

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-142256

(P2012-142256A)

(43) 公開日 平成24年7月26日(2012.7.26)

(51) Int.Cl.
H01M 2/16 (2006.01)F I
H01M 2/16テーマコード (参考)
5H021

審査請求 有 請求項の数 37 O L (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2011-90743 (P2011-90743)
 (22) 出願日 平成23年4月15日 (2011.4.15)
 (31) 優先権主張番号 12/981, 411
 (32) 優先日 平成22年12月29日 (2010.12.29)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 507084073
 インダストリアル テクノロジー リサー
 チ インスティテュート
 INDUSTRIAL TECHNOLO
 GY RESEARCH INSTITU
 TE
 台湾 31040 シンチュ チュートゥ
 ン チュン シン ロード セクション
 4 ナンバー 195
 (74) 代理人 100073184
 弁理士 柳田 征史
 (74) 代理人 100090468
 弁理士 佐久間 剛

最終頁に続く

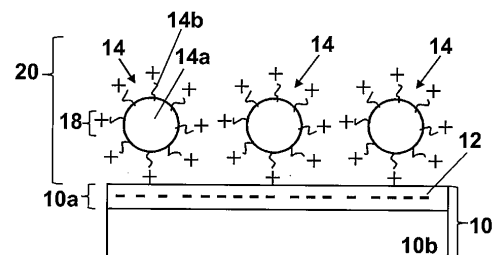
(54) 【発明の名称】 セパレータ、セパレータを含む電気化学セル、およびセパレータの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 複合材料またはハイブリッド材料の化学安定性および熱安定性を向上させる。

【解決手段】 セパレータは、主体部分10bと表面部分10aを有する基材10であって、表面部分10aが、正味の電荷12を有する多孔質区域を少なくとも1つ有するものである基材10；および少なくとも1つの多孔質区域の少なくとも一部分に結合したイオン粒子14であって、少なくとも1つの多孔質区域の正味の電荷12と反対の符号の正味の電荷を有するイオン粒子14；を有してなる。少なくとも1つの多孔質区域の一部分とイオン粒子14との間の結合により、セパレータの良好な電気化学的性能、化学安定性、熱安定性、湿潤性、および機械的強度の内の少なくとも1つがもたらされる。

【選択図】 図3C - 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

セパレータにおいて、

主体部分と表面部分を有する基材であって、該表面部分が、正味の電荷を有する多孔質区域を少なくとも 1 つ有するものである基材、および

前記少なくとも 1 つの多孔質区域の少なくとも一部分に結合したイオン粒子であって、該少なくとも 1 つの多孔質区域の正味の電荷と反対の符号の正味の電荷を有するイオン粒子、
を有してなり、

前記少なくとも 1 つの多孔質区域の前記一部分と前記イオン粒子との間の結合により、前記セパレータの電気化学的性能、化学安定性、熱安定性、湿潤性、および機械的強度の内の少なくとも 1 つがもたらされることを特徴とするセパレータ。

10

【請求項 2】

前記イオン粒子が、リチウム、電解質および電解質への添加剤の内の少なくとも 1 つに曝露されたときの、前記基材および前記セパレータの化学安定性よりも高い化学安定性、および前記基材の機械的強度よりも大きい機械的強度を有するイオン粒子層を少なくとも 1 つ形成することを特徴とする請求項 1 記載のセパレータ。

【請求項 3】

前記イオン粒子が、約 1 nm から約 500 nm の範囲にあるサイズを有するナノ粒子を含むことを特徴とする請求項 1 記載のセパレータ。

20

【請求項 4】

前記基材が高分子を含むことを特徴とする請求項 1 記載のセパレータ。

【請求項 5】

前記イオン粒子が、 SiO_2 、 ZnO 、 SnO_2 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 Al_2O_3 、 BaTiO_3 、 Y_2O_3 、 MgO 、 NiO 、 CaO 、 Ti_2O_5 の内の少なくとも 1 つである金属酸化物を含むことを特徴とする請求項 1 記載のセパレータ。

【請求項 6】

前記イオン粒子の少なくともいくつかは、約 -70 mV から約 70 mV の範囲にあるゼータ電位を有することを特徴とする請求項 1 記載のセパレータ。

【請求項 7】

前記イオン粒子と結合したグラフト剤をさらに含むことを特徴とする請求項 1 記載のセパレータ。

30

【請求項 8】

前記グラフト剤が、第一級アミン含有シラン、第二級アミン含有シラン、第三級アミン含有シラン、第四級アミン含有シラン、カルボキシル基含有シラン、スルホン酸基含有シラン、リン酸基含有シランおよび多官能化 (n ≥ 2) 末端の内の少なくとも 1 つ、並びに N、S、B、P、C、Si および O の内の少なくとも 1 つを含むことを特徴とする請求項 7 記載のセパレータ。

【請求項 9】

前記基材が少なくとも 1 つの高分子電解質を含むことを特徴とする請求項 1 記載のセパレータ。

40

【請求項 10】

前記少なくとも 1 つの高分子電解質が、N、S、B、P、C、Si および O の内の少なくとも 1 つを含むことを特徴とする請求項 9 記載のセパレータ。

【請求項 11】

前記イオン粒子層の厚さが約 1 nm および約 10 マイクロメートルの間にあることを特徴とする請求項 2 記載のセパレータ。

【請求項 12】

前記イオン粒子層の、電解質を含む液体に対する湿潤性が、前記基材の該液体に対する湿潤性よりも大きいことを特徴とする請求項 2 記載のセパレータ。

50

【請求項 1 3】

前記セパレータが電気化学セルのセパレータであることを特徴とする請求項 1 2 記載のセパレータ。

【請求項 1 4】

セパレータを含む電気化学セルにおいて、該セパレータが、
主体部分と表面部分を有する基材、

前記表面部分の少なくとも一部分を被覆する層であって、該表面部分の被覆された一部分が多孔質であり、該表面部分の被覆された一部分にイオン結合している層、
を有してなり、

前記表面部分の多孔質の被覆された一部分と前記層との間の結合により、前記セパレータの電気化学的性能、化学安定性、熱安定性、湿潤性、および機械的強度の内の少なくとも 1 つがもたらされることを特徴とする電気化学セル。

10

【請求項 1 5】

前記基材が高分子を含み、前記層が、金属酸化物粒子の各々が正味の電荷を保持するように、グラフト剤または高分子電解質により修飾された該粒子をさらに含むことを特徴とする請求項 1 4 記載の電気化学セル。

【請求項 1 6】

前記層の電解質に対する湿潤性が、前記基材の該電解質に対する湿潤性より大きいことを特徴とする請求項 1 4 記載の電気化学セル。

【請求項 1 7】

セパレータを製造する方法において、
基材を処理して、該基材上の表面部分に正味の電荷を生成する工程、および
前記表面部分の少なくとも一部分にイオンナノ粒子を結合させる工程であって、前記イオンナノ粒子が、前記表面部分上の正味の電荷と反対の正味の電荷を有するものである工程、
を有してなり、

20

前記表面部分の少なくとも一部分と前記イオンナノ粒子との間の結合により、前記セパレータの良好な電気化学的性能、化学安定性、熱安定性、湿潤性、および機械的強度の内の少なくとも 1 つがもたらされることを特徴とする方法。

【請求項 1 8】

前記結合により、リチウム、電解質および電解質への添加剤の内の少なくとも 1 つに曝露されたときの、前記基材の化学的安定性よりも高い化学安定性、および前記基材の機械的強度よりも大きい機械的強度を有するイオン粒子層が少なくとも 1 つ形成されることを特徴とする請求項 1 7 記載の方法。

30

【請求項 1 9】

前記リチウムが、リチウムイオン、酸化リチウム、リン酸リチウム、フッ化リチウム、およびリチウム炭素化合物の内の少なくとも 1 つを含むことを特徴とする請求項 1 7 記載の方法。

【請求項 2 0】

前記処理工程が、前記表面部分をプラズマに曝露する工程を含むことを特徴とする請求項 1 7 記載の方法。

40

【請求項 2 1】

前記処理工程が、前記表面部分の化学処理を含むことを特徴とする請求項 1 7 記載の方法。

【請求項 2 2】

前記処理工程が、前記表面部分を紫外線に曝露する工程を含むことを特徴とする請求項 1 7 記載の方法。

【請求項 2 3】

前記基材が高分子材料を含むことを特徴とする請求項 1 7 記載の方法。

【請求項 2 4】

50

前記結合工程が、前記基材を、前記イオンナノ粒子を含有する溶液に曝露する工程を含むことを特徴とする請求項 20 記載の方法。

【請求項 25】

前記曝露工程が、前記表面部分への前記イオンナノ粒子の浸漬被覆、吹き付け塗り、スロット・ダイ・コーティング、流し塗り、グラビア・コーティング、インクジェット・プリントの内の少なくとも 1 つを含むことを特徴とする請求項 24 記載の方法。

【請求項 26】

前記溶液が約 1 から約 10 の pH を有することを特徴とする請求項 24 記載の方法。

【請求項 27】

金属酸化物ナノ粒子を修飾するためのグラフト剤を選択し、
該グラフト剤を使用して、前記金属酸化物ナノ粒子を修飾する、
ことによって、前記イオンナノ粒子を形成する工程をさらに含むことを特徴とする請求項 17 記載の方法。

10

【請求項 28】

前記選択工程が、前記イオンナノ粒子が、前記表面部分の所望の被覆状態に対応する電荷密度を有するように前記グラフト剤を選択する工程を含むことを特徴とする請求項 27 記載の方法。

【請求項 29】

前記電荷密度が高電荷密度であり、前記所望の被覆状態が、前記イオンナノ粒子による前記基材の細孔の侵入を含むことを特徴とする請求項 28 記載の方法。

20

【請求項 30】

前記電荷密度が低電荷密度であり、前記所望の被覆状態が、前記イオンナノ粒子による前記基材の細孔の被覆を含むことを特徴とする請求項 28 記載の方法。

【請求項 31】

前記グラフト剤が、第一級アミン含有シラン、第二級アミン含有シラン、第三級アミン含有シラン、第四級アミン含有シラン、カルボキシル基含有シラン、スルホン酸基含有シラン、リン酸基含有シランおよび多官能化 (n = 2) 末端の内の少なくとも 1 つ、並びに N、S、B、P、C、Si および O の内の少なくとも 1 つを含むことを特徴とする請求項 27 記載の方法。

【請求項 32】

前記イオン粒子層の厚さが約 1 nm および約 10 マイクロメートルの間にあることを特徴とする請求項 18 記載の方法。

30

【請求項 33】

金属酸化物ナノ粒子を修飾するための高分子電解質を選択し、
該高分子電解質を使用して、前記金属酸化物ナノ粒子を修飾する、
ことによって、前記イオンナノ粒子を形成する工程をさらに含むことを特徴とする請求項 17 記載の方法。

【請求項 34】

前記選択工程が、前記イオンナノ粒子が、前記表面部分の所望の被覆状態に対応する電荷密度を有するように前記高分子電解質を選択する工程を含むことを特徴とする請求項 33 記載の方法。

40

【請求項 35】

前記電荷密度が高電荷密度であり、前記所望の被覆状態が、前記イオンナノ粒子による前記基材の細孔の侵入を含むことを特徴とする請求項 34 記載の方法。

【請求項 36】

前記電荷密度が低電荷密度であり、前記所望の被覆状態が、前記イオンナノ粒子による前記基材の細孔の被覆を含むことを特徴とする請求項 34 記載の方法。

【請求項 37】

前記高分子電解質が、N、S、B、P、C、Si および O の内の少なくとも 1 つを含むことを特徴とする請求項 33 記載の方法。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ハイブリッド材料およびハイブリッド材料を製造する方法と使用方法に関する。特に、この開示は、高分子およびイオンナノ粒子を有するハイブリッド材料並びに電池および電気化学セルなどにおけるハイブリッド材料の様々な用途に関する。

【背景技術】

【0002】

多くの用途には、単一のモノリス材料において満たすのが、費用がかかる、難しい、または不可能なことがある材料要件がある。例えば、ある用途では、セラミック材料の化学安定性および/または熱安定性が要求され、またいくつかの高分子材料において見られる機械的柔軟性およびある種の加工（例えば、押出し、回転塗布など）に対する加工適性も要求される。そのような場合、2種類以上の異なる材料を組み合わせる複合材料および/またはハイブリッド材料が用いられることがある。その例は、電気化学セル、航空宇宙工学および装甲板を含む、多種多様な分野と用途に及ぶ。

【0003】

ハイブリッド材料の用途の一例には、電池のセパレータまたは電気化学セルのセパレータに使用されるハイブリッド材料があり、これは、適用範囲を制限するものではない。電池または電気化学セルのセパレータは、電極を互いに隔離しなければならないが、十分な程度のイオン伝導率を維持するであろう。そのセパレータは、機械的強度が良好な、薄く多孔質の絶縁材料であってよい。高い機械的強度および高気孔率を導入する加工技法などの加工技法に対する加工適性のために、高分子セパレータがしばしば使用される。電池のセパレータに一般に使用される高分子の例としては、有機ポリオレフィンおよび複合材料、例えば、ポリプロピレン/ポリエチレン/ポリプロピレンなどが挙げられる。しかしながら、ある種の従来の高分子材料は、熱安定性、化学安定性、またはその両方が欠如しているであろう。このために、高分子材料は、化学的腐食性環境または高温への曝露（その内の一方または両方は高性能電池において生じるであろう）などのある用途にとって決して理想的なものではなくなるであろう。この理由のために、高性能電池では、腐食性の非高分子電解質により適した無機セパレータ（例えば、ガラスセパレータおよびセラミックセパレータ）が使用される傾向にある。ある種の無機セパレータには、脆性または加工工程における難題などの不都合があるであろう。

【0004】

図1Aは、従来技術において電池のセパレータとして使用されるセラミック/高分子複合材料10を示している。図1Aに示されるように、典型的に高分子である基板2が酸化物基4により官能化されている。基板2は多孔質であってよく、これによりイオン交換のための表面積が増加する。表面の官能化4により、基板2を材料6の層で被覆して、熱安定性、化学安定性および湿潤性などの性質を改善することができる。電解質の湿潤性が低いセパレータは電池の効率を劣化または低下させ得るので、電池用途に使用される様々な電解質による湿潤性は特別な関心事である。多くの例において、材料6は、セラミック、ガラスおよび/または金属酸化物の組成の粒子6aを含む。そのような粒子6aは、ゾルゲル法または湿性堆積などの様々な様式で基板2に堆積される。一般に、材料6を無傷のままにするために、ある種の結合剤6bを使用して粒子6aを互いに結合させる必要がある。材料6を表面に固定するまたは留まらせるために、セラミック粒子6aを焼結するのに十分に高い温度でその材料を加熱する必要もあるかもしれない。焼結により、粒子6aのいくつかにおいて他の粒子6aとのまたは結合剤6bとの化学結合が生じるであろう。例えば、焼結は、粒子6a-結合剤6b-粒子6aおよび/または粒子6a-結合剤6b-基板2の間の化学的架橋を活性化させるであろう。ある場合には、焼結は、粒子6aをある程度または完全に互いに融着しさえするかもしれない。しかしながら、焼結工程の高熱により基板2が劣化してしまうかもしれない。さらに、結合剤6bの使用には、材料中の粒子6aの密度に固有の制限を与えること、並びに電気化学セルの厳しい化学的環境に

10

20

30

40

50

において浸出したり劣化したりする化学薬剤を複合材料 10 に導入することを含む、重大な不都合がある。

【0005】

図 1 B は、例示の基板の電子顕微鏡写真である。図 1 B は、非特許文献 1 から転載したものである。図 1 B は、不織布基材 15 b を示している。具体的に、図 1 B は、粒子 6 a の添加前の不織布基材 15 b の平面画像を示している。図 1 B は、いくつかの繊維 15 a を有する不織布基材 15 b を示している。

【0006】

図 1 C は、市販の基材の表面上に微粒子、金属酸化物および結合剤の被覆 630 を堆積させることによって製造したセラミック / 不織布セパレータの電子顕微鏡の平面図を示している。図 1 C は、非特許文献 1 から転載したものである。図 1 C は、例えば、いくつかの金属酸化物粒子 614 を示している。結合剤 616 (図 1 C においては見えない) も酸化物粒子 614 の間に存在する。図 1 C は、例えば、いくつかの金属酸化物粒子 614 並びに粒子 614 の間の結合剤 616 を示している。

