

(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2015-118917

(P2015-118917A)

(43) 公開日 平成27年6月25日 (2015.6.25)

(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 W	5E078
HO 1 M 10/0587 (2010.01)	HO 1 M 10/0587	5H011
HO 1 M 2/02 (2006.01)	HO 1 M 2/02 A	5H024
HO 1 M 2/20 (2006.01)	HO 1 M 2/20 A	5H028
HO 1 M 2/10 (2006.01)	HO 1 M 2/10 E	5H029
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 20 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2014-191185 (P2014-191185)	(71) 出願人	507151526
(22) 出願日	平成26年9月19日 (2014.9.19)		株式会社GSユアサ
(31) 優先権主張番号	特願2013-237221 (P2013-237221)		京都府京都市南区吉祥院西ノ庄猪之馬場町
(32) 優先日	平成25年11月15日 (2013.11.15)		1番地
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100074332
			弁理士 藤本 昇
		(74) 代理人	100114432
			弁理士 中谷 寛昭
		(72) 発明者	加古 智典
			京都府京都市南区吉祥院西ノ庄猪之馬場町
			1番地 株式会社GSユアサ内
		(72) 発明者	佐々木 丈
			京都府京都市南区吉祥院西ノ庄猪之馬場町
			1番地 株式会社GSユアサ内
		Fターム (参考)	5E078 AB02 AB13 HA07 HA23
			最終頁に続く

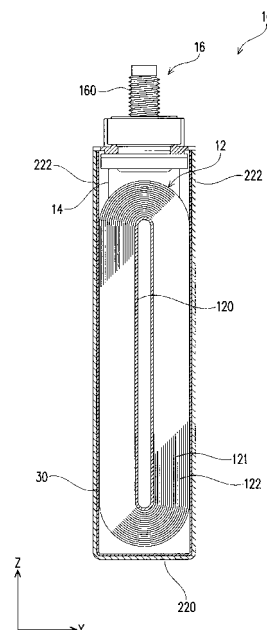
(54) 【発明の名称】 蓄電素子、及び蓄電素子モジュール

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】充放電サイクルを繰り返したときの充放電に関する特性の低下を抑えることができる蓄電素子及び蓄電素子モジュールの提供。

【解決手段】巻芯120と電極121、122とを有する電極体12とケースとを備え、ケース及び巻芯120は、ケースの第1部位C1が圧子によって押圧されて初期位置から1mm変位したときの圧子から該第1部位に加えられている第1圧力 P_1 と、巻芯120における第1部位と対向する第2部位が圧子によって押圧されて初期位置から1mm変位したときの圧子から該第2部位に加えられている第2圧力 P_2 と、の比 P_2/P_1 が、 $0.01 \leq P_2/P_1 \leq 100$ を満たすような強度をそれぞれ有している蓄電素子10。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

巻芯と該巻芯の周囲に巻回されている電極とを有する電極体と、

周壁を有するケースであって、前記周壁と前記巻芯との間に前記電極が密に積層された状態で前記電極体を内部に収容するケースと、を備え、

前記ケース及び前記巻芯は、前記ケースに前記電極体が収容されていない状態で該ケースの所定部位である第 1 部位が圧子によって押圧されて初期位置から 1 mm 変位したときの前記圧子から該第 1 部位に加えられている第 1 圧力 P_1 と、前記電極が巻回されていない状態で前記巻芯における前記第 1 部位と対向する部位である第 2 部位が前記圧子によって押圧されて初期位置から 1 mm 変位したときの前記圧子から該第 2 部位に加えられている第 2 圧力 P_2 と、の比 P_2 / P_1 が、 $0.01 \leq P_2 / P_1 \leq 100$ を満たすような剛性をそれぞれ有することを特徴とする蓄電素子。

10

【請求項 2】

前記第 1 圧力 P_1 及び第 2 圧力 P_2 は、それぞれ 1 kgf/cm^2 以上であることを特徴とする請求項 1 に記載の蓄電素子。

【請求項 3】

前記第 1 圧力 P_1 及び第 2 圧力 P_2 は、それぞれ 100 kgf/cm^2 以下であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の蓄電素子。

【請求項 4】

前記第 1 圧力 P_1 と第 2 圧力 P_2 との比 P_2 / P_1 は、 $0.1 \leq P_2 / P_1 \leq 10$ を満たすことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の蓄電素子。

20

【請求項 5】

前記第 1 圧力 P_1 と第 2 圧力 P_1 との比 P_2 / P_1 が 1 であることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の蓄電素子。

【請求項 6】

前記ケースは、矩形状の底壁部と、前記底壁部の周縁の長辺位置から立設された一对の長壁部と、前記底壁部の周縁の短辺位置から立設された一对の短壁部であって前記一对の長壁部の対向する端部同士を接続する一对の短壁部と、を有する、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の蓄電素子。

【請求項 7】

30

前記巻芯は、平面部を有し、

前記ケースは、前記巻芯の平面部と前記長壁部とが略平行になるように前記電極体を収容し、

前記電極は、前記ケースの前記長壁部と前記巻芯の前記平面部との間に挟まれている、請求項 6 に記載の蓄電素子。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の蓄電素子と、

前記蓄電素子と電氣的に接続されるバスバ部材と、を備えることを特徴とする、蓄電素子モジュール。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、充放電が可能な蓄電素子、及び前記蓄電素子を備える蓄電素子モジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、電極体と、この電極体を収容するケースとを備えた二次電池等の充放電可能な蓄電素子が知られている。この種の蓄電素子には、例えば図 12 に示すような、巻芯 101 と、巻芯 101 の周囲に巻回された電極 102 とを有する電極体 100 を備えたものがある。このような蓄電素子では、充放電サイクルが繰り返されると、電極 102 の膨張

50

、収縮が繰り返される。このため、前記蓄電素子では、前記膨張、収縮に起因する電極 102 の変形等により、容量保持率等の充放電に関する特性が低下することがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 6 - 203870 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

そこで、本発明は、上記問題に鑑み、充放電サイクルを繰り返したときの充放電に関する特性の低下を抑えることができる蓄電素子、及び蓄電素子モジュールを提供することを課題とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の発明者らは、上記課題を解消すべく鋭意研究を行った結果、蓄電素子における充放電サイクルの繰り返し（即ち、巻回されている電極の膨張、収縮の繰り返し）に起因する変形等の度合いが、電極が膨張、収縮したときのケースが電極を押す強さと巻芯が電極を押す強さとのバランスによって変化することを発見した。そこで、この発見に基づき前記発明者らは、このケースの前記電極を押す強さと、巻芯の前記電極を押す強さとのバランスに着目し、以下の構成の蓄電素子、及び蓄電素子モジュールを創作した。

20

【0006】

本発明に係る蓄電素子は、

巻芯と該巻芯の周囲に巻回されている電極とを有する電極体と、

周壁を有するケースであって、前記周壁と前記巻芯との間に前記電極が密に積層された状態で前記電極体を内部に收容するケースと、を備え、

前記ケース及び前記巻芯は、前記ケースに前記電極体が收容されていない状態で該ケースの所定部位である第 1 部位が圧子によって押圧されて初期位置から 1 mm 変位したときの前記圧子から該第 1 部位に加えられている第 1 圧力 P_1 と、前記電極が巻回されていない状態で前記巻芯における前記第 1 部位と対向する部位である第 2 部位が前記圧子によって押圧されて初期位置から 1 mm 変位したときの前記圧子から該第 2 部位に加えられている第 2 圧力 P_2 と、の比 P_2 / P_1 が、 $0.01 \leq P_2 / P_1 \leq 100$ を満たすような剛性をそれぞれ有することを特徴とする。

