

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 7 月 22 日 (22.07.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/062022 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01M 10/04, 4/66, 10/40
 (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/015755
 (22) 国際出願日: 2003 年 12 月 9 日 (09.12.2003)
 (25) 国際出願の言語: 日本語
 (26) 国際公開の言語: 日本語
 (30) 優先権データ:
 特願 2002-380939
 2002 年 12 月 27 日 (27.12.2002) JP
 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電
 器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUS-
 TRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府 門真市
 大字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP).
 (72) 発明者; および
 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 西村 賢
 (NISHIMURA, Ken) [JP/JP]; 〒570-0044 大阪府 守

口市 南寺方南通 1-5-15-205 Osaka (JP). 荒
 井 直人 (ARAI, Naoto) [JP/JP]; 〒630-0213 奈良県 生
 駒市 東生駒 1-3-12-404 Nara (JP). 大島 透
 (OSHIMA, Toru) [JP/JP]; 〒570-0047 大阪府 守口市
 寺方元町 1-16-7-223 Osaka (JP). 大尾 文夫
 (DAIO, Fumio) [JP/JP]; 〒639-0212 奈良県 北葛城
 郡上牧町 服部台 2-5-12 Nara (JP). 生駒 宗久
 (IKOMA, Munchisa) [JP/JP]; 〒636-0243 奈良県 磯
 城郡田原本町 伊与戸 153 Nara (JP). 斎藤 典男
 (SAITO, Norio) [JP/JP]; 〒662-0023 兵庫県 西宮市 城
 山 10-36 Hyogo (JP). 海谷 英男 (KAIYA, Hideo)
 [JP/JP]; 〒570-0076 大阪府 守口市 滝井西町 2-3 吉
 岡第一ビル 203 号 Osaka (JP).

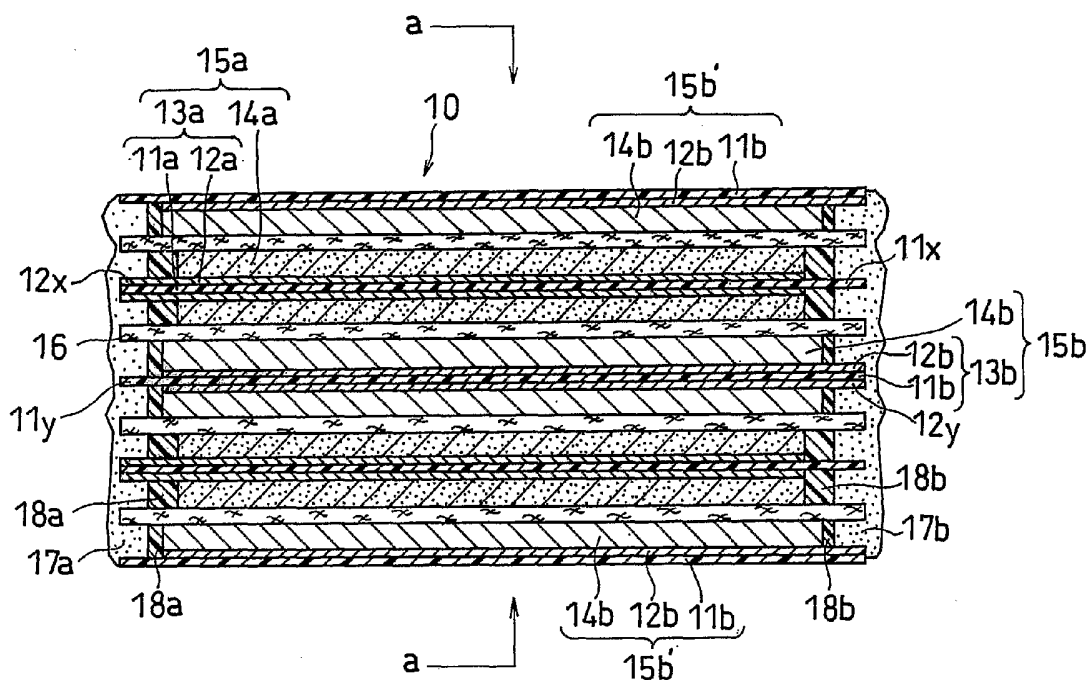
(74) 代理人: 石井 和郎, 外 (ISHII, Kazuo et al.); 〒541-0041
 大阪府 大阪市 中央区北浜 2 丁目 3 番 6 号 北浜山本
 ビル Osaka (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, KR, US.

[続葉有]

(54) Title: ELECTROCHEMICAL DEVICE AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: 電気化学素子およびその製造方法



(57) Abstract: An electrochemical device comprises a plate group which consists of (a) at least one first electrode, (b) at least one second electrode, and (c) a separator interposed between the first and second electrodes. The first electrode is composed of a first collector sheet and at least one first electrode mix layer supported thereon. The second electrode is composed of a second collector sheet and at least one second electrode mix layer supported thereon. At least one of the first and second collector sheets comprises a conductive portion and an insulating portion.

[続葉有]



(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(57) 要約: 極板群を有する電気化学素子であって、前記極板群は、(a) 少なくとも1つの第1電極、(b) 少なくとも1つの第2電極、および(c) 第1電極と第2電極との間に介在するセパレータからなり、前記第1電極は、第1集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第1電極合剤層からなり、前記第2電極は、第2集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第2電極合剤層からなり、前記第1集電体シートおよび前記第2集電体シートの少なくとも一方は、導電部と絶縁部とを有する電気化学素子。

明 細 書

電気化学素子およびその製造方法

技術分野

本発明は、電気化学素子に関し、特にリチウムイオン二次電池などの高エネルギー密度を有する二次電池の極板群の改良に関する。

背景技術

電子・電気機器の小型化・軽量化に伴い、二次電池などの電気化学素子に対する小型化・軽量化への要望が強まってきている。一方、現行の電気化学素子は、内部構造が複雑であり、一定容積あたりの製品が有する電気容量を向上させるには限界がある。

複雑な構造が、電気化学素子の信頼性の向上を妨げている面もある。例えば、電極に接続された集電のためのタブまたはリードが、電極面における均一な電極反応を妨げる場合がある。万一、リードの切断面に通常よりも大きな金属バリが生じた場合には、内部短絡の発生が懸念される。

電気化学素子は、一般に、正極、負極およびセパレータからなる極板群を有する。極板群には、積層型と捲回型がある。積層型の極板群は、正極と負極とをセパレータを介して交互に積層して得られる。また、捲回型の極板群は、長尺の正極と負極とをセパレータを介して捲回して得られる。このような極板群から短絡を起こさずに電気を取り出すには、集電のためのタブやリードが必要となる。

そこで、電気化学素子の内部構造を簡略化する観点から、極板群の側面の1つから正極を突出させ、前記側面とは逆側の側面から負極を突出

させ、タブやリードを介さずに、各側面から直接電気を取り出すことが提案されている。

例えば、積層型の極板群を有する電池では、突出させた同一極性の極板を、金属部材を用いて一体接合する技術が提案されている（特開 2 0 0 1 - 1 2 6 7 0 7 号公報）。また、捲回型の極板群を有する電池では、突出させた同一極性の極板の芯材と板状の集電板とを接合する技術が提案されている（特開 2 0 0 0 - 2 9 4 2 2 2 号公報）。

しかし、極板群の側面の 1 つから正極を突出させ、前記側面とは逆側の側面から負極を突出させる場合、極板群の製造工程が複雑になるため、1 つずつ極板群を作製しなければならず、複数の極板群を同時に作製することができないという問題がある。

発明の開示

本発明は、上記状況を鑑みてなされたものである。本発明によれば、構造が簡略であり、信頼性が高く、高い電気容量を有する電気化学素子を提供することができる。また、本発明によれば、同時に複数の電気化学素子を効率的に製造することができる。

すなわち、本発明は、極板群を有する電気化学素子であって、前記極板群は、（a）少なくとも 1 つの第 1 電極、（b）少なくとも 1 つの第 2 電極、および（c）第 1 電極と第 2 電極との間に介在するセパレータからなり、第 1 電極は、第 1 集電体シートおよびこれに担持された少なくとも 1 つの第 1 電極合剤層からなり、第 2 電極は、第 2 集電体シートおよびこれに担持された少なくとも 1 つの第 2 電極合剤層からなり、第 1 集電体シートおよび第 2 集電体シートの少なくとも一方は、導電部と絶縁部とを有する電気化学素子に関する。

前記電気化学素子は、さらに、第 1 集電体シートと電氣的に導通する

第1端子、および第2集電体シートと電氣的に導通する第2端子を有し、極板群は、第1端子が配される第1側面および第2端子が配される第2側面を有し、第1集電体シートが、導電部と絶縁部とを有する場合には、第1集電体シートの導電部は、第1側面において第1端子と接続され、第1集電体シートの絶縁部は、第2側面に配向しており、第2集電体シートが、導電部と絶縁部とを有する場合には、第2集電体シートの導電部は、第2側面において第2端子と接続され、第2集電体シートの絶縁部は、第1側面に配向していることが好ましい。

第1側面と第2側面とは、互いに極板群の反対側に位置することが好ましい。

第1側面には、第1端子と第2電極とを絶縁するための第1絶縁材料部が設けられており、第2側面には、第2端子と第1電極とを絶縁するための第2絶縁材料部が設けられていることが好ましい。

第1側面および第2側面以外の極板群の側面にも、第1集電体シートの絶縁部および／または第2集電体シートの絶縁部が配されていてもよい。

導電部と絶縁部とを有する集電体シートは、シート状の絶縁性基材と、その少なくとも一方の面に形成された少なくとも一つの導電層とからなることが好ましい。導電部と絶縁部とを有する集電体シートの絶縁部は、絶縁性基材の一端部からなり、導電部は、導電層からなることが好ましい。

第1端子および第2端子は、例えば、第1側面および第2側面にそれぞれ金属などの導電性被膜を配することにより設けることができる。

第1集電体シートが絶縁部を有する場合には、その絶縁部を第2端子に固定することが可能であり、第2集電体シートが絶縁部を有する場合には、その絶縁部を第1端子に固定することが可能である。

本発明は、また、第 1 電極と第 2 電極とをセパレータを介して捲回した極板群を有する電気化学素子であって、第 1 電極は、第 1 集電体シートおよびこれに担持された少なくとも 1 つの第 1 電極合剤層からなり、第 2 電極は、第 2 集電体シートおよびこれに担持された少なくとも 1 つの第 2 電極合剤層からなり、第 1 集電体シートおよび第 2 集電体シートの少なくとも一方は、導電部と絶縁部とを有し、第 1 集電体シートが、導電部と絶縁部とを有する場合には、第 1 集電体シートの導電部は、極板群の第 1 底面において第 1 端子と接続され、第 1 集電体シートの絶縁部は、極板群の第 2 底面に配され、第 2 集電体シートが、導電部と絶縁部とを有する場合には、第 2 集電体シートの導電部は、極板群の第 2 底面において第 2 端子と接続され、第 2 集電体シートの絶縁部は、極板群の第 1 底面に配されている電気化学素子に関する。

本発明は、また、複数の第 1 電極と複数の第 2 電極とをセパレータを介して交互に積層した極板群を有する電気化学素子であって、複数の第 1 電極は、それぞれ第 1 集電体シートおよびこれに担持された少なくとも 1 つの第 1 電極合剤層からなり、複数の第 2 電極は、それぞれ第 2 集電体シートおよびこれに担持された少なくとも 1 つの第 2 電極合剤層からなり、第 1 集電体シートおよび第 2 集電体シートの少なくとも一方は、導電部と絶縁部とを有し、第 1 集電体シートが、導電部と絶縁部とを有する場合には、第 1 集電体シートの導電部は、極板群の第 1 側面において第 1 端子と接続され、第 1 集電体シートの絶縁部は、極板群の第 2 側面に配され、第 2 集電体シートが、導電部と絶縁部とを有する場合には、第 2 集電体シートの導電部は、極板群の第 2 側面において第 2 端子と接続され、第 2 集電体シートの絶縁部は、極板群の第 1 側面に配されている電気化学素子に関する。

前記電気化学素子においては、導電部と絶縁部とを有する集電体シ

トが、導電部の一部からなるとともに電極合剤層を担持しない第1端部を有し、第1端部において、導電部が第1端子または第2端子と接続しており、第1端部の少なくとも一部は、第1端子または第2端子に埋没していることが好ましい。このような構成によれば、高い集電性能を得ることができる。一方、集電板を用い、電極の端部を集電板に接続する構成の場合には、電極と端部との接触面積が小さくなるため、上記構成に比べて、集電性能が低くなる傾向がある。さらに、導電性の低い電極合剤層と集電板とを接触させる場合、上記構成に比べて集電性能が不十分になる傾向がある。

また、導電部と絶縁部とを有する集電体シートが、絶縁部の一部からなるとともに前記電極合剤層を担持しない第2端部を有し、第2端部が、第1側面または第2側面に配向しており、第2端部の少なくとも一部は、第1端子または第2端子に埋没していることが好ましい。

前記極板群が、さらに、第3側面および第4側面を有する場合、第1側面、第2側面、第3側面および第4側面のそれぞれにおいて、第1集電体シートの端部、第2集電体シートの端部およびセパレータの端部が、実質的に面一に配されていることが好ましい。そして、第1集電体シートの片面あたりの面積 $S(1)$ 、第2集電体シートの片面あたりの面積 $S(2)$ およびセパレータの片面あたりの面積 $S(s)$ が、以下の関係： $S(1) \leq S(s) \leq S(1) \times 1.05$ 、および $S(2) \leq S(s) \leq S(2) \times 1.05$ を満たしていることが好ましい。このように簡略で均整のとれた構造によれば、電気化学素子の体積効率が高くなるとともに、信頼性も高くなる。

前記電気化学素子においては、また、第1電極合剤層および第2電極合剤層が、それぞれ絶縁材料で被覆された端部を有することが好ましい。そして、絶縁材料で被覆された第1電極合剤層の端部は、第2側面に配

されており、絶縁材料で被覆された第2電極合剤層の端部は、第1側面に配されていることが好ましい。また、第1集電体シートが、導電部と絶縁部とを有する場合には、第1集電体シートの絶縁部は、絶縁材料で被覆された第1電極合剤層の端部に隣接しており、第2集電体シートが、導電部と絶縁部とを有する場合には、第2集電体シートの絶縁部は、絶縁材料で被覆された第2電極合剤層の端部に隣接していることが好ましい。このような構成によれば、極板群の側面に端子を設ける際に、短絡を防止することが容易となる。

本発明は、また、前記極板群を収容するケースを有する電気化学素子に関する。前記ケースの内面は、極板群の第1側面および第2側面と当接していることが好ましい。

前記ケースは、枠体および2つの平坦なシートから構成することができる。この場合、枠体が、極板群を囲むとともに、第1側面および第2側面と当接しており、2つの平坦なシートは、枠体の2つの開口面を覆って極板群の上面および下面と当接していることが好ましい。

前記ケースは、また、有底容器および平坦なシートから構成することができる。この場合、容器が、極板群を収容するとともに、第1側面および第2側面と当接する側壁ならびに極板群の上面および下面の一方と当接する底部を有しており、平坦なシートは、容器の開口面を覆って極板群の上面および下面の他方と当接していることが好ましい。

第1端子および第2端子の少なくとも一方に、リード片が接続されており、リード片がケースの外部に導出されている場合、リード片は、前記枠体もしくは容器の側壁に設けられたスリットからケースの外部に導出されていることが好ましい。

前記電気化学素子においては、第1端子および第2端子の少なくとも一方として、以下を用いることができる。

(a) 粒子状金属が連続的に接合してなる多孔質金属膜。

(b) 導電性ペースト。

(c) 250℃以下の融点を有する低融点金属。

ここで、前記導電性ペーストは、樹脂ならびに樹脂に分散した導電性材料からなり、導電性材料は、微粒子状および／または繊維状であることが好ましい。

前記電気化学素子において、導電部の一部からなるとともに電極合剤層を担持しない集電体シートの第1端部の少なくとも一部が、金属リードが溶接されている第1端子または第2端子に埋没している場合、集電体シートの第1端部と前記金属リードとが接触していることが好ましい。

最も外側の2つの電極の集電体シートの少なくとも一方が、両面に導電部を有するとともに、内側の電極と対向する一方の面のみに電極合剤層を担持している場合、他方の面の導電部は、前記第1端子または前記第2端子と電氣的に導通して、その端子の延長部として機能することができる。

本発明の電気化学素子において、極板群が第3側面および第4側面を有する場合、第3側面および第4側面の少なくとも1つが、電子絶縁性の多孔性材料で覆われていることが好ましい。前記多孔性材料は、ポリオレフィン、ポリアルキレンオキサイド、フッ素ポリマーおよびセラミックスよりなる群から選ばれた少なくとも1種からなることが好ましい。また、前記多孔性材料は、膜状部材またはペーストの塗膜からなることが好ましい。前記多孔性材料で覆われている極板群の側面においては、セパレータの端部と多孔性材料とが接合されていることが好ましい。セパレータの端部と多孔性材料とが接合される場合、多孔性材料とセパレータとは、互いに同一の材料からなることが好ましい。

電極合剤層の端部が絶縁性材料で被覆されている場合、絶縁性材料は、

樹脂塗膜および樹脂テープよりなる群から選択される少なくとも1種からなることが好ましい。

樹脂塗膜は、絶縁樹脂を含む溶液または分散液を、電極合剤層の端部に塗工し、乾燥することにより、形成することができる。ここで、絶縁樹脂には、ポリエチレンオキシド、ポリプロピレンオキシド、ポリアクリロニトリル、ポリフッ化ビニリデン、ポリメタクリル酸メチルおよびこれらの少なくとも1つを含むコポリマー、ポリマーアロイもしくはポリマーブレンドよりなる群から選択される少なくとも1種を用いることが好ましい。

また、樹脂塗膜は、重合性化合物を含む溶液または分散液を、電極合剤層の端部に塗工し、重合性化合物を重合させることにより、形成することができる。ここで、重合性化合物には、アクリレート基およびメタクリレート基よりなる群から選択される少なくとも1種の官能基を有する化合物を用いることが好ましい。

樹脂テープは、絶縁基材および前記絶縁基材に担持された絶縁性粘着剤からなることが好ましい。ここで、絶縁基材は、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリフェニレンサルファイド、ポリイミド、アラミド樹脂およびこれらの少なくとも1つを含むコポリマー、ポリマーアロイもしくはポリマーブレンドよりなる群から選択される少なくとも1種からなることが好ましい。

本発明は、また、(a)シート状の絶縁性基材の両面に導電層を設けて第1集電体シートおよび第2集電体シートを得る工程、(b)前記第1集電体シートおよび前記第2集電体シートの前記導電層の上に、それぞれ複数個の第1電極合剤層および第2電極合剤層を、平行に並ぶ帯状に間隙を設けて形成し、第1電極の集合体および第2電極の集合体を得

る工程、（c）セパレータを介して前記第1電極の集合体および前記第2電極の集合体を、前記第1電極合剤層および前記第2電極合剤層の長さ方向に供給して同心円状に捲回し、捲回体を得る工程、（d）前記捲回体を、前記間隙において切断することにより、複数個の捲回型極板群を得る工程を含むことを特徴とする電気化学素子の製造方法（製造方法A）に関する。

製造方法Aは、工程（b）の後、工程（c）の前に、前記間隙において、導電層上に絶縁材料部を形成する工程を含むことができる。また、製造方法Aは、前記捲回型極板群の第1底面および第2底面を金属で被覆し、第1端子および第2端子を形成する工程を含むことができる。

本発明は、また、長尺状の第1電極の集合体および第2電極の集合体を、セパレータを介して積層しながら連続的に積層体として供給する工程と、前記積層体を平板状のボビンで巻き取る工程と、前記ボビンに巻き取られた積層体を切断し、複数個の積層型極板群を得る工程とを含む電気化学素子の製造方法（製造方法B）に関する。

製造方法Bにおいては、シート状の絶縁性基材の両面に所定のパターンに基づいて導電層を設けて第1集電体シートおよび第2集電体シートを得る工程と、前記導電層の上に、それぞれ前記パターンに対応させるとともに間隙を設けて第1電極合剤層および第2電極合剤層を形成する工程とにより、第1電極および第2電極を得ることが好ましい。

製造方法Bは、前記間隙において導電層上に、第1電極合剤層および第2電極合剤層を挟む位置に、絶縁材料部を形成する工程を含むことができる。また、製造方法Bは、前記積層型極板群の対向する第1側面および第2側面を金属で被覆し、第1端子および第2端子を形成する工程を含むことができる。

本発明は、また、（a）シート状の絶縁性基材の両面に所定のパター

ンに基づいて導電層を設けて第1集電体シートおよび第2集電体シートを得る工程、(b)前記導電層の上に、それぞれ複数個の第1電極合剤層および第2電極合剤層を、前記パターンに対応させるとともに間隙を設けて形成し、第1電極の集合体および第2電極の集合体を得る工程、(c)前記第1電極の集合体および前記第2電極の集合体をセパレータを介して積層し、積層体を得る工程、(d)前記積層体を、前記間隙において切断することにより、複数個の積層型極板群を得る工程を含む電気化学素子の製造方法(製造方法C)に関する。

製造方法BおよびCにおいて、前記所定のパターンは、マトリクス状または平行に並ぶ帯状であることが好ましい。

製造方法Cにおいては、工程(b)の後、工程(c)の前に、前記間隙において導電層上に、第1電極合剤層および第2電極合剤層を挟む位置に、絶縁材料部を形成する工程を含むことができる。また、製造方法Cは、前記積層型極板群の対向する第1側面および第2側面を金属で被覆し、第1端子および第2端子を形成する工程を含むことができる。

本発明は、例えば以下の態様を含む。

第1電極と第2電極とをセパレータを介して捲回した捲回型極板群を有する電気化学素子であって、第1電極は、導電部と絶縁部とを有する第1集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第1電極合剤層からなり、第2電極は、導電部と絶縁部とを有する第2集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第2電極合剤層からなり、第1集電体シートの導電部が極板群の第1底面において第1端子と接続され、第2集電体シートの導電部が極板群の第2底面において第2端子と接続され、第1集電体シートの絶縁部が第2底面に配され、第2集電体シートの絶縁部が第1底面に配されている電気化学素子。

第1電極と第2電極とをセパレータを介して捲回した捲回型極板群を

有する電気化学素子であって、第1電極は、導電部と絶縁部とを有する第1集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第1電極合剤層からなり、第2電極は、導電部と絶縁部とを有する第2集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第2電極合剤層からなり、第1集電体シートの導電部が極板群の第1底面において第1端子と接続され、第2集電体シートの導電部が極板群の第2底面において第2端子と接続され、第1集電体シートの絶縁部が第2底面に配され、第2集電体シートの絶縁部が第1底面に配され、第1底面には、第1端子と第2電極とを絶縁するための第1絶縁材料部が設けられており、第2底面には、第2端子と第1電極とを絶縁するための第2絶縁材料部が設けられている電気化学素子。

複数の第1電極と複数の第2電極とをセパレータを介して交互に積層した極板群を有する電気化学素子であって、複数の第1電極は、それぞれ導電部と絶縁部とを有する第1集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第1電極合剤層からなり、複数の第2電極は、それぞれ導電部と絶縁部とを有する第2集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第2電極合剤層からなり、第1集電体シートの導電部が極板群の第1側面において第1端子と接続され、第2集電体シートの導電部が極板群の第2側面において第2端子と接続され、第1集電体シートの絶縁部が第2側面に配され、第2集電体シートの絶縁部が前記第1側面に配されている電気化学素子。

複数の第1電極と複数の第2電極とをセパレータを介して交互に積層した極板群を有する電気化学素子であって、複数の第1電極は、それぞれ導電部と絶縁部とを有する第1集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第1電極合剤層からなり、複数の第2電極は、それぞれ導電部と絶縁部とを有する第2集電体シートおよびこれに担持された

少なくとも1つの第2電極合剤層からなり、第1集電体シートの導電部が極板群の第1側面において第1端子と接続され、第2集電体シートの導電部が極板群の第2側面において第2端子と接続され、第1集電体シートの絶縁部が第2側面に配され、第2集電体シートの絶縁部が前記第1側面に配され、第1側面には、第1端子と第2電極とを絶縁するための第1絶縁材料部が設けられており、第2側面には、第2端子と第1電極とを絶縁するための第2絶縁材料部が設けられている電気化学素子。

複数の第1電極と複数の第2電極とをセパレータを介して交互に積層した極板群を有する電気化学素子であって、複数の第1電極は、それぞれ導電部と絶縁部とを有する第1集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第1電極合剤層からなり、複数の第2電極は、それぞれ導電部と絶縁部とを有する第2集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第2電極合剤層からなり、第1集電体シートの導電部が極板群の第1側面において第1端子と接続され、第2集電体シートの導電部が極板群の第2側面において第2端子と接続され、第1集電体シートの絶縁部が極板群の第1側面以外の全側面に配され、第2集電体シートの絶縁部が極板群の第2側面以外の全側面に配されている電気化学素子。

複数の第1電極と複数の第2電極とをセパレータを介して交互に積層した極板群を有する電気化学素子であって、複数の第1電極は、それぞれ導電部と絶縁部とを有する第1集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第1電極合剤層からなり、複数の第2電極は、それぞれ導電部と絶縁部とを有する第2集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第2電極合剤層からなり、第1集電体シートの導電部が前記極板群の第1側面において第1端子と接続され、第2集電体シートの導電部が極板群の第2側面において第2端子と接続され、第1集電

体シートの絶縁部が極板群の第1側面以外の全側面に配され、第2集電体シートの絶縁部が極板群の第2側面以外の全側面に配され、第1側面には、第1端子と第2電極とを絶縁するための第1絶縁材料部が設けられており、第2側面には、第2端子と第1電極とを絶縁するための第2絶縁材料部が設けられている電気化学素子。

第1電極と第2電極とをセパレータを介して捲回した極板群を有する電気化学素子であって、第1電極は、表面に導電部と絶縁部とを有する第1集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第1電極合剤層からなり、第2電極は、第2集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第2電極合剤層からなり、第1集電体シートが、絶縁シートからなり、導電部が絶縁シートの表面に形成された導電層からなり、絶縁部が絶縁シートの表面に残されたその露出部からなり、第2集電体シートが、導電シートからなり、第1集電体シートの導電部が極板群の第1底面において第1端子と接続され、第2集電体シートが極板群の第2底面において第2端子と接続され、第1集電体シートの絶縁部が第2底面に配され、第2集電体シートの第1底面に配されている端部が絶縁材料で被覆されている電気化学素子。

複数の第1電極と複数の第2電極とをセパレータを介して交互に積層した極板群を有する電気化学素子であって、複数の第1電極は、それぞれ表面に導電部と絶縁部とを有する第1集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第1電極合剤層からなり、複数の第2電極は、それぞれ第2集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第2電極合剤層からなり、第1集電体シートの導電部が極板群の第1側面において第1端子と接続され、第2集電体シートが極板群の第2側面において第2端子と接続され、第1集電体シートの絶縁部が第2側面に配され、第2集電体シートの第1側面に配されている端部が絶縁材料で被

覆されている電気化学素子。

第1電極と第2電極とをセパレータを介して捲回した極板群を有する電気化学素子であって、第1電極は、導電部と絶縁部とを有する第1集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第1電極合剤層からなり、第2電極は、導電部と絶縁部とを有する第2集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第2電極合剤層からなり、各集電体シートの第1端部および第2端部は、電極合剤層の未塗工部であり、第1端部および第2端部においては、それぞれ導電部および絶縁部が露出しており、露出している第1集電体シートの導電部が、極板群の第1底面において第1端子と接続され、露出している第2集電体シートの導電部が、極板群の第2底面において第2端子と接続され、露出している第1集電体シートの絶縁部が、第2底面に配され、露出している第2集電体シートの絶縁部が、第1底面に配されており、露出している第1集電体シートの導電部の少なくとも一部が、第1端子に埋没しており、露出している第2集電体シートの導電部の少なくとも一部が、第2端子に埋没している電気化学素子。

第1電極と第2電極とをセパレータを介して捲回した極板群を有する電気化学素子であって、第1電極は、導電部と絶縁部とを有する第1集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第1電極合剤層からなり、第2電極は、導電部と絶縁部とを有する第2集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第2電極合剤層からなり、各集電体シートの第1端部および第2端部は、電極合剤層の未塗工部であり、第1端部および第2端部においては、それぞれ導電部および絶縁部が露出しており、露出している第1集電体シートの導電部が、極板群の第1底面において第1端子と接続され、露出している第2集電体シートの導電部が、極板群の第2底面において第2端子と接続され、露出している

第1集電体シートの絶縁部が、第2底面に配され、露出している第2集電体シートの絶縁部が、第1底面に配され、第1底面には、第1端子と第2電極とを絶縁するための第1絶縁材料部が設けられており、第2底面には、第2端子と第1電極とを絶縁するための第2絶縁材料部が設けられており、露出している第1集電体シートの導電部の少なくとも一部が、第1端子に埋没しており、露出している第2集電体シートの導電部の少なくとも一部が、第2端子に埋没している電気化学素子。

複数の第1電極と複数の第2電極とをセパレータを介して交互に積層した極板群を有する電気化学素子であって、複数の第1電極は、それぞれ導電部と絶縁部とを有する第1集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第1電極合剤層からなり、複数の第2電極は、それぞれ導電部と絶縁部とを有する第2集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第2電極合剤層からなり、各集電体シートの第1端部および第2端部は、電極合剤層の未塗工部であり、第1端部および第2端部においては、それぞれ導電部および絶縁部が露出しており、露出している第1集電体シートの導電部が、極板群の第1側面において第1端子と接続され、露出している第2集電体シートの導電部が、極板群の第2側面において第2端子と接続され、露出している第1集電体シートの絶縁部が、第2側面に配され、露出している第2集電体シートの絶縁部が、第1側面に配され、露出している第1集電体シートの導電部の少なくとも一部が、第1端子に埋没しており、露出している第2集電体シートの導電部の少なくとも一部が、第2端子に埋没している電気化学素子。

複数の第1電極と複数の第2電極とをセパレータを介して交互に積層した極板群を有する電気化学素子であって、複数の第1電極は、それぞれ導電部と絶縁部とを有する第1集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第1電極合剤層からなり、複数の第2電極は、それぞ

れ導電部と絶縁部とを有する第2集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第2電極合剤層からなり、各集電体シートの第1端部および第2端部は、電極合剤層の未塗工部であり、第1端部および第2端部においては、それぞれ導電部および絶縁部が露出しており、露出している第1集電体シートの導電部が、極板群の第1側面において第1端子と接続され、露出している第2集電体シートの導電部が、極板群の第2側面において第2端子と接続され、露出している第1集電体シートの絶縁部が、第2側面に配され、露出している第2集電体シートの絶縁部が、第1側面に配され、第1側面には、第1端子と第2電極とを絶縁するための第1絶縁材料部が設けられており、第2側面には、第2端子と第1電極とを絶縁するための第2絶縁材料部が設けられており、露出している第1集電体シートの導電部の少なくとも一部が、第1端子に埋没しており、露出している第2集電体シートの導電部の少なくとも一部が、第2端子に埋没している電気化学素子。

