

(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2020-161669

(P2020-161669A)

(43) 公開日 令和2年10月1日 (2020.10.1)

|                                      |                |             |
|--------------------------------------|----------------|-------------|
| (51) Int.Cl.                         | F I            | テーマコード (参考) |
| <b>HO 1 G 11/50 (2013.01)</b>        | HO 1 G 11/50   | 5 E 0 7 8   |
| <b>HO 1 M 10/052 (2010.01)</b>       | HO 1 M 10/052  | 5 H 0 1 7   |
| <b>HO 1 M 10/0566 (2010.01)</b>      | HO 1 M 10/0566 | 5 H 0 2 9   |
| <b>HO 1 M 4/13 (2010.01)</b>         | HO 1 M 4/13    | 5 H 0 5 0   |
| <b>HO 1 M 10/0587 (2010.01)</b>      | HO 1 M 10/0587 |             |
| 審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 13 頁) 最終頁に続く |                |             |

(21) 出願番号 特願2019-60149 (P2019-60149)  
 (22) 出願日 平成31年3月27日 (2019.3.27)

(71) 出願人 000204284  
 太陽誘電株式会社  
 東京都中央区京橋二丁目7番19号  
 (74) 代理人 100104215  
 弁理士 大森 純一  
 (74) 代理人 100197619  
 弁理士 白鹿 智久  
 (72) 発明者 河井 裕樹  
 東京都中央区京橋二丁目7番19号 太陽  
 誘電株式会社内  
 Fターム (参考) 5E078 AA10 AA14 AA15 AB06 AB13  
 BA04 BA13 BA17 BA18 BA26  
 BA29 BA42 BA44 BA53 BA73  
 BB33 CA06 DA02 DA06 FA02  
 FA04 FA12 FA13 HA05 HA12  
 最終頁に続く

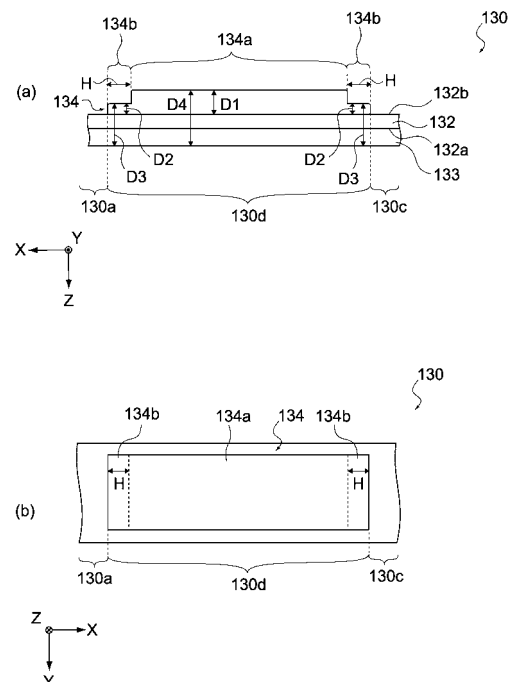
(54) 【発明の名称】 電気化学デバイス

(57) 【要約】

【課題】電極の折れ曲がり防止し、リチウムイオンブレードを均一にすることが可能な電気化学デバイスを提供すること。

【解決手段】本発明に係る電気化学デバイスは、正極と、負極と、セパレータと、電解液とを具備する。正極は、導電性材料からなる正極集電体と、正極集電体上に形成された正極活物質層とを有する。負極は、第1及び第2の負極活物質層と、第1の負極活物質層が形成された第1の主面と、第2の負極活物質層が形成されている塗工領域と第2の負極活物質層が形成されていない非塗工領域とを有する第2の主面と、第1の主面と第2の主面とを連通させる複数の貫通孔とを有する負極集電体とを有し、第2の負極活物質層は、第1の厚みを有する第1の部分と、第1の部分と非塗工領域の間の部分であり、第1の厚みより小さい第2の厚みを有する第2の部分とを有する。

【選択図】 図7



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

導電性材料からなる正極集電体と、前記正極集電体上に形成された正極活物質層とを有する正極と、

第 1 及び第 2 の負極活物質層と、前記第 1 の負極活物質層が形成された第 1 の主面と、前記第 2 の負極活物質層が形成された塗工領域と前記第 2 の負極活物質層が形成されていない非塗工領域を有する第 2 の主面と、前記第 1 の主面と前記第 2 の主面とを連通させる複数の貫通孔とを有する負極集電体とを有し、前記第 2 の負極活物質層は、第 1 の厚みを有する第 1 の部分と、前記第 1 の部分と前記非塗工領域の間の部分であり、前記第 1 の厚みより小さい第 2 の厚みを有する第 2 の部分とを有する負極と、

10

前記正極と前記負極を絶縁するセパレータと、

前記正極、前記負極及び前記セパレータが浸漬される電解液とを具備し、

前記非塗工領域には金属リチウムが電氣的に接続され、前記電解液に浸漬されることで、前記第 1 及び第 2 の負極活物質層にリチウムイオンのプレドープがなされている電気化学デバイス。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の電気化学デバイスであって、

前記第 2 の部分、前記負極集電体及び前記第 1 の負極活物質層の厚みの合計である第 3 の厚みは、前記第 1 の部分、前記負極集電体及び前記第 1 の負極活物質層の厚みの合計である第 4 の厚みの 80% 以上 95% 以下である

