

(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
2024年10月3日(03.10.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/203869 A1

(51) 国際特許分類:

H01M 10/0585 (2010.01) H01M 10/0566 (2010.01)
H01M 4/131 (2010.01) H01M 50/434 (2021.01)
H01M 4/66 (2006.01) H01M 50/46 (2021.01)
H01M 10/0525 (2010.01) H01M 50/489 (2021.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/011333

(22) 国際出願日: 2024年3月22日(22.03.2024)

(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 2023-058368 2023年3月31日(31.03.2023) JP

(71) 出願人: 日本碍子株式会社(NGK INSULATORS, LTD.) [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 Aichi (JP).

(72) 発明者: 由良 幸信(YURA Yukinobu); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 飯田 大祐(IIDA Daisuke); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須

田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 岡田 茂樹(OKADA Shigeki); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 嶋岡 健(SHIMAOKA Ken); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP).

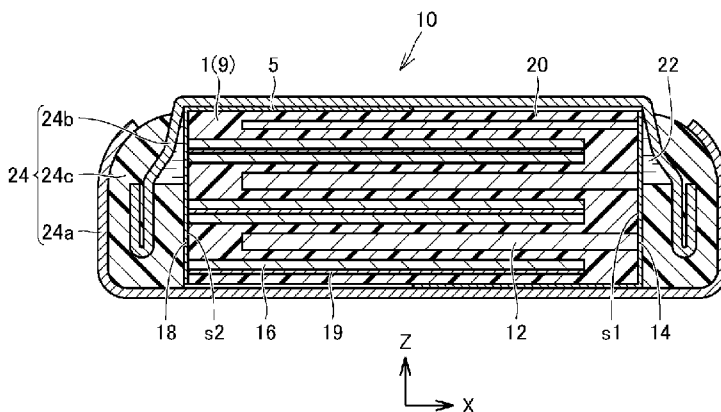
(74) 代理人: 北野 修平, 外(KITANO Shuhei et al.); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜一丁目1番14号北浜一丁目平和ビル9F K & T 特許商標事務所 Osaka (JP).

(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, 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,

(54) Title: LITHIUM-ION BATTERY

(54) 発明の名称: リチウムイオン電池

FIG.1



(57) Abstract: This lithium-ion battery includes: a plurality of positive electrode layers, a plurality of negative electrode layers, and a separator disposed between the positive electrode layers and the negative electrode layers. The lithium-ion battery includes: an electrode having a single-piece sintered body in which the plurality of positive electrode layers, the plurality of negative electrode layers, and the separator are integrally sintered; an electrolyte impregnated into the electrode; and an exterior body in which the electrode and the electrolyte are accommodated. In the electrode, a negative electrode current collector layer is provided in contact with the negative electrode layers. The negative electrode current collector layer contains Ag. The separator contains LiAlO₂. A content ratio of the LiAlO₂ in the separator is 50 vol% or greater.

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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 複数の正極層と、複数の負極層と、前記正極層と前記負極層との間に配置されたセパレータと、を含むリチウムイオン電池である。前記リチウムイオン電池は、前記複数の正極層と、前記複数の負極層と、前記セパレータとが一体に焼結された一体焼結体を含む電極と、前記電極に含浸された電解液と、前記電極と前記電解液とが収容された外装体と、を備える。前記電極において、前記負極層に接して負極集電体層が備えられる。前記負極集電体層は Ag を含む。前記セパレータは LiAlO₂ を含む。前記セパレータにおける LiAlO₂ の含有割合は、50体積%以上である。

明 細 書

発明の名称： リチウムイオン電池

技術分野

[0001] 本開示は、リチウムイオン電池に関する。本出願は、2023年3月31日出願の日本国特許出願2023-058368号に基づく優先権を主張し、前記日本国特許出願に記載された全ての記載内容を援用する。

背景技術

[0002] リチウムイオン電池において、リチウム複合酸化物の焼結体で構成される正極層と、チタンを含有する焼結体で構成される負極層と、正極層と負極層との間に配置されるセラミックセパレータと、を備えるものが公知である。特許文献1（国際公開第2019/221140号公報）は、正極層とセラミックセパレータと負極層とが互いに結合した一体焼結板で構成され、電解液が含浸されたりチウムイオン電池を開示している。特許文献1に開示されたりチウムイオン電池は、セパレータとして、MgOおよびガラスで構成されるセラミックセパレータを備える。

[0003] 特許文献2は、複数の正極層と複数の負極層とが固体電解質層を介して交互に積層された積層体を有する全固体電池を開示している。特許文献2（特開2021-027044号公報）の実施例には、正極活物質層および負極活物質層としてリン酸バナジウムリチウムを用い、固体電解質層としてリン酸アルミニウムチタンリチウムを用いた積層体が開示されている。また、正極集電体層および負極集電体層として銅およびリン酸バナジウムリチウムを用いたことが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2019/221140号公報

特許文献2：特開2021-027044号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] リチウムイオン電池の適用範囲は拡大を続けており、より厳しい環境下、特に高温環境下に置かれた場合でも充電特性が低下せず、信頼性の高いものが望まれている。
- [0006] この状況に鑑み、特に高温環境下に置かれた場合でも充電特性が低下せず、信頼性の高いリチウムイオン電池を提供することが本開示にかかる発明の目的の1つである。

課題を解決するための手段

- [0007] 本開示に従ったリチウムイオン電池は、複数の正極層と、複数の負極層と、前記正極層と前記負極層との間に配置されたセパレータと、を含む。前記リチウムイオン電池は、前記複数の正極層と、前記複数の負極層と、前記セパレータとが一体に焼結された一体焼結体を含む電極と、前記電極に含浸された電解液と、前記電極と前記電解液とが収容された外装体と、を備える。前記電極において、前記負極層に接して負極集電体層が備えられる。前記負極集電体層は Ag を含む。前記セパレータは $LiAlO_2$ を含む。前記セパレータにおける $LiAlO_2$ の含有割合は、50体積%以上である。

発明の効果

- [0008] 上記リチウムイオン電池によれば、高温環境下に置かれた場合でも充電特性が低下せず、信頼性の高いリチウムイオン電池が提供される。

図面の簡単な説明

- [0009] [図1]図1は、本開示に従うリチウムイオン電池を示す概略断面模式図である。
- [図2]図2は、本開示に従うリチウムイオン電池に含まれる積層部を示す概略断面斜視図である。
- [図3]図3は、本開示に従うリチウムイオン電池に含まれる焼結体を示す概略斜視図である。
- [図4]図4は、本開示に従うリチウムイオン電池に含まれる焼結体を示す概略

斜視図である。

[図5]図5は、本開示に従うリチウムイオン電池に含まれる焼結体の作製工程の一部を示す模式図である。

[図6]図6は、本開示に従うリチウムイオン電池に含まれる焼結体の作製工程の一部を示す模式図である。

[図7]図7は、本開示に従うリチウムイオン電池に含まれる焼結体の作製工程の一部を示す模式図である。

[図8]図8は、本開示に従うリチウムイオン電池の外観を示す概略斜視図である。

発明を実施するための形態

[0010] [実施態様の概要]

最初に本開示の実施態様を列記して説明する。本開示に従ったリチウムイオン電池は、複数の正極層と、複数の負極層と、前記正極層と前記負極層との間に配置されたセパレータと、を含む。前記リチウムイオン電池は、前記複数の正極層と、前記複数の負極層と、前記セパレータとが一体に焼結された一体焼結体を含む電極と、前記電極に含浸された電解液と、前記電極と前記電解液とが収容された外装体と、を備える。前記電極において、前記負極層に接して負極集電体層が備えられる。前記負極集電体層は Ag を含む。前記セパレータは LiAlO_2 を含む。前記セパレータにおける LiAlO_2 の含有割合は、50体積%以上である。

[0011] 従来、複数の正極層と複数の負極層とを含み、一つの電極内に複数のセルが構成された積層体を含むリチウムイオン電池が知られている（例えば特許文献2）。特許文献2には、正極集電体層また負極集電体層として導電性に優れる材料を用いること、例えば、銀、パラジウム、金、プラチナ、アルミニウム、銅、ニッケルが用いられうることを開示している。しかしながら、特許文献2に開示される実施例のほか、リチウムイオン電池における負極集電体としてはもっぱら銅を含むものが用いられている。

[0012] リチウムイオン電池のさらなる高性能化を目指し、多層積層構造を有する

電極、特に、正極層と負極層とセパレータとが一体に焼結された一体焼結体である電極において、負極集電体層としてAgを用いるための具体的な構成が検討された。そして、Agを含む負極集電体層を採用する場合、セパレータとしてLiAlO₂を含むセラミックセパレータを採用したリチウムイオン電池は、80℃以上の高温環境下に長時間保管した場合でも短絡が生じず、信頼性の高いことが見出された。従来、リチウムイオン電池の電極において、セパレータの材料としてLiAlO₂を用いることは想定されていなかった。本開示にかかるリチウムイオン電池のための電極は、新規な構成のセパレータを用いるものである。かかる電極を用いて、高温環境下に置かれた場合でも充電特性が低下せず、信頼性の高いリチウムイオン電池を提供できる。

[0013] 前記リチウムイオン電池において、前記セパレータは、LiAlO₂と、LiAlO₂以外の金属酸化物とを含むものであってよい。セパレータがこの構成であるとき、本開示にかかる効果を確実に得られる。

[0014] 前記リチウムイオン電池において、前記正極層がリチウム複合酸化物焼結体で構成され、前記負極層がチタン含有焼結体で構成されるものであってよい。正極層および負極層がこれらの構成を有する一体焼結体である電極は公知であり、高容量で耐久性の高いリチウムイオン電池を構成することができる。前述の負極集電体およびセパレータと組み合わせることによって、高容量かつ高温下でも充電特性が低下しないリチウムイオン電池を得ることができる。

[0015] 前記リチウムイオン電池において、前記負極集電体層の厚みは0.1 μm以上60 μm以下であってよい。前記セパレータの厚みは1 μm以上50 μm以下であってよい。負極集電体およびセパレータの厚みがこれらの範囲である場合、小型でありながら多数のセルを含み、小型かつ高容量のリチウムイオン電池を構成できる。

[0016] [実施の態様の具体例]

次に、本開示のリチウムイオン電池の具体的な実施の態様を、図面を参照

しつつ説明する。以下の図面において同一または相当する部分には同一の参照符号を付し、その説明は繰り返さない。

[0017] (リチウムイオン電池)

まず、本開示に従うリチウムイオン電池の概要を説明する。図1は、本開示にかかる実施の形態の一例であるリチウムイオン電池10の構造を示す概略断面模式図である。図2は、リチウムイオン電池10に含まれる焼結体9における積層部1を取り出して示す概略断面斜視図である。図3は、リチウムイオン電池10に含まれる焼結体9を取り出して示す概略斜視図である。なお、本明細書においては、図1～図3に示すX軸に沿う方向を積層部1ないし焼結体9の幅方向、Y軸に沿う方向を積層部1ないし焼結体9の奥行方向、Z軸に沿う方向を積層部1ないし焼結体9の積層方向または厚み方向と称する。本明細書では、積層部1において積層方向の最上層の表面を上面、積層方向の最下層の表面を下面、積層されたすべての層が露出する面を正面および背面と称する。正面および背面は、XZ平面に平行な面である。また、積層部1において、積層構造が露出する面であって、正面および背面の間に延在し、奥行き方向に沿って延びる面を側面と称する。側面は、YZ平面に平行な面である。上面および下面を除く表面、つまり、側面に加えて正面および背面についても、側面と称することもある。なお、上面、下面、側面等は本明細書における説明の便宜のために用いる相対的な呼称であり、リチウムイオン電池における配置方向や使用方向はこれらの方向に制限されないことは当然である。

