

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-92885

(P2018-92885A)

(43) 公開日 平成30年6月14日 (2018. 6. 14)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 M 10/0585 (2010. 01)	HO 1 M 10/0585	5 H O 1 1
HO 1 M 10/0562 (2010. 01)	HO 1 M 10/0562	5 H O 2 9
HO 1 M 2/02 (2006. 01)	HO 1 M 2/02 K	5 H O 4 3
HO 1 M 10/052 (2010. 01)	HO 1 M 10/052	5 H O 5 0
HO 1 M 4/139 (2010. 01)	HO 1 M 4/139	
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 22 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2017-94347 (P2017-94347)	(71) 出願人	000002004
(22) 出願日	平成29年5月11日 (2017. 5. 11)		昭和電工株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2016-229554 (P2016-229554)		東京都港区芝大門1丁目13番9号
(32) 優先日	平成28年11月25日 (2016. 11. 25)	(71) 出願人	501428187
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		昭和電工パッケージング株式会社
			神奈川県伊勢原市鈴川31番地
		(74) 代理人	100104880
			弁理士 古部 次郎
		(72) 発明者	坂脇 彰
			千葉県市原市八幡海岸通5-1 昭和電工株式会社内
		(72) 発明者	安田 剛規
			千葉県市原市八幡海岸通5-1 昭和電工株式会社内
		最終頁に続く	

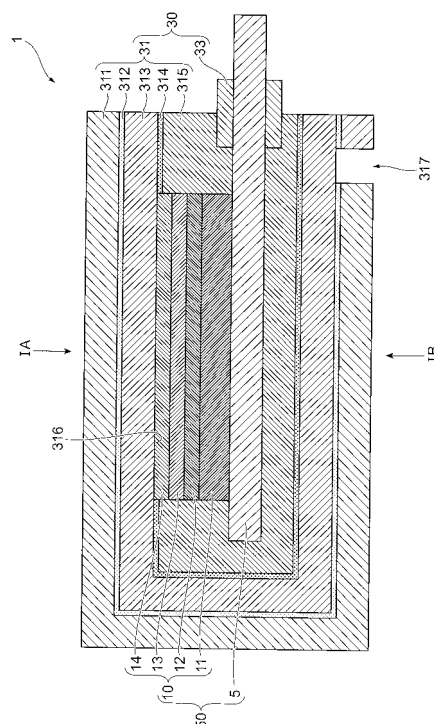
(54) 【発明の名称】 リチウムイオン二次電池、リチウムイオン二次電池の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 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。

【解決手段】 リチウムイオン二次電池1は、金属製の基板5および基板5の表面に形成された電池部10を含む電池ユニット50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、金属層313および熱融着性樹脂層315を含む積層フィルム31によって構成されるとともに、金属層313は電池部10の負極集電体層14と接続されており、基板5が電池部10の正の外部電極として、金属層313が電池部10の負の外部電極として、それぞれ機能する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

導電性を有する基板と、

前記基板の一方の面に積層され、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、

金属層と、当該金属層の一方の面に当該金属層の一部が露出する露出部が形成されるように当該金属層に積層される樹脂層とを備え、当該露出部にて当該金属層が前記第 2 極層と電氣的に接続されるとともに、当該金属層が前記基板と電氣的に絶縁された状態で、前記電池部を封止する積層フィルムとを含むリチウムイオン二次電池。

10

【請求項 2】

前記電池部は、前記基板の他方の面に積層され、前記第 1 極性にてリチウムイオンを吸蔵および放出する他の第 1 極層と、当該他の第 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他の固体電解質層と、当該他の固体電解質層に積層され、前記第 2 極性にてリチウムイオンを吸蔵および放出する他の第 2 極層とをさらに備え、

前記積層フィルムにはさらに他の露出部が形成され、当該他の露出部にて前記金属層が前記他の第 2 極層と電氣的に接続され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。

20

【請求項 3】

前記樹脂層が内側となるように折り曲げられた前記積層フィルムの当該内側に前記電池部が配置されており、

前記樹脂層が融着されることで前記電池部を封止してい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】

前記基板の一部が、前記積層フィルムに覆われることなく露出していることを特徴とする請求項 3 記載のリチウムイオン二次電池。

【請求項 5】

前記電池部に設けられた前記第 2 極層と、前記積層フィルムの前記露出部に露出する前記金属層とが、直接に接触していることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項記載のリチウムイオン二次電池。

30

【請求項 6】

基板の一方の面に、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、

金属層と、当該金属層の一方の面に当該金属層の一部が露出する露出部が形成されるように当該金属層に積層される樹脂層とを備えた積層フィルムを、当該露出部に露出する金属層が前記第 2 極層と対峙するように配置した状態で、当該樹脂層を融着して前記第 1 極層、前記固体電解質層および当該第 2 極層を封止する工程とを含むリチウムイオン二次電池の製造方法。

40

【発明の詳細な説明】

【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】

50

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】

リチウムイオン二次電池の外装部には、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、外装部や電池部の形成対象となる基板とは別に、電池部のための正負電極（タブ電極）を設ける必要があった。

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】

本発明が適用されるリチウムイオン二次電池は、導電性を有する基板と、前記基板の一方の面に積層され、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、金属層と、当該金属層の一方の面に当該金属層の一部が露出する露出部が形成されるように当該金属層に積層される樹脂層とを備え、当該露出部にて当該金属層が前記第2極層と電気的に接続されるとともに、当該金属層が前記基板と電気的に絶縁された状態で、前記電池部を封止する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、前記電池部は、前記基板の他方の面に積層され、前記第1極性にてリチウムイオンを吸蔵および放出する他の第1極層と、当該他の第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他の固体電解質層と、当該他の固体電解質層に積層され、前記第2極性にてリチウムイオンを吸蔵および放出する他の第2極層とをさらに備え、前記積層フィルムにはさらに他の露出部が形成され、当該他の露出部にて前記金属層が前記他の第2極層と電気的に接続されることを特徴とすることができる。

また、前記樹脂層が内側となるように折り曲げられた前記積層フィルムの当該内側に前記電池部が配置されており、前記樹脂層が融着されることで前記電池部を封止していることを特徴とすることができる。

さらに、前記基板の一部が、前記積層フィルムに覆われることなく露出していることを特徴とすることができる。

さらにまた、前記電池部に設けられた前記第2極層と、前記積層フィルムの前記露出部

10

20

30

40

50

に露出する前記金属層とが、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、他の観点から捉えると、本発明のリチウムイオン二次電池の製造方法は、基板の一方の面に、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、金属層と、当該金属層の一方の面に当該金属層の一部が露出する露出部が形成されるように当該金属層に積層される樹脂層とを備えた積層フィルムを、当該露出部に露出する金属層が前記第2極層と対峙するように配置した状態で、当該樹脂層を融着して前記第1極層、前記固体電解質層および当該第2極層を封止する工程とを含んでいる。

10

【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I I - I I断面図である。

【図3】(a)、(b)は、実施の形態1における電池ユニットの斜視図である。

20

【図4】(a)、(b)は、実施の形態1における積層フィルムの斜視図である。

【図5】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6】(a)、(b)は、実施の形態2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7】図6(a)のV I I - V I I断面図である。

