

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-40370

(P2010-40370A)

(43) 公開日 平成22年2月18日(2010.2.18)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01M 4/70 (2006.01)	H01M 4/70 A	5E078
H01M 4/13 (2010.01)	H01M 4/02 101	5H017
H01M 4/139 (2010.01)	H01M 4/02 108	5H050
H01G 9/016 (2006.01)	H01G 9/00 301F	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2008-202909 (P2008-202909)	(71) 出願人	000005348
(22) 出願日	平成20年8月6日 (2008.8.6)		富士重工業株式会社
			東京都新宿区西新宿一丁目7番2号
		(74) 代理人	100080001
			弁理士 筒井 大和
		(74) 代理人	100093023
			弁理士 小塚 善高
		(74) 代理人	100117008
			弁理士 筒井 章子
		(72) 発明者	安東 信雄
			東京都新宿区西新宿一丁目7番2号 富士
			重工業株式会社内
		(72) 発明者	永井 満
			東京都新宿区西新宿一丁目7番2号 富士
			重工業株式会社内

最終頁に続く

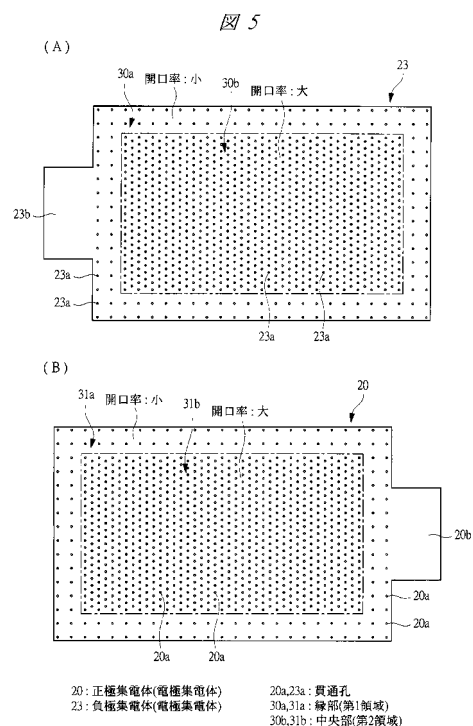
(54) 【発明の名称】 蓄電デバイス

(57) 【要約】

【課題】電極に対するイオンのドーピング量のバラツキを抑制する。

【解決手段】蓄電デバイスの電極積層ユニットは正極と負極とを積層して構成される。蓄電デバイスにはリチウム極が設けられ、リチウム極は負極に対して接続される。蓄電デバイスに電解液を注入することにより、リチウム極から負極に向けてリチウムイオンが放出される。正極集電体20や負極集電体23には、リチウムイオンを積層方向に案内する貫通孔20a, 23aが形成される。集電体20, 23の縁部30a, 31aの貫通孔開口率は、中央部30b, 31bの貫通孔開口率に比べて小さく設定される。電解液が浸透し易い縁部30a, 31aでは、浸透を抑制するように貫通孔開口率が小さく設定される。一方、電解液が浸透し難い中央部30b, 31bでは、浸透を促すように貫通孔開口率が大きく設定される。これにより、電解液分布が均一となってドーピング量が均一となる。

【選択図】図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の貫通孔を備える電極集電体とこれに設けられる電極合材層とを備える電極と、
前記電極集電体に接続され、前記電極合材層にイオンを供給するイオン供給源とを有し

、
前記電極集電体には、所定の貫通孔開口率を備える第 1 領域と、前記第 1 領域よりも貫通孔開口率の大きな第 2 領域とが設けられることを特徴とする蓄電デバイス。

【請求項 2】

請求項 1 記載の蓄電デバイスにおいて、

前記第 1 領域は前記電極集電体の縁部であり、前記第 2 領域は前記電極集電体の中央部
であることを特徴とする蓄電デバイス。 10

【請求項 3】

請求項 1 記載の蓄電デバイスにおいて、

前記電極集電体は前記イオン供給源に接続される接続部を有し、前記第 1 領域は前記第
2 領域よりも前記接続部の近くに設けられることを特徴とする蓄電デバイス。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の蓄電デバイスにおいて、

前記貫通孔を備えた前記電極を製造する際には、集電体材料の一方面に支持体を取り付
けた状態のもとで、前記集電体材料の他方面側から前記貫通孔を形成した後に、前記集電
体材料の他方面側から電極スラリーを塗工して前記電極合材層を形成することを特徴とす
る蓄電デバイス。 20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、電極合材層にイオンを供給するイオン供給源を備える蓄電デバイスに関する
。

【背景技術】**【0002】**

電気自動車やハイブリッド自動車等に搭載される蓄電デバイスとして、リチウムイオン
バッテリーやリチウムイオンキャパシタ等がある。これら蓄電デバイスのエネルギー密度を
向上させるため、金属リチウム箔と負極とを電気化学的に接触させるようにした蓄電デバ
イスが提案されている。このように、金属リチウム箔と負極とを接触させることにより、
負極に対してリチウムイオンを予めドーピングすることが可能となる。これにより、負極
電位を低下させるとともに負極静電容量を高めることができ、蓄電デバイスのエネルギー
密度を向上させることが可能となる。また、積層された電極に対するリチウムイオンのド
ーピングをスムーズに進行させるため、正極集電体や負極集電体に対して貫通孔を形成し
た蓄電デバイスも提案されている(例えば、特許文献 1 参照)。 30

【特許文献 1】 特許第 3 4 8 5 9 3 5 号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】**

【0003】
ところで、金属リチウム箔から放出されたリチウムイオンは、電解液を介して負極に移
動することになる。このため、電極積層ユニットに対する電解液の浸透量にバラツキが生
じてしまうと、ドーピングされるリチウムイオン量の変動することになっていた。また、
リチウムイオンのドーピング時には、負極から金属リチウム箔に微小電流が流れるととも
に、これに合わせて金属リチウム箔から負極に向けてリチウムイオンが移動することにな
る。このため、負極の各部位における電流密度にバラツキが生じてしまうと、ドーピング
されるリチウムイオン量の変動することになっていた。このリチウムイオン量の変動は、
負極電位のバラツキを招くとともに局所的な過充電や過放電を招くことから、蓄電デバイ
スを劣化させる要因となる。 50

【 0 0 0 4 】

本発明の目的は、電極に対するイオンのドーピング量のバラツキを抑制することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 5 】

本発明の蓄電デバイスは、複数の貫通孔を備える電極集電体とこれに設けられる電極合材層とを備える電極と、前記電極集電体に接続され、前記電極合材層にイオンを供給するイオン供給源とを有し、前記電極集電体には、所定の貫通孔開口率を備える第 1 領域と、前記第 1 領域よりも貫通孔開口率の大きな第 2 領域とが設けられることを特徴とする。

【 0 0 0 6 】

本発明の蓄電デバイスは、前記第 1 領域は前記電極集電体の縁部であり、前記第 2 領域は前記電極集電体の中央部であることを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

本発明の蓄電デバイスは、前記電極集電体は前記イオン供給源に接続される接続部を有し、前記第 1 領域は前記第 2 領域よりも前記接続部の近くに設けられることを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

本発明の蓄電デバイスは、前記貫通孔を備えた前記電極を製造する際には、集電体材料の一方面に支持体を取り付けた状態のもとで、前記集電体材料の他方面側から前記貫通孔を形成した後に、前記集電体材料の他方面側から電極スラリーを塗工して前記電極合材層を形成することを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明では、電極集電体に、所定の貫通孔開口率を備える第 1 領域と、第 1 領域よりも貫通孔開口率の大きな第 2 領域とを設けるようにしたので、電解液の浸透状態を調整することができ、電極に対して均一にイオンをドーピングすることが可能となる。これにより、蓄電デバイスの耐久性を向上させることが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 0 】

図 1 は本発明の一実施の形態である蓄電デバイス 10 を示す斜視図である。図 2 は図 1 の A - A 線に沿って蓄電デバイス 10 の内部構造を概略的に示す断面図である。図 1 および図 2 に示すように、外装容器であるラミネートフィルム 11 内には電極積層ユニット 12 が収容されている。この電極積層ユニット 12 は、交互に積層される正極(電極) 13 と負極(電極) 14 とにより構成されている。正極 13 と負極 14 との間にはセパレータ 15 が設けられている。また、電極積層ユニット 12 の最外部には、リチウム極 16 が負極 14 に対向して配置されている。負極 14 とリチウム極 16 との間にはセパレータ 15 が設けられている。これら電極積層ユニット 12 とリチウム極 16 とにより三極積層ユニット 17 が構成されている。なお、ラミネートフィルム 11 内には電解液が注入される。この電解液はリチウム塩を含む非プロトン性有機溶媒によって構成される。