10

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0007】

【非特許文献 1】 S.S. Zhang, "A review on the separators of liquid electrolyte Li-ion batteries," Journal of Power Sources, Volume 164, Issue 1, 2007, page 351

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

これらの例の各々において、保護セラミック層は比較的厚い (例えば、約数マイクロメートル) 。さらに、ある用途またはプロセスにおいて、保護層は、基材、保護層またはその両方の性質を劣化させるまたは制限するかもしれない結合剤および / または高温焼結を使用して施される。いずれの場合においても、その複合材料またはハイブリッド材料の化学安定性および熱安定性が損なわれてしまうであろう。

【課題を解決するための手段】

【0009】

ある例示の実施の形態において、本開示は、セパレータにおいて、主体部分と表面部分を有する基材であって、表面部分が、正味の電荷を有する少なくとも 1 つの多孔質区域を有するものである基材 ; および前記少なくとも 1 つの多孔質区域の少なくとも一部に結合したイオン粒子であって、その少なくともいくつかは、少なくとも 1 つの多孔質区域の正味の電荷と反対の符号の正味の電荷を有するものであるイオン粒子を含むセパレータに関する。この実施の形態のある変更例において、他のイオン粒子が、少なくとも 1 つの多孔質区域の正味の電荷と同じ符号の電荷を有してもよい。少なくとも 1 つの多孔質区域の前記一部と、イオン粒子との間の結合により、セパレータの化学安定性および機械的強度の内の少なくとも一方がもたらされる。

30

【0010】

別の例示の実施の形態において、本開示は、セパレータを含む電気化学セルに関する。このセパレータは、主体部分と表面部分を有する基材、およびその表面部分の少なくとも一部を被覆する層を備えている。この表面部分の被覆部は多孔質であり、前記層は表面部分の被覆部にイオン結合されている。この少なくとも 1 つの多孔質区域の部分とイオン粒子との間の結合により、セパレータの基材の電気化学的性能、化学安定性、熱安定性、湿潤性、および機械的強度の内の少なくとも 1 つがもたらされる。

40

【0011】

別の例示の実施の形態において、本開示は、セパレータを製造する方法に関する。この方法は、基材を処理して、この基材上に正味の電荷を有する表面部分を生成させ、この表面部分の少なくとも一部にイオン粒子を結合させる各工程を有してなる。イオンナノ粒子は、この表面部分の正味の電荷とは反対の正味の電荷を有し、少なくとも 1 つの多孔質区

50

域とイオン粒子との間の結合により、セパレータの基材の良好な電気化学的性能、化学安定性、熱安定性、湿潤性、および機械的強度の内の少なくとも１つがもたらされる。

【図面の簡単な説明】

【００１２】

【図１Ａ】従来技術において電池のセパレータとして使用される種類の典型的なセラミック／高分子複合材料の概略図

【図１Ｂ】非特許文献１から転載した例示の基材の電子顕微鏡写真

【図１Ｃ】非特許文献１から転載したセラミック／不織布セパレータの電子顕微鏡写真

【図２Ａ】開示された実施の形態に合致するイオン粒子を使用したセパレータの例示の構造とアセンブリの概略図

10

【図２Ｂ】開示された実施の形態に合致するイオン粒子を使用したセパレータの例示の構造とアセンブリの概略図

【図２Ｃ】開示された実施の形態に合致するイオン粒子を使用したセパレータの例示の構造とアセンブリの概略図

【図２Ｄ】開示された実施の形態に合致する例示の基材の電子顕微鏡写真

【図３Ａ－１】開示された実施の形態に合致するイオンナノ粒子の合成の説明図

【図３Ａ－２】開示された実施の形態に合致するイオンナノ粒子の合成の説明図

【図３Ａ－３】図３Ａ－２に示された合成技法と共に使用してよい高分子電解質の例を示す化学式

【図３Ａ－４】図３Ａ－２に示された合成技法と共に使用してよい高分子電解質の別の例を示す化学式

20

【図３Ｂ】開示された実施の形態に合致する図３Ａ－１に示された合成にしたがって合成されるイオンナノ粒子の１つのタイプを説明する拡大断面図

【図３Ｃ－１】図３Ａ－１に示されたイオンナノ粒子、および開示された実施の形態に合致した処理済み高分子基材を使用したハイブリッド材料からなるセパレータの合成を示す概略図

【図３Ｃ－２】図３Ａ－２に示されたイオンナノ粒子、および開示された実施の形態に合致した処理済み高分子基材を使用したハイブリッド材料からなるセパレータの合成を示す概略図

【図３Ｄ】開示された実施の形態に合致した図３Ｃ－１のハイブリッド材料からなるセパレータの概略図

30

【図４Ａ】開示された実施の形態に合致する荷電された基材上に堆積したイオン粒子の二重層の概略図

【図４Ｂ】開示された実施の形態に合致する荷電された基材上に堆積したイオン粒子の二重層の顕微鏡写真

【図５Ａ】図２Ａ～２Ｃに示された各工程に対応するイオン粒子および従来の高分子セパレータ材料を使用したセパレータの構造およびアセンブリの外観を示す顕微鏡写真

【図５Ｂ】図２Ａ～２Ｃに示された各工程に対応するイオン粒子および従来の高分子セパレータ材料を使用したセパレータの構造およびアセンブリの外観を示す顕微鏡写真

【図５Ｃ】図２Ａ～２Ｃに示された各工程に対応するイオン粒子および従来の高分子セパレータ材料を使用したセパレータの構造およびアセンブリの外観を示す顕微鏡写真

40

【図５Ｄ】図２Ａ～２Ｃに示された各工程に対応する比較的大きなイオン粒子および従来の高分子セパレータ材料を使用したセパレータの構造およびアセンブリの外観を示す顕微鏡写真

【図５Ｅ】図２Ａ～２Ｃに示された各工程に対応する比較的大きなイオン粒子および従来の高分子セパレータ材料を使用したセパレータの構造およびアセンブリの外観を示す顕微鏡写真

【図６Ａ】開示された実施の形態に合致したイオンナノ粒子上の相対的な電荷密度に基づく多孔質高分子基材上のイオンナノ粒子の表面層を形成するための機構を示す説明図

【図６Ｂ】開示された実施の形態に合致したイオンナノ粒子上の相対的な電荷密度に基づ

50

く多孔質高分子基材上のイオンナノ粒子の表面層を形成するための機構を示す説明図

【図 6 C】開示された実施の形態に合致したイオンナノ粒子上の相対的な電荷密度に基づく多孔質高分子基材上のイオンナノ粒子の表面層を形成するための機構を説明するための顕微鏡写真

【図 6 D】開示された実施の形態に合致したイオンナノ粒子上の相対的な電荷密度に基づく多孔質高分子基材上のイオンナノ粒子の表面層を形成するための機構を説明するための顕微鏡写真

【図 6 E】開示された実施の形態に合致したイオンナノ粒子上の相対的な電荷密度に基づく多孔質高分子基材上のイオンナノ粒子の表面層を形成するための機構を示す説明図

【図 6 F】図 6 E のプロセスに対応するセパレータ材料の透過型顕微鏡写真

【図 7 A】開示された実施の形態に合致する、多孔質ポリプロピレン (P P) を含む 1 つのハイブリッド型セパレータの透過型電子顕微鏡写真

【図 7 B】開示された実施の形態に合致する、多孔質ポリプロピレン (P P) を含む別のハイブリッド型セパレータの透過型電子顕微鏡写真

【図 7 C】図 7 B にも示されている、イオン粒子 5 1 4 による細孔壁 5 1 0 d の被覆を示す説明図

【図 8】図 1 C における市販のセパレータと類似の市販のセパレータの表面上にイオンナノ粒子を堆積させることによって、本開示の態様により製造されたセパレータ電子顕微鏡写真

【図 9】市販の電解質である炭酸プロピレン (P C) による高分子基材の湿潤性へのイオンナノ粒子の影響を示す図

【図 1 0】開示された実施の形態に合致したイオンナノ粒子による被覆の前後の高分子セパレータの充電 / 放電の特徴を表すデータを示すグラフ

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

図 2 A ~ 2 C は、開示された実施の形態によるイオン粒子を使用したセパレータの構造とアセンブリの概要を示している。図 2 A は、処理前の例示の基材 1 0 を示している。図 2 B は、基材 1 0 の表面区域 1 0 a に正味の負の電荷を残す例示の表面処理後の基材 1 0 を示している。図 2 C は、反対に帯電したイオン材料 1 4 に曝露された後の基材 1 0 を示している。図 2 B は負に帯電した基材 1 0 を示しているが、これは単に例示である。以下に記載するように、このプロセスは、例えば、正に帯電した基材 1 0 および負に帯電したイオン材料 1 4 によって、異なるように進めても差し支えない。

【 0 0 1 4 】

図 2 A は基材を示している。一例として、基材 1 0 は、表面区域 1 0 a またはその一部の上に正味の表面電荷 1 2 を保持するように非導電性である。しかしながら、ある実施の形態においては、基材 1 0 は、電気を通すおよび / または熱伝導性である部分を有してもよい。基材 1 0 は、様々な用途に適した数多くの材料を含んでもよい。例えば、基材 1 0 は、有機ポリオレフィンなどの高分子材料、複合材料 (例えば、ポリプロピレン / ポリエチレン / ポリプロピレンなど)、および電気化学セルに一般に用いられる他の材料 (例えば、セルローズ、PVC、PET、PVDF) を含んでもよい。基材 1 0 は、また、以下に限られないが、ポリプロピレン、ポリフッ化ビニリデンなどのフルオロポリマー、および様々な他の高分子材料を含む、他のタイプの高分子材料および / または複合材料を含んでもよい。基材 1 0 は、高分子材料以外に、主成分として、複合体において、またはその両方のいずれかとして、様々な無機材料、金属材料または他の有機材料の 1 種類以上であるかまたはそれらを含んでもよい。

【 0 0 1 5 】

基材 1 0 は、多孔質または実質的に多孔質の領域を含んでもよい。例えば、基材 1 0 は、主体部分 1 0 b および表面区域 1 0 a の全体に亘り細孔を有してもよい。あるいは、基材 1 0 の表面区域 1 0 a および / または主体部分 1 0 b のある部分が実質的に多孔質であり、基材 1 0 の表面区域 1 0 a および / または主体部分 1 0 b の他の部分がそうではなくて

10

20

30

40

50

もよい。例えば、表面区域 10 a および / または主体部分 10 b のいくつかの部分で、構造的健全性を維持するために、細孔がないまたは細孔が少なくてもよい。基材を、厳しい化学的環境において使用すべき場合、表面区域 10 a および / または主体部分 10 b のいくつかの部分は、基材 10 のいくつかの部分および / または他の構成部材を電気化学セルに使用される電解質などの周囲の化学物質から保護するために、細孔が少なくてもよい。これらの他の用途について、基材 10 は、多孔質領域と非多孔質領域の両方および / または細孔の他の変種を含んでもよい。

【0016】

図 2 A の円柱形状にある基材 10 の説明図は単なる例示であり、基材 10 は、セパレータまたは他の用途のために様々な形状を有してよい。例えば、基材 10 は、直方柱の形状であるおよび / または一方の側が他方の側よりも著しく長い（例えば、壁形）ようなアスペクト比を有していてもよい。あるいは、基材 10 は、数多くの異なる断面形状（例えば、正方形、円形、三角形、様々な台形など）の内の 1 つを有する管状または細長い形状を有してもよい。基材 10 は、その製造により規則的または不規則な形状を含んでもよく、例えば、基材 10 は、規則的または不規則な形状の原因となるクロスブライの繊維の部分を含んでもよい。あるいは、基材 10 は、特別な用途に適した不規則なまたは他の形状を有してもよい。

【0017】

図 2 D は、本開示と共に使用してよい、微細多孔質高分子基材 15 c である例示の基材の電子顕微鏡写真を示している。図 1 B に示された従来技術の基材 15 b を本発明と共に使用してもよいことに留意されたい。特に、図 2 D は、イオン粒子の添加前に、微細多孔質高分子基材 15 c の平面図を示している。図 2 D は、細孔 15 d を有する微細多孔質高分子基材 15 c を示している。

【0018】

図 2 B は、イオン材料の添加前の基材 10 の処理を示している。一般に、この処理は、基材 10 の表面区域 10 a の表面処理を含む。例示の実施の形態において、この処理により、図 2 B に示される表面区域 10 a の少なくとも 1 つの区域に正味の電荷が与えられる。例えば、この処理により、表面区域 10 a 上の負の電荷 12 により表されるように、表面区域 10 a の全体に正味の負の電荷を与えてもよい。この処理は、正味の電荷を全表面区域 10 a に与える必要はなく、ある用途においては、表面区域 10 a のわずかな部分に正味の電荷を与えることが都合よいであろう。ある場合には、表面区域 10 a の特定の物理的特徴または形状に基づくなどの、特定のパターンで表面処理を行うことが都合よいであろう。例えば、表面区域 10 a の凹面部分に正味の表面電荷が与えられてもよい。表面区域 10 a に特定のパターンの正味の電荷を与えるために使用してよい技法の例としては、フォトリソグラフィが挙げられる。実際に、特定のフォトリソグラフィ技法により、表面区域 10 a 上の処理または帯電部分の寸法、位置、形状、および量の設計が可能になるであろう。

【0019】

基材の表面区域 10 a に施される処理は、表面区域 10 a のある部分に電荷を与えるのに適した数多くの処理の内の 1 つ以上であってよい。その例としては、表面区域 10 a をプラズマに曝露することなどの、表面区域 10 a の高エネルギーへの曝露が挙げられる。プラズマ処理により、基材 10 の主体部分の性質を犠牲にせずにすなわち実質的に変えずに、帯電した表面基が形成されるであろう。プラズマ処理は、任意の適切なパラメータを有する任意の適切なプラズマを含んでよい。例えば、マイクロ波酸素プラズマを、室温において 50 W の出力で 5 分間に亘り基材 10 に印加してもよい。プラズマのパラメータは、正味の表面電荷 12 を形成するのに必要なまたは望ましいように調節されるであろう。このプラズマ処理は、基材 10 の複数の表面区域 10 a に施しても施さなくてもよい。例えば、ポリプロピレンを含む基材 10 は、紫外線（UV）および / またはプラズマに曝露して差し支えなく、これにより、基材 10 の表面基に正味の電荷 12 を与えることができる。正味の電荷 12 は、正、負またはその 2 つの組合せ（例えば、表面区域 10 a の異な

る部分がプラズマに曝露されたときに、プラズマのパラメータが変化または変更された場合、それによって、表面区域 10a の異なる部分に、異なる正味の電荷を有する異なる表面基が与えられる)であってもよい。

【0020】

前記処理は、化学処理、UV照射への曝露などを含む、数多くの他の処理の内の1つを含んでもよい。ある場合には、溶液、真空またはガス状環境のいずれかからの帯電基の表面堆積が適切であるかもしれない。正味の電荷を表面区域 10a のある部分に与えるための任意の適切な方法を、本開示の範囲内で利用してよい。

【0021】

正味の表面電荷 12 は、図 2B に示されるように負であっても、ある他の実施の形態において、正であってもよい。正味の表面電荷 12 は、表面区域 10a の全ての部分にとって同じである必要はない。例えば、ある用途において、表面区域 10a のいくつかの部分に、正味の負の電荷を与え、表面区域 10a の他の部分に正味の正の表面電荷を与えることが都合よいであろう。ある場合には、表面区域 10a の全部に亘る正味の表面電荷 12 の全体の分布は、正味の中性であってもよい。

