

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2015-519683

(P2015-519683A)

(43) 公表日 平成27年7月9日 (2015. 7. 9)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 M 10/058 (2010. 01)	HO 1 M 10/058	4 F 0 7 1
CO 8 J 5/22 (2006. 01)	CO 8 J 5/22 1 O 2	4 F 0 7 4
CO 8 J 9/26 (2006. 01)	CO 8 J 5/22 CER	5 E 0 7 8
HO 1 M 4/13 (2010. 01)	CO 8 J 5/22 CE Z	5 H 0 1 7
HO 1 M 4/70 (2006. 01)	CO 8 J 9/26 1 O 2	5 H 0 2 9
審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 31 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2015-503905 (P2015-503905)
 (86) (22) 出願日 平成25年3月7日 (2013. 3. 7)
 (85) 翻訳文提出日 平成26年11月17日 (2014. 11. 17)
 (86) 国際出願番号 PCT/FI2013/050246
 (87) 国際公開番号 W02013/150177
 (87) 国際公開日 平成25年10月10日 (2013. 10. 10)
 (31) 優先権主張番号 13/439, 371
 (32) 優先日 平成24年4月4日 (2012. 4. 4)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 13/482, 377
 (32) 優先日 平成24年5月29日 (2012. 5. 29)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 398012616
 ノキア コーポレイション
 フィンランド 02610 エスポー カ
 ラボルッティ 3
 (74) 代理人 100127188
 弁理士 川守田 光紀
 (72) 発明者 リュハネン テウヴォ
 フィンランド共和国 FI-00200
 ヘルシンキ ルオテイスヴァイラ 31
 as 4
 (72) 発明者 ウエイ ディー
 イギリス国 CB4 3TD ケンブリッ
 ジ ペラム・コート 1

最終頁に続く

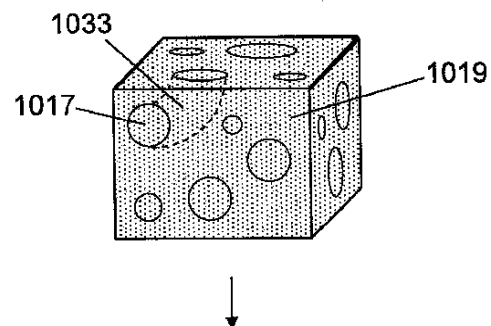
(54) 【発明の名称】 多孔質電極構造体

(57) 【要約】

本発明の装置は、1つ以上の細孔を有する相互接続された開放壁構造体を含み、相互接続された開放壁構造体は、第1電極材料を含み、細孔は、電解質及び第2電極材料を含み、電解質及び第2電極材料は、装置を用いて電気エネルギーの生成及び/または蓄積ができるように、電解質によって第1電極材料が第2電極材料と分離されて、細孔内において第1電極材料の上に支持される。

【選択図】 図 1 0

Figure 10



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

1つ以上の細孔を有する相互接続された開放壁構造体を備える装置であって、前記相互接続された開放壁構造体は、第1電極材料を含み、前記細孔は、電解質及び第2電極材料を含む、装置であって、

前記電解質及び第2電極材料は、前記装置を用いて電気エネルギーの生成及び／または蓄積ができるように、前記電解質によって前記第1電極材料が前記第2電極材料と分離されて、前記細孔内において前記第1電極材料の上に支持される、装置。

【請求項 2】

請求項1に記載の装置であって、前記電解質は、前記相互接続された開放壁構造体上に被膜を形成し、前記細孔の残りの容積が、前記第2電極材料でほぼ充填される、装置。

10

【請求項 3】

請求項1に記載の装置であって、前記第1電極材料及び第2電極材料は、それぞれ、活物質を含む、装置。

【請求項 4】

請求項3に記載の装置であって、前記第1電極材料及び／または第2電極材料は、電荷収集物質を含み、前記活物質は、前記電荷収集物質と物理的に接触する、装置。

【請求項 5】

請求項1に記載の装置であって、前記第1電極材料は、前記相互接続された開放壁構造体を形成する、装置。

20

【請求項 6】

請求項1に記載の装置であって、前記相互接続された開放壁構造体は、前記第1電極材料を支持する基板を備える、装置。

【請求項 7】

請求項1に記載の装置であって、前記相互接続された開放壁構造体は、ジャイロイド構造を有する、装置。

【請求項 8】

請求項1に記載の装置であって、前記細孔のいくつかまたは全ては、

- ・ 相互接続している、
- ・ 前記相互接続された開放壁構造体内にスルー経路を形成する、
- ・ 前記相互接続された開放壁構造体内にブラインド経路を形成する、
- ・ 周期的に配列されている、
- ・ 2ナノメートルから50ナノメートルの直径を有する、

30

のいずれかである、装置。

【請求項 9】

請求項1に記載の装置であって、ある細孔内の、前記第1電極材料、電解質及び／または第2電極材料は、別の細孔内の前記第1電極材料、電解質及び／または第2電極材料と異なる、装置。

【請求項 10】

請求項1に記載の装置であって、前記装置は、互いに電氣的に接続された、複数の前記相互接続された開放壁構造体を備える、装置。

40

【請求項 11】

請求項10に記載の装置であって、ある相互接続された開放壁構造体の前記第1電極材料、電解質及び／または第2電極材料は、別の相互接続された開放壁構造体の前記第1電極材料、電解質及び／または第2電極材料と異なる、装置。

【請求項 12】

請求項1に記載の装置であって、前記装置は、バッテリー、キャパシタ及びバッテリーキャパシタハイブリッドのうち1つ以上である、装置。

【請求項 13】

請求項1に記載の装置を備える機器。

50

【請求項 14】

請求項13に記載の機器であって、前記機器は、電子機器、携帯電子機器、携帯電気通信機器及び前述した機器のいずれかのモジュールである、機器。

【請求項 15】

請求項13に記載の機器であって、前記機器は、太陽電池に入射した電磁放射線からのエネルギーを電気エネルギーに変換するように構成される太陽電池を備え、前記装置は、前記電気エネルギーを蓄積するように構成される、機器。

【請求項 16】

装置を製造する方法であって、

前記方法は、第1電極材料を含む相互接続された開放壁構造体の1つ以上の細孔に電解質及び第2電極材料を堆積することを含み、

前記細孔は、前記電解質及び前記第2電極材料を含み、

前記電解質及び第2電極材料は、前記装置を用いて電気エネルギーの生成及び/または蓄積ができるように、前記電解質によって前記第1電極材料が前記第2電極材料と分離されて、前記細孔内において前記第1電極材料の上に支持される、方法。

【請求項 17】

請求項16に記載の方法であって、前記方法は、前記電解質及び第2電極材料の堆積の前に、前記相互接続された開放壁構造体を形成することを含む、方法。

【請求項 18】

請求項17に記載の方法であって、前記相互接続された開放壁構造体を形成することは、格子の複数の粒子の間の相互接続された空間であって、格子の複数の粒子によって規定された相互接続された空間に前記第1電極材料を堆積して前記第1電極材料を含む相互接続された壁構造体を作成することと；

前記粒子を除去して前記相互接続された壁構造体に1つ以上の細孔を作成して、前記第1電極材料を含む相互接続された開放壁構造体を作成することと；を含む、方法。

【請求項 19】

請求項17に記載の方法であって、

前記相互接続された開放壁構造体を形成することは、格子、ブロック共重合体、スポンジ、または、ベース基板の複数の粒子の表面を、前記第1電極材料で被膜することであり、

前記格子、前記ブロック共重合体、前記スポンジ、または、前記ベース基板は、1つ以上の細孔を含む相互接続された開放壁構造体を有し、

前記被膜することは、前記第1電極材料を含む相互接続された開放壁構造体を提供する方法。

【請求項 20】

システムの処理手段に実行されることにより、前記システムに、請求項16から19のいずれかに記載の方法を制御させるように構成されるコンピュータコードを含む、コンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、蓄電池の分野、関連する方法及び装置に関し、特に、高比表面積電極であって、その上に電解質及び第2電極を堆積させて蓄電密度及び容量を増加させた小型の蓄電池（バッテリー、キャパシタまたはバッテリーキャパシタハイブリッド）を形成する高比表面積電極に関する。この蓄電池は、電子装置、特に、手に持って用いられる（使用時に受け台に置かれることもあるが）、いわゆる携帯電子機器の一部である場合を含む。このような携帯電子機器としては、携帯電話、いわゆる携帯情報端末（PDA）が挙げられる。

【 0 0 0 2 】

携帯電子機器は、1つ以上の音声 / テキスト / ビデオ通信機能（例えば、電気通信、ビデオ通信、及び / または、テキスト送信、ショートメッセージサービス（SMS） / マルチメディアメッセージサービス（MMS） / メール機能）、対話式 / 非対話式視聴機能（例えば、MP3や他の形式、及び / または、（FM / AM）ラジオ放送の録音 / 再生）、データのダウンロード / 送信機能、例えば、（（例えば、内蔵の）デジタルカメラを用いた）画像取り込み機能及びゲーム機能を備えることがある。

【 背景 】

【 0 0 0 3 】

エネルギー蓄積密度及び容量は、あらゆる蓄電装置にとって重要なパラメータである。携帯電子機器は、ますます電力を消費するようになってきているため、これらの機器に電力を供給するバッテリー及びキャパシタの蓄電密度及び容量への要求がますます高まっている。次世代蓄電池の電極を形成するために様々な高比表面積材料が検討されてきた。そのような高比表面積材料としては、活性炭、カーボンナノチューブ及び金属 / 半導体ナノワイヤが挙げられる。高比表面積材料は、電解質と接触する電極の面積が増えることで蓄電密度 / 容量が増加し、それにより、電気エネルギーの生成及び / または蓄電が促進される。しかし、これらの材料は、電極の構造的完全性を弱めるとともに、付加的な結合剤が必要となる微粒子形態を有するという問題がある。このような結合剤により、コストが上がるとともに製造プロセスが複雑になり、さらに、電極の電気抵抗が上昇してしまうこともある。本明細書に開示する装置及び方法は、この問題を解決するかもしれない。

10

20

【 0 0 0 4 】

本明細書の先行文献または背景の列挙または議論は、当該文献または背景が、最先端である、または、一般常識であると認めていると必ずしもみなされるべきではない。本発明の1つ以上の態様 / 実施形態は、背景の問題の1つ以上を解決するかもしれない。

【 摘要 】

【 0 0 0 5 】

第1の態様によれば、1つ以上の細孔を有する相互接続された開放壁構造体を備える装置であって、前記相互接続された開放壁構造体は、第1電極材料を有し、前記細孔は、電解質及び第2電極材料を有し、前記電解質及び第2電極材料は、前記装置を用いて電気エネルギーを生成及び / 蓄積できるように、前記電解質によって前記第1電極材料が前記第2電極材料と分離されて、前記細孔内において前記第1電極材料に支持される、装置が提供される。

30

【 0 0 0 6 】

相互接続された開放壁構造体で用いられている「開放」という語は、外側の細孔の1つ以上により、構造体の内部表面領域に到達することができるという意味であると解釈されてもよい。相互接続された開放壁構造体で用いられている「相互接続された」という語は、構造体の壁の少なくともいくつかが物理的に互いに接続している（すなわち、連続した構造を形成している）という意味であると解釈されてもよい。

【 0 0 0 7 】

電解質は、この相互接続された開放壁構造体上に被膜を形成してもよい。細孔の残りの容積は、第2電極材料で、実質的に充填されてもよい。電解質は、固体電解質またはゲル電解質（例えば、リン酸リチウムの窒化物、ポリ（エチレンオキシド）誘導体、ホウ酸エステル基及び二酸化チタンのうち1つ以上を含む電解質）であってもよい。

40

【 0 0 0 8 】

第1及び第2電極材料は、それぞれ活物質を含んでもよい。第1及び / または第2電極材料は、電荷収集物質を含んでもよい。活物質は、電荷収集物質と物理的に接触していてもよい。

【 0 0 0 9 】

「活物質」という語は、装置の充電 / 放電機構に参加する電極材料を意味すると解釈されてもよい。例えば、バッテリーにおいて、活物質は、電気化学反応またはインターカレ

