

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7565525号
(P7565525)

(45)発行日 令和6年10月11日(2024.10.11)

(24)登録日 令和6年10月3日(2024.10.3)

(51)国際特許分類		F I	
H O 1 M	10/0585(2010.01)	H O 1 M	10/0585
H O 1 M	10/052(2010.01)	H O 1 M	10/052
H O 1 M	10/054(2010.01)	H O 1 M	10/054
H O 1 M	10/0562(2010.01)	H O 1 M	10/0562
H O 1 M	50/586(2021.01)	H O 1 M	50/586
請求項の数 10 (全38頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2021-566783(P2021-566783)	(73)特許権者	314012076 パナソニックIPマネジメント株式会社 大阪府門真市元町2番6号
(86)(22)出願日	令和2年4月14日(2020.4.14)	(74)代理人	100109210 弁理士 新居 広守
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/016400	(74)代理人	100137235 弁理士 寺谷 英作
(87)国際公開番号	WO2021/131095	(74)代理人	100131417 弁理士 道坂 伸一
(87)国際公開日	令和3年7月1日(2021.7.1)	(72)発明者	河瀬 覚 日本国大阪府門真市大字門真1006番 地 パナソニック株式会社内
審査請求日	令和5年3月16日(2023.3.16)	(72)発明者	森岡 一裕 日本国大阪府門真市大字門真1006番 地 パナソニック株式会社内 最終頁に続く
(31)優先権主張番号	特願2019-238652(P2019-238652)		
(32)優先日	令和1年12月27日(2019.12.27)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

(54)【発明の名称】 電池の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも1つの第1集電体の少なくとも一方の面の一部に絶縁層を積層する絶縁層積層工程(a)と、

電極活物質層、固体電解質層及び対極活物質層がこの順で積層された少なくとも1つの発電要素部と、前記絶縁層が形成された前記少なくとも1つの第1集電体とを、前記電極活物質層が前記絶縁層を被覆するように積層する発電要素積層工程(b)と、
前記少なくとも1つの第1集電体に積層された前記少なくとも1つの発電要素部と前記少なくとも1つの第1集電体とを一括で、前記絶縁層を分割する位置で、積層方向に切断する切断工程(c)と、

前記切断工程(c)において切断される前又は後の前記少なくとも1つの発電要素部の前記少なくとも1つの第1集電体側とは反対側に第2集電体を積層する集電体積層工程(d)と、
を含む、

電池の製造方法。

【請求項2】

前記電極活物質層は、正極活物質層であり、
前記対極活物質層は、負極活物質層である、
請求項1に記載の電池の製造方法。

【請求項3】

前記少なくとも1つの第1集電体は複数の第1集電体を含み、

前記絶縁層積層工程(a)において、前記複数の第1集電体それぞれの一方の面にのみ前記絶縁層を積層し、

前記発電要素積層工程(b)は、

前記電極活物質層が前記絶縁層を被覆するように、前記絶縁層が積層された前記複数の第1集電体それぞれに前記少なくとも1つの発電要素部を積層した複数の第1積層体を形成する第1積層体形成工程(ba)と、

平面視で前記複数の第1積層体それぞれの前記絶縁層の位置が重なるように、前記複数の第1積層体を積層する第1積層体積層工程(bb)と、を含み、

前記第1積層体積層工程(bb)では、前記複数の第1積層体に含まれ、かつ互いに隣接する2つの第1積層体のうちの一方の前記対極活物質層が、他方の前記第1集電体と対面するように、前記複数の第1積層体を積層し、

前記切断工程(c)において、積層された前記複数の第1積層体を一括で、前記絶縁層を分割する位置で、積層方向に切断する、

請求項1又は2に記載の電池の製造方法。

【請求項4】

前記少なくとも1つの第1集電体は複数の第1集電体を含み、

前記絶縁層積層工程(a)において、前記複数の第1集電体それぞれの一方の面にのみ前記絶縁層を積層し、

前記発電要素積層工程(b)は、

前記対極活物質層と、前記第1集電体の前記絶縁層が積層されていない面とが対面するように、前記絶縁層が形成された前記複数の第1集電体それぞれに前記少なくとも1つの発電要素部を積層した複数の第2積層体を形成する第2積層体形成工程(bc)と、

平面視で前記複数の第2積層体それぞれの前記絶縁層の位置が重なるように、複数の前記第2積層体を積層する第2積層体積層工程(bd)と、を含み、

前記第2積層体積層工程(bd)では、前記複数の第2積層体に含まれ、かつ互いに隣接する2つの第2積層体のうちの一方の前記電極活物質層が、他方の前記絶縁層を被覆するように、前記複数の第2積層体を積層し、

前記切断工程(c)において、積層された複数の前記第2積層体を一括で、前記絶縁層を分割する位置で、積層方向に切断する、

請求項1又は2に記載の電池の製造方法。

【請求項5】

前記少なくとも1つの発電要素部は、2つの発電要素部を含み、

前記絶縁層積層工程(a)において、前記少なくとも1つの第1集電体の両面に前記絶縁層を積層し、

前記発電要素積層工程(b)において、

前記絶縁層が積層された前記少なくとも1つの第1集電体と、前記2つの発電要素部と、第3集電体とを、前記電極活物質層が前記少なくとも1つの第1集電体の両面に積層された前記絶縁層を被覆するように前記2つの発電要素部で前記少なくとも1つの第1集電体を挟み、且つ、前記絶縁層が積層された前記少なくとも1つの第1集電体と前記第3集電体とで前記2つの発電要素部のうちの一方を挟むように積層し、

前記切断工程(c)において、前記少なくとも1つの第1集電体に積層された前記第3集電体及び前記2つの発電要素部と前記少なくとも1つの第1集電体とを一括で、前記絶縁層を分割する位置で、積層方向に切断し、

前記集電体積層工程(d)において、前記2つの発電要素部のうちの他方の、前記第1集電体とは反対側に前記第2集電体を積層する、

請求項1又は2に記載の電池の製造方法。

【請求項6】

前記発電要素積層工程(b)において、前記少なくとも1つの発電要素部は、前記電極活物質層、前記固体電解質層及び前記対極活物質層が、前記少なくとも1つの第1集電体

10

20

30

40

50

に順次積層されることによって形成される、

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の電池の製造方法。

【請求項 7】

前記絶縁層積層工程（a）において、

平面視で格子状又はストライプ状に、前記少なくとも 1 つの第 1 集電体の少なくとも一方の面に前記絶縁層を積層し、

前記切断工程（c）において、前記少なくとも 1 つの発電要素部が積層された前記少なくとも 1 つの第 1 集電体を一括で、前記絶縁層に沿って切断する、

請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の電池の製造方法。

【請求項 8】

前記絶縁層は、樹脂を含む、

請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の電池の製造方法。

【請求項 9】

前記絶縁層は、金属酸化物を含む、

請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の電池の製造方法。

【請求項 10】

前記発電要素積層工程（b）において、

湿式コーティング法を用いて前記少なくとも 1 つの発電要素部が積層される、

請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の電池の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、電池の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 及び 2 には、絶縁層を備える電池が開示されている。

【0003】

また、特許文献 3 には、全固体電池の各層を形成する際に、粉末材料を加圧する工程を含む全固体電池の製造方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】国際公開第 2012 / 164642 号

【文献】特開 2016 - 207286 号公報

【文献】特開 2012 - 089388 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来技術においては、電池の体積エネルギー密度の向上及び製造方法の容易化が求められている。そこで、本開示は、体積エネルギー密度の高い電池を容易に製造できる電池の製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示の一態様に係る電池の製造方法は、少なくとも 1 つの第 1 集電体の少なくとも一方の面の一部に絶縁層を積層する絶縁層積層工程（a）と、電極活物質層、固体電解質層及び対極活物質層がこの順で積層された少なくとも 1 つの発電要素部と、前記絶縁層が形成された前記少なくとも 1 つの第 1 集電体とを、前記電極活物質層が前記絶縁層を被覆するように積層する発電要素積層工程（b）と、前記少なくとも 1 つの発電要素部が積層された前記少なくとも 1 つの第 1 集電体を一括で、前記絶縁層を分割する位置で、積層方向に切断する切断工程（c）と、前記切断工程（c）において切断される前又は後の前記少

10

20

30

40

50

なくとも1つの発電要素部の前記少なくとも1つの第1集電体側とは反対側に第2集電体を積層する集電体積層工程(d)と、を含む。

【発明の効果】

【0007】

本開示によれば、体積エネルギー密度の高い電池を容易に製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は、実施の形態1に係る電池の例を示す概略上面図である。

【図2】図2は、図1のII-II線で示される位置での断面図である。

【図3】図3は、比較例に係る電池の例を示す概略断面図である。

【図4】図4は、比較例に係る電池の別の例を示す概略断面図である。

【図5】図5は、実施の形態1に係る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6A】図6Aは、実施の形態1に係る絶縁層が積層された集電体の例を示す概略図である。

【図6B】図6Bは、実施の形態1に係る絶縁層が積層された集電体の別の例を示す概略図である。

【図6C】図6Cは、実施の形態1に係る絶縁層が積層された集電体の別の例を示す概略図である。

【図7A】図7Aは、実施の形態1に係る積層極板の例を示す概略断面図である。

【図7B】図7Bは、実施の形態1に係る積層極板の別の例を示す概略断面図である。

【図7C】図7Cは、実施の形態1に係る積層極板の別の例を示す概略断面図である。

【図8】図8は、実施の形態1に係る電池の製造方法における切断工程(c)を説明するための図である。

【図9】図9は、実施の形態1の変形例1に係る電池の例を示す概略断面図である。

【図10】図10は、実施の形態1の変形例1に係る電池の別の例を示す概略断面図である。

【図11】図11は、実施の形態1の変形例1に係る電池の製造方法における切断工程(c)を説明するための図である。

【図12】図12は、実施の形態2に係る電池の例を示す概略断面図である。

【図13】図13は、実施の形態2に係る電池の別の例を示す概略断面図である。

【図14】図14は、実施の形態2に係る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15】図15は、実施の形態2に係る多層極板の例を示す概略断面図である。

【図16】図16は、実施の形態2の変形例1に係る積層極板の例を示す概略断面図である。

【図17】図17は、実施の形態2の変形例1に係る多層極板の例を示す概略断面図である。

【図18】図18は、実施の形態2の変形例1に係る電池の製造方法における集電体積層工程(d)及び切断工程(c)を説明するための図である。

【図19】図19は、実施の形態2の変形例2に係る絶縁層を有する積層極板の例を示す概略断面図である。

【図20】図20は、実施の形態2の変形例2に係る絶縁層を有さない積層極板の例を示す概略断面図である。

【図21】図21は、実施の形態2の変形例2に係る多層極板の例を示す概略断面図である。

【図22】図22は、実施の形態2の変形例2に係る積層極板の別の例を示す概略断面図である。

【図23】図23は、実施の形態2の変形例2に係る電池の例を示す概略断面図である。

【図24】図24は、実施の形態2の変形例2に係る電池の別の例を示す概略断面図であ

10

20

30

40

50

る。

【図 2 5】図 2 5 は、実施の形態 3 に係る電池の例を示す概略断面図である。

【図 2 6】図 2 6 は、実施の形態 3 に係る電池の別の例を示す概略断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

（本開示の基礎となった知見）

固体電解質を含む固体電解質層を備える全固体電池等の電池を製造する場合、負極活物質層の面積を正極活物質層の面積よりも大きくすることが一般的である。これは負極活物質層の容量を正極活物質層の容量よりも大きくして、負極活物質層に取り込まれなかった金属イオン由来の金属の析出等を抑制することで電池の性能を安定化させることが目的である。また、負極活物質層の端部への電界集中を抑制して、端部でのデンドライト成長（金属の析出）を抑制することで、電池の信頼性を向上することも目的である。また、負極活物質層の面積を大きくする場合、対向して配置される正極活物質層の周囲には、例えば、固体電解質層が配置される。これにより、剥離しやすい集電体の端部に正極活物質層が接していないことになるため、集電体の端部が剥離した場合であっても正極活物質層の露出を抑制することでも信頼性を高めている。

【0010】

しかしながら、上述のように正極活物質層の面積と負極活物質層の面積とを精密に制御して電池を製造することは難しい。又は、信頼性の確保のために、正極活物質層の形成時の寸法精度も考慮に入れて正極活物質層を形成する必要がある。そのため、正極活物質層が小さくなり、電池の体積エネルギー密度が低下するという課題がある。また、正極活物質層の寸法精度を高めるためには、検査等の工程数の増加及び設備費用の増加が懸念される。

【0011】

そこで、本開示では、体積エネルギー密度の高い電池を容易に製造できる電池の製造方法を提供する。特に、信頼性の高い電池でありながら、体積エネルギー密度の高い電池を容易に製造できる電池の製造方法を提供する。

【0012】

本開示の一態様の概要は、以下の通りである。

【0013】

本開示の一態様に係る電池の製造方法は、少なくとも1つの第1集電体の少なくとも一方の面の一部に絶縁層を積層する絶縁層積層工程（a）と、電極活物質層、固体電解質層及び対極活物質層がこの順で積層された少なくとも1つの発電要素部と、前記絶縁層が形成された前記少なくとも1つの第1集電体とを、前記電極活物質層が前記絶縁層を被覆するように積層する発電要素積層工程（b）と、前記少なくとも1つの発電要素部が積層された前記少なくとも1つの第1集電体を一括で、前記絶縁層を分割する位置で、積層方向に切断する切断工程（c）と、前記切断工程（c）において切断される前又は後の前記少なくとも1つの発電要素部の前記少なくとも1つの第1集電体側とは反対側に第2集電体を積層する集電体積層工程（d）と、を含む。

【0014】

これにより、発電要素部が積層された第1集電体が、絶縁層を分割する位置で、積層方向に一括で切断される。そのため、発電要素部の各層を切断後の形状で積層する必要がないため、容易に電池を製造できる。

【0015】

また、発電要素部が積層された第1集電体が、絶縁層を分割する位置で積層方向に切断されるため、平面視で第1集電体の端部に絶縁層が積層された電池が製造される。また、第1集電体に積層された絶縁層を被覆するように電極活物質層が積層されているため、製造される電池の第1集電体の端部では、第1集電体、絶縁層及び電極活物質層がこの順で積層される。そのため、剥離が生じやすい第1集電体の端部において、第1集電体が剥離しても、絶縁層が露出するため、電極活物質層の露出が抑制される。その結果、電極活物

質層と他の部材との接触に起因した破損又は短絡等が生じにくくなる。よって、信頼性の高い電池を製造できる。

【0016】

また、切断位置を調整するだけで、絶縁層の寸法を決定できる。そのため、絶縁層が存在することで、電極活物質層と第1集電体との電子の授受が抑制され、電極活物質層が電極として機能しにくい領域が形成されるものの、絶縁層の寸法を調整することで当該領域を最小限に抑制できる。よって、体積エネルギー密度の高い電池を容易に製造できる。

【0017】

また、例えば、前記電極活物質層は、正極活物質層であり、前記対極活物質層は、負極活物質層であってもよい。

【0018】

これにより、絶縁層が第1集電体の端部に積層されていることにより、正極活物質層の端部に第1集電体からの電子が到達しないため、端部における正極活物質層の電極としての機能が抑制される。つまり、平面視での正極活物質層の実質的な面積が削減され、負極活物質層に比べて、正極活物質層の面積が狭くなりやい。よって、負極活物質層の容量が、正極活物質層の容量よりも実質的に大きくなりやすくなるため、負極活物質層に取り込まれなかった金属イオン由来の金属の析出が抑制され、製造される電池の信頼性をさらに高めることができる。

