

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0127529

(43) 공개일자 2023년09월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B01J 20/20 (2018.01) A62B 18/08 (2006.01)

B01D 39/20 (2006.01) B01D 53/02 (2006.01)

B01J 20/02 (2006.01) B01J 20/32 (2006.01)

B01J 23/06 (2006.01) B01J 23/72 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B01J 20/20 (2018.01)

A62B 18/08 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0024944

(22) 출원일자 2022년02월25일

심사청구일자 2022년02월25일

(71) 출원인

서강대학교산학협력단

서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)

(72) 발명자

문준혁

서울특별시 양천구 목동남로2길 60-7, 103동 603호 (신정동, 양천중앙하이츠)

김정욱

서울특별시 마포구 신수로 107, 104동 1205호 (신수동, 신촌삼익아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인엠에이피에스

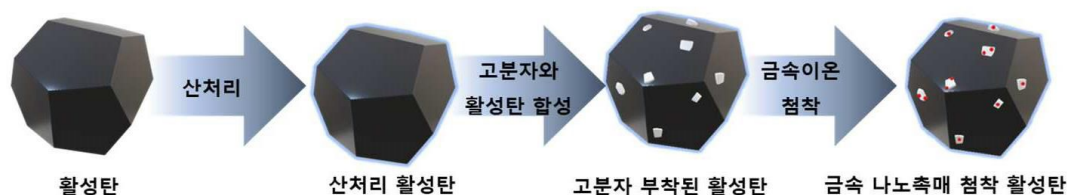
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 금속 나노 촉매 침착 가스 정화용 활성탄 및 이의 제조 방법

(57) 요약

본원은 금속 나노 촉매 침착 가스 정화용 활성탄 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

대표도



(52) CPC특허분류

B01D 39/2062 (2013.01)
B01D 53/02 (2013.01)
B01J 20/0237 (2013.01)
B01J 20/0244 (2013.01)
B01J 20/3204 (2013.01)
B01J 20/3236 (2013.01)
B01J 23/06 (2013.01)
B01J 23/72 (2013.01)

박준수

서울특별시 마포구

(72) 발명자

이민경

서울특별시 강남구 학동로68길 29, 103동 701호 (삼성동, 삼성동힐스테이트1단지아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	9991007948
과제번호	20-SN-BR-03
부처명	다부처
과제관리(전문)기관명	국방과학연구소
연구사업명	민군기술협력(R&D)(산업부,방사청)
연구과제명	플라즈마 공법 금속촉매 주입 및 고분자촉매 첨가 고효율 흡착/분해 활성탄 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	(재)철원플라즈마 산업기술연구원
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	9991007895
과제번호	19-CM-BR-03
부처명	다부처
과제관리(전문)기관명	국방과학연구소
연구사업명	민군기술협력(R&D)(산업부,방사청)
연구과제명	220mW급 UV-LED 및 화학/생물 작용제 제독/살균기 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	세미콘라이트
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

활성탄; 및

상기 활성탄에 분포된 고분자 및 금속 촉매를 포함하는, 가스 정화용 활성탄으로서,

상기 고분자는 상기 활성탄에 화학적으로 부착되는 것이고,

상기 금속 촉매는 상기 활성탄 및 상기 고분자에 화학적 및/또는 물리적으로 부착되는 것인, 가스 정화용 활성탄.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 고분자는 관능기로서 아민기를 포함하는 것인, 가스 정화용 활성탄.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 고분자는 폴리에틸렌이민 (polyethyleneimine, PEI), 폴리프로필렌이민 (polypropylenimine), 폴리도파민 (polydopamine), 폴리비닐아민 (poly(vinylamine)), 폴리알릴아민 (poly(allylamine)), 폴리리신 (polylysine), 아민화 메틸셀룰로오스 및 아민화 에틸셀룰로오스에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것인, 가스 정화용 활성탄.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 금속 촉매는 Cu, Zn, Mo, Ag, Mn, V, Cr, Ni, W, Pb, 및 이들의 합금에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것인, 가스 정화용 활성탄.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 고분자 및 상기 금속 촉매는 결합하여 금속 착이온을 형성하는 것인, 가스 정화용 활성탄.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 가스 정화용 활성탄은 시안화수소, 염소, 염화수소, 황화수소, 이산화유황, 포름알데하이드, 암모니아, 메르캅탄, 브롬, 불화 수소, 브롬화수소, 메틸아민, 포스겐, 사염화탄소, 아크릴로니트릴, 아크릴알데히드, 일산화탄소, 이산화탄소, 불소, 브롬화메탄, 염화메탄, 염화프렌, 산화에틸렌, 벤젠, 포스겐, 요오드화수소, 겨자가스, 알진, 모노실란, 디실란, 디보레인, 세렌화수소, 포스핀, 및 모노게르만에서 선택되는 하나 이상의 유해 가스를 흡착하는 것인, 가스 정화용 활성탄.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 가스 정화용 활성탄은 방독면 필터, 공기정화용 필터, 또는 액체정화용 필터로서 사용되는 것인, 가스 정화용 활성탄.