複数の第1電極と複数の第2電極とをセパレータを介して交互に積層した極板群を有する電気化学素子であって、複数の第1電極は、それぞれ導電部と絶縁部とを有する第1集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第1電極合剤層からなり、複数の第2電極は、それぞれ導電部と絶縁部とを有する第2集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第2電極合剤層からなり、各集電体シートの第1端部および第2端部を含む周縁部は、電極合剤層の未塗工部であり、第1端部においては、導電部が露出しており、第1端部以外の端部においては、絶縁部が露出しており、露出している第1集電体シートの導電部が、極板群の第1側面において第1端子と接続され、露出している第2集電体シートの導電部が、極板群の第2側面において第2端子と接続され、露出している第1集電体シートの絶縁部が、極板群の第1側面以外の全側

面に配され、露出している第2集電体シートの絶縁部が、極板群の第2側面以外の全側面に配され、露出している第1集電体シートの導電部の少なくとも一部が、第1端子に埋没しており、露出している第2集電体シートの導電部の少なくとも一部が、第2端子に埋没している電気化学素子。

複数の第1電極と複数の第2電極とをセパレータを介して交互に積層した極板群を有する電気化学素子であって、複数の第1電極は、それぞれ導電部と絶縁部とを有する第1集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第1電極合剤層からなり、複数の第2電極は、それぞれ導電部と絶縁部とを有する第2集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第2電極合剤層からなり、各集電体シートの第1端部および第2端部を含む周縁部は、電極合剤層の未塗工部であり、第1端部においては、導電部が露出しており、第1端部以外の端部においては、絶縁部が露出しており、露出している第1集電体シートの導電部が、極板群の第1側面において第1端子と接続され、露出している第2集電体シートの導電部が、極板群の第2側面において第2端子と接続され、露出している第1集電体シートの絶縁部が、極板群の前記第1側面以外の全側面に配され、露出している第2集電体シートの絶縁部が、極板群の第2側面以外の全側面に配され、第1側面には、第1端子と第2電極とを絶縁するための第1絶縁材料部が設けられており、第2側面には、第2端子と第1電極とを絶縁するための第2絶縁材料部が設けられており、露出している第1集電体シートの導電部の少なくとも一部が、第1端子に埋没しており、露出している第2集電体シートの導電部の少なくとも一部が、第2端子に埋没している電気化学素子。

複数の第1電極と複数の第2電極とをセパレータを介して交互に積層した極板群を有する電気化学素子であって、複数の第1電極は、第1集

電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第1電極合剤層からなり、複数の第2電極は、第2集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第2電極合剤層からなり、第1集電体シートおよび第2集電体シートが、それぞれ導電部と絶縁部とを有し、第1集電体シートの導電部が、極板群の第1側面において、第1端子と接続されており、第2集電体シートの導電部が、極板群の第2側面において、第2端子と接続されており、第1電極合剤層および第2電極合剤層が、それぞれ絶縁材料で覆われた端部を有し、第1電極合剤層の絶縁材料で覆われた端部が、第1集電体シートの絶縁部に隣接しており、第2電極合剤層の絶縁材料で覆われた端部が、第2集電体シートの絶縁部に隣接しており、第1端子と第2端子とが、互いに極板群の反対側に位置する電気化学素子。

(a) 少なくとも1つの第1電極、(b) 少なくとも1つの第2電極、および(c) 第1電極と第2電極との間に介在するセパレータからなる極板群を有し、第1電極(a)は、導電部と絶縁部とを有する第1集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第1電極合剤層からなり、第2電極(b)は、導電部と絶縁部とを有する第2集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第2電極合剤層からなり、各集電体シートの第1端部および第2端部は、電極合剤層の未塗工部であり、第1端部および第2端部においては、それぞれ導電部および絶縁部が露出しており、露出している第1集電体シートの導電部は、極板群の第1側面において第1端子と接続され、露出している第2集電体シートの導電部は、極板群の第2側面において第2端子と接続され、露出している第1集電体シートの導電部の少なくとも一部は、第1端子に埋没しており、露出している第2集電体シートの導電部の少なくとも一部は、第2端子に埋没している電気化学素子。

図面の簡単な説明

図 1 は、実施の形態 1 に係る積層型極板群の縦断面図である。

図 2 は、図 1 の極板群の a - a 線断面図である。

図 3 は、図 1 の極板群の別の a - a 線断面図である。

図 4 は、実施の形態 2 に係る捲回型極板群の縦断面概念図である。

図 5 は、集電体シートの一例の上面図である。

図 6 は、第 1 電極の集合体と第 2 電極の集合体の斜視図である。

図 7 は、別の第 1 電極の集合体と第 2 電極の集合体の斜視図である。

図 8 は、シート状の絶縁性基材に導電層および第 1 電極合剤層を所定のパターンで形成し、第 1 電極の集合体を得る工程を示す図である。

図 9 は、シート状の絶縁性基材に導電層および第 2 電極合剤層を所定のパターンで形成し、第 2 電極の集合体を得る工程を示す図である。

図 10 は、図 1 (b) および図 2 (b) に示す第 1 電極の集合体および第 2 電極の集合体をより詳細に表した図である。

図 11 は、長尺状の第 1 電極の集合体および第 2 電極の集合体を、セパレータを介して積層し、連続的に積層体として供給する様子を示す図である。

図 12 は、図 4 の破線 X で囲まれた部分の拡大図である。

図 13 は、ボビンに巻き取られるセパレータ、第 1 電極の集合体、セパレータおよび第 2 電極の集合体の積層体の様子を示す図である。

図 14 は、ボビンに巻き取られた積層体の両端部を切断する様子を説明するための図である。

図 15 は、両端部を切断した後の積層体の様子を示す図である。

図 16 は、実施の形態 4 に係る積層型極板群の縦断面図である。

図 17 は、実施の形態 5 に係る捲回型極板群の製造工程図である。

図 1 8 は、図 1 7 (2) に示す第 1 電極の集合体および第 2 電極の集合体をより詳細に表した図である。

図 1 9 は、実施の形態 6 に係る積層型極板群の縦断面図である。

図 2 0 は、図 1 9 の極板群の a - a 線断面図の一例である。

図 2 1 は、実施の形態 6 に係る別の積層型極板群の縦断面図である。

図 2 2 は、実施の形態 7 に係る図 1 の極板群の a - a 線断面図である。

図 2 3 は、実施の形態 7 に係る図 1 の極板群の別の a - a 線断面図である。

図 2 4 は、ケースに收容する前の極板群の一例の上面図である。

図 2 5 は、ケースに收容する前の極板群の一例の側面図である。

図 2 6 は、極板群を收容する 3 つの部品からなるケースの一例の斜視図である。

図 2 7 は、極板群を收容する 2 つの部品からなるケースの別の一例の斜視図である。

図 2 8 は、開口に対して垂直な方向から見たケースの枠体もしくは容器の断面図の一例である。

図 2 9 は、開口に対して平行な一方向から見た 3 つの部品からなるケースの断面図の一例である。

図 3 0 は、開口に対して平行な一方向から見た 2 つの部品からなるケースの断面図の一例である。

図 3 1 は、本発明に係る電池の一例の上面図である。

図 3 2 は、3 つの部品からなるケースを具備する電池の一例の斜視図である。

図 3 3 は、2 つの部品からなるケースを具備する電池の一例の斜視図である。

図 3 4 は、実施の形態 9 に係る積層型極板群の縦断面図である。

図 3 5 は、図 3 4 の極板群の製造工程図である。

図 3 6 は、実施の形態 9 に係る捲回型極板群の製造工程図である。

発明を実施するための最良の形態

実施の形態 1

図 1 に、本発明に係る積層型極板群の一例の縦断面図を示す。図 2 には、その極板群の a - a 線断面図を示す。極板群 1 0 は、交互に積層された複数の第 1 電極 1 5 a と第 2 電極 1 5 b からなり、第 1 電極 1 5 a と第 2 電極 1 5 b との間には、セパレータ 1 6 が介在している。

第 1 電極 1 5 a は、第 1 集電体シート 1 3 a および 2 つの第 1 電極合剤層 1 4 a からなり、第 1 集電体シート 1 3 a は、樹脂シート 1 1 a およびその両面に設けられた所定の形状パターンを有する導電層 1 2 a からなる。導電層 1 2 a の表面は第 1 集電体シートの導電部となり、樹脂シート 1 1 a の露出部は絶縁部となる。

第 1 集電体シートの端部 1 1 x、1 1 x' および 1 1 x'' を除く全面には導電層 1 2 a が設けられている。導電層 1 2 a の表面は導電部となることから、その上に第 1 電極合剤層 1 4 a が設けられている。導電層 1 2 a を有さない第 1 集電体シートの端部 1 1 x、1 1 x' および 1 1 x'' は絶縁部となる。端部 1 1 x の反対側に位置する端部 1 2 x には、集電のために用いる導電層 1 2 a の露出部が残されている。

極板群 1 0 は、2 種類の第 2 電極 1 5 b、1 5 b' を含んでいる。2 つの第 1 電極 1 5 a で挟持されている内部の第 2 電極 1 5 b は、極板群における配置が逆であること以外、第 1 電極 1 5 a と同様の構造を有する。すなわち、内部の第 2 電極 1 5 b は、第 2 集電体シート 1 3 b および 2 つの第 2 電極合剤層 1 4 b からなり、第 2 集電体シート 1 3 b は、樹脂シート 1 1 b およびその両面に設けられた所定の形状パターンを有

する導電層 1 2 b からなる。最も外側の 2 つの第 2 電極 1 5 b' は、樹脂シート 1 1 b の両面ではなく、片面に導電層 1 2 b と第 2 電極合剤層 1 4 b が設けられていること以外、内部の第 2 電極と同様の構造を有する。

第 2 集電体シートの端部 1 1 y、1 1 y' および 1 1 y'' を除く全面には導電層 1 2 b が設けられている。導電層 1 2 b の表面は導電部となることから、その上に第 2 電極合剤層 1 4 b が設けられている。導電層 1 2 b を有さない第 2 集電体シートの端部 1 1 y、1 1 y' および 1 1 y'' は絶縁部となる。端部 1 1 y の反対側に位置する端部 1 2 y には、集電のために用いる導電層 1 2 b の露出部が残されている。

図 1、2 において、極板群 1 0 の各側面では、各集電体シートの端部とセパレータの端部とが面一に配されており、図 2 においても、極板群 1 0 の各側面では、各集電体シートの端部とセパレータの端部とが面一に配されている。

なお、各側面において各集電体シートの端部とセパレータの端部とが完全に面一に配されている必要はないが、実質的に面一に配されていることが好ましい。

各側面において各集電体シートの端部とセパレータの端部とが完全に面一に配されている場合には、第 1 集電体シートの片面あたりの面積 $S(1)$ と、第 2 集電体シートの片面あたりの面積 $S(2)$ と、セパレータの片面あたりの面積 $S(s)$ とは同一となり、 $S(1) = S(s) = S(2)$ が満たされる。

一方、 $S(1) \leq S(s) \leq S(1) \times 1.05$ および

$S(2) \leq S(s) \leq S(2) \times 1.05$ が満たされる場合には、各側面において各集電体シートの端部とセパレータの端部とが、実質的に面一に配されていると考えることができる。

このような極板群においては、その側面からセパレータや極板の端部が突出していないため、体積効率が高く、高容量を得ることが可能である。このような極板群は、均整のとれた簡略な構造を有するため、信頼性を確保しやすい。しかも、多くの極板群を同時に製造することができるため、製造コストを削減することが可能である。

第1集電体シート13aの導電層12aの露出部（端部12x）は、極板群10の第1側面（図1左側）に配されており、その反対側の絶縁部（端部11x）は、極板群10の第2側面（図1右側）に配されている。一方、第2集電体シート13bの導電層12bの露出部（端部12y）は、極板群10の第2側面に配されており、その反対側の絶縁部（端部11y）は、極板群10の第1側面に配されている。なお、図1では、第1側面と第2側面とが互いに極板群の反対側に位置しているが、これらの配置は特に限定されない。

上記のように、第1電極と第2電極とが、互いに逆向きに配置されている場合、第1集電体シート13aの導電層12aの露出部（端部12x）は、セパレータ16の端部を介して、第2集電体シート13bの絶縁部（端部11y）と隣接する。第2集電体シート13bの導電層12bの露出部（端部12y）は、セパレータ16の端部を介して、第1集電体シート13aの絶縁部（端部11x）と隣接する。このような配置であれば、第1電極と第2電極との短絡を防止することが容易であるし、複数の第1集電体シートまたは第2集電体シートの導電層の露出部を並列に接続して、高容量の極板群を得ることも容易である。

短絡を確実に防止する観点から、第1集電体シート13aの導電層12aの露出部（端部12x）に隣接する第2集電体シートの絶縁部（端部11y）および第2集電体シート13bの導電層12bの露出部（端部12y）に隣接する第1集電体シート13aの絶縁部（端部11

x) は、それぞれ幅 0.001 mm 以上、さらには 0.1 mm 以上とすることが好ましい。

図 1 のように複数の第 1 集電体シート 13 a または第 2 集電体シート 13 b の導電層 12 a、b の露出部を並列に接続して高容量の極板群を得る場合、どのような方法で露出部同士を接続してもよいが、例えば、導電性材料の被膜で第 1 側面と第 2 側面を被覆する方法を用いることができる。導電性材料の被膜の厚さは、例えば 0.01 ~ 1 mm 程度で十分である。こうして得られた導電性材料の被膜は、それぞれ第 1 端子 17 a および第 2 端子 17 b として集電に利用することができる。

良好な集電状態を得るためには、導電層 12 a、b の露出部と導電性材料の被膜との接触面積が大きいほど好ましく、導電層 12 a、b の露出部が導電性材料の被膜（端子 17 a、b）の内部に 0.001 ~ 1 mm の深さまで埋没していることが好ましく、0.01 ~ 1 mm の深さまで埋没していることが、さらに好ましい。

各集電体シートの露出部が各端子に埋没していることから、例えば、極板自体を端子に埋没させる従来の電気化学素子とは異なり、電極合剤層の導電性や集電体シートの厚さに関わらず、高い集電性能を確保できる。そして、突出させた同一極性の極板の芯材と、板状の集電板とを接合する場合のように、芯材と集電板との接触面積を十分に確保できないという問題も生じない。

導電性材料の被膜からなる第 1 端子および第 2 端子の少なくとも一方は、ある実施形態においては、粒子状金属が連続的に接合してなる多孔質金属膜からなることが好ましい。このような多孔質金属膜は、熔融金属もしくは半熔融状態の金属粒子を、圧搾空気でノズルより吹き出させ、極板群の所定の側面に吹き付けることにより、得ることができる。例えば、いわゆるメタリコン (metalikon) を採用することができる。

第1端子もしくは第2端子が、正極端子となる場合には、多孔質金属膜は、アルミニウム、アルミニウム合金等からなることが好ましい。第1端子もしくは第2端子が、負極端子となる場合には、多孔質金属膜は、銅、銅合金等からなることが好ましい。

導電性材料の被膜からなる第1端子および第2端子の少なくとも一方は、別の実施形態においては、導電性ペーストからなることが好ましい。導電性ペーストには、樹脂と、前記樹脂に分散させた導電性微粒子および導電性繊維よりなる群から選ばれた少なくとも1種とからなるものを用いることができる。導電性ペーストは、極板群の所定の側面に塗工することが容易であるから、導電性ペーストを用いることにより、極板群の製造工程を簡略化することができる。極板群の所定の側面に塗工された導電性ペーストは、加熱や光照射により、硬化させることが好ましい。導電性ペーストを硬化させることにより、第1端子もしくは第2端子の強度を向上させることができる。

樹脂には、熱可塑性樹脂を用いてもよく、熱硬化性樹脂を用いてもよい。

第1端子もしくは第2端子が、正極端子となる場合には、導電性ペーストの樹脂として、ポリアミドイミドなどを好ましく用いることができる。また、正極端子には、カーボン、アルミニウムなどからなる導電性微粒子や導電性繊維を用いることが好ましい。第1端子もしくは第2端子が、負極端子となる場合にも、導電性ペーストの樹脂として、ポリアミドイミドなどを好ましく用いることができる。また、負極端子には、銅、銀、銀メッキされた銅、ニッケル、カーボンなどからなる導電性微粒子や導電性繊維を用いることが好ましい。

導電性粒子の平均粒径は、 $1 \sim 100 \mu\text{m}$ であることが好ましい。また、導電性繊維の直径は、 $1 \sim 100 \mu\text{m}$ であることが好ましく、繊維

の長さは特に限定されない。

導電性ペーストにおける導電性微粒子および／または導電性繊維の含有率は、50～90重量%であることが好ましい。導電性を高めるためには、導電性微粒子および／または導電性繊維の量が多い方が好ましいが、樹脂の含有率があまりに少なくなると、導電性ペーストの調製や塗工が困難になる。

導電性材料の被膜からなる第1端子および第2端子の少なくとも一方は、さらに別の実施形態においては、融点250℃以下、好ましくは180℃以下の低融点金属からなることが好ましい。例えば、低融点金属に、樹脂をフラックスとして添加すると、半田が得られる。半田は取り扱いが容易な上、半田を用いれば、多孔質金属膜や導電性ペーストに比べて、良好な導電性を有する端子を形成することが可能である。ただし、低融点合金の融点が250℃を超えると、極板群の所定の側面に低融点金属からなる端子を設ける際に、電気化学素子を劣化させる虞がある。

低融点金属としては、Pb-Sn系合金、Pb-Sn-Bi系合金、Pb-Sn-Sb系合金、Sn-Ag-Cu系合金、Sn-Zn-Bi系合金等が知られているが、他の組成の金属を用いることもできる。

側面に端子を有する極板群10においては、集電のためのタブやリードを必要としないから、均整のとれた簡略な構造をとりやすい。

図1、2では、第1電極合剤層14aおよび第2電極合剤層14bの端部は、第3側面および第4側面より窪んだ位置に配されているが、各電極合剤層の端部が、各集電体シートの導電部もしくは絶縁部の端部およびセパレータの端部と面一に配されていてもよい。そのような構造であっても、第3側面および第4側面を絶縁性の材料で覆うことにより、十分に短絡を防止することが可能である。

樹脂シート 11a、b の厚さは、例えば 0.5 ~ 500 μm である。平坦な表面を有する通常の樹脂シートを用いてもよく、穿孔体、ラス体、多孔質体、ネット、発泡体、織布、不織布などを用いてもよい。また、表面に凹凸を有する樹脂シートを用いることもできる。

樹脂シート 11a、b には、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリメチルペンテンなどのオレフィン系ポリマー、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリシクロヘキシレンジメチレンテレフタレート、ポリアリレートなどのエステル系ポリマー、ポリフェニレンサルファイドなどのチオエーテル系ポリマー、ポリスチレンなどの芳香族ビニル系ポリマー、ポリイミド、アラミド樹脂などの窒素含有ポリマー、ポリ4フッ化エチレン、ポリフッ化ビニリデンなどのフッ素ポリマーなどを用いることができる。これらは単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせたコポリマー、ポリマーアロイ、ポリマーブレンドなどを用いてもよい。

導電層 12a、b の厚さは、例えば 0.01 ~ 100 μm である。

導電層 12a、b には、構成された電池において化学変化を起こさない電子伝導体を特に限定なく用いることができる。第1電極もしくは第2電極が正極である場合には、例えば、ステンレス鋼、アルミニウム、アルミニウム合金、チタン、炭素などを用いることができ、特に、アルミニウム、アルミニウム合金などが好ましい。第1電極もしくは第2電極が負極である場合には、例えば、ステンレス鋼、ニッケル、銅、銅合金、チタンなどを用いることができ、特に、銅、銅合金などが好ましい。

導電層 12a、b を形成する方法は特に限定されないが、例えば、導電性材料を樹脂シート 11a、b の表面に蒸着すれば導電層を得ることができる。所定の形状パターンの蒸着膜を形成するには、樹脂シートに所定形状の開口部を有するマスクを被せてから蒸着を行う。

極板群 10 の第 1 側面には、第 1 端子 17 a と第 2 電極 15 b、b' とを絶縁するための第 1 絶縁材料部 18 a を設けることができ、第 2 側面には、第 2 端子 17 b と第 1 電極 15 a とを絶縁するための第 2 絶縁材料部 18 b を設けることができる。第 1 側面には、第 2 集電体シート 13 b の絶縁部（端部 11 y）が配され、第 2 側面には、第 1 集電体シート 13 a の絶縁部（端部 11 x）が配されているため、絶縁材料部を設けなくても短絡を防止することは可能であるが、さらに絶縁材料部 18 a、b を設けることで、短絡の可能性は大幅に低減する。絶縁材料部 18 a、b の厚さは特に限定されないが、0.001 mm 以上、さらには 0.01 mm 以上であることが好ましい。

絶縁材料部 18 a、b を設ける方法は特に限定されないが、予め極板の製造工程において、スクリーン印刷法などにより、ペースト状もしくは液状の絶縁材料を、電極合剤層 14 a、b の周囲の集電体シート 13 a、b 上に塗布しておく方法を採用することができる。フィルム状もしくはテープ状の絶縁材料を、電極合剤層 14 a、b の周囲の集電体シート 13 a、b 上に貼り付けることにより、絶縁材料部を設けることもできる。

図 2 では、極板群 10 の第 3 側面および第 4 側面には絶縁材料部が設けられていないが、図 3 のように、第 3 側面（図 3 左側）および第 4 側面（図 3 右側）に配された電極合剤層の端部を、それぞれ第 3 絶縁材料部 18 c および第 4 絶縁材料部 18 d で覆うことも可能である。このような構成によれば、確実に短絡を防止することが可能である。

絶縁材料部 18 a、b に用いる絶縁材料としては、樹脂、ガラス組成物、セラミックスなどが挙げられる。また、織布や不織布に樹脂を含浸させた複合物などを用いることもできる。樹脂には、熱可塑性樹脂を用いてもよく、熱硬化性樹脂を用いてもよい。熱硬化性樹脂を用いる場合

には、樹脂の塗膜を加熱して硬化させる工程を要する。

絶縁材料部 18 a、b に用いることのできる樹脂としては、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリメチルペンテンなどのオレフィン系ポリマー、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリシクロヘキシレンジメチレンテレフタレート、ポリアリレート、ポリカーボネートなどのエステル系ポリマー、ポリエチレンオキシド、ポリプロピレンオキシド、ポリアセタール、ポリフェニレンエーテル、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルイミドなどのエーテル系ポリマー、ポリスルホン、ポリエーテルスルホンなどのスルホン系ポリマー、ポリアクリロニトリル、AS樹脂、ABS樹脂などのアクリロニトリル系ポリマー、ポリフェニレンサルファイドなどのチオエーテル系ポリマー、ポリスチレンなどの芳香族ビニル系ポリマー、ポリイミド、アラミド樹脂などの窒素含有ポリマー、ポリ4フッ化エチレン、ポリフッ化ビニリデンなどのフッ素ポリマー、ポリメタクリル酸メチルなどのアクリル系ポリマーなどを挙げることができる。これらは単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせたコポリマー、ポリマーアロイ、ポリマーブレンドなどを用いてもよい。また、加熱やUV照射により重合・硬化して得られるポリマーを用いてもよい。

より詳細には、絶縁材料部には、樹脂塗膜や樹脂テープを用いることができる。

樹脂塗膜は、絶縁樹脂を含む溶液または分散液を、電極合剤層の端部に塗工し、乾燥することにより、形成することができる。塗工方法は特に限定されないが、例えばスクリーン印刷法、ダイコート法等により、溶液または分散液を、電極合剤層周囲の集電体シート上に塗工することができる。溶液や分散液は、液状でもペースト状でもよく、これらの粘度は任意に制御すればよい。

溶液または分散液に含ませる絶縁樹脂には、ポリエチレンオキシド、ポリプロピレンオキシド、ポリアセタール、ポリフェニレンエーテル、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルイミド等のエーテル系樹脂；ポリアクリロニトリル、AS樹脂、ABS樹脂等のアクリロニトリル系樹脂；ポリフッ化ビニリデン等のフッ素樹脂；ポリメタクリル酸メチル等のアクリル系樹脂；これらのポリマーを含むコポリマー、ポリマーアロイもしくはポリマーブレンド等を用いることができる。これらは単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせ用いてもよい。これらのうちでは、特に、ポリエチレンオキシド、ポリプロピレンオキシド、ポリアクリロニトリル、ポリフッ化ビニリデン、ポリメタクリル酸メチル、これらのポリマーを含むコポリマー、ポリマーアロイもしくはポリマーブレンド等を用いることが好ましい。

樹脂塗膜は、重合性化合物を含む溶液または分散液を、電極合剤層の端部に塗工し、前記重合性化合物を重合させることにより、形成することもできる。塗工方法は特に限定されないが、例えばスクリーン印刷法により行うことができる。溶液や分散液は、液状でもペースト状でもよく、これらの粘度は任意に制御すればよい。重合性化合物は、熱、紫外線および電子線よりなる群から選択される少なくとも1種の手段で重合することが好ましい。

重合性化合物は、例えば分子中に1～3個の重合性官能基を有する。重合性官能基は、アクリレート基およびメタクリレート基よりなる群から選択される少なくとも1種であることが好ましい。また、重合性官能基以外の部分は、特に限定されないが、例えばポリアルキレンオキシド鎖などであればよい。

重合性化合物を熱で重合させる場合には、アゾビスイソブチロニトリル、過酸化ベンゾイル、過酸化アセチル等の重合開始剤を用いる。重合

性化合物を紫外線で重合させる場合には、ベンジルジメチルケタール、ベンゾインイソプロピルエーテル等の重合開始剤を用いる。重合性化合物を電子線で重合させる場合には、重合開始剤は特に必要としない。

樹脂テープを、電極合剤層周囲の集電体シート上に貼り付けることにより、絶縁材料部を設けることもできる。樹脂テープには、絶縁基材およびそれに担持された絶縁性粘着剤からなるものを用いることができる。

絶縁基材には、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリメチルペンテン等のオレフィン系樹脂；ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリシクロヘキシレンジメチレンテレフタレート、ポリアリレート、ポリカーボネート等のエステル系樹脂；ポリエチレンオキシド、ポリプロピレンオキシド、ポリアセタール、ポリフェニレンエーテル、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルイミド等のエーテル系樹脂；ポリスルホン、ポリエーテルスルホン等のスルホン系樹脂；ポリアクリロニトリル、ABS樹脂等のアクリロニトリル系樹脂；ポリフェニレンサルファイド等のチオエーテル系樹脂；ポリスチレン等の芳香族ビニル系樹脂；ポリイミド、アラミド樹脂等の窒素含有樹脂；ポリテトラフルオロエチレン、ポリフッ化ビニリデン等のフッ素樹脂；ポリメタクリル酸メチル等のアクリル系樹脂；これらのポリマーを含むコポリマー、ポリマーアロイもしくはポリマーブレンド等を用いることができる。これらは単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせ用いてもよい。これらのうちでは、特に、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリフェニレンサルファイド、ポリイミド、アラミド樹脂、これらのポリマーを含むコポリマー、ポリマーアロイもしくはポリマーブレンド等が好ましい。

絶縁性粘着剤は、特に限定されないが、例えばアクリル系樹脂、ブチルゴム系樹脂などを用いることができる。

絶縁基材の厚さは、例えば $1 \sim 1000 \mu\text{m}$ であり、絶縁性粘着剤の層の厚さは、例えば $0.1 \sim 100 \mu\text{m}$ である。絶縁性粘着剤は、基材の片面のみに設けてもよく、両面に設けてもよい。

図1では、第1電極合剤層14aに比べて、第2電極合剤層14bの方が大きな面積を有している。このような構造は、第1電極合剤層14aを正極とし、第2電極合剤層14bを負極とするリチウムイオン二次電池の極板群に適する。第1電極合剤層14aを負極とし、第2電極合剤層14bを正極とする場合には、第2電極合剤層14bに比べて第1電極合剤層14aの面積を大きくする。

電極合剤層14a、bの厚さは、例えば $1 \sim 1000 \mu\text{m}$ であるが、これらの厚さは特に限定されない。

電極合剤は、電極活物質を含み、導電材、結着剤などを任意に含んでもよい。第1電極または第2電極がリチウムイオン二次電池の正極である場合、活物質としては、例えば、リチウム含有遷移金属酸化物を好ましく用いることができる。リチウム含有遷移金属酸化物としては、例えば、 Li_xCoO_z 、 Li_xNiO_z 、 Li_xMnO_z 、 $\text{Li}_x\text{Co}_y\text{Ni}_{1-y}\text{O}_z$ 、 $\text{Li}_x\text{Co}_f\text{V}_{1-f}\text{O}_z$ 、 $\text{Li}_x\text{Ni}_{1-y}\text{M}_y\text{O}_z$ ($\text{M}=\text{Ti}$ 、 V 、 Mn 、 Fe)、 $\text{Li}_x\text{Co}_a\text{Ni}_b\text{M}_c\text{O}_z$ ($\text{M}=\text{Ti}$ 、 Mn 、 Al 、 Mg 、 Fe 、 Zr)、 $\text{Li}_x\text{Mn}_2\text{O}_4$ 、 $\text{Li}_x\text{Mn}_{2(1-y)}\text{M}_{2y}\text{O}_4$ ($\text{M}=\text{Na}$ 、 Mg 、 Sc 、 Y 、 Fe 、 Co 、 Ni 、 Ti 、 Zr 、 Cu 、 Zn 、 Al 、 Pb 、 Sb)などを挙げることができる。これらは単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせ用いてもよい。ただし、 x 値は電池の充放電により、 $0 \leq x \leq 1.2$ の範囲で変化する。また、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0.9 \leq f \leq 0.98$ 、 $1.9 \leq z \leq 2.3$ 、 $a+b+c=1$ 、 $0 \leq a \leq 1$ 、 $0 \leq b \leq 1$ 、 $0 \leq c < 1$ を満たす。

第1電極または第2電極がリチウムイオン二次電池の負極である場合、活物質としては、例えば、リチウム、リチウム合金、金属間化合物、炭素材料、リチウムイオンを吸蔵・放出可能な有機化合物や無機化合物、金属錯体、有機高分子化合物などを好ましく用いることができる。これらは単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせ用いてもよい。炭素材料としては、コークス、熱分解炭素、天然黒鉛、人造黒鉛、メソカーボンマイクロビーズ、黒鉛化メソフェーズ小球体、気相成長炭素、ガラス状炭素、炭素繊維（ポリアクリロニトリル系、ピッチ系、セルロース系、気相成長系）、不定形炭素、有機化合物焼成体などが挙げられる。これらのうちでは、特に、天然黒鉛や人造黒鉛が好ましい。

導電材には、例えば、アセチレンブラックなどのカーボンプラック、黒鉛などが用いられる。

結着剤には、例えば、ポリフッ化ビニリデン、ポリテトラフルオロエチレンなどのフッ素樹脂、アクリル系樹脂、スチレンブタジエンゴム、エチレンプロピレンターポリマーなどを用いることができる。

セパレータには、ポリエチレン、ポリプロピレンなどのオレフィン系ポリマーやガラス繊維などからなる織布や不織布を用いることができる。固体電解質やゲル電解質をセパレータとして用いることもできる。固体電解質には、例えば、ポリエチレンオキサイド、ポリプロピレンオキサイドなどをマトリクス材料として用いることができる。ゲル電解質としては、例えば、後述の非水電解液をポリマー材料からなるマトリクスに保持させたものを用いることができる。マトリクスを形成するポリマー材料には、ポリエチレンオキサイド、ポリプロピレンオキサイド、ポリフッ化ビニリデン、フッ化ビニリデンとヘキサフルオロプロピレンとのコポリマーなどを用いることができる。これらは単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせ用いてもよい。これらのうちでは、特に、フッ