【図8】(a)、(b)は、実施の形態2における電池ユニットの斜視図である。

【図9】(a)、(b)は、実施の形態2における積層フィルムの斜視図である。

【図10】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 - I I断面図である。

【図11】(a)、(b)は、実施の形態1の変形例における電池ユニットの斜視図である。

30

【図12】実施の形態2の変形例を説明するための図であって、図6(a)のV I I - V I I断面図である。

【図13】(a)、(b)は、実施の形態2の変形例における電池ユニットの斜視図である。

【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。

40

【0011】

<実施の形態1>

[リチウムイオン二次電池の構成]

図1は、本実施の形態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(表面)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(裏面)からみた図である。

また、図2は図1(a)のI I - I I断面図を示している。なお、図1(a)は、図2をI A方向からみた図であり、図1(b)は、図2をI B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

50

を行う電池部10を含む電池ユニット50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】

〔電池ユニットの構成〕

電池ユニット50は、リチウムイオン二次電池1における一方の電極（ここでは正の電極）として機能する基板5と、基板5の一方の面（表面と称する）に設けられる電池部10とを備えている。本実施の形態では、後述するように、電池部10を、基板5の表面にスパッタ法によって形成しているため、電池ユニット50は、基板5と電池部10とを一体化した構造となっている。

10

【0014】

図3は、本実施の形態における電池ユニット50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、電池ユニット50の構成を説明する。

【0015】

〔基板〕

基板5は、導電性を有する薄板状の部材であって、スパッタ法による成膜に適したものであれば、特に限定されるものではなく、例えば、各種金属板を用いることができる。ただし、基板5がスパッタ法による電池部10の形成に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、基板5として、ステンレス箔を用いた。

20

【0016】

基板5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。基板5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、正の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、基板5の厚さが $200\mu\text{m}$ を超えると、電池の厚さおよび重量の増加により体積エネルギー密度および重量エネルギー密度が低下する。また、電池の柔軟性が低下する。本実施の形態では、基板5の厚さを $30\mu\text{m}$ とした。

30

【0017】

〔電池部〕

電池部10は、基板5の表面（図2においては上側）に積層される正極層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、基板5の表面と接触している。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、後述する積層フィルム31に設けられた金属層313と接触している。

【0018】

電池部10の各構成要素について、より詳細な説明を行う。

40

（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。

【0019】

正極層11の厚さは、例えば 10nm 以上 $40\mu\text{m}$ 以下とすることができる。正極層11の厚さが 10nm 未満であると、得られる電池部10の容量が小さくなりすぎ、実用的

50

ではなくなる。一方、正極層 11 の厚さが $40\text{ }\mu\text{m}$ 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、正極層 11 の厚さを 600 nm とした。

【0020】

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。

【0021】

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。

【0022】

（固体電解質層）

固体電解質層 12 は、無機材料（無機固体電解質）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。

【0023】

固体電解質層 12 の厚さは、例えば 10 nm 以上 $10\text{ }\mu\text{m}$ 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、得られた電池部 10 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 $10\text{ }\mu\text{m}$ 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。

【0024】

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。

【0025】

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。

【0026】

（負極層）

第 2 極層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。

【0027】

負極層 13 の厚さは、例えば 10 nm 以上 $40\text{ }\mu\text{m}$ 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 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 $40\text{ }\mu\text{m}$ 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。

【0028】

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。

【0029】

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。

10

【0030】

（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。

【0031】

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。

20

【0032】

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。

【0033】

〔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、複数の層を積層してなる積層フィルム31と、積層フィルム31と電池ユニット50（より具体的には基板5）とを熱融着するための熱融着フィルム33とを有している。そして、外装部30は、この積層フィルム31を2つ折りし、その内側に電池ユニット50を配置した状態で、積層フィルム31および熱融着フィルム33を、電池部10の周囲の全周にわたって熱融着することで、電池部10を封止している。ただし、外装部30は、電池ユニット50における基板5の一端を外部に露出させた状態で、電池部10を封止している。

30

【0034】

〔積層フィルム〕

図4は、本実施の形態における積層フィルム31の構成を説明するための図であり、（a）は積層フィルム31を2つ折りしたときに内側となる部位の斜視図を、（b）は積層フィルム31を2つ折りしたときに外側となる部位の斜視図を、それぞれ示している。以下では、図1乃至図3に加えて図4も参照しながら、積層フィルム31の構成を説明する。

40

【0035】

積層フィルム31は、耐熱性樹脂層311と、外側接着層312と、金属層313と、内側接着層314と、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、積層フィルム31は、耐熱性樹脂層311と金属層313と熱融着性樹脂層315とを、外側接着層312および内側接着層314を介して貼り合わせるこ

50

とで構成されている。

【0036】

また、積層フィルム31における熱融着性樹脂層315の形成面側（外装部30において内側）には、熱融着性樹脂層315および内側接着層314が存在しないことで金属層313の一方の面（内側の面）が一部露出する、露出部の一例としての内側露出部316が設けられている。ここで、内側露出部316は、電池ユニット50の電池部10を収容するための部位となる。

【0037】

さらに、積層フィルム31における耐熱性樹脂層311の形成面側（外装部30において外側）には、外側接着層312および耐熱性樹脂層311が存在しないことで金属層313の他方の面（外側の面）が一部露出する、外側露出部317が設けられている。

10

【0038】

次に、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。

（耐熱性樹脂層）

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、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、耐熱性樹脂層311としては、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、金属層313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、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。

20

【0039】

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-ポリアミドフィルム、6, 6-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、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。

30

【0040】

耐熱性樹脂層311の厚さは、9μm以上50μmとすることができる。耐熱性樹脂層311の厚さが9μm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、耐熱性樹脂層311の厚さが50μmを超えると、電池が厚くなるため好ましくない。また、製造コストが高くなる。本実施の形態では、耐熱性樹脂層311の厚さを25μmとした。

40

【0041】

（外側接着層）

外側接着層312は、耐熱性樹脂層311と金属層313とを接着するための層である。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、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。

【0042】

（金属層）

金属層313は、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

50

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、金属層 313 は、後述するように、電池部 10 の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）と電気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、金属層 313 には、導電性を有する金属箔を用いる。

【0043】

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。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、金属層 313 として、JIS H4160 で規定された A8021H-O 材からなるアルミニウム箔を用いた。

10

【0044】

金属層 313 の厚さは、20 μm 以上 200 μm 以下とすることができる。金属層 313 の厚さが 20 μm 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、金属層 313 の厚さが 200 μm を超えると、積層フィルム 31 を 2 つ折りする際に折り返し部分に隙間ができやすくなる。また、熱融着の際に熱が分散して熱融着が不完全になる可能性がある。本実施の形態では、金属層 313 の厚さを 40 μm とした。

【0045】

（内側接着層）

20

内側接着層 314 は、金属層 313 と熱融着性樹脂層 315 とを接着するための層である。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、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。

【0046】

（熱融着性樹脂層）

30

樹脂層の一例としての熱融着性樹脂層 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、上記融着温度で溶融し、熱融着フィルム 33 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、金属層 313 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、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。

【0047】

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、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、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 $^{\circ}\text{C}$ ）を用いた。

