



森ビル 2 2 階 私書箱 5 1 3 号 セリオ 国
際特許商標事務所 Tokyo (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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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))

positive electrode side of the battery part 10 is electrically connected with the first metal layer 313 of the first laminated film 31, and the negative electrode side of the battery part 10 is electrically connected to the second metal layer 323 of the second laminated film 32.

(57) 要約: リチウムイオン二次電池 1 は、リチウムイオンを用いた充放電を行う電池部 10 と、電池部 10 を内部に収容する外装部 30 とを備えている。外装部 30 は、第 1 金属層 313 および第 1 熱融着性樹脂層 315 を含む第 1 積層フィルム 31 と、第 2 金属層 323 および第 2 熱融着性樹脂層 325 を含む第 2 積層フィルム 32 とを、第 1 熱融着性樹脂層 315 および第 2 熱融着性樹脂層 325 を熱融着することで構成されている。そして、電池部 10 の正極側は、第 1 積層フィルム 31 の第 1 金属層 313 と電氣的に接続されており、電池部 10 の負極側は、第 2 積層フィルム 32 の第 2 金属層 323 と電氣的に接続されている。

明 細 書

発明の名称：

リチウムイオン二次電池、リチウムイオン二次電池の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、リチウムイオン二次電池、リチウムイオン二次電池の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 正極活物質を含む正極と、負極活物質を含む負極と、リチウムイオン伝導性を有し且つ正極と負極との間に介在する電解質とを含み、充放電が可能な電池部と、電池部を内部に収容することで電池部を外気等から封止する外装部とを備えたリチウムイオン二次電池が知られている。

[0003] ここで、外装部には、気体、液体および固体に対する高いバリア性が要求される。特許文献1には、金属箔層と熱融着性樹脂層とを積層してなるラミネート外装材を用い、熱融着フィルム同士を熱融着することで外装部を構成することが記載されている。

[0004] また、電池部を構成する電解質としては、従来から有機電解液等が用いられてきた。これに対し、特許文献2には、電解質として無機材料からなる固体電解質を用いるとともに、負極、固体電解質および正極をすべて薄膜で構成することが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2016-129091号公報

特許文献2：特開2013-73846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、薄膜型の電池部と、電池部を内部に収容する外装部とを用いてリチウムイオン二次電池を構成する場合、外装部とは別に、電池部を積層する

ための基板が必要となっていた。

本発明は、固体電解質を備える薄膜型のリチウムイオン二次電池の構成の簡易化を図ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明のリチウムイオン二次電池は、第1金属層と、当該第1金属層の一方の面に当該第1金属層の一部が露出する第1露出部が形成されるように当該第1金属層に積層される第1樹脂層とを備える第1積層フィルムと、前記第1露出部に露出する前記第1金属層に積層され、第1極性にてリチウムイオンを吸蔵および放出する第1極層と、当該第1極層に積層され、リチウムイオン伝導性を示す無機固体電解質を有する固体電解質層と、当該固体電解質層に積層され、当該第1極性とは逆の第2極性にてリチウムイオンを吸蔵および放出する第2極層とを備える電池部と、第2金属層と、当該第2金属層の一方の面に当該第2金属層の一部が露出する第2露出部が形成されるように当該第2金属層に積層される第2樹脂層とを備え、当該第2露出部にて当該第2金属層が前記第2極層と電気的に接続された状態で、前記第1積層フィルムとの間で前記電池部を封止する第2積層フィルムとを含んでいる。

このようなりチウムイオン二次電池において、前記第2積層フィルムの全周縁は、前記第1積層フィルムの全周縁よりも外側または内側に位置することを特徴とすることができる。

また、前記第1積層フィルムを構成する前記第1金属層はステンレスで構成され、前記第2積層フィルムを構成する前記第2金属層はアルミニウムで構成されることを特徴とすることができる。

さらに、前記第1積層フィルムは、前記第1金属層の他方の面に当該第1金属層の一部が露出する他の第1露出部が形成されるように当該第1金属層に積層される第1絶縁層をさらに備え、前記第2積層フィルムは、前記第2金属層の他方の面に当該第2金属層の一部が露出する他の第2露出部が形成されるように当該第2金属層に積層される第2絶縁層をさらに備えることを特徴とすることができる。

さらにまた、前記電池部を複数備えるとともに、複数の当該電池部が前記第1積層フィルムと前記第2積層フィルムとの間にマトリクス状に配置されることを特徴とすることができる。

そして、前記電池部に設けられた前記第2極層と、前記第2積層フィルムの前記第2露出部に露出する前記第2金属層とが、直接に接触していることを特徴とすることができる。

また、本発明のリチウムイオン二次電池の製造方法は、第1金属層と、当該第1金属層の一方の面に当該第1金属層の一部が露出する第1露出部が形成されるように当該第1金属層に積層される第1樹脂層とを備える第1積層フィルムに対し、当該第1露出部に露出する当該第1金属層の上に、第1極性にてリチウムイオンを吸蔵および放出する第1極層を成膜する工程と、前記第1極層の上に、リチウムイオン伝導性を示す無機固体電解質を有する固体電解質層を成膜する工程と、前記固体電解質層の上に、前記第1極性とは逆の第2極性にてリチウムイオンを吸蔵および放出する第2極層を成膜する工程と、第2金属層と、当該第2金属層の一方の面に当該第2金属層の一部が露出する第2露出部が形成されるように当該第2金属層に積層される第2樹脂層とを備えた第2積層フィルムを、当該第2露出部に露出する当該第2金属層が前記第2極層と対峙するように配置した状態で、前記第1樹脂層と当該第2樹脂層とを融着する工程とを含んでいる。

このようなりチウムイオン二次電池の製造方法において、前記第1極層、前記固体電解質層および前記第2極層を、それぞれスパッタ法によって成膜することを特徴とすることができる。

また、前記スパッタ法による成膜において、短時間での放電と非放電とを繰り返し行うことを特徴とすることができる。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、固体電解質を備える薄膜型のリチウムイオン二次電池の構成の簡易化を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1] (a)、(b)は、実施の形態1が適用されるリチウムイオン二次電池の全体構成を説明するための図である。

[図2]図1 (a)のⅠⅠ－ⅠⅠ断面図である。

[図3] (a)、(b)は、正面側、背面側からみた第1積層フィルムの斜視図である。

[図4]リチウムイオン二次電池の製造方法を説明するためのフローチャートである。

[図5]実施の形態2が適用されるリチウムイオン二次電池の正面図である。

[図6]図5のⅤⅠ－ⅤⅠ断面図である。

[図7]実施の形態1の変形例を説明するための図であって、図1 (a)のⅠⅠ－ⅠⅠ断面図である。

[図8]実施の形態2の変形例を説明するための図であって、図5のⅤⅠ－ⅤⅠ断面図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、添付図面を参照して、本発明の実施の形態について詳細に説明する。なお、以下の説明で参照する図面における各部の大きさや厚さ等は、実際の寸法とは異なっている場合がある。

[0011] <実施の形態1>

[リチウムイオン二次電池の構成]

図1は、実施の形態1が適用されるリチウムイオン二次電池1の全体構成を説明するための図である。ここで、図1 (a)はリチウムイオン二次電池1を正面からみた図であり、図1 (b)はリチウムイオン二次電池1を背面からみた図である。

また、図2は、図1 (a)のⅠⅠ－ⅠⅠ断面図、すなわち、リチウムイオン二次電池1の縦断面を示している。なお、図1 (a)は、図2をⅠA方向からみた図であり、図1 (b)は、図2をⅠB方向からみた図である。

[0012] 本実施の形態のリチウムイオン二次電池1は、リチウムイオンを用いた充電および放電を行う電池部10と、電池部10を内部に収容することで電池

部 10 を外気等から封止する外装部 30 とを備えている。本実施の形態のリチウムイオン二次電池 1 は、全体として見たときに直方体状（実際にはカード状）の形状を呈している。

[0013] [電池部の構成]

まず、電池部 10 の構成について説明を行う。

電池部 10 は、正極層 11 と、正極層 11 上に積層される固体電解質層 12 と、固体電解質層 12 上に積層される負極層 13 と、負極層 13 上に積層される負極集電体層 14 とを有している。ここで、電池部 10 の一方の端部（図 2 においては下側）に位置する正極層 11 は、後述する第 1 積層フィルム 31 に設けられた第 1 金属層 313 と接触している。これに対し、電池部 10 の他方の端部（図 2 においては上側）に位置する負極集電体層 14 は、後述する第 2 積層フィルム 32 に設けられた第 2 金属層 323 と接触している。

[0014] 次に、電池部 10 の各構成要素について、より詳細な説明を行う。

（正極層）

第 1 極層の一例としての正極層 11 は、固体薄膜であって、第 1 極性の一例としての正極性にてリチウムイオンを吸蔵および放出する正極活物質を含むものであれば、特に限定されるものではなく、例えば、マンガン（Mn）、コバルト（Co）、ニッケル（Ni）、鉄（Fe）、モリブデン（Mo）、バナジウム（V）から選ばれる一種以上の金属を含む、酸化物、硫化物あるいはリン酸化物など、各種材料で構成されたものを用いることができる。本実施の形態では、正極層 11 として $\text{Li}_2\text{Mn}_2\text{O}_4$ を用いた。

[0015] 正極層 11 の厚さは、例えば 10 nm 以上 40 μm 以下とすることができる。正極層 11 の厚さが 10 nm 未満であると、得られる電池部 10（リチウムイオン二次電池 1）の容量が小さくなりすぎ、実用的ではなくなる。一方、正極層 11 の厚さが 40 μm を超えると、層形成に時間がかかりすぎるようになってしまい、生産性が低下する。本実施の形態では、正極層 11 の厚さを 600 nm とした。

[0016] また、正極層 11 は、結晶構造を持つものであっても、結晶構造を持たないアモルファスであってもかまわないが、リチウムイオンの吸蔵および放出に伴う膨張および収縮がより等方的になるという点で、アモルファスであることが好ましい。

[0017] さらに、正極層 11 の製造方法としては、各種 PVD（物理的蒸着）や各種 CVD（化学的蒸着）など、公知の成膜手法を用いてかまわないが、生産効率の観点からすれば、スパッタ法（スパッタリング）を用いることが望ましい。この場合、正極層 11 を形成する際に使用するスパッタターゲットに応じて、DC スパッタ法を採用してもよいし、RF スパッタ法を採用してもよい。ただし、正極層 11 として上記 $\text{Li}_2\text{Mn}_2\text{O}_4$ を用いる場合にあっては、RF スパッタ法を採用することが好ましい。