20

電気化学デバイス。

## 【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の電気化学デバイスであって、

前記第 1 及び第 2 の負極活物質層は、負極活物質、導電助剤及びバインダ樹脂を混合した材料からなる

電気化学デバイス。

## 【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の電気化学デバイスであって、

前記正極及び前記負極は、前記セパレータを介して積層され、捲回されている

30

電気化学デバイス。

## 【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の電気化学デバイスであって、

リチウムイオンキャパシタである

電気化学デバイス。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、リチウムイオンを電荷キャリアとして利用する電気化学デバイスに関する。

## 【背景技術】

40

## 【0002】

リチウムイオンキャパシタ等のリチウムイオンを電荷キャリアとして利用する電気化学デバイスでは、製造時に負極へのリチウムイオンのドープ（プレドープ）が行われる。正極と負極はセパレータを介して交互に積層され、負極には金属リチウム等のリチウム源が電氣的に接続される。リチウム源から放出されたリチウムイオンは電解液中を移動し、負極にドープされる。

## 【0003】

負極は金属箔である集電体と集電体の表面に積層された活物質層を備える。集電体には、リチウムイオンの透過を可能とするため、多数の貫通孔が設けられている。ここで、貫通孔を設けることにより集電体の強度が低下するため、力を加えると電極が折れ曲がると

50

いう問題がある。

【0004】

特に集電体上に活物質層を積層した塗工領域と、積層していない非塗工領域が存在する場合、塗工領域と非塗工領域の境界は折れ曲がりやすく、塗布時や捲回時の搬送の際に折れ曲がり、歩留まりが低下する原因となる。特許文献1及び2には塗工領域と非塗工領域の制御に係る非水系二次電池が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2008-243658号公報

10

【特許文献2】特開2009-164061号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ここで、リチウムイオンを電荷キャリアとして利用する電気化学デバイスでは、負極へのリチウムイオンのドーブを均一とする必要がある。負極の一部にリチウムイオンが集中すると、リチウムイオンが均一となるまでに時間を要する。

【0007】

上記特許文献1及び2に記載のような構成は、活物質層の一部が厚くなることによる活物質層の脱落や電極の折れ曲がりを回避するものであり、リチウムイオンの集中が生じるおそれがある。

20

【0008】

以上のような事情に鑑み、本発明の目的は、電極の折れ曲がりを防止し、リチウムイオンプレドーブを均一にすることが可能な電気化学デバイスを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するため、本発明の一形態に係る電気化学デバイスは、正極と、負極と、セパレータと、電解液とを具備する。

上記正極は、導電性材料からなる正極集電体と、上記正極集電体上に形成された正極活物質層とを有する。

30

上記負極は、第1及び第2の負極活物質層と、上記第1の負極活物質層が形成された第1の主面と、上記第2の負極活物質層が形成された塗工領域と上記第2の負極活物質層が形成されていない非塗工領域を有する第2の主面と、上記第1の主面と上記第2の主面とを連通させる複数の貫通孔とを有する負極集電体とを有し、上記第2の負極活物質層は、第1の厚みを有する第1の部分と、上記第1の部分と上記非塗工領域の間の部分であり、上記第1の厚みより小さい第2の厚みを有する第2の部分とを有する。

上記セパレータは、上記正極と上記負極を絶縁する。

上記電解液は、上記正極、上記負極及び上記セパレータが浸漬される。

上記非塗工領域には金属リチウムが電氣的に接続され、上記電解液に浸漬されることで、上記第1及び第2の負極活物質層にリチウムイオンのプレドーブがなされている。

40

【0010】

この構成によれば、第1部分と非塗工領域の間に、厚みの小さい第2部分が設けられているため、第2の負極活物質層と非塗工領域の境界を起点として負極が折れ曲がることが防止されている。また、リチウムイオンのプレドーブ時に第2の負極活物質層と非塗工領域の境界部分にリチウムイオンが集中することが防止され、第2の負極活物質層におけるリチウムイオンの分布を均一とすることが可能である。

【0011】

上記第2の部分、上記負極集電体及び上記第1の負極活物質層の厚みの合計である第3の厚みは、上記第1の部分、上記負極集電体及び上記第1の負極活物質層の厚みの合計である第4の厚みの80%以上95%以下であってもよい。

50

## 【0012】

上記第1及び第2の負極活物質層は、負極活物質、導電助剤及びバインダ樹脂を混合した材料からなるものであってもよい。

## 【0013】

上記正極及び上記負極は、上記セパレータを介して積層され、捲回されていてもよい。

## 【0014】

上記電気化学デバイスは、リチウムイオンキャパシタであってもよい。

## 【発明の効果】

## 【0015】

以上のように本発明によれば、電極ズレの発生を防止し、リチウムイオンを均一にドーピングさせることが可能な電気化学デバイスの製造方法及び電気化学デバイスを提供することが可能である。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0016】

【図1】本発明の実施形態に係る電気化学デバイスの斜視図である。

【図2】同電気化学デバイスが備える蓄電素子の斜視図である。

【図3】同電気化学デバイスが備える蓄電素子の一部の断面図である。

【図4】同電気化学デバイスが備える蓄電素子の負極の平面図である。

【図5】同電気化学デバイスが備える蓄電素子の負極の平面図である。

【図6】同電気化学デバイスが備える蓄電素子の断面図である。

【図7】同電気化学デバイスが備える蓄電素子の負極の厚みを示す模式図である。

【図8】比較例に係る電気化学デバイスが備える蓄電素子の負極の厚みを示す模式図である。

【図9】本発明の実施例と比較例の比較結果を示す表である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0017】