청구항 8

활성탄을 산 처리하여 산 처리된 활성탄을 수득하는 것;

상기 산 처리된 활성탄에 고분자 함유 용액을 분무하여 고분자가 부착된 활성탄을 수득하는 것; 및

상기 고분자가 부착된 활성탄에 금속염 함유 용액을 함침하여 가스 정화용 활성탄을 수득하는 것

을 포함하는, 가스 정화용 활성탄의 제조 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 고분자는 관능기로서 아민기를 포함하는 것인, 가스 정화용 활성탄의 제조 방법.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 고분자는 폴리에틸렌이민 (polyethyleneimine, PEI), 폴리프로필렌이민 (polypropylenimine), 폴리로파민 (polydopamine), 폴리비닐아민 (poly(vinylamine)), 폴리알릴아민 (poly(allylamine)), 폴리로신 (polylysine), 아민화 메틸셀룰로오스 및 아민화 에틸셀룰로오스에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것인, 가스 정화용 활성탄의 제조 방법.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 고분자 함유 용액의 고분자 농도는 1 mg/mL 내지 500 mg/mL인 것인, 가스 정화용 활성탄의 제조 방법.

청구항 12

제 8 항에 있어서,

상기 금속염 함유 용액은 금속염으로서 Cu염, Zn염, Mo염, Ag염, Mn염, V염, Cr염, Ni염, W염, 및 Pb염에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것인, 가스 정화용 활성탄의 제조 방법.

청구항 13

제 8 항에 있어서,

상기 금속염 함유 용액은 금속염으로서 Cu염 및 Zn염에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것인, 가스 정화용 활성탄의 제조 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 Cu염 100 중량부에 대하여, 상기 Zn염의 함량은 50 내지 100 중량부인 것인, 가스 정화용 활성탄의 제조 방법.

발명의 설명**기술 분야**

[0001] 본원은 금속 나노 촉매 침착 가스 정화용 활성탄 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 산업화가 진행됨에 따라 미세먼지, 산업용 유독 가스 등이 증가하였으며, 이로 인해 대기의 오염 및 실내 공기의 오염이 심해져 인체에 악영향을 끼치고 있다. 또한, 시안화수소(HCN), 황화수소(H₂S) 가스 등 다양한 화학작용제에 대한 위협을 대비하기 위하여 다양한 기술들이 요구되고 있다.

[0003] 활성탄은 대부분의 구성물질이 탄소질인 물질로서, 목재 등을 활성화제인 염화아연이나 인산과 같은 약품으로 처리하여, 건조시키거나 목탄을 수증기로 활성화시켜 제조한다. 활성탄은 다공성 탄소질로서, 통상적으로 1000 m²/g 이상의 높은 비표면적을 가지므로, 수백나노미터 내지 수마이크로미터 직경의 입자를 흡착하는데 효과적이다. 그러나, 활성탄은 표면이 비극성인 특징으로 인하여, 극성을 갖는 유기화합물과 같은 유해 물질의 흡착에는 한계가 있다. 이와 같은 한계를 보완하기 위하여, 활성탄에 금속 착이온 및 착화합물을 침착하여 극성 물질에 대한 흡착력을 향상시키는 방법이 사용되고 있다. 종래의 분무 함침 활성탄 제조는 활성탄 표면에 착이온 및 착화합물을 물리적으로 흡착하는 방법을 활용한 것으로서, 함침하는 금속으로 구리(Cu), 아연(Zn), 은(Ag), 크로뮴(Cr), 망간(Mn), 철(Fe) 등이 활용되고 있다. 그러나, 이는, 수분에 노출되는 등의 외부 환경에 의한 화학적 안정성이 매우 떨어지는 문제점이 있다.

선행기술문헌**특허문헌**

[0004] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1908998호.

발명의 내용**해결하려는 과제**

[0005] 본원은 금속 나노 촉매 침착 가스 정화용 활성탄 및 이의 제조 방법을 제공하고자 한다.

[0006] 그러나, 본원이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본원의 제 1 측면은, 활성탄; 및 상기 활성탄에 분포된 고분자 및 금속 촉매를 포함하는, 가스 정화용 활성탄으로서, 상기 고분자는 상기 활성탄에 화학적으로 부착되는 것이고, 상기 금속 촉매는 상기 활성탄 및 상기 고분자에 화학적 및/또는 물리적으로 부착되는 것인, 가스 정화용 활성탄을 제공한다.

