



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 202441826 A

(43)公開日：中華民國 113 (2024) 年 10 月 16 日

(21)申請案號：113121714

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 09 月 17 日

(51)Int. Cl. : *H01M4/64 (2006.01)*

H01M10/04 (2006.01)

H01M10/0565(2010.01)

(30)優先權：2014/09/19 日本

2014-190900

(71)申請人：日商半導體能源研究所股份有限公司 (日本) SEMICONDUCTOR ENERGY
LABORATORY CO., LTD. (JP)

日本

(72)發明人：米田祐美子 YONEDA, YUMIKO (JP)；山梶正樹 YAMAKAJI, MASAKI (JP)；田
島亮太 TAJIMA, RYOTA (JP)；廣木正明 HIROKI, MASA AKI (JP)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：2 項 圖式數：17 共 68 頁

(54)名稱

二次電池

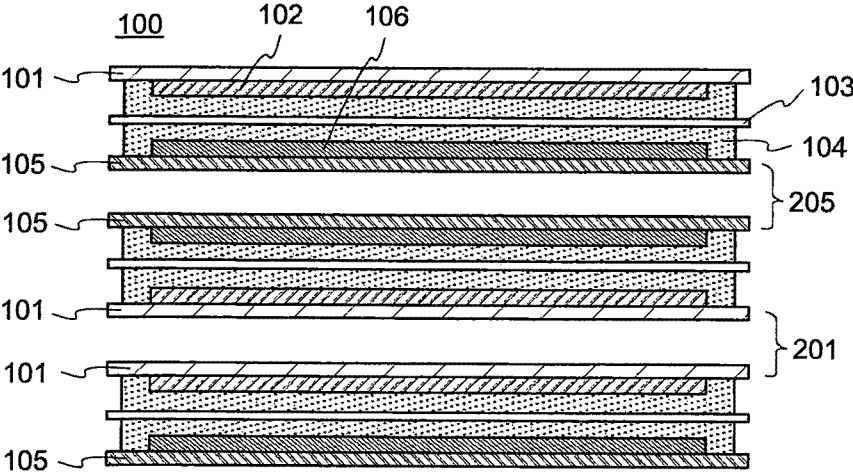
(57)摘要

在正電極集電器與負電極集電器之間設置凝膠電解質和隔離體。層疊多個正電極集電器和多個負電極集電器，使得負電極的沒有塗佈活性材料層的表面相互之間或正電極的沒有塗佈活性材料層的表面相互之間彼此接觸。

A gel electrolyte and a separator are provided between the positive electrode current collector and the negative electrode current collector. The plurality of positive electrode current collectors and the plurality of negative electrode current collectors are stacked such that surfaces of negative electrodes with which active material layers are not coated or surfaces of positive electrodes with which active material layers are not coated are in contact with each other.

指定代表圖：

圖 1A



符號簡單說明：

- 100:二次電池
- 101:正電極集電器
- 102:正電極活性材料層
- 103:隔離體
- 104:凝膠電解質
- 105:負電極集電器
- 106:負電極活性材料層
- 201:接觸面
- 205:接觸面

【發明摘要】

【中文發明名稱】

二次電池

【英文發明名稱】

SECONDARY BATTERY

【中文】

在正電極集電器與負電極集電器之間設置凝膠電解質和隔離體。層疊多個正電極集電器和多個負電極集電器，使得負電極的沒有塗佈活性材料層的表面相互之間或正電極的沒有塗佈活性材料層的表面相互之間彼此接觸。

【英文】

A gel electrolyte and a separator are provided between the positive electrode current collector and the negative electrode current collector. The plurality of positive electrode current collectors and the plurality of negative electrode current collectors are stacked such that surfaces of negative electrodes with which active material layers are not coated or surfaces of positive electrodes with which active material layers are not coated are in contact with each other.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 1A

【本代表圖之符號簡單說明】：

100：二次電池

101：正電極集電器

102：正電極活性材料層

103：隔離體

104：凝膠電解質

105：負電極集電器

106：負電極活性材料層

201：接觸面

205：接觸面

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

二次電池

【英文發明名稱】

SECONDARY BATTERY

【技術領域】

[0001] 本發明的一個實施方式係關於一種物品、方法或者製造方法。本發明係關於一種製程（process）、機器（machine）、製造（manufacture）或者組合物（composition of matter）。本發明的一個實施方式係關於一半導體裝置、一顯示裝置、一發光裝置、一蓄電裝置、一照明設備或一電子裝置與其製造方法。尤其是，本發明係關於一種二次電池及電子裝置。

[0002] 注意，在本說明書中，電子裝置一般指包含二次電池的裝置，包含二次電池的電光裝置、包含二次電池的資訊終端裝置等都包括在電子裝置的範疇內。

【先前技術】

[0003] 近年來，對可穿戴裝置展開了積極的開發。由於可穿戴裝置佩戴於人身上的性質，很多可穿戴裝置可沿著身體的曲面，或者對應於身體動作而彎曲。因此，在可穿戴裝置中，與顯示器和其他外殼同樣，也對用於可穿

戴裝置的可撓性的二次電池進行了開發。

[0004] 例如，專利文獻 1 揭示了能夠向至少一軸方向之一彎曲或彎折的薄片狀的蓄電裝置和包含有該蓄電裝置的電子裝置。

[0005]

[專利文獻 1]日本專利申請揭示第 2013-211262 號公報

【發明內容】

[0006] 大多二次電池為了增大容量層疊有多個正電極集電器和多個負電極集電器。

[0007] 但是，在使包含多個正電極集電器和多個負電極集電器的二次電池彎曲時，有二次電池的容量降低以及循環特性惡化的傾向。

[0008] 從本發明人的對上述容量降低以及循環特性惡化的原因的研究可知：在使包含多個正電極集電器和多個負電極集電器的二次電池彎曲時，集電器中局部產生彎曲較大的部分和彎曲較小的部分。圖 14 示出被彎曲的二次電池的剖面的示意圖。在負電極集電器 105 部分和正電極集電器 101 部分產生彎曲較大的部分 301 和彎曲較小的部分 302。在各集電器中彎曲較大的部分的位置不同，因此造成產生電池反應的正電極集電器 101 與負電極集電器 105 之間的距離 311 的不均勻。本發明人發現：上述距離的不均勻導致集電器面內的電池反應速度的不均勻，由此

成為二次電池的容量的降低及劣化的原因之一。

[0009] 因此，本發明的一個實施方式提供一種新穎結構的二次電池。明確而言，本發明的一個實施方式提供一種具可撓性的新穎結構的二次電池。

[0010] 本發明的一個實施方式的目的之一是提供一種新穎蓄電裝置或新穎電子裝置等。注意，這些目的的記載不妨礙其他目的的存在。本發明的一個實施方式並不需要實現所有上述目的。可以從說明書、圖式、申請專利範圍等的記載得知並導出上述以外的目的。

[0011] 為了實現上述目的，在本發明的一個實施方式中，在正電極集電器與負電極集電器之間設置包含電解質的聚合物和隔離體。因為聚合物可以被凝膠化，所以能夠容易保持正電極集電器與負電極集電器之間的固定的距離。

[0012] 另外，層疊多個正電極集電器和多個負電極集電器，以使負電極的沒有塗佈活性材料層的表面彼此接觸，以使正電極的沒有塗佈活性材料層的表面彼此接觸。與隔離體和正電極活性材料層的接觸面及隔離體和負電極活性材料層的接觸面相比，這種接觸面可以實現摩擦小的接觸面。當該摩擦小的接觸面滑動時，可以容易釋放在使二次電池彎曲時產生的起因於彎曲的內徑與外徑的差的應力。該結構可以抑制在集電器中局部產生彎曲較大的部分和彎曲較小的部分，而可以抑制正電極集電器與負電極集電器之間的距離的不均勻。

[0013] 藉由本發明的一個實施方式，可以提供一種新穎結構的二次電池。明確而言，可以提供一種具有撓性的新穎結構的二次電池。

[0014] 另外，藉由本發明的一個實施方式，可以提供一種新穎蓄電裝置或新穎電子裝置等。注意，這些效果的記載不妨礙其他效果的存在。本發明的一個實施方式並不需要實現所有上述效果。可以從說明書、圖式、申請專利範圍等的記載得知並導出上述以外的效果。

【圖式簡單說明】

[0015]

圖 1A 至圖 1D 是說明二次電池的結構實例的圖；

圖 2A 和圖 2B 是說明二次電池的結構實例的圖；

圖 3A 和圖 3B 是說明二次電池的結構實例的圖；

圖 4 是說明二次電池的例子的圖；

圖 5A 和圖 5B 是說明二次電池的例子的圖；

圖 6A 至圖 6D 是說明二次電池的製造方法的例子的圖；

圖 7A 至圖 7C 是說明二次電池的製造方法的例子的圖；

圖 8A 和圖 8B 是說明二次電池的製造方法的例子的圖；

圖 9A 和圖 9B 是說明二次電池的製造方法的例子的圖；

圖 10A 至圖 10C 是說明二次電池的製造方法的例子的圖；

圖 11A 和圖 11B 是說明二次電池的例子及二次電池的製造方法的例子的圖；

圖 12A 和圖 12B 是說明電子裝置的例子的圖；

圖 13A 和圖 13B 是說明電子裝置的一個例子的圖；

圖 14 是說明正電極集電器與負電極集電器之間的距離的圖；

圖 15A 和圖 15B 是說明靜摩擦係數的測量方法的圖；

圖 16 示出靜摩擦係數的測量結果；

圖 17A 和圖 17B 是二次電池的 X 射線 CT 照片；圖 17C 是示出二次電池的充放電特性的圖。

【實施方式】

[0016] 下面，參照圖式對本發明的實施方式進行詳細說明。但是，本發明不侷限於以下說明，所屬技術領域的具有通常知識者可以很容易地理解本發明的模式和詳細內容可以被變換為各種各樣的形式。另外，本發明不應該被解釋為僅限定在以下所示的實施方式與實施例所記載的內容中。

[0017] “電連接”包括藉由“具有某種電作用的元件”連接的情況。“具有某種電作用的元件”只要可以進行連接目標間的電信號的傳送與接收，就對其沒有特別的限

制。

[0018] 為了容易理解，有時圖式等中所示的各構成要素的位置、尺寸、範圍等不表示實際上的位置、尺寸、範圍等。因此，所揭示的發明不一定侷限於圖式等中所揭示的位置、尺寸、範圍等。

[0019] “第一”、“第二”、“第三”等序數詞是為了避免構成要素的混淆而附記的。

[0020]

實施方式 1

在本實施方式中，參照圖 1A 至圖 1D 及圖 3A 和圖 3B 對根據本發明的一個實施方式的二次電池的結構實例進行說明。

[0021]

[1.典型的結構]

圖 1A 所示的二次電池 100 包括正電極集電器 101、負電極集電器 105、隔離體 103。正電極集電器 101 在一個表面包括正電極活性材料層 102，在另一個表面不具有正電極活性材料層。負電極集電器 105 在一個表面包括負電極活性材料層 106，在另一個表面不具有負電極活性材料層。二次電池 100 在正電極集電器 101 的一個表面與負電極集電器 105 的一個表面之間包含凝膠電解質 104。

[0022] 凝膠電解質 104 包含聚合物、電解質和溶劑。凝膠電解質 104 中的聚合物可以被凝膠化，當正電極集電器 101 和負電極集電器 105 彼此貼合時，可以容易保

持正電極集電器 101 與負電極集電器 105 之間的固定的距離。由此，可以防止在集電器面內產生電池反應速度的不均勻，而可以抑制二次電池 100 的容量的降低及劣化。

[0023] 作為凝膠電解質 104 所包含的聚合物，可以使用聚環氧乙烷類聚合物、聚丙烯腈類聚合物、聚偏氟乙烯類聚合物、聚丙烯酸酯類聚合物、聚甲基丙烯酸酯類聚合物。在本說明書等中，例如聚偏氟乙烯類聚合物是指包含聚偏氟乙烯的聚合物，並包含聚（偏氟乙烯-六氟丙烯）共聚物等。

[0024] 藉由利用 FT-IR（傅立葉變換紅外光譜法）等，可以對上述聚合物進行定性分析。例如，聚偏氟乙烯類聚合物在藉由 FT-IR 獲得的光譜中具有來源於 C-F 鍵合的吸收光譜。此外，聚丙烯腈類聚合物在藉由 FT-IR 光譜儀獲得的光譜中具有顯示 C≡N 鍵合的吸收峰值。

[0025] 作為凝膠電解質 104 的電解質，使用載體離子能夠移動且具有用作載體離子的鋰離子的材料。作為電解質的典型例子，例如 LiPF_6 、 LiClO_4 、 LiAsF_6 、 LiBF_4 、 LiCF_3SO_3 、 $\text{Li}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}$ 、 $\text{Li}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_2\text{N}$ 、 $\text{Li}(\text{SO}_2\text{F})_2\text{N}$ 等鋰鹽。這些電解質既可以單獨使用，又可以兩種或更多以任意的組合及比率使用。

[0026] 作為凝膠電解質 104 的溶劑，使用載體離子能夠移動的材料。作為電解液的溶劑，較佳為使用非質子有機溶劑。作為非質子有機溶劑的典型例子，可以使用碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯、碳酸二甲酯、碳酸二乙

酯（DEC）、碳酸甲乙酯（EMC）、 γ -丁內酯、乙腈、乙二醇二甲醚、四氫呋喃等中的一種或多種。當作為電解液的溶劑使用凝膠化的高分子材料，或對電解液添加用來凝膠化的高分子材料，抗液體洩漏等的安全性得到提高。並且，能夠實現二次電池的薄型化及輕量化。作為凝膠化的高分子材料的典型例子，包含矽酮凝膠、丙烯酸膠、丙烯腈膠、聚氧化乙烯類凝膠、聚氧化丙烯類凝膠、氟類聚合物凝膠等。另外，藉由作為電解液的溶劑使用一種或多種具有阻燃性及難揮發性的離子液體（室溫融鹽），即使由於二次電池的內部短路、過充電等而內部溫度上升，也可以防止二次電池的破裂或起火等。離子液體是流體狀態的鹽類，離子遷移度（傳導率）高。另外，離子液體含有陽離子和陰離子。作為離子液體，例如包含乙基甲基咪唑（EMI）陽離子的離子液體或包含 N-甲基-N-丙基吡啶（propylpiperidinium）（PP₁₃）陽離子的離子液體等。

[0027] 一個單元包含上述正電極集電器 101、正電極活性材料層 102、隔離體 103、凝膠電解質 104、負電極集電器 105 及負電極活性材料層 106。二次電池 100 包括多個單元。

[0028] 圖 1B 及圖 1C 示出層疊有三個單元的二次電池 100 的例子。圖 1B 是二次電池 100 的透視圖，圖 1C 是從圖 1B 的箭頭方向觀看時的二次電池 100 的側面圖。為了明確起見而摘要示出正電極集電器 101、負電極集電器 105 和凝膠電解質 104。多個單元以正電極集電器 101

的不包括正電極活性材料層的另一個表面彼此相對，及負電極集電器 105 的不包括負電極活性材料層的另一個表面彼此相對的方式配置。藉由如此配置多個單元，可以實現金屬和金屬接觸的接觸面，亦即正電極集電器 101 的另一個表面相互之間的接觸面 201 以及負電極集電器 105 的另一個表面相互之間的接觸面 205。

[0029] 與正電極活性材料層 102 和隔離體 103 以及負電極活性材料層 106 和隔離體 103 的接觸面相比，作為金屬和金屬接觸的接觸面的接觸面 201 及接觸面 205 可以實現摩擦小的接觸面。藉由以使正電極集電器 101 的另一個表面彼此相對，及使負電極集電器 105 的另一個表面彼此相對的方式層疊單元構成二次電池 100，在使二次電池 100 彎曲時，如圖 1D 所示，上述摩擦小的接觸面彼此滑動。因此，可以容易釋放起因於彎曲的內徑與外徑差的應力。由此，可以抑制在集電器中局部產生彎曲較大的部分和彎曲較小的部分，並可以抑制正電極集電器 101 與負電極集電器 105 之間的距離的不均勻。

[0030] 由於上述理由，較佳的是，在正電極集電器 101 的另一個表面彼此之間或者負電極集電器 105 的另一個表面彼此之間不具有增大摩擦的要素，諸如凝膠電解質 104 所包含的聚合物等。

[0031] 正電極集電器 101 的另一個表面彼此之間以及負電極集電器 105 的另一個表面彼此之間的摩擦越小，越容易釋放起因於彎曲的內徑與外徑的差的應力。但是，

如果為了減少摩擦而對集電器的另一個表面進行多餘的表面處理，則導致製程的增加，由此導致生產率下降。另外，不一定必須使正電極集電器 101 的另一個表面相互之間以及負電極集電器 105 的另一個表面相互之間的摩擦小。只要使正電極集電器 101 的另一個表面相互之間和負電極集電器 105 的另一個表面相互之間中的一方的摩擦小，就可以充分降低起因於當二次電池 100 彎曲時的內徑與外徑差的應力。

