

(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2012-124146
(P2012-124146A)

(43) 公開日 平成24年6月28日 (2012.6.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 M 10/04 (2006.01)	HO 1 M 10/04 Z	5HO28
HO 1 M 2/26 (2006.01)	HO 1 M 2/26 A	5HO29
HO 1 M 4/02 (2006.01)	HO 1 M 4/02 Z	5HO43
HO 1 M 4/13 (2010.01)	HO 1 M 4/02 1 O 1	5HO50
HO 1 M 10/0585 (2010.01)	HO 1 M 10/00 1 1 7	
審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 70 頁)		

(21) 出願番号 特願2011-135752 (P2011-135752)	(71) 出願人 000002185
(22) 出願日 平成23年6月17日 (2011.6.17)	ソニー株式会社
(31) 優先権主張番号 特願2010-257350 (P2010-257350)	東京都港区港南1丁目7番1号
(32) 優先日 平成22年11月17日 (2010.11.17)	(74) 代理人 100082762
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)	弁理士 杉浦 正知
	(74) 代理人 100123973
	弁理士 杉浦 拓真
	(72) 発明者 牧野 哲也
	福島県郡山市日和田町高倉字下杉下1番地の1 ソニーエナジー・デバイス株式会社内
	(72) 発明者 高林 洋志
	福島県郡山市日和田町高倉字下杉下1番地の1 ソニーエナジー・デバイス株式会社内
最終頁に続く	

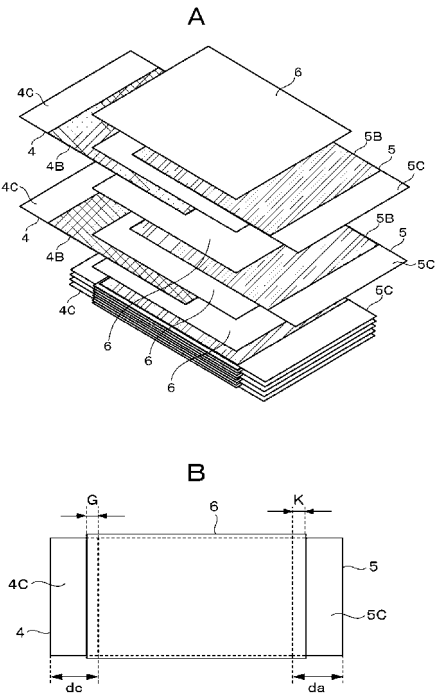
(54) 【発明の名称】 二次電池、バッテリーユニットおよびバッテリーモジュール

(57) 【要約】

【課題】大電流充放電特性を有する二次電池、バッテリーユニットおよびバッテリーモジュールを提供する。

【解決手段】二次電池は、電池素子と、電池素子を外装する外装材とを備える。電池素子は、正極集電体と、正極活物質層とを備え、正極集電体露出部が形成されるとともに、正極集電体露出部の幅 w_c と正極活物質層の幅 W_c とが $0.5 < (w_c / W_c) \leq 1.0$ の関係を満たすように正極集電体上に正極活物質層が設けられている正極と、負極集電体と、負極活物質層とを備え、負極集電体露出部が形成されるとともに、負極集電体露出部の幅 w_a と負極活物質層の幅 W_a とが $0.5 < (w_a / W_a) \leq 1.0$ の関係を満たすように負極集電体上に負極活物質層が設けられている負極と、交互に積層される正極と負極との間に介在するセパレータと、正極集電体露出部に電氣的に接続され、外装材の外部へ導出された正極タブと、負極集電体露出部に電氣的に接続され、外装材の外部へ導出された負極タブとを備える。

【選択図】図8



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

厚さが 3 mm 以上 20 mm 以下であり、かつ、電池放電容量が 3 Ah 以上 50 Ah 以下である電池素子と、上記電池素子を外装する外装材とを備え、

上記電池素子は、

正極集電体と、正極活物質層とを備え、正極集電体露出部が形成されるとともに、上記正極集電体露出部の幅 w_c と上記正極活物質層の幅 W_c とが以下の式 (1) を満たすように上記正極集電体上に上記正極活物質層が設けられている正極と、

負極集電体と、負極活物質層とを備え、負極集電体露出部が形成されるとともに、上記負極集電体露出部の幅 w_a と上記負極活物質層の幅 W_a とが以下の式 (2) を満たすように上記負極集電体上に上記負極活物質層が設けられている負極と、

10

交互に積層される上記正極と上記負極との間に介在するセパレータと、

上記正極集電体露出部に電氣的に接続され、上記外装材の外部へ導出された正極タブと

、
上記負極集電体露出部に電氣的に接続され、上記外装材の外部へ導出された負極タブとを備える二次電池。

$$0.5 < (w_c / W_c) \quad 1.0 \cdots (1)$$

$$0.5 < (w_a / W_a) \quad 1.0 \cdots (2)$$

【請求項 2】

上記正極は、上記正極集電体露出部の長さ奥行き d_c と上記正極活物質層の長さ奥行き D_c とが以下の式 (3) を満たすように形成され、

20

上記負極は、上記負極集電体露出部の長さ奥行き d_a と上記負極活物質層の長さ奥行き D_a とが以下の式 (4) を満たすように形成されている

請求項 1 に記載の二次電池。

$$0.02 < (d_c / D_c) \quad 0.40 \cdots (3)$$

$$0.02 < (d_a / D_a) \quad 0.40 \cdots (4)$$

【請求項 3】

上記正極タブにおける上記正極集電体露出部との接合面積 S_c と、上記正極タブの幅 T_c と、上記正極タブの厚み H_c と、上記電池素子の厚み B とが下記の式 (5) を満たすように形成されており、

30

上記負極タブにおける上記負極集電体露出部との接合面積 S_a と、上記負極タブの幅 T_a と、上記負極タブの厚み H_a と、上記電池素子の厚み B とが下記の式 (6) を満たすように形成されている請求項 1 に記載の二次電池。

$$H_c \leq S_c / T_c \leq B \cdots (5)$$

$$H_a \leq S_a / T_a \leq B \cdots (6)$$

【請求項 4】

上記正極タブを被覆する正極側シーラントと、上記負極タブを被覆する負極側シーラントをさらに備え、

上記正極集電体露出部は上記正極および上記負極の面に対して略垂直な方向に折り曲げられ、

40

上記正極タブは上記正極集電体露出部に接続される正極側接続部と、上記外装材の外部へ導出される正極側導出部とを有し、上記正極側接続部は上記正極側シーラントと共に上記正極および上記負極の面に対して略垂直な方向に折り曲げられており、

上記正極側接続部は折り曲げられた上記正極集電体露出部の上記電池素子と対向する側の面に接続されており、

上記負極集電体露出部は上記正極および上記負極の面に対して略垂直な方向に折り曲げられ、

上記負極タブは上記負極集電体露出部に接続される負極側接続部と、上記外装材の外部へ導出される負極側導出部とを有し、上記負極側接続部は上記負極側シーラントと共に上記正極および上記負極の面に対して略垂直な方向に折り曲げられており、

50

上記負極側接続部は折り曲げられた上記負極集電体露出部の上記電池素子と対向する側の面に接続されている請求項 1 に記載の二次電池。

【請求項 5】

上記電池素子と、折り曲げられた上記正極タブの上記接続部との間に絶縁部材が設けられている請求項 4 に記載の二次電池。

【請求項 6】

上記正極および上記負極は、上記正極集電体露出部と上記負極集電体露出部とが異なる方向へ向くように積層されている請求項 1 に記載の二次電池。

【請求項 7】

上記セパレータは葛折りにより折り畳まれており、上記正極および上記負極は上記セパレータの間に挟み込まれている請求項 1 に記載の二次電池。

【請求項 8】

上記負極は一对の上記セパレータ間に挟み込まれており、上記負極と上記一对のセパレータは共に葛折りにより折り畳まれており、上記正極は折り畳まれた上記セパレータ間に挟み込まれている請求項 7 に記載の二次電池。

【請求項 9】

上記電池素子は、

対向する第 1 の主面および第 2 の主面と、

上記第 1 の主面および上記第 2 の主面の間に設けられた側面と

を有し、

上記側面は、

対向する第 1 の側面および第 2 の側面と、

上記第 1 の側面および第 2 の側面の間に設けられた第 3 の側面と

を有し、

上記正極集電体露出部は、上記第 1 の側面に設けられているのに対して、上記負極集電体露出部は、上記第 2 の側面に設けられており、

上記正極タブは、上記第 1 の側面の側で上記正極集電体露出部と接続されると共に、上記第 3 の側面の側から上記外装材の外に導出されており、

上記負極タブは、上記第 2 の側面の側で上記負極集電体露出部と接続されると共に、上記第 3 の側面の側から上記外装材の外に導出されている請求項 1 に記載の二次電池。

【請求項 10】

上記正極タブは、上記第 1 の側面および上記第 3 の側面に倣うように屈曲された屈曲部と、上記第 3 の側面に対して鉛直方向に導出された導出部とを有し、

上記負極タブは、上記第 2 の側面および上記第 3 の側面に倣うように屈曲された屈曲部と、上記第 3 の側面に対して鉛直方向に導出された導出部とを有する請求項 9 に記載の二次電池。

【請求項 11】

上記正極タブの屈曲部と、上記第 1 の側面および上記第 3 の側面の少なくとも一方の側面との間に絶縁部材をさらに備え、

上記負極タブの屈曲部と、上記第 2 の側面および上記第 3 の側面の少なくとも一方の側面との間に絶縁部材をさらに備える請求項 10 に記載の二次電池。

【請求項 12】

上記正極タブの屈曲部と上記外装材との間に絶縁部材をさらに備え、

上記負極タブの屈曲部と上記外装材との間に絶縁部材をさらに備える請求項 10 に記載の二次電池。

【請求項 13】

一組の二次電池と、

上記一組の二次電池の外周側面を囲う外周壁部が形成された支持体と

を備え、

上記一組の二次電池がそれぞれ、上記支持体の正面側および背面側から上記外周壁部内

10

20

30

40

50

に挿入されており、

上記二次電池は、厚さが3mm以上20mm以下であり、かつ、電池放電容量が3Ah以上50Ah以下である電池素子と、上記電池素子を外装する外装材とを備え、

上記電池素子は、

正極集電体と、正極活物質層とを備え、正極集電体露出部が形成されるとともに、上記正極集電体露出部の幅 w_c と上記正極活物質層の幅 W_c とが以下の式(7)を満たすように上記正極集電体上に上記正極活物質層が設けられている正極と、

負極集電体と、負極活物質層とを備え、負極集電体露出部が形成されるとともに、上記負極集電体露出部の幅 w_a と上記負極活物質層の幅 W_a とが以下の式(8)を満たすように上記負極集電体上に上記負極活物質層が設けられている負極と、

10

交互に積層される上記正極と上記負極との間に介在するセパレータと、

上記正極集電体露出部に電氣的に接続され、上記外装材の外部へ導出された正極タブと

、
上記負極集電体露出部に電氣的に接続され、上記外装材の外部へ導出された負極タブとを備えるバッテリーユニット。

$$0.5 < (w_c / W_c) \quad 1.0 \cdots (7)$$

$$0.5 < (w_a / W_a) \quad 1.0 \cdots (8)$$

【請求項14】

上記外周壁部の内側面から内側に向かって伸びるリブ部がさらに形成され、

2個の上記二次電池が、上記支持体の正面側および背面側から上記外周壁部内に挿入され、上記リブ部の両面に対して装着されて構成される請求項13に記載のバッテリーユニット。

20

【請求項15】

複数のバッテリーユニットを備え、

上記バッテリーユニットは、

一組の二次電池と、

上記一組の二次電池の外周側面を囲う外周壁部が形成された支持体と

を備え、

上記一組の二次電池がそれぞれ、上記支持体の正面側および背面側から上記外周壁部内に挿入されており、

30

上記二次電池は、厚さが3mm以上20mm以下であり、かつ、電池放電容量が3Ah以上50Ah以下である電池素子と、上記電池素子を外装する外装材とを備え、

上記電池素子は、

正極集電体と、正極活物質層とを備え、正極集電体露出部が形成されるとともに、上記正極集電体露出部の幅 w_c と上記正極活物質層の幅 W_c とが以下の式(9)を満たすように上記正極集電体上に上記正極活物質層が設けられている正極と、

負極集電体と、負極活物質層とを備え、負極集電体露出部が形成されるとともに、上記負極集電体露出部の幅 w_a と上記負極活物質層の幅 W_a とが以下の式(10)を満たすように上記負極集電体上に上記負極活物質層が設けられている負極と、

40

交互に積層される上記正極と上記負極との間に介在するセパレータと、

上記正極集電体露出部に電氣的に接続され、上記外装材の外部へ導出された正極タブと

、
上記負極集電体露出部に電氣的に接続され、上記外装材の外部へ導出された負極タブとを備えるバッテリーモジュール。

$$0.5 < (w_c / W_c) \quad 1.0 \cdots (9)$$

$$0.5 < (w_a / W_a) \quad 1.0 \cdots (10)$$

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、二次電池、バッテリーユニットおよびバッテリーモジュールに関する。詳しくは

50

、大電流充放電特性を有する二次電池、バッテリーユニットおよびバッテリーモジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、カメラ一体型VTR（Video Tape Recorder）、携帯電話機、パーソナルコンピュータなどのポータブル電子機器が多く登場し、その小型軽量化が図られている。そしてこれらの電子機器のポータブル電源として、電池、特に二次電池について、エネルギー密度を向上させるための研究開発が活発に進められている。

【0003】

非水電解液を用いた二次電池、中でも、リチウムイオン二次電池は、従来の水溶液系電解液二次電池である鉛電池、ニッケルカドミウム電池と比較して大きなエネルギー密度が得られるため、市場も著しく成長している。とりわけ近年、リチウムイオン二次電池の軽量、高エネルギー密度という特徴が電動工具、電気自動車やハイブリッド電気自動車および電動アシスト自転車の用途に適することから、それらの車両用として用いるために更なる大型化、高出力化を目指した検討が盛んとなっている。

10

【0004】

リチウムイオン二次電池に代表される非水系二次電池は、通常、セパレータを介して積層された複数の正極および負極と、その正極および負極にそれぞれ接続されたタブとから構成されている。そして、通常、タブ、および、タブと正極（負極）の間に介在する正極端子（負極端子）は、正極（負極）の幅と比べて細く形成されている（特許文献1）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2003-178747号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

二次電池の高出力化を図るためには、二次電池が大電流充放電特性を備えることが必要となる。しかし、特許文献1に記載されたような、正極および負極の幅に比べて細く形成されたタブまたは端子を備える二次電池では入出力する電流量が制限されてしまい、大電流の入出力に対応することができない。したがって、そのような構成を採用した二次電池では高出力化を図ることに限界がある。

30

【0007】

したがって、この発明の目的は、大電流充放電特性を有する二次電池、バッテリーユニットおよびバッテリーモジュールを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上述の課題を解決するために、第1の発明は、
厚さが3mm以上20mm以下であり、かつ、電池放電容量が3Ah以上50Ah以下である電池素子と、電池素子を外装する外装材とを備え、
電池素子は、

40

正極集電体と、正極活物質層とを備え、正極集電体露出部が形成されるとともに、正極集電体露出部の幅 w_c と正極活物質層の幅 W_c とが以下の式(1)を満たすように正極集電体上に正極活物質層が設けられている正極と、

負極集電体と、負極活物質層とを備え、負極集電体露出部が形成されるとともに、負極集電体露出部の幅 w_a と負極活物質層の幅 W_a とが以下の式(2)を満たすように負極集電体上に負極活物質層が設けられている負極と、

交互に積層される正極と負極との間に介在するセパレータと、

正極集電体露出部に電氣的に接続され、外装材の外部へ導出された正極タブと、

負極集電体露出部に電氣的に接続され、外装材の外部へ導出された負極タブと

50

を備える二次電池である。

$$0.5 < (w_c / W_c) \quad 1.0 \cdots (1)$$

$$0.5 < (w_a / W_a) \quad 1.0 \cdots (2)$$

【0009】

第2の発明は、

一組の二次電池と、

一組の二次電池の外周側面を囲う外周壁部が形成された支持体と

を備え、

一組の二次電池がそれぞれ、支持体の正面側および背面側から外周壁部内に挿入されており、

10

二次電池は、厚さが3mm以上20mm以下であり、かつ、電池放電容量が3Ah以上50Ah以下である電池素子と、電池素子を外装する外装材とを備え、

電池素子は、

正極集電体と、正極活物質層とを備え、正極集電体露出部が形成されるとともに、正極集電体露出部の幅 w_c と正極活物質層の幅 W_c とが以下の式(7)を満たすように正極集電体上に正極活物質層が設けられている正極と、

負極集電体と、負極活物質層とを備え、負極集電体露出部が形成されるとともに、負極集電体露出部の幅 w_a と負極活物質層の幅 W_a とが以下の式(8)を満たすように負極集電体上に負極活物質層が設けられている負極と、

交互に積層される正極と負極との間に介在するセパレータと、

20

正極集電体露出部に電氣的に接続され、外装材の外部へ導出された正極タブと、

負極集電体露出部に電氣的に接続され、外装材の外部へ導出された負極タブと

を備えるバッテリーユニットである。

$$0.5 < (w_c / W_c) \quad 1.0 \cdots (7)$$

$$0.5 < (w_a / W_a) \quad 1.0 \cdots (8)$$

【0010】

第3の発明は、

複数のバッテリーユニットを備え、

バッテリーユニットは、

一組の二次電池と、

30

一組の二次電池の外周側面を囲う外周壁部が形成された支持体と

を備え、

一組の二次電池がそれぞれ、支持体の正面側および背面側から外周壁部内に挿入されており、

二次電池は、厚さが3mm以上20mm以下であり、かつ、電池放電容量が3Ah以上50Ah以下である電池素子と、電池素子を外装する外装材とを備え、

電池素子は、

正極集電体と、正極活物質層とを備え、正極集電体露出部が形成されるとともに、正極集電体露出部の幅 w_c と正極活物質層の幅 W_c とが以下の式(9)を満たすように正極集電体上に正極活物質層が設けられている正極と、

40

負極集電体と、負極活物質層とを備え、負極集電体露出部が形成されるとともに、負極集電体露出部の幅 w_a と負極活物質層の幅 W_a とが以下の式(10)を満たすように負極集電体上に負極活物質層が設けられている負極と、

交互に積層される正極と負極との間に介在するセパレータと、

正極集電体露出部に電氣的に接続され、外装材の外部へ導出された正極タブと、

負極集電体露出部に電氣的に接続され、外装材の外部へ導出された負極タブと

を備えるバッテリーモジュールである。

$$0.5 < (w_c / W_c) \quad 1.0 \cdots (9)$$

$$0.5 < (w_a / W_a) \quad 1.0 \cdots (10)$$

【0011】

50

本発明を構成する電池素子は、厚みが3mm以上20mm以下であり、放電容量が3Ah以上50Ah以下である。電池素子の厚みが3mm未満であると、電池全体の体積中に電池素子の占める割合が低下し、体積エネルギー密度が低下する。また、電池素子の厚みが20mmを超えると、電池素子の放熱性が低下し、充放電を繰り返すサイクル寿命が低下するおそれがある。放電容量が3Ah未満であると、上記の構造をとることなくレート特性が確保される。

【0012】

さらに、正極は、正極集電体露出部の幅 w_c と正極活物質層の幅 W_c とが以下の式(1)を満たすように形成されるとともに、負極は、負極集電体露出部の幅 w_a と負極活物質層の幅 W_a とが以下の式(2)を満たすように形成されるので、大電流の入出力が可能となる。

$$0.5 < (w_c / W_c) \quad 1.0 \cdots (1)$$

$$0.5 < (w_a / W_a) \quad 1.0 \cdots (2)$$

【発明の効果】

【0013】

以上説明したように、本発明によれば大電流の入出力が可能となるため、二次電池のさらなる高出力化が可能となる。したがって、例えば、複数組み合わせることにより高出力を要求する電気自動車やハイブリッド電気自動車用の二次電池などとして用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】図1Aは、本発明の第1の実施形態に係る二次電池の一構成例を示す外観斜視図であり、図1Bは、二次電池の構成を示す略線図であり、図1Cは、二次電池の外観底面側を示す外観斜視図であり、図1Dは、外装材により外装される電池素子の側面図である。

【図2】図2Aおよび図2Bは、本発明の第1の実施形態に係る二次電池に用いられる正極の構成例を示す略線図であり、図2Cおよび図2Dは、本発明の第1の実施形態に係る二次電池に用いられる負極の構成例を示す略線図である。

【図3】図3A～図3Eは、本発明の第1の実施形態に係る二次電池に用いられる正極タブおよび負極タブの構成例を示す略線図である。

【図4】図4A～図4Cは、正極タブと正極集電体露出部との接続状態を示す部分拡大図である。

【図5】図5Aは、正極集電体露出部と正極タブの接続状態を示す略線図であり、図5Bは、負極集電体露出部と負極タブの接続状態を示す略線図である。

【図6】図6Aは、本発明の第1の実施形態に係る二次電池の外観斜視図であり、図6Bおよび図6Cは、図6AにおけるVI-VI断面図であり、図6Dは、シーラントの設置状態を示す電池素子の側面図である。

【図7】図7A～図7Fは、インシュレータの構成例を示す略線図である。

【図8】図8Aは、本発明の第1の実施形態に係る二次電池における正極、負極およびセパレータの積層構造を示す略線図であり、図8Bは、正極、負極およびセパレータの積層構造を示す平面図である。

【図9】図9A～図9Fは、二次電池の製造工程の概略を示す略線図である。

【図10】図10A～図10Fは、二次電池の製造工程の概略を示す略線図である。

【図11】図11A～図11Eは、集電体露出部の折り曲げ部形成工程を示す略線図である。

【図12】図12A～図12Eは、集電体露出部の切断工程を示す略線図である。

【図13】図13A～図13Cは、タブ接続工程を示す略線図である。

【図14】図14A～図14Eは、タブおよび集電体露出部の折り曲げ部形成工程を示す略線図である。

【図15】図15Aは、本発明の第2の実施形態に係る二次電池における正極、負極およ

10

20

30

40

50

びセパレータの積層構造を示す略線図であり、図 15 B は、正極、負極およびセパレータの積層構造を示す側面図である。

【図 16】図 16 A および図 16 B は、正極、負極およびセパレータの積層構造の変形例を示す略線図である。

【図 17】図 17 A は、本発明の第 3 の実施形態に係る負極とセパレータの積層構造を示す略線図であり、図 17 B は、本発明の第 3 の実施形態に係る二次電池における正極、負極およびセパレータの積層構造を示す略線図であり、図 17 C は、正極、負極およびセパレータの積層構造を示す側面図である。

【図 18】図 18 A は、本発明の第 3 の実施形態に係る二次電池における正極、負極およびセパレータの積層構造の変形例を示す略線図であり、図 18 B は、図 18 A における矢視図である。

10

【図 19】図 19 A および図 19 B は、本発明に係る二次電池を適用したバッテリーユニットの構成例を示す斜視図である。

【図 20】図 20 は、バッテリーユニットが分解された状態を示す斜視図である。

【図 21】図 21 は、バッテリーユニットが組み合わされたバッテリーモジュールの構成例を示す図である。

【図 22】図 22 は、並列ブロックの端子の向きを説明する図である。

【図 23】図 23 A は、並列ブロックの挿入向きの間違いを防止する工夫について説明するためのモジュールケースの略線図であり、図 23 B は、並列ブロックの挿入向きの間違いを防止する工夫について説明するための並列ブロックの略線図である。

20

【図 24】図 24 A は、並列ブロックの挿入向きの間違いを防止する工夫について説明するためのモジュールケースの略線図であり、図 24 B は、並列ブロックの挿入向きの間違いを防止する工夫について説明するためのバッテリーユニットの略線図である。

【図 25】図 25 A は、本発明の第 4 の実施形態に係る二次電池の外観の一例を示す斜視図である。図 25 B は、電池素子の構成の一例を示す斜視図である。図 25 C は、電池素子の構成の一例を示す分解斜視図である。

【図 26】図 26 A は、正極タブの形状の一例を示す斜視図である。図 26 B は、負極タブの形状の一例を示す斜視図である。

【図 27】図 27 A ~ 図 27 D は、正極タブの第 1 ~ 第 4 の形状例を示す斜視図である。

【図 28】図 28 A ~ 図 28 C は、正極タブの第 5 ~ 第 7 の形状例を示す斜視図である。

30

【図 29】図 29 A ~ 図 29 C は、正極タブの作製方法の第 1 の例を示す工程図である。

【図 30】図 30 A ~ 図 30 C は、正極タブの作製方法の第 2 の例を示す工程図である。

【図 31】図 31 は、正極集電体露出部と正極タブとの接合部を拡大して表す斜視図である。

【図 32】図 32 A ~ 図 32 D は、絶縁部材の形状例を示す斜視図である。

【図 33】図 33 A ~ 図 33 C は、正極タブと電池素子とを絶縁する絶縁部材としてセパレータを使用した第 1 ~ 第 3 の例を示す断面図である。

【図 34】図 34 A は、インシュレータの形状の第 1 の例を示す斜視図である。図 34 B は、インシュレータの形状の第 1 の例を示す分解斜視図である。

【図 35】図 35 A は、インシュレータの形状の第 2 の例を示す斜視図である。図 35 B は、インシュレータの形状の第 2 の例を示す分解斜視図である。

40

【図 36】図 36 A ~ 図 36 D は、本発明の第 4 の実施形態に係る二次電池の製造方法の一例について説明するための工程図である。

【図 37】図 37 A ~ 図 37 C は、本発明の第 4 の実施形態に係る二次電池の製造方法の一例について説明するための工程図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本発明の実施形態について図面を参照しながら以下の順序で説明する。

1. 第 1 の実施形態（枚葉のセパレータを介して正極および負極を積層した例）
2. 第 2 の実施形態（つづら折りにより折り畳まれた一枚の帯状のセパレータを介して正

50

極および負極を積層した例)

3. 第3の実施形態(負極を挟んだ状態でつづら折りにより折り置まれた一対のセパレータを介して正極および負極を積層した例)

4. 第4の実施形態(正極タブおよび負極タブを同一の側面から導出した例)

5. 第5の実施形態(二次電池を用いたバッテリーユニットおよびバッテリーモジュール)

【0016】

< 1. 第1の実施形態 >

(1-1) 二次電池の構成

図1Aは、本発明の第1の実施形態に係る非水電解質電池(以下、二次電池1と適宜称する)の外観を示す略線図であり、図1Bは、二次電池1の構成を示す略線図である。なお、図1Bは、図1Aに示す二次電池1の底面および上面を反転させた場合の構成を示している。また、図1Cは、二次電池1の外観底面側を示す略線図である。二次電池1は、例えば、いわゆるリチウムイオン二次電池であり、電池素子2と外装材3とを備えるものである。図1Dは、外装材3により外装される電池素子2の側面図である。外装材3は、電池素子2を収容する第1外装部3Aと、電池素子2を覆う蓋として機能する第2外装部3Bとから構成されている。電池素子2の厚みは3mm以上20mm以下であり、放電容量は3Ah以上50Ah以下である。電池素子2の厚みが3mm未満であると、電池全体の体積中に電池素子2の占める割合が低下し、体積エネルギー密度が低下する。また、電池素子2の厚みが20mmを超えると、電池素子2の放熱性が低下し、充放電を繰り返すサイクル寿命が低下するおそれがある。放電容量が3Ah未満であると、上記の構造をとることなくレート特性が確保される。

10

20

【0017】

電池素子2は、略矩形状の正極4と、正極4と対向して配された略矩形状の負極5とが、セパレータ6を介して交互に積層された積層型電極構造を有している。また、電池素子2からは、複数枚の正極4とそれぞれ電氣的に接続された正極集電体露出部4Cと、複数枚の負極5とそれぞれ電氣的に接続された負極集電体露出部5Cとが引き出されている。正極集電体露出部4Cおよび負極集電体露出部5Cには、それぞれ正極タブ7および負極タブ8が接続されている。さらに、正極集電体露出部4Cおよび負極集電体露出部5Cは断面が略U字形状となるように折り曲げられて構成されている。

【0018】

30

このような電池素子2は、外装材3にて外装されており、正極集電体露出部4Cおよび負極集電体露出部5Cとそれぞれ接続された正極タブ7および負極タブ8は外装材3の封止部から二次電池1外部に導出されている。外装材3は少なくとも一方の面、または両面に予め深絞り加工が施されることにより凹部が形成され、この凹部に電池素子2が収納される。図1Bでは、外装材3を構成する第1外装部3Aに凹部9が形成されており、電池素子2はこの凹部9に収納される。そして、第2外装部3Bが、凹部9の開口を覆うように配置され、凹部9の開口の周囲が熱融着等により接着されることにより封止される。正極集電体露出部4Cおよび負極集電体露出部5Cとそれぞれ接続された正極タブ7および負極タブ8は、外装材3の封止部分から外部に向かい異なる方向に導出されている。

【0019】

40

[正極]

図2Aおよび図2Bは、電池素子2を構成する正極4の構造を示す略線図である。図2Cおよび図2Dは、電池素子2を構成する負極5の構造を示す略線図である。正極4は、例えば、正極集電体4Aの両面に正極活物質層4Bが設けられた構造を有している。なお、図示はしないが、正極集電体4Aの片面のみに正極活物質層4Bを設けるようにしてもよい。

【0020】

本発明においては、正極集電体4Aの両面全面に正極活物質層4Bが設けられているのではなく、正極集電体4Aの両面に所定の寸法の奥行きを有する正極集電体露出部4Cが形成されるように正極活物質層4Bが設けられている。正極集電体露出部4Cは正極端子

50

として役割を担うものである。正極集電体露出部 4 C の幅 w_c (図 2 A、図 2 B においては正極集電体露出部 4 C の長手方向の寸法) は正極活物質層 4 B の幅 W_c (図 2 A、図 2 B においては正極活物質層 4 B の短手方向の寸法) との関係において以下の式 (1) を満たすように構成されている。

$$0.5 < (w_c / W_c) \leq 1.0 \quad \cdots (1)$$

【0021】

式 (1) において、 $0.5 < (w_c / W_c)$ の場合とはすなわち、正極集電体露出部 4 C の幅が正極活物質層 4 B の幅の半分以上の場合である。図 2 A は $(w_c / W_c) = 0.5$ 、である場合を示すものである。

【0022】

また、式 (1) において、 $(w_c / W_c) = 1.0$ の場合とはすなわち、正極集電体露出部 4 C の幅と正極活物質層 4 B の幅とが等しい場合である。図 2 B は $(w_c / W_c) = 1.0$ 、である場合を示すものである。このように、本発明においては、従来の電池に比べて正極端子としての正極集電体露出部 4 C の幅が大きくなるように構成されている。正極集電体露出部 4 C の幅を大きく構成することにより、大電流の入出力が可能となる。また、正極集電体露出部 4 C の幅と正極活物質層 4 B の幅とが等しくなるように構成することにより、正極 4 の製造工程においては、正極集電体露出部 4 C を細く形成するための打ち抜きや切り取りなどの工程を行う必要がないため、製造工程を簡略化することができる。

【0023】

なお、正極集電体 4 A と、正極端子として機能する正極集電体露出部 4 C とは一体的に構成されていてもよいし、別個のものとして形成して接続するという構成にしてもよい。図 2 A および図 2 B においては、正極集電体 4 A と正極集電体露出部 4 C とが一体的に形成されている例を示している。一体的に形成されている場合、正極集電体 4 A 上に正極活物質層 4 B を設けるだけで正極集電体露出部 4 C が形成されるため、正極 4 の作製工程を簡略化することができる。