40

【0048】

熱融着性樹脂層 315 の厚さは、20 μm 以上 80 μm 以下とすることができる。熱融着性樹脂層 315 の厚さが 20 μm 未満であると、ピンホールが生じやすくなる。一方、熱融着性樹脂層 315 の厚さが 80 μm を超えると、電池が厚くなるため好ましくない。また、断熱性が高まるため熱融着が不完全になる可能性がある。本実施の形態では、熱融着性樹脂層 315 の厚さを 30 μm とした。

50

【0049】

〔熱融着フィルム〕

熱融着フィルム33は、基板5と、積層フィルム31における熱融着性樹脂層315とを熱融着するための層（フィルム）である。熱融着フィルムとしては、例えば、酸変性したオレフィン系のフィルム等を用いることが好ましく、特に、金属との接着性の高い無水マレイン酸変性ポリプロピレン製のフィルム（厚さ50～150μm）を使用することが好ましい。

【0050】

〔リチウムイオン二次電池における電氣的な接続構造〕

ここで、本実施の形態のリチウムイオン二次電池1における電氣的な接続構造について説明しておく。

まず、電池部10では、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が、この順番で電氣的に接続される。また、電池ユニット50では、基板5と電池部10の正極層11とが、電氣的に接続される。ここで、基板5の一端側は、外装部30に覆われることなく外部に露出しており、この部位は、正極として、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。

【0051】

電池部10の負極集電体層14は、積層フィルム31に設けられた金属層313の一方の面（内側の面）のうち、内側露出部316に露出する部位と電氣的に接続される。そして、積層フィルム31に設けられた金属層313の他方の面（外側の面）の一部は、外側露出部317において外部に露出しており、この部位は、負極として、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。

【0052】

したがって、この例では、基板5が、リチウムイオン二次電池1の正極となり、積層フィルム31に設けられた金属層313が、リチウムイオン二次電池1の負極となる。ここで、正極側となる基板5と、負極側となる金属層313とは、積層フィルム31に設けられた熱融着性樹脂層315と、熱融着フィルム33とによって、電氣的に絶縁されている。

【0053】

〔リチウムイオン二次電池の製造方法〕

図5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。

【0054】

（電池ユニット形成工程）

まず、基板5の表面に電池部10を形成する（ステップ10）。すなわち、基板5の表面に、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をこの順で形成することで、基板5と電池部10とを含む電池ユニット50を得る。なお、ステップ10の詳細については後述する。

【0055】

（熱融着フィルム取付工程）

次に、ステップ10で得られた電池ユニット50のうち、後に、基板5が外装部30によって覆われる部位と覆われない部位との境界となる部位に対し、基板5の全周にわたって熱融着フィルム33を取り付ける（ステップ20）。

【0056】

（積層フィルム露出部形成工程）

続いて、耐熱性樹脂層311と金属層313と熱融着性樹脂層315とを、外側接着層312および内側接着層314を介して貼り合わせてなる積層フィルム31から、耐熱性樹脂層311、外側接着層312、内側接着層314および熱融着性樹脂層315の一部を除去する。これにより、積層フィルム31に、内側露出部316および外側露出部317を形成する（ステップ30）。

【0057】

(融着工程)

次いで、例えば N_2 ガス等の不活性ガスが充填された作業ボックス内に、熱融着フィルム33が取り付けられた電池ユニット50と、積層フィルム31とを導入する。そして、電池ユニット50の電池部10に設けられた負極集電体層14と、積層フィルム31に設けられた内側露出部316とを対峙させる。それから、電池ユニット50が内部に位置するとともに、基板5の一端が外部に露出するように、積層フィルム31を2つ折りする。

【0058】

その後、作業ボックス内を負圧に設定した状態で、積層フィルム31における熱融着性樹脂層315同士および熱融着性樹脂層315と電池ユニット50に取り付けられた熱融着フィルム33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、熱融着性樹脂層315と熱融着フィルム33とが熱融着されることにより、基板5および電池部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。

【0059】

このとき、電池ユニット50では、基板5と電池部10とが、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、電池部10の負極集電体層14と、積層フィルム31の金属層313とは、積層フィルム31の熱融着性樹脂層315同士および熱融着性樹脂層315と熱融着フィルム33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。

【0060】

[電池ユニットの製造方法]

では、上記ステップ10における電池ユニット50の製造手順について、具体例を挙げて説明を行う。

【0061】

(正極層の形成)

まず、基板5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、基板5の表面が、スパッタリングターゲットに対向するようにした。チャンバ内に基板5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0.8 Pa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、基板5の表面に正極層11の形成(成膜)を行った。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、厚さは600 nmであり、結晶構造はアモルファスであった。

【0062】

(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0.8 Pa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、厚さは200 nmであり、それぞれ結晶構造はアモルファスであった。

【0063】

(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0.8 Pa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、厚さは100 nmであり、結晶構造はアモルファスであった。

【0064】

(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0.8 Paとした状態で、チタン(T

10

20

30

40

50

i) からなるスパッターターゲットを用い、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、厚さは200nmであった。

【0065】

以上の手順にて、基板5の表面に電池部10を形成してなる電池ユニット50を得た。そして、得られた電池ユニット50をチャンバ内から取り出した。

【0066】

[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、金属製の基板5の表面に電池部10を形成するとともに、電池部10を外装部30の内部に収容するようにした。また、本実施の形態では、電池部10と外装部30に設けられた金属層313とを電氣的に接続するようにした。これにより、電池部10に固体電解質層12が設けられた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。

【0067】

<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内に複数の電池部を収容するとともに、基板5および外装部30を用いてこれら複数の電池部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。

【0068】

以下、本実施の形態では、電池部10を第1電池部10と呼ぶことにする。また、本実施の形態では、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、それぞれ、第1正極層11、第1固体電解質層12、第1負極層13および第1負極集電体層14と呼ぶことにする。さらに、本実施の形態では、積層フィルム31に設けられる内側露出部316を、第1内側露出部316と呼ぶことにする。

【0069】

[リチウムイオン二次電池の構成]

図6は、本実施の形態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6(a)はリチウムイオン二次電池1を正面(表面)からみた図であり、図6(b)はリチウムイオン二次電池1を背面(裏面)からみた図である。

また、図7は図6(a)のV I I-V I I断面図を示している。なお、図6(a)は、図7をV I A方向からみた図であり、図6(b)は、図7をV I B方向からみた図である。

【0070】

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第1電池部10および第2電池部20を含む電池ユニット50と、第1電池部10および第2電池部20を内部に収容することでこれら第1電池部10および第2電池部20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。なお、本実施の形態では、第1電池部10および第2電池部20の両者が、「電池部」として機能している。

【0071】

[電池ユニットの構成]

電池ユニット50は、リチウムイオン二次電池1における一方の電極(ここでは正の電極)として機能する基板5と、基板5の一方の面(表面と称する)に設けられる第1電池部10と、基板5の他方の面(裏面と称する)に設けられる第2電池部20とを備えている。本実施の形態では、第1電池部10および第2電池部20を、基板5の表裏面にスパッタ法によって形成しているため、電池ユニット50は、基板5と第1電池部10と第2

電池部 20 とを一体化した構造となっている。

【0072】

図 8 は、本実施の形態における電池ユニット 50 の構成を説明するための図であり、(a) は正面側 (図 7 においては上側) からみた斜視図を、(b) は背面側 (図 7 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 6 および図 7 に加えて図 8 も参照しながら、電池ユニット 50 の構成を説明する。

【0073】

[基板]