[0018] （固体電解質層）

固体電解質層 12 は、無機材料で構成された固体薄膜であって、リチウムイオン伝導性を示すものであれば、特に限定されるものではなく、酸化物、窒化物、硫化物など、各種材料で構成されたものを用いることができる。本実施の形態では、固体電解質層 12 として、 Li_3PO_4 における酸素の一部を窒素に置き換えた LiPON ($\text{Li}_x\text{PO}_y\text{N}_z$) を用いた。

[0019] 固体電解質層 12 の厚さは、例えば 10 nm 以上 10 μm 以下とすることができる。固体電解質層 12 の厚さが 10 nm 未満であると、得られたリチウムイオン二次電池 1 において、正極層 11 と負極層 13 との間でのリークが生じやすくなる。一方、固体電解質層 12 の厚さが 10 μm を超えると、リチウムイオンの移動距離が長くなり、充放電速度が遅くなる。本実施の形態では、固体電解質層 12 の厚さを 200 nm とした。

[0020] また、固体電解質層 12 は、結晶構造を持つものであっても、結晶構造を持たないアモルファスであってもかまわないが、熱による膨張および収縮がより等方的になるという点で、アモルファスであることが好ましい。

[0021] さらに、固体電解質層 12 の製造方法としては、各種 PVD（物理的蒸着）や各種 CVD（化学的蒸着）など、公知の成膜手法を用いてかまわないが

、生産効率の観点からすれば、スパッタ法（スパッタリング）を用いることが望ましい。この場合、固体電解質層 12 を形成する際に使用するスパッタターゲットには絶縁体が多いことから、RF スパッタ法を採用することが好ましい。

[0022] （負極層）

第2極性の一例としての負極層 13 は、固体薄膜であって、第2極性の一例としての負極性にてリチウムイオンを吸蔵および放出する負極活物質を含むものであれば、特に限定されるものではなく、例えば、炭素（C）やシリコン（Si）を用いることができる。本実施の形態では、負極層 13 として、ホウ素（B）が添加されたシリコン（Si）を用いた。

[0023] 負極層 13 の厚さは、例えば 10 nm 以上 40 μ m 以下とすることができる。負極層 13 の厚さが 10 nm 未満であると、得られる電池部 10（リチウムイオン二次電池 1）の容量が小さくなりすぎ、実用的ではなくなる。一方、負極層 13 の厚さが 40 μ m を超えると、層形成に時間がかかりすぎるようになってしまい、生産性が低下する。本実施の形態では、負極層 13 の厚さを 100 nm とした。

[0024] また、負極層 13 は、結晶構造を持つものであっても、結晶構造を持たないアモルファスであってもかまわないが、リチウムイオンの吸蔵および放出に伴う膨張および収縮がより等方的になるという点で、アモルファスであることが好ましい。

[0025] さらに、負極層 13 の製造方法としては、各種 PVD（物理的蒸着）や各種 CVD（化学的蒸着）など、公知の成膜手法を用いてかまわないが、生産効率の観点からすれば、スパッタ法（スパッタリング）を用いることが望ましい。この場合、負極層 13 を形成するためのスパッタターゲットには半導体が多いことから、DC スパッタ法を採用することが好ましい。

[0026] （負極集電体層）

負極集電体層 14 は、固体薄膜であって、電子伝導性を有するものであれば、特に限定されるものではなく、例えば、チタン（Ti）、アルミニウム

(Al)、銅(Cu)、白金(Pt)、金(Au)などの金属や、これらの合金を含む導電性材料を用いることができる。本実施の形態では、負極集電体層14としてチタン(Ti)を用いた。

[0027] 負極集電体層14の厚さは、例えば5nm以上50μm以下とすることができる。負極集電体層14の厚さが5nm未満であると、集電機能が低下し、実用的ではなくなる。一方、負極集電体層14の厚さが50μmを超えると、層形成に時間がかかりすぎるようになってしまい、生産性が低下する。本実施の形態では、負極集電体層14の厚さを200nmとした。

[0028] また、負極集電体層14の製造方法としては、各種PVD（物理的蒸着）や各種CVD（化学的蒸着）など、公知の成膜手法を用いてかまわないが、生産効率の観点からすれば、スパッタ法（スパッタリング）を用いることが望ましい。この場合、負極集電体層14を形成するためのスパッタターゲットは金属(Ti)であることから、DCスパッタ法を採用することが好ましい。

[0029] [外装部の構成]

続いて、外装部30の構成について説明を行う。

外装部30は、第1積層フィルム31と、第2積層フィルム32とを有している。第1積層フィルム31および第2積層フィルム32は、電池部10を挟んで対向して配置され、第1積層フィルム31と第2積層フィルム32とが電池部10の周囲の全周にわたって熱融着されることにより、電池部10を封止する。これらのうち、第1積層フィルム31は、外装部30の内側となる面側（図2においては上側）に、電池部10を構成する各層（正極層11～負極集電体層14）が積層されることによって、電池部10と一体化している。これに対し、第2積層フィルム32は、外装部30の内側となる面側（図2においては下側）に、電池部10の負極集電体層14が接触しているだけである。したがって、電池部10は、第1積層フィルム31を介して第2積層フィルム32と一体化しているが、電池部10および第1積層フィルム31は、接触するとともに固定された状態にある一方、電池部10お

よび第2積層フィルム32は、接触するものの固定されない状態にある。

[0030] [第1積層フィルム]

最初に、第1積層フィルム31について説明を行う。

図3は、第1積層フィルム31の構成を説明するための図であり、(a)は正面側(図2においては上側)からみた斜視図を、(b)は背面側(図2においては下側)からみた斜視図を、それぞれ示している。以下では、図1および図2に加えて図3も参照しながら、第1積層フィルム31の構成を説明する。

[0031] 第1積層フィルム31は、第1耐熱性樹脂層311と、第1外側接着層312と、第1金属層313と、第1内側接着層314と、第1熱融着性樹脂層315とを、この順でフィルム状に積層して構成されている。すなわち、第1積層フィルム31は、第1耐熱性樹脂層311と第1金属層313と第1熱融着性樹脂層315とを、第1外側接着層312および第1内側接着層314を介して貼り合わせることで構成されている。

[0032] また、第1積層フィルム31における第1熱融着性樹脂層315の形成面側(外装部30において内側)には、第1熱融着性樹脂層315および第1内側接着層314が存在しないことで第1金属層313の一方の面(内側の面)が一部露出する、第1内側露出部316が設けられている。ここで、第1露出部の一例としての第1内側露出部316は、第1積層フィルム31の面方向における中央部側に設けられており、その形状は長方形状である。そして、第1内側露出部316の全周囲には、第1内側接着層314および第1熱融着性樹脂層315による側壁が形成されている。

[0033] さらに、第1積層フィルム31における第1耐熱性樹脂層311の形成面側(外装部30において外側)には、第1耐熱性樹脂層311および第1外側接着層312が存在しないことで第1金属層313の他方の面(外側の面)が露出する、第1外側露出部317が設けられている。ここで、第1外側露出部317は、第1積層フィルム31の長手方向の一端部側に設けられており、その形状は長方形状である。そして、第1外側露出部317の全周囲

には、第1外側接着層312および第1耐熱性樹脂層311による側壁が形成されている。

[0034] 次に、第1積層フィルム31の各構成要素について、より詳細な説明を行う。

(第1耐熱性樹脂層)

第1絶縁層の一例としての第1耐熱性樹脂層311は、外装部30における最外層であり、外部からの突き刺しや摩耗などに対する耐性が高く、且つ、第1熱融着性樹脂層315を熱融着する際の融着温度では溶融しない耐熱性樹脂が用いられる。ここで、第1耐熱性樹脂層311としては、第1熱融着性樹脂層315を構成する熱融着性樹脂の融点より10℃以上融点が高い耐熱性樹脂を用いるのが好ましく、この熱融着性樹脂の融点より20℃以上融点が高い耐熱性樹脂を用いるのが特に好ましい。また、本実施の形態では、後述するように、第1金属層313が電池部10の正の電極を兼ねることから、安全性の観点より、第1耐熱性樹脂層311として電気抵抗値の高い絶縁性樹脂が用いられる。

[0035] 第1耐熱性樹脂層311としては、特に限定されるものではないが、例えば、ポリアミドフィルム、ポリエステルフィルム等が挙げられ、これらの延伸フィルムが好ましく用いられる。中でも、成形性および強度の点で、二軸延伸ポリアミドフィルムまたは二軸延伸ポリエステルフィルム、あるいはこれらを含む複層フィルムが特に好ましく、さらに二軸延伸ポリアミドフィルムと二軸延伸ポリエステルフィルムとが貼り合わされた複層フィルムを用いることが好ましい。ポリアミドフィルムとしては、特に限定されるものではないが、例えば、6ーポリアミドフィルム、6, 6ーポリアミドフィルム、MXDポリアミドフィルム等が挙げられる。また、二軸延伸ポリエステルフィルムとしては、二軸延伸ポリブチレンテレフタレート(PBT)フィルム、二軸延伸ポリエチレンテレフタレート(PET)フィルム等が挙げられる。本実施の形態では、第1耐熱性樹脂層311としてナイロンフィルム(融点: 220℃)を用いた。

[0036] 第1耐熱性樹脂層311の厚さは、 $9\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ とすることができ、第1耐熱性樹脂層311の厚さが $9\mu\text{m}$ 未満であると、電池部10の外装部30として十分な強度を確保することが困難となる。一方、第1耐熱性樹脂層311の厚さが $50\mu\text{m}$ を超えると、電池が厚くなるため好ましくなく、また、製造コストが高くなる。本実施の形態では、第1耐熱性樹脂層311の厚さを $25\mu\text{m}$ とした。

[0037] (第1外側接着層)

第1外側接着層312は、第1耐熱性樹脂層311と第1金属層313とを接着するための層である。第1外側接着層312としては、例えば、主剤としてのポリエステル樹脂と硬化剤としての多官能イソシアネート化合物とによる二液硬化型ポリエステルウレタン系樹脂、あるいは、ポリエーテルウレタン系樹脂を含む接着剤を用いることが好ましい。本実施の形態では、第1外側接着層312として二液硬化型ポリエステルウレタン系接着剤を用いた。

[0038] (第1金属層)

