



(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 201212358 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 03 月 16 日

(21)申請案號：100113546

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 04 月 19 日

(51)Int. Cl.：

H01M4/1395 (2010.01)

H01G9/058 (2006.01)

H01M4/134 (2010.01)

H01M4/38 (2006.01)

H01M4/66 (2006.01)

H01M4/74 (2006.01)

(30)優先權：2010/04/28 日本

2010-104587

2010/05/28 日本

2010-122473

2010/05/28 日本

2010-122609

2010/05/28 日本

2010-122610

(71)申請人：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：栗城和貴 KURIKI, KAZUTAKA (JP)；湯川幹央 YUKAWA, MIKIO (JP)；淺野裕
治 ASANO, YUJI (JP)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：25 項 圖式數：11 共 53 頁

(54)名稱

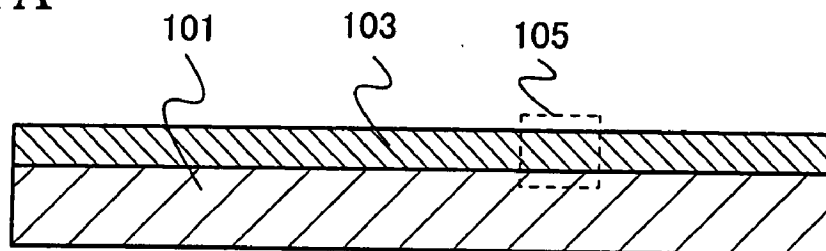
電力儲存裝置及其製造方法

POWER STORAGE DEVICE AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

(57)摘要

本案提供一種製造電力儲存裝置的方法，其中包含鬚狀結晶矽區的結晶矽層係被形成作為作動材料層在電流收集器之上，其藉由一低壓 CVD 法，其中加熱係使用含矽之沈積氣體執行。電力儲存裝置包含電流收集器、形成在電流收集器上之混合層、及作動為作動材料層的結晶矽層形成在混合層之上。結晶矽層包含結晶矽區及鬚狀結晶矽區，其包含有多數突出部，突出於該結晶矽區上。以該等突出部，可以增加操作為作動材料層的結晶矽層的表面積。

圖 1A



101：電流收集器

103：作動材料層

103a：結晶矽區

103b：鬚狀結晶矽區

103d：區

105：虛線

107：混合層

109：金屬氧化物層

121：下凹及凸出

圖 1B

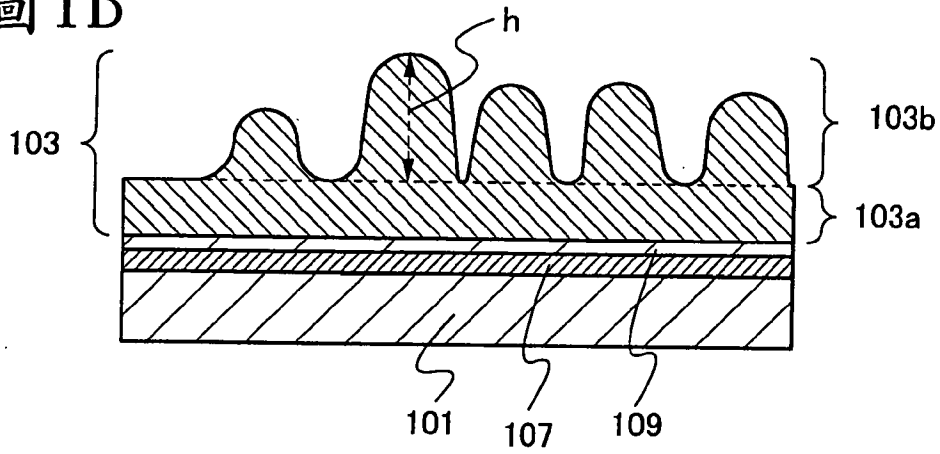


圖 1C

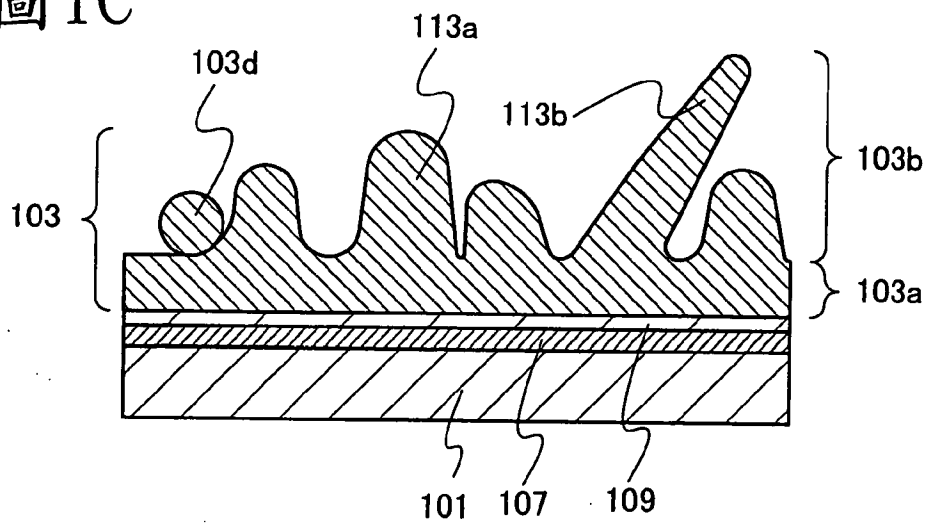
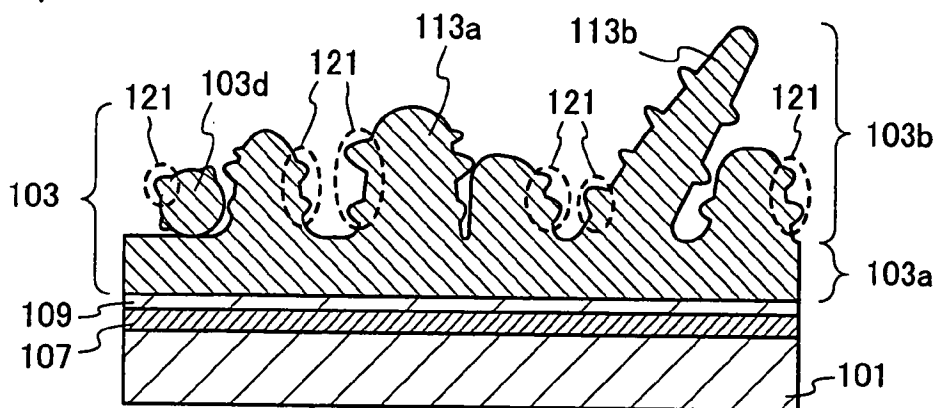


圖 1D





(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 201212358 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 03 月 16 日

(21)申請案號：100113546

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 04 月 19 日

(51)Int. Cl.：

H01M4/1395 (2010.01)

H01G9/058 (2006.01)

H01M4/134 (2010.01)

H01M4/38 (2006.01)

H01M4/66 (2006.01)

H01M4/74 (2006.01)

(30)優先權：2010/04/28 日本

2010-104587

2010/05/28 日本

2010-122473

2010/05/28 日本

2010-122609

2010/05/28 日本

2010-122610

(71)申請人：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：栗城和貴 KURIKI, KAZUTAKA (JP)；湯川幹央 YUKAWA, MIKIO (JP)；淺野裕
治 ASANO, YUJI (JP)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：25 項 圖式數：11 共 53 頁

(54)名稱

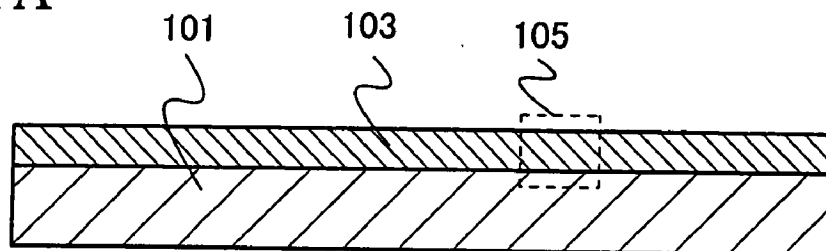
電力儲存裝置及其製造方法

POWER STORAGE DEVICE AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

(57)摘要

本案提供一種製造電力儲存裝置的方法，其中包含鬚狀結晶矽區的結晶矽層係被形成作為作動材料層在電流收集器之上，其藉由一低壓 CVD 法，其中加熱係使用含矽之沈積氣體執行。電力儲存裝置包含電流收集器、形成在電流收集器上之混合層、及作動為作動材料層的結晶矽層形成在混合層之上。結晶矽層包含結晶矽區及鬚狀結晶矽區，其包含有多數突出部，突出於該結晶矽區上。以該等突出部，可以增加操作為作動材料層的結晶矽層的表面積。

圖 1A



101：電流收集器

103：作動材料層

103a：結晶矽區

103b：鬚狀結晶矽區

103d：區

105：虛線

107：混合層

109：金屬氧化物層

121：下凹及凸出

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明關係於電力儲存裝置及用以製造該電力儲存裝置的方法。

注意該電力儲存裝置包含所有具有儲存電力功能的元件與裝置。

【先前技術】

近年來，電力儲存裝置，例如鋰離子二次電池、鋰離子電容、及氣體電池已經被開發。

用於電力儲存裝置的電極係藉由在電流收集器的表面上設作動材料而製造。作動材料，可以使用吸收及釋放離子作為載子的材料，例如碳或矽。例如，矽或摻磷矽理論上具有較碳為大之容量及為具有較大容量的電力儲存裝置（例如專利文獻1）。

[專利文獻]日本公開專利申請案第2001-210315號。

【發明內容】

然而，即使當矽被使用入為負電極作動材料時，很難取得如理論上之電容般大的放電容量。針對於此，本發明之一實施例之目的為提供一電力儲存裝置，其放大電容係較大及製造該電力儲存裝置的方法。

本發明之一實施例為一種製造電力儲存裝置的方法，其中包含鬚狀結晶矽區的結晶矽區係藉由低壓化學氣相沈

積法（低壓CVD）被形成於電流收集器之上作為作動材料層，其中沈積係藉由使用含矽的氣體加熱形成。

本發明之另一實施例為一包含電流收集器及形成在該電流收集器上之結晶矽層的電力儲存裝置，該結晶矽層作為作動材料層，其中結晶矽層包含結晶矽區及鬚狀結晶矽區，其包含有多數突出於該結晶矽區之外的多數突出部。

本發明之另一實施例為一電力儲存裝置，其包含電流收集器及形成在該電流收集器上之結晶矽層，該結晶矽層操作為主動材料層，其中，該結晶矽層包含結晶矽區及鬚狀結晶矽區，其包含有多數突出於結晶矽區的多數突出部，及在鬚狀結晶矽中之突出部的軸長係大於或等於 $0.5\mu\text{m}$ 及小於或等於 $1000\mu\text{m}$ ，及於結晶矽區與突出部間之介面的突出寬度係大於或等於 50nm 並小於或等於 $10\mu\text{m}$ 。

本發明之另一實施例為一電力儲存裝置，其包含電流收集器及形成在該電流收集器上之結晶矽層，該結晶矽層操作為主動材料層，其中，該結晶矽層的表面包含柱狀或針狀突出部，及該突出部包含下凹部或凸出部。

本發明之另一實施例為電力儲存裝置，其包含電流收集器及形成在該電流收集器之上並操作為主動材料層的結晶矽層，其中結晶矽層包含第一區，其覆蓋該電流收集器及形成在該第一區之上並包含柱狀或針狀突出部的第二區，及該突出部包含下凹部或凸出部。