[0018] 図1を参照して、リチウムイオン電池10は、外装体24の内部に、電極5が収容されている。電極5は、焼結体9と、焼結体9の両側面にそれぞれ取り付けられた正極集電体14および負極集電体18を含む。図3を参照して、焼結体9は、積層部1と、積層部1の周縁に延在する絶縁性セラミックス部としての絶縁部51とを含む。図1、図3を参照して、積層部1は、複数の正極層12と複数の負極層16とセパレータ20とが積層されてなる。積層部1および絶縁部51は、全体として1つの一体焼結体である焼結体9

を構成している。

[0019] 積層部 1 において、正極層 1 2 および負極層 1 6 は、積層方向（Z 軸方向）において交互に積み重ねられている。セパレータ 2 0 が、正極層 1 2 と負極層 1 6 との間に介在する。セパレータ 2 0 によって、正極層 1 2 と負極層 1 6 とは互いに離隔されている。正極層 1 2 は、例えばコバルト酸リチウムを含む焼結体で構成される。負極層 1 6 は、例えばチタン含有焼結体で構成される。セパレータ 2 0 は、セラミック製である。

[0020] 図 1 を参照して、リチウムイオン電池 1 0 の電極 5 は、焼結体 9 の側面から下面にわたって焼結体 9 に接触して配置される正極集電体 1 4 を備える。また、リチウムイオン電池 1 0 は、焼結体 9 の側面から上面にわたって焼結体 9 に接触して配置される負極集電体 1 8 を備える。正極集電体 1 4 および負極集電体 1 8 は、例えばアルミニウム箔等の金属箔であってよい。正極集電体 1 4 は、正極層 1 2 を構成する正極活物質である LiCoO_2 を含むもの、 LiCoO_2 からなるものであってもよい。負極集電体 1 8 は、銅箔、銀箔や銀を含むものであってもよい。正極集電体 1 4 および負極集電体 1 8 のそれぞれと焼結体 9 との間には、接触抵抗低減の観点から、カーボン層（不図示）が設けられるのが好ましい。カーボン層は、導電性カーボンで構成されるのが好ましい。カーボン層は、例えば、集電体として用いる金属箔の表面に導電性カーボンペーストを塗布することによって形成できる。

[0021] 外装体 2 4 は内部に密閉空間が形成されている。この密閉空間内に、電極 5 および電解液 2 2 が収容される。リチウムイオン電池 1 0 は、外装体 2 4 の内部に電解液 2 2 が封入されている。正極層 1 2、負極層 1 6 およびセパレータ 2 0 に、電解液 2 2 が含浸されている。

[0022] 外装体 2 4 は、リチウムイオン電池 1 0 のタイプに応じて適宜選択すればよい。例えば、リチウムイオン電池 1 0 が図 1 に示されるようにコイン形電池の形態である場合、外装体 2 4 は、典型的には正極缶 2 4 a、負極缶 2 4 b およびガスケット 2 4 c を備え、正極缶 2 4 a および負極缶 2 4 b がガスケット 2 4 c を介してかしめられて密閉空間を形成している。正極缶 2 4 a

および負極缶 24 b は、ステンレス鋼等の金属製であってよく、これらに限定されない。ガスケット 24 c は、ポリプロピレン、ポリテトラフルオロエチレン、PFA 樹脂等の絶縁樹脂製の環状部材であってよく、特に限定されない。

[0023] なお、図 1 に示されるリチウムイオン電池 10 はコイン形電池の形態であるが、本開示に従うリチウムイオン電池の形態は、コイン形電池に限定されない。例えば、チップ型二次電池、パウチ型二次電池を含む薄型二次電池等の他の形態であってもよい。リチウムイオン電池がカードに内蔵可能なチップ型電池である場合、外装体は樹脂基材であり、電極および電解液が、樹脂基材内に埋設されることが好ましい。例えば、リチウムイオン電池がパウチ型二次電池である場合、電極が 1 対の樹脂フィルムに挟み込まれていてもよい。一対の樹脂フィルムは、互いに接着剤で貼り合わされたものであってよい。また、一対の樹脂フィルムは、加熱プレスで樹脂フィルム同士が熱融着されていてよい。さらに、セパレータとして、固体電解質から構成されるセパレータを採用し、電解液を含まない構成であってもよい。

[0024] (積層部)

本開示に従うリチウムイオン電池に含まれる積層部について説明する。図 2 は、本開示に従うリチウムイオン電池に含まれる電極の構成要素としての積層部 1 を示す概略断面斜視図である。図 2 を参照して、積層部 1 は多数の層が積層された積層体である。なお、図 2 においては直方体形状である積層部 1 を示しているが、積層部 1 の形状はこれに制限されない。所望の電極形状等に合わせて周縁の一部が弧状に形成されているものも好ましい。図 2 に示される積層部 1 は、幅 W、奥行き D、厚み T でその外形が定義される直方体形状である。なお、直方体形状とは、数学的に正確な意味での直方体のみを意味するものではなく、設計および製造上の理由から直方体に類似する形状を有する三次元構造物も含む。

[0025] 図 2 を参照して、積層部 1 の上面および下面にはそれぞれセパレータ 20 が露出している。すなわち、積層部 1 の最上層および最下層はいずれもセパ

レータ 20 の層である。積層部 1 において、セパレータ 20 を介して対向する正極層 12 と負極層 16 とが、1 つのセルを形成する。図 2 の積層部 1 では 5 つのセルが形成されている。本開示にかかるリチウムイオン電池に含まれる積層体におけるセルの数は、発明の効果を有する限り制限されないが、例えば 3 ～ 200 のセルが含まれる積層体であってよい。

[0026] 積層部 1 において、複数の正極層 12 と複数の負極層 16 とが交互に積層されている。積層部 1 を構成する正極層 12、負極層 16 は、それぞれ四辺形の板状である。正極層 12 および負極層 16 の幅はいずれも、積層部 1 の幅 W よりも小さい。すなわち、正極層 12、負極層 16 が積層部 1 の幅 W の全域にわたって存在することはない。正極層 12 および負極層 16 は幅方向に互いにずれた位置に配置されており、正極層 12 および負極層 16 のそれぞれは、積層部 1 において対向する第 1 の側面 s1 及び第 2 の側面 s2 のうちの一方のみに露出している。具体的には、複数の正極層 12 はいずれも、積層部 1 の第 1 の側面 s1 に露出するが、第 2 の側面 s2 には露出していない。正極層 12 は、幅方向において、側面 s1 から積層部 1 の幅方向の中途まで延在し、内端面 12e が幅方向の末端である。複数の負極層 16 はいずれも、積層部 1 の第 2 の側面 s2 に露出するが、第 1 の側面 s1 には露出していない。負極層 16 は、幅方向において、側面 s2 から積層部 1 の幅方向の中途まで延在し、内端面 16e が幅方向の末端である。

[0027] 負極層 16 は、その主面の一方、あるいは厚み方向の内部に、負極層 16 に接する負極集電体層 19 を備える。負極集電体層 19 を備えることによって、積層部 1 における、特に負極層 16 における内部抵抗を低減できる。負極集電体層 19 は、負極層 16 における厚み方向の内部に設けられていてもよい。また、負極集電体層 19 は、負極層 16 の主面の一方に露出して形成されていてもよい。負極集電体層 19 は、導電性に優れる材料で構成される。

[0028] 正極層 12 と負極層 16 との間にセパレータ 20 が介在している。セパレータ 20 は、第 1 領域 21 と、第 2 領域 22 と、第 3 領域 23 とを含む。第

1領域21は、積層部1の幅方向において幅Wの全体にわたって延在し、積層部1の厚み方向において正極層12と負極層16との間に介在する。第2領域22は、厚み方向においては正極層12と同位置であるとともに、幅方向（X軸方向）においては正極層12と並び、正極層12の内端面12eと側面s2との間に延在する領域である。第2領域22は、正極層12と側面s2の間を絶縁する絶縁層として機能する。第3領域23は、厚み方向においては負極層16と同位置であるとともに、幅方向（X軸方向）においては負極層16と並び、負極層16の内端面16eと側面s1との間に延在する領域である。第3領域23は、負極層16と側面s1の間を絶縁する絶縁層として機能する。なお、第1領域21、第2領域22、第3領域23は境界なく一連に連続している。第1領域21、第2領域22および第3領域23は、説明の便宜のために区画された領域であって、実際の電極においては、第1領域21、第2領域22および第3領域23は全体が連続する一体の構造であることが好ましい。

[0029] （焼結体）

本開示にかかるリチウムイオン電池に含まれる焼結体について説明する。図3は、本開示に従うリチウムイオン電池に含まれる焼結体9を示す概略斜視図である。図3（a）は外観を示し、図3（b）は焼結体9に含まれる層の構成を、内部を含めて示す模式図である。

[0030] 図3（b）を参照して、焼結体9は、先に説明された積層部1と、積層部1に接して付加された絶縁層51とを含む。図3（a）、（b）を参照して、積層部1の周縁のうち第1の側面s1は、正極層12とセパレータ20とが露出し、かつ負極層16は露出しない。積層部1の周縁のうち第2の側面s2は、負極層16とセパレータ20とが露出し、かつ正極層12は露出しない。焼結体9において、積層部1の第1の側面s1および第2の側面s2は露出し、焼結体9の表面を構成している。

[0031] 一方、図3（b）を参照して、積層部1の周縁のうち第3の側面s3および第4の側面s4には正極層、負極層およびセパレータを含む積層構造が現

れる。焼結体 9 では、この積層部 1 の第 3 の側面 s 3 および第 4 の側面 s 4 が、絶縁性セラミックス部としての絶縁層 5 1 によって覆われている。すなわち、積層部 1 の第 3 の側面 s 3 および第 4 の側面 s 4 は、焼結体 9 においては絶縁層 5 1 に覆われているため外部には露出していない。

なお、積層部 1 の周縁とは、積層部 1 の表面のうち、積層方向における上面および下面を除き、外周に位置する面を意味している。

[0032] 絶縁層 5 1 は、積層部 1 の第 3 の側面 s 3 および第 4 の側面 s 4 の両方をそれぞれ覆うように設けられることが好ましいが、第 3 の側面 s 3 および第 4 の側面 s 4 のうちいずれか一方を覆う態様であってもよい。また、第 3 の側面 s 3、第 4 の側面 s 4 の全面を覆うことが好ましいが、一部のみを覆う態様であってもよい。絶縁層 5 1 は、第 3 の側面 s 3 および第 4 の側面 s 4 の積層方向の少なくとも一部にわたって、積層を構成する複数の層のうち少なくとも一部の層を覆うように延在する。また、絶縁層 5 1 は必須の構成ではなく、焼結体 9 が積層部 1 のみで構成されていてもよい。

