



(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 I865428 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 12 月 11 日

(21)申請案號：107111406

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 03 月 30 日

(51)Int. Cl. : C01B32/312 (2017.01)

(30)優先權：2017/03/31 日本 2017-071832

(71)申請人：日商奧迪歐股份有限公司 (日本) AD'ALL CO., LTD. (JP)
日本

(72)發明人：中野智康 NAKANO, TOMOYASU (JP)；清水弘和 SHIMIZU, HIROKAZU (JP)

(74)代理人：劉法正；尹重君

(56)參考文獻：

JP 7-155589A

US 6118650A

US 6589904B1

審查人員：林偉

申請專利範圍項數：13 項 圖式數：5 共 58 頁

(54)名稱

活性碳之製造方法

(57)摘要

本發明係提供一種可有效率地製造下述活性碳之方法，該活性碳業已提高了直徑 2nm 以下微孔之中、直徑 1nm 以下極小尺寸的微孔比率。本發明之活性碳之製造方法係包含活化步驟，該活化步驟係將含金屬成分的活性碳前驅物以作為導入氣體的碳酸氣體進行活化，而獲得直徑 1.0nm 以下的細孔容積 B 相對於總細孔容積 A 之比(細孔容積 B/總細孔容積 A)為 0.5 以上的活性碳，且構成前述金屬成分的金屬元素係選自於由第二族元素、第三族元素、第四族元素、第五族元素、第六族元素、第七族元素、第九族元素及稀土元素所構成之群組中。



I865428

【發明摘要】

【中文發明名稱】

活性碳之製造方法

【中文】

本發明係提供一種可有效率地製造下述活性碳之方法，該活性碳業已提高了直徑2nm以下微孔之中、直徑1nm以下極小尺寸的微孔比率。本發明之活性碳之製造方法係包含活化步驟，該活化步驟係將含金屬成分的活性碳前驅物以作為導入氣體的碳酸氣體進行活化，而獲得直徑1.0nm以下的細孔容積B相對於總細孔容積A之比(細孔容積B/總細孔容積A)為0.5以上的活性碳，且構成前述金屬成分的金屬元素係選自於由第二族元素、第三族元素、第四族元素、第五族元素、第六族元素、第七族元素、第九族元素及稀土元素所構成之群組中。

【指定代表圖】 (無)

【代表圖之符號簡單說明】
(無)

【特徵化學式】
(無)

【發明說明書】

【中文發明名稱】

活性碳之製造方法

【技術領域】

【0001】本發明係關於活性碳之製造方法，尤其係關於可有效率地製造微孔比率較高之活性碳的活性碳之製造方法。

【先前技術】

【0002】背景技術

先前以來，作為製造活性碳時之活化方法，已知有氣體活化法與化學藥品活化法。其中關於氣體活化法，已知有水蒸氣活化法、碳酸氣體活化法及氧氣活化法。

【0003】由工業上觀點考量，一般利用活化反應速度較快、於生產性方面有利的水蒸氣活化法作為氣體活化法。水蒸氣活化法係利用水蒸氣與碳的吸熱反應來進行活化反應。例如已知有利用水蒸氣於950℃將苯酚酚醛纖維活化，而以活化時間120分鐘獲得活性碳的方法(參照專利文獻1)。

進而，於水蒸氣活化中，已知有藉由使作為活性碳前驅物的瀝青含有Mg、Mn、Fe、Y、Pt及Gd中之至少1種金屬成分，而於所獲得活性碳中開口有具有30~45Å之中孔最大頻度直徑的中孔的方法(參照專利文獻2)。

【0004】另一方面，已知碳酸氣體活化法的活化反應速度非常慢。例如已知有利用碳酸氣體於1050℃將椰

子殼碳化物品活化，而以活化時間24小時獲得活性碳的方法(參照專利文獻3)。因此，碳酸氣體活化法不適合工業生產。

【0005】 先行技術文獻

[專利文獻]

[專利文獻1]日本專利第5781164號說明書

[專利文獻2]日本特開2004-182511號公報

[專利文獻3]日本特開2007-221108號公報

【發明內容】

【0006】 發明概要

發明欲解決之課題

本發明人等著眼於工業製造下述活性碳，該活性碳係業已提高了直徑2nm以下微孔之中、例如適於吸附氣相中之二氯甲烷的直徑1nm以下極小尺寸的微孔比率。此處，欲製造直徑1nm以下極小尺寸的微孔比率得獲提高的活性碳時，通常考慮降低活化溫度之方法。然而，若降低活化溫度，則活化反應需要時間，無法有效率地進行生產，不適合工業製造。即，先前存在有難以工業製造直徑1nm以下極小尺寸的微孔比率得獲提高的活性碳的問題。具體而言，例如於專利文獻1中，雖然於實施例1~18記載有直徑2nm以下的微孔比率為0.44~0.67的活性碳，但關於提高了直徑1nm以下極小尺寸的微孔比率的活性碳及有效率地製造該活性碳的方法則完全沒有進行研究。又，於專利文獻2中則是記載了將遠遠大於上述本發明人等所著眼的細孔

尺寸的中孔(直徑2~50nm)分布控制於期望範圍之方法,詳而言之係藉由改變特定金屬成分的種類來控制所得活性碳的中孔最大頻度直徑。然而,關於上述本發明人等所著眼的提高直徑1nm以下極小尺寸的微孔比率的活性碳、及有效率地製造該活性碳的方法則完全沒有進行研究。然後,於專利文獻2中,由將中孔分布控制於期望範圍之觀點而言,關於可具體地實施而顯示的實施例僅有水蒸氣活化法之例。又,專利文獻3所揭示的利用碳酸氣體於1050℃下將椰子殼碳化物品活化的方法,存在有活化時間過長、難以工業製造的問題。因此,於專利文獻1~3中關於工業製造直徑1nm以下極小尺寸的微孔比率得獲提高的活性碳,完全沒有揭示、提及。

【0007】因此,本發明之主要目的在於提供一種可有效率地製造業已提高了直徑2nm以下微孔之中、直徑1nm以下極小尺寸的微孔比率的活性碳。

【0008】用以解決課題之方法

本發明人等致力於研究,結果特別著眼於過去控制中孔時所使用之使活性碳前驅物含有金屬成分的技術要點、以及已知活化反應速度非常小的碳酸氣體活化法,前述中孔為尺寸遠大於本發明人等所著眼之細孔尺寸的細孔。然後,經進一步研究,結果發現藉由選擇特定的金屬,並使之包含於碳酸氣體活化法中的活性碳前驅物中,意外地於較短活化時間內獲得直徑1nm以下極小尺寸的微孔比率得獲提高的活性碳。

本發明係基於上述發現，藉由進一步反覆研究而完成的發明。

【0009】即，本發明提供下述所揭示態樣的發明。

項1. 一種活性碳之製造方法，係包含活化步驟，該活化步驟係將含金屬成分的活性碳前驅物以作為導入氣體的碳酸氣體進行活化，而獲得直徑1.0nm以下的細孔容積B相對於總細孔容積A之比(細孔容積B/總細孔容積A)為0.5以上的活性碳，且構成前述金屬成分的金屬元素係選自於由第二族元素、第三族元素、第四族元素、第五族元素、第七族元素及稀土元素所構成之群組中。

項2. 如項1記載之活性碳之製造方法，其中前述金屬元素選自於由Y、Mg、Mn、La、V、Zr、Ti及Ce所構成之群組中。

項3. 如項1或2記載之活性碳之製造方法，其中前述金屬元素選自於由Y、Mg、Ce、Ti及V所構成之群組中。

項4. 一種活性碳之製造方法，係包含活化步驟，該活化步驟係將含金屬成分的活性碳前驅物以作為導入氣體的碳酸氣體進行活化，而獲得直徑1.0nm以下的細孔容積B相對於總細孔容積A之比(細孔容積B/總細孔容積A)為0.5以上的活性碳，且構成前述金屬成分的金屬元素係選自於由第六族元素及第九族元素所構成之群組中。

項5. 如項4記載之活性碳之製造方法，其中前述金屬元素選自於由Mo及Co所構成之群組中。

項6. 如項1至5中任一項記載之活性碳之製造方法，其

中前述活性碳之比表面積為 $600\text{m}^2/\text{g}$ 以上。

項7. 如項1至6中任一項記載之活性碳之製造方法，其中於前述活化步驟中，不改變前述導入氣體的組成。

項8. 如項1至7中任一項記載之活性碳之製造方法，其中前述導入氣體的流量係就每 1g 的前述活性碳前驅物以 0°C 、一大氣壓換算計為 $1.5\text{L}/\text{分}$ 以上。

項9. 如項1至8中任一項記載之活性碳之製造方法，其中前述活化步驟中的活化溫度為 $800\sim 1000^\circ\text{C}$ 。

項10. 如項1至9中任一項記載之活性碳之製造方法，其中前述活性碳前驅物中的前述金屬成分含量為 $0.05\sim 1.0$ 質量%。

項11. 如項1至10中任一項記載之活性碳之製造方法，其中前述活性碳前驅物為經不融化之瀝青。

項12. 如項1至11中任一項記載之活性碳之製造方法，其中前述活性碳中，直徑 2.0nm 以下的細孔容積C相對於總細孔容積A的比率($\{\text{細孔容積C}/\text{細孔容積A}\}\times 100$)為85%以上。

項13. 如項1至12中任一項記載之活性碳之製造方法，其中前述活性碳中，直徑 1.0nm 以下的細孔容積B為 $0.25\text{cc}/\text{g}$ 以上。

【0010】發明效果

根據本發明之活性碳之製造方法，可提供一種可有效率地製造業已提高了直徑 1nm 以下極小尺寸的微孔比率的活性碳的方法。因此，可大幅縮短為了活化到預定活化度

所需要的所需時間，藉此可工業化生產吸附性能較高的活性炭。

【圖式簡單說明】

【0011】圖1係以線性近似表示實施例1~8及比較例1~3之製造方法中比表面積相對於活化時間的增加趨勢的曲線圖。

圖2係以線性近似表示實施例9~15及比較例1~3之製造方法中比表面積相對於活化時間的增加趨勢的曲線圖。

圖3係以線性近似表示實施例16~20及比較例1~3之製造方法中比表面積相對於活化時間的增加趨勢的曲線圖。

圖4係以線性近似表示實施例21~27及比較例1~3之製造方法中比表面積相對於活化時間的增加趨勢的曲線圖。

圖5係以線性近似表示比較例1~10之製造方法中比表面積相對於活化時間的增加趨勢的曲線圖。

【實施方式】

【0012】用以實施發明之形態

以下，就本發明之活性炭之製造方法詳細地進行說明。

【0013】[1.製造對象(活性炭)]

[1-1.活性炭之表面構造]

以下，所謂細孔容積係指藉由QSDFT法(淬火固體密度泛函法)所算出的細孔容積。所謂QSDFT法係以幾何學

上、化學上不規則的微孔、中孔的碳作為細孔直徑分析對象的、可計算約0.5nm至約40nm的細孔直徑分布的分析方法。於QSDFT法中，由於清楚地考量細孔表面粗糙度與不均勻性所造成之影響，故為大幅提升細孔直徑分布分析之正確度的方法。於本發明中，使用Quantachrome公司製「AUTOSORB-1-MP」進行氮氣吸附等溫線之測定、及藉由QSDFT法進行細孔直徑分布分析。藉由針對在77K溫度下測定出的氮氣脫附等溫線，應用碳對77K下氮氣[狹縫孔，QSDFT 平衡模型]作為計算模型計算細孔直徑分布，可算出特定的細孔直徑範圍之細孔容積。

【0014】藉由本發明製造方法所製造的活性碳，係直徑1.0nm以下的細孔容積B(cc/g)相對於總細孔容積A(cc/g)之比、即(細孔容積B/總細孔容積A)比為0.5以上。一般而言，將直徑2.0nm以下的細孔稱為微孔，而於本發明中由於提高了微孔中直徑1.0nm以下的更小細孔的容積比率，故可良好地獲得每單位比表面積的吸附性能。由更良好地獲得每單位比表面積的吸附性能之觀點而言，(細孔容積B/總細孔容積A)比宜為0.53以上、較佳為0.60以上、更佳為0.7以上、尤佳為0.8以上。再者，於本發明中，吸附性能例如可藉由二氯甲烷的吸附性能等進行評價。又，關於(細孔容積B/總細孔容積A)比的上限值並無特別限定，例如可舉例1.00以下、0.95以下等。

