



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0119313  
(43) 공개일자 2020년10월19일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 B01J 20/30 (2006.01) B01D 15/00 (2006.01)  
 B01J 20/20 (2018.01) B01J 21/18 (2006.01)  
 B01J 37/08 (2006.01) B01J 37/12 (2006.01)  
 C02F 1/28 (2006.01) C02F 101/12 (2006.01)  
 C02F 101/16 (2006.01) C02F 101/36 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
 B01J 20/3085 (2013.01)  
 B01D 15/00 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7026250
- (22) 출원일자(국제) 2019년02월13일  
 심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2020년09월10일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2019/017878
- (87) 국제공개번호 WO 2019/160977  
 국제공개일자 2019년08월22일
- (30) 우선권주장  
 62/630,058 2018년02월13일 미국(US)

- (71) 출원인  
 칼콘 카본 코포레이션  
 미국 펜실베이니아 15108 문 타운십 지에스케이  
 드라이브 3000
- (72) 발명자  
 트램포쉬 월터 쥐,  
 미국 펜실베이니아주 15108 문 타운십 글렌모어  
 드라이브 238  
 워커 라이언  
 미국 펜실베이니아주 15206 피츠버그 에이피티. 1  
 스탠턴 애비뉴 5524
- (74) 대리인  
 장훈

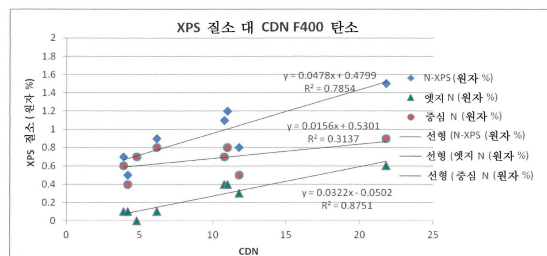
전체 청구항 수 : 총 30 항

(54) 발명의 명칭 화학적 수착제 산화 방법 및 이로부터 제조된 수착제

(57) 요약

본 발명은 다른 독성 화합물들 중에서도 염소 및 클로라민의 제거시 향상된 성능을 갖는 수착성 재료를 개시한다. 수착성 재료는, 산화제를 사용한 산화 단계, 질소-함유 화합물의 첨가 단계, 및 수착제의 하소 단계를 포함하는 방법에 의해 형성된다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

*B01J 20/20* (2018.01)  
*B01J 20/3078* (2013.01)  
*B01J 21/18* (2013.01)  
*B01J 37/08* (2013.01)  
*B01J 37/082* (2013.01)  
*B01J 37/12* (2013.01)  
*C02F 1/283* (2013.01)  
*C02F 2101/12* (2013.01)  
*C02F 2101/16* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

수착성 재료 제품(sorbent material product)의 제조 방법으로서,

상기 방법은

수착성 재료 공급원료(sorbent material feedstock)를 제공하는 단계;

상기 수착성 재료 공급원료를 산화제에 의해 산화시키는 단계로서, 상기 산화제는 질산, 과산화모노황산칼륨, 과황산칼륨, 과황산암모늄, 과황산나트륨, 과산화수소, 과아세트산, 아세트산, 하이포아염소산칼슘, 하이포아염소산나트륨, 차아염소산, 벤조일 퍼옥사이드, 과탄산나트륨, 과붕산나트륨, 유기 과산화물, 유기 하이드로과산화물, 표백 화합물, 과산화물계 표백제, 염소계 표백제, 과산화수소와 우레아의 혼합물, 과아세트산과 우레아의 혼합물, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 단계;

질소-함유 전구체를 상기 산화된 수착성 재료 공급원료에 첨가하는 단계로서, 상기 질소-함유 전구체는 환원된 질소 화합물인, 단계; 및

상기 산화된 수착성 재료 공급원료와 질소-함유 전구체를 불활성 대기하에 적어도 약 400℃의 온도로 가열하여 상기 수착성 재료 제품을 형성하는 단계

를 포함하는, 수착성 재료 제품의 제조 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 수착성 재료 제품은 적어도 약 2.0의 클로라민 파괴 수(chloramine destruction number)(CDN)를 가지며, 여기서, 상기 CDN은, 클로라민의 초기 농도가 150분의 기간에 걸쳐 감소할 때의 시간에 대한 물 중의 클로라민 농도의 자연 로그에 적용된 1차 선형 동력학적 피트(first order linear kinetic fit)에, 1000을 곱한, 1차 선형 동력학적 피트의 절대값인, 방법.

#### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 수착성 재료 제품은 적어도 약 5.0의 CDN을 갖는, 방법.

#### 청구항 4

제2항에 있어서, 상기 수착성 재료 제품은 약 10.0 내지 약 60.0의 CDN을 갖는, 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 수착성 재료 제품은 적어도 약 80.0의 염소 파괴 수(chlorine destruction number)(Cl-DN)를 가지며, 여기서, 상기 Cl-DN은, 염소의 초기 농도가 150분의 기간에 걸쳐 감소할 때의 시간에 대한 물 중의 염소 농도의 자연 로그에 적용된 1차 선형 동력학적 피트에, 1000을 곱한, 1차 선형 동력학적 피트의 절대값인, 방법.

#### 청구항 6

제5항에 있어서, 상기 Cl-DN 값은 약 80.0 내지 약 250.0인, 방법.

#### 청구항 7

제1항에 있어서, 상기 형성된 수착제는 적어도 약 0.20원자%의 질소 엣지 농도(nitrogen edge concentration)를 갖는, 방법.

#### 청구항 8

제7항에 있어서, 상기 수착성 재료 제품은 약 0.20원자% 내지 약 2.0원자%의 질소 엷지 농도를 갖는, 방법.

**청구항 9**

제1항에 있어서, 상기 질소-함유 전구체는 -3의 산화 상태를 갖는, 방법.

**청구항 10**

제1항에 있어서, 상기 수착성 재료 공급원료는 활성 탄소, 재생활성 탄소, 활성 코크, 및 이들의 조합 중 적어도 하나를 포함하는, 방법.

**청구항 11**

제1항에 있어서, 상기 산화된 수착성 재료 공급원료와 질소-함유 전구체를 불활성 대기하에 적어도 700℃의 온도로 가열하여 상기 수착성 재료 제품을 형성하는, 방법.

**청구항 12**

적어도 약 0.20원자%의 질소 엷지 농도와 적어도 약 2.0의 클로라민 파괴 수(CDN)를 갖는 수착성 재료 제품으로서, 상기 CDN은, 클로라민의 초기 농도가 150분의 기간에 걸쳐 감소할 때의 시간에 대한 물 중의 클로라민 농도의 자연 로그에 적용된 것인, 1000을 곱한, 1차 선형 동력학적 피트의 절대값인, 수착성 재료 제품.

**청구항 13**

제12항에 있어서, 상기 수착성 재료 제품은

수착성 재료 공급원료를 제공하는 단계;

상기 수착성 재료 공급원료를 산화제에 의해 산화시키는 단계로서, 상기 산화제는 질산, 과산화모노황산칼륨, 과황산칼륨, 과황산암모늄, 과황산나트륨, 과산화수소, 과아세트산, 아세트산, 하이포아염소산칼슘, 하이포아염소산나트륨, 차아염소산, 벤조일 퍼옥사이드, 과탄산나트륨, 과붕산나트륨, 유기 과산화물, 유기 하이드로과산화물, 표백 화합물, 과산화물계 표백제, 염소계 표백제, 과산화수소와 우레아의 혼합물, 과아세트산과 우레아의 혼합물, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 단계;

질소-함유 전구체를 상기 산화된 수착성 재료 공급원료에 첨가하는 단계로서, 상기 질소-함유 전구체는 환원된 질소 화합물인, 단계; 및

상기 산화된 수착성 재료 공급원료와 질소-함유 전구체를 불활성 대기하에 적어도 약 400℃의 온도로 가열하여 상기 수착성 재료 제품을 형성하는 단계

를 포함하는 방법에 의해 형성되는, 수착성 재료 제품.

**청구항 14**

제12항에 있어서, 상기 수착성 재료 제품은 약 10.0 내지 약 60.0의 CDN을 갖는, 수착성 재료 제품.

**청구항 15**

제12항에 있어서, 상기 수착성 재료 제품은 적어도 약 5.0의 CDN을 갖는, 수착성 재료 제품.

**청구항 16**

제12항에 있어서, 상기 수착성 재료 제품은 적어도 약 80.0의 염소 파괴 수(CI-DN)를 가지며, 여기서, 상기 CI-DN은, 염소의 초기 농도가 150분의 기간에 걸쳐 감소할 때의 시간에 대한 물 중의 염소 농도의 자연 로그에 적용된 1차 선형 동력학적 피트에, 1000을 곱한, 1차 선형 동력학적 피트의 절대값인, 수착성 재료 제품.

**청구항 17**

제16항에 있어서, 상기 CI-DN 값은 약 80.0 내지 약 250.0인, 수착성 재료 제품.

**청구항 18**

제12항에 있어서, 상기 수착성 재료 제품은 약 0.20원자% 내지 약 2.0원자%의 질소 옻지 농도를 갖는, 수착성 재료 제품.

**청구항 19**

제12항에 있어서, 상기 질소-함유 전구체는 -3의 산화 상태를 갖는, 수착성 재료 제품.

**청구항 20**

제12항에 있어서, 상기 수착성 재료 제품은 활성 탄소, 재생활성 탄소, 활성 코크, 및 이들의 조합 중 적어도 하나인 수착성 재료 공급원료를 포함하는, 수착성 재료 제품.

**청구항 21**

제13항에 있어서, 상기 산화된 수착성 재료 공급원료와 질소-함유 전구체를 불활성 대기하에 적어도 700℃의 온도로 가열하여 상기 수착성 재료 제품을 형성하는, 수착성 재료 제품.

**청구항 22**

필터 장치(filter apparatus)로서, 적어도 약 0.20원자%의 질소 옻지 농도와 적어도 약 2.0의 클로라민 파괴 수(CDN)를 갖는 수착성 재료 제품을 포함하며, 여기서, 상기 CDN은, 클로라민의 초기 농도가 150분의 기간에 걸쳐 감소할 때의 시간에 대한 물 중의 클로라민 농도의 자연 로그에 적용된 1차 선형 동력학적 피트에, 1000을 곱한, 1차 선형 동력학적 피트의 절대값인, 필터 장치.

**청구항 23**

제22항에 있어서, 상기 수착성 재료 제품은, 수착성 재료 공급원료를 제공하는 단계; 상기 수착성 재료 공급원료를 산화제에 의해 산화시키는 단계로서, 상기 산화제는 질산, 과산화모노황산칼륨, 과황산칼륨, 과황산암모늄, 과황산나트륨, 과산화수소, 과아세트산, 아세트산, 하이포아염소산칼슘, 하이포아염소산나트륨, 차아염소산, 벤조일 퍼옥사이드, 과탄산나트륨, 과붕산나트륨, 유기 과산화물, 유기 하이드로과산화물, 표백 화합물, 과산화물계 표백제, 염소계 표백제, 과산화수소와 우레아의 혼합물, 과아세트산과 우레아의 혼합물, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 단계; 질소-함유 전구체를 상기 산화된 수착성 재료 공급원료에 첨가하는 단계로서, 상기 질소-함유 전구체는 환원된 질소 화합물인, 단계; 및 상기 산화된 수착성 재료 공급원료와 질소-함유 전구체를 불활성 대기하에 적어도 약 400℃의 온도로 가열하여 상기 수착성 재료 제품을 형성하는 단계를 포함하는 방법에 의해 형성되는, 필터 장치.

**청구항 24**

제22항에 있어서, 상기 수착성 재료 제품은 활성 탄소, 재생활성 탄소, 활성 코크, 및 이들의 조합 중 적어도 하나인 수착성 재료 공급원료를 포함하는, 필터 장치.