【0019】

また、例えば、前記少なくとも1つの第1集電体は複数の第1集電体を含み、前記絶縁層積層工程(a)において、前記複数の第1集電体それぞれの一方の面にのみ前記絶縁層を積層し、前記発電要素積層工程(b)は、前記電極活物質層が前記絶縁層を被覆するように、前記絶縁層が積層された前記複数の第1集電体それぞれに前記少なくとも1つの発電要素部を積層した複数の第1積層体を形成する第1積層体形成工程(ba)と、平面視で前記複数の第1積層体それぞれの前記絶縁層の位置が重なるように、前記複数の第1積層体を積層する第1積層体積層工程(bb)と、を含み、前記第1積層体積層工程(bb)では、前記複数の第1積層体に含まれ、かつ互いに隣接する2つの第1積層体のうちの一方の前記対極活物質層が、他方の前記第1集電体と対面するように、前記複数の第1積層体を積層し、前記切断工程(c)において、積層された前記複数の第1積層体を一括で、前記絶縁層を分割する位置で、積層方向に切断してもよい。

【0020】

これにより、隣り合う第1積層体のうちの、一方の電極活物質層と他方の対極活物質層とが一方の第1集電体を挟むように、複数の第1積層体が積層され、直列積層型の電池が製造される。また、積層された複数の第1積層体を、絶縁層を分割する位置で積層方向に切断することで、複数の第1積層体が一括で切断される。そのため、積層型の電池の形成のために、個別に目的の形状に形成した単電池を積層する必要がなく、電池の製造効率が向上する。

【0021】

また、例えば、前記少なくとも1つの第1集電体は複数の第1集電体を含み、前記絶縁層積層工程(a)において、前記複数の第1集電体それぞれの一方の面にのみ前記絶縁層を積層し、前記発電要素積層工程(b)は、前記対極活物質層と、前記第1集電体の前記絶縁層が積層されていない面とが対面するように、前記絶縁層が形成された前記複数の第1集電体それぞれに前記少なくとも1つの発電要素部を積層した複数の第2積層体を形成する第2積層体形成工程(bc)と、平面視で前記複数の第2積層体それぞれの前記絶縁層の位置が重なるように、複数の前記第2積層体を積層する第2積層体積層工程(bd)と、を含み、前記第2積層体積層工程(bd)では、前記複数の第2積層体に含まれ、かつ互いに隣接する2つの第2積層体のうちの一方の前記電極活物質層が、他方の前記絶縁層を被覆するように、前記複数の第2積層体を積層し、前記切断工程(c)において、積層された複数の前記第2積層体を一括で、前記絶縁層を分割する位置で、積層方向に切断してもよい。

10

20

30

40

50

【0022】

これにより、隣り合う第2積層体のうちの、一方の電極活物質層と他方の対極活物質層とが、他方の第1集電体を挟むように、複数の第2積層体が積層され、直列積層型の電池が製造される。また、積層された複数の第2積層体を、絶縁層を分割する位置で積層方向に切断することで、複数の第2積層体が一括で切断される。そのため、積層型の電池の形成のために、個別に目的の形状に形成した単電池を積層する必要がなく、電池の製造効率が向上する。

【0023】

また、例えば、前記少なくとも1つの発電要素部は、2つの発電要素部を含み、前記絶縁層積層工程(a)において、前記少なくとも1つの第1集電体の両面に前記絶縁層を積層し、前記発電要素積層工程(b)において、前記絶縁層が積層された前記少なくとも1つの第1集電体と、前記2つの発電要素部と、第3集電体とを、前記電極活物質層が前記少なくとも1つの第1集電体の両面に積層された前記絶縁層を被覆するように前記2つの発電要素部で前記少なくとも1つの第1集電体を挟み、且つ、前記絶縁層が積層された前記少なくとも1つの第1集電体と前記第3集電体とで前記2つの発電要素部のうちの一方を挟むように積層し、前記切断工程(c)において、前記第3集電体と前記2つの発電要素部とが積層された前記少なくとも1つの第1集電体を一括で、前記絶縁層を分割する位置で、積層方向に切断し、前記集電体積層工程(d)において、前記2つの発電要素部のうちの他方の、前記第1集電体とは反対側に前記第2集電体を積層してもよい。

【0024】

これにより、2つの発電要素部の電極活物質層で第1集電体を挟むように、2つの発電要素部と第1集電体とが積層され、並列積層型の電池が製造される。また、2つの発電要素部が積層された第1集電体を、絶縁層を分割する位置で積層方向に切断することで、2つの発電要素部が一括で切断される。そのため、積層型の電池を形成するために、個別に目的の形状に形成した単電池を積層する必要がなく、電池の製造効率が向上する。

【0025】

また、例えば、前記発電要素積層工程(b)において、前記少なくとも1つの発電要素部は、前記電極活物質層、前記固体電解質層及び前記対極活物質層が、前記少なくとも1つの第1集電体に順次積層されることによって形成されてもよい。

【0026】

これにより、第1集電体上で発電要素部の各層を順次積層するだけで発電要素部が積層された第1集電体が形成されるため、より容易に第1集電体に発電要素部を積層することができる。

【0027】

また、例えば、前記絶縁層積層工程(a)において、平面視で格子状又はストライプ状に、前記少なくとも1つの第1集電体の少なくとも一方の面に前記絶縁層を積層し、前記切断工程(c)において、前記少なくとも1つの発電要素部が積層された前記少なくとも1つの第1集電体を一括で、前記絶縁層に沿って切断してもよい。

【0028】

これにより、絶縁層の長尺方向に沿って、絶縁層が分割されるため、電池の端部に沿って絶縁層の形成された電池を容易に形成することができる。

【0029】

また、例えば、前記絶縁層は、樹脂を含んでもよい。

【0030】

これにより、絶縁層に含まれる樹脂が第1集電体及び電極活物質層に食い込むアンカー効果等によって、絶縁層と第1集電体及び電極活物質層との接合性を高めることができる。

【0031】

また、例えば、前記絶縁層は、金属酸化物を含んでもよい。

【0032】

これにより、絶縁層が硬くなるため、電池の製造時に絶縁層を薄く形成した場合でも、

10

20

30

40

50

他の層と積層される際に絶縁層が変形しにくく、均一な厚みの薄層の絶縁層が形成できる。

【0033】

また、例えば、前記発電要素積層工程（b）において、湿式コーティング法を用いて前記発電要素部が積層されてもよい。

【0034】

このように、電極活物質層、固体電解質層及び対極活物質層を、湿式コーティング法を用いて積層塗工することにより、各層の材料間の界面の接合性等が良好な電池を容易に形成することができる。

【0035】

以下、実施の形態について図面を参照しながら具体的に説明する。

10

【0036】

なお、以下で説明する実施の形態は、いずれも包括的又は具体的な例を示すものである。以下の実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態などは、一例であり、本開示を限定する主旨ではない。

【0037】

また、本明細書において、平行、面一などの要素間の関係性を示す用語、及び、平坦、矩形などの要素の形状を示す用語、並びに、数値範囲は、厳格な意味のみを表す表現ではなく、実質的に同等な範囲、例えば数％程度の差異をも含むことを意味する表現である。

【0038】

また、各図は、必ずしも厳密に図示したものではない。各図において、実質的に同一の構成については同一の符号を付し、重複する説明は省略又は簡略化する。

20

【0039】

また、本明細書及び図面において、x軸、y軸及びz軸は、三次元直交座標系の三軸を示している。各実施の形態では、z軸方向を電池の積層方向としている。また、z軸の正の方向をz軸方向上側とし、z軸の負の方向をz軸方向下側としている。また、本明細書において「平面視」とは、z軸に沿って電池を見た場合を意味する。また、本明細書における「厚み」とは、各層の積層方向の長さである。

【0040】

また、本明細書において、電池の構成における「上方」及び「下方」という用語は、絶対的な空間認識における上方向（鉛直上方）及び下方向（鉛直下方）を指すものではなく、積層構成における積層順を基に相対的な位置関係により規定される用語として用いる。また、「上方」及び「下方」という用語は、2つの構成要素が互いに間隔を空けて配置されて2つの構成要素の間に別の構成要素が存在する場合のみならず、2つの構成要素が互いに密着して配置されて2つの構成要素が接する場合にも適用される。

30

【0041】

（実施の形態1）

以下、実施の形態1に係る電池について説明する。実施の形態1に係る電池は、電極活物質層及び対極活物質層をそれぞれ1つずつ含む単電池である。

【0042】

〔構成〕

40

まず、実施の形態1に係る電池の構成について図面を参照しながら説明する。図1は、本実施の形態に係る電池の例を示す概略上面図である。図2は、図1のI-I線で示される位置での断面図である。

【0043】

図1及び図2に示されるように、本実施の形態に係る電池50は、電極層10と、電極層10に対向して配置されている対極層20と、電極層10と対極層20との間に位置する固体電解質層30とを備える。つまり、電池50は、電極層10、固体電解質層30及び対極層20がこの順で積層された構造を有する。

【0044】

電極層10は、集電体11と、集電体11と固体電解質層30との間に位置する電極活

50

物質層 12 と、平面視における電極層 10 の端部において、集電体 11 と電極活物質層 12 との間に位置する絶縁層 13 とを有する。集電体 11 と電極活物質層 12 とは、平面視において、同じ形状及び位置である。

【0045】

対極層 20 は、集電体 21 と、集電体 21 と固体電解質層 30 との間に位置する対極活物質層 22 とを有する。

【0046】

電池 50 は、例えば、全固体電池である。電池 50 の側面は、積層方向と平行である。また、電池 50 の側面は、平坦な平面である。言い換えると、電極層 10 の側面と対極層 20 の側面と固体電解質層 30 の側面とは、段差がない状態であり、同一の平坦な平面に位置する。つまり、電極層 10 の側面と対極層 20 の側面と固体電解質層 30 の側面とは、面一である。なお、側面とは、電池 50 の各構成要素において、積層方向と垂直な平面を主面とした場合、主面の端部から主面と交差する方向に延びる面である。また、電極層 10 の積層方向と垂直な方向の端部において、絶縁層 13 の側面と電極活物質層 12 の側面と集電体 11 の側面とが面一である。また、対極層 20 の積層方向と垂直な方向の端部において、対極活物質層 22 の側面と集電体 21 の側面とが面一である。つまり、電池 50 の積層方向と垂直な方向の端部において、集電体 11、絶縁層 13、電極活物質層 12、固体電解質層 30、対極活物質層 22 及び集電体 21 のそれぞれの側面は、面一であり、同一の平坦な平面を形成している。これにより、電池 50 の各層の側面に段差がなく、凹凸が存在しないため、凹凸によって電池として機能しない空間が形成されず、実質的な電池 50 の体積エネルギー密度が向上する。また、各層を一括で切断する等によって各層の側面を面一にできるため、容易に絶縁層 13 の面積を調整して電池 50 を製造できる。

【0047】

電池 50 の側面は、例えば、切断面である。具体的には、電池 50 の側面は、カッター等の刃で切断されることによって形成される面であり、例えば、微細な溝等の切断痕を有する面である。このように、電池 50 に切断された切断面が形成されていることで、絶縁層 13 が形成される位置を調整できるため、電池 50 の充放電性能に寄与しない部分（絶縁層 13 の形成されている部分、詳細は後述）の面積を小さくすることができ、体積エネルギー密度を向上させることができる。また、切断面であることで、容易に、電極層 10 の側面と対極層 20 の側面と固体電解質層 30 の側面とを面一にすることができる。なお、切断痕は、研磨等によって平滑化されてもよい。切断面の形状は、制限されないが、電池 50 の場合には、矩形である。

【0048】

また、電池 50 において、集電体 11、絶縁層 13、電極活物質層 12、固体電解質層 30、対極活物質層 22 及び集電体 21 それぞれの側面は露出している。これにより、電池 50 の端部まで、電池 50 の充放電性能に寄与する各層が存在するため、電池 50 の体積エネルギー密度が向上する。

【0049】

また、電池 50 において、集電体 11、電極活物質層 12、固体電解質層 30、対極活物質層 22 及び集電体 21 は、平面視で同じ形状及び位置である。また、集電体 11、電極活物質層 12、固体電解質層 30、対極活物質層 22 及び集電体 21 の平面視形状は矩形であるが、特に制限されず、円形、楕円形又は多角形等であってもよい。

【0050】

集電体 11 は、電極活物質層 12 及び絶縁層 13 の下面と接し、電極活物質層 12 及び絶縁層 13 の下面を覆っている。平面視での集電体 11 の端部には、絶縁層 13 が積層されている。集電体 11 の厚みは、例えば、5 μm 以上 100 μm 以下である。

【0051】

集電体 11 の材料としては、公知の材料が用いられうる。集電体 11 には、例えば、銅、アルミニウム、ニッケル、鉄、ステンレス、白金若しくは金、又は、これらの 2 種以上の合金などからなる箔状体、板状体又は網目状体などが用いられる。

【0052】

電極活物質層12は、集電体11の上方で、集電体11上の絶縁層13を覆うように積層されている。電極活物質層12の下面は、集電体11とも接している。電極活物質層12の上面は、固体電解質層30と接する。電極活物質層12と対極活物質層22とは、固体電解質層30を挟んで対向している。電極活物質層12は、平面視で絶縁層13と重ならない領域を有する。また、平面視において、電極活物質層12と対極活物質層22とは、同じ形状及び位置である。電極活物質層12の厚みは、例えば5 μm 以上300 μm 以下である。電極活物質層12に用いられる材料については後述する。

【0053】

絶縁層13は、上述のように、集電体11と電極活物質層12との間に位置する。絶縁層13の上面及び平面視での内側の側面は、電極活物質層12と接する。絶縁層13は、平面視で電極層10の端部において電極活物質層12と接している。絶縁層13の側面と電極活物質層12の側面とは面一である。絶縁層13の下面は、集電体11と接する。また、絶縁層13は、平面視において、対極活物質層22と重なる。

10

【0054】

絶縁層13は、図示されている例では、平面視において、電極層10の外周部に位置し、枠状である。つまり、絶縁層13は、電極層10の積層方向と垂直な方向のすべての端部において、集電体11と電極活物質層12との間に位置する。

【0055】

絶縁層13は、例えば、樹脂及び金属酸化物の少なくとも一方を含む。樹脂としては、例えば、シリコン樹脂、エポキシ樹脂、アクリル樹脂又はポリイミド樹脂等が挙げられる。樹脂は、熱硬化性樹脂又は紫外線硬化性樹脂であってもよい。絶縁層13が、樹脂を含むことにより、樹脂が集電体11及び電極活物質層12に食い込むアンカー効果等によって、絶縁層13と集電体11及び電極活物質層12との接合性を高めることができる。金属酸化物としては、例えば、酸化ケイ素、酸化チタン又は酸化アルミ等が挙げられる。絶縁層13が、金属酸化物を含むことにより、絶縁層13が硬くなるため、電池50の製造時に絶縁層13を薄く形成した場合でも、他の層と積層される際に絶縁層13が変形しにくく、均一な厚みの薄層の絶縁層13が形成できる。

20

【0056】

絶縁層13の厚みは、電極活物質層12の厚みよりも薄く、例えば、電極活物質層12の厚みと比較して十分薄い。絶縁層13の厚みは、電極活物質層12の厚みよりも薄いことにより、電極活物質層12等の積層時に高圧プレス処理を行う場合であっても、絶縁層13の影響を小さくできるため、電極活物質層12等が均一に圧縮されやすくなる。絶縁層13の厚みは、電極活物質層12等の積層時に高圧プレス処理を行う場合であっても、電極活物質層12等が均一に圧縮されやすくなる観点から、例えば、5 μm 以下である。絶縁層13の厚みは、電池特性の観点から、2 μm 以下であってもよく、1 μm 以下であってもよい。絶縁層13は、例えば、完全に絶縁性であるが、求められる電池特性によっては、絶縁層13の構成材料及び厚みによって僅かに導電性を有していてもよい。

30

【0057】

また、絶縁層13は、発電に寄与する有効面積の観点、すなわち体積エネルギー密度の観点から、例えば、平面視における、電極活物質層12の外周からの長さが、1 mm以下の領域に位置する。また、絶縁層13が枠状又はライン状等で形成されている場合の絶縁層13の幅は、体積エネルギー密度の観点から、例えば、1 mm以下であり、0.5 mm以下であってもよく、0.1 mm以下であってもよい。絶縁層13の幅は、例えば、求められる電池特性によって変更される。