基板 5 は、導電性を有する薄板状の部材であって、スパッタ法による成膜に適したものであれば、特に限定されるものではない。

10

【0074】

そして、基板 5 としては、実施の形態 1 のところで説明した材料を用いることができる。本実施の形態では、基板 5 として、厚さ 30 μm のステンレス箔を用いた。

【0075】

[第 1 電池部]

第 1 電池部 10 は、基板 5 の表面 (図 7 においては上側) に積層される第 1 正極層 11 と、第 1 正極層 11 上に積層される第 1 固体電解質層 12 と、第 1 固体電解質層 12 上に積層される第 1 負極層 13 と、第 1 負極層 13 上に積層される第 1 負極集電体層 14 とを有している。ここで、第 1 電池部 10 の一方の端部 (図 7 においては下側) に位置する第 1 正極層 11 は、基板 5 の表面と接触している。これに対し、第 1 電池部 10 の他方の端部 (図 7 においては上側) に位置する第 1 負極集電体層 14 は、積層フィルム 31 に設けられた金属層 313 と接触している。

20

【0076】

そして、第 1 電池部 10 を構成する第 1 正極層 11、第 1 固体電解質層 12、第 1 負極層 13 および第 1 負極集電体層 14 としては、それぞれ、実施の形態 1 のところで説明した材料を用いることができる。本実施の形態では、第 1 正極層 11 として厚さ 600 nm の $\text{Li}_2\text{Mn}_2\text{O}_4$ (アモルファス) を、第 1 固体電解質層 12 として厚さ 200 nm の LiPON ($\text{Li}_x\text{PO}_y\text{N}_z$) (アモルファス) を、第 1 負極層 13 として厚さ 100 nm のホウ素 (B) が添加されたシリコン (Si) (アモルファス) を、第 1 負極集電体層 14 として厚さ 100 nm のチタン (Ti) を、それぞれ用いた。

30

【0077】

[第 2 電池部]

第 2 電池部 20 は、基板 5 の裏面 (図 7 においては下側) に積層される第 2 正極層 21 と、第 2 正極層 21 上に積層される第 2 固体電解質層 22 と、第 2 固体電解質層 22 上に積層される第 2 負極層 23 と、第 2 負極層 23 上に積層される第 2 負極集電体層 24 とを有している。ここで、第 2 電池部 20 の一方の端部 (図 7 においては上側) に位置する第 2 正極層 21 は、基板 5 の裏面と接触している。これに対し、第 2 電池部 20 の他方の端部 (図 7 においては下側) に位置する第 2 負極集電体層 24 は、積層フィルム 31 に設けられた金属層 313 と接触している。

【0078】

第 2 電池部 20 の各構成要素について、より詳細な説明を行う。

40

(第 2 正極層)

他の第 1 極層の一例としての第 2 正極層 21 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い。

【0079】

そして、第 2 正極層 21 としては、上記第 1 正極層 11 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 正極層 21 と第 1 正極層 11 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 正極層 21 の厚さも、第 1 正極層 11 と同じ厚さとしてもよいし、異なる厚さとしてもよい。ただし、第 1 電池部 10 および

50

第2電池部20の各容量を均衡化するという観点からすれば、これらを同じにすることが好ましい。本実施の形態では、第2正極層21として、厚さ600nmの $\text{Li}_2\text{Mn}_2\text{O}_4$ （アモルファス）を用いた。

【0080】

また、第2正極層21の製造方法としては、第1正極層11と同じであってもよいし、異なってもかまわないが、生産効率の観点からすれば、同じであることが好ましく、さらに、第1正極層11と第2正極層21とを、同時に形成することがより好ましい。

【0081】

（第2固体電解質層）

他の固体電解質層の一例としての第2固体電解質層22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い。

10

【0082】

そして、第2固体電解質層22としては、上記第1固体電解質層12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固体電解質層22と第1固体電解質層12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固体電解質層22の厚さも、第1固体電解質層12と同じ厚さとしてもよいし、異なる厚さとしてもよい。ただし、第1電池部10および第2電池部20の各容量を均衡化するという観点からすれば、これらを同じにすることが好ましい。本実施の形態では、第2固体電解質層22として、厚さ200nmの LiPON （ $\text{Li}_x\text{PO}_y\text{N}_z$ ）（アモルファス）を用いた。

20

【0083】

また、第2固体電解質層22の製造方法としては、第1固体電解質層12と同じであってもよいし、異なってもかまわないが、生産効率の観点からすれば、同じであることが好ましく、さらに、第1固体電解質層12と第2固体電解質層22とを、同時に形成することがより好ましい。

【0084】

（第2負極層）

他の第2極層の一例としての第2負極層23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い。

30

【0085】

そして、第2負極層23としては、上記第1負極層13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負極層23と第1負極層13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負極層23の厚さも、第1負極層13と同じ厚さとしてもよいし、異なる厚さとしてもよい。ただし、第1電池部10および第2電池部20の各容量を均衡化するという観点からすれば、これらを同じにすることが好ましい。本実施の形態では、第2負極層23として、厚さ100nmのホウ素（B）が添加されたシリコン（Si）（アモルファス）を用いた。

【0086】

40

また、第2負極層23の製造方法としては、第1負極層13と同じであってもよいし、異なってもかまわないが、生産効率の観点からすれば、同じであることが好ましく、さらに、第1負極層13と第2負極層23とを、同時に形成することがより好ましい。

【0087】

（第2負極集電体層）

第2負極集電体層24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い。

【0088】

そして、第2負極集電体層24としては、上記第1負極集電体層14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負極集電体層24と第1負極集電体層14

50

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負極集電体層24の厚さも、第1負極集電体層14と同じ厚さとしてもよいし、異なる厚さとしてもよい。ただし、第1電池部10および第2電池部20の各容量を均衡化するという観点からすれば、これらを同じにすることが好ましい。本実施の形態では、第2負極集電体層24として、厚さ100nmのチタン(Ti)を用いた。

【0089】

また、第2負極集電体層24の製造方法としては、第1負極集電体層14と同じであってもよいし、異なってもかまわないが、生産効率の観点からすれば、同じであることが好ましく、さらに、第1負極集電体層14と第2負極集電体層24とを、同時に形成することがより好ましい。

【0090】

[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、複数の層を積層してなる積層フィルム31と、積層フィルム31と電池ユニット50(より具体的には基板5)とを熱融着するための熱融着フィルム33とを有している。そして、外装部30は、この積層フィルム31を2つ折りし、その内側に電池ユニット50を配置した状態で、積層フィルム31および熱融着フィルム33を、第1電池部10および第2電池部20のそれぞれの周囲の全周にわたって融着することで、第1電池部10および第2電池部20を封止している。ただし、外装部30は、電池ユニット50における基板5の一端を外部に露出させた状態で、第1電池部10および第2電池部20を封止している。

【0091】

[積層フィルム]

図9は、本実施の形態における積層フィルム31の構成を説明するための図であり、(a)は積層フィルム31を2つ折りしたときに内側となる部位の斜視図を、(b)は積層フィルム31を2つ折りしたときに外側となる部位の斜視図を、それぞれ示している。以下では、図6乃至図8に加えて図9も参照しながら、積層フィルム31の構成を説明する。