【0015】由確保吸附用之充分的細孔容積之觀點而言，總細孔容積A(cc/g)例如可為0.45cc/g以上、較佳為

0.50cc/g以上。

又，由良好地獲得直徑2nm以下微孔、較佳為直徑1nm以下極小尺寸的微孔之觀點而言，總細孔容積A(cc/g)例如可為1.50cc/g以下、較佳為0.8cc/g以下。

【0016】由良好地獲得吸附性能之觀點而言，比表面積例如可為600m²/g以上、較佳為1000m²/g以上、更佳為1300m²/g以上、再更佳為1400m²/g以上、特別佳為1600m²/g以上。

又，比表面積的上限值並無特別限制，可舉例3000m²/g以下、2500m²/g以下、2000m²/g以下等。

再者，本發明中，關於比表面積係藉由使用氮氣作為被吸附物質之BET法(一點法)測定之值。

【0017】由良好地獲得每單位比表面積的吸附性能之觀點而言，直徑1.0nm以下的細孔容積B(cc/g)例如可為0.25cc/g以上、較佳為0.35cc/g以上。

又，直徑1.0nm以下的細孔容積B的上限值並無特別限制，可舉例0.60cc/g以下、較佳為0.50cc/g以下。

【0018】藉由本發明製造方法所製造的活性碳中，由良好地獲得每單位比表面積的吸附性能之觀點而言，直徑1.5nm以下的細孔容積(cc/g)例如可為0.45cc/g以上、較佳為0.5cc/g以上。

又，直徑1.5nm以下的細孔容積(cc/g)的上限值並無特別限制，可舉例0.7cc/g以下。

【0019】藉由本發明製造方法所製造的活性碳中，

由良好地獲得每單位比表面積的吸附性能之觀點而言，直徑2.0nm以下的細孔容積C(cc/g)例如可為0.35cc/g以上、較佳為0.45cc/g以上。

又，直徑2.0nm以下的細孔容積C(cc/g)的上限值並無特別限制，可舉例0.8cc/g以下。

【0020】由良好地獲得每單位比表面積的吸附性能之觀點而言，直徑2.0nm以下的細孔容積C相對於總細孔容積A的比率($\{ \text{細孔容積} C / \text{總細孔容積} A \} \times 100$ 、即微孔容積率(%))例如為80%以上、較佳為85%以上、更佳為90%以上。又，假設用於淨水器等用途時，有最好成為如下細孔結構之情形，即存在有效地促進吸附的直徑1.0nm以下微孔與輔助被吸附物質於細孔內擴散的適度的中孔之細孔結構，基於此觀點，微孔容積率(%)宜為80~95%、較佳為90~95%。又，微孔容積(%)亦可超過95%或為96%以上。

【0021】於藉由本發明製造方法製造的活性碳中，直徑超過2.0nm且為50nm以下的細孔容積相對於總細孔容積A的比率、即中孔容積率(%)並無特別限制，但於假設用於淨水器等用途時，有最好成為如下細孔結構之情形，即存在有效地促進吸附的直徑1.0nm以下微孔與輔助被吸附物質於細孔內擴散的適度的中孔之細孔結構，基於此觀點，中孔容積率可舉例宜為5~20%、較佳為5~10%。又，中孔容積率亦可為未達5%、或4%以下。又，關於微孔容積與中孔容積的合計相對於總細孔容積A

的比率(%), 可為98%~100%(為100%時, 大孔容積率(%))為0%)。

【0022】 [1-2.活性碳中的金屬含量]

於本發明之製造方法中, 由於如後所述使用金屬成分, 故於獲得之活性碳中殘存有該金屬成分。該活性碳所含有的金屬成分相對於活性碳總質量的比率(換算成金屬元素), 例如可為0.15~0.60質量%、較佳為0.15~0.45質量%、更佳為0.20~0.40質量%。活性碳中的上述比率係藉由ICP發光光譜分析裝置(Varian公司製、型式715-ES)所測定之換算成金屬元素的比率。

【0023】 [1-3.活性碳之形態]

藉由本發明製造方法所製造的活性碳之形態並無特別限定, 例如可列舉粒狀活性碳、粉末狀活性碳、纖維狀活性碳等。由加工成過濾器使用時之加工性、或以淨水器等使用時之吸附速度之觀點而言, 較佳為形成纖維狀的纖維狀活性碳。再者, 於本發明中, 吸附速度例如可藉由三鹵甲烷之通水吸附試驗等進行評價。關於纖維狀活性碳之平均纖維直徑, 較佳可例舉30 μm 以下、更佳為5~20 μm 左右。再者, 本發明中之平均纖維直徑係利用圖像處理纖維直徑測量裝置(根據JIS K 1477)所測定出之值。又, 關於粒狀活性碳及粉末狀活性碳之粒徑, 可舉例利用雷射繞射/散射方法所測得的累積體積百分率 D_{50} 為0.01~5mm。

【0024】 [1-4.活性碳的吸附性能]

藉由本發明製造方法所製造的活性碳可使用於氣相

中或液相中任一者，但尤其適合用於吸附氣相中的二氯甲烷。

【0025】關於藉由本發明製造方法所製造的活性碳所具備的二氯甲烷吸附性能(吸附平衡量(質量%))，可舉例60質量%以上、較佳為65質量%以上、更佳為75質量%以上、尤佳為80質量%以上。再者，二氯甲烷吸附性能係如下所述進行測定。即，將活性碳樣品於110℃的烘乾機烘乾12小時，於乾燥器冷卻後，迅速地秤量0.5g填充至U形管。接著，於28℃恆溫槽中朝二氯甲烷(試劑特級、於穩定劑中包含甲醇0.5%)以500ml/min流速吹送乾燥空氣，導入至U形管，藉此進行吸附操作。將活性碳停止增加質量之時點作為平衡狀態，由以下公式算出吸附平衡量。

$$\text{吸附平衡量(質量\%)} = \text{質量增加量} / \text{活性碳質量} \times 100$$

【0026】然後，關於藉由本發明製造方法所製造的活性碳所具備的每單位比表面積的二氯甲烷吸附性能，可舉例0.045質量%·g/m²、較佳為0.046質量%·g/m²，具體為0.046~0.055質量%·g/m²。再者，活性碳之每單位比表面積的二氯甲烷吸附平衡量，係藉由將前述所求出的二氯甲烷吸附性能除以該活性碳的比表面積(m²/g)而算出。

【0027】[2.活性碳前驅物]

於本發明之製造方法中，在成為活性碳原料的活性碳前驅物中包含有特定的金屬成分。

【0028】[2-1.活性碳前驅物之原料種類]

碳酸氣體活化係利用活性碳前驅物中的碳與碳酸氣體反應($C_x + CO_2 \rightarrow 2CO + C_{x-1}$)而生成細孔。又，該碳與碳酸氣體的反應會受到後述金屬成分的觸媒作用而被促進。不管活性碳前驅物的原料種類及形態如何，碳與碳酸氣體的反應及其促進效果都相同。因此，關於活性碳前驅物的原料種類及形態並無特別限制。

【0029】關於活性碳前驅物的原料種類，例如可列舉不熔化或經碳化的有機質材料、酚樹脂等硬化性樹脂等，作為該有機質材料例如可列舉聚丙烯腈、瀝青、聚乙烯醇、纖維素等。又，可列舉：木屑、木片、木材、泥炭、木炭、椰子殼、煤、油、碳質物質(石油焦炭、煤焦炭、石油瀝青、瀝青煤、煤焦油瀝青及此等之複合物等)、合成樹脂(酚樹脂、聚丙烯腈(PAN)、聚醯亞胺、呋喃樹脂等)、纖維素系纖維(紙、綿纖維等)、及此等之複合物(紙-酚樹脂積層板等)、富勒烯等。此等之中，就碳化時之理論碳化產量之觀點而言，較佳為瀝青，更佳為瀝青煤。關於活性碳前驅物之形態，例如可列舉粒狀活性碳、粉末狀活性碳、纖維狀活性碳等。

【0030】關於活性碳前驅物的軟化點(°C)並無特別限制，但由不熔化時之操作性等觀點而言，宜為275°C~288°C、較佳為277°C~283°C。於本發明中，軟化點(°C)係利用梅特勒法(根據ASTM-D3461測定)進行測定。

【0031】[2-2.金屬成分]

金屬成分係利用觸媒作用而促進碳酸氣體活化中碳與碳酸氣體的反應。構成金屬成分的金屬元素係選自於由第二族元素、第三族元素、第四族元素、第五族元素、第六族元素、第七族元素及第九族元素、以及稀土元素所構成群組中之一種或複數種。

【0032】構成金屬成分的金屬元素亦可選自於由第二族元素、第三族元素、第四族元素、第五族元素、第七族元素及稀土元素所構成群組中之一種或複數種。關於第二族元素可列舉：**Be**、**Mg**、**Ca**、**Sr**、**Ba**、**Ra**。關於第三族元素可列舉：**Sc**、**Y**。關於第四族元素可列舉：**Ti**、**Zr**、**Hf**。關於第五族元素可列舉：**V**、**Nb**、**Ta**。關於第七族元素可列舉：**Mn**、**Tc**、**Re**。關於稀土元素可列舉：**La**、**Ce**、**Pr**、**Nd**、**Pm**、**Sm**、**Eu**、**Gd**、**Tb**、**Dy**、**Ho**、**Er**、**Tm**、**Yb**、**Lu**。此等之中，由獲得較大的碳酸氣體活化促進效果之觀點而言，關於第二族元素較佳為**Mg**、關於第三族元素較佳為**Y**、關於第四族元素較佳為**Zr**及**Ti**、關於第五族元素較佳為**V**、關於第七族元素較佳為**Mn**、關於稀土元素較佳為**La**及**Ce**。進而，於假設用於淨水器等用途時，宜成為如下細孔結構，即存在有效地促進吸附的直徑1.0nm以下微孔與輔助被吸附物質於細孔內擴散的適度的中孔之細孔結構，基於此觀點，宜使用**Y**、**Mg**、**Ce**及**Ti**作為金屬元素。又，於假設用於吸附氣體之用途時，宜將直徑1.0nm以下細孔的比率保持於高，進行高比表面積化，基於此觀點，宜使用**V**作為金屬元素。

另一方面，由控制碳酸氣體活化促進效果之觀點而言，亦可選擇第二族元素、第三族元素、第四族元素、第五族元素、第七族元素及稀土元素中上述Mg、Y、Zr、V、Mn、La及Ce以外的元素。

【0033】上述金屬元素之中，基於亦伴隨生成中孔(直徑超過2.0nm的細孔)之觀點，可使用Mg、Y、La、Zr、Ce及Ti。又，上述金屬元素之中，基於抑制中孔生成之觀點，可使用Mg及V。再者，於導入氣體中含有水蒸氣時，基於原本是水蒸氣容易形成中孔的條件但卻會抑制中孔生成之觀點，上述金屬元素之中可使用V。如此一來，利用金屬種類可獲得不同的活性碳的細孔結構。因此，可根據適合欲製造的活性碳用途的細孔結構而選擇適當的金屬元素。

【0034】構成金屬成分的金屬元素亦可選自於由第六族元素及第九族元素所構成群組中之一種或複數種。關於第六族元素可列舉：Cr、Mo、W。關於第九族元素可列舉：Co、Rh、Ir。此等之中，由獲得較大的碳酸氣體活化促進效果之觀點而言，關於第六族元素較佳為Mo、關於第九族元素較佳為Co。進而，於假設用於淨水器等用途時，宜成為如下細孔結構，即存在有效地促進吸附的直徑1.0nm以下微孔與輔助被吸附物質於細孔內擴散的適度的中孔之細孔結構，基於此觀點，宜使用Co作為金屬元素。另一方面，由控制碳酸氣體活化促進效果之觀點而言，亦可選擇第六族元素及第九族元素中上述Mo及Co以

外的元素。

【0035】上述金屬元素之中，基於亦伴隨生成中孔(直徑超過2.0nm的細孔)之觀點，可使用Mo及Co。又，上述金屬元素之中，基於抑制中孔生成之觀點，可使用Mo。再者，於導入氣體中含有水蒸氣時，基於原本是水蒸氣容易形成中孔的條件但卻會抑制中孔生成之觀點，上述金屬元素之中可使用Mo。如此一來，利用金屬種類可獲得不同的活性碳的細孔結構。因此，可根據適合欲製造的活性碳用途的細孔結構而選擇適當的金屬元素。