本発明の実施形態に係る電気化学デバイスについて説明する。本実施形態に係る電気化学デバイスは、リチウムイオンキャパシタ等の、電荷の輸送にリチウムイオンを利用する電気化学デバイスである。なお、以下の図において、X、Y及びZ方向は相互に直交する3方向である。

## 【0018】

## [電気化学デバイスの構成]

図1は、本実施形態に係る電気化学デバイス100の構成を示す斜視図である。同図に示すように電気化学デバイス100は、蓄電素子110が容器120（蓋及び端子は図示略）に收容されている。容器120内には、蓄電素子110と共に電解液が收容されている。なお、本実施形態に係る電気化学デバイス100の構成は、図1をはじめ、以降の図に示す構成に限定されるものではない。

## 【0019】

図2は蓄電素子110の斜視図であり、図3は蓄電素子110の拡大断面図である。図2及び図3に示すように、蓄電素子110は、負極130、正極140及びセパレータ150を有し、これらが積層された積層体が捲回芯Cの回りに捲回されて構成されている。なお、捲回芯Cは必ずしも設けられなくてもよい。

## 【0020】

蓄電素子110を構成する負極130、正極140、セパレータ150の積層順は、図2に示すように、捲回芯C側に向かって（捲回外側から）セパレータ150、負極130、セパレータ150、正極140の順となる。また、蓄電素子110は、図2に示すように負極端子131と正極端子141を有する。負極端子131は負極130、正極端子141は正極140に接続され、図2に示すように、それぞれ蓄電素子110の外部に引き出されている。

## 【0021】

負極 130 は、図 3 に示すように、負極集電体 132、第 1 負極活物質層 133 及び第 2 負極活物質層 134 を有する。負極集電体 132 は、導電性材料からなり、銅箔等の金属箔であるものとすることができる。本実施形態では、負極集電体 132 として、貫通孔が多数形成された金属箔が採用される。

#### 【0022】

第 1 負極活物質層 133 及び第 2 負極活物質層 134 は、負極集電体 132 上に形成されている。第 1 負極活物質層 133 及び第 2 負極活物質層 134 の材料は、負極活物質がバインダ樹脂と混合されたものとすることができ、さらに導電助材を含んでもよい。負極活物質は、電解液中のリチウムイオンがドーブ可能な材料であり、例えば難黒鉛化炭素（ハードカーボン）、グラファイトやソフトカーボン等の炭素系材料や、Si、SiO などの合金系材料、または、それらの複合材料を用いることができる。

10

#### 【0023】

バインダ樹脂は、負極活物質を接合する合成樹脂であり、例えばスチレンブタジエンゴム、ポリエチレン、ポリプロピレン、芳香族ポリアミド、カルボキシメチルセルロース、フッ素系ゴム、ポリビニリデンフルオライド、イソプレンゴム、ブタジエンゴム及びエチレンプロピレン系ゴム等を用いてもよい。

#### 【0024】

導電助剤は、導電性材料からなる粒子であり、負極活物質の間での導電性を向上させる。導電助剤は、例えば、黒鉛やカーボンブラック等の炭素材料が挙げられる。これらは単独でもよいし、複数種が混合されてもよい。なお、導電助剤は、導電性を有する材料であれば、金属材料あるいは導電性高分子などであってもよい。

20

#### 【0025】

図 4 は捲回前の負極 130 を示す模式図であり、図 4 (a) は側面図、図 4 (b) は平面図である。本実施形態に係る負極 130 は、図 4 (a) に示すように、負極集電体 132 の第 1 主面 132a に第 1 負極活物質層 133 が形成され、第 2 主面 132b に第 2 負極活物質層 134 が形成されている。

#### 【0026】

第 1 負極活物質層 133 は、第 1 主面 132a の全体に渡って形成されている。一方、第 2 負極活物質層 134 は、第 2 主面 132b において間欠的に形成されている。図 4 (a) に示すように、第 2 主面 132b には第 2 負極活物質層 134 が形成されていない第 1 非塗工領域 130a、第 2 非塗工領域 130b 及び第 3 非塗工領域 130c と、第 2 負極活物質層 134 が形成された第 1 塗工領域 130d 及び第 2 塗工領域 130e が設けられている。

30

#### 【0027】

第 1 塗工領域 130d 及び第 2 塗工領域 130e の端部には第 2 負極活物質層 134 の厚みが異なる部分が設けられている。この詳細については後述する。

#### 【0028】

第 1 非塗工領域 130a 内の負極集電体 132 には、図 4 (b) に示すように、リチウムイオンの供給源となる金属リチウム M が貼り付けられることにより電氣的に接続される。金属リチウム M の形状は特に限定されないが、蓄電素子 110 の厚みを低減するため、箔状が好適である。金属リチウム M は、後述するリチウムイオンのプレドーブにおいて第 1 負極活物質層 133 及び第 2 負極活物質層 134 にドーブ可能な程度の量とすることができる。

40

#### 【0029】

第 1 非塗工領域 130a と第 2 非塗工領域 130b の X 方向の長さは特に限定されないが、第 2 非塗工領域 130b の X 方向の長さは、好適には捲回芯 C の直径に対して  $1/2\pi$  倍程度の長さである。また、第 2 非塗工領域 130b を設けない構成とすることもできる。