[0008] 본원의 제 2 측면은, 활성탄을 산 처리하여 산 처리된 활성탄을 수득하는 것; 상기 산 처리된 활성탄에 고분자 함유 용액을 분무하여 고분자가 부착된 활성탄을 수득하는 것; 및 상기 고분자가 부착된 활성탄에 금속염 함유 용액을 함침하여 가스 정화용 활성탄을 수득하는 것을 포함하는, 가스 정화용 활성탄의 제조 방법을 제공한다.

발명의 효과

- [0009] 본원의 구현예들에 따른 가스 정화용 활성탄은, 활성탄 및 활성탄에 분포된 고분자 및 금속 촉매를 포함하는 것으로서, 고분자는 금속 촉매와 활성탄을 화학적으로 결합시키는 점착제 역할을 할 수 있다. 이에, 종래의 금속 촉매가 물리적으로 함침된 활성탄과 비교하여, 보관 안정성 및 금속 촉매의 분산성이 향상되는 특징이 있다.
- [0010] 본원의 구현예들에 따른 가스 정화용 활성탄은 보관 안정성이 향상되어 유통기한이 증가되고, 금속 촉매의 분산성이 향상되어 유해 가스 흡착 성능이 증가되므로 파과 시간이 증가되는 특징이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0011] 도 1은, 본원의 일 구현예에 있어서, 금속 나노 촉매 침착 가스 정화용 활성탄의 제조 과정 모식도이다.
- 도 2는, 본원의 일 구현예에 있어서, 산 처리된 활성탄에 고분자가 결합하는 모습을 나타낸 모식도이다.
- 도 3은, 본원의 일 구현예에 있어서, 고분자가 부착된 활성탄에 구리 이온이 결합하는 모습을 나타낸 모식도이다.
- 도 4의 a는, 본원의 일 실시예에 있어서, 금속 나노 촉매 침착 가스 정화용 활성탄의 주사전자현미경(scanning electron microscope, SEM) 사진이다.
- 도 4의 b 내지 d는, 본원의 일 실시예에 있어서, 금속 나노 촉매 침착 가스 정화용 활성탄의 에너지 분산 X선 분광법(energy dispersive X-ray spectroscopy, EDS) 사진이다.
- 도 5의 a는, 본원의 일 실시예에 있어서, 금속 나노 촉매 침착 가스 정화용 활성탄의 투과전자현미경(transmission electron microscope, TEM) 사진이다.
- 도 5의 b 내지 d는, 본원의 일 실시예에 있어서, 금속 나노 촉매 침착 가스 정화용 활성탄의 EDS 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본원의 구현예 및 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본원은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 구현예 및 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0013] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다.
- [0014] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.
- [0015] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0016] 본 명세서에서 사용되는 정도의 용어 "약", "실질적으로" 등은 언급된 의미에 고유한 제조 및 물질 허용오차가 제시될 때 그 수치에서 또는 그 수치에 근접한 의미로 사용되고, 본원의 이해를 돕기 위해 정확하거나 절대적인 수치가 언급된 개시 내용을 비양심적인 침해자가 부당하게 이용하는 것을 방지하기 위해 사용된다.
- [0017] 본원 명세서 전체에서 사용되는 정도의 용어 “~ 하는 단계” 또는 “~의 단계”는 “~를 위한 단계”를 의미하지 않는다.
- [0018] 본원 명세서 전체에서, 마쿠시 형식의 표현에 포함된 "이들의 조합(들)"의 용어는 마쿠시 형식의 표현에 기재된 구성 요소들로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 혼합 또는 조합을 의미하는 것으로서, 상기 구성 요소들로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것을 의미한다.
- [0019] 본원 명세서 전체에서, "A 및/또는 B"의 기재는, "A 또는 B, 또는 A 및 B"를 의미한다.