【0036】於本發明之製造方法中，關於使活性碳前驅物含有金屬成分的方法並無特別限定。例如，可於活性碳前驅物添加金屬成分、抑或混練金屬成分。

【0037】關於金屬成分的形態，可為金屬單體、抑或金屬化合物。關於金屬化合物，可列舉：金屬氧化物、金屬氫氧化物、金屬鹵化物、金屬硫酸鹽等無機金屬化合物、醋酸、苯甲酸等有機酸與金屬之鹽、有機金屬化合物等。關於有機金屬化合物，可列舉：金屬乙醯丙酮、芳香族金屬化合物(例如茂金屬等)等的金屬錯合物。金屬錯合物由於活性碳前驅物中可良好地熔融或分散之觀點為佳。

【0038】活性碳前驅物中的金屬成分含量(換算成金屬元素)係例如可為0.01~1.0質量%、較佳為0.05~0.5質量%。進而，活性碳前驅物中的金屬成分含量，例如構成金屬成分的金屬元素為Mg時，較佳為0.05~0.4質量%、更佳為0.1~0.3質量%；金屬元素為Mn時，較佳為

0.1~0.4質量%、更佳為0.15~0.3質量%；金屬元素為Y時，較佳為0.05~0.4質量%、更佳為0.05~0.3質量%；金屬元素為La時，較佳為0.1~0.4質量%、更佳為0.15~0.3質量%；金屬元素為V時，較佳為0.05~0.4質量%、更佳為0.05~0.3質量%；金屬元素為Zr時，較佳為0.05~0.4質量%、更佳為0.1~0.3質量%；金屬元素為Ce時，較佳為0.05~0.4質量%、更佳為0.1~0.3質量%；金屬元素為Ti時，較佳為0.1~0.4質量%、更佳為0.15~0.3質量%。構成金屬成分的金屬元素為Mo時，較佳為0.1~0.4質量%、更佳為0.15~0.3質量%；金屬元素為Co時，較佳為0.1~0.4質量%、更佳為0.15~0.3質量%。

【0039】再者，活性碳前驅物中的金屬成分含量係藉由ICP發光光譜分析裝置(Varian公司製、型式715-ES)所測定之換算成金屬元素的比率。

【0040】[2-3.導入氣體]

導入氣體(導入到活化爐的氣體)係使用碳酸氣體(二氧化碳)，在無損本案效果之範圍內亦可含有氮氣、一氧化碳、稀有氣體等。

【0041】於本發明中，由有效率地製造活性碳之觀點而言，宜以一階段進行活化步驟，於活化步驟中不變更導入氣體的組成。

【0042】導入氣體之組成係按照JIS K 0301 5.1 奧色特式分析方法而測定的值。

【0043】由良好地獲得活化效率之觀點而言，導入

氣體的流量就每1g的活性碳前驅物以0℃、一大氣壓換算計可為1.5L/分以上，由避免過量導入、有效率地進行活化之觀點而言，可為5.0L/分以下。該流量例如換算成活化爐容積可為約0.044m³的量。

【0044】 [2-4.活化溫度及活化時間]

活化步驟中的活化爐內的氣體環境溫度(活化溫度)例如為800~1000℃、較佳為900~1000℃。

【0045】 又，關於活化時間，只要根據活性碳前驅物之主原料、添加的金屬種類、金屬成分含量、導入氣體中的二氧化碳濃度等，以成為特定的細孔分布之方式進行調整即可。例如活化時間為10~80分鐘、較佳為10~70分鐘。或者，關於活化時間，例如構成金屬成分的金屬元素為Mg時，較佳為15~50分鐘、更佳為25~45分鐘；金屬元素為Mn時，較佳為15~60分鐘、更佳為20~50分鐘；金屬元素為Y時，較佳為15~70分鐘、更佳為20~65分鐘；金屬元素為La時，較佳為15~40分鐘、更佳為20~35分鐘；金屬元素為V時，較佳為10~60分鐘、更佳為15~50分鐘；金屬元素為Zr時，較佳為15~60分鐘、更佳為20~50分鐘；金屬元素為Ce時，較佳為15~55分鐘、更佳為20~50分鐘；金屬元素為Ti時，較佳為15~60分鐘、更佳為20~50分鐘。或者，關於活化時間，例如構成金屬成分的金屬元素為Mo時，較佳為15~60分鐘、更佳為20~50分鐘；金屬元素為Co時，較佳為15~60分鐘、更佳為20~50分鐘。

【0046】 [2-5.比表面積的發展速度]

根據本發明之製造方法，包含一活化步驟，該活化步驟係將含金屬成分的活性碳前驅物以作為導入氣體的碳酸氣體進行活化，而獲得直徑1.0nm以下的細孔容積B相對於總細孔容積A之比(細孔容積B/總細孔容積A)為0.5以上的活性碳，且構成前述金屬成分的金屬元素係選自於由第二族元素、第三族元素、第四族元素、第五族元素、第七族元素及稀土元素所構成之群組中，故可提供一種可有效率地製造業已提高了直徑1.0nm以下極小尺寸的微孔比率的活性碳的方法。於本發明中，關於較佳的比表面積發展速度，例如比表面積到達至 $800\text{m}^2/\text{g}$ 的發展速度宜為 $25\text{m}^2/\text{g}/\text{min}$ 以上、較佳為 $30\text{m}^2/\text{g}/\text{min}$ 以上、更佳為 $40\text{m}^2/\text{g}/\text{min}$ 以上、尤佳為 $50\text{m}^2/\text{g}/\text{min}$ 以上。又，比表面積到達至 $1100\text{m}^2/\text{g}$ 的發展速度宜為 $25\text{m}^2/\text{g}/\text{min}$ 以上、較佳為 $30\text{m}^2/\text{g}/\text{min}$ 以上、更佳為 $40\text{m}^2/\text{g}/\text{min}$ 以上、尤佳為 $50\text{m}^2/\text{g}/\text{min}$ 以上。

【0047】關於金屬元素為Y時的較佳比表面積的發展速度，可舉例：比表面積到達至 $871\text{m}^2/\text{g}$ 的發展速度、比表面積到達至 $1237\text{m}^2/\text{g}$ 的發展速度、及/或比表面積到達至 $1603\text{m}^2/\text{g}$ 的發展速度為 $25\text{m}^2/\text{g}/\text{min}$ 以上，或者比表面積到達至 $917\text{m}^2/\text{g}$ 的發展速度、比表面積到達至 $1168\text{m}^2/\text{g}$ 的發展速度、及/或比表面積到達至 $1338\text{m}^2/\text{g}$ 的發展速度為 $30\text{m}^2/\text{g}/\text{min}$ 以上。關於金屬元素為Mg時的較佳比表面積的發展速度，可舉例：比表面積到達至

981m²/g的發展速度及/或比表面積到達至1461m²/g的發展速度為30m²/g/min以上。關於金屬元素為Mn時的較佳比表面積的發展速度，可舉例：比表面積到達至953m²/g的發展速度及/或比表面積到達至1214m²/g的發展速度為28m²/g/min以上。關於金屬元素為La時的較佳比表面積的發展速度，可舉例：比表面積到達至675m²/g的發展速度、比表面積到達至758m²/g的發展速度及/或比表面積到達至916m²/g的發展速度為28m²/g/min以上。關於金屬元素為V時的較佳比表面積的發展速度，可舉例：比表面積到達至863m²/g的發展速度及/或比表面積到達至1426m²/g的發展速度為50m²/g/min以上。關於金屬元素為Zr時的較佳比表面積的發展速度，可舉例：比表面積到達至790m²/g的發展速度及/或比表面積到達至1052m²/g的發展速度為25m²/g/min以上。關於金屬元素為Ce時的較佳比表面積的發展速度，可舉例：比表面積到達至821m²/g的發展速度、比表面積到達至1078m²/g的發展速度及/或比表面積到達至1249m²/g的發展速度為25m²/g/min以上。關於金屬元素為Ti時的較佳比表面積的發展速度，可舉例：比表面積到達至781m²/g的發展速度及/或比表面積到達至1170m²/g的發展速度為28m²/g/min以上。

【0048】關於金屬元素為Y時的較佳比表面積的發展速度，可舉例：將比表面積到達至871m²/g的發展速度、比表面積到達至1237m²/g的發展速度及比表面積到達至

1603m²/g的發展速度分別以最小平方法進行線性近似時的傾斜值(即每一分鐘的比表面積的發展速度)為25m²/g/min以上,將比表面積到達至917m²/g的發展速度、比表面積到達至1168m²/g的發展速度、及比表面積到達至1338m²/g的發展速度分別以最小平方法進行線性近似時的傾斜值為25m²/g/min以上。關於金屬元素為Mg時的較佳比表面積的發展速度,可舉例:將比表面積到達至981m²/g的發展速度及比表面積到達至1461m²/g的發展速度分別以最小平方法進行線性近似時的傾斜值為30m²/g/min以上。關於金屬元素為Mn時的較佳比表面積的發展速度,可舉例:將比表面積到達至953m²/g的發展速度及比表面積到達至1214m²/g的發展速度分別以最小平方法進行線性近似時的傾斜值為15m²/g/min以上。關於金屬元素為La時的較佳比表面積的發展速度,可舉例:將比表面積到達至675m²/g的發展速度、比表面積到達至758m²/g的發展速度及比表面積到達至916m²/g的發展速度分別以最小平方法進行線性近似時的傾斜值為20m²/g/min以上。關於金屬元素為V時的較佳比表面積的發展速度,可舉例:將比表面積到達至863m²/g的發展速度及比表面積到達至1426m²/g的發展速度分別以最小平方法進行線性近似時的傾斜值為50m²/g/min以上。關於金屬元素為Zr時的較佳比表面積的發展速度,可舉例:將比表面積到達至790m²/g的發展速度及比表面積到達至1052m²/g的發展速度分別以最小平方法進行線性近

似時的傾斜值為 $15\text{m}^2/\text{g}/\text{min}$ 以上。關於金屬元素為Ce時的較佳比表面積的發展速度，可舉例：將比表面積到達至 $821\text{m}^2/\text{g}$ 的發展速度、比表面積到達至 $1078\text{m}^2/\text{g}$ 的發展速度及比表面積到達至 $1249\text{m}^2/\text{g}$ 的發展速度分別以最小平方方法進行線性近似時的傾斜值為 $18\text{m}^2/\text{g}/\text{min}$ 以上。關於金屬元素為Ti時的較佳比表面積的發展速度，可舉例：將比表面積到達至 $781\text{m}^2/\text{g}$ 的發展速度及比表面積到達至 $1170\text{m}^2/\text{g}$ 的發展速度分別以最小平方方法進行線性近似時的傾斜值為 $20\text{m}^2/\text{g}/\text{min}$ 以上。

【0049】根據本發明之製造方法，包含一活化步驟，該活化步驟係將含金屬成分的活性碳前驅物以作為導入氣體的碳酸氣體進行活化，而獲得直徑 1.0nm 以下的細孔容積B相對於總細孔容積A之比(細孔容積B/總細孔容積A)為0.5以上的活性碳，且構成前述金屬成分的金屬元素係選自於由第六族元素、第九族元素所構成之群組中，故可提供一種可有效率地製造業已提高了直徑 1.0nm 以下極小尺寸的微孔比率的活性碳的方法。於本發明中，關於較佳的比表面積發展速度，例如比表面積到達至 $800\text{m}^2/\text{g}$ 的發展速度宜為 $25\text{m}^2/\text{g}/\text{min}$ 以上、較佳為 $30\text{m}^2/\text{g}/\text{min}$ 以上、更佳為 $40\text{m}^2/\text{g}/\text{min}$ 以上、尤佳為 $50\text{m}^2/\text{g}/\text{min}$ 以上。又，比表面積到達至 $1100\text{m}^2/\text{g}$ 的發展速度宜為 $25\text{m}^2/\text{g}/\text{min}$ 以上、較佳為 $30\text{m}^2/\text{g}/\text{min}$ 以上、更佳為 $40\text{m}^2/\text{g}/\text{min}$ 以上、尤佳為 $50\text{m}^2/\text{g}/\text{min}$ 以上。

【0050】關於金屬元素為Mo時的較佳比表面積的發

展速度，可舉例：比表面積到達至 $784\text{m}^2/\text{g}$ 的發展速度、比表面積到達至 $1171\text{m}^2/\text{g}$ 的發展速度及/或比表面積到達至 $1684\text{m}^2/\text{g}$ 的發展速度為 $25\text{m}^2/\text{g}/\text{min}$ 以上。關於金屬元素為Co時的較佳比表面積的發展速度，可舉例：比表面積到達至 $844\text{m}^2/\text{g}$ 的發展速度及/或比表面積到達至 $1447\text{m}^2/\text{g}$ 的發展速度為 $30\text{m}^2/\text{g}/\text{min}$ 以上。