40

【0058】

集電体21は、対極活物質層22の上面と接し、対極活物質層22の上面を覆っている。集電体21の厚みは、例えば、5 μm 以上100 μm 以下である。集電体21の材料としては、上述の集電体11の材料が用いられる。

【0059】

50

対極活物質層 22 は、固体電解質層 30 上に積層され、電極活物質層 12 と対向して配置されている。対極活物質層 22 の上面は、集電体 21 と接する。対極活物質層 22 の厚みは、例えば $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $300\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。対極活物質層 22 に用いられる材料については後述する。

【0060】

固体電解質層 30 は、電極活物質層 12 と対極活物質層 22 との間に位置する。固体電解質層 30 の厚みは、例えば $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $150\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。

【0061】

固体電解質層 30 は、少なくとも固体電解質を含み、必要に応じて、バインダー材料を含んでいてもよい。固体電解質層 30 は、リチウムイオン伝導性を有する固体電解質を含んでいてもよい。

10

【0062】

固体電解質としては、リチウムイオン伝導体、ナトリウムイオン伝導体又はマグネシウムイオン伝導体など公知の材料が用いられうる。固体電解質には、例えば、硫化物固体電解質、ハロゲン系固体電解質又は酸化物固体電解質等の固体電解質材料が用いられる。硫化物固体電解質としては、リチウムイオンを伝導できる材料の場合、例えば、硫化リチウム (Li_2S) 及び五硫化二リン (P_2S_5) からなる合成物が用いられる。また、硫化物固体電解質としては、 $\text{Li}_2\text{S}-\text{SiS}_2$ 、 $\text{Li}_2\text{S}-\text{B}_2\text{S}_3$ 又は $\text{Li}_2\text{S}-\text{GeS}_2$ などの硫化物が用いられてもよく、上記硫化物に添加剤として Li_3N 、 LiCl 、 LiBr 、 Li_3PO_4 及び Li_4SiO_4 のうち少なくとも 1 種が添加された硫化物が用いられてもよい。

20

【0063】

酸化物固体電解質としては、リチウムイオンを伝導できる材料の場合、例えば、 $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ (LLZ)、 $\text{Li}_{1.3}\text{Al}_{0.3}\text{Ti}_{1.7}(\text{PO}_4)_3$ (LATP) 又は $(\text{La}, \text{Li})\text{TiO}_3$ (LLTO) などが用いられる。

【0064】

バインダー材料としては、例えば、エラストマー類が用いられ、ポリフッ化ビニリデン、アクリル樹脂又はセルロース樹脂などの有機化合物が用いられてもよい。

【0065】

本実施の形態において、電極活物質層 12 を備える電極層 10 及び対極活物質層 22 を備える対極層 20 のうち、一方が正極活物質層を備える正極層であり、他方が負極活物質層を備える負極層である。

30

【0066】

正極活物質層は、少なくとも正極活物質を含み、必要に応じて、固体電解質、導電助剤及びバインダー材料のうち少なくとも 1 つを含んでもよい。

【0067】

正極活物質としては、リチウムイオン、ナトリウムイオン又はマグネシウムイオンを吸蔵及び放出（挿入及び脱離、又は、溶解及び析出）できる公知の材料が用いられうる。正極活物質としては、リチウムイオンを離脱及び挿入することができる材料の場合、例えば、コバルト酸リチウム複合酸化物 (LCO)、ニッケル酸リチウム複合酸化物 (LNO)、マンガン酸リチウム複合酸化物 (LMO)、リチウム-マンガン-ニッケル複合酸化物 (LMNO)、リチウム-マンガン-コバルト複合酸化物 (LMCO)、リチウム-ニッケル-コバルト複合酸化物 (LNCO) 又はリチウム-ニッケル-マンガン-コバルト複合酸化物 (LNMCO) などが用いられる。

40

【0068】

固体電解質としては、上述の固体電解質材料が用いられうる。また、導電助剤としては、例えば、アセチレンブラック、カーボンブラック、グラファイト又はカーボンファイバーなどの導電材料が用いられる。また、バインダー材料としては、上述のバインダー材料が用いられうる。

【0069】

50

負極活物質層は、少なくとも負極活物質を含み、必要に応じて、正極活物質層と同様の固体電解質、導電助剤及びバインダー材料のうち少なくとも1つを含んでもよい。

【0070】

負極活物質としては、リチウムイオン、ナトリウムイオン又はマグネシウムイオンを吸蔵及び放出（挿入及び脱離、又は、溶解及び析出）できる公知の材料が用いられる。負極活物質としては、リチウムイオンを離脱及び挿入することができる材料の場合、例えば、天然黒鉛、人造黒鉛、黒鉛炭素繊維若しくは樹脂焼成炭素などの炭素材料、金属リチウム、リチウム合金又はリチウムと遷移金属元素との酸化物などが用いられる。

【0071】

電池を製造する場合、上述のように、信頼性の向上を目的として、平面視において、負極活物質層の面積を正極活物質層の面積よりも大きくすることが一般的である。さらに、負極活物質層の端部を正極活物質層の端部よりも外側に配置することで、負極活物質層の端部への電界集中を抑制してデンドライト成長（金属の析出）を抑制できる。

【0072】

ここで、平面視において、負極活物質層の面積が正極活物質層の面積よりも大きい、比較例に係る電池950及び950aについて説明する。図3及び図4は、比較例に係る電池の例を示す概略断面図である。

【0073】

図3に示されるように、電池950は、正極層910と、負極層920と、正極層910と負極層920との間に位置する固体電解質層930とを備える。正極層910は、集電体911と、集電体911と固体電解質層930との間に位置する正極活物質層912とを有する。負極層920は、集電体921と、集電体921と固体電解質層930との間に位置する負極活物質層922とを有する。固体電解質層930は、正極活物質層912及び負極活物質層922の側面を覆い、集電体911及び集電体921と接している。電池950においては、平面視において、正極活物質層912の面積よりも負極活物質層922の面積が大きく、負極活物質層922の端部が正極活物質層912の端部よりも外側に位置する。このように、電池950では、正極活物質層912の面積よりも負極活物質層922の面積が大きくなることで、金属の析出を抑制している。また、電池950の端部に固体電解質層930が存在するため、端部から集電体911及び集電体921が剥離した場合であっても、正極活物質層912及び負極活物質層922が露出することが抑制される。

【0074】

正極活物質層912及び負極活物質層922が存在する領域2Cは、電池として機能する。一方、正極活物質層912及び負極活物質層922がいずれも存在しない領域2Aは、電池として機能しない。また、負極活物質層922が存在するものの、正極活物質層912が存在しない領域2Bも、電池として機能しない。領域2Bは、正極活物質層912と負極活物質層922との面積差に相当する領域である。平面視で領域2B及び領域2Aが広がるほど、電池950における発電に寄与しない領域の割合が増加することになり、電池950の体積エネルギー密度が低下する。一方、平面視で領域2Bが狭くなるほど、各層を積層する工程等の製造工程で必要とされるアライメント精度が高くなり、要求精度が高くなることに伴う、検査等の工程数の増加及び設備費用の増加が懸念される。

【0075】

また、領域2A、2B及び2Cでは、それぞれ厚み方向に存在する集電体911及び921以外の層の種類と数とが異なる。すなわち、領域2Aには固体電解質層930のみの1層が存在し、領域2Bには負極活物質層922及び固体電解質層930の2層が存在し、領域2Cには正極活物質層912、負極活物質層922及び固体電解質層930の3層が存在する。粉体材料で構成される全固体電池では、粉体材料同士の良好な界面（例えば、粉体材料同士の接合性が良く、粒界抵抗が小さい界面）を形成するため、つまり電池の信頼性を向上させるため、また、高充填化して体積エネルギー密度を向上するため、製造工程に高圧プレス処理を含む場合がある。このとき、領域2A、2B及び2Cでは、構成

10

20

30

40

50

する層の種類と数とが異なり、また各層の圧縮されやすさも異なる。そのため、電池 950 全体をプレスしたときに各領域において圧縮度が異なる、つまり、均一に圧縮されない懸念がある。例えば、領域 2A 及び 2B では、領域 2C と比較して圧縮不足となり、各層の剥がれなどの信頼性の低下の懸念がある。

【0076】

つまり、電池 950 においては、電池 950 を容易に製造しにくく、且つ、信頼性の向上が不十分になる問題がある。また、厚み方向の層が固体電解質層 930 のみの領域 2A は、電池の基本的な充放電性能には特に寄与しない部分であるので、体積エネルギー密度を向上させる観点からは、領域 2A は少ない方が好ましい。

【0077】

また、図 4 に示される電池 950a は、集電体 911a 及び正極活物質層 912a を有する正極層 910a と、集電体 921a 及び負極活物質層 922a を有する負極層 920a と、固体電解質層 930a を備える。電池 950a は、電池 950 と比べて、固体電解質層 930a が負極活物質層 922a の側面を被覆していない点で相違している。電池 950a は、領域 2A のような正極活物質層 912 及び負極活物質層 922 がいずれも存在しない領域は有さないものの、正極活物質層 912a が存在しない領域 3A を有する。そのため、領域 3A は、発電に寄与せず、領域 2B と同様の問題が、電池 950a の領域 3A においても生じる。

【0078】

一方、電池 50 は、上述のように、電極層 10 と、電極層 10 に対向して配置されている対極層 20 と、電極層 10 と対極層 20 との間に位置する固体電解質層 30 とを備える。電極層 10 は、集電体 11 と、集電体 11 と固体電解質層 30 との間に位置する電極活物質層 12 と、平面視における電極層 10 の端部において、集電体 11 と電極活物質層 12 との間に位置する絶縁層 13 とを有する。電極活物質層 12 は、平面視で絶縁層 13 と重ならない領域を有する。絶縁層 13 の側面と電極活物質層 12 の側面とが面一である。さらには、集電体 11、絶縁層 13、電極活物質層 12、固体電解質層 30、対極活物質層 22 及び集電体 21 のそれぞれの側面は、面一である。

【0079】

これにより、剥離が生じやすい集電体 11 の端部において、集電体 11 と電極活物質層 12 との間に絶縁層 13 が存在するため、集電体 11 が剥離しても電極活物質層 12 の露出が抑制され、電極活物質層 12 と他の部材との接触に起因した破損又は短絡等が生じにくくなる。よって、電池 50 の信頼性が向上する。

【0080】

集電体 11、絶縁層 13、電極活物質層 12、固体電解質層 30、対極活物質層 22 及び集電体 21 のそれぞれの側面は、面一であるため、各層を一括で切断する等によって、容易に絶縁層 13 の面積を調整して電池 50 を製造できる。そのため、絶縁層 13 が存在することで、電極活物質層 12 と集電体 11 との電子の授受が抑制され、電極活物質層 12 が電極として機能しにくい領域が形成されるものの、絶縁層の面積を調整することで当該領域を最小限に抑制できる。よって、電池の体積エネルギー密度を高めることができる。

【0081】

また、集電体 11 と電極活物質層 12 との間に絶縁層 13 が位置するため、絶縁層 13 上にも電極活物質層 12 が存在する。そのため、高圧プレス処理を行う場合であっても、例えば、上述の比較例に係る電池のように電極活物質層 12 の側面に固体電解質層が存在する場合と比べ、全ての領域が均一に圧縮されやすい。よって、電池 50 の各層の剥がれなどが生じにくく、高圧プレス処理によって電池 50 の信頼性及び体積エネルギー密度を向上させることが可能である。

【0082】

また、電池 50 において、例えば、電極活物質層 12 を備える電極層 10 は、正極活物質層を備える正極層であり、対極活物質層 22 を備える対極層 20 は、負極活物質層を備える負極層である。この場合、絶縁層 13 に接する正極活物質層（電極活物質層 12）に

10

20

30

40

50

は集電体 11 から直接電子が到達しないため、図 1 及び図 2 に示される領域 1A の正極活物質層は電極として機能しにくい。一方、領域 1B の正極活物質層は電極として機能する。そのため、電池 50 において、領域 1A は電池として機能しにくく、領域 1B は電池として機能する。電池 50 においては、平面視における正極活物質層及び負極活物質層（対極活物質層 22）の面積が同じであるが、領域 1A における正極活物質層が電極として機能しにくいため、実質的に正極活物質層の平面視における面積を削減している効果が得られる。つまり、電池 50 においては、平面視における正極活物質層及び負極活物質層の面積が同じであっても、金属の析出が抑制される。

【0083】

また、平面視における正極活物質層及び負極活物質層の形状及び位置が同じであり、絶縁層 13 が正極層（電極層 10）の端部に位置するため、負極活物質層の端部と対向する位置の正極活物質層は電極として機能しにくい。その結果、負極活物質層の端部への電界集中が抑制され、端部でのデンドライト成長が抑制される。よって、電池 50 の信頼性が向上する。

【0084】

さらに、電池 50 の製造において、実質的な正極活物質層の面積を絶縁層 13 によって調整可能であるため、正極活物質層及び負極活物質層の位置及び面積を精度良く形成する必要が無い。よって、電池 50 を容易に製造できる。例えば、正極層（電極層 10）と固体電解質層 30 と負極層（対極層 20）とが積層された積層体を、絶縁層 13 を含む領域で切断することで、電池 50 は、容易に製造される。

【0085】

〔製造方法〕

次に、本実施の形態に係る電池の製造方法について説明する。なお、以下で説明する電池 50 の製造方法は一例であり、電池 50 の製造方法は、以下の例に限らない。

【0086】

電池 50 の製造方法は、絶縁層積層工程（a）と、発電要素積層工程（b）と、切断工程（c）と、集電体積層工程（d）とを含む。以下、各工程について、詳細に説明する。

【0087】

（1）絶縁層積層工程（a）

まず、絶縁層積層工程（a）について説明する。図 5 は、本実施の形態に係る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。

【0088】

絶縁層積層工程（a）では、集電体 11 の少なくとも一方の面に絶縁層 13 を積層する。集電体 11 は、第 1 集電体の一例である。具体的には、まず、集電体 11 を準備する（図 5 のステップ S11）。そして、準備した集電体 11 の少なくとも一方の面に、絶縁層 13 を積層する（図 5 のステップ S12）。例えば、集電体 11 の上面に、絶縁層 13 を形成することで集電体 11 に絶縁層 13 を積層する。

【0089】

図 6A、図 6B 及び図 6C は、絶縁層 13 が積層された集電体 11 の例を示す概略図である。図 6A の（a）は、絶縁層 13 が積層された集電体 11 の例を示す上面図であり、図 6A の（b）は、図 6A の（a）の V I a - V I a 線で示される位置での断面図である。絶縁層 13 は、例えば、図 6A に示されるように、格子状に形成される。また、図 6B は、絶縁層 13 が積層された集電体 11 の別の例を示す上面図である。図 6B には、断面図が図示されていないが、図 6B に示される絶縁層 13 が積層された集電体 11 は、図 6A の（b）と同様の断面構造である。絶縁層 13 は、図 6B に示されるようにストライプ状に形成されてもよい。このような、格子又はストライプ等の長尺部分を有する比較的単純な平面視形状に絶縁層 13 を積層することで、容易に集電体 11 に絶縁層 13 を形成することができる。また、後述する切断工程（c）で、絶縁層 13 の長尺方向に沿って、絶縁層 13 が分割されることで、電池 50 の端部に沿って絶縁層 13 の形成された電池 50 を容易に形成することができる。図 6A 及び 6B において、点線で記載されている矩形の

10

20

30

40

50

領域 1 E 及び 1 F は、一つの電池 5 0 の大きさに相当する。このように、集電体 1 1 は、後の製造工程において、複数の電池に分割できるように、絶縁層 1 3 が積層されてもよい。

