



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0131279

(43) 공개일자 2015년11월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B01D 53/04 (2006.01) A62B 18/08 (2006.01)

A62B 9/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B01D 53/0415 (2013.01)

A62B 18/088 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-7029327

(22) 출원일자(국제) 2014년03월07일

심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2015년10월14일

(86) 국제출원번호 PCT/US2014/021513

(87) 국제공개번호 WO 2014/149917

국제공개일자 2014년09월25일

(30) 우선권주장

61/786,795 2013년03월15일 미국(US)

(71) 출원인

쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 캄파니

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠 센터

(72) 발명자

프랭클 케빈 에이

미국 미네소타주 55133-3427 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

토마스 제이 크리스토퍼

미국 미네소타주 55133-3427 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

제일특허법인

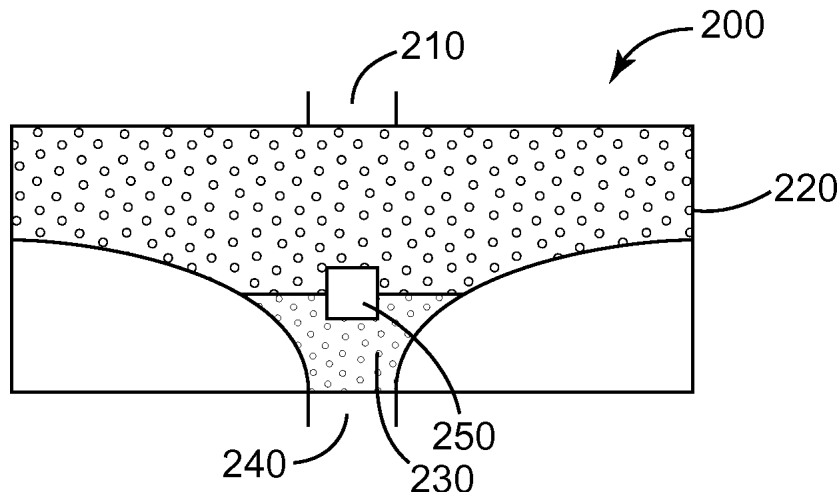
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 발명의 명칭 **층상 필터 카트리지를 사용 수명 종료 표시 시스템**

(57) 요약

사용 수명 종료 표시 시스템을 갖는 층상 필터 카트리지 시스템은 필터 매체를 포함하는 필터 카트리지를 포함한다. 필터 매체는 제1 수작 층, 제2 수작 층, 및 제1 수작 층 및 제2 수작 층에 인접한 감지 요소의 다층 구조물을 포함하며, 감지 요소의 표시 요소가 제1 수작 층과 제2 수작 층 사이의 계면에 위치되도록 한다. 제1 수작 층은 제2 수작 층보다 높은 흡착 용량 및/또는 높은 흡착률을 갖는다. 감지 요소는 필터 카트리지를 통한 흡착 과정의 통과를 표시한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

A62B 9/006 (2013.01)
B01D 53/0454 (2013.01)
B01D 2253/102 (2013.01)
B01D 2253/104 (2013.01)
B01D 2253/106 (2013.01)
B01D 2253/108 (2013.01)
B01D 2253/204 (2013.01)
B01D 2257/2045 (2013.01)
B01D 2257/2064 (2013.01)

(72) 발명자

척키 펠리사 에이

미국 미네소타주 55133-3427 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

젤린스키 마리아 엘

미국 미네소타주 55133-3427 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

고다드 데니스 엘

미국 미네소타주 55133-3427 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

명세서

청구범위

청구항 1

가스 매질로부터 오염물을 제거할 수 있는 필터 카트리지로써,

가스 입구;

필터 매체(filter media); 및

가스 출구를 포함하는 밀봉된 카트리지 하우징(sealed cartridge housing)을 포함하며,

상기 필터 매체는 다층 구조물을 포함하며, 상기 다층 구조물은,

제1 수착 층(sorbent layer);

상기 제1 수착 층보다 가스 출구에 근접하여 있는 제2 수착 층으로서, 상기 제1 수착 층은 상기 제2 수착 층보다 높은 흡착 용량(adsorption capacity) 및/또는 높은 흡착률(adsorption rate)을 갖는, 상기 제2 수착 층; 및

상기 제1 수착 층 및 제2 수착 층에 인접한 감지 요소(sensing element)를 포함하며, 상기 감지 요소의 표시 요소(indicating element)는 상기 제1 수착 층과 제2 수착 층 사이의 계면에 위치되는, 필터 카트리지.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제2 수착 층에 대한 흡착 인자(Adsorption Factor)인 A_2 에 대한 상기 제1 수착 층에 대한 흡착 인자인 A_1 의 비가 $A_1/A_2 > 1$ 이고, 수착 층에 대한 흡착 인자가 하기의 수학적식으로부터 결정되는, 필터 카트리지.

$$A = k_v \times SL$$

여기서, A = 흡착 인자;

k_v = 유효 흡착률 계수(effective adsorption rate coefficient) (분^{-1}); 및

SL = 사용 수명 (분), 즉, 표준 온도 및 압력에서 주어진 챌린지 증기의 1% 파과(breakthrough)에 도달하는 데 필요한 시간.

청구항 3

제1항에 있어서, 각각의 수착 층이 수착 부피를 포함하고, 상기 수착 층들의 부피는 함께 조합된 수착 부피를 형성하고, 상기 제1 수착 층의 부피는 조합된 수착 부피의 40%를 초과하는, 필터 카트리지.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제1 수착 층과 제2 수착 층이 실질적으로 별개 층인, 필터 카트리지.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 감지 요소는 상기 필터 카트리지를 통한 흡착 파면(adsorption wavefront)의 통과를 표시하는, 필터 카트리지.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 감지 요소는 비색 감지 요소(colorimetric sensing element) 또는 전자 감지 요소를 포함하는, 필터 카트리지.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 감지 요소는 오염물을 함유하는 흡착 과면이 상기 제1 수작 층과 제2 수작 층 사이의 계면에 도달할 때를 상기 감지 요소가 표시하도록 하는 위치에서 상기 필터 카트리리지 내에 위치되는, 필터 카트리리지.

청구항 8

제1항에 있어서, 추가의 수작 층을 추가로 포함하는, 필터 카트리리지.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 제1 수작 층 및 제2 수작 층은 활성탄, 실리카, 알루미나, 금속 산화물, 금속 수산화물, 또는 이들의 조합의 층을 포함하는, 필터 카트리리지.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 제1 수작 층이 활성탄을 포함하고, 상기 제2 수작 층이 상이한 활성탄을 포함하는, 필터 카트리리지.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 감지 요소가 상기 카트리리지 하우징의 벽 상에 위치되는, 필터 카트리리지.

청구항 12

가스로부터 오염물을 여과하는 방법으로서,

가스 입구;

필터 매체; 및

가스 출구를 포함하는 밀봉된 카트리리지 하우징을 포함하는 필터 카트리지를 제공하는 단계로서, 상기 필터 매체는 다층 구조물을 포함하며, 상기 다층 구조물은,

제1 수작 층;

상기 제1 수작 층보다 가스 출구에 근접하여 있는 제2 수작 층으로서, 상기 제1 수작 층은 상기 제2 수작 층보다 높은 흡착 용량 및/또는 높은 흡착률을 갖는, 상기 제2 수작 층; 및

상기 제1 수작 층 및 제2 수작 층에 인접한 감지 요소를 포함하며, 상기 감지 요소의 표시 요소가 상기 제1 수작 층과 제2 수작 층 사이의 계면에 위치되는, 제공하는 단계;

상기 필터 카트리지를 통해 가스가 유동하도록 하는 단계;

상기 감지 요소에서 감지 응답을 검출하는 단계; 및

상기 필터 카트리지를 교체하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 제2 수작 층에 대한 흡착 인자인 A_2 에 대한 상기 제1 수작 층에 대한 흡착 인자인 A_1 의 비가 $A_1/A_2 > 1$ 이고, 수작 층에 대한 흡착 인자가 하기의 수학식으로부터 결정되는, 방법.

$$A = k_v \times SL$$

여기서, A = 흡착 인자;

k_v = 유효 흡착률 계수 (분⁻¹); 및

SL = 사용 수명 (분), 즉, 표준 온도 및 압력에서 주어진 챌린지 증기의 1% 파괴에 도달하는 데 필요한 시간.

