

(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2018-92886

(P2018-92886A)

(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 10/052 (2010.01)	HO 1 M 10/052	5 H O 2 9
HO 1 M 10/0562 (2010.01)	HO 1 M 10/0562	5 H O 4 3
HO 1 M 2/02 (2006.01)	HO 1 M 2/02 K	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 9 O L (全 20 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2017-94348 (P2017-94348)	(71) 出願人	000002004 昭和電工株式会社 東京都港区芝大門1丁目13番9号
(22) 出願日	平成29年5月11日 (2017. 5. 11)	(71) 出願人	501428187 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
(31) 優先権主張番号	特願2016-228631 (P2016-228631)	(74) 代理人	100104880 弁理士 古部 次郎
(32) 優先日	平成28年11月25日 (2016. 11. 25)	(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
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(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	

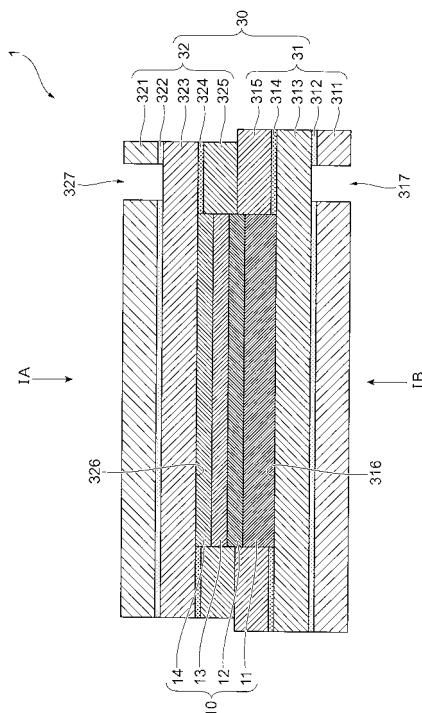
(54) 【発明の名称】 リチウムイオン二次電池、リチウムイオン二次電池の製造方法

(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、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。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【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。

【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】

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、電池部を内部に收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、電池部を内部に收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

10

20

30

40

50

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。

10

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、本発明のり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 極性にてり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、り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 極性にてり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。

20

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。

30

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り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】

40

【図 1】(a)、(b)は、実施の形態 1 が適用されるり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、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】り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 が適用されるりチウムイオン二次電池の正面図である。

【図 6】図 5 の V I - V I 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 I I - I I 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 V I - V I 断面図で

50

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I I-I 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。

【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10nm以上40μm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（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40μm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600nm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

10

20

30

40

50

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。

10

【0019】

固体電解質層12の厚さは、例えば10nm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10nm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200nm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。

20

【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。

30

【0023】

負極層13の厚さは、例えば10nm以上40 μm 以下とすることができる。負極層13の厚さが10nm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 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、負極層13の厚さを100nmとした。

40

【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

50

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-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、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、9μm以上50μmとすることができる。第1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、第1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25μm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ふ。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、上記融着温度で溶融し、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311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321として厚さ25μm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322は、第2耐熱性樹脂層321と第2金属層323とを接着するための層である。

そして、第2外側接着層322としては、上記第1外側接着層312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322と第1外側接着層312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322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323は、第2積層フィルム32を用いて外装部30を形成した場合に、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2金属層323は、後述するように、電池部10の負極集電体層14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323には、導電性を有する金属箔を用いる。なお、第2金属層323は、上記第1金属層313とは異なり、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は担わない。

【0053】

そして、第2金属層323としては、上記第1金属層313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323と第1金属層313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323の厚さも、第1金属層313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323として、JIS H4160で規定されたA8021H-O材からなる、厚さ40 μ m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、上記融着温度で溶解し、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 等に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

10

20

30

40

50

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 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、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

10

20

30

40

50

$\text{Li}_2\text{Mn}_2\text{O}_4$ 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、 $\text{Li}_2\text{Mn}_2\text{O}_4$ 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°C 以下とすることが好ましく、 200°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°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 $\text{Li}_2\text{Mn}_2\text{O}_4$ であり、その厚さは 600 nm であり、その結晶構造はアモルファスであった。

10

【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 0.8 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°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 200 nm 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 0.8 Pa とした。それから、ホウ素（B）をドーブしたシリコン（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°C 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 がドーブされた Si であり、その厚さは 100 nm であり、その結晶構造はアモルファスであった。

20

【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 0.8 Pa 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°C 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 200 nm であった。

30

【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。

40

【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

50

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。

10

【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V1-V1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。

20

【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。

30

【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。

40

【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

50

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 - 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 V I - V I 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。

10

【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311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。