【0092】

積層フィルム31は、耐熱性樹脂層311と、外側接着層312と、金属層313と、内側接着層314と、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、積層フィルム31の構成そのものは、実施の形態1と同じである。

【0093】

また、積層フィルム31における熱融着性樹脂層315の形成面側(外装部30において内側)には、熱融着性樹脂層315および内側接着層314が存在しないことで金属層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および第2内側露出部318が設けられている。ここで、第1内側露出部316は、電池ユニット50の第1電池部10を収容するための部位となり、他の露出部の一例としての第2内側露出部318は、電池ユニット50の第2電池部20を収容するための部位となる。

【0094】

さらに、積層フィルム31における耐熱性樹脂層311の形成面側(外装部30において外側)には、外側接着層312および耐熱性樹脂層311が存在しないことで金属層313の他方の面(外側の面)が一部露出する、外側露出部317が設けられている。

【0095】

そして、積層フィルム31を構成する耐熱性樹脂層311、外側接着層312、金属層313、内側接着層314および熱融着性樹脂層315としては、それぞれ、実施の形態1のところで説明した材料を用いることができる。本実施の形態では、耐熱性樹脂層311として、厚さ25μmのナイロンフィルム(融点:220℃)を、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、金属層313として、厚さ40μmのアルミニウム箔(JIS H4160 A8021H-O)を、内側接着層314とし

10

20

30

40

50

て酸変性ポリプロピレン系接着剤を、熱融着性樹脂層 315 として、厚さ 30 μm の無軸延伸ポリプロピレンフィルムを、それぞれ用いた。

【0096】

〔熱融着フィルム〕

熱融着フィルム 33 としては、実施の形態 1 のところで説明した材料を用いることができる。本実施の形態では、熱融着フィルム 33 として、厚さ 100 μm の無水マレイン酸変性ポリプロピレンフィルムを用いた。

【0097】

〔リチウムイオン二次電池における電氣的な接続構造〕

ここで、本実施の形態のリチウムイオン二次電池 1 における電氣的な接続構造について説明しておく。

まず、第 1 電池部 10 では、第 1 正極層 11、第 1 固体電解質層 12、第 1 負極層 13 および第 1 負極集電体層 14 が、この順番で電氣的に接続される。また、第 2 電池部 20 では、第 2 正極層 21、第 2 固体電解質層 22、第 2 負極層 23 および第 2 負極集電体層 24 が、この順番で電氣的に接続される。そして、電池ユニット 50 では、基板 5 の表面に第 1 電池部 10 の第 1 正極層 11 が、基板 5 の裏面に第 2 電池部 20 の第 2 正極層 21 が、それぞれ電氣的に接続される。ここで、基板 5 の一端側は、外装部 30 に覆われることなく外部に露出しており、この部位は、正極として、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。

【0098】

第 1 電池部 10 の第 1 負極集電体層 14 は、積層フィルム 31 に設けられた金属層 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 2 電池部 20 の第 2 負極集電体層 24 は、積層フィルム 31 に設けられた金属層 313 の一方の面（内側の面）のうち、第 2 内側露出部 318 に露出する部位と電氣的に接続される。そして、積層フィルム 31 に設けられた金属層 313 の他方の面（外側の面）の一部は、外側露出部 317 において外部に露出しており、この部位は、負極として、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。

【0099】

したがって、この例では、基板 5 が、リチウムイオン二次電池 1 の正極となり、積層フィルム 31 に設けられた金属層 313 が、リチウムイオン二次電池 1 の負極となる。また、この例では、第 1 電池部 10 の正極側および第 2 電池部 20 の正極側は基板 5 に、第 1 電池部 10 の負極側および第 2 電池部 20 の負極側は金属層 313 に、それぞれ電氣的に接続されている。したがって、リチウムイオン二次電池 1 内において、第 1 電池部 10 および第 2 電池部 20 は、並列に接続されていることになる。ここで、正極側となる基板 5 と、負極側となる金属層 313 とは、積層フィルム 31 に設けられた熱融着性樹脂層 315 と、熱融着フィルム 33 とによって、電氣的に絶縁されている。

【0100】

〔リチウムイオン二次電池および電池ユニットの製造方法〕

本実施の形態のリチウムイオン二次電池 1 の製造方法は、基本的に実施の形態 1 と同じである。ただし、ステップ 10 に示す電池ユニット形成工程において、基板 5 の表裏面に、第 1 電池部 10 および第 2 電池部 20 を同時形成している点異なる。より具体的に説明すると、まず、スパッタ装置のチャンバ内に、第 1 電池部 10 用（基板 5 の表面用）のスパッタターゲットと、第 2 電池部 20 用（基板 5 の裏面用）のスパッタターゲットとを、それぞれ用意しておく。そして、基板 5 の表裏面に第 1 正極層 11 および第 2 正極層 21 を同時に形成した後、第 1 固体電解質層 12 および第 2 固体電解質層 22 を同時に形成し、第 1 負極層 13 および第 2 負極層 23 を同時に形成し、第 1 負極集電体層 14 および第 2 負極集電体層 24 を同時に形成する。

【0101】

〔実施の形態 2 のまとめ〕

以上説明したように、本実施の形態によれば、金属製の基板 5 の表面には第 1 電池部 1

10

20

30

40

50

0を、裏面には第2電池部20を、それぞれ形成するとともに、これら第1電池部10および第2電池部20を外装部30の内部に收容するようにした。また、本実施の形態では、第1電池部10および第2電池部20と外装部30に設けられた金属層313とを電氣的に接続するようにした。これにより、第1電池部10に第1固体電解質層12が、第2電池部20に第2固体電解質層22が、それぞれ設けられた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。

【0102】

＜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10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。また、図11(a)、(b)は、実施の形態1の変形例における電池ユニット50の斜視図である。

【0103】

実施の形態1の変形例において、電池ユニット50を構成する電池部10は、基板5の一方の面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10においては上側)に位置する負極層13は、積層フィルム31の内側露出部316に露出する金属層313と、直接に接触している。

【0104】

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。

【0105】

＜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、第1電池部10が第1負極集電体層14を有し、且つ、第2電池部20が第2負極集電体層24を有していたが、第1負極集電体層14および第2負極集電体層24は必須ではない。

図12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6(a)のV-I-V-I断面図である。また、図13(a)、(b)は、実施の形態2の変形例における電池ユニット50の斜視図である。

【0106】

実施の形態2の変形例において、電池ユニット50を構成する第1電池部10は、基板5の一方の面に積層される第1正極層11と、第1正極層11に積層される第1固体電解質層12と、第1固体電解質層12に積層される第1負極層13とを備えている。そして、第1電池部10の他方の端部(図12においては上側)に位置する第1負極層13は、積層フィルム31の第1内側露出部316に露出する金属層313と、直接に接触している。

【0107】

また、電池ユニット50を構成する第2電池部20は、基板5の他方の面に積層される第2正極層21と、第2正極層21に積層される第2固体電解質層22と、第2固体電解質層22に積層される第2負極層23とを備えている。そして、第2電池部20の他方の端部(図12においては下側)に位置する第2負極層23は、積層フィルム31の第2内側露出部318に露出する金属層313と、直接に接触している。

