(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2025年1月30日(30.01.2025)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2025/022868 A1

(51) 国際特許分類:
H01M 10/0587 (2010.01) *H01M 50/463* (2021.01)
H01M 4/38 (2006.01) *H01M 50/489* (2021.01)
H01M 10/052 (2010.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2024/021921

(22) 国際出願日： 2024年6月17日(17.06.2024)

(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 2023-122847 2023年7月27日(27.07.2023) JP

(71) 出願人：パナソニックＩＰマネジメント株式会社(**PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.**) [JP/JP]；〒5710057 大阪府門真市元町２２番６号 Osaka (JP).

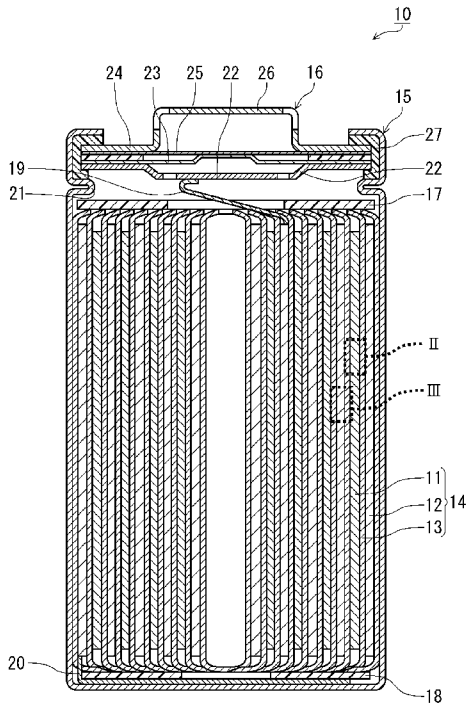
(72) 発明者：宮前 亮平 (**MIYAMAE Ryohei**). 近藤 真一郎 (**KONDO Shinichiro**). 蚊野 聡 (**KANO Akira**).

(74) 代理人：弁理士法人河崎特許事務所(**KAWASAKI & PARTNERS**)；〒5410041 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(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能)：AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,

(54) **Title:** LITHIUM SECONDARY BATTERY AND SEPARATOR

(54) 発明の名称： リチウム二次電池およびセパレータ



(57) **Abstract:** This lithium secondary battery comprises an electrode group and a non-aqueous electrolyte, wherein: the electrode group includes a positive electrode, a negative electrode, and a separator; the positive electrode and the negative electrode are wound with the separator interposed therebetween; in the negative electrode, lithium metal is precipitated during charging, and the lithium metal is dissolved in the non-aqueous electrolyte during discharge; the separator has a first surface facing the outside of the electrode group and a second surface facing the inside of the electrode group; at least

WO 2025/022868 A1

［続葉有］

KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能):ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一　国際調査報告(条約第21条(3))

one of the first surface and the second surface has a first region having first projecting portions in a first pattern and a second region having second projecting portions in a second pattern different from the first pattern; and the second region is disposed further toward the outer circumferential side of the electrode group than the first region.

(57) 要約:電極群と、非水電解質と、を具備し、電極群は、正極と、負極と、セパレータと、を具備し、正極と負極とがセパレータを介して巻回されており、負極では、充電時にリチウム金属が析出し、放電時にリチウム金属が非水電解質中に溶解し、セパレータは、電極群の外側を向く第１表面と、電極群の内側を向く第２表面と、を有し、第１表面と第２表面の少なくとも一方は、第１パターンの第１凸部を有する第１領域と、第１パターンとは異なる第２パターンの第２凸部を有する第２領域を有し、第２領域は、第１領域よりも前記電極群の外周側に配される、リチウム二次電池。

明　細　書

発明の名称 ： リチウム二次電池およびセパレータ

関連出願の相互参照

[0001]　本開示は、日本国特許庁において２０２３年７月２７日に出願された特願２０２３－１２２８４７号についての優先権の利益を主張するものであり、前記特許出願の内容全体を参照により本明細書に援用する。

技術分野

[0002]　本開示は、リチウム二次電池およびセパレータに関する。

背景技術

[0003]　高容量の非水電解質二次電池として、リチウムイオン電池が知られている。リチウムイオン電池を超える高容量の非水電解質二次電池として、リチウム二次電池（リチウム金属二次電池）が有望である。リチウム二次電池では、充電時に、負極にリチウム金属が析出し、放電時にリチウム金属が溶解し、非水電解質中にリチウムイオンとして放出される。

[0004]　リチウム二次電池では、充電時に負極にリチウム金属が析出するため、セパレータと電極との間に空間を確保する必要がある。

[0005]　特許文献１は、「正極と、負極と、前記正極と前記負極との間に配置されるセパレータと、リチウムイオン伝導性を有する非水電解質と、を備え、充電時に前記負極にリチウム金属が析出し、放電時に前記負極から前記リチウム金属が溶解し、前記正極および前記負極の少なくとも一方と前記セパレータとの間にスペーサが設けられており、前記セパレータの第１方向Ｄ１における第１長さは、前記第１方向Ｄ１と交わる第２方向Ｄ２における第２長さよりも小さく、前記スペーサの前記セパレータの厚み方向および前記第１方向Ｄ１に沿って切断された断面において、前記セパレータと前記スペーサとが成す前記スペーサ側の角度、および、前記スペーサと接触している電極と前記スペーサとが成す前記スペーサ側の角度の少なくとも１つは、９０°より大きい、リチウム二次電池。」を提案している。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：国際公開第２０２１／１９２６４５号パンフレット

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 正極と負極とをセパレータを介して巻回して電極群を構成する場合、電極群の内周側ではリチウムを析出させるための空間の高さが不足することがある。空間の高さの不足は、内周側の応力過多による電極の座屈の原因になる。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示の一側面は、電極群と、非水電解質と、を具備し、前記電極群は、正極と、負極と、セパレータと、を具備し、前記正極と前記負極とが、前記セパレータを介して巻回されており、前記負極では、充電時にリチウム金属が析出し、放電時に前記リチウム金属が前記非水電解質中に溶解し、前記セパレータは、前記電極群の外側を向く第１表面と、前記電極群の内側を向く第２表面と、を有し、前記第１表面と前記第２表面の少なくとも一方は、第１パターンの第１凸部を有する第１領域と、前記第１パターンとは異なる第２パターンの第２凸部を有する第２領域を有し、前記第２領域は、前記第１領域よりも前記電極群の外周側に配される、リチウム二次電池に関する。

[0009] 本開示の別の側面は、正極と負極との間に配されて巻回されて電極群を構成するセパレータであって、前記セパレータは、前記電極群の外側を向く第１表面と、前記電極群の内側を向く第２表面と、を有し、前記第１表面と前記第２表面の少なくとも一方は、第１パターンの第１凸部を有する第１領域と、前記第１パターンとは異なる第２パターンの第２凸部を有する第２領域を有し、前記第２領域は、前記第１領域よりも前記電極群の外周側に配される、セパレータに関する。

[0010] 本開示の更に別の側面は、第１方向における長さＤ１と、前記第１方向と

交差する第２方向における長さＤ２（Ｄ１＜Ｄ２）を有する長尺形状のセパレータであって、前記セパレータは、第１表面と、前記第１表面の反対側の第２表面と、を有し、前記第１表面と前記第２表面の少なくとも一方は、第１パターンの第１凸部を有する第１領域と、前記第１パターンとは異なる第２パターンの第２凸部を有する第２領域を有し、前記第２領域は、前記第１領域よりも前記第２方向の一方の端部から遠い位置に配される、セパレータに関する。

発明の効果

[0011] 本開示によれば、リチウム二次電池の巻回型の電極群の内周側において、リチウム金属を析出させるため空間の高さを確保しやすくなる。

本発明の新規な特徴を添付の請求の範囲に記述するが、本発明は、構成および内容の両方に関し、本発明の他の目的および特徴と併せ、図面を照合した以下の詳細な説明によりさらによく理解されるであろう。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本開示の実施形態に係るリチウム二次電池の一例を模式的に示す縦断面図である。

[図2A]図１に示すリチウム二次電池の内周側の一部を模式的に示す断面図である。

[図2B]図１に示すリチウム二次電池の外周側の一部を模式的に示す断面図である。

[図3]第１凸部および第２凸部の一例を示す上面図である。

[図4]図３の一部の拡大図である。

[図5]第１凸部および第２凸部の別の例を示す上面図である。

[図6]第１凸部および第２凸部の更に別の例を示す上面図である。

[図7]第１凸部および第２凸部の更に別の例を示す上面図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下では、本開示に係る実施形態について例を挙げて説明するが、本開示に係る実施形態は以下で説明する例に限定されない。以下の説明では具体的

な数値や材料を例示する場合があるが、本開示に係る発明を実施できる限り、他の数値や他の材料を適用してもよい。この明細書において、「数値Ａ～数値Ｂ」という記載は、数値Ａおよび数値Ｂを含み、「数値Ａ以上で数値Ｂ以下」と読み替えることが可能である。以下の説明において、特定の物性や条件などの数値に関して下限と上限とを例示した場合、下限が上限以上とならない限り、例示した下限のいずれかと例示した上限のいずれかを任意に組み合わせることができる。

[0014] また、本開示は、添付の特許請求の範囲に記載の複数の請求項から任意に選択される２つ以上の請求項に記載の事項の組み合わせを包含する。つまり、技術的な矛盾が生じない限り、添付の特許請求の範囲に記載の複数の請求項から任意に選択される２つ以上の請求項に記載の事項を組み合わせることができる。

[0015] （リチウム二次電池）

本開示の一実施形態に係るリチウム二次電池は、巻回型の電極群と非水電解質を具備する。電極群は、例えばそれぞれ長尺形状（帯状）の正極と負極とセパレータを具備し、正極と負極とがセパレータを介して巻回されている。負極では、充電時にリチウム金属が析出し、放電時にリチウム金属が非水電解質中に溶解する。具体的には、負極は、少なくとも負極集電体を有し、リチウム金属は負極集電体上に析出する。非水電解質は、リチウムイオン伝導性を有する。リチウム二次電池は、リチウム金属二次電池とも称される。

[0016] リチウム二次電池では、定格容量の例えば７０％以上がリチウム金属の析出と溶解により発現する。充電時および放電時の負極における電子の移動は、主に負極におけるリチウム金属の析出および溶解による。具体的には、充電時および放電時の負極における電子の移動（別の観点では電流）の７０～１００％（例えば８０～１００％や９０～１００％）がリチウム金属の析出および溶解による。すなわち、リチウム二次電池の負極は、充電時および放電時の負極における電子の移動が主に負極活物質（黒鉛など）によるリチウムイオンの吸蔵および放出による負極とは異なる。

[0017]（セパレータ）

セパレータは、巻回軸と平行な第１方向における長さＤ１と、第１方向と交差する第２方向における長さＤ２（Ｄ１＜Ｄ２）を有する長尺形状であってもよい。第１方向は第２方向に対して垂直であってもよい。セパレータは、電極群の外側（外周側）を向く第１表面と、電極群の内側（内周側）を向く第２表面を有する。第１表面および第２表面の一方は正極と対向し、他方は負極と対向する。第１表面と第２表面の少なくとも一方は、第１パターンの第１凸部を有する第１領域と、第１パターンとは異なる第２パターンの第２凸部を有する第２領域を有する。第２領域は、第１領域よりも電極群の外周側に配される。

[0018] 換言すれば、セパレータは、第１領域と第２領域の少なくとも２つの領域を有し、第１領域は電極群の内周側に配され、第２領域は電極群の外周側に配される。第１領域は、セパレータの第１表面または第２表面の最内周側の端部から外周側に延びる領域であってもよい。第２領域は、セパレータの第１表面または第２表面の最外周側の端部から内周側に延びる領域であってもよい。

[0019] 第１凸部および第２凸部は、セパレータと電極との間に空間を形成するためのスペーサの機能を果たす。第１凸部および第２凸部によって確保された空間内にリチウム金属が収容されることで、充電時の負極の膨張が抑制される。セパレータは、基材層とスペーサ層で構成されてもよい。その場合、スペーサ層が第１凸部と第２凸部を構成する。

[0020] 第１凸部と第２凸部は、第１表面および第２表面のうち、負極と対向する表面のみに設けてもよく、正極と対向する表面のみに設けてもよく、両方の表面に設けてもよい。

