

申請日期	88.12.6
案 號	88115765
類 別	H01M 4/58

(以上各欄由本局填註)

公告本

A4
C4

434935

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	利用碳海棉電極之鋰離子電池
	英 文	LITHIUM ION BATTERY UTILIZING CARBON FOAM ELECTRODES DETECTION
二、發明 創作人	姓 名	1. 湯瑪士西德尼摩爾 2. 沙比摩丁達
	國 籍	1. 美國 2. 美國
	住、居所	1. 美國密西根州牛津沙立文路 2401 號 2. 美國密西根州西布隆費德瓦納特湖路 6741 號
三、申請人	姓 名 (名稱)	美商·戴穆勒克萊瑟智慧資源股份有限公司
	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國密西根州紅山克萊斯勒大道 800 號
	代 表 人 姓 名	郝利 E. 李斯

裝

訂

線

434935

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C 分類：

A6

B6

本案已向：

國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： ☒有 ☐無主張優先權

本案已向美國申請專利；申請日：1998年9月11日 案號：06/099,924號

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

有關微生物已寄存於： 寄存日期： 寄存號碼：

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明()

發明領域：

本發明係關於高能量鋰離子電池。更特定地，本發明係關於一種高能量鋰離子電池其使用碳海棉電極；且每一電極具有一電子接電板附著於其上：

發明背景：

雙石墨鋰電池最初是在 1980 年代早期被發展用以提供一能夠輸送非常高的能量密度且重量輕的能量來源：鋰離子電池發展之背後的驅動力有一段時間是因為對於一重量輕且可重覆充電的電源，其可體現使用於小的電子裝置，如膝上型電腦及攝影機，中之高能量密度。

展現出高能量密度及重量輕之電池的其它應用持續被發展中。詳言之，電動汽車的應用被認為是此種形式電源的一有前途的使用。

當然，電動汽車並不是新的：電動汽車是在 20 世紀早期被提出；其是使用水電解質式鉛電池。鉛電池因為其優良的可重覆充電性而在當時是令人滿意的（且在今日仍可令人滿意）。因為鉛電池之不佳的重量對能量密度的必例的關係，這些早期的電動汽車很慢且無法作長距離的使用。

電動汽車傳統上即是時代錯誤的；雖然被賦予摩登的外冠，其仍然遭遇到鉛電池之重量重且低能量密度的缺點。

這些問題迫使研究的方向轉向鋰電池。在給予對一具

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂線

五、發明說明()

有吸引人的能量對重量的比例之可重覆充電的輔助電池的要求下，已有許多的工作專注在不同種類的電池的研究上。許多種類之可重覆充電的鋰電池已產生了許多的興趣。但是其結果卻並不完全是具有前途的。例如：使用鋰金屬負電極之可重覆充電的；無水電解質電池存在有數個問題。此等電池其快速充電性不佳且其循環壽命亦太短。對於鋰電池之本有的安全性亦存在著重大的考量；主要是因為在電池被回收時鋰金屬的不規則電鍍：

為了克服這些問題且仍能夠提供一種可應用在電動汽車技術中的電源；根據鋰隔層插入(intercalation)之可充電電池被研究；該鋰離子基的輔助電池為一無水的輔助電池。典型地，鋰或鋰鹽是被提供作為一離子源其被隔層插入一碳電極用以產生一被正電地充電的電極。

鋰離子電極相較於鉛電池而言提供了多項優點；如小的自我放電特性；及對於環境是安全的；至少比鉛電池安全。但相對於習知的車用鉛電池而言；鋰離子電池之最大的優點是在於其吸引人的能量密度對重量的比例；因為重量輕且可提供高能量密度；所以鋰離子電池在電動汽車的應用領域中被認為具有極大的潛力；

在傳統鋰離子電池中的陰極(典型地為一金屬氧化物，如 Mn_2O_4 ， CoO_2 或 NiO)被摻雜了鋰。傳統的鋰離子電池使用一溶解於一或多種有機溶劑中之鋰鹽(典型地為 LiPF_6 或 LiClO_4)。當被溶解時，在該電解液中之該鹽被分割成正離子及負離子(視所使用的鹽而定)。鋰包圍的石墨

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

纖維電池正離子被隔層插入碳陽極中且負離子被隔層插入到碳陰極中。

當一電荷被施加於該正或負電極上時，來自於陰極的鋰如一離子般地被輸送離開該陰極及且被隔層插入到該陽極(碳或鋰金屬)。電壓藉由在被正電地充電的陽極與被負電地充電之陰極上之電位差而被產生。

在放電時，該過程被倒轉且鋰離子從該陽極流至該液體電解液中；而該負離子則來自於該陰極。該電池藉由被吸收回該電解液中之正及負離子的相等部分而被平衡。

因為鋰離子從一電極移動至另一電極用以貯存能量，所以鋰離子電池被習稱為一"搖搖椅式電池"。該鋰包圍的石墨纖維電池使用相同之正電極(碳)隔層插入的原理及負電極(碳)亦使用相同的隔層插入原理；這是取代一摻雜了鋰的金屬氧化物。

該鋰包圍的石墨纖維電池在電動車應用中被認為更有吸引力的。該鋰包圍的石墨纖維電池；例如，原則上比鋰離子電池更為安全。此外，當表現出可與該鋰離子電池理論上相容之能量密度時，該鋰包圍的石墨纖維電池可表現出比鋰離子電池更可重覆充電循環。

已有許多的專利被頒發；它們教導了鋰離子電池之一般結構。此等專利包括了；例如：1997年五月20日頒發給 Dahn 等人，名稱為"ELECTRODES FOR LITHIUM ION BATTERYS USING POLYSILAZANES CERAMIC WITH LITHIUM"之美國專利第 5,631,106 號；1998年二月24日

五、發明說明()

