



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I375347B1

(45)公告日：中華民國 101 (2012) 年 10 月 21 日

(21)申請案號：098139650

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 11 月 20 日

(51)Int. Cl. : **H01M8/02 (2006.01)**

(71)申請人：財團法人工業技術研究院(中華民國) INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE (TW)

新竹縣竹東鎮中興路 4 段 195 號

(72)發明人：王文琳 WANG, WEN LIN (TW)；吳俊星 WU, CHUN HSING (TW)；薛康琳 HSUEH, KAN LIN (TW)；許桓瑞 SHIU, HUAN RUEI (TW)；張文振 CHANG, WEN CHEN (TW)；曹方海 TSAU, FANG HEI (TW)；宋隆裕 SUNG, LUNG YU (TW)

(74)代理人：許世正

(56)參考文獻：

TW	I221039	TW	I222765
TW	I246792	TW	I311830
TW	M264664	TW	200945650A
US	2002/0192523A1	US	2002/0195335A1
US	2003/0036001A1	WO	99/36594A1

審查人員：李昭俊

申請專利範圍項數：28 項 圖式數：16 共 0 頁

(54)名稱

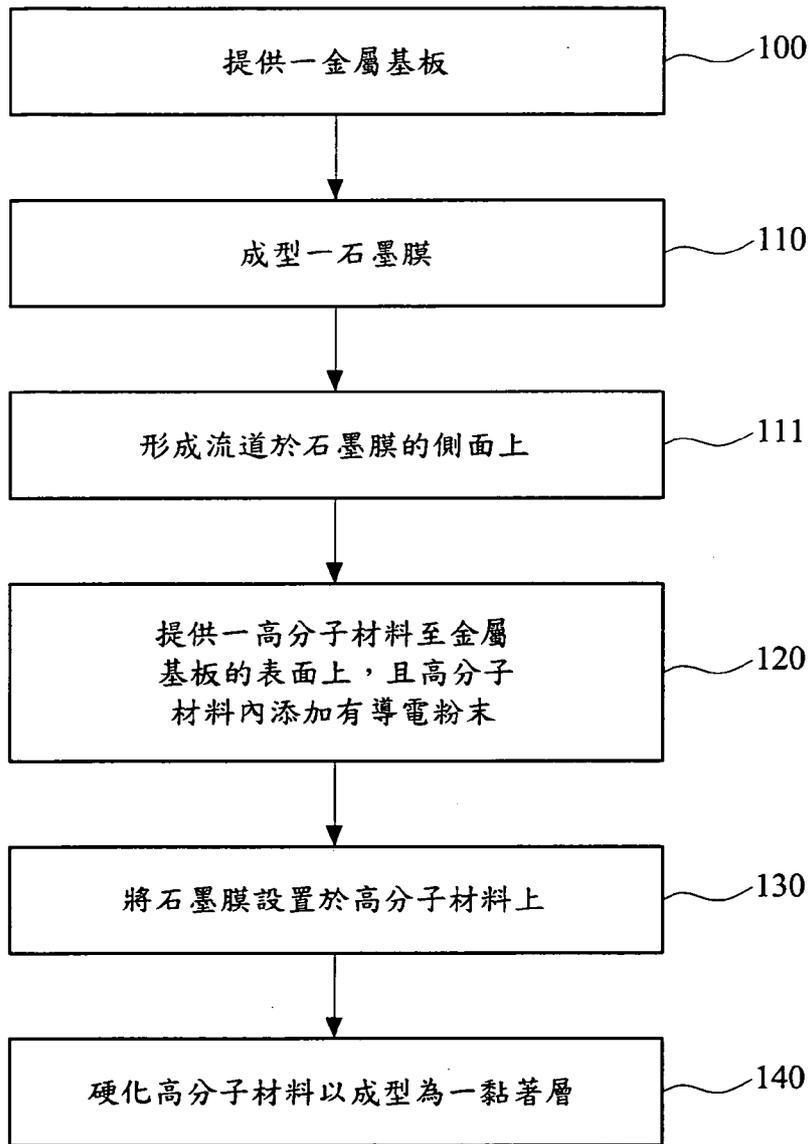
燃料電池之雙極板的製備方法及燃料電池之雙極板

MANUFACTURE METHOD OF BI-POLAR PLATES OF FUEL CELL AND BI-POLAR PLATES THEREOF

(57)摘要

一種燃料電池之雙極板的製備方法及其雙極板，係先成型一石墨膜，接著塗覆一高分子材料至金屬基板的表面上，而高分子材料內添加有導電粉末。石墨膜係設置於高分子材料上，並且硬化高分子材料以成型為黏著層，使得石墨膜可覆於金屬基板表面。

A manufacture method of bi-polar plates of fuel cell and bi-polar plates thereof are provided. Firstly, a graphite film is formed. Then, a polymer material is coated on the surface of a metal substrate, and the polymer material contains a plurality of conductive powder. The graphite film is disposed on the polymer material, and the polymer material is cured to act as an adhesive layer, such that the graphite film is covered on the surface of metal substrate.



步驟 100 . . . 提供一金屬基板

步驟 110 . . . 成型一石墨膜

步驟 111 . . . 形成流道於石墨膜的側面上

步驟 120 . . . 提供一高分子材料至金屬基板的表面上，且高分子材料內添加有導電粉末

步驟 130 . . . 將石墨膜設置於高分子材料上

步驟 140 . . . 硬化高分子材料以成型為一黏著層

第1圖

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於一種燃料電池，特別是一種燃料電池之雙極板的製備方法及其雙極板。

【先前技術】

燃料電池(fuel cell)由於具有高效率反應快運作安靜及低污染等特性，因此已廣泛的應用於電力、工業、運輸、太空、軍事等各領域中。燃料電池係一種可將化學能連續不斷直接轉變為電能之發電裝置，燃料電池工作時，燃料氣體（如氫氣）與助燃劑（如氧氣）分別輸送至燃料電池的陽極與陰極，藉由氧化與還原反應將化學能轉變為電能。

習用的燃料電池單體結構大致是由一陽極板、一陰極板，及包夾一片固態電解質膜所構成，稱為單電池。然而，於實際使用時，是需要將多個單電池相互串聯，以取得較大的輸出電壓，相鄰的燃料電池單體係共用同一電極板，係分別做為兩相鄰燃料電池單體的陽極與陰極，而此一電極板即稱作雙極板(bi-polar plate)。

雙極板的材質主要為石墨材料、複合碳材及金屬材料等具有高導電度的材料，為了因應市場上對於燃料電池必須兼具高電力密度與輕量可攜的需求，勢必得將雙極板輕薄化。然，要將石墨板或複合碳板的厚度控制的極薄，將造成雙極板的氣密性不佳及結構強度不足的問題，或是受限於石墨硬度低及延展性不佳等材料特性，導致加工或使用時容易碎裂。

金屬材質加工容易，適合大量生產，且電傳導度與熱傳導度亦相當優異，因此若是選用金屬材料可製成厚度較薄且質量較輕的雙極板。但是，在燃料電池工作過程中，燃料或氧化劑發生反應後容易造成金屬雙極板表面的氧化及腐蝕現象，導致燃料電池的性能下降，使用壽命減短等問題。若是選用耐腐蝕之貴金屬(例如金(Au)或鉑(Pt))製作雙極板，或是在金屬雙極板表面鍍上一層貴金屬材質的保護層，其製造成本又太高。

以不鏽鋼材料(stainless steel)、鋁材料(Al)、或鈦材料(Ti)等抗腐蝕金屬材質製成的雙極板而言，其雙極板表面雖可形成由氧化物組成的緻密氧化層，以防止電解質造成雙極板表面的腐蝕作用，但這些氧化層卻也導致表面接觸阻抗的增加，使得雙極板傳導電子的能力將低，因而導致燃料電池的總輸出電壓亦隨之下降。