【 0 0 1 1 】

図 3 は蓄電デバイス 10 の内部構造を部分的に拡大して示す断面図である。図 3 に示すように、正極 13 は多数の貫通孔 20 a を備えた正極集電体(電極集電体) 20 を有している。この正極集電体 20 には正極合材層(電極合材層) 21 が設けられている。また、正極集電体 20 には凸状に伸びる端子接続部 20 b が設けられている。複数枚の端子接続部 20 b は重ねた状態で互いに接合されている。さらに、互いに接合された端子接続部 20 b には正極端子 22 が接合されている。同様に、負極 14 は多数の貫通孔 23 a を備えた負極集電体(電極集電体) 23 を有している。この負極集電体 23 には負極合材層(電極合材層) 24 が設けられている。また、負極集電体 23 には凸状に伸びる端子接続部 23 b が設けられている。複数枚の端子接続部 23 b は重ねた状態で互いに接合されている。さらに、互いに接合された端子接続部 23 b には負極端子 25 が接合されている。

【 0 0 1 2 】

正極合材層 2 1 には正極活物質として活性炭が含まれている。この活性炭にはリチウムイオンやアニオンを可逆的にドーピング・脱ドーピングさせることが可能である。また、負極合材層 2 4 には負極活物質としてポリアセン系有機半導体(P A S)が含まれている。この P A S にはリチウムイオンを可逆的にドーピング・脱ドーピングさせることが可能である。このように、正極活物質として活性炭を採用し、負極活物質として P A S を採用することにより、図示する蓄電デバイス 1 0 はリチウムイオンキャパシタとして機能することになる。なお、本発明が適用される蓄電デバイス 1 0 としては、リチウムイオンキャパシタに限られることはなく、リチウムイオンバッテリーや電気二重層キャパシタであっても良く、他の形式のバッテリーやキャパシタであっても良い。なお、本明細書において、ドーピング(ドーブ)とは、吸蔵、担持、吸着、挿入等を意味している。すなわち、ドーブとは、正極活物質や負極活物質に対してリチウムイオン等が入る状態を意味している。また、脱ドーピング(脱ドーブ)とは、放出、脱離等を意味している。すなわち、脱ドーブとは、正極活物質や負極活物質からリチウムイオン等が出る状態を意味している。

10

【 0 0 1 3 】

前述したように、蓄電デバイス 1 0 内にはリチウム極 1 6 が組み込まれている。このリチウム極 1 6 は、負極集電体 2 3 の端子接続部 2 3 b に接合されるリチウム極集電体 2 6 を有している。また、リチウム極集電体 2 6 にはイオン供給源としての金属リチウム箔 2 7 が圧着されている。このように、負極 1 4 とリチウム極 1 6 とは電氣的に接続される構造を有している。したがって、ラミネートフィルム 1 1 内に電解液を注入することにより、リチウム極 1 6 から負極 1 4 に対してリチウムイオン(イオン)がドーブ(以下、ブレドーブという)されることになる。ここで、図 4 はリチウムイオンのブレドーブ状況を示す説明図である。なお、図 4 はイメージ図であるため、図 4 においてリチウムイオンの個数等については考慮していない。図 4 に示すように、ラミネートフィルム 1 1 内に電解液を注入することにより、リチウム極 1 6 から負極 1 4 に対するリチウムイオンの移動経路が完成する。これにより、集電体 2 3 , 2 6 を介してリチウム極 1 6 から負極 1 4 に電子が移動するとともに、電解液を介してリチウム極 1 6 から負極 1 4 にリチウムイオンが移動することになる。前述したように、正極集電体 2 0 や負極集電体 2 3 にはイオン通過用の貫通孔 2 0 a , 2 3 a が形成されている。このため、リチウム極 1 6 から放出されるリチウムイオンを積層方向に移動させることが可能である。これにより、積層される全ての負極 1 4 に対してスムーズにリチウムイオンをブレドーブすることが可能となる。

20

30

【 0 0 1 4 】

このように、負極 1 4 にリチウムイオンをブレドーブすることにより、負極電位を低下させることが可能となる。これにより、蓄電デバイス 1 0 のセル電圧を高めることが可能となる。また、負極電位の低下によって正極 1 3 を深く放電させることが可能となり、蓄電デバイス 1 0 のセル容量(放電容量)を高めることが可能となる。さらに、負極 1 4 にリチウムイオンをブレドーブすることにより、負極 1 4 の静電容量を高めることが可能となる。これにより、蓄電デバイス 1 0 の静電容量を高めることが可能となる。このように、蓄電デバイス 1 0 のセル電圧、セル容量、静電容量を高めることができるため、蓄電デバイス 1 0 のエネルギー密度を向上させることが可能となる。また、蓄電デバイス 1 0 の高容量化を図る観点から、正極 1 3 と負極 1 4 とを短絡させた後の正極電位が 2.0 V (対 Li^+ / Li) 以下となるように、金属リチウム箔 2 7 の量を設定することが好ましい。

40

【 0 0 1 5 】

なお、前述の説明では、負極 1 4 に対してリチウムイオンをブレドーブしているが、正極 1 3 にリチウムイオンをブレドーブしても良く、正極 1 3 と負極 1 4 との双方にリチウムイオンをブレドーブしても良い。正極 1 3 とリチウム極 1 6 とを短絡させることにより、正極 1 3 にリチウムイオンをブレドーブすることが可能である。正極 1 3 と負極 1 4 との双方に対してリチウムイオンをブレドーブすることにより、ブレドーブ時間の短縮を図ることが可能となる。また、正極 1 3 にリチウムイオンをブレドーブした場合には、ブレドーブ後に正極 1 3 から負極 1 4 に対してリチウムイオンを移動させるため、正極 1 3 と

50

負極 14 とを短絡させることが必要となる。

【0016】

これまで説明したように、ラミネートフィルム 11 内に電解液を注入することにより、負極 14 に対するリチウムイオンのプレドープが開始される。しかしながら、電極積層ユニット 12 は、正極 13 や負極 14 が隙間なく積層される構造を有しており、ユニット内部まで電解液が浸透し難くなっている。このため、プレドープ時には、電解液が浸透し易い電極の縁部には電解液が多くなり、電解液が浸透し難い電極の中央部には電解液が少なくなる。このように、リチウムイオンの移動媒体である電解液の浸透量にバラツキが生じることは、リチウムイオンのプレドープ量にバラツキが生じる要因となっていた。

【0017】

そこで、本発明の蓄電デバイス 10 が備える正極集電体 20 や負極集電体 23 においては、電解液分布を均一にするように、各部位における貫通孔 20a, 23a の開口率(貫通孔開口率)を変化させている。以下、正極集電体 20 や負極集電体 23 が備える貫通孔構造について説明する。図 5(A)は負極集電体 23 を示す平面図である。また、図 5(B)は正極集電体 20 を示す平面図である。なお、図 5 に示す一点鎖線は縁部 30a, 31a と中央部 30b, 31b との境界を示す線である。

【0018】

図 5(A)に示すように、負極集電体 23 の縁部(第 1 領域) 30a における貫通孔 23a の間隔は、中央部(第 2 領域) 30b における貫通孔 23a の間隔に比べて広く形成されている。すなわち、負極集電体 23 の縁部 30a における貫通孔開口率は、中央部 30b における貫通孔開口率に比べて小さくなる。また、図 5(B)に示すように、正極集電体 20 の縁部(第 1 領域) 31a における貫通孔 20a の間隔は、中央部(第 2 領域) 31b における貫通孔 20a の間隔に比べて広く形成されている。すなわち、正極集電体 20 の縁部 31a における貫通孔開口率は、中央部 31b における貫通孔開口率に比べて小さくなる。なお、貫通孔開口率とは、正極集電体 20 や負極集電体 23 の単位面積と、この単位面積内に含まれる貫通孔 20a, 23a の開口面積との割合を百分率で表した値である。

【0019】

このように、電解液が浸透し易い縁部 30a, 31a には、電解液の浸透を抑制するように貫通孔開口率が小さく設定される。一方、電解液が浸透し難い中央部 30b, 31b には、電解液の浸透を促すように貫通孔開口率が大きく設定される。このように、縁部 30a, 31a と中央部 30b, 31b とに浸透する電解液の均一化を図るように、貫通孔開口率を縁部 30a, 31a と中央部 30b, 31b とで変化させている。これにより、負極 14 の電極面の各部位におけるリチウムイオンのプレドープ量の均一化を図ることができ、電極面における負極電位のバラツキを抑制することが可能となる。したがって、局所的な過充電状態や過放電状態を回避することができ、蓄電デバイス 10 の劣化を防止することが可能となる。しかも、局所的な負極電位の低下を招くことがないため、リチウム極 16 と負極 14 との電位差を確保することができ、リチウムイオンのプレドープ時間を短縮することも可能となる。