[0021] 第１凸部は、第１パターンで形成されており、第２凸部は、第１パターンとは異なる第２パターンで形成されている。パターンには、凸部の様々な様式が含まれる。第１凸部および第２凸部の少なくとも一方は、線状の凸部であってもよい。線状の凸部は、線状のパターンに沿って形成される。第１凸

部および第２凸部の少なくとも一方は、ドット状もしくは島状の凸部であってもよい。第１凸部および第２凸部の線幅、径、高さ、密度、ピッチ（凸部の互いに等価な位置同士の最小の間隔）、形状（凸部が描かれる軌跡）、第１表面または第２表面における方向などの少なくとも１つが異なれば、第１パターンと第２パターンは異なるといえる。

[0022] 電極群の内周側に配される第１凸部の第１パターンと、電極群の外周側に配される第２凸部の第２パターンが異なることで、電極群の内周側と外周側に形成される空間の大きさを制御することができる。例えば、第１領域において第１凸部が占める面積の割合（Ｒ１）を、第２領域において第２凸部が占める面積の割合（Ｒ２）よりも大きくする場合、第１凸部のスペーサとしての機能が相対的に高められるため、電極群の内周側に形成される空間の不足を抑制することができる。Ｒ１は、第１表面または第２表面を平面視したとき、第１領域の面積に対する、第１領域と第１凸部が重なる面積の割合（％）である。Ｒ２は、第１表面または第２表面を平面視したとき、第２領域の面積に対する、第２領域と第２凸部が重なる面積の割合（％）である。

[0023] Ｒ１とＲ２は、１＜Ｒ１／Ｒ２でもよく、１．１≦Ｒ１／Ｒ２を満たしてもよく、１．２≦Ｒ１／Ｒ２を満たしてもよい。また、内周側と外周側にそれぞれ必要十分な空間を形成する観点から、Ｒ１／Ｒ２≦２．５を満たすことが好ましい。１＜Ｒ１／Ｒ２≦２．５が満たされてもよく、１．１≦Ｒ１／Ｒ２≦２．５が満たされてもよく、１．２≦Ｒ１／Ｒ２≦２．５が満たされてもよい。また、第１凸部のスペーサとしての機能を高めつつセパレータの十分なイオン透過性を確保する観点から、Ｒ１は、５％以上３０％以下が好ましく、１０％以上２５％以下がより好ましい。

[0024] Ｒ１＞Ｒ２とする代わりに、第１領域の透気度Ｐ１を第２領域の透気度Ｐ２よりも低くしてもよい。この場合も、第１凸部のスペーサとしての機能が第２凸部よりも高められ、電極群の内周側に形成される空間の不足を抑制することができる。なお、透気度の単位は「秒／１００ｍＬ」であり、透気度の数値が大きいほど透気度は低い。Ｐ１とＰ２は、１＜Ｐ１／Ｐ２でもよく

、１．０５≦Ｐ１／Ｐ２を満たしてもよい。また、内周側と外周側にそれぞれ必要十分な空間を形成する観点から、Ｐ１／Ｐ２≦１．５を満たすことが好ましい。１＜Ｐ１／Ｐ２≦１．５が満たされてもよく、１．０５≦Ｐ１／Ｐ２≦１．５が満たされてもよい。なお、Ｒ１＞Ｒ２とすることに加えて、第１領域の透気度Ｐ１を第２領域の透気度Ｐ２よりも低くしてもよい。

[0025] 透気度（透気抵抗度）は、セパレータの両面間に所定の圧力差を与えたときに、セパレータの単位面積当たり、所定体積（１００ｍＬ）の空気が透過するのに要する時間（秒）を示す指標である。透気度は、ＪＩＳ　Ｐ８１１７：２００９に基づき、セパレータの試験面積（透過部分）を６．４２ｃｍ^2、内筒重量を５６７ｇとしたガーレー試験機法により測定される。透気度は、王研式試験機法で測定してもよく、同様の値が得られる。

[0026] 第１凸部および第２凸部がそれぞれ線状の凸部である場合、第１凸部の線幅Ｗ１を、第２凸部の線幅Ｗ２よりも長くしてもよい。これにより、第１凸部のスペーサとしての機能を相対的に高めることができる。Ｗ１とＷ２は、１＜Ｗ１／Ｗ２でもよく、１．１≦Ｗ１／Ｗ２でもよく、１．２≦Ｗ１／Ｗ２でもよい。また、内周側と外周側にそれぞれ必要十分な空間を形成する観点から、Ｗ１／Ｗ２≦４．０を満たすことが好ましい。１＜Ｗ１／Ｗ２≦４．０が満たされてもよく、１．１≦Ｗ１／Ｗ２≦４．０が満たされてもよく、１．２≦Ｗ１／Ｗ２≦４．０が満たされてもよい。また、第１凸部のスペーサとしての機能を高めつつセパレータの十分なイオン透過性を確保する観点から、Ｗ１は、０．１ｍｍ以上２ｍｍ以下が好ましく、０．２５ｍｍ以上１ｍｍ以下がより好ましい。

[0027] ここで、線幅とは、それぞれ線状に延びる第１凸部および第２凸部の長さ方向に対して垂直かつセパレータの主面と平行な方向の寸法をいう。線幅は、第１凸部および第２凸部のそれぞれについて任意の５箇所以上において測定し、５個以上の測定値の算術平均値として算出すればよい。

[0028] 第１凸部の高さＨ１を、第２凸部の高さＨ２よりも高くしてもよい。これにより、第１凸部のスペーサとしての機能を相対的に高めることができる。

Ｈ１とＨ２は、１＜Ｈ１／Ｈ２でもよく、１．１≦Ｈ１／Ｈ２でもよく、１．２≦Ｈ１／Ｈ２でもよい。また、内周側と外周側にそれぞれ必要十分な空間を形成する観点から、Ｈ１／Ｈ２≦２．５を満たすことが好ましい。１＜Ｈ１／Ｈ２≦２．５が満たされてもよく、１．１≦Ｈ１／Ｈ２≦２．５が満たされてもよく、１．２≦Ｈ１／Ｈ２≦２．５が満たされてもよい。また、第１凸部のスペーサとしての機能を高める観点から、Ｈ１は、１５μｍ以上１００μｍ以下が好ましく、３０μｍ以上７０μｍ以下がより好ましい。

[0029] ここで、第１凸部および第２凸部の高さとは、第１凸部および第２凸部のセパレータの厚さ方向と平行な方向の最大寸法をいう。Ｈ１およびＨ２は、第１凸部および第２凸部のそれぞれについて任意の５箇所以上において測定し、５個以上の測定値の算術平均値として算出すればよい。凸部の高さは、セパレータの厚さ方向と平行な断面を走査電子顕微鏡（ＳＥＭ）で撮影して測定すればよい。

[0030] セパレータのイオン透過性を高める観点から、第１領域よりも第２領域を大きくしてもよい。例えば、第１領域の第２方向における長さＬ１は、セパレータの第２方向における全長Ｌの２５％以下であってもよい。第１領域は、例えば、セパレータの第１表面または第２表面の最内周側の端部から外周側に延びる長さＬ／４以下の領域であってもよい。そのような電極群の最内周に近い領域ではリチウム析出のための空間が不足しやすいためである。

[0031] 第１凸部および第２凸部は、できるだけ均一かつ分散した状態でセパレータ上に配置されることが望ましい。これにより、内部抵抗の上昇を抑制しつつ、リチウム金属が局所的に析出し得る箇所を低減でき、かつ孤立状態のリチウム金属を極力少量に制限しやすくなる。任意のＤ１／３の直径（Ｄ１は帯状のセパレータの第１方向（短辺方向）の長さ）を有する円形領域をセパレータの表面に設定するとき、そのような円形領域には常に凸部が存在することが望ましい。

[0032] 第１パターンおよび第２パターンの少なくとも一方は、幾何学模様のパターンであってもよい。そのようなパターンの凸部は、セパレータの全面に対

して均等に配置しやすい。幾何学模様はネットワーク状の模様であってもよい。すなわち、第１凸部および第２凸部の少なくとも一方は、ネットワーク状のパターンに沿ってセパレータの全面に対して配置されてもよい。ネットワーク状のパターンは、多角形の集合体であってもよい。ネットワーク状のパターンの一例には、辺を共有するように多角形を組み合わせた形状が含まれる。多角形には、三角形、四角形、六角形などが含まれる。異なる種類の多角形を組み合わせてもよい。幾何学模様は、正多角形の集合体のように異方性が小さいことが望ましい。幾何学模様は、例えば、ハニカム模様（正六角形の集合体）であってもよい。

[0033] 第１パターンおよび第２パターンの少なくとも一方は、ドット状のパターンを含んでもよい。第１パターンおよび第２パターンの少なくとも一方は、線状のパターンとドット状のパターンとが複合化されたパターンであってもよい。ドット状の凸部の平面形状は、特に限定されず、円状（真円状または楕円状）、多角形状（三角形状、四角形状など）などであってもよい。

[0034] 以下、上記構成を有するセパレータを「セパレータ（Ａ）」と称する。また、上記構成を有するリチウム二次電池を「リチウム二次電池（Ｂ）」と称する。セパレータ（Ａ）は、リチウム二次電池（Ｂ）に用いられる。また、以下では、セパレータが、基材層とスペーサ層で構成され、スペーサ層が第１凸部と第２凸部を構成する場合の例を説明する。

[0035] スペーサ層は、例えば、基材層の表面のスペーサ層を形成する部分に、スペーサ材料を含む分散液を塗布し、乾燥させることにより形成してもよい。この場合、スペーサ層（第１凸部と第２凸部）は、基材層に十分な強度で結着し得る。分散液を、スペーサ層を形成する部分に塗布した後、乾燥させる。分散液の塗布は、ディスペンサなどを用いて行ってもよいし、グラビア印刷、インクジェット印刷、スクリーン印刷などの公知の印刷法を用いて行ってもよい。また、乾燥は、加熱による乾燥や自然乾燥などの公知の方法で行ってもよい。

[0036] スペーサ材料を含む分散液は、例えば、絶縁性粒子、結着剤樹脂および増

粘剤を含む。よって、分散液から形成されるスペーサ層（第１凸部と第２凸部）は、絶縁性粒子、結着剤樹脂および増粘剤を含む。分散液の分散媒は、特に限定されないが、例えば水、有機溶媒、水と有機溶媒の混合物を用い得る。有機溶媒としては、例えば、Ｎ－メチル－２－ピロリドン（ＮＭＰ）を用い得る。中でも水を用いることが環境負荷を小さくできる点で望ましい。

[0037] 絶縁性粒子の形状は、特に限定されないが、球状であってもよい。ただし、球状は、厳密な真球状を意味せず、尖った角がなく、アスペクト比（最大径／最大径に垂直な方向の最大径）が例えば１～３の範囲の形状を意味する。絶縁性粒子の体積基準の粒度分布におけるメディアン径（すなわち平均粒径）は、１．０μｍ～１０μｍであればよい。メディアン径は、累積体積が５０％であるときの粒径である。絶縁性粒子のメディアン径は、１．０μｍ～２μｍでもよい。メディアン径が上記範囲内である場合、分散液中の絶縁性粒子が、安定的に分散状態を維持しやすく、基材層に塗布された後も分散状態が維持され、均質なモルホロジーを有するスペーサ層が形成されやすい。

[0038] 粒子の体積基準の粒度分布におけるメディアン径は、例えば、レーザー回折・散乱式の粒度分布測定装置（例えば、日機装株式会社製のマイクロトラック）により測定することができる。あるいは、スペーサ層の断面を透過型電子顕微鏡（ＴＥＭ）で観測し、ＴＥＭ像を撮影し、任意の１００個の絶縁性粒子の輪郭で囲まれた面積を算出し、算出された面積と同じ面積を有する相当円（真円）の直径を求め、１００個の相当円の直径の平均値として求めてもよい。

[0039] 絶縁性粒子の体積抵抗率は、例えば１．０×10^{8}Ω・ｃｍ以上であってもよい。絶縁性粒子が十分な絶縁性を有することで、スペーサ層上にリチウム金属がほとんど析出しなくなり、意図した空間でのリチウム金属の析出が促進される。絶縁性粒子の体積抵抗率は、更に大きくてもよく、例えば１．０×10^{10}Ω・ｃｍ以上であってもよい。

