

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2010-531042

(P2010-531042A)

(43) 公表日 平成22年9月16日(2010.9.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01M 2/34 (2006.01)	H01M 2/34 A	5H011
H01M 2/02 (2006.01)	H01M 2/02 A	5H012
H01M 2/04 (2006.01)	H01M 2/02 F	5H029
H01M 2/08 (2006.01)	H01M 2/04 A	5H043
H01M 4/505 (2010.01)	H01M 2/04 F	5H050
審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 78 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2010-513246 (P2010-513246)
 (86) (22) 出願日 平成20年6月19日 (2008.6.19)
 (85) 翻訳文提出日 平成22年2月4日 (2010.2.4)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2008/007666
 (87) 国際公開番号 W02009/002438
 (87) 国際公開日 平成20年12月31日 (2008.12.31)
 (31) 優先権主張番号 60/936,825
 (32) 優先日 平成19年6月22日 (2007.6.22)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

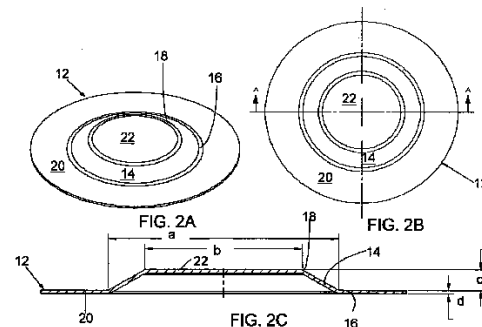
(71) 出願人 507213639
 ボストン・パワー、インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 マサチューセッツ 01
 581 ウェストバラ、スイート 320
 、ウェスト パーク ドライブ 2200
 (74) 代理人 100095832
 弁理士 細田 芳徳
 (72) 発明者 オネルド、パー
 アメリカ合衆国 マサチューセッツ 01
 702 フレーミングハム、サーレム エ
 ンド ロード 449
 (72) 発明者 パーティン、フィリップ、イー.
 アメリカ合衆国 マサチューセッツ 01
 560 グラフトン、バタカップ レーン
 60

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 Liイオン電池用CID保持器

(57) 【要約】

低圧電流遮断装置(CID)は、例えば約4kg/cm²～約9kg/cm²の範囲の最小閾値内部ゲージ圧で作動する。好ましくは、CIDは第一導電板および第一導電板と電氣的に連絡している第二導電板を含み、第一導電板と第二導電板との間の電氣的連絡が最小閾値内部ゲージ圧で遮断される。より好ましくは、第一導電板は、第一端および第二端、円錐台の第一端の周囲から放射状に伸びる基部、ならびに円錐台の第二端を封止する本質的に平面なキャップを有する円錐台を含む。第一端は第二端よりも大きい直径を有する。より好ましくは、第二導電板は溶接部によって本質的に平面なキャップと電氣的に接触している。電池、好ましくはリチウムイオン電池は、上記のCIDを含む。このようなCIDの製造方法は、上記の第一導電板および第二導電板を形成する工程、ならびに溶接に対して第一導電板の表面の融点を越えないように第一導電板の温度を調節しながら第一導電板上に第二導電板を溶接する工程を含む。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

a) 以下のものを含む第一導電板:

- i) 第二端よりも大きい直径を有する第一端、第二端を有する円錐台、
- ii) 円錐台の第一端の周囲から放射状に伸びる基部、および
- iii) 円錐台の第二端を封止する本質的に平面なキャップ;

b) 第一導電板の本質的に平面なキャップと電氣的に接触している第二導電板を含む、電流遮断装置。

【請求項 2】

第二導電板が溶接部によって第一導電板の本質的に平面なキャップと電氣的に接触している、請求項 1 記載の電流遮断装置。 10

【請求項 3】

第一導電板と第二導電板とを接続する溶接部が、第一導電板と第二導電板との間のゲージ圧が約 $4\text{kg}/\text{cm}^2$ ~ 約 $9\text{kg}/\text{cm}^2$ の範囲である場合に破断する、請求項 2 記載の電流遮断装置。

【請求項 4】

溶接部が、第一導電板と第二導電板との間のゲージ圧が約 $7\text{kg}/\text{cm}^2$ ~ 約 $9\text{kg}/\text{cm}^2$ の範囲である場合に破断する、請求項 2 記載の電流遮断装置。

【請求項 5】

第二導電板にくぼみが規定され、溶接部がくぼみにある、請求項 2 記載の電流遮断装置。 20

【請求項 6】

溶接部が少なくとも1つのスポット溶接部である、請求項 5 記載の電流遮断装置。

【請求項 7】

少なくとも1つのスポット溶接部がアルミニウムを含む、請求項 6 記載の電流遮断装置。

【請求項 8】

溶接部が2つのスポット溶接部である、請求項 6 記載の電流遮断装置。

【請求項 9】

第二導電板に少なくとも1つの開口部が規定される、請求項 1 記載の電流遮断装置。 30

【請求項 10】

第一導電板および第二導電板の少なくとも1つがアルミニウムを含む、請求項 2 記載の電流遮断装置。

【請求項 11】

第一導電板および第二導電板の両方がアルミニウムを含む、請求項 10 記載の電流遮断装置。

【請求項 12】

キャップの厚さが約 0.05mm ~ 約 0.5mm の範囲である、請求項 11 記載の電流遮断装置。

【請求項 13】

キャップの厚さが約 0.127mm である、請求項 12 記載の電流遮断装置。 40

【請求項 14】

キャップの直径が約 2mm ~ 約 8mm の範囲である、請求項 12 記載の電流遮断装置。

【請求項 15】

基部からキャップの高さが約 0.5mm ~ 約 1mm の範囲である、請求項 14 記載の電流遮断装置。

【請求項 16】

基部からキャップの高さが約 0.762mm である、請求項 15 記載の電流遮断装置。

【請求項 17】

円錐台が第一導電板の基部に平行な面に対して約 15° ~ 約 25° の範囲の角度を有する、請求項 15 記載の電流遮断装置。 50

【請求項 18】

円錐台の周囲におよび第一導電板の基部と第二導電板との間に広がる電氣的絶縁リングをさらに含む、請求項 1 記載の電流遮断装置。

【請求項 19】

第一導電板の基部が少なくとも1つのつまみを含み、電氣的絶縁リングに少なくとも1つの開口部が規定され、つまみおよび開口部は電氣的絶縁リングおよび基部が同心円上にある場合に整列でき、つまみは可鍛的に調節され、電氣的絶縁リングを第一導電板に固定することができる、請求項 18 記載の電流遮断装置。

【請求項 20】

電氣的絶縁リングには、電氣的絶縁リングの周囲に溝が規定され、かつつまみを有する金属リングがさらに含まれ、金属リングは溝内に置くことができ、つまみは可鍛的に調節でき、かつ第一導電板が置かれている金属表面に固定することができ、それによって電氣的絶縁リングを第一導電板上に固定する、請求項 19 記載の電流遮断装置。

10

【請求項 21】

第一導電板と溶接部に最も近い第二導電板の厚さが、溶接部に最も近い第一導電板の厚さ未満であるが溶接部に最も近い第一導電板の厚さの半分以上である、請求項 1 記載の電流遮断装置。

【請求項 22】

a) 電池の第一電極と電氣的に連絡している第一端子；
b) 電池の第二電極と電氣的に連絡している第二端子；
c) 互いに電氣的に連絡しているセルケースおよびふたを有し、第一端子から電氣的に絶縁される電池缶であって、少なくとも電池缶の一部分が少なくとも第二端子の構成部分でありまたは第二端子に電氣的に接続される、電池缶；および

20

d) 第一電極および第二電極のいずれかと電氣的に連絡し、

i) 円錐台を含む第一導電板であって、円錐台は第一端および第一端の直径よりも小さい直径を有する第二端ならびに円錐台の第二端を封止する本質的に平面なキャップを含み、基部は電池缶に隣接し、本質的に平面なキャップは電池缶から離れている、第一導電板；および

ii) 第一導電板、ならびに第一電極および第二電極のいずれかと電氣的に連絡している第二導電板

30

を含む、少なくとも1つの電流遮断装置

を含む、電池。

【請求項 23】

第一導電板および第二導電板が少なくとも1つの溶接部によって共に接合され、第二導電板に少なくとも1つの開口部が規定される、請求項 22 記載の電池。

【請求項 24】

セルケースが角柱セルケースである、請求項 23 記載の電池。

【請求項 25】

第二導電板にくぼみが規定され、溶接部がくぼみにある、請求項 24 記載の電池。

【請求項 26】

溶接部が少なくとも1つのスポット溶接部である、請求項 25 記載の電池。

40

【請求項 27】

少なくとも1つのスポット溶接部がアルミニウムを含む、請求項 26 記載の電池。

【請求項 28】

溶接部が2つのスポット溶接部である、請求項 26 記載の電池。

【請求項 29】

第一導電板および第二導電板の少なくとも1つがアルミニウムを含む、請求項 22 記載の電池。

【請求項 30】

第一導電板および第二導電板の両方がアルミニウムを含む、請求項 29 記載の電池。

50

【請求項 3 1】

キャップの厚さが約0.05mm～約0.5mmの範囲である、請求項 3 0 記載の電池。

【請求項 3 2】

キャップの直径が約2mm～約8mmの範囲である、請求項 3 1 記載の電池。

【請求項 3 3】

基部からキャップの高さが約0.5mm～約1mmの範囲である、請求項 3 2 記載の電池。

【請求項 3 4】

円錐台が第一導電板の基部に平行な面に対して約15度～約25度の範囲の角度を有する、請求項 3 3 記載の電池。

【請求項 3 5】

円錐台の周囲におよび第一導電板の基部と第二導電板との間に広がる電氣的絶縁リングをさらに含む、請求項 2 2 記載の電池。

【請求項 3 6】

第一導電板の基部が少なくとも1つのつまみを含み、電氣的絶縁リングに少なくとも1つの開口部が規定される場合、つまみおよび開口部は電氣的絶縁リングおよび基部が同心円上にある場合に整列でき、つまみは可鍛的に調節され、電氣的絶縁リングを第一導電板に固定することができる、請求項 3 5 記載の電池。

【請求項 3 7】

電氣的絶縁リングには、電氣的絶縁リングの周囲に溝が規定され、かつつまみを有する金属リングがさらに含まれ、金属リングは溝内に置くことができ、つまみは可鍛的に調節でき、かつ第一導電板が置かれている金属表面に固定することができ、それによって電氣的絶縁リングを第一導電板上に固定する、請求項 3 5 記載の電池。

【請求項 3 8】

第一導電板と第二導電板とを接続する溶接部が、第一導電板と第二導電板との間のゲージ圧が約4kg/cm²～約9kg/cm²の範囲である場合に破断する、請求項 2 2 記載の電池。

【請求項 3 9】

溶接部が約5kg/cm²～約9kg/cm²の範囲のゲージ圧で破断する、請求項 3 8 記載の電池。

【請求項 4 0】

溶接部が約7kg/cm²～約9kg/cm²の範囲のゲージ圧で破断する、請求項 3 9 記載の電池。

【請求項 4 1】

第一導電板と溶接部に最も近い第二導電板の厚さが、溶接部に最も近い第一導電板の厚さ未満であるが溶接部に最も近い第一導電板の厚さの半分以上である、請求項 2 2 記載の電池。

【請求項 4 2】

電流遮断装置が電池缶と電氣的に連絡している、請求項 2 2 記載の電池。

【請求項 4 3】

電流遮断装置が電池缶のふたと電氣的に連絡し、該ふたは第一導電板に対向する凹部を含む、請求項 4 2 記載の電池。

【請求項 4 4】

凹部が円錐台の第一端の周囲と完全に重なり合う、請求項 4 3 記載の電池。

【請求項 4 5】

第一電極が正極活物質を含み、該正極活物質が

a) コバルト酸リチウム; および

b) 実験式 $\text{Li}_{(1+x1)}(\text{Mn}_{1-y1}\text{A}'_{y2})_{2-x2}\text{O}_{z1}$

(式中、

x1 および x2 はそれぞれ独立して 0.01 以上 0.3 以下である;

y1 および y2 はそれぞれ独立して 0.0 以上 0.3 以下である;

z1 は 3.9 以上 4.2 以下である;

A' はマグネシウム、アルミニウム、コバルト、ニッケルおよびクロムからなる群の少なくとも一員である)

10

20

30

40

50

によって表されるスピネル型マンガン酸塩

を含む混合物を含み、コバルト酸リチウムおよびスピネル型マンガン酸塩が約0.95:0.05～約0.6:0.4のコバルト酸リチウム：スピネル型マンガン酸塩の重量比である、請求項2記載の電池。

【請求項46】

第一電極がコバルト酸リチウムを含む正極活物質を含む、請求項2記載の電池。

【請求項47】

コバルト酸リチウムが実験式 $\text{Li}_{1+x_8}\text{CoO}_{z_8}$ （式中、 x_8 は0以上0.2以下であり、 z_8 は1.9以上2.1以上である）によって表される、請求項46記載の電池。

【請求項48】

10

正極活物質が

a) $\text{Li}_{1+x_8}\text{CoO}_{z_8}$ ；および

b) $\text{Li}_{(1+x_1)}\text{Mn}_2\text{O}_{z_1}$

（式中、

x_1 は0.01以上0.3以下である；

z_1 は3.9以上4.2以下である）

を含む混合物を含み、 $\text{Li}_{1+x_8}\text{CoO}_{z_8}$ および $\text{Li}_{(1+x_1)}\text{Mn}_2\text{O}_{z_1}$ が約0.95:0.05～約0.6:0.4のコバルト酸リチウム：スピネル型マンガン酸塩の重量比である、請求項47記載の電池。

【請求項49】

第一電極が正極活物質を含み、該正極活物質が

20

a) コバルト酸リチウム；

b) ニッケル酸リチウム；

c) 実験式 $\text{Li}_{(1+x_1)}(\text{Mn}_{1-y_1}\text{A}'_{y_2})_{2-x_2}\text{O}_{z_1}$

（式中、

x_1 および x_2 はそれぞれ独立して0.01以上0.3以下である；

y_1 および y_2 はそれぞれ独立して0.0以上0.3以下である；

z_1 は3.9以上4.2以下である；

A'はマグネシウム、アルミニウム、コバルト、ニッケルおよびクロムからなる群の少なくとも一員である）

によって表されるスピネル型マンガン酸塩；

30

d) 実験式 $\text{Li}_{(1+x_1)}\text{Mn}_2\text{O}_{z_1}$

（式中、

x_1 は0.01以上0.3以下である；

z_1 は3.9以上4.2以下である）

によって表されるスピネル型マンガン酸塩；および

e) 実験式 $\text{Li}_{(1-x_{10})}\text{A}''_{x_{10}}\text{MPO}_4$

（式中、

x_{10} は0.05以上0.2以下である、または x_{10} は0.0以上0.1以下である；

Mは鉄、マンガン、コバルトおよびマグネシウムからなる群の少なくとも一員である；

A''は、ナトリウム、マグネシウム、カルシウム、カリウム、ニッケルおよびニオブからなる群の少なくとも一員である）

40

によって表されるかんらん石化合物

からなる群より選択される少なくとも1つの酸化リチウムを含む、請求項2記載の電池。

【請求項50】

a) 電池の第一電極と電氣的に連絡している第一端子；

b) 電池の第二電極と電氣的に連絡している第二端子；

c) セルケースおよびセルケース上に溶接されたふたを有し、第一端子から電氣的に絶縁される電池缶であって、少なくとも電池缶の一部分は少なくとも第二端子の構成部分でありまたは第二端子に電氣的に接続され、溶接されたふたは内部ゲージ圧が約20kg/cm²以上

50

である場合に分離する、電池缶；

d) 第一電極および第二電極のいずれかと電氣的に連絡し、

i) 円錐台を含む第一導電板であって、円錐台は第一端および第一端の直径よりも小さい直径を有する第二端ならびに円錐台の第二端を封止する本質的に平面なキャップを含み、基部は電池缶に隣接し、本質的に平面なキャップは電池缶から離れている、第一導電板；および

ii) 第一導電板、ならびに第一電極および第二電極のいずれかと電氣的に連絡している第二導電板

を含む、少なくとも1つの電流遮断装置、

ここで第一導電板と第二導電板とを接続する溶接部は第一導電板と第二導電板との間のゲージ圧が約 $4\text{kg}/\text{cm}^2 \sim 9\text{kg}/\text{cm}^2$ の範囲である場合に破断する；ならびに

e) 内部ゲージ圧が約 $10\text{kg}/\text{cm}^2 \sim 20\text{kg}/\text{cm}^2$ の範囲である場合に電池内のガス性種が外に出る、セルケース上の少なくとも1つの通気手段を含む、電池。

【請求項 5 1】

セルケースが角柱セルケースである、請求項 5 0 記載の電池。

【請求項 5 2】

セルケースが183665形状を有する、請求項 5 1 記載の電池。

【請求項 5 3】

a) 互いに電氣的に連絡しているセルケースおよびふたを含む電池缶；ならびに

b) 互いに電氣的に連絡している第一導電板および第二導電板を含み、第一導電板は電池缶と電氣的に連絡している、電流遮断装置を含む、

第一導電板と第二導電板との間の電氣的連絡は第一導電板と第二導電板との間のゲージ圧が約 $4\text{kg}/\text{cm}^2 \sim 9\text{kg}/\text{cm}^2$ の範囲である場合に遮断される、リチウムイオン電池。

【請求項 5 4】

正常作動条件下での電池の内部ゲージ圧が約 $2\text{kg}/\text{cm}^2$ 未満である、請求項 5 3 記載のリチウムイオン電池。

【請求項 5 5】

第一導電板が電池缶のふたと電氣的に接触している、請求項 5 3 記載のリチウムイオン電池。

【請求項 5 6】

正極活物質を含む正極を含み、該正極活物質は

a) コバルト酸リチウム；および

b) 実験式 $\text{Li}_{(1+x1)}(\text{Mn}_{1-y1}\text{A}'_{y2})_{2-x2}\text{O}_{z1}$

(式中、

$x1$ および $x2$ はそれぞれ独立して0.01以上0.3以下である；

$y1$ および $y2$ はそれぞれ独立して0.0以上0.3以下である；

$z1$ は3.9以上4.2以下である；

A' はマグネシウム、アルミニウム、コバルト、ニッケルおよびクロムからなる群の少なくとも一員である)

によって表されるスピネル型マンガン酸塩

を含む混合物を含み、コバルト酸リチウムおよびスピネル型マンガン酸塩は約0.95:0.05および約0.9:0.1～約0.6:0.4のコバルト酸リチウム:スピネル型マンガン酸塩の重量比である、請求項 5 3 記載のリチウムイオン電池。

【請求項 5 7】

コバルト酸リチウムを含む正極活物質を含む正極を含む、請求項 5 3 記載のリチウムイオン電池。

【請求項 5 8】

コバルト酸リチウムが実験式 $\text{Li}_{1+x8}\text{CoO}_{z8}$ (式中、 $x8$ は0以上0.2以下であり、 $z8$ は1.9以

10

20

30

40

50

上2.1以上である)によって表される、請求項57記載のリチウムイオン電池。

【請求項59】

正極活物質が

- a) $\text{Li}_{1+x8}\text{CoO}_{z8}$; および
 b) $\text{Li}_{(1+x1)}\text{Mn}_2\text{O}_{z1}$ (式中、
 $x1$ は0.01以上0.3以下である;
 $z1$ は3.9以上4.2以下である)

を含む混合物を含み、 $\text{Li}_{1+x8}\text{CoO}_{z8}$ および $\text{Li}_{(1+x1)}\text{Mn}_2\text{O}_{z1}$ は約0.95:0.05~約0.6:0.4のコバルト酸リチウム:スピネル型マンガン酸塩の重量比である、請求項58記載のリチウムイオン電池。

10

【請求項60】

第一電極が正極活物質を含む正極であり、該正極活物質が

- a) コバルト酸リチウム;
 b) ニッケル酸リチウム;
 c) 実験式 $\text{Li}_{(1+x1)}(\text{Mn}_{1-y1}\text{A}'_{y2})_{2-x2}\text{O}_{z1}$
 (式中、

$x1$ および $x2$ はそれぞれ独立して0.01以上0.3以下である;
 $y1$ および $y2$ はそれぞれ独立して0.0以上0.3以下である;
 $z1$ は3.9以上4.2以下である;

A' はマグネシウム、アルミニウム、コバルト、ニッケルおよびクロムからなる群の少なくとも一員である)

20

によって表されるスピネル型マンガン酸塩;

- d) 実験式 $\text{Li}_{(1+x1)}\text{Mn}_2\text{O}_{z1}$
 (式中、
 $x1$ は0.01以上0.3以下である;
 $z1$ は3.9以上4.2以下である)

によって表されるスピネル型マンガン酸塩;ならびに

- e) 実験式 $\text{Li}_{(1-x10)}\text{A}''_{x10}\text{MPO}_4$
 (式中、
 $x10$ は0.05以上0.2以下である、または
 $x10$ は0.0以上0.1以下である;

30

M は鉄、マンガン、コバルトおよびマグネシウムからなる群の少なくとも一員である;
 A'' はナトリウム、マグネシウム、カルシウム、カリウム、ニッケルおよびニオブからなる群の少なくとも一員である)

によって表されるかんらん石化合物

からなる群より選択される少なくとも1つの酸化リチウムを含む、請求項53記載のリチウムイオン電池。

【請求項61】

- a) 電池の第一電極と電氣的に連絡している第一端子;
 b) 電池の第二電極と電氣的に連絡している第二端子;
 c) セルケースおよびセルケース上に溶接されたふたを有し、第一端子から電氣的に絶縁される電池缶であって、少なくとも電池缶の一部分は少なくとも第二端子の構成部分でありまたは第二端子に電氣的に接続され、溶接されたふたは内部ゲージ圧が約20kg/cm²以上である場合にセルケースから分離する、電池缶;
 d) 第一電極および第二電極のいずれかと電氣的に連絡し、互いに電氣的に連絡している第一導電板および第二導電板を含む少なくとも1つの電流遮断装置であって、電流遮断装置の第一導電板は電池缶と電氣的に連絡し、第一導電板と第二導電板との間の電氣的連絡は内部ゲージ圧が約4kg/cm²~約9kg/cm²の範囲である場合に遮断される、少なくとも1つの電流遮断装置

40

;ならびに

50

e) 内部ゲージ圧が約 $10\text{kg}/\text{cm}^2$ ~ 約 $20\text{kg}/\text{cm}^2$ の範囲である場合に電池内のガス性種が外に出る、セルケース上の少なくとも1つの通気手段を含む、リチウムイオン電池。

【請求項 6 2】

セルケースが角柱セルケースである、請求項 6 1 記載の電池。

【請求項 6 3】

セルケースが183665形状を有する、請求項 6 2 記載の電池。

【請求項 6 4】

a) 以下のものを含む第一導電板を形成する工程

i) 第一端および第一端の直径よりも小さい直径を有する第二端を有する円錐台；

ii) 円錐台の第一端の周囲から放射状に伸びる基部；および

iii) 円錐台の第二端を封止する本質的に平面なキャップ；

b) 第二導電板を形成する工程；ならびに

c) 溶接に対して第一導電板の表面の融点を越えないように第一導電板の温度を調節しながら、第一導電板の本質的に平面なキャップ上に第二導電板を溶接する工程を含む、電流遮断装置の製造方法。

【請求項 6 5】

溶接がレーザーを用いて行われる、請求項 6 4 記載の方法。

【請求項 6 6】

溶接が少なくとも1つのスポットで行われる、請求項 6 5 記載の方法。

【請求項 6 7】

溶接が2つのスポットで行われる、請求項 6 6 記載の方法。

【請求項 6 8】

a) 以下の工程を含む電流遮断装置を形成する工程

i) 第一端および第一端の直径よりも小さい直径を有する第二端、円錐台の第一端の周囲から放射状に伸びる基部、ならびに円錐台の第二端を封止する本質的に平面なキャップを有する円錐台を含む第一導電板を形成する工程；

ii) 第二導電板を形成する工程；

iii) 溶接に対して第一導電板の表面の融点を越えないように第一導電板の温度を調節しながら、第一導電板の本質的に平面なキャップ上に第二導電板を溶接し、それによって電流遮断装置を形成する工程；

b) 電流遮断装置に電池の第一電極または第二電極のいずれかを取り付ける工程；

c) 互いに電氣的に連絡しているセルケースおよびふたを含む電池の電池缶に、電流遮断装置を取り付ける工程；ならびに

d) 第一電極と電氣的に連絡している第一端子および第二電極と電氣的に連絡している第二端子を形成する工程を含む、電池の製造方法。

【請求項 6 9】

電流遮断装置が電池缶のふたに溶接される、請求項 6 8 記載の方法。

【請求項 7 0】

電池缶のふたへの電流遮断装置の溶接が、ふたと電流遮断装置の第一導電板との間の円周境界面をシーム溶接することによって行われる、請求項 6 9 記載の方法。

【請求項 7 1】

電池缶のふたへの電流遮断装置の溶接が、第一導電板の基部での貫通溶接によって行われる、請求項 7 0 記載の方法。

【請求項 7 2】

電池缶のセルケースに電池缶のふたを溶接する工程をさらに含む、請求項 6 9 記載の方法。

【請求項 7 3】

ふたとセルケースとを接続する溶接部が、ふたとセルケースとの間のゲージ圧が約 20kg

10

20

30

40

50

/cm²以上である場合に破断する、請求項 7 2 記載の方法。

【請求項 7 4】

第二導電板と第一導電板の本質的に平面なキャップとを接続する溶接部が、第二導電板と本質的に平面なキャップとの間のゲージ圧が約4kg/cm²～約9kg/cm²の範囲である場合に破断する、請求項 6 8 記載の方法。

【請求項 7 5】

セルケース上に少なくとも1つの通気手段を形成する工程をさらに含み、電池内のガス性種は内部ゲージ圧が約10kg/cm²～約20kg/cm²の範囲である場合に通気手段から外に出る、請求項 6 8 記載の方法。

【請求項 7 6】

- a) 互いに電氣的に連絡しているセルケースおよびふたを含む電池缶を形成する工程；
- b) 以下の工程を含む電流遮断装置を形成する工程
 - i) 第一導電板を形成する工程
 - ii) 第二導電板を形成する工程
 - iii) 溶接に対して第一導電板の表面の融点を越えないように第一導電板の温度を調節しながら、第一導電板上に第二導電板を溶接し、それによって電流遮断装置を形成する工程、ここで第一導電板と第二導電板とを接続する溶接部は第一導電板と第二導電板との間のゲージ圧が約4kg/cm²～約9kg/cm²の範囲である場合に破断する；
- c) 電流遮断装置の第二導電板に電池の第一電極または第二電極のいずれかを取り付ける工程；
- d) 電池缶に電流遮断装置の第一導電板を取り付ける工程；
- e) 電池の内部ゲージ圧が約10kg/cm²～約20kg/cm²の範囲である場合に電池内のガス性種が外に出る、少なくとも1つの通気手段をセルケース上に形成する工程；
- f) セルケース上に電池缶のふたを溶接する工程、ここでふたと電池缶とを接続する溶接部はふたとセルケースとの間のゲージ圧が約20kg/cm²以上である場合に破断する；ならびに
- g) 第一電極と電氣的に連絡している第一端子および第二電極と電氣的に連絡している第二端子を形成する工程を含む、リチウムイオン電池の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願)