#### 【0030】

第 3 非塗工領域 130c 内の負極集電体 132 には、図 4 (a) に示すように負極端子

50

131が接続され、負極130の外部に引き出されている。第3非塗工領域130cは、第3非塗工領域130c内の負極集電体132が露出しないように、図4(a)に示すように、テープTにより封止されている。テープTの種類は特に限定されず、好適には耐熱性かつ電解液の溶剤に対して耐溶剤性を有するものが採用される。負極端子131は、例えば、銅端子である。なお、テープTは必要に応じて省略されてもよい。

#### 【0031】

正極140は、図3に示すように、正極集電体142及び正極活物質層143を有する。正極集電体142は、導電性材料からなり、アルミニウム箔等の金属箔であるものとすることができる。正極集電体142は表面が化学的あるいは機械的に粗面化された金属箔や、貫通孔が形成された金属箔であってもよい。

#### 【0032】

正極活物質層143は、正極集電体142の表裏面上に形成されている。正極活物質層143の材料は、正極活物質がバインダ樹脂と混合されたものとすることができ、さらに導電助材を含んでもよい。正極活物質は、電解液中のリチウムイオン及びアニオンが吸着可能な材料であり、例えば活性炭やポリアセン炭化物等を利用することができる。

#### 【0033】

バインダ樹脂は、正極活物質を接合する合成樹脂であり、例えばスチレンブタジエンゴム、ポリエチレン、ポリプロピレン、芳香族ポリアミド、カルボキシメチルセルロース、フッ素系ゴム、ポリビニリデンフルオライド、イソブレンゴム、ブタジエンゴム及びエチレンプロピレン系ゴム等を用いてもよい。

#### 【0034】

導電助剤は、導電性材料からなる粒子であり、正極活物質の間での導電性を向上させる。導電助剤は、例えば、黒鉛やカーボンブラック等の炭素材料が挙げられる。これらは単独でもよいし、複数種が混合されてもよい。なお、導電助剤は、導電性を有する材料であれば、金属材料あるいは導電性高分子などであってもよい。

#### 【0035】

図5は捲回前の正極140を示す模式図であり、図5(a)は側面図、図5(b)は平面図である。正極140は、図5(a)に示すように、正極集電体142の第3主面142aと第4主面142bの両面に正極活物質層143が形成され、第3主面142aに正極活物質層143が形成されていない非塗工領域140aが設けられている。

#### 【0036】

ここで、非塗工領域140a内の正極集電体142には、図5に示すように正極端子141が接続され、正極140の外部に引き出されている。なお、正極140において、正極端子141が配置される非塗工領域140aは第4主面142bに形成されてもよい。また、非塗工領域140aは、テープ等で封止されていてもよい。正極端子141は、例えば、アルミニウム端子である。

#### 【0037】

セパレータ150は負極130と正極140を絶縁し、図3に示すように、第1セパレータ151及び第2セパレータ152を含む。

#### 【0038】

第1セパレータ151と第2セパレータ152は、負極130と正極140を隔て、後述する電解液中に含まれるイオンを透過する。具体的には、第1セパレータ151及び第2セパレータ152は、織布、不織布、合成樹脂微多孔膜等であるものとすることができ、例えばオレフィン系樹脂を主材料としたものとすることができる。また、第1セパレータ151及び第2セパレータ152は連続した一枚のセパレータであってもよい。

#### 【0039】

図6は蓄電素子110の断面図である（負極端子131及び正極端子141は図示略）。本実施形態に係る蓄電素子110は、図6に示すように、第1セパレータ151及び第2セパレータ152を介して負極130と正極140が積層され、捲回されている。具体的には、負極集電体132の第1主面132aと正極集電体142の第3主面142aが

10

20

30

40

50

捲回内側となり、負極集電体 1 3 2 の第 2 主面 1 3 2 b と正極集電体 1 4 2 の第 4 主面 1 4 2 b が捲回外側となるように構成されている。

【0040】

ここで、蓄電素子 1 1 0 は最も捲回外側（最外周）の電極が負極 1 3 0 となる構成であり、図 6 に示すように、最も捲回外側の負極集電体 1 3 2 の第 2 主面 1 3 2 b に第 1 非塗工領域 1 3 0 a が設けられ、最も捲回内側の負極集電体 1 3 2 の端部に第 2 非塗工領域 1 3 0 b が設けられる。

【0041】

また、負極集電体 1 3 2 の第 1 主面 1 3 2 a は、図 6 に示すように、第 1 セパレータ 1 5 1 を介して正極 1 4 0（正極活物質層 1 4 3）と対向している。第 2 主面 1 3 2 b は、同図に示すように、第 2 セパレータ 1 5 2 を介して正極 1 4 0（正極活物質層 1 4 3）と対向する第 1 領域 1 3 2 e と、最も捲回外側となり第 2 セパレータ 1 5 2 を介して正極 1 4 0（正極活物質層 1 4 3）と対向しない第 2 領域 1 3 2 f とを有する。本実施形態の蓄電素子 1 1 0 は、この第 2 領域 1 3 2 f に金属リチウム M が貼り付けられることにより電氣的に接続される。

【0042】

容器 1 2 0 は、蓄電素子 1 1 0 を収容する。容器 1 2 0 の上面及び下面は図示しない蓋によって閉塞されるものとすることができる。容器 1 2 0 の材質は、特に限定されず、例えばアルミニウム、チタン、ニッケル、鉄を主成分とする金属又はステンレス等からなるものとすることができる。

【0043】

蓄電素子 1 1 0 は、電解液と共に容器 1 2 0 に収容される。電解液は特に限定されないが、L i P F<sub>6</sub>等を溶質とする溶液を用いることができる。