第1金属層313は、第1積層フィルム31を用いて外装部30を構成した場合に、外装部30の外部から、その内部に配置された電池部10に、酸素や水分等の侵入を阻止（バリア）する役割を担う層である。また、第1金属層313は、後述するように、スパッタ法を用いて電池部10を形成する際の基板としての役割と、電池部10の正極層11と電氣的に接続される正極集電体層（正の内部電極）としての役割と、外部に設けられた負荷（図示せず）と電氣的に接続される正の外部電極としての役割とをさらに担う。このため、第1金属層313には、導電性を有する金属箔を用いる。

[0039] 第1金属層313としては、特に限定されるものではないが、例えば、アルミニウム箔、銅箔、ニッケル箔、ステンレス箔、あるいはこれのクラッド箔、これらの焼鈍箔または未焼鈍箔等が好ましく用いられる。ただし、第1金属層313がスパッタ法による電池部10の形成における基板として用いられることを考慮すると、機械的強度が高いステンレス箔を用いることが好

ましい。また、ニッケル、錫、銅、クロム等の導電性金属でめっきした金属箔を用いてもよい。本実施の形態では、第1金属層313として、SUS304からなるステンレス箔を用いた。

[0040] 第1金属層313の厚さは、 $20\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下とすることができる。第1金属層313の厚さが $20\mu\text{m}$ 未満であると、金属箔を製造する際の圧延時や熱封止時にピンホールや破れが生じやすく、また、電極として用いる場合の電気抵抗値が高くなってしまう。一方、第1金属層313の厚さが $200\mu\text{m}$ を超えると、電池が厚くなるため好ましくなく、また、製造コストが高くなる。本実施の形態では、第1金属層313の厚さを $30\mu\text{m}$ とした。

[0041] (第1内側接着層)

第1内側接着層314は、第1金属層313と第1熱融着性樹脂層315とを接着するための層である。第1内側接着層314としては、例えば、ポリウレタン系接着剤、アクリル系接着剤、エポキシ系接着剤、ポリオレフィン系接着剤、エラストマー系接着剤、フッ素系接着剤等により形成された接着剤を用いることが好ましい。中でも、アクリル系接着剤、ポリオレフィン系接着剤を用いるのが好ましく、この場合には、水蒸気に対する第1積層フィルム31のバリア性を向上させることができる。また、酸変成したポリプロピレンやポリエチレン等の接着剤を使用することが好ましい。本実施の形態では、第1内側接着層314として、酸変性ポリプロピレン系接着剤を用いた。

[0042] (第1熱融着性樹脂層)

第1樹脂層の一例としての第1熱融着性樹脂層315は、外装部30における最内層であり、電池部10の各層を構成する材料に対する耐性が高く、且つ、上記融着温度で熔融し、第2積層フィルム32の第2熱融着性樹脂層325（詳細は後述する）と融着する熱可塑性樹脂が用いられる。また、本実施の形態では、上述したように、第1金属層313が電池部10の正の電極を兼ねることから、安全性の観点より、第1熱融着性樹脂層315として

電気抵抗値の高い絶縁性樹脂が用いられる。

[0043] 第1熱融着性樹脂層315としては、特に限定されるものではないが、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、オレフィン系共重合体、これらの酸変性物およびアイオノマー等が好ましく用いられる。ここで、オレフィン系共重合体としては、EVA（エチレン・酢酸ビニル共重合体）、EAA（エチレン・アクリル酸共重合体）、EMAA（エチレン・メタアクリル酸共重合体）を例示できる。また、第1耐熱性樹脂層311との融点の関係を満足できるのであれば、ポリアミドフィルム（例えば12ナイロン）やポリイミドフィルムを使用することもできる。本実施の形態では、第1熱融着性樹脂層315として無軸延伸ポリプロピレンフィルム（融点：165℃）を用いた。

[0044] 第1熱融着性樹脂層315の厚さは、20μm以上80μm以下とすることができる。第1熱融着性樹脂層315の厚さが20μm未満であると、ピンホールが生じやすくなる。一方、第1熱融着性樹脂層315の厚さが80μmを超えると、電池が厚くなるため好ましくなく、また、製造コストが高くなる。本実施の形態では、第1熱融着性樹脂層315の厚さを30μmとした。

[0045] [第2積層フィルム]

続いて、第2積層フィルム32について説明を行う。

第2積層フィルム32は、第2耐熱性樹脂層321と、第2外側接着層322と、第2金属層323と、第2内側接着層324と、第2熱融着性樹脂層325とを、この順でフィルム状に積層して構成されている。すなわち、第2積層フィルム32は、第2耐熱性樹脂層321と第2金属層323と第2熱融着性樹脂層325とを、第2外側接着層322および第2内側接着層324を介して貼り合わせることで構成されている。

[0046] また、第2積層フィルム32における第2熱融着性樹脂層325の形成面側（外装部30において内側）には、第2熱融着性樹脂層325および第2内側接着層324が存在しないことで第2金属層323の一方の面（内側の

面)が一部露出する、第2内側露出部326が設けられている。ここで、第2露出部の一例としての第2内側露出部326は、第2積層フィルム32の中央部側に設けられており、その形状は長形状である。そして、第2内側露出部326の全周囲には、第2内側接着層324および第2熱融着性樹脂層325による側壁が形成されている。

[0047] さらに、第2積層フィルム32における第2耐熱性樹脂層321の形成面側(外装部30において外側)には、第2耐熱性樹脂層321および第2外側接着層322が存在しないことで第2金属層323の他方の面(外側の面)が一部露出する、第2外側露出部327が設けられている。ここで、第2外側露出部327は、第2積層フィルム32の長手方向の一端部側に設けられており、その形状は長形状である。そして、第2外側露出部327の全周囲には、第2外側接着層322および第2耐熱性樹脂層321による側壁が形成されている。

[0048] このように、各露出部を含む第2積層フィルム32の構造は、図3に示す第1積層フィルム31の構造とほぼ同じである。

[0049] 次に、第2積層フィルム32の各構成要素について、より詳細な説明を行う。

(第2耐熱性樹脂層)

第2絶縁層の一例としての第2耐熱性樹脂層321は、外装部30における最外層であり、外部からの突き刺しや摩耗などに対する耐性が高く、且つ、第2熱融着性樹脂層325を熱融着する際の融着温度では溶融しない耐熱性樹脂が用いられる。また、本実施の形態では、後述するように、第2金属層323が電池部10の負の電極を兼ねることから、安全性の観点より、第2耐熱性樹脂層321として電気抵抗値の高い絶縁性樹脂が用いられる。

[0050] そして、第2耐熱性樹脂層321としては、上記第1耐熱性樹脂層311のところで説明した材料を用いることができる。このとき、第2耐熱性樹脂層321と第1耐熱性樹脂層311とは、同じ材料で構成してもよいし、異なる材料で構成してもよい。また、第2耐熱性樹脂層321の厚さも、第1

耐熱性樹脂層 3 1 1 と同じ厚さとしてもよいし、異なる厚さとしてもよい。本実施の形態では、第 2 耐熱性樹脂層 3 2 1 として厚さ 25 μm のナイロンフィルム（融点：220℃）を用いた。

[0051] （第 2 外側接着層）

第 2 外側接着層 3 2 2 は、第 2 耐熱性樹脂層 3 2 1 と第 2 金属層 3 2 3 とを接着するための層である。

そして、第 2 外側接着層 3 2 2 としては、上記第 1 外側接着層 3 1 2 のところで説明した材料を用いることができる。このとき、第 2 外側接着層 3 2 2 と第 1 外側接着層 3 1 2 とは、同じ材料で構成してもよいし、異なる材料で構成してもよい。本実施の形態では、第 2 外側接着層 3 2 2 として二液硬化型ポリエステルーウレタン系接着剤を用いた。

[0052] （第 2 金属層）

第 2 金属層 3 2 3 は、第 2 積層フィルム 3 2 を用いて外装部 3 0 を形成した場合に、外装部 3 0 の外部から、その内部に配置された電池部 1 0 に、酸素や水分等の侵入を阻止（バリア）する役割を担う層である。また、第 2 金属層 3 2 3 は、後述するように、電池部 1 0 の負極集電体層 1 4 と電氣的に接続される負の内部電極としての役割と、外部に設けられた負荷（図示せず）と電氣的に接続される負の外部電極としての役割とをさらに担う。このため、第 2 金属層 3 2 3 には、導電性を有する金属箔を用いる。なお、第 2 金属層 3 2 3 は、上記第 1 金属層 3 1 3 とは異なり、スパッタ法を用いて電池部 1 0 を形成する際の基板としての役割は担わない。

[0053] そして、第 2 金属層 3 2 3 としては、上記第 1 金属層 3 1 3 のところで説明した材料を用いることができる。このとき、第 2 金属層 3 2 3 と第 1 金属層 3 1 3 とは、同じ材料で構成してもよいし、異なる材料で構成してもよい。また、第 2 金属層 3 2 3 の厚さも、第 1 金属層 3 1 3 と同じ厚さとしてもよいし、異なる厚さとしてもよい。本実施の形態では、第 2 金属層 3 2 3 として、JIS H4160 で規定された A8021H-O 材からなる、厚さ 40 μm のアルミニウム箔を用いた。

[0054] (第2内側接着層)

第2内側接着層324は、第2金属層323と第2熱融着性樹脂層325とを接着するための層である。

そして、第2内側接着層324としては、上記第1内側接着層314のところで説明した材料を用いることができる。このとき、第2内側接着層324と第1内側接着層314とは、同じ材料で構成してもよいし、異なる材料で構成してもよい。本実施の形態では、第2内側接着層324として酸変性ポリプロピレン系接着剤を用いた。

[0055] (第2熱融着性樹脂層)

第2樹脂層の一例としての第2熱融着性樹脂層325は、外装部30における最内層であり、電池部10の各層を構成する材料に対する耐性が高く、且つ、上記融着温度で熔融し、第1積層フィルム31の第1熱融着性樹脂層315と融着する熱可塑性樹脂が用いられる。また、本実施の形態では、上述したように、第2金属層323が電池部10の負の電極を兼ねることから、安全性の観点より、第2熱融着性樹脂層325として電気抵抗値の高い絶縁性樹脂が用いられる。

[0056] そして、第2熱融着性樹脂層325としては、上記第1熱融着性樹脂層315のところで説明した材料を用いることができる。このとき、第2熱融着性樹脂層325と第1熱融着性樹脂層315とは、同じ材料で構成してもよいし、2つの材料の融点が近く、溶解するものであれば、異なる材料で構成してもよい。また、第2熱融着性樹脂層325の厚さも、第1熱融着性樹脂層315と同じ厚さとしてもよいし、異なる厚さとしてもよい。本実施の形態では、第2熱融着性樹脂層325として厚さ30 μ mの無軸延伸ポリプロピレンフィルム(融点:165℃)を用いた。

