



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년06월22일
(11) 등록번호 10-2545878
(24) 등록일자 2023년06월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C01B 32/30 (2017.01) B01J 20/20 (2018.01)
B01J 20/28 (2006.01) D01F 9/15 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C01B 32/30 (2021.01)
B01J 20/20 (2018.01)
(21) 출원번호 10-2020-7033202
(22) 출원일자(국제) 2019년06월18일
심사청구일자 2021년03월16일
(85) 번역문제출일자 2020년11월18일
(65) 공개번호 10-2021-0021451
(43) 공개일자 2021년02월26일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2019/024170
(87) 국제공개번호 WO 2019/244904
국제공개일자 2019년12월26일
(30) 우선권주장
JP-P-2018-116189 2018년06월19일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP10328285 A
JP11240707 A
JP2017179616 A
WO2017213057 A1

(73) 특허권자
가부시킴가이샤에드울
일본 6118555 교토 우지-시 우지-토노우치 5
유니타카 가부시킴가이샤
일본국 오사카시 추오구 큐타로마치 4초메 1반 3
고
오사카 가스 케미칼 가부시킴가이샤
일본국 오사카후 오사카시 니시쿠 지요자키 3초메
미나미 2반 37고
(72) 발명자
나카노 토모야스
일본 6118555 교토 우지-시 우지-토노우치 5 가부
시킴가이샤에드울 내
시미즈 히로카즈
일본 6118555 교토 우지-시 우지-토노우치 5 가부
시킴가이샤에드울 내
사카이 케이지
일본국 5500023 오사카후 오사카시 니시쿠 지요자
키 3초메 미나미 2반 37고 오사카 가스 케미칼 가
부시킴가이샤 내
(74) 대리인
김중선, 이형석

전체 청구항 수 : 총 8 항

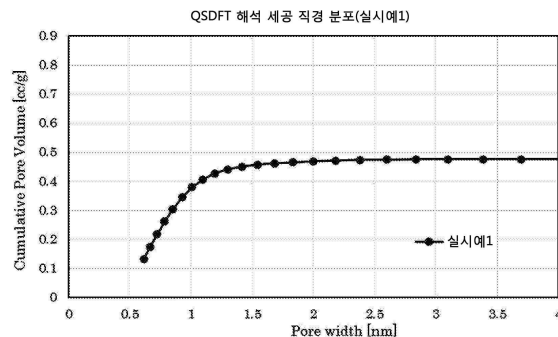
심사관 : 박함용

(54) 발명의 명칭 활성탄

(57) 요약

디클로로메탄의 평형 흡착량이 우수한 활성탄을 제공한다. 본 발명의 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.4cc/g 이상, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.2cc/g 이상, 또한, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.880 ~ 0.985이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B01J 20/28 (2013.01)

C01B 32/336 (2017.08)

D01F 9/15 (2013.01)

C01P 2006/14 (2013.01)

C01P 2006/16 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.4cc/g 이상,
 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.2cc/g 이상, 또한,
 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.880 ~ 0.985인 활성탄이고,
 상기 활성탄의 총 질량에 있어서 상기 활성탄에 함유되는 이트륨 단일체, 이트륨 화합물, 바나듐 단일체 및 바나듐 화합물의 질량의 비율(합계)은 0.001 ~ 5.0질량%이며,
 디클로로메탄 평형 흡착량이 40질량% 이상인, 활성탄.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 세공 용적 C(cc/g)에 대한, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 A(cc/g)의 비율(세공 용적 A/세공 용적 C)이 0.5 ~ 0.94인, 활성탄.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,
 상기 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(세공 용적 B/세공 용적 C)이 0.90 ~ 0.99인, 활성탄.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,
 상기 활성탄이 섬유상 활성탄인, 활성탄.

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,
 상기 디클로로메탄 평형 흡착량이 45질량% 이상인, 활성탄.

청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,
 기상 중의 디클로로메탄을 흡착시키기 위해 이용되는, 활성탄.

청구항 7

제 1 항 또는 제 2 항에 기재된 활성탄을 포함하는, 디클로로메탄의 흡착제.

청구항 8

제 1 항 또는 제 2 항에 기재된 활성탄을 이용하는, 디클로로메탄의 흡착 제거 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 활성탄 및 그 제조 방법에 관한 것으로, 특히 기상 중의 디클로로메탄을 흡착시키는 데 효과적인, 활성탄 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래, 기상 중 또는 액상 중에 존재하는 성분을 활성탄에 의해 흡착시켜 이러한 성분을 제거하는 흡착 제거 기술이 알려져 있다. 또한 종래, 활성탄에 의한 흡착 제거 기술은 유기 용제를 포함하는 가스로부터의 용제 회수에도 이용되고 있다.

[0003] 디클로로메탄 등의 유기 화합물에 대해 특히 우수한 흡착 성능을 가지는 활성탄 섬유로서, 예를 들면, BET 비표면적이 $700 \sim 1500 \text{ m}^2/\text{g}$, 전체 세공 용적이 $0.3 \sim 0.7 \text{ cc/g}$, 세공 직경 1 nm 이하의 마이크로포어 세공(마이크로공(孔)) 용적이 전체 마이크로포어 세공 용적의 95% 이상이며, 또한, 온도 25°C , 상대 습도 52%에 있어서의 수분 흡착률이 15% 이하인, 활성탄 섬유가 알려져 있다(예를 들면, 특허문헌 1 참조). 상기 문헌에는 BET 비표면적이 $700 \text{ m}^2/\text{g}$ 미만인 경우에는 흡착 면적이 너무 작아, 비점이 $-30 \sim 70^\circ\text{C}$ 의 범위 내의 예를 들어 디클로로메탄 등의 유기 화합물이 충분히 흡착되지 않는 문제가 있으며, $1500 \text{ m}^2/\text{g}$ 을 초과하는 경우 세공이 커지기 때문에 비점이 $-30 \sim 70^\circ\text{C}$ 의 범위 내의 예를 들어 디클로로메탄 등의 유기 화합물이 충분히 흡착되지 않는 문제가 있는 것이 기재되어 있다. 또한, 상기 문헌에는 세공 직경 1 nm 이하의 마이크로공 용적이 전체 마이크로공 용적의 95% 미만인 경우에는 세공이 너무 커져, 비점이 $-30 \sim 70^\circ\text{C}$ 의 범위 내의 예를 들어 디클로로메탄 등의 유기 화합물이 충분히 흡착되지 않는 문제가 있는 것이 기재되어 있다. 또한, 상기 문헌에는 온도 25°C , 상대 습도 52%에 있어서의 수분 흡착률이 15%를 초과하는 경우에는 세공 주변에 먼저 물 분자가 흡착되기 때문에 그 세공에는 유기 화합물의 흡착량이 흡착되지 않고, 그만큼 저하되어 버리는 문제가 있는 것이 기재되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 특허문헌 1 : 일본 특개 2011-106051 호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 특허문헌 1에 개시된 활성탄에 있어서 디클로로메탄의 평형 흡착량이 불충분하다는 문제가 있었다. 본 발명은 상기 문제를 해결하고 디클로로메탄의 평형 흡착량이 우수한 활성탄의 제공을 주된 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기 과제를 해결하기 위해, 본 발명자들은 디클로로메탄 등의 저비점 유기 화합물의 흡착에 적합한 세공 구조의 실현을 검토했다. 구체적으로는, 디클로로메탄 등의 저비점 유기 화합물의 흡착에 적합하다고 생각되는 세공 직경 1 nm 이하의 마이크로공 용량을 유지 혹은 증대시키고, 또한, 공존하는 수분의 영향을 받기 어렵도록, 이보다 큰 세공을 적당량 구비시키는 것이 유효하다고 생각했다.

[0007] 또한, 이러한 비교적 큰 세공을 적당히 발달시키는 것은 디클로로메탄 분자의 세공 내 확산을 보조하는 역할을 할 것으로도 생각되며, 평형 흡착뿐만 아니라 통기 처리에 있어서도 유효하다고 생각했다.

[0008] 이에 본 발명자들이 더욱 예의 검토한 결과, 활성탄 전구체로서 이트륨 화합물 및/또는 바나듐 화합물을 특정량 함유시킨 것으로 하고, 부활 가스를 이산화탄소로서 부활을 실시함으로써 처음으로 1 nm 이하의 세공의 용적을 유지하면서 1 nm 를 초과하는 비교적 큰 세공 직경의 다른 세공을 적당량 구비시키는 것에 성공했다. 또한, 검토를 거듭해 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5 nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g) 및 0.65 nm 이상 1.0 nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)를 특정 범위로 하고, 또한, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0 nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 1.5 nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B의 비율(B/C)을 특정 범위가 되도록 제어하고 얻어지는 활성탄이 디클로로메탄의 평형 흡착

량이 우수한 것을 찾아냈다.

- [0009] 본 발명은 이러한 지건에 기초하여 더욱 검토를 거듭하는 것에 의해 완성된 발명이다.
- [0010] 즉, 본 발명은 하기에 열거하는 태양의 발명을 제공한다.
- [0011] 제 1 항. QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.4cc/g 이상,
- [0012] QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.2cc/g 이상, 또한,
- [0013] QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.880 ~ 0.985인, 활성탄.
- [0014] 제 2 항. 상기 세공 용적 C(cc/g)에 대한, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 A(cc/g)의 비율(세공 용적 A/세공 용적 C)이 0.5 ~ 0.94인, 제 1 항에 기재된 활성탄.
- [0015] 제 3 항. 상기 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(세공 용적 B/세공 용적 C)이 0.90 ~ 0.99인, 제 1 항 또는 제 2 항에 기재된 활성탄.
- [0016] 제 4 항. 상기 활성탄이 섬유상 활성탄인, 제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 기재된 활성탄.
- [0017] 제 5 항. 디클로로메탄 평형 흡착량이 40질량% 이상인, 제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 기재된 활성탄.
- [0018] 제 6 항. 기상 중의 디클로로메탄을 흡착시키기 위해 이용되는, 제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 기재된 활성탄.
- [0019] 제 7 항. 제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 기재된 활성탄을 포함하는, 디클로로메탄의 흡착제.
- [0020] 제 8 항. 제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 기재된 활성탄을 이용하는, 디클로로메탄의 흡착 제거 방법

발명의 효과

- [0021] 본 발명의 활성탄에 따르면 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.4cc/g 이상, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.2cc/g 이상, 또한, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.880 ~ 0.985인 것으로, 디클로로메탄의 평형 흡착량이 우수한 것으로 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 실시예 1의 활성탄의 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 직경 분포를 나타내는 그래프이다.
- 도 2는 실시예 2의 활성탄의 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 직경 분포를 나타내는 그래프이다.
- 도 3은 실시예 3의 활성탄의 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 직경 분포를 나타내는 그래프이다.
- 도 4는 실시예 4의 활성탄의 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 직경 분포를 나타내는 그래프이다.
- 도 5는 실시예 5의 활성탄의 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 직경 분포를 나타내는 그래프이다.
- 도 6은 실시예 6의 활성탄의 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 직경 분포를 나타내는 그래프이다.
- 도 7은 실시예 7의 활성탄의 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 직경 분포를 나타내는 그래프이다.
- 도 8은 실시예 8의 활성탄의 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 직경 분포를 나타내는 그래프이다.
- 도 9는 실시예 9의 활성탄의 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 직경 분포를 나타내는 그래프이다.
- 도 10은 실시예 10의 활성탄의 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 직경 분포를 나타내는 그래프이다.
- 도 11은 실시예 11의 활성탄의 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 직경 분포를 나타내는 그래프이다.
- 도 12는 실시예 12의 활성탄의 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 직경 분포를 나타내는 그래프이다.

도 13은 실시예 13의 활성탄의 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 직경 분포를 나타내는 그래프이다.
 도 14는 실시예 14의 활성탄의 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 직경 분포를 나타내는 그래프이다.
 도 15는 실시예 15의 활성탄의 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 직경 분포를 나타내는 그래프이다.
 도 16은 실시예 16의 활성탄의 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 직경 분포를 나타내는 그래프이다.
 도 17은 실시예 17의 활성탄의 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 직경 분포를 나타내는 그래프이다.
 도 18은 실시예 18의 활성탄의 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 직경 분포를 나타내는 그래프이다.
 도 19는 비교예 1의 활성탄의 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 직경 분포를 나타내는 그래프이다.
 도 20은 비교예 2의 활성탄의 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 직경 분포를 나타내는 그래프이다.
 도 21은 비교예 3의 활성탄의 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 직경 분포를 나타내는 그래프이다.
 도 22는 비교예 4의 활성탄의 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 직경 분포를 나타내는 그래프이다.
 도 23은 비교예 5의 활성탄의 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 직경 분포를 나타내는 그래프이다.
 도 24는 비교예 6의 활성탄의 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 직경 분포를 나타내는 그래프이다.
 도 25는 비교예 7의 활성탄의 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 직경 분포를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하, 본 발명의 활성탄에 대해 상세하게 설명한다.
- [0024] 본 발명의 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.4cc/g 이상, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.2cc/g 이상, 또한, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.880 ~ 0.985이다.
- [0025] 본 명세서에 있어서 세공 용적이란, QSDFT법(급냉고체 밀도법관수법)에 의해 산출되는 세공 용적을 말한다. QSDFT법이란, 기하학적·화학적으로 불규칙한 마이크로 포러스·메조 포러스인 탄소의 세공 직경 해석을 대상으로 한 약 0.5nm 내지 약 40nm까지의 세공 직경 분포의 계산을 할 수 있는 해석 수법이다. QSDFT법에서는 세공 표면의 거칠기와 불균일성에 의한 영향이 명료하게 고려되고 있기 때문에, 세공 직경 분포 해석의 정확도가 대폭 향상된 수법이다. 본 발명에 있어서는 Quantachrome사제 "AUTOSORB-1-MP"를 이용하여 질소 흡착 등온선의 측정 및 QSDFT법에 의한 세공 직경 분포 해석을 실시한다. 77K의 온도에서 측정한 질소의 탈착 등온선에 대해 Calculation model로서 N₂ at 77K on carbon[slit pore, QSDFT equilibrium model]을 적용하여 세공 직경 분포를 계산하는 것으로 특정한 세공 직경 범위의 세공 용적을 산출할 수 있다.
- [0026] 본 발명의 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.4cc/g 이상이며, 디클로로메탄의 평형 흡착량을 보다 향상시키는 관점에서 당해 세공 용적 B는 0.525cc/g 이상이 바람직하고, 0.535cc/g 이상이 보다 바람직하다. 당해 세공 용적 B의 상한값에 대해서는 특별히 제한되지 않지만, 예를 들면, 1.0cc/g 이하를 들 수 있으며, 0.7cc/g 이하를 바람직하게 들 수 있다.
- [0027] 본 발명의 활성탄은 디클로로메탄의 평형 흡착량을 보다 향상시키는 관점에서 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적은 0.10cc/g 이상 0.40cc/g 이하를 들 수 있으며, 바람직하게는 0.10cc/g 이상 0.28cc/g 이하, 보다 바람직하게는 0.15cc/g 이상 0.25cc/g 이하, 더 바람직하게는 0.17cc/g 이상 0.20cc/g 이하, 특히 바람직하게는 0.17cc/g 이상 0.195cc/g 이하를 들 수 있다. 또한, 상기 0.65nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적은 0.10cc/g 이상 0.40cc/g 이하(단, 0.15cc/g 이상 0.166 이하의 범위를 제외한다.), 0.10cc/g 이상 0.28cc/g 이하(단, 0.15cc/g 이상 0.166 이하의 범위를 제외한다.), 0.170cc/g 이상 0.25cc/g 이하, 또는 0.170cc/g 이상 0.195cc/g 이하로 할 수도 있다.
- [0028] 본 발명의 활성탄은 디클로로메탄의 평형 흡착량을 보다 향상시키는 관점에서 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.8nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적은 0.20cc/g 이상 0.50cc/g 이하를 들 수 있으며, 바람직하게는 0.20cc/g 이상 0.40cc/g 이하, 보다 바람직하게는 0.21cc/g 이상 0.40cc/g 이하를 들 수 있다.
- [0029] 본 발명의 활성탄은 디클로로메탄의 평형 흡착량을 보다 향상시키는 관점에서 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용

적 중 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 A는 0.35cc/g 이상 0.55cc/g 이하를 들 수 있으며, 바람직하게는 0.35cc/g 이상 0.48cc/g 이하, 보다 바람직하게는 0.40cc/g 이상 0.48cc/g 이하를 들 수 있다.

[0030] 본 발명의 활성탄은 디클로로메탄의 평형 흡착량을 보다 향상시키는 관점에서 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C는 0.25cc/g 이상 0.85cc/g 이하를 들 수 있으며, 바람직하게는 0.45cc/g 이상 0.80cc/g 이하, 보다 바람직하게는 0.45cc/g 이상 0.80cc/g 이하, 특히 바람직하게는 0.555cc/g 이상 0.77cc/g 이하를 들 수 있다.

[0031] 본 발명의 활성탄은 디클로로메탄의 평형 흡착량을 보다 향상시키는 관점에서 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이상의 범위의 세공 직경의 세공 용적은 0.10cc/g 이하를 들 수 있으며, 바람직하게는 0.05cc/g 이하, 보다 바람직하게는 0.001cc/g 이상 0.05cc/g 이하를 들 수 있다.

[0032] 본 발명의 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)는 0.2cc/g 이상이며, 디클로로메탄의 평형 흡착량을 보다 향상시키는 관점에서 당해 세공 용적 E는 0.21cc/g 이상이 바람직하고, 0.23cc/g 이상이 보다 바람직하다. 당해 세공 용적 E의 상한값에 대해서는 특별히 제한되지 않지만, 예를 들면, 0.4cc/g 이하를 들 수 있으며, 0.33cc/g 이하를 바람직하게 들 수 있다.