頒發給 Dasgupta 等人，名稱為 "RECHARGEABLE LITHIUM BATTERY HAVING IMPROVED RECHARGEABLE CAPACITY" 之美國專利第 5,721,067 號；1998 年 1 月 6 日頒發給 Fujiwara 等人；名稱為 "LITHIUM ION SECONDARY BATTERY" 之美國專利第 5,705,292 號；1997 年 10 月 14 日頒發給 Tomiyama，名稱為 "NON-AQUEOUS LITHIUM ION SECONDARY BATTERY COMPRISING AT LEAST TWO LAYER OF LITHIUM-CONTAINING TRANSITIONAL METAL-OXIDE" 之美國專利第 5,677,083 號；1997 年 9 月 23 日頒發給 Baker 等人，名稱為 "LITHIUM COPPER OXIDE CATHODE FOR LITHIUM CELLS AND BATTERYS" 之美國專利第 5,670,277 號；1997 年 3 月 18 日頒發給 Asami 等人，名稱為 "LITHIUM SECONDARY BATTERY" 之美國專利第 5,612,155 號；1997 年 1 月 21 日頒發給 Hossain，名稱為 "BIPOLAR LITHIUM-ION RECHARGEABLE BATTERY" 之美國專利第 5,595,839 號；1996 年 12 月 24 日頒發給 Gozdz 等人，名稱為 "LOW RESISTANCE RECHARGEABLE LITHIUM-ION BATTERY" 之美國專利第 5,587,253 號；1996 年 11 月 5 日頒發給 Gozdz 等人，名稱為 "HYBRIDE LITHIUM-ION BATTERY POLYMER MATRIX COMPOSITIONS" 之美國專利第 5,571,634 號；1996 年 10 月 22 日頒發給 Margalit，名稱為 "LITHIUM ION BATTERY WITH LITHIUM VANADIUM PENTOXIDE POSITIVE ELECTRODE" 之美國專利第 5,567,548 號；1996

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

年九月 10 日頒發給 Gozdz 等人，名稱為 "MATERIAL AND METHOD FOR LOW INTERNAL RESISTANCE LITHIUM ION BATTERY" 之美國專利第 5,554,459 號；1996 年八月 20 日頒發給 Dasgupta 等人，名稱為 "CURRENTCOLLOZION FOR LITHIUM ION BATTERY" 之美國專利第 5,547,782 號；1996 年三月 5 日頒發給 Margalit 等人，名稱為 "LITHIUM VANADIUM PENTOXIDE POSITIVE ELECTRODE" 之美國專利第 5,496,663 號；及 1995 年十二月 26 日頒發給 Gozdz 等人，名稱為 "RCHARGEABLE LITHIUM BATTERY CONSTRUCTION" 之美國專利第 5,478,668 號。

有數個專利是頒發給 McCullough；McCullough 等人，或 McCullough, Jr 等人的專利，它們包括：1986 年十二月 23 日頒發，名稱為 "LOW RESISTANCE COLLECTOR FRAME FOR ELECTRODONDUCTIVE ORGANIC, CARBON AND GRAPHITIC MATERICALS" 之美國專利第 4,631,118 號；1989 年五月 16 日頒發，名稱為 "SECONDARY BATTERY" 之美國專利第 4,830,938 號；1996 年四月 2 日頒發，名稱為 "LINEAR CARBONACEOUS FIBER WITH IMPROVED ELONGABILITY" 之美國專利第 5,503,929 號；1996 年七月 2 日頒發，名稱為 "FLEXIBLE CARBON FIBER ELECTRODE WITH LOW MODULUS AND HIGH ELECTRICAL CONDUCTIVITY, BATTERY EMPLOYING THE CARBON FIBER ELECTRODE AND METHOD OF

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

MANUFACTURE"之美國專利第 5,532,083 號；及 1996 年五月 21 日頒發；名稱為 "FLEXIBLE CARBON FIBER, CARBON FIBER ELECTRODE AND SECONDARY ENERGY STORAGE DEVICES" 之美國專利第 5,518,836 號。

詳言之：在前技中石墨成分是以不同的形式被使用。例如：一根據碳海棉之超電容器已被示於 1993 年十一月 9 日頒發給 Kaschmitter 等人之美國專利第 5,260,855 號中。

雖然可大體上改善現有技藝；但習知結合了碳海棉電極之電池設計仍未消除對於一實用的鋰電池結構的需求。

發明目的及概述：

本發明的一個目的為提供一結合了碳海棉電極之鋰離子電池。

本發明的一進一步的目的為在每一碳海棉電極上提供一實用的電子接點。

本發明的另一個目的為提供一電子接點；其具有一通道形成於其內用以置於該碳海棉電極的一端上且部分地環繞該端。

本發明之其它的目的及優點由以下之詳細的說明及附圖中變得很明顯。基本上，本發明包括了一電池；其具有至少兩個碳海棉電極。每一電極被安裝有一由導電材料所形成的板子。該板子具有一底側其被作成可被附著於碳海棉電極的一端上。板子可藉由捲邊或相似的變形處理而

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

被固定於該電極上。

圖式簡單說明：

本發明將可在配合附圖來閱讀以下之本發明的較佳實施例的詳細說明而被更完全地瞭解，其中相同的標號代表在各圖中之相同的元件；及其中：

第 1 圖為一電池的示意圖，該電池具有根據本發明之碳海棉電極；

第 2 圖為一根據本發明的較佳實施例之雙碳海棉電極電池的一剖面圖；

第 3 圖為一對被一電極隔板隔開來且彼此間隔開的碳電極的立體圖；

第 4 圖為根據本發明的另一實施例之一單一電極的立體圖，其顯示該接點板與該碳海棉電極是間隔開來的關係；

第 5 圖為示於第 4 圖中之單一電極之組合好的立體圖；

第 6 圖為根據本發明的一雙碳海棉電極的一剖面圖；

第 7 圖為在一電池外殼內之電極的另一種安排的示意圖；及。

第 8 圖為一結合了本發明之較佳實施例的多個電極之電池的立體圖。

圖號對照說明：

10 電池

12, 14 碳海棉電極

五、發明說明()