30

【0007】

かかる構成によれば、充放電サイクルによって電極が膨張、収縮したときに、ケースと巻芯とによって内側と外側から適度な力でバランスよく挟み込まれる。このため、巻回されている電極において、充放電による膨張、収縮に起因する歪み、変形等が抑えられ、これにより、充放電サイクルを繰り返したときの充放電に関する特性（例えば、容量保持率等）の低下が抑えられる。

【0008】

この場合、

40

前記第 1 圧力 P_1 及び第 2 圧力 P_2 は、それぞれ 1 kgf/cm^2 以上であることが好ましい。

【0009】

第 1 圧力 P_1 及び第 2 圧力 P_2 がそれぞれ 1 kgf/cm^2 より小さいと、電極の膨張、収縮によって変形したケース及び巻芯が元の形に戻りにくくなり、巻回されている電極間に隙間が生じやすくなるが、上記構成によれば、前記の変形したケース及び巻芯が元の形に戻りにくくなること、を防ぐことができる。

【0010】

また、

前記第 1 圧力 P_1 及び第 2 圧力 P_2 は、それぞれ 100 kgf/cm^2 以下であること

50

が好ましい。

【0011】

第1圧力 P_1 及び第2圧力 P_2 がそれぞれ 100 kgf/cm^2 より大きいと、電極が膨張したときにケース及び巻芯が十分に変形できず、これにより、電極自体に大きな圧力が加わって電極が損傷等する場合があるが、上記構成によれば、電極が膨張をしたときにケース及び巻芯が十分に変形して前記損傷等を防ぐことができる。

【0012】

また、

前記第1圧力 P_1 と第2圧力 P_2 との比 P_2/P_1 は、 $0.1 \leq P_2/P_1 \leq 10$ を満たすことが好ましい。

10

【0013】

かかる構成によれば、充放電サイクルによって電極が膨張、収縮したときに、該電極がケースと巻芯とによって内側と外側から適度な力によってよりバランスよく挟み込まれる。これにより、充放電サイクルを繰り返したときの充放電に関する特性（例えば、容量保持率等）の低下がより効果的に抑えられる。

【0014】

また、

前記第1圧力 P_1 と第2圧力 P_1 との比 P_2/P_1 が1であること、がより好ましい。

【0015】

かかる構成によれば、充放電サイクルが繰り返されたときの充放電に関する特性（例えば、容量保持率等）の低下を最も抑えることができる。

20

【0016】

前記蓄電素子では、

前記ケースは、矩形状の底壁部と、前記底壁部の周縁の長辺位置から立設された一对の長壁部と、前記底壁部の周縁の短辺位置から立設された一对の短壁部であって前記一对の長壁部の対向する端部同士を接続する一对の短壁部と、を有してもよい。

【0017】

この場合、

前記巻芯は、平面部を有し、

前記ケースは、前記巻芯の平面部と前記長壁部とが略平行になるように前記電極体を収容し、

30

前記電極は、前記ケースの前記長壁部と前記巻芯の前記平面部との間に挟まれていてもよい。

【0018】

本発明に係る蓄電素子モジュールは、

上記の蓄電素子と、

前記蓄電素子と電氣的に接続されるバスバ部材と、を備えることを特徴とする。

【0019】

かかる構成によれば、蓄電素子モジュールを構成する蓄電素子において、充放電サイクルによって電極が膨張、収縮したときに、ケースと巻芯とによって内側と外側から適度な力でバランスよく挟み込まれる。このため、巻回されている電極において、充放電による膨張、収縮に起因する歪み、変形等が抑えられ、これにより、蓄電素子モジュールを構成する前記蓄電素子において、充放電サイクルを繰り返したときの充放電に関する特性（例えば、容量保持率等）の低下が抑えられる。その結果、蓄電素子モジュールの充放電に関する特性の低下も抑えられる。

40

【発明の効果】

【0020】

以上より、本発明によれば、充放電サイクルを繰り返したときの充放電に関する特性の低下を抑えることができる蓄電素子、及び蓄電素子モジュールを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 2 1 】

【図 1】本実施形態に係る非水電解質二次電池の斜視図である。

【図 2】図 1 における I I—I I 位置の断面図である。

【図 3】図 1 における I I I—I I I 位置の拡大断面図である。

【図 4】第 1 圧力の求め方を説明するための図である。

【図 5】第 2 圧力の求め方を説明するための図である。

【図 6】蓄電素子モジュールの概略斜視図である。

【図 7】対称拘束の 1 / 4 のケースのモデルを示す斜視図である。

【図 8】前記ケースのモデルが 1 / 4 の円形圧子のモデルによって押圧されたときの該ケースの各部位における変位を示す解析図である。

10

【図 9】対称拘束の 1 / 4 の巻芯のモデルを示す斜視図である。

【図 10】前記巻芯のモデルが 1 / 4 の円形圧子のモデルによって押圧されたときの該巻芯の各部位における変位を示す解析図である。

【図 11】充電サイクル試験の結果を示す図である。

【図 12】従来の二次電池における電極体の斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 2 】

以下、本発明の一実施形態について、図 1 ~ 図 5 を参照しつつ説明する。本実施形態に係る蓄電素子は、リチウムイオン二次電池等の非水電解質二次電池（以下、単に「電池」と称する。）である。

20

【 0 0 2 3 】

具体的には、図 1 ~ 図 3 に示すように、電池 10 は、ケース 20 と、電極体 12 と、一对の集電体 14、14 と、一对の端子部 16、16 と、を備える。

【 0 0 2 4 】

ケース 20 は、ケース本体 22 と、蓋体 24 とを有する。このケース 20 は、ケース本体 22 と蓋体 24 とによって囲まれた内部空間 S に、電極体 12、一对の集電体 14、14 及び電解液等を収容する。ケース本体 22 と蓋体 24 とは、例えば、アルミニウム、又はアルミニウム合金等のアルミニウム系金属材料によって形成される。このケース本体 22 と蓋体 24 との端部同士が溶接されることによって、ケース 20 が構成される。

【 0 0 2 5 】

尚、ケース本体 22 と蓋体 24 との材質は、アルミニウム系金属に限定されない。ケース本体 22 及び蓋体 24 は、SUS、ニッケル等の金属材料、アルミニウムにナイロン等の樹脂を接着した複合材料等によって形成されてもよい。

30

【 0 0 2 6 】

ケース本体 22 は、偏平な有底角筒形状を有する。具体的に、ケース本体 22 は、底壁部 220 と、底壁部 220 の周縁から底壁部 220 の法線方向に立設された角筒状の周壁 221 と、を有する。底壁部 220 は、該底壁部 220 の法線方向視において、一方向に長く且つ四隅が円弧の矩形状である。周壁 221 は、底壁部 220 周縁の長辺位置から立設された一对の長壁部 222、222 と、底壁部 220 周縁の短辺位置から立設された一对の短壁部 223、223 とを有する。尚、以下では、底壁部 220 の長辺方向を X 軸方向とし、底壁部 220 の短辺方向を Y 軸方向とし、底壁部 220 の法線方向を Z 軸方向とする（図 1 参照）。

40

【 0 0 2 7 】

このケース本体 22 は、該ケース 20 と電極体 12 の巻芯 120 との強度（剛性）のバランスが所定の範囲内となるように、形成されている。この強度のバランスについての詳細は後述する。

【 0 0 2 8 】

蓋体 24 は、ケース本体 22 の開口周縁部に重ねられてケース本体 22 の開口を塞ぐ。蓋体 24 は、平面視において、ケース本体 22 の外周縁（輪郭）に対応した形状を有する。即ち、蓋体 24 は、平面視において X 軸方向に長く且つ四隅が円弧の矩形状の板材であ