**청구항 25**

제22항에 있어서, 상기 필터 장치는 결합제, 충전제, 또는 적어도 하나 이상의 추가의 수착성 재료 중 적어도 하나를 추가로 포함하는, 필터 장치.

**청구항 26**

제22항에 있어서, 상기 수착성 재료 제품은 상기 필터 장치 내에 입자, 고체 모놀리스, 블럭, 압출된 형상, 성형된 형상, 가압된 형상, 압연된 기재 또는 시트, 평평한 기재 또는 시트, 스펀본딩된 형상, 또는 섬유 슬러리로부처 형성된 습식 성형된 형상으로서 포함되거나, 선행 구조들 중 하나 이상에 포함되는, 필터 장치.

**청구항 27**

제23항에 있어서, 상기 산화된 수착성 재료 공급원료와 질소-함유 전구체를 불활성 대기하에 적어도 700℃의 온도로 가열하여 상기 수착성 재료 제품을 형성하는, 필터 장치.

**청구항 28**

제22항에 있어서, 상기 수착성 재료 제품은 적어도 약 5.0의 CDN을 갖는, 필터 장치.

**청구항 29**

액체의 처리 방법으로서, 상기 방법은 상기 액체를 적어도 약 0.20원자%의 질소 옻지 농도와 적어도 약 2.0의 클로라민 파괴 수(CDN)를 갖는 수착성 재료 제품과 접촉시키는 단계를 포함하며, 여기서, 상기 CDN은, 클로라민의 초기 농도가 150분의 기간에 걸쳐 감소할 때의 시간에 대한 물 중의 클로라민 농도의 자연 로그에 적용된 1차 선형 동력학적 피트에, 1000을 곱한, 1차 선형 동력학적 피트의 절대값인, 액체의 처리 방법.

**청구항 30**

제25항에 있어서, 상기 수착성 재료 제품은 적어도 약 5.0의 CDN을 갖는, 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

**배경 기술**

[0001] 높은 표면적을 갖고 촉매적 특성을 갖도록 화학 개질된 수착성 재료(sorbent material)는 이의 산화 및 분해(decomposition) 특성에 대해 잘 공지되어 있다. 이들 특성은 다양한 분야에서, 특히 물을 살균할 때 형성되는 염소, 클로라민, 트리할로메탄, 할로아세트산, 및 과산화수소의 제거 및 파괴(destruction)시에 사용된다. 수착성 재료는, 통상적으로, 질소-함유 전구체로 열처리된 후 활성화 및/또는 산화되어 촉매적으로 활성화된 탄소를 생성하는 다양한 활성 탄소(activated carbon) 및 탄소질 찌르(charbonaceous char)로부터 형성된다. 또는, 질소-함유 전구체는 태워져서(charred) 활성화될 수 있다. 활성화 및/또는 산화는 일반적으로 활성화 가스, 예를 들면 증기(물), 이산화탄소, 또는 산소에 의해 고온에서 수행된다. 이들 방법은 미국 특허 6,342,129, 미국 특허 6,706,194, 미국 특허 5,356,849, 미국 특허 5,338,458, 및 미국 특허 9,174,205를 포함하는 여러 미국 특허에 개시되어 있으며 이들은 모두 이의 전문이 참조로서 포함된다.

[0002] 선행 기술의 질소 전처리 및 활성화 및/또는 산화 기술에는 단점이 있다. 활성화 및/또는 산화 공정은 탄소질 찌르 또는 다른 수착성 재료의 표면 부분을 기화시키며, 이는 수착제 입자의 표면 상의 탄소 또는 다른 재료가 증발함에 따라 작은 공극(pore)들을 생성시킨다. 이들 공극은 수착성 재료의 높은 총 표면적, 및 이에 따른 이의 높은 성능의 원인이 된다. 그러나, 고온에서 다양한 형태(공기, 순수 O<sub>2</sub>, 증기로부터 해리된 산소, CO<sub>2</sub>로부터 해리된 산소, 등)의 산소는 강력한 탄소 기화 및 산화제이므로, 활성화 공정 과정에서의 이러한 기화는 증기화를 통해 표면으로부터 제거되는 재료에 대해서는 선택적이지 않다. 그 결과, 촉매 활성의 원인이 되고, 수착성 재료의 표면 주체의 부분인, 혼입된 질소는 활성화 및/또는 산화 공정 과정에서 대부분 제거된다. 이는 역효과를 초래하여 수착성 재료의 촉매적 특성을 감소시키며, 이에 따라, 물로부터의 유해한 화합물의 제거 및 파괴시 수착성 재료의 성능을 저하시킨다.

[0003] 2017년 2월 13일자로 출원된 미국 가출원 62/458,371의 우선권을 청구하며 2018년 2월 13일자로 출원된 미국 특허 출원 공개 2018/0229217에는, 높은 표면적과 뛰어난 촉매적 기능을 갖도록 개선된 처리 방법이 개시되어 있다. 이들 개시 내용은 모두 그 전체가 참조로 포함된다.

[0004] 수착성 재료 형성의 여러 단계들의 개선이 지속적으로 요구되고 있다. 본 발명은 신규 공정에 의한 이러한 개성을 제공한다. 특히, 본 명세서는 수착제(sorbent)의 화학적 산화의 개선된 공정에 관한 것이다.

**발명의 내용**

[0005] 본 발명은 수착제의 제조 방법, 및 본 발명의 방법에 의해 제조된 수착제를 개시한다. 추가로 본 발명은 본원에 개시된 수착제를 포함하여 형성되는 필터 조립체(filter assembly)를 개시한다.

[0006] 일양태에서, 수착성 재료 제품(sorbent material product)의 제조 방법으로서, 수착성 재료 공급원료(sorbent material feedstock)를 제공하는 단계; 수착성 재료 공급원료를 산화제에 의해 산화시키는 단계로서, 산화제는 질산, 과산화모노황산칼륨, 과황산칼륨, 과황산암모늄, 과황산나트륨, 과산화수소, 과아세트산, 아세트산, 하이포아염소산칼슘, 하이포아염소산나트륨, 차아염소산, 벤조일 퍼옥사이드, 과탄산나트륨, 과붕산나트륨, 유기 과

산화물, 유기 하이드로과산화물, 표백 화합물, 과산화물계 표백제, 염소계 표백제, 과산화수소와 우레아의 혼합물, 과아세트산과 우레아의 혼합물, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 단계; 질소-함유 전구체를 산화된 수착성 재료 공급원료에 첨가하는 단계로서, 질소-함유 전구체는 환원된 질소 화합물인, 단계; 및 산화된 수착성 재료 공급원료와 질소-함유 전구체를 불활성 대기하에 적어도 약 400℃의 온도로 가열하여 수착성 재료 제품을 형성하는 단계를 포함하는 방법이 제공된다.

- [0007] 또 다른 양태에서, 수착성 재료 제품은 적어도 약 2.0의 클로라민 파괴 수(chloramine destruction number)(CDN)를 가지며, 여기서, CDN은, 클로라민의 초기 농도가 150분의 기간에 걸쳐 감소할 때의 시간에 대한 물 중의 클로라민 농도의 자연 로그에 적용된 1차 선형 동력학적 피트(first order linear kinetic fit)에, 1000을 곱한, 1차 선형 동력학적 피트의 절대값이다.
- [0008] 또 다른 양태에서, 수착성 재료 제품은 적어도 약 5.0의 CDN을 갖는다.
- [0009] 또 다른 양태에서, 수착성 재료 제품은 약 10.0 내지 약 60.0의 CDN을 갖는다.
- [0010] 또 다른 양태에서, 수착성 재료 제품은 적어도 약 80.0의 염소 파괴 수(chlorine destruction number)(Cl-DN)를 가지며, 여기서, Cl-DN은, 염소의 초기 농도가 150분의 기간에 걸쳐 감소할 때의 시간에 대한 물 중의 염소 농도의 자연 로그에 적용된 1차 선형 동력학적 피트에, 1000을 곱한, 1차 선형 동력학적 피트의 절대값이다.
- [0011] 또 다른 양태에서, Cl-DN 값은 약 80.0 내지 약 250.0이다.
- [0012] 또 다른 양태에서, 형성된 수착제는 적어도 약 0.20원자%의 질소 엣지 농도(nitrogen edge concentration)를 갖는다.
- [0013] 또 다른 양태에서, 수착성 재료 제품은 약 0.20원자% 내지 약 2.0원자%의 질소 엣지 농도를 갖는다.
- [0014] 또 다른 양태에서, 질소-함유 전구체는 -3의 산화 상태를 갖는다.
- [0015] 또 다른 양태에서, 수착성 재료 공급원료는 활성 탄소, 재생활성 탄소(reactivated carbon), 활성 코크(activated coke), 및 이들의 조합 중 적어도 하나를 포함한다.
- [0016] 또 다른 양태에서, 산화된 수착성 재료 공급원료와 질소-함유 전구체를 불활성 대기하에 적어도 700℃의 온도로 가열하여 수착성 재료 제품을 형성한다.
- [0017] 일양태에서, 적어도 약 0.20원자%의 질소 엣지 농도와 적어도 약 2.0의 클로라민 파괴 수(CDN)를 갖는 수착성 재료 제품이 제공되며, 여기서, CDN은, 클로라민의 초기 농도가 150분의 기간에 걸쳐 감소할 때의 시간에 대한 물 중의 클로라민 농도의 자연 로그에 적용된 1차 선형 동력학적 피트에, 1000을 곱한, 1차 선형 동력학적 피트의 절대값이다.
- [0018] 또 다른 양태에서, 수착성 재료 제품은, 수착성 재료 공급원료를 제공하는 단계; 수착성 재료 공급원료를 산화제에 의해 산화시키는 단계로서, 산화제는 질산, 과산화모노황산칼륨, 과황산칼륨, 과황산암모늄, 과황산나트륨, 과산화수소, 과아세트산, 아세트산, 하이포아염소산칼슘, 하이포아염소산나트륨, 차아염소산, 벤조일 퍼옥사이드, 과탄산나트륨, 과붕산나트륨, 유기 과산화물, 유기 하이드로과산화물, 표백 화합물, 과산화물계 표백제, 염소계 표백제, 과산화수소와 우레아의 혼합물, 과아세트산과 우레아의 혼합물, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 단계; 질소-함유 전구체를 산화된 수착성 재료 공급원료에 첨가하는 단계로서, 질소-함유 전구체는 환원된 질소 화합물인, 단계; 및 산화된 수착성 재료 공급원료와 질소-함유 전구체를 불활성 대기하에 적어도 약 400℃의 온도로 가열하여 수착성 재료 제품을 형성하는 단계를 포함하는 방법에 의해 형성된다.
- [0019] 또 다른 양태에서, 수착성 재료 제품은 약 10.0 내지 약 60.0의 CDN을 갖는다.
- [0020] 또 다른 양태에서, 수착성 재료 제품은 적어도 약 5.0의 CDN을 갖는다.
- [0021] 또 다른 양태에서, 수착성 재료 제품은 적어도 약 80.0의 염소 파괴 수(Cl-DN)를 갖고, 여기서, Cl-DN은, 염소의 초기 농도가 150분의 기간에 걸쳐 감소할 때의 시간에 대한 물 중의 염소 농도의 자연 로그에 적용된 1차 선형 동력학적 피트에, 1000을 곱한, 1차 선형 동력학적 피트의 절대값이다.
- [0022] 또 다른 양태에서, Cl-DN 값은 약 80.0 내지 약 250.0이다.
- [0023] 또 다른 양태에서, 수착성 재료 제품은 약 0.20원자% 내지 약 2.0원자%의 질소 엣지 농도를 갖는다.