【0022】

図 2C は、図 2B に示された処理済みの表面区域 10a へのイオン粒子 14 の添加を示している。一般に、イオン粒子 14 は、それ自体、正味の表面電荷 16 を有している。イオン粒子 14 の正味の表面電荷 16 は、表面区域 10a の一部の上の正味の表面電荷 12 と符号が反対であろう。この場合、イオン粒子 14 は、イオン粒子 14 の正味の電荷 16 と反対の正味の電荷 12 を有する表面区域 10a の部分に引きつけられるであろう。図 2C は、イオン粒子 14 の正味の表面電荷 16 を示しているが、これは、単なる例示であることを意味している。他の構成において、イオン粒子 14 の正味の表面電荷 16 は負であっても差し支えない。さらに他の構成において、イオン粒子 14 のいくつかの正味の表面電荷 16 は正であり、イオン粒子 14 の他のものの正味の表面電荷 16 は負であっても差し支えない。イオン粒子 14 の正味の電荷の大きさは、粒子毎に様々であってもよい。

【0023】

ある変更例において、均一な正味の表面電荷 16 を有するイオン粒子 14 を有することが都合よいであろう。そのような用途としては、均一なまたはほぼ均一な表面被覆が要求される用途が挙げられる。他の用途では、正味の表面電荷 16 に関して、イオン粒子 14 の二峰性、三峰性または多峰性分布が求められるであろう。例えば、ある変更例において、不均一な表面区域 10a の面(例えば、凹部および/または細孔)に付着するために、特に低い正味の表面電荷 16 を有するあるイオン粒子 14 を含むことが都合よいであろう。これらと他の変更例において、表面区域 10a の他の部分を被覆するために、比較的低い正味の表面電荷 16 を有するイオン粒子 14 を含むことも都合よいであろう。さらに他の変更例において、多くが異なる正味の表面電荷 16 を有するイオン粒子 14 の組を用いて、同様のまたは追加の効果を達成してもよい。

【0024】

イオン粒子 14 はサイズが様々であってもよい。ある実施の形態において、イオン粒子 14 は、約 1 nm から 500 nm の範囲にある直径などのナノメートル範囲の直径のものであってよい。別の実施の形態において、イオン粒子 14 は、約 10 nm から 30 nm の中央直径を有してもよい。他の実施の形態において、イオン粒子 14 はサイズが著しく大きくてもよい。さらに他の実施の形態において、イオン粒子 14 のいくつかは、数十マイクロメートルより大きい直径を有してもよい。イオン粒子 14 のサイズ分布は、イオン粒子 14 が、図 2C に示されるように、効果的にまたは適切に単分散しているように小さくてよい。他の変更例において、イオン粒子 14 は、特に大きなサイズ分布および数桁の直径の大きさの変動を含む均一なサイズ分布を有してもよい。これらと他の用途は、特定の用途に適した二峰性、三峰性または他の多峰性のサイズ分布のイオン粒子 14 を有してもよい。例えば、より大きなイオン粒子 14 は、特定の正味の表面電荷 16 を有し、より小さなイオン粒子 14 は同じまたは異なる正味の表面電荷 16 を有してもよい。前記二峰性

、三峰性または他の多峰性のサイズ分布は、イオン粒子 1 4 のサイズが正味の表面電荷 1 6 と相関する（例えば、より大きなイオン粒子 1 4 がより大きな正味の表面電荷 1 6 を有するであろう）ようなものであってよい。しかしながら、同一の正味の表面電荷 1 6 を有するイオン粒子 1 4 の二峰性、三峰性または他の多峰性のサイズ分布を有することも可能である。

【 0 0 2 5 】

イオン粒子 1 4 は、図 2 C において球形状を有するものとして表されているが、これは単なる例示である。本出願の文脈内のイオン粒子 1 4 は、幾何学的、円形、部分円形または不完全形状を含む、任意の適切な形状を有してもよい。イオン粒子 1 4 は、完全に規則的な形状を有する晶子であっても、または部分的に結晶質および / または非晶質であってもよい。イオン粒子 1 4 は、完全にまたは部分的に不規則な形状を有しても、または細長いまたは潰れていても、もしくは任意の他の適切な形状を有してもよい。

10

【 0 0 2 6 】

イオン粒子 1 4 は、イオン粒子 1 4 の正味の表面電荷 1 6 と反対の正味の電荷 1 2 を有する基材の表面区域 1 0 a の部分に引きつけられるであろう。この引力により、ある場合には、イオン粒子 1 4 と、反対の正味の電荷 1 2 の表面区域 1 0 a の部分との間でイオン結合がもたらされるであろう。イオン結合の強度が十分であれば、ある場合には、そのプロセスにより、図 2 C に示される被覆基材 1 0 0 が形成される。より詳しくは、イオン粒子 1 4 と表面区域 1 0 a の部分との間のイオン結合により、表面区域 1 0 a の少なくとも一部分を被覆する、イオン粒子 1 4 の表面層 1 8 が形成される。ある変更例において、イオン粒子の表面層 1 8 が表面区域 1 0 a の全体を被覆することが都合よい。他の用途において、層 1 8 が表面区域 1 0 a の一部分のみしか被覆しないことが都合よいかもしれない。

20

【 0 0 2 7 】

図 3 A - 1 および 3 A - 2 は、開示された実施の形態によるイオン粒子、特に、イオンナノ粒子の合成の説明図である。図 3 B は、開示された実施の形態による図 3 A - 1 に示された合成にしたがって合成されるイオンナノ粒子の 1 つのタイプを説明する拡大断面図である。イオン粒子のコア 1 4 a（図 3 A および 3 B）は、金属酸化物などの無機材料を含んでよい。図 3 A - 3 および 3 A - 4 は、図 3 A - 2 に示された合成技法と共に使用される高分子電解質の例を示している。

30

【 0 0 2 8 】

この開示は、コア 1 4 a に関して特に制限されず、化学的に安定かつ耐性のある材料から製造されたコアを用いてよい。例えば、化学安定性を有する金属酸化物（例えば、リチウムおよび / または電解質および電解質添加剤を含有する環境における化学安定性）がコア 1 4 a の材料に適している。そのようなリチウム含有環境の例としては、リチウムイオン、酸化リチウム、リン酸リチウム、フッ化リチウムまたはリチウム炭素化合物が挙げられる。そのようなコア 1 4 a を使用することにより、それから製造されるハイブリッド材料構成部材のリチウムおよびリチウム含有化合物に対する化学安定性が改善され、このことは、あるリチウムイオン電池用途にとって適しているであろう。コア 1 4 a の金属酸化物の適切な例としては、以下に限られないが、 SiO_2 、 ZnO 、 SnO_2 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 Al_2O_3 、 BaTiO_3 、 Y_2O_3 、 MgO 、 NiO 、 CaO 、 Ti_2O_5 およびそれらの組合せが挙げられる。それに加え、酸化物または他の材料の中空球をコア 1 4 a として使用してもよい。コア 1 4 a は、セラミック、ガラス、シリコンおよび / または金属などの、さらに他のタイプの無機材料であっても、あるいはそれらを含んでもよい。コア 1 4 a は、有機材料および / または炭素系材料を含んでも、または完全にそれから製造されてもよい。コア 1 4 a は、その用途に適した任意の適切な技法により製造されてもよい。例えば、コア 1 4 a は、沈降技法、ゾルゲル技法もしくはマイクロエマルジョンまたはナノエマルジョン技法によって製造してもよい。コア 1 4 a は、焼結または他のプロセスにおいて無機ナノ結晶または他のナノ結晶から製造されてもよい。熱安定性材料を使用したコア 1 4 a を使用してもよい。例えば、ある用途において、150 辺りまたはそれより

40

50

高い温度での熱安定性が都合よいであろう。そのような熱安定性を有する適切なコア 1 4 a としては、適切な熱安定性を有する、上述したコアの任意のもの、並びに無機または有機の追加の材料が挙げられる。例えば、高分子または他の基材 1 0 よりも熱安定性の増加した金属酸化物のコアを選択してもよい。これと他の場合において、例示の金属酸化物から製造されたコア 1 4 a を有するイオン粒子 1 4 を含むイオン粒子層 3 0 により、セパレータ 1 0 0 全体の熱安定性が改善されるであろう。

【 0 0 2 9 】

ある用途において、基材 1 0 の湿潤性よりも増加した湿潤性を有するコア 1 4 a が都合よいであろう。言い換えれば、上述した金属酸化物、ここに論じた他の材料または含意により含まれる他の材料の内の 1 つから選択される適切なコア 1 4 a の材料により、例えば、同じ電解質による湿潤性の低い材料を含む基材 1 0 を含む、電解質によるセパレータ 1 0 0 の湿潤性が改善されるであろう。例えば、高分子基材 1 0 よりも増加した電解質の湿潤性を有する金属酸化物コアを選択してもよい。これと他の場合において、その金属酸化物から製造されたコア 1 4 a を有するイオン粒子 1 4 を含むイオン粒子層 3 0 により、セパレータ 1 0 0 全体の湿潤性が改善されるであろう。

10

【 0 0 3 0 】

ある用途において、基材 1 0 の機械的安定性より増加した機械的安定性を有するコア 1 4 a が都合よいであろう。言い換えれば、上述した金属酸化物、ここに論じた他の材料または含意により含まれる他の材料の内の 1 つから選択される適切なコア 1 4 a の材料により、例えば、機械的安定性の低い材料を含む基材 1 0 を含むセパレータ 1 0 0 の機械的安定性が改善されるであろう。例えば、高分子基材 1 0 よりも増加した機械的安定性を有する金属酸化物コアを選択してもよい。これと他の場合において、その金属酸化物から製造されたコア 1 4 a を有するイオン粒子 1 4 を含むイオン粒子層 3 0 により、セパレータ 1 0 0 全体の機械的安定性が改善されるであろう。多くの場合、イオン粒子 1 4 内部に亘り短絡を避けるまたは減少させるために、金属酸化物などの、実質的に絶縁性または非導電性のコア 1 4 a の材料を選択することが都合よい。ある用途において、基材 1 0 の湿潤性より優れた湿潤性、特に、電解質に対する湿潤性を有するコア 1 4 a も都合よいであろう。言い換えれば、上述した金属酸化物、ここに論じた他の材料または含意により含まれる他の材料の内の 1 つから選択される適切なコア 1 4 a の材料により、ある電解質湿潤性を有する材料を含む基材 1 0 を含むセパレータ 1 0 0 の電解質湿潤性が改善されるであろう。例えば、高分子基材 1 0 よりも増加した電解質湿潤性を有する金属酸化物コアを選択してもよい。これと他の場合において、その金属酸化物から製造されたコア 1 4 a を有するイオン粒子 1 4 を含むイオン粒子層 3 0 により、セパレータ 1 0 0 全体の電解質湿潤性が改善されるであろう。電池用途を含む様々な用途に使用される電解質または任意の流体に対する湿潤性が増加したコア 1 4 a の材料を選択してもよい。適切な電解質の例としては、以下に限られないが、炭酸プロピレン (P C) 並びに他の市販の電解質と市販されていない電解質が挙げられる。

20

30

【 0 0 3 1 】

コア 1 4 a の材料は、セパレータ 1 0 0 が良好な電気化学的性能または性質を有するよう選択してもよい。そのような性質の例としては、セパレータ 1 0 0 がより低い抵抗、良好な電解質保持、および中程度のイオン輸率を有することが挙げられる。これらと他の実施の形態において、コア 1 4 a の材料は、セパレータ 1 0 0 がより速い放電および / または充電性能を有するよう選択してよい。コア 1 4 a の材料は、セパレータ 1 0 0 が使用される電池が、より高速 / 低速の充放電速度で、より高いエネルギー伝達または供給効率を有するよう選択してもよい。

40

【 0 0 3 2 】

図 3 B に示されるように、コア 1 4 a は、コア 1 4 a と結合したグラフト剤および / または固定基 1 4 b を使用した活性化させてもまたは処理してもよい。コア 1 4 a に結合する任意の適切なグラフト剤 1 4 b を使用してもよい。適切なグラフト剤 1 4 b の例としては、以下に限られないが、トリアルコキシシラン、ホスホネート、スルホネートおよび /

50

または他の二座配位子が挙げられる。適切なグラフト剤 1 4 b の追加の例としては、第一級アミン含有シラン、第二級アミン含有シラン、第三級アミン含有シラン、第四級アミン含有シラン、カルボキシル基含有シラン、スルホン酸基含有シランまたはリン酸基含有シランが挙げられる。適切なグラフト剤 1 4 b は、少なくとも 1 種類の多官能性 ($n \geq 2$) 末端および少なくとも 1 つの以下の元素: N、S、B、P、C、Si および O を含む。

【0033】

グラフト剤 1 4 b は、図 3 A - 1 に示されるように、正味の電荷 1 6 を有する官能基 1 8 をさらに含んでもよい。適切な官能基 1 8 の例としては、以下に限られないが、図 3 B に示されるように、1 つの正の電荷を有する窒素含有官能基 1 8 が挙げられる。後者の例としては、 NR_4^+ 基 (ここで、R は、水素を含む多数の元素であって差し支えない)、アンモニウム基 (NH_4^+) などが挙げられる。しかしながら、任意の適切な官能基は、正または負の正味の電荷を有し、グラフト剤 1 4 b と共に使用してよい。図 3 B は陰イオンとして Cl^- を示しているが、これは単なる例示である。任意の適切な陰イオンを使用してよい。他の適切な陰イオンとしては臭素イオン、フッ素イオン、ヨウ素イオンおよび他の適切な陰イオンが挙げられる。

【0034】

あるいは、もしくはグラフト剤 1 4 b を使用することに加え、当該技術分野において公知の数多くの技法で高分子電解質を使用して、コア 1 4 a を修飾してもよい。適切な技法の例としては、シリカナノ粒子およびポリマーをコロイド上に連続して集合させ、その後、か焼または溶媒への曝露の際の分解いずれかによって、鑄型のコロイドを除去することが挙げられる。例えば、Frank Caruso, Science, 282, 1111 (1998) を参照のこと。図 3 A - 2 に示されるように、高分子電解質 2 4 b を使用したイオン粒子 2 4 の合成は、図 3 A - 1 に示されるようなグラフト剤 1 4 b を使用したイオン粒子 1 4 の合成と実質的に似ているであろう。図 3 A - 2 に示されたプロセスは、中でも、高分子電解質 2 4 b とコアとの間に共有結合がないという点で、図 3 A - 1 に示されたプロセスとは異なる。しかしながら、図 3 A - 2 に示されたプロセスを使用して合成されたイオン粒子 2 4 は、ここに記載されたイオン粒子 1 4 の脈絡において論じた性質、属性および特徴の実質的に全てを含むであろうと理解すべきである。言い換えれば、以下のイオン粒子 1 4 の議論は、図 3 A - 2 に示されたプロセスにより合成されたイオン粒子 2 4 に同等にうまく適用される。さらに、イオン粒子 1 4 に関してここに論じられた実施例および用途のいずれも、イオン粒子 2 4 に同等にうまく適用される。

【0035】

図 3 A - 2 に示されたプロセスに使用される適切な高分子電解質 2 4 b の例としては、正または負の正味の電荷を有する高分子電解質が挙げられる。図 3 A - 3 および 3 A - 4 は、図 3 A - 2 に示された合成技法と共に使用してよい高分子電解質の例を示している。図 3 A - 3 は、例示の陽イオン高分子電解質である、ポリ (塩化ジアリルジメチルアンモニウム) を示している。図 3 A - 4 は、例示の陰イオン高分子電解質である、ポリ (4 - スチレンスルホン酸) リチウムを示している。しかしながら、任意の適切な高分子電解質を使用してよいことが理解されよう。適切な高分子電解質の他の例としては、ポリ (塩化水素アリルアミン)、ポリ (4 - スチレンスルホン酸ナトリウム)、ポリ (ビニルスルホン酸ナトリウム塩)、ポリ (p - キシレントラヒドロチオフェニウムクロライド)、およびポリ (アクリル酸ナトリウム塩) が挙げられる。適切な高分子電解質は、イオン粒子 2 4 の表面に正味の電荷 2 6 を与えるために、任意の適切な電荷 2 8 を有してもよい。電荷 2 8 および 2 6 は正であっても負であってもよい。その上、正および負の電荷 2 8 および 2 6 の組合せを使用してもよい。

【0036】

図 3 A - 2 に示されたプロセスの例としては、特定の pH 値でのコロイド粒子 1 4 上の反対に帯電した高分子電解質 2 4 b の堆積が挙げられる。この場合、主に静電相互作用により、高分子電解質 2 4 b の層がコロイド粒子 1 4 上に「蓄積する」または積み重なる。この積重ねにより、イオン粒子 2 4 が形成される。過剰な高分子電解質 2 4 b は、遠心分

