



(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 201440306 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 10 月 16 日

(21)申請案號：102146604

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 12 月 17 日

(51)Int. Cl. : *H01M8/08 (2006.01)*

(30)優先權：2012/12/17 英國 1222707.0

2012/12/17 英國 1222728.6

(71)申請人：A F C 能源公司 (英國) AFC ENERGY PLC (GB)

英國

(72)發明人：奧斯汀 詹姆士亞歷山大 AUSTIN, JAMES ALEXANDER (GB)；阿克塔 那維德 AKHTAR, NAVEED (PK)；索色蘭 修連姆 SUTHERLAND, HUGH LIAM (GB)

(74)代理人：王彥評；賴碧宏

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：17 項 圖式數：3 共 34 頁

(54)名稱

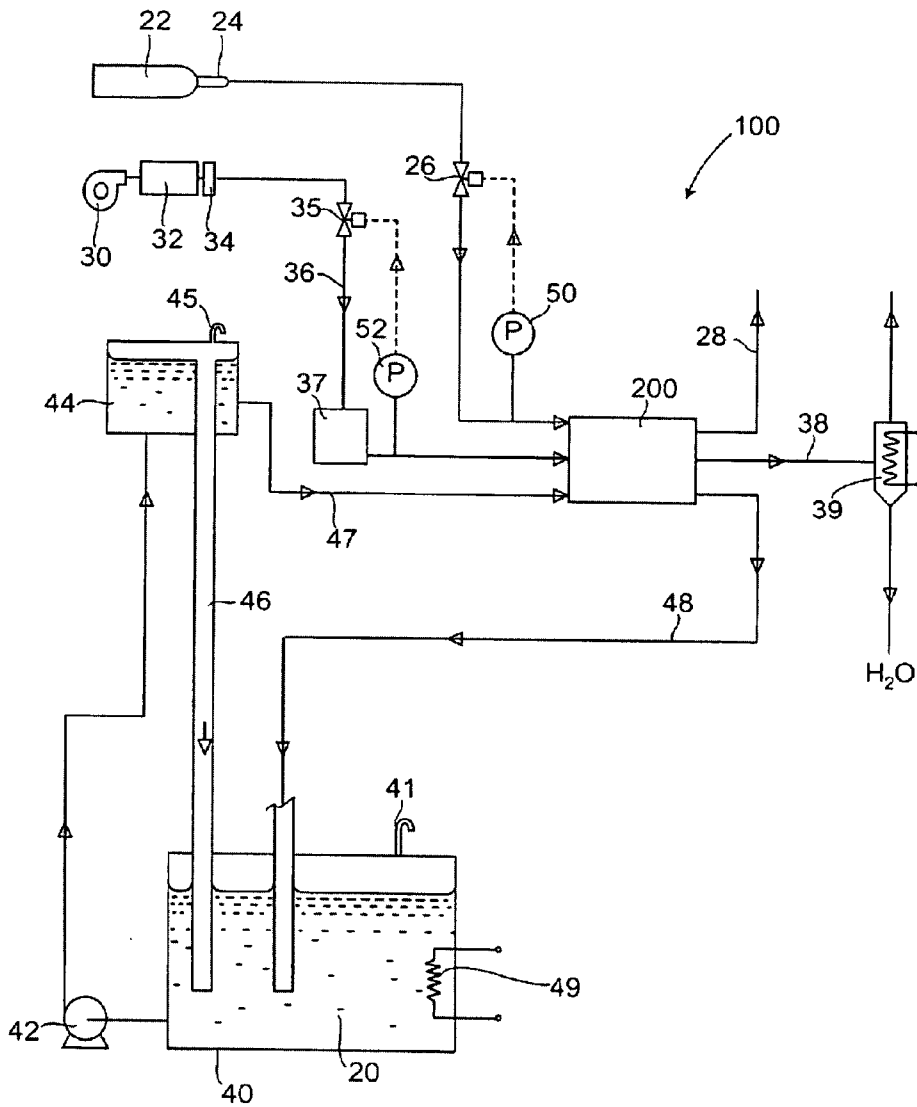
燃料電池及操作方法

FUEL CELLS AND METHOD OF OPERATION

(57)摘要

一種液體電解質燃料電池，其具有手段(202)以界定一電解質室(208)，並包括兩個電極(10)，其中一陽極(10a)位於該電解質室(208)之一側上，一陰極(10b)位於另一側上。該陽極(10a)包括：一金屬薄板(11)，通過此金屬薄板(11)界定複數個貫通孔(14)；及一氣體可滲透層(16)，其包括纖維及/或微粒導電材料，其係接合至該金屬薄板(11)並與之電接觸，且為疏水性；以及一第二流體可滲透層(18)，其包括纖維及/或微粒導電材料和催化材料，其係接合至該氣體可滲透層(16)的外部表面，且比該第一氣體可滲透層(16)更不具疏水性。該燃料電池(200)亦包括手段(26、50、44)，以調整該電解質室(208)內之電解質(20)與一暴露至遠離該電解質室(208)之該陽極(10a)表面的氣體之間的壓力差，以使該電極(10)與該氣體之間的界面係處於該第二流體可滲透層(18)內之一中間位置。已發現將該陽極氣體壓力升高至高於該電解質壓力改善該電池的長期性能。

第 3 圖



- 20：電解質
- 22：氫儲存筒
- 24：調節器
- 26：控制閥
- 28：第一氣體出口導管
- 30：鼓風機
- 32：洗氣器
- 34：濾器
- 35：控制閥
- 36：導管
- 37：增濕室
- 38：第二氣體出口導管
- 39：冷凝器
- 40：電解質貯槽
- 41：排氣孔
- 42：泵
- 44：上水箱
- 45：排氣孔
- 46：溢流管
- 47：導管
- 48：返回導管
- 49：熱交換器
- 50：壓力感測器
- 52：壓力感測器
- 100：燃料電池系統
- 200：燃料電池堆疊



(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 201440306 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 10 月 16 日

(21)申請案號：102146604

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 12 月 17 日

(51)Int. Cl. : *H01M8/08 (2006.01)*

(30)優先權：2012/12/17 英國 1222707.0

2012/12/17 英國 1222728.6

(71)申請人：A F C 能源公司 (英國) AFC ENERGY PLC (GB)

英國

(72)發明人：奧斯汀 詹姆士亞歷山大 AUSTIN, JAMES ALEXANDER (GB)；阿克塔 那維德 AKHTAR, NAVEED (PK)；索色蘭 修連姆 SUTHERLAND, HUGH LIAM (GB)