- [0024] 또 다른 양태에서, 질소-함유 전구체는 -3의 산화 상태를 갖는다.
- [0025] 또 다른 양태에서, 수착성 재료 제품은 활성 탄소, 재생활성 탄소, 활성 코크, 및 이들의 조합 중 적어도 하나인 수착성 재료 공급원료를 포함한다.
- [0026] 또 다른 양태에서, 산화된 수착성 재료 공급원료와 질소-함유 전구체를 불활성 대기하에 적어도 700℃의 온도로 가열하여 수착성 재료 제품을 형성한다.
- [0027] 일양태에서, 적어도 약 0.20원자%의 질소 옻지 농도와 적어도 약 2.0의 클로라민 파괴 수(CDN)를 갖는 수착성 재료 제품을 포함하는 필터 장치(filter apparatus)가 제공되며, 여기서, CDN은, 클로라민의 초기 농도가 150분의 기간에 걸쳐 감소할 때의 시간에 대한 물 중의 클로라민 농도의 자연 로그에 적용된 1차 선형 동력학적 피트에, 1000을 곱한, 1차 선형 동력학적 피트의 절대값이다.
- [0028] 또 다른 양태에서, 수착성 재료 제품은, 수착성 재료 공급원료를 제공하는 단계; 수착성 재료 공급원료를 산화제에 의해 산화시키는 단계로서, 산화제는 질산, 과산화모노황산칼륨, 과황산칼륨, 과황산암모늄, 과황산나트륨, 과산화수소, 과아세트산, 아세트산, 하이포아염소산칼슘, 하이포아염소산나트륨, 차아염소산, 벤조일 퍼옥사이드, 과탄산나트륨, 과붕산나트륨, 유기 과산화물, 유기 하이드로과산화물, 표백 화합물, 과산화물계 표백제, 염소계 표백제, 과산화수소와 우레아의 혼합물, 과아세트산과 우레아의 혼합물, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 단계; 질소-함유 전구체를 산화된 수착성 재료 공급원료에 첨가하는 단계로서, 질소-함유 전구체는 환원된 질소 화합물인, 단계; 및 산화된 수착성 재료 공급원료와 질소-함유 전구체를 불활성 대기하에 적어도 약 400℃의 온도로 가열하여 수착성 재료 제품을 형성하는 단계를 포함하는 방법에 의해 형성된다.
- [0029] 또 다른 양태에서, 수착성 재료 제품은 활성 탄소, 재생활성 탄소, 활성 코크, 및 이들의 조합 중 적어도 하나인 수착성 재료 공급원료를 포함한다.
- [0030] 또 다른 양태에서, 필터 장치는 결합제(binder), 충전제(filler), 또는 적어도 하나 이상의 추가의 수착성 재료 중 적어도 하나를 추가로 포함한다.
- [0031] 또 다른 양태에서, 수착성 재료 제품은 필터 장치 내에 입자, 고체 모놀리스(monolith), 블럭, 압출된 형상, 성형된 형상, 가압된 형상, 압연된 기재 또는 시트, 평평한 기재 또는 시트, 스펀본딩된 형상, 또는 섬유 슬러리로부처 형성된 습식 성형된 형상으로서 포함되거나, 또는 선행 구조들 중 하나 이상에 포함된다.
- [0032] 또 다른 양태에서, 산화된 수착성 재료 공급원료와 질소-함유 전구체를 불활성 대기하에 적어도 700℃의 온도로 가열하여 수착성 재료 제품을 형성한다.
- [0033] 또 다른 양태에서, 수착성 재료 제품은 적어도 약 5.0의 CDN을 갖는다.
- [0034] 일양태에서, 액체의 처리 방법으로서, 액체를 적어도 약 0.20원자%의 질소 옻지 농도와 적어도 약 2.0의 클로라민 파괴 수(CDN)를 갖는 수착성 재료 제품과 접촉시키는 단계를 포함하는 방법이 제공되며, 여기서, CDN은, 클로라민의 초기 농도가 150분의 기간에 걸쳐 감소할 때의 시간에 대한 물 중의 클로라민 농도의 자연 로그에 적용된 1차 선형 동력학적 피트에, 1000을 곱한, 1차 선형 동력학적 피트의 절대값이다.
- [0035] 또 다른 양태에서, 수착성 재료 제품은 적어도 약 5.0의 CDN을 갖는다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0036] 본 발명의 조성물 및 방법을 설명하기 전에, 서술된 특정 공정, 조성물, 또는 방법은 변할 수 있기 때문에 본 발명은 이들을 제한하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 본 발명의 상세한 설명에 사용된 전문용어는 구체적인 버전 또는 양태만을 기술하기 위한 것으로, 본 발명의 범주를 제한하고자 하지 않으며, 본 발명의 범주는 청구범위에 의해서만 제한된다는 것이 이해되어야 한다. 달리 정의되지 않는 한, 본원에 사용된 모든 기술 용어 및 과학 용어는 숙련자들이 통상 이해할 수 있는 바와 동일한 의미를 갖는다. 본원에 기재된 것과 유사하거나 동등한 임의의 방법 및 재료가 본 발명의 양태의 실행 또는 시험에 사용될 수 있지만, 바람직한 방법, 디바이스, 및 재료가 본원에 기재된다. 본원에 언급된 모든 공보는 이의 전문이 참조로서 포함된다. 본원의 어떠한 것도, 본 발명이, 선행 발명에 의해 이러한 개시를 앞당길 자격이 없음을 인정하는 것으로 해석되지 않아야 한다.
- [0037] 또한, 본원에 사용되고 청구범위에 사용된 단수 형태 하나("a", "an") 및 상기("the")는, 문맥에서 달리 명확하

게 지시하지 않는 한, 복수의 언급을 포함함을 주의해야 한다. 따라서, 예를 들면, "연소 챔버"의 언급은 당업자에게 공지된 "하나 이상의 연소 챔버" 및 이의 등가물 등에 대한 언급이다.

- [0038] 본원에서 사용된 용어 "약"은 사용되는 수의 수치 값의  $\pm 10\%$ 를 의미한다. 따라서, 약 50%는 45% 내지 55% 범위를 의미한다.
- [0039] 본원에서 사용된 용어 "수착제(sorbent)"는 흡착(adsorbent) 특성, 흡수(absorbent) 특성, 또는 흡착 특성과 흡수 특성의 조합을 나타내는 임의의 재료를 의미한다. 흡착 특성은 원자, 이온, 또는 분자가 흡착성 재료 표면에 흡착됨을 의미한다. 흡수 특성은 원자, 이온, 또는 분자가 도입되어 흡수성 재료의 벌크 상에 의해 보유됨을 의미한다.
- [0040] 본원에서 사용된 용어 "수착성 원료(sorbent raw material)"는 처리되지 않거나 실질적으로 처리되지 않으며 가공되어 수착 특성을 나타낼 수 있는 임의의 재료를 의미한다.
- [0041] 본원에서 사용된 용어 "수착성 중간 재료(sorbent intermediate material)"는 적어도 하나의 처리 단계가 수행된 임의의 수착성 재료 또는 수착성 원료를 의미한다.
- [0042] 본원에서 사용된 용어 "수착성 재료 공급원료"는 임의의 수착제의 형성에 사용할 수 있는 임의의 재료를 의미한다. 수착성 재료 공급원료는 한정되지 않으며 수착성 원료와 수착성 중간 재료 중 하나 이상을 포함한다.
- [0043] 본원에서 사용된 용어 "수착성 재료 제품"은 수착성 재료 공급원료의 적어도 하나의 처리 단계 이후에 수착 특성을 나타내는 임의의 재료를 의미한다.
- [0044] 본원에서 사용된 용어 "환원된 질소"는 질소의 산화 상태가 -3인 경우의 임의의 질소-함유 분자 또는 질소-함유 화합물을 의미한다.
- [0045] 몇몇 양태에서, 본 명세서는 수착제를 사용하여 클로라민, 염소, 과산화물, 및 다른 유해한 화합물을 제거하기 위한 조성물 및 이러한 수착제의 제조 방법을 개시한다. 다른 양태에서, 본 발명은 촉매적 흡착성 재료를 함유하는 필터와 같은 디바이스(device) 및 장치(apparatus)를 개시한다. 디바이스 및 장치는 물 필터 및 액체 필터를 포함한다. 다른 양태에서, 본 발명은 클로라민, 염소, 및 과산화물과 같은 유해한 화합물의 제거를 위해 이들 디바이스 및 장치를 사용하는 방법에 관한 것이다.
- [0046] 본 양태는 수착성 재료 제품의 제조 방법 및 이러한 방법으로 제조된 수착제를 포함한다. 이 방법은 수착성 재료 공급원료의 산화 단계를 포함할 수 있다. 수착성 재료 공급원료의 산화 단계는 질소-함유 전구체 첨가 전에 실행될 수 있다. 산화 단계는 다양한 기술에 의해 수행될 수 있다. 몇몇 양태에서, 산화 단계는 수착성 재료 공급원료를 산화제와 접촉시킴을 포함한다. 몇몇 양태에서, 산화제는 질산, 과산화모노황산칼륨, 과황산칼륨, 과황산암모늄, 과황산나트륨, 과산화수소, 과아세트산, 아세트산, 하이포아염소산칼슘, 하이포아염소산나트륨, 차아염소산, 벤조일 퍼옥사이드, 과탄산나트륨, 과붕산나트륨, 유기 과산화물, 유기 하이드로과산화물, 표백 화합물, 과산화물계 표백제, 염소계 표백제, 과산화수소와 우레아의 혼합물, 과아세트산과 우레아의 혼합물, 및 전술된 것들 중 하나 이상의 조합 중 적어도 하나를 포함한다.
- [0047] 몇몇 양태에서, 산화 단계는 수착성 재료 공급원료와 화학적 산화제(들) 또는 산화제를 가열 또는 처리하는 단계를 포함한다. 이러한 양태에서, 가열 단계는 수착성 재료 공급원료와 산화제를 약 25°C, 약 50°C, 약 75°C, 약 100°C, 약 125°C, 약 150°C, 약 175°C, 약 200°C, 약 225°C, 약 250°C, 약 275°C, 약 300°C, 약 325°C, 약 350°C, 약 375°C, 약 400°C의 온도, 및 전술된 값들 중 어느 2개의 조합에 의해 형성된 임의의 범위에서의 가열을 포함한다. 몇몇 양태에서, 가열 단계는, 전술된 온도 값들이 범위의 하한인 임의의 범위에서 수행되며, 즉, 가열은 적어도 약 25°C, 적어도 약 50°C, 적어도 약 100°C, 적어도 약 125°C, 적어도 약 150°C, 적어도 약 175°C, 적어도 약 200°C, 적어도 약 225°C, 적어도 약 250°C, 적어도 약 275°C, 적어도 약 300°C, 적어도 약 325°C, 적어도 약 350°C, 적어도 약 375°C, 적어도 약 400°C, 또는 전술된 범위들 중 하나 이상의 조합의 온도에서 수행된다. 추가의 양태에서, 산화 단계는 비가열 공정이며, 산화제 및/또는 수착성 재료 공급원료의 혼합물에 대한 임의의 외부 가열을 추가하지 않고 수행된다.
- [0048] 몇몇 양태에서, 여러 산화 단계들이 수착성 재료 공급원료 상에서 수행된다. 수착성 재료 공급원료는 수착성 원료 또는 수착성 중간 재료 중 하나 이상을 포함한다. 산화 단계의 개수는 한정되지 않으며, 하나 이상의 산화 단계, 2개 이상의 산화 단계, 3개 이상의 산화 단계, 또는 4개 이상의 산화 단계일 수 있다. 단계들은 제1 산화 단계, 제2 산화 단계, 제3 산화 단계, 제4 산화 단계 등으로 지칭된다. 수착성 재료 공급원료를 산화제와 접촉시키는 전술된 단계(들)는, 몇몇 양태에서, 수착성 재료 공급원료를 지정된 대기 조건하에 산화시키는 단계

(들)와 조합되며, 이들은 후술되어 있다.

