



(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 201618949 A

(43)公開日：中華民國 105 (2016) 年 06 月 01 日

(21)申請案號：104133614

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 10 月 14 日

(51)Int. Cl. : *B32B9/00 (2006.01)* *B32B5/02 (2006.01)*
B32B5/14 (2006.01) *H01M4/96 (2006.01)*
H01M8/00 (2006.01)

(30)優先權：2014/10/17 日本 2014-212423

(71)申請人：東麗股份有限公司 (日本) TORAY INDUSTRIES, INC. (JP)

日本

(72)發明人：岨手勝也 SODE, KATSUYA (JP)；千田崇史 CHIDA, TAKASHI (JP)；宇都宮將
 道 UTSUNOMIYA, MASAMICHI (JP)；菅原透 SUGAHARA, TORU (JP)；安藤
 隆 ANDO, TAKASHI (JP)

(74)代理人：丁國隆；黃政誠

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：3 共 54 頁

(54)名稱

碳薄片、氣體擴散電極基材及燃料電池

(57)摘要

本發明提供一種可適宜地使用於氣體擴散電極基材之碳薄片，其耐溢流性(flooding resistance)優良，並且可防止氣體流路的偏轉，進而機械特性、導電性及導熱性優良，能夠安定地生產。

為了達成上述目的之本發明碳薄片實施形態之一為一種碳薄片，其特徵在於，其係包含碳纖維及結著材的多孔質碳薄片；在從離一表面最近之具有 50%填充率之面到離另一表面最近之具有 50%填充率之面為止的區間中，針對將前述碳薄片在垂直面方向上 3 等分所獲得之層，當將離一表面近且層的填充率最大之層設為層 X，將離另一表面近且層的填充率小於層 X 之層設為層 Y，並將位於層 X 與層 Y 之間的層設為層 Z 時，層的填充率係按層 X、層 Y、層 Z 的順序變小。

指定代表圖：

- 符號簡單說明：
- 1 . . . 碳薄片
 - 2 . . . 面 X
 - 3 . . . 面 Y
 - 4 . . . 以低於 50% 填充率的面所構成的區域
 - 5 . . . 面 XX
 - 6 . . . 面 YY
 - 7 . . . 層 X
 - 8 . . . 層 Z
 - 9 . . . 層 Y

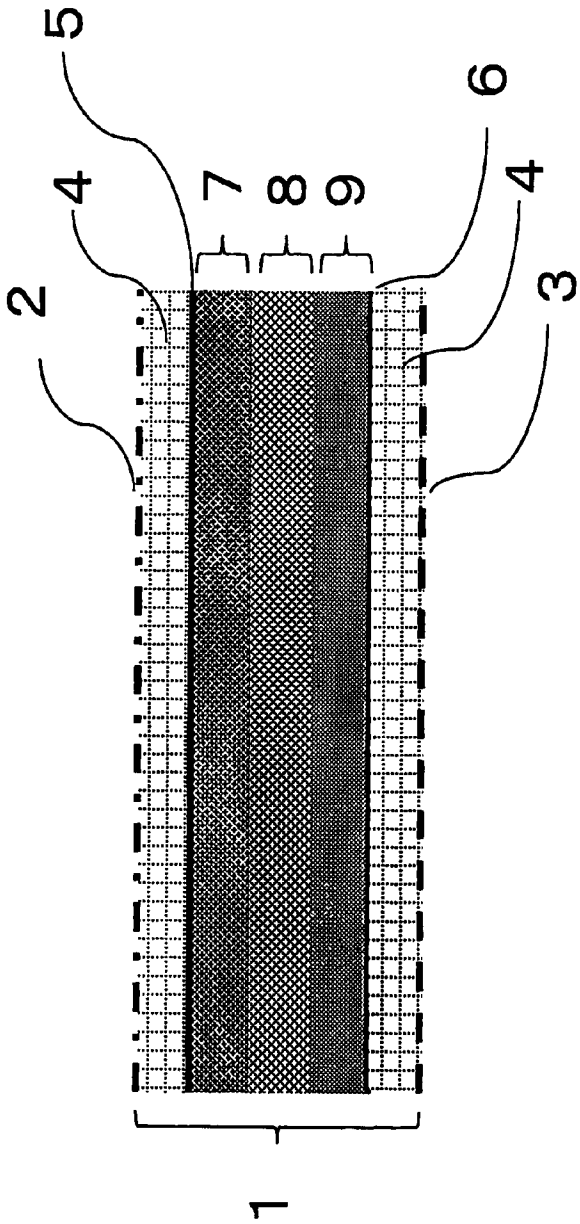


圖1

發明摘要

※ 申請案號：104/133614

B32B 9/00 (2006.01)

B32B 5/02 (2006.01)

※ 申請日：104.10.14

※IPC 分類：B32B 5/14 (2006.01)

H01M 4/96 (2006.01)

H01M 8/00 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

碳薄片、氣體擴散電極基材及燃料電池

【中文】

本發明提供一種可適宜地使用於氣體擴散電極基材之碳薄片，其耐溢流性(flooding resistance)優良，並且可防止氣體流路的偏轉，進而機械特性、導電性及導熱性優良，能夠安定地生產。

爲了達成上述目的之本發明碳薄片實施形態之一爲一種碳薄片，其特徵在於，其係包含碳纖維及結著材的多孔質碳薄片；在從離一表面最近之具有50%填充率之面到離另一表面最近之具有50%填充率之面爲止的區間中，針對將前述碳薄片在垂直面方向上3等分所獲得之層，當將離一表面近且層的填充率最大之層設爲層X，將離另一表面近且層的填充率小於層X之層設爲層Y，並將位於層X與層Y之間的層設爲層Z時，層的填充率係按層X、層Y、層Z的順序變小。

【英文】

無。

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 1。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- | | |
|---|--------------------|
| 1 | 碳薄片 |
| 2 | 面 X |
| 3 | 面 Y |
| 4 | 以低於 50%填充率的面所構成的區域 |
| 5 | 面 XX |
| 6 | 面 YY |
| 7 | 層 X |
| 8 | 層 Z |
| 9 | 層 Y |

【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

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

碳薄片、氣體擴散電極基材及燃料電池

【技術領域】

【0001】本發明係關於可適宜地使用於燃料電池，尤其是固體高分子型燃料電池上的碳薄片，還有包含微孔層的氣體擴散電極基材、包含該氣體擴散電極基材的燃料電池。

【先前技術】

【0002】將包含氫之燃料氣體供給至陽極，將包含氧之氧化氣體供給至陰極，而藉由在兩極發生的電化學反應而獲得電動勢之固體高分子型燃料電池，一般來說，是按順序積層隔板、氣體擴散電極基材、觸媒層、電解質膜、觸媒層、氣體擴散電極基材及隔板所構成。就上述氣體擴散電極基材來說，必要的是：用以將從隔板所供給的氣體朝向觸媒層擴散的高氣體擴散性、用以將伴隨電化學反應生成之水往隔板排出的高排水性、及用以將產生之電流取出的高導電性。因此，廣泛使用以由碳纖維等所構成的碳薄片來作為基材，並於其表面形成有微孔層的氣體擴散電極基材。

【0003】惟，就此類氣體擴散電極基材的課題來說，已知有如下問題：(1)當使固體高分子型燃料電池在低於70℃之相對低溫且高電流密度區域中運行時，氣體擴散

電極基材會因大量生成的水受到堵塞，因而氣體供給不足，其結果會有發電性能降低的問題(以下，記載為溢流)；(2)於組裝固體高分子型燃料電池而在隔板上壓靠有氣體擴散電極基材之際，氣體擴散電極基材會於擔負氣體的供給及生成水的排出之隔板的流路偏轉，或阻礙氣體的供給，或阻礙生成水從氣體流路的排出。因此，就氣體擴散電極基材來說，係要達成高的生成水的排水性，與受到局部性壓縮時之不往氣體流路變形的低偏轉性，同時還會被要求作為氣體擴散電極基材所需求的機械強度。

【0004】於是，例如，提案有一種碳薄片，其係為了減小碳薄片表面的壓縮殘留應變來抑制朝向已設於隔板的溝的偏轉，而在垂直面方向上積層總體密度(bulk density)不同的層，兩表面之多孔質結構的密度係高於內部之多孔質結構的總體密度(專利文獻1)。

【0005】又，提案有一種燃料電池用氣體擴散基材，其係藉由使碳薄片的樹脂密度在垂直面方向上連續地減少，而防止燃料電池性能的降低(專利文獻2)。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0006】

專利文獻1：日本特開2007-176750號公報

專利文獻2：日本特開2013-145640號公報

【發明內容】

[發明欲解決之課題]

【0007】惟，就專利文獻1記載的發明來說，殘留有如下問題：因碳薄片兩表面的總體密度為同等，故生成水在產生時易滯留於內部，而明顯產生溢流。

【0008】又，就專利文獻2記載的發明來說，殘留有如下問題：由於往隔板側的碳化樹脂量變少的緣故，不止是碳薄片往隔板流路的偏轉變大，表面之碳纖維的結著脫落、碳纖維在隔板內起毛，堵住流路內的生成水，並堵塞流路內部。

【0009】於是，有鑑於上述習知技術的背景，本發明的目的在於提供一種可適宜地使用於氣體擴散電極基材之碳薄片，其係迄今仍屬困難之耐溢流性優良，且可防止氣體流路的偏轉。

【0010】再者，本發明的其他目的係在於提供一種使用上述碳薄片作為基材而成之氣體擴散電極基材、包含該氣體擴散電極之燃料電池。

用以解決課題之手段

【0011】用以解決前述課題之本發明第一實施形態係如下所述。亦即，

一種碳薄片，其特徵在於，其係包含碳纖維及結著材之多孔質的碳薄片；

在從離一表面最近之具有50%填充率之面到離另一表面最近之具有50%填充率之面為止的區間中，針對將前述碳薄片在垂直面方向上3等分所獲得之層，當將離一表面近且層的填充率最大之層設為層X，將離另一表面近且層的填充率小於層X之層設為層Y，並將位於層X與層Y

之間的層設為層Z時，層的填充率係按層X、層Y、層Z的順序變小。

【0012】於此，50%填充率係指：從碳薄片一表面朝向另一表面，每隔一定長度即測定面的填充率，接著，求得所獲得之面的填充率的平均值，進而獲得平均值之50%的值。

【0013】再者，層的填充率係指：使用形成層之面的填充率所獲得的平均值。

【0014】又，本發明第二實施形態係如下所述。亦即，一種碳薄片，其特徵在於，其係包含碳纖維及結著材之多孔質的碳薄片；

在從一表面至另一表面為止的區間中，針對將前述碳薄片在壓縮下在垂直面方向上6等分所獲得之層，從包含一表面之層朝向包含另一表面之層而按順序設為層1、層2、層3、層4、層5、層6時，壓縮下填充率最大之層為層2；

層2、層3、層4、層5之壓縮下填充率的關係係按層2的填充率、層5的填充率、層3與層4之平均填充率的順序變小。

[發明之效果]

【0015】依據本發明的話，能夠獲得一種可適宜地使用於氣體擴散電極基材之碳薄片，其為迄今仍屬困難之耐溢流性優良，並且能夠防止氣體流路之偏轉。

【圖式簡單說明】

【0016】

圖 1 為用以說明有關本發明第一實施形態之碳薄片構成的示意剖面圖。

圖 2 為用以說明有關本發明第二實施形態之碳薄片構成的示意剖面圖。

圖 3 為用以說明使用本發明碳薄片之氣體擴散電極基材之構成的示意剖面圖。

【實施方式】

[實施發明之形態]

