 に、図 1 1 A に例示するように無電解及び電気めっき層をコーティングしてもよい。接触領域が積層物構造の非めっき表面を有し得るという事実は、電池を封止するための問題点ではない場合がある。いくつかの例では、接点を十分長く形成して、接点付近に比較的大きな封止部が存在するようにしてもよい。異なる意味で、一次電池が動作すると、ガス、例えば、水素ガスが発生する場合がある。接点のうちの 1 つ又は 2 つ以上の周りに、良好には封止されていない領域が存在することが有利であり得る。なぜならば、発生したガスが緩徐に散逸できるようにし得る経路が形成される場合があるからである。

【0 1 9 3】

10

生体適合性電池は、例えば、ペースメーカー及びマイクロエネルギーハーベスタなどの埋め込み型電子装置、生物学的機能のモニタリング及び／又は検査を行うための電子ピル、活性成分を有する外科用装置、眼科用装置、マイクロサイズのポンプ、除細動器、ステントなどの生体適合性装置内で使用されてもよい。

【0 1 9 4】

具体的な例が、生体適合性電池で使用するためのカソード混合物のサンプル実施形態を説明するために記載されている。これらの例は、上記の例示のためであり、いかなる方式でも特許請求の範囲を限定することを意図するものではない。したがって、本説明は、当業者には明らかであり得る全ての例を含むことを意図する。

【0 1 9 5】

20

〔実施の態様〕

（１） 生物医学的装置であって、

電気活性構成要素と、

電池であって、

アノード集電体、

カソード集電体、

アノード、

カソード、

管であって、前記アノード集電体に対する第 1 の進入部と、前記カソード集電体に対する第 2 の進入部と、前記管と前記アノード集電体との間の第 1 の封止部と、前記管と前記カソード集電体との間の第 2 の封止部と、で前記アノード及びカソードを封入する管を含む、電池と、

30

めっきされた金属外部コーティングであって、無電解めっきでめっきされた部分を含み、前記めっきされた金属外部コーティングの厚さが、前記電池からの水分の出入りに対するバリアとして働くのに十分に厚い、めっきされた金属外部コーティングと、

第 1 の生体適合性封入層であって、少なくとも前記電気活性構成要素及び前記電池を封入する、第 1 の生体適合性封入層と、を含む、生物医学的装置。

（２） 電池であって、

アノード集電体であって、第 1 の端部で閉じている第 1 の金属管である、アノード集電体と、

40

アノードであって、前記アノード化学物質が、前記第 1 の金属管内に収容されている、アノードと、

カソード集電体であって、第 2 の端部で閉じている第 2 の金属管である、カソード集電体と、

カソードであって、前記カソード化学物質が、前記第 2 の金属管内に収容されている、カソードと、

前記第 1 の金属管に封止可能に接合する第 1 の封止面、及び前記第 2 の金属管に封止可能に接合する第 2 の封止面を伴う、セラミック管と、

前記第 1 の封止面と第 1 の金属管との間の間隙に配置された封止材と、

めっきされた金属外部コーティングであって、無電解めっきでめっきされた部分を含み

50

、前記めっきされた金属外部コーティングの厚さが、前記電池からの水分の出入りに対するバリアとして働くのに十分に厚い、めっきされた金属外部コーティングと、を含む、電池。

(3) 前記第1の封止面と前記第1の金属管との間の前記間隙に配置された前記封止材が、エポキシ接着剤を含む、実施態様2に記載の電池。

(4) 前記第1の封止面と前記第1の金属管との間の前記間隙に配置された前記封止材が、モリブデン及びマンガン粒子をセラミック粉末との混合物で含む第1の層であって、次に金属膜でめっきされる第1の層を含む、実施態様2に記載の電池。