- [0021] 이하, 본원의 구현예를 상세히 설명하였으나, 본원은 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0023] 본원의 제 1 측면은, 활성탄; 및 상기 활성탄에 분포된 고분자 및 금속 촉매를 포함하는, 가스 정화용 활성탄으로서, 상기 고분자는 상기 활성탄에 화학적으로 부착되는 것이고, 상기 금속 촉매는 상기 활성탄 및 상기 고분자에 화학적 및/또는 물리적으로 부착되는 것인, 가스 정화용 활성탄을 제공한다.
- [0024] 여기서, "화학적으로 부착되는 것"은 원자 또는 원자단의 집합체에서 구성 원자들을 하나의 단위체로 간주할 수 있도록 하는 인력 또는 결합이 작용하는 상태를 의미하며, "물리적으로 부착되는 것"은 둘 이상의 물질이 성분의 변화 없이 해당 성질을 보유하는 분자, 결정 등이 유지된 상태에서 다른 성분과 인력이 작용하는 상태를 의미한다.
- [0025] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 활성탄은 산 처리된 활성탄일 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 활성탄은 산 처리됨으로써 표면에 하이드록시기 및/또는 카복실기를 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0026] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 고분자는 관능기로서 아민기를 포함하는 것일 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 아민기는 아미노기일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0027] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 산 처리된 활성탄의 하이드록시기 및/또는 카복실기와 상기 고분자의 아민기는 탈수 반응을 통하여 결합하는 것일 수 있다. 여기서, 상기 탈수 반응을 통하여 상기 고분자는 상기 활성탄에 화학적으로 부착되는 것일 수 있다.
- [0028] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 고분자는 폴리에틸렌이민 (polyethyleneimine, PEI), 폴리프로필렌이민 (polypropyleneimine), 폴리도파민 (polydopamine), 폴리비닐아민 (poly(vinylamine)), 폴리알릴아민 (poly(allylamine)), 폴리리신 (polylysine), 아민화 메틸셀룰로오스 및 아민화 에틸셀룰로오스에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0029] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 금속 촉매는 Cu, Zn, Mo, Ag, Mn, V, Cr, Ni, W, Pb, 및 이들의 합금에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0030] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 금속 촉매는 금속염으로서 존재하는 것일 수 있다.
- [0031] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 고분자 및 상기 금속 촉매는 결합하여 금속 착이온을 형성하는 것일 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 고분자 및 상기 금속 촉매는 배위결합하여 금속 착이온을 형성하는 것일 수 있다.
- [0032] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 금속 촉매는 상기 고분자와의 배위결합을 통하여 상기 활성탄과 안정적으로 결합하므로, 상기 가스 정화용 활성탄은 종래의 금속 촉매가 물리적으로 함침된 활성탄과 비교하여, 습기와 같은 외부 요인에 대한 보관 안정성이 향상될 수 있고, 금속 촉매의 분산성이 향상되므로 유해 가스 흡착 성능이 향상될 수 있다.
- [0033] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 금속 촉매의 크기는 약 1 nm 내지 약 100 nm일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 금속 촉매의 크기는 약 1 nm 내지 약 100 nm, 약 1 nm 내지 약 80 nm, 약 1 nm 내지 약 60 nm, 약 1 nm 내지 약 40 nm, 약 1 nm 내지 약 20 nm, 약 5 nm 내지 약 100 nm, 약 5 nm 내지 약 80 nm, 약 5 nm 내지 약 60 nm, 약 5 nm 내지 약 40 nm, 또는 약 5 nm 내지 약 20 nm일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0034] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 가스 정화용 활성탄은 시안화수소, 염소, 염화수소, 황화수소, 이산화유황, 포름알데하이드, 암모니아, 메르캅탄, 브롬, 불화 수소, 브롬화수소, 메틸아민, 포스겐, 사염화탄소, 아크릴로니트릴, 아크릴알데하이드, 일산화탄소, 이황화탄소, 불소, 브롬화메탄, 염화메탄, 염화프렌, 산화에틸렌, 벤젠, 포스겐, 요오드화수소, 겨자가스, 알진, 모노실란, 디실란, 디보레인, 세렌화수소, 포스핀, 및 모노케르만에서 선택되는 하나 이상의 유해 가스(화학작용제)를 흡착하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0035] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 가스 정화용 활성탄은 방독면 필터, 공기정화용 필터, 또는 액체정화용 필터로서 사용되는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