[0033] 본 발명의 활성탄은 디클로로메탄의 평형 흡착량을 보다 향상시키는 관점에서 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.0nm 이상 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적은 0.01cc/g 이상 0.3cc/g 이하를 들 수 있으며, 바람직하게는 0.04cc/g 이상 0.3cc/g 이하, 보다 바람직하게는 0.04cc/g 이상 0.3cc/g 이하, 더 바람직하게는 0.08cc/g 이상 0.25cc/g 이하, 특히 바람직하게는 0.125cc/g 이상 0.25cc/g 이하를 들 수 있다.

[0034] 본 발명의 활성탄은 디클로로메탄의 평형 흡착량을 보다 향상시키는 관점에서 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.0nm 이상 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적은 0.01cc/g 이상 0.35cc/g 이하를 들 수 있으며, 바람직하게는 0.05cc/g 이상 0.35cc/g 이하, 보다 바람직하게는 0.10cc/g 이상 0.35cc/g 이하, 특히 바람직하게는 0.21cc/g 이상 0.35cc/g 이하를 들 수 있다.

[0035] 본 발명의 활성탄은 디클로로메탄의 평형 흡착량을 보다 향상시키는 관점에서 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 0.8nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적은 0.05cc/g 이상 0.18cc/g 이하가 바람직하고, 0.1cc/g 이상 0.15cc/g 이하가 보다 바람직하다.

[0036] 본 발명의 활성탄은 디클로로메탄의 평형 흡착량을 보다 향상시키는 관점에서 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.8nm 이상 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적은 0.08cc/g 이상 0.60cc/g 이하를 들 수 있으며, 바람직하게는 0.12cc/g 이상 0.50cc/g 이하, 보다 바람직하게는 0.18cc/g 이상 0.50cc/g 이하, 특히 바람직하게는 0.20cc/g 이상 0.50cc/g 이하를 들 수 있다.

[0037] 본 발명의 활성탄은 디클로로메탄의 평형 흡착량을 보다 향상시키는 관점에서 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이상 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 D는 0.01cc/g 이상 0.1cc/g 이하가 바람직하고, 0.013cc/g 이상 0.065cc/g 이하가 보다 바람직하다.

[0038] 본 발명의 활성탄은 활성탄의 비표면적(질소를 피흡착 물질로서 이용한 BET법(1점법)에 의해 측정되는 값)으로서는 $1000 \sim 2000\text{m}^2/\text{g}$ 정도를 들 수 있으며, 바람직하게는 $1300 \sim 1900\text{m}^2/\text{g}$ 정도, 보다 바람직하게는 $1400 \sim 1900\text{m}^2/\text{g}$ 정도를 들 수 있다. 또한 QSDFT법에 의해 산출되는 활성탄의 전체 세공 용적으로서는 0.35 ~ 1.00cc/g 정도를 들 수 있으며, 바람직하게는 0.40 ~ 1.00cc/g 정도, 보다 바람직하게는 0.50 ~ 0.80cc/g 정도, 더 바람직하게는 0.55 ~ 0.80cc/g 정도를 들 수 있다.

[0039] 본 발명의 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.880 ~ 0.985이며, 디클로로메탄의 평형 흡착량을 보다 향상시키는 관점에서 당해 비율은 0.880 ~ 0.965가 바람직하다. 상기 B/C의 상한값을 설정하고 있는 것은 본 발명의 활성탄이 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이상 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공이 적당히 분포하는 것이 필요하다는 것을 나타내고 있다. 당해 1.5nm 이상 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공이 피흡착 물질의 세공 내 확산을 보조하고, 이들을 B/C가 특정 범위가 되도록 하는 것에 의해 디클로로메탄의 평형 흡착량을 보다 향상시킨다고 생각된다.

[0040] 본 발명의 활성탄은 디클로로메탄의 평형 흡착량을 보다 향상시키는 관점에서 상기 세공 용적 A와 상기 세공 용적 B의 비(세공 용적 A/세공 용적 B)는 0.600 ~ 0.900을 들 수 있으며, 0.600 ~ 0.830을 바람직하게 들 수 있

다.

- [0041] 본 발명의 활성탄은 디클로로메탄의 평형 흡착량을 보다 향상시키는 관점에서 상기 세공 용적 A와 상기 세공 용적 C의 비(세공 용적 A/세공 용적 C)는 0.560 ~ 0.890을 들 수 있으며, 0.560 ~ 0.820을 바람직하게 들 수 있으며, 0.560 ~ 0.795를 보다 바람직하게 들 수 있다.
- [0042] 본 발명의 활성탄은 디클로로메탄의 평형 흡착량을 보다 향상시키는 관점에서 상기 세공 용적 A와 상기 세공 용적 D의 비(세공 용적 D/세공 용적 A)는 0.010 ~ 0.220을 들 수 있으며, 0.030 ~ 0.220을 바람직하게 들 수 있으며, 0.05 ~ 0.220을 보다 바람직하게 들 수 있다.
- [0043] 본 발명의 활성탄은 디클로로메탄의 평형 흡착량을 보다 향상시키는 관점에서 상기 전체 세공 용적에 대한 상기 세공 용적 A의 비율(세공 용적 A/전체 세공 용적)은 0.530 ~ 0.900을 들 수 있으며, 0.530 ~ 0.800을 바람직하게 들 수 있으며, 0.530 ~ 0.789를 보다 바람직하게 들 수 있다.
- [0044] 본 발명의 활성탄은 디클로로메탄의 평형 흡착량을 보다 향상시키는 관점에서 상기 전체 세공 용적에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(세공 용적 B/전체 세공 용적)은 0.800 ~ 0.990을 들 수 있으며, 0.800 ~ 0.970을 바람직하게 들 수 있으며, 0.800 ~ 0.955를 보다 바람직하게 들 수 있다.
- [0045] 본 발명의 활성탄은 디클로로메탄의 평형 흡착량을 보다 향상시키는 관점에서 상기 전체 세공 용적에 대한 상기 세공 용적 C의 비율(세공 용적 C/전체 세공 용적)은 0.930 ~ 1.000을 들 수 있으며, 0.930 ~ 0.998을 바람직하게 들 수 있다.
- [0046] 본 발명의 활성탄은 디클로로메탄의 평형 흡착량을 보다 향상시키는 관점에서 상기 전체 세공 용적에 대한 상기 세공 용적 D의 비율(세공 용적 D/전체 세공 용적)은 0.010 ~ 0.130을 들 수 있으며, 0.030 ~ 0.130을 바람직하게 들 수 있으며, 0.035 ~ 0.130을 보다 바람직하게 들 수 있다.
- [0047] 본 발명의 활성탄은 디클로로메탄의 평형 흡착량을 보다 향상시키는 관점에서 상기 전체 세공 용적에 대한 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적의 비율(0.65nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적/전체 세공 용적)은 0.120 ~ 0.520을 들 수 있다.
- [0048] 본 발명의 활성탄은 디클로로메탄의 평형 흡착량을 보다 향상시키는 관점에서 상기 전체 세공 용적에 대한 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.8nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적의 비율(0.8nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적/전체 세공 용적)은 0.200 ~ 0.800을 들 수 있으며, 0.350 ~ 0.650을 바람직하게 들 수 있으며, 0.200 ~ 0.590을 보다 바람직하게 들 수 있다.
- [0049] 후술하는 바와 같이, 본 발명의 제조 방법에 있어서, 활성탄 전구체의 주원료(즉, 본 발명의 활성탄의 유래가 되는 원료)로서는 특별히 제한되지 않고, 예를 들면, 불용화(不融化) 혹은 탄소화한 유기질 재료, 페놀 수지 등의 불용성 수지 등을 들 수 있으며, 상기 유기질 재료로서는 예를 들면, 폴리아크릴로니트릴, 피치, 폴리비닐알코올, 셀룰로오스 등을 들 수 있다. 이들 중에서도 본 발명의 활성탄은 피치에 유래하는 것이 바람직하고, 석탄 피치에 유래하는 것이 보다 바람직하다.
- [0050] 본 발명의 활성탄은 상기 특정한 세공 직경 분포로 하기 위해 활성탄 전구체로서 이트륨 화합물 및/또는 바나듐 화합물을 포함하는 것을 이용한다. 그리고 본 발명의 활성탄은 활성탄 전구체에 포함되는 이트륨 화합물 및/또는 바나듐 화합물에서 유래되는 이트륨 단일체, 이트륨 화합물, 바나듐 단일체 및 바나듐 화합물로 이루어지는 군에서 선택되는 1종 이상을 포함하는 것이어도 좋다. 본 발명의 활성탄의 총 질량에 있어서의 상기 활성탄에 함유되는 이트륨 단일체, 이트륨 화합물, 바나듐 단일체 및 바나듐 화합물의 질량의 비율(합계)로서는 예를 들어, 0.001 ~ 5.0질량%를 들 수 있으며, 0.001 ~ 3.0질량%를 바람직하게 들 수 있으며, 0.001 ~ 0.35질량%를 특히 바람직하게 들 수 있다. 상기 비율은 ICP 발광 분광 분석장치(Varian사제 형식 715-ES)에 의해 측정되는 이트륨 원소 환산 및 바나듐 원소 환산의 비율(즉, 이트륨 및 바나듐 함유량)이다. 그 중에서도 본 발명의 활성탄은 이트륨 화합물 및 바나듐 화합물을 포함하는 것으로 하면, 바나듐의 효과에 의해 1nm 이하의 마이크로공 용량을 크게 유지시키고, 게다가 이트륨의 효과에 의해 다소 큰 세공도 적당히 분포시킬 수 있으며, 이러한 다소 큰 세공이 피흡착 물질의 세공 내 확산을 보조하기 때문에 디클로로메탄의 평형 흡착량을 보다 향상시키는 점에서 바람직하다. 이 경우 본 발명의 활성탄의 총 질량에 있어서의 상기 활성탄에 함유되는 이트륨 단일체 및 이트륨 화합물의 함유량의 합계와, 바나듐 단일체 및 바나듐 화합물의 함유량의 합계와의 비(바나듐 단일체 및 바나듐 화합물의 함유량의 합계/이트륨 단일체 및 이트륨 화합물의 함유량의 합계)로서는 4 ~ 16을 들 수 있다.
- [0051] 본 발명의 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적

B(cc/g)가 0.4cc/g 이상, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.2cc/g 이상, 또한, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.880 ~ 0.985인 것으로 디클로로메탄의 평형 흡착량이 우수하다. 구체적으로, 본 발명의 활성탄이 구비하는 디클로로메탄 평형 흡착량(질량%)으로서는 예를 들어, 40질량% 이상을 들 수 있으며, 바람직하게는 45질량% 이상을 들 수 있으며, 보다 바람직하게는 50질량% 이상을 들 수 있다. 상한값으로서는 특별히 한정되지 않지만, 예를 들어, 70질량% 이하, 또는 60질량% 이하를 들 수 있다. 또한, 본 발명에 있어서 디클로로메탄 흡착 성능은 이하와 같이 측정되는 것이다. 즉, 활성탄 샘플을 110℃의 건조기에서 하룻밤 건조시키고 데시케이터에서 냉각 후, 신속하게 3.14g을 칭량하여 시험 컬럼(Φ20 × H100)에 충전한다. 다음으로 농도 10000ppm, 25℃로 조정된 디클로로메탄 가스를 유량 2.0L/min으로 시험 컬럼에 통기시켜 흡착 조작을 실시한다. 활성탄의 질량 증가가 멈춘 시점을 평형 상태로 하여, 평형 흡착량을 산출한다.

[0052] 평형 흡착량(%) = 질량 증가분 / 활성탄 질량 × 100

[0053] 본 발명의 활성탄의 형태는 특별히 한정되지 않지만, 예를 들어, 입상 활성탄, 분말상 활성탄, 섬유상 활성탄 등을 들 수 있다. 디클로로메탄의 흡착 속도를 보다 향상시킨다는 관점에서 섬유상인 섬유상 활성탄으로 하는 것이 보다 바람직하다. 섬유상 활성탄의 평균 섬유 직경으로서는 바람직하게는 30 μm 이하, 보다 바람직하게는 5 ~ 20 μm 정도를 들 수 있다. 또한, 본 발명에 있어서의 평균 섬유 직경은 화상 처리 섬유 직경 측정 장치(JIS K 1477에 준거)에 의해 측정된 값이다. 또한, 입상 활성탄 및 분말상 활성탄의 입자 직경으로서는 레이저 회절/산란식법으로 측정된 적산 체적 백분율 D₅₀이 0.01 ~ 5mm를 들 수 있다.

[0054] 본 발명의 활성탄은 기상 중 또는 액상 중 어느 것이든 사용할 수 있다. 특히, 본 발명의 활성탄은 기상 중의 디클로로메탄을 흡착시키기 위해 효과적으로 이용된다.

[0055] 다음으로, 본 발명의 활성탄의 제조 방법에 대해 상세하게 설명한다.

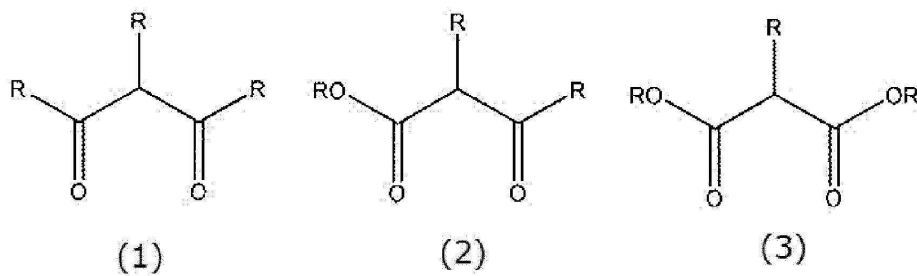
[0056] 본 발명의 활성탄의 제조 방법은 이트륨 화합물 및/또는 바나듐 화합물을 포함하는 활성탄 전구체를 CO₂ 농도가 90용적% 이상의 분위기하, 온도 600 ~ 1200℃에서 부활하는 공정을 포함한다. 이에 따라, 처음으로 1nm 이하의 세공의 용적, 특히 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E 및 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)를 유지하면서, 또한 비교적 큰 세공 직경 1.5nm 이상 2.0nm 이하의 세공을 적당량 구비시킬 수 있으며, 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)을 특정 범위로 할 수 있으며, 발명의 활성탄을 얻을 수 있다. 한편, 부활 가스를 종래 널리 이용되고 있는 수증기로 한 경우에는, 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E 및 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)를 유지하면서, 또한 비교적 큰 세공 직경 1.5nm 이상 2.0nm 이하의 세공을 적당량 구비시키는 것이 곤란하게 된다. 또한, 활성탄 전구체가 이트륨 화합물 및/또는 바나듐 화합물을 포함하지 않는 것으로 한 경우도 상기 본 발명의 활성탄이 구비하는 세공 분포로 하는 것이 곤란하게 된다.

[0057] 본 발명의 활성탄의 제조 방법에 있어서, 활성탄 전구체의 주원료로서는 특별히 제한되지 않는다. 예를 들어, 불용화 또는 탄소화한 유기질 재료, 페놀 수지 등의 불용성 수지 등을 들 수 있으며, 상기 유기질 재료로서는 예를 들어, 폴리아크릴로니트릴, 피치, 폴리비닐알코올, 셀룰로오스 등을 들 수 있다. 탄소화시의 이론 탄소화수율의 점에서 피치가 바람직하고, 피치 중에서도 특히 석탄 피치가 바람직하다.

[0058] 본 발명의 활성탄의 제조 방법에 있어서, 활성탄 전구체의 이트륨 및 바나듐의 함유량의 합계로서는 바람직하게는 0.01 ~ 5.0질량%, 보다 바람직하게는 0.03 ~ 1.0질량%, 더 바람직하게는 0.03 ~ 0.3질량%를 들 수 있다. 이트륨은 이트륨 단일체 혹은 이트륨 화합물을 원료와 혼합하는 것에 의해 함유시킬 수 있다. 이트륨 화합물로서는 이트륨을 구성 금속 원소로 하는 금속 산화물, 금속 수산화물, 금속 할로겐화물, 금속 황산염 등의 무기 금속 화합물, 초산 등의 유기산과 금속과의 염, 유기 금속 화합물 등을 들 수 있다. 유기 금속 화합물로서는 금속 아세틸아세토네이트, 방향족 금속 화합물 등을 들 수 있다. 또한, 바나듐은 바나듐 단일체 혹은 바나듐 화합물을 원료와 혼합하는 것에 의해 함유시킬 수 있다. 바나듐 화합물로서는 바나듐을 구성 금속 원소로 하는 금속 산화물, 금속 수산화물, 금속 할로겐화물, 금속 황산염 등의 무기 금속 화합물, 초산 등의 유기산과 금속과의 염, 유기 금속 화합물 등을 들 수 있다. 이트륨 화합물 및/또는 바나듐 화합물에 있어서, 그 중에서도 활성탄 전구체 중에 금속을 고분산시키는 관점에서 유기 금속 화합물로 하는 것이 바람직하고, 유기 금속 화합물로서는 β-디케톤형 화합물을 배위자로 하는 금속 착체를 보다 바람직하게 들 수 있다. β-디케톤형 화합물로서는 하기 식 (1) 내지 (3)에 나타내는 구조를 가지는 것을 들 수 있으며, 구체적으로는 아세틸아세톤 등을 들 수 있다.

또한, 본 발명의 활성탄에 있어서 이트륨 단일체 및/또는 이트륨 화합물을 더 포함하는 것으로 하는 경우는 바나듐 단일체 혹은 바나듐 화합물과, 이트륨 단일체 및/또는 이트륨 화합물을 활성탄 전구체의 주원료와 혼합하는 것에 의해 함유시키면 된다. 또한 활성탄 전구체의 주원료에 혼합하는 이트륨 화합물로서는 바나듐 화합물과 동일하게 이트륨을 구성 금속 원소로 하는 금속 산화물, 금속 수산화물, 금속 할로겐화물, 금속 황산염 등의 무기 금속 화합물, 초산 등의 유기산과 금속과의 염, 유기 금속 화합물 등을 들 수 있다. 유기 금속 화합물로서는 금속 아세틸아세토네이트, 방향족 금속 화합물 등을 들 수 있다. 그 중에서도 활성탄 전구체 중에 금속을 고분산시키는 관점에서 유기 금속 화합물로 하는 것이 바람직하고, 유기 금속 화합물로서는 β -디케톤형 화합물을 배위자로 하는 금속 착체를 보다 바람직하게 들 수 있다. β -디케톤형 화합물로서는 하기 식 (1) 내지 (3)에 나타내는 구조를 가지는 것을 들 수 있으며, 구체적으로는 아세틸아세톤 등을 들 수 있다.