化ビニリデンとヘキサフルオロプロピレンとのコポリマー、ポリフッ化ビニリデンとポリエチレンオキサイドとの混合物を用いることが好ましい。

極板群は、一般に、電解液とともに所定のケースに収容して用いられる。電解液の組成は、電気化学素子の種類に応じて異なる。ケースの形状、材質などは特に限定されない。

電気化学素子が、例えばリチウムイオン二次電池の場合、電解液には、非水溶媒にリチウム塩を溶解させたものが用いられる。電解液におけるリチウム塩濃度は、例えば $0.5 \sim 1.5 \text{ mol/L}$ とすることが好ましい。

非水溶媒には、エチレンカーボネート、プロピレンカーボネート、ブチレンカーボネート、ビニレンカーボネートなどの環状カーボネート、ジメチルカーボネート、ジエチルカーボネート、エチルメチルカーボネート、エチルプロピルカーボネート、メチルプロピルカーボネート、メチルイソプロピルカーボネート、ジプロピルカーボネートなどの非環状カーボネート、蟻酸メチル、酢酸メチル、プロピオン酸メチル、プロピオン酸エチルなどの脂肪族カルボン酸エステル、 γ -ブチロラクトン、 γ -バレロラクトンなどの γ -ラクトン、1, 2-ジメトキシエタン、1, 2-ジエトキシエタン、エトキシメトキシエタンなどの非環状エーテル、テトラヒドロフラン、2-メチルーテトラヒドロフランなどの環状エーテル、ジメチルスルホキシド、1, 3-ジオキサラン、リン酸トリメチル、リン酸トリエチル、リン酸トリオクチルなどのアルキルリン酸エステルやそれらのフッ化物などを用いることができる。これらは複数種を組み合わせ用いることが好ましい。特に、環状カーボネートと非環状カーボネートを含む混合物、環状カーボネートと非環状カーボネートと脂肪族カルボン酸エステルを含む混合物などが好ましい。

リチウム塩には、 LiPF_6 、 LiBF_4 、 LiClO_4 、 LiAlCl_4 、 LiSbF_6 、 LiSCN 、 LiCl 、 LiCF_3SO_3 、 LiCF_3CO_2 、 LiAsF_6 、 $\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$ 、 $\text{Li}_2\text{B}_{10}\text{Cl}_{10}$ 、 $\text{LiN}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_2$ 、 $\text{LiPF}_3(\text{CF}_3)_3$ 、 $\text{LiPF}_3(\text{C}_2\text{F}_5)_3$ などを用いることができる。これらは単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせ用いてもよい。ただし、電解液は、少なくとも LiPF_6 を含むことが好ましい。

実施の形態 2

捲回型極板群の一例について説明する。図4は、第1電極を中心に描かれた捲回型極板群30の一部の縦概念断面図である。より外周側の合剤層や集電体シートは省略されている。

捲回型極板群30は、積層され、捲回された第1電極3aと第2電極3bからなり、第1電極3aと第2電極3bとの間には、セパレータ39が介在している。

第1電極3aは、第1集電体シート31aおよびその両面に設けられた2つの第1電極合剤層32aからなり、第1集電体シート31aは、樹脂シートおよびその両面に設けられた導電層からなる。導電層の表面は第1集電体シートの導電部となり、樹脂シートの露出部は絶縁部となる。

第1集電体シートの端部35aを除く全面には導電層が設けられている。導電層の表面は導電部となることから、その上に第1電極合剤層32aが設けられている。導電層を有さない第1集電体シートの端部35aは絶縁部となる。端部35aの反対側に位置する端部34aには、集電のために用いる導電層の露出部が残されている。

第2電極3bは、極板群における配置が逆であること以外、第1電極

3 a と同様の構造を有する。すなわち、内部の第 2 電極 3 b は、第 2 集電体シート 3 1 b およびその両面に設けられた 2 つの第 2 電極合剤層 3 2 b からなり、第 2 集電体シート 3 1 b は、樹脂シートおよびその両面に設けられた導電層からなる。

第 2 集電体シートの端部 3 5 b を除く全面には導電層が設けられている。導電層の表面は導電部となることから、その上に第 2 電極合剤層 3 2 b が設けられている。導電層を有さない第 2 集電体シートの端部 3 5 b は絶縁部となる。端部 3 5 b の反対側に位置する端部 3 4 b には、集電のために用いる導電層の露出部が残されている。

図 4 において、極板群の各底面では、各集電体シートの端部とセパレータの端部とが、ほぼ面一に配されている。

第 1 集電体シート 3 1 a の導電層の露出部（端部 3 4 a）は、極板群の第 1 底面（図 4 上側）に配されており、その反対側の絶縁部（端部 3 5 a）は、極板群の第 2 底面（図 1 下側）に配されている。一方、第 2 集電体シート 3 1 b の導電層の露出部（端部 3 4 b）は、極板群の第 2 底面に配されており、その反対側の絶縁部（端部 3 5 b）は、極板群の第 1 底面に配されている。

各底面に配されている各集電体シートの絶縁部は、実施の形態 1 の極板群と同様に、幅 0.001 mm 以上が好ましく、0.1 mm 以上がさらに好ましい。

第 1 集電体シート 3 1 a または第 2 集電体シート 3 1 b の導電層の露出部は、それぞれ一体に接続することが好ましい。どのような方法で接続を行ってもよいが、図 4 に示すように、例えば 0.01 ~ 1 mm 程度の厚さの導電性材料の被膜で、第 1 底面と第 2 底面を被覆することが好ましい。こうして得られた導電性材料の被膜は、それぞれ第 1 端子 3 7 および第 2 端子 3 8 として集電に利用することができる。導電性材料の

被膜は、実施の形態 1 の極板群と同様に形成することができる。

導電層の露出部と導電性材料の被膜との接触面積は大きいほど好ましい。実施の形態 1 の極板群と同様、導電層の露出部は、導電性材料の被膜（端子 37、38）の内部に 0.001～1mm の深さまで埋没していることが好ましい。

極板群の第 1 底面には、第 1 端子 37 と第 2 電極 3b とを絶縁するための第 1 絶縁材料部 36b を設けることができ、第 2 底面には、第 2 端子 38 と第 1 電極 3a とを絶縁するための第 2 絶縁材料部 36a を設けることができる。

第 1 底面には、第 2 集電体シートの絶縁部（端部 35b）が配され、第 2 底面には、第 1 集電体シートの絶縁部（端部 35a）が配されているため、絶縁材料部を設けなくても短絡を防止することは可能であるが、さらに絶縁材料部 36a、b を設けることで、短絡の可能性は大幅に低減する。

絶縁材料部は、実施の形態 1 の極板群と同様の方法により設けることができる。絶縁材料部の厚さは特に限定されないが、実施の形態 1 の極板群と同様に、0.001mm 以上が好ましく、0.01mm 以上であることがさらに好ましい。

このような極板群においては、集電のためのタブやリードを必要としないから、均整のとれた簡略な構造となり、信頼性を確保しやすい。また、体積効率が高く、高容量を得ることが可能である。しかも、このような極板群は、同時にたくさん製造することができるため、製造コストを削減することが可能である。

実施の形態 3

複数の積層型極板群を同時に製造する方法の一例について、図 5 を参

照しながら説明する。以下の方法によれば、例えば、縦1～300mm、幅1～300mm、厚さ0.01～20mmの大きさの極板群を、効率よく製造することができる。

本実施の形態の製造方法は、

(a) シート状の絶縁性基材の両面に所定のパターンに基づいて導電層を設けて第1集電体シートおよび第2集電体シートを得る工程、

(b) 第1集電体シートの導電層および第2集電体シートの導電層の上に、それぞれ複数個の第1電極合剤層および第2電極合剤層を、前記パターンに対応させるとともに間隙を設けて形成し、第1電極の集合体および第2電極の集合体を得る工程、

(c) 第1電極の集合体および第2電極の集合体をセパレータを介して積層し、積層体を得る工程、ならびに

(d) 積層体を、前記間隙において切断することにより、複数個の積層型極板群を得る工程を含む。

以下、工程(a)～(d)を、工程順に説明する。また、その他の工程についても適宜説明する。なお、その他の工程は、電気化学素子の構造および用途などに応じ、当業者であれば適宜選択し、組み合わせて行うことができる。また、積層型極板群の製造法は、以下に限定されるものではない。

工程(a)

工程(a)では、シート状の絶縁性基材の両面に所定のパターンで導電層を設けて第1集電体シートおよび第2集電体シートを得る。

ここでは、所定のパターンとして、図5に示すような複数行、複数列からなるマトリクス状のパターンを説明する。

まず、所望数の集電体シート50を与え得る大きさのシート状の絶縁性基材である樹脂シート51を準備し、樹脂シート51の両面の同じ位

置に、複数の所定のパターンの導電層を設ける。

図5の場合、樹脂シート51には、電極2つ分の大きさの導電層52が複数個形成されている。2n個の電極を得ようとするときには、樹脂シートに、片面あたりn個の導電層を形成する。すなわち、電極2つ分の集電体シート52'と、それらの間の中央部53とを、一体に形成する。中央部53は、後の工程により、電極合剤層を担持しない導電層の露出部となる。このようにして第1集電体シート50を得る。第2集電体シートも同様にして作製する。

このような導電層は、樹脂シートにマトリクス状のマスキを被覆し、マスクから露出する樹脂シートに金属を蒸着させる方法により得ることができる。マスクで被覆された部分には、樹脂シートの露出部54が残る。

マスクには、マトリクス状の開口部を有するシート、蒸着金属の付着を阻害する目的で樹脂シート上にマトリクス状に塗布されたオイルなどを用いることができる。また、樹脂シートにマトリクス状にインクを印刷し、金属を蒸着した後、インクとインク上の蒸着金属を洗浄・除去する方法も採用することができる。さらに、樹脂シートに金属を蒸着した後、レーザーなどの金属除去手段を用いて、所定の形状パターンの導電層を得る方法などもある。ただし、特にこれらの方法に限定されるものではない。

工程 (b)

次に、各導電層の上に、それぞれ複数個の第1電極合剤層または第2電極合剤層を、前記パターンに対応させるとともに間隙を設けて形成し、第1電極の集合体60aおよび第2電極の集合体60bを得る。

図6の場合、第1集電体シートの各導電層の上には、第1電極合剤層61aが2つずつ形成されている。2つの第1電極合剤層61aの間に

は、間隙として合剤を担持しない導電層の露出部 5 3 a が残されている。また、導電層を有さない樹脂シートの露出部 5 4 a も残されている。

第 1 電極合剤層は、第 1 電極合剤からなるペーストを、中央部 5 3 を除く導電層の全面に塗工することにより形成される。塗工方法は特に限定されないが、スクリーン印刷、パターン塗工などを採用することが好ましい。このときペーストが塗工されなかった導電層の露出部 5 3 a は、極板群の構成後に、第 1 端子との接続部 5 3 x となる。また、ペーストが塗工されなかった樹脂シートの露出部 5 4 a は、極板群の構成後に、短絡防止のために第 2 端子に配される絶縁部 5 4 x となる。

図 6 には、3 行 3 列の電極合剤層が描かれているが、通常はより大きな樹脂シート上に、より多くの導電層と電極合剤層が形成される。

第 1 電極合剤からなるペーストは、第 1 電極の活物質、導電材、結着剤などを、分散媒と混合することにより調製される。その後、ペーストの塗膜を乾燥し、乾燥後の塗膜をローラで圧延して、合剤密度が高められる。

工程 (b) の後、後述する工程 (c) の前に、第 1 電極合剤層または第 2 電極合剤層の端部を覆う位置に、絶縁材料部を形成する工程を行うことが好ましい。

すなわち、極板群を構成した場合に第 2 集電体シートの導電層の露出部と隣接することになる第 1 電極合剤層の周縁部に沿って、絶縁材料を塗工する。ここでもパターン塗工を行うことが好ましい。

第 1 電極合剤層の周縁部のその他の部分にも、絶縁材料を被覆してもよい。ただし、第 1 集電体シートの導電層の露出部の全体が覆われないようにする。

図 6 のような極板群を得る場合には、少なくとも樹脂シートの露出部 5 4 a に隣接する第 1 電極合剤層の端部に、絶縁材料を塗工する。なお、

絶縁材料の塗工は必ずしも必要ではなく、任意に行えばよい。ここで塗工した絶縁樹脂は、極板群において、第1絶縁材料部を形成する。

第2電極の集合体も上記第1電極の集合体と同様に作製すればよい。

図6の場合、第2集電体シートの各導電層の上には、第2電極合剤層61bが2つずつ形成されている。2つの第2電極合剤層61bの間には、間隙として合剤を担持しない導電層の露出部53bが残されている。また、導電層を有さない樹脂シートの露出部54bも残されている。

第2電極合剤のペーストが塗工されなかった導電層の露出部53bは、極板群の構成後に、第2端子との接続部53yとなる。また、ペーストが塗工されなかった樹脂シートの露出部54bは、極板群の構成後に、短絡防止のために第1端子に配される絶縁部54yとなる。

積層体の両端部に配する極板として、片面だけに第1電極合剤層を有する第1電極の集合体または片面だけに第2電極合剤層を有する第2電極の集合体を作製してもよい。これらの電極の集合体は、最外層に電極合剤層を露出させないために用いられる。この場合、積層体の最外層に導電層が露出してもよいが、導電層を設けずに、樹脂シートを露出させてもよい。

工程(c)

次に、第1電極の集合体60aおよび第2電極の集合体60bをセパレータを介して積層し、積層体を得る。

工程(b)によって作製された第1電極の集合体と第2電極の集合体とを、セパレータを介して積層する。このとき、第1電極の集合体に含まれる第1電極合剤層61aと第2電極の集合体に含まれる第2電極合剤層61bとが互いに対面するように、これらを積層する。

第1電極の集合体における導電層の露出部53aが、第2電極の集合体における樹脂シートの露出部54bと対面し、第1電極の集合体にお

ける樹脂シートの露出部 5 4 a が、第 2 電極の集合体における導電層の露出部 5 3 b と対面するように、両極板を配置する。そして、両最外面に、片面だけに電極合剤層を有する一对の電極の集合体を配し、これらで内側の電極の集合体を挟持し、全体をプレスする。その結果、複数の積層型極板群を含む積層体を得られる。

工程 (d)

前記積層体を、電極合剤層の間隙において切断することにより、複数の積層型極板群を得る。

図 6 の場合、第 1 電極の集合体および第 2 電極の集合体は、矢印 X、Y 方向に沿って、前記間隙において切断される。導電層の露出部である間隙に対応する集電体シートの切断部は、端子との接続部 5 3 x、y となり、その反対側の樹脂シートの露出部に対応する切断部は絶縁部 5 4 x、y となる。

従来から一般的に用いられている金属箔からなる集電体の場合、切断時に生じる金属バリが問題となる。金属バリは、セパレータを突き破り、内部短絡を引き起こす大きな原因となるからである。従って、金属バリの発生を防ぐことが重要となるが、金属バリを生じることなく金属箔を切断することは著しく困難である。

一方、樹脂シートからなる集電体シートを用いる場合、切断面のほとんどが樹脂で占められているため、金属バリを生じることがない。従って、電気化学素子の信頼性を大幅に向上させることができる。

続いて、積層型極板群の対向する第 1 側面および第 2 側面を導電性材料で被覆し、第 1 端子および第 2 端子を形成する工程を行うことが好ましい。

第 1 集電体シートの導電層の露出部（接続部 5 3 x）と第 2 集電体シートの絶縁部 5 4 y とが交互に配列する第 1 側面を、導電性材料の被膜

で被覆すれば、第1端子が得られる。こうして形成された金属被膜は、第1集電体シートの導電層の露出部とだけ電氣的に接続される。第1側面において、第2電極合剤層の端面に絶縁材料が塗工されている場合には、導電性材料の被膜と第2電極との短絡は確実に防止される。

第2集電体シートの導電層の露出部（接続部53y）と第1集電体シートの絶縁部54xとが交互に配列する第2側面についても、上記と同様に導電性材料で被覆すれば、第2端子を得ることができる。

端子を形成しない極板群の側面は、そのままの状態でもよいが、できれば多孔質な絶縁材料で被覆することが好ましい。

次に、工程（a）における所定のパターンが、並行に並ぶ帯（ストリップ）状である場合について、図7を参照しながら説明する。

まず、第1電極の集合体70aと第2電極の集合体70bとを作製する。

第1電極の集合体70aを得る場合、所望数の集電体シートを与え得る大きさの樹脂シートの両面の同じ位置に、複数行の帯状の導電層を形成する。このような導電層は、例えば、樹脂シートに帯状のマスクを被せ、マスクから露出する樹脂シート部分に金属を蒸着させることにより、得ることができる。ここでも、1つの帯状導電層を帯状電極合剤層2つ分の集電体シートに跨るように形成する。すなわち、2n個の帯状集電体シートを与え得る大きさの樹脂シートを用いる場合、樹脂シートの片面あたり、n個の帯状導電層を形成する。

次に、各帯状導電層の上に、帯状の第1電極合剤層71aを2つずつ形成する。2つの帯状第1電極合剤層71aの間には、合剤を担持しない導電層の露出部53a'を間隙として残しておく。帯状の第1電極合剤層71aは、上記と同様の第1電極合剤からなるペーストを、導電層の中央部を除く全面に塗工することにより形成される。塗工方法は上述

の場合と同様である。ペーストが塗工されなかった導電層の露出部 5 3 a' は、第 1 端子との接続部 5 3 x' となる。

また、第 2 電極の集合体 7 0 b を得る場合、所望数の集電体シートを与え得る大きさの樹脂シートの両面の同じ位置に、複数行の帯状の導電層を設け、各導電層の上に、帯状の第 2 電極合剤層 7 1 b を 2 つずつ形成する。2 つの帯状の第 2 電極合剤層の間には、合剤を担持しない導電層の露出部 5 3 b' を残しておく。ペーストが塗工されなかった導電層の露出部 5 3 b' は、極板群の構成後には、第 2 端子との接続部 5 3 y' となる。

このような極板群の集合体である積層体を、図 7 に示す矢印 X、Y 方向に沿って、個々の積層型極板群ごとに分割すると、樹脂シートの露出部に対応する切断部は、絶縁部 5 4 x'、y' を形成する。

他の切断部においては、電極合剤層の断面が露出することになる。電極合剤層の断面が露出する極板群の側面は、多孔質な絶縁材料で封止することが好ましい。

実施の形態 4

複数の積層型極板群を同時に製造する他の方法について、図 8 ～ 1 6 を参照しながら説明する。

本実施の形態の製造法は、

- (C) 長尺状の第 1 電極の集合体および第 2 電極の集合体を、セパレータを介して積層するとともに連続的に積層体として供給する工程と、
- (D) 前記積層体を平板状のボビンで巻き取る工程と、
- (E) 前記ボビンに巻き取られた積層体を切断し、複数個の積層型極板群を得る工程とを含む。

ここでも、シート状の絶縁性基材の両面に、所定のパターンに基づい

て導電層を設けて、第1集電体シートおよび第2集電体シートを得る工程（A）と、前記導電層の上に、それぞれ前記パターンに対応させるとともに間隙を設けて第1電極合剤層および第2電極合剤層を形成する工程（B）とにより、第1電極および第2電極を得ることが好ましい。

以下、工程（A）～（E）を、工程順に説明する。また、その他の工程についても適宜説明する。なお、その他の工程は、電気化学素子の構造および用途などに応じ、当業者であれば適宜選択し、組み合わせて行うことができる。

工程（A）

工程（A）では、図1（a）に示すように、シート状の絶縁性基材である樹脂シート80aの両面に導電層81aを所定のパターンで形成し、第1集電体シート8aを得る。また、図2（a）に示すように、シート状の絶縁性基材である樹脂シート80bの両面に導電層81bを所定のパターンで形成し、第2集電体シート8bを得る。

このとき、所定のパターンは、後述の図16に示すように、最終的に得られる積層型極板群160において、第1集電体シート8aの導電層81aのみが第1側面に露出し、第2集電体シート8bの導電層81bのみが第2側面に露出するように決定する。

なお、図8、9における樹脂シート80aおよび80bは、便宜上、一定の長さを有するシート状として表したが、実際には長尺状である。長尺状であれば、例えばフープ状に巻いた原反などから連続して供給することができる。従って、連続してシート上に金属を蒸着させることができ、生産性を向上させることができる。

ここでも、少なくとも1つの帯状導電層は2つの帯状のシート状の集電体に跨るように形成する。導電層の形成は、実施の形態3と同様に行えばよい。また、所定のパターンは、上述のように、最終的に作製する

積層型極板群の数に応じて適宜調整すればよい。

工程（B）

次に、図 1（b）および図 2（b）に示すように、第 1 集電体シート 8 a および第 2 集電体シート 8 b の導電層の上に、それぞれ複数個の第 1 電極合剤層 8 2 a および第 2 電極合剤層 8 2 b を、平行に並ぶ帯状に間隙 8 3 a および 8 3 b を設けて形成し、第 1 電極の集合体 1 4 および第 2 電極の集合体 1 5 を得る。

電極合剤層を担持しない導電層の露出部 8 3 a および 8 3 b は、極板群の構成後に、それぞれ第 1 端子との接続部 8 3 x および第 2 端子との接続部 8 3 x' となる。また、樹脂シートの露出部 8 4 a および 8 4 b は、極板群の構成後に、それぞれ短絡防止のために第 1 端子に配される絶縁部 8 4 y および第 2 端子に配される絶縁部 8 4 y' となる（図 1 6 参照）。

集電体シートが長尺状であることから、端部から連続して電極合剤を塗工することができ、生産性を向上させることが可能である。集電体シートをフープ状にして供給してもよい。

ここでも、片面だけに第 1 電極合剤層を有する第 1 電極の集合体または片面だけに第 2 電極合剤層を有する第 2 電極の集合体を用いることも可能である。

図 1 0 に、図 8（b）および図 9（b）に示す第 1 電極の集合体 8 5 a および第 2 電極の集合体 8 5 b をより詳細に表した図を示す。図 1 0 の場合、工程（A）で形成した帯状の各導電層 8 1 a および 8 1 b の上に、帯状の第 1 電極合剤層 8 2 a および第 2 電極合剤層 8 2 b が、それぞれ 3 つずつ形成されている。

工程（C）に先だって、第 1 電極合剤層 8 2 a および第 2 電極合剤層 8 2 b の端部に沿って、絶縁材料を塗工して、絶縁材料部 1 6 8 a およ

び168bを形成することができる(図16参照)。これにより、最終的に得られる極板群の側面において、第1電極と第2電極との短絡を効果的に防ぐことができる。なお、図8～10においては、絶縁材料部は省略されている。絶縁材料の塗工は必ずしも必要ではなく、任意に行えばよい。

工程 (C)

次に、得られた長尺状の第1電極の集合体および第2電極の集合体を、セパレータを介して積層しながら、連続的に積層体として供給する。図11は、その工程の説明図である。

セパレータ20、第1電極の集合体85a、セパレータ22および第2電極の集合体85bは、例えば、それぞれフープ状に巻かれた原反から供給する。そして、これらをローラ24a、24bおよび24cを介して積層しながら連続的に供給する。このとき、第1電極の集合体85aの第1電極合剤層82aと第2電極の集合体85bの第2電極合剤層82bとが互いに対面するように、これらを積層する。また、第1電極の集合体85aにおける導電層の露出部83aが、第2電極の集合体85bにおける樹脂シートの露出部84bと対面し、第1電極の集合体85aにおける樹脂シートの露出部84aが、第2電極の集合体85bにおける導電層の露出部83bと対面するように、両電極の集合体を配置する。

セパレータ、第1電極の集合体および第2電極の集合体の供給方法については、特に制限はないが、得ようとする積層型極板群の構造を考慮する。工程(D)において、平板状のボビン25で巻き取り易い態様で供給することが好ましい。

ここで、図11の破線Xで囲まれた部分の拡大図を図12に示す。平板状のボビン25に供給される積層体は、セパレータ20、第1電極の

集合体 8 5 a、セパレータ 2 2 および第 2 電極の集合体 8 5 b からなり、第 1 電極合剤層と第 2 電極合剤層とが相対する位置関係を有している。

工程 (D)

図 1 3 に示すように、工程 (C) によって供給される積層体は、上述のように平板状のボビン 2 5 で巻き取る。このとき、ボビン 2 5 は、第 1 電極合剤層および第 2 電極合剤層の長さ方向 (図 1 2 の矢印) に沿って前記積層体を巻き取る。

最初に巻き取られる積層体の先端部、すなわち図 1 3 に示す破線 Y で囲まれた部分は、ボビン 2 5 の端部よりも僅かに外側 (図 1 3 左側) に突出させておくことが好ましい。これは、工程 (E) で説明するように、ボビン 2 5 に巻き取られた積層体のうち、両端の折曲部を切断して廃棄するからである。このようにすれば、Y の部分において、第 1 電極と第 2 電極とが短絡するのを防止することができる。

工程 (E)

次いで、前記ボビンに巻き取られた積層体を切断し、複数個の積層型極板群を得る。図 1 4 に示すように、ボビン 2 5 に巻き取られた積層体のうち、積層部分 2 6 a および 2 6 b は、規則正しい積層構造を有しているため、有効に用いることができる。しかし、矢印 Y₁ および Y₂ で切断される両端の折曲部 2 6 c は、各構成部分が湾曲したり折れ曲がったりしているため、切断して廃棄することが好ましい。なお、図 1 4 においては、積層構造の詳細は省略した。

積層部分 2 6 a、2 6 b の状態を図 1 5 に示す。積層部分 2 6 a および 2 6 b は、ボビン 2 5 上に配置されている。図 1 5 に示すように、この積層体においては、間隙 2 8 が積層方向において同じ位置に並んでいる。そこで、この間隙 2 8 において、電極合剤層の長さ方向 (P 方向) に前記積層体を切断することによって、図 1 6 に示す積層型極板群

160の前駆体を得ることができる。

また、所望する積層型極板群の寸法や容量に応じて、図15に示すQ方向においても、所定の位置で前記積層体を切断してもよい。この切断工程は、積層部分26aおよび26bをボビン25から分離させてから行うこともできるが、ボビン25上で行うことも可能である。

積層部分26aおよび26bは、複数の積層型極板群を含む集合体である。この集合体を個々の積層型極板群ごとに分割すると、導電層の露出部である間隙に対応する集電体シートの切断部は、端子との接続部となり、その反対側の樹脂シートの露出部に対応する切断部は絶縁部となる。

工程（F）

切断工程に続いて、図16に示すように、積層型極板群の対向する第1側面および第2側面を、導電性材料で被覆し、第1端子167aおよび第2端子167bを形成する工程を行うことが好ましい。端子を形成しない極板群の側面は、そのままの状態でもよいが、多孔質な絶縁材料で被覆することが好ましい。

なお、上記においては、所定のパターンが帯状の場合について説明したが、実施の形態3で示したような、マトリクス状のパターンにも上記方法を応用することができる。

実施の形態5

複数の捲回型極板群を同時に製造する方法の一例について、図17を参照しながら説明する。

本実施の形態の製造法は、

（a）シート状の絶縁性基材の両面に導電層を設けて第1集電体シートおよび第2集電体シートを得る工程、

(b) 第1集電体シートおよび第2集電体シートの前記導電層の上に、それぞれ複数個の第1電極合剤層および第2電極合剤層を、平行に並ぶ帯状に間隙を設けて形成し、第1電極の集合体および第2電極の集合体を得る工程、

(c) セパレータを介して第1電極の集合体および第2電極の集合体を、第1電極合剤層および第2電極合剤層の長さ方向に供給して、同心円状に捲回し、捲回体を得る工程、および

(d) 前記捲回体を、前記間隙において切断することにより、複数個の捲回型極板群を得る工程を含む。

以下、工程(a)～(d)を、工程順に説明する。また、その他の工程についても適宜説明する。なお、その他の工程は、電気化学素子の構造および用途などに応じ、当業者であれば適宜選択し、組み合わせて行うことができる。また、捲回型極板群の製造法は、以下に限定されるものではない。

図17は、本実施の形態の製造法の工程図である。図18は、この製造法において用いる第1電極の集合体、セパレータおよび第2電極の集合体の概略斜視図である。図4は、本実施の形態の製造法において得られる電気化学素子の断面図に相当する。

工程(a)

図17(1)に示すように、まず、樹脂シート170aおよび170bの両面に、それぞれ導電層171aおよび171bを所定のパターンで形成し、第1集電体シート171Aおよび第2集電体シート171Bを得る。

第1集電体シート171Aおよび第2集電体シート171Bの製造法は、実施の形態3、4で説明した通りである。

所定のパターンは、図17(6)において、第1集電体シートの導電

層のみが第1底面に露出し、第2集電体シートの導電層のみが第2底面に露出するように決定すればよい。ここでは、樹脂シートの露出部174aおよび174bを残して導電層が形成されている。

なお、図17における集電体シート171Aおよび171Bは、便宜上、一定の長さで表したが、実際には長尺状である。長尺状であれば、フープ状に巻いた原反などから連続して供給することができるからである。

工程（b）

次に、図17（2）に示すように、第1集電体シート171Aおよび第2集電体シート171Bの前記導電層の上に、それぞれ複数個の第1電極合剤層172aおよび第2電極合剤層172bを、平行に並ぶ帯状に間隙173aおよび173bを設けて形成し、第1電極の集合体175aおよび第2電極の集合体175bを得る。

ここで、第1電極合剤層172aおよび172bの端部に沿って、絶縁材料を塗工して、絶縁材料部を形成することが好ましい。なお、図17および18においては、絶縁材料部は示していない。これにより、得られる捲回型極板群の底面を導電性材料で被覆する際に、第1電極と第2電極との短絡を防ぐことができる。絶縁材料部の形成も、実施の形態3、4と同様に行えばよい。

工程（c）

次いで、図17（3）に示すように、第1電極の集合体175aおよび第2電極の集合体175bを、セパレータ176を介して積層する。そして、図17（4）に示すように、積層体177を矢印Xの方向に捲回する。これにより、図17（5）に示すような捲回体178を得る。捲回体178は、第1電極合剤層172aおよび第2電極合剤層172bの数に対応する数の捲回型極板群を含んでおり、各極板群は交

互に逆向きに配列している。

長尺状の第1電極の集合体、セパレータおよび第2電極の集合体を用いれば、これらを連続的に供給し、積層し、捲回し、適当な位置で切断することによって、連続して複数の捲回体178を得ることが可能である。

工程(d)

捲回体178は、矢印Yで示されるように、前記間隙173aおよび174bが配列する位置、ならびに間隙173bおよび174aが配列する位置において切断される。その結果、図17(6)で示されるような捲回型極板群179が複数個得られる。図17(6)では、捲回型極板群179の第1底面(上側)に、第1集電体シートの導電層の露出部が配されており、第2底面(下側)に、第2集電体シートの導電層の露出部が配されている。これらの底面を導電性材料で被覆することにより、第1端子および第2端子を設けることができる。