청구항 14

제12항에 있어서, 각각의 수작 층이 수작 부피를 포함하고, 상기 수작 층들의 부피는 함께 조합된 수작 부피를 형성하고, 상기 제1 수작 층의 부피는 조합된 수작 부피의 40%를 초과하는, 방법.

청구항 15

제12항에 있어서, 상기 제1 수작 층과 제2 수작 층이 실질적으로 별개 층인, 방법.

청구항 16

제12항에 있어서, 상기 감지 요소는 상기 필터 카트리지를 통한 흡착 파면의 통과를 표시하는, 방법.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 감지 요소는 비색 감지 요소 또는 전자 감지 요소를 포함하는, 방법.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 감지 요소에서 감지 응답을 검출하는 단계가 색 변화를 검출하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 19

제12항에 있어서, 상기 감지 요소는 오염물을 함유하는 흡착 파면이 상기 제1 수작 층과 제2 수작 층 사이의 계면에 도달할 때를 상기 감지 요소가 표시하도록 하는 위치에서 상기 필터 카트리지 내에 위치되는, 방법.

청구항 20

제12항에 있어서, 상기 필터 카트리지가 추가의 수작 층을 추가로 포함하는, 방법.

청구항 21

제12항에 있어서, 상기 오염물은 유기 증기, 산성 가스, 염기성 가스, 또는 이들의 조합을 포함하는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 대체로 필터 카트리지(filter cartridge)를 사용하여 가스로부터 오염물을 여과하는 방법, 및 필터 카트리지에 대한 유효 수명의 종료를 결정하기 위한 사용 수명 종료 표시기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 다양한 공기 정화 시스템이 유해한 공기 오염물로부터 사람을 보호하기 위해서 개발되어 왔다. 이들 공기 정화 시스템 중에, 공기 중에 존재하는 오염물을 여과 또는 흡착하도록 설계된 광범위한 공기 정화 호흡기가 있다. 전형적으로, 이들 공기 정화 호흡기는 필터 매체(filter media), 필터 본체, 또는 필터 매체와 필터 본체의 몇몇 조합을 포함한다. 호흡기의 사용시에, 오염물은 필터 매체에 의해 흡수되거나 필터 본체에 의해 부착 또는 포착된다. 궁극적으로, 필터 매체 또는 필터 본체는 포화되고, 유해한 공기 오염물을 제거하는 호흡기의 능력이 감소하기 시작한다.

[0003] 유해한 공기 오염물을 포함하는 환경에 대한 연장된 노출 동안, 예를 들어 작업자가 그러한 환경에 연속적 또는 반복적으로 노출되는 동안, 호흡기의 유효 사용 수명을 결정하기 위한 기술이 필요하다. 개발된 한 가지 기술은 호흡기에 대한 사용 시간에 기초한다. 이러한 기술에서, 호흡기 또는 공기 정화 필터는, 예를 들어 문헌 [Journal of the American Industrial Hygiene Association, Volume 55(1), pages 11-15, (1994)]에서의 우드(Wood) 등의 것과 같은 수학 모델에 기초하여 소정 기간의 사용 시간 후에 교체된다. 그러나, 이러한 기술은 오염 수준 또는 호흡기를 통한 유량의 변동을 고려하지 않으며, 그러므로 호흡기 또는 필터 요소가 너무 일찍(낭비적임) 또는 너무 늦게(사용자에게 위험을 줄 수 있음) 교환되는 결과를 낳을 수 있다.

[0004] 상이한 수작 재료(sorbent material)의 층들 또는 혼합물을 포함하는 필터 카트리지의 예에는 미국 특허 제

5,660,173호 (뉴턴(Newton))가 포함되는데, 이 특허는 절두체형(frustum shaped) 탄소 베드 및 탄소 베드 내의 상이한 크기 탄소 입자들의 층상 어레이를 포함하는 가스 마스크와 함께 사용하기 위한 원통형 캐니스터를 기술한다. 미국 특허 제5,714,126호 (프룬트(Frund))는 독성 작용제를 여과하기 위한 호흡기 필터 시스템을 기술하는데, 이는 비함침 활성탄 층, 황산염, 몰리브덴 및 구리 또는 아연으로 함침된 활성탄 층, 및 헤파(HEPA) 필터를 포함하는 카트리지를 포함한다. 미국 특허 제6,344,071호 (스미스(Smith) 등)는 적어도 2종의 필터 매체, 즉 전이 금속 함침제를 함유하는 제1 복수의 필터 매체 입자 및 3차 아민 함침제를 함유하는 제2 복수의 필터 매체 입자를 포함하는 필터 매체를 기술한다.

[0005]

매우 다양한 사용 수명 종료 표시기(End of Service Life Indicator, ESLI)가 호흡기의 필터 카트리지와 사용 용을 위해 개발되어 왔다. 일반적으로, ESLI는 수동형 또는 능동형인 것으로서 기술된다. 수동형 ESLI는 표시기의 변화 (흔히 색 변화)가 분석물을 위한 수작제가 거의 소모될 때 그 분석물에 대한 노출에 의해 야기되는 것이다. 능동형 ESLI는 분석물을 위한 가스 스트림을 모니터링하고 수작제 소모로 인한 분석물의 검출시에 경고 신호를 생성하도록 전자 센서를 포함하는 것이다.

발명의 내용

[0006]

본 명세서에는 층상 필터 카트리지 시스템용 사용 수명 종료 표시기가 개시된다. 가스 입구, 필터 매체, 및 가스 출구를 포함하는 밀봉된 카트리지 하우징(sealed cartridge housing)을 포함하는, 가스 매질로부터 오염물을 제거할 수 있는 필터 카트리지가 포함된다. 필터 매체는 다층 구조물을 포함하며, 다층 구조물은 제1 수작 층, 제1 수작 층보다 가스 출구에 근접하여 있는 제2 수작 층, 및 제1 수작 층 및 제2 수작 층에 인접한 감지 요소(sensing element)를 포함하며, 감지 요소의 표시 요소(indicating element)가 제1 수작 층과 제2 수작 층 사이의 계면에 위치되도록 한다. 일부 실시 형태에서, 감지 요소는 전자 감지 요소이며, 다른 실시 형태에서, 감지 요소는 비색 감지 요소(colorimetric sensing element)이다. 일부 실시 형태에서, 제1 수작 층은 제2 수작 층보다 높은 흡착 용량(adsorption capacity) 및/또는 흡착률(adsorption rate)을 갖는다.

[0007]

가스로부터 오염물을 여과하는 방법이 또한 포함된다. 이들 방법은 필터 카트리지를 제공하는 단계, 필터 카트리지를 통해 가스가 유동하도록 하는 단계, 감지 요소에서 감지 응답을 검출하는 단계, 및 필터 카트리지를 교체하는 단계를 포함한다. 필터 카트리지는 가스 입구, 필터 매체, 및 가스 출구를 포함하는 밀봉된 카트리지 하우징을 포함한다. 필터 매체는 다층 구조물을 포함하며, 다층 구조물은 제1 수작 층, 제1 수작 층보다 가스 출구에 근접하여 있는 제2 수작 층, 및 제1 수작 층 및 제2 수작 층에 인접한 감지 요소를 포함하며, 감지 요소의 표시 요소가 제1 수작 층과 제2 수작 층 사이의 계면에 위치되도록 한다. 일부 실시 형태에서, 감지 요소는 전자 감지 요소이며, 다른 실시 형태에서, 감지 요소는 비색 감지 요소이다. 일부 실시 형태에서, 제1 수작 층은 제2 수작 층보다 높은 흡착 용량 및/또는 흡착률을 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0008]

본 출원은 첨부 도면과 관련하여 본 발명의 다양한 실시 형태의 하기의 상세한 설명을 고려할 때 보다 완전하게 이해될 수 있다.