注意，混合層可以包含在電流收集器與結晶矽層之間

。另外，使用包含在電流收集器中之金屬元素的氧化物形成的金屬氧化物層係可以包含在該混合層與該結晶矽層之間。

鬚狀結晶矽區包含多數突出部，及該多數突出部延伸的方向（即軸向）可以為隨機。或者，在鬚狀結晶矽區中之多數突出部延伸方向（即軸向）可以為垂直於電流收集器的方向。

因為操作為作動材料層的結晶矽層包含鬚狀結晶矽區，該結晶矽層的表面積增加及放電容量可以更大。

對於電流收集器，可以使用高導電率的材料，例如典型有鉑、鋁、銅或鈦的金屬元素。另外，電流收集器可以使用藉由與矽反應形成矽化物的金屬元素加以形成。

混合層包含矽及金屬元素。混合層可以包含矽及包含在電流收集器中之金屬元素。當電流收集器係使用藉由與矽反應形成矽化物的金屬元素所形成時，該混合層也可以使用矽化物形成。

以在電流收集器與作動材料層間之混合層，在電流收集器與作動材料層間並不會形成低密度區（粗糙區），使得於該電流收集器與該作動材料層間之介面特性可以改良。

另外，金屬氧化物層可以設在該混合層與該主動材料層之間。金屬氧化物層係藉由使用在包含在電流收集器中之金屬元素的氧化物所形成。藉由使用氧化物半導體形成金屬氧化物層，可以降低電流收集器與主動材料層間之電

阻，及放電容量可以較使用絕緣體形成金屬氧化物層者為大。

以上述突出部，作動材料層的每單位質量的表面積可以增加。因為表面積增加，所以，在電力儲存裝置中被吸附至結晶矽之還原物質（例如鋰離子）的速率或還原物質由結晶矽釋放的速率每單位質量變高。因為還原物質吸附率或釋放率很高，所以，在高電流密度增加時，還原物質的吸附或釋放的量增加，因此，電力儲存裝置的放電容量或電荷容量更大。即，使用鬚狀結晶矽層作為作動材料層，可以改良電力儲存裝置的效能。

依據本發明之一實施例，可以製造具有大放電容量的電力儲存裝置。

【實施方式】

以下，將參考附圖描述本發明之實施例。注意，本發明並不限於以下說明，可以為熟習於本技藝者所了解的是，各種變化及修改可以在不脫離本發明之精神與範圍下完成。因此，本發明不應被解釋為限制至以下實施例的說明。在參考實施例的說明中，在部份情形下，相同元件符號係共同使用於不同圖中之相同部份。再者，在部份情形下，相同剖面圖案係用於類似元件，及類似元件不必然以元件符號表示。

（實施例1）

在此實施例中，將描述為本發明一實施例之用於電力儲存裝置的電極及用以製造電極的方法。

電力儲存裝置的電極製造方法將參考圖 1A 至 1D 與圖 2 加以描述。

如圖 1A 所示，結晶矽層係藉由熱 CVD 法，較佳為低壓 CVD（以下稱 LPCVD 法）所形成於電流收集器 101 上作為作動材料層 103。

電流收集器 101 操作為電極的電流收集器。因此，可以使用具有箔片形、板形、或網形的導電材料。電流收集器 101 可以但並不限於使用具有高導電率的金屬元素形成，典型為鉑、鋁、銅或鈦。注意，電流收集器 101 較佳使用鋁合金形成，為改良抗熱性的元素，例如矽、鈦、釹、釷或鉬係被加入。或者，電流收集器 101 可以使用與矽反應形成矽化物的金屬元素形成。與矽反應形成矽化物的金屬元素例如包含鋯、鈦、鉛、釩、鈮、鉭、鉻、鉬、鎢、鈷、鎳及類似物。

結晶矽層係藉由 LPCVD 法形成為作動材料層 103。於執行 LPCVD 法時，加熱係以高於 550℃ 及低於或等於 LPCVD 設備或電流收集器 101 可以忍受的溫度，較佳高於或等於 580℃ 及低於 650℃ 執行，含矽之沈積氣體係被使用作為來源氣體。含矽的沈積氣體例如氫化矽、氟化矽、及氯化矽；典型為 SiH_4 、 Si_2H_6 、 SiF_4 、 SiCl_4 、 Si_2Cl_6 及類似物。注意，例如氮、氖、氬、及氙及氫之稀有氣體之一或更多可以混合於來源氣體。

藉由 LPCVD 法，離子及電子容易在電流收集器 101 與作動材料層 103 間介面轉移因此可以增加黏著性。

注意，施加一導電類型之雜質元素，例如磷或硼可以被加至結晶矽層。施加一導電類型的雜質元素，例如磷或硼的結晶矽層係加入以具有較高導電率，使得電極的導電率可以增加。因此，放電電容可以更大。

藉由 LPCVD 法形成結晶矽層作為作動材料層 103，低密度區並未形成在電流收集器 101 與作動材料層 103 之間，及離子與電子可以容易在電流收集器 101 及結晶矽層間之介面轉移，及可以增加黏著性。理由之一為來源氣體的作動物類係被供給至結晶矽層，其係在形成結晶矽層的步驟中被沈積，使得矽由結晶矽層擴散入電流收集器 101。即使形成有缺矽的區域（粗糙區），來源氣體的作動物類係被連續供給至區域；因此，似乎不會有低密度區被形成在結晶矽層中。另外，因為結晶矽層係藉由氣相成長形成在電流收集器 101 之上，所以可以改良生產量。

於此，電流收集器 101 及為虛線 105 所包圍的作動材料層 103 的放大圖係如圖 1B 所示。

如圖 1B 所示，混合材料層 107 係被形成在電流收集器 101 之上。混合材料層 107 可以使用矽及包含在電流收集器 101 中之金屬元素加以形成。注意，使用矽及包含在電流收集器 101 中之金屬元素係以以下方式形成。在藉由 LPCVD 法形成結晶矽層係為作動材料層 103 時，執行加熱，包含在結晶矽層中之矽被擴散入電流收集器 101。

當電流收集器 101 係使用金屬元素形，成其藉由與矽反應形成矽化物，包含矽之矽化物及形成矽化物的金屬元素係被形成在混合材料層 107 中；典型地，形成鋯、矽化物、矽化鈦、矽化鉛、矽化釩、矽化鋰、矽化鋁、矽化鉻、矽化鉬、矽化鎢、矽化鈷、及矽化鎳之一或更多。或者，形成矽與形成矽化物的金屬元素的合金層。

注意，在部份情形中，氧係被包含在作動材料層 103 及混合材料層 107 中作為雜質。這是因為氧係以 LPCVD 法，於形成結晶矽層作為作動材料層 103 之加熱時，由 LPCVD 設備的石英室所吸附，及氧擴散入作動材料層 103 及混合材料層 107。

在混合物層 107 中，可以形成使用包含在電流收集器 101 中之金屬元素的氧化物形成金屬氧化物層 109。這是因為氧係容易於以 LPCVD 法形成結晶矽層作為作動材料層 103 所執行的加熱時，由 LPCVD 設備的石英室所吸附，所以電流收集器 101 被氧化。注意，當結晶矽層係由 LPCVD 法所形成時，藉由將處理室填入以例如氮、氬、氬或氫的稀有氣體，及並未形成金屬氧化物層 109。

當電流收集器 101 係使用與矽反應形成矽化物的金屬元素時，包含有與矽反應形成矽化物的金屬元素的氧化物的金屬氧化物層係被形成作為金屬氧化物層 109。

金屬氧化物層 109 係典型使用氧化鋯、氧化鈦、氧化鉛、氧化釩、氧化鋰、氧化鋁、氧化鉻、氧化鉬、氧化鎢、氧化鈷、氧化鎳、或類似物形成。注意，當電流收集器

101係使用鈦、鋯、鋨、鎢或類似物形成時，金屬氧化物層109係使用例如氧化鈦、氧化鋯、氧化鋨、或氧化鎢的氧化物半導體所形成；因此，可以降低於電流收集器101與作動材料層103間之電阻及增加電極的導電率。因此，放電容量可以更大。

在電流收集器101與作動材料層103間設有混合材料層107，則在電流收集器101與作動材料層103介面間之電阻可以降低，因此，可以增加負電極的導電率。因此，放電容量更大。另外，在電流收集器101與作動材料層103間之黏著性增加，使得電力儲存裝置的劣化被抑制。

作動材料層103包含結晶矽區103a及形成在結晶矽區103a上之鬚狀結晶矽區103b。注意於結晶矽區103a及鬚狀結晶矽區103b間之介面並不清楚。因此，與在鬚狀結晶矽區103b中之形成在突出部間之最深谷部的底面相同位準並平行於電流收集器101的表面的平面係被視為結晶矽區103a及鬚狀結晶矽區103b間之介面。

結晶矽區103a覆蓋電流收集器101。鬚狀結晶矽區103b看起來像鬚狀物，其中分佈有突出部。注意，在鬚狀結晶矽區103b中之突出部可以具有例如圓柱形或錐形的柱狀形，或例如圓錐形或角錐形的針狀。突出部的頂部可以彎曲。突出部的寬度可以大於或等於50nm及小於或等於10 μ m，較佳大於或等於500nm及小於或等於3 μ m。另外，在突出部的軸長係大於或等於0.5 μ m及小於或等於1000 μ m，較佳大於或等於2.5 μ m及小於或等於100 μ m。

注意，在突出部的軸的長度 h 表示在軸中突出部與結晶矽區 103a 經過突出部的頂面的中心或突出部頂面的距離。另外結晶矽層的厚度係為結晶矽區 103a 的厚度與在鬚狀結晶矽區 103b 中之突出部的頂面至結晶矽區 103a（即突出物的高度）的垂直線長度（即，突出部的高度）。

注意，由結晶矽區 103a 延伸的突出部的方向稱為長側方向。沿著長側方向的剖面形狀係被稱為長側剖面形。另外，長側方向為垂直方向的平面的形狀係稱為切片剖面形狀。

如於圖 1B 所示，形成在鬚狀結晶矽區 103b 中之突出部的長側方向可以為一方向，例如垂直於結晶矽區 103a 的表面之方向。注意，突出部的長側方向可以實質地與垂直於結晶矽區 103a 的表面方向相同，較佳地，於兩方向間之差典型係在 5 度內。因此，在圖 1B 中，只有長側剖面形被顯示於鬚狀結晶矽區 103b 中。

於此實施例中所述之電力儲存裝置的電極包含：在結晶矽層中作為作動材料層的多數突出部，各個突出部具有大於或等於 50nm 及小於或等於 10 μ m、較佳大於或等於 500nm 及小於或等於 3 μ m 的寬度 ϕ ，及大於或等於 0.5 μ m 及小於或等於 1000 μ m，較佳大於或等於 2.5 μ m 及小於或等於 100 μ m 的長度 h 。因此，作動材料層的表面積可以增加，使得放電容量可以更大。

或者，如圖 1C 所示，形成在鬚狀結晶矽區 103b 中之突出部的長側方向可以隨機。典型地，鬚狀結晶矽區 103b 可

以包含第一突出部 113a，其長側方向實質為法線方向及第二突出部 113b，其長側方向與法線方向不同。再者，在 113b 之軸長係大於 113a 者。因此，圖 1C 顯示，除了具有長側剖面形狀的突出部外，在鬚狀結晶矽區 103b 中，具有切片剖面形狀的突出部，例如區域 103d。103d 為圓形，因為其為在突出部的橫向的剖面形狀，其具有圓柱或圓錐形狀。然而，當突出部具有錐形或角錐形時，103d 為多角形。當突出部的長側方向為隨機時，在部份情形下，突出部彼此呈一角度，因此，突出部似乎在電力儲存裝置的充電及放電中不會被消除。

另外，如圖 1D 所示，突出部可以包含下凹及凸出部 121（也稱為下凹及凸出）。或者，突出部可以包含下凹或凸出。藉由包含下凹及凸出 121，突出部可以具有更大表面積。即，作動材料層 103 的每單位質量的表面積可以大於圖 1C 者；因此，放電容量及充電容量可以更大。

於此實施例描述之電力儲存裝置的電極包含至少在該電流收集器與操作為作動材料層的結晶矽層間之混合層。因此，可以降低在電流收集器與結晶矽層間之介面電阻，及增加於電流收集器與結晶矽層間之黏著性，因此，放電容量可以更大，及可以抑制電力儲存裝置的劣化。