50

る。

【 0 0 2 9 】

また、蓋体 2 4 には、一対の端子用貫通孔 2 4 0、2 4 0 と、ガス排出弁 2 4 2 と、注入部 2 4 4 とが設けられている（図 2 参照）。一対の端子用貫通孔 2 4 0、2 4 0 は、蓋体 2 4 において X 軸方向に間隔を空けて設けられている。ガス排出弁 2 4 2 は、薄肉部と破断溝とを有し、蓋体 2 4 の中央に設けられている。ガス排出弁 2 4 2 は、ケース 2 0 の内部圧力（ガス圧）が所定の値よりも大きくなったときに破断溝が裂けることによってケース 2 0 の内部と外部とを連通させてケース 2 0 内のガスを排出する。これにより、ガス排出弁 2 4 2 は、上昇したケース 2 0 の内部圧力を減圧させる。注入部 2 4 4 は、蓋体 2 4 に設けられた注液孔 2 4 5 と、この注液孔 2 4 5 を塞ぐ栓体 2 4 6 と、を有する。注液孔 2 4 5 は、電解液をケース 2 0 内に注液するための開口であり、栓体 2 4 6 は、注液後の注液孔 2 4 5 に差し込まれることによって注液孔 2 4 5 を閉鎖する。

10

【 0 0 3 0 】

ケース本体 2 2 と蓋体 2 4 とを有するケース 2 0 の寸法は、例えば、以下の通りである。

【 0 0 3 1 】

ケース本体 2 2 の幅（図 1 における X 軸方向の寸法）が 8 0 ~ 2 0 0 mm、ケース本体 2 2 の奥行き（図 1 における Y 軸方向の寸法）が 6 ~ 3 0 mm、ケース本体 2 2 の高さ（図 1 における Z 軸方向の寸法）が 6 0 ~ 1 5 0 mm であることが好ましい。ケース本体 2 2 の幅（図 1 における X 軸方向の寸法）が 1 0 0 ~ 1 5 0 mm、ケース本体 2 2 の奥行き（図 1 における Y 軸方向の寸法）が 8 ~ 1 5 mm、ケース本体 2 2 の高さ（図 1 における Z 軸方向の寸法）が 7 0 ~ 1 0 0 mm であることがより好ましい。

20

【 0 0 3 2 】

ケース本体 2 2 の周壁 2 2 1 及び底壁部 2 2 0 のそれぞれの厚さは、0 . 2 ~ 1 . 2 mm であることが好ましく、0 . 3 ~ 0 . 7 mm であることがより好ましい。巻芯 1 2 0 に厚さ 0 . 5 mm 以下の中空巻芯を用いる場合、ケース本体 2 2 の周壁 2 2 1 及び底壁部 2 2 0 のそれぞれの厚さは、0 . 2 ~ 0 . 5 mm であることが好ましい。蓋体 2 4 の厚さは、0 . 2 ~ 1 . 5 mm であることが好ましく、0 . 5 ~ 1 . 2 mm であることがより好ましい。

【 0 0 3 3 】

電極体 1 2 は、巻芯 1 2 0 と、巻芯 1 2 0 の周囲に巻回されている電極 1 2 1、1 2 2 と、を有する（図 2 及び図 3 参照）。

30

【 0 0 3 4 】

巻芯 1 2 0 は、X 軸方向の各位置における Y 軸方向及び Z 軸方向に沿った断面形状（詳しくは断面の輪郭）が同じ長円形状となる中空の長円筒形状を有する。この巻芯 1 2 0 は、例えば、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリフェニレンスルフィド等の合成樹脂製のフィルム又は板を巻回して接着あるいは溶接する等によって形成されている。

【 0 0 3 5 】

尚、巻芯 1 2 0 の素材は、合成樹脂に限定されず、例えば、アルミニウム、銅等の金属であってもよい。また、巻芯 1 2 0 は、中空の構造に限定されず、中実の構造であってもよい。この場合、巻芯 1 2 0 は、ゴム等のような電解液に対する耐性を有し且つ柔らかい材料によって形成される。

40

【 0 0 3 6 】

この巻芯 1 2 0 は、該巻芯 1 2 0 とケース 2 0 との強度（剛性）のバランスが所定の範囲内となるように、形成されている。本実施形態では、強度（剛性）のバランスとして、以下のようにして求める圧力 P_1 、 P_2 の比（ P_2 / P_1 ）を用い、この比が所定の範囲内となるように、ケース 2 0 と巻芯 1 2 0 とが形成されている。

【 0 0 3 7 】

図 4 に示すように、電極体 1 2 が収容されていない状態のケース 2 0（即ち、内部が空の状態のケース 2 0）における長壁部 2 2 2 の中央部（第 1 部位）C 1 を、直径 1 0 mm

50

の円形圧子によってY軸方向（長壁部222の法線方向）に押圧する（図4の矢印参照）。このとき用いられる圧子の押圧対象物との当接面（押圧面）の面積は、 0.785 cm^2 である。そして、圧子の押圧によって中央部C1が初期位置（圧子による押圧が行われていない状態での中央部C1の位置）から1mm変位したときの圧子から中央部C1に加えられている圧力を第1圧力 P_1 とする。

【0038】

また、図5に示すように、電極121、122が巻回されていない状態の巻芯120における平面部120A（Z軸方向両端の各電極121、122が湾曲した状態で積層されている部位120Bを除く部位）の中央部（第2部位）C2を、前記圧子によってY軸方向（該巻芯120の平面部120Aの法線方向）に押圧する（図5の矢印参照）。そして、圧子の押圧によって中央部C2が初期位置（圧子による押圧が行われていない状態での中央部C2の位置）から1mm変位したときの圧子から中央部C2に加えられている圧力を第1圧力 P_2 とする。尚、巻芯120の中央部C2は、巻芯120がケース20に収容されたときに、ケース20における長壁部222の中央部C1と対向する部位（位置）である。

10

【0039】

本実施形態では、ケース20及び巻芯120が、このようにして求められる第1圧力 P_1 と第2圧力 P_2 との比 P_2/P_1 が1となるような剛性をそれぞれ有する。例えば、ケース20及び巻芯120は、材質、各部位の寸法等を調整することによって、前記条件（ $P_2/P_1=1$ ）を満たすようにそれぞれ形成されている。これにより、充放電サイクルによって巻回された電極121、122が膨張、収縮したときに、ケース20（長壁部222）と巻芯120（平面部120A）とによって内側と外側から適度な力でバランスよく挟み込まれる。これにより、巻回された電極121、122において、前記膨張、収縮の繰り返しに起因する変形等及び電極121、122の合剤層の剥離等が効果的に抑えられる。

20

【0040】

また、本実施形態のケース20及び巻芯120は、第1圧力 P_1 及び第2圧力 P_2 がそれぞれ 1 kgf/cm^2 以上となるような剛性を有している。これは、第1圧力 P_1 及び第2圧力 P_2 がそれぞれ 1 kgf/cm^2 より小さくなるような剛性を、ケース20及び巻芯120が有していると、電極121、122の膨張、収縮によって変形したケース20及び巻芯120が元の形に戻りにくくなり、巻回された電極121、122間に隙間が生じやすくなるためである。即ち、第1圧力 P_1 及び第2圧力 P_2 がそれぞれ 1 kgf/cm^2 以上になるような剛性をケース20及び巻芯120が有することによって、電極121、122の膨張、収縮によって変形したケース20及び巻芯120が元の形に戻りにくくなることを防ぐことができる。