도 1은 본 발명의 필터 카트리지의 실시 형태의 단면도를 나타낸다.

도 2는 본 발명의 필터 카트리지의 실시 형태의 단면도를 나타낸다.

도 3은 본 발명의 필터 카트리지의 실시 형태의 단면도를 나타낸다.

예시된 실시 형태의 하기의 설명에서는, 본 발명이 실시될 수 있는 다양한 실시 형태가 예로서 도시된 첨부 도면을 참조한다. 그 실시 형태들이 이용될 수 있고, 본 발명의 범주로부터 벗어남이 없이 구조적 변화가 이루어질 수 있음이 이해되어야 한다. 도면들은 반드시 일정한 축척으로 도시된 것은 아니다. 도면에 사용된 유사한 도면 부호는 유사한 성분을 지칭한다. 그러나, 주어진 도면에서 성분을 지시하기 위한 도면 부호의 사용은 동일한 도면 부호로 표기된 다른 도면의 그 성분을 제한하도록 의도되지 않음이 이해될 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009]

다양한 공기 정화 시스템이 유해한 공기 오염물로부터 사람을 보호하기 위해서 개발되어 왔다. 이들 공기 정화 시스템 중에, 공기 중에 존재하는 오염물을 여과 또는 흡착하도록 설계된 광범위한 공기 정화 호흡기가 있다. 이러한 수작은 물리적 또는 화학적일 수 있다. 이들 공기 정화 시스템은 사용자의 호흡이 호흡기를 통해 공기를 끌어들이는 것을 의미하는 수동형, 또는 팬과 같은 기계 장치가 호흡기를 통해 공기를 끌어들이는 것을 의미

하는 동력식(powered)일 수 있다. 전형적으로 이들 공기 정화 호흡기는 필터 카트리지를 이용한다. 일반적으로 이들 필터 카트리는 필터 매체, 필터 본체, 또는 필터 매체와 필터 본체의 몇몇 조합을 포함한다. 호흡기의 사용시에, 오염물은 필터 매체에 의해 흡수되거나 필터 본체에 의해 부착 또는 포착된다. 궁극적으로, 필터 매체 또는 필터 본체는 포화되고, 유해한 공기 오염물을 제거하는 호흡기의 능력이 감소하기 시작한다.

[0010] 유해한 공기 오염물을 포함하는 환경에 대한 연장된 노출 동안, 예를 들어 작업자가 그러한 환경에 연속적 또는 반복적으로 노출되는 동안, 호흡기의 유효 사용 수명을 결정하기 위한 기술이 필요하다. 개발된 한 가지 기술은, 문헌 [*Journal of the American Industrial Hygiene Association*, Volume 55(1), pages 11-15, (1994)]에서 우드 등에 의해 기술된 바와 같은 수학 모델을 사용한, 호흡기에 대한 사용 시간에 기초한다. 이러한 기술에서, 호흡기 또는 공기 정화 필터는 소정 기간의 사용 시간 후에 교체된다. 그러나, 이러한 기술은 오염 수준 또는 호흡기를 통한 유량의 변동을 고려하지 않으며, 그러므로 호흡기 또는 필터 요소가 너무 일찍 (낭비적임) 또는 너무 늦게 (사용자에게 위험을 줄 수 있음) 교환되는 결과를 낳을 수 있다.

[0011] 매우 다양한 사용 수명 종료 표시기(End of Service Life Indicator, ESLI)가 호흡기의 필터 카트리지와의 사용을 위해 개발되어 왔다. 일반적으로, ESLI는 수동형 또는 능동형인 것으로서 기술된다. 수동형 ESLI는 표시기의 변화 (흔히 색 변화)가 분석물을 위한 수작제가 거의 소모될 때 그 분석물에 대한 노출에 의해 야기되는 것이다. 능동형 ESLI는 분석물을 위한 가스 스트림을 모니터링하고 수작제 소모로 인한 분석물의 검출시에 경고 신호를 생성하도록 전자 센서를 포함하는 것이다.

[0012] 카트리지 수작제의 대부분이 소모되었지만, 카트리지 수작제가 완전히 소모되기 전에 카트리지가 교체되어야 한다는 것을 표시할 수 있는 ESLI에 대한 필요성이 존재한다. 이는 카트리지가 전체 유효 수명 동안 사용될 수 있게 하며 (카트리지 내의 유용한 수작제의 낭비 부분을 없애며), 그럼에도 불구하고 사용자에게 안전성의 여유를 제공한다 (표시기가 활성화될 때, 여전히 수작제의 유용한 층이 존재하여 사용자를 보호한다).

[0013] 본 명세서에는 층상 필터 카트리지 및 층상 필터 카트리지 내에 위치한 감지 요소를 포함하는, 가스상 매질을 정화하기 위한 필터 카트리지 시스템이 개시된다. 감지 요소는 일 층 또는 층들의 군의 소모시에 감지 요소가 촉발되고, 제2 층 또는 층들의 제2 군이 가스상 매질을 정화하기 시작하도록 하는 방식으로 필터 카트리지 내에 위치된다. 제1 층 또는 층들의 제1군은 제2 수작 층보다 높은 흡착 용량 및/또는 흡착물을 갖는다. 제1 층 또는 층들의 제1군은 부피를 갖고, 제2 층 또는 층들의 제2 군은 부피를 갖는다. 층 전부의 부피가 합해져서 조합된 층 부피를 제공하는 경우, 제1 층 또는 층들의 제1 세트의 부피는 조합된 부피의 40%를 초과한다. 일부 실시 형태에서, 제1 층 또는 층들의 제1 세트의 부피는 총 부피의 50%를 초과한다.

[0014] 2011년 12월 12일자로 출원되고 발명의 명칭이 "층상 필터 카트리지용 사용 수명 종료 표시 시스템(END OF SERVICE LIFE INDICATING SYSTEMS FOR LAYERED FILTER CARTRIDGES)"인 공히 계류중인 출원 시리얼 번호 제 61/569342호에는 제2 층 또는 층들의 제2 군이 제1 수작 층보다 높은 흡착 용량 및/또는 높은 흡착물을 갖는 유사한 구성이 기술되어 있다. 그러나, 제1 층 또는 층들의 제1 군이 제2 수작 층보다 높은 흡착 용량 및/또는 높은 흡착물을 갖는 경우, 변동성(variability)이 감소되는 것을 발견하였다. 이러한 내용에서, 변동성은 센서가 필터 카트리지의 유효 사용 수명을 정확히 예측하는 방법을 설명한다. 즉, 제1 층 또는 층들의 제1 군이 제2 수작 층보다 높은 흡착 용량 및/또는 높은 흡착물을 갖는 본 명세서에 기술된 구성은, 센서가 필터 카트리지의 유효 수명을 보다 정확하게 나타내고, 따라서 필터 카트리지의 유효 수명을 보다 효율적으로 사용하게 하고, 필터 카트리지의 낭비적인 불필요한 변경을 제거한 시스템을 제조한다.

[0015] 이론에 얽매이고자 함은 아니지만, 상기에 기술된 감소된 변동성은 흡착 파면의 결과가 적어도 일부에서 보다 균일하고 덜 변동되는 것이라고 여겨진다. 이러한 방식으로, 감지 응답이 사용자에게 의해서 검출되는 경우, 흡착 파면은 균일하고, 수작 층 사용의 정확한 표현을 제공한다. 제1 수작 층이 제2 수작 층보다 높은 흡착 용량 및/또는 높은 흡착물을 갖기 때문에, 관찰된 흡착 파면이 보다 균일하고, 덜 변동된다고 여겨진다. 감지 응답에서의 변동성이 감소되기 때문에, 필터 카트리지의 보다 효율적인 사용이 성취될 수 있다.