【0020】

なお、図 5 に示すように、正極集電体 20 と負極集電体 23 との双方について貫通孔開口率を変化させているが、これに限られることはない。例えば、正極集電体 20 だけについて貫通孔開口率を変化させても良く、負極集電体 23 だけについて貫通孔開口率を変化させても良い。また、蓄電デバイス 10 には複数枚の負極集電体 23 や正極集電体 20 が組み込まれるが、このうち一部の負極集電体 23 や正極集電体 20 について貫通孔開口率を変化させても良い。さらに、図示する場合には、電極面を縁部 30a, 31a と中央部 30b, 31b とに区画し、貫通孔開口率を 2 段階で変化させているが、これに限られることはない。例えば、電極面を 3 つ以上の領域に区画することにより、貫通孔開口率を多段階で変化させても良い。また、電極面の縁から中央にかけて連続的に貫通孔開口率を変化させても良い。

【0021】

前述の説明では、電解液分布の均一化を図るという観点から、各部位における貫通孔開口率を変化させているが、プレードプ時における負極集電体 2 3 の電流密度という観点から、各部位における貫通孔開口率を変化させても良い。プレードプ時には、リチウム極 1 6 と負極 1 4 との電位差に応じて、リチウム極 1 6 から負極 1 4 に電子が移動する。そして、移動する電子と釣り合うように、リチウム極 1 6 から負極 1 4 にリチウムイオンが移動することになる。このように、プレードプ時にリチウム極 1 6 と負極 1 4 との間に流れる微少電流は、リチウムイオンのプレードプ量に影響を与えることになる。しかしながら、負極 1 4 の端子接続部 2 3 b に近い部位においては、リチウム極 1 6 に近くて電気抵抗が低いことから電流密度が高くなる傾向にある。一方、端子接続部 2 3 b から離れた部位においては、リチウム極 1 6 から遠くて電気抵抗が高いことから電流密度が低くなる傾向にある。このように、リチウムイオンの吸引力に影響を与える電流密度にバラツキが生じることは、リチウムイオンのプレードプ量にバラツキが生じる要因となる。

10

【0022】

そこで、本発明の他の実施の形態である蓄電デバイスが備える負極集電体 3 5 においては、電流密度という観点から各部位における貫通孔開口率を変化させている。ここで、図 6 は本発明の他の実施の形態である蓄電デバイスが有する負極集電体 3 5 を示す平面図である。なお、本発明の他の実施の形態である蓄電デバイスの全体構成については、図 1 ~ 図 3 に示す全体構成と同じであるため、負極集電体 3 5 の貫通孔構造についてのみ説明する。

【0023】

図 6 に示すように、負極集電体 3 5 の端子接続部(接続部) 3 6 に近い部位(第 1 領域) 3 7 における貫通孔 3 8 の間隔は、端子接続部 3 6 から離れた部位(第 2 領域) 3 9 における貫通孔 3 8 の間隔に比べて広く形成されている。すなわち、端子接続部 3 6 に近い部位 3 7 における貫通孔 3 8 の開口率(貫通孔開口率)は、端子接続部 3 6 から離れた部位 3 9 における貫通孔開口率に比べて小さくなっている。このように、負極集電体 2 3 の端子接続部 3 6 に近い部位 3 7 においては、電流密度が高くプレードプされ易いことから、電解液の浸透を抑制するように貫通孔開口率が小さく設定される。一方、また、負極集電体 2 3 の端子接続部 3 6 から離れた部位 3 9 においては、電流密度が低くプレードプされ難いことから、電解液の浸透を促すように貫通孔開口率が大きく設定される。これにより、負極 1 4 の電極面の各部位におけるリチウムイオンのプレードプ量の均一化を図ることができ、電極面における負極電位のバラツキを抑制することが可能となる。したがって、蓄電デバイスの劣化を防止することができるとともに、リチウムイオンのプレードプ時間を短縮することが可能となる。

20

30

【0024】

なお、正極 1 3 とリチウム極 1 6 とを接続することにより、正極 1 3 に対してリチウムイオンをプレードプする場合においても、負極集電体 3 5 と同じように開口率を変化させながら、正極集電体に対して貫通孔が形成されることになる。すなわち、正極集電体の端子接続部に近い部位においては、電流密度が高くプレードプされ易いことから、電解液の浸透を抑制するように貫通孔開口率が小さく設定される。一方、また、正極集電体の端子接続部から離れた部位においては、電流密度が低くプレードプされ難いことから、電解液の浸透を促すように貫通孔開口率が大きく設定されることになる。なお、図 6 に示す場合には、端子接続部 3 6 に近い部位 3 7 から離れた部位 3 9 にかけて多段階で開口率を変化させているが、端子接続部 3 6 に近い部位 3 7 から離れた部位 3 9 にかけて連続的に開口率を変化させても良い。また、蓄電デバイスには複数枚の負極集電体 3 5 や正極集電体が組み込まれるが、このうち一部の負極集電体 3 5 や正極集電体について貫通孔開口率を変化させるようにしても良い。

40

【0025】

また、前述の説明では、貫通孔開口率を変化させるため、隣り合う貫通孔 2 0 a , 2 3 a , 3 8 の間隔を変えているが、これに限られることはなく、貫通孔の大きさを変えても良い。ここで、図 7 (A) は本発明の他の実施の形態である蓄電デバイスが有する負極集電

50

体(電極集電体)40を示す平面図である。また、図7(B)は本発明の他の実施の形態である蓄電デバイスが有する負極集電体(電極集電体)44を示す平面図である。なお、図7(A)に示す一点鎖線は縁部41aと中央部41bとの境界を示す線である。

【0026】

図7(A)に示すように、負極集電体40の縁部(第1領域)41aには、直径の小さな貫通孔42が形成されている。また、負極集電体40の中央部(第2領域)41bには、直径の大きな貫通孔43が形成されている。このように、縁部41aと中央部41bとで貫通孔42, 43の大きさを変えた場合であっても、電解液分布の均一化を図ることが可能となり、プレードプ量の均一化を図ることが可能となる。また、図7(B)に示すように、負極集電体44の端子接続部(接続部)45に近い部位(第1領域)46には、直径の小さな貫通孔47が形成されている。また、負極集電体44の端子接続部45から離れた部位(第2領域)48には、直径の大きな貫通孔49が形成されている。このように、端子接続部45に近い部位46と離れた部位48とで貫通孔47, 49の大きさを変えた場合であっても、プレードプ量の均一化を図ることが可能となる。

【0027】

また、前述の説明では、電解液分布あるいは電流密度の観点から貫通孔開口率を変化させているが、これに限られることはなく、電解液分布と電流密度との双方の観点から貫通孔開口率を変化させても良い。ここで、図8(A)は本発明の他の実施の形態である蓄電デバイスが有する負極集電体(電極集電体)50を示す平面図である。また、図8(B)は本発明の他の実施の形態である蓄電デバイスが有する負極集電体(電極集電体)55を示す平面図である。なお、図8に示す一点鎖線は縁部51a, 56aと中央部51b, 56bとの境界を示す線である。

【0028】

図8(A)および(B)に示すように、電解液が浸透し易い負極集電体50, 55の縁部(第1領域)51a, 56aでは、電解液の浸透を抑制するように貫通孔53, 58の開口率(貫通孔開口率)が小さく設定される。また、電解液が浸透し難い負極集電体50, 55の中央部(第2領域)51b, 56bでは、電解液の浸透を促すように貫通孔開口率が大きく設定される。さらに、負極集電体50, 55の中央部51b, 56bでは、端子接続部(接続部)52, 57から離れる程に、貫通孔開口率が大きく設定される。すなわち、端子接続部52, 57に近い部位(第1領域)54a, 59aにおいては、電流密度が高くプレードプされ易いことから、電解液の浸透を抑制するように貫通孔開口率が小さく設定される。一方、また、端子接続部52, 57から離れた部位(第2領域)54b, 59bにおいては、電流密度が低くプレードプされ難いことから、電解液の浸透を促すように貫通孔開口率が大きく設定される。このように、電解液分布と電流密度との双方を考慮しながら、各部位における貫通孔開口率を設定することにより、プレードプ量の更なる均一化を図ることが可能となる。

【0029】

続いて、貫通孔20a, 23aを備える正極13および負極14の製造方法について説明する。以下、製造方法の説明においては、正極13および負極14を電極として記載することにより、正極13の製造方法と負極14の製造方法とをまとめて説明する。なお、製造方法の説明においては、正極合材層21および負極合材層24を電極合材層として記載している。図9は電極の製造方法を示すフローチャートである。また、図10および図11は各製造工程における電極の状態を示す概略図である。なお、前述した貫通孔38, 42, 43, 47, 49, 53, 58を備える電極についても、同様の製造方法によって製造することが可能である。