【0051】關於金屬元素為Mo時的較佳比表面積的發展速度，可舉例：將比表面積到達至 $784\text{m}^2/\text{g}$ 的發展速度、比表面積到達至 $1171\text{m}^2/\text{g}$ 的發展速度、及比表面積到達至 $1684\text{m}^2/\text{g}$ 的發展速度分別以最小平方法進行線性近似時的傾斜值(即每一分鐘的比表面積的發展速度)為 $20\text{m}^2/\text{g}/\text{min}$ 以上。關於金屬元素為Co時的較佳比表面積的發展速度，可舉例：將比表面積到達至 $844\text{m}^2/\text{g}$ 的發展速度及比表面積到達至 $1447\text{m}^2/\text{g}$ 的發展速度分別以最小平方法進行線性近似時的傾斜值為 $35\text{m}^2/\text{g}/\text{min}$ 以上。

【0052】[2-6.其他步驟]

本發明之製造方法除了前述活化步驟外，亦可包含其他步驟。關於其他步驟可舉例於活性碳製造方法中周知的步驟，例如可列舉包含成形步驟(為纖維狀活性碳時包含紡紗步驟)或不熔化步驟，該成形步驟係於活化步驟之前將有機質材料成形為特定形狀。又，於獲得的活性碳用於淨水器用途時，可於活化步驟之後包含清洗步驟，該清洗步驟係清洗附著於所獲得活性碳表面的金屬成分。

【0053】[實施例]

以下，以實施例及比較例詳細地說明本發明。然而，本發明並不限定於實施例。

【0054】關於各實施例及比較例以如下方法進行評價。

(1)經不熔化之瀝青纖維(活性碳前驅物)之金屬含量(質量%)

將瀝青纖維進行灰化處理，將灰分溶解於酸中，利用ICP發光光譜分析裝置(Varian公司製、型式715-ES)所測定之換算成金屬元素之比率設為金屬含量。

【0055】(2)導入氣體之組成

導入氣體之組成係按照JIS K 0301 5.1 奧色特式分析方法而測定。

【0056】(3)活性碳中的金屬含量

將纖維狀活性碳溶解於酸中，利用ICP發光光譜分析裝置(Varian公司製、型式715-ES)所測定之換算成金屬元素之比率設為金屬含量。

【0057】(4)比表面積(m^2/g)及細孔容積(cc/g)

比表面積係利用BET法由相對壓力0.1之測定點進行計算。

細孔物性值係使用 Quantachrome 公司製「AUTOSORB-1-MP」以77K下之氮氣吸附等溫線進行測定。關於總細孔容積及下述各表所記載之各細孔直徑範圍中之細孔容積，係藉由針對測定出的氮氣脫附等溫線，應用碳對77K下氮氣[狹縫孔，QSDFT 平衡模型]作為計算模

型計算細孔直徑分布而分析出。具體而言，下述各表所記載之各細孔直徑中之細孔容積係由氮氣吸脫附等溫線獲得的細孔直徑分布圖的讀取值。更具體而言，細孔直徑1.0nm以下之細孔容積B係細孔直徑分布圖之橫軸孔寬度為1.0nm下之累積孔體積(cc/g)的讀取值。以相同方法獲得細孔直徑1.5nm以下之細孔容積、細孔直徑2.0nm以下之細孔(即微孔)容積C。

細孔直徑1.0nm以下之細孔容積比(B/A)係藉由將細孔直徑1.0nm以下之細孔容積B除以利用QSDFT分析獲得的總細孔容積A而計算出。微孔容積率($\{C/A\} \times 100$)係將細孔直徑2.0nm以下之細孔容積C除以利用QSDFT分析所得到的總細孔容積A並以百分率表示。中孔容積率(%)係藉由從100%減掉微孔容積率(%)而計算出。

【0058】 (5)1.0nm以下的細孔發展速度及比表面積的發展速度

1.0nm以下的細孔發展速度係藉由將1.0nm以下的細孔容積B除以活化時間而計算出。比表面積的發展速度係藉由將BET比表面積除以活化時間而計算出。

【0059】 (6)纖維狀活性碳之纖維直徑(μm)

利用圖像處理纖維直徑測量裝置(根據JIS K 1477)測定出。

【0060】 (實施例1)

將於軟化點為280℃之粒狀瀝青煤100質量份添加混合有作為金屬成分之三乙醯丙酮鈮(CAS號碼：

15554-47-9)0.5 質量份而成者作為有機質材料供給至熔融擠出機，以熔融溫度 320°C 進行溶融混合，以噴出量 16g/min 進行紡紗，藉此獲得瀝青纖維。將獲得之瀝青纖維以 $1\sim 30^{\circ}\text{C}$ /分鐘的速率花費54分鐘從空氣中常溫升溫至 354°C ，藉此進行不熔化處理，獲得作為經不熔化之瀝青纖維的活性碳前驅物。於該活性碳前驅物中，鉍含量為0.10質量%。

【0061】將獲得的活性碳前驅物10g放入活化爐(容積 0.044m^3)，將 CO_2 濃度為100容量%、溫度約 20°C 的導入氣體以約 15L/min (換算成 0°C 、一大氣壓)的流量導入至活化爐內。於活化爐內的氣體環境溫度 950°C 下進行32分鐘熱處理，藉此進行活化，獲得實施例1的活性碳。於活化處理期間，不改變導入氣體的組成。所獲得的活性碳，比表面積為 $871\text{m}^2/\text{g}$ 、總細孔容積A為 0.336cc/g 、微孔容積率($\{C/A\}\times 100$)為100%、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積B為 0.305cc/g 、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積比(B/A)為0.907。

【0062】(實施例2)

除了將活化時間設為44分鐘以外，與實施例1相同方法獲得實施例2的活性碳。所獲得的活性碳，比表面積為 $1237\text{m}^2/\text{g}$ 、總細孔容積A為 0.491cc/g 、微孔容積率($\{C/A\}\times 100$)為99%、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積B為 0.383cc/g 、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積比(B/A)為0.779。

【0063】(實施例3)

除了將活化時間設為58分鐘以外，與實施例1相同方法獲得實施例3的活性碳。所獲得的活性碳，比表面積為 $1603\text{m}^2/\text{g}$ 、總細孔容積A為 0.654cc/g 、微孔容積率($\{C/A\} \times 100$)為97%、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積B為 0.434cc/g 、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積比(B/A)為0.663。

【0064】(實施例4)

除了將金屬成分(三乙醯丙酮鉕)的添加量設為1.0質量份(活性碳前驅物中的金屬含量係0.16質量%)、活化時間為25分鐘以外，與實施例1相同方法獲得實施例4的活性碳。所獲得的活性碳，比表面積為 $917\text{m}^2/\text{g}$ 、總細孔容積A為 0.381cc/g 、微孔容積率($\{C/A\} \times 100$)為95%、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積B為 0.278cc/g 、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積比(B/A)為0.730。

【0065】(實施例5)

除了將活化時間設為32分鐘以外，與實施例4相同方法獲得實施例5的活性碳。獲得的活性碳，比表面積為 $1168\text{m}^2/\text{g}$ 、總細孔容積A為 0.502cc/g 、微孔容積率($\{C/A\} \times 100$)為92%、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積B為 0.302cc/g 、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積比(B/A)為0.602。

【0066】(實施例6)

除了將活化時間設為40分鐘以外，與實施例4相同方

法獲得實施例6的活性碳。獲得的活性碳，比表面積為 $1338\text{m}^2/\text{g}$ 、總細孔容積A為 0.592cc/g 、微孔容積率($\{C/A\} \times 100$)為90%、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積B為 0.352cc/g 、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積比(B/A)為0.595。

【0067】(實施例7)

將於軟化點為 280°C 之粒狀瀝青煤100質量份混合有乙醯丙酮鎂(II)(CAS號碼：14024-56-7)2.3質量份而成者作為有機質材料供給至熔融擠出機，以熔融溫度 320°C 進行溶融混合，以噴出量 16g/min 進行紡紗，藉此獲得瀝青纖維。將獲得之瀝青纖維以 $1 \sim 30^\circ\text{C}/\text{分鐘}$ 的速率花費54分鐘從空氣中常溫升溫至 354°C ，藉此進行不熔化處理，獲得作為經不熔化之瀝青纖維的活性碳前驅物。於該活性碳前驅物中，鎂含量為0.18質量%。

【0068】將獲得的活性碳前驅物10g放入活化爐(容積 0.044m^3)，將 CO_2 濃度為100容量%、溫度約 20°C 的導入氣體以約 15L/min (換算成 0°C 、一大氣壓)的流量導入至活化爐內。於活化爐內的氣體環境溫度 950°C 下進行25分鐘熱處理，藉此進行活化，獲得實施例7的活性碳。於活化處理期間，不改變導入氣體的組成。所獲得的活性碳，比表面積為 $981\text{m}^2/\text{g}$ 、總細孔容積A為 0.395cc/g 、微孔容積率($\{C/A\} \times 100$)為95%、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積B為 0.331cc/g 、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積比(B/A)為0.838。

【0069】(實施例8)

除了將活化時間設為40分鐘以外，與實施例7相同方法獲得實施例8的活性碳。所獲得的活性碳，比表面積為 $1461\text{m}^2/\text{g}$ 、總細孔容積A為 0.635cc/g 、微孔容積率($\{C/A\} \times 100$)為87%、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積B為 0.417cc/g 、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積比(B/A)為0.656。

【0070】(實施例9)

將於軟化點為 280°C 之粒狀瀝青煤100質量份混合有苯甲酸錳(CAS號碼:636-13-5)1.7質量份而成者作為有機質材料供給至熔融擠出機，以熔融溫度 320°C 進行溶融混合，以噴出量 16g/min 進行紡紗，藉此獲得瀝青纖維。將獲得之瀝青纖維以 $1 \sim 30^\circ\text{C}/\text{分鐘}$ 的速率花費54分鐘從空氣中常溫升溫至 354°C ，藉此進行不熔化處理，獲得作為經不熔化之瀝青纖維的活性碳前驅物。於該活性碳前驅物中，錳含量為0.20質量%。

【0071】將獲得的活性碳前驅物10g放入活化爐(容積 0.044m^3)，將 CO_2 濃度為100容量%、溫度約 20°C 的導入氣體以約 15L/min (換算成 0°C 、一大氣壓)的流量導入至活化爐內。於活化爐內的氣體環境溫度 950°C 下進行25分鐘熱處理，藉此進行活化，獲得實施例9的活性碳。於活化處理期間，不改變導入氣體的組成。所獲得的活性碳，比表面積為 $953\text{m}^2/\text{g}$ 、總細孔容積A為 0.367cc/g 、微孔容積率($\{C/A\} \times 100$)為100%、細孔直徑 1.0nm 以下的

細孔容積B為0.345cc/g、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積比(B/A)為0.941。

【0072】(實施例10)

除了將活化時間設為40分鐘以外，與實施例9相同方法獲得實施例10的活性碳。所獲得的活性碳，比表面積為 $1214\text{m}^2/\text{g}$ 、總細孔容積A為0.484cc/g、微孔容積率($\{C/A\} \times 100$)為98%、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積B為0.348cc/g、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積比(B/A)為0.720。

【0073】(實施例11)

將於軟化點為 280°C 之粒狀瀝青煤100質量份混合有乙醯丙酮鏷(CAS號碼：64424-12-0)1.3質量份而成者作為有機質材料供給至熔融擠出機，以熔融溫度 320°C 進行熔融混合，以噴出量 $16\text{g}/\text{min}$ 進行紡紗，藉此獲得瀝青纖維。將獲得之瀝青纖維以 $1 \sim 30^\circ\text{C}/\text{分鐘}$ 的速率花費54分鐘從空氣中常溫升溫至 354°C ，藉此進行不熔化處理，獲得作為經不熔化之瀝青纖維的活性碳前驅物。於該活性碳前驅物中，鏷含量為0.21質量%。

【0074】將獲得的活性碳前驅物10g放入活化爐(容積 0.044m^3)，將 CO_2 濃度為100容量%、溫度約 20°C 的導入氣體以約 $15\text{L}/\text{min}$ (換算成 0°C 、一大氣壓)的流量導入至活化爐內。於活化爐內的氣體環境溫度 950°C 下進行20分鐘熱處理，藉此進行活化，獲得實施例11的活性碳。於活化處理期間，不改變導入氣體的組成。所獲得的活性