30

【0041】

また、本実施形態のケース20及び巻芯120は、第1圧力 P_1 及び第2圧力 P_2 がそれぞれ 100 kgf/cm^2 以下となるような剛性を有している。これは、第1圧力 P_1 及び第2圧力 P_2 がそれぞれ 100 kgf/cm^2 より大きくなるような剛性をケース20及び巻芯120が有していると、電極121、122が膨張したときにケース20及び巻芯120が十分に変形できず、これにより、電極121、122が膨張したときに電極121、122自体に大きな圧力が加わって損傷する（例えば、電極箔や活物質層に亀裂が生じる）場合等があるからである。即ち、第1圧力 P_1 及び第2圧力 P_2 がそれぞれ 100 kgf/cm^2 以下となるような剛性をケース20及び巻芯120が有することによって、電極121、122が膨張をしたときにケース20及び巻芯120が変形して前記損傷を防ぐことができる。

40

【0042】

尚、巻芯120のY軸方向の寸法は、1mmよりも大きいことが好ましい。これは、以下の理由による。巻芯120のY軸方向の寸法が1mm以下の場合、電極121、122の膨張、収縮時にこれを許容できるほど平面部120Aが凹むことができず、これにより

50

、充放電サイクルによって巻回された電極 1 2 1、1 2 2 が膨張、収縮したときに、ケース 2 0 (長壁部 2 2 2) と巻芯 1 2 0 (平面部 1 2 0 A) とによって内側と外側から適度な力で電極 1 2 1、1 2 2 をバランスよく挟み込むことができない。このため、前記電極 1 2 1、1 2 2 の膨張、収縮の繰り返しに起因する変形等を抑えることができず、充放電に関する特性の低下を抑えることができないからである。ここで、巻芯 1 2 0 の Y 軸方向の寸法とは、中実構造の場合は Y 軸方向の厚さ寸法であり、中空構造の場合は、Y 軸方向における平面部 1 2 0 A の外側の面同士の間隔である。

【0043】

また、電極体に巻芯が無い電池 (巻回された電極の内側に巻芯が配置されていない電池) では、電極が膨張したときに巻回された電極の内側 (巻回中心側) への逃げ代が無い (又は極めて少ない)。このため、電極体に巻芯が無い場合にも、巻回された電極 1 2 1、1 2 2 を内側と外側から適度な力でバランスよく挟み込むことができず、これにより、巻回された電極 1 2 1、1 2 2 における該電極 1 2 1、1 2 2 の膨張、収縮の繰り返しに起因する変形等を抑えることができない。

【0044】

本実施形態のケース 2 0 に加わる第 1 圧力 P_1 、及び巻芯 1 2 0 に加わる第 2 圧力 P_2 は、それぞれ、コンピュータシミュレーションによる解析によって測定される (算出される)。具体的には、以下の通りである。

【0045】

ケース 2 0 に加わる第 1 圧力 P_1 を測定する場合、まず、ケース 2 0 の材質、形状、及び寸法を入力したモデルを用意する。ついで、当該モデルのケース 2 0 における長壁部 2 2 2 の中央部 (第 1 部位) C 1 を、直径 10 mm の円形圧子によって Y 軸方向 (長壁部 2 2 2 の法線方向) に押圧する (図 4 の矢印参照)。このとき用いられる円形圧子の押圧対象物 (本実施形態の例では、ケース 2 0 の長壁部 2 2 2) との当接面 (押圧面) の面積は、 0.785 cm^2 とする。そして、円形圧子の押圧によって中央部 C 1 が初期位置 (円形圧子による押圧が行われていない状態での中央部 C 1 の位置) から 1 mm 変位したときの円形圧子から中央部 C 1 に加わる圧力を、コンピュータシミュレーションによって解析 (算出) する。これにより、第 1 圧力 P_1 が得られる (測定される)。尚、第 1 圧力 P_1 を測定する際、ケース 2 0 の形状が対称形状である場合には、対称拘束 (対称面に対して片側の部位のみを解析対象とする手法) のモデルを用いて解析してもよい。

【0046】

巻芯 1 2 0 に加わる第 2 圧力 P_2 を測定する場合、まず、巻芯 1 2 0 の材質、形状、及び寸法を入力したモデルを用意する。ついで、当該モデルの巻芯 1 2 0 における平面部 1 2 0 A の中央部 (第 2 部位) C 2 を、前記円形圧子によって Y 軸方向 (該巻芯 1 2 0 の平面部 1 2 0 A の法線方向) に押圧する (図 5 の矢印参照)。そして、円形圧子の押圧によって中央部 C 2 が初期位置 (円形圧子による押圧が行われていない状態での中央部 C 2 の位置) から 1 mm 変位したときの円形圧子から中央部 C 2 に加わる圧力を、コンピュータシミュレーションによって解析 (算出) する。これにより、第 2 圧力 P_2 が得られる (測定される)。尚、第 2 圧力 P_2 を測定する際、巻芯 1 2 0 の形状が対称形状である場合には、対称拘束 (対称面に対して片側の部位のみを解析対象とする手法) のモデルを用いて解析してもよい。

【0047】

本実施形態の電極体 1 2 は、帯状の正極 (正極用の電極) 1 2 1 と、帯状の負極 (負極用の電極) 1 2 2 と、帯状のセパレータ 1 2 4 と、を巻芯 1 2 0 の周囲に有する。これら正極 1 2 1 と負極 1 2 2 とがその間にセパレータ 1 2 4 を挟み且つ互いに幅方向 (帯状の電極 1 2 1、1 2 2 の長手方向と直交する方向: 図 2 における X 軸方向) にずれた状態で巻芯 1 2 0 の周囲に長円筒形状に巻回されている (図 3 参照)。このように長円筒形状に巻回された電極 1 2 1、1 2 2 は、Y 軸及び Z 軸に沿った断面形状 (断面の輪郭) が長円形状となる。

【0048】

10

20

30

40

50

正極 1 2 1 は、例えば、帯状のアルミニウム箔の表面に正極活物質を担持させたものである。負極 1 2 2 は、例えば、帯状の銅箔の表面に負極活物質を担持させたものである。これら正極 1 2 1 及び負極 1 2 2 は、幅方向（X 軸方向）の端縁部に、活物質の未塗工部を有している。これにより、電極体 1 2 の幅方向（X 軸方向）の端部において、活物質が未塗工状態のアルミニウム箔及び銅箔が露出している。このように、電極体 1 2 は、幅方向（X 軸方向）の一端部に正極 1 2 1（正極活物質が未塗工の部位）のみが突出することにより構成される正極側の突出部（電極体の正極）1 2 6 と、幅方向（X 軸方向）の他端部に負極 1 2 2（負極活物質が未塗工の部位）のみが突出することにより構成される負極側の突出部（電極体の負極）1 2 6 とを備える。

【0049】

正極活物質は、 $Li_a Me_b O_c$ （Me は、1 又は 2 以上の遷移金属を表す）によって表される複合酸化物（ $Li_a Co_y O_2$ 、 $Li_a Ni_x O_2$ 、 $Li_a Mn_z O_4$ 、 $Li_a Ni_x Co_y Mn_z O_2$ 等）を含むことが好ましい。また、Me は、少なくとも、Ni、Co、Mn のいずれをも含むことが好ましい。

【0050】

負極活物質は、グラファイト、難黒鉛化炭素、及び易黒鉛化炭素などの炭素材、又は、ケイ素（Si）及び錫（Sn）などのリチウムイオンと合金化反応を生じる材料を含むことが好ましい。負極活物質は、グラファイト、難黒鉛化炭素、及び易黒鉛化炭素の少なくとも一つを含むことがより好ましい。