[0033] 図 3 に示された例では、焼結体 9 は直方体の形状（四角型）であるが、焼結体の外形はこれに制限されない。例えば、側面を有する円柱形（丸型）であってもよく、多角柱形状であってもよい。また、絶縁層 5 1 は、第 3 の側面 s 3 および第 4 の側面 s 4 の全面を覆うのではなく、第 3 の側面 s 3 および第 4 の側面 s 4 の一部のみを覆う態様でもよい。

[0034] 本開示に従うリチウムイオン電池に含まれる焼結体は、焼結体 9 のような四角型のほか、丸型であってもよい。図 4（a）（b）は、円柱体の一部が切除された形状を有する焼結体 9 1 を示す。図 4（a）は外観を示し、図 4（b）は焼結体 9 1 に含まれる層の構成を、内部を含めて示す模式図である。この形状を「丸型」と称する。焼結体 9 1 は、形状が焼結体 9 と異なるが、焼結体 9 と同様の積層構造を有する。図 4（b）を参照して、焼結体 9 1 は、積層部 1 1 と、積層部 1 1 の弧状側面を覆うように配置された絶縁層 5 1 1 とを含む。積層部 1 1 は、外形の形状が異なる以外は積層部 1 と同様の構成である。焼結体 9 1 は、図 4 に示されるとおり、円柱の一部が接線に平

行に切除され、対向する2つの側面s5、s6が形成された形状である。側面s5には、セパレータ120の端面と正極層112の端面とが露出する。側面s5には、負極層116は露出しない。側面s5と対向する面である側面s6には、セパレータ120の端面と負極層116の端面とが露出する。側面s6には正極層112は露出しない。

[0035] 次に、本開示にかかるリチウムイオン電池における電極に含まれる各層、リチウムイオン電池における電解液の組成や構成について説明する。

[0036] (正極層)

正極層は、コバルト酸リチウムを含む焼結体で構成される。正極層はバインダーや導電助剤を含まないものとできる。コバルト酸リチウムとして、具体的には例えば、 LiCoO_2 (以下、 LCO と略称することがある) が挙げられる。板状に形成される LCO 焼結体としては、例えば特許第5587052号公報、国際公開第2017/146088号に開示されるものを用いることができる。正極層は、コバルト酸リチウムで構成される複数の一次粒子を含み、複数の一次粒子が正極層の層面に対して 0° 超 30° 以下の平均配向角度で配向している、配向正極層であることが好ましい。このような配向正極層の構造、組成、特定方法は、例えば特許文献1 (国際公開第2019/221144号公報) に開示されるものが挙げられる。

[0037] 正極層において一次粒子を構成するコバルト酸リチウムとして、 LCO のほかに、例えば、 $\text{Li}_x\text{NiCoO}_2$ (ニッケル・コバルト酸リチウム)、 $\text{Li}_x\text{CoNiMnO}_2$ (コバルト・ニッケル・マンガン酸リチウム)、 $\text{Li}_x\text{CoMnO}_2$ (コバルト・マンガン酸リチウム) 等が挙げられる。また、コバルト酸リチウムとともに、その他のリチウム複合酸化物を含んでもよい。リチウム複合酸化物としては例えば、 Li_xMO_2 (式中、 $0.05 < x < 1.10$ であり、 M は少なくとも1種類の遷移金属であり、 M は典型的には Co 、 Ni および Mn の1種以上を含む) で表される酸化物が挙げられる。

[0038] 正極層が LCO を含む板状の焼結体で構成される場合、正極層を構成する元素のうち遷移金属元素は Co である。また、正極層が $\text{Li}_x\text{NiCoO}_2$ (

ニッケル・コバルト酸リチウム)を含む焼結体で構成される場合、正極層を構成する元素のうち遷移金属元素はNiおよびCoである。また、正極層が $\text{Li}_x\text{CoNiMnO}_2$ (コバルト・ニッケル・マンガン酸リチウム)を含む焼結体で構成される場合、正極層を構成する元素のうち遷移金属元素はNi、CoおよびMnである。また、コバルト酸リチウム系以外の正極でも同様である。例えば、正極が LiFePO_4 (リン酸鉄リチウム)で構成される場合、正極層を構成する元素のうち遷移金属元素はFeである。また、正極層を構成する遷移金属元素は、V (バナジウム)等の遷移金属元素であってもよい。

[0039] 正極層を構成する複数の一次粒子の平均粒径は、 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。具体的には、平均配向角度の算出に用いる一次粒子の平均粒径が、 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、より好ましくは $7\text{ }\mu\text{m}$ 以上、さらに好ましくは $12\text{ }\mu\text{m}$ 以上である。

[0040] 正極層は気孔を含んでいてもよい。焼結体が気孔、特に開気孔を含むことで、正極層として電池に組み込まれた場合に、電解液を焼結体の内部に浸透させることができ、その結果、リチウムイオン伝導性を向上することができる。正極層における気孔率は、 $20\sim60\%$ であるのが好ましく、より好ましくは $25\sim55\%$ 、さらに好ましくは $30\sim50\%$ である。焼結体の気孔率は、公知の方法に従って測定できる。

[0041] 正極層の平均気孔径は $0.1\sim10.0\text{ }\mu\text{m}$ であるのが好ましく、より好ましくは $0.2\sim5.0\text{ }\mu\text{m}$ 、さらに好ましくは $0.25\sim3.0\text{ }\mu\text{m}$ である。上記範囲内であると、大きな気孔の局所における応力集中の発生を抑制して、焼結体内における応力が均一に開放されやすくなる。また、気孔による電解液の内部浸透によるリチウムイオン伝導性の向上をより効果的に実現することができる。

[0042] 積層部における正極層の厚みは特に制限されないが、例えば $1\sim200\text{ }\mu\text{m}$ であるのが好ましく、より好ましくは $2\sim150\text{ }\mu\text{m}$ 、さらに好ましくは $5\sim100\text{ }\mu\text{m}$ である。このような範囲内であると、電子抵抗を抑えるとと

もに、電解液に含まれる Li^+ イオンの移動抵抗も抑えられ、電池抵抗を小さくできる。

[0043] (セパレータ)

セパレータは、セラミック製の微多孔膜で構成される。セパレータは、 LiAlO_2 (アルミン酸リチウム) を含み、 LiAlO_2 からなることが好ましい。セパレータは、 LiAlO_2 の焼結体である。 LiAlO_2 は従来、多層積層型のセラミック電極におけるセパレータとしての用途は想定されていなかった。

[0044] セパレータにおける LiAlO_2 の含有割合は、50体積%以上であってよく、70体積%以上であることがより好ましく、100体積%であることがさらに好ましい。すなわち、セパレータは LiAlO_2 (アルミン酸リチウム) からなることが好ましい。セパレータは、 LiAlO_2 に加えて他の金属酸化物を含むことができる。他の金属酸化物として具体的には例えば、 MgO 、 Li_2ZrO_3 、 ZrO_2 、 Al_2O_3 、 Li_3AlO_4 および LiAl_5O_8 からなる群から選択される1種または2種以上を含んでよい。また、金属酸化物以外に、セラミック材料である窒化物や炭化物、具体的には例えば SiC 、 Si_3N_4 、 AlN 等を含んでもよい。

[0045] 積層部におけるセパレータの厚みは特に制限されないが、例えば1~50 μm であるのが好ましく、より好ましくは2~30 μm である。なお、ここでいうセパレータの厚みは、積層方向において正極層と負極層とを隔てる領域の厚みのことである(図2に示す第1領域21)。セパレータ20の第2領域22および第3領域23はそれぞれ、正極層および負極層と同等の厚みとできる。セパレータの気孔率は特に制限されないが、例えば30~70%程度とすることができ、好ましくは40~60%程度である。

[0046] (負極層)

負極層は、例えば、チタン含有組成物を含む板状の焼結体で構成される。負極層は、バインダーや導電助剤を含まないものとできる。チタン含有焼結体は、チタン酸リチウム $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ (以下、 LTO) またはニオブチタ

ン複合酸化物 Nb_2TiO_7 を含むのが好ましく、より好ましくは $LiTiO$ を含む。なお、 $LiTiO$ は典型的にはスピネル型構造を有するものとして知られているが、充放電時には他の構造も採りうる。例えば、 $LiTiO$ は充放電時に $Li_4Ti_5O_{12}$ （スピネル構造）と $Li_7Ti_5O_{12}$ （岩塩構造）の二相共存にて反応が進行する。したがって、 $LiTiO$ はスピネル構造に限定されるものではない。 $LiTiO$ はその一部が他の元素で置換されてもよい。他の元素の例としては、 Nb 、 Ta 、 W 、 Al 、 Mg 等が挙げられる。 $LiTiO$ 焼結体は、例えば、特開2015-185337号公報に記載される方法に従って製造することができる。

[0047] 負極層が $LiTiO$ を含む焼結体で構成される場合、負極層を構成する元素のうち遷移金属元素は Ti である。また、負極層が Nb_2TiO_7 を含む焼結体で構成される場合、負極層を構成する元素のうち遷移金属元素は Nb および Ti である。

[0048] 負極層は、多数の一次粒子が結合した構造を有している。これらの一次粒子が $LiTiO$ または Nb_2TiO_7 で構成されていることが好ましい。負極層は、正極層およびセパレータ20とともに一体焼結体として構成されている。

[0049] 負極層の厚みは特に制限されないが、例えば $1\sim200\mu m$ であるのが好ましく、より好ましくは $2\sim150\mu m$ であり、さらに好ましくは $5\sim100\mu m$ である。負極層を構成する複数の一次粒子の平均粒径である一次粒径は、 $1.2\mu m$ 以下が好ましく、より好ましくは $0.02\sim1.2\mu m$ 、さらに好ましくは $0.05\sim0.7\mu m$ である。

[0050] 負極層は気孔を含んでいるのが好ましい。気孔、特に開気孔を含むことで、負極層として電池に組み込まれた場合に電解液を内部に浸透させることができ、その結果、リチウムイオン伝導性を向上することができる。負極層の気孔率は、 $20\sim60\%$ が好ましく、より好ましくは $30\sim55\%$ 、さらに好ましくは $35\sim50\%$ である。負極層の平均気孔径は $0.08\sim5.0\mu m$ であるのが好ましく、より好ましくは $0.1\sim3.0\mu m$ 、さらに好ましくは $0.12\sim1.5\mu m$ である。

[0051] (負極集電体層)

負極集電体層は、導電性に優れる材料で構成することができる。本開示にかかるリチウムイオン電池においては、負極集電体層は、A g (銀) を含む。負極集電体層は、A g に加えて、A u (金)、P t (プラチナ)、P d (パラジウム)、A l (アルミニウム)、C u (銅) およびN i (ニッケル) からなる群から選択される1種または2種以上をさらに含んでもよい。負極集電体層におけるA g の含有割合は、30%以上であってよく、50%以上であることがより好ましく、100%であることがさらに好ましい。すなわち、負極集電体層19はA g からなる層であることが好ましい。

[0052] 負極集電体層の厚みは特に制限されないが、0.1~60 μm であるのが好ましく、より好ましくは0.5~30 μm である。また、負極集電体層の厚みと、セパレータの厚みの関係が一定範囲であるとき、負極集電体層に含まれるA g の拡散を効果的に抑制できると考えられている。具体的に、負極集電体層の厚み(A)に対するセパレータの厚み(B)は、 $0.1 \leq B/A \leq 50$ を満たすことが好ましく、 $0.15 \leq B/A \leq 30$ であればより好ましい。