(74)代理人：王彥評；賴碧宏

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：17 項 圖式數：3 共 34 頁

(54)名稱

燃料電池及操作方法

FUEL CELLS AND METHOD OF OPERATION

(57)摘要

一種液體電解質燃料電池，其具有手段(202)以界定一電解質室(208)，並包括兩個電極(10)，其中一陽極(10a)位於該電解質室(208)之一側上，一陰極(10b)位於另一側上。該陽極(10a)包括：一金屬薄板(11)，通過此金屬薄板(11)界定複數個貫通孔(14)；及一氣體可滲透層(16)，其包括纖維及/或微粒導電材料，其係接合至該金屬薄板(11)並與之電接觸，且為疏水性；以及一第二流體可滲透層(18)，其包括纖維及/或微粒導電材料和催化材料，其係接合至該氣體可滲透層(16)的外部表面，且比該第一氣體可滲透層(16)更不具疏水性。該燃料電池(200)亦包括手段(26、50、44)，以調整該電解質室(208)內之電解質(20)與一暴露至遠離該電解質室(208)之該陽極(10a)表面的氣體之間的壓力差，以使該電極(10)與該氣體之間的界面係處於該第二流體可滲透層(18)內之一中間位置。已發現將該陽極氣體壓力升高至高於該電解質壓力改善該電池的長期性能。

發明摘要

※ 申請案號：102146604

※ 申請日：102.12.17.

※ IPC 分類：H01M 8/08 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

燃料電池及操作方法

FUEL CELLS AND METHOD OF OPERATION

【中文】

一種液體電解質燃料電池，其具有手段(202)以界定一電解質室(208)，並包括兩個電極(10)，其中一陽極(10a)位於該電解質室(208)之一側上，一陰極(10b)位於另一側上。該陽極(10a)包括：一金屬薄板(11)，通過此金屬薄板(11)界定複數個貫通孔(14)；及一氣體可滲透層(16)，其包括纖維及/或微粒導電材料，其係接合至該金屬薄板(11)並與之電接觸，且為疏水性；以及一第二流體可滲透層(18)，其包括纖維及/或微粒導電材料和催化材料，其係接合至該氣體可滲透層(16)的外部表面，且比該第一氣體可滲透層(16)更不具疏水性。該燃料電池(200)亦包括手段(26、50、44)，以調整該電解質室(208)內之電解質(20)與一暴露至遠離該電解質室(208)之該陽極(10a)表面的氣體之間的壓力差，以使該電極(10)與該氣體之間的界面係處於該第二流體可滲透層(18)內之一中間位置。已發現將該陽極氣體壓力升高至高於該電解質壓力改善該電池的長期性能。

【英文】

A liquid electrolyte fuel cell with means (202) to define an electrolyte chamber (208), and comprising two electrodes (10): an anode (10a) on one side of the electrolyte chamber (208) and a cathode (10b) on the other side. The anode (10a) comprises a sheet (11) of metal through which are defined a multiplicity of through-holes (14), and a gas-permeable layer (16) comprising fibrous and/or particulate electrically-conductive material which is bonded to and in electrical contact with the sheet (11) of metal, and is hydrophobic, and a second fluid-permeable layer (18) comprising fibrous and/or particulate electrically-conductive material and catalytic material, which is bonded to the outer surface of the gas-permeable layer (16), and is less hydrophobic than the first gas-permeable layer (16). The fuel cell (200) also comprises means (26, 50, 44) to adjust the pressure difference between electrolyte (20) within the electrolyte chamber (208) and a gas exposed to the surface of the anode (10a) remote from the electrolyte chamber (208), so that an interface between the electrolyte (10) and the gas is at an intermediate position within the second fluid-permeable layer (18). Raising the anode gas pressure above the electrolyte pressure has been found to improve long-term performance of the cell.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 3 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

20	電解質
22	氫儲存筒
24	調節器
26	控制閥
28	第一氣體出口導管
30	鼓風機
32	洗氣器
34	濾器
35	控制閥
36	導管
37	增濕室
38	第二氣體出口導管
39	冷凝器
40	電解質貯槽
41	排氣孔
42	泵
44	上水箱
45	排氣孔
46	溢流管
47	導管
48	返回導管
49	熱交換器
50	壓力感測器
52	壓力感測器
100	燃料電池系統
200	燃料電池堆疊

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無。

發明專利說明書

【發明名稱】(中文/英文)

燃料電池及操作方法

FUEL CELLS AND METHOD OF OPERATION

【技術領域】

【0001】 本發明係關於液體電解質燃料電池，較佳但非專有的是鹼性燃料電池，且係關於這類燃料電池之一操作方法。

【先前技術】

【0002】 燃料電池已經認定為相對清潔且有效的電力來源。鹼性燃料電池特別受到關注，因為其操作於相對低的溫度之下，且為有效並具機械及電化學耐久性。酸性燃料電池及利用其他液體電解質的燃料電池亦受到關注。這類燃料電池典型包括一電解質室，其係與一燃料氣體室(含有燃料氣體，典型為氫)及另一氣體室(含有氧化劑氣體，通常是空氣)分開。該電解質室係使用電極與該氣體室分開。用於鹼性燃料電池之典型電極包括一導電金屬篩網，典型為鎳，其提供機械強度給電極。在該金屬篩網上沈積一作為微粒聚四氟乙烯(PTFE)之漿料或分散物的催化劑、活性碳及一催化劑金屬(典型為鉑)。這類電極昂貴、無電效率，並可遭受催化劑的不規則分布。WO2012/104599 (AFC Energy plc)敘述一電極，其包括一穿孔金屬薄板及一氣體可滲透層，該氣體可滲透層

具有接合至該金屬薄板上之纖維或微粒導電材料，並在其外部表面處設有一催化材料。

【0003】 在燃料為氫的燃料電池中，於氫電極(陽極)處形成水，而水在氧電極(陰極)處起反應。淨效果為水的產生。一些水在電極之一或其他電極處蒸發，而一些水與水性電解質結合。確保水的平衡對令人滿意的燃料電池操作來說是重要的。

【發明內容】

【0004】 本發因應或減輕先前技術的一或多個問題。

【0005】 因此，本發明提供一液體電解質燃料電池，其具有手段，以界定一電解質室，並包括兩個電極，在該電解質室的任一側上均有一個電極，一個電極為一陽極，且另一個電極為一陰極，該陽極包括：

一金屬薄板，通過該金屬薄板界定有複數個貫通孔；及

至少一個流體可滲透層，其包括纖維及/或微粒導電材料，其係接合至該金屬薄板，與該金屬薄板電接觸，且至少部分為疏水性，且亦包括催化材料

且其中該燃料電池亦包括：

手段，其調整該電解質室內之一液體與暴露至遠離該電解質室的該陽極表面之一氣體間的壓力差，以使該液體及該氣體間之一介面係處於該流體可滲透層內之一中間位置，其中該催化材料存在。