- [0049] 수착성 재료 공급원료를 지정된 대기 하에 산화시키는 추가의 단계(들)은 지정된 대기 온도, 지정된 대기 조성, 또는 지정된 대기 압력 중 하나 이상을 포함한다. 몇몇 양태에서, 추가의 산화 공정의 조합 단계는 수착성 재료 공급원료를 산소 함유 환경에 노출시키고 이러한 공급원료를 약 150°C 내지 약 1050°C의 온도로 가열함으로써 수행된다. 몇몇 양태에서, 산화 온도는 약 150°C 내지 약 250°C, 약 250°C 내지 약 350°C, 약 350°C 내지 약 450°C, 약 450°C 내지 약 550°C, 약 550°C 내지 약 650°C, 약 650°C 내지 약 750°C, 약 750°C 내지 약 850°C, 약 850°C 내지 약 950°C, 약 950°C 내지 약 1050°C이거나, 또는 서술된 종점들 중 어느 것, 또는 전술된 범위들 또는 해당 범위 내의 값들의 조합으로 이루어진 어느 범위이다.
- [0050] 다른 양태에서, 산화 단계는, 대기 공기, 산소, 증기, 오존, 산소 플라즈마, 질소 산화물, 및 과산화수소, 이산화탄소, 불활성 기체, 비활성 기체, 또는 전술된 것들 중 하나 이상의 임의의 조합을 함유하는 산소 함유 환경에서 수행된다. 수착성 재료 공급원료는 전술된 산소 함유 환경과 접촉하거나 이러한 환경에 놓인다. 산소의 양은 한정되지 않는다. 몇몇 양태에서, 산소의 양은 약 5vol%, 약 10vol%, 약 15vol%, 약 20vol%, 약 20.95vol% (즉, 공기), 약 25vol%, 약 30vol%, 약 35vol%, 약 40vol%, 약 45vol%, 약 50vol%, 약 55vol%, 약 60vol%, 약 65vol%, 약 70vol%, 약 75vol%, 약 80vol%, 약 85vol%, 약 90vol%, 약 95vol%, 또는 약 100vol%(즉, 순수한 산소)이다. 산소의 양은 특정 범위를 형성하기 위한 전술된 값들 중 하나 이상의 임의의 조합일 수 있다. 몇몇 양태에서, 범위는 약 0vol% 내지 약 20vol%, 약 0vol% 내지 약 20.95vol%, 약 20vol% 내지 약 40vol%, 약 40vol% 내지 약 60vol%, 약 60vol% 내지 약 80vol%, 또는 약 80vol% 내지 약 100vol%이다.
- [0051] 몇몇 양태에서, 산소 함유 환경은 건조하며, 수분을 포함하지 않거나 측정 가능한 수분을 실질적으로 포함하지 않는다. 다른 양태에서, 전술된 화합물들 중 임의의 것의 산화 환경은 또한 습윤될 수 있다. 습윤 수준은 약 10 내지 20%, 약 20 내지 40%, 약 40 내지 60%, 약 60 내지 80%, 약 80 내지 100%, 약 100%일 수 있거나 포화될 수 있거나, 전술된 종점들 또는 범위들의 임의의 조합으로부터 유래된 값들 및 범위들일 수 있다. 각각의 전술된 값들은 상대 습도로서 측정되며, 이는, 주어진 온도에 대한 최대 습도에 대한 절대 습도의 현재 상태를 의미한다.
- [0052] 몇몇 양태에서, 산화는 비가열 공정에 의해 달성된다. 이러한 양태에서, 수착제는, 수착제를 과산화수소, 오존, 염소, 과황산염, 과탄산염, 질산과 같은 산화 산(oxidizing acid), 또는 이들의 임의의 조합과 액체 또는 증기 상에서 약 100°C 미만의 온도에서 접촉시킴으로써 산화된다. 탄소를 포함하는 일부 수착제는 실온에서 수분이 있거나 없는 공기의 존재하에 천천히 산화하고, 이러한 산화는, 비록 느리지만, 결국, 산화된 수착성 전구체를 제조하기에는 충분할 것임을 유념해야 한다. 몇몇 양태에서, 산화 단계는 생략되며, 즉, 수착성 재료 공급원료는, 정상 조건하에 실온에서 자연 발생적으로 실행되는 전술된 느린 산화보다 빠른 임의의 단계에 의해 산화되지 않는다.
- [0053] 본 발명의 양태의 수착성 재료 공급원료는 한정되지 않으며 당업계에 알려진 임의의 재료이다. 몇몇 양태에서, 수착성 재료 공급원료는 수착성 원료이다. 수착성 원료는 한정되지 않으며, 탄소질 재료, 카본 블랙, 역청탄, 아-역청탄, 갈탄, 무연탄, 토탄, 견과 껍질, 씨(pit), 코코넛 껍질, 바바수 너트, 마카다미아 너트, 덴데 너트(dende nut), 복숭아 씨, 체리 씨, 올리브 씨, 호두 껍질, 목재, 리그닌, 중합체, 질소-함유 중합체, 수지, 질소-함유 수지, 석유 피치(petroleum pitch), 사탕수수, 쌀겨, 옥수수 껍질, 밀 껍질과 왕겨, 그래핀, 탄소 나노튜브, 흑연, 제올라이트, 실리카, 실리카 겔, 알루미늄 점토, 규조토, 금속 산화물, 분자체(molecular sieve) 또는 열거된 재료들의 임의의 조합 중 하나 이상을 포함한다. 몇몇 양태에서, 수착성 재료 공급원료는 수착성 중간 재료이다. 수착성 중간 재료는 한정되지 않으며 활성 탄소, 재생활성 탄소, 또는 활성 코크 중 하나 이상을 포함한다. 몇몇 양태에서, 수착성 재료 공급원료는 사전산화된 상태로 제공된다. 예를 들면, 수착성 재료 공급원료는 산화된 수착성 중간 생성물일 수 있다. 다른 양태에서, 수착성 재료 공급원료는 산화되지 않은 상태로 제공된다. 예를 들면, 수착성 재료 공급원료는 산화되지 않은 수착성 중간 생성물 또는 수착성 원료일 수 있다.
- [0054] 몇몇 양태에서, 산화가 완료된 후, 수착성 중간 생성물은 환원된 질소-함유 화합물과 접촉된다. 전술된 바와 같이 용어 "환원된 질소"는 질소의 산화 상태가 -3인 임의의 질소-함유 분자 또는 질소-함유 화합물을 의미한다. 환원된 질소-함유 화합물은 암모니아, 암모늄 염, 탄산암모늄 및 중탄산암모늄, 티오시아나산암모늄, 아조디카본아미드, 인산이암모늄, 디시아나미드, 구아니딘 하이드로클로라이드, 구아니딘 티오시아네이트, 구아닌, 멜라민, 티오우레아, 및 우레아 중 하나 이상을 포함한다. 접촉 단계는 임의의 방법으로 수행될 수 있다. 예를 들면, 수착성 중간 생성물의 접촉은, 수착성 중간 생성물을 환원된 질소-함유 화합물과 건조 혼합함으로써, 수착성 중간 생성물을 환원된 질소-함유 화합물의 용액으로 함침시킴으로써, 또는 수착성 중간 생성물을 환원된

기체 질소-함유 화합물과 접촉시킴으로써 달성될 수 있다.

[0055] 다른 양태에서, 질소의 공급원은, 단독으로 존재하거나 첨가된 환원된 질소-함유 공급원료와 함께 존재하는 이의 수축성 재료 공급원료 자체일 수 있다. 이러한 질소-함유 공급원료는 한정되지 않는다. 질소-함유 공급원료의 예는 질소-함유 단량체 및 질소-함유 중합체 중 하나 이상을 포함한다. 몇몇 양태에서, 질소-함유 공급원료는 아크릴로니트릴의 단량체, 올리고머, 또는 중합체, 폴리아크릴로니트릴, 우레탄, 폴리우레탄, 아미드, 폴리 아미드, 니트릴 고무, 및 이들 중 하나 이상의 조합이다. 질소-함유 공급원료가 선택되면, 이러한 공급원료는 추가의 질소 전구체를 첨가하는 전술된 단계와 함께 사용될 수 있거나, 또는 질소 전구체를 첨가하는 추가의 단계를 생략하여 단독으로 사용될 수 있다. 몇몇 대안적인 양태에서, 질소-함유 공급원료의 활성화에 의해 제조된 수축성 중간 재료는, 미처리된 다른 수축제와 혼합하는 대신, 다른 수축성 중간 재료 또는 본 발명에 따라 처리된 다른 수축제와 혼합한다.

[0056] 몇몇 양태에서, 질소-함유 화합물에 노출되기 전에, 또는 노출되는 동안, 또는 노출되기 전과 노출되는 동안 둘 다에서, 수축성 재료 공급원료는 약 400°C가 넘는 온도로 가열하여 하소된다. 몇몇 양태에서, 질소-함유 화합물에 노출되기 전에, 또는 노출되는 동안, 또는 노출되기 전과 노출되는 동안 둘 다에서, 수축성 재료 공급원료는 약 700°C가 넘는 온도로 가열하여 하소된다. 몇몇 양태에서, 가열은 공급원료를 질소-함유 화합물과 접촉시킨 후에 수행된다. 하소는, 일반적으로, 수축성 원료 또는 수축성 중간 생성물을 수축성 원료 또는 수축성 중간 생성물 상의 표면 산화물의 존재를 줄이기에 충분한 온도로 가열함으로써 수행된다. 표면 산화물이 제거되는 온도는 약 400°C 내지 약 1050°C, 약 400°C 내지 약 1000°C, 약 600°C 내지 약 1050°C, 약 800°C 내지 약 1050°C, 약 850°C 내지 약 950°C, 또는 전술된 종점들을 포함하거나 상기 열거된 범위들의 범주 내에 있는 임의의 온도 범위일 수 있다. 가열 및/또는 하소 온도는 약 350°C, 약 400°C, 약 450°C, 약 500°C, 약 550°C, 약 600°C, 약 650°C, 약 700°C, 약 750°C, 약 800°C, 약 850°C, 약 900°C, 약 950°C, 약 1000°C, 약 1050°C, 약 1100°C, 약 1150°C, 약 1200°C, 또는 종점으로서 이들 값 중 어느 2개로부터 생성된 임의의 범위일 수 있다. 하소 공정 대기는 불활성 질소 기체 또는 비활성 기체 헬륨, 아르곤, 네온, 크립톤, 제논, 및 라돈을 포함할 수 있다. 가열 및/또는 하소는 약 1 내지 약 120분의 기간 동안 수행될 수 있다. 가열 및/또는 하소 후에, 생성된 수축성 중간 생성물 또는 수축성 재료 제품은 불활성 및/또는 비활성 기체 대기에서 냉각될 수 있다.

[0057] 특정 양태에서, 수축성 중간 생성물 또는 수축성 재료 제품은 전술된 공정들의 다양한 단계들을 반복함으로써 제조될 수 있다. 예를 들면, 산화 단계, 질소-함유 화합물로의 노출 단계, 또는 하소 단계는 이러한 첫 번째 산화 단계, 질소-함유 화합물로의 노출 단계, 또는 하소 단계 이후에 각각 개별적으로 1, 2, 3, 4, 5, 또는 6회 반복될 수 있다. 몇몇 양태에서, 하소 단계, 활성화 단계, 및 불활성 냉각 단계는 이러한 첫 번째 하소 단계, 활성화 단계, 또는 불활성 냉각 단계 이후에 각각 개별적으로 1, 2, 3, 4, 5, 또는 6회 반복될 수 있다. 또는, 고온 수축성 재료 공급원료에서 촉매 활성을 생성하는 것으로 알려진 임의의 다른 방법을 생성물에 적용하여, 이의 촉매 활성을 추가로 향상시킬 수 있다. 기체 또는 산소 기반 산화 단계는 액체 또는 화학약품 기반 산화 단계와 추가로 조합될 수 있으며, 예를 들면, 공기 중의 산화 단계 이후에는 과아세트산 중의 산화가 수행될 수 있다.

