

(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2010-123581
(P2010-123581A)

(43) 公開日 平成22年6月3日(2010.6.3)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 M 2/16 (2006.01)	HO 1 M 2/16 L	5HO21
HO 1 M 10/052 (2010.01)	HO 1 M 2/16 P	5HO29
HO 1 M 10/058 (2010.01)	HO 1 M 10/00 1 O 2	
HO 1 M 10/0587 (2010.01)	HO 1 M 10/00 1 1 5	
	HO 1 M 10/00 1 1 8	

審査請求 有 請求項の数 21 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2010-22402 (P2010-22402)
 (22) 出願日 平成22年2月3日(2010.2.3)
 (62) 分割の表示 特願2002-580423 (P2002-580423) の分割
 原出願日 平成14年2月7日(2002.2.7)
 (31) 優先権主張番号 09/828, 436
 (32) 優先日 平成13年4月6日(2001.4.6)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 503364696
 チャンズ アセンディング エンタープライズ カンパニー リミテッド
 台湾、タイチユン、チン-フア ノースロード 231-7
 (71) 出願人 503364700
 チャン、ツン-ユ
 台湾、タイチユン、チン-フエ ノースロード 231
 (71) 出願人 503364711
 クムタ、ブラシャント エヌ
 アメリカ合衆国、15213 ペンシルベニア州、ピッツバーグ、ベイアード ロード 4、アパート 35 (番地なし)

最終頁に続く

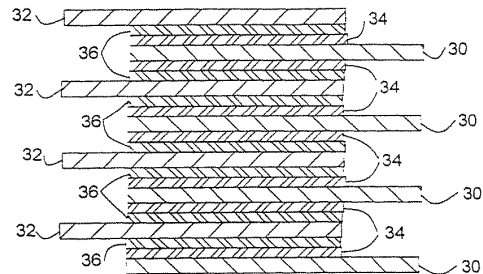
(54) 【発明の名称】 リチウムイオンポリマー電池

(57) 【要約】

【課題】 溶解延伸ポリマーにおいて、多孔率を制御することができる電池を提供すること。

【解決手段】 リチウムイオンポリマー電池およびその製造方法。ポリマー/粒状物質の組成物の第1層および第2層は、それぞれの陽極および陰極を分離および結合する。第1層のポリマーおよびその関連した溶媒は、第2層のポリマーおよびその関連した溶媒とは、異なる。溶解性要件は、第1層のポリマーが第2層の溶媒に不溶性であり、そして第2層のポリマーが第1層の溶媒に不溶性であることである。層のポリマーおよび粒状物質は、電池を梱包するための頑丈なケースの必要性を取り除くために、電池の電解質を含む多孔性構造を形成する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

蓄電池であって、該蓄電池が、
 少なくとも 1 つの陽極と、
 少なくとも 1 つの陰極であって、それぞれの該陰極が、それぞれの前記陽極に対して空間的に対立する関係にある陰極と、
 前記空間的に対立する関係を維持するために、互いに対向する陽極と陰極との中間に存在し、異なる多孔性を有する 2 つの分離帯 / 結合帯層と、
 前記分離帯 / 結合帯層の孔を満たす非水溶性の電解質と
 からなり、

第 1 の分離帯 / 結合帯が、ポリマー P_1 と粒状物質 M_1 の混合物を含み、第 2 の分離帯 / 結合帯が、ポリマー P_2 と粒状物質 M_2 の混合物を含み、ポリマー P_1 が、溶媒 S_1 に可溶性であり、ポリマー P_2 が、溶媒 S_2 に可溶性であり、ポリマー P_1 が、溶媒 S_2 に不溶性であり、ポリマー P_2 が、溶媒 S_1 に不溶性であり、粒状物質 M_1 が、溶媒 S_1 に不溶性であり、粒状物質 M_2 が、溶媒 S_2 に不溶性であり、
 それぞれの陽極が前記第 1 の分離帯 / 結合帯に結合し、前記第 1 の分離帯 / 結合帯が前記第 2 の分離帯 / 結合帯に結合し、前記第 2 の分離帯 / 結合帯がそれぞれの陰極に結合することにより、それぞれの陽極とそれぞれの陰極との前記空間的に対立する関係が維持される

蓄電池。

【請求項 2】

前記少なくとも 1 つの陽極および前記少なくとも 1 つの陰極が、角柱型積層構造として積層される請求項 1 記載の蓄電池。

【請求項 3】

該電池が、1 つの陽極および 1 つの陰極を有していて、そして、該陽極および陰極が、円柱状捲回構造として形成される請求項 1 記載の蓄電池。

【請求項 4】

請求項 2 記載の蓄電池であって、
 複数個の陽極および陰極が積層され、そして、
 積層順序が、(陽極) - (第 1 分離帯 / 結合帯) - (第 2 分離帯 / 結合帯) - (陰極) -
 (第 1 分離帯 / 結合帯) - (第 2 分離帯 / 結合帯) - (陽極) の繰り返しである、
 蓄電池。

【請求項 5】

請求項 2 記載の蓄電池であって、
 複数個の陽極および陰極が積層され、そして、
 積層順序が、(陽極) - (第 1 分離帯 / 結合帯) - (第 2 分離帯 / 結合帯) - (陰極) -
 (第 2 分離帯 / 結合帯) - (第 1 分離帯 / 結合帯) - (陽極) の繰り返しである、
 蓄電池。

【請求項 6】

請求項 2 記載の蓄電池であって、
 複数個の陽極および陰極が積層され、そして、
 積層順序が、(陰極) - (第 1 分離帯 / 結合帯) - (第 2 分離帯 / 結合帯) - (陽極) -
 (第 2 分離帯 / 結合帯) - (第 1 分離帯 / 結合帯) - (陰極) の繰り返しである、
 蓄電池。

【請求項 7】

さらに、前記陽極および陰極が、前記円柱捲回構造を形成するために捲回されるコアを含む請求項 3 記載の蓄電池。

【請求項 8】

前記コアの形状が、円柱および六面体から 1 つ選択される請求項 7 記載の蓄電池。

【請求項 9】

前記コアの形状が、円柱および六面体から 1 つ選択される請求項 7 記載の蓄電池。

10

20

30

40

50

溶媒 S_1 が疎水性であり、そして溶媒 S_2 が親水性である請求項 1 記載の蓄電池。

【請求項 10】

溶媒 S_1 および溶媒 S_2 が疎水性であるか、または溶媒 S_1 および溶媒 S_2 が親水性である請求項 1 記載の蓄電池。

【請求項 11】

前記疎水性溶媒 S_1 が、ヘプタン、テトラヒドロフラン、DMF および DMSO から 1 つ選択され、そして前記親水性溶媒 S_2 が、メタノール、エタノールおよびメタノール/クロロホルムから 1 つ選択される請求項 9 記載の蓄電池。

【請求項 12】

前記疎水性溶媒 S_1 および S_2 が、ヘプタン、テトラヒドロフラン、DMF および DMSO から選択されるか、または前記親水性溶媒 S_1 および S_2 が、メタノール、エタノールおよびメタノール/クロロホルムから選択される請求項 10 記載の蓄電池。

10

【請求項 13】

ポリマー P_1 が、PE、PP、PVC、ポリスチレン、および PAN から少なくとも 1 つ選択され；そして、

ポリマー P_2 が、PEO、PPO、ポリカーボネート、PMMA、および PVP から少なくとも 1 つ選択される、

請求項 1 記載の蓄電池。

【請求項 14】

請求項 1 記載の蓄電池であって、ここで、粒状物質 M_1 および M_2 が、二酸化ケイ素、酸化マグネシウム、酸化カルシウム、酸化ストロンチウム、酸化バリウム、酸化ホウ素、酸化アルミニウム、酸化ケイ素、；合成または天然のゼオライト、ボロシリケート、カルシウムシリケート、アルミニウムポリシリケート、木粉、ガラスマイクロビーズ、ガラス中空マイクロスフェア、ポリエステル繊維、ナイロン繊維、アセテート繊維、アクリル繊維、ポリエチレン繊維、ポリプロピレン繊維、ポリアミド繊維、ポリベンズイミダゾール繊維、ボロシリケートガラス繊維、および木質繊維から選択される蓄電池。

20

【請求項 15】

粒状物質 M_1 および M_2 同じであるか、または M_1 および M_2 が異なる請求項 14 記載の蓄電池。

【請求項 16】

第 1 の分離帯 / 結合帯において、粒状物質が 50 ~ 98 重量% であり、そして、第 2 の分離帯 / 結合帯において、粒状物質が 50 ~ 98 重量% である請求項 1 記載の蓄電池。

30

【請求項 17】

第 1 の分離帯 / 結合帯において、粒状物質が 80 ~ 97 重量% であり、そして、第 2 の分離帯 / 結合帯において、粒状物質が 70 ~ 92 重量% である請求項 1 記載の蓄電池。

【請求項 18】

ポリマー P_1 および / またはポリマー P_2 が、2 つ以上のポリマー物質の組合せである請求項 13 記載の蓄電池。

【請求項 19】

粒状物質 M_1 および / または粒状物質 M_2 が、2 つ以上の粒状物質の組合せである請求項 14 記載の蓄電池。

40

【請求項 20】

前記第 1 の分離帯 / 結合帯が、10 ~ 200 μm の範囲の厚さであり、そして、前記第 2 の分離帯 / 結合帯が、10 ~ 200 μm の厚さである請求項 1 記載の蓄電池。

【請求項 21】

前記第 1 の分離帯 / 結合帯が、30 ~ 60 μm の範囲の厚さであり、そして、前記第 2 の分離帯 / 結合帯が、30 ~ 60 μm の厚さである請求項 1 記載の蓄電池。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、陽極および陰極が分離されていて、かつ粒状物質を含有するポリマー性材料の2つの異なる多孔質層によって結合されているリチウムイオン蓄電池、このリチウムイオン蓄電池に関する。

【背景技術】

【0002】

リチウムイオンポリマー電池は、種々の方法で製造される。特許文献1において、予め準備された電極質フィルムは、加熱され、そして第1の電極に積層される。ついで第2の電極は、その積層された第1の電極に積層される。