碳，比表面積為 $675\text{m}^2/\text{g}$ 、總細孔容積A為 0.267cc/g 、微孔容積率($\{C/A\}\times 100$)為99%、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積B為 0.234cc/g 、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積比(B/A)為0.875。

【0075】(實施例12)

除了將活化時間設為25分鐘以外，與實施例11相同方法獲得實施例12的活性碳。所獲得的活性碳，比表面積為 $758\text{m}^2/\text{g}$ 、總細孔容積A為 0.304cc/g 、微孔容積率($\{C/A\}\times 100$)為97%、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積B為 0.256cc/g 、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積比(B/A)為0.841。

【0076】(實施例13)

除了將活化時間設為30分鐘以外，與實施例11相同方法獲得實施例13的活性碳。所獲得的活性碳，比表面積為 $916\text{m}^2/\text{g}$ 、總細孔容積A為 0.368cc/g 、微孔容積率($\{C/A\}\times 100$)為96%、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積B為 0.283cc/g 、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積比(B/A)為0.770。

【0077】(實施例14)

將於軟化點為 280°C 之粒狀瀝青煤100質量份混合有雙(2,4-戊二酮)氧化釩(IV)(CAS號碼：3153-26-2)1.3質量份而成者作為有機質材料供給至熔融擠出機，以熔融溫度 320°C 進行熔融混合，以噴出量 16g/min 進行紡紗，藉此獲得瀝青纖維。將獲得之瀝青纖維以 $1\sim 30^\circ\text{C}/\text{分鐘}$ 的速率

花費54分鐘從空氣中常溫升溫至354℃，藉此進行不熔化處理，獲得作為經不熔化之瀝青纖維的活性碳前驅物。於該活性碳前驅物中，鈳含量為0.18質量%。

【0078】將獲得的活性碳前驅物10g放入活化爐(容積0.044m³)，將CO₂濃度為100容量%、溫度約20℃的導入氣體以約15L/min(換算成0℃、一大氣壓)的流量導入至活化爐內。於活化爐內的氣體環境溫度950℃下進行15分鐘熱處理，藉此進行活化，獲得實施例14的活性碳。於活化處理期間，不改變導入氣體的組成。所獲得的活性碳，比表面積為863m²/g、總細孔容積A為0.332cc/g、微孔容積率($\{C/A\} \times 100$)為100%、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積B為0.305cc/g、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積比(B/A)為0.918。

【0079】(實施例15)

除了將活化時間設為25分鐘以外，與實施例14相同方法獲得實施例15的活性碳。所獲得的活性碳，比表面積為1426m²/g、總細孔容積A為0.569cc/g、微孔容積率($\{C/A\} \times 100$)為97%、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積B為0.437cc/g、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積比(B/A)為0.767。

【0080】(實施例16)

將於軟化點為280℃之粒狀瀝青煤100質量份混合有乙醯丙酮鋅(CAS號碼：17501-44-9)0.8質量份而成者作為有機質材料供給至熔融擠出機，以熔融溫度320℃進行

溶融混合，以噴出量16g/min進行紡紗，藉此獲得瀝青纖維。將獲得之瀝青纖維以1~30℃/分鐘的速率花費54分鐘從空氣中常溫升溫至354℃，藉此進行不熔化處理，獲得作為經不熔化之瀝青纖維的活性碳前驅物。於該活性碳前驅物中，鋅含量為0.19質量%。

【0081】將獲得的活性碳前驅物10g放入活化爐(容積0.044m³)，將CO₂濃度為100容量%、溫度約20℃的導入氣體以約15L/min(換算成0℃、一大氣壓)的流量導入至活化爐內。於活化爐內的氣體環境溫度950℃下進行25分鐘熱處理，藉此進行活化，獲得實施例16的活性碳。於活化處理期間，不改變導入氣體的組成。所獲得的活性碳，比表面積為790m²/g、總細孔容積A為0.317cc/g、微孔容積率($\{C/A\} \times 100$)為97%、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積B為0.259cc/g、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積比(B/A)為0.817。

【0082】(實施例17)

除了將活化時間設為40分鐘以外，與實施例16相同方法獲得實施例17的活性碳。所獲得的活性碳，比表面積為1052m²/g、總細孔容積A為0.445cc/g、微孔容積率($\{C/A\} \times 100$)為91%、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積B為0.315cc/g、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積比(B/A)為0.707。

【0083】(實施例18)

將於軟化點為280℃之粒狀瀝青100質量份混合有乙

醯丙酮鈰(CAS號碼：15653-01-7)0.8質量份而成者作為有機質材料供給至熔融擠出機，以熔融溫度320℃進行熔融混合，以噴出量16g/min進行紡紗，藉此獲得瀝青纖維。將獲得之瀝青纖維以1～30℃/分鐘的速率花費54分鐘從空氣中常溫升溫至354℃，藉此進行不熔化處理，獲得作為經不熔化之瀝青纖維的活性碳前驅物。於該活性碳前驅物中，鈰含量為0.14質量%。

【0084】將獲得的活性碳前驅物10g放入活化爐(容積0.044m³)，將CO₂濃度為100容量%、溫度約20℃的導入氣體以約15L/min(換算成0℃、一大氣壓)的流量導入至活化爐內。於活化爐內的氣體環境溫度950℃下進行25分鐘熱處理，藉此進行活化，獲得實施例18的活性碳。於活化處理期間，不改變導入氣體的組成。所獲得的活性碳，比表面積為821m²/g、總細孔容積A為0.341cc/g、微孔容積率($\{C/A\} \times 100$)為92%、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積B為0.276cc/g、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積比(B/A)為0.808。

【0085】(實施例19)

除了將活化時間設為35分鐘以外，與實施例18相同方法獲得實施例19的活性碳。所獲得的活性碳，比表面積為1078m²/g、總細孔容積A為0.464cc/g、微孔容積率($\{C/A\} \times 100$)為89%、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積B為0.337cc/g、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積比(B/A)為0.726。

【0086】(實施例20)

除了將活化時間設為45分鐘以外，與實施例18相同方法獲得實施例20的活性碳。所獲得的活性碳，比表面積為 $1249\text{m}^2/\text{g}$ 、總細孔容積A為 0.550cc/g 、微孔容積率($\{C/A\} \times 100$)為88%、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積B為 0.352cc/g 、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積比(B/A)為0.641。

【0087】(實施例21)

將於軟化點為 280°C 之粒狀瀝青100質量份混合有(2,4-戊二酮)二氧化鋁(VI)(CAS號碼：17524-05-9)0.8質量份而成者作為有機質材料供給至熔融擠出機，以熔融溫度 320°C 進行溶融混合，以噴出量 16g/min 進行紡紗，藉此獲得瀝青纖維。將獲得之瀝青纖維以 $1 \sim 30^\circ\text{C}/\text{分鐘}$ 的速率花費54分鐘從空氣中常溫升溫至 354°C ，藉此進行不熔化處理，獲得作為經不熔化之瀝青纖維的活性碳前驅物。於該活性碳前驅物中，鋁含量為0.23質量%。

【0088】將獲得的活性碳前驅物10g放入活化爐(容積 0.044m^3)，將 CO_2 濃度為100容量%、溫度約 20°C 的導入氣體以約 15L/min (換算成 0°C 、一大氣壓)的流量導入至活化爐內。於活化爐內的氣體環境溫度 950°C 下進行25分鐘熱處理，藉此進行活化，獲得實施例21的活性碳。於活化處理期間，不改變導入氣體的組成。所獲得的活性碳，比表面積為 $784\text{m}^2/\text{g}$ 、總細孔容積A為 0.313cc/g 、微孔容積率($\{C/A\} \times 100$)為98%、細孔直徑 1.0nm 以下的細

孔容積B為0.269cc/g、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積比(B/A)為0.861。

【0089】(實施例22)

除了將活化時間設為40分鐘以外，與實施例21相同方法獲得實施例22的活性碳。所獲得的活性碳，比表面積為 $1171\text{m}^2/\text{g}$ 、總細孔容積A為0.479cc/g、微孔容積率($\{C/A\} \times 100$)為95%、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積B為0.365cc/g、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積比(B/A)為0.761。

【0090】(實施例23)

除了將活化時間設為60分鐘以外，與實施例21相同方法獲得實施例23的活性碳。所獲得的活性碳，比表面積為 $1684\text{m}^2/\text{g}$ 、總細孔容積A為0.714cc/g、微孔容積率($\{C/A\} \times 100$)為92%、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積B為0.427cc/g、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積比(B/A)為0.598。

【0091】(實施例24)

將於軟化點為 280°C 之粒狀瀝青100質量份混合有乙醯丙酮鈷(CAS號碼：21679-46-9)1.5質量份而成者作為有機質材料供給至熔融擠出機，以熔融溫度 320°C 進行熔融混合，以噴出量 $16\text{g}/\text{min}$ 進行紡紗，藉此獲得瀝青纖維。將獲得之瀝青纖維以 $1 \sim 30^\circ\text{C}/\text{分鐘}$ 的速率花費54分鐘從空氣中常溫升溫至 354°C ，藉此進行不熔化處理，獲得作為經不熔化之瀝青纖維的活性碳前驅物。於該活性碳前驅

物中，鈷含量為0.21質量%。

【0092】將獲得的活性碳前驅物10g放入活化爐(容積 0.044m^3)，將 CO_2 濃度為100容量%、溫度約 20°C 的導入氣體以約 $15\text{L}/\text{min}$ (換算成 0°C 、一大氣壓)的流量導入至活化爐內。於活化爐內的氣體環境溫度 950°C 下進行25分鐘熱處理，藉此進行活化，獲得實施例25的活性碳。於活化處理期間，不改變導入氣體的組成。所獲得的活性碳，比表面積為 $844\text{m}^2/\text{g}$ 、總細孔容積A為 $0.357\text{cc}/\text{g}$ 、微孔容積率($\{C/A\}\times 100$)為89%、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積B為 $0.315\text{cc}/\text{g}$ 、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積比(B/A)為0.882。

【0093】(實施例25)

除了將活化時間設為40分鐘以外，與實施例24相同方法獲得實施例25的活性碳。所獲得的活性碳，比表面積為 $1447\text{m}^2/\text{g}$ 、總細孔容積A為 $0.616\text{cc}/\text{g}$ 、微孔容積率($\{C/A\}\times 100$)為89%、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積B為 $0.431\text{cc}/\text{g}$ 、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積比(B/A)為0.700。

【0094】(實施例26)

將於軟化點為 280°C 之粒狀瀝青100質量份混合有雙(2,4-戊二酮)氧化鈦(IV)(CAS號碼：14024-64-7)1.4質量份而成者作為有機質材料供給至熔融擠出機，以熔融溫度 320°C 進行溶融混合，以噴出量 $16\text{g}/\text{min}$ 進行紡紗，藉此獲得瀝青纖維。將獲得之瀝青纖維以 $1\sim 30^\circ\text{C}/\text{分鐘}$ 的速率花

費54分鐘從空氣中常溫升溫至354℃，藉此進行不熔化處理，獲得作為經不熔化之瀝青纖維的活性碳前驅物。於該活性碳前驅物中，鈦含量為0.25質量%。

【0095】將獲得的活性碳前驅物10g放入活化爐(容積0.044m³)，將CO₂濃度為100容量%、溫度約20℃的導入氣體以約15L/min(換算成0℃、一大氣壓)的流量導入至活化爐內。於活化爐內的氣體環境溫度950℃下進行25分鐘熱處理，藉此進行活化，獲得實施例26的活性碳。於活化處理期間，不改變導入氣體的組成。所獲得的活性碳，比表面積為781m²/g、總細孔容積A為0.335cc/g、微孔容積率($\{C/A\} \times 100$)為89%、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積B為0.240cc/g、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積比(B/A)為0.717。

【0096】(實施例27)

除了將活化時間設為40分鐘以外，與實施例26相同方法獲得實施例27的活性碳。所獲得的活性碳，比表面積為1170m²/g、總細孔容積A為0.557cc/g、微孔容積率($\{C/A\} \times 100$)為80%、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積B為0.320cc/g、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積比(B/A)為0.575。

【0097】(比較例1)

將軟化點為280℃之粒狀瀝青煤作為有機質材料供給至熔融擠出機，以熔融溫度320℃進行熔融混合，以噴出量20g/min進行紡紗，藉此獲得瀝青纖維。將獲得之瀝青

纖維以 $1\sim 30^{\circ}\text{C}$ /分鐘的速率花費54分鐘從空氣中常溫升溫至 354°C ，藉此進行不熔化處理，獲得作為經不熔化之瀝青纖維的活性碳前驅物。由於未添加金屬成分，故該活性碳前驅物的金屬含量為0質量%。