[0058] 몇몇 양태에서, 수축성 중간 재료는 이의 의도된 용도에 적합하도록 가공된다. 수축성 중간 재료에 대한 이러한 추가의 가공 단계는 한정되지 않으며, 예를 들면, 수축성 중간 재료의 분쇄(pulverizing), 건식 혼합(dry admixing), 함침(impregnating), 분류(sorting), 등급 지정(grading), 스크리닝(screening), 단광법(briquetting) 또는 응집(agglomerating)을 포함한다. 추가 단계는 공정 과정에서 언제든지 수행될 수 있으며 개별 단계 또는 특정 단계가 반복될 수 있다.

[0059] 몇몇 양태에서, 수축성 재료 제품은 약 4mm 이하의 평균 입자 직경(mean particle diameter)(MPD)을 가지며, 특정 양태에서, 수축성 재료 제품은 약 1 $\mu$ m 내지 약 4mm, 약 100 $\mu$ m 내지 약 4mm, 약 0.1mm 내지 약 4mm, 약 0.5mm 내지 약 4mm, 약 1.0mm 내지 약 4mm, 약 4.0 $\mu$ m 내지 약 1.5mm, 약 2.0 $\mu$ m 내지 약 3.5mm, 약 1 $\mu$ m 내지 약 3mm, 이들 범위 중 어느 것 내에 포함되는 임의의 하위 범위, 또는 이들 범위의 종점들의 조합으로부터 형성되는 임의의 범위의 MPD를 가질 수 있다. 수축제의 공극 기하구조는 양태에 따라 가변적일 수 있으며, 수축제는 거대공극(macropore)(직경 50nm 초과), 메조공극(mesopore)(직경 2nm 내지 50nm), 및 미세공극(micropores)(직경 2nm 미만)을 포함하는 공극 분포를 가질 수 있다.

[0060] 공극 크기 분포는 수축제에 의해 흡착될 수 있는 재료의 유형에 영향을 줄 수 있다. 특히, 탄화수소 분자의 경우, 분자가 활성 탄소에 의해 흡착되는 경향성은 공극 크기에 좌우된다. 따라서, 공극 크기, 및 공극 크기의 분포는, 화학종이 수축제에 의해 흡착되거나 흡착되지 않을지의 여부를 결정하기 위해 선택될 수 있다. 협소한 공

극 크기 분포는 적은 수의 선택된 오염물만을 흡착하기 위해 사용될 수 있는 반면, 광범위한 공극 크기 분포로는 더 다양한 화합물을 흡착할 수 있다.

[0061] 전술된 수작성 재료 제품은 정수 시스템, 특히 음용수 정수에 사용되는 정수 시스템에 유용하다. 본 발명의 추가의 양태는, 예를 들면, 필터, 필터 카트리지가, 층(bed), 및 미립자 또는 분말화된 탄소 등과 같은 필터 디바이스에 관한 것이며, 여기서, 흡착성 재료 제품이 포함된다. 전술된 필터 디바이스들 중 하나 이상은 조합되어 사용될 수 있다.

[0062] 필터 디바이스, 특히, 다양한 양태의 소비자용 필터는, 임의의 디자인을 가질 수 있으며, 본 발명의 수작성 재료 제품을 고정하도록 구성된 구획을 포함하는 하우징(housing)을 적어도 포함할 수 있다. 수작성 재료 제품의 형태는 한정되지 않으며, 과립 구조, 분말 구조, 고체 구조, 다공성 구조, 및 이들의 조합 중 적어도 하나를 포함한다. 이들 다양한 형태는 활성 탄소 또는 임의의 기타 수작성 재료 제품을 포함하는 수작성 재료 제품에 사용될 수 있다.

[0063] 몇몇 양태에서, 필터 디바이스에서 사용되는 수작성 재료 제품은 고체 모놀리스, 블럭, 압출된 형상, 성형된 형상, 가압된 형상, 압연된 기재 또는 시트, 평평한 기재 또는 시트, 스펀본딩된 형상, 또는 섬유 슬러리로부처 형성된 습식 성형된 형상, 또는 이들의 조합의 형태로 제공된다. 전술된 각각의 것들은 수작성 재료 제품 또는 수작성 중간 재료와 결합제 또는 충전제와의 혼합으로부터 형성된다. 결합제는 한정되지 않으며, 수작성 재료를 갖는 고체 구조를 생성하기 위한 중합체, 접착제, 탄화 가능한 재료, 및 이들의 조합 중 적어도 하나를 포함한다. 결합제 재료의 예는 폴리오레핀, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리비닐 클로라이드, 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리비닐 아세테이트, 아크릴 및 아크릴레이트, 나일론 및 다른 폴리에스테르, 아크릴로니트릴, 및 이들 중 하나 이상의 조합을 포함한다. 충전제는 한정되지 않으며 산화물, 세라믹, 점토 및 광물을 포함한다.

[0064] 몇몇 양태에서, 필터 디바이스는, 예를 들면, 스크린, 또는 구획 또는 추가의 정제 디바이스 내에 활성 탄소를 고정하기 위한 다른 수단과 같은, 추가의 구성요소를 포함한다. 몇몇 양태에서, 하우징은, 필터가 디바이스 내에 통합되는데 필요한 다양한 구성요소, 예를 들면, 피처(pitcher) 또는 보틀(bottle) 디바이스(여기서, 물은 하나의 구획으로부터 다른 구획으로 이동하며, 이동하는 과정에서 필터를 통과한다), 및 물이 수도꼭지로부터 방출되거나 물 공급 디바이스로 전달되기 전에 물이 필터를 통과하게 하는 수선(warter line) 또는 수도꼭지에 부착된 디바이스를 포함할 수 있다. 특히, 필터 디바이스는 물을 필터 내로 도입하기 위한 유입 포트 및 여과되거나 처리된 물을 필터로부터 배출하기 위한 유출 포트를 포함할 수 있다. 몇몇 양태에서, 필터 디바이스는, 물 공급원에 연결하기 위한 제거 가능한 연결 수단, 예를 들면, 싱크 파이프(sink pipe), 호스, 튜브 피팅(tube fitting), 수도꼭지, 급수대(water fountain) 등을 유입 포트에 포함할 수 있다.

[0065] 필터 디바이스 내에서 또는 벌크에 공급되는 경우, 본 발명의 수작성 재료 제품 또는 수작성 중간 재료는 다른 수작성 재료와 블렌딩될 수 있음을 유의해야 한다. 이러한 블렌딩은 수작성 재료 자체를 제조하는 동안 또는 필터 디바이스를 제조하는 동안 발생할 수 있다. 몇몇 양태에서, 본 발명의 수작성 재료 제품 또는 수작성 중간 재료는, 압출 장치 또는 사출성형 장치 내에서 혼합되는 것과 같이, 필터 디바이스 제조를 위한 제조기 내에서 블렌딩된다. 몇몇 양태에서, 본 발명의 수작성 재료 제품 또는 수작성 중간 재료는 동일한 화합물(즉, 클로라민 및 염소) 또는 다른 화합물을 제거하기 위해 제공되는 다른 수작성 재료와 블렌딩된다. 제거되어야 하는 기타 오염물은 아질산염, 납, 수은, 비소 및 유기 화합물을 포함한다.

[0066] 몇몇 양태에서, 필터 디바이스는, 저접촉(low contact) pH 활성 탄소 또는 저접촉 pH 활성 탄소와 중성 활성 탄소의 혼합물을 보유하기 위해 필터 하우징 내에 배치된 불활성 플라스틱 재료, 예컨대 폴리스티렌, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리비닐클로라이드, 폴리테트라플루오로에틸렌, 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 실리콘, 가교결합된 폴리에틸렌(PEX), 또는 이들의 임의의 조합으로 구성된 긴 봉투(elongated envelope)를 갖는 필터 하우징을 포함할 수 있다. 또한 필터 하우징은 임의의 적합한 금속, 예컨대 알루미늄, 강, 스테인리스 강, 티타늄, 마그네슘, 및 이들의 조합으로 제조될 수 있다. 또한 필터 하우징은, 전기도금되거나 무전해도금되거나 증착된 알루미늄, 강, 스테인리스 강, 티타늄, 마그네슘, 크롬, 및 이들의 조합을 갖는 금속화된 플라스틱, 예를 들면, 상기 열거된 중합체들 중 어느 것으로 형성될 수 있다. 필터 하우징 및 봉투는 서로 떨어져 있을 수 있으며, 몇몇 양태에서, 미립자 필터, 예를 들면 여과지가 공간 내에 배치되어, 활성 탄소와 회합된 분진을 보유할 수 있다. 특정 양태에서, 추가의 흡착제, 예컨대 카본 클로스(carbon cloth)가 공간 내에 배치될 수 있다. 몇몇 양태에서, 필터는 다공판(perforated plate), 슬롯형 그레이트(slotted grate), 메쉬 그릴(mesh grill), 스크린, 또는 하우징 내의 봉투를 보호하면서 하우징을 통한 유체의 자유 유동을 가능하게 하는 다른 수단을 포함할 수 있다.