【0017】本發明之第一實施形態為一種碳薄片，其特徵在於，其係包含碳纖維及結著材之多孔質的碳薄片；在從離一表面最近之具有 50% 填充率之面到離另一表面最近之具有 50% 填充率之面為止的區間中，針對將前述碳薄片在垂直面方向上 3 等分所獲得之層，當將離一表面近且層的填充率最大之層設為層 X，將離另一表面近且層的填充率小於層 X 之層設為層 Y，並將位於層 X 與層 Y 之間的層設為層 Z 時，層的填充率係按層 X、層 Y、層 Z 的順序變小。於此，50% 填充率係指：從碳薄片一表面朝向另一表面，每隔一定長度即測定面的填充率，接著，求得所獲得之面的填充率的平均值，進而獲得平均值之 50% 的值。再者，層的填充率係指：使用形成層之面的填充率所獲得的平均值。

【0018】又，本發明第二實施形態為一種碳薄片，其特徵在於，其係包含碳纖維及結著材之多孔質的碳薄片；在從一表面至另一表面為止的區間中，針對將前述碳薄片在壓縮下在垂直面方向上 6 等分所獲得之層，在從包

含一表面之層朝向包含另一表面之層而按順序設為層 1、層 2、層 3、層 4、層 5、層 6 時，壓縮下之填充率最大的層為層 2，且層 2、層 3、層 4、層 5 之壓縮下填充率的關係按層 2 的填充率、層 5 的填充率、層 3 與層 4 平均的填充率的順序變小。

【0019】再者，在本發明中，就層 1、層 2、層 3、層 4、層 5、層 6 而言，當僅記載「填充率」時，亦視為表示在壓縮下的填充率。即，「層 1 的填充率」與「層 1 在壓縮下的填充率」任一者皆表示層 1 在壓縮下的填充率。

【0020】以下，針對本發明碳薄片、氣體擴散電極基材及燃料電池進行詳細地說明。

【0021】首先，使用圖式來說明在本發明之碳薄片及氣體擴散電極基材的構成。圖 1 為用以說明有關本發明第一實施形態之碳薄片構成的示意圖。又，圖 2 為用以說明有關本發明第二實施形態之碳薄片構成的剖面示意圖。圖 3 為用以例示說明使用有關本發明第一實施形態碳薄片之氣體擴散電極基材之構成的示意剖面圖。

【0022】在圖 1 中，在從離一表面(面 X(2))最近之具有 50%填充率的面(面 XX(5))至離另一表面(面 Y(3))最近之具有 50%填充率的面(面 YY(6))為止的區間中，針對將前述碳薄片在垂直面方向上 3 等分所獲得之層，當將離一表面(面 X(2))近且層的填充率最大之層設為層 X(7)，將離另一表面(面 Y(3))近且層的填充率小於層 X 的層設為層 Y(9)，並將位於層 X 與層 Y 之間的層設為層 Z(8)時，層的填充率係按層 X(7)、層 Y(9)、層 Z(8)的順序變小。如上

，本發明碳薄片(1)之第一實施形態係以層X(7)、層Y(9)、層Z(8)、及以低於50%填充率的面所構成之區域(4)來構成。

【0023】又，在圖2中，在從一表面(面1(10))至另一表面(面6(11))為止的區間中，針對將前述碳薄片在壓縮下在垂直面方向6等分所獲得之層，當從包含一表面(面1(10))之層朝向包含另一表面(面6(11))之層而按順序設為層1(12)、層2(13)、層3(14)、層4(15)、層5(16)、層6(17)時，壓縮下之填充率最大之層為層2(13)，且層2(13)、層3(14)、層4(15)、層5(16)之壓縮下填充率的關係係按層2(13)的填充率、層5(16)的填充率、層3(14)與層4(15)之平均的填充率的順序變小。如上，本發明碳薄片(1)之第二實施形態係以層1(12)、層2(13)、層3(14)、層4(15)、層5(16)、層6(17)所構成。

【0024】又，圖3係例示：在圖1中可於為碳薄片(1)一表面之面X(2)的側上形成微孔層(18)而獲得之氣體擴散電極基材(19)的構成。再者，微孔層(18)可作成在碳薄片(1)部分填充之形式的結構。

【0025】[碳薄片]

本發明碳薄片係指包含碳纖維與結著材之多孔質者，亦可因應需要進行撥水加工。

【0026】又，在本發明中，所謂結著材係表示碳薄片(1)中碳纖維以外的成分。因此，就結著材來說，包含樹脂組成物的碳化物，該樹脂組成物的碳化物為達成使碳纖維彼此結合之作用的材料。又，當於本發明碳薄片使用

了撥水材時，撥水材係包含於結著材。

【0027】本發明碳薄片係因用以將從隔板所供給的氣體朝向觸媒層擴散的高氣體擴散性，與用以將伴隨電化學反應所生成之水往隔板排出的高排水性之故，重要的係為多孔質。再者，為了將產生之電流取出，本發明碳薄片宜具有高導電性。因此，為了獲得碳薄片，宜使用具有導電性的多孔體。更具體而言，為了獲得碳薄片而使用的多孔體，例如，較佳樣態為使用碳纖維織物、碳紙及碳纖維不織布等包含碳纖維的多孔體、及包含碳纖維之碳質的發泡多孔體。

【0028】其中，因耐腐蝕性優良，故為了要獲得碳薄片，宜使用含有碳纖維的多孔體，再者，因會吸收電解質膜在垂直面方向(厚度方向)之尺寸變化的特性，即「彈力性」優良，故而較佳態樣為使用將碳纖維的抄紙體以碳化物(結著材)結著而成的碳紙。

【0029】然後，本發明碳薄片之第一實施形態之特徵係在於：在從離一表面最近之具有50%填充率的面至離另一表面最近之具有50%填充率的面為止的區間中，針對將碳薄片在垂直面方向上3等分所獲得之層，當將離一表面近且層的填充率最高的層設為層X，將離另一表面近且層的填充率小於層X之層設為層Y，並將位於層X與層Y之間的層設為層Z時，層的填充率係按層X、層Y、層Z的順序變小。於此，50%填充率係指從碳薄片一表面朝向另一表面，每隔一定長度即測定面的填充率，然後求得所獲得之填充率的平均值，進而獲得平均值之50%的

值。再者，層的填充率係指使用形成層之面的填充率所獲得的平均值。

【0030】因層Z的填充率低於其他2層，於層Z中所存在之細孔的徑變大。因此，能有效地進行氣體的擴散與水的排出。又，藉由將層Y的填充率作成低於層X的填充率，則因發電而在層Z產生之生成水會在具有大於層X中之細孔的徑之細孔而帶有稀疏結構的層Y迅速排出。因此，能夠提升耐溢流性。另一方面，由於層Y填充率高於層Z的緣故，故隔板被壓靠之際，層Y會因為具有剛直的平面而不會偏轉。如上，藉由以使得層的填充率按層X、層Y、層Z的順序變小的方式來配置，則耐溢流性與防止隔板面的偏轉係屬可能。

【0031】本發明之第二實施形態之特徵係在於：其係包含碳纖維及結著材之多孔質的碳薄片；在從一表面至另一表面為止的區間中，針對將前述碳薄片在壓縮下於垂直面方向6等分所獲得之層，在從包含一表面之層朝向包含另一表面之層而按順序設為層1、層2、層3、層4、層5、層6時，壓縮下之填充率最大之層為層2，且層2、層3、層4、層5之壓縮下填充率的關係係按層2的填充率、層5的填充率、層3與層4之平均的填充率的順序變小。

【0032】因層3與層4之平均的填充率低於其他2層，故而存在於層3與層4中之細孔的徑變大。因此，能夠有效地進行氣體的擴散與水的排出。又，藉由使層5的填充率低於層2的填充率，則因發電而在層3與層4所產生的生成水會在具有大於層2中之細孔的徑之細孔而帶有稀疏結

構的層5迅速排出。因此，能夠提升耐溢流性。另一方面，由於層5填充率高於層3與層4的平均的緣故，故隔板被壓靠之際，層5係因具有剛直的平面而不會偏轉。如上，藉由以使得層的填充率按層2、層5、層3與層4之平均的順序變小的方式來配置，則耐溢流性與防止隔板面的偏轉係屬可能。

【0033】已使層的填充率按層X、層Y、層Z的順序或者層2、層5、層3與層4之平均的順序而減小的本發明碳薄片，係可透過在垂直面方向(厚度方向)上控制構成碳薄片之碳纖維單纖維的平均直徑及碳薄片的密度、結著材的分佈之方法而獲得，但較佳係控制結著材的分佈。

【0034】就使樹脂組成物含浸於依後述方法之在垂直面方向上控制結著材分佈之方法所製作之碳纖維抄紙體等多孔體而成之預備含浸體來說，其係可依如下方法而獲得：準備樹脂組成物之含浸量不同的3片預備含浸體，藉由將該等予以積層成型再碳化來獲得的方法；或者是，準備1片預備含浸體，不積層地進行成型並予碳化的方法，其中，該預備含浸體係在將樹脂組成物含浸於碳纖維抄紙體等多孔體之際，藉著使用在樹脂組成物的附著量上形成分佈的樹脂賦予方法而使樹脂附著量帶有分佈。該等方法之中，當藉由將樹脂組成物之含浸量不同的預備含浸體予以積層的方法而獲得時，因在積層界面產生填充率的急遽變化，生成水沒被順暢地排出而易滯留於界面，因而較佳的是由不會產生急遽變化的1片預備含浸體來製作的方法。又，不是積層多個預備含浸體，而

是從1片預備含浸體來製作的方法，係由於可輕易減少所獲得碳薄片的厚度，故亦適合將厚度調整於較佳範圍。

【0035】在本發明之第一實施形態中，用以達成耐溢流性與偏轉的防止之層的填充率，在將層Y的填充率設為1時，較佳的是層X的填充率為1.03以上，層Z的填充率為0.97以下。以下，將層Y的填充率設為1時之各層的填充率設為各層的填充率比。

【0036】在將層Y的填充率設為1時，層Z的填充率較佳為0.8以下，更佳為0.7以下。藉著減小層Z的填充率，則碳薄片內部之氣體的擴散性與在內部產生之水的排水性顯著地提升，耐溢流性變得良好。又，層Z的填充率比的下限未被特別限定，但要是考慮後加工及使用於燃料電池組時所需要的強度，則宜為0.14以上。

【0037】又，在將層Y的填充率設為1時，層X的填充率較佳為1.05以上，更佳為1.1以上。藉由在將層Y的填充率設為1時，將層X的填充率設為1.05以上，則在位於中間之層Z所產生之生成水變得易被排出至屬於稀疏結構的層Y側。又，層X之填充率比的上限未被特別限定，但從發電性能之觀點來看，宜為7.0以下。

【0038】就這般的本發明而言，要是層X、層Y、層Z的填充率為5～35%，則由於會成為在作為燃料電池用氣體擴散電極基材而使用時所需求的機械強度上亦取得平衡的碳薄片，故為佳。當層X、層Y、層Z的填充率為5%以上時，在作為燃料電池組而組裝時，亦會妨礙因從隔板受到之力所致碳薄片的損壞，又，碳薄片之製造及高

階加工之際的處理性變得良好。又，當層X、層Y、層Z的填充率為35%以下時，碳薄片內的物質移動變得容易，可效率佳地進行氣體的擴散性及生成水的排水性，燃料電池的發電性能明顯提升。層X的填充率較佳為10～30%，更佳為12～20%。層Y的填充率較佳為8～25%，更佳為10～20%。層Z的填充率為5～20%，更佳為7～15%。藉由將層X、層Y、層Z的填充率設定為各自的較佳範圍，則能夠使機械強度與發電性能的並存最佳化。