【0090】

また、図 6 C の (a) は、絶縁層 1 3 が積層された集電体 1 1 のさらに別の例を示す上面図であり、図 6 C の (b) は、図 6 C の (a) の V I c - V I c 線で示される位置での断面図である。図 6 C に示されるように、複数種類のパターン（例えば、格子間隔）の格子状の絶縁層 1 3 が集電体 1 1 上に形成されてもよい。

【0091】

このように、絶縁層 1 3 が格子状又はストライプ状に積層され、後述する切断工程 (c) において絶縁層 1 3 の格子又はストライプの長尺方向に沿って絶縁層 1 3 が分割されることで、それぞれが同じ形状又は異なる形状の複数の電池 5 0 を同時に製造することが可能である。これにより、電池 5 0 の製造効率が向上する。

【0092】

絶縁層 1 3 の形成方法については、様々なプロセスが考えられるが、量産性の観点からは、例えば、塗布プロセスが用いられる。例えば、ロール to ロール方式などの連続プロセスで、グラビアロール法又はインクジェット法等の高精度の塗工方法により、絶縁層 1 3 の材料として絶縁性物質（例えば、金属酸化物）を溶媒に分散させた塗料を集電体 1 1 上に塗布し、乾燥して溶媒を蒸発することで絶縁層 1 3 を得ることができる。これにより、絶縁層 1 3 を薄く積層することが可能であるため、厚みが均一で薄層の絶縁層 1 3 が形成される。そのため、後述する発電要素積層工程 (b) で他の層を積層する際に高圧プレス処理を行う場合に、絶縁層 1 3 の影響を受けにくく、他の層が均一に圧縮されやすい。また、このような高精度の塗工方法を用いることで、実質的に電極として有効な電極活物質層 1 2 の面積の精度が高められる。

【0093】

絶縁層 1 3 の材料として、樹脂が用いられる場合には、樹脂を溶解又は分散させた溶液が集電体 1 1 上に塗布されてもよいし、紫外線硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂が集電体 1 1 上に塗布されて、硬化処理が行われてもよい。なお、絶縁層 1 3 の形成は、ロール to ロール方式などの連続プロセスに限定されず、1 枚の集電体 1 1 ごとに絶縁層 1 3 を形成するバッチ式プロセスであってもよい。

【0094】

絶縁層 1 3 の形成に用いられる溶媒には、金属酸化物又は樹脂を分散又は溶解させる一般的な有機溶媒又は水系溶媒等が用いられうる。

【0095】

(2) 発電要素積層工程 (b)

次に発電要素積層工程 (b) について説明する。発電要素積層工程 (b) では、電極活物質層 1 2、固体電解質層 3 0 及び対極活物質層 2 2 がこの順で積層された発電要素部 4 0 と、絶縁層積層工程 (a) において絶縁層 1 3 が積層された集電体 1 1 とを、電極活物質層 1 2 が絶縁層 1 3 を被覆するように積層する。このように、発電要素積層工程 (b) では、電極活物質層 1 2 が絶縁層 1 3 を被覆する被覆構造が形成される。発電要素積層工程 (b) において、発電要素部 4 0 は、例えば、電極活物質層 1 2、固体電解質層 3 0 及び対極活物質層 2 2 が、集電体 1 1 に順次積層されることによって形成される。具体的には、絶縁層 1 3 が積層された集電体 1 1 に、電極活物質層 1 2、固体電解質層 3 0 及び対極活物質層 2 2 の各層をこの順で積層する（図 5 のステップ S 1 3、S 1 4 及び S 1 5）。例えば、絶縁層 1 3 が積層された集電体 1 1 上に、絶縁層 1 3 を被覆するように電極活物質層 1 2 を積層し、さらに固体電解質層 3 0 及び対極活物質層 2 2 を順次積層する。さらに、必要に応じて、ステップ S 1 3、S 1 4 及び S 1 5 で積層された電極活物質層 1 2、固体電解質層 3 0 及び対極活物質層 2 2 に高圧プレス処理を行う（図 5 のステップ S 1 6）。また、必要に応じて、ステップ S 1 3、S 1 4 及び S 1 5 で積層された電極活物質層 1 2、固体電解質層 3 0 及び対極活物質層 2 2 に熱処理を行う。これにより、絶縁層 1 3 が積層された集電体 1 1 上に、発電要素部 4 0 が積層された積層極板が得られる。

【0096】

図7A、図7B及び図7Cは、本実施の形態に係る積層極板の例を示す概略断面図である。図7Aに示されるように、積層極板41では、電極活物質層12、固体電解質層30及び対極活物質層22がこの順で積層された発電要素部40が、絶縁層13が積層された集電体11上に積層されている。積層極板41は、電極活物質層12、固体電解質層30及び対極活物質層22それぞれの平面視での面積及び位置が同じになるように形成されている。また、対極活物質層22の上面は露出している。

【0097】

積層極板41の構造は、この例に限定されない。例えば、図7Bに示されるように、電極活物質層12の側面及び上面を固体電解質層30が被覆し、固体電解質層30の側面及び上面を対極活物質層22が被覆するように、積層極板41aは形成されている。これにより、電極活物質層12が固体電解質層30で被覆されるため、発電要素積層工程(b)において、電極活物質層12と対極活物質層22との接触による短絡の発生が抑制される。

【0098】

また、例えば、図7Cに示されるように、電極活物質層12、固体電解質層30及び対極活物質層22が、この順に平面視で小さい面積になるように、積層極板41bは形成されている。また、平面視において、対極活物質層22は固体電解質層30の内側に位置し、固体電解質層30は電極活物質層の内側に位置する。対極活物質層22が固体電解質層30の内側に位置する設計であるため、対極活物質層22を積層する際に、平面視における積層する位置がずれても、固体電解質層30によって、電極活物質層12と対極活物質層22との接触による短絡の発生が抑制される。

【0099】

本実施の形態における積層極板は、積層極板41、41a及び41bのいずれの構造であってもよく、絶縁層13が積層された集電体11上に、発電要素部40が積層された構造であれば、積層極板41、41a及び41b以外の構造であってもよい。

【0100】

発電要素部40を構成する電極活物質層12、固体電解質層30及び対極活物質層22は、それぞれ、例えば、湿式コーティング法を用いて順に形成される。湿式コーティング法を用いることにより、容易に発電要素部40を集電体11に積層することができる。湿式コーティング法としては、ダイコート法、ドクターブレード法、ロールコーター法、スクリーン印刷法又はインクジェット法等のコーティング方法が用いられるが、これらの方法に限定されるものではない。

【0101】

湿式コーティング法を用いる場合、電極活物質層12、固体電解質層30及び対極活物質層22のそれぞれを形成する材料(上述の正極活物質層、固体電解質層30及び負極活物質層それぞれの材料)と溶媒とを適宜混合してスラリーを得る塗料化工程を行う。

【0102】

塗料化工程に用いられる溶媒には、公知の全固体電池(たとえば、リチウムイオン全固体電池)を作製する際に用いられる公知の溶媒が用いられる。

【0103】

塗料化工程で得られた各層のスラリーを、絶縁層13が形成された集電体11に、電極活物質層12、固体電解質層30及び対極活物質層22の順番で積層塗工を実施する。この際、先に積層塗工されている層の積層塗工が終わってから、次の層が積層塗工されてもよく、先に積層塗工されている層の積層塗工途中に、次の層の積層塗工が開始されてもよい。つまり、ステップS13、S14及びS15は、同時並行で行われる場合があってもよい。各層のスラリーを順次塗工し、全ての層の塗工後に、例えば、溶媒及びバインダー材料を除去する熱処理、及び、各層の材料の充填を促進する高圧プレス処理を実施する。なお、各層の塗工ごとに熱処理及び高圧プレス処理を実施してもよい。つまり、ステップS13、S14及びS15それぞれの間にも、ステップS16が行われてもよい。熱処理及び高圧プレス処理は、電極活物質層12、固体電解質層30及び対極活物質層22の塗

10

20

30

40

50

工積層において、１層の塗工積層ごとに実施されてもよく、いずれか２層の塗工積層後と１層の塗工積層後とに分けて実施されてもよく、３層すべての塗工積層後に一括で実施されてもよい。また、高圧プレス処理には、例えば、ロールプレス又は平板プレス等が用いられる。なお、熱処理及び高圧プレス処理は、少なくとも一方が行われなくてもよい。

【０１０４】

このように積層塗工法を行うことで、集電体１１、絶縁層１３、電極活物質層１２、固体電解質層３０及び対極活物質層２２の各層の界面の接合性の向上及び界面抵抗の低減ができる。また、電極活物質層１２、固体電解質層３０及び対極活物質層２２に用いられる粉体材料における接合性の向上及び粒界抵抗の低減ができる。すなわち、発電要素部４０の各層の間及び各層内部の粉体材料の間において、良好な界面が形成される。

10

【０１０５】

なお、絶縁層積層工程（ａ）と発電要素積層工程（ｂ）とは、ロールｔｏロール方式などの１連の連続プロセスで行われてもよい。

【０１０６】

（３）切断工程（ｃ）及び集電体積層工程（ｄ）

次に、切断工程（ｃ）及び集電体積層工程（ｄ）について説明する。図８は、本実施の形態に係る電池の製造方法における切断工程（ｃ）を説明するための図である。切断工程（ｃ）では、発電要素積層工程（ｂ）において発電要素部４０が積層された集電体１１、つまり、積層極板４１、４１ａ又は４１ｂを一括で、絶縁層１３を分割する位置で、積層方向に切断する（図５のステップＳ１７）。図８に示されるように、積層極板４１を、例えば、絶縁層１３が配置されている破線Ｃ１、Ｃ２、Ｃ３及びＣ４の位置で、刃又はレーザー光等によって切断する。破線Ｃ１、Ｃ２、Ｃ３及びＣ４の位置においては、集電体１１、絶縁層１３、電極活物質層１２、固体電解質層３０及び対極活物質層２２がこの順で積層されており、これらを一括で切断する。これにより、発電要素部４０の各層を切断後の形状で積層する必要がないため、容易に電池５０を製造できる。例えば、絶縁層１３が、平面視で、図６Ａ、図６Ｂ及び図６Ｃに示されるような長尺部分を有する格子状又はストライプ状に積層されている場合には、発電要素部４０が積層された集電体１１を一括で、絶縁層１３の格子又はストライプの長尺方向に沿って切断する。これにより、製造される電池５０の切断面側の端部全域に絶縁層１３が位置する電池５０が得られる。

20

【０１０７】

次に、集電体積層工程（ｄ）では、切断工程（ｃ）において切断された後の積層極板４１における発電要素部４０の集電体１１側とは反対側の面（発電要素部４０の積層方向に垂直な面のうち集電体１１が積層されていない面）に、追加集電体として集電体２１を積層する（図５のステップＳ１８）。追加集電体は、第２集電体の一例である。具体的には、切断された積層極板４１の露出している対極活物質層２２の上面に、プレス処理等によって集電体２１を接合する。プレス処理は、例えば、ステップＳ１６における高圧プレス処理よりも低い圧力で行われる。これにより、図２及び図３で示される電池５０が得られる。

30

【０１０８】

なお、切断工程（ｃ）と集電体積層工程（ｄ）とは、順序が入れ替わってもよい。つまり、切断工程（ｃ）において切断される前の積層極板４１における発電要素部４０の集電体１１側とは反対側の面に、集電体２１を積層してから、集電体２１が積層された積層極板４１を、絶縁層１３を分割する位置で、積層方向に切断してもよい。また、集電体積層工程（ｄ）では、追加集電体として、集電体２１の代わりに導電性を有する基板又は筐体が、発電要素部４０の集電体１１側とは反対側の面に積層されてもよい。

40

【０１０９】

このように、電池５０の製造方法は、集電体１１、絶縁層１３、電極活物質層１２、固体電解質層３０及び対極活物質層２２が積層された位置を切断する切断工程（ｃ）を含む。これにより、積層方向と垂直な方向における端部において、集電体１１、絶縁層１３、電極活物質層１２、固体電解質層３０、対極活物質層２２及び集電体２１それぞれの側面

50

が露出する。なお、切断した後、露出した側面を保護するために、側面を被覆する封止部材などを配置してもよい。すなわち、封止部材などの他の部材で側面を被覆する場合には、全ての層の側面が露出しない場合もある。

【0110】

このように、集電体11、絶縁層13、電極活物質層12、固体電解質層30及び対極活物質層22が積層された位置を切断する切断工程(c)を含むことにより、集電体11、絶縁層13、電極活物質層12、固体電解質層30、対極活物質層22及び集電体21それぞれの、積層方向と垂直な方向の端部が露出する。

【0111】

(4) 効果等

以上のように、本実施の形態に係る電池50の製造方法は、絶縁層積層工程(a)と、発電要素積層工程(b)と、切断工程(c)と、集電体積層工程(d)とを含む。絶縁層積層工程(a)では、集電体11の少なくとも一方の面の一部に絶縁層13を積層する。発電要素積層工程(b)では、電極活物質層12、固体電解質層30及び対極活物質層22がこの順で積層された発電要素部40と、絶縁層13が形成された集電体11とを、電極活物質層12が絶縁層13を被覆するように積層する。切断工程(c)では、発電要素部40が積層された集電体11を、絶縁層13を分割する位置で、積層方向に切断する。集電体積層工程(d)では、切断工程(c)において切断される前又は後の発電要素部40の集電体11側とは反対側の面に集電体21を積層する。

【0112】

これにより、発電要素部40が積層された集電体11が、絶縁層13を分割する位置で、積層方向に一括で切断される。そのため、発電要素部40の各層を切断後の形状で積層する必要がないため、容易に電池50を製造できる。

【0113】

また、発電要素部40が積層された集電体11が、絶縁層13を分割する位置で積層方向に切断されるため、平面視で集電体11の端部に絶縁層13が積層された電池が製造される。さらに、集電体11に積層された絶縁層13を被覆するように電極活物質層12が積層されているため、製造される電池50の集電体11の端部では、集電体11、絶縁層13及び電極活物質層12がこの順で積層される。そのため、剥離が生じやすい集電体11の端部において、集電体11が剥離しても、絶縁層13が露出するため、電極活物質層12の露出が抑制される。その結果、電極活物質層12と他の部材との接触に起因した破損又は短絡等が生じにくくなる。よって、信頼性の高い電池を製造できる。

【0114】

また、切断位置を調整するだけで、絶縁層13の寸法を決定できる。そのため、絶縁層13が存在することで、電極活物質層12と集電体11との電子の授受が抑制され、電極活物質層12が電極として機能しにくい領域が形成されるものの、絶縁層13の寸法を調整することで当該領域を最小限に抑制できる。よって、体積エネルギー密度の高い電池50を容易に製造できる。

【0115】

また、電極活物質層12が正極活物質層であり、対極活物質層22が負極活物質層である場合、絶縁層13が集電体11の端部に積層されていることにより、正極活物質層(電極活物質層12)の端部に集電体11からの電子が到達しないため、端部における正極活物質層の電極としての機能が抑制される。つまり、平面視での正極活物質層の実質的な面積が削減される。また、発電要素部40を積層方向に切断しているため、正極活物質層と負極活物質層(対極活物質層22)とは、平面視で同じ形状及び位置であり、面積も同じである。そのため、正極活物質層は、負極活物質層に比べて実質的な面積(電極として機能する面積)が狭くなり、且つ、平面視で負極活物質層の内側に位置する。その結果、上述のように負極活物質層に金属が析出することが抑制される。よって、製造される電池50の信頼性がより向上する。

【0116】

また、積層方向に切断されることで、発電要素部 40 が積層された集電体 11（例えば、積層極板 41、41a 又は 41b）が一括で切断され、集電体 11 の端部に絶縁層が積層された電池が得られる。そのため、面積差をつけた形状の正極活物質層及び負極活物質層を単電池ごとに個別に積層する必要がないため、容易、且つ、生産効率良く電池 50 を製造できる。