美國專利第 6,828,040 號專利案(以下簡稱 040 案)揭露一種燃料電池的雙極板結構，其不鏽鋼基板上以噴塗方式(spray-coating)披覆一高分子材料，並經由高溫裂解(pyrolysis)反應而與基板相結合，而此一高分子材料中添加有至少 90%的導電石墨，藉以隔絕外界環境對不鏽鋼基板產生腐蝕與氧化作用，同時具備導電特性。

但，由於 040 案係透過噴塗方式形成導電保護膜，而其高分子材料中的溶劑於高溫裂解過程中揮發，使得最後成型的導電保護膜內產生非常多的小氣孔，因而導致保護膜的緻密性不佳，而這些小氣孔即成為燃料電池的酸性溶液滲入雙極板內的通道。因此，040 案必須在不鏽鋼基板的表面上塗覆多層高分子材料，並經

過多道高溫裂解工序，方可避免上述問題的產生，但卻使得雙極板的加工程序過於複雜，且製造成本亦過於昂貴。

【發明內容】

鑒於以上的問題，本發明提供一種燃料電池之雙極板的製備方法及燃料電池之雙極板，藉以改良習用燃料電池之雙極板因石墨材料的特性而導致使用上多所受限，並且使用效能不佳，以及金屬材料製成的雙極板後續必須經過多道表面處理程序，而造成加工程序複雜及製造成本過高等問題。

本發明所揭露之燃料電池之雙極板的製備方法，其步驟首先係提供一金屬基板，並且成型一石墨膜。接著提供一高分子材料至金屬基板的表面上，且高分子材料內添加有導電粉末。將石墨膜設置於高分子材料上，並硬化高分子材料以成型為黏著層，使石墨膜結合於金屬基板上。

本發明之燃料電池之雙極板包括有一金屬基板、一黏著層、及一石墨膜，其中黏著層係設置於金屬基板的一表面上，且黏著層內具有導電粉末，石墨膜係設置於黏著層上。

本發明係先完成石墨膜的製備工序，接著再藉由黏著層將石墨膜與金屬基板相互結合，並非預先混合石墨與高分子樹脂，再將此一混合材料成型於金屬基板上，本發明之雙極板的製備方法與習用雙極板的製備步驟不同。

因此，本發明的製備方法可避免石墨膜(即導電保護層)在成型時，其內部產生大量的缺陷(defect)，藉以提高雙極板的使用效能

及使用壽命，以達到輕薄化、可大量生產、抗腐蝕性能良好、及降低製造成本等功效。

以上之關於本發明內容之說明及以下之實施方式之說明係用以示範與解釋本發明之原理，並且提供本發明之專利申請範圍更進一步之解釋。

【實施方式】

「第 1 圖」及「第 2 圖」至「第 6 圖」所示為本發明一實施例之步驟流程圖與分解步驟示意圖。

如「第 2 圖」至「第 3D 圖」所示，並配合「第 1 圖」之步驟流程說明一併參酌，本發明之燃料電池之雙極板的製備方法，首先係提供一金屬基板 210(步驟 100)，此一金屬基板 210 的材質可為鋁材料(Al)、鈦材料(Ti)、鎳材料(Ni)、銅材料(Cu)、鉻材料(Cr)、錫材料(Sn)及其合金、或是不鏽鋼材料(stainless steel)，而本實施例之金屬基板 210 係選用 316L 不鏽鋼材料，其厚度為 0.1 毫米(mm)至 0.2 毫米(mm)之間，但並不以本實施例為限。另外，本發明所揭露之燃料電池為薄膜燃料電池(proton exchange membrane fuel cell, PEMFC)，但並不以此為限。

接著，成型一石墨膜 220(步驟 110)，而此一石墨膜 220 係藉由一治具 300 壓合成型。詳細而言，石墨膜 220 的成型製程係先提供一治具 300，接著將定量的石墨材料 400，例如天然石墨或是人造石墨(或稱膨脹石墨)填充至治具 300 中，再對治具 300 施以一壓合力量，以密壓成型出高純度且緻密的石墨膜 220。本實施例之

石墨膜 220 的壓合成型力量至少為 80 公斤力/每平方公分 (kgf/cm^2)，若是壓合力量低於 80 公斤力/每平方公分時，石墨材料將無法形成如本實施例之光滑平整的膜層，並且其石墨膜的緻密性與抗腐蝕效果亦相對變差。本實施例之石墨膜 220 的微結構請參閱「第 7 圖」所示的掃描式電子顯微鏡 (scanning electron microscopy, SEM) 示意圖。

本實施例的石墨膜 220 厚度為 0.01 毫米(mm)至 1 毫米(mm)之間，然而熟悉此項技術者，可藉由調整石墨的添加量或是壓合力道，以對應改變石墨膜 220 的厚度與緻密度，並不以本實施例為限。另外，亦可於石墨膜 220 加壓成型的過程中，額外施加一熱量至治具 300，以增加石墨膜 220 的結合性與緻密度。

如「第 3D 圖」所示，並配合「第 1 圖」之步驟流程說明一併參酌，本發明之燃料電池之雙極板的製備方法更包括有形成一流道 221 於石墨膜 220 的一側面上(步驟 111)。值得注意的是，石墨膜 220 上的流道 221 可於石墨膜 220 壓合製備過程中即同時形成於石墨膜 220 的一側面上，或者是於雙極板的後續製程中另行形成於石墨膜 220 上，其流道 221 的成形步驟並不限定於本發明所揭露的實施例所載。

請繼續參閱「第 4A 圖」至「第 4C 圖」所示，並一併參酌「第 1 圖」的步驟流程圖。接著，提供一高分子材料 230，例如為熱硬化樹脂材料、光硬化樹脂材料、或是化學硬化樹脂材料。添加導電粉末 231 至高分子材料 230 內，而導電粉末 231 的添加範圍為 1

個重量百分比(1wt.%)至 20 個重量百分比(1wt.%)之間，且導電粉末 231 可為金(Au)、鉑(Pt)、鈀(Pd)、鈦(Ti)、鎳(Ni)、鉻(Cr)或其合金等金屬粉末、石墨粉末、碳粉末、奈米碳管、碳纖維、或是其混合粉末，其導電粉末 231 的粒徑尺寸控制在 1 奈米(nm)至 200 奈米(nm)之間。然而，熟悉此項技術者，可根據實際使用需求而選用具良好導電特性的粉末種類，以及適合的粉末粒徑尺寸，並不以本發明所揭露之實施例為限。

以機械設備或是人工方式對添加有導電粉末 231 的高分子材料 230 進行攪拌，使導電粉末 231 均勻的散佈於高分子材料 230 內，接著將含有導電粉末 231 的高分子材料 230 塗覆於金屬基板 210 的一表面上(步驟 120)，而本實施例之高分子材料 230 可透過刮刀塗佈、旋轉塗佈、噴射塗佈、狹縫塗佈、或滾壓塗佈等方式均勻塗覆於金屬基板 210 上。

如「第 1 圖」及「第 5 圖」、「第 6 圖」所示，將製備完成的石墨膜 220 設置於高分子材料 230 上(步驟 130)，並且石墨膜 220 係以具有流道 221 的另一側面貼覆於高分子材料 230 上。接著，硬化高分子材料 230 以成型為黏著層 232(步驟 140)，使得石墨膜 220 得以穩固的結合於金屬基板 210 上，以成為燃料電池之雙極板 200 結構。其中，本實施例之黏著層 232 的厚度係控制在 10 微米(μm)至 600 微米(μm)之間，但並不以此為限。