【0006】 在一第二實施態樣中，本發明提供一操作液體電解質燃料電池的方法，該液體電解質燃料電池具有

手段，以界定一電解質室，並包括兩個電極，在該電解質室的任一側上均有一個電極，一個電極為一陽極，且另一個電極為一陰極，該陽極包括：

一金屬薄板，通過該金屬薄板界定有複數個貫通孔；及

至少一個流體可滲透層，其包括纖維及/或微粒導電材料，其係接合至該金屬薄板，與該金屬薄板電接觸，且至少部分為疏水性，且亦包括催化材料，

其中該方法包含調整該電解質室內之一液體與暴露至遠離該電解質室的該陽極表面之一氣體間的壓力差，以使該液體及該氣體間之一介面係處於該流體可滲透層內之一中間位置，其中該催化材料存在。

【0007】 在本發明的兩個實施態樣中，該電池可包括一第一流體可滲透層，其包括纖維及/或微粒導電材料，其係接合至該金屬薄板，與該金屬薄板電接觸，並為疏水性；及一第二流體可滲透層，其包括纖維及/或微粒導電材料與催化材料，其比該第一流體可滲透層更不具疏水性。

【0008】 該第二流體可滲透層可在該金屬薄板之與該第一流體可滲透層相對的一面接合至該金屬薄板；或替代地，該第二流體可滲透層可接合至該第一流體可滲透層的外部表面。

【0009】 該陰極可具有與該陽極相同的結構，雖然該催化材料可不相同。當了解「陽極」一詞指的是發生電化學氧化的電極，且為該燃料電池的負電極；「陰極」

一詞指的是發生電化學還原的電極，且為該燃料電池的正電極。

【0010】該電池亦可包括手段，以調整該電解質室內之一液體與暴露至遠離該電解質室之該陰極表面之一氣體間的壓力差。若該陰極室內的壓力小於該陽極室內的壓力，吾人發現此藉由改善水平衡來改善電池性能。

【0011】該第二流體可滲透層可具有至少 50 μm 的厚度，而該第一流體可滲透層亦可具有至少 50 μm 的厚度。該第二流體可滲透層可具有介於 100 μm 與 500 μm 之間的厚度，而該第一流體可滲透層可具有介於 100 μm 與 500 μm 之間的厚度。

【0012】該介面係處於一中間位置，且較佳的是遠離該第二流體可滲透層的任一表面至少 10 μm 。

【0013】由於該介面係處於一中間位置，水蒸氣傾向於更佳地在該第二流體可滲透層內冷凝，並擴散回到該電解質中，而非擴散通過該第一流體可滲透層，因為該第二流體可滲透層較不具疏水性。

【0014】該第二流體可滲透層可藉由包含比該第一流體可滲透層內更小比例之一疏水性聚合物來使之較不具疏水性。舉例來說，該第一流體可滲透層可包括佔該層的重量百分比之介於 40% 與 80% (例如，55% 或 60%) 之例如 PTFE、PVdF 或聚烯烴的疏水性聚合物，而該第二流體可滲透層可含有較小比例，例如，介於該第一流體可滲透層內之百分比的 5% 與 70% 之間。

【0015】該電極係經過配置，以致該第二流體可滲透

層面對該電解質室。

【0016】 在另一變形中，該電極可包括一第三流體可滲透層，其係親水性，並接合至該第二流體可滲透層的外部表面。該第三流體可滲透層可具有碳紙或薄碳氈，其係多孔親水性材料，且典型具有至少 75% 的多孔性。一替代例為一多孔親水性聚合物薄膜，例如，非織物聚合物薄膜。對該第三流體可滲透層導電不具有任何需求。提供該第三流體可滲透層在生產期間具有優點，因其防止來自該含催化劑的層之材料黏附至沖壓設備；且在使用期間具有優點，因其穩定該含催化劑的層之外部表面，改善該電極的壽命。

【0017】 該電極中的該催化材料致能該電化學反應在氣相及液相之間發生。在一些情況下，該第二流體可滲透層的材料可針對此目的而具足夠的催化性，但更常是該第二流體可滲透層亦包含一單獨的催化材料。該電極至少部分地為氣體可滲透，以便在該氣體/液體介面與該催化材料接觸的情況下，致能該液體電解質、該催化材料及該氣相之間的緊密接觸。

【0018】 該等貫通孔可藉由經蝕刻或鑽孔的孔來界定，以便存在有分離的孔。一適當結構係藉由雷射鑽孔來形成。該等孔亦可藉由化學蝕刻製程來形成。該金屬薄板的厚度可介於 0.1 mm 與 3 mm 之間，更佳的是介於 0.15 mm 與 0.5 mm 之間，例如，0.3 mm (300 μm) 或 0.2 mm (200 μm)；且該等孔可具有介於 5 μm 與 2 mm 之間，例如若藉由雷射鑽孔形成則典型約 20 μm 或 50 μm ，或

者若藉由化學蝕刻形成則約 150 μm 或 300 μm 的寬度或直徑，並隔開介於 50 μm 與 10 mm 之間的距離。作為一替代例，可支撐在一聚合物基板上之例如一具有小於 20 μm 或小於 5 μm 之厚度的薄膜之一更薄的金屬層可藉由雷射削磨或藉由化學蝕刻的任一個來穿孔；之後藉由電鍍將金屬沈積至該穿孔金屬薄膜上，以便達成所需的金屬厚度。在一些情況下，該孔的直徑通過該薄板的厚度逐漸縮小，因此該等孔稍微變細，而在其他情況下，該等孔從兩個表面逐漸變細並具有縱向彎曲的壁，因此最小直徑係接近該金屬薄板的中心平面，而在尚有其他情況下，該等孔具有本質上均勻的直徑。在橫剖面中，該等孔可例如為圓形、卵形或橢圓形。亦可使用稍微較大的孔，例如，高達 2 mm 或 3 mm 的跨度，且其可為圓形、卵形或狹縫形。

【0019】 與一金屬篩網相比，當了解本發明的金屬薄板提供更佳的導電性，因為不牽涉到金屬線對金屬線的接觸；其亦提供更均勻的電流分布；且結構更具硬性，因為沒有可相對彼此移動的跨接金屬線。該等孔的大小及間距亦經過選擇，以確保該反應物物種(氣體)往返該氣體可滲透層且因此是該介面之令人滿意的擴散。較佳地，該等孔具有介於 30 μm 與 300 μm 之間的平均直徑，例如，50 μm 或 200 μm ，且處於至少 150 μm 的中心間距。無論如何，該等孔可佔據該金屬薄板之小於 50% 的面積，較佳的是小於 25%，且可選擇地小於 10%；實際上，該比例可小於 1%。