[0040] 体積抵抗率は、四探針法により測定することができる。例えば、絶縁性粒

子を２０４Ｋｇｆ／ｃｍ^{2}で加圧し、粉体抵抗率測定装置（例えば、日東精工アナリテック株式会社のロレスタＳＰ）を用いて測定してもよい。

[0041] 絶縁性粒子としては、金属酸化物、金属水酸化物、金属窒化物、金属炭化物、金属硫化物等の無機粒子を挙げることができる。金属酸化物としては、酸化アルミニウム（アルミナ、ベーマイト）、酸化マグネシウム、酸化チタン（チタニア）、酸化ジルコニウム、酸化ケイ素（シリカ）等を挙げることができる。金属水酸化物としては水酸化アルミニウム等を挙げることができる。金属窒化物としては、窒化ケイ素、窒化アルミニウム、窒化硼素、窒化チタン等を挙げることができる。金属炭化物としては、炭化ケイ素、炭化ホウ素等を挙げることができる。金属硫化物としては、硫酸バリウム等を挙げることができる。アルミノケイ酸塩、層状ケイ酸塩、チタン酸バリウム、チタン酸ストロンチウム等の鉱物を用いてもよい。中でも、アルミナ、シリカ、チタニアなどを用いることが好ましい。

[0042] スペーサ層における絶縁性粒子の含有率は、例えば８０体積％未満であり、５０～７０体積％が望ましい。スペーサ層における絶縁性粒子の含有率（体積割合）は、スペーサ層の断面を透過型電子顕微鏡（ＴＥＭ）で観測し、ＴＥＭ像を撮影し、任意の１０μｍ^{2}の視野で絶縁性粒子の輪郭で囲まれた面積の合計を算出し、算出された合計面積の視野の面積に対する割合として、体積割合を求めてもよい。このとき、３つ以上の視野で体積割合を求め、それらの平均値を算出することが望ましい。

[0043] 結着剤樹脂は、例えば、フッ素樹脂、フッ素ゴム、スチレン－ブタジエン共重合体またはその水素化物、アクリロニトリル－ブタジエン共重合体またはその水素化物、メタクリル酸エステル－アクリル酸エステル共重合体、スチレン－アクリル酸エステル共重合体、アクリロニトリル－アクリル酸エステル共重合体、エチレンプロピレンゴム、ポリフェニレンエーテル、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリフェニレンスルフィド、ポリエーテルイミド、ポリイミド、全芳香族ポリアミド（アラミド）等のポリアミド、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリアクリロニトリル、ポリエーテル、ポリ

オレフィン、アルキド樹脂などが挙げられる。

[0044] 結着剤樹脂の量は、絶縁性粒子１００体積部あたり、例えば、２０～１００体積部でもよく、２０～８０体積部でもよく、２０～７０体積部でもよく、２５～５０体積部でもよい。この範囲では、スペーサ層の機械的強度を高めることが容易であり、かつ基材層とスペーサ層の結着強度を高めやすい。

[0045] 増粘剤は、例えば、カルボキシメチルセルロースおよびカルボキシメチルセルロース塩からなる群より選択される少なくとも１種（以下、カルボキシメチルセルロースおよびカルボキシメチルセルロース塩からなる群より選択される少なくとも１種を「ＣＭＣ」とも称する。）を含んでもよい。ＣＭＣとしてカルボキシメチルセルロース塩を用いる場合、ナトリウム塩、リチウム塩、カリウム塩、アンモニウム塩などを用い得る。中でも、カルボキシメチルセルロース塩は、ナトリウム塩を含むことが望ましい。

[0046] ＣＭＣの役割を十分に引き出すには、スペーサ材料の分散液の分散媒が水を含むことが望ましい。分散媒の５０質量％以上が水でもよく、分散媒の７０質量％以上、８０質量％以上もしくは９０質量％以上が水でもよい。

[0047] ＣＭＣの量は、絶縁性粒子１００体積部あたり、例えば、０．５～５体積部でもよく、１～３体積部でもよい。この範囲でＣＭＣを用いることで、ＣＭＣの十分な増粘作用を発現させることができる。

[0048] ＜基材層＞

基材層には、イオン透過性および絶縁性を有する多孔性シートが用いられる。多孔性シートは、例えば、微多孔薄膜、織布、不織布等が挙げられる。多孔性シートの材質は特に限定されないが、高分子材料であってもよい。高分子材料としては、オレフィン樹脂、ポリアミド樹脂、セルロース等が挙げられる。オレフィン樹脂としては、ポリエチレン、ポリプロピレンおよびエチレンとプロピレンとの共重合体等が挙げられる。基材層は、必要に応じて、添加剤を含んでもよい。添加剤としては、無機フィラー等が挙げられる。

[0049] 基材層の厚さは、特に限定されないが、例えば５μｍ以上、２０μｍ以下であり、１０μｍ以上、２０μｍ以下がより好ましい。

[0050] 基材層は、多孔性シートと複合材料層とを含んでもよい。複合材料層は、多孔性シートの一方の主面に形成されていてもよいし、両方の主面に形成されていてもよい。複合材料層は、リチウムイオンを透過させる層である。複合材料層の厚さは、セパレータの全厚の５％～５０％であってもよい。

[0051] 複合材料層は、樹脂材料と無機粒子とを含む。無機粒子は、第１粒子および／または第２粒子を含んでもよい。第１粒子は、リチウムを含有するリン酸塩の粒子である。第１粒子は、異常時における電池の発熱を抑制する効果を有する。第２粒子は、第１粒子以外の粒子である。

[0052] 複合材料層を多孔性シートの一方の主面のみに形成する場合、複合材料層は正極と対向する多孔性シートの主面に設けることが望ましい。複合材料層を正極側に配置することによって、多孔性シートが酸化反応によって劣化することを抑制できる。一方、複合材料層を負極側に配置することによって、多孔性シートが還元反応によって劣化することを抑制できる。

[0053] 第１粒子を構成するリン酸塩は、リン酸リチウム（Li_3PO_4）、リン酸水素二リチウム（Li_2HPO_4）、およびリン酸二水素リチウム（LiH_2PO_4）からなる群より選ばれる少なくとも１つであってもよい。これらの中でも、異常時における電池の発熱を抑制する効果が高い点から、リン酸リチウムが好ましい。第１粒子の体積基準の粒度分布におけるメディアン径は、０．１μｍ～１．０μｍであってもよい。

[0054] 第２粒子の好ましい一例は、電池の異常発熱時に溶融および分解しない、絶縁性の無機化合物で構成された粒子である。第２粒子の材料の例には、酸化物、水酸化物、窒化物、炭化物、硫化物などが含まれる。酸化物の例には、酸化アルミニウム、ベーマイト、酸化マグネシウム、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化ケイ素、酸化イットリウム、酸化亜鉛などが含まれる。窒化物の例には、窒化ケイ素、窒化アルミニウム、窒化ホウ素、窒化チタンなどが含まれる。炭化物の例には、炭化ケイ素、炭化ホウ素などが含まれる。硫化物の例には、硫酸バリウムなどが含まれる。水酸化物の例としては、水酸化アルミニウムなどが含まれる。第２粒子の体積基準の粒度分布における

メディアン径は、０．２～２．０μｍであってもよい。

[0055] 粒子の体積基準の粒度分布におけるメディアン径は、例えば、レーザー回折・散乱式の粒度分布測定装置（例えば、日機装株式会社製のマイクロトラック）により測定することができる。あるいは、基材層の断面を透過型電子顕微鏡（ＴＥＭ）で観測し、ＴＥＭ像を撮影し、任意の１００個の第１粒子または第２粒子の輪郭で囲まれた面積を算出し、算出された面積と同じ面積を有する相当円（真円）の直径を求め、１００個の相当円の直径の平均値として求めてもよい。

[0056] 樹脂材料には、多孔性シートの材質よりも高い耐熱性を有する高分子材料を用いることが望ましい。そのような高分子材料は、芳香族ポリアミド、芳香族ポリイミド、および芳香族ポリアミドイミドからなる群より選択される少なくとも１種を含むことが好ましい。これらは、耐熱性が高い高分子材料として知られている。耐熱性の観点から、アラミド、すなわちメタ系アラミド（メタ系全芳香族ポリアミド）およびパラ系アラミド（パラ系全芳香族ポリアミド）が好ましい。

[0057] 複合材料層における無機粒子の含有率は、５０質量％～９９質量％の範囲（例えば８５質量％～９９質量％の範囲）にあってもよい。

[0058]（負極）

負極は、負極集電体を備える。リチウム二次電池では、負極の表面に、充電によりリチウム金属が析出する。より具体的には、非水電解質に含まれるリチウムイオンが、充電により、負極上で電子を受け取ってリチウム金属になり、負極の表面に析出する。負極の表面に析出したリチウム金属は、放電により非水電解質中にリチウムイオンとして溶解する。

[0059] 負極は、負極集電体に担持されたリチウムイオン吸蔵層（負極活物質（黒鉛など）によるリチウムイオンの吸蔵および放出により容量を発現する層）を含んでもよい。この場合、満充電時における負極の開回路電位は、リチウム金属（リチウムの溶解析出電位）に対して７０ｍＶ以下であってもよい。満充電時における負極の開回路電位がリチウム金属に対して７０ｍＶ以下で

ある場合、満充電時におけるリチウムイオン吸蔵層の表面にはリチウム金属が存在する。すなわち負極は、リチウム金属の析出および溶解による容量を発現する。

[0060] ここで、満充電時とは、電池の定格容量をＣとするとき、例えば０．９８×Ｃ以上の充電状態となるまで電池を充電した状態である。満充電時における負極の開回路電位は、満充電状態の電池をアルゴン雰囲気下で分解して負極を取り出し、リチウム金属を対極としてセルを組み立てて測定すればよい。セルの非水電解質は、分解した電池中の非水電解質と同じ組成でもよい。

[0061] リチウムイオン吸蔵層は、負極活物質を含む負極合材を層状に形成したものである。負極合材は、負極活物質以外に、結着剤、増粘剤、導電剤などを含んでもよい。

[0062] 負極活物質としては、炭素質材料、Ｓｉ含有材料、Ｓｎ含有材料などが挙げられる。負極は、負極活物質を１種含んでいてもよく、２種以上組み合わせて含んでもよい。炭素質材料としては、例えば、黒鉛、易黒鉛化炭素（ソフトカーボン）、難黒鉛化炭素（ハードカーボン）が挙げられる。

[0063] 導電材は、例えば、炭素材料である。炭素材料としては、カーボンブラック、アセチレンブラック、ケッチェンブラック、カーボンナノチューブ、および黒鉛等が挙げられる。

[0064] 結着材としては、例えば、フッ素樹脂、ポリアクリロニトリル、ポリイミド樹脂、アクリル樹脂、ポリオレフィン樹脂、ゴム状重合体等が挙げられる。フッ素樹脂としては、ポリテトラフルオロエチレン、ポリフッ化ビニリデン等が挙げられる。

[0065] 負極集電体は、導電性シートであればよい。導電性シートとしては、箔、フィルム等が利用される。

[0066] 負極集電体（導電性シート）の材質は、リチウム金属およびリチウム合金以外の導電性材料であればよい。導電性材料は、金属、合金等の金属材料であってもよい。導電性材料は、リチウムと反応しない材料が好ましい。より具体的には、リチウムと合金および金属間化合物のいずれも形成しない材料

が好ましい。このような導電性材料は、例えば、銅（Ｃｕ）、ニッケル（Ｎｉ）、鉄（Ｆｅ）、およびこれらの金属元素を含む合金、あるいは、ベーサル面が優先的に露出している黒鉛が挙げられる。合金としては、銅合金、ステンレス鋼（ＳＵＳ）等が挙げられる。中でも高い導電性を有する銅および／または銅合金が好ましい。

[0067] 負極集電体の厚みは、特に制限されず、例えば５μｍ以上、３００μｍ以下である。

[0068] （正極）

正極は、例えば、正極集電体と、正極集電体に支持された正極合材層とを備える。正極合材層は、例えば、正極活物質と導電材と結着材とを含む。正極合材層は、正極集電体の片面のみに形成されてもよく、両面に形成されてもよい。正極は、例えば、正極集電体の両面に正極活物質と導電材と結着材とを含む正極合材スラリーを塗布し、塗膜を乾燥させた後、圧延することにより得られる。