請參閱「第 8A 圖」及「第 8B 圖」所示之極化曲線分析圖，其抗腐蝕試驗所使用的腐蝕液為 0.5 莫耳濃度(M)的硫酸溶液，測

試時間為 1000 小時。

「第 8A 圖」所示為未披覆有本發明之石墨膜的 316L 不鏽鋼基板進行抗腐蝕試驗的動態極化曲線，實線線段為 316L 不鏽鋼基板未浸泡於硫酸溶液時的極化曲線，虛線線段為 316L 不鏽鋼基板浸泡於硫酸溶液內 1000 小時後的極化曲線。由圖中可得知，當未披覆有石墨膜之 316L 不鏽鋼基板浸泡於硫酸溶液內 1000 小時後，其腐蝕電流密度值由未浸泡於硫酸溶液時的約 10^{-7} 安培/每平方公分(Amps/cm²)增加至約 10^{-6} 安培/每平方公分(Amps/cm²)，顯見未披覆有石墨膜之 316L 不鏽鋼基板長時間處在腐蝕環境中，其抗腐蝕特性嚴重衰退，進而影響燃料電池之雙極板的可靠度。

「第 8B 圖」所示為披覆有本發明之石墨膜的 316L 不鏽鋼基板進行抗腐蝕試驗的動態極化曲線，實線線段為 316L 不鏽鋼基板未浸泡於硫酸溶液時的極化曲線，虛線線段為 316L 不鏽鋼基板浸泡於硫酸溶液內 1000 小時後的極化曲線。由圖中可得知，當披覆有石墨膜之 316L 不鏽鋼基板浸泡於硫酸溶液內 1000 小時後，其腐蝕電流密度值與未浸泡於硫酸溶液時的腐蝕電流密度值接近，並無明顯的變化，顯見披覆有本發明之石墨膜的 316L 不鏽鋼基板長時間處在腐蝕環境中，仍然維持良好的抗腐蝕特性。

請參閱「第 9A 圖」及「第 9B 圖」所示之應力-界面接觸阻抗的曲線分析圖，X 軸為應力值，其單位為牛頓/每平方公分(N/cm²)，Y 軸為電阻係數(I.C.R.)，其單位為毫歐姆×每平方公分(mΩ*cm²)。其中，◆符號之線段為未披覆有石墨膜之 316L 不鏽鋼基板的應力

-界面接觸阻抗曲線；■符號的曲線線段為披覆有石墨膜，且黏著層內含有導電粉末之 316L 不鏽鋼基板的應力-界面接觸阻抗曲線；▲符號的曲線線段為披覆有石墨膜，且黏著層內未含有導電粉末之 316L 不鏽鋼基板的應力-界面接觸阻抗曲線。

由「第 9A 圖」中可清楚得知，披覆有石墨膜但黏著層內未含有導電粉末的 316L 不鏽鋼基板，其界面接觸阻抗值明顯高於其他兩組不鏽鋼基板，顯見本發明之黏著層添加有導電粉末確實可以有效降低雙極板的界面接觸阻抗，本發明之雙極板由石墨膜提供水平面的導電性能，而黏著層內的導電粉末提供垂直面的導電性能，使得本發明之雙極板具備相當良好的導電特性。

另外，請參閱「第 9B 圖」，並且比較未披覆有石墨膜之 316L 不鏽鋼基板與披覆有石墨膜且黏著層內含有導電粉末之 316L 不鏽鋼基板的應力-界面接觸阻抗曲線，其未披覆有石墨膜之 316L 不鏽鋼基板需要施加一定程度的應力方可降低其界面接觸阻抗值，而披覆有石墨膜且黏著層內含有導電粉末之 316L 不鏽鋼基板之界面接觸阻抗值則不受應力值的影響而產生大幅度的變化。

本發明所揭露燃料電池之雙極板的製備方法，其係先完成石墨膜的製備工序，再藉由硬化高分子材料所形成的黏著層以將石墨膜與金屬基板相互結合，因此本發明之雙極板的製備方法與習用雙極板的製備步驟不同，有效改善習用雙極板之導電保護層於乾燥成膜時造成大量缺陷生成的問題，並且本發明之製備方法可廣泛的應用於高溫或低溫燃料電池之雙極板的製造。

本發明透過石墨膜與黏著層的雙重防護，以有效阻隔金屬基板與燃料電池之酸性溶液直接接觸，藉以提高雙極板的導電效能、使用壽命、及可靠度，並且達到降低製造成本、抗腐蝕性能良好、及可大量生產等功效。

雖然本發明之實施例揭露如上所述，然並非用以限定本發明，任何熟習相關技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，舉凡依本發明申請範圍所述之形狀、構造、特徵及精神當可做些許之變更，因此本發明之專利保護範圍須視本說明書所附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

第 1 圖為本發明之步驟流程圖；

第 2 圖至第 6 圖為本發明之分解步驟示意圖；

第 7 圖為本發明之石墨膜的電子顯微鏡示意圖；

第 8A 圖為不鏽鋼基板之極化曲線分析圖；

第 8B 圖為本發明之結合有石墨膜之不鏽鋼基板的極化曲線分析圖；

第 9A 圖為本發明之應力-界面接觸阻抗之曲線分析圖；以及

第 9B 圖為本發明之應力-界面接觸阻抗之曲線分析圖。

【主要元件符號說明】

步驟 100	提供一金屬基板
步驟 110	成型一石墨膜
步驟 111	形成流道於石墨膜的側面上

- 步驟 120 提供一高分子材料至金屬基板的表面上，且高分子材料內添加有導電粉末
- 步驟 130 將石墨膜設置於高分子材料上
- 步驟 140 硬化高分子材料以成型為一黏著層
- 200 雙極板
- 210 金屬基板
- 220 石墨膜
- 221 流道
- 230 高分子材料
- 231 導電粉末
- 232 黏著層
- 300 治具
- 400 石墨材料

公告本

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： 98139650

※ 申請日： 98-11-20 ※IPC 分類： H01M8/02 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