注意，圖 1A 至 1D 顯示當電流收集器 101 係使用具有箔片形、板形或網形的導電材料加以形成；然而，如圖 2 所示，電流收集器 111 可以藉由濺鍍法、蒸鍍法、印刷法、噴墨法、CVD 法或類似法適當形成於基材 115 上，及作動

材料層 103 可以形成在電流收集器 111 上。

透過上述製程，可以製造具有大放電容量的電力儲存裝置的電極。

(實施例 2)

在此實施例中，將參考圖 3A 及 3B 描述電力儲存裝置的結構。

首先，二次電池的結構係被如下描述為電力儲存裝置。

在二次電池中，使用含鋰的金屬氧化物，例如 LiCoO_2 之鋰離子電池具有較大放電容量及高安全性。於此，描述鋰離子電池的結構，其典型具有二次電池的例子。

圖 3A 為電力儲存裝置 151 的平面圖，及圖 3B 為沿著假想線 A-B 所取的剖面圖。

圖 3A 所示之電力儲存裝置 151 包含在外部件 153 中之電力儲存格 155。該電力儲存裝置 151 更包含連接至電力儲存格 155 的終端部 157 及 159。對於外部件 153，可以使用積層膜、聚化物膜、金屬膜、金屬殼、塑膠殼或類似物。

如圖 3B 所示，電力儲存格 155 包含負電極 163、正電極 165、分離器 167 於負電極 163 與正電極 165 之間，及電解液 169，其被填入包含電力儲存格 155 的外部件 153 與分離器 167 間。

負電極 163 包含負電極電流收集器 171 及負電極作動材料層 173。

正電極 165 包含正電極電流收集器 175 及正電極作動材料層 177。負電極電流收集器 173 係形成在負電極電流收集器 171 之表面之一或兩者。正電極作動材料層 177 係被形成在正電極電流收集器 175 的一或兩表面上。

負電極電流收集器 171 係被連接至終端部 159。正電極電流收集器 175 係被連接至終端部 157。再者，終端部 157 及 159 各個部份延伸於外部件 153 外。

注意，雖然在此實施例中，密封薄型電力儲存裝置係被描述為電力儲存裝置 151，但電力儲存裝置可以具有各種結構，例如按鈕型電力儲存裝置、圓柱電力儲存裝置、或矩形電力儲存裝置。再者，雖然在此實施例中，正電極、負電極及分離器係被描述為堆疊結構，但也可以使用正電極、負電極及分離器為捲軸式。

負電極電流收集器 171 可以使用實施例 1 所述之電流收集器 101 或 111 加以形成。

負電極電流收集器 173 可以使用作動材料層 103 形成，其可以使用於實施例 1 中所述之結晶矽層形成。注意，結晶矽層可以預摻雜以鋰。另外，藉由形成使用結晶矽層形成之作動材料層 103，以負電極電流收集器 171 為 LPCVD 設備中之框狀置放台固持，作動材料層 103 可以同時形成在負電極電流收集器 171 之兩表面上；因此，當電極係使用兩表面的負電極電流收集器 171 架構時，製程的數量可以被降低。

正電極電流收集器 175 係使用鋁、不鏽鋼或類似物加

以形成。正電極電流收集器 175 可以適當地具有箔片形、板形、網形或類似物。

正電極作動材料層 177 可以使用 LiFeO_2 、 LiCoO_2 、 LiNiO_2 、 LiMn_2O_4 、 LiFePO_4 、 LiCoPO_4 、 LiNiPO_4 、 LiMn_2PO_4 、 V_2O_5 、 Cr_2O_5 、 MnO_2 或其他鋰化合物作為材料加以形成。注意，當載體離子為鋰離子、鹼土金屬、鉍離子、或鎂以外之鹼金屬離子，則可以使用鹼金屬（例如鈉或鉀）、鹼土金屬（鈣、鋇或鋇）、鉍或鎂，以替代上述鋰化合物中之鋰。

至於電解液 169 的溶質，則使用一材料，其中鋰離子，即載體離子可以傳送及穩定存在者。電解液 169 的溶質的典型例子包含例如 LiClO_4 、 LiAsF_6 、 LiBF_4 、 LiPF_6 及 $\text{Li}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_2\text{N}$ 的鋰鹽。注意，當載體離子為鋰離子或鹼土金屬離子以外之載體離子時，電解液 169 的溶質可以使用例如鈉鹽或鉀鹽之鹼金屬鹽、例如鈣鹽、鋇鹽、或鋇鹽之鹼土金屬鹽、鉍鹽、鎂鹽、或類似物適當地加以形成。

電解液 169 的溶劑，可以使用可以傳送的鋰離子的材料。至於電解液 169 的溶劑，較佳使用非質子有機溶劑。非質子有機溶劑的典型例子包含碳酸仲乙酯、碳酸仲丙酯、碳酸二甲酯、碳酸二乙酯、丁內酯、乙腈、二甲氧乙烷、四氫呋喃及類似物，及這些材料之一或更多者可以使用。當凝膠聚合物係被使用作為電解液 169 的溶劑，以增加防液體洩漏等等。另外，電力儲存裝置 151 可以薄及質輕。凝膠聚合物的典型例子包含矽膠、丙烯膠、丙烯腈膠、

聚環氧乙烷、環氧丙烷、氟爲主聚合物及類似物。

至於電解液 169，可以使用例如 Li_3PO_4 的固態電解質。

對於分離器 167，使用絕緣多孔材料。分離器 167 的典型例子包含纖維素（紙）、聚乙烯、聚丙烯、及類似物。

鋰離子電池具有小記憶體效應，高能量密度及大放電能力。另外，鋰離子電池的驅動電壓高。因此，鋰離子電池的大小及重量可以縮小。再者，鋰離子電池並不容易由於重覆充放電而劣化，因此可以使用很長時間，使得成本可以降低。

再者，電容係以被描述爲電力儲存裝置。電容的典型例子包含電雙層電容、鋰離子電容、及類似物。

在電容時，除了於圖 3B 中之二次電池中之正電極作動材料層 177，較佳使用能可逆吸附及釋放鋰離子及 / 或陰離子（anion）的材料。典型地，正電極作動材料層 177 可以使用活性碳、導電聚合物或聚并苯有機半導體（PAS）形成。

鋰離子電容具有高效的充放電，能快速地執行充放電，並且，即使重覆使用仍有長壽命。

藉由使用描述於實施例 1 中之負電極作爲負電極 163，可以製造大放電電容的電力儲存裝置。

另外，藉由使用在實施例 1 中所述之電流收集器及主動材料層於電力儲存裝置的一實施例之氣體電池之負電極中，可以製造具有大放電能力的電力儲存裝置。

（實施例3）

在此實施例中，描述於實施例2中之電力儲存裝置的應用例係參考圖4A及4B加以描述。

在實施例2中所述之電力儲存裝置可以被用於電子裝置中，例如數位相機或攝影機的攝像機、數位相框、行動電話（也稱為行動電話或行動電話裝置）、攜帶式遊戲機、攜帶式資訊終端或音訊播放裝置。再者，電力儲存裝置也可以用於電力推動車，例如電動車、混合電動車、火車、維護車輛、貨車或輪椅。於此，以電力推動車為例，描述輪椅。

圖4A為電動輪椅501的透視圖。電動輪椅501包含供使用者坐下之座位503，、設在座位503後方之椅背505、設在座位503前及下方的置腳台507、設在座位503左及右的扶手509、及設在椅背505後上方的手把511。用以控制輪椅操作的控制器513係設置於一扶手509上。前輪517係透過設在座位503下方的框515，設在座位503的前下方，及一對後輪519係設在座位503之後及下方。後輪519係連接至具有馬達、剎車、齒輪及類似物之驅動部份521。包含電池、電力控制器、控制手段及類似物之控制部份523係設在座位503之下。控制部份523係連接至控制器513及驅動部份521。驅動部份521以使用者操作控制器513透過控制部份523而驅動，及控制部份523控制電動輪椅501的前、後、旋轉等移動之操作。

描述於實施例2中之電力儲存裝置可以用於控制部份523的電池。控制部份523的電池可以使用插電系統或無接觸電力饋入，以電源作外部充電。注意，當電動車輛為火車時，火車可以為來自架空纜線或導軌的電源所充電。

圖4B顯示電動車的例子。電動車3050係設有電力儲存裝置3051。電力儲存裝置3051的電力輸出係為控制電路3053所控制及電力係被供給至驅動裝置3057。控制電路3053係為電腦3055所控制。

驅動裝置3057包含單獨直流馬達或交流馬達，或組合內燃機。電腦3055根據例如駕駛員操作（例如加速、減速或停止）的資料，或在驅動時電動車3050的資料（例如在驅動輪上之負載的資料的上升或劣化資料）輸出一控制信號給控制電路3053。控制電路3053依據電腦3055的控制信號，調整自電源儲存裝置3051所供給的電能，以控制驅動裝置3057的輸出。當安裝交流馬達時，加入有變頻器，其將直流轉換為交流。

電力儲存裝置3051的充電係藉由插入技術，以外部電源執行。以依據本發明一實施例之電力儲存裝置，其係被供給電力儲存裝置3051，充電時間可以縮短及改良方便性。另外，因為充電及放電速率增加，所以電動車3050的加速能力可以增加及電動車3050的效能可以改良。當電力儲存裝置3051本身被形成為輕巧時，可以改良電力儲存裝置3051的結果，車輪可以為輕巧及增加燃料效率。

注意，此實施例可以適當組合以上任一其他實施例或

例子。

(實施例4)

在此實施例中，依據本發明實施例之電力儲存裝置被使用於無線電力饋入系統中（以下稱RF電力饋入系統）將參考圖10及圖11加以描述。在各個方塊圖中，各個方塊顯示在電力接收裝置及電力饋入裝置內顯示的元件，其係依據其功能加以分類。然而，實際上相當困難依據其功能加以分開；在部份情形下，一元件可能涉及多數功能。

首先，RF電力饋入系統係參考圖10加以描述。

一電力接收裝置600係為一電子裝置或電動車輛，其係為由電力饋入裝置700供給電力所驅動，並可以適當供給至另一為電力所驅動的裝置。電子裝置的典型例子包含攝像機，例如數位相機或攝影機、數位相框、行動電話（也稱蜂巢電話，或蜂巢式電話系統）、攜帶式遊戲機、攜帶式資訊終端、音訊播放裝置、顯示裝置、電腦或類似物。電推動車輛的典型例包含電動車、混合電動車、火車、維護車輛、貨車、輪椅及類似物。另外，電力饋入裝置700具有供給電力至電力接收裝置600的功能。

在圖10中，電力接收裝置600包含電力接收裝置部份601及電力負載部份610。電力接收裝置部份601包含至少一電力接收裝置天線電路602、信號處理電路603、及電力儲存裝置604。電力饋入裝置700包含至少一電力饋入天線電路701及信號處理電路702。

電力接收裝置天線電路602具有接收自電力饋入裝置天線電路701發射信號或發射信號至電力饋入裝置天線電路701的功能。信號處理電路603處理為電力接收裝置天線電路602所接收的信號並控制電力儲存裝置604的充電並自電力儲存裝置604供給電力給電力負載部份610。另外，信號處理電路603控制電力接收裝置天線電路602的操作。即，信號處理電路603可以控制為電力接收裝置天線電路602所發射之信號的強度、頻率等等。電力負載部份610為一驅動部份，其接收來自電力儲存裝置604的電力並驅動電力接收裝置600。電力負載部份610的典型例子包含馬達、驅動電路等等。另一種藉由接收電力以驅動該電力接收裝置的裝置可以被適當使用作為電力負載部份610。電力饋入裝置天線電路710具有發射信號至電力接收裝置天線電路602或自電力接收裝置天線電路602接收信號的功能。信號處理電路702處理為電力饋入裝置天線電路701所接收的信號。另外，信號處理電路702控制電力饋入裝置天線電路701的操作。即，信號處理電路702可以控制為電力饋入裝置天線電路701所發射的信號的強度、頻率等。