離または濾過によって除去することができる。過剰な堆積した高分子電解質 2 4 b の陽イオン（陰イオン）基は、一般的であり、コロイド粒子 1 4 の表面と利用されていない帯電基と相互作用するであろう。これにより、電荷の過補償が生じ、多数の高分子電解質 2 4 b の層のコロイド粒子 1 4 への静電結合が支援されるであろう。図 3 C - 1 および 3 C - 2 は、それぞれ、図 3 A - 1 および 3 A - 2 に示されたイオンナノ粒子、および開示された実施の形態による処理済み高分子基材を使用した、ハイブリッド材料からなるセパレータの合成を示す概略図である。図 3 D は、図 3 C - 1 のハイブリッド材料からなるセパレータの概略図である。図 3 A - 1 および 3 B または図 3 A - 2 に照らして記載されたように合成されたイオン粒子 1 4 は、例えば、溶液 2 0 中に懸濁させてもよい。次いで、溶液 2 0 を基材 1 0、より詳しくは、正味の電荷 1 2 を有する表面区域 1 0 a と接触させる。溶液 2 0 とイオン粒子 1 4 またはイオン粒子 2 4 を基材 1 0 に曝露するのに適切な方法としては、イオンナノ粒子の表面部分への浸漬被覆、吹き付け塗り、スロット・ダイ・コーティング、流し塗り、グラビア・コーティング、インクジェット・プリントが挙げられる。表面区域 1 0 a の正味の電荷 1 2 とイオン粒子 1 4 の正味の電荷 1 6 またはイオン粒子 2 4 の正味の電荷 2 6 の符号が反対である（図解と実例の目的で、それぞれ、負と正として図 3 C - 1 および 3 C - 2 に示されている）場合、イオン粒子 1 4 または 2 4 と表面区域 1 0 a との間にイオン結合が生じるであろう。この場合、イオン粒子 1 4 または 2 4 は表面区域 1 0 a と結合して、図 3 D に示されるように、セパレータ 1 0 上にイオン粒子 1 4 または 2 4 の層 3 0 を形成するであろう。図 4 B は、開示された実施の形態による図 3 A に示されたプロセスにしたがって合成されたイオンナノ粒子の透過型電子顕微鏡写真である。同様に、イオン粒子 2 4 は表面区域 1 0 a と結合して、セパレータ 1 0 0 上にイオン粒子 2 4 の層 3 0 を形成するであろう。

10

20

【0037】

溶液 2 0 は、イオン粒子 1 4 または 2 4 を堆積させるための数多くの適切な溶液の内の 1 つであってよい。適切な溶液の例としては、水（精製水、脱イオン水および / または添加剤または他の添加物を含む水）、様々な適切な有機溶媒（例えば、エタノール、アセトン）またはそれらと他の溶液の混合物が挙げられる。数多くの異なる溶液 2 0 を使用してよいが、重要な特徴としては、溶液 2 0 中のイオン粒子 1 4 または 2 4 のゼータ電位（ ζ ）が挙げられ、これは、溶液 2 0 中のイオン粒子 1 4 または 2 4 によって取得される全体の電荷に関連し得る。溶液 2 0 中において比較的低い ζ （例えば、 $-30\text{ mV} < \zeta < 30\text{ mV}$ ）を有するイオン粒子 1 4 または 2 4 は、弱いまたは低い正味の表面電荷 1 2 をもたらし、したがって、粒子の凝集をもたらずであろう。 ζ の大きさは、イオン粒子 1 4 または 2 4 間の斥力に比例し、したがって、イオン粒子 1 4 または 2 4 の凝集するまたは塊になる傾向に反比例するであろう。溶液 2 0 中において比較的高い ζ （例えば、 $-30\text{ mV} > \zeta$ 、または $\zeta > 30\text{ mV}$ ）を有するイオン粒子 1 4 または 2 4 は、高い正味の表面電荷 1 2 をもたらし、したがって、強力な粒子 - 粒子の斥力をもたらずであろう。低い表面電荷 1 2 を有するイオン粒子 1 4 または 2 4 は凝集する傾向にあるであろう。比較的高い表面電荷 1 2 を有するイオン粒子は、表面区域 1 0 a の効率的な被覆が妨げられるまたは損なわれるような強力な反発相互作用を経験するであろう。pH などの溶液 2 0 の特徴を変えることによって、イオン粒子 1 4 または 2 4 の特定の組の ζ が変わり、それに対応して、堆積特徴が変わるであろう。例えば、溶液 2 0 中において比較的大きい正の ζ を有するイオン粒子 1 4 または 2 4 により、ポリプロピレンなどのある表面がつぎはぎに被覆されるであろう。 ζ を減少させると、被覆がより均一になるであろう。この用途においてある範囲の pH を使用してよいが、特定の用途にイオン粒子 1 4 または 2 4 の pH、 ζ および表面電荷を調整することが都合よいであろう。一般に、1 ~ 10 の範囲にある pH が適しているが、ある用途においては、この範囲の外の pH を使用することが都合よいかもしれない。一般に、 -70 mV から 70 mV の ζ の範囲が、高分子基材 1 0 上にイオン粒子 1 4 または 2 4 の比較的均一な安定な層を形成するのに適している。しかしながら、ここに記載された技法を任意の適切なくに適用してもよく、実際に、 ζ は、表面区域 1 0 a の所望の被覆状態をていきょうするために調節または変更してよい。

30

40

50

【 0 0 3 8 】

図 3 D は、層 3 0 を基材 1 0 上のイオン粒子 1 4 の均一な分布として示しているが、これは単なる例示である。実際に、イオン粒子 1 4 は、上述したように、基材 1 0 の表面区域 1 0 a の異なる部分に群がる、被覆するおよび / または付着してもよい。

【 0 0 3 9 】

図 4 A および 4 B は、開示された実施の形態による帯電基材上に堆積したイオン粒子の二重層の、それぞれ、概略図および顕微鏡写真である。図 4 A は、負に帯電した基材 1 0 上に堆積した正に帯電したイオンナノ粒子 4 4 a の第 1 の層 4 2 を示す断面図である。第 1 の層 4 2 の堆積手法は、イオン粒子 1 4 および層 3 0 に照らして上述した手法にしたがうものであってよい。一旦、第 1 の層 4 2 を堆積させたら、単層または多層として、図 4 A に示されるように、負に帯電したイオン粒子 4 4 b の第 2 の層 4 6 を第 1 の層 4 2 の上面に堆積させてよい。図 4 A および 4 B の両方が負に帯電したイオン粒子 4 4 b を正に帯電したイオン粒子 4 4 a より実質的に大きいものとして示しているが、これは単なる例示である。粒子 4 4 a および 4 4 b はいかなる適切なサイズの構成を有していてもよい（例えば、4 4 a は 4 4 b より大きくても、その逆であっても、もしくは同じサイズであってもよいなど）。さらに、特定の電荷の構成も単なる例示である。例えば、基材 1 0 が正に帯電し、イオン粒子 4 4 a が負に帯電し、イオン粒子 4 4 b が正に帯電してもよい。当業者には、本発明の変更例と考えるべき、明白に述べられた、含蓄された、示唆された、または明白には述べられていない他の組合せが認識されよう。

【 0 0 4 0 】

図 4 B は二重層の堆積の結果を示している。図 4 B に示されるように、2 つの層 4 2 および 4 6 ははっきりと識別される。図 4 B は部分的な二重層を示しているが、任意の適切なパターンが本発明の範囲に含まれることが理解されよう。例えば、層 4 6 は、イオン粒子 4 4 b の島、縞または他のパターンを形成するような様式で、層 4 2 上にパターンを形成してもよい。当業者には、これらの層 4 2 と 4 6 の様々な構成、様々なパターンなどが本発明の範囲に含まれることが理解されよう。

【 0 0 4 1 】

図 5 A ~ C は、図 2 A ~ C に示された工程に対応するイオン粒子および従来の高分子セパレータ材料を使用したセパレータの構造およびアセンブリの概要を与える顕微鏡写真である。図 5 A において、基材 2 1 0 は電気化学セルのための市販の高分子セパレータ (Celgard 2320) である。図 5 A に示されるように、基材 2 1 0 は、顕微鏡写真で明らかに見える多数の細孔 2 1 0 c を有し、多孔質である。図 5 B は、表面区域 2 1 0 a が正味の負の電荷を保持するようなプラズマ処理後の図 5 A の基材 2 1 0 を示している。細孔 2 1 0 c は、図 5 B に示されるように、処理済み表面区域 2 1 0 a においてまだ見える。図 5 C は、シリカコア 2 1 4 a および正に荷電したアンモニウムを含むグラフト剤 2 1 4 b からなるイオンナノ粒子 2 1 4 に曝露された後の表面区域 2 1 0 a を示している。図 5 C は、表面区域 2 1 0 a を被覆するイオンナノ粒子 2 1 4 の大雑把に言って均一で均質な層 2 3 0 を示している。さらに、図 5 C に見えるように、基材 2 1 0 に存在する細孔 2 1 0 c の多くは、イオン粒子の層 2 3 0 によって実質的に遮られていない。

【 0 0 4 2 】

図 5 D ~ 5 E は、図 2 A ~ 2 C に示された工程に対応する比較的大きいイオン粒子および従来の高分子セパレータ材料を使用したセパレータの構造およびアセンブリの概要を与える顕微鏡写真である。図 5 D において、基材 3 1 0 は、表面区域 3 1 0 a が正味の負の電荷を保持するようなプラズマ処理後の電気化学セルのための市販の高分子セパレータ (Celgard 2320) である。図 5 D に示されるように、基材 3 1 0 は、顕微鏡写真で明らかに見える多数の細孔 3 1 0 c を有し、多孔質である。図 5 E は、TiO₂ コア 3 1 4 a および正に帯電したアンモニウムを含むグラフト剤 3 1 4 b からなるイオンナノ粒子 3 1 4 に曝露された後の表面区域 3 1 0 a を示している。図 5 E は、表面区域 3 1 0 a を被覆するイオンナノ粒子 3 1 4 の大雑把に言って均一な層 3 3 0 を示している。さらに、図 5 E において分かるように、基材 3 1 0 に存在する細孔 3 1 0 c の多くは、イオン

粒子の層 3 3 0 によって被覆されたときにでさえもまだ見える。イオン粒子の層 3 3 0 のイオンナノ粒子 3 1 4 は、図 5 C に示されるようにイオンナノ粒子 2 1 4 よりも著しく大きい。さらに、イオンナノ粒子 3 1 4 は、イオンナノ粒子 2 1 4 よりも形状とサイズ分布が著しくより不規則である。これらの結果は、粒子のコア、堆積パラメータおよび層のパターン形成を変えることによって可能な著しい変更例の内のいくつかを示している。

【 0 0 4 3 】

図 6 A および 6 E は、開示された実施の形態によるイオンナノ粒子上の相対的電荷密度に基づいて多孔質高分子基材上にイオンナノ粒子の表面層を形成するための 2 つの異なる機構を示している。図 6 A および 6 E は、表面区域 1 0 a における細孔 1 0 c を示している。ある例において、イオン粒子 1 4 による表面区域 1 0 a の被覆状態は、イオン粒子 1 4 の正味の表面電荷 1 2 を調節することによって調節されるであろう。図 6 A に示された細孔 1 0 c、並びにここに論じられた任意の他の細孔は、図 6 A に示されるようには表面 1 0 a で必ずしも閉じられていないことに留意されたい。例えば、細孔 1 0 c、およびここに論じられた任意の他の細孔は、図 6 B に示されるように、開いていてもよい。図 6 B に示されるようなそのような開いた細孔 1 0 c の例としては、基材の表面区域 1 0 a または主体部分 1 0 b における細孔の網状構造が挙げられる。実際に、電池用途のためのセパレータとして使用される基材 1 0 における多くの細孔 1 0 c は、表面区域 1 0 a を超えて貫通するおよび / または基材 1 0 の主体部分 1 0 b 内に細孔 1 0 c の網状構造を形成する。

10

【 0 0 4 4 】

図 6 A において、イオン粒子 1 4 は、比較的高い正味の表面電荷 1 2 を有する。図 6 D は、図 6 A におけるプロセスに対応するセパレータ材料の透過型電子顕微鏡写真を示している。図 6 D は、比較的高い正味の表面電荷 1 2、イオン粒子 1 4 の比較的小さい表面層 3 0 および細孔 1 0 c のイオン粒子 1 4 による比較的良好な被覆状態を示している。高い正味の表面電荷 1 2 は、例えば、堆積溶液 2 0 中の粒子 1 4 が、比較的大きい大きさの ζ を有するときに生じるであろう。比較的大きい ζ は、イオン粒子 1 4 の高い正味の表面電荷 1 2 のように、正または負のいずれであってもよい。比較的高い正味の表面電荷 1 2 は、図 6 A に示されるように、イオン粒子 1 4 間で相当な正味の斥力 F_1 を生じるであろう。ある場合には、相当な正味の斥力 F_1 は、図 6 A、6 C および 6 D に示されるように、イオン粒子 1 4 を表面区域 1 0 a の細孔 1 0 c 中に追い込むほど十分な大きさのものである。図 6 A および 6 D に示されるように、イオン粒子 1 4 による表面区域 1 0 a の被覆状態は、細孔 1 0 c において、および表面区域 1 0 a の外縁 1 0 d において実質的に均一であろう。

20

30

【 0 0 4 5 】

しかしながら、図 6 A および 6 D における表面区域 1 0 a の被覆状態は単なる例示である。実際に、イオン粒子 1 4 の正味の表面電荷 1 2 は、表面区域 1 0 a を被覆する数多くの異なる可能な様式のために調節されるであろう。例えば、イオン粒子 1 4 の正味の表面電荷 1 2 は、表面区域 1 0 a の外縁 1 0 d がイオン粒子 1 4 のいくつかの層を保持するのに対し、細孔 1 0 c がイオン粒子 1 4 の単層またはイオン粒子 1 4 の単層未満を保持するように調節されるであろう。後者はおおよそ、図 6 C に示される被覆状態に相当する。図 6 C は、比較的中程度の正味の表面電荷 1 2、イオン粒子 1 4 の比較的小さい表面層 3 0 および細孔 1 0 c のイオン粒子 1 4 による比較的良好な被覆状態の場合に相当する。あるいは、イオン粒子 1 4 の正味の表面電荷 1 2 は、表面区域 1 0 a の外縁 1 0 d がイオン粒子 1 4 の単層または単層未満を保持するのに対し、細孔 1 0 c がイオン粒子 1 4 の単層以上を保持するように調節されるであろう。さらに他の変更例において、異なる正味の表面電荷 1 2 を有するイオン粒子 1 4 を同時に使用して、表面区域 1 0 a の外縁 1 0 d の部分、細孔 1 0 c の部分またはその両方を被覆してもよい。

40

【 0 0 4 6 】

図 6 E において、イオン粒子 1 4 は比較的低い正味の表面電荷 1 2 を有する。図 6 F は、図 6 E におけるプロセスに対応するセパレータ材料の透過型電子顕微鏡写真を示してい

50

る。図 6 F は、比較的低い正味の表面電荷 1 2、イオン粒子 1 4 の比較的厚い表面層 3 0 および細孔 1 0 c のイオン粒子 1 4 による比較的まばらな被覆状態または実質的に被覆されていない状態の場合に相当する。この低い正味の表面電荷 1 2 は、例えば、堆積溶液 2 0 中の粒子 1 4 が、比較的小さい大きさの ζ を有する場合に生じるであろう。比較的小さい ζ は、イオン粒子 1 4 の低い正味の表面電荷 1 2 のように、正または負のいずれであってもよい。