【0044】

〔負極活物質層の厚みについて〕

第 2 負極活物質層 1 3 4 の厚みについて説明する。図 7 は、負極 1 3 0 を示す模式図であり、図 7（a）は側面図、図 7（b）は平面図である。

【0045】

負極 1 3 0 は、図 4 に示すように、第 1 塗工領域 1 3 0 d と第 2 塗工領域 1 3 0 e を有するが、ここでは第 1 塗工領域 1 3 0 d について説明する。

【0046】

図 7 に示すように、第 2 負極活物質層 1 3 4 は、第 1 部分 1 3 4 a と第 2 部分 1 3 4 b を有する。

【0047】

第 1 部分 1 3 4 a は第 1 塗工領域 1 3 0 d の大部分を占め、第 2 部分 1 3 4 b は、第 1 部分 1 3 4 a と非塗工領域（第 1 非塗工領域 1 3 0 a 及び第 3 非塗工領域 1 3 0 c）の間の部分である。

【0048】

第 1 部分 1 3 4 a は、第 2 負極活物質層 1 3 4 が所定の厚み D 1 を有する部分である。第 2 部分 1 3 4 b は、第 2 負極活物質層 1 3 4 が第 1 部分 1 3 4 a より小さい厚み D 2 を有する部分である。

【0049】

また、第 2 部分 1 3 4 b、負極集電体 1 3 2 及び第 1 負極活物質層 1 3 3 の厚みの合計を厚み D 3 とし、第 1 部分 1 3 4 a、負極集電体 1 3 2 及び第 1 負極活物質層 1 3 4 の厚みの合計を厚み D 4 とする。

【0050】

厚み D 3 は厚み D 4 の 80%以上 95%以下が好適である。また、負極 1 3 0 の長手方向（X 方向）に沿った第 2 部分 1 3 4 b の幅 H は、5 mm 程度が好適である。

【0051】

なお、ここでは第 1 塗工領域 1 3 0 d について説明したが、第 2 塗工領域 1 3 0 e につ

10

20

30

40

50

いても同様に、第 1 部分 1 3 4 a と第 2 部分 1 3 4 b が設けられ、第 2 部分 1 3 4 b は第 1 部分 1 3 4 a と非塗工領域（第 2 非塗工領域 1 3 0 b 及び第 3 非塗工領域 1 3 0 c）の間の部分である。

#### 【0052】

[第 2 部分による効果について]

上記のように、第 2 負極活物質層 1 3 4 は、第 1 部分 1 3 4 a と非塗工領域の間の部分である第 2 部分 1 3 4 b を備える。第 2 部分 1 3 4 b を設けたことによる効果を比較例との比較の上で説明する。

#### 【0053】

図 8 は、比較例に係る負極 5 3 0 の模式図である。同図に示すように、負極 5 3 0 は、負極集電体 5 3 2、第 1 負極活物質層 5 3 3 及び第 2 負極活物質層 5 3 4 を備える。第 2 負極活物質層 5 3 4 は、負極集電体 5 3 2 上において間欠塗工により形成され、塗工領域 5 3 0 a 及び非塗工領域 5 3 0 b が設けられている。

10

#### 【0054】

ここで、図 8 に示すように第 2 負極活物質層 5 3 4 は、第 1 部分 5 3 4 a と第 2 部分 5 3 4 b を有する。第 2 部分 5 3 4 b は第 1 部分 5 3 4 a と非塗工領域 5 3 0 b の間に設けられた部分であり、第 1 部分 5 3 4 a より厚みが多い部分である。

#### 【0055】

負極集電体 5 3 2 上に第 2 負極活物質層 5 3 4 を積層する場合、負極活物質、バインダ樹脂及び導電助剤を混合した負極ペーストをダイから負極集電体 5 3 2 上に吐出させる。間欠塗工を行う場合、塗工領域 5 3 0 a の端部で負極ペーストの吐出を中断する必要があるが、この際に図 8 に示すように負極ペーストが盛り上がり、第 2 部分 5 3 4 b が形成される。

20

#### 【0056】

このため、負極 5 3 0 に力が加わると第 2 部分 5 3 4 b と非塗工領域 5 3 0 b の境界を起点として負極 5 3 0 が折れ曲がり、素子捲回時の歩留まりの悪化が生じていた。

#### 【0057】

さらに、プレドープにおいて厚みの大きい第 2 部分 5 3 4 b に多量のリチウムイオンがドープされ、リチウムイオンの分布ムラが生じる。これにより、リチウムイオンが均一となるまでに時間を要する。

30

#### 【0058】

これに対し、本実施形態に係る負極 1 3 0 では、第 1 部分 1 3 4 a と非塗工領域の間に第 2 負極活物質層 1 3 4 の厚みが小さい第 2 部分 1 3 4 b が設けられており、第 2 負極活物質層 1 3 4 と非塗工領域の境界を起点として負極 1 3 0 が折れ曲がりにくくなっている。また、第 2 部分 1 3 4 b へのリチウムイオンの集中が防止されており、プレドープによってリチウムイオンが均一となる。

#### 【0059】

[電気化学デバイスの製造方法]

本実施形態に係る電気化学デバイス 1 0 0 の製造方法について説明する。なお、以下に示す製造方法は一例であり、電気化学デバイス 1 0 0 は、以下に示す製造方法とは異なる製造方法によって製造することも可能である。