[0032] 因此，更明確而言，正電極集電器 101 的另一個表面彼此之間或者負電極集電器 105 的另一個表面彼此之間的靜摩擦係數較佳為 0.01 或更大且 0.80 或更少，更佳為 0.20 或更大且 0.65 或更少，進一步較佳為 0.57 或更大且 0.59 或更少。只要在上述靜摩擦係數的範圍內，就可以充分降低起因於當二次電池 100 彎曲時的內徑與外徑差的應力。

[0033] 藉由如下步驟算出本說明書等中的靜摩擦係數。首先，將所要測量的樣本放在平坦且水平的玻璃板上。樣本處於用於滑動的材料垂直固定在配合件（**opposite material**）之間的狀態。將平坦的板和加重物放在其上。將配合件固定，並將荷重測定器連接於用於滑動的材料，在水平方向上以 1mm/秒左右的速度拉拽荷重測定器。測量直到滑動的材料移動 1cm 為止的摩擦力的最大值。將上述測量值看作最大靜摩擦力。從最大靜摩擦力、和加重物的負載算出靜摩擦係數。

[0034]

[2.變形例]

雖然圖 1A 示出隔離體 103 只存在於夾在正電極集電器 101 與負電極集電器 105 之間的區域中的例子，但是本發明的一個實施方式不侷限於此。隔離體 103 可以具有以袋狀覆蓋正電極集電器 101 或負電極集電器 105 的形狀。

[0035] 在圖 2A 所示的二次電池 100 中，隔離體 103 被設置為以袋狀覆蓋正電極集電器 101 及正電極活性材料層 102。因此，形成隔離體 103 彼此接觸的接觸面 203 以代替正電極集電器 101 的另一個表面彼此不直接接觸。

[0036] 在此情況下，只要負電極集電器 105 的另一個表面相互之間的接觸面 205 的摩擦小，可以充分降低起因於當電池 100 彎曲時的內徑與外徑差的應力。

[0037] 在圖 2B 所示的二次電池 100 中，隔離體 103 被設置為以袋狀覆蓋負電極集電器 105 及負電極活性材料層 106。因此，產生隔離體 103 彼此接觸的接觸面 203，而負電極集電器 105 的另一個表面彼此不直接接觸。

[0038] 在此情況下，只要正電極集電器 101 的另一個表面相互之間的接觸面 201 的摩擦小，可以充分降低起因於當二次電池 100 於彎曲時的內徑與外徑差的應力。

[0039] 雖然圖 1A 至圖 1D 及圖 2A 和圖 2B 示出一個單元都包括一個正電極集電器 101、一個正電極活性材料層 102、一個隔離體 103、一個負電極集電器 105 及一個負電極活性材料層 106 的例子，但是本發明的一個實施方

式不侷限於此。在可以充分降低起因於當二次電池 100 彎曲時的內徑與外徑的差的應力的範圍內，也可以採用一個單元包括多個正電極集電器 101、多個正電極活性材料層 102、多個隔離體 103、多個負電極集電器 105 及多個負電極活性材料層 106 的結構。

[0040] 圖 3A 所示的二次電池 100 是一個單元包括一個在兩個表面具有正電極活性材料層 102 的正電極集電器 101、兩個在一個表面具有負電極活性材料層 106 且在另一個表面不具有負電極活性材料的負電極集電器 105 和兩個隔離體 103。

[0041] 在圖 3A 的二次電池 100 的單元中，負電極集電器 105 的另一個表面位於最外側，在兩個負電極集電器 105 之間存在有在兩個表面具有正電極活性材料層 102 的正電極集電器 101。並且，以負電極集電器 105 的另一個表面彼此相對的方式配置單元。注意，雖然圖 3A 示出一個單元包括兩個隔離體 103 的例子，但是不侷限於此，如圖 2A 和圖 2B 所示，一個單元可以包括以袋狀覆蓋正電極集電器 101 的一個隔離體。

[0042] 另外，在圖 3B 所示的二次電池 100 的其他例子中，一個單元依次包括：在一個表面具有正電極活性材料層 102 且在另一個表面無正電極活性材料層的正電極集電器 101；在兩個表面具有負電極活性材料層 106 的負電極集電器 105；在兩個表面具有正電極活性材料層 102 的正電極集電器 101；以及在一一個表面具有負電極活性材料

層 106 且在另一個表面無負電極活性材料層的負電極集電器 105。在一個表面具有正電極活性材料層 102 且在另一個表面無正電極活性材料層的正電極集電器 101 以其另一個表面位於單元的最外側的方式配置。與此同樣，在一個表面具有負電極活性材料層 106 且在另一個表面無負電極活性材料層的負電極集電器 105 以其另一個表面位於單元的最外側的方式配置。此外，在三處的正電極活性材料層 102 與負電極活性材料層 106 之間各設有一個隔離體 103。

[0043] 在具有如圖 3A 及圖 3B 所示的結構的二次電池 100 中，也可以實現金屬和金屬接觸的摩擦小的接觸面 205。因此，可以抑制正電極集電器 101 與負電極集電器 105 之間的距離的不均勻。

[0044] 雖然圖 1A 至圖 1D 及圖 2A 和圖 2B 示出包括三個單元的二次電池，並且圖 3A 和圖 3B 示出包括兩個單元的二次電池，但是這是為了明確起見而簡要示出的。實際上，較佳為製造包括三個或更多的單元的二次電池 100。藉由層疊多個單元，可以增大二次電池 100 的容量。

[0045] 本發明的一個實施方式不但可以應用於二次電池，而且可以應用於各種蓄電裝置。作為蓄電裝置的例子，包含電池、一次電池、二次電池、鋰離子二次電池、鋰空氣電池、固態電池、鉛蓄電池、鋰離子聚合物二次電池、鎳氫蓄電池、鎳鎘蓄電池、鎳鐵蓄電池、鎳鋅蓄電

池、氧化銀鋅蓄電池等。再者，作為蓄電裝置的其他例子，如電容器。例如，藉由組合本發明的一個實施方式的負電極與雙電層的正電極，可以製造如鋰離子電容器等電容器。

[0046] 在本實施方式中，說明了本發明的一個實施方式。在實施方式 2 至 5 中，將說明本發明的其他實施方式。注意，本發明的一個實施方式不侷限於此。例如，雖然作為本發明的一個實施方式示出凝膠電解質包含聚合物時的例子，但是本發明的一個實施方式不侷限於此。根據情況或條件，在本發明的一個實施方式中電解質可以包含聚合物之外的材料。或者，例如，根據情況或條件，在本發明的一個實施方式中電解質可以不需包含聚合物。例如，雖然作為本發明的一個實施方式示出使二次電池彎曲時的例子，但是本發明的一個實施方式不侷限於此。根據情況或條件，在本發明的一個實施方式中可以依需求使蓄電裝置彎曲或伸展等而隨需變形，或者使其變為想要的形狀且此形狀可固定。或者，例如，根據情況或條件，在本發明的一個實施方式中可以不使蓄電裝置彎曲。

[0047]

實施方式 2

在本發明的一個實施方式中，參照圖 4 及圖 5A 和圖 5B 對二次電池的具體結構及材料進行說明。在本實施方式中，以下示出正電極和負電極中的一個被袋狀的隔離體覆蓋的例子。

[0048] 圖 4 是示出二次電池 100 的外觀的透視圖。圖 5A 是沿圖 4 中的點劃線 A1-A2 所示的部分的剖面圖。此外，圖 5B 是沿圖 4 中的點劃線 B1-B2 所示的部分的剖面圖。

[0049] 根據本發明的一個實施方式的二次電池 100 在外包裝體 107 內包括被隔離體 103 覆蓋的正電極 111、負電極 115 及凝膠電解質 104。注意，圖 5A 和圖 5B 示出具有三個單元的二次電池的例子。此外，正電極 111 與正電極引線 121 電連接，負電極 115 與負電極引線 125 電連接。正電極引線 121 及負電極引線 125 也稱為引線電極或引線端子。正電極引線 121 及負電極引線 125 的一部分配置在外包裝體的外側。二次電池 100 的充電及放電藉由正電極引線 121 及負電極引線 125 進行。

[0050] 此外，在圖 5A 和圖 5B 中，正電極 111 被隔離體 103 覆蓋，但是本發明的一個實施方式不侷限於此。例如，正電極 111 不需要被隔離體 103 覆蓋。另外，負電極 115 可以代替正電極 111 被隔離體 103 覆蓋。

[0051]

[1.正電極]

正電極 111 包含正電極集電器 101 及在正電極集電器 101 上形成的正電極活性材料層 102 等。在圖 5A 和圖 5B 中，雖然示出在薄片狀（或帶狀）的正電極集電器 101 的一個表面設置有正電極活性材料層 102 的例子，但是如實施方式 1 所說明，根據二次電池 100 的單元的結構，正電

極活性材料層 102 可以設置在正電極集電器 101 的兩個表面。藉由將正電極活性材料層 102 設置在正電極集電器 101 的兩個表面，可以增大二次電池 100 的容量。

[0052] 作為正電極集電器 101，可以使用不鏽鋼、金、鉑、鋁、鈦等金屬及它們的合金等導電性高且不引起顯著的化學變化的材料。此外，正電極集電器 101 還可以使用添加有矽、鈦、釹、銦、鉬等提高耐熱性的元素的鋁合金。另外，也可以使用與矽起反應形成矽化物的金屬元素形成。作為與矽起反應形成矽化物的金屬元素，有鋅、鈦、鉛、鈮、銻、鉍、鉻、鉬、鎢、鈷、鎳等。正電極集電器 101 可以適當地具有箔狀、板狀（薄片狀）、網狀、打孔金屬網狀、擴張金屬網狀等形狀。正電極集電器 101 的厚度較佳為 $5\mu\text{m}$ 或更大且 $30\mu\text{m}$ 或更少。可以在正電極集電器 101 的表面使用石墨等設置基底層。

[0053] 除了正電極活性材料以外，正電極活性材料層 102 還可以包含用來提高正電極活性材料的緊密性的黏合劑（binder）以及用來提高正電極活性材料層 102 的導電性的導電添加劑等。

[0054] 可作為用於正電極活性材料層 102 的正電極活性材料，包含具有橄欖石型結晶結構、層狀岩鹽型結晶結構或者尖晶石型結晶結構的複合氧化物等。作為正電極活性材料例如可使用 LiFeO_2 、 LiCoO_2 、 LiNiO_2 、 LiMn_2O_4 、 V_2O_5 、 Cr_2O_5 、 MnO_2 等化合物。

[0055] 尤其是， LiCoO_2 具有容量大、與 LiNiO_2 相比

在大氣中穩定、以及與 LiNiO_2 相比熱穩定等優點，所以是較佳的。

[0056] 當在 LiMn_2O_4 等含有錳的具有尖晶石型結晶結構的含鋰材料中混合少量鎳酸鋰（ LiNiO_2 或 $\text{LiNi}_{1-x}\text{M}_x\text{O}_2$ （ $\text{M}=\text{Co}$ 、 Al 等））時，可以提高使用上述材料的二次電池的特性，所以是較佳的。

[0057] 或者，可以使用複合材料（通式為 LiMPO_4 （ M 為 $\text{Fe}(\text{II})$ 、 $\text{Mn}(\text{II})$ 、 $\text{Co}(\text{II})$ 、 $\text{Ni}(\text{II})$ 中的一種或更多）。作為材料可以使用通式為 LiMPO_4 的鋰化合物，其典型例子為 LiFePO_4 、 LiNiPO_4 、 LiCoPO_4 、 LiMnPO_4 、 $\text{LiFe}_a\text{Ni}_b\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_a\text{Co}_b\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_a\text{Mn}_b\text{PO}_4$ 、 $\text{LiNi}_a\text{Co}_b\text{PO}_4$ 、 $\text{LiNi}_a\text{Mn}_b\text{PO}_4$ （ $a+b$ 小於或等於 1， $0<a<1$ ， $0<b<1$ ））、 $\text{LiFe}_c\text{Ni}_d\text{Co}_e\text{PO}_4$ 、 $\text{LiFe}_c\text{Ni}_d\text{Mn}_e\text{PO}_4$ 、 $\text{LiNi}_c\text{Co}_d\text{Mn}_e\text{PO}_4$ （ $c+d+e$ 小於或等於 1， $0<c<1$ ， $0<d<1$ ， $0<e<1$ ）、 $\text{LiFe}_f\text{Ni}_g\text{Co}_h\text{Mn}_i\text{PO}_4$ （ $f+g+h+i$ 小於或等於 1， $0<f<1$ ， $0<g<1$ ， $0<h<1$ ， $0<i<1$ ）等。

[0058] 尤其是， LiFePO_4 均勻地滿足正電極活性材料的條件諸如安全性、穩定性、高容量密度、初期氧化（充電）時能夠抽出的鋰離子的存在等，所以是較佳的。

[0059] 或者，可以使用通式為 $\text{Li}_{(2-j)}\text{MSiO}_4$ （ M 為 $\text{Fe}(\text{II})$ 、 $\text{Mn}(\text{II})$ 、 $\text{Co}(\text{II})$ 、 $\text{Ni}(\text{II})$ 中的一種或更多， $0\leq j\leq 2$ ）等複合材料。作為材料可以使用通式為 $\text{Li}_{(2-j)}\text{MSiO}_4$ 的鋰化合物，其典型例子為 $\text{Li}_{(2-j)}\text{FeSiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{NiSiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{CoSiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{MnSiO}_4$ 、

$\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_k\text{Ni}_l\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_k\text{Co}_l\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_k\text{Mn}_l\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Ni}_k\text{Co}_l\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Ni}_k\text{Mn}_l\text{SiO}_4$ ($k+l$ 小於或等於 1, $0 < k < 1$, $0 < l < 1$)、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_m\text{Ni}_n\text{Co}_q\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_m\text{Ni}_n\text{Mn}_q\text{SiO}_4$ 、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Ni}_m\text{Co}_n\text{Mn}_q\text{SiO}_4$ ($m+n+q$ 小於或等於 1, $0 < m < 1$, $0 < n < 1$, $0 < q < 1$)、 $\text{Li}_{(2-j)}\text{Fe}_r\text{Ni}_s\text{Co}_t\text{Mn}_u\text{SiO}_4$ ($r+s+t+u$ 小於或等於 1, $0 < r < 1$, $0 < s < 1$, $0 < t < 1$, $0 < u < 1$) 等。

[0060] 此外，作為正電極活性材料，可以使用以通式 $\text{A}_x\text{M}_2(\text{XO}_4)_3$ ($\text{A}=\text{Li}$ 、 Na 、 Mg ， $\text{M}=\text{Fe}$ 、 Mn 、 Ti 、 V 、 Nb ， $\text{X}=\text{S}$ 、 P 、 Mo 、 W 、 As 、 Si) 表示的鈉超離子導體 (nasicon) 型化合物。作為鈉超離子導體型化合物的例子，有 $\text{Fe}_2(\text{MnO}_4)_3$ 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 $\text{Li}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$ 等。此外，作為正電極活性材料，例如可以使用：以通式 $\text{Li}_2\text{MPO}_4\text{F}$ 、 $\text{Li}_2\text{MP}_2\text{O}_7$ 、 Li_5MO_4 ($\text{M}=\text{Fe}$ 、 Mn) 表示的化合物； NaFeF_3 、 FeF_3 等鈣鈦礦氟化物； TiS_2 、 MoS_2 等金屬硫族化合物 (硫化物、硒化物、碲化物)； LiMVO_4 等具有反尖晶石型結晶結構的氧化物；釩氧化物類 (V_2O_5 、 V_6O_{13} 、 LiV_3O_8 等)；錳氧化物；以及有機硫化合物等材料。

[0061] 在載體離子是鋰離子以外的鹼金屬離子或者鹼土金屬離子的情況下，作為正電極活性材料，可以含有鹼金屬 (例如，鈉、鉀等)、鹼土金屬 (例如，鈣、鋇、鋇、鉍或鎂等) 代替鋰。例如，作為正電極活性材料，可為 NaFeO_2 、 $\text{Na}_{2/3}[\text{Fe}_{1/2}\text{Mn}_{1/2}]\text{O}_2$ 等含鈉層狀氧化物。

[0062] 又或是，作為正電極活性材料，可以組合上述材料中的多種的材料。例如，也可以使用組合上述材料中的二種或更多的固溶體作為正電極活性材料。例如，也可以使用 $\text{LiCO}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{O}_2$ 和 Li_2MnO_3 的固溶體作為正電極活性材料。

[0063] 注意，雖然未圖示，但是可以在正電極活性材料層 102 的表面設置碳層等的導電材料。藉由設置碳層等的導電材料可以提高電極的導電性。例如，藉由在焙燒正電極活性材料時混合葡萄糖等碳水化合物，可以形成覆蓋正電極活性材料層 102 的碳層。

[0064] 粒狀的正電極活性材料層 102 的一次粒子的平均粒徑較佳為 50nm 或更大且 100 μm 或更少。

[0065] 作為導電添加劑的例子，包含乙炔黑（AB）、石墨（黑鉛）粒子、碳奈米管、石墨烯、富勒烯等。

[0066] 藉由利用導電添加劑可以在正電極 111 中形成電子導電的網路。藉由利用導電添加劑可以保持正電極活性材料層 102 相互之間的導電路徑。藉由在正電極活性材料層 102 中添加導電添加劑，可以提高電子導電性的正電極活性材料層 102。