[0057] [第1積層フィルムおよび第2積層フィルムの寸法および位置関係]

図1に示すように、外装部30を構成する第1積層フィルム31および第2積層フィルム32は、正面または背面からみた場合に、それぞれ長方形状を呈している。そして、第1積層フィルム31の短辺側と第2積層フィルム

３２の短辺側とがほぼ平行となり、第１積層フィルム３１の長辺側と第２積層フィルム３２と長辺側とがほぼ平行となるように、第１積層フィルム３１と第２積層フィルム３２とが、重ね合わされた状態で熱融着されている。

[0058] ここで、第１積層フィルム３１の短辺側の長さは、第２積層フィルム３２の短辺側の長さよりも大きい。また、第１積層フィルム３１の長辺側の長さは、第２積層フィルム３２の長辺側の長さよりも大きい。そして、外装部３０では、第１積層フィルム３１の全周縁よりも内側に、第２積層フィルム３２の全周縁が位置するように、第１積層フィルム３１と第２積層フィルム３２とが、重ね合わされた状態で熱融着されている。

[0059] [リチウムイオン二次電池における電氣的な接続構造]

次に、上述したリチウムイオン二次電池１における電氣的な接続構造を説明する。

まず、電池部１０では、正極層１１と固体電解質層１２と負極層１３と負極集電体層１４とが、この順番で電氣的に接続される。

[0060] また、電池部１０の正極層１１は、第１積層フィルム３１に設けられた第１金属層３１３の一方の面（内側の面）のうち、第１内側露出部３１６に露出する部位と電氣的に接続される。また、第１積層フィルム３１に設けられた第１金属層３１３の他方の面（外側の面）の一部は、第１外側露出部３１７において外部に露出しており、外部に設けられた負荷（図示せず）と電氣的に接続することが可能である。

[0061] これに対し、電池部１０の負極集電体層１４は、第２積層フィルム３２に設けられた第２金属層３２３の一方の面（内側の面）のうち、第２内側露出部３２６に露出する部位と電氣的に接続される。また、第２積層フィルム３２に設けられた第２金属層３２３の他方の面（外側の面）の一部は、第２外側露出部３２７において外部に露出しており、外部に設けられた負荷（図示せず）と電氣的に接続することが可能である。

[0062] そして、第１積層フィルム３１に設けられた第１金属層３１３と、第２積層フィルム３２に設けられた第２金属層３２３とは、第１積層フィルム３１

に設けられた第1熱融着性樹脂層315と第2積層フィルム32に設けられた第2熱融着性樹脂層325とによって、電氣的に絶縁されている。このとき、外装部30では、上述したように、第1積層フィルム31の全周縁よりも内側に、第2積層フィルム32の全周縁が位置するように、第1積層フィルム31の第1熱融着性樹脂層315と第2積層フィルム32の第2熱融着性樹脂層325とが融着されている。これにより、外装部30の側部端面に露出する第1金属層313と第2金属層323とが接触することに起因する、電池部10の短絡を生じ難くしている。

[0063] [リチウムイオン二次電池の製造方法]

図4は、図1等を示すリチウムイオン二次電池1の製造方法を説明するためのフローチャートである。

[0064] (第1積層フィルム露出部形成工程)

まず、第1耐熱性樹脂層311と第1金属層313と第1熱融着性樹脂層315とを、第1外側接着層312および第1内側接着層314を介して貼り合わせてなる第1積層フィルム31から、第1熱融着性樹脂層315の一部および第1耐熱性樹脂層311の一部を除去する。これにより、第1積層フィルム31に、第1内側露出部316および第1外側露出部317を形成する(ステップ10)。

[0065] (電池部形成工程)

次に、第1内側露出部316および第1外側露出部317が形成された第1積層フィルム31において、第1内側露出部316に露出する第1金属層313上に、スパッタ法によって電池部10を形成する(ステップ20)。ここで、ステップ20では、第1金属層313上に、正極層11、固体電解質層12、負極層13および負極集電体層14を、この順で積層する。なお、ステップ20の詳細については後述する。

[0066] (第2積層フィルム露出部形成工程)

また、第2耐熱性樹脂層321と第2金属層323と第2熱融着性樹脂層325とを、第2外側接着層322および第2内側接着層324を介して貼

り合わせてなる第2積層フィルム32から、第2熱融着性樹脂層325の一部および第2耐熱性樹脂層321の一部を除去する。これにより、第2積層フィルム32に、第2内側露出部326および第2外側露出部327を形成する（ステップ30）。

[0067] （融着工程）

続いて、例えばN₂ガス等の不活性ガスが充填された作業ボックス内に、電池部10が形成された第1積層フィルム31と、第2積層フィルム32とを導入する。そして、作業ボックス内で、第1積層フィルム31において第1内側露出部316に露出する第1金属層313上に形成された電池部10の負極集電体層14と、第2積層フィルム32において第2内側露出部326に露出する第2金属層323とを対峙させる。このとき、第1積層フィルム31における第1熱融着性樹脂層315と、第2積層フィルム32における第2熱融着性樹脂層325とが、電池部10の周縁の外側全周にわたって対峙する。また、このとき、第1積層フィルム31の全周縁よりも内側に、第2積層フィルム32の全周縁が位置するように、第1積層フィルム31と第2積層フィルム32との位置決めがなされる。

[0068] その後、作業ボックス内を負圧に設定した状態で、第1積層フィルム31における第1熱融着性樹脂層315と、第2積層フィルム32における第2熱融着性樹脂層325とを、電池部10の周縁の外側全周にわたって、加圧および加熱しながら融着する（ステップ40）。そして、第1熱融着性樹脂層315と第2熱融着性樹脂層325とが熱融着されることにより、電池部10と、電池部10を封止する外装部30とを含むリチウムイオン二次電池1が得られる。

[0069] このとき、第1積層フィルム31の第1金属層313と、電池部10の正極層11とは、スパッタ法による成膜により接合（一体化）した状態となっている。また、第2積層フィルム32の第2金属層323と、電池部10の負極集電体層14とは、第1積層フィルム31の第1熱融着性樹脂層315と第2積層フィルム32の第2熱融着性樹脂層325とを負圧で熱融着する

ことにより、密着した状態となっている。

[0070] [電池部の製造方法]

では、上記ステップ20における電池部10の製造手順について、具体例を挙げて説明を行う。

(正極層の形成)

まず、第1内側露出部316および第1外側露出部317が形成された第1積層フィルム31を、図示しないスパッタ装置の成膜室(チャンバ)内に設置した。このとき、第1積層フィルム31の第1内側露出部316がスパッタリングターゲットに対向するようにし、且つ、第1内側露出部316以外の部位(第1熱融着性樹脂層315が存在する部位)には、マスクを装着した。チャンバ内に第1積層フィルム31を設置した後、5%の O_2 ガスを含む Ar ガスを導入してチャンバ内の圧力を $0.8Pa$ とした。それから、 $Li_2Mn_2O_4$ なる組成を有するスパッタターゲットを用い、RFスパッタ法により、第1金属層313上に正極層11の形成(成膜)を行った。

[0071] 成膜時の温度は、第1積層フィルム31に使われる材料の融点により制限される。このため、成膜中の第1積層フィルム31の温度は $300^{\circ}C$ 以下とすることが好ましく、 $200^{\circ}C$ 以下とするのがさらに好ましい。本実施の形態では、短時間での放電と待機(非放電)とを繰り返すことで、基板すなわち第1金属層313の温度が $150^{\circ}C$ を超えないようにした。このようにして得られた正極層11の膜組成は $Li_2Mn_2O_4$ であり、その厚さは $600nm$ であり、その結晶構造はアモルファスであった。

[0072] (固体電解質層の形成)

次に、 N_2 ガスを導入してチャンバ内の圧力を $0.8Pa$ とした。それから、 Li_3PO_4 なる組成を有するスパッタターゲットを用い、RFスパッタ法により、正極層11上に固体電解質層12の形成(成膜)を行った。このとき、正極層11の形成と同じく、短時間での放電と待機(非放電)とを繰り返すことで、基板すなわち第1金属層313の温度が $150^{\circ}C$ を超えないようにした。このようにして得られた固体電解質層12の膜組成は $LiPON$

であり、その厚さは200nmであり、その結晶構造はアモルファスであった。

[0073] (負極層の形成)

続いて、Arガスを導入してチャンバ内の圧力を0.8Paとした。それから、ホウ素(B)をドーピングしたシリコン(Si)からなるスパッタターゲット(P型のSiターゲット)を用い、DCスパッタ法により、固体電解質層12上に負極層13の形成(成膜)を行った。このとき、正極層11の場合と同じく、短時間での放電と待機(非放電)とを繰り返すことで、基板すなわち第1金属層313の温度が150℃を超えないようにした。このようにして得られた負極層13の膜組成はBがドーピングされたSiであり、その厚さは100nmであり、その結晶構造はアモルファスであった。

[0074] (負極集電体層の形成)

さらに、Arガスを導入してチャンバ内の圧力を0.8Paとした状態で、チタン(Ti)からなるスパッタターゲットを用い、DCスパッタ法により、負極層13上に負極集電体層14の形成(成膜)を行った。このとき、正極層11の場合と同じく、短時間での放電と待機(非放電)とを繰り返すことで、基板すなわち第1金属層313の温度が150℃を超えないようにした。このようにして得られた負極集電体層14の膜組成はTiであり、その厚さは200nmであった。

[0075] 以上の手順にて、第1積層フィルム31の第1内側露出部316上に露出する第1金属層313上に、電池部10を形成した。そして、電池部10が形成された第1積層フィルム31を、チャンバ内から外部に取り出した。ここで、本実施の形態では、第1積層フィルム31の第1金属層313上に電池部10を構成する各層をスパッタ法で形成しているため、第1積層フィルム31および電池部10は、第1金属層313と正極層11とによって一体化している。

[0076] [実施の形態1のまとめ]

以上説明したように、本実施の形態によれば、外装部30を構成する第1

積層フィルム 31 の第 1 金属層 313 に、電池部 10 を封止する機能および電池部 10 の正極としての機能を持たせ、且つ、外装部 30 を構成する第 2 積層フィルム 32 の第 2 金属層 323 に、電池部 10 を封止する機能および電池部 10 の負極としての機能を持たせるようにしたので、固体電解質層 12 を備える薄膜型のリチウムイオン二次電池 1 の構成の簡易化を図ることができる。ここで、本実施の形態では、第 1 積層フィルム 31 と電池部 10 とを一体化しているため、リチウムイオン二次電池 1 における外装部 30 と電池部 10 との位置ずれを抑制することができる。

