

(21)申請案號：100118478

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 05 月 26 日

(51)Int. Cl. : H01M4/525 (2010.01)

H01M4/505 (2010.01)

(30)優先權：2010/05/28 日本

2010-122793

(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：川上貴洋 KAWAKAMI, TAKAHIRO (JP)；山梶正樹 YAMAKAJI, MASAKI (JP)；
高橋 娜蒂亞 TAKAHASHI, NADINE (US)；山崎舜平 YAMAZAKI, SHUNPEI (JP)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：13 項 圖式數：10 共 49 頁

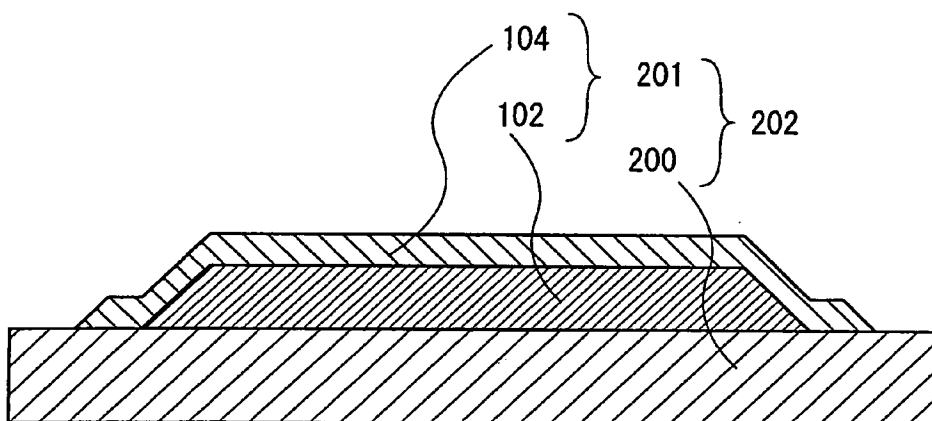
(54)名稱

電力儲存裝置

POWER STORAGE DEVICE

(57)摘要

本發明之目的在於提供具有高放電容量和高能量密度之電力儲存裝置。此電力儲存裝置包含正電極，其中，正電極活性材料係形成於正電極集電器之上；以及負電極，其面對正電極，連同電解質溶液係置於負電極與正電極之間。正電極活性材料包含：呈膜形式之第一區域，包含含有鋰和鎳之化合物；以及呈膜形式之第二區域，包含含有鋰以及鐵、錳和鈷的其中之一或更多者，但不含有鎳之化合物。第一區域係覆以第二區域。由於正電極活性材料之表面部分不含鎳，因此，鎳不與電解質溶液相接觸；因而，可抑制鎳之催化劑作用的產生，並可利用鎳的高放電潛力。



102：第一區域

104：第二區域

200：正電極集電器

201：正電極活性材料
層

202：正電極

(21)申請案號：100118478

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 05 月 26 日

(51)Int. Cl. : H01M4/525 (2010.01)

H01M4/505 (2010.01)

(30)優先權：2010/05/28 日本

2010-122793

(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：川上貴洋 KAWAKAMI, TAKAHIRO (JP)；山梶正樹 YAMAKAJI, MASAKI (JP)；
高橋 娜蒂亞 TAKAHASHI, NADINE (US)；山崎舜平 YAMAZAKI, SHUNPEI (JP)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：13 項 圖式數：10 共 49 頁

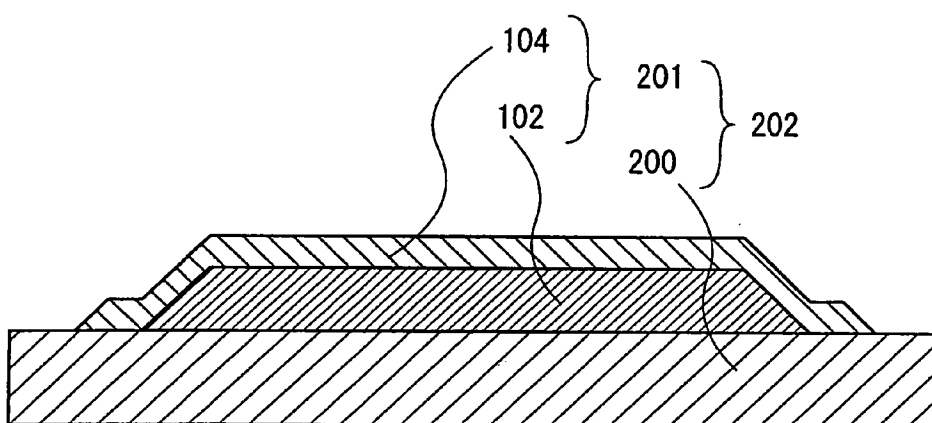
(54)名稱

電力儲存裝置

POWER STORAGE DEVICE

(57)摘要

本發明之目的在於提供具有高放電容量和高能量密度之電力儲存裝置。此電力儲存裝置包含正電極，其中，正電極活性材料係形成於正電極集電器之上；以及負電極，其面對正電極，連同電解質溶液係置於負電極與正電極之間。正電極活性材料包含：呈膜形式之第一區域，包含含有鋰和鎳之化合物；以及呈膜形式之第二區域，包含含有鋰以及鐵、錳和鈷的其中之一或更多者，但不含有鎳之化合物。第一區域係覆以第二區域。由於正電極活性材料之表面部分不含鎳，因此，鎳不與電解質溶液相接觸；因而，可抑制鎳之催化劑作用的產生，並可利用鎳的高放電潛力。



102：第一區域

104：第二區域

200：正電極集電器

201：正電極活性材料
層

202：正電極

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

所揭示發明之一個實施例係有關電力儲存裝置。

【先前技術】

諸如個人電腦和手機之便攜式電子裝置領域業已蓬勃發展。便攜式電子裝置需要具有高能量密度、小型、輕盈又可靠之可充電的電力儲存裝置。此種電力儲存裝置已知有鋰離子二次電池。此外，安裝有二次電池之電動車輛之發展亦已從對環境問題和能源問題日益覺醒的崛起中迅速展開。

在鋰離子二次電池中，作為正極活性材料，已知有橄欖石構造並含有鋰（Li）和鐵（Fe）、鈷（Co）、或鎳（Ni），諸如磷酸鐵鋰（ LiFePO_4 ）、鈷酸鋰磷酸（ LiCoPO_4 ）、磷酸鋰鎳（ LiNiPO_4 ）之磷酸化合物（參見專利文獻，非專利文件1，以及非專利文獻2）。

磷酸鐵鋰係以 LiFePO_4 之組合化學式來予以表示，且藉由完全從 LiFePO_4 萃取出鋰所形成之 FePO_4 也很穩定；因此，可以磷酸鐵鋰而安全地實現高容量。

[參考資料]

[專利文獻]

[專利文獻1] 日本公告之專利申請案HL1-25983號

[非專利文件]

[非專利文獻1] Byoungwoo Kang, Gerbrand Ceder, 「自然 (Nature)」, (大不列顛及北愛爾蘭聯合王國), 2009年, 3月, 卷458, 第190-193頁

[非專利文獻2] F.Zhou等人, 「電化學通訊 (Electrochemistry Communications)」, (荷蘭王國), 2004年, 11月, 卷6, 第11號, 第1144至1148頁

【發明內容】

一種正電極活性材料, 包含具有橄欖石構造並含有上述鋰和鎳之磷酸化合物, 預期會有比包含橄欖石構造以及含有鋰和鐵但不含有鎳之磷酸化合物之正電極活性材料更高的放電電位。包含具有橄欖石構造以及含有上述鋰和鎳之磷酸化合物之磷酸鹽 (例如, 通式: LiNiPO_4) 的理論容量和包含橄欖石構造以及含有鋰和鐵但不含有鎳之磷酸化合物 (例如, 通式: LiFePO_4) 的理論容量幾乎相同。因此, 包含具有橄欖石構造以及含有鋰和鎳之磷酸化合物, 預期會有高能量密度。

然而, 即便使用包含具有橄欖石構造並含有鋰和鎳之磷酸化合物之正電極活性材料, 仍未獲得預期的電位。其原因被認為是電解質溶液 (有機溶劑) 的分解。

屬於正電極活性材料之具有橄欖石構造並含有鋰和鎳的磷酸化合物可作為用於電解質溶液中所含有機材料的氧化還原反應的催化劑。因此, 當正電極活性材料中所含有鎳金屬或鎳與電解質溶液相接觸, 即有可能促進電解質溶

液中所含有機材料的氧化還原反應，並分解有機材料。

有鑑於以上問題，所揭示之一個實施例之目的在於提供一種具有高能量密度的電力儲存裝置。

本發明之一個實施例為一種電力儲存裝置，包含：正電極，其中，正電極活性材料係形成於正電極集電器之上；以及負電極，其面對該正電極，連同電解質溶液置於該負電極與該正電極之間。正電極活性材料包含：呈膜形式之第一區域，包含含有鋰（Li）和鎳（Ni）之化合物；以及呈膜形式之第二區域，包含含有鋰（Li）以及鐵（Fe）、錳（Mn）和鈷（Co）的其中之一或更多者，但不含有鎳（Ni）之化合物。呈膜形式之第一區域係覆以呈膜形式之第二區域。

第一區域可包含含有鋰和鎳的磷酸化合物。第二區域可包含含有鋰以及鐵，錳，鈷的其中之一或更多者，但不含有鎳的磷酸化合物。可提供具有橄欖石構造的磷酸化合物作為磷酸化合物的典型例子。在第一區域中，含有鋰和鎳的磷酸化合物可包含具有橄欖石構造之一區域。在第二區域中，含有鋰以及鐵、錳、鈷的其中之一或更多者，但不含有鎳的磷酸化合物可包含具有橄欖石構造之一區域。此外，第一區域和第二區域兩者可包含具有橄欖石構造的磷酸化合物。第一區域的構造可為單晶構造、多晶構造、微晶構造，或非晶構造。此外，第二區域的構造可為單晶構造，多晶構造，微晶構造，或非晶構造。