[0067] 作為黏合劑，代替典型的聚偏氟乙烯（PVDF），可以使用聚醯亞胺、聚四氟乙烯、聚氯乙烯、三元乙丙聚合物、苯乙烯丁二烯橡膠、丙烯腈-丁二烯橡膠、氟橡膠、聚醋酸乙烯酯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚

乙烯、硝酸纖維素等。

[0068] 相對於正電極活性材料層 102 總重量的黏合劑含量較佳為 1wt%或更大且 10wt%或更少，更佳為 2wt%或更大且 8wt%或更少，進一步較佳為 3wt%或更大且 5wt%或更少。相對於正電極活性材料層 102 總重量的導電添加劑含量較佳為 1wt%或更大且 10wt%或更少，更佳為 1wt%或更大且 5wt%或更少。

[0069] 在藉由塗佈法形成正電極活性材料層 102 的情況下，將正電極活性材料、黏合劑及導電添加劑混合而製造正電極漿料（slurry），將其塗佈在正電極集電器 101 上進行乾燥。

[0070]

[2.負電極]

負電極 115 包含，例如，負電極集電器 105 及在負電極集電器 105 上形成的負電極活性材料層 106。在圖 5A 和圖 5B 中，雖然示出在薄片狀（或帶狀）的負電極集電器 105 的一個表面設置有負電極活性材料層 106 的例子，但是如實施方式 1 所說明，根據二次電池 100 的單元的結構，負電極活性材料層 106 可以設置在負電極集電器 105 的兩個表面。藉由將負電極活性材料層 106 設置在負電極集電器 105 的兩個表面，可以增大二次電池 100 的容量。

[0071] 作為負電極集電器 105，可以使用不鏽鋼、金、鉑、鐵、銅、鈦等金屬及它們的合金等導電性高且不與鋰離子等載體離子發生合金化的材料。另外，還可以使

用添加有矽、鈦、釹、銦、鉬等提高耐熱性的元素的鋁合金。負電極集電器 105 可以適當地具有箔狀、板狀（薄片狀）、網狀、打孔金屬網狀、擴張金屬網狀等形狀。負電極集電器 105 的厚度較佳為 $5\mu\text{m}$ 或更大且 $30\mu\text{m}$ 或更少。此外，可以在負電極集電器 105 的表面使用石墨等設置基底層。

[0072] 除了負電極活性材料以外，負電極活性材料層 106 還可以包含用來提高負電極活性材料的緊密性的黏合劑以及用來提高負電極活性材料層 106 的導電性的導電添加劑等。

[0073] 負電極活性材料層 106 只要是能夠溶解且析出鋰或使鋰離子嵌入及脫嵌的材料，就沒有特別的限制。作為負電極活性材料層 106 的材料，除了鋰金屬或鈦酸鋰之外，亦可使用在蓄電領域裡一般使用的碳類材料、合金類材料等。

[0074] 鋰金屬的氧化還原電位低（比標準氫電極低 3.045V ），每重量及體積的比容量大（分別為 3860mAh/g ， 2062mAh/cm^3 ），所以是較佳的。

[0075] 作為碳類材料的例子，包含石墨、石墨化碳（graphitizing carbon）（軟碳）、非石墨化碳（non-graphitizing carbon）（硬碳）、碳奈米管、石墨烯、碳黑等。

[0076] 作為石墨的例子，包含如中間相碳微球（MCMB）、焦炭基人造石墨（coke-based artificial

graphite)、瀝青基人造石墨 (pitch-based artificial graphite) 等人造石墨或如球狀化天然石墨等天然石墨。

[0077] 當鋰離子嵌入在層間中時 (鋰-石墨層間化合物的生成時) 石墨示出與鋰金屬相同程度的低電位 (0.1V 至 0.3V vs.Li/Li⁺)。由此, 鋰離子電池可以示出高工作電壓。再者, 石墨具有如下優點: 每單位體積的電容較高; 體積膨脹小; 較便宜; 與鋰金屬相比安全性高等, 所以是較佳的。

[0078] 作為負電極活性材料, 也可以使用能夠利用與鋰的合金化·脫合金化反應進行充放電反應的合金類材料或氧化物。在載體離子為鋰離子的情況下, 作為合金類材料例如例如包含 Mg、Ca、Al、Si、Ge、Sn、Pb、Sb、Bi、Ag、Au、Zn、Cd、Hg 和 In 等中的至少一種的材料。這種元素的電容比碳高, 尤其是矽的理論容量顯著地高, 為 4200mAh/g。由此, 將矽用於負電極活性材料是較佳的。作為使用這種元素的合金類材料的例子, 包含 Mg₂Si、Mg₂Ge、Mg₂Sn、SnS₂、V₂Sn₃、FeSn₂、CoSn₂、Ni₃Sn₂、Cu₆Sn₅、Ag₃Sn、Ag₃Sb、Ni₂MnSb、CeSb₃、LaSn₃、La₃Co₂Sn₇、CoSb₃、InSb、SbSn 等。

[0079] 或是, 作為負電極活性材料, 可以使用氧化物諸如 SiO、SnO、SnO₂、氧化鈦 (TiO₂)、鋰鈦氧化物 (Li₄Ti₅O₁₂)、鋰-石墨層間化合物 (Li_xC₆)、氧化鈮 (Nb₂O₅)、氧化鎢 (WO₂)、氧化鉬 (MoO₂) 等。

[0080] 更或是, 作為負電極活性材料, 可以使用鋰

和過渡金屬的氮化物的具有 Li_3N 型結構的 $\text{Li}_{3-x}\text{M}_x\text{N}$ ($\text{M}=\text{Co}$ 、 Ni 、 Cu)。例如， $\text{Li}_{2.6}\text{Co}_{0.4}\text{N}$ 呈現大充放電容量 (900mAh/g ， 1890mAh/cm^3)，所以是較佳的。

[0081] 當使用鋰和過渡金屬的氮化物時，在負電極活性材料中包含鋰離子，因此可以將其與用作正電極活性材料的不包含鋰離子的如 V_2O_5 、 Cr_3O_8 等材料組合，所以是較佳的。注意，當將含有鋰離子的材料用作正電極活性材料時，藉由預先使包含在正電極活性材料中的鋰離子脫嵌，也可以作為負電極活性材料使用鋰和過渡金屬的氮化物。

[0082] 或是，也可以將引起轉化反應的材料用於負電極活性材料。例如，將氧化鈷 (CoO)、氧化鎳 (NiO)、氧化鐵 (FeO) 等不與鋰發生合金化反應的過渡金屬氧化物可用作負電極活性材料。作為引起轉化反應的材料的其它例子，包含 Fe_2O_3 、 CuO 、 Cu_2O 、 RuO_2 、 Cr_2O_3 等氧化物、 $\text{CoS}_{0.89}$ 、 NiS 、 CuS 等硫化物、 Zn_3N_2 、 Cu_3N 、 Ge_3N_4 等氮化物、 NiP_2 、 FeP_2 、 CoP_3 等磷化物、 FeF_3 、 BiF_3 等氟化物。注意，由於上述氟化物的電極電位高，所以也可以用作正電極活性材料層。

[0083] 在藉由塗佈法形成負電極活性材料層 106 的情況下，將負電極活性材料、黏合劑混合而製造負電極漿料，將其塗佈在負電極集電器 105 上進行乾燥。注意，可以對負電極漿料添加導電添加劑。

[0084] 可以在負電極活性材料層 106 的表面形成石

墨烯。例如，當作為負電極活性材料採用矽時，在充放電循環中伴隨載體離子的吸留及釋放而負電極活性材料的體積發生很大的變化，由此負電極集電器 105 與負電極活性材料層 106 之間的密接性降低，造成充放電導致的電池特性的劣化。於是，藉由在包含矽的負電極活性材料層 106 的表面形成石墨烯，即使在充放電循環中矽的體積發生變化，也可以抑制負電極集電器 105 與負電極活性材料層 106 之間的密接性的降低，從而減少電池特性的劣化，所以是較佳的。

[0085] 或是，可以在負電極活性材料層 106 的表面形成氧化物等的覆膜。在充電時由於電解液的分解等而形成的覆膜不能將其形成時消耗的電荷釋放出來，從而形成不可逆容量。相對地，藉由預先將氧化物等的覆膜預先設置在負電極活性材料層 106 的表面，可以抑制或防止產生不可逆容量。

[0086] 作為這種覆蓋上述負電極活性材料層 106 的覆膜，可以使用鈮、鈦、釩、鉭、鎢、鋳、鉬、鉛、銻、鋁和矽中的任一種的氧化膜或包含這些元素中的一種及鋰的氧化膜。與習知的藉由電解液的分解生成物而形成在負電極表面的覆膜相比，這種覆膜為充分緻密的膜。

[0087] 例如，氧化鈮 (Nb_2O_5) 的導電率較低，亦即 10^{-9}S/cm ，也就是說其具有高絕緣性。因此，氧化鈮膜妨礙負電極活性材料與電解液之間的電化學分解反應。另一方面，氧化鈮的鋰擴散係數為 $10^{-9}\text{cm}^2/\text{sec}$ ，也就是說其具

有高鋰離子導電性。因此，其能夠使鋰離子透過。此外，可以使用氧化矽或氧化鋁。

[0088] 作為覆蓋負電極活性材料層 106 的覆膜的形成方法，例如可以使用溶膠-凝膠法。溶膠-凝膠法是一種形成薄膜的方法，其中藉由水分解反應（hydrolysis reaction）及縮聚反應（polycondensation reaction）使含金屬醇鹽或金屬鹽等的溶液成為失去流動性的凝膠，再對該凝膠進行焙燒來形成薄膜。由於溶膠-凝膠法是從液相形成薄膜的方法，所以可以在分子級上均勻地混合原料。由此，藉由對作為溶劑的金屬氧化膜的原料添加石墨等的負電極活性材料，可以容易在凝膠中分散活性材料。如此，可以在負電極活性材料層 106 表面形成覆膜。藉由使用該覆膜，可以防止蓄電體的容量的降低。

[0089]

[3.隔離體]

作為用來形成隔離體 103 的材料，可以使用纖維素、聚丙烯（PP）、聚乙烯（PE）、聚丁烯、尼龍、聚酯、聚砒、聚丙烯腈、聚偏氟乙烯或四氟乙烯等多孔絕緣體。另外，可以使用玻璃纖維等不織布或玻璃纖維與高分子纖維複合的隔膜。

[0090]

[4.電解液]

用於二次電池 100 的作為凝膠電解質 104 的材料的電解液可以參照實施方式 1 的記載。

[0091]

[5.外包裝體]

二次電池的結構有各種種類，在本實施方式中採用使用薄膜形成外包裝體 107。注意，外包裝體 107 的薄膜使用選自金屬薄膜（鋁、不鏽鋼、鎳鋼等）、由有機材料形成的塑膠薄膜、包含有機材料（有機樹脂或纖維等）及無機材料（陶瓷等）的混合材料薄膜、含碳無機膜（碳薄膜、石墨薄膜等），或包含二或更多上述膜的疊層薄膜。由壓花加工形成凹部或凸部在金屬薄膜的表面，暴露於外氣的外包裝體 107 的表面積增大，達成有效散熱。

[0092] 在二次電池 100 的形狀因外部施加的應力而改變時，彎曲應力從外部施加到二次電池 100 的外包裝體 107，這有可能導致外包裝體 107 的一部分變形或損壞。藉由在外包裝體 107 形成凹部或凸部，可以緩和因施加到外包裝體 107 的應力導致的應變。因此，可以提高二次電池 100 的可靠性。注意，應變是變形的尺度，其表示相對於物體的基準（初始狀態）長度的物體內的材料點的位移。藉由在外包裝體 107 形成凹部或凸部，可以將因從外部對蓄電體施加應力導致的應變的影響抑制在可允許範圍內。因此，可以提供高可靠性的蓄電體。

[0093] 本實施方式可以與其他實施方式及實施例適當地組合而實施。

[0094]

實施方式 3

在本實施方式中，參照圖 6A 至 6D、圖 7A 至 7C、圖 8A 及 8B、圖 9A 及 9B、圖 10A 至 10C 及圖 11A 及 11B 對二次電池 100 的製造方法的例子進行說明。

[0095]

[1.由隔離體覆蓋正電極]

首先，在隔離體 103 上配置形成有正電極活性材料層 102 的正電極 111（參照圖 6A）。在本實施方式中，示出只在正電極集電器的一個表面設置正電極活性材料層 102 的例子。因此，正電極 111 在圖 6A 所示的表面不具有正電極活性材料層 102，而在另一個表面具有正電極活性材料層 102。接著，將隔離體 103 沿著圖 6A 的虛線所示的部分折疊（參照圖 6B），由隔離體 103 的表面夾住正電極 111（參照圖 6C）。

[0096] 接著，將正電極 111 的外側的隔離體 103 的外邊部分接合，形成袋狀隔離體 103（參照圖 6D）。隔離體 103 的外邊部分的接合既可以使用黏合劑等進行又可以利用超聲波焊接或加熱熔接進行。

[0097] 在本實施方式中，作為隔離體 103 使用聚丙烯，藉由加熱將隔離體 103 的外邊部分接合。圖 6D 示出接合部 103a。由此，可以由隔離體 103 覆蓋正電極 111。隔離體 103 以覆蓋負電極活性材料層 102 的方式形成即可，而不需要覆蓋正電極 111 整體。

[0098] 注意，雖然在圖 6A 至圖 6D 中將隔離體 103 折疊，但是本發明的一個實施方式不侷限於此。例如，可

以由兩個隔離體夾住正電極 111。此時，接合部 103a 可以圍繞隔離體四邊的大部分。

[0099] 隔離體 103 的外邊部分的接合可以以固定間隔的間隙的方式進行或以固定間隔的點狀進行。

[0100] 或是，可以只將隔離體 103 的外邊的一邊接合。或者，可以只將隔離體 103 的外邊的其中兩邊接合。或者，也可以將隔離體 103 的外邊的四邊接合。由此，可以實現四邊均等狀態。

[0101] 注意，雖然在圖 6A 至圖 6D 等中說明正電極 111 被隔離體 103 覆蓋的情況，但是本發明的一個實施方式不侷限於此。例如，正電極 111 也可以不被隔離體 103 覆蓋。例如，負電極 115 可以代替正電極 111 被隔離體 103 覆蓋。

[0102]

[2.接合外包裝體的邊]

接著，將用於外包裝體的薄膜在沿虛線所示的部分折疊（參照圖 7A），沿折疊的外包裝體 107 的一邊進行熱壓合。在圖 7B 中，沿外包裝體 107 的一邊進行熱壓合的部分表示為接合部 107a。

[0103]

[3.使正電極與負電極彼此重疊，形成單元]

接著，使包含於一個單元的正電極 111 與負電極 115 彼此重疊，由外包裝體 107 覆蓋該正電極 111 和該負電極 115（參照圖 7C）。此時，如實施方式 1 所說明，在一個

單元中，當配置該正電極 111 和該負電極 115 時，使正電極活性材料層 102 和負電極活性材料層 106 隔著隔離體 103 彼此相對。使正電極集電器 101 的不包括正電極活性材料的表面或負電極集電器 105 的不包括負電極活性材料的表面設置於單元的最外側。在本實施方式中，示出一個單元包括一個正電極集電器 101、一個正電極活性材料層 102、一個隔離體 103、一個負電極集電器 105 及一個負電極活性材料層 106 的例子。

[0104] 接著，沿與上述被接合的外包裝體 107 的一邊不同的外包裝體 107 的一邊進行熱壓合。在圖 8A 中，與上述步驟中沿外包裝體 107 的一邊進行熱壓合同樣，將沿外包裝體 107 的一邊進行熱壓合的部分表示為接合部 107a。

[0105] 接著，將作為凝膠電解質 104 的材料的電解液 104a 從圖 8A 所示的外包裝體 107 的沒有密封的邊 107b 注入到由外包裝體 107 覆蓋的區域中。電解液 104a 包含聚合物的材料、電解質和溶劑。之後，在進行抽真空、加熱及加壓之下，對外包裝體 107 的邊 107b 進行密封。上述操作藉由使用如手套箱等而在排出氧的環境下進行。抽真空可藉由使用真空封口機、注液封口機等進行。藉由使用封口機所具有的能夠進行加熱的兩個棒狀物夾住外包裝體 107，可以進行加熱及加壓。各條件例如可以為如下：真空度為 60kPa，加熱溫度為 190℃，加壓為 0.1MPa，加壓時間為 3 秒鐘。

[0106] 之後，使電解液 104a 所包含的聚合物的材料充分凝膠化，來形成凝膠電解質 104。此時，可以從外包裝體 107 的上方對單元進行加壓。藉由進行加壓，可以從正電極與負電極之間排除注入電解液 104a 時混入的氣泡。

[0107]

[4.取出單元，去除不需要的凝膠電解質]