【0003】

特許文献2において、フィルムの少なくとも1つの表面に前積層溶媒を使用した後に、電極フィルムおよび分離フィルムが形成され、ついで積層される。

10

【0004】

特許文献3において、分離フィルムは、電極とそれらを分離している分離フィルムとを結合するために、結合樹脂溶液によって両面が被覆される。

【0005】

特許文献4において、ポリマーベースのアモルファス合成物は、薄膜の形でリチウム電池の陽極上に直接溶融押出しされる。

【0006】

シートまたはフィルムが形成されるすべての工程において、分離物質の合成物は、薄膜を形成し、かつ電極との積層工程を実施するために十分な機械的強度を有するポリマーに限定される。ポリマーに粒状物質を使用することは、機械強度が、粒状物質の添加によって、さらに減少するので、大部分で、いかなるポリマーによってもほとんど不可能である。溶解延伸ポリマーにおいて、多孔率は、制御するのが難しく、そして代表的には低い。

20

【0007】

これらの欠点およびその他は、本発明の使用によって克服される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】米国特許第5,536,278号明細書

【特許文献2】米国特許第5,778,515号明細書

30

【特許文献3】米国特許第6,024,773号明細書

【特許文献4】米国特許第5,348,824号明細書

【発明の概要】

【0009】

(発明の要旨)

本発明は、リチウムイオンポリマー電池およびその製造方法に関する。異なるポリマー物質の2つの層が、電池の隣接した陽極および陰極(電極)を分離および結合するために、非シート形で、提供される。この層は、層の多孔率を増大するために、粒状物質を含む。異なるポリマー物質は、以下に説明される特定の溶解度の要件を有する。

【0010】

40

電池は、少なくとも1つの陽極およびそれぞれの陽極に対して空間的に対立する関係にある少なくとも1つの陰極を有する。異なる多孔質分離帯/結合帯の2つの層は、間隔を維持するため、およびそれぞれの陽極をそれぞれの陰極に結合するために、それぞれの陽極および陰極の間にある。非水溶性の電解質は、分離帯/結合帯の孔を埋める。それぞれの分離帯/結合帯は、ポリマーおよび粒状物質からなる。第1の分離帯/結合帯は、ポリマー P_1 および粒状物質 M_1 からなる。;第2の分離帯/結合帯は、ポリマー P_2 および粒状物質 M_2 からなる。ポリマーおよび粒状物質は、 P_1 が溶媒 S_1 に溶解性である、 P_2 が溶媒 S_2 に溶解性である、 P_1 が溶媒 S_2 に非溶解性である、 P_2 が溶媒 S_1 に非溶解性である、 M_1 が S_1 に非溶解性である、および M_2 が S_2 に非溶解性であるなどの溶解度特性を有すべきである。

50

【0011】

電池の好ましい構造は、角柱型（積層）および円筒型（捲回）である。製造は、3つの製造方法によって行われる。この方法のすべてにおいて、ポリマーが溶媒中に溶解している第1の分離帯/結合帯は、第1の分離帯/結合帯の単一の層が、完成した電池中のそれぞれの陽極と陰極との間に存在する方法で、電極に適用される。第1の分離帯/結合帯は、ついで乾燥される。第2の分離帯/結合帯は、3つの方法のそれぞれにおいて異なる方法で提供される。しかし、第2の分離帯/結合帯のポリマーは、第2の分離帯/結合帯が溶媒 S_2 の蒸発によって乾燥されるときに、電極が角柱型または円柱型のいずれかにおいて結合されるために、積層形状である間、少なくとも部分的に溶解条件にある。

【0012】

第1の方法において、電極は、第2の分離帯/結合帯が十分に乾燥されておらず、そして粘着性の条件下にある間、積層される。

【0013】

第2の方法において、電極は、それらの間の第1の分離帯/結合帯のみによって積層される。そして、第2の分離帯/結合帯は、電極間に浸透され、ついで乾燥される。

【0014】

第3の方法において、電極は、乾燥した条件下で、それらの間に第1および第2の分離帯/結合帯によって積層される；溶媒 S_2 はついで、乾燥されたときに電極と一緒に結合されるようにポリマー P_1 を、少なくとも部分的に溶解するために電極間に浸透される。

【0015】

電池の最終的な製造は、3つすべての方法において、分離帯/結合帯の孔を埋めるために非水溶性の電解質を提供する工程、および電極および電解質をパックする工程を含む。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】図1は、交互の陽極および陰極ならびに分離帯/結合帯の中間層を示す、本発明の電池の一部分の縦断図である（電池は角柱構造を有している）。

【図2】図2は、本発明の電池の概略図である（電池は円柱構造を有している）。

【図3】図3 a、図3 b、図3 cは、角柱の電池のための本発明の第1の製造方法について行われる製造工程の説明図である。

【図4】図4 a、図4 b、図4 cは、角柱の電池のための本発明の第1の製造方法について行われる図3 a ~ 図3 c に示された工程の代わりとなる製造段階を説明する図である；

【図5】図5 a、図5 b、図5 c、図5 d および図5 e は、角柱の電池のための本発明の第2の製造方法について行われる製造工程の説明図である。

【図6】図6 a、図6 b、図6 c および図6 d は、角柱の電池のための本発明の第2の製造方法について行われる図5 a ~ 図5 e に示された工程の代わりの製造工程の説明図である。

【図7】図7 a、図7 b、図7 c、図7 d および図7 e は、角柱の電池のための本発明の第3の製造方法について行われる製造工程の説明図である。

【図8】図8 a、図8 b、図8 c、図8 d および図8 e は、角柱の電池のための本発明の第3の製造方法について行われる図7 a ~ 図7 e に示された工程の代わりの製造工程の説明図である。

【図9】図9は、本発明の完全に製造された電池の概略図である。

【図10】図10 a、図10 b および図10 c は、円柱の電池のための本発明の第1の製造方法について行われる製造工程の説明図である。

【図11】図11は、円柱の電池のための本発明の第2の製造方法について行われる製造工程の説明図である。

【図12】図12 a、図12 b および図12 c は、円柱の電池のための本発明の第3の製造方法について行われる製造工程の説明図である。

【図13】図13は、方法1によって製造された本発明の角柱の電池に対して行われた試験条件の第1のセットを示すグラフである。

10

20

30

40

50

【図14】図14は、図13に示される条件を使用して行われた試験の結果を示すグラフである。

【図15】図15は、方法1によって製造された本発明の同様の角柱の電池に対して行われた図13のセットとは異なる試験条件の第2のセットを示すグラフである。

【図16】図16は、図15に示された条件を使用して行われた試験の結果を示すグラフである。

【図17】図17は、第1の方法によって製造されたが、図13～図16の電池とは異なる分離帯/結合帯を使用している角柱の電池のための試験条件の第3のセットおよび対応する結果を示すグラフである。

【図18】図18は、第1の方法によって製造されたが、図13～図16の電池とは異なる分離帯/結合帯を使用している角柱の電池のための試験条件の第3のセットおよび対応する結果を示すグラフである。

【図19】図19は、第1の方法によって製造されたが、図13～図16の電池とは異なる分離帯/結合帯を使用している角柱の電池のための試験条件の第3のセットおよび対応する結果を示すグラフである。

【図20】図20は、第1の方法によって製造されたが、図13～図16の電池とは異なる分離帯/結合帯を使用している角柱の電池のための試験条件の第3のセットおよび対応する結果を示すグラフである。

【図21】図21は、第1の方法によって製造されたが、図13～図16の電池とは異なる分離帯/結合帯を使用している角柱の電池のための試験条件の第3のセットおよび対応する結果を示すグラフである。

【図22】図22は、第1の方法によって製造されたが、図13～図16の電池とは異なる分離帯/結合帯を使用している角柱の電池のための試験条件の第3のセットおよび対応する結果を示すグラフである。

【図23】図23は、第1の方法によって製造されたが、図13～図16の電池とは異なる分離帯/結合帯を使用している角柱の電池のための試験条件の第3のセットおよび対応する結果を示すグラフである。

【図24】図24は、第1の方法によって製造されたが、図13～図16の電池とは異なる分離帯/結合帯を使用している角柱の電池のための試験条件の第3のセットおよび対応する結果を示すグラフである。

【図25】図25は、方法1によって製造されたが、前記方法1の例とは異なる分離帯/結合帯を使用している本発明の電池に対して行われた試験条件の第四のセットを示すグラフである。

【図26】図26は、図25に示された条件を使用して行われた試験の結果を示すグラフである。

【図27】図27は、方法2によって製造された本発明の捲回型の電池に対して行われた試験工程の第五のセットを示すグラフである。

【図28】図28は、図27に示された条件を使用して行われた試験の結果を示す図である。

【図29】図29は、方法3によって製造された本発明の円柱（捲回）電池に対して行われた第六の試験の結果を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0017】

（発明の詳細な説明）

本発明の電池は、空間的に関連した少なくとも1つの陽極と1つの陰極（電極）、ならびにイオンがその陽極と陰極との間を自由に通過することができるように、それらの電極間の空間に配置される液状の電解質を有する蓄電池である。実用的に有益になるためには、角柱型（prismatic form）電池は、それぞれの空間を占有する液状の電解質とともに、空間的に関連した複数個の陽極および陰極からなる。リチウムイオン電池についての可能な2つの構造は、1）交互配置に積層された実質的に平らな陽極および陰極を有する電池

10

20

30

40

50

(「角柱」電池という)および2)単一の伸長された陽極および単一の伸長された陰極が積層され、ついで、コイル方法(通常は、コアについて)で捲回されている電池(一般的に「円柱」電池という)。

【0018】

空間的な関連を維持し、そして陽極と陰極との間の接触および短絡を回避するために、陽極および陰極を、外部支持手段を必要としない構造に結合するために、結合帯(separator)/分離帯(binder)の2つの層(この層は高水準な多孔率を有するように構成される)が、陽極と陰極とのそれぞれの間に提供される。この層の両方は、分離帯および結合帯として作用し、そしてそれらの孔に電解質を含む。

【0019】

図1(角柱配置の一例)を参照すると、陽極30は、陰極32と交互様式で積層される。陰極は、任意の公知の陽極構造(たとえば、その表面上に形成された陽極活性物質層(たとえば、 LiCoO_2 などのリチウムの複合酸化物)を有するアルミニウム箔)からなり得る。その他の活性物質層は、リチウム酸化マンガン、リチウム酸化ニッケル、およびそれらの混合物からなり得る。陽極は、任意の公知の陽極構造(たとえば、その表面上に形成された炭質(carbonaceous material)(たとえば、炭素グラファイト)を有する銅箔)からなり得る。電極のその他の例としては、金属リチウム、リチウム、リチウム合金、アルミニウムおよびリチウム添加物質(たとえば、カーボン、石油コークス、活性炭、グラファイト)、および当該分野で公知のその他のカーボン形態(forms)があげられる。その他の基板箔(substrate foils)は、金、ニッケル、銅合金および銅メッキ物質からなり得る。