[0069] 正極活物質は、リチウムイオンを吸蔵および放出する材料である。正極活物質としては、例えば、リチウム含有遷移金属酸化物、遷移金属フッ化物、ポリアニオン、フッ素化ポリアニオン、遷移金属硫化物等が挙げられる。中でも、製造コストが安く、平均放電電圧が高い点で、リチウム含有遷移金属酸化物が好ましい。

[0070] リチウム含有遷移金属酸化物に含まれるリチウムは、充電時にリチウムイオンとして正極から放出され、負極もしくは負極集電体にリチウム金属として析出する。放電時には負極からリチウム金属が溶解してリチウムイオンが放出され、正極の複合酸化物に吸蔵される。すなわち、充放電に関与するリチウムイオンは、概ね、非水電解質中の溶質と正極活物質とに由来する。

[0071] リチウム含有遷移金属酸化物に含まれる遷移金属元素としては、Ｓｃ、Ｔｉ、Ｖ、Ｃｒ、Ｍｎ、Ｆｅ、Ｃｏ、Ｎｉ、Ｃｕ、Ｙ、Ｚｒ、W等が挙げられる。リチウム含有遷移金属酸化物は、遷移金属元素を一種含んでもよく、二種以上含んでいてもよい。遷移金属元素は、Ｃｏ、Ｎｉおよび／またはＭｎ

であってもよい。リチウム含有遷移金属酸化物は、必要に応じて１種以上の典型元素を含み得る。典型元素としては、Ｍｇ、Ａｌ、Ｃａ、Ｚｎ、Ｇａ、Ｇｅ、Ｓｎ、Ｓｂ、Ｐｂ、Ｂｉ等が挙げられる。典型元素はＡｌ等であってもよい。

[0072] リチウム含有遷移金属酸化物の中でも、遷移金属元素としてＣｏ、Ｎｉおよび／またはＭｎを含み、任意成分としてＡｌを含むことがあり、層状構造を有する岩塩型の結晶構造を有する複合酸化物が、高容量を得る点で好ましい。この場合、リチウム二次電池においては、正極および負極が有するリチウムの合計量ｍＬｉと、正極が有するリチウム以外の金属Ｍの量ｍＭとのモル比：ｍＬｉ／ｍＭは、例えば１．１以下に設定される。

[0073] 結着剤、導電剤等としては、例えば、負極で例示したものを用い得る。正極集電体の形状および厚みは、正極集電体での形状および範囲からそれぞれ選択できる。

[0074] 正極集電体（導電性シート）の材質としては、例えば、Ａｌ、Ｔｉ、Ｆｅ等を含む金属材料が挙げられる。金属材料は、Ａｌ、Ａｌ合金、Ｔｉ、Ｔｉ合金、Ｆｅ合金等であってもよい。Ｆｅ合金は、ステンレス鋼（ＳＵＳ）であってもよい。

[0075] 正極集電体の厚みは、特に制限されず、例えば５μｍ以上、３００μｍ以下である。

[0076] （非水電解質）

リチウムイオン伝導性を有する非水電解質は、液状電解質（電解液）でもよく、ゲル状電解質でもよく、固体電解質でもよい。液状電解質は、例えば、非水溶媒と、非水溶媒に溶解したリチウム塩を含む電解液である。電解液におけるリチウム塩の濃度は、例えば、０．５ｍｏｌ／Ｌ以上２ｍｏｌ／Ｌ以下である。電解液は、公知の添加剤を含有してもよい。

[0077] ゲル状電解質は、リチウム塩とマトリックスポリマーを含み、あるいは、リチウム塩と非水溶媒とマトリックスポリマーとを含む。マトリックスポリマーとしては、例えば、非水溶媒を吸収してゲル化するポリマー材料が使用

される。ポリマー材料としては、フッ素樹脂、アクリル樹脂、ポリエーテル樹脂、ポリエチレンオキシド等が挙げられる。

[0078] 固体電解質としては、例えば、全固体リチウムイオン二次電池等で公知の材料（例えば、酸化物系固体電解質、硫化物系固体電解質、ハロゲン化物系固体電解質等）が使用される。

[0079] 液状の非水電解質は、リチウム塩を非水溶媒に溶解させることにより調製される。リチウム塩が非水溶媒中に溶解することにより、リチウムイオンおよびアニオンが生成する。

[0080] アニオンとしては、BF_4^-、ClO_4^-、PF_6^-、$CF_3SO_3^-$、$CF_3CO_2^-$、イミド類のアニオン、オキサレート錯体のアニオン等が挙げられる。イミド類のアニオンとしては、$N(SO_2CF_3)_2^-$、$N(C_mF_{2m+1}SO_2)_x(C_nF_{2n+1}SO_2)_y^-$（mおよびnは、それぞれ独立して0または1以上の整数であり、xおよびyは、それぞれ独立して0、1または2であり、x＋y＝2を満たす。）等が挙げられる。オキサレート錯体のアニオンは、ホウ素および／またはリンを含有してもよい。オキサレート錯体のアニオンとしては、ビスオキサレートボレートアニオン、ジフルオロオキサレートボレートアニオン（$BF_2(C_2O_4)^-$）、$PF_4(C_2O_4)^-$、$PF_2(C_2O_4)_2^-$等が挙げられる。非水電解質は、これらのアニオンを単独で含んでもよく、２種以上含んでもよい。

[0081] リチウム金属がデンドライト状に析出するのを抑制する観点から、非水電解質は、少なくともオキサレート錯体のアニオンを含むことが好ましく、中でもフッ素を有するオキサレート錯体アニオンを含むことが望ましい。フッ素を有するオキサレート錯体アニオンとリチウムとの相互作用により、リチウム金属が細かい粒子状で均一に析出し易くなる。そのため、リチウム金属の局所的な析出を抑制しやすくなる。フッ素を有するオキサレート錯体アニオンと他のアニオンとを組み合わせてもよい。他のアニオンは、PF_6^-および／またはイミド類のアニオンであってもよい。

[0082] 非水溶媒としては、例えば、エステル、エーテル、ニトリル、アミド、ま

たはこれらのハロゲン置換体が挙げられる。非水電解質は、これらの非水溶媒を単独で含んでもよく、２種以上含んでもよい。ハロゲン置換体としては、フッ化物等が挙げられる。

[0083] エステルとしては、例えば、炭酸エステル、カルボン酸エステル等が挙げられる。環状炭酸エステルとしては、エチレンカーボネート、プロピレンカーボネート、フルオロエチレンカーボネート（ＦＥＣ）等が挙げられる。鎖状炭酸エステルとしては、ジメチルカーボネート（ＤＭＣ）、エチルメチルカーボネート（ＥＭＣ）、ジエチルカーボネート等が挙げられる。環状カルボン酸エステルとしては、γ－ブチロラクトン、γ－バレロラクトン等が挙げられる。鎖状カルボン酸エステルとしては、酢酸エチル、プロピオン酸メチル、フルオロプロピオン酸メチル等が挙げられる。

[0084] エーテルとしては、環状エーテルおよび鎖状エーテルが挙げられる。環状エーテルとしては、１，３－ジオキソラン、４－メチル－１，３－ジオキソラン、テトラヒドロフラン、２－メチルテトラヒドロフラン等が挙げられる。鎖状エーテルとしては、１，２－ジメトキシエタン、ジエチルエーテル、エチルビニルエーテル、メチルフェニルエーテル、ベンジルエチルエーテル、ジフェニルエーテル、ジベンジルエーテル、１，２－ジエトキシエタン、ジエチレングリコールジメチルエーテル等が挙げられる。

[0085] 非水電解質中のリチウム塩の濃度は、例えば、０．５ｍｏｌ／Ｌ以上、３．５ｍｏｌ／Ｌ以下である。非水電解質中のアニオンの濃度を、０．５ｍｏｌ／Ｌ以上、３．５ｍｏｌ／Ｌ以下としてもよい。また、非水電解質中のオキサレート錯体のアニオンの濃度を、０．０５ｍｏｌ／Ｌ以上、１ｍｏｌ／Ｌ以下としてもよい。

[0086] 非水電解質は、添加剤を含んでもよい。添加剤は、負極上に被膜を形成するものであってもよい。添加剤に由来する被膜が負極上に形成されることにより、デンドライトの生成が抑制され易くなる。このような添加剤としては、例えば、ビニレンカーボネート、ＦＥＣ、ビニルエチルカーボネート（ＶＥＣ）等が挙げられる。

[0087] 以下、図面を参照しながら説明する。図１は、リチウム二次電池（Ｂ）の一例を模式的に示す縦断面図である。以下で説明するリチウム二次電池（Ｂ）の構成要素には、上述した構成要素を適用できる。以下で説明する構成要素は、上述した記載に基づいて変更できる。以下で説明するリチウム二次電池において、本開示に係るリチウム二次電池に必須ではない構成要素は省略してもよい。以下の図では、理解を容易にするために構成要素の縮尺を変更している。

[0088]（実施形態１）

図１は、実施形態１に係るリチウム二次電池の一例を模式的に示す縦断面図である。なお、図１では、スペーサ層（第１凸部と第２凸部）およびスペーサ層で形成される空間の図示を省略している。図１に示す円筒形のリチウム二次電池１０は、円筒形の電池ケースと、電池ケース内に収容された、巻回式の電極群１４および非水電解質とを含む。電池ケースは、有底円筒形の金属製容器であるケース本体１５と、ケース本体１５の開口部を封口する封口体１６とを含む。ケース本体１５と封口体１６との間には、ガスケット２７が配置されている。ガスケット２７によって、電池ケースの密閉性が確保されている。ケース本体１５内において、電極群１４の巻回軸方向の両端部には、絶縁板１７、１８がそれぞれ配置されている。

[0089] ケース本体１５は、例えば、ケース本体１５の側壁を部分的に外側からプレスして形成された段部２１を有する。段部２１は、ケース本体１５の側壁に、ケース本体１５の周方向に沿って環状に形成されていてもよい。この場合、段部２１の開口部側の面で封口体１６が支持される。

[0090] 封口体１６は、フィルタ２２、下弁体２３、絶縁部材２４、上弁体２５、およびキャップ２６を含む。封口体１６では、これらの部材がこの順序で積層されている。封口体１６は、キャップ２６がケース本体１５の外側に位置し、フィルタ２２がケース本体１５の内側に位置するように、ケース本体１５の開口部に装着される。封口体１６を構成する上記の各部材は、例えば、円板形状またはリング形状である。下弁体２３と上弁体２５とは、各々の中

央部で互いに接続されるとともに、各々の周縁部の間には絶縁部材２４が介在している。フィルタ２２と下弁体２３とは、各々の中央部で互いに接続されている。上弁体２５とキャップ２６とは、各々の中央部で互いに接続されている。つまり、絶縁部材２４を除く各部材は、互いに電気的に接続されている。

[0091] 下弁体２３には、図示しない通気孔が形成されている。そのため、異常発熱等により電池ケースの内圧が上昇すると、上弁体２５がキャップ２６側に膨れて、下弁体２３から離間する。これにより、下弁体２３と上弁体２５との電気的接続が遮断される。さらに内圧が上昇すると、上弁体２５が破断し、キャップ２６に形成された図示しない開口部からガスが排出される。

[0092] 図２Ａは、電極群１４の内周側（例えば最内周から数えて２～３周の領域）のセパレータの第１領域が配されている部分の拡大図である。図２Ｂは、電極群１４の外周側（例えば最外周から数えて２～３周の領域）のセパレータの第２領域が配されている部分の拡大図である。図２Ａおよび図２Ｂは、図１の領域IIで囲まれる正極近傍の部分と、図１の領域IIIで囲まれる負極近傍の部分とを含む。

[0093] 電極群１４は、正極１１、負極１２およびセパレータ１３を含む。正極１１、負極１２、およびセパレータ１３は、いずれも帯状である。セパレータ１３は、基材層５０と、基材層５０上に形成されたスペーサ層５３Ａ、５３Ｂを有する。電極群１４の内周側に配されるスペーサ層５３Ａは、第１凸部を構成している。スペーサ層５３Ａ（第１凸部）は第１パターンで形成されている。電極群１４の外周側に配されるスペーサ層５３Ｂは、第２凸部を構成している。スペーサ層５３Ｂ（第２凸部）は第２パターンで形成されている。第１パターンと第２パターンは異なり、第１凸部の線幅Ｗ１は第２凸部の線幅Ｗ２よりも長い。また、第１領域においてスペーサ層５３Ａ（第１凸部）が占める面積の割合Ｒ１は、第２領域においてスペーサ層５３Ｂ（第２凸部）が占める面積の割合Ｒ２よりも大きくなっている。よって、第１領域の透気度Ｐ１は、第２領域の透気度Ｐ２よりも低くなっている。