燃料電池之雙極板的製備方法及燃料電池之雙極板

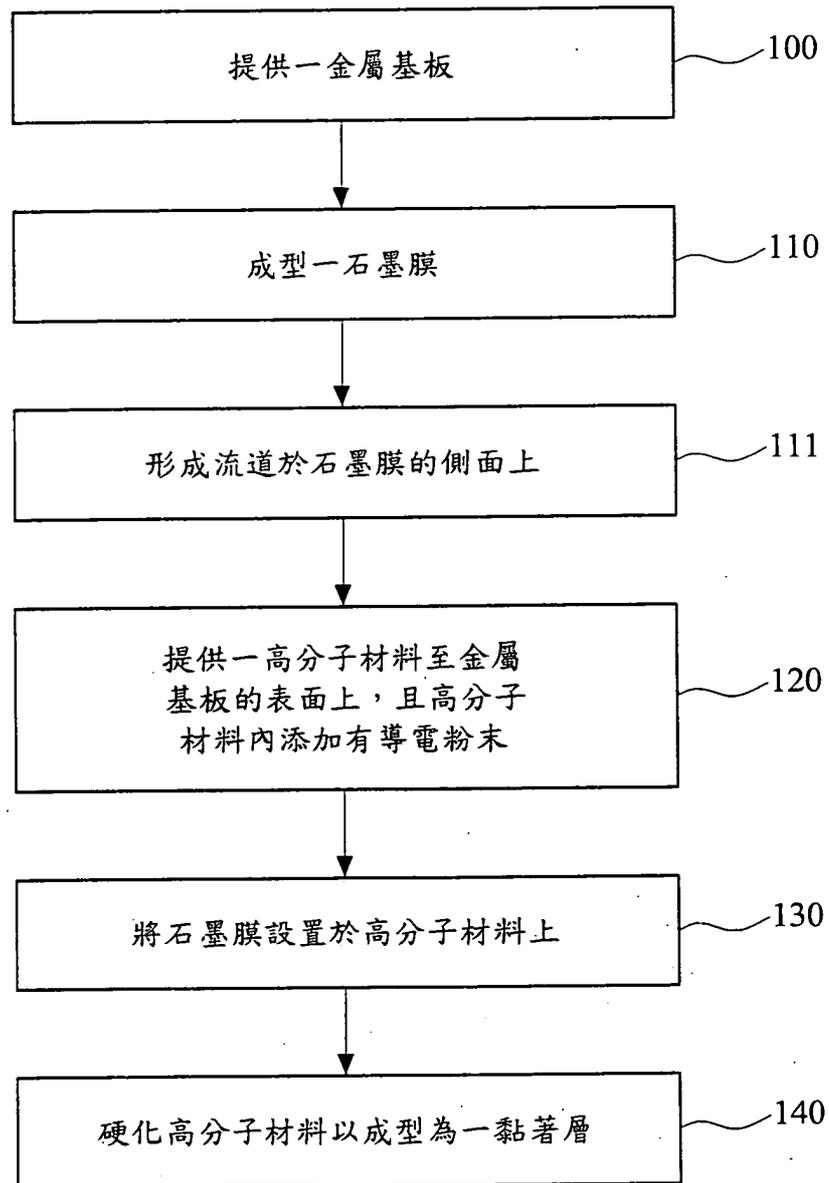
Manufacture method of bi-polar plates of fuel cell and bi-polar plates thereof

二、中文發明摘要：

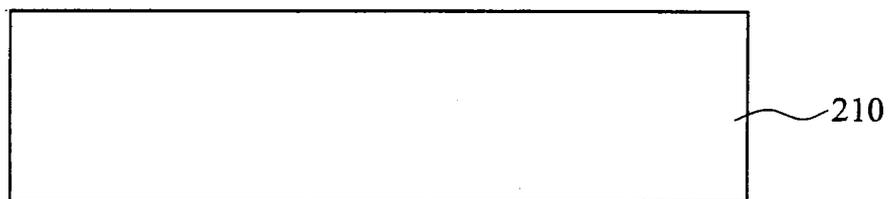
一種燃料電池之雙極板的製備方法及其雙極板，係先成型一石墨膜，接著塗覆一高分子材料至金屬基板的表面上，而高分子材料內添加有導電粉末。石墨膜係設置於高分子材料上，並且硬化高分子材料以成型為黏著層，使得石墨膜可覆於金屬基板表面。

三、英文發明摘要：

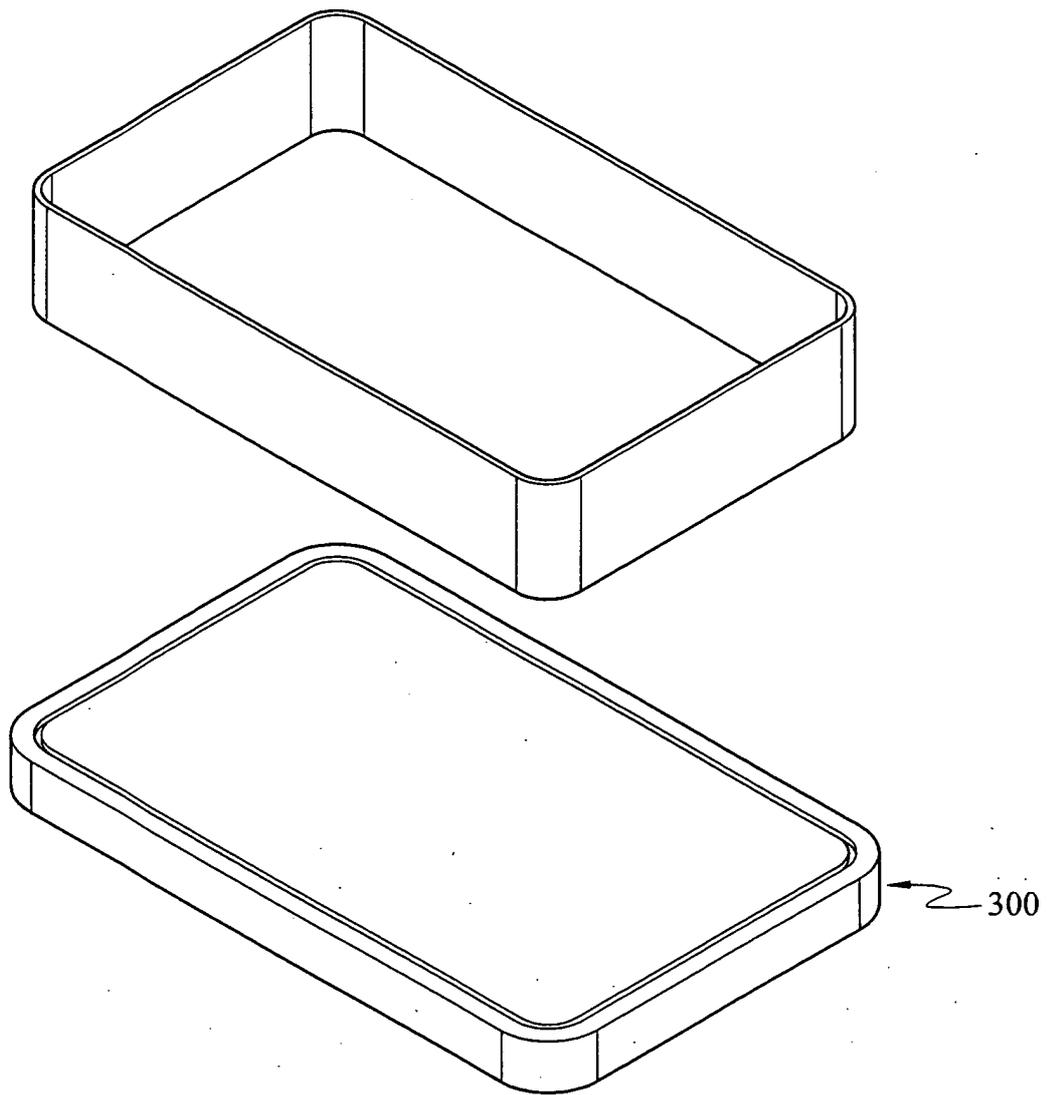
A manufacture method of bi-polar plates of fuel cell and bi-polar plates thereof are provided. Firstly, a graphite film is formed. Then, a polymer material is coated on the surface of a metal substrate, and the polymer material contains a plurality of conductive powder. The graphite film is disposed on the polymer material, and the polymer material is cured to act as an adhesive layer, such that the graphite film is covered on the surface of metal substrate.