【0020】

第1の分離帯/結合帯層34および第2の分離帯/結合帯層36は、それぞれ粒状物質ならびにポリマー P_1 およびポリマー P_2 から作製されており、陽極と陰極との空間を埋める。

【0021】

図2において、陽極および陰極の円柱型の配置が、陽極38、陰極40ならびに陽極と陰極との間の空間に2つの分離帯/結合帯層34aおよび36aを有することが示される。陽極および陰極の物質は、角柱配置のために説明されるものと同様であり得る。

【0022】

図1を参照すると、それぞれの陽極と陰極の中間物は、2つの分離帯/結合帯層34および36である。この層は、それぞれの陽極と陰極との間の分離を維持し、そして陽極および陰極を所定の位置に保持するための結合帯として作用する。電極外部にある手段は、電池の構造を維持するために必要ではない。分離帯/結合帯は、液体として電極に適用される。そして、適用の方法は以下に説明される。液状の分離帯/結合帯は、ポリマーの溶液を得るために溶媒中にポリマーを溶解させ、ついで粒状物質をその溶液中に添加することによって調製される。たとえば、PVC(ポリ塩化ビニル)は、THF(テトラヒドロフラン)に溶解される。ポリマー P_1 が溶媒 S_1 に溶解され、そしてポリマー P_2 が溶媒 S_2 に溶解される場合、本発明の要件は、 P_1 が S_1 に溶解性であり、かつ S_2 に不溶性であり；そして、 P_2 が S_2 に溶解性であり、かつ S_1 に不溶性である、ということである。たとえば、 P_1 がPVCであり得る； S_1 がTHFであり得る； P_2 がPEO(ポリエチレンオキサイド)であり得る；そして、 S_2 がメタノールであり得る。ポリマー物質は、おおよそ親水性および疎水性に分類され得る。以下の表は、上の要件にしたがって使用され得る可能な組合せを示す。この表は、すべての可能な組合せを含まない。表Iの親水性ポリマー物質のいずれかは、表IIの疎水性ポリマー物質のいずれかとともに使用され得る。

【0023】

10

20

30

40

【表 1】

表 I (親水性)

ポリマー	溶媒
PEO(ポリエチレンオキサイド)	メタノール
PPO(ポリプロピレンオキサイド)	メタノール
ポリカーボネート	メタノール/クロロホルム
PMMA(ポリメチルメタクリレート)	エタノール
PVP(ポリビニルピロリドン)	メタノール

10

【0024】

【表 2】

表 I I (疎水性)

ポリマー	
PE/PP(ポリエチレン/ポリプロピレン)	ヘプタン
PVC(ポリビニルクロライド)	テトラヒドロフラン
ポリスチレン	テトラヒドロフラン
PAN(ポリアクリロニトリル)	DMF(ジメチルスルホキシド)
PAN(ポリアクリロニトリル)	DMSO(ジメチルスルホキシド)

20

【0025】

30

表 I または表 I I のいずれかから、第 1 および第 2 の両方の分離帯 / 結合帯層用のポリマー / 溶媒の組合せを選択し、かつ、それでもなお、上記の溶解性要件を満たすことも可能である。

【0026】

前記のように、リチウムイオン電池が機能するためには、電解質が、イオンが自由に電極間を移動し得るために、電極間の分離帯に存在することが必要である。それぞれの分離帯 / 結合帯に多孔性を提供するために、粒状物質は、電極への適用の前に、溶解したポリマーに添加される。好ましい粒状物質は、ボロシリケートガラス繊維である。その他の物質としては、以下の粒状物質があげられ得る：酸化粒子（たとえば、酸化マグネシウム、酸化カルシウム、酸化ストロンチウム、酸化バリウム、酸化バロン、酸化アルミニウム、酸化ケイ素）；合成または天然のゼオライト；シリケート（たとえば、ボロシリケート、カルシウムシリケート、アルミニウムポリシリケート）；セルロース物質（たとえば、木粉）およびガラス物質（たとえば、マイクロビーズ、中空マイクロスフェア、フレイク (flakes)) ；あるいは、以下の繊維形状（たとえば、ポリエステル繊維、ナイロン繊維、レーヨン繊維、アセテート繊維、アクリル繊維、ポリエチレン繊維、ポリプロピレン繊維、ポリアミド繊維、ポリベンズイミダゾール繊維、ボロシリケートガラス繊維、および木質繊維）における粒状物質。

40

【0027】

電極に適用するための液状の分離帯 / 結合帯の一例は、0.5 gm の PVC を 20 gm の THF に溶解させ、それに、9.5 gm のボロシリケートが添加されたものである。好

50

ましい実施形態において、ボロシリケートは、およそ24時間ボールミル中で処理されたガラス繊維として調製される。ボールミル処理後、その繊維は粉末状である。

【0028】

電極に適用するための液状の分離帯/結合帯の第2の例は、5g mのボロシリケートが添加された30g mのメタノールに1g mのPEOが溶解されたものである。

【0029】

前記のように調製された分離帯/結合帯は、電極に適用され、ついで乾燥されるとすぐに、多孔性の層を形成する。この層において、粒状物質は、ポリマーで被覆され、そして電極の表面に結合している。適用された物質の溶媒は、乾燥処理において、ポリマー被覆された粒子間の空洞を残して実質的に完全に蒸発し、溶媒が蒸発するにつれてポリマーは萎縮 (shrinks back) する。それに続く製造工程において、液状の電解質が提供される。この電解質は、電極間のそれぞれの分離帯/結合帯層の空洞を満たす。

【0030】

図3a~図12cは、本発明のリチウムイオン電池を製造するための異なる3つの方法の種々の工程を示す。角柱型電池が最初に説明されていて、その次に円柱構造電池が説明されている。

【0031】

第1の方法の第1工程(図3a)において、陽極30は、第1の分離帯/結合帯34によって一面が被覆されていて、そして乾燥されている。以下のすべての例に適用する、被覆の好ましい方法は、ポリマー、溶媒および粒状物質を混合し、ついで約8~12時間、その混合液を連続的に攪拌することによって、分離帯/結合帯を調製することである。攪拌は、懸濁液中のポリマーおよび粒状物質が均質になるまで実施される。攪拌の時間の長さは、ポリマーの型および粒状物質に依存する。分離帯/結合帯の次の調製として、棒被覆 (bar coating) 処理が実施される。この工程は、厚さを制御するために金属ネットを使用する。被膜の厚さは、10~200 μ mになるように制御される。好ましくは、その厚さは30~60 μ mになるように制御される。異なる厚さの金属ネットを使用することで、被膜厚さは調節され得る。しかし、類似した均一被膜を生じる他の方法が使用され得る。この製造の第1の方法において、第1の分離帯/結合帯34の被覆の後には、溶媒を蒸発させるために乾燥が行われる。しかし、完全な乾燥は、製造のこの段階においては必ずしも必要ではない。

【0032】

第1の方法の第2工程(図3b)において、陰極32は、前記と同じ方法で調製された第2の分離帯/結合帯36で被覆される。しかし、この被膜は完全に乾燥されない。第2の分離帯/結合帯36が、なお陰極32上で少なくとも粘着性のある間、第1の分離帯/結合帯34の乾燥被膜を有する陽極30は、図3cに示すように、電極の積層を結合するために陰極32とともに層化される。この工程は、所望の数の層が得られるまで繰り返される。

【0033】

第1および第2の分離帯/結合帯(図3a~図3c)のポリマー P_1 および P_2 のそれぞれは、前記の溶解性制限を有する。ポリマー P_1 がポリマー P_2 の溶媒 S_2 に不溶性であるので、ポリマー P_1 は、図3cに示される工程において液状(少なくとも粘着性)のポリマー P_2 と接触して位置するときには、溶解しない。結果として、 P_1 は、適用されたとおり、均一層で固体のままであり、それにより、電極間の分離を保証する。さらに、ポリマー P_2 を含む第2の分離帯/結合帯層36は、電極間の分離を強める。図3cから理解され得るように、陽極30は、第1の分離帯/結合帯層34に結合していて、第1の分離帯/結合帯層34は、第2の分離帯/結合帯層36の結合していて、そして第2の分離帯/結合帯層36は陰極32に結合している。電池の構造を維持するためのさらなる支持手段は、必要とされない。さらなる交互の陽極および陰極が同様の方法で追加され、選択された大きさおよび容量の電池が製造され得る。所望の数の電極を組み立てた後で、その組立品は、好ましくは、真空下で、120 $^{\circ}$ Cで8時間乾燥される。それぞれの電極に適用された

10

20

30

40

50

被覆は、隣接した電極に対抗される必要のある領域を覆う。電極の被覆されていない部分は、図 1 に示されるように、積層の側面から伸びており、当該分野で公知のように、組立ての次の段階で電氣的に接続される。

【0034】

図 3 a ~ 図 3 c に示される 2 つの分離帯 / 結合帯層の被覆および対応する配置の特定の手順は特徴的ではない。それぞれの陽極と陰極との間の、第 1 の分離帯 / 結合帯層および第 2 の分離帯 / 結合帯層を生じる任意の手順が適用可能である。しかし、組立て中に、第 1 の分離帯 / 結合帯層が適用され、ついで乾燥されるべきであり、そして、第 2 の分離帯 / 結合帯層が、積層をするときに、少なくとも粘着性があるべきである。

【0035】

製造の第 1 の別の方法が、図 4 a ~ 図 4 c に示される。図 4 a において、2 つの陽極 3 0 は、両側面が第 1 の分離帯 / 結合帯 3 4 で被覆され、ついで乾燥される。図 4 b において、1 つの陰極 3 2 は、第 2 の分離帯 / 結合帯層 3 6 で被覆される。最後の工程 (図 4 c) において、陽極 3 0 および陰極 3 2 は、第 2 の分離帯 / 結合帯 3 6 が少なくともまだ粘着性であるあいだに、積層される。さらなる層は、同様の方法で加えられ得る。