- | | |
|---------------------------|---------------|
| 16 電極隔板 | 18,20 電子接點 |
| 24 構件 | 50 雙碳海棉電極電池 |
| 52 外殼(殼體) | 54,56 碳海棉電極 |
| 58 電極隔板 | 60,62 電子接點 |
| 64 上壁 | 66,68 側壁 |
| 70 通道 | 72 一端 |
| 74,76 側通道 | 78 接點 |
| 80 接點引線 | 100,100' 電極組件 |
| 102 接點板 | 104 碳海棉電極 |
| 106 黏著層 | 108 絕緣層 |
| 200 雙碳海棉電極電池 | 202 電池外殼 |
| 204,206 槽 | 208 蓋子 |
| 210 水平 | 312 正極 |
| 314,318 線 | 316 負極 |
| 300,302,304,306,308,310 槽 | |

發明詳細說明：

該等圖式揭示了本發明之較佳實施例。雖然根據所舉出之實施例的結構是較佳的，但應被瞭解的是：本發明之其它的結構亦可在沒有偏離本發明的精神下被達成。該較佳實施例於下文中被說明。

第1圖為根據本發明所形成之一具有碳海棉電極之舉例性電池的示意圖，該電池被標示為10。該電池10包括一對被一電極隔板16所間隔開來的碳海棉電極12、14。

五、發明說明()

一對被間隔開來的電子接點 18, 20 提供與一電子驅動構件 24 間的電子連接；隔板 16 可由一聚合物化的材料，如聚丙烯，鐵氟龍(註冊商標)或耐龍，來製成。

許多種碳海棉材料可被使用於本發明中。較佳的海棉具有介於 10 至 100ppi 的多孔性；雖然其它的多孔性亦可被使用。一舉例性，但絕非限制性，的海棉是由 Ridge National Laboratory's Metal and Ceramics Division 所製造的。此典型的多孔性包括 58.8 之顯微多孔性(ppi)，0.39 之灰塵含量(在攝氏 1000 度下之重量百分比)， $0.042(\text{g}/\text{cm}^3)$ 之容積密度； $1.538(\text{g}/\text{cm}^3)$ 之帶(ligament)密度； $1.623(\text{m}^2/\text{g})$ 的表面積； $0.75(\text{ohm}\cdot\text{cm})$ 的電阻；及 $0.3(\text{卡}/\text{克}/^\circ\text{C})$ 的比熱。在空氣中之可使用的最大溫度為 350°C ，而在鈍氣環境中之可使用的最大溫度為 3500°C 。此等材料在 $0-200^\circ\text{C}$ 時表現出 $1.15(\text{ppm}/^\circ\text{C})$ 的熱膨脹；在 $0-500^\circ\text{C}$ 時表現出 $1.65(\text{ppm}/^\circ\text{C})$ 的熱膨脹及在 $0-1000^\circ\text{C}$ 時表現出 $1.65(\text{ppm}/^\circ\text{C})$ 的熱膨脹。最重要地，這些樣本表現出以下的導熱性：在 200°C 時為 $0.085(\text{W}/\text{m}\cdot\text{K})$ ；在 300°C 時為 $0.125(\text{W}/\text{m}\cdot\text{K})$ ，在 400°C 時為 $0.18(\text{W}/\text{m}\cdot\text{K})$ ；在 500°C 時為 $0.252(\text{W}/\text{m}\cdot\text{K})$ ，在 650°C 時為 $0.407(\text{W}/\text{m}\cdot\text{K})$ ；及在 800°C 時為 $0.625(\text{W}/\text{m}\cdot\text{K})$ 。

被選取的碳海棉是很強的且保持它們的形狀。例如，被測試的海棉表現出一帶有 10% 偏折之 625kPa 的壓縮強度及帶有最大偏折之 763kPa 的壓縮強度；該等被測試的海棉亦表現出 290kPa 之剪力強度(在 20°C 下)及 810kPa 之

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

拉伸強度(同樣在 20℃ 下): 撓曲強度(在 20℃ 下)為 862kPa 而撓曲係數為 58.6(Mpa): 當然, 包括其它的矽碳化合物海棉之其它具有不同的特性之海棉亦可被使用, 且是在本發明的精神與範圍之內。

第 2 圖為一被標記為 50 之一雙碳海棉電極電池之剖面圖, 該電池是根據本發明的較佳實施例而建構的。電池 50 包括一外殼或殼體 52; 其是由習知之結構上剛硬的材料, 如橡膠或塑膠, 所製成的; 一對被間隔開來的碳海棉電極 54、56 被置於由該殼體 52 所界定的中空部分內。電極 54、56 是由具有經選定的多孔性之開放式槽(cell)碳海棉所構成; 該動孔性被加以選擇用以提供一特定的表面積數量。孔大小的範圍相當的廣且包括一介於每英吋 10 至 500 孔的可能範圍。

一電極隔板 58 被置於電極 54、56 之間; 該隔板將電極 54、56 與非離子的導電電氣地隔離開來。

在每一電極 54、56 的一端上分別安裝有電子接點 60、62。接點 60、62 提供電能給一將被該電池 50 撼動之外部構件。最好是, 接點 60、62 是有高導電性材料, 如銅, 所製成, 雖然其它的導電材料, 如黃銅或鋁, 亦可被使用。

傳統上被使用於鋰離子電池中之液體電解質包括有機溶劑及導電鹽。有機溶劑通常為碳酸鹽。最常被使用之導電鹽為氟磷酸鋰(LiPF_6), 其它常用的鹽包括 LiBF_4 , LiAsF_6 。

五、發明說明()