[0077] <実施の形態 2>

実施の形態 1 では、外装部 30 内に単数（1 個）の電池部 10 を収容することで、リチウムイオン二次電池 1 を構成していた。これに対し、本実施の形態では、外装部 30 内に複数の電池部 10 を収容するとともに、外装部 30 を用いてこれら複数の電池部 10 を並列接続することで、より容量が大きいリチウムイオン二次電池 1 を構成するようにしたものである。なお、本実施の形態において、実施の形態 1 と同様のものについては、同じ符号を付してその詳細な説明を省略する。

[0078] [リチウムイオン二次電池の構成]

図 5 は、実施の形態 2 が適用されるリチウムイオン二次電池 1 の全体構成を説明するための図である。ここで、図 5 はリチウムイオン二次電池 1 を正面からみた図である。

また、図 6 は、図 5 の V I - V I 断面図、すなわちリチウムイオン二次電池 1 の縦断面を示している。なお、図 5 は、図 6 を V 方向からみた図である。

[0079] 本実施の形態のリチウムイオン二次電池 1 は、リチウムイオンを用いた充電および放電を行う複数（ここでは 6 個）の電池部 10 と、複数の電池部 10 を内部に収容することで複数の電池部 10 を外気等から封止する外装部 30 とを備えている。本実施の形態のリチウムイオン二次電池 1 も、全体としてみたときに直方体状（実際にはカード状）の形状を呈している。

[0080] そして、6個の電池部10は、図5に示すように、外装部30の長辺側が個々の電池部10の長辺側となり、外装部30の短辺側が個々の電池部10の短辺側となるように、マトリクス状に、外装部30の短辺側に3列且つ長辺側に2列に配置されている。

[0081] [電池部の構成]

6個の電池部10の構成は、実施の形態1で説明したものと同一である。すなわち、それぞれの電池部10は、正極層11と、正極層11上に積層される固体電解質層12と、固体電解質層12上に積層される負極層13と、負極層13上に積層される負極集電体層14とを有している。

[0082] [外装部の構成]

続いて、外装部30の構成について説明を行う。

外装部30は、第1積層フィルム31と、第2積層フィルム32とを有している。第1積層フィルム31および第2積層フィルム32は、6個の電池部10を挟んで対向して配置され、第1積層フィルム31と第2積層フィルム32とが6個の電池部10の周囲の全周にわたって熱融着されることにより、電池部10を封止する。したがって、外装部30の基本構成も、実施の形態1と同じである。

[0083] ただし、第1積層フィルム31における第1熱融着性樹脂層315の形成面側（外装部30において内側）には、第1熱融着性樹脂層315および第1内側接着層314が存在しないことで第1金属層313の一方の面（内側の面）が一部露出する、第1内側露出部316が、6個の電池部10に対応して6箇所（3×2）に設けられている点が、実施の形態1とは異なる。また第2積層フィルム32における第2熱融着性樹脂層325の形成面側（外装部30において内側）には、第2熱融着性樹脂層325および第2内側接着層324が存在しないことで第2金属層323の一方の面（内側の面）が一部露出する、第2内側露出部326が、6個の電池部10に対応して6箇所（3×2）に設けられている点が、実施の形態1とは異なる。

[0084] [リチウムイオン二次電池における電氣的な接続構造]

本実施の形態において、6個の電池部10の各正極層11のそれぞれは、第1積層フィルム31に設けられた第1金属層313の一方の面（内側の面）のうち、第1内側露出部316に露出する部位と電氣的に接続される。また、第1積層フィルム31に設けられた第1金属層313の他方の面（外側の面）の一部は、第1外側露出部317において外部に露出しており、外部電極（正の電極、図示せず）と電氣的に接続することが可能である。

[0085] これに対し、6個の電池部10の各負極集電体層14のそれぞれは、第2積層フィルム32に設けられた第2金属層323の一方の面（内側の面）のうち、第2内側露出部326に露出する部位と電氣的に接続される。また、第2積層フィルム32に設けられた第2金属層323の他方の面（外側の面）の一部は、第2外側露出部327において外部に露出しており、外部の負の電極（図示せず）と電氣的に接続することが可能である。

[0086] [実施の形態2のまとめ]

以上説明したように、本実施の形態では、実施の形態1で説明した効果に加えて、複数の電池部10を、第1積層フィルム31の第1金属層313と、第2積層フィルム32の第2金属層323とを用いて並列接続することにより、その容量を増大させることができる。

[0087] <実施の形態1の変形例>

実施の形態1のリチウムイオン二次電池1では、電池部10が負極集電体層14を有していたが、負極集電体層14は必須ではない。

図7は、実施の形態1の変形例を説明するための図であって、図1(a)のI-I断面図である。

[0088] 実施の形態1の変形例において、電池部10は、第1積層フィルム31の第1内側露出部316に露出する第1金属層313に積層される正極層11と、正極層11に積層される固体電解質層12と、固体電解質層12に積層される負極層13とを備えている。そして、電池部10の他方の端部（図7においては上側）に位置する負極層13は、第2積層フィルム32の第2内側露出部326に露出する第2金属層323と、直接に接触している。

[0089] このような構成を採用することにより、実施の形態１で説明した構成と比較して、リチウムイオン二次電池１の構造を簡易にすることができる。

[0090] ＜実施の形態２の変形例＞

実施の形態２のリチウムイオン二次電池１では、複数の電池部１０のそれぞれが負極集電体層１４を有していたが、これらにおいて負極集電体層１４は必須ではない。

図８は、実施の形態２の変形例を説明するための図であって、図５のⅤⅠ－ⅤⅠ断面図である。

[0091] 実施の形態２の変形例において、各電池部１０は、第１積層フィルム３１の第１内側露出部３１６に露出する第１金属層３１３に積層される正極層１１と、正極層１１に積層される固体電解質層１２と、固体電解質層１２に積層される負極層１３とを備えている。そして、各電池部１０の他方の端部（図８においては上側）に位置する各負極層１３は、第２積層フィルム３２の第２内側露出部３２６に露出する第２金属層３２３と、直接に接触している。

[0092] このような構成を採用することにより、実施の形態２で説明した構成と比較して、リチウムイオン二次電池１の構造を簡易にすることができる。

[0093] ＜その他＞

なお、実施の形態１、２では、第１積層フィルム３１の第１金属層３１３上に、正極層１１、固体電解質層１２、負極層１３および負極集電体層１４の順で積層を行うことで電池部１０を形成していたが、積層順はこれに限られない。例えば第１積層フィルム３１の第１金属層３１３上に、負極層１３、固体電解質層１２および正極層１１の順で積層を行うことで電池部１０を形成してもよい。この場合は、正極層１１上に、第２積層フィルム３２の第２金属層３２３と接触する正極集電体層を設けてもよいが必須ではない。

[0094] また、実施の形態１、２では、外装部３０を構成する第１積層フィルム３１が第１耐熱性樹脂層３１１を備えていたが、少なくとも第１金属層３１３と第１熱融着性樹脂層３１５とを備えていればよく、第１耐熱性樹脂層３１

1は必須ではない。また、実施の形態1、2では、外装部30を構成する第2積層フィルム32が第2耐熱性樹脂層321を備えていたが、少なくとも第2金属層323と第2熱融着性樹脂層325とを備えていればよく、第2耐熱性樹脂層321は必須ではない。

[0095] さらに、実施の形態1、2では、第1積層フィルム31の全周縁よりも内側に、第2積層フィルム32の全周縁が位置するように、第1積層フィルム31と第2積層フィルム32とを重ね合わせていたが、これに限られるものではない。すなわち、第1積層フィルム31の全周縁よりも外側に、第2積層フィルム32の全周縁が位置するように、第1積層フィルム31と第2積層フィルム32とを重ね合わせるようにしてもかまわない。

[0096] さらにまた、実施の形態1、2およびこれらの変形例では、電池部10（負極集電体層14あるいは負極層13）と第2積層フィルム32（第2金属層323）とを、固定しない状態で接触させていたが、これに限られるものではなく、例えば導電性接着剤等を用いて、両者の位置関係を固定するようにしてもかまわない。

符号の説明

[0097] 1…リチウムイオン二次電池、10…電池部、11…正極層、12…固体電解質層、13…負極層、14…負極集電体層、30…外装部、31…第1積層フィルム、32…第2積層フィルム、311…第1耐熱性樹脂層、312…第1外側接着層、313…第1金属層、314…第1内側接着層、315…第1熱融着性樹脂層、316…第1内側露出部、317…第1外側露出部、321…第2耐熱性樹脂層、322…第2外側接着層、323…第2金属層、324…第2内側接着層、325…第2熱融着性樹脂層、326…第2内側露出部、327…第2外側露出部

請求の範囲

- [請求項1] 第1金属層と、当該第1金属層の一方の面に当該第1金属層の一部が露出する第1露出部が形成されるように当該第1金属層に積層される第1樹脂層とを備える第1積層フィルムと、
- 前記第1露出部に露出する前記第1金属層に積層され、第1極性にてリチウムイオンを吸蔵および放出する第1極層と、当該第1極層に積層され、リチウムイオン伝導性を示す無機固体電解質を有する固体電解質層と、当該固体電解質層に積層され、当該第1極性とは逆の第2極性にてリチウムイオンを吸蔵および放出する第2極層とを備える電池部と、
- 第2金属層と、当該第2金属層の一方の面に当該第2金属層の一部が露出する第2露出部が形成されるように当該第2金属層に積層される第2樹脂層とを備え、当該第2露出部にて当該第2金属層が前記第2極層と電氣的に接続された状態で、前記第1積層フィルムとの間で前記電池部を封止する第2積層フィルムと
- を含むリチウムイオン二次電池。
- [請求項2] 前記第2積層フィルムの全周縁は、前記第1積層フィルムの全周縁よりも外側または内側に位置することを特徴とする請求項1記載のリチウムイオン二次電池。
- [請求項3] 前記第1積層フィルムを構成する前記第1金属層はステンレスで構成され、前記第2積層フィルムを構成する前記第2金属層はアルミニウムで構成されることを特徴とする請求項1または2記載のリチウムイオン二次電池。
- [請求項4] 前記第1積層フィルムは、前記第1金属層の他方の面に当該第1金属層の一部が露出する他の第1露出部が形成されるように当該第1金属層に積層される第1絶縁層をさらに備え、
- 前記第2積層フィルムは、前記第2金属層の他方の面に当該第2金属層の一部が露出する他の第2露出部が形成されるように当該第2金