【0036】

電池の製造を完了させるための次の工程、ならびに前記の工程 (図 3 a ~ 図 3 c) は、以下：

- 1) 1 つの電極 (たとえば、陽極) の一面を第 1 の分離帯 / 結合帯層 3 4 で被覆する工程、
- 2) 第 1 の層 3 4 を乾燥する工程、
- 3) 対立する電極 (たとえば、陰極) の一面を第 2 の分離帯 / 結合帯層 3 6 で被覆する工程、
- 4) 第 2 の層 3 6 が少なくとも粘着性であるあいだに、その電極を積層する工程、
- 5) 選択された数の電極のために、同様の方法でさらなる陽極および陰極を追加する工程、
- 6) 完全に積層された電極を乾燥する工程、
- 7) その電極に所望の電氣的接続を提供する工程、
- 8) 電極の積層の 2 つの分離帯 / 結合帯層の孔に電解質を浸透させる工程、
- 9) 積層された電極を、適切なコンテナに配置し、そしてそのコンテナを密封する工程、

【0037】

密封されたコンテナ中に存在している水分を除去するために、工程 8 および 9 は、好ましくは、乾燥室で行われる。以下に説明される電解質は、非水溶性であり、かつ水分の存在が、電池の機能に弊害をもたらす。

【0038】

前記の例および以下の例において、第 1 の分離帯 / 結合帯中の粒状物質の割合 (重量で) は、50 ~ 98 重量 % の範囲内である；第 2 の分離帯 / 結合帯中の粒状物質の割合 (重量で) は、50 ~ 98 重量 % の範囲内である。第 1 の分離帯 / 結合帯の好ましい割合は、80 ~ 97 重量 % の範囲内である。第 2 の分離帯 / 結合帯の好ましい割合は、70 ~ 92 重量 % の範囲内である。

【0039】

本発明の電池の第 2 の製造方法は、図 5 a ~ 図 5 e に示される。第 2 の方法の第 1 工程 (図 5 a) において、陽極 3 0 は、第 1 の分離帯 / 結合帯 3 4 により被覆され、そして乾燥される。工程 2 (図 5 b) において、陰極 3 2 は、第 1 の分離帯 / 結合帯 3 4 により被覆され、そして乾燥される。工程 1 および 2 は、選択された数の陽極および陰極のために繰り返される。工程 3 (図 5 c) において、調製された陽極および陰極は、第 1 の分離帯 / 結合帯 3 4 の単一層が、交互の陽極 3 0 および陰極 3 2 のそれぞれの間に存在するように、ゆるく (loosely) 積層される。工程 4 (図 5 d) において、第 2 の分離帯 / 結合帯 3 6 は、乾燥された層 3 4 の間の空間に浸透され、そして被覆されていない電極の表面と

10

20

30

40

50

対立される。この工程は、液浸によってまたは任意のその他の手段によって実施され得る。図 5 e は、陽極 3 0 と陰極 3 2 との間にそれぞれの分離帯 / 結合帯層 3 4 および 3 6 を有する交互の陽極 3 0 および陰極 3 2 を有する完成した組立品を示す。第 1 および第 2 の分離帯 / 結合帯 3 4 および 3 6 のポリマー P_1 および P_2 の要件（前記した）は、ポリマー P_1 を有する乾燥した第 1 の層が溶解しておらず、そして、工程 5 a および 5 b において適用された均一厚さを維持するために、本方法においてとくに重要である。

【 0 0 4 0 】

図 6 a ~ 図 6 d は、第 2 の方法を使用した製造の別の方法を示す。図 6 a において、陽極 3 0 は、第 1 の分離帯 / 結合帯 3 4 で両側面が被覆され、そして乾燥される。複数個のさらなる陽極は同様に調製される。第 2 工程（図 6 b）において、調製された陽極は、被覆されていない陰極と交互になるように、ゆるく積層される。第 3 工程（図 6 c）において、そのゆるく積層された電極は、図 6 d に示すように、第 2 の分離帯 / 結合帯層 3 6 を、それぞれ乾燥した第 1 の分離帯 / 結合帯層 3 4 と陰極 3 2 の被覆していない表面との間に加えるために、第 2 の分離帯 / 結合帯とともに浸透される。これと同様の工程が、たとえば、陰極を被覆し、そして、それを被覆されていない陽極と積層することによって、使用され得る。

10

【 0 0 4 1 】

電池の製造を完了させるための次の工程、ならびに前記の工程（図 6 a ~ 図 6 d）は、以下：

- 1) 電極（たとえば、陽極）の両側面を、第 1 の分離帯 / 結合帯層 3 4 で被覆する工程、
 - 2) 第 1 の層 3 4 を乾燥する工程、
 - 3) 被覆された電極を、被覆されていない電極（たとえば、陰極）と交互になるようにゆるく積層する工程、
 - 4) そのゆるく積層された電極を、第 2 の分離帯 / 結合帯 3 6 とともに浸透させる工程、
 - 5) 電極の積層を乾燥する工程、
 - 6) 所望の電氣的接触を電極に提供する工程、
 - 7) 電極の積層の 2 つの層の孔に電解質を浸透させる工程、
 - 8) 積層された電極を、適切なコンテナ中に配置し密封する工程、
- を含む。

20

【 0 0 4 2 】

工程 7 および 8 は、好ましくは、乾燥室で実施される。

30

【 0 0 4 3 】

本発明の電池の第 3 の製造方法は、図 7 a ~ 図 7 e に示される。図 7 a において、陽極 3 0 は、第 1 の分離帯 / 結合帯 3 4 で両側面が被覆され、そして乾燥される。第 2 工程（図 7 b）において、陰極 3 2 は、第 2 の分離帯 / 結合帯 3 6 で両側面が被覆され、そして乾燥される。陽極および陰極は、ついで、図 7 c に示されるように、交互になるように積層される。次の工程において、積層された電極は、図 7 d に示されるように、ポリマー P_2 の少なくとも一部分を溶解するために溶媒 S_2 中での積層の浸漬によって、第 2 の分離帯 / 結合帯 3 6 の溶媒 S_2 で浸透される。最後の工程（図 7 e）において、積層された電極は、電極を互いに結合するために乾燥される。電極の完成した積層は、それぞれの陽極と陰極との間に第 1 の分離帯 / 結合帯層および第 2 の分離帯 / 結合帯層を有する。

40

【 0 0 4 4 】

図 8 a ~ 図 8 e は、第 3 の方法を使用する製造方法の別の方法を示す。図 8 a において、陽極 3 0 は、第 1 の分離帯 / 結合帯 3 4 で両側面が被覆され、そして乾燥される。ついで、第 2 の分離帯 / 結合帯 3 6 は、その第 1 の分離帯 / 結合帯 3 4 上に適用され、そして乾燥される。

【 0 0 4 5 】

図 8 b は、分離帯 / 結合帯のいかなる被覆もない陰極 3 2 を示す。図 8 c において、複数個の被覆された陽極および被覆されていない陰極は、交互になる方法で積層される。次の工程（図 8 d）において、積層された電極は、第 2 の分離帯 / 結合帯 3 6 の少なくとも

50

一部分が溶解するように、溶媒 S_2 中に浸漬される。そして、最後の工程（図 8 e）において、組立品は乾燥され、それによって、それぞれの陽極は、それぞれの陰極に結合する。

【0046】

電池の製造を完了させるための次の工程、ならびに前記の工程（図 7 a ~ 図 7 e）は、以下：

- 1) 電極（たとえば、陽極）の両側面を第 1 の分離帯 / 結合帯 3 4 で被覆する工程、
 - 2) 異なる電極（たとえば、陰極）の両側面を第 2 の分離帯 / 結合帯 3 6 で被覆する工程、
 - 3) 複数個の陽極 3 0 および陰極 3 2 のために工程 1 および 2 を繰り返す工程、
 - 4) 複数個の被覆した電極を積層する工程、
 - 5) ポリマー P_2 の溶媒 S_2 を浸透させる工程、
 - 6) 電極の積層を乾燥する工程、
 - 7) 所望の電氣的接触を電極に提供する工程、
 - 8) 積層された電極の 2 つの層の孔に電解質を浸透させる工程、
 - 9) 積層された電極を、適切なコンテナ中に配置し、密閉させる工程、
- を含む。

10

【0047】

工程 8 および 9 は、好ましくは、乾燥室で実施される。

【0048】

第 3 の製造方法において、第 1 の分離帯 / 結合帯上にのみ第 2 の分離帯 / 結合帯を適用することを示しているが、同様の手順が、第 1 の方法でも実施され得る。第 1 の方法において、第 2 の分離帯 / 結合帯は、次の工程が実行される前には、完全に乾燥されない。

20

【0049】

本発明の完全に組み立てられた電池は、概略的に図 9 に示される。積層された陽極 3 0 および陰極 3 2 は、それぞれの電極間に、1 つの分離帯 / 結合帯層 3 4 および 1 つの分離帯 / 結合帯層 3 6 を有する。積層された電極および分離帯 / 結合帯層は、実質的に同じ電池を生じるすべての方法として、前記された方法のいずれかによって調製され得る。電解質 4 2 は、電極間の分離帯 / 結合帯の層のすべての孔を満たす。導体 (conductors) 4 4 および 4 6 は、すべての陽極および陰極をそれぞれ接続していて、そして導線 (electric al leads) 5 0 および 5 2 として密封されたコンテナから外に延びている。その陽極および陰極を接続するための種々の手段が、当該分野において公知である。その電極を接続する一つの方法（示さず）は、電極の積層から延びている電極の端部にニッケルメッシュをスポット溶接する方法である。

30

【0050】

種々のコンテナは、当該分野において公知である。コンテナの一例は、少なくとも内部表面上に PE または PP などのポリマーでラミネート加工をしたアルミニウム箔バッグである。

【0051】

前記のように、本発明の電池は、円柱型（捲回型）構造を有し得る。円柱または六面体形状のコアは、被覆された電極を回りに捲回するのに好ましい。角柱型電池について説明された 3 つの製造方法は、円柱型電池を製造することに使用され得る。それぞれの方法の一例を以下に説明する。当業者は、同じ結果を得るために別の変更物 (variations) を考え得る。

40

【0052】

図 1 0 a において、伸長された陽極 3 0 a は、第 1 の分離帯 / 結合帯 3 4 で両側面が被覆され、そして乾燥される。伸長された陰極 3 2 a は、第 2 の分離帯 / 結合帯 3 6 で両側面が被覆される（図 1 0 b）。第 2 の分離帯 / 結合帯 3 6 が、少なくとも粘着性があるあいだ、被覆された陽極および陰極は、図 2 に示されるコイル型にコアの回りに捲回され、そして乾燥される。乾燥された円柱型電池は、いかなる追加的な構造も有さずに、2 つの