화합식 1



[0059]

[0060]

그 중에서도 활성탄 전구체에 이트륨 화합물 및 바나듐 화합물을 함유시키는 경우는 바나듐의 효과에 의해 1nm 이하의 마이크로공 용량을 크게 유지시키고, 게다가 이트륨의 효과에 의해 다소 큰 세공도 적당히 분포시킬 수 있으며, 이러한 다소 큰 세공이 피흡착 물질의 세공 내 확산을 보조하기 때문에 디클로로메탄의 평형 흡착량을 보다 향상시키는 점에서 바람직하다. 활성탄 전구체에 이트륨 화합물 및 바나듐 화합물을 함유시키는 경우 활성탄 전구체 중에 있어서의 이트륨 화합물의 함유량과 바나듐 화합물의 함유량의 비(바나듐 화합물의 함유량/이트륨 화합물의 함유량)로서는 4 ~ 15를 바람직하게 들 수 있다.

[0061]

본 발명의 활성탄의 제조 방법에 있어서 부활의 분위기는 CO_2 농도가 90용적% 이상이며, 바람직하게는 95용적% 이상, 보다 바람직하게는 99용적% 이상이다.

[0062]

부활의 분위기에 있어서 CO_2 이외의 다른 성분으로서 N_2 , O_2 , H_2 , H_2O , CO 를 들 수 있다.

[0063]

본 발명의 제조 방법에 있어서 부활의 분위기 온도는 통상적으로 600 ~ 1200℃ 정도이며, 바람직하게는 800 ~ 1000℃ 정도, 보다 바람직하게는 900 ~ 1000℃ 정도이다. 또한 부활 시간으로서는 활성탄 전구체의 주원료에 따라 소정의 세공 직경 분포가 되도록 조정하면 된다. 예를 들어, 활성탄 전구체의 주원료로서 연화점이 275℃ ~ 288℃의 피치를 이용한 경우는 부활의 분위기 온도는 900 ~ 1000℃, 부활 시간은 10 ~ 80분, 보다 바람직하게는, 30 ~ 80분으로 부활을 실시할 것을 들 수 있다.

[0064]

실시에

[0065]

이하에 실시예 및 비교예를 나타내어 본 발명을 상세하게 설명한다. 단, 본 발명은 실시예에 한정되지 않는다.

[0066]

각 실시예 및 비교예에 대해 이하의 방법에 의해 평가했다.

[0067]

(1) 활성탄 전구체(불용화한 피치 섬유)의 바나듐 함유량 및 이트륨 함유량(질량%)

[0068]

피치 섬유를 회화(灰化) 처리하고, 회분을 산에 용해시켜 ICP 발광 분광 분석장치(Varian사제 형식 715-ES)에 의해 측정되는 바나듐 원소 환산의 비율 및 이트륨 원소 환산의 비율을 각각 바나듐 함유량 및 이트륨 함유량으로 했다.

[0069]

(2) 활성탄의 금속 함유량(질량%)

[0070]

섬유상 활성탄을 회화 처리하고, 회분을 산에 용해시켜 ICP 발광 분광 분석장치(Varian사제의 형식 715-ES)에 의해 측정되는 바나듐 원소 환산의 비율 및 이트륨 원소 환산의 비율을 각각 바나듐 함유량 및 이트륨 함유량으로 했다.

로 했다.

[0071] (3) 세공 용적(cc/g), 비표면적(m^2/g), 섬유상 활성탄의 섬유 직경(μm)

[0072] 세공 물성값은 Quantachrome사제 "AUTOSORB-1-MP"를 이용하여 77K에서의 질소 흡착 등온선에서 측정했다. 비표면적은 BET법에 의해 상대압 0.1의 측정점에서 계산했다. 전체 세공 용적 및 표 1에 기재한 각 세공 직경 범위에 있어서의 세공 용적은 측정한 질소 탈착 등온선에 대해 Calculation model로서 N_2 at 77K on carbon[slit pore, QSDFT equilibrium model]을 적용하여 세공 직경 분포를 계산하는 것으로 해석했다. 구체적으로, 표 1에 기재한 각 세공 직경 범위에 있어서의 세공 용적은 도 1 내지 20에 나타난 세공 직경 분포를 나타내는 그래프의 판독값 또는 상기 판독값에서 계산되는 값이다. 보다 구체적으로, 세공 직경 0.65nm 이하의 세공 용적은 세공 직경 분포의 가로축 Pore Width가 0.65nm에 있어서의 Cumulative Pore Volume(cc/g)의 판독값이다. 동일하게 하여, 세공 직경 0.8nm 이하의 세공 용적, 세공 직경 1.0nm 이하의 세공 용적 A, 세공 직경 1.5nm 이하의 세공 용적 B, 세공 직경 2.0nm 이하의 세공 용적 C를 얻었다. 세공 직경 2.0nm 이상의 세공 용적은 QSDFT법에 의해 얻어지는 전체 세공 용적에서 상기 세공 직경 2.0nm 이하의 세공 용적 C를 감산하는 것으로 계산했다. 세공 직경 1.0nm 이상 1.5nm 이하의 범위의 세공 용적은 상기 세공 직경 1.5nm 이하의 세공 용적 B에서 상기 세공 직경 1.0nm 이하의 세공 용적 A를 감산하는 것으로 계산했다. 세공 직경 1.0nm 이상 2.0nm 이하의 범위의 세공 용적은 상기 세공 직경 2.0nm 이하의 세공 용적 C에서 상기 세공 직경 1.0nm 이하의 세공 용적 A를 감산하는 것으로 계산했다. 0.65nm 이상 0.8nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적은 상기 세공 직경 0.8nm 이하의 세공 용적에서 상기 세공 직경 0.65nm 이하의 세공 용적을 감산하는 것으로 계산했다. 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E는 상기 세공 직경 1.0nm 이하의 세공 용적 A에서 상기 세공 직경 0.65nm 이하의 세공 용적을 감산하는 것으로 계산했다. 0.8nm 이상 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적은 상기 세공 직경 1.5nm 이하의 세공 용적 B에서 상기 세공 직경 0.8nm 이하의 세공 용적을 감산하는 것으로 계산했다. 1.5nm 이상 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적은 상기 세공 직경 2.0nm 이하의 세공 용적 C에서 상기 세공 직경 1.5nm 이하의 세공 용적 B를 감산하는 것으로 계산했다.

[0073] (4) 섬유상 활성탄의 섬유 직경(μm)

[0074] 화상 처리 섬유 직경 측정 장치(JIS K 1477에 준거)에 의해 측정했다.

[0075] (5) 디클로로메탄 평형 흡착량

[0076] 활성탄 샘플을 110℃의 건조기에서 하룻밤 건조시키고 데시케이터에서 냉각 후 신속하게 3.14g을 칭량하여 시험 컬럼($\Phi 20 \times H100$)에 충전했다. 다음으로, 농도 10000ppm, 25℃로 조정된 디클로로메탄 가스를 유량 2.0L/min으로 시험 컬럼에 통기시켜 흡착 조작을 실시했다. 활성탄의 질량 증가가 멈춘 시점을 평형 상태로 하여, 평형 흡착량을 산출했다.

[0077] 평형 흡착량(%) = 질량 증가분 / 활성탄 질량 \times 100

[0078] 40질량% 이상을 합격으로 했다.

[0079] (실시에 1)

[0080] 유기질 재료로서 연화점이 280℃인 입상 석탄 피치 100질량부에 대하여 비스(2,4-펜탄디오나토) 바나듐(IV) 옥사이드(CAS 번호: 3153-26-2) 0.6질량부, 및 트리스아세틸아세토나토이트륨(CAS 번호: 15554-47-9) 0.1질량부;를 혼합한 것을 용융 압출기에 공급하고, 용융 온도 320℃에서 용융 혼합하고, 토출량 16g/min으로 방사(紡絲)함으로써 피치 섬유를 얻었다. 얻어진 피치 섬유를 공기 중 상온에서 354℃까지 1 ~ 30℃/분의 비율로 54분간 승온시키는 것에 의해 불용화 처리를 실시하고, 불용화된 피치 섬유인 활성탄 전구체를 얻었다. 상기 활성탄 전구체에 있어서 바나듐의 함유량은 0.11질량%, 이트륨의 함유량은 0.022질량%였다.

[0081] 얻어진 활성탄 전구체를 CO_2 농도가 100용량%인 가스를 부활로 내에 연속적으로 도입하고, 분위기 온도 950℃에서 32분간 열처리하는 것에 의해 부활을 실시하고, 실시예 1의 활성탄을 얻었다. 얻어진 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.456cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.216cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.970, 바나듐의 함유량은 0.220질량%, 이트륨의 함유량은 0.040질량%, 평균 섬유 직경은 13.5 μm 였다.

- [0082] (실시예 2)
- [0083] 부활 시간을 40분으로 한 이외는 실시예 1과 동일하게 하여, 실시예 2의 활성탄을 얻었다. 얻어진 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.558cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.256cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.947, 바나듐의 함유량은 0.270질량%, 이트륨의 함유량은 0.050질량%, 평균 섬유 직경은 13.3 μm 였다.
- [0084] (실시예 3)
- [0085] 부활 시간을 45분으로 한 이외는 실시예 1과 동일하게 하여, 실시예 3의 활성탄을 얻었다. 얻어진 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.621cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.274cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.917, 바나듐의 함유량은 0.310질량%, 이트륨의 함유량은 0.060질량%, 평균 섬유 직경은 13.5 μm 였다.
- [0086] (실시예 4)
- [0087] 유기질 재료로서 연화점이 280℃인 입상 석탄 피치 100질량부에 대하여 비스(2,4-펜탄ジオ나토) 바나듐(IV) 옥사이드(CAS 번호: 3153-26-2) 0.6질량부, 및 트리스아세틸아세토나토이트륨(CAS 번호: 15554-47-9) 0.06질량부;를 혼합한 것을 용융 압출기에 공급하고, 용융 온도 320℃에서 용융 혼합하고, 토출량 16g/min으로 방사함으로써 피치 섬유를 얻었다. 얻어진 피치 섬유를 공기 중 상온에서 354℃까지 1 ~ 30℃/분의 비율로 54분 간 승온시키는 것에 의해 불용화 처리를 실시하고, 불용화된 피치 섬유인 활성탄 전구체를 얻었다. 상기 활성탄 전구체에 있어서 바나듐의 함유량은 0.09질량%, 이트륨의 함유량은 0.01질량%였다.
- [0088] 얻어진 활성탄 전구체를 CO₂ 농도가 100용량%인 가스를 부활로 내에 연속적으로 도입하고, 분위기 온도 950℃에서 38분간 열처리하는 것에 의해 부활을 실시하고, 실시예 4의 활성탄을 얻었다. 얻어진 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.482cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.204cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.980, 바나듐의 함유량은 0.190질량%, 이트륨의 함유량은 0.020질량%, 평균 섬유 직경은 13.1 μm 였다.
- [0089] (실시예 5)
- [0090] 부활 시간을 44분으로 한 이외는 실시예 4와 동일하게 하여, 실시예 5의 활성탄을 얻었다. 얻어진 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.535cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.239cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.961, 바나듐의 함유량은 0.220질량%, 이트륨의 함유량은 0.030질량%, 평균 섬유 직경은 13.0 μm 였다.
- [0091] (실시예 6)
- [0092] 부활 시간을 50분으로 한 이외는 실시예 4와 동일하게 하여, 실시예 6의 활성탄을 얻었다. 얻어진 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.600cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.262cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.932, 바나듐의 함유량은 0.250질량%, 이트륨의 함유량은 0.030질량%, 평균 섬유 직경은 13.2 μm 였다.
- [0093] (실시예 7)
- [0094] 유기질 재료로서 연화점이 280℃인 입상 석탄 피치 100질량부에 대하여 비스(2,4-펜탄ジオ나토) 바나듐(IV) 옥사이드(CAS 번호: 3153-26-2) 0.6질량부, 및 트리스아세틸아세토나토이트륨(CAS 번호: 15554-47-9)

0.03질량부;를 혼합한 것을 용융 압출기에 공급하고, 용융 온도 320℃에서 용융 혼합하고, 토출량 16g/min으로 방사함으로써 피치 섬유를 얻었다. 얻어진 피치 섬유를 공기 중 상온에서 354℃까지 1 ~ 30℃/분의 비율로 54분간 승온시키는 것에 의해 불용화 처리를 실시하고, 불용화된 피치 섬유인 활성탄 전구체를 얻었다. 상기 활성탄 전구체에 있어서 바나듐의 함유량은 0.095질량%, 이트륨의 함유량은 0.007질량%였다.

[0095] 얻어진 활성탄 전구체를 CO₂ 농도가 100용량%인 가스를 부활로 내에 연속적으로 도입하고, 분위기 온도 950℃에서 37분간 열처리하는 것에 의해 부활을 실시하고, 실시예 7의 활성탄을 얻었다. 얻어진 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.517cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.211cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.981, 바나듐의 함유량은 0.210질량%, 이트륨의 함유량은 0.020질량%, 평균 섬유 직경은 13.5 μm였다.

[0096] (실시예 8)

[0097] 부활 시간을 40분으로 한 이외는 실시예 7과 동일하게 하여, 실시예 8의 활성탄을 얻었다. 얻어진 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.548cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.233cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.945, 바나듐의 함유량은 0.230질량%, 이트륨의 함유량은 0.020질량%, 평균 섬유 직경은 13.0 μm였다.

[0098] (실시예 9)

[0099] 부활 시간을 50분으로 한 이외는 실시예 7과 동일하게 하여, 실시예 9의 활성탄을 얻었다. 얻어진 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.641cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.277cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.926, 바나듐의 함유량은 0.290질량%, 이트륨의 함유량은 0.020질량%, 평균 섬유 직경은 13.2 μm였다.

[0100] (실시예 10)

[0101] 유기질 재료로서 연화점이 280℃인 입상 석탄 피치 100질량부에 대하여 트리스아세틸아세토나토이트륨(CAS 번호: 15554-47-9) 0.3질량부를 혼합한 것을 용융 압출기에 공급하고, 용융 온도 320℃에서 용융 혼합하고, 토출량 20g/min으로 방사함으로써 피치 섬유를 얻었다. 얻어진 피치 섬유를 공기 중 상온에서 354℃까지 1 ~ 30℃/분의 비율로 54분간 승온시키는 것에 의해 불용화 처리를 실시하고, 불용화된 피치 섬유인 활성탄 전구체를 얻었다. 상기 활성탄 전구체에 있어서 이트륨의 함유량은 0.06질량%였다.

[0102] 얻어진 활성탄 전구체를 CO₂ 농도가 100용량%인 가스를 부활로 내에 연속적으로 도입하고, 분위기 온도 950℃에서 67분간 열처리하는 것에 의해 부활을 실시하고, 실시예 10의 활성탄을 얻었다. 얻어진 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.613cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.262cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.890, 이트륨의 함유량은 0.170질량%, 평균 섬유 직경은 16.8 μm였다.

[0103] (실시예 11)

[0104] 부활 시간을 70분으로 한 이외는 실시예 10과 동일하게 하여, 실시예 11의 활성탄을 얻었다. 얻어진 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.636cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.269cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.880, 이트륨의 함유량은 0.180질량%, 평균 섬유 직경은 16.8 μm였다.

[0105] (실시예 12)

[0106] 부활 시간을 65분으로 한 이외는 실시예 10과 동일하게 하여, 실시예 12의 활성탄을 얻었다. 얻어진 활성탄은

QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.594cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.256cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.907, 이트륨의 함유량은 0.150질량%, 평균 섬유 직경은 18.2 μ m였다.

[0107] (실시예 13)

[0108] 부활 시간을 55분으로 한 이외는 실시예 10과 동일하게 하여, 실시예 13의 활성탄을 얻었다. 얻어진 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.532cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.241cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.942, 이트륨의 함유량은 0.140질량%, 평균 섬유 직경은 18.4 μ m였다.

[0109] (실시예 14)

[0110] 유기질 재료로서 연화점이 280℃인 입상 석탄 피치 100질량부에 대하여 비스(2,4-펜탄ジオ나토) 바나듐(IV) 옥사이드(CAS 번호: 3153-26-2) 0.6질량부를 혼합한 것을 용융 압출기에 공급하고, 용융 온도 325℃에서 용융 혼합하고, 토출량 16g/min으로 방사함으로써 피치 섬유를 얻었다. 얻어진 피치 섬유를 공기 중 355℃까지 단계적으로 승온시키고, 합계 87분간 유지시키는 것에 의해 불용화 처리를 실시하고, 불용화된 피치 섬유인 활성탄 전구체를 얻었다. 상기 활성탄 전구체에 있어서 바나듐의 함유량은 0.076질량%였다.

[0111] 얻어진 활성탄 전구체를 CO₂ 농도가 100용량%인 가스를 부활로 내에 연속적으로 도입하고, 분위기 온도 950℃에서 50분간 열처리하는 것에 의해 부활을 실시하고, 실시예 14의 활성탄을 얻었다. 얻어진 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.581cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.245cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.965, 바나듐의 함유량은 0.230질량%, 평균 섬유 직경은 13.2 μ m였다.

[0112] (실시예 15)

[0113] 유기질 재료로서 연화점이 280℃인 입상 석탄 피치 100질량부에 대하여 비스(2,4-펜탄ジオ나토) 바나듐(IV) 옥사이드(CAS 번호: 3153-26-2) 0.6질량부를 혼합한 것을 용융 압출기에 공급하고, 용융 온도 325℃에서 용융 혼합하고, 토출량 16g/min으로 방사함으로써 피치 섬유를 얻었다. 얻어진 피치 섬유를 공기 중 335℃까지 단계적으로 승온시키고, 합계 87분간 유지시키는 것에 의해 불용화 처리를 실시하고, 불용화된 피치 섬유인 활성탄 전구체를 얻었다. 상기 활성탄 전구체에 있어서 바나듐의 함유량은 0.076질량%였다.