(5) 前記金属膜が、ニッケルを含む、実施態様4に記載の電池。

【0196】

(6) 前記第1の封止面と前記第1の金属管との間の前記間隙に配置された前記封止材が、PVD堆積された金属膜の第1の層を含む、実施態様2に記載の電池。

(7) 前記金属膜が、チタンを含む、実施態様6に記載の電池。

(8) 貴金属膜が、前記PVD堆積された金属膜上に更に堆積されている、実施態様7に記載の電池。

(9) 前記第1の封止面と前記第1の金属管との間の前記間隙に配置された前記封止材が、金属膜の複数の薄層を含み、金属膜の第1の薄層が、金属膜の第2の層上に堆積され、金属膜の前記第1の薄層が、金属膜の前記第2の層と化学反応性であり、エネルギーを放出して、前記層を急速に加熱し、前記化学反応が、エネルギーの高エネルギーパルスによって活性化される、実施態様2に記載の電池。

(10) 前記高エネルギーパルスが、光子を含む、実施態様9に記載の電池。

【0197】

(11) 前記高エネルギーパルスが、電子を含む、実施態様9に記載の電池。

(12) 前記高エネルギーパルスが、熱エネルギーを含む、実施態様9に記載の電池。

(13) 前記第1の封止面と前記第1の金属管との間の前記間隙に配置された前記封止材が、従来のはんだ合金ベースにチタンが添加されたものを含み、前記チタンが、超音波エネルギーに曝露されると、前記セラミックの表面材料と反応する、実施態様2に記載の電池。

(14) 電池であって、

アノード集電体であって、第1の端部で閉じている第1の金属管である、アノード集電体と、

アノードであって、前記アノード化学物質が、前記第1の金属管内に収容されている、アノードと、

カソード集電体であって、第2の端部で閉じている第2の金属管である、カソード集電体と、

カソードであって、前記カソード化学物質が、前記第2の金属管内に収容されている、カソードと、

前記第1の金属管に封止可能に接合する第1の封止面、及び前記第2の金属管に封止可能に接合する第2の封止面を伴う、ガラス管と、

前記第1の封止面と第1の金属管との間の間隙に配置された封止材と、

めっきされた金属外部コーティングであって、無電解めっきでめっきされた部分を含み、前記めっきされた金属外部コーティングの厚さが、前記電池からの水分の出入りに対するバリアとして働くのに十分に厚い、めっきされた金属外部コーティングと、を含む、電池。

(15) 前記第1の封止面と前記第1の金属管との間の前記間隙に配置された前記封止材が、エポキシ接着剤を含む、実施態様14に記載の電池。

【0198】

(16) 前記第1の封止面と前記第1の金属管との間の前記間隙に配置された前記封止材が、モリブデン及びマンガン粒子をセラミック粉末との混合物で含む第1の層であって、次に金属膜でめっきされる第1の層を含む、実施態様14に記載の電池。

(17) 前記金属膜が、ニッケルを含む、実施態様16に記載の電池。

(18) 前記第1の封止面と前記第1の金属管との間の前記間隙に配置された前記封止材が、PVD堆積された金属膜の第1の層を含む、実施態様14に記載の電池。

(19) 前記金属膜が、チタンを含む、実施態様18に記載の電池。

(20) 貴金属膜が、前記PVD堆積された金属膜上に更に堆積されている、実施態様19に記載の電池。

【0199】

(21) 前記第1の封止面と前記第1の金属管との間の前記間隙に配置された前記封止材が、金属膜の複数の薄層を含み、金属膜の第1の薄層が、金属膜の第2の層上に堆積され、金属膜の前記第1の薄層が、金属膜の前記第2の層と化学反応性であり、エネルギーを放出して、前記層を急速に加熱し、前記化学反応が、エネルギーの高エネルギーパルスによって活性化される、実施態様14に記載の電池。

10

(22) 前記高エネルギーパルスが、光子を含む、実施態様21に記載の電池。

(23) 前記高エネルギーパルスが、電子を含む、実施態様21に記載の電池。

(24) 前記高エネルギーパルスが、熱エネルギーを含む、実施態様21に記載の電池。

(25) 前記第1の封止面と前記第1の金属管との間の前記間隙に配置された前記封止材が、従来のはんだ合金ベースにチタンが添加されたものを含み、前記チタンが、超音波エネルギーに曝露されると、前記ガラスの表面材料と反応する、実施態様14に記載の電池。