接著，切割並打開外包裝體 107，以取出一單元（參照圖 8B）。正電極集電器 101 和負電極集電器 105 被單元中的正電極活性材料層 102 與負電極活性材料層 106 相對的區域中的凝膠電解質 104 彼此貼合。於是，在保持貼合正電極集電器 101 和負電極集電器 105 的凝膠電解質 104 的狀態下去除附著於單元外側的表面的凝膠電解質 104。藉由去除附著於單元外側的表面的凝膠電解質 104，可以減少正電極集電器 101 的不包括正電極活性材料的表面相互之間或負電極集電器 105 的不具備負電極活性材料的表面相互之間的摩擦。

[0108] 對去除凝膠電解質 104 不需要的部分的方法沒有特殊的限制。例如，也可以預先在正電極集電器 101 的不設置正電極活性材料的表面或負電極集電器 105 的不設置負電極活性材料的表面貼合薄片，然後與凝膠電解質 104 一起剝離該薄片，由此去除上述不需要的部分。另外，可以使用布、廢布等擦去上述不需要的部分。

[0109]

[5.層疊單元，並連接單元至引線]

接著，層疊如上所述製造的多個單元（參照圖 9A）。在本實施方式中，示出使用三個單元的例子。此時，如實施方式 1 所說明，在配置三個單元時，使負電極集電器 105 的另一個表面彼此相對。另外，使覆蓋正電極集電器的隔離體的表面彼此相對。

[0110] 接著，在對多個正電極集電器 101 的正電極片和包含密封層 120 的正電極引線 121 施加壓力的同時照射超聲波，來將它們電連接（超聲波焊接）。

[0111] 引線電極容易因在製造二次電池 100 之後從外部施加的力量所產生的應力而裂開或斷開。

[0112] 此處，當對正電極引線 121 和正電極集電器 101 進行超聲波焊接時，由設置有突起的接合模具夾住正電極引線 121 和正電極集電器 101，由此可以在正電極片上形成連接區域 122 和彎曲部 123（參照圖 9B）。

[0113] 此彎曲部 123，可以緩和在製造二次電池 100 之後從外部施加的力量所產生的應力。因此，可以提高二次電池 100 的可靠性。

[0114] 不侷限於在正電極片上形成彎曲部 123 的結構。可以採用將不鏽鋼等具有強度的材料用於正電極集電器並將其厚度設定為 $10\mu\text{m}$ 或更少，來緩和在製造二次電池之後從外部施加的力量所產生的應力的結構。

[0115] 當然，可以組合多個上述例子來緩和正電極片的應力集中。

[0116] 之後，與正電極集電器 101 同樣，藉由超聲波焊接將負電極集電器 105 的負電極片與包含密封層 120 的負電極引線 125 電連接。

[0117]

[6.再次密封]

接著，由另行準備的外包裝體 107 覆蓋彼此電連接的多個單元（參照圖 10A）。之後，與第一次密封類似，對與設置在正電極引線 121 的密封層 120 及設置在負電極引線 125 的密封層 120 重疊的外包裝體 107 的一邊進行熱壓合（參照圖 10B）。然後，根據需要，可以從邊 107b 注入追加的溶劑或電解質。並且，與第一次密封類似，在進行抽空、加熱及加壓的同時，對外包裝體 107 進行密封，由此得到二次電池 100（參照圖 10C）。

[0118]

[7.變形例]

作為二次電池 100 的變形例，圖 11A 示出二次電池 100。圖 11A 所示的二次電池 100 與圖 4 所示的二次電池 100 之間的不同之處在於正電極引線 121 和負電極引線 125 的配置。明確而言，在圖 4 所示的二次電池 100 中，正電極引線 121 和負電極引線 125 都配置在外包裝體 107 的同一邊，而在圖 11A 和圖 11B 所示的二次電池 100 中，正電極引線 121 和負電極引線 125 配置在外包裝體 107 的不同的邊。如此，在根據本發明的一個實施方式的二次電池中，可以自由地配置引線電極，由此其設計彈性

高。因此，可以提高使用根據本發明的一個實施方式的二次電池的產品的設計彈性。另外，可以提高使用根據本發明的一個實施方式的二次電池的產品的生產率。

[0119] 圖 11B 是說明圖 11A 的二次電池 100 的製程的圖。其詳細內容可以參照圖 4 的二次電池 100 的製造方法。注意，在圖 11B 中省略凝膠電解質 104。

[0120] 為了預先使用於外包裝體 107 的薄膜表面具有凹凸，可以進行壓製加工，例如壓紋加工。藉由使薄膜表面具有凹凸，二次電池的撓性及應力的緩和效果得到提高。利用壓花加工形成在薄膜表面（或者薄膜背面）的凹部或凸部形成該薄膜用作密封結構的壁的一部分，其能夠改變空間的容積的密閉空間。換而言之，薄膜的凹部或凸部形成伸縮結構、波紋管狀結構於該密閉空間。注意，本發明不侷限於壓製加工之一的壓紋加工，只要採用能夠在薄膜的一部分形成浮雕（relief）的方法即可。

[0121] 本實施方式可以與其他實施方式及實施例適當地組合而實施。

[0122]

實施方式 4

在本實施方式中，參照圖 12A 和圖 12B 對能夠安裝根據本發明的一個實施方式的二次電池 100 的電子裝置進行說明。

[0123] 因為根據本發明的一個實施方式的二次電池 100 具有撓性，所以適用於可穿戴裝置。

[0124] 例如，可以將二次電池 100 安裝在如圖 12A 所示的眼鏡型裝置 400。眼鏡型裝置 400 包括眼鏡架 400a 和顯示器 400b。藉由將二次電池 100 安裝在具有彎曲形狀的眼鏡架 400a 的眼鏡腿部，可以實現重量平衡良好且連續使用時間長的眼鏡型裝置 400。

[0125] 可以將二次電池 100 安裝在耳麥裝置 401。耳麥裝置 401 至少包括麥克風 401a、軟管 401b 和耳機 401c。在軟管 401b 中或耳機 401c 中可以設置多個二次電池 100。

[0126] 此外，可以將二次電池 100 安裝在能夠直接附著在身上的裝置 402。可以在裝置 402 的薄型外殼 402a 中設置多個二次電池 100。

[0127] 另外，可以將二次電池 100 安裝在能夠組裝於衣服的裝置 403。可以在裝置 403 的薄型外殼 403a 中設置多個二次電池 100。

[0128] 此外，可以將二次電池 100 安裝在臂帶型裝置 404。臂帶型裝置 404 在主體 404a 上包括顯示器 304b，可以在主體 404a 中設置多個二次電池 100。

[0129] 另外，可以將二次電池 100 安裝在手錶型裝置 405。手錶型裝置 405 包括顯示器 405a，可以在手錶型裝置 405 中設置多個二次電池 100。

[0130] 因為根據本發明的一個實施方式的二次電池 100 可以被彎曲，所以將其安裝在各種電子裝置時，可以節省空間。例如，在圖 12B 所示的火爐 410 中，主體 412

安裝有模組 411。模組 411 包括二次電池 100、電動機、風扇、出風口 411a、熱力發電裝置。在火爐 410 中，從開口部 412a 放入燃料並點火，然後利用二次電池 100 的電力使模組 411 的電動機和風扇旋轉，可以從出風口 411a 將外氣傳送到火爐 410 的內部。如此，可以高效地引入外氣，因此可以實現火力較強的火爐。再者，藉由利用當燃料燃燒時獲得的熱能，可以在上部的烤架 413 上烹調。藉由模組 411 的溫差發電裝置將上述熱能轉換為電力，而對二次電池 100 進行充電。並且，也可以從外部端子 411b 輸出充到二次電池 100 的電力。

[0131]

實施方式 5

再者，參照圖 13A 和圖 13B 對為移動體，並為電子裝置之例子進行說明。

[0132] 可以將上述實施方式所說明的二次電池用於控制用電池。藉由利用插電技術或非接觸供電從外部供應電力來可以給控制用電池充電。注意，當移動體為電動軌域車時，可以從架空電纜或導電軌供應電力來進行充電。

[0133] 圖 13A 和圖 13B 示出電動汽車的一個例子。在電動汽車 860 中安裝有電池 861。電池 861 的電力由控制電路 862 調整，並供應到驅動裝置 863。控制電路 862 由包括未圖示的 ROM、RAM、CPU 等的處理裝置 864 控制。

[0134] 驅動裝置 863 包含單個直流電動機、單個交

流電動機或電動機與內燃機的組合。處理裝置 864 根據電動汽車 860 的駕駛員的操作資訊（加速、減速、停止等）或行車資訊（爬坡、下坡等資訊或者行車中的車輪受到的負載等資訊）等輸入資訊，向控制電路 862 輸出控制信號。控制電路 862 利用處理裝置 864 的控制信號調整從電池 861 供應的電能以控制驅動裝置 863 的輸出。當安裝有交流電動機時，雖然未圖示，但是還內置有將直流轉換為交流的逆變器。

[0135] 藉由利用插電技術從外部供應電力可以給電池 861 充電。例如，從商業電源藉由電源插頭給電池 861 進行充電。充電可以藉由 AC/DC 轉換器等轉換裝置轉換為具有預定電壓值的直流恆壓來進行。藉由安裝使用根據本發明一個實施方式的二次電池用電極的二次電池作為電池 861，有助於電池的高容量化等而可以提高便利性。當可以藉由提高電池 861 的特性來實現電池 861 本身的小型輕量化時，可以使車輛輕量化，而能夠減少功耗。

[0136] 注意，只要包含本發明的一個實施方式的二次電池，就不侷限於上述電子裝置。

[0137] 本實施方式可以與其他實施方式適當地組合而實施。

[實施例 1]

[0138] 在本實施例中，示出負電極集電器的不設置負電極活性材料層的另一個表面和設置負電極活性材料層的一個表面的靜摩擦係數的測量結果。

[0139]

<負電極集電器的不包括負電極活性材料層的另一個表面的靜摩擦係數>

藉由如下步驟算出負電極集電器的不設置負電極活性材料層的另一個表面相互之間的靜摩擦係數。

[0140] 如圖 15A 所示，在平坦且水平的玻璃的基板 1001 上放置乾燥的正電極集電器、負電極集電器和隔離體。明確而言，從玻璃基板一側依次層疊：在一個表面具有負電極活性材料層 1106a 且在另一個表面無負電極活性材料層的負電極集電器 1105a；在一個表面具有負電極活性材料層 1106b 且在另一個表面無負電極活性材料層的負電極集電器 1105b；被隔離體 1103 覆蓋的在一個表面具有正電極活性材料層 1102a 且在另一個表面具有正電極活性材料層 1102b 的正電極集電器 1101；在一個表面具有負電極活性材料層 1106c 且在另一個表面無負電極活性材料層的負電極集電器 1105c；以及在一個表面具有負電極活性材料層 1106d 且在另一個表面無負電極活性材料層的負電極集電器 1105d。

[0141] 將平坦的板 1002 和加重物 1003 放在正電極集電器、負電極集電器和隔離體上。平坦的板 1002 和加重物 1003 的負載為 $42.2\text{g}/\text{cm}^2$ 。

[0142] 此時，以使負電極集電器 1105a 的不設置負電極活性材料的另一個表面和負電極集電器 1105b 的不設置負電極活性材料的另一個表面在接觸面 1205a 彼此接觸

的方式進行配置。同樣地，以使負電極集電器 1105c 的不設置負電極活性材料的另一個表面和負電極集電器 1105d 的不設置負電極活性材料的另一個表面在接觸面 1205b 彼此接觸的方式進行配置。

[0143] 然後，在端部 1004 使用黏合膠帶將位於最外側的負電極集電器，亦即負電極集電器 1105a 和負電極集電器 1105d 固定在基板 1001。

[0144] 然後，將在上述步驟中沒有固定的正電極集電器 1101 與荷重測定器（日本愛光（AIKOH ENGINEERING CO., LTD）製造的可攜式負載表示器）連接，在水平方向上以 1mm/秒左右的速度拉拽荷重測定器。

[0145] 藉由拉拽，在接觸面 1205a 以及接觸面 1205b 中產生滑動。測量直到正電極集電器 1101 移動 1cm 為止的摩擦力的最大值，將其看作不設置負電極活性材料的另一個表面相互之間的最大靜摩擦力。

[0146] 藉由進行三次的上述測量可知，不設置負電極活性材料的另一個表面相互之間的最大靜摩擦力分別為 4.08N、4.14N、4.23N。

[0147] 從最大靜摩擦力以及平坦的板 1002 和加重物 1003 的負載算出的不設置負電極活性材料的另一個表面相互之間的靜摩擦係數分別為 0.57、0.58、0.59。

[0148]

<負電極活性材料層與隔離體之間的靜摩擦係數>

藉由如下步驟算出負電極集電器的設置負電極活性材料層的一個表面的靜摩擦係數，明確而言，負電極集電器的設置負電極活性材料層的一個表面與隔離體之間的靜摩擦係數。

[0149] 如圖 15B 所示，在平坦且水平的玻璃的基板 1001 上放置乾燥的正電極集電器、負電極集電器和隔離體。明確而言，從玻璃基板一側依次層疊：在一個表面具有負電極活性材料層 1106a 且在另一個表面具有負電極活性材料層 1106b 的負電極集電器 1105a；被隔離體 1103 覆蓋的在一個表面具有正電極活性材料層 1102a 且在另一個表面具有正電極活性材料層 1102b 的正電極集電器 1101；以及在一個表面具有負電極活性材料層 1106c 且在另一個表面具有負電極活性材料層 1106d 的負電極集電器 1105d。

[0150] 並且，將平坦的板 1002 和加重物 1003 放在正電極集電器、負電極集電器和隔離體上。平坦的板 1002 和加重物 1003 的負載為 $42.2\text{g}/\text{cm}^2$ 。

[0151] 此時，在配置負電極集電器 1105a 和隔離體 1103 時，使形成在負電極集電器 1105a 上的負電極活性材料層 1106b 和隔離體 1103 在接觸面 1005a 彼此接觸。同樣地，在配置負電極集電器 1105d 和隔離體 1103 時，使形成在負電極集電器 1105d 上的負電極活性材料層 1106c 和隔離體 1103 在接觸面 1005b 彼此接觸。

[0152] 然後，在端部 1004 使用黏合膠帶將負電極集

電器，亦即負電極集電器 1105a 和負電極集電器 1105d 固定於基板 1001。

[0153] 然後，將在上述步驟中沒有固定的正電極集電器 1101 與荷重測定器（日本愛光製造的可攜式負載表示器）連接，在水平方向上以 1mm/秒左右的速度拉拽荷重測定器。

[0154] 藉由拉拽，在接觸面 1005a 以及接觸面 1005b 中產生滑動。測量直到正電極集電器 1101 移動 1cm 為止的摩擦力的最大值，將其看作不設置負電極活性材料的另一個表面相互之間的最大靜摩擦力。

[0155] 藉由進行三次的上述測量可知，負電極活性材料層與隔離體之間的最大靜摩擦力分別為 6.23N、6.15N、6.17N。

[0156] 從最大靜摩擦力以及平坦的板 1002 和加重物 1003 的負載算出的負電極活性材料層與隔離體之間的靜摩擦係數分別為 0.88、0.86、0.85。

[0157] 圖 16 示出不設置負電極活性材料層的另一個表面相互之間的靜摩擦係數以及負電極活性材料層與隔離體之間的靜摩擦係數。

[0158] 由此，不設置負電極活性材料層的另一個表面相互之間的摩擦係數為設置負電極活性材料層的表面相互之間的 0.67 倍左右，可以說不設置負電極活性材料層的另一個表面相互之間是摩擦小的接觸面。因此，藉由具有不設置負電極活性材料層的另一個表面相互之間的接觸

面，可以釋放當使二次電池彎曲時產生的起因於內徑與外徑差的應力。

[實施例 2]

[0159] 在本實施例中，製造根據本發明的一個實施方式的二次電池，利用 X 射線電腦斷層成像（X 射線 CT）對二次電池進行內部觀察。另外，對該二次電池的充放電特性進行評估。

[0160]

<二次電池的製造>

首先，對在本實施例中作為樣本所使用的二次電池的材料及製造方法進行說明。

[0161] 首先，敘述正電極。作為正電極活性材料使用 LiCoO_2 ，對其混合作為導電添加劑的乙炔黑（AB）和作為黏合劑的聚偏氟乙烯（PVDF）。它們的混合比例為 $\text{LiCoO}_2:\text{AB}:\text{PVDF}=90:5:5$ [重量%]。作為正電極集電器使用厚度為 $20\mu\text{m}$ 的鋁。在正電極集電器的單面塗佈 LiCoO_2 、AB 和 PVDF 的混合物。由此形成正電極活性材料層。

[0162] 接著，敘述負電極。作為負電極活性材料使用石墨，對其混合作為導電添加劑和黏合劑的氣相生長碳纖維（VGCF（日本註冊商標））、羧甲基纖維素（CMC）和苯乙烯丁二烯橡膠（SBR）。混合比例為石墨:VGCF:CMC:SBR=96:1:1:2 [重量%]。另外，作為負電極集電器使用厚度為 $18\mu\text{m}$ 的銅。在負電極集電器的單面塗