第 3 圖為一對被電極隔板 58 所隔開來的碳電極 60, 62 的立體圖。電極接電板 60 包括一上壁 64 及一對相面對間隔開的側壁 66, 68。一通道 70 是由該上壁 64 及該對間隔開的側壁 66, 68 所界定；通道 70 與碳海棉電極 54 的一端 72 相配接；最好是，一對相對的側通道 74, 76 (詳見第 4 圖，將於下文中說明) 沿著電極 54 的上端側被界定用以與通道 70 相配接。一伸出的剛性接點 78 被提供用以提供電能給外部的裝置使用。雖然第 3 圖 (及第 4 圖) 顯示接點 78 被置於電極接點板 60, 62 的上側的中央；接點 78 一可被置於板 60, 62 的近端；一可撓曲之由像是銅篩網所構成的接點引線 80 可被安裝以供外部的嚙合之用。

根據第 3 圖之實施例，接點板 60 的側壁 66, 68 可在海棉電極 54 (或 56) 之上朝向彼此被朝內地壓緊；用以機械性地夾緊電極的上端。

第 4 圖為被標記為 100 之根據本發明的一電極組件的另一實施例的立體圖。電極 100 包括一接點板 102，其與一碳海棉電極 104 彼此間隔開來。(雖然只由一個電極 100 及一個接點板 102 被示出；但其它的電極 [未示出] 及其它的接點板 [未示出] 大體上是相同的。)

一黏著層 106 可被提供於碳海棉電極 104 與接點板 102 之間。層 106 是被用來取代 (或輔助) 第 3 圖所示將該板安裝於該電極上之機械性方法。該黏著層 106 是由一導電材料所形成；該導電材料可表現出黏著特性。此等材料可以是鎳、銀、銅、鋁或同時表現出黏著及導電特性之任

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明()

何被電塗裝的材料。

一聚合物絕緣層 108 可被提供來密封該接點板 102，以作為一可能的添加：該絕緣層 108 應由一聚碳酸鹽所構成或由適於此目的之任何有機材料所組成。

第 5 圖為電極組件 100 的立體圖：如所示的，絕緣層 108 主要形成一在該組件 100 的上端之上的絕緣蓋。

第 6 圖為根據本發明之一被標記為 200 的雙碳海棉電極電池：電池 200 包括一電池外殼 202 其包括兩個槽 (cell) 204, 206；第 4 圖及第 5 圖中之兩個此種電極組件及其說明，在此被標記為 100, 100'，被各置一個於槽 204, 206 中。電解溶液被提供於電池 200 中達到所示的水平 210。最好是，該電解液的水平低於該絕緣層 108 的下端。最好是，提供一蓋子 208 以密封電極 100, 100' 之延伸至電池外殼 202 的外部的上端。

應被瞭解的是，雖然兩個被裝入電極的槽被舉例，但許多槽的一個陣列，如六個，十個，或二十四個，都可被使用。此一陣列被示於第 7 圖中，其為依據本發明的一電池的示意圖。如所示的，六個槽 300, 302, 304, 306, 308, 310 被示出。槽 300, 304, 308 藉由一共用的線 314 而被導電地連接至一共用的正極 312，而槽 302, 306, 310 藉由一共用的線 318 而被導電地連接至一共用的負極 316。

第 8 圖為容納第 7 圖之多陣列電極的電池 200 的立體圖；當然，該電池設計的其它造形，如形狀及大小，亦可被使用。

五、發明說明()

熟悉此技藝者由以上的說明可瞭解到本發明之教導可以不同的形式來加以實施。因此，雖然本發明已根據其特定的實施例加以說明；但其實質上的範圍不應因此而受到侷限；因為熟悉此技藝者在閱讀了說明書、圖式及申請專利範圍之後；本發明之其它變化將會變得很明顯；

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

四、中文發明摘要(發明之名稱：)

利用碳海棉電極之鋰離子電池

一種鋰離子電池(200)具有至少兩個碳海棉電極(54, 56)；每一電極(54, 56)都被安裝一由導電材料所形成的板子(分別為60, 62)，板子(60, 62)具有一底側其被作成可被附著於碳海棉電極(54, 56)的一端上。板子(60, 62)可藉由捲邊或相似的變形處理而被固定於該電極上或可藉由導電黏劑而被安裝於該電極上。

英文發明摘要(發明之名稱：)

**LITHIUM ION BATTERY UTILIZING
CARBON FOAM ELECTRODES****ABSTRACT OF THE DISCLOSURE**

A lithium ion battery (200) has at least two carbon foam electrodes (54, 56). Each of the electrodes (54, 56) is fitted with a plate (60, 62 respectively) formed from an electrically conductive material. The plate (60, 62) has an underside which is formed so as to be attached to one end of the carbon foam electrode (54, 56). The plate (60, 62) may be fixed to the electrode by crimping or a similar deforming process or may be fitted thereto by an electrically conductive adhesive.

六、申請專利範圍

1. 一種鋰電池；該鋰電池至少包含：

一電池外殼；

至少一碳海棉電極，其具有一上端，一第一側及一第二側；

一電子的導電板，其被安裝於該至少一碳海棉電極的上端，該板具有一頂端及一第一側與一從該頂端延伸出的第二側；該第一側至少部分地沿著該碳海棉電極的第一側延伸及該第二側至少部分地延著該電極的第二側延伸。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之鋰電池；其包括一被提供於該電池外殼中之電解質溶液。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之鋰電池，其進一步包括一導電的黏附材料；其被安裝在該碳海棉電極與該板子之間。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之鋰電池；其中該板子包括一被提供於其上側上的接點極。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之鋰電池，其進一步包括一絕緣層其至少部分蓋在該板之上及至少部分蓋在該碳海棉電極之上。