実施の形態6

図19に、本実施の形態に係る積層型極板群10aの縦断面図を示す。図20には、極板群10aのa-a線断面図を示す。

ここでは、最も外側の2つの第2電極15b'は、樹脂シート11bの両面に導電層12bを有するが、内側の電極と対向する導電層12bのみに電極合剤層が担持されている。外側の導電層12bには、電極合剤層が担持されておらず、導電層12bが露出している。この部分を他の導電層の端部12yと接続すれば、第2端子が拡大されることになり、極板群の側面だけでなく、上下面からも集電が可能となる。

極板群10aは、最も外側の2つの電極以外については、実施の形態1で説明した極板群10と同じ構造を有する。

図 2 1 に示す極板群 1 0 a' のように、最も外側の 2 つの電極として、それぞれ異なる極性を有する電極を用いることもできる。極板群 1 0 a' は、先述の極板群 1 0 a とほぼ同様の構造を有しているが、最も外側の電極の一方として、両面に導電層 1 2 a を有するが内側の電極と対向する導電層 1 2 a のみに第 1 電極合剤層 1 4 a が担持されている第 1 電極 1 5 a' を有する。

第 1 電極合剤層を担持しない導電層 1 2 a を第 1 端子と接続すれば、第 1 端子が拡大されることになり、第 2 電極合剤層を担持しない導電層 1 2 b を第 2 端子と接続すれば、第 2 端子が拡大されることになる。

実施の形態 7

図 2 2 に、実施の形態 1 に係る積層型極板群 1 0 の a - a 線断面図の別の態様を示す。

極板群 1 0 b の第 3 側面（図 2 2 左側）には、第 1 集電体シート 1 3 a の絶縁部（端部 1 1 x''）および第 2 集電体シート 1 3 b の絶縁部（端部 1 1 y'）が面一に配され、第 4 側面（図 2 2 右側）には、第 1 集電体シート 1 3 a の絶縁部（端部 1 1 x'）および第 2 集電体シート 1 3 b の絶縁部（端部 1 1 y''）が面一に配されている。

上述のように、このような構造によれば、第 1 電極と第 2 電極との短絡を有効に防止することができる。ただし、確実に短絡を防止するには、第 3 側面および第 4 側面を、それぞれ電子絶縁性材料で被覆することが有効である。また、電気化学素子の信頼性を向上させるとともに、製造工程の複雑化を防ぐには、極板群の第 3 側面および第 4 側面を、電子絶縁性材料で覆うことが極めて有効である。さらに、極板群に電解液を含浸させる工程を簡易に行えるようにするには、電子絶縁性材料が多孔性であることを必要とする。

そこで、極板群 10 b においては、第 3 側面および第 4 側面が、それぞれ電子絶縁性の多孔性材料 19 で被覆されている。また、図 22 では、多孔性材料 19 が、セパレータの端部と溶着により接合されている。このような構成によれば、電気化学素子の信頼性を、飛躍的に向上させることができる。

例えば、多孔性材料で覆われた側面に、加熱した治具を押しつけることにより、多孔性材料とセパレータとを溶着させることができる。セパレータの端部と多孔性材料とを溶着させる場合、多孔性材料には、セパレータと同一の材料を用いることが好ましい。同一の材料を用いれば、セパレータの端部と多孔性材料とを容易に溶着させることができるとともに、高い溶着強度を得ることができる。

前記多孔性材料には、ポリオレフィン、ポリアルキレンオキサイド、フッ素ポリマー、セラミックスなどを用いることができる。ここで、ポリオレフィンには、ポリエチレン、ポリプロピレンなどを用いることができ、ポリアルキレンオキサイドには、ポリエチレンオキサイド、ポリプロピレンオキサイドなどを用いることができ、フッ素ポリマーには、ポリフッ化ビニリデン、フッ化ビニリデンとヘキサフルオロプロピレンとのコポリマーなどを用いることができ、セラミックスには、無機フィラー、ガラス繊維などを用いることができる。これらの材料は、単独で用いてもよく、2 種以上を組み合わせ用いてもよい。

また、これらの材料からなる膜状部材を用いてもよく、これらの材料を含む原料ペーストの塗膜を用いることもできる。原料ペーストは、分散媒を用いて適度な流動性を付与して用いることが可能である。多孔性材料として、従来からポリマー電池などで用いられているポリマー電解質を用いることもできる。ポリマー電解質は、例えば、電解液とマトリクス部材とを、混合することにより調製することができる。前記マトリ

クス部材には、上述のポリアルキレンオキサイドやフッ素ポリマーなどを用いることができる。

図 2 3 に、実施の形態 1 に係る積層型極板群 1 0 の a - a 線断面図のさらに別の態様を示す。

図 2 3 では、極板群 1 0 c の第 3 側面および第 4 側面が、多孔性材料の原料ペーストの塗膜 1 9 ' で覆われている。多孔性材料の原料ペーストは、流動性を有することから、一般的な塗工装置を用いて容易に極板群の側面に塗工することができる。また、原料ペーストの液面に極板群の側面を付着させるだけでも、その側面を原料ペーストで覆うことが可能である。極板群の側面を覆う原料ペーストから、不要な分散媒を揮散させると、極板群の側面に密着した塗膜を得ることができる。

図 2 2、2 3 では、第 1 電極合剤層 1 4 a および第 2 電極合剤層 1 4 b の端部は、第 3 側面および第 4 側面より窪んだ位置に配されているが、各電極合剤層の端部が、各集電体シートの絶縁部およびセパレータの端部と面一に配されていてもよい。そのような構造であっても、第 3 側面および第 4 側面を電子絶縁性の多孔性材料で覆うことから、充分に短絡を防止することが可能である。特に、多孔性材料を極板群の側面に配されたセパレータの端部と溶着させたり、極板群の側面に密着した多孔性材料の塗膜を形成する場合には、短絡の可能性は大きく低減する。

実施の形態 8

次に、上記極板群を収容する簡易なパッケージについて、図 2 4 ~ 3 3 を参照しながら説明する。

図 2 4 は、ケースに収容する前の極板群 1 0 1 の上面図であり、図 2 5 は、その極板群を図 2 4 左側から見た側面図である。これらの図に示されるように、ケースに収容する前に、極板群 1 0 1 の第 1 端子

102 a および第2端子102 b には、それぞれ第1リード片103 a および第2リード片103 b を接続する。第1端子もしくは第2端子が正極端子となる場合には、アルミニウム等からなるリード片をその端子に接続することが好ましい。また、第1端子もしくは第2端子が負極端子となる場合には、銅、Ni 等からなるリード片をその端子に接続することが好ましい。各リード片は、各端子に種々の溶接工程により接合することができる。

本発明の電池の好ましい第1の形態においては、図26に示するような3つの部品からなるケース180に極板群を収容する。

ケース180は、枠体106、平坦な第1シート110 a および平坦な第2シート110 b からなる。枠体106は、極板群101を囲むとともに、第1端子102 a が設けられた第1側面および第2端子102 b が設けられた第2側面と当接している。2つの平坦なシートは、枠体106の2つの開口面を覆って極板群の上面および下面と当接している。

2つのシート110 a、bの周縁部は、それぞれ枠体106の一方および他方の開口端部と接合される。枠体106と2つのシート110 a、bの周縁部との接合は、どのような方法で行ってもよい。

枠体106には、第1スリット107 a および第2スリット107 b が設けられており、第1リード片103 a および第2リード片103 b が、これらのスリットを通過してケースの外部へ導出される。各リード片を導出した後、各スリットの間隙は封止材により埋められる。

本発明の電池の好ましい第2の形態においては、図27に示するような2つの部品からなるケース190に極板群を収容する。

ケース190は、有底容器106' および平坦なシート110 a' からなる。容器106' は、極板群101を収容する。また、容器

106' は、第1端子102aが設けられた第1側面および第2端子102bが設けられた第2側面と当接する側壁ならびに極板群101の上面および下面の一方と当接する底部を有する。平坦なシート110a' は、容器106' の開口面を覆って極板群101の上面および下面の他方と当接している。

シート110a' の周縁部は、容器106' の開口端部と接合される。容器106' とシート110a' の周縁部との接合は、どのような方法で行ってもよい。

容器106' には、第1スリット107a' および第2スリット107b' が設けられており、第1リード片103aおよび第2リード片103bが、これらのスリットを通過してケースの外部へ導出される。各リード片を導出した後、各スリットの間隙は封止材により埋められる。

ケースの形状、材質などは特に限定されないが、少なくとも、極板群の第1端子を有する第1側面および第2端子を有する第2側面と当接する枠体106や容器106' の内面は、絶縁性を有することが好ましい。例えば、樹脂材料、セラミックスなどの絶縁性材料からなる枠体106や容器106' を用いることが好ましい。ただし、絶縁性材料は、電解液や水分を透過させる可能性があるため、絶縁性材料からなる第1の層と、電解液や水分を透過させない金属箔からなる第2の層を有する枠体106や容器106' を用いることが、さらに好ましい。その場合、第1の層は、ケースの内側に配置する。また、金属箔の外側に、さらに絶縁性材料からなる第3の層を設けることもできる。

極板群の第1側面および第2側面と当接しないシート110a、110b、110a' には、金属箔などの導電性材料をそのまま用いることもできるが、当然に枠体106、容器106' と同様の材料を用いることもできる。

絶縁性材料からなる第1の層には、ポリプロピレン層などを用いることができる。電解液を透過させない金属箔からなる第2の層には、アルミニウム箔などを用いることができる。枠体106や容器106'における第1の層の厚さは、1~1000 μ mが好ましく、第2の層の厚さは、0.01~100 μ mが好ましい。また、シート110a、110b、110a'における第1の層の厚さは、1~1000 μ mが好ましく、第2の層の厚さは、0.01~100 μ mが好ましい。

開口に対して垂直な方向から見た枠体106もしくは容器106'の断面図の一例を図28に示す。枠体106もしくは容器106'は、内側の絶縁性材料からなる第1の層104、104'および外側の金属箔からなる第2の層105、105'を有している。また、開口に対して平行な一方向から見たケース180およびケース190の断面図の一例を、それぞれ図29および図30に示す。

第1シート110a、110a'は、内側の絶縁性材料からなる第1の層108a、108a'および外側の金属箔からなる第2の層109a、109a'を有しており、第2シート110bは、内側の絶縁性材料からなる第1の層108bおよび外側の金属箔からなる第2の層109bを有している。

ケース180もしくは190に極板群を収容して完成した電池のパッケージの上面図を図31に示す。また、ケース180および190に極板群を収容して完成した電池のパッケージの斜視図を、それぞれ図32および図33に示す。

いずれのパッケージにおいても、第1リード片103aおよび第2リード片103bが、それぞれ外部へ導出されており、各スリットの間隙は封止材112a、112a'および112b、112b'により埋められている。封止材には、電解液に対して耐性を有する樹脂材料などが

用いられる。

上記のようなパッケージは、部品点数が少ないことから、少ない製造工程数で効率良く得ることが可能であり、しかも極板群自体が簡易な構造を有することから、体積効率が高く、優れた信頼性を有する電池を得ることが可能である。

実施の形態 9

図 3 4 に、本実施形態に係る極板群 1 0 0 の縦断面図を示す。

極板群 1 0 0 は、交互に積層された複数の第 1 電極 1 1 0 と複数の第 2 電極 1 2 0 からなり、第 1 電極 1 1 0 と第 2 電極 1 2 0 との間には、セパレータ 1 3 0 が介在している。

第 1 電極 1 1 0 は、第 1 集電体シート 1 1 2 および 2 つの第 1 電極合剤層 1 1 4 からなり、第 1 集電体シート 1 1 2 は、樹脂シート 1 1 6 およびその両面に設けられた導電層 1 1 8 からなる。第 1 集電体シート 1 1 2 は、導電層の形状パターンに応じて導電部と絶縁部とを有する。

一方、図 1 の極板群には、2 種類の第 2 電極 1 2 0 a および 1 2 0 b が含まれている。2 つの第 1 電極 1 1 0 で挟持されている内部の第 2 電極 1 2 0 a は、導電シート 1 2 2 からなる第 2 集電体シートおよび 2 つの第 2 電極合剤層 1 2 4 からなる。最外部の 2 つの第 2 電極 1 2 0 b は、内側片面だけに第 2 電極合剤層 1 2 4 が設けられていること以外、内部の第 2 電極 1 2 0 a と同様の構造を有する。

図 3 4 においては、第 2 電極が最外部の 2 つの電極を構成しているが、第 1 集電体シートの内側片面だけに第 1 電極合剤層が設けられた第 1 電極を最外部の 2 つの電極とすることもできる。また、最外部の 2 つの電極のうち、片方を第 1 電極とし、他方を第 2 電極とすることもできる。

第 1 電極 1 1 0 においては、樹脂シートの一端部 1 1 6 x を除く全面

もしくは端部 1 1 6 x と図 3 4 の紙面裏表に位置する端部を除く全面に導電層 1 1 8 が設けられている。導電層 1 1 8 の上には、第 1 電極合剤層 1 1 4 が設けられている。図 3 4 の第 1 集電体シート 1 1 2 においては、導電層 1 1 8 を有さない樹脂シートの端部 1 1 6 x もしくは端部 1 1 6 x と図 3 4 の紙面裏表に位置する端部が絶縁部として機能する。端部 1 1 6 x の反対側に位置する導電層の端部 1 1 8 x には、導電層 1 1 8 の露出部が残されている。

第 2 電極 1 2 0 を構成する第 2 集電体シートにおいては、導電シート 1 2 2 の一方の端部 1 2 2 x もしくは端部 1 2 2 x と図 3 4 の紙面裏表に位置する端部が、絶縁材料 1 2 6 で被覆されている。また、端部 1 2 2 x の反対側に位置する導電シートの端部 1 2 2 y では、導電シート 1 2 2 が露出している。

導電シート 1 2 2 の厚さは、例えば 0.5 ~ 500 μm であることが好ましい。平坦な表面を有する通常の導電シートを用いてもよく、穿孔体、ラス体、多孔質体、ネット、発泡体、織布、不織布などを用いてもよい。また、表面に凹凸を有する導電シートを用いることもできる。

導電シートの材質には、第 2 電極が正極である場合には、例えば、ステンレス鋼、アルミニウム、アルミニウム合金、チタン、炭素などを用いることができ、特に、アルミニウム、アルミニウム合金などが好ましい。また、第 2 電極が負極である場合には、例えば、ステンレス鋼、ニッケル、銅、銅合金、チタンなどを用いることができ、特に、銅、銅合金などが好ましい。

絶縁材料 1 2 6 の厚さは、例えば 0.5 ~ 500 μm であることが好ましい。

絶縁材料 1 2 6 には、例えば樹脂塗膜を用いることができる。樹脂塗膜は、絶縁樹脂を含む溶液または分散液を、導電シート 1 2 2 の端部に

塗工し、乾燥することにより、形成することができる。塗工方法は特に限定されないが、例えばスクリーン印刷法、ダイコート法等を採用することができる。溶液や分散液は、液状でもペースト状でもよく、これらの粘度は任意に制御すればよい。

樹脂塗膜は、重合性化合物を含む溶液または分散液を、電極合剤層の端部に塗工し、前記重合性化合物を重合させることにより、形成することもできる。

樹脂テープで導電シート 1 2 2 の端部を被覆することにより、絶縁材料 1 2 6 を設けることもできる。

以上の絶縁材料には、電極合剤層の端部に沿って形成する絶縁材料部と同様のものを用いることができる。

第 1 集電体シートの導電層の端部 1 1 8 x は、極板群の第 1 側面、すなわち図 3 4 左側に配されており、その反対側に位置する樹脂シートの端部 1 1 6 x は、極板群の第 2 側面、すなわち図 3 4 右側に配されている。また、導電シート 1 2 2 の端部 1 2 2 y は、極板群の第 1 側面に配されており、その反対側の絶縁材料 1 2 6 で被覆されている端部は、極板群の第 2 側面に配されている。

短絡を確実に防止する観点から、樹脂シートの端部 1 1 6 x の幅は、0.001 mm 以上、好ましくは 0.1 mm 以上であることが好ましい。絶縁材料 1 2 6 で被覆されている導電シートの端部 1 2 2 x の幅についても、同様である。

電気化学素子の安全性を損なわせる原因の一つは、正極集電体シートと負極合剤層との短絡であることから、正極集電体シートに絶縁シートからなる第 1 集電体シートを用い、負極集電体シートに導電シートからなる第 2 集電体シートを用いることが好ましい。

次に、図 3 4 の極板群 1 0 0 の効率的な製造法の一例について、図

35 および 36 を参照しながら説明する。

まず、所望数の集電体シートを与え得る大きさの樹脂シートを準備し、樹脂シートの両面の同じ位置に、複数の所定形状の導電層を形成する。この際、樹脂シートの露出部 210a を残しておく。

次に、図 35 (a) に示すように、各導電層の上に、第 1 電極合剤層 310 を 2 つずつ形成する。2 つの第 1 電極合剤層 310 の間には、電極合剤層を担持しない導電層の露出部 220a を残しておく。電極合剤層を担持していない導電層の露出部 220a は、後に第 1 端子との接続部 220b となる。また、樹脂シートの露出部 210a は、後に極板群の第 2 側面に配される絶縁部 210b となる。

図 35 には示されていないが、第 1 電極合剤層の形成後、極板群において第 2 側面に配される第 1 電極合剤層の端部を絶縁材料で被覆してもよい。

ここまでの工程は、実施の形態 3、4 と同様に行うことができる。

その後、図 3 (b) に示すように、集電体シートの集合体を一列毎に分割する。

一方、第 2 電極は、導電シートを用いること以外は、第 1 電極とほぼ同様に作製する。すなわち、所望数の電極を与え得る大きさの導電シートの両面の同じ位置に、第 1 電極の場合と同様に複数の所定形状の第 2 電極合剤層を形成する。その後、導電シートを電極毎に分割する。

次に、極板群の第 1 側面に配される予定の導電シートの端部を絶縁材料で被覆する。また、極板群の第 1 側面に配される予定の第 1 電極合剤層の端部を絶縁材料で被覆してもよい。

片面だけに第 2 電極合剤層を有する第 2 電極についても、他方の面に第 2 電極合剤層を設けないこと以外、上記と同様の方法で作製することができる。

次に、図 3 5 (c) に示すように、各第 1 電極の第 1 電極合剤層 3 1 0 と各第 2 電極の第 2 電極合剤層 3 2 0 とをセパレータ 3 3 0 を介して対向させて積層する。積層数は任意である。また、第 1 電極の第 1 端子との接続部 2 2 0 b が、第 2 電極の導電シート 3 2 1 の端部を被覆する絶縁材料 3 2 2 と対面するように、両極板を配置する。そして、両最外面に、片面だけに第 2 電極合剤層を有する一对の第 2 電極を配し、これらで内側の電極を挟持し、全体をプレスする。

その結果、複数の極板スタックからなる集合体を得られる。最後に、極板スタックからなる集合体を極板スタックごとに分割する。このとき、第 1 集電体シートの切断面に大きな金属バリが発生することはない。

次に、捲回型極板群について説明する。

捲回型極板群の場合、図 3 6 (a) に示すような帯状の形状を有する第 1 電極 4 1 0 および第 2 電極 4 2 0 を用いる。第 1 電極 4 1 0 および第 2 電極 4 2 0 は、形状は異なるが、積層型極板群に用いる第 1 電極および第 2 電極と同様の構造を有する。従って、第 1 電極および第 2 電極の製造法は、積層型の場合とほぼ同様である。

図 3 6 (a) において、第 1 電極 4 1 0 の長手方向に沿う一方の端部には、導電層の露出部からなる第 1 端子との接続部 4 1 2 が設けられている。また、第 1 電極 4 1 0 の他方の端部には、樹脂シートからなる絶縁部 4 1 3 が設けられている。

また、第 2 電極 4 2 0 の長手方向に沿う一方の端部においては、導電シート 4 2 2 の端部が露出しており、導電シート 4 2 2 の他方の端部は絶縁材料 4 2 3 で被覆されている。

次いで、図 3 6 (b) に示すように、第 1 電極 4 1 0 と第 2 電極 4 2 0 とをセパレータ 4 3 0 を介して積層し、捲回する。その結果、図 3 6 (c) に示すような捲回型極板群 4 0 0 が得られる。

このような極板群の一方の底面（第1底面）には、第1集電体シート
の第1端子との接続部412と第2集電体シートの絶縁材料423とが
交互に同心円状に配列しており、他方の底面（第2底面）には、導電シ
ート422の露出部と第1集電体シートの絶縁部413とが交互に同心
円状に配列している。従って、第1底面および第2底面を、上記と同様
にそれぞれ第1端子および第2端子で被覆することができる。

実施例 1

本実施例では、以下の要領で積層型のリチウムイオン二次電池を作製
した。

（a）第1電極の作製

横198mm、縦282mm、厚さ7 μ mのポリエチレンテレフタレ
ート（以下、PETという）のシートを準備した。次いで、マトリクス
状の開口部を有するマスクを用いて、PETシートの両面の同じ位置に、
3行6列に配列する複数の矩形（65mm $\times$ 46mm）の銅の蒸着膜を
形成した。銅の蒸着膜の厚さは、0.1 μ mとした。

活物質の球状黒鉛（黒鉛化メソフェーズ小球体）100重量部と、結
着剤のスチレンブタジエンゴム3重量部と、分散媒である適量のカルボ
キシメチルセルローズ水溶液とを混合することにより、第1電極合剤か
らなるペーストを調製した。このペーストを各蒸着膜の中央部を除く全
面に塗工した。その結果、各蒸着膜の上に、32mm $\times$ 46mmの第1
電極合剤層が2つずつ形成された。2つの第1電極合剤層の間には、幅
1mmの溝状に、電極合剤層を有さない銅の蒸着膜の露出部を残した。
その後、ペーストの塗膜を乾燥し、乾燥後の塗膜を厚さ70 μ mになる
までローラで圧延した。

10重量部のポリフッ化ビニリデン（以下、PVDF）を、90重量

部のN-メチル-2-ピロリドン（以下、NMP）に溶かして、PVDFのNMP溶液を調製した。第1電極合剤層の周縁部のうち、蒸着膜の露出部に隣接する部分の反対側の部分に、上記NMP溶液をスクリーン印刷法で塗工し、80℃で乾燥させて、幅0.3mm、乾燥後の厚さ70μmのポリフッ化ビニリデンの塗膜を形成し、絶縁材料部とした。こうして両面に6行6列の第1電極合剤層を有する第1電極の集合体を得た。

（b）第2電極の作製

両面に第2電極合剤層を有する第2電極を作製した。

横198mm、縦282mm、厚さ7μmのPETシートを準備した。次いで、マトリクス状の開口部を有するマスクを用いて、PETシートの両面の同じ位置に、3行6列に配列する複数の矩形（64mm×45mm）のアルミニウムの蒸着膜を形成した。A1蒸着膜の厚さは、0.1μmとした。

活物質のコバルト酸リチウム（ LiCoO_2 ）100重量部と、導電材のアセチレンブラック3重量部と、結着剤のポリフッ化ビニリデン7重量部と、分散媒である適量のカルボキシメチルセルロース水溶液とを混合することにより、第2電極合剤からなるペーストを調製した。このペーストを各蒸着膜の中央部を除く全面に塗工した。その結果、各蒸着膜の上に、31mm×45mmの第2電極合剤層が2つずつ形成された。2つの第2電極合剤層の間には、幅2mmの溝状に、合剤を有さないA1の蒸着膜の露出部を残した。その後、ペーストの塗膜を乾燥し、乾燥後の塗膜を厚さ70μmになるまでローラで圧延した。

得られた第2電極合剤層の周縁部のうち、蒸着膜の露出部に隣接する部分の反対側の部分に、上記NMP溶液をスクリーン印刷法で塗工し、80℃で乾燥させて、幅0.3mm、乾燥後の厚さ70μmのポリフッ

化ビニリデンの塗膜を形成し、絶縁材料部とした。こうして両面に6行6列の第2電極合剤層を有する第2電極の集合体を得た。

次に、片面だけに第2電極合剤層を有する第2電極を、他方の面に導電層、第2電極合剤層および絶縁材料を設けないこと以外、上記と同様の方法で作製した。

(c) 極板群の作製

両面に第1電極合剤層を有する第1電極からなる集合体2つで、両面に第2電極合剤層を有する第2電極からなる集合体1つを、セパレータを介して挟持した。このとき第1電極合剤層と第2電極合剤層とを互いに対面させた。また、第1電極における蒸着膜の露出部およびポリフッ化ビニリデンの塗膜からなる絶縁材料部を、それぞれ第2電極におけるポリフッ化ビニリデンの塗膜からなる絶縁材料部および蒸着膜の露出部と対面させた。両最外面に、片面だけに第2電極合剤層を有する一対の第2電極を配し、これらで内側の電極を挟持し、全体をプレスした。その結果、複数の極板スタックからなる集合体を得られた。

切断位置を、第1電極における蒸着膜の露出部の中心、第2電極における蒸着膜の露出部の中心に合わせて、複数の極板スタックからなる集合体を極板スタック毎に分割した。その結果、一連の塗工・積層工程により、一度に36個もの極板スタックを得ることができた。こうして得られた極板スタックの4つの側面においては、各集電体シートの端部とセパレータの端部とが面一に配されていた。

1つの側面(第1側面)には、第1集電体シートの蒸着膜の露出部と第2集電体シートのPETの露出部が交互に配列していた。その反対側の第2側面には、第2集電体シートの蒸着膜の露出部と第1集電体シートのPETの露出部が交互に配列していた。残りの2つの側面には、各集電体シートのPETの露出部が配列していた。

第1集電体シートの銅の蒸着膜の露出部と第2集電体シートのPETの露出部とが交互に配列する第1側面に、半熔融状態の銅微粒子を吹き付けた。その結果、第1側面に、厚さ0.5mmの銅膜が形成された。銅の蒸着膜の露出部は、銅膜の内部に深さ0.2mmまで埋没していた。第1側面に配されている第2電極合剤層の端面は、ポリフッ化ビニリデンの塗膜で覆われているため、吹き付けにより形成された銅膜と第2電極とが接触することはなかった。この銅膜はそのまま負極端子として用いた。

第2集電体シートのA1の蒸着膜の露出部と第1集電体シートのPETの露出部とが交互に配列する第2側面に、半熔融状態のアルミニウム微粒子を吹き付けた。その結果、第2側面に、厚さ0.5mmのアルミニウム膜が形成された。A1の蒸着膜の露出部は、アルミニウム膜の内部に深さ0.2mmまで埋没していた。第2側面に配されている第1電極合剤層の端面は、ポリフッ化ビニリデンの塗膜で覆われているため、吹き付けにより形成されたアルミニウム膜と第1電極とが接触することはなかった。このアルミニウム膜はそのまま正極端子として用いた。

[充放電試験]

得られた極板群の銅膜とアルミニウム膜に、それぞれリード線を接続し、外部の充放電装置を用いて、充放電試験を行った。ここで用いた電解液は、エチレンカーボネート(EC)とエチルメチルカーボネート(EMC)とを体積比30:70で混合した混合溶媒に、LiPF₆を1mol/Lの濃度で溶解して調製した。

充放電は、20℃雰囲気中で行った。充電および放電は、それぞれ電極面積に対して2.5mA/cm²の電流モードで行った。充電終止電圧は4.2Vとした。放電終止電圧は3.0Vとした。上記条件によって得られた電気容量は900mAhであった。

[短絡発生率]

同様の電池を100個作製し、それらの電池の集電端子付近を金属丸棒で圧壊させ、その後、電池電圧を測定して、内部短絡発生の可能性のある電池の個数を調べた。内部短絡発生の可能性のある電池は0個であった。

[耐衝撃性]

実施例1の極板群を落下させて機械的衝撃を与えても、内部短絡に由来する電圧降下などの異常は認められなかった。

比較例1

従来から用いられている銅箔からなる芯材を用いて、実施例1と同じ組成・厚さの第1電極合剤層を有する第1電極を作製し、アルミニウム箔からなる芯材を用いて、実施例1と同じ組成・厚さの第2電極合剤層からなる第2電極を作製し、これらを積層して実施例1と同じ容量900の電池を作製した。極板群の第1側面からは第1電極の端部を突出させ、第1側面の反対側に位置する第2側面からは第2電極の端部を突出させた。電極合剤層の端部を覆う絶縁材料部は、第1電極にも第2電極にも設けなかった。同一極性の極板同士をリードで接続し、電池を完成した。得られた電池の容量は実施例1と同じであったが、電池の容積は実施例1の電池の約1.2倍となった。同様の電池を100個作製し、短絡発生率を調べたところ、2個の電池で短絡の発生が確認された。

実施例2

本実施例では、以下の要領で捲回型のリチウムイオン二次電池を作製した。

(a) 第1電極の作製

横 1 9 8 mm、縦 5 0 6 mm、厚さ 7 μ m のポリエチレンテレフタレート（以下、P E T という）のシートを準備した。次いで、マトリクス状の開口部を有するマスクを用いて、P E T シートの両面の同じ位置に、3 列に配列する複数の帯状（6 5 mm $\times$ 5 0 6 mm）の銅の蒸着膜を形成した。銅の蒸着膜の厚さは、0 . 1 μ m とした。

活物質の球状黒鉛（黒鉛化メソフェーズ小球体）1 0 0 重量部と、結着剤のスチレンブタジエンゴム 3 重量部と、分散媒である適量のカルボキシメチルセルロース水溶液とを混合することにより、第 1 電極合剤からなるペーストを調製した。このペーストを各蒸着膜の中央部を除く全面に塗工し、各蒸着膜の上に、3 2 mm $\times$ 5 0 6 mm の帯状の第 1 電極合剤層を 2 列ずつ形成した。2 列の帯状の第 1 電極合剤層の間には、幅 1 mm の溝状に、第 1 電極合剤を有さない銅の蒸着膜の露出部を残した。その後、ペーストの塗膜を乾燥し、乾燥後の塗膜を厚さ 7 0 μ m になるまでローラで圧延した。

第 1 電極合剤層の周縁部のうち、蒸着膜の露出部に隣接する部分の反対側の部分に、実施例 1 と同様の方法で、幅 0 . 3 mm、乾燥後の厚さ 7 0 μ m のポリフッ化ビニリデンの塗膜を形成して、絶縁材料部とした。こうして、両面に 6 列の帯状の第 1 電極合剤層を有する第 1 電極の集合体を得た。

（b）第 2 電極の作製

両面に帯状の第 2 電極合剤層を有する第 2 電極を作製した。

横 1 9 8 mm、縦 5 0 6 mm、厚さ 7 μ m の P E T シートを準備した。次いで、マトリクス状の開口部を有するマスクを用いて、P E T シートの両面の同じ位置に、3 列に配列する複数の帯状（6 4 mm $\times$ 5 0 6 mm）のアルミニウムの蒸着膜を形成した。A l 蒸着膜の厚さは、0 . 1 μ m とした。

活物質のコバルト酸リチウム (LiCoO_2) 100重量部と、導電材のアセチレンブラック 3重量部と、結着剤のポリフッ化ビニリデン 7重量部と、分散媒である適量のカルボキシメチルセルロース水溶液とを混合することにより、第2電極合剤からなるペーストを調製した。このペーストを各蒸着膜の中央部を除く全面に塗工し、各蒸着膜の上に、 $31\text{ mm} \times 506\text{ mm}$ の帯状の第2電極合剤層を2列ずつ形成した。2列の第2電極合剤層の間には、幅2 mmの溝状に、第2電極合剤を有さないA1の蒸着膜の露出部を残した。その後、ペーストの塗膜を乾燥し、乾燥後の塗膜を厚さ $70\text{ }\mu\text{m}$ になるまでローラで圧延した。