[0114] 얻어진 활성탄 전구체를 CO₂ 농도가 100용량%인 가스를 부활로 내에 연속적으로 도입하고, 분위기 온도 950℃에서 50분간 열처리하는 것에 의해 부활을 실시하고, 실시예 15의 활성탄을 얻었다. 얻어진 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.565cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.287cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.958, 바나듐의 함유량은 0.281질량%, 평균 섬유 직경은 13.7 μ m였다.

[0115] (실시예 16)

[0116] 유기질 재료로서 연화점이 280℃인 입상 석탄 피치 100질량부에 대하여 비스(2,4-펜탄ジオ나토) 바나듐(IV) 옥사이드(CAS 번호: 3153-26-2) 0.6질량부를 혼합한 것을 용융 압출기에 공급하고, 용융 온도 325℃에서 용융 혼합하고, 토출량 16g/min으로 방사함으로써 피치 섬유를 얻었다. 얻어진 피치 섬유를 공기 중 364℃까지 단계적으로 승온시키고, 합계 87분간 유지시키는 것에 의해 불용화 처리를 실시하고, 불용화된 피치 섬유인 활성탄 전구체를 얻었다. 상기 활성탄 전구체에 있어서 바나듐의 함유량은 0.100질량%였다.

[0117] 얻어진 활성탄 전구체를 CO₂ 농도가 100용량%인 가스를 부활로 내에 연속적으로 도입하고, 분위기 온도 950℃에서 50분간 열처리하는 것에 의해 부활을 실시하고, 실시예 17의 활성탄을 얻었다. 얻어진 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.553cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.280cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비

율(B/C)이 0.955, 바나듐의 함유량은 0.286질량%, 평균 섬유 직경은 13.8 μ m였다.

[0118] (실시에 17)

[0119] 유기질 재료로서 연화점이 280℃인 입상 석탄 피치 100질량부에 대하여 비스(2,4-펜탄디오나토) 바나듐(IV) 옥사이드(CAS 번호: 3153-26-2) 0.6질량부를 혼합한 것을 용융 압출기에 공급하고, 용융 온도 325℃에서 용융 혼합하고, 토출량 16g/min으로 방사함으로써 피치 섬유를 얻었다. 얻어진 피치 섬유를 공기 중 333℃까지 단계적으로 승온시키고, 합계 87분간 유지시키는 것에 의해 불용화 처리를 실시하고, 불용화된 피치 섬유인 활성탄 전구체를 얻었다. 상기 활성탄 전구체에 있어서 바나듐의 함유량은 0.095질량%였다.

[0120] 얻어진 활성탄 전구체를 CO₂ 농도가 63용량%, N₂ 농도가 37용량%인 혼합 가스를 부활로 내에 연속적으로 도입하고, 분위기 온도 950℃에서 50분간 열처리하는 것에 의해 부활을 실시하고, 실시예 18의 활성탄을 얻었다. 얻어진 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.462cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.227cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.996, 바나듐의 함유량은 0.257질량%, 평균 섬유 직경은 13.9 μ m였다.

[0121] (실시에 18)

[0122] 유기질 재료로서 연화점이 280℃인 입상 석탄 피치 100질량부에 대하여 비스(2,4-펜탄디오나토) 바나듐(IV) 옥사이드(CAS 번호: 3153-26-2) 0.6질량부를 혼합한 것을 용융 압출기에 공급하고, 용융 온도 325℃에서 용융 혼합하고, 토출량 16g/min으로 방사함으로써 피치 섬유를 얻었다. 얻어진 피치 섬유를 공기 중 339℃까지 단계적으로 승온시키고, 합계 87분간 유지시키는 것에 의해 불용화 처리를 실시하고, 불용화된 피치 섬유인 활성탄 전구체를 얻었다. 상기 활성탄 전구체에 있어서 바나듐의 함유량은 0.093질량%였다.

[0123] 얻어진 활성탄 전구체를 CO₂ 농도가 100용량%인 가스를 부활로 내에 연속적으로 도입하고, 분위기 온도 950℃에서 50분간 열처리하는 것에 의해 부활을 실시하고, 실시예 19의 활성탄을 얻었다. 얻어진 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.556cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.287cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.954, 바나듐의 함유량은 0.344질량%, 평균 섬유 직경은 13.6 μ m였다.

[0124] (비교예 1)

[0125] 유기질 재료로서 연화점이 280℃인 입상 석탄 피치를 용융 압출기에 공급하고, 용융 온도 320℃에서 용융 혼합하고, 토출량 20g/min으로 방사함으로써 피치 섬유를 얻었다. 얻어진 피치 섬유를 공기 중 상온에서 354℃까지 1 ~ 30℃/분의 비율로 54분간 승온시키는 것에 의해 불용화 처리를 실시하고, 불용화된 피치 섬유인 활성탄 전구체를 얻었다. 상기 활성탄 전구체에 있어서 바나듐 및 이트륨의 함유량은 0질량%였다.

[0126] 얻어진 활성탄 전구체를 H₂O 농도가 100용량%인 가스를 부활로 내에 연속적으로 도입하고, 분위기 온도 875℃에서 25분간 열처리하는 것에 의해 부활을 실시하고, 비교예 1의 활성탄을 얻었다. 얻어진 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.314cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.112cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.997, 이트륨 및 바나듐의 함유량은 0.00질량%, 평균 섬유 직경은 16.8 μ m였다.

[0127] (비교예 2)

[0128] 유기질 재료로서 연화점이 280℃인 입상 석탄 피치를 용융 압출기에 공급하고, 용융 온도 320℃에서 용융 혼합하고, 토출량 20g/min으로 방사함으로써 피치 섬유를 얻었다. 얻어진 피치 섬유를 공기 중 상온에서 354℃까지 1 ~ 30℃/분의 비율로 54분간 승온시키는 것에 의해 불용화 처리를 실시하고, 불용화된 피치 섬유인 활성탄 전구체를 얻었다. 상기 활성탄 전구체에 있어서 바나듐 및 이트륨의 함유량은 0질량%였다.

[0129] 얻어진 활성탄 전구체를 H₂O 농도가 100용량%인 가스를 부활로 내에 연속적으로 도입하고, 분위기 온도 875℃에서 40분간 열처리하는 것에 의해 부활을 실시하고, 비교예 2의 활성탄을 얻었다. 얻어진 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.465cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.180cc/g, QSDFT

법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.977, 이트륨 및 바나듐의 함유량은 0.00질량%, 평균 섬유 직경은 16.7 μm 였다.

[0130] (비교예 3)

[0131] 유기질 재료로서 연화점이 280℃인 입상 석탄 피치 100질량부에 대하여 트리스아세틸아세토나토이트륨(CAS 번호: 15554-47-9) 1.3질량부를 혼합한 것을 용융 압출기에 공급하고, 용융 온도 320℃에서 용융 혼합하고, 토출량 20g/min으로 방사함으로써 피치 섬유를 얻었다. 얻어진 피치 섬유를 공기 중 상온에서 354℃까지 1 ~ 30℃/분의 비율로 54분간 승온시키는 것에 의해 불용화 처리를 실시하고, 불용화된 피치 섬유인 활성탄 전구체를 얻었다. 상기 활성탄 전구체에 있어서 이트륨의 함유량(이트륨 원소 환산)은 0.25질량부였다.

[0132] 얻어진 활성탄 전구체를 H₂O 농도가 100용량%인 가스를 부활로 내에 연속적으로 도입하고, 분위기 온도 900℃에서 20분간 열처리하는 것에 의해 부활을 실시하고, 비교예 3의 활성탄을 얻었다. 얻어진 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.339cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.166cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.827, 이트륨의 함유량은 0.66질량%, 평균 섬유 직경은 16.5 μm 였다.

[0133] (비교예 4)

[0134] 유기질 재료로서 연화점이 280℃인 입상 석탄 피치 100질량부에 대하여 트리스아세틸아세토나토이트륨(CAS 번호: 15554-47-9) 1.3질량부를 혼합한 것을 용융 압출기에 공급하고, 용융 온도 320℃에서 용융 혼합하고, 토출량 20g/min으로 방사함으로써 피치 섬유를 얻었다. 얻어진 피치 섬유를 공기 중 상온에서 354℃까지 1 ~ 30℃/분의 비율로 54분간 승온시키는 것에 의해 불용화 처리를 실시하고, 불용화된 피치 섬유인 활성탄 전구체를 얻었다. 상기 활성탄 전구체에 있어서 이트륨의 함유량(이트륨 원소 환산)은 0.25질량부였다.

[0135] 얻어진 활성탄 전구체를 H₂O 농도가 100용량%인 가스를 부활로 내에 연속적으로 도입하고, 분위기 온도 900℃에서 25분간 열처리하는 것에 의해 부활을 실시하고, 비교예 4의 활성탄을 얻었다. 얻어진 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.312cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.137cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.790, 이트륨의 함유량은 0.83질량%, 평균 섬유 직경은 15.8 μm 였다.

[0136] (비교예 5)

[0137] 유기질 재료로서 연화점이 280℃인 입상 석탄 피치를 용융 압출기에 공급하고, 용융 온도 320℃에서 용융 혼합하고, 토출량 20g/min으로 방사함으로써 피치 섬유를 얻었다. 얻어진 피치 섬유를 공기 중 상온에서 354℃까지 1 ~ 30℃/분의 비율로 54분간 승온시키는 것에 의해 불용화 처리를 실시하고, 불용화된 피치 섬유인 활성탄 전구체를 얻었다. 상기 활성탄 전구체에 있어서 바나듐 및 이트륨의 함유량은 0.00질량%였다.

[0138] 얻어진 활성탄 전구체를 CO₂ 농도가 100용량%인 가스를 부활로 내에 연속적으로 도입하고, 분위기 온도 950℃에서 90분간 열처리하는 것에 의해 부활을 실시하고, 비교예 5의 활성탄을 얻었다. 얻어진 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.496cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.223cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.998, 바나듐 및 이트륨의 함유량은 0.00질량%, 평균 섬유 직경은 18.1 μm 였다.

[0139] (비교예 6)

[0140] 활성탄으로서 시판의 폐놀계 활성탄을 이용했다. 당해 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.364cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.110cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 1.000, 바나듐 및 이트륨의 함유량은 0.00질량%, 평균 섬유 직경은 12.6 μm 였다.

[0141] (비교예 7)

[0142] 활성탄으로서 시판의 폐놀계 활성탄을 이용했다. 당해 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm

이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.542cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.167cc/g, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.989, 바나듐 및 이트륨의 함유량은 0.00질량%, 평균 섬유 직경은 12.8 μ m였다.

[0143]

얻어진 활성탄의 물성을 표 1 및 표 2에 나타낸다. 또한, 도 1 내지 25에 실시예 1 내지 18, 비교예 1 내지 7의 활성탄의 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 직경 분포도를 나타낸다.

