

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4041044号
(P4041044)

(45) 発行日 平成20年1月30日(2008.1.30)

(24) 登録日 平成19年11月16日(2007.11.16)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 G 9/038 (2006.01)

H O 1 G 9/00 3 O 1 D

H O 1 M 4/62 (2006.01)

H O 1 M 4/62 Z

H O 1 M 10/40 (2006.01)

H O 1 M 10/40 Z

請求項の数 6 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2003-326752 (P2003-326752)
 (22) 出願日 平成15年9月18日(2003.9.18)
 (65) 公開番号 特開2005-93824 (P2005-93824A)
 (43) 公開日 平成17年4月7日(2005.4.7)
 審査請求日 平成16年10月1日(2004.10.1)

(73) 特許権者 000003067
 T D K株式会社
 東京都中央区日本橋1丁目13番1号
 (74) 代理人 100088155
 弁理士 長谷川 芳樹
 (74) 代理人 100092657
 弁理士 寺崎 史朗
 (74) 代理人 100108213
 弁理士 阿部 豊隆
 (74) 代理人 100124062
 弁理士 三上 敬史
 (72) 発明者 栗原 雅人
 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 T
 D K株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電気化学デバイスの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

対向する一対の電極層、前記一対の電極層間に配置されるセパレータ層、及び、前記一対の電極層間に存在する電解質を有する電気化学素体を含む電気化学デバイスの製造方法であって、

前記電極層及び前記セパレータ層の少なくとも一方にイオン性液体を塗布した後、前記電極層と前記セパレータ層とを積層する積層工程と、

前記積層された電極層及びセパレータ層を、前記電解質を含む電解質溶液に浸漬させる浸漬工程と、を備えることを特徴とする電気化学デバイスの製造方法。

【請求項2】

前記イオン性液体の粘度は $3.5 \sim 630 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ であることを特徴とする請求項1に記載の電気化学デバイスの製造方法。

【請求項3】

前記イオン性液体は第4級アンモニウムカチオンを含む塩であることを特徴とする請求項1又は2に記載の電気化学デバイスの製造方法。

【請求項4】

前記第4級アンモニウムカチオンは、 R_4N^+ [Rは有機基] の構造を有するカチオン、ピロリジニウムカチオン、ピペリジニウムカチオン、イミダゾリウムカチオン、又はビリジニウムカチオンの少なくとも1つを含むことを特徴とする請求項3に記載の電気化学デバイスの製造方法。

10

20

【請求項 5】

前記イオン性液体はトリフルオロスルホン酸イミドアニオンを含む塩であることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の電気化学デバイスの製造方法

【請求項 6】

前記一対の電極層の少なくとも一方はリチウム化合物を有し、前記イオン性液体はリチウムイオンを有する塩であることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の電気化学デバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は電気化学デバイスの製造方法に関し、より詳しくは、リチウムイオン二次電池をはじめとする電池、及び、電気二重層キャパシタをはじめとする電気化学キャパシタを含む電気化学デバイスの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

リチウムイオン二次電池をはじめとする電池、電気二重層キャパシタをはじめとする電気化学キャパシタ等の電気化学デバイスは、容易に小型化、軽量化が可能な電気化学デバイスであるため、例えば、携帯機器（小型電子機器）等の電源やバックアップ用電源、電気自動車又はハイブリッド車向けの補助電源として期待されている。

【0003】

20

これらの電気化学デバイスにおいては電子機器のさらなる小型化に伴い、より薄型化されることが望まれている。そして、このような薄型可能な電気化学デバイスを得る手段としては、例えば、一対の電極層の間に多孔膜のセパレータ層が介在する構造を有し、各々が電解質溶液に浸漬された状態のものを熱圧着し、このようにして得られた電気化学素体から電気化学デバイスを作製するという製造方法がある（例えば、特許文献 1）。

【0004】

このような製造方法を行う場合、セパレータ層と各電極層とをそれぞれ個別に電解質溶液に浸漬した後に積層しようとする、セパレータ層の強度の低下等によって、これらを積層するための位置合わせが非常に困難となる。そのため、ホットメルト接着剤を用いてあらかじめ電極層とセパレータ層とを部分的に接着し、そのうえで電解質溶液を浸漬してこれらを熱圧着させることが重要であるとされている。また、位置合わせを正確にしなければならぬ理由としては、例えばリチウム二次電池であれば、正極の全面に対向して負極が存在しないと、正極から放出されたリチウムイオンが負極中に取り込まれずに析出してしまい、その結果、電池容量が減少してしまうことなどが挙げられる。

30

【特許文献 1】特許第 3 2 9 7 0 3 4 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、ホットメルト接着剤により正極や負極とセパレータ層とを仮止めした場合、接着剤の付着した電極層部分が熱圧着後も残り、その部分は電気化学デバイスとして機能しないため、デバイス全体のエネルギー容量が減少するという問題があった。また、接着剤によって接着部分の厚みが増すため物理的な障害にもなり、熱圧着の際にセパレータ層や電極層に圧力を均等にかけることが難しく、このため長期サイクル時、ハイレート充電時の耐久性が低下するという問題があった。本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、高いエネルギー容量を有し耐久性に優れた電気化学デバイスの製造方法を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る電気化学デバイスの製造方法は、対向する一対の電極層、一対の電極層間に配置されるセパレータ層、及び、一対の電極層間に存在する電解質を有する電気化学素

50

体を含む電気化学デバイスの製造方法であって、電極層及びセパレータ層の少なくとも一方にイオン性液体を塗布した後、電極層とセパレータ層とを積層する積層工程と、積層された電極層及びセパレータ層を、電解質を含む電解質溶液に浸漬させる浸漬工程とを備えることを特徴とする。

【0007】

本発明の電気化学デバイスの製造方法によれば、イオン性液体は粘性が高いため、

電極層とセパレータ層とを好適に仮止めすることができる。そして、次に仮止めされた電極層とセパレータ層とを電解質溶液に浸漬させる浸漬工程を経ることにより、正確に位置合わせがなされた状態で電解質溶液を含んだ積層体を形成できる。

10

【0008】

さらに、積層体に電解質溶液が浸漬されると、塗布されたイオン性液体がこの電解質溶液内に拡散するので、電極層において電気化学的なデバイスとして機能できない部分が生じない。したがって、エネルギー容量の充分大きな電気化学デバイスを得ることができる。また、イオン性液体が拡散されるので、イオン性液体の塗布部分の厚みによる物理的な障害が低減され、続いて一対の電極層とセパレータ層とを圧着させる圧着工程を行う際、圧力をより均等にかけることができ、層の厚みがより均一である電気化学素体を得ることができる。これによって、長期サイクル時、ハイレート充電時等の、いわゆる負荷が大きい状態での耐久性に優れた電気化学デバイスを作製することができる。

20

【0009】

ここで、イオン性液体の粘度は $3.5 \sim 630 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ であることが好ましい。これにより、一対の電極層とセパレータ層とを好適に仮止めすることができる。

【0010】

ここでまた、イオン性液体は第4級アンモニウムカチオンを含む塩であることが好ましい。第4級アンモニウムカチオンを含む塩は粘度が高く、電極層とセパレータ層とを好適に仮止めすることができ、又、浸漬工程における拡散が良好に行われるため、電気化学デバイスを好適に作製することができる。

【0011】

例えば、第4級アンモニウムカチオンとしては、 R_4N^+ （Rは有機基）の構造を有するカチオン、ピロリジニウムカチオン、ピペリジニウムカチオン、イミダゾリウムカチオン、又はピリジニウムカチオンが挙げられる。これらのカチオンは室温で高いイオン伝導度を有するため、電気伝導性の高い電気化学デバイスを作製することができる。

30

【0012】

ここでさらに、イオン性液体はトリフルオロスルホン酸イミドアニオン（TFSI）を含む塩であることが好ましい。TFSIは水との反応性が乏しいため、イオン性液体の大気中での取り扱いが可能となる。