[0016] 달리 지시되지 않는 한, 본 명세서 및 청구범위에 사용되는 특징부 크기, 양 및 물리적 특성을 표현하는 모든 수치는 모든 경우 용어 "약"에 의해 수식되는 것으로 이해되어야 한다. 따라서, 반대로 지시되지 않는 한, 이어지는 명세서 및 첨부된 청구의 범위에 기술된 수치적 파라미터는 본 명세서에 개시된 교시를 이용하는 당업자가 얻고자 하는 원하는 특성에 따라 변할 수 있는 근사치이다. 종점(endpoint)들에 의한 수치 범위의 설명은 범위 내에 포함되는 모든 숫자를 포함하며 (예를 들어, 1 내지 5는 1, 1.5, 2, 2.75, 3, 3.80, 4 및 5를 포함함), 범위 내의 임의의 범위를 포함한다.

- [0017] 본 명세서 및 첨부된 청구범위에 사용되는 바와 같이, 단수 형태("a", "an" 및 "the")는 그 내용이 명백하게 다르게 지시하지 않는 한 복수의 지시 대상을 갖는 실시 형태들을 포함한다. 예를 들어, "층"에 대한 언급은 1개, 2개 또는 그 초과층을 갖는 실시 형태들을 포함한다. 본 명세서 및 첨부된 청구범위에서 사용될 때, 용어 "또는"은 일반적으로 그 내용이 명백하게 달리 지시하지 않는 한 "및/또는"을 포함하는 그의 의미로 이용된다.
- [0018] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 용어 "감지 요소"는, 예를 들어 분석물에 노출될 때 (비색 변화, 휘도 변화, 반사된 광의 강도 등에 의해 나타날 수 있는 바와 같이) 전형적으로 광학적 특성들 중 적어도 하나의 변화를 겪음으로써, 분석물에 대해 응답하는 요소 또는 요소들의 집합을 지칭한다. 감지 요소는 적어도 하나의 "표시기 요소"를 포함하며, 마찬가지로 다른 요소들을 포함할 수 있다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 용어 "표시기 요소"는 유기 증기 또는 산과 같은 분석물에 대한 노출시에, 검출가능한 변화, 전형적으로 광학적 변화를 겪는 요소를 지칭한다. 가시적인 변화가 색상 변화인 경우, 표기기는 "비색성"이다. 감지 요소가 표시기 요소만을 포함하면, 그 용어는 서로 교환가능하게 사용된다.
- [0019] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 용어 "흡착 파면(adsorption wavefront)"은 수작층을 통과한 오염물을 함유하는 가스의 층을 지칭한다. 수작층을 통과하고 오염물을 함유하지 않는 가스층들은 흡착 파면이 아니다.
- [0020] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 층들 또는 다른 요소들을 언급할 때 "인접한"이라는 용어는 이러한 층들 또는 다른 요소들이 그들 사이에 빈 공간 없이 서로 가까이 근접한 것을 의미한다. 이러한 층들 또는 다른 요소들은 접촉(touching)하고 있을 수 있거나 중간에 있는 층들 또는 다른 요소들이 존재할 수 있다.
- [0021] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 호흡기를 언급할 때 "호흡 헤드피스(breathing headpiece)"라는 용어는 사람에 의해 착용된 정화된 공기가 공급되는 장치를 의미하며, 그러한 호흡 헤드피스는, 예를 들어 적어도 사람의 호흡통로(코 및 입) 위로 딱 맞는 안면부(facepiece)뿐만 아니라 느슨하게 맞는 안면부를 포함한다. 호흡 헤드피스의 예는 탄성중합체 안면부 호흡기, 전면형(full face) 호흡기, 소프트 후드(soft hood) 또는 하드 헤드탑(hard headtop)과 같은 헤드 커버 및 다른 적합한 호흡기 시스템을 포함하지만 이로 한정되지 않는다.
- [0022] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 동력식 호흡기를 언급할 때 "호스"라는 용어는 유체 불투과성 벽(들)을 갖는 도관을 포함하는 장치를 의미하는데, 이를 통해 청정한 공기 공급원(예컨대, 필터 카트리지)으로부터 호흡 헤드피스로 여과된 공기를 전달하도록 공기가 이동할 수 있다.
- [0023] 본 발명의 필터 카트리지는 가스 매질로부터 오염물을 제거할 수 있으며, 밀봉된 카트리지 하우징을 포함한다. 이러한 하우징은 필터 카트리지의 요소들을 포함하고, 적절한 구성으로 요소들을 보유하고, 필터 카트리지를 통한 가스 매질의 안내된 유동을 제외하고는 가스 매질의 오염물에 대한 노출로부터 요소들을 보호한다. 밀봉된 카트리지 하우징 내에 포함된 필터 카트리지의 요소들은 적어도 가스 입구, 필터 매체, 및 가스 출구를 포함한다. 필터 매체는 적어도 제1 수작층, 제1 수작층보다 가스 출구에 근접하여 있는 제2 수작층, 및 제1 수작층 및 제2 수작층에 인접한 감지 요소를 포함하는 다층 구조물을 포함하며, 감지 요소의 표시 요소가 제1 수작층과 제2 수작층 사이의 계면에 위치되도록 한다. 이들 요소 각각은 하기에 더 상세히 설명된다.
- [0024] 밀봉된 카트리지 하우징의 사용은 필터 카트리지의 성분들이 서로 유체 연통된 상태로 보유될 수 있게 하고, 충격, 손상 등으로부터 성분들을 보호한다. 하우징은 전형적으로 필터 카트리지가 사용되어야 하는 조건 하에서 여과하고자 하는 유체에 대해 불투과성하도록 설계된다. 하우징을 위한 잠재적으로 적합한 일부 재료는 플라스틱, 금속, 복합재(composite) 등을 포함할 수 있다.
- [0025] 일반적으로, 밀봉된 카트리지 하우징 내의 개구로는 외부 환경과 유체 연통하는 가스 입구 및 직접적으로 또는 간접적으로 사용자와 유체 연통하는 가스 출구뿐이다.
- [0026] 가스 입구는 하나의 단순 오리피스 또는 일련의 오리피스들일 수 있거나, 이는 더 복잡한 장치일 수 있는데, 예를 들어 이는 필터 카트리지 내로의 미립자의 유동을 감소시키도록 프리필터(pre-filter) 또는 스크린을 포함할 수 있는 것과 같은 것이다. 프리필터의 예에는, 예를 들어 섬유질 웹, 메쉬, 폼, 부직 직물 등이 포함된다. 프리필터는 제거가능할 수 있어서 이는 제거되고 세정 또는 교체될 수 있다. 적합한 스크린의 예에는, 예를 들어 가스 입구에 영구적으로 부착될 수 있거나 제거가능할 수 있는 금속 또는 플라스틱 그리드가 포함된다. 소정 필터 카트리지 구성에서, 하나 초과층의 가스 입구가 존재하는 것이 가능할 수 있다.
- [0027] 필터 카트리지 하우징 내의 다른 개구는 가스 출구이다. 필터 카트리지가 함께 사용되는 공기 정화 시스템의 유형에 따라, 가스 출구는 다양한 형상 및 구성을 가질 수 있다. 필터 카트리지가 수동형 호흡기 시스템에 사

용되는 경우, 가스 출구는 단일 오리피스일 수 있거나, 또는 이는 일련의 오리피스들일 수 있다. 더욱이, 출구는 필터 매체로부터의 미립자 또는 먼지의 유동이 사용자에게 도달하는 것을 방지하도록 필터 또는 스크린을 포함할 수 있다. 적합한 필터의 예에는, 예를 들어 섬유질 웹, 메쉬, 폼, 부직 직물 등이 포함된다. 필터는 제거가능할 수 있어서 이는 제거되고 세정 또는 교체될 수 있다. 적합한 스크린의 예에는, 예를 들어 가스 입구에 영구적으로 부착될 수 있거나 제거가능할 수 있는 금속 또는 플라스틱 그리드가 포함된다. 필터 카트리지가 동력식 호흡기 시스템에 사용되는 경우, 가스 출구는 전형적으로 단일 개구이지만, 일부 실시 형태에서 이는 일련의 개구들을 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 가스 출구는 필터 카트리지 하우징을 호스 또는 다른 접속 장치에 접속시켜 호흡 헤드피스 또는 다른 장치에 정화된 공기를 공급할 수 있는 출구 포트이다. 흔히, 가스 출구는 원통형 개구이지만, 다른 형상 및 윤곽이 사용될 수 있다. 이러한 개구는 필터 카트리지를, 예를 들어 호스 또는 다른 접속 장치에 해제가능하게 부착하도록 설계된 구조를 또한 포함할 수 있다.