20

【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。

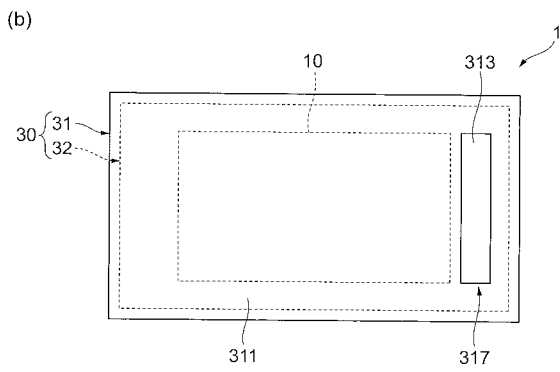
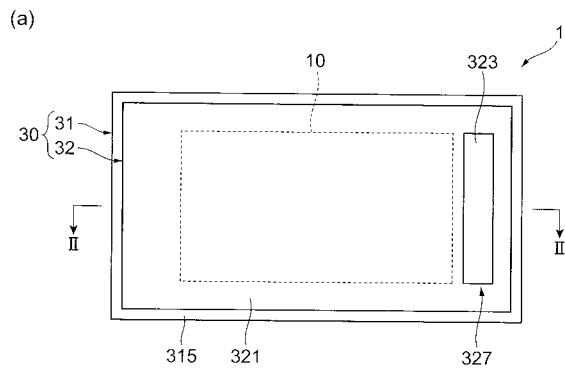
【符号の説明】

30

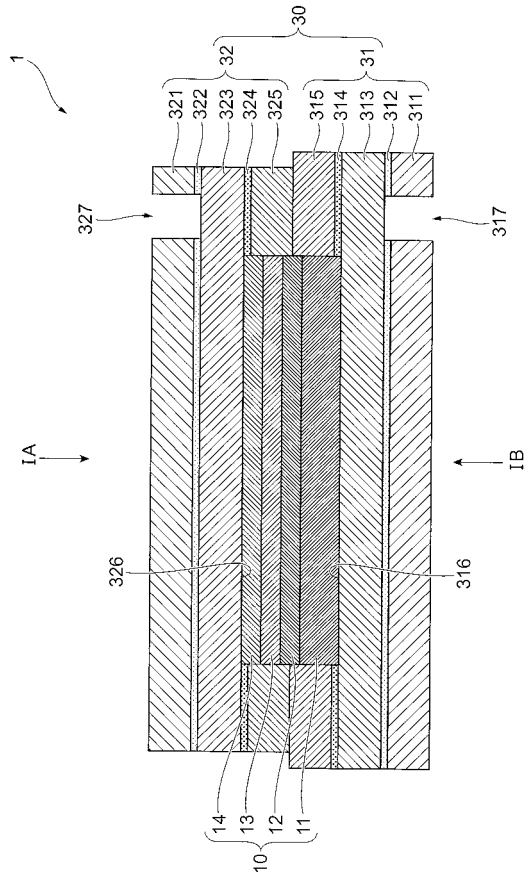
【0097】

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

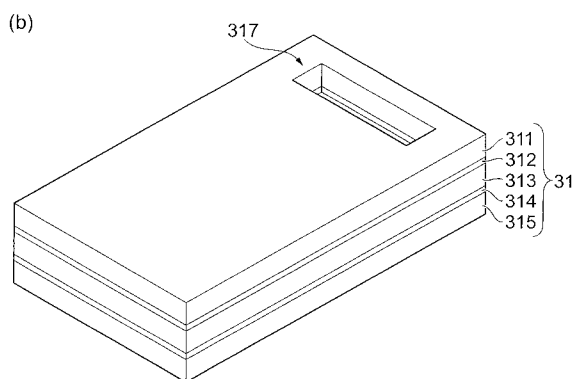
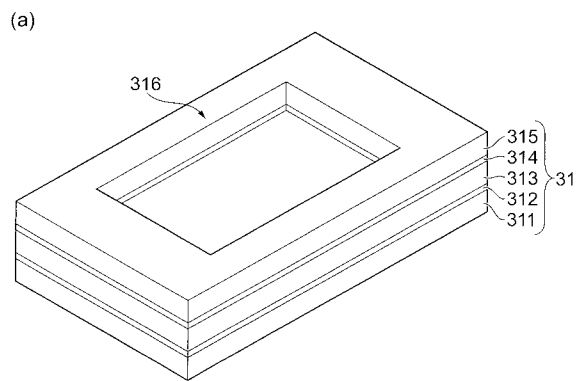
【図 1】