표 1

항목	실시예1		실시예2		실시예3		실시예4		실시예5		실시예6		실시예7		실시예8		실시예9		실시예10		실시예11		실시예12		실시예13		실시예14		실시예15		실시예16		실시예17		실시예18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	세공 직경 0.65 ~ 1.0nm의 범위의 세공 용적 E(cc/g)	세공 직경 1.0 ~ 1.5nm의 범위의 세공 용적 B(cc/g)	세공 직경 1.5 ~ 2.0nm의 범위의 세공 용적 C(cc/g)	세공 직경 2.0 ~ 2.5nm의 범위의 세공 용적 D(cc/g)	세공 직경 2.5 ~ 3.0nm의 범위의 세공 용적 E(cc/g)	세공 직경 3.0 ~ 3.5nm의 범위의 세공 용적 F(cc/g)	세공 직경 3.5 ~ 4.0nm의 범위의 세공 용적 G(cc/g)	세공 직경 4.0 ~ 4.5nm의 범위의 세공 용적 H(cc/g)	세공 직경 4.5 ~ 5.0nm의 범위의 세공 용적 I(cc/g)	세공 직경 5.0 ~ 5.5nm의 범위의 세공 용적 J(cc/g)	세공 직경 5.5 ~ 6.0nm의 범위의 세공 용적 K(cc/g)	세공 직경 6.0 ~ 6.5nm의 범위의 세공 용적 L(cc/g)	세공 직경 6.5 ~ 7.0nm의 범위의 세공 용적 M(cc/g)	세공 직경 7.0 ~ 7.5nm의 범위의 세공 용적 N(cc/g)	세공 직경 7.5 ~ 8.0nm의 범위의 세공 용적 O(cc/g)	세공 직경 8.0 ~ 8.5nm의 범위의 세공 용적 P(cc/g)	세공 직경 8.5 ~ 9.0nm의 범위의 세공 용적 Q(cc/g)	세공 직경 9.0 ~ 9.5nm의 범위의 세공 용적 R(cc/g)	세공 직경 9.5 ~ 10.0nm의 범위의 세공 용적 S(cc/g)	세공 직경 10.0 ~ 10.5nm의 범위의 세공 용적 T(cc/g)	세공 직경 10.5 ~ 11.0nm의 범위의 세공 용적 U(cc/g)	세공 직경 11.0 ~ 11.5nm의 범위의 세공 용적 V(cc/g)	세공 직경 11.5 ~ 12.0nm의 범위의 세공 용적 W(cc/g)	세공 직경 12.0 ~ 12.5nm의 범위의 세공 용적 X(cc/g)	세공 직경 12.5 ~ 13.0nm의 범위의 세공 용적 Y(cc/g)	세공 직경 13.0 ~ 13.5nm의 범위의 세공 용적 Z(cc/g)	세공 직경 13.5 ~ 14.0nm의 범위의 세공 용적 AA(cc/g)	세공 직경 14.0 ~ 14.5nm의 범위의 세공 용적 AB(cc/g)	세공 직경 14.5 ~ 15.0nm의 범위의 세공 용적 AC(cc/g)	세공 직경 15.0 ~ 15.5nm의 범위의 세공 용적 AD(cc/g)	세공 직경 15.5 ~ 16.0nm의 범위의 세공 용적 AE(cc/g)	세공 직경 16.0 ~ 16.5nm의 범위의 세공 용적 AF(cc/g)	세공 직경 16.5 ~ 17.0nm의 범위의 세공 용적 AG(cc/g)	세공 직경 17.0 ~ 17.5nm의 범위의 세공 용적 AH(cc/g)	세공 직경 17.5 ~ 18.0nm의 범위의 세공 용적 AI(cc/g)	세공 직경 18.0 ~ 18.5nm의 범위의 세공 용적 AJ(cc/g)	세공 직경 18.5 ~ 19.0nm의 범위의 세공 용적 AK(cc/g)	세공 직경 19.0 ~ 19.5nm의 범위의 세공 용적 AL(cc/g)	세공 직경 19.5 ~ 20.0nm의 범위의 세공 용적 AM(cc/g)	세공 직경 20.0 ~ 20.5nm의 범위의 세공 용적 AN(cc/g)	세공 직경 20.5 ~ 21.0nm의 범위의 세공 용적 AO(cc/g)	세공 직경 21.0 ~ 21.5nm의 범위의 세공 용적 AP(cc/g)	세공 직경 21.5 ~ 22.0nm의 범위의 세공 용적 AQ(cc/g)	세공 직경 22.0 ~ 22.5nm의 범위의 세공 용적 AR(cc/g)	세공 직경 22.5 ~ 23.0nm의 범위의 세공 용적 AS(cc/g)	세공 직경 23.0 ~ 23.5nm의 범위의 세공 용적 AT(cc/g)	세공 직경 23.5 ~ 24.0nm의 범위의 세공 용적 AU(cc/g)	세공 직경 24.0 ~ 24.5nm의 범위의 세공 용적 AV(cc/g)	세공 직경 24.5 ~ 25.0nm의 범위의 세공 용적 AW(cc/g)	세공 직경 25.0 ~ 25.5nm의 범위의 세공 용적 AX(cc/g)	세공 직경 25.5 ~ 26.0nm의 범위의 세공 용적 AY(cc/g)	세공 직경 26.0 ~ 26.5nm의 범위의 세공 용적 AZ(cc/g)	세공 직경 26.5 ~ 27.0nm의 범위의 세공 용적 BA(cc/g)	세공 직경 27.0 ~ 27.5nm의 범위의 세공 용적 BB(cc/g)	세공 직경 27.5 ~ 28.0nm의 범위의 세공 용적 BC(cc/g)	세공 직경 28.0 ~ 28.5nm의 범위의 세공 용적 BD(cc/g)	세공 직경 28.5 ~ 29.0nm의 범위의 세공 용적 BE(cc/g)	세공 직경 29.0 ~ 29.5nm의 범위의 세공 용적 BF(cc/g)	세공 직경 29.5 ~ 30.0nm의 범위의 세공 용적 BG(cc/g)	세공 직경 30.0 ~ 30.5nm의 범위의 세공 용적 BH(cc/g)	세공 직경 30.5 ~ 31.0nm의 범위의 세공 용적 BI(cc/g)	세공 직경 31.0 ~ 31.5nm의 범위의 세공 용적 BJ(cc/g)	세공 직경 31.5 ~ 32.0nm의 범위의 세공 용적 BK(cc/g)	세공 직경 32.0 ~ 32.5nm의 범위의 세공 용적 BL(cc/g)	세공 직경 32.5 ~ 33.0nm의 범위의 세공 용적 BM(cc/g)	세공 직경 33.0 ~ 33.5nm의 범위의 세공 용적 BN(cc/g)	세공 직경 33.5 ~ 34.0nm의 범위의 세공 용적 BO(cc/g)	세공 직경 34.0 ~ 34.5nm의 범위의 세공 용적 BP(cc/g)	세공 직경 34.5 ~ 35.0nm의 범위의 세공 용적 BQ(cc/g)	세공 직경 35.0 ~ 35.5nm의 범위의 세공 용적 BR(cc/g)	세공 직경 35.5 ~ 36.0nm의 범위의 세공 용적 BS(cc/g)	세공 직경 36.0 ~ 36.5nm의 범위의 세공 용적 BT(cc/g)	세공 직경 36.5 ~ 37.0nm의 범위의 세공 용적 BU(cc/g)	세공 직경 37.0 ~ 37.5nm의 범위의 세공 용적 BV(cc/g)	세공 직경 37.5 ~ 38.0nm의 범위의 세공 용적 BW(cc/g)	세공 직경 38.0 ~ 38.5nm의 범위의 세공 용적 BX(cc/g)	세공 직경 38.5 ~ 39.0nm의 범위의 세공 용적 BY(cc/g)	세공 직경 39.0 ~ 39.5nm의 범위의 세공 용적 BZ(cc/g)	세공 직경 39.5 ~ 40.0nm의 범위의 세공 용적 CA(cc/g)	세공 직경 40.0 ~ 40.5nm의 범위의 세공 용적 CB(cc/g)	세공 직경 40.5 ~ 41.0nm의 범위의 세공 용적 CC(cc/g)	세공 직경 41.0 ~ 41.5nm의 세공 용적 CD(cc/g)	세공 직경 41.5 ~ 42.0nm의 범위의 세공 용적 CE(cc/g)	세공 직경 42.0 ~ 42.5nm의 범위의 세공 용적 CF(cc/g)	세공 직경 42.5 ~ 43.0nm의 범위의 세공 용적 CG(cc/g)	세공 직경 43.0 ~ 43.5nm의 범위의 세공 용적 CH(cc/g)	세공 직경 43.5 ~ 44.0nm의 범위의 세공 용적 CI(cc/g)	세공 직경 44.0 ~ 44.5nm의 범위의 세공 용적 CJ(cc/g)	세공 직경 44.5 ~ 45.0nm의 범위의 세공 용적 CK(cc/g)	세공 직경 45.0 ~ 45.5nm의 범위의 세공 용적 CL(cc/g)	세공 직경 45.5 ~ 46.0nm의 범위의 세공 용적 CM(cc/g)	세공 직경 46.0 ~ 46.5nm의 범위의 세공 용적 CN(cc/g)	세공 직경 46.5 ~ 47.0nm의 범위의 세공 용적 CO(cc/g)	세공 직경 47.0 ~ 47.5nm의 범위의 세공 용적 CP(cc/g)	세공 직경 47.5 ~ 48.0nm의 범위의 세공 용적 CQ(cc/g)	세공 직경 48.0 ~ 48.5nm의 범위의 세공 용적 CR(cc/g)	세공 직경 48.5 ~ 49.0nm의 범위의 세공 용적 CS(cc/g)	세공 직경 49.0 ~ 49.5nm의 범위의 세공 용적 CT(cc/g)	세공 직경 49.5 ~ 50.0nm의 범위의 세공 용적 CU(cc/g)	세공 직경 50.0 ~ 50.5nm의 범위의 세공 용적 CV(cc/g)	세공 직경 50.5 ~ 51.0nm의 범위의 세공 용적 CW(cc/g)	세공 직경 51.0 ~ 51.5nm의 범위의 세공 용적 CX(cc/g)	세공 직경 51.5 ~ 52.0nm의 범위의 세공 용적 CY(cc/g)	세공 직경 52.0 ~ 52.5nm의 범위의 세공 용적 CZ(cc/g)	세공 직경 52.5 ~ 53.0nm의 범위의 세공 용적 DA(cc/g)	세공 직경 53.0 ~ 53.5nm의 범위의 세공 용적 DB(cc/g)	세공 직경 53.5 ~ 54.0nm의 범위의 세공 용적 DC(cc/g)	세공 직경 54.0 ~ 54.5nm의 범위의 세공 용적 DD(cc/g)	세공 직경 54.5 ~ 55.0nm의 범위의 세공 용적 DE(cc/g)	세공 직경 55.0 ~ 55.5nm의 범위의 세공 용적 DF(cc/g)	세공 직경 55.5 ~ 56.0nm의 범위의 세공 용적 DG(cc/g)	세공 직경 56.0 ~ 56.5nm의 범위의 세공 용적 DH(cc/g)	세공 직경 56.5 ~ 57.0nm의 범위의 세공 용적 DI(cc/g)	세공 직경 57.0 ~ 57.5nm의 범위의 세공 용적 DJ(cc/g)	세공 직경 57.5 ~ 58.0nm의 범위의 세공 용적 DK(cc/g)	세공 직경 58.0 ~ 58.5nm의 범위의 세공 용적 DL(cc/g)	세공 직경 58.5 ~ 59.0nm의 범위의 세공 용적 DM(cc/g)	세공 직경 59.0 ~ 59.5nm의 범위의 세공 용적 DN(cc/g)	세공 직경 59.5 ~ 60.0nm의 범위의 세공 용적 DO(cc/g)	세공 직경 60.0 ~ 60.5nm의 범위의 세공 용적 DP(cc/g)	세공 직경 60.5 ~ 61.0nm의 범위의 세공 용적 DQ(cc/g)	세공 직경 61.0 ~ 61.5nm의 범위의 세공 용적 DR(cc/g)	세공 직경 61.5 ~ 62.0nm의 범위의 세공 용적 DS(cc/g)	세공 직경 62.0 ~ 62.5nm의 범위의 세공 용적 DT(cc/g)	세공 직경 62.5 ~ 63.0nm의 범위의 세공 용적 DU(cc/g)	세공 직경 63.0 ~ 63.5nm의 범위의 세공 용적 DV(cc/g)	세공 직경 63.5 ~ 64.0nm의 범위의 세공 용적 DW(cc/g)	세공 직경 64.0 ~ 64.5nm의 범위의 세공 용적 DX(cc/g)	세공 직경 64.5 ~ 65.0nm의 범위의 세공 용적 DY(cc/g)	세공 직경 65.0 ~ 65.5nm의 범위의 세공 용적 DZ(cc/g)	세공 직경 65.5 ~ 66.0nm의 범위의 세공 용적 EA(cc/g)	세공 직경 66.0 ~ 66.5nm의 범위의 세공 용적 EB(cc/g)	세공 직경 66.5 ~ 67.0nm의 범위의 세공 용적 EC(cc/g)	세공 직경 67.0 ~ 67.5nm의 범위의 세공 용적 ED(cc/g)	세공 직경 67.5 ~ 68.0nm의 범위의 세공 용적 EE(cc/g)	세공 직경 68.0 ~ 68.5nm의 범위의 세공 용적 EF(cc/g)	세공 직경 68.5 ~ 69.0nm의 범위의 세공 용적 EG(cc/g)	세공 직경 69.0 ~ 69.5nm의 범위의 세공 용적 EH(cc/g)	세공 직경 69.5 ~ 70.0nm의 범위의 세공 용적 EI(cc/g)	세공 직경 70.0 ~ 70.5nm의 범위의 세공 용적 EJ(cc/g)	세공 직경 70.5 ~ 71.0nm의 범위의 세공 용적 EK(cc/g)	세공 직경 71.0 ~ 71.5nm의 범위의 세공 용적 EL(cc/g)	세공 직경 71.5 ~ 72.0nm의 범위의 세공 용적 EM(cc/g)	세공 직경 72.0 ~ 72.5nm의 범위의 세공 용적 EN(cc/g)	세공 직경 72.5 ~ 73.0nm의 범위의 세공 용적 EO(cc/g)	세공 직경 73.0 ~ 73.5nm의 범위의 세공 용적 EP(cc/g)	세공 직경 73.5 ~ 74.0nm의 범위의 세공 용적 EQ(cc/g)	세공 직경 74.0 ~ 74.5nm의 범위의 세공 용적 ER(cc/g)	세공 직경 74.5 ~ 75.0nm의 범위의 세공 용적 ES(cc/g)	세공 직경 75.0 ~ 75.5nm의 범위의 세공 용적 ET(cc/g)	세공 직경 75.5 ~ 76.0nm의 범위의 세공 용적 EU(cc/g)	세공 직경 76.0 ~ 76.5nm의 범위의 세공 용적 EV(cc/g)	세공 직경 76.5 ~ 77.0nm의 범위의 세공 용적 EW(cc/g)	세공 직경 77.0 ~ 77.5nm의 범위의 세공 용적 EX(cc/g)	세공 직경 77.5 ~ 78.0nm의 범위의 세공 용적 EY(cc/g)	세공 직경 78.0 ~ 78.5nm의 범위의 세공 용적 EZ(cc/g)	세공 직경 78.5 ~ 79.0nm의 범위의 세공 용적 FA(cc/g)	세공 직경 79.0 ~ 79.5nm의 범위의 세공 용적 FB(cc/g)	세공 직경 79.5 ~ 80.0nm의 범위의 세공 용적 FC(cc/g)	세공 직경 80.0 ~ 80.5nm의 범위의 세공 용적 FD(cc/g)	세공 직경 80.5 ~ 81.0nm의 범위의 세공 용적 FE(cc/g)	세공 직경 81.0 ~ 81.5nm의 범위의 세공 용적 FF(cc/g)	세공 직경 81.5 ~ 82.0nm의 범위의 세공 용적 FG(cc/g)	세공 직경 82.0 ~ 82.5nm의 범위의 세공 용적 FH(cc/g)	세공 직경 82.5 ~ 83.0nm의 범위의 세공 용치 FI(cc/g)	세공 직경 83.0 ~ 83.5nm의 범위의 세공 용치 FJ(cc/g)	세공 직경 83.5 ~ 84.0nm의 범위의 세공 용치 FK(cc/g)	세공 직경 84.0 ~ 84.5nm의 범위의 세공 용치 FL(cc/g)	세공 직경 84.5 ~ 85.0nm의 범위의 세공 용치 FM(cc/g)	세공 직경 85.0 ~ 85.5nm의 범위의 세공 용치 FN(cc/g)	세공 직경 85.5 ~ 86.0nm의 범위의 세공 용치 FO(cc/g)	세공 직경 86.0 ~ 86.5nm의 범위의 세공 용치 FP(cc/g)	세공 직경 86.5 ~ 87.0nm의 범위의 세공 용치 FQ(cc/g)	세공 직경 87.0 ~ 87.5nm의 범위의 세공 용치 FR(cc/g)	세공 직경 87.5 ~ 88.0nm의 범위의 세공 용치 FS(cc/g)	세공 직경 88.0 ~ 88.5nm의 범위의 세공 용치 FT(cc/g)	세공 직경 88.5 ~ 89.0nm의 범위의 세공 용치 FU(cc/g)	세공 직경 89.0 ~ 89.5nm의 범위의 세공 용치 FV(cc/g)	세공 직경 89.5 ~ 90.0nm의 범위의 세공 용치 FW(cc/g)	세공 직경 90.0 ~ 90.5nm의 범위의 세공 용치 FX(cc/g)	세공 직경 90.5 ~ 91.0nm의 범위의 세공 용치 FY(cc/g)	세공 직경 91.0 ~ 91.5nm의 범위의 세공 용치 FZ(cc/g)	세공 직경 91.5 ~ 92.0nm의 범위의 세공 용치 GA(cc/g)	세공 직경 92.0 ~ 92.5nm의 범위의 세공 용치 GB(cc/g)	세공 직경 92.5 ~ 93.0nm의 범위의 세공 용치 GC(cc/g)	세공 직경 93.0 ~ 93.5nm의 범위의 세공 용치 GD(cc/g)	세공 직경 93.5 ~ 94.0nm의 범위의 세공 용치 GE(cc/g)	세공 직경 94.0 ~ 94.5nm의 범위의 세공 용치 GF(cc/g)	세공 직경 94.5 ~ 95.0nm의 범위의 세공 용치 GH(cc/g)	세공 직경 95.0 ~ 95.5nm의 범위의 세공 용치 GI(cc/g)	세공 직경 95.5 ~ 96.0nm의 범위의 세공 용치 HJ(cc/g)	세공 직경 96.0 ~ 96.5nm의 범위의 세공 용치 HK(cc/g)	세공 직경 96.5 ~ 97.0nm의 범위의 세공 용치 HL(cc/g)	세공 직경 97.0 ~ 97.5nm의 범위의 세공 용치 HM(cc/g)	세공 직경 97.5 ~ 98.0nm의 범위의 세공 용치 HN(cc/g)	세공 직경 98.0 ~ 98.5nm의 범위의 세공 용치 HO(cc/g)	세공 직경 98.5 ~ 99.0nm의 범위의 세공 용치 HP(cc/g)	세공 직경 99.0 ~ 99.5nm의 범위의 세공 용치 HQ(cc/g)	세공 직경 99.5 ~ 100.0nm의 범위의 세공 용치 HR(cc/g)	세공 직경 100.0 ~ 100.5nm의 범위의 세공 용치 HS(cc/g)	세공 직경 100.5 ~ 101.0nm의 범위의 세공 용치 HT(cc/g)	세공 직경 101.0 ~ 101.5nm의 범위의 세공 용치 HU(cc/g)	세공 직경 101.5 ~ 102.0nm의 범위의 세공 용치 HV(cc/g)	세공 직경 102.0 ~ 102.5nm의 범위의 세공 용치 HW(cc/g)	세공 직경 102.5 ~ 103.0nm의 범위의 세공 용치 HX(cc/g)	세공 직경 103.0 ~ 103.5nm의 범위의 세공 용치 HY(cc/g)	세공 직경 103.5 ~ 104.0nm의 범위의 세공 용치 HZ(cc/g)	세공 직경 104.0 ~ 104.5nm의 범위의 세공 용치 IA(cc/g)	세공 직경 104.5 ~ 105.0nm의 범위의 세공 용치 IB(cc/g)	세공 직경 105.0 ~ 105.5nm의 범위의 세공 용치 IC(cc/g)	세공 직경 105.5 ~ 106.0nm의 범위의 세공 용치 ID(cc/g)	세공 직경 106.0 ~ 106.5nm의 범위의 세공 용치 IE(cc/g)	세공 직경 106.5 ~ 107.0nm의 범위의 세공 용치 IF(cc/g)	세공 직경 107.0 ~ 107.5nm의 범위의 세공 용치 IG(cc/g)	세공 직경 107.5 ~ 108.0nm의 범위의 세공 용치 IH(cc/g)	세공 직경 108.0 ~ 108.5nm의 범위의 세공 용치 II(cc/g)	세공 직경 108.5 ~ 109.0nm의 범위의 세공 용치 IJ(cc/g)	세공 직경 109.0 ~ 109.5nm의 범위의 세공 용치 IK(cc/g)	세공 직경 109.5 ~ 110.0nm의 범위의 세공 용치 IL(cc/g)	세공 직경 110.0 ~ 110.5nm의 범위의 세공 용치 IM(cc/g)	세공 직경 110.5 ~ 111.0nm의 범위의 세공 용치 IN(cc/g)	세공 직경 111.0 ~ 111.5nm의 범위의 세공 용치 IO(cc/g)	세공 직경 111.5 ~ 112.0nm의 범위의 세공 용치 IP(cc/g)	세공 직경 112.0 ~ 112.5nm의 범위의 세공 용치 IQ(cc/g)	세공 직경 112.5 ~ 113.0nm의 범위의 세공 용치 IR(cc/g)	세공 직경 113.0 ~ 113.5nm의 범위의 세공 용치 IS(cc/g)	세공 직경 113.5 ~ 114.0nm의 범위의 세공 용치 IT(cc/g)	세공 직경 114.0 ~ 114.5nm의 범위의 세공 용치 IU(cc/g)	세공 직경 114.5 ~ 115.0nm의 범위의 세공 용치 IV(cc/g)	세공 직경 115.0 ~ 115.5nm의 범위의 세공 용치 IW(cc/g)	세공 직경 115.5 ~ 116.0nm의 범위의 세공 용치 IX(cc/g)	세공 직경 116.0 ~ 116.5nm의 범위의 세공 용치 IY(cc/g)	세공 직경 116.5 ~ 117.0nm의 범위의 세공 용치 IZ(cc/g)	세공 직경 117.0 ~ 117.5nm의 범위의 세공 용치 JA(cc/g)	세공 직경 117.5 ~ 118.0nm의 범위의 세공 용치 JB(cc/g)	세공 직경 118.0 ~ 118.5nm의 범위의 세공 용치 JC(cc/g)	세공 직경 118.5 ~ 119.0nm의 범위의 세공 용치 JD(cc/g)	세공 직경 119.0 ~ 119.5nm의 범위의 세공 용치 JE(cc/g)	세공 직경 119.5 ~ 120.0nm의 범위의 세공 용치 JF(cc/g)	세공 직경 120.0 ~ 120.5nm의 범위의 세공 용치 JG(cc/g)	세공 직경 120.5 ~ 121.0nm의 범위의 세공 용치 JH(cc/g)	세공 직경 121.0 ~ 121.5nm의 범위의 세공 용치 JI(cc/g)	세공 직경 121.5 ~ 122.0nm의 범위의 세공 용치 JJ(cc/g)	세공 직경 122.0 ~ 122.5nm의 범위의 세공 용치 JK(cc/g)	세공 직경 122.5 ~ 123.0nm의 범위의 세공 용치 JL(cc/g)	세공 직경 123.0 ~ 123.5nm의 범위의 세공 용치 JM(cc/g)	세공 직경 123.5 ~ 124.0nm의 범위의 세공 용치 JN(cc/g)	세공 직경 124.0 ~ 124.5nm의 범위의 세공 용치 JO(cc/g)	세공 직경 124.5 ~ 125.0nm의 범위의 세공 용치 JP(cc/g)	세공 직경 125.0 ~ 125.5nm의 범위의 세공 용치 JQ(cc/g)	세공 직경 125.5 ~ 126.0nm의 범위의 세공 용치 JR(cc/g)	세공 직경 126.0 ~ 126.5nm의 범위의 세공 용치 JS(cc/g)	세공 직경 126.5 ~ 127.0nm의 범위의 세공 용치 JT(cc/g)	세공 직경 127.0 ~ 127.5nm의 범위의 세공 용치 JU(cc/g)	세공 직경 127.5 ~ 128.0nm의 범위의 세공 용치 JV(cc/g)	세공 직경 128.0 ~ 128.5nm의 범위의 세공 용치 JW(cc/g)	세공 직경 128.5 ~ 129.0nm의 범위의 세공 용치 JX(cc/g)	세공 직경 129.0 ~ 129.5nm의 범위의 세공 용치 JY(cc/g)	세공 직경 129.5 ~ 130.0nm의 범위의 세공 용치 JZ(cc/g)	세공 직경 130.0 ~ 130.5nm의 범위의 세공 용치 KA(cc/g)	세공 직경 130.5 ~ 131.0nm의 범위의 세공 용치 KB(cc/g)	세공 직경 131.0 ~ 131.5nm의 범위의 세공 용치 KC(cc/g)	세공 직경 131.5 ~ 132.0nm의 범위의 세공 용치 KD(cc/g)	세공 직경 132.0 ~ 132.5nm의 범위의 세공 용치 KE(cc/g)	세공 직경 132.5 ~ 133.0nm의 범위의 세공 용치 KF(cc/g)	세공 직경 133.0 ~ 133.5nm의 범위의 세공 용치 KG(cc/g)	세공 직경 133.5 ~ 134.0nm의 범위의 세공 용치 KH(cc/g)	세공 직경 134.0 ~ 134.5nm의 범위의 세공 용치 KI(cc/g)	세공 직경 134.5 ~ 135.0nm의 범위의 세공 용치 KJ(cc/g)	세공 직경 135.0 ~ 135.5nm의 범위의 세공 용치 KK(cc/g)	세공 직경 135.5 ~ 136.0nm의 범위의 세공 용치 KL(cc/g)	세공 직경 136.0 ~ 136.5nm의 범위의 세공 용치 KM(cc/g)	세공 직경 136.5 ~ 137.0nm의 범위의 세공 용치 KN(cc/g)	세공 직경 137.0 ~ 137.5nm의 범위의 세공 용치 KO(cc/g)	세공 직경 137.5 ~ 138.0nm의 범위의 세공 용치 KP(cc/g)	세공 직경 138.0 ~ 138.5nm의 범위의 세공 용치 KQ(cc/g)	세공 직경 138.5 ~ 139.0nm의 범위의 세공 용치 KR(cc/g)	세공 직경 139.0 ~ 139.5nm의 범위의 세공 용치 KS(cc/g)	세공 직경 139.5 ~ 140.0nm의 범위의 세공 용치 KT(cc/g)	세공 직경 140.0 ~ 140.5nm의 범위의 세공 용치 KU(cc/g)	세공 직경 140.5 ~ 141.0nm의 범위의 세공 용치 KV(cc/g)	세공 직경 141.0 ~ 141.5nm의 범위의 세공 용치 KW(cc/g)	세공 직경 141.5 ~ 142.0nm의 범위의 세공 용치 KX(cc/g)	세공 직경 142.0 ~ 142.5nm의 범위의 세공 용치 KY(cc/g)	세공 직경 142.5 ~ 143.0nm의 범위의 세공 용치 KZ(cc/g)	세공 직경 143.0 ~ 143.5nm의 범위의 세공 용치 LA(cc/g)	세공 직경 143.5 ~ 144.0nm의 범위의 세공 용치 LB(cc/g)	세공 직경 144.0 ~ 144.5nm의 범위의 세공 용치 LC(cc/g)	세공 직경 144.5 ~ 145.0nm의 범위의 세공 용치 LD(cc/g)	세공 직경 145.0 ~ 145.5nm의 범위의 세공 용치 LE(cc/g)	세공 직경 145.5 ~ 146.0nm의 범위의 세공 용치 LF(cc/g)	세공 직경 146.0 ~ 146.5nm의 범위의 세공 용치 LG(cc/g)	세공 직경 146.5 ~ 147.0nm의 범위의 세공 용치 LH(cc/g)	세공 직경 147.0 ~ 147.5nm의 범위의 세공 용치 LI(cc/g)	세공 직경 147.5 ~ 148.0nm의 범위의 세공 용치 LJ(cc/g)	세공 직경 148.0 ~ 148.5nm의 범위의 세공 용치 LK(cc/g)	세공 직경 148.5 ~ 149.0nm의 범위의 세공 용치 LL(cc/g)	세공 직경 149.0 ~ 149.5nm의 범위의 세공 용치 LM(cc/g)	세공 직경 149.5 ~ 150.0nm의 범위의 세공 용치 LN(cc/g)	세공 직경 150.0 ~ 150.5nm의 범위의 세공 용치 LO(cc/g)	세공 직경 150.5 ~ 151.0nm의 범위의 세공 용치 LP(cc/g)	세공 직경 151.0 ~ 151.5nm의 범위의 세공 용치 LQ(cc/g)	세공 직경 151.5 ~ 152.0nm의 범위의 세공 용치 LR(cc/g)	세공 직경 152.0 ~ 152.5nm의 범위의 세공 용치 LS(cc/g)	세공 직경 152.5 ~ 153.0nm의 범위의 세공 용치 LT(cc/g)	세공 직경 153.0 ~ 153.5nm의 범위의 세공 용치 LU(cc/g)	세공 직경 153.5 ~ 154.0nm의 범위의 세공 용치 LV(cc/g)	세공 직경 154.0 ~ 154.5nm의 범위의 세공 용치 LW(cc/g)	세공 직경 154.5 ~ 155.0nm의 범위의 세공 용치 LX(cc/g)	세공 직경 155.0 ~ 155.5nm의 범위의 세공 용치 LY(cc/g)	세공 직경 155.5 ~ 156.0nm의 범위의 세공 용치 LZ(cc/g)	세공 직경 156.0 ~ 156.5nm의 범위의 세공 용치 MA(cc/g)	세공 직경 156.5 ~ 157.0nm의 범위의 세공 용치 MB(cc/g)	세공 직경 157.0 ~ 157.5nm의 범위의 세공 용치 MC(cc/g)	세공 직경 157.5 ~ 158.0nm의 범위의 세공 용치 MD(cc/g)	세공 직경 158.0 ~ 158.5nm의 범위의 세공 용치 ME(cc/g)	세공 직경 158.5 ~ 159.0nm의 범위의 세공 용치 MF(cc/g)	세공 직경 159.0 ~ 159.5nm의 범위의 세공 용치 MG(cc/g)	세공 직경 159.5 ~ 160.0nm의 범위의 세공 용치 MH(cc/g)	세공 직경 160.0 ~ 160.5nm의 범위의 세공 용치 MI(cc/g)	세공 직경 160.5 ~ 161.0nm의 범위의 세공 용치 MJ(cc/g)	세공 직경 161.0 ~ 161.5nm의 범위의 세공 용치 MK(cc/g)	세공 직경 161.5 ~ 162.0nm의 범위의 세공 용치 ML(cc/g)	세공 직경 162.0 ~ 162.5nm의 범위의 세공 용치 MN(cc/g)	세공 직경 162.5 ~ 163.0nm의 범위의 세공 용치 MO(cc/g)	세공 직경 163.0 ~ 163.5nm의 범위의 세공 용치 MP(cc/g)	세공 직경 163.5 ~ 164.0nm의 범위의 세공 용치 MQ(cc/g)	세공 직경 164.0 ~ 164.5nm의 범위의 세공 용치 MR(cc/g)	세공 직경 164.5 ~ 165.0nm의 범위의 세공 용치 MS(cc/g)	세공 직경 165.0 ~ 165.5nm의 범위의 세공 용치 MT(cc/g)	세공 직경 165.5 ~ 166.0nm의 범위의 세공 용치 MU(cc/g)	세공 직경 166.0 ~ 166.5nm의 범위의 세공 용치 MV(cc/g)	세공 직경 166.5 ~ 167.0nm의 범위의 세공 용치 MW(cc/g)	세공 직경 167.0 ~ 167.5nm의 범위의 세공 용치 MX(cc/g)	세공 직경 167.5 ~ 168.0nm의 범위의 세공 용치 MY(cc/g)	세공 직경 168.0 ~ 168.5nm의 범위의 세공 용치 MZ(cc/g)	세공 직경 168.5 ~ 169.0nm의 범위의 세공 용치 NA(cc/g)	세공 직경 169.0 ~ 169.5nm의 범위의 세공 용치 NB(cc/g)	세공 직경 169.5 ~ 170.0nm의 범위의 세공 용치 NC(cc/g)	세공 직경 170.0 ~ 170.5nm의 범위의 세공 용치 ND(cc/g)	세공 직경 170.5 ~ 171.0nm의 범위의 세공 용치 NE(cc/g)	세공 직경 171.0 ~ 171.5nm의 범위의 세공 용치 NF(cc/g)	세공 직경 171.5 ~ 172.0nm의 범위의 세공 용치 NG(cc/g)	세공 직경 172.0 ~ 172.5nm의 범위의 세공 용치 NH(cc/g)	세공 직경 172.5 ~ 173.0nm의 범위의 세공 용치 NI(cc/g)	세공 직경 173.0 ~ 173.5nm의 범위의 세공 용치 NJ(cc/g)	세공 직경 173.5 ~ 174.0nm의 범위의 세공 용치 NK(cc/g)	세공 직경 174.0 ~ 174.5nm의 범위의 세공 용치 NL(cc/g)	세공 직경 174.5 ~ 175.0nm의 범위의 세공 용치 NM(cc/g)	세공 직경 175.0 ~ 175.5nm의 범위의 세공 용치 NO(cc/g)	세공 직경 175.5 ~ 176.0nm의 범위의 세공 용치 NP(cc/g)	세공 직경 176.0 ~ 176.5nm의 범위의 세공 용치 NQ(cc/g)	세공 직경 176.5 ~ 177.0nm의 범위의 세공 용치 NR(cc/g)	세공 직경 177.0 ~ 177.5nm의 범위의 세공 용치 NS(cc/g)	세공 직경 177.5 ~ 178.0nm의 범위의 세공 용치 NT(cc/g)	세공 직경 178.0 ~ 178.5nm의 범위의 세공 용치 NU(cc/g)	세공 직경 178.5 ~ 179.0nm의 범위의 세공 용치 NV(cc/g)	세공 직경 179.0 ~ 179.5nm의 범위의 세공 용치 NW(cc/g)