【0117】

絶縁層 13 が無い場合には、発電要素部 40 が積層された集電体 11 を一括で切断したとしても、集電体 11 の端部にも電極活物質層 12 が積層されるため、集電体 11 の端部が剥離した際に、電極活物質層 12 の露出が抑制できない上に、電極活物質層 12 と対極活物質層 22 との実質的な面積の差がない電池が製造される。そのため、電池を容易に製造できたとしても、電池の信頼性が低下するため、製造方法として採用しにくい。一方、本実施の形態に係る製造方法においては、上述のように、絶縁層 13 を分割する位置で、発電要素部 40 が積層された集電体 11 を一括で切断する。そのため、発電要素部 40 が積層された集電体 11 を一括で切断することで、容易に電池を製造できることに加え、電極活物質層 12 の露出の抑制、電極活物質層 12 の電極として機能する面積の削減、及び、絶縁層 13 の面積の調整が可能である。このように、絶縁層 13 を集電体 11 に積層する集電体積層工程（d）と、発電要素部 40 が積層された集電体 11 を、絶縁層 13 を分割する位置で切断する切断工程（c）とを組み合わせることで、信頼性の高い電池でありながら、体積エネルギー密度の高い電池を容易に製造できる。

【0118】

（5）その他の製造方法

本実施の形態に係る電池の製造方法は、上述の例に限定されず、例えば、以下に示す製造方法であってもよい。

【0119】

まず、図 2 及び図 3 に示される形状の、集電体 11 を準備する。そして、塗布プロセス等を用いて、図 2 及び図 3 に示される形状で、集電体 11 上に絶縁層 13 を積層する。絶縁層 13 が積層された集電体 11 上の全面に、電極活物質層 12 及び固体電解質層 30 の各層をこの順で積層塗工により積層し、電極板を得る。

【0120】

次に、図 2 及び図 3 に示される形状の、集電体 21 を準備する。そして、集電体 21 上の全面に、対極活物質層 22 及び固体電解質層 30 の各層をこの順で積層塗工により積層し、対極板を得る。

【0121】

次に、得られた電極板と対極板とを、それぞれの固体電解質層 30 が接するように積層する。積層された積層体を、平板プレスを用いて積層方向の両側からプレスすることにより、電池 50 が得られる。

【0122】

また、電池 50 は、集電体とは別の基体上に絶縁層 13 及び発電要素部 40 を積層することで積層体を形成し、必要に応じて、絶縁層 13 を分割する位置で積層体を積層方向に切断した後、得られた積層体を集電体 11 及び集電体 21 で挟むことで形成されてもよい。

【0123】

〔変形例 1〕

以下では、実施の形態 1 の変形例 1 について説明する。なお、以下の実施の形態 1 の変形例 1 の説明において、実施の形態 1 との相違点を中心に説明し、共通点の説明を省略又は簡略化する。

【0124】

図 9 は、本変形例に係る電池の例を示す概略断面図である。図 9 に示されるように、電池 51 は、実施の形態 1 の電池 50 と比較して、電池 51 の側面が積層方向に対して傾斜している点で相違する。

【0125】

電池 5 1 は、電極層 1 0 a と、電極層 1 0 a に対向して配置されている対極層 2 0 a と、電極層 1 0 a と対極層 2 0 a との間に位置する固体電解質層 3 0 a とを備える。

【0126】

電極層 1 0 a は、集電体 1 1 a と、集電体 1 1 a と固体電解質層 3 0 a との間に位置する電極活物質層 1 2 a と、電極層 1 0 a の端部において、集電体 1 1 a と電極活物質層 1 2 a との間に位置する絶縁層 1 3 a とを有する。対極層 2 0 a は、集電体 2 1 a と、集電体 2 1 a と固体電解質層 3 0 a との間に位置する対極活物質層 2 2 a とを有する。

【0127】

電池 5 1 の積層方向に垂直な面である 2 つの主面を繋ぐ側面 5 1 s は、積層方向に対して、平面視における対極層 2 0 a の面積が電極層 1 0 a の面積よりも大きくなる方向に傾斜している。言い換えると、側面 5 1 s は、積層方向に対して、電池 5 1 を積層方向に切断した場合の断面において対極層 2 0 a の幅が電極層 1 0 a の幅よりも大きくなる方向に傾斜している。つまり、電池 5 1 において、対極活物質層 2 2 a の電極活物質層 1 2 a 側の主面 2 2 s の面積が、電極活物質層 1 2 a の対極活物質層 2 2 a 側の主面 1 2 s の面積よりも大きい。また、積層方向から見た場合に、主面 1 2 s は、主面 2 2 s の内側に位置する。電池 5 0 a において、例えば、電極活物質層 1 2 a を備える電極層 1 0 a は、正極活物質層を備える正極層であり、対極活物質層 2 2 a を備える対極層 2 0 a は、負極活物質層を備える負極層である。この場合、平面視における負極活物質層の面積が正極活物質層の面積よりも大きくなるため、電池 5 0 a において、金属の析出が抑制される。

【0128】

また、側面 5 1 s において、積層方向に対して固体電解質層 3 0 の側面も傾斜するため、固体電解質層 3 0 の露出している面が大きくなり、側面 5 1 s における電極活物質層 1 2 a と対極活物質層 2 2 a との距離が長くなり。そのため、電極活物質層 1 2 a と対極活物質層 2 2 a とが接触しにくくなり、短絡が抑制される。

【0129】

また、電池 5 1 の側面 5 1 s は、図示されていない側面 5 1 s も含め全ての側面 5 1 s が、積層方向に傾斜しており、主面 2 2 s の面積が主面 1 2 s の面積よりも大きい。なお、電池 5 1 の側面 5 1 s は、全ての側面 5 1 s が積層方向に対して傾斜していなくてもよく、少なくとも 1 つの側面 5 1 s が積層方向に対して傾斜していればよい。

【0130】

図 1 0 は、本変形例に係る電池の別の例を示す概略断面図である。図 1 0 に示されるように、電池 5 2 は、電極層 1 0 b と、対極層 2 0 b と、固体電解質層 3 0 b とを備える。電極層 1 0 b は、集電体 1 1 b と、電極活物質層 1 2 b と、絶縁層 1 3 b とを有する。対極層 2 0 b は、集電体 2 1 b と、対極活物質層 2 2 b とを有する。電池 5 2 において、1 つの側面 5 2 s が、積層方向に対して、平面視における対極層 2 0 b の面積が電極層 1 0 b の面積よりも大きくなる方向に傾斜している。

【0131】

電池 5 1 及び 5 2 は、例えば、実施の形態 1 に係る電池 5 0 を積層方向と傾斜する方向に切断することで製造される。また、電池 5 1 及び 5 2 は、電池 5 0 の製造方法における切断工程 (c) において、積層方向と傾斜する方向に切断することで製造されてもよい。つまり、側面 5 1 s 及び 5 2 s は切断面であってもよい。切断面の形状は、電池 5 1 の場合には台形であり、電池 5 2 の場合には矩形である。

【0132】

図 1 1 は、本変形例に係る電池の製造方法における切断工程 (c) を説明するための図である。図 1 1 に示されるように、電池 5 1 及び 5 2 は、上述の切断工程 (c) において、積層方向から角度 θ 傾斜した方向に切断されることで製造される。角度 θ は、形成されている絶縁層の幅及び目的とする電池特性等から決定すればよい。角度 θ は、例えば、45 度よりも小さい。角度 θ は、30 度以下であってもよい。また、角度 θ がゼロ度の場合には、電池 5 0 が製造される。例えば、電池の厚みを 0.1 mm、電池の側面からの絶縁層の幅を 0.1 mm とした場合、切断面の角度が 45 度より大きいと、絶縁層が切断によ

10

20

30

40

50

り取り除かれるため、絶縁層の効果が得られない。

【0133】

（実施の形態2）

次に、実施の形態2に係る電池について説明する。実施の形態2に係る電池は、単電池が積層された積層型の電池である。なお、以下の説明において、上述の実施の形態1との相違点を中心に説明し、共通点の説明を適宜、省略又は簡略化する。

【0134】

〔構成〕

まず、実施の形態2に係る電池の構成について図面を参照しながら説明する。図12は、本実施の形態に係る電池の例を示す概略断面図である。図12に示されるように、電池100は、実施の形態1に係る電池50における集電体21を有さない構造の単電池が積層された構造を有する。

【0135】

電池100は、複数の電池50aと集電体21とを備える。電池50aは、電池50における対極層20の集電体21を有さない対極層23を備える構造である。つまり、電池50aは、電極層10と、電極層10に対向して配置されており、対極活物質層22で構成される対極層23と、電極層10と対極層23との間に位置する固体電解質層30とを備える。

【0136】

電池100では、複数の電池50aは、隣り合う電池50aのうちの、一方の集電体11と他方の対極活物質層22とが対面するように積層されている。これにより、集電体11の機能が隣り合う電池50aで共有される構造となる。また、集電体21は、最も上に積層されている電池50aの対極活物質層22上に積層されている。これにより、電池100は、直列積層型の電池となる。これにより、実施の形態1に係る電池50と同様の効果を発現する、直列積層型の高電圧の電池100を実現できる。

【0137】

図12に示される例では、積層される電池50aの数は、5つであるが、2つ以上4つ以下であってもよく、6つ以上であってもよい。最も上に積層されている単電池である電池50bは、電池50aと集電体21とで構成され、実施の形態1に係る電池50と同じ積層構成及び形状である。

【0138】

電池100の側面は、例えば、切断面である。また、電池100の側面は、平坦な平面である。言い換えると、複数の電池50a及び集電体21の側面は、面一である。電池100の側面において、各層が露出しているてもよく、封止部材等が設けられていてもよい。図13は、本実施の形態に係る電池の別の例を示す概略断面図である。図13に示されるように、電池100aは、電池100の側面が封止部材60で覆われている構造を有する。つまり、電池100aを構成する各層の側面は、封止部材60で被覆されている。これにより、電池100aでは、各層の側面が露出することがなくなるため電池100aの強度が増加し、電池100aの信頼性が向上する。

【0139】

電池100aの封止部材60は、例えば、電池100の側面が上方向に向くように電池100を置き、上方からディスペンサ等によって封止部材を側面に塗布することで形成される。封止部材60の材料としては、公知の電池（例えばリチウムイオン全固体電池）用の封止部材の材料が用いられる。

【0140】

〔製造方法〕

次に、本実施の形態に係る電池の製造方法について説明する。なお、以下で説明する電池100の製造方法は一例であり、電池100の製造方法は、以下の例に限らない。

【0141】

電池100の製造方法は、電池50の製造方法と同様に、絶縁層積層工程（a）と、発

10

20

30

40

50

電要素積層工程（b）と、切断工程（c）と、集電体積層工程（d）とを含む。以下、各工程について、詳細に説明する。

【0142】

（1）絶縁層積層工程（a）

まず、絶縁層積層工程（a）について説明する。図14は、本実施の形態に係る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。

【0143】

絶縁層積層工程（a）では、まず、集電体11を複数準備する（図14のステップS21）。そして、準備した複数の集電体11それぞれの一方の面にのみ絶縁層13を積層する（図14のステップS22）。ステップS21及びS22においては、上述のステップS11及びS12と同様の方法が用いられうる。これにより、例えば、図6A、図6B及び図6Cに示されるような、絶縁層13が積層された集電体11が複数得られる。

【0144】

（2）発電要素積層工程（b）

次に、発電要素積層工程（b）について説明する。本実施の形態に係る製造方法においては、発電要素積層工程（b）は、第1積層体形成工程（ba）と、第1積層体積層工程（bb）とを含む。第1積層体形成工程（ba）では、電極活物質層12が絶縁層13を被覆するように、絶縁層13が積層された複数の集電体11それぞれに発電要素部40を積層した複数の積層極板（例えば、図7A、図7B及び図7Cに示される積層極板41、41a又は41b）を形成する。積層極板41、41a及び41bは、第1積層体の一例である。具体的には、絶縁層13が積層された複数の集電体11上のそれぞれに、電極活物質層12、固体電解質層30及び対極活物質層22の各層をこの順で積層する（図14のステップS23、S24及びS25）。さらに、必要に応じて、ステップS23、S24及びS25で積層された電極活物質層12、固体電解質層30及び対極活物質層22それぞれに高圧プレス処理を行う（図14のステップS26）。また、必要に応じて、ステップS23、S24及びS25で積層された電極活物質層12、固体電解質層30及び対極活物質層22それぞれに熱処理を行う。ステップS23、S24、S25及びS26においては、上述のステップS13、S14、S15及びS16と同様の方法が用いられうる。

【0145】

次に、第1積層体積層工程（bb）では、平面視で、第1積層体形成工程（ba）で形成された複数の積層極板それぞれの絶縁層13の位置が重なるように、複数の積層極板を積層する（図14のステップS27）。これにより、複数の積層極板が積層された多層極板が形成される。図15は、本実施の形態に係る多層極板の例を示す概略断面図である。図15には、積層極板41が積層された多層極板45が示されている。図15に示されるように、第1積層体積層工程（bb）では、隣り合う積層極板41のうち一方の対極活物質層22が、他方の集電体11と対面するように、複数の積層極板41を積層する。例えば、積層された複数の積層極板41の積層方向両側からプレスするプレス処理を行うことにより、複数の積層極板41同士を接合し、多層極板45を形成する。多層極板45では、隣り合う積層極板41のうち、上側の積層極板41の集電体11と、下側の積層極板41の対極活物質層22とが接している。

【0146】

積層極板41を形成する際に、電極活物質層12、固体電解質層30及び対極活物質層22が高圧プレス処理されている場合には、多層極板45を形成する際には、プレス処理では、高圧のプレスは必要とされない。例えば、ステップS27において、積層極板41同士を接合させるためのプレス処理の圧力は、ステップS26における高圧プレス処理の圧力よりも低い。これにより、第1積層体形成工程（ba）において形成された界面を破壊することなく多層極板45を形成することができる。

【0147】

（3）切断工程（c）及び集電体積層工程（d）

次に、切断工程（c）及び集電体積層工程（d）について説明する。切断工程（c）では、多層極板４５、つまり、発電要素積層工程（b）において発電要素部４０が積層された集電体１１を一括で、絶縁層１３を分割する位置で、積層方向に切断する（図１４のステップＳ２８）。図１５に示されるように、例えば、絶縁層１３が配置されている破線Ｃ５、Ｃ６、Ｃ７及びＣ８の位置で、刃又はレーザー光等によって多層極板４５を切断する。破線Ｃ５、Ｃ６、Ｃ７及びＣ８の位置においては、複数の積層極板４１が積層されており、これらを一括で切断する。このように、複数の積層極板４１を一括で切断することにより、切断後の形状の単電池を製造してから積層する必要がないため、発電要素積層工程（b）において発電要素部４０を積層する回数が大幅に削減される。よって、効率的に積層型の電池を製造することができる。

10

【０１４８】

次に、集電体積層工程（d）では、切断工程（c）で切断された後の多層極板４５における発電要素部４０の集電体１１とは反対側の面に、追加集電体として集電体２１を積層する（図１４のステップＳ２９）。具体的には、切断された多層極板４５において、複数の積層極板４１のうち、発電要素部４０の集電体１１とは反対側の面に他の積層極板４１が積層されていない積層極板４１における発電要素部４０の集電体１１とは反対側の面に、プレス処理等によって集電体２１を接合する。図１５に示される例では、最も上に積層されている積層極板４１における上面の露出した対極活物質層２２上に、集電体２１を接合する。これにより、図１２で示される電池１００が得られる。

20

【０１４９】

なお、切断工程（c）と集電体積層工程（d）とは、順序が入れ替わってもよい。つまり、切断工程（c）において切断される前の多層極板４５における発電要素部４０の集電体１１とは反対側の面に、集電体２１を積層してから、集電体２１が積層された多層極板４５を、絶縁層１３を分割する位置で、積層方向に切断してもよい。