【0039】本發明之第一實施形態的碳薄片，在從一表面至另一表面為止的區間中，針對將前述碳薄片在壓縮下在垂直面方向上6等分所獲得之層，在從包含一表面之層朝向包含另一表面之層而按順序設為層1、層2、層3、層4、層5、層6時，壓縮下之填充率最大之層係層2，且層2、層3、層4、層5之壓縮下填充率的關係較佳的是按層2的填充率、層5的填充率、層3與層4之平均的填充率的順序變小。

【0040】本發明之第一實施形態的碳薄片，係在將層5的填充率設為1時，較佳的是層2的填充率為1.03以上，且層3與層4之平均的填充率為0.97以下。

【0041】在本發明之第一實施形態中之層2、層5、層3與層4之平均的填充率的較佳態樣係與在後述第二實施形態中之層2、層5、層3與層4之平均的填充率同樣。

【0042】在本發明之第二實施形態中，用以達成耐溢流性與偏轉的防止之層之在壓縮下的填充率，較佳為在將層5的填充率設為1時，層2的填充率為1.03以上，且層

3與層4之平均的填充率為0.97以下。以下，將把層5的填充率設為1時之各層的填充率設為各層的填充率比。

【0043】在將層5的填充率設為1時，層3與層4之平均的填充率較佳為0.8以下，更佳為0.7以下。藉由減小層3與層4之平均的填充率，碳薄片內部氣體的擴散性與在內部產生之水的排水性顯著地提升，耐溢流性變得良好。又，層3與層4之平均的填充率比的下限未被特別限定，但要是考慮後加工及使用於燃料電池組時所需要的強度，宜為0.14以上。

【0044】又，在將層5的填充率設為1時，層2的填充率較佳為1.05以上，更佳為1.1以上。在將層5的填充率設為1時，藉由將層2的填充率作成1.05以上，則在位於中間之層3與層4所產生的生成水變得易被排出至屬於稀疏結構的層5側。又，層2的填充率比的上限未被特別限定，但從發電性能的觀點來看，宜為7.0以下。

【0045】就這般之本發明之第二實施形態而言，要是層2、層5、層3與層4之平均的填充率為10～40%，則由於會成為在作為燃料電池用氣體擴散電極基材來使用上所需求的機械強度上亦取得平衡的碳薄片，故為佳。當層2、層5、層3與層4之平均的填充率為5%以上時，則在作為燃料電池組而組裝好時，亦會妨礙因從隔板受到之力所致碳薄片的損壞，又，碳薄片在製造及高階加工時的處理性變得良好。又，當層2、層5、層3與層4之平均的填充率為35%以下時，則碳薄片內的物質移動變得容易，可效率佳地進行氣體的擴散性及生成水的排水性，

燃料電池的發電性能明顯地提升。層2的填充率較佳為20～35%，更佳為17～28%。層5的填充率較佳為13～30%，更佳為15～25%。層3與層4之平均的填充率為10～25%，更佳為15～20%。藉由將層2、層5、層3與層4之平均的填充率設為各自的較佳範圍，故能夠使機械強度與發電性能的並存最佳化。

【0046】又，本發明碳薄片厚度較佳為50 μm 以上200 μm 以下，更佳為90～190 μm 。藉由碳薄片的厚度薄至200 μm 以下，而氣體的擴散性變大，又，生成水亦變得易被排出。再者，由於就燃料電池整體來說，尺寸亦變小，故為佳。另一方面，碳薄片的厚度較佳為50 μm 以上。這是由於藉由設厚度為50 μm 以上，則碳薄片內部之面內方向的氣體擴散有效進行，發電性能變得易提升的緣故。

【0047】在本發明中，碳薄片的密度宜在0.2～0.4 g/cm^3 的範圍內，較佳為0.22～0.35 g/cm^3 的範圍內。密度要是為0.2 g/cm^3 以上，則碳薄片的機械特性提升，能夠充分地支撐電解質膜與觸媒層。此外，導電性高，且發電性能提升。另一方面，密度要是為0.4 g/cm^3 以下，則排水性提升，能夠抑制溢流。

【0048】具有這般密度之碳薄片，如於後述碳薄片的製法中說明般，可藉由控制碳纖維的單位面積重量、相對於碳纖維之樹脂成分的附著量、及碳薄片的厚度而獲得。於此，碳薄片的密度係可將使用電子天平秤量出之碳薄片的單位面積重量(每單位面積的質量)，除以經以

面壓0.15MPa來加壓時之碳薄片的厚度而求得。在本發明中，結著材係達成使碳纖維彼此結著之作用的材料，可使用樹脂組成物或其碳化物。

【0049】又，在本發明中，在將具有徑為 $1\sim 100\mu\text{m}$ 之範圍之細孔容積的和設為100%時，要是具有徑為 $50\sim 100\mu\text{m}$ 之範圍之細孔容積的和(以下，記載為徑 $50\sim 100\mu\text{m}$ 之細孔容積比例)為 $17\sim 50\%$ ，則尤其是排水性會提升，並顯示高的耐溢流性，故為佳。具有徑為 $50\sim 100\mu\text{m}$ 之範圍的細孔，對發電時之水及水蒸氣的控制具有重要的作用。又，在該範圍之大的細孔的比例，亦與質地不均等碳薄片的均勻性有關。在將具有徑為 $1\sim 100\mu\text{m}$ 之範圍之細孔容積的和設為100%時，徑 $50\sim 100\mu\text{m}$ 的細孔容積比例為17%以上的話，排水性提升且能夠抑制溢流。又，50%以下的話，由於在由抄紙等所構成的碳薄片能夠沒有質地不均等均勻地製作的緣故，能夠使拉伸等機械特性提升。為了將徑 $50\sim 100\mu\text{m}$ 之細孔容積比例作成 $17\sim 50\%$ ，例如，能使用：將從一表面所求出之碳纖維單纖維的平均直徑與從另一表面所求出之碳纖維單纖維的平均直徑的比率作成0.5以上1以下，並進一步將同樣地進行而求出之碳纖維單纖維之平均長度的差作成0mm以上10mm以下的碳纖維。

【0050】又，本發明碳薄片在 $1\sim 100\mu\text{m}$ 之細孔的徑的範圍，具有最大容積之細孔的徑(峰值徑(peak diameter))宜在 $30\sim 50\mu\text{m}$ 的範圍內，更佳在 $35\sim 45\mu\text{m}$ 的範圍內。具有徑為 $1\sim 100\mu\text{m}$ 的範圍之細孔的徑之峰值為 $30\sim 50\mu\text{m}$

的範圍的話，能更有效地表現溢流的抑制與機械特性的提升。

【0051】徑 $50\sim 100\mu\text{m}$ 的細孔容積比例、及 $1\sim 100\mu\text{m}$ 之細孔的徑的範圍具有最大容積之細孔的徑(峰值徑)，係能夠使用顯示了相對於細孔徑之細孔容積的分佈而求得。該顯示了相對於細孔徑之細孔容積的分佈，以下稱為細孔徑分佈。詳細如後述。

【0052】其次，以碳纖維抄紙體作為多孔體所使用之碳紙為代表例具體地說明對製造本發明碳薄片適宜的方法如下。

【0053】<多孔體>

就碳纖維而言，可列舉：聚丙烯腈(PAN)系、瀝青系及嫰縈系等碳纖維。其中，因機械強度優良，在本發明中，宜使用PAN系碳纖維與瀝青系碳纖維。

【0054】本發明碳薄片及為了獲得其而使用之抄紙體等多孔體中的碳纖維，係以單纖維的平均直徑在 $3\sim 20\mu\text{m}$ 的範圍內為佳，較佳為 $5\sim 10\mu\text{m}$ 的範圍內。單纖維的平均直徑要是為 $3\mu\text{m}$ 以上，則細孔的徑變大，排水性提升，能夠抑制溢流。另一方面，單纖維的平均直徑要是為 $20\mu\text{m}$ 以下，則由於變得容易控制在後述較佳碳薄片的厚度範圍，故為佳。

【0055】可於本發明使用之碳纖維，單纖維的平均長度宜在 $3\sim 20\text{mm}$ 的範圍內，較佳為 $5\sim 15\text{mm}$ 的範圍內。單纖維的平均長度要是為 3mm 以上，則碳薄片會成為機械強度、導電性及導熱性優良者。另一方面，單纖維的

平均長度要是為20mm以下，則抄紙時之碳纖維的分散性優良，可獲得均質的碳薄片。具有這樣的單纖維的平均長度之碳纖維，可藉由將連續的碳纖維切割為所期待的長度的方法等來獲得。

【0056】在碳纖維中單纖維的平均直徑及平均長度，通常係可針對成為原料之碳纖維，直接觀察該碳纖維來測定，亦可觀察碳薄片來測定。

【0057】屬於用以獲得碳薄片所使用之多孔體一形態之藉由抄紙所形成之碳纖維抄紙體，係依等向性地保持面內的導電性與導熱性這樣的目的來說，較佳為碳纖維已在二維平面內無規分散的薄片狀。獲得碳纖維抄紙體時之碳纖維的抄紙可僅進行一次，亦可多次積層來進行。

【0058】就本發明來說，在為了防止碳薄片的內部剝離，而將碳薄片以所期待的厚度來形成之際，較佳態樣係以一步驟來連續地形成。以多次進行抄紙等步驟的方法而形成為較厚時，不連續的面會被形成在垂直面方向，而有在彎曲碳薄片之際，應力集中，而成為內部剝離的原因。

【0059】從防止內部剝離這樣的觀點來看，具體而言，碳纖維之單纖維的平均直徑，針對從碳薄片一表面所求出之碳纖維之單纖維的平均直徑，與從另一表面所求出之碳纖維之單纖維的平均直徑，其比率宜為0.5以上1以下。於此，當平均直徑相同時，比率為1；而當平均直徑不同時，比率係設為小的平均直徑/大的平均直徑。

【0060】又，針對從一表面所求出之碳纖維之單纖維

的平均長度，與從另一表面所求出之碳纖維之單纖維的平均長度，其差宜為0mm以上10mm以下。前述比率及前述差為該等範圍的話，在包含碳纖維之多孔體中，能夠使碳纖維的分散狀態均勻，並能夠降低多孔體的密度及厚度的不均勻。以這樣的多孔體所製作出之碳薄片及氣體擴散電極基材係因為表面平滑性優良，在作成膜電極接合體之際，與觸媒層及電解質膜能夠實現均勻的密接狀態，可獲得良好的發電性能。

【0061】<樹脂組成物的含浸>

在獲得本發明碳薄片之際而言，成為結著材之樹脂組成物被含浸於包含碳纖維抄紙體等碳纖維的多孔體等。

【0062】在本發明中，就將成為結著材之樹脂組成物含浸於包含碳纖維之多孔體的方法來說，可使用：將多孔體浸漬在包含樹脂組成物的溶液中的方法、將包含樹脂組成物的溶液塗布於多孔體的方法、及將多孔體積層貼合至由樹脂組成物所構成的薄膜的方法等。其中，因生產性優良，特佳的是使用將多孔體浸漬在包含樹脂組成物之溶液中的方法。再者，有時將於包含碳纖維之多孔體含浸有成為結著材之樹脂組成物而成者記載為「預備含浸體」。

【0063】本發明碳薄片之特徵係層的填充率按層X、層Y、層Z的順序或者層2、層5、層3與層4之平均的順序變小。此類本發明碳薄片，可藉由在使樹脂組成物含浸於多孔體之際，作為含浸之樹脂組成物的量按成為層X或層2的層、成為層Y或層5的層、成為層Z或層3或者層4

的層的順序變小而獲得。因此，藉浸漬等使成為結著材之樹脂組成物整體均勻地含浸於包含碳纖維的抄紙體之後，透過在乾燥前自單面將過度附著的樹脂組成物予以除去，藉此控制碳薄片之垂直面方向之樹脂組成物的量並使之分佈，能夠依此控制各層的填充率。