[0053] (絶縁性セラミックス部)

焼結体に含まれる絶縁層は、積層部の周縁、特に、内部電極層を引き出す部分以外の側面を被覆する。絶縁層は絶縁性のセラミックで構成される。具体的には、セパレータとして用いられるものと同様のセラミックを用いることができる。絶縁性セラミックス部は、L i A l O₂ を含み、L i A l O₂ からなることが好ましい。M g O およびガラスを含んでなるセラミックセパレータ等、従来絶縁層として採用されている構成を用いてもよい。絶縁層の厚みw2 (図3 (b) 参照) は特に制限されないが、例えば100 μm ~ 1000 μm であることが好ましく、より好ましくは200 μm ~ 500 μm である。なお、絶縁層とセパレータが同じ組成物で構成される場合等では、焼結過程で絶縁層とセパレータが一体化し、焼結体においては絶縁層とセパレータとが境界のない一体の領域になっていてもよい。

[0054] (電解液)

リチウムイオン電池は電解液を含む。電解液は、特に限定されず、リチウムイオン電池における電解液として公知の電解液が用いられうる。例えば、溶媒として、エチレンカーボネート (EC)、メチルエチルカーボネート (MEC)、ジエチルカーボネート (DEC)、エチルメチルカーボネート (EMC)、プロピレンカーボネート (PC) およびγ-ブチロラクトン (GBL) から選択される1種または2種以上の組み合わせを用いることができる。溶媒に溶解される電解質として、例えば、六フッ化リン酸リチウム (LiPF_6)、ホウフッ化リチウム (LiBF_4) 等のリチウム塩化合物が用いられ得る。電解液22は添加剤としてビニレンカーボネート (VC)、フルオロエチレンカーボネート (FEC)、ビニルエチレンカーボネート (VEC)、およびリチウムジフルオロ (オキサラト) ボレート (LiDFOB) から選択される少なくとも1種をさらに含むものであってもよい。

[0055] 電解液における電解質の濃度は、 $0.5 \sim 4.0 \text{ mol/L}$ であるのが好ましく、より好ましくは $0.6 \sim 3.0 \text{ mol/L}$ 、さらに好ましくは $0.7 \sim 2.5 \text{ mol/L}$ 、特に好ましくは $0.8 \sim 2.0 \text{ mol/L}$ である。

[0056] また、電解質として、電解液以外に、固体電解質やポリマー電解質を用いることができる。その場合には、電解液の場合と同様、少なくともセパレータの気孔内部に電解質が含浸されていることが好ましい。含浸方法は特に限定されないが、例として、電解質を溶融してセパレータの気孔内に浸入させる方法、電解質の圧粉体をセパレータに押し当てる方法等が挙げられる。

[0057] (製造方法)

本開示に従うリチウムイオン電池に含まれる焼結体の製造方法の概略を説明する。図5は、焼結体の製造工程のうち、積層体を構成するための各シートを準備し、積み重ねて圧着する工程を模式的に示す。

[0058] 図5(1)を参照して、積層体を構成する材料となる正極グリーンシート112、負極グリーンシート116、セパレータグリーンシート120が、それぞれ別に準備される。典型的には、まず各層を構成する原料を含有する

スラリーを調製し、次いで調製したスラリーを樹脂フィルム上にシート状に形成することで、グリーンシートを準備できる。負極グリーンシート 116 については、主面の一方に集電体層 119 が形成されていてもよい。図 5 (2) を参照して、所定の幅に切断した各シートを、所定の層構成となるように順に積み重ねる。なお、図 5 の例では層構成を簡潔に示しているが、負極グリーンシート 116、セパレータグリーンシート 120、正極グリーンシート 112 およびセパレータグリーンシート 120 を含むユニット U を繰り返して積層し、さらに多層の積層体としてもよい。

[0059] 図 5 (1) を参照して、積み重ねの際、各グリーンシートは、厚み方向に 1 枚単独で用いてもよいし、厚み方向に 2 枚以上同種のシートを連続して重ねる形態であってもよい。例えば、負極層 16 を構成するために、片面に集電体層 119 を有する負極グリーンシート 116 を 2 枚重ねてもよい。集電体層 119 を有する負極グリーンシート 116 を 2 枚重ねる場合には、集電体層 119 同士が接するように重ねることが好ましい。厚み方向に同種のシートを 2 枚以上重ねる場合、重ねたシートは焼結段階で一体化するため、焼結体においては一層となる。図 5 (2) を参照して、積層の際には、正極グリーンシート 112 と負極グリーンシート 116 とを互いに幅方向 (X 軸方向) にずらして配置する。このように配置することによって、積層体 1 (図 2) における一对の側面のうち、一方の側面には正極層 12 が露出するとともに負極層 16 が露出せず、他方の側面には負極層 16 が露出するとともに正極層 12 が露出しない構成を得ることができる。

[0060] 図 5 (3) を参照して、グリーンシート積層体 101 を加圧し、層同士を圧着させる。具体的には、プレスによって、グリーンシート積層体 101 に含まれるグリーンシート同士を圧着させることができる。グリーンシート積層体 101 を厚み方向 (Z 軸方向) にプレスすることが好ましい。プレスの方法は例えば、冷間等方圧加圧 (CIP)、温水等方圧加圧 (WIP)、静水圧プレス等によることができ、特に制限されない。プレスは、加熱しなくてもよい。

[0061] 続いて、グリーンシート積層体101を切断する。図6は、各層が四辺形に形成され、全体が直方体である四角型の焼結体を製造する場合の工程の一部を示す。図6(1)において、切断箇所c1～c4を太線で示している。図6(1)を参照して、まず所定の幅となるように、切断箇所c1、c2においてグリーンシート積層体101の両側面を切断する。切断箇所c1は、正極グリーンシート112を切断し、かつ負極グリーンシート116を切断しない位置である。切断箇所c2は、負極グリーンシート116を切断し、かつ正極グリーンシート112を切断しない位置である。続いて、切断箇所c3、c4において、グリーンシート積層体101の正面と背面を切断する。切断箇所c3、c4は、セパレータグリーンシート120のみを切断し、正極グリーンシート112および負極グリーンシート116を切断しない位置である。次いで、脱脂および焼成を行い、積層体の周縁に絶縁性セラミックス部を有する一体の焼結体9(図6(2))が得られる。脱脂および焼成は、公知の条件および方法で実施できる。

[0062] 図7は、丸型の焼結体を得る場合のグリーンシート積層体911を示す。グリーンシート積層体911は、正極グリーンシート112、負極グリーンシート116、セパレータグリーンシート120をそれぞれパンチなどで円形に切り抜くことによって得られる。図7(1)はグリーンシート積層体911の内部の積層構造を示す模式図である。グリーンシート積層体911の各層を構成する正極グリーンシート112、負極グリーンシート116、セパレータグリーンシート120としては、形状が異なる以外はグリーンシート積層体101を構成する各種グリーンシートと同じものを用いることができる。また、積層順もグリーンシート積層体101と同様にできる。

[0063] 図7(1)を参照して、グリーンシート積層体911に含まれる正極グリーンシート112、負極グリーンシート116はそれぞれ、円の一部分が接線に平行に切除された形状である。この正極グリーンシート112、負極グリーンシート116が、円形のセパレータグリーンシート120を介して交互に積層されている。また、正極グリーンシート112と負極グリーンシート

116とは、切除箇所が互いに逆側に位置するよう配置されている。さらに、積層部分の周縁全体をセパレータグリーンシート120が覆っている。

[0064] グリーンシート積層体911を積層および圧着した後、グリーンシート積層体911を切断する。図7(1)において、切断箇所c8、c9を太線で示している。図7(1)を参照して、切断箇所c8は、負極グリーンシート116と重ならず、かつ正極グリーンシート112を切断する位置である。また、切断箇所c8は負極グリーンシート116の切除部と平行である。この位置でグリーンシート積層体911を切断することによって、断面に正極グリーンシート112およびセパレータグリーンシート120が露出し、かつ負極グリーンシート116が露出しない側面s5(図7(2))が得られる。切断箇所c9は、正極グリーンシート112と重複せず、かつ負極グリーンシート116を切断する位置である。また、切断箇所c9は正極グリーンシート112の切除部と平行である。この位置でグリーンシート積層体911を切断することによって、断面に負極グリーンシート116およびセパレータグリーンシート120が露出し、かつ正極グリーンシート112が露出しない側面s6(図7(2))が得られる。次いで、脱脂および焼成を行い、積層部の周縁に絶縁性セラミックス部が形成された一体の焼結体91が得られる。

[0065] 焼結体を得られれば、続いて、焼結体の両側面に集電体を取り付ける。例えば、図1を参照して、焼結体9の第1の側面s1に正極集電体14を、第2の側面s2に負極集電体18を、それぞれ取り付ける。正極集電体14、負極集電体18としては、導電性の材料を用いることができ、例えば、アルミニウム箔等を用いればよい。正極集電体14は、第1の側面s1の全体を覆うように取り付けられ、さらに、焼結体9の下面に延在するよう構成される。負極集電体18は、第2の側面s2の全体を覆うように取り付けられ、さらに、焼結体9の上面に延在するよう構成される。焼結体9と正極集電体14との間、焼結体9と負極集電体18の間は、導電性接着剤を用いて接着することができる。導電性接着剤としては例えば、導電性カーボンペー

ストを用いることができる。導電性接着剤層の厚みは、接着剤層としての効果を発揮し、発明の効果を妨げない限り特に制限されないが、例えば1～500 μm 程度とできる。

[0066] 上記の製造方法で得られた電極を公知の方法および条件に従って外装体の内部に收容し、電解液を封入して、リチウムイオン電池を得ることができる。

[0067] [実施例および比較例]

以下、実施例および比較例を示して本開示のリチウムイオン電池をより詳しく説明する。サンプル1～7は本開示にかかるリチウムイオン電池の実施例である。サンプル8、9は、本開示にかかるリチウムイオン電池の範囲外の例であり比較例である。

[0068] [サンプル1]

以下の1～8に記載の方法に従ってリチウムイオン電池を作製した。

[0069] 1. 積層体の作製

(1)～(3)の条件および方法で焼結体を構成する各層のグリーンシートを作製した。なお、(1)～(3)において、スラリーの粘度はブルックフィールド社製LVT型粘度計で測定した。スラリーをPETフィルム上に成形する際にはドクターブレード法を用いた。

[0070] (1) LCOグリーンシート（正極グリーンシート）の作製

Li/Coのモル比が1.01となるように秤量された Co_3O_4 粉末（正同化学工業株式会社製）と Li_2CO_3 粉末（本荘ケミカル株式会社製）を混合後、780℃で5時間保持した。得られた粉末をポットミルにて体積基準 D_{50} が0.4 μm となるように粉碎して、LCO板状粒子からなる粉末を得た。得られたLCO粉末100重量部と、分散媒（トルエン：イソプロパノール＝1：1）100重量部と、バインダー（ポリビニルブチラール：品番BM-2、積水化学工業株式会社製）10重量部と、可塑剤（DOP：Di(2-ethylhexyl)phthalate、黒金化成株式会社製）2重量部と、分散剤（製品名：レオドールSP-030、花王株式会社製）