[0028] 필터 매체는 적어도 제1 수작 층, 제1 수작 층보다 가스 출구에 근접하여 있는 제2 수작 층, 및 제1 수작 층 및 제2 수작 층에 인접한 감지 요소를 포함하는 다층 구조물을 포함한다. 감지 요소의 적어도 하나의 표시 요소가 제1 수작 층과 제2 수작 층 사이의 계면에 위치된다. 제1 수작 층 및 제2 수작 층의 각각은 단일 층일 수 있거나, 다양한 하위층들을 포함할 수 있다. 또한, 이들 2개의 수작 층에 더하여, 추가 층들이 또한 존재할 수 있다. 존재할 수 있는 적합한 추가 층들의 예에는, 예를 들어 추가 수작 층, 및 미립자 필터, 예컨대 섬유질 웹, 메쉬, 폼, 부직 직물 등이 포함된다.

[0029] 제1 수작 층은 적어도 하나의 수작 재료를 포함한다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 용어 "수작 재료"는 유기 증기를 흡수 또는 흡착할 수 있는 물질을 지칭한다. 이러한 흡수 또는 흡착은 물리적 (유기 증기가 수작 재료 상에 또는 그 내에 물리적으로 포착되게 됨) 또는 화학적 (유기 증기가 수작 재료와 화학적으로 상호작용하고 포착되게 됨)일 수 있다. 하기에 보다 상세하게 기술된 바와 같이, 흡수 또는 흡착 유기 증기에 더하여, 수작 재료는 또한 산성 가스, 염기성 가스 또는 이들의 조합을 또한 흡수하거나 또는 흡착할 수 있다.

[0030] 매우 다양한 재료가 수작 재료로서 사용하기에 적합할 수 있다. 수작 매체는 바람직하게는 그를 통한 공기 또는 다른 가스의 용이한 유동을 허용하기에 충분히 다공성이며, 미분된 고체 (예컨대, 분말, 비드(bead), 플레이크(flake), 과립 또는 응집체) 또는 다공성 고체 (예컨대, 개방 셀형 발포체 또는 다공성 모놀리식 재료)의 형태일 수 있다. 전형적으로 수작 재료는 과립형이다.

[0031] 수작 재료는 단일 재료일 수 있거나, 이는 재료들의 혼합물을 포함할 수 있다. 적합한 수작 재료의 예는, 예를 들어 활성탄, 처리된 활성탄, 알루미늄, 실리카 겔, 흡착라이트, 분자체, 금속-유기물 프레임워크, 주형화 재료, 또는 다른 알려진 수작 재료, 또는 이들의 조합을 포함한다. 추가적으로, 전술된 바와 같이, 제1 수작 층은 다양한 하위층들을 포함할 수 있다. 이들 하위층의 각각은 동일하거나 상이한 수작 재료일 수 있다.

[0032] 특히 바람직한 흡착 매체 재료는 활성탄; 흡착에 의해 관심 대상의 증기를 제거할 수 있는 알루미늄 및 다른 금속 산화물; 아세트산과 같은 산성 용액 또는 수성 수산화나트륨과 같은 알칼리성 용액으로 처리된 점토 및 다른 광물; 분자체 및 다른 제올라이트; 실리카와 같은 다른 무기 흡착제; 및 (예를 들어, 문헌 [V. A. Davankov and P. Tsyurupa, *Pure and Appl. Chem.*, vol. 61, pp. 1881-89 (1989)] 및 문헌 [L. D. Belyakova, T. I. Schevchenko, V. A. Davankov and M. P. Tsyurupa, *Adv. in Colloid and Interface Sci.* vol. 25, pp. 249-66, (1986)]에 기술된 바와 같은) "스티로소브(Styrosorb)"로서 알려진 고도로 가교결합된 스티렌계 중합체와 같은 초가교결합된(hypercrosslinked) 시스템을 포함하는 유기 수작제를 포함한다. 활성탄 및 알루미늄이 특히 바람직한 수작 매체이다. 수작 매체들의 혼합물이, 예컨대 관심 대상의 증기들의 혼합물을 흡수하도록 사용될 수 있다. 미분된 형태인 경우, 수작 입자 크기는 상당히 달라질 수 있고, 보통은 의도된 사용 조건에 부분적으로 기초하여 선택될 것이다. 일반적인 지침으로서, 미분된 수작 매체 입자는 약 4 내지 약 5000 마이크로미터의 평균 직경, 예컨대 약 30 내지 약 1500 마이크로미터의 평균 직경으로 크기가 달라질 수 있다. 상이한 크기 범위를 갖는 수작 매체 입자들의 혼합물이 (예컨대 수작 매체 입자들의 이원 혼합물(bimodal mixture)에, 또는 상류 층 내에 더 큰 수작 입자를 그리고 하류 층 내에 더 작은 수작 입자를 채용하는 다층 배열에) 또한 채용될 수도 있다. 적합한 결합제 (예를 들어, 결합된 탄소)와 조합된 수작 매체 또는 적합한 지지체 상에 또는 그 내에 포획된 수작 매체, 예컨대 미국 특허 제3,971,373 (브라운(Braun) 등), 미국 특허 제4,208,194 (넬슨(Nelson)) 및 미국 특허 제4,948,639호 (부루커(Brooker) 등) 및 미국 특허 출원 공개 제US 2006/0096911 A1호 (브레이(Brey) 등)에 기술된 것이 또한 사용될 수 있다. 추가적으로, 고정화 탄소가 또한 유용할 수 있다. 탄소는 결합 탄소, 탄소 로딩된 웹, 탄소 블록 등에서의와 같은 다양한 방법으로 고정화될 수 있다. 고정화 탄소의 예는 PCT 공개 WO 2006/052694호(브레이 등)에 기술된 입자-함유 섬유질 웹을 포함한다. 과립 활성탄이 특히 유용한 수작 재료이다. 상업적으로 입수가 가능한 과립 활성탄의 예에는 GG (물리적 흡착을 위한 일반적인

목적) 등급 및 GC 또는 GW 등급 (물리적 흡착을 위한 산 세정된 일반적인 목적)으로서의 쿠라레이 케미컬 컴퍼니(Kuraray Chemical Co.)로부터의 제품 및 GA1 등급 (물리적 흡착을 위한 일반적인 목적)으로서 자코비 카본즈 에이비(Jacobi Carbons AB)로부터의 제품이 포함된다. 쿠라레이 GG 등급 과립 활성탄 또는 등가물이 유기 증기 수작에 특히 적합하고, 제1 수작 층에서 사용될 수 있다.

[0033] 필터 매체는 또한 제2 수작 층을 포함한다. 제2 수작 층은 가스 출구에 근접하여 위치된다. 그 층들은 다양한 상이한 형상을 가질 수 있기 때문에, 층들의 크기를 비교하고 대비시키는 한 방식은 그들의 부피에 의해서이다. 제1 층은 해당 부피를 갖고, 제2 층은 또한 해당 부피를 갖는다. 제1 층의 부피 및 제2 층의 부피 및 임의의 다른 임의적인 수작 층의 부피는 조합되어 총 층 부피를 제공한다. 일반적으로, 제1 층의 부피는 총 부피의 40%를 초과한다. 일부 실시 형태에서, 제1 층의 부피는 총 부피의 50%를 초과한다.