【0020】 該第一及第二流體可滲透層可包括奈米碳管、碳黑及例如 PTFE 的疏水性黏合劑。其他適當形式的碳為石墨、石墨烯及活性炭；且可能有巴克球(buckball)及奈米角(nanohorn)。這些類型的碳提供良好的導電性，而該疏水性黏合劑抑制水性電解質直接通過該流體可滲透層。該流體可滲透層可包括其他導電微粒材料，例如，鎳鬚晶。

【0021】 在該燃料電池中，該電極可藉由墊圈來對鄰接的結構部件(例如，界定該電解質室的框)密封。該流體可滲透層的邊緣亦可由該墊圈覆蓋。該墊圈可為階梯形，以封閉該流體可滲透層的邊緣區域。無論如何，除了該流體可滲透層係接合在該金屬薄板上之外，該流體可滲透層的邊緣區域係需要例如藉由一密封件或墊圈來支承在該金屬薄板上。

【0022】 該金屬薄板的金屬可為鎳或可為不鏽鋼；亦可使用其他不會顯著受到該電解質影響的金屬。在一些情況下，其可較佳地使用例如銀、金或鈦的金屬，以形成該薄板或在該薄板上提供一塗層。若金屬為含有鉻及錳兩者的鋼，鋼的熱處理可在表面上產生鉻錳氧化物尖晶石塗層，其本身導電並保護下方金屬。類似的保護塗層可形成在其他金屬的電極上，或可使用已知的沈積技術(例如，電沈積)形成。在表面上提供保護塗層可增強該金屬薄板的化學耐受性；在不存在這類保護層之處，該金屬薄板的耐受性將降低。較佳的材料為鎳，因為在與例如氫氧化鉀溶液之鹼性電解質接觸時，此係為抗腐

蝕的。

【0023】 該流體可滲透層可藉由聚合物或藉由陶瓷(例如，非晶陶瓷)來接合至該金屬薄板。

【0024】 一燃料電池系統典型將包括多個這類燃料電池，該等係配置為一燃料電池堆疊，以提供較大的輸出電壓。

【0025】 在另一實施態樣中，本發明提供一液體電解質燃料電池，其具有手段，以界定一電解質室，並包括兩個電極，在該電解質室的任一側上均有一個電極，每一電極包括：

一金屬薄板，通過該金屬薄板界定有複數個貫通孔；
一第一流體可滲透層，其包括纖維及/或微粒導電材料，其係接合至該金屬薄板，與該金屬薄板電接觸，並為疏水性；

一第二流體可滲透層，其包括纖維及/或微粒導電材料及催化材料，其係接合至該第一流體可滲透層的外部表面，且其為疏水性；及

一第三流體可滲透層，其係親水性，且其係接合至該第二流體可滲透層的外部表面。

【圖式簡單說明】

【0026】 本發明現將僅經由範例及參照伴隨圖式進一步且更具體地敘述，其中：

第 1 圖顯示通過一電極的橫剖面圖；

第 2 圖顯示包括如第 1 圖所示的電極之一燃料電池堆疊的橫剖面圖；

第 3 圖顯示包括第 2 圖的燃料電池堆疊之一燃料堆疊系統的流程圖。

【實施方式】

【0027】 電極結構

【0028】 參照第 1 圖，電極 10 包括例如鎳或肥粒鐵不鏽鋼之金屬薄板 11。薄板 11 具有 0.3 mm 的厚度。薄板的大部分—中心區域 12—係藉由例如雷射鑽孔穿孔，以產生非常大量的貫通孔 14，該等孔各自具有 50 μm 的平均直徑，並隔開 150 μm 與 200 μm 之間；由於雷射鑽孔製程，每一孔 14 實際上係沿著其長度逐漸變細，典型從雷射入射的前表面處之 70 μm 變成相對表面處的 30 μm 。環繞薄板 11 周圍之具有 5 mm 寬度的邊界 15 則未穿孔。在此處經由範例給定尺寸及間距 (separations)。作為一替代例，孔 14 可具有 300 μm 的平均直徑，並在 200 μm 與 800 μm 之間被隔開；這類較大的孔 14 可藉由化學蝕刻來製成。

【0029】 在形成貫通孔 14 之後，接著以氣體可滲透層 16 覆蓋穿孔中心區域 12 之一表面，且氣體可滲透層 16 之暴露表面係覆蓋以含有催化活性材料的層 18。這些層 16 及 18 的形成將在下列段落中敘述。在此範例中，氣體可滲透層 16 係具有 350 μm 的厚度，而含催化劑的層 18 係具有 250 μm 的厚度。

【0030】 氣體可滲透層 16 係藉由首先混合碳與醇類來製造。較佳的混合物包括導電碳黑；多壁奈米碳管，以增強多孔性及導電性；及活性炭，以增強多孔性，較

佳的是碳黑的比例大於奈米管的比較。舉例來說，可包括 60 至 90 重量百分比的碳黑以及較小比例的奈米管及 / 或活性炭。一替代混合物可僅包括奈米碳管，但具有一系列不同的長度及大小。碳混合物係與大量過量的醇類結合，典型而言在碳質量的三及八倍之間(例如，碳質量的五倍)結合。此可為例如乙醇、異丙醇或較長鏈、分枝或多功能醇類，例如，丁醇、戊醇或乙二醇。混合物亦可含有小比例的醇類保留物種，例如，醋酸鈣或聚丙烯酸，例如，小於碳質量的五分之一，更典型為十分之一。此之後與 60 重量百分比之次微米大小的 PTFE 粒子之水性懸浮液結合，典型為碳質量的二及三倍之間，例如，碳質量的 2.5 倍。此可使用次微米大小之 PTFE 粒子之水性懸浮液，假定為 60 重量百分比的 PTFE，其含有分枝的第二醇乙氧化物界面活性劑，例如，Tergitol TMN 系列的界面活性劑(Tergitol 為商標)。舉例來說，此懸浮液可為 DuPont Zonyl(商標)PTFE TE-3887，其中的粒子具有介於 0.05 及 0.5 μm 之間的大小，以及 0.2 μm 的平均大小。當 PTFE 懸浮液接觸醇類時，其形成凝膠，因此混合物具有麵糰狀的稠度。

【0031】 在一變形中，可添加將界面活性劑溶於水中之一溶液至碳混合物，以形成濕的碳 (damp carbon)；之後將此與亦含有界面活性劑之 PTFE 粒子之水性懸浮液混合；之後混入例如異丙醇的醇類，且混合物形成凝膠，以形成麵糰狀的稠度。此可在碳粒子上產生更為均勻的 PTFE 塗層。