包含具有橄欖石構造並含有鋰和鎳之第一區域可使用

以通式 $\text{Li}_{1-x_1}\text{Ni}_y\text{M}_{1-y}\text{PO}_4$ (x_1 係大於或等於 0 且小於或等於 1； M 為鐵、錳和鈷的其中之一者；且 y 係大於 0 和小於 1) 表示的材料來予以形成。包含具有橄欖石構造並含有鐵，錳，鈷的其中之一或更多者，但不含有鎳之第二區域可使用以通式 $\text{Li}_{1-x_2}\text{MePO}_4$ (x_2 係大於或等於 0 且小於或等於 1； Me 為鐵、錳和鈷的其中之一或更多者) 表示的材料來予以形成。 M 為鐵、錳和鈷的其中之一個或多個元素，此外， Me 為鐵、錳和鈷的其中之一個或多個元素。在 M 和 Me 為鐵、錳和鈷的其中任兩個情況下，沒有對構成元素之比例的特別限制。

以下說明在以通式 $\text{Li}_{1-x_1}\text{Ni}_y\text{M}_{1-y}\text{PO}_4$ (x_1 係大於或等於 0 且小於或等於 1； M 為鐵、錳和鈷的其中之一者；且 y 係大於 0 和小於 1) 所表示之材料中， M 為一個或更多元素之情形。

在 M 為鐵、錳、鈷的其中之一個元素情況下，第一區域中所包含之材料係以通式 $\text{Li}_{1-x_1}(\text{M}1)_b\text{PO}_4$ (x_1 係大於或等於 0 且小於或等於 1； $\text{M}1$ 為鐵、錳和鈷的其中之一；且 $a+b=1$ ， a 係大於 0 和小於 1，且 b 係大於 0 和小於 1) 來予以表示。

在 M 為鐵、錳、鈷的其中之兩個元素情況下，第一區域中所包含之材料係以通式 $\text{Li}_{1-x_1}\text{Ni}_a(\text{M}1)_b(\text{M}2)_c\text{PO}_4$ (x_1 係大於或等於 0 且小於或等於 1； $\text{M}1 \neq \text{M}2$ ，且 $\text{M}1$ 和 $\text{M}2$ 為鐵、錳和鈷的其中之一者；且 $a+b+c=1$ ， a 係大於 0 和小於 1， b 係大於 0 和小於 1，且 c 係大於 0 和小於 1) 來予以表示。

在 M 爲鐵、錳、鈷的其中之三個元素情況下，第一區域中所包含之材料係以通式 $\text{Li}_{1-x_1}\text{Ni}_a(\text{M1})_b(\text{M2})_c(\text{M3})_d\text{PO}_4$ (x_1 係大於或等於 0 且小於或等於 1； $\text{M1} \neq \text{M2}$ ， $\text{M1} \neq \text{M3}$ ， $\text{M2} \neq \text{M3}$ ，且 M1 、 M2 和 M3 爲鐵、錳和鈷的其中之任一者；且 $a+b+c+d=1$ ， a 係大於 0 和小於 1， b 係大於 0 和小於 1， c 係大於 0 和小於 1，且 d 係大於 0 和小於 1) 來予以表示。

以下說明材料係以通式 $\text{Li}_{1-x_2}\text{MePO}_4$ (x_2 係大於或等於 0 且小於或等於 1；且 Me1 爲鐵、錳和鈷的其中之一或更多者) 表示， M 爲一或更多元素之情形。

在 Me 爲鐵、錳、鈷的其中之一個元素情況下，第二區域中所包含之材料係以通式 $\text{Li}_{1-x_2}(\text{Me1})\text{PO}_4$ (x_2 係大於或等於 0 且小於或等於 1；且 Me1 爲鐵、錳和鈷的其中之一) 來予以表示。

在 Me 爲鐵、錳、鈷的其中之兩個元素情況下，第二區域中所包含之材料係以通式 $\text{Li}_{1-x_2}(\text{Me1})_a(\text{Me2})_b\text{PO}_4$ (x_2 係大於或等於 0 且小於或等於 1； $\text{Me1} \neq \text{Me2}$ ，且 Me1 和 Me2 爲鐵、錳和鈷的其中之每一者；且 $a+b=1$ ， a 係大於 0 和小於 1，且 b 係大於 0 和小於 1) 來予以表示。

在 Me 爲鐵、錳、鈷的其中之三個元素情況下，第二區域中所包含之材料係以通式 $\text{Li}_{1-x_2}(\text{Me1})_a(\text{Me2})_b(\text{Me3})_c\text{PO}_4$ (x_2 係大於或等於 0 且小於或等於 1； $\text{Me1} \neq \text{Me2}$ ， $\text{Me2} \neq \text{Me3}$ ， $\text{Me1} \neq \text{Me3}$ ，且 Me1 、 Me2 和 Me3 爲鐵、錳和鈷的其中之任一者；且 $a+b+c=1$ ， a 係大於 0 和小於 1， b 係大於 0 和小於 1，且 c 係大於 0 和小於 1) 來予以表示。

由通式 $\text{Li}_{1-x1}\text{Ni}_y\text{M}_{1-y}\text{PO}_4$ ($x1$ 係大於或等於0且小於或等於1； M 為鐵、錳、鈷的其中之一或更多者，且 y 係大於或等於0且小於或等於1) 所表示之材料可具有橄欖石構造。

由通式 $\text{Li}_{1-x2}\text{MePO}_4$ ($x2$ 係大於或等於0且小於或等於1；且 Me 為鐵、錳、鈷的其中之一或更多者) 所表示之材料可具有橄欖石構造。

第一區域可具有鎳之濃度梯度。

稍後說明之正電極活性材料層係由呈膜形式之正電極活性材料所形成。

依據所揭示發明之實施例，可獲得具有高放電電壓和高能量密度之電力儲存裝置。

【實施方式】

在下文中，將參考附圖來詳細說明本發明之實施例。須知，本發明不限於以下說明。本發明可以各種不同的方式來予以實施，且熟於本技藝人士當知，在不悖離本發明之精神和範圍下可作各種變化和修改。因此，本發明不應該被解釋為限於以下實施例之說明。須知，標示相同部分之元件符號共用在不同圖式中。

須知，實施例中圖式所示各構造之層、區域之大小、層厚在某些情況下為求簡明而誇大。因此，各構造的比例未必限於圖式上所說明。

須知，本說明書中諸如「第一」、「第二」和「第三

」等序數被用來識別組件，且此等名詞不在數值上限制元件。

[實施例 1]

將參考第 1 圖說明於此實施例中，依據本發明之一個實施例之儲存裝置中所包含正電極之構造。

第 1 圖為屬於本發明之一個實施例之電力儲存裝置中所包含正電極的示意橫剖視圖。

如第 1 圖所示，在此實施例中，正電極活性材料層 201 包含：呈膜形式之第一區域，其包含含有鋰和鎳之化合物，（在下文中稱本區域為第一區域 102）；和呈膜形式之第二區域，其包含含有鋰以及鐵、錳和鈷的其中之一或更多者，但不含有鎳之化合物（在下文中稱本區域為第二個區域 104）。第一區域 102 係覆以第二區域 104。

亦即，包含含有鋰和鎳之化合物之呈膜形式之第一區域 102 之頂面和側面係覆以呈膜形式之第二區域 104，其包含含有鋰以及鐵、錳和鈷的其中之一或更多者，但不含有鎳之化合物。因此，第一區域 102 之表面未露出。在使用第 1 圖所示正電極於電力儲存裝置情況下，使用第一區域 102 不與電解質溶液相接觸之構造。與電解質溶液相接觸之正電極活性材料層 201 之表面係由第二區域 104 所形成。

呈膜形式之第一區域 102 包含含有鋰和鎳之化合物，且此鎳可作為用於電解質溶液中所含有機材料之氧化還原反應的催化劑。因此，當第一區域 102 中的鎳與電解質溶

液相接觸時，有可能促進電解質溶液中所含有機材料之氧化還原反應和分解有機材料。依據此一實施例，鎳不與電解質溶液相接觸；因此，可抑制鎳催化劑作用的產生，可以使用鎳的高放電電位。

可使用含有鋰和鎳之磷酸化合物來形成第一區域102。可提供具有橄欖石構造的磷酸化合物作為典型的磷酸化合物例子。在第一區域102中，含有鋰和鎳的磷酸化合物可包含具有橄欖石構造之區域。第一區域的102可具有單晶構造、多晶構造、或微晶構造。替代地，第一區域102可具有非晶構造。

在使用包含具有橄欖石構造之區域之磷酸化合物來形成第一區域102情況下，第一區域102包含有鋰、過渡金屬和磷酸鹽（ PO_4 ）。可提供含有鎳和鐵、錳、鈷、和鎳的其中之一或更多者作為過渡金屬。當第一區域102包含具有高氧化還原電位之鎳時，可實現高放電電位。此外，第一區域102中鎳的比例越高，放電容量的比例會因鎳之氧化還原而越高，因此，可實現高能量密度。

在使用含有鋰和鎳並包含具有橄欖石構造之區域之磷酸化合物來形成第一區域102情況下，第一區域102可包含以通式 $\text{Li}_{1-x}\text{Ni}_y\text{M}_{1-y}\text{PO}_4$ （ x 係大於或等於0且小於或等於1；且 M 為鐵、錳和鈷的其中之一或更多者）表示之材料。在化學式中， y 係大於0和小於或等於1，較佳為大於或等於0.8，更佳為1，藉此，可實現更高的能量密度。

第一區域102可具有鎳的濃度梯度。

可使用含有鋰以及鐵、錳和鈷的其中之一或更多者，但不含有鎳之磷酸化合物來形成第二區域104。可提供具有橄欖石構造的磷酸化合物作為典型的磷酸化合物例子。在第二區域104中，含有鋰以及鐵、錳和鈷的其中之一或更多者，但不含有鎳之磷酸化合物可包含具有橄欖石構造之區域。第二區域104可具有單晶構造、多晶構造、或微晶構造。替代地，第二區域104可具有非晶構造。

在使用包含具有橄欖石構造之區域之磷酸化合物來形成第二區域104情況下，第二區域104包含有鋰、過渡金屬和磷酸鹽（ PO_4 ）。可提供含有鋰以及鐵、錳和鈷的其中之一或更多者，但不含有鎳者作為過渡金屬。