【0013】

ここで、一対の電極層の少なくとも一方はリチウム化合物を有し、イオン性液体はリチウムイオンを有することが好ましい。これによってリチウムイオン濃度を高くすることができ、リチウムイオン伝導度が向上する。例えば、電気化学デバイスがリチウムイオン二次電池である場合、電気エネルギーの担い手であるキャリアとしてリチウムイオンが使用されているため、出力に優れた特性を得ることができる。

40

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、高いエネルギー容量を有し耐久性に優れた電気化学デバイスを得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、図面を参照しながら本発明の電気化学デバイスの好適な実施形態について詳細に説明する。なお、以下の説明では、同一又は相当部分には同一符号を付し、重複する説明

50

は省略する。

【 0 0 1 6 】

(第一実施形態)

まず、本発明の電気化学デバイスをリチウムイオン二次電池に適用した場合について、その好適な実施形態について詳細に説明する。

【 0 0 1 7 】

図 1 は本発明の第一実施形態に係る電気化学デバイスとしてのリチウムイオン二次電池 1 0 0 を示す部分破断斜視図である。また、図 2 は図 1 の Y Z 断面図、図 3 は図 1 の X Z 面断面図である。

【 0 0 1 8 】

本実施形態に係るリチウムイオン二次電池 1 0 0 は、図 1 ~ 図 3 に示すように、主として、積層構造体 8 5 と、積層構造体 8 5 を密閉した状態で収容するケース 5 0 と、積層構造体 8 5 とケース 5 0 の外部とを接続するためのリード導体 1 2 及びリード導体 2 2 とから構成されている。積層構造体 8 5 は、積層体 8 0 と、積層体 8 0 を積層体 8 0 の積層方向 (上下方向) の両側から挟む集電端子層 1 5、集電端子層 1 9 とを有している。

【 0 0 1 9 】

積層体 8 0 は、板状の素体 (電気化学素体) 6 1、素体 (電気化学素体) 6 2、素体 (電気化学素体) 6 3 及び素体 (電気化学素体) 6 4 と、素体 6 1 と素体 6 2 との間に配置される板状の集電体層 1 6 と、素体 6 2 と素体 6 3 との間に配置される板状の集電体層 1 7 と、素体 6 3 と素体 6 4 との間に配置される板状の集電体層 1 8 と、を有している。

【 0 0 2 0 】

素体 6 1、素体 6 2、素体 6 3 及び素体 6 4 は、図 2 に示すように、それぞれ、互に対向する板状のカソード 1 0 (電極層) 及び板状のアノード 2 0 (電極層) と、カソード 1 0 とアノード 2 0 との間に隣接して配置される板状の電気絶縁性のセパレータ層 4 0 と、カソード 1 0、アノード 2 0、及び、セパレータ層 4 0 中に含有される電解質を含む電解質溶液 (図示せず) と、から各々構成されている。そして、集電体層 1 6 の両側にはアノード 2 0 が配置され、集電体層 1 7 の両側にはカソード 1 0 が配置され、集電体層 1 8 の両側にはアノード 2 0 が配置されている。ここでアノード及びカソードは説明の便宜上、リチウムイオン二次電池 1 0 0 の放電時の極性を基準に決定したものである。リチウムイオン二次電池 1 0 0 の充電時においては電荷の流れる方向が放電時の逆になるため、アノード及びカソードが互いに入れ替わる。

【 0 0 2 1 】

また、各素体において積層方向から見たときに、セパレータ層 4 0、アノード 2 0、カソード 1 0 の順に面積が小さくなっており、積層方向から見たときに、カソード 1 0 はアノード 2 0 の領域内に含まれ、アノード 2 0 はセパレータ層 4 0 の領域内に含まれるように各々配置されている。また、積層方向から見たときに、集電端子層 1 5、1 9 及び集電体層 1 7 はカソード 1 0 と同じ大きさで同じ位置に配置され、集電体層 1 6、1 8 はアノード 2 0 と同じ大きさで同じ位置に配置されている。なお、セパレータ層 4 0 同士は同じ位置に配置されている。

【 0 0 2 2 】

アノード 2 0 は、アノード活物質、導電助剤、結着剤等を含む溶剤を集電体層 1 6 及び集電体層 1 8 に塗布し、乾燥させることによって得られる層である。

【 0 0 2 3 】

アノード活物質は、リチウムイオンの吸蔵及び放出、リチウムイオンの脱離及び挿入、又は、リチウムイオンと、そのリチウムイオンのカウンターアニオン (例えば、 ClO_4^-) とのドーブ及び脱ドーブを可逆的に進行させることができれば特に限定されず、公知のリチウムイオン二次電池に用いられているものと同様の材料を使用することができる。例えば、天然黒鉛、人造黒鉛 (難黒鉛化炭素、易黒鉛化炭素、低温度焼成炭素等) 等の炭素材料、Al、Si、Sn 等のリチウムと化合することのできる金属、 SiO_2 、 SnO_2 等の酸化物を主体とする非晶質の化合物、チタン酸リチウム ($\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$) が挙

10

20

30

40

50

げられる。

【 0 0 2 4 】

導電助剤は、アノード 2 0 の導電性を良好にするものであれば特に限定されず、公知の導電助剤を使用できる。例えば、カーボンブラック類、炭素材料、銅、ニッケル、ステンレス、鉄等の金属微粉、炭素材料及び金属微粉の混合物、ITO等の導電性酸化物が挙げられる。

【 0 0 2 5 】

結着剤は、上記のアノード活物質の粒子と導電助剤の粒子とを集電体層 1 6 及び集電体層 1 8 に結着することができれば特に限定されず、公知の結着剤を使用できる。例えば、ポリフッ化ビニリデン (PVDF)、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE)、テトラフルオロエチレン - ヘキサフルオロプロピレン共重合体 (FEP)、テトラフルオロエチレン - パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体 (PEA)、エチレン - テトラフルオロエチレン共重合体 (ETFE)、ポリクロロトリフルオロエチレン (PCTFE)、エチレン - クロロトリフルオロエチレン共重合体 (ECTFE)、ポリフッ化ビニル (PVF) 等のフッ素樹脂が挙げられる。特に、結着剤としては電解質溶液によってゲル化されるものが好ましい。

【 0 0 2 6 】

また、アノード 2 0 には、電子伝導性の粒子を含有させることが好ましく、電子伝導性の粒子としては、例えば、アセチレンブラック、ケッチェンブラック等のカーボンブラックが挙げられる。

【 0 0 2 7 】

アノード活物質、導電助剤、結着剤等を含む溶剤を塗布する集電体層 1 6 及び集電体層 1 8 は公知の二次電池の負極に適した金属であれば特に限定されず、例えば銅等が挙げられる。

【 0 0 2 8 】

カソード 1 0 は、カソード活物質、導電助剤、結着剤等を含む溶剤を集電端子層 1 5、集電端子層 1 9 及び集電体層 1 7 に塗布し、乾燥させることによって得られる層である。

【 0 0 2 9 】

カソード活物質は、リチウムイオンの吸蔵及び放出、リチウムイオンの脱離及び挿入 (インターカレーション)、又は、リチウムイオンと、そのリチウムイオンのカウンターアニオン (例えば、 ClO_4^-) とのドーピング及び脱ドーピングを可逆的に進行させることが可能であれば特に限定されず、公知の電極活物質を使用できる。例えば、コバルト酸リチウム (LiCoO_2)、ニッケル酸リチウム (LiNiO_2)、リチウムマンガンスピネル (LiMn_2O_4)、及び、一般式: $\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Mn}_z\text{O}_2$ ($x + y + z = 1$) で表される複合金属酸化物、リチウムバナジウム化合物 (LiV_2O_5)、オリビン型 LiMPO_4 (ただし、Mは、Co、Ni、Mn又はFeを示す)、チタン酸リチウム ($\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$) 等の複合金属酸化物が挙げられる。

【 0 0 3 0 】

カソード 1 0 に含まれるカソード活物質以外の各構成要素は、アノード 2 0 を構成するものと同様の物質を使用することができる。また、カソード 1 0 においても、アノード 2 0 と同様の電子伝導性の粒子を含有させることが好ましい。