20

【0200】

(26) 電池であって、

アノード集電体であって、第1の端部で閉じている第1の金属管である、アノード集電体と、

アノードであって、前記アノード化学物質が、前記第1の金属管内に収容されている、アノードと、

カソード集電体であって、ワイヤである、カソード集電体と、

前記第1の金属管に封止可能に接合する第1の封止面、及び前記カソード集電体に封止可能に接合する第2の封止面を伴う、セラミックエンドキャップと、

カソードであって、前記カソード化学物質が、前記カソード集電体上に堆積されている、カソードと、

30

前記第1の封止面と第1の金属管との間の間隙に配置された封止材と、

めっきされた金属外部コーティングであって、無電解めっきでめっきされた部分を含み、前記めっきされた金属外部コーティングの厚さが、前記電池からの水分の出入りに対するバリアとして働くのに十分に厚い、めっきされた金属外部コーティングと、を含む、電池。

(27) 電池であって、

アノード集電体であって、第1の端部で閉じており、かつ前記第1の端部でドープされている第1の半導体管である、アノード集電体と、

アノードであって、前記アノード化学物質が、前記第1の半導体管内に収容されている、アノードと、

40

カソード集電体であって、第2の端部で閉じており、かつ前記第2の端部でドープされている第2の半導体管である、カソード集電体と、

カソードであって、前記カソード化学物質が、前記カソード集電体上に堆積されている、カソードと、

前記第1の半導体管と前記第2の半導体管との間の間隙に配置された封止材と、

めっきされた金属外部コーティングであって、無電解めっきでめっきされた部分を含み、前記めっきされた金属外部コーティングの厚さが、前記電池からの水分の出入りに対するバリアとして働くのに十分に厚い、めっきされた金属外部コーティングと、を含む、電池。

50

(28) 前記第1の半導体管と前記第2の半導体管との間の前記間隙に配置された前記封止材が、エポキシ接着剤を含む、実施態様27に記載の電池。

(29) 前記第1の半導体管と前記第2の半導体管との間の前記間隙に配置された前記封止材が、モリブデン及びマンガン粒子をセラミック粉末との混合物で含む第1の層であって、次に金属膜でめっきされる第1の層を含む、実施態様27に記載の電池。

(30) 前記金属膜が、ニッケルを含む、実施態様29に記載の電池。

【0201】

(31) 前記第1の半導体管と前記第2の半導体管との間の前記間隙に配置された前記封止材が、PVD堆積された金属膜の第1の層を含む、実施態様27に記載の電池。

(32) 前記金属膜が、チタンを含む、実施態様31に記載の電池。

10

(33) 貴金属膜が、前記PVD堆積された金属膜上に更に堆積されている、実施態様32に記載の電池。

(34) 前記第1の半導体管と前記第2の半導体管との間の前記間隙に配置された前記封止材が、金属膜の複数の薄層を含み、金属膜の第1の薄層が、金属膜の第2の層上に堆積され、金属膜の前記第1の薄層が、金属膜の前記第2の層と化学反応性であり、エネルギーを放出して、前記層を急速に加熱し、前記化学反応が、エネルギーの高エネルギーパルスによって活性化される、実施態様27に記載の電池。

(35) 前記高エネルギーパルスが、光子を含む、実施態様34に記載の電池。

【0202】

(36) 前記高エネルギーパルスが、電子を含む、実施態様34に記載の電池。

20

(37) 前記高エネルギーパルスが、熱エネルギーを含む、実施態様34に記載の電池。

(38) 前記第1の半導体管と前記第2の半導体管との間の前記間隙に配置された前記封止材が、従来のはんだ合金ベースにチタンが添加されたものを含み、前記チタンが、超音波エネルギーに曝露されると、前記第1の半導体管及び前記第2の半導体管の表面材料と反応する、実施態様27に記載の電池。

(39) 電池であって、

アノード集電体であって、第1の端部で閉じている第1の金属管である、アノード集電体と、

アノードであって、前記アノード化学物質が、前記第1の金属管内に収容されている、アノードと、

30

カソード集電体であって、第2の端部で閉じている第2の金属管である、カソード集電体と、

カソードであって、前記カソード化学物質が、前記第2の金属管内に収容されている、カソードと、

前記第1の金属管に封止可能に接合する第1の封止面、及び前記第2の金属管に封止可能に接合する第2の封止面を伴う、プラスチック管と、

前記第1の封止面と第1の金属管との間の間隙に配置された封止材と、

めっきされた金属外部コーティングであって、無電解めっきでめっきされた部分を含み、前記めっきされた金属外部コーティングの厚さが、前記プラスチック管からの水分の出入りに対するバリアとして働くのに十分に厚い、めっきされた金属外部コーティングと、を含む、電池。