50

ーション機構に参加する電極材料であってもよい。一方、スーパーキャパシタにおいて、活物質は、電気二重層の形成に参加する電極材料であってもよい。

【0010】

電荷収集物質は、金属及び半導体のうち1つ以上を含んでもよい。金属は、金、銀、ニッケル及び銅のうち1つ以上を含んでもよい。

【0011】

第1電極材料は、相互接続された開放壁構造体を形成してもよい。相互接続された開放壁構造体は、その上に第1電極材料が支持される基板を含んでもよい。

【0012】

相互接続された開放壁構造体は、ジャイロイド構造 (gyroid structure) を有してもよい。ジャイロイド構造は、以下の式で三角関数によって近似されてもよい。

$$\cos x \cdot \sin y + \cos y \cdot \sin z + \cos z \cdot \sin x = 0 \quad (\text{式1})$$

(ただし、x、y及びzは、3つの空間方向である)

【0013】

細孔のいくつかまたは全ては相互接続していてもよい。細孔のいくつかまたは全ては、相互接続された開放壁構造体内にスルー経路を形成してもよい。細孔のいくつかまたは全ては、相互接続された開放壁構造体内にブラインド経路を形成してもよい。細孔のいくつかまたは全ては、周期的に配列されてもよい。細孔のいくつかまたは全ての直径は、2ナノメートル未満であってもよい(すなわち、マイクロ多孔質であってもよい)。細孔のいくつかまたは全ての直径は、2ナノメートルから50ナノメートルであってもよい(すなわち、メソ多孔質であってもよい)。細孔のいくつかまたは全ての直径は、50ナノメートルを越えてもよい(すなわち、マクロ多孔質であってもよい)。

【0014】

ある細孔内の第1電極材料、電解質及び/または第2電極材料は、別の細孔内の第1電極材料、電解質及び/または第2電極材料と異なってもよい。

【0015】

装置は、互いに電氣的に接続された複数の相互接続された開放壁構造体を備えてもよい。ある相互接続された開放壁構造体の第1電極材料、電解質及び/または第2電極材料は、別の相互接続された開放壁構造体の第1電極材料、電解質及び/または第2電極材料と異なってもよい。

「電気エネルギーの生成」という表現は、バッテリー及びバッテリーキャパシタハイブリッドに関連する酸化還元反応及びインターカレーション機構を包含すると解釈されてもよく、また、「電気エネルギーの蓄積」という表現は、キャパシタ及びバッテリーキャパシタハイブリッドに関連する電荷分離を包含すると解釈されてもよい。

【0016】

装置は、蓄電装置であってもよい。装置は、バッテリー(一次または二次電池)、キャパシタ(静電、電解またはスーパーキャパシタ)、及び、バッテリーキャパシタハイブリッドのうち1つ以上であってもよい。バッテリーは、リチウム硫黄電池及びリチウム空気電池のうち1つ以上であってもよい。

【0017】

さらなる態様によれば、本明細書に記載されるあらゆる装置を備える機器が提供される。当該機器は、電子機器、携帯電子機器、携帯電気通信機器、及び、前述の機器のいずれかのモジュールであってもよい。

【0018】

機器は、太陽電池に入射した電磁放射線からのエネルギーを電気エネルギーに変換するように構成される太陽電池を備えてもよい。装置は、前記電気エネルギーを蓄積するように構成されてもよい。太陽電池は、装置の外部表面に被膜を形成してもよい。

【0019】

さらなる態様によれば、装置を製造する方法が提供され、本方法は、第1電極材料を含

10

20

30

40

50

む相互接続された開放壁構造体の1つ以上の細孔に電解質及び第2電極材料を堆積することであって、前記細孔は、前記電解質及び前記第2電極材料を含む、堆積することを含み、前記電解質及び第2電極材料は、前記装置を用いて電気エネルギーの生成及び/または蓄積ができるように、前記電解質によって前記第1電極材料が前記第2電極材料と分離されて、前記細孔内において前記第1電極材料に支持される、方法である。

【0020】

前記方法は、前記電解質及び第2電極材料の堆積の前に、前記相互接続された開放壁構造体を形成することを含んでもよい。

【0021】

前記相互接続された開放壁構造体を形成することは、格子の複数の粒子間の相互接続された空間であって、格子の複数の粒子によって規定された相互接続された空間に前記第1電極材料を堆積して前記第1電極材料を含む相互接続された壁構造体を作成することと；前記粒子を除去して前記相互接続された壁構造体に1つ以上の細孔を作成して、相互接続された開放壁構造体を作成することと；を含んでもよい。前記粒子を除去することは、粒子のエッチング、融解及び溶解のうち1つ以上を含んでもよい。前記相互接続された開放壁構造体を形成することは、さらに、（例えば、前記粒子への到達を可能にするために）、前記粒子の除去の前に、前記第1電極材料をエッチングすることを含んでもよい。前記相互接続された開放壁構造体を形成することは、さらに、（例えば、前記相互接続された開放壁構造体の表面積を増やすために）、前記粒子の除去の後に、前記第1電極材料をエッチングすることを含んでもよい。

10

20

【0022】

前記相互接続された開放壁構造体を形成することは、格子、ブロック共重合体、スポンジ、または、ベース基板の複数の粒子の表面を、前記第1電極材料で被膜することであって、前記格子、前記ブロック共重合体、前記スポンジ、または、前記ベース基板は、1つ以上の細孔を含む相互接続された開放壁構造体を有し、前記被膜することは、前記第1電極材料を含む相互接続された開放壁構造体を提供する、被膜することを含んでもよい。

【0023】

前記相互接続された開放壁構造体を形成することは、さらに、前記ベース基板をエッチングして前記1つ以上の細孔を生成することを含んでもよい。前記相互接続された開放壁構造体を形成することは、さらに、（例えば、前記装置の重量を軽くするため、及び/または、前記相互接続された開放壁構造体の表面積を増やすため）、前記表面の被膜の後、前記粒子、前記スポンジまたは前記ベース基板を除去することを含んでもよい。前記粒子、前記スポンジまたは前記ベース基板を除去することは、前記粒子、前記スポンジまたは前記ベース基板のエッチング、融解及び溶解のうち1つ以上を含んでもよい。前記相互接続された開放壁構造体を形成することは、さらに、（例えば、前記粒子、前記スポンジまたは前記ベース基板へ到達可能にするため）、前記粒子、前記スポンジまたは前記ベース基板の除去の前に、前記第1電極材料をエッチングすることを含んでもよい。前記相互接続された開放壁構造体を形成することは、（例えば、前記相互接続された開放壁構造体の表面積を増やすために）、前記粒子、前記スポンジまたは前記ベース基板の除去の後に、前記第1電極材料をエッチングすることを含んでもよい。

30

40

【0024】

ブロック共重合体を用いて多孔質構造体を形成するために、（例えば、厚さが数百ナノメートルからマイクロメートルの）ブロック共重合体の薄膜を成型して、相をナノスケールで2つ以上の相から成る所望の形態に分離することができる。その後、高分子層のうち1つを（高分子によって、化学エッチング、紫外線照射により）除去して、多孔質足場を残すことができる。その後、（例えば、原子層堆積または電気化学析出によって）、この除去された部分を所望の1つまたは複数の物質で充填することができる。残った多孔質足場は、それ自体が除去され、場合によっては、同様に、除去された部分を別の所望の物質で充填してもよい。エネルギー蓄積装置の場合、（金属の）電荷収集層の上にブロック共重合体膜を堆積して、そこから進めてもよい。

50

【0025】

前記格子の粒子は、球状粒子であっても、球状粒子でなくてもよい。

【0026】

前記第1電極材料は、原子層堆積、化学蒸着及び電気化学析出のうち1つ以上を用いて堆積されてもよい。

【0027】

さらなる態様によれば、1つ以上の細孔を有する支持体としての機能を果たす手段を備える装置であって、前記支持体としての機能を果たす手段は、第1電極材料としての機能を果たす手段を備え、前記1つ以上の細孔は、電解質としての機能を果たす手段と、第2電極材料としての機能を果たす手段とを備え、前記電解質としての機能を果たす手段及び第2電極材料としての機能を果たす手段は、前記装置を用いて電気エネルギーの生成及び／または蓄積ができるように、前記電解質としての機能を果たす手段によって前記第1電極材料としての機能を果たす手段が前記第2電極材料としての機能を果たす手段と分離されて、前記細孔内において前記第1電極材料としての機能を果たす手段に支持される、装置が提供される。

【0028】

さらなる態様によれば、基板と、活物質とを備える装置であって、前記基板は、1つ以上の細孔を有する導電性材料である相互接続された開放壁構造体を備え、前記相互接続された開放壁構造体は、その上に前記活物質が支持される前記基板を提供し、前記活物質は、電子の生成及び／または蓄積に用いられるように構成される電気絶縁リチウム系化合物を含み、前記相互接続された開放壁構造体は、生成及び／または蓄積された電子用の電荷収集器であって、電子の電気路を提供する電荷収集器としての機能を果たすように構成される、装置が提供される。

【0029】

リチウム系化合物で用いられている「電気絶縁」という語は、当該リチウム系化合物が0または比較的低い導電性を示すことを意味すると解釈されてもよい。相互接続された開放壁構造体で用いられている「開放」という語は、外側の細孔の1つ以上により、構造体の内部表面領域に到達することができるという意味であると解釈されてもよい。相互接続された開放壁構造体で用いられている「相互接続された」という語は、構造体の少なくともいくつかは物理的に（従って、電氣的に）互いに接触しているという意味であると解釈されてもよい。基板は、導電性材料の相互接続された開放壁構造体から形成されてもよい。一方、基板は、その上に導電性材料の被膜が堆積される、相互接続された開放壁構造体を含んでもよい。このような場合、相互接続された開放壁構造体は、それ自体で導電性を有する必要はなく、被膜が導電性を有してもよい。どちらにしても、相互接続された開放壁構造体を備える基板は、活物質の支持に用いることができ、生成された電子の電気路を提供するように電荷収集器としての機能を果たしてもよい。

【0030】

相互接続された開放壁構造体は、ジャイロイド構造を有してもよい。ジャイロイド構造は、以下の式で三角関数によって近似されてもよい。

$$\cos x \cdot \sin y + \cos y \cdot \sin z + \cos z \cdot \sin x = 0 \quad (\text{式1})$$

（ただし、x、y及びzは、3つの空間方向である）

【0031】

細孔のいくつかまたは全ては、相互接続していてもよい。細孔のいくつかまたは全ては、基板内にスルー経路を形成してもよい。細孔のいくつかまたは全ては、基板内にブラインド経路を形成してもよい。細孔のいくつかまたは全ての直径は、2ナノメートル未満であってもよい（すなわち、マイクロ多孔質であってもよい）。細孔のいくつかまたは全ての直径は、2ナノメートルから50ナノメートルであってもよい（すなわち、メソ多孔質であってもよい）。細孔のいくつかまたは全ての直径は、50ナノメートルを超えてもよい（すなわち、マクロ多孔質であってもよい）。細孔のいくつかまたは全ては、周期的に配列

10

20

30

40

50

されてもよい。

【0032】

絶縁性リチウム系化合物は、硫化リチウム及び酸化リチウムのうち1つ以上を含んでもよい。

【0033】

活物質は、導電性材料の相互接続された開放壁構造体上に被膜を形成してもよい。「活物質」という語は、装置の充電／放電機構に参加する電極材料を意味すると解釈されてもよい。例えば、バッテリーにおいて、活物質は、電気化学反応またはインターカレーション機構に参加する電極材料であってもよい。一方、スーパーキャパシタにおいて、活物質は、電気二重層の形成に参加する電極材料であってもよい。

10

【0034】

導電性材料は、金属及び半導体のうち1つ以上を含んでもよい。金属は、金、銀、ニッケル、アルミニウム及び銅のうち1つ以上を含んでもよい。

【0035】

本装置は、電子の生成及び／または蓄積のために構成されてもよい。「電子の生成」という表現は、キャパシタ及びバッテリーキャパシタハイブリッドに関連する酸化還元反応及びインターカレーション機構を包含すると解釈されてもよく、また、「電子の蓄積」という表現は、キャパシタ及びバッテリーキャパシタハイブリッドに関連する電荷分離を包含すると解釈されてもよい。本装置は、蓄電装置及び蓄電装置用電極のうち1つ以上であってもよい。蓄電装置は、バッテリー（一次または二次電池）、キャパシタ（静電、電解またはスーパーキャパシタ）、及び、バッテリーキャパシタハイブリッドのうち1つ以上であってもよい。蓄電装置は、リチウム硫黄電池及びリチウム空気電池のうち1つ以上であってもよい。