佈石墨、VGCF（日本註冊商標）、CMC 和 SBR 的混合物，由此形成負電極活性材料層。

[0163] 在本實施例中，作為正電極使用六個各在其單面塗佈有正電極活性材料層的電極。作為負電極使用六個各在其單面塗佈有負電極活性材料層的電極。也就是說，在六個單元中，用作正電極和負電極的金屬箔的個數總和為 12。

[0164] 接著，作為凝膠電解質所包含的聚合物，使用聚甲基丙烯酸酯類聚合物的聚（甲基丙烯酸二甲胺基乙酯）。明確而言，使用作為骨架的 50g/L 的聚（甲基丙烯酸二甲胺基乙酯）（PDMAEMA）和作為交聯劑的 50g/L 的 N，N，N'，N'-四（三氟甲磺）十二烷-1，6-二胺（C₁₂TFSA）的混合物。即使不進行用來凝膠化的加熱等上述骨架和交聯劑的組合也產生反應，但是反應速度非常慢，由此幾乎沒有在單元的製程中產生凝膠化的憂慮。但是，如果加熱而使反應速度就加快，這樣就使製程變得簡單，所以是較佳的。

[0165] 作為凝膠電解質所包含的電解液，使用將 1mol/L 的 LiPF₆ 溶解在以 EC:DEC=1:1（重量比）混合的有機溶劑中的溶液。

[0166] 作為隔離體使用聚丙烯。

[0167] 作為外包裝體使用鋁層壓薄膜。

[0168] 使用上述材料製造單元。明確而言，根據實施方式 3 所示的製造方法，使用外包裝體覆蓋一個在單面

具有正電極活性材料層且以覆蓋的方式被隔離體覆蓋的正電極集電器和一個在單面具有負電極活性材料層的負電極集電器，注入作為凝膠電解質的材料的電解液，然後對外包裝體進行密封。注意，為了在後面的製程中容易去除凝膠電解質，預先在負電極集電器的不設置負電極活性材料層的表面貼合弱黏結薄片。然後，使電解液所包含的聚合物充分凝膠化，以形成凝膠電解質，然後打開外包裝體而取出單元。接著，從負電極集電器剝離弱黏結薄片，以去除附著於單元外側的表面的凝膠電解質。

[0169] 層疊六個如上所述製造的單元。此時，以使負電極集電器的不包括負電極活性材料層的表面彼此相對的方式進行配置。

[0170] 接著，對正電極片和正電極引線進行超聲波焊接，對負電極片和負電極引線進行超聲波焊接。然後，使用另行準備的外包裝體覆蓋單元，然後再次進行密封。

[0171]

<CT 照片>

如上所述，製造了具有 300mAh 左右的容量的二次電池的樣本。圖 17A 示出該二次電池的 X 射線 CT 照片。

[0172] 並且，使樣本的二次電池彎曲，並將其固定於具有曲率半徑為 40mm 的曲面的框架。圖 17B 示出此時的二次電池的 X 射線 CT 照片。

[0173] 被超聲波焊接的負電極的片位於圖 17A 和圖 17B 的左側。當對位於圖 17A 和圖 17B 的右側的集電器端

部進行比較時，可知：由於使二次電池彎曲，負電極集電器相互之間的接觸面滑動，因此對充放電特性產生影響的被貼合的正電極與負電極之間的間隔沒有變化，而保持固定的距離。

[0174]

<充放電特性>

對如圖 17B 所示的處於彎曲狀態的樣本的二次電池進行充放電特性的評價。注意，測量作為熟成處理進行 3 循環的充放電之後的第 4 循環的充放電特性。圖 17C 示出其結果。向上曲線表示充電曲線，向下曲線表示放電曲線。充電在相當於 0.2C 的 CCCV 充電以及 4.1V 的終止電壓的條件下進行。放電在相當於 0.2C 的 CC 放電以及 2.5V 的終止電壓的條件下進行。

[0175] 從圖 17C 可知，對本實施例的樣本的二次電池可以進行正常的充放電。

【符號說明】

[0176]

100：二次電池

101：正電極集電器

102：正電極活性材料層

103：隔離體

103a：接合部

104：凝膠電解質

104a：電解液
 105：負電極集電器
 106：負電極活性材料層
 107：外包裝體
 107a：接合部
 107b：邊
 111：正電極
 115：負電極
 120：密封層
 121：正電極引線
 122：連接區域
 123：彎曲部
 125：負電極引線
 201：接觸面
 203：接觸面
 205：接觸面
 301：部分
 302：部分
 304b 顯示部
 311：距離
 400：眼鏡型裝置
 400a：眼鏡架
 400b：顯示部
 401：耳麥裝置

401a：麥克風部
401b：軟管
401c：耳機部
402：裝置
402a：外殼
403：裝置
403a：外殼
404：臂帶型裝置
404a：主體
405：手錶型裝置
405a：顯示部
410：火爐
411：模組
411a：出風口
411b：外部端子
412：主體
412a：開口部
413：烤架
860：電動汽車
861：電池
862：控制電路
863：驅動裝置
864：處理裝置
1001：基板

1002：板

1004：端部

1005a：接觸面

1005b：接觸面

1101：正電極集電器

1102a：正電極活性材料層

1102b：正電極活性材料層

1103：隔離體

1105a：負電極集電器

1105b：負電極集電器

1105c：負電極集電器

1105d：負電極集電器

1106a：負電極活性材料層

1106b：負電極活性材料層

1106c：負電極活性材料層

1106d：負電極活性材料層

1205a：接觸面

1205b：接觸面

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種二次電池，是可以彎曲的二次電池，包含：

第一正電極集電器、第二正電極集電器、第三正電極集電器、第四正電極集電器、第一負電極集電器、第二負電極集電器、第三負電極集電器、第四負電極集電器，

其中，在該第一正電極集電器、該第二正電極集電器、該第三正電極集電器、該第四正電極集電器、該第一負電極集電器、該第二負電極集電器、該第三負電極集電器、該第四負電極集電器彼此互相重疊的區域內：