【0108】

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。

【0109】

＜その他＞

なお、実施の形態1、2およびこれらの変形例では、基板5側に正極層(第1正極層11(正極層11)、第2正極層21)を配置し、外装部30を構成する積層フィルム31

10

20

30

40

50

の金属層 3 1 3 側に負極層（第 1 負極層 1 3（負極層 1 3）、第 2 負極層 2 3）を配置していたが、これに限られるものではなく、逆としてもよい。すなわち、基板 5 側に各電池部の負極側を配置し、各積層フィルム（金属層）側に各電池部の正極側を配置するようにしてもかまわない。

【0110】

また、実施の形態 1、2 では、電池ユニット 5 0 の負極集電体層 1 4 あるいは第 1 負極集電体層 1 4 および第 2 負極集電体層 2 4（変形例では負極層 1 3 あるいは第 1 負極層 1 3 および第 2 負極層 2 3）と積層フィルム 3 1 の金属層 3 1 3 とを固定しない状態で接触（密着）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、これらの位置関係を固定するようにしてもかまわない。

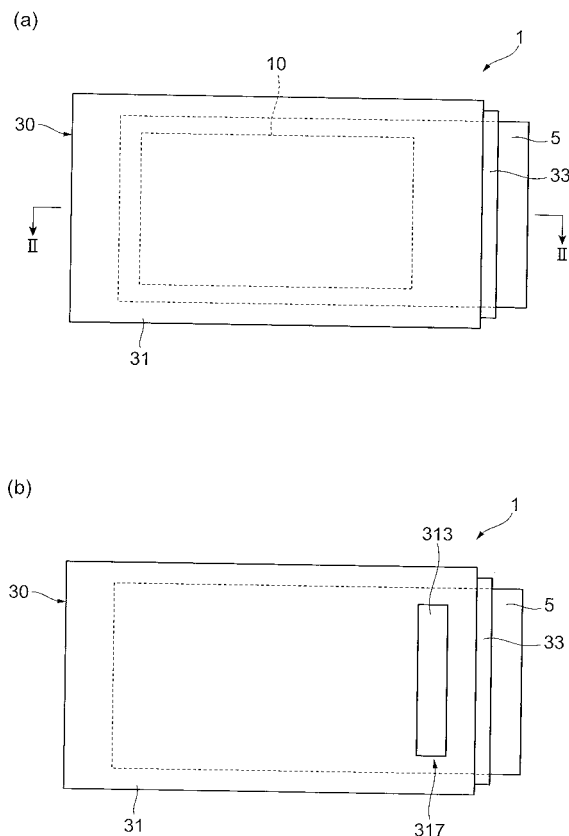
10

【符号の説明】

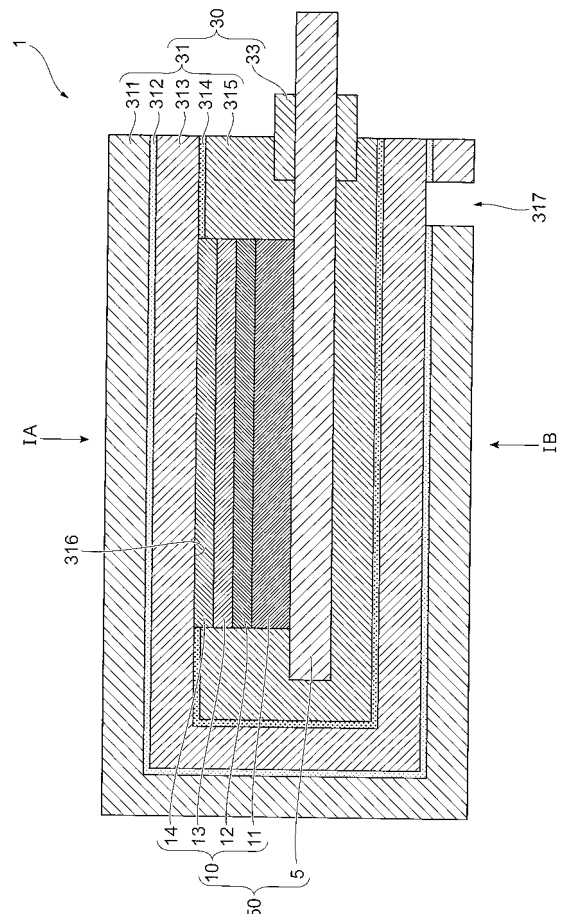
【0111】

1…リチウムイオン二次電池、5…基板、10…（第 1）電池部、11…（第 1）正極層、12…（第 1）固体電解質層、13…（第 1）負極層、14…（第 1）負極集電体層、20…第 2 電池部、21…第 2 正極層、22…第 2 固体電解質層、23…第 2 負極層、24…第 2 負極集電体層、30…外装部、31…積層フィルム、33…熱融着フィルム、50…電池ユニット、311…耐熱性樹脂層、312…外側接着層、313…金属層、314…内側接着層、315…熱融着性樹脂層、316…（第 1）内側露出部、317…外側露出部、318…第 2 内側露出部