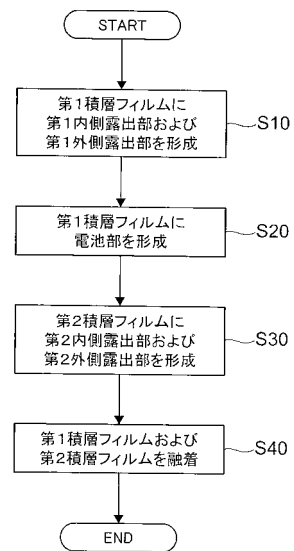
【図 2】



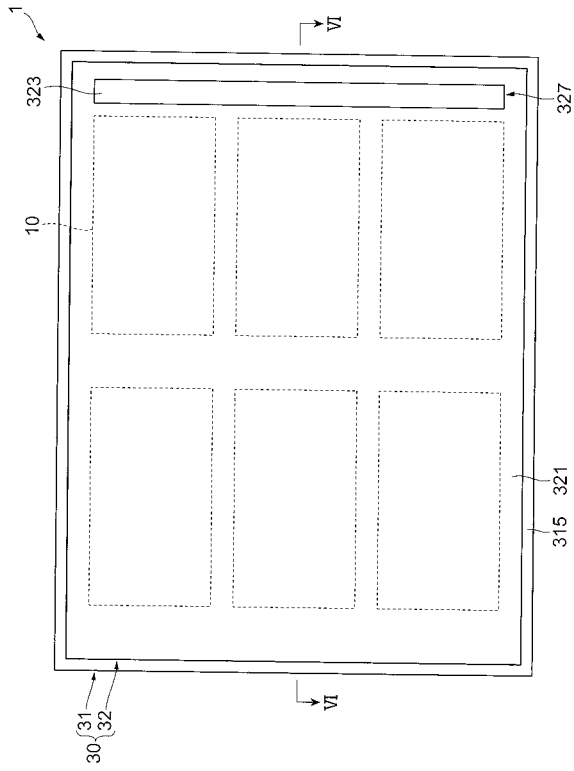
【図 3】



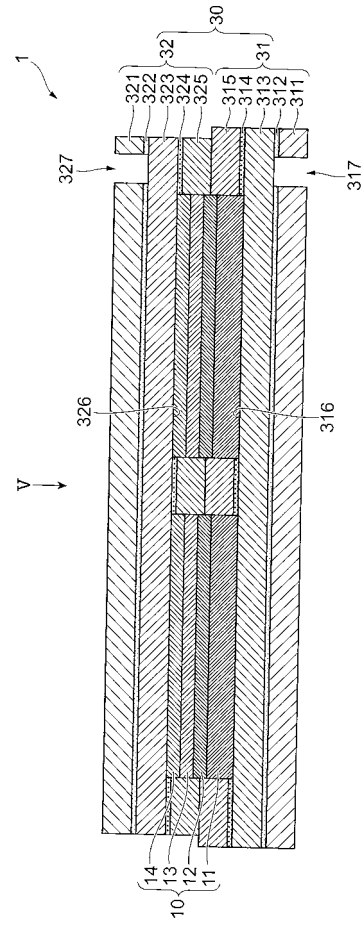
【図 4】



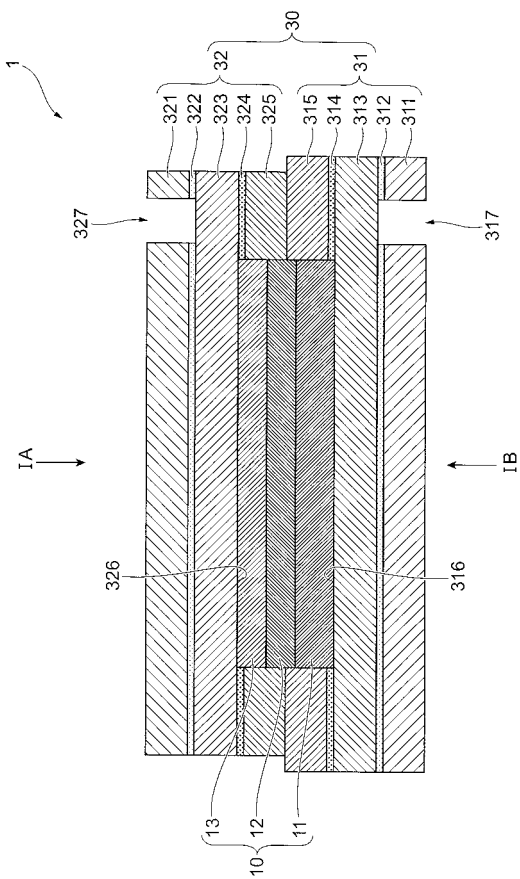
【図 5】



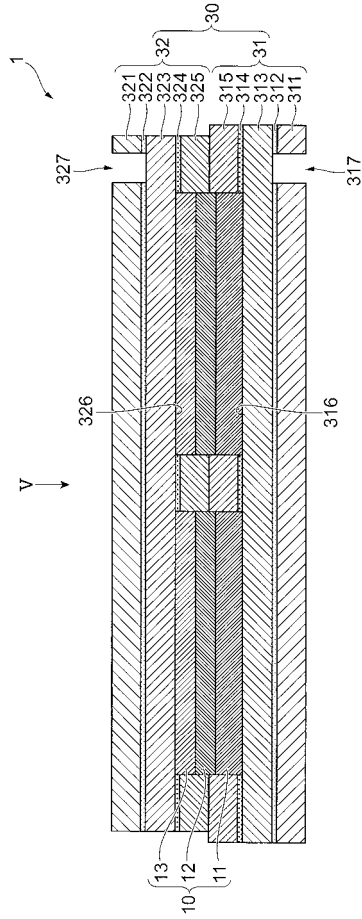
【図 6】



【図 7】



【図 8】



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 AL06 AM12 BJ04 CJ24 DJ02 DJ05

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

JA13D KA06D KA07D KA08D KA09D

5H050 CA08 CA09 CB01 CB07 DA20 GA24 GA26