【0098】將獲得的活性碳前驅物10g放入活化爐(容積 0.044m^3)，將 CO_2 濃度為100容量%、溫度約 20°C 的導入氣體以約 $15\text{L}/\text{min}$ (換算成 0°C 、一大氣壓)的流量導入至活化爐內。於活化爐內的氣體環境溫度 950°C 下進行60分鐘熱處理，藉此進行活化，獲得比較例1的活性碳。於活化處理期間，不改變導入氣體的組成。所獲得的活性碳，比表面積為 $814\text{m}^2/\text{g}$ 、總細孔容積A為 $0.315\text{cc}/\text{g}$ 、微孔容積率($\{C/A\}\times 100$)為100%、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積B為 $0.311\text{cc}/\text{g}$ 、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積比(B/A)為0.988。

【0099】(比較例2)

除了將活化時間設為90分鐘以外，與比較例1相同方法獲得比較例2的活性碳。所獲得的活性碳，比表面積為 $1304\text{m}^2/\text{g}$ 、總細孔容積A為 $0.497\text{cc}/\text{g}$ 、微孔容積率($\{C/A\}\times 100$)為100%、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積B為 $0.428\text{cc}/\text{g}$ 、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積比(B/A)為0.862。

【0100】(比較例3)

除了將活化時間設為125分鐘以外，與比較例1相同方法獲得比較例3的活性碳。所獲得的活性碳，比表面積為

1741m²/g、總細孔容積A為0.692cc/g、微孔容積率($\{C/A\} \times 100$)為100%、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積B為0.462cc/g、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積比(B/A)為0.667。

【0101】(比較例4)

將於軟化點為280℃之粒狀瀝青煤100質量份添加混合有作為金屬成分的辛酸鋅(CAS號碼:557-09-5)1.3質量份而成者作為有機質材料供給至熔融擠出機，以熔融溫度320℃進行溶融混合，以噴出量16g/min進行紡紗，藉此獲得瀝青纖維。將獲得之瀝青纖維以1~30℃/分鐘的速率花費54分鐘從空氣中常溫升溫至354℃，藉此進行不熔化處理，獲得作為經不熔化之瀝青纖維的活性碳前驅物。於該活性碳前驅物中，鋅含量為0.19質量%。

【0102】將獲得的活性碳前驅物10g放入活化爐(容積0.044m³)，將CO₂濃度為100容量%、溫度約20℃的導入氣體以約15L/min(換算成0℃、一大氣壓)的流量導入至活化爐內。於活化爐內的氣體環境溫度950℃下進行60分鐘熱處理，藉此進行活化，獲得比較例4的活性碳。於活化處理期間，不改變導入氣體的組成。所獲得的活性碳，比表面積為1021m²/g、總細孔容積A為0.387cc/g、微孔容積率($\{C/A\} \times 100$)為100%、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積B為0.383cc/g、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積比(B/A)為0.991。

【0103】(比較例5)

除了將活化時間設為100分鐘以外，與比較例4相同方法獲得比較例5的活性碳。所獲得的活性碳，比表面積為 $1484\text{m}^2/\text{g}$ 、總細孔容積A為 0.577cc/g 、微孔容積率($\{C/A\} \times 100$)為100%、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積B為 0.467cc/g 、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積比(B/A)為0.809。

【0104】(比較例6)

將於軟化點為 280°C 之粒狀瀝青煤100質量份添加混合有作為金屬成分的乙醯丙酮銅(CAS號碼：13395-16-9)1.0質量份而成者作為有機質材料供給至熔融擠出機，以熔融溫度 320°C 進行溶融混合，以噴出量 16g/min 進行紡紗，藉此獲得瀝青纖維。將獲得之瀝青纖維以 $1 \sim 30^\circ\text{C}/\text{分鐘}$ 的速率花費54分鐘從空氣中常溫升溫至 354°C ，藉此進行不熔化處理，獲得作為經不熔化之瀝青纖維的活性碳前驅物。於該活性碳前驅物中，銅含量為0.18質量%。

【0105】將獲得的活性碳前驅物10g放入活化爐(容積 0.044m^3)，將 CO_2 濃度為100容量%、溫度約 20°C 的導入氣體以約 15L/min (換算成 0°C 、一大氣壓)的流量導入至活化爐內。於活化爐內的氣體環境溫度 950°C 下進行60分鐘熱處理，藉此進行活化，獲得比較例6的活性碳。於活化處理期間，不改變導入氣體的組成。所獲得的活性碳，比表面積為 $1125\text{m}^2/\text{g}$ 、總細孔容積A為 0.427cc/g 、微孔容積率($\{C/A\} \times 100$)為100%、細孔直徑1.0nm以下

的細孔容積B為0.416cc/g、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積比(B/A)為0.974。

【0106】(比較例7)

除了將活化時間設為130分鐘以外，與比較例6相同方法獲得比較例7的活性碳。所獲得的活性碳，比表面積為 $1690\text{m}^2/\text{g}$ 、總細孔容積A為0.681cc/g、微孔容積率($\{C/A\} \times 100$)為100%、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積B為0.415cc/g、細孔直徑1.0nm以下的細孔容積比(B/A)為0.610。

【0107】(比較例8)

將於軟化點為 280°C 之粒狀瀝青煤100質量份添加混合有作為金屬成分的銀癸二酸酯0.7質量份而成者作為有機質材料供給至熔融擠出機，以熔融溫度 320°C 進行溶融混合，以噴出量 $16\text{g}/\text{min}$ 進行紡紗，藉此獲得瀝青纖維。將獲得之瀝青纖維以 $1 \sim 30^\circ\text{C}/\text{分鐘}$ 的速率花費54分鐘從空氣中常溫升溫至 354°C ，藉此進行不熔化處理，獲得作為經不熔化之瀝青纖維的活性碳前驅物。於該活性碳前驅物中，銀含量為0.27質量%。

【0108】將獲得的活性碳前驅物10g放入活化爐(容積 0.044m^3)，將 CO_2 濃度為100容量%、溫度約 20°C 的導入氣體以約 $15\text{L}/\text{min}$ (換算成 0°C 、一大氣壓)的流量導入至活化爐內。於活化爐內的氣體環境溫度 950°C 下進行25分鐘熱處理，藉此進行活化，獲得比較例8的活性碳。於活化處理期間，不改變導入氣體的組成。所獲得的活性

碳，比表面積為 $389\text{m}^2/\text{g}$ 、總細孔容積A為 0.156cc/g 、微孔容積率($\{C/A\}\times 100$)為100%、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積B為 0.156cc/g 、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積比(B/A)為0.999。

【0109】(比較例9)

除了將活化時間設為100分鐘以外，與比較例8相同方法獲得比較例9的活性碳。所獲得的活性碳，比表面積為 $1280\text{m}^2/\text{g}$ 、總細孔容積A為 0.495cc/g 、微孔容積率($\{C/A\}\times 100$)為100%、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積B為 0.397cc/g 、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積比(B/A)為0.802。

【0110】(比較例10)

除了將活化時間設為130分鐘以外，與比較例8相同方法獲得比較例10的活性碳。所獲得的活性碳，比表面積為 $1730\text{m}^2/\text{g}$ 、總細孔容積A為 0.700cc/g 、微孔容積率($\{C/A\}\times 100$)為100%、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積B為 0.420cc/g 、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積比(B/A)為0.600。

【0111】(比較例11)

將於軟化點為 280°C 之粒狀瀝青煤100質量份添加混合有作為金屬成分之三乙醯丙酮鈮(CAS號碼：15554-47-9)1.3質量份而成者作為有機質材料供給至熔融擠出機，以熔融溫度 320°C 進行溶融混合，以噴出量 16g/min 進行紡紗，藉此獲得瀝青纖維。將獲得之瀝青纖

維以 $1 \sim 30^{\circ}\text{C}$ /分鐘的速率花費54分鐘從空氣中常溫升溫至 354°C ，藉此進行不熔化處理，獲得作為經不熔化之瀝青纖維的活性碳前驅物。於該活性碳前驅物中，鉍含量為0.25質量%。

【0112】將獲得的活性碳前驅物10g放入活化爐(容積 0.044m^3)，將 H_2O 濃度為100容量%的導入氣體以約 1.0kg/hr 的流量導入至活化爐內。於活化爐內的氣體環境溫度 900°C 下進行20分鐘熱處理，藉此進行活化，獲得比較例11的活性碳。於活化處理期間，不改變導入氣體的組成。所獲得的活性碳，比表面積為 $1078\text{m}^2/\text{g}$ 、總細孔容積A為 0.572cc/g 、微孔容積率($\{C/A\} \times 100$)為72%、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積B為 0.241cc/g 、細孔直徑 1.0nm 以下的細孔容積比(B/A)為0.421。

【0113】將由實施例1~27及比較例1~11之製造方法所獲得的活性碳之製造條件及物性值顯示於表1~表5。又，將以線性近似表示實施例1~27及比較例1~10之製造方法中比表面積相對於活化時間的增加趨勢的曲線圖顯示於圖1~圖5。

【0114】[表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	實施例 7	實施例 8	實施例 9	實施例 10
製造條件	原料	瀝青煤	瀝青煤	瀝青煤	瀝青煤	瀝青煤	瀝青煤	瀝青煤	瀝青煤	瀝青煤	瀝青煤
	金屬種類	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Mg	Mg	Mn	Mn
	金屬化合物添加量(質量份)	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	2.3	2.3	1.7	1.7
	活性碳前驅物中的金屬含量(質量%)	0.10	0.10	0.10	0.16	0.16	0.16	0.18	0.18	0.20	0.20
	導入氣體組成 (%)	CO2	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		H2O	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		O2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		N2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		CO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		其他	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	活化溫度(℃)	950	950	950	950	950	950	950	950	950	950
	活化時間(min)	32	44	58	25	32	40	25	40	25	40
活性碳物性值	活性碳中的金屬含量(質量%)	0.16	0.19	0.24	0.30	0.35	0.41	0.32	0.45	0.37	0.50
	比表面積(m ² /g)	871	1237	1603	917	1168	1338	981	1461	953	1214
	總細孔容積 (cc/g) A	0.336	0.491	0.654	0.381	0.502	0.592	0.395	0.635	0.367	0.484
	中孔容積率(%)	0	1	3	5	8	10	5	13	0	2
	微孔容積率(%) C/A*100	100	99	97	95	92	90	95	87	100	98
	平均纖維直徑(μm)	18.2	18.0	18.5	14.2	14.2	13.9	14.2	13.7	14.8	14.4
	1.0nm以下的細孔容積 (cc/g) B	0.305	0.383	0.434	0.278	0.302	0.352	0.331	0.417	0.345	0.348
	1.0nm以下的細孔容積比率 (B/A)	0.907	0.779	0.663	0.730	0.602	0.595	0.838	0.656	0.941	0.720
	1.0nm以下的微孔發展速度 (cc/g/min)	0.010	0.009	0.007	0.011	0.009	0.009	0.013	0.010	0.014	0.009
	1.5nm以下的細孔容積 (cc/g)	0.332	0.465	0.586	0.332	0.417	0.465	0.370	0.527	0.363	0.462
	2.0nm以下的細孔容積 (cc/g) C	0.336	0.488	0.637	0.362	0.463	0.532	0.377	0.554	0.367	0.476
	比表面積的發展速度(m ² /g/min)	27.2	28.1	27.6	36.7	36.5	33.5	39.2	36.5	38.1	30.4

【0115】[表2]