第2電極合剤層の周縁部のうち、蒸着膜の露出部に隣接する部分の反対側の部分に、実施例1と同様の方法で、幅0.3 mm、乾燥後の厚さ $70\text{ }\mu\text{m}$ のポリフッ化ビニリデンの塗膜を形成して、絶縁材料部とした。こうして、両面に6列の第2電極合剤層を有する第2電極の集合体を得た。

(c) 極板群の作製

第1電極の集合体と、第2電極の集合体とを、セパレータを介して重ねてから捲回した。このとき、第1電極合剤層と第2電極合剤層とを互いに対面させ、第1電極における蒸着膜の露出部およびポリフッ化ビニリデンの塗膜からなる絶縁材料部を、それぞれ第2電極におけるポリフッ化ビニリデンの塗膜からなる絶縁材料部および蒸着膜の露出部と対面させた。その結果、交互に逆向きに配列した複数の捲回型極板群からなる長尺筒状の集合体を得られた。

こうして得られた集合体は、第1電極における蒸着膜の露出部の中心、第2電極における蒸着膜の露出部の中心で切断して、極板群毎に分割した。その結果、一連の塗工・捲回工程により、一度に6個もの極板群を得ることができた。

第1集電体シートの銅の蒸着膜の露出部と第2集電体シートのPET樹脂部とが交互に配列する側面（第1底面）には、半熔融状態の銅微粒子を吹き付けた。ただし、極板群の内部に電解液を注入するための注入孔を設けるために、該当箇所にマスクを被せた。その結果、第1底面に、厚さ0.5mmの銅膜が形成された。このとき、銅の蒸着膜の露出部が、銅膜の内部に深さ0.2mmまで埋没していた。第1底面に配されている第2電極合剤層の端面は、ポリフッ化ビニリデンの塗膜で覆われているため、吹き付けにより形成された銅膜と第2電極とが接触することはなかった。この銅膜は、そのまま負極端子として用いた。

第2集電体シートのA1の蒸着膜の露出部と第1集電体シートのPET樹脂部とが交互に配列する側面（第2底面）には、半熔融状態のアルミニウム微粒子を吹き付けた。ただし、極板群の内部に電解液を注入するための注入孔を設けるために、該当箇所にマスクを被せた。その結果、第2底面に、厚さ0.5mmのアルミニウム膜が形成された。このとき、A1の蒸着膜の露出部が、アルミニウム膜の内部に深さ0.2mmまで埋没していた。第2底面に配されている第1電極合剤層の端面は、ポリフッ化ビニリデンの塗膜で覆われているため、吹き付けにより形成されたアルミニウム膜と第1電極とが接触することはなかった。このアルミニウム膜は、そのまま正極端子として用いた。

こうして得られた極板群をステンレス鋼製の円筒型電池ケースに収容し、極板群底面の銅膜をケースの内底面に接続した。極板群上面のアルミニウム膜は、アルミニウムリードを介して、周囲に絶縁ガスを配した封口板の裏側に接続した。次いで、電解液をケース内に注ぎ、電解液を極板群の内部に含浸させた。その後、封口板でケースの開口部を封口し、円筒型電池を完成した。ここで用いた電解液は、エチレンカーボネート（EC）とエチルメチルカーボネート（EMC）とを体積比

30 : 70 で混合した混合溶媒に、 LiPF_6 を1モル/Lの濃度で溶解して調製した。

比較例 2

従来と同様の方法で、捲回型のリチウムイオン二次電池を作製した。

すなわち、 $32 \times 506 \text{ mm}$ の帯状の銅箔およびその両面に担持された実施例 2 と同じ組成・厚さの第 1 電極合剤層からなる第 1 電極を作製し、 $31 \times 506 \text{ mm}$ の帯状のアルミニウム箔およびその両面に担持された実施例 2 と同じ組成・厚さの第 2 電極合剤層からなる第 2 電極を作製した。それぞれの極板には、集電タブを接続するための電極合剤層の未塗工部を設け、そこに集電タブを接続した。これらの第 1 電極と第 2 電極とを、セパレータを介して捲回し、極板群を作製した。

こうして得られた極板群を、実施例 2 で用いたものより直径が 1.2 倍大きなステンレス鋼製の円筒型電池ケースに収容し、第 2 電極リードをケースの内底面に溶接した。また、第 1 電極リードは、周囲に絶縁ガasketを配した封口板の裏側に接続した。次いで、電解液をケース内に注ぎ、実施例 2 と同様の電解液を極板群の内部に含浸させた。その後、封口板でケースの開口部を封口し、円筒型電池を完成した。なお、比較例 2 で実施例 2 よりも大きな電池ケースを要したのは、集電タブが極板群の内部に介在していることから極板群の直径が増加したためである。実施例 2 および比較例 2 の電池の容量は同じであるが、比較例 2 の電池は、実施例 2 の電池よりも 1.2 倍大きくなった。

〔充放電試験〕

実施例 2 および比較例 2 の電池の充放電を、それぞれ 20°C 雰囲気中で行った。充電および放電は、それぞれ電極面積に対して 2.5 mA/cm^2 の電流モードで行った。充電終止電圧は 4.2 V とした。放電終止

電圧は 3.0 V とした。上記条件によって得られた実施例 2 および比較例 2 の電池の電気容量は、いずれも 900 mAh であった。

[レート特性]

次に、20℃雰囲気中で、実施例 2 および比較例 1 の電池の充電を、電極面積に対して $2.5 \text{ mA} / \text{cm}^2$ の電流モードで充電終止電圧 4.2 V まで行い、0.2 C ($0.5 \text{ mA} / \text{cm}^2$) の電流値で放電した。その後、再び実施例 2 および比較例 1 の電池の充電を、上記と同じ電流モードで、充電終止電圧 4.2 V まで行い、2 C ($5 \text{ mA} / \text{cm}^2$) の電流値で放電した。その結果、実施例 2 の電池の場合、2 C で放電したときの容量は 0.2 C で放電したときの容量の 90% であったが、比較例 1 の電池の場合、2 C で放電したときの容量は 0.2 C で放電したときの容量の 80% であった。

[耐衝撃性]

実施例 2 の電池を落下させて機械的衝撃を与えても、内部短絡に由来する電圧降下などの異常は認められなかったが、比較例 1 の電池では若干の電圧降下が認められた。

[短絡発生率]

実施例 2 および比較例 2 の電池をそれぞれ 100 個作製し、これらの電池の集電端子付近を圧壊させ、その後、電池電圧を測定して、内部短絡発生の可能性のある電池の個数を調べた。内部短絡発生の可能性のある電池は、実施例 2 では 0 個であったが、比較例 2 では 2 個であった。

実施例 3

(a) 極板群の作製

実施例 1 と同様の積層型極板群を作製し、銅膜からなる負極端子には、ニッケル製負極リード（厚さ $100 \mu\text{m}$ 、寸法 $2 \text{ mm} \times 30 \text{ mm}$ ）の一

端を溶接により接合した。アルミニウム膜からなる正極端子には、アルミニウム製正極リード（厚さ $100\mu\text{m}$ 、寸法 $2\text{mm}\times 30\text{mm}$ ）の一端を溶接により接合した。各リードの他端は、それぞれ極板群の一側面から 5mm ほど突出させた。

（b）ケースの作製

図26に示されるような3つの部品からなるケースを作製した。枠体106には、ケースの内側に配される厚さ $500\mu\text{m}$ のポリプロピレン層と、ケースの外側に配される厚さ $20\mu\text{m}$ のアルミニウム箔と、を有する2層の積層材料を用いた。枠体の外寸は $34\text{mm}\times 50\text{mm}\times 5\text{mm}$ とした。2つの平坦なシート110a、bには、ケースの内側に配される厚さ $80\mu\text{m}$ のポリプロピレン層と、ケースの外側に配される厚さ $20\mu\text{m}$ のアルミニウム箔と、を有する2層の積層材料を用いた。平坦なシートの外寸は、枠体と同じく 34×50 とした。枠体の側壁の一つには、幅 $100\mu\text{m}$ の2つのスリット107a、bを形成した。

（c）電池の組み立て

極板群に接合された正極リードおよび負極リードの突出部を、それぞれ枠体のスリット107a、bに通すとともに、極板群を枠体で囲んだ。そして、ポリプロピレン層を内側に配した2つのシート110a、bで、枠体と極板群とを一緒に挟持した。シート110a、bの周縁部を加熱してポリプロピレン層を溶融させ、各シートと枠体の開口端部とを溶着させた。ケース内に電解液を注液し、極板群に電解液を十分に含浸させた後、スリットの隙間をピッチで封止した。ここで用いた電解液は、エチレンカーボネート（EC）とエチルメチルカーボネート（EMC）とを体積比30：70で混合した混合溶媒に、 LiPF_6 を1モル/Lの濃度で溶解して調製した。こうして電池を完成した。

〔充放電試験〕

得られた電池の充放電試験を 20°C 雰囲気中で行った。充電および放電は、それぞれ電極面積に対して 2.5 mA/cm^2 の電流モードで行った。充電終止電圧は 4.2 V とした。放電終止電圧は 3.0 V とした。上記条件によって得られた電気容量は 900 mAh であった。

〔耐衝撃性〕

実施例 1 の電池を落下させて機械的衝撃を与えても、内部短絡に由来する電圧降下は認められなかった。

実施例 4

図 27 に示されるような 2 つの部品からなるケースを作製した。容器 106' には、ケースの内側に配されるポリプロピレン層と、ケースの外側に配される厚さ $20\text{ }\mu\text{m}$ のアルミニウム箔とを有する 2 層の積層材料を用いた。容器の側壁におけるポリプロピレン層の厚さは $500\text{ }\mu\text{m}$ 、容器の底部におけるポリプロピレン層の厚さは $80\text{ }\mu\text{m}$ とした。容器の外寸は $34\text{ mm} \times 50\text{ mm} \times 5\text{ mm}$ とした。平坦なシート 110a' には、ケースの内側に配される厚さ $80\text{ }\mu\text{m}$ のポリプロピレン層と、ケースの外側に配される厚さ $20\text{ }\mu\text{m}$ のアルミニウム箔とを有する 2 層の積層材料を用いた。平坦なシートの外寸は、容器開口の外寸と同じく 34×50 とした。容器の側壁の一つには、幅 $100\text{ }\mu\text{m}$ の 2 つのスリット 107a'、b' を形成した。

上記ケースを用いたこと以外、実施例 3 と同様に電池を作製した。すなわち、極板群に接合された正極リードおよび負極リードの突出部を、それぞれ容器のスリット 107a'、b' に通すとともに、極板群を容器内に収容した。そして、ポリプロピレン層を内側に配したシート

110a' で容器の開口側から極板群を覆った。シート 110a' の周縁部を加熱してポリプロピレン層を溶融させ、シートと容器の開口端部

とを溶着させた。ケース内に上記と同じ組成の電解液を注液し、極板群に電解液を充分に含浸させた後、スリットの隙間をピッチで封止した。

得られた電池の容量および電池の容積は実施例 3 と同じであった。また、実施例 4 の電池を落下させて機械的衝撃を与えても、内部短絡に由来する電圧降下は認められなかった。

比較例 3

従来から用いられている銅箔からなる芯材を用いて、実施例 3 と同じ組成・厚さの第 1 電極合剤層を有する第 1 電極を作製し、アルミニウム箔からなる芯材を用いて、実施例 1 と同じ組成・厚さの第 2 電極合剤層からなる第 2 電極を作製し、これらを積層して実施例 3 と同じ容量 900 mAh の電池を作製した。極板群の第 1 側面からは第 1 電極の端部を突出させ、第 1 側面の反対側に位置する第 2 側面からは第 2 電極の端部を突出させた。各側面から突出する極板の端部に集電板を溶接し、集電板にリードを接続して極板群を完成した。この極板群をセパレータで覆った後、従来から用いられているアルミニウム製の角形ケースに收容し、電池を完成した。

得られた電池の容量は、実施例 3 と同じであったが、電池の容積は実施例 3 の電池の約 1.2 倍となった。また、比較例 3 の電池を落下させて機械的衝撃を与えたところ、内部短絡に由来する若干の電圧降下が認められた。

実施例 5

実施例 1 と同様の極板群を作製し、極板群の第 1 端子と第 2 端子に、それぞれニッケルからなる負極リードとアルミニウムからなる正極リードを超音波溶接により溶接した。各端子と各リードとの接合面積は、

0.5 cm²とした。リードが接合された極板群は、所定の電解液に浸漬し、極板群内部に十分に電解液を含浸させた。ここで用いた電解液は、エチレンカーボネート（EC）とエチルメチルカーボネート（EMC）とを体積比30：70で含む混合溶媒に、LiPF₆を1モル/Lの濃度で溶解して調製した。こうしてリチウムイオン二次電池Xを完成した。

実施例 6

実施例1と同様の極板スタックを作製した。また、樹脂のポリアミドイミド30重量部と、導電性微粒子の銅粉末（平均粒径20 μm）70重量部とからなる導電性ペーストAを調製した。そして、第1集電体シートの銅の蒸着膜の露出部と第2集電体シートのPETの露出部とが交互に配列する第1側面に、導電性ペーストAを塗工し、70℃で極板スタックを加熱して樹脂を硬化させた。その結果、第1側面に、厚さ0.5 mmの第1端子が形成された。銅の蒸着膜の露出部は、第1端子の内部に深さ0.5 mmまで埋没していた。また、銅の蒸着膜の露出部は、第1端子を貫通して外面に露出していた。第1端子は負極端子として用いた。

樹脂のポリアミドイミド30重量部と、導電性微粒子のアルミニウム粉末（平均粒径20 μm）70重量部とからなる導電性ペーストBを調製した。そして、第2集電体シートのA1の蒸着膜の露出部と第1集電体シートのPETの露出部とが交互に配列する第2側面に、導電性ペーストBを塗工し、70℃で極板スタックを加熱して樹脂を硬化させた。その結果、第2側面に、厚さ0.5 mmの第2端子が形成された。A1の蒸着膜の露出部は、第2端子の内部に深さ0.5 mmまで埋没していた。また、A1の蒸着膜の露出部は、第2端子を貫通して外面に露出していた。第2端子は正極端子として用いた。

こうして得られた極板群の、銅の蒸着膜の露出部が露出する第1端子と、A1の蒸着膜の露出部が露出する第2端子に、それぞれニッケルからなる負極リードとアルミニウムからなる正極リードをレーザ溶接により溶接した。各端子と各リードとの接合面積は、 0.5 cm^2 とした。リード線が接合された極板群は、所定の電解液に浸漬し、極板群内部に十分に電解液を含浸させた。ここでは実施例5と同じ電解液を用いた。こうしてリチウムイオン二次電池Yを完成した。

実施例7

実施例1と同様の極板スタックを作製した。また、 Pb-Sn-Bi 系の合金（融点 100°C ）からなる半田を準備し、浴槽内で溶融させた。そして、第1集電体シートの銅の蒸着膜の露出部と第2集電体シートのPETの露出部とが交互に配列する第1側面を、この溶融半田の液面と接触させ、直ちに引き上げた。その結果、第1側面に、厚さ 0.5 mm の第1端子が形成された。銅の蒸着膜の露出部は、第1端子の内部に深さ 0.2 mm まで埋没していた。第1端子は負極端子として用いた。

第2集電体シートのA1の蒸着膜の露出部と第1集電体シートのPETの露出部とが交互に配列する第2側面を、上記溶融半田の液面と接触させ、直ちに引き上げた。その結果、第2側面に、厚さ 0.5 mm の第2端子が形成された。A1の蒸着膜の露出部は、第2端子の内部に深さ 0.2 mm まで埋没していた。第2端子は正極端子として用いた。

こうして得られた極板群の第1端子と第2端子に、それぞれニッケルからなる負極リードとアルミニウムからなる正極リードを抵抗溶接により溶接した。各端子と各リードとの接合面積は、 0.5 cm^2 とした。リード線が接合された極板群は、所定の電解液に浸漬し、極板群内部に十分に電解液を含浸させた。ここでは実施例5と同じ電解液を用いた。こ

うしてリチウムイオン二次電池 Z を完成した。

[充放電試験]

リチウムイオン二次電池 X、Y および Z の充放電試験を、外部の充放電装置を用いて行った。充放電は、20℃雰囲気中で行った。充電および放電は、それぞれ電極面積に対して $2.5 \text{ mA} / \text{cm}^2$ の電流モードで行った。充電終止電圧は 4.2 V とした。放電終止電圧は 3.0 V とした。上記条件によって得られた電池 X、Y および Z の電気容量は、それぞれ 900 mAh であった。

[耐衝撃性]

電池 X、Y および Z を落下させて機械的衝撃を与えても、内部短絡に由来する電圧降下などの異常は認められなかった。

[レート特性]

次に、20℃雰囲気中で、電池 X、Y および Z の充電を、電極面積に対して $2.5 \text{ mA} / \text{cm}^2$ の電流モードで充電終止電圧 4.2 V まで行い、0.2 C ($0.5 \text{ mA} / \text{cm}^2$) の電流値で放電した。その後、再び X、Y および Z の充電を、上記と同じ電流モードで、充電終止電圧 4.2 V まで行い、2 C ($5 \text{ mA} / \text{cm}^2$) の電流値で放電した。その結果、電池 X の場合、2 C で放電したときの容量は 0.2 C で放電したときの容量の 90% であり、電池 Y の場合、2 C で放電したときの容量は 0.2 C で放電したときの容量の 90% であり、電池 Z の場合、2 C で放電したときの容量は 0.2 C で放電したときの容量の 89% であった。

実施例 8

片面だけに第 2 電極合剤層を有する第 2 電極として、他方の面に導電層のみを設けた電極を用いたこと以外、実施例 1 と同様の積層型極板群を作製した（図 19 参照）。前記他方の面には、第 2 電極合剤層および

絶縁材料は設けなかった。

[充放電試験]

得られた極板群の銅膜とアルミニウム膜に、それぞれリード線を接続し、電池を構成して、外部の充放電装置を用いて、充放電試験を行った。ここで用いた電解液は、エチレンカーボネート（EC）とエチルメチルカーボネート（EMC）とを体積比30：70で混合した混合溶媒に、LiPF₆を1モル/Lの濃度で溶解して調製した。充放電は、20℃雰囲気中で行った。充電および放電は、それぞれ電極面積に対して2.5 mA/cm²の電流モードで行った。充電終止電圧は4.2 Vとした。放電終止電圧は3.0 Vとした。上記条件によって得られた電気容量は900 mAhであった。

[レート特性]

20℃雰囲気中で、電池の充電を、電極面積に対して2.5 mA/cm²の電流モードで充電終止電圧4.2 Vまで行い、0.2 C（0.5 mA/cm²）の電流値で放電した。その後、再び電池の充電を、上記と同じ電流モードで、充電終止電圧4.2 Vまで行い、2 C（5 mA/cm²）の電流値で放電した。その結果、2 Cで放電したときの容量は0.2 Cで放電したときの容量の90%であった。

[耐衝撃性]

同様の電池を落下させて機械的衝撃を与えても、内部短絡に由来する電圧降下などの異常は認められなかった。

実施例 9

実施例 1 と同様の積層型極板群を作製した。そして、各集電体シートのPETの露出部およびセパレータの端部が配列する第3側面および第4側面は、セパレータと同一の多孔性材料で完全に被覆した。セパレー

タおよび前記多孔性材料には、それぞれ厚さ $50\ \mu\text{m}$ のポリエチレンからなる微多孔膜を用いた。次いで、第3側面および第4側面を覆う多孔性材料に、外側から、 100°C に加熱した治具の平坦面を押しつけ、セパレータの端部と多孔性材料とを溶着させた。その後、多孔性材料を介して電解液を極板群の内部に十分に浸透させた。ここで用いた電解液は、エチレンカーボネート（EC）とエチルメチルカーボネート（EMC）とを体積比 $30:70$ で混合した混合溶媒に、 LiPF_6 を $1\ \text{mol/L}$ の濃度で溶解して調製した。

[充放電試験]

得られた極板群の銅膜とアルミニウム膜に、それぞれリード線を接続し、電池を構成して、外部の充放電装置を用いて、充放電試験を行った。充放電は、 20°C 雰囲気中で行った。充電および放電は、それぞれ電極面積に対して $2.5\ \text{mA/cm}^2$ の電流モードで行った。充電終止電圧は $4.2\ \text{V}$ とした。放電終止電圧は $3.0\ \text{V}$ とした。上記条件によって得られた電気容量は $900\ \text{mAh}$ であった。

[短絡発生率]

同様の電池を 100 個作製し、それらの電池の第3、第4側面付近を圧壊させ、その後、電池電圧を測定して、内部短絡発生の可能性のある電池の個数を調べた。内部短絡発生の可能性のある電池は 0 個であった。

実施例 10

各集電体シートのPETの露出部およびセパレータの端部が配列する第3側面および第4側面を、多孔性材料の原料ペーストの塗膜で被覆したこと以外、実施例9と同様の極板群を作製した。すなわち、原料ペーストで極板群の第3側面および第4側面を完全に覆い、乾燥させることにより、各側面を厚さ $50\ \mu\text{m}$ の多孔性材料で被覆した。原料ペースト

には、アルミナ 10 重量部と、ポリフッ化ビニリデン 10 重量部と、メチルエチルケトン 80 重量部とを混合して調製したものをを用いた。

[短絡発生率]

得られた電池の容量および電池の容積は実施例 9 と同じであった。同様の電池を 100 個作製し、短絡発生率を調べたところ、内部短絡発生の可能性のある電池は 0 個であった。

実施例 11

100 重量部のポリエチレンオキシドジアクリレートに、0.1 重量部のベンジルジメチルケタールを溶かして、紫外線照射により重合を開始するアクリレート溶液を調製した。

PVDF の NMP 溶液の代わりに、第 1 電極合剤層および第 2 電極合剤層の所定の周縁部に、スクリーン印刷法により、上記アクリレート溶液を、それぞれ幅 0.3 mm で塗工した。その後、最大出力波長 365 nm の高圧水銀灯を用いて、塗膜に 1 分間の紫外線照射を行い、塗膜を硬化させた。硬化後の塗膜の厚さは 70 μ m とした。こうして絶縁材料部を設けたこと以外、実施例 1 と同様に、極板群を作製した。

実施例 12

ポリフッ化ビニリデンの塗膜の代わりに、第 1 電極合剤層および第 2 電極合剤層の所定の周縁部に、それぞれ幅 0.3 mm、厚さ 70 μ m の樹脂テープを貼り付けたこと以外、実施例 1 と同様に、極板群を作製した。ここでは、厚さ 60 μ m のポリプロピレン製の基材と、その両面にそれぞれ担持された厚さ 5 μ m の粘着剤層からなる樹脂テープを用いた。粘着剤にはアクリル系樹脂を用いた。

[充放電試験]

実施例 1 1、1 2 の電池の充放電を、実施例 1 と同様に、それぞれ 20℃雰囲気中で行った。すなわち、充電および放電は、それぞれ電極面積に対して 2.5 mA/cm^2 の電流モードで行った。充電終止電圧は 4.2 V とした。放電終止電圧は 3.0 V とした。上記条件によって得られた実施例 1 1、1 2 の電池の電気容量は、いずれも 900 mAh であった。

[短絡発生率]

実施例 1 1、1 2 の電池をそれぞれ 100 個作製し、これらの電池の集電端子付近を圧壊させ、その後、電池電圧を測定して、内部短絡発生の可能性のある電池の個数を調べた。内部短絡発生の可能性のある電池は、いずれの実施例においても 0 個であった。

実施例 1 3

本実施例では、以下の要領で積層型のリチウムイオン二次電池を作製した。

(a) 正極の作製

実施例 1 と同様の、両面に 6 行 6 列の正極合剤層を有する正極集合体を得た。この正極集合体を 1 列毎に分割した。分割された正極集合体の長手方向に沿う一方の端部には、幅 1 mm の Al 蒸着膜を有する PET シートの端部が存在し、他方の端部には、幅 1 mm の Al 蒸着膜を有さない PET シートの端部が存在した。

(b) 負極の作製

横 198 mm、縦 282 mm、厚さ $7 \mu\text{m}$ の銅箔を準備した。

次に、活物質の球状黒鉛（黒鉛化メソフェーズ小球体）100 重量部と、結着剤のスチレンブタジエンゴム 3 重量部と、分散媒である適量のカルボキシメチルセルロース水溶液とを混合することにより、負極合剤

からなるペーストを調製した。このペーストを銅箔の両面に正極の場合と同様のパターンで塗工し、乾燥して、 $32\text{ mm} \times 46\text{ mm}$ の負極合剤層を複数個形成した。その後、負極合剤層を厚さ $70\text{ }\mu\text{ m}$ になるまでローラで圧延した。

次に、正極端子と隣接する予定の負極合剤層の端部を、幅 0.3 mm のP V D Fの塗膜で被覆した。こうして、両面に6行6列の負極合剤層を有する負極集合体を得た。この負極集合体を1列毎に分割した。分割された負極集合体の長手方向に沿う両端部には、幅 0.5 mm の銅箔露出部が存在した。

その後、正極端子側に配される予定の銅箔端部の幅 0.5 mm の領域を厚さ $25\text{ }\mu\text{ m}$ のP V D Fで被覆した。

また、片面だけに負極合剤層を有する負極についても、他方の面に負極合剤層等を設けないこと以外、上記と同様の方法で作製した。

(c) 極板群の作製

両面に負極合剤層を有する負極集合体2つで、正極集合体1つをセパレータを介して挟持した。このとき正極合剤層と負極合剤層とを互いに対面させた。また、正極のA l 蒸着膜を有するP E Tシートの端部と、負極の銅箔のP V D F塗膜で被覆された端部とを同じ側に配した。そして、両最外面に、片面だけに負極合剤層を有する一对の負極を配し、これらで内側の電極を挟持し、全体をプレスした。その結果、複数の極板スタックからなる集合体を得られた。この集合体は極板スタック毎に分割した。その結果、一連の塗工・積層工程により、一度に6個の極板スタックを得ることができた。

正極のA l 蒸着膜を有するP E Tシートの端部と、負極の銅箔のP V D F塗膜で被覆された端部とが交互に配列する側面に、半熔融状態のA l 微粒子を吹き付け、厚さ 0.5 mm のA l 膜を形成した。このとき、

A 1 蒸着膜が A 1 膜の内部に深さ 0.2 mm まで埋没していた。この A 1 膜を正極端子とした。

次に、A 1 蒸着膜を有さない P E T シートの端部と、負極の銅箔の P V D F 塗膜で被覆されていない端部とが交互に配列する側面に、半熔融状態の銅微粒子を吹き付け、厚さ 0.5 mm の C u 膜を形成した。このとき、銅箔の端部が C u 膜の内部に深さ 0.2 mm まで埋没していた。この C u 膜を負極端子とした。

比較例 4

従来から用いられている厚さ 7 μ m の A 1 箔からなる芯材を用いて正極を作製し、この正極を用いたこと以外は実施例 1 3 と同様のリチウムイオン二次電池を作製した。ただし、A 1 箔からなる芯材と負極端子との短絡を防ぐために、正極端子との接続部以外は A 1 箔の端部を P V D F の塗膜で被覆した。

[充放電試験]

各電池の A 1 膜と C u 膜にそれぞれリード線を接続し、外部の充放電装置を用いて、20℃雰囲気中で充放電試験を行った。ここで用いた電解液は、エチレンカーボネート（E C）とエチルメチルカーボネート（E M C）とを体積比 30 : 70 で混合した混合溶媒に、L i P F₆を 1 モル／L の濃度で溶解して調製した。

充電および放電は、それぞれ電極面積に対して 2.5 mA / cm² の電流モードで行った。充電終止電圧は 4.2 V とした。放電終止電圧は 3.0 V とした。上記条件によって得られた電気容量は 900 mA h であった。

[安全性]

実施例 1 3 および比較例 4 の電池を、さらに以下の手順で評価した。

(i) 各電池を、それぞれ100個用意し、これらを900mAで、電池電圧が4.2Vの充電状態になるまで充電した。

(ii) 次いで、充電状態の電池に、極板面に対して垂直に釘を貫通させた。

(iii) 釘を貫通させた後の電池の発熱による最高到達温度を調べた。

結果を以下に示す。

実施例13の電池の最高到達温度は、いずれも42℃以下であった。

比較例4の電池の中には、最高到達温度が110℃に達するものがあった。

産業上の利用の可能性

上述のように、本発明によれば、正極端子や負極端子の構造が簡略であり、集電タブや集電リードを用いる必要はないため、小型でも高い電気容量を有し、信頼性の高い電気化学素子を提供することができる。そして、本発明によれば、同時に複数の電気化学素子を効率的に製造することができる。このような電気化学素子を含む非水電解液二次電池を用いることにより、信頼性の高い携帯電話、携帯情報端末機器、カムコーダ、パーソナルコンピュータ、PDA、携帯音響機器、電気自動車、ロードレベリング用電源などの機器を提供することが可能となる。

請 求 の 範 囲

1. 極板群を有する電気化学素子であって、

前記極板群は、

(a) 少なくとも1つの第1電極、

(b) 少なくとも1つの第2電極、および

(c) 第1電極と第2電極との間に介在するセパレータからなり、

前記第1電極は、第1集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第1電極合剤層からなり、

前記第2電極は、第2集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第2電極合剤層からなり、

前記第1集電体シートおよび前記第2集電体シートの少なくとも一方は、導電部と絶縁部とを有する電気化学素子。

2. 前記電気化学素子は、さらに、

前記第1集電体シートと電氣的に導通する第1端子、および

前記第2集電体シートと電氣的に導通する第2端子を有し、

前記極板群は、前記第1端子が配される第1側面および前記第2端子が配される第2側面を有し、

前記第1集電体シートが、導電部と絶縁部とを有する場合には、前記第1集電体シートの導電部は、前記第1側面において前記第1端子と接続され、前記第1集電体シートの絶縁部は、前記第2側面に配向しており、

前記第2集電体シートが、導電部と絶縁部とを有する場合には、前記第2集電体シートの導電部は、前記第2側面において前記第2端子と接続され、前記第2集電体シートの絶縁部は、前記第1側面に配向している請求の範囲第1項記載の電気化学素子。

3. 前記第1側面と前記第2側面とが、互いに前記極板群の反対側に位置する請求の範囲第2項記載の電気化学素子。

4. 前記第1側面には、前記第1端子と前記第2電極とを絶縁するための第1絶縁材料部が設けられており、前記第2側面には、前記第2端子と前記第1電極とを絶縁するための第2絶縁材料部が設けられている請求の範囲第2項記載の電気化学素子。

5. 第1電極と第2電極とをセパレータを介して捲回した極板群を有する電気化学素子であって、

前記第1電極は、第1集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第1電極合剤層からなり、

前記第2電極は、第2集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第2電極合剤層からなり、

前記第1集電体シートおよび前記第2集電体シートの少なくとも一方は、導電部と絶縁部とを有し、

前記第1集電体シートが、導電部と絶縁部とを有する場合には、前記第1集電体シートの導電部は、前記極板群の第1底面において第1端子と接続され、前記第1集電体シートの絶縁部は、前記極板群の第2底面に配され、