40

#### 【0060】

負極 1 3 0 は、負極集電体 1 3 2 の第 1 主面 1 3 2 a 及び第 2 主面 1 3 2 b に、負極活物質、導電助剤及びバインダ等を含む負極ペーストを塗布し、乾燥又は硬化させることにより作製することができる。負極ペーストの塗布は、負極ペーストをダイから吐出させながら、負極集電体 1 3 2 を長手方向（X 方向）に移動させることにより行う。ダイは先端がフラットなものをを用いる。

#### 【0061】

ダイに負極ペーストを供給するバルブを開放すると塗工領域が形成され、同バルブを閉止すると非塗工領域が形成される。第 2 負極活物質層 1 3 4 ではバルブを解放して第 1 部

50

分 1 3 4 a を形成した後、非塗工領域の 5 mm 程度（時間では 1 0  $\mu$  s 程度）手前からバルブを閉止することにより第 2 部分 1 3 4 b を形成することができる。

#### 【0062】

次いで、負極集電体 1 3 2、第 1 負極活物質層 1 3 3 及び第 2 負極活物質層 1 3 4 を裁断し、非塗工領域 1 3 0 c に負極端子 1 3 1 を接続してテープ T で封止することで負極 1 3 0 を作製することができる。

#### 【0063】

正極 1 4 0 は、正極集電体 1 4 2 の第 3 主面 1 4 2 a 及び第 4 主面 1 4 2 b に、正極活物質、導電助剤及びバインダ等を含む正極ペーストを塗布し、乾燥又は硬化させることにより作製することができる。正極ペーストの塗布は、正極ペーストをダイから吐出させながら、正極集電体 1 4 2 を長手方向（X 方向）に移動させることにより行う。

10

#### 【0064】

次いで、正極集電体 1 4 2 及び正極活物質層 1 4 3 を裁断し、非塗工領域 1 4 0 a に正極端子 1 4 1 を接続することで正極 1 4 0 を作製することができる。

#### 【0065】

続いて、負極 1 3 0、正極 1 4 0、第 1 セパレータ 1 5 1 及び第 2 セパレータ 1 5 2 を積層させ、図 6 に示すように捲回させる。この際、負極 1 3 0 が捲回内側、正極 1 4 0 が捲回外側となり、負極 1 3 0 の第 2 非塗工領域 1 3 0 b が捲回芯 C 側となるようする。

#### 【0066】

続いて、上記工程により得られた捲回体の最も捲回外側に配置された第 1 非塗工領域 1 3 0 a に、金属リチウム M を電氣的に接続し（図 6 参照）、蓄電素子 1 1 0 を得る。次いで、金属リチウム M が電氣的に接続された蓄電素子 1 1 0 を電解液が入っている容器 1 2 0 に収容して、封口する。これにより、金属リチウム M から負極 1 3 0 にリチウムイオンがブレドープされる。以上のようにして、電気化学デバイス 1 0 0 を製造することが可能である。

20

#### 【0067】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上述の実施形態にのみ限定されるものではなく種々変更を加え得ることは勿論である。

#### 【0068】

例えば、上記実施形態では、電気化学デバイス 1 0 0 の一例として捲回型のリチウムイオンキャパシタについて説明したが、本発明は、それぞれ板状の正極と負極とがセパレータを介して交互に複数積層されてなる積層型のリチウムイオンキャパシタや、リチウムイオン電池等にも適用可能である。

30

#### 【実施例】

#### 【0069】

上記実施形態に係る電気化学デバイス 1 0 0 の構造を備え、40 F の 1 2 3 5 サイズを有する電気化学デバイスを実施例に係る電気化学デバイスとした。

#### 【0070】

また、電気化学デバイス 1 0 0 のうち負極 1 3 0 に代え、上述の負極 5 3 0 を備え、40 F の 1 2 3 5 サイズを有する電気化学デバイスを比較例に係る電気化学デバイスとした。

40

#### 【0071】

実施例及び比較例に係る電気化学デバイスについて、捲回時の負極の折れ曲がりと、ブレドープ時の金属リチウムの溶け残り量を比較した。図 9 は比較結果を示す表である。

#### 【0072】

同図に示すように、比較例においては捲回時に 30 % の電気化学デバイスで負極 5 3 0 の折れ曲がりが発生した。一方、実施例においては、捲回時に負極 1 3 0 の折れ曲がりとは発生しなかった。

#### 【0073】

また、図 9 において金属リチウムの溶け残り量は、リチウムイオンのブレドープを開始

50

後の経過日数と残存する金属リチウムの面積を示す。実施例においてはプレドープから7日目に金属リチウムは消失したが、比較例においては金属リチウムが消失するまでに10日を要した。

【0074】

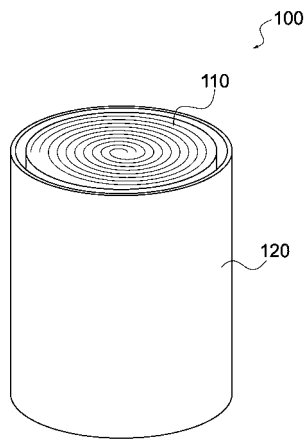
以上から、本実施形態に係る電気化学デバイスでは、負極の折れ曲がり防止され、かつリチウムイオンのプレドープに要する時間が短縮できることがわかる。