【0032】 含催化劑的層 18 係以同等方式製成，結合碳與微粒形式之適當的活性催化材料以及 PTFE。經由範例，用於陽極的電極可包括在存在的碳之總質量的介於 50% 及 100% 之間的活化碳上之 10% 的鈀或 10% 的鈀 / 鉑；且用於陰極的電極可包括與尖晶石 $Mn_xCo_yO_4$ 結合之活化碳，其中尖晶石形成高達 80% 的質量。含催化劑的層 18 包括比例小於氣體可滲透層 16 的 PTFE 黏合劑。含催化劑的層因而較不具疏水性。

【0033】 舉例來說，PTFE 的比例可介於氣體可滲透層 16 中之比例的 5% 及 10% 之間，雖然也可更高。典型地，含催化劑的層 18 將以同樣為 PTFE 粒子之 60 重量百分比的水性懸浮液製成，但所使用的量要小得多：當製造陽極催化劑層時，水性 PTFE 懸浮液的質量僅為碳質量的 10% 及 20% 之間，例如 15%；當製造陰極催化劑層時，水性 PTFE 懸浮液的質量典型為碳質量的 7% 及 12% 之間，例如 10%。

【0034】 在最終滾出例如 0.3 或 0.7 mm 之所需的厚度前，兩層 16 及 18 可接著例如透過滾筒研光在一起。之後將此沖壓至薄板 11 的表面之上，接著將其加熱至介於 200 °C 及 400 °C 之間或介於 250 °C 及 300 °C 之間，並持續保持在該溫度達典型介於 30 分及 1.5 小時之間的時間。加熱製程導致任何殘餘醇類的蒸發及界面活性劑的蒸發或分解；以及 PTFE 粒子之至少部分的燒結，以使氣體可滲透層 16 及含催化劑的層 18 形成接合至薄板 11 之黏著且可滲透的疏水性結構。

【0035】 在對上述結構之一變形中，電極 10 可包括親水性的第三流體可滲透層(未顯示)，例如碳紙薄板，其係在此熱壓步驟期間接合至含催化劑的層 18 之外部表面。第三流體可滲透層的提供在生產期間具有優點，因其可防止來自含催化劑的層 18 之材料黏附至沖壓設備；且在使用期間具有優點，因其穩定含催化劑的層 18 之外部表面，改善電極 10 的壽命。

【0036】 在對上述組成物之一變形中，取代 PTFE 或除 PTFE 之外，混合物可包括不同的疏水性聚合物，例如，聚偏二氟乙烯(PVdF)或聚烯烴。

【0037】 在對上述程序之一變形中，特別是在孔 14 具有約 0.2 mm 或更大寬度之處，在形成孔 14 及將表面粗糙化之後，該表面可例如藉由噴塗來塗以疏水性聚合物懸浮液，例如上述的 PTFE 懸浮液。在此已乾燥之後，該表面接著進行機械研磨，以便暴露出金屬的上升部分，但金屬的插入區域則覆以聚合物。接著如上述般施加氣體擴散層 16 及含催化劑的層 18。金屬薄板 11 之表面上的聚合物塗層增強氣體擴散層 16 對金屬薄板 11 的黏附力，而暴露出來的金屬確保與氣體擴散層 16 之導電粒子的電接觸。

【0038】 電極 10 可用作陽極 10a 或陰極 10b 的任一個；主要差別將在於含催化劑的層 18 內所提供之催化劑的組成物，且實際上，一些催化劑材料可適用於陽極與陰極兩者之中。兩個這類的催化劑材料係在上文提及。

【0039】 接合製程

【0040】 如上文所解釋的，氣體可滲透層 16 係接合至薄板 11。它們之間的黏合可藉由在氣體可滲透層 16 就定位之前於金屬上提供薄聚合物塗層，並留下部分的金屬使之暴露來確保電接觸而增強；就如上文所述般地，聚合物使它們接合在一起。黏合亦可藉由將薄板 11 的表面粗糙化來增強，且此可使用雷射或者藉由例如使用晶粒邊界特異性蝕刻劑的蝕刻製程來達成。黏合亦可藉由控制孔 14 的形狀，以使孔 14 沿著其部分長度逐漸變細的方式來增強，因為氣體可滲透層 16 之後可牢固地沖壓至薄板 11 上，以使部分的氣體可滲透層 16 會通過孔 14 之逐漸變細的部分而被擠出，以便稍微突出超過最窄的部分，並提供於薄板 11 上之鉚釘狀的機械接合。在化學蝕刻孔的情況下，該等孔可從兩個表面至接近薄板中央的最窄部分逐漸變細。

【0041】 當薄板 11 具有聚合物塗層時，在組合薄板 11 及層 16 之前，薄板 11 的表面或層 16 的表面可覆以與聚合物交互作用的界面活性劑(例如，Tergitol)或覆以少量的聚合物/界面活性劑懸浮液。此可協助形成薄板 11 上的聚合物以及氣體可滲透層 16 中的聚合物之間的化學接合。

【0042】 電池堆疊結構

【0043】 現參照第 2 圖，其顯示通過電池堆疊 200 之結構部件的剖面圖，為了清楚表示而將部件分開。堆疊 200 係由交替配置的模製塑膠板 202 及 206 的堆疊所構成。每一板 202 界定由框 204 所環繞之大體上為矩形的

貫通孔洞 208；孔洞 208 提供電解質室，且直接環繞孔洞 208 的是框之 5 mm 寬的部分 205，其比剩餘部分之框 204 的表面突出 0.5 mm。板 206 為雙極板；各自在相對面上界定矩形盲凹槽 207 與 209，每一凹槽約 3 mm 深，受到大體上類似框 204 的框 210 環繞，但其中有深度 1.0 mm 之 5 mm 寬的淺凹槽 211 環繞每一凹槽。盲凹槽 207 與 209 提供氣體室。

【0044】 當因此了解在一雙極板 206 與堆疊 200 中的下一個之間(或在最後一個雙極板 206 與端板 230 之間)有電解質室 208，其中陽極 10a 位於一側之上，且陰極 10b 位於相對側上；而在陽極 10a 及陰極 10b 的相對面處分別有氣體室 207 及 209。這些部件構成單一燃料電池。