- [0037] 본원의 제 2 측면은, 활성탄을 산 처리하여 산 처리된 활성탄을 수득하는 것; 상기 산 처리된 활성탄에 고분자 함유 용액을 분무하여 고분자가 부착된 활성탄을 수득하는 것; 및 상기 고분자가 부착된 활성탄에 금속염 함유 용액을 침지하여 가스 정화용 활성탄을 수득하는 것을 포함하는, 가스 정화용 활성탄의 제조 방법을 제공한다.
- [0038] 본원의 제 1 측면과 중복되는 부분들에 대해서는 상세한 설명을 생략하였으나, 본원의 제 1 측면에 대해 설명한 내용은 본원의 제 2 측면에서 그 설명이 생략되었다라도 동일하게 적용될 수 있다.
- [0039] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 산 처리는, 산 용액 및 증류수를 약 0.5:1 내지 약 2:1의 부피비로 혼합하여 제조한 산 용액에 상기 활성탄을 침지하여 수행하는 것일 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 산 용액은 질산, 염산, 및 황산에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0040] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 산 처리는 약 60℃ 내지 약 100℃의 온도에서, 약 1 시간 내지 약 3 시간 동안 수행되는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 바람직한 일례로서, 상기 산 처리는 약 80℃에서 약 2 시간 동안 수행되는 것일 수 있다.
- [0041] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 고분자는 관능기로서 아민기를 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0042] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 고분자는 폴리에틸렌이민 (polyethyleneimine, PEI), 폴리프로필렌이민 (polypropyleneimine), 폴리도파민 (polydopamine), 폴리비닐아민 (poly(vinylamine)), 폴리알릴아민 (poly(allylamine)), 폴리로신 (polylysine), 아민화 메틸셀룰로오스 및 아민화 에틸셀룰로오스에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0043] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 고분자 함유 용액의 고분자 농도는 약 1 mg/mL 내지 약 500 mg/mL인 것일 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 고분자 함유 용액의 고분자 농도는 약 1 mg/mL 내지 약 500 mg/mL, 약 1 mg/mL 내지 약 450 mg/mL, 약 1 mg/mL 내지 약 400 mg/mL, 약 1 mg/mL 내지 약 350 mg/mL, 약 1 mg/mL 내지 약 300 mg/mL, 약 1 mg/mL 내지 약 250 mg/mL, 약 10 mg/mL 내지 약 500 mg/mL, 약 10 mg/mL 내지 약 450 mg/mL, 약 10 mg/mL 내지 약 400 mg/mL, 약 10 mg/mL 내지 약 350 mg/mL, 약 10 mg/mL 내지 약 300 mg/mL, 약 10 mg/mL 내지 약 250 mg/mL, 약 50 mg/mL 내지 약 500 mg/mL, 약 50 mg/mL 내지 약 450 mg/mL, 약 50 mg/mL 내지 약 400 mg/mL, 약 50 mg/mL 내지 약 350 mg/mL, 약 50 mg/mL 내지 약 300 mg/mL, 약 50 mg/mL 내지 약 250 mg/mL, 약 100 mg/mL 내지 약 500 mg/mL, 약 100 mg/mL 내지 약 450 mg/mL, 약 100 mg/mL 내지 약 400 mg/mL, 약 100 mg/mL 내지 약 350 mg/mL, 약 100 mg/mL 내지 약 300 mg/mL, 약 100 mg/mL 내지 약 250 mg/mL, 약 150 mg/mL 내지 약 500 mg/mL, 약 150 mg/mL 내지 약 450 mg/mL, 약 150 mg/mL 내지 약 400 mg/mL, 약 150 mg/mL 내지 약 350 mg/mL, 약 150 mg/mL 내지 약 300 mg/mL, 또는 약 150 mg/mL 내지 약 250 mg/mL인 것일 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 고분자 함유 용액의 고분자 농도가 적정 범위 이하일 경우, 상기 활성탄에 대한 상기 고분자의 부착량이 감소하므로 상기 고분자의 화학적 점착 성능이 감소할 수 있고, 상기 고분자 함유 용액의 고분자 농도가 적정 범위 이상일 경우, 상기 고분자 함유 용액을 상기 활성탄에 코팅하는 공정에서 문제점이 발생할 수 있으며 상기 활성탄에 대한 상기 고분자의 부착량이 지나치게 증가하여 상기 활성탄의 기공을 지나치게 막을 수 있으므로 상기 활성탄의 흡착능이 감소하는 문제점이 발생할 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 금속염 함유 용액은 금속염으로서 Cu염, Zn염, Mo염, Ag염, Mn염, V염, Cr염, Ni염, W염, 및 Pb염에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것일 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 금속염 함유 용액은 금속염으로서 Cu염(구리염) 및 Zn염(아연염)에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 금속염은 산화물, 황산화물, 할로겐화물, 질산화물, 탄산화물, 및 수산화물에서 선택되는 형태일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0044] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 Cu염(구리염)은 Cu_2O , CuCl , CuI , CuCN , CuSCN , Cu_2SO_4 , Cu_2S , Cu_2C_2 , CuBr , CuF , CuOH , CuH , CuNO_3 , Cu_3P , $\text{C}_5\text{H}_3\text{CuO}_2\text{S}$, $\text{C}_{16}\text{H}_{36}\text{Cu}_4\text{O}_4$, CuSO_4 , CuCl_2 , $\text{Cu}(\text{OH})_2$, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, CuO , $\text{Cu}(\text{OAc})_2$, CuF_2 , CuBr_2 , CuCO_3 , $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$, $\text{Cu}(\text{ClO}_3)_2$, $\text{Cu}_3(\text{AsO}_4)_2$, $\text{Cu}(\text{N}_3)_2$, $\text{Cu}(\text{O}_2\text{C}_5\text{H}_7)_2$, $\text{C}_{36}\text{H}_{28}\text{Cu}_2\text{O}_{16}$, $\text{Cu}_3\text{HN}_3\text{O}_3$, $\text{Cu}(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CO}_2)_2$, $\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Cu}(\text{ClO}_4)_2$, CuSeO_3 , CuS , $\text{Cu}(\text{SCN})_2$, $\text{Cu}(\text{OSO}_2\text{CF}_3)_2$, $\text{Cu}(\text{BF}_4)_2$, $\text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$, $\text{Cu}(\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2)_2$, AsCuHO_3 , $\text{Cu}_2\text{Cr}_2\text{O}_5$, $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{CuO}_{14}$, CuO_2 , $\text{C}_{18}\text{H}_{14}\text{CuO}_7$, $\text{Cu}_3(\text{SO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, Cu_2O_3 , 및 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것일 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 Zn염(아연염)은 ZnO , $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, ZnSO_4 , $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, ZnCrO_4 , 및 $\text{ZnCrO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것일 수 있다. 일례로서, 상