		實施例 11	實施例 12	實施例 13	實施例 14	實施例 15	實施例 16	實施例 17	實施例 18	實施例 19	實施例 20
製造條件	原料	瀝青煤	瀝青煤	瀝青煤	瀝青煤	瀝青煤	瀝青煤	瀝青煤	瀝青煤	瀝青煤	瀝青煤
	金屬種類	La	La	La	V	V	Zr	Zr	Ce	Ce	Ce
	金屬化合物添加量(質量份)	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
	活性碳前驅物中的金屬含量(質量%)	0.21	0.21	0.21	0.18	0.18	0.19	0.19	0.14	0.14	0.14
	導入氣體組成 (%)	CO2	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		H2O	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		O2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		N2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		CO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		其他	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	活化溫度(℃)	950	950	950	950	950	950	950	950	950	950
	活化時間(min)	20	25	30	15	25	25	40	25	35	45
活性碳物性值	活性碳中的金屬含量(質量%)	0.37	0.44	0.55	0.30	0.40	0.32	0.38	0.25	0.31	0.41
	比表面積(m ² /g)	675	758	916	863	1426	790	1052	821	1078	1249
	總細孔容積 (cc/g) A	0.267	0.304	0.368	0.332	0.569	0.317	0.445	0.341	0.464	0.550
	中孔容積率(%)	1	3	4	0	3	3	9	8	11	12
	微孔容積率(%) C/A*100	99	97	96	100	97	97	91	92	89	88
	平均纖維直徑(μm)	14.6	14.5	14.4	14.4	13.1	15.1	14.4	14.5	14.2	14.5
	1.0nm以下的細孔容積 (cc/g) B	0.234	0.256	0.283	0.305	0.437	0.259	0.315	0.276	0.337	0.352
	1.0nm以下的細孔容積比率 (B/A)	0.875	0.841	0.770	0.918	0.767	0.817	0.707	0.808	0.726	0.641
	1.0nm以下的微孔發展速度 (cc/g/min)	0.012	0.010	0.009	0.020	0.017	0.010	0.008	0.011	0.010	0.008
	1.5nm以下的細孔容積 (cc/g)	0.257	0.286	0.344	0.332	0.537	0.298	0.381	0.312	0.405	0.466
	2.0nm以下的細孔容積 (cc/g) C	0.264	0.294	0.354	0.333	0.549	0.308	0.406	0.315	0.414	0.484
	比表面積的發展速度(m ² /g/min)	33.8	30.3	30.5	57.5	57.0	31.6	26.3	32.8	30.8	27.8

【0116】[表3]

		實施例 21	實施例 22	實施例 23	實施例 24	實施例 25	實施例 26	實施例 27
製造條件	原料	瀝青煤	瀝青煤	瀝青煤	瀝青煤	瀝青煤	瀝青煤	瀝青煤
	金屬種類	Mo	Mo	Mo	Co	Co	Ti	Ti
	金屬化合物添加量(質量份)	0.8	0.8	0.8	1.5	1.5	1.4	1.4
	活性碳前驅物中的金屬含量(質量%)	0.23	0.23	0.23	0.21	0.21	0.25	0.25
	導入氣體組成 (%)	CO2	100	100	100	100	100	100
		H2O	0	0	0	0	0	0
		O2	0	0	0	0	0	0
		N2	0	0	0	0	0	0
		CO	0	0	0	0	0	0
		其他	0	0	0	0	0	0
	活化溫度(℃)	950	950	950	950	950	950	950
	活化時間(min)	25	40	60	25	40	25	40
活性碳物性值	活性碳中的金屬含量(質量%)	0.37	0.44	0.61	0.39	0.57	0.42	0.55
	比表面積(m ² /g)	784	1171	1684	844	1447	781	1170
	總細孔容積 (cc/g) A	0.313	0.479	0.714	0.357	0.616	0.335	0.557
	中孔容積率(%)	2	5	8	11	11	11	20
	微孔容積率(%) C/A*100	98	95	92	89	89	89	80
	平均纖維直徑(μm)	13.6	13.1	13.8	13.8	13.6	13.9	13.6
	1.0nm以下的細孔容積 (cc/g) B	0.269	0.365	0.427	0.315	0.431	0.240	0.320
	1.0nm以下的細孔容積比率 (B/A)	0.861	0.761	0.598	0.882	0.700	0.717	0.575
	1.0nm以下的微孔發展速度 (cc/g/min)	0.011	0.009	0.007	0.013	0.011	0.010	0.008
	1.5nm以下的細孔容積 (cc/g)	0.297	0.437	0.613	0.316	0.539	0.283	0.401
	2.0nm以下的細孔容積 (cc/g) C	0.305	0.454	0.660	0.316	0.551	0.300	0.446
	比表面積的發展速度(m ² /g/min)	31.4	29.3	28.1	33.7	36.2	31.2	29.3

【0117】 [表4]

		比較例1	比較例2	比較例3
製造條件	原料	瀝青煤	瀝青煤	瀝青煤
	金屬種類	—	—	—
	金屬化合物添加量(質量份)	—	—	—
	活性碳前驅物中的金屬含量(質量%)	—	—	—
	導入氣體組成 (%)	CO2	100	100
		H2O	0	0
		O2	0	0
		N2	0	0
		CO	0	0
		其他	0	0
	活化溫度(℃)	950	950	950
	活化時間(min)	60	90	125
活性碳物性值	活性碳中的金屬含量(質量%)	—	—	—
	比表面積(m ² /g)	814	1304	1741
	總細孔容積 (cc/g) A	0.315	0.497	0.692
	中孔容積率(%)	0	0	0
	微孔容積率(%) C/A*100	100	100	100
	平均纖維直徑(μm)	14.0	18.1	17.8
	1.0nm以下的細孔容積 (cc/g) B	0.311	0.428	0.462
	1.0nm以下的細孔容積比率 (B/A)	0.988	0.862	0.667
	1.0nm以下的微孔發展速度 (cc/g/min)	0.005	0.005	0.004
	1.5nm以下的細孔容積 (cc/g)	0.315	0.496	0.640
	2.0nm以下的細孔容積 (cc/g) C	0.315	0.497	0.692
	比表面積的發展速度(m ² /g/min)	13.6	14.5	13.9

【0118】 [表5]

		比較例4	比較例5	比較例6	比較例7	比較例8	比較例9	比較例10	比較例11
製造條件	原料	瀝青煤	瀝青煤	瀝青煤	瀝青煤	瀝青煤	瀝青煤	瀝青煤	瀝青煤
	金屬種類	Zn	Zn	Cu	Cu	Ag	Ag	Ag	Y
	金屬化合物添加量(質量份)	1.3	1.3	1.0	1.0	0.7	0.7	0.7	1.3
	活性碳前驅物中的金屬含量(質量%)	0.19	0.19	0.18	0.18	0.27	0.27	0.27	0.25
	導入氣體組成(%)	CO2	100	100	100	100	100	100	0
		H2O	0	0	0	0	0	0	100
		O2	0	0	0	0	0	0	0
		N2	0	0	0	0	0	0	0
		CO	0	0	0	0	0	0	0
		其他	0	0	0	0	0	0	0
	活化溫度(℃)	950	950	950	950	950	950	950	900
	活化時間(min)	60	100	60	130	25	100	130	20
	活化溫度(℃)	950	950	950	950	950	950	950	900
活性碳物性值	活性碳中的金屬含量(質量%)	0.35	0.48	0.37	0.50	0.38	0.61	0.75	0.66
	比表面積(m ² /g)	1021	1484	1125	1690	389	1280	1730	1078
	總細孔容積(cc/g) A	0.387	0.577	0.427	0.681	0.156	0.495	0.700	0.572
	中孔容積率(%)	0	0	0	0	0	0	0	28
	微孔容積率(%) C/A*100	100	100	100	100	100	100	100	72
	平均纖維直徑(μm)	14.6	14.2	14.2	13.5	14.1	13.7	13.8	16.5
	1.0nm以下的細孔容積(cc/g) B	0.383	0.467	0.416	0.415	0.156	0.397	0.420	0.241
	1.0nm以下的細孔容積比率(B/A)	0.991	0.809	0.974	0.610	0.999	0.802	0.600	0.421
	1.0nm以下的微孔發展速度(cc/g/min)	0.006	0.005	0.007	0.003	0.006	0.004	0.003	0.012
	1.5nm以下的細孔容積(cc/g)	0.387	0.562	0.427	0.616	0.156	0.485	0.627	0.339
	2.0nm以下的細孔容積(cc/g) C	0.387	0.577	0.427	0.681	0.156	0.495	0.699	0.410
	比表面積的發展速度(m ² /g/min)	17.0	14.8	18.8	13.0	15.6	12.8	13.3	53.9

【0119】如表1~3所示，於實施例1~實施例27之製造方法中藉由使活性碳前驅物包含特定之金屬成分後進行碳酸氣體活化，可獲得直徑1.0nm以下的細孔容積B相對於總細孔容積A之比(細孔容積B/總細孔容積A)為0.5以上的活性碳。進而，如圖1~圖4所示，實施例1~實施例27之製造方法與比較例1~10(參照圖5)相比較，比表面積的發展速度較大，表示雖然為導入氣體為100%二氧化碳的碳酸氣體活化，但可有效率地製造活性碳。即，可大幅縮短為了活化到特定比表面積所需要的活化時間。尤其是使用包含鈇的金屬成分的實施例14及15，比表面積的發展速度明顯較快。

【0120】另一方面，如表4、5及圖5所示，比較例

1~10的比表面積發展速度較慢，無法有效率地製造活性碳。又，如比較例4~10所示，即使使活性碳前驅物包含金屬成分後進行碳酸氣體活化，若該金屬成分並非包含本發明中特定的金屬元素者，亦無法提高比表面積的發展速度。又，如表5所示，比較例11雖然使活性碳前驅物包含特定的金屬成分但利用水蒸氣活化法進行活化，故直徑1.0nm以下的細孔容積B相對於總細孔容積A之比(細孔容積B/總細孔容積A)未達0.5。

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種活性碳之製造方法，係包含於活性碳前驅物添加金屬成分的步驟與活化步驟，該活化步驟係將添加了前述金屬成分的活性碳前驅物以作為導入氣體的碳酸氣體進行活化，而獲得直徑 1.0nm 以下的細孔容積B相對於總細孔容積A之比(細孔容積B/總細孔容積A)為0.5以上的活性碳，

構成前述金屬成分的金屬元素係選自於由第二族元素、第三族元素、第四族元素、第五族元素、第七族元素及稀土元素所構成之群組中，且

前述活性碳前驅物中的前述金屬成分含量為 $0.05\sim 1.0$ 質量%。

【第2項】 如請求項1之活性碳之製造方法，其中前述金屬元素選自於由Y、Mg、Mn、La、V、Zr、Ti及Ce所構成之群組中。

【第3項】 一種活性碳之製造方法，係包含活化步驟，該活化步驟係將含金屬成分的活性碳前驅物以作為導入氣體的碳酸氣體進行活化，而獲得直徑 1.0nm 以下的細孔容積B相對於總細孔容積A之比(細孔容積B/總細孔容積A)為0.5以上的活性碳，

且構成前述金屬成分的金屬元素選自於由Y、La、V、Zr及Ce所構成之群組中。

【第4項】 一種活性碳之製造方法，係包含於活性碳前驅物添加金屬成分的步驟與活化步驟，該活化步驟係將

第 107111406 號專利申請案申請專利範圍替換本 修正日期：113 年 8 月 7 日

添加了前述金屬成分的活性碳前驅物以作為導入氣體的碳酸氣體進行活化，而獲得直徑 1.0nm 以下的細孔容積B相對於總細孔容積A之比(細孔容積B/總細孔容積A)為0.5以上的活性碳，

且構成前述金屬成分的金屬元素係選自於由第六族元素及第九族元素所構成之群組中。

【第5項】 如請求項4之活性碳之製造方法，其中前述金屬元素選自於由Mo及Co所構成之群組中。

【第6項】 如請求項1或4之活性碳之製造方法，其中前述活性碳的比表面積為 $600\text{m}^2/\text{g}$ 以上。

【第7項】 如請求項1或4之活性碳之製造方法，其中於前述活化步驟中，不改變前述導入氣體的組成。

【第8項】 如請求項1或4之活性碳之製造方法，其中前述導入氣體的流量係就每 1g 的前述活性碳前驅物以 0°C 、一大氣壓換算計為 $1.5\text{L}/\text{分}$ 以上。