前記第2集電体シートが、導電部と絶縁部とを有する場合には、前記第2集電体シートの導電部は、前記極板群の第2底面において第2端子と接続され、前記第2集電体シートの絶縁部は、前記極板群の第1底面に配されている電気化学素子。

6. 複数の第1電極と複数の第2電極とをセパレータを介して交互に積層した極板群を有する電気化学素子であって、

前記複数の第1電極は、それぞれ第1集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第1電極合剤層からなり、

前記複数の第2電極は、それぞれ第2集電体シートおよびこれに担持された少なくとも1つの第2電極合剤層からなり、

前記第1集電体シートおよび前記第2集電体シートの少なくとも一方は、導電部と絶縁部とを有し、

前記第1集電体シートが、導電部と絶縁部とを有する場合には、前記第1集電体シートの導電部は、前記極板群の第1側面において第1端子と接続され、前記第1集電体シートの絶縁部は、前記極板群の第2側面に配され、

前記第2集電体シートが、導電部と絶縁部とを有する場合には、前記第2集電体シートの導電部は、前記極板群の第2側面において第2端子と接続され、前記第2集電体シートの絶縁部は、前記極板群の第1側面に配されている電気化学素子。

7. 前記導電部と絶縁部とを有する集電体シートが、前記導電部の一部からなるとともに前記電極合剤層を担持しない第1端部を有し、前記第1端部において、前記導電部が前記第1端子または前記第2端子と接続しており、前記第1端部の少なくとも一部は、前記第1端子または前記第2端子に埋没している請求の範囲第2項記載の電気化学素子。

8. 前記導電部と絶縁部とを有する集電体シートが、前記絶縁部の一部からなるとともに前記電極合剤層を担持しない第2端部を有し、前記第2端部が、前記第1側面または前記第2側面に配向しており、前記第2端部の少なくとも一部は、前記第1端子または前記第2端子に埋没している請求の範囲第2項記載の電気化学素子。

9. 前記極板群は、さらに、第3側面および第4側面を有し、

前記第1側面、前記第2側面、前記第3側面および第4側面のそれぞれにおいて、前記第1集電体シートの端部、前記第2集電体シートの端部および前記セパレータの端部が、実質的に面一に配されている請求の

範囲第 2 項記載の電気化学素子。

10. 前記第 1 集電体シートの片面あたりの面積 $S(1)$ 、前記第 2 集電体シートの片面あたりの面積 $S(2)$ および前記セパレータの片面あたりの面積 $S(s)$ が、以下の関係：

$$S(1) \leq S(s) \leq S(1) \times 1.05、および$$

$$S(2) \leq S(s) \leq S(2) \times 1.05$$

を満たしている請求の範囲第 2 項記載の電気化学素子。

11. 前記電気化学素子は、さらに、

前記第 1 集電体シートと電気的に導通する第 1 端子、および

前記第 2 集電体シートと電気的に導通する第 2 端子を有し、

前記極板群は、前記第 1 端子が配される第 1 側面および前記第 2 端子が配される第 2 側面を有し、

前記第 1 集電体シートが、導電部と絶縁部とを有する場合には、前記第 1 集電体シートの導電部は、前記第 1 側面において前記第 1 端子と接続され、前記第 1 集電体シートの絶縁部は、前記第 2 側面に配向しており、

前記第 2 集電体シートが、導電部と絶縁部とを有する場合には、前記第 2 集電体シートの導電部は、前記第 2 側面において前記第 2 端子と接続され、前記第 2 集電体シートの絶縁部は、前記第 1 側面に配向しており、

前記第 1 電極合剤層および前記第 2 電極合剤層が、それぞれ絶縁材料で被覆された端部を有する請求の範囲第 1 項記載の電気化学素子。

12. 前記絶縁材料で被覆された第 1 電極合剤層の端部は、前記第 2 側面に配されており、

前記絶縁材料で被覆された第 2 電極合剤層の端部は、前記第 1 側面に配されている請求の範囲第 11 項記載の電気化学素子。

1 3. 前記第 1 集電体シートが、導電部と絶縁部とを有する場合には、前記第 1 集電体シートの絶縁部は、前記絶縁材料で被覆された第 1 電極合剤層の端部に隣接しており、

前記第 2 集電体シートが、導電部と絶縁部とを有する場合には、前記第 2 集電体シートの絶縁部は、前記絶縁材料で被覆された第 2 電極合剤層の端部に隣接している請求の範囲第 1 項記載の電気化学素子。

1 4. 前記電気化学素子は、さらに、

前記第 1 集電体シートと電氣的に導通する第 1 端子、

前記第 2 集電体シートと電氣的に導通する第 2 端子、および

前記極板群を収容するケースを有し、

前記極板群は、前記第 1 端子が配される第 1 側面および前記第 2 端子が配される第 2 側面を有し、

前記第 1 集電体シートが、導電部と絶縁部とを有する場合には、前記第 1 集電体シートの導電部は、前記第 1 側面において前記第 1 端子と接続され、前記第 1 集電体シートの絶縁部は、前記第 2 側面に配向しており、

前記第 2 集電体シートが、導電部と絶縁部とを有する場合には、前記第 2 集電体シートの導電部は、前記第 2 側面において前記第 2 端子と接続され、前記第 2 集電体シートの絶縁部は、前記第 1 側面に配向しており、

前記ケースの内面が、前記第 1 側面および前記第 2 側面と当接している請求の範囲第 1 項記載の電気化学素子。

1 5. 前記ケースが、枠体および 2 つの平坦なシートからなり、

前記枠体が、前記極板群を囲むとともに、前記第 1 側面および前記第 2 側面と当接しており、

前記 2 つの平坦なシートは、前記枠体の 2 つの開口面を覆って前記極

板群の上面および下面と当接している請求項 1 4 記載の電気化学素子。

1 6. 前記ケースが、有底容器および平坦なシートからなり、

前記容器が、前記極板群を収容するとともに、前記第 1 側面および前記第 2 側面と当接する側壁ならびに前記極板群の上面および下面の一方と当接する底部を有しており、

前記平坦なシートは、前記容器の開口面を覆って前記極板群の上面および下面の他方と当接している請求の範囲第 1 4 項記載の電気化学素子。

1 7. 前記第 1 端子および前記第 2 端子の少なくとも一方に、リード片が接続されており、前記リード片が、前記ケースの外部に導出されている請求の範囲第 1 4 項記載の電気化学素子。

1 8. 前記第 1 端子および前記第 2 端子の少なくとも一方に、リード片が接続されており、前記リード片が、前記枠体に設けられたスリットから前記ケースの外部に導出されている請求の範囲第 1 5 項記載の電気化学素子。

1 9. 前記第 1 端子および前記第 2 端子の少なくとも一方に、リード片が接続されており、前記リード片が、前記側壁に設けられたスリットから前記ケースの外部に導出されている請求の範囲第 1 6 項記載の電気化学素子。

2 0. 前記第 1 端子および前記第 2 端子の少なくとも一方が、粒子状金属が連続的に接合してなる多孔質金属膜からなる請求の範囲第 2 項記載の電気化学素子。

2 1. 前記第 1 端子および前記第 2 端子の少なくとも一方が、導電性ペーストからなり、前記導電性ペーストが、樹脂ならびに前記樹脂に分散した導電性材料からなり、前記導電性材料が、微粒子状および／または繊維状である請求の範囲第 2 項記載の電気化学素子。

2 2. 前記第 1 端子および前記第 2 端子の少なくとも一方が、2 5 0℃

以下の融点を有する低融点金属からなる請求の範囲第2項記載の電気化学素子。

23. 前記第1端部の少なくとも一部が埋没している前記第1端子または前記第2端子に、金属リードが溶接されており、前記第1端部と前記金属リードとが接触している請求項7記載の電気化学素子。

24. 最も外側の2つの電極の集電体シートの少なくとも一方は、両面に導電部を有するとともに、内側の電極と対向する一方の面のみに電極合剤層を担持しており、他方の面の導電部は、前記第1端子または前記第2端子と電気的に導通して、その端子の延長部として機能する請求の範囲第2項記載の電気化学素子。

25. 前記第3側面および第4側面の少なくとも1つが、電子絶縁性の多孔性材料で覆われている請求の範囲第9項記載の電気化学素子。

26. 前記多孔性材料が、ポリオレフィン、ポリアルキレンオキサイド、フッ素ポリマーおよびセラミックスよりなる群から選ばれた少なくとも1種からなる請求の範囲第25項記載の電気化学素子。

27. 前記多孔性材料が、膜状部材またはペーストの塗膜からなる請求の範囲第25項記載の電気化学素子。

28. 前記多孔性材料で覆われている極板群の側面において、前記セパレータの端部と前記多孔性材料とが接合されている請求の範囲第25項記載の電気化学素子。

29. 前記多孔性材料と前記セパレータとが、互いに同一の材料からなる請求の範囲第28項記載の電気化学素子。

30. 前記絶縁性材料が、樹脂塗膜および樹脂テープよりなる群から選択される少なくとも1種からなる請求の範囲第11項記載の電気化学素子。

31. 前記樹脂塗膜が、絶縁樹脂を含む溶液または分散液を、前記電極

合剤層の端部に塗工し、乾燥することにより、形成されている請求の範囲第30項記載の電気化学素子。

32. 前記絶縁樹脂が、ポリエチレンオキシド、ポリプロピレンオキシド、ポリアクリロニトリル、ポリフッ化ビニリデン、ポリメタクリル酸メチルおよびこれらの少なくとも1つを含むコポリマー、ポリマーアロイもしくはポリマーブレンドよりなる群から選択される少なくとも1種からなる請求の範囲第31項記載の電気化学素子。

33. 前記樹脂塗膜が、重合性化合物を含む溶液または分散液を、前記電極合剤層の端部に塗工し、前記重合性化合物を重合させることにより、形成されている請求の範囲第30項記載の電気化学素子。

34. 前記重合性化合物が、アクリレート基およびメタクリレート基よりなる群から選択される少なくとも1種の官能基を有する請求の範囲第33項記載の電気化学素子。

35. 前記樹脂テープが、絶縁基材および前記絶縁基材に担持された絶縁性粘着剤からなる請求の範囲第30項記載の電気化学素子。

36. 前記絶縁基材が、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリフェニレンサルファイド、ポリアイミド、アラミド樹脂およびこれらの少なくとも1つを含むコポリマー、ポリマーアロイもしくはポリマーブレンドよりなる群から選択される少なくとも1種からなる請求の範囲第35項記載の電気化学素子。

37. (a) シート状の絶縁性基材の両面に導電層を設けて第1集電体シートおよび第2集電体シートを得る工程、

(b) 前記第1集電体シートおよび前記第2集電体シートの前記導電層の上に、それぞれ複数個の第1電極合剤層および第2電極合剤層を、平行に並ぶ帯状に間隙を設けて形成し、第1電極の集合体および第2電極

の集合体を得る工程、

(c) セパレータを介して前記第1電極の集合体および前記第2電極の集合体を、前記第1電極合剤層および前記第2電極合剤層の長さ方向に供給して同心円状に捲回し、捲回体を得る工程、

(d) 前記捲回体を、前記間隙において切断することにより、複数個の捲回型極板群を得る工程を含むことを特徴とする電気化学素子の製造方法。

38. 前記工程(b)の後、前記工程(c)の前に、前記間隙において、前記導電層上に絶縁材料部を形成する工程を含むことを特徴とする請求の範囲第37項記載の電気化学素子の製造方法。

39. 前記捲回型極板群の第1底面および第2底面を金属で被覆し、第1端子および第2端子を形成する工程を含むことを特徴とする請求の範囲第37項記載の電気化学素子の製造方法。

40. 長尺状の第1電極の集合体および第2電極の集合体を、セパレータを介して積層するとともに連続的に積層体として供給する工程と、前記積層体を平板状のボビンで巻き取る工程と、前記ボビンに巻き取られた積層体を切断し、複数個の積層型極板群を得る工程とを含む電気化学素子の製造方法。

41. シート状の絶縁性基材の両面に所定のパターンに基づいて導電層を設けて第1集電体シートおよび第2集電体シートを得る工程と、前記第1集電体シートおよび第2集電体シートの前記導電層の上に、それぞれ前記パターンに対応させるとともに間隙を設けて第1電極合剤層および第2電極合剤層を形成する工程とにより、前記第1電極および第2電極を得ることを特徴とする請求の範囲第40項記載の電気化学素子の製造方法。

42. 前記所定のパターンが、マトリクス状であることを特徴とする請

求の範囲第41項記載の電気化学素子の製造方法。

43. 前記所定のパターンが、平行に並ぶ帯状であることを特徴とする請求の範囲第41項記載の電気化学素子の製造方法。

44. 前記間隙において前記導電層上に、前記第1電極合剤層および前記第2電極合剤層を挟む位置に、絶縁材料部を形成する工程を含むことを特徴とする請求の範囲第41項記載の電気化学素子の製造方法。

45. 前記積層型極板群の対向する第1側面および第2側面を金属で被覆し、第1端子および第2端子を形成する工程を含むことを特徴とする請求の範囲第40項記載の電気化学素子の製造方法。

46. (a) シート状の絶縁性基材の両面に所定のパターンに基づいて導電層を設けて第1集電体シートおよび第2集電体シートを得る工程、
(b) 前記導電層の上に、それぞれ複数個の第1電極合剤層および第2電極合剤層を、前記パターンに対応させるとともに間隙を設けて形成し、第1電極の集合体および第2電極の集合体を得る工程、
(c) 前記第1電極の集合体および前記第2電極の集合体をセパレータを介して積層し、積層体を得る工程、
(d) 前記積層体を、前記間隙において切断することにより、複数個の積層型極板群を得る工程を含む電気化学素子の製造方法。

47. 前記所定のパターンが、マトリクス状であることを特徴とする請求の範囲第46項記載の電気化学素子の製造方法。

48. 前記所定のパターンが、平行に並ぶ帯状であることを特徴とする請求の範囲第46項記載の電気化学素子の製造方法。

49. 前記工程(b)の後、前記工程(c)の前に、前記間隙において前記導電層上に、前記第1電極合剤層および前記第2電極合剤層を挟む位置に、絶縁材料部を形成する工程を含むことを特徴とする請求の範囲第46項記載の電気化学素子の製造方法。

50. 前記積層型極板群の対向する第1側面および第2側面を金属で被覆し、第1端子および第2端子を形成する工程を含むことを特徴とする請求の範囲第46項記載の電気化学素子の製造方法。

FIG. 1

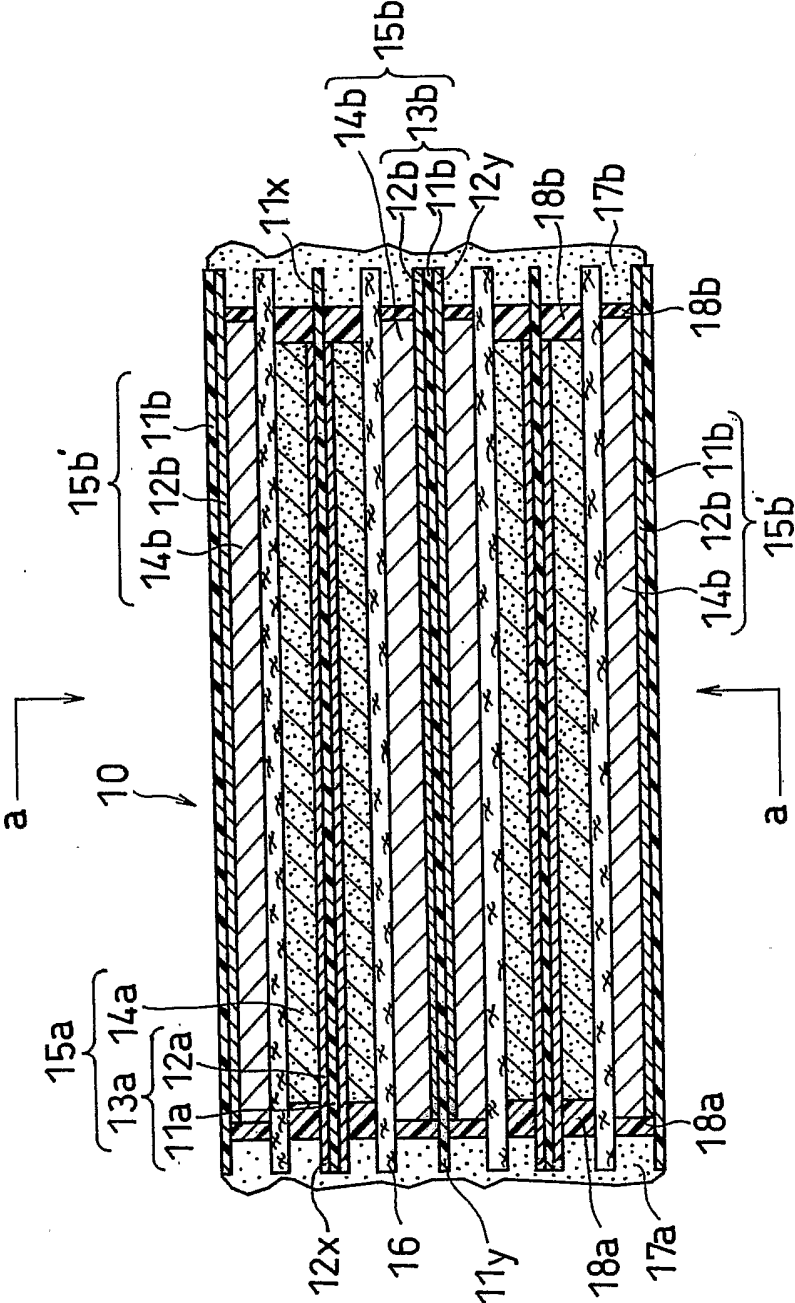


FIG. 2

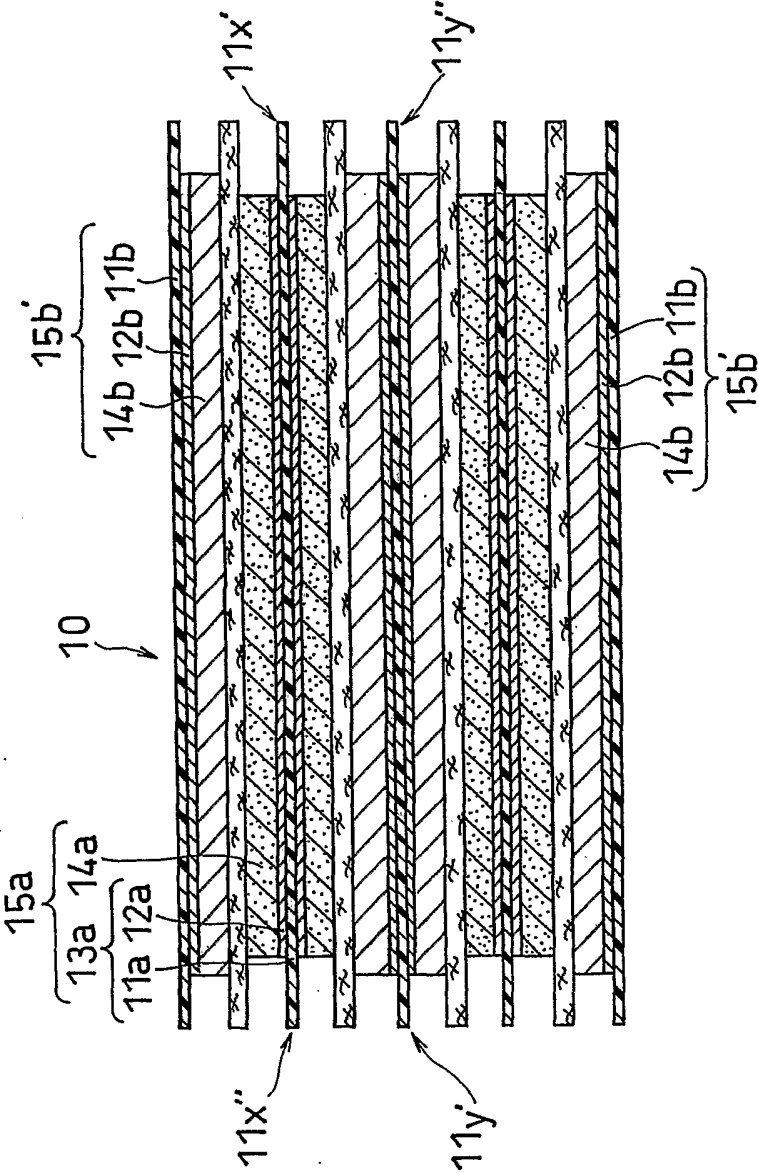


FIG. 3

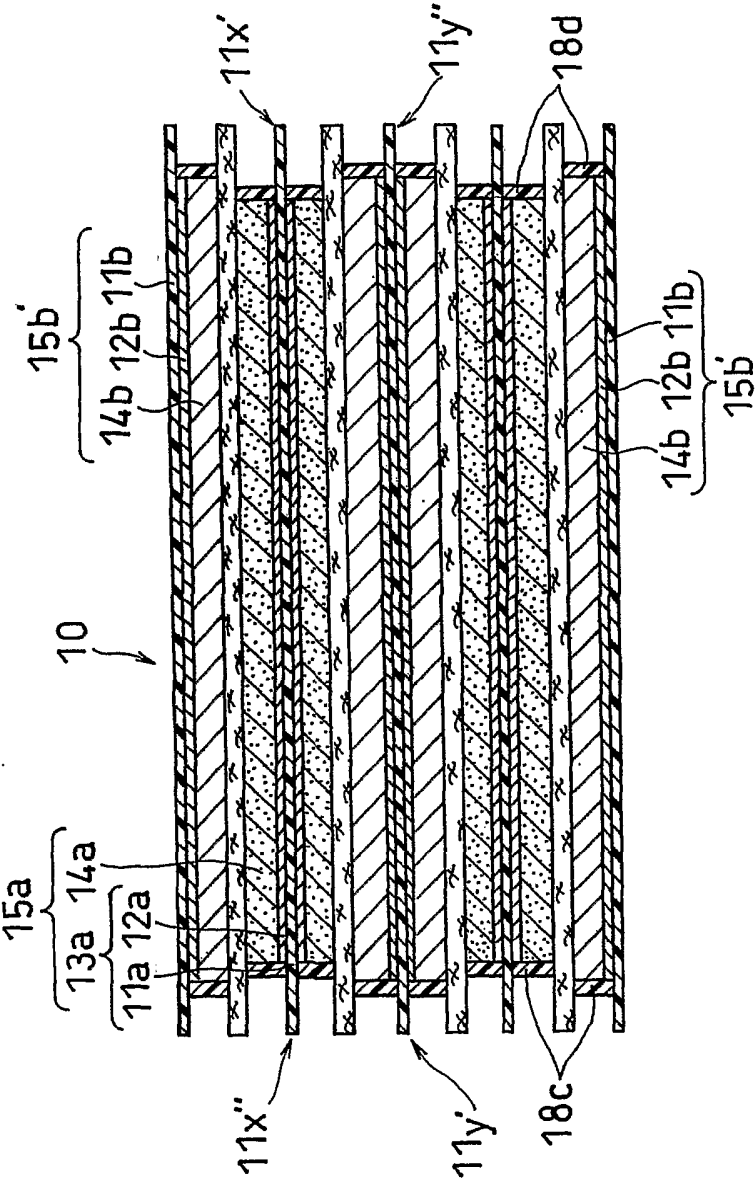
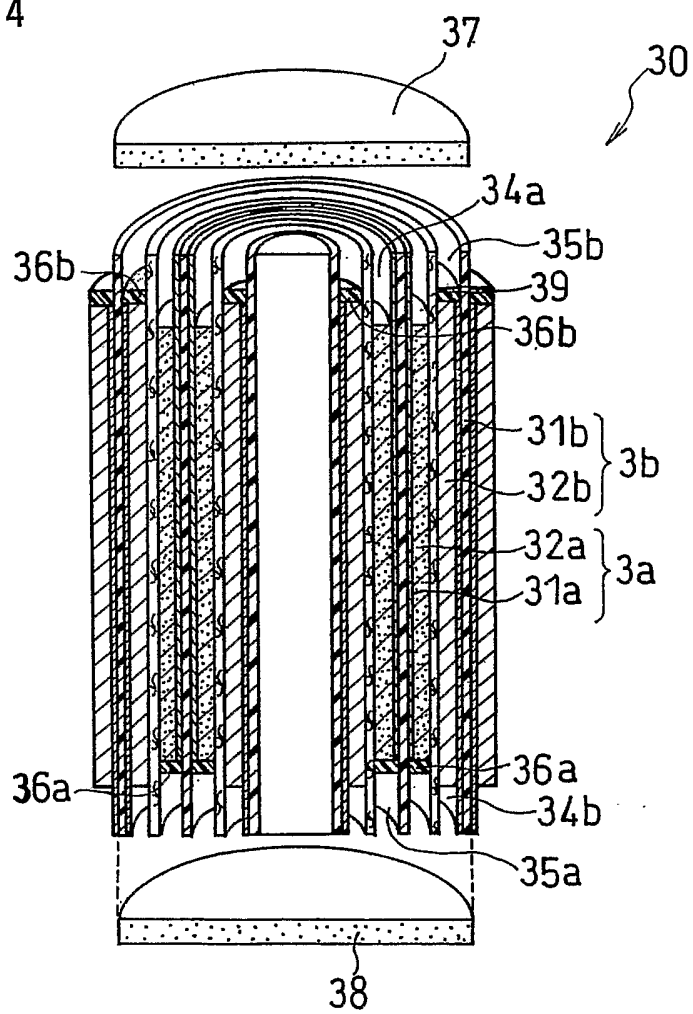


FIG. 4



5/28

FIG. 5

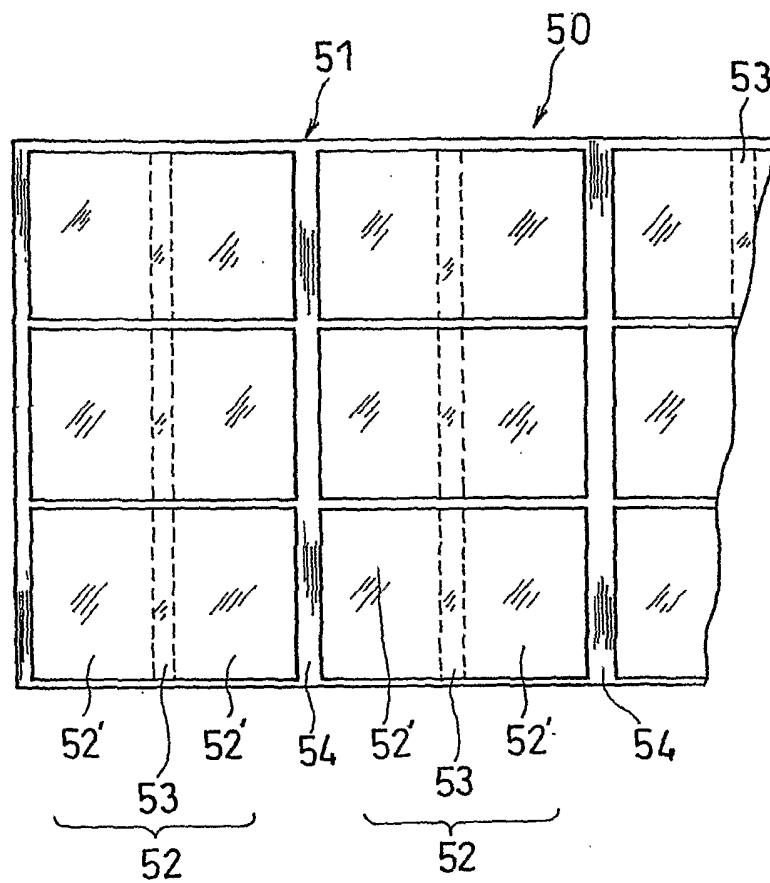


FIG. 7

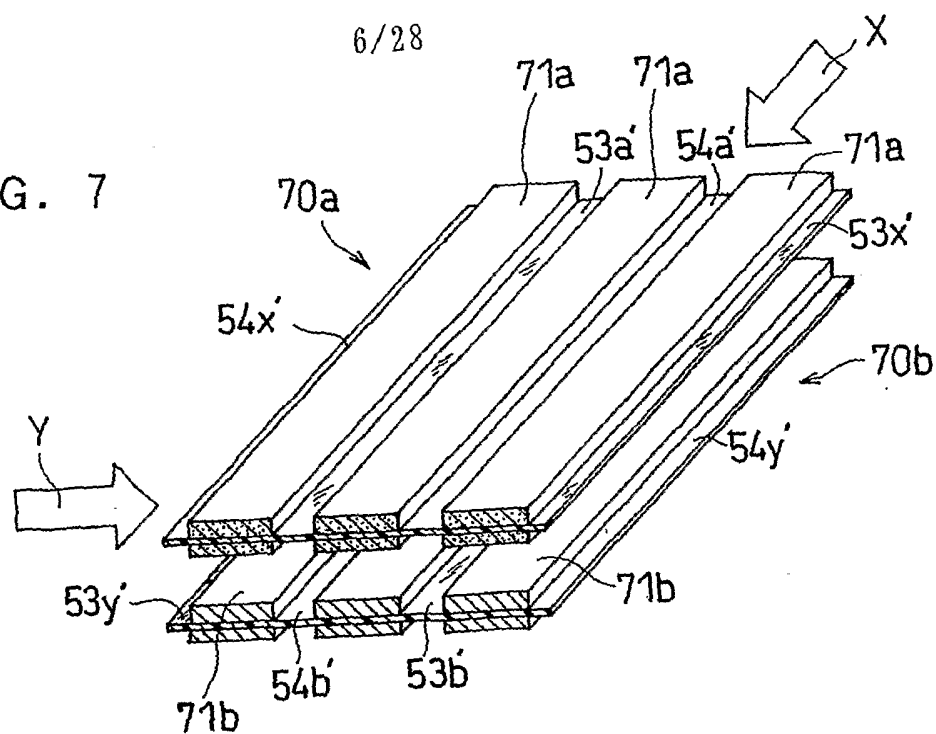


FIG. 6

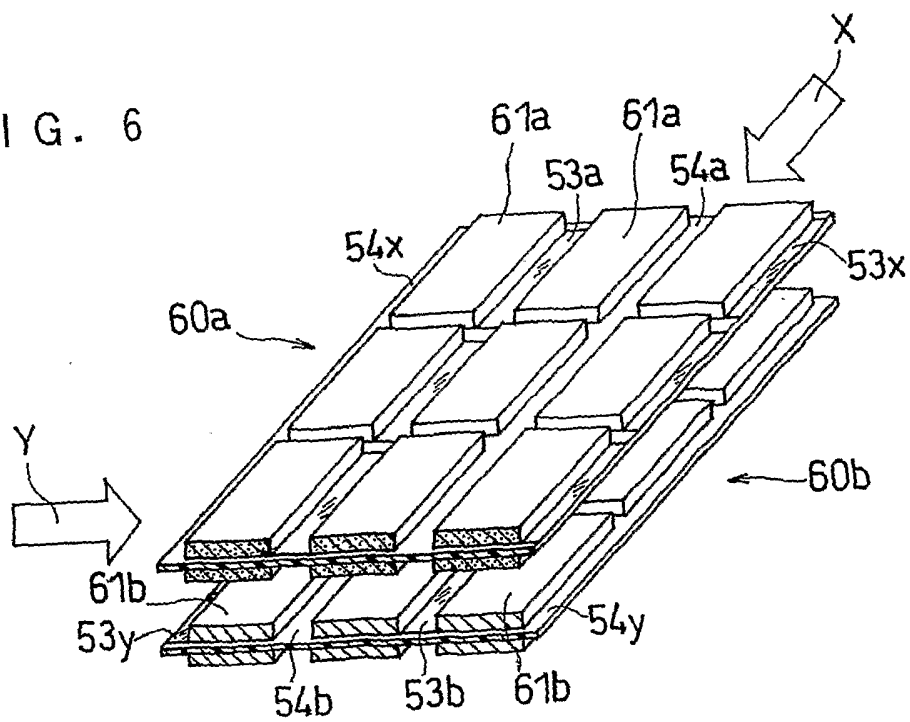


FIG. 8

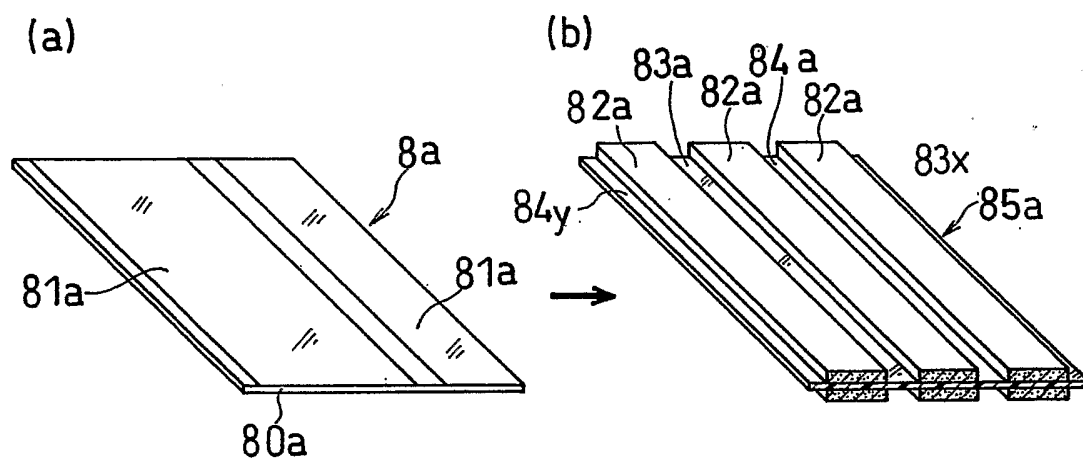
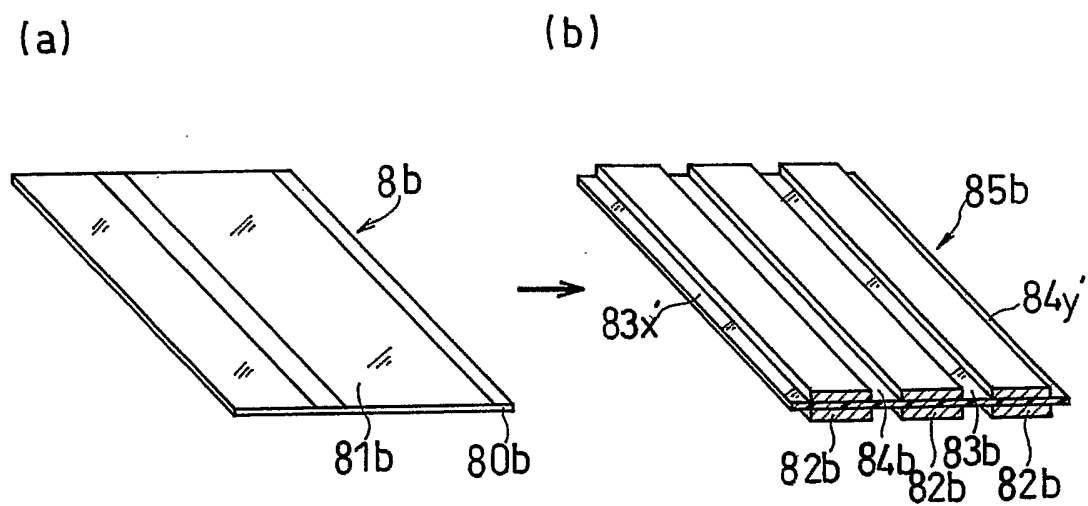