(請先閱讀背面之注意事項再填本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

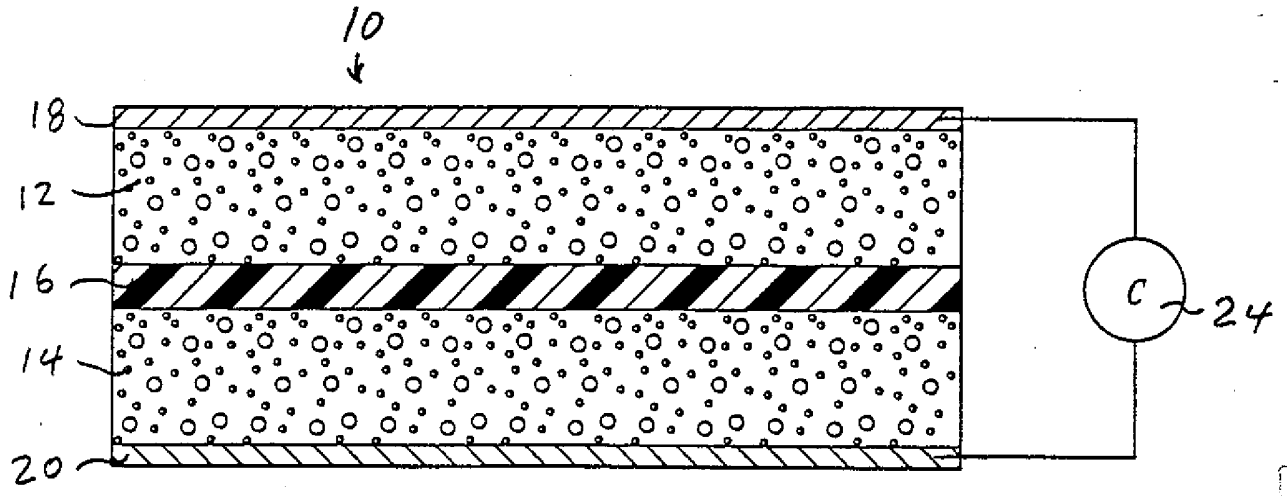
- 6.如申請專利範圍第5項所述之鋰電池，其中該絕緣層是由一聚碳酸鹽材料所形成。
- 7.如申請專利範圍第5項所述之鋰電池，其中該絕緣層是由一有機材料所形成。
- 8.如申請專利範圍第1項所述之鋰電池；其中該電池包括至少四個碳海棉電極。
- 9.如申請專利範圍第1項所述之鋰電池；其中該碳海棉電極具有10至100ppi的多孔性。
- 10.如申請專利範圍第1項所述之鋰電池，其中該碳海棉電極為矽碳化合物海棉。

(請先閱讀背面之注意事項再填(本頁))