20

【0036】

さらなる態様によれば、本明細書に記載されているあらゆる装置を含む機器が提供される。本機器は、電子機器、携帯電子機器、携帯電気通信機器、及び、前述の機器のいずれかのモジュールであってもよい。

【0037】

さらなる態様によれば、装置を製造する方法であって、前記方法は、1つ以上の細孔を有する導電性材料である相互接続された開放壁構造体を含む基板の上面に活物質を堆積することを含み、前記活物質は、電子の生成及び／または蓄積に用いられるように構成される電気絶縁リチウム系化合物を含み、前記相互接続された開放壁構造体は、生成及び／または蓄積された電子用の電荷収集器であって、電子の電気路を提供する電荷収集器としての機能を果たすように構成される、方法が提供される。

30

【0038】

前記方法は、前記活物質の堆積の前に、前記基板を形成することを含んでもよい。

【0039】

前記基板を形成することは、格子の複数の粒子間の相互接続された空間であって、格子の複数の粒子によって規定された相互接続された空間に導電性材料を堆積して導電性材料の相互接続された壁構造体を作成することと；前記粒子を除去して前記相互接続された壁構造体に1つ以上の細孔を作成し、相互接続された開放壁構造体を作成することと；を含んでもよい。前記粒子を除去することは、粒子のエッチング、融解及び溶解のうち1つ以上を含んでもよい。前記基板を形成することは、さらに、（例えば、前記粒子への到達を可能にするために）、前記粒子の除去の前に、前記導電性材料をエッチングすることを含んでもよい。前記基板を形成することは、さらに、（例えば、前記相互接続された開放壁構造体の表面積を増やすために）、前記粒子の除去の後に、前記導電性材料をエッチングすることを含んでもよい。

40

【0040】

前記基板を形成することは、格子、ブロック共重合体、スポンジ、または、ベース基板の複数の粒子の表面を前記導電性材料で被膜することであって、前記格子、前記ブロック

50

共重合体、前記スポンジ、または、前記ベース基板は、1つ以上の細孔を含む相互接続された開放壁構造体を有し、前記導電性材料を含む相互接続された開放壁構造体を提供する、被膜することを含んでもよい。前記基板を形成することは、前記ベース基板をエッチングして1つ以上の細孔を生成することを含んでもよい。前記基板を形成することは、（例えば、前記装置の重量を軽くするため、及び/または、前記相互接続された開放壁構造体の表面積を増やすため）、前記表面の被膜後、前記粒子、前記ブロック共重合体、前記スポンジまたは前記ベース基板を除去することを含んでもよい。前記粒子、前記ブロック共重合体、前記スポンジまたは前記ベース基板を除去することは、前記粒子、前記ブロック共重合体、前記スポンジまたは前記ベース基板のエッチング、融解及び溶解のうち1つ以上を含んでもよい。前記基板を形成することは、（例えば、前記粒子、前記ブロック共重合体、前記スポンジまたは前記ベース基板へ到達可能にするため）、前記粒子、前記ブロック共重合体、前記スポンジまたは前記ベース基板の除去の前に、前記導電性材料をエッチングすることを含んでもよい。前記基板を形成することは、（例えば、前記相互接続された開放壁構造体の表面積を増やすため）、前記粒子、前記ブロック共重合体、前記スポンジまたは前記ベース基板の除去の後に、前記導電性材料をエッチングすることを含んでもよい。

10

前記格子の粒子は、球状粒子であっても、球状粒子でなくてもよい。

【0041】

活物質は、原子層堆積、化学蒸着及び電気化学析出のうち1つ以上を用いて堆積されてもよい。

20

【0042】

本明細書に開示されるあらゆる方法のステップは、明記される場合を除いて、または、当業者によって理解されるものである場合を除いて、開示された順番で実施される必要はない。

【0043】

さらなる態様によれば、（担体に記録されていても、記録されていなくてもよい）コンピュータプログラムであって、本明細書に記載されたあらゆる方法を実施するように構成されるコンピュータコードを含むコンピュータプログラムが提供される。

【0044】

本装置は、当該コンピュータプログラムのコードを処理するように構成される処理装置を備える。処理装置は、特定用途向け集積回路（ASIC）を含むマイクロプロセッサであってもよい。

30

【0045】

本発明は、組み合わせるか、または、単独で用いるかが（請求項を含めて）特に記載されているかいないかに関わらず、単独で、または、様々に組み合わせ用いられた、1つ以上の対応する態様、実施形態例または特徴を含む。記載された機能の1つ以上を実施する対応する手段及び対応する機能ユニット（例えば、支持物）も、本発明に含まれる。

【0046】

上述の摘要は、例示を目的としており、本発明を限定するものではない。

【図面の簡単な説明】

40

【0047】

例として、添付の図面を参照して、本発明を以下に説明する。

【図1a】従来のバッテリーの放電プロセスを概略的に示す図。

【図1b】従来のバッテリーの充電プロセスを概略的に示す図。

【図2a】リチウムイオン電池の放電プロセスを概略的に示す図。

【図2b】リチウムイオン電池の充電プロセスを概略的に示す図。

【図3a】スーパーキャパシタの充電プロセスを概略的に示す図。

【図3b】スーパーキャパシタの放電プロセスを概略的に示す図。

【図4a】リチウムイオンキャパシタの充電プロセスを概略的に示す図。

【図4b】リチウムイオンキャパシタの放電プロセスを概略的に示す図。

50

- 【図5】蓄電装置の一実施形態を概略的に示す図。
- 【図6】蓄電装置の別の実施形態を概略的に示す図。
- 【図7】球状粒子の格子を用いて相互接続された開放壁構造体を形成する一方法を概略的に示す図。
- 【図8】球状粒子の格子を用いて相互接続された開放壁構造体を形成する別の方法を概略的に示す図。
- 【図9】1つ以上の細孔を有するブロック共重合体を用いて相互接続された開放壁構造体を形成する一方法を概略的に示す図。
- 【図10】1つ以上の細孔を有するスポンジを用いて相互接続された開放壁構造体を形成する一方法を概略的に示す図。
- 【図11】1つ以上の細孔を有するベース基板を用いて相互接続された開放壁構造体を形成する一方法を概略的に示す図。
- 【図12】第1電極材料の堆積後の支持材料の除去を概略的に示す図。
- 【図13a】第1実施形態に係る蓄電装置の層構造を概略的に示す図。
- 【図13b】第2実施形態に係る蓄電装置の層構造を概略的に示す図。
- 【図13c】第3実施形態に係る蓄電装置の層構造を概略的に示す図。
- 【図13d】第4実施形態に係る蓄電装置の層構造を概略的に示す図。
- 【図14】直列に接続された複数の蓄電池を概略的に示す図。
- 【図15】並列に接続された複数の蓄電池を概略的に示す図。
- 【図16】同じ相互接続された開放壁構造体内に形成された2つの蓄電池を概略的に示す図。
- 【図17】本明細書に記載された装置を含む電子機器を概略的に示す図。
- 【図18】上に太陽電池が形成された蓄電装置を概略的に示す図。
- 【図19】本明細書に記載された装置を製造する方法を概略的に示す図。
- 【図20】図19の方法を制御するためのプログラムを提供するコンピュータ可読媒体を概略的に示す図。

10

20

30

40

50

【特定の側面又は実施形態の説明】

【0048】

電子回路において、バッテリー及びキャパシタは、他の構成要素に電力を供給するのに用いられるが、これらの電力供給は、様々な方法で行われる。

【0049】

バッテリーは、電気化学反応を用いて電気を生成する。従来のバッテリーの放電プロセスを図1aに示す。バッテリーは、電解質101によって分離された2つの電気端子（電極102、103）を備える。バッテリーはまた、電極間の直接的な物理的接触を防ぐためのセパレータ110を含み、このセパレータ110は、特に、液体電解質を用いる場合、重要である。負極（陽極102）において、酸化反応が起こり、電子が生成される。これらの電子は、陽極102から正極（陰極103）まで（矢印104で示されるように）外部回路105を流れて、陰極103で還元反応を起こす。この電子の流れによって、外部回路105の1つ以上の電子部品106に電力を供給することができる。酸化及び還元反応は、反応物質が完全に変換されるまで続いてもよい。ただし、重要なことは、電子が陽極102から陰極103まで外部回路105を介して流れることができなければ、電気化学反応を起こすことはできないということである。これによって、バッテリーは、長時間、蓄電することができる。電子は陽極102から陰極103まで外部回路を流れるので、陰極103の周囲の電解質101で負電荷雲が発達し、陽極102の周囲の電解質101で正電荷雲が発達する。電解質101の陽イオン107及び陰イオン108は、移動してこれらの電荷雲を中和し、反応及び電子の流れを継続させる。電解質101からのイオン107及び108がなければ、各電極102及び103の電荷雲は、電気の生成を抑制する。

【0050】

一次電池は、電気化学反応が不可逆的である、あらゆる種類のバッテリーである。これらの一次電池は、使い捨てバッテリーとして用いられる。一方、二次電池では、電気化学反応が可逆的であり、化学反応物質を、元の状態に回復させることができる。これらの二

次電池は、再充電可能なバッテリーとして用いられる。従来の再充電可能なバッテリーの充電プロセスを図1bに示す。バッテリーを充電するため、陽極102と陰極103との間に電位差を印加する。充電器109の正極は、(矢印111に示すように)陰極103から電子を奪い、陽極102に返し、電極と電解質との界面で化学反応を引き起こす。再び、電荷の移動を補償するため、電解質101の陽イオン107及び陰イオン108は、前とは反対方向に、電極102及び103間を移動する。

【0051】

バッテリーによって生成された電流及び電圧は、電極及び電解質に用いられる物質に直接関連する。物質が別の物質に対して電子を失う、または、受け取る能力は、電極の電位として知られている。酸化剤及び還元剤の強さは、それらの標準的な電極電位によって示される。正の電極電位を有する物質は、陽極を形成するのに用いられ、負の電極電位を有する物質は陰極を形成するのに用いられる。陽極と陰極の電位差が大きければ大きいほど、電池が生成できる電気エネルギー量は多くなる。

リチウムは、電気化学列の最上位に登場し(大きな負の電極電位を有し)、最も強力な還元剤であることを示している。同様に、フッ素は、電気化学系列の最下位に登場し(大きな正の電極電位を有し)、最も強力な酸化剤であることを示している。リチウムは高い電極電位を有するので、リチウム電池は、亜鉛電池、炭素電池またはアルカリ電池の電圧の2倍を超える、約4Vの電圧を生成することができる。陽極、陰極及び電解質の物質の選択によって、リチウム電池の電流、電圧、容量、寿命及び安全性を劇的に変えることができる。

【0052】

リチウムイオン電池は、伝統的な酸化還元反応ではなく、リチウムイオンの「インターカレーション」機構を用いる別の種類の再充電可能なバッテリーである。リチウムイオン電池では、充電及び放電中、電極間をイオンが行ったりきたりする際、電極の結晶構造にリチウムイオンは挿入されたり抜き出たりする。これを達成するため、電極は、リチウムイオンの挿入及び抜き取りを可能にする開放結晶構造と同時に、補償電子を受け入れる能力を必要とする。このような電極は、「インターカレーションホスト」と呼ばれる。リチウムイオン電池は、最も優れたエネルギー対重量比率を有し、記憶効果がなく、非使用時の電荷ロスは遅いため、現在、携帯用電子機器のバッテリーとして最もよく使われる種類の1つである。

【0053】

一般的なリチウムイオン電池において、陽極は、炭素から作られ、陰極は、金属酸化物であり、電解質は、有機溶媒のリチウム塩である。商業的には、最もよく使われる陽極材料は、黒鉛であり、陰極は、一般的に、(コバルト酸リチウムなどの)層状酸化物、(リン酸鉄リチウムなどの)多価陰イオン系、または、(マンガン酸リチウムなどの)スピネルの3つの物質のうち1つである。電解質は、一般的に、リチウムイオンの錯体を含むエチレンカーボネートやジエチルカーボネートなどの有機カーボネートの混合物である。これらの非水電解質は、ヘキサフルオロリン酸リチウム(LiPF_6)、ヘキサフルオロヒ酸リチウム水和物(LiAsF_6)、過塩素酸リチウム(LiClO_4)、テトラフルオロホウ酸リチウム(LiBF_4)及びトリフルオロメタンスルホン酸リチウム(LiCF_3SO_3)などの非配位性アニオンを含むことが多い。