【0024】

なお、正極集電体露出部 4 C を正極活物質層 4 B の塗布方向と平行方向に形成する場合、正極集電体 4 A 原反の幅が正極活物質層 4 B の幅と正極集電体露出部 4 C の幅の和の整数倍であることが好ましい。さらに好ましくは、正極集電体 4 A 原反の幅が正極活物質層 4 B と正極集電体露出部 4 C の幅の和の偶数倍となるようにするとよい。これにより、材料歩留まりが向上する。

【0025】

また、正極集電体露出部 4 C はその奥行き d_c (図 2 A、図 2 B においては正極集電体露出部 4 C の短手方向の寸法) が、正極活物質層 4 B の奥行き D_c (図 2 A、図 2 B においては正極活物質層 4 B の長手方向の寸法) との関係において、以下の式 (2) を満たすように形成されるのが好ましい。

$$0.02 < (d_c / D_c) \leq 0.40 \quad \cdots (2)$$

【0026】

(d_c / D_c) の値が 0.02 未満では正極集電体露出部 4 C と正極タブ 7 との接續面積が小さくなり、入出力特性が低下することとなる。一方、 (d_c / D_c) の値が 0.40 以上となると正極一枚当たりの電池容量が小さくなる。よって、二次電池 1 全体における所望の電池容量を得るためには積層枚数を増やす必要が生じる。積層枚数を増やすと、例えば、超音波溶接により正極集電体露出部 4 C と正極タブ 7 とを接續する場合、より大きなパワーとエネルギーが必要となる。これにより正極集電体露出部 4 C が損傷し、溶接不良などの不具合が生じるおそれがある。さらに、積層枚数を増やすことに弊害として、放熱性の低下が挙げられる。放熱性が低下すると大電流入出時に二次電池 1 内部が高温となり、二次電池 1 の寿命の低下を招くおそれがある。

【0027】

正極集電体 4 A は、例えば、アルミニウム箔などの金属箔により構成されている。正極

活物質層 4 B は、例えば、正極活物質として、リチウムを吸蔵および放出することが可能な正極材料の 1 種または 2 種以上を含んでおり、必要に応じてグラファイトなどの導電剤およびポリフッ化ビニリデンなどの結着剤を含んで構成されている。

【0028】

リチウムを吸蔵および放出することが可能な正極材料としては、例えば、リチウム酸化物、リチウムリン酸化物、リチウム硫化物あるいはリチウムを含む層間化合物などのリチウム含有化合物が適当であり、これらの 2 種以上を混合して用いてもよい。エネルギー密度を高くするには、リチウムと遷移金属元素と酸素 (O) とを含むリチウム含有化合物が好ましく、中でも、遷移金属元素として、コバルト (Co)、ニッケル (Ni)、マンガン (Mn) および鉄 (Fe) からなる群のうちの少なくとも 1 種を含むものであればより好ましい。このようなリチウム含有化合物としては、例えば、組成式 (I)、組成式 (II) もしくは組成式 (III) に示した層状岩塩型の構造を有するリチウム複合酸化物、組成式 (IV) に示したスピネル型の構造を有するリチウム複合酸化物、または組成式 (V) に示したオリビン型の構造を有するリチウム複合リン酸塩などが挙げられ、具体的には、 $LiNi_{0.50}Co_{0.20}Mn_{0.30}O_2$ 、 $Li_aCoO_2(a=1)$ 、 $Li_bNiO_2(b=1)$ 、 $Li_{c1}Ni_{c2}Co_{1-c2}O_2(c1=1, 0 < c2 < 1)$ 、 $Li_dMn_2O_4(d=1)$ あるいは $Li_eFePO_4(e=1)$ などがある。

10

【0029】

$Li_fMn_{(1-g-h)}Ni_gM_{1-h}O_{(2-j)}F_k \cdots (I)$
(式中、M1 は、コバルト (Co)、マグネシウム (Mg)、アルミニウム (Al)、ホウ素 (B)、チタン (Ti)、バナジウム (V)、クロム (Cr)、鉄 (Fe)、銅 (Cu)、亜鉛 (Zn)、ジルコニウム (Zr)、モリブデン (Mo)、スズ (Sn)、カルシウム (Ca)、ストロンチウム (Sr) およびタンゲステン (W) からなる群のうちの少なくとも 1 種を表す。f、g、h、j および k は、 $0.8 \leq f \leq 1.2$ 、 $0 < g < 0.5$ 、 $0 \leq h \leq 0.5$ 、 $g+h < 1$ 、 $-0.1 \leq j \leq 0.2$ 、 $0 \leq k \leq 0.1$ の範囲内の値である。なお、リチウムの組成は充放電の状態によって異なり、f の値は完全放電状態における値を表している。)

20

【0030】

$Li_mNi_{(1-n)}M_{2-n}O_{(2-p)}F_q \cdots (II)$
(式中、M2 は、コバルト (Co)、マンガン (Mn)、マグネシウム (Mg)、アルミニウム (Al)、ホウ素 (B)、チタン (Ti)、バナジウム (V)、クロム (Cr)、鉄 (Fe)、銅 (Cu)、亜鉛 (Zn)、モリブデン (Mo)、スズ (Sn)、カルシウム (Ca)、ストロンチウム (Sr) およびタンゲステン (W) からなる群のうちの少なくとも 1 種を表す。m、n、p および q は、 $0.8 \leq m \leq 1.2$ 、 $0.005 \leq n \leq 0.5$ 、 $-0.1 \leq p \leq 0.2$ 、 $0 \leq q \leq 0.1$ の範囲内の値である。なお、リチウムの組成は充放電の状態によって異なり、m の値は完全放電状態における値を表している。)

30

【0031】

$Li_rCo_{(1-s)}M_{3-s}O_{(2-t)}F_u \cdots (III)$
(式中、M3 は、ニッケル (Ni)、マンガン (Mn)、マグネシウム (Mg)、アルミニウム (Al)、ホウ素 (B)、チタン (Ti)、バナジウム (V)、クロム (Cr)、鉄 (Fe)、銅 (Cu)、亜鉛 (Zn)、モリブデン (Mo)、スズ (Sn)、カルシウム (Ca)、ストロンチウム (Sr) およびタンゲステン (W) からなる群のうちの少なくとも 1 種を表す。r、s、t および u は、 $0.8 \leq r \leq 1.2$ 、 $0 \leq s < 0.5$ 、 $-0.1 \leq t \leq 0.2$ 、 $0 \leq u \leq 0.1$ の範囲内の値である。なお、リチウムの組成は充放電の状態によって異なり、r の値は完全放電状態における値を表している。)

40

【0032】

$Li_vMn_{2-w}M_{4-w}O_xF_y \cdots (IV)$
(式中、M4 は、コバルト (Co)、ニッケル (Ni)、マグネシウム (Mg)、アルミニウム (Al)、ホウ素 (B)、チタン (Ti)、バナジウム (V)、クロム (Cr)、鉄 (Fe)、銅 (Cu)、亜鉛 (Zn)、モリブデン (Mo)、スズ (Sn)、カルシウム (Ca)、ストロンチウム (Sr) およびタンゲステン (W) からなる群のうちの少なくとも 1 種を表す。v、w、x および y は、 $0.8 \leq v \leq 1.2$ 、 $0 \leq w < 0.5$ 、 $-0.1 \leq x \leq 0.2$ 、 $0 \leq y \leq 0.1$ の範囲内の値である。なお、リチウムの組成は充放電の状態によって異なり、v の値は完全放電状態における値を表している。)

50

ム (C a)、ストロンチウム (S r) およびタングステン (W) からなる群のうちの少なくとも 1 種を表す。v、w、x および y は、 $0.9 \leq v \leq 1.1$ 、 $0 \leq w \leq 0.6$ 、 $3.7 \leq x \leq 4.1$ 、 $0 \leq y \leq 0.1$ の範囲内の値である。なお、リチウムの組成は充放電の状態によって異なり、v の値は完全放電状態における値を表している。)

【0033】

$\text{Li}_z\text{M}_5\text{PO}_4 \cdots (\text{V})$

(式中、M5 は、コバルト (C o)、マンガン (M n)、鉄 (F e)、ニッケル (N i)、マグネシウム (M g)、アルミニウム (A l)、ホウ素 (B)、チタン (T i)、バナジウム (V)、ニオブ (N b)、銅 (C u)、亜鉛 (Z n)、モリブデン (M o)、カルシウム (C a)、ストロンチウム (S r)、タングステン (W) およびジルコニウム (Z r) からなる群のうちの少なくとも 1 種を表す。z は、 $0.9 \leq z \leq 1.1$ の範囲内の値である。なお、リチウムの組成は充放電の状態によって異なり、z の値は完全放電状態における値を表している。)

10

【0034】

リチウムを吸蔵および放出することが可能な正極材料としては、これらの他にも、 MnO_2 、 V_2O_5 、 V_6O_{13} 、 NiS 、 MoS などのリチウムを含まない無機化合物も挙げられる。

【0035】

[負極]

負極 5 は、例えば、負極集電体 5 A の両面に負極活物質層 5 B が設けられた構造を有している。なお、図示はしないが、負極集電体 5 A の片面のみに負極活物質層 5 B を設けるようにしてもよい。負極集電体 5 A は、例えば、銅箔などの金属箔により構成されている。

20

【0036】

負極活物質層 5 B は、負極活物質として、リチウムを吸蔵および放出することが可能な負極材料のいずれか 1 種または 2 種以上を含んで構成されており、必要に応じて正極活物質層 4 B と同様の結着剤を含んで構成されている。

【0037】

なお、この電池素子 2 では、リチウムを吸蔵および放出することが可能な負極材料の電気化学当量が、正極 4 の電気化学当量よりも大きくなっており、充電の途中において負極 5 にリチウム金属が析出しないようになっている。

30

【0038】

図 2 C および図 2 D に示すように、負極集電体 5 A の両面全面に負極活物質層 5 B が設けられているのではなく、負極集電体 5 A の両面に所定の寸法の奥行きを有する負極集電体露出部 5 C が形成されるように負極活物質層 5 B が設けられている。負極集電体露出部 5 C は負極端子として役割を担うものである。本発明においては、負極集電体露出部 5 C の幅 w_a (図 2 C、図 2 D においては負極集電体露出部 5 C の長手方向の寸法) は負極活物質層 5 B の幅 W_a (図 2 C、図 2 D においては負極活物質層 5 B の短手方向の寸法) との関係において以下の式 (3) を満たすように構成されている。

$$0.5 < (w_a / W_a) \leq 1.0 \cdots (3)$$

40

【0039】

式 (3) において、 $0.5 < (w_a / W_a)$ の場合とはすなわち、負極集電体露出部 5 C の幅が負極活物質層 5 B の幅の半分以上を超える場合である。また、式 (3) において、 $(w_a / W_a) = 1.0$ の場合とはすなわち、負極集電体露出部 5 C の幅と負極活物質層 5 B の幅とが等しい場合である。このように、上述した正極 4 と同様に負極集電体露出部 5 C の幅を大きく構成することにより、大電流の入出力が可能となる。また、負極集電体露出部 5 C の幅と負極活物質層 5 B の幅とが等しくなるように構成することにより、負極 5 の製造工程においては、負極集電体露出部 5 C を細く形成するための打ち抜きや切り取りなどの工程を行う必要がないため、製造工程を簡略化することができる。

【0040】

50

なお、負極集電体 5 A と、負極端子として機能する負極集電体露出部 5 C とは一体的に構成されていてもよいし、別個のものとして形成して接続するという構成にしてもよい。図 2 C および図 2 D においては、負極集電体 5 A と負極集電体露出部 5 C とが一体的に形成されている例を示している。一体的に形成されている場合、負極集電体 5 A 上に負極活物質層 5 B を設けるだけで負極集電体露出部 5 C が形成されるため、負極 5 の作製工程を簡略化することができる。

【 0 0 4 1 】

なお、負極集電体露出部 5 C を負極活物質層 5 B の塗布方向と平行方向に形成する場合、負極集電体 5 A 原反の幅が負極活物質層 5 B の幅と負極集電体露出部 5 C の幅の和の整数倍であることが好ましい。さらには好ましくは、負極集電体 5 A 原反の幅が負極活物質層 5 B と負極集電体露出部 5 C の幅の和の偶数倍となるようにするとよい。これにより、材料歩留まりが向上する。

10

【 0 0 4 2 】

また、負極集電体露出部 5 C はその奥行き d_a (図 2 C、図 2 D においては負極集電体露出部 5 C の短手方向の寸法) が、負極活物質層 5 B の奥行き D_a (図 2 C、図 2 D においては負極活物質層 5 B の長手方向の寸法) との関係において、以下の式 (4) を満たすように形成されるのが好ましい。

$$0.02 < (d_a / D_a) \leq 0.40 \quad \cdots (4)$$

【 0 0 4 3 】

リチウムを吸蔵および放出することが可能な負極材料としては、例えば、難黒鉛化性炭素、易黒鉛化性炭素、黒鉛、熱分解炭素類、コークス類、ガラス状炭素類、有機高分子化合物焼成体、炭素繊維あるいは活性炭などの炭素材料が挙げられる。このうち、コークス類には、ピッチコークス、ニードルコークスあるいは石油コークスなどがある。有機高分子化合物焼成体というのは、フェノール樹脂やフラン樹脂などの高分子材料を適当な温度で焼成して炭素化したものをいい、一部には難黒鉛化性炭素または易黒鉛化性炭素に分類されるものもある。また、高分子材料としてはポリアセチレンあるいはポリピロールなどがある。これら炭素材料は、充放電時に生じる結晶構造の変化が非常に少なく、高い充放電容量を得ることができると共に、良好なサイクル特性を得ることができるので好ましい。特に黒鉛は、電気化学当量が大きく、高いエネルギー密度を得ることができ好ましい。また、難黒鉛化性炭素は、優れた特性が得られるので好ましい。更にまた、充放電電位が低いもの、具体的には充放電電位がリチウム金属に近いものが、電池の高エネルギー密度化を容易に実現することができるので好ましい。

20

30

【 0 0 4 4 】

リチウムを吸蔵および放出することが可能な負極材料としては、リチウムを吸蔵および放出することが可能であり、金属元素および半金属元素のうちの少なくとも 1 種を構成元素として含む材料も挙げられる。このような材料を用いれば、高いエネルギー密度を得ることができるからである。特に、炭素材料と共に用いるようにすれば、高エネルギー密度を得ることができると共に、優れたサイクル特性を得ることができるのでより好ましい。この負極材料は金属元素あるいは半金属元素の単体でも合金でも化合物でもよく、またこれらの 1 種または 2 種以上の相を少なくとも一部に有するようなものでもよい。なお、この発明において、合金には 2 種以上の金属元素からなるものに加えて、1 種以上の金属元素と 1 種以上の半金属元素とを含むものも含める。また、非金属元素を含んでもよい。その組織には固溶体、共晶 (共融混合物)、金属間化合物あるいはそれらのうちの 2 種以上が共存するものがある。

40

【 0 0 4 5 】

この負極材料を構成する金属元素あるいは半金属元素としては、例えば、マグネシウム (Mg)、ホウ素 (B)、アルミニウム (Al)、ガリウム (Ga)、インジウム (In)、ケイ素 (Si)、ゲルマニウム (Ge)、スズ (Sn)、鉛 (Pb)、ビスマス (Bi)、カドミウム (Cd)、銀 (Ag)、亜鉛 (Zn)、ハフニウム (Hf)、ジルコニウム (Zr)、イットリウム (Y)、パラジウム (Pd) あるいは白金 (Pt) が挙げら

50

れる。これらは結晶質のものでもアモルファスのものでもよい。

【0046】

中でも、この負極材料としては、短周期型周期表における4B族の金属元素あるいは半金属元素を構成元素として含むものが好ましく、特に好ましいのはケイ素(Si)およびスズ(Sn)の少なくとも一方を構成元素として含むものである。ケイ素(Si)およびスズ(Sn)は、リチウム(Li)を吸蔵および放出する能力が大きく、高いエネルギー密度を得ることができるからである。

【0047】

スズ(Sn)の合金としては、例えば、スズ(Sn)以外の第2の構成元素として、ケイ素(Si)、ニッケル(Ni)、銅(Cu)、鉄(Fe)、コバルト(Co)、マンガン(Mn)、亜鉛(Zn)、インジウム(In)、銀(Ag)、チタン(Ti)、ゲルマニウム(Ge)、ビスマス(Bi)、アンチモン(Sb)、およびクロム(Cr)からなる群のうちの少なくとも1種を含むものが挙げられる。ケイ素(Si)の合金としては、例えば、ケイ素(Si)以外の第2の構成元素として、スズ(Sn)、ニッケル(Ni)、銅(Cu)、鉄(Fe)、コバルト(Co)、マンガン(Mn)、亜鉛(Zn)、インジウム(In)、銀(Ag)、チタン(Ti)、ゲルマニウム(Ge)、ビスマス(Bi)、アンチモン(Sb)およびクロム(Cr)からなる群のうちの少なくとも1種を含むものが挙げられる。

10

【0048】

スズ(Sn)の化合物あるいはケイ素(Si)の化合物としては、例えば、酸素(O)あるいは炭素(C)を含むものが挙げられ、スズ(Sn)またはケイ素(Si)に加えて、上述した第2の構成元素を含んでいてもよい。

20

【0049】

リチウムを吸蔵および放出することが可能な負極材料としては、更に、他の金属化合物あるいは高分子材料が挙げられる。他の金属化合物としては、 MnO_2 、 V_2O_5 、 V_6O_{13} などの酸化物、 NiS 、 MoS などの硫化物、または $LiNiO_2$ や $Li_4Ti_5O_{12}$ などのリチウム遷移金属酸化物、あるいは LiN_3 などのリチウム窒化物が挙げられ、高分子材料としてはポリアセチレン、ポリアニリンあるいはポリピロールなどが挙げられる。

【0050】

[セパレータ]

セパレータ6は、正極4と負極5とを隔離し、両極の接触による電流の短絡を防止しつつ、リチウムイオンを通過させるものである。セパレータ6としては、例えばポリテトラフルオロエチレン、ポリプロピレンまたはポリエチレンなどの合成樹脂製の多孔質膜、またはセラミック製の多孔質膜を単層で、またはそれらを複数積層したものを用いることができる。また、不織布やセルロースの多孔質膜を用いてもよい。特に、セパレータ6としては、ポリオレフィン製の多孔質膜が好ましい。ショート防止効果に優れ、かつシャットダウン効果による電池の安全性向上を図ることができるからである。また、セパレータ6としては、ポリオレフィンなどの微多孔膜上に、ポリフッ化ビニリデン(PVdF)、またはポリテトラフルオロエチレン(PTFE)などの多孔性の樹脂層を形成したものをを用いてもよい。

30

40

【0051】

一般的にセパレータ6の厚みは5 μm 以上50 μm 以下が好適に使用可能であるが、5 μm 以上20 μm 以下がより好ましい。セパレータ6は、厚すぎると活物質の充填量が低下して電池容量が低下するとともに、イオン伝導性が低下して電流特性が低下する。逆に薄すぎると、膜の機械的強度が低下し、異物などで正負両極がショートしたり、破れたりする。

【0052】

[正極タブおよび負極タブ]

図3は、この発明の第1の実施形態に係る二次電池1を構成する正極タブ7の外観を示す略線図である。なお、負極タブ8も同様の外観構成を有しているので負極タブ8につい

50

ての図示は省略する。図 3 A は、上面 7 - 1 および左側面 7 - 2 を示す斜視図であり、図 3 B は、底面 7 - 3 および右側面 7 - 4 を示す斜視図であり、図 3 C は、断面図である。

【 0 0 5 3 】

正極集電体露出部 4 C と接続される正極タブ 7 および負極集電体露出部 5 C と接続される負極タブ 8 は、正極集電体露出部 4 C および負極集電体露出部 5 C と、二次電池 1 が接続される電子機器などを中継するものである。正極タブ 7 および負極タブ 8 は、板状または直方体状に形成されている。

【 0 0 5 4 】

正極タブ 7 および負極タブ 8 の厚さは $50\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $400\text{ }\mu\text{m}$ 以下とするのが好ましい。 $50\text{ }\mu\text{m}$ 未満であると強度が低くなり、集電体露出部との接続後の折り曲げ工程で亀裂が生じるおそれがある。一方、 $400\text{ }\mu\text{m}$ を超えると外装材 3 との熱溶着部分で密封性が悪化し、リーク不良、水分侵入が生じて二次電池 1 の寿命の低下を招く恐れがある。

【 0 0 5 5 】

また、正極タブ 7 および負極タブ 8 の導電率は 50% IACS (International annealed copper standard: 電気抵抗 (又は電気伝導度) の基準として、国際的に採択された焼鈍標準軟銅の体積抵抗率は、 $1.7241 \times 10^{-2} \mu\Omega$ と規定される。) 以上であることが好ましい。導電率が 50% IACS 未満では、大電流を流した際にタブの発熱が大きくなる。タブの発熱が大きくなると外装材 3 との熱溶着部分が軟化し、シール性が低下することとなる。また、外部短絡などが発生するとタブは赤熱するほどに高温になる。これにより、有機溶媒からなる電解液が着火し、二次電池 1 の熱暴走を招く恐れがある。

【 0 0 5 6 】

正極タブ 7 および負極タブ 8 は、例えばニッケル (Ni)、銅 (Cu)、アルミニウム (Al)、ステンレス (SUS)、チタン (Ti)、アルミニウム (Al) 等の材料、または、リン (P)、銀 (Ag)、スズ (Sn)、鉄 (Fe)、ジルコニウム (Zr)、クロム (Cr)、ケイ素 (Si)、マグネシウム (Mg)、ニッケル (Ni) を含む合金から構成される。好ましくは、銅 (Cu)、アルミニウム (Al)、銅 (Cu) 合金を用いて構成するとよい。

【 0 0 5 7 】

また、正極タブ 7 は図 3 A 乃至図 3 C に示すように、一端面 7 - 5 および他端面 7 - 6 を除く上面 7 - 1、左側面 7 - 2、底面 7 - 3 および右側面 7 - 4 の合計 4 面がニッケル (Ni)、銀 (Ag)、金 (Au)、スズ (Sn) のいずれかによって構成された被覆層 7 A により被覆されている。上述の被覆される 4 面は、正極タブ 7 および負極タブ 8 が外装材 3 とシーラント 10 を介して熱溶着される面である。この熱溶着される面において例えば、銅 (Cu) やリン (P)、銀 (Ag)、スズ (Sn)、鉄 (Fe)、ジルコニウム (Zr)、クロム (Cr)、ケイ素 (Si)、マグネシウム (Mg)、ニッケル (Ni) を含む Cu 合金が露出しているとシーラント 10 との溶着性、すなわちシール性が著しく低下し、電池寿命の低下を招くおそれがある。なお、被覆層 7 A により被覆されるのは必ずしも正極タブ 7 である必要はなく、正極タブ 7 または負極タブ 8 の少なくともいずれか一方が被覆されていることが好ましい。

【 0 0 5 8 】

また、正極タブ 7 または負極タブ 8 の材料として銅 (Cu) または銅 (Cu) を含む合金が用いられた場合、銅 (Cu) または銅 (Cu) を含む合金が露出していると、それに接触する樹脂が劣化する、いわゆる銅害が引き起こされる。銅害が引き起こされると二次電池 1 の寿命に悪影響を与えることとなる。よって、正極タブ 7、負極タブ 8 を銅 (Cu) または銅 (Cu) を含む合金を用いて形成した場合には被覆層 7 A を設けることが好ましい。これにより、銅 (Cu) または銅 (Cu) を含む合金が樹脂に直接接触することを防いで、銅害を抑制することができる。

【 0 0 5 9 】

正極タブ 7 および負極タブ 8 の被覆方法としては、例えば、電解メッキなどが挙げられる。電解メッキで被覆を行う場合、ロール状に伸ばした銅 (Cu) やリン (P)、銀 (A

10

20

30

40

50

g)、スズ(Sn)、鉄(Fe)、ジルコニウム(Zr)、クロム(Cr)、ケイ素(Si)、マグネシウム(Mg)、ニッケル(Ni)を含むCu合金の基材を所定の幅にスリットした後に電解槽を通すことによりメッキ処理を施すことができる。

【0060】

被覆層7Aの厚さは0.1μm以上3μm以下とするのが好ましい。0.1μm未満であると被覆層7Aが剥がれることによりタブ基材が露出してシール性が低下するおそれがある。一方、被覆層7Aが3μmを超えると集電体露出部とタブとの接続状態(溶接の場合には固着状態)が不十分となり、タブが備える高導電性が十分に発揮できないこととなる。

【0061】

図4A～図4Cは、正極タブ7と正極集電体露出部4Cとの接続状態を示す部分拡大図である。図4Aは、正極集電体露出部4Cが折り曲げられていない状態を示し、図4Bおよび図4Cは、正極集電体露出部4Cが折り曲げられている状態を示すものである。正極タブ7は積層され断面略U字形状に折り曲げられた複数の正極集電体露出部4Cに固着される。これにより、正極タブ7は正極集電体露出部4Cに電氣的に接続される。正極タブ7の正極集電体露出部4Cとの接続に用いられる部分を接続部7A、外装材3から導出される部分を導出部7B、折り曲げ部分を折り曲げ部7Cとそれぞれ称する。正極タブ7は、導出部7Bの底面と電池素子2の底面とが同一平面上に位置するように構成されている。また、図示しないが、両面が凹型に加工された外装材3で電池素子2を外装する場合などは、正極タブ7と電池素子2の底面とが必ずしも同一平面上に位置しなくても良い。正極タブ7と正極集電体露出部4Cとの接続方法としては、超音波溶接、抵抗溶接、レーザ溶接、スポット溶接などによる接続、またはクランプ固定、カシメ接続などが挙げられる。その中でも、複数枚の薄い正極集電体露出部4Cと正極タブ7とを広い面積で強く接続することができるという点で特に超音波溶接が好ましい。

【0062】

本実施形態においては、所定幅の外周側曲げしろRoが形成されるように正極集電体露出部4Cの折り曲げが行われる。外周側曲げしろRoを設けなかった場合には、正極タブ7が接続された正極集電体露出部4Cを正極4の面に対して略垂直方向に折り曲げようとすると、図4Cに示すように、正極タブ7が電池素子2に当接してしまい正極集電体露出部4Cを折り曲げることができないこととなる。また、正極集電体露出部4Cを正極4の面に対して略垂直方向に折り曲げることができたとしてもその折り曲げに伴い正極集電体露出部4C、正極タブ7および電池素子2が変形してしまうこととなる。そうすると、電池素子2のバックへの挿入性が低下することとなる。そこで、外周側曲げしろRoを設けることにより、図4Bに示すように、正極タブ7が積層された正極4および負極5に当接してしまうことなく正極集電体露出部4Cを正極4の面と略垂直の方向にまで折り曲げることが可能となる。

【0063】

また、正極タブ7は積層された正極集電体露出部4Cの内面に所定幅の内周側曲げしろRiが形成される位置に固着するのが好ましい。内周側曲げしろRiを形成することにより、正極集電体露出部4Cが図4A中のFの位置を支点として折り曲げられた場合でも正極タブ7が積層された正極4および負極5に当接してしまうことなく正極集電体露出部4Cを正極4の面と略垂直の方向にまで折り曲げることができる。よって、内周側曲げしろRiの幅は、正極タブ7の厚さ以上とする必要がある。なお、負極タブ8も同様にして負極集電体露出部5Cに接続されている。なお、U字曲げ工程の詳細については後述する。

【0064】

図5Aは、正極集電体露出部4Cと正極タブ7との接続面積について説明するための略線図である。正極タブ7の幅をTc、正極タブ7の厚みHc、電池素子2の厚みをB、接続範囲の幅をJw、接続範囲の奥行きをJdとすると、Jw×Jdで表される接続範囲の面積(接続面積)Scは以下の式(5)を満たすように設定されるのが好ましい。

$$Hc \leq Sc / Tc \leq B \cdots (5)$$

10

20

30

40

50

【 0 0 6 5 】

接続面積 S_c が狭すぎると、電流密度が高くなり、大電流を流すと発熱してしまうおそれがある。一方、接続面積 S_c が大きすぎると、例えば超音波溶接で接続を行う場合、複数枚の正極集電体露出部 4 C を固着するためにより大きなパワーとエネルギーが必要となるが、これによって正極集電体露出部 4 C が損傷し、溶解不良などの不具合が生じるおそれがある。そこで上述の式 (5) を満たすように接続面積 S_c を設定することによりそれらの弊害を防止することができる。

【 0 0 6 6 】

また、具体的な寸法としては、「接続面積 S_c / 正極タブ 7 の幅 T_c 」の値が $0.05 \text{ mm} \sim 10.0 \text{ mm}$ となるように設定するとよい。さらに、好ましくは「接続面積 S_c / 正極タブ 7 の幅 T_c 」の値が 0.2 mm 以上 7.0 mm 以下になるように設定するとよい。 0.05 mm 未満とすると接続面積 S_c が狭く、電流密度が集中することになり、大電流を流すと発熱してしまうおそれがある。一方、 10.0 mm を超えると、例えば超音波溶接で接続を行う場合、複数枚の正極集電体露出部 4 C を固着するためにより大きなパワーとエネルギーが必要となるが、これによって正極集電体露出部 4 C が損傷し、溶解不良などの不具合が生じるおそれがある。

【 0 0 6 7 】

なお、負極集電体露出部 5 C と負極タブ 8 も同様にして接続されている。すなわち、図 5 B に示すように、負極タブ 8 の幅を T_a 、負極タブ 8 の厚み H_a 、電池素子 2 の厚みを B 、接続範囲の幅を J_w 、接続範囲の奥行きを J_d とすると、 $J_w \times J_d$ で表される接続範囲の面積 (接続面積) S_a は以下の式 (6) を満たすように設定されるのが好ましい。

$$H_a \leq S_a / T_a \leq B \quad \cdots (6)$$

【 0 0 6 8 】

また、具体的な寸法としては、「接続面積 S_a / 負極タブ 8 の幅 T_a 」の値が $0.05 \text{ mm} \sim 10.0 \text{ mm}$ となるように設定するとよい。さらに、好ましくは「接続面積 S_a / 負極タブ 8 の幅 T_a 」の値が 0.2 mm 以上 7.0 mm 以下になるように設定するとよい。

【 0 0 6 9 】

〔 電 解 質 〕

電解質は、リチウムイオン二次電池に一般的に使用される電解質塩と非水溶媒が使用可能である。非水溶媒としては、具体的には、エチレンカーボネート (E C)、プロピレンカーボネート (P C)、 γ -ブチロラクトン、ジメチルカーボネート (D M C)、ジエチルカーボネート (D E C)、エチルメチルカーボネート (E M C)、ジプロピルカーボネート (D P C)、エチルプロピルカーボネート (E P C)、またはこれらの炭酸エステル類の水素をハロゲンに置換した溶媒等が挙げられる。これらの溶媒は 1 種類を単独で用いてもよいし、複数種を所定の組成で混合してもよい。

【 0 0 7 0 】

電解質塩としては、上記非水溶媒に溶解するものが用いられ、カチオンとアニオンが組み合わせられてなる。カチオンにはアルカリ金属やアルカリ土類金属が用いられる。アニオンには、 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 SCN^- 、 ClO_4^- 、 BF_4^- 、 PF_6^- 、 CF_3SO_3^- 等が用いられる。具体的には、六フッ化リン酸リチウム (LiPF_6)、四フッ化ホウ酸リチウム (LiBF_4)、ビス (トリフルオロメタンスルホニル) イミドリチウム ($\text{LiN}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$)、ビス (ペンタフルオロエタンスルホニル) イミドリチウム ($\text{LiN}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_2$)、過塩素酸リチウム (LiClO_4) 等が挙げられる。電解質塩濃度としては、上記溶媒に溶解することができる濃度であれば問題ないが、リチウムイオン濃度が非水溶媒に対して 0.4 mol/kg 以上 2.0 mol/kg 以下の範囲であることが好ましい。