在使用包含具有橄欖石構造之區域以及含有鋰以及鐵、錳和鈷的其中之一或更多者，但不含有鎳之磷酸化合物來形成第二區域104情況下，第二區域104可包含以通式 $\text{Li}_{1-x_2}\text{MePO}_4$ （ x_2 係大於或等於0且小於或等於1；且 Me 為鐵、錳和鈷的其中之一或更多者）所表示之材料。

第二區域104較佳係以用來作為有助於充電和放電之正電極活性材料之化合物來予以形成，以免導致容量減低。在第二區域104使用包含具有橄欖石構造之區域之磷酸化合物來形成的情況下，可在充電和放電實現高容量。

由於第二區域104不含有鎳，因此，放電電位減少，且能量密度降低。因此，第二區域104之厚度 r 與正電極材料層201之厚度 r 之比例 c （ $c=d/r$ ）為越小越佳。比例 c 較佳為大於或等於0.005和小於或等於0.25，更佳為大於或等於

0.01小於或等於0.1。藉由改變比例 c ，可形成具有所想要的能量密度之正電極活性材料。

在充電和放電時，鋰被萃取出和插入於第一區域102和第二區域104中的化合物中。因此，在以通式 $Li_{1-x_1}Ni_yM_{1-y}PO_4$ （ x_1 係大於或等於0和大於或小等於1， M 為鐵、錳和鈷的其中之一或更多者且 y 係大於0和小於或等於1），在一般的公式， $Li_{1-x_2}MePO_4$ （ x_2 係大於或等於0和小於或等於1；且 Me 為鐵、錳和鈷的其中之一或更多者）， x_1 和 x_2 均係在0到1範圍內的給定值。在某些情況下，第一區域102和第二區域104可具有鋰的濃度梯度。

對於在第一區域102和第二個區域104中的化合物，可使用鹼金屬（例如，鈉（Na）或鉀（K））、鹼土金屬（例如，鈣（Ca）、鐳（Sr）、鋇（Ba））、鉍（Be）、鎂（Mg）來代替鋰。替代地，對於在第一區域102和第二個區域104中的化合物，可使用含有鋰、一個或更多個鹼金屬和鹼土金屬之化合物。

依據本實施例，鎳不與電解質溶液相接觸；因此，可抑制鎳催化劑作用的產生，可使用高放電電位。

[實施例2]

以下將參考第2、3和4圖來說明，異於第1圖所示例子，在此實施例中，依據本發明之一個實施例之電力儲存裝置中所包含之正電極之構造。

第2、3和4圖之每一者係屬於本發明之一個實施例之

電力儲存裝置中所包含之正電極之示意橫剖視圖。

如第2圖所示，在此實施例中，正電極活性材料層201包含呈膜形式之第一區域102，其包含含有鋰電池和鎳之化合物；和呈膜形式之第二區域的104，其包含含有鋰和鐵、錳、和鈷的其中之一或更多，但不含有鎳的化合物。第一區域102係覆以第二區域104。第一區域102之頂面和側面都覆以第二區域104。此外，第二區域的104係形成於第一區域102與正電極集電器200之間。

第3和4圖各顯示設有複數個呈膜形式之第一區域之情形，而第1和2圖各顯示設有一個第一區域102之情形。

其他構造可類似於實施例1。

[實施例3]

以下將說明，在此實施例中，屬於本發明實施例之電力儲存裝置中所包含正電極之形成方法。

首先，準備正電極集電器200（第5A圖）。

對用於正電極集電器200之材料並無特別限制；然而，具有高電導率，諸如鉑、鋁、銅或鈦之材料。在此實施例中，使用鈦。

其次，使用含有鋰和鎳的化合物來形成第一區域102於正電極集電器200之上（第5B圖）。

作為包含含有鋰和鎳化合物之第一區域102之形成方法，可使用諸如PVD（物理氣相沉積）方法（例如，濺射法）、真空蒸鍍法或CVD（化學氣相沉積）法（例如，電

漿 CVD 法、熱 CVD 法，或 LPCVD（低壓化學氣相沉積法）。藉由透過乾燥程序而形成包含含有鋰和鎳化合物之第一區域 102，包含含有鋰和鎳化合物之第一區域 102 可為均勻且薄的。因此，可使正電極之充電和放電特性穩定。

在此實施例中，包含例如磷酸化合物之第一區域 102 藉由濺射方法來予以形成。例如，10 奈米至 3 微米厚度之磷酸化合物使用包含以通式 $\text{LiNi}_y\text{M}_{1-y}\text{PO}_4$ （ M 為鐵、錳和鈷的其中之一或更多者； y 為大於 0 和小於或等於 1）所表示之材料之標靶來予以形成。

第一區域 102 係形成於正電極集電器 200 的一部分之上。設置第一區域 102，而使得第一區域 102 之端部係位於正電極集電器 200 之端部內。在使用濺射方法的情況下，使用金屬掩模等來進行沉積，以使第一區域 102 不被設置在正電極集電器 200 的端部之上。替代地，在成為第一區域 102 之膜係形成於正電極集電器 200 之上後，藉由蝕刻來去除不必要的部分。

須知，可在第一區域 102 被形成之後進行熱處理。例如，第一區域 102 可透過熱處理而被結晶化。替代地，可以改進結晶性。

熱處理的溫度較佳為高於或等於 450°C ，且低於或等於 700°C 。熱處理的時間長度係長於或等於 30 分鐘，並短於或等於 40 個小時，較佳為長於或等於 2 個小時，且短於或等於 10 個小時。熱處理的氛圍較佳為稀有氣體的氛圍、氮氣氛圍等。例如，熱處理可在氮氛圍中，於 600°C 下進

行 4 小時。

其次，在正電極集電器 200 之上設有第一區域 102，使用含有鋰和鐵、錳和鈷的其中之一或更多者，但不含有鎳之化合物來形成第一區域 102（第 5c 圖）。

作為包含含有鋰和鐵、錳和鈷的其中之一或更多者之化合物之第一區域 102 之形成方法，可使用諸如 PVD（物理氣相沉積）方法（例如，濺射法）、真空蒸鍍法之乾燥程序，或 CVD（化學氣相沉積）法（例如，電漿 CVD 法、熱 CVD 法，或 LPCVD（低壓化學氣相沉積法））。藉由透過乾燥程序來形成包含含有鋰和鎳化合物之第一區域 102，包含含有鋰和鐵、錳和鈷的其中之一或更多者之化合物之第一區域 102 可為均勻且薄的。因此，可使正電極之充電和放電特性穩定。

在此實施例中，包含例如磷酸化合物之第一區域 102 藉由濺射方法來予以形成。例如，10 奈米至 3 微米厚度之磷酸化合物使用包含以通式 LiMePO_4 （ Me 是鐵，錳和鈷的其中之一或更多者）所表示之材料之標靶來予以形成。

第二區域 104 較佳以用來作為正電極活性材料之化合物來予以形成，該化合物有助於充電和放電，以使不會導致容量減小。在使用包含具有橄欖石構造之區域之磷酸化合物來形成第二區域 104 情況下，可在充電和放電中實現高容量。

由於第二區域 104 不含有鎳，因此，放電電位減低，能量密度降低。因此，第二區域 104 之厚度 d 與正電極活性

材料層 201 之厚度 r 之比例 c ($c=d/r$) 為越小越佳。比例 c 較佳為大於或等於 0.005 和小於或等於 0.25，更佳為大於或等於 0.01 小於或等於 0.1。藉由改變比例 c ，可形成具有所想要的能量密度之正電極活性材。

第二區域 104 係形成而覆蓋第一區域 102 之頂面和側面。由於第二區域 104 覆蓋第一區域 102 之頂面和側面，因此，第一區域 102 之表面不露出。藉此構造，在使用正電極於電力儲存裝置情況下，第一區域中的鎳不與電解質溶液相接觸；因此，可抑制鎳催化劑作用的產生，可以使用鎳的高放電電位。

在本說明書中，第一區域 102 及第二區域 104 統稱為正電極活性材料層 201。此外，正電極活性材料層 201 和其上形成有正電極活性材料層 201 之正電極集電器 200 被統稱為正電極 202。

須知，可在第二區域 104 被形成之後進行熱處理。例如，包含第一區域 102 和第二區域 104 之正電極活性材料層 201 可透過熱處理而被結晶化。替代地，可以改進結晶性。

熱處理的溫度較佳為高於或等於 450℃，且低於或等於 700℃。熱處理的時間長度係長於或等於 30 分鐘，並短於或等於 40 個小時，較佳為長於或等於 2 個小時，且短於或等於 10 個小時。熱處理的氛圍較佳為稀有氣體的氛圍、氮氣氛圍等。例如，熱處理可在氮氛圍中，於 600℃ 下進行 4 小時。

可使用碳等而形成覆蓋膜於正電極活性材料層 201 之表面上。可使用諸如 PVD（物理氣相沉積）方法（例如，濺射法）、真空蒸鍍法之乾燥程序，或 CVD（化學氣相沉積）法（例如，電漿 CVD 法、熱 CVD 法，或 LPCVD（低壓化學氣相沉積法）。替代地，可使用諸如塗佈方法之濕處理。可在形成覆蓋膜後進行熱處理（未圖示）。

須知，「活性（active）材料」係指有關插入和萃取的材料，其用作為載體，且不包含含有碳等之覆蓋膜。

透過以上步驟，形成包含正電極活性材料層 201 之正電極 202。

依據本實施例，可形成包含正電極活性材料層之正電極，其可抑制鎳催化劑作用之產生，和使用鎳的高放電電位。

[實施例 4]

以下將說明鋰離子二次電池，作為包含正電極之電力儲存裝置之一例子，其包含正電極活性材料，並透過上述步驟來予以獲得。於第 6 圖中顯示鋰離子二次電池的示意構造。

在第 6 圖所示鋰離子二次電池中，正電極 202、負電極 207 和分離器 210 係設在與外部隔離之外殼 220 中，電解質溶液 211 係充填於外殼 220 中。此外，分離器 210 係設在正電極 202 與負電極 207 之間。