【0030】

図9に示すように、ステップS101では、集電体積層ユニット60を形成する集電体積層工程が実施される。この集電体積層工程においては、図10(A)に示すように、金属箔からなる長尺の集電体材料61, 62が準備され、支持体として長尺のフィルム材63が準備される。そして、一对の集電体材料61, 62によってフィルム材63を挟み込む

ことにより、集電体材料 6 1 , 6 2 およびフィルム材 6 3 からなる集電体積層ユニット 6 0 が形成される。なお、正極 1 3 を製造する際には、集電体材料 6 1 , 6 2 として例えばアルミニウム箔が用いられる。また、負極 1 4 を製造する際には、集電体材料 6 1 , 6 2 として例えば銅箔が用いられる。また、フィルム材 6 3 としては、後述するエッチング液に対する耐性を有するものが用いられる。さらに、フィルム材 6 3 としては、後述する集電体剥離工程に対応するため、微粘着フィルムや剥離可能なフィルムを用いることが好ましい。例えば、加熱することにより剥離するフィルムとして、リバアルファ(登録商標, 日東電工株式会社)を用いることが可能である。また、微粘着フィルムとして、パナプロテクト(登録商標, パナック株式会社)を用いることが可能である。

【 0 0 3 1 】

10

図 9 に示すように、続くステップ S 1 0 2 では、集電体積層ユニット 6 0 にレジスト層 6 4 を形成するレジスト印刷工程が実施される。このレジスト印刷工程においては、図 1 0 (B) に示すように、集電体積層ユニット 6 0 の一方面 6 0 a と他方面 6 0 b との双方に所定パターンでレジストインクが印刷される。これにより、集電体積層ユニット 6 0 の一方面 6 0 a と他方面 6 0 b との双方には所定パターンのレジスト層 6 4 が形成されることになる。なお、レジスト印刷工程においては、グラビア印刷やスクリーン印刷等によってレジストインクが印刷されるが、フィルム材 6 3 を挟み込むことから双方のパターンを一致させる必要は無い。また、レジストインクとしては、後述するエッチング液に対する耐性を有するものであれば、一般的なものが使用可能である。さらに、レジストインクとしては、アルカリ溶剤等によって溶解除去できるものが好ましい。

20

【 0 0 3 2 】

また、前述の説明では、液状のレジストインクを用いてレジスト層 6 4 を形成しているが、予めフィルム化されたドライフィルムレジストを貼り付けるようにしても良い。例えば、ドライフィルムレジストとして、デュボン M R C ドライフィルム株式会社製の F X R や F X 9 0 0 等を用いることが可能である。なお、ドライフィルムレジストを用いる場合には、貼り付けたドライフィルムレジストに対して露光処理および現像処理を実施することにより、集電体積層ユニット 6 0 に所定パターンのレジスト層 6 4 が形成されることになる。

【 0 0 3 3 】

図 9 に示すように、続くステップ S 1 0 3 では、集電体積層ユニット 6 0 に貫通孔 2 0 a , 2 3 a を形成するエッチング工程が実施される。このエッチング工程においては、図 1 0 (C) に示すように、レジスト層 6 4 をマスクとして用いて集電体積層ユニット 6 0 にエッチング処理が施される。これにより、集電体積層ユニット 6 0 の一方面 6 0 a と他方面 6 0 b との両側から、それぞれの集電体材料 6 1 , 6 2 に対して多数の貫通孔 2 0 a , 2 3 a が形成される。このエッチング処理に用いられるエッチング液は、集電体材料 6 1 , 6 2 の材質に応じて適宜選択されるものである。前述したように、集電体材料 6 1 , 6 2 としてアルミニウム箔や銅箔を用いた場合には、エッチング液として塩化第二鉄水溶液、苛性ソーダ、塩酸等を用いることが可能である。

30

【 0 0 3 4 】

図 9 に示すように、続くステップ S 1 0 4 では、集電体積層ユニット 6 0 からレジスト層 6 4 を除去するレジスト除去工程が実施される。このレジスト除去工程においては、図 1 0 (D) に示すように、貫通孔 2 0 a , 2 3 a 以外の非エッチング部を保護していたレジスト層 6 4 が集電体積層ユニット 6 0 から除去される。アルカリ溶解型のレジストインクを用いた場合には、塩酸等によりエッチング処理を行い、洗浄を行った後に、水酸化ナトリウム水溶液を用いてレジスト層を除去することが可能である。更に、洗浄、中和処理、洗浄を繰り返して乾燥させることにより、貫通孔 2 0 a , 2 3 a を備えた集電体材料 6 1 , 6 2 が、フィルム材 6 3 を挟み込んだ状態で形成されることになる。

40

【 0 0 3 5 】

このように、複数の集電体材料 6 1 , 6 2 に対して同時にエッチング処理を施すようにしたので、貫通孔 2 0 a , 2 3 a を有する正極集電体 2 0 や負極集電体 2 3 の製造コスト

50

を大幅に引き下げることが可能となる。また、集電体材料 6 1 , 6 2 間にエッチング液を遮断するフィルム材 6 3 を介在させることにより、それぞれの集電体材料 6 1 , 6 2 に対して片面側からエッチング処理を施すようにしている。これにより、集電体積層ユニット 6 0 の両面に形成するレジスト層 6 4 のパターンを整合させる必要がないため、正極集電体 2 0 や負極集電体 2 3 の製造コストを引き下げることが可能となる。

【 0 0 3 6 】

次いで、図 9 に示すように、ステップ S 1 0 5 では、一方の集電体材料 6 1 によって構成される電極 A に、第 1 電極合材層 6 5 を形成する第 1 スラリー塗工工程が実施される。この第 1 スラリー塗工工程においては、図 1 1 (A) に示すように、集電体積層ユニット 6 0 の一方面 6 0 a に電極スラリーが塗工される。そして、この電極スラリーを乾燥させることにより、集電体積層ユニット 6 0 の表面上に電極合材層 6 5 が形成される。ここで、図 1 2 は塗工乾燥装置 1 0 0 の一例を示す概略図である。図 1 2 に示すように、ロール 1 0 1 から繰り出されるエッチング後の集電体積層ユニット 6 0 は、ダイコータ等の塗工部 1 0 2 に案内される。この塗工部 1 0 2 において、集電体積層ユニット 6 0 には電極スラリーが塗工される。そして、塗工された電極スラリーを乾燥させるため、集電体積層ユニット 6 0 は水平方向に搬送されながら乾燥炉 1 0 3 を通過するようになっている。

【 0 0 3 7 】

前述したように、集電体材料 6 1 , 6 2 間にはフィルム材 6 3 が設けられている。このため、貫通孔 2 0 a , 2 3 a を有する集電体材料 6 1 , 6 2 に電極スラリーを塗工しても、電極スラリーが貫通孔 2 0 a , 2 3 a を通過して集電体積層ユニット 6 0 の裏側に抜けることが無い。したがって、ガイドローラ 1 0 4 等に電極スラリーを付着させることなく、集電体積層ユニット 6 0 を水平方向に搬送することが可能となる。これにより、垂直方向に集電体材料を引き上げる塗工方法に比べて乾燥炉 1 0 3 を長く設定することが可能となる。よって、集電体材料 6 1 , 6 2 の搬送速度を引き上げることができ、電極の生産性を向上させることが可能となる。さらに、貫通孔 2 0 a , 2 3 a を有する集電体材料 6 1 , 6 2 においては、貫通孔 2 0 a , 2 3 a を持たない集電体材料に比べて強度が低くなる。このため、貫通孔 2 0 a , 2 3 a を有する集電体材料 6 1 , 6 2 の搬送速度を高めることが困難となっていた。これに対し、フィルム材 6 3 を介して集電体材料 6 1 , 6 2 を重ね合わせることで、その強度を高めることが可能となる。これにより、集電体材料 6 1 , 6 2 の搬送速度を引き上げることができ、電極の生産性を向上させることが可能となる。

【 0 0 3 8 】

続いて、図 9 に示すように、ステップ S 1 0 6 では、他方の集電体材料 6 2 によって構成される電極 B に、第 1 電極合材層 6 6 を形成する第 1 スラリー塗工工程が実施される。この第 1 スラリー塗工工程においては、図 1 1 (B) に示すように、上下を反転させた集電体積層ユニット 6 0 の他方面 6 0 b に電極スラリーが塗工される。そして、この電極スラリーを乾燥させることにより、集電体積層ユニット 6 0 の表面 6 0 b 上に電極合材層 6 6 が形成される。集電体材料 6 1 の一方面側にはフィルム材 6 3 が設けられ、集電体材料 6 1 の他方面側には電極合材層 6 5 が設けられる。また、集電体材料 6 2 の一方面側にはフィルム材 6 3 が設けられ、集電体材料 6 2 の他方面側には電極合材層 6 6 が設けられる。この第 1 スラリー塗工工程においても、集電体積層ユニット 6 0 にはフィルム材 6 3 や電極合材層 6 5 が設けられるため、電極スラリーが貫通孔 2 0 a , 2 3 a を通過して裏側に抜けることは無い。よって、集電体積層ユニット 6 0 を水平方向に搬送しながら、効率良く電極合材層 6 6 を形成することが可能となる。