本願は2007年6月22日に出願された米国仮特許出願第60/936,825号の利益を主張する。上記出願の全教示は参照によって本明細書に援用される。

【背景技術】

【0002】

(発明の背景)

携帯用電子装置のLiイオン電池は、典型的に、その使用に基づいて充電、放電および蓄電の種々のルーチンを受ける。Liイオンセル化学を用いる電池は、不適切に充電され、ショートし、または高温にさらされる場合にガスを生じることがある。このガスは可燃性であることがあり、かかる電池の信頼性および安全性を損なうことがある。電流遮断装置(CID)は、典型的に、電池内の圧力が所定値よりも高い場合に電池の電流経路を遮断して電池内の任意の過度の内部圧の増大に対する保護を提供するために使用される。CIDは、典型的に、互いに電氣的に連絡している第一導電板および第二導電板を含む。次に、第一導電板および第二導電板は、電池の電極および端子のそれぞれと電氣的に連絡している。第二導電板は、電池内の圧力が所定値よりも高い場合にCIDの第一導電板から分離し(例えば、変形するまたは脱着する)、電極と端子との間の電流の流れが遮断される。

【0003】

しかし、一般的に、当該技術分野で公知のCIDは、比較的高い圧力、例えば、約 $15\text{kg}/\text{cm}^2$ よりも高い内部ゲージ圧で作動する。典型的に、かかるCID作動を誘発する任意の過度の内部圧の増大が生じる場合、電池の内部温度はまた、比較的高く、さらなる安全問題を引き起こす。高温は、比較的大きなセル、例えば(約 18mm の外径および 65mm の長さを有する)「18650」セルよりも大きなセルにおいて具体的な関心事である。

【0004】

従って、前記安全問題を減らすまたは最小限にすることができる電池、特に比較的大きな電池のためのCIDが必要である。

【発明の概要】

【0005】

10

(発明の概要)

本発明は、一般的に、低圧CID、かかる低圧CIDを含む電池、例えばリチウムイオン電池、かかる低圧CIDの製造方法、およびかかる電池の製造方法に関する。CIDは、典型的に、第一導電板および第一導電板と電氣的に連絡している第二導電板を含む。電氣的連絡は、第一導電板と第二導電板との間のゲージ圧が、例えば約 $4\text{kg}/\text{cm}^2 \sim$ 約 $10\text{kg}/\text{cm}^2$ または約 $4\text{kg}/\text{cm}^2 \sim$ 約 $9\text{kg}/\text{cm}^2$ の範囲である場合に遮断することができる。

【0006】

一態様において、本発明は、第一導電板および第二導電板を含むCIDに関する。第一導電板は、第一端および第二端、円錐台の第一端の周囲から放射状に伸びる基部、ならびに円錐台の第二端を封止する本質的に平面なキャップを有する円錐台を含む。第一端は、第二端よりも大きい直径を有する。第二導電板は、好ましくは溶接部によって本質的に平面なキャップと電氣的に接触している。

20

【0007】

別の態様において、本発明は、上記の少なくとも1つのCIDを含む電池、好ましくはリチウムイオン電池に関する。電池は、互いに電氣的に連絡しているセルケースおよびふたを有する電池缶をさらに含む。電池は、第一端子および第二端子をさらに含む。第一端子および第二端子はそれぞれ、電池の第一電極および第二電極と電氣的に連絡している。電池において、CIDの基部は、電池缶、例えばセルケースまたはふたに隣接し、本質的に平面なキャップは電池缶から離れている。電池缶は第一端子から電氣的に絶縁され、少なくとも電池缶の一部は少なくとも第二端子の構成部分(component)でありまたは第二端子に電氣的に接続される。

30

【0008】

さらに別の態様において、本発明は、第一導電板および第二導電板を含むCIDを含むリチウムイオン電池に関する。第二導電板は、第一導電板と電氣的に連絡している。リチウムイオン電池は、互いに電氣的に連絡しているセルケースおよびふたを含む電池缶をさらに含む。CIDの第一導電板は電池缶と電氣的に連絡している。この電氣的連絡は、第一導電板と第二導電板との間のゲージ圧が約 $4\text{kg}/\text{cm}^2 \sim$ 約 $9\text{kg}/\text{cm}^2$ の範囲である場合に遮断される。

【0009】

また、本発明はCIDの製造方法を含む。該方法は、第一導電板を形成する工程および第二導電板を形成する工程を含む。第一導電板は、第一端および第二端、円錐台の第一端の周囲から放射状に伸びる基部、ならびに第二端を封止する本質的に平面なキャップを有する円錐台を含む。円錐台の第一端は、円錐台の第二端よりも大きい直径を有する。CIDの製造方法は、溶接に対して第一導電板の表面の融点を越えないように第一導電板の温度を調節しながら、第一導電板の本質的に平面なキャップ上に第二導電板を溶接する工程をさらに含む。

40

【0010】

本発明はまた、上記の本発明の電池の製造方法を含む。該方法は、CIDを形成する工程、およびCIDに電池の第一電極または第二電極のいずれかを取り付ける工程を含む。CIDの形成には、第一端および第一端の直径よりも小さい直径を有する第二端、円錐台の第一端

50

の周囲から放射状に伸びる基部、ならびに円錐台の第二端を封止する本質的に平面なキャップを有する円錐台を含む第一導電板を形成する工程が含まれる。CIDの形成には、第二導電板を形成する工程、および第一導電板の本質的に平面なキャップ上に第二導電板を溶接する工程がさらに含まれる。溶接は、溶接に対して第一導電板の表面の融点を越えないように第一導電板の温度を調節しながら行う。該方法は、セルケースおよびふたを含む電池缶、即ち、セルケースまたはふたのいずれかにCIDを取り付ける工程をさらに含む。該方法は、第一電極と電氣的に連絡している第一端子および第二電極と電氣的に連絡している第二端子を形成する工程をさらに含む。

【0011】

上記のように、本発明のリチウムイオン電池の製造方法も本発明に含まれる。該方法は、互いに電氣的に連絡しているセルケースおよびふたを含む電池缶を形成する工程を含む。CIDを形成する。CIDの形成には、第一導電板を形成する工程、第二導電板を形成する工程、および溶接に対して第一導電板の表面の融点を越えないように第一導電板の温度を調節しながら、第一導電板上に第二導電板を溶接する工程が含まれる。第一導電板と第二導電板とを接続する溶接部は、第一導電板と第二導電板との間のゲージ圧が約 4kg/cm^2 ~ 約 9kg/cm^2 の範囲である場合に破断(rupture)する。CIDに対する電池の第一電極または第二電極のいずれかが、CIDの第二導電板に取り付けられる。CIDの第一導電板は、電池缶(即ち、セルケースまたはふたのいずれか)に取り付けられる。電池の内部ゲージ圧が約 12kg/cm^2 ~ 約 20kg/cm^2 の範囲である場合に電池内のガス性種が外に出る、少なくとも1つの通気手段が電池缶のセルケース上に形成される。リチウムイオン電池の製造方法は、セルケース上にふたを溶接する工程をさらに含む。ふたとセルケースとを接続する溶接部は、第一導電板と第二導電板との間のゲージ圧が約 20kg/cm^2 以上である場合に破断する。具体的な態様において、ふたとセルケースとを接続する溶接部は、第一導電板と第二導電板との間のゲージ圧が約 23kg/cm^2 または約 25kg/cm^2 以上である場合に破断する。リチウムイオン電池の製造方法は、第一電極と電氣的に連絡している第一端子および第二電極と電氣的に連絡している第二端子を形成する工程をさらに含む。

【0012】

上記の複数の電池を含む電池パックも本発明に含まれる。

【0013】

本発明の電池において、電流遮断装置は、比較的低いゲージ圧、例えば約 4kg/cm^2 ~ 約 10kg/cm^2 で作動することができ、電池の内部電流の流れを遮断する。本発明者らは、本発明の低圧CIDが約 4kg/cm^2 ~ 約 10kg/cm^2 のゲージ圧で作動する場合に、角柱「183665」形状を有し、 $\text{Li}_{1+x}\text{CoO}_2$ ($0 < x < 0.2$) および $\text{Li}_{1+x_9}\text{Mn}_{(2-y_9)}\text{O}_4$ ($0.05 < x_9, y_9 < 0.15$) の混合物を使用するリチウムイオン電池の平均セル表面温度は、約60 未満であり得ることを発見した。例えば、約4.2Vよりも高い電圧でのこれらのリチウムイオン電池の過充電試験中に、本発明のCIDは、約 4kg/cm^2 ~ 約 10kg/cm^2 で作動し、その時のセル表面温度は約50 ~ 約60 の範囲であった。「183665」角柱セルは、約18mm x 36mmの角柱底面および約65mmの長さを有し、これは従来の「18650」電池のおよそ2倍のサイズである。従って、本発明は、非常に改善された安全性を有する電池、特に比較的大きな電池、およびかかる電池を含む電池パックを提供することができる。

【0014】

また、本発明は、最大電圧、例えば一連のセルのブロックあたり4.2Vで充電することができる、即ち、十分な容量を有する電池または電池パックを提供することができる。安全性の懸念は、一般的に、高い充電電圧での $\text{Li}_{1+x}\text{CoO}_2$ 系システムの発熱セル化学と関連する比較的高い温度に関するものである。約 15kg/cm^2 の内部ゲージ圧で電池の内部電流の流れを一般的に遮断する従来のCIDについて、電池のセル温度はCIDが作動し、内部電流の流れを遮断する前に過度であることがある。電流遮断の手段が存在しない場合、セルまたは電池は、最終的に穴が開くことがあり、穴が開いたセルまたは電池は、発火し、火事を引き起こすことがある電解質を排出することがあるために、安全でない状況をもたらすことがある。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 5 】

対照的に、本発明のCIDが過充電中に比較的低い温度で電流の流れを遮断するが、CIDが組み込まれた電池または電池パックは市販の態様で典型的に存在するよりも低いリスクと共に十分な容量で作動するために、本発明のCIDはかかる課題に対する解決を提供することができる。従って、本発明の電池および電池パックに、比較的大きな電池を使用することができ、過充電などの誤用状況にさらされる場合にセルの熱暴走の可能性を減らすことによって高い安全性と共に改善された容量を提供することができる。

【 0 0 1 6 】

本発明のいくつかの態様において、低圧CIDは電池缶と電気的に連絡している。この設計は、特にクリンピングされたキャップ設計を使用しない電池において、改善された電池の安全性を提供することができる。クリンピングされたキャップ設計を用いた電池(例えば、今日の市場で見られるスチール缶円筒型18650)は、しばしば、製造ならびに缶組み立ておよび材料周辺の安全性問題、例えばかかる缶は経時的に腐食することがある鉄含有材料を使用する事実およびクリンピングプロセスはかかるセルの金属汚染の原因の可能性があることが公知である事実によって影響を受ける。このような従来電池に使用されるCID装置は、電池缶内にクリンピングされ、電池缶から電気的に絶縁される。角柱AI缶の使用などの、クリンピングされない電池設計の使用は公知であるが、CIDはいくつかのクリンピングの手段によって組み込まれる場合を除いてかかるセルで使用するために開発されていない。さらに、CIDを組み込むためのクリンピング法の使用は、一般的に、空間の効率的な利用ではなく、これは電池の重要な設計要件の1つである。対照的に、本発明は、部分的にCIDが電池缶と電気的に連絡している事実のために、クリンピング以外の手段によるクリンピングされない電池缶への低圧CIDの組み込みを可能にする。また、このことは、同様な物質がCIDおよび缶(例えば、AI)の構築に使用されることを可能にし、鉄含有缶と関連する懸念を排除する。

【 0 0 1 7 】

いくつかの他の態様において、本発明は、円錐部分、例えば円錐台形第一導電板を含むCIDを使用する。円錐台形導電板によって、かかる円錐台形状を使用しない今日使用される同じサイズのCID装置に見られるものよりも低い圧力でCIDを作動させることができる。これらの低圧は、特に過充電の誤用状況中の電池の安全性に関して、改善された電池の安全性と相関する。特に、円錐台形第一導電板が円錐台の端を封止する平面キャップを有し、第一導電板が平面キャップで第二導電板と電気的に連絡している態様において、平面キャップによって2つの板が互いに溶接されることが可能になる。適切な溶接技術の使用は、少なくとも部分的に、例えば溶接の位置または数を調節することにより、本発明のCIDを使用する電池の作動圧力の改善された調節を可能にすることができる。また、円錐台形導電板を使用するCIDは、電流遮断機能を提供することができ、全体の高さおよび横断面の両方の点で、電池内で有意に減少した量の空間を占有することができ、その結果、多くの空間が電池の電力発生面に直接関連する材料のために使用することができる。また、本発明は、時間、費用および質を考慮した効率的なプロセスでのCID装置の製造を可能にする。特に質に関して、円錐台形状によって、本発明のCID装置が狭い範囲における圧力作動を達成することができ、従って電池の優れた電池設計が可能になる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 8 】

【 図 1 】 図1は、本発明のCIDの概略図である。

【 図 2 】 図2A~2Cは、図1のCIDの第一導電板の一態様を示し、図2Aは第一導電板の側面図を示し、図2Bは第一導電板の上面図を示し、図2Cは図2Bの線A-Aに沿った第一導電板の横断面図を示す。

【 図 3 】 図3A~3Cは、図1のCIDの第二導電板の一態様を示し、図3Aは第二導電板の平面図を示し、図3Bは第二導電板の遠景図を示し、図3Cは図3Aの線A-Aに沿った第二導電板の横断面図を示す。

【 図 4 】 図4は、図1のCIDを収容できる端板の一態様を示す。

【図 5】図5A～5Cは、図1のCIDの、第一導電板の一部分と第二導電板の一部分との間に配置された保持器の一態様を示し、保持器の絶縁部品を図5Aに示し、保持器のリング部品の側面図を図5Bに示し、保持器のリングの上面図を図5Cに示す。

【図 6】図6Aおよび6Bは、本発明のCIDの一態様を示し、図6Aは端板上の第一導電板、第二導電板および第一導電板と第二導電板との間の保持器の組み立てを示し、図6Bは組み立てたCIDを示す。

【図 7】図7Aおよび7Bは、本発明のCIDの別の態様を示し、図7Aは端板上の第一導電板、第二導電板および第一導電板と第二導電板との間の保持器の組み立てを示し、図7Bは組み立てたCIDを示す。

【図 8 - 1】図8Aは本発明の角柱形式の電池における一態様を示す。

【図 8 - 2】図8Bは電池の内部から見た、図8Aの電池のふた部分の底面図を示す。図8Cは線A-Aに沿った図8Bのふた部分の横断面図を示す。

【図 8 - 3】図8Dは本発明の円筒状形式の電池の一態様を示す。

【図 8 - 4】図8Eは図8Dの電池の底面缶部分の、電池の内部からの側面図を示す。図8Fは図8Eの電池の上部ふた部分の、電池の内部からの側面図を示す。

【図 9】図9は本発明の電池パックにまとめて配置された場合に本発明の個々のセルがいかに好ましく接続されるかを示す概略回路図である。

【図 10】図10は本発明のCIDのCID掛けはずし圧力を示すグラフである。

【図 11】図11は電池が1分あたり2Cの速度で過充電された場合の、本発明の電池の過充電電圧に関する圧力上昇速度を示すグラフである。

【図 12】図12はCIDが作動した場合に測定された本発明の電池のセル表面温度を示すグラフである。

【図 13】図13は1分あたり2Cの速度で過充電された本発明の電池の最大セル表面温度を示すグラフである。

【図 14】図14は1分あたり2Cの速度で過充電された本発明の電池の計算圧力対測定されたセル表面温度を示すグラフである。

【図 15】図15は本発明のCIDを用いた本発明の電池(曲線AおよびB)ならびに従来のCIDを用いた対照電池(曲線CおよびD)のセル表面温度を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0019】

(発明の詳細な説明)

前記のことは、同じ参照特徴が種々の図を通じて同じ部分を示す付随の図面に例示されるように、以下の本発明の実施態様のより詳細な記載から明らかである。図面は、必ずしも一定の比例に拡大されず、代わりに本発明の態様を例示する際に強調される。

【0020】

本明細書で使用される場合、本発明の電池の「端子」は、外部電気回路が接続される電池の部品または表面を意味する。

【0021】

本発明の電池は、典型的に、第一電極と電氣的に連絡している第一端子および第二電極と電氣的に連絡している第二端子を含む。第一電極および第二電極は本発明の電池のセルケース内に、例えば「ゼリーロール」形態で含まれる。第一端子は、電池の正電極と電氣的に連絡している正端子または電池の負電極と電氣的に連絡している負端子のいずれかであり得、第二端子はその逆であり得る。好ましくは、第一端子は電池の負電極と電氣的に連絡している負端子であり、第二端子は電池の正電極と電氣的に連絡している正端子である。

【0022】

本明細書で使用される場合、語句「電氣的に接続される」または「電氣的に連絡している」または「電氣的に接触される」は、電解質からの Li^+ などのイオンの流れを伴う電気化学的連絡とは反対に、特定の部品が導体からの電子の流れによって互いに連絡していることを意味する。

10

20

30

40

50

【0023】

本発明の電池のCIDは、例えば約4kg/cm²～約10kg/cm²、例えば約4kg/cm²～約9kg/cm²、約5kg/cm²～約9kg/cm²または7kg/cm²～約9kg/cm²の範囲の内部ゲージ圧で作動することができる。本明細書で使用される場合、CIDの「作動(activation)」は、CIDによって電子装置の電流の流れが遮断されることを意味する。具体的な態様において、本発明のCIDは、(例えば、溶接、クリンピング、リベティングなどによって)互いに電氣的に連絡している第一導電板および第二導電板を含む。このCIDにおいて、CIDの「作動」は、第一導電板と第二導電板との間の電氣的連絡が遮断されることを意味する。好ましくは、第二導電板が第一導電板から分離する(例えば、変形するまたは脱着する)場合、第一導電板で破断は生じない。

10

【0024】

いくつかの態様において、本発明の電池のCIDは、第一導電板および電池の電池缶と電氣的および圧力的(即ち、ガスなどの流体)に連絡している第一導電板および第二導電板を使用するが、例えば、約4kg/cm²～約9kg/cm²、例えば約5kg/cm²～約9kg/cm²または7kg/cm²～約9kg/cm²の範囲の内部ゲージ圧で作動する。これらの態様において、好ましくは、第一導電板は円錐状部分またはドーム状部分を含む。より好ましくは、円錐状部分またはドーム状部分の上部(またはキャップ)の少なくとも一部分は本質的に平面である。好ましくは、第一導電板および第二導電板は、本質的に平面なキャップの部分で互いに直接接触している。より好ましくは、第一導電板は、本質的に平面なキャップを有する円錐台を含む。

20

【0025】

図1は、本発明のCIDの具体的な一態様を示す。図1に示されるCID 10は、第一導電板12および第二導電板24を含む。図2A～2Cに示されるように、第一導電板12は第一端16および第二端18を含む円錐台14を含む。第一端16は第二端18よりも大きい直径を有する。また、第一導電板12は円錐台14の第一端16の周囲から放射状に伸びる基部20を含む。本質的に平面なキャップ22は円錐台14の第二端18を封止する。本明細書に使用される場合、用語「円錐台」は、2つの平行な面の間で交わる頂部を切断した立体直円錐(即ち、直角三角形を斜辺以外の一辺の周りに回転させることによって生じた立体)の基底壁部分(底面および頂部端を除く)を意味する。

【0026】

本明細書で使用される場合、用語「本質的に平面なキャップ」は、ランダムに1つより多くの点で平面表面と潜在的に接触するような面に十分似ている表面を含む平面キャップを意味し、平面キャップおよび平面表面はスポット溶接などによる適切な手段によって融合させることができる。いくつかの態様において、(例えば、第二導電板24に第一導電板12を溶接することによって)CID 10を形成するための、本質的に平面なキャップを有する第一導電板の組み立てまたは製作によって生じる本質的に平面なキャップの変形は、本質的に平面であるとみなされる。

30

【0027】

好ましくは、平面キャップ22および/または基部20は、約0.05mm～約0.5mm、例えば約0.05mm～約0.3mm、約0.05mm～0.2mm、約0.05mm～約0.15mm(例えば、約0.127mm(または約5ミリインチ))の範囲の厚さ(図2Cで参照記号「d」で示される)を有する。

40

【0028】

好ましくは、平面キャップ22の直径(図2Cで参照記号「b」で示される)は、約2mm～約10mm、より好ましくは5mm～約10mm、さらにより好ましくは約5mm～8mm(例えば、約0.20インチ～0.25インチ)、例えば約5.5mm(または約0.215インチ)の範囲である。

【0029】

好ましくは、基部20から本質的に平面なキャップ22の高さ(図2Cで参照記号「c」で示される)は、約0.5mm～約1mm、より好ましくは約0.6mm～約0.8mm、例えば約0.762mm(または約0.315インチ)の範囲である。

【0030】

50

好ましくは、円錐台14は、基部20に平行な面に対して約15度～約25度、例えば約18度～約23度、または約19度～約21度の範囲の角度を有する。より好ましくは、円錐台14は、基部20に平行な面に対して約21度の角度を有する。好ましくは、円錐台14は、約1:1.20～約1:1.35、例えば約1:1.23～約1:1.28の範囲の、第二端18に対する第一端16の直径比(即ち、図2Cにおいて「a」に対する「b」の比)を有する。

【0031】

第二導電板24は、第一導電板12と電気的および圧力的(即ち、ガスなどの流体)に連絡している。好ましくは、第一導電板12および第二導電板24が互いに圧力的に連絡している少なくとも1つの開口部26が第二導電板24に規定される。かかる第二導電板24の一態様は図3A～3Cに示される。図3Aおよび3Bに示されるように、第一導電板12および第二導電板24が互いに圧力的(例えばガス)に連絡している少なくとも1つの開口部26が第二導電板24に規定される。好ましくは、第二導電板24は浮き彫り(またはくぼみ)28を含み、従って平面側30およびくぼみ側32を有する(図3C)。図1に帰って参照すると、第二導電板24の平面側30が第一導電板12に対向する。第二導電板24は、好ましくは溶接部によって第一導電板12の本質的に平面なキャップ22と電気的に接触している。好ましくは、第一導電板12の本質的に平面なキャップ22と第二導電板24とを接続する溶接部は平面側30にあり、くぼみ28にある。好ましくは、溶接部は少なくとも1つ、例えば1、2、3または4のスポット溶接部である。より好ましくは、少なくとも1つのスポット溶接部はアルミニウムを含む。さらにより好ましくは、溶接部は2つのスポット溶接部である。好ましくは、2つのスポット溶接部は互いに分離している。

【0032】

当該技術分野で公知の任意の適切な溶接技術が、第一導電板12および第二導電板24を溶接するために使用することができる。好ましくは、レーザー溶接技術が本発明に使用される。より好ましくは、溶接プロセス(例えば、レーザー溶接プロセス)中、溶接に対して第一導電板の表面の融点を越えないように第一導電板12の温度を調節する。かかる調節は、当該技術分野で公知の任意の適切な冷却法を用いて行うことができる。好ましくは、第一導電板12と溶接部に最も近い第二導電板24の厚さは、溶接部に最も近い第一導電板の厚さ未満であるが溶接部に最も近い第一導電板12の厚さの半分以上である。

【0033】

図1を参照すると、CID 10は任意に端板34を含む。端板34の1つの特定の態様を図4に示す。端板34は、第一凹部36および第二凹部38を含む。第一凹部36の直径(図4中の参照記号「a」で示される)は、好ましくは第一導電板12の基部20の外径と(図1に示されるように)完全に重なり合う。本明細書で使用する場合、「完全に重なり合う」は、第一凹部36の直径が第一導電板12の基部20の外径と本質的に同じであるか、または約101%～約120%(例えば、約110%)わずかに大きいことを意味する。第一凹部36の深さ(図4中の参照記号「b」で示される)は、第一導電板12の基部20の厚さ(図2C中の参照記号「d」で示される)よりもわずかに小さく、例えば約90%である。第二凹部38は、第一導電板の反転時に第一導電板12の円錐台14を収容し得る。この第二凹部38は、好ましくは第一導電板12の円錐台14の第一端16の周囲と(図1に示されるように)完全に重なり合う。本明細書で 사용되는場合、「完全に重なり合う」は、第二凹部38の直径(図4中の参照記号「c」で示される)が円錐台14のキャップ22の直径と本質的に同じであるか、または約101%～約120%(例えば、約103%)わずかに大きいことを意味する。第二凹部38の深さ(図4中の参照記号「d」で示される)は、第一凹部36から測定された場合、第一導電板12の高さ(図2C中の参照記号「c」で示される)よりもわずかに大きく、例えば約110%～130%(例えば、約125%)である。

【0034】

図1に示されるように、第一導電板12および端板34は互いに電気的に接触している。この電気的な接触は、当該分野で公知である任意の適切な方法、例えば溶接、クリンピング、リベティング(riveting)等によりなされ得る。好ましくは、第一導電板12および端板34は互いに溶接される。当該分野に公知である任意の適切な溶接技術が使用され得る。好

ましくは、第一導電板12および端板34は密封して接合される。好ましくは、本発明においてレーザー溶接技術が使用される。より好ましくは、周辺レーザー溶接技術を使用して、例えば、第一導電板12と端板34との間の円周境界面でのシーム溶接、または第一導電板12の基部20での貫通溶接のいずれかにより、第一導電板12と端板34を密封して接合する。好ましくは、溶接は、基部20の中間または基部20の端（それぞれ図1中の参照記号「a」および「b」で示される）の周囲の円周に位置する。好ましくは、溶接プロセス（例えば、レーザー溶接プロセス）の間、第一導電板12の温度は、溶接に対して第一導電板の表面の融点を超えないように制御される。かかる温度制御は当該分野で公知である任意の適切な冷却法を使用して得られ得る。

【0035】

第一導電板12、第二導電板24および端板34は、電池の分野で公知である任意の適切な導電性材料から作製され得る。適切な材料の例としては、アルミニウム、ニッケルおよび銅、好ましくはアルミニウム、例えばアルミニウム3003シリーズ（例えば、第二導電板24および端板34についてアルミニウム3003 H-14シリーズ、ならびに第一導電板12についてアルミニウム3003 H-0シリーズ）が挙げられる。好ましくは、第一導電板12および第二導電板24は本質的に同一の金属から作製される。より好ましくは、第一導電板12、第二導電板24および端板36は、本質的に同じ金属から作製される。本明細書で使用する場合、用語「本質的に同じ金属」は所定の電圧、例えば電池の実施電圧で本質的に同じ化学的および電気化学的安定性を有する金属を意味する。1つの具体的な態様において、第一導電板12および第二導電板24の少なくとも1つは、アルミニウム3003シリーズなどのアルミニウムを含む。1つのより具体的な態様において、第一導電板12は第二導電板のものよりも柔らかいアルミニウムを含む。好ましくは、第一導電板12および第二導電板24の両方はアルミニウムを含む。さらにより好ましくは、第一導電板12、第二導電板24および端板36は全て、アルミニウム3003シリーズなどのアルミニウムを含む。

【0036】

第一導電板12の円錐台14および平面キャップ22、第二導電板24の浮き彫り(embossment) 28、ならびに端板34の凹部36および38は当該分野で公知である任意の適切な方法、例えば打ち抜き加工、圧印加工、および/または平削り技術により作製され得る。