【0051】

以上のように構成される電極体 1 2 は、絶縁部材 3 0 に收容された状態で、巻回軸方向がケース 2 0 の長手方向（X 軸方向）と一致し、長径方向が底壁部 2 2 0 の法線方向（Z 軸方向）と一致した姿勢でケース 2 0 内に收容されている（図 3 参照）。本実施形態の電池 1 0 では、電極 1 2 1、1 2 2 がケース 2 0 の対向する一对の長壁部 2 2 2、2 2 2 によって巻芯 1 2 0 に向かって押し付けられ、これにより、Y 軸方向に隣接する（積層された）電極 1 2 1、1 2 2 同士が密接するような状態でケース 2 0 内に收容（配置）されている。即ち、電極体 1 2 は、長壁部 2 2 2 と巻芯 1 2 0 の平面部 1 2 0 A との間に電極 1 2 1、1 2 2 が密に積層された状態で、ケース 2 0 内に收容されている。

【0052】

集電体 1 4 は、ケース 2 0 内において電極体 1 2 に沿って配置され、電極体 1 2 の突出部 1 2 6 と端子部 1 6 とを導通させる。本実施形態の電池 1 0 は、正極用の集電体 1 4 と、負極用の集電体 1 4 とを有する。正極用の集電体 1 4 は、正極側の突出部 1 2 6 と正極用の端子部 1 6 とを導通させる。負極用の集電体 1 4 は、負極側の突出部 1 2 6 と負極用の端子部 1 6 とを導通させる。本実施形態では、正極用の集電体 1 4 は、例えば、アルミニウム又はアルミニウム合金等によって構成される。また、負極用の集電体 1 4 は、例えば、銅又は銅合金等によって構成される。

【0053】

各集電体 1 4 は、端子部 1 6 に直接的に又は間接的に接続される端子側接続部 1 4 0 と、電極体 1 2 の突出部 1 2 6 に直接的に又は間接的に接続される電極体側接続部 1 4 1 とを有する。集電体 1 4 は、所定形状に裁断された板状の金属材料を曲げ加工することにより、正面視において電極体 1 2 に沿うように端子側接続部 1 4 0 と電極体側接続部 1 4 1 との境界部において屈曲した形状（略 L 字状）に成形されている。

【0054】

端子部 1 6 は、蓋体 2 4 の端子用貫通孔 2 4 0 を貫通した状態で蓋体 2 4 に取り付けられている。具体的に、端子部 1 6 は、外部端子 1 6 0 と、リベット 1 6 1 と、導通部 1 6 2 と、を有する。外部端子 1 6 0 は、ケース 2 0 の外部で上方に延びる。リベット 1 6 1 は、蓋体 2 4 の端子用貫通孔 2 4 0 を貫通し、集電体 1 4（端子側接続部 1 4 0）と導通部 1 6 2 とを導通可能な状態で蓋体 2 4 に固定する。導通部 1 6 2 は、リベット 1 6 1 を介して外部端子 1 6 0 を集電体 1 4 に導通可能に接続する。

【0055】

10

20

30

40

50

以上のように構成される電池 10 では、充放電サイクルによって電極 121、122 が膨張、収縮したときに、巻回されている電極 121、122 がケース 20（長壁部 222）と巻芯 120（平面部 120A）とによって内側と外側から適度な力でバランスよく挟み込まれる。このため、巻回されている電極 121、122 において、充放電による膨張、収縮に起因する歪み、変形等を効果的に抑えることができる。この結果、電池 10 において、充放電サイクルを繰り返したときの充放電に関する特性（例えば、容量保持率等）の低下を抑えることができる。

【0056】

尚、本発明の蓄電素子は、上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

10

【0057】

上記実施形態の電池 10 では、第 1 圧力 P_1 と第 2 圧力 P_2 との比 P_2 / P_1 が 1 であるが、この構成に限定されない。第 1 圧力 P_1 と第 2 圧力 P_2 との比 P_2 / P_1 が 1 のときに、充放電サイクルが繰り返されたときの充放電に関する特性（例えば、容量保持率等）の低下が最も抑えられるが、第 1 圧力 P_1 と第 2 圧力 P_2 との比 P_2 / P_1 が 0.01 P_2 / P_1 100 を満たすように、より好ましくは 0.1 P_2 / P_1 10 を満たすように、ケース 20 及び巻芯 120 が形成されていればよい。即ち、第 1 圧力 P_1 と第 2 圧力 P_2 との比 P_2 / P_1 が 0.01 P_2 / P_1 100（より好ましくは 0.1 P_2 / P_1 10）を満たすような剛性をケース 20 及び巻芯 120 が有していればよい。かかる構成によれば、充放電サイクルによって電極 121、122 が膨張、収縮したときに、巻回されている電極 121、122 において、充放電による膨張、収縮に起因する歪み、変形等が抑えられ、これにより、充放電サイクルを繰り返したときの充放電に関する特性の低下を十分に抑えることができる。

20

【0058】

また、上記実施形態の電池 10 では、ケース 20 に収容される電極体 12 は、1 つであるが、2 つ以上であってもよい。

【0059】

また、上記実施形態においては、充放電可能な二次電池（リチウムイオン二次電池）について説明したが、電池の種類や大きさ（容量）は任意である。また、上記実施形態において、蓄電素子の一例として、リチウムイオン二次電池について説明したが、これに限定されるものではない。例えば、本発明は、種々の二次電池、その他、一次電池や、電気二重層キャパシタ等のキャパシタの蓄電素子にも適用可能である。

30

【0060】

また、上記実施形態の蓄電素子（電池）10 は、図 6 に示すような蓄電素子モジュール 50 に用いられてもよい。この蓄電素子モジュール 50 は、少なくとも二つの蓄電素子 10、10、... と、二つの（異なる）蓄電素子 10 同士を電氣的に接続するバスバ部材 52 とを有する。この場合、本発明の技術が少なくとも一つの蓄電素子 10 に適用されていればよい。

【実施例 1】

【0061】

ここで、本発明に係る電池の効果を確認するために、第 1 圧力 P_1 と第 2 圧力 P_2 との比 P_2 / P_1 が異なるケース及び巻芯を備えた電池（第 1 の電池～第 6 の電池）を用い、充放電サイクル試験における充放電に関する特性（本実施例においては容量保持率）の変化を調べた。

40

【0062】

このとき使用した第 1 の電池は、以下の通りである。

【0063】

ケース本体は、アルミニウム合金（A1085 材によって形成されている。このケース本体の幅（図 1 における X 軸方向の寸法）は 120 mm であり、奥行き（図 1 における Y 軸方向の寸法）は 12.5 mm であり、高さ（図 1 における Z 軸方向の寸法）は 85 mm

50

であり、周壁及び底壁部の厚さはそれぞれ 0.6 mm である。

【0064】

尚、アルミニウム合金（A1085材）は、アルミニウムの純度が99%以上の部材である。具体的なアルミニウム合金（A1085材）の成分は、次の通りである。Siが0.10%以下、Feが0.12%以下、Cuが0.03%以下、Mnが0.02%以下、Mgが0.02%以下、Znが0.03%以下、Gaが0.03%、Vが0.05%以下、Tiが0.02%以下、Alが99.85%以上である。

【0065】

蓋体は、アルミニウム合金（A1085材）によって形成され、蓋体の厚さは0.6 mmである。

10

【0066】

巻芯は、厚さが1 mm、幅が95 mmのポリフェニレンスルフィド板を巻回することによって形成された長円形（両端が半円形状）の中空巻芯である。この巻芯の高さ（図5におけるZ軸方向の寸法）は65 mmであり、厚さ（奥行き：図5におけるY軸方向の寸法）は3 mmである。また、巻芯の中空部の厚さは1 mmである。

【0067】

電極体は、正極と負極との間にポリエチレン製のセパレータを配置して互いに隔離した状態でこれら正極及び負極を巻芯の周囲に巻回することによって形成されている。正極の正極活物質には、 $\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ が用いられ、負極の負極活物質にはグラファイトが用いられている。この電極体がケース本体に収容されて蓋体に取り付けられた端子部と電氣的に接続されることによって第1の電池が形成される。この第1の電池の初期容量は6 Ahであった。