【0064】作為一例而言，使碳纖維抄紙體浸漬於含有樹脂組成物的溶液之後，能夠在使乾燥之前從一表面吸取含有樹脂組成物的溶液，或僅在碳纖維抄紙體一表面使壓輥(squeeze roll)通過。藉此，能夠透過壓輥使單面，即，面Y附近的附著量相對於面X附近的附著量減少。另一方面，樹脂組成物由於在乾燥步驟中溶劑從表面揮發的緣故，能夠使樹脂組成物多量分佈在表面，就結果而言，在碳薄片來說，結著材之量係能夠以層X為最多，層Y次多，接著位於層X與層Y之間的層Z的順序的方式來變更。

【0065】又，作為其他例而言，係於使碳纖維抄紙體浸漬於含有樹脂組成物的溶液之後，藉著僅在該碳纖維抄紙體一表面上追加的方式，將樹脂組成物藉著噴霧器或輥凹版輥等來進行塗敷，亦能夠控制成使碳薄片之層的填充率按層X、層Y、層Z的順序及/或層2、層5、層3與層4之平均的順序變小。

【0066】於製造預備含浸體之際所使用之樹脂組成物，較佳為在燒成時碳化而為導電性碳化物之成為結著材的樹脂組成物。於製造預備含浸體之際所使用的樹脂組成物，係指於樹脂成分因應需要而添加溶媒等者。於此

，樹脂成分係含熱硬化性樹脂及熱塑性樹脂等樹脂，進而因應需要而包含碳粉末及界面活性劑等添加物者。

【0067】更詳細地說，於製造預備含浸體之際所使用的樹脂組成物中所含樹脂成分的碳化產率宜為40質量%以上。碳化產率要是為40質量%以上，則碳薄片會成為機械特性、導電性及導熱性優良者。樹脂組成物中樹脂成分的碳化產率無特別的上限，通常為60質量%左右。

【0068】就構成於製造預備含浸體之際所使用的樹脂組成物中之樹脂成分的樹脂而言，可列舉：酚樹脂、環氧樹脂、三聚氰胺樹脂及呋喃樹脂等熱硬化性樹脂等。其中，因碳化產率高，宜使用酚樹脂。

【0069】又，就因應需要而添加於樹脂成分的添加物而言，以使碳薄片的機械特性、導電性及導熱性提升的目的，可使用碳粉末作為於製造預備含浸體之際所使用之樹脂組成物中的樹脂成分。於此，就碳粉末而言，可使用：爐黑、乙炔黑、燈黑及熱碳黑等碳黑；鱗片狀石墨、鱗狀石墨、土狀石墨、人造石墨、膨脹石墨等薄片石墨等石墨；奈米碳管、線狀碳、碳纖維的磨碎纖維(milled fiber)等。

【0070】於製造預備含浸體之際所使用的樹脂組成物，係可將藉由前述構成所獲得之樹脂成分照原樣使用，亦可因應需要，以提高往碳纖維抄紙體等多孔體的含浸性之目的，包含各種溶媒。於此，就溶媒而言，可使用甲醇、乙醇及異丙醇等。

【0071】於製造預備含浸體之際所使用的樹脂組成物

，係在25℃的溫度、0.1MPa的狀態下宜為液狀。樹脂組成物要是為液狀，則往抄紙體的含浸性優良，所獲得之碳薄片會成為機械特性、導電性及導熱性優良者。

【0072】於含浸時，相對於預備含浸體中碳纖維100質量份，宜以樹脂成分為30～400質量份的方式來含浸樹脂組成物，較佳態樣為以會成為50～300質量份的方式來含浸。相對於預備含浸體中碳纖維100質量份之樹脂成分要是為30質量份以上，則碳薄片會成為機械特性、導電性及導熱性優良者。另一方面，相對於預備含浸體中碳纖維100質量份之樹脂成分要是為400質量份以下，則碳薄片會成為面內方向的氣體擴散性與垂直面方向的氣體擴散性優良者。

【0073】<貼合與熱處理>

就本發明來說，形成了將樹脂組成物含浸於碳纖維抄紙體等多孔體而成之預備含浸體後，在進行碳化之前，或可貼合預備含浸體，或可對預備含浸體進行熱處理。

【0074】在本發明中，以將碳薄片作成既定厚度之目的，可貼合多片預備含浸體。此時，可貼合多片具有同一性質的預備含浸體，亦可貼合多片具有不同性質的預備含浸體。具體而言，亦可貼合碳纖維之單纖維的平均直徑及平均長度、於獲得預備含浸體之際所使用的碳纖維抄紙體等多孔體之碳纖維的單位面積重量、及樹脂成分的含浸量等為不同的多個預備含浸體。

【0075】另一方面，因貼合而不連續的面會被形成在垂直面方向上，因為有產生內部隔離的情況，故就本發

明來說，期望不貼合碳纖維抄紙體等多孔體而僅使用一片，並對其進行熱處理。

【0076】又，以增黏及局部交聯預備含浸體中之樹脂組成物的目的，能夠熱處理預備含浸體。就熱處理的方法而言，可使用：噴吹熱風的方法、夾於衝壓裝置等熱板來加熱的方法、及夾於連續皮帶來加熱的方法等。

【0077】<碳化>

在本發明中，將樹脂組成物含浸於碳纖維抄紙體等多孔體來作成預備含浸體之後，爲了碳化樹脂組成物，在惰性氣體環境下進行燒成。該燒成能使用批次式的加熱爐，亦可使用連續式的加熱爐。又，惰性氣體環境可藉由將氮氣及氬氣等惰性氣體流至爐內而獲得。

【0078】燒成的最高溫度宜爲 $1300\sim 3000^{\circ}\text{C}$ 的範圍內，較佳爲 $1700\sim 3000^{\circ}\text{C}$ 的範圍內，更佳爲 $1900\sim 3000^{\circ}\text{C}$ 的範圍內。最高溫度要是爲 1300°C 以上，則預備含浸體中樹脂成分的碳化持續進行，碳薄片會成爲導電性與導熱性優良者。另一方面，最高溫度要是爲 3000°C 以下，則加熱爐的運轉成本變低。

【0079】在本發明中，有時會將樹脂組成物含浸於碳纖維抄紙體等多孔體之後，經碳化者記載爲「碳纖維燒成體」。即，所謂碳薄片係意指碳纖維燒成體，而進行撥水加工之前的碳纖維燒成體，及經撥水加工後之碳纖維燒成體任一者皆屬於碳薄片。

<層X、層Y，及層Z之填充率的測定方法>

針對藉由以上的方法獲得之碳薄片填充率的測定方

法，具體說明如下。

【0080】層 X、層 Y，及層 Z 的填充率係藉由三維計量 X 射線 CT 所獲得。藉著從碳薄片一表面朝向另一表面而每隔一定長度來將垂直面方向整個區域利用三維 X 射線 CT 來掃描，取得該碳薄片的三維數據。藉由分析這樣的三維數據，可取得在已測定之面的填充率，並可求得在特定層的填充率。再者，上述一定長度(以下，稱為切片間距(slice pitch))係可任意地設定，但設為構成碳薄片之碳纖維之單纖維平均直徑的 3 分之 1 以下。

【0081】在碳薄片垂直面方向上之既定位置中之面的填充率，係使用為圖像處理程式之「J-trim」，將在 3 維數據中該位置的切片圖像，以輝度在明亮度最大與最小之間劃分為 256 階段，將從最小起 175 灰度階段的部分作為臨界值來進行二值化。整體的面積中之已被二值化之明亮側的面積比例，為在既定位置中之面的填充率。從碳薄片一表面到另一表面為止，每隔一定長度求得在該既定位置中之面的填充率，獲得在垂直面方向中每隔一定長度之面的填充率的分佈。使用這樣進行而獲得之全部的面積之填充率之值來求得平均值，將該平均值之 50%(2 分之 1)的值設為 50% 填充率。

【0082】而且，在從離一表面最近之具有 50% 填充率的面至離另一表面最近之具有 50% 填充率的面為止的區間中，針對將碳薄片在垂直面方向上 3 等分所獲得之層，把使用形成層之面的填充率所獲得之平均值設為層的填充率。

【0083】將離一表面近且層的填充率最高的層設為層X，將離另一表面近且層的填充率小於層X之層設為層Y，並將位於層X與層Y之間的層設為層Z。

【0084】再者，用以算出面的填充率之1次測定視野係取決於切片間距，以使得測定視野的合計成為 5mm^2 以上的方式來進行多次測定，以求得平均值並求得層的填充率。

【0085】於測定所使用之X射線CT係島津製作所製SMX-160CTS或同級裝置。又，就後述之實施例而言，由於碳纖維之單纖維的平均直徑為 $7\mu\text{m}$ 的緣故，設切片間距為 $2.1\mu\text{m}$ 、測定視野為 $1070\mu\text{m}$ ，且設測定視野為 5mm^2 以上，來求得面的填充率，依此，將求得1個面的填充率之際的測定次數設為7次。

<層1～層6的填充率的測定方法>

層1～層6的填充率係藉由壓縮下的掃描式電子顯微鏡觀察所獲得。事前測定在 0.15MPa 下的厚度，藉由掃描式電子顯微鏡觀察已挾持於開有該厚度值之縫隙(clearance)的壓縮夾具的碳薄片剖面。僅將取得之圖像的碳薄片剖面進行圖像處理，藉著在剖面方向上分割為6份，能夠求得在特定層的填充率。

【0086】在碳薄片的垂直面方向上之既定位置中之層的填充率係使用圖像處理程式之「J-trim」，將在剖面觀察影像中該位置的圖像抽出之後，以輝度在明亮度最大與最小之間劃分256階段，將從最小起128灰度階段的部分作為臨界值來進行二值化。整體的面積中之已被二值

化之明亮側的面積比例，係在既定位置中之面的表觀填充率。將在該既定位置中之層的表觀填充率除以碳薄片的總體填充率而得之值為壓縮下的填充率。還有，總體填充率能夠以總體密度/真比重求得。

【0087】再者，用以算出壓縮下填充率的1次測定倍率係碳薄片的厚度方向落在測定圖像內，且可識別構成的碳纖維的話，沒有特別指定，但可依用以算出壓縮下填充率之測定視野面內方向之寬度合計成為20mm以上之方式，進行多次測定來求得平均值，並求得層在壓縮下的填充率。

【0088】於測定所使用之掃描式電子顯微鏡係設為日立 High-Tech Fielding製SU8010或同級裝置。又，就後述實施例而言，由於設測定倍率為50倍、測定視野為2.54mm寬，以求得面的填充率的緣故，將求得1個面的填充率之際的測定次數設為10次。

【0089】<撥水加工>

在本發明中，以使排水性提升之目的，較佳為對碳纖維燒成體施行撥水加工。撥水加工可藉由將撥水材塗布至碳纖維燒成體並進行熱處理而進行。再者，藉由進行撥水加工，能夠作成包含撥水材作為結著材的碳薄片。

【0090】於此，就撥水材而言，由耐腐蝕性優良來看，宜使用氟系的聚合物。就氟系的聚合物而言，可列舉：聚四氟乙烯(PTFE)、四氟乙烯-六氟丙烯共聚物(FEP)、及四氟乙烯-全氟烷基乙烯基醚共聚物(PFA)等。

【0091】在本發明之第一實施形態的碳薄片，在將

離層Y最近之表面設為面Y時，在所述面Y中之水的滑落角宜為40度以下。藉著將微孔層形成於本發明碳薄片的面X側，則能夠作成本發明的氣體擴散電極基材，當將該氣體擴散電極基材作為燃料電池來使用時，碳薄片的面Y會成為隔板側，而藉由將面Y的滑落角作成40度以下，可獲得從碳薄片往隔板的良好排水性。面Y的滑落角越低越佳，1度即能獲得最良好的排水性。