【 0 0 3 9 】

図 9 に示すように、続くステップ S 1 0 7 では、集電体積層ユニット 6 0 から集電体材料 6 1 , 6 2 を剥離する集電体剥離工程が実施される。図 1 1 (C) に示すように、集電体剥離工程においては、電極合材層 6 5 , 6 6 を備えた集電体材料 6 1 , 6 2 が、それぞれフィルム材 6 3 から剥離される。なお、フィルム材 6 3 として熱剥離フィルムを用いた場合には、乾燥炉 1 0 3 の通過に伴って熱剥離フィルムの粘着力が低下するため、容易に集

10

20

30

40

50

電体材料 6 1 , 6 2 を剥離することが可能となる。

【 0 0 4 0 】

図 9 に示すように、続くステップ S 1 0 8 では、剥離した集電体材料 6 1 の未塗工面 6 7 に第 2 電極合材層 6 9 を形成する第 2 スラリー塗工工程が実施される。同様に、ステップ S 1 0 9 では、剥離した集電体材料 6 2 の未塗工面 6 8 に第 2 電極合材層 7 0 を形成する第 2 スラリー塗工工程が実施される。これらの第 2 スラリー塗工工程においては、図 1 1 (D) に示すように、電極合材層 6 5 , 6 6 を下側に配置した状態で、集電体材料 6 1 , 6 2 の未塗工面 6 7 , 6 8 に電極スラリーが塗工される。そして、この電極スラリーを乾燥させることにより、集電体材料 6 1 , 6 2 の未塗工面 6 7 , 6 8 上に電極合材層 6 9 , 7 0 が形成される。この第 2 スラリー塗工工程においても、集電体材料 6 1 , 6 2 には電極合材層 6 5 , 6 6 が設けられるため、電極スラリーが貫通孔 2 0 a , 2 3 a を通過して集電体材料 6 1 , 6 2 の裏側に抜けることは無い。よって、集電体材料 6 1 , 6 2 を水平方向に搬送しながら、効率良く電極合材層 6 9 , 7 0 を形成することが可能となる。

10

【 0 0 4 1 】

これまで説明したように、集電体材料 6 1 , 6 2 の一方面に支持体としてのフィルム材 6 3 を取り付けた状態のもとで、集電体材料 6 1 , 6 2 の他方面側から貫通孔 2 0 a , 2 3 a を形成した後に、集電体材料 6 1 , 6 2 の他方面側から電極スラリーを塗工して電極合材層 6 5 , 6 6 を形成している。このように、フィルム材 6 3 を設けることにより、貫通孔 2 0 a , 2 3 a が形成される集電体材料 6 1 , 6 2 の強度を引き上げることができ、製造時における集電体材料 6 1 , 6 2 の取り扱いが容易となる。また、フィルム材 6 3 を設けることにより、塗工された電極スラリーの貫通孔 2 0 a , 2 3 a からの抜けを防止することが可能となる。これにより、集電体材料 6 1 , 6 2 を水平方向に搬送しながら電極スラリーを塗工することができるため、電極の生産性を向上させて製造コストを引き下げることが可能となる。

20

【 0 0 4 2 】

なお、支持体としてフィルム材 6 3 を設けるようにしているが、これに限られるものではない。例えば、集電体材料 6 1 , 6 2 間にレジストインクを塗布することにより、集電体材料 6 1 , 6 2 間に支持体としてのレジスト層を設けるようにしても良い。また、図 9 のフローチャートにおいては、2 枚の集電体材料 6 1 , 6 2 を重ね合わせることで、一度に 2 枚の集電体を製造しているが、これに限られることはない。例えば、1 枚の集電体材料 6 1 の一方面にフィルム材 6 3 を貼り付け、集電体材料 6 1 の他方面側から貫通孔 2 0 a , 2 3 a を形成した後に電極合材層 6 5 を形成しても良い。

30

【 0 0 4 3 】

以下、前述した蓄電デバイスの構成要素について下記の順に詳細に説明する。[A] 正極、[B] 負極、[C] 正極集電体および負極集電体、[D] リチウム極、[E] セパレータ、[F] 電解液、[G] 外装容器。

【 0 0 4 4 】

[A] 正極

正極は、正極集電体とこれに一体となる正極合材層とを有している。蓄電デバイスをリチウムイオンキャパシタとして機能させる場合には、正極合材層に含まれる正極活物質として、リチウムイオン及び / 又はアニオンを可逆的にドーブ・脱ドーブ可能な物質を採用することが可能である。すなわち、リチウムイオンとアニオンとの少なくともいずれか一方を可逆的にドーブ・脱ドーブ可能な物質であれば特に限定されることはない。例えば、活性炭、遷移金属酸化物、導電性高分子、ポリアセン系物質等を用いることが可能である。

40

【 0 0 4 5 】

例えば、活性炭は、アルカリ賦活処理され、かつ比表面積 $600 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以上を有する活性炭粒子から形成することが好ましい。活性炭の原料としては、フェノール樹脂、石油ピッチ、石油コークス、ヤシガラ、石炭系コークス等が使用される。フェノール樹脂や石炭系コークスは比表面積を高くできるという理由から好適である。これらの活性炭のアル

50

カリ賦活処理に使用されるアルカリ活性化剤は、リチウム、ナトリウム、カリウムなどの金属リチウムイオンの塩類または水酸化物が好ましい。中でも、水酸化カリウムが好適である。アルカリ賦活の方法は、例えば、炭化物と活性剤を混合した後、不活性ガス気流中で加熱することにより行う方法が挙げられる。また、活性炭の原材料に予め活性化剤を担持させた後加熱して、炭化および賦活の工程を行う方法が挙げられる。さらに、炭化物を水蒸気などのガス賦活法で賦活した後、アルカリ活性化剤で表面処理する方法も挙げられる。このようなアルカリ賦活処理が施された活性炭は、ボールミル等の既知の粉碎機を用いて粉碎される。活性炭の粒度としては、一般的に使用される広い範囲のものを使用することが可能である。例えば、D 50 が $2\ \mu\text{m}$ 以上であり、好ましくは $2 \sim 50\ \mu\text{m}$ 、特に $2 \sim 20\ \mu\text{m}$ が最も好ましい。また、平均細孔径が好ましくは $10\ \text{nm}$ 以下であり、比表面積が好ましくは $600 \sim 3000\ \text{m}^2/\text{g}$ である活性炭が好適である。中でも、 $800\ \text{m}^2/\text{g}$ 以上、特に $1300 \sim 2500\ \text{m}^2/\text{g}$ であるのが好適である。

【0046】

また、蓄電デバイスをリチウムイオンバッテリーとして機能させる場合には、正極合材層に含まれる正極活物質として、ポリアニン等の導電性高分子や、リチウムイオンを可逆的にドーブ・脱ドーブ可能な物質を採用することが可能である。例えば、正極活物質として五酸化バナジウム(V_2O_5)やコバルト酸リチウム(LiCoO_2)を用いることが可能である。この他にも、 Li_xCoO_2 、 Li_xNiO_2 、 Li_xMnO_2 、 Li_xFeO_2 等の $\text{Li}_x\text{M}_y\text{O}_z$ (x, y, z は正の数、 M は金属、2 種以上の金属でもよい)の一般式で表されうるリチウム含有金属酸化物、あるいはコバルト、マンガン、バナジウム、チタン、ニッケル等の遷移金属酸化物または硫化物を用いることも可能である。特に、高電圧を求める場合には、金属リチウムに対して $4\ \text{V}$ 以上の電位を有するリチウム含有酸化物を用いることが好ましい。例えば、リチウム含有コバルト酸化物、リチウム含有ニッケル酸化物、あるいはリチウム含有コバルト - ニッケル複合酸化物が特に好適である。

【0047】

前述した活性炭等の正極活物質は、粉末状、粒状、短繊維状等に形成される。この正極活物質をバインダーと混合して電極スラリーが形成される。そして、正極活物質を含有する電極スラリーを正極集電体に塗工して乾燥させることにより、正極集電体上に正極合材層が形成される。なお、正極活物質と混合されるバインダーとしては、例えば SBR 等のゴム系バインダーやポリ四フッ化エチレン、ポリフッ化ビニリデン等の含フッ素系樹脂、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリアクリレート等の熱可塑性樹脂を用いることができる。また、正極合材層に対して、アセチレンブラック、グラファイト、金属粉末等の導電性材料を適宜加えるようにしても良い。