- [0067] 몇몇 양태에서, 수착성 중간 재료를 형성하기 위해 본 발명에 따라 처리된 수착성 재료 공급원료는 본 발명의 단계에 의해 처리되지 않은 다른 수착성 재료 공급원료(즉, 수착성 원료)와 혼합될 수 있다. 수착성 재료 공급원료, 수착성 중간 생성물, 및 수착성 원료는 전술된 것과 동일하다.
- [0068] 처리되지 않았으며 본 발명의 수착성 중간 생성물과 혼합될 수착성 원료의 양은 원하는 최종 성능의 달성에 유용한 임의의 양일 수 있다. 처리되지 않은 수착성 원료의 양은, 처리된 수착성 재료와 처리되지 않은 수착성 재료의 전체 혼합물 100%를 기준으로 하여 약 5 내지 95wt%, 약 20 내지 95wt%, 약 40 내지 95wt%, 약 60 내지 95wt%, 약 80 내지 95wt%, 또는 상기 열거된 범위들의 임의의 조합일 수 있다. 몇몇 양태에서, 처리되지 않은 수착제의 양은, 전체 조성물 100%를 기준으로 하여 약 10wt%, 약 20wt%, 약 30wt%, 약 40wt%, 약 50wt%, 약 60wt%, 약 70wt%, 약 80wt%, 약 90wt%, 또는 약 95wt%일 수 있다. 적어도 2가지의 전술된 양을 조합하여 범위의 종점을 구성할 수 있다.
- [0069] 공업용수 또는 도시용수 처리 디바이스는, 처리 동안 천연 공급원으로부터의 물을 수용하도록 배치된 층을 제공하는 고유량 거대 수도관(flow water pipe)에 부착하도록 설계된 더 큰 필터 디바이스 또는 탱크를 포함할 수 있다. 이러한 디바이스는 당업계에 공지되어 있으며, 염소 및 클로라민 파괴 활성 탄소가 이러한 디바이스에 포함될 수 있다. 몇몇 양태에서, 과립상 활성 탄소를 포함하는 층 또는 탱크는 처리장의 유동 경로를 따라 다양한 위치에 위치할 수 있고, 전술된 염소 및 클로라민 파괴 활성 탄소는 이들 층 또는 탱크 중 어느 하나 또는 모두에 사용될 수 있다. 특정 양태에서, 처리 경로의 하나 이상의 위치에서 물이 수착성 재료 제품과 접촉될 수 있고, 이러한 양태에서, 수착성 재료 제품은 염소 및 클로라민 파괴 수착성 재료 제품일 수 있다. 상기 논의된 바와 같이, 이러한 처리 디바이스에서, 과립화 또는 분말화 염소 및 클로라민 파괴 수착성 재료 제품은 단독으로 또는 염소 및 클로라민 파괴 수착성 재료 제품과 비-염소 및 클로라민 파괴 수착성 재료 제품의 혼합물로 사용될 수 있다. 처리 디바이스 및 설비(facility)는 추가의 탱크 및 구성요소, 예를 들면, 오수 조정지(equalization basin), 정화기(clarifier), 생물학적 처리소 또는 탱크, 모래 여과 디바이스, 멤브레인 여과 디바이스 등 및 이의 조합을 포함할 수 있다. 또는, 처리 설비는 수착제 보유 탱크를 포함하며, 여기에, 분말화 활성 탄소를 물에 첨가하여 처리하고 이후 수착하여 수집한다.
- [0070] 추가의 양태는 전술된 염소 및 클로라민 파괴 수착성 재료 제품을 사용하여 물을 정제하는 방법에 관한 것이다. 접촉 단계는, 예를 들면, 염소 및 클로라민 파괴 수착성 재료 제품 또는 염소 및 클로라민 파괴 활성 탄소와 비-염소 및 클로라민 파괴 수착성 재료 제품의 혼합물의 층 위로 또는 이 층에 걸쳐 물은 유동시키는 것, 염소 및 클로라민 파괴 활성 탄소 또는 염소 및 클로라민 파괴 활성 탄소와 비-염소 및 클로라민 파괴 수착성 재료 제품의 혼합물을 포함하는 필터 디바이스로 물을 도입하는 것, 염소 및 클로라민 파괴 수착제 또는 염소 및 클로라민 파괴 수착성 재료 제품과 비-염소 및 클로라민 파괴 수착성 재료 제품의 혼합물을 갖는 수착성 재료 제품을 물을 보유하기 위한 컨테이너 내로 도입하는 것 등을 포함하는 임의의 방식으로 수행될 수 있다. 몇몇 양태에서, 방법은 추가의 단계들을 포함한다. 예를 들면, 몇몇 양태에서, 물의 정제 방법은, 미립자를 제거하기 위해 염소 및 클로라민 파괴 수착성 재료 제품 또는 염소 및 클로라민 파괴 수착성 재료 제품과 비-염소 및 클로라민 파괴 수착성 재료 제품의 혼합물과 접촉하기 전에, 접촉한 후에, 또는 접촉하기 전과 후에, 예를 들면 스크린 또는 모래 필터를 사용하여 물을 여과하는 단계를 포함한다. 추가의 양태에서, 방법은 물을 살균하여 박테리아 또는 다른 미생물과 같은 생물학적 오염물을 제거하는 단계를 포함하고, 몇몇 양태에서, 방법은 살균제(disinfectant)를 물로 도입하는 단계를 포함할 수 있다. 추가의 양태에서, 방법은 물을 정화하는 단계, 물의 pH를 조절하는 단계 등 및 이들의 조합을 포함할 수 있다.
- [0071] 본 발명의 수착성 재료 제품의 성능은 "클로라민 파괴 수(CDN)" 또는 "염소 파괴 수(CI-DN)"를 포함하는 다양한 방법으로 측정되며 이는 하기 실험 섹션에서 정량화된다. 이들 값은 본 발명의 수착제에 의해 물로부터 제거될 수 있는 클로라민 및/또는 염소의 양을 정량화한다. CDN 또는 클로라민 파괴 수에 있어서, 본 발명은 약 3.0, 약 3.5, 약 4.0, 약 4.5, 약 5.0, 약 5.5, 약 6.0, 약 6.5, 약 7.0, 약 7.5, 약 8.0, 약 8.5, 약 9.0, 약 9.5, 약 10.0, 약 10.5, 약 11.0, 약 12.0, 약 12.5, 약 13.0, 약 13.5, 약 14.0, 약 14.5, 약 15.0, 약 15.5, 약 16.0, 약 16.5, 약 17.0, 약 17.5, 약 18.0, 약 18.5, 약 19.0, 약 19.5, 약 20.0, 약 20.5, 약 21.0, 약 21.5, 약 22.0, 약 22.5, 약 23.0, 약 23.5, 약 24.0, 약 24.5, 약 25.0, 약 25.5, 약 26.0, 약 26.5, 약 27.5, 약 28.0, 약 28.5, 약 29.0, 약 29.5, 약 30.0, 약 35.0, 약 40.0, 약 45.0, 약 50.0, 약 55.0, 약 60.0, 약 65.0, 약 70.0, 약 75.0, 약 80.0의 값, 또는 이들 값 중 적어도 2개를 종점으로서 포함하는 임의의 범위를 고려한다. 또는, CDN은, 적어도 약 4.0, 적어도 약 4.5, 적어도 약 5.0, 적어도 약 10.0, 적어도 약 15.0, 적어도 약 20.0, 적어도 약 23.0, 적어도 약 50.0, 적어도 약 55.0, 적어도 약 60.0, 적어도 약 65.0, 적어도 약 70.0, 적어도 약 75.0, 적어도 약 80.0과 같은, 낮은 성능 한계로서의 이들 숫자가 있는 범위일 수 있다.

몇몇 양태에서, 클로라민 파괴 수는 모노-클로라민에 관해 측정된다.

[0072] 염소 파괴 수(CI-DN)에 따른 성능은 약 70.0, 약 75.0, 약 80.0, 약 85.0, 약 90.0, 약 95.0, 약 100.0, 약 110.0, 약 120.0, 약 120.0, 약 140.0, 약 150.0, 약 160.0, 약 170.0, 약 180.0, 약 190.0, 약 200.0, 약 210.0, 약 220.0, 약 230.0, 약 240.0, 약 250.0, 또는 이들 값 중 적어도 2개가 중점으로서 형성된 임의의 범위일 수 있다. 또한 염소 파괴 수에 따른 성능은 적어도 약 70.0, 적어도 약 75.0, 적어도 약 80.0, 적어도 약 85.0, 적어도 약 90.0, 적어도 약 95.0, 적어도 약 100.0, 적어도 약 150.0, 적어도 약 200.0, 또는 적어도 약 250.0, 또는 이들 범위의 임의의 조합일 수 있다. 염소 파괴 수는 약 80.0 내지 약 150.0, 또는 약 120.0 내지 약 200.0 또는 약 170.0 내지 약 250.0일 수 있다.

[0073] 본 발명의 수착제의 성능에서 측정 가능한 인자는, "중심(center)" 질소와는 구별되는 "엣지(edge)" 질소의 양인 것으로 생각되며, 여기서, "엣지" 질소 원자는 흑연 시트 또는 평면의 엣지에 위치하는 피롤 또는 피리딘 기의 일부이다. 이들 질소 원자는 가장 불안정하며, 클로라민 및 염소 원자와 같이 수착제와 접촉하는 다양한 화합물과 상호작용한다. 엣지 질소의 양은 X-선 광전자 분광계(XPS)와 같은 표면 분석 기술로 확인될 수 있다. XPS 또는 임의의 기타 표면 분석 기술에 의해 측정되는 엣지 질소의 양은 약 0.1at.% 내지 약 2.0at.%, 약 0.2at.% 내지 약 1.7at.%, 약 0.2at.% 내지 약 1.5at.%, 또는 약 0.2at.% 내지 약 1.2at.%, 약 0.2at.% 내지 약 1.0at.%, 약 0.2at.% 내지 약 0.8at.%, 약 0.2 내지 약 0.6at.%, 약 0.2at.% 내지 약 0.4at.%, 또는 전술된 범위의 임의의 조합일 수 있다. 또한, 엣지 질소의 양은 약 0.1at.%, 약 0.2at.%, 약 0.3at.%, 약 0.4at.%, 약 0.5at.%, 약 0.6at.%, 약 0.7at.%, 약 0.8at.%, 약 0.9at.%, 약 1.0at.%, 약 1.1at.%, 약 1.2at.%, 약 1.3at.%, 약 1.4at.%, 약 1.5at.%, 약 1.6at.%, 약 1.7at.%, 약 1.8at.%, 약 1.9at.%, 약 2.0at.%, 또는 XPS 또는 임의의 기타 표면 분석 기술로 재측정된 범위의 중점으로서 이들 값 중 2개의 조합으로 형성된 임의의 범위일 수 있다.

[0074] 실시예

[0075] 본 발명이 이의 특정한 바람직한 양태들을 참조하여 상당히 상세하게 기술되었지만 다른 유형들도 가능하다. 따라서, 청구범위의 요지 및 범주는 본 발명에 포함된 상세한 설명 및 바람직한 유형들에 제한되지 않아야 한다. 본 발명의 다양한 측면은 하기 비제한적 예를 참조하여 예시된다.

[0076] 실시예 1

[0077] 활성 탄소 샘플을 염소 및 클로라민의 제거를 위해 시험하였다. 클로라민은 모노-클로라민, 디-클로라민, 및 트리-클로라민을 지칭한다. 암모니아가 용액 중 염소와 평형 상태인 경우, 클로라민의 형태는 pH 의존적이다. 1.5g의 염화암모늄, 12.5mL의 5% 하이포아염소산나트륨 및 탈이온수를 포함하는 클로라민 용액을 혼합하여, pH 9.0에서 300ppm 클로라민의 1L 용액을 수득하였다. 9.0의 pH 값에서, 평형 상태로 존재하는 클로라민 화학종은 모노-클로라민 형태이고, 이는 파괴되기가 가장 어렵다. 상기 용액을 1.25g의 탄산나트륨을 사용하여 완충하여, 평가 동안 용액 pH를 유지시켰다. 1L의 300ppm 염소 용액을 수득하기 위해, 염소 용액은 12.5mL의 5% 하이포아염소산나트륨 및 탈이온수를 포함하였다. 1리터의 300ppm 용액 각각을 에를렌마이어(Erlenmeyer) 플라스크에 첨가하고, 이를 20°C로 조절된 수욕(water bath)에 위치시켰다. 각각의 샘플 분석을 위해, 일정한 체적의 2.0mL 활성 탄소(80×325 메쉬에서 크기 조절됨)를 교반된 1L 클로라민 또는 염소 용액에 첨가하였다. 사용된 탄소의 용적을, ASTM 방법 D-2854에 의해 측정된 80×325 탄소의 겉보기 밀도로부터 측정하였다. 용액 중 전체 염소의 농도를, 분취량을 수집한 뒤, 허용된 표준 HACH 비색(colorimetric) EPA 방법 10070을 전체 염소에 대해 사용하여 분석하여, 다양한 시간 지점에서 150분의 기간에 걸쳐 측정하였다. 클로라민의 농도는 NSF/ANSI-42(2015)를 사용하여 측정하였다.

[0078] 활성 탄소를 실험적으로 분석한 후, 각 활성 탄소 샘플에 대한 농도 대 시간 데이터를 도시하였다. 그 결과도 1에 나타난다. 이어서, 그 결과를, 시간에 대한 전체 염소 농도의 자연 로그로서 다시 도시하여, 1차 동력학 이론(first order kinetic theory)에 따라 데이터를 선형화시킨다. 다시 도시된 결과는 도 2에 나타난다. 이어서 선형 피트(linear fit)를 데이터에 적용하고, 선형 피트의 기울기를 측정한다. 전체 염소의 초기 농도가 150분의 기간에 걸쳐 감소하기 때문에, 항상 음의 기울기를 갖는다. 결과적으로, 1000을 곱한, 기울기의 절대값을 사용하여, 클로라민 및 염소 파괴(제거)의 속도를 정량화한다. 절대 기울기가 클수록, 활성 탄소가 염소 및 클로라민을 제거하는게 더 효과적이다. 이들 실험을 위해, 1차 동력학 실험 데이터의 선형 피트로부터 생성되며 1000을 곱한 기울기는 "클로라민 파괴 수" 또는 CDN으로 지칭된다. 염소 파괴에 대해, 염소 농도의 실험 결과에 대해 동일한 절차를 수행하며, 생성된 값은 CI-DN의 "염소 파괴 수"로 지칭된다.