4. 5重量部とを混合した。得られた混合物を減圧下で攪拌して脱泡するとともに、粘度を4000cPに調整することによって、LCOスラリーを調製した。調製されたスラリーをPETフィルム上にシート状に成形することによって、LCOグリーンシートを形成した。焼成後の正極層の厚みが24 μ mになるように調整した。

[0071] (2) LTOグリーンシート（負極グリーンシート）の作製

LTO粉末（体積基準 D_{50} 粒径0.6 μ m、石原産業株式会社製）100重量部と、分散媒（トルエン：イソプロパノール＝1：1）100重量部と、バインダー（ポリビニルブチラル：品番BM-2、積水化学工業株式会社製）10重量部と、可塑剤（DOP：Di(2-ethylhexyl)phthalate、黒金化成株式会社製）2重量部と、分散剤（製品名：レオドルSP-030、花王株式会社製）2重量部とを混合した。得られた負極原料混合物を減圧下で攪拌して脱泡するとともに、粘度を4000cPに調整することによって、LTOスラリーを調製した。調製されたスラリーをPETフィルム上にシート状に成形することによって、LTOグリーンシートを形成した。焼成後の負極層の厚みが10 μ mになるように調整した。

[0072] (2') 負極集電体層の形成

(2) で作製したLTOグリーンシートの片面に、印刷機にてAgペースト（田中貴金属工業株式会社製、品名：NP423C1）を印刷した。印刷層の厚みは、焼成後5 μ mになるようにした。

[0073] (3) セパレータグリーンシート・絶縁層グリーンシートの作製

Li_2CO_3 粉末（本荘ケミカル株式会社製）と Al_2O_3 （住友化学株式会社製、品名：AKP-20）とを、 Li/Al のモル比が1.00となるように混合後、900℃で5時間熱処理して $LiAlO_2$ 粉末を得た。 $LiAlO_2$ 粉末（体積基準 D_{50} 粒径1.5 μ m）100重量部と、分散媒（トルエン：イソプロパノール＝1：1）100重量部と、バインダー（ポリビニルブチラル：品番BM-2、積水化学工業株式会社製）20重量部と、可塑剤

(DOP : Di (2 - e t h y l h e x y l) p h t h a l a t e、黒金化成株式会社製) 4 重量部と、分散剤 (製品名 : レオドール S P - O 3 0、花王株式会社製) 2 重量部とを混合した。得られた原料混合物を減圧下で攪拌して脱泡するとともに、粘度を 4 0 0 0 c P に調整することによって、スラリーを調製した。調製されたスラリーを P E T フィルム上にシート状に成形することによって、セパレータグリーンシートを形成した。正極層と負極層の間に位置するセパレータの厚みは、焼成後に 2 5 μ m になるようにした。正極層の隣に位置するセパレータ (絶縁層) の厚みは、焼成後に正極層と同じ厚みになるようにした。負極層の隣に位置するセパレータ (絶縁層) の厚みは、焼成後に負極層及び集電集電体層と同じ厚みになるようにした。

[0074] 2. シートの切断

1. で得られたグリーンシートをそれぞれ積層するために切断した。すなわち、正極グリーンシートと負極グリーンシートをそれぞれ直径 1 5 . 5 m m の丸形パンチャーで打ち抜き、円形のグリーンシートを得た。さらに、それぞれの円形グリーンシートを、端面の 1 点から中心方向に 2 m m の位置にて当該点における接線と平行に直線的に切断した。

[0075] 3. 積層、圧着および積層体の切断

次いで、[図 5] (1) に示す積層順にて、積層体に形成されるセル数が 1 5 となるよう、各種グリーンシートを積層した。[図 7] に示すように、正極グリーンシートおよび負極グリーンシートはそれぞれの切断端面が円の中心を挟んで対向する位置となるよう配置された。続いて、グリーンシート積層体をプレスし、グリーンシート同士を圧着させた。

圧着したグリーンシート積層体を直径 1 6 m m のハンドパンチャーで打ち抜いた。さらに、[図 7] に示すように、平行する 2 直線に沿って 2 箇所を切断した。切断位置は、一方の端面においては正極およびセパレータが露出し、かつ負極層は露出しない位置、他方の端面においては負極層およびセパレータが露出し、かつ正極層が露出しない位置とした。

[0076] 4. 脱脂および焼成

続いて、切断された積層体を、室温から600℃まで昇温して5時間脱脂した後、800℃まで昇温して10分間保持する焼成を行い、その後冷却した。

正極およびセパレータが露出した面に、導電性カーボンペーストを介して正極集電体としてのアルミニウム箔を配置した。また、負極およびセパレータが露出した面に、導電性カーボンペーストを介して負極集電体としてのアルミニウム箔を配置した。

[0077] 5. 導電性カーボンペーストの調製

純水に対してバインダー（CMC：MAC350HC、日本製紙株式会社製）が1.2wt%となるように秤量し、スターラー混合で溶解させて、1.2wt% CMC溶液を得た。カーボン分散液（品番：BPW-229、日本黒鉛株式会社製）および分散材溶液（品番LB-300、昭和電工株式会社製）を準備した。続いて、カーボン分散液と分散材溶液と1.2wt% CMC溶液とが、0.22：0.29：1となるように秤量し、これを自公転ミキサーにより混合して、導電性カーボンペーストを調製した。

[0078] 6. 積層一体焼結体の正極露出面とアルミニウム箔を導電性カーボンペーストで接合

正極集電体としてのアルミニウム箔上に、5. で得た導電性カーボンペーストをスクリーン印刷した。未乾燥の印刷パターン（導電性カーボンペーストが塗布された領域）内に収まるように、4. で得た積層一体焼結体の正極露出面が接着されるように載置し、指で軽く押さえつけた後に、50℃で60分間真空乾燥させた。このようにして、積層一体焼結体の正極露出面と正極集電体とが、導電性カーボン接着層を介して接着された。なお、導電性カーボン接着剤層の厚みは30μmとした。

[0079] 7. 積層一体焼結体の負極露出面とアルミニウム箔を導電性カーボンペーストで接合

6. と同様にして、積層一体焼結体の負極露出面に、導電性カーボン接着層を介して、負極集電体としてのアルミニウム箔を接着した。

[0080] 8. リチウムイオン電池の作製

電池ケースを構成することになる正極缶と負極缶との間に、正極缶から負極缶に向かって、正極集電体、積層一体焼結体、並びに負極集電体がこの順に積層されるように收容し、電解液を充填した後に、ガスケットを介して正極缶と負極缶とをかしめることによって封止した。こうして、直径20mm、厚み1.6mmのコインセル形のリチウムイオン電池を作製した。[図8] にリチウムイオン電池の外観の概略斜視図を示す。電解液としては、プロピレンカーボネート(PC)およびγ-ブチロラクトン(GBL)を1:3の体積比で混合した有機溶媒に、 LiPF_6 を1.5mol/Lの濃度となるように溶解させた液を用いた。

[0081] [サンプル2]

セパレータとして、 LiAlO_2 および MgO を含むものを用いた以外はサンプル1と同様にして、リチウムイオン電池を作製した。

・ LiAlO_2 および MgO を含むセパレータグリーンシート・絶縁層グリーンシートの作製

Li_2CO_3 粉末(本荘ケミカル株式会社製)と Al_2O_3 (住友化学株式会社製、品名:AKP-20)とを、 Li/Al のモル比が1.00となるように混合後、900℃で5時間熱処理して LiAlO_2 粉末を得た。炭酸マグネシウム粉末(神島化学工業株式会社製)を900℃で5時間熱処理して MgO 粉末を得た。得られた LiAlO_2 粉末と MgO 粉末とを体積比50VOL%:50VOL%で混合した。得られた混合粉末(体積基準 D_{50} 粒径0.4 μm)100重量部と、分散媒(トルエン:イソプロパノール=1:1)100重量部と、バインダー(ポリビニルブチラル:品番BM-2、積水化学工業株式会社製)20重量部と、可塑剤(DOP:Di(2-ethylhexyl)phthalate、黒金化成株式会社製)4重量部と、分散剤(製品名:レオドールSP-O30、花王株式会社製)2重量部とを混合した。得られた原料混合物を減圧下で攪拌して脱泡するとともに、粘度を4000cPに調整することによって、スラリーを調製した。調製されたス

ラリーをPETフィルム上にシート状に成形することによって、セパレータグリーンシートを形成した。

[0082] [サンプル3]

セパレータとして、 LiAlO_2 および Li_2ZrO_3 を含むものを用いた以外はサンプル1と同様にしてリチウムイオン電池を作製した。

・ LiAlO_2 および Li_2ZrO_3 を含むセパレータグリーンシート・絶縁層グリーンシートの作製

Li_2CO_3 粉末（本荘ケミカル株式会社製）と Al_2O_3 （住友化学株式会社製、品名：AKP-20）とを、 Li/Al のモル比が1.00となる様に混合後、 900°C で5時間熱処理して LiAlO_2 粉末を得た。 Li_2CO_3 粉末（本荘ケミカル株式会社製）と ZrO_2 （東ソー株式会社製、品名：TZ-0）を Li/Zr のモル比が2.00となるように混合後、 900°C で5時間熱処理して Li_2ZrO_3 粉末を得た。得られた LiAlO_2 粉末と Li_2ZrO_3 粉末とを体積比50VOL%：50VOL%で混合した。得られた混合粉末（体積基準 D_{50} 粒径 $0.4\mu\text{m}$ ）100重量部と、分散媒（トルエン：イソプロパノール=1：1）100重量部と、バインダー（ポリビニルブチラール：品番BM-2、積水化学工業株式会社製）20重量部と、可塑剤（DOP：Di(2-ethylhexyl)phthalate、黒金化成株式会社製）4重量部と、分散剤（製品名：レオドールSP-030、花王株式会社製）2重量部とを混合した。得られた原料混合物を減圧下で攪拌して脱泡するとともに、粘度を4000cPに調整することによって、スラリーを調製した。調製されたスラリーをPETフィルム上にシート状に成形することによって、セパレータグリーンシートを形成した。

[0083] [サンプル4]

セパレータとして、 LiAlO_2 および ZrO_2 を含むものを用いた以外はサンプル1と同様にしてリチウムイオン電池を作製した。

・ LiAlO_2 および ZrO_2 を含むセパレータグリーンシート・絶縁層グリーンシートの作製

Li_2CO_3 粉末（本荘ケミカル株式会社製）と Al_2O_3 （住友化学株式会社製、品名：AKP-20）とを、 Li/Al のモル比が 1.00 となるように混合後、 900°C で 5 時間熱処理して LiAlO_2 粉末を得た。得られた LiAlO_2 粉末と ZrO_2 （東ソー株式会社製、品名 TZ-0）粉末とを体積比 90 VOL% : 10 VOL% で混合した。得られた混合粉末（体積基準 D_{50} 粒径 $0.4\ \mu\text{m}$ ）100 重量部と、分散媒（トルエン：イソプロパノール = 1 : 1）100 重量部と、バインダー（ポリビニルブチラール：品番 BM-2、積水化学工業株式会社製）20 重量部と、可塑剤（DOP : Di (2-ethylhexyl) phthalate、黒金化成株式会社製）4 重量部と、分散剤（品名：レオドール SP-030、花王株式会社製）2 重量部とを混合した。得られた原料混合物を減圧下で攪拌して脱泡するとともに、粘度を 4000 cP に調整することによって、スラリーを調製した。調製されたスラリーを PET フィルム上にシート状に成形することによって、セパレータグリーンシートを形成した。