【0048】

[B] 負極

負極は、負極集電体とこれに一体となる負極合材層とを有している。負極合材層に含まれる負極活物質としては、リチウムイオンを可逆的にドーブ・脱ドーブできるものであれば特に限定されることはない。例えば、グラファイト、種々の炭素材料、ポリアセン系物質、錫酸化物、珪素酸化物等を用いることが可能である。グラファイト(黒鉛)やハードカーボン(難黒鉛化性炭素)は高容量化を図ることができるため負極活物質として好ましい。また、芳香族系縮合ポリマーの熱処理物であるポリアセン系有機半導体(PAS)は、高容量化を図ることができるため負極活物質として好適である。このPASはポリアセン系骨格構造を有する。このPASの水素原子/炭素原子の原子数比(H/C)は 0.05 以上、 0.50 以下の範囲内であることが好ましい。PASの H/C が 0.50 を超える場合には、芳香族系多環構造が十分に発達していないことから、リチウムイオンのドーブ・脱ドーブがスムーズに行われず、蓄電デバイスの充放電効率が低下するおそれがある。PASの H/C が 0.05 未満の場合には、蓄電デバイスの容量が低下するおそれがある。

【0049】

前述したPAS等の負極活物質は、粉末状、粒状、短繊維状等に形成される。この負極活物質をバインダーと混合して電極スラリーが形成される。そして、負極活物質を含有す

10

20

30

40

50

る電極スラリーを、負極集電体に塗工して乾燥させることにより、負極集電体上に負極合材層が形成される。なお、負極活物質と混合されるバインダーとしては、例えば、ポリフッ化エチレン、ポリフッ化ビニリデン等の含フッ素系樹脂、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリアクリレート等の熱可塑性樹脂、スチレンブタジエンゴム(SBR)等のゴム系バインダーを用いることができる。これらの中でもフッ素系バインダーを用いることが好ましい。このフッ素系バインダーとしては、例えば、ポリフッ化ビニリデン、フッ化ビニリデン - 3 フッ化エチレン共重合体、エチレン - 4 フッ化エチレン共重合体、プロピレン - 4 フッ化エチレン共重合体等が挙げられる。また、負極合材層に対して、アセチレンブラック、グラファイト、金属粉末等の導電性材料を適宜加えるようにしても良い。

【0050】

10

〔C〕正極集電体および負極集電体

正極集電体および負極集電体の材料としては、一般にバッテリーやキャパシタに提案されている種々の材料を用いることが可能である。例えば、正極集電体の材料として、アルミニウム、ステンレス鋼等を用いることができる。負極集電体の材料として、ステンレス鋼、銅、ニッケル等を用いることができる。また、前述した正極集電体や負極集電体の各部位における貫通孔開口率は、正極、負極、正極集電体、負極集電体、電極積層ユニットの構造等に応じて適宜設定される。なお、貫通孔の形状等について特に限定されることはない。

【0051】

20

〔D〕リチウム極

リチウム極集電体の材料としては、一般に電池やキャパシタの集電体として提案されている種々の材料を用いることが可能である。これらの材料としては、ステンレス鋼、銅、ニッケル等を用いることができる。また、リチウム極集電体として、エキスパンドメタル、パンチングメタル、エッチング箔、網、発泡体等の表裏面を貫く貫通孔を備えているものを使用しても良い。また、リチウム極集電体に貼り付けられる金属リチウム箔に代えて、リチウムイオンを放出することが可能なリチウム - アルミニウム合金等を用いても良い。

【0052】

〔E〕セパレータ

セパレータとしては、電解液、正極活物質、負極活物質等に対して耐久性があり、連通気孔を有する電子伝導性のない多孔質体等を用いることができる。通常は、紙(セルローズ)、ガラス繊維、ポリエチレンあるいはポリプロピレン等からなる布、不織布あるいは多孔体が用いられる。セパレータの厚みは、電解液の保持量やセパレータの強度等を勘案して適宜設定することができる。なお、セパレータの厚みは、蓄電デバイスの内部抵抗を小さくするために薄い方が好ましい。

30

【0053】

〔F〕電解液

電解液としては、高電圧でも電気分解を起こさないという点、リチウムイオンが安定に存在できるという点から、リチウム塩を含む非プロトン性有機溶媒を用いることが好ましい。非プロトン性有機溶媒としては、例えば、エチレンカーボネート、プロピレンカーボネート、ジメチルカーボネート、ジエチルカーボネート、 γ -ブチロラクトン、アセトニトリル、ジメトキシエタン、テトラヒドロフラン、ジオキソラン、塩化メチレン、スルホラン等を単独あるいは混合した溶媒が挙げられる。また、リチウム塩としては、例えば、 LiClO_4 、 LiAsF_6 、 LiBF_4 、 LiPF_6 、 $\text{LiN}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_2$ 等が挙げられる。また、電解液中の電解質濃度は、電解液による内部抵抗を小さくするため、少なくとも0.1モル/L以上とすることが好ましい。更には、0.5~1.5モル/Lの範囲内とすることが好ましい。

40

【0054】

また、有機溶媒に代えてイオン性液体(イオン液体)を用いても良い。イオン性液体は各種カチオン種とアニオン種の組み合わせが提案されている。カチオン種としては、例えば

50

、NメチルNプロピルピペリジニウム(P P 1 3)、1エチル3メチルイミダゾリウム(E M I)、ジエチルメチル2メトキシエチルアンモニウム(D E M E)等が挙げられる。また、アニオン種としては、ビス(フルオロスルフォニル)イミド(F S I)、ビス(トリフルオロメタンスルフォニル)イミド(T F S I)、 PF_6^- 、 BF_4^- 等が挙げられる。

【0055】

[G] 外装容器

外装容器としては、一般に電池に用いられている種々の材質を用いることができる。例えば、鉄やアルミニウム等の金属材料を使用しても良い。また、樹脂等のフィルム材料を使用しても良い。また、外装容器の形状についても特に限定されることはない。円筒型や角型など用途に応じて適宜選択することが可能である。蓄電デバイスの小型化や軽量化の観点からは、アルミニウムのラミネートフィルムを用いたフィルム型の外装容器を用いることが好ましい。一般的には、外側にナイロンフィルム、中心にアルミニウム箔、内側に変性ポリプロピレン等の接着層を有した3層ラミネートフィルムが用いられている。

10

【0056】

本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。たとえば、本発明の蓄電デバイスの構造は、リチウムイオンバッテリーやリチウムイオンキャパシタだけでなく、様々な形式のバッテリーやキャパシタに適用することが可能である。また、前述の説明では、積層型の蓄電デバイスに沿って説明しているが、積層型に限られることはなく、捲回型の蓄電デバイスに対して本発明を適用しても良い。また、負極に対してプレドープするイオンとしては、リチウムイオンに限られることはなく、ナトリウムイオンやカルシウムイオン等を用いても良い。

20

【図面の簡単な説明】

【0057】

【図1】本発明の一実施の形態である蓄電デバイスを示す斜視図である。

【図2】図1のA - A線に沿って蓄電デバイスの内部構造を概略的に示す断面図である。

【図3】蓄電デバイスの内部構造を部分的に拡大して示す断面図である。

【図4】リチウムイオンのプレドープ状況を示す説明図である。

【図5】(A)は負極集電体を示す平面図である。また、(B)は正極集電体を示す平面図である。

30

【図6】本発明の他の実施の形態である蓄電デバイスが有する負極集電体を示す平面図である。

【図7】(A)および(B)は本発明の他の実施の形態である蓄電デバイスが有する負極集電体を示す平面図である。

【図8】(A)および(B)は本発明の他の実施の形態である蓄電デバイスが有する負極集電体を示す平面図である。

【図9】電極の製造方法を示すフローチャートである。

【図10】(A)～(D)は各製造工程における電極の状態を示す概略図である。

【図11】(A)～(D)は各製造工程における電極の状態を示す概略図である。

【図12】塗工乾燥装置の一例を示す概略図である。

【符号の説明】

40

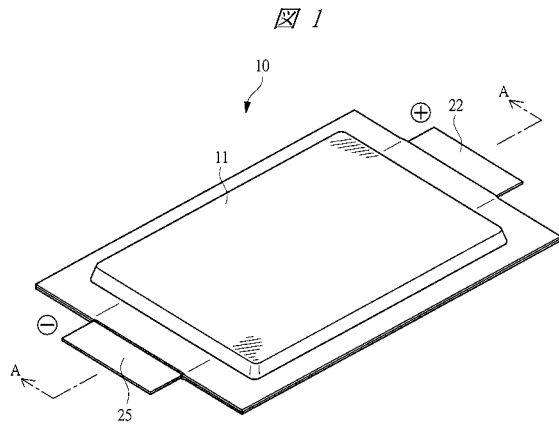
【0058】

- 1 0 蓄電デバイス
- 1 3 正極(電極)
- 1 4 負極(電極)
- 2 0 正極集電体(電極集電体)
- 2 0 a 貫通孔
- 2 1 正極合材層(電極合材層)
- 2 3 負極集電体(電極集電体)
- 2 3 a 貫通孔
- 2 4 負極合材層(電極合材層)