【符号の説明】

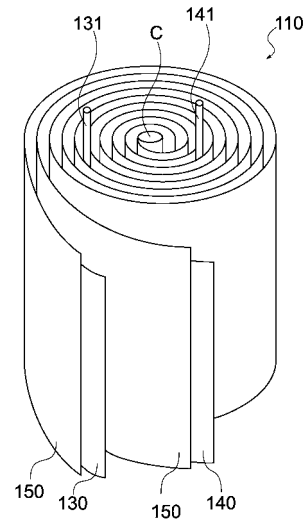
【0075】

|                |    |
|----------------|----|
| 100・・・電気化学デバイス |    |
| 110・・・蓄電素子     | 10 |
| 120・・・容器       |    |
| 130・・・負極       |    |
| 130a・・・第1非塗工領域 |    |
| 130b・・・第2非塗工領域 |    |
| 130c・・・第3非塗工領域 |    |
| 130d・・・第1塗工領域  |    |
| 130e・・・第2塗工領域  |    |
| 131・・・負極端子     |    |
| 132・・・負極集電体    |    |
| 132a・・・第1主面    | 20 |
| 132b・・・第2主面    |    |
| 133・・・第1負極活物質層 |    |
| 134・・・第2負極活物質層 |    |
| 134a・・・第1部分    |    |
| 134b・・・第2部分    |    |
| 140・・・正極       |    |
| 141・・・正極端子     |    |
| 142・・・正極集電体    |    |
| 142a・・・第3主面    |    |
| 142b・・・第4主面    | 30 |
| 143・・・正極活物質層   |    |
| 150・・・セパレータ    |    |
| 151・・・第1セパレータ  |    |
| 152・・・第2セパレータ  |    |
| M・・・金属リチウム     |    |