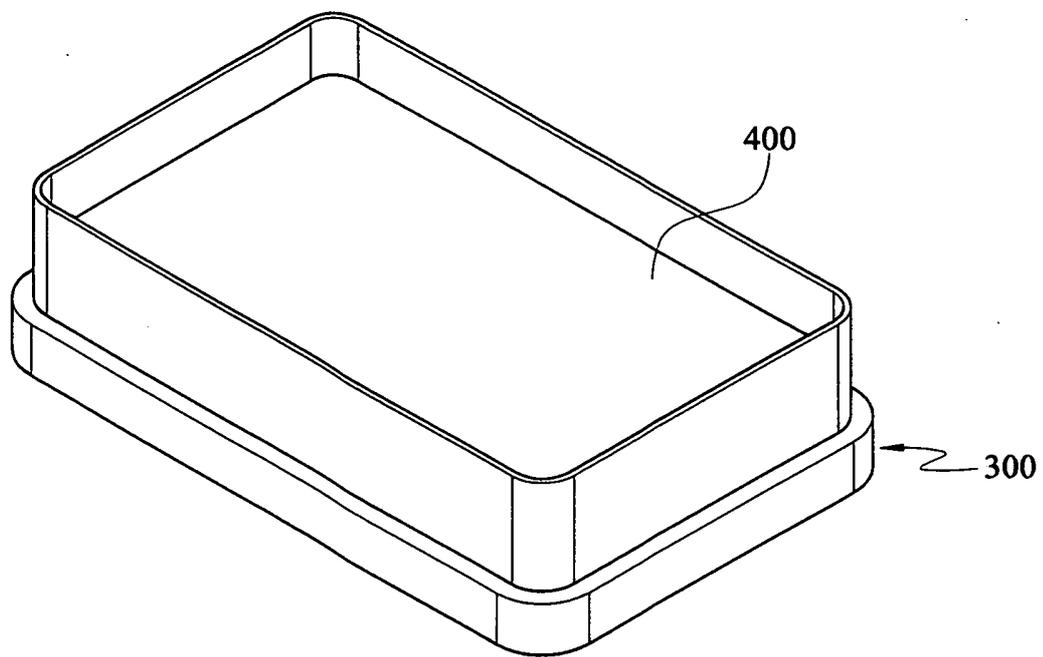
第1圖



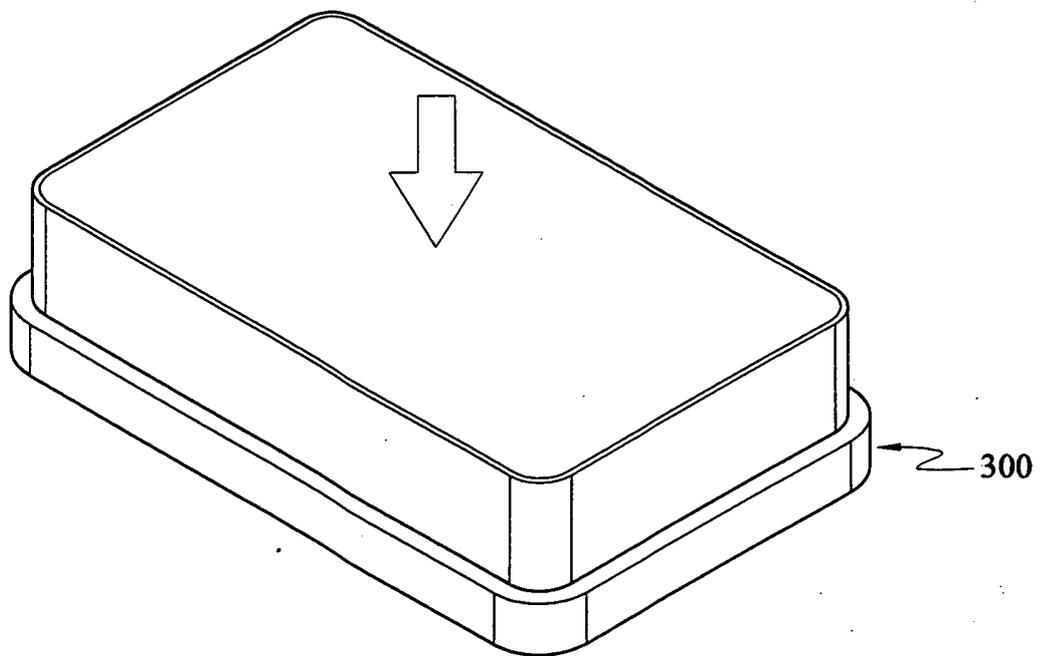
第2圖



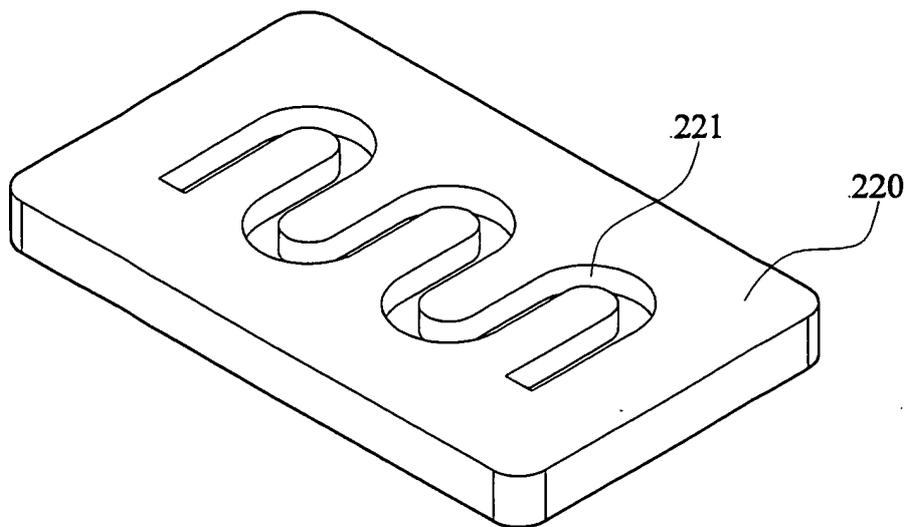
第3A圖



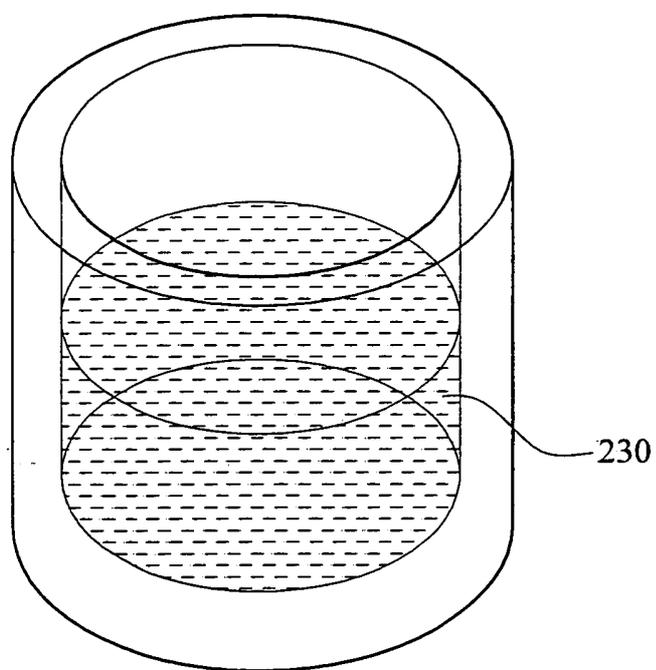
第3B圖



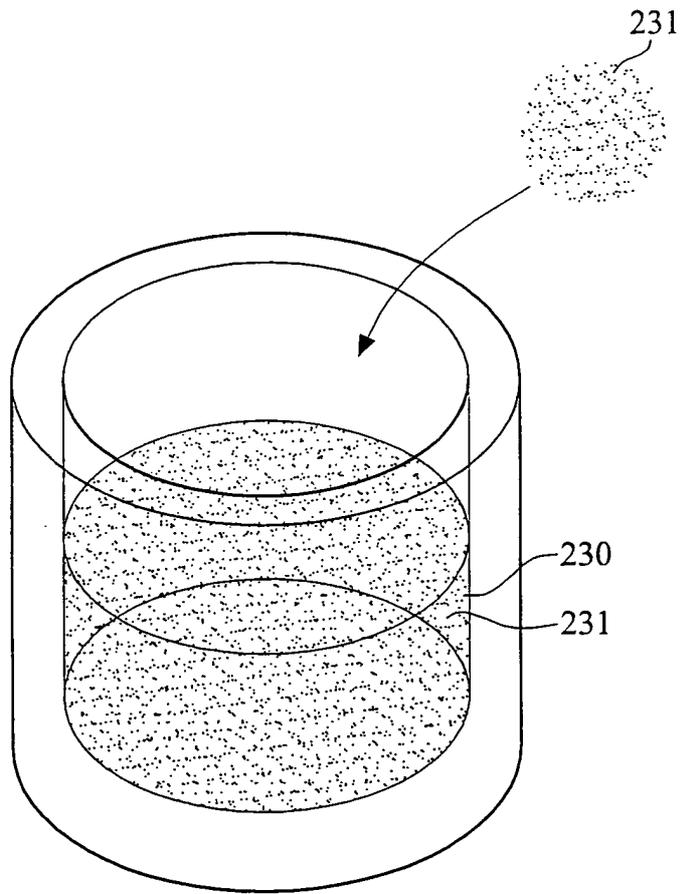
第3C圖



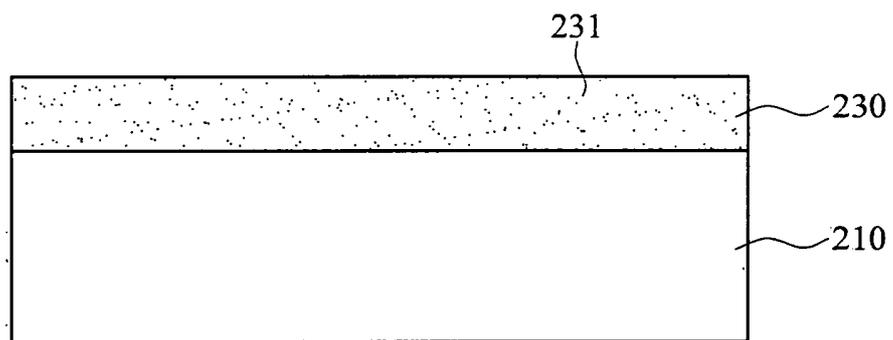
第3D圖



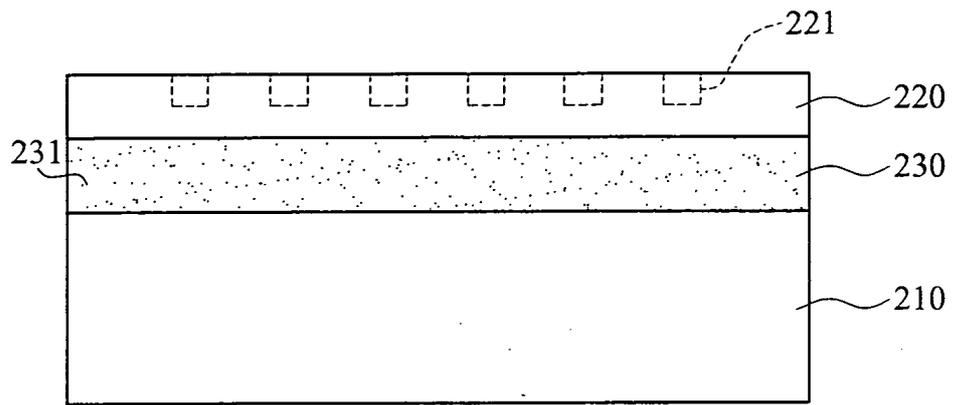
第4A圖



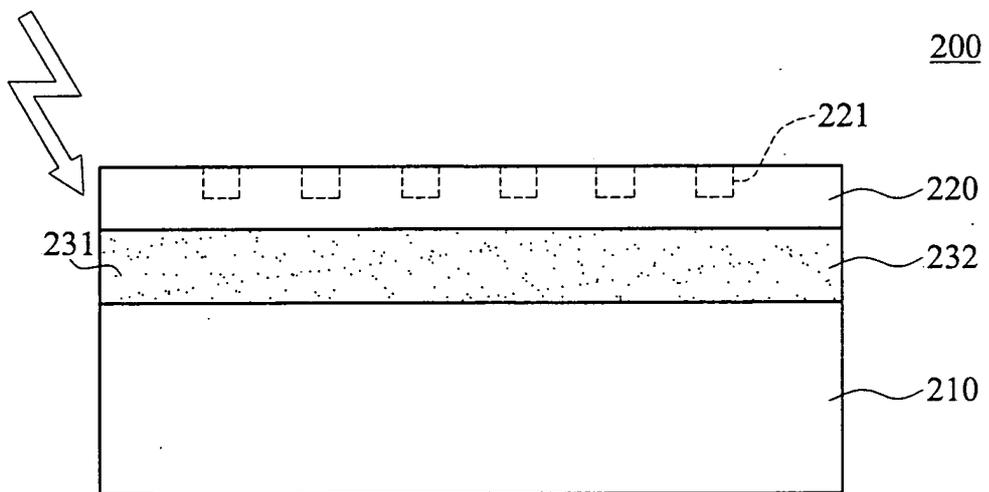
第4B圖



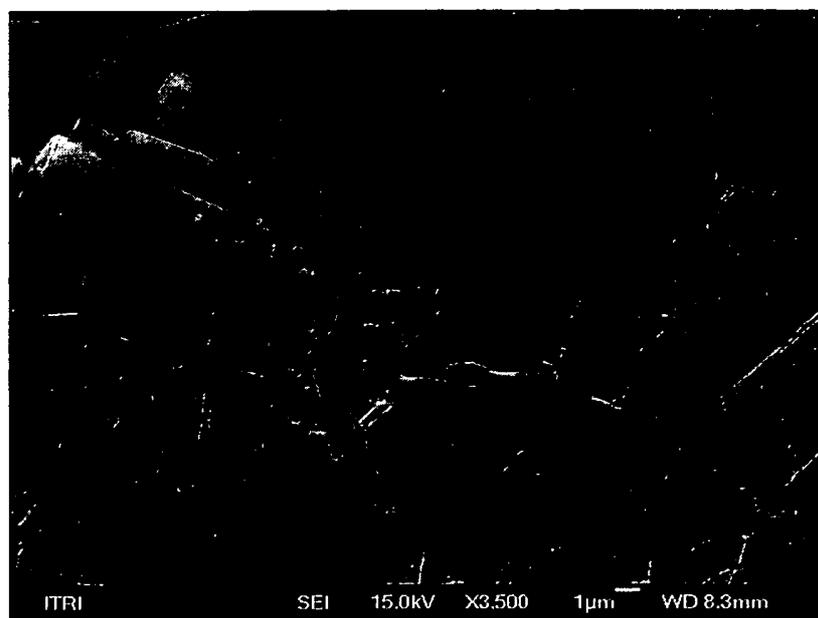
第4C圖



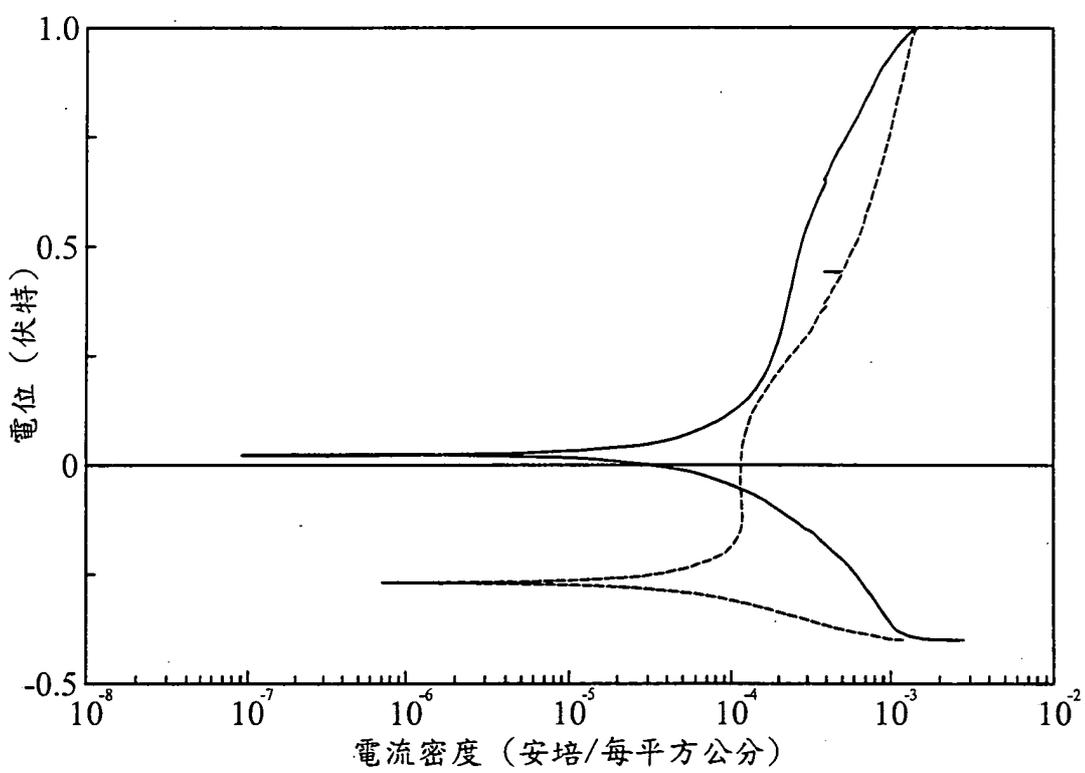
第5圖



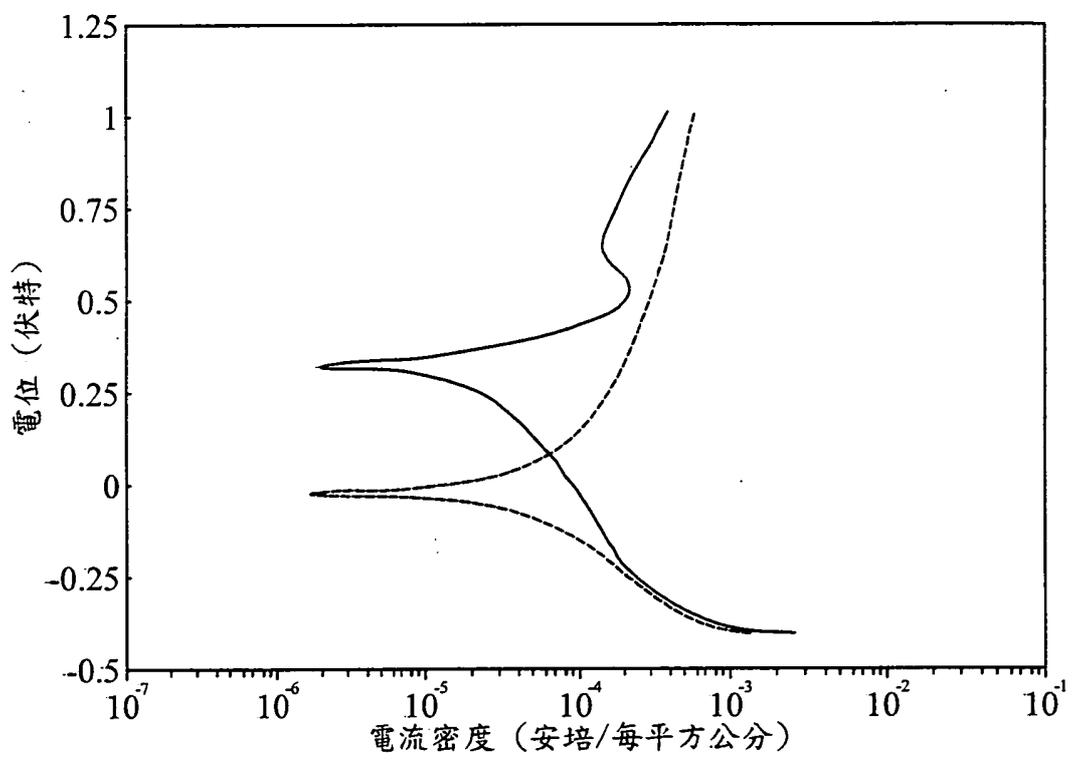
第6圖



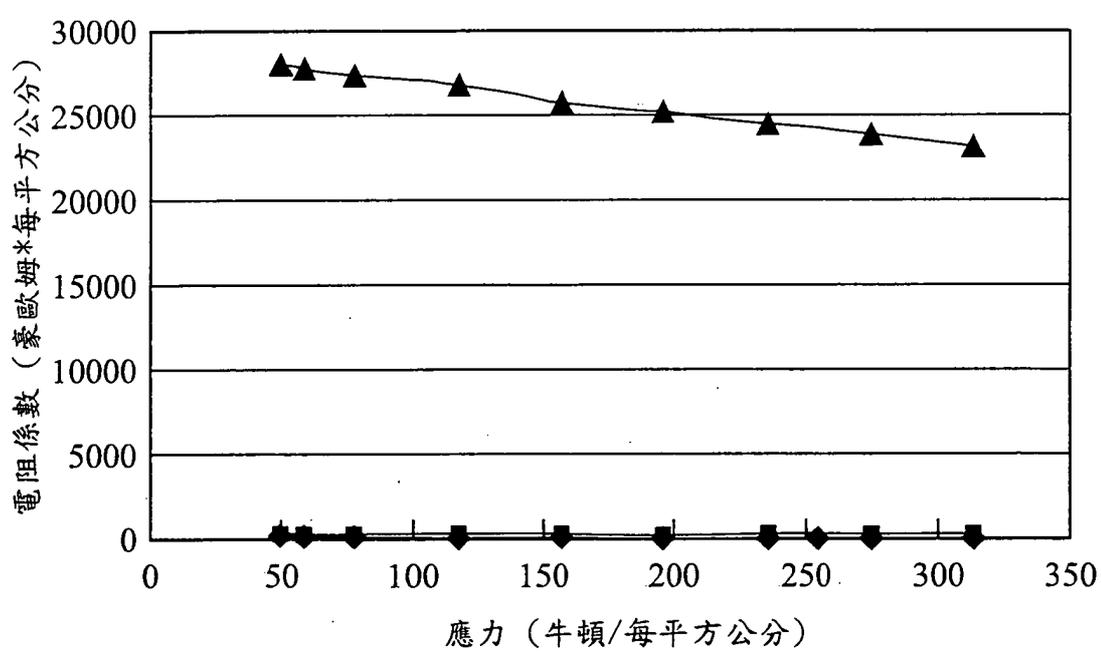
第7圖



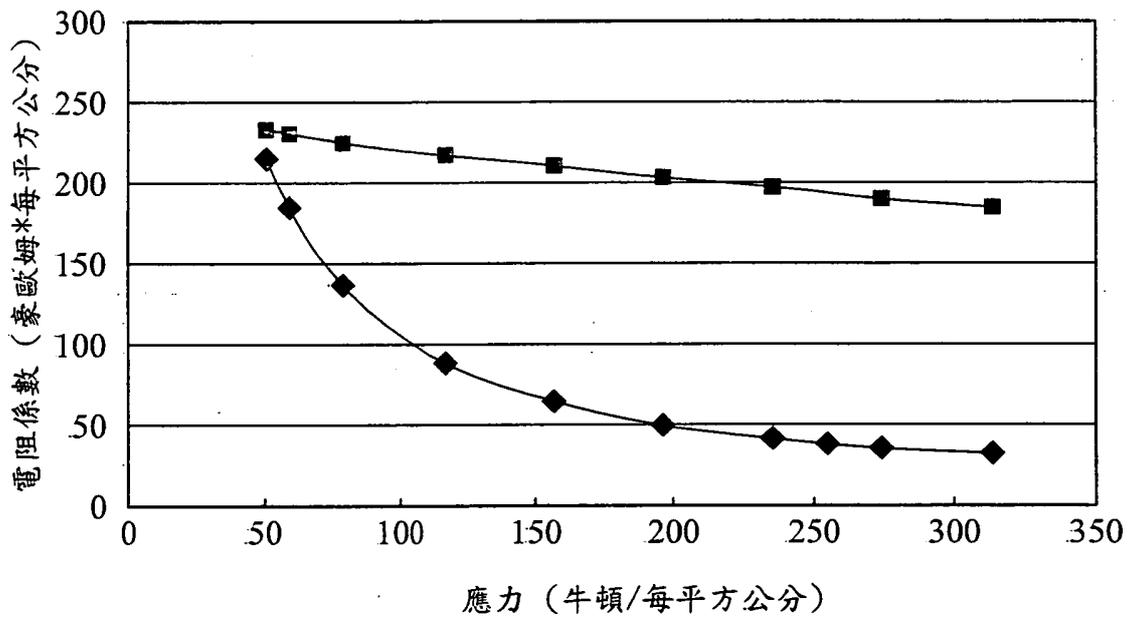
第8A圖



第8B圖



第9A圖



第9B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：