【 0 0 3 1 】

カソード活物質、導電助剤、結着剤等を含む溶剤を塗布する集電端子層 1 5、集電端子層 1 9 及び集電体層 1 7 は公知の二次電池の正極に適した金属であれば特に限定されず、例えばアルミニウム等が挙げられる。

【 0 0 3 2 】

アノード 2 0 とカソード 1 0 との間に配置されるセパレータ層 4 0 は、電気絶縁性の多孔体から形成されていれば特に限定されず、公知のリチウムイオン二次電池に用いられているセパレータ層を使用することができる。例えば、電気絶縁性の多孔体としては、ポリエチレン、ポリプロピレン又はポリオレフィンからなるフィルムの積層体や上記樹脂の混合物の延伸膜、或いは、セルロース、ポリエステル及びポリプロピレンからなる群より選

10

20

30

40

50

択される少なくとも１種の構成材料からなる繊維不織布が挙げられる。

【００３３】

電解質溶液は、アノード２０及びカソード１０、及びセパレータ層４０の孔の内部に含有されている。電解質溶液は、特に限定されず、公知のリチウムイオン二次電池に用いられている電解質溶液（電解質水溶液、有機溶媒を使用する電解質溶液）を使用することができる。ただし、電解質水溶液は電気化学的に分解電圧が低いことにより、充電時の耐電圧が低く制限されるので、有機溶媒を使用する電解質溶液（非水電解質溶液）であることが好ましい。リチウムイオン二次電池の電解質水溶液としては、リチウム塩を非水溶媒（有機溶媒）に溶解したものが使用される。リチウム塩としては、例えば、 LiPF_6 、 LiClO_4 、 LiBF_4 、 LiAsF_6 、 LiCF_3SO_3 、 LiCF_3 、 CF_2SO_3 、 $\text{LiC}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3$ 、 $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$ 、 $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{CF}_2\text{SO}_2)_2$ 、 $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)(\text{C}_4\text{F}_9\text{SO}_2)$ 、 $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CO})_2$ 等の塩が使用される。なお、これらの塩は１種を単独で使用してもよく、２種以上を併用してもよい。また、電解質溶液中には、後述のイオン性液体を構成するアニオン及びカチオンが含まれる。

10

【００３４】

なお、本実施形態において、電解質溶液は液状以外にゲル化剤を添加することにより得られるゲル状電解質であってもよい。また、電解質溶液に代えて、固体電解質（固体高分子電解質又はイオン伝導性無機材料からなる電解質）が含有されていてもよい。

【００３５】

また、図１～図３に示すように、リチウムイオン二次電池１００において、積層体８０を含む積層構造体８５の端面８５ａは、アルミラミネートにより封止されている。この封止部３０は、素体６１、素体６２、素体６３及び素体６４からの電解質溶液の漏れを防止する。

20

【００３６】

ここで、集電端子層１５は、リチウムイオン二次電池１００のケース５０を形成するシート５１Ｃの内面と素体６３との間に形成され、集電端子層１９はケース５０のシート５１Ｃの内面と素体６３との間に形成されている。

【００３７】

ケース５０は、積層構造体８５を密封し、ケース内部へ空気や水分が進入するのを防止できるものであれば特に限定されず、公知のリチウムイオン二次電池に用いられているケースを使用することができる。例えば、エポキシ樹脂等の合成樹脂や、アルミニウム等の金属シートを樹脂ラミネートしたものを使用することができる。ケース５０は図１に示すように、矩形状の可撓性のシート５１Ｃを長手方向の略中央部で２つ折りにして形成したものであり、積層構造体８５を積層方向（上下方向）の両側から挟み込んでいる。２つ折りにされたシート５１Ｃの端部のうち、折り返し部分５０ａを除く３辺のシール部５０ｂがヒートシール又は接着剤により接着されており、積層構造体８５が内部に密封されている。

30

【００３８】

また、リード導体１２の一端は集電端子層１５、集電体層１７及び集電端子層１９に、リード導体２２の一端は集電体層１６及び集電体層１８に電氣的に接続され、ケース５０の外部に延びている。リード導体１２、２２としては、例えば、アルミニウムやニッケル等の導電材料を利用できる。なお、本実施形態においてはリード導体１２が正極となり、リード導体２２が負極となる。

40

【００３９】

更に、図１に示すように、リード導体１２及びリード導体２２は、ケース５０のシール部５０ｂにおいて、シール性を高めるべく、絶縁体１４によって各々被覆されている。そして、ケース５０のシール部５０ｂは、この絶縁体１４、１４を挟むようにリード導体１２及びリード導体２２をシールしている。なお、ケース５０とのショートのおそれがないため、絶縁体１４がなくても動作は可能である。

【００４０】

50

これら絶縁体 14 の材質は特に限定されないが、例えば、それぞれ合成樹脂から形成されていてもよい。

【0041】

次に、上述したリチウムイオン二次電池 100 の作製方法の一例について説明する。

【0042】

まず、アノード 20 及びカソード 10 となる電極層を形成するための構成材料を含む塗布液（スラリー）を各々調整する。アノード用塗布液は、前述のアノード活物質、導電助剤、結着剤等を有する溶剤であり、カソード用塗布液は、前述のカソード活物質、導電助剤、結着剤等を有する溶剤である。塗布液に用いる溶媒としては、結着剤を溶解可能とし、活物質及び導電助剤を分散可能とするものであれば特に限定されるものではない。例えば、N-メチル-2-ピロリドン、N,N-ジメチルホルムアミド等を用いることができる。

10

【0043】

次に、集電端子層 15, 19、アノード用の集電体層 16, 18、カソード用の集電体層 17 に使用する金属板を用意する。そして、集電端子層 15 の片面及び、集電端子層 19 の片面にカソード用塗布液を塗布し、乾燥させてカソード 10 を形成し、図 4 (a) の 2 層積層体 120 を得る。同様に、集電体層 17 の両面にカソード用塗布液を塗布し、乾燥させてカソード 10 を形成し、図 4 (b) のカソード用 3 層積層体 130 を得る。また、集電体層 16 の両面及び、集電体層 18 の両面にアノード用塗布液を塗布し、乾燥させてアノード 20 を形成し、図 4 (c) のアノード用 3 層積層体 140 を得る。ここで、集電端子層又は集電体層に塗布液を塗布する際の手法は特に限定されるものではなく、集電端子層又は集電体層の材質や形状等に応じて適宜決定すればよい。例えば、メタルマスク印刷法、静電塗装法、ディップコート法、スプレーコート法、ロールコート法、ドクターブレード法、グラビアコート法、スクリーン印刷法等が挙げられる。塗布後、必要に応じて、平版プレス、カレンダーロール等により圧延処理を行う。

20

【0044】

なお、集電端子層 15, 19、集電体層 16, 17, 18 に用いる金属板は矩形を呈し、カソード用の集電体層 17 及び集電端子層 15, 19 に使用する金属板の矩形は、アノード用の集電体層 16, 18 に使用する金属板の矩形よりも小さくする。

【0045】

続いて、本実施形態においては、図 4 (a) の 2 層積層体 120、図 4 (b) のカソード用 3 層積層体 130、図 4 (c) のアノード用 3 層積層体 140 において、図 5 (a) に示すように、アノード 20 又はカソード 10 を有する面にイオン性液体 90 を塗布する。そして、これらをセパレータ層 40 を各間に挟むようにして図 5 (a) の順番、すなわち、2 層積層体 120 / セパレータ層 40 / アノード用 3 層積層体 140 / セパレータ層 40 / カソード用 3 層積層体 130 / セパレータ層 40 / アノード用 3 層積層体 140 / セパレータ層 40 / 2 層積層体 120 のように積層し、図 5 (b) のような積層構造体 84 を得る。