【 0 0 7 1 】

ポリマー電解質を用いる場合は、非水溶媒と電解質塩とを混合してゲル状とした電解液をマトリクスポリマに取り込むことでポリマー電解質を得る。マトリクスポリマは、非水

10

20

30

40

50

溶媒に相溶可能な性質を有している。このようなマトリクスポリマとしては、シリコンゲル、アクリルゲル、アクリロニトリルゲル、ポリフォスファゼン変性ポリマー、ポリエチレンオキサイド、ポリプロピレンオキサイドおよびこれらの複合ポリマーや架橋ポリマー、変性ポリマー等が用いられる。また、フッ素系ポリマーとして、ポリフッ化ビニリデン（ $PVdF$ ）、フッ化ビニリデン（ VdF ）とヘキサフルオロプロピレン（ HFP ）とを繰り返し単位に含む共重合体、フッ化ビニリデン（ VdF ）とトリフルオロエチレン（ TFE ）とを繰り返し単位に含む共重合体等のポリマーが挙げられる。このようなポリマーは、１種類を単独で用いてもよいし、２種類以上を混合して用いてもよい。

【００７２】

[シーラント]

図６Ａ～図６Ｄは、シーラント１０の構成を説明するための図である。図６Ａは、二次電池１の外観を示す略線図であり、図６Ｂおよび図６Ｃは、図６Ａにおける $VI-VI$ 断面図である。図６Ｄは、電池素子２の側面図である。

【００７３】

正極タブ７および負極タブ８にそれぞれ設けるシーラント１０は、正極タブ７および負極タブ８との接着性に優れる樹脂材料からなる。このような樹脂材料としては、酸変性ポリプロピレン（ PP ）等の変性ポリマーが挙げられる。シーラント１０は正極タブ７および負極タブ８と外装材３との接着性を向上させ外気、水分などの侵入を防止するためのものである。

【００７４】

シーラント１０の構成としては、図６Ｂまたは図６Ｃに示す構成のいずれも採用することが可能であるが、以下の観点から図６Ｃに示す構成とするのがより好ましい。図６Ｂにおいては、正極タブ７にシーラント１０が設けられているが、正極タブ７を折り曲げることによって形成される角状の折り曲げ部７Ｃはシーラント１０によって被覆されていない。そうすると、この折り曲げ部７Ｃが外装材３に直接当接することとなり、外装材３が突き破られてしまうおそれがある。そこで、シーラント１０と正極タブ７とを一緒に折り曲げる構造とすることにより、図６Ｃに示す実施例のように折り曲げ部７Ｃも含めて正極タブ７をシーラント１０で被覆する。これにより、正極タブ７の折り曲げ部７Ｃが外装材３に直接当接することがないため、折り曲げ部７Ｃにより外装材３が突き破られることを防止することができる。

【００７５】

また、正極タブ７の折り曲げ部７Ｃを被覆するようにシーラント１０が設けられることにより、図６Ｄに示すように、正極タブ７が電池素子２の最外層に位置する負極５に直接接触することがない。これにより正極タブ７と負極５とが接触し内部短絡が発生することを防止することができる。

【００７６】

ただし、短絡を防ぐ方法としては他に、最外層負極５に余分にセパレータ６を設ける、最外層負極５の端面を覆うように絶縁テープを貼る、という手法をとることもできる。

【００７７】

[インシュレータ]

図７Ａ～図７Ｆは、インシュレータ１１の構成について説明するための略線図である。インシュレータ１１は、正極４および負極５がセパレータ６を介して積層されて構成された電池素子２と正極タブ７との間に設けられる平板状、シート状またはフィルム状の絶縁部材である。前述のように正極タブ７の折り曲げ部にシーラント１０が設けられることで正極タブ７と負極５の接触による短絡は防止できるが、シーラント１０が介在していない正極集電箔露出部４Ｃ（特に角部）と負極５との接触し内部短絡が発生するおそれがある。インシュレータ１１が電池素子２と正極タブ７との間に介在することにより、電池素子２と正極集電箔露出部４Ｃとが直接接触することによる短絡を防止する。

【００７８】

インシュレータ１１は例えば、高さは正極タブ７の接続部７Ａの奥行き寸法以上であり

10

20

30

40

50

電池素子 2 の厚さ以下となるように形成されている。正極タブ 7 の接続部の奥行き寸法未満の場合、インシュレータ 1 1 を回りこんで電池素子 2 と正極タブ 7 とが直接接触して短絡するおそれがある。一方、インシュレータ 1 1 の高さが電池素子 2 の厚さを超える場合、インシュレータ 1 1 が電池素子 2 とタブの導出部により形成される同一平面から突出し、インシュレータ 1 1 の端部が外装材 3 に当接して外装材 3 を破損させてしまうおそれがある。具体的寸法としては、インシュレータ 1 1 の厚さは約 0.2 mm 以上が好ましく、さらに好ましくは約 0.2 mm 以上 1.0 mm 以下の範囲内である。厚さが 0.2 mm 未満であると振動などの影響によって長期的な絶縁性が確保できない。一方、厚さが 1.0 mm を超えると電池素子 2 に対するインシュレータ 1 1 の体積割合が大きくなり、体積エネルギー密度が低下してしまう。

10

【0079】

インシュレータ 1 1 は、ポリプロピレン (PP)、ポリエチレンテレフタレート (PET)、ポリエチレン (PE)、ポリイミド (PI)、不織布などの材料により構成される。

【0080】

ただし、電池素子 2 と正極集電体露出部 4 C とが直接接触することによる短絡を防止する手法としては他にも、電池素子 2 の最外層に余分にセパレータを設ける、電池素子 2 の最外層の端部を被覆するように絶縁テープを貼設する、正極集電体露出部 4 C に絶縁テープを貼設する、などが挙げられる。しかし、そのようなセパレータの設置、絶縁テープの貼設による短絡防止は長期振動による擦れ、電解液による絶縁テープの剥離によって機能が失われてしまうおそれがある。また、他にも、流動性の樹脂をタブの折り曲げ部に充填して固着させるという手法を採用することも可能ではある。しかし、電池素子 2 内部へ樹脂が侵入して電池性能が悪化するおそれがある。したがって、電池素子 2 と正極タブ 7 とが直接接触することによる短絡を長期的に防止するためには電池素子 2 と正極タブ 7 との間にインシュレータ 1 1 を設けるのが好ましいと考えられる。

20

【0081】

図 7 A に示す例ではインシュレータ 1 1 は矩形状の平板として形成されているが、インシュレータ 1 1 の形状は平板状に限られるものではない。例えば、図 7 B に示すように、略コ字状に形成してもよい。インシュレータ 1 1 を略コ字状に形成することにより、電池素子 2 と正極タブ 7 との接触を防止すると共に、電池素子 2 の外傷耐性を向上させて側面を衝撃などから保護することができる。

30

【0082】

ただし、インシュレータ 1 1 の角が鋭角に形成されているとその角によってインシュレータ 1 1 および電池素子 2 を外装する外装材 3 が破損してしまうおそれがある。そこで、図 7 C に示すように、インシュレータ 1 1 を角丸矩形状の平板 (曲率 $R = 0.5 \sim 2.0$) として形成してもよい。インシュレータ 1 1 を角丸矩形状に形成することにより、インシュレータ 1 1 の角によって外装材 3 が破損することを防止することができる。

【0083】

さらに、図 7 D に示すように、インシュレータ 1 1 にはパンチング加工などにより複数の孔が設けられているとよい。これにより、電解液の電池素子 2 内部への注液性を確保することができる。孔の形状は、インシュレータ 1 1 の本来の目的である、電池素子 2 と正極タブ 7 とが直接接触することによる短絡を長期的に防止する、ということが担保されていればどのようなものであってもよい。

40

【0084】

また、インシュレータ 1 1 は図 7 E に示すような電池素子 2 の全側面を覆う略口字状、図 7 F に示すような電池素子 2 の側面および上面を覆う箱型に形成してもよい。インシュレータ 1 1 をこのような略口字状または箱型に形成した場合、上述したように電池素子 2 と正極タブ 7 の接触を防ぐ、二次電池 1 の外傷耐性を向上させるという効果に加え、正極 4、負極 5 およびセパレータ 6 が積層されて構成されている電池素子 2 を保持してその形状を保つという効果も奏することができる。

50

【 0 0 8 5 】

〔 外 装 材 〕

外装材 3 の一例として用いるラミネートフィルムは、金属箔の両面にそれぞれ外側樹脂層と内側樹脂層とが形成された、防湿性、絶縁性を有する多層フィルムからなる。外側樹脂層には、外観の美しさや強靱さ、柔軟性などからナイロン（Ny）、またはポリエチレンテレフタレート（PET）が用いられる。金属箔は、水分、酸素、光の浸入を防ぎ、内容物である電池素子 2 を守る最も重要な役割を担っており、軽さ、伸び性、価格、加工のしやすさからアルミニウム（Al）が最もよく使われる。内側樹脂層は、熱や超音波で溶け、互いに融着する部分であり、ポリオレフィン系樹脂材料、例えば無延伸ポリプロピレン（CPP）が多用される。なお、外装材 3 は、ラミネートフィルムに代えてポリプロピレンなどの高分子フィルムまたは金属フィルムにより構成するようにしてもよい。

10

【 0 0 8 6 】

〔 電池素子 〕

図 8 A および図 8 B は、正極 4、負極 5 およびセパレータ 6 の積層構造を示す図である。図 8 A は、外観斜視図であり、図 8 B は、平面図である。第 1 の実施形態において電池素子 2 は、図 8 A に示すように、正極 4 および負極 5 がセパレータ 6 を介して交互に、例えば、負極 5、セパレータ 6、正極 4、セパレータ 6、負極 5・・・セパレータ 6、負極 5 となるように重ね合わせて積層されることにより構成されている。

【 0 0 8 7 】

なお、図 8 B に示すように、セパレータ 6 は正極集電体露出部 4 C の奥行き d c の半分以上を覆わないようにその寸法を設定するのが好ましい。すなわち、図 8 B に示すように、正極集電体露出部 4 C とセパレータ 6 とが重なる領域の奥行き G と正極集電体露出部 4 C の奥行き d c とが下記の式（7）を満たすように構成するのが好ましい。

20

$$G < (d c / 2) \quad \cdots (7)$$

【 0 0 8 8 】

同様に、図 8 B に示すように、セパレータ 6 は負極集電体露出部 5 C の奥行き d a の半分以上を覆わないようにその寸法を設定するのが好ましい。すなわち、図 8 B に示すように、負極集電体露出部 5 C とセパレータ 6 とが重なる領域の奥行き K と負極集電体露出部 5 C の奥行き d a とが下記の式（8）を満たすように構成するのが好ましい。

30

$$K < (d a / 2) \quad \cdots (8)$$

【 0 0 8 9 】

セパレータ 6 により正極集電体露出部 4 C および負極集電体露出部 5 C の奥行きの半分以上が覆われると、正極集電体露出部 4 C と正極タブ 7、負極集電体露出部 5 C と負極タブ 8 との接続面積が狭くなり入出力特性が低下することとなるからである。

【 0 0 9 0 】

（ 1 - 2 ） 二次電池の製造方法

上述のような二次電池 1 は、以下のような工程で作製することができる。

【 0 0 9 1 】

〔 正極の作製 〕

まず、例えば、正極活物質と、低結晶性炭素と、導電剤と、結着剤とを混合して正極合剤を調製し、この正極合剤を N - メチルピロリドンなどの溶剤に分散させて正極合剤スラリーとする。続いて、この正極合剤スラリーを正極集電体 4 A の両面に塗布する。なお、この塗布工程においては、正極合剤スラリーを正極集電体 4 A の全面に塗布するのではなく、正極集電体 4 A 上に正極活物質層 4 B が存在しない正極集電体露出部 4 C が形成されるように正極合剤スラリーを塗布する。そして、正極合剤スラリーを乾燥させたのち、ロールプレス機などにより圧縮成型して正極活物質層 4 B を形成する。そして、所定のサイズとなるようにカットすることにより正極 4 を作製する。

40

【 0 0 9 2 】

〔 負極の作製 〕

まず、例えば、負極活物質と、結着剤とを混合して負極合剤を調製し、この負極合剤を

50

N - メチルピロリドンなどの溶剤に分散させて負極合剤スラリーとする。続いて、この負極合剤スラリーを負極集電体 5 A の両面に塗布する。なお、この塗布工程においては、上述した正極 4 と同様に、負極合剤スラリーを負極集電体 5 A の全面に塗布するのではなく、負極集電体 5 A 上に負極活物質層 5 B が存在しない負極集電体露出部 5 C が形成されるように負極合剤スラリーを塗布する。そして、負極合剤スラリーを乾燥させたのち、ロールプレス機などにより圧縮成型して負極活物質層 5 B を形成する。そして、所定のサイズとなるようにカットすることにより負極 5 を作製する。

【 0 0 9 3 】

[積層工程]

次いで、正極 4 と負極 5 とを、セパレータ 6 を介して交互に、例えば、負極 5、セパレータ 6、正極 4、セパレータ 6、負極 5・・・セパレータ 6、負極 5 となるように重ね合わせて所定数の正極 4 および負極 5 を積層する。なお、本発明においては、図 8 A に示すように、正極 4 と負極 5 とは正極集電体露出部 4 C と負極集電体露出部 5 C とが互いに反対の方向に向かうようにして積層される。すなわち、正極集電体露出部 4 C と負極集電体露出部 5 C とが同一方向へ向かうようには構成されていない。これにより、正極集電体露出部 4 C に接続する正極タブ 7、負極集電体露出部 5 C に接続する負極タブ 8 の幅を最大で電池素子 2 の幅と略同一とすることが可能となり、大電流の入出力が可能となる。

【 0 0 9 4 】

続いて、正極 4、負極 5 およびセパレータ 6 が密着するように固定し、積層電極体を作製する。固定には、接着テープ等の固定部材を用いる。固定部材は、例えば積層電極体の両サイド部およびボトム部に設ける。ゲル電解質を用いる場合は、正極 4 および負極 5 の両面にゲル電解質層を形成した後、セパレータ 6 を介して積層する。

【 0 0 9 5 】

[積層以降の工程]

次に、図 9 および図 10 を参照して積層工程以降の製造工程の概略について説明する。図 9 A は、積層工程において正極 4、負極 5 およびセパレータ 6 を積層することにより構成された電池素子 2 である。積層工程後はまず、第 1 の U 字折り曲げ工程において図 9 B に示すように、正極集電体露出部 4 C および負極集電体露出部 5 C の折り曲げがなされる。次に、集電体露出部切断工程において図 9 C に示すように、折り曲げられた正極集電体露出部 4 C の先端の余剰分を切断することにより先端を切り揃える。同様に、負極集電体露出部 5 C の先端も切り揃える。

【 0 0 9 6 】

次に、タブ接続工程において図 9 D に示すように、正極集電体露出部 4 C と正極タブ 7、負極集電体露出部 5 C と負極タブ 8 の接続をそれぞれ行う。なお、この工程においては正極タブ 7 および負極タブ 8 にシーラント 10 を設ける工程も含まれる。次に、タブ折り曲げ工程において、図 9 E に示すように、正極集電体露出部 4 C に接続した正極タブ 7、負極集電体露出部 5 C に接続した負極タブ 8 を所定の形状に折り曲げる。次に、インシュレータ設置工程において図 9 F に示すように、電池素子 2 の正極集電体露出部 4 C 側の側面にインシュレータ 11 を設ける。次に、必要に応じて、電池素子 2 の負極集電体露出部 5 C 側の側面にインシュレータ 11 をさらに設ける。

【 0 0 9 7 】

次に、図 10 A に示すように、第 2 の U 字折り曲げ工程において正極集電体露出部 4 C における正極タブ 7 との接続部分を 90° 折り曲げる。次に、負極集電体露出部 5 C における負極タブ 8 との接続部分を 90° 折り曲げる。次に、図 10 B および図 10 C に示すように、第 1 の外装工程において、略矩形状を有すると共に、第 1 外装部 3 A の略中央の凹部 9 に電池素子 2 を収容することにより外装する。次に、図 10 D に示すように、第 2 の外装工程において、平板状の第 2 外装部 3 B によって収容部を閉蓋する。これにより電池素子 2 が外装材 3 により外装される。

【 0 0 9 8 】

そして、図 10 E に示すように、注液・シール工程において、凹部 9 の外周部分のうち

10

20

30

40

50

1 辺を残して熱融着等により溶着し、未溶着の一边から電解液を注液した後、この一边を熱溶着して封止する。以上の工程により、図 1 0 F に示すように、二次電池 1 が製造される。

【 0 0 9 9 】

[第 1 の U 字曲げ工程]

積層した正極 4 から引き出された複数の正極集電体露出部 4 C および積層した負極 5 から引き出された複数の負極集電体露出部 5 C を、断面略 U 字形状となるように折り曲げる。第 1 の U 字曲げ工程は、予め正極集電体露出部 4 C および負極集電体露出部 5 C に最適な U 字曲げ形状を持たせるための工程である。予め最適な U 字曲げ形状を持たせることにより、後に正極タブ 7 および負極タブ 8 と接続後の正極集電体露出部 4 C および負極集電体露出部 5 C を折り曲げて U 字曲げ部を形成する際に正極集電体露出部 4 C および負極集電体露出部 5 C に引張り応力などのストレスがかからないようにすることができる。

10

【 0 1 0 0 】

図 1 1 A ~ 図 1 1 E は、正極集電体露出部 4 C₁ 乃至 4 C₃ の第 1 の U 字曲げ工程を説明する側面図である。図 1 1 A ~ 図 1 1 E においては、正極集電体露出部 4 C₁ 乃至 4 C₃ について行われる各工程を説明する。なお、負極集電体露出部 5 C についても同様に第 1 の U 字曲げ工程が行われる。

【 0 1 0 1 】

まず、図 1 1 A に示すように、U 字曲げ用薄板 2 1 を有するワークセット台 2 0 a の上部に積層電極体を配設する。U 字曲げ用薄板 2 1 は、電池素子 2 の厚みよりもやや小さい分だけ、具体的には、少なくとも複数の正極集電体露出部 4 C₁ 乃至 4 C₃ の総厚分小さい分だけ、ワークセット台 2 0 a から突出するように設置されている。このような構成とすることにより、正極集電体露出部 4 C₃ の曲げ外周側が電池素子 2 の厚みの範囲内に位置するため、二次電池 1 の厚みの増大や外観不良が生じるのを防止することができる。

20

【 0 1 0 2 】

続いて、図 1 1 B に示すように、電池素子 2 を下降させるか、もしくはワークセット台 2 0 a を上昇させる。このとき、電池素子 2 と U 字曲げ用薄板 2 1 との間隙が小さいほど二次電池 1 のスペース効率が向上するため、例えば電池素子 2 と U 字曲げ用薄板 2 1 との間隙が徐々に小さくなるようにする。

【 0 1 0 3 】

30

図 1 1 C に示すように、電池素子 2 がワークセット台 2 0 a 上に載置され、正極集電体露出部 4 C₁ 乃至 4 C₃ に曲げ部を形成した後、図 1 1 D および図 1 1 E に示すように、ローラ 2 2 を下降させて正極集電体露出部 4 C₁ 乃至 4 C₃ が U 字形状に折り曲げられる。

【 0 1 0 4 】

U 字曲げ用薄板 2 1 は、厚みが 1 mm 以下、例えば 0 . 5 mm 程度が好ましい。U 字曲げ用薄板 2 1 には、このような薄さでも複数の正極集電体露出部 4 C または負極集電体露出部 5 C に曲げ形状を形成するために必要な強度を有する材料を用いることができる。U 字曲げ用薄板 2 1 に必要な強度は、正極 4 および負極 5 の積層枚数や、正極集電体露出部 4 C および負極集電体露出部 5 C に用いる材料の硬度等によって変わる。U 字曲げ用薄板 2 1 が薄いほど、曲げ最内周の正極集電体露出部 4 C₁ の曲率を小さくすることができ、正極集電体露出部 4 C の折り曲げに必要なスペースを小さくすることができるため好ましい。U 字曲げ用薄板 2 1 としては、例えばステンレス (S U S) 、強化プラスチック材およびめっきを施した鋼材などを用いることができる。

40

【 0 1 0 5 】

[集電体露出部切断工程]

次に、U 字曲げ部を形成した正極集電体露出部 4 C₁ 乃至 4 C₃ の先端を切り揃える。集電体露出部切断工程では、予め最適な形状を有する U 字曲げ部を形成し、その U 字曲げ形状に合わせて正極集電体露出部 4 C および負極集電体露出部 5 C の余剰分を切断する。図 1 2 は、正極集電体露出部 4 C の切断工程を説明する側面図である。なお、負極集電体露出部 5 C についても同様に集電体露出部切断工程が行われる。

50

【0106】

図12Aに示すように、第1のU字曲げ工程においてU字曲げ部が形成された電池素子2の上面と底面を反転させ、集電体たるみ用逃げ部23を有するワークセット台20b上に電池素子2を固定する。

【0107】

次に、図12Bに示すように、U字曲げ部が形成された正極集電体露出部4C₁乃至4C₃のU字曲げ部から先端に至る先端部分がワークセット台20bに沿って略L字形状となるように先端部分を変形させる。このとき、再度U字曲げ部を形成するために必要な形状を維持することにより、曲げ外周側の正極集電体露出部4C₃ほど大きなたるみが生じる。このようなたるみがワークセット台20bの集電体たるみ用逃げ部23に入り込むことにより、正極集電体露出部4C₁乃至4C₃をストレスなく変形させることができる。なお、正極集電体露出部4C₁乃至4C₃の先端部分を固定した状態で正極集電体露出部4C₁乃至4C₃を変形させるようにしてもよい。

10

【0108】

続いて、図12Cに示すように、集電体押さえ24にて正極集電体露出部4C₁乃至4C₃をワークセット台20bに押さえつけた後、図12Dおよび図12Eに示すように、例えば集電体押さえ24に沿うように設けられた切断用刃25で正極集電体露出部4C₁乃至4C₃の先端を切り揃える。正極集電体露出部4C₁乃至4C₃の切断箇所は、後に再度U字曲げを行った際に正極集電体露出部4C₁乃至4C₃の先端が電池素子2の厚みの範囲内に位置するように、正極集電体露出部4C₁乃至4C₃の先端の余剰分を少なくとも切断するようにする。

20

【0109】

[タブ接続工程]

続いて、正極集電体露出部4C₁乃至4C₃と、正極タブ7との接続を行う。タブ接続工程では、第1のU字曲げ工程で形成した最適なU字曲げ形状を維持しながら正極集電体露出部4Cおよび負極集電体露出部5Cと、正極タブ7および負極タブ8を固着する。これにより、正極集電体露出部4Cおよび正極タブ7と、負極集電体露出部5Cおよび負極タブ8が電氣的に接続される。図13は、正極集電体露出部4C₁乃至4C₃と、正極タブ7との接続工程を説明する側面図である。なお、図示はしないが、正極タブ7にはあらかじめシーラント10が設けられているものとする。負極集電体露出部5Cと負極タブ8についても同様にして接続工程が行われる。

30

【0110】

図13Aに示すように、電極端子切断工程において正極集電体露出部4C₁乃至4C₃の先端余剰分を切断した電池素子2の上面と底面を再度反転させる。次に、図13Bに示すように、集電体形成維持用板26を有するワークセット台20c上に電池素子2を固定する。正極集電体露出部4C₁の曲げ内周側には集電体形成維持用板26の先端が位置しており、正極集電体露出部4C₁乃至4C₃の曲げ形状を維持するとともに、固着装置から発生する例えば超音波振動などの外的要因による影響を防止する。

【0111】

続いて、図13Cに示すように、例えば超音波溶着により正極集電体露出部4C₁乃至4C₃と正極タブ7とを固着する。超音波溶着には、例えば、正極集電体露出部4C₁乃至4C₃の下部に備えられたアンビル27aと、正極集電体露出部4C₁乃至4C₃の上部に備えられたホーン27bが用いられる。アンビル27aには予め正極集電体露出部4C₁乃至4C₃がセットされ、ホーン27bが下降してアンビル27aとホーン27bとで正極集電体露出部4C₁乃至4C₃および正極タブ7が挟持される。そして、アンビル27aとホーン27bとにより、正極集電体露出部4C₁乃至4C₃および正極タブ7に超音波振動が与えられる。これにより、正極集電体露出部4C₁乃至4C₃および正極タブ7が互いに固着される。

40

【0112】

なお、タブ接続工程においては、図4Aを参照して、上述した内周側曲げしろR_iが形

50

成されるように正極タブ7を正極集電体露出部4Cに接続するとよい。

【0113】

[タブ折り曲げ工程]

次に、正極集電体露出部4C₁乃至4C₃と固着した正極タブ7を所定の形状に折り曲げる。図14A乃至図14Cは、正極タブ7のタブ折り曲げ工程を説明する側面図である。なお、図示はしないが、タブ折り曲げ工程においてはタブに設けられているシーラント10も一緒に折り曲げられる。また、負極集電体露出部5Cと負極タブ8についても同様にしてタブ折り曲げ工程が行われる。

【0114】

図14Aに示すように、接続工程において正極集電体露出部4C₁乃至4C₃と正極タブ7とが固着された電池素子2の上面と底面を再度反転させて、集電体たるみ用逃げ部23を有するワークセット台20d上に電池素子2を固定する。正極集電体露出部4C₁乃至4C₃と正極タブ7との接続部分は、タブ折り曲げ台28a上に載置する。

10

【0115】

続いて、図14Bに示すように、正極集電体露出部4C₁乃至4C₃と正極タブ7との接続部分をブロック28bにて押さえ、図14Cに示すように、ローラ29を降下させることにより、タブ折り曲げ台28aおよびブロック28bから突出した正極タブ7を折り曲げる。

【0116】

このとき、正極タブ7は予め熱溶着されたシーラント10と一緒に折り曲げるのが好ましい。正極タブ7の折り曲げ部をシーラント10が被覆することになり、正極タブ7と外装材3とが直接接触しない構造とすることができる。この構造により、長期的な振動、衝撃などによる外装材3内部の樹脂層と正極タブ7との擦れ、外装材3の破損、外装材3の金属層との短絡の危険性を大幅に低減することができる。

20

【0117】

[インシュレータ設置工程]

続いて、図14Dに示すように、電池素子2と、後述する第2のU字曲げ工程で折り曲げられる正極集電体露出部4C₁乃至4C₃との間に介在するようにインシュレータ11を設置する。インシュレータ11は後述する第2のU字曲げ工程によって正極集電体露出部4C₁乃至4C₃が90°折り曲げられると、電池素子2と正極タブ7との間に介在することとなる。また、インシュレータ11の形状を略口字状、箱型とした場合には、電池素子2の全側面をインシュレータ11で覆うようにインシュレータ11を電池素子2に被せる。

30

【0118】

[第2のU字曲げ工程]

続いて、図14Eに示すように、正極集電体露出部4C₁乃至4C₃と正極タブ7との接続部分を90°折り曲げ、電池素子2を作製する。第2のU字曲げ工程では、正極集電体露出部4Cおよび負極集電体露出部5Cに正極タブ7および負極タブ8がそれぞれ予め第1のU字曲げ工程で形成したU字曲げ形状に沿ってU字曲げ部を形成する。

【0119】

このとき、U字曲げ部の曲率を有する部分において、正極集電体露出部4C₁の曲げ外側の曲率と、正極集電体露出部4C₁に隣接する正極集電体露出部4C₂の曲げ内側の曲率とが略同等となることが好ましい。また、正極集電体露出部4C₂の曲げ外側の曲率と、正極集電体露出部4C₂に隣接する正極集電体露出部4C₃の曲げ内側の曲率とが略同等となることが好ましい。曲げ最内周の正極集電体露出部4C₁は、曲げ内側の形状がU字曲げ用薄板21の形状に沿って形成されていることが好ましい。

40

【0120】

すなわち、U字曲げ部において、隣接する2つの正極集電体露出部4Cの対向する面の曲率が略同等であることが好ましい。これにより、正極集電体露出部4CのU字曲げ部から先端までの部分において、正極集電体露出部4C間に無駄な間隙が生じず、スペース効

50

率の向上につながる。

【0121】

なお、上述の工程では、正極集電体露出部4C₁乃至4C₃についてのみ記載したが、負極集電体露出部5Cについても同様の方法を用いることによりU字曲げを行うことができる。

【0122】

[外装工程および注液・シール工程]

上述のようにして作製された電池素子2は、図10B乃至図10Dに示すように、ラミネートフィルム等の外装材3で外装される。なお、上述したように外装材3が接触する正極タブ7および負極タブ8の各領域に、シーラント10が設けられている。

10

【0123】

外装工程においてはまず、電池素子2を深絞り加工により形成された第1外装部3Aの凹部9に収容し、第2外装部3Bとで電池素子2の上下から挟みこみ、凹部9の外周部分のうち1辺を残して熱融着等により溶着し、未溶着の1辺から電解液を注液した後、この1辺を熱溶着して封止する。これにより、二次電池1が得られる。なお、インシュレータ11も電池素子2と共に外装材3により外装される。なお、外装材3は、2枚のラミネートフィルムで電池素子2の上下から挟みこむものの他、1枚の外装材3の1部を深絞りにより凹型加工し、凹部9の開口を覆うように折り返したものでも良い。また、外装材3の凹部9は電池素子2の両面に深絞り加工されていても良い。この場合、正極タブ7および負極タブ8は電池素子2の厚みの中間付近で折り曲げられ、外装材3外部へと導出される構造をとる。

20

【0124】

このようにして作製された二次電池1は、正極集電体露出部4Cおよび負極集電体露出部5CのU字曲げ部が、第1のU字曲げ工程によって得られたU字曲げ部の最適な曲げ形状を維持している。このため、正極集電体露出部4Cおよび負極集電体露出部5CのU字曲げ部に過大なストレスやしわ、よれが生じることなくスペース効率の向上を図ることができる。

【0125】

<2. 第2の実施形態>

(2-1) 二次電池の構成

30

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。図15Aおよび図15Bは、第2の実施形態における正極4、負極5およびセパレータ12の積層の手法を説明する略線図である。図15Aは、積層状態の外観を示す斜視図であり、図15Bは、積層状態の略線側面図である。第2の実施形態において第1の実施形態と同一または対応する箇所には同一の符号を付す。第2の実施形態は、セパレータ12を長尺の帯状に形成してつづら折りにより折り畳む点、正極4および負極5を折り畳んだセパレータ12の間に挟み込むことにより積層して電池素子2を構成する点において、第1の実施形態と異なっている。なお、セパレータ12以外の二次電池1の構成は第1の実施形態と同様である。

【0126】

[セパレータ]

40

セパレータ12は、正極4と負極5とを隔離し、両極の接触による電流の短絡を防止しつつ、リチウムイオンを通過させるものである。第2の実施形態においては、セパレータ12は長尺の帯状に形成されている。そして、セパレータ12は、正極4および負極5の幅と略同一の間隔でつづら折り状に折り畳まれる。セパレータ12をつづら折り状に折りたたむことにより形成されるセパレータ12の各面の幅は正極4および負極5の幅と略同一となっている。セパレータ12は例えば、爪状の突起を折り目部分に当接させて引っ掛けることにより折り畳まれる。なお、セパレータ12は第1の実施形態と同様に、例えばポリテトラフルオロエチレン、ポリプロピレンまたはポリエチレンなどの合成樹脂製の多孔質膜、またはセラミック製の多孔質膜、または不織布やセルロースの多孔質膜を単層で、またはそれらを複数積層したものを用いることができる。特に、セパレータ12としては