표 2

		비교예1	비교예2	비교예3	비교예4	비교예5	비교예6	비교예7
제조조건	원료	석탄 피지	석탄 피지	석탄 피지	석탄 피지	석탄 피지	페놀 수지	페놀 수지
	금속중	-	-	Y	Y	-	-	-
	바나듐 화합물 첨가량(질량부)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	이트륨 화합물 첨가량(질량부)	0.00	0.00	1.3	1.3	0.00	0.00	0.00
	활성탄 전구체 중의 바나듐(V) 함유량(질량%)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	활성탄 전구체 중의 이트륨(Y) 함유량(질량%)	0.000	0.000	0.25	0.25	0.000	0.000	0.000
	부활 분위기 (%)	CO ₂	0	0	0	100	-	-
		H ₂ O	100	100	100	0	-	-
		O ₂	0	0	0	0	-	-
		N ₂	0	0	0	0	-	-
		CO	0	0	0	0	-	-
		기타	0	0	0	0	-	-
	부활 온도(°C)	875	875	900	900	950	-	-
	부활 시간(min)	25	40	20	25	90	-	-
활성탄 물성값	활성탄 중의 바나듐 함유량(질량%)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	활성탄 중의 이트륨 함유량(질량%)	0.000	0.000	0.66	0.83	0.000	0.000	0.000
	세공 직경 0.65nm 이하의 세공 용적(cc/g)	0.199	0.221	0.075	0.059	0.205	0.254	0.338
	세공 직경 0.8nm 이하의 세공 용적(cc/g)	0.281	0.333	0.149	0.118	0.328	0.344	0.468
	세공 직경 1.0nm 이하의 세공 용적 A(cc/g)	0.311	0.401	0.241	0.196	0.428	0.364	0.505
	세공 직경 1.5nm 이하의 세공 용적 B(cc/g)	0.314	0.465	0.339	0.312	0.496	0.364	0.542
	세공 직경 2.0nm 이하의 세공 용적 C(cc/g)	0.315	0.476	0.410	0.395	0.497	0.364	0.548
	세공 직경 2.0nm 이상의 세공 용적(cc/g)	0.000	0.000	0.162	0.644	0.000	0.000	0.000
	세공 직경 1.0 ~ 1.5nm 이하의 세공 용적(cc/g)	0.003	0.064	0.098	0.116	0.068	0.000	0.037
	세공 직경 1.0 ~ 2.0nm 이하의 세공 용적(cc/g)	0.004	0.075	0.169	0.199	0.069	0.000	0.043
	세공 직경 0.65 ~ 0.8nm의 범위의 세공 용적(cc/g)	0.082	0.112	0.074	0.059	0.123	0.090	0.130
	세공 직경 0.65 ~ 1.0nm의 범위의 세공 용적 E(cc/g)	0.112	0.180	0.186	0.137	0.223	0.110	0.167
	세공 직경 0.8 ~ 1.5nm의 범위의 세공 용적(cc/g)	0.033	0.132	0.190	0.194	0.168	0.020	0.074
	세공 직경 1.5 ~ 2.0nm의 세공 용적 D(cc/g)	0.001	0.011	0.071	0.083	0.001	0.000	0.006
	세공 용적 A/세공 용적 B	0.990	0.862	0.711	0.628	0.863	1.000	0.932
	세공 용적 A/세공 용적 C	0.987	0.842	0.588	0.496	0.861	1.000	0.922
	세공 용적 B/세공 용적 C	0.997	0.977	0.827	0.790	0.998	1.000	0.989
	세공 용적 D/세공 용적 A	0.003	0.027	0.295	0.423	0.002	0.000	0.012
	비표면적(m ² /g)	829	1310	974	1248	1304	956	1434
	전체 세공 용적(cc/g)	0.315	0.476	0.572	1.039	0.497	0.364	0.548
	전체 세공 용적에 대한 세공 용적 A의 비율	0.987	0.842	0.421	0.189	0.861	1.000	0.922
	전체 세공 용적에 대한 세공 용적 B의 비율	0.997	0.977	0.593	0.300	0.998	1.000	0.989
	전체 세공 용적에 대한 세공 용적 C의 비율	1.000	1.000	0.717	0.380	1.000	1.000	1.000
	전체 세공 용적에 대한 세공 용적 D의 비율	0.003	0.023	0.124	0.080	0.002	0.000	0.011
	전체 세공 용적에 대한 세공 직경 0.65nm 이하의 세공 용적의 비율	0.632	0.464	0.131	0.057	0.412	0.698	0.617
	전체 세공 용적에 대한 세공 직경 0.8nm 이하의 세공 용적의 비율	0.892	0.700	0.260	0.114	0.660	0.945	0.854
	평균 섬유 직경(μm)	16.8	16.7	16.5	15.8	18.1	12.6	12.8
	디클로로메탄 평형 흡착 성능(질량%)	24.3	33.2	25.7	27.5	34.6	24.0	39.2

[0145]

[0146]

실시에 1 내지 18의 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.4cc/g 이상, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.2cc/g 이상, 또한, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.880 ~ 0.985인 것으로 디클로로메탄의 평형 흡착량이 우수한 것이었다.

[0147]

비교예 1의 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.4cc/g 미만이며, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.2cc/g 미만이며, 또한, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.985를 초과하는 것으로 디클로로메탄의 평형 흡착량이 열등하였다.

[0148]

비교예 2의 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.2cc/g 미만인 것으로 디클로로메탄의 평형 흡착량이 열등하였다.

[0149]

비교예 3 및 4의 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.4cc/g 미만이며, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.2cc/g 미만이며, 또한, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.880 미만인 것으로 디클로로메탄의 평형 흡착량이 열등하였다.

[0150]

비교예 5의 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.985를 초과하는 것으로 디클로로메탄의 평형 흡착량이 열등하였다.

[0151]

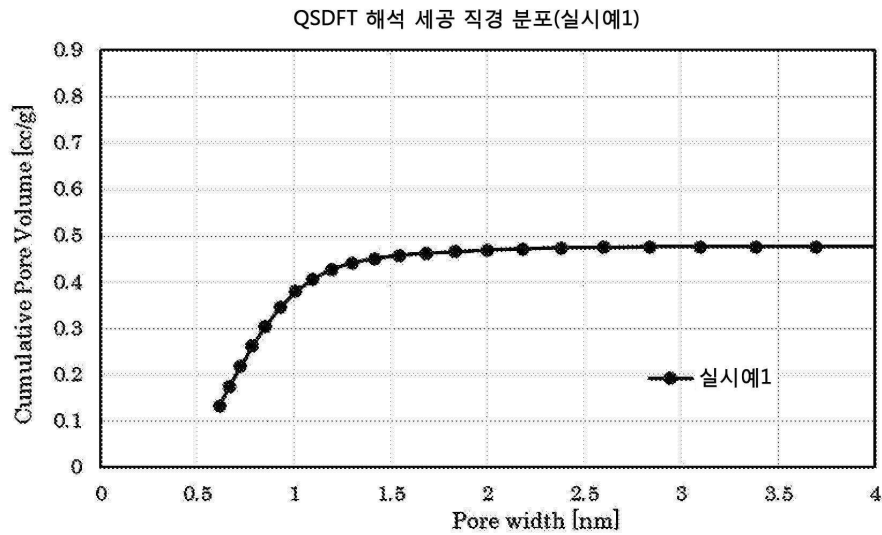
비교예 6의 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 1.5nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 B(cc/g)가 0.4cc/g 미만이며, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.2cc/g 미만이며, 또한, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.985를 초과하는 것으로 디클로로메탄의 평형 흡착량이 열등하였다.