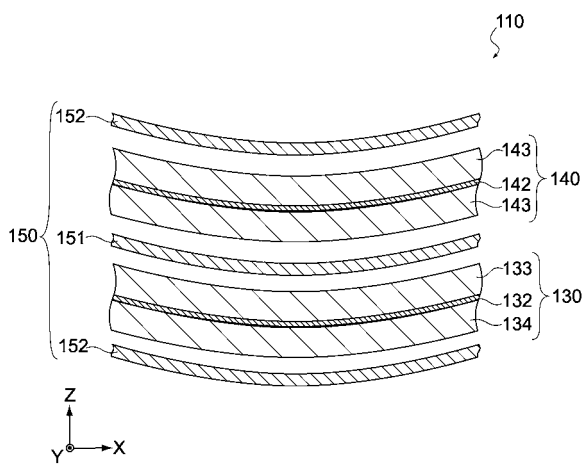
【図 1】



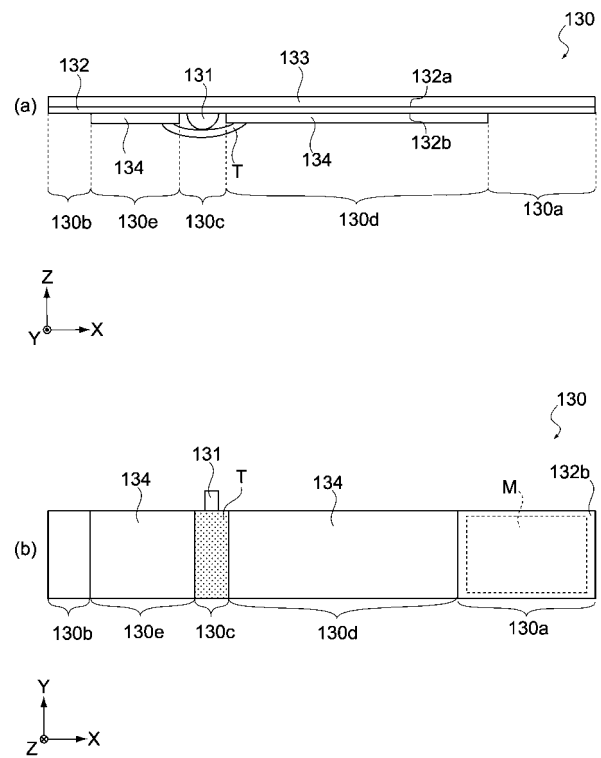
【図 2】



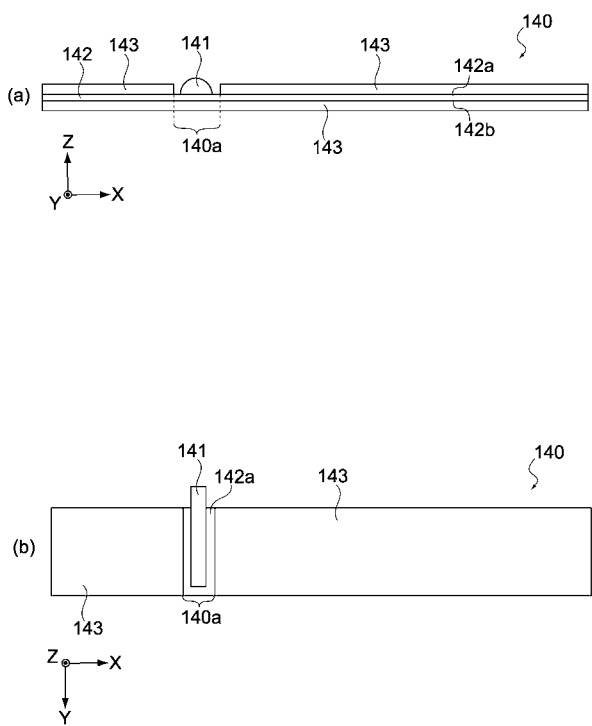
【図 3】



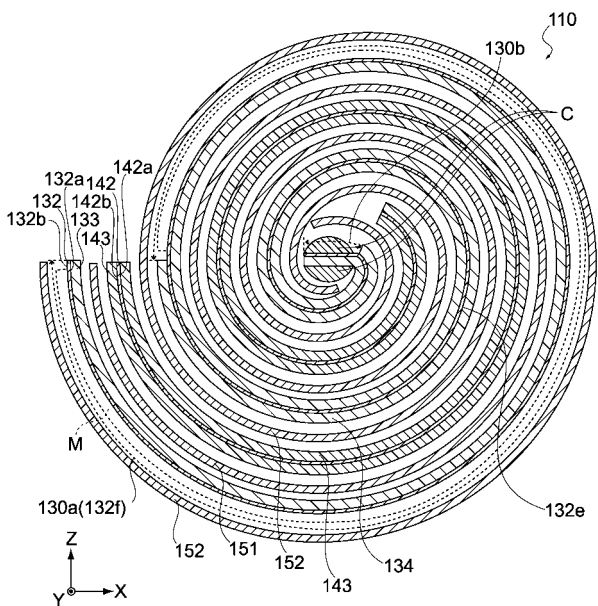
【図 4】



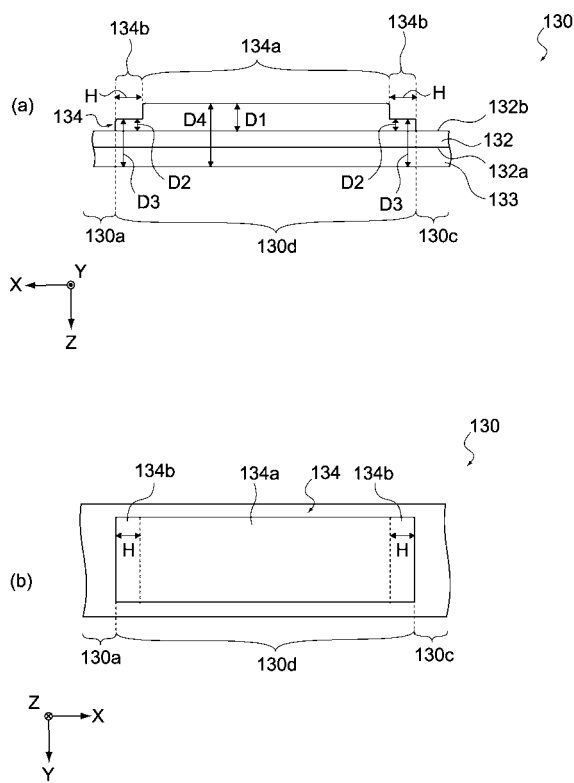
【図 5】



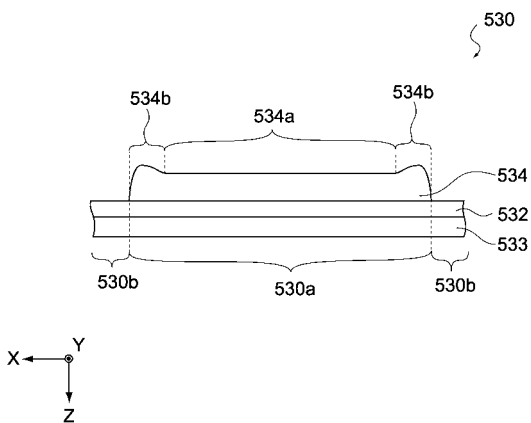
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

|     | 折れ発生率 | ブレドープLi残り量        |                  |                  |      |
|-----|-------|-------------------|------------------|------------------|------|
|     |       | 3日目               | 5日目              | 7日目              | 10日目 |
| 実施例 | 0%    | 9cm <sup>2</sup>  | 6cm <sup>2</sup> | 消失               | —    |
| 比較例 | 30%   | 10cm <sup>2</sup> | 7cm <sup>2</sup> | 5cm <sup>2</sup> | 消失   |

フロントページの続き

|                |              |                  |               |             |
|----------------|--------------|------------------|---------------|-------------|
| (51)Int.Cl.    |              | F I              |               | テーマコード (参考) |
| <b>H O 1 M</b> | <b>4/70</b>  | <b>(2006.01)</b> | H O 1 M 4/70  | A           |
| <b>H O 1 G</b> | <b>11/24</b> | <b>(2013.01)</b> | H O 1 G 11/24 |             |
| <b>H O 1 G</b> | <b>11/06</b> | <b>(2013.01)</b> | H O 1 G 11/06 |             |

F ターム (参考)

|       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 5H017 | AA03 | AS10 | CC01 | CC05 | DD08 | EE01 | HH03 | HH05 |      |      |
| 5H029 | AJ11 | AJ14 | AK08 | AK16 | AL02 | AL06 | AL07 | AL11 | AM00 | BJ02 |
|       | BJ14 | CJ07 | CJ08 | CJ13 | CJ15 | CJ22 | DJ07 | DJ08 | DJ12 | DJ14 |
|       | EJ01 | EJ04 | EJ12 | EJ14 | HJ04 | HJ12 |      |      |      |      |
| 5H050 | AA14 | AA19 | BA15 | BA16 | BA17 | CA16 | CA20 | CA22 | CB02 | CB07 |
|       | CB08 | CB11 | DA04 | DA10 | DA11 | EA09 | EA10 | EA23 | EA26 | EA27 |
|       | EA28 | FA05 | FA08 | FA12 | FA15 | GA09 | GA10 | GA13 | GA16 | GA22 |
|       | HA04 | HA12 |      |      |      |      |      |      |      |      |