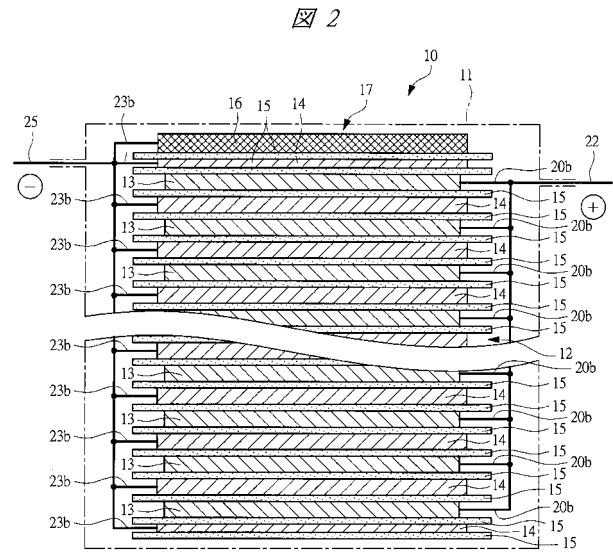
50

2 7	金属リチウム箔(イオン供給源)	
3 0 a	縁部(第 1 領域)	
3 0 b	中央部(第 2 領域)	
3 1 a	縁部(第 1 領域)	
3 1 b	中央部(第 2 領域)	
3 5	負極集電体(電極集電体)	
3 6	端子接続部(接続部)	
3 7	部位(第 1 領域)	
3 8	貫通孔	
3 9	部位(第 2 領域)	10
4 0	負極集電体(電極集電体)	
4 1 a	縁部(第 1 領域)	
4 1 b	中央部(第 2 領域)	
4 2 , 4 3	貫通孔	
4 4	負極集電体(電極集電体)	
4 5	端子接続部(接続部)	
4 6	部位(第 1 領域)	
4 7	貫通孔	
4 8	部位(第 2 領域)	
4 9	貫通孔	20
5 0	負極集電体(電極集電体)	
5 1 a	縁部(第 1 領域)	
5 1 b	中央部(第 2 領域)	
5 2	端子接続部(接続部)	
5 3	貫通孔	
5 4 a	部位(第 1 領域)	
5 4 b	部位(第 2 領域)	
5 5	負極集電体(電極集電体)	
5 6 a	縁部(第 1 領域)	
5 6 b	中央部(第 2 領域)	30
5 7	端子接続部(接続部)	
5 8	貫通孔	
5 9 a	部位(第 1 領域)	
5 9 b	部位(第 2 領域)	