[0079] 클로라민에 추가하여, 본 양태는 수성 스트림으로부터 염소를 제거하는데에도 효과적이다. 하소된 활성 탄소가 염소를 제거하는 능력은 전술된 바와 같이 평가하지만, 시험 용액은 염화암모늄의 첨가 없이도 제조되므로, 용액은 300ppm 염소를 함유한다. 염소 분석을 위한 활성 탄소 입자 크기는 95% -325 메쉬였으며, 이는 활성 탄소 입자의 95%가 325 메쉬를 통과하는 것에 해당하고, 이는 44 $\mu$ m 크기의 개구부와 상응한다. 염소 농도 대 시간 데이터 및 이의 1차 동력학 기술기의 분석은 동일하게 유지되며, 이 데이터의 선형 피트의 기울기는 "염소 파괴 수" 또는 CI-DN으로 지칭된다.

[0080] 실시예 2

[0081] 2개 유형의 석탄(coal)계 활성 탄소를 수작성 중간 재료로서 사용하였다. FILTRASORB 400(F400)은, 요오드가 (iodine number) 1000 (최소), 2wt% 최대 수분, 유효 크기 0.55mm 내지 0.75mm, 최대 균등 계수(uniformity coefficient) 1.9, 최소 마모수(abrasion number) 75이고, US Sieve 시리즈의 중량별 스크린 크기가 12 메쉬 (1700 $\mu$ m 개구부) 상에서 최대 5wt%이고 40 메쉬(425 $\mu$ m 개구부 크기) 상에서 최대 4wt%인, 역청탄 계열 활성 탄소이다. F400 활성 탄소는 미국 펜실베이니아주 피츠버그에 소재한 칼곤 카본 코포레이션(Calgon Carbon Corp.)으로부터 입수 가능하다. CENTAUR는 미국 특허 6,342,129에 따라 제조되고 미국 펜실베이니아주 피츠버그에 소재한 칼곤 카본 코포레이션으로부터 입수 가능한 석탄계 활성 탄소이다. 표 1에서 식별된 샘플을 500 $^{\circ}$ C 관형 로(tube furnace)에서 1시간 동안 공기를 사용하여 산화시켰다. 샘플을 냉각시킨 후, 우레아가 첨가된 것으로 확인된 샘플을, 물 중의 50% 우레아 용액으로, 탄소 10그램에 대해 우레아 용액 4mL의 비로 함침시켰다. 하소를 950 $^{\circ}$ C 관형 로에서 1시간 동안 질소 중에서 수행한 후에 질소 중에서 냉각시켰다. 활성화를 950 $^{\circ}$ C 관형 로에서 15분 동안 증기 환경에서 수행하였다. 활성 탄소의 사전산화(preoxidation)는 활성 탄소의 최종 질소 함량을 증가시킨다. 이는 표 1에 나타내었으며, 여기서, 각각의 경우, 사전산화된 샘플은, 원소 분석(Galbraith Labs)에 의해 측정된 바, 산화되지 않은 이의 대조군보다 더 많은 질소(전체 질소, wt.%)를 함유하였다. 모든 샘플을 동일한 양의 우레아 전구체로 처리하였다. 추가로, 사전산화된 샘플은 더 높은 CDN 값을 가지므로, 클로라민 분해 시 더 효과적이었다.

표 1

사전산화 및 우레아 첨가가 활성 탄소의 질소 함량 및 클로라민 파괴 특성에 끼치는 효과

활성 탄소	열처리	CDN	전체 질소 (wt%)
F400 & 우레아 첨가	증기 활성화	3.9	0.98
F400, 사전산화, & 우레아 첨가	증기 활성화	4.8	1.04
F400 & 우레아 첨가	하소	4.2	1.10
F400, 사전산화, & 우레아 첨가	하소	10.8	1.62
F400, 사전산화	증기 활성화	2.0	0.77
F400, 사전산화	하소	2.8	0.69
F400	증기 활성화	2.3	0.94
F400	하소	1.9	0.78
F400	처리하지 않음	1.4	0.67
F400, 사전산화	처리하지 않음	2.2	0.53
CENTAUR & 우레아 첨가	증기 활성화	6.2	1.43
CENTAUR, 사전산화, & 우레아 첨가	증기 활성화	11.0	1.63
CENTAUR & 우레아 첨가	하소	11.8	1.18
CENTAUR, 사전산화, & 우레아 첨가	하소	21.8	2.00
CENTAUR, 사전산화	증기 활성화	4.5	0.91
CENTAUR, 사전산화	하소	6.2	1.26
CENTAUR	증기 활성화	3.7	1.28
CENTAUR	하소	5.2	1.08
CENTAUR	처리하지 않음	3.1	1.09
CENTAUR, 사전산화	처리하지 않음	3.6	0.97

[0082]

[0083] 선행 기술에서, 활성화 또는 산화 가스가 고온에서 존재하면, 고온에서의 산소에 의한 탄소 구조 공격을 통해 생성물 수율이 감소하고 최종 생성물의 질소 함량이 잠재적으로 감소하는 부정적인 효과가 초래된다. 표 1은, 모든 하소된 샘플에 대한 CDN 값이 활성화된 샘플의 CDN 값보다 큰 것으로 인한 하소 단계의 유효성 및 이득을 입증한다. 이는, 활성 탄소가 사전산화된 경우에 최고 CDN 값이 획득되기는 하지만, 산화되지 않은 활성 탄소

및 사전산화된 활성 탄소 둘 다에 대해 사실이다. 도 3은 전체 질소 및 CDN 값 사이의 관계를 도식적으로 나타낸다.

[0084] 실시예 3

[0085] x-선 광전자 분광계(XPS)를 사용하여, 활성 탄소 내에 포함된 질소의 유형을 추가로 특성화할 수 있었다. 이러한 방법은 표 1에 열거된 활성 탄소 샘플에 적용하였다. 활성 탄소에 존재하는 질소 유형은 "옛지" 질소 또는 "중심" 질소로 특성화한다. "옛지" 질소에서, 질소 원자는 흑연 시트 또는 평면의 말단 또는 옛지에 위치하는 피롤 또는 피리딘 기의 일부이고, XPS 분석 과정에서 "옛지" 질소는 -399eV의 결합 에너지를 갖는 것으로 확인된다.

[0086] "중심" 질소에서, 질소 원자는 여러 융합된 방향족 환의 내부 구조의 일부로서 결합된다. 중심 질소는 XPS를 사용하여 분석한 경우 -401eV의 특징적인 결합 에너지를 갖는다. 개시된 양태에서, 표 1의 우레아 처리된 F400 또는 CENTAUR 활성 탄소에 존재하는 질소의 유형을 조사함에 따라, 증기 활성화된 것에 비해, 하소된 샘플인 경우의 "옛지" 유형 질소의 백분율이 눈에 띄게 증가한다. 이러한 경향은 표 2에서 강조된다.

**표 2**

우레아 처리된 활성 탄소에서 중심 질소에 대한 옛지 질소의 비교

활성 탄소	열처리	CDN	N-XPS (원자%)	옛지 N (%)	중심 N (%)	옛지 N (원자%)	중심 N (원자%)
F400 & 우레아 첨가	증기 활성화	3.9	0.7	14.3	85.7	0.10	0.60
F400 & 우레아 첨가	하소	4.2	0.5	20	80	0.10	0.40
F400, 사전산화, & 우레아 첨가	증기 활성화	4.8	0.7	0	100	0.00	0.70
F400, 사전산화, & 우레아 첨가	하소	10.8	1.1	36.4	63.6	0.40	0.70
CENTAUR & 우레아 첨가	증기 활성화	6.2	0.9	11.1	88.9	0.10	0.80
CENTAUR & 우레아 첨가	하소	11.0	1.2	33.3	66.7	0.40	0.80
CENTAUR, 사전산화, & 우레아 첨가	증기 활성화	11.8	0.8	37.5	62.5	0.30	0.50
CENTAUR, 사전산화, & 우레아 첨가	하소	21.8	1.5	40	60	0.60	0.90

[0087]

[0088] 모든 양태에서, 하소된 활성 탄소는, 증기 활성화된 활성 탄소와 비교하면, 중심 형태에 비해 옛지 형태에서 질소의 백분율이 증가한다. 또한, 하소된 샘플은 모두, 증기 활성화된 샘플보다 더 큰 CDN 값을 갖는다. 일부 경우, CDN 값은, 하소된 샘플의 경우가, 증기 활성화되기만 한 샘플의 거의 두 배일 수 있다. 활성 탄소가 비활성으로 하소될 때 더 큰 분획의 옛지 질소가 생성되는 것과, 이들 샘플이 이들의 증기 활성화된 (그리고 이에 따라 기화된) 대조군보다 더 뛰어나고 더 신속한 클로라민 제거 동력학을 나타낸다는 것이, 본 발명의 신규하고 예상치 못한 발견이다.

[0089] 도 4는 다양한 형태의 질소가 CDN에 끼치는 효과를 나타낸다. 각 경우 질소의 양은 XPS에 의해 측정하였다. 총 원자 질소가 증가함에 따라 CDN 값도 증가하였다. XPS에 의해, 총 원자 질소의 증가는 주로 중심 질소가 아닌 옛지 질소의 증가로 인한 것임을 특히 주목한다. 옛지 질소는 기화 또는 활성화 단계(들) 동안 가장 화학적으로 불안정한 질소이다. 그러나, 하소 동안, 옛지 질소는 탄소 구조를 유지하는 경향이 있다.

[0090] 이론에 결부되곤 하지만, 이 결과는, 제안된 질소 처리에 의해 옛지 질소의 증가가 초래되며, 중심 질소와 옛지 질소를 포함하는 전체 또는 벌크 질소의 증가 대부분이 이와 같은 옛지 질소 첨가의 결과임을 나타내는 것으로 보인다. 이는, 옛지 질소가 수착제 상에서 표면 상호작용에 영향을 미치며 이에 따라 수착제의 성능에 영향을 끼치기 때문에, 중요하다.

[0091] 실시예 4

[0092] 표 3은 산화에 사용되는 공기 대기 내로 첨가된 물 또는 증기의 효과를 입증한다. 이러한 효과를 시험하기 위해, 우선 F400 카본을 공기 중에서 물 첨가 없이 500°C에서 1시간 동안 관형 로에서 산화시키고, 이후, 상기 실시예 2에 제공된 바와 같이 우레아 용액으로 함침시키고 하소시켰다. 이러한 시험의 결과를 "건조 공기" 샘플로서 표 3에 나타낸다.

[0093] 그 다음, F400 카본을 25°C에서 수증기로 포화된 습윤된 공기와 함께 제공하였다. 이어서, F400 카본 및 습윤된 공기를 관형 로에서 500°C로 1시간 동안 가열하고, 이후, 상기 실시예 2에 제공된 바와 같이 우레아 용액으로 함침시키고 하소시켰다. 이러한 시험의 결과를 "습윤된 공기" 샘플로서 표 3에 나타낸다. 표 3은 물이 주요한 산화제, 이 경우, 공기와 함께 사용되는 경우에 탄소의 CDN의 유의한 개선이 있음을 나타낸다.

**표 3**

500 °C 에서 F400 탄소의 공기 산화에 대한 물의 효과

산화 분위기	CDN
건조 공기	10.8
습윤된 공기	16.4

[0094]

[0095] 실시예 5

[0096] 상이한 질소-함유 전구체들의 효과 및 활성 탄소에 촉매 활성을 부여하는 이들의 능력이 표 4에 제공된다. 이들 시험을 위해, 모든 질소-함유 전구체를, 활성 탄소로부터의 탄소 10몰에 대한 질소 1몰의 비로 F400 카본에 첨가하였다. 이러한 실험을 위해 질소-함유 전구체를 통해 첨가되는 질소의 물량을 계산하기 위한 목적으로, 활성 탄소가 탄소 원자 전체, 또는 100%로 구성된다고 가정하였다.