依據本發明一實施例之電力儲存裝置係被使用作為包含在圖10所示之RF電力饋入系統中之電力接收裝置600中之電力儲存裝置604中。

隨著依據RF電力饋入系統中之本發明之實施例的電力儲存裝置的使用，電力儲存的量可以較傳統電力儲存裝置者為大。因此，無線電力饋入的期間可以更長（可以省略

經常電力饋入)。

另外，隨著在RF電力饋入系統中使用依據本發明實施例之電力儲存裝置，如果電力負載部份610可以被驅動的電力儲存量係與傳統者相同，則電力接收裝置600可以被形成更輕巧。因此，可以降低總成本。

再者，參考圖11描述RF電力饋入系統的另一例子。

在圖11中，電力接收裝置600包含電力接收裝置部份601及電力負載部份610。電力接收裝置部份601包含至少電力接收裝置天線電路602、信號處理電路603、電力儲存裝置604、整流器電路605、調變電路606、及電源電路607。另外，電力饋入裝置700包含至少電力饋入裝置天線電路701、信號處理電路702、整流電路703、調變電路704、解調電路705及振盪器電路706。

電力接收裝置天線電路602具有接收為電力饋入裝置天線電路701所發射的信號或發射信號至電力饋入裝置天線電路701的功能。當電力接收裝置天線602接收為電力饋入裝置天線電路701所發射的信號，整流電路605具有由電力接收裝置天線電路602接收信號產生直流電壓的功能。信號處理電路603具有處理為電力接收裝置天線電路602所接收之信號並控制電力儲存裝置充電及將電力由電力儲存裝置604供給至電源電路607的功能。電源電路607具有將為電力儲存裝置604所儲存之電壓轉換為電力負載部份610所需之電壓的功能。調變電路606係當某反應係由電力接收裝置傳送至電力饋入裝置700時被使用。

以電源電路607，供給至電源部份610的電力可以被控制。因此，可以抑制至電源負載部份610的過電壓，並降低電力接收裝置600的劣化或崩潰。

另外，以調變電路606，一信號可以由電力接收裝置600傳送至電力饋入裝置700。因此，當在電力接收裝置600中之充電電力量被判斷並充電至某一電量時，一信號係由電力接收裝置600發射至電力饋入裝置700，使得由電力饋入裝置700至電力接收裝置600的電力饋入可以被停止。結果，電力儲存裝置604並未完全充滿，使得電力儲存裝置604的充電次數可以增加。

電力饋入裝置天線電路701具有發射信號至電力接收裝置天線電路602或自電力接收裝置天線電路602接收信號的功能。當信號被傳送至電力接收裝置天線電路602時，信號處理電路702產生一信號，其係被傳送至電力接收裝置600。振盪電路706係為一電路，其產生具有固定頻率的信號。調變電路704具有依據為信號處理電路702所產生之信號及為振盪電路706所產生之固定頻率的信號，施加電壓至電力饋入裝置天線電路701的功能。因此，一信號係由電力饋入裝置天線電路701輸出。另一方面，當執行由電力接收裝置天線電路602接收信號時，整流電路703具有整流所接收信號的功能。由被整流電路703所整流的信號，解調電路705自電力接收裝置600發射的信號抽出一信號至電力饋入裝置700。信號處理電路702具有分析為解調電路705所抽出信號的功能。

注意，任何電路可以設在電路之間，只要可以執行 RF 電力饋入即可。例如，在電力接收裝置 600 後接收一信號及整流電路 605 產生直流電壓，設在後級中之例如 DC-DC 轉換器的電路或調整器係可以產生固定電壓。因此，可以抑制電力接收裝置 600 的內部被施加過電壓。

依據本發明一實施例之電力儲存裝置係使用作為包含在例如圖 11 中所示之 RF 電力饋入系統中之電力接收裝置 600 中的電力儲存裝置 604。

以在 RF 電力饋入系統中，使用依據本發明一實施例之電力儲存裝置，電力儲存量可以大於傳統電力儲存裝置。因此，無線電力饋入的時間間隔可以更長（可以省去經常電力饋入）。

另外，在 RF 電力饋入系統中，使用依據本發明一實施例之電力儲存裝置，如果電力負載部份 610 可以被驅動的電力儲存量係與傳統電力儲存裝置一樣，則電力接收裝置 600 可以被形成更小及更輕巧。因此，總成本可以降低。

注意，當依據本發明一實施例之電力儲存裝置係被用於 RF 電力饋送系統以及電力接收裝置天線電路 602 及電力儲存裝置 604 係彼此重疊，則較佳地，電力接收裝置天線電路 602 的阻抗並不會由於電力儲存裝置 604 的充放電造成之電力儲存裝置 604 的變形及由於上述變形所造成之天線變形所改變。當天線的阻抗改變時，在部份情形下，電力並未足夠供給。例如，電力儲存裝置 604 可以放置於使用金屬或陶瓷所形成的電池組中。注意，在此時，電力接收

裝置天線電路602及電池組較佳彼此分開幾十微米或更長。

在此實施例中，充電信號對其頻率並沒有限制並可以為任何頻帶，只要電力可傳送即可。例如，充電信號可以為135kHz的LF頻帶（長波）、13.56MHz的HF頻帶、900MHz至1GHz的UHF頻帶、及2.45GHz的微波頻帶。

一信號傳輸法可以由各種方法加以適當地選擇，包含電磁耦合法、電磁感應法、諧振法、及微波法。為了防止由於例如雨及泥之包含濕氣的外來物質的能量損失，較佳使用利用低頻帶的電磁感應法或諧振法，明確地說，3kHz至30kHz的超低頻、30kHz至300kHz的低頻、300kHz至3MHz的中頻或3MHz至30MHz的高頻。

此實施例可以組合上述任一實施例加以實現。

[例子1]

在此例子中，將參考圖5A及5B、圖6、圖7、圖8及圖9描述本發明之一實施例的二次電池。在此例子中，為本發明之實施例的二次電池及用以比較的二次電池（以下簡稱比較二次電池）係被製造及其特性被比較。

（製造二次電池的電極的步驟）

首先，將描述製造二次電池的電極的步驟。

作動材料層係被形成在電流收集器上，使得二次電池的電極被製造。

至於電流收集器的材料，可以使用鈦。至於電流收集器，可以使用具有厚度 $100\mu\text{m}$ 的鈦膜（也稱為鈦片）的片材。

至於作動材料層，可使用結晶矽。

為電流收集器的鈦膜之上，結晶矽係使用LPCVD法加以沈積。以LPCVD法沈積結晶矽係執行如下：矽烷係以 300sccm 的流率被引入作為來源氣體進入反應室，反應室的壓力為 20Pa 、及反應室的溫度為 600°C 。反應室係由石英作成。當電流收集器的溫度增加時，少量的He氣被引入。

在上述步驟取得之結晶矽層係被使用作為二次電池的作動材料層。

（二次電池電極的結構）

圖5A係為在上述步驟中之結晶矽的掃描電子顯微鏡（SEM）影像平面圖。如由圖5A所示，在上述步驟中取得之結晶矽係如同鬚鬚，包含大量柱狀或針狀突出部。因此，可以增加作動材料層的表面積。在長突出部的軸長大約 $15\mu\text{m}$ 至 $20\mu\text{m}$ 。另外，並不限制於長突出部在軸中有此等大長度，在軸向中之具有大長度的突出部間，可以存在有多數在軸中較小長度的短突出部。部份突出部具有實質垂直於鈦膜的軸，部份突出部具有斜軸。

部份突出部具有彎曲頂部份。部份突出部在朝向頂部具有窄部。突出部的軸方向為隨機。另外，突出部的根（

在結晶矽區及突出部間之介面附近)的寬度為 $1\mu\text{m}$ 至 $2\mu\text{m}$ 。

再者，圖5B顯示在上述步驟取得之結晶矽的掃描離子顯微鏡(SIM)平面圖。在圖5B中，具有下凹及上凸的突出部係被觀察在上述步驟中取得之結晶矽的表面。

再者，圖6顯示在上述步驟取得之結晶矽的掃描穿透電子顯微鏡(STEM)的剖面圖。如於圖6所示，為作動材料層的結晶矽層402係被形成在鈦膜401之上，其係為一電流收集器。由圖6，可以發現低密度區並未形成在鈦膜401與結晶矽層402間之介面404的附近中。結晶矽層402包含結晶矽區及多數突出部，其由結晶矽區凸出。另外，在突出部間有一空間403(換句話說，沒有突出部的區域)。

由圖6看出，突出部的寬度大約 $1.0\mu\text{m}$ 至 $2.5\mu\text{m}$ 。

結晶矽層402包含多數突出部，在結晶矽區之上。包含突出部的結晶矽層的厚度係大約 $3.0\mu\text{m}$ ，及形成在多數突出部間之谷部中之結晶矽區的厚度大約 $1.5\mu\text{m}$ 至 $2.0\mu\text{m}$ 。如於圖5A及5B所示，長突出部的軸長度大約 $15\mu\text{m}$ 至 $20\mu\text{m}$ ，這並未示於圖6中。

圖7為圖6的一部份的TEM影像的放大剖面圖。圖7為在圖6中所示之鈦膜401及結晶矽層402間之介面404的附近的放大影像。由圖7看出，可以發現一層405係形成在鈦膜401及結晶矽層402間的介面附近。

圖8顯示使用在鈦膜401與結晶矽層402間之介面之附近剖面圖的能量色散X-射線光譜儀(EDX)的二維元件映

圖的結果。一區域411包含鈦作為主成份。一區域412包含矽作為主成份。一區域416包含氧及鈦作為成份。一區域415包含鈦及矽作為成份。區415也包含氧作為雜質。由圖8看出，包含鈦作為主要成份的區411，包含鈦及矽作為成份的區域415、包含氧及鈦作為成份的區域416、及包含矽作為主成份的區域412係以此順序堆疊。區域411對應於鈦膜鈦膜401、及區域412對應於結晶矽層402。區域415係為包含鈦及矽的混合層。區域416為金屬氧化物層。

另外，如果發現包含鈦作為主成份的區域411也部份包含鐵及鎳。

由使用由圖8所示之EDX之二維元素映圖的結果看出，示於圖7的層405包含有鈦及矽的混合層及在該混合層上之金屬氧化物層。在圖8所示之量測區域中，金屬氧化物層係被形成以涵蓋整個混合層表面。包含在層405中之含鈦及矽的混合層的厚度大約65nm至75nm。

（製造二次電池的步驟）

將描述製造此例子之二次電池的步驟。

該電極係藉由在電流收集器上如上所述地形成作動材料層加以取得。二次電池係使用所取得之電極製造。於此，製造錢幣式二次電池。製造錢幣式二次電池的方法係參考圖9加以描述。

如圖9所示，錢幣式二次電池包含電極204、參考電極232、分離層210、電解液（未示出）、外殼206及外殼244

。另外，錢幣式二次電池包含環狀絕緣層220、分隔層240、及墊片242。至於電極204，係使用藉由在電流收集器200上形成作動材料層202，在上述步驟中取得之電極。參考電極232包含參考電極作動材料層230。在此例子中，電流收集器200係使用鈦箔形成，及作動材料層202係使用在實施例1中所述之結晶矽層加以形成。另外，參考電極作動材料層230係使用鋰金屬（鋰箔）形成。分離層210係使用聚丙烯加以形成。外殼206、外殼244、分隔層240、及墊片242各別係使用不鏽鋼（SUS）形成。外殼206及外殼244具有完成電極204與參考電極232的外部電連接的功能。

電極204、參考電極232、及分離層210係浸於電解液中。然後，如圖9所示，外殼206、電極204、分離層210、環形絕緣層220、參考電極232、分隔層240、墊片242、及外殼244係以此順序堆疊，使得外殼206係被定位在堆疊元件的底部。外殼206及外殼244係被擠壓並彼此結合成為“錢幣捲邊”。以此方式，製造出錢幣式二次電池。