正電極活性材料層 200 係形成而與正電極集電器 200 相

接觸。另一方面，負電極活性材料層206係形成而與負電極集電器205相接觸。在本說明書中，正電極活性材料層201和其上形成有正電極活性材料層201之正電極集電器200被統稱為正電極202。負電極活性材料層206和其上形成有負電極活性材料層206之負電極集電器205被統稱為負電極207。使用在實施例1至3的其中任一者中形成的電極202作為正電極202。

第一電極221和第二電極222分別被連接到正電極集電器200和負電極集電器205，並透過第一電極221和第二電極222來進行充電和放電。

而且，在正電極活性材料層201與分離器210之間以及負電極活性材料層206與分離器210之間有一定的間隙。然而，構造不特別限於此；正電極活性材料層201可與分離器210相接觸，負電極活性材料層206可與分離器210相接觸。此外，鋰離子二次電池可捲成圓筒狀，連同分離器210係置於正電極202與負電極207之間。

可使用具有高電導率，諸如鋁或不銹鋼的材料作為正電極集電器200。正電極集電器200可適當地呈箔形、板形、薄膜形，被形成於諸如玻璃基板等之絕緣基板之上。

自20奈米至6微米範圍選擇所想要之厚度作為正電極活性材料層201的厚度。較佳的是適當調整正電極活性材料層201的厚度，以免發生龜裂和分離。此外，較佳的是不僅在正電極活性材料層201為平坦時，且在正電極集電器被捲成圓筒狀時，避免龜裂和分離發生在正電極活性材

料層 201 上，雖然其視鋰離子二次電池的形式而定。

可使用具有高電導率，諸如銅、不銹鋼或鐵的材料作為負電極集電器 205。

使用鋰、鋁、石墨、矽、銻等作為負電極活性材料層 206。負電極活性材料層 206 可藉由塗佈法、濺射法、蒸鍍法等而被形成於負電極集電器 205 之上。須知，可以省略負電極集電器 205，並單獨使用材料之任一者作為負電極活性材料層 206。銻、矽、鋰、和鋁之每一者中的理論嵌鋰能力均比石墨大。當插入容量大時，即使在小區域，仍可充分進行充電和放電，並可獲得作為負電極之功能；因此，可實現二次電池之成本降低和微型化。然而，因為有以下問題，是以需有應付劣化的對策：在矽等情況下，體積增大至鋰插入前之體積之約四倍，使材料本身轉而脆弱，因反覆充電和放電而在充電和放電放電容量減低上（亦即，週期劣化）變得很顯著。

電解質溶液中含有屬於載體離子之鹼金屬離子，這些離子負責導電。例如，提供鋰離子作為鹼金屬例子。

電解質溶液 211 包含，例如溶劑和溶解在溶劑中的鋰鹽。鋰鹽的例子包含氯化鋰（ LiCl ）、氟化鋰（ LiF ）、高氯酸鋰（ LiClO_4 ）、硼酸鋰（ LiBF_4 ）、 LiAsF_6 、 LiPF_6 、 $\text{Li}(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_2\text{N}$ 等。

電解質溶液 211 之溶劑例子包含週期性碳酸鹽（例如，碳酸乙烯酯（以下縮寫為 EC）、丙烯碳酸酯（PC）、丁烯碳酸（BC）和碳酸亞乙烯酯（VC））；非週期性碳

酸鹽（諸如碳酸二甲酯（DMC）、碳酸二乙酯（DEC）、乙基甲基碳酸酯（EMC）、甲基丙基碳酸酯（MPC）、甲基異丁基碳酸鹽（MIBC）、二丙基碳酸酯（DPC））；脂肪族羧酸酯（例如，甲酸甲酯、醋酸甲酯、丙酸甲酯、丙酸乙酯）；（諸如無環醚、1,2-二甲醚（DME）、1,2-二乙氧基乙烷（DEE）、乙氧基甲氧基乙烷（EME）、諸如 γ -丁內酯之 γ -內酯）、環醚（例如，四氫呋喃2-甲基四氫呋喃）；循環砜（例如，環丁砜）；烷基磷酸酯（例如，二甲基亞砜和1,3-二氧五環、三甲基磷酸酯、磷酸三乙酯、辛磷酸）；和氟化物。以上所有溶劑均可單獨或結合作為電解質溶液211。

可使用紙、不織布、玻璃纖維、諸如尼龍（聚醯胺）、維綸（亦稱維尼綸）（聚乙烯醇系纖維）、聚酯、丙烯腈、聚烯烴、聚氨酯等，作為分離器210。然而，應選擇不溶於上述電解質溶液211之材料。

用於分離器210之更具體例子係基於氟系聚合物、諸如聚乙烯氧化物和聚丙烯氧化物之聚醚、諸如聚乙烯、聚丙烯之聚烯烴、聚丙烯腈、聚偏二氯乙烯、聚丙烯酸甲酯、聚甲基丙烯酸酯、聚乙烯醇，聚甲基丙烯腈、聚醋酸乙烯、聚乙烯吡咯烷酮、聚乙烯、聚丁二烯、聚苯乙烯、聚異戊二烯和聚氨酯、其衍生物、纖維素、紙張、不織布，凡此均可單獨或結合使用。

可使用固體電解質來替代電解質溶液211和分離器210。在使用固體電解質情況下，正電極活性材料層201和負

電極活性材料層 206 係作成彼此面對，連同固體電解質係置於其間，且正電極活性材料層 201 係作成和固體電解質緊密相互接觸，且負電極活性材料層 206 和固體電解質係作成相互緊密接觸。

當進行上述鋰離子二次電池的充電時，正電極終端被連接到第一電極 221，且負電極終端被連接到第二電極 222。電子經由第一電極 221 而從正電極 202 被取走，並經由第二電極 222 而被轉移到負電極 207。此外，鋰離子從正電極活性材料層 201 被洗提出正電極，且經由分離器 210 而到達負電極 207，並被取入負電極活性材料層 206 中的負電極活性材料。與此同時，在正電極活性材料層 201 中，電子被釋離，發生正電極活性材料層 201 中所含有過渡金屬（鐵、錳、鈷、和鎳的其中之一或更多者）之還原反應。

在放電時，於負電極 207 中，負電極活性材料層 206 釋放鋰而成為離子，且電子被轉移到第二電極 222。鋰離子通過分離器 210，到達正電極活性材料層 201，並被取入正電極活性料層 201 中。此時，來自負電極 207 之電子亦到達正電極 202，發生正電極活性材料層 201 中所含有過渡金屬（鐵、錳、鈷、和鎳的其中之一或更多者）之還原反應。

第二區域 104 之厚度 r 與正電極材料層 201 之厚度 r 之比例 c ($c=d/r$) 越小，本實施例中所獲得之能量密度越大。比例 c 較佳為大於或等於 0.005 和小於或等於 0.25，更佳為大於或等於 0.01 小於或等於 0.1。藉由改變比例 c ，可形成具有所想要的能量密度之正電極活性材料。

以上述方式製造的鋰離子二次電池包含含有鎳之化合物以作為正電極活性材料。由於鎳含在正電極活性材料中，因此，可實現高放電電位。例如，在具有橄欖石構造和含有不同過渡金屬之正電極活性材料之間有差異；然而，活性材料之每單位重量的理論容量幾乎相同。因此，放電電位越高，越有可能實現高能量密度。

應選擇具有寬廣電位窗之材料，亦即氧化電位與還原電位間差異大的材料，作為用在電解質溶液中之有機溶劑。其原因如下：在使用氧化電位與還原電位間差異小的材料情況下，啟動有機溶劑之氧化還原反應，在電位達到可插入和萃取鋰離子之電位之前，有機溶劑分解，使得無法進行鋰離子之插入和萃取。須知，電解質溶液的氧化電位和還原電位可藉由循環伏安法等確認。須使用一種有機溶劑，其電位窗較使用包含含有鋰和鎳之化合物之正電極的情形下預期之充電與放電之間的寬度大。

然而，當使用包含含有鋰和鎳之化合物電池之正電極材料以及使用一種有機溶劑而其電位窗較使用包含含有鋰和鎳之化合物之正電極活性材料情形中預期之充電與放電電位寬度更大時，充電和放電的化合物不能執行，因為在電位達到預期值之前，鎳催化劑作用導致溶劑分解，所以無法進行充電和放電。

在此實施例中，正電極202包含正電極活性材料層201，其中，與電解質溶液相接觸之一側上之區域由包含含有鋰以及鐵、錳和鈷的其中之一或更多者，但不含有鎳之化

合物之第二區域104所形成，且包含含有鋰和鎳之化合物之第一區域102不與電解質溶液相接觸。藉由使用這種正電極202，可抑制鎳之催化劑作用，並可充電和放電。因此，可增加能量密度。

[實施例 5.]

在此實施例中，將說明實施例4所述之電力儲存裝置的應用例。

實施例4中所述之電力儲存裝置可被使用於電子裝置，諸如像是數位相機或視頻相機之相機、數位相框、行動電話（也稱為手機或手機裝置）、便攜式遊戲機、便攜式資訊終端、音頻音響裝置。此外，電力儲存裝置可被使用於諸如電力車輛、混合動力汽車、火車車輛、維修車輛、車、輪椅和自行車。

第7圖為電動輪椅501之透視圖。電動輪椅501包含：椅座503，供使用者坐下；靠背505，係設在椅座503後面；腳凳507，係設在椅座503之前面和下方；扶手509，係設在椅座503的左右；以及把手511，係設在靠背505之上方和後面。扶手509的其中之一係設有用以控制輪椅之操作的控制器513。一對前輪517透過設於椅座503之下方的支架515而被設在椅座503之前面和下方，且一對後輪519係設在椅座503之後方和下方。後輪519係連接到具有馬達、齒輪等之驅動部521。包含電池、電源控制器、控制機構等之控制部523係設在椅座503之下方。控制部523係連

接到控制器 513 和驅動部 521。驅動部 521 透過控制部 523，藉由使用者而對控制器 513 之操作驅動，且控制部 523 控制前進、後退、迴轉等的操作，和電動輪椅 501 的速度。

實施例 4 中所說明的電力儲存裝置可被使用於控制部 523 的電池。控制部 523 的電池可於外部使用插件系統，藉電源來予以充電。

第 8 圖顯示電動車之一例。電力儲存裝置 651 係設於電動車 650 中。電力儲存裝置 651 之電力輸出藉由控制電路 653 來予以控制，並對驅動裝置 657 供電。控制電路 653 藉由電腦 655 來予以控制。