40

(40) 前記第1の封止面と前記第1の金属管との間の前記間隙に配置された前記封止材が、エポキシ接着剤を含む、実施態様39に記載の電池。

【0203】

(41) 電池の製造方法であって、

カソード集電管を得ることと、

前記カソード集電管にカソード化学物質を充填することと、

アノード集電管を得ることと、

前記アノード集電管にアノード化学物質を充填することと、

50

管形態のセラミック絶縁体部片を得ることと、
前記管形態のセラミック絶縁体部片の各端部上に第 1 及び第 2 の封止面を形成することと、

前記第 1 及び第 2 の封止面上に金属膜を蒸着させることと、

前記カソード集電管の前記端部にナノフォイルの部片をコーティングすることと、

前記第 1 及び第 2 の封止面上の前記金属膜にはんだペーストをコーティングすることと

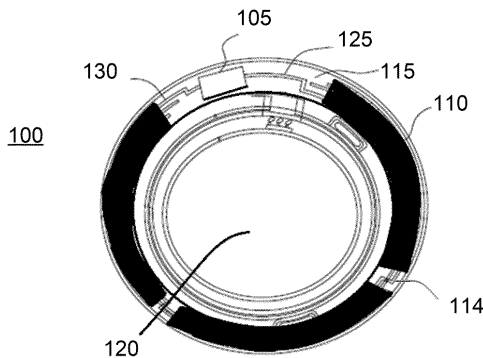
、
前記カソード集電管を前記第 1 の封止面上に位置付けることと、

前記ナノフォイルを活性化させて、前記カソード集電管と前記第 1 の封止面との間の界面で急速な温度上昇を引き起こし、前記はんだペーストを溶融させることと、

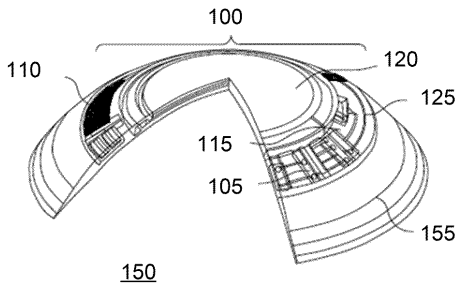
金属外部コーティングをめっきすることであって、前記金属外部コーティングの少なくとも第 1 の部分が、無電解めっきでめっきされた部分を含み、前記めっきされた金属外部コーティングの厚さが、前記電池からの水分の出入りに対するバリアとして働くのに十分に厚い、金属外部コーティングをめっきすることと、を含む、方法。

