

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2022-0122525
(43) 공개일자 2022년09월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 46/00 (2022.01) B01D 46/52 (2006.01)
B01D 46/84 (2022.01)
(52) CPC특허분류
B01D 46/0005 (2013.01)
B01D 46/0036 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0023641
(22) 출원일자 2022년02월23일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
2150216-6 2021년02월26일 스웨덴(SE)

(71) 출원인
캠필 벤처스 에이비
스웨덴 111 34 스톡홀름 스베아배겐 56 이
(72) 발명자
분 한 립
말레이시아, 페락 이포 31650, 반다 평칼란 인다,
20 할라 평칼란 인다 4
체아 웨이 응
말레이시아, 페락 이포 30020, 메루 벨리 리조트,
왕사 살주, 1라루안 마루, 29
(74) 대리인
특허법인(유한) 대아

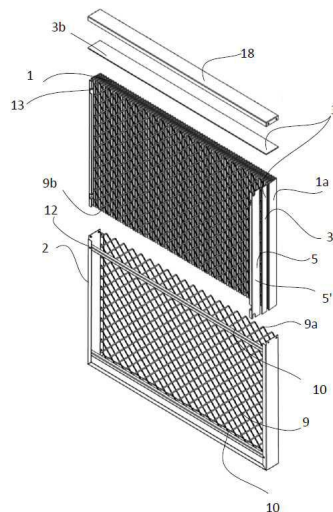
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 발명의 명칭 재생 가능한 공기 필터

(57) 요약

프레임(2)에 장착된 통기성 흡착제 패널(1)을 포함하는 공기 공급용 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리, 패널은 분자 오염을 흡착하기 위한 내열성 다공성 흡착제 재료를 포함하는 내열성 구조를 포함하고 탈착에 의해 재생되도록 구성되고, 공기 필터 어셈블리는 흡착제 패널과 프레임 사이에 내열성 밀봉 재료(3)를 포함하고, 내열성 밀봉 재료는 통기성 흡착제 패널과 프레임 사이에 간격을 메우도록 배치된 탄소 섬유 펠트 재료이고, 이에 의해 열 재생 가능한 공기 필터 어셈블리를 통해 여과되지 않은 공기의 누출을 방지함; 그리고 공기 필터 어셈블리를 재생하는 방법(100).

대표도 - 도1a



(52) CPC특허분류

B01D 46/0097 (2013.01)

B01D 46/521 (2013.01)

B01D 46/84 (2022.01)

B01D 2239/0457 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

공기 공급 애플리케이션을 위한 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리로서,

프레임(2)에 장착된 공기 투과성 흡착 패널(1)을 포함하고,

상기 패널은 분자 오염을 흡착하기 위한 내열성 다공성 흡착 재료를 포함하는 내열성 구조물을 포함하고 탈착에 의해 재생되도록 구성되고,

상기 공기 필터 어셈블리는 상기 흡착 패널과 상기 프레임 사이에 내열성 밀봉 재료(3)를 포함하고,

내열 밀봉 재료는 공기 투과성 흡착 패널과 프레임 사이에 간격을 매우도록 배치된 탄소 섬유 펠트 재료이고, 이에 의해 열 재생 가능한 공기 필터 어셈블리를 통해 여과되지 않은 공기의 누출을 방지하는, 공기 필터 어셈블리.

청구항 2

제1항에 있어서, 장착된 탄소 섬유 펠트 밀봉에 대한 압력 강하가 상기 흡착 패널에 대한 압력 강하보다 더 높으며, 바람직하게는 적어도 2배, 보다 바람직하게는 적어도 5배, 가장 바람직하게는 적어도 10배 높은, 공기 필터 어셈블리.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 공기 투과성 흡착 패널은 0.7m/s 면 속도에서 100Pa 미만, 바람직하게는 60Pa 미만의 압력 강하를 나타내는, 공기 필터 어셈블리.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 탄소 섬유 펠트 재료는 압축성이고, 바람직하게는 회복 가능한 재료이고, 상기 공기 필터 어셈블리에 설치될 때 상기 공기 투과성 흡착 패널과 상기 프레임 사이에 설치 전의 탄소 섬유 펠트 재료 두께의 50-70%의 두께를 갖는, 공기 필터 어셈블리.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 탄소 섬유 펠트 재료는 적어도 상기 공기 투과성 흡착 패널의 둘레 또는 주변에 상응하는 결합된 총 길이를 갖는 하나 이상의 스트립 또는 밴드의 형태인, 공기 필터 어셈블리.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 흡착 패널은 주름진 필터 미디어 패널이고, 상기 탄소 섬유 펠트의 일부는 상기 흡착 패널의 각 측면(1a)의 최외측 주름에서 필터 미디어의 에지(6)를 둘러싸도록 접히고, 상기 탄소 섬유 펠트의 다른 부분은 상기 흡착 패널의 각 측면에서 교차 주름 방향으로 주름들의 에지들에 대해 실질적으로 평평하게 배치된, 공기 필터 어셈블리.

청구항 7

제6항에 있어서, 클램프(5)는 최외측 주름(7)에서 상기 필터 미디어의 에지(6)를 둘러싸도록 접힌 상기 탄소 섬유 펠트를 상기 프레임의 내부 측면에 대해 고정하기 위해 최외측 주름을 따라 배치된, 공기 필터 어셈블리.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 내열성 구조물은 자체 지지형이거나 분자 오염을 흡착하기 위한 내열성 다공성 흡착제 재료를 보유하는 자체 지지형 캐리어 구조물을 포함하며, 상기 자체 지지형 캐리어 구

조물은 바람직하게는 내열성 섬유를 포함하는, 공기 필터 어셈블리.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 흡착 패널은 바람직하게는 상기 흡착 패널의 형상에 대응하는 3차원 형상을 갖는 그리드 형태의 내열성 지지 부재(8)를 더 포함하는, 공기 필터 어셈블리.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 내열성 밀봉 재료인 탄소 섬유 펠트 재료는 50℃ 및 30분에서 테스트될 때 10 µg/g 미만의 가스 방출 값을 갖는, 공기 필터 어셈블리.