50

、ポリオレフィン製の多孔質膜が好ましい。また、セパレータ 1 2 としては、ポリオレフィンなどの微多孔膜上に、ポリフッ化ビニリデン（P V d F）、またはポリテトラフルオロエチレン（P T F E）などの多孔性の樹脂層を形成したものをを用いてもよい。

【 0 1 2 7 】

[電池素子]

上述のようにつづら折りにより折畳まれたセパレータ 1 2 の間に、複数枚の正極 4 および負極 5 が 1 枚ずつ交互に挟み込まれて挟持されることにより電池素子 2 が構成されている。正極 4 は、正極集電体露出部 4 C がセパレータ 1 2 の折り目方向に対して平行方向に向けてセパレータ 1 2 間から導出されるように挟み込まれている。負極 5 も同様にセパレータ 1 2 の折り目方向に対して平行方向に向けてセパレータ 1 2 間から導出されるように挟み込まれている。

10

【 0 1 2 8 】

さらに、正極 4 と負極 5 とは、正極集電体露出部 4 C と負極集電体露出部 5 C とが互いに反対方向に向くようにセパレータ 1 2 に挟み込まれている。このように、第 2 の実施形態においても第 1 の実施形態と同様に、電池素子 2 は、正極集電体露出部 4 C と負極集電体露出部 5 C とが同一方向へ向かうようには構成されていない。これにより、正極集電体露出部 4 C に接続する正極タブ 7、負極集電体露出部 5 C に接続する負極タブ 8 の幅を最大で電池素子 2 の幅と略同一とすることが可能となり、大電流の入出力が可能となる。

【 0 1 2 9 】

(2 - 2) 二次電池の製造方法

20

第 2 の実施形態に係る二次電池 1 は、以下のような工程で作製することができる。なお、正極 4 の作製、負極 5 の作製工程は第 1 の実施形態と同様である。

【 0 1 3 0 】

[積層工程]

正極 4 および負極 5 は、図 1 5 A および図 1 5 B に示すように、つづら折り状に折り畳まれたセパレータ 1 2 の間に挟み込まれることにより設けられる。これにより、正極 4 と負極 5 とを、セパレータ 1 2 を介して交互に、例えば、負極 5、セパレータ 1 2、正極 4、セパレータ 1 2、負極 5・・・セパレータ 1 2、負極 5 となるように重ね合わせて所定数の正極 4 および負極 5 を積層させることができる。

【 0 1 3 1 】

30

続いて、正極 4、負極 5 およびセパレータ 1 2 が密着するように固定し、積層電極体を作製する。固定には、接着テープ等の固定部材（図示せず）を用いる。固定部材は、例えば積層電極体の両サイド部およびボトム部に設ける。ゲル電解質を用いる場合は、正極 4 および負極 5 の両面にゲル電解質層を形成した後、セパレータ 1 2 を介して積層する。これにより、電池素子 2 が構成される。

【 0 1 3 2 】

また、第 1 の実施形態と同様に、セパレータ 1 2 は正極集電体露出部 4 C および負極集電体露出部 5 C の奥行きの上を覆わないようにその寸法を設定するのが好ましい。セパレータ 1 2 により正極集電体露出部 4 C および負極集電体露出部 5 C の奥行きの上を覆われると、正極集電体露出部 4 C と正極タブ 7、負極集電体露出部 5 C と負極タブ 8 との接合面積が狭くなり入出力特性が低下することとなるからである。

40

【 0 1 3 3 】

[積層以降の工程]

積層工程以降の工程は、第 1 の実施形態と同様である。すなわち、積層工程後はまず、第 1 の U 字折り曲げ工程において、図 9 B に示すように、正極集電体露出部 4 C および負極集電体露出部 5 C の折り曲げがなされる。次に、集電体露出部切断工程において、図 9 C に示すように、折り曲げられた正極集電体露出部 4 C の先端の余剰分を切断することにより先端を切り揃える。同様に、負極集電体露出部 5 C の先端も切り揃える。

【 0 1 3 4 】

次に、タブ接続工程において、図 9 D に示すように、正極集電体露出部 4 C と正極タブ

50

7、負極集電体露出部 5 C と負極タブ 8 の接続をそれぞれ行う。なお、この工程においては正極タブ 7 および負極タブ 8 にシーラント 10 を設ける工程も含まれる。次に、タブ折り曲げ工程において、図 9 E に示すように、正極集電体露出部 4 C に接続した正極タブ 7、負極集電体露出部 5 C に接続した負極タブ 8 を所定の形状に折り曲げる。

【 0 1 3 5 】

次に、インシュレータ設置工程において、図 9 F に示すように、電池素子 2 の正極集電体露出部 4 C 側の側面にインシュレータ 11 を設ける。次に、必要に応じて、電池素子 2 の負極集電体露出部 5 C 側の側面にインシュレータ 11 を設ける。次に、図 10 A に示すように、第 1 の U 字折り曲げ工程において正極集電体露出部 4 C における正極タブ 7 との接続部分を 90° 折り曲げる。次に、第 1 の U 字折り曲げ工程において負極集電体露出部 5 C における負極タブ 8 との接続部分を 90° 折り曲げる。次に、図 10 B および図 11 C に示すように、第 1 の外装工程において、略矩形状を有すると共に、深絞りにより中央に凹部 9 を有する外装材としてのラミネートフィルム（第 1 外装材 3 A）の凹部 9 内に電池素子 2 を収容することにより外装する。次に、図 10 D に示すように、第 2 の外装工程において、平板状のラミネートフィルム（第 2 外装材 3 B）によって凹部 9 を閉蓋する。これにより電池素子 2 が外装材 3 により外装される。

【 0 1 3 6 】

そして、図 10 E に示すように、注液・シール工程において、凹部の外周部分のうち 1 辺を残して熱融着等により溶着し、未溶着の一边から電解液を注液した後、この一边を熱溶着して封止する。以上の工程により図 1 A または図 10 F に示すような二次電池 1 が製造される。

【 0 1 3 7 】

第 2 の実施形態によれば、電池素子 2 の製造工程において正極 4、負極 5 およびセパレータ 12 を順に積層していく必要がなく、セパレータ 12 に正極 4 をはさみ込んでいく作業とセパレータ 12 に負極 5 をはさみ込んでいく作業とを同時に行うことができる。これにより、二次電池 1 の製造効率を高めて、生産性の向上を図ることができる。

【 0 1 3 8 】

なお、セパレータ 12 の折り曲げ方向は、図 16 A に示すようなセパレータ 12 の長手方向に沿う方向に限られるものではない。図 16 B に示すように、セパレータ 12 の短手方向に沿う方向に折り曲げてもよい。この場合も長手方向に沿って折り曲げた場合と同様に、正極 4 と負極 5 とは正極集電体露出部 4 C と負極集電体露出部 5 C とが互いに反対方向に導出されるようにセパレータ 12 に挟み込まれる。

【 0 1 3 9 】

< 3 . 第 3 の実施形態 >

(3 - 1) 二次電池の構成

次に、本発明の第 3 の実施形態について説明する。図 17 A ~ 図 17 C は、第 3 の実施形態における正極 4、負極 13 およびセパレータの積層構造を説明する略線図である。図 17 A は、第 1 セパレータ 14、負極 13 および第 2 セパレータ 15 との積層構造を示す略線図であり、図 17 B は、積層状態の外観を示す斜視図であり、図 17 C は、積層状態の略線側面図である。第 3 の実施形態において第 1 の実施形態と同一または対応する箇所には同一の符号を付す。

【 0 1 4 0 】

第 3 の実施形態は、つづら折りを用いて正極 4、負極 13 およびセパレータを積層する点は第 2 の実施形態と共通する。しかし、セパレータのみでなく、負極 13 も長尺の帯状に形成する点、2 枚のセパレータ間に負極 13 を挟み込み、それらをまとめてつづら折りにより折り畳む点、正極 4 を折り畳んだセパレータの間に挟み込むことにより電池素子を構成する点において、第 2 の実施形態とは異なっている。なお、セパレータ、負極 13 以外の二次電池 1 の構成は第 1 の実施形態と同様である。

【 0 1 4 1 】

[負極]

10

20

30

40

50

負極 13 を構成する負極集電体 13 A はセパレータと同様の長尺の帯状に形成されている。そして、負極集電体 13 A の両面に短手方向に所定の寸法の奥行きを有する負極集電体露出部 13 C が形成されるように、負極集電体 13 A 上に負極活物質層 13 B が設けられている。このようにして負極 13 は、図 17 A に示すように、長尺の帯状に形成されている。第 3 の実施形態においても第 1 および第 2 の実施形態と同様に、負極集電体 13 A の両面全面に負極活物質層 13 B が設けられているのではない。負極 13 は長尺の帯状に形成されているため、負極集電体露出部 13 C の幅と負極活物質層 13 B の幅とは略同一となる。すなわち、負極集電体露出部 13 C の幅 w_a (図 17 A における長手方向の寸法) と負極活物質層 13 B の幅 W_a (図 17 A における長手方向の寸法) とは以下の式 (9) を満たすように構成されている。

$$(w_a / W_a) = 1.0 \cdots (9)$$

【0142】

負極集電体露出部 13 C の幅と負極活物質層 13 B の幅とは略同一であるため、負極 13 の製造工程においては、負極集電体 13 A 上に負極活物質層 13 B を塗布する工程の他に、負極集電体露出部 13 C を細く形成するための打ち抜きや切り取りなどの工程を行う必要がない。これにより、負極 13 の製造工程を簡略化することができる。なお、負極集電体 13 A の材質、負極活物質層 13 B の材質などは第 1 の実施形態と同様である。

【0143】

また、負極集電体露出部 13 C は第 1 の実施形態と同様にその奥行き (図 17 A における短手方向の寸法) d_a が、負極活物質層 13 B の奥行き (図 17 A における短手方向の寸法) D_a との関係において、以下の式 (10) を満たすように形成されるのが好ましい。

$$0.02 < (d_a / D_a) \leq 0.40 \cdots (10)$$

【0144】

[セパレータ]

セパレータは、正極 4 と負極 13 とを隔離し、両極の接触による電流の短絡を防止しつつ、リチウムイオンを通過させるものである。第 3 の実施形態においては 2 つのセパレータ、第 1 セパレータ 14 および第 2 セパレータ 15 を用いる。第 1 セパレータ 14 および第 2 セパレータ 15 は共に負極 13 と同様に長尺の帯状に形成されており、その寸法は略同一とされている。また、第 1 セパレータ 14 および第 2 セパレータ 15 は共に、図 17 A に示すように、負極 13 に比べて短手方向の寸法が短く構成されている。これは、第 1 セパレータ 14 と第 2 セパレータ 15 とで負極 13 を挟持した状態において、第 1 セパレータ 14 と第 2 セパレータ 15 との間から負極集電体露出部 13 C が導出されるようにするためである。

【0145】

なお、セパレータは第 1 の実施形態と同様に、例えばポリテトラフルオロエチレン、ポリプロピレンまたはポリエチレンなどの合成樹脂製の多孔質膜、またはセラミック製の多孔質膜を単層で、またはそれらを複数積層したものを用いることができる。特に、セパレータとしては、ポリオレフィン製の多孔質膜が好ましい。また、セパレータとしては、ポリオレフィンなどの微多孔膜上に、ポリフッ化ビニリデン (PVdF)、またはポリテトラフルオロエチレン (PTFE) などの多孔性の樹脂層を形成したものをを用いてもよい。

【0146】

[電池素子]

上述のように構成された第 1 セパレータ 14 と第 2 セパレータ 15 とで負極 13 を挟持することにより、第 1 セパレータ 14、第 2 セパレータ 15 および負極 13 とを一体構成とする。以下、第 1 セパレータ 14、第 2 セパレータ 15 で負極 13 を挟持した 3 層構造体を 3 層体 16 と称する。負極 13 は短手方向の寸法を第 1 セパレータ 14 および第 2 セパレータ 15 よりも大きく形成してあるので、3 層体 16 の第 1 セパレータ 14 と第 2 セパレータ 15 との間からは負極集電体露出部 13 C が導出される。

【0147】

10

20

30

40

50

3層体16は正極4の幅と略同一の間隔でつづら折り状に折り畳まれる。3層体16をつづら折り状に折りたたむことにより形成される3層体16の各面の幅は正極4の幅と略同一となっている。

【0148】

上述のようにつづら折りにより折り畳まれた3層体16を構成するセパレータの間に、複数枚の正極4が1枚ずつ挟み込まれて挟持されることにより電池素子が構成されている。正極4は、正極集電体露出部4Cが3層体16の折り目方向と平行方向に向けてセパレータ間から導出するように挟み込まれている。さらに、正極4は、正極集電体露出部4Cが負極集電体露出部13Cの導出方向の反対方向に向くように挟み込まれている。このように、第3の実施形態においても第1の実施形態と同様に、電池素子は、正極集電体露出部4Cと負極集電体露出部13Cとが同一方向へ向かうようには構成されていない。これにより、正極集電体露出部4Cに接続する正極タブ、負極集電体露出部13Cに接続する負極タブの幅を最大で電池素子の幅と略同一とすることが可能となり、大電流の入出力が可能となる。

10

【0149】

(3-2) 二次電池の製造方法

第3の実施形態に係る二次電池1は、以下のような工程で作製することができる。正極4の作製工程は第1の実施形態と同様である。

【0150】

[負極の作製]

20

まず、例えば、負極活物質と、結着剤とを混合して負極合剤を調製し、この負極合剤をN-メチルピロリドンなどの溶剤に分散させて負極合剤スラリーとする。続いて、この負極合剤スラリーを負極集電体13Aに塗布する。なお、この塗布工程においては、負極合剤スラリーを負極集電体13Aの全面に塗布するのではなく、負極集電体13A上に負極活物質層13Bが形成されてない負極集電体露出部13Cが形成されるように負極合剤スラリーを塗布する。そして、負極溶剤を乾燥させたのち、ロールプレス機などにより圧縮成型して負極活物質層13Bを形成する。以上の工程により負極13が作製される。なお、第3の実施形態においては、負極13を所定のサイズにカットする裁断工程を行う必要がないため、製造効率を高めることができる。

【0151】

30

[積層工程]

まず、第1セパレータ14と第2セパレータ15の間に負極13を挟み込むことにより3層体16を形成する。次に、3層体16をつづら折りにより複数回折り畳む。3層体16は例えば、爪状の突起を折り目部分に当接させて引っ掛けることにより折り畳まれる。そして、正極4は、図17Aおよび図17Bに示すように、つづら折り状に折り畳まれた3層体16を構成するセパレータの間に1枚ずつ挟み込まれることにより設けられる。これにより、正極4と負極13とを、セパレータを介して交互に、例えば、負極13、セパレータ、正極4、セパレータ、負極13・・・セパレータ、負極13となるように重ね合わせて所定数の正極4および負極13を積層させることができる。なお、第3の実施形態においても第1の実施形態と同様に、正極4と負極13とは正極集電体露出部4Cと負極集電体露出部13Cとが互いに反対の方向に向かうようにして積層される。すなわち、正極集電体露出部4Cと負極集電体露出部13Cとが同一方向へ向かうようには構成されていない。これにより、正極集電体露出部4Cに接続する正極タブ、負極集電体露出部13Cに接続する負極タブの幅を最大で電池素子の幅と略同一とすることが可能となり、大電流の入出力が可能となる。

40

【0152】

続いて、正極4、負極13およびセパレータが密着するように固定し、積層電極体を作製する。固定には、接着テープ等の固定部材(図示せず)を用いる。固定部材は、例えば積層電極体の両サイド部およびボトム部に設ける。ゲル電解質を用いる場合は、正極4および負極13の両面にゲル電解質層を形成した後、セパレータを介して積層する。これに

50

より、電池素子が構成される。

【 0 1 5 3 】

また、第 1 の実施形態と同様に、セパレータは正極集電体露出部 4 C および負極集電体露出部 1 3 C の奥行きの上を覆わないようにその寸法を設定するのが好ましい。セパレータにより正極集電体露出部 4 C および負極集電体露出部 1 3 C の奥行きの上を覆われると、正極集電体露出部 4 C と正極タブ 7、負極集電体露出部 1 3 C と負極タブ 8 との接合面積が狭くなり入出力特性が低下することとなるからである。

【 0 1 5 4 】

[積層以降の工程]

積層工程以降の工程は、第 1 の実施形態と同様である。すなわち、積層工程後はまず、折り曲げ工程において、図 9 B に示すように、正極集電体露出部 4 C および負極集電体露出部 1 3 C の折り曲げがなされる。次に、切断工程において、図 9 C に示すように、折り曲げられた正極集電体露出部 4 C の先端の余剰分を切断することにより先端を切り揃える。同様に、負極集電体露出部 1 3 C の先端も切り揃える。

【 0 1 5 5 】

次に、接続工程において、図 9 D に示すように、正極集電体露出部 4 C と正極タブ 7、負極集電体露出部 1 3 C と負極タブ 8 の接続をそれぞれ行う。なお、この工程においては、正極タブ 7 および負極タブ 8 にシーラント 10 を設ける工程も含まれる。次に、タブ折り曲げ工程において、図 9 E に示すように、正極集電体露出部 4 C に接続した正極タブ 7、負極集電体露出部 1 3 C に接続した負極タブ 8 を所定の形状に折り曲げる。

【 0 1 5 6 】

次に、インシュレータ設置工程において、図 9 F に示すように、電池素子の正極集電体露出部 4 C 側の側面にインシュレータ 11 を設ける。次に、必要に応じて、電池素子の負極集電体露出部 5 C 側の側面にインシュレータ 11 を設ける。次に、図 10 A に示すように、第 2 の折り曲げ工程において正極集電体露出部 4 C における正極タブ 7 との接続部分を 90° 折り曲げる。次に、第 2 の折り曲げ工程において負極集電体露出部 5 C における負極タブ 8 との接続部分を 90° 折り曲げる。次に、図 10 B に示すように、第 1 の外装工程において、略矩形状を有すると共に、深絞りにより中央に凹部を有する外装材としてのラミネートフィルム（第 1 外装部 3 A）の凹部内に電池素子を収容することにより外装する。次に、図 10 C に示すように、第 2 の外装工程において、平板状のラミネートフィルム（第 2 外装部 3 B）によって収容部を閉蓋する。これにより電池素子 3 が外装材により外装される。

【 0 1 5 7 】

そして、図 10 D に示すように、注液・シール工程において、凹部 9 の外周部分のうち 1 辺を残して熱融着等により溶着し、未溶着の 1 辺から電解液を注液した後、この 1 辺を熱溶着して封止する。以上の工程により、図 10 F に示すような二次電池 1 が製造される。

【 0 1 5 8 】

第 3 の実施形態によれば、1 回のつづら折りで一組の正極 4、負極 1 3 およびセパレータの積層が可能となるため、セパレータ 1 枚のみをつづら折りする構造に比べて積層速度を倍にすることができる。これにより二次電池 1 の製造効率を高めて、生産性の向上を図ることができる。また、セパレータのみではなく、第 1 セパレータ 1 4 と第 2 セパレータ 1 5 間に負極 1 3 を挟み込み、その負極 1 3 を含めてつづら折りにより折り畳んでいるため、セパレータのみをつづら折りする場合に比べて電池素子全体の剛性を向上させることができる。これにより、振動、衝撃などに対する耐性が増し、二次電池 1 を用いて構成した電池パックにおける積層ズレの発生を抑制することができる。

【 0 1 5 9 】

また、第 1 セパレータ 1 4、第 2 セパレータ 1 5 および負極 1 3 が密着状態とし、その 3 枚をまとめてつづら折りにより折り畳むため、積層精度誤差を許容するためのクリアランスを形成する必要がない。したがって、正極 4 および負極 1 3 のサイズを大きくする

ことができ、エネルギー密度の高い二次電池 1 を実現することができる。また、負極 1 3 の製造工程において所定のサイズにカットする裁断工程を行う必要がないため、コンタミリスクを低減することができる。

【0160】

また、セパレータによって正極 4、負極 1 3 を封袋する構成とはなっていないため、集電体との通電が容易であり、特に大電流型の二次電池 1 に有用である。また、セパレータによる封袋構造の懸念事項である折り返りによって生じるセパレータの歪みによる電池への悪影響がない。また、負極 1 3 内に正極 4 が挟まれて収まる構造となっているので、リチウム (Li) 析出の懸念がない。さらに、片面塗布の正極 4 および負極 1 3 の箔面同士を背中合わせに積層するのではなく、両面塗布の正極 4 および負極 1 3 を効率よく積層することができるので、容量を保ちつつより薄い二次電池 1、言い換えれば、エネルギー密度の高い二次電池 1 を作製することができる。

10

【0161】

上述の説明ではセパレータによって負極 1 3 を挟持する例として、2 枚のセパレータ、第 1 セパレータ 1 4 と第 2 セパレータ 1 5 によって負極 1 3 を挟持する構成を挙げたが、負極 1 3 をセパレータによって挟持する構成はそのような例に限られない。図 1 8 A および図 1 8 B は、変形例を示す図である。図 1 8 A は、積層状態の外観を示す斜視図であり、図 1 8 B は、図 1 8 A における矢印 B の矢視図である。図 1 8 A および図 1 8 B に示すように、1 枚のセパレータ 1 7 を長手方向に沿って 2 つ折りにし、その間に負極 1 3 を挟み込むようにしてもよい。このような構成によっても上述の 2 枚のセパレータを用いる構成と同様の効果を奏することができる。

20

【0162】

< 4 . 第 4 の実施形態 >

(4 - 1) 二次電池の構成

図 2 5 A は、本発明の第 4 の実施形態に係る二次電池の外観の一例を示す斜視図である。図 2 5 A に示すように、第 4 の実施形態に係る二次電池は、正極タブ 3 1 および負極タブ 4 1 が同一の側面から導出されている点において、第 1 の実施形態とは異なっている。

【0163】

図 2 5 B は、電池素子の構成の一例を示す斜視図である。図 2 5 C は、電池素子の構成の一例を示す分解斜視図である。電池素子 2 は、対向する第 1 の主面 A 1 および第 2 の主面 A 2 と、第 1 の主面 A 1 および第 2 の主面 A 2 の間に設けられた側面部 S とを有する。側面部 S は、対向する第 1 の側面 S 1 および第 2 の側面 S 2 と、対向する第 3 の側面 S 3 および第 4 の側面 S 4 とを有している。第 3 の側面 S 3 および第 4 の側面 S 4 は、第 1 の側面 S 1 と第 2 の側面 S 2 との間に設けられる。

30

【0164】

第 1 の主面 A 1 および第 2 の主面 A 2 は、長辺と短辺とを有する矩形状を有している。第 1 の側面 S 1、第 2 の側面 S 2、第 3 の側面 S 3 および第 4 の側面 S 4 は、細長い矩形状を有する。第 1 の側面 S 1 および第 2 の側面 S 2 がそれぞれ、第 1 の主面 A 1 および第 2 の主面 A 2 の短辺側に設けられ、第 3 の側面 S 3 および第 4 の側面 S 4 がそれぞれ、第 1 の主面 A 1 および第 2 の主面 A 2 の長辺側に設けられる。

40

【0165】

正極集電体露出部 4 C は、第 1 の側面 S 1 の側に設けられているのに対して、負極集電体露出部 5 C は、第 2 の側面 S 2 の側に設けられている。正極タブ 3 1 は、第 1 の側面 S 1 の側で正極集電体露出部 4 C と接続されると共に、第 3 の側面 S 3 の側から外装材 3 の外に導出されている。これに対して、負極タブ 4 1 は、第 2 の側面 S 2 の側で負極集電体露出部 5 C と接続されると共に、第 3 の側面 S 3 の側から外装材 3 の外に導出されている。

【0166】

(電極タブ)

図 2 6 A は、正極タブの形状の一例を示す斜視図である。正極タブ 3 1 は、例えば、電

50

池素子 2 の第 1 の側面 S 1 および第 3 の側面 S 3 に倣うように屈曲された屈曲部 3 2 と、第 3 の側面 S 3 に対して鉛直方向に導出される導出部 3 3 とを有する。屈曲部 3 2 は、例えば、電池素子 2 の第 2 の側面 S 1 および第 3 の側面 S 3 に対向する裏面 S a と、この裏面 S a とは反対側の表面 S b とを有する。屈曲部 3 2 は、例えば、電池素子 2 の第 1 の主面 A 1 の側から見ると、略 L 字状の形状を有している。より具体的には、屈曲部 3 2 は、正極集電体露出部 4 c と接続される接続部 3 2 a と、この接続部 3 2 a の一端から、接続部 3 2 a の裏面 S a に対して略鉛直方向に延在された延在部 3 2 b とを有する板状部材である。導出部 3 3 は、延在部 3 2 b の表面 S a に対して略鉛直方向に立設されている。

【0167】

図 26B は、負極タブの形状の一例を示す斜視図である。負極タブ 4 1 は、例えば、電池素子 2 の第 2 の側面 S 2 および第 3 の側面 S 3 に倣うように屈曲された屈曲部 4 2 と、第 3 の側面 S 3 に対して鉛直方向に導出される導出部 4 3 とを有する。屈曲部 4 2 は、例えば、電池素子 2 の第 2 の側面 S 1 および第 3 の側面 S 3 に対向する裏面 S a と、この裏面 S a とは反対側の表面 S b とを有する。屈曲部 4 2 は、例えば、電池素子 2 の第 1 の主面 A 1 の側から見ると、略 L 字状の形状を有している。より具体的には、屈曲部 4 2 は、負極集電体露出部 5 c と接続される接続部 4 2 a と、この接続部 4 2 a の一端から、接続部 4 2 a の裏面 S a に対して略鉛直方向に延在された延在部 4 2 b とを有する板状部材である。導出部 4 3 は、延在部 4 2 b の表面 S a に対して略鉛直方向に立設されている。

【0168】

正極タブ 3 1 および負極タブ 4 1 の有効断面積は、二次電池 1 の定格容量 (0.2 C 放電容量) あたりで $0.1 \sim 3.0 \text{ mm}^2 / \text{Ah}$ が好ましく、 $0.5 \sim 1.0 \text{ mm}^2 / \text{Ah}$ がより好ましい。正極タブ 3 1 および負極タブ 4 1 の有効断面積が $0.1 \text{ mm}^2 / \text{Ah}$ 未満であると、電池容量に対して正極タブ 3 1 および負極タブ 4 1 の有効断面積が小さいため、大電流での入出力時に正極タブ 3 1 および負極タブ 4 1 が発熱してしまう。正極タブ 3 1 および負極タブ 4 1 が発熱すると、外装材 3 とのシール部の樹脂が軟化し、リーク不良が発生する虞がある。一方、正極タブ 3 1 および負極タブ 4 1 の有効断面積が $3.0 \text{ mm}^2 / \text{Ah}$ を超えると、電池内部における正極タブ 3 1 および負極タブ 4 1 の割合が大きくなるため、体積エネルギー密度が低下してしまう。また、有効断面積が大きいために、外装材 3 とのシール不良が発生しやすくなる虞がある。ここで、有効断面積とは、正極タブ 3 1 または負極タブ 4 1、およびその接合部の垂直断面積のうちで、最小の断面積を意味する。なお、垂直断面積は、二次電池 1 の充放電時に流れる電流の方向に対して垂直な断面の面積を意味する。また、定格容量 (Ah) は、二次電池 1 を 0.2 C 相当の電流値で放電したときに取り出せる電気量をいう。

【0169】

正極タブ 3 1 および負極タブ 4 1 の材料としては、導電性に優れた金属を主成分とするものが好ましい。このような金属としては、ニッケル (Ni)、銅 (Cu)、アルミニウム (Al)、チタン (Ti)、リン (P)、銀 (Ag)、スズ (Sn)、鉄 (Fe)、ジルコニウム (Zr)、クロム (Cr)、ケイ素 (Si)、マグネシウム (Mg)、およびニッケル (Ni) などからなる群より選択される 1 種以上を用いることが好ましい。具体的には例えば、ニッケル (Ni)、銅 (Cu)、アルミニウム (Al)、チタン (Ti)、リン (P)、銀 (Ag)、スズ (Sn)、鉄 (Fe)、ジルコニウム (Zr)、クロム (Cr)、ケイ素 (Si)、マグネシウム (Mg)、ニッケル (Ni) などの単体、またはこれらを 2 種以上含む合金を用いることが好ましい。合金としては、ステンレス鋼 (Stainless Used Steel: SUS)、銅合金 (Cu 合金) などを用いることが好ましい。

【0170】

正極タブ 3 1 および負極タブ 4 1 の両方の導電率が、70 (% IACS) 以上を有することが好ましい。これにより、上述の有効断面積が $0.1 \sim 3.0 \text{ mm}^2 / \text{Ah}$ の間においても大電流での入出力時にも正極タブ 3 1 および負極タブ 4 1 での発熱が抑制される。ここで、IACS % は、導電率測定器 (フェルスター社製シグマテスタ) を用いて体積抵抗率を測定し、焼きなまし銅の導電率 $1.7241 \times 10^{-2} \mu \Omega \text{ m}$ に対する割合から算出し

たものである。

【0171】

(電極タブの形状例)

図27A～図28Cは、正極タブの第1～第7の形状例を示す斜視図である。なお、正極タブ31と負極タブ41との形状は、対称な関係にあるため、以下では、正極タブ31の形状例のみについて説明し、負極タブ41の形状例についての説明は省略する。

【0172】

図27Aでは、延在部32bの表面Sbの底辺側に導出部33が立設された例が示されている。このような構成は、電池素子2の第1の主面(上面)A1を覆う側に、深絞り加工により予め凹部9が形成された外装材3を用いる場合に好ましい。

10

【0173】

図27Bでは、延在部32bの表面Sbの上辺側に導出部33が立設された例が示されている。このような構成は、電池素子2の第2の主面(下面)A2を覆う側に、深絞り加工により予め凹部9が形成された外装材3を用いる場合に好ましい。

【0174】

図27Cでは、延在部32bの表面Sbの中央部に導出部33が立設された例が示されている。このような構成は、電池素子2の第1の主面(上面)A1および第2の主面(下面)A2を覆う側にそれぞれ、深絞り加工により予め凹部9が形成された外装材3を用いる場合に好ましい。

【0175】

20

延在部32bの表面Sbにて導出部33が立設される位置は特に限定されるものではなく、表面Sbの任意の位置とすることができ、例えば外装材3の凹部9の位置に応じて適宜選択することができる。

【0176】

図27Dでは、屈曲部32の角部に対して面取り加工が施された例が示されている。このような面取り加工は、屈曲部32の裏面Saと表面Sbのうち、少なくとも表面Sbに施されることが好ましく、裏面Saおよび表面Sbの両方に施されるようにしてもよい。表面Saに面取り加工を施すことで、二次電池1の製造時や使用時に、振動によって正極タブ31の角部が電池素子2や外装材3を破損することを抑制できる。屈曲部32の裏面Saにも面取り加工を施す場合には、電池素子2の角部にも表面Saと同様に面取り加工を施すことが好ましい。電池素子2の角部と屈曲部32の角部との間の隙間を無くし、両者を密着させることができるからである。

30

【0177】

面取り加工としては、例えば、C面加工、R面加工などが挙げられ、正極タブ31と負極タブ41との角部で異なる面取り加工が施されているようにしてもよい。例えば、正極タブ31と負極タブ41との角部のうち、一方をC面加工として、他方をR面加工としてもよい。

【0178】

図28Aでは、別々に形成された屈曲部32と導出部33とを用いた負極タブ41の例が示されている。導出部33は、例えば、矩形状を有し、その一辺に立設された接合部38aを有している。この接合部38aが、屈曲部32の延在部32bの表面Sbに接合されている。