【0037】

図1を参照すると、好ましい態様において、本発明のCIDはさらに、第一導電板12の一部と第二導電板24の一部の間に保持器40（例えば、電氣的絶縁層、リングまたはガスケット）を含む。保持器40、例えば電氣的絶縁リングは、円錐台14の周囲におよび第一導電板12の基部20と第二導電板24との間に広がる。

【0038】

保持器40の1つの具体的な態様を図5A～5C、図6Aおよび6Bに示す。図5A～5Cならびに図6Aおよび6Bの保持器40は、絶縁体42の周囲に少なくとも2つの溝43、45が規定された絶縁体42、例えば電氣的絶縁リングを含む。保持器40はさらに、つまみ46を有するリング44、例えば金属リングを含む。図6Aおよび6Bに示されるように、リング44は溝45内に置くことができ、第二導電板24は溝43内に置くことができる。つまみ46は可鍛的に調節でき、第一導電板12が置かれているふた106の金属表面（またはふたの一部である端板の表面）に固定し得、それによりリング44を第一導電板12上に固定する。図5Aおよび5B、ならびに6Aおよび6Bに示すように、つまみ46の数は任意の数、例えば1個、2個、3個または4個であり得る。

【0039】

保持器40の別の具体的な態様を図7Aおよび7Bに示す。図7Aおよび7Bの保持器40は、保持器40の周囲に少なくとも1つの開口部48および溝50が規定された絶縁体、例えば電氣的絶縁リングである。図7Aに示すように、第二導電板24は溝50内に置くことができる。この態様において、好ましくは第一導電板12は少なくとも1つのつまみ52を含む。第一導電板12のつまみ52および保持器40の開口部48は、保持器40と第一導電板12の基部22が同心円上にある場合に整列し得る。第一導電板12のつまみ52は可鍛的に調節され(maleably adjust)

、図7Bに示されるように、保持器40を第一導電板12に固定することができる。

【0040】

本発明のCID、例えばCID 10は、リチウムイオン電池などの電池に含まれ得る。図8Aおよび図8Dは、本発明の電池の電池100（図8Aの電池100Aおよび図8Dの電池100Bを集合的に示す）の2種類の異なる態様を示す。図8Bには、CIDを電池の内側から見た際のCID 10を含む電池100のふた部分の底面図を示す。図8Cおよび図8Fには、それぞれ図8Aの電池100Aおよび図8Dの電池100Bのふた部分の横断面図を示す。

【0041】

図8A～8Fに示すように、電池100はCID 10、セルケース104およびふた106を含む電池缶102、第一電極108および第二電極110を含む。第一電極108は電池の第一端子と電氣的に連絡し、第二電極110は電池の第二端子と電氣的に連絡している。セルケース104およびふた106は互いに電氣的に接触する。第一電極108のつまみ（図8Aおよび図8Dには示さない）は、フィードスルーデバイス114の第一導電部品116と（例えば、溶接、クリンピング、リベティング等により）電氣的に接続される。第二電極110のつまみ（図8Aおよび図8Dには示さない）はCID 10の第二導電板24と（例えば、溶接、クリンピング、リベティング等により）電氣的に接続される。

【0042】

好ましい特徴を含むCID 10の特徴は上述されるとおりである。具体的に、図8A～8Cおよび図8D～8Fにおいて、CID 10は第一導電板12、第二導電板24、端板34および保持器40を含む。図8Aおよび図8Dに示されるように、電池100において、端板34は電池缶102のふた106の一部である。示されないが、分離型端板34を本発明に使用することができる。好ましい特徴を含む第一導電板12、第二導電板24、保持器40および端板34の特徴は上述されるとおりである。好ましくは、第二導電板24が第一導電板12と離れている場合、第二導電板24に破断は生じないので、電池100の内部にあるガスは第二導電板24から外へ出ない。圧力が上昇し続け、通気手段112の作動のための所定の値に達する場合、詳細に後述される、セルケース104での1つ以上の通気手段112（図8Aおよび図8D参照）を通して、ガスは電池100から排気される。いくつかの態様において、通気手段112の作動のための所定の値は例えば約10kg/cm²～約20kg/cm²、例えば約12kg/cm²～約20kg/cm²の範囲の内部ゲージ圧であるが、CIDの作動のための値、例えば約4kg/cm²～約10kg/cm²または約4kg/cm²～約9kg/cm²よりも高い。この特徴により、正常に作動している隣の電池（またはセル）に損傷をもたらし得る未成熟ガスの漏れの回避が補助される。そのため、本発明の電池バック中の複数のセルの1つが損傷した場合、他の正常なセルは損傷しない。CID 10の作動のために適切なゲージ圧値または部分範囲、および通気手段112の作動のために適切なゲージ圧値または部分範囲は、選択された圧力値または部分範囲間で重複しないように所定のゲージ圧範囲から選択されることに注意されたい。好ましくは、CID 10の作動のためのゲージ圧値または範囲、および通気手段112の作動のためのゲージ圧値または範囲は、少なくとも約2kg/cm²、より好ましくは少なくとも約4kg/cm²、さらにより好ましくは少なくとも約6kg/cm²、例えば約7kg/cm²異なる。

【0043】

CID 10は上述のように作製され得る。CID 10の電池100への電池缶102の取り付けは、当該分野に公知の任意の適切な手段によりなされ得る。好ましくは、CID 10は、本発明のCIDについて上述されるように溶接によって、より好ましくは第一導電板12をふた106の端板34上に溶接することにより電池缶102に取り付けられる。

【0044】

電池100において1つのCID 10が使用されるが、本発明において1つより多くのCID 10を使用することができる。また、図8A～8Cおよび図8D～8Fにおいて、第二電極110と電氣的に接触しているCID 10が示されるが、他のいくつかの態様において、CID 10は第一電極108および電池缶102から絶縁されるフィードスルーデバイス114と電氣的に連絡し得、第二電極110は電池缶102と直接電氣的に接触している。かかる態様において、CID 10は電池缶102とは電氣的に連絡していない。また、図8A～8Cおよび図8E～8Fにおいて、CID 10がふ

た106の内部105に設置されるように示される（図8Cおよび図8F参照）が、本発明のCID 10は電池100の任意の適切な場所、例えばセルケース102の側面またはふた106の上面107に設置され得る。

【0045】

図8Cおよび図8Eに示されるように、フィードスルーデバイス114は、導電性である第一導電部品116、絶縁体118および電池100の第一端子でありえる第二導電部品120を含む。本明細書で使用される場合、用語「フィードスルー」は電池のケースおよびふたで規定された空間内の電池の電極と、規定された内部空間の外側の電池の部品を接続する任意の物質またはデバイスを含む。好ましくは、フィードスルー物質またはデバイスは電池のふたで規定されたパススルー孔を通して伸びる。フィードスルーデバイス114は、電極つまみの屈曲、ねじれおよび/または折りたたみなどにより変形することなく、電池のセルケースのふたを通過し得、それによりセルの容量を増加し得る。かかるフィードスルーデバイスは、電流供給つまみがセルケースの中に折りたたまれるかまたは屈曲され、内部電極と溶接された従来のリチウム電池と比較して、高い容量利用のために、潜在的にセルの容量を高め得る（例えば、5～15%）。第一および第二導電部品116、120は、ニッケルなどの任意の適切な導電性材料から作製され得る。当該分野に公知である任意の適切な絶縁材料を絶縁体118に使用することができる。

【0046】

セルケース104は、本発明のリチウムイオン電池などの電池の所定の電圧で電気的および化学的に本質的に安定な任意の適切な導電材料から作製され得る。セルケース104の適切な材料の例としては、アルミニウム、ニッケル、銅、鋼鉄、ニッケルめっき鉄、ステンレス鋼およびそれらの組合せが挙げられる。好ましくは、セルケース104は、アルミニウムで形成されるかまたはアルミニウムを含む。ふた106の適切な材料の例は、セルケース104について列挙されたものと同じである。好ましくは、ふた106はセルケース104と同じ材料で作製される。より好ましい態様において、セルケース104およびふた106の両方は、アルミニウム製であるかまたはアルミニウムを含む。ふた106は、当該分野に公知である任意の適切な方法（例えば、溶接、クリンピング等）により、セルケース104を密封し得る。好ましくはふた106およびセルケース104は、互いに溶接される。好ましくは、ふた106とセルケース104とを接続する溶接部は、ふた106とセルケース104との間のゲージ圧が約20kg/cm²より大きい場合に破断する。

【0047】

本発明の電池の好ましい態様において、電池缶102のセルケース104およびふた106の少なくとも1つは図8Aおよび図8Dに示されるように、CID 108を通じて電池100の第二電極110と電気的に連絡する。電池缶102は第一端子120から電気的に絶縁され、少なくとも電池缶102の一部分は少なくとも電池100の第二端子の構成部分であるまたは第二端子と電気的に接続される。より好ましい態様において、少なくともふた106またはセルケース104の底部端の一部分は、第二端子として機能する。

【0048】

図8Cおよび図8Fに示されるように、少なくとも電池缶102の一部、例えばふた106またはセルケース104の底部端は電池100の第二端子であり得る。あるいは、少なくとも電池缶102の一部分は少なくとも第二端子の構成部分であり得るか、または第二端子と電気的に接続され得る。セル缶102のふた106は、絶縁体118、例えば絶縁ガスカートまたはリングによりフィードスルーデバイス114から電気的に絶縁される。絶縁体は適切な絶縁材料、例えば、ポリプロピレン、ポリフッ化ビニル（PVF）、天然ポリプロピレン等から形成される。好ましくは、第一端子は負端子であり、電池缶102と電気的に連絡する電池100の第二端子は正端子である。

【0049】

図8Aおよび図8Dを参照すると、いくつかの好ましい態様において、セルケース104は、必要に応じて、例えばリチウムイオン電池100内部の気体が例えば約10kg/cm²～約20kg/cm²、例えば約12kg/cm²～約20kg/cm²または約10kg/cm²～約18kg/cm²の範囲の内部ゲージ圧

の値よりも大きくなる場合、内部の気体種を通気するための手段として、少なくとも1つの通気手段112を含む。任意の適切な種類の通気手段は、該手段が通常の電池作動条件において密封を提供する限り使用することができることが理解されよう。通気手段の種々の適切な例は、2005年9月16日に出願され、その全教示が参照により本明細書中に援用される米国仮特許出願第60/717,898号に記載される。

【0050】

通気手段の具体例としては通気切り込み線が挙げられる。本明細書において使用される場合、用語「切り込み線」は、セル圧および任意の内部セル部品を所定の内部圧で放出するように設計されたセルケース、例えばセルケース104の(1つまたは複数の)部分の部分的な切り込みを意味する。好ましくは、通気手段112は通気切り込み線であり、より好ましくは、ユーザーまたは隣のセルから離れて方向の位置を定めた通気切り込み線である。本発明においては1つより多くの通気切り込み線が使用され得る。いくつかの態様において、パターン化された通気切り込み線が使用され得る。通気切り込み線は、セルケースの形状の作製時にセルケース材料の主要な伸縮(または引き伸ばし)方向に対して平行、垂直、斜め方向であり得る。通気切り込み線の特性、例えば深さ、形状および長さ(大きさ)も考慮される。

10

【0051】

本発明の電池はさらに、第一端子または第二端子のいずれかと電気的に連絡した、好ましくは第一端子と電気的に連絡した正熱係数層(positive thermal coefficient layer)(PTC)を含み得る。適切なPTC材料は当該分野に公知のものである。一般的に、適切なPTC材料は、設計閾値よりも高い電流にさらされた場合に、温度の上昇を伴いながらその導電性が数オーダーの規模で(例えば、 $10^4 \sim 10^6$ 以上)減少するものである。一旦電流が適切な閾値未満まで下がると、一般的に、PTC材料は本質的に最初の電気抵抗に戻る。1つの適切な態様において、PTC材料は少量の多結晶質セラミック状の半導体材料、または炭素粒がその中に埋め込まれたプラスチックもしくはポリマーのスライスを含む。PTC材料の温度が臨界点に達すると、半導体材料、または炭素粒が埋め込まれたプラスチックもしくはポリマーは、電流の流れに対して障壁を形成し、電気抵抗を急激に増加させる。電気抵抗が急激に増加する温度は、当該分野に公知のようにPTC材料の組成を調整することで変えることができる。PTC材料の「作動温度」は、PTCが最大と最小の電気抵抗の約中間の電気抵抗を示す温度である。好ましくは、本発明に使用されるPTC層の作動温度は、約70 ~ 約150 である。

20

30

【0052】

具体的なPTC材料の例としては、少量のチタン酸バリウム(BaTiO_3)を含む多結晶質セラミック、および炭素粒が埋め込まれたポリオレフィンが挙げられる。2つの導電金属層に挟まれたPTC層を含む市販のPTCラミネートの例としては、Raychem Co製のLTPおよびLR4シリーズが挙げられる。一般的に、PTC層は約50 μm ~ 約300 μm の範囲の厚さを有する。

【0053】

好ましくは、PTC層は、総面積が電池100のふた106または底部の総表面積の少なくとも約25%または少なくとも約50%(例えば、約48%または約56%)である導電性表面を含む。PTC層の導電性表面の総表面積は電池100のふた106または底部の総表面積の少なくとも約56%であり得る。PTC層の導電性表面は電池100のふた106の総表面積の100%まで占めることができる。あるいは、PTC層の導電性表面は、電池100の底部の全部または一部分を占めることができる。

40

【0054】

PTC層は、電池缶の外部、例えば電池缶のふたの上に配置され得る。

【0055】

好ましい態様において、PTC層は第一導電層と第二導電層の間にあり、少なくとも第二導電層の一部分は少なくとも第一端子の構成部分であるか、または第一端子に電気的に接続される。より好ましい態様において、第一導電層はフィードスルーデバイスに接続される。第1と第2導電層の間に挟まれたかかるPTC層の適切な例は、2006年6月23日に提出され

50

、その全教示が参照により本明細書中に援用される米国特許出願第11/474,081号に記載される。

【0056】

好ましい態様において、本発明の電池は、セルケース104およびふた106、電池の第一電極または第二電極のいずれかと電氣的に連絡する少なくとも1つのCID、好ましくは上述されるようなCID 10、ならびにセルケース104上の少なくとも1つの通気手段112を含む電池缶102を含む。上述のように、電池缶102は、電池の第一電極と電氣的に連絡する第一端子から電氣的に絶縁される。少なくとも電池缶102の一部分は、電池の第二電極と電氣的に連絡する少なくとも第二端子の構成部分である。ふた106はセルケース104上に溶接され、溶接されたふたは約20kg/cm²よりも大きい内部ゲージ圧でセルケース104から分離する。CIDは、好ましくは溶接部により互いに電氣的に連絡する、第一導電板（例えば、第一導電板12）および第二導電板（例えば第二導電板24）を含む。この電氣的な連絡は、約4kg/cm²～約9kg/cm²、約5kg/cm²～約9kg/cm²または約7kg/cm²～約9kg/cm²の内部ゲージ圧で遮断される。例えば、第一導電板および第二導電板は互いに、溶接され、例えばレーザー溶接され、溶接部は所定のゲージ圧で壊れる。内部ゲージ圧が約10kg/cm²～約20kg/cm²または約12kg/cm²～約20kg/cm²の範囲である場合に内部ガス性種が外に出るような、少なくとも1つの通気手段112が形成される。上述のように、CID 10の作動に適切なゲージ圧値または部分範囲および通気手段112の作動のためのゲージ圧値または部分範囲は所定のゲージ圧範囲から選択され、選択された圧力値または部分範囲は重複しないことに注意されたい。好ましくは、CID 10の作動のためのゲージ圧の値または範囲、および通気手段112の作動のためのゲージ圧の値または範囲は、少なくとも約2kg/cm²、より好ましくは少なくとも約4kg/cm²、さらにより好ましくは少なくとも約6kg/cm²、例えば約7kg/cm²の圧力差で異なる。また、セルケース104からの溶接されたふた106の破断に適切なゲージ圧値または部分範囲、および通気手段112の作動のためのゲージ圧値または部分範囲は、選択された圧力値または部分範囲が重複しないように所定のゲージ圧範囲から選択されることに注意されたい。好ましくは、CID 10の作動のためのゲージ圧の値または範囲、および通気手段112の作動のための値または範囲は、少なくとも約2kg/cm²、より好ましくは少なくとも約4kg/cm²、さらにより好ましくは少なくとも約6kg/cm²の圧力差で異なる。

【0057】

好ましくは、本発明の電池は再充電可能であり、例えば再充電可能リチウムイオン電池である。

【0058】

好ましくは、本発明の電池、例えばリチウムイオン電池は、通常動作条件下で、約2kg/cm²以下の内部ゲージ圧を有する。本発明のかかる電池について、一態様において活性電極物質が最初に活性化され、その後電池の電池缶が密封される。

【0059】

本発明の電池（またはセル）は円柱形（例えば、26650、18650、または14500形態）であり得るか、または角柱形（積層型または巻き取り型、例えば183665または103450形態）であり得る。好ましくは、電池は角柱形であり、より好ましくは楕円形状の角柱形である。本発明は角柱形セルケースの全ての種類を使用し得るが、部分的に下記の2つの特徴のため楕円形セルケースが好ましい。

【0060】

楕円形状、例えば183665型因子の利用可能な内部容積は、同じ外部容積を積層して比較した場合、2つの18650セルの容積よりも大きい。電池パックを組み立てた場合、楕円形状セルは、電池パックが占めるよりも多くの空間を十分に利用する。これにより、今日の産業で見られるものと比べてセルの容量を犠牲にすることなく、重要な性能的特徴を増加し得る内部セル部品への新規の設計の変化が可能になる。より大きな利用可能な容積のために、比較的高いサイクル寿命および高率の可能出力を有するより薄い電極の使用を選択し得る。さらに、楕円形缶はより高い柔軟性を有する。例えば、楕円形状缶は円柱形状缶と比べてウエスト部分でより柔軟であり、充電時にスタック圧が増加する際により低い柔軟

性を可能にする。増加した柔軟性は、電極での機械的疲労を減少させ、次により高いサイクル寿命をもたらす。また、比較的低いスタック圧により、電池中のセパレーターの孔のつまりが改善され得る。

【0061】

角柱形電池と比較して、楕円形状電池では比較的高い安全性を可能にする特に望ましい特徴が利用可能である。楕円形状は、電池に必要な電解質の量を最小にするとまりばめをゼリーロールに提供する。比較的少量の電解質により、誤用状況の際の利用可能な反応物質が少なくなり、それにより安全性がより高くなる。また、電解質の量が少なくなるためにコストが低くなる。積層された電極構造を有する角柱形缶の場合、その横断面は長方形となり、不必要な電解質を用いることなく本質的に十分な容量利用が可能になるが、この型の缶の設計はより困難であるので、製造の観点からコストがより高くなる。

10

【0062】

図9を参照して、本発明のいくつかの態様において、本発明の複数のリチウムイオン電池（例えば、2~5セル）が電池パックに接続され得、電池（セル）のそれぞれは互いに直列、並列、または直列および並列に接続される。本発明のいくつかの電池パックにおいて、電池間で並列の接続はない。

【0063】

好ましくは、少なくとも1つのセルは、角柱形状セルケース、より好ましくは図8Aに示されるように楕円形状セルケースを有する。好ましくは、電池パック中のセルの容量は、典型的に約3.0Ah以上、より好ましくは約4.0Ah以上である。セルの内部インピーダンスは、好ましくは約50ミリオーム未満、より好ましくは30ミリオーム未満である。

20

【0064】

本発明のリチウムイオン電池および電池パックは携帯用電源デバイス、例えば携帯用コンピューター、電源ツール、おもちゃ、携帯電話、カムコーダー、PDA等に使用され得る。リチウムイオン電池を使用する携帯用電子デバイスにおいて、その充電は一般的に、4.20V充電圧に設計される。したがって、本発明のリチウムイオン電池および電池パックはこれらの携帯用電子デバイスに特に有用である。

【0065】

本発明はまた、電池、例えば上述のリチウムイオン電池の製造方法を含む。該方法は、上述のセルケースを形成する工程、および該セルケース中に第一電極および第二電極を配置する工程を含む。上述のような電流遮断装置（例えば、電流遮断装置28）が形成され、セルケースと電氣的に接続される。

30

【0066】

本発明のリチウムイオン電池の正極および負極ならびに電解質は、当該分野に公知の適切な方法により形成され得る。

【0067】

負極のための適切な負極活物質の例としては、該物質中にまたは該物質からリチウムがドーブされるかまたはドーブされない任意の物質が挙げられる。かかる物質の例としては、炭素物質、例えば非グラファイト炭素、人工炭素、人工グラファイト、天然グラファイト、熱分解炭素、コークス、例えばピッチコークス、針状コークス、石油コークス、グラファイト、ガラス状炭素、またはフェノール樹脂、フラン樹脂もしくは同等物を炭素化して得られる熱処理有機ポリマー化合物、炭素繊維および活性炭素が挙げられる。さらに、金属リチウム、リチウム合金およびその合金または化合物が負極活物質として使用可能である。特に、リチウムの合金または化合物を形成し得る金属元素もしくは半導体元素は、第IV族金属元素または半導体元素、例えば限定されないがケイ素またはスズであり得る。特に、遷移金属、例えばコバルトまたは鉄/ニッケルでドーブされる不定形スズがこれらの種類の電池の負極物質として適切な金属である。比較的基底電位で酸化物中にまたは酸化物からリチウムをドーブするかまたはドーブされない酸化物、たとえば酸化鉄、酸化ルテニウム、酸化モリブデン、酸化タングステン、酸化チタン、および酸化スズ、ならびに窒化物も同様に、負極活物質として使用可能である。

40

50

【 0 0 6 8 】

正極のための適切な正極活物質は、当該分野で公知の任意の物質、例えばニッケル酸リチウム（例えば $\text{Li}_{1+x}\text{NiM}'\text{O}_2$ 、式中 x は0以上0.2以下である）、コバルト酸リチウム（例えば $\text{Li}_{1+x}\text{CoO}_2$ 、式中 x は0以上0.2以下である）、かんらん石型化合物（例えば $\text{Li}_{1+x}\text{FePO}_4$ 、式中 x は0以上0.2以下である）、スピネル型マンガン酸塩(manganate spinel)（例えば $\text{Li}_{1+x}\text{Mn}_{2-y}\text{O}_4$ （ x および y はそれぞれ独立して0以上0.3以下であり、例えば0 x 0.2または0.05 x 0.15）、または $\text{Li}_{1+x1}(\text{Mn}_{1-y1}\text{A}'_{y2})_{2-x2}\text{O}_{z1}$ （ $x1$ および $x2$ はそれぞれ独立して0.01以上0.3以下であり； $y1$ および $y2$ はそれぞれ独立して0.0以上0.3以下であり； $z1$ は3.9以上4.2以下である）、ならびにそれらの混合物を含む。適切な正極活物質の種々の例は、それら全ての全教示が参照により本明細書中に援用される、2005年12月23日に出願された国際出願PCT/US2005/047383、2006年7月12日に出願された米国特許出願11/485,068、および代理人整理番号3853.1001-015で2007年6月22日に出願された、発明の名称「Lithium-Ion Secondary Battery」の国際出願に見られ得る。

【 0 0 6 9 】

1つの具体的な態様において、本発明の正極のための正極活物質は、コバルト酸リチウム、例えば $\text{Li}_{(1+x8)}\text{CoO}_{z8}$ を含む。より具体的には、約60～90wt%（例えば約80wt%）のコバルト酸リチウム、例えば $\text{Li}_{(1+x8)}\text{CoO}_{z8}$ および約40～10wt%（例えば約20wt%）のスピネル型マンガン酸塩、例えば $\text{Li}_{(1+x1)}\text{Mn}_2\text{O}_{z1}$ 、好ましくは $\text{Li}_{(1+x1)}\text{Mn}_2\text{O}_4$ の混合物が本発明に使用される。値 $x1$ は0以上0.3以下である（例えば、0.05 $x1$ 0.2または0.05 $x1$ 0.15）。値 $z1$ は3.9以上4.2以下である。値 $x8$ は0以上0.2以下である。値 $z8$ は1.9以上2.1以下である。

【 0 0 7 0 】

別の具体的な態様において、本発明の正極活物質は、コバルト酸リチウム、例えば $\text{Li}_{(1+x8)}\text{CoO}_{z8}$ 、および実験式 $\text{Li}_{(1+x1)}(\text{Mn}_{1-y1}\text{A}'_{y2})_{2-x2}\text{O}_{z1}$ によって表されるスピネル型マンガン酸塩を含む混合物を含む。値 $x1$ および $x2$ はそれぞれ独立して0.01以上0.3以下である。値 $y1$ および $y2$ はそれぞれ独立して0.0以上0.3以下である。値 $z1$ は3.9以上4.2以下である。A'はマグネシウム、アルミニウム、コバルト、ニッケルおよびクロムからなる群の少なくとも一員である。より具体的には、コバルト酸リチウムおよびスピネル型マンガン酸塩は、約0.95：0.05および約0.9：0.1～約0.6：0.4のコバルト酸リチウム：スピネル型マンガン酸塩の重量比である。

【 0 0 7 1 】

さらに別の具体的な態様において、本発明の正極活物質は、100%のコバルト酸リチウム、例えば $\text{Li}_{(1+x8)}\text{CoO}_{z8}$ を含む混合物を含む。

【 0 0 7 2 】

さらに別の具体的な態様において、本発明の正極活物質は、a)コバルト酸リチウム；b)ニッケル酸リチウム；c) 実験式 $\text{Li}_{(1+x1)}(\text{Mn}_{1-y1}\text{A}'_{y2})_{2-x2}\text{O}_{z1}$ によって表されるスピネル型マンガン酸塩；d) 実験式 $\text{Li}_{(1+x1)}\text{Mn}_2\text{O}_{z1}$ または $\text{Li}_{1+x9}\text{Mn}_{2-y9}\text{O}_4$ によって表されるスピネル型マンガン酸塩およびe) 実験式 $\text{Li}_{(1-x10)}\text{A}''_{x10}\text{MPO}_4$ によって表されるかんらん石化合物からなる群より選択される少なくとも1つの酸化リチウムを含む。 $x1$ 、 $z1$ 、 $x9$ および $y9$ の値は上述の通りである。値 $x2$ は0.01以上0.3以下である。 $y1$ および $y2$ の値はそれぞれ独立して0.0以上0.3以下である。A'は、マグネシウム、アルミニウム、コバルト、ニッケルおよびクロムからなる群の少なくとも一員である。値 $x10$ は0.05以上0.2以下であるか、または値 $x10$ は0.0以上0.1以下である。Mは鉄、マンガン、コバルトおよびマグネシウムからなる群の少なくとも一員である。A''はナトリウム、マグネシウム、カルシウム、カリウム、ニッケルおよびニオブからなる群の少なくとも一員である。

【 0 0 7 3 】

本発明に使用し得るニッケル酸リチウムは、Li原子もしくはNi原子、またはその両方のいずれかの少なくとも1つの修飾因子(modifier)を含む。本明細書で使用される場合「修飾因子」は、 LiNiO_2 の結晶構造中のLi原子もしくはNi原子またはその両方の部位を占める置換原子を意味する。一態様において、ニッケル酸リチウムは、Li原子の修飾因子のみ