10

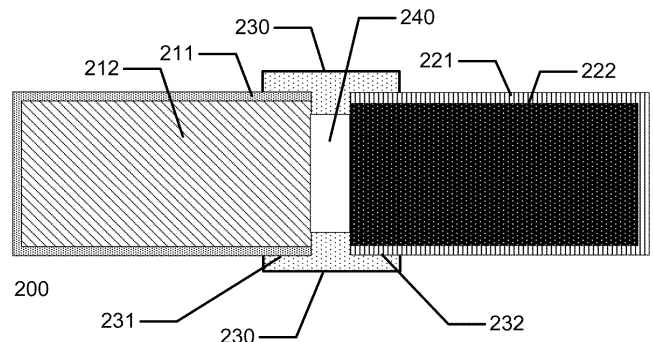
【図 1 A】



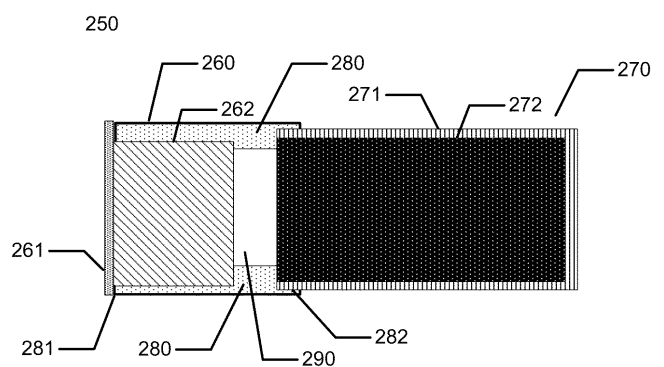
【図 1 B】



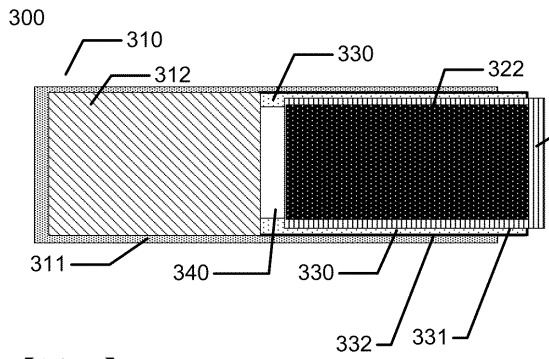
【図 2 A】



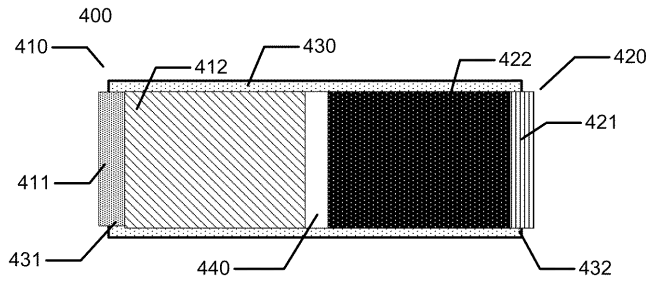
【図 2 B】



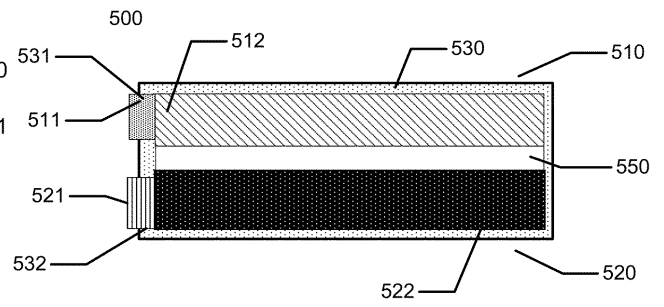
【図 3】



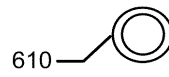
【図 4】



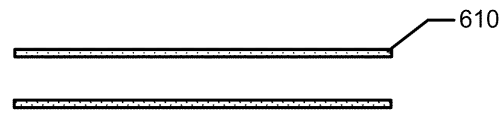
【図 5】



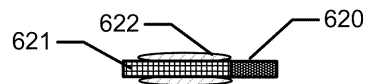
【図 6 A】



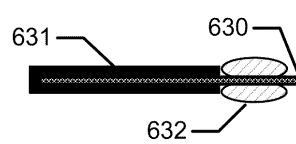
【図 6 B】



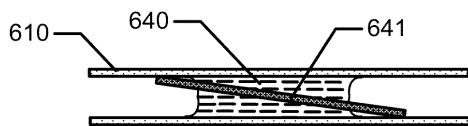
【図 6 C】



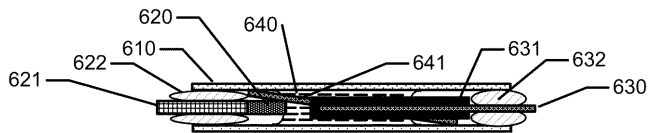
【図 6 D】



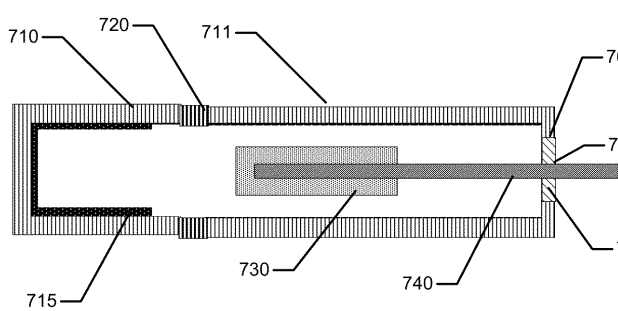
【図 6 E】



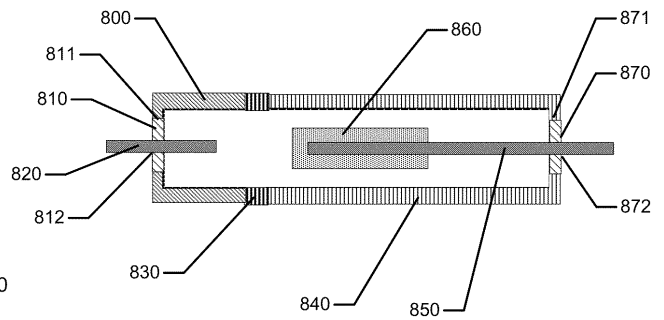
【図 6 F】