50

分離帯 / 結合帯層によってその形状に固定される。

【 0 0 5 3 】

図 1 1 を参照して説明される、本発明の円柱型電池の第 2 の製造方法において、この電池は、伸長された陽極 3 0 a を第 1 の分離帯 / 結合帯 3 4 で両側面を被覆することにより製造され、そして乾燥される。第 2 工程において、伸長し被覆された陽極は、伸長し被覆されていない陰極とともにコアの回りに捲回される。第 1 の分離帯 / 結合帯 3 4 と伸長された陰極の被覆されていない表面との間の分離は、第 2 の分離帯 / 結合帯 3 6 とともに液浸などによって浸透される。最後の工程において、捲回された陽極および陰極は、図 2 のようにそれぞれの陽極を、それぞれの陰極に結合するために乾燥される。

【 0 0 5 4 】

本発明の円柱型電池の第 3 の製造方法は、図 1 2 a ~ 1 2 c を参照して説明される。図 1 2 a において、伸長された陽極 3 0 a は、第 1 の分離帯 / 結合帯 3 4 で両側面が被覆され、そして乾燥される。第 2 工程 (図 1 2 b) において、伸長された陰極 3 2 a は、第 2 の分離帯 / 結合帯 3 6 で両側面が被覆され、そして乾燥される。伸長され被覆された陽極および陰極は積層され、そしてコイル状にコアの回りに捲回される。捲回された電極は、ポリマー P₁ を有する第 1 の分離帯 / 結合帯 3 4 層にいかなる影響もなく、ポリマー P₂ の少なくとも表面部分を溶解するために、ポリマー P₂ の溶媒 S₂ で、液浸などによって浸透される。図 2 は、陽極と陰極との間に 1 つの分離帯 / 結合帯 3 4 層および 1 つの第 2 の分離帯 / 結合帯 3 6 層を有する連続的な陽極 3 0 a および連続的な陰極 3 2 b を有する、完全な構造を示す。この構造は、乾燥されたポリマーによって、いかなる外部構造もなく、コイル形状に結合される。製造の 3 つの一般的な方法を使用する、円柱型電池を製造するための他の手順もまた可能である。

【 0 0 5 5 】

前記の 3 つの方法の使用により製造されたリチウムイオン電池は、ポリマーの連続的な形成されたフィルムまたはシートを使用するなどの公知の方法によって製造された電池よりも、多くの利点を有する。本発明の利点の例としては、以下がある：

1) 多くの種々のポリマーが、それらの機械的性質を考慮することなく、層を分離および結合するために使用され得る。ポリマーの連続的な形成されたフィルムを使用して製造した電池において、特定の機械的性質を有する特定のポリマーのみが使用され得る。

2) 連続的なポリマーのフィルムにおける「ピンホール (pin holes) 」に関するこれまでの関心事は、本発明の方法にとって関心事ではない。たとえ「ピンホール」が層の 1 つに存在したとしても、第 2 の層が、陽極および陰極の物理的な接触を防ぎ得る。

3) 本発明の電池は、電極を所定の位置に保持するための外部構造を必要としない。ポリマー物質の層は、電極を結合する。その結果として、得られる電池の厚さおよび重量を増加させる鋼製ケースは必要でない。

4) 分離帯 / 結合帯層は、機械的強度およびピンホール問題が関心事ではないので、非常に薄くなり得、したがって、非常に薄い電池が組み立てられ得る。

5) 製造のほとんどが乾燥室の外で行われ得る。先行技術の電池の製造のためのポリマーフィルムは、フィルムが水分を吸収するのを防ぐために、たいてい乾燥室で取り扱われる。そして、先行技術の電池は、製造後の移動が困難である。本発明においては、最後の工程のみが乾燥室で行われる。

6) フィルムとそれぞれの電極との間を結合するために提供されるそれぞれの面上にポリマー層があるシート形状のポリマーフィルムを有する電池と比較して、本発明の電池は、ポリマー物質層間の境界面が 1 つ少ない。不十分な境界面は、電気抵抗の増大を生じ得る。

7) 分離帯 / 結合帯層は電極間の全部の空間を実質的に満たすので、液状の電解質が、スポンジと同じ状態で吸収され、そして実質的に収容され、その結果、余分な液状の電解質が必要とされない。

8) 本発明の方法は、いかなる公知の電極物質に対しても使用され得る。

9) 2 つの分離帯 / 結合帯層が、密に電極表面に結合されるので、電極表面の優れた湿性

10

20

30

40

50

が達成される。

10) この電池は、陽極と陰極との中間に実質的に空洞のない、頑丈に結合した構造である。

11) この結合効果は、従来のシート分離フィルムの表面上で行われる結合と比較して、2つの分離帯/結合帯層が優れる。

【0056】

試験が、本発明の3つの製造方法によって製造された電池に対して実施された。試験条件および実験結果を、図13~29に図示する。

【0057】

角柱型を有する試験体のすべてにおいて、陰極の箔は、4 cm x 3.8 cmの寸法を有しており、領域3 cm x 3.8 cmを覆っているそれぞれの箔表面上に活性陰極物質を有していた。陽極の箔は、4 cm x 4 cmの寸法を有しており、領域3 cm x 4 cmを覆っているそれぞれの箔表面上に活性陽極物質を有していた。

10

【0058】

また、試験体のすべてにおいて、陰極箔は、陰極活性物質のLiCoO₂によって被覆されたアルミニウムであった。その他の陰極物質が可能であることに留意すべきである。陽極箔は、陽極活性物質の炭素グラファイトによって被覆された銅であった。同様に、その他の陽極物質が可能である。

【0059】

実施例1は、第1の製造方法で製造された電池を使用して実施された。第1の分離帯/結合帯を、0.5 gmのPVCを20 gmのTHFに溶解し、ついで前記のとおり調製した9.5 gmのガラス粒子を添加し、そして、前記した所望の均質性が得られるまで攪拌することによって調製した。第2の分離帯/結合帯は、1 gmのPEOを30 gmのメタノールに溶解し、ついで5 gmのガラス粒子を添加することによって調製した。この混合物を攪拌して、同一の所望の均質性にした。

20

【0060】

第1の分離帯/結合帯を、棒被覆処理を使用して、約50 μmの厚さに陰極の両側面に塗布し、そしてTHFを蒸発することによって乾燥した。ついで、第2の分離帯/結合帯は、棒被覆処理を使用して、約50 μmの厚さに陽極の両側面に塗布した。溶媒メタノールの完全な蒸発の前に、陽極および陰極を、図1に示すように積層した。電極の積層は、11の陰極および10の陽極からなる。ニッケルメッシュを、得られた電池のために電流コレクタとして作用するように、延びている陽極側面上および延びている陰極側面上にスポット溶接した。その電極の積層を、真空下において120 °Cで8時間乾燥され、ついで、ポリマーでラミネート加工をしたアルミニウム箔バッグに収納した。液状の電解質(EC/DMCと1M LiPF₆とが重量割合1:1)が、電池パックに加えられ、そしてそのパックを密封した。電解質成分であるEC/DMCは、エチレンカーボネート/ジメチルカーボネートである。得られた電池を、ついで、試験のすぐ前に、1トンの圧力で10分間圧縮した。電解質を加え、かつパックを密封する工程を、乾燥室で実施した。

30

【0061】

放電容量を決定するための実験を、以下のとおり実施し、そして、図13に図示した：

40

1) 電池を充電し、ついで第1のサイクルについて、0.15 Aの電流で放電した。ついで、10サイクルで充電され、そして放電される。充電条件は、4.2 Vまで0.3 Aの一定充電であり、ついで電流が0.15 A未満になるまで、4.2 Vの一定電圧充電であった。放電条件は、電圧が2.8 Vになるまで0.3 Aの一定放電であった。0.3 Aの電流は、約2時間行われると、完全充電または完全放電となる。このような充電/放電速度は、C/2のC速度(C-rate)といわれる。図13において、第1の充電/放電サイクルは示されていない。電流(アンペア)は、線Cによって示され、そして、電圧(ボルト)は、線Vによって示される。横軸は、秒表示の試験時間を示す。放電容量試験の結果は、図14に示される。横軸はサイクル数を示し、そして縦軸は、mA h表示の放電容量を示す。約550 mA hの放電容量は、サイクルのそれぞれについての結果であった。

50

【0062】

実施例2では、第2の放電容量試験を、放電の異なるC速度を使って実施例1と同じ電池に対して実施した。試験条件を図15に図示する。10の充電/放電サイクルを、C/1の放電C速度(つまり0.5Aの電流)、ついでC/2の充電C速度(つまり0.3Aの電流)で実施した。図13によると、電流(アンペア)は、線Cによって表され、そして、電圧(ボルト)は、線Vによって表される。横軸は、秒表示の試験時間を表す。

【0063】

放電容量試験の結果を図16に示す。約520mAhの放電容量は、サイクルのそれぞれについての結果であった。サイクルを、第2の試験が第1の試験と同じ電池で実施されるので、サイクル11から20まで示す。

【0064】

実施例3では、第3の放電容量試験を、第1の製造方法で製造された電池を使用して実施した。すべての製造工程は、0.5gmの共重合体PE/PP(PEの含有量が約60%)を20gmのヘプタン中に溶解し、ついで前記したように9.5gmのガラス粒子に混合することによってポリマーP₁が調製されることを除いては、実施例1と同じである。以下の試験条件(表III)で実施した。

【0065】

【表3】

表III

試験	サイクル	充電条件	放電条件
A	1-10	4.2Vまで300mAの一定充電、 ついで0.15A未満の電流まで 一定電圧4.2V	電圧が2.8Vになるまで300mAの 一定放電
B	11-20	"	電圧が2.8Vになるまで500mAの 一定放電
C	21-30	"	電圧が2.8Vになるまで700mAの 一定放電
D	31-60	"	電圧が2.8Vになるまで1Aの一定 放電

【0066】

試験条件が図示され、そして、試験A、B、CおよびDの放電容量を、図17~24に図示する。図17、19、21および23において、電流(アンペア)は線Cで表され、そして、電圧(ボルト)は線Vで表される。種々の結果が、図18、20、22および24において理解され得る。