またはLi原子の置換基のみ(「Li修飾因子」)を含む。別の態様において、ニッケル酸リチウムは、Ni原子の修飾因子のみまたはNi原子の置換基のみ(「Ni修飾因子」)を含む。さらに別の態様において、ニッケル酸リチウムはLi修飾因子およびNi修飾因子の両方を含む。Li修飾因子の例としては、バリウム(Ba)、マグネシウム(Mg)、カルシウム(Ca)およびストロンチウム(Sr)が挙げられる。Ni修飾因子の例としては、Liについての修飾因子、さらに、アルミニウム(Al)、マンガン(Mn)およびホウ素(B)が挙げられる。他のNi修飾因子の例としては、コバルト(Co)およびチタン(Ti)が挙げられる。好ましくは、ニッケル酸リチウムは、 LiCoO_2 で被覆される。例えば、コーティングは勾配コーティングまたはスポットワイズコーティングであり得る。

【0074】

本発明に使用され得るニッケル酸リチウムのある特定の種類は実験式 $\text{Li}_{x3}\text{Ni}_{1-z3}\text{M}'_{z3}\text{O}_2$ (式中 $0.05 < x3 < 1.2$ および $0 < z3 < 0.5$ であり、 M' がCo、Mn、Al、B、Ti、Mg、CaおよびSrからなる群より選択される1つ以上の元素である)で表される。好ましくは、 M' はMn、Al、B、Ti、Mg、CaおよびSrからなる群より選択される1つ以上の元素である。

【0075】

本発明に使用され得るニッケル酸リチウムの別の特定の種類は、実験式 $\text{Li}_{x4}\text{A}^*_{x5}\text{Ni}_{(1-y4-z4)}\text{Co}_{y4}\text{Q}_{z4}\text{O}_a$ (式中 $x4$ は約0.1以上約1.3以下であり； $x5$ は0.0以上約0.2以下であり； $y4$ は0.0以上約0.2以下であり； $z4$ は0.0以上約0.2以下であり； a は約1.5より大きく約2.1未満であり； A^* はバリウム(Ba)、マグネシウム(Mg)およびカルシウム(Ca)からなる群の少なくとも一員であり； Q はアルミニウム(Al)、マンガン(Mn)およびホウ素(B)からなる群の少なくとも一員である)で表される。好ましくは、 $y4$ は0より大きい。1つの好ましい態様において、 $x5$ は0であり、 $z4$ は0.0より大きく約0.2以下である。別の態様において、 $z4$ は0であり、 $x5$ は0.0より大きく約0.2以下である。さらに別の態様において、 $x5$ および $z4$ はそれぞれ独立して0.0より大きく約0.2以下である。さらに別の態様において、 $x5$ 、 $y4$ および $z4$ はそれぞれ独立して0.0より大きく約0.2以下である。 $x5$ 、 $y4$ および $z4$ がそれぞれ独立して0.0より大きく約0.2以下であるニッケル酸リチウムの種々の例は、米国特許第6,855,461号および第6,921,609号(その全教示は参照により本明細書中に援用される)中に見られ得る。

【0076】

ニッケル酸リチウムの具体的な例は、 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ である。好ましい具体例は、 LiCoO_2 被覆 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ である。スポットワイズ被覆された正極において、 LiCoO_2 はニッケル酸コア粒子を完全には被覆しない。 LiCoO_2 で被覆された $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ の組成は、組成において、Ni:Co:Al間で0.8:0.15:0.05の重量比から自然にわずかにずれ得る。ずれはNiについて約10~15%、Coについて5~10%およびAlについて2~4%の範囲であり得る。ニッケル酸リチウムの別の具体例は、 $\text{Li}_{0.97}\text{Mg}_{0.03}\text{Ni}_{0.9}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ である。好ましい具体例は LiCoO_2 被覆 $\text{Li}_{0.97}\text{Mg}_{0.03}\text{Ni}_{0.9}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ である。 LiCoO_2 で被覆された $\text{Li}_{0.97}\text{Mg}_{0.03}\text{Ni}_{0.9}\text{Co}_{0.1}\text{O}_2$ の組成は、組成において、Mg:Ni:Co間で0.03:0.9:0.1の重量比からわずかにずれ得る。ずれはMgについて約2~4%、Niについて10~15%およびCoについて5~10%の範囲であり得る。本発明に使用され得る別の好ましいニッケル酸は $\text{Li}(\text{Ni}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3})\text{O}_2$ であり、「333型ニッケル酸」とも称される。この333型ニッケル酸は上述のように、任意に LiCoO_2 で被覆され得る。

【0077】

本発明に使用され得るコバルト酸リチウムの適切な例としては、少なくとも1つのLiまたはCo原子で修飾された $\text{Li}_{1+x8}\text{CoO}_2$ が挙げられる。Li修飾因子の例は、ニッケル酸リチウムのLiについて上述されるとおりである。Co修飾因子の例としては、Liについての修飾因子ならびにアルミニウム(Al)、マンガン(Mn)およびホウ素(B)が挙げられる。他の例としては、ニッケル(Ni)およびチタン(Ti)が挙げられ、特に実験式 $\text{Li}_{x6}\text{M}'_{(1-y6)}\text{Co}_{(1-z6)}\text{M}''_{z6}\text{O}_2$ (式中 $x6$ は0.05より大きく1.2未満であり； $y6$ は0以上0.1未満であり； $z6$ は0以上0.5未満であり； M' はマグネシウム(Mg)およびナトリウム(Na)の少なくとも一員であり； M'' はマンガン(Mn)、アルミニウム(Al)、ホウ素(B)、チタン(Ti)、マグ

10

20

30

40

50

ネシウム (Mg)、カルシウム (Ca) およびストロンチウム (Sr) からなる群の少なくとも一員である) で表されるコバルト酸リチウムを本発明に使用し得る。本発明に使用され得るコバルト酸リチウムの別の例は、 LiCoO_2 などの未修飾 $\text{Li}_{1+x}\text{CoO}_2$ である。1つの具体的な態様において、コバルト酸リチウム (例えば、 LiCoO_2) は、Mgでドーブされるおよび/または ZrO_2 もしくは $\text{Al}(\text{PO}_4)$ などの屈折性酸化物もしくはリン酸塩で被覆される。

【0078】

球状形態はパッキングおよび他の製造関連特性を改善すると思われるので、使用される酸化リチウム化合物が球状形態を有することが特に好ましい。

【0079】

好ましくは、コバルト酸リチウムおよびニッケル酸リチウムのそれぞれの結晶構造は、独立して、R-3m型空間群 (斜方面体晶系、例えばゆがんだ斜方面体晶系) である。あるいは、ニッケル酸リチウムの結晶構造は、単斜晶系空間群 (例えばP2/mまたはC2/m) であり得る。R-3m型空間群において、リチウムイオンは「3a」部位 ($x=0$ 、 $y=0$ および $z=0$) を占め、遷移金属イオン (すなわちニッケル酸リチウム中のNiおよびコバルト酸リチウム中のCo) は「3b」部位 ($x=0$ 、 $y=0$ 、 $z=0.5$) を占める。酸素は「6a」部位 ($x=0$ 、 $y=0$ 、 $z=z_0$ 、ここで z_0 は金属イオン、例えばその (1つまたは複数の) 修飾因子の性質によって変化する) に位置する。

【0080】

一般的に、本発明の使用に適したかんらん石化合物の例は、一般式 $\text{Li}_{1-x_2}\text{A}^{x_2}\text{MPO}_4$ (式中 x_2 は0.05以上であるか、または x_2 は0.0以上0.1以上であり; MはFe、Mn、CoまたはMgからなる群より選択される1つ以上の元素であり; A'はNa、Mg、Ca、K、Ni、Nbからなる群より選択される) で表される。好ましくは、MはFeまたはMnである。より好ましくは、 LiFePO_4 もしくは LiMnPO_4 、またはその両方が本発明に使用される。好ましい態様において、かんらん石化合物は比較的高い導電性を有する物質、例えば炭素で被覆される。より好ましい態様において、炭素被覆 LiFePO_4 または炭素被覆 LiMnPO_4 が本発明に使用される。MがFeまたはMnであるかんらん石化合物の種々の例は、米国特許第5,910,382号 (その全教示は参照により本明細書中に援用される) に見られ得る。

【0081】

かんらん石化合物は、典型的に、充電/放電の際に結晶構造中に小さな変化を有し、一般的にそれによりかんらん石化合物はサイクル特性に関して優れている。また、電池を高温環境にさらした場合であっても、安全性は一般的に高い。かんらん石化合物 (例えば、 LiFePO_4 および LiMnPO_4) の別の利点は比較的に安いコストである。

【0082】

スピネル型マンガン酸塩化合物は、 LiMn_2O_4 などのマンガン塩基を有する。典型的に、スピネル型マンガン酸塩化合物は比較的低い比容量 (例えば、約110~115mAh/gの範囲) を有するが、電極に配合された場合比較的高い電力送達を有し、典型的に高温での化学反応性に関して安全である。スピネル型マンガン酸塩化合物の別の利点は比較的に安いコストである。

【0083】

本発明に使用され得るある種類のスピネル型マンガン酸塩化合物は、実験式 $\text{Li}_{(1+x_1)}(\text{M}_{n_1-y_1}\text{A}'_{y_2})_{2-x_2}\text{O}_{z_1}$ (式中A'はMg、Al、Co、NiおよびCrの1つ以上であり; x_1 および x_2 はそれぞれ独立して0.01以上0.3以下であり; y_1 および y_2 はそれぞれ独立して0.0以上0.3以下であり; z_1 は3.9以上4.1以下である) で表される。好ましくは、A'は、 M^{3+} イオン、例えば Al^{3+} 、 Co^{3+} 、 Ni^{3+} および Cr^{3+} 、より好ましくは Al^{3+} を含む。 $\text{Li}_{(1+x_1)}(\text{Mn}_{1-y_1}\text{A}'_{y_2})_{2-x_2}\text{O}_{z_1}$ のスピネル型マンガン酸塩化合物は LiMn_2O_4 のものと比較して増強されたサイクル特性および電力を有し得る。本発明に使用され得る別の種類のスピネル型マンガン酸塩化合物は、実験式 $\text{Li}_{(1+x_1)}\text{Mn}_2\text{O}_{z_1}$ (式中 x_1 および z_1 はそれぞれ独立して上述のものと同じである) で表される。あるいは、本発明のスピネル型マンガン酸塩は、実験式 $\text{Li}_{1+x_9}\text{Mn}_{2-y_9}\text{O}_{z_9}$ (式中 x_9 および y_9 はそれぞれ独立して0.0以上0.3以下であり (例えば0.05 x_9 、 y_9 0.15); z_9 は3.9以上4.2以下である) で表される化合物を含む。本発明で使用され得るスピネ

ル型マンガン酸塩の具体例としては、 $\text{LiMn}_{1.9}\text{Al}_{0.1}\text{O}_4$ 、 $\text{Li}_{1+x}\text{Mn}_2\text{O}_4$ 、 $\text{Li}_{1+x}\text{Mn}_{2-y}\text{O}_4$ およびAlおよびMg修飾因子を有するそれらの変形物が挙げられる。 $\text{Li}_{(1+x)}(\text{Mn}_{1-y}\text{A}'_{y2})_{2-x2}\text{O}_{21}$ 型のスピネル型マンガン酸塩化合物の種々の他の例は、米国特許第4,366,215号、5,196,270号および5,316,877号（その全教示は参照により本明細書中に援用される）に見られ得る。

【0084】

本明細書中に記載される適切な正極物質は、それらが組み込まれたりリチウムイオン電池の製造時に存在する実験式を特徴とすることに注意されたい。それらの具体的な組成は、その後それらの使用（例えば、充電および放電）時に生じる電気化学反応に従って変化に供されることが理解されよう。

10

【0085】

適切な非水性電解質の例としては、電解質塩を非水性溶媒に溶解して調製した非水性電解質溶液、固体電解質（電解質塩を含む無機電解質またはポリマー電解質）、および電解質をポリマー化合物等に混合または溶解して調製した固体状またはゲル状電解質が挙げられる。

【0086】

非水性電解質溶液は、典型的に、塩を有機溶媒に溶解して調製される。有機溶媒にはこの種類の電池に一般的に使用されている任意の適切な種類が含まれる。かかる有機溶媒の例としては、炭酸プロピレン（PC）、炭酸エチレン（EC）、炭酸ジエチル（DEC）、炭酸ジメチル（DMC）、1,2-ジメトキシエタン、1,2-ジエトキシエタン、 γ -ブチロラクトン、テトラヒドロフラン、2-メチルテトラヒドロフラン、1,3-ジオキソラン、4-メチル-1,3-ジオキソラン、ジエチルエーテル、スルホラン、メチルスルホラン、アセトニトリル、プロピオニトリル、アニソール、アセテート、ブチレート、プロピオネート等が挙げられる。炭酸プロピレンなどの環状炭酸塩、または炭酸ジメチルおよび炭酸ジエチルなどの鎖状炭酸塩を使用することが好ましい。これらの有機溶媒は、単独で、または2種類以上を組み合わせて使用することができる。

20

【0087】

VC（炭酸ビニル）、VEC（炭酸ビニルエチレン）、EA（酢酸エチレン）、TPP（トリフェニルホスフェート）、ホスファゼン、ピフェニル（BP）、シクロヘキシルベンゼン（CHB）、2,2-ジフェニルプロパン（DP）、ホウ酸リチウムビス(オキサレート)（LiBoB）、硫酸エチレン（ES）および硫酸プロピレンなどの添加剤または安定化剤も電解質中に存在し得る。これらの添加剤は、電池が形成、サイクル効率、安全性および寿命に関してより高い性能を有するようにし得る負極および正極安定化剤、難燃剤またはガス放出剤として使用される。

30

【0088】

固体電解質がリチウムイオン導電性を有する限り、固体電解質としては、無機電解質、ポリマー電解質等が挙げられ得る。例えば、無機電解質としては、窒化リチウム、ヨウ化リチウム等が挙げられ得る。ポリマー電解質は、電解質塩および電解質塩が溶解されたポリマー化合物からなる。ポリマー電解質に使用されるポリマー化合物の例としては、酸化ポリエチレンおよび架橋酸化ポリエチレンなどのエーテル系ポリマー、ポリメタクリレートエステル系ポリマー、アクリレート系ポリマー等が挙げられる。これらのポリマーは単独で、または2種類以上の混合物もしくはコポリマーの形態で使用し得る。

40

【0089】

上述の非水性電解質溶液を吸着させてポリマーをゲル化する限りは、ゲル電解質のマトリックスは任意のポリマーであり得る。ゲル電解質に使用されるポリマーの例としては例えばフッ化ポリビニリデン（PVDF）、ポリビニリデン-コ-ヘキサフルオロプロピレン（PVDF-HFP）等のフルオロカーボンポリマーが挙げられる。

【0090】

ゲル電解質に使用されるポリマーの例としては、ポリアクリロニトリルおよびポリアクリロニトリルのコポリマーも挙げられる。共重合に使用されるモノマー（ビニル系モノマ

50

ー)の例としては、酢酸ビニル、メタクリル酸メチル、メタクリル酸ブチル、アクリル酸メチル、アクリル酸ブチル、イタコン酸、水素化アクリル酸メチル、水素化アクリル酸エチル、アクリルアミド、塩化ビニル、フッ化ビニリデン、および塩化ビニリデンが挙げられる。ゲル電解質に使用されるポリマーの例としては、さらに、アクリロニトリル-ブタジエンコポリマーゴム、アクリロニトリル-ブタジエン-スチレンコポリマー樹脂、アクリロニトリル-塩化ポリエチレン-プロピレンジエン-スチレンコポリマー樹脂、アクリロニトリル-塩化ビニルコポリマー樹脂、アクリロニトリル-メタクリレート樹脂およびアクリロニトリル-アクリレートコポリマー樹脂が挙げられる。

【0091】

ゲル電解質に使用されるポリマーの例としては、酸化ポリエチレン、酸化ポリエチレンのコポリマーおよび架橋酸化ポリエチレンなどのエーテル系ポリマーが挙げられる。共重合に使用されるモノマーの例としては、酸化ポリプロピレン、メタクリル酸メチル、メタクリル酸ブチル、アクリル酸メチル、アクリル酸ブチルが挙げられる。

【0092】

特に、酸化還元安定性の観点から、ゲル電解質のマトリックスにはフルオロカーボンポリマーが好適に使用される。

【0093】

電解質に使用される電解質塩は、この種類の電池に適切な任意の電解質塩であり得る。電解質塩の例としては、 LiClO_4 、 LiAsF_6 、 LiPF_6 、 LiBF_4 、 $\text{LiB}(\text{C}_6\text{H}_5)_4$ 、 $\text{LiB}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$ 、 $\text{CH}_3\text{SO}_3\text{Li}$ 、 $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{Li}$ 、 LiCl 、 LiBr 等が挙げられる。一般的に、セパレーターは電池の正極と負極を分離する。セパレーターとしては、一般的に、この種類の非水性電解質二次電池のセパレーターの形成に使用されている任意のフィルム状物質、例えば、ポリプロピレン、ポリエチレン、またはその2つが積層された組み合わせから作製される微小多孔質ポリマーフィルムが挙げられ得る。また、固体電解質またはゲル電解質が電池の電解質として使用される場合、必ずしもセパレーターが備えられる必要はない。特定の場合において、ガラス繊維製またはセルローズ材料製の微小多孔質セパレーターも使用され得る。セパレーターの厚さは典型的に9~25 μm である。

【0094】

いくつかの具体的な態様において、特定の割合で正極で粉末を混合して正極は作製され得る。90wt%のこの混合物は、その後導電剤として5wt%のアセチレンブラック、および結合剤として5wt%のPVDFと混合される。スラリーを調製するために、該混合物を溶媒のN-メチル-2-ピロリドン(NMP)に分散する。次いで、このスラリーを、典型的に約20 μm の厚さを有するアルミニウム電流コレクターホイルの両表面に塗布して、約100~150 で乾燥させる。次いで、乾燥した電極をロールプレスにより引き伸ばし(calendared)、圧縮した正極を得る。正極として LiCoO_2 を単独で使用する場合、94wt%の LiCoO_2 、3%のアセチレンブラック、および3%のPVDFを用いた混合物が典型的に使用される。負極は、負極活物質として93wt%のグラファイト、3wt%のアセチレンブラックおよび結合剤として4wt%のPVDFを混合して作製され得る。スラリーを調製するために、負極混合物も溶媒のN-メチル-2-ピロリドンに分散した。負極混合スラリーは、典型的に約10 μm の厚さを有するストライプ状銅負電流コレクターホイルの両表面に均一に塗布された。次いで乾燥した電極をロールプレスで引き伸ばし、高密度負極を得る。

【0095】

負極および正極、ならびに厚さ25 μm の微小孔を有するポリエチレンフィルムで形成されたセパレーターを一般的に積層してらせん状に巻き、らせん型電極元素を作製する。

【0096】

いくつかの態様において、例えばアルミニウム製の1つ以上の正極リードを正電流電極につなぎ、次いで本発明の電池の正端子に電氣的に接続する。例えばニッケル金属製の負極リードを負極に接続し、次いでフィードスルーデバイスにつなぐ。例えば1Mの LiPF_6 を有するEC:DMC:DECの電解質を、らせん状に巻かれた「ゼリーロール」を有する、本発明のリチウムイオン電池のセルケースに真空充填する。

10

20

30

40

50

【実施例】

【0097】

実施例1. 本発明のCIDの作製

この実施例において、第一導電板、第二導電板、2つの導電板間の保持器および端板を含む、CIDの製造方法を図1に示す。

【0098】

1A. 第一導電板12の作製

図2A~2Cに示すように、アルミニウム3003(HO)の平坦なシートを角度のついた縁を有する帽子に似た形状にスタンピングして、第一導電板(以後「圧力ディスク」)を形成した。約0.005インチ(約0.127mm)の厚さ(図2Cの「d」)を有する平坦なアルミニウムシートを使用した。最初に、平坦な先端を有する円錐状の打印器を使用して、平坦なアルミニウムシートを下に押し下げ、円錐状の円錐台、約0.315インチ(約8mm)の直径(図2Cの「a」)を有する基部および基部から約0.03インチ(約0.762mm)の高さ(図2Cの「c」)にある平坦な頂部を形成した。平坦な頂部の直径(図2Cの「b」)は約0.215インチ(約5.46mm)であった。基部と平行な面に対する円錐台の角度は約21度であった。次いで、基部が約0.500インチ(約12.7mm)の直径を有するように、押しつけられたアルミニウムシートの形を整えた。

【0099】

1B. 第二導電板24の作製

第二導電板(以後「溶接ディスク」)を順送り型でアルミニウムから製造した。厚さ約0.020インチ(約0.508mm)のアルミニウムストック(3003 H14)を順送り型に送り、複数回のスタンピングおよび圧印加工により、約0.401インチ(約10.2mm)の外径、約0.100インチ(約2.54mm、図3Cの「a」)の直径を有する同一中心のくぼみおよび約0.003インチ(約0.0762mm)の厚さ(図3Cの「c」)を有する部品を作製した。直径約0.040インチ(約1.02mm)の2つの対称的なくぼみ孔が、くぼみの両側の圧力連絡のための板に形成された。孔は、板の中心から約0.140インチ(約3.56mm)の距離に位置した。

【0100】

1C. 保持器リング40の作製

射出成形により、図1、図8A、および図8Dに示す保持器リングをポリプロピレン材料で製造した。保持器リングの目的は、圧力ディスクの反転前、反転中、および反転後に、圧力ディスクに対して一定の距離で溶接ディスクを保持することであった。CIDが作動した場合に圧力ディスクの反転は生じた。また、保持器リングは、圧力ディスクの反転後、溶接ディスクと圧力ディスクが電氣的に絶縁されることを確実にするために使用された。保持器リングは、溶接ディスクが保持器リングにはめ込まれた後に溶接ディスクを適当な場所に固定する型上の特徴を含んだ。

【0101】

1D. 端板34の作製

図4に示されるように、端板は、圧力ディスクを収容するため、および圧力ディスクの円錐台部の反転のために必要な空間を備え得る。この実施例において、電池缶のふたが端板として使用された。端板は、押し付けられたアルミニウム3003シリーズ(H14)から製造された。

【0102】

圧力ディスクの収容のために必要な空間について、第一円筒形の浮き彫り(または図4の凹部36)はふたの平削りあるいは打ち抜き加工操作により作製された。浮き彫りの直径(図4の「a」)は約0.505インチ(約12.8mm)であり、圧力ディスクの外径(約0.500インチ(約12.7mm))よりもわずかに大きかった。第一浮き彫りの深さ(図4の「b」)は約0.0045インチ(約0.114mm)であり、圧力ディスクの厚さ(約0.005インチ(約0.127mm))よりもわずかに小さかった。

【0103】

圧力ディスクの反転時にその円錐台部分を収容するために必要な空間について、同一中

10

20

30

40

50

心の第二浮き彫り（図4の凹部38）は平削りまたは打ち抜き加工により同様に作製された。第二浮き彫りは約0.325インチ（約8.25mm）の直径を有し、圧力ディスクの円錐台の基部の直径（約0.315インチ（約8.0mm））よりもわずかに大きかった。第二浮き彫りはまた、第一浮き彫りから測定して約0.029インチ（約0.737mm）の深さ（図4の「d」）を有し、円錐台の基部での基準線から測定した圧力ディスクの正味の高さ（約0.025インチ（約0.635mm））、図3Cの「c」）よりもわずかに大きかった。

【0104】

溶接ピンを収容するために2つの浮き彫りと同一中心にあるスルーホールは、穴あけまたは打ち抜きによりなされた。孔は、約0.100インチ（約2.54mm）の直径を有し、裏打ちのためおよび下記のスポット溶接操作の際に圧力ディスクを冷却するために使用される溶接ピンを収容できるほどの大きさであった。

【0105】

1E. 溶接ディスク、端板および保持器リングの前洗浄

組み立ての前に、溶接ディスク（24）、端板（34）および保持器（40）の油をとり、超音波洗浄器中、イソプロパノール（例えば90%イソプロパノール）で洗浄した。洗浄は典型的に約10分間行い、低湿度環境下またはオープンで、約70℃で乾燥させた。

【0106】

1F. 組み立て

CIDの部材を図1に示すように組み立てた。圧力ディスク（12）を端板（34）の第一浮き彫り（凹部36）に配置し、円錐状の円錐台を端板から離して向かい合わせた。真空吸引を使用して、圧力ディスクと端板の良好な接触を提供するために、圧力ディスクを端板上にぴったりと引き寄せた。第一導電板12の基部20の中間周囲領域（例えば図1中に示される位置「a」）で貫通溶接することにより、2つの部分を密封して接合した。

【0107】

組み立てた圧力ディスク/端板を、孔を通して端板を貫通した固体銅（Cu）溶接ピンを有するスポット溶接固定具に配置した。溶接ピンを使用して圧力ディスクを裏打ちし、その後のスポット溶接操作の間に圧力ディスクを冷却した。溶接ディスク（24）を保持器リングに配置した。組み立てた溶接ディスク/保持器リングをスポット溶接固定具に載せて、圧力ディスクの頂部上で同心円上に溶接ディスク/保持器リング組み立て物を保持した。固定具は、溶接ピンによる圧力ディスクおよび溶接ディスクの目立ったゆがみの部分に対して溶接ディスクを圧力ディスク上にしっかりと押し付けるための十分な力を提供した。溶接ピンによりゆがめられ、裏打ちされた領域で2点レーザー溶接を用いて、溶接ディスクを圧力ディスクにつないだ。溶接操作の間、溶接ピンを介して圧力ディスクを冷却した。

【0108】

実施例2. 本発明の電池の作製

正極活物質として、100%の $\text{Li}_{1+x}\text{CoO}_2$ （ x は約0~0.2）、または約80wt%の $\text{Li}_{1+x}\text{CoO}_2$ （ x は約0~0.2）および約20wt%の $\text{Li}_{1+x}\text{Mn}_{(2-y)}\text{O}_4$ （ x および y のそれぞれは独立して約0.05~0.15）を含む混合物のいずれかを使用してリチウムイオン電池を作製した。該電池のセルの厚さ、セルの幅およびセルの高さはそれぞれ約18mm、約37mmおよび約65~66mmであった。電池の負極は炭素製であった。約5.5wt%のビフェニル（BP）を電池の電解質に含んだ。電池の正極つまみおよび負極つまみとして、それぞれAlつまみおよびNiつまみを使用した。正極のAlつまみを実施例1に上述のCIDの第二導電板に溶接した。電池の負極のNiつまみを電池のフィードスルーデバイスに溶接した（図8Aおよび図8D参照）。

【0109】

実施例3. CID作動試験

実施例1に記載されるように作製された、電池セルには取り付けられていないCIDをこの実施例で試験した。これらの試験について、圧力試験固定器は、CID放出圧（CRP）を試験するためにCIDの端板（34）のCID側が圧縮空気または窒素で圧力をかけられ得るように設計した。試験圧は約5バール（ゲージ）で開始し、0.5バールの増加速度で増加させた。そ

れぞれの圧力設定で、圧力増加の前に端板を試験圧で10秒間維持した。圧力の増加はそれぞれの設定の間に、CRPが0.1～0.2パールの分解能で観察され得るように、段階的に行った。試験結果を図10に要約する。図10に示されるように、CID作動の平均ゲージ圧は約7.7パールであった。