기 구리염은 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ (염기성 탄산동)이고, 상기 아연염은 ZnO (산화아연)일 수 있다.

- [0045] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 금속염 함유 용액은 탄산암모늄염을 추가 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0046] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 금속염 함유 용액은 용매로서 암모니아 수용액을 포함하는 것일 수 있다.
- [0047] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 Cu염(구리염) 100 중량부에 대하여, 상기 Zn염(아연염)의 함량은 약 50 중량부 내지 약 100 중량부일 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 구리염 100 중량부에 대하여, 상기 아연염의 함량은 약 50 중량부 내지 약 100 중량부, 약 60 중량부 내지 약 100 중량부, 약 70 중량부 내지 약 100 중량부, 약 50 중량부 내지 약 90 중량부, 약 60 중량부 내지 약 90 중량부, 약 70 중량부 내지 약 90 중량부, 약 50 중량부 내지 약 80 중량부, 약 60 중량부 내지 약 80 중량부, 또는 약 70 중량부 내지 약 80 중량부일 수 있다.
- [0048] 본원의 일 구현예에 있어서, 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 구리염 100 중량부에 대하여, 상기 탄산암모늄염의 함량은 약 80 중량부 내지 약 100 중량부인 것일 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 구리염 100 중량부에 대하여, 상기 탄산암모늄염의 함량은 약 80 중량부 내지 약 100 중량부 또는 약 90 중량부 내지 약 100 중량부인 것일 수 있다.
- [0049] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 가스 정화용 활성탄의 제조 방법은, 상기 산 처리, 상기 고분자 함침, 및 상기 금속 촉매 함침의 단계 이후, 각각, 건조 공정을 추가 포함할 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 건조 공정은 약 60℃ 내지 약 100℃의 온도 범위에서, 약 5 시간 내지 약 15 시간 동안 수행되는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 바람직한 일례로서, 상기 건조 공정은 약 80℃의 온도 범위에서, 약 8 시간 동안 수행되는 것일 수 있다.
- [0050] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 가스 정화용 활성탄의 제조 방법은, 상기 금속 촉매 함침 단계 이후, 상기 활성탄에 트리에틸렌디아민을 함침하는 것을 추가 포함할 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 트리에틸렌디아민을 함침함으로써, 상기 금속 촉매의 상기 활성탄에 대한 부착력, 부착량, 및 부착시간이 증대될 수 있다.
- [0052] 이하, 본원에 대하여 실시예를 이용하여 좀더 구체적으로 설명하지만, 하기 실시예는 본원의 이해를 돕기 위하여 예시하는 것일 뿐, 본원의 내용이 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0053] [실시예]
- [0054] <실시예 1: 구리 및 아연 나노 촉매가 침착된 활성탄의 제조 (도 1)>
- [0055] 1. 활성탄 산처리
- [0056] 질산(HNO_3)과 증류수를 1:1 부피비로 혼합하여 질산 용액을 제조하였다. 석탄계 무정형 활성탄(Granular activated carbon, 비표면적 $1,000 \text{ m}^2/\text{g}$ 이상의 다공성 탄소)을 상기 질산 용액에 담가 80℃에서 2 시간 동안 교반하고, 증류수 2 회 및 에탄올 2 회의 여과 공정을 수행한 후, 80℃에서 12 시간 동안 건조하였다. 상기 산처리를 통하여 상기 활성탄의 표면에 하이드록시기(-OH) 및 카복실기(-COOH)가 도입될 수 있다.
- [0057] 2. 활성탄에 고분자 부착
- [0058] 산처리된 활성탄에 80℃에서 200 mg/mL의 폴리에틸렌이민(polyethyleneimine, PEI) 용액을 분무하고 건조하였다. 도 2를 참조하여 설명하면, 산처리된 활성탄 표면의 하이드록시기(-OH) 및 카복실기(-COOH)와 폴리에틸렌이민(PEI)의 아미노기(- NH_2)가 탈수반응을 통해 결합하며, 이에 고분자가 부착된 활성탄을 제조할 수 있다.
- [0059] 3. 금속 나노촉매 침착 활성탄의 제조
- [0060] 염기성 탄산동($\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$) 10.44g, 산화아연(ZnO) 7.464g, 및 탄산 암모늄($(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$) 10g을 암모니아 수용액(암모니아수 50 mL 및 증류수 25 mL의 혼합 용액)과 혼합하여 구리-아연염 함유 용액을 제조하였다.
- [0061] 상기 고분자가 부착된 활성탄 100g에 구리-아연염 함유 용액을 함침한 후, 55℃에서 12 시간 동안 건조하였다. 이때, 함침 및 건조 공정은 유리 수조 내부에서 수행하였다.
- [0062] 상기 금속염이 함침된 활성탄에 활성탄 질량 대비 5 중량%로 제조한 트리에틸렌디아민(triethylenediamine, TEDA)