40

【0179】

図28Bでは、図27Aに示したものよりも導出部33の幅を狭くし、導出部33と屈曲部32との幅をほぼ同程度とした例が示されている。

【0180】

図28Cでは、導出部33の先端部分にネジ部が設けられた例が示されている。これにより、ナット締めによる電池間接続方式にも対応できる。例えば、一方の二次電池1の導出部33と、他の二次電池1の導出部35とを、ナット34を介して電氣的に接続することができる。

50

【 0 1 8 1 】

(タブの作製方法)

正極タブ 3 1 および負極タブ 4 1 は、例えば、成型工程、プレス工程、屈折工程、および溶接工程などを適宜組み合わせることで作製することができる。以下に、例として、正極タブ 3 1 の作製方法について説明する。

【 0 1 8 2 】

(第 1 の例)

図 2 9 A ~ 図 2 9 C は、正極タブの作製方法の第 1 の例を示す工程図である。まず、例えば打ち抜き加工などにより、金属片を加工する。これにより、図 2 9 A に示すように、細長い矩形部 3 6 と、その長手方向の一端に設けられた幅広の矩形部 3 7 とからなる金属片が形成される。

10

【 0 1 8 3 】

次に、幅広の矩形部 3 7 に対して L 字曲げ加工を施す。これにより、図 2 9 B に示すように、細長い矩形部 3 6 が幅広の矩形部 3 7 に対して立設されて、導出部 3 3 が形成される。次に、細長い矩形部 3 6 に対して L 字曲げ加工を施す。これにより、図 2 9 C に示すように、屈曲部 3 2 と導出部 3 3 とを有する正極タブ 3 1 が形成される。

【 0 1 8 4 】

(第 2 の例)

図 3 0 A ~ 図 3 0 C は、正極タブの作製方法の第 2 の例を示す工程図である。まず、例えば打ち抜き加工などにより、図 3 0 A に示すように、矩形状の金属片を作製する。次に、金属片に対して L 字加工を施す。これにより、図 3 0 B に示すように、矩形状の金属片の一辺側が立設されて、接合部 3 8 a を有する導出部 3 3 が形成される。次に、別工程にて作製された屈曲部 3 2 の延在部 3 2 b の表面 S b に対して、導出部 3 3 の接合部 3 8 a を接合する。接合方法としては、例えば、超音波溶接、抵抗溶接などを用いることができる。

20

【 0 1 8 5 】

(被覆層)

正極タブ 3 1 および負極タブ 4 1 の少なくとも一方の表面が被覆層により被覆されていることが好ましく、正極タブ 3 1 および負極タブ 4 1 の両方の表面が被覆層により被覆されていることがより好ましい。被覆層としては、第 1 の実施形態と同様のものを用いることができる。

30

【 0 1 8 6 】

(接合面積)

図 3 1 は、正極集電体露出部と正極タブとの接合部を拡大して表す斜視図である。正極集電体露出部 4 C と正極タブ 3 1 との接合面積 S_c が、正極タブ 3 1 の有効断面積 A_{sc} と、正極集電体露出部幅 w_c と、電池素子 2 の厚み B と、以下の式 (1 1) の関係を満たすことが好ましい。

$$A_{sc} \geq S_c \geq w_c \times B \quad \cdots (11)$$

【 0 1 8 7 】

$A_{sc} > S_c$ であると、大電流の充放電時に、正極集電体露出部 4 C と正極タブ 3 1 との接合部に発熱が集中し、電池寿命を低下する虞がある。一方、 $S_c > w_c \times B$ であると、接合部が正極集電体露出部 4 C の幅または電池素子 2 の厚みよりもはみ出すため、二次電池 1 の体積エネルギー密度を低下させてしまう。また、はみ出した正極タブ 3 1 や正極集電体露出部 4 C によって、アルミラミネートフィルムなどの外装材内部の樹脂層が破損し、アルミ層などと電氣的に接触して内部ショートを引き起こす虞がある。

40

【 0 1 8 8 】

負極集電体露出部 5 C と負極タブ 4 1 との接合面積 S_a が、負極タブ 4 1 の有効断面積 A_{sa} と、負極集電体露出部幅 w_a と、電池素子 2 の厚み B と、以下の式 (1 2) の関係を満たすことが好ましい。

$$A_{sa} \geq S_a \geq w_a \times B \quad \cdots (12)$$

50

【0189】

A s a > S a であると、大電流の充放電時に、負極集電体露出部 5 C と負極タブ 4 1 との接合部に発熱が集中し、電池寿命を低下する虞がある。一方、 $S a > w a \times B$ であると、接合部が負極集電体露出部 5 C の幅または電池素子 2 の厚みよりもはみ出すため、二次電池 1 の体積エネルギー密度を低下させてしまう。また、はみ出た正極タブ 3 1 や負極集電体露出部 5 C によって、アルミラミネートフィルムなどの外装材内部の樹脂層が破損し、アルミ層などと電氣的に接触して内部ショートを引き起こす虞がある。

【0190】

(電極タブと電池素子との間の絶縁部材)

正極タブ 3 1 および負極タブ 4 1 と電池素子 2 との間の少なくとも一部に、絶縁部材 (以下インシュレータと適宜称する。) をさらに設けることが好ましい。より具体的には、正極タブ 3 1 の屈曲部 3 2 と、電池素子 2 の第 1 の側面 S 1 および第 3 の側面 S 3 の少なくとも一方の側面との間にインシュレータをさらに備えることが好ましい。また、負極タブ 4 1 の屈曲部 4 2 と、電池素子 2 の第 2 の側面 S 2 および第 3 の側面 S 3 の少なくとも一方の側面との間にインシュレータをさらに備えることが好ましい。電池素子 2 の最外層に正極 4 または負極 5 を設ける構成を採用した場合にも、正極 4 または負極 5 が、振動などにより正極タブ 3 1 または負極タブ 4 1 と接触し、内部短絡が発生することを抑制できる。すなわち、二次電池 1 の安全性を向上し、かつ、二次電池 1 の性能の低下を抑制できる。

【0191】

図 3 2 A ~ 図 3 2 D は、絶縁部材の形状例を示す斜視図である。図 3 2 A では、電池素子 2 の第 3 の側面 S 3 と、正極タブ 3 1 および負極タブ 4 1 との間に、インシュレータ 5 1 を設けた例が示されている。

【0192】

図 3 2 B では、インシュレータ 5 1 に 1 または複数の孔部 5 1 a を設けた例が示されている。このように孔部 5 1 a を設けることで、電解液の電池素子内部への注液性を確保することができる。孔部 5 1 a の形状としては、例えば、円形、楕円形、多角形、不定形などが挙げられるが、これらに特に限定されるものではなく、2 以上の形状を組み合わせる用いるようにしてもよい。孔部 5 1 a の配列パターンとしては、規則的パターンおよび不規則的パターンのいずれを用いることも可能である。孔部 5 1 a の形成方法としては、例えばパンチング加工などが挙げられるが、これに限定されるものではない。

【0193】

図 3 2 B では、インシュレータ 5 1 に 1 または複数の切り欠き部 5 1 b を設けた例が示されている。このように切り欠き部 5 1 b を設けることで、電解液の電池素子内部への注液性を確保することができる。切り欠き部 5 1 b の形状としては、例えば、部分円形、部分楕円形、多角形、不定形などが挙げられるが、これらに特に限定されるものではなく、2 以上の形状を組み合わせる用いるようにしてもよい。切り欠き部 5 1 b の配列パターンとしては、規則的パターンおよび不規則的パターンのいずれを用いることも可能である。切り欠き部 5 1 b の形成方法としては、例えばパンチング加工などが挙げられるが、これに限定されるものではない。

【0194】

図 3 2 D では、インシュレータ 5 1 をコの字状とし、電池素子 2 の第 1 の側面 S 1、第 2 の側面 S 2 および第 3 の側面 S 3 を覆う例が示されている。このようにすることで、第 3 の側面に加えて、第 1 の側面 S 1 および第 2 の側面 S 2 における内部短絡も抑制することができる。すなわち、安全性をさらに向上することができる。また、インシュレータ 5 1 を口の字状とし、電池素子 2 の側面 S をすべて覆うようにしてもよい。

【0195】

インシュレータ 5 1 の形状としては、例えば、板状、シート状、フィルム状を挙げることができるが、これに限定されるものではない。インシュレータ 5 1 の材料としては、高分子樹脂または不織布などが好ましい。高分子樹脂としては、ポリプロピレン (P P)、

ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレン（PE）、ポリイミド（PI）を用いることが好ましい。

【0196】

インシュレータ51は、正極タブ31および負極タブ41と電池素子2との間の絶縁を可能なものであればよく、上述の例に限定されるものではない。例えば、インシュレータ51として、粘着性の絶縁部材を用いるようにしてもよい。この場合、粘着性の絶縁部材は、例えば、正極タブ31および負極タブ41の裏面Sb、または電池素子2の第1の側面S1、第2の側面S2および第3の側面S3に貼り合わされる。粘着性の絶縁部材としては、例えば、粘着性の絶縁テープを用いることができる。また、流動性を有する樹脂材料を、正極タブ31および負極タブ41と電池素子2の側面Sとの間に充填し、固化するよう

10

【0197】

インシュレータ51の厚みは、好ましくは0.2mm以上、さらに好ましくは0.2~1.0mm以下の範囲内である。インシュレータ51の厚みが0.2mm未満であると、振動などが加えられる環境下で二次電池1を使用した場合に、長期的な絶縁性を確保できなくなる傾向がある。一方、インシュレータ51の厚みが1.0mmを超えると、二次電池1に対するインシュレータ51の体積割合が多くなり、二次電池1の体積エネルギー密度が低下してしまう傾向がある。

【0198】

インシュレータ51の幅は、正極タブ31および負極タブ41の幅以上、電池素子2の厚み以下であることが好ましい。インシュレータ51の幅が正極タブ31および負極タブ41の幅未満であると、インシュレータ51からはみ出した正極タブ31または負極タブ41の部分が、負極5または正極4と短絡する虞がある。一方、インシュレータ51の幅が電池素子2の厚みを超えると、インシュレータ51の端面が外装材3を突き破る虞がある。

20

【0199】

インシュレータ51の形状は特に限定されるものではないが、矩形状、コの字状、口の字状、またはそれらの角部が切り落とされた形状であることが好ましい。角部が切り落とされた形状としては、角部に曲率Rが付されて、角部がR形状とされた形状が好ましく、その曲率Rは0.5~2.0の範囲内であることが好ましい。角部がR形状とされた矩形状などの形状は、加工が容易であるため、生産性に優れ、かつ、インシュレータ51の角部が外装材3を突き破る危険性が低いからである。

30

【0200】

（セパレータの一部を絶縁部材として使用する例）

インシュレータ51をさらに備える代わりに、セパレータ6の一部を正極タブ31および負極タブ41と電池素子2との間を絶縁する絶縁部材として使用するようにしてもよい。

【0201】

図33Aは、正極タブと電池素子とを絶縁する絶縁部材としてセパレータを使用した第1の例を示す断面図である。電池素子2に含まれるセパレータ6の一部または全部が正極4および負極5よりも大きく設定され、積層された正極4および負極5からセパレータ6の余剰部6aがはみ出すようになっている。そして、このはみ出した余剰部6aにより電池素子2の第3の側面S3が覆われる。これにより、電池素子2の第3の側面S3と正極タブ31とを、セパレータ6の余剰部6aにより絶縁することができる。

40

【0202】

図33Bは、正極タブと電池素子とを絶縁する絶縁部材としてセパレータを使用した第2の例を示す断面図である。電池素子2は、最外層電極である負極5の表面にさらに積層されたセパレータ6を有する。このセパレータ6は、積層された正極4および負極5よりも大きく設定され、電池素子2の最外層からセパレータ6の余剰部6aがはみ出すよ

50

うになっている。そして、このはみ出した余剰部 6 a により電池素子 2 の第 3 の側面 S 3 が覆われる。これにより、電池素子 2 の第 3 の側面 S 3 と正極タブ 3 1 とを、セパレータ 6 の余剰部 6 a により絶縁することができる。また、電池素子 2 の第 1 の側面 S 1 および / または第 2 の側面 S 2 も余剰部 6 a により覆う構成としてもよい。

【0203】

図 3 3 C は、正極タブと電池素子とを絶縁する絶縁部材としてセパレータを使用した第 3 の例を示す断面図である。第 2 の実施形態において、つづら折りにより折り畳まれるセパレータ 1 2 の長手方向の一端を余分に長くし、最外層電極である正極 4 を覆うとともに、電池素子 2 の第 3 の側面 S 3 に周り込む余剰部 1 2 a を設けるようにしてもよい。これにより、電池素子 2 の第 3 の側面 S 3 と正極タブ 3 1 とを、セパレータ 1 2 の余剰部 1 2 a により絶縁することができる。

10

【0204】

(電極タブと外装材との間の絶縁部材)

正極タブ 3 1 および負極タブ 4 1 と外装材 3 との間の少なくとも一部に、絶縁部材 (以下インシュレータと適宜称する。) 5 2 をさらに設けることが好ましい。二次電池 1 の使用中に振動摩擦などが原因で、正極タブ 3 1 および負極タブ 4 1 、特にそれらの端部が外装材 3 の表面の樹脂層を突き破り、外装材 3 のアルミ層などと電氣的に接触して内部ショート (内部短絡) が発生することを抑制できる。

【0205】

図 3 4 A は、インシュレータの形状の第 1 の例を示す斜視図である。図 3 4 B は、インシュレータの形状の第 1 の例を示す分解斜視図である。この第 1 の例では、インシュレータ 5 2 をコの字状とし、電池素子 2 の第 1 の側面 S 1 、第 2 の側面 S 2 および第 3 の側面 S 3 を覆う例が示されている。

20

【0206】

図 3 5 A は、インシュレータの形状の第 2 の例を示す斜視図である。図 3 5 B は、インシュレータの形状の第 2 の例を示す分解斜視図である。この第 2 の例では、インシュレータ 5 2 を口の字状とし、電池素子 2 の側面 S のすべてを覆う例が示されている。

【0207】

インシュレータ 5 2 の形状としては、例えば、板状、シート状、フィルム状を挙げることができるが、これに限定されるものではない。インシュレータ 5 2 の材料としては、高分子樹脂または不織布などが好ましい。高分子樹脂としては、ポリプロピレン (P P) 、ポリエチレンテレフタレート (P E T) 、ポリエチレン (P E) 、ポリイミド (P I) を用いることが好ましい。

30

【0208】

インシュレータ 5 2 の厚みは、好ましくは 0 . 2 mm 以上、さらに好ましくは 0 . 2 ~ 1 . 0 mm 以下の範囲内である。インシュレータ 5 2 の厚みが 0 . 2 mm 未満であると、振動などが加えられる環境下で二次電池 1 を使用した場合に、長期的な絶縁性を確保できなくなる傾向がある。一方、インシュレータ 5 2 の厚みが 1 . 0 mm を超えると、二次電池 1 に対するインシュレータ 5 2 の体積割合が多くなり、二次電池 1 の体積エネルギー密度が低下してしまう傾向がある。

40

【0209】

インシュレータ 5 2 の幅は、正極タブ 3 1 および負極タブ 4 1 の幅以上、電池素子 2 の厚み以下であることが好ましい。インシュレータ 5 2 の幅が正極タブ 3 1 および負極タブ 4 1 の幅未満であると、インシュレータ 5 2 からはみ出した正極タブ 3 1 または負極タブ 4 1 の部分が、外装材 3 の表面の樹脂層を突き破り、外装材 3 のアルミ層などと電氣的に接触して内部ショート (内部短絡) が発生する虞がある。一方、インシュレータ 5 2 の幅が電池素子 2 の厚みを超えると、インシュレータ 5 2 の端面が外装材 3 を突き破る虞がある。

【0210】

インシュレータ 5 2 に 1 または複数の孔部を設けることが好ましい。このように孔部を

50

設けることで、電解液の電池素子内部への注液性を確保することができる。孔部の形状としては、例えば、円形、楕円形、多角形、不定形などが挙げられるが、これらに特に限定されるものではなく、2以上の形状を組み合わせて用いるようにしてもよい。孔部の配列パターンとしては、規則的パターンおよび不規則的パターンのいずれを用いることも可能である。孔部の形成方法としては、例えばパンチング加工などが挙げられるが、これに限定されるものではない。

【0211】

インシュレータ52に1または複数の切り欠き部を設けることが好ましい。このように切り欠き部を設けることで、電解液の電池素子内部への注液性を確保することができる。切り欠き部の形状としては、例えば、部分円形、部分楕円形、多角形、不定形などが挙げられるが、これらに特に限定されるものではなく、2以上の形状を組み合わせて用いるようにしてもよい。切り欠き部の配列パターンとしては、規則的パターンおよび不規則的パターンのいずれを用いることも可能である。切り欠き部の形成方法としては、例えばパンチング加工などが挙げられるが、これに限定されるものではない。

10

【0212】

インシュレータ52の形状は特に限定されるものではないが、矩形状、コの字状、口の字状、またはそれらの角部が切り落とされた形状であることが好ましい。角部が切り落とされた形状としては、角部に曲率Rが付されて、角部がR形状とされた形状が好ましく、その曲率Rは0.5~2.0の範囲内であることが好ましい。角部がR形状とされた矩形状などの形状は、加工が容易であるため、生産性に優れ、かつ、インシュレータ52の角部が外装材3を突き破る危険性が低いからである。

20

【0213】

(4-2) 二次電池の製造方法

次に、図36A~図37Cを参照しながら、二次電池の製造方法の一例について説明する。

【0214】

まず、タブ接続工程の前段の工程までを、第1の実施形態と同様にして、電池素子2を作製する。これにより、図36Aに示すように、電池素子2の第1の側面S1の側に、折り曲げられた正極集電体露出部4Cが形成され、電池素子2の第2の側面S2の側に、折り曲げられた負極集電体露出部5Cが形成される。

30

【0215】

次に、図36Bに示すように、正極タブ31の接続部32aの表面Sbを、正極集電体露出部4Cに接合するとともに、負極タブ41の接続部42aの表面Sbを、負極集電体露出部5Cに接合する。接合方法としては、例えば、超音波溶接、抵抗溶接などを用いることができる。

【0216】

次に、第1の実施形態と同様にして、正極集電体露出部4Cおよび負極集電体露出部5CにU字折り曲げ部を形成する。これにより、図36Cに示すように、正極タブ31の屈曲部32が電池素子2の第1の側面S1および第3の側面S3に倣うように配置されるとともに、負極タブ41の屈曲部42が電池素子2の第2の側面S2および第3の側面S3に倣うように配置される。また、正極タブ31の導出部33が電池素子2の第3の側面S3に立設されるとともに、負極タブ41の導出部43が電池素子2の第3の側面S3に立設される。

40

【0217】

次に、図36Dに示すように、外装材3の凹部9に、電池素子2を収容した後、図37Aに示すように、外装材3を中央部にて折り返して、外装材3の周縁部を重ね合わせる。次に、重ね合わせた外装材3の周縁部を熱融着などにより融着することにより、その周縁部を封止する。この際、図37Bに示すように、正極タブ31および負極タブ41と外装材3との間に、密着フィルムであるシーラント材10を配置することが好ましい。次に、必要に応じて、図37Cに示すように、融着された外装材2の両端部を折り曲げて、立設

50

させる。これにより、目的とする二次電池 1 が得られる。

【 0 2 1 8 】

本発明の第 4 の実施形態に係る二次電池では、従来の二次電池に比べて正極端子としての正極集電体露出部 4 C の幅が大きくなるように構成されている。正極集電体露出部 4 C の幅を大きく構成することにより、大電流の入出力が可能となる。また、正極集電体露出部 4 C の幅と正極活物質層 4 B の幅とが等しくなるように構成することにより、正極 4 の製造工程においては、正極集電体露出部 4 C を細く形成するための打ち抜きや切り取りなどの工程を行う必要がないため、製造工程を簡略化することができる。

【 0 2 1 9 】

< 5 . 第 5 の実施形態 >

[二次電池を用いたバッテリーユニットおよびバッテリーモジュール]

以下、図 1 9 乃至図 2 4 を参照しながら、本発明に係る二次電池を用いて構成されたバッテリーユニットおよびバッテリーモジュールについて説明する。

【 0 2 2 0 】

[バッテリーユニット]

図 1 9 A および図 1 9 B は、本発明を適用したバッテリーユニットの構成例を示す斜視図である。図 1 9 A および図 1 9 B には、それぞれ異なる側から見たバッテリーユニット 1 0 0 が示されており、図 1 9 A に主に示されている側をバッテリーユニット 1 0 0 の正面側とし、図 1 9 B に主に示されている側をバッテリーユニット 1 0 0 の背面側とする。図 1 9 A および図 1 9 B に示すように、バッテリーユニット 1 0 0 は、二次電池 1 - 1 および 1 - 2、ブラケット 1 1 0、並びに、バスバー 1 2 0 - 1 および 1 2 0 - 2 を備えて構成される。二次電池 1 - 1 および 1 - 2 は上述した第 1 乃至第 4 の実施形態のいずれかの構成を採用した二次電池である。

【 0 2 2 1 】

ブラケット 1 1 0 は、二次電池 1 - 1 および 1 - 2 の強度を確保するための支持具であり、ブラケット 1 1 0 の正面側に二次電池 1 - 1 が装着され、ブラケット 1 1 0 の背面側に二次電池 1 - 2 が装着される。なお、ブラケット 1 1 0 は、正面側および背面側のどちらから見ても、ほぼ同じ形状をしているが、下側の一方の角部分に面取り部 1 1 1 が形成されており、面取り部 1 1 1 が右下に見える側を正面側とし、面取り部 1 1 1 が左下に見える側を背面側とする。

【 0 2 2 2 】

バスバー 1 2 0 - 1 および 1 2 0 - 2 は、略 L 字形状をした金属の部材であり、二次電池 1 - 1 および 1 - 2 のタブに接続される接続部分がブラケット 1 1 0 の側面側に配置され、バッテリーユニット 1 0 0 の外部と接続されるターミナルがブラケット 1 1 0 の上面に配置されるように、ブラケット 1 1 0 の両側面にそれぞれ装着される。

【 0 2 2 3 】

図 2 0 は、バッテリーユニット 1 0 0 が分解された状態を示す斜視図である。図 2 0 の上側をバッテリーユニット 1 0 0 の正面側とし、図 2 0 の下側をバッテリーユニット 1 0 0 の背面側とする。以下、二次電池 1 - 1 において内部に電池素子が収容された凸状部分を二次電池本体 1 - 1 A と称する。同様に、二次電池 1 - 2 において内部に電池素子が収容された凸状部分を二次電池本体 1 - 2 A と称する。

【 0 2 2 4 】

そして、二次電池 1 - 1 および 1 - 2 は、凸形状となっている二次電池本体 1 - 1 A および 1 - 2 A 側を互いに向い合せた状態で、ブラケット 1 1 0 に装着される。つまり、二次電池 1 - 1 は正極タブ 7 - 1 および負極タブ 8 - 1 が設けられる面が正面側を向き、二次電池 2 - 2 は正極タブ 7 - 2 および負極タブ 8 - 2 が設けられる面が背面側を向くように、ブラケット 1 1 0 に装着される。

【 0 2 2 5 】

ブラケット 1 1 0 は、外周壁 1 1 2 およびリブ部 1 1 3 を有している。外周壁 1 1 2 は、二次電池 1 - 1 および 1 - 2 の二次電池本体 1 - 1 A および 1 - 2 A の外周よりも若干

10

20

30

40

50

広く、即ち、二次電池 1 - 1 および 1 - 2 が装着された状態で二次電池本体 1 - 1 A および 1 - 2 A を囲うように形成される。リブ部 1 1 3 は、外周壁 1 1 2 の内側の側面に外周壁 1 1 2 の厚み方向の中央部分から内側に向かって伸びるように形成される。

【0226】

図 20 の構成例では、二次電池 1 - 1 および 1 - 2 が、ブラケット 1 1 0 の正面側および背面側から外周壁 1 1 2 内に挿入され、両面に粘着性を有する両面テープ 1 3 0 - 1 および 1 3 0 - 2 により、ブラケット 1 1 0 のリブ部 1 1 3 の両面に貼着される。両面テープ 1 3 0 - 1 および 1 3 0 - 2 は、二次電池 1 - 1 および 1 - 2 の外周端に沿った所定の幅の略口字形状をしており、ブラケット 1 1 0 のリブ部 1 1 3 は、両面テープ 1 3 0 - 1 および 1 3 0 - 2 が貼着する面積だけ設けられていればよい。

10

【0227】

このように、リブ部 1 1 3 は、二次電池 1 - 1 および 1 - 2 の外周端に沿った所定の幅だけ、外周壁 1 1 2 の内側の側面から内側に向かって伸びるように形成されており、リブ部 1 1 3 よりも内側は、開口部となっている。従って、ブラケット 1 1 0 の正面側から両面テープ 1 3 0 - 1 によりリブ部 1 1 3 に貼着される二次電池 1 - 1 と、ブラケット 1 1 0 の背面側から両面テープ 1 3 0 - 2 によりリブ部 1 1 3 に貼着される二次電池 2 - 2 との間では、この開口部によって隙間が生じている。

【0228】

即ち、ブラケット 1 1 0 の中央部分に開口部が形成されていることで、二次電池 1 - 1 および 1 - 2 は、リブ部 1 1 3 の厚みと両面テープ 1 3 0 - 1 および 1 3 0 - 2 の厚みとを合計した寸法の隙間を有してブラケット 1 1 0 に装着される。例えば、二次電池 1 - 1 および 1 - 2 には、充放電やガスの発生などにより多少の膨らみが生じることがあるが、この開口部により設けられる隙間が、二次電池 1 - 1 および 1 - 2 の膨らみを逃がす空間となる。従って、二次電池 1 - 1 および 1 - 2 が膨らんだ部分によってバッテリーユニット 1 0 0 全体の厚みが増加するなどの影響を排除することができる。

20

【0229】

また、二次電池 1 - 1 および 1 - 2 をリブ部 1 1 3 に接着する際に、接着面積が広い場合にはかなりの圧力が必要となるが、リブ部 1 1 3 の接着面を外周端に限定することにより、効率よく圧力をかけて、容易に接着することができる。これにより、製造時に二次電池 1 - 1 および 1 - 2 にかかるストレスを軽減することができる。

30

【0230】

図 20 に示すように、1つのブラケット 1 1 0 に2つの二次電池 1 - 1 および 1 - 2 を取り付けることにより、例えば、1つのブラケットに1つの二次電池を取り付ける場合よりも、ブラケット 1 1 0 の厚みと空間を削減することができる。これにより、エネルギー密度を向上させることができる。

【0231】

また、バッテリーユニット 1 0 0 の厚み方向の剛性を、2枚の二次電池 1 - 1 および 1 - 2 を貼り合わせる相乗効果により得られるため、ブラケット 1 1 0 のリブ部 1 1 3 を薄肉化することができる。即ち、例えば、リブ部 1 1 3 の厚みを 1 mm 以下（樹脂成型の限界の厚み程度）にしても、二次電池 1 - 1 および 1 - 2 をリブ部 1 1 3 の両側から貼り合わせることで、バッテリーユニット 1 0 0 全体として十分な剛性を得ることができる。そして、リブ部 1 1 3 の厚みを薄くすることにより、バッテリーユニット 1 0 0 の厚みが薄くなり容積が縮小することになる結果、バッテリーユニット 1 0 0 のエネルギー密度を向上させることができる。

40

【0232】

また、バッテリーユニット 1 0 0 は、外的なストレスに対する耐性を高めるため、二次電池 1 - 1 および 1 - 2 の外周面（両側面および上下面）が、ブラケット 1 1 0 の外周壁 1 1 2 の内周面と接触しない構造とし、二次電池 1 - 1 および 1 - 2 が有する広い面でリブ部 1 1 3 に貼り合わされる構造となっている。

【0233】

50

このような構成により、エネルギー密度が高く、かつ、外的なストレスに強いバッテリーユニット１００を実現することができる。

【０２３４】

[バッテリモジュール]

次に、図２１乃至２４を参照して、バッテリーユニット１００が組み合わされたバッテリーモジュール２００の構成例について説明する。バッテリーモジュール２００は、モジュールケース２１０、ゴムシート部２２０、二次電池部２３０、二次電池カバー２４０、固定シート部２５０、電気パーツ部２６０、およびボックスカバー２７０を備えて構成されている。

【０２３５】

モジュールケース２１０は、バッテリーユニット１００を収納して使用機器に搭載するためのケースであり、図２１の構成例では、２４個のバッテリーユニット１００が収納可能なサイズとされている。

【０２３６】

ゴムシート部２２０は、バッテリーユニット１００の底面に敷かれて、衝撃などを緩和するためのシートである。ゴムシート部２２０では、３個のバッテリーユニット１００ごとに１枚のゴムシートが設けられ、２４個のバッテリーユニット１００に対応するために８枚のゴムシートが用意される。

【０２３７】

二次電池部２３０は、図２１の構成例では、２４個のバッテリーユニット１００が組み合わされて構成されている。また、二次電池部２３０では、３個のバッテリーユニット１００が並列に接続されて並列ブロック２３１を構成し、８個の並列ブロック２３１が直列に接続される接続構成となっている。

【０２３８】

二次電池カバー２４０は、二次電池部２３０を固定するためのカバーであり、二次電池１のバスバー１２０に対応した開口部が設けられている。

【０２３９】

固定シート部２５０は、二次電池カバー２４０の上面に配置され、ボックスカバー２７０がモジュールケース２１０に固定されたときに、二次電池カバー２４０およびボックスカバー２７０に密着して固定するシートである。

【０２４０】

電気パーツ部２６０は、バッテリーユニット１００の充放電を制御する充放電制御回路などの電氣的な部品を有する。充放電制御回路は、例えば、二次電池部２３０において２本の列をなすバスバー１２０の間の空間に配置される。

【０２４１】

ボックスカバー２７０は、モジュールケース２１０に各部が収納された後に、モジュールケース２１０を閉鎖するためのカバーである。

【０２４２】

ここで、バッテリーモジュール２００では、３個のバッテリーユニット１００が並列に接続された並列ブロック２３１が直列に接続されて二次電池部２３０が構成されており、この直列の接続が、電気パーツ部２６０が有する金属板材で行われる。従って、二次電池部２３０では、並列ブロック２３１ごとに端子の向きが交互になるように、即ち、隣り合う並列ブロック２３１どうしでプラスの端子とマイナスの端子とが並ぶように、並列ブロック２３１がそれぞれ配置される。そこで、バッテリーモジュール２００では、隣り合う並列ブロック２３１で同極の端子が並ぶことを回避させるような工夫が必要である。

【０２４３】

例えば、図２２に示すように、バッテリーユニット１００－１乃至１００－３により構成される並列ブロック２３１－１と、バッテリーユニット１００－４乃至１００－６により構成される並列ブロック２３１－２とでは、プラスの端子とマイナスの端子とが隣り合うような配置で、モジュールケース２１０に収納される。このような配置となるように規制す

10

20

30

40

50

るために、バッテリーユニット 100 のブラケット 110 の下側の一方の角部分に形成されている面取り部 111 が利用される。

【0244】

例えば、図 23 および図 24 に示すように、並列ブロック 231 では、バッテリーユニット 100 - 1 乃至 100 - 3 は、それぞれの面取り部 111 - 1 乃至 111 - 3 が同じ向きとなるように組み合わせられており、面取り領域 280 を形成する。そして、モジュールケース 210 には、面取り領域 280 の傾斜に応じた傾斜部 290 が形成されており、傾斜部 290 は、二次電池 1 の 3 個分の厚みに応じた長さで、交互に配置されている。