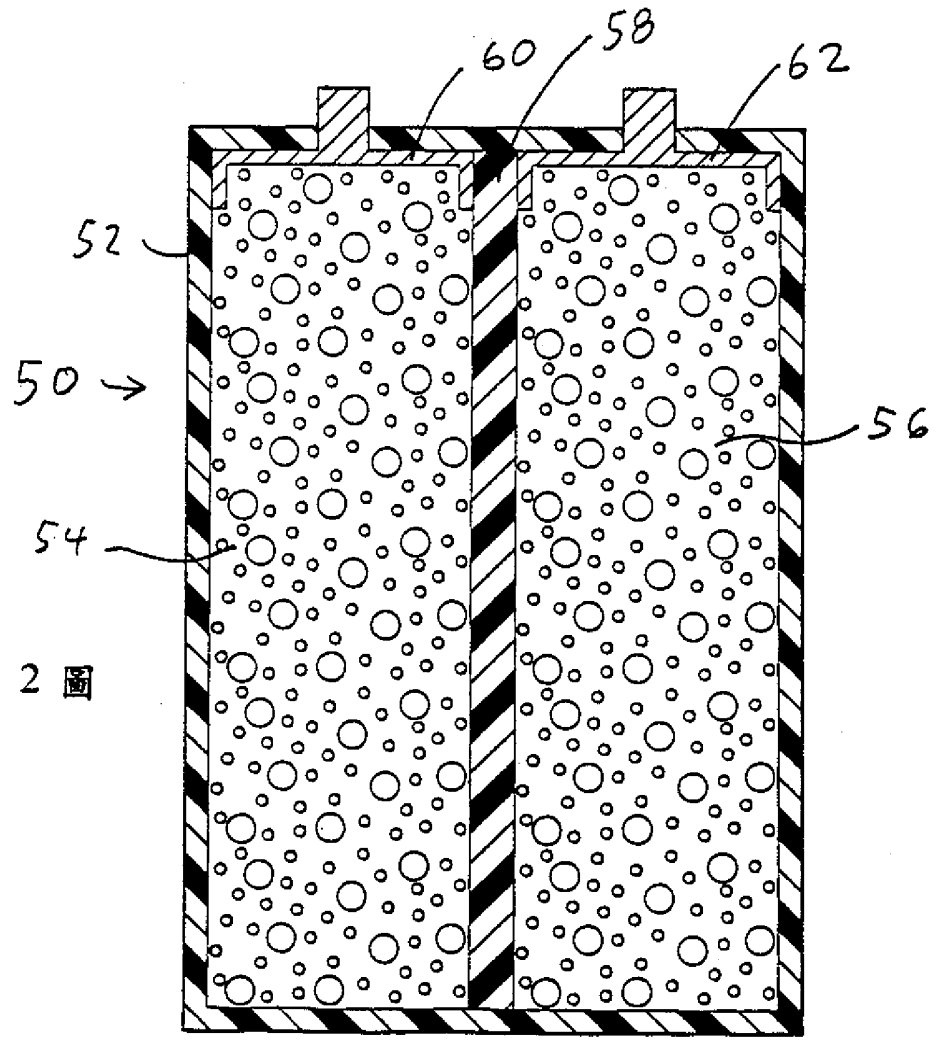
裝

訂

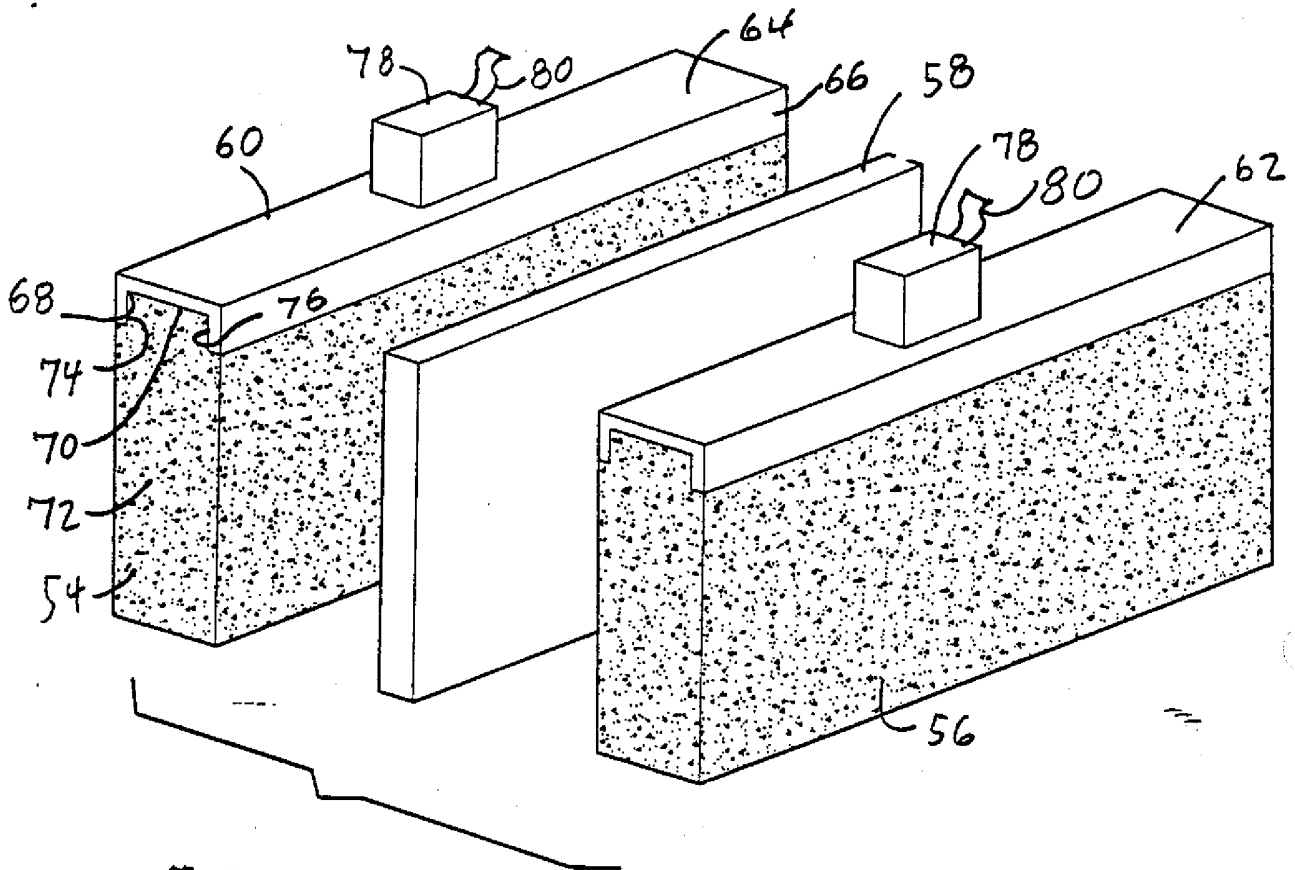
線



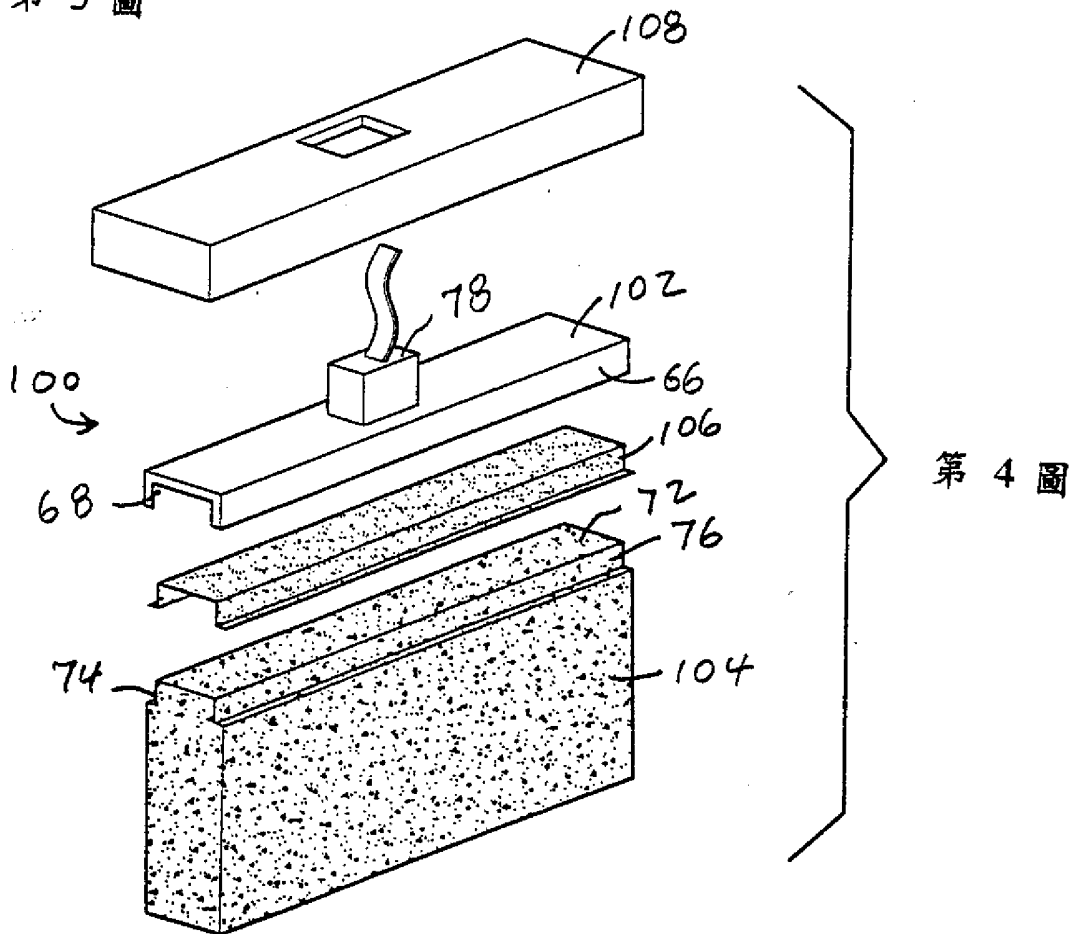