【0092】又，就本發明之第二實施形態之碳薄片而言，在將於層6所含表面設為面6時，在所述面6中之水的滑落角較佳為40度以下。藉著在本發明碳薄片的面1側形成微孔層，能夠作成本發明氣體擴散電極基材，而當將該氣體擴散電極基材作為燃料電池來使用時，碳薄片的面6會成為隔板側，將面6的滑落角作成40度以下，藉此能夠獲得從碳薄片往隔板的良好排水性。面6的滑落角越低越佳，1度即能獲得最良好的排水性。

【0093】就將面Y或面6的滑落角控制在40度以下的方法而言，可舉出對碳纖維燒成體進行撥水加工的方法。在撥水加工步驟中的熱處理之際，由於撥水材熔融而成為低黏度的緣故，能夠使撥水材均勻地附著在碳薄片內之碳纖維表面，能夠將水的滑落角作成40度以下，而能夠使碳薄片的撥水性提升。

【0094】另一方面，由於藉由使撥水材薄薄地附著至碳纖維的表面，即能夠使與隔板的導電性良好的緣故，碳薄片宜包含撥水材。而且，在撥水加工中所使用之撥水材的熔點，宜為200℃以上320℃以下，較佳為250℃以

上 310°C 以下。就滿足其之撥水材的種類而言，可列舉：FEP或PFA。藉由使用該等材料作為撥水材，因能夠將面Y或面6之水的滑落角作成 40° 以下，故可使碳薄片的排水性大為提升，能夠降低在經撥水加工過之碳薄片內部之水的積存之故，因而氣體的擴散性亦可大大地改善。因此，可導致大幅度的發電性能的提升。

【0095】相對於碳纖維燒成體100質量份，撥水加工時之撥水材的塗布量宜為 $1\sim 50$ 質量份，較佳為 $2\sim 40$ 質量份。相對於碳纖維燒成體100質量份，撥水材的塗布量要是為1質量份以上，則碳薄片會成為排水性優良者。另一方面，相對於碳纖維燒成體100質量份，撥水材的塗布量要是為50質量份以下，則碳薄片會成為導電性優良者。

【0096】[氣體擴散電極基材]

接著，針對本發明之氣體擴散電極基材進行說明。

本發明氣體擴散電極基材係可藉由將後述微孔層形成在上述碳薄片而製作。

【0097】<微孔層的形成>

其次，針對為本發明之氣體擴散電極基材構成要素之一的微孔層進行說明。

【0098】本發明碳薄片係藉著在一表面上形成微孔層，即可作為氣體擴散電極基材來使用。而且本發明氣體擴散電極基材係於碳薄片的面X或面1之側具有微孔層。

【0099】微孔層的單位面積重量未被特別限定，但宜為 $10\sim 35\text{g}/\text{m}^2$ 的範圍內，較佳為 $30\text{g}/\text{m}^2$ 以下，更佳為 $25\text{g}/\text{m}^2$ 以下。又，單位面積重量較佳為 $14\text{g}/\text{m}^2$ 以上，更

佳為 16 g/m^2 以上。

【0100】微孔層的單位面積重量要是為 10 g/m^2 以上，則能夠藉由微孔層來覆蓋碳薄片一表面，生成水的逆擴散被更促進，能夠更為抑制乾涸。又，微孔層的單位面積重量要是為 35 g/m^2 以下，則排水性更加提升，能夠更為抑制溢流。

【0101】在本發明中，微孔層宜包含填料。就填料而言，較佳為碳粉末。就碳粉末而言，可列舉：爐黑、乙炔黑、燈黑及熱碳黑等碳黑；及鱗片狀石墨、鱗狀石墨、土狀石墨、人造石墨、膨脹石墨，及薄片石墨等石墨；奈米碳管、線狀碳、碳纖維的磨碎纖維等。該等之中，就屬於填料的碳粉末而言，較佳使用碳黑，因不純物少，宜使用乙炔黑。

【0102】在本發明中，微孔層包含碳粉末，藉由包含前述碳粉末為縱橫比 $30 \sim 5000$ 的線狀碳，則可將微孔層前驅物之含有填料的塗液往碳薄片的滲入抑制於適當範圍內，且能夠使面內方向的氣體擴散性與排水性改善的緣故，所以能夠抑制溢流，再者，由於在碳薄片表層形成具有充分厚度的微孔層，而生成水的逆擴散受到促進的緣故，能夠抑制乾涸。

【0103】在本發明中，從促進排水這觀點來看，微孔層包含撥水材係屬較佳態樣。其中，因耐腐蝕性優良，較佳的是使用氟系的聚合物來作為撥水材。就氟系的聚合物而言，可列舉：聚四氟乙烯(PTFE)、四氟乙烯-六氟丙烯共聚物(FEP)、及四氟乙烯-全氟烷基乙烯基醚共聚

物(PFA)等。

【0104】微孔層係可藉由在碳薄片的單面，塗布前述包含填料的塗液(含有填料的塗液)來形成。

【0105】含有填料的塗液，可包含水及有機溶媒等分散媒，亦可使含有界面活性劑等分散助劑。就分散媒而言，較佳的是水；就分散助劑來說，較佳的是使用非離子性的界面活性劑。又，亦可使含有如前述般之各種碳粉末等填料及撥水材。

【0106】含有填料的塗液往碳薄片的塗敷，可使用市售之各種塗敷裝置來進行。就塗敷方式而言，可使用下述塗敷方式：網版印刷、旋轉式網版印刷、噴灑式噴霧、凹版印刷(intaglio printing)、凹版印花(gravure printing)、模頭塗布機塗敷、棒塗敷，及刮刀塗敷等。於上例示之塗敷方法終歸係例示，並非一定被限定於該等。

【0107】含有填料的塗液往碳薄片的塗敷後，宜以80～180℃的溫度烘乾塗液。即，將塗敷物投入至已設定於80～180℃之溫度的乾燥器，以5～30分鐘的範圍來進行乾燥。乾燥風量可適宜決定，但急遽的乾燥有引發表面之微小裂痕的狀況。乾燥了塗敷物之後，宜投入至灰化爐及燒成爐或高溫型的乾燥機，較佳為以300～380度的溫度加熱5～20分鐘，來將撥水材熔融，並作成碳粉末等填料彼此的黏合劑而形成微孔層。

【0108】[膜電極接合體]

在本發明中，藉由將前述氣體擴散電極基材，接合

至在兩面具有觸媒層之固體高分子電解質膜的至少單面上，即可形成膜電極接合體。此時，藉由將氣體擴散電極基材的微孔層配置在觸媒層側，在生成水的逆擴散變得更易發生，除此之外，觸媒層與氣體擴散電極基材的接觸面積增大，能夠使接觸電阻降低。

【0109】[燃料電池]

本發明之燃料電池係包含本發明之氣體擴散電極基材者，即，係於上述膜電極接合體之兩側具有隔板者。即，藉由在上述膜電極接合體之兩側配備隔板而構成燃料電池。通常，藉由積層複數個在這般的膜電極接合體的兩側經由墊片以隔板夾住而得者來構成固體高分子型燃料電池。觸媒層係由包含固體高分子電解質與載持觸媒的碳的層所構成。就觸媒而言，通常使用白金。在包含一氧化碳之改質氣體被供給至陽極側之燃料電池的情況，就陽極側的觸媒而言，宜使用白金及鈦。固體高分子電解質宜使用質子傳導性、耐氧化性及耐熱性高之全氟磺酸系的高分子材料。這般的燃料電池單元及燃料電池的構成本身是廣為知悉的。

[實施例]

【0110】接著，藉由實施例，針對本發明碳薄片與氣體擴散電極基材進行具體地說明。把於實施例使用的材料、碳薄片及氣體擴散電極基材的製作方法與燃料電池之電池性能評價方法顯示如下。

【0111】<碳薄片的製作>

- ・厚度150 μ m之碳薄片的製作

將東麗(股)製聚丙烯腈系碳纖維“TORAYCA”(註冊商標)T300(單纖維的平均直徑： $7\mu\text{m}$)切割為短纖維的平均長度12mm，使分散於水中，藉由濕式抄紙法連續進行抄紙。進一步，將作為黏合劑之聚乙烯醇的10質量%水溶液塗布至該抄紙並使乾燥，製作碳纖維的單位面積重量為 $30.0\text{g}/\text{m}^2$ 的碳纖維抄紙體。相對於碳纖維抄紙體100質量份，聚乙烯醇的塗布量為22質量份。

【0112】接著，使用經以1：1的質量比來混合了可溶型(resol type)酚樹脂與酚醛清漆型(novolac type)酚樹脂而成的樹脂組成物作為熱硬化性樹脂、鱗片狀石墨(平均粒徑 $5\mu\text{m}$)作為碳粉末，以及甲醇作為溶媒，將該等以熱硬化性樹脂/碳粉末/溶媒=10質量份/5質量份/85質量份的摻合比來混合，使用超音波分散裝置進行攪拌1分鐘，獲得了已均勻地分散的樹脂組成物。

【0113】接著，將經切割成 $15\text{cm}\times 12.5\text{cm}$ 之碳纖維抄紙體水平地浸漬於充滿了鋁槽的樹脂組成物的含浸液，以輥夾住並使絞擠含浸。此時，輥係空開一定的縫隙來水平地配置2根，並將碳纖維抄紙體垂直地向上提起，藉此調整了整體樹脂組成物的附著量。又，2根中之其中一個輥係帶有能夠以刮刀片除掉多餘的樹脂組成物之結構的平滑金屬輥，另一個輥則作成了帶有凹凸的凹版輥之構成的輥。藉著將碳纖維抄紙體一表面側以金屬輥，並將另一表面側以凹版輥夾住，並絞擠樹脂組成物的含浸液，來使碳纖維抄紙體一表面與另一表面之樹脂組成物的附著量有所差異。其後，在 100°C 的溫度下加熱5分鐘

使乾燥，製作預備含浸體。接著，一邊以平板壓製機加壓，一邊在180℃的溫度下進行熱處理5分鐘。在加壓之際，於平板壓製機上配置分隔件，調整上下壓製機面板的間隔，以使熱處理後之預備含浸體的厚度成為195μm。

【0114】將熱處理了該預備含浸體而得之基材，在加熱爐中，導入至保持在氮氣環境之最高溫度為2400℃的加熱爐，獲得由碳纖維燒成體所構成的碳薄片。

【0115】藉由將在上述製作出的碳薄片，浸漬於PTFE樹脂的水分散液(“Polyfuron”(註冊商標)PTFE DISPERSION D-1E(DAIKIN工業(股)製)或者是FEP樹脂(“Neoflon”(註冊商標)FEP DISPERSION ND-110(DAIKIN工業(股)製))的水分散液，將撥水材含浸於碳纖維燒成體。其後，在溫度為100℃之乾燥機爐內加熱5分鐘並乾燥，製作經撥水加工的碳薄片。再者，進行乾燥之際，係將碳薄片垂直地配置，每隔1分鐘變更上下方向。又，撥水材的水分散液係稀釋為適切的濃度來使用，使得在乾燥後相對於碳薄片95質量份，撥水材可為5質量份。製作了單位面積重量為45g/m²，且厚度為150μm碳薄片。

【0116】<氣體擴散電極基材的製作>

[材料]

- ・碳粉末A：乙炔黑：“DENKA BLACK”(註冊商標)(電氣化學工業(股)製)

- ・碳粉末B：線狀碳：“VGCF”(註冊商標)(昭和電工(股)製)縱橫比70

- ・材料C：撥水材：PTFE樹脂(使用包含60質量份

PTFE樹脂之水分散液的“Polyfuron”(註冊商標)PTFE DISPERSION D-1E(DAIKIN工業(股)製))