【0045】 電極 10a 及 10b 在每一雙極板 206 的相對側上位於淺凹槽 211 中，其中電極 10a 或 10b 之載有催化劑的面面對鄰接的電解質室 208。在組合堆疊部件之前，每一框 204 的相對表面(包括上升部分 205 的相對表面)可覆以墊圈密封劑 215；此黏合至框 204 並乾燥，以提供非黏性的外部表面，同時保持回彈性。接著如所述般地組合部件，以便上升部分 205 位於淺凹槽 211 中，將電極 10a 及 10b 固定在適當的位置。密封劑 215 確保繞著電極 10a 及 10b 的邊緣室 208 中的電解質不會漏出且氣體無法洩入，且亦確保在鄰接的框 204 及 210 之間氣體無法漏出。每一電極 10 之穿孔的中央段 12 相當於電解質室 208 及氣體室 207 或 209 的區域；無穿孔的周邊

邊界 15 係密封在周邊淺凹槽 211 之中；且氣體可滲透層 16 與催化塗層 18 係位於電極 10 最接近鄰接電解質室 208 的面上。

【0046】 如第 1 圖所示，氣體可滲透層 16 及含催化劑的層 18 部分延伸至無穿孔的邊界 15 之上；且如第 2 圖所示，此邊界 15 係藉由密封劑 215 密封在淺凹槽 211 之中。在此範例中，邊界 15 及凹槽 211 兩者均為 5 mm 寬，因此氣體可滲透層 16 及含催化劑的層 18 之邊緣係由密封劑 215 所封閉，且因此未直接暴露至電解質，並藉由密封劑 215 固緊至無穿孔的邊界 15 之上。

【0047】 當了解此電池堆疊 (cell stack) 200 係僅經由範例顯示，作為可如何使用本發明之電極 10 的說明，且是示意圖。舉例來說，密封劑 215 可以與所示之稍微不同的方式配置。不管電池堆疊 200 的詳細配置為何，在各種情況下，單一燃料電池係可由在任一側上具有電極 10a 及 10b 的電解質室 208 構成，該等電極將電解質室 208 與鄰接的氣體室 207 及 209 分開。在堆疊 200 內，若干個燃料電池係經過配置，以便進行電串聯，以提供比可從單一電池得到的更大的電壓。

【0048】 流體係沿著個別的流體流導管流動至燃料電池，至少一些流導管係藉由通過板 202 及 206 之經對準的孔洞來界定。僅顯示一組這類的孔洞 216 及 218，其將適用於經由窄橫向導管 220 運送電解質往返電解質室 208。氣體往返氣體室 (凹槽 207 及 209) 的流動可類似地沿著藉由通過板 202 及 206 之經對準的孔洞所界定的導

管(duct)。在一變形中，電池堆疊係經過配置，因此經對準的孔洞 216 及 218 係位於電池堆疊的底部，以用於供應電解質；且電解質通過類似導管 220 但通往電池堆疊之外部表面的導管(未顯示)離開電解質室 208。雖然橫向導管 220 係顯示為位於板 202 之內，該等可替代地藉由位於板 202 之表面處的溝槽來界定。

【0049】 在堆疊 200 的一端為雙極板 230，其在一面上界定盲凹槽 209，但在外面上則為空白。此外側為端板 240，其亦由聚合物材料模製而成，且其界定與板 202 及 206 中之孔洞 216 及 218 對準的孔洞 242；在外側面處，端板 240 亦界定埠 244，其與該等孔洞相連通，且因此與氣體及電解質通過而流動往返堆疊 200 的流體流動道相連通，每一埠 244 在外面上包括圓柱形凹槽。在堆疊 200 的另一端為另一雙極板(未顯示)，其界定盲凹槽 207。接著有另一端板(未顯示)，其在外面上可為空白，且未界定貫通孔洞；或者，其可界定用於一或多個氧化劑氣體、燃料氣體及電解質的貫通孔洞。

【0050】 在組合堆疊 200 之後，可例如使用圍繞整個堆疊 200 的帶子(strap)235(顯示為部分斷開)將部件固定在一起。其他手段亦可用於固定部件，例如，螺栓。

【0051】 流體流動系統

【0052】 現參照第 3 圖，此顯示在燃料電池系統 100 內往返電池堆疊 200 的流體流動。燃料電池系統 100 包括燃料電池堆疊 200(概略地繪示)，其使用例如 6 莫耳/公升之濃度的水性氫氧化鉀作為電解質 20。燃料電池堆

疊 200 係被供以作為燃料的氫氣、作為氧化劑的空氣以及電解質 20，並在約 65°或 70 °C 的電解質溫度下操作。氫氣係從氫儲存筒 22 通過調節器 24 及控制閥 26 供應給燃料電池堆疊 200，且廢氣流係通過第一氣體出口導管 28 排出。空氣係藉由鼓風機 30 供應，且任何 CO₂ 係藉由在空氣流過控制閥 35 及導管 36 至燃料電池堆疊 200 之前使空氣通過洗氣器 (scrubber) 32 及濾器 34 來移除，而用過的空氣係通過第二氣體出口導管 38 排出。導管 36 包括增濕室 37，以確保空氣在供應給燃料電池堆疊 200 時是濕潤的；舉例來說，此可使空氣與電解質 20 接觸。

【0053】 電解質 20 係儲存在設有排氣孔 41 的電解質貯槽 40 之中。泵 42 使電解質從貯槽 40 循環進入設有排氣孔 45 的上水箱 44，上水箱 44 具有溢流管 46，以便電解質返回貯槽 40。此確保電解質在上水箱 44 中的位準恆定。電解質 20 係以恆定壓力通過導管 47 供應給燃料電池堆疊 200；且用過的電解質係通過返回導管 48 返回貯槽 40。貯槽 40 包括熱交換器 49，以移除過量的熱。電解質 20 在燃料電池堆疊 200 內可具有自由表面，自由表面係暴露至大氣；舉例來說，這一類自由表面可位在距離電池的出口附近，舉例來說，在第 2 圖所示的孔洞 216 及 218 之中。這一類之自由及暴露表面的提供是用來確保在電解質內一致的壓力。

【0054】 電解質 20 因此在供應給燃料電池堆疊 200 時處於恆定壓力，以致電解質在燃料電池堆疊 200 內處

於恆定壓力。若在燃料電池堆疊 200 內有電解質的自由表面，如上文所提及的，此進一步確保燃料電池堆疊 200 內的電解質具有恆定壓力，因為在此情況下，電解質壓力必須接近大氣壓力，僅遭受在每一燃料電池內隨高度的壓力變化。

【0055】 供應給燃料電池堆疊 200 之氫的壓力係藉由壓力感測器 50 來監控。如虛線所指示，壓力感測器 50 可提供控制訊號給控制閥 26，以將氫壓力維持在所需的值。此壓力係經過選擇，以便確保在每一陽極 10a 內之氫及液體電解質之間的介面係位於含催化劑的層 18 之厚度內。

【0056】 此外，供應給燃料電池堆疊 200 之空氣的壓力係藉由壓力感測器 52 來監控，且如虛線所指示，壓力感測器 52 可提供控制訊號給控制閥 35，以將空氣壓力維持在所需的值。此壓力稍微小於供應氫的壓力。