使用電解液，其中在碳酸伸乙酯（EC）及碳酸二乙酯（DEC）的混合溶液中，溶解有 LiPF_6 。

（製造比較性二次電池的步驟）

再者，描述用以製造比較性二次電池的電極的步驟。用以製造與依據本發明之實施例之二次電池的作動材料不同的比較性二次電池的作動材料層的步驟。該比較性電池

的其他結構係與本發明之一實施例之二次電池的結構相同；因此，基材結構、電流收集器等之說明被省略。

比較性二次電池的作動材料層係使用結晶矽形成。

加入有矽的非晶矽係藉由電漿CVD法沈積在為電流收集器的鈦膜之上，及執行加熱處理，使得取得結晶矽。為電漿CVD法的非晶矽沈積係執行如下：矽烷及5vol%磷（以氫稀釋）被分別以60sccm及20sccm的流率引入反應室作為來源氣體；及反應室的壓力被為133Pa；基材的溫度為280℃；RF電源頻率為60MHz；RF電源的脈衝頻率為20kHz；脈衝的工作比為70%；及RF電源的功率為100瓦。非晶矽的厚度為3μm。

隨後，執行700℃的熱處理。熱處理係在Ar氣氛中執行六小時。藉由此熱處理，非晶矽係被結晶化，使得結晶矽層被形成。在上述步驟中形成之結晶矽層係被使用作為比較性二次電池的作動材料層。注意，磷（施加n-型導電率的雜質元素）係被加入至此結晶矽層中。

（製造比較性二次電池的步驟）

描述製造比較性二次電池的步驟。

作動材料層係以上述方式形成在電流收集器之上，使得比較性二次電池的電極係被形成。比較性二次電池係使用電極加以製造。比較性二次電池係以類似於上述二次電池的方式加以製造。

（二次電池及比較性二次電池的特徵）

二次電池及比較性二次電池的放電容量係使用充放電量測儀器加以量測。爲了量測充放電，使用定電流模式，及充放電係以2.0mA的電流以約0.2C的速率加以執行。上限電壓爲1.0伏，及下限電壓爲0.03伏。所有量測值係於室溫下執行。

二次電池與比較性二次電池的啓始特徵係被顯示於表1中。表1顯示作動材料層的放電容量每單位體積（mAh/cm³）的啓始特徵。於此，放電容量（mAh/cm³）係假設二次電池的作動材料層的厚度爲3.5μm及比較性二次電池的作動材料層的厚度爲3.0μm。

[表 1]

	容量 (mAh/cm ³)
二次電池	7300
比較性二次電池	4050

如於表1所示，二次電池的放電容量（7300mAh/cm³）係約爲比較性二次電池的放電容量（4050mAh/cm³）的1.8倍。

由以上，二次電池的實際容量係接近二次電池的理論容量（9800mA/cm³）。在上述方式中，藉由使用LPCVD法所形成之結晶矽層作爲作動材料層，能製造接近理論容量的具有大容量的二次電池。

本案係根據於2010年四月28日申請於日本專利局之日

本專利申請第2010-104587號及於2010年五月28日申請於日本專利局之日本專利申請第1010-122609號，及於2010年五月28日申請於日本專利局之日本專利申請第2010-122610號及於2010年五月28日申請於日本專利局之日本專利申請第2010-122473號，這些的整個內容係併入作為參考。

【圖式簡單說明】

圖1A至1D為剖面圖，顯示製造電力儲存裝置的負電極的方法。

圖2為剖面圖，顯示製造電力儲存裝置的負電極的方法。

圖3A及3B為顯示電力儲存裝置的一實施例之平面與剖面圖。

圖4A及4B為顯示電力儲存裝置的應用實施例之透視圖。

圖5A及5B為作動材料層的平面SEM影像與平面圖SIM影像。

圖6為作動材料層的剖面TEM影像。

圖7為電流收集器與主動材料層間之介面附近的放大圖。

圖8為電流收集器與使用EDX的作動材料層間之介面附近的二維元素映圖。

圖9為用以製造二次電池的方法例。

圖 10 爲無線電力饋入系統架構圖。

圖 11 爲無線電力饋入系統架構圖。

【主要元件符號說明】

101：電流收集器	103：作動材料層
105：虛線	107：混合層
109：金屬氧化物層	111：電流收集器
115：基材	121：下凹及凸出
151：電力儲存裝置	153：外部件
155：電力儲存格	157：終端部份
159：終端部份	163：負電極
165：正電極	167：分離器
169：電解液	171：負電極電流收集器
173：負電極作動材料層	175：正電極電流收集器
177：正電極作動材料層	200：電流收集器
202：作動材料層	204：電極
206：外殼	210：分離層
220：環形絕緣層	230：參考電極作動材料層
232：參考電極	240：分隔層
242：墊片	244：外殼
401：鈦膜	402：結晶矽層
403：空間	404：介面附近
405：層	411：區
412：區	415：區

416：區	501：輪椅
503：座位	507：置腳台
509：扶手	511：手把
513：控制器	515：框
517：前輪	519：後輪
521：驅動部份	523：控制部份
600：電力接收裝置	601：電力接收裝置部份
602：電力接收裝置天線電路	603：信號處理電路
604：電力儲存裝置	605：整流器電路
606：調變電路	607：電源電路
610：電力負載部份	700：電力饋入裝置
701：電力饋入裝置天線電路	702：信號處理電路
703：整流器電路	704：調變電路
705：解調電路	706：振盪器電路
103a：結晶矽區	103b：結晶矽區
103d：區	113a：突出部
113b：突出部	3050：電動車
3051：電力儲存裝置	3053：控制電路
3055：電腦	3057：驅動裝置

發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：100113546

※申請日：100 年 04 月 19 日

一、發明名稱：(中文／英文)

電力儲存裝置及其製造方法

Power storage device and method for manufacturing the same

※IPC 分類：

H01M 4/1395 (2010.01)
H01G 9/058 (2006.01)
H01M 4/134 (2010.01)
H01M 4/38 (2006.01)
H01M 4/66 (2006.01)
H01M 4/74 (2006.01)

二、中文發明摘要：

本案提供一種製造電力儲存裝置的方法，其中包含鬚狀結晶矽區的結晶矽層係被形成作為作動材料層在電流收集器之上，其藉由一低壓CVD法，其中加熱係使用含矽之沈積氣體執行。電力儲存裝置包含電流收集器、形成在電流收集器上之混合層、及作動為作動材料層的結晶矽層形成在混合層之上。結晶矽層包含結晶矽區及鬚狀結晶矽區，其包含有多數突出部，突出於該結晶矽區上。以該等突出部，可以增加操作為作動材料層的結晶矽層的表面積。

三、英文發明摘要：

Provided is a method for manufacturing a power storage device in which a crystalline silicon layer including a whisker-like crystalline silicon region is formed as an active material layer over a current collector by a low-pressure CVD method in which heating is performed using a deposition gas containing silicon. The power storage device includes the current collector, a mixed layer formed over the current collector, and the crystalline silicon layer functioning as the active material layer formed over the mixed layer. The crystalline silicon layer includes a crystalline silicon region and a whisker-like crystalline silicon region including a plurality of protrusions which project over the crystalline silicon region. With the protrusions, the surface area of the crystalline silicon layer functioning as the active material layer can be increased.

七、申請專利範圍：

1.一種製造電力儲存裝置的方法，包含：

藉由低壓CVD法，使用含矽的沈積氣體作為來源氣體，形成作為作動材料層的結晶矽層在電流收集器上，該結晶矽層包含結晶矽區及鬚狀結晶矽區在該結晶矽區之上。

2.如申請專利範圍第1項所述之製造電力儲存裝置的方法，其中該低壓CVD法係執行於高於550℃的溫度。

3.如申請專利範圍第1項所述之製造電力儲存裝置的方法，其中該含矽的沈積氣體係為氫化矽、氟化矽、或氯化矽。

4.如申請專利範圍第1項所述之製造電力儲存裝置的方法，其中該電流收集器具有箔片形、板形或網形。

5.如申請專利範圍第1項所述之製造電力儲存裝置的方法，其中該電流收集器係藉由一濺鍍法或CVD法形成在一基材上。

6.如申請專利範圍第1項所述之製造電力儲存裝置的方法，其中該電流收集器包含金屬元素，其係藉由與矽反應形成矽化物。

7.如申請專利範圍第6項所述之製造電力儲存裝置的方法，其中該藉由與矽反應形成矽化物的金屬元素為鋅、鈦、鉛、釩、鈮、鉭、鉻、鉬、鎢、鈷、或鎳。

8.一種電力儲存裝置，包含：

電流收集器；及

操作為作動材料層的結晶矽層，係形成在該電流收集

器上，該結晶矽層包含：

結晶矽區；及

鬚狀結晶矽區，形成在該結晶矽區之上。

9.如申請專利範圍第8項所述之電力儲存裝置，其中在該鬚狀結晶矽區中之突出軸方向為隨機的。

10.如申請專利範圍第8項所述之電力儲存裝置，其中在該鬚狀結晶矽區中之突出部的軸向為該電流收集器的法線方向。

11.如申請專利範圍第8項所述之電力儲存裝置，更包含：

混合層，其係形成在該電流收集器之上並包含矽及金屬元素，

其中在包含矽及該金屬元素的該混合層中之該金屬元素係為包含在該電流收集器中之金屬元素。

12.如申請專利範圍第8項所述之電力儲存裝置，其中該電流收集器包含金屬元素，其藉由與矽反應形成矽化物。

13.如申請專利範圍第12項所述之電力儲存裝置，其中該藉由與矽反應形成矽化物的金屬元素為鋅、鈦、鉛、釩、鈮、鉭、鉻、鉬、鎢、鈷、或鎳。

14.如申請專利範圍第11項所述之電力儲存裝置，其中該混合層包含矽化物。

15.如申請專利範圍第8項所述之電力儲存裝置，更包含金屬氧化物層，其包含形成在該電流收集器與該結晶矽

層間之包含在該電流收集器中之金屬元素的氧化物。

16.如申請專利範圍第15項所述之電力儲存裝置，其中該金屬氧化物層包含氧化鋯、氧化鈦、氧化鉛、氧化釩、氧化鋰、氧化鋇、氧化鉻、氧化鉬、氧化鎢、氧化鈷及氧化鎳之一或更多。

17.一種包含電極的電力儲存裝置，該電極包含：

電流收集器；

操作為作動材料層的結晶矽層，形成在該電流收集器上，該結晶矽層包含：

結晶矽區；及

鬚狀結晶矽區，形成在該結晶矽區之上，

其中在該鬚狀結晶矽區中之突出部的軸長度係大於或等於 $0.5\mu\text{m}$ 及小於或等於 $1000\mu\text{m}$ ，及該突出部的寬度係大於或等於 50nm 及小於或等於 $10\mu\text{m}$ 。

18.一種電力儲存裝置，包含：

電流收集器；及

操作為作動材料層的結晶矽層，形成在該電流收集器之上，

其中該結晶矽層之表面具有柱狀或針狀突出部，及

其中該突出部包含下凹部或凸出部。

19.如申請專利範圍第18項所述之電力儲存裝置，更包含：

一混合層，其係形成在該電流收集器之上並包含矽及金屬元素，

其中該在該包含矽與該金屬元素的混合層的金屬元素係包含在該電流收集器中之金屬元素。

20.如申請專利範圍第18項所述之電力儲存裝置，其中該電流收集器包含金屬元素，其係藉由與矽反應形成矽化物。

21.如申請專利範圍第20項所述之電力儲存裝置，其中該藉由與矽反應形成矽化物的金屬元素為鋅、鈦、鉛、釩、鈮、鉭、鉻、鉬、鎢、鈷、或鎳。

22.如申請專利範圍第19項所述之電力儲存裝置，其中該混合層包含矽化物。

23.如申請專利範圍第18項所述之電力儲存裝置，更包含金屬氧化物層，其包含一金屬元素的氧化物，該金屬元素係包含在該電流收集器與該結晶矽層間之電流收集器之中。

24.如申請專利範圍第23項所述之電力儲存裝置，其中該金屬氧化物層包含氧化鋅、氧化鈦、氧化鉛、氧化釩、氧化鈮、氧化鉭、氧化鉻、氧化鉬、氧化鎢、氧化鈷、及氧化鎳之一或更多者。