【 0 0 4 7 】

比較的低い正味の表面電荷 1 2 は、例えば、イオン粒子 1 4 間の斥力を、例えば、分極効果のために、粒子間の引力より弱くするのである。このことが生じると、図 6 E に示されるように、イオン粒子 1 4 間の実質的な正味の引力 F 2 が生じるであろう。ある場合には、実質的な正味の引力 F 2 は、図 6 E に示されるように、表面区域 1 0 a の細孔 1 0 c 中にイオン粒子 1 4 が侵入するのを防ぐのに十分であろう。さらに、ある場合には、実質的な正味の引力 F 2 により、細孔 1 0 c を実質的に被覆するイオン粒子 1 4 の表面層 3 0 が形成されるであろう。しかしながら、図 6 E における表面区域 1 0 a の被覆状態は単なる例示である。実際に、イオン粒子 1 4 の正味の表面電荷 1 2 は、表面区域 1 0 a を被覆する数多くの異なる可能な様式のために調節してもよい。例えば、イオン粒子 1 4 の正味の表面電荷 1 2 は、表面区域 1 0 a の外縁 1 0 d がイオン粒子 1 4 のいくつかの層を保持するのに対し、細孔 1 0 c が、イオン粒子 1 4 の表面層 3 0 により被覆されているかまたは被覆されていないように調節してもよい。さらに他の変更例において、異なる正味の表面電荷 1 2 を有するイオン粒子 1 4 を同時に使用して、表面区域 1 0 a の外縁 1 0 d の部分、細孔 1 0 c の部分またはその両方を被覆してもよい。

10

20

【 0 0 4 8 】

図 7 A ~ 7 B は、多孔質ポリプロピレン (P P) を含む、開示された実施の形態による 2 つの他のハイブリッド型セパレータの透過型電子顕微鏡写真を示している。特に、図 7 A および 7 B は、どのように異なる堆積パラメータにより、実質的に同じ例示の基材を異なるように被覆するかを示している。

【 0 0 4 9 】

図 7 A に示されるように、セパレータ 4 0 0 の基材 4 1 0 は、細孔 4 1 0 c、並びに他の特徴を示している。イオン粒子 4 1 4 は、細孔 4 1 0 c 中に、並びに基材 4 1 0 の表面区域 4 1 0 a 上のイオン粒子層 4 3 0 として、存在する。このイオン粒子層 4 3 0 は、いくつかのイオンナノ粒子 4 1 4 の厚さを有するようである。細孔 4 1 0 c 中に存在するイオン粒子 4 1 4 は、細孔壁 4 1 0 d を少なくともイオン粒子 4 1 4 の単層で被覆したようである。実際に、細孔 4 1 0 c のある領域 4 1 5 は、単層より著しく大きい厚さを有するイオン粒子 4 1 4 の層を有するようである。さらに、図 7 A によれば、細孔 4 1 0 c の多くが、基材 4 1 0 の表面区域 4 1 0 a でイオン粒子層 4 3 0 によって被覆されているようである。

30

【 0 0 5 0 】

図 7 B に示されるように、セパレータ 5 0 0 の基材 5 1 0 は細孔 5 1 0 c、並びに他の特徴を含む。図 7 C は、これも図 7 B に示されるような、イオン粒子 5 1 4 による細孔壁 5 1 0 d の被覆状態の説明図である。5 1 0 e は高分子のポリプロピレンの区域である。イオン粒子 5 1 4 は、図 7 B および 7 C に示されるように、細孔 5 1 0 c 中に、並びに基材 5 1 0 の表面区域 5 1 0 a 上のイオン粒子層 5 3 0 として存在する。イオン粒子層 5 3 0 は、イオン粒子層 4 3 0 と厚さは同様である。細孔 5 1 0 c 中に存在するイオン粒子 5 1 4 は、細孔壁 5 1 0 d の表面をほぼ完全に被覆するような様式で、細孔壁 5 1 0 d をイオン粒子 5 1 4 のほぼ単層で被覆したようである。

40

【 0 0 5 1 】

比較例 1

図 8 は、図 1 C における市販のセパレータ 6 0 0 と同様な市販のセパレータの基材 7 1 0 の表面にイオンナノ粒子層 7 3 0 を堆積させることによって、本開示の態様により製造されたセパレータ 7 0 0 の電子顕微鏡写真を示している。図 8 は、基材 7 1 0 における細

50

孔 7 1 0 c が、イオンナノ粒子層 7 3 0 により被覆された後でさえ、曝露されたままであることを示している。

【 0 0 5 2 】

図 8 と図 1 C のサイズの倍率は同程度である。図 8 と図 1 C の比較により、イオンナノ粒子層 7 3 0 は、セラミック／不織布のセパレータ 6 0 0 の粒子 6 1 4 よりもかなり均一であることが示される。このことは、他にも理由があるが、イオンナノ粒子 7 1 4 が数桁小さいために予測され、それゆえ、ある場合には、均一な被覆層を形成する能力を向上させる。さらに、イオンナノ粒子層 7 3 0 は、基材 7 1 0 の下にある細孔 7 1 0 c の少なくともある程度を保存する。反対に、結合剤 6 1 6 および粒子 6 1 4 は、下にある基材 6 1 0 中にどの細孔も完全に被覆するようである。

【表 1】

表 1 :

特徴／性質	セラミック／不織布セパレータ	イオンナノ粒子ハイブリッド型 セパレータ (図 8)
充填剤	金属酸化物	イオンナノ粒子
充填率	40~60 質量%	~1 質量%
結合	共有結合	イオン結合
結合剤	必要 (15 質量%まで)	必要なし
被覆の厚さ	マイクロ	ナノ
焼結	50~350 °C 多段階	必要なし

表 1 : 図 1 C に示されたものなどのセラミック／不織布セパレータの特徴および性質をセパレータ 500 (図 7 B) のものとの例示の比較

【 0 0 5 3 】

表 1 は、図 1 C に示される種類の例示のセラミック／不織布セパレータの特徴と性質を、図 8 に示される本開示の態様によるセパレータ 7 0 0 のものと比較したものである。表 1 に示されるように、下にある基材 7 1 0 の充填率は、典型的なセラミック／不織布セパレータと比べて 4 0 ~ 6 0 倍低い。これと他の理由のために、セパレータ 7 0 0 は、比較

的軽い質量でありながら、電気化学的性質、湿潤性、化学安定性、熱安定性および機械的安定性および／または基材 710 の強度を改善することができる。セパレータのイオン粒子層 730 は結合剤を必要としないのに対し、典型的なセラミック／不織布セパレータは、セパレータ全体の約 15 質量％を占める結合剤を必要とする。さらに、セパレータ 700 の結合機構はイオン性であるので、イオン粒子層 730 の基材 710 への付着力は、典型的なセラミック／不織布セパレータにおけるセラミック層の基材への付着力より相当強いと予測される。その上、任意の所望の厚さのイオン粒子層 730 の多層被覆を形成することが可能であるが、イオン粒子層 730 は数ナノメートルほど薄くてもよい。セラミック／不織布セパレータにおける典型的なセラミック層は、例えば、ほぼセラミック粒子のサイズ、例えば、マイクロメートルの最小厚を有する。

10

【0054】

比較例 2

図 9 は、市販の電解質である炭酸プロピレン（PC）による高分子基材の湿潤性へのイオンナノ粒子の影響を示している。図 9 A は、4 種類の異なる表面である、市販の高分子セパレータの表面（Celgard 2320、以後「未処理のセパレータ 900」と称する）、プラズマ処理された後のこのセパレータの表面（MW - プラズマ処理済み Celgard 2320、以後「プラズマ処理済みセパレータ 910」と称する）、単層のイオンナノ粒子で被覆された後のプラズマ処理された市販の高分子セパレータの表面（HS30 - シラン 3 単層被覆された MW - プラズマ処理済み Celgard 2320、以後「単層セパレータ 920」と称する）、および多層のイオンナノ粒子により被覆された後のプラズマ処理された市販の高分子セパレータの表面（HS30 - シラン 3 多層被覆された MW - プラズマ処理済み Celgard 2320、以後「多層ハイブリッド型セパレータ 930」と称する）に関して測定した PC の前進接触角（以後「接触角」と称する）を示している。図 9 B は、図 9 A の 4 種類の異なる表面の各々に関する接触角を表す図を示している。

20

【0055】

接触角は、PC による表面の湿潤性の尺度である。一般に、電池のセパレータが、電解質に関する湿潤性を増加させるまたはさらには最大にする外表層を有することが都合よい。このことは、リチウムイオン電池などの特に腐食性の環境を有する電池に使用されるセパレータに特に当てはまる。しかしながら、ある用途にとっては、湿潤性がそれほど極端ではないことが都合よいかもしれない。多くの状況において、セパレータの湿潤性を調節する能力は都合よい。

30

【0056】

図 9 A により示されるように、接触角が、単に、Celgard 2320 をプラズマ処理することによって、約 65 度から約 30 度へと最大に減少する。プラズマ処理による PC 湿潤性の増加は、その技法中に表面に与えられた正味の表面電荷（および極性）に関連するようである。PC によるセパレータの湿潤性は、イオン粒子の層が加えられるとさらに増加する。図 9 A に示されるように、イオンナノ粒子の層を加えると、接触角は単調に（例えば、セパレータ 900 または 910 上のイオンナノ粒子の層がない状態から、セパレータ 920 の一層とセパレータ 930 の多層まで）減少する。

40

【0057】

図 9 A に示されるように、多層のハイブリッド型セパレータ 930 は実質的にゼロの接触角を有する。これは、図 9 B の図に反映されているように、PC がセパレータ 930 の表面を完全に濡らすことを示す徴候である。他方で、セパレータ 920 の接触角は約 10 度 ± 2 度である。この大きい接触角は小さい湿潤性を示すであろうが、これをセパレータ 930 について測定した接触角と比較すると、1) この条件下では、湿潤性は、イオン粒子の層を増加させるにつれて、増加するようであること、および 2) この特別な実施例は、イオン粒子の堆積層の数を管理することによって、HS30 - シラン 3 多層被覆された MW - プラズマ処理された Celgard 2320 について湿潤性を調節できること、が示される。

50

【 0 0 5 8 】

比較例 3

図 1 0 は、開示された実施の形態によるイオンナノ粒子による被覆の前後の高分子セパレータの充電 / 放電特徴を示すデータを表している。図 1 0 に示されるように、イオンナノ粒子「ハイブリッド型」セパレータを含むシステムの比放電容量、並びに D E C 電解質を含むシステムの比放電容量は、繰返しにより減少する。しかしながら、図 1 0 は、ハイブリッド型セパレータの比放電容量は、4 0 サイクル以上の後で、D E C 電解質を含むシステムよりも相当高いことを示している。このことは、ハイブリッド型セパレータのサイクル寿命が他の市販の代替品よりも相当改善されることを表す徴候であろう。

【 0 0 5 9 】

例示された材料または技法により、質量を実質的に増加させずに、電池用セパレータなどのデバイスの電気化学的性能、化学的強度、熱的強度または機械的強度が向上するであろう。それゆえ、デバイスは、その機能に関する他の重要な性質を犠牲にせずに、より堅牢に製造することができる。

【 0 0 6 0 】

いくつかの実施の形態を、電池用セパレータおよび他の電池用途に照らして議論してきたが、それらは例示であり、開示された基材の用途を電池用途に制限するものではない。例えば、その材料または技法を、ある製品の機械的耐久性、化学的耐久性または熱的耐久性を改善するために使用される軽量用途または他の被覆技術に使用してもよい。

【 0 0 6 1 】

開示したプロセスにおける工程の特定の順序または順列は、例示の手法の説明である。設計の嗜好、製造設備、および他の検討事項に基づいて、工程の順序または順列を変えてもよい。したがって、添付の方法の請求項は、特定の順序または順列を、提示された要素の順序に制限するものではない。

【 0 0 6 2 】

開示された方法および材料に様々な改変および変更を行えることが当業者には明らかであろう。本明細書および実施例は単なる例示と考えられ、本開示の真の範囲は、以下の特許請求の範囲およびその同等物によって示されることが意図されている。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 3 】

- 1 0 基材
- 1 0 a , 2 1 0 a , 3 1 0 a , 4 1 0 a , 5 1 0 a 表面区域
- 1 0 b 主体部分
- 1 4 , 2 4 , 4 4 a , 4 4 b イオン粒子
- 1 4 a コア
- 1 4 b 固定基、グラフト剤
- 1 6 表面電荷
- 1 8 表面層、官能基
- 2 0 溶液
- 2 4 b 高分子電解質
- 2 6 正味の電荷
- 2 8 電荷
- 3 0 , 2 3 0 , 7 3 0 イオン粒子層
- 1 0 0 , 6 0 0 , 7 0 0 被覆基材、セパレータ
- 2 1 0 , 3 1 0 , 4 1 0 , 5 1 0 基材
- 2 1 0 c , 3 1 0 c , 4 1 0 c , 5 1 0 c , 7 1 0 c 細孔
- 2 1 4 , 3 1 4 イオンナノ粒子
- 2 1 4 a シリカコア
- 2 1 4 b グラフト剤
- 6 1 6 結合剤

10

20

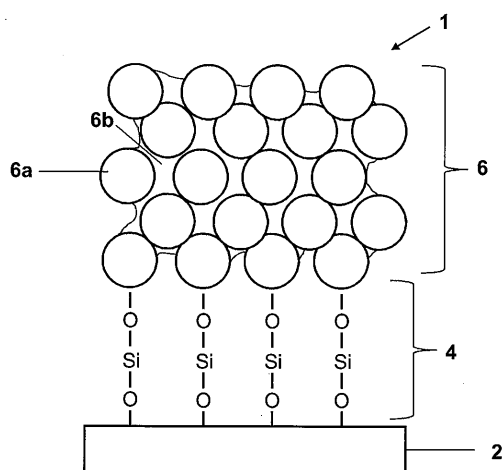
30

40

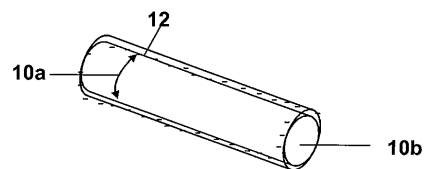
50

6 3 0 被覆
 9 0 0 未処理のセパレータ
 9 1 0 プラズマ処理済みセパレータ
 9 2 0 単層セパレータ
 9 3 0 多層ハイブリッド型セパレータ
 F 1 斥力
 F 2 引力