[0094] 基材層５０は、多孔性シート５１と複合材料層５２を有する。スペーサ層５３は複合材料層５２上に形成されている。正極と負極１２との間にセパレータ１３が配置されるように、正極１１と負極１２とセパレータ５０とを巻回することによって、電極群１４が形成されている。

[0095] 正極１１は、正極集電体１１ａと正極合材層１１ｂとを含む。正極集電体１１ａは、正極リード１９を介して、正極端子として機能するキャップ２６に電気的に接続されている。図２では、負極１２として、リチウム金属が析出していない状態の負極（負極集電体）を示す。負極１２は、負極リード２０を介して、負極端子として機能するケース本体１５と電気的に接続されている。

[0096] 図２Ａ、図２Ｂに示すように、セパレータ１３は、負極１２に対向する第１主面５０ａと、正極１１に対向する第２主面５０ｂとを有する。図２Ａ、図２Ｂに示す一例では、スペーサ層５３は、第１主面５０ａ上に形成されている。

[0097] 実施形態１では、複合材料層５２は、多孔性シート５１の２つの主面のうち、負極１２側の主面上に形成されているが、複合材料層５２は無くてもよいし、多孔性シート５１の２つの主面にそれぞれ形成されていてもよい。スペーサ層５３は、複合材料層５２上に形成されており、負極１２と接している。スペーサ層５３によって、正極１１と負極１２との間（負極１２とセパレータ１３との間）には、空間１４ｓが形成される。図２Ａにはスペーサ層５３Ａ（第１凸部）の線幅Ｗ１、高さＨ１を示し、図２Ｂにはスペーサ層５３Ｂ（第２凸部）の線幅Ｗ２、高さＨ２を示す。本実施形態では、Ｗ１＞Ｗ２であり、Ｈ１とＨ２は同じであるが、これに限らず、例えばＨ１＞Ｈ２としてもよい。第１領域においてスペーサ層５３Ａ（第１凸部）が占める面積の割合Ｒ１は、第２領域において第２凸部が占める面積の割合Ｒ２よりも大きくなっている。

[0098] リチウム二次電池１０では、充電時に、負極１２上にリチウム金属が析出する。正極１１と負極１２との間には空間１４ｓが存在するため、リチウム

金属の析出に伴う電極群１４の体積変化が低減され、サイクル特性が向上する。

[0099] スペーサ層５３Ａ、５３Ｂの平面形状の一例を図３に示し、図３の一部（スペーサ層５３Ｂ）の拡大図を図４に示す。図３の一例では、左側の端部が最内周側の端部であり、当該端部を含む第１領域では、スペーサ層５３Ａが線幅の長い線状の第１凸部５３ａを構成している。一方、右側の端部は最外周側の端部であり、当該端部を含む第２領域では、スペーサ層５３Ｂが線幅の短い線状の第２凸部５３ｂを構成している。線状の第１凸部５３ａおよび第２凸部５３ｂは、網目状に配置されており、より詳細には、第１領域ではピッチの狭いハニカム状のパターンで一様に形成され、第２領域ではピッチの広いハニカム状のパターンで一様に形成されている。ハニカム状のパターンは、複数の六角形を互いに辺を共有するように並べたパターンである。線状の第１凸部５３ａおよび第２凸部５３ｂが形成されていない領域は、空間１４ｓを構成する。図４には、線状の第２凸部５３ｂの幅Ｗ２を示す。線状の第２凸部の幅Ｗ２は、平面視において、線状の第２凸部５３ｂが延びる方向に対して垂直な方向における線状の第２凸部５３ｂの長さ（幅）である。

[0100] 図４では、線状の第２凸部５３ｂに、切り欠き５４が形成されている。切り欠き５４は、非水電解質中のイオンの移動を促進する。複数の多角形を互いに辺を共有するように並べたパターンでは、切り欠き５４を設けることが好ましい。

[0101] 第１凸部５３ａおよび第２凸部５３ｂの別の例を平面視で図５～図７に示す。いずれの例においても、第１領域においてスペーサ層５３Ａ（第１凸部）が占める面積の割合Ｒ１は、第２領域において第２凸部が占める面積の割合Ｒ２よりも大きくなっている。

[0102] 図５のスペーサ層５３Ａは、交互に交差する方向に配された複数の線状の第１凸部５３ａを含み、スペーサ層５３Ｂは、交互に交差する方向に配された複数の線状の第２凸部５３ｂを含む。複数の第１凸部５３ａ同士の間および複数の第２凸部５３ｂ同士の間には、隙間Ｐが存在する。線状の凸部が形

成されていない領域は、空間１４ｓを構成する。第１凸部５３ａの線幅は長く、第２凸部５３ｂの線幅は短くなっている。

[0103] 図６のスペーサ層５３Ａは、ストライプ状に配置された複数の第２方向に延びる直線状の第１凸部５３ａを含み、スペーサ層５３Ｂは、ストライプ状に配置された複数の第２方向に延びる直線状の第２凸部５３ｂを含む。第１凸部５３ａの数は、第２凸部５３ｂの数よりも少なく、第１凸部５３ａ同士のピッチは、第２凸部５３ｂ同士のピッチよりも狭くなっている。

[0104] 図７のスペーサ層５３Ａは、格子状（網目状）に配置された線状の第１凸部５３ａを含み、スペーサ層５３Ｂは、格子状（網目状）に配置された線状の第２凸部５３ｂを含む。第１凸部５３ａの格子のサイズは、第２凸部５３ｂの格子のサイズよりも小さくなっている。

[0105] なお、第１凸部と第２凸部の組み合わせは、図示例に限られない。例えば、第１凸部をハニカム状のパターンで形成し、第２凸部をハニカム状の以外のパターンで形成してもよい。

[0106] （付記）

以上の実施形態の記載により、以下の技術が開示される。

（技術１）

電極群と、非水電解質と、を具備し、

前記電極群は、正極と、負極と、セパレータと、を具備し、

前記正極と前記負極とが、前記セパレータを介して巻回されており、

前記負極では、充電時にリチウム金属が析出し、放電時に前記リチウム金属が前記非水電解質中に溶解し、

前記セパレータは、前記電極群の外側を向く第１表面と、前記電極群の内側を向く第２表面と、を有し、

前記第１表面と前記第２表面の少なくとも一方は、第１パターンの第１凸部を有する第１領域と、前記第１パターンとは異なる第２パターンの第２凸部を有する第２領域を有し、

前記第２領域は、前記第１領域よりも前記電極群の外周側に配される、リ

チウム二次電池。

（技術２）

前記第１領域において前記第１凸部が占める面積の割合は、前記第２領域において前記第２凸部が占める面積の割合よりも大きい、技術１に記載のリチウム二次電池。

（技術３）

前記第１領域の透気度は、前記第２領域の透気度よりも低い、技術１または２に記載のリチウム二次電池。

（技術４）

前記第１凸部および前記第２凸部は、それぞれ線状の凸部であり、

前記第１凸部の線幅は、前記第２凸部の線幅よりも長い、技術１～３のいずれか１つに記載のリチウム二次電池。

（技術５）

前記第１凸部の高さは、前記第２凸部の高さよりも高い、技術１～４のいずれか１つに記載のリチウム二次電池。

（技術６）

前記セパレータは、巻回軸と平行な第１方向における長さＤ１と、前記第１方向と交差する第２方向における長さＤ２（Ｄ１＜Ｄ２）と、を有する長尺形状であり、

前記第１領域の前記第２方向における長さは、前記セパレータの前記第２方向における全長の２５％以下である、技術１～５のいずれか１つに記載のリチウム二次電池。

（技術７）

前記第１パターンおよび前記第２パターンの少なくとも一方が、幾何学模様である、技術１～６のいずれか１つに記載のリチウム二次電池。

（技術８）

正極と負極との間に配されて巻回されて電極群を構成するセパレータであって、

前記セパレータは、前記電極群の外側を向く第１表面と、前記電極群の内側を向く第２表面と、を有し、

前記第１表面と前記第２表面の少なくとも一方は、第１パターンの第１凸部を有する第１領域と、前記第１パターンとは異なる第２パターンの第２凸部を有する第２領域を有し、

前記第２領域は、前記第１領域よりも前記電極群の外周側に配される、セパレータ。

（技術９）

前記第１領域において前記第１凸部が占める面積の割合は、前記第２領域において前記第２凸部が占める面積の割合よりも大きい、技術８に記載のセパレータ。

（技術１０）

前記第１領域の透気度は、前記第２領域の透気度よりも低い、技術８または９に記載のセパレータ。

（技術１１）

前記第１凸部および前記第２凸部は、線状の凸部であり、

前記第１凸部の線幅は、前記第２凸部の線幅よりも長い、技術８～１０のいずれか１つに記載のセパレータ。

（技術１２）

前記第１凸部の高さは、前記第２凸部の高さよりも高い、技術８～１１のいずれか１つに記載のセパレータ。

（技術１３）

第１方向における長さＤ１と、前記第１方向と交差する第２方向における長さＤ２（Ｄ１＜Ｄ２）を有する長尺形状であり、

前記第１領域の前記第２方向における長さは、前記セパレータの前記第２方向における全長の２５％以下である、技術８～１２のいずれか１つに記載のセパレータ。

（技術１４）

前記第１パターンおよび前記第２パターンの少なくとも一方が、幾何学模様である、技術８～１３のいずれか１つに記載のセパレータ。

（技術１５）

第１方向における長さＤ１と、前記第１方向と交差する第２方向における長さＤ２（Ｄ１＜Ｄ２）を有する長尺形状のセパレータであって、

前記セパレータは、第１表面と、前記第１表面の反対側の第２表面と、を有し、

前記第１表面と前記第２表面の少なくとも一方は、第１パターンの第１凸部を有する第１領域と、前記第１パターンとは異なる第２パターンの第２凸部を有する第２領域を有し、

前記第２領域は、前記第１領域よりも前記第２方向の一方の端部から遠い位置に配される、セパレータ。

[0107] ［実施例］

以下、本開示に係るリチウム二次電池を実施例および比較例に基づいて更に具体的に説明する。ただし、本開示は以下の実施例に限定されるものではない。

[0108] 《実施例１》

（１）正極の作製

Ｌｉ、Ｎｉ、ＣｏおよびＡｌ（Ｎｉ、ＣｏおよびＡｌの合計に対するＬｉのモル比は１．０）を含有し、層状構造を有する岩塩型のリチウム含有遷移金属酸化物（ＮＣＡ：正極活物質）と、アセチレンブラック（ＡＢ：導電材）と、ポリフッ化ビニリデン（ＰＶｄＦ：結着材）とを、ＮＣＡ：ＡＢ：ＰＶｄＦ＝９５：２．５：２．５の質量比で混合し、さらにＮ－メチル－２－ピロリドン（ＮＭＰ）を適量加えて撹拌して、正極合材スラリーを調製した。得られた正極合材スラリーを帯状のＡｌ箔（正極集電体）の両面に塗布した後、乾燥して、ローラーを用いて正極合材の塗膜を圧延した。最後に、得られた正極集電体と正極合材との積層体を所定の電極サイズに切断し、正極集電体の両面に正極合材層を備える正極を得た。

[0109] （２）負極の作製

帯状の電解銅箔（厚み１５μｍ）を負極集電体として準備した。

[0110] （３）セパレータ

（３－１）基材層（多孔性シート）

厚み２０μｍのポリエチレン製の微多孔薄膜を準備した。

[0111] （３－２）基材層の主面へのスペーサ層の形成

絶縁性粒子（メディアン径３μｍ、体積抵抗率１０^{14}Ω・ｃｍ）５０体積部と、結着剤樹脂であるポリフッ化ビニリデン（ＰＶｄＦ）５０体積部と、分散媒であるＮ－メチル－２－ピロリドン（ＮＭＰ）とを混合して、スペーサ材料の分散液を調製した。

[0112] 次に、ディスペンサを用いて、スペーサ材料の分散液を微多孔薄膜上にハニカム模様のパターンとなるように吐出し、塗膜を真空乾燥して、第１凸部と第２凸部を形成した。具体的には、微多孔薄膜の一方の表面（第１主面）を第１領域と第２領域に区分し、第１領域に第１凸部をハニカム状の第１パターンで一様に形成し、第２領域に第２凸部をハニカム状の第２パターンで一様に形成した。