第 1 圖



第 2 圖

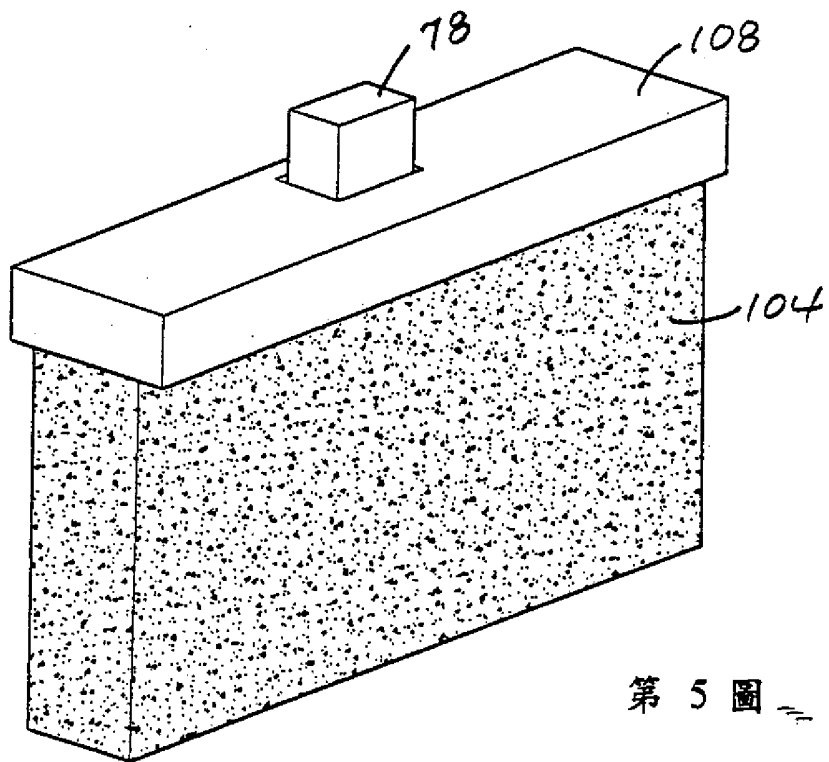


第 3 圖



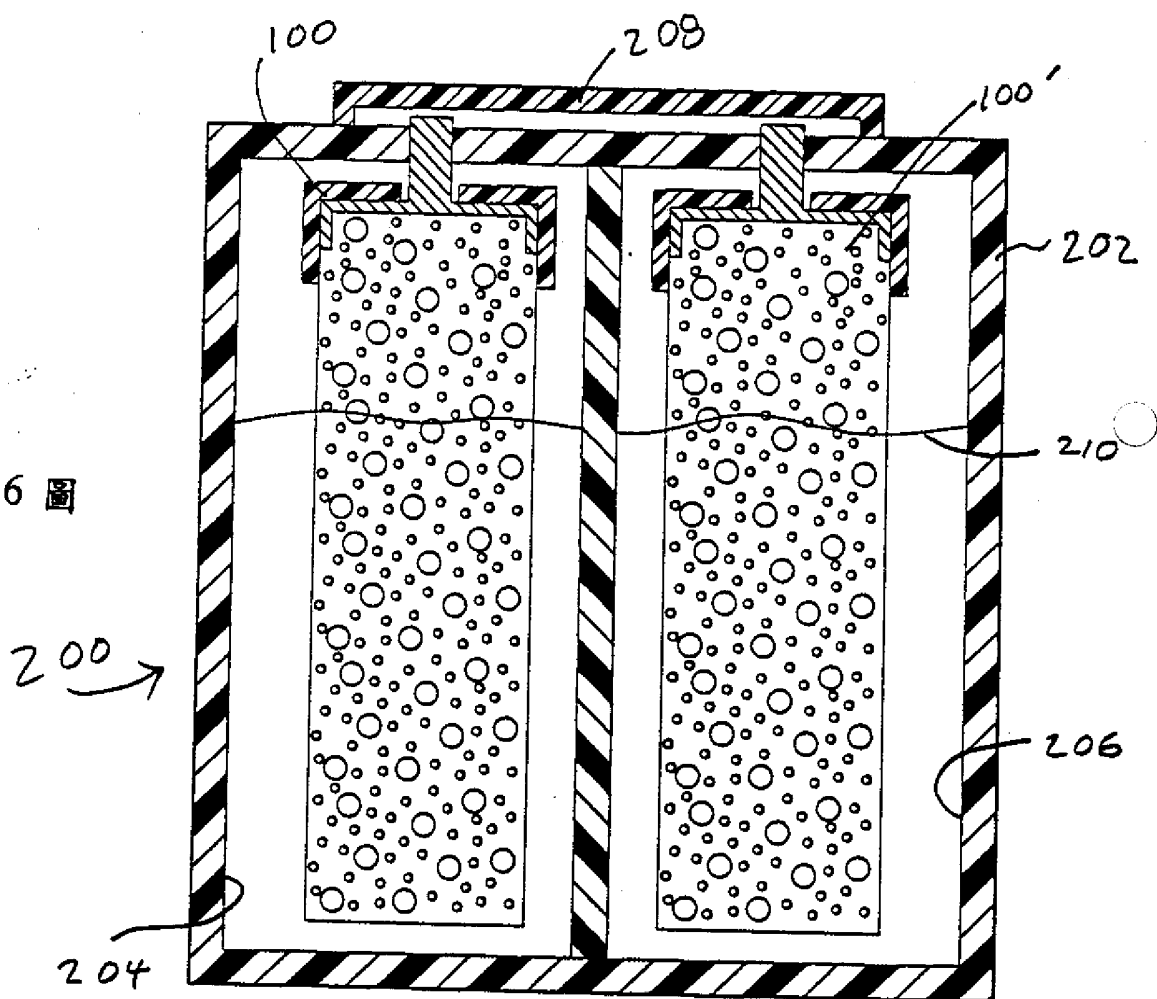
第 4 圖