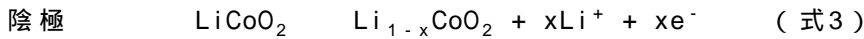
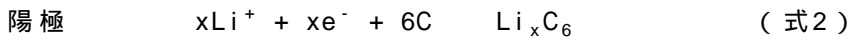
【0054】

図2a及び図2bは、それぞれ、リチウムイオン電池の放電及び充電プロセスを概略的に示す。図に示すように、陽極202及び陰極203はそれぞれ、電荷収集基板236の上面に堆積された開放結晶インターカレーション物質235を含む。放電中、リチウムイオン234が陽極202から抜き取られ、電解質201を越えて移動し、陰極203の結晶構造に挿入される。同時に、補償電子が(矢印204で示される方向に)外部回路を進み、陰極203によって受け入れられて反応の平衡を保つ。このプロセスは、可逆的である。充電中は、外部電源(充電器209)が電極202と203との間に電位差を印加して、電子を(矢印211で示される)反対方向に進ませる。リチウムイオン234は、その後、陰極203から抜き取られ、電解質201を越えて

移動し、陽極202の結晶構造に戻され、挿入される。

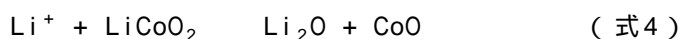
【0055】

リチウムイオン電池では、 Li_xCoO_2 における遷移金属であるコバルト (Co) が、充電時には、 Co^{3+} から Co^{4+} に酸化され、放電時には、 Co^{4+} から Co^{3+} に還元されながら、リチウムイオンが陰極と陽極の間を輸送される。黒鉛陽極及びコバルト酸リチウム陰極を含むリチウムイオン電池の陽極及び陰極の半反応は、以下の通りである。



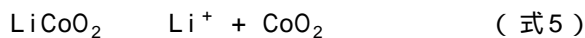
【0056】

しかし、全体の反応は、限界がある。リチウムイオン電池を過剰放電すると、コバルト酸リチウムを過飽和させることになり、以下の不可逆反応によって、酸化リチウムを生成させてしまう可能性がある。



【0057】

一方、リチウムイオン電池の過剰放電により、以下の不可逆反応によって、 Co^{4+} の合成を引き起こす可能性がある。



【0058】

バッテリーに対して、キャパシタは、静電的に電荷を蓄積するもので、電気を生成することはできない。「スーパーキャパシタ」として知られる (電気二重層キャパシタ、ウルトラキャパシタ、疑似キャパシタ及び電気化学二重層キャパシタとしても知られる) 比較的新しい種類のキャパシタは、従来のキャパシタ、または、電解質キャパシタよりも多くのエネルギーを蓄積することができ、携帯電子用途において用いられることが多くなっている。

【0059】

図3a及び図3bは、それぞれ、スーパーキャパシタの充電及び放電プロセスを概略的に示す。スーパーキャパシタは、陰極303及び陽極302を有し、陰極303及び陽極302はそれぞれ、電解質301によって分離された導電性プレート336 (電荷収集器) を備える。液体電解質が用いられる場合、スーパーキャパシタは、陰極と陽極との直接的な物理的接触を防ぐためにセパレータ310も備える。プレート336は、より多くの電荷を蓄積するために表面積を増やすため、(粉末状炭素などの) 多孔質材 337で被膜されている。電源 (充電器) により電極302及び303間に電位差が印加されると、電解質301は、分極する。陰極303の電位は、電解質301中の陰イオン308を引きつけ、陽極302の電位は、陽イオン307を引きつける。

【0060】

バッテリーと異なり、印加された電位は、電解質301の絶縁破壊電圧以下に維持されて電極302及び303の表面で電気化学反応が起こることを防止する。このため、スーパーキャパシタは、電気化学電池のように電気を生成することはできない。また、電気化学反応が起きなければ、電子は生成されない。その結果、電解質301と電極302及び303との間に大きな電流が流れることはない。その代わりに、溶液のイオン307及び308が電極302及び303の表面に並び、表面電荷338を反映し、絶縁性 (電気二重層) を形成する。電気二重層 (すなわち、表面電荷338の層及びイオン307及び308の層) において、表面電荷338とイオン307及び308との隔たりは、ナノメートル単位である。プレート336の表面上での電気二重層及び高比表面積材料337の使用を組み合わせることで、莫大な数の電荷担体を電極と電解質との界面において蓄積することができる。

【0061】

スーパーキャパシタの放電では、帯電された電極302及び303が電氣的に接続される (30

10

20

30

40

50

5) ことにより、(矢印304に示すように)外部回路を介して陽極から陰極に電子が流れる。この電荷の流れを、外部回路305の1つ以上の電子部品306に電力を供給するのに用いることができる。

【0062】

スーパーキャパシタは、バッテリーに対して多くの利点を有するので、多くの用途において、バッテリーに取って代わる傾向にある。スーパーキャパシタは、大きな電流を一齐に供給することによって機器に電力を供給し、迅速に再充電することで機能する。スーパーキャパシタの内部抵抗は低いか、または、等価直列抵抗(ESR)であるので、大きな電流を供給及び吸収することができるが、伝統的な化学電池は、内部抵抗が高く、バッテリー電圧が崩壊してしまうことがある。また、バッテリーは、一般的に、長い再充電時間を必要とするが、スーパーキャパシタは、通常、ほんの数分のうちに、非常に速く再充電することができる。また、何回も充電を繰り返した後でも、バッテリーよりも電荷を保持する能力を長く維持する。スーパーキャパシタは、バッテリーと組み合わせることで、バッテリーが通常必要とする瞬間エネルギーの必要性を取り除くことができるので、バッテリーの寿命を延ばすことができる。

10

【0063】

バッテリーは、メンテナンスが必要であることが多く、小さな温度範囲内でしか十分に機能できないが、スーパーキャパシタは、メンテナンスが不要で、幅広い温度範囲にわたって十分に機能する。スーパーキャパシタはまた、バッテリーよりも寿命が長く、少なくとも、スーパーキャパシタによって電力を供給される電子機器の寿命まではもつように構築されている。一方、バッテリーは、一般的に、機器の寿命の間に、何回か取り替えなければならない。

20

【0064】

しかし、スーパーキャパシタに欠点がないわけではない。従来の電解質キャパシタよりも多くの量のエネルギーを蓄積できるが、スーパーキャパシタによって蓄積される単位重量当たりのエネルギーは、電気化学電池よりも大幅に低い。加えて、スーパーキャパシタの動作電圧は、電解質絶縁破壊電圧によって制限されている。これは、バッテリーにおいては問題になっていないことである。

【0065】

リチウムイオン電池は、全システムの中で最も高いエネルギー密度を有する一方、スーパーキャパシタは、最も高い電力密度及び寿命を有する。近年、リチウムイオンキャパシタと呼ばれる新しいハイブリッド蓄電装置が、リチウムイオン電池及びスーパーキャパシタの利点を統合する目的で開発されている。リチウムイオンキャパシタの陰極には、スーパーキャパシタと同様に、炭素と電解質との界面における電気二重層として、電荷を蓄積する活性炭が用いられている。一方、陽極は、リチウムイオン電池と同様に、リチウムイオンにプリドープしたナノ構造インターカレーション物質で作られている。このプリドーププロセスにより、陽極の電位は低くなり、電池の出力電圧が高くなる。一般的に、リチウムイオンキャパシタの出力電圧は、3.8Vから4Vの範囲にある。結果的に、リチウムイオンキャパシタは、高いエネルギー密度を有する。

30

【0066】

さらに、陽極の容量は、陰極の容量よりも数桁大きい。結果として、充電及び放電中の陽極の電位の変化が陰極の電位の変化よりもはるかに小さくなる。インターカレーション陽極は、 LiCoO_2 または LiMn_2O_4 などのインターカレーション陰極にも接続される。リチウムイオンキャパシタで用いられる電解質は、一般的に、リチウムイオン塩溶液であり、セパレータを用いて、陽極と陰極との直接的な物理的接触を防いでもよい。

40

【0067】

図4a及び図4bは、それぞれ、リチウムイオンキャパシタの充電及び放電プロセスを概略的に示す。リチウムイオンキャパシタの性質は、スーパーキャパシタとほぼ同じであるため、図4a及び図4bの参照番号は、図3a及び図3bの同様の機能に対応している。しかし、2つのシステムは、機器が充電される際、電極と電解質との界面において、電解質401の陽

50

イオンが並んで電気二重層を形成するのではなく、リチウムイオン434が陽極402の結晶構造435に挿入する（インターカレーション）ことに主な違いがある。従って、リチウムイオンキャパシタは、リチウムイオン電池のように、高速な電気化学反応を起こすものであり、単に電気二重層の形成に頼って電荷を蓄積するわけではない。

【0068】

背景の節で説明したように、次世代の蓄電池として検討されてきた高比表面積電極材料の多くは、微粒子形態であるために、低い構造的完全性、及び／または、高い抵抗という問題がある。この問題に対する解決策を提供するかもしれない装置及び関連する方法を以下に記載する。

【0069】

10

本装置（図5に示すように）は、高比表面積電極（陽極または陰極）を備え、当該高比表面積電極の上に、電解質及び第2電極（陰極または陽極）が堆積されて蓄電池525（バッテリー、キャパシタまたはバッテリーキャパシタハイブリッド）が形成される。上述した粒子材料と異なり、高比表面積電極は、1つ以上の細孔517を有する相互接続された開放壁構造体515の形態をとる。相互接続された開放壁構造体515は、第1電極材料514を備え、蓄電池525の第1電極（陽極または陰極）としての役割を果たす。電解質522及び第2電極材料523（それぞれ、陰極または陽極）は、電気エネルギーを生成及び／または蓄積できるように、電解質522によって第1電極材料514が第2電極材料523と分離されて、相互接続された開放壁構造体515の細孔517内の第1電極材料514の上面に堆積される。

【0070】

20

相互接続された開放壁構造体515は（少なくとも一部）第1電極材料514で形成されており、電解質522及び第2電極材料523は、第1電極材料514の上面に堆積されているので、相互接続された開放壁構造体515を使用することで、両電極の表面積が増え、電解質522と陽極／陰極材料514及び523との間の相互作用のレベルが最大となる。

【0071】

（図5に示すように）一実施形態において、電解質522は、相互接続された開放壁構造体515上に被膜を形成し、細孔517の残りの容積が第2電極材料523で充填されて閉鎖された無孔性電池を形成する。構造体515の細孔517が第2電極材料523で充填されることで、汚染物質が細孔517に入ることを防ぐだけでなく、蓄電密度／容量を増加させることなく、電池の重量を増やす。（図6に示すように）別の実施形態において、電解質622及び第2電極材料623は、細孔617の容積を完全に充填することなく、相互接続された開放壁構造体615に連続した被膜を形成する。

30

【0072】

（外部細孔617を介して）開放しているものであれば、様々なあらゆる相互接続された壁構造体615を用いることができる。構造体615が開放しているという性質によって、電解質622及び電極材料623を、構造体615の細孔617内に堆積させることができる。

【0073】

相互接続された開放壁構造体715の一例は、（図7に示すように）複数の球状粒子712（例えば、ポリスチレン粒子）を配列して格子713を形成し、球状粒子712の間に第1電極材料714を（例えば、蒸発、スパッタリング、化学蒸着（CVD）、原子層堆積（ALD）または電気化学析出（ECD）によって）堆積することで、製造することができる。相互接続された開放ジャイロイド構造体は、ブロック共重合体相分離プロセスを用いて形成することができる。

40

【0074】

ここで、CVD、ALD及びECDは、特に、有用である。堆積が、対象表面の方向に依存しないからである。一方、蒸発及びスパッタリング技術では、対象表面は、物質源の視線上になければならない。しかし、この問題は、対象構造体の様々な表面に対向するように配置された複数の物質源を用いることによって、あるいは、単一の物質源及び複数の堆積ステップを用いること（及び構造体または物質源を堆積ごとに回転させる）によって、解決することができる。しかし、蒸発またはスパッタリングを用いて仕上げの被膜を行ったとし

50

ても、被膜は、それぞれの堆積ステップによって重複してしまっているため、均一な厚さになりにくい。この意味で、CVD、ALD及びECDが、好ましい。ALDにも、ピンホールのない膜を生成することができるという利点がある。この点は、蓄電池の電極を形成するのに有用である。第1電極材料714のピンホールにより、電池の電気抵抗が上がるからである。絶縁層におけるピンホールは、絶縁層の絶縁性を落とすことができる。