【0110】

実施例4. リチウムイオン電池におけるCID作動試験

4A. $\text{Li}_{1+x}\text{CoO}_2$ と $\text{Li}_{1+x}\text{Mn}_{(2-y)}\text{O}_4$ の混合物を含むリチウムイオン電池

実施例の試験のために、正極活物質として実施例2に記載されるような約80wt%の $\text{Li}_{1+x}\text{CoO}_2$ および約20wt%の $\text{Li}_{1+x}\text{Mn}_{(2-y)}\text{O}_4$ を含む混合物を使用したりチウムイオン電池を、2C充電速度で過充電した。一般的に、「1C」は、1時間にセルが1%から100%の充電の状態まで完全に再充電される充電速度を表す。したがって、「2C」速度では、セルは30分で完全に再充電される。試験された電池のCIDは、約4.2Vの完全充電後、平均して約5～7.5分で作動した。

10

【0111】

図11は、過充電圧に関する圧力上昇速度を示す。試験した電池において、内部圧は、約4.68Vの過充電で1分あたり約5パールの速度で増加した。

【0112】

図12は、試験した電池のCIDが作動された際に測定したセル表面温度を示す。図12に示されるように、CID作動の時点での平均セル温度は約52.8であった。一般的に、CID作動の後、セル温度はしばらくの間さらに10～15増加し続け、その後下がり始めた。図13には、試験された電池のピーク表面温度の結果を示す。図13に示されるように、試験された電池の平均ピーク表面温度は約65.1であった。

20

【0113】

過充電試験の間に測定したセルの厚さに基づいて、セル圧力（パール）を計算した。試験したセルについて、計算したCID作動の平均ゲージ圧は約7.9パールであった。図14には試験した1つの電池の計算した圧力対測定したセル表面温度を示す。図14に示されるように、電池のCIDは過充電後、約5～6分後に作動し、その時点で測定したセル表面温度は約55であった。上述のように、電池のセル温度はしばらくの間さらに10～15増加し続け、その後下がり始めた。

【0114】

30

4B. 100%の $\text{Li}_{1+x}\text{CoO}_2$ を含むリチウムイオン電池

実施例の試験のために、実施例2に記載されるように正極活物質として100%の $\text{Li}_{1+x}\text{CoO}_2$ を使用したりチウムイオン電池を使用した。電池を、実施例4Aに上述されるように2C充電速度で過充電した。電池のCIDを作動した際の電池の平均セル表面温度は約65であり、セル温度は約72までさらに上昇した。図15には、電池のCIDを作動した際の実施例4Aおよび4Bの試験した電池の平均セル表面温度を示し、曲線Aは実施例4Aの電池を示し、曲線Bは実施例4Bの電池を示す。

【0115】

4C. 市販されるCIDを有するリチウムイオン電池についての対照試験

比較として、それぞれ標準的な100%の $\text{Li}_{1+x}\text{CoO}_2$ セル化学およびCIDを使用した、2種類の18650市販円筒形セル（Sony US18650GR：同一モデルのセルAおよびB）を試験した。これらのセルを、実施例4Aに記載されるように2C充電速度で過充電した。SonyセルのCIDは、図15に示すように（18650セルAについて曲線Cおよび18650セルBについて曲線D）、約94～96と約110～120の間の温度で作動した。CID作動後のセルの温度は上昇し続け、典型的な熱暴走温度に非常に近い約110～126に達した。

40

【0116】

それぞれが標準的な100%の $\text{Li}_{1+x}\text{CoO}_2$ セル化学およびCIDを使用した、さらに2種類の18650市販円柱形セル（Sony US18650GR：同一モデルのセルCおよびD）を試験した。これらのSonyセルのCIDを、実施例3に記載されるように圧力試験した。CIDは約13.8～14.3パール（ゲージ圧）で作動した（約14.3パールでセルC、約13.8パールでセルD）。

50

【 0 1 1 7 】

実施例4A～4Bおよび対照実施例4Cの結果に基づいて、本発明の電池中で達した最大セル温度は、従来のCIDを有した対照18650セルよりも有意に低かった。実施例4Aおよび4Bの電池が対照18650セルの容量の2倍よりも大きい容量を有し、さらにはかなり低いCID作動温度および圧力を発揮したことに注意されたい。一般的に、このように低いCID作動温度および圧力は、次に、セルにおける熱暴走の可能性の減少に関する。したがって、本発明のCIDは、電池またはセル、特に比較的大きい電池またはセル（例えば18650セルよりも大きい）が、高度に改善された安全性に関連した特性を発揮することを可能にし得る。

【 0 1 1 8 】

参照による援用

代理人整理番号3853.1012-001で2007年6月22日に出願された、発明の名称「Integrated Current-Interrupt Device For Lithium-Ion Cells」の米国特許出願；代理人整理番号3853.1001-015で2007年6月22日に出願された、発明の名称「Lithium-Ion Secondary Battery」の国際出願；2006年6月27日に出願された米国仮特許出願第60/816,775号；2005年9月16日に出願された米国仮特許出願第60/717,898号；2005年12月23日に出願された国際出願第PCT/US2005/047383号；2006年6月23日に出願された米国特許出願第11/474,081号；2006年6月23日に出願された米国特許出願第11/474,056号；2006年6月28日に出願された米国仮特許出願第60/816,977号；2006年7月12日に出願された米国特許出願第11/485,068号；2006年7月14日に出願された米国特許出願第11/486,970号；2006年10月19日に出願された米国仮特許出願第60/852,753号；2008年4月24日に出願された米国仮特許出願第61/125,327号；2008年4月24日に出願された米国仮特許出願第61/125,281号；および2008年4月24日に出願された米国仮特許出願第61/125,285号は全て、その全体において参照により本明細書中に援用される。

【 0 1 1 9 】

均等物

本発明は、その例示態様に関して具体的に示され、説明されるが、添付の特許請求の範囲に包含される本発明の範囲から逸脱することなく、形態および詳細における種々の変更が本発明でなされ得ることが当業者には理解されよう。

10

20

【図 8 - 4】

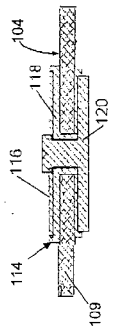


FIG. 8E

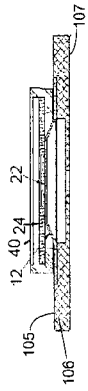


FIG. 8F

【図 1】

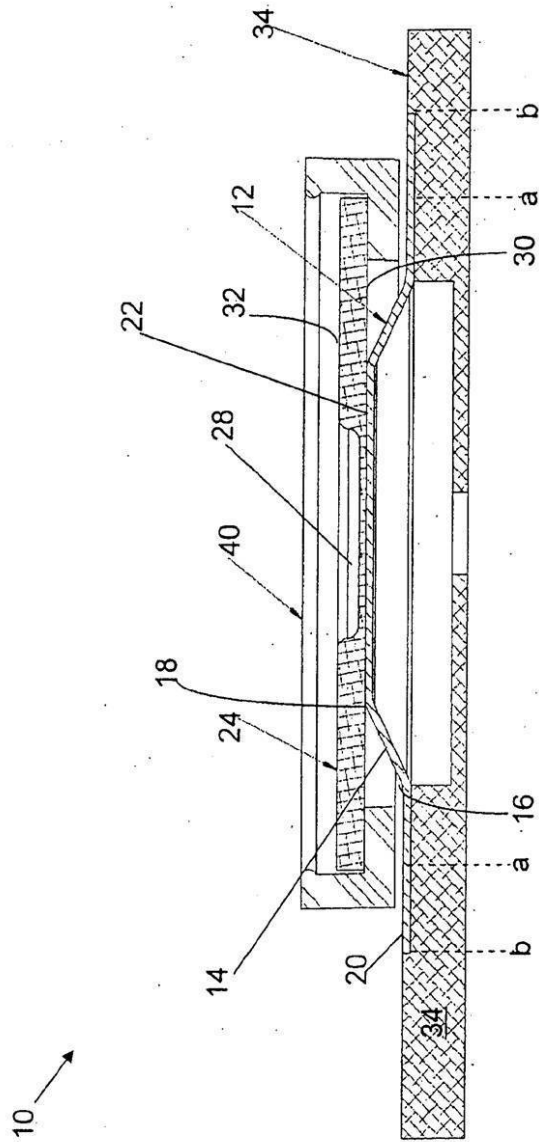
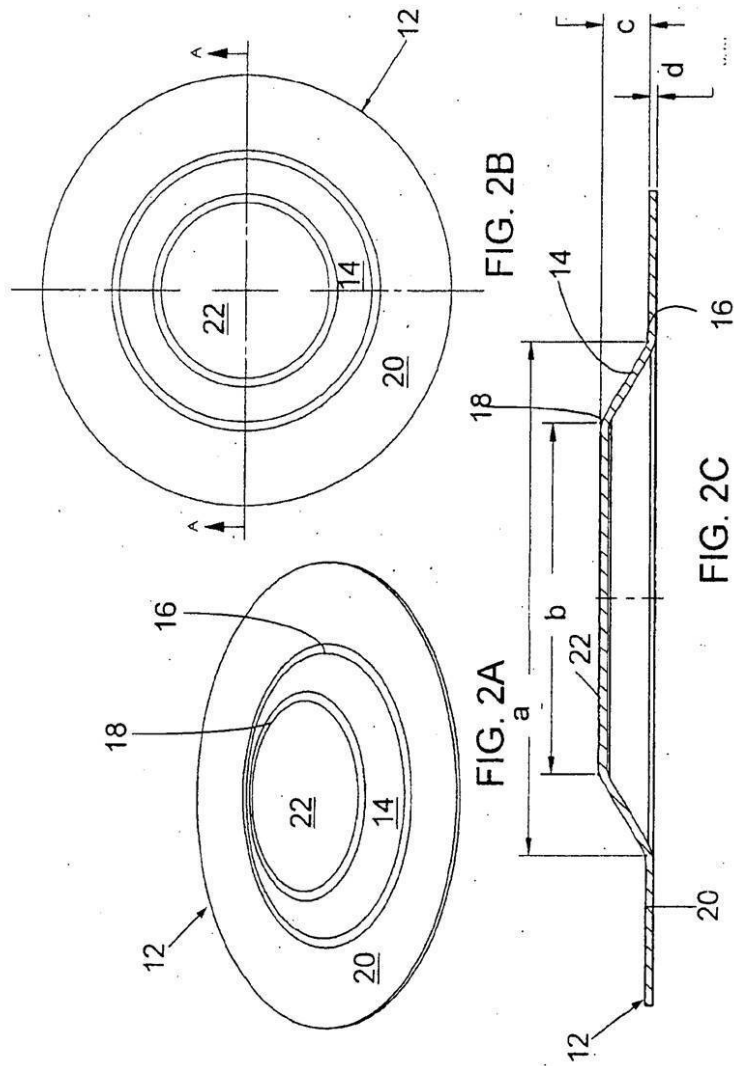
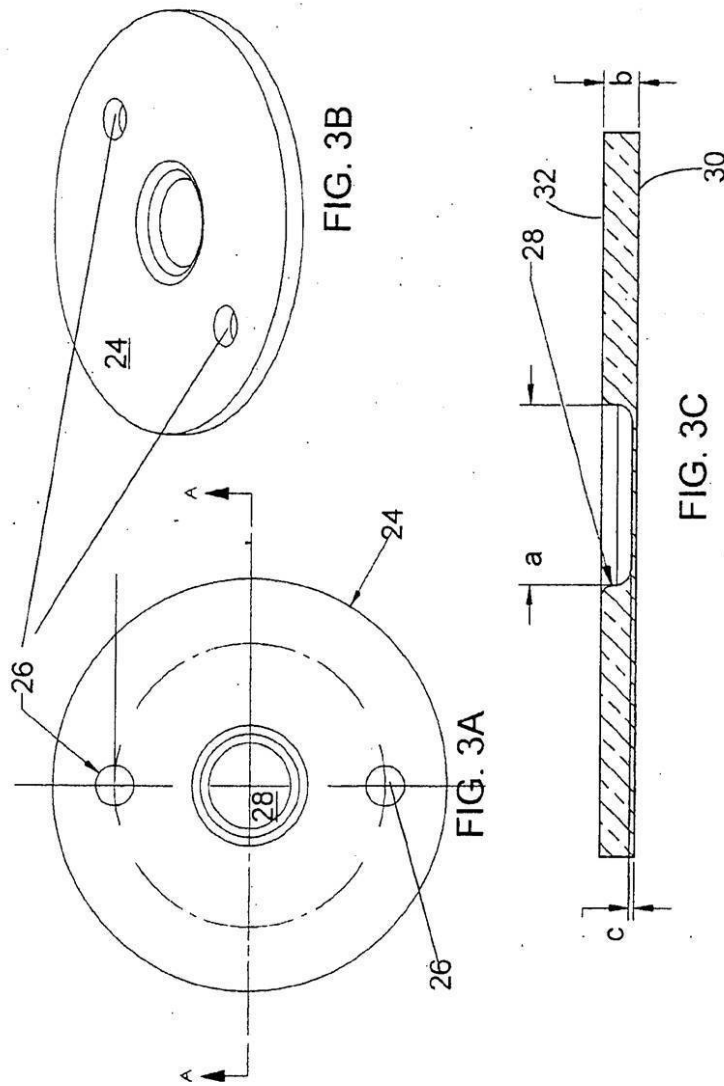


FIG. 1

【 図 2 】



【 図 3 】



【図 4】

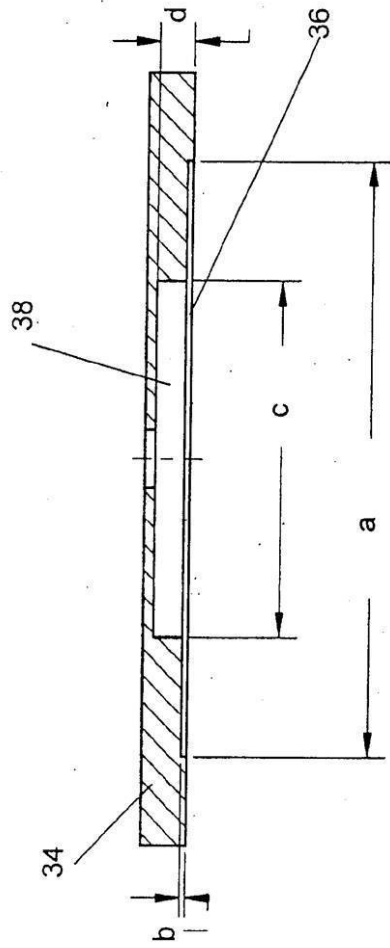
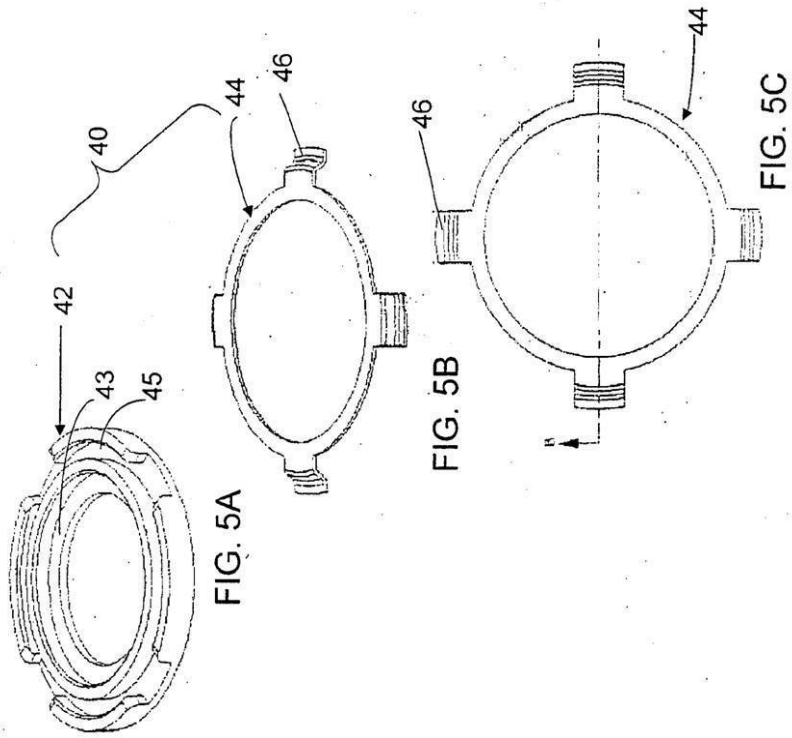