20

【0068】

第1の電池に用いられるケースに加わる第1圧力 P_1 、及び第1の電池に用いられる巻芯に加わる第2圧力 P_2 は、それぞれ、上述の材質、形状、及び寸法を入力したモデルを用いたコンピュータシミュレーションでの解析によって測定された。このとき、ケースに加わる第1圧力 P_1 は、円形圧子によって押圧される長壁部と対向する長壁部が拘束された状態（条件）で解析された。また、巻芯に加わる第2圧力 P_2 は、円形圧子によって押圧される平面部と対向する平面部が拘束された状態（条件）で解析された。

【0069】

30

具体的に、第1圧力 P_1 及び第2圧力 P_2 は、以下の通り測定された。

【0070】

本実施例の第1の電池に用いられるケースは、周壁、底壁部、及び蓋体の厚さがいずれも同一の略直方体形状である。このため、第1圧力 P_1 は、図7に示すような対称拘束の1/4のモデルを用いて解析された。ケースが対称拘束の1/4のモデルであることに伴い、円形圧子においても、1/4のモデルが用いられた。本モデルのケースにおいて、円形圧子により押圧される中央部は、図7において実線で囲まれた内角が90°の扇形状部60内である。

【0071】

本モデルに対して、円形圧子によって押圧することにより、中央部が初期位置から1 mm変位した状態を現す解析図を図8に示す。図8を参照すると、扇形状部60を中心に、ケースの各部位が初期位置から変位していることがわかる。この状態において、円形圧子から中央部に加えられている圧力を解析することにより、第1圧力 P_1 が測定された。

40

【0072】

本実施例の第1の電池に用いられる巻芯は、厚さが一定のポリフェニレンスルフィド板を巻回することによって形成された長円形（扁平な筒状）である。このため、第2圧力 P_2 は、図9に示すように、対称拘束の1/4のモデルを用いて解析された。巻芯が対称拘束の1/4のモデルであることに伴い、円形圧子においても、1/4のモデルが用いられる。本モデルの巻芯において、円形圧子により押圧される中央部は、図9において実線で囲まれた内角が90°の扇形状部61内である。

50

【 0 0 7 3 】

本モデルに対して、円形圧子によって押圧することにより、中央部が初期位置から 1 m 変位した状態を現す解析図を図 1 0 に示す。図 1 0 を参照すると、扇形状部 6 1 を中心に、巻芯の各部位が初期位置から変位していることがわかる。この状態において、円形圧子から中央部に加えられている圧力を解析することにより、第 2 圧力 P_2 が測定された。

【 0 0 7 4 】

第 1 の電池に用いられるケースの第 1 圧力 P_1 を測定すると、 4.5 kgf/cm^2 であり、第 1 の電池に用いられる巻芯の第 2 圧力 P_2 を測定すると、 4.8 kgf/cm^2 であった。よって、第 1 の電池における第 1 圧力 P_1 と第 2 圧力 P_2 との比 P_2 / P_1 は、 $0.94 (1)$ となる。

10

【 0 0 7 5 】

以上のように構成される第 1 の電池を、雰囲気（周囲の）温度が 5 の環境下におき、SOC (State Of Charge) 0 ~ 100 % (2.75 ~ 4.2 V)、1 C レート（電池の全容量を 1 時間かけて充放電する電流値）で連続充放電試験を行った。この充放電サイクル試験では、250、500、1000、1500 時間経過時のみ充放電を休止させ、容量測定を行った。その結果を図 1 1 において $P_2 / P_1 = 1$ として示す。

【 0 0 7 6 】

また、ケース（ケース本体及び蓋体）と巻芯との厚さをそれぞれ調整して、第 1 圧力 P_1 と第 2 圧力 P_2 との比 P_2 / P_1 が 0.001、0.01、0.1、10、100 となるような電池（第 2 の電池 ~ 第 6 の電池）をそれぞれ用意し、上記同様、各電池を、5 環境下におき、SOC 0 ~ 100 % (2.75 ~ 4.2 V)、1 C レートで連続充放電試験を行った。その結果を図 1 1 に示す。

20

【 0 0 7 7 】

これらの結果から、第 1 圧力 P_1 と第 2 圧力 P_2 との比 P_2 / P_1 が 0.01 P_2 / P_1 100 を満たすときに、充放電に関する特性の低下率が 1500 サイクル時間 / h において 10 % 程度に抑えられることが確認できた。また、この結果から、第 1 圧力 P_1 と第 2 圧力 P_2 との比 P_2 / P_1 が 1 のとき ($P_2 / P_1 = 1$ のとき) に、充放電に関する特性の低下を最も抑えることができることが確認できた。

【 符号の説明 】

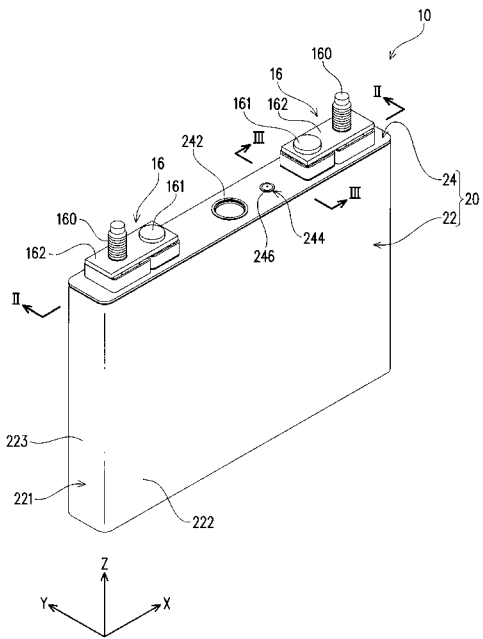
30

【 0 0 7 8 】

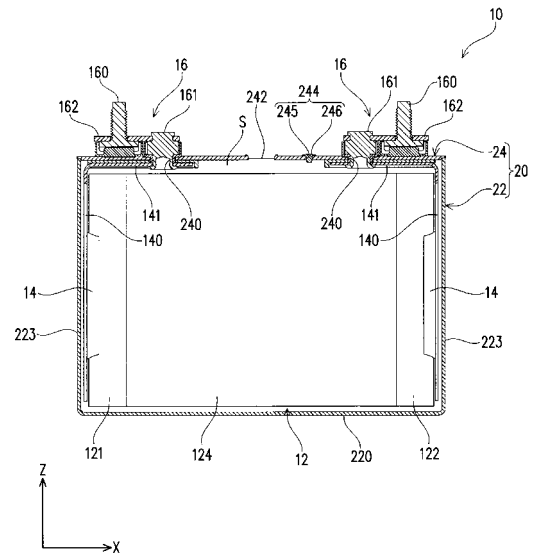
- 1 0 電池（蓄電素子）
- 1 2 電極体
- 1 2 0 巻芯
- 1 2 1 正極（電極）
- 1 2 2 負極（電極）
- 1 4 集電体
- 2 0 ケース
- C 1 ケースにおける長壁部の中央部（第 1 部位）
- C 2 巻芯の中央部（第 2 部位）
- P_1 圧子から長壁部の中央部（第 1 部位）に加えられている第 1 圧力
- P_2 圧力から巻芯の中央部（第 2 部位）に加えられている第 2 圧力
- P_2 / P_1 第 1 圧力と第 2 圧力との比