【0075】

一旦、第1電極材料714が堆積されると、（例えば、粒子をエッチング、融解または溶解することによって）球状粒子712を除去して構造体に細孔を形成することができる。第1電極材料714が粒子712の外部表面を完全に被膜してしまった場合、球状粒子712へ到達できるように、及び、球状粒子712を除去できるように、（例えば、定電流エッチングまたは定電位エッチングなどの湿化式エッチングまたは乾式エッチングによって）被膜の一部または全てを除去しなければならないことがある。結果として得られる構造体715は（図7の断面に示すが）、経路717（細孔）を間に有する相互接続された壁716の三次元配列である。

10

20

【0076】

しかし、この段階で、（壁は、機械的／構造的完全性を提供するように相互接続されているが、）構造体715の細孔717は、必ずしも相互接続されていない。結果として、内部細孔717のいくつかは、電解質及び第2電極材料に到達することができない可能性があり、構造体715の有用な表面積を減らしてしまう。この問題は、（例えば、）所定期間、構造体715を（湿化式）エッチング液の溶液槽に浸すことで解決できる。エッチング時間が長ければ長いほど、相互接続部分735の数は増加し、これにより、物質の内部表面積が増えるが、構造的完全性は低下する。従って、最適なエッチング時間は、構造体715の剛性を落とさずに十分な表面積を提供するように選択されるものであり、使用する特定の電極材料714及びエッチング液によって異なる。

【0077】

図8は、相互接続された壁（例えば、ジャイロイド）構造体を製造する別の方法を示す。今回は、格子813の球状粒子812の間の空間が充填されず、第1電極材料814を粒子812上の被膜として堆積する。これは、単に、粒子812の間の空間を残すようにより少ない量の第1電極材料814を堆積することで実現されてもよい。球812は、格子813の形状に既に詰められているので、ある粒子の表面上の第1電極材料814は、隣接する粒子の表面上の第1電極材料と物理的及び電氣的に接触している。このように、結果として得られる構造体は、第1電極材料814及び複数の相互接続経路817の連続した層を含む。第1電極材料814が、粒子を互いに結合させる機能も果たすことにより、構造的完全性が向上する。

30

上述した製造プロセスでは、「球状」粒子と記載したが、これらの技術は、1つ以上の細孔または経路を含む格子を形成することができるものであれば、あらゆる適切な形状／大きさの粒子（必ずしも全て同じ形状／大きさでなくてもよい）を用いても行うことができる。

【0078】

図9は、相互接続された開放壁（例えばジャイロイド）構造体を製造する別の方法を示す。ただし、図8に示すように球状粒子の格子を被膜する代わりに、第1電極材料914をブロック共重合体918の上に堆積する。ブロック共重合体918は、一端において共有結合によってつながられた2つ以上の化学的に異なる重合体（例えば、ポリスチレン及びPMMA、ポリスチレン及びポリイミド、または、ジャイロイドまたはダブルジャイロイド用プリフルオロスチレン及びポリ乳酸）を含み、規則正しく並んだ様々な多孔質ナノ構造に自己組織化する能力を有する。構成要素の体積率によって、ブロック共重合体のナノスケール領域（例えば、本体が中心となった立体の球、六角形状に詰められた円柱、ラメラまたは共連続ジャイロイド）を、一定の条件下で準備することができる。ブロック共重合体918及び個々のブロックの分子量は、これらのナノスケール領域の大きさ及び分離距離を制御するために異なってもよい。

40

【0079】

50

ブロック共重合体918は、2つ以上のホモポリマーブロックを含んでもよい。2または3個の異なるブロックを有するブロック共重合体918は、それぞれジブロック及びトリブロック共重合体と呼ばれる。適切なジブロック共重合体は、ポリ(4-フルオロスチレン) - b - ポリ(D, L-ラクチド)及びポリ(エチレン) - ポリ(エチレンプロピレン)を含み、適切なトリブロック共重合体は、ポリ(1, 4-イソブレン) - Woc / - ポリスチレン - Woc / - ポリ(2-ビニルピリジン)を含む。ポリ(4-フルオロスチレン) - fc > - ポリ(D, L-ラクチド)の立体共連続二重ジャイロイド相により、細孔が完全に相互接続された、相互接続された開放壁構造体を形成することができる。

【0080】

図9のブロック共重合体918は、複数の規則正しく並んだ細孔917を含む。第1電極材料914の層が、(好ましくは、CVD、ALDまたはECDを用いて)ブロック共重合体の上に堆積されると、共重合体918の外部表面だけでなく細孔917の内部表面も被膜する。従って、結果として得られる構造体は、第1電極材料914の連続層を含む。構造体内部の細孔917の配列は、特定の重合体及び製造条件に依存する。細孔917は、相互接続されている場合と、相互接続されていない場合がある。細孔917が相互接続されている必要は、必ずしもないが、相互接続されていることによって電極の表面積が増えるので、蓄電装置の蓄電密度及び容量が向上する。ブロック共重合体は、重合体相/ブロックを除去して多孔質構造体にする必要があることを理解されたい。この多孔質構造体は、その後、所望の物質で充填することができる。

【0081】

第1電極材料は、ブロック共重合体の上ではなく、図10に示すように、(天然、または、合成)スポンジ1019の上面に堆積されてもよい。スポンジ1019は、一般的に、複数の(相互接続した)細孔1017を含み、本来、高比表面積を有する。従って、スポンジ1019の外部表面及び内部表面を、第1電極材料1014で被膜して、電極として用いるのに適した相互接続された開放壁構造体を作成することができる。ブロック共重合体と同様に、細孔1017は、互いに接続されている必要はないが、相互接続された細孔は、有利である。

【0082】

代替として、図11に示すように、1つ以上の予め形成された穴1117(細孔)を含む基板1120(本明細書では、ベース基板と呼ぶ)の上に第1電極材料1114を堆積してもよい。細孔1117は、(例えば、掘削、または、エッチング耐性マスクによるエッチングなどの)様々な技術を用いて基板1120に形成されてもよい。このように、細孔1117の数、密度、直径、奥行き及び形状を制御することができる。細孔1117を互いに相互接続させるか、または、相互接続させないかを制御することもできる。ベース基板1120の外部表面及び内部表面を被膜することによって、電極として用いるのに適した相互接続された開放壁構造体を生成してもよい。

【0083】

相互接続された開放壁構造体の細孔は、(すなわち、参照番号1033で示すように、物質の一方から他方への)スルー経路、または、(すなわち、参照番号917で示すように、物質の一方が開放し、物質の内部で終わる)ブラインド経路を形成してもよい。さらに、細孔は、周期的に配列されてもよいし(例えば、細孔917)、周期的に配置されなくてもよく(例えば、細孔1017)、2ナノメートル未満の直径(マイクロ多孔質)、2ナノメートルから50ナノメートルの直径(メソ多孔質)、あるいは、50ナノメートルを越える直径(マクロ多孔質)を有していてもよい。

【0084】

図8、図10及び図11に示された製造プロセスのそれぞれにおいて、第1電極材料が堆積された支持材料(球状粒子、スポンジまたはベース基板)を除去する必要はない。しかし、支持材料を除去することは、2つの点で有用である。まず1つ目として、蓄電機器の全重量を減らすことができる。(これは、蓄電池は、エネルギー対重量比率で特徴づけられることが多いことを考えると、重要な点である。)2つ目として、支持材料を除去することで、構造体の表面積が増える。

10

20

30

40

50

【0085】

この態様について、第1電極材料1214で被膜された後の図1のベース基板1220を示す図12に示す。支持材料1220（この場合、ベース基板）を除去するには、第1電極材料1214の一部を除去し、その下にある材料1220に到達する必要がある。このステップは、エッチングによって行われてもよい。示された図では、ベース基板1220の下面1221の第1電極材料1214を除去した。基板材料1220が露出すれば、湿化式エッチング（または別の技術）を用いて基板材料1220を除去することができる。しかし、第1電極材料1214が基板材料1220よりもエッチング液に対する耐久性を有することが重要である。そうでなければ、このステップは、第1電極材料を部分的または完全に除去（または損傷）してしまうだろう。別の選択肢として、エッチング液と第1電極材料1214との間の相互作用を防ぐために、エッチング耐性マスクを用いてもよい。基板材料1220を除去することで、高比表面積の、軽量で、開放した、多孔質の第1電極材料1214の相互接続された開放壁構造体を形成することができる。ブロック共重合体の製造プロセスは、対応する技術に適用されるだろう。

10

【0086】

しかし、支持材料1220は、電極材料及び電解質材料に機械的支持を提供することができる。従って、第1電極材料1214の堆積後に、支持材料1220を除去するか、除去しないかの決断は、第1電極材料1214の機械的強度に部分的に依存するだろう。第1電極材料1214が、機械的に変形せずに、自分で、電解質及び第2電極材料を支持することができないのであれば、その下にある支持材料1220が必要になるかもしれない。

20

【0087】

一旦、相互接続された開放壁構造体が形成されれば、電解質及び第2電極材料を第1電極材料の上に堆積して蓄電池を形成することができる。第1電極材料を支持材料（例えば、ベース基板）の上に堆積する場合と同様に、CVD、ALD及びECDは、特に、有用である。なぜなら、蒸発またはスパッタリングシステムにおいて、物質源の視線にない基板を被膜するのに用いることができるからである。相互接続された開放壁構造体の全表面積を電解質及び第2電極材料で被膜する必要はないが、そうすることで、電子の生成及び／または蓄積を最大化することができる。なぜなら、第1電極材料は、より多くの量の電解質と相互作用することができるからである。電気化学堆積は、堆積を起こすために堆積する物質をベース基板に電氣的に接続しなければならないという利点がある。この利点は、ALDまたはCVDにはない。

30

【0088】

図13は、本明細書に記載された相互接続された開放壁構造体を用いて形成できる蓄電池の3層、4層、5層及び6層の構成を示す。3層構造（図13a）において、支持材料1320（球状粒子、ブロック共重合体またはベース基板）は、第1電極材料1314の堆積後に除去され、（電解質1322で分離された）第1電極材料1314及び第2電極材料1323は、それぞれ、活物質を含む。活物質は、電池の充電／放電機構に参加する電極材料である。蓄電装置がバッテリーである場合、活物質は、電気化学反応またはインターカレーション機構に参加する電極材料である。一方、蓄電装置がスーパーキャパシタである場合、活物質は、電気二重層の形成に参加する電極材料である。上述したように、支持材料1320を除去することで、第1電極材料1314及び第2電極材料1323の表面積が増え、蓄電装置の全重量が減る。

40

【0089】

しかし、4層構造（図13b）においては、支持材料1320は、第1電極材料1314の堆積後も保持されている。第1電極材料1314の機械的強度が、第1電極材料1314だけで、下にある電解質1322及び第2電極材料1323を支持するのに不十分である場合、支持材料1320が必要になるかもしれない。

【0090】

5層構造（図13c）において、支持材料1320は、図13aの構成のように、第1電極材料1314の堆積後、除去された。しかし、今回、第1電極材料1314及び第2電極材料1323は、それぞれ、活物質だけでなく、電荷収集物質1324も含む。電荷収集物質は、各電極の活物質と蓄電池の外部回路との間の電気路を提供して電子の流れを可能にするものであり、活物質が

50

0または比較的低い導電性を示す場合、必要になるだろう。場合によっては、ある電極の活物質は、別の電極の活物質よりも高い導電性を有することがある。この筋書きにおいては、電荷収集物質1324は、導電性が低い電極にのみ必要となるかもしれない。電荷収集物質1324を形成するのに用いられる材料は、高い導電性を有するべきである。適切な例として、金、銀、ニッケル、銅またはこれらの金属の2つ以上を含む合金などの金属が挙げられる。しかし、半導体材料を代わりに用いてもよい。

【0091】

6層構成（図13d）は、支持材料1320が第1電極材料1314の堆積後も保持されていることを除いて、図13cの5層構造と同じである。

【0092】

第1電極材料1314及び第2電極材料1323は、特定の活物質に限定されず、様々な要素及び化合物を含んでもよい。これは、電解質1322にも当てはまる。ただし、電解質1322を形成するのに用いられる材料は、電極活物質の化学的性質に大きく依存する。