수용액을 첨가하고 고르게 교반하였다. 이때, 시약병을 80℃ 오븐에 넣고 10 분 간격으로 흔들어주며 총 3 시간 동안 TEDA 함침을 수행하였다. 그 후, 상기 금속염과 TEDA가 함침된 활성탄을 뚜껑을 닫은 채로 상온까지 식혀 금속 나노촉매 침착 활성탄을 제작하였다. 도 3을 참조하여 설명하면, 활성탄 표면의 고분자의 아미노기(-NH₂)와 구리(Cu) 이온의 배위결합을 통해 구리(Cu) 착이온을 형성할 수 있다.

도 4의 a는 금속 나노촉매 침착 활성탄의 SEM 사진이고, 도 4의 b 내지 d는 EDS 사진으로서, 활성탄에 구리-아연 금속입자가 균일하게 분포되어 있는 것을 확인하였다. 또한, 도 5의 a는 금속 나노촉매 침착 활성탄의 TEM 사진이고, 도 4의 b 내지 d는 EDS 사진으로서, 제작된 구리-아연 금속염은 약 10 nm 크기의 나노 입자 형태이며, 활성탄에 균일하게 분포되어 있는 것을 확인하였다.

<실시예 2: 구리 나노 촉매가 침착된 활성탄의 제조>

실시예 1에서, '3. 금속 나노촉매 침착 활성탄의 제조' 단계에서 구리-아연염 함유 용액 대신 구리염 함유 용액을 사용하고 이외의 조건은 동일하게 진행함으로써, Cu 단일 금속이 침착된 활성탄을 제조하였다.

<비교예 1>

실시예 1에서, '2. 활성탄에 고분자 부착' 단계를 생략하고 이외의 조건은 동일하게 진행함으로써, 고분자를 포함하지 않는 금속 나노 촉매 침착 활성탄을 제조하였다.

<비교예 2>

비교예 2의 샘플로서, Cu, Zn, Mo, 및 Ag 금속이 침착된, 종래의 상용화된 활성탄 (Calgon 사, ASZM-TEDA)을 사용하였다.

<비교예 3>

실시예 1에서, '2. 활성탄에 고분자 부착' 단계에서 폴리에틸렌이민(PEI)의 용량을 600 mg/ml로 하여 고분자 함침을 수행하고, '3. 금속 나노촉매 침착 활성탄의 제조' 단계에서 구리-아연염 함유 용액 대신 구리염 함유 용액을 사용하고, 이외의 조건은 동일하게 진행하여 활성탄을 제조하였다.

<실험예 1: 시안화수소(HCN)에 대한 흡착 특성 평가>

실시예 1, 실시예 2, 비교예 1, 비교예 2 및 비교예 3의 활성탄의 시안화수소에 대한 흡착 특성을 평가하였다. 직경 1 cm의 유리관 컬럼에 활성탄을 1.5 cm 높이로 충전한 다음, 초기 농도 4,000 ppm으로 시안화수소 가스를 통과시키고, 유출구에서의 시안화수소 가스의 농도를 측정하였다. 유출구에서 포집되는 시안화수소 가스의 농도가 10 ppm이 되는 시점(유출 농도(C)가 유입 농도(C₀)의 0.25%가 되는 시점)을 파과 시간으로 판단하였다.

표 1

	파과 시간 (분)
실시예 1	66
실시예 2	63
비교예 1	57
비교예 2	59
비교예 3	10

실시예 1의 파과시간이 비교예 1 보다 9 분 증가한 것을 통해, 활성탄에 폴리에틸렌이민을 도입한 경우, 시안화수소에 대한 흡착 성능이 향상되는 것을 확인할 수 있었다.