【０１５０】

このように、本実施の形態に係る電池の製造方法を用いることにより、直接積層型の高電圧の電池１００を製造できる。

【０１５１】

[変形例１]

以下では、実施の形態２の変形例１について説明する。なお、以下の実施の形態２の変形例１の説明において、実施の形態１及び実施の形態２との相違点を中心に説明し、共通点の説明を省略又は簡略化する。

30

【０１５２】

本変形例に係る電池の製造方法について説明する。本変形例に係る電池の製造方法は、実施の形態２に係る電池の製造方法と比較して、積層極板４１の代わりに、集電体１１の絶縁層１３が積層されていない面に発電要素部４０が積層された積層極板４２を形成する点で相違する。

【０１５３】

本変形例に係る電池の製造方法において、絶縁層積層工程（a）は、実施の形態２に係る絶縁層積層工程（a）（図１４のステップＳ２１及びＳ２２）と同じである。

40

【０１５４】

本変形例における発電要素積層工程（b）は、第２積層体形成工程（bc）と、第２積層体積層工程（bd）とを含む。図１６は、本変形例に係る積層極板の例を示す概略断面図である。図１６に示されるように、第２積層体形成工程（bc）では、対極活物質層２２と、集電体１１の絶縁層１３が積層されていない面とが対面するように、絶縁層１３が積層された複数の集電体１１それぞれに発電要素部４０を積層した複数の積層極板４２を形成する。積層極板４２は、第２積層体の一例である。具体的には、集電体１１の絶縁層１３が積層されていない面に、対極活物質層２２、固体電解質層３０及び電極活物質層１２の各層をこの順で積層することで、積層極板４２を形成する。対極活物質層２２、固体電解質層３０及び電極活物質層１２の積層では、上述のステップＳ１５、Ｓ１４及びＳ１

50

3と同様の方法が用いられうる。さらに、必要に応じて、積層された対極活物質層22、固体電解質層30及び電極活物質層12それぞれに高圧プレス処理が行われる。高圧プレス処理は、上述のステップS16と同様の方法が用いられうる。また、必要に応じて積層された対極活物質層22、固体電解質層30及び電極活物質層12それぞれに熱処理が行われる。

【0155】

次に、第2積層体積層工程(b d)では、平面視で、第2積層体形成工程(b c)で形成された複数の積層極板42それぞれの絶縁層13の位置が重なるように、複数の積層極板42を積層する。図17は、本変形例に係る多層極板の例を示す概略断面図である。図17に示されるように、第2積層体積層工程(b d)では、隣り合う積層極板42のうち一方の電極活物質層12が、他方の絶縁層13を被覆するように、複数の積層極板42を積層する。例えば、積層された複数の積層極板42の積層方向両側からプレス処理することにより、複数の積層極板42同士を接合し、多層極板46を形成する。多層極板46では、隣り合う積層極板42のうち、上側の積層極板42の集電体11及び絶縁層13と、下側の積層極板42の電極活物質層12とが接している。これにより、多層極板46では、隣り合う積層極板42のうち、下側の積層極板42の電極活物質層12が、上側の積層極板42の絶縁層13を被覆する被覆構造が形成される。

【0156】

次に、集電体積層工程(d)及び切断工程(c)を行う。図18は、本変形例に係る電池の製造方法における集電体積層工程(d)及び切断工程(c)を説明するための図である。図18に示されるように、多層極板46に、追加集電体として絶縁層13が積層された集電体11aを積層する。絶縁層13が積層された集電体11aは、例えば、絶縁層積層工程(a)において形成された、絶縁層13が積層された集電体11と同じ形状及び材料である。図18に示されるように、多層極板46の電極活物質層12が集電体11aに積層された絶縁層13を被覆するように、多層極板46と絶縁層13が積層された集電体11aとを積層する。また、平面視で、複数の積層極板42それぞれの絶縁層13と集電体11aに積層された絶縁層13との位置が重なるように、多層極板46と絶縁層13が積層された集電体11aとを積層する。具体的には、多層極板46において、複数の積層極板42のうち、発電要素部40の集電体11とは反対側の面に他の積層極板42が積層されていない積層極板42における発電要素部40の集電体11とは反対側の面に、プレス処理等によって絶縁層13が積層された集電体11aを接合する。

【0157】

次に、切断工程(c)では、発電要素積層工程(b)において、多層極板46、つまり、発電要素部40が積層された集電体11を一括で、絶縁層13を分割する位置で、積層方向に切断する。具体的には、図18に示されるように、例えば、絶縁層13が配置されている破線C9、C10、C11及びC12の位置で、集電体11aが積層された多層極板46を刃又はレーザー光等によって切断する。破線C9、C10、C11及びC12の位置においては、複数の積層極板42が積層されており、これらを一括で切断する。このようにして、単電池が複数積層した積層型の電池101が得られる。電池101は、電池100と同様に直列積層型の電池である。電池101では、積層方向の最も上又は下に位置する集電体11に積層された絶縁層13が露出している。

【0158】

なお、切断工程(c)と集電体積層工程(d)とは、順序が入れ替わってもよい。

【0159】

このように、本変形例に係る電池の製造方法を用いることにより、直接積層型の高電圧の電池101を製造できる。

【0160】

[変形例2]

以下では、実施の形態2の変形例2について説明する。なお、以下の実施の形態2の変形例2の説明において、実施の形態1及び実施の形態2との相違点を中心に説明し、共通

10

20

30

40

50

点の説明を省略又は簡略化する。

【0161】

本変形例に係る電池の製造方法について説明する。本変形例に係る電池の製造方法は、実施の形態2に係る電池の製造方法と比較して、両面に絶縁層13が積層された集電体11の両面に発電要素部40を積層する点で相違する。

【0162】

まず、絶縁層積層工程(a)において、集電体11の両面に絶縁層13を積層する。両面に積層される絶縁層13のそれぞれの位置は、平面視で同じである。集電体11に絶縁層13を積層する方法は、上述のステップS11及びS12と同様の方法が用いられる。例えば、図6A、図6B又は6Cに示される絶縁層13が積層された集電体11の、絶縁層13が積層されていない面にも、絶縁層13が積層される。

10

【0163】

次に、発電要素積層工程(b)を行う。図19は、本変形例に係る絶縁層を有する積層極板の例を示す概略断面図である。図20は、本変形例に係る絶縁層を有さない積層極板の例を示す概略断面図である。図21は、本変形例に係る多層極板の例を示す概略断面図である。本変形例に係る発電要素積層工程(b)においては、例えば、図19に示される絶縁層13を有する積層極板43aと図20に示される絶縁層13を有さない積層極板43bとを形成する。両面に絶縁層13が積層された集電体11の一方の面に、電極活物質層12、固体電解質層30及び対極活物質層22をこの順で積層塗工することにより、積層極板43aを形成する。つまり、発電要素部40の電極活物質層12が絶縁層13を被覆するように、絶縁層13が両面に積層された集電体11の一方の面に発電要素部40を積層する。積層極板43aでは、電極活物質層12が絶縁層13を被覆する被覆構造が形成されている。

20

【0164】

また、例えば、集電体11と平面視形状が同じである集電体25を準備し、集電体25の一方の面に、対極活物質層22、固体電解質層30及び電極活物質層12をこの順で積層塗工することにより、積層極板43bを形成する。つまり、発電要素部40の対極活物質層22が集電体25と対面するように、発電要素部40を集電体25の一方の面に積層する。集電体25は、第3集電体の一例である。

【0165】

積層極板43a及び積層極板43bの発電要素部40の積層においては、上述のステップS13、S14及びS15と同様の方法が用いられる。さらに、必要に応じて、積層された電極活物質層12、固体電解質層30及び対極活物質層22それぞれに高圧プレス処理を行う。また、必要に応じて、積層された電極活物質層12、固体電解質層30及び対極活物質層22それぞれに熱処理を行う。

30

【0166】

次に、図21に示されるように、積層極板43bの電極活物質層12が、積層極板43aの絶縁層13を被覆するように、積層極板43aと積層極板43bとを交互に積層することで、多層極板47を形成する。多層極板47の形成においては、平面視で、複数の積層極板43aそれぞれの絶縁層13の位置が重なるように、積層極板43aと積層極板43bとを交互に積層する。積層された積層極板43aと積層極板43bとを、積層方向の両側からプレス処理を行うことによって、積層極板43aと積層極板43bとが接合され、多層極板47が形成される。

40

【0167】

図22は、本変形例に係る積層極板の別の例を示す概略断面図である。例えば、積層極板43aと積層極板43bとを形成する代わりに、図22に示される積層極板43cを形成してもよい。まず、両面に絶縁層13が積層された集電体11の両面それぞれに、電極活物質層12が絶縁層13を被覆するように、電極活物質層12、固体電解質層30及び対極活物質層22をこの順で積層塗工し、集電体11の両面に発電要素部40が積層された積層体を形成する。電極活物質層12、固体電解質層30及び対極活物質層22の積層

50

において、集電体 1 1 の一方の面ごとに各層を順次積層塗工してもよく、集電体 1 1 の両面に同時に同じ層を積層塗工してもよい。そして、集電体 2 5 に、得られた積層体を積層することで、積層極板 4 3 c が形成される。なお、積層極板 4 3 c は、1 つの積層極板 4 3 a と積層極板 4 3 b とが積層された構造であり、1 つの積層極板 4 3 a と積層極板 4 3 b とを積層することで形成されてもよい。次いで、積層極板 4 3 c を複数積層することで、多層極板 4 7 を形成する。

【0168】

多層極板 4 7 は、絶縁層 1 3 が積層された集電体 1 1 と、2 つの発電要素部 4 0 と、集電体 2 5 とを積層している構造を有する。また、多層極板 4 7 は、電極活物質層 1 2 が集電体 1 1 の両面に積層された絶縁層 1 3 を被覆するように 2 つの発電要素部 4 0 で集電体 1 1 を挟み、且つ、絶縁層 1 3 が積層された集電体 1 1 と集電体 2 5 とで、2 つの発電要素部 4 0 のうちの一方を挟むように積層している構造を有する。詳細は後述するが、最上部に位置する 2 つの発電要素部 4 0 のうち他方の、集電体 1 1 とは反対側に、集電体 2 1 が積層される。

【0169】

なお、本変形例において、多層極板 4 7 において、交互に積層される積層極板 4 3 a と積層極板 4 3 b とは、3 組であるが、1 組以上 2 組以下であってもよく、4 組以上であってもよい。多層極板 4 7 が 1 組の積層極板 4 3 a と積層極板 4 3 b とで構成される場合には、多層極板 4 7 は、積層極板 4 3 c と同じ構成となる。

【0170】

次に、切断工程 (c) を行う。切断工程 (c) では、多層極板 4 7、つまり、発電要素積層工程 (b) において集電体 2 5 と 2 つの発電要素部 4 0 とが積層された集電体 1 1 を一括で、絶縁層 1 3 を分割する位置で、積層方向に切断する。図 2 1 に示されるように、例えば、絶縁層 1 3 が配置されている破線 C 1 3、C 1 4、C 1 5 及び C 1 6 の位置で、多層極板 4 7 を刃又はレーザー光等によって切断する。破線 C 1 3、C 1 4、C 1 5 及び C 1 6 の位置においては、複数の積層極板 4 3 a 及び複数の積層極板 4 3 b が積層されており、これらを一括で切断する。

【0171】

次に、集電体積層工程 (d) を行う。集電体積層工程 (d) では、切断工程 (c) で切断された後の多層極板 4 7 における発電要素部 4 0 の集電体 1 1 が積層されていない面に、追加集電体として集電体 2 1 を積層する。具体的には、切断された多層極板 4 7 において、複数の積層極板 4 3 a のうち、発電要素部 4 0 の集電体 1 1 とは反対側の面に積層極板 4 3 b が積層されていない積層極板 4 3 a における発電要素部 4 0 の集電体 1 1 とは反対側の面に、プレス処理等によって集電体 2 1 を接合する。図 2 3 は、本変形例に係る電池の例を示す概略断面図である。このような集電体積層工程 (d) を経て、図 2 3 で示される電池 1 0 2 が得られる。

【0172】

なお、切断工程 (c) と集電体積層工程 (d) とは、順序が入れ替わってもよい。

【0173】

図 2 3 に示されるように、電池 1 0 2 は、複数の電池 5 0 c と集電体 2 1 とを備える。電池 5 0 c は、集電体 2 5 と、集電体 2 5 の上方に位置し、対向して配置される 2 つの対極活物質層 2 2 と、2 つの対極活物質層 2 2 の間に位置し、対向して配置される 2 つの固体電解質層 3 0 と、2 つの固体電解質層 3 0 の間に位置し、対向して配置される 2 つの電極活物質層 1 2 と、2 つの電極活物質層 1 2 の間に位置する集電体 1 1 と、集電体 1 1 と 2 つの電極活物質層 1 2 とのそれぞれの間に位置し、且つ、平面視での集電体 1 1 の端部に積層された絶縁層 1 3 とを備える。

【0174】

電池 1 0 2 では、複数の電池 5 0 c は、隣り合う電池 5 0 c のうちの、一方の集電体 2 5 と他方の対極活物質層 2 2 とが対面するように積層されている。これにより、集電体 2 5 の機能が隣り合う電池 5 0 c で共有される構造となる。また、集電体 2 1 は、最も上に

10

20

30

40

50

積層されている電池 50c の対極活物質層 22 上に積層されている。電池 102 は、集電体 11 の両面に電極活物質層 12 が積層され、集電体 25 の両面に対極活物質層 22 が積層される構造を有する。これにより、電池 102 は、並列積層型の電池となる。電流を取り出すために、集電体 21 と集電体 25 とがリード等によって電氣的に接続され、集電体 11 同士がリード等によって電氣的に接続されることで、並列積層電池として機能する。図 23 に示される例では、積層される電池 50c の数は、3 つであるが、1 つ以上 2 つ以下であってもよく、4 つ以上であってもよい。

【0175】

電池 50c において、上側に位置する集電体 21、対極活物質層 22、固体電解質層 30、電極活物質層 12、絶縁層 13 及び集電体 11 とで構成される部分は、実施の形態 1 に係る電池 50 と同じ積層構成及び形状である。

【0176】

電池 102 の側面は、上述の製造方法によって形成された切断面である。また、複数の電池 50b 及び集電体 21 の側面は面一である。つまり、電池 102 の側面には、平坦な 1 つの平面が形成されている。電池 102 の側面において、各層が露出しているてもよく、封止部材等が設けられていてもよい。図 24 は、本変形例に係る電池の別の例を示す概略断面図である。図 24 に示されるように、電池 102a は、電池 102 の側面が封止部材 60a 及び 60b で被覆されている構造を有する。封止部材 60a が被覆する電池 102 の側面と封止部材 60b が被覆する電池 102 の側面は、対向して配置されている側面である。電池 102 の側面を被覆している。また、電池 102a においては、電池 102a の側面の全面が封止部材 60a 又は 60b で覆われていない。例えば、上述のように電流を取り出すためのリードを接続するために、封止部材 60a は、集電体 25 が露出している部分を被覆しておらず、封止部材 60b は、集電体 11 が露出している部分を被覆していない。

【0177】

このように、本変形例に係る電池の製造方法を用いることにより、実施の形態 1 に係る電池 50 と同様の効果を発現する、並列積層型の高容量の電池 102 を製造できる。

【0178】

(実施の形態 3)

以下では、実施の形態 3 について説明する。なお、以下の実施の形態 3 の説明において、実施の形態 1 及び実施の形態 2 との相違点を中心に説明し、共通点の説明を省略又は簡略化する。

【0179】

図 25 は、本実施の形態に係る電池の概略構成を示す断面図である。図 25 に示されるように、電池 104 は、実施の形態 1 の電池 50 を複数備え、複数の電池 50 が積層された構造を有する。複数の電池 50 は、積層方向に隣り合う電池 50 の一方の電極層 10 と他方の対極層 20 とが対面するように積層されている。つまり、電池 104 は、直列積層型の電池である。これにより、実施の形態 1 に係る電池 50 を用いて、高電圧の電池 104 を実現できる。