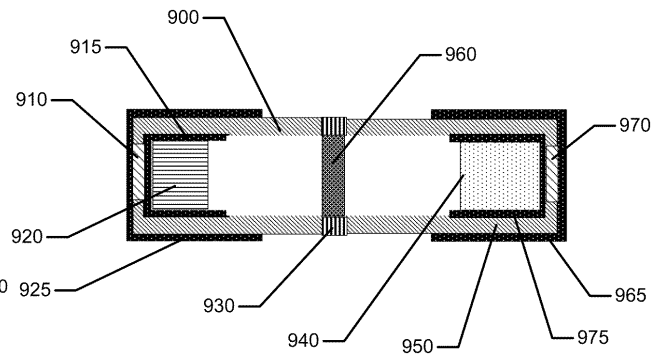
【図 7】



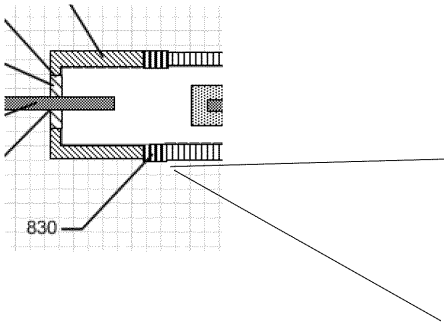
【図 8】



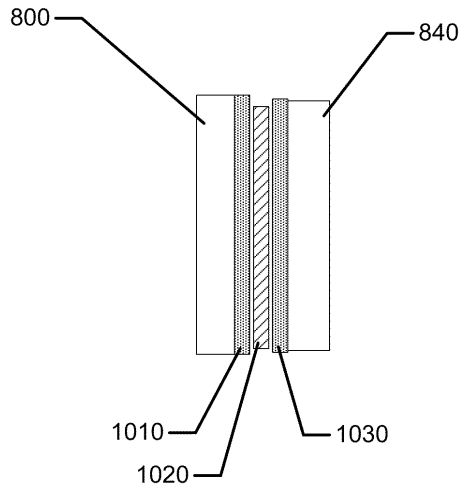
【図 9】



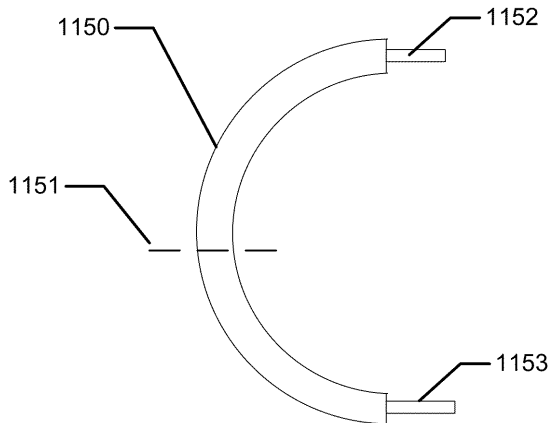
【図 10 A】



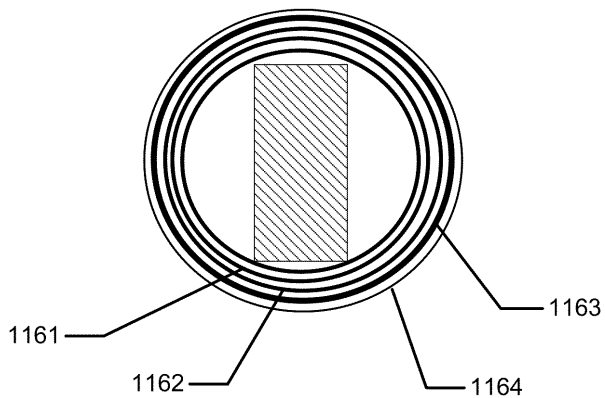
【図 10 B】



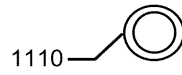
【図 11 G】



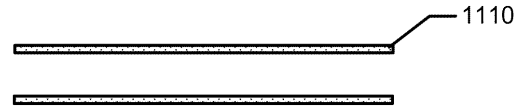
【図 11 H】



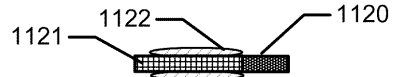
【図 11 A】



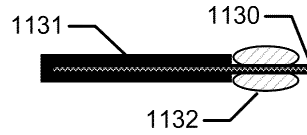
【図 11 B】



【図 11 C】



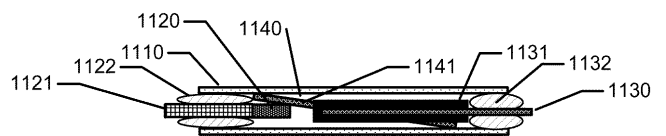
【図 11 D】



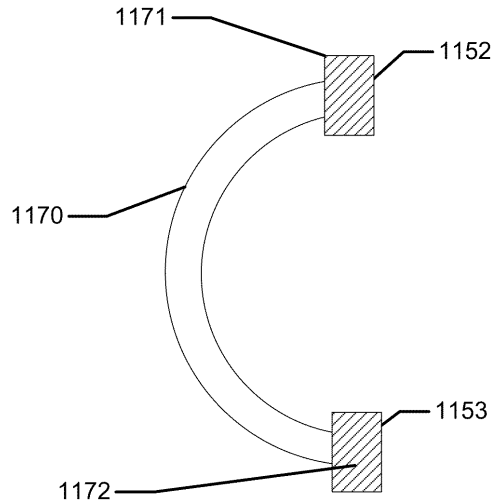
【図 11 E】



【図 11 F】



【図 11 J】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
H01M	2/08	(2006.01)	H01M	2/08 Z 5H040