・材料D：界面活性劑“TRITON”(註冊商標)X-100(Nacalai Tesque(股)製)

使用分散機來混合上述各材料，形成了含有填料的塗液。使用狹縫模塗布機將該含有填料的塗液，面狀地塗布於經撥水加工過之碳薄片的一表面上之後，在120℃的溫度下加熱10分鐘，接著在380℃的溫度下加熱10分鐘。如此進行，在經撥水加工過之碳薄片上形成微孔層，而製作了氣體擴散電極基材。就於此處所使用之含有填料的塗液來說，使用碳粉末、撥水材、界面活性劑及純化水，並使用了以使得成為於表所示之將摻含量以質量份記載之碳塗液的組成的方式而調整出者。於表所示之材料C(PTFE樹脂)的摻含量，並非係PTFE樹脂之水分散液的摻含量，而係表示PTFE樹脂本身的摻含量。

【0117】<固體高分子型燃料電池之發電性能評價>

藉由按順序添加載持白金的碳(田中貴金屬工業(股)製，載持白金的量：50質量%)1.00g、純化水1.00g、“Nafion”(註冊商標)溶液(Aldrich公司製“Nafion”(註冊商標)5.0質量%)8.00g，與異丙醇(Nacalai Tesque公司製)18.00g，製作觸媒液。

【0118】接著，利用噴霧器將觸媒液塗布在經切割為5cm×5cm的“Nafuron”(註冊商標)PTFE帶“TOMBO”(註冊商標)No.9001(NICHIAS(股)製)上，在常溫下使乾燥，製作了附有白金量為0.3mg/cm²之觸媒層的PTFE薄片。接著

，將經切割為 $8\text{cm}\times 8\text{cm}$ 的固體高分子電解質膜“Nafion”(註冊商標)NRE-211CS(DuPont公司製)，以2片附有觸媒層的PTFE薄片夾住，一邊利用平板壓製機加壓至 5MPa ，一邊在 130°C 的溫度下壓製5分鐘，將觸媒層轉印至固體高分子電解質膜。壓製後，剝下PTFE薄片，製作了附有觸媒層的固體高分子電解質膜。

【0119】接著，將附有觸媒層的固體高分子電解質膜，以經切割為 $5\text{cm}\times 5\text{cm}$ 之2片氣體擴散電極基材夾住，一邊利用平板壓製機加壓至 3MPa ，一邊在 130°C 的溫度下壓製5分鐘，製作了膜電極接合體。氣體擴散電極基材係配置成使具有微孔層之面會與觸媒層側相接。

【0120】將所獲得之膜電極接合體裝入至燃料電池評價用單電池，測定使電流密度變化時的電壓。於此，就隔板來說，使用了溝寬、溝深度、凸條寬任一者皆為 1.0mm 的一條流路的蛇形管型隔板。又，就陽極側來說，係供給無加壓的氫，而就陰極側來說，係供給無加壓的空氣，進行評價。

【0121】爲了確認耐溢流性，氫與空氣皆藉由已設定在 40°C 之溫度的加溼壺進行加溼。此時的溼度為 100% 。又，氫與空氣中之氧的利用率，分別設為 $70\text{mol}\%$ 、 $40\text{mol}\%$ 。測定電流密度 $1.5\text{A}/\text{cm}^2$ 的輸出電壓，使用來作為耐溢流性的指標。

<細孔徑分佈的測定>

細孔徑分佈係藉由水銀壓入法獲得。從碳薄片切取3片約 $12\text{mm}\times 20\text{mm}$ 見方的試料片，精秤之後，以不重疊之

方式置入測定用電池，在減壓下注入水銀。將其以如下所示條件進行測定。

【0122】・測定壓力範圍：測定開始時的壓力 6kPa(細孔徑 400 μ m)～測定結束時的壓力 414MPa(細孔徑 40nm)

- ・測定電池模式：上述壓力範圍的升壓過程
- ・電池容積：5cm³
- ・水銀的表面張力：485dyn/cm
- ・水銀的接觸角：130°

測定裝置係使用島津製作所製 AutoPore 9520，但亦可使用其同級品。從這樣進行所獲得之細孔徑分佈，求得具有徑為 1～100 μ m 之範圍之細孔容積的和與具有徑為 50～100 μ m 之範圍之細孔容積的和，算出徑 50～100 μ m 的細孔容積比例。進一步，從該細孔徑分佈求得峰值徑。

【0123】<單位面積重量的測定>

碳薄片及氣體擴散電極基材的單位面積重量係將經切成 10cm 四角形之樣本的質量除以樣本的面積(0.01m²)來求得。

【0124】<厚度的測定>

將碳薄片及氣體擴散電極基材載置於平滑的平臺，測定在施加壓力 0.15MPa 之狀態下從有測定物的狀況到沒有的狀況之高度的差。在不同部位進行 10 處取樣，將高度之差的測定值予以平均而得者設為厚度。

【0125】<碳纖維單纖維之平均直徑的測定>

碳纖維單纖維的平均直徑係利用掃描式電子顯微鏡

等顯微鏡，將碳薄片一表面的碳纖維放大至1000倍來進行照片拍攝，隨機選不同的30根單纖維，計量其直徑，作成其平均值。又，針對碳薄片另一表面之碳纖維的單纖維，亦同樣地求得。就掃描式電子顯微鏡而言，可使用日立製作所(股)製S-4800或者其同級品。於表顯示從碳薄片之面X與面Y求出之平均直徑。

【0126】於此，表中所謂「單纖維的平均直徑(面X/面Y)」係表示從面X側所求出之碳纖維單纖維的平均直徑與從面Y側所求出之碳纖維單纖維的平均直徑。

【0127】<碳纖維單纖維之平均長度的測定>

碳纖維單纖維的平均長度，係利用掃描式電子顯微鏡等顯微鏡，將碳薄片一表面的碳纖維放大至50倍來進行照片拍攝，隨機選不同的30根單纖維，計量其長度，並求得其平均值。又，針對碳薄片另一表面之碳纖維的單纖維，亦可同樣地求得。就掃描式電子顯微鏡而言，可使用日立製作所(股)S-4800或者其同級品。

【0128】<碳薄片偏轉量%的測定>

碳薄片偏轉量的測定係在溝寬為1mm且凸條寬為1mm之附有溝的塊體與平面塊體之間，夾入經切成50×50mm的碳薄片樣本，並使在該樣本施加1MPa的壓力來加壓。此時，使得碳薄片的面Y側與附有溝的塊體面對而配置，由該等塊體的側面利用數位顯微鏡以100倍來拍照加壓時之碳薄片中央部的變形，在圖像上計量溝部的厚度d1與凸條部的厚度d2，藉由下式算出偏轉。

【0129】偏轉量(%)=(d1-d2)/d2×100

測定次數係設為5次，從其平均值算出。

【0130】偏轉量要是為10%以下，則可防止在燃料電池組組入碳薄片及使用其之氣體擴散電極基材時之朝向隔板的偏轉，而要是為5%以下，則可極為良好地防止。

【0131】<滑落角的測定>

經撥水加工過之碳薄片的滑落角係藉由使用了自動接觸角計的滑落法求得。就裝置而言，使用協和界面科學(股)製的自動接觸角計DM-501。將經撥水加工過之碳薄片的面Y設為上側(測定側)，固定於裝置臺，使離子交換水10 μ L的液滴滴落至經撥水加工過的碳薄片之後，使經撥水加工的碳薄片與裝置臺一起傾斜，將液滴開始滑落經撥水加工的碳薄片表面時裝置臺的傾斜角度設為滑落角。

【0132】<撥水材熔點的測定>

經撥水加工之碳薄片之撥水材的熔點係藉由示差掃描量熱法測定求得。就裝置而言，使用SII(股)製DSC6220。切割經撥水加工過之碳薄片，封入於鋁製秤盤(pan)，在氮中，以升溫速度2 $^{\circ}$ C/分鐘，使從30 $^{\circ}$ C變化至400 $^{\circ}$ C的溫度為止，觀察此時的吸放熱峰，將150 $^{\circ}$ C以上之溫度下的吸熱峰設為撥水材的熔點。

【0133】(實施例1)

按照於上述<碳薄片的製作>、<撥水加工>及<氣體擴散電極基材的製作>中記載的方法，獲得了使用有於表1所示之由厚度150 μ m所構成之多孔質碳薄片的氣體擴散電極基材。將結果顯示於表1。該碳薄片之耐溢流性

0.35V以上，係良好，偏轉量5%以下，係極為良好，而為兼具耐滲流性與偏轉抑制者。

【0134】(實施例2)

按照於上述<碳薄片的製作>及<微孔層的形成>中記載之方法，獲得了使用有於表1所示之由厚度150 μ m所構成之多孔質碳薄片的氣體擴散電極基材。此時，藉由從整體除掉大量結著材，在相對於實施例1之下，大大地變更了各層填充率的差。該碳薄片之耐滲流性0.35V以上，係良好，偏轉量5%以下，係極為良好，而為兼具耐滲流性與偏轉抑制者。耐滲流性的顯著提升，被認為係層X的填充率比與層Z的填充率比的差大，又，層2的填充率比與層3與層4之平均的填充率比的差大，而排水性能變大了的緣故。

【0135】(實施例3)

按照於上述<碳薄片的製作>及<微孔層的形成>中記載的方法，獲得了使用有於表1所示之由厚度150 μ m所構成之多孔質碳薄片的氣體擴散電極基材。此時，從整體除掉大量結著材，進一步藉由在更高溫下進行預備含浸體的乾燥而使層Z的填充率相對於實施例2降低。此碳薄片係耐滲流性0.40V以上、偏轉量5%以下，均極為良好，為兼具耐滲流性與偏轉抑制者。耐滲流性的顯著提升被認為係由於層Z的填充率比特別地小，又，層3與層4之平均的填充率比特別地小，而排水性能變大了的緣故。

【0136】(實施例4)

按照於上述<碳薄片的製作>及<微孔層的形成>中

記載的方法，獲得了使用有於表1所示之由厚度 $150\mu\text{m}$ 所構成之碳薄片的氣體擴散電極基材。此時，從面Y除掉大量結著材，進一步在更高溫下進行預備含浸體的乾燥而使相對於層X之層Y的填充率相對於實施例3降低。該碳薄片係耐溢流性 0.40V 以上，極為良好，偏轉量 10% 以下，係良好，係兼具耐溢流性與偏轉抑制者。耐溢流性的顯著提升被認為係由於層Z的填充率比特別地小，且層X的填充率比特別地大，又，由於層3與層4之平均的填充率比特別地小，且層2的填充率比特別地大，而排水性能變大了的緣故。

【0137】(實施例5)

在上述<碳薄片的製作>中，設碳纖維單位面積重量為 $10.0\text{g}/\text{m}^2$ ，並在樹脂組成物附著之際從兩面以相同形狀的輥來夾住並絞擠液體，而使樹脂組成物附著，除此之外，係按照於實施例1之厚度 $150\mu\text{m}$ 的碳薄片製作上所記載的方法，製作了高密度之厚度 $50\mu\text{m}$ 的碳薄片用預備含浸體。又，在該預備含浸體之樹脂的附著中，藉著調整除掉樹脂組成物的量，製作了中密度之厚度 $50\mu\text{m}$ 的碳薄片用預備含浸體與低密度之厚度 $50\mu\text{m}$ 的碳薄片用預備含浸體。在燒成前，將該等3片厚度 $50\mu\text{m}$ 的碳薄片用預備含浸體，按高密度、低密度、中密度的順序予以積層，進行加熱加壓。除此以外，係按照於請求項1記載的方法，獲得了使用有於表1所示之由厚度 $150\mu\text{m}$ 所構成之碳薄片的氣體擴散電極基材。該碳薄片係耐溢流性 0.40V 以上，偏轉量 5% 以下，均極為良好，為兼具耐溢流性與