FIG. 4

【 図 5 】



【図 6】

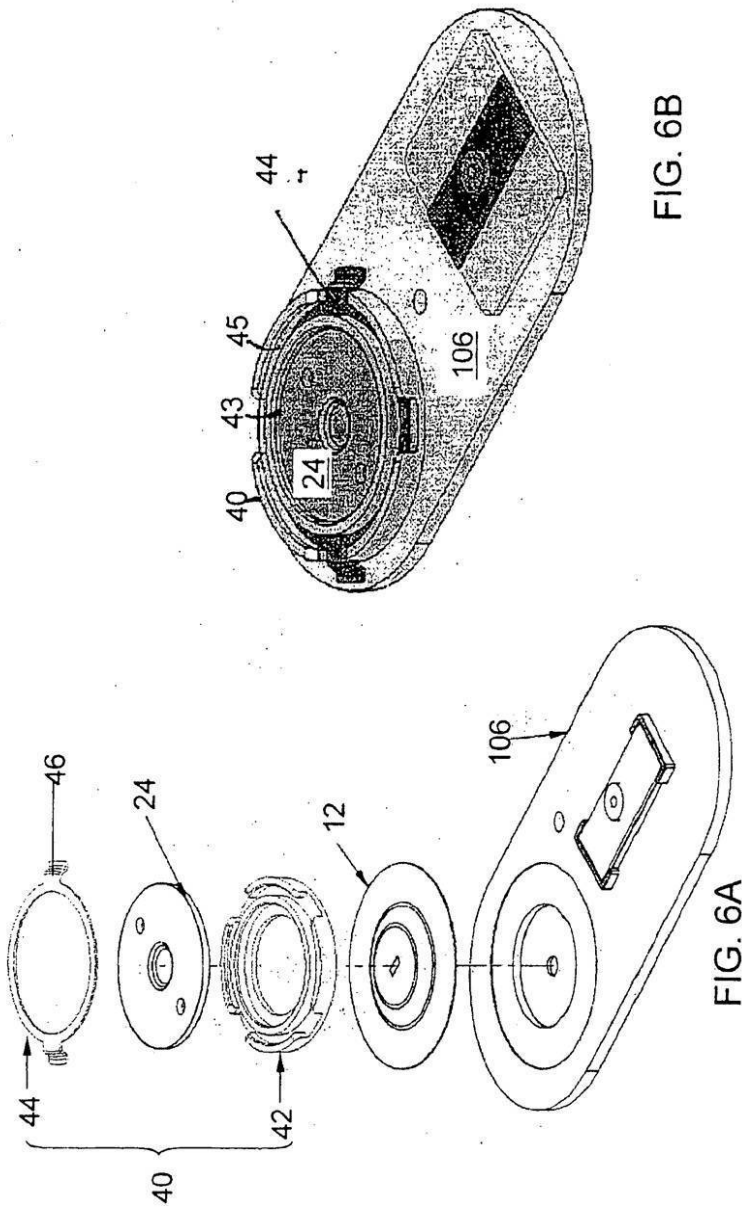


FIG. 6B

FIG. 6A

【 図 7 】

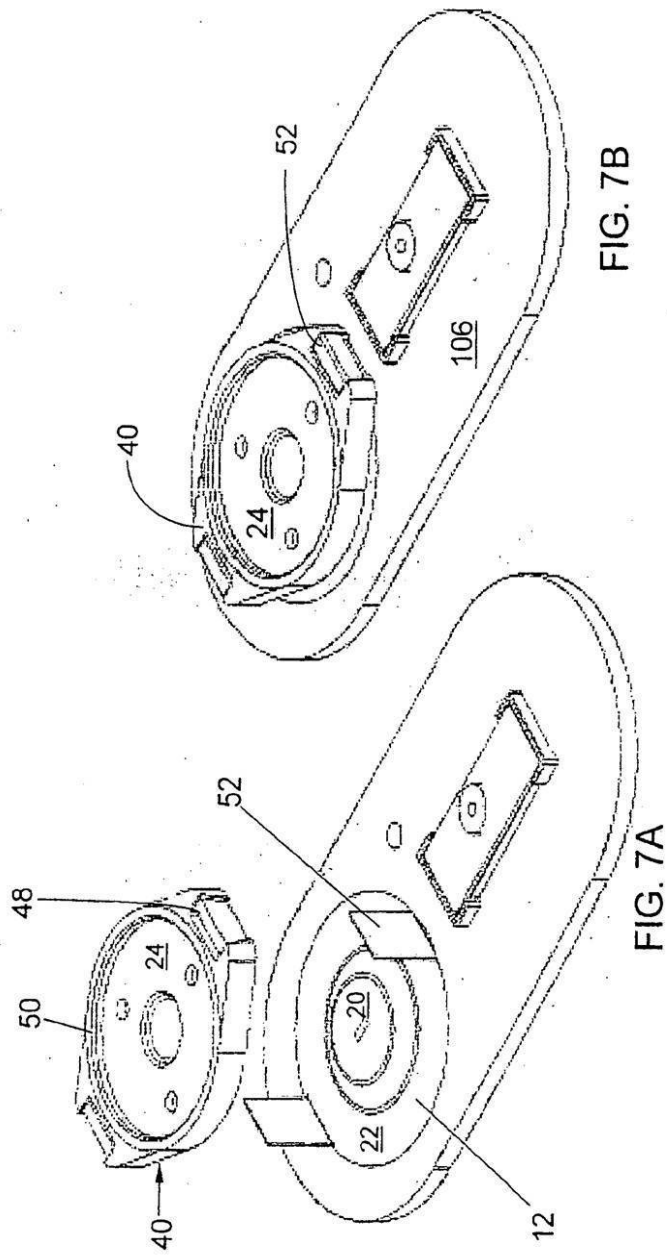


FIG. 7B

FIG. 7A

【図 8 - 1】

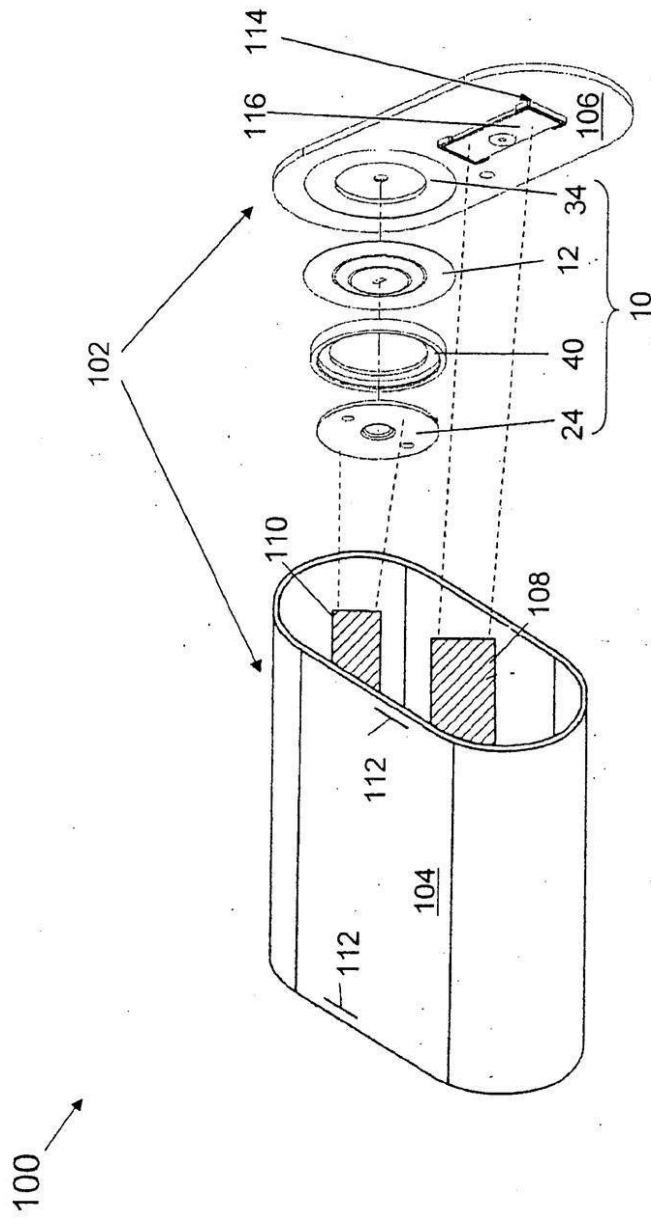


FIG. 8A

【図 8 - 2】

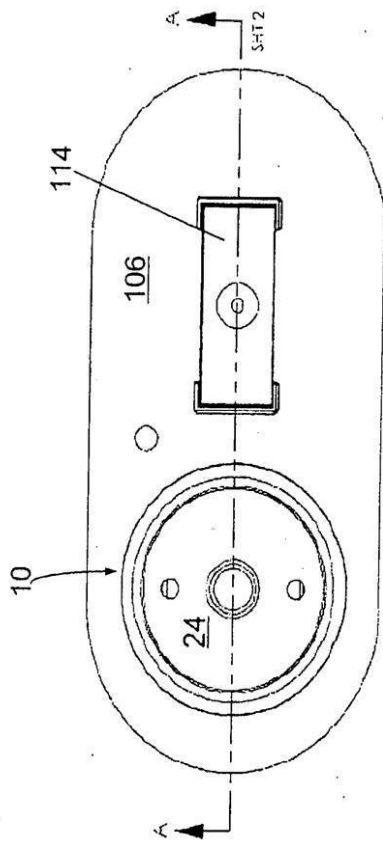


FIG. 8B

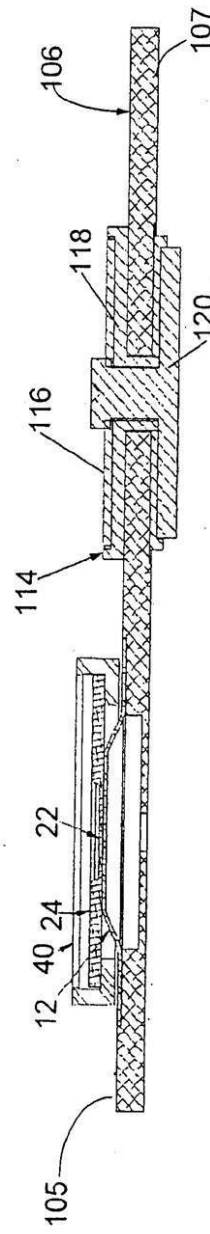


FIG. 8C

【図 8 - 3】

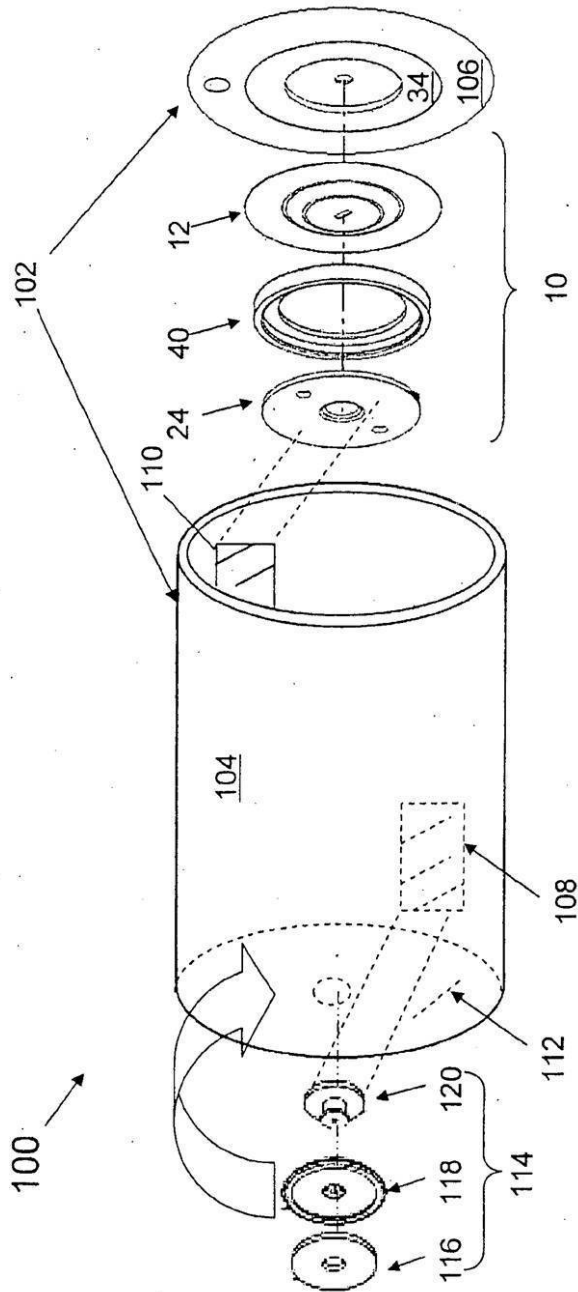


FIG. 8D

【図 9】

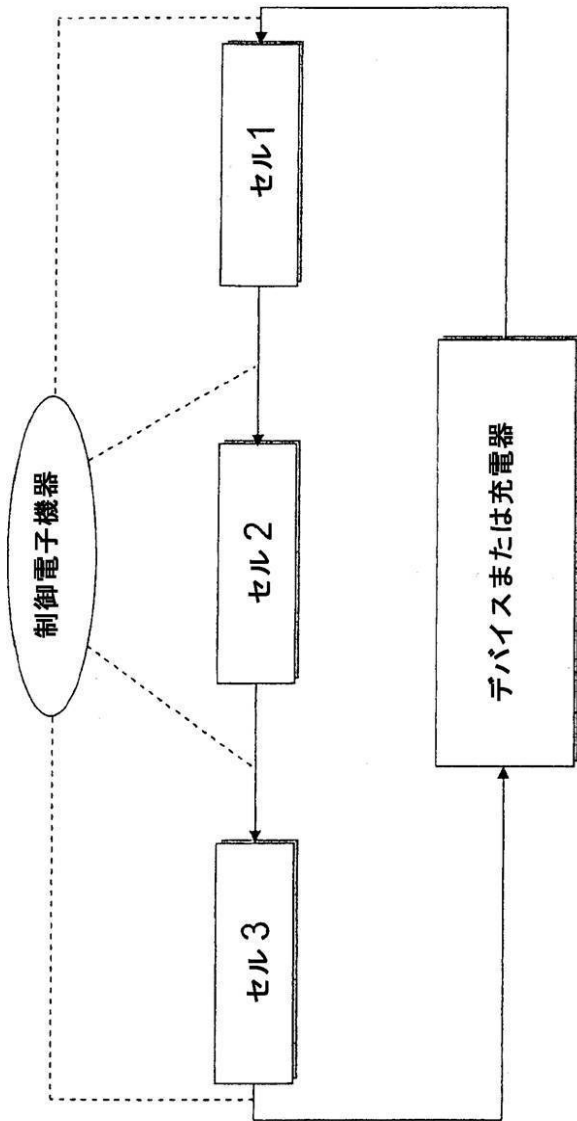


FIG. 9

【図 10】

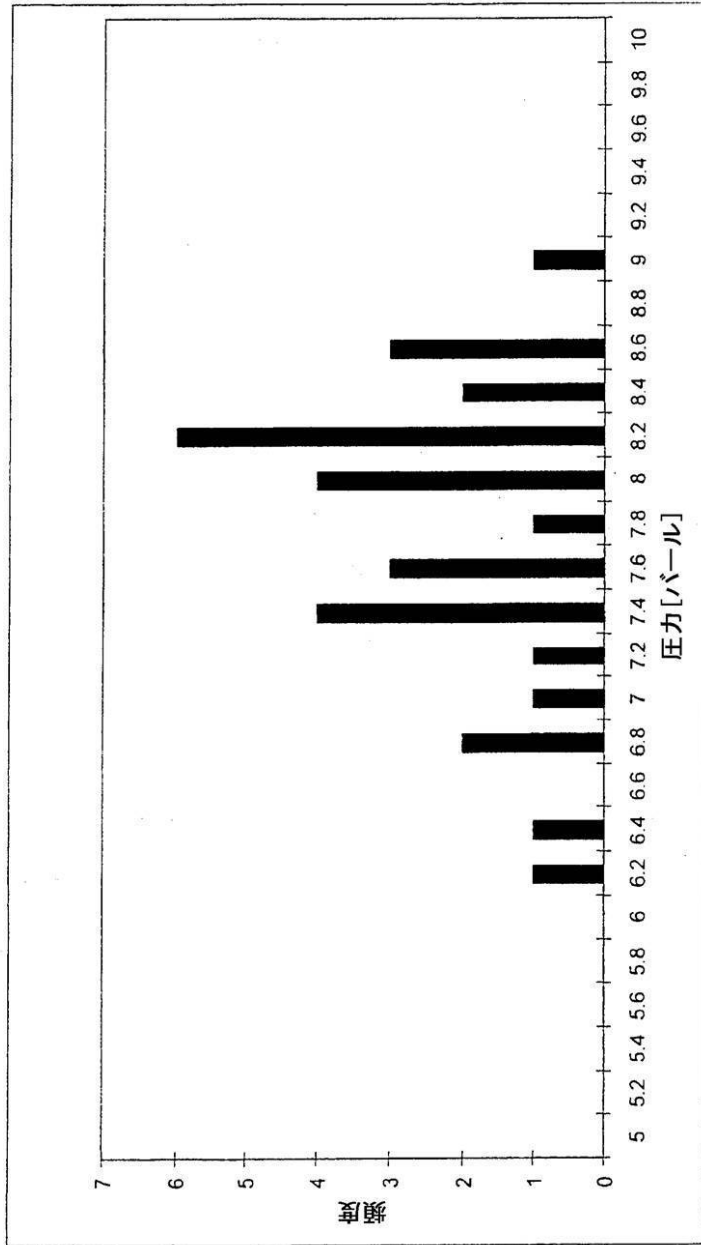


FIG. 10

【図 11】

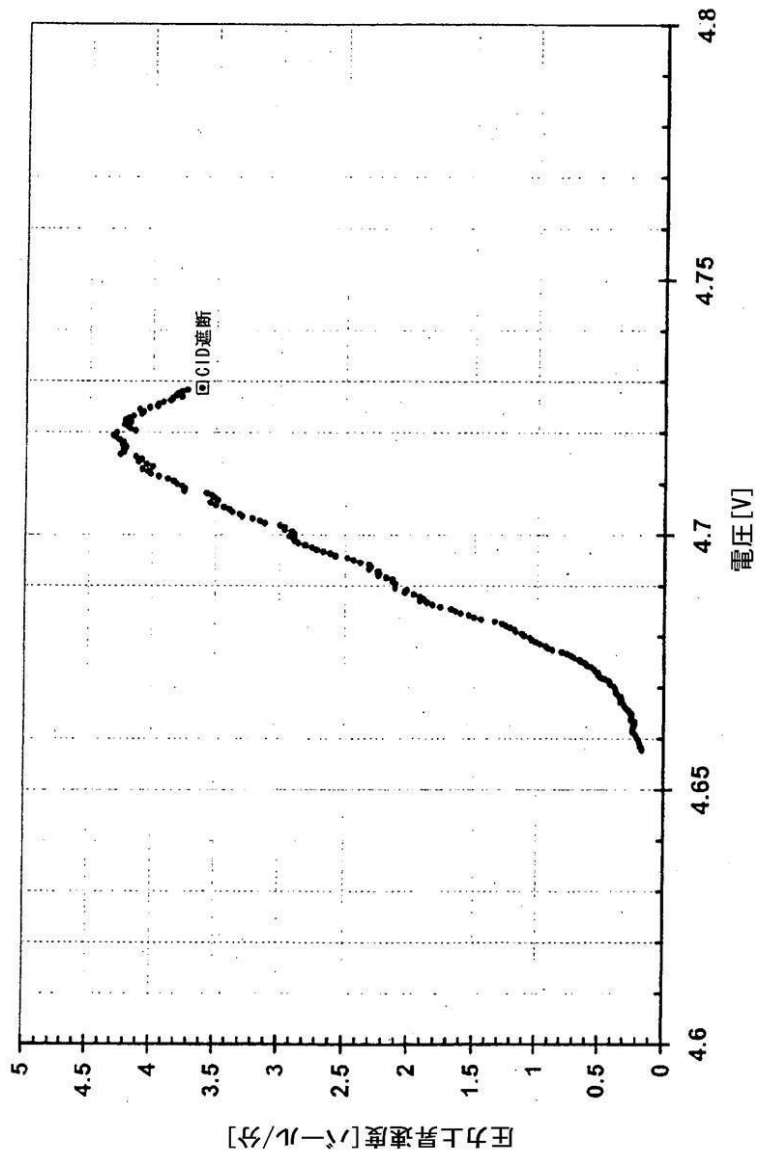


FIG. 11

【図 12】

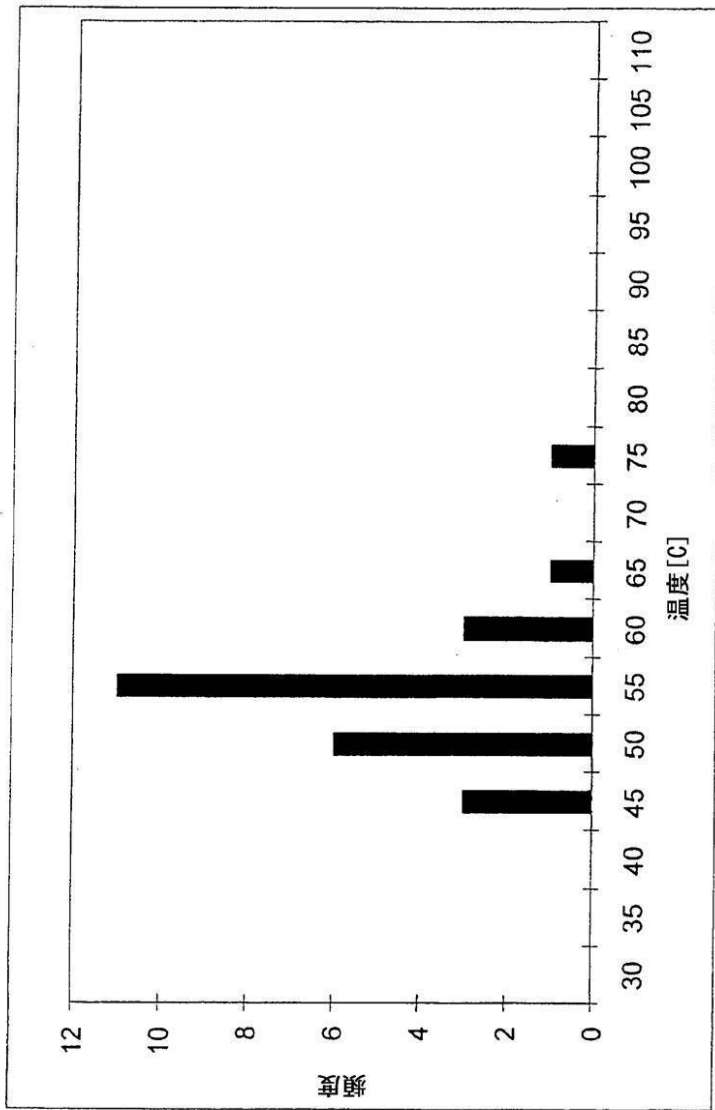


FIG. 12

【図 13】

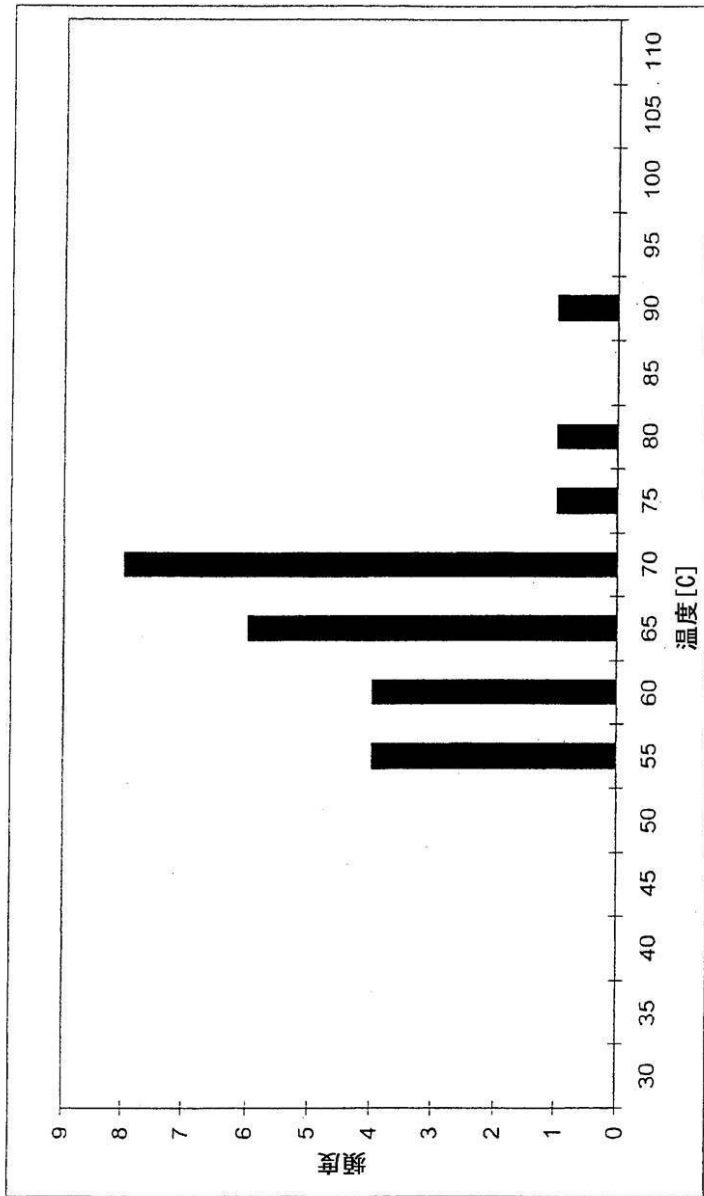


FIG. 13

【図 14】

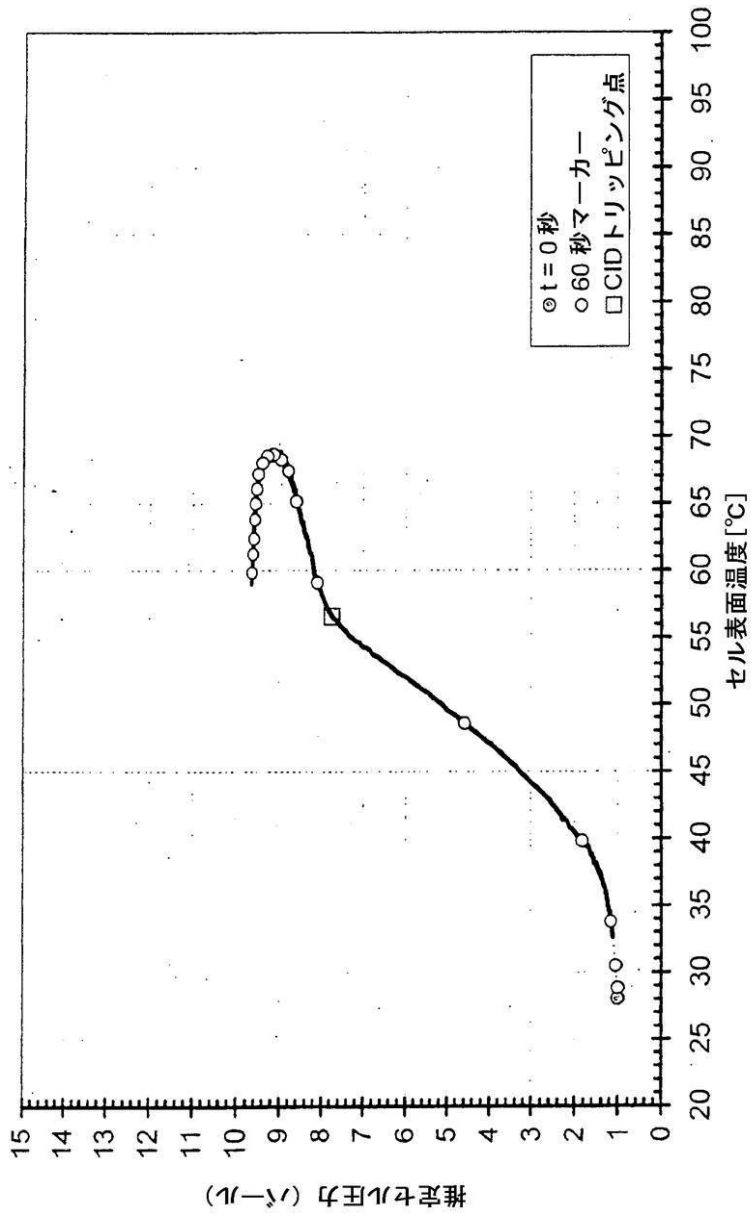


FIG. 14

【図 15】

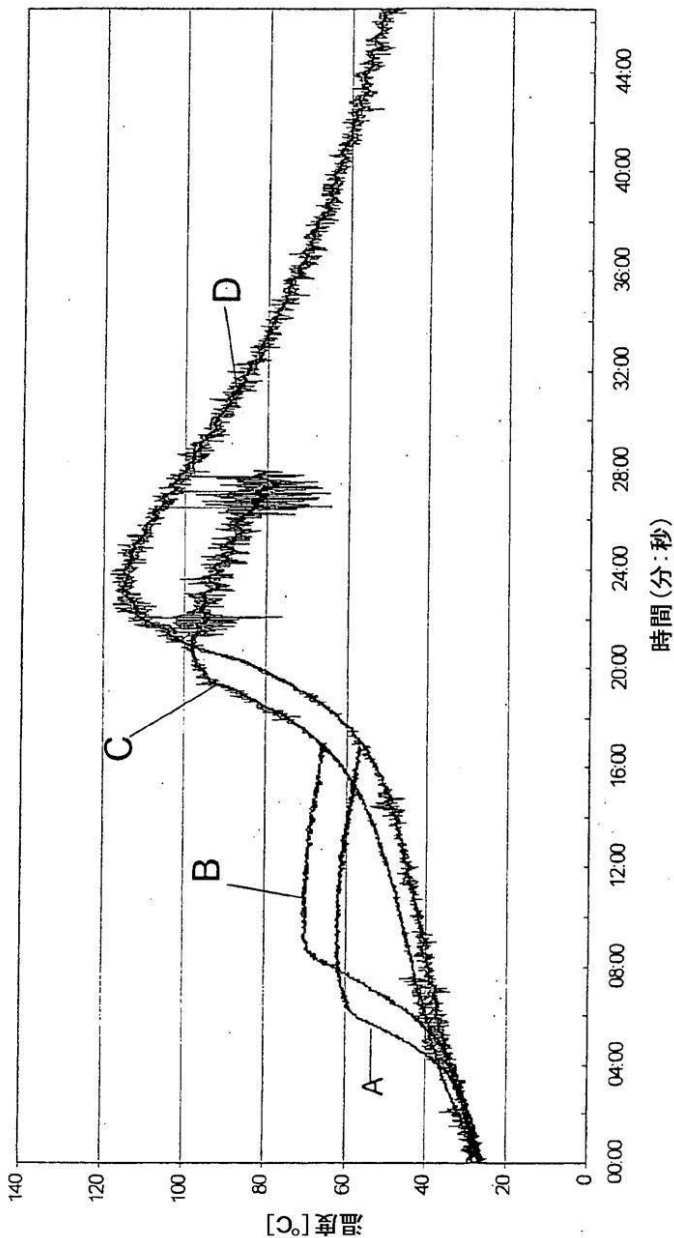


FIG. 15

【手続補正書】

【提出日】平成21年4月20日(2009.4.20)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

a) 以下のものを含むアルミニウムの第一導電板:

- i) 第二端よりも大きい直径を有する第一端、第二端を有する円錐台、
- ii) 円錐台の第一端の周囲から放射状に伸びる基部、および
- iii) 円錐台の第二端を封止する本質的に平面なキャップ;

b) 第一導電板の本質的に平面なキャップと電氣的に接触しているアルミニウムの第二導電板を含む、電流遮断装置。

【請求項 2】

第二導電板が溶接部によって第一導電板の本質的に平面なキャップと電氣的に接触している、請求項 1 記載の電流遮断装置。

【請求項 3】

第一導電板と第二導電板とを接続する溶接部が、第一導電板と第二導電板との間のゲージ圧が約 $4\text{kg}/\text{cm}^2$ ～約 $9\text{kg}/\text{cm}^2$ の範囲である場合に破断する、請求項 2 記載の電流遮断装置。

【請求項 4】

溶接部が、第一導電板と第二導電板との間のゲージ圧が約 $7\text{kg}/\text{cm}^2$ ～約 $9\text{kg}/\text{cm}^2$ の範囲である場合に破断する、請求項 2 記載の電流遮断装置。

【請求項 5】

第二導電板にくぼみが規定され、溶接部がくぼみにある、請求項 2 記載の電流遮断装置。

【請求項 6】

溶接部が少なくとも1つのスポット溶接部である、請求項 5 記載の電流遮断装置。

【請求項 7】

少なくとも1つのスポット溶接部がアルミニウムを含む、請求項 6 記載の電流遮断装置。

【請求項 8】

溶接部が2つのスポット溶接部である、請求項 6 記載の電流遮断装置。

【請求項 9】

第二導電板に少なくとも1つの開口部が規定される、請求項 1 記載の電流遮断装置。

【請求項 10】

キャップの厚さが約 0.05mm ～約 0.5mm の範囲である、請求項 2 記載の電流遮断装置。

【請求項 11】

キャップの厚さが約 0.127mm である、請求項 10 記載の電流遮断装置。

【請求項 12】

キャップの直径が約 2mm ～約 8mm の範囲である、請求項 10 記載の電流遮断装置。

【請求項 13】

基部からキャップの高さが約 0.5mm ～約 1mm の範囲である、請求項 12 記載の電流遮断装置。

【請求項 14】

基部からキャップの高さが約 0.762mm である、請求項 13 記載の電流遮断装置。

【請求項 15】

円錐台が第一導電板の基部に平行な面に対して約 15° ～約 25° の範囲の角度を有する、請求項 13 記載の電流遮断装置。

【請求項 16】

円錐台の周囲におよび第一導電板の基部と第二導電板との間に広がる電氣的絶縁リングをさらに含む、請求項 1 記載の電流遮断装置。

【請求項 17】

第一導電板の基部が少なくとも1つのつまみを含み、電氣的絶縁リングに少なくとも1つの開口部が規定され、つまみおよび開口部は電氣的絶縁リングおよび基部が同心円上にある場合に整列でき、つまみは可鍛的に調節され、電氣的絶縁リングを第一導電板に固定することができる、請求項 16 記載の電流遮断装置。

【請求項 18】

電氣的絶縁リングには、電氣的絶縁リングの周囲に溝が規定され、かつつまみを有する金属リングがさらに含まれ、金属リングは溝内に置くことができ、つまみは可鍛的に調節でき、かつ第一導電板が置かれている金属表面に固定することができ、それによって電氣的絶縁リングを第一導電板上に固定する、請求項 17 記載の電流遮断装置。

【請求項 19】

第一導電板と溶接部に最も近い第二導電板の厚さが、溶接部に最も近い第一導電板の厚さ未満であるが溶接部に最も近い第一導電板の厚さの半分以上である、請求項1記載の電流遮断装置。

【請求項20】

a) 電池の第一電極と電氣的に連絡し、負端子である第一端子；
b) 電池の第二電極と電氣的に連絡し、正端子である第二端子；
c) 互いに電氣的に連絡しているセルケースおよびふたを有し、第一端子から電氣的に絶縁されるアルミニウムの電池缶であって、少なくとも電池缶の一部が少なくとも第二端子の構成部分でありまたは第二端子に電氣的に接続される、アルミニウムの電池缶；および

d) 第二電極と電氣的に連絡し、

i) 円錐台を含むアルミニウムの第一導電板であって、円錐台は第一端および第一端の直径よりも小さい直径を有する第二端ならびに円錐台の第二端を封止する本質的に平面なキャップを含み、基部は電池缶に隣接し、本質的に平面なキャップは電池缶から離れている、アルミニウムの第一導電板；および

ii) 第一導電板、ならびに第一電極および第二電極のいずれかと電氣的に連絡しているアルミニウムの第二導電板を含む、少なくとも1つの電流遮断装置を含む、電池。

【請求項21】

第一導電板および第二導電板が少なくとも1つの溶接部によって共に接合され、第二導電板に少なくとも1つの開口部が規定される、請求項20記載の電池。

【請求項22】

セルケースが角柱セルケースである、請求項21記載の電池。

【請求項23】

第二導電板にくぼみが規定され、溶接部がくぼみにある、請求項22記載の電池。

【請求項24】

溶接部が少なくとも1つのスポット溶接部である、請求項23記載の電池。

【請求項25】

少なくとも1つのスポット溶接部がアルミニウムを含む、請求項24記載の電池。

【請求項26】

溶接部が2つのスポット溶接部である、請求項24記載の電池。

【請求項27】

キャップの厚さが約0.05mm～約0.5mmの範囲である、請求項20記載の電池。

【請求項28】

キャップの直径が約2mm～約8mmの範囲である、請求項27記載の電池。

【請求項29】

基部からキャップの高さが約0.5mm～約1mmの範囲である、請求項28記載の電池。

【請求項30】

円錐台が第一導電板の基部に平行な面に対して約15度～約25度の範囲の角度を有する、請求項29記載の電池。

【請求項31】

円錐台の周囲におよび第一導電板の基部と第二導電板との間に広がる電氣的絶縁リングをさらに含む、請求項20記載の電池。

【請求項32】

第一導電板の基部が少なくとも1つのつまみを含み、電氣的絶縁リングに少なくとも1つの開口部が規定される場合、つまみおよび開口部は電氣的絶縁リングおよび基部が同心円上にある場合に整列でき、つまみは可鍛的に調節され、電氣的絶縁リングを第一導電板に固定することができる、請求項31記載の電池。