【0180】

電池 104 の側面は、平坦な平面であり、言い換えると、複数の電池 50 それぞれの側面は面一である。なお、複数の電池 50 は、リード等を接続するために、積層方向と垂直な方向にずれて積層されていてもよい。

【0181】

電池 104 は、例えば、積層方向に隣り合う電池 50 の一方の電極層 10 と他方の対極層 20 とが対面するように、複数の電池 50 を積層することで製造される。また、切断される前の積層極板 41 (図 7A 参照) において、発電要素部 40 の集電体 11 とは反対側に、集電体 21 を積層し、集電体 21 が積層された積層極板 41 を複数積層してから、絶縁層 13 を分割する位置で、積層方向に切断することで電池 104 が製造されてもよい。

【0182】

なお、電池５０が積層される場合に、２つの集電体１１及び２１が隣り合う構造となっているが、隣り合う集電体１１及び２１のうち、一方が無い電池であってもよい。

【０１８３】

また、図２６は、本変形例に係る電池の別の例の概略構成を示す断面図である。図２６に示されるように、電池１０５は、実施の形態１の変形例１に係る電池５１を複数備え、複数の電池５１が積層された構造を有する。複数の電池５１は、積層方向に隣り合う電池５１の一方の電極層１０ａと他方の対極層２０ａとが対面するように積層されている。つまり、電池１０５は、直列積層型の電池である。これにより、実施の形態１の変形例１に係る電池５１を用いて、高電圧の電池１０５を実現できる。

【０１８４】

電池１０４及び電池１０５は、直列積層型の電池であるが、隣り合う単電池の電極層同士又は対極層同士が対面するように積層された構造を有する並列積層型の電池であってもよい。並列積層型の電池においては、高容量の電池を実現できる。

【０１８５】

このように単電池である電池５０又は電池５１を積層することで、電池５０又は電池５１と同様の効果を発現できる、高容量又は高電圧の電池を実現できる。

【０１８６】

（他の実施の形態）

以上、本開示に係る電池及びその製造方法について、実施の形態に基づいて説明したが、本開示は、これらの実施の形態に限定されるものではない。本開示の主旨を逸脱しない限り、当業者が思いつく各種変形を実施の形態に施したものや、実施の形態における一部の構成要素を組み合わせて構築される別の形態も、本開示の範囲に含まれる。

【０１８７】

上記実施の形態では、電池は、集電体、絶縁層、電極活物質層、固体電解質層及び対極活物質層で構成されていたが、これに限らない。例えば、電池特性が許容される範囲で、電気抵抗の低減及び接合強度の向上等のための接合層等が電池の各層の間に設けられていてもよい。

【０１８８】

また、上記実施の形態では、電池は、電極層の端部において、集電体と電極活物質層との間に位置する絶縁層を備えたが、さらに、対極層の端部において、集電体と対極活物質層との間に位置する第２の絶縁層を備えてもよい。この場合、平面視における、電極活物質層の外周からの第２の絶縁層の長さが、電極活物質層の外周からの絶縁層の長さよりも短くてもよい。これにより、対極活物質層側の集電体の端部が剥離した場合であっても、対極活物質層の露出が抑制されるとともに、平面視で第２の絶縁層の方が絶縁層よりも狭くなるため、電極活物質層の面積が対極活物質層の面積よりも実質的に小さくなる効果も得られる。

【０１８９】

また、上記実施の形態では、絶縁層は、平面視において、電極層の外周部に位置し、枠状であったが、これに限らない。例えば、電池において、電極層の外周部のうち、絶縁層が設けられていない領域が存在してもよい。

【０１９０】

また、例えば、上記実施の形態において、電池を筐体又は基板等で囲み、筐体又は基板の一部が集電体として機能する場合には、電池の対極活物質層側の集電体が備えられていなくてもよい。言い換えると、対極層は、対極活物質層から構成されていてもよい。

【０１９１】

また、上記実施の形態において、集電体、電極活物質層、固体電解質層及び対極活物質層が平面視で同じ形状及び位置であったが、これに限らない。集電体、電極活物質層、固体電解質層及び対極活物質層の少なくとも１つが、平面視で異なる形状又は位置であってもよい。例えば、集電体は、平面視で電極活物質層の端部から突出する、リード等と接続されるための端子部を有していてもよい。言い換えると、集電体は、平面視で電極活物質

10

20

30

40

50

層の外側に配置される領域を有していてもよい。

【0192】

また、上記実施の形態では、発電要素積層工程（b）において、発電要素部は、電極活物質層、固体電解質層及び対極活物質層が、集電体に順次積層されることによって形成されていたが、これに限らない。例えば、発電要素積層工程（b）において、電極活物質層、固体電解質層及び対極活物質層を、シート状の基体上に順次積層することによって発電要素部を形成し、形成された発電要素部を基体から取り外して集電体に積層してもよい。