偏轉抑制者。耐溢流性的顯著提升被認為係由於層Z的填充率比特別地小，而排水性能變大了的緣故。

【0138】(實施例6)

按照於上述<碳薄片的製作>及<微孔層的形成>中記載的方法，將碳薄片的撥水處理變更爲聚氟乙烯-聚氟聚丙烯共聚物(FEP)，除此之外，係與實施例2同樣地進行來製作。然後獲得了使用有於表1所示之，由厚度 $150\mu\text{m}$ 構成之多孔質碳薄片的氣體擴散電極基材。該碳薄片之耐溢流性 0.40V 以上，偏轉量5%以下均極爲良好，爲並存耐溢流性與偏轉抑制者。

【0139】(實施例7)

按照於上述<碳薄片的製作>及<微孔層的形成>中記載的方法，除了變更微孔層的組成以外，係與實施例2同樣地進行來製作。獲得了使用有於表1所示之由厚度 $150\mu\text{m}$ 所構成之多孔質碳薄片的氣體擴散電極基材。該碳薄片係耐溢流性 0.40V 以上，偏轉量5%以下，均極爲良好，該碳薄片爲發電性能、偏轉量均良好，爲兼具耐溢流性與偏轉抑制者，因而耐溢流性大幅提升。

【0140】(實施例8)

將聚丙烯腈的長纖維在 200°C 的溫度下進行10分鐘的耐焰化處理，藉由水流交絡(hydroentanglement)處理，製作不織布，並進行了輥壓製(roll press)。接著，藉著導入至 2000°C 之溫度的加熱爐，進行碳化處理，而獲得了由厚度 $150\mu\text{m}$ 之不織布的碳纖維燒成體所構成的碳薄片。接著，將於上述<撥水加工>使用之PTFE樹脂，與於<

氣體擴散電極基材的製作>使用之碳粉末A，依固體成分的質量比為1：1，來製作撥水材的水分散液(撥水材之水分散液的濃度係以使得乾燥後相對於碳薄片95質量份，撥水材為5質量份的方式來調整)，作為成為結著材的撥水材。

【0141】接著，將由不織布之碳纖維燒成體所構成的碳薄片，浸漬於充滿了鋁槽之撥水材的水分散液，夾在已空開一定的縫隙而水平配置好2根的輥(2根中之其中一個輥為具有刮刀片的平滑金屬輥，另一個輥為帶有凹凸的輥凹版輥)，並使絞擠含浸，使碳薄片一表面與另一表面之撥水材的附著量有所差異。其後，在100℃的溫度下加熱5分鐘來乾燥。如此進行，獲得了使用有於表1所示之由厚度150 μm 所構成之多孔質碳薄片的氣體擴散電極基材。該碳薄片係耐溢流性0.40V以上、偏轉量5%以上，均極為良好，為兼具耐溢流性與偏轉抑制者，而耐溢流性大幅提升。

【0142】(比較例1)

在上述<碳薄片的製作>中，除了設碳纖維的單位面積重量為10.0g/m²，並在使樹脂組成物附著時之從兩面以相同形狀的輥來夾住並絞擠液體，使樹脂組成物附著以外，按照於實施例1之厚度150 μm 的碳薄片的製作記載的方法，製作了高密度之厚度50 μm 的碳薄片用預備含浸體。又，在該預備含浸體之樹脂的附著中，透過進一步調整除掉樹脂組成物的量，製作了中密度之厚度50 μm 的碳薄片用預備含浸體。在燒成前，將高密度的碳薄片用

預備含浸體2片與中密度的碳薄片用預備含浸體1片，按高密度、中密度、高密度的順序予以積層，並進行加熱加壓。除此以外，係按照於實施例1記載的方法，獲得了使用有於表1所示之由厚度 $150\mu\text{m}$ 所構成之碳薄片的氣體擴散電極基材。該碳薄片雖顯示高的偏轉抑制，但耐溢流性係不充分的性能。

【0143】(比較例2)

在上述<碳薄片的製作>中，除了設碳纖維的單位面積重量為 $10.0\text{g}/\text{m}^2$ ，並在使樹脂組成物附著時之從兩面以相同形狀的輥夾住並絞擠液體，使樹脂組成物附著以外，係按照於實施例1之厚度 $150\mu\text{m}$ 的碳薄片的製作記載的方法，製作了中密度的厚度 $50\mu\text{m}$ 的碳薄片用預備含浸體。又，在該預備含浸體之樹脂的附著中，藉著調整除掉樹脂組成物的量，製作了低密度之厚度 $50\mu\text{m}$ 的碳薄片用預備含浸體。在燒成前，將中密度的碳薄片用預備含浸體2片與低密度的碳薄片用預備含浸體1片，按中密度、低密度、中密度的順序予以積層，並進行加熱加壓。除此以外，係按於照實施例1記載的方法，獲得了使用有於表1所示之由厚度 $150\mu\text{m}$ 所構成之碳薄片的氣體擴散電極基材。該碳薄片雖顯示高的偏轉抑制，但耐溢流性係不充分的性能。

【0144】(比較例3)

在於上述<碳薄片的製作>及<微孔層的形成>所記載的方法中，除了在使樹脂組成物含浸於碳纖維抄紙體之際，從單面藉由凹版塗敷而使樹脂組成物附著以外，

係與實施例1同樣地製作，獲得了使用有於表1所示之由厚度 $150\mu\text{m}$ 所構成之多孔質碳薄片的氣體擴散電極基材。該碳薄片係碳薄片偏轉到隔板而堵塞流路，且耐溢流性不充分。

【0145】[表 1-1]

	實施例1	實施例2	實施例3	實施例4	實施例5	實施例6
厚度[μm]	150	150	150	150	150	150
單位面積重量[g/m ²]	51	49	47	45	45	49
單纖維的平均直徑(面X/面Y)[μm]	7.0/7.0	7.0/7.0	7.0/7.0	7.0/7.0	7.0/7.0	7.0/7.0
撥水材的種類	PTFE	PTFE	PTFE	PTFE	PTFE	FEP
層X的填充率[%]	17.8	17.8	18.0	18.1	17.8	17.8
層Z的填充率[%]	16.7	15.0	12.1	11.7	12.1	15.0
層Y的填充率[%]	17.5	17.2	17.2	15.5	15.5	17.2
層X的填充率比	1.02	1.03	1.05	1.17	1.15	1.03
層Z的填充率比	0.95	0.87	0.70	0.75	0.78	0.87
層Y的填充率比	1	1	1	1	1	1
層1的填充率[%]	18.9	19.4	19.3	19.3	19.1	19.4
層2的填充率[%]	27.2	27.1	27.5	27.2	27.0	27.1
層3的填充率[%]	25.4	23.0	18.9	18.2	18.4	23.0
層4的填充率[%]	25.1	22.7	18.5	18.1	18.2	22.7
層3與層4之平均的填充率[%]	25.3	22.9	18.7	18.2	18.3	22.9
層5的填充率[%]	26.6	26.2	26.4	23.6	23.4	26.2
層6的填充率[%]	18.6	19.3	19.1	18.3	18.6	19.3
層2的填充率比	1.02	1.03	1.04	1.15	1.15	1.03
層3與層4之平均的填充率比	0.95	0.87	0.71	0.77	0.78	0.87
層5的填充率比	1	1	1	1	1	1
偏轉量[%]	4	4	5	7	4	4
徑50~100μm的細孔容積比例[%]	27	31	34	38	35	32
峰直徑[μm]	42	39	41	43	40	41
面Y的滑落角[°]	64	66	63	65	64	25
撥水材的熔點[°C]	329	330	331	330	329	309
碳粉末A	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
碳粉末B	-	-	-	-	-	-
材料C	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
材料D	14	14	14	14	14	14
純化水	75.8	75.8	75.8	75.8	75.8	75.8
單位面積重量[g/m ²]	60	59	57	54	54	60
厚度[μm]	171	169	169	170	171	169
輸出電壓[V]，(運轉條件40°C、加溼溫度40°C、溼度100%、電流密度1.5A/cm ²)	0.36	0.38	0.43	0.46	0.41	0.45

碳薄片

微孔層

氣體擴散電極基材

耐溢流性

【0146】[表 1-2]

	實施例 7	實施例 8	比較例 1	比較例 2	比較例 3
	150	150	150	150	150
厚度[μm]	49	50	51	45	45
單位面積重量[g/m ²]	7.0/7.0	7.0/7.0	7.0/7.0	7.0/7.0	7.0/7.0
單纖維的平均直徑(面 X/面 Y)[μm]	PTFE	PTFE	PTFE	PTFE	PTFE
撥水材的種類	17.8	18.4	17.5	16.2	20.2
層 X 的填充率[%]	15.0	15.4	16.7	13.2	17.4
層 Z 的填充率[%]	17.2	17.6	17.5	16.2	8.2
層 Y 的填充率[%]	1.03	1.05	1.00	1.00	2.46
層 X 的填充率比	0.87	0.88	0.95	0.81	2.12
層 Z 的填充率比	1	1	1	1	1
層 Y 的填充率比	19.4	19.2	19.0	19.1	30.8
層 1 的填充率[%]	27.1	27.5	26.8	24.3	28.1
層 2 的填充率[%]	23.0	22.8	25.9	20.0	26.4
層 3 的填充率[%]	22.7	22.7	25.6	19.9	18.5
層 4 的填充率[%]	22.9	22.8	25.8	20.0	22.5
層 3 與層 4 之平均的填充率[%]	26.2	26.5	26.8	24.3	11.1
層 5 的填充率[%]	19.3	19.0	18.7	18.8	8.6
層 6 的填充率[%]	1.03	1.04	1.00	1.00	2.53
層 2 的填充率比	0.87	0.86	0.96	0.82	2.02
層 3 與層 4 之平均的填充率比	1	1	1	1	1
層 5 的填充率比	4	8	2	2	14
偏轉量[%]	31	27	13	15	52
徑 50~100μm 的細孔容積比例[%]	39	34	40	42	47
細孔的徑的峰値[μm]	64	61	63	67	65
面 Y 的滑落角[°]	329	328	331	332	328
撥水材的熔點[°C]	-	7.0	7.0	7.0	7.0
碳粉末 A	7.0	-	-	-	-
碳粉末 B	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
材料 C	14	14	14	14	14
材料 D	75.8	75.8	75.8	75.8	75.8
純化水	61	62	59	53	45
單位面積重量[g/m ²]	172	170	171	169	168
厚度[μm]	0.45	0.41	0.32	0.32	0.34
氣體擴散電極基材	輸出電壓[V]・(運轉條件 40℃・加溼溫度 40℃・溼度 100%・電流密度 1.5A/cm ²)				
耐滲流性					

【符號說明】

【0147】

- 1 碳薄片
- 2 面 X
- 3 面 Y
- 4 以低於 50%填充率的面所構成的區域
- 5 面 XX
- 6 面 YY
- 7 層 X
- 8 層 Z
- 9 層 Y
- 10 面 1
- 11 面 6
- 12 層 1
- 13 層 2
- 14 層 3
- 15 層 4
- 16 層 5
- 17 層 6
- 18 微孔層
- 19 氣體擴散電極基材