[0034] 제1 수작 층은 제2 수작 층보다 높은 흡착 용량 및/또는 높은 흡착물을 갖는다. 일반적인 용어에서, 이는 제1 수작제가 제2 수작 층보다 유기 증기를 흡착하는 데 더 효율적인 층이라는 것을 의미한다. 흡착 층의 이러한 구성이 변동성의 개선으로 이어지는 것, 즉 변동성을 감소시키는 것을 발견하였다. 이러한 내용에서, 변동성은 센서가 필터 카트리지의 유효 사용 수명을 정확히 예측하는 방법을 설명한다. 따라서, 제1 층 또는 층들의 제1 군이 제2 수작 층보다 높은 흡착 용량 및/또는 높은 흡착물을 갖는 본 명세서에 기술된 구성은, 센서가 필터 카트리지의 유효 수명을 보다 정확하게 나타내고, 따라서 필터 카트리지의 유효 수명을 보다 효율적으로 사용하게 하고, 필터 카트리지의 낭비적인 불필요한 변경을 제거한 시스템을 제조한다.

[0035] 일부 실시 형태에서, 제2 수작 층에 대한 흡착 인자(Adsorption Factor)인 A_2 에 대한 제1 수작 층에 대한 흡착 인자인 A_1 의 비가 $A_1/A_2 > 1$ 이다. 수작 층의 흡착 인자는 하기 식으로부터 결정된다: $A = k_v \times SL$ (여기서, A = 흡착 인자; k_v = 유효 흡착물 계수 (분⁻¹); 및 SL = 사용 수명 (분), 즉 표준 온도 및 압력에서 주어진 켈빈지 증기의 1% 파과(breakthrough)에 도달하는 데 필요한 시간).

[0036] 이러한 흡착 인자 결정은 문헌 [*Journal of the American Industrial Hygiene Association*, Volume 55(1), pages 11-15, (1994)]에서 우드에 의해 기술된 방법을 사용하여 이루어진다.

[0037] 제1 수작 층에서의 수작 재료는 제2 수작 층의 수작 재료와 상이하다. 적합한 수작 재료의 예는, 예를 들어 활성탄, 처리된 활성탄, 알루미늄, 실리카 겔, 흡칼라이트, 분자체, 금속-유기물 프레임워크, 주형화 재료, 또는 다른 알려진 수작 재료, 또는 이들의 조합을 포함한다. 과립 활성탄이 특히 유용한 수작 재료이다. 상업적으로 입수가능한 과립 활성탄의 예에는 GG (물리적 흡착을 위한 일반적인 목적) 등급 및 GC 또는 GW 등급 (물리적 흡착을 위한 산 세정된 일반적인 목적)으로서의 쿠라레이 케미컬 컴퍼니(Kuraray Chemical Co.)로부터의 제품 및 GA1 등급 (물리적 흡착을 위한 일반적인 목적)으로서 자코비 카본즈 에이비(Jacobi Carbons AB)로부터의 제품이 포함된다. 자코비 GA1 등급 과립 활성탄 또는 등가물이 제2 수작 층에 특히 적합하다. 일부 실시 형태에서, 제1 수작 층 및 제2 수작 층 둘 모두는 과립 활성탄을 포함한다.

[0038] 제1 수작 층과 제2 수작 층은 서로 유체 연통한다. 일부 실시 형태에서, 제1 수작 층과 제2 수작 층은 서로에 대해 바로 인접한다. 다른 실시 형태에서, 제1 수작 층과 제2 수작 층은 별개 층이며, 다공성 막 또는 스크린에 의해 분리될 수 있다.

[0039] 제1 수작 층 및 제2 수작 층은 직사각형, 원형, 타원형 등과 같은 임의의 적합한 형상일 수 있다. 전형적으로, 제1 수작 층 및 제2 수작 층의 형상은 필터 카트리지 하우징의 형상 및 구성에 의해 제어된다. 제1 수작 층 및 제2 수작 층은 동일하거나 유사한 길이 및 폭을 갖는 것이 바람직할 수 있거나, 또는 제2 수작 층은 더 짧은 길이 및/또는 폭을 갖고 필터 매체는 대체로 테이퍼진(tapered) 구조를 갖는 것이 바람직할 수 있다.

[0040] 필터 카트리지는 제1 수작 층 및 제2 수작 층에 인접하여 위치된 감지 요소를 추가로 포함한다. 감지 요소는 제1 수작 층과 제2 수작 층 사이의 계면에 위치된 적어도 하나의 표시 요소를 포함한다. 감지 요소는 필터 카트리지를 통한 흡착 파면의 통과를 표시한다. 매우 다양한 감지 요소가 본 발명의 필터 카트리지에 사용하기에 적합하다. 감지 요소는 흡착 파면이 제1 수작 층을 통과할 때, 예를 들어 (비색 변화, 휘도 변화, 반사된 광의 강도 등에 의해 나타날 수 있는 바와 같이) 그의 광학적 특성들 중 적어도 하나의 변화를 겪음으로써, 분석물에 대해 광학적으로 응답한다. 일부 실시 형태에서, 감지 요소는 비색 감지 요소 (사람의 눈에 의해 광학적 변화가 검출가능한 것을 의미함)이며, 다른 실시 형태에서 감지 요소는 전자 감지 요소 (전자 장치에 의해 광학적 변화가 검출가능한 것을 의미함)이다. 일부 실시 형태에서, 제1 수작 층과 제2 수작 층 사이의 계면에 위치된 표시 요소는 전체 감지 요소를 포함할 수 있으며, 다른 실시 형태에서 감지 요소는 더 크거나 더 복잡하고 단지

표시 요소만이 제1 수작 층과 제2 수작 층 사이의 계면에 위치된다.