【0067】

第4の実施例では、電池を第1の製造方法によって製造した。すべての製造工程は、電極層とポリマーの数が異なることを除いては、実施例1と同じである。試験電池は、5個の陰極および4個の陽極からなる。第1の分離帯/結合帯を、0.5gmのポリスチレンを20gmのTHF(テトラヒドロフラン)に溶解させ、ついで、5gmのボールミルに供したボロシリケート繊維(ball milled borosilicate fibers)を添加することによって調製した。第2の分離帯/結合帯を、1gmのPVPを20gmのメタノールに溶解させ、ついで、9.5gmのボールミルに供したボロシリケート繊維を添加することによって調製した。

【0068】

試験条件を、図25に図示する。電池を、最初に0.07Aの電流で充電および放電した。最初のサイクル後、電池を、4.2Vの一定電圧充電で、0.2Aの電流(C速度に

においておおよそ C / 1) で充電し、そして 0 . 2 A の電流で放電した。

【 0 0 6 9 】

試験の 5 サイクルの結果を、図 2 6 に図示する。

【 0 0 7 0 】

第 5 の実施例では、電池は、6 面体形状のコアに捲回された 1 つの陽極および 1 つの陰極からなり、そして、第 2 の製造方法によって製造した。陰極の寸法は、3 . 8 c m × 2 5 . 2 c m であった。この陰極は、1 つの面では 3 . 8 c m × 2 4 . 2 c m の活性物質の被覆、もう一方の面では 3 . 8 c m × 1 8 . 2 c m の活性物質の被覆を有する。陽極は、4 c m × 2 6 . 3 c m の寸法を有した。この陽極は、1 つの面では 4 c m × 2 5 . 3 c m の活性物質、もう一方の面では 4 c m × 2 0 . 3 c m の活性物質を有する。コアを、銅箔を使用して製造した。第 1 の分離帯 / 結合帯を、0 . 5 g m の P V C を 2 0 g m の T H F (テトラヒドロフラン) に溶解させ、ついで、9 . 5 g m のボールミルに供したボロシリケート繊維を添加することによって調製した。陰極の両側にある第 1 の分離帯 / 結合帯を被覆および乾燥した後で、陰極および被覆されていない陽極の両方を、コアに捲回した。捲回した電極を、ついで、1 g m の P E O、3 0 g m のメタノールおよび 5 g m のボールミルに供したボロシリケートを含む液体に約 2 分間浸けた。液体から取り出した後、組立品を、真空炉において 1 2 0 °C で 1 2 時間乾燥した。乾燥箱において、E C / D M C (重量割合 1 : 1) 中 1 M L i P F₆ (電解質) を添加した。

10

【 0 0 7 1 】

図 2 7 は、試験条件を図示する。電池を、最初に 0 . 1 5 A の電流で充電および放電した。ついで、電池を、1 0 サイクルについて、4 . 2 V の一定電圧充電で 0 . 3 A の電流 (C 速度においておおよそ C / 1) で充電し、そして 0 . 3 A の電流で放電した。電池の性能を、図 2 8 に図示する。

20

【 0 0 7 2 】

第 6 の実施例では、電池は、円柱形状のコアに捲回された 1 つの陽極および 1 つの陰極からなり、そして第 3 の製造方法によって製造した。陰極は、3 . 8 c m × 2 4 c m の寸法を有した。この陰極は、1 つの面では 3 . 8 c m × 2 3 c m の活性物質、もう一方の面では 3 . 8 c m × 2 1 . 7 c m の活性物質を有する。陽極は、4 c m × 2 4 c m の寸法を有した。この陽極は、1 つの面では 4 c m × 2 3 c m の活性物質、もう一方の面では 4 c m × 1 9 . 2 c m の活性物質を有する。円柱を補強するガラス繊維は、コアとして使用した。

30

【 0 0 7 3 】

陰極を、1 g m の P E / P P、4 0 g m の T C E および 5 g m のボールミルに供したボロシリケート繊維からなる組成物によって両面を被覆した。陽極を、1 g m の P E O、3 0 g m のメタノールおよび 5 g m のボールミルに供したボロシリケート繊維からなる組成物によって両面を被覆した。陽極および陰極を被覆し、そして乾燥した後、陽極および陰極をコアに捲回した。ついで、組立品を、第 2 の分離帯 / 結合帯の溶媒 (すなわち、メタノール) に浸して、第 2 の分離帯 / 結合帯の少なくとも表面層を溶解した。ついで、組立品を、真空炉において、1 2 0 °C で 1 2 時間乾燥した。乾燥後、組立品を、液状の電解質 (E C / D M C (重量割合 1 : 1) 中 1 M L i P F₆) を添加した乾燥箱に輸送した。

40

【 0 0 7 4 】

電池を、4 . 2 ~ 3 . 0 V で一定電流 0 . 0 5 A でサイクルした。試験の最初の 2 0 サイクルについて、サイクル数に対する容量を、図 2 9 に示す。

【 0 0 7 5 】

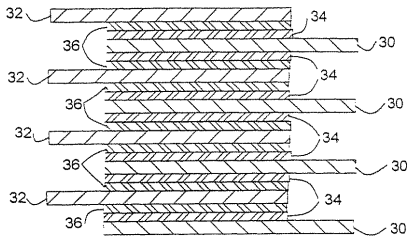
特定の物質、寸法、製造工程などが、本発明を説明する実施態様のために示されているが、種々の変更は、本出願の新規な寄与から逸脱することなく、前記教示を考慮してなされ得る。したがって、本発明の範囲の決定においては、添付の特許請求の範囲が参照されるべきである。