[0152]

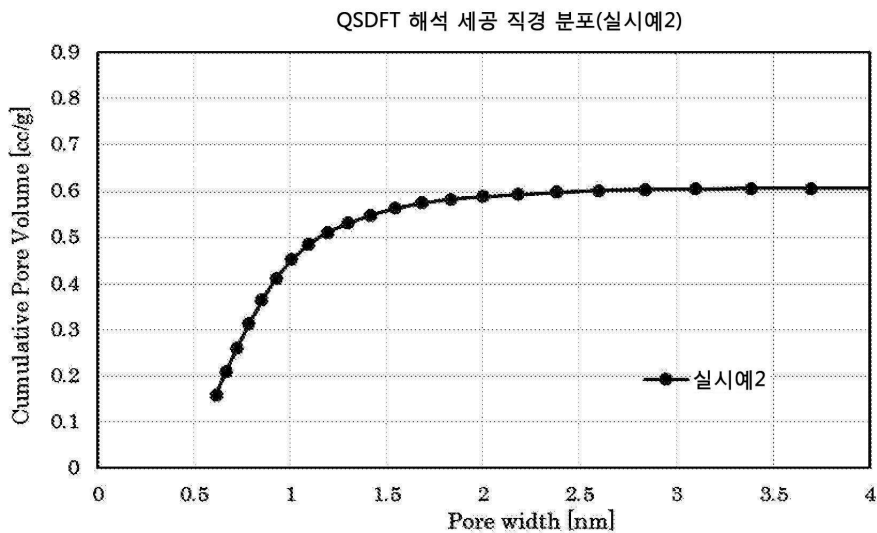
비교예 7의 활성탄은 QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 0.65nm 이상 1.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 E(cc/g)가 0.2cc/g 미만이며, 또한, QSDFT법에 의해 산출되는 세공 용적 중 2.0nm 이하의 범위의 세공 직경의 세공 용적 C에 대한 상기 세공 용적 B의 비율(B/C)이 0.985를 초과하는 것으로 디클로로메탄의 평형 흡착량이 열등하였다.