30

【0046】

このとき、図 5 (a) のように、積層方向から見たときに、カソード用 3 層積層体 130 及び 2 層積層体 120 はアノード用 3 層積層体 140 内に含まれ、アノード用 3 層積層体 140 はセパレータ層 40 に含まれるように配置させる。これによって、図 (b) に示すように、カソード用 3 層積層体 130 のカソード 10 の全面に対向してアノード用 3 層積層体 140 のアノード 20 が存在し、さらにカソード用 3 層積層体 130 のカソード 10 の全面及び、アノード用 3 層積層体 140 のアノード 20 の全面に対向してセパレータ層 40 が存在するため、正極（すなわちカソード 10）から放出されたりチウムイオンがセパレータ層 40 を介して負極（すなわちアノード 20）に好適に取り込まれる。もし、各層の配置が正確でない場合、負極に取り込まれなかったリチウムイオンが析出し、これらは電気エネルギーのキャリアとして働かなくなるため、電池のエネルギー容量が減少する場合がある。なお、リチウムイオン二次電池でない電気化学デバイスのときは、各層の

40

50

大きさ、配置は異なるものとなってもよい。

【 0 0 4 7 】

ここで、イオン性液体 9 0 は粘性が高いため、これらの 2 層積層体 1 2 0、カソード用 3 層積層体 1 3 0、アノード用 3 層積層体 1 4 0、セパレータ層 4 0 を好適に仮止めすることができる。ここで、好適に仮止めするために、イオン性液体の粘度は $35 \sim 630 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ であることが好ましい。また、アノード 2 0 又はカソード 1 0 の全面にイオン性液体 9 0 を塗布してもよいが、位置ずれを生じない程度に、各層の中央部だけを仮止めすることが好ましい。なお、イオン性液体はアノード 2 0 やカソード 1 0 上でなく、アノード 2 0 やカソード 1 0 と対向するセパレータ層 4 0 上に塗布してもよく、又、セパレータ層 4 0 上及びアノード 2 0 やカソード 1 0 上に各々塗布してもよく、図 5 (b) のように仮止めできればよい。

10

【 0 0 4 8 】

そして、図 5 (c) のように、積層構造体 8 4 を電解質溶液 8 7 に浸漬させる。このとき、2 層積層体 1 2 0、カソード用 3 層積層体 1 3 0、アノード用 3 層積層体 1 4 0 及びセパレータ層 4 0 はイオン性液体 9 0 で仮止めされているため、層同士の位置合わせが正確になされた状態で電解質溶液 8 7 が積層構造体 8 4 内に含浸される。

【 0 0 4 9 】

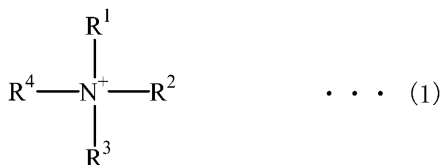
本実施形態に用いるイオン性液体 (Ionic Liquid) は、常温溶融塩とも呼ばれ、常温で液体、すなわち融点が室温よりも低い塩である。このようなイオン性液体としては、例えば有機カチオンとアニオンとの組み合わせの塩が知られている。具体的には、有機カチオンとしては、 NH_4^+ の水素が全て有機基に置き換えられた第 4 級アンモニウムカチオンが挙げられる。第 4 級アンモニウムカチオンを含むイオン性液体は、2 層積層体 1 2 0、カソード用 3 層積層体 1 3 0、アノード用 3 層積層体 1 4 0 及びセパレータ層 4 0 を好適に仮止めすることができ、又、電解質溶液 8 7 を浸漬させた後、拡散が良好に行われるため、リチウムイオン二次電池を好適に作製することができる。

20

【 0 0 5 0 】

第 4 級アンモニウムカチオンとしては、一般式 (1) のようなカチオンが挙げられる。

【 化 1 】



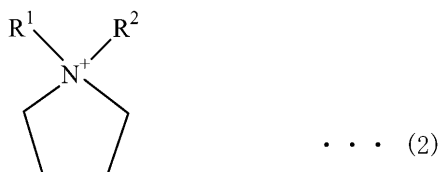
30

上記一般式 (1) 中、 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 は炭素数 1 ~ 1 0 のアルキル基であり、水素がアルコキシ基で置換されていてもよい。また、互いに同一でも異なってもよい。

【 0 0 5 1 】

また、第 4 級アンモニウムカチオンとしては、一般式 (2) のようなピロリジニウムカチオンが挙げられる。

【 化 2 】

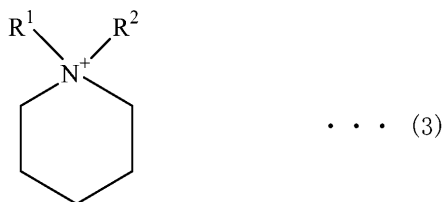


40

【 0 0 5 2 】

また、第 4 級アンモニウムカチオンとしては、一般式 (3) のようなピペリジニウムカチオンが挙げられる。

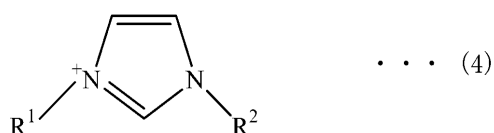
【化 3】



【 0 0 5 3 】

また、第 4 級アンモニウムカチオンとしては、一般式 (4) のようなイミダゾリウムカチオンが挙げられる。 10

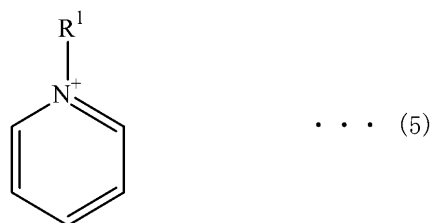
【化 4】



【 0 0 5 4 】

また、第 4 級アンモニウムカチオンとしては、一般式 (5) のようなピリジニウムカチオンが挙げられる。 20

【化 5】



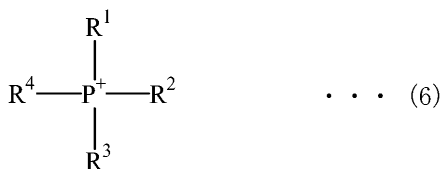
【 0 0 5 5 】

一般式 (1) ~ (5) のカチオンは室温で高いイオン伝導度を有するため、電気伝導性の高い電気化学デバイスを作製することができる。 30

【 0 0 5 6 】

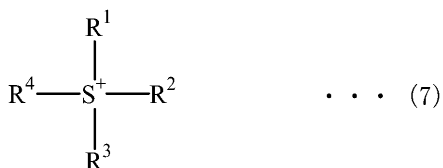
なお、イオン性液体に含まれる有機カチオンとしては、第 4 級アンモニウムカチオン以外に一般式 (6) 、一般式 (7) のようなカチオンも挙げられる。

【化 6】



40

【化 7】



【 0 0 5 7 】

また、イオン性液体に含まれるアニオンとしては、例えば BF_4^- 、 PF_6^- 、 CF_3SO_3^- 、 As 50

F_6^- 、 ClO_4^- 、 $(\text{RSO}_2)_3\text{C}^-$ 、 $(\text{RSO}_2)_2\text{N}^-$ 、 $(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}^-$ 、 RSO_3^- (Rは炭素数1～3のパーフルオロアルキル基を表し、Rが複数存在するときは互いに同一でも異なってもよい)等が挙げられる。

【0058】

ここで、イオン性液体に含まれるアニオンは $(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}^-$ のトリフルオロスルホン酸イミドアニオン(TFSI)であることが好ましい。TFSIは水との反応性が乏しいため、イオン性液体の大気中での取り扱いが可能となる。

【0059】

ここで、一対の電極層の少なくとも一方はリチウム化合物を有し、イオン性液体はリチウムイオンを有することが好ましい。これによってリチウムイオン濃度を高くすることができ、リチウムイオン伝導度が向上する。リチウムイオン二次電池においては、電気エネルギーの担い手であるキャリアとしてリチウムイオンが使用されているため、出力に優れた特性を得ることができる。イオン性液体に有してもよいリチウム塩としては、例えば、上述の電解質溶液で示したようなリチウム化合物が挙げられる。