驅動裝置 657 包含直流馬達或交流馬達，其係單獨設置或與內燃機相結合。電腦 655 回應諸如駕駛操作（例如，加速、減速或停止）之資料及電動車 650 駕駛期間之資料（例如，驅動輪上的升級或降級或負載資料）之輸入資料，而對控制電路 653 輸出控制信號。控制電路 653 回應電腦 655 之控制信號，調整從電力儲存裝置 651 供應之電能。在安裝有交流馬達情況下，併入將直流電轉換成交流電的換流器（inverter）。

實施例 4 中所說明的電力儲存裝置可被使用於電力儲存裝置 651 之電池。電力儲存裝置 651 可於外部使用插件系統，藉由電源來予以充電。

須知，在電力推進車輛為火車的情況下，火車可從高架電纜或導電軌供電來予以充電。

[實施例 6]

在此實施例中，將參考第 9 和 10 圖中的方塊圖來說明依據本發明之一個實施例之電力儲存裝置使用於無線饋電系統（在下文中稱為 RF（射頻）饋電系統）之一例。在每一個方塊圖中，單獨的方塊顯示電力接收裝置和饋電裝置內按其功能分類之元件。然而，它實際上可能很難按其功能而被完全分開，在某些情況下，一個元件可能涉及多項功能。

首先，參考第 9 圖說明 RF（射頻）饋電系統。

電力接收裝置 800 為一種電子裝置或電力推進車輛，其藉由供自饋電裝置 900 之電力來予以驅動，並可被適當地應用到另一個由電力所驅動的裝置。典型的電子裝置例子包含諸如像是數位相機或視頻相機之相機、數位相框、行動電話（也稱為手機或手機裝置）、便攜式遊戲機、便攜式資訊終端、音頻音響裝置、顯示裝置、電腦等。典型的電力推進汽車例子包含電動車輛、混合車輛、火車、維修車輛、手推車、輪椅等。此外，饋電裝置 900 具有供應電力至電力接收裝置 800 的功能。

在第 9 圖中，電力接收裝置 800 包含電力接收裝置部 801 和電力負載部 810。電力接收裝置部 801 包含至少一個電力接收裝置天線電路 802、信號處理電路 803 和電力儲存裝置 804。饋電裝置 900 包含一個饋電裝置天線電路 901 和信號處理電路 902。

依據本發明之實施例的電力儲存裝置被使用作為 RF（

射頻)饋電系統中之電力接收裝置800所包含的電力儲存裝置804。

藉由使用RF(射頻)饋電系統中之依據本發明之一個實施例的電力儲存裝置，電力儲存量可大於習知電力儲存裝置之電力儲存量。因此，無線饋電之時間間隔可更長(無需頻繁地饋電)。

此外，藉由使用RF(射頻)饋電系統中之依據本發明之一個實施例的電力儲存裝置，若電力負載部810賴以驅動之電力儲存量與習知電力儲存裝置相同，電力接收裝置800即可形成為小型及輕盈。因此，總成本可降低。

其次，參考第10圖來說明RF(射頻)饋電系統的另一個例子。

在第10圖中，電源接收裝置800包含電力接收裝置部801和電力負載部810。電力接收裝置部801包含至少一個電力接收裝置天線電路802、信號處理電路803、電力儲存裝置804、整流器電路805、調變電路806和電力供應電路807。此外，饋電裝置900至少包含饋電裝置天線電路901、信號處理電路902、整流器電路903、調變電路904、解調變電路905和振盪器電路906。

電力接收裝置天線電路802具有接收饋電裝置天線電路901所發送之信號或將信號發送至饋電裝置天線電路901之功能。當電力接收裝置天線電路802接收由饋電裝置天線電路901所發送之信號時，整流器電路805具有從電力接收裝置天線電路802所接收到之信號中產生DC電壓之功能

。信號處理電路803具有處理電力接收裝置天線電路802所接收到之信號，並控制電力儲存裝置804之充電以及電力儲存裝置804對電力供應電路807之電力供應之功能。電力供應電路807具有將電力儲存裝置804所儲存之電壓轉換成電力負載部所需電壓之功能。調變電路806使用在某些反應從電源接收裝置800被發送至饋電裝置900時。

藉電力供應電路807，可控制供至電力負載部810之電力。因此，可抑制對電力負載部810之過電壓應用，並可減少電力接收裝置800之劣化或故障。

此外，信號可藉調變電路806，從電力接收裝置800發送至饋電裝置900。因此，當判定電力接收裝置800中之充電量且電力接收裝置800充以某一數量的電力時，信號被從電力接收裝置800發送至饋電裝置900，使得可停止從饋電裝置900至電力接收裝置800之饋電。因此，可對電力儲存裝置804不完全充電，使得可減少因過充電而發生電力儲存裝置804之劣化或故障，並可增加電力儲存裝置804的充電次數。

饋電裝置天線電路901具有將信號發送至電力接收裝置天線電路802或從電力接收裝置天線電路802接收信號之功能。當信號被發送至電力接收裝置天線電路802時，信號處理電路902產生被發送至電力接收裝置之信號。振盪器電路906係產生具有一定頻率之信號的電路。調變電路904具有根據由信號處理電路902所產生的信號和具有由振盪器電路906所產生之一定頻率之信號，施加電壓至饋電

裝置天線電路 901 的功能。因此，信號從饋電裝置天線電路 901 輸出。另一方面，當從電力接收裝置天線電路 802 接收到信號時，整流器電路 903 具有將所接收到之信號整流的功能。解調變電路 905 從整流器電路 903 整流之信號萃取從電力接收裝置 800 發送至饋電裝置 900 之信號。信號處理電路 902 具有分析解調變電路 905 所萃取出之信號的功能。

須知，任何電路可被設在電路之間，只要能進行 RF（射頻）饋電即可。例如，在電力接收裝置 800 接收電磁波和整流器電路 805 產生直流電壓之後，可藉由諸如 DC-DC 轉換器或調節器之電路而產生恆定電壓。因此，可抑制對電力接收裝置之過電壓施加。

依據本發明之一個實施例之電力儲存裝置被使用作為 RF（射頻）饋電系統中之電力接收裝置 800 所包含的電力儲存裝置 804。

藉由使用射頻饋電系統中之依據本發明之一個實施例的電力儲存裝置，電力儲存量可大於習知的電力儲存裝置之電力儲存量。因此，無線饋電之時間間隔可更長（無需頻繁地饋電）。

此外，藉由使用射頻饋電系統中之依據本發明之一個實施例的電力儲存裝置，若電力負載部 810 可賴以驅動之電力儲存量與習知電力儲存裝置相同，電力接收裝置 800 即可形成為小型及輕盈的。因此，總成本可降低。

須知，當用於射頻饋電系統中之依據本發明之一個實施例的電力儲存裝置、電力接收裝置天線電路 802 和電力

儲存裝置 804 相互重疊時，較佳的是電力接收裝置天線電路 802 的阻抗不會隨電力儲存裝置 804 因電力儲存裝置 804 之充電和放電而發生之變形而改變。當天線的阻抗改變時，在某些情況下，電力不充分供應。例如，電力儲存裝置 804 可被放置在使用金屬或陶瓷所形成之電池組中。須知，在此情況下，較佳地，電力接收裝置天線電路 802 與電池組彼此分開數十微米或更遠。

於此實施例中，充電信號在其頻率上沒有限制，且可為任何頻帶，只要能傳輸電力即可。例如，充電信號可具有 135 kHz 的 LF 頻帶（長波）、13.56 MHz 的 HF 頻帶、900 MHz 至 1 GHz 的 UHF 頻帶，和 2.45 GHz 的微波頻帶。

可從包含電磁耦合方法、電磁感應方法、共振法和微波法之各種方法適當地選擇信號傳輸方法。在本發明之一個實施例中，為了防止因含有如雨水和泥漿之水分之雜質而能量損失，可使用電磁感應法或使用低頻帶之共振法，更具體地說，3 MHz 至 30 兆赫之短波頻帶、300 kHz 至 3 MHz 之中波，30 kHz 至 300 kHz 之長波，或 3 kHz 至 30 kHz 的極低頻波。

本實施例可結合上述實施例之任一者而被實施。

本申請案係根據於 2010 年 5 月 28 日對日本特許廳所提出申請之日本專利申請案第 2010-122793 號，在此，藉由參考方式而併提其全部內容。

【圖式簡單說明】

第 1 圖 顯示 包含 正 電極 活性 材料 之 正 電極 之 橫 剖面 之 一例 。

第 2 圖 顯示 包含 正 電極 活性 材料 之 正 電極 之 橫 剖面 之 一例 。

第 3 圖 顯示 包含 正 電極 活性 材料 之 正 電極 之 橫 剖面 之 一例 。

第 4 圖 顯示 包含 正 電極 活性 材料 之 正 電極 之 橫 剖面 之 一例 。

第 5 A 至 5 C 圖 顯示 用 以 形成 包含 正 電極 活性 材料 之 正 電極 之 方法 之 一例 。

第 6 圖 顯示 電力 儲存 裝置 之 橫 剖面 之 一例 。

第 7 圖 係 用 以 顯示 電力 儲存 裝置 的 應用 模式 之 一例 的 立體 圖 。

第 8 圖 顯示 電力 儲存 裝置 的 應用 模式 之 一例 。

第 9 圖 顯示 無線 饋 電 系統 的 構造 之 一例 。

第 10 圖 顯示 無線 饋 電 系統 的 構造 之 一例 。

【 主要 元件 符號 說明 】

102： 第一 區域

104： 第二 區域

200： 正 電極 集 電 器

201： 正 電極 活 性 材 料 層

202： 正 電 極

205： 負 電極 集 電 器

206：負電極活性材料層

207：負電極

210：分離器

211：電解質溶液

220：外殼

221：第一電極

222：第二電極

501：電動輪椅

503：椅座

505：靠背

507：腳凳

509：扶手

511：把手

513：控制器

515：支架

517：前輪

519：後輪

521：驅動部

523：控制部

650：電動車

651：電力儲存裝置

653：控制電路

655：電腦

657：驅動裝置

- 800：電力接收裝置
- 801：電力接收裝置部
- 802：電力接收裝置天線電路
- 803：信號處理電路
- 804：電力儲存裝置
- 805：整流器電路
- 806：調變電路
- 807：供電電路
- 810：電力負載部
- 900：饋電裝置
- 901：饋電裝置天線電路
- 902：信號處理電路
- 903：整流器電路
- 904：調變電路
- 905：解調變電路
- 906：振盪器電路