[0084] [サンプル 5]

セパレータとして、 LiAlO_2 および Al_2O_3 を含むものを用いた以外はサンプル 1 と同様にしてリチウムイオン電池を作製した。

・ LiAlO_2 および Al_2O_3 を含むセパレータグリーンシート・絶縁層グリーンシートの作製

Li_2CO_3 粉末（本荘ケミカル株式会社製）と Al_2O_3 （住友化学株式会社製、品名：AKP-20）とを、 Li/Al のモル比が 1.00 となるように混合後、 900°C で 5 時間熱処理して LiAlO_2 粉末を得た。得られた LiAlO_2 粉末と Al_2O_3 粉末（住友化学株式会社製、品名：AKP-20）とを、体積比 90 VOL% : 10 VOL% で混合した。得られた混合粉末（体積基準 D_{50} 粒径 $0.4\ \mu\text{m}$ ）100 重量部と、分散媒（トルエン：イソプロパノール = 1 : 1）100 重量部と、バインダー（ポリビニルブチラール：品番 BM-2、積水化学工業株式会社製）20 重量部と、可塑剤（DOP : Di (2-ethylhexyl) phthalate、黒金化成株式

会社製) 4重量部と、分散剤(品名:レオドールSP-O30、花王株式会社製) 2重量部とを混合した。得られた原料混合物を減圧下で攪拌して脱泡するとともに、粘度を4000cPに調整することによって、スラリーを調製した。調製されたスラリーをPETフィルム上にシート状に成形することによって、セパレータグリーンシートを形成した。

[0085] [サンプル6]

セパレータとして、 LiAlO_2 および Li_3AlO_4 を含むものを用いた以外はサンプル1と同様にしてリチウムイオン電池を作製した。

・ LiAlO_2 および Li_3AlO_4 を含むセパレータグリーンシート・絶縁層グリーンシートの作製

Li_2CO_3 粉末(本荘ケミカル株式会社製)と Al_2O_3 (住友化学株式会社製、品名:AKP-20)とを、 Li/Al のモル比が1.00となるように混合後、900℃で5時間熱処理して LiAlO_2 粉末を得た。 Li_2CO_3 粉末(本荘ケミカル株式会社製)と Al_2O_3 粉末(住友化学株式会社製、品名:AKP-20)とを、 Li/Al のモル比が3.00となるように混合後、900℃で5時間熱処理して Li_3AlO_4 粉末を得た。得られた LiAlO_2 粉末と Li_3AlO_4 粉末とを体積比80VOL%:20VOL%で混合した。得られた混合粉末(体積基準 D_{50} 粒径0.4 μm) 100重量部と、分散媒(トルエン:イソプロパノール=1:1) 100重量部と、バインダー(ポリビニルブチラール:品番BM-2、積水化学工業株式会社製) 20重量部と、可塑剤(DOP:Di(2-ethylhexyl)phthalate、黒金化成株式会社製) 4重量部と、分散剤(製品名:レオドールSP-O30、花王株式会社製) 2重量部とを混合した。得られた原料混合物を減圧下で攪拌して脱泡するとともに、粘度を4000cPに調整することによって、スラリーを調製した。調製されたスラリーをPETフィルム上にシート状に成形することによって、セパレータグリーンシートを形成した。

[0086] [サンプル7]

セパレータとして、 LiAlO_2 および LiAl_5O_8 を含むものを用いた以外はサンプル1と同様にしてリチウムイオン電池を作製した。

・ LiAlO_2 および LiAl_5O_8 を含むセパレータグリーンシート・絶縁層グリーンシートの作製

Li_2CO_3 粉末（本荘ケミカル株式会社製）と Al_2O_3 （住友化学株式会社製、品名：AKP-20）とを、 Li/Al のモル比が1.00となるように混合後、 900°C で5時間熱処理して LiAlO_2 粉末を得た。 Li_2CO_3 粉末（本荘ケミカル株式会社製）と Al_2O_3 （住友化学株式会社製、品名：AKP-20）とを、 Li/Al のモル比が0.20となる様に混合後、 900°C で5時間熱処理して LiAl_5O_8 粉末を得た。得られた LiAlO_2 粉末と LiAl_5O_8 粉末とを体積比80VOL%：20VOL%で混合した。得られた混合粉末（体積基準 D_{50} 粒径 $0.4\mu\text{m}$ ）100重量部と、分散媒（トルエン：イソプロパノール＝1：1）100重量部と、バインダー（ポリビニルブチラル：品番BM-2、積水化学工業株式会社製）20重量部と、可塑剤（DOP：Di(2-ethylhexyl)phthalate、黒金化成株式会社製）4重量部と、分散剤（製品名：レオドールSP-030、花王株式会社製）2重量部とを混合した。得られた原料混合物を減圧下で攪拌して脱泡するとともに、粘度を4000cPに調整することによって、スラリーを調製した。調製されたスラリーをPETフィルム上にシート状に成形することによって、セパレータグリーンシートを形成した。

[0087] [サンプル8]

セパレータとして、 MgO およびガラスフリットを含むものを用いた以外はサンプル1と同様にしてリチウムイオン電池を作製した。

・ MgO およびガラスフリットを含むセパレータグリーンシート・絶縁層グリーンシートの作製

炭酸マグネシウム粉末（神島化学工業株式会社製）を 900°C で5時間熱処理して MgO 粉末を得た。得られた MgO 粉末とガラスフリット（日本フリット株式会社製、CKO199）を重量比7：3で混合した。得られた混

合粉末（体積基準 D_{50} 粒径 $0.4\mu\text{m}$ ）100重量部と、分散媒（トルエン：イソプロパノール＝1：1）100重量部と、バインダー（ポリビニルブチラール：品番BM-2、積水化学工業株式会社製）30重量部と、可塑剤（DOP：Di（2-ethylhexyl）phthalate、黒金化成株式会社製）6重量部と、分散剤（製品名：レオドールSP-O30、花王株式会社製）2重量部とを混合した。得られた原料混合物を減圧下で攪拌して脱泡するとともに、粘度を4000cPに調整することによって、スラリーを調製した。調製されたスラリーをPETフィルム上にシート状に成形することによって、セパレータグリーンシートを形成した。

[0088] [サンプル9]

セパレータとして、 LiAlO_2 および MgO を含むものを用いた以外はサンプル1と同様にしてリチウムイオン電池を作製した。

・ LiAlO_2 および MgO を含むセパレータグリーンシート・絶縁層グリーンシートの作製

Li_2CO_3 粉末（本荘ケミカル株式会社製）と Al_2O_3 （住友化学株式会社製、品名：AKP-20）とを、 Li/Al のモル比が1.00となるように混合後、 900°C で5時間熱処理して LiAlO_2 粉末を得た。炭酸マグネシウム粉末（神島化学工業株式会社製）を 900°C で5時間熱処理して MgO 粉末を得た。得られた LiAlO_2 粉末と MgO 粉末とを体積比30VOL%：70VOL%で混合した。得られた混合粉末（体積基準 D_{50} 粒径 $0.4\mu\text{m}$ ）100重量部と、分散媒（トルエン：イソプロパノール＝1：1）100重量部と、バインダー（ポリビニルブチラール：品番BM-2、積水化学工業株式会社製）20重量部と、可塑剤（DOP：Di（2-ethylhexyl）phthalate、黒金化成株式会社製）4重量部と、分散剤（製品名：レオドールSP-O30、花王株式会社製）2重量部とを混合した。得られた原料混合物を減圧下で攪拌して脱泡するとともに、粘度を4000cPに調整することによって、スラリーを調製した。調製されたスラリーをPETフィルム上にシート状に成形することによって、セパレータ

グリーンシートを形成した。

[0089] [評価]

得られたサンプル1～9のリチウムイオン電池について、評価1に記載の方法によって評価を行った。

[0090] 評価1. 高温充放電性の評価

得られたリチウムイオン電池について、85℃環境下で、100個の電池について定電流・低電圧（CCCV）充電（0.1C／0.01C）を行った。0.01VにてCV充電が終了したものが95%以上（95個以上）である場合に合格、95%未満（95個未満）である場合に不合格とした。

[0091] サンプル1～9のリチウムイオン電池の構成および評価結果を[表1]にまとめて示す。[表1]中、「LAO」とはLiAlO₂を意味している。

[0092] [表1]

	セパレータ		LAO比率 (vol%)	負極集電体層	高温充放電評価
サンプル1	LiAlO ₂	-	100	Ag	合格
サンプル2	LiAlO ₂	MgO	50	Ag	合格
サンプル3	LiAlO ₂	Li ₂ ZrO ₃	50	Ag	合格
サンプル4	LiAlO ₂	ZrO ₂	90	Ag	合格
サンプル5	LiAlO ₂	Al ₂ O ₃	90	Ag	合格
サンプル6	LiAlO ₂	Li ₃ AlO ₄	80	Ag	合格
サンプル7	LiAlO ₂	LiAl ₅ O ₈	80	Ag	合格
サンプル8	MgO	ガラスフリット	0	Ag	不合格
サンプル9	LiAlO ₂	MgO	30	Ag	不合格

[0093] [表1]に示されるように、サンプル1～サンプル7のリチウムイオン電池は、高温充放電評価においていずれも「合格」と評価された。サンプル1～サンプル7のリチウムイオン電池は、負極集電体層としてAgを用い、セパレータとしてLiAlO₂を50体積%以上含むものである。負極集電体層としてAgを採用し、セパレータとしてリチウムアルミネートを含む焼結体を用いたリチウムイオン電池は、高温環境下に置かれた場合でも確実に充放電を行えることが確認された。これに対して、負極集電体層としてAgを採

用し、セパレータとしてMgOおよびガラスを含有する従来のセラミックセパレータを含むサンプル8のリチウムイオン電池は高温充放電評価の結果が不十分であった。また、セパレータにおけるLiAlO₂の比率が30体積%であるサンプル9のリチウムイオン電池は、高温充放電評価の結果が不十分であった。高温下において電極内部での微短絡や短絡が生じたものと考えられた。

[0094] 今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって、どのような面からも制限的なものではないと理解されるべきである。本開示の範囲は上記した説明ではなく、特許請求の範囲によって規定され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