【0060】

続いて、積層構造体85の端面85aを封止部30で封止する。

【0061】

次に、ケース50の作製方法の一例について説明する。まず、図6(a)に示すように、アルミニウムをエポキシ樹脂でラミネートした矩形のシート51Bを用意する。

【0062】

次に、シート51Bの中央の点線で折り曲げて重ね合わせ、図6(b)に示すように、2辺のシール部50b、50bのみを、例えばシール機等を用いて所定の加熱条件で所望のシール幅だけヒートシールする。これによって、積層構造体85を導入するための開口部50cが形成された袋状のケース50fが得られる。

【0063】

そして、開口部50cを有した状態のケース50fの内部に、リード導体12及びリード導体22が電気的に接続された積層構造体85を挿入する。続いて、図6(c)に示すように、真空容器180内で開口部50cからケース50f内の空気を排気してケース50fの内部を真空状態とし、リード導体12、リード導体22の一部がそれぞれケース50f内から外部に突出した状態で、シール機82を用いて、ケース50fの開口部50cをシールする。

【0064】

最後に、ケース50fのシート51Bに対して、図5(d)に示すように、真空容器180内でプレス機86、87を用いて70～90℃で熱プレスし、リチウムイオン二次電池100の作製が完了する。これによって、積層構造体85はシート51Bとともに熱圧着される。このとき、イオン性液体90は電解質溶液内に拡散してしまうので、電極層において電気化学的なデバイスとして機能できない部分が生じない。したがって、エネルギー容量の充分大きなリチウムイオン二次電池100を得ることができる。また、拡散によってイオン性液体の塗布部分の厚みによる物理的な障害がなくなるため、熱プレス時に圧力をより均等にかけることができ、層の厚みがより均一に構成された積層構造体85を得ることができる。これによって、長期サイクル時、ハイレート充電時等の、いわゆる負荷が大きい状態での耐久性に優れたリチウムイオン二次電池100となる。

【0065】

なお、本実施形態においては、積層構造体85は素体を4つ有するものであったが、素体はさらに多く有していてもよく、又、より少なくても、単層でもよい。また、素体を複数有するときは、素体の間の集電体はアノード又はカソードのいずれかで挟まれているように層が配列されていなければならない。

【0066】

(第二実施形態)

次に、本発明の電気化学デバイスを電気二重層キャパシタに適用した場合について、そ

10

20

30

40

50

の好適な実施形態について詳細に説明する。本実施形態に係る電気二重層キャパシタが第一実施形態のリチウムイオン二次電池と異なる点は、アノード１０及びカソード２０の構成材料が炭素電極等の分極性電極を構成する多孔体層である点である。

【００６７】

アノード２０及びカソード１０の構成材料としては、特に限定されず、公知の電気二重層キャパシタに用いられている分極性電極と同様の材料を使用することができる。例えば、原料炭（例えば、石油系重質油の流動接触分解装置のボトム油や減圧蒸留装置の残さ油を原料油とするディレードコーカーより製造された石油コークス等）を賦活処理することにより得られる炭素材料（例えば、活性炭）を構成材料の主成分としているものを使用することができる。その他の条件（バインダ等の炭素材料以外の構成材料の種類とその含有量）は特に限定されるものではない。例えば、炭素粉末に導電性を付与するための導電性補助剤（カーボンブラック等）と、例えば結着剤（ポリテトラフルオロエチレン）とが添加されていてもよい。

【００６８】

また、上述した電気二重層キャパシタの作製方法において第一実施形態のリチウムイオン二次電池と異なる点は、アノード２０及びカソード１０の作製方法である。

【００６９】

アノード２０及びカソード１０が炭素電極（分極性電極）の場合、例えば、公知の方法により賦活処理済みの活性炭等の炭素材料を用いてシート状の電極層を作製することができる。この場合、例えば、炭素材料を５～１００μm程度に粉碎し粒度を整えた後、例えば炭素粉末に導電性を付与するための導電性補助剤（カーボンブラック等）と、例えば結着剤（ポリテトラフルオロエチレン、以下、PTFEという）と溶剤に溶かして塗布液（スラリー）を作製し、これを第一実施形態と同様に集電体層又は集電端子層に塗布して、乾燥させることによりアノード２０及びカソード１０を形成することができる。

【００７０】

ここで、上記の導電性補助剤としては、カーボンブラックの他、粉末グラファイトなどを用いることができ、また、結着剤としては、PTFEの他、PVDF、PE、PP、フッ素ゴム等を使用することができる。

【００７１】

このような電気二重層キャパシタにおいても、第一実施形態と同様の作用効果を有する。

【実施例】

【００７２】

以下、実施例及び比較例を挙げて本発明の電気化学デバイスの内容をさらに詳しく説明するが、本発明はこれらの実施例に何ら限定されるものではない。

【００７３】

以下の手順により、実施例１～５、比較例１～２のリチウムイオン二次電池を作製した。

【００７４】

（実施例１）

（１）電極層の作製

カソード（分極性電極）は以下の手順により作製した。まず、カソード活物質として LiCoO_2 、導電助剤としてカーボンブラック及びグラファイト、結着剤としてKynarFlex741（エルフ・アトケム社製のPVDFホモポリマー粒子、重量平均分子量 M_w 5.5 × 10⁵、平均粒径 0.2 μm、N-メチル-2-ピロリドン（NMP）に可溶）を用意し、これらの重量比がカソード活物質：導電助剤（カーボンブラック）：導電助剤（グラファイト）：結着剤 = 90 : 3 : 3 : 4 となるように配合し、これを溶媒であるNMPに投入して混練することにより、カソード用塗布液（スラリー）を調整した。このとき、NMPの量は重量比がNMP：結着剤 = 94 : 6 となるように調整して加えた。

【００７５】

次に、アルミニウム箔（厚さ $60\ \mu\text{m}$ のものを 2 個、厚さ $20\ \mu\text{m}$ のものを 4 個）を用意した。そして、そのうちの厚さ $60\ \mu\text{m}$ のアルミニウム箔については、カソード用塗布液をそれぞれ一方の面上に均一に塗布した。また、厚さ $20\ \mu\text{m}$ のアルミニウム箔については、カソード用塗布液をそれぞれ両面に均一に塗布した。その後、乾燥処理を行い、矩形（ $2\text{ cm} \times 3\text{ cm}$ ）状を呈するように切断し、集電体層 / 正極という構成の 2 層積層体（図 4（a）に相当するもの）を 2 個、正極 / 集電体層 / 正極という構成のカソード用 3 層積層体（図 4（b）に相当するもの）を 4 個作製した。

【0076】

続いて、アノード（分極性電極）は以下の手順により作製した。まず、アノード活物質としてメソカーボンマイクロビーズ（MCMB、人造黒鉛）、導電助剤としてカーボンブラック、結着剤としてKynarFlex741を用意し、これらの重量比がアノード活物質：導電助剤：結着剤 = $87 : 3 : 10$ となるように配合し、これを溶媒であるNMPに投入して混練することにより、アノード用塗布液（スラリー）を調整した。このとき、NMPの量は重量比がNMP：結着剤 = $93 : 7$ となるように調整して加えた。

【0077】

次に、銅箔（厚さ： $10\ \mu\text{m}$ ）を 5 個用意した。そして、これら 5 個についてアノード用塗布液をそれぞれ両面に均一に塗布した。その後、乾燥処理を行い、矩形（ $2.2\text{ cm} \times 3.2\text{ cm}$ ）状を呈するように切断し、負極 / 集電体層 / 負極という構成のアノード用 3 層積層体（図 4（c）に相当するもの）を 5 個作製した。