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：100118478

※申請日：100 年 05 月 26 日

※IPC 分類：H01M 4/525 (2010.01)
H01M 4/505 (2010.01)

一、發明名稱：(中文／英文)

電力儲存裝置

Power storage device

二、中文發明摘要：

本發明之目的在於提供具有高放電容量和高能量密度之電力儲存裝置。此電力儲存裝置包含正電極，其中，正電極活性材料係形成於正電極集電器之上；以及負電極，其面對正電極，連同電解質溶液係置於負電極與正電極之間。正電極活性材料包含：呈膜形式之第一區域，包含含有鋰和鎳之化合物；以及呈膜形式之第二區域，包含含有鋰以及鐵、錳和鈷的其中之一或更多者，但不含有鎳之化合物。第一區域係覆以第二區域。由於正電極活性材料之表面部分不含鎳，因此，鎳不與電解質溶液相接觸；因而，可抑制鎳之催化劑作用的產生，並可利用鎳的高放電潛力。

三、英文發明摘要：

An object is to provide a power storage device with high discharge capacity and high energy density. The power storage device includes a positive electrode in which a positive electrode active material is formed over a positive electrode current collector; and a negative electrode which faces the positive electrode with an electrolyte interposed therebetween. The positive electrode active material includes a film-form first region which includes a compound containing lithium and nickel; and a film-form second region which includes a compound containing lithium and one or more of iron, manganese, and cobalt, but not containing nickel. The first region is covered with the second region. Since a superficial portion of the positive electrode active material does not contain nickel, nickel is not in contact with an electrolyte solution; thus, generation of a catalyst effect of nickel can be suppressed, and a high discharge potential of nickel can be utilized.

七、申請專利範圍：

1.一種電力儲存裝置，包括：

正電極，其中，正電極活性材料係形成於正電極集電器之上；以及

負電極，其面對該正電極，連同電解質溶液係置於該負電極與該正電極之間；

其中，該正電極活性材料包括：

呈膜形式之第一區域，包含含有鋰和鎳之化合物；以及

呈膜形式之第二區域，包含含有鋰以及鐵、錳和鈷的其中之一或更多者，但不含有鎳之化合物；

其中，該呈膜形式之第一區域係覆以該呈膜形式之第二區域。

2.如申請專利範圍第1項之電力儲存裝置，其中，該呈膜形式之第一區域之頂面和側面係覆以該呈膜形式之第二區域。

3.如申請專利範圍第1項之電力儲存裝置，其中，該呈膜形式之第一區域之頂面、側面和底面係覆以該呈膜形式之第二區域。

4.一種電力儲存裝置，包括：

正電極，其中，正電極活性材料係形成於正電極集電器之上；以及

負電極，其面對該正電極，連同電解質溶液係置於該負電極與該正電極之間；

其中，該正電極活性材料包括：

呈膜形式之第一區域，包含含有鋰和鎳之磷酸化合物；以及

呈膜形式之第二區域，包含含有鋰以及鐵、錳和鈷的其中之一或更多者，但不含有鎳之磷酸化合物；以及

其中，該呈膜形式之第一區域係覆以該呈膜形式之第二區域。

5.如申請專利範圍第4項之電力儲存裝置，其中，該含有鋰和鎳之磷酸化合物包含具有橄欖石構造的區域。

6.如申請專利範圍第4項之電力儲存裝置，其中，該包含含有鋰以及鐵、錳和鈷的其中之一或更多者，但不含有鎳之磷酸化合物包含具有橄欖石構造的區域。

7.如申請專利範圍第4項之電力儲存裝置，其中，該呈膜形式之第一區域之頂面和側面係覆以該呈膜形式之第二區域。

8.如申請專利範圍第4項之電力儲存裝置，其中，該呈膜形式之第一區域之頂面、側面和底面係覆以該呈膜形式之第二區域。

9.一種電力儲存裝置，包括：

正電極，其中，正電極活性材料係形成於正電極集電器之上；以及

負電極，其面對該正電極，連同電解質溶液係置於該負電極與該正電極之間；

其中，該正電極活性材料包括：

複數個呈膜形式之第一區域，包含含有鋰和鎳之磷酸化合物；以及

呈膜形式之第二區域，包含含有鋰以及鐵、錳和鈷的其中之一或更多者，但不含有鎳之磷酸化合物；以及

其中，該等複數個呈膜形式之第一區域係覆以該呈膜形式之第二區域。

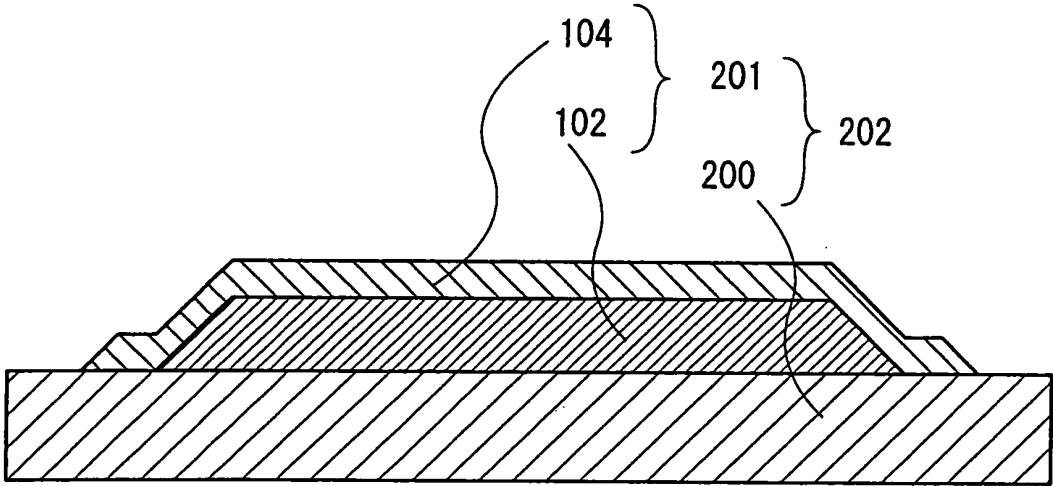
10.如申請專利範圍第9項之電力儲存裝置，其中，該含有鋰和鎳之磷酸化合物包含具有橄欖石構造的區域。

11.如申請專利範圍第9項之電力儲存裝置，其中，該包含含有鋰以及鐵、錳和鈷的其中之一或更多者，但不含有鎳之磷酸化合物包含具有橄欖石構造的區域。

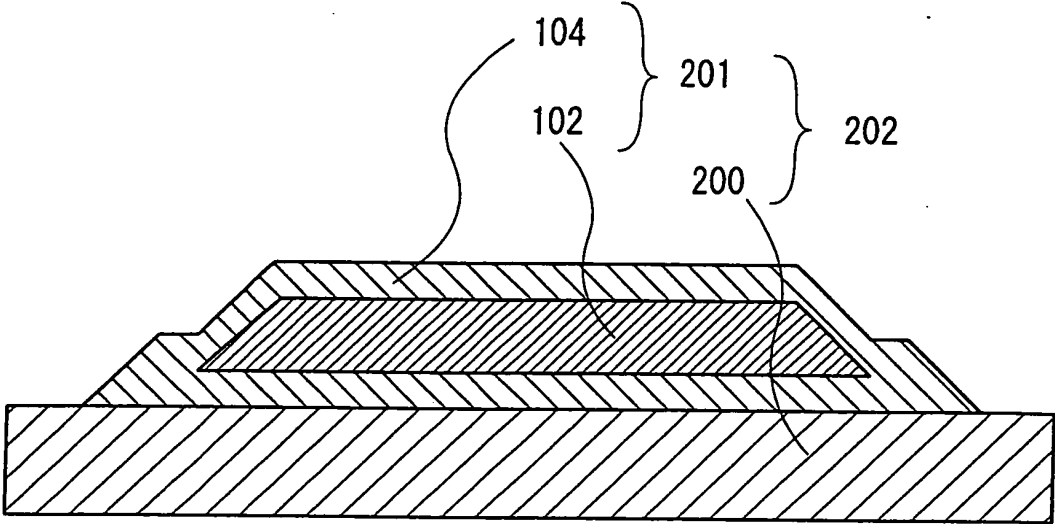
12.如申請專利範圍第9項之電力儲存裝置，其中，該等複數個呈膜形式之第一區域之頂面和側面係覆以該呈膜形式之第二區域。