層に積層される第2絶縁層をさらに備えることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項記載のリチウムイオン二次電池。

[請求項5] 前記電池部を複数備えるとともに、複数の当該電池部が前記第1積層フィルムと前記第2積層フィルムとの間にマトリクス状に配置されることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項記載のリチウムイオン二次電池。

[請求項6] 前記電池部に設けられた前記第2極層と、前記第2積層フィルムの前記第2露出部に露出する前記第2金属層とが、直接に接触していることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項記載のリチウムイオン二次電池。

[請求項7] 第1金属層と、当該第1金属層の一方の面に当該第1金属層の一部が露出する第1露出部が形成されるように当該第1金属層に積層される第1樹脂層とを備える第1積層フィルムに対し、当該第1露出部に露出する当該第1金属層の上に、第1極性にてリチウムイオンを吸蔵および放出する第1極層を成膜する工程と、

前記第1極層の上に、リチウムイオン伝導性を示す無機固体電解質を有する固体電解質層を成膜する工程と、

前記固体電解質層の上に、前記第1極性とは逆の第2極性にてリチウムイオンを吸蔵および放出する第2極層を成膜する工程と、

第2金属層と、当該第2金属層の一方の面に当該第2金属層の一部が露出する第2露出部が形成されるように当該第2金属層に積層される第2樹脂層とを備えた第2積層フィルムを、当該第2露出部に露出する当該第2金属層が前記第2極層と対峙するように配置した状態で、前記第1樹脂層と当該第2樹脂層とを融着する工程とを含むリチウムイオン二次電池の製造方法。

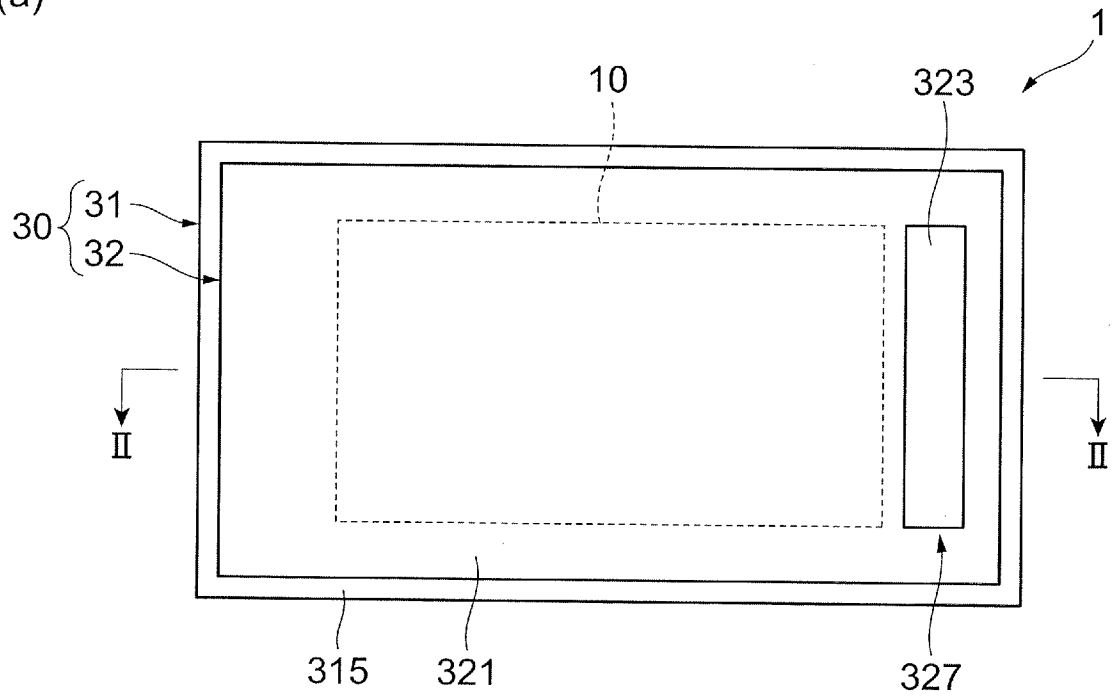
[請求項8] 前記第1極層、前記固体電解質層および前記第2極層を、それぞれスパッタ法によって成膜することを特徴とする請求項7記載のリチウ

ムイオン二次電池の製造方法。

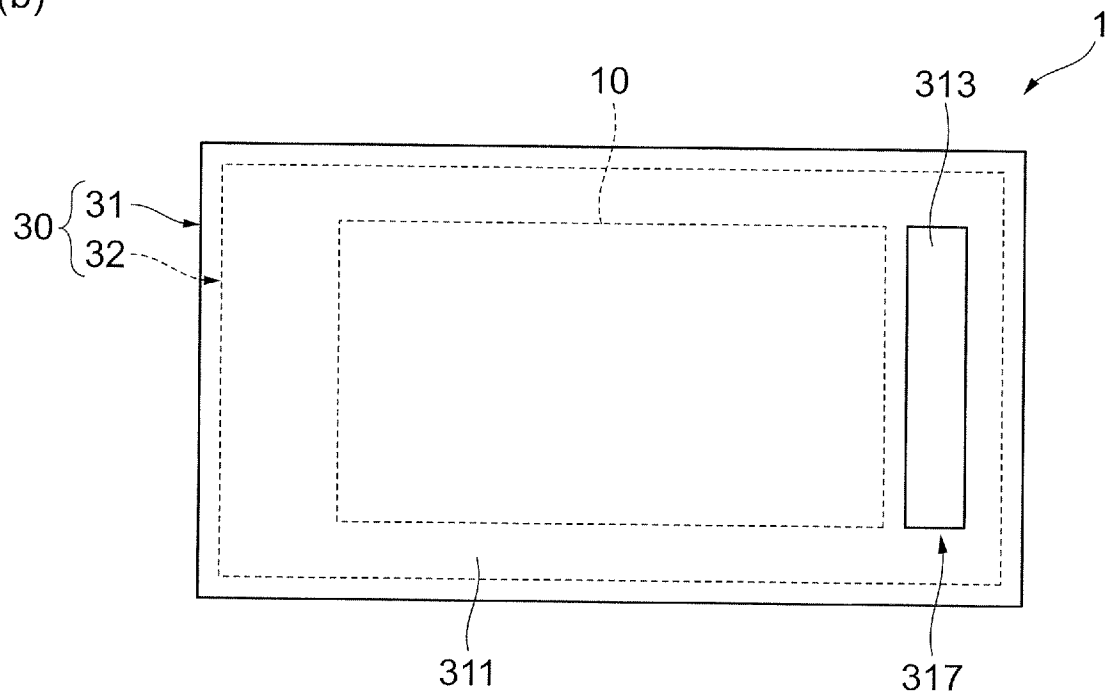
[請求項9] 前記スパッタ法による成膜において、短時間での放電と非放電とを繰り返し行うことを特徴とする請求項8記載のリチウムイオン二次電池の製造方法。

[図1]

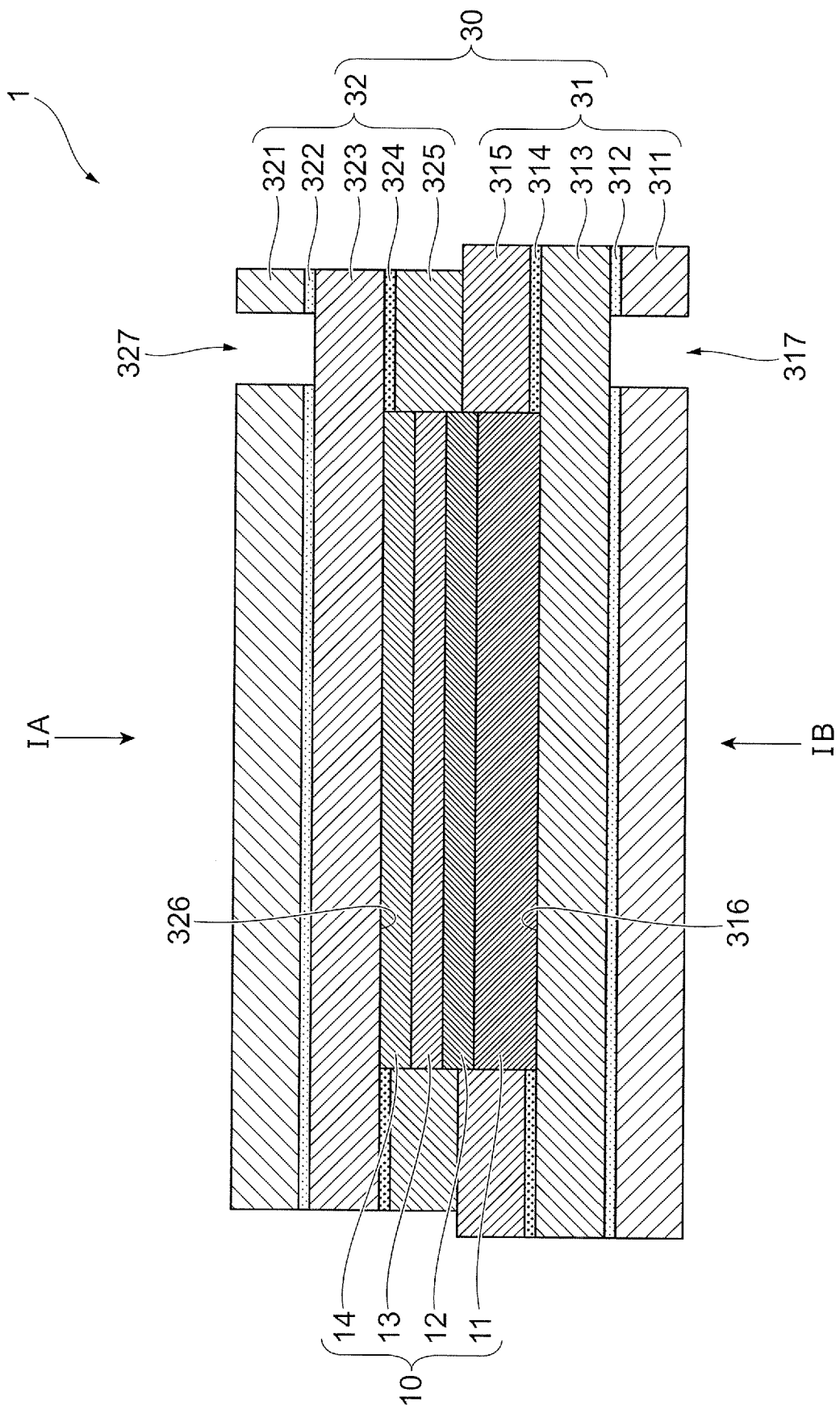
(a)