【0078】

（2）セパレータ層の作製

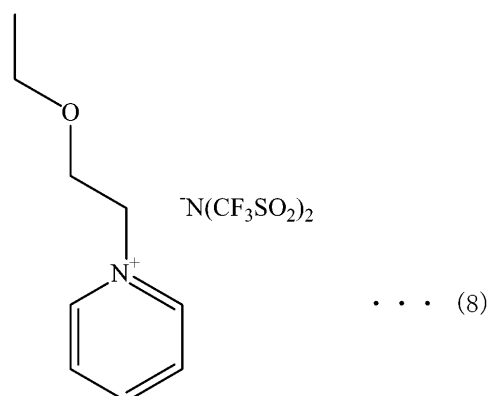
まず、ポリマー粒子としてKynarFlex741、バインダとしてKynarFlex2851（エルフ・アトケム社製、VDF：HFP = $95 : 5$ （重量比））を用意し、これらの重量比がポリマー粒子：バインダ = $90 : 10$ となるように配合し、混合物 1 重量部に対して溶媒 [アセトン：トルエン = $8.9 : 1.1$ （重量比）] 2.4 重量部を加え、これらをホモジナイザーを用いて $30 \sim 40$ で混合した。そして、この混合液（スラリー）をドクターブレード法によりポリエチレンテレフタレート（PET）フィルム上に塗布し、室温から 120 の範囲で溶媒を蒸発させて、セパレータ層用の多孔質シートを得た。その後、これを矩形（ $2.4\text{ cm} \times 3.4\text{ cm}$ ）状を呈するように切断しセパレータ層を 10 個作製した。なお、セパレータ層の厚さ（乾燥厚さ）は $30\ \mu\text{m}$ とした。また、アルキメデス法により測定したセパレータ層の空孔率は、 40% であった。

【0079】

（3）リチウムイオン二次電池の作製

得られた 2 層積層体（2 個）、3 層積層体（アノード用 5 個、カソード用 4 個）において、各シートの電極層面の中央付近に一般式（8）のイオン性液体（ 25 中の粘度 $60 \times 10^{-3}\text{ Pa}\cdot\text{s}$ ）をスポット状に塗布した。なお、イオン性液体の塗布面積は、シート面の 3 面積%とした。

【化 8】



10

20

30

40

50

【 0 0 8 0 】

続いて、2層積層体、セパレータ層、アノード用3層積層体、セパレータ層、カソード用3層積層体、セパレータ層、アノード用3層積層体、・・・、アノード用3層積層体、セパレータ層、2層積層体の順番で互いに接着し、イオン性液体の粘着力により、これら積層体、セパレータ層間の仮止めを行った。

【 0 0 8 1 】

さらに、正極タブに細長いアルミニウム箔を、負極タブに細長いニッケル箔をそれぞれ溶接してリードを取り出した後、積層体を電解質溶液（1M LiPF₆ / EC + DMC [EC : DMC = 1 : 2（体積比）]）に浸漬させた。

【 0 0 8 2 】

10

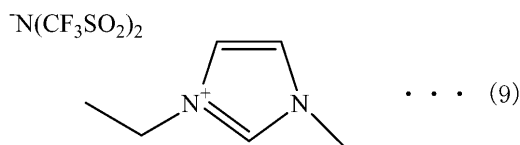
次いで、積層体中の余分な電解質溶液を除去した後、積層体をアミラミネートパックに封入し、70～90℃でプレスすることにより積層体中のシートを熱圧着し、実施例1のリチウムイオン二次電池を作製した。

【 0 0 8 3 】

（実施例2）

イオン性液体として一般式（9）の化合物（25℃中の粘度 3.5×10^{-3} Pa・s）を用いる以外は、実施例1と同様にして、実施例2のリチウムイオン二次電池を作製した。

【 化 9 】



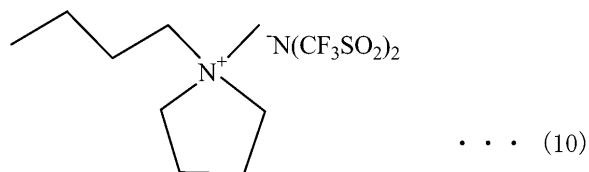
20

【 0 0 8 4 】

（実施例3）

イオン性液体として一般式（10）の化合物（25℃中の粘度 9.0×10^{-3} Pa・s）を用いる以外は、実施例1と同様にして、実施例3のリチウムイオン二次電池を作製した。

【 化 1 0 】



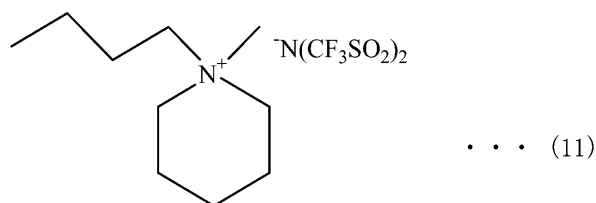
30

【 0 0 8 5 】

（実施例4）

イオン性液体として一般式（11）の化合物（25℃中の粘度 2.10×10^{-3} Pa・s）を用いる以外は、実施例1と同様にして、実施例4のリチウムイオン二次電池を作製した。

【 化 1 1 】



40

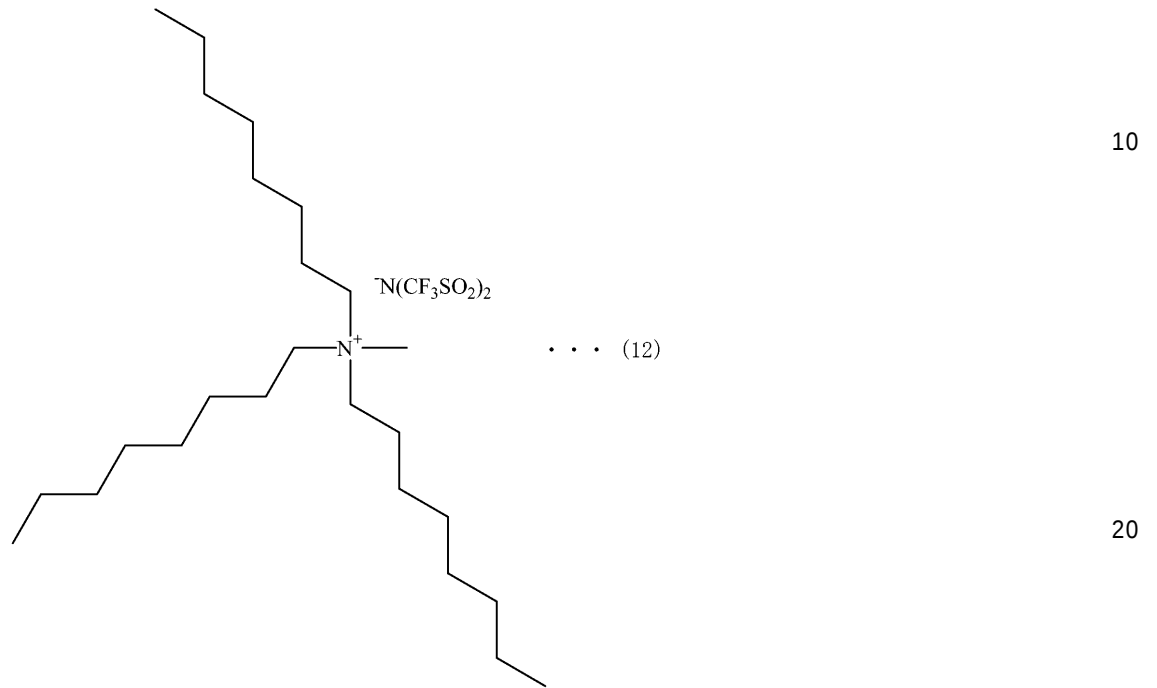
【 0 0 8 6 】

50

(実施例 5)

イオン性液体として一般式 (12) の化合物 (25 中の粘度 $630 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$) を用いる以外は、実施例 1 と同様にして、実施例 4 のリチウムイオン二次電池を作製した。

【化 12】



【0087】

(比較例 1)

イオン性液体の代わりにホットメルト接着剤 (エチレン - メタアクリル酸共重合体) を用い、110 に加熱しながら、加圧して各層を固定する以外は、実施例 1 と同様にして、比較例 1 のリチウムイオン二次電池を作製した。

【0088】

(比較例 2)

イオン性液体を用いない、すなわち 2 層積層体、3 層積層体 (アノード用、カソード用)、セパレータ層を仮止めしない以外は、実施例 1 と同様にして、比較例 2 のリチウムイオン二次電池を作製した。