[0113] 第１領域は、基材層の第２方向における全長をＬとすると、基材層の第１表面の最内周側の端部から外周側に延びる長さＬ／４の領域とした。すなわち、第１領域の第２方向における長さＬ１は、基材層（すなわちセパレータ）の第２方向における全長Ｌの２５％とした。

[0114] 第１凸部と第２凸部の線幅と高さは同じであり、Ｗ１＝Ｗ２＝０．５ｍｍ、Ｈ１＝Ｈ２＝５０μｍとした。

[0115] 一方、第１パターンでは正六角形の対向する一対の辺の間隔（ピッチ）を５ｍｍとし、第２パターンでは正六角形の対向する一対の辺の間隔（ピッチ）を１０ｍｍとした。その結果、第１領域において、第１凸部が占める面積の割合Ｒ１は１９％であり、第２領域において、第２凸部が占める面積の割合Ｒ２は９．７％であった。第１領域の透気度Ｐ１は３７０秒／１００ｍＬであり、第２領域の透気度Ｐ２は３４５秒／１００ｍＬであった。

[0116] （４）非水電解質の調製

エチレンカーボネート（ＥＣ）とジメチルカーボネート（ＤＭＣ）とを、ＥＣ：ＤＭＣ＝３０：７０の容積比で混合し、得られた混合溶媒に$LiPF_6$を１モル／Ｌ、$LiBF_2(C_2O_4)$を０．１モル／Ｌの濃度でそれぞれ溶解し、液体の非水電解質を調製した。

[0117] （５）電池の組み立て

不活性ガス雰囲気中で、正極と負極集電体とを、上記セパレータを介して渦巻状に巻回し、電極群を作製した。このときスペーサ層が負極と対向するようにセパレータを配置した。電極群を、ＡＩ層を備えるラミネートシートで形成された袋状の外装体に収容し、非水電解質を注入した後、外装体を封止してリチウム二次電池Ａ１を完成させた。

[0118] 《実施例２》

第１パターンにおいて、正六角形の対向する一対の辺の間隔（ピッチ）を１０ｍｍに変更し、第１凸部の線幅Ｗ１を１．０ｍｍに変更した点以外、電池Ａ１と同様に電池Ａ２を作製した。第２パターンにおいて、Ｒ１は１９％であり、Ｒ２は９．７％であった。Ｐ１は３７３秒／１００ｍＬであり、Ｐ２は３２２秒／１００ｍＬであった。

[0119] 《実施例３》

第１パターンにおいて、正六角形の対向する一対の辺の間隔（ピッチ）を２．２５ｍｍに変更し、第１凸部の線幅Ｗ１を０．２５ｍｍに変更した。また、第２パターンをストライプ状のパターンに変更した。具体的には、第２領域には、第２方向に延びる複数の直線状の第２凸部を形成した。複数の直線状の第２凸部間の第１方向における間隔（ピッチ）を５ｍｍとし、線幅Ｗ２は０．５ｍｍとした。上記以外、電池Ａ１と同様に電池Ａ３を作製した。Ｒ１は２１％であり、Ｒ２は１０％であった。Ｐ１は３８１秒／１００ｍＬであり、Ｐ２は３４５秒／１００ｍＬであった。

[0120] 《実施例４》

第１パターンおよび第２パターンの両方において、正六角形の対向する一

対の辺の間隔（ピッチ）を２．２５ｍｍに変更し、第１凸部の線幅Ｗ１および第２凸部の線幅Ｗ２を０．２５ｍｍに変更した。また、第１凸部にハニカム毎に幅０．２５ｍｍの切り欠きを２か所設け（図４参照）、第２凸部にハニカム毎に幅０．５ｍｍの切り欠きを２か所設けた。上記以外、電池Ａ１と同様に電池Ａ４を作製した。Ｒ１は１６．５％であり、Ｒ２は１４．５％であった。Ｐ１は３７０秒／１００ｍＬであり、Ｐ２は３４５秒／１００ｍＬであった。

[0121] 《実施例５》

第１パターンにおいて、第１凸部の高さを６０μｍに変更した点以外、電池Ａ１と同様に電池Ａ５を作製した。Ｒ１は１９％であり、Ｒ２は９．７％であった。Ｐ１は３７０秒／１００ｍＬであり、Ｐ２は３４５秒／１００ｍＬであった。

[0122] 《比較例１》

第１領域にも第２パターンと同じパターンで第１凸部を形成した点以外、電池Ａ１と同様に電池Ｂ１を作製した。Ｒ１＝Ｒ２＝９．７％であり、Ｐ１＝Ｐ２＝３４５秒／１００ｍＬであった。

[0123] 《比較例２》

第１領域と第２領域のパターンを逆にした点以外、電池Ａ１と同様に電池Ｂ２を作製した。Ｒ１は９．７％であり、Ｒ２は１９％であり、Ｐ１は３４５秒／１００ｍＬであり、Ｐ２は３７０秒／１００ｍＬであった。

[0124] ［評価１］

得られた各電池について、Ｘ線を用いて、セパレータの第１領域が巻回されている内周側の３周において、電極と基材層との間に形成されている空間の高さ（負極と基材層との距離）を測定し、３周の平均値を求めた。また、セパレータの第２領域が巻回されている外周側の３周において、電極と基材層との間に形成されている空間の高さを測定し、３周の平均値を求めた。結果を表１に示す。表１の数値は、実施例１の電池Ａ１の空間の高さを１００としたときの相対値である。

[0125] ［評価２］

得られた各電池について、２５℃の恒温槽内において、以下の条件で充放電試験を行った。充電と放電との間の休止時間は２０分間とした。

[0126] （充電）

電極の単位面積（平方センチメートル）あたり２．１５ｍＡの電流で、電池電圧が４．１Ｖになるまで定電流充電を行い、その後、４．１Ｖの電圧で、電極の単位面積あたりの電流値が０．５４ｍＡになるまで定電圧充電を行った。

[0127] （放電）

電極の単位面積あたり２．１５ｍＡの電流で、電池電圧が３．７５Ｖになるまで定電流放電を行った。

[0128] 上記の充放電を繰り返し、電極の座屈による電圧変動が検出されるまでのサイクル数を求めた。

[0129]

[表1]

	第１パターン				第２パターン				空間高さ	座屈発生サイクル数
	形状	R1 %	P1 秒/100mL	H1 μm	形状	R2 %	P2 秒/100mL	H2 μm		
A1	ハニカム W1=0.5mm P=5mm	19	370	50	ハニカム W2=0.5mm P=10mm	9.7	345	50	100	89
A2	ハニカム W1=1.0mm P=10mm	19	373	50	ハニカム W2=0.5mm P=10mm	9.7	322	50	100	91
A3	ハニカム W1=0.25mm P=2.25mm	21	381	50	ストライプ W2=0.5mm P=5.0mm	10	345	50	100	93
A4	ハニカム W1=0.25mm P=2.25mm 0.25mm 切欠	16.5	368	50	ハニカム W2=0.25mm P=2.25mm 0.5mm 切欠	14.5	351	50	100	92
A5	ハニカム W1=0.5mm P=5mm	19	370	60	ハニカム W2=0.5mm P=10mm	9.7	345	50	110	94
B1	ハニカム W1=0.5mm P=10mm	9.7	345	50	ハニカム W2=0.5mm P=10mm	9.7	345	50	80	44
B2	ハニカム W1=0.5mm P=10mm	9.7	345	50	ハニカム W2=0.5mm P=5mm	19	370	50	68	23

[0130] 表１の結果から、実施例の電池Ａ１～Ａ５ではリチウムを析出させるための十分な高さの空間が形成されており、長期間の充放電サイクルが可能であるのに対し、比較例の電池Ｂ１、Ｂ２では空間の高さが低くなり、電極の座屈が生じやすくなっていることがわかる。

産業上の利用可能性

[0131] 本開示のリチウム二次電池は、携帯電話、スマートフォン、タブレット端末のような電子機器、ハイブリッド、プラグインハイブリッドを含む電気自

動車、太陽電池と組み合わせた家庭用蓄電池等に用いることができる。

本発明を現時点での好ましい実施態様に関して説明したが、そのような開示を限定的に解釈してはならない。種々の変形および改変は、上記開示を読むことによって本発明に属する技術分野における当業者には間違いなく明らかになるであろう。したがって、添付の請求の範囲は、本発明の真の精神および範囲から逸脱することなく、すべての変形および改変を包含する、と解釈されるべきものである。

符号の説明

[0132] １０　リチウム二次電池

１１　正極

１２　負極

１３　セパレータ

１４　電極群

１４ｓ　空間

５０　基材層

５０Ａ　基材層

５０Ｂ　スペーサ層

５１　多孔性シート

５２　複合材料層

５３Ａ、５３Ｂ　スペーサ層

５３ａ　第１凸部

５３ｂ　第２凸部

請求の範囲

[請求項1] 電極群と、非水電解質と、を具備し、

前記電極群は、正極と、負極と、セパレータと、を具備し、

前記正極と前記負極とが、前記セパレータを介して巻回されており、

前記負極では、充電時にリチウム金属が析出し、放電時に前記リチウム金属が前記非水電解質中に溶解し、

前記セパレータは、前記電極群の外側を向く第１表面と、前記電極群の内側を向く第２表面と、を有し、

前記第１表面と前記第２表面の少なくとも一方は、第１パターンの第１凸部を有する第１領域と、前記第１パターンとは異なる第２パターンの第２凸部を有する第２領域を有し、

前記第２領域は、前記第１領域よりも前記電極群の外周側に配される、リチウム二次電池。

[請求項2] 前記第１領域において前記第１凸部が占める面積の割合は、前記第２領域において前記第２凸部が占める面積の割合よりも大きい、請求項１に記載のリチウム二次電池。

[請求項3] 前記第１領域の透気度は、前記第２領域の透気度よりも低い、請求項１に記載のリチウム二次電池。

[請求項4] 前記第１凸部および前記第２凸部は、それぞれ線状の凸部であり、

前記第１凸部の線幅は、前記第２凸部の線幅よりも長い、請求項１に記載のリチウム二次電池。

[請求項5] 前記第１凸部の高さは、前記第２凸部の高さよりも高い、請求項１に記載のリチウム二次電池。

[請求項6] 前記セパレータは、巻回軸と平行な第１方向における長さＤ１と、前記第１方向と交差する第２方向における長さＤ２（Ｄ１＜Ｄ２）と、を有する長尺形状であり、

前記第１領域の前記第２方向における長さは、前記セパレータの前

記第２方向における全長の２５％以下である、請求項１～５のいずれか一項に記載のリチウム二次電池。

[請求項7] 前記第１パターンおよび前記第２パターンの少なくとも一方が、幾何学模様である、請求項１～５のいずれか一項に記載のリチウム二次電池。

[請求項8] 正極と負極との間に配されて巻回されて電極群を構成するセパレータであって、

前記セパレータは、前記電極群の外側を向く第１表面と、前記電極群の内側を向く第２表面と、を有し、

前記第１表面と前記第２表面の少なくとも一方は、第１パターンの第１凸部を有する第１領域と、前記第１パターンとは異なる第２パターンの第２凸部を有する第２領域を有し、

前記第２領域は、前記第１領域よりも前記電極群の外周側に配される、セパレータ。

[請求項9] 前記第１領域において前記第１凸部が占める面積の割合は、前記第２領域において前記第２凸部が占める面積の割合よりも大きい、請求項８に記載のセパレータ。

[請求項10] 前記第１領域の透気度は、前記第２領域の透気度よりも低い、請求項８に記載のセパレータ。

[請求項11] 前記第１凸部および前記第２凸部は、それぞれ線状の凸部であり、

前記第１凸部の線幅は、前記第２凸部の線幅よりも長い、請求項８に記載のセパレータ。

[請求項12] 前記第１凸部の高さは、前記第２凸部の高さよりも高い、請求項８に記載のセパレータ。

[請求項13] 前記セパレータは、巻回軸と平行な第１方向における長さＤ１と、前記第１方向と交差する第２方向における長さＤ２（Ｄ１＜Ｄ２）と、を有する長尺形状であり、