【0093】

一実施形態において、蓄電装置は、リチウム硫黄電池であり、第1電極（陽極）の活物質が、硫化リチウムを含み、第2電極（陰極）の活物質が硫黄を含む。硫黄の導電性が比較的低いことを考えると、電荷収集物質の上面に堆積される必要があるだろう。電解質は、チッカリン酸リチウム（LiPON）などの固体電解質、ポリ（エチレンオキサイド）誘導体を含む高分子電解質、または、ホウ酸エステル基を含む高分子電解質であってもよい。

【0094】

リチウムイオン電池の放電の際、陽極の硫化リチウムは、リチウムイオンと硫黄とに分裂し、プロセスにおいて電子を放出する。リチウムイオンは、その後、電解質を通して硫黄陰極に移動し、そこで、硫化リチウムを形成する。一方、充電の際は、陰極の硫化リチウムが硫黄及びリチウムイオンに戻され、リチウムイオンが電解質を通して陽極に戻り、硫化リチウムを生成する。

【0095】

別の実施形態において、蓄電装置は、リチウム空気電池であり、第1電極（陽極）の活物質が酸化リチウムを含み、第2電極（陰極）の活物質が多孔質炭素及び（マンガン、コバルト、ルテニウム、プラチナ、銀またはコバルトとマンガンの混合物などの）金属触媒を含む。本実施形態の電解質は、 $(\text{LiPF}_6, \text{LiAsF}_6, \text{LiN}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_2)$ または LiSO_3CF_3 などの有機電解質、（水に溶解しているリチウム塩を含む）水性電解質、または、リチウム導電膜によって分離された有機電解質と水性電解質の組み合わせであってもよい。

【0096】

リチウム空気電池の放電の際、陽極の酸化リチウムは、リチウムイオンと酸素とに分裂し、プロセスにおいて電子を放出する。このリチウムイオンは、その後、電解質を通して炭素陰極に移動し、そこで、酸化リチウムを形成する。一方、充電の際は、陰極の酸化リチウムが酸素とリチウムイオンに戻され、リチウムイオンが電解質を通して陽極に戻り、酸化リチウムを生成する。

【0097】

さらなる実施形態において、蓄電装置はリチウムイオン電池である。本実施形態においては、第1電極（陰極）の活物質は、例えば、コバルト酸リチウム、リン酸鉄リチウムまたはマンガン酸リチウムを含み、第2電極（陽極）の活物質は、黒鉛を含み、電解質は、（エチレンカーボネートやジエチルカーボネートなどの）有機溶媒に、（ヘキサフルオロリン酸リチウム、ヘキサフルオロヒ酸リチウム水和物、過塩素酸リチウム、テトラフルオロホウ酸リチウムまたはトリフルオロメタンスルホン酸リチウムなどの）リチウム塩を含む。

【0098】

さらに別の実施形態において、蓄電装置は、リチウムイオンキャパシタである。本実施形態においては、第1電極（陽極）の活物質は、例えば、コバルト酸リチウム、リン酸鉄リチウムまたはマンガン酸リチウムを含み、第2電極（陰極）の活物質は、活性炭を含み

10

20

30

40

50

、電解質は、（エチレンカーボネートやジエチルカーボネートなどの）有機溶媒に、（ヘキサフルオロリン酸リチウム、ヘキサフルオロヒ酸リチウム水和物、過塩素酸リチウム、テトラフルオロホウ酸リチウムまたはトリフルオロメタンスルホン酸リチウムなどの）リチウム塩を含む。

【0099】

蓄電池（バッテリー、キャパシタまたはバッテリーキャパシタハイブリッド）は、機器の他の構成要素に電力を供給するのに用いられることを考えれば、電池の電気特性（例えば、動作電流、電圧、抵抗、静電容量など）は、重要な検討項目である。一般的に、スーパーキャパシタの最大動作電圧は、電解質の絶縁破壊電圧によって（水性電解質の場合、1.1Vまで、有機電解質の場合、2.3Vまで）制限され、バッテリーの最大動作電圧は、電気化学反応に用いられる活物質によって制限される。ただし、動作電圧を上げるために、数個の電池1425を（例えば、蓄電池のスタックとして）直列に接続してもよい。これは、図14に示すように、相互接続された開放壁構造体を互いに電氣的に接続することで達成されるだろう。直列に接続された3つの蓄電池の総電圧は、 $V_{total} = V_1 + V_2 + V_3$ で表される。ここで、 V_n は、各電池の動作電圧である。直列に接続された場合、総電流は、 $I_{total} = I_1 = I_2 = I_3$ で表され、総抵抗は、 $R_{total} = R_1 + R_2 + R_3$ で表され、（スーパーキャパシタに関する）総静電容量は、 $C_{total} = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3$ で表される。ここで、 I_n 、 R_n 及び C_n は、各電池の動作電流、抵抗及び静電容量である。

10

【0100】

一方、数個の電池1425を（例えば、蓄電池のスタックとして）並列に接続してもよい。これも、図15に示すように、相互接続された開放壁構造体を互いに電氣的に接続することで達成されるだろう。この構成において、総電圧は、 $V_{total} = V_1 = V_2 = V_3$ で表され、総電流は、 $I_{total} = I_1 + I_2 + I_3$ で表され、総抵抗は、 $R_{total} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$ で表され、（スーパーキャパシタに関する）総静電容量は、 $C_{total} = C_1 + C_2 + C_3$ で表される。

20

【0101】

図14及び図15の構成において、個々の電池は、同じ化学的性質を有していても、有していなくてもよい。例えば、一実施形態において、各電池は、バッテリーまたはスーパーキャパシタであってもよいし、別の実施形態においては、ある電池はバッテリーであり、別の電池はスーパーキャパシタであってもよい。後者の実施形態においては、スーパーキャパシタを、電力を高速に一斉に供給するのに用いて、バッテリーを、各放電動作の後、スーパーキャパシタを充電するのに用いるように構成してもよい。電池によって化学的性質が異なる状況においては、構造体の一部のみが異なってもよい（すなわち、ある電池の第1電極材料、電解質及び/または第2電極材料が別の電池の第1電極材料、電解質及び/または第2電極材料と異なってもよい）。

30

【0102】

ある電池の相互接続された開放壁構造体を別の電池の相互接続された開放壁構造体に接続して蓄電池のスタックを形成するのではなく、（図16に示すように）1つの相互接続された開放壁構造体から複数の電池を形成してもよい。これは、構造体の第1細孔1639内に、ある電池の第1電極材料1614、電解質1622及び第2電極材料1623を堆積し、構造体の第2細孔1640内に別の電池の第1電極材料1614、電解質1622及び第2電極材料1623を堆積することによって達成されるだろう。図14及び図15の構成と同様に、ある電池の第1電極材料、電解質及び/または第2電極材料は、別の電池の第1電極材料、電解質及び/または第2電極材料と同じであっても、同じでなくてもよい。結果として、バッテリー及びスーパーキャパシタが（例えば）同じ相互接続された開放壁構造体内に形成される。

40

【0103】

相互接続された開放壁構造体を形成する技術を、（特に、ジャイロイド構造体を生成するための）ブロック重合体ルート、及び、ナノ粒子リソグラフィルートで開示したことを理解されたい。後者のルートは、オパールまたは逆オパール構造体を作成する。オパールまたは逆オパール構造体によって、電流収集基板への電気接続性を有する高比表面積電極

50

の最終目標も達成されるだろう。まとめると、次の通りである。

〔(1) ブロック共重合体ルート (Block copolymer route) 〕

【0104】

ジャイロイドまたは二重ジャイロイド形態は、一般的に、ブロック共重合体の相分離によって(のみ)作成される。このプロセスにおいて、ブロック共重合体の溶液が流し込まれ、基板の上を被膜し、今回の場合、基板は金属である可能性が高いので、蓄電機器の電流収集装置となる。溶媒が蒸発する際、ブロック共重合体は、基板上に相分離膜を形成する。相は、異なる非相溶性重合体ブロックの領域から構成され、ブロックの相対的長さによって、多くの様々な相分離形態が可能であることに留意されたい。これらの形態(ジャイロイド、二重ジャイロイド、六角柱配列、垂直方向のラメラ)の多くは、本用途に有用である可能性が高い。すなわち、基板への連続経路を有するものである可能性が高く、(これにより、基板への導電経路を有する構造を作成することができる)。

10

【0105】

この点において、膜は、完全に固体であり、(溶媒の残留物を閉じ込める)ことに留意されたい。このように形成された重合体構造を用いるために、必要な多孔質構造を残して重合体相のうち1つを除去する必要がある。これは、除去する重合体に応じて、湿化式化学エッチング、紫外線照射、またはこの2つの混合を用いることで達成される。このプロセスは、高分子足場を残し、この高分子足場は、対象の物質の鋳型として用いられる。前述したALD、CVDまたは電気化学析出を、高分子足場を被膜するのに用いることができる。後者の技術は、電流収集基板が堆積電極の1つとして用いられている場合、確実に堆積した物質を必要に応じて基板と電氣的に連続させることができるため、特に、有用である。この方法の考えられるデメリットとしては、細孔が完全に充填されてしまい、多層被膜を実現できないということがある。

20

【0106】

現在、2つの方策を用いることが可能である。残っている高分子足場を永久的な特徴として用いることもできるし、犠牲的な特徴として用いることもできる。両方の方策を採用することもできるが、高分子足場は、機能的に使われず、活物質で充填されるはずの有用な空間を占めてしまうので、高分子足場を残しておくことは、方策として魅力的ではない。足場が残ることになれば、物質の層(電極1、固体電解質、電極2など)を構築して所望の構造体を作成することができる。この方策は、細孔の直径が非常に小さい場合には、あまり簡単ではないかもしれない。

30

【0107】

代替として、及び、より有利に、上述した方法のうち1つを用いて(電極)材料で細孔を完全に充填してしまい、足場を除去して電極材料を残すことで、ワイヤ状のネットワーク、多孔質ネットワークとすることもできる。次の物質(電解質、第2電極など)は、ALD、CVDまたは電気化学析出を用いて「逆」足場に埋め戻されてもよい。

〔(2) オパールルート (Opal route) 〕

【0108】

上述したように、ミクロン単位またはナノ単位の高分子微粒子の自己組織化結晶は、バッテリー材料の堆積の鋳型として作成及び使用される。この場合、形成された構造体は、オパール(面心立方結晶)の形式である。

40

【0109】

図17は、本明細書に記載した蓄電装置1725を備える機器1726を概略的に示す。機器1726は、処理装置1727及び記憶媒体1728も備え、それらは、互いにデータバス1729によって電氣的に接続されている。機器1726は、電子機器、携帯電子機器、携帯電気通信機器、または、上述した機器のいずれかのモジュールであってもよい。図5、図6、図14、図17及び図18に関して、これらは、蓄電装置の概略図をそれぞれ示すことを理解されたい。さらに、例えば、陽極から陰極に、または、陰極から陽極に、ワイヤが用いられる場合に起こり得る短絡を避けるために、陽極層及び陰極層はそれぞれ、電氣的に分離されていることを理解されたい。

50

【0110】

蓄電装置1725は、機器1726の1つ以上の構成要素に電力を供給するのに用いられる電気エネルギーを生成及び／または蓄積するように構成される。処理装置1727は、機器が他の構成要素とシグナリングをやり取りできるように動作を管理することによって機器1726の一般的な動作を行うように構成される。記憶媒体1728は、蓄電装置1725の動作を実施、制御または可能にするように構成されるコンピュータプログラムコードを保存するように構成される。記憶媒体1728はまた、機器の他の構成要素の設定を保存するように構成される。処理装置1727は、機器の構成要素の動作を管理するために、記憶媒体1728にアクセスして、構成要素の設定を読み出す。特に、記憶媒体1728は、蓄電装置1725を充電するための電圧設定を含んでもよい。処理装置1727と記憶媒体1728との間の内部接続1729により、処理装置1727と記憶媒体1728との間がアクティブに接続し、処理装置1727が記憶媒体1728に保存されたコンピュータプログラムコードにアクセスできるようになると理解される。記憶媒体1728は、揮発性ランダムアクセスメモリなどの一時記憶媒体であってもよい。一方、記憶媒体1728は、ハードディスクドライブ、フラッシュメモリまたは不揮発性ランダムアクセスメモリなどの永久記憶媒体であってもよい。