25.一種電力儲存裝置，包含：

電流收集器；及

操作為作動材料層的結晶矽層，形成在該電流收集器之上，

其中該結晶矽層包含第一區，其覆蓋該電流收集器；及第二區，其形成在該第一區之上並具有柱狀或針狀突出

201212358

部，及

其中該突出部包含下凹部或凸出部。

圖 1A

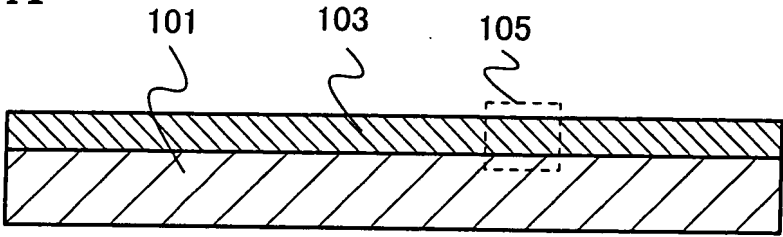


圖 1B

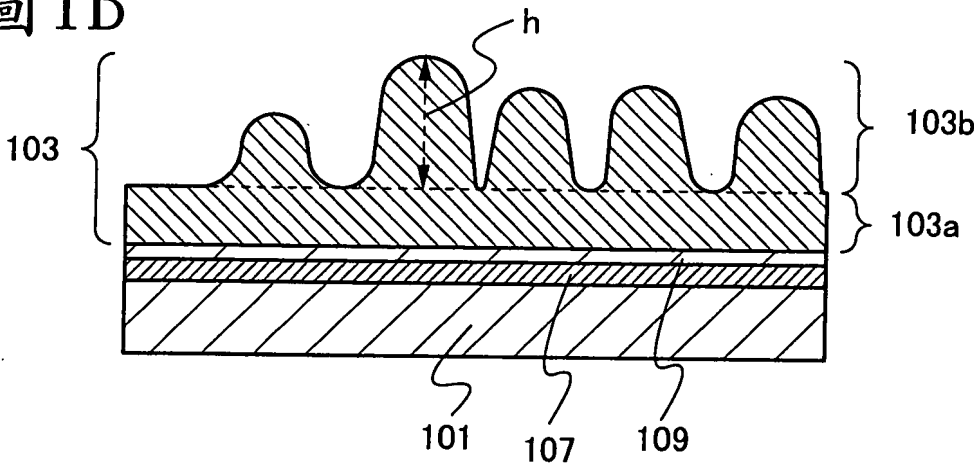


圖 1C

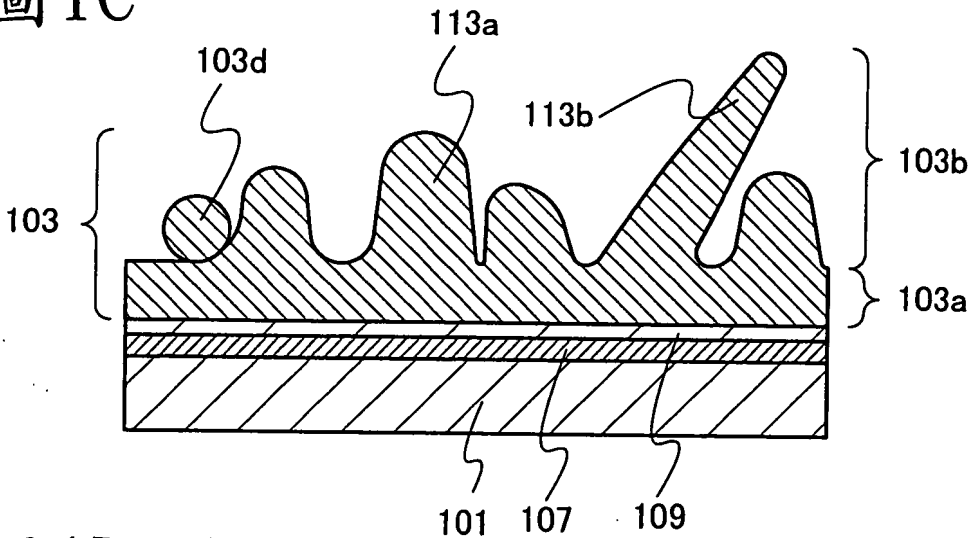


圖 1D

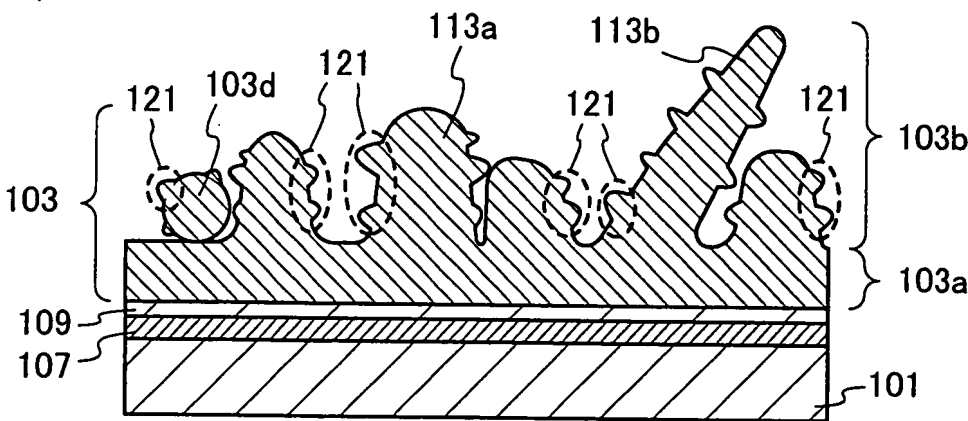


圖2

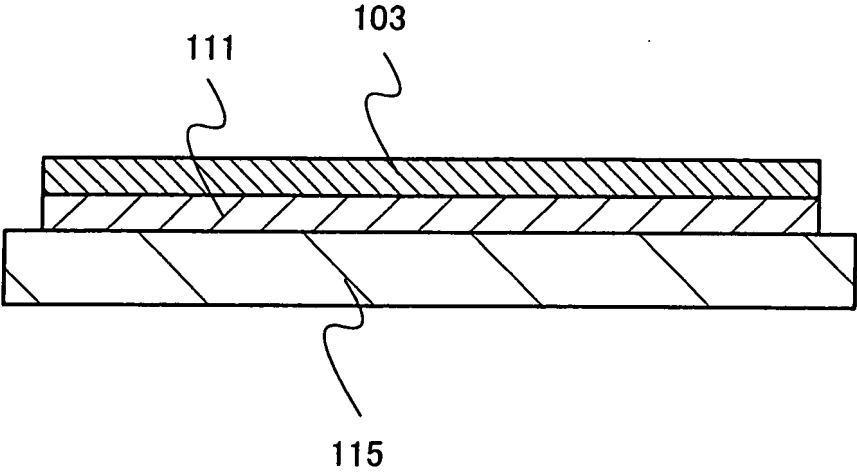


圖 3A