- | | |
|--------|--------------------------------------|
| 步驟 100 | 提供一金屬基板 |
| 步驟 110 | 成型一石墨膜 |
| 步驟 111 | 形成流道於石墨膜的側面上 |
| 步驟 120 | 提供一高分子材料至金屬基板的表面上，
且高分子材料內添加有導電粉末 |
| 步驟 130 | 將石墨膜設置於高分子材料上 |
| 步驟 140 | 硬化高分子材料以成型為一黏著層 |

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

七、申請專利範圍：

1. 一種燃料電池之雙極板的製備方法，包括以下步驟：

提供一金屬基板；

成型一石墨膜；

形成一流道於該石墨膜相對於該金屬基板的另一側面上；

提供一高分子材料至該金屬基板的一表面上，且該高分子材料內添加有複數個導電粉末；

將該石墨膜設置於該高分子材料上；以及

硬化該高分子材料以成型為一黏著層，並使該石墨膜結合於該金屬基板上。

2. 如請求項 1 所述之燃料電池之雙極板的製備方法，其中該金屬基板之材質為鋁材料、鈦材料、鎳材料、銅材料、鉻材料、錫材料及其合金、或是不鏽鋼材料。

3. 如請求項 1 所述之燃料電池之雙極板的製備方法，其中該石墨膜係藉由一治具並以壓合方式成型。

4. 如請求項 3 所述之燃料電池之雙極板的製備方法，其中該治具之壓合力量至少為 80 公斤力/每平方公分。

5. 如請求項 3 所述之燃料電池之雙極板的製備方法，其中該石墨膜以壓合方式成型的過程中更包括有施加一熱量至該治具的步驟。