【 0 0 7 6 】

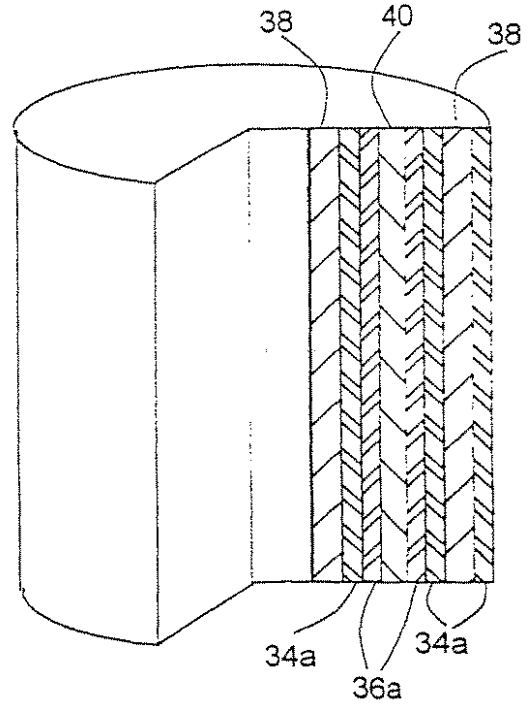
本発明がより容易に理解され得るために、以下の添付図面が参照される。

50

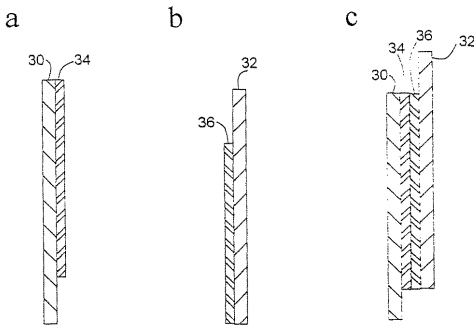
【 図 1 】



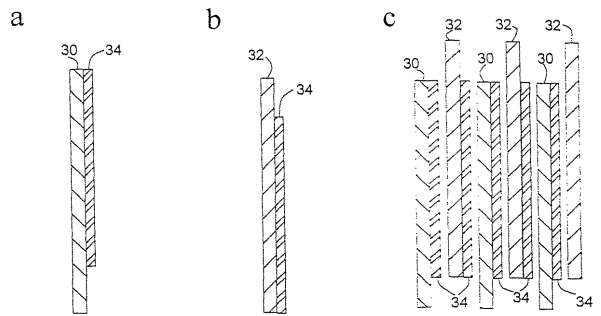
【 図 2 】



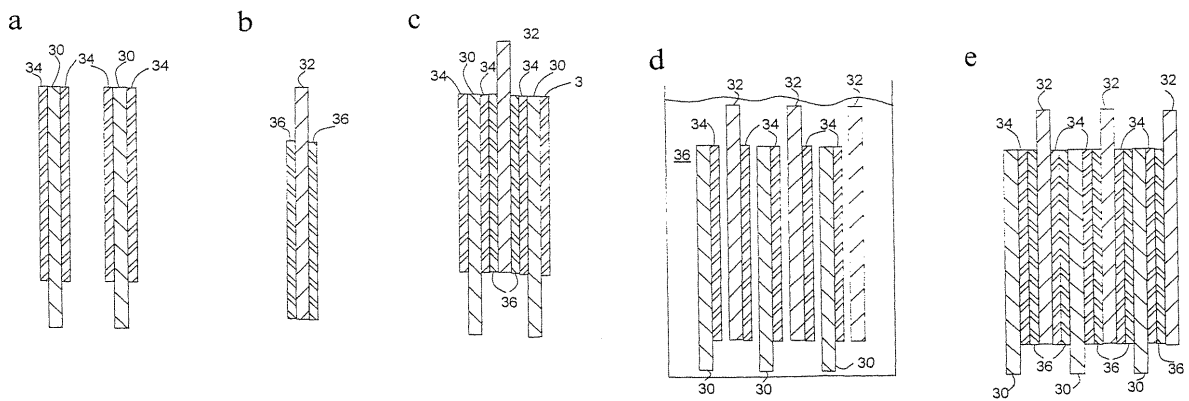
【 図 3 】



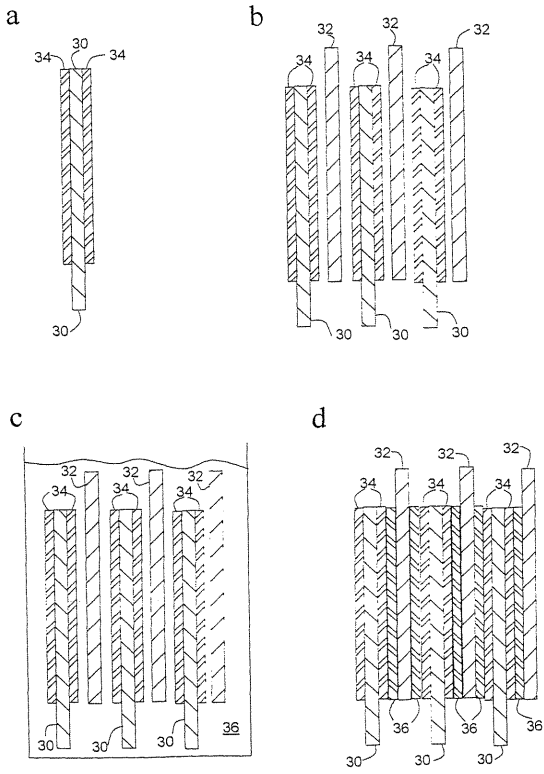
【 図 5 】



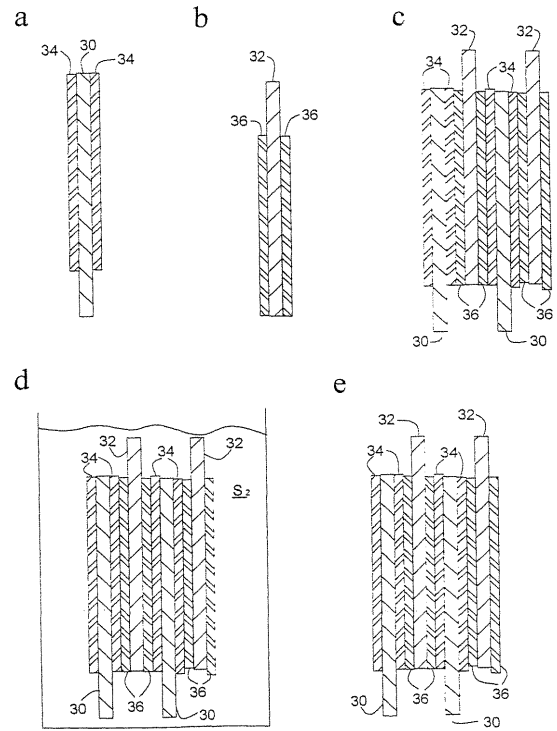
【 図 4 】



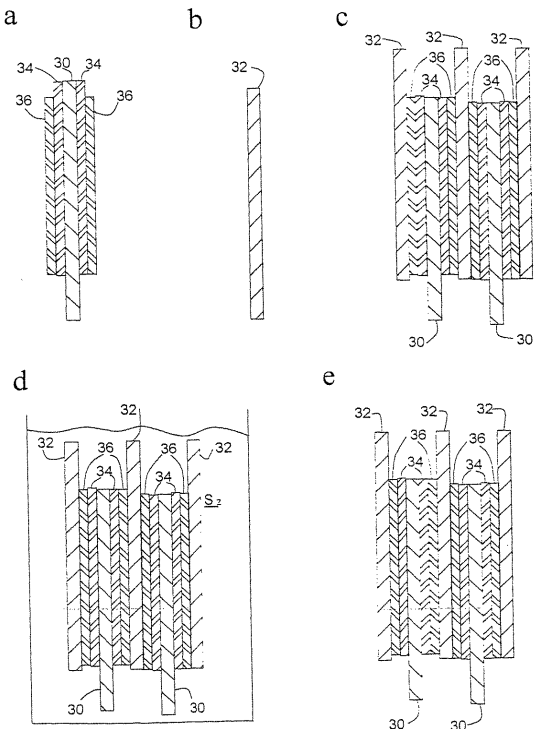
【 図 6 】



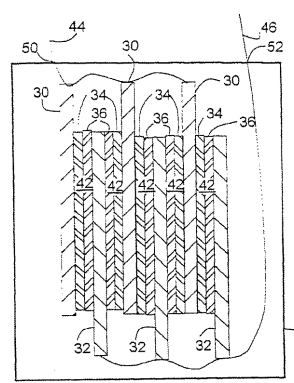
【 図 7 】



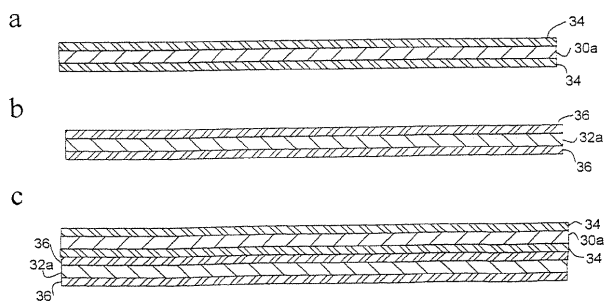
【 図 8 】



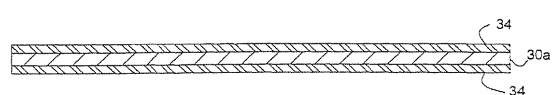
【 図 9 】



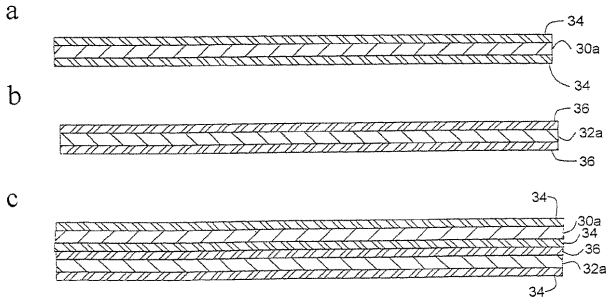
【 図 10 】



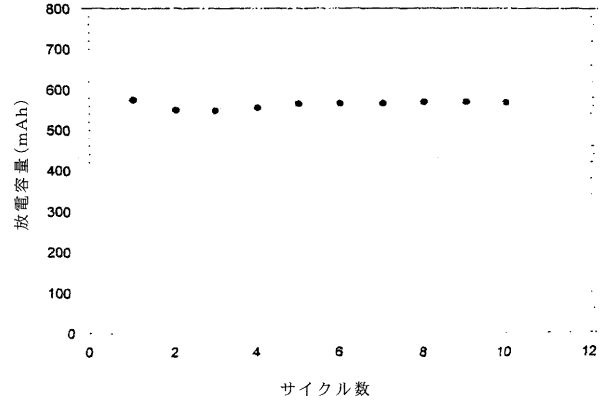
【 図 11 】



【図12】

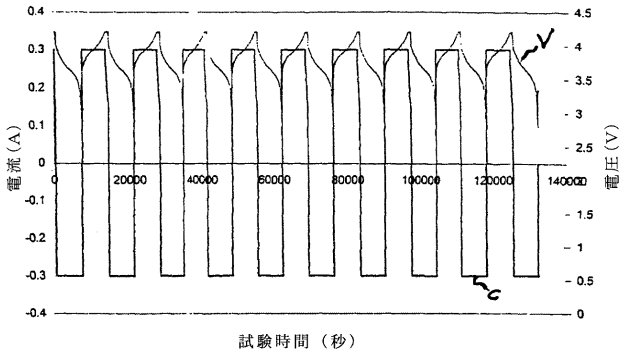


【図14】



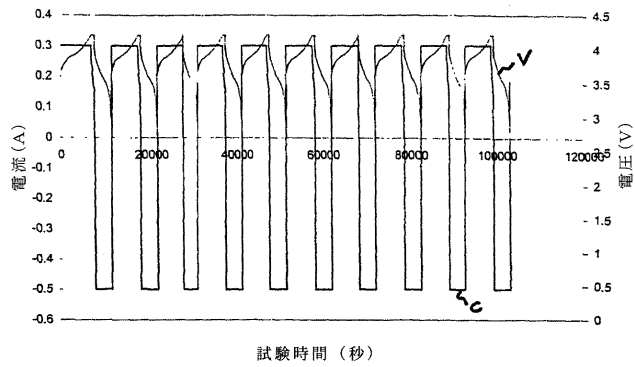
【図13】

試験時間 (秒) に対する電流 (A)、電圧 (V)

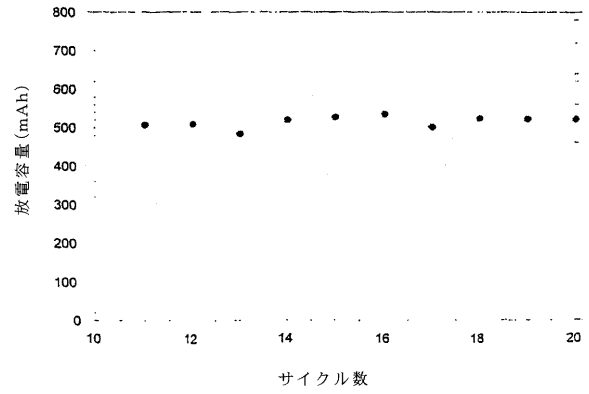


【図15】

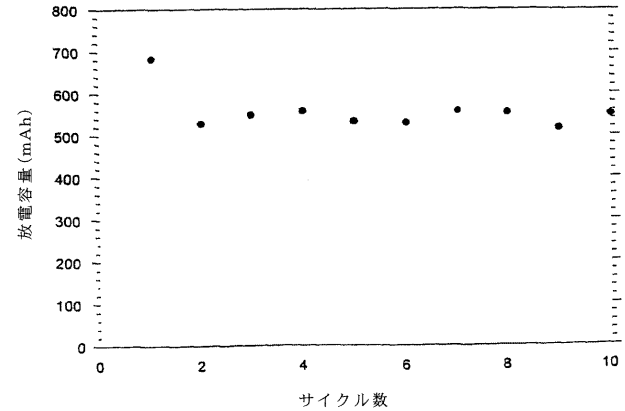
試験時間 (秒) に対する電流 (A)、電圧 (V)



【図16】

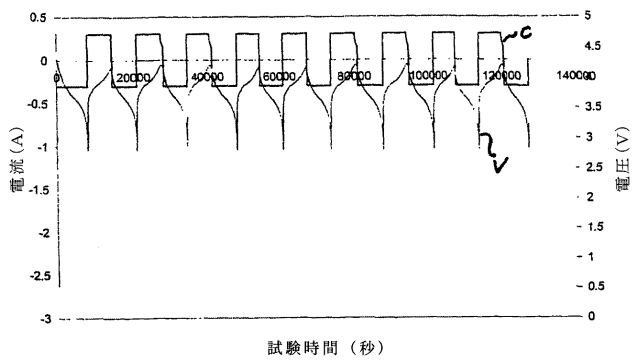


【図18】



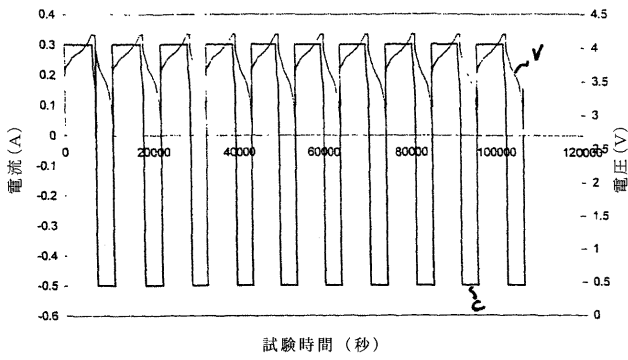
【図17】

試験時間 (秒) に対する電流 (A)、電圧 (V)