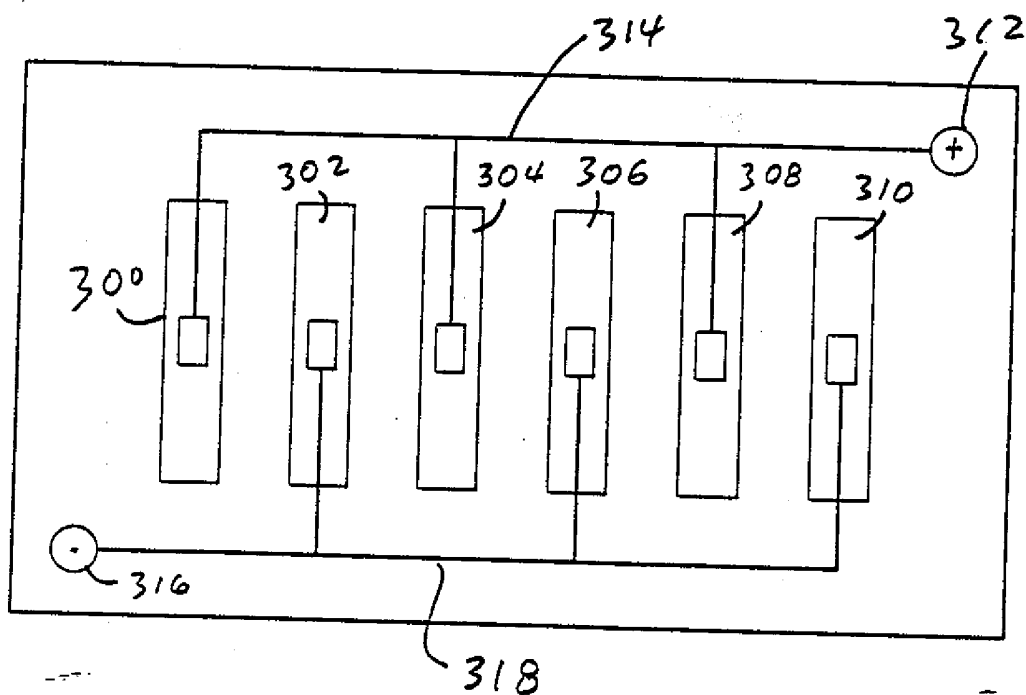
3/4



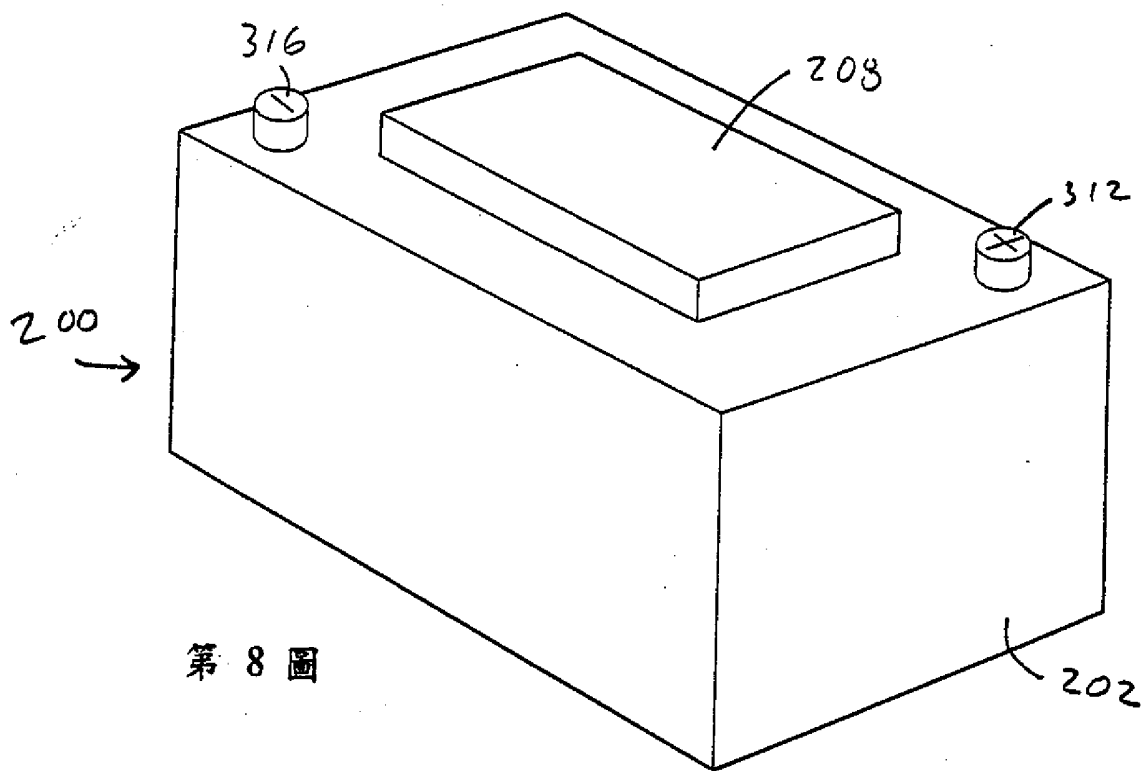
第 5 圖

第 6 圖





第 7 圖



第 8 圖