前記第１領域の前記第２方向における長さは、前記セパレータの前

記第２方向における全長の２５％以下である、請求項８～１２のいずれか一項に記載のセパレータ。

[請求項14] 前記第１パターンおよび前記第２パターンの少なくとも一方が、幾何学模様である、請求項８～１２のいずれか一項に記載のセパレータ。

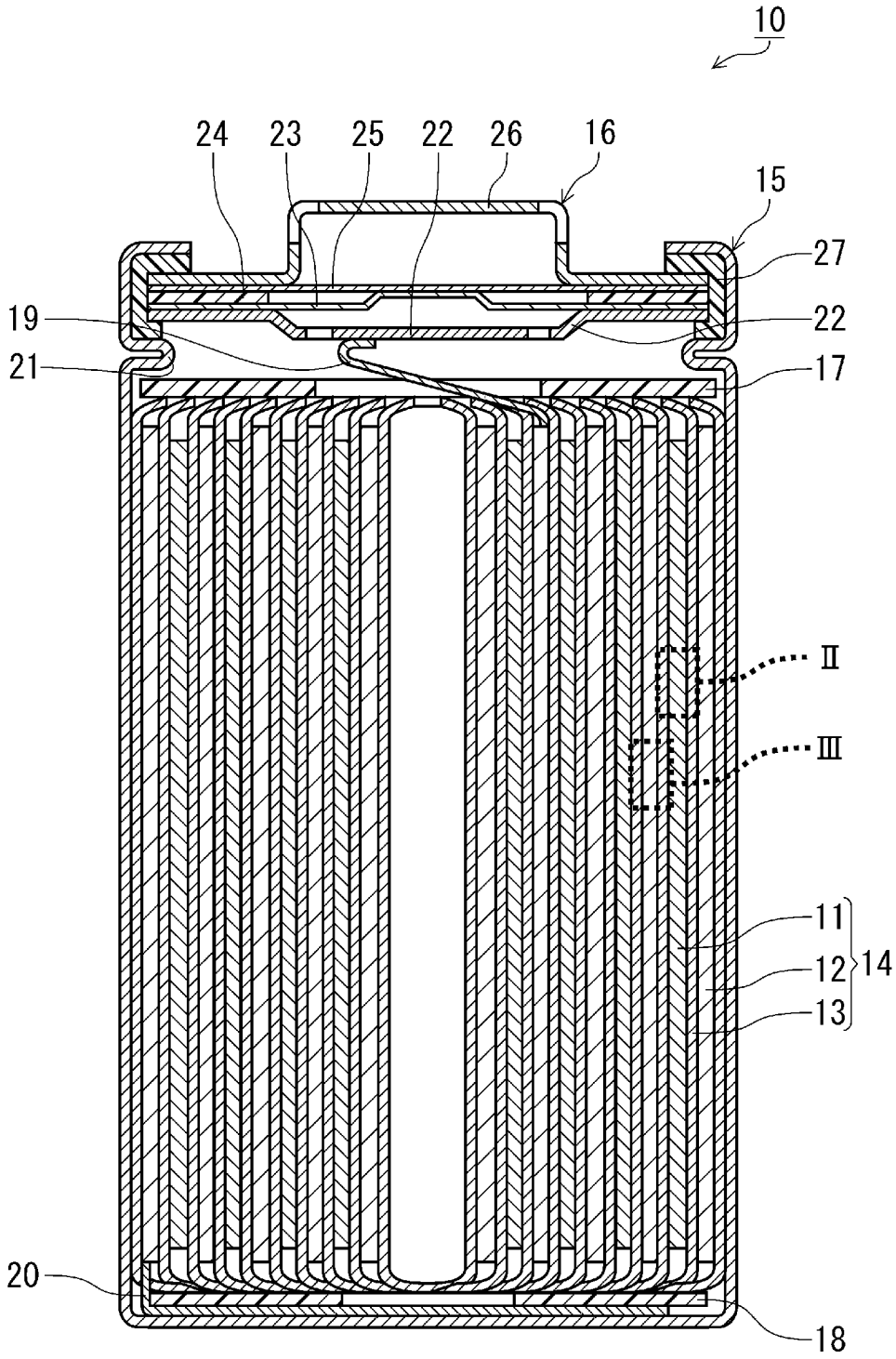
[請求項15] 第１方向における長さＤ１と、前記第１方向と交差する第２方向における長さＤ２（Ｄ１＜Ｄ２）を有する長尺形状のセパレータであって、

前記セパレータは、第１表面と、前記第１表面の反対側の第２表面と、を有し、

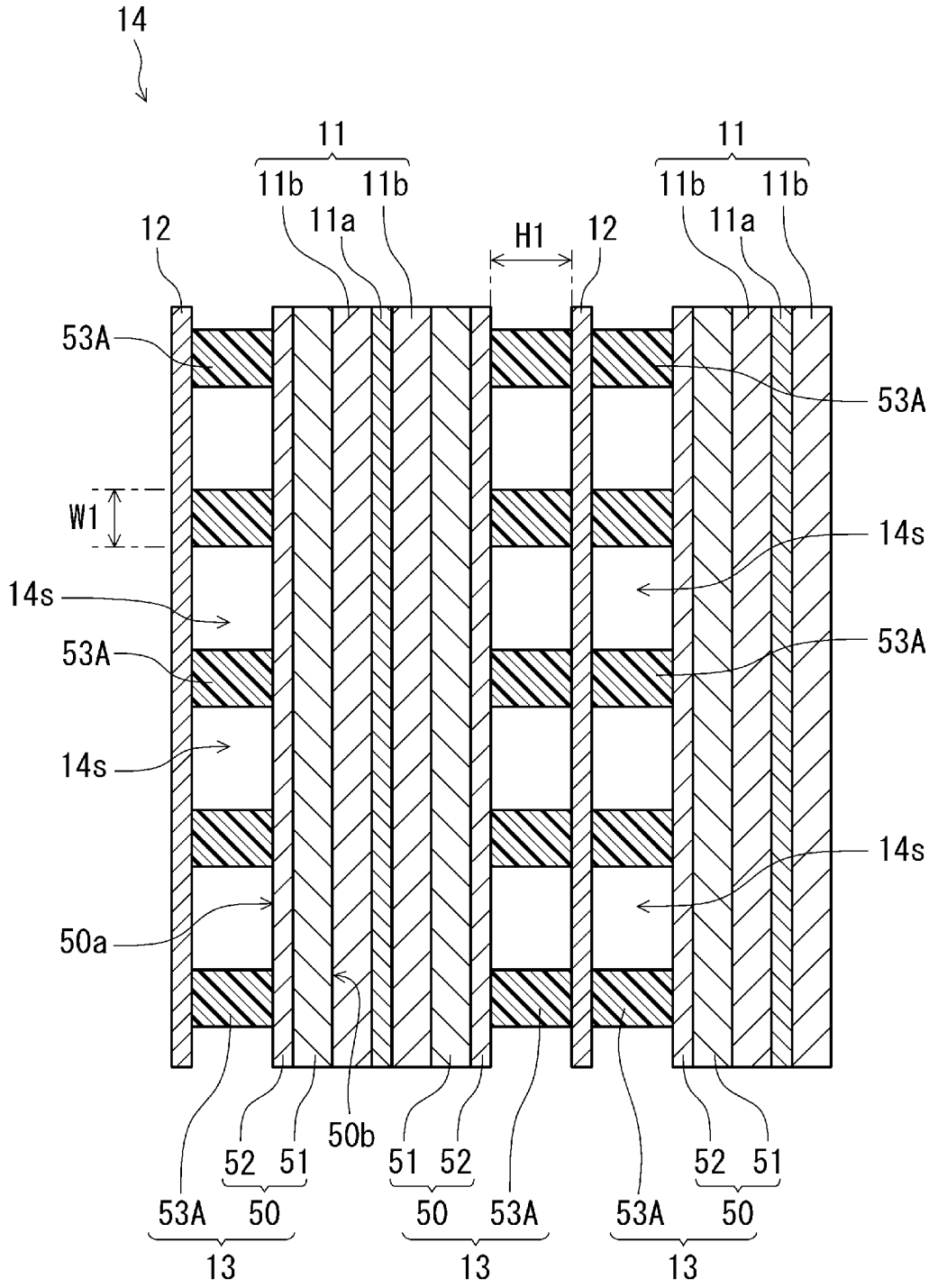
前記第１表面と前記第２表面の少なくとも一方は、第１パターンの第１凸部を有する第１領域と、前記第１パターンとは異なる第２パターンの第２凸部を有する第２領域を有し、

前記第２領域は、前記第１領域よりも前記第２方向の一方の端部から遠い位置に配される、セパレータ。

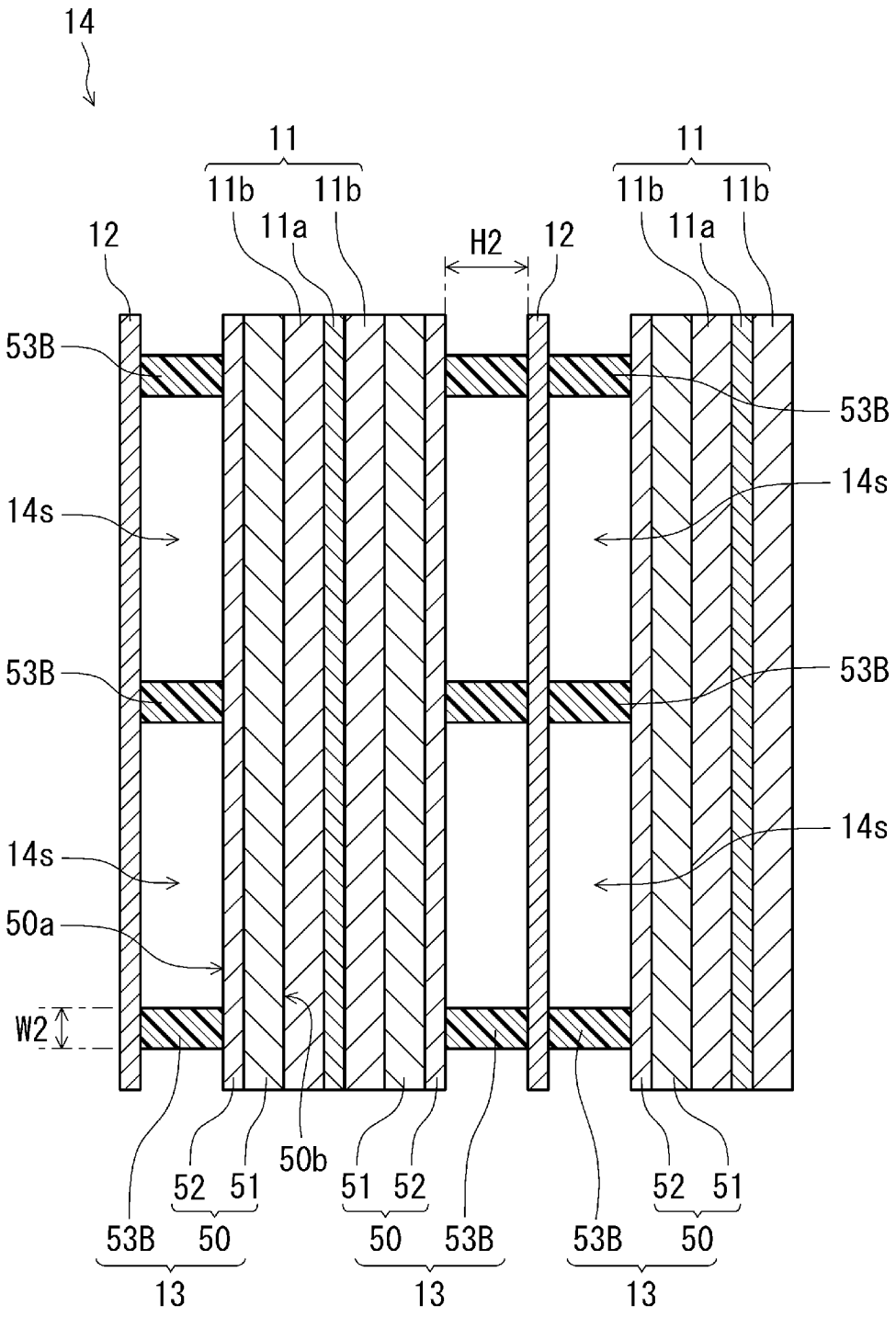
[図1]