10

【0111】

機器1726はまた、太陽電池1833に入射した電磁放射線1841からのエネルギーを電気エネルギーに変換するように構成される太陽電池1833を備えてもよい。本明細書に記載する蓄電装置1825は、このエネルギーを次に利用するために蓄積するように構成されてもよい。一実施形態において、図18に示すように、太陽電池1833は、蓄電装置1825の外部表面に被膜を形成する。この構成により、いかなる角度から入射した電磁放射線1841も確実に電気エネルギーにされるため、機器1726内の構成要素の配列の設計に、さらなる自由度を与える。蓄電装置1825が図6に示す構成を有する場合、太陽電池1833内の蓄電装置1825をケースに入れることで、相互接続された開放壁構造体の細孔に汚染物質が侵入することを防ぐことができる。

20

【0112】

蓄電装置1725を作成するために用いられる方法の主なステップ1930から1931を図19に概略的に示す。

【0113】

図20は、一実施形態に係るコンピュータプログラムを設けるコンピュータ／処理装置可読媒体2032を概略的に示す。この例では、コンピュータ／処理装置可読媒体2032は、デジタル多用途ディスク（DVD）またはコンパクトディスク（CD）などのディスクである。他の実施形態において、コンピュータ／処理装置可読媒体2032は、発明に関する機能を実行するようにプログラムされたあらゆる媒体であってもよい。コンピュータ／処理装置可読媒体2032は、メモリスティックまたはメモリーカード（SD、ミニSDまたはマイクロSD）などの取り外し可能な記憶装置であってもよい。

30

【0114】

コンピュータプログラムは、相互接続された開放壁構造体の1つ以上の細孔への電解質及び第2電極材料の堆積の実施、制御または堆積を可能にして、第1電極材料を含む相互接続された開放壁構造体を提供するように構成されるコンピュータコードを含んでもよく、細孔は、電解質及び第2電極材料を含み、電解質及び第2電極材料は、装置を用いて電気エネルギーの生成及び／または蓄積ができるように電解質によって第1電極材料が第2電極材料と分離されて、第1電極材料の上に支持される。

40

【0115】

図に示される他の実施形態は、前述した実施形態における同様の特徴に対応する参照番号が付された。例えば、特徴番号1は、番号101、201、301などに対応する。これらの番号が付された特徴は、図に登場するが、特定の実施形態の記載において、直接、参照されないかもしれない。これらの特徴は、特に、前述した同様の実施形態の特徴に関連して、さらなる実施形態の理解を助けるために図において示されている。

【0116】

50

当業者は、記載されたあらゆる装置／機器、及び／または、特に記載された装置／機器／サーバの他の特徴は、例えば、スイッチを入れた時など、起動された時のみ、所望の動作を実行するように構成されるように、装置によって設けられてもよいことを理解するだろう。そのような場合、適切なソフトウェアを（例えば、スイッチを切られた状態などの）起動されていないアクティブメモリに必ずしも搭載する必要はなく、適切なソフトウェアを（例えば、電源が入っている状態などの）起動されている時にのみ読み込んでもよい。装置は、ハードウェア回路及び／またはファームウェアを含んでもよい。装置は、メモリに搭載されたソフトウェアを含んでもよい。そのようなソフトウェア／コンピュータプログラムは、同じメモリ／処理装置／機能ユニット、及び／または、1つ以上のメモリ／処理装置／機能ユニットに記録されてもよい。

10

【0117】

いくつかの実施形態において、特定の記載された装置／機器は、所望の動作を実行するように適切なソフトウェアで予めプログラミングされていてもよく、適切なソフトウェアは、例えば、ユーザが「キー」をダウンロードしてソフトウェア及びその関連する機能のロックを解除する／有効にすることによって起動できる。そのような実施形態に関連する利点としては、さらなる機能が機器に必要な場合、データをダウンロードする必要性を減らすことができることが挙げられ、これは、機器がユーザによって有効にされないかもしれない機能のための予めプログラミングされたソフトウェアを保存するのに十分な容量を有すると認められる例において有用である。

20

【0118】

あらゆる記載された装置／回路／要素／処理装置は、上述した機能に加えて他の機能を有してもよく、これらの機能は、同じ装置／回路／要素／処理装置によって実施されてもよいことを理解されたい。1つ以上の開示された態様は、（例えば、メモリ、信号などの）適切な担体に記録された関連するコンピュータプログラム及び（ソース／トランスポートが符号化されていてもよい）コンピュータプログラムの電子配置を包含してもよい。

【0119】

本明細書に記載されているあらゆる「コンピュータ」は、1つ以上の個々の処理装置／処理要素の収集を含み、それらは、同じ回路基板、または、回路基板の同じ領域／位置、または、同じ機器にあってもよいし、なくてもよいことを理解されたい。いくつかの実施形態において、あらゆる記載された処理装置の1つ以上は、複数の装置にわたって分散されていてもよい。同じまたは異なる処理装置／処理要素が、本明細書に記載された1つ以上の機能を実施してもよい。

30

【0120】

「シグナリング」という語は、一連の送受信された信号として送信された1つ以上の信号を指してもよい。一連の信号は、1、2、3、4またはそれ以上の個々の信号要素または異なる信号を含んで、前記シグナリングを構成してもよい。これらの個々の信号のいくつかまたは全ては、同時に、順々に、及び／または、時間的に互いに重複するように、送受信されてもよい。

【0121】

あらゆる記載したコンピュータ及び／または処理装置及び（例えば、ROM、CD-ROMなどを含む）メモリのあらゆる記載に関して、これらは、コンピュータ処理装置、特定用途向け集積回路（ASIC）、フィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）、及び／または、発明に関わる機能を実行するようにプログラミングされた他のハードウェア構成要素を含んでもよい。

40

【0122】

出願人は、当業者の常識を考慮して、概して本明細書に基づいて本明細書に記載された個々の特徴を実行できる範囲で、その特徴または特徴の組み合わせが、本明細書に記載された問題を解決するか、しないかに関わらず、請求の範囲に限定せず、本明細書に記載された個々の特徴を孤立して用いること、及び、これらの特徴を2つ以上組み合わせることを開示している。出願人は、開示した態様／実施形態は、あらゆるそのような個々の特徴

50

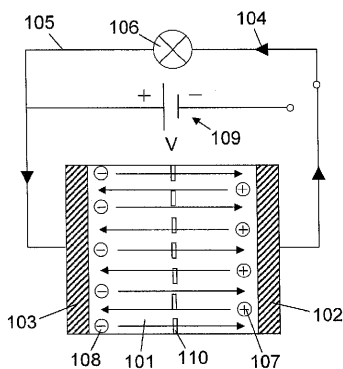
または特徴の組み合わせから成ってもよいことを示している。前述した記載を考慮して、様々な変更が開示の範囲内で行われてもよいことは、当業者にとって明らかだろう。

【 0 1 2 3 】

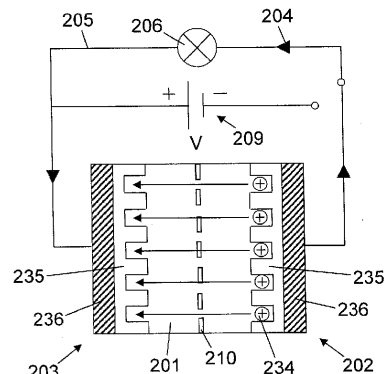
様々な実施形態に適用される基本的な新規の特徴を示し、記載し、指摘してきたが、本発明の趣旨から逸脱することなく、当業者は、記載された機器及び方法の形式及び詳細において様々な省略、置換及び変更を行ってもよいことを理解されるだろう。例えば、実質的に同じように実質的に同じ機能を実施して同じ結果を達成する要素及び／または方法のステップのあらゆる組み合わせは、本発明の範囲内であることが明確に示されている。さらに、あらゆる開示された形式または実施形態に関連して示された、及び／または、記載された構造及び／または要素及び／または方法のステップは、一般的な設計の選択の問題として、他のあらゆる開示された、または、記載された、または、提案された形式または実施形態に含まれてもよいことが認識されるだろう。さらに、請求の範囲において、ミーンズプラスファンクション節は、記載された機能を実行する構造として、及び、構造的に同等なものだけでなく、同等の構造として、本明細書に記載された構造を網羅することを意図している。釘とねじとは、釘が円柱面を用いて木製部品同士を固定するのに対し、ねじは、らせん状の面を用いることで、構造的に同等なものではないかもしれないが、木製部品を留めるという環境において、釘とねじとは、同等の構造であるだろう。