【請求項33】

電氣的絶縁リングには、電氣的絶縁リングの周囲に溝が規定され、かつつまみを有する金属リングがさらに含まれ、金属リングは溝内に置くことができ、つまみは可鍛的に調節でき、かつ第一導電板が置かれている金属表面に固定することができ、それによって電氣的絶縁リングを第一導電板上に固定する、請求項3 1記載の電池。

【請求項 3 4】

第一導電板と第二導電板とを接続する溶接部が、第一導電板と第二導電板との間のゲージ圧が約 $4\text{kg}/\text{cm}^2$ ～約 $9\text{kg}/\text{cm}^2$ の範囲である場合に破断する、請求項2 0記載の電池。

【請求項 3 5】

溶接部が約 $5\text{kg}/\text{cm}^2$ ～約 $9\text{kg}/\text{cm}^2$ の範囲のゲージ圧で破断する、請求項3 4記載の電池。

【請求項 3 6】

溶接部が約 $7\text{kg}/\text{cm}^2$ ～約 $9\text{kg}/\text{cm}^2$ の範囲のゲージ圧で破断する、請求項3 5記載の電池。

【請求項 3 7】

第一導電板と溶接部に最も近い第二導電板の厚さが、溶接部に最も近い第一導電板の厚さ未満であるが溶接部に最も近い第一導電板の厚さの半分以上である、請求項2 0記載の電池。

【請求項 3 8】

電流遮断装置が電池缶と電氣的に連絡している、請求項2 0記載の電池。

【請求項 3 9】

電流遮断装置が電池缶のふたと電氣的に連絡し、該ふたは第一導電板に対向する凹部を含む、請求項3 8記載の電池。

【請求項 4 0】

凹部が円錐台の第一端の周囲と完全に重なり合う、請求項3 9記載の電池。

【請求項 4 1】

第一電極が正極活物質を含み、該正極活物質が

a) コバルト酸リチウム；および

b) 実験式 $\text{Li}_{(1+x1)}(\text{Mn}_{1-y1}\text{A}'_{y2})_{2-x2}\text{O}_{z1}$

(式中、

$x1$ および $x2$ はそれぞれ独立して0.01以上0.3以下である；

$y1$ および $y2$ はそれぞれ独立して0.0以上0.3以下である；

$z1$ は3.9以上4.2以下である；

A'はマグネシウム、アルミニウム、コバルト、ニッケルおよびクロムからなる群の少なくとも一員である)

によって表されるスピネル型マンガン酸塩

を含む混合物を含み、コバルト酸リチウムおよびスピネル型マンガン酸塩が約0.95:0.05～約0.6:0.4のコバルト酸リチウム：スピネル型マンガン酸塩の重量比である、請求項2 0記載の電池。

【請求項 4 2】

第一電極がコバルト酸リチウムを含む正極活物質を含む、請求項2 0記載の電池。

【請求項 4 3】

コバルト酸リチウムが実験式 $\text{Li}_{1+x8}\text{CoO}_{z8}$ (式中、 $x8$ は0以上0.2以下であり、 $z8$ は1.9以上2.1以上である) によって表される、請求項4 2記載の電池。

【請求項 4 4】

正極活物質が

a) $\text{Li}_{1+x8}\text{CoO}_{z8}$ ；および

b) $\text{Li}_{(1+x1)}\text{Mn}_2\text{O}_{z1}$

(式中、

$x1$ は0.01以上0.3以下である；

$z1$ は3.9以上4.2以下である)

を含む混合物を含み、 $\text{Li}_{1+x8}\text{CoO}_{z8}$ および $\text{Li}_{(1+x1)}\text{Mn}_2\text{O}_{z1}$ が約0.95:0.05～約0.6:0.4のコバルト酸リチウム：スピネル型マンガン酸塩の重量比である、請求項4 3記載の電池。

【請求項 4 5】

第一電極が正極活物質を含み、該正極活物質が

- a) コバルト酸リチウム；
- b) ニッケル酸リチウム；
- c) 実験式 $\text{Li}_{(1+x_1)}(\text{Mn}_{1-y_1}\text{A}'_{y_2})_{2-x_2}\text{O}_{z_1}$

(式中、

x_1 および x_2 はそれぞれ独立して0.01以上0.3以下である；

y_1 および y_2 はそれぞれ独立して0.0以上0.3以下である；

z_1 は3.9以上4.2以下である；

A' はマグネシウム、アルミニウム、コバルト、ニッケルおよびクロムからなる群の少なくとも一員である)

によって表されるスピネル型マンガン酸塩；

- d) 実験式 $\text{Li}_{(1+x_1)}\text{Mn}_2\text{O}_{z_1}$

(式中、

x_1 は0.01以上0.3以下である；

z_1 は3.9以上4.2以下である)

によって表されるスピネル型マンガン酸塩；および

- e) 実験式 $\text{Li}_{(1-x_{10})}\text{A}''_{x_{10}}\text{MPO}_4$

(式中、

x_{10} は0.05以上0.2以下である、または x_{10} は0.0以上0.1以下である；

Mは鉄、マンガン、コバルトおよびマグネシウムからなる群の少なくとも一員である；

A'' は、ナトリウム、マグネシウム、カルシウム、カリウム、ニッケルおよびニオブからなる群の少なくとも一員である)

によって表されるかんらん石化合物

からなる群より選択される少なくとも1つの酸化リチウムを含む、請求項 2 0 記載の電池。

【請求項 4 6】

- a) 電池の第一電極と電氣的に連絡し、負端子である第一端子；
- b) 電池の第二電極と電氣的に連絡し、正端子である第二端子；
- c) セルケースおよびセルケース上に溶接されたふたを有し、第一端子から電氣的に絶縁されるアルミニウムの電池缶であって、少なくとも電池缶の一部分は少なくとも第二端子の構成部分でありまたは第二端子に電氣的に接続され、溶接されたふたは内部ゲージ圧が約20kg/cm²以上である場合に分離する、アルミニウムの電池缶；

- d) 第二電極と電氣的に連絡し、

i) 円錐台を含むアルミニウムの第一導電板であって、円錐台は第一端および第一端の直径よりも小さい直径を有する第二端ならびに円錐台の第二端を封止する本質的に平面なキャップを含み、基部は電池缶に隣接し、本質的に平面なキャップは電池缶から離れている、アルミニウムの第一導電板；および

ii) 第一導電板、ならびに第一電極および第二電極のいずれかと電氣的に連絡しているアルミニウムの第二導電板

を含む、少なくとも1つの電流遮断装置、

ここで第一導電板と第二導電板とを接続する溶接部は第一導電板と第二導電板との間のゲージ圧が約4kg/cm² ~ 9kg/cm²の範囲である場合に破断する；ならびに

- e) 内部ゲージ圧が約10kg/cm² ~ 約20kg/cm²の範囲である場合に電池内のガス性種が外に出る、セルケース上の少なくとも1つの通気手段

を含む、電池。

【請求項 4 7】

セルケースが角柱セルケースである、請求項 4 6 記載の電池。

【請求項 4 8】

セルケースが183665形状を有する、請求項 4 7 記載の電池。

【請求項 4 9】

a)互いに電氣的に連絡しているセルケースおよびふたを含むアルミニウムの電池缶;ならびに

b)互いに電氣的に連絡しているアルミニウムの第一導電板およびアルミニウムの第二導電板を含み、第一導電板は電池缶と電氣的に連絡している、電流遮断装置を含み、

第一導電板と第二導電板との間の電氣的連絡は第一導電板と第二導電板との間のゲージ圧が約4kg/cm²～約9kg/cm²の範囲である場合に遮断される、リチウムイオン電池。

【請求項 5 0】

正常作動条件下での電池の内部ゲージ圧が約2kg/cm²未満である、請求項4 9記載のリチウムイオン電池。

【請求項 5 1】

第一導電板は電池缶のふたと電氣的に接触している、請求項4 9記載のリチウムイオン電池。

【請求項 5 2】

正極活物質を含む正極を含み、該正極活物質は

a)コバルト酸リチウム;および

b)実験式 $\text{Li}_{(1+x1)}(\text{Mn}_{1-y1}\text{A}'_{y2})_{2-x2}\text{O}_{z1}$

(式中、

x1およびx2はそれぞれ独立して0.01以上0.3以下である;

y1およびy2はそれぞれ独立して0.0以上0.3以下である;

z1は3.9以上4.2以下である;

A'はマグネシウム、アルミニウム、コバルト、ニッケルおよびクロムからなる群の少なくとも一員である)

によって表されるスピネル型マンガン酸塩

を含む混合物を含み、コバルト酸リチウムおよびスピネル型マンガン酸塩は約0.95:0.05および約0.9:0.1～約0.6:0.4のコバルト酸リチウム:スピネル型マンガン酸塩の重量比である、請求項4 9記載のリチウムイオン電池。

【請求項 5 3】

コバルト酸リチウムを含む正極活物質を含む正極を含む、請求項4 9記載のリチウムイオン電池。

【請求項 5 4】

コバルト酸リチウムが実験式 $\text{Li}_{1+x8}\text{CoO}_{z8}$ (式中、x8は0以上0.2以下であり、z8は1.9以上2.1以上である)によって表される、請求項5 3記載のリチウムイオン電池。

【請求項 5 5】

正極活物質が

a) $\text{Li}_{1+x8}\text{CoO}_{z8}$;および

b) $\text{Li}_{(1+x1)}\text{Mn}_2\text{O}_{z1}$ (式中、

x1は0.01以上0.3以下である;

z1は3.9以上4.2以下である)

を含む混合物を含み、 $\text{Li}_{1+x8}\text{CoO}_{z8}$ および $\text{Li}_{(1+x1)}\text{Mn}_2\text{O}_{z1}$ は約0.95:0.05～約0.6:0.4のコバルト酸リチウム:スピネル型マンガン酸塩の重量比である、請求項5 4記載のリチウムイオン電池。

【請求項 5 6】

第一電極が正極活物質を含む正極であり、該正極活物質が

a)コバルト酸リチウム;

b)ニッケル酸リチウム;

c)実験式 $\text{Li}_{(1+x1)}(\text{Mn}_{1-y1}\text{A}'_{y2})_{2-x2}\text{O}_{z1}$

(式中、

x1およびx2はそれぞれ独立して0.01以上0.3以下である;

y1およびy2はそれぞれ独立して0.0以上0.3以下である；

z1は3.9以上4.2以下である；

A'はマグネシウム、アルミニウム、コバルト、ニッケルおよびクロムからなる群の少なくとも一員である）

によって表されるスピネル型マンガン酸塩；

d) 実験式 $\text{Li}_{(1+x1)}\text{Mn}_2\text{O}_{z1}$

（式中、

x1は0.01以上0.3以下である；

z1は3.9以上4.2以下である）

によって表されるスピネル型マンガン酸塩；ならびに

e) 実験式 $\text{Li}_{(1-x10)}\text{A}''_{x10}\text{MPO}_4$

（式中、

x10は0.05以上0.2以下である、または

x10は0.0以上0.1以下である；

Mは鉄、マンガン、コバルトおよびマグネシウムからなる群の少なくとも一員である；

A''はナトリウム、マグネシウム、カルシウム、カリウム、ニッケルおよびニオブからなる群の少なくとも一員である）

によって表されるかんらん石化合物

からなる群より選択される少なくとも1つの酸化リチウムを含む、請求項53記載のリチウムイオン電池。

【請求項57】

a) 電池の第一電極と電氣的に連絡し、負端子である第一端子；

b) 電池の第二電極と電氣的に連絡し、正端子である第二端子；

c) セルケースおよびセルケース上に溶接されたふたを有し、第一端子から電氣的に絶縁されるアルミニウムの電池缶であって、少なくとも電池缶の一部分は少なくとも第二端子の構成部分でありまたは第二端子に電氣的に接続され、溶接されたふたは内部ゲージ圧が約20kg/cm²以上である場合にセルケースから分離する、アルミニウムの電池缶；

d) 第二電極と電氣的に連絡し、互いに電氣的に連絡しているアルミニウムの第一導電板およびアルミニウムの第二導電板を含む少なくとも1つの電流遮断装置であって、電流遮断装置の第一導電板は電池缶と電氣的に連絡し、第一導電板と第二導電板との間の電氣的連絡は内部ゲージ圧が約4kg/cm²～約9kg/cm²の範囲である場合に遮断される、少なくとも1つの電流遮断装置

；ならびに

e) 内部ゲージ圧が約10kg/cm²～約20kg/cm²の範囲である場合に電池内のガス性種が外に出る、セルケース上の少なくとも1つの通気手段を含む、リチウムイオン電池。

【請求項58】

セルケースが角柱セルケースである、請求項57記載の電池。

【請求項59】

セルケースが183665形状を有する、請求項57記載の電池。

【請求項60】

a) 以下のものを含むアルミニウムの第一導電板を形成する工程

i) 第一端および第一端の直径よりも小さい直径を有する第二端を有する円錐台；

ii) 円錐台の第一端の周囲から放射状に伸びる基部；および

iii) 円錐台の第二端を封止する本質的に平面なキャップ；

b) アルミニウムの第二導電板を形成する工程；ならびに

c) 溶接に対して第一導電板の表面の融点を越えないように第一導電板の温度を調節しながら、第一導電板の本質的に平面なキャップ上に第二導電板を溶接する工程を含む、電流遮断装置の製造方法。

【請求項61】

溶接がレーザーを用いて行われる、請求項6 0記載の方法。

【請求項 6 2】

溶接が少なくとも1つのスポットで行われる、請求項6 1記載の方法。

【請求項 6 3】

溶接が2つのスポットで行われる、請求項6 2記載の方法。

【請求項 6 4】

a)以下の工程を含む電流遮断装置を形成する工程

i)第一端および第一端の直径よりも小さい直径を有する第二端、円錐台の第一端の周囲から放射状に伸びる基部、ならびに円錐台の第二端を封止する本質的に平面なキャップを有する円錐台を含むアルミニウムの第一導電板を形成する工程；

ii)アルミニウムの第二導電板を形成する工程；

iii)溶接に対して第一導電板の表面の融点を越えないように第一導電板の温度を調節しながら、第一導電板の本質的に平面なキャップ上に第二導電板を溶接し、それによって電流遮断装置を形成する工程；

b)電流遮断装置に電池の第二電極を取り付ける工程；

c)互いに電氣的に連絡しているセルケースおよびふたを含む電池の電池缶に、電流遮断装置を取り付ける工程；ならびに

d)第一電極と電氣的に連絡している第一端子および第二電極と電氣的に連絡している第二端子を形成する工程を含む、電池の製造方法。

【請求項 6 5】

電流遮断装置が電池缶のふたに溶接される、請求項6 4記載の方法。

【請求項 6 6】

電池缶のふたへの電流遮断装置の溶接が、ふたと電流遮断装置の第一導電板との間の円周境界面をシーム溶接することによって行われる、請求項6 5記載の方法。

【請求項 6 7】

電池缶のふたへの電流遮断装置の溶接が、第一導電板の基部での貫通溶接によって行われる、請求項6 6記載の方法。

【請求項 6 8】

電池缶のセルケースに電池缶のふたを溶接する工程をさらに含む、請求項6 5記載の方法。

【請求項 6 9】

ふたとセルケースとを接続する溶接部が、ふたとセルケースとの間のゲージ圧が約20kg/cm²以上である場合に破断する、請求項6 8記載の方法。

【請求項 7 0】

第二導電板と第一導電板の本質的に平面なキャップとを接続する溶接部が、第二導電板と本質的に平面なキャップとの間のゲージ圧が約4kg/cm²～約9kg/cm²の範囲である場合に破断する、請求項6 4記載の方法。

【請求項 7 1】

セルケース上に少なくとも1つの通気手段を形成する工程をさらに含み、電池内のガス性種は内部ゲージ圧が約10kg/cm²～約20kg/cm²の範囲である場合に通気手段から外に出る、請求項7 2記載の方法。

【請求項 7 2】

a)互いに電氣的に連絡しているセルケースおよびふたを含むアルミニウムの電池缶を形成する工程；

b)以下の工程を含む電流遮断装置を形成する工程

i)アルミニウムの第一導電板を形成する工程

ii)アルミニウムの第二導電板を形成する工程

iii)溶接に対して第一導電板の表面の融点を越えないように第一導電板の温度を調節しながら、第一導電板上に第二導電板を溶接し、それによって電流遮断装置を形成する工

程、ここで第一導電板と第二導電板とを接続する溶接部は第一導電板と第二導電板との間のゲージ圧が約 $4\text{kg}/\text{cm}^2 \sim 9\text{kg}/\text{cm}^2$ の範囲である場合に破断する；

c) 電流遮断装置の第二導電板に電池の第二電極を取り付ける工程；

d) 電池缶に電流遮断装置の第一導電板を取り付ける工程；

e) 電池の内部ゲージ圧が約 $10\text{kg}/\text{cm}^2 \sim 20\text{kg}/\text{cm}^2$ の範囲である場合に電池内のガス性種が外に出る、少なくとも1つの通気手段をセルケース上に形成する工程；

f) セルケース上に電池缶のふたを溶接する工程、ここでふたと電池缶とを接続する溶接部はふたとセルケースとの間のゲージ圧が約 $20\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上である場合に破断する；ならびに

g) 第一電極と電氣的に連絡している第一端子および第二電極と電氣的に連絡している第二端子を形成する工程

を含む、リチウムイオン電池の製造方法。

【手続補正書】

【提出日】平成22年2月19日(2010.2.19)

【手続補正1】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】全図

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 1】

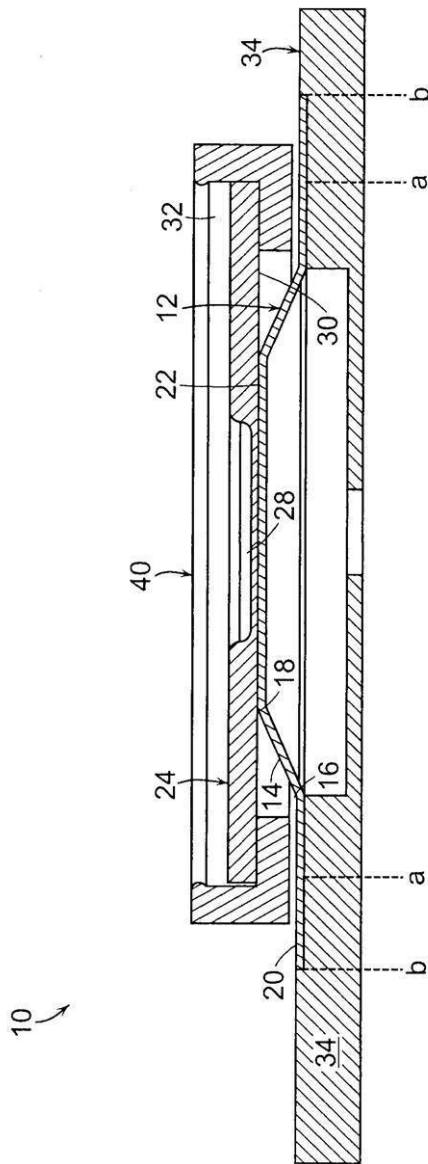
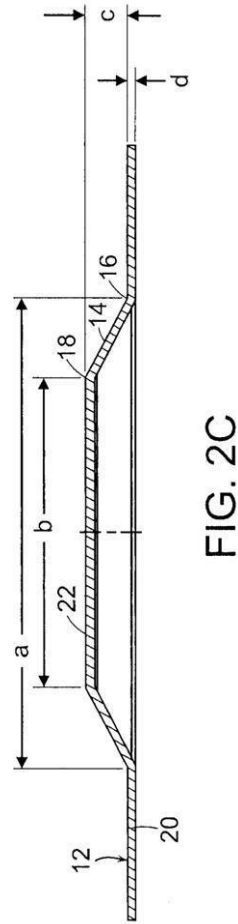
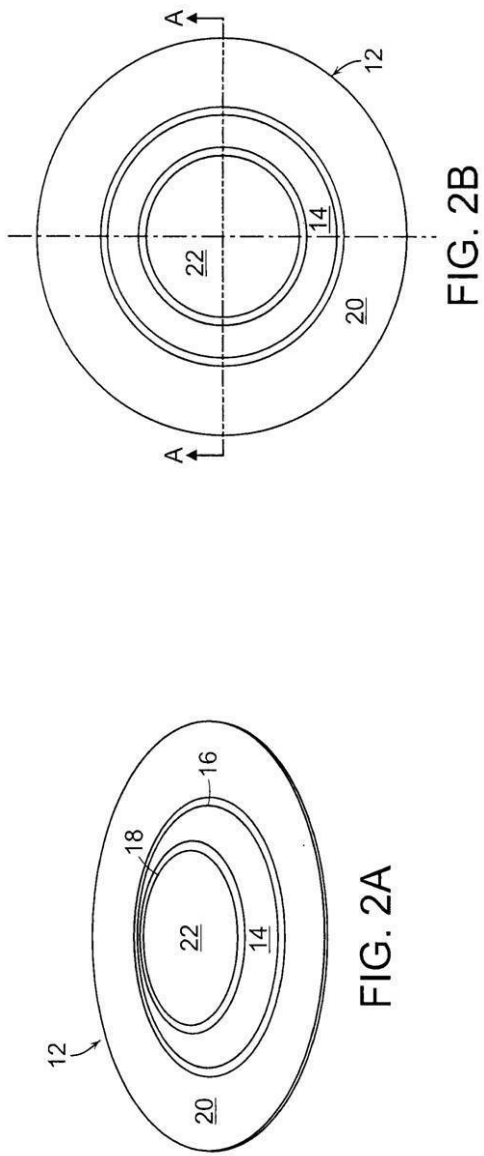


FIG. 1

【 図 2 】



【 図 3 】

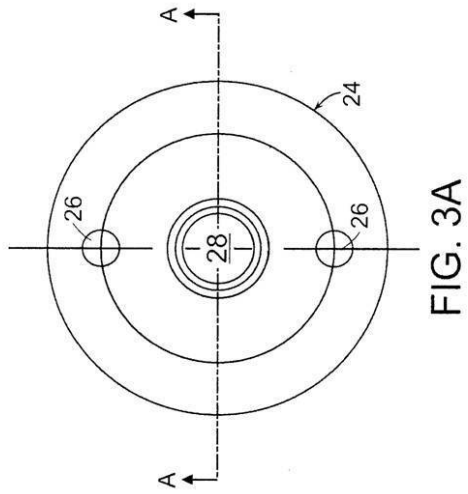


FIG. 3B

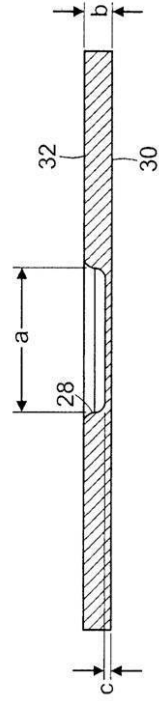
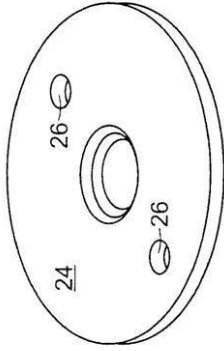