(b)

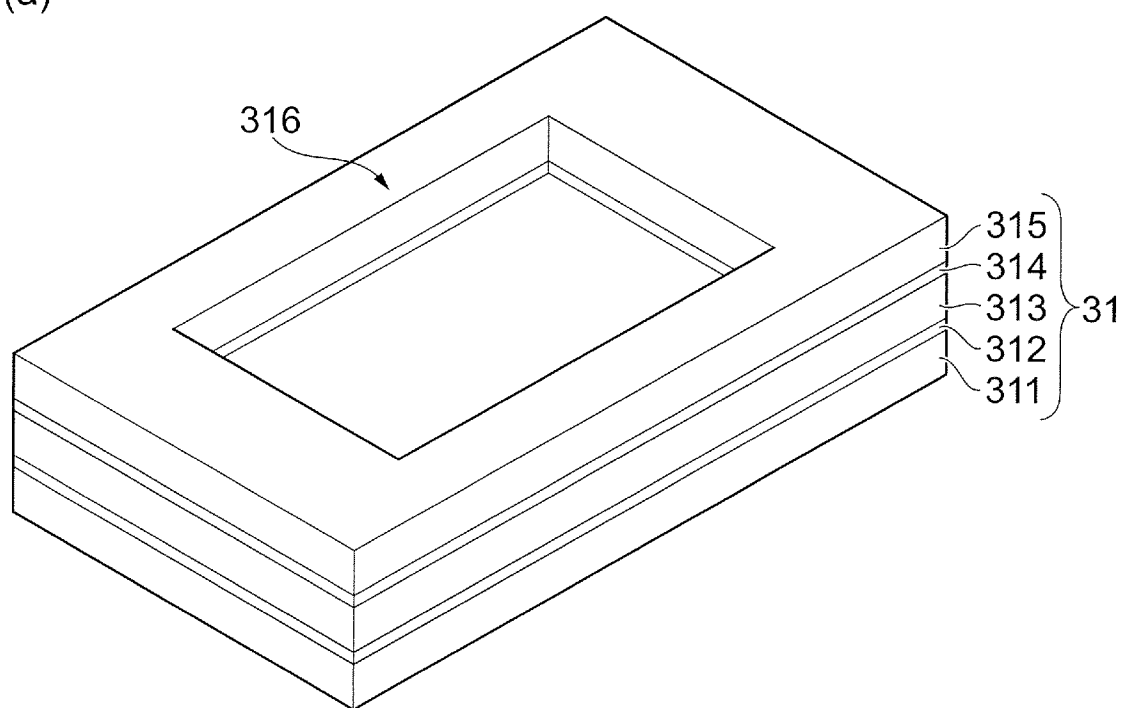


[図2]

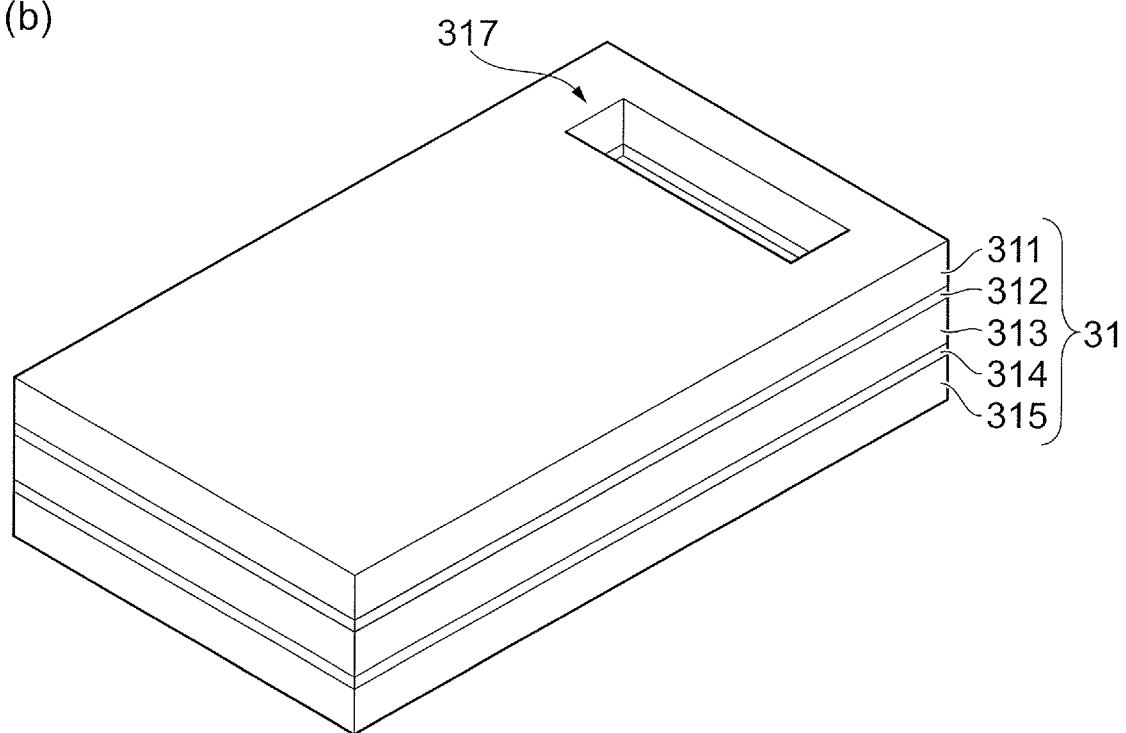


[図3]

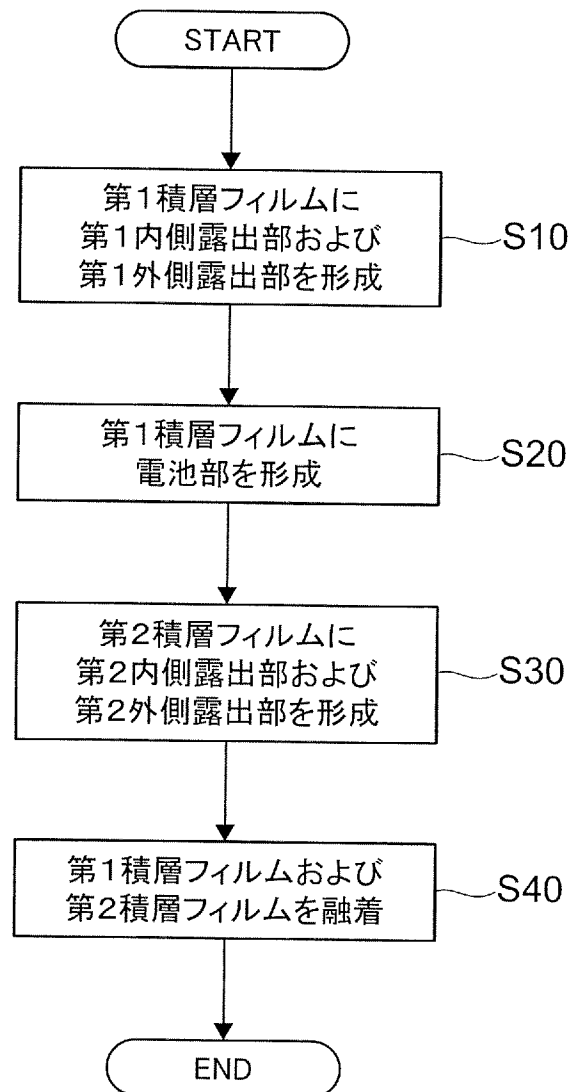
(a)



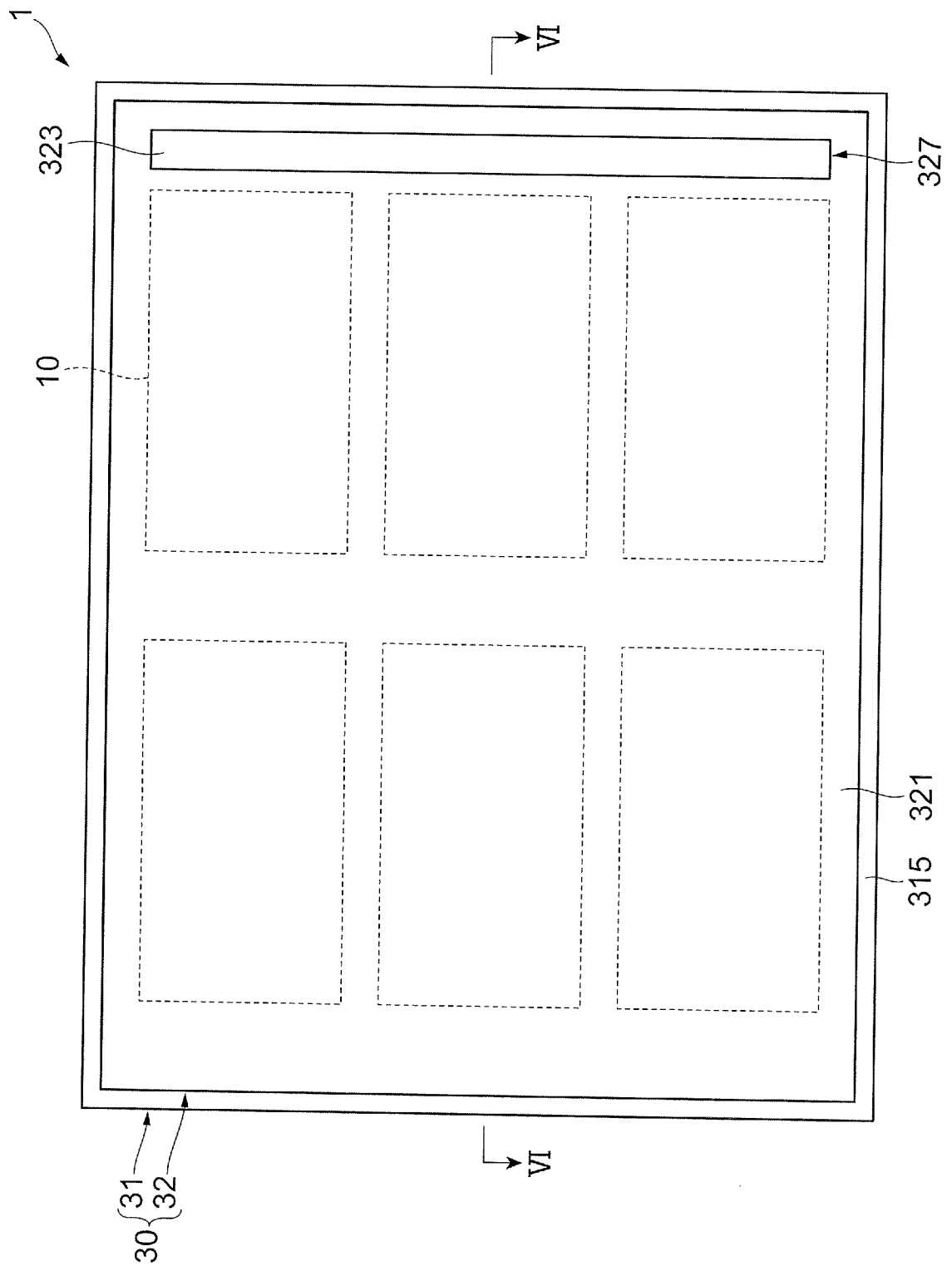
(b)