【0245】

このように、並列ブロック 231 の面取り領域 280 と、モジュールケース 210 の傾斜部 290 とにより、並列ブロック 231 を間違った向きでモジュールケース 210 に収納しようとした場合には、並列ブロック 231 の底側の角部がモジュールケース 210 の傾斜部 290 に当接することになる。この場合、並列ブロック 231 がモジュールケース 210 の底面から浮き上がった状態となるため、並列ブロック 231 がモジュールケース 210 に完全に収納されなくなる。これにより、バッテリーモジュール 200 では、隣り合う並列ブロック 231 で同極の端子が隣り合って並ぶことが回避される。

【実施例】

【0246】

以下、実施例により本発明を具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例にのみ限定されるものではない。上述のようにして得られた二次電池に係る実施例 1 - 1 ~ 実施例 1 - 9 および比較例 1 - 1 ~ 比較例 1 - 10 について、出力密度の測定試験を行った。

【0247】

< 実施例 1 - 1 >

(正極作製)

正極は以下のように作製した。まず、リン酸鉄リチウム 90 質量部、ポリフッ化ビニリデン 5 質量部、カーボンブラック 5 質量部、分量外の N - メチルピロリドン をミキサーで混練、さらに所望の粘度になるように N - メチルピロリドン (NMP) を添加し分散させ、正極合剤スラリーを得た。次に、正極集電体露出部が形成されるように正極合剤スラリーを厚さ 15 μm のアルミニウム箔の両面に塗布し、乾燥後、ロールプレス機などにより圧縮成型することにより正極活物質層を形成した。その後、矩形状に切断し、正極を得た。正極集電体露出部の幅 w_c と正極活物質層の幅 W_c との関係が $(w_c / W_c) = 1.0$ となるようにし、正極集電体露出部の奥行き d_c と正極活物質層の奥行き D_c との関係が $(d_c / D_c) = 0.1$ となるようにした。

【0248】

(負極作製)

負極は以下のようにして作製した。まず、人造黒鉛 94 質量部、ポリフッ化ビニリデン 5 質量部、気相成長炭素繊維 (VGCF) 1 質量部、分量外の N - メチルピロリドンを混練し、負極合剤スラリーを得た。次に、負極集電体露出部が形成され、負極集電体露出部の幅 w_a と負極活物質層の幅 W_a との関係を $(w_a / W_a) = 1.0$ となるように、負極合剤スラリーを厚さ 8 μm の銅箔の両面に塗布、乾燥後、ロールプレス機などにより圧縮成型することにより負極活物質層を形成した。その後、これを矩形状に切断し、負極を得た。負極集電体露出部の幅 w_a と負極活物質層の幅 W_a との関係が $(w_a / W_a) = 1.0$ となるようにし、負極集電体露出部の奥行き d_a と負極活物質層の奥行き D_a との関係が $(d_a / D_a) = 0.1$ となるようにした。

【0249】

なお、負極活物質層、正極活物質層をそれぞれ負極集電体、正極集電体に塗布形成する前に、あらかじめ負極合剤の重量あたりのリチウム吸蔵能力、正極合剤の重量あたりのリチウム放出能力を測定しておき、負極合剤層の単位面積あたりのリチウム吸蔵能力が、正極合剤層の単位面積あたりのリチウム放出能力を超えることのないようにした。

【0250】

(電池素子作製)

電池素子は以下のようにして作製した。まず、厚さ $20\text{ }\mu\text{m}$ のポリプロピレン製微多孔フィルムを図 8 に示す形状に切断し、これをセパレータとした。次に、上述のようにして得られた負極 26 枚、正極 25 枚、セパレータ 50 枚を、図 8 に示すように、負極、セパレータ、正極、・・・、正極、セパレータ、負極の順で積層した。なお、正極と負極とは正極集電体露出部と負極集電体露出部とが反対向きになるように積層した。電池素子の厚みは 8 mm となるようにした。これにより、正極合剤層、セパレータおよび負極合剤層からなる基本積層単位を 50 層分内包する電池素子が得られた。なお、電池素子の上下最外層は負極合剤層となるが、これらの部分は正極と対向していないため電池反応には寄与するものではない。また、この積層に際しては、積層方向から見て、正極合剤層の投影面が負極合剤層の投影面の内側に収まるように、負極と正極の相対位置を調整した。

【0251】

(二次電池作製)

次に、正極集電体露出部 25 枚を同時にアルミ (Al) 製の正極タブに超音波溶接により接続した。同様にして、負極集電体露出部 26 枚を同時にニッケル (Ni) 製の負極タブに超音波溶接した。次に、外装材であるアルミラミネートフィルムとして、無延伸ポリプロピレン (CPP) からなる樹脂層、接着層、アルミ箔、接着層、ナイロンからなる樹脂層を順次積層した矩形状のものを 2 枚準備した。2 枚のアルミラミネートフィルムの一方には電池素子を収容する凹部を形成した。次に、正極タブおよび負極タブの一端を外部に引き出すようにして電池素子を一方のアルミラミネートフィルムの凹部に収容した。次に、他方のアルミラミネートフィルムを電池素子を収容した凹部を覆うように一方のアルミラミネートフィルムに重ね合わせて、1 辺を除く周縁部を熱融着して袋状とした。

【0252】

次に、エチレンカーボネート、プロピレンカーボネートを 50 : 50 の質量比で混合し、 0.7 kmol/kg の LiPF_6 を溶解して電解液を調製した。次に、袋状のアルミラミネートフィルムの開口部側から電解液を注入し、電池素子に含浸させたのち、開口部を熱融着して封止した。

以上により、目的とする二次電池が作製された。

【0253】

<実施例 1 - 2>

正極集電体露出部の幅 w_c と正極活物質層の幅 W_c との関係を $(w_c / W_c) = 0.9$ とした以外は、実施例 1 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【0254】

<実施例 1 - 3>

正極集電体露出部の幅 w_c と正極活物質層の幅 W_c との関係を $(w_c / W_c) = 0.8$ とした以外は、実施例 1 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【0255】

<実施例 1 - 4>

正極集電体露出部の幅 w_c と正極活物質層の幅 W_c との関係を $(w_c / W_c) = 0.7$ とした以外は、実施例 1 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【0256】

<実施例 1 - 5>

正極集電体露出部の幅 w_c と正極活物質層の幅 W_c との関係を $(w_c / W_c) = 0.6$ とした以外は、実施例 1 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【0257】

<比較例 1 - 1>

正極集電体露出部の幅 w_c と正極活物質層の幅 W_c との関係を $(w_c / W_c) = 0.5$ とした以外は、実施例 1 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【0258】

<比較例 1 - 2>

正極集電体露出部の幅 w_c と正極活物質層の幅 W_c との関係を $(w_c / W_c) = 0.4$ とした以外は、実施例 1 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【0259】

< 比較例 1 - 3 >

正極集電体露出部の幅 w_c と正極活物質層の幅 W_c との関係を $(w_c / W_c) = 0.3$ とした以外は、実施例 1 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【0260】

< 比較例 1 - 4 >

正極集電体露出部の幅 w_c と正極活物質層の幅 W_c との関係を $(w_c / W_c) = 0.2$ とした以外は、実施例 1 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

10

【0261】

< 比較例 1 - 5 >

正極集電体露出部の幅 w_c と正極活物質層の幅 W_c との関係を $(w_c / W_c) = 0.1$ とした以外は、実施例 1 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【0262】

< 実施例 1 - 6 >

正極集電体露出部の幅 w_c と正極活物質層の幅 W_c との関係を $(w_c / W_c) = 1.0$ とし、負極集電体露出部の幅 w_a と負極活物質層の幅 W_a との関係を $(w_a / W_a) = 0.9$ として、実施例 1 - 6 の二次電池を作製した。

20

【0263】

< 実施例 1 - 7 >

負極集電体露出部の幅 w_a と負極活物質層の幅 W_a との関係を $(w_a / W_a) = 0.8$ とした以外は、実施例 1 - 6 と同様にして、二次電池を作製した。

【0264】

< 実施例 1 - 8 >

負極集電体露出部の幅 w_a と負極活物質層の幅 W_a との関係を $(w_a / W_a) = 0.7$ とした以外は、実施例 1 - 6 と同様にして、二次電池を作製した。

【0265】

< 実施例 1 - 9 >

負極集電体露出部の幅 w_a と負極活物質層の幅 W_a との関係を $(w_a / W_a) = 0.6$ とした以外は、実施例 1 - 6 と同様にして、二次電池を作製した。

30

【0266】

< 比較例 1 - 6 >

負極集電体露出部の幅 w_a と負極活物質層の幅 W_a との関係を $(w_a / W_a) = 0.5$ とした以外は、実施例 1 - 6 と同様にして、二次電池を作製した。

【0267】

< 比較例 1 - 7 >

負極集電体露出部の幅 w_a と負極活物質層の幅 W_a との関係を $(w_a / W_a) = 0.4$ とした以外は、実施例 1 - 6 と同様にして、二次電池を作製した。

40

【0268】

< 比較例 1 - 8 >

負極集電体露出部の幅 w_a と負極活物質層の幅 W_a との関係を $(w_a / W_a) = 0.3$ とした以外は、実施例 1 - 6 と同様にして、二次電池を作製した。

【0269】

< 比較例 1 - 9 >

負極集電体露出部の幅 w_a と負極活物質層の幅 W_a との関係を $(w_a / W_a) = 0.2$ とした以外は、実施例 1 - 6 と同様にして、二次電池を作製した。

【0270】

< 比較例 1 - 10 >

負極集電体露出部の幅 w_a と負極活物質層の幅 W_a との関係を $(w_a / W_a) = 0.1$

50

とした以外は、実施例 1 - 6 と同様に、二次電池を作製した。

【 0 2 7 1 】

(出力密度の測定試験)

出力密度は充電深度 (SOC : State of charge) 5 0 % の状態の電池に 0 . 5 C、1 C、2 C、3 C、4 C の電流を 1 0 秒間印加して、それぞれの電流値における 1 0 秒目の電圧を測定し、電流 - 電圧特性から求めた。すなわち、出力 (Po) は電池の放電終止電圧 (Vd = 2 . 0 V) と電流 - 電圧特性の直線を、放電終止電圧まで外挿したときの電流値 (Id) を用いて、式 $Po = Id \times Vd$ より求めた。このときの出力 (Po) を電池の重量で除することで出力密度とした。

【 0 2 7 2 】

10

試験結果を表 1 に示す。

【 0 2 7 3 】

【 表 1 】

		wc/Wc	wa/Wa	出力密度 (W/kg)
実施例	1-1	1	1	3018
	1-2	0.9	1	3014
	1-3	0.8	1	3009
	1-4	0.7	1	3002
	1-5	0.6	1	2991
比較例	1-1	0.5	1	2975
	1-2	0.4	1	2950
	1-3	0.3	1	2908
	1-4	0.2	1	2824
	1-5	0.1	1	2597
実施例	1-6	1	0.9	3023
	1-7	1	0.8	3026
	1-8	1	0.7	3028
	1-9	1	0.6	3027
比較例	1-6	1	0.5	3021
	1-7	1	0.4	3009
	1-8	1	0.3	2982
	1-9	1	0.2	2920
	1-10	1	0.1	2735

20

30

【 0 2 7 4 】

表 1 に示すように、正極についての実施例 1 - 1 ~ 実施例 1 - 5 では、比較例 1 - 1 ~ 比較例 1 - 5 と比べて高い出力密度を得ることができた。また、負極についての実施例 1 - 6 ~ 実施例 1 - 9 においても、比較例 1 - 6 ~ 比較例 1 - 1 0 と比べて高い出力密度を得ることができた。また、wc / Wc の値および wa / Wa の値が 1 . 0 に近似していくに従い出力密度が高くなっていくことがわかった。したがって、出力密度の観点からは集電体露出部の幅は大きい方が好ましいということがわかった。

40

【 0 2 7 5 】

また、以下に示す実施例 2 - 1 ~ 実施例 2 - 6 の二次電池について、放電容量維持率の測定試験を行った。

< 実施例 2 - 1 >

正極集電体露出部の奥行き dc と正極活物質層の奥行き Dc との関係を (dc / Dc) = 0 . 0 2 とし、電池素子の厚みを 6 . 3 mm とし、電池放電容量を 1 0 A h とした以外は実施例 1 - 1 と同様に二次電池を作製した。

【 0 2 7 6 】

< 実施例 2 - 2 >

正極集電体露出部の奥行き dc と正極活物質層 4 B の奥行き Dc との関係を (dc / D

50

c) = 0.10とし、電池素子2の厚みを6.8mmとした以外は、実施例2-1と同様にして、二次電池を作製した。

【0277】

<実施例2-3>

正極集電体露出部の奥行きdcと正極活物質層の奥行きDcとの関係を(dc/Dc) = 0.30とし、電池素子の厚みを8.7mmとした以外は、実施例2-1と同様にして、二次電池を作製した。

【0278】

<実施例2-4>

正極集電体露出部の奥行きdcと正極活物質層の奥行きDcとの関係を(dc/Dc) = 0.40とし、電池素子の厚みを10.0mmとした以外は、実施例2-1と同様にして、二次電池を作製した。

【0279】

<実施例2-5>

正極集電体露出部の奥行きdcと正極活物質層の奥行きDcとの関係を(dc/Dc) = 0.01とした以外は、実施例2-1と同様にして、二次電池を作製した。

【0280】

<実施例2-6>

正極集電体露出部の奥行きdcと正極活物質層の奥行きDcとの関係を(dc/Dc) = 0.42とし、電池素子の厚みを10.6mmとした以外は、実施例2-1と同様にして、二次電池を作製した。

【0281】

(放電容量維持率の測定試験)

放電容量維持率の測定試験を以下のようにして行なった。まず、10A、3.6Vの定電流定電圧充電で充電させた後、10Aで2.0Vまで放電し、1サイクル目の放電容量を求めた。次に、この1サイクル目の放電容量を測定した場合と同様の条件で充放電を繰り返し、1000サイクル目の放電容量を求めた。次に、1サイクル目の放電容量および1000サイクル目の放電容量を用いて、以下の式から1000サイクル後の放電容量維持率を求めた。

1000サイクル後の容量維持率[%] = (1000サイクル目の放電容量 / 1サイクル目の放電容量) × 100

【0282】

試験結果を表2に示す。

【0283】

【表2】

		dc/Dc	セル厚み (mm)	1000サイクル時点の 放電容量維持率(%)
実施例	2-1	0.02	6.3	94
	2-2	0.10	6.8	97
	2-3	0.30	8.7	92
	2-4	0.40	10.0	90
	2-5	0.01	6.3	88
	2-6	0.42	10.6	85

【0284】

表2に示すように、実施例2-1～実施例2-4では、実施例2-5および実施例2-6と比べて高い放電容量維持率を得ることができた。なお、実施例2-5においては高レートサイクルにより溶接部分が発熱し、サイクル寿命が低下した。また、実施例2-6においては、高レートサイクルにより電池素子内部の放熱性が低下し、サイクル寿命が低下した。実施例2-1～実施例2-4ではこのような不具合は生じなかった。この結果から

、 $0.02 < (dc / Dc) \leq 0.40$ が望ましい範囲であるということがわかった。

【0285】

また、以下に示す実施例3-1～実施例3-21の二次電池について、電池素子の膨れ量の測定試験、外部短絡試験および折り曲げ加工後の亀裂の有無の確認試験を行った。

<実施例3-1>

正極タブの材質はアルミニウム (Al) とし、導電率は60% IACSとした。また、負極タブの材質は銅 (Cu) 合金とし、導電率は90% IACSとした。正極タブおよび負極タブの厚みは共に50 μm とした。また、負極タブはニッケル (Ni) により一端面および他端面を除く上面、左側面、底面および右側面の合計4面を被覆した。ニッケル (Ni) による被覆層の厚さは1 μm とした。上述の点以外は実施例1-1と同様にして二次電池を作製した。

10

【0286】

<実施例3-2>

正極タブおよび負極タブの厚みを100 μm とした以外は、実施例3-1と同様にして、二次電池を作製した。

【0287】

<実施例3-3>

正極タブおよび負極タブの厚みを200 μm とした以外は、実施例3-1と同様にして、二次電池を作製した。

【0288】

20

<実施例3-4>

正極タブおよび負極タブの厚みを400 μm とした以外は、実施例3-1と同様にして、二次電池を作製した。

【0289】

<実施例3-5>

正極タブおよび負極タブの厚みは共に200 μm とし、負極タブの材質はアルミニウム (Al) とし、導電率を60% IACSとし、さらに、タブの被覆は行っていない点以外は実施例3-1と同様にして、二次電池を作製した。

【0290】

<実施例3-6>

30

正極タブおよび負極タブの厚みを200 μm とし、負極タブの材質は銅 (Cu) とし、導電率を100% IACSとした以外は、実施例3-1と同様にして、二次電池を作製した。

【0291】

<実施例3-7>

正極タブおよび負極タブの厚みを200 μm とし、負極タブの材質は銅 (Cu) 合金とし、負極タブの導電率を70% IACSとした以外は、実施例3-1と同様にして、二次電池を作製した。

【0292】

<実施例3-8>

40

正極タブおよび負極タブの厚みを200 μm とし、負極タブの導電率を80% IACSとした以外は、実施例3-1と同様にして、二次電池を作製した。

【0293】

<実施例3-9>

正極タブおよび負極タブの厚みを200 μm とし、負極タブの導電率を100% IACSとした以外は、実施例3-1と同様にして、二次電池を作製した。

【0294】

<実施例3-10>

正極タブおよび負極タブの厚みを200 μm とし、被覆材質をスズ (Sn) とした以外は、実施例3-1と同様にして、二次電池を作製した。

50

【 0 2 9 5 】

< 実施例 3 - 1 1 >

正極タブおよび負極タブの厚みを $200\text{ }\mu\text{m}$ とし、被覆層の厚みを $0.1\text{ }\mu\text{m}$ にした以外は、実施例 3 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 2 9 6 】

< 実施例 3 - 1 2 >

正極タブおよび負極タブの厚みを $200\text{ }\mu\text{m}$ とし、被覆層の厚みを $3\text{ }\mu\text{m}$ にした以外は、実施例 3 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 2 9 7 】

< 実施例 3 - 1 3 >

正極タブおよび負極タブの厚みを $25\text{ }\mu\text{m}$ とした以外は、実施例 3 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 2 9 8 】

< 実施例 3 - 1 4 >

正極タブおよび負極タブの厚みを $450\text{ }\mu\text{m}$ とした以外は、実施例 3 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 2 9 9 】

< 実施例 3 - 1 5 >

正極タブおよび負極タブの厚みを $200\text{ }\mu\text{m}$ とし、負極タブの材質をニッケル (Ni) とし、負極タブの導電率を 20% IACS とし、さらに、タブの被覆を行わなかった点以外は、実施例 3 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 0 0 】

< 実施例 3 - 1 6 >

正極タブおよび負極タブの厚みを $200\text{ }\mu\text{m}$ とし、負極タブの導電率を 50% IACS とした以外は、実施例 3 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 0 1 】

< 実施例 3 - 1 7 >

正極タブおよび負極タブの厚みを $200\text{ }\mu\text{m}$ とし、負極タブの導電率を 30% IACS とした以外は、実施例 3 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 0 2 】

< 実施例 3 - 1 8 >

正極タブおよび負極タブの厚みを $200\text{ }\mu\text{m}$ とし、被覆面を図 3 D の斜線部に示すように上面および底面の 2 面とした以外は、実施例 3 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 0 3 】

< 実施例 3 - 1 9 >

正極タブおよび負極タブの厚みを $200\text{ }\mu\text{m}$ とし、被覆面を図 3 E の斜線部に示すように左側面および右側面とした以外は、実施例 3 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 0 4 】

< 実施例 3 - 2 0 >

正極タブおよび負極タブの厚みを $200\text{ }\mu\text{m}$ とし、被覆層の厚みを $0.05\text{ }\mu\text{m}$ にした以外は、実施例 3 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 0 5 】

< 実施例 3 - 2 1 >

正極タブおよび負極タブの厚みを $200\text{ }\mu\text{m}$ とし、被覆層の厚みを $4\text{ }\mu\text{m}$ にした以外は、実施例 3 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 0 6 】

(二次電池の膨れ量の測定試験)

二次電池の膨れ量の測定試験は、1 組の平行平板で電池を挟み、加重 300 g で押し当てたときの平板間の厚みを二次電池の厚みとして測定することにより行った。なお、二次

10

20

30

40

50

電池の膨れ量の測定試験は、温度 60 、湿度 R H 9 0 % の条件下、1 ヶ月保存した後の膨れ量を測定することにより行った。

【 0 3 0 7 】

(外部短絡試験)

外部短絡試験は、正負極のタブをワイヤーハーネスで接続し、外部短絡させ、その後の電池の状態を観測することにより行った。

【 0 3 0 8 】

(折り曲げ加工後の亀裂の有無の確認試験)

折り曲げ加工後の亀裂の有無の確認試験は、折り曲げ状態のタブを光学顕微鏡で観察し、亀裂の有無を判定することにより行った。

【 0 3 0 9 】

上述した 3 つの試験結果を表 3 に示す。

【 0 3 1 0 】

【 表 3 】

	タブ 厚み (μm)	正極 タブ材質	正極タブ 導電率 (%IACS)	負極 タブ材質	負極タブ 導電率 (%IACS)	被覆材質	被覆面	被覆層 厚み (μm)	60°C/RH90% 1ヶ月保存後 セル膨れ量(mm)	外部短絡試験	折り曲げ加工後 亀裂の有無
実施例	3-1	Al	60	Cu合金	90	Ni	4	1	0.17	開裂なし	なし
	3-2	Al	60	Cu合金	90	Ni	4	1	0.21	開裂なし	なし
	3-3	Al	60	Cu合金	90	Ni	4	1	0.23	開裂なし	なし
	3-4	Al	60	Cu合金	90	Ni	4	1	0.45	開裂なし	なし
	3-5	Al	60	Al	60	なし	なし	なし	0.26	開裂なし	なし
	3-6	Al	60	Cu	100	Ni	4	1	0.25	開裂なし	なし
	3-7	Al	60	Cu合金	70	Ni	4	1	0.22	開裂なし	なし
	3-8	Al	60	Cu合金	80	Ni	4	1	0.24	開裂なし	なし
	3-9	Al	60	Cu合金	100	Ni	4	1	0.27	開裂なし	なし
	3-10	Al	60	Cu合金	90	Sn	4	1	0.35	開裂なし	なし
	3-11	Al	60	Cu合金	90	Ni	4	0.1	0.28	開裂なし	なし
	3-12	Al	60	Cu合金	90	Ni	4	3	0.22	開裂なし	なし
	3-13	Al	60	Cu合金	90	Ni	4	1	0.11	開裂	あり
	3-14	Al	60	Cu合金	90	Ni	4	1	1.83	開裂なし	なし
	3-15	Al	60	Ni	20	なし	なし	なし	0.14	開裂・電解液着火	なし
	3-16	Al	60	Cu合金	50	Ni	4	1	0.25	開裂	なし
	3-17	Al	60	Cu合金	30	Ni	4	1	0.22	開裂・電解液着火	なし
	3-18	Al	60	Cu合金	90	Ni	2(平面)	1	1.61	開裂なし	なし
	3-19	Al	60	Cu合金	90	Ni	2(側面)	1	2.30	開裂なし	なし
	3-20	Al	60	Cu合金	90	Ni	4	0.05	1.64	開裂なし	なし
	3-21	Al	60	Cu合金	90	Ni	4	4	0.18	開裂	なし

10

20

30

40

【 0 3 1 1 】

表 3 に示すように、二次電池の膨れ量の測定試験では、タブ厚みが厚いと、二次電池が膨れることがわかった。これはタブが厚いためタブ側面のシール性が不十分なためである

50

。また、負極タブのNi被覆が平面または側面のみの場合、二次電池が膨れることがわかった。シーラント（樹脂）にCu合金が直接接触することで銅害は発生し、シール性が低下したためである。また、Ni被覆されていてもその被覆厚みが0.01mm程度であると、被覆に不十分な部分で銅害が発生したため、二次電池の膨れ量が増加した。

【0312】

また、表3に示すように、外部短絡試験では、実施例3-1乃至3-12では開裂は発生していない。一方、実施例3-13、実施例3-16および実施例3-21において開裂が発生した。また、実施例3-15および実施例3-17においては開裂が発生し、電解液への着火が発生した。

【0313】

さらに、表3に示すように、折り曲げ加工後の亀裂の有無の確認試験において、実施例3-1乃至3-12では折り曲げ加工による亀裂は生じていない。一方、実施例3-13では折り曲げ加工後により亀裂が生じた。

【0314】

実施例3-13においては、正極タブは実施例3-1乃至3-12に比べて薄いため大電流放電によって熱が発生し、被覆層が溶解した。実施例3-14においては、正極タブは実施例3-1乃至3-12に比べて厚いため、正極タブの脇から水分が侵入した。実施例3-15においては、実施例3-1乃至3-12に比べて負極タブの導電率が低く、大電流放電によって負極タブが赤熱し、被覆層の溶解し、電解液への着火が発生した。実施例3-16においては、実施例3-1乃至3-12に比べて負極タブの導電率が低く、大電流放電によって負極タブが発熱し、被覆層が溶解した。実施例3-17においては、実施例3-1乃至3-12に比べて負極タブの導電率が低く、大電流放電によって負極タブが赤熱し、被覆層の溶解し、電解液への着火が発生した。

【0315】

実施例3-18においては、銅害が発生することにより被覆材のシール性が低下し、水分が侵入した。実施例3-19においては、銅害が発生することにより被覆層のシール性が低下し、実施例3-18に比べて多量の水分が侵入した。実施例3-20においては、被覆層が不均一であるためにタブ基材が露出した。また、銅害が発生することにより被覆材のシール性が低下し、水分が侵入した。実施例3-21においては、被覆層が実施例3-1乃至3-12に比べて厚く、大電流放電によって発熱が起きた。

【0316】

また、以下に示す実施例4-1～実施例4-6の二次電池について、接続部分の引っ張り強度の測定試験、および外部短絡試験を行った。

【0317】

< 実施例4-1 >

正極集電体露出部と正極タブとの接続は超音波溶接により行ない、接続面積/正極タブ幅 = 0.05とした以外は実施例1-1と同様にして二次電池を作製した。

【0318】

< 実施例4-2 >

接続面積/正極タブ幅 = 0.2とした以外は、実施例4-1と同様にして、二次電池を作製した。

【0319】

< 実施例4-3 >

接続面積/正極タブ幅 = 7とした以外は、実施例4-1と同様にして、二次電池を作製した。

【0320】

< 実施例4-4 >

接続面積/正極タブ幅 = 10とした以外は、実施例4-1と同様にして、二次電池を作製した。

【0321】

10

20

30

40

50

< 実施例 4 - 5 >

接続面積 / 正極タブ幅 = 0 . 0 2 5 とした以外は、実施例 4 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 2 2 】

< 実施例 4 - 6 >

接続面積 / 正極タブ幅 = 1 1 とした以外は、実施例 4 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 2 3 】

(接続部分の引っ張り強度の測定試験)

接続部分の引っ張り強度の測定試験は、接続された複数枚の集電箔とタブを 1 (m m / s e c) で上下に引っ張り、単位長さあたりの強度 (N / c m) の平均値を算出することにより行った。

【 0 3 2 4 】

(外部短絡試験)

外部短絡試験は、正負極のタブをワイヤーハーネスで接続し、外部短絡させ、その後の電池の状態を観測することにより行った。

【 0 3 2 5 】

上述した 2 つの試験結果を表 4 に示す。

【 0 3 2 6 】

【 表 4 】

		接続方式	接続面積/タブ幅	溶接強度 (N/cm)	外部短絡試験
実施例	4-1	超音波溶接	0.05	108.3	開裂なし
	4-2	超音波溶接	0.2	98.7	開裂なし
	4-3	超音波溶接	7	96.5	開裂なし
	4-4	超音波溶接	10	86.7	開裂なし
	4-5	超音波溶接	0.025	112.5	開裂
	4-6	超音波溶接	11	40.2	開裂なし

【 0 3 2 7 】

実施例 4 - 1 乃至実施例 4 - 4 においては高い引っ張り強度を得ることができる。一方、実施例 4 - 5 では、高い引っ張り強度を得ることはできるが、開裂が起きてしまっている。また、実施例 4 - 6 では、引っ張り強度が低い値となってしまう。この試験結果から、接続面積 / 正極タブの値が 0 . 0 5 m m ~ 1 0 . 0 m m 、好ましくは 0 . 2 ~ 7 . 0 m m になるよう接続を行うとよいことがわかった。

【 0 3 2 8 】

さらに、以下に示す実施例 5 - 1 ~ 実施例 5 - 3 6 の二次電池について、体積エネルギー密度の測定試験、振動試験後の O C V (Open circuit voltage) 測定試験および注液完了時間測定試験を行った。

【 0 3 2 9 】

< 実施例 5 - 1 >

正極タブの折り曲げ部にシーラントを設け、正極タブは正極集電体露出部と電池素子間において正極集電体露出部と接続した。また、正極タブと電池素子の最外周の負極との絶縁はインシュレータを設けることにより行った。インシュレータはポリプロピレン (P P) を用いて構成し、その厚みは 0 . 4 m m とし、高さは 5 . 5 m m とし、長さは負極の幅と略同一の寸法とした。また、形状は角丸矩形とし、パンチング加工は行わなかった。以上の点以外は実施例 1 - 1 と同様にして二次電池を作製した。

【 0 3 3 0 】

< 実施例 5 - 2 >

正極タブと電池素子の最外周負極との絶縁はインシュレータおよび最外層セパレータを設けることにより行った以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 3 1 】

< 実施例 5 - 3 >

インシュレータにポリエチレンテレフタレート (P E T) を用いて構成した以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 3 2 】

< 実施例 5 - 4 >

インシュレータにポリエチレン (P E) を用いて構成した以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 3 3 】

< 実施例 5 - 5 >

インシュレータにポリイミド (P I) を用いて構成した以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 3 4 】

< 実施例 5 - 6 >

インシュレータの厚さを 0 . 2 m m とした以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 3 5 】

< 実施例 5 - 7 >

インシュレータの厚さを 0 . 7 5 m m とした以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 3 6 】

< 実施例 5 - 8 >

インシュレータの厚さを 1 . 0 m m とした以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 3 7 】

< 実施例 5 - 9 >

インシュレータの高さを 5 . 0 m m とした以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 3 8 】

< 実施例 5 - 1 0 >

インシュレータの高さを 6 m m とした以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 3 9 】

< 実施例 5 - 1 1 >

インシュレータの高さを 6 . 5 m m とした以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 4 0 】

< 実施例 5 - 1 2 >

インシュレータの高さを 7 . 0 m m とした以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 4 1 】

< 実施例 5 - 1 3 >

インシュレータの幅をセパレータの幅と略同一の寸法とした以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 4 2 】

< 実施例 5 - 1 4 >

インシュレータの形状を矩形状とした以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 4 3 】

< 実施例 5 - 1 5 >

10

20

30

40

50

インシュレータに不織布を用いて構成し、インシュレータの形状を矩形状とした以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 4 4 】

< 実施例 5 - 1 6 >

インシュレータの長さをセパレータ幅（内寸）と略同一の寸法とし、インシュレータの形状を略コ字状とした以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 4 5 】

< 実施例 5 - 1 7 >

インシュレータの長さをセパレータ幅（内寸）と略同一の寸法とし、インシュレータの形状を略口字状とした以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

10

【 0 3 4 6 】

< 実施例 5 - 1 8 >

インシュレータの長さをセパレータ幅（内寸）と略同一の寸法とし、インシュレータの形状を箱型とした以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 4 7 】

< 実施例 5 - 1 9 >

パンチング加工を行った以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 4 8 】

< 実施例 5 - 2 0 >

インシュレータの形状を矩形状とし、高さを 6 mm とし、パンチング加工を行った以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