【0057】 燃料電池堆疊 200 的操作產生電力，且藉由發生在電極處的化學反應的效力亦會產生水：氫與氫氧根離子起反應，以在陽極 10a 處形成水(及電子)，且氧和水(及電子)起反應，以在陰極 10b 處形成氫氧根離子。此外，水在陽極及陰極氣體室 207、209 兩者中蒸發，因此出口導管 28 中的廢氣流及出口導管 38 中之用過的空氣兩者均含有水蒸氣。蒸發速率取決於電極暴露至反應氣體的表面積、反應氣體的流量率及操作溫度。亦取決於水蒸氣在陽極及陰極氣體室 207、209 中的分壓。最重要的參數為反應氣體的流量率及操作溫度。總體結果將

是從電解質 20 穩定地損耗水；水的損耗可藉由從出口導管 38 中之用過的空氣(或從廢氣)冷凝水蒸氣來防止，例如，藉由設置冷凝器 39。

【0058】 如上文提及的，控制水平衡可藉由調整流量率及反應氣體的壓力來協助。舉例來說，氫壓力增加至比電解質室中的壓力高出 0.5 及 1 kPa(5 及 10 毫巴)之間能確保水蒸氣再流回電解質流中。此能確保在陽極處產生的至少一些水會被擷取並返回電解質流中。氫的壓力可稍微較高，例如，比電解質室中的壓力高出高達 1.5 kPa 或 2 kPa(15 或 20 毫巴)。用以保存形成在陽極處之部分水的另一方式，為減少氫的流量率，其降低在廢氣流中被帶走的水蒸氣的速率。

【0059】 經實驗發現，在電解質室處於大氣壓力且氫的壓力處於比大氣壓力高出 1.5 kPa 的情況下操作燃料電池堆疊 200 在電池的長期性能上具有顯著效應，並改善其性能。

【0060】 此外，需要使供應給燃料電池堆疊 200 的空氣壓力維持在比氫的壓力稍微低的壓力，例如，比電解質室中的壓力高出 0 及 0.5 kPa(0 及 5 毫巴)之間。陽極室 207 中的氫以及陰極室 209 中的空氣之間的差壓因此介於 0.5 及 1.0 kPa 之間，其中氫係處於較高壓力，且已發現這會增強水至陰極側的輸送，其中水係在製造氫氧根離子的過程中消耗。

【0061】 以此方式控制氣體壓力之另一優點在於對陽極及陰極兩者而言，氣體可滲透層 16 不會變成被水或電

解質淹沒或阻塞，因而確保氣體有效地轉移至氣體/電解質介面。

【0062】 控制陽極室 207 內之氫的壓力來確保氣體/液體介面係位於含催化劑的層 18 之厚度內所帶來的結果是，藉由化學反應形成或由電解質蒸發之至少部分的水蒸氣將在含催化劑的層 18 內冷凝，並擴散回到電解質 20 之中，因為含催化劑的層 18 比鄰接的氣體可滲透層 16 更不具疏水性。

【符號說明】

【0063】

10	電極
10a	陽極
10b	陰極
11	金屬薄板
12	中心區域
14	貫通孔
15	邊界
16	氣體可滲透層
18	含催化劑的層
20	電解質
22	氫儲存筒
24	調節器
26	控制閥
28	第一氣體出口導管
30	鼓風機

32	洗氣器
34	濾器
35	控制閥
36	導管
37	增濕室
38	第二氣體出口導管
39	冷凝器
40	電解質貯槽
41	排氣孔
42	泵
44	上水箱
45	排氣孔
46	溢流管
47	導管
48	返回導管
49	熱交換器
50	壓力感測器
52	壓力感測器
100	燃料電池系統
200	燃料電池堆疊
202	塑膠板
204	框
205	上升部分
206	雙極板
207	氣體室

208	電解質室
209	氣體室
210	框
211	淺凹槽
215	密封劑
216	孔洞
218	孔洞
220	窄橫向導管
230	端板
232	內文無
235	帶子
240	端板
242	孔洞
244	埠

申請專利範圍

1. 一種液體電解質燃料電池，其具有手段，以界定一電解質室，並包括兩個電極，在該電解質室的任一側上均有一個電極，一個電極為一陽極，且另一個電極為一陰極，該陽極包括：

一金屬薄板，通過該金屬薄板界定有複數個貫通孔；及

至少一個流體可滲透層，其包括纖維及/或微粒導電材料，其係接合至該金屬薄板，與該金屬薄板電接觸，且至少部分為疏水性，且亦包括催化材料

且其中該燃料電池亦包括：

手段，其調整該電解質室內之一液體與暴露至遠離該電解質室的該陽極表面之一氣體間的壓力差，以使該液體及該氣體間之一介面係處於該流體可滲透層內之一中間位置，其中該催化材料存在。

2. 如請求項 1 之燃料電池，其中該陽極包括一第一流體可滲透層，其包括纖維及/或微粒導電材料，其係接合至該金屬薄板，與該金屬薄板電接觸，並為疏水性；及一第二流體可滲透層，其包括纖維及/或微粒導電材料與催化材料，其比該第一流體可滲透層更不具疏水性。

3. 如請求項 2 之燃料電池，其中該第二流體可滲透層係接合至該第一流體可滲透層的外部表面。

4. 如請求項 1 至 3 中任一項之燃料電池，其中該陰極亦包括：

一金屬薄板，通過該金屬薄板界定有複數個貫通孔；及

至少一個流體可滲透層，其包括纖維及/或微粒導電材料，其係接合至該金屬薄板，與該金屬薄板電接觸，且至少部分為疏水性，且亦包括一催化材料。

- 5.如請求項 4 之燃料電池，其中該陰極包括一第一流體可滲透層，其包括纖維及/或微粒導電材料，其係接合至該金屬薄板，與該金屬薄板電接觸，並為疏水性；及一第二流體可滲透層，其包括纖維及/或微粒導電材料與催化材料，其比該第一流體可滲透層更不具疏水性。
- 6.如請求項 5 之燃料電池，其中該陰極的該第二流體可滲透層係接合至該陰極的該第一流體可滲透層的外部表面。
- 7.如請求項 1 至 6 中任一項之燃料電池在依附於請求項 2 時，其中，在該陽極內，該第二流體可滲透層係具有至少 50 μm 的厚度。
- 8.如請求項 1 至 7 中任一項之燃料電池在依附於請求項 2 時，其中，在該陽極內，該第一流體可滲透層係具有至少 50 μm 的厚度。
- 9.如請求項 1 至 8 中任一項之燃料電池在依附於請求項 2 時，其中，在該陽極內，該第二流體可滲透層係具有介於 100 μm 與 300 μm 之間的厚度，而該第一流體可滲透層係具有介於 100 μm 與 500 μm 之間的厚度。