該第一負電極集電器的兩個表面包含負電極活性材料層；

該第二正電極集電器的兩個表面包含正電極活性材料層；

該第三正電極集電器的兩個表面包含正電極活性材料層；

該第四負電極集電器的兩個表面包含負電極活性材料層；

該第一正電極集電器的一個表面包含正電極活性材料層，另一個表面不包含正電極活性材料層；

該第二負電極集電器的一個表面包含負電極活性材料層，另一個表面不包含負電極活性材料層；

該第三負電極集電器的一個表面包含負電極活性材料層，另一個表面不包含負電極活性材料層；

該第四正電極集電器的一個表面包含正電極活性材料層，另一個表面不包含正電極活性材料層；

該第一正電極集電器的該一個表面與該第一負電極集電器的一個表面彼此相對；

該第一負電極集電器的另一個表面與該第二正電極集電器的一個表面彼此相對；

該第二正電極集電器的另一個表面與該第二負電極集電器的該一個表面彼此相對；

該第二負電極集電器的該另一個表面與該第三負電極集電器的該另一個表面彼此相對；

該第三負電極集電器的該一個表面與該第三正電極集電器的一個表面彼此相對；

該第三正電極集電器的另一個表面與該第四負電極集電器的一個表面彼此相對；

該第四負電極集電器的另一個表面與該第四正電極集電器的該一個表面彼此相對，

並且，該第二負電極集電器的該另一個表面與該第三負電極集電器的該另一個表面彼此之間的靜摩擦係數為0.80以下。

【請求項2】如請求項1之二次電池，其中，

在使該二次電池彎曲時，該第二負電極集電器的該另一個表面與該第三負電極集電器的該另一個表面彼此之間的接觸面將產生滑動。

【發明圖式】

圖 1A

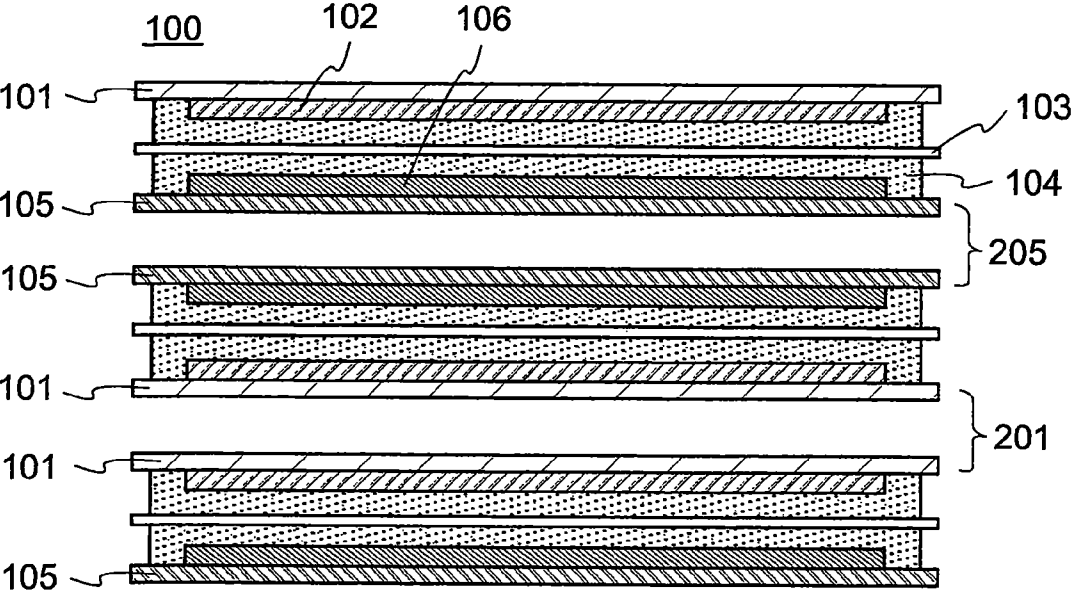


圖 1B

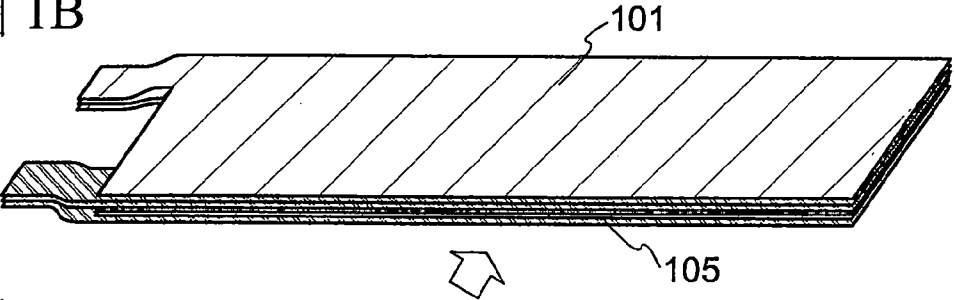


圖 1C

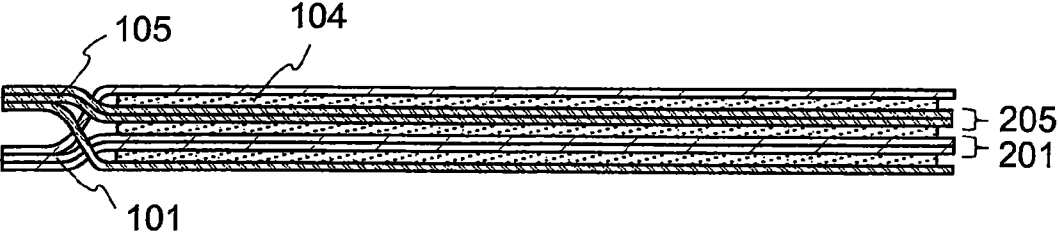