- [0041] 일부 실시 형태에서, 감지 요소는 필름이다. 필름은 다수의 층을 가질 수 있고, 비색 필름 (즉, 필름은 유기 분석물에 대한 노출시에 색상을 변화시킨다)일 수 있거나, 유기 분석물에 대한 노출시에 몇몇 다른 검출가능한 광학적 변화를 겪을 수 있다. 적합한 센서 필름의 예가 미국 특허 제7,449,146호(라코브(Rakow) 등) 및 미국 특허 출원 공개 제2008/0063575호 및 제2008/0063874호(라코브 등)에 기술되어 있다.
- [0042] 감지 요소는 또한 미국 특허 출원 공개 제2011/0094514호(라코브 등)에 기술된 것들과 같은 패턴화된 화학 센서일 수 있다. 이들 패턴화된 센서는 검출 층을 포함하는 필름 본체 및 필름 본체에 접합되어 검출 층의 일부분을 폐색하는 폐색 층을 포함하는 필름을 포함한다. 검출 층은 유기 화학 물질에 응답하는데, 즉 검출 층은 유기 화학 물질에 대한 노출시에 색상을 변화시킨다. 폐색 층은 검출하고자 하는 화학 물질이 폐색 영역에 접근하여 색 변화를 일으키는 것을 방지한다. 이러한 배열의 순 효과는 단일 필름 본체 내에서, 유기 화학 물질에 대한 노출시에, 검출 층의 "오래된" 색 (즉, 초기 색 상태)과 "새로운" 색 (즉, 검출 층의 변화된 색 상태)이 나란히 존재하여, 변화가 발생했는지를 사용자가 용이하게 결정할 수 있게 한다는 것이다.
- [0043] 감지 요소의 복잡성에 따라, 전체 감지 요소가 필터 카트리지 내에 위치될 수 있거나, 또는 감지 요소의 일부만이 필터 카트리지 내에 위치될 수 있고 감지 요소의 일부는 필터 카트리지 외부에 위치될 수 있다. 이는 전자 감지 요소에 대해 특히 그러하다.
- [0044] 일부 실시 형태에서, 전체 감지 요소는 필터 카트리지 내에 위치된다. 전형적으로, 이들 실시 형태에서, 밀봉된 필터 카트리지 하우징은 사용자가 감지 요소를 관찰하도록 하는 윈도우 또는 다른 관찰 장치를 포함한다. 윈도우 또는 다른 관찰 장치는 유리 또는 투명 플라스틱으로 제조될 수 있다. 그러한 장치의 한 예가 미국 특허 출원 공개 제2010/0294272호 (홀름퀴스트-브라운(Holmquist-Brown) 등)에 기술되어 있다.
- [0045] 감지 요소는 제1 수작 층과 제2 수작 층 사이의 계면에 적어도 일부분이 존재하는 한 필터 카트리지 내의 어느 곳에도 위치될 수 있지만, 일부 실시 형태에서 감지 요소는 밀봉된 필터 카트리지 하우징의 벽 상에 위치되는 것이 바람직할 수 있다. 이러한 방식으로, 광학 또는 전자 감지 요소 신호는 사용자에게 용이하게 전달된다. 비색 감지 요소를 갖는 일부 실시 형태에서, 비색 감지 요소는 윈도우 또는 다른 관찰 장치에 바로 인접한 밀봉된 필터 카트리지 하우징의 벽 상에 위치된다.
- [0046] 본 발명의 필터 카트리지의 3개의 실시 형태가 도 1, 도 2, 및 도 3에 도시되어 있다. 도 1에서, 필터 카트리지 (100)는 가스 입구 (110), 제1 수작 층 (120), 제2 수작 층 (130), 가스 출구 (140), 및 감지 요소 (150)를 포함한다. 도 2는 유사한 실시 형태로, 가스 입구 (210), 제1 수작 층 (220), 제2 수작 층 (230), 가스 출구 (240), 및 감지 요소 (250)를 포함하는 필터 카트리지 (200)를 도시한다. 필터 카트리지 (200)에서, 제2 수작 층 (230)은 제1 수작 층 (220)보다 더 좁아서, 필터 매체에 대체로 테이퍼진 구조를 제공한다. 도 3은 분할 유동(split flow) 필터 카트리지(300)의 실시 형태를 도시한다. 필터 카트리지 (300)에서, 가스 입구 (310)는 필터 카트리지 (300)의 상부 및 하부에 위치된다. 가스 입구 (310)는 제1 수작 층 (320), 제2 수작 층(330), 가스 출구(340), 및 감지 요소(350)와 유체 연통된다.
- [0047] 가스로부터 오염물을 여과하는 방법이 또한 개시된다. 본 방법은 층상 수작 층들 및 감지 요소를 갖는 밀봉된 카트리지 하우징을 포함하는 전술된 유형의 필터 카트리지를 제공하는 단계, 필터 카트리지를 통해 가스가 유동하도록 하는 단계, 감지 요소에서 감지 응답을 검출하는 단계, 및 필터 카트리지를 교체하는 단계를 포함한다.
- [0048] 가스 오염물은 전형적으로 유기 증기, 산성 가스, 염기성 가스, 또는 이들의 조합을 포함한다. 본 명세서에 사용되는 바와 같은 "유기 증기"라는 용어는 사람이 호흡하는 공기 중에 존재할 경우 사람에게 유해할 수 있는 광범위한 휘발성 공기 중 유기 화합물을 지칭한다. 유기 증기의 예에는 아이소프로판올 및 부탄올과 같은 알코올; 헥산 및 옥탄과 같은 알칸; 벤젠, 톨루엔, 자일렌, 및 스티렌과 같은 방향족 물질; 클로로폼 및 메틸렌 클로라이드와 같은 할로카본; 아세톤 및 메틸 에틸 케톤과 같은 케톤; 테트라하이드로푸란과 같은 에테르; 에틸 아세테이트 및 에톡시에틸 아세테이트와 같은 에스테르; 메틸아크릴레이트와 같은 아크릴레이트; 아세토니트릴과 같은 니트릴; 톨루엔-2,4-다이아이소시아네이트와 같은 아이소시아네이트 등이 포함되지만 이들로 제한되지 않는다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 용어 "산 가스 또는 산성 가스"는 일부 산성 성분을 포함하는 가스를 의미한다. 산성 성분은, 예를 들어 염화수소 가스와 같이 그 자체가 가스일 수 있지만, 산성 성분 자체가 반드시 가스일 필요는 없고, 단지 가스 또는 가스 혼합물 중에 존재하는 것일 수 있다. 추가적으로, 산성 가스는 그 자체가 산이 아닐 수 있지만, 대기 중에 존재하는 다른 물질과의 조합으로부터 산을 발생시킬 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 용어 "염기 가스 또는 염기성 가스"는 일부 염기성 성분을 포함하는 가스를

의미한다. 염기성 성분은, 예를 들어 암모니아 가스와 같이 그 자체가 가스일 수 있지만, 염기성 성분 자체가 반드시 가스일 필요는 없고, 단지 가스 또는 가스 혼합물 중에 존재하는 것일 수 있다. 추가적으로, 염기성 가스는 그 자체가 염기가 아닐 수 있지만, 대기 중에 존재하는 다른 물질과의 조합으로부터 염기를 발생시킬 수 있다.

[0049] 상기 논의된 바와 같이, 필터 카트리지는 적어도 제1 수작 층, 제1 수작 층보다 필터 카트리지의 가스 출구에 근접하여 있는 제2 수작 층, 및 제1 수작 층 및 제2 수작 층에 인접한 감지 요소를 갖는다. 감지 요소의 적어도 하나의 표시 요소가 제1 수작 층과 제2 수작 층 사이의 계면에 위치된다.

[0050] 필터 카트리지를 통해 가스가 유동하도록 하는 단계는 필터 카트리가 부착된 호흡기 장치의 유형에 따라 다양한 방법으로 달성될 수 있다. 호흡기 장치가 수동형 호흡기인 경우, 필터 카트리지를 통해 가스가 유동하도록 하는 단계는 호흡기를 작동하고 호흡하는 단계를 포함할 수 있다. 필터 카트리지 가스 입구는 필터 카트리지 사용될 때까지 이를 보호하도록 밀봉 또는 커버될 수 있으며, 따라서 필터 카트리지를 통해 가스가 유동하도록 하는 단계는 또한 필터 카트리지 입구를 밀봉 해제 또는 커버 해제하는 단계를 포함할 수 있다. 추가적으로, 호흡기 및 필터 카트리지는 분리된 상태로 유지될 수 있으며, 따라서 필터 카트리지를 호흡기 장치에 부착하는 것을 수반하는 조립 단계가 있을 수 있다. 또한, 호흡기는 하나 초과 필터 카트리지를 포함할 수 있으며, 이들 필터 카트리는 동일하거나 상이할 수 있다.

[0051] 호흡기가 동력식 호흡기인 경우, 필터 카트리지를 통해 가스가 유동하도록 하는 단계는 호흡기를 작동하고 호흡기를 작동시키는 데 사용되는 팬 또는 다른 장치에 대한 전원을 켜는 단계를 포함할 수 있다. 수동형 호흡기 시스템과 마찬가지로, 필터 카트리지를 통해 가스가 유동하도록 하는 단계는 호흡기의 필터 카트리지 가스 입구 또는 조립체를 밀봉 해제 또는 커버 해제하는 단계를 또한 포함할 수 있다.

[0052] 본 발명의 필터 카트리지를 포함하는 호흡기 장치가 사용됨에 따라, 제1 수작 층이 그의 유효 수명의 종료에 도달하는 시점에 도달한다. 이 시점에서, 제1 수작 층과 제2 수작 층의 계면에 위치된 표시 요소는 활성화되고 감지 요소에서 응답을 야기한다. 감지 요소의 응답은 전형적으로 광학적이다. 감지 요소가 비색 감지 요소인 경우, 사용자에게 의해 검출가능한 색 변화가 일어난다. 감지 요소가 전자식이라면, 사용자에게 의해 검출가능한 전자 신호가 발생된다.

[0053] 일부 실시 형태에서는, 대표적인 유기 증기에 대해 원형적(prototypical) 필터 카트리지를 시험하고 (유기 증기 파과에 의해 결정되는) 사용 수명 종료 대 감지 요소가 활성화되는 시점의 비를 결정하는 것이 유용할 수 있다. 이 과정은 실시예 섹션에서 더 충분히 설명된다. 이 비는 0.90 이하인 것이 바람직할 수 있는데, 이는 감지 요소의 활성화시에, 필터 카트리지의 수작제 용량의 10%가 남아 있음을 의미한다. 남아 있는 수작제 용량에 대한 이 10% 값은 필터 카트리지를 교체하기 위한 사용자의 사전 경고를 위한 현재의 NIOSH 표준에 상응한다.