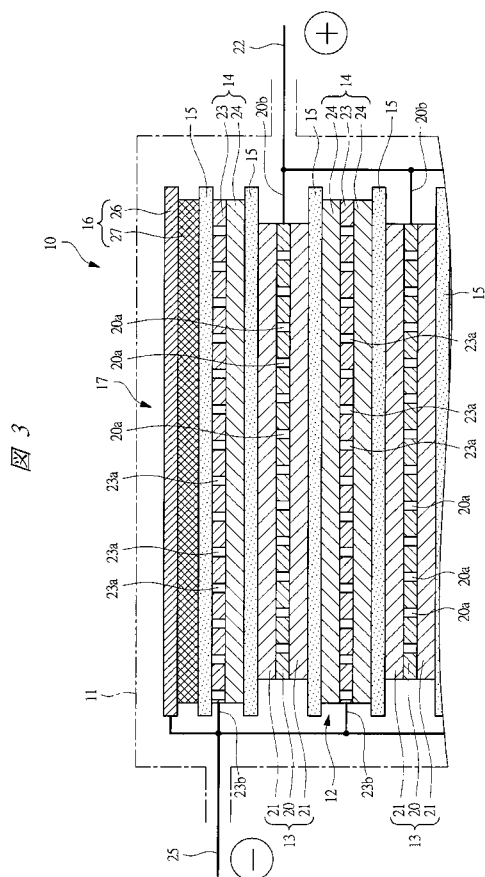
【図 1】



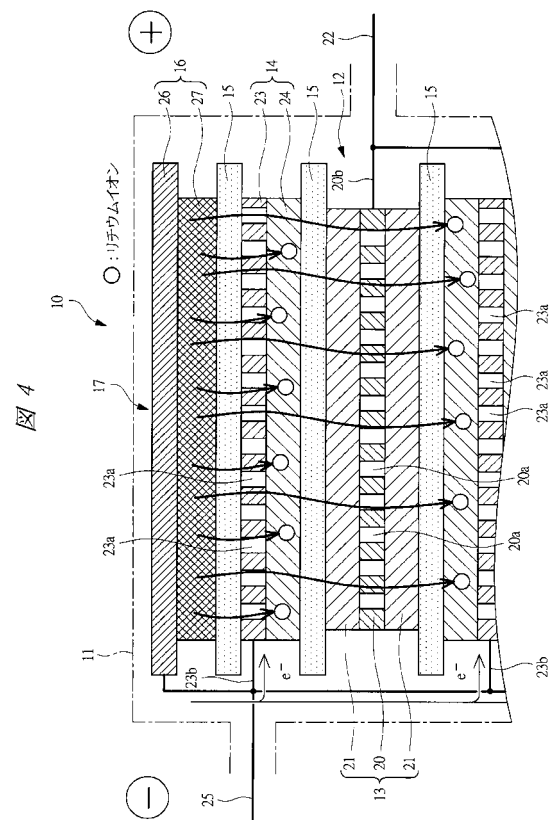
【図 2】



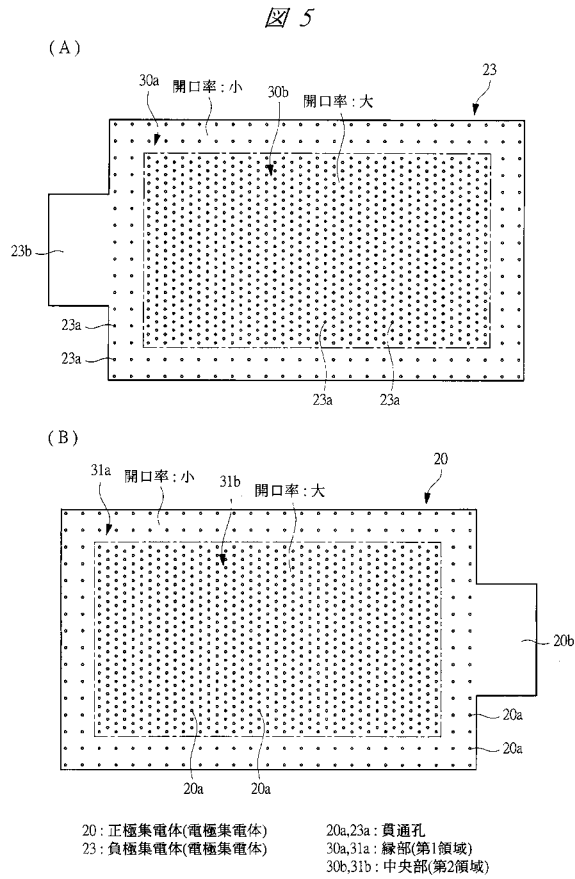
【図 3】



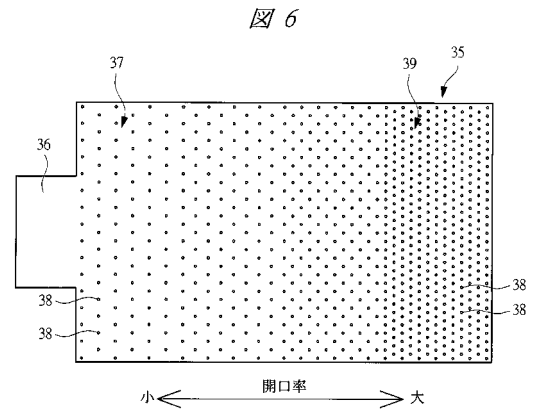
【図 4】



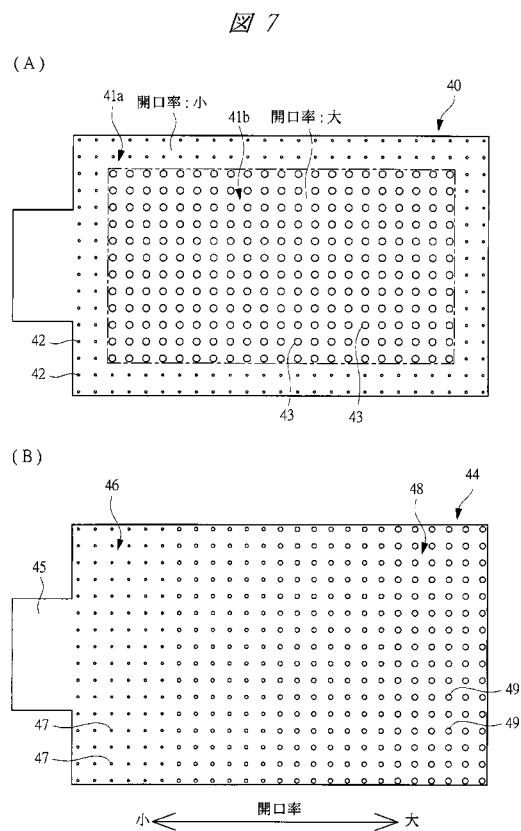
【図 5】



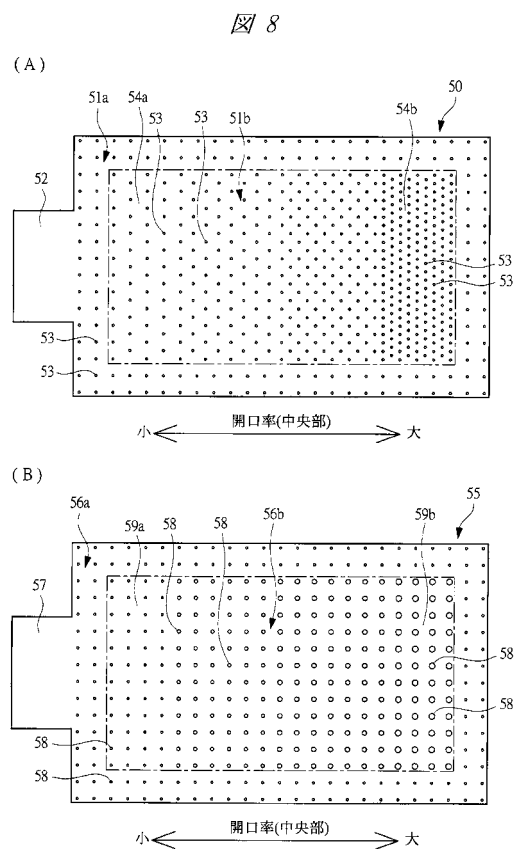
【図 6】



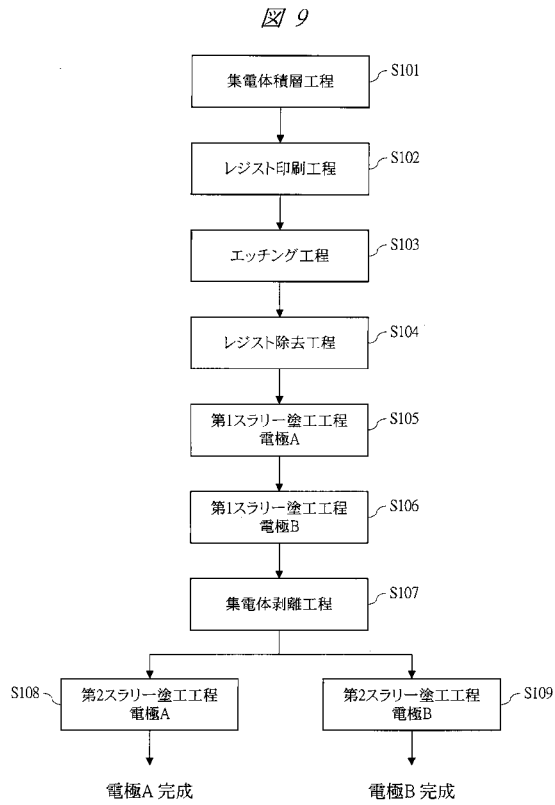
【図 7】



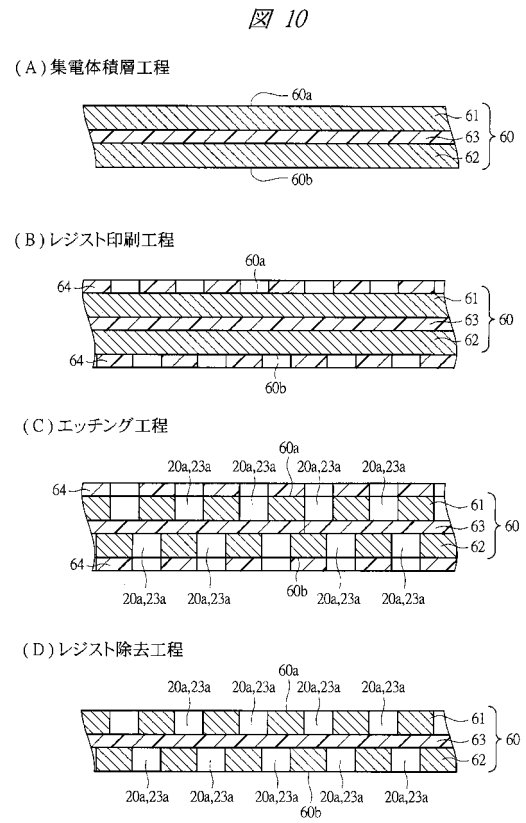
【図 8】



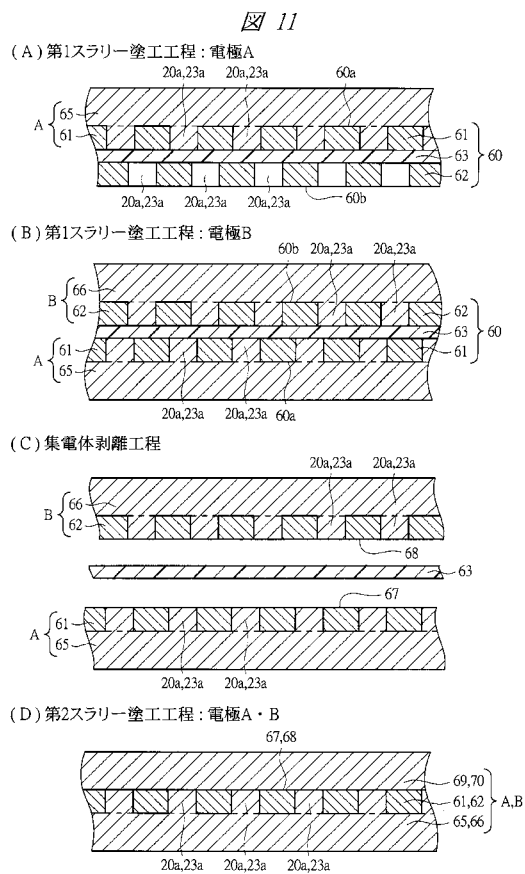
【 図 9 】



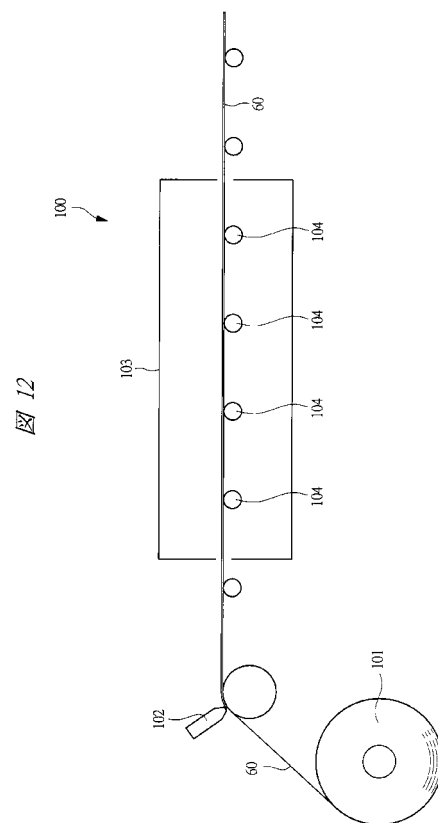
【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 宇都宮 隆

東京都新宿区西新宿一丁目7番2号 富士重工業株式会社内

(72)発明者 馬場 健

東京都新宿区西新宿一丁目7番2号 富士重工業株式会社内

F ターム(参考) 5E078 AA15 AB06 FA03 FA04

5H017 AA03 CC05 DD08 EE01 EE05 HH05

5H050 AA03 AA04 AA15 BA17 CA02 CA07 CA08 CA09 CA20 CB02

CB07 CB08 CB20 DA07 DA08 EA02 EA09 EA10 EA23 EA24

FA02 FA13 GA22 HA09 HA12