FIG. 9



9/28

FIG. 11

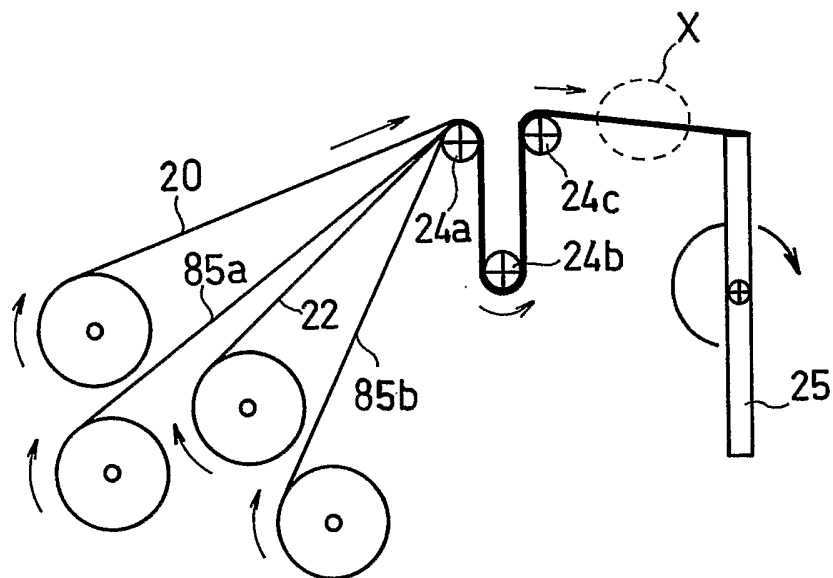
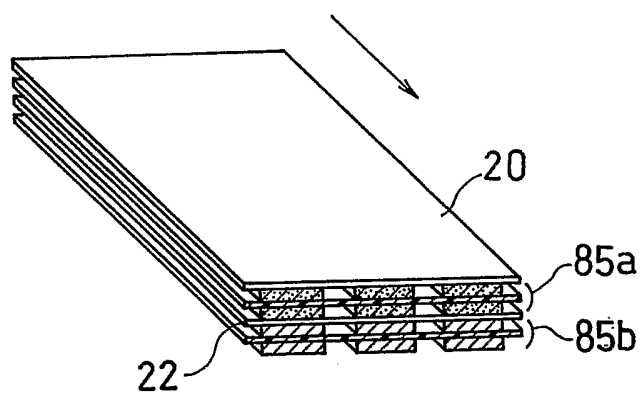


FIG. 12



10/28

FIG. 13

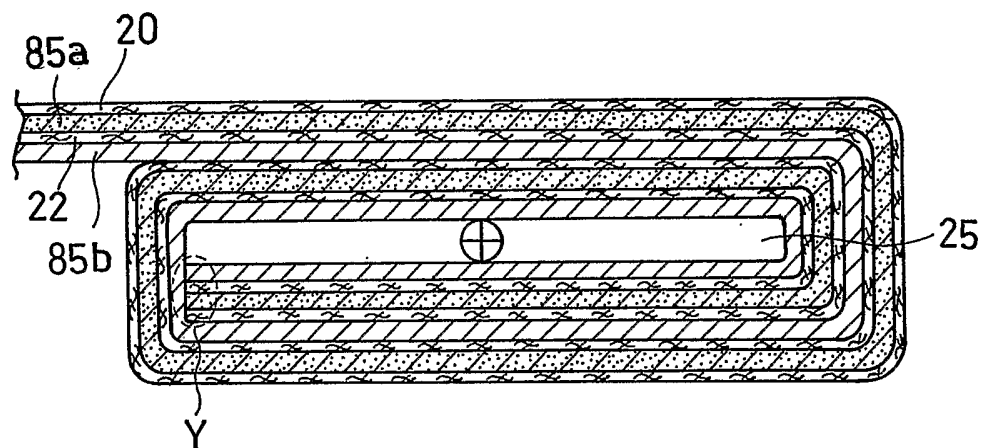


FIG. 14

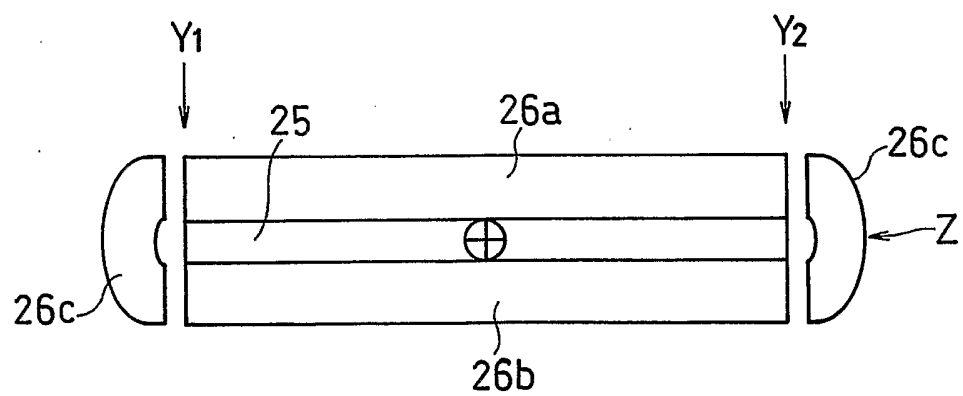


FIG. 15

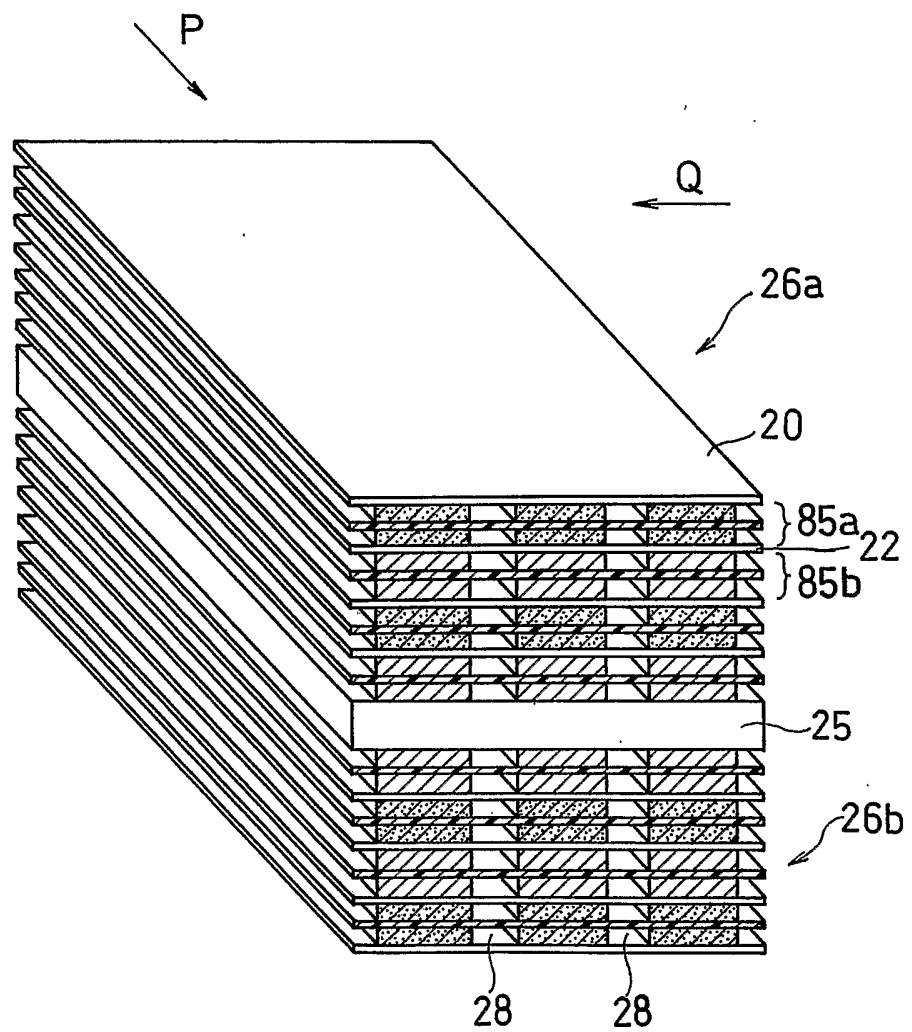


FIG. 16

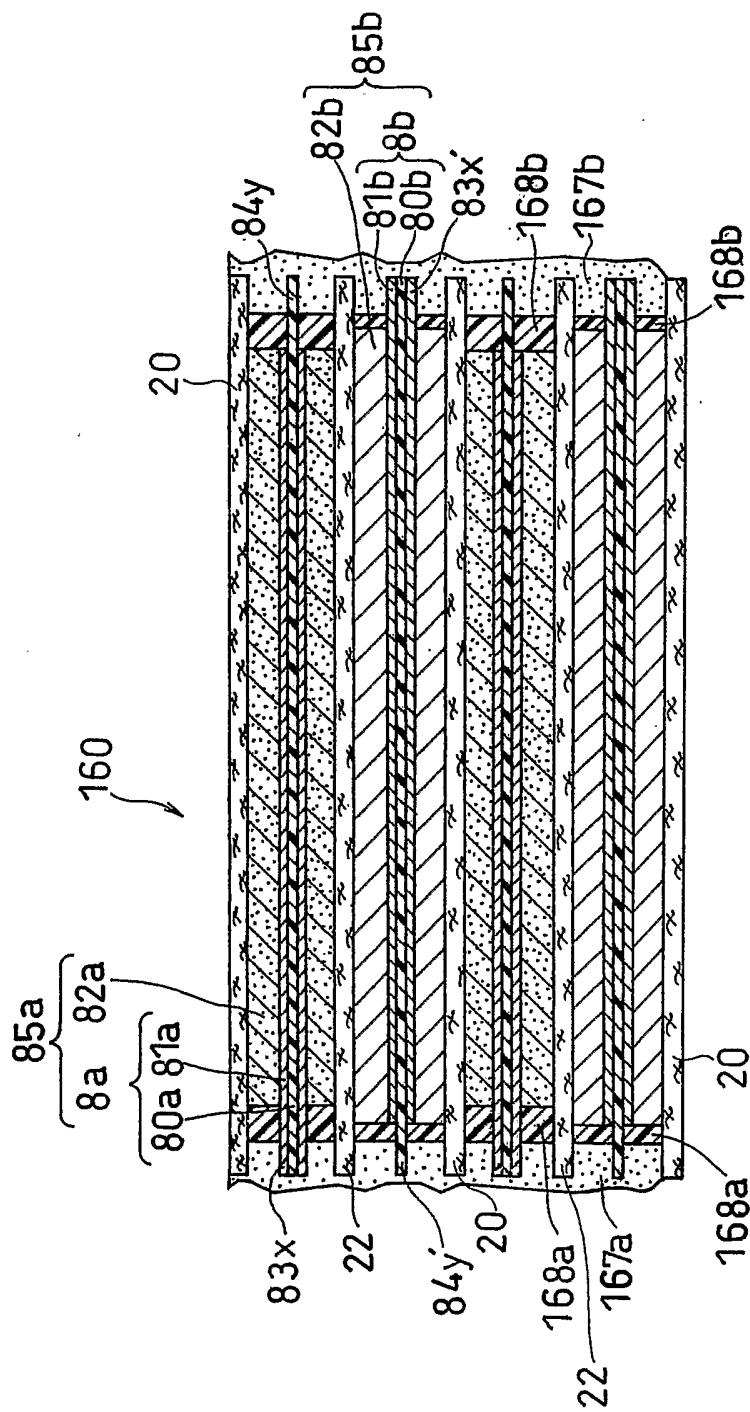


FIG. 18

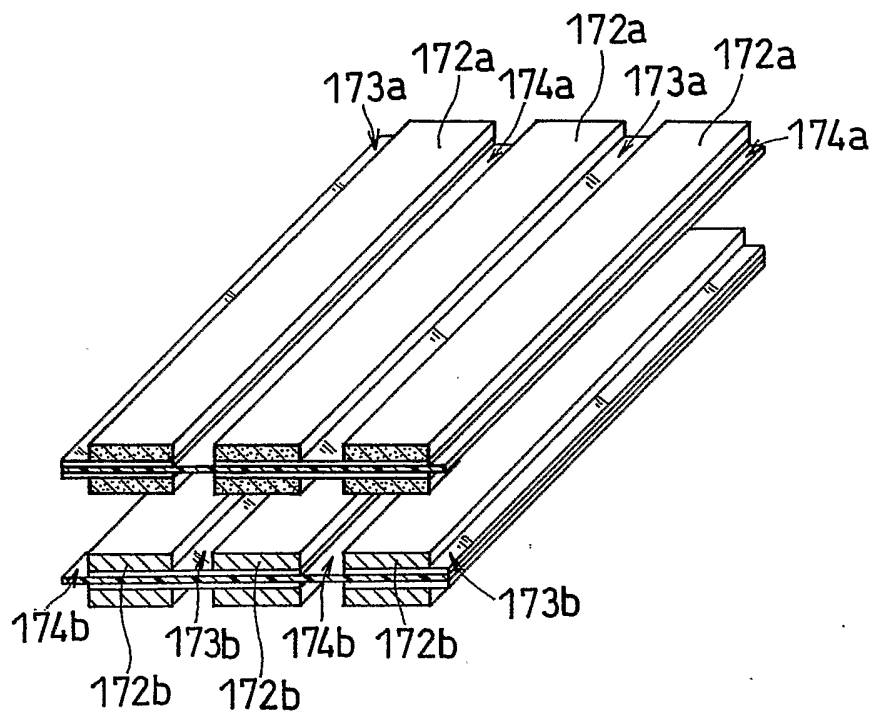


FIG. 19

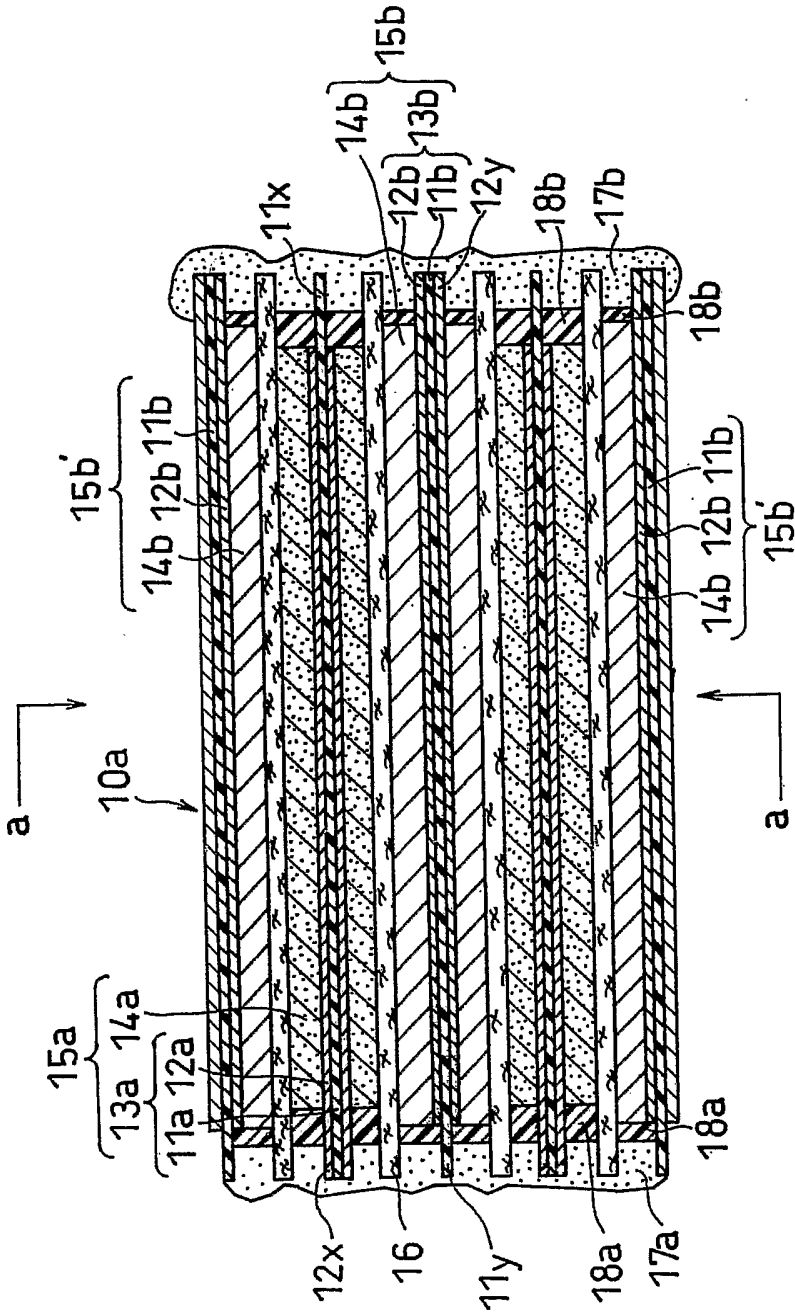


FIG. 20

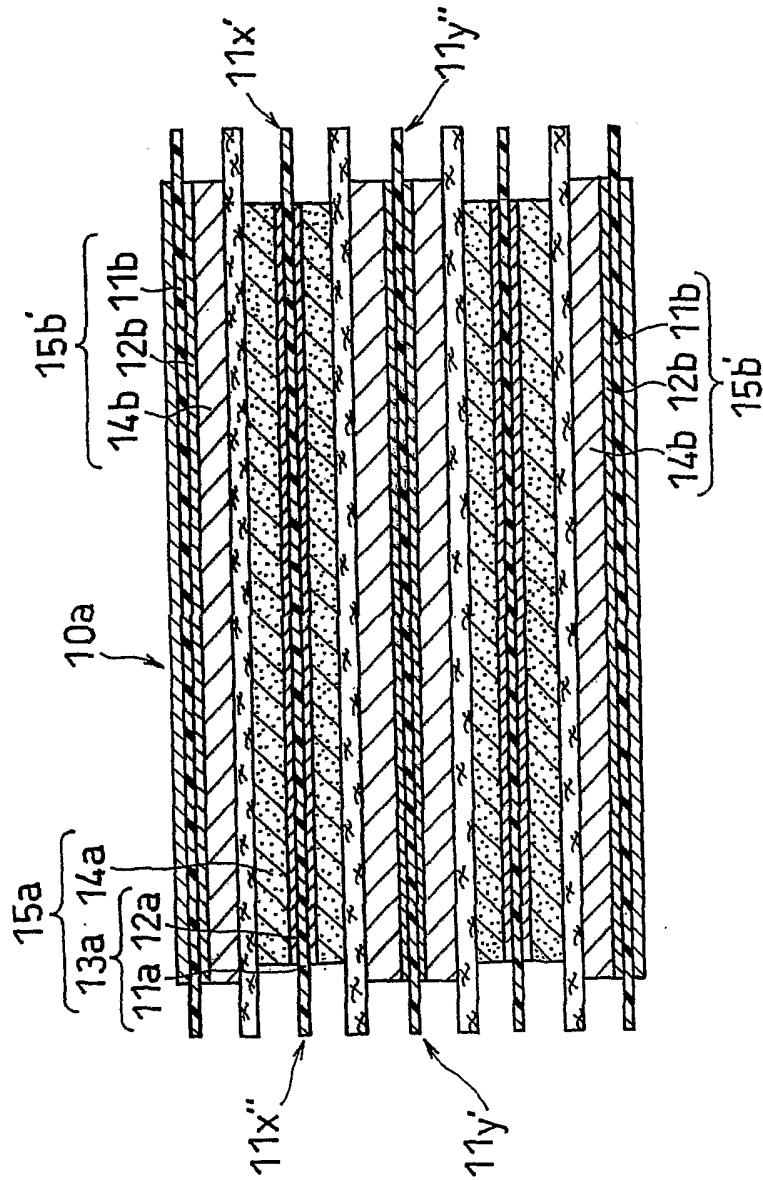


FIG. 21

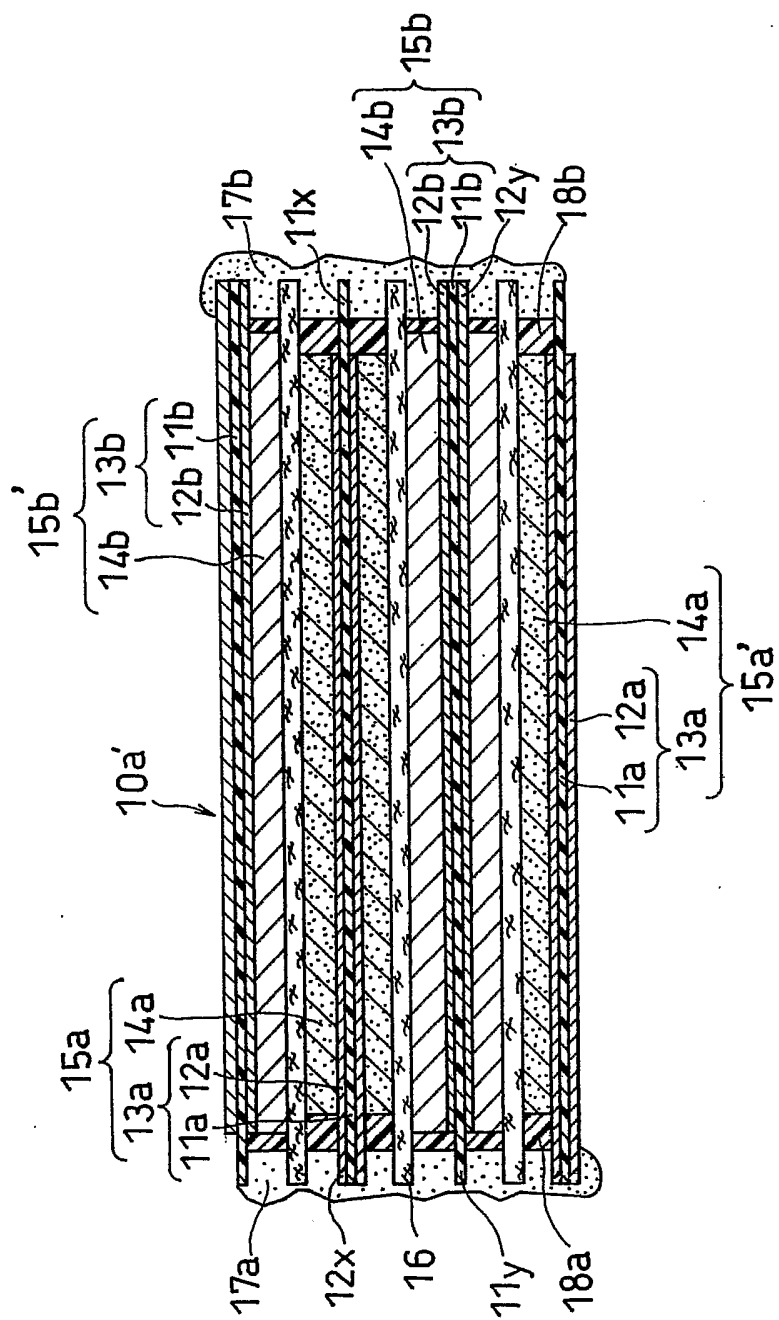


FIG. 22

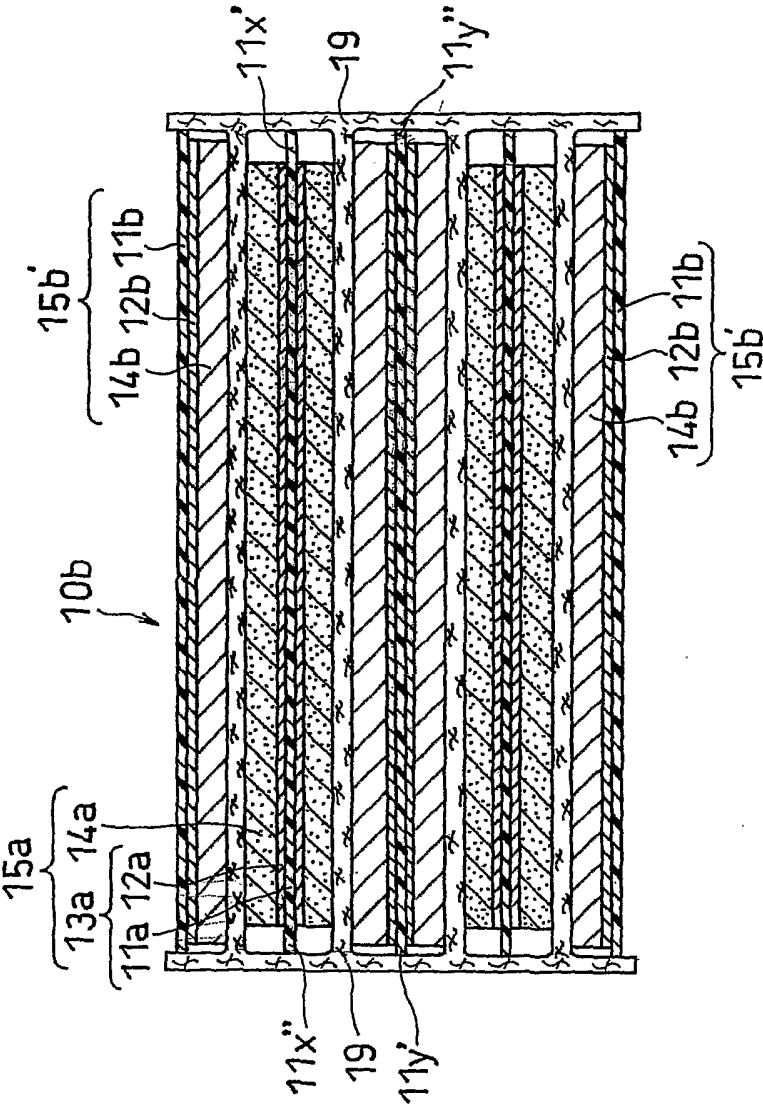
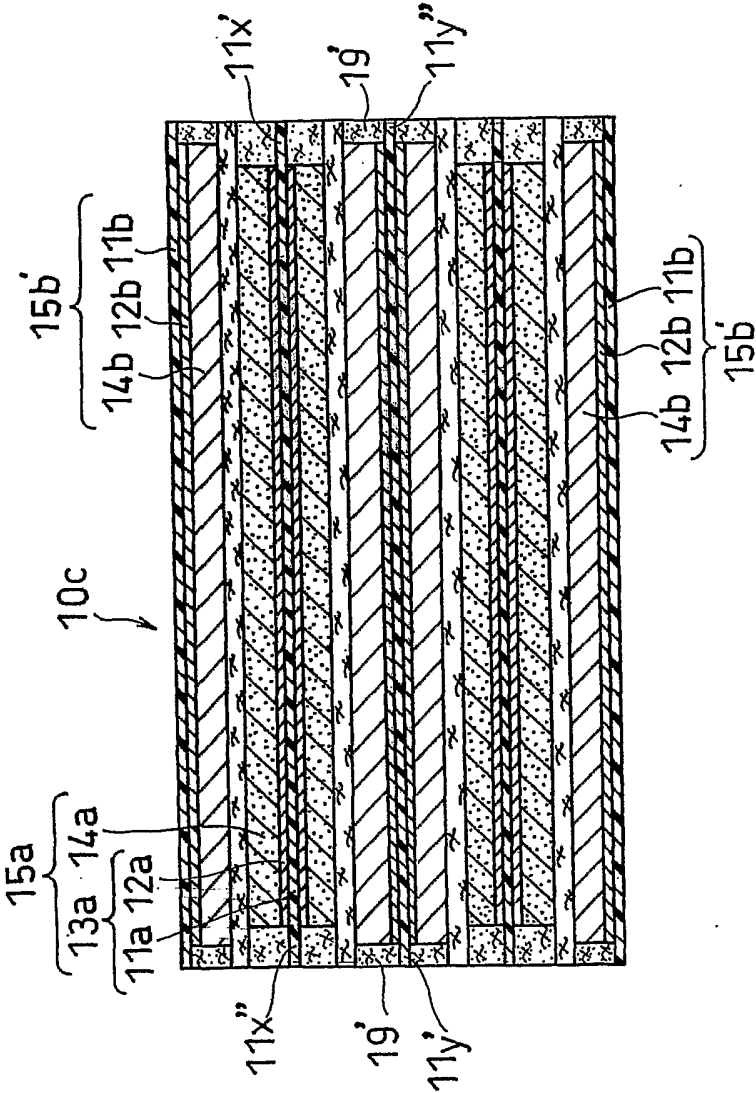