13.如申請專利範圍第9項之電力儲存裝置，其中，該等複數個呈膜形式之第一區域之頂面、側面和底面係覆以該呈膜形式之第二區域。

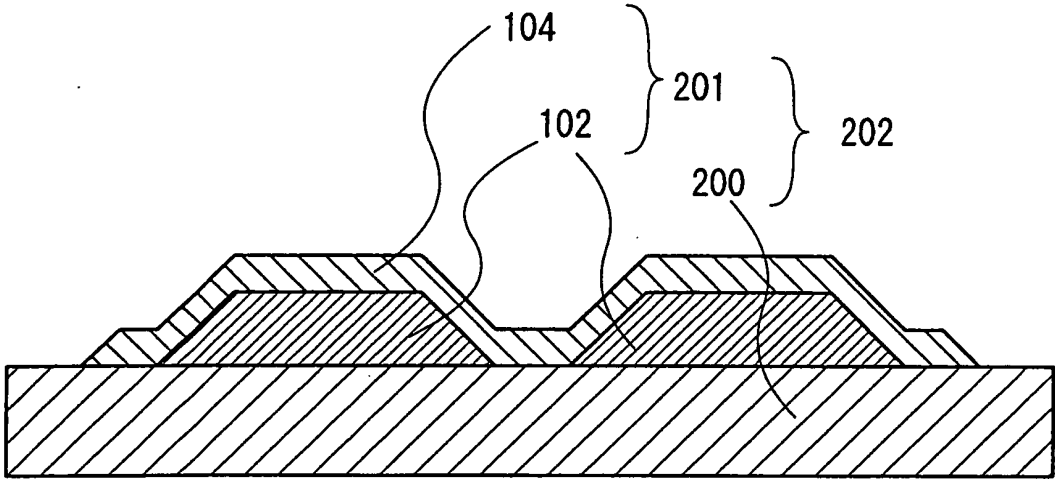
第1圖



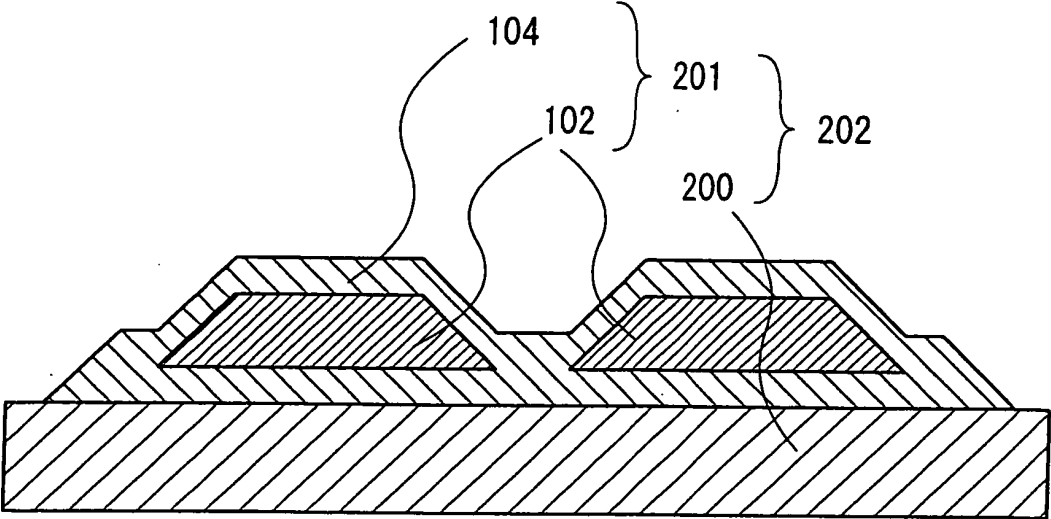
第2圖



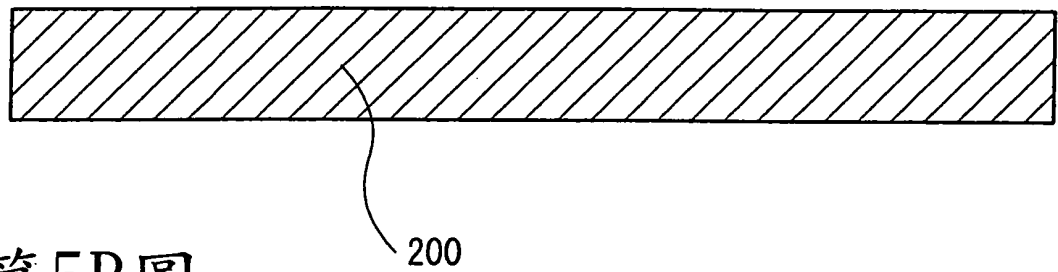
第3圖



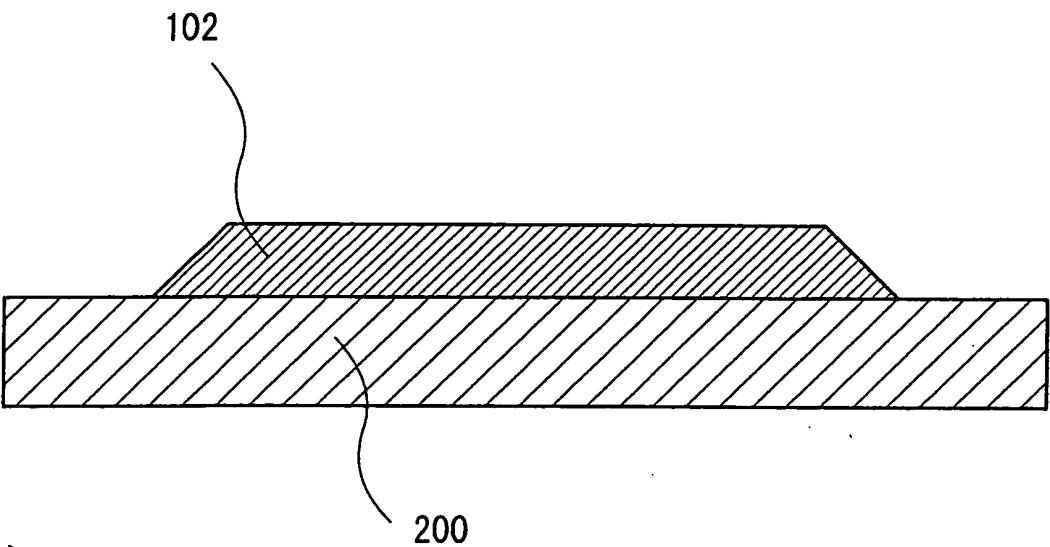
第4圖



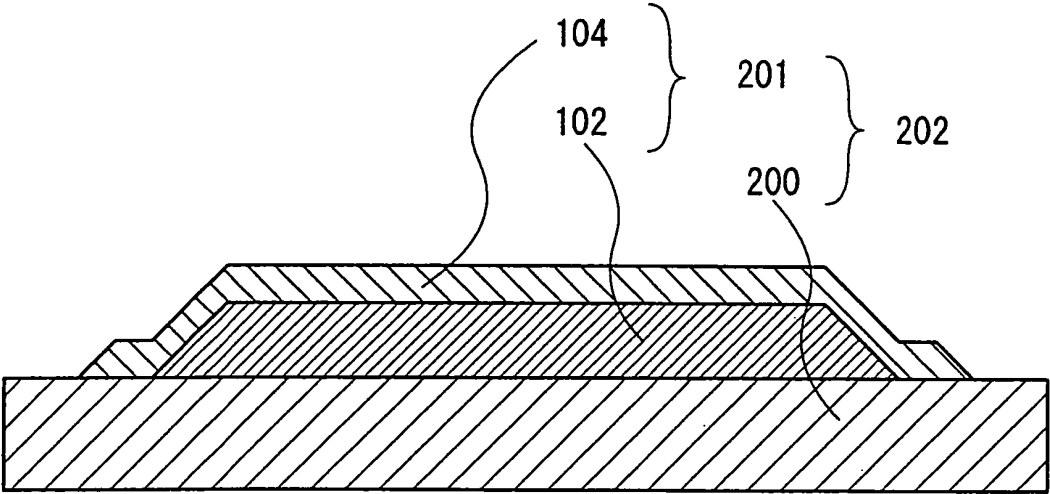
第5A圖



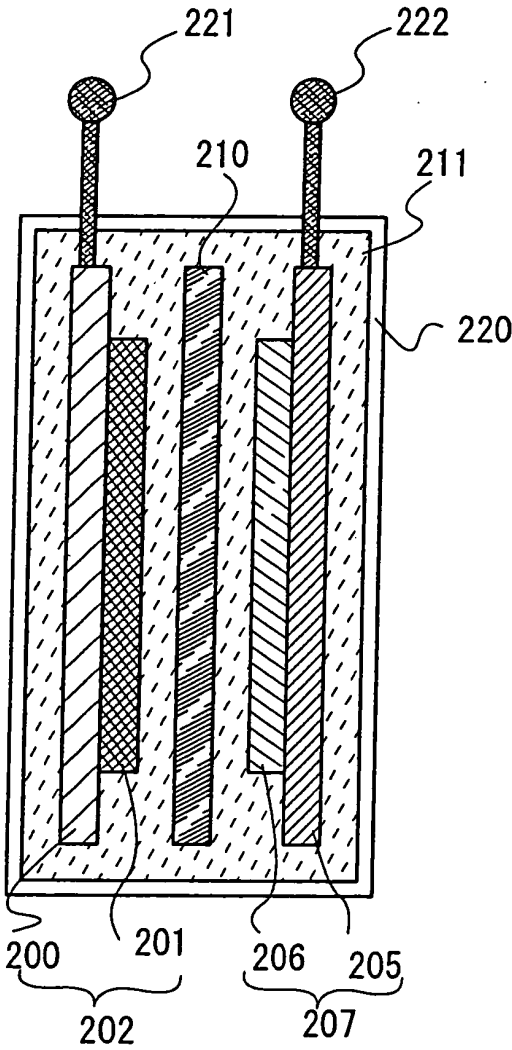
第5B圖