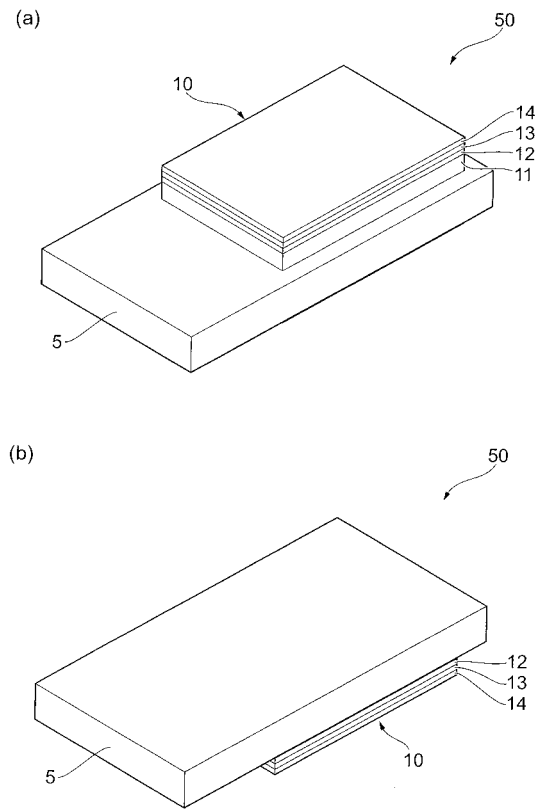
【図 1】



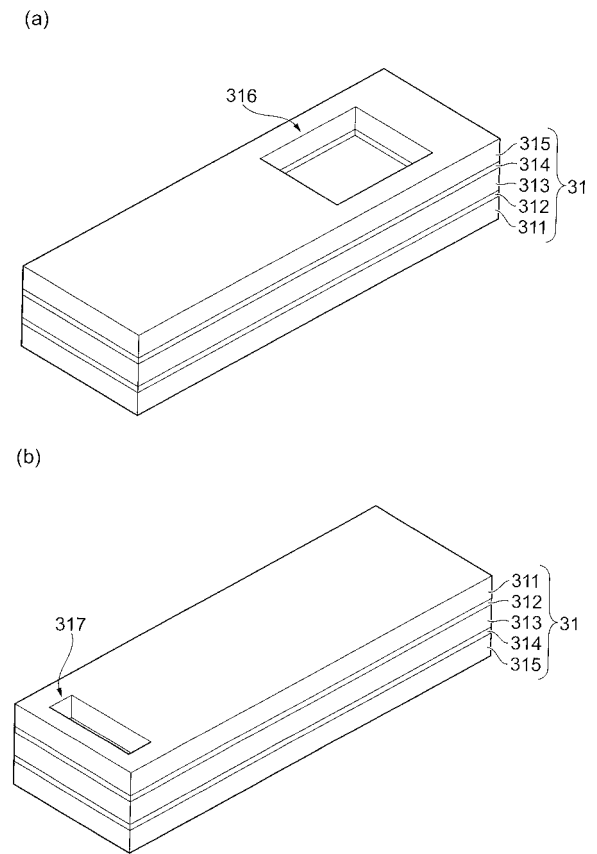
【図 2】



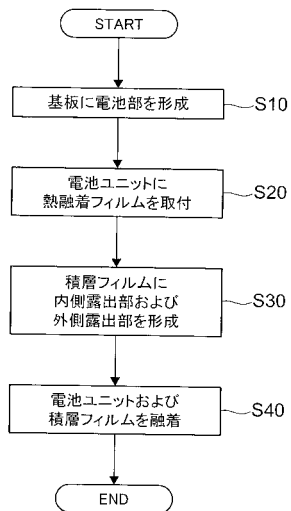
【図 3】



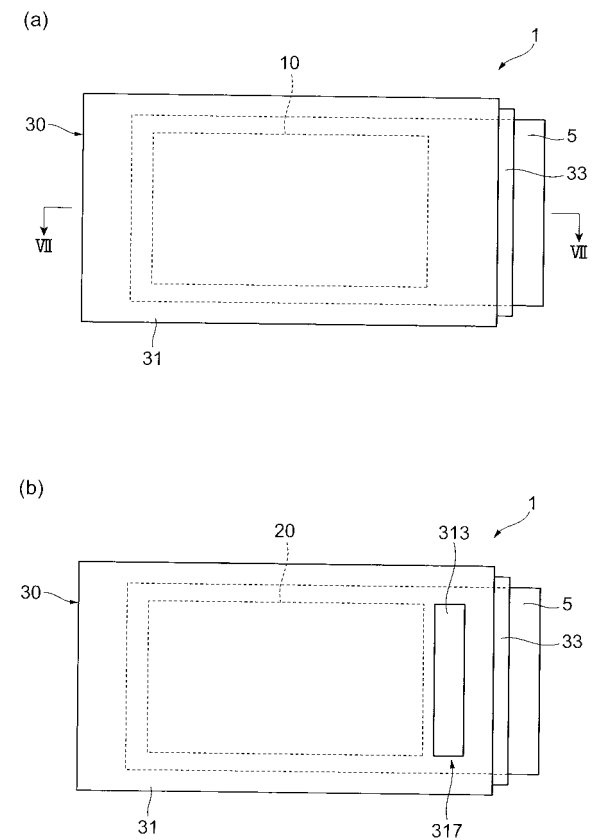
【図 4】



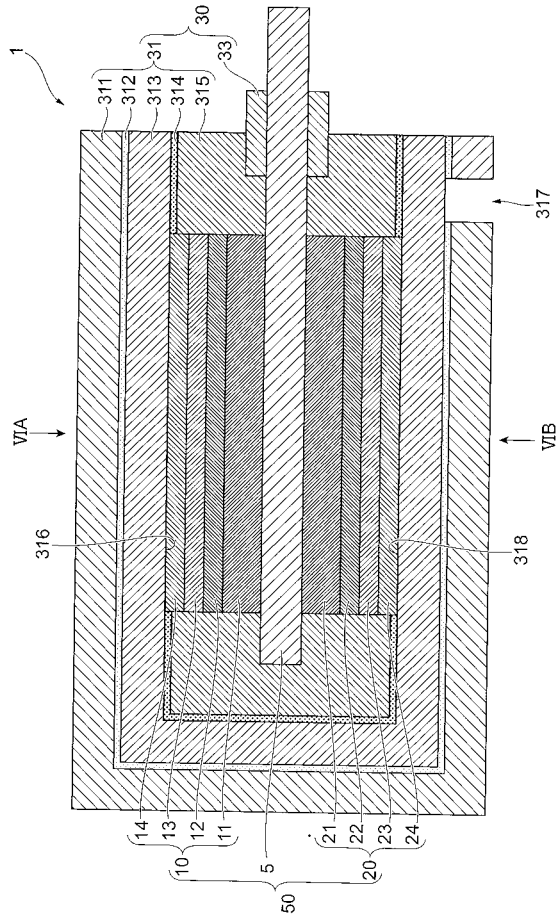
【図 5】



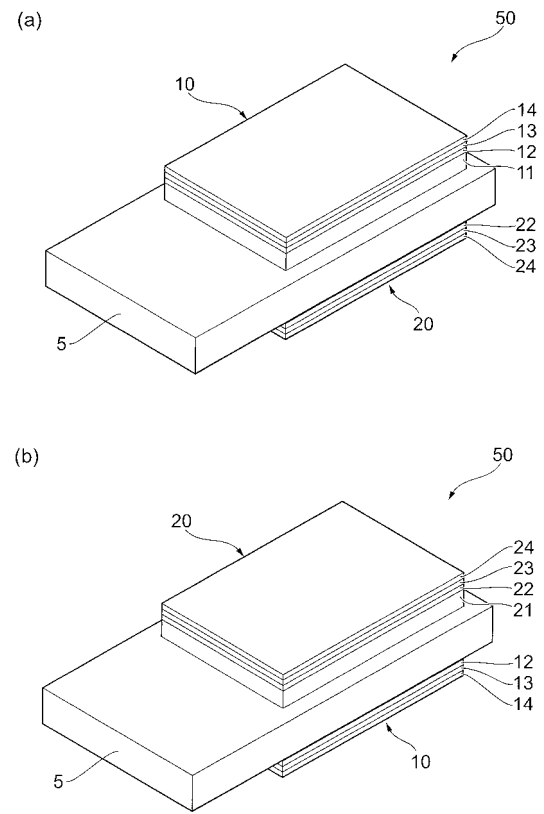
【図 6】



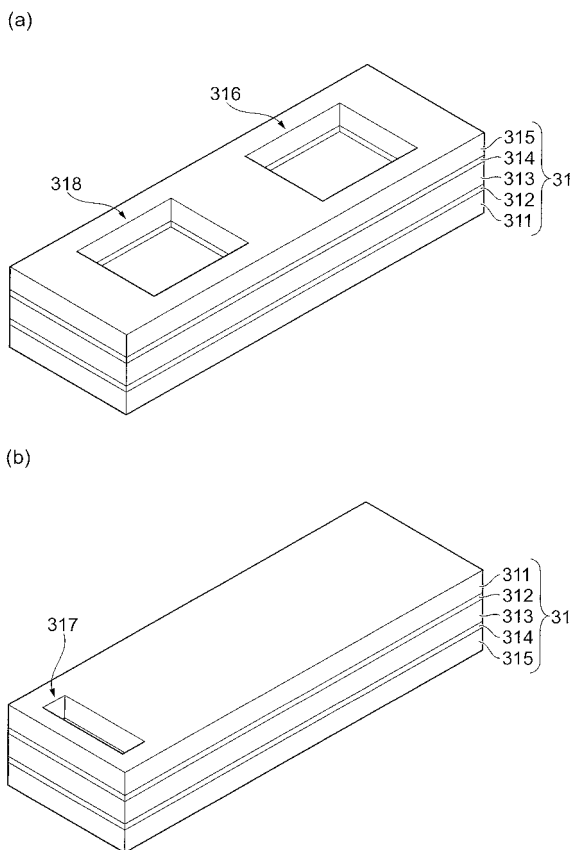
【図 7】



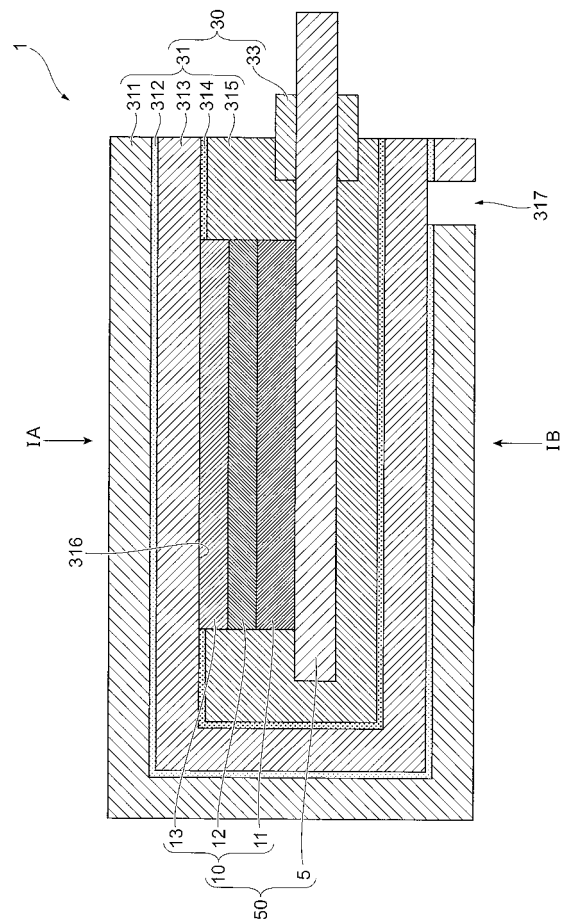
【図 8】



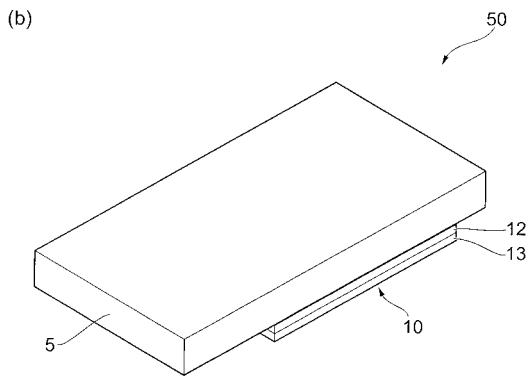
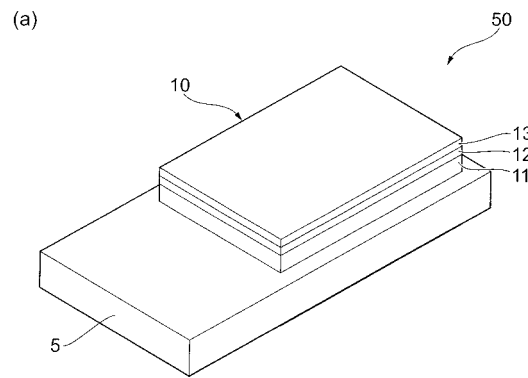
【図 9】