【第9項】 如請求項1或4之活性碳之製造方法，其中前述活化步驟中的活化溫度為 $800\sim 1000^\circ\text{C}$ 。

【第10項】 如請求項4之活性碳之製造方法，其中前述活性碳前驅物中的前述金屬成分含量為 $0.05\sim 1.0$ 質量%。

【第11項】 如請求項1或4之活性碳之製造方法，其中前述活性碳前驅物為經不融化之瀝青。

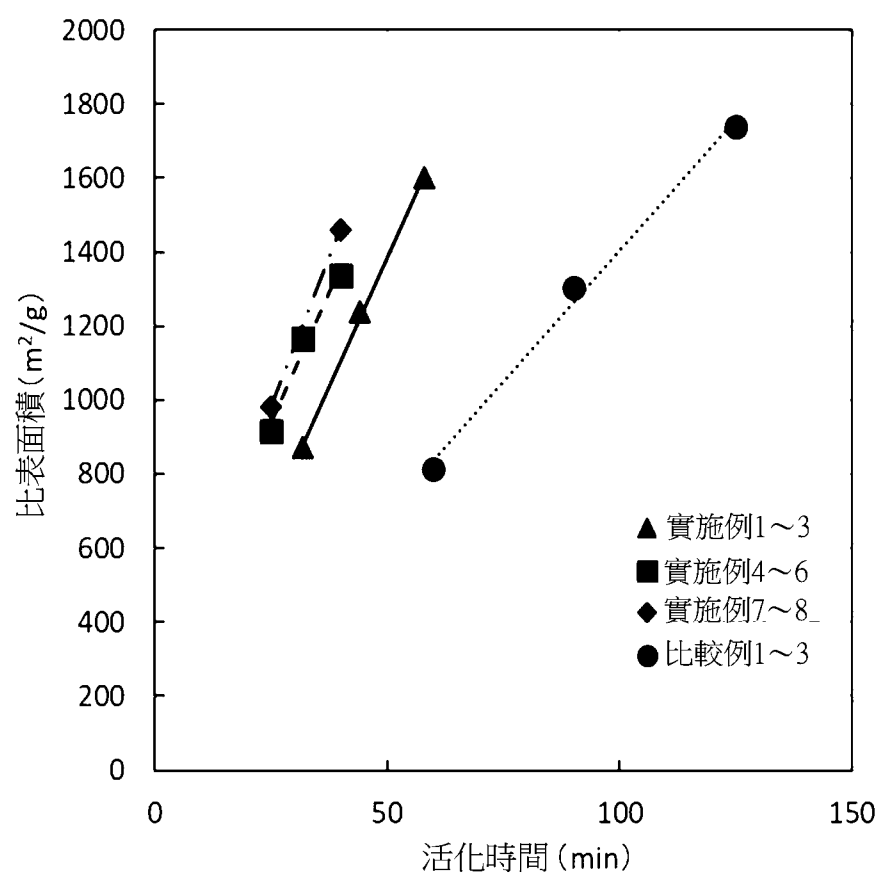
【第12項】 如請求項1或4之活性碳之製造方法，其中前述活性碳中，直徑 2.0nm 以下的細孔容積C相對於總

第 107111406 號專利申請案申請專利範圍替換本 修正日期：113 年 8 月 7 日

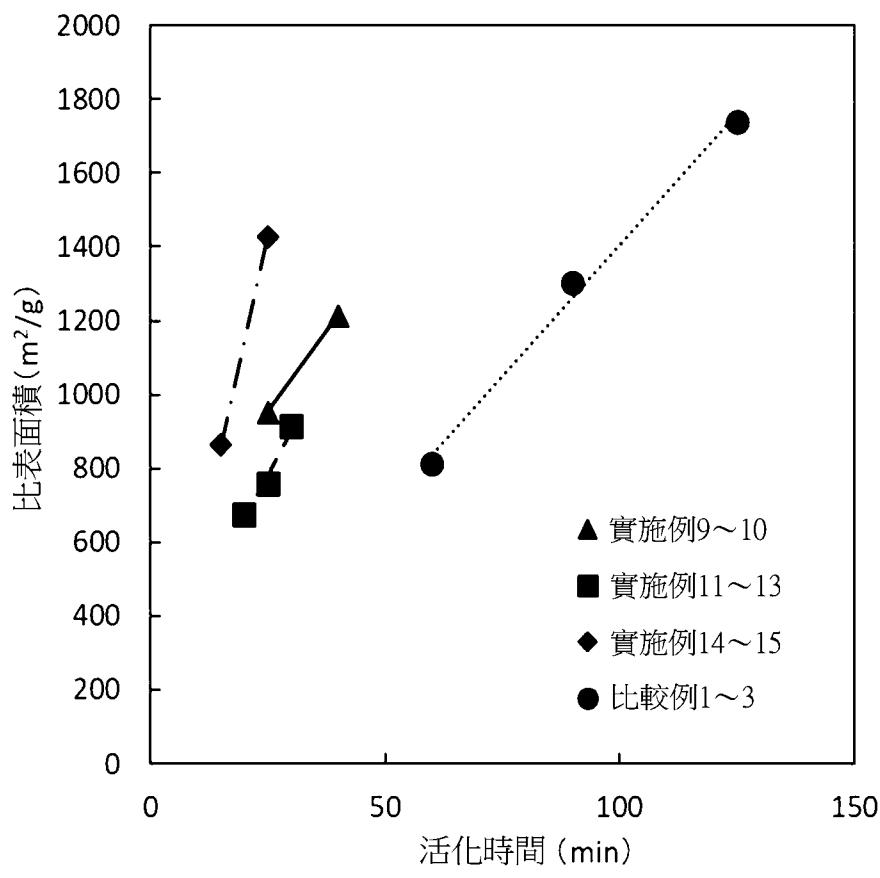
細孔容積A的比率($\{\text{細孔容積C}/\text{細孔容積A}\} \times 100$)為85%以上。

【第13項】如請求項1或4之活性碳之製造方法，其中前述活性碳中，直徑1.0nm以下的細孔容積B為0.25cc/g以上。

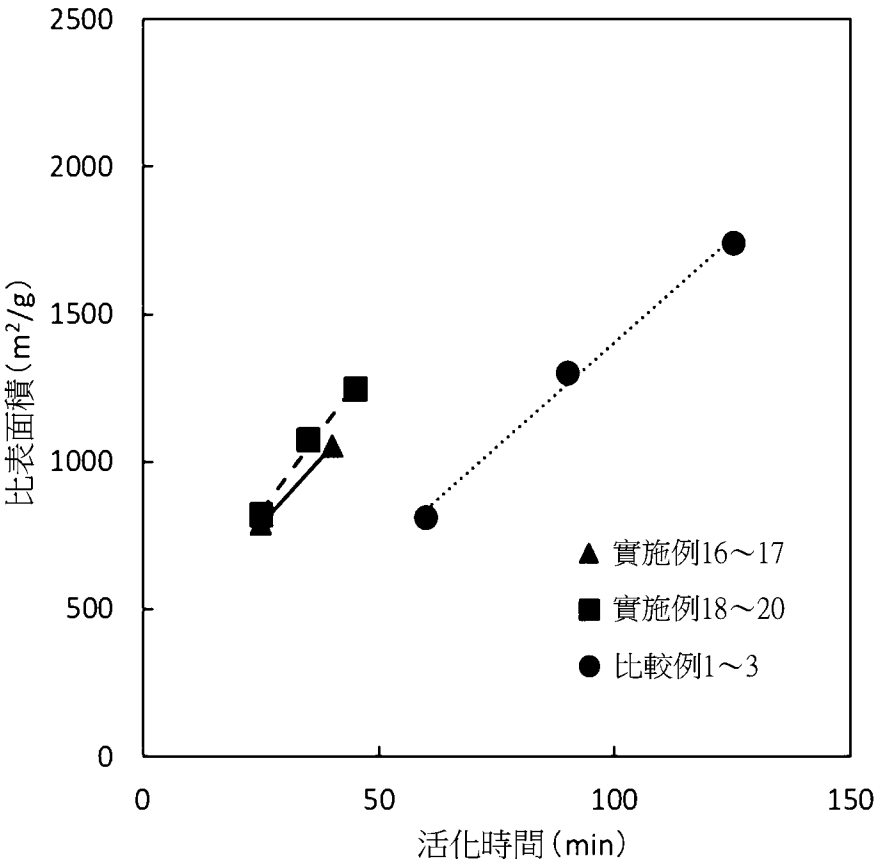
【發明圖式】



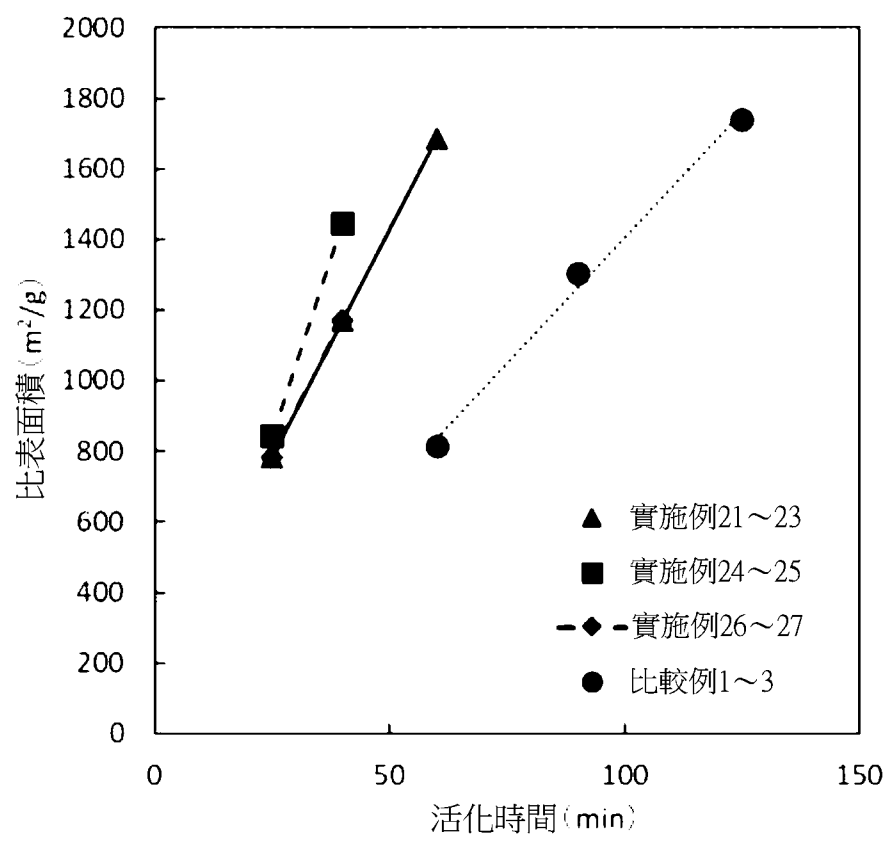
【圖1】



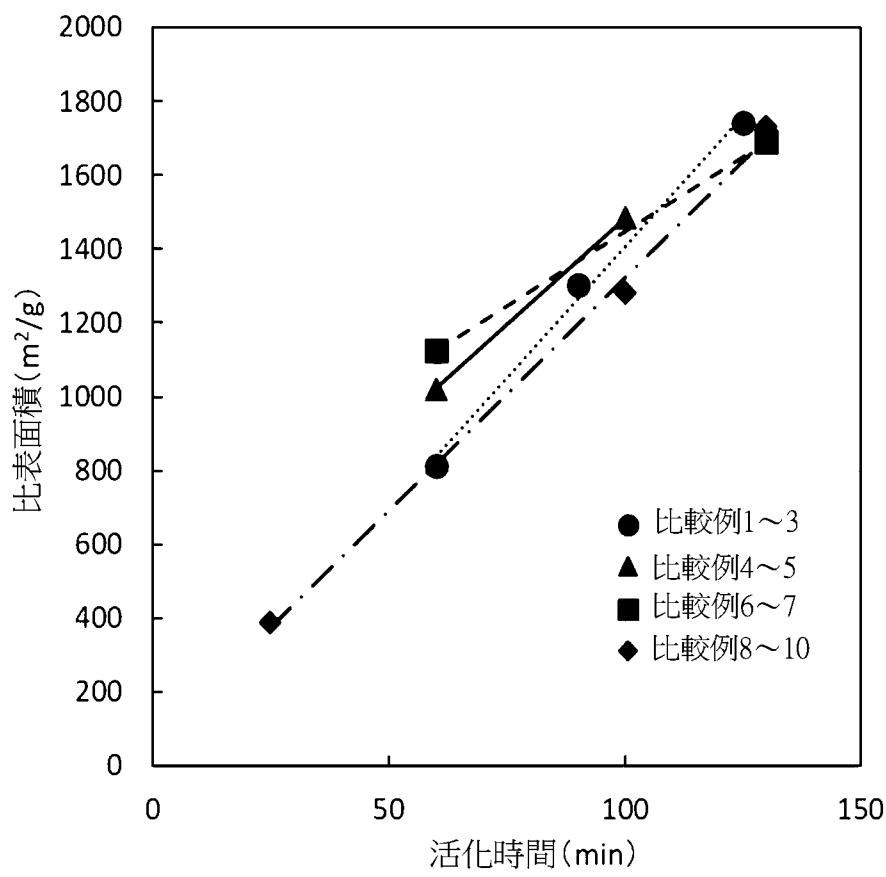
【圖2】



【圖3】



【圖4】



【圖5】