6. 如請求項 1 所述之燃料電池之雙極板的製備方法，其中該石墨膜之材質為天然石墨或是人造石墨。

7. 如請求項 1 所述之燃料電池之雙極板的製備方法，其中該石墨膜的厚度範圍為 0.01 毫米至 1 毫米之間。
8. 如請求項 1 所述之燃料電池之雙極板的製備方法，其中該些導電粉末為金屬粉末、石墨粉末、碳粉末、奈米碳管、碳纖維、或是其混合粉末。
9. 如請求項 8 所述之燃料電池之雙極板的製備方法，其中該金屬粉末為金、鉑、鈮、鈦、鎳、鉻或其合金。
10. 如請求項 1 所述之燃料電池之雙極板的製備方法，其中該些導電粉末之尺寸範圍為 1 奈米至 200 奈米之間。
11. 如請求項 1 所述之燃料電池之雙極板的製備方法，其中該些導電粉末的添加範圍為 1 個重量百分比至 20 個重量百分比之間。
12. 如請求項 1 所述之燃料電池之雙極板的製備方法，其中該高分子材料係以刮刀塗佈、旋轉塗佈、噴射塗佈、狹縫塗佈、或滾壓塗佈方式塗覆於該金屬基板上。
13. 如請求項 1 所述之燃料電池之雙極板的製備方法，其中該高分子材料之材質為熱硬化樹脂材料、光硬化樹脂材料、或是化學硬化樹脂材料。
14. 如請求項 1 所述之燃料電池之雙極板的製備方法，其中該黏著層之厚度範圍為 10 微米至 600 微米之間。
15. 一種燃料電池之雙極板，包括有：
 - 一金屬基板；
 - 一黏著層，設置於該金屬基板的一表面上，且該黏著層內

具有複數個導電粉末；以及

一石墨膜，設置於該黏著層上。

16. 如請求項 15 所述之燃料電池之雙極板，其中該金屬基板之材質為鋁材料、鈦材料、鎳材料、銅材料、鉻材料、錫材料及其合金、或是不鏽鋼材料。