【0193】

また、上記の実施の形態は、特許請求の範囲又はその均等の範囲において種々の変更、置き換え、付加、省略などを行うことができる。

【産業上の利用可能性】

【0194】

本開示に係る電池は、例えば、各種の電子機器又は自動車などに用いられる全固体電池などの二次電池として利用されうる。

【符号の説明】

【0195】

10、10a、10b 電極層

11、11a、11b、21、21a、21b、25 集電体

12、12a、12b 電極活物質層

12s、22s 主面

13、13a、13b 絶縁層

20、20a、20b、23 対極層

22、22a、22b 対極活物質層

30、30a、30b 固体電解質層

40 発電要素部

41、41a、41b、42、43a、43b、43c 積層極板

45、46、47 多層極板

50、50a、50b、50c、51、52、100、100a、101、102、102a、104、105 電池

51s、52s 側面

60、60a、60b 封止部材

10

20

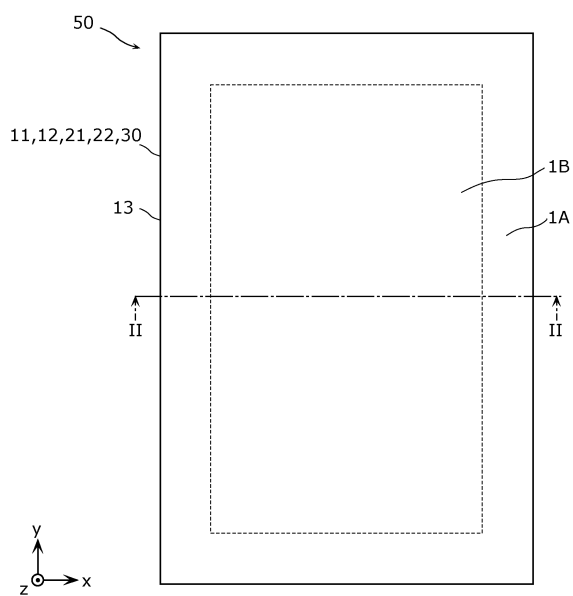
30

40

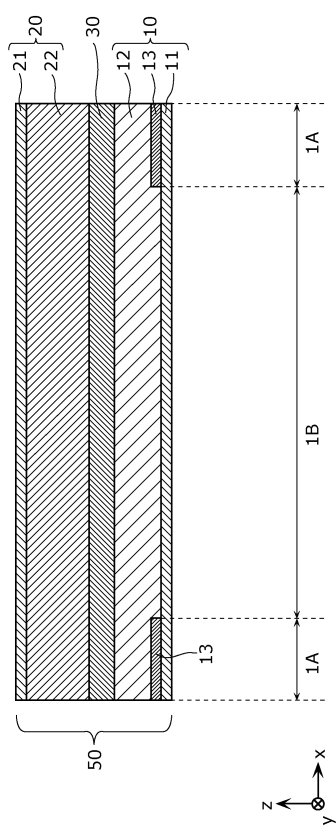
50

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

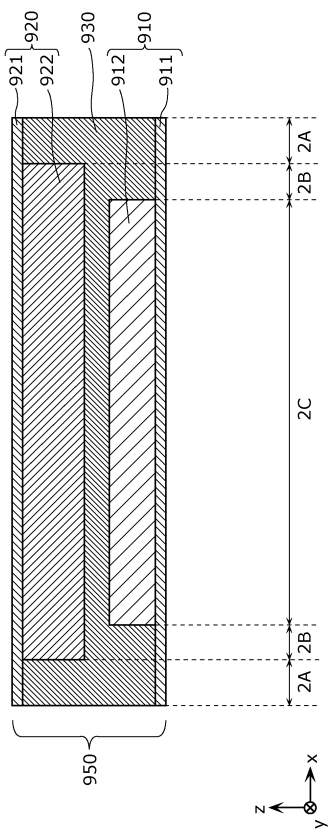
20

30

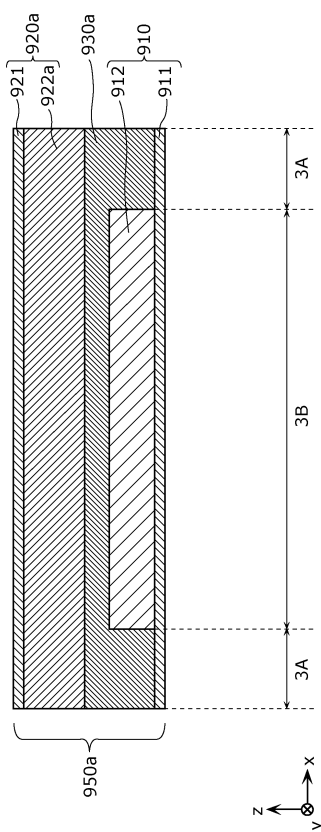
40

50

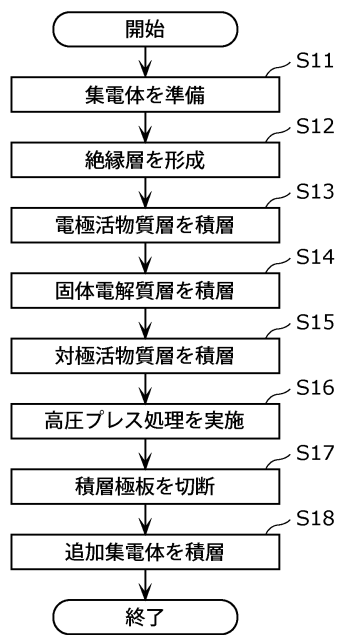
【図 3】



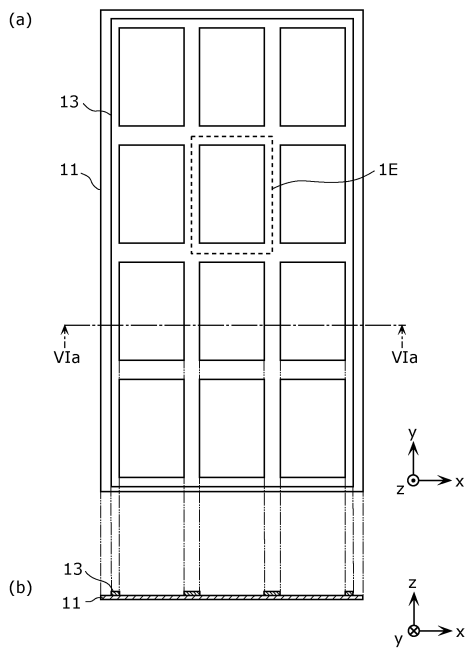
【図 4】



【図 5】



【図 6 A】



10

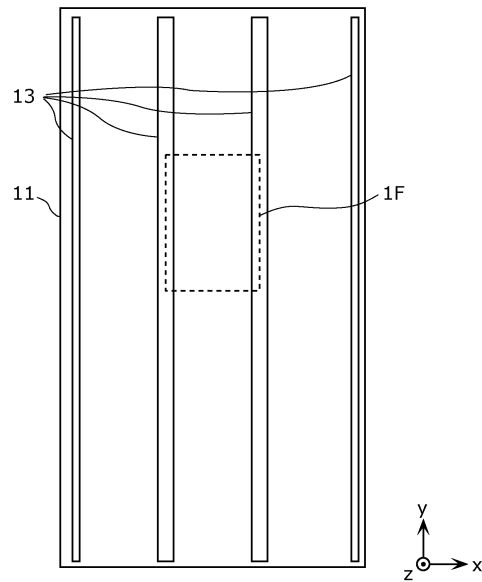
20

30

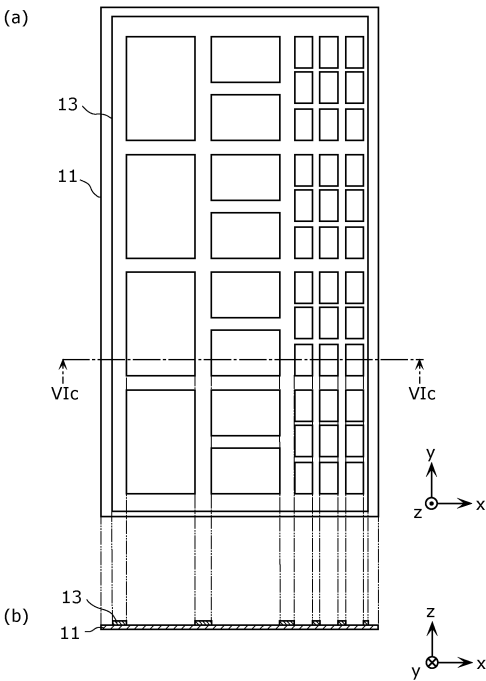
40

50

【図 6 B】



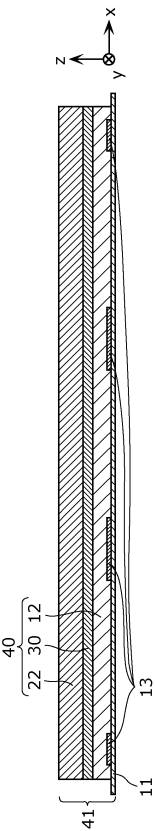
【図 6 C】



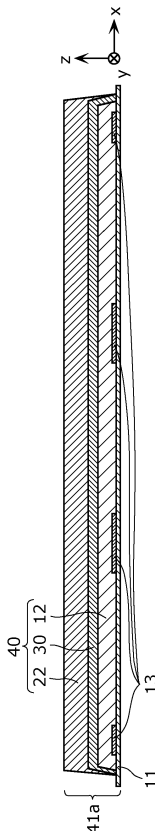
10

20

【図 7 A】



【図 7 B】

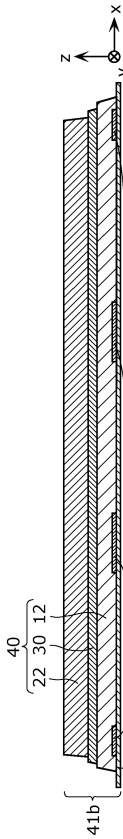


30

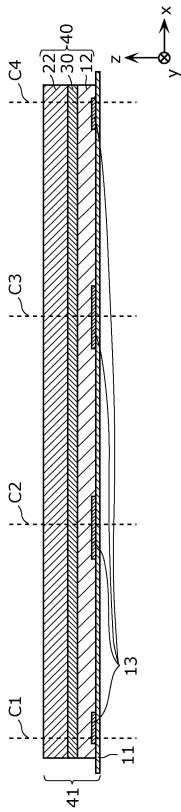
40

50

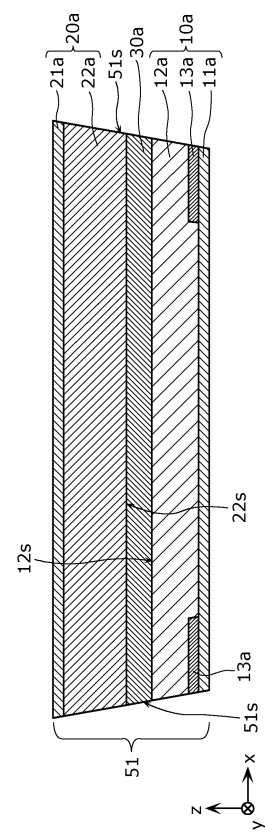
【図 7 C】



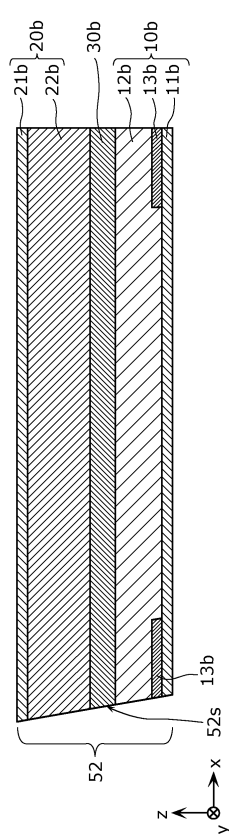
【図 8】



【図 9】



【図 10】



10

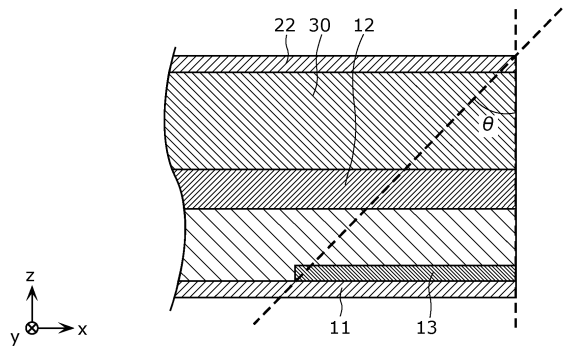
20

30

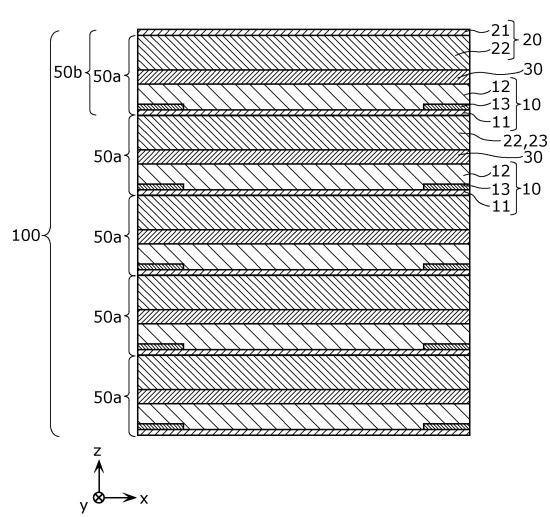
40

50

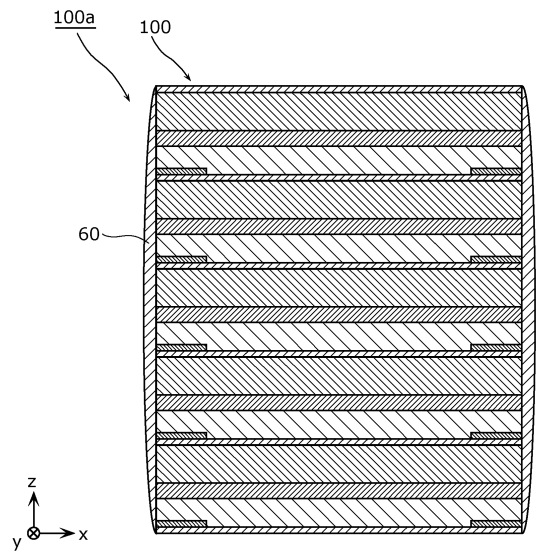
【図 1 1】



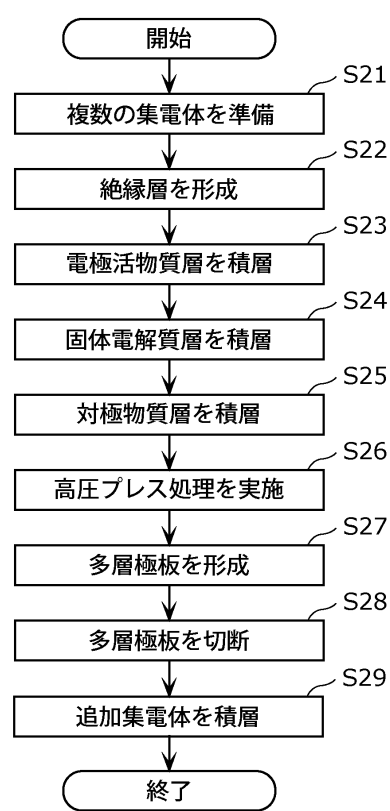
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



10

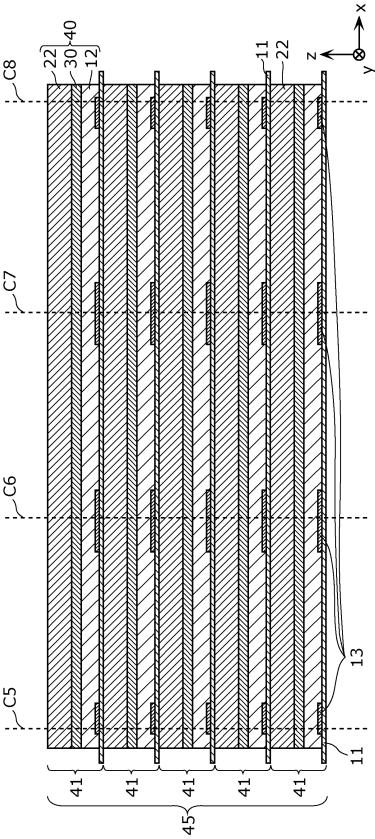
20

30

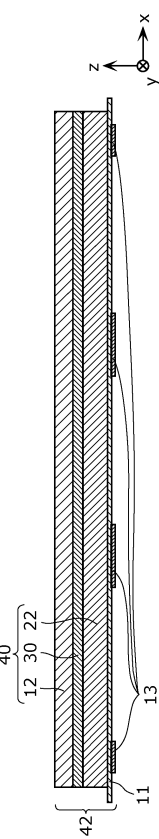
40

50

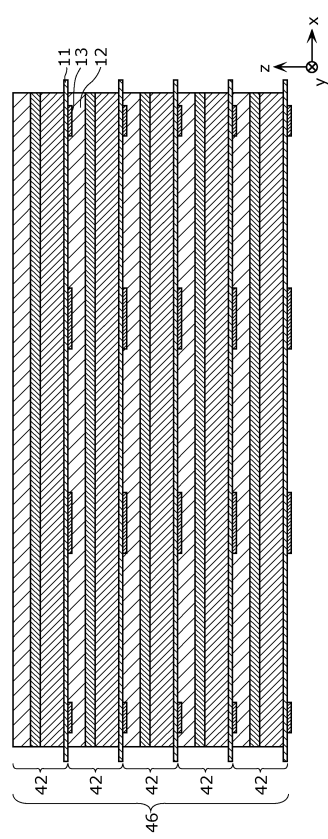
【図 1 5】



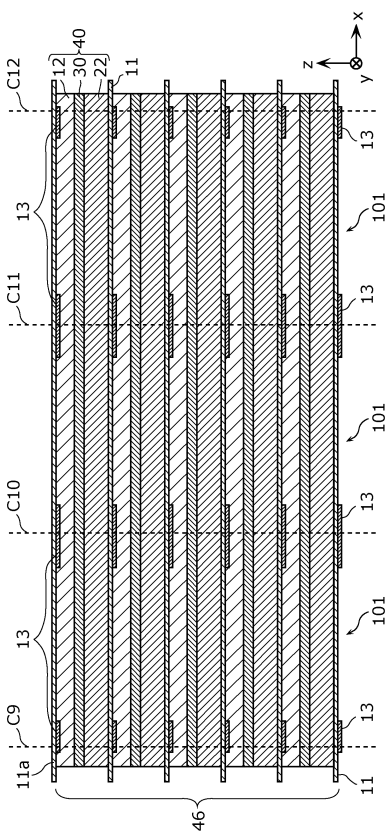
【図 1 6】



【図 1 7】



【図 1 8】



10

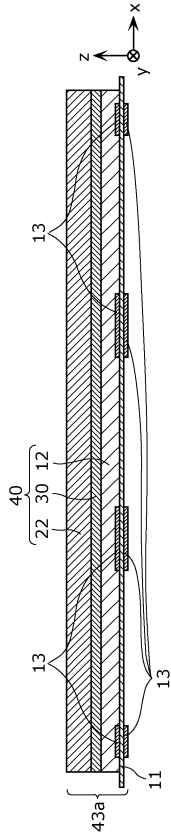
20

30

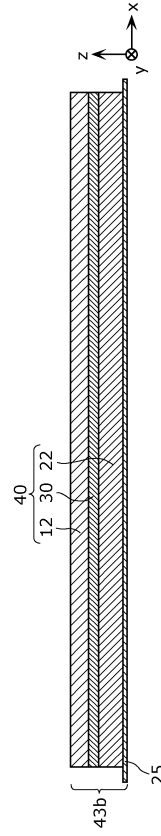
40

50

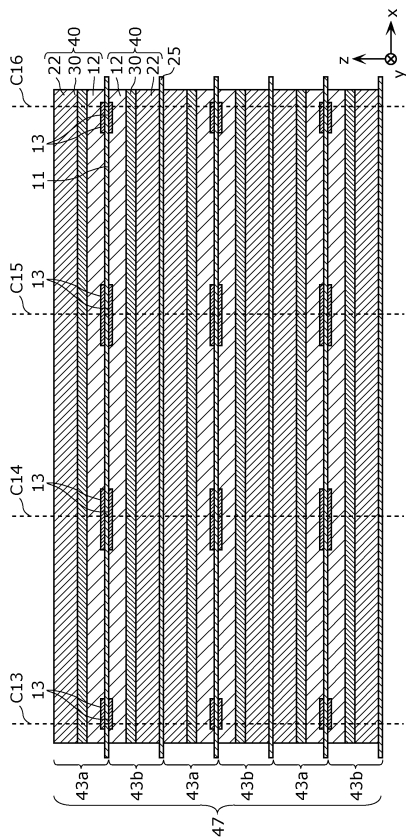
【図 19】



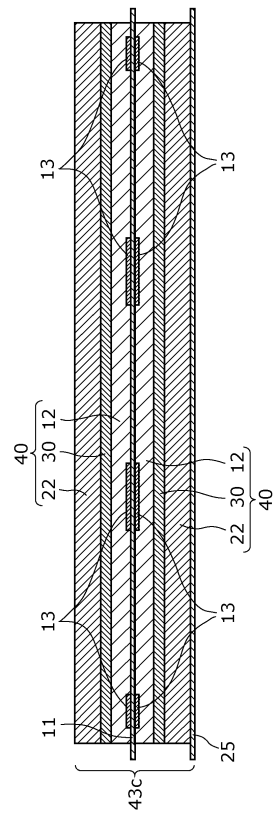
【圖 20】



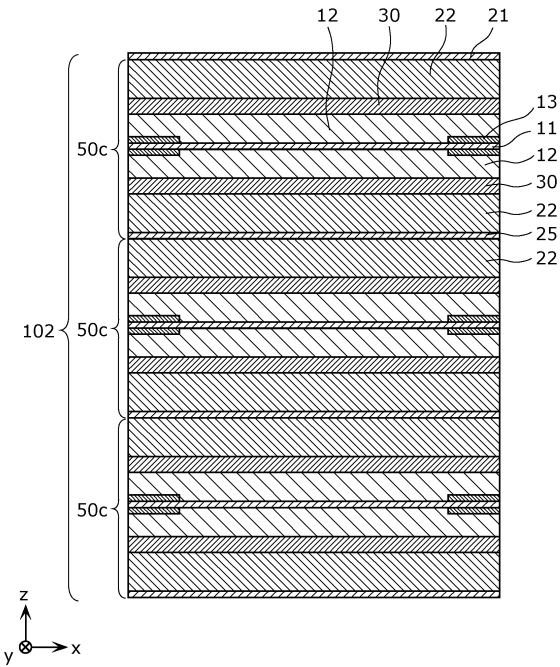
【図 2 1】



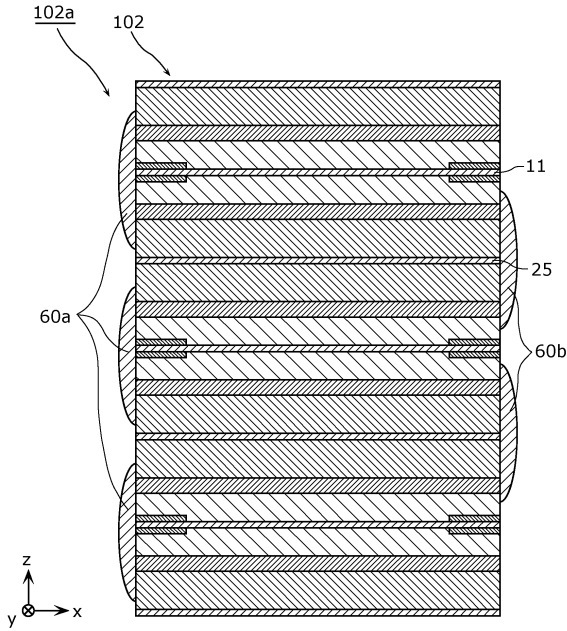
【圖 2 2】



【図 2 3】



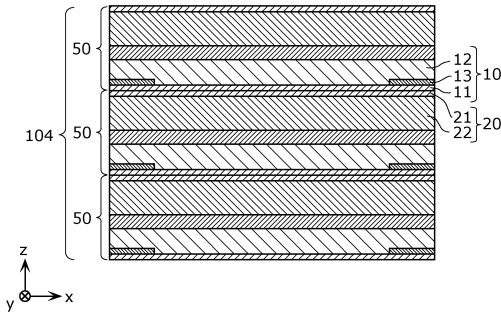
【図 2 4】



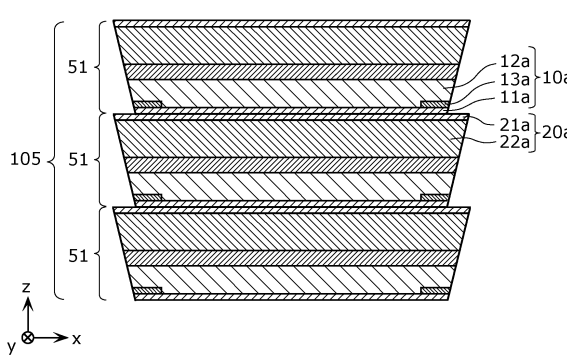
10

20

【図 2 5】



【図 2 6】



30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類	F I			
H 0 1 M	50/591 (2021.01)	H 0 1 M	50/591	1 0 1
H 0 1 M	4/13 (2010.01)	H 0 1 M	4/13	
H 0 1 M	4/139(2010.01)	H 0 1 M	4/139	
H 0 1 M	4/66 (2006.01)	H 0 1 M	4/66	A

(72)発明者 金山 明生
日本国大阪府門真市大字門真1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内
審査官 川口 陽己

(56)参考文献 特開2 0 1 2 - 0 3 8 4 3 3 (J P , A)
特開2 0 1 7 - 1 6 8 4 2 9 (J P , A)
特開2 0 0 8 - 0 5 3 1 0 3 (J P , A)
国際公開第2 0 1 9 / 1 0 3 0 0 8 (W O , A 1)
特開2 0 1 8 - 8 1 8 5 7 (J P , A)
国際公開第2 0 1 4 / 0 9 1 9 2 5 (W O , A 1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B名)
H 0 1 M 1 0 / 0 5 - 1 0 / 0 5 8 7
H 0 1 M 5 0 / 5 0 - 5 0 / 5 9 8
H 0 1 M 4 / 0 0 - 4 / 6 2
H 0 1 M 4 / 6 4 - 4 / 8 4