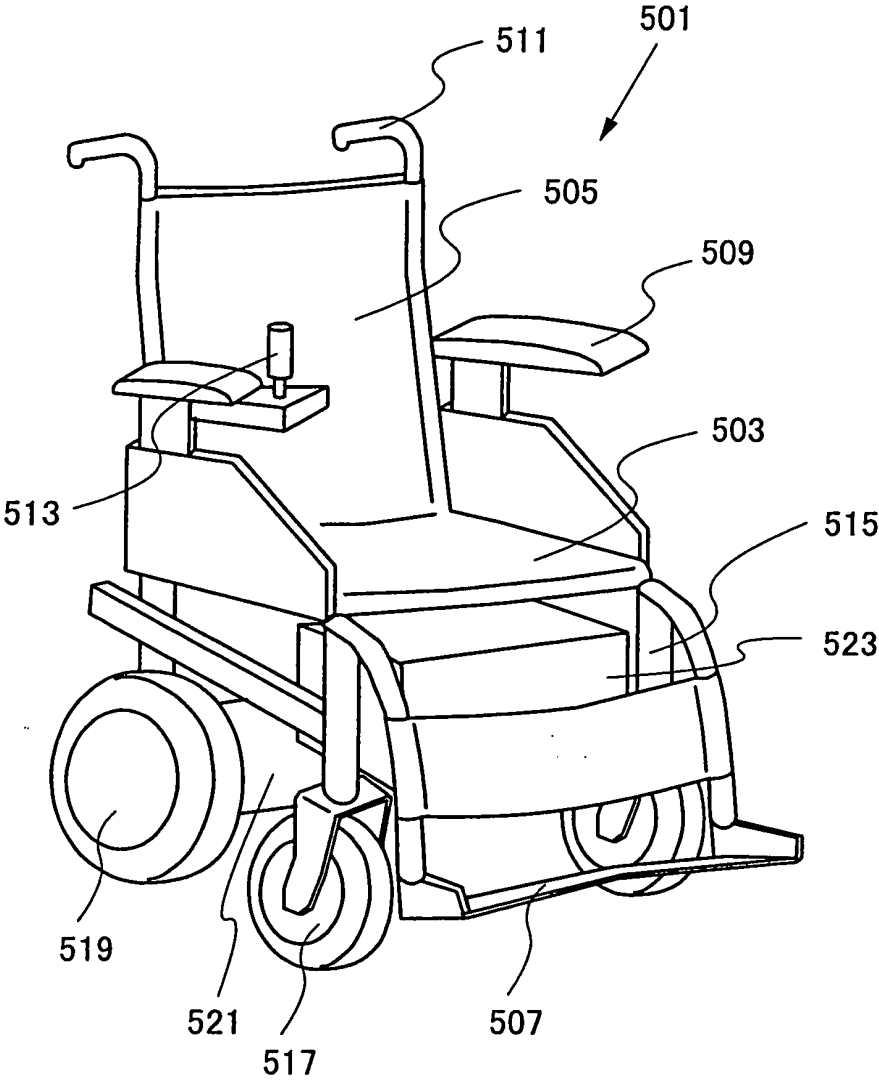
第5C圖



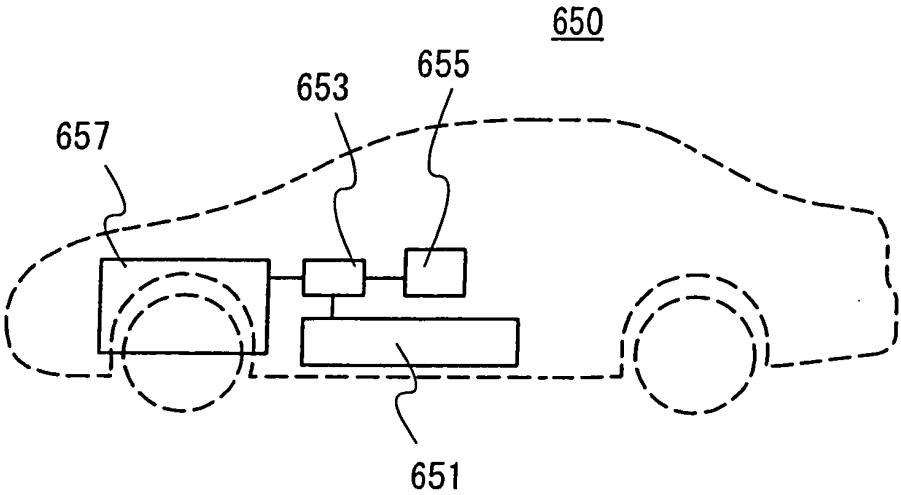
第6圖



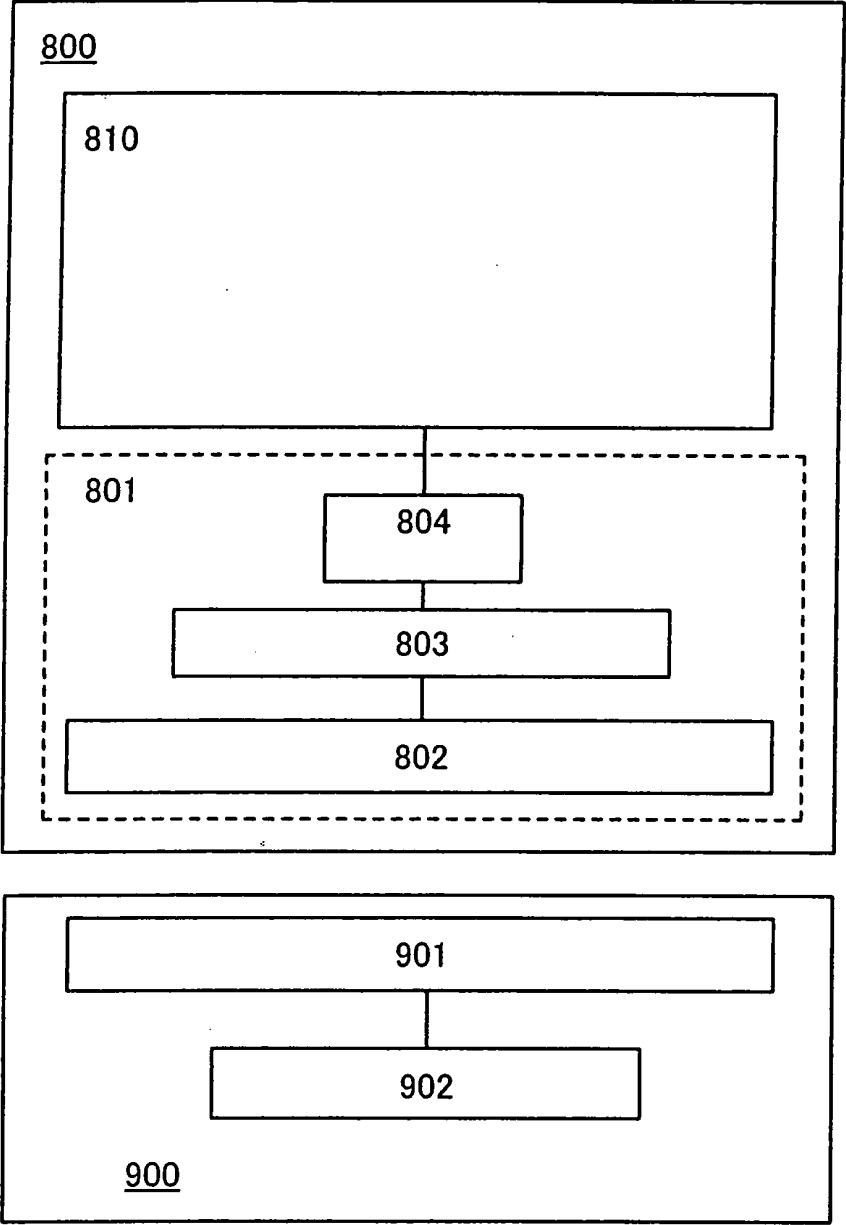
第7圖



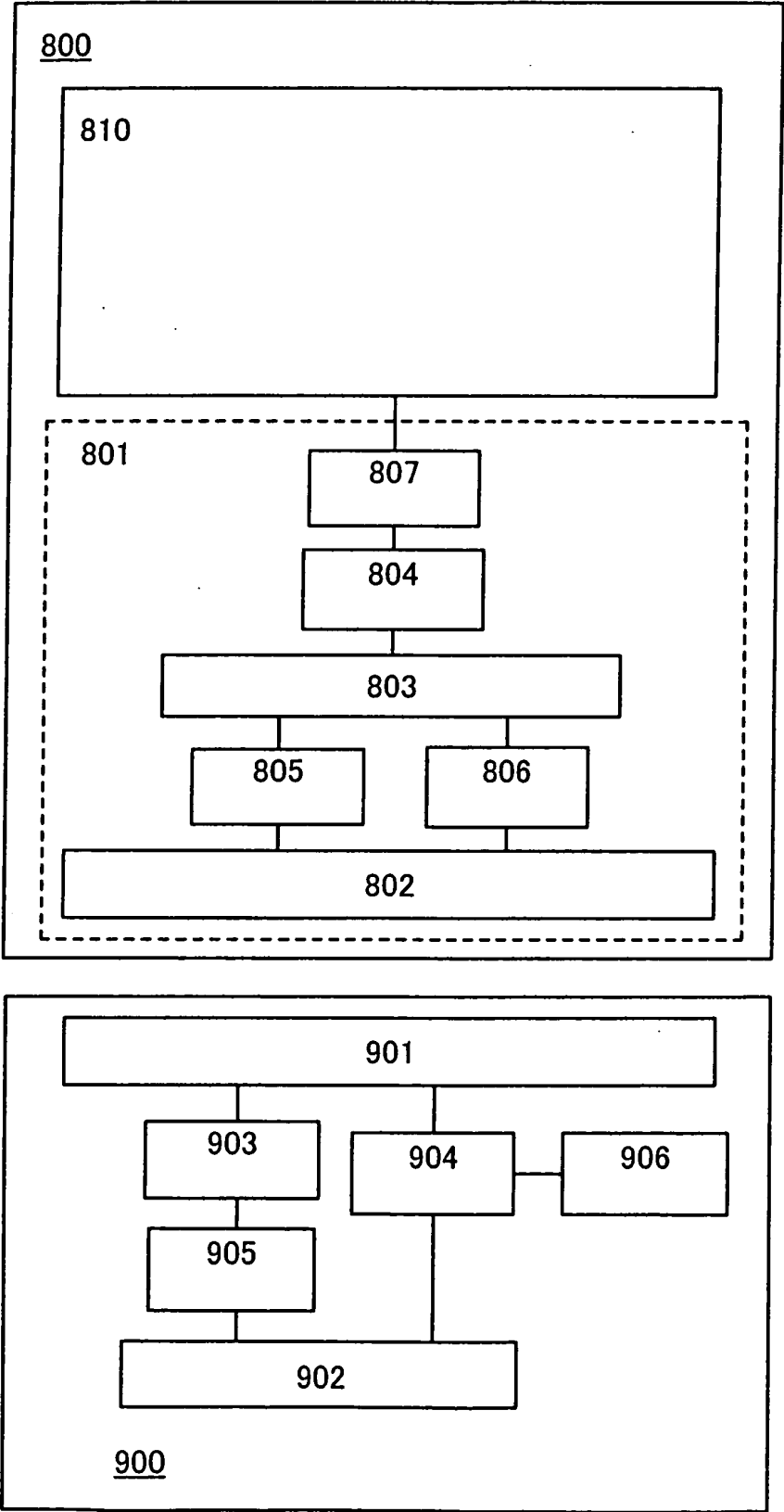
第8圖



第9圖



第10圖



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：

102：第一區域

104：第二區域

200：正電極集電器

201：正電極活性材料層

202：正電極

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