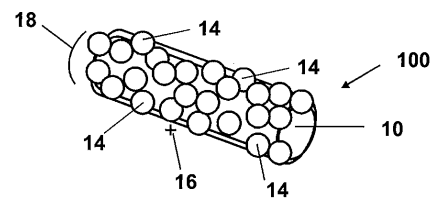
【図 1 A】



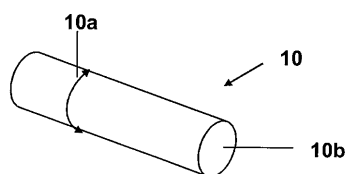
【図 2 B】



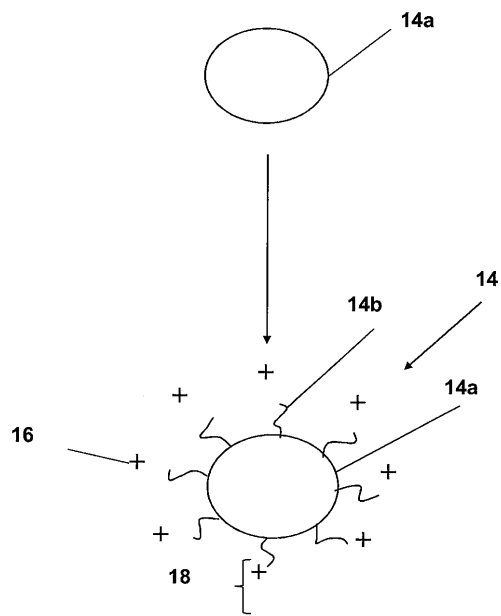
【図 2 C】



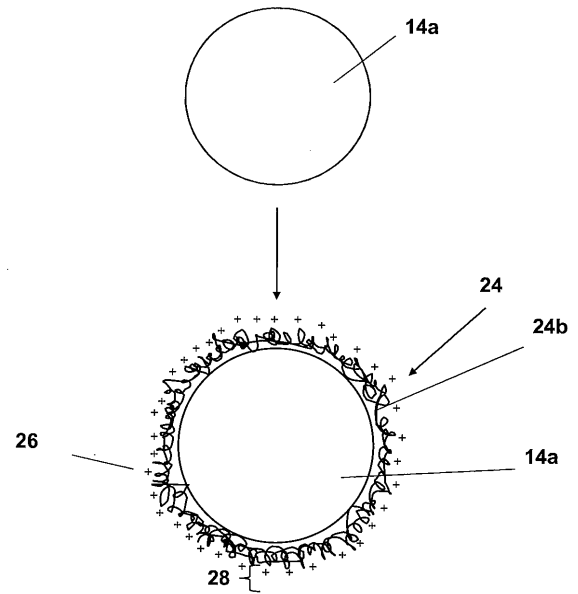
【図 2 A】



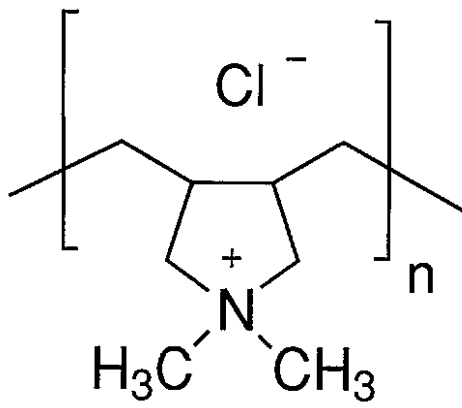
【図 3 A - 1】



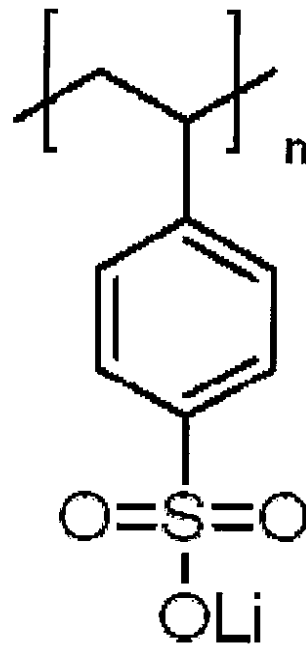
【図 3 A - 2】



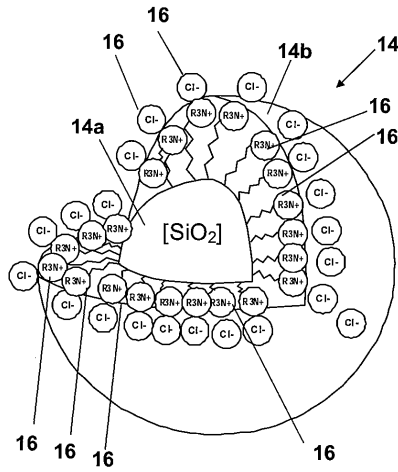
【図 3 A - 3】



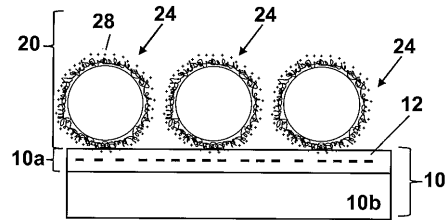
【図 3 A - 4】



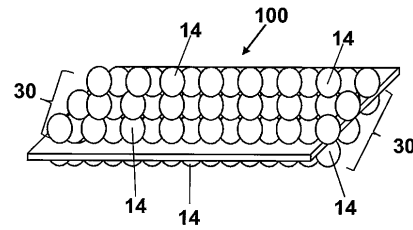
【図 3 B】



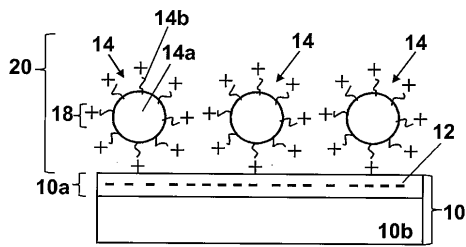
【図 3 C - 2】



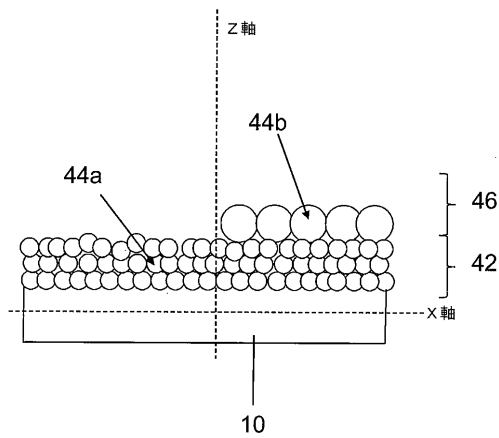
【図 3 D】



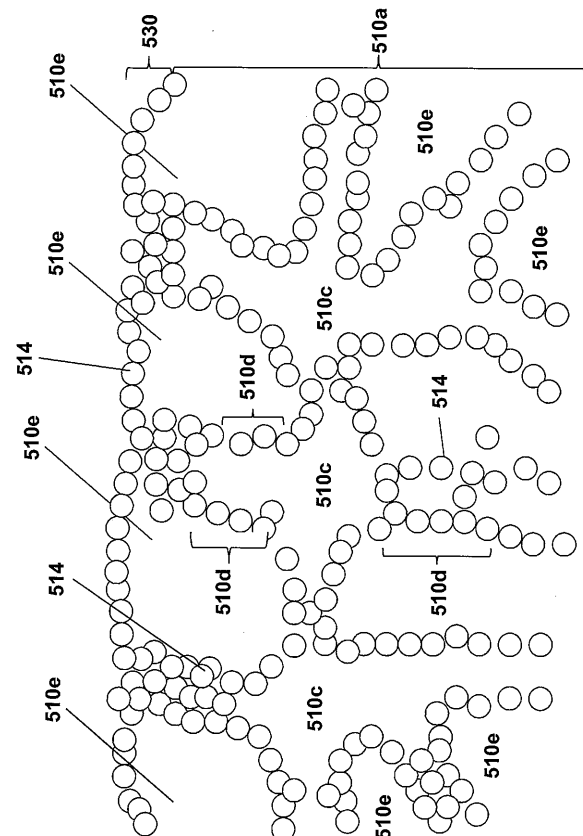
【図 3 C - 1】



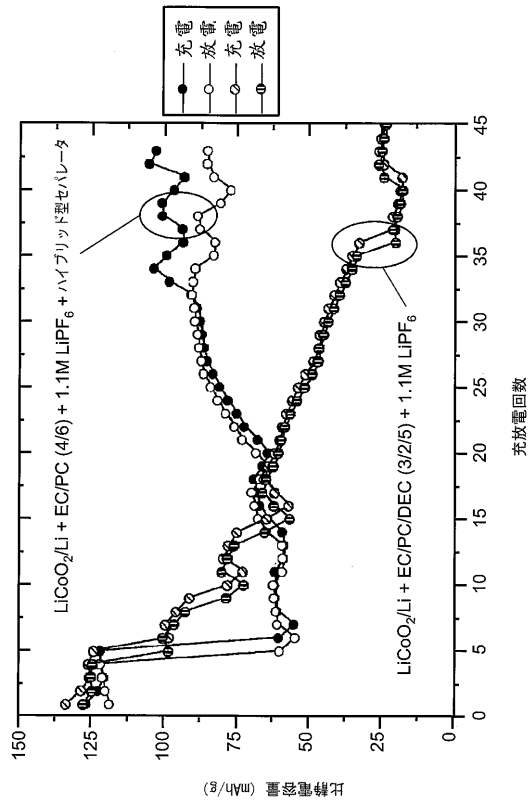
【図 4 A】



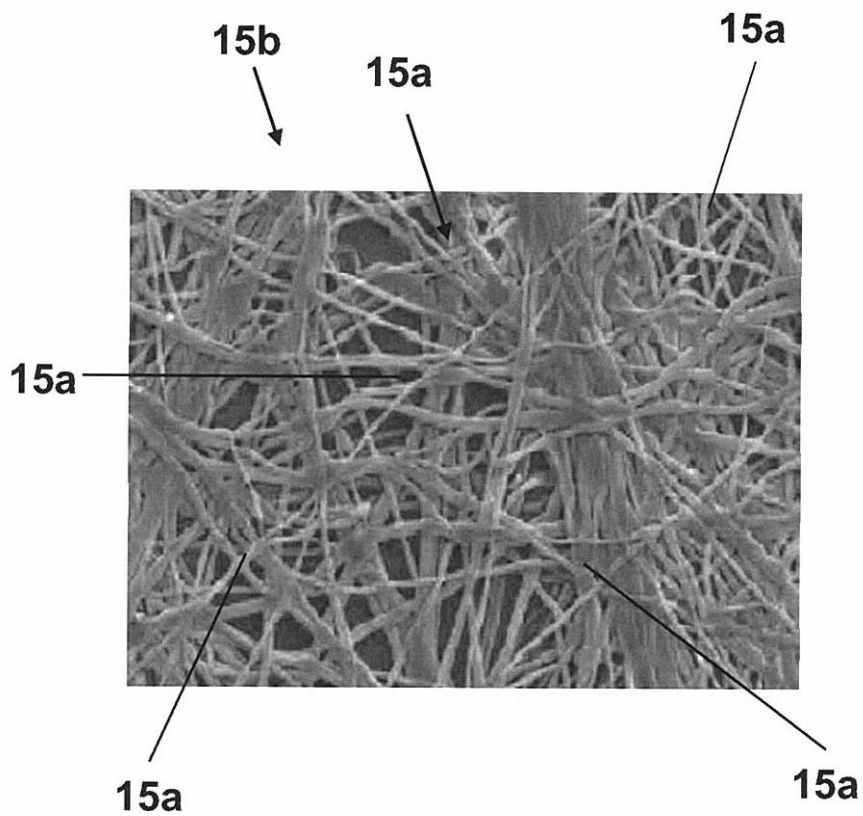