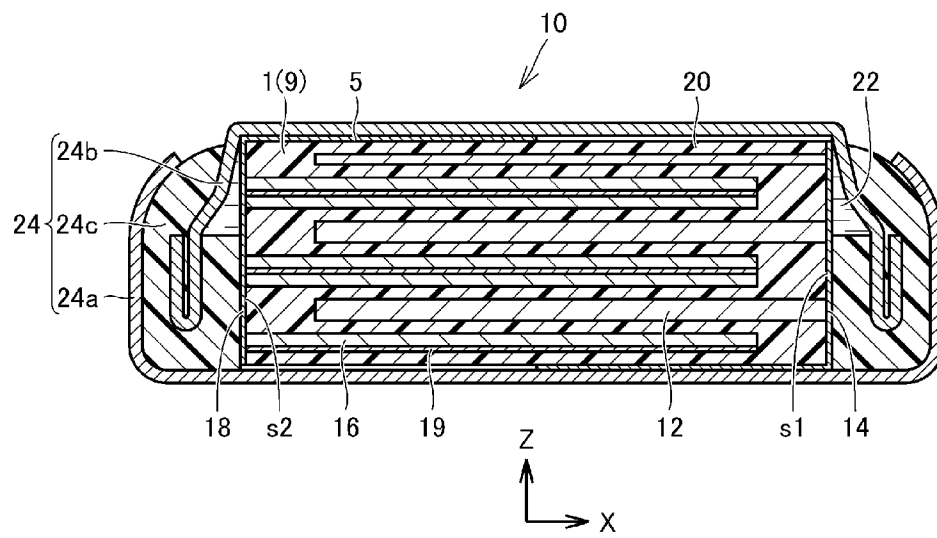
[0095] 1 積層体、5 電極、10 リチウムイオン電池、12 正極層、16 負極層、14 正極集電体、18 負極集電体、19 負極集電体層、20 セパレータ、22 電解液、24 外装体、24a 正極缶、24b 負極缶、24c ガスケット、51、52 絶縁層、9、91 焼結体、101 グリーンシート積層体、112 正極グリーンシート、116 負極グリーンシート、120 セパレータグリーンシート。

請求の範囲

- [請求項1] 複数の正極層と、複数の負極層と、前記正極層と前記負極層との間に配置されたセパレータと、を含み、
前記複数の正極層と、前記複数の負極層と、前記セパレータとが一体に焼結された一体焼結体を含む電極と、
前記電極に含浸された電解液と、
前記電極と前記電解液とが収容された外装体と、
を備え、
前記電極において、前記負極層に接して負極集電体層が備えられ、
前記負極集電体層は Ag を含み、
前記セパレータは LiAlO_2 を含み、前記セパレータにおける LiAlO_2 の含有割合は、50体積%以上である、
リチウムイオン電池。
- [請求項2] 前記セパレータは、 LiAlO_2 と、 LiAlO_2 以外の金属酸化物とを含む、
請求項1に記載のリチウムイオン電池。
- [請求項3] 前記正極層がリチウム複合酸化物焼結体で構成され、前記負極層がチタン含有焼結体で構成される、
請求項1または請求項2に記載のリチウムイオン電池。
- [請求項4] 前記負極集電体層の厚みが0.1 μm 以上60 μm 以下であり、
前記セパレータの厚みが1 μm 以上50 μm 以下である、
請求項1または請求項2に記載のリチウムイオン電池。

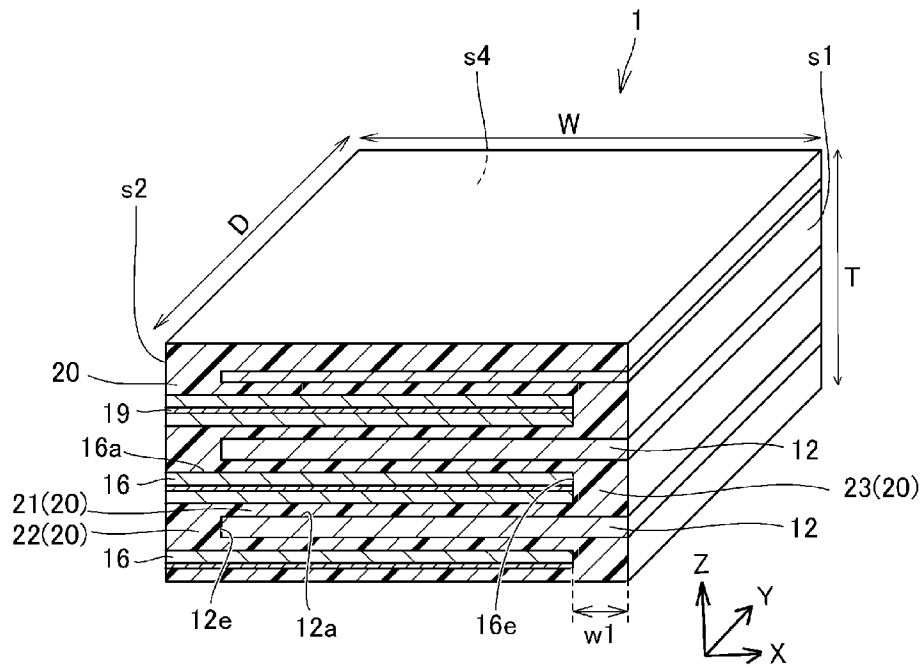
[図1]

FIG.1



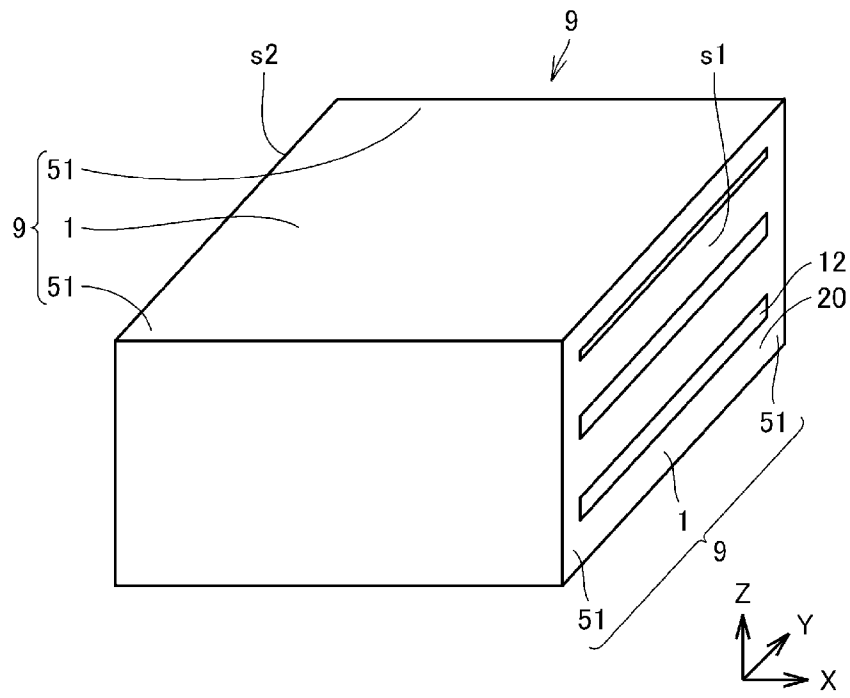
[図2]

FIG.2

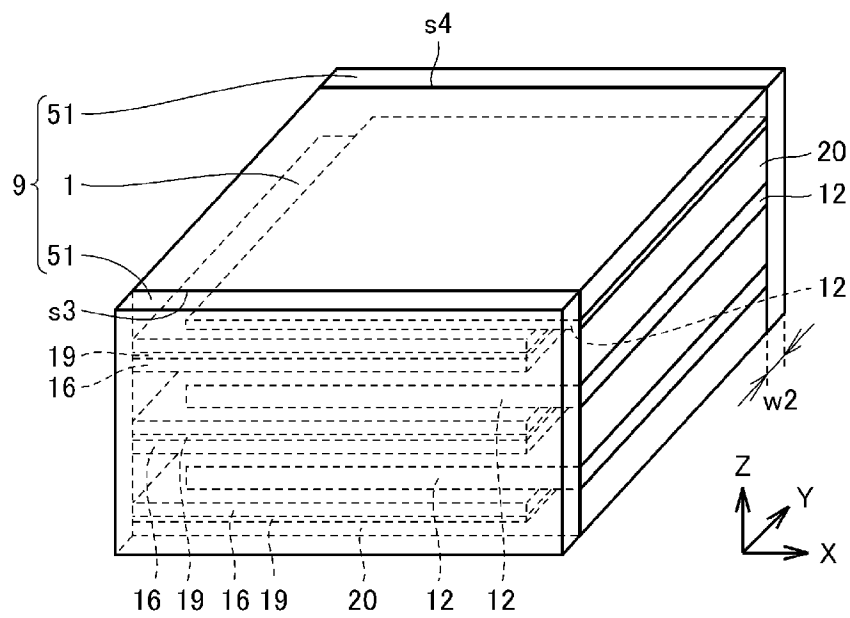


[図3]

FIG.3



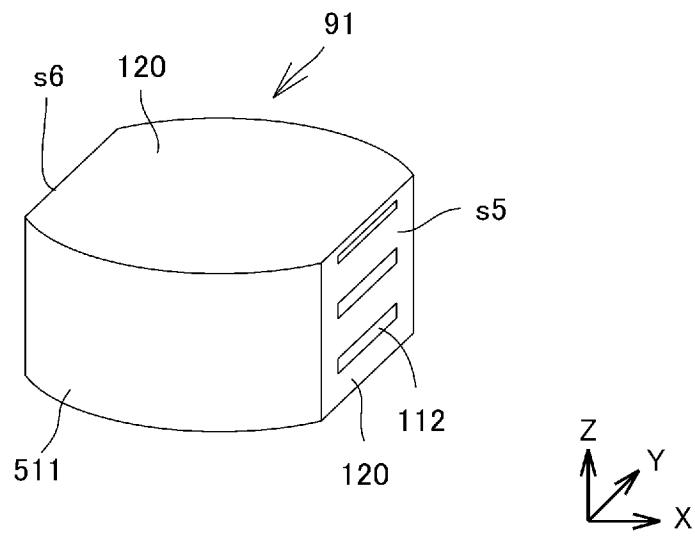
(a)



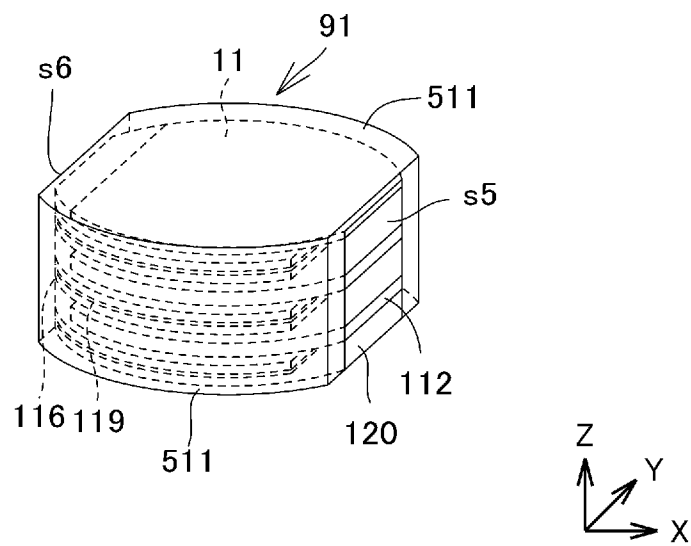
(b)

[図4]