以下の手順により、実施例 6 ~ 10、比較例 3 ~ 4 の電気二重層キャパシタを作製した。

【0089】

(実施例 6)

以下の通りに作製した積層構造体を用いた以外は、実施例 1 と同様にして、実施例 6 の電気二重層キャパシタを作製した。

【0090】

アノード及びカソードは同一成分の活性炭電極を用いた。まず、活物質として繊維状の水蒸気賦活活性炭、導電助剤としてカーボンブラック及びグラファイト、結着剤として Ky narFlex741 (エルフ・アトケム社製の P V D F ホモポリマー粒子、重量平均分子量 $M_w 5.5 \times 10^5$ 、平均粒径 $0.2 \mu\text{m}$ 、N - メチル - 2 - ピロリドン (NMP) に可溶) を用意し、これらの重量比が活物質 : 導電助剤 (カーボンブラック) : 導電助剤 (グラファイト) : 結着剤 = 85 : 3 : 3 : 9 となるように配合し、これを溶媒である NMP に投入して混練することにより、カソード用塗布液を調整した。このとき、NMP の量は重量比が NMP : 結着剤 = 94 : 6 となるように調整して加えた。

【 0 0 9 1 】

次に、アルミニウム箔（厚さ 60 μm のものを 2 個、厚さ 20 μm のものを 9 個）を 11 個用意した。そして、厚さ 60 μm のアルミニウム箔については、塗布液をそれぞれの一方の面上に均一に塗布した。また、厚さ 20 μm のアルミニウム箔については、塗布液をそれぞれ両面に均一に塗布した。その後、乾燥処理を行い、矩形状を呈するように切断し、集電体層 / 電極層という構成の 2 層積層体を 2 個、電極層 / 集電体層 / 電極層という構成の 3 層積層体を 9 個作製した。

【 0 0 9 2 】

得られた 2 層積層体、3 層積層体において、各シートの電極層面の中央付近に実施例 1 と同様のイオン性液体をスポット状に塗布した。

10

【 0 0 9 3 】

続いて、2 層積層体、セパレータ層、3 層積層体、セパレータ層、3 層積層体、セパレータ層、3 層積層体、 $\cdots$ 、3 層積層体、セパレータ層、2 層積層体の順番で互いに接着し、イオン性液体の粘着力により、これら積層体、セパレータ層間の仮止めを行った。

【 0 0 9 4 】

(実施例 7)

一般式 (9) のイオン性液体を用いる以外は、実施例 6 と同様にして、実施例 7 の電気二重層キャパシタを作製した。

【 0 0 9 5 】

(実施例 8)

一般式 (10) のイオン性液体を用いる以外は、実施例 6 と同様にして、実施例 8 の電気二重層キャパシタを作製した。

20

【 0 0 9 6 】

(実施例 9)

一般式 (11) のイオン性液体を用いる以外は、実施例 6 と同様にして、実施例 9 の電気二重層キャパシタを作製した。

【 0 0 9 7 】

(実施例 10)

一般式 (12) のイオン性液体を用いる以外は、実施例 6 と同様にして、実施例 10 の電気二重層キャパシタを作製した。

30

【 0 0 9 8 】

(比較例 3)

イオン性液体の代わりにホットメルト接着剤（エチレン - メタアクリル酸共重合体）を用い、110 に加熱しながら、加圧して各層を固定する以外は、実施例 6 と同様にして、比較例 3 の電気二重層キャパシタを作製した。

【 0 0 9 9 】

(比較例 4)

イオン性液体を用いない、すなわち 2 層積層体、3 層積層体、セパレータ層を仮止めしない以外は、実施例 6 と同様にして、比較例 4 の電気二重層キャパシタを作製した。

【 0 1 0 0 】

次に、このようにして得られた実施例 1 ~ 5、比較例 1 ~ 2 のリチウムイオン二次電池、及び、実施例 6 ~ 10、比較例 3 ~ 4 の電気二重層キャパシタに対して充放電特性評価を行った。

40

【 0 1 0 1 】

まず、実施例 1 ~ 5、比較例 1 ~ 2 のリチウムイオン二次電池において、初期充放電効率（初回の充放電率）、初期放電容量、サイクル特性評価を行った。充放電の電流は 1C とし、充電は上限 4.2V まで定電流低電圧法（充電時間 1 時間半）、放電は 2.8V までの定電流法で行った。図 6 において、初期充放電効率として、 $\{ (\text{初回の放電容量}) / (\text{初回の充電容量}) \} \times 100$ で計算される充放電効率、初期放電容量として、比較例 1 の放電容量を 100 とした場合の容量、サイクル特性として、放電容量が初期放電容量の 8

50

0 % 以下になるサイクル数を示した。

【 0 1 0 2 】

図 6 から明らかなように、実施例 1 ~ 5 に比べて比較例 1 ~ 2 は、初期充放電効率、初期放電容量、サイクル特性が低下していることがわかる。すなわち、イオン性液体を用いることによって、リチウムイオン二次電池のエネルギー容量及び耐久性が向上されていることがわかる。

【 0 1 0 3 】

次に、実施例 6 ~ 10、比較例 3 ~ 4 の電気二重層キャパシタにおいて、初期充放電効率（初回の充放電率）、初期放電容量、サイクル特性評価を行った。充放電の電流は 5C とし、充電は上限 2.5V までの定電流法（充電時間 1 時間半）、放電は 1.5V までの定電流法で行った。図 6 において、初期放電容量として、比較例 3 の放電容量を 100 とした場合の容量、サイクル特性として、（100 サイクル目の放電容量）/（初期放電容量）の容量維持率を示した。なお、初期充放電効率は、比較例 3、4 とともに使用上特に問題のない数値であった。

【 0 1 0 4 】

図 6 から明らかなように、実施例 6 ~ 10 に比べて比較例 3 ~ 4 は、初期放電容量、サイクル特性が低下していることがわかる。すなわち、イオン性液体を用いることによって、電気二重層キャパシタのエネルギー容量及び耐久性が向上されていることがわかる。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 0 5 】

【図 1】図 1 は、第一実施形態に係るリチウムイオン二次電池の一部破断斜視図である。

【図 2】図 2 は、図 1 のリチウムイオン二次電池の Y Z 平面に沿った断面図である。

【図 3】図 3 は、図 1 のリチウムイオン二次電池の X Z 平面に沿った断面図である。

【図 4】図 4（a）は、図 1 のリチウムイオン二次電池の積層構造体 85 を作製するための 2 層積層体の断面図である。図 4（b）は、図 1 のリチウムイオン二次電池の積層構造体 85 を作製するため n カソード用 3 層積層体の断面図である。図 4（c）は、図 1 のリチウムイオン二次電池の積層構造体 85 を作製するためのアノード用 3 層積層体の断面図である。

【図 5】図 5 は、図 1 のリチウムイオン二次電池の積層構造体 85 の作製過程における断面図である。

【図 6】図 6（a）および図 6（b）は、図 1 の電気二重層キャパシタのケースの製造方法を順に示す斜視図、図 6（c）および図 6（d）は、図 6（b）に続く模式図である。

【図 7】図 6 は、実施例 1 ~ 5、比較例 1 ~ 2 のリチウムイオン二次電池、及び、実施例 6 ~ 10、比較例 3 ~ 4 の電気二重層キャパシタに対しての充放電特性評価である。