[0054] 사용자에게 의한 감지 응답의 검출은 사용자에게 필터 카트리지를 교체하라는 표시이다. 본 필터 카트리지 시스템 및 가스로부터 오염물을 여과하는 방법의 이점은 감지 응답이 사용자에게 의해 검출될 때, 흡착 파면이 일반적으로 균일하고, 따라서 탄소 사용의 정확한 표현을 제공한다는 것이다. 제1 수작 층이 제2 수작 층보다 높은 흡착 용량 및/또는 높은 흡착률을 갖기 때문에, 관찰된 흡착 파면이 보다 균일하고, 덜 변동된다. 더 낮은 용량을 갖는 제2 수작 층은 필터 카트리가 교체될 수 있을 때까지 안전성의 추가 여유를 제공한다.

[0055] **실시예**

[0056] 이들 실시예는 단지 예시 목적만을 위한 것이며, 첨부된 청구범위의 범주에 대한 제한으로 의도되지 않는다. 실시예 및 본 명세서의 나머지에서 모든 부, 백분율, 비 등은, 달리 언급되지 않는 한, 중량 기준이다. 달리 지시되지 않는다면, 사용한 용매 및 기타 시약은 시그마-알드리치 케미칼 컴퍼니(Sigma-Aldrich Chemical Company) (미국 위스콘신주 밀워키 소재)로부터 입수하였다.

약어표

약어 또는 상표명	설명
SM-1	수착 재료-1, 과립 활성탄, 자코비 GA1 12x20, 자코비 카본즈 에이비로부터 상업적으로 입수가가능함
SM-2	수착 재료-2, 활성탄, 쿠라레이 GG 16x35, 쿠라레이 케미컬 컴퍼니로부터 입수가가능함
ppm	백만분율
카트리리지 본체	ESLI 센서를 관찰하기 위한 투명 내부 벽을 갖는 필터 카트리리지 조립체를 미국 특허 출원 공개 제 2010/0294272 호 (홀름퀴스트-브라운 등)에 기술된 바와 같이 제조하였다.
센서	미국 특허 출원 공개 제 2010/0294272 호 (홀름퀴스트-브라운 등)에 기술된 바와 같이 ESLI 센서를 제조하고 카트리리지 본체 내에 넣었다.

시험 방법

필터 카트리리지 사용 수명 결정

32 L/min 유량 및 50% 상대 습도에서 1,000 ppm 셀렌지 헵탄에 대해 카트리리지를 시험함으로써 사용 수명을 측정하였다. 출구에서 45 ppm의 헵탄을 관찰했을 때 사용 수명을 측정하였다. 용매의 농축액은 45.446mL/hr의 펌프 설정으로 파마시아 펌프(Pharmacia pump) P-500 시리즈에 의해서 공급하였다. 고우맥 인스트루먼트 컴퍼니(GowMac Instrument Co.)에 의해 제조된 고우맥 시리즈 23-550 토탈 하이드로카본(GOWMAC Series 23-550 Total Hydrocarbon) 분석기 FID를 사용하여 출구 농도를 측정하였다. FID 설정은 레인지 2, 공기압 22, 연료 압력 26, 샘플 압력 1 및 스펜(span) 4.28이었다. 에지테크 냉각 미러 노점 습도계(Edgetech chilled mirror dewpoint hygrometer)에 의해서 상대 습도를 모니터링하였다.

비교예 C1:

카트리리지 C1의 제조:

카트리리지 본체를 사용하여 샘플 필터 카트리리지를 조립하고, 스노우플레이크(snowflake) 컬럼을 사용하여 103 세제곱센티미터(cm^3)의 SM-1로 충전하였다.

카트리리지 C1의 시험:

상기에서 조립된 카트리리지를 전술된 시험 방법을 사용하여 사용 수명 종료에 대해 시험하였다. 필터 카트리리지 내의 센서가 사용 수명 종료에 도달했음을 나타내는 시점이 인지되었다. 과과의 시점이 또한 인지되었고, 평균 사용 수명으로서 기록하였다. 과과 (평균 사용 수명)에 대한 이러한 측정된 사용 수명 종료의 비를 표준 편차와 함께 계산하였다. 카트리리지 사용자에 대해 10% 사전 경고 시간 (현재의 NIOSH 요건)을 제공하도록 이 비는 0.90 이하인 것이 바람직하다. 이들 데이터는 표 1에 제시되어 있다.

[표 1]

	카트리리지 C1
평균 사용 수명 (분)	98.8
측정된 평균 사용 수명 종료 (분)	46.4
비	0.47
표준 편차	0.17
측정된 샘플의 수	24

실시에 1 내지 실시에 4:

카트리리지 1 내지 카트리리지 4의 제조:

카트리리지 본체를 사용하여 샘플 필터 카트리리지를 조립하고, 스노우플레이크 컬럼을 사용하여 표 2에 나타난 수착 재료의 양으로 충전하였다. 비교예 C1이 참조로서 포함되어 있다.

[0072] [표 2]

층	비교예 C1	실시예 1	실시예 2	실시예 3	실시예 4
상부 층	SM-1 103 cm ³	SM-2 64 cm ³	SM-2 52 cm ³	SM-2 48 cm ³	SM-2 44 cm ³
하부 층	----	SM-1 40 cm ³	SM-1 52 cm ³	SM-1 56 cm ³	SM-1 60 cm ³

[0073]

[0074]

[0075]

카트리지 1 내지 카트리지 4의 시험:

상기에서 조립된 카트리지를 전술된 시험 방법을 사용하여 사용 수명 종료에 대해 시험하였다. 필터 카트리지의 센서가 사용 수명 종료에 도달했음을 나타내는 시점이 인지되었다. 과과의 시점이 또한 인지되었고, 평균 사용 수명으로서 기록하였다. 과과 (평균 사용 수명)에 대한 이러한 측정된 사용 수명 종료의 비를 표준 편차와 함께 계산하였다. 카트리지 사용자에게 대해 10% 사전 경고 시간 (현재의 NIOSH 요건)을 제공하도록 이 비는 0.90 이하인 것이 바람직하다. 이들 데이터는 표 3에 제시되어 있다.

[0076]

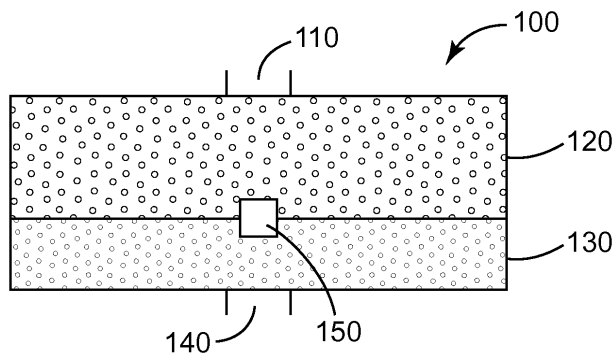
[표 3]

	비교예 C1	실시예 1	실시예 2	실시예 3	실시예 4
평균 사용 수명 (분)	98.8	100.3	98.9	103.9	100.9
측정된 평균 사용 수명 종료 (분)	46.4	63.0	70.1	67.6	61.5
비	0.47	0.63	0.71	0.65	0.59
표준 편차	0.17	0.08	0.08	0.08	0.05
측정된 샘플의 수	24	23	24	24	24

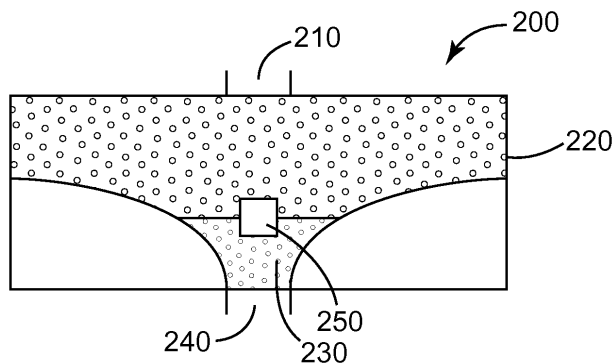
[0077]

도면

도면1



도면2



도면3