40

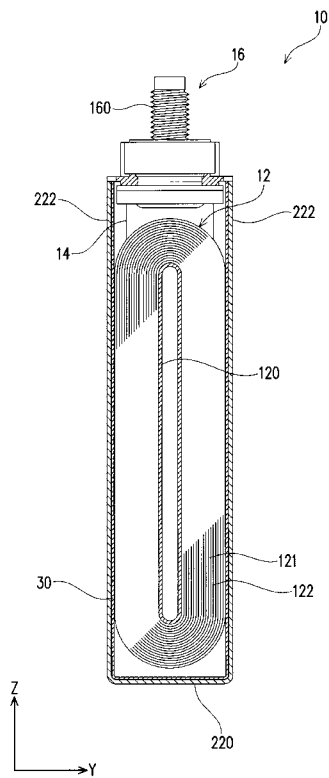
【図 1】



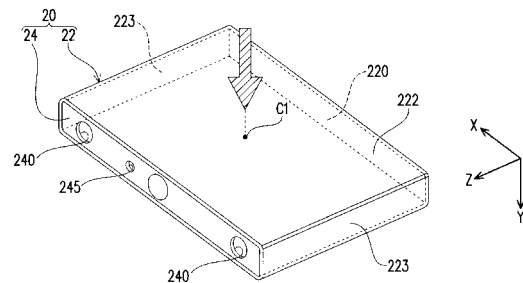
【図 2】



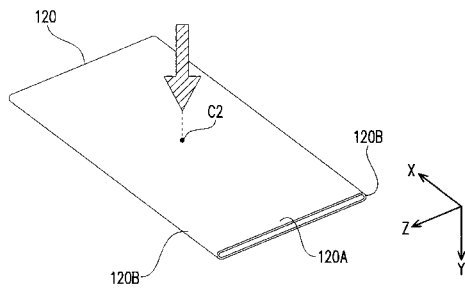
【図 3】



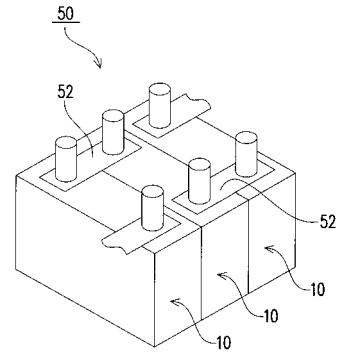
【図 4】



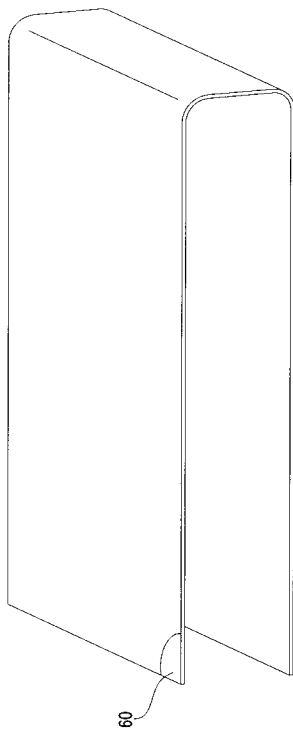
【 図 5 】



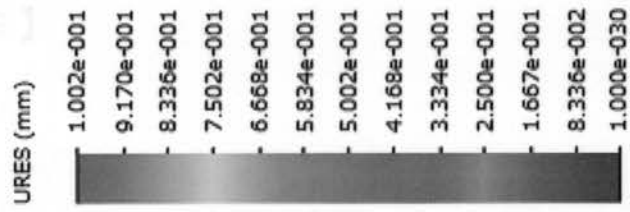
【 図 6 】



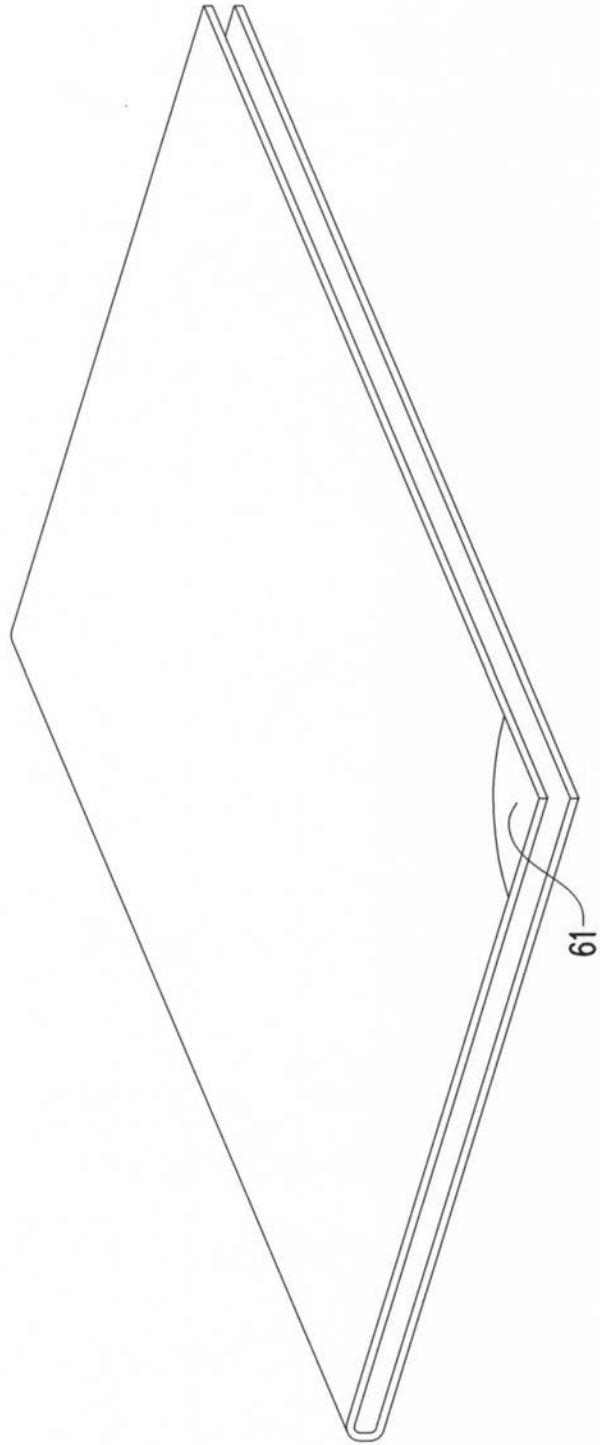
【 図 7 】



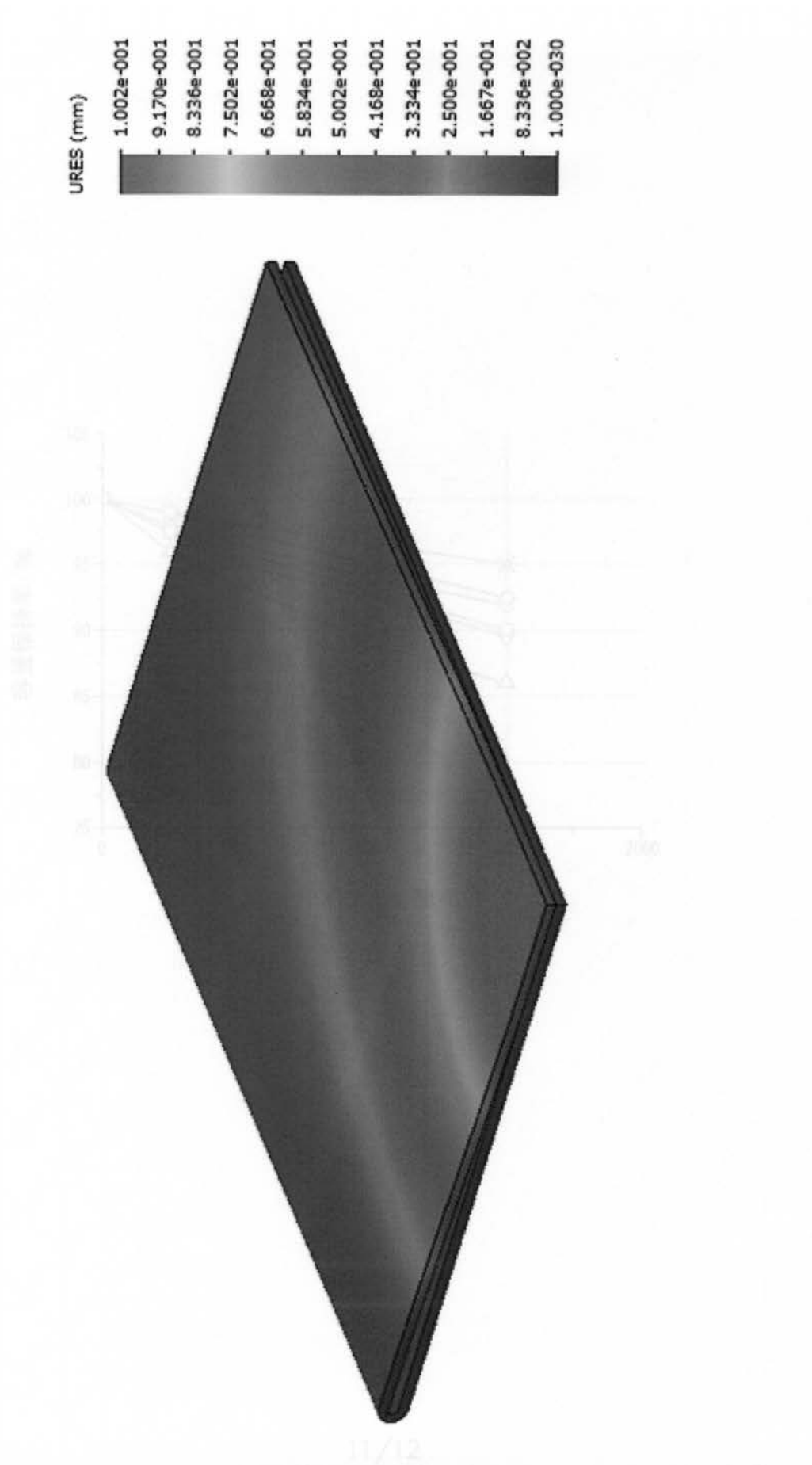
【 図 8 】



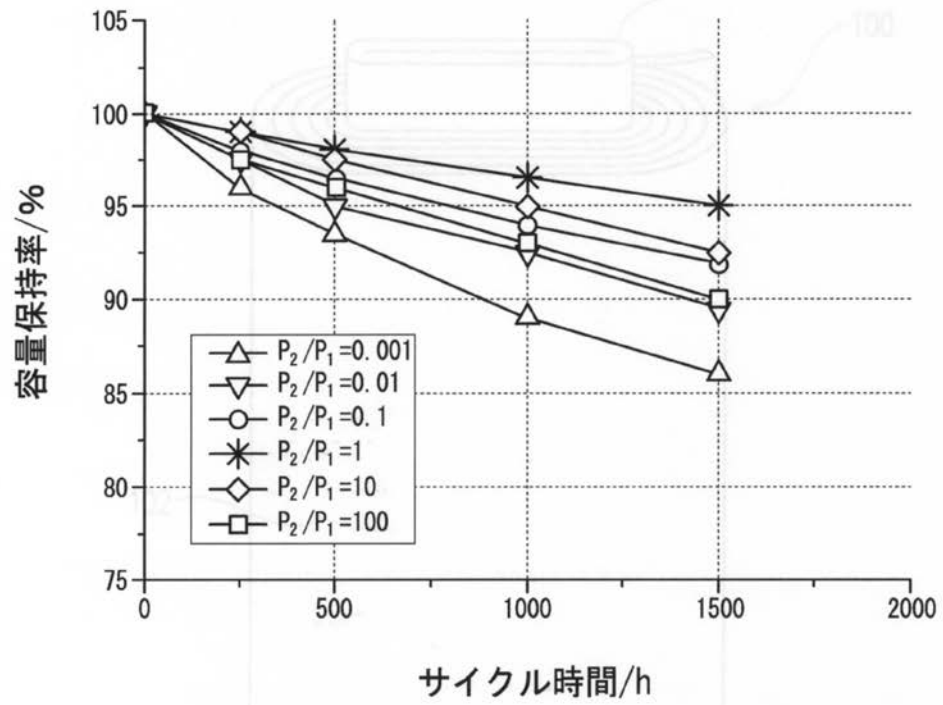
【図 9】