FIG. 3C

【 図 4 】

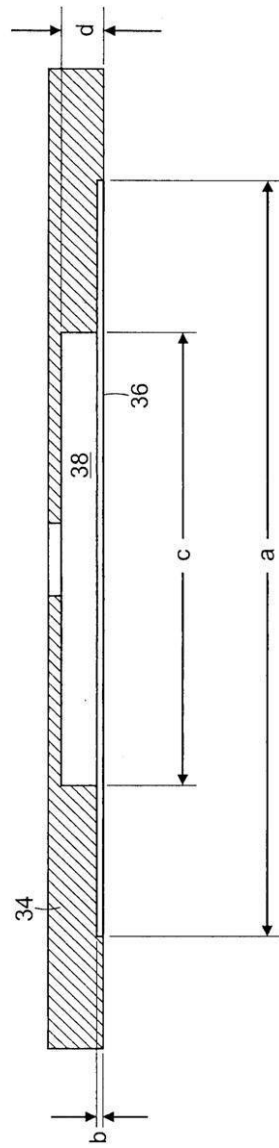


FIG. 4

【 図 5 】

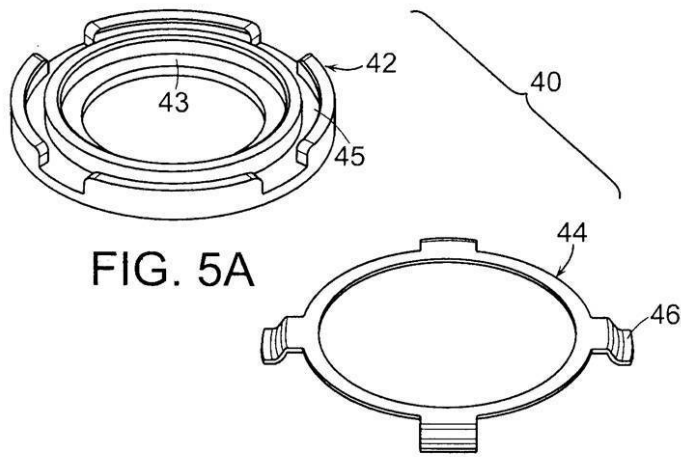


FIG. 5B

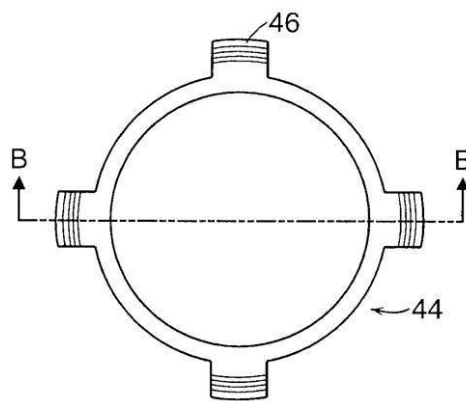


FIG. 5C

【 図 6 】

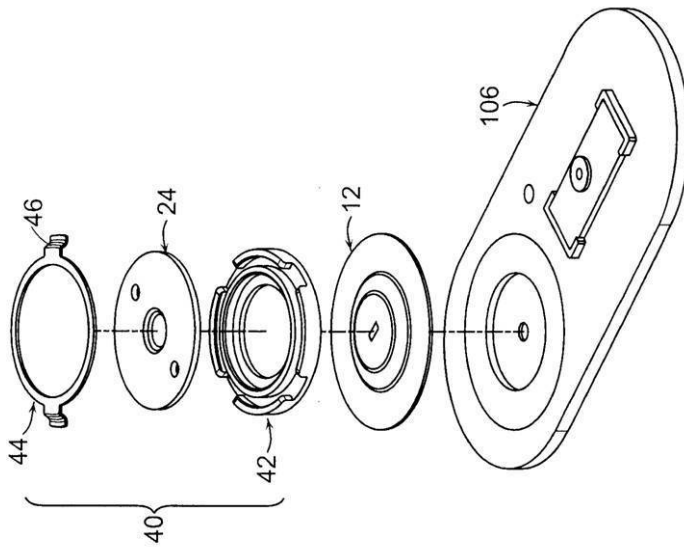


FIG. 6A

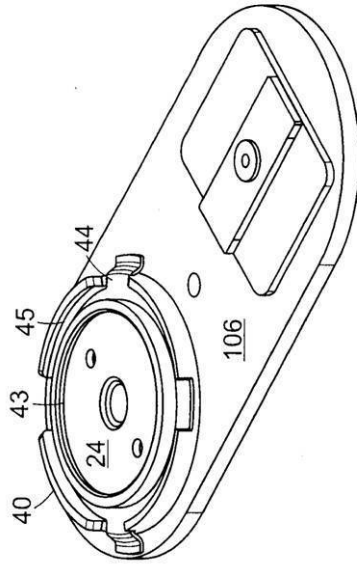


FIG. 6B

【 図 7 】

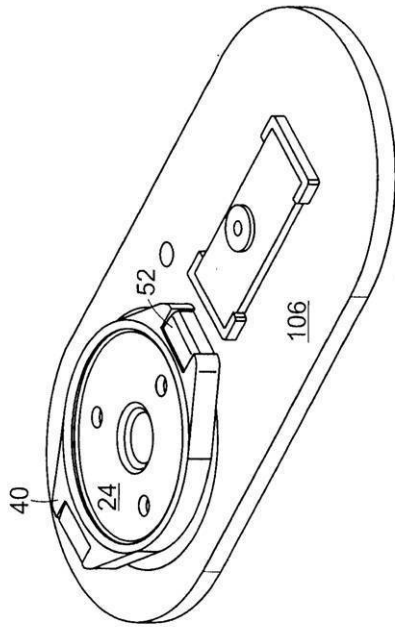


FIG. 7B

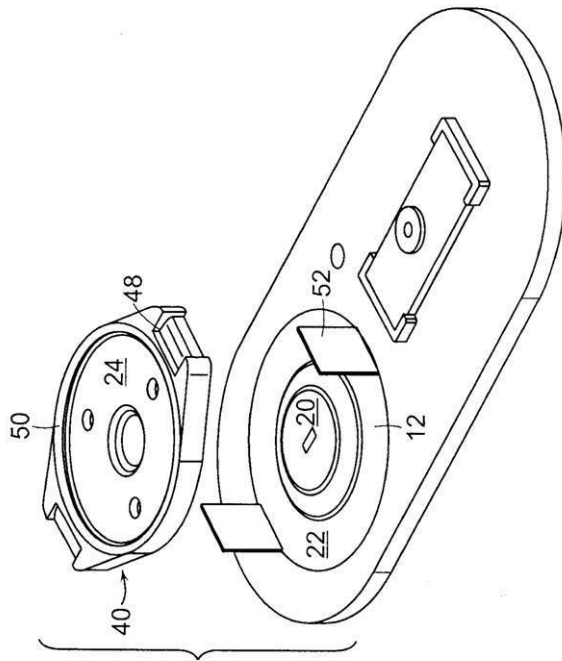


FIG. 7A

【図 8 - 1】

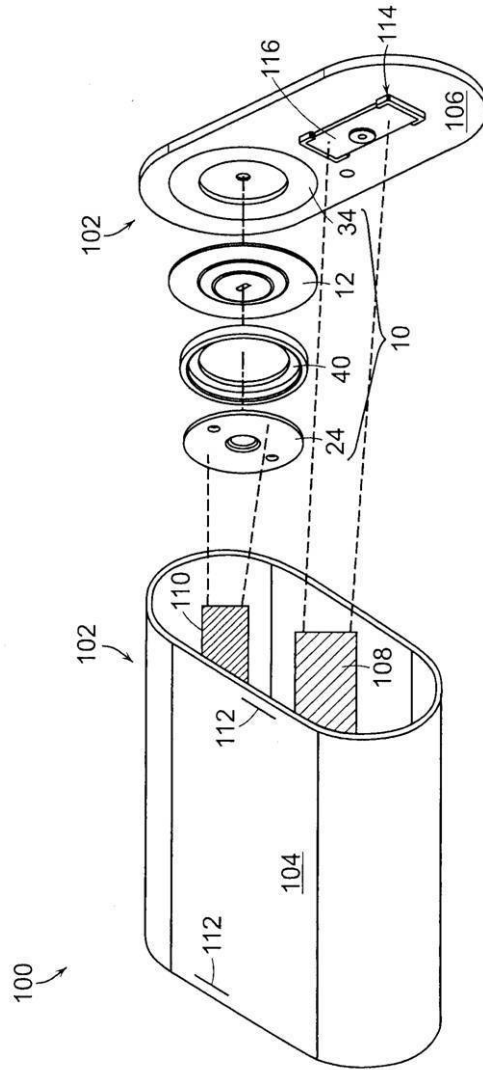


FIG. 8A

【図 8 - 2】

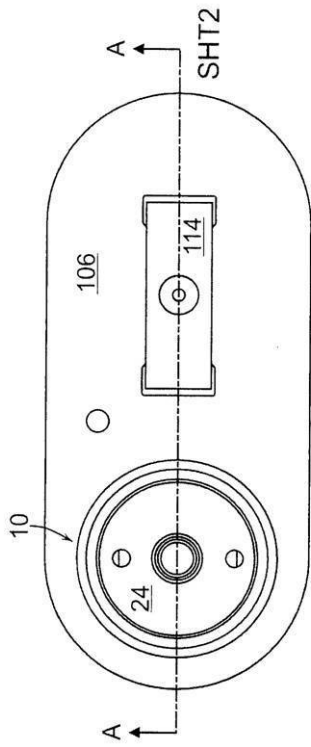


FIG. 8B

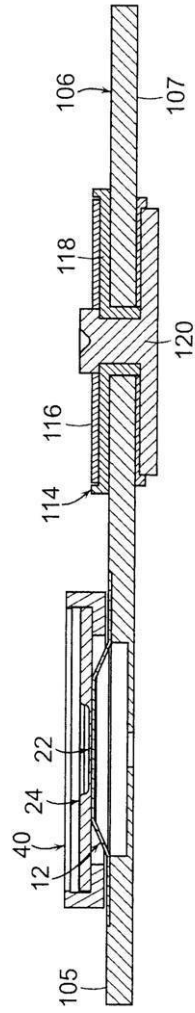


FIG. 8C

【図 8 - 3】

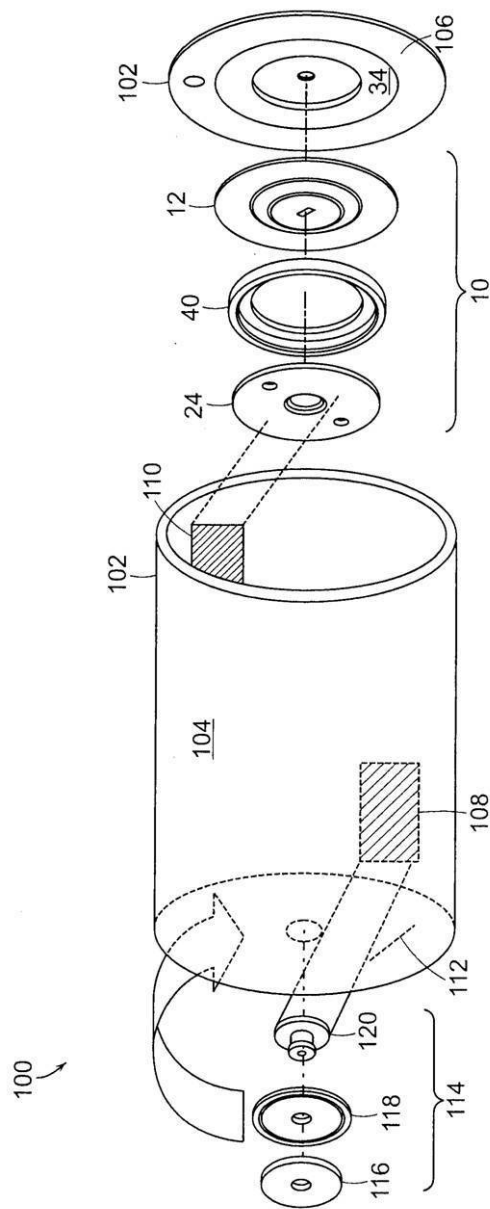


FIG. 8D

【 図 8 - 4 】

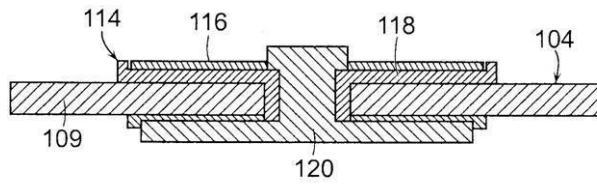


FIG. 8E

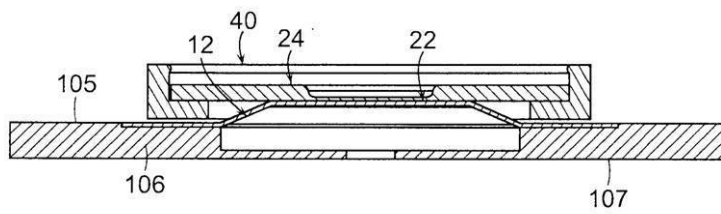


FIG. 8F

【図 9】

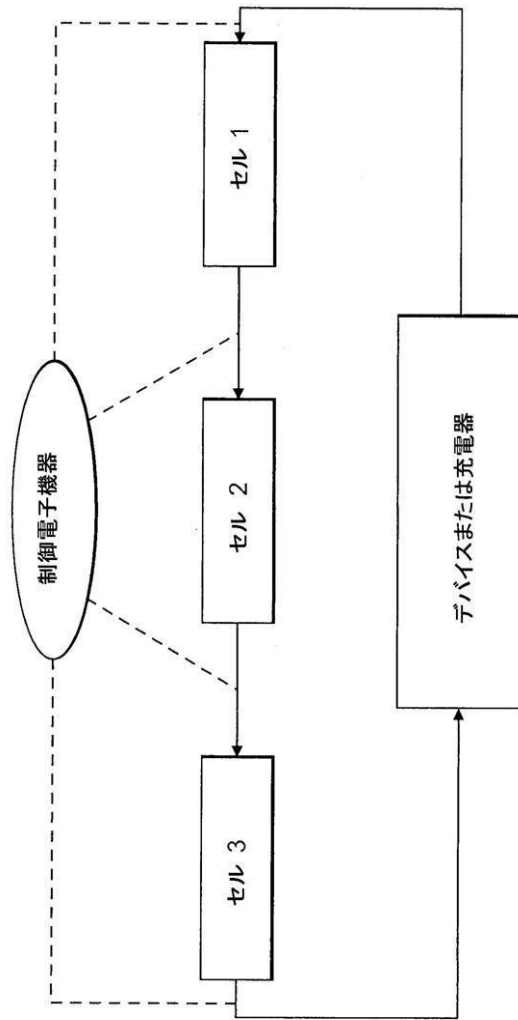


FIG. 9

【図 10】

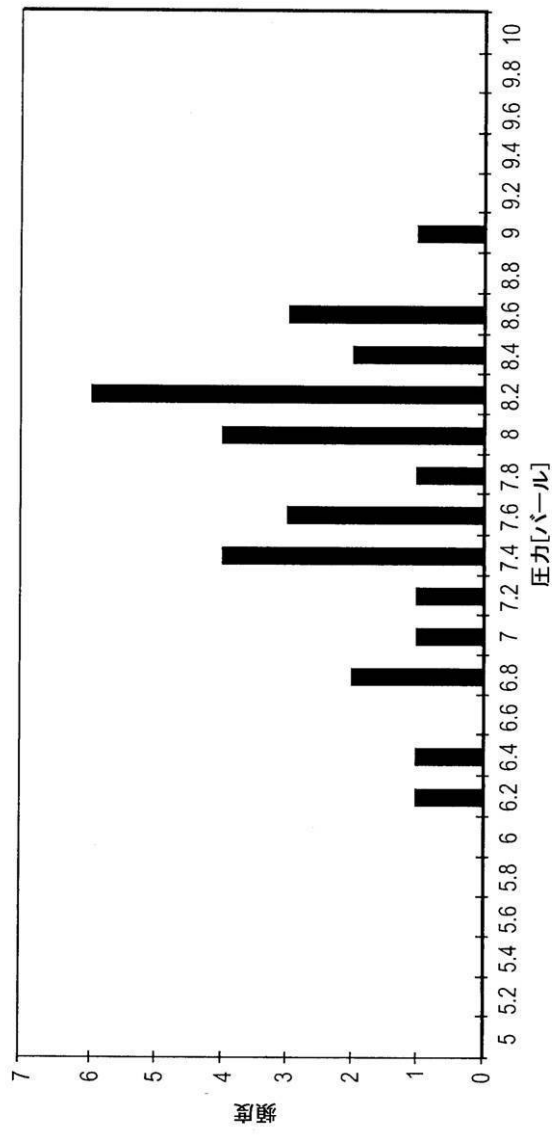


FIG. 10

【図 11】

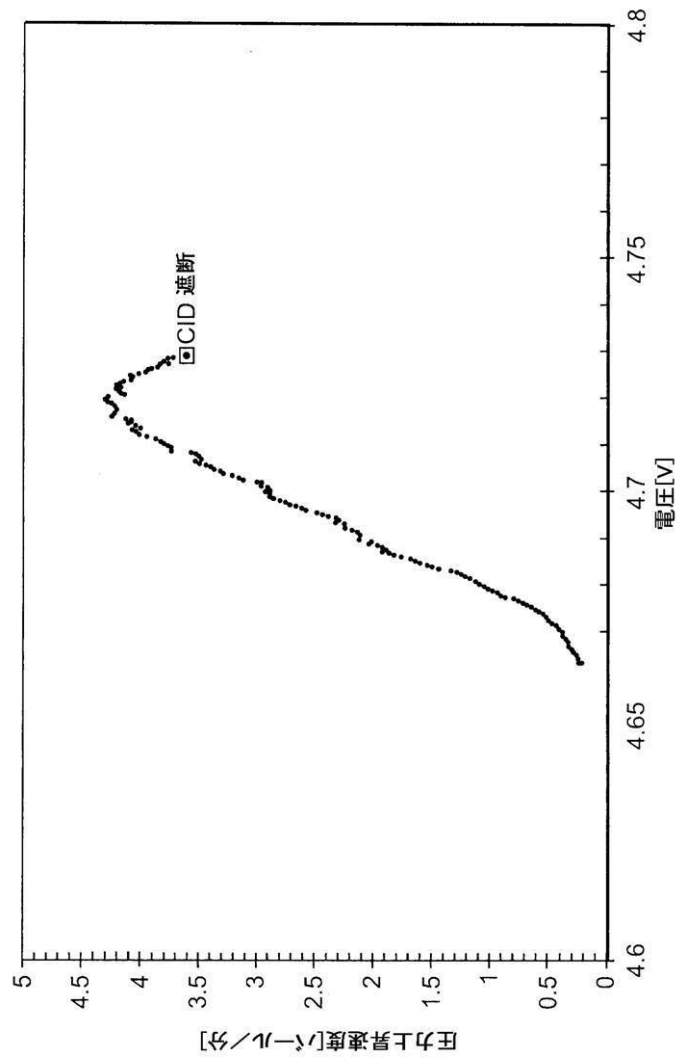


FIG. 11

【図 12】

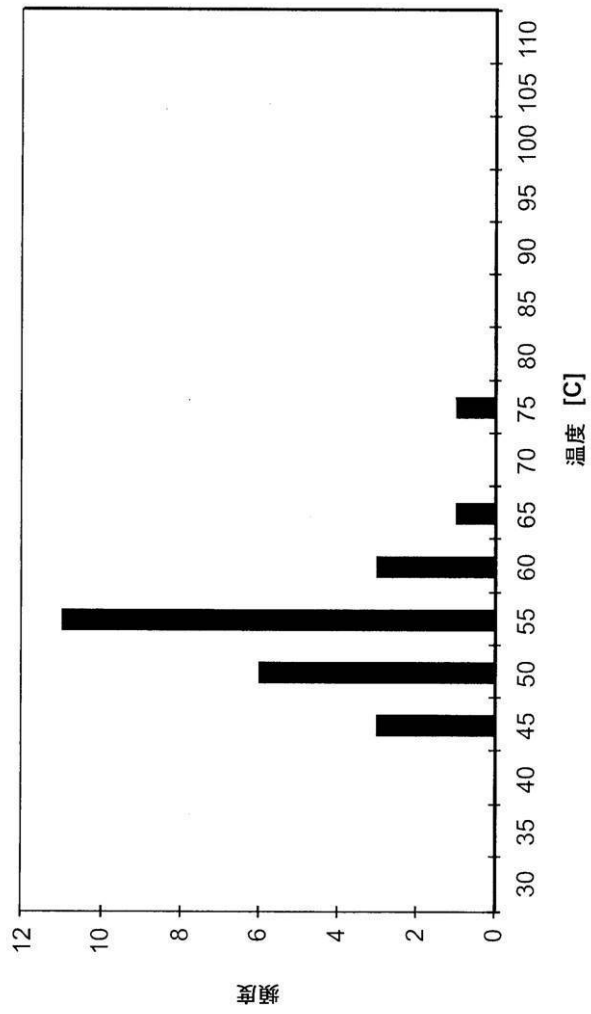


FIG. 12

【図 13】

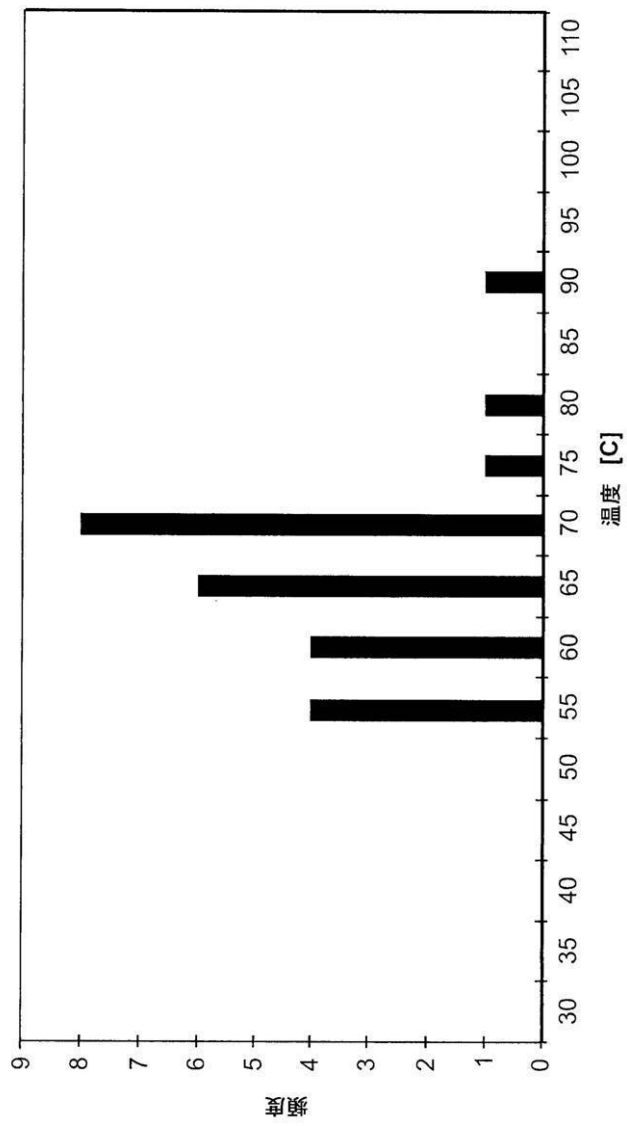


FIG. 13

【図 14】

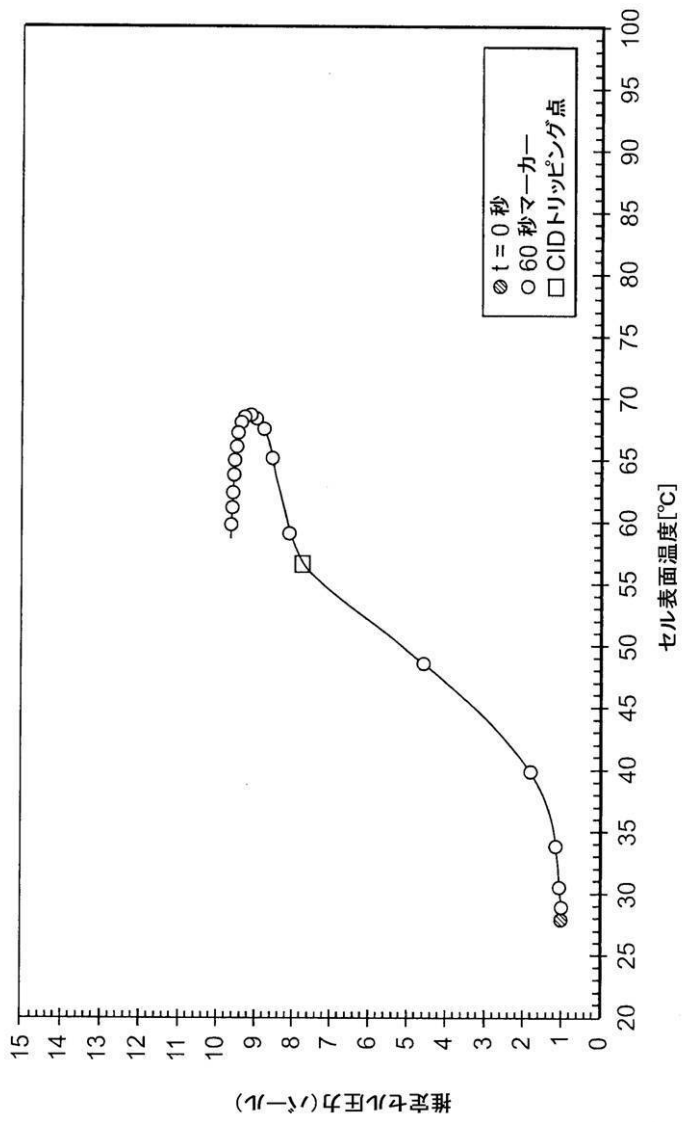


FIG. 14

【図 15】

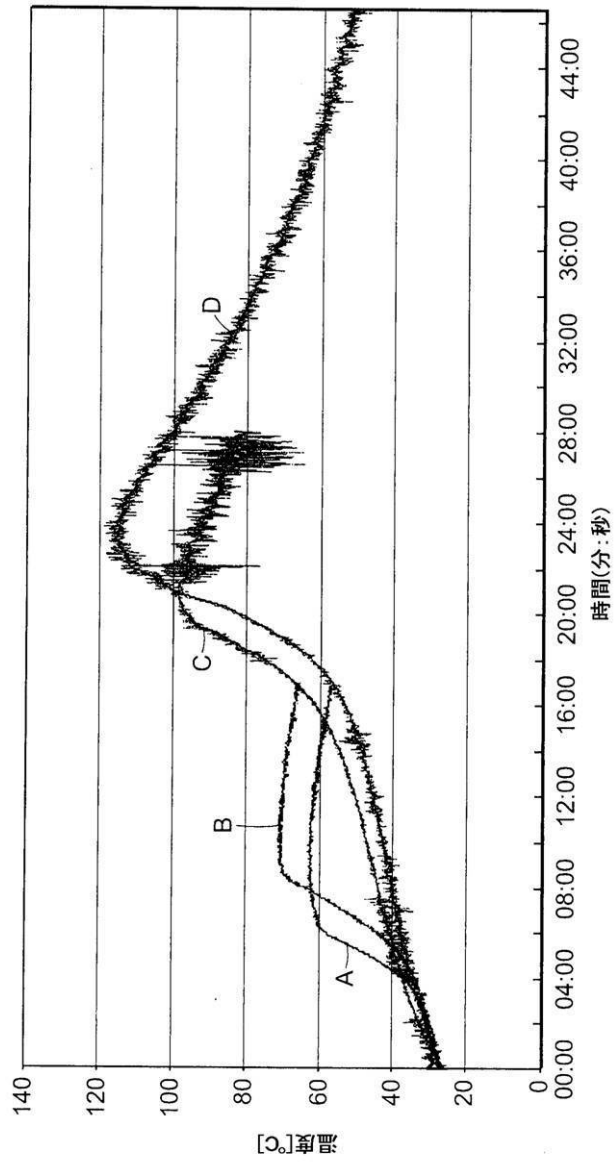


FIG. 15

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2008/007666

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H01M2/34 H01M2/12 H01M10/40		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01M		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 788 112 A (KUNG CHIN-CHUNG [TW]) 29 November 1988 (1988-11-29) column 2, line 1 - column 3, line 12; claims 1-4; figures 1,2	1,22
A	US 2006/275657 A1 (KOZUKI KIYOMI [JP] ET AL) 7 December 2006 (2006-12-07) claims 1-6; examples 1,2	1-76
A	EP 0 863 559 A (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]) 9 September 1998 (1998-09-09) claims 1-10	1-76
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art *Z* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
6 October 2008		13/10/2008
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Tx: 31 851 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer
		Battistig, Marcello

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2008/007666

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4788112	A	29-11-1988	NONE	
US 2006275657	A1	07-12-2006	JP 2006351512 A	28-12-2006
EP 0863559	A	09-09-1998	JP 10302763 A	13-11-1998
			US 6004694 A	21-12-1999

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 4/525 (2010.01)	H 0 1 M	2/08	A			
H 0 1 M 4/36 (2006.01)	H 0 1 M	2/08	S			
H 0 1 M 2/12 (2006.01)	H 0 1 M	4/50	1 0 2			
H 0 1 M 4/58 (2010.01)	H 0 1 M	4/52	1 0 2			
H 0 1 M 2/30 (2006.01)	H 0 1 M	4/36	E			
H 0 1 M 10/058 (2010.01)	H 0 1 M	2/12	1 0 1			
H 0 1 M 10/052 (2010.01)	H 0 1 M	4/58	1 0 1			
	H 0 1 M	2/30	D			
	H 0 1 M	10/00	1 1 5			
	H 0 1 M	10/00	1 0 2			

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MT,NL,NO,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,SV,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 チェンバレン ザ セカンド, リチャード, ブイ.
アメリカ合衆国 バージニア 2 2 0 3 9 フェアファックス ステーション, ローレル オーク
ブレース 9 6 2 1

(72)発明者 リンナ, ジャン - ロジャー, ビー.
アメリカ合衆国 マサチューセッツ 0 2 1 1 5 ボストン, アパートメント 6, クリアウェイ
ストリート 4 8

(72)発明者 エリア, ミモ
アメリカ合衆国 マサチューセッツ 0 2 4 7 8 ベルモント, ストリート 7 エイ

F ターム(参考) 5H011 AA13 CC06 DD13 FF03 GG02 HH02 JJ12 KK01 KK03 KK04
5H012 AA01 AA07 BB02 CC01 DD02 EE04 FF01 GG01 JJ02 JJ08
JJ10
5H029 AJ12 AK01 AK03 AK18 AL02 AL06 AL07 AL08 AL11 AL12
AM03 AM04 AM05 AM07 AM12 AM16 BJ02 BJ14 BJ27 CJ05
DJ02 DJ03 DJ05 DJ14 EJ01 HJ00 HJ01 HJ02 HJ04 HJ05
HJ12 HJ15
5H043 AA04 AA11 BA19 BA20 CA02 CA03 CA04 CA12 DA13 EA16
GA12 GA13 HA16E HA17E JA13E KA09E LA02E LA03E LA21E LA23E
LA33E
5H050 AA15 BA16 BA17 BA18 CA01 CA07 CA08 CA09 CA29 CB02
CB07 CB08 CB09 CB11 CB12 DA20 FA05 GA07 HA00 HA01
HA02 HA04 HA05 HA12 HA15

【要約の続き】