圖 1D

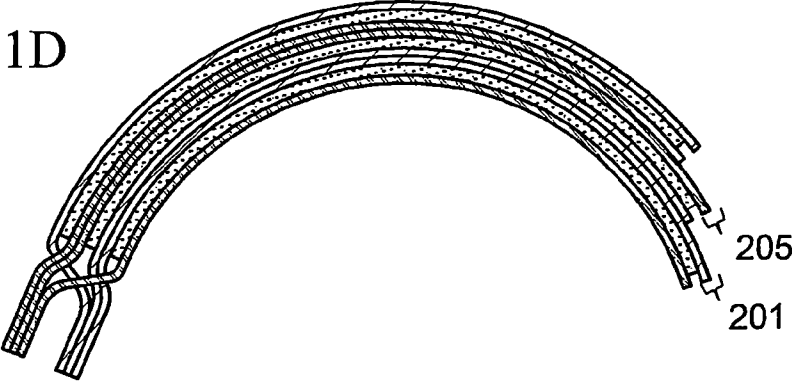


圖 2A

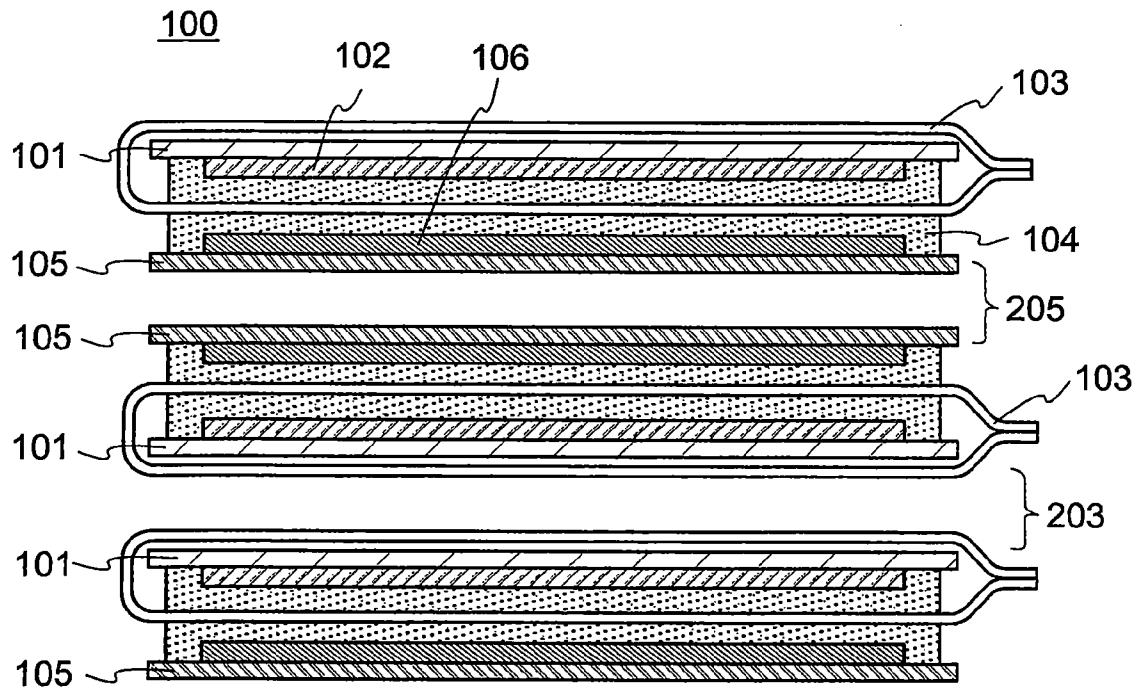


圖 2B

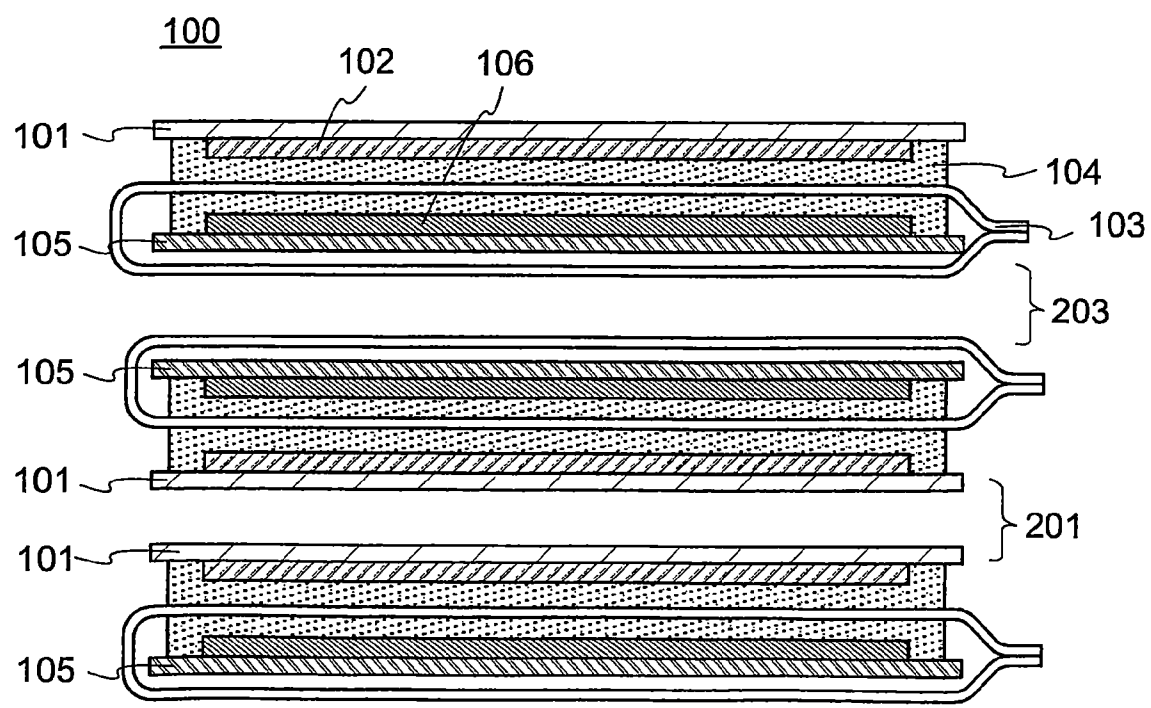


圖 3A

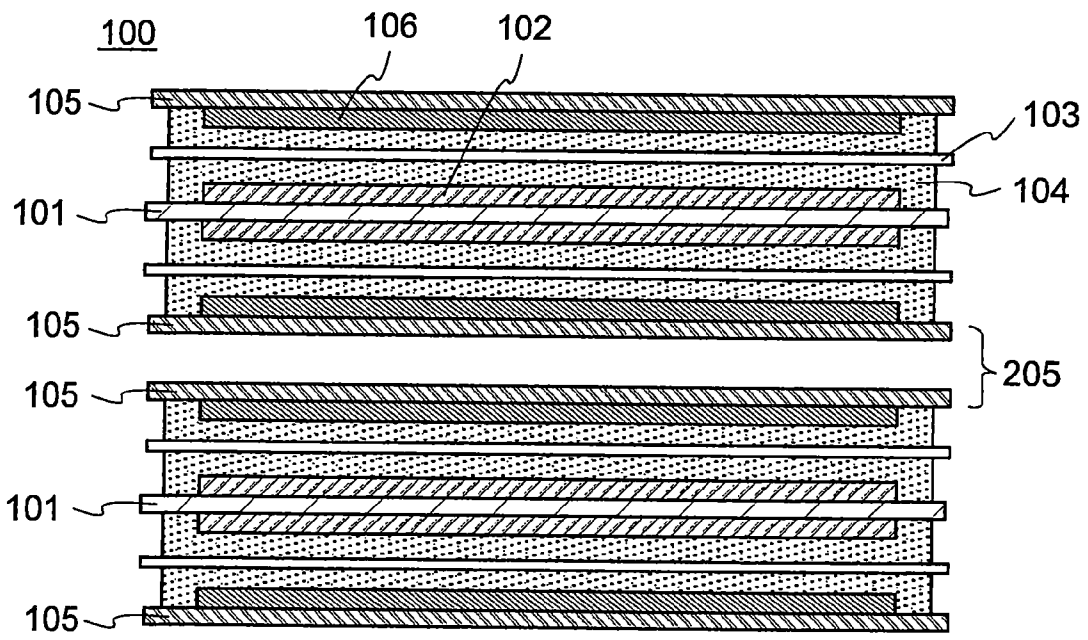


圖 3B

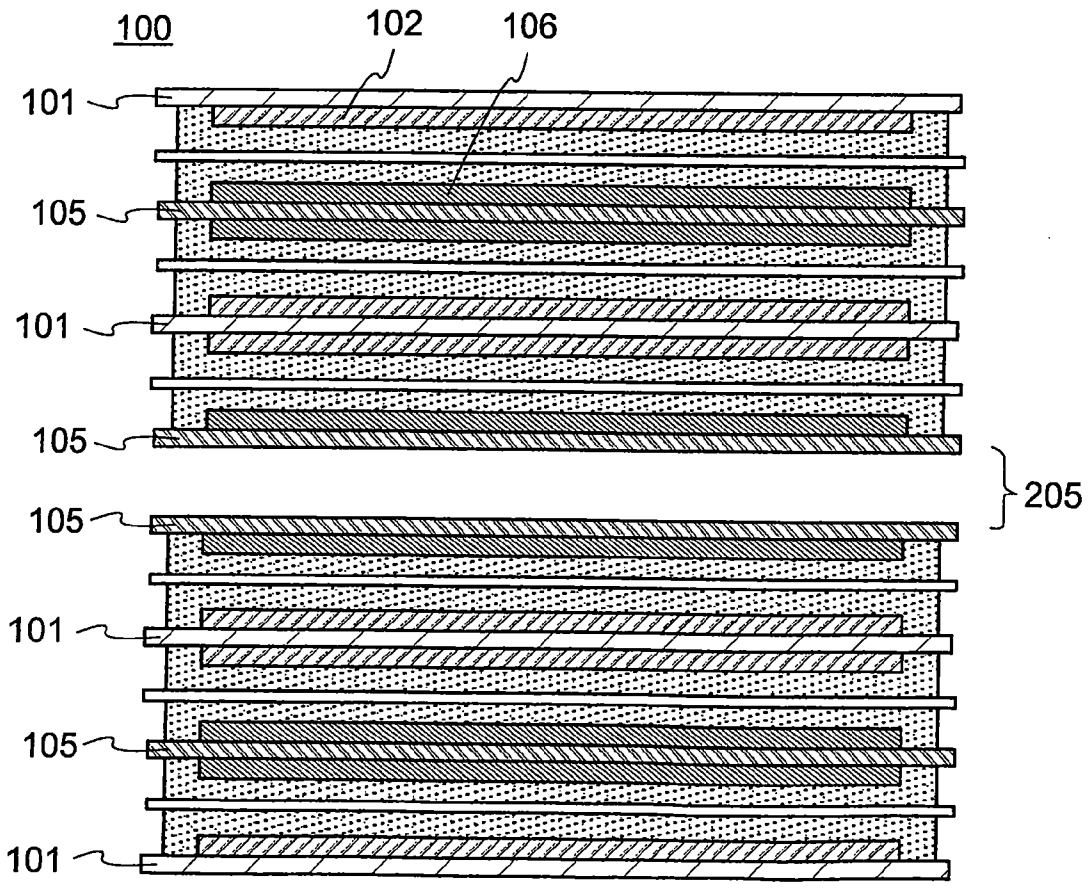


圖 4

100

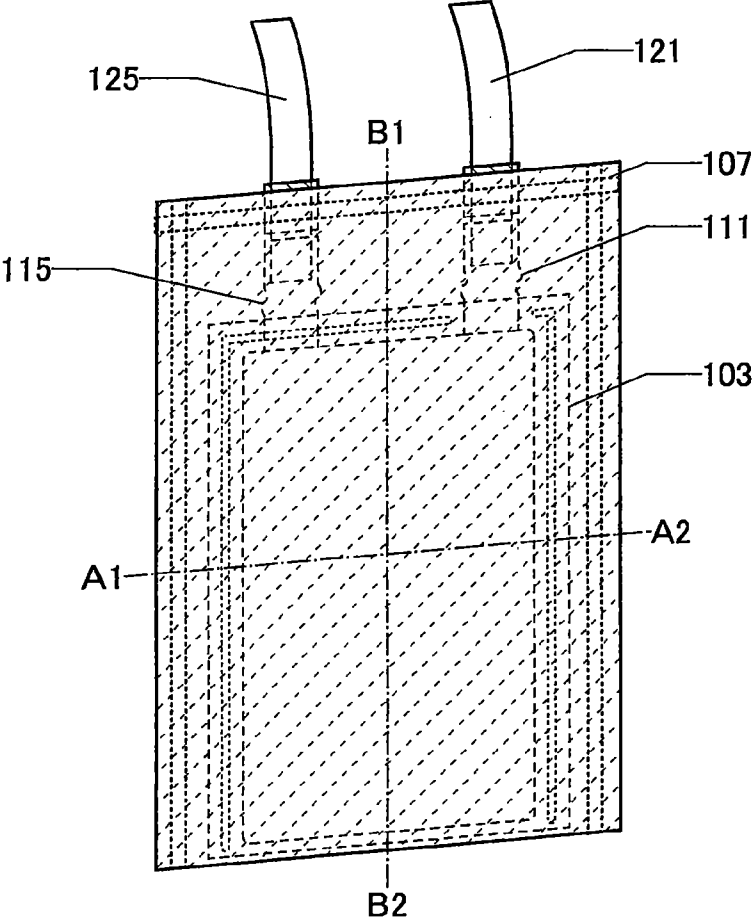


圖 5A

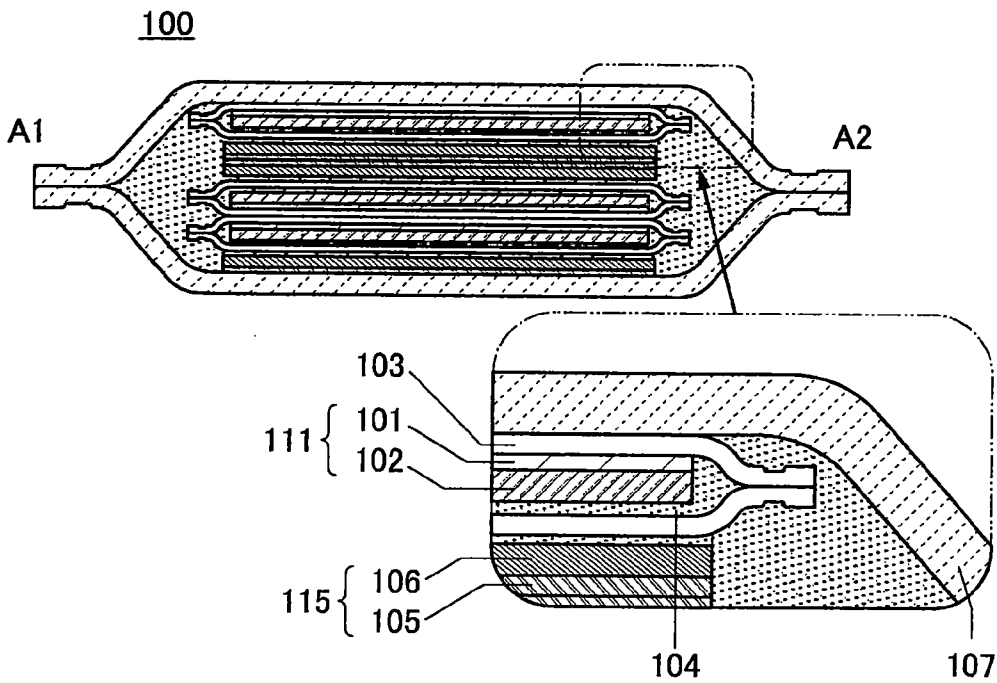


圖 5B

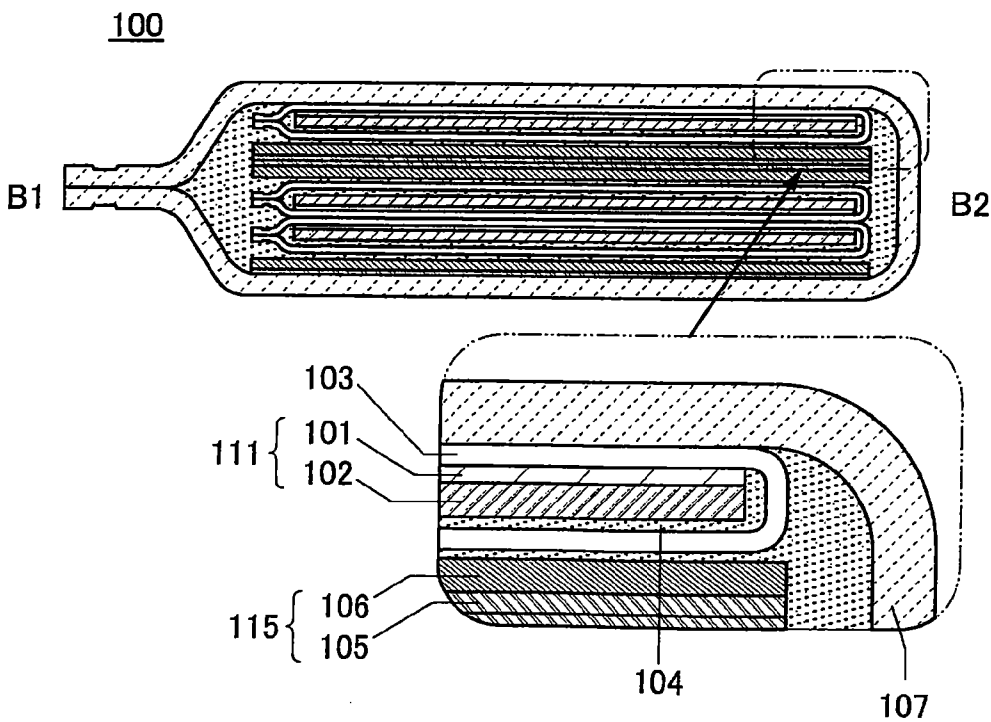


圖 6A

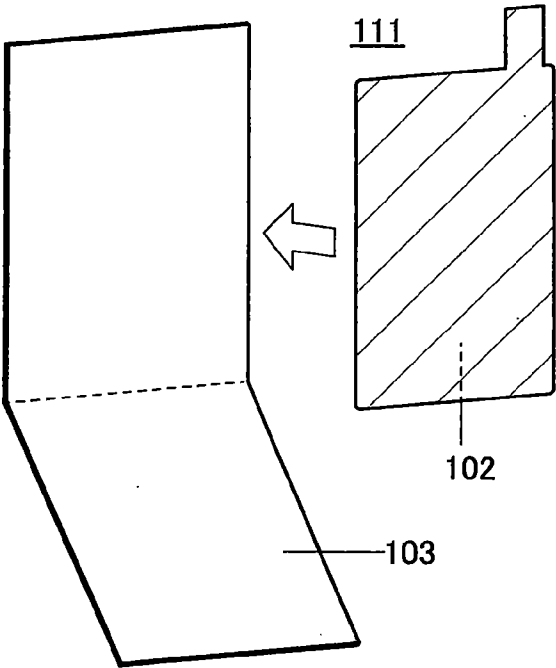


圖 6B

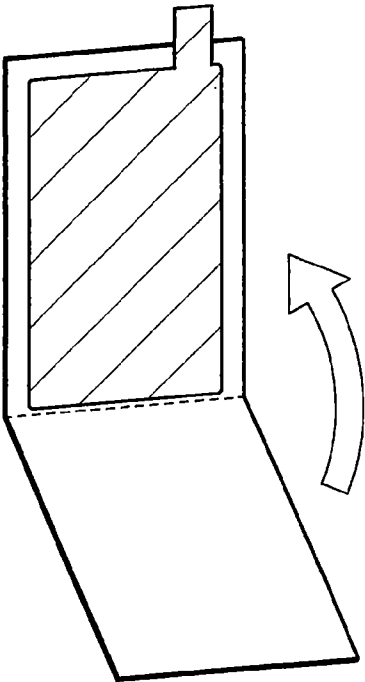


圖 6C

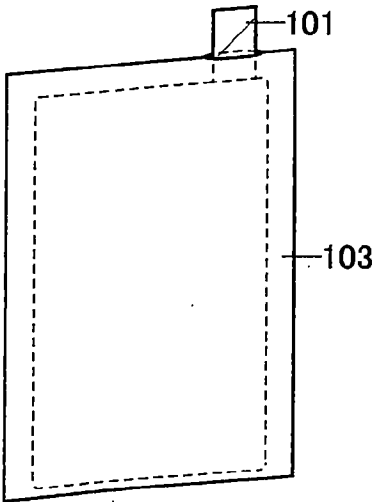


圖 6D

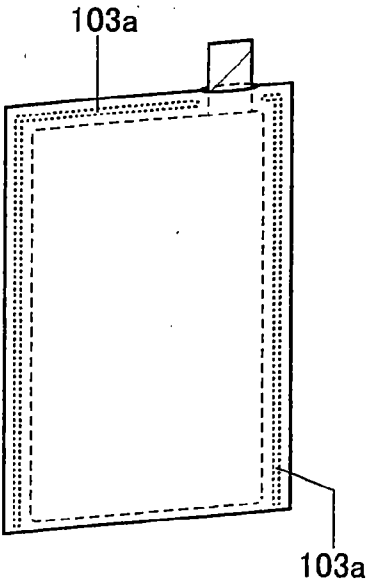


圖 7A

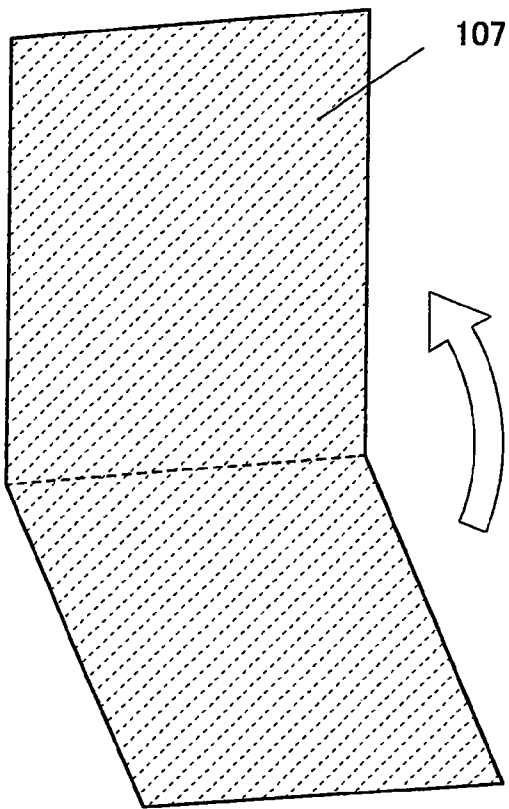


圖 7B

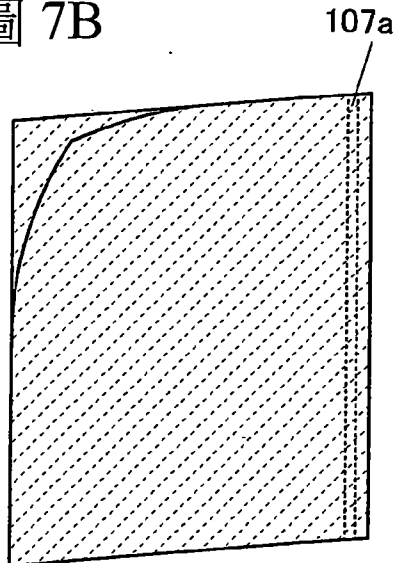


圖 7C

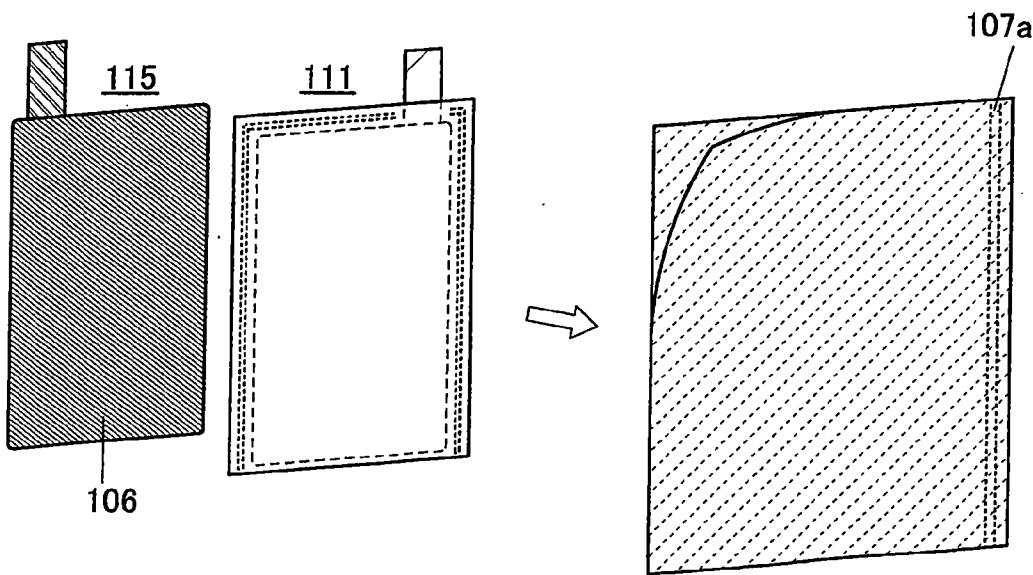


圖 8A

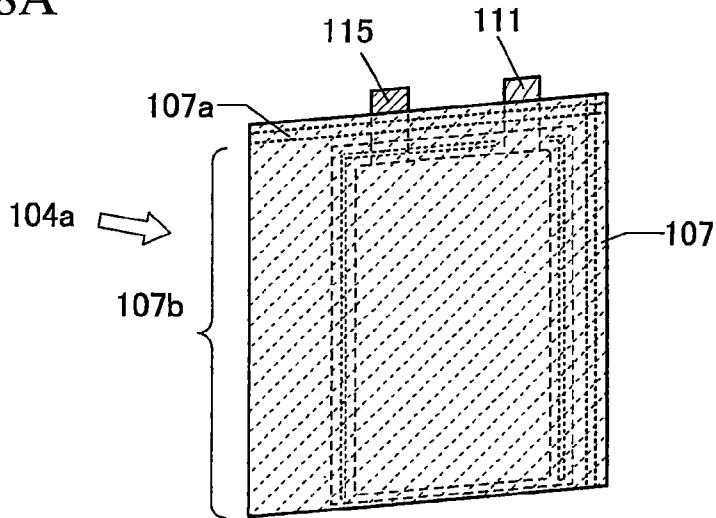


圖 8B

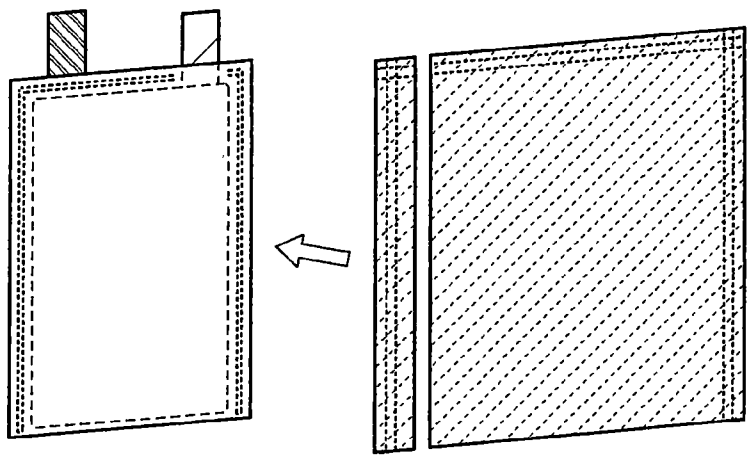


圖 9A