20

【 0 3 4 9 】

< 実施例 5 - 2 1 >

インシュレータの厚さを 0 . 7 5 mm とし、高さを 6 mm とし、インシュレータの幅をセパレータ幅（内寸）と略同一の寸法とし、インシュレータの形状を略コ字状とし、パンチング加工を行った以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 5 0 】

< 実施例 5 - 2 2 >

インシュレータの厚さを 0 . 7 5 mm とし、高さを 6 mm とし、インシュレータの幅をセパレータ幅（内寸）と略同一の寸法とし、インシュレータの形状を略口字状とし、パンチング加工を行った以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

30

【 0 3 5 1 】

< 実施例 5 - 2 3 >

インシュレータの厚さを 0 . 7 5 mm とし、高さを 6 mm とし、インシュレータの幅をセパレータ幅（内寸）と略同一の寸法とし、インシュレータの形状を箱型とし、パンチング加工を行った以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 5 2 】

< 実施例 5 - 2 4 >

インシュレータに不織布を用いて構成し、インシュレータの厚さを 0 . 7 5 mm とし、高さを 6 mm とし、インシュレータの幅をセパレータ幅（内寸）と略同一の寸法とし、インシュレータの形状を略コ字状とした以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

40

【 0 3 5 3 】

< 実施例 5 - 2 5 >

インシュレータの形状を略口字状とした以外は、実施例 5 - 2 4 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 5 4 】

< 実施例 5 - 2 6 >

インシュレータの形状を箱型とした以外は、実施例 5 - 2 4 と同様にして、二次電池を作製した。

50

【 0 3 5 5 】

< 実施例 5 - 2 7 >

正極タブの折り曲げ部にシーラントを設けていない以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 5 6 】

< 実施例 5 - 2 8 >

正極タブは正極集電体露出部と外装材との間において正極集電体露出部と接続した以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 5 7 】

< 実施例 5 - 2 9 >

正極タブと電池素子の最外周負極との絶縁はインシュレータを用いずに最外層セパレータを設けることにより行った以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 5 8 】

< 実施例 5 - 3 0 >

正極タブと電池素子の最外周負極との絶縁はインシュレータを用いずにポリプロピレン (P P) 粘着テープ用いて行った以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 5 9 】

< 実施例 5 - 3 1 >

インシュレータの厚さを 0 . 1 m m とした以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 6 0 】

< 実施例 5 - 3 2 >

インシュレータの厚さを 1 . 2 m m とした以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 6 1 】

< 実施例 5 - 3 3 >

インシュレータの高さを 4 . 5 m m とした以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 6 2 】

< 実施例 5 - 3 4 >

インシュレータの高さを 7 . 5 m m とした以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 6 3 】

< 実施例 5 - 3 5 >

インシュレータの長さを「負極の幅 - 1 m m 」とした以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 6 4 】

< 実施例 5 - 3 6 >

インシュレータの長さを「セパレータの幅 + 1 m m 」とした以外は、実施例 5 - 1 と同様にして、二次電池を作製した。

【 0 3 6 5 】

(体積エネルギー密度測定試験)

体積エネルギー密度測定試験を以下のようにして行なった。 0 . 2 C 放電容量 (A h) と電池の平均放電電圧 (V) から放電エネルギー量 (W h) を求め、これを電池の最大寸法体積 (L) で除することで体積エネルギー密度とした (W h / L) 。

【 0 3 6 6 】

(振動試験後の O C V 測定試験)

振動試験後の O C V 測定試験は、振動加速度 3 G、振動数 2 0 H z で電池に対して縦、横、高さに方向に各 1 0 0 回ずつ振動させたあと、その後の O C V を測定することにより

10

20

30

40

50

行った。

【 0 3 6 7 】

(注液完了時間測定試験)

注液完了時間測定試験は、シールがされていない開口部を上にして電解液をディスペンサーから注液し、液面が開口部以下になる時間を測定することにより行った。(外装凹部に液が大気圧中で自然降下する時間を測定した。)

【 0 3 6 8 】

上述した 2 つの試験結果を表 5 に示す。

【 0 3 6 9 】

【 表 5 】

	タブ折り曲げ 位置シーラン ト	タブ配置場所	絶縁方式	インシュレータ 材質	厚み (mm)	高さ (mm)	長さ (mm)	形状	パンチング 加工	体積エネルギー ギ一密度 (Wh/L)	振動試験後 のOCV変化 (V)	注液完了 時間(sec)
5-1	あり	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ	PP	0.4	5.5	負極幅	角丸矩形	なし	298	0	5
5-2	あり	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ+最外層セパレータ	PP	0.4	5.5	負極幅	角丸矩形	なし	295	0	5
5-3	あり	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ	PET	0.4	5.5	負極幅	角丸矩形	なし	298	0	5
5-4	あり	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ	PE	0.4	5.5	負極幅	角丸矩形	なし	298	0	5
5-5	あり	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ	PI	0.4	5.5	負極幅	角丸矩形	なし	298	0	5
5-6	あり	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ	PP	0.2	5.5	負極幅	角丸矩形	なし	305	0	5
5-7	あり	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ	PP	0.75	5.5	負極幅	角丸矩形	なし	291	0	5
5-8	あり	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ	PP	1	5.5	負極幅	角丸矩形	なし	285	0	5
5-9	あり	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ	PP	0.4	5	負極幅	角丸矩形	なし	298	0	5
5-10	あり	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ	PP	0.4	6	負極幅	角丸矩形	なし	298	0	5
5-11	あり	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ	PP	0.4	6.5	負極幅	角丸矩形	なし	298	0	5
5-12	あり	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ	PP	0.4	7	負極幅	角丸矩形	なし	298	0	5
5-13	あり	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ	PP	0.4	5.5	セパレータ幅	角丸矩形	なし	298	0	5
5-14	あり	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ	PP	0.4	5.5	負極幅	矩形	なし	298	0	5
5-15	あり	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ	不織布	0.4	5.5	負極幅	矩形	なし	298	0	5
5-16	あり	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ	PP	0.4	5.5	セパレータ幅(内寸)	コ字型	なし	288	0	7
5-17	あり	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ	PP	0.4	5.5	セパレータ幅(内寸)	コ字型	なし	286	0	7
5-18	あり	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ	PP	0.4	5.5(内寸)	セパレータ幅(内寸)	箱型	なし	283	0	12
5-19	あり	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ	PP	0.4	5.5	負極幅	角丸矩形	あり	298	0	4
5-20	あり	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ	PP	0.4	6	負極幅	矩形	あり	298	0	4
5-21	あり	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ	PP	0.75	6	セパレータ幅(内寸)	コ字型	あり	288	0	6
5-22	あり	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ	PP	0.75	6	セパレータ幅(内寸)	コ字型	あり	286	0	6
5-23	あり	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ	PP	0.75	6(内寸)	セパレータ幅(内寸)	箱型	あり	283	0	7
5-24	あり	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ	不織布	0.75	6	セパレータ幅(内寸)	コ字型	なし	288	0	5
5-25	あり	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ	不織布	0.75	6	セパレータ幅(内寸)	コ字型	なし	286	0	5
5-26	あり	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ	不織布	0.75	6(内寸)	セパレータ幅(内寸)	箱型	なし	283	0	6
5-27	なし	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ	PP	0.4	5.5	負極幅	角丸矩形	なし	298	-3.5	5
5-28	あり	集電体端子と外装間	インシュレータ	PP	0.4	5.5	負極幅	角丸矩形	なし	298	-3.5	5
5-29	あり	集電体露出部と発電素子間	最外層セパレータ	—	—	—	—	—	—	308	-1.5	5
5-30	あり	集電体露出部と発電素子間	PP粘着テープ	—	—	—	—	—	—	312	-1.2	5
5-31	あり	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ	PP	0.1	5.5	負極幅	角丸矩形	なし	308	-0.8	5
5-32	あり	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ	PP	1.2	5.5	負極幅	角丸矩形	なし	272	0	5
5-33	あり	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ	PP	0.4	4.5	負極幅	角丸矩形	なし	298	-1.3	5
5-34	あり	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ	PP	0.4	7.5	負極幅	角丸矩形	なし	285	-0.3	5
5-35	あり	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ	PP	0.4	5.5	負極幅-1mm	角丸矩形	なし	298	-1.6	5
5-36	あり	集電体露出部と発電素子間	インシュレータ	PP	0.4	5.5	セパレータ幅+1mm	角丸矩形	なし	292	-0.4	5

実施例

【 0 3 7 0 】

10

20

30

40

50

実施例 5 - 29、実施例 5 - 30 のようにインシュレータを設けない場合、実施例 5 - 31 のようにインシュレータの厚さが薄い場合、体積エネルギー密度は高くなるという傾向があることがわかった。一方、実施例 5 - 33 のようにインシュレータの厚さが厚い場合には体積エネルギー密度が低くなるという傾向があることがわかった。

【0371】

振動試験後の OCV 測定試験では、実施例 5 - 1 乃至 5 - 26、実施例 5 - 32 においては OCV に変化はないが、実施例 5 - 27 乃至 5 - 31、実施例 5 - 33 乃至 5 - 36 においては OCV が低下するという変化が生じるということが確認できた。

【0372】

注液完了時間測定試験では、インシュレータの形状が矩形および角丸矩形に比べて、コ

10

【0373】

また、正極タブの折り曲げ部にシーラントが設けられていない実施例 5 - 27 では正極タブ先端および負極タブ先端が電池素子の最外層と接触することによる短絡が発生した。また、正極集電体露出部と外装材間において正極タブを正極集電体露出部に接続した実施例 5 - 28 においても正極タブ先端および負極タブ先端が電池素子の最外層と接触することにより短絡が発生した。

【0374】

また、絶縁に最外層セパレータを用いて行った実施例 5 - 29 ではセパレータを突き破って正極集電体露出部と最外層負極とが接触することによる短絡が発生した。また、絶縁をポリプロピレン (PP) 粘着テープで行った実施例 5 - 30 では粘着テープが剥がれて正極集電体露出部と最外層負極とが接触することによる短絡が発生した。

20

【0375】

また、実施例 5 - 31 ではインシュレータが薄いため正極集電体露出部と最外層負極とが接触することによる短絡が発生した。また、インシュレータの厚さが 1.2 mm である実施例 5 - 32 ではインシュレータが厚く、正極集電体露出部の折り曲げ間隔以上となり、体積エネルギー密度が大幅に低下した。また、実施例 5 - 33 では、インシュレータが低いため正極集電体露出部と最外層負極とが接触することによる短絡が発生した。

【0376】

また、実施例 5 - 34 ではインシュレータが電池素子以上の高さとなるため、振動によってインシュレータが外装材を突き破る。これにより二次電池内に水分が侵入し OCV が低下した。また、実施例 5 - 35 ではインシュレータの幅が短いため、正極集電体露出部と最外層負極とが接触することによる短絡が発生した。さらに、実施例 5 - 36 ではインシュレータが電池素子の幅以上となるため、振動によってインシュレータが外装材を突き破る。これにより二次電池内に水分が侵入し OCV が低下した。

30

【0377】

以上の結果より、正極タブおよび負極タブの折り曲げ部にはシーラントを設ける、正極タブおよび負極タブは集電体露出部と電池素子との間において集電体露出部と接続する、絶縁はインシュレータで行うことが好ましいということがわかった。また、インシュレータの厚さは約 0.2 mm 以上とすることが好ましいということがわかった。

40

【0378】

このようにして本発明に係る二次電池、バッテリーユニットおよびバッテリーモジュールが構成されている。なお、本発明は、上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想に基づく各種の変形が可能である。

【0379】

例えば、上述の実施形態において挙げた構成、方法、工程、形状、材料および数値などはあくまでも例に過ぎず、必要に応じてこれと異なる構成、方法、工程、形状、材料および数値などを用いてもよい。また、上述の実施形態の各構成、方法、工程、形状、材料および数値は、本発明の主旨を逸脱しない限り、互いに組み合わせることが可能である。

【0380】

50

また、上述の実施形態では、リチウムイオン二次電池に対して本発明を適用した例について説明したが、本発明はこの例に限定されるものではなく、外装材により電池素子を封止する構造を有する種々の二次電池および一次電池に対して適用可能である。

【 0 3 8 1 】

この発明の二次電池 1、二次電池 1 を組み合わせたバッテリーユニット 1 0 0 およびバッテリーモジュール 2 0 0 は、電動工具、電気自動車やハイブリッド電気自動車および電動アシスト自転車、ならびに住宅もしくはビル等に用いる蓄電システム等に用いることができる。

【 符号の説明 】

【 0 3 8 2 】

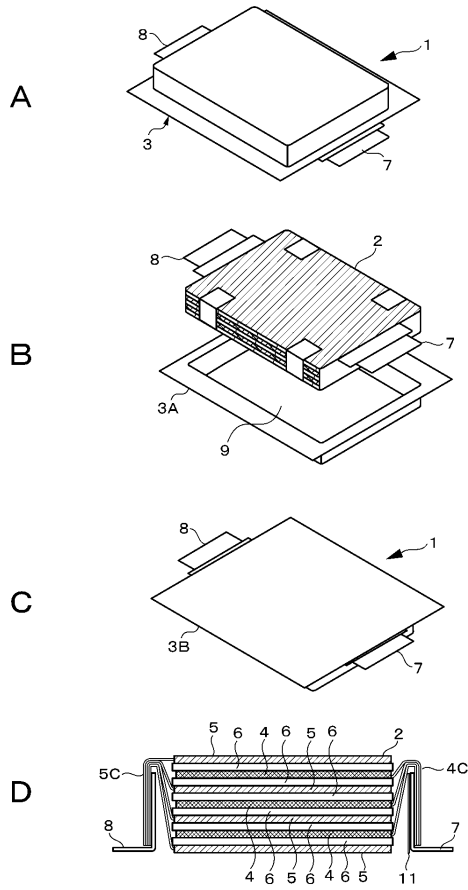
1	二次電池	
2	電池素子	
3	外装材	
4	正極	
4 A	正極集電体	
4 B	正極活物質層	
4 C	正極集電体露出部	
5、1 3	負極	
5 A	負極集電体	
5 B	負極活物質層	
5 C	負極集電体露出部	
6	セパレータ	
7	正極タブ	
7 A	接続部	
7 B	導出部	
8	負極タブ	
9	凹部	
1 0	シーラント	
1 1	インシュレータ	
1 4	第 1 セパレータ	
1 5	第 2 セパレータ	
1 0 0	バッテリーユニット	
1 1 0	ブラケット	
2 0 0	バッテリーモジュール	

10

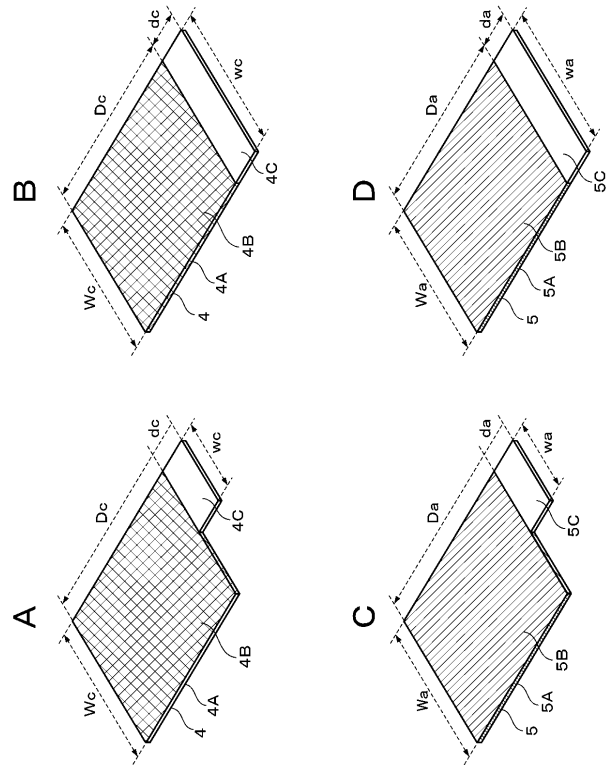
20

30

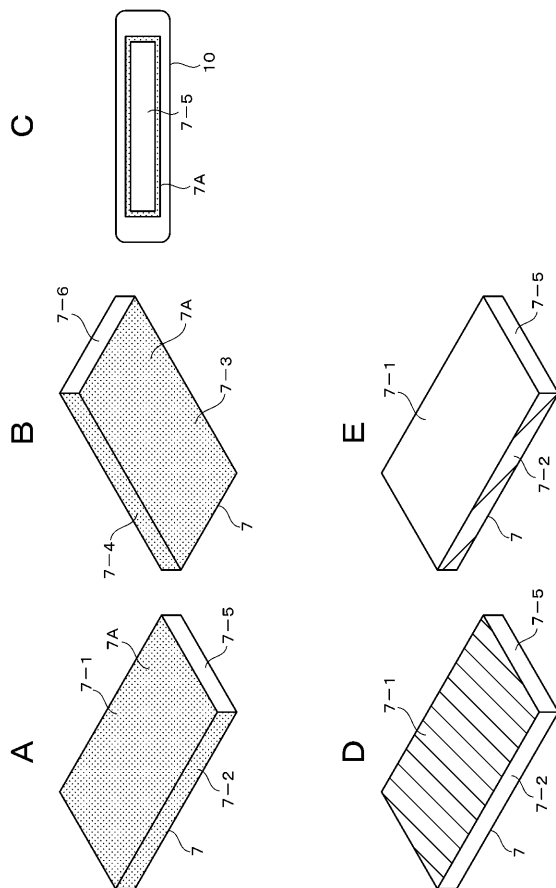
【図 1】



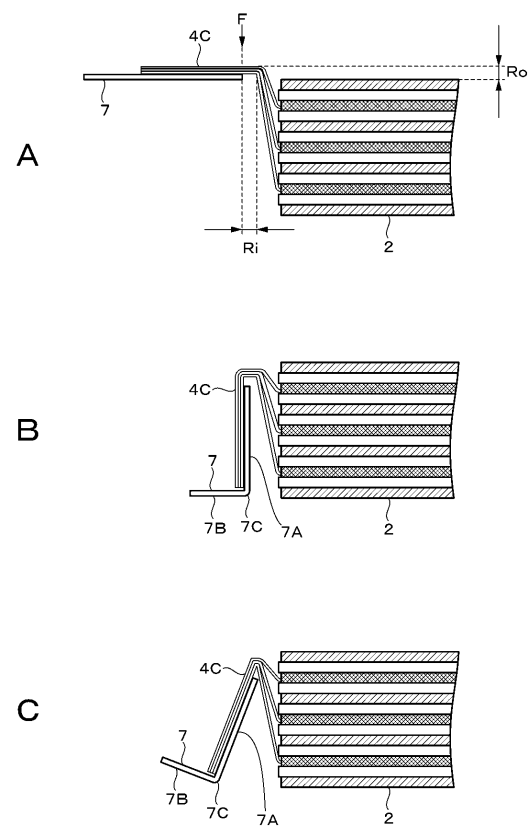
【図 2】



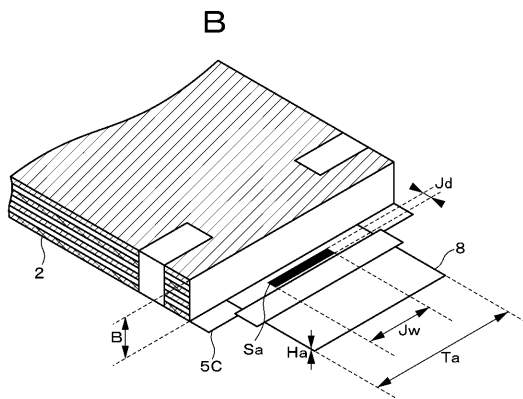
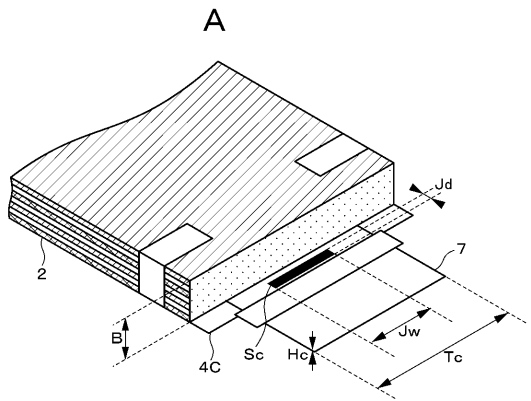
【図 3】



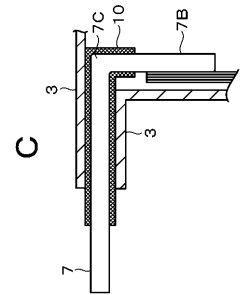
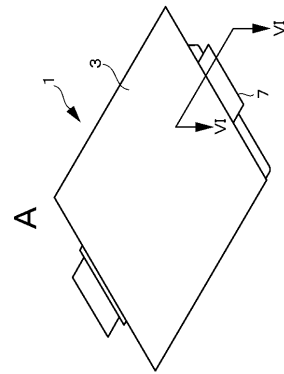
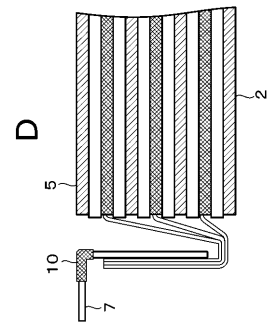
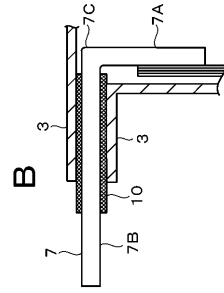
【図 4】



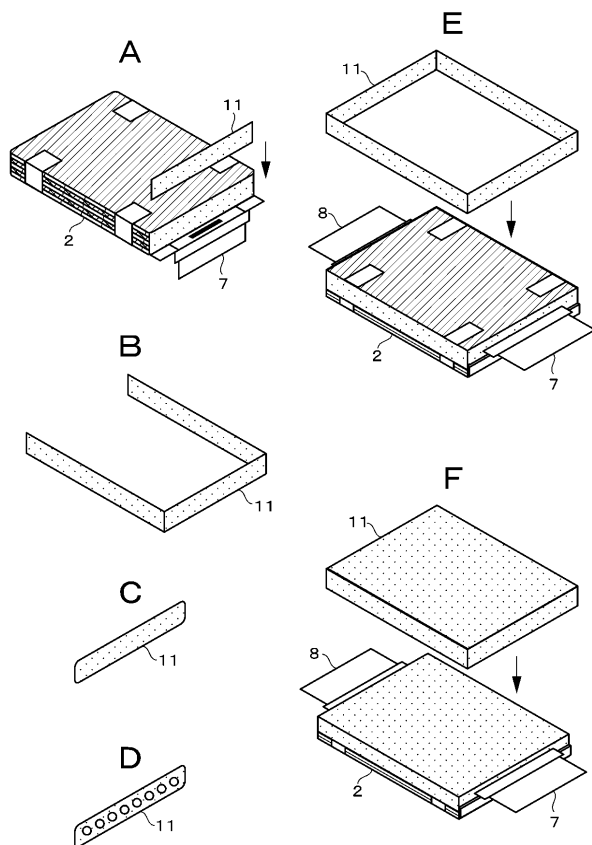
【図 5】



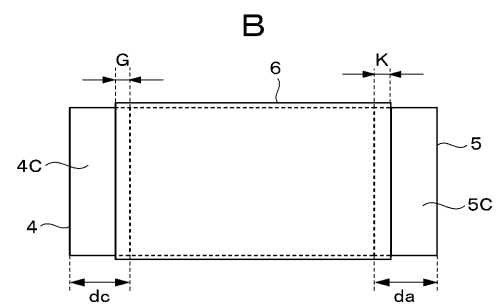
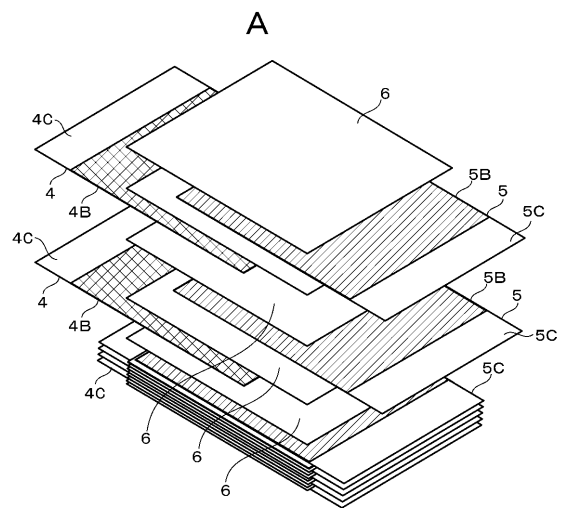
【図 6】