10

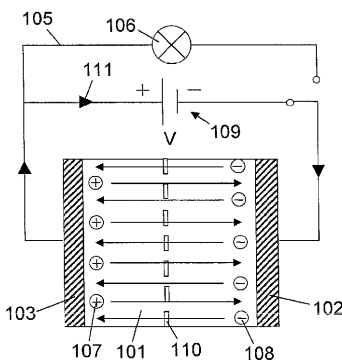
【 図 1 a 】



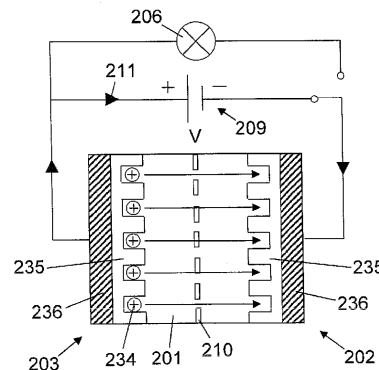
【 図 2 a 】



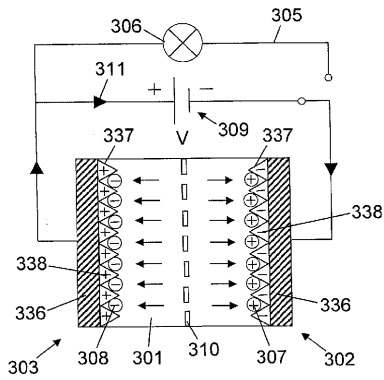
【 図 1 b 】



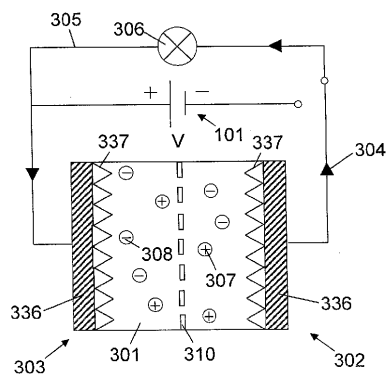
【 図 2 b 】



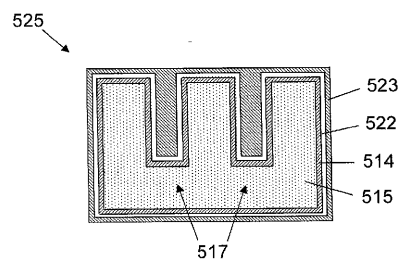
【図 3 a】



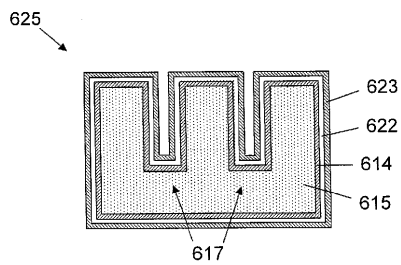
【図 3 b】



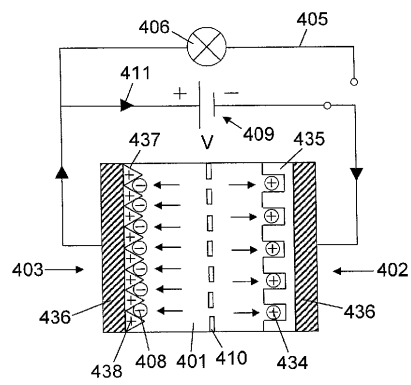
【図 5】



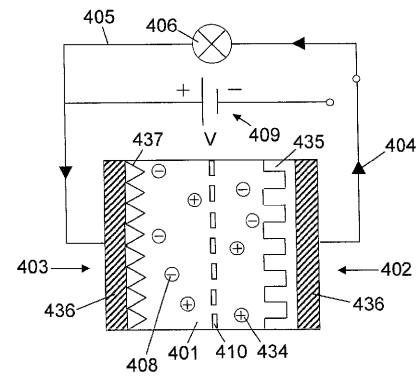
【図 6】



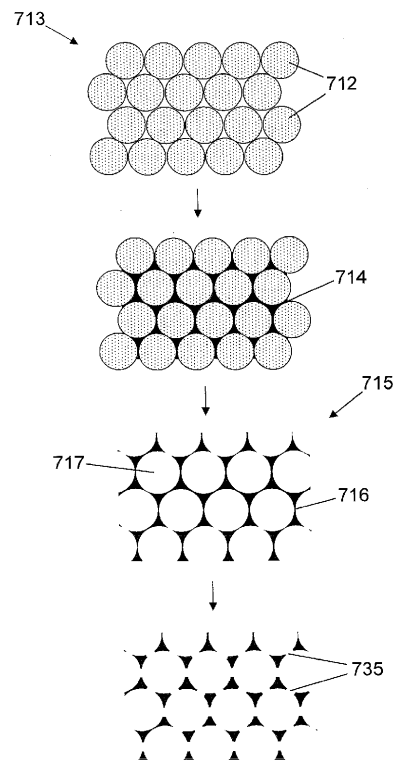
【図 4 a】



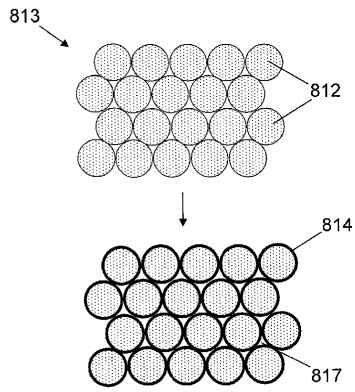
【図 4 b】



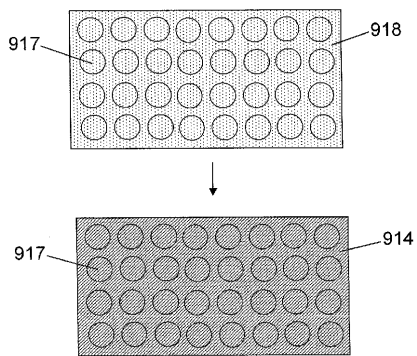
【図 7】



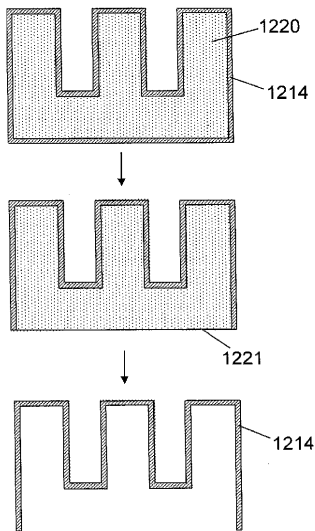
【図 8】



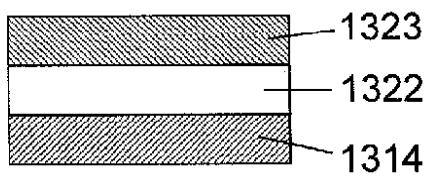
【図 9】



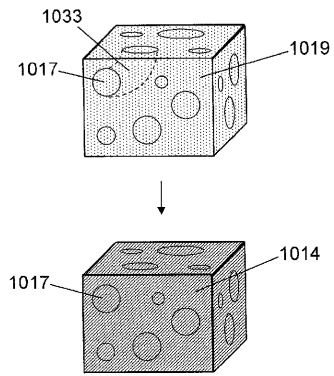
【図 12】



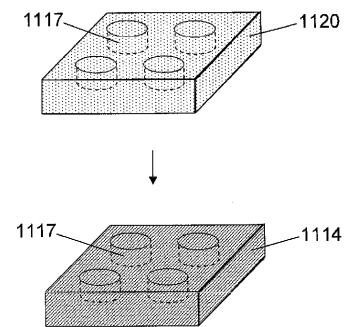
【図 13 a】



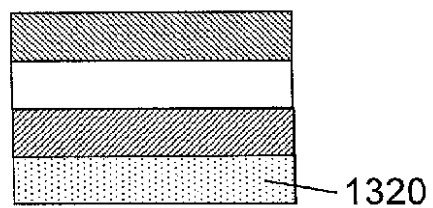
【図 10】



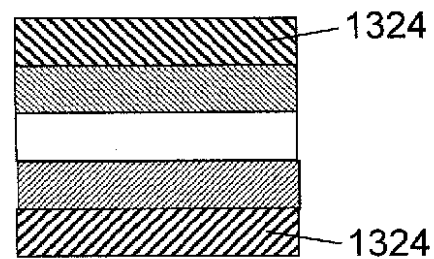
【図 11】



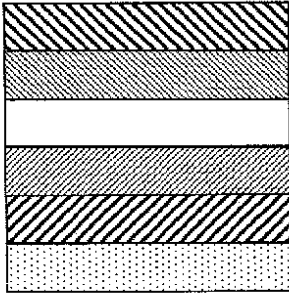
【図 13 b】



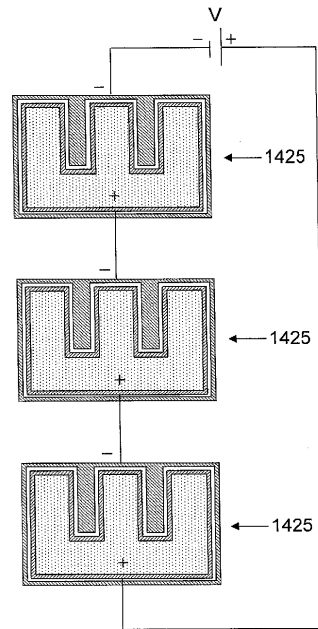
【図 13 c】



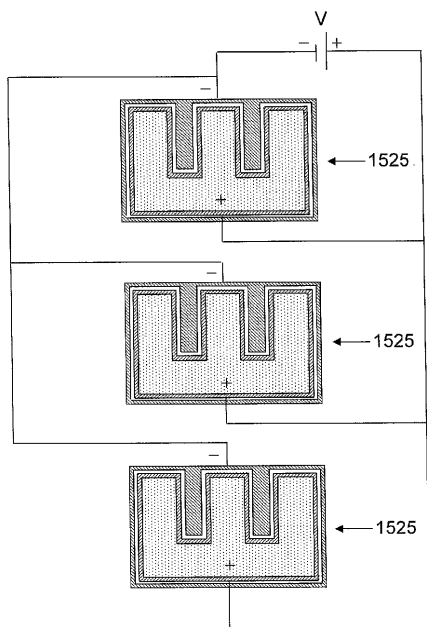
【図 13 d】



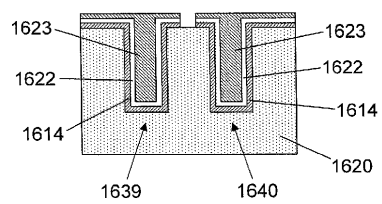
【図 14】



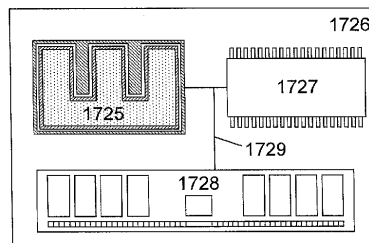
【図 15】



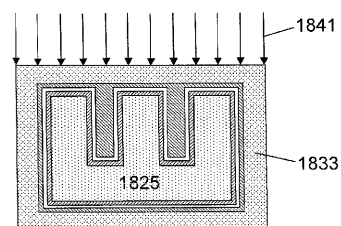
【図 16】



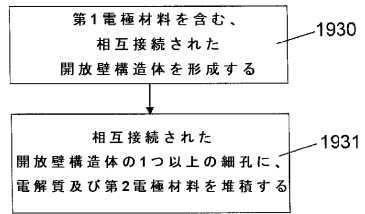
【図 17】



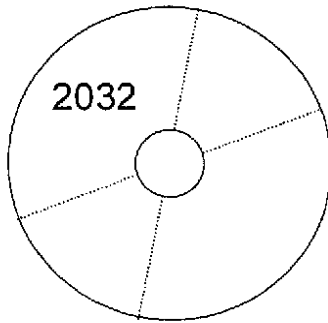
【図 18】



【図 19】



【図 20】



【 国 際 調 査 報 告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/FI2013/050246
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER See extra sheet According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC: H01G, H01M Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched FI, SE, NO, DK Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2011027648 A1 (ROLISON DEBRA R [US] et al.) 03 February 2011 (03.02.2011) abstract, paragraphs [0028]-[0029], claims 7 and 20	1-17, 19-20
Y		18
X	US 2011171518 A1 (DUNN BRUCE [US] et al.) 14 July 2011 (14.07.2011) paragraphs [0057]-[0060], figure 9	1-5, 7-17, 20
Y		18
Y	WO 2010150857 A1 (UNIV NAGASAKI [JP]) 29 December 2010 (29.12.2010) & machine translation into English by Thomson Scientific [online] EPOQUENET TXTJPT, pages 3-4	18
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 05 June 2013 (05.06.2013)		Date of mailing of the international search report 10 June 2013 (10.06.2013)
Name and mailing address of the ISA/FI National Board of Patents and Registration of Finland P.O. Box 1160, FI-00101 HELSINKI, Finland Facsimile No. +358 9 6939 5328		Authorized officer Thomas Carlsson Telephone No. +358 9 6939 500

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

 International application No.
 PCT/FI2013/050246

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family members(s)	Publication date
US 2011027648 A1	03/02/2011	EP 2460215 A1	06/06/2012
		JP 2013505521 A	14/02/2013
		KR 20120089419 A	10/08/2012
		WO 2011014312 A1	03/02/2011
.....			
US 2011171518 A1	14/07/2011	None	
.....			
WO 2010150857 A1	29/12/2010	CN 102460786 A	16/05/2012
		KR 20120039540 A	25/04/2012
		US 2012100422 A1	26/04/2012
.....			

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/FI2013/050246

CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.
H01G 9/048 (2006.01)
H01M 4/13 (2010.01)
H01G 11/26 (2013.01)

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
H 0 1 M 4/139 (2010.01)		H 0 1 M 4/13		5 H 0 3 2
H 0 1 M 4/72 (2006.01)		H 0 1 M 4/70	Z	5 H 0 5 0
H 0 1 M 4/80 (2006.01)		H 0 1 M 4/139		
H 0 1 M 12/08 (2006.01)		H 0 1 M 4/72	A	
H 0 1 G 11/70 (2013.01)		H 0 1 M 4/80	C	
H 0 1 G 11/26 (2013.01)		H 0 1 M 12/08	K	
H 0 1 G 11/08 (2013.01)		H 0 1 G 11/70		
H 0 1 G 11/10 (2013.01)		H 0 1 G 11/26		
H 0 1 G 11/86 (2013.01)		H 0 1 G 11/08		
		H 0 1 G 11/10		
		H 0 1 G 11/86		

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, T M), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, R S, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, H U, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI , NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC

(72)発明者 マシューズ アンドリュー

イギリス国 C B 3 9 N T ケンブリッジ グラントチェスター コトン・ロード 8 1

(72)発明者 アンドリュー ピアーズ

イギリス国 C B 2 3 7 U Z ケンブリッジ ハイフィールズ・カルデコート グレイウェイ・クローズ 3

F ターム(参考) 4F071 AA12C AA12X AA15C AA15X AA20C AA20X AA22C AA22X AA33C AA33X
AA43C AA43X AA60C AA60X AA75C AA75X AF37C AG10 AG15 AH15
FB01 FC05
4F074 AA08B AA17B AA24B AA32B AA68B AA74B CB02 CB17 CC50Y DA03
DA12 DA13 DA49
5E078 AA01 AA02 AA03 AB02 AB03 AB06 AB16 BA13 BA18 BB36
BB40 CA12 CA14 DA02 DA06 DA11 DA12 DA17 DA20 FA04
FA05 FA07 FA24 FA26 JA03 JA11 ZA11 ZA12
5H017 AA03 AS01 CC05 CC28 DD01 DD08 HH05
5H029 AJ01 AJ03 AJ14 AK01 AK03 AK05 AL06 AL07 AL12 AM03
AM05 AM07 BJ11 CJ11 CJ24 DJ07 DJ12 DJ14 HJ12
5H032 AA01 AS02 AS12 CC11 CC13 CC16 HH05
5H050 AA01 AA08 AA19 BA17 CA01 CA08 CA09 CB07 CB08 DA04
FA08 FA09 FA10 FA12 FA13 FA15 GA11 GA22 GA24 HA12