FIG. 23



20/28

FIG. 24

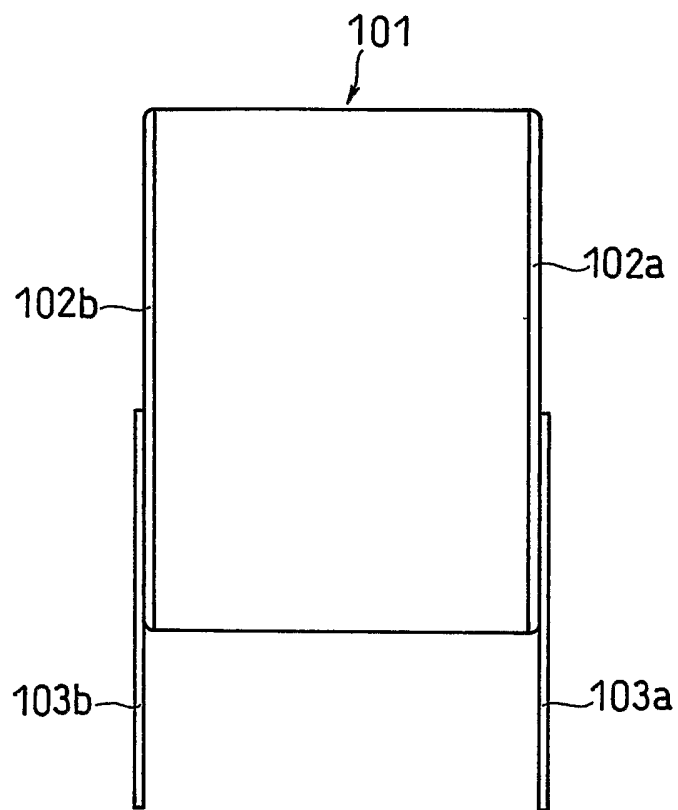
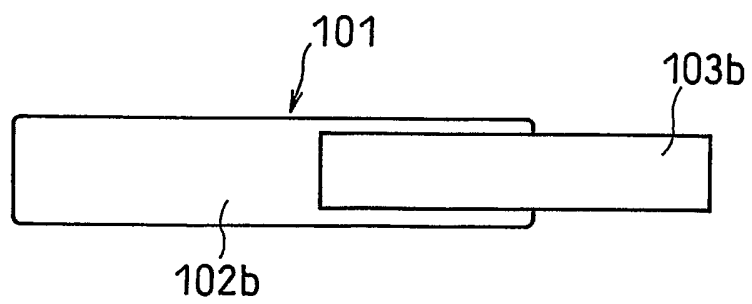
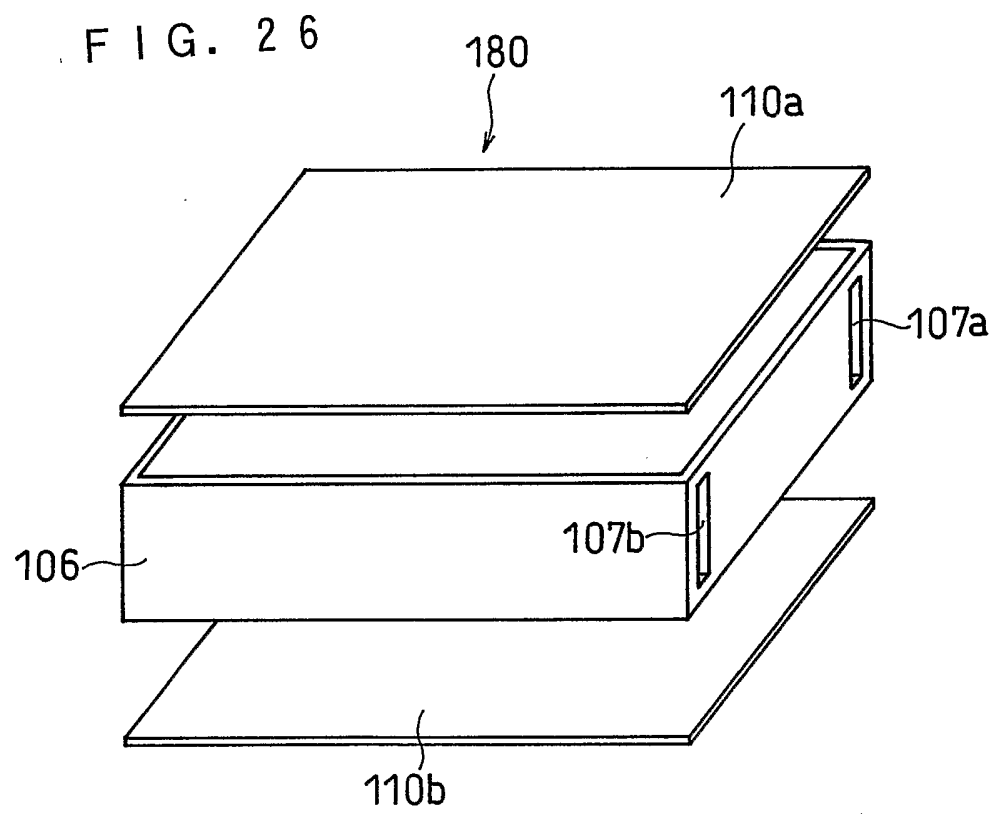


FIG. 25



21/28



22/28

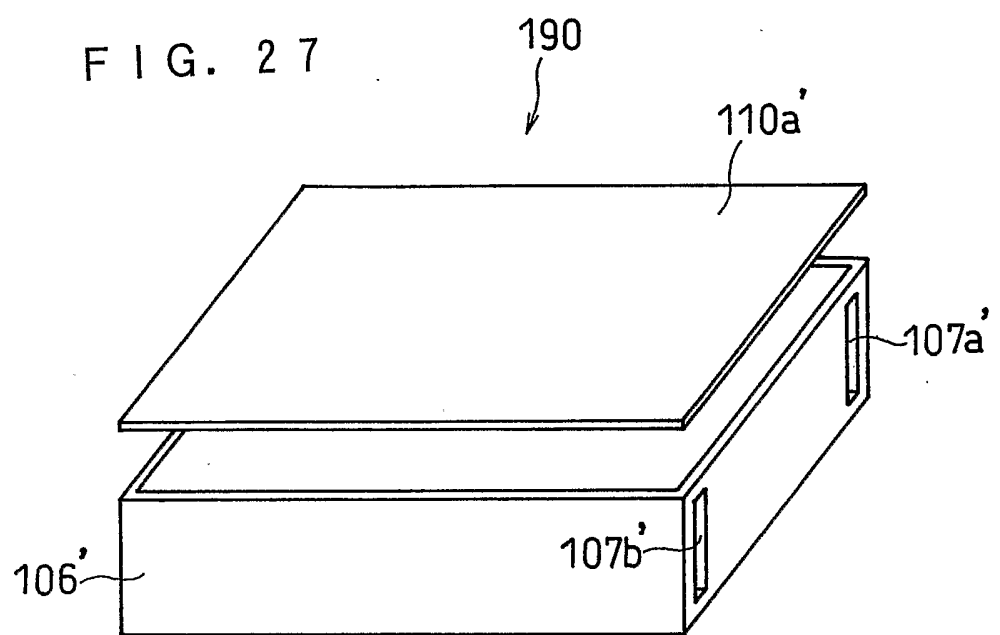


FIG. 28

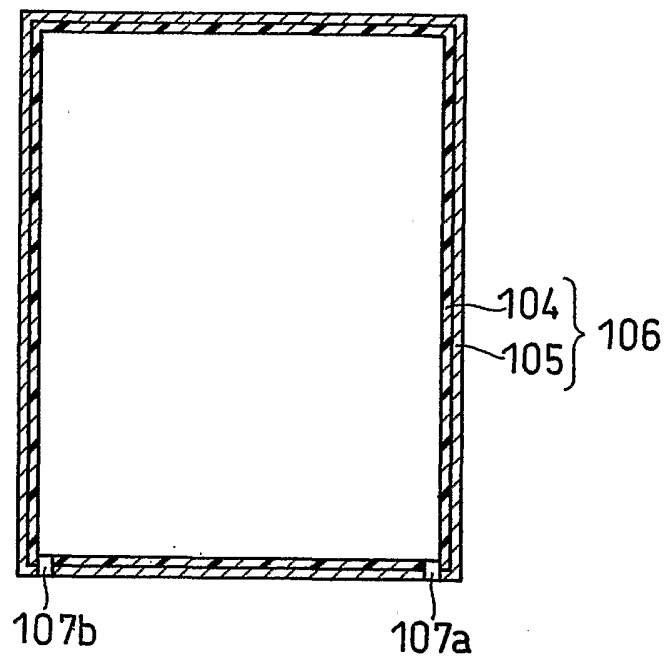


FIG. 29

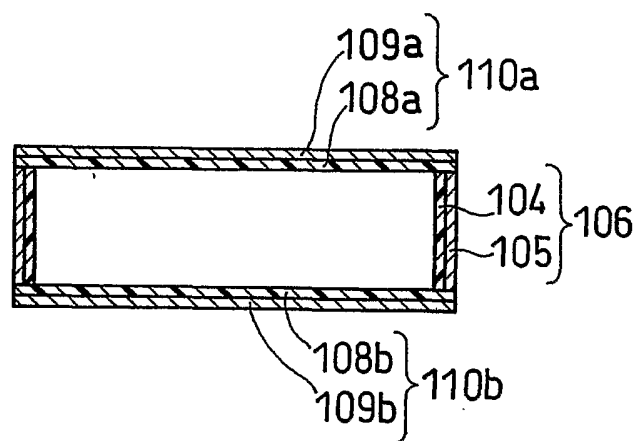
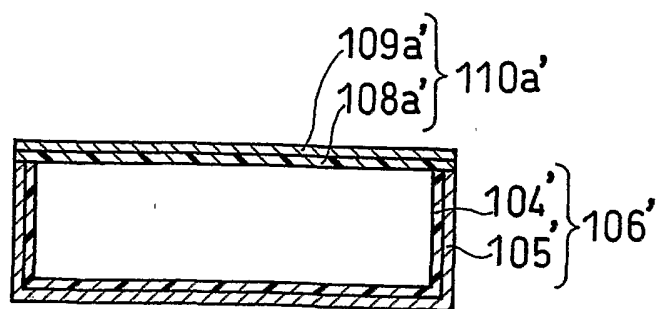


FIG. 30



24/28

FIG. 31

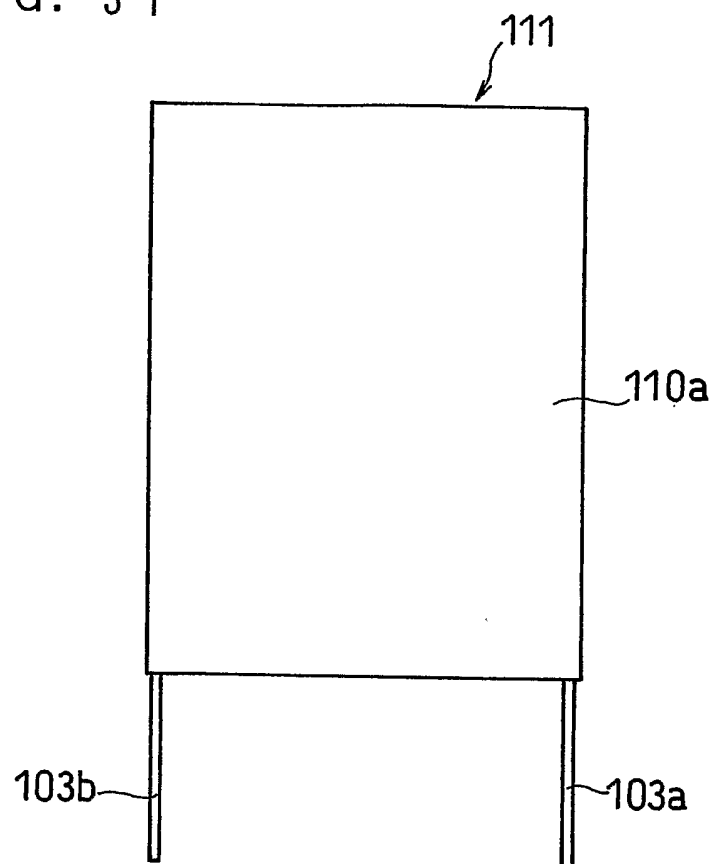


FIG. 32

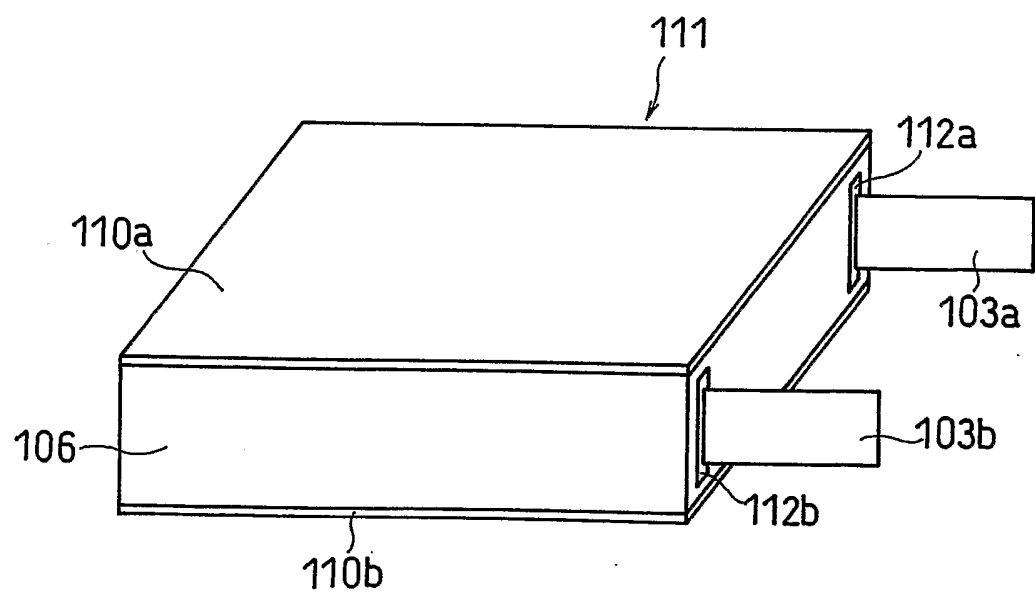


FIG. 33

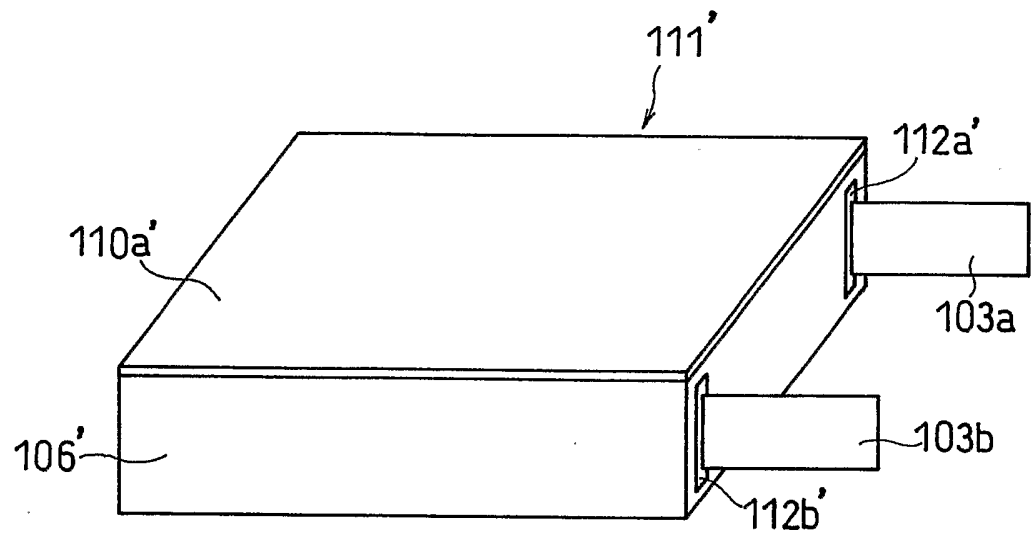
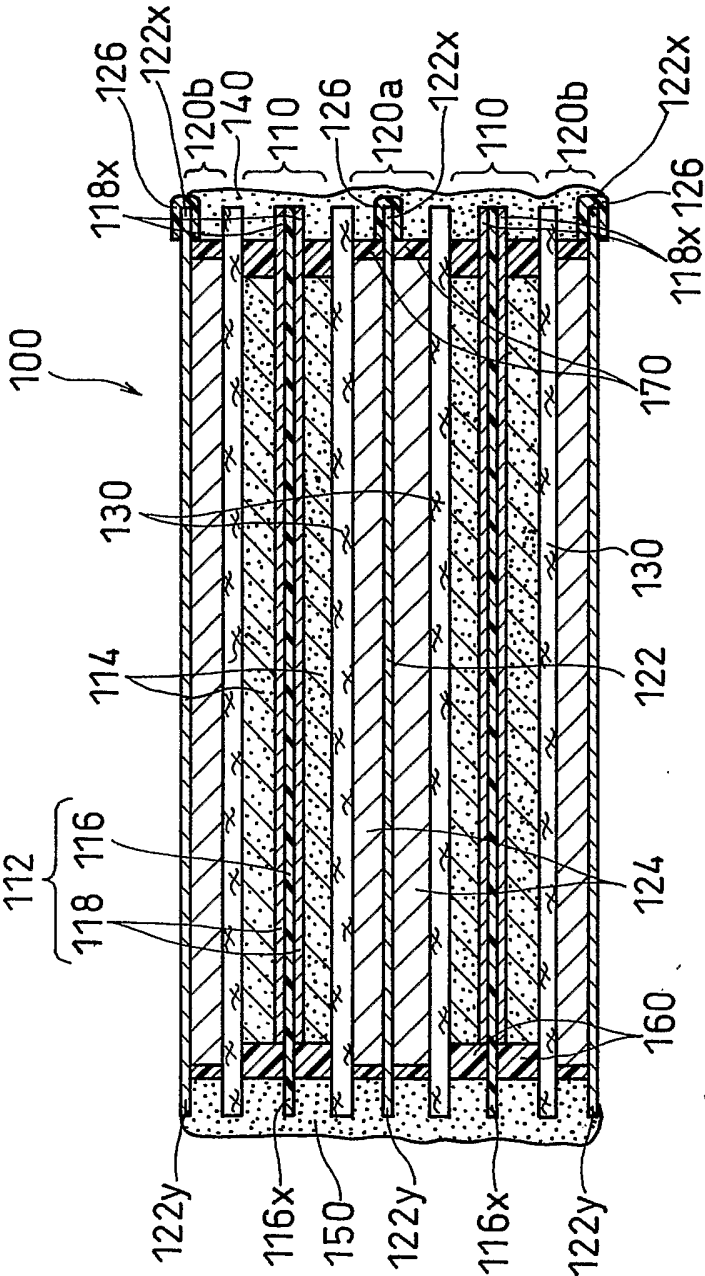
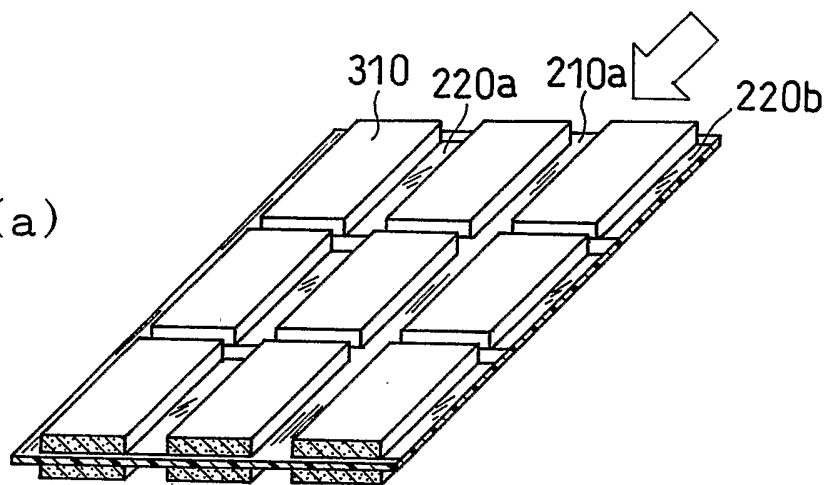


FIG. 34

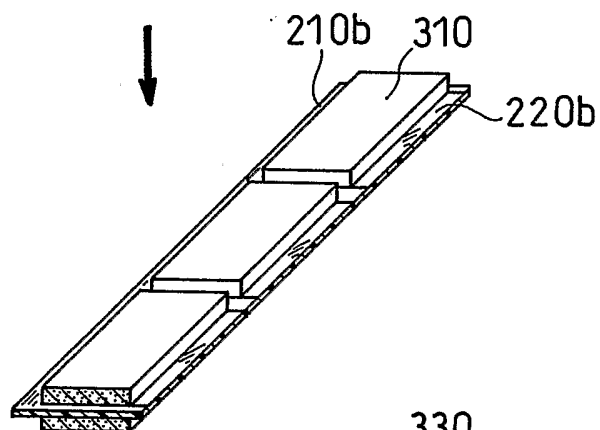


27/28

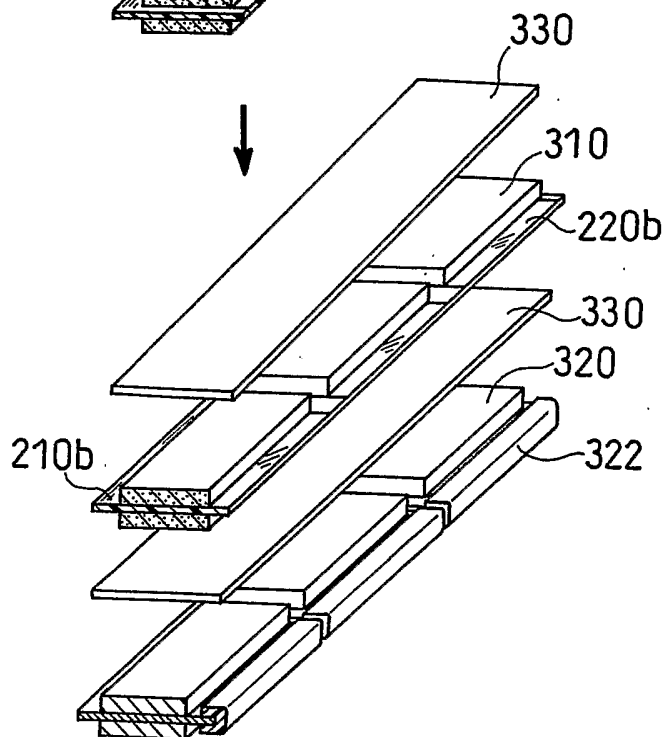
FIG. 35(a)



(b)

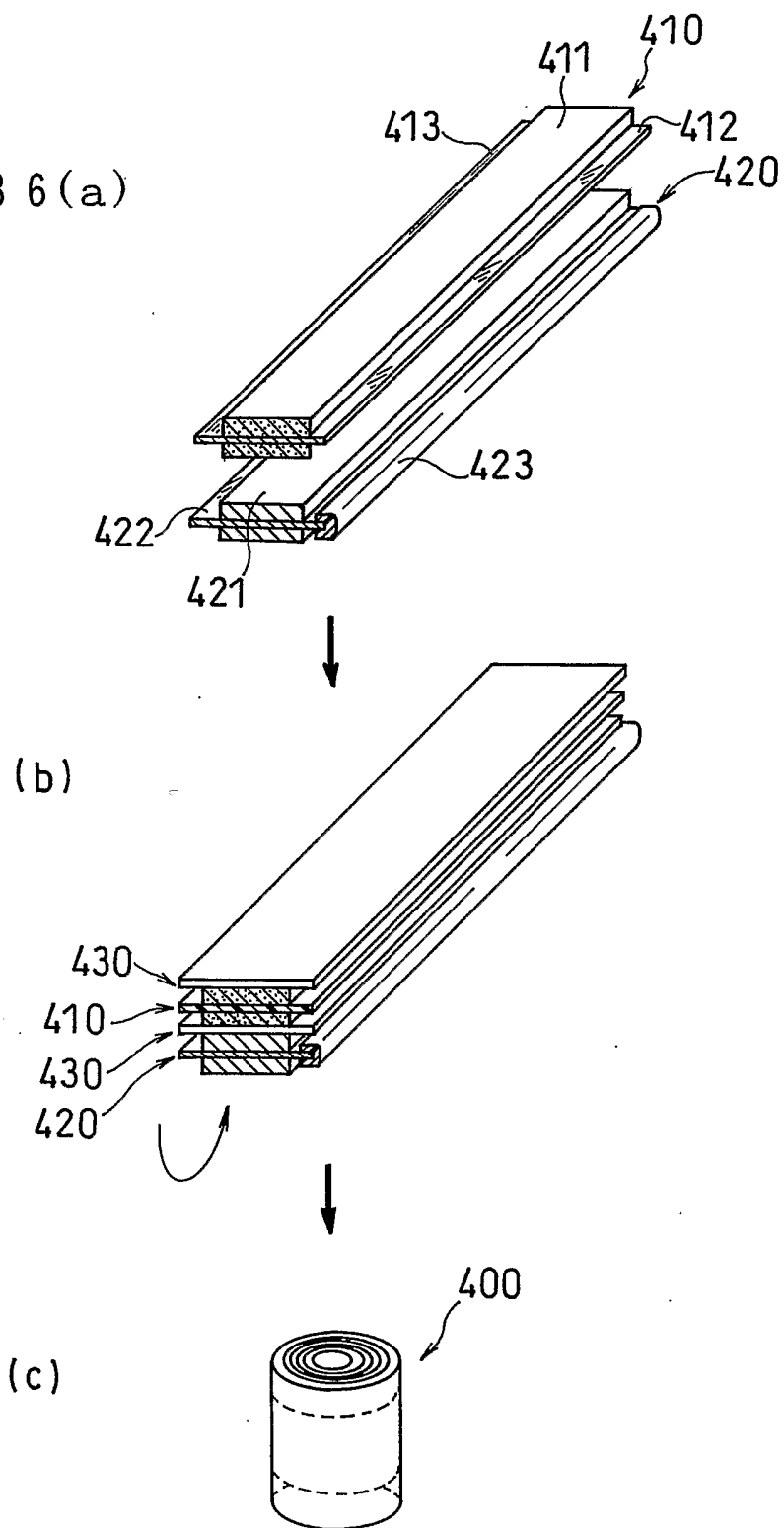


(c)



28/28

FIG. 36(a)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/15755

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01M10/04, H01M4/66, H01M10/40

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H01M10/04, H01M4/66, H01M10/40

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2001-93583 A (Denso Corp.), 06 April, 2001 (06.04.01), Par. Nos. [0154] to [0169]; Fig. 2 & US 6335114 B1	1 2-50
X A	JP 5-314994 A (Yuasa Corp.), 26 November, 1993 (26.11.93), Par. Nos. [0007] to [0012]; Figs. 4, 5 (Family: none)	1 2-50

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
---	--

Date of the actual completion of the international search
16 March, 2004 (16.03.04)

Date of mailing of the international search report
30 March, 2004 (30.03.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/15755

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
(See extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/15755

Continuation of Box No. II of continuation of first sheet(1)

There must exist "a special technical feature" so linking a group of inventions of claims as to form a single general inventive concept in order that the group of inventions may satisfy the requirement of unity of invention.

The technical feature of claim 1 cannot be "a special technical feature" since it is disclosed, for example, in prior art document JP 2001-93583 A (Denso Corp.), 06 April, 2001 (06.04.01), Par. Nos. [0154]-[0169].

Consequently, it is considered that there exists no "special technical feature" among the inventions of claims 1-50, and it appears that this international application does not satisfy the requirement of unity of invention.

Meanwhile, there exist "special technical feature" among the inventions of claims 37-39, among the inventions of claims 40-45 and among the inventions of claims 46-50, respectively. Consequently, this international application is considered to contain five groups of inventions: the invention of claim 1; the inventions of claims 37-39; the inventions of claims 40-45; the inventions of claims 46-50; and the inventions of the other claims.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁷	H01M10/04	H01M4/66 H01M10/40
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁷	H01M10/04	H01M4/66 H01M10/40
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2004年 日本国実用新案登録公報 1996-2004年 日本国登録実用新案公報 1994-2004年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2001-93583 A(株式会社デンソー) 2001.04.06,	1
A	【0154】～【0169】，【図2】 &US 6335114 B1	2-50
X	JP 5-314994 A(株式会社ユアサコーポレーション) 1993.11.26,	1
A	【0007】～【0012】，【図4】，【図5】 (ファミリーなし)	2-50
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	16.03.2004	国際調査報告の発送日 30.3.2004
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 青木千歌子	4X 9351
電話番号 03-3581-1101 内線 3477		

第Ⅰ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅱ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

(特別ページに続く)

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

請求の範囲に記載されている一群の発明が発明の単一性の要件を満たすためには、その一群の発明を単一の一般的発明概念を形成するように関連させる「特別な技術的特徴」の存在が必要である。

そして、請求の範囲1に記載された技術事項は、例えば先行技術文献であるJP 2001-93583 A (株式会社デンソー) 2001.04.06の【0154】～【0169】に記載されており、「特別な技術的特徴」とはなり得ない。

そうすると、請求の範囲1乃至50に「特別な技術的特徴」は存在せず、この国際出願が発明の単一性の要件を満足しないことは明らかである。

ここで、請求の範囲37-39の間、40-45の間、46-50の間には、「特別な技術的特徴」が存在するから、この国際出願の特許請求の範囲には、請求の範囲1, 37-39, 40-45, 46-50とその他の請求の範囲に区分される5つの発明が記載されていると認める。