도면

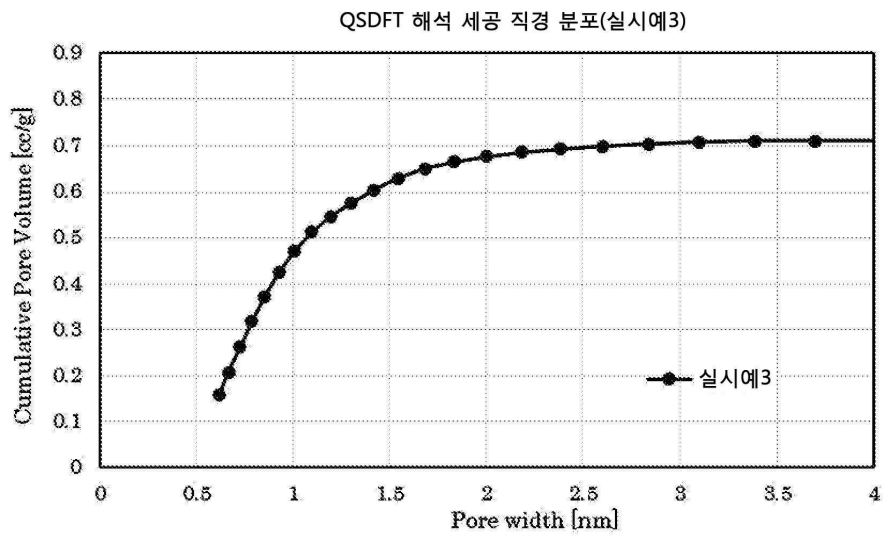
도면1



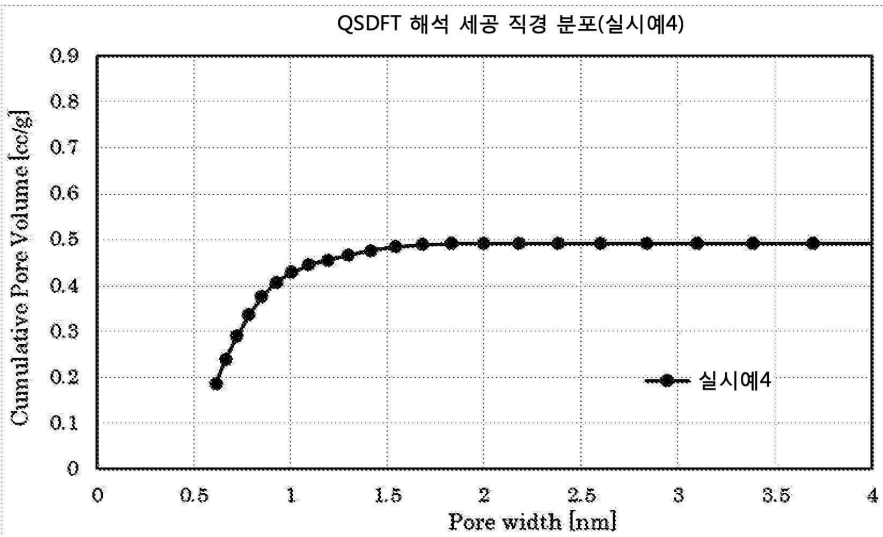
도면2



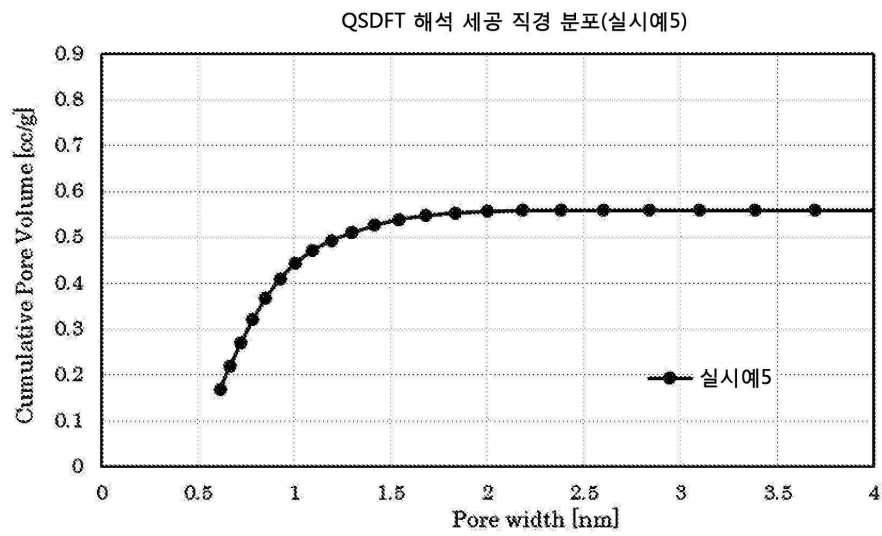
도면3



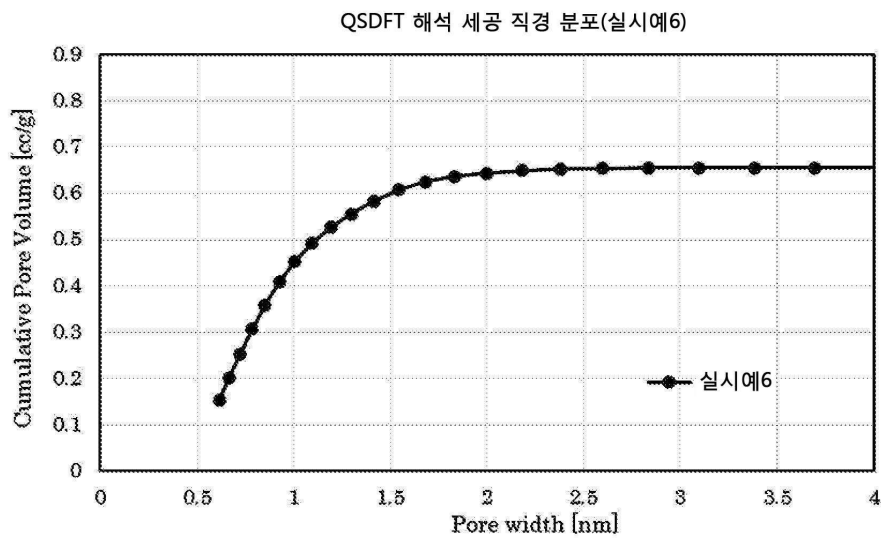
도면4



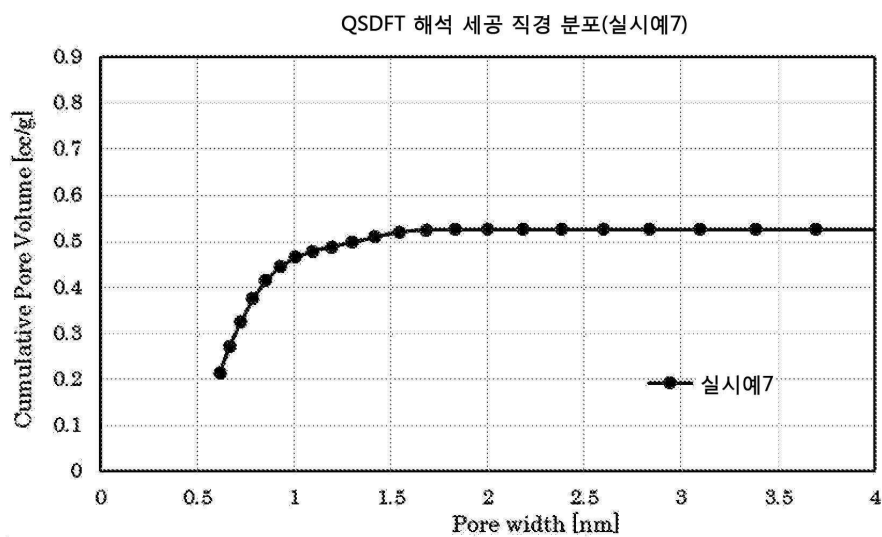
도면5



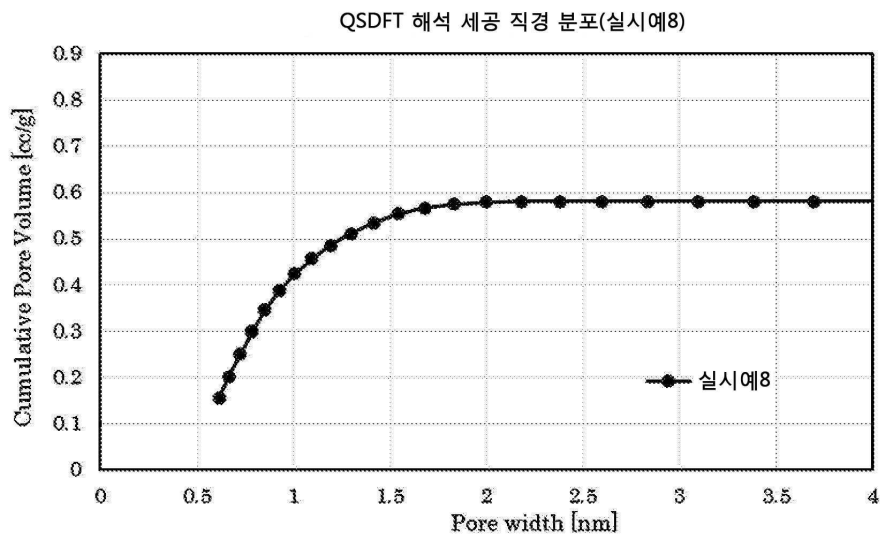
도면6



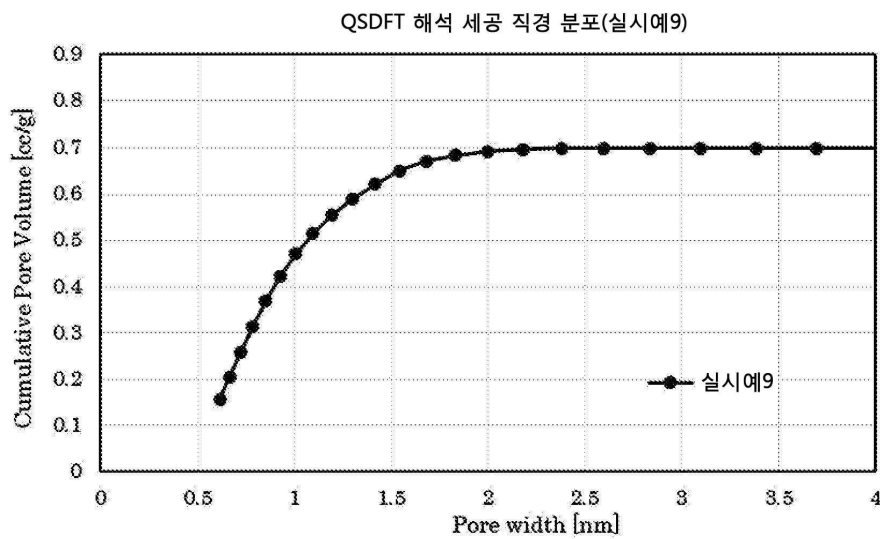
도면7



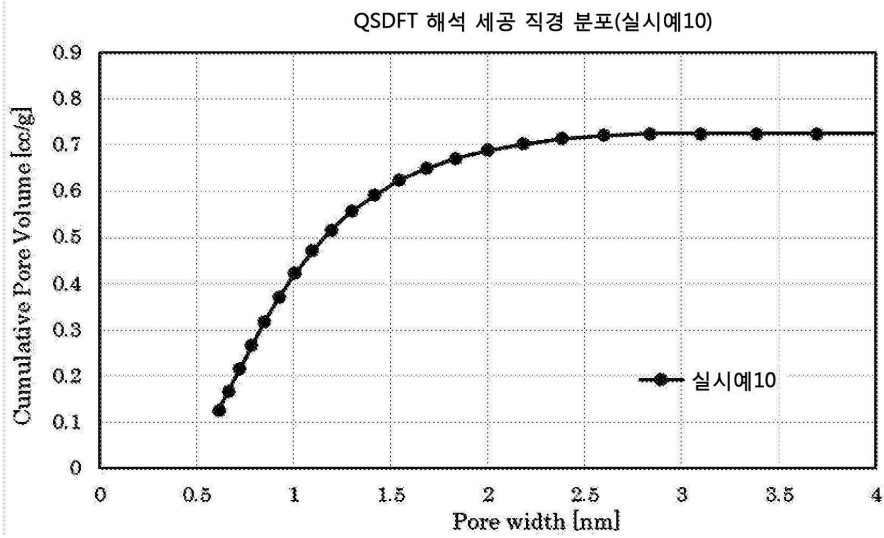
도면8



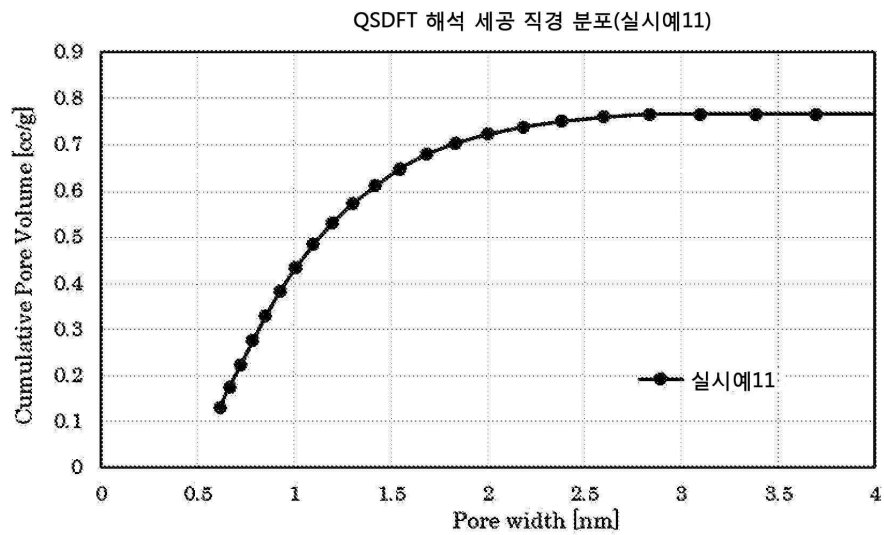
도면9



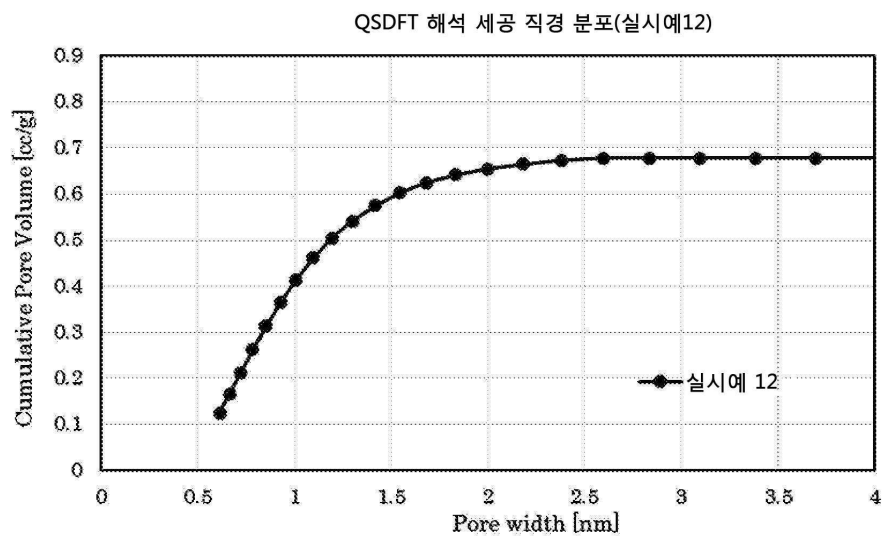
도면10



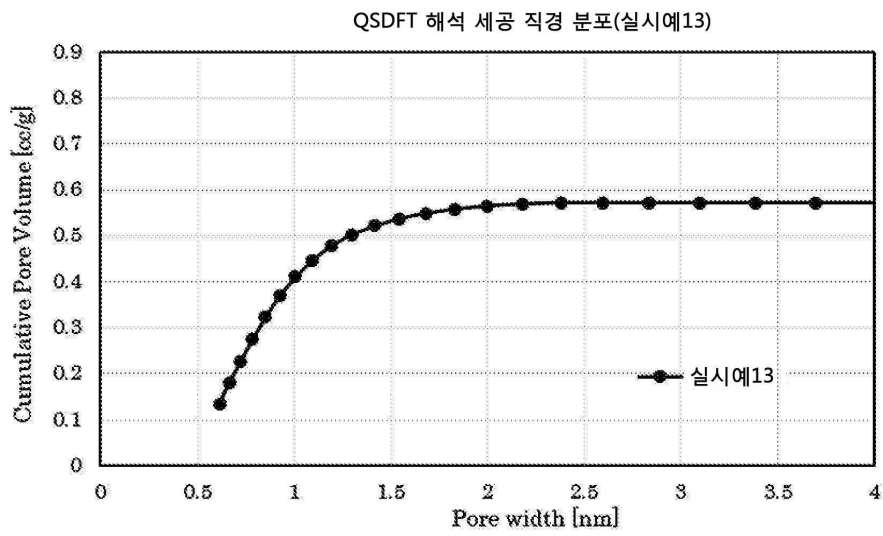
도면11



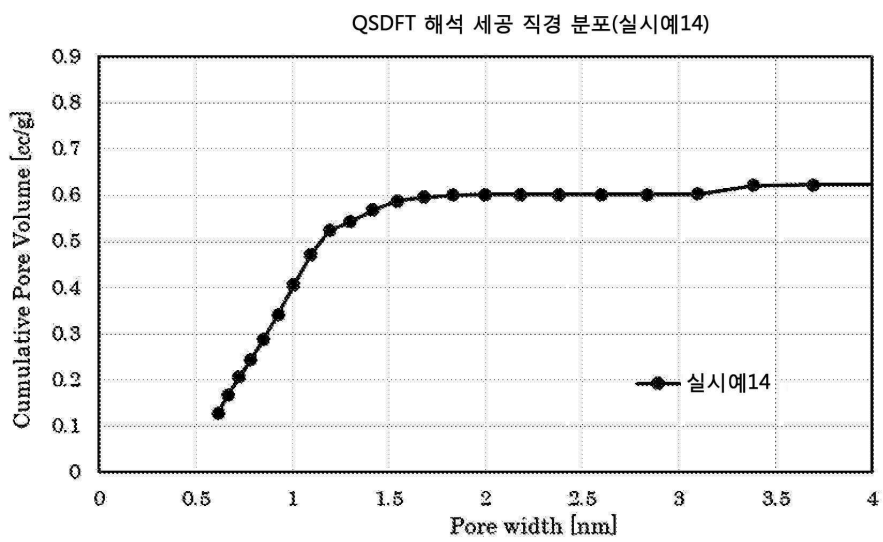
도면12



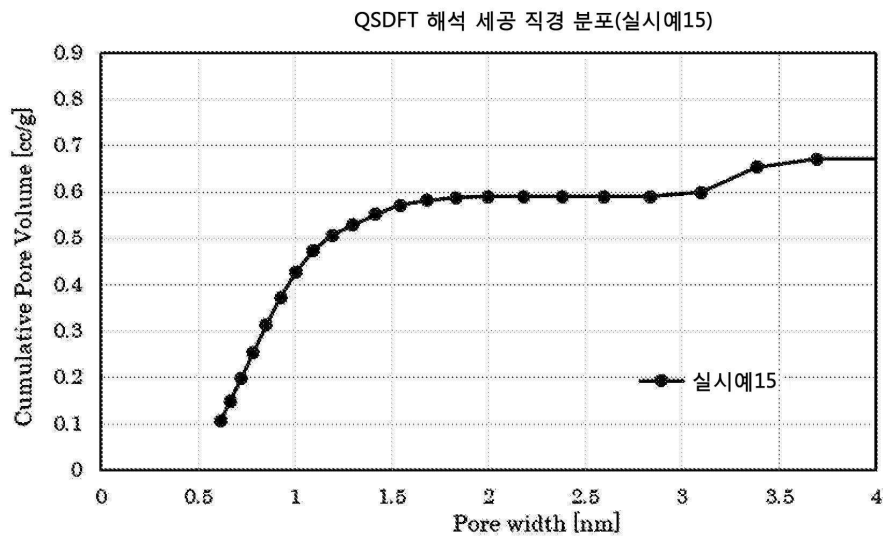
도면13



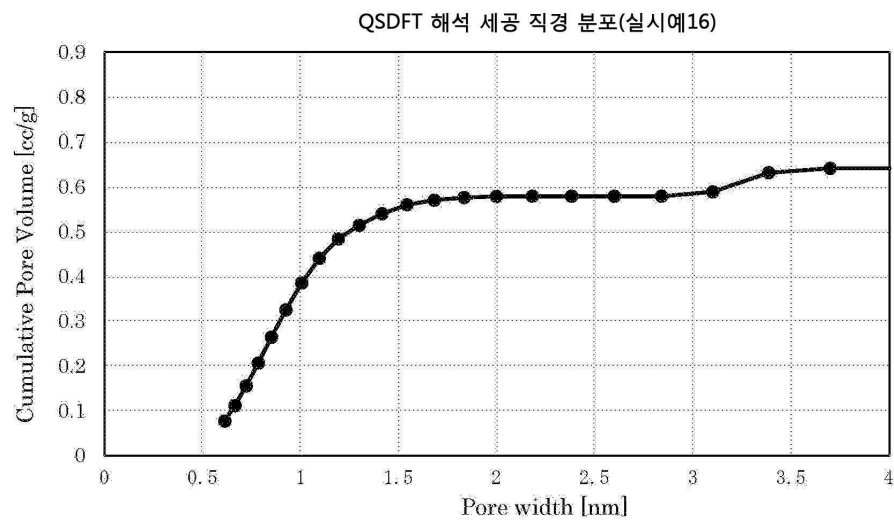
도면14



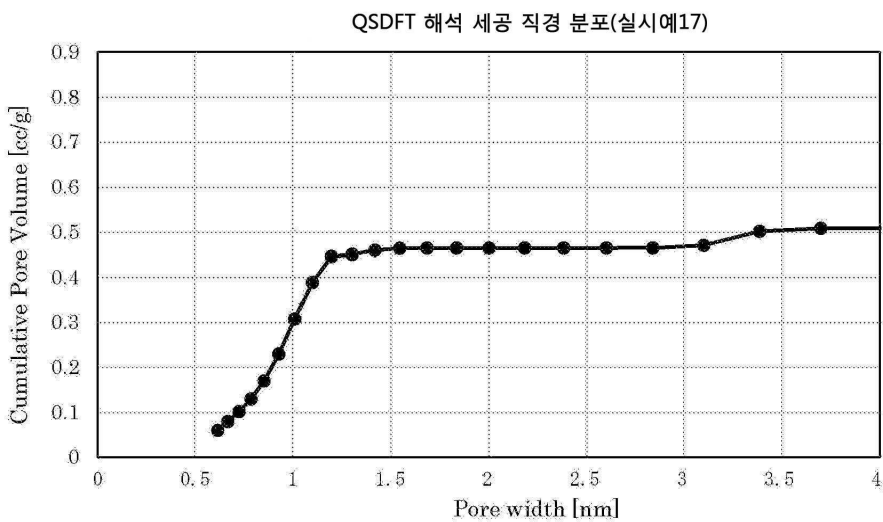
도면15



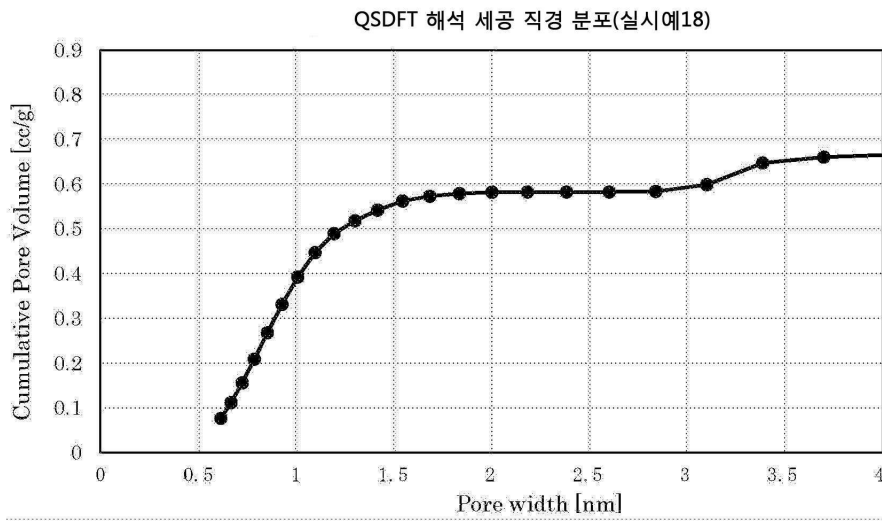
도면16



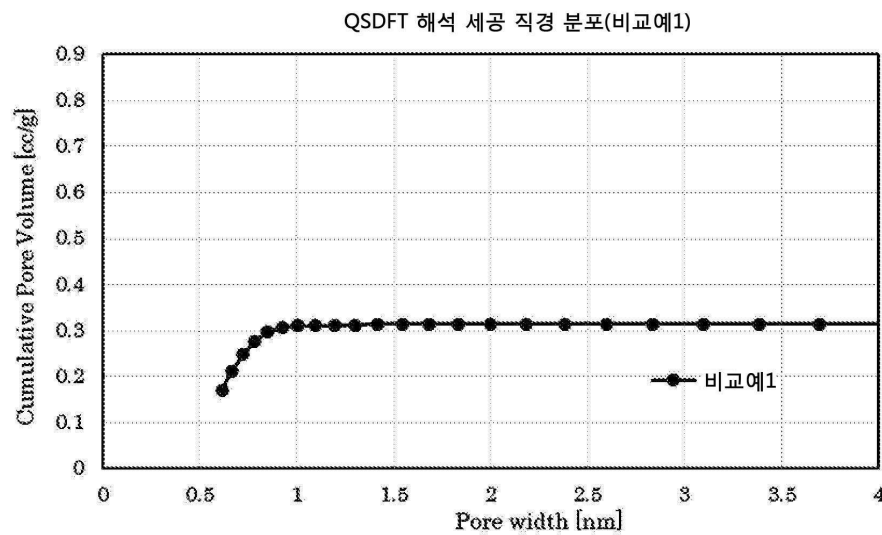
도면17



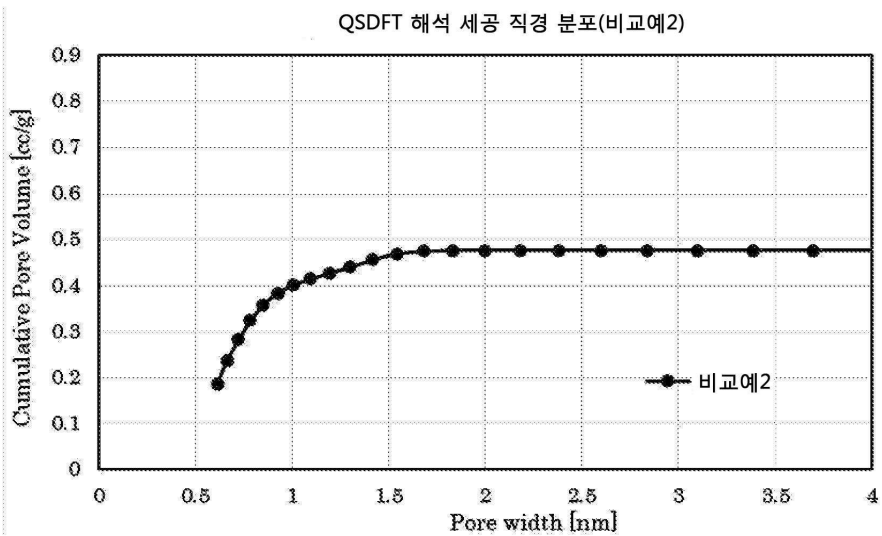
도면18



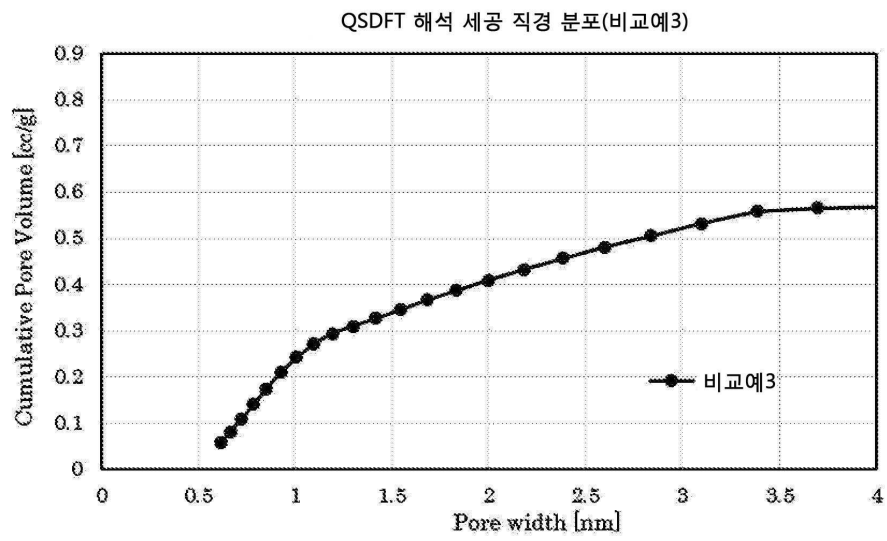
도면19



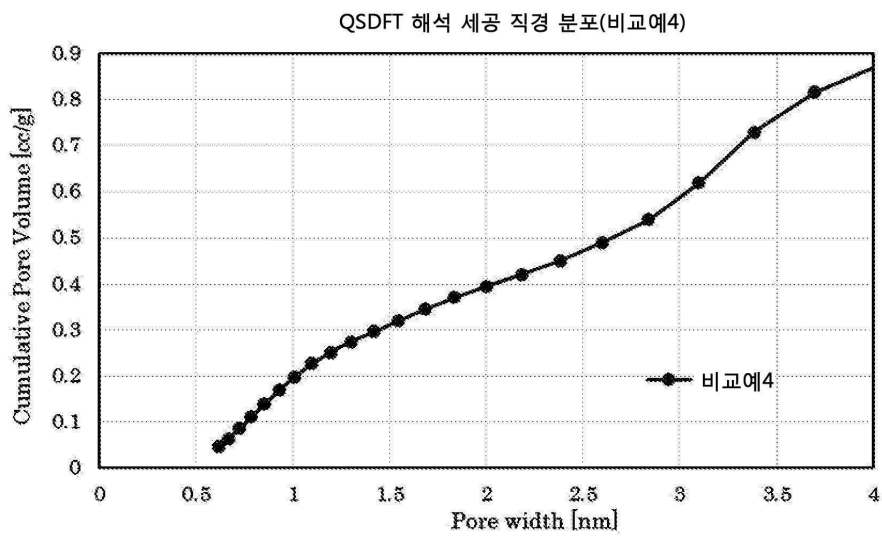
도면20



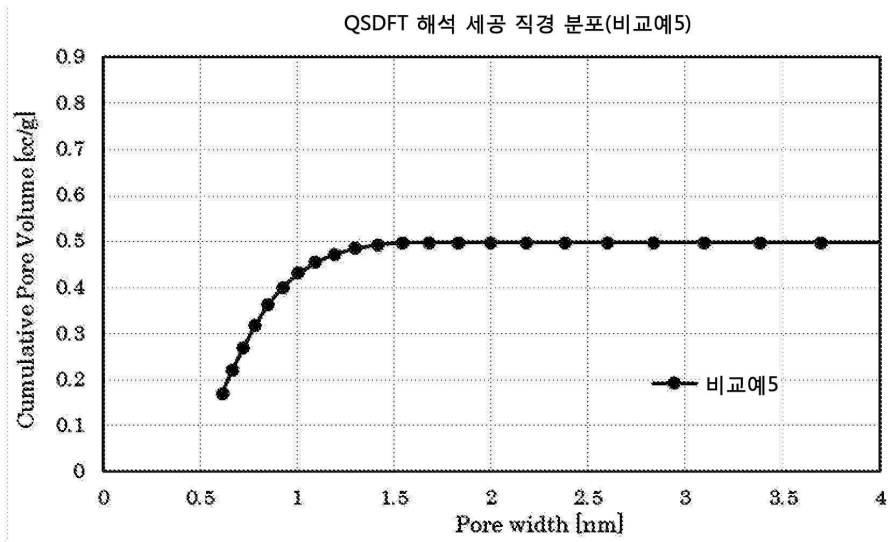
도면21



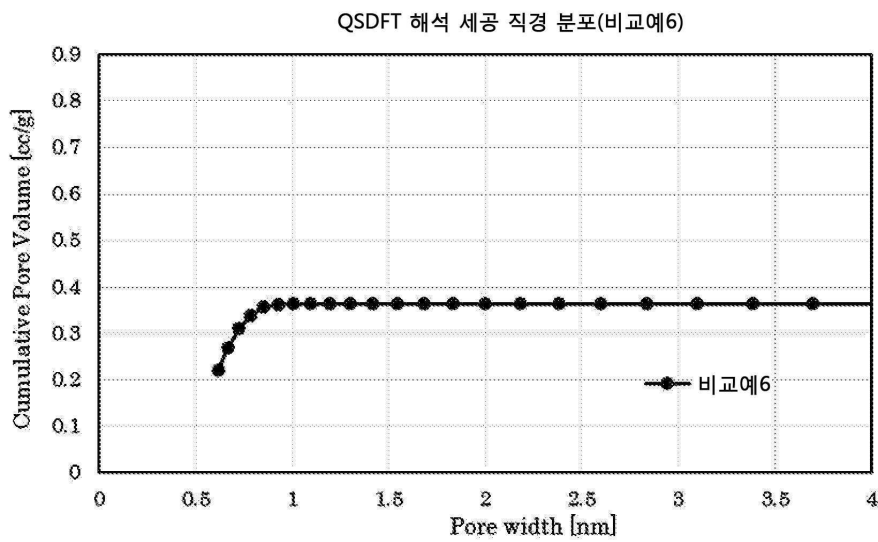
도면22



도면23



도면24



도면25