FIG.4

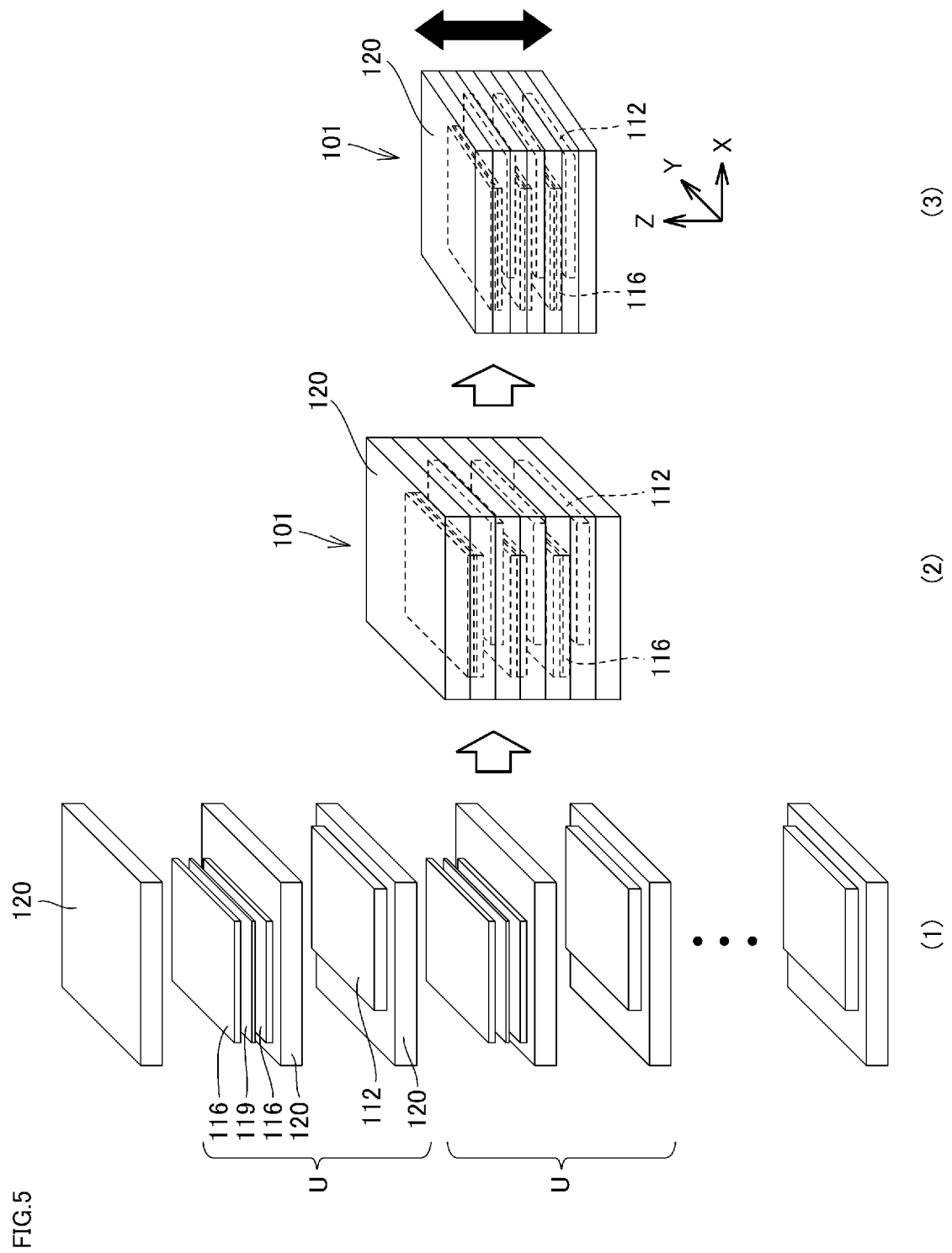


(a)



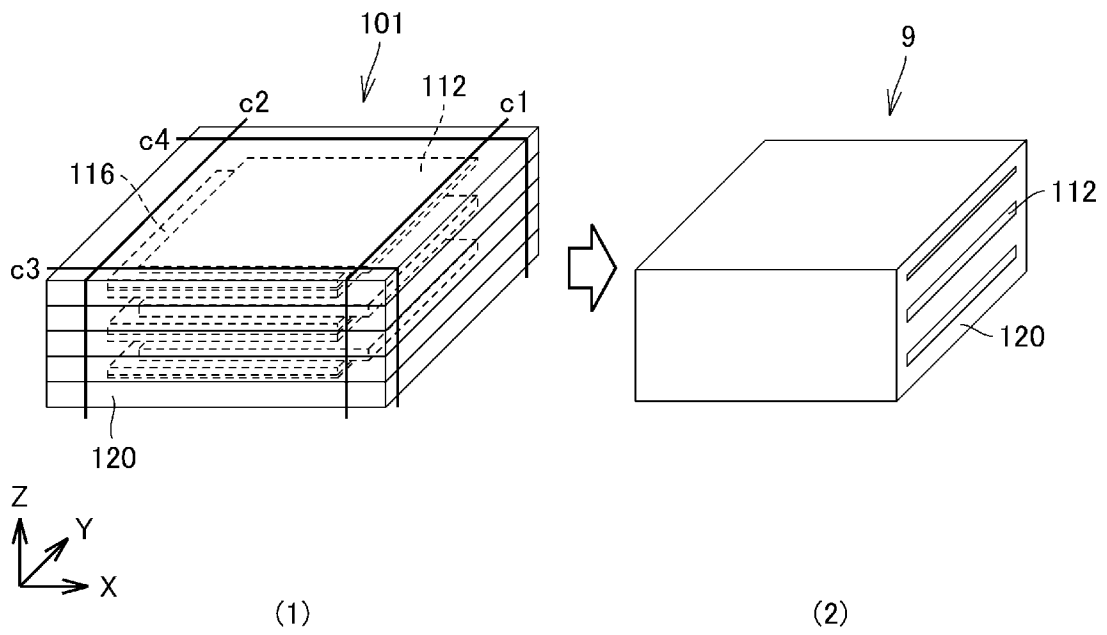
(b)

[図5]



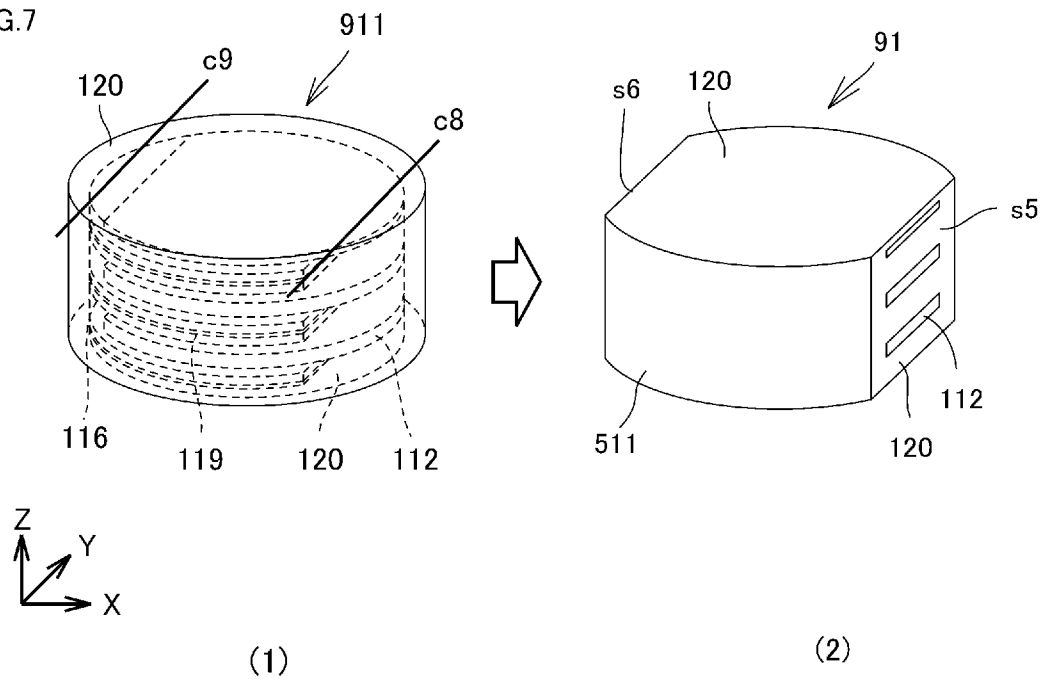
[図6]

FIG.6



[図7]

FIG.7



[図8]

FIG.8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/011333

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01M 10/0585 (2010.01)i; H01M 4/131 (2010.01)i; H01M 4/66 (2006.01)i; H01M 10/0525 (2010.01)i; H01M 10/0566 (2010.01)i; H01M 50/434 (2021.01)i; H01M 50/46 (2021.01)i; H01M 50/489 (2021.01)i FI: H01M10/0585; H01M50/434; H01M4/66 A; H01M10/0525; H01M4/131; H01M10/0566; H01M50/46; H01M50/489 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) H01M4/00-4/84, 10/05-10/0587, 10/36-10/39, 50/40-50/497 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.
Y	WO 2022/044409 A1 (NGK INSULATORS LTD.) 03 March 2022 (2022-03-03) claims 1-8, paragraphs [0012]-[0067]	1-4
Y	CN 110858661 A (BYD CO., LTD.) 03 March 2020 (2020-03-03) claim 1, paragraphs [0045]-[0161]	1-4
Y	WO 2021/214946 A1 (NGK INSULATORS LTD.) 28 October 2021 (2021-10-28) paragraphs [0048], [0054]	1-4
☐ 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 31 May 2024		Date of mailing of the international search report 11 June 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/011333

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2022/044409	A1	03 March 2022	US 2023/0198110 A1 claims 1-8, paragraphs [0033]- [0108] EP 4207378 A1 KR 10-2023-0038792 A CN 115956305 A	
CN	110858661	A	03 March 2020	(Family: none)	
WO	2021/214946	A1	28 October 2021	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

H01M 10/0585(2010.01)i; H01M 4/131(2010.01)i; H01M 4/66(2006.01)i; H01M 10/0525(2010.01)i;
H01M 10/0566(2010.01)i; H01M 50/434(2021.01)i; H01M 50/46(2021.01)i; H01M 50/489(2021.01)i
FI: H01M10/0585; H01M50/434; H01M4/66 A; H01M10/0525; H01M4/131; H01M10/0566; H01M50/46; H01M50/489

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））

H01M4/00-4/84, 10/05-10/0587, 10/36-10/39, 50/40-50/497

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
Y	WO 2022/044409 A1（日本碍子株式会社）03.03.2022（2022-03-03） 請求項1-8、[0012]-[0067]	1-4
Y	CN 110858661 A（BYD COMPANY LIMITED）03.03.2020（2020-03-03） 請求項1、[0045]-[0161]	1-4
Y	WO 2021/214946 A1（日本碍子株式会社）28.10.2021（2021-10-28） [0048]、[0054]	1-4

☐ 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、一般的技术水準を示すもの
“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
31.05.2024

国際調査報告の発送日
11.06.2024

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）

片山 真紀 4M 4505

電話番号 03-3581-1101 内線 3477

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/JP2024/011333

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2022/044409	A1	03.03.2022	US 2023/0198110 A1 請求項 1 - 8、[0033] - [0108] EP 4207378 A1 KR 10-2023-0038792 A CN 115956305 A	
CN	110858661	A	03.03.2020	(ファミリーなし)	
WO	2021/214946	A1	28.10.2021	(ファミリーなし)	