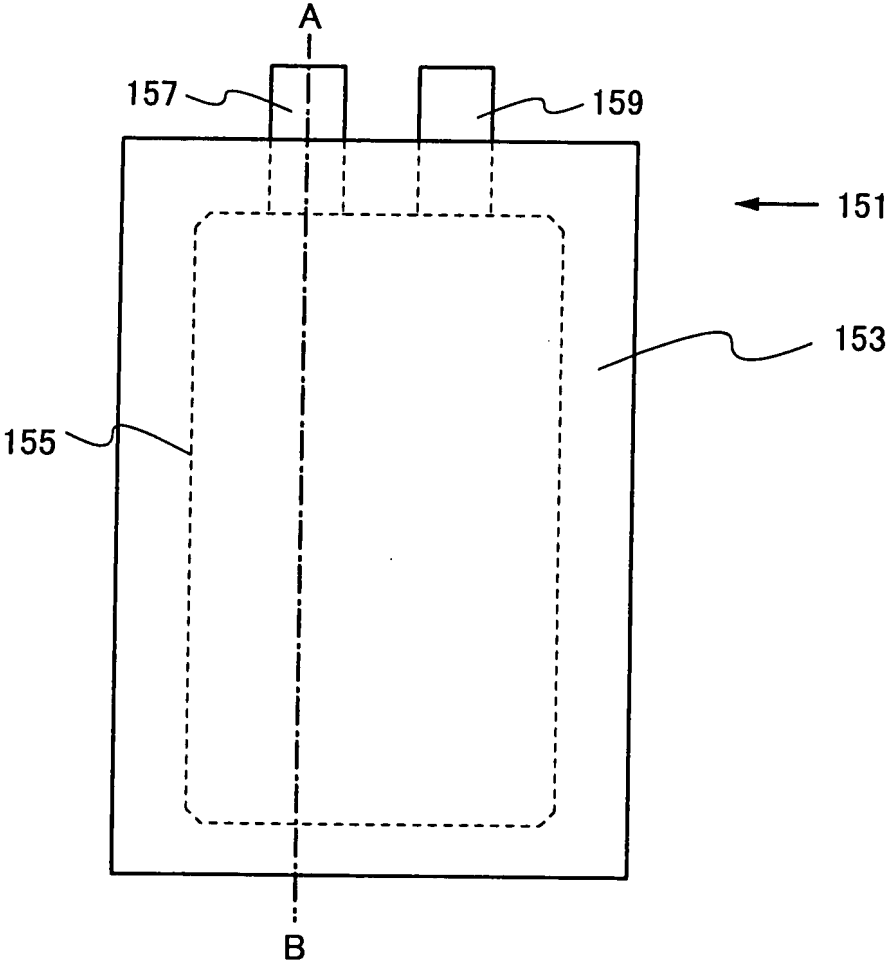


圖 3B

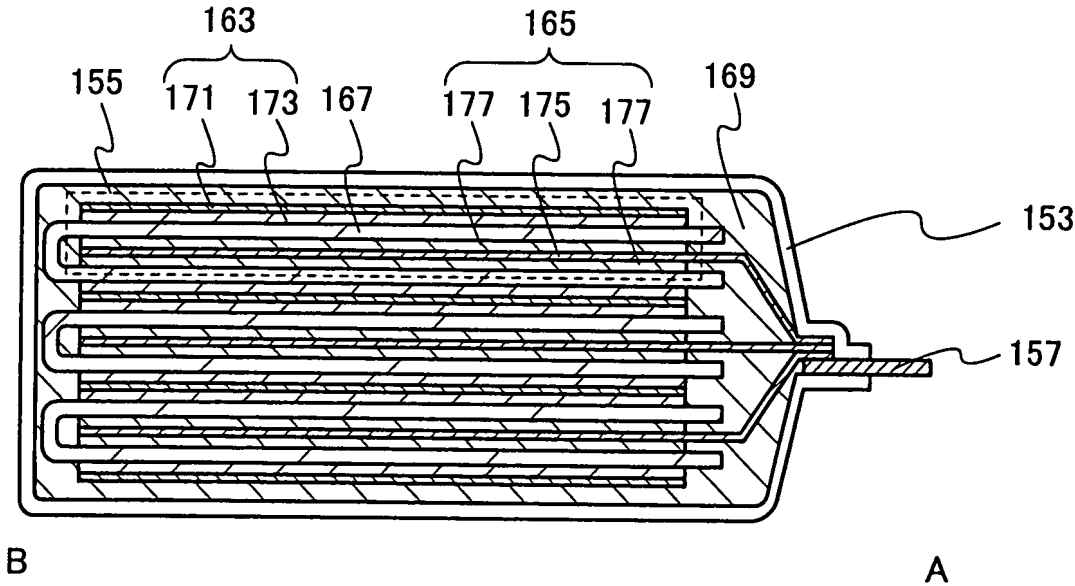


圖 4A

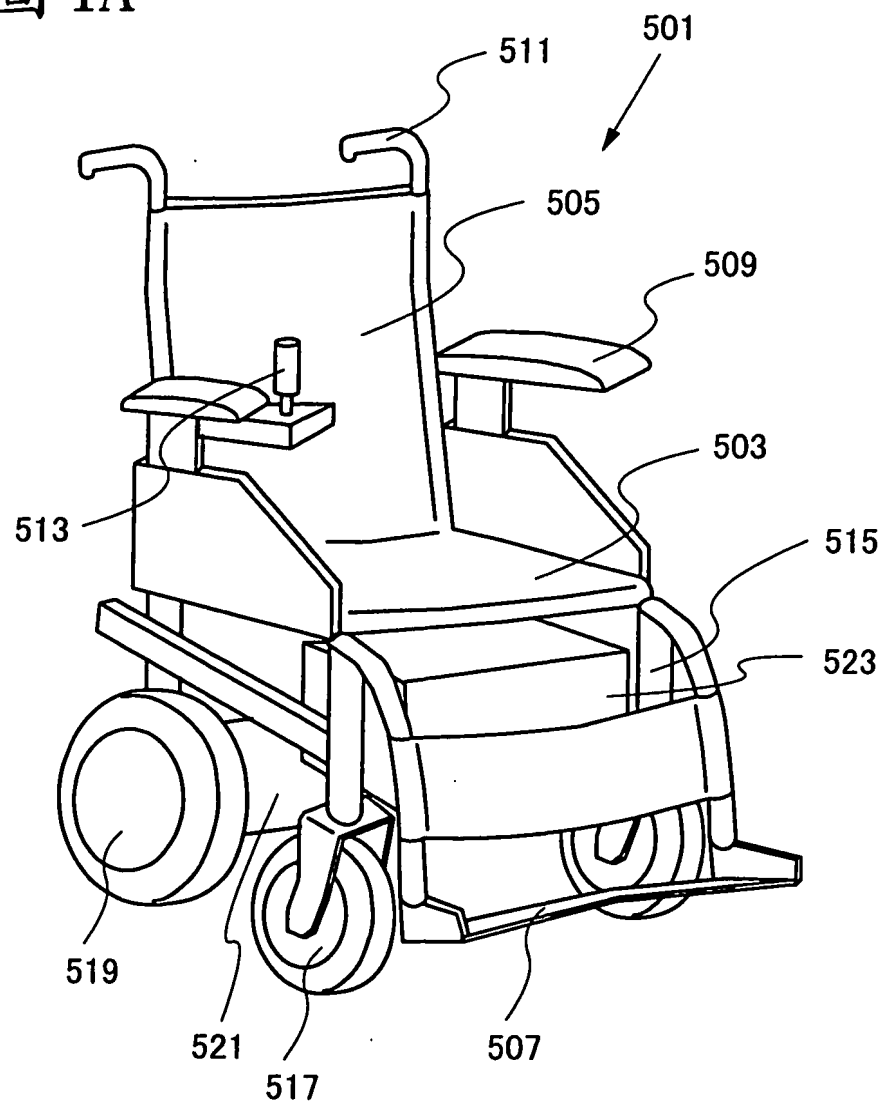


圖 4B

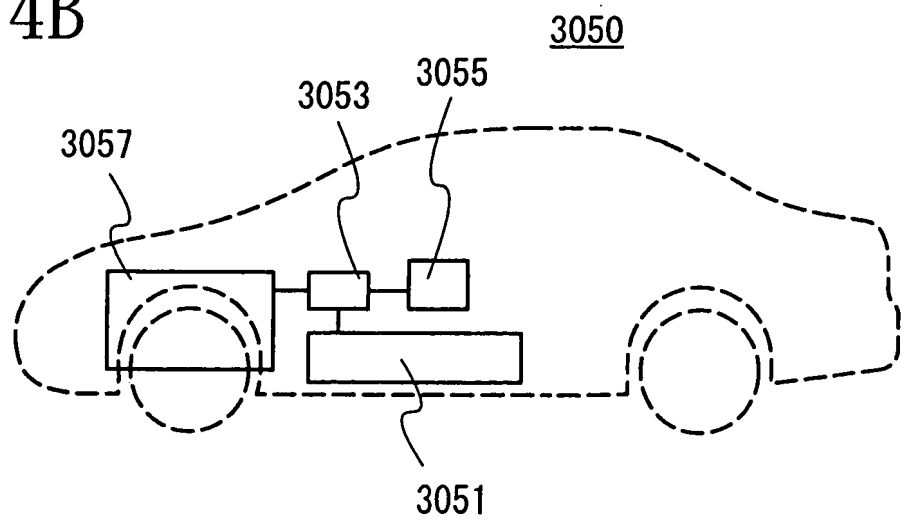


圖5A

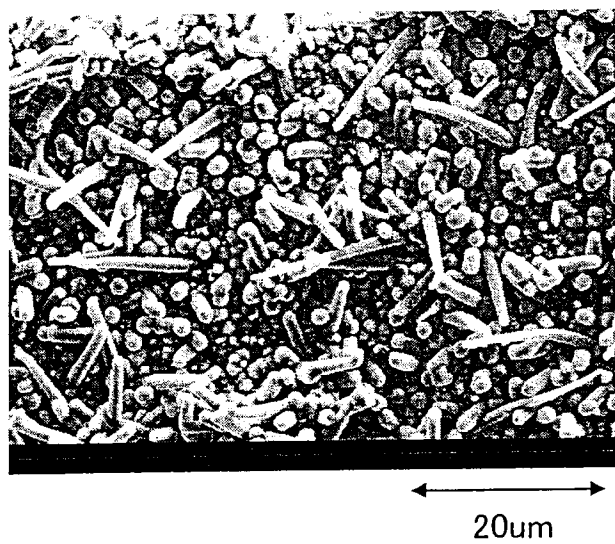


圖5B

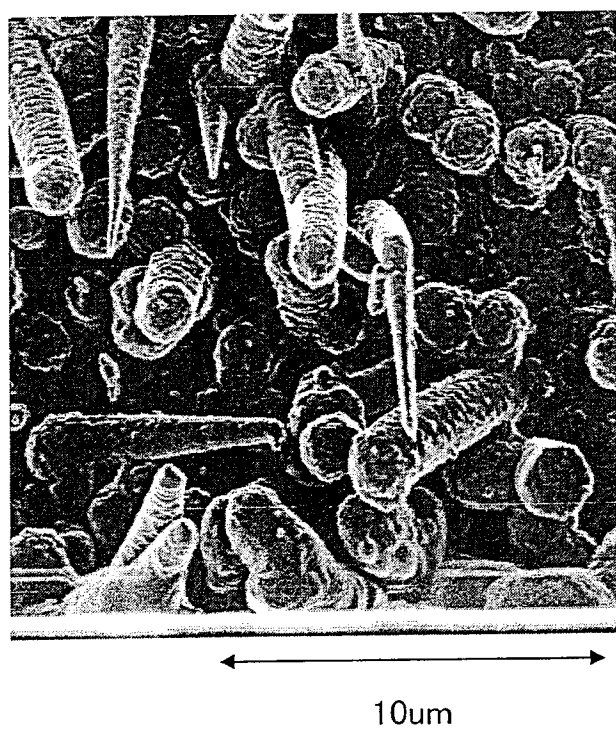


圖6

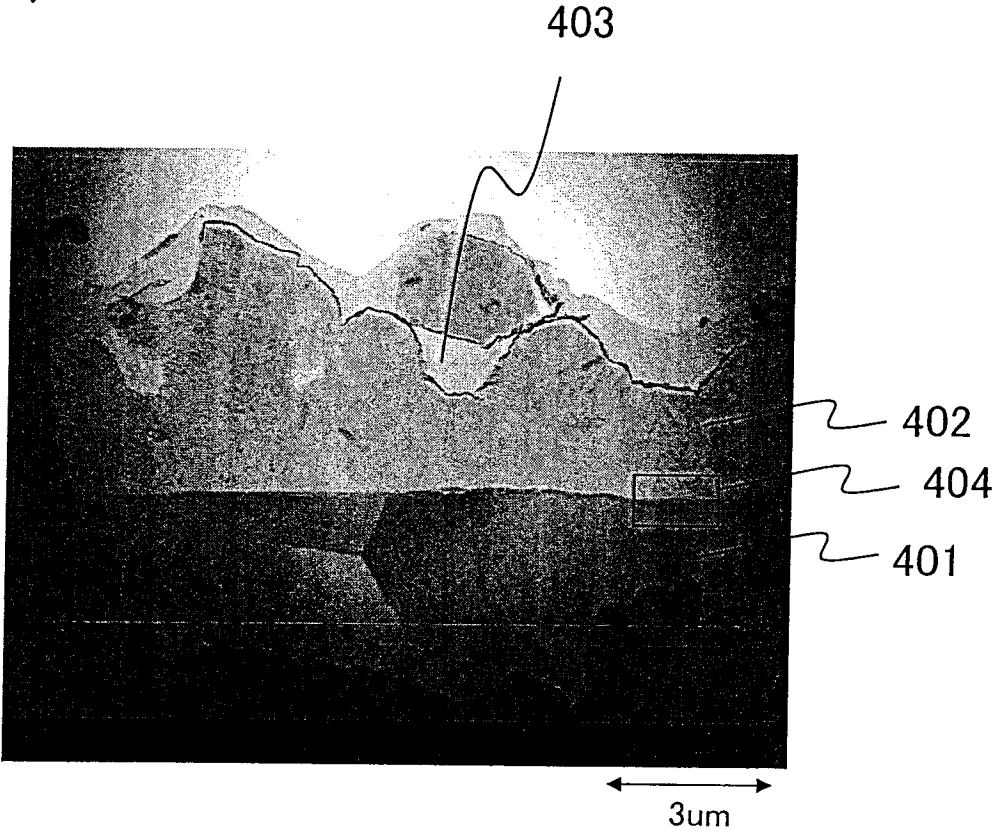


圖 7

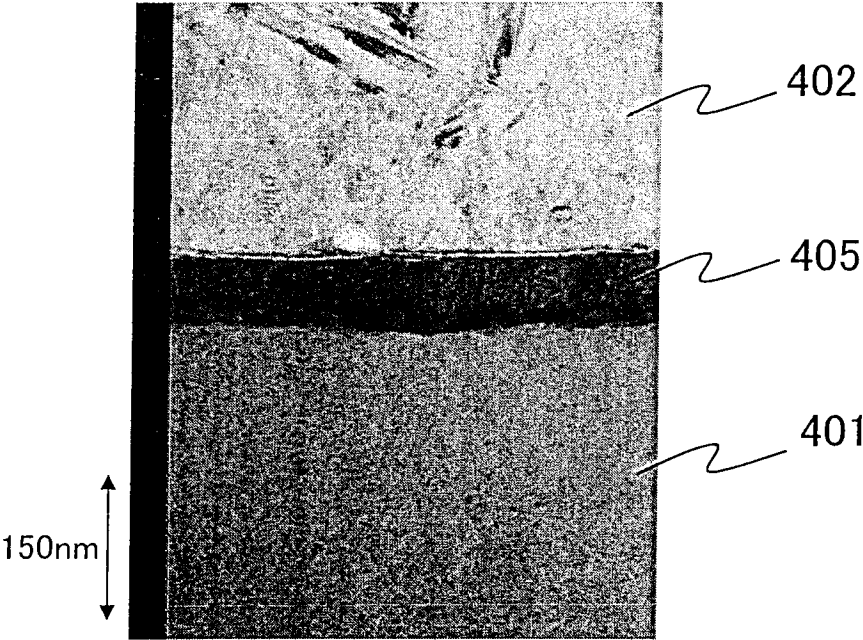


圖 8