G02C	7/04	(2006.01)	G02C	7/04

(74)代理人 100130384
弁理士 大島 孝文

(72)発明者 スチュアート・マイケル・デイビス
アメリカ合衆国、20256 マサチューセッツ州、ノーフォーク、ヌーン・ヒル・アベニュー
26

(72)発明者 フレデリック・エイ・フリッチュ
アメリカ合衆国、12553 ニューヨーク州、ニュー・ウィンザー、ツイン・ポンズ・ロード
25

(72)発明者 ミルバーン・エベニーザー・ムス
アメリカ合衆国、32256 フロリダ州、ジャクソンビル、センチュリオン・パークウェイ 7
500

(72)発明者 ランドール・ビー・ピュー
アメリカ合衆国、32256 フロリダ州、ジャクソンビル、センチュリオン・パークウェイ 7
500

(72)発明者 アダム・トナー
アメリカ合衆国、32256 フロリダ州、ジャクソンビル、センチュリオン・パークウェイ 7
500

(72)発明者 ローレンス・ワインスタイン
アメリカ合衆国、32256 フロリダ州、ジャクソンビル、ポイント・メドウズ・ドライブ 8
150、アパートメント 1310

Fターム(参考) 2H006 BC04
5H011 AA06 CC06 DD18 GG01
5H017 CC14
5H024 AA03 AA14 BB11 CC01 CC02 CC14 DD01 DD03 FF04
5H028 CC17
5H040 AA31 AS18 AT01

【外国語明細書】
20180460090000001.pdf