[0097] 표 4에서 "건조"로 식별된 질소-함유 전구체를 수 가용성의 결핍으로 인해 건조 혼합물로서 산화된 활성 탄소에 첨가하였다. "기체"로 열거된 것들을 활성 탄소의 공기 산화 후 가스 형태로 사용하였다. 재료들을 실시예 2에 제공된 바와 같이 열처리하였다. 표 4에 나타낸 실험 데이터로부터, -3의 산화 상태에서 환원 질소를 함유하는 이들 질소-함유 전구체만이, 다른 산화 상태인 것들에 비해 임의로 실질적으로 증가된 CDN 값을 제공하였다.

[0098] 또한 질소 공급원을 수착성 원료 또는 수착성 중간체에 또는 수착성 원료 또는 수착성 중간체 자체로 첨가할 수 있음을 고려한다. 하나의 실험에서, 폴리아크릴로니트릴은 수착성 중간체로서 활성 탄소를 갖는 질소 전구체로서 제공되었다. 이어서 폴리아크릴로니트릴 및 활성 탄소를 건식 혼합물로서 조합하였다. 생성된 수착성 제품은 4.6의 CDN을 가졌다. 이론에 결부되고자 하지는 않지만, 폴리아크릴로니트릴 중합체의 열분해는, 질소 화합물이 탄소 주쇄와 반응하게 하며 클로라민 및 유사한 화합물의 파괴를 효과적이게 하는 것으로 여겨진다.

**표 4**

F400 탄소에 대한 CDN 에 대한 질소-함유 전구체의 효과

질소 공급원	질소 산화 상태	CDN
폴리아크릴로니트릴 (PAN)	-3	4.6
암모니아 (기체)	-3	6.8
탄산암모늄 (건조)	-3	11.6
티오시아산암모늄	-3	25.8
아조디카본아미드 (건조)	-3	12.5
인산이암모늄	-3	2.0
디시아디아미드	-3	15.3
구아니딘 하이드로클로라이드	-3	24.9
구아니딘 티오시아네이트	-3	3.0
구아닌 (건조)	-3	22.3
멜라민 (건조)	-3	26.2
질소 (기체)	0	1.9
이산화질소 (기체)	4	2.6
아산화질소 (기체)	-3 및 +5	11.4
질산나트륨	+5	1.7
아질산나트륨	+3	1.6
티오우레아	-3	14.1
우레아	-3	11.4

[0099]

[0100]

실시예 6

[0101]

또한, 사전산화된, 하소된 활성 탄소를 CI-DN 값을 특징으로 하는 염소 파괴에 대해 평가하였다. 표 5은 수착성 제품 또는 수착성 중간체로서의 CENTAUR의 성능을 강조한다. 각각의 시험의 CI-DN을 상기 실시예 2에 제공된 바와 같이 제조하였다.

**표 5**

하소된 활성 탄소의 염소 파괴 성능

활성 탄소

활성 탄소	열처리	CI-DN
CENTAUR	증기 활성화	72.8
CENTAUR, 사전산화, 우레아 무첨가	하소	84.6
CENTAUR, 사전산화, 우레아 첨가	하소	145.9

[0102]

[0103]

표 5에서, 증가 활성화된 CENTAUR 수착성 중간 재료의 CI-DN은 72.8이었다. CENTAUR 수착성 중간 재료를 사전산화시키고 이어서 우레아 질소-함유 전구체의 첨가 없이 하소시키면, CI-DN은 여전히 거의 84.6까지 개선된다. 그러나, 클로라민의 경우에서와 같이, CENTAUR 활성 탄소가 수착성 중간 재료로서 사용되어 우선 사전산화되고 이어서 우레아와 혼합되고 최종적으로 하소되는 경우, CI-DN은 145.9까지 극적으로 증가한다. 이러한 CI-DN 값의 유의한 증가는, 활성 탄소가 사전산화되고 -3의 산화 상태에서 질소 공급원과 혼합되고 하소되는 경우, 이는 염소 제거에 매우 효과적임을 나타낸다.

[0104]

실시예 7

[0105]

탄소의 산화는 상기 고려된 산화제를 사용하여 수행되었다. 50g의 F400 활성 탄소를 하기 표 1에 제공된 150mL의 산화제와 접촉시켰다. 산화제 농도는 물 중에서 1 내지 32% 범위였으며, 탄소와 접촉하면서 24 내지 72시간

동안 교반하였다. 혼합물을 여과하고 150℃에서 3시간 동안 건조시킨 다음, 4mL의 50% 우레아 용액에 대해 10g 탄소의 비로 물 중에서 50% 우레아 용액으로 함침시켰다. 이어서, 함침된 탄소를 질소에서 950℃에서 1시간 동안 하소시켰다. 그 결과는 클로라민 파괴 수에 대해 측정되었으며 표 6에 열거되어 있다.

표 6

산화제, 및 클로라민에 대한 효과

산화제 (우레아 함침된 F400 에 적용된 바와 같음)	클로라민 파괴 수 (CDN)
없음 - 산화하지 않음	3.7
500 °C 공기	10.8
질산	6.7
과산화모노황산칼륨	21.2
과황화칼륨	32.6
과황산나트륨	22.3
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	8.2
과아세트산 (적용된 아세트산과 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 의 혼합물)†	54.2
아세트산	3.5
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + 우레아 (적용된 혼합물)†	8.9
과아세트산 + 우레아 (적용된 혼합물)†	25.5
차아염소산염	2.5
벤조일 퍼옥사이드	2.5

† 동시에 적용되는 화합물들의 혼합물; 후속 우레아는 없다. F400 활성 탄소 10g 당 우레아 4mL 의 별도 함침은, 우레아가 이미 적용되었기 때문에 산화제 이후에 적용되지 않았다.

[0106]

[0107]

결과로부터, 과아세트산 처리는 CDN 54.2의 뛰어난 결과를 생성하는 것으로 나타났다. 또한, 과황화칼륨, 과산화모노황산칼륨, 및 과아세트산과 같은 다른 산화제는 산화제로서 또는 이어서 우레아 처리와 조합하여 우수한 결과를 제공하였다. 개시된 산화제, 특히 -3의 산화 상태의 질소 화합물과 조합된 임의의 다른 환원된 질소 전구체는 이러한 높은 CDN 값의 생성 또는 상기 논의된 높은 Cl-DN 값의 생성에 적합할 것으로 예상된다.

[0108]

실시예 8

[0109]

상기 실시예들에 기술된 CENTAUR 활성 탄소를 사용하여 추가의 시험을 수행하였다. 15g의 CENTAUR 활성 탄소를 물 중에서 20.5% 농도의 과아세트산 150mL와 접촉시키고 최대 120시간 동안 교반하였다. 혼합물을 여과한 다음 탄소를 최대 12시간 동안 80℃에서 건조시켰다. 건조 후, 탄소를 물 중에서 우레아 용액 4mL에 대한 탄소 10g의 비로 50% 우레아 용액으로 함침시켰다. 그 다음, 함침된 탄소를 질소 중에서 950℃에서 1시간 동안 하소시켰다. 생성된 탄소를 클로라민 파괴 수에 대해 측정하였으며 표 7에 열거되어 있다.

표 7

산화의 효과

산화제	클로라민 파괴 수 (CDN)
없음 - 산화하지 않음	11.8
공기 - 500 °C	21.8
과아세트산 (아세트산 및 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	24.9

[0110]

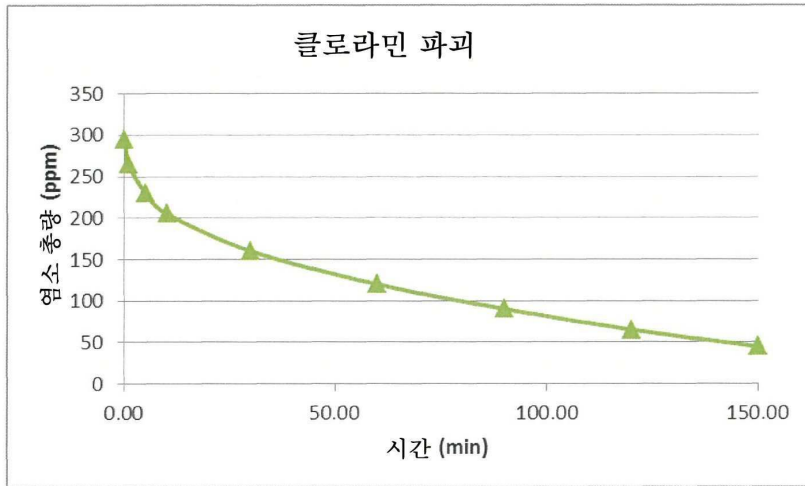
[0111]

이 결과로부터, 과아세트산 산화 처리는, 24.9의 값의 CDN으로, 클로라민 파괴를 유의하게 개선한다는 것이 임

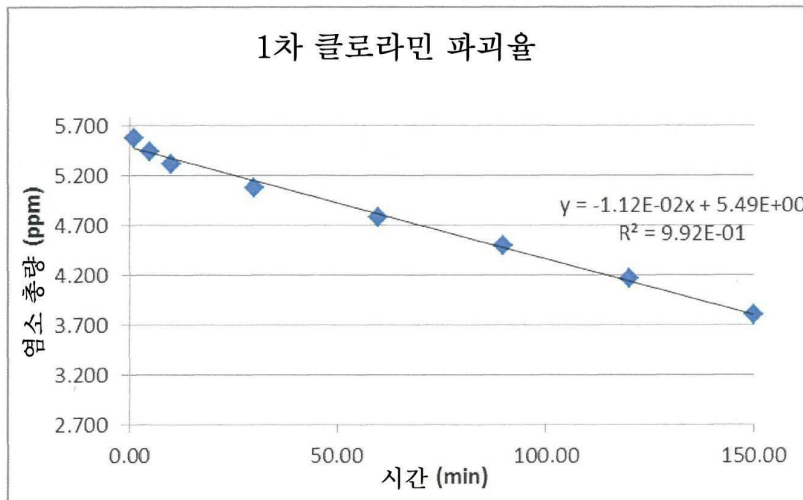
증되었다. 이는 CDN이 11.9에 불과한 사전산화가 없는 유사하게 함침된 CENTAUR 활성 탄소와 비교된다. 또한, 공기-산화되고 우레아-함침된 CENTAUR은 21.8의 CDN 값을 달성하였다.

도면

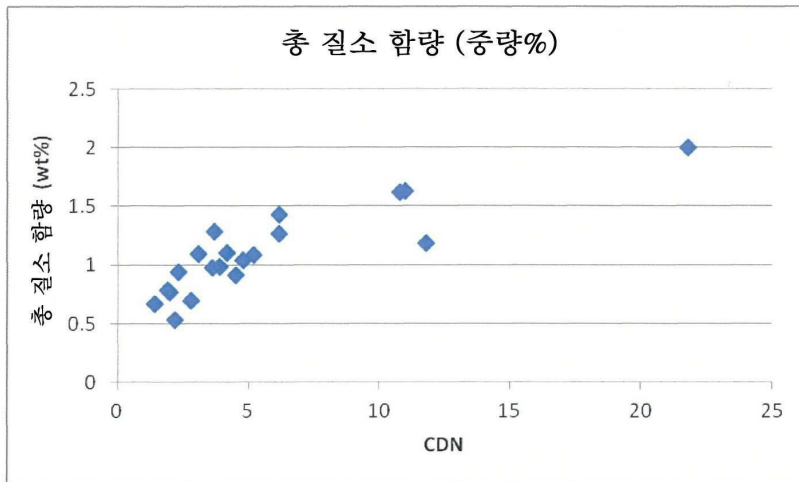
도면1



도면2



도면3



도면4