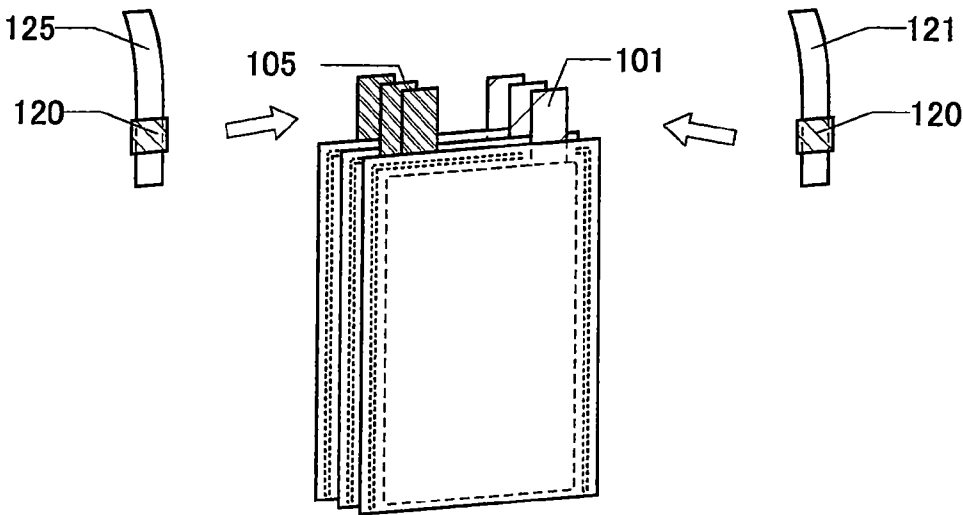


圖 9B

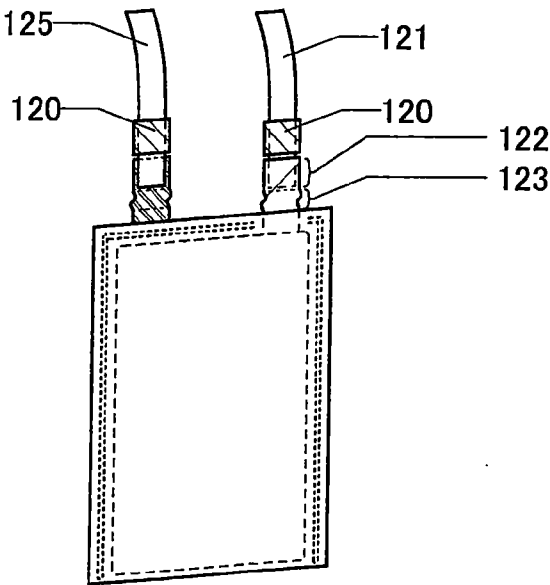


圖 10A

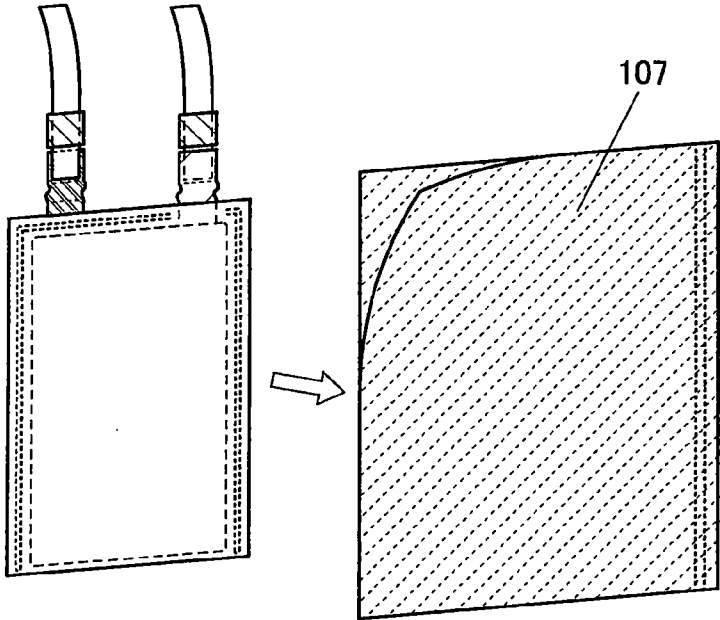


圖 10B

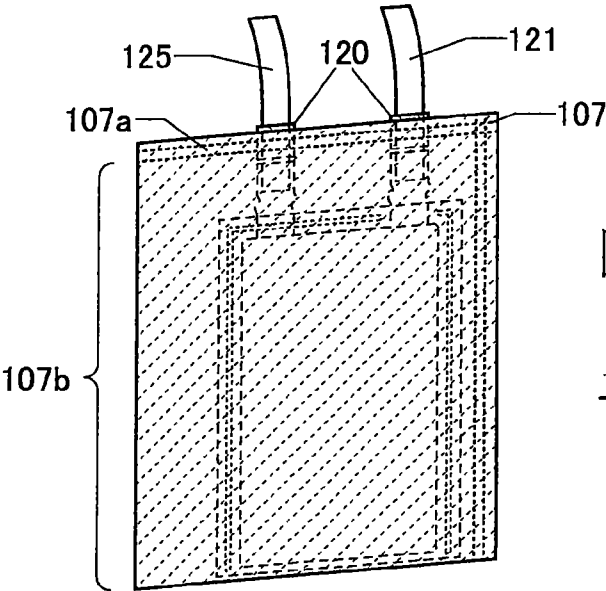


圖 10C

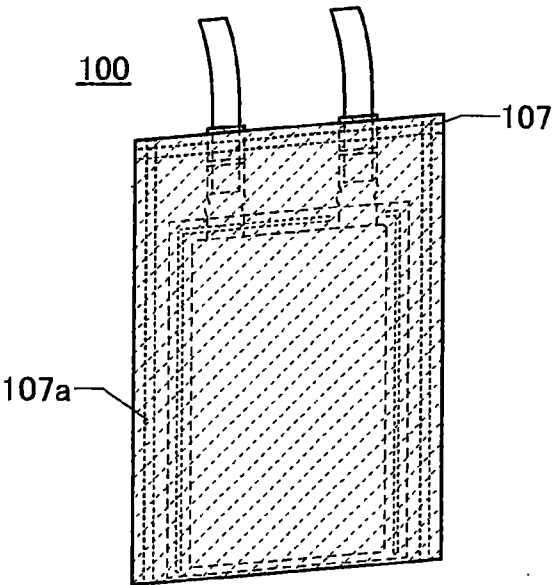


圖 11A

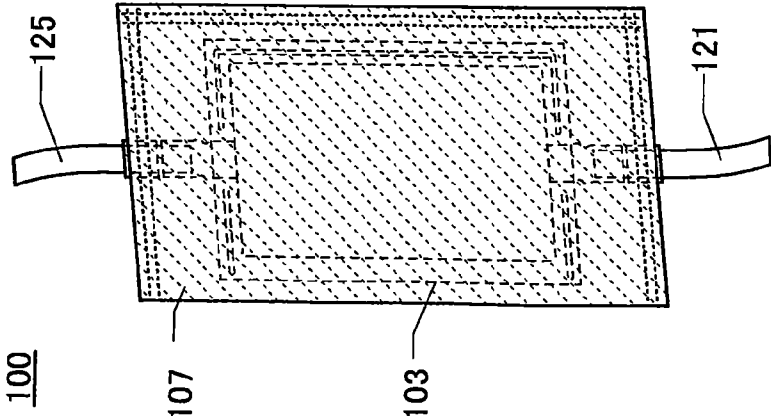


圖 11B

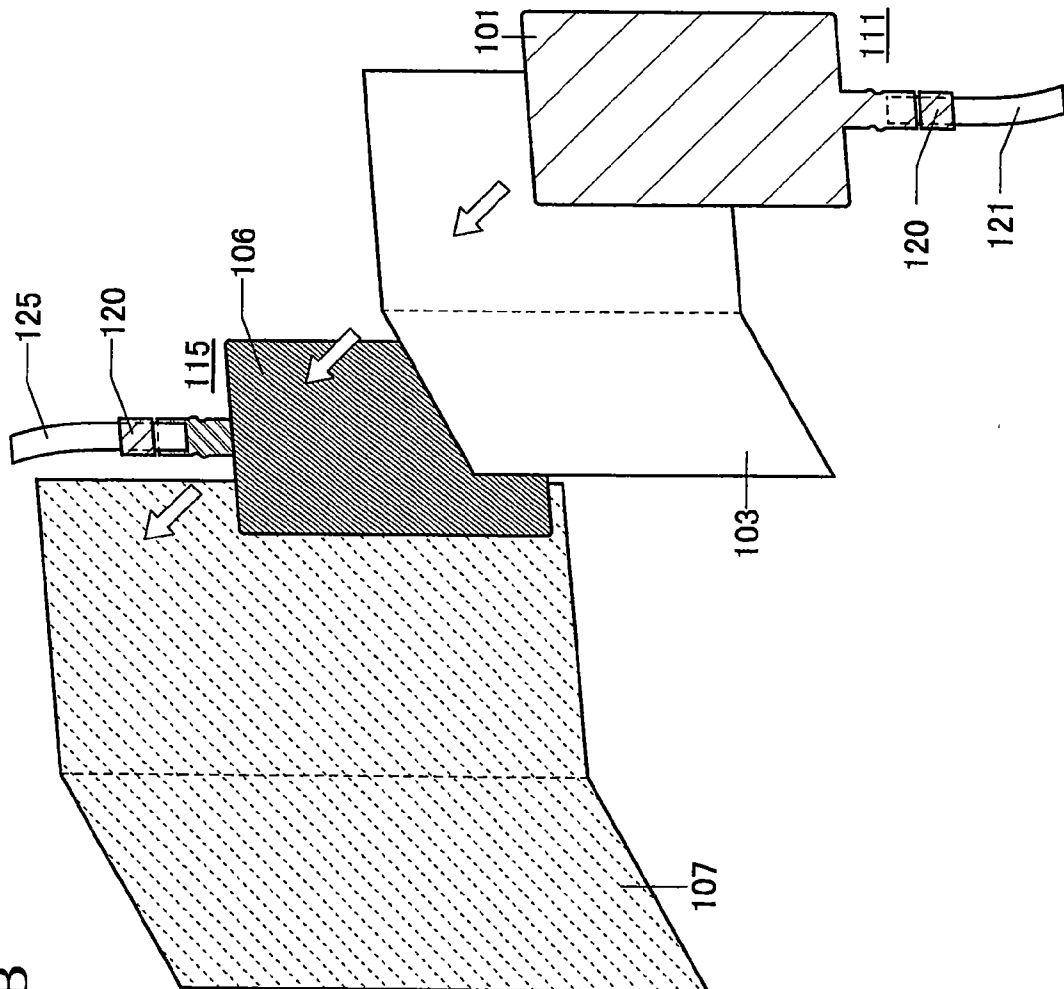


圖 12A

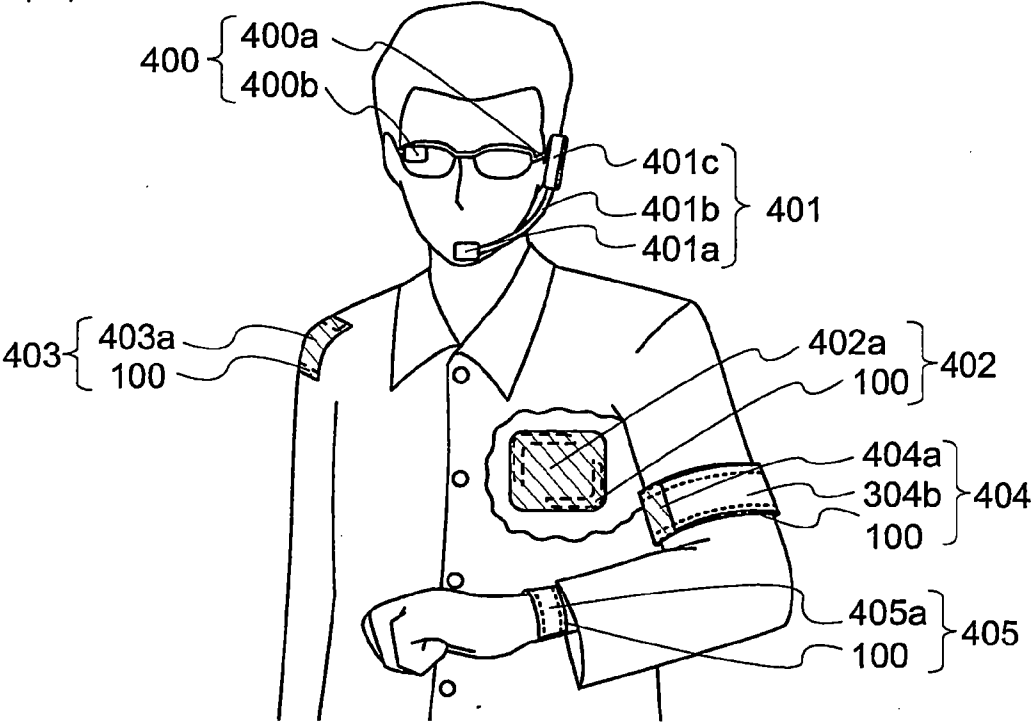


圖 12B

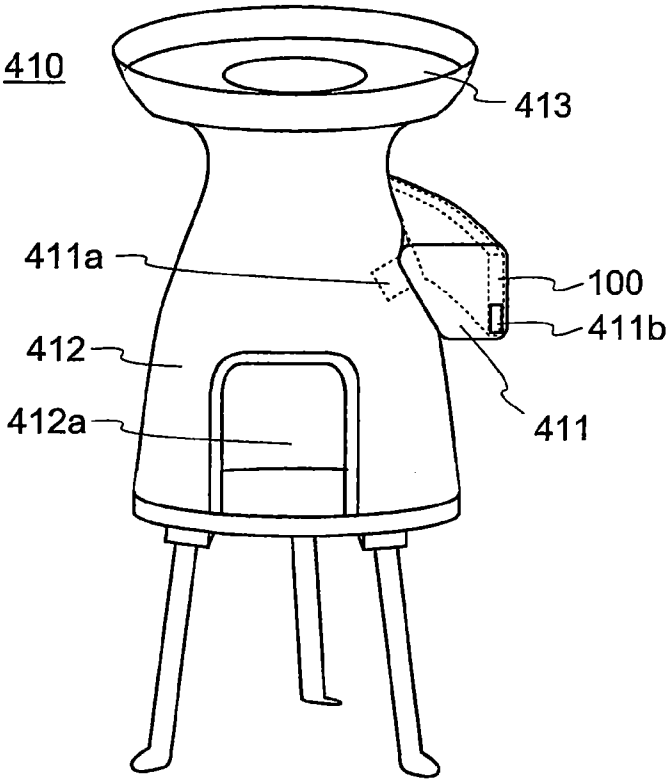


圖 13A

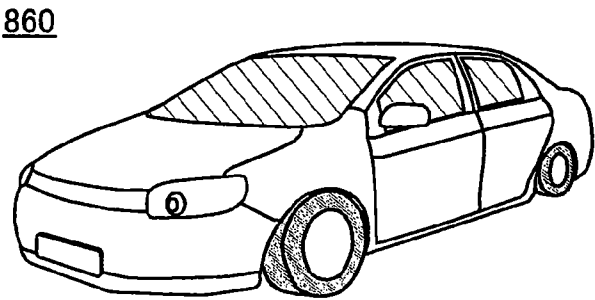


圖 13B

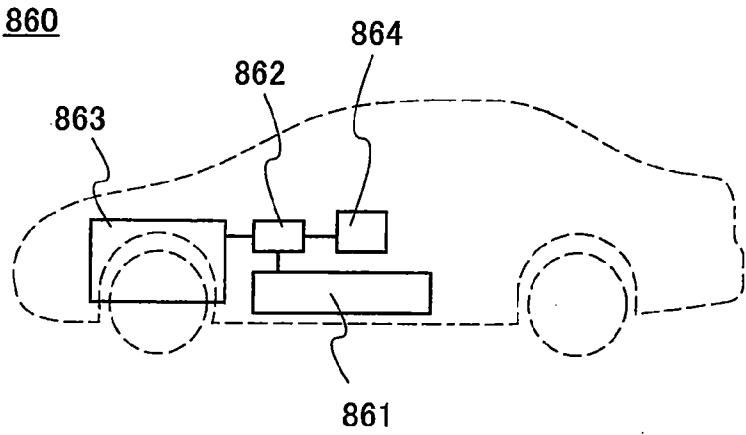


圖 14

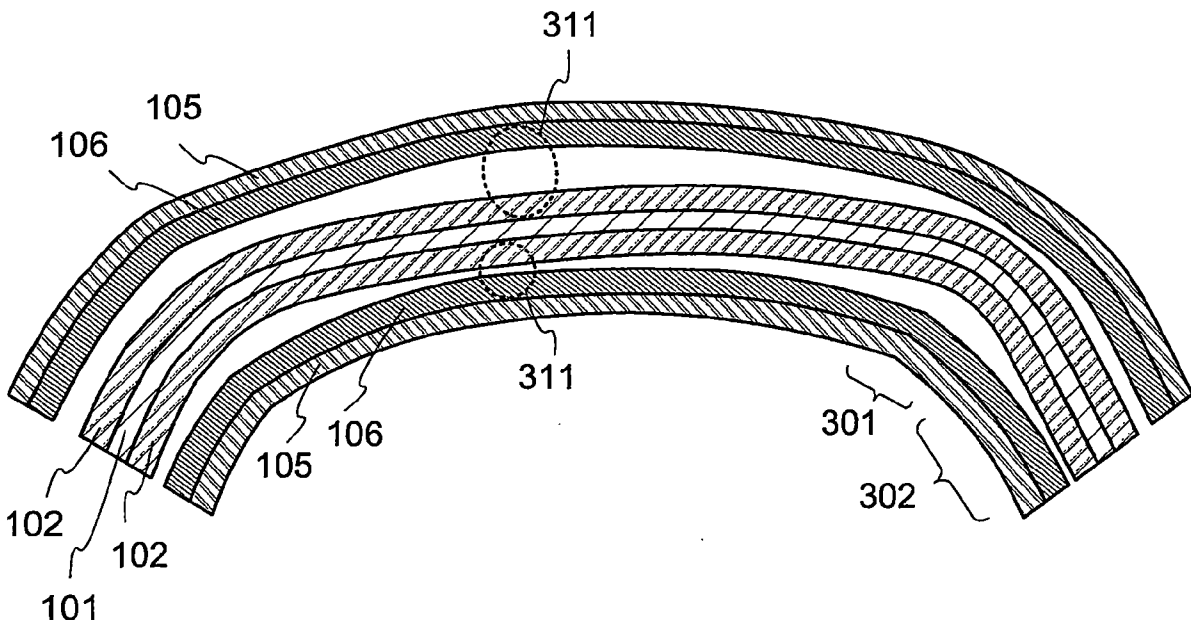


圖 15A

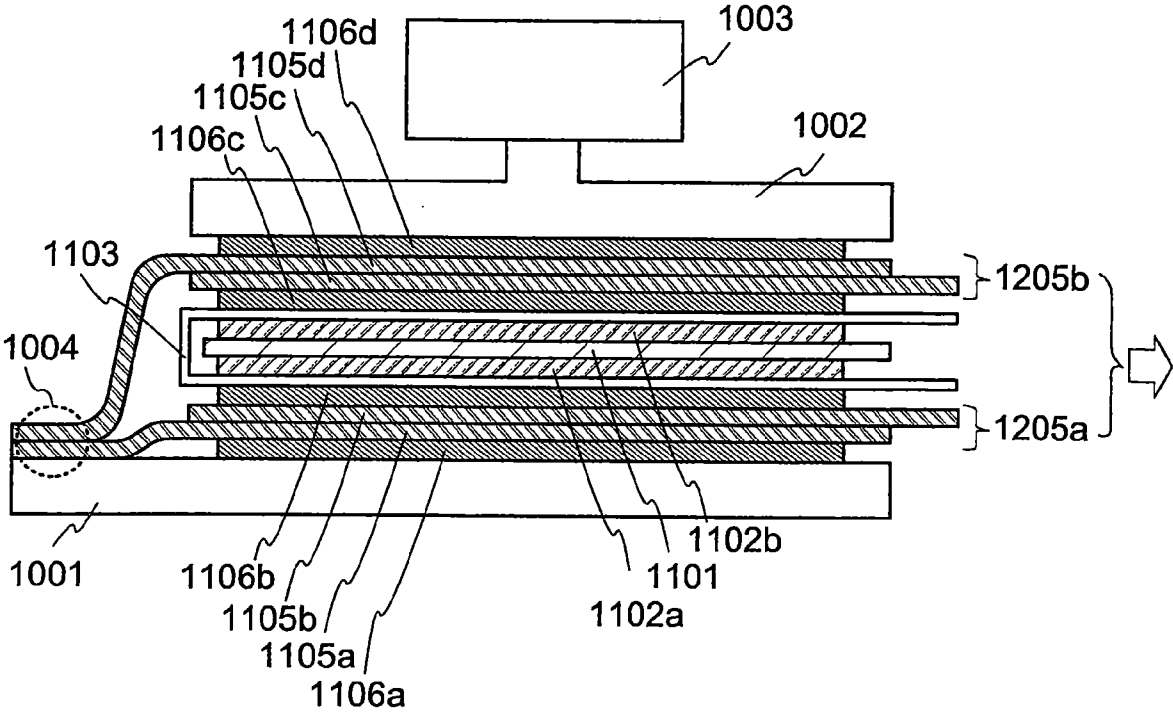


圖 15B

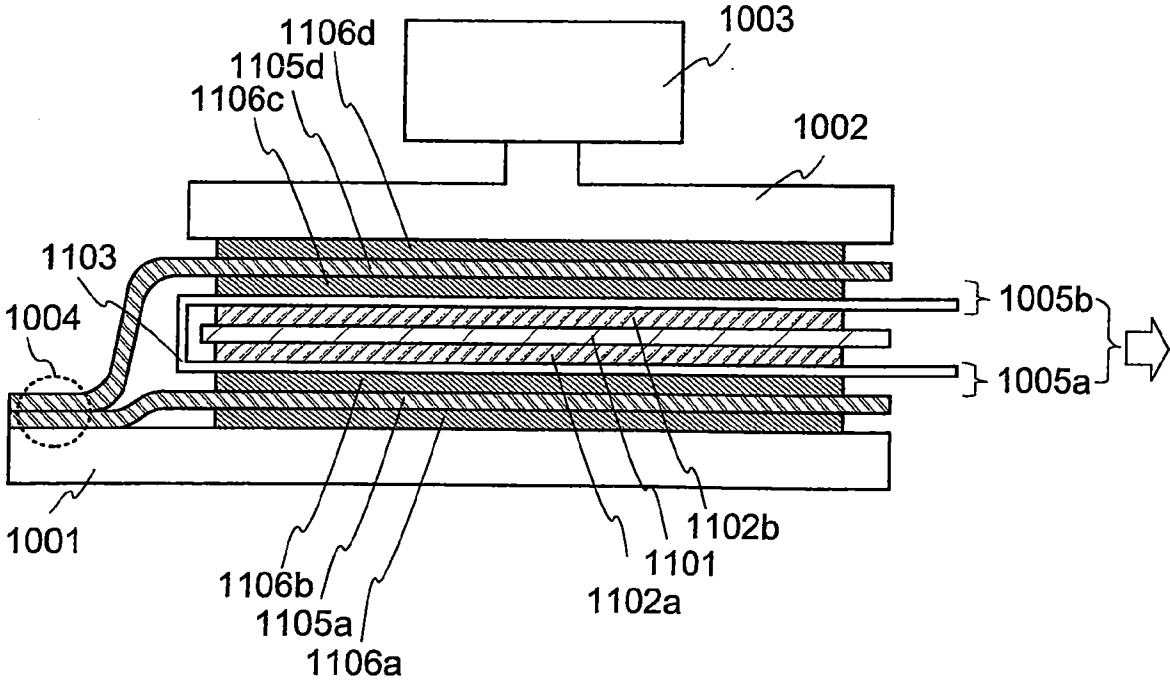


圖 16

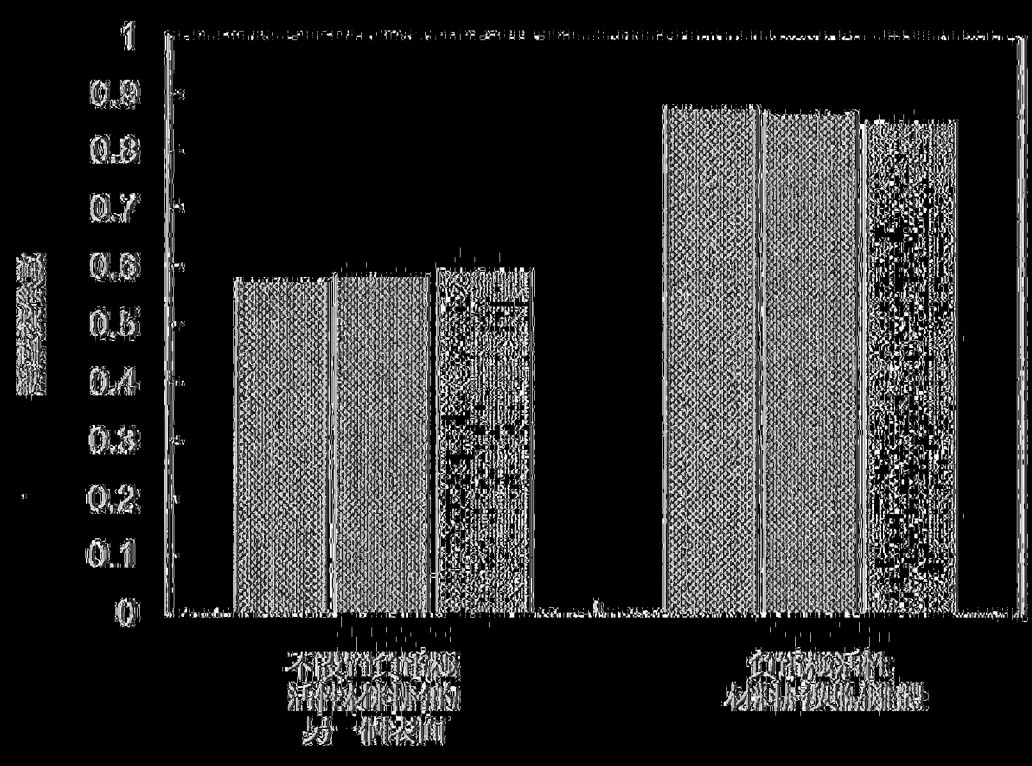


圖 17A

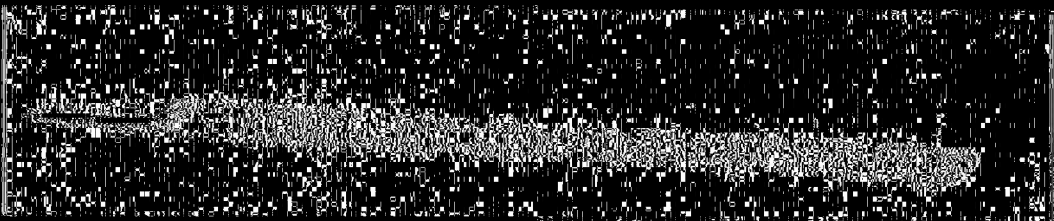


圖 17B

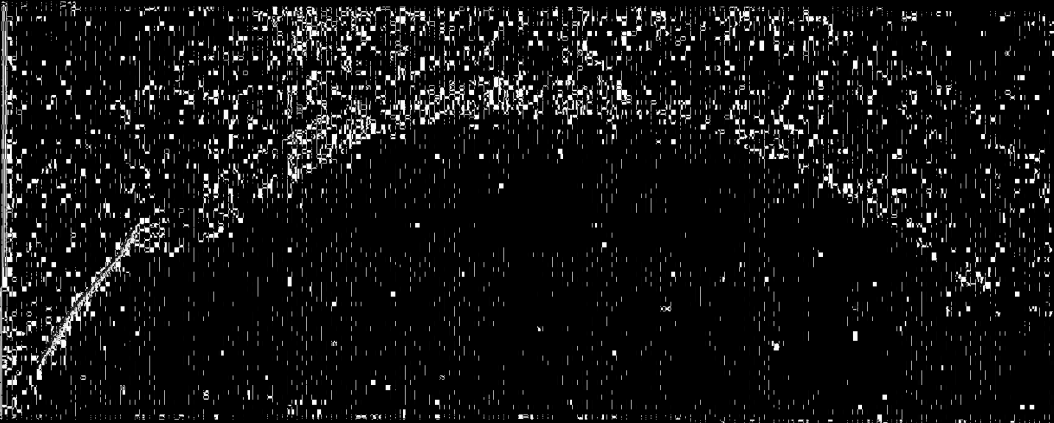


圖 17C