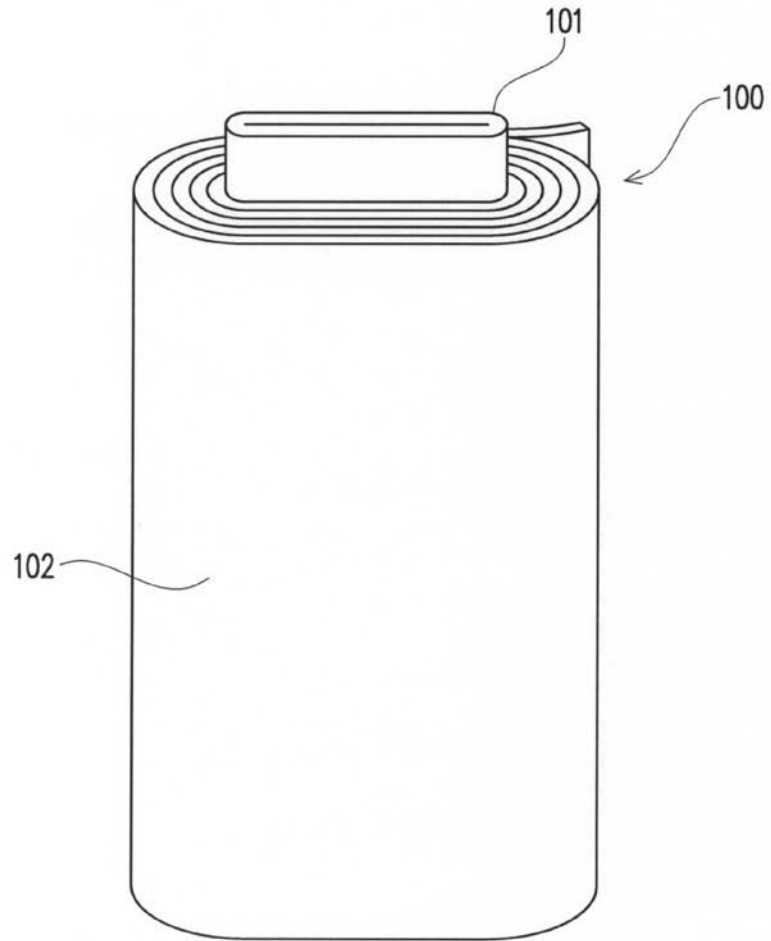
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 M 6/02 (2006.01)	H 0 1 M 6/02 Z	5 H 0 4 0
H 0 1 G 11/78 (2013.01)	H 0 1 G 11/78	5 H 0 4 3
H 0 1 G 11/82 (2013.01)	H 0 1 G 11/82	

F ターム(参考) 5H011 AA03 CC02 CC06 KK01 KK02
5H024 BB09 CC02 CC12 DD01 HH13 HH15 HH17
5H028 AA07 BB07 CC08 CC12 CC13 HH05 HH09
5H029 AJ05 AK03 AL06 AL07 AL11 CJ07 DJ02 EJ01 EJ12 HJ04
HJ12 HJ15
5H040 AA22 AT02 AY08 DD03
5H043 AA05 BA01 BA11 BA19 CA04 CA12 CA21 FA04