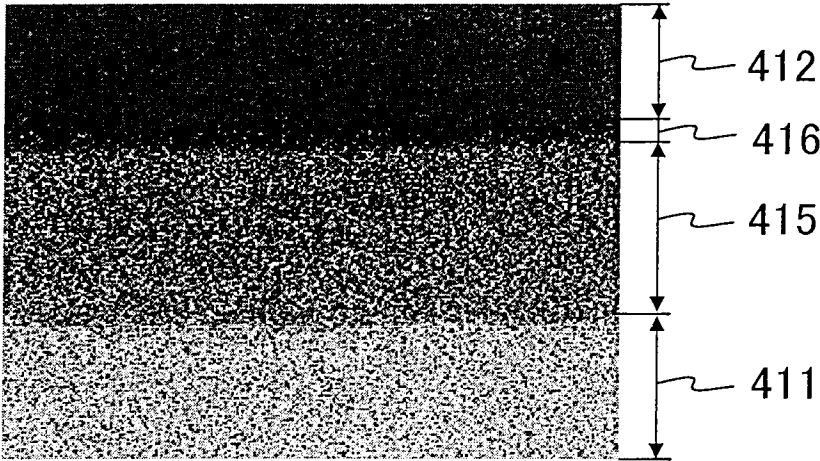


圖 9

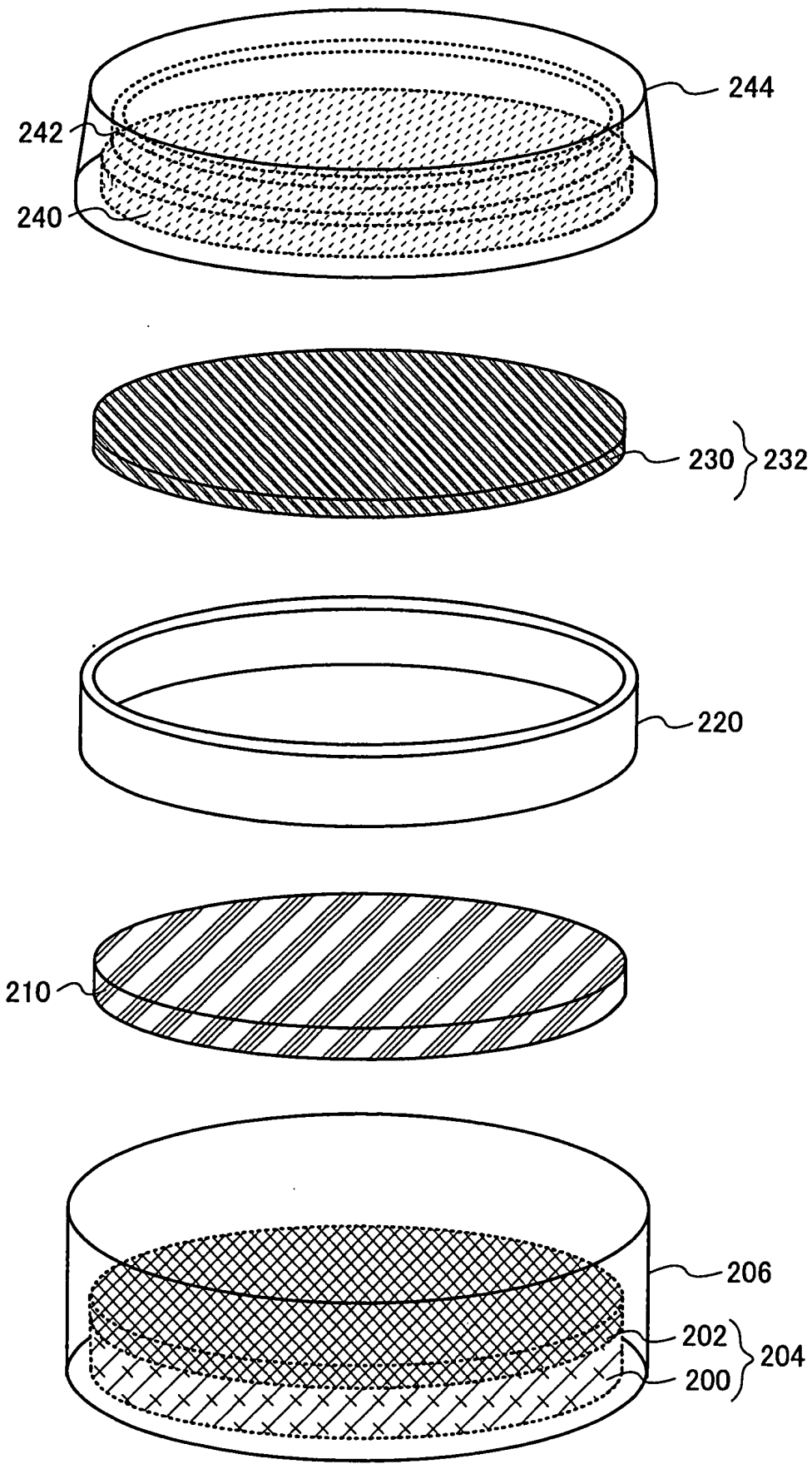


圖 10

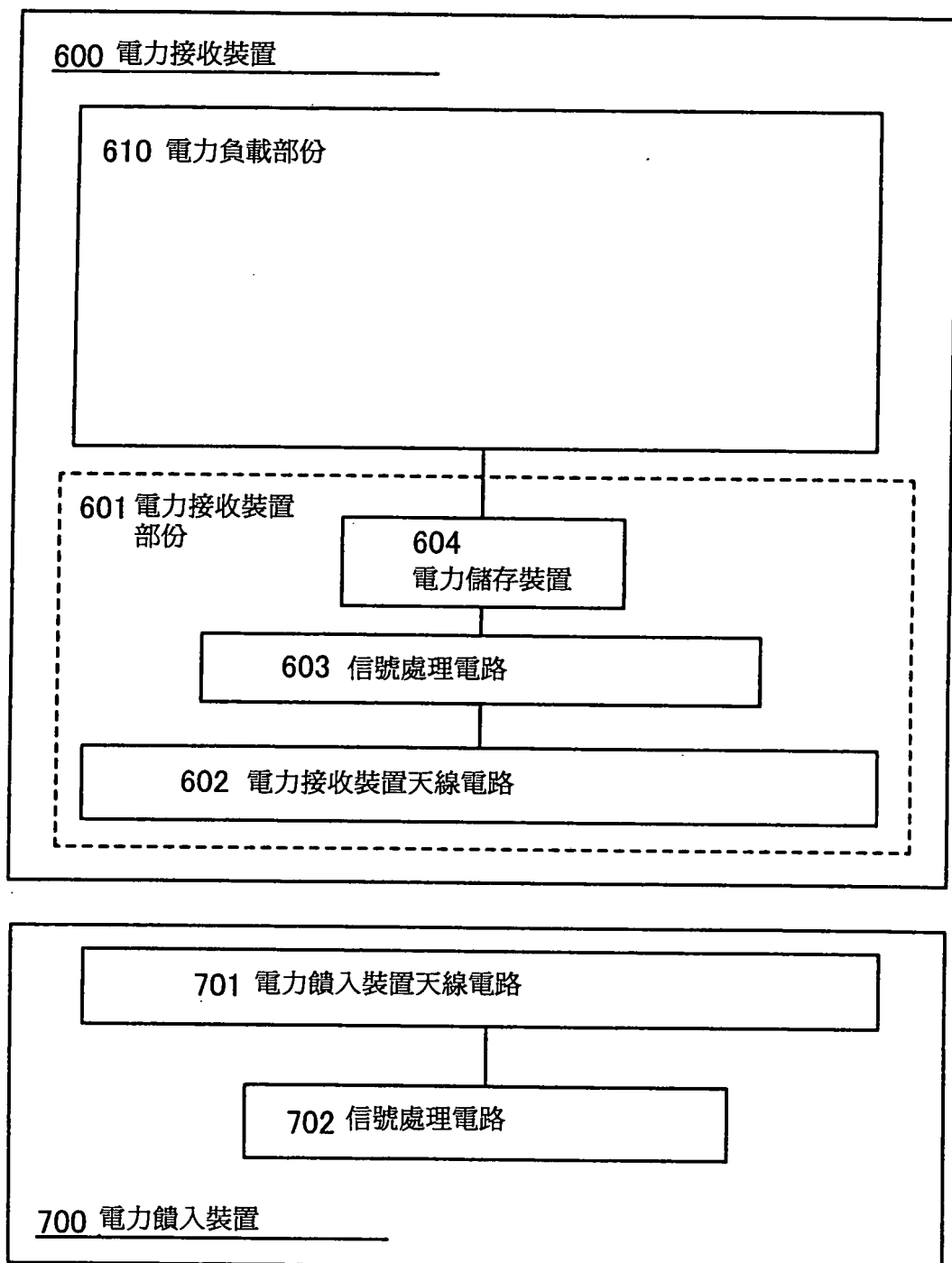
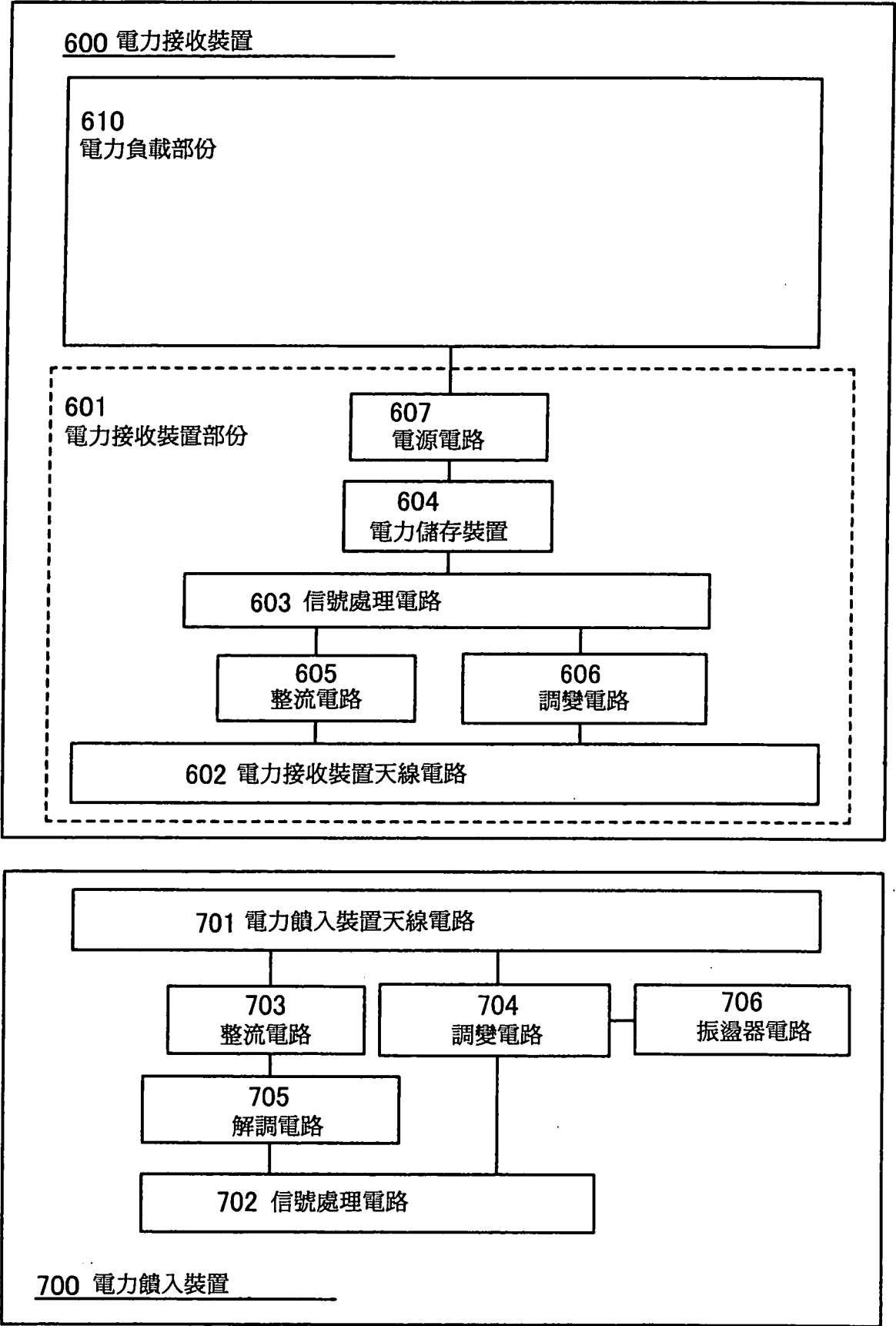


圖 11



四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

101：電流收集器

103：作動材料層

103a：結晶矽區

103b：鬚狀結晶矽區

103d：區

105：虛線

107：混合層

109：金屬氧化物層

121：下凹及凸出

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無