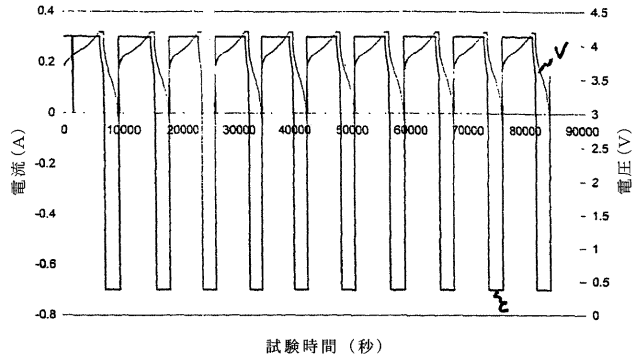
【 図 1 9 】

試験時間 (秒) に対する電流 (A)、電圧 (V)

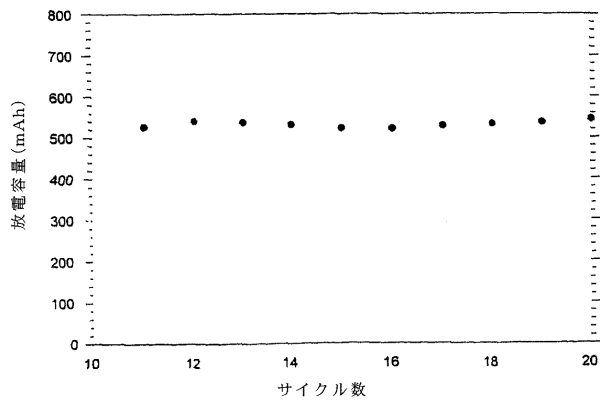


【 図 2 1 】

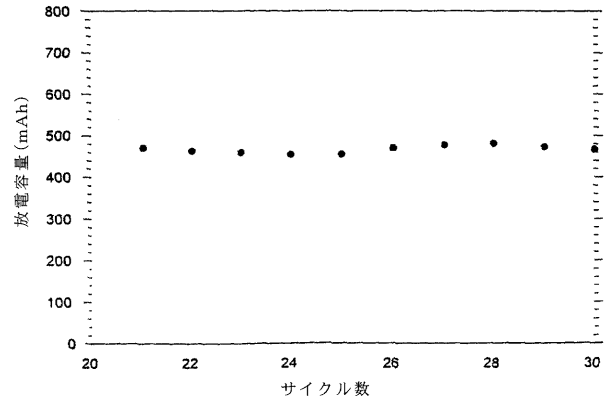
試験時間 (秒) に対する電流 (A)、電圧 (V)



【 図 2 0 】

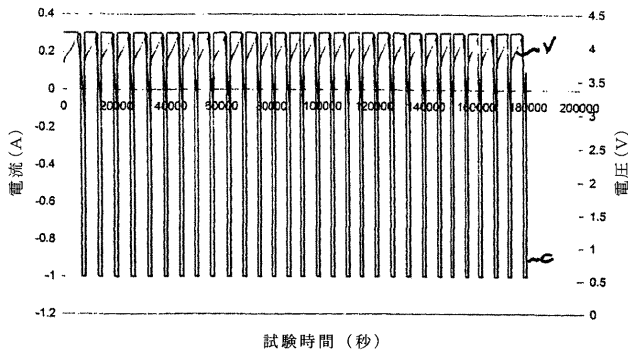


【 図 2 2 】



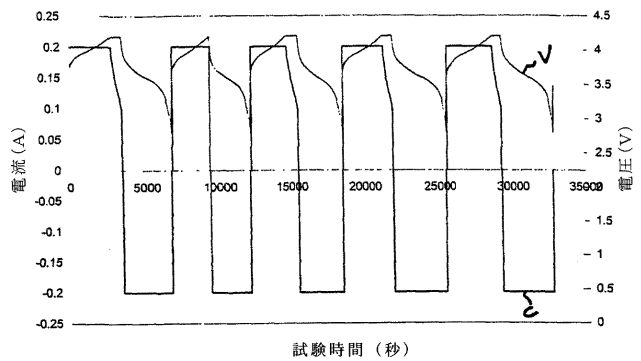
【 図 2 3 】

試験時間 (秒) に対する電流 (A)、電圧 (V)

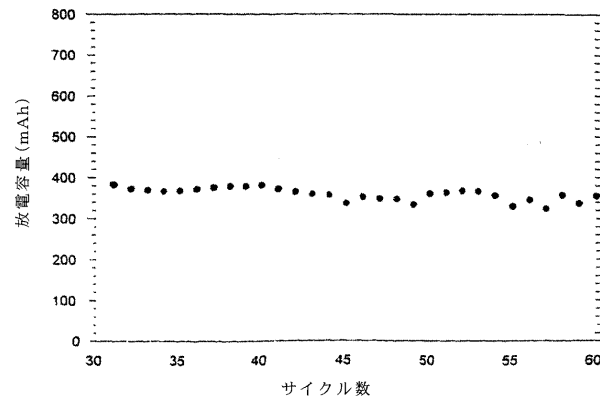


【 図 2 5 】

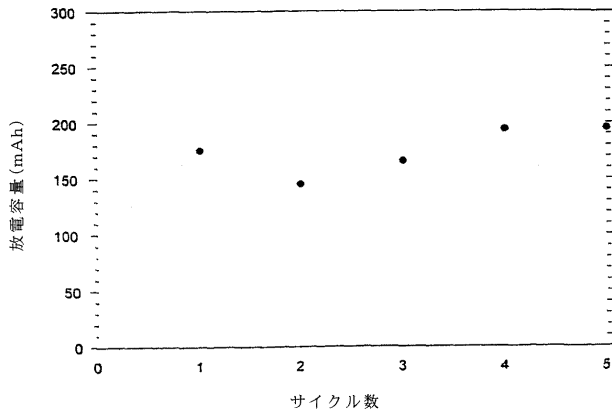
試験時間 (秒) に対する電流 (A)、電圧 (V)



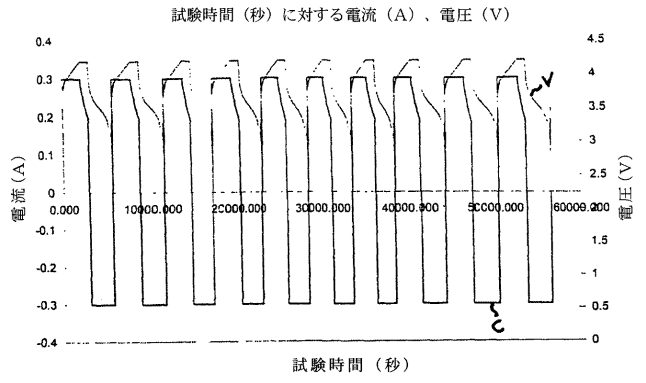
【 図 2 4 】



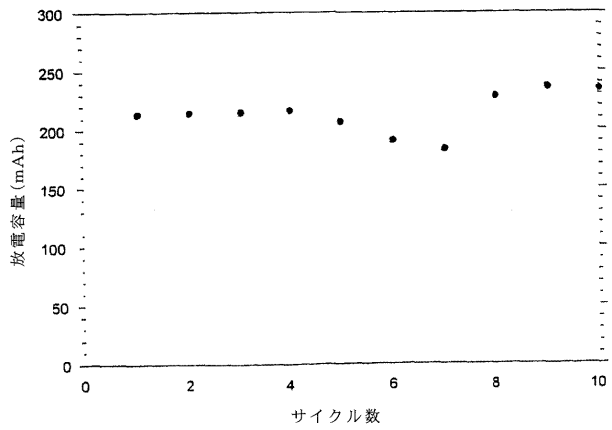
【 図 2 6 】



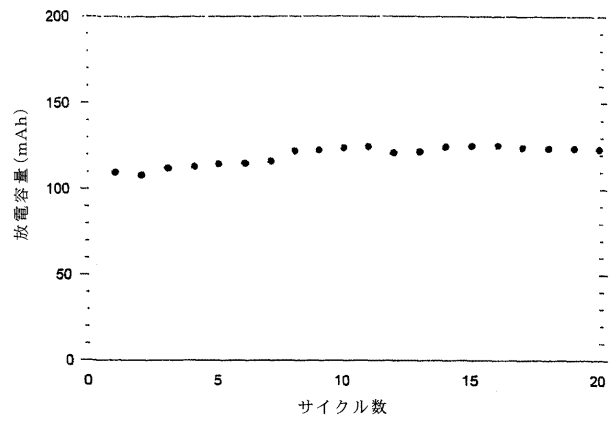
【 図 2 7 】



【 図 2 8 】



【 図 2 9 】



フロントページの続き

(71)出願人 503364722

チャン、チュン - チエ

アメリカ合衆国、14850 ニューヨーク州、イサカ、トライファマー ロード 2250、ア
パートメント エイチ2イー (番地なし)

(74)代理人 100065226

弁理士 朝日奈 宗太

(72)発明者 チャン、ツン - ユ

台湾、タイチュン、チン - フェ ノース ロード 231

(72)発明者 クムタ、プラシャント エヌ

アメリカ合衆国、15213 ペンシルベニア州、ピッツバーグ、ベイアード ロード 4、アパ
ート 35 (番地なし)

(72)発明者 チャン、チュン - チエ

アメリカ合衆国、14850 ニューヨーク州、イサカ、トライファマー ロード 2250、ア
パートメント エイチ2イー (番地なし)

Fターム(参考) 5H021 AA06 CC03 CC04 EE02 EE03 EE04 EE06 EE21 EE22 HH01

HH03

5H029 AJ01 AK03 AL07 AL12 AM02 BJ02 BJ12 BJ14 CJ22 DJ04

DJ13 EJ03 EJ12 HJ01 HJ04