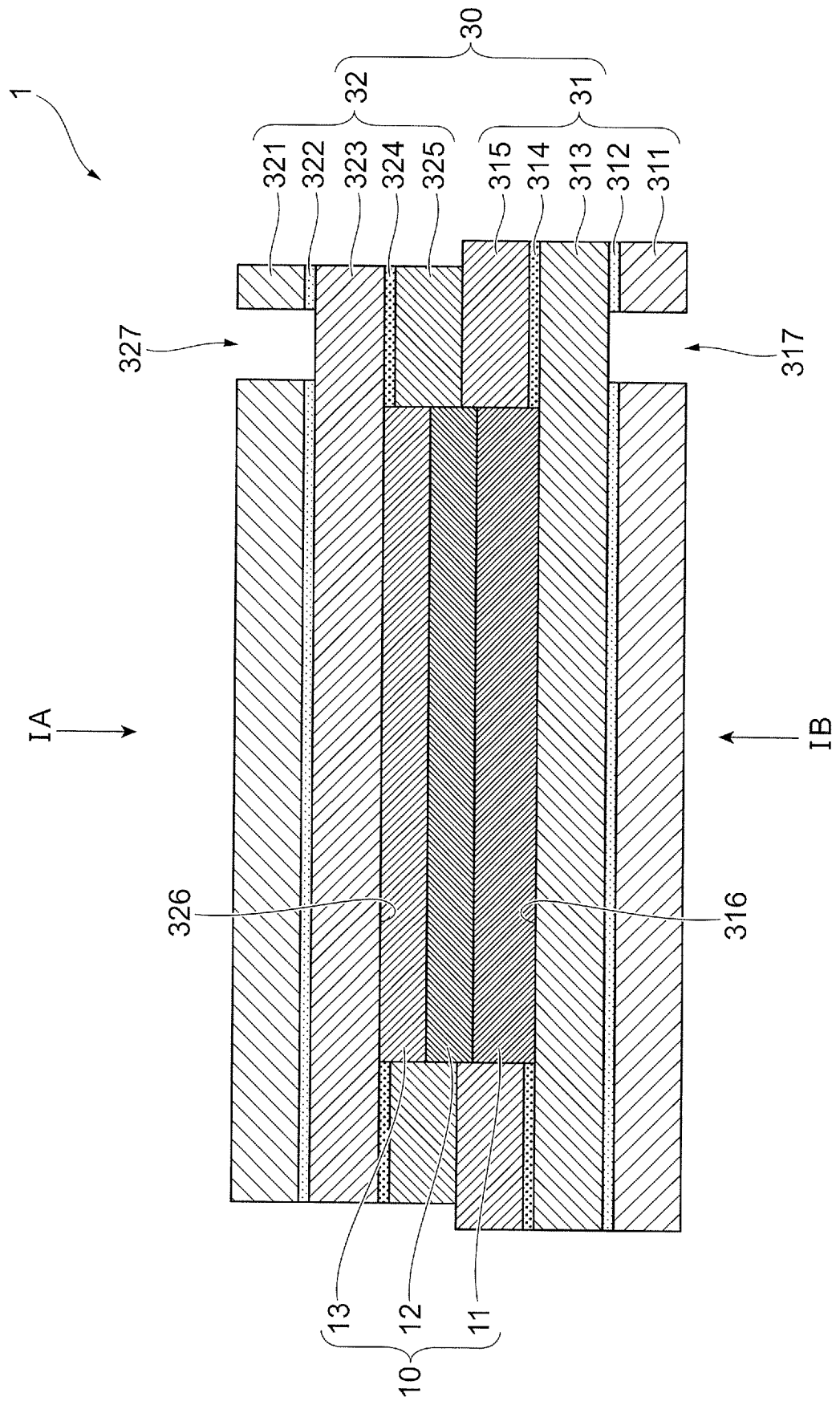
[図4]



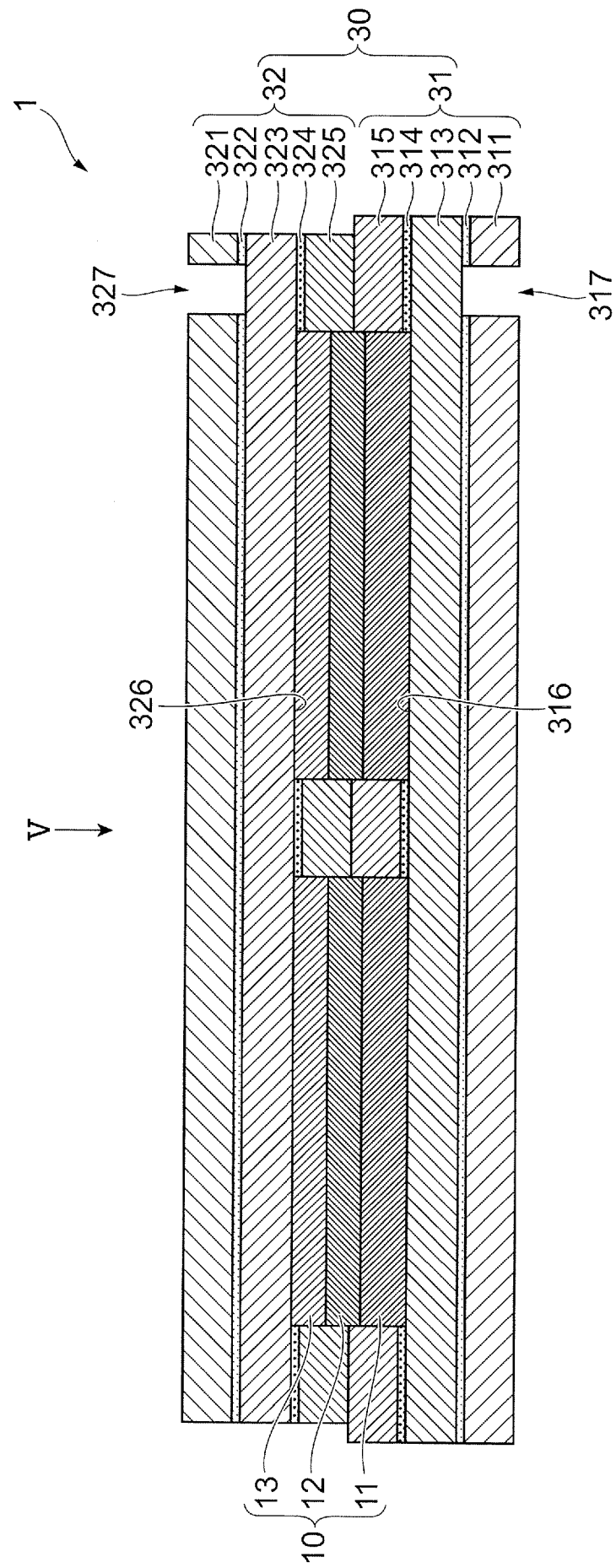
[図5]



〔圖7〕



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/036837

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01M10/052 (2010.01) i, H01M2/02 (2006.01) i, H01M10/0562 (2010.01) i,
H01M10/0585 (2010.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. H01M10/052, H01M2/02, H01M10/0562, H01M10/0585

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	1971-2017
Registered utility model specifications of Japan	1996-2017
Published registered utility model applications of Japan	1994-2017

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 Y	JP 2016-143520 A (FURUKAWA CO., LTD.) 08 August 2016, claims, paragraphs [0005]-[0009], [0013]-[0059], [0113]-[0117], [0126]-[0127], fig. 1, 10, 12 (Family: none)	1-4, 6 5-9
Y	JP 2001-15153 A (KYOCERA CORP.) 19 January 2001, claims, paragraphs [0022]-[0023], fig. 1-2 (Family: none)	5-6
Y	JP 2003-77529 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 14 March 2003, claims, paragraphs [0011]-[0030], example 3, fig. 2-3 (Family: none)	7-9
A	JP 9-63550 A (SONY CORP.) 07 March 1997, claims, paragraphs [0008]-[0029], fig. 1-3 (Family: none)	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier 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

"I" 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
22 November 2017 (22.11.2017)

Date of mailing of the international search report
05 December 2017 (05.12.2017)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01M10/052(2010.01)i, H01M2/02(2006.01)i, H01M10/0562(2010.01)i, H01M10/0585(2010.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01M10/052, H01M2/02, H01M10/0562, H01M10/0585

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 Y	JP 2016-143520 A (古河機械金属株式会社) 2016.08.08 特許請求の範囲、段落0005-0009、0013-0059、 0113-0117、0126-0127、図1、10、12 (ファミリーなし)	1-4, 6 5-9
Y	JP 2001-15153 A (京セラ株式会社) 2001.01.19 特許請求の範囲、段落0022-0023、図1-2 (ファミリーなし)	5-6

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

22.11.2017

国際調査報告の発送日

05.12.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

青木 千歌子

4 X

7878

電話番号 03-3581-1101 内線 3477

C (続き) . 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	JP 2003-77529 A (三洋電機株式会社) 2003.03.14 特許請求の範囲、段落0011-0030、実施例3、図2-3 (ファミリーなし)	7-9
A	JP 9-63550 A (ソニー株式会社) 1997.03.07 特許請求の範囲、段落0008-0029、図1-3 (ファミリーなし)	1-9