申請專利範圍

- 1.一種碳薄片，其特徵在於，其係包含碳纖維及結著材的多孔質的碳薄片；在從離一表面最近之具有50%填充率之面到離另一表面最近之具有50%填充率之面為止的區間中，針對將前述碳薄片在垂直面方向上3等分所獲得之層，當將離一表面近且層的填充率最大之層設為層X，將離另一表面近且層的填充率小於層X之層設為層Y，並將位於層X與層Y之間的層設為層Z時，層的填充率係按層X、層Y、層Z的順序變小，其中，50%填充率係指：從碳薄片一表面朝向另一表面，每隔一定長度即測定面的填充率，接著，求得所獲得之面的填充率的平均值，進而獲得平均值之50%的值，而層的填充率係指：使用形成層之面的填充率所獲得的平均值。
- 2.如請求項1之碳薄片，其中在將層Y的填充率設為1時，層X的填充率為1.03以上，層Z的填充率為0.97以下。
- 3.如請求項1或2之碳薄片，其中在從一表面至另一表面為止的區間中，針對將前述碳薄片在壓縮下於垂直面方向上6等分所獲得之層，在從包含一表面之層朝向包含另一表面之層而按順序設為層1、層2、層3、層4、層5、層6時，壓縮下之填充率最大的層為層2；

層2、層3、層4、層5之壓縮下填充率的關係係按層2的填充率、層5的填充率、層3與層4之平均的填充率的順序變小。
- 4.如請求項3之碳薄片，其中在將層5的填充率設為1時，層2的填充率為1.03以上，層3與層4之平均的填充率為

0.97以下。

5.如請求項1～4中任一項之碳薄片，其中在將離層Y最近的表面設為面Y時，在所述面Y中之水的滑落角為40度以下。

6.一種碳薄片，其特徵在於，其係包含碳纖維及結著材的多孔質碳薄片；

在從一表面至另一表面為止的區間中，針對將前述碳薄片在壓縮下於垂直面方向上6等分所獲得之層，在從包含一表面之層朝向包含另一表面之層而按順序設為層1、層2、層3、層4、層5、層6時，壓縮下之填充率最大之層為層2；

層2、層3、層4、層5之壓縮下填充率的關係係按層2的填充率、層5的填充率、層3與層4之平均的填充率的順序變小。

7.如請求項6之碳薄片，其中在將層5的填充率設為1時，層2的填充率為1.03以上，層3與層4之平均的填充率為0.97以下。

8.如請求項6或7之碳薄片，其中在將於層6所含表面設為面6時，在所述面6中之水的滑落角為40度以下。

9.如請求項1～8中任一項之碳薄片，其厚度為50 μ m以上200 μ m以下。

10.如請求項1～9中任一項之碳薄片，其中在將具有徑為1～100 μ m之範圍之細孔容積的和設為100%時，具有徑為50～100 μ m之範圍之細孔容積的和為17～50%。

11.如請求項1～9中任一項之碳薄片，其包含撥水材，且

前述撥水材的熔點為 200°C 以上 320°C 以下。

- 12.一種氣體擴散電極基材，其係在將離層X最近之表面設為面X時，於如請求項1～5中任一項之碳薄片的面X側具有微孔層。
- 13.一種氣體擴散電極基材，其係在將於層1所含表面設為面1時，於如請求項6～8中任一項之碳薄片的面1側具有微孔層。
- 14.如請求項12或13之氣體擴散電極基材，其中前述微孔層包含碳粉末，前述碳粉末包含縱橫比 $30\sim 5000$ 的線狀碳。
- 15.一種燃料電池，其係包含如請求項12～14中任一項之氣體擴散電極基材。

圖式

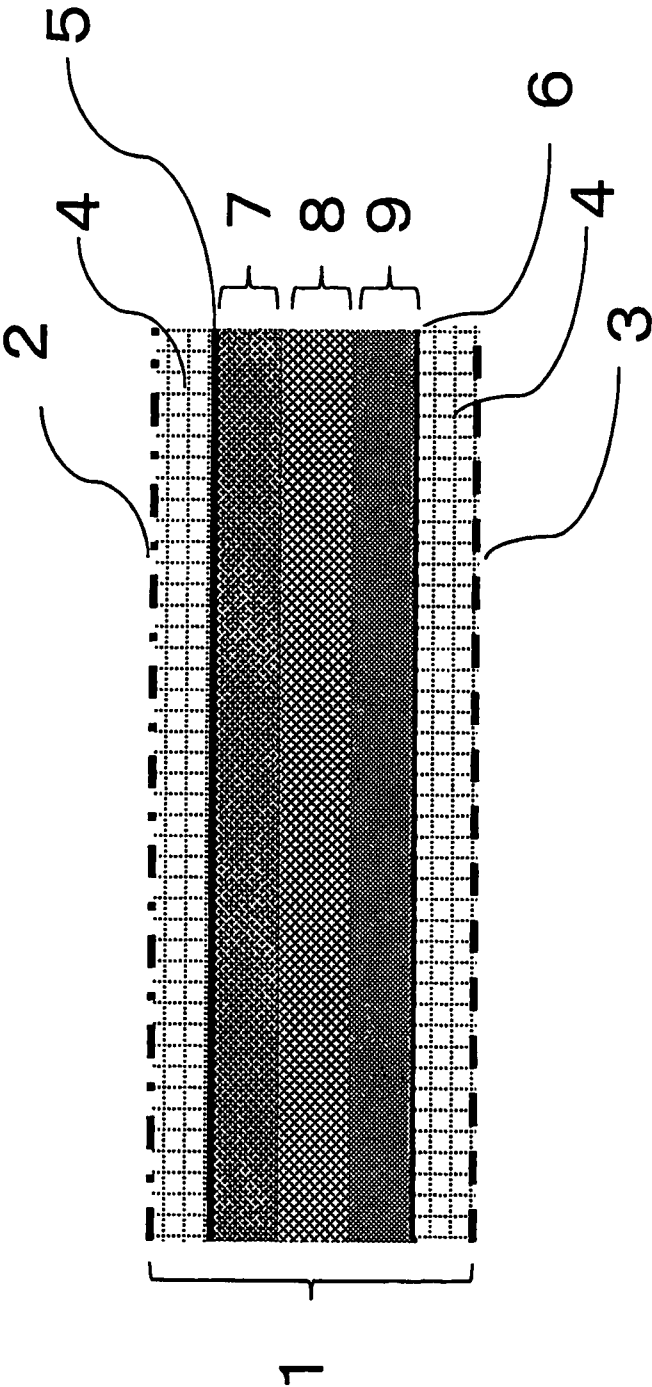


圖1

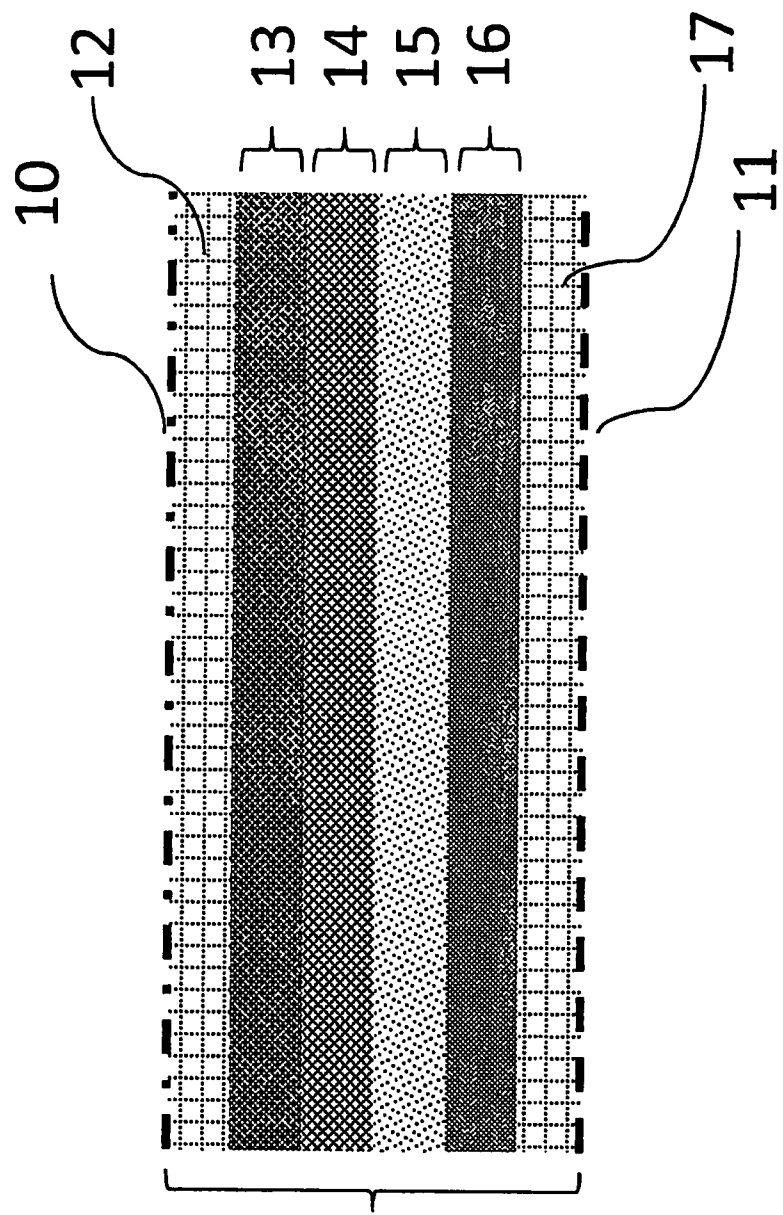


圖2

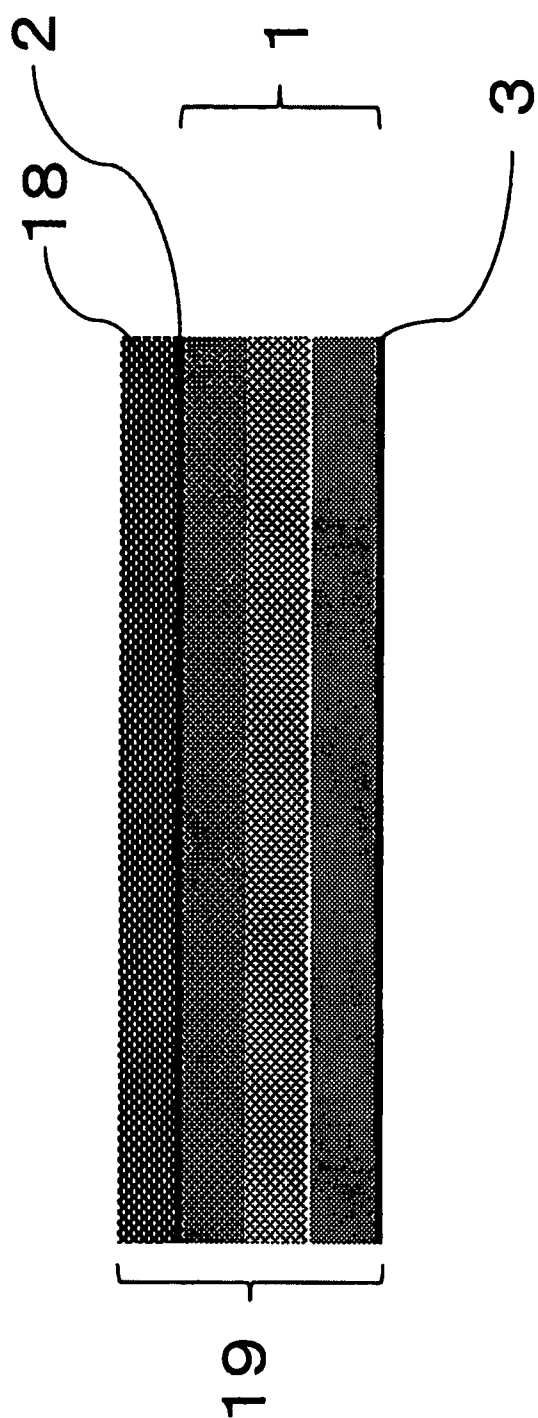


圖 3