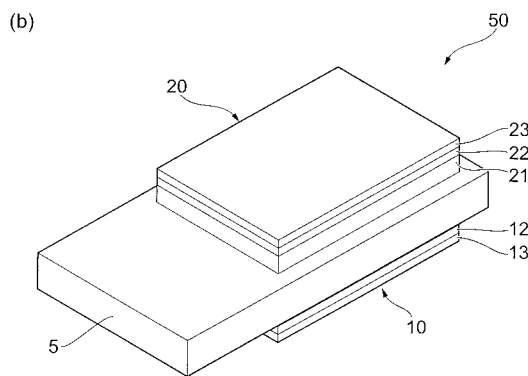
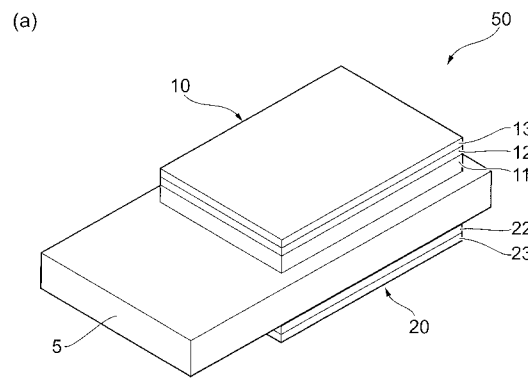
【図 10】



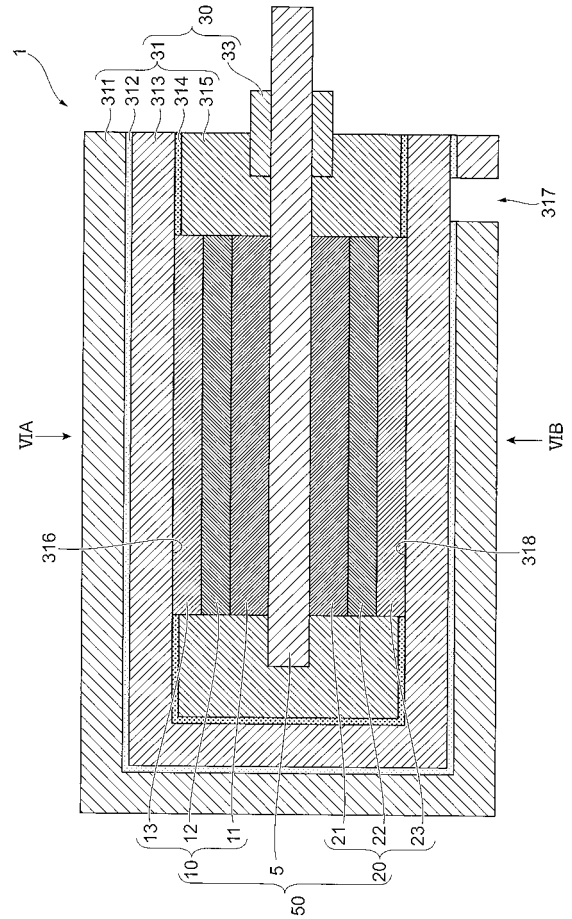
【図 1 1】



【図 1 3】



【図 1 2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード (参考)
H 0 1 M 2/30 (2006.01) H 0 1 M 2/30 B

(72)発明者 南谷 広治

神奈川県伊勢原市鈴川 3 1 昭和電工パッケージング株式会社内

F ターム (参考) 5H011 AA09 CC02 CC06 CC10 DD14

5H029 AJ14 AK03 AL01 AM12 BJ04 CJ24 DJ02 DJ05

5H043 AA19 BA17 CA08 CA13 CB02 CB07 DA03 DA13 DA14 DA15

JA13D KA06D KA07D KA08D KA09D

5H050 AA19 BA17 CA09 CB01 DA20 GA24