17. 如請求項 15 所述之燃料電池之雙極板，其中該石墨膜係藉由一治具並以壓合方式成型。
18. 如請求項 17 所述之燃料電池之雙極板，其中該治具之壓合力為至少 80 公斤力/每平方公分。
19. 如請求項 15 所述之燃料電池之雙極板，其中該石墨膜之材質為天然石墨或是人造石墨。
20. 如請求項 15 所述之燃料電池之雙極板，其中該石墨膜的厚度範圍為 0.01 毫米至 1 毫米之間。
21. 如請求項 15 所述之燃料電池之雙極板，其中該些導電粉末為金屬粉末、石墨粉末、碳粉末、奈米碳管、碳纖維、或是其混合粉末。
22. 如請求項 21 所述之燃料電池之雙極板，其中該金屬粉末為金、鉑、鈮、鈦、鎳、鉻或其合金。
23. 如請求項 15 所述之燃料電池之雙極板，其中該些導電粉末之尺寸範圍為 1 奈米至 200 奈米之間。
24. 如請求項 15 所述之燃料電池之雙極板，其中該些導電粉末的添加範圍為 1 個重量百分比至 20 個重量百分比之間。

25. 如請求項 15 所述之燃料電池之雙極板，其中該黏著層係以刮刀塗佈、旋轉塗佈、噴射塗佈、狹縫塗佈、或滾壓塗佈方式設置於該金屬基板上。
26. 如請求項 15 所述之燃料電池之雙極板，其中該黏著層之材質為熱硬化樹脂材料、光硬化樹脂材料、或是化學硬化樹脂材料。
27. 如請求項 15 所述之燃料電池之雙極板，其中該黏著層之厚度範圍為 10 微米至 600 微米之間。
28. 如請求項 15 所述之燃料電池之雙極板，其中該石墨膜相對於該金屬基板的另一側面更具有一流道。