【図 7 C】



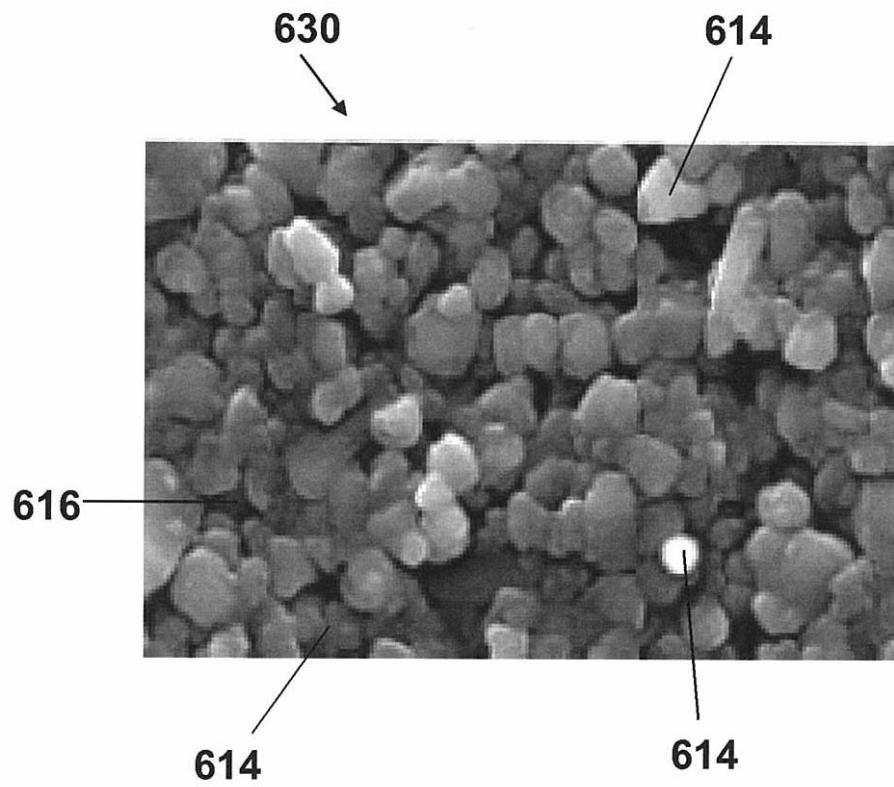
【図 10】



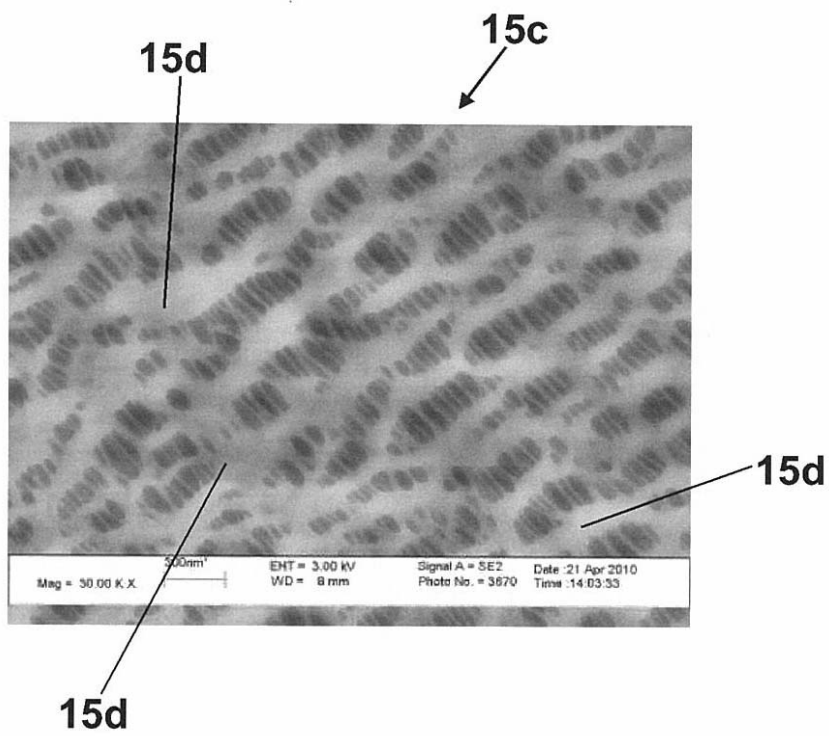
【図 1 B】



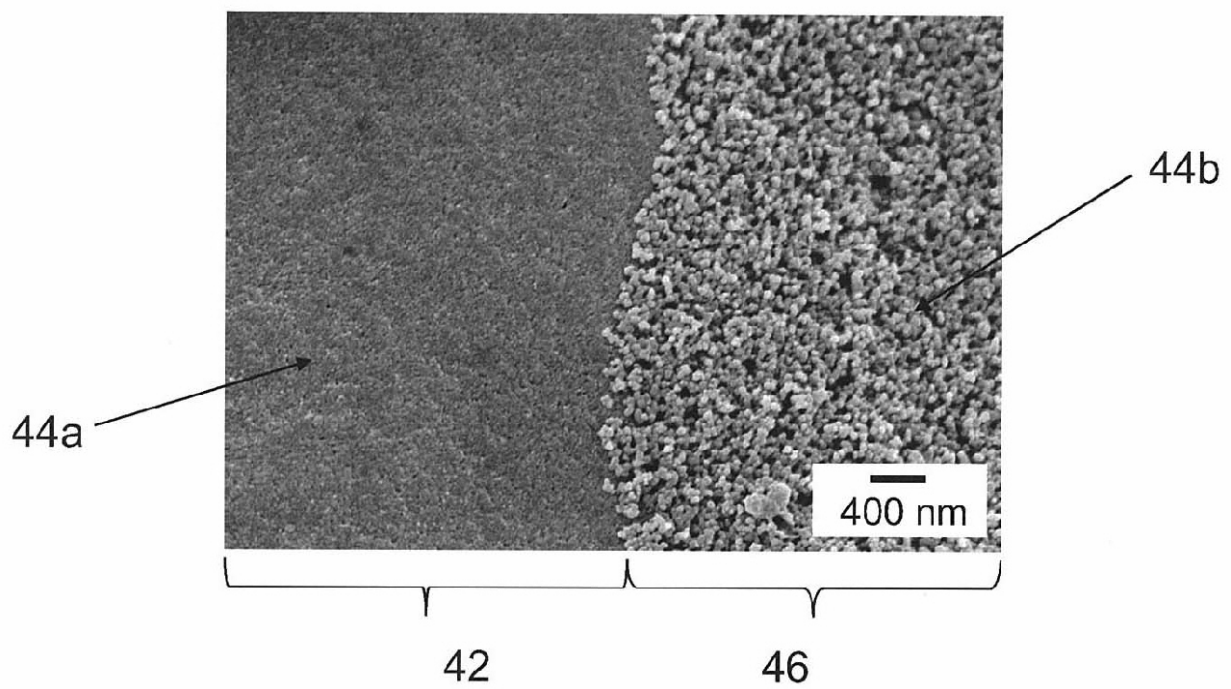
【図 1 C】



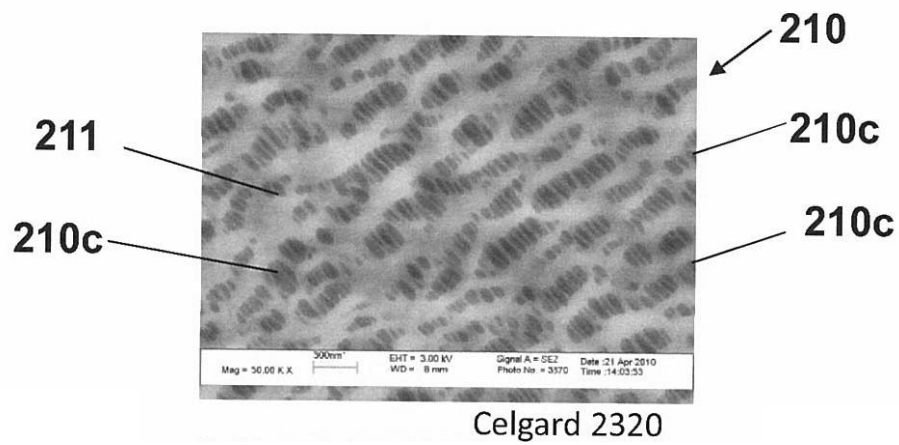
【図 2 D】



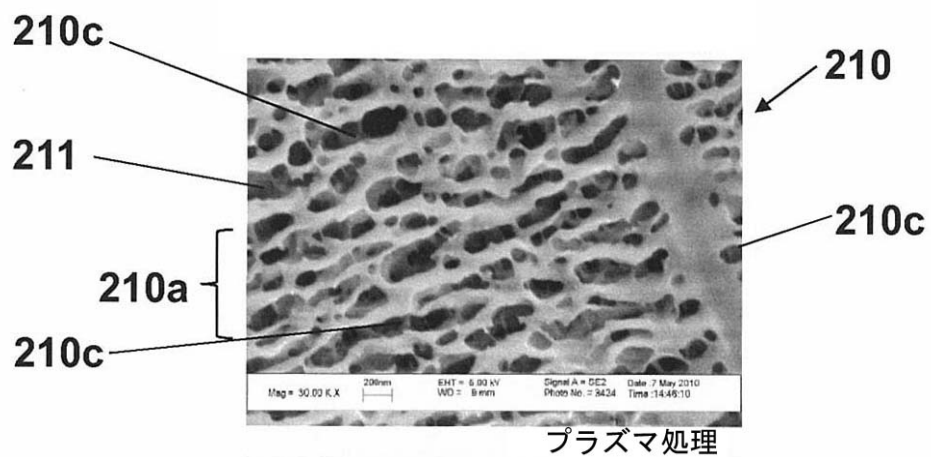
【図 4 B】



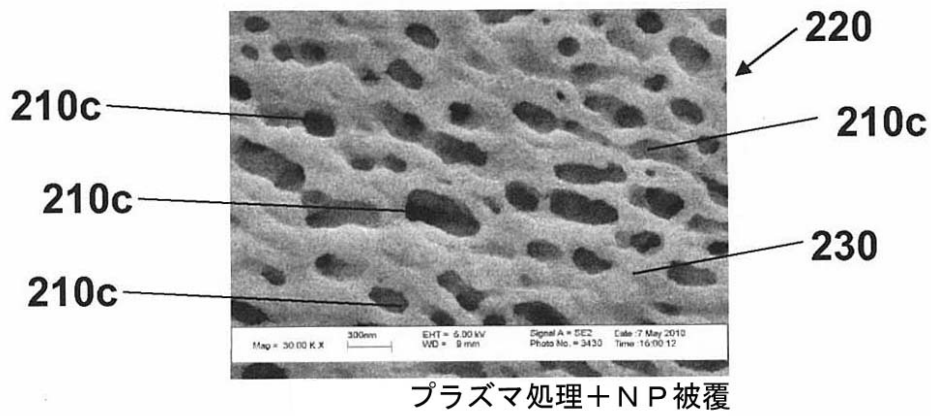
【図 5 A】



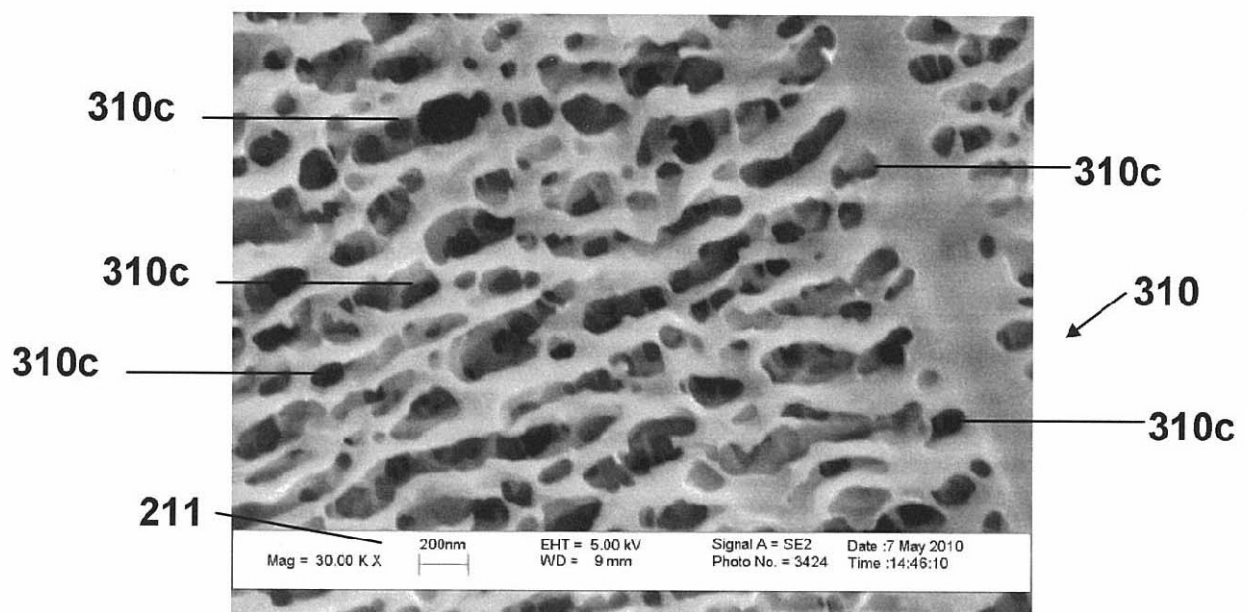
【図 5 B】



【図 5 C】



【図 5 D】



修飾されたTiO₂ 被覆セパレータ

314

330

310c

320

Mag = 30,00 K X

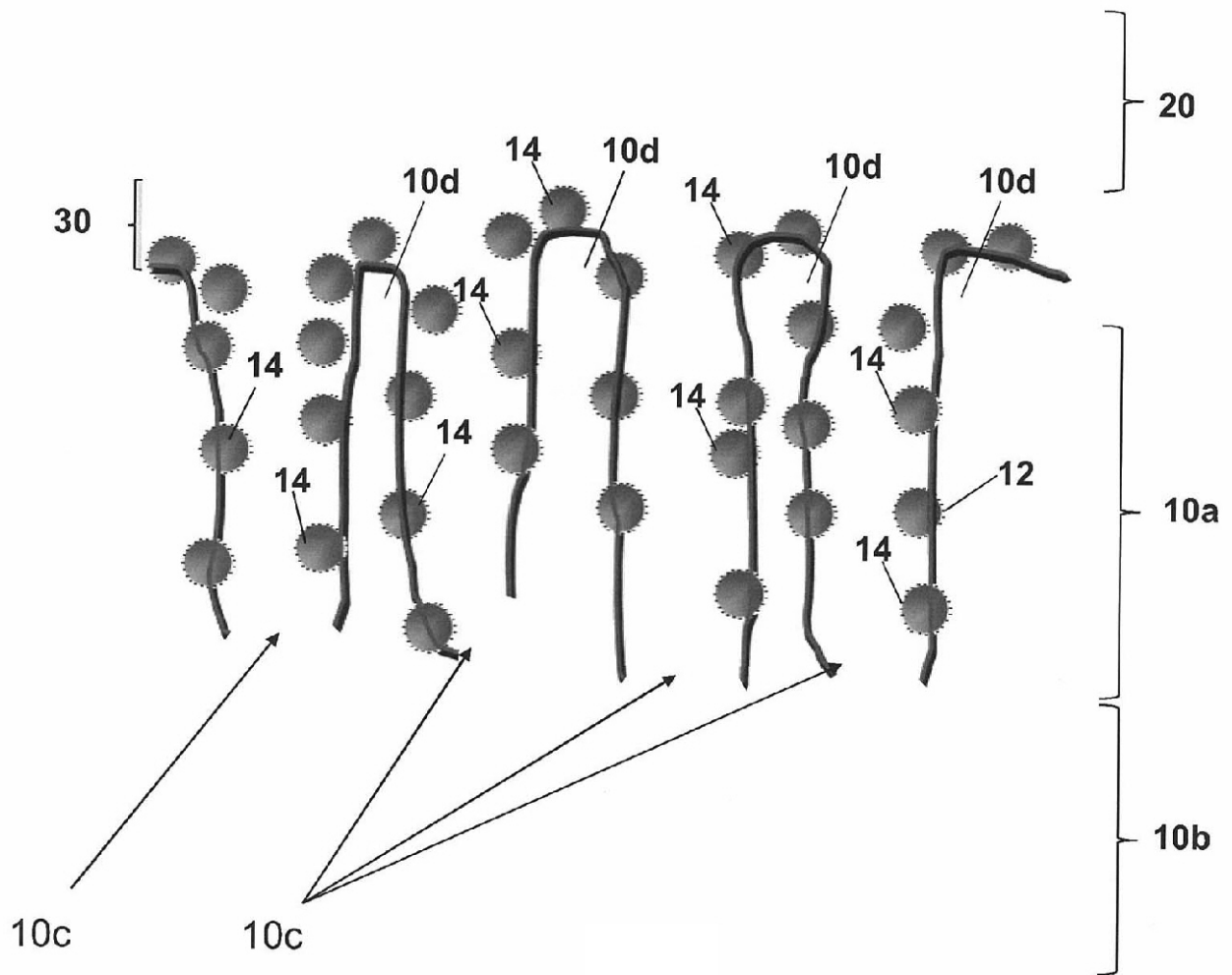
200nm

EHT = 5.00 kV
WD = 9 mm

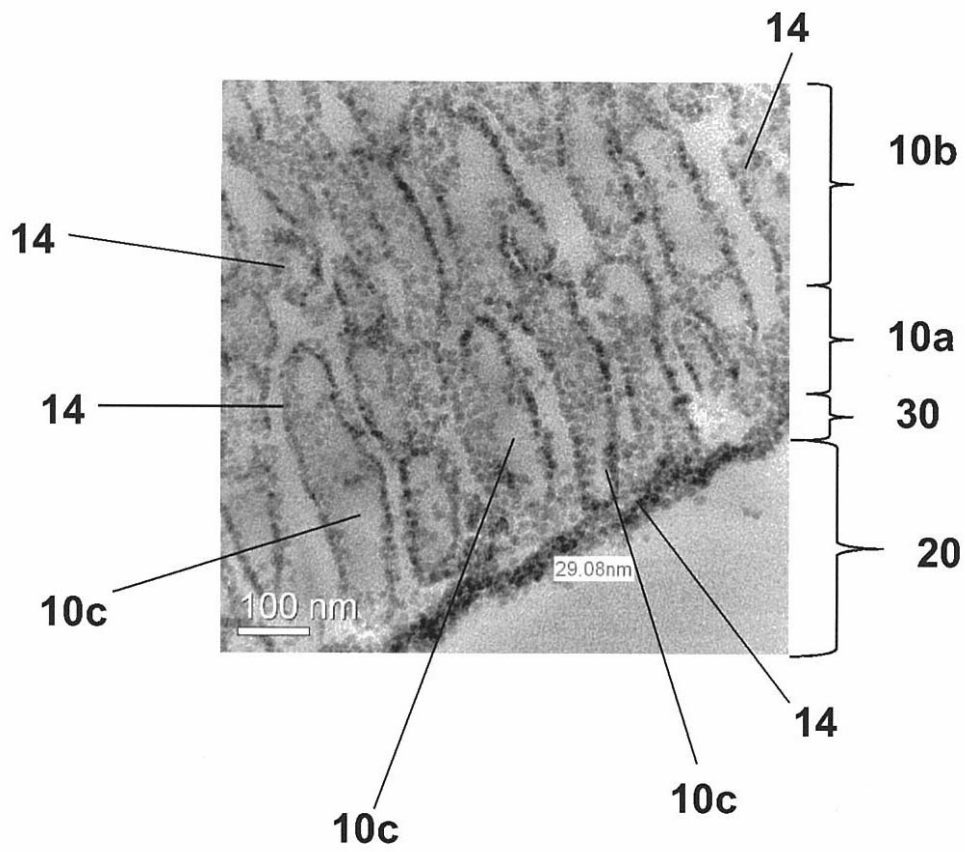
Signal A = InLens
Photo No. = 8560

Date : 18 Oct 2010
Time : 10:48:55

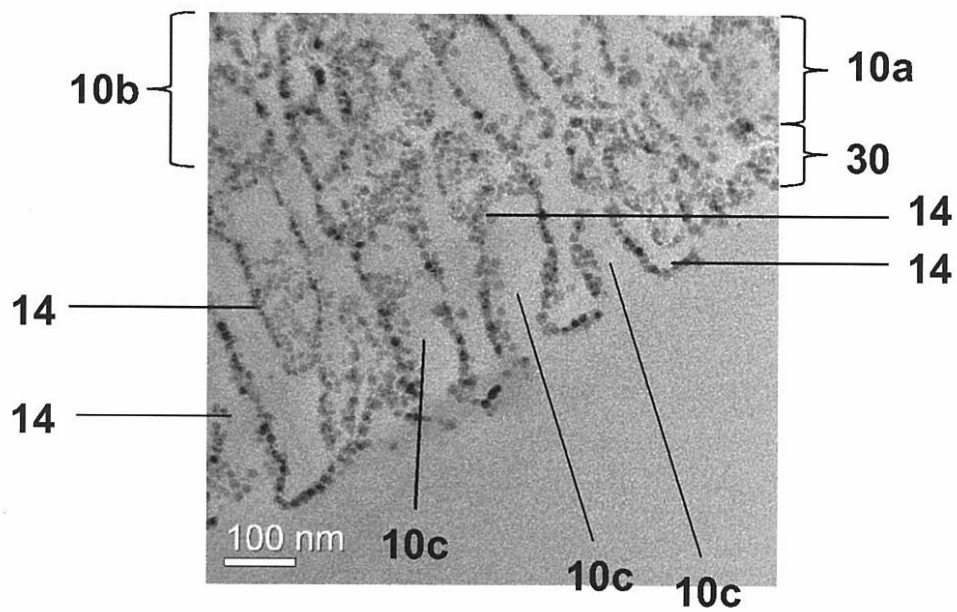
【 図 6 B 】