10. 如請求項 1 至 9 中任一項之燃料電池在依附於請求項 2 時，其中，在該陽極內，該介面係處於一中間位置，其遠離該第二流體可滲透層的任一表面至少 $10\ \mu\text{m}$ 。
11. 如請求項 1 至 10 中任一項之燃料電池在依附於請求項 2 時，其中在該陽極中，該第一流體可滲透層包括一疏水性聚合物，且該第二流體可滲透層包括比該第一流體可滲透層內的疏水性聚合物更小比例的疏水性聚合物。
12. 如請求項 11 之燃料電池，其中在該陽極中，該第一流體可滲透層包括佔該層的重量百分比之介於 40% 與 80% 之間的一疏水性聚合物，而該第二流體可滲透層含有介於該第一流體可滲透層內之百分比的 5% 與 70% 之間。
13. 如請求項 1 至 12 中任一項在依附於請求項 2 時之燃料電池，其中在該陽極中，該第一流體可滲透層及該第二流體可滲透層各自包括一疏水性聚合物，該聚合物為 PTFE、PVdF 或聚烯烴。
14. 一種燃料電池系統，其包括複數個如請求項 1 至 13 中任一項之燃料電池，其包括手段，以測量並調節鄰接該等陽極及該等陰極兩者的氣體壓力。
15. 一種操作如請求項 1 至 13 中任一項之液體電解質燃料電池的方法，其中該方法包含調整該電解質室內之一液體與暴露至遠離該電解質室的該陽極表面之一氣體間的壓力差，以便該液體及該氣體間之一介面係

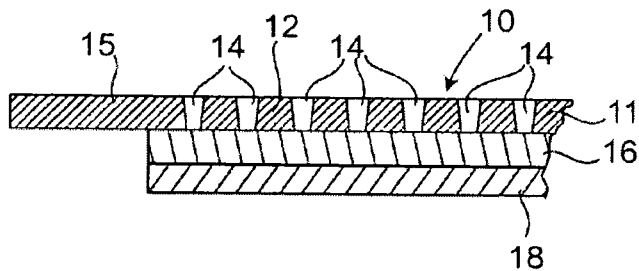
處於該流體可滲透層內之一中間位置，其中該催化材料存在。

16.如請求項 15 之方法，其中暴露至遠離該電解質室之該陽極表面的該氣體係處於比該電解質室內之該液體的壓力高出 0.5 及 2.0 kPa 之間的壓力。

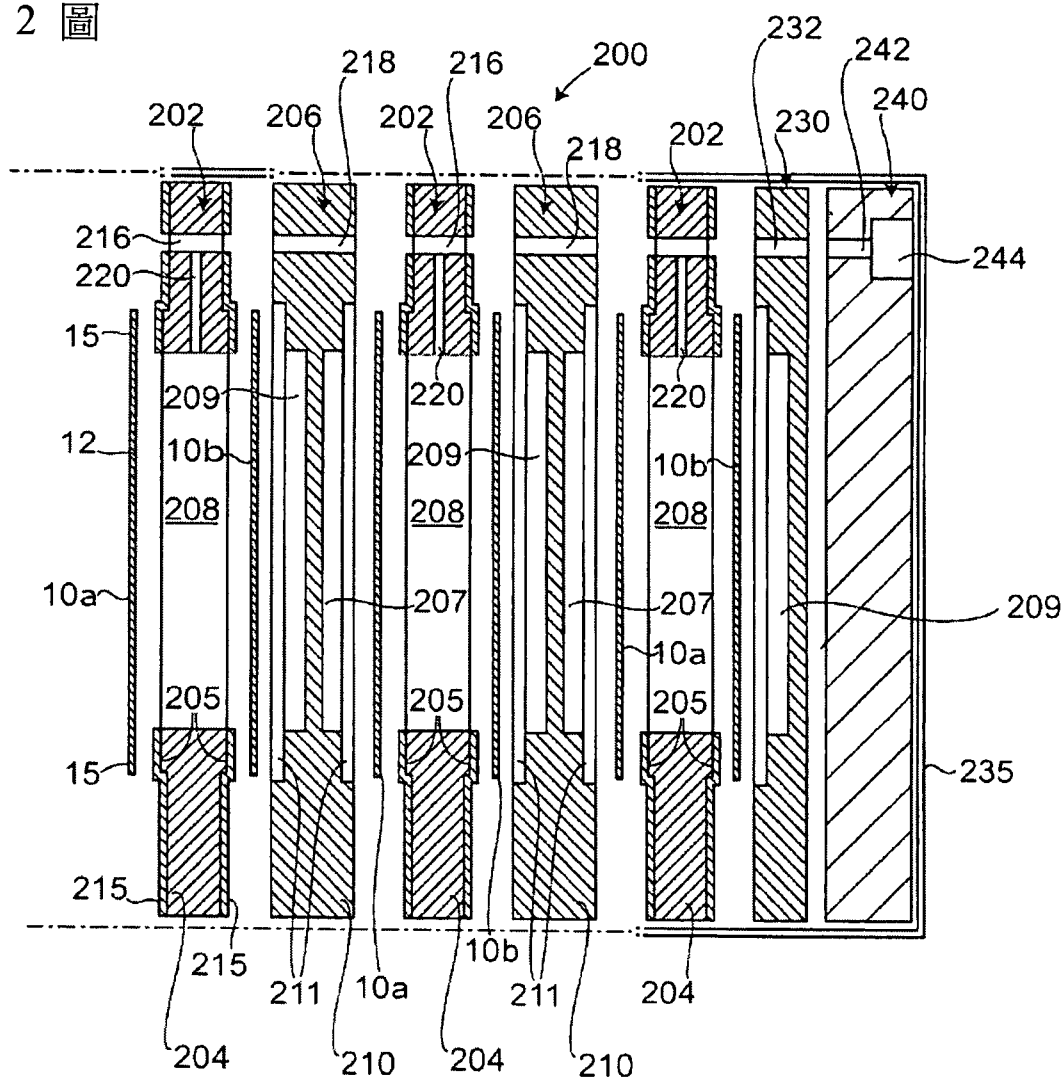
17.如請求項 15 或 16 之方法，其中暴露至遠離該電解質室之該陽極表面的該氣體係處於比暴露至遠離該電解質室之該陰極表面之一氣體更高的壓力，兩氣體壓力均高於該電解質室內之該液體的壓力。

圖式

第 1 圖



第 2 圖



第 3 圖