실시예 2와 비교하여, 비교예 3에서 활성탄에 부착된 PEI의 농도가 적정 범위 이상으로 높은 경우, 파과 시간이 현저히 감소하는 것을 확인할 수 있었다.

<실험예 2: 외부 요인에 대한 안정성 평가>

실시예 1과 비교예 1의 활성탄을 고습도 환경(상온, 상대습도 50% 내지 60%)에서 약 12 시간 이상 방치한 후,

실험예 1과 동일한 방법으로 파과시간을 측정하였다.

표 2

[0081]

	활성탄 12 시간 이상 방치 후, 파과 시간 (분)
실시예 1	66
비교예 1	47

[0082]

실시예 1의 활성탄은 고습도 환경에 방치된 후에도 파과 시간이 실험예 1과 동일하게 유지된 반면, 비교예 1의 활성탄은 고습도 환경에 방치된 후 파과 시간이 실험예 1과 비교하여 10 분 감소한 것으로 나타났다. 이에, 실시예 1의 PEI가 부착된 활성탄이 습기와 같은 외부 요인에 대한 보관 안정성이 우수한 것을 확인하였다.

[0084]

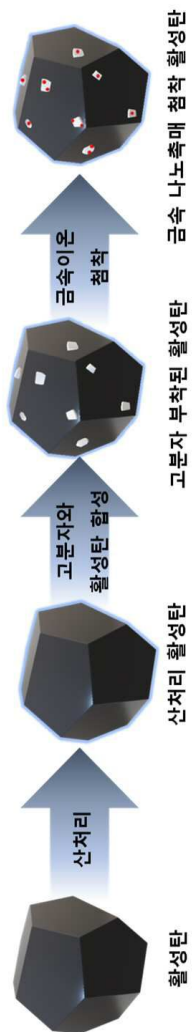
전술한 본원의 설명은 예시를 위한 것이며, 본원이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본원의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수도 있다.

[0085]

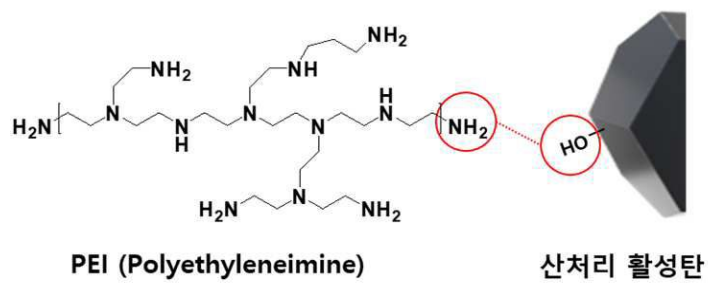
본원의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위, 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본원의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

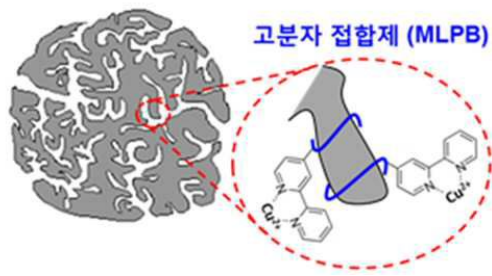
도면1



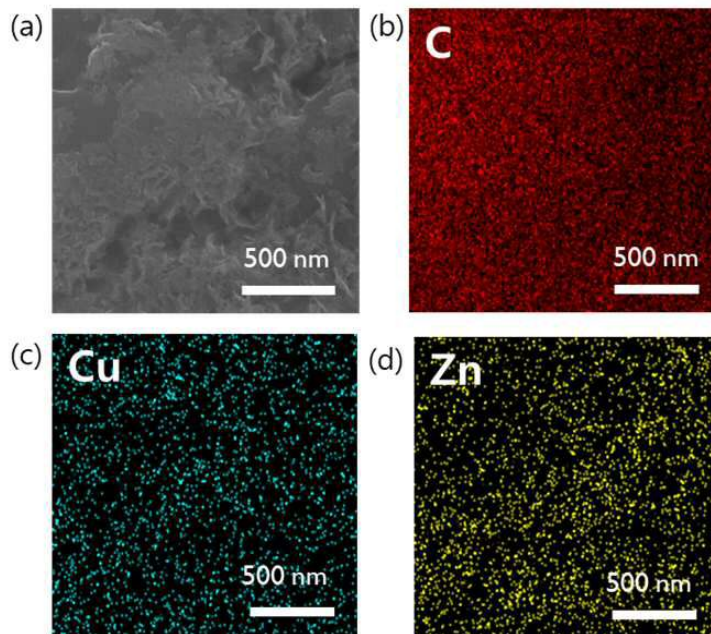
도면2



도면3



도면4



도면5