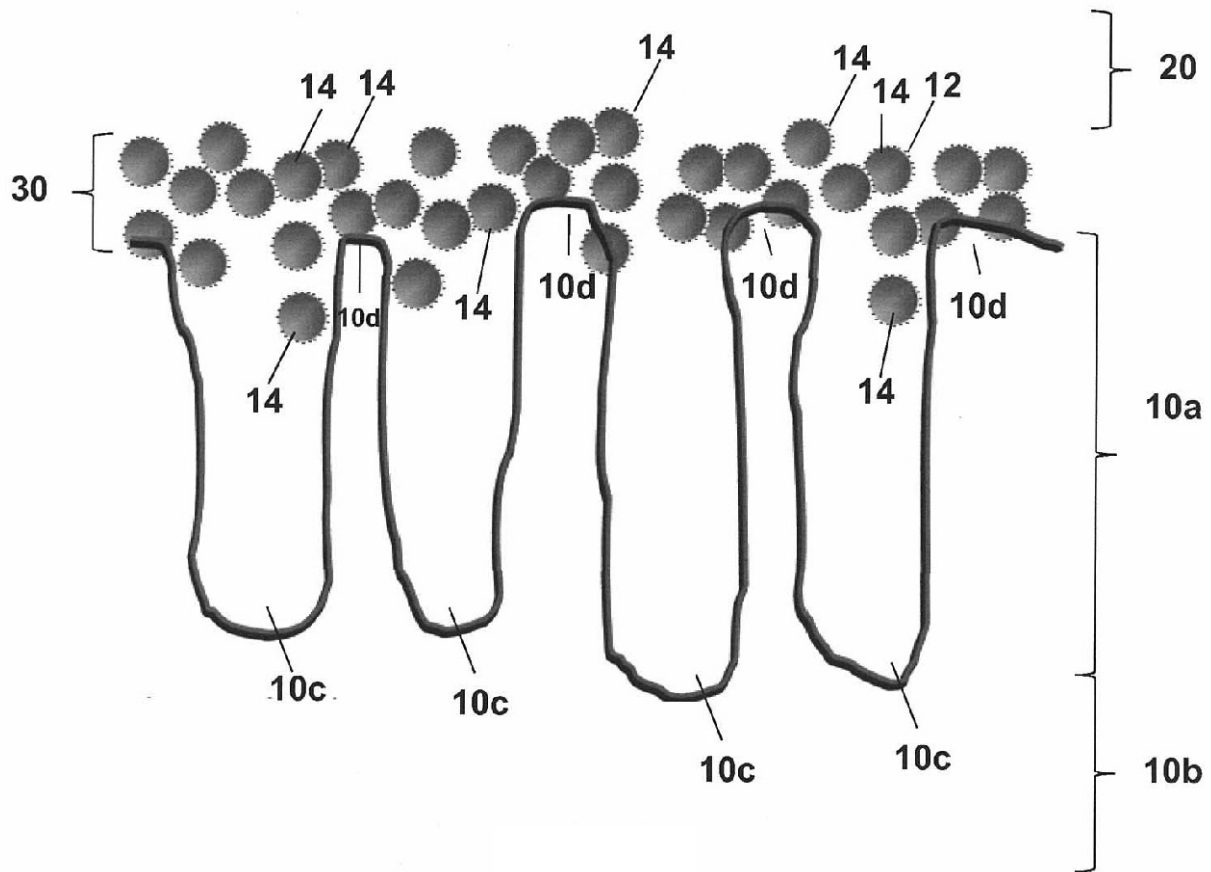
【図 6 C】



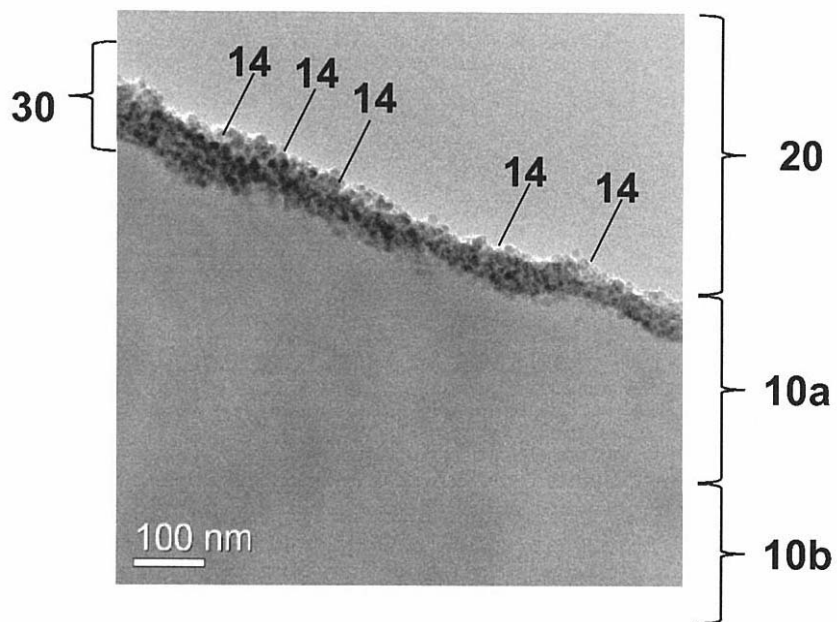
【図 6 D】



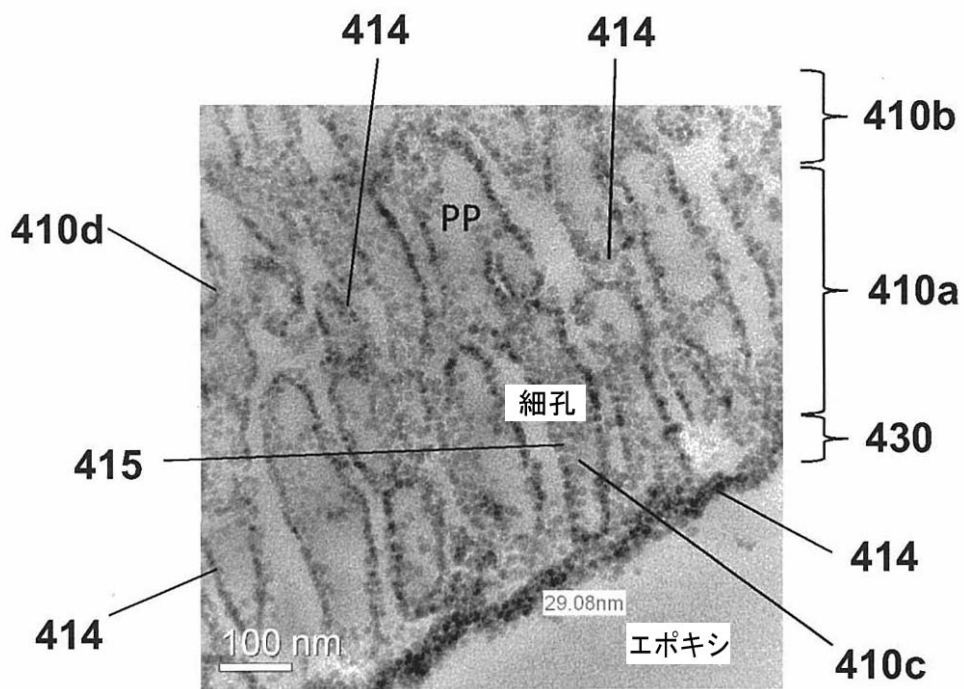
【図 6 E】



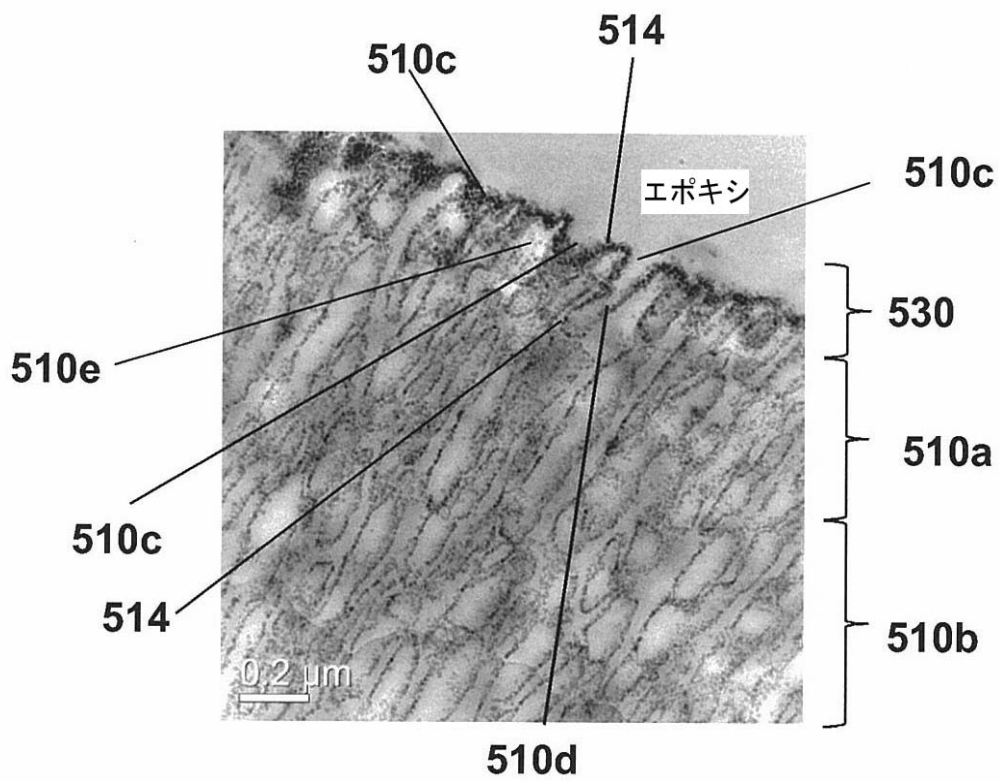
【図 6 F】



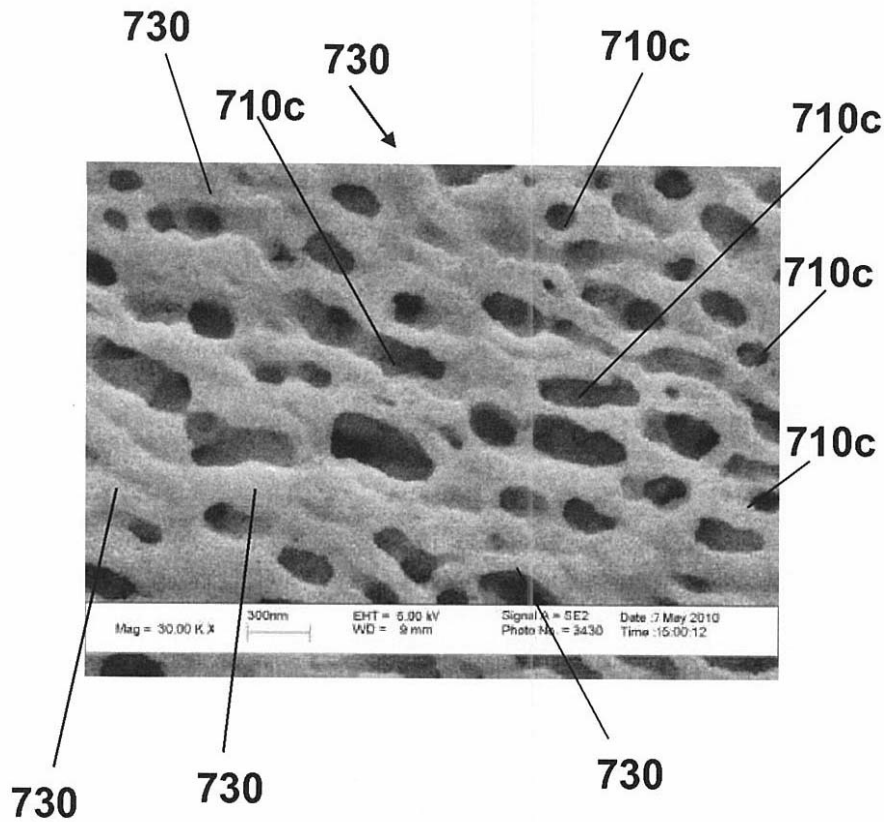
【図 7 A】



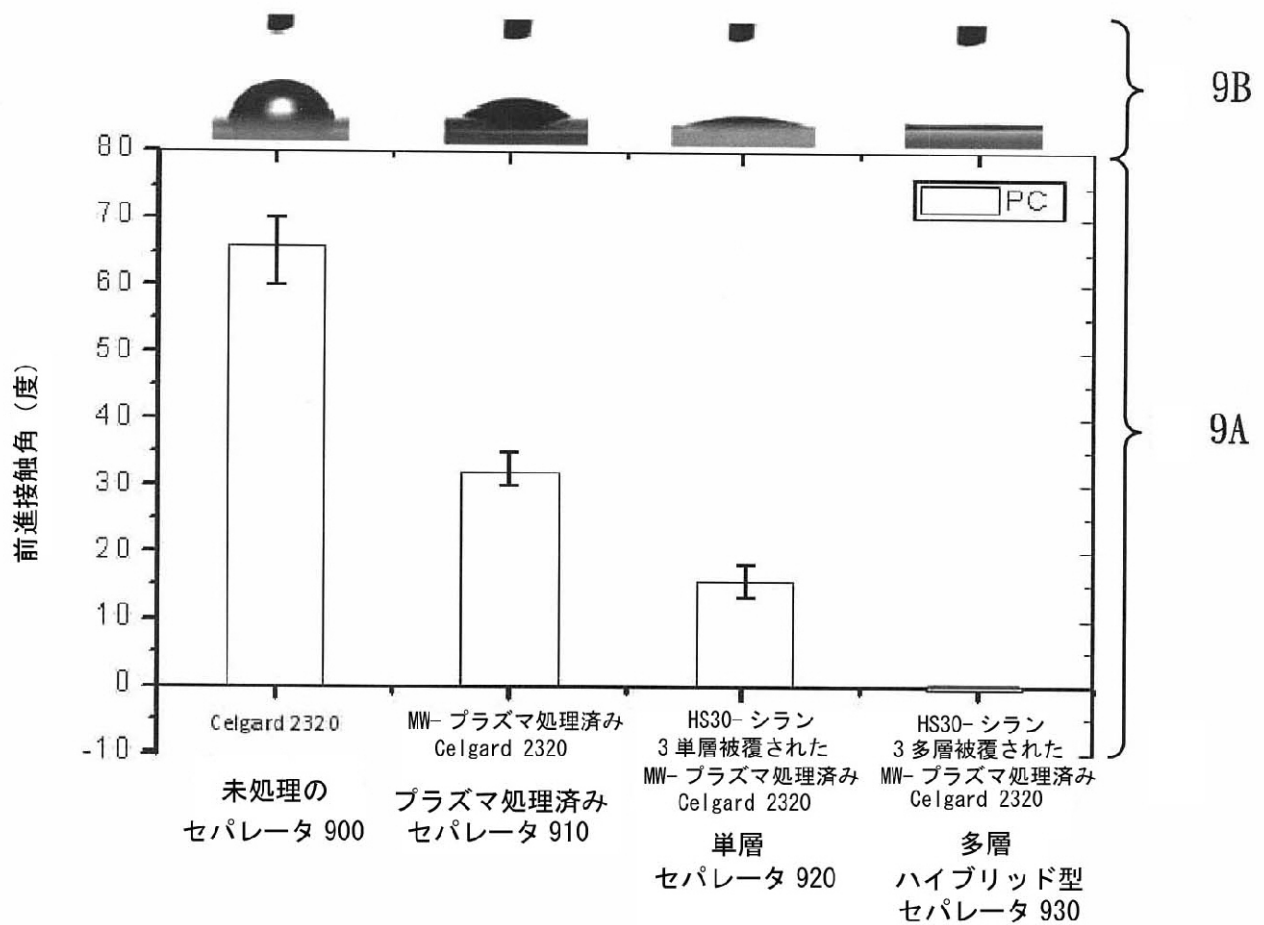
【図 7 B】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 ファン ジャソン

台湾 106 タイペイ シティー ダーアン ディストリクト チョンシアオ イースト ロード セクション 4 ナンバー 218 - 6 12エフ

(72)発明者 ツァイ リードゥアン

台湾 300 シンチュ シティー イースト ディストリクト ザファファン ロード ナンバー 130

(72)発明者 リン ユエウェイ

台湾 300 シンチュ シティー イースト ディストリクト ブウディン ロード ナンバー 145 2エフ - 1

(72)発明者 チョン チョンリアン

台湾 300 シンチュ シティー イースト ディストリクト ミンフウ ロード レイン 400 ナンバー 8 2エフ - 1

Fターム(参考) 5H021 BB12 EE02 EE17 EE18 EE22 EE23 HH03 HH05 HH10