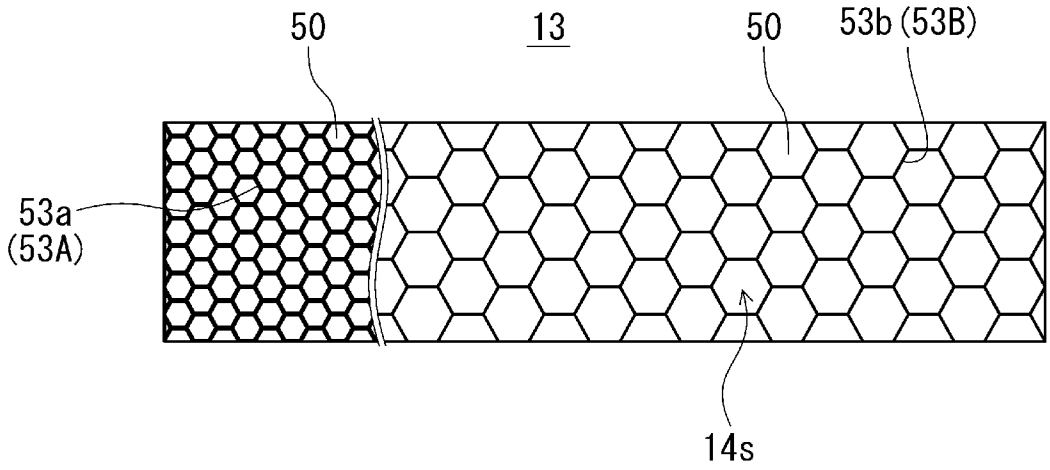
[図2A]


14
11
11b
11b
11a
12
H1
12
11
11b
11b
11a
53A
53A
W1
14s
14s
53A
53A
14s
14s
50a
50b
52
51
51
52
52
51
53A
50
50
53A
53A
50
13
13
13

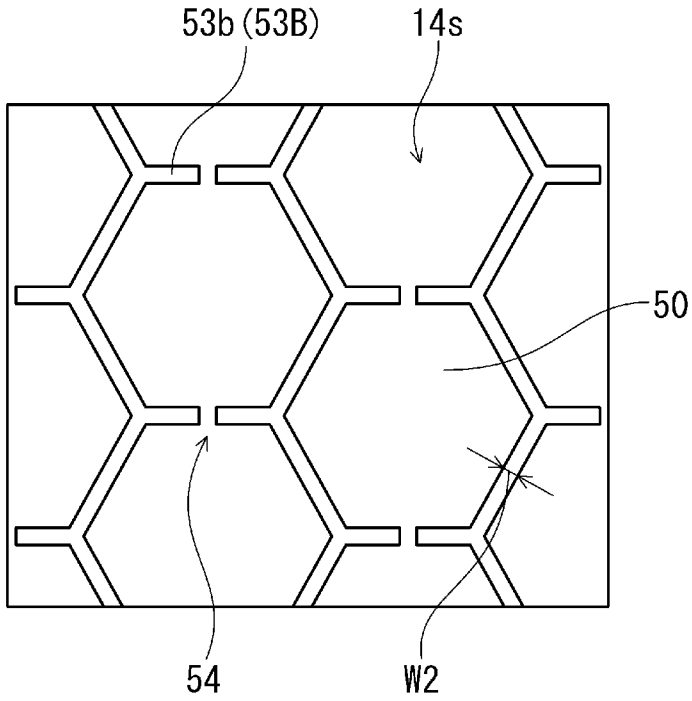
[図2B]


14
11
11b
11b
11a
12
H2
12
11
11b
11b
11a
53B
53B
14s
14s
53B
53B
14s
14s
50a
W2
50b
52
51
51
52
52
51
53B
50
50
53B
53B
50
13
13
13

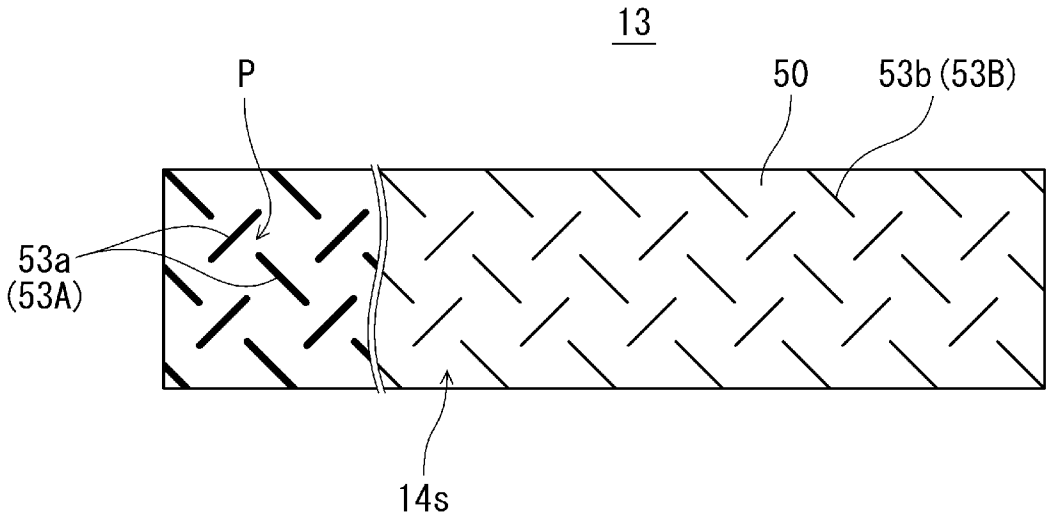
[図3]



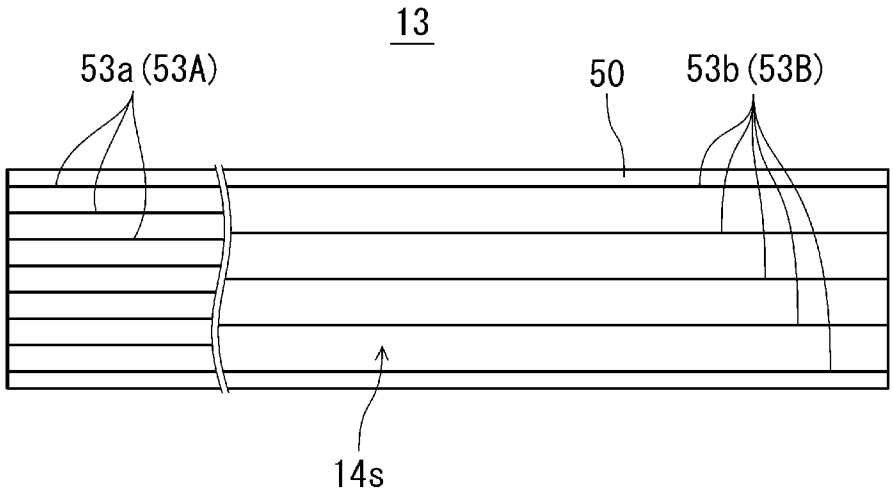
[図4]



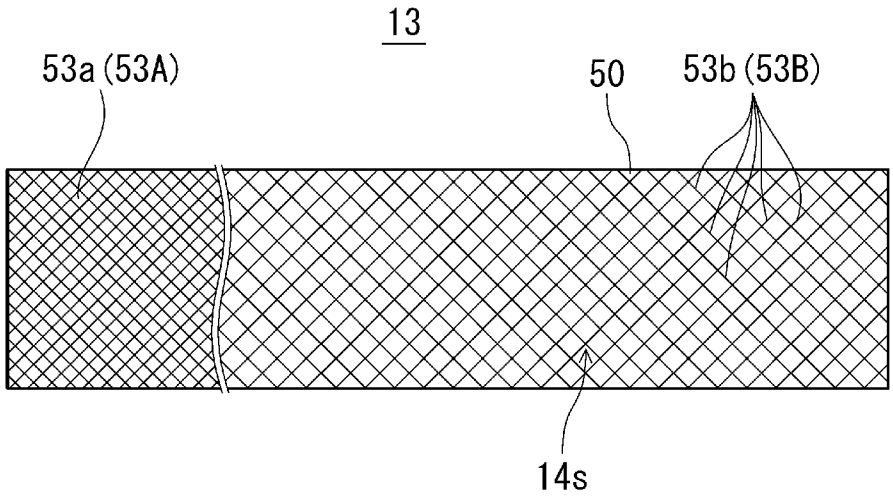
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/021921

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M 10/0587(2010.01)i; ***H01M 4/38***(2006.01)i; ***H01M 10/052***(2010.01)i; ***H01M 50/463***(2021.01)i; ***H01M 50/489***(2021.01)i
FI: H01M10/0587; H01M10/052; H01M50/489; H01M50/463 B; H01M4/38 Z; H01M50/463 A

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)

H01M10/0587; H01M4/38; H01M10/052; H01M50/463; H01M50/489

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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	JP 2015-201404 A (KABUSHIKI KAISHA TOYOTA JIDOSHOKKI) 12 November 2015 (2015-11-12) claims 1-3, paragraphs [0001]-[0002], [0030]-[0032], fig. 5(b)	1, 8, 15
A		2-7, 9-14
X	JP 2015-32379 A (GALAXY CORP.) 16 February 2015 (2015-02-16) paragraphs [0032], [0117]-[0121], fig. 15(A)-15(B)	8, 15
Y		12
A		1-7, 9-11, 13-14
X	JP 2023-20286 A (ASAHI KASEI KABUSHIKI KAISHA) 09 February 2023 (2023-02-09) claims 1-3, fig. 1-5	15
A		1-14

☑ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent 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	Date of mailing of the international search report
21 August 2024	**03 September 2024**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/021921

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2020-123447 A (FURUKAWA BATTERY CO., LTD.) 13 August 2020 (2020-08-13) claim 1, paragraphs [0025]-[0026], [0064]-[0078], fig. 17-18	15
Y		12
A		1-11, 13-14
A	CN 218548713 U (NINGDE CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LTD.) 28 February 2023 (2023-02-28)	1-15
E, A	WO 2024/143000 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 04 July 2024 (2024-07-04)	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/021921

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2015-201404 A	12 November 2015	(Family: none)	
JP 2015-32379 A	16 February 2015	JP 5438865 B1	
JP 2023-20286 A	09 February 2023	(Family: none)	
JP 2020-123447 A	13 August 2020	CN 211700412 U	
CN 218548713 U	28 February 2023	WO 2024/113483 A1	
WO 2024/143000 A1	04 July 2024	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/021921

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01M 10/0587(2010.01)i; H01M 4/38(2006.01)i; H01M 10/052(2010.01)i; H01M 50/463(2021.01)i; H01M 50/489(2021.01)i
FI: H01M10/0587; H01M10/052; H01M50/489; H01M50/463 B; H01M4/38 Z; H01M50/463 A

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））

H01M10/0587; H01M4/38; H01M10/052; H01M50/463; H01M50/489

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	１９７１－２０２４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２４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	関連する請求項の番号
X	JP 2015-201404 A (株式会社豊田自動織機) 12.11.2015 (2015-11-12) 請求項1-3、段落0001-0002,0030-0032、図5(b)	1,8,15
A		2-7,9-14
X	JP 2015-32379 A (株式会社ギャラキシー) 16.02.2015 (2015-02-16) 段落0032,0117-0121、図15(A)-15(B)	8,15
Y		12
A		1-7,9-11,13-14
X	JP 2023-20286 A (旭化成株式会社) 09.02.2023 (2023-02-09) 請求項1-3、図1-5	15
A		1-14

☑ 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
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“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の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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
21.08.2024	03.09.2024

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
川口　陽己 4M 1148
電話番号 03-3581-1101 内線 3877

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	関連する請求項の番号
X	JP 2020-123447 A (古河電池株式会社) 13.08.2020 (2020-08-13) 請求項1、段落0025-0026,0064-0078、図17-18	15
Y		12
A		1-11,13-14
A	CN 218548713 U (NINGDE CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LTD.) 28.02.2023 (2023-02-28)	1-15
E, A	WO 2024/143000 A1 (パナソニックＩＰマネジメント株式会社) 04.07.2024 (2024-07-04)	1-15

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2024/021921

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2015-201404 A	12.11.2015	（ファミリーなし）	
JP 2015-32379 A	16.02.2015	JP 5438865 B1	
JP 2023-20286 A	09.02.2023	（ファミリーなし）	
JP 2020-123447 A	13.08.2020	CN 211700412 U	
CN 218548713 U	28.02.2023	WO 2024/113483 A1	
WO 2024/143000 A1	04.07.2024	（ファミリーなし）	