【符号の説明】

【 0 1 0 6 】

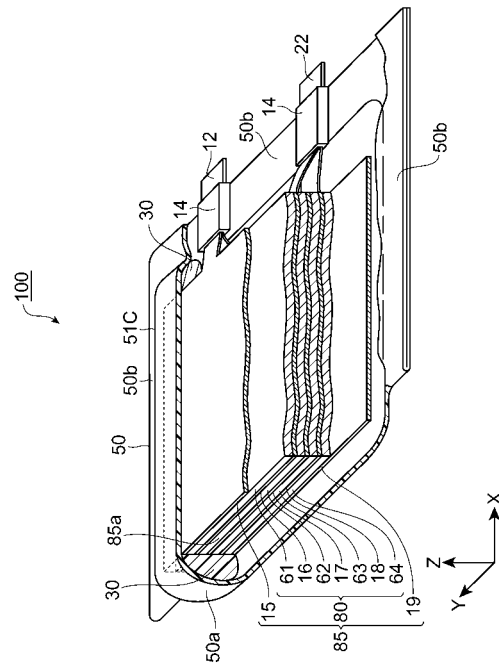
10 ... アノード（電極層）、20 ... カソード（電極層）、40 ... セパレータ層、61, 62, 63 ... 素体（電気化学素体）、80 ... 積層体、87 ... 電解質溶液、90 ... イオン性液体、100 ... リチウムイオン二次電池（電気化学デバイス）。

10

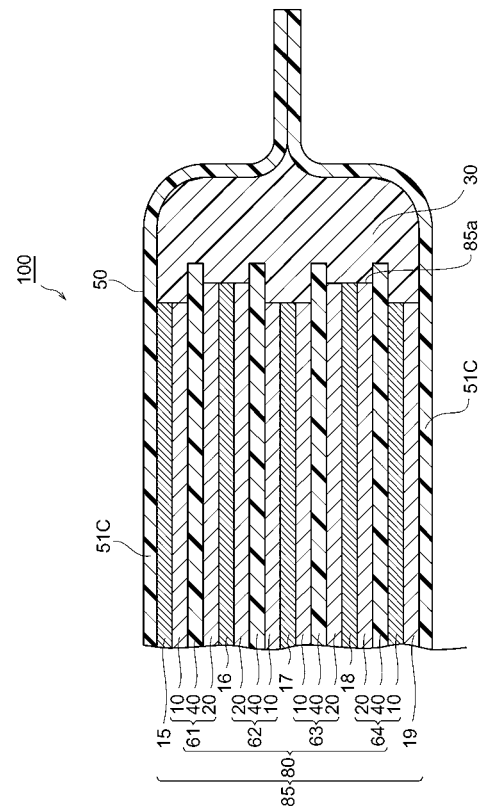
20

30

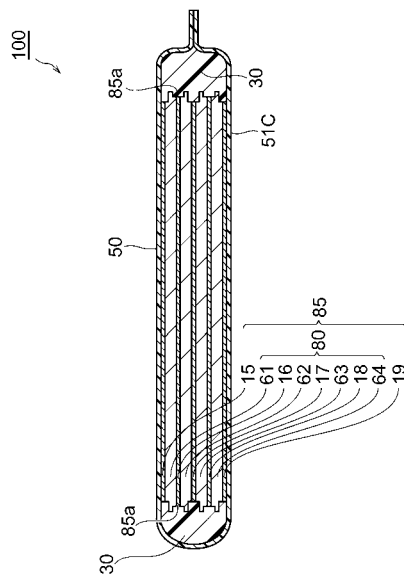
【図 1】



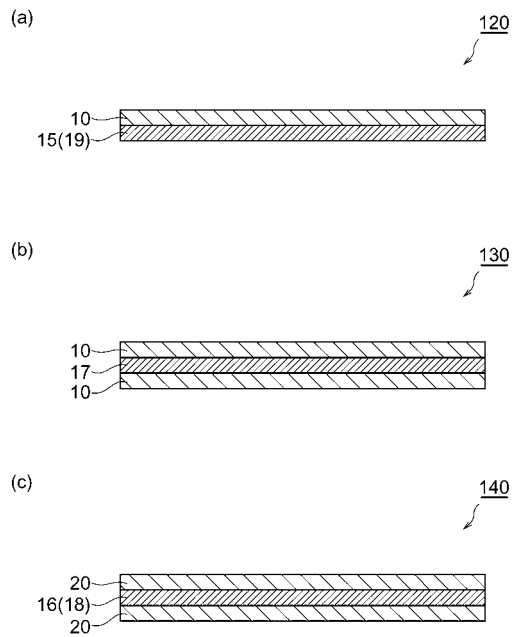
【図 2】



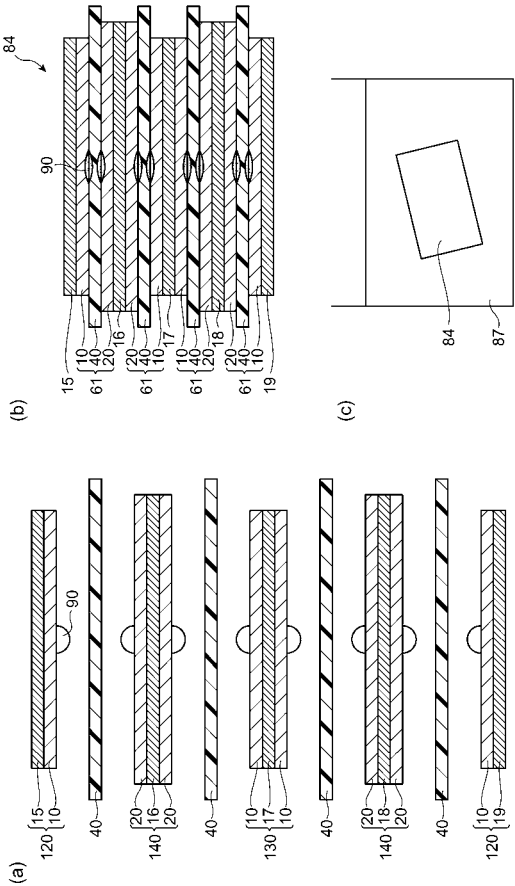
【図 3】



【図 4】



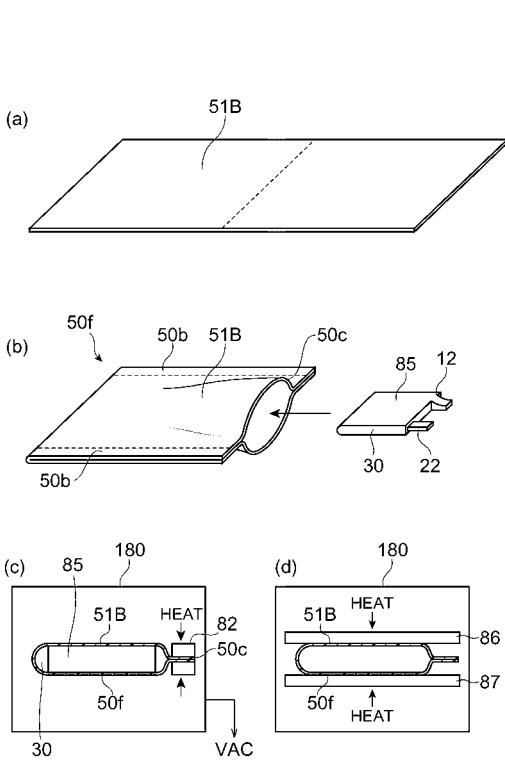
【図 5】



【図 7】

実施例	同定法	初期充電電圧	初期放電容量	サイクル特性
リチウムイオン電池	式(8)のイオン性液体	90.5	102	1300
実施例2	式(9)のイオン性液体	91	103	1500
実施例3	式(10)のイオン性液体	92	104	1700
実施例4	式(11)のイオン性液体	92	104	1700
実施例5	式(12)のイオン性液体	92	104	1750
比較例1	ホットマト接合剤	88.5	100	800
比較例2	なし	88.5	98	230
実施例6	式(8)のイオン性液体	90.5	103	99.8
実施例7	式(9)のイオン性液体	91	104	99.8
実施例8	式(10)のイオン性液体	92	106	99.9
実施例9	式(11)のイオン性液体	92	106	99.9
実施例10	式(12)のイオン性液体	92	106	99.9
比較例3	ホットマト接合剤	88.5	100	99.2
比較例4	なし	88.5	97	97.6

【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 丸山 哲
東京都中央区日本橋一丁目13番1号 TDK株式会社内

審査官 田中 晃洋

(56)参考文献 国際公開第02/076924(WO,A1)
特開平10-029742(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
H01G 9/038
H01M 4/62
H01M 10/40