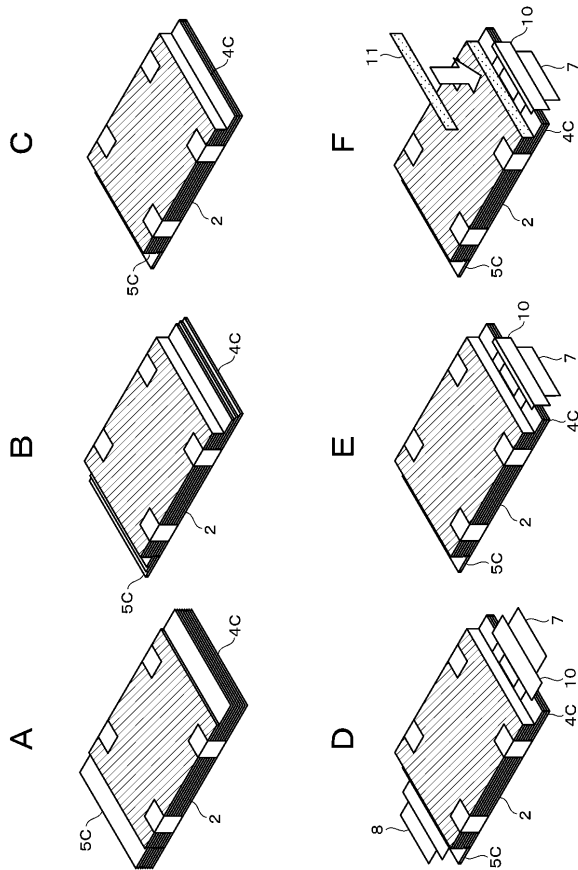
【図 7】



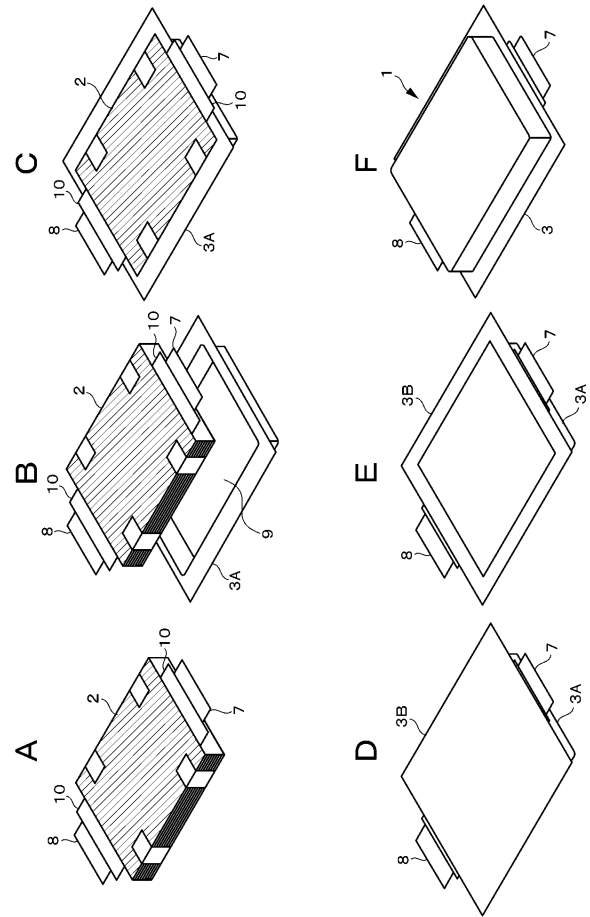
【図 8】



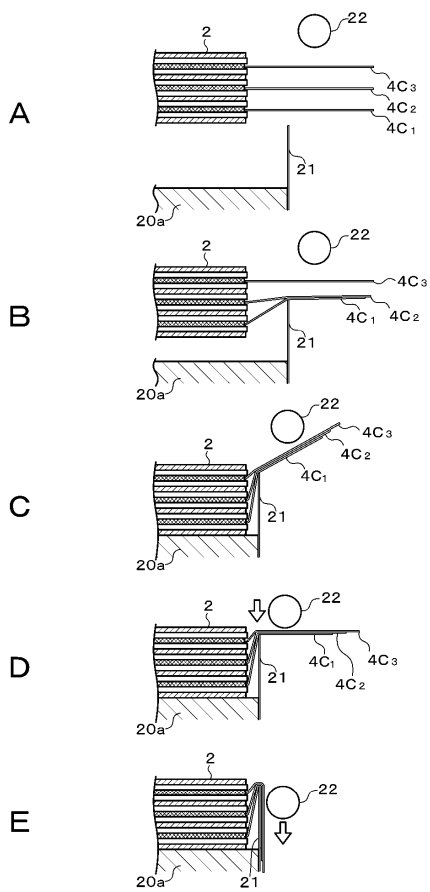
【図 9】



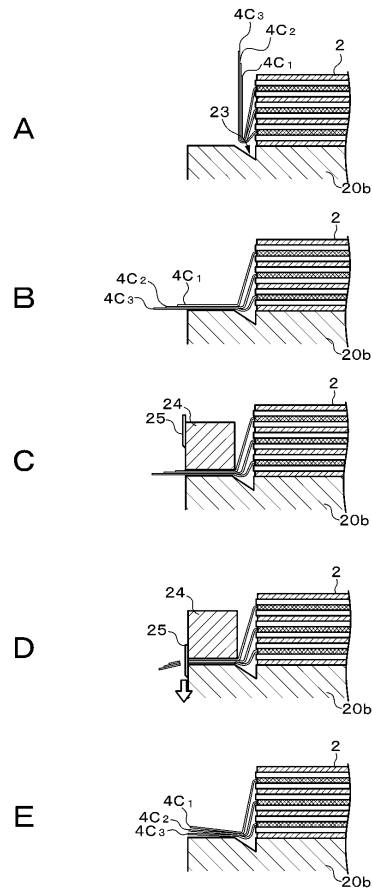
【図 10】



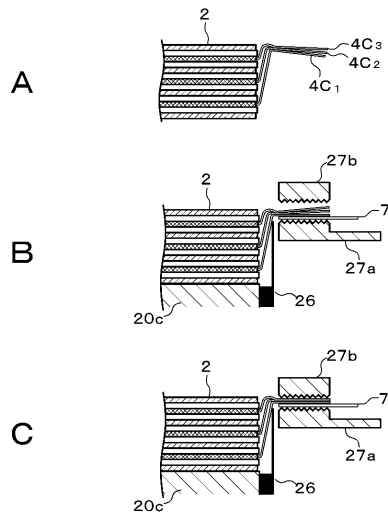
【図 11】



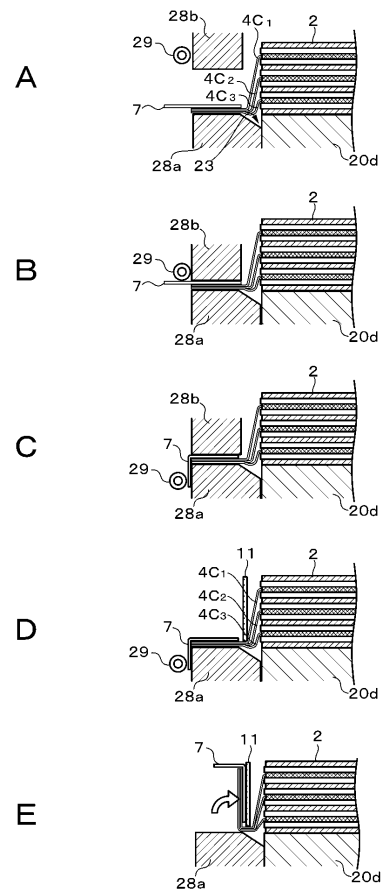
【図 12】



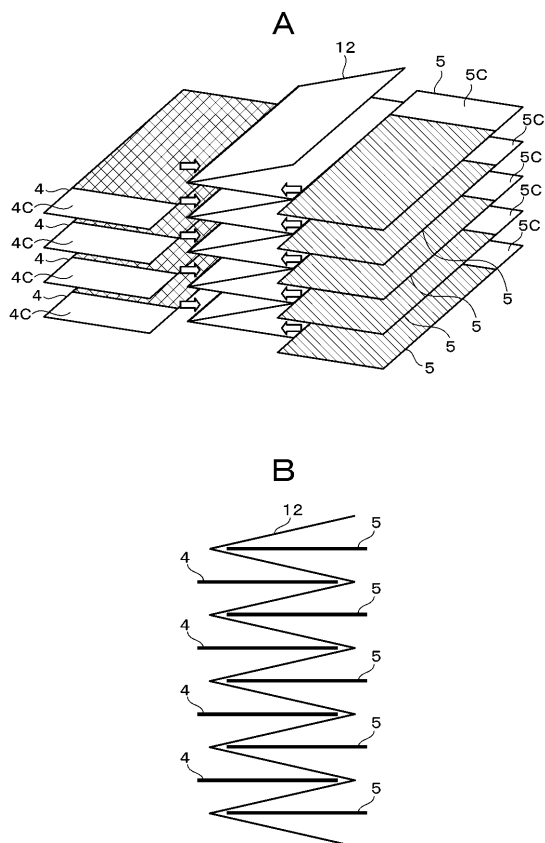
【図 13】



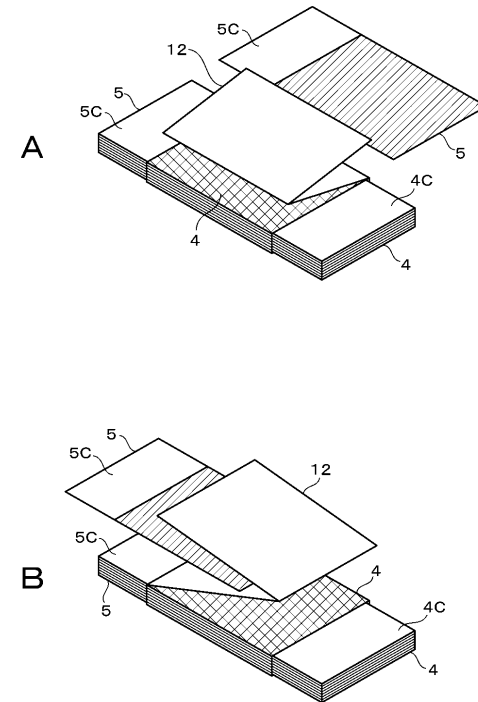
【図 14】



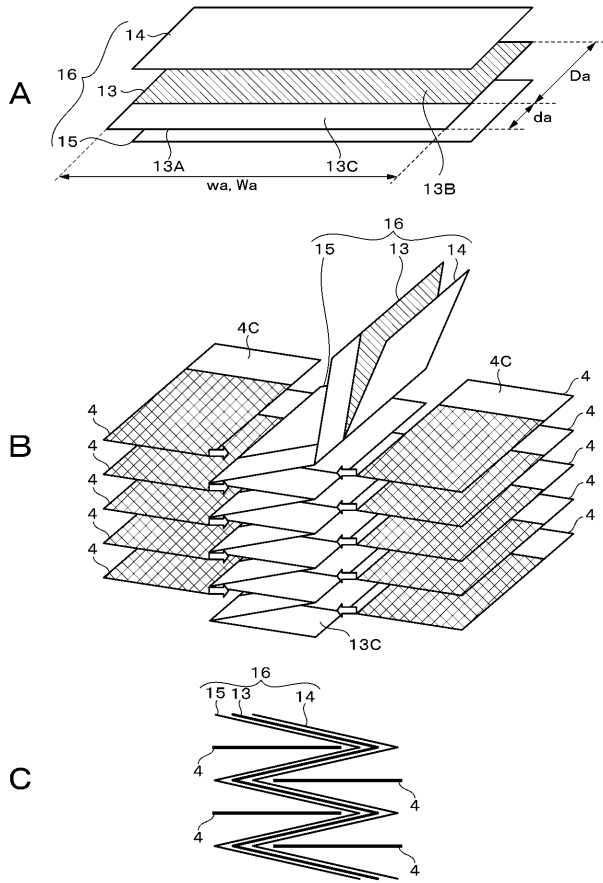
【図 15】



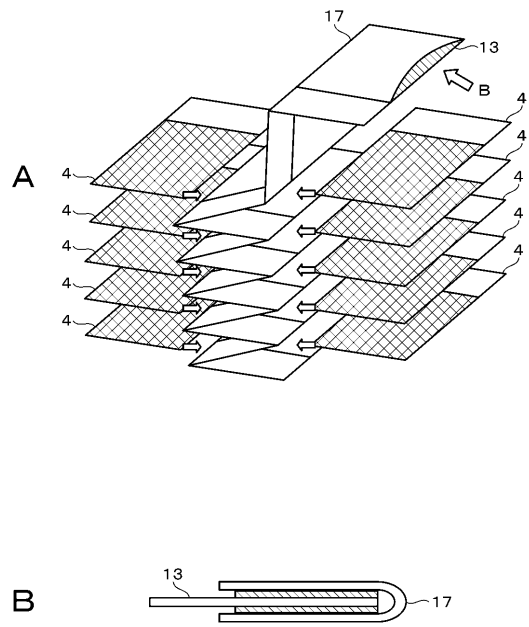
【図 16】



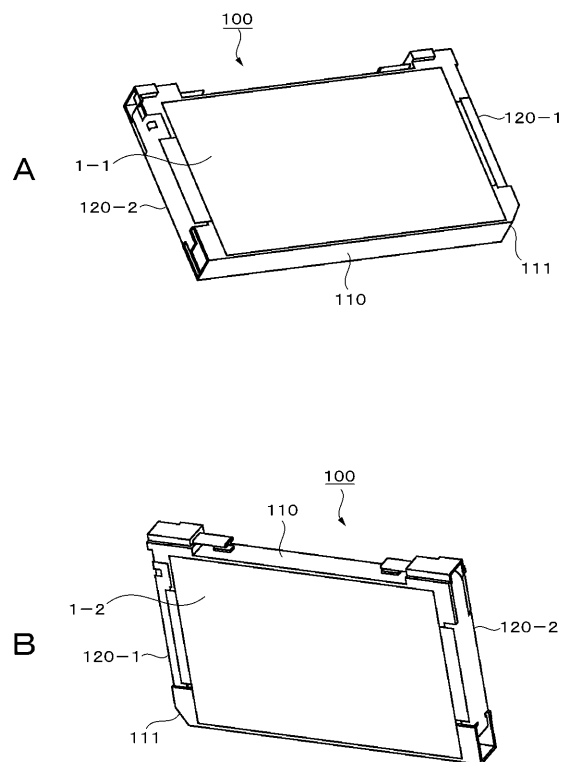
【図 17】



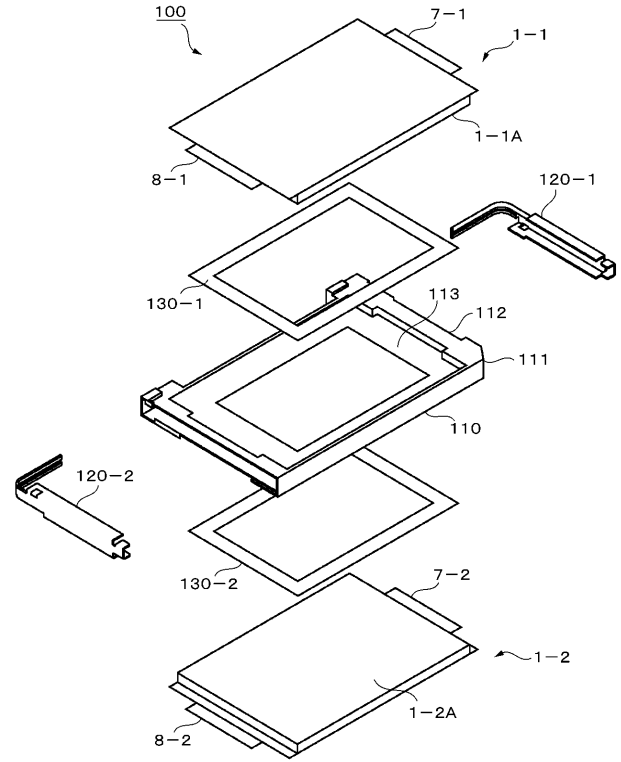
【図 18】



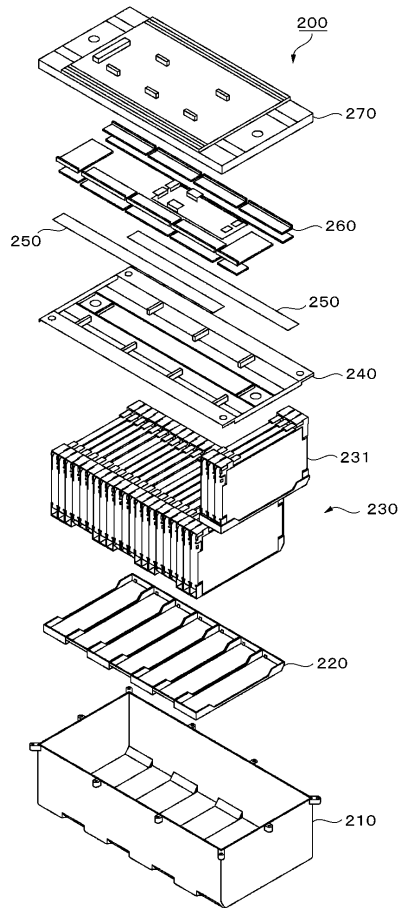
【図 19】



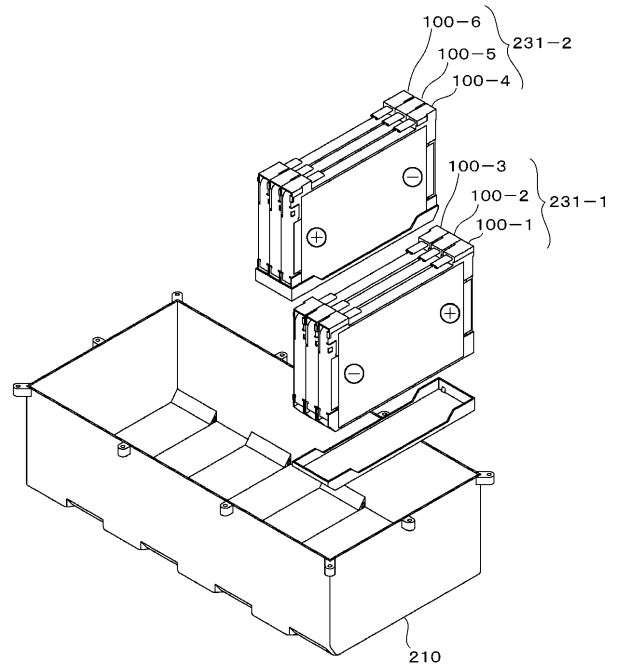
【図 20】



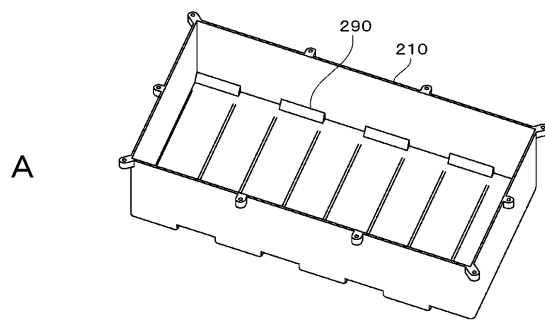
【図 2 1】



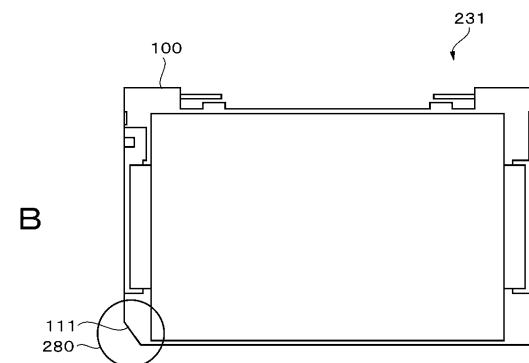
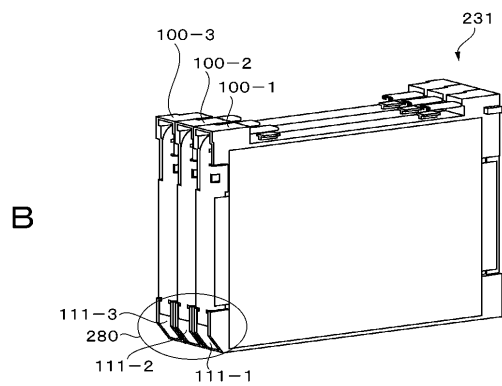
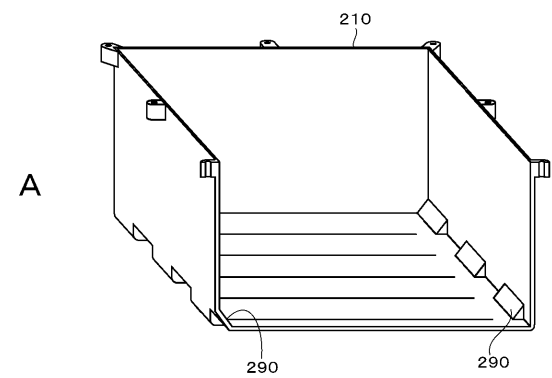
【図 2 2】



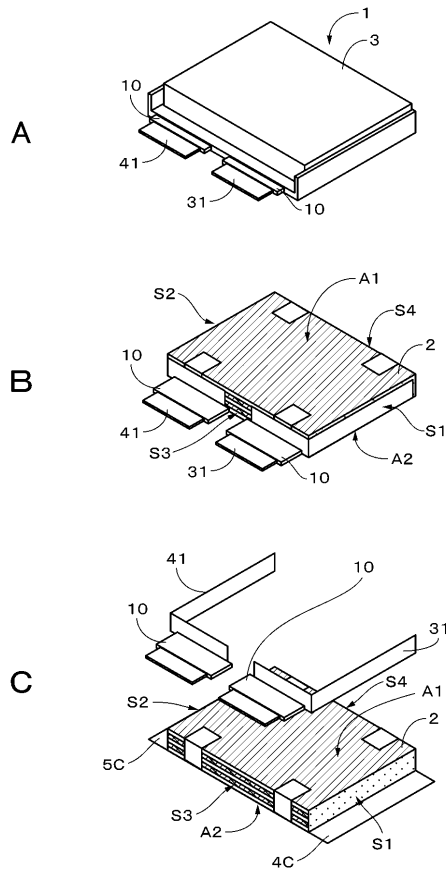
【図 2 3】



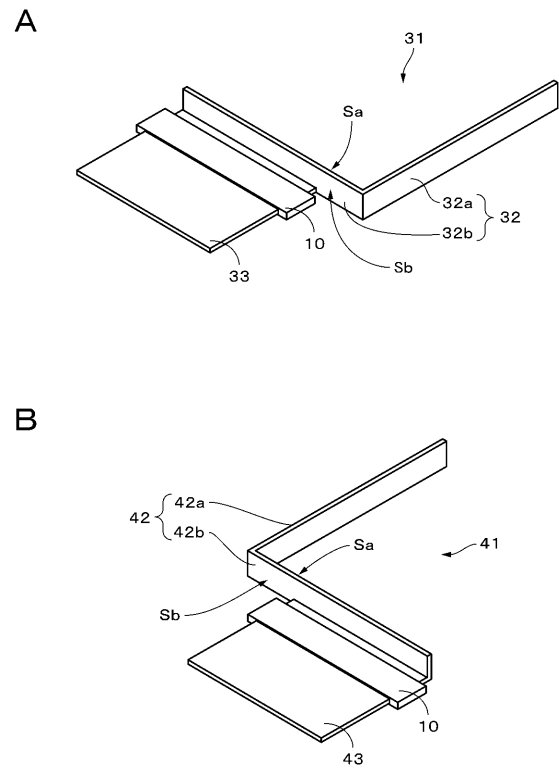
【図 2 4】



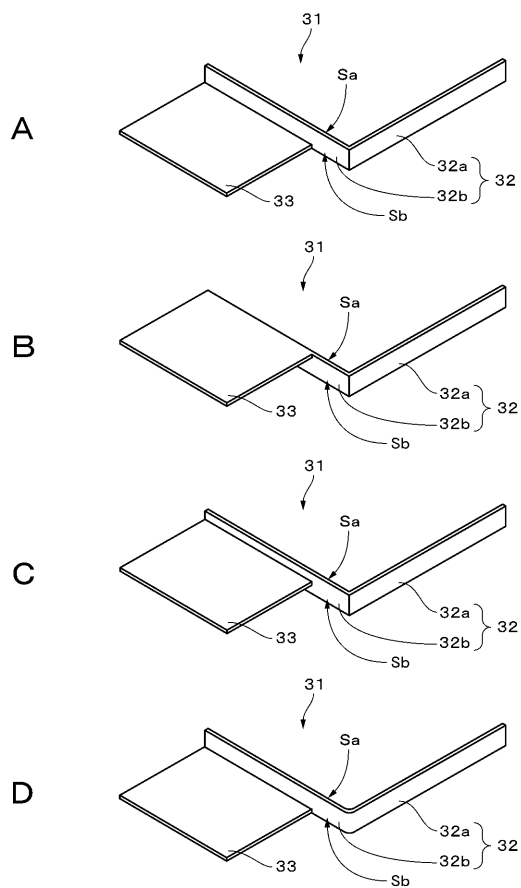
【図 25】



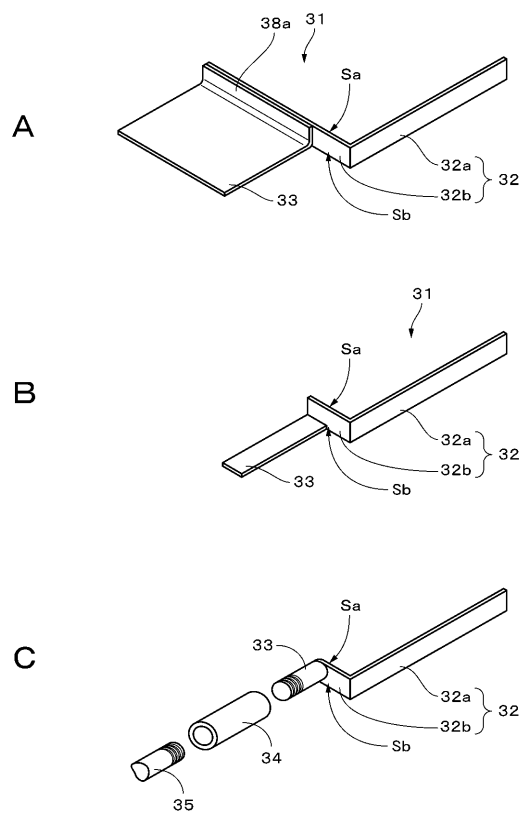
【図 26】



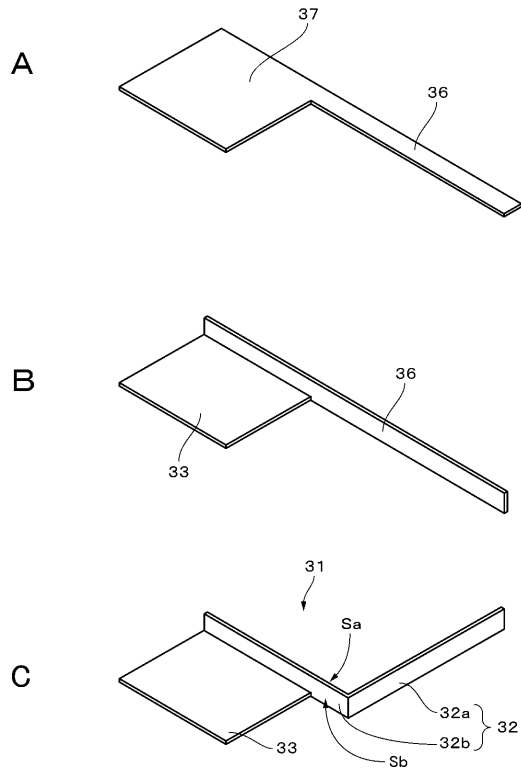
【図 27】



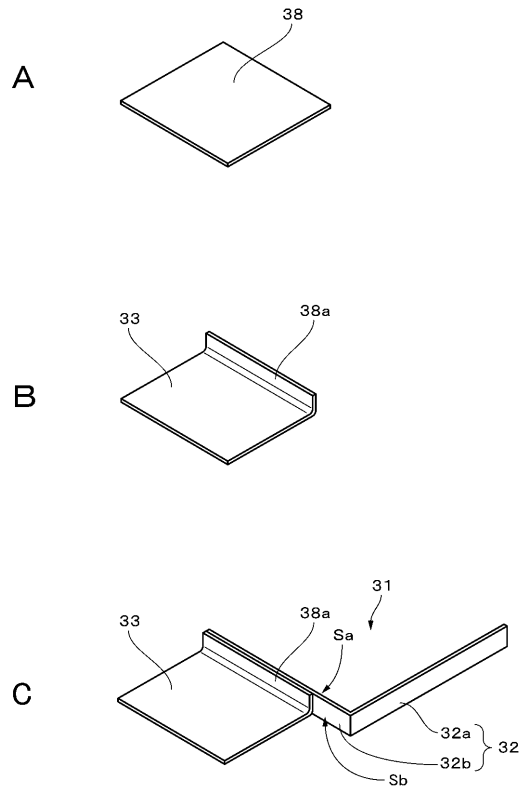
【図 28】



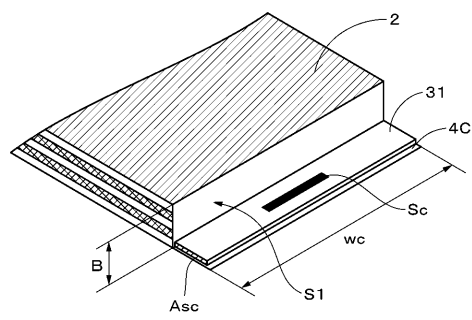
【図 29】



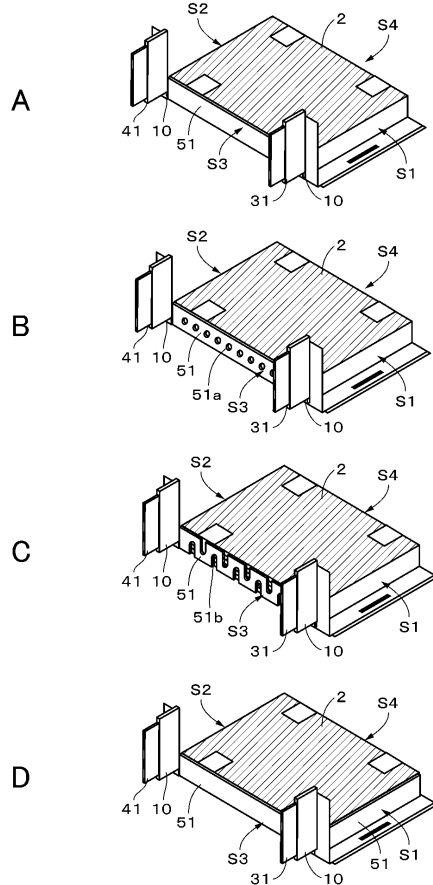
【図 30】



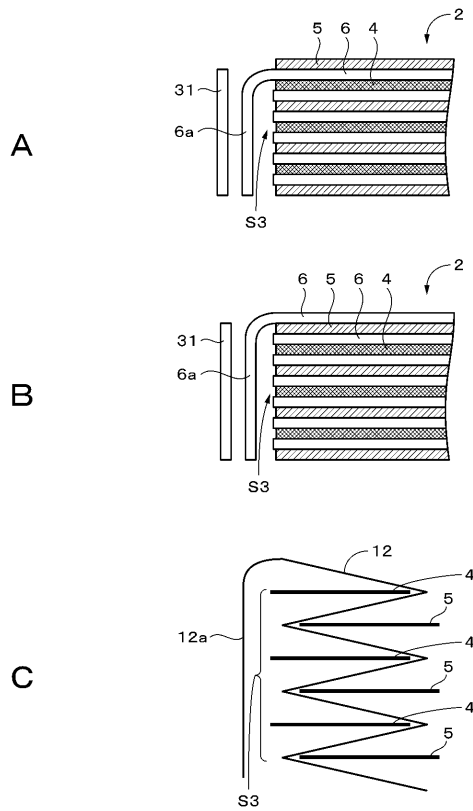
【図 31】



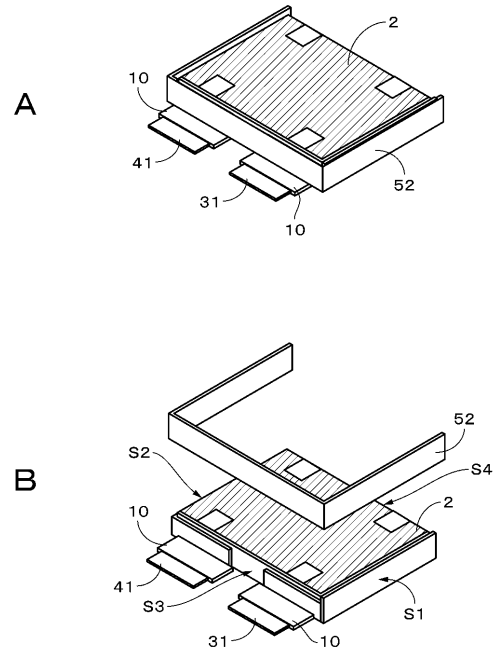
【図 32】



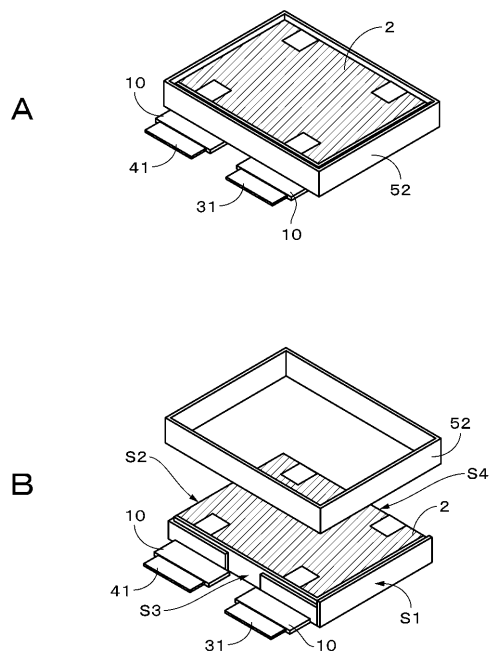
【図 3 3】



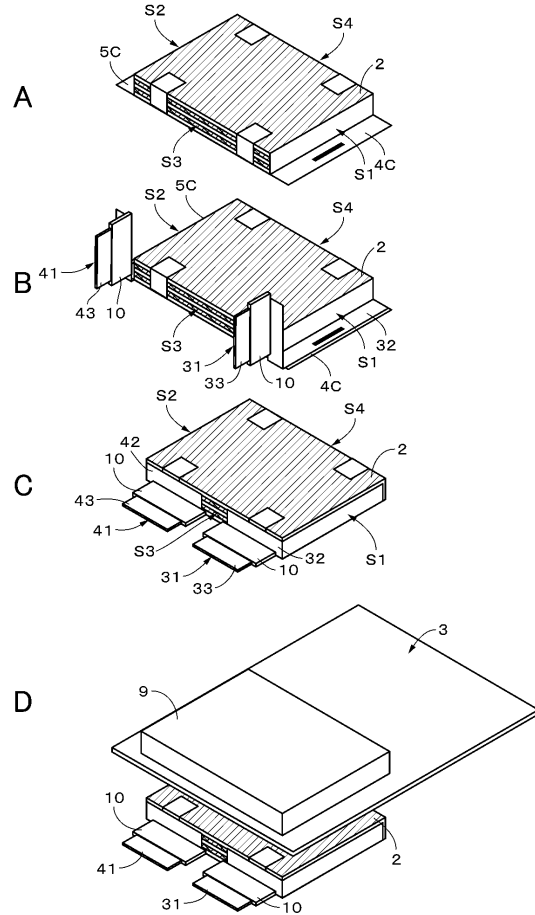
【図 3 4】



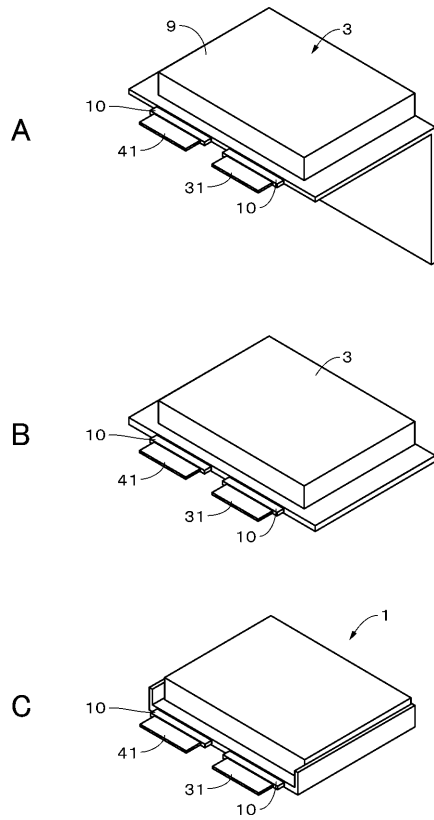
【図 3 5】



【図 3 6】



【図 37】



フロントページの続き

- (72)発明者 中村 智之
福島県郡山市日和田町高倉字下杉下1番地の1 ソニーエナジー・デバイス株式会社内
- (72)発明者 林 邦彦
福島県郡山市日和田町高倉字下杉下1番地の1 ソニーエナジー・デバイス株式会社内
- (72)発明者 小西 陽介
福島県郡山市日和田町高倉字下杉下1番地の1 ソニーエナジー・デバイス株式会社内
- (72)発明者 笹木 旭
福島県郡山市日和田町高倉字下杉下1番地の1 ソニーエナジー・デバイス株式会社内
- (72)発明者 西塔 明
福島県郡山市日和田町高倉字下杉下1番地の1 ソニーエナジー・デバイス株式会社内

F ターム(参考) 5H028 CC11 HH05 HH10

5H029 AJ06 AK01 AK02 AK03 AK05 AL01 AL02 AL03 AL04 AL06

AL07 AL08 AL11 AM03 AM05 AM07 AM16 BJ04 BJ12 DJ05

HJ04 HJ12 HJ19

5H043 AA03 BA19 BA20 CA08 CA13 EA06 EA32 HA02E HA17E JA07E

KA01E KA06E KA07E KA08E KA09E KA10E LA02E LA11E LA21E LA31E

5H050 AA12 BA17 BA18 CA01 CA02 CA05 CA08 CA09 CA11 CB01

CB02 CB03 CB05 CB07 CB08 CB09 CB11 CB20 DA20 FA02

HA04 HA12 HA19