청구항 11

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 탄소 섬유 펠트 재료는 활성탄 섬유를 포함하는, 공기 필터 어셈블리.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 흡착 패널과 밀봉 탄소 섬유 펠트가 상기 프레임에 장착되며 상기 프레임은 탄소 섬유 펠트와 흡착 패널이 제거될 수 있도록 분해 가능한 프레임 요소들과 고정 장치들로 구성된, 공기 필터 어셈블리.

청구항 13

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 공기 투과성 흡착 패널은 1atm에서 100-300℃의 온도에서 가열된 가스 흐름에 의한 재생을 견디도록 구성된, 공기 필터 어셈블리.

청구항 14

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 공기 투과성 흡착 패널은 50-300℃의 온도에서 1atm 미만의 정압에서 가열된 가스 흐름에 의한 재생을 견디도록 구성된, 공기 필터 어셈블리.

청구항 15

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 공기 투과성 흡착 패널은 1atm 이하의 배기 및 청정 가스 재충전 절차에 의한 재생을 견디도록 구성된, 공기 필터 어셈블리.

청구항 16

제1항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 공기 공급 애플리케이션은 반도체 또는 마이크로일렉트로닉스 생산과 같은 클린룸 애플리케이션인, 공기 필터 어셈블리.

청구항 17

제1항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 공기 공급 애플리케이션은 건물의 일반 환기를 위한 HVAC 시스템인, 공기 필터 어셈블리.

청구항 18

제1항 내지 제17항 중 어느 한 항의 공기 필터 어셈블리를 재생하는 방법(100)으로서,

공기 공급 애플리케이션을 포함하는 시설(201)의 공기 처리 시스템의 서비스 위치에서 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리를 분리하는 단계(101);

재생 장비에 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리를 장착하는 단계(104);

지정된 청정도 또는 가스 배출 수준에 도달할 때까지 재생 사이클을 수행하는 단계(105);

상기 재생 장비에서 재생된 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리를 분리하는 단계(106);

상기 재생된 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리를 서비스 위치에 다시 장착하는 단계(110)를 포함하는,

방법.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리를 상기 공기 공급 애플리케이션을 포함하는 시설(201)의 공기 처리 시스템에서 서비스 위치에서 분리한 후 지정된 운송 컨테이너(102)에 넣고 재생 장비를 포함하는 재생 시설(202)로 운송하는 단계(103); 그리고

재생 장비에서 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리를 분리한 후, 이를 새로운 지정된 운송 컨테이너에 넣고(107) 공기 공급 애플리케이션을 포함하는 시설(201)로 다시 운송하는 단계(108);

선택적으로, 다시 사용하기 전까지 가스 청정 조건에서 재생된 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리를 저장하는 단계(109)를 더 포함하는, 방법.

청구항 20

제18항 또는 제19항에 있어서, 상기 재생 사이클은 상기 공기 필터 어셈블리를 a) 분자 오염의 원하는 탈착이 달성될 때까지 1atm에서 100-300℃의 온도에서 가열된 가스 흐름 또는 1atm 미만의 정압에서 50-300℃의 온도에서 가열된 가스 흐름; 또는

b) 원하는 분자 오염 제거가 달성될 때까지 반복될 수 있는, 1atm 이하의 배기 및 청정 가스 재충전 절차에 노출시키는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 21

제1항 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 필터는 제18항 내지 제20항의 방법에서 재생 가능한, 공기 필터 어셈블리.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 공기 공급 애플리케이션용 내열성 재생 가능한 분자/AMC 공기 필터 어셈블리 및 재생 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 클린룸 애플리케이션 또는 건물의 일반 환기를 위한 HVAC 시스템과 같은 공기 공급 애플리케이션에 사용하기 위한 공기 필터 어셈블리는 일반적으로 공기 투과성 흡착 필터 패널 형태의 필터 요소를 유지하는 프레임을 포함한다. 필터 패널은 일반적으로 공기가 필터를 통과할 때 필터 패널을 우회하는 것을 방지하기 위해 프레임의 에지들을 따라 밀봉된다.

[0003] 많은 필터 설계는 프레임에 밀봉하기 위해 필터 패널의 에지들 주위에 배치된 포팅(potting) 또는 접착 화합물, 특히 폴리우레탄을 사용한다. 필터 패널을 프레임에 밀봉하는 이러한 방식은 주름진 에지들 또는 측면들을 따라 밀봉하기 어려울 수 있는 주름진 필터 패널의 경우에 특히 유용하다. 포팅 또는 접착 화합물을 사용하여 필터 패널을 프레임에 밀봉하면 일반적으로 안정적인 밀봉이 제공된다.

[0004] 공기 공급 애플리케이션에 사용하기 위한 공기 필터는 의도한 목적에 충분한 공기 여과 효율과 용량을 갖고 있어 필터가 특정 공기 여과 애플리케이션에서 설정한 요구 사항을 충족하는 것이 중요하다.

[0005] 클린룸 및 마이크로일렉트로닉스와 관련된 영역에서 산, 염기, 응축물, 도펀트, 산화제 및 모든 분자 크기의 휘발성 유기 화합물(VOC) 형태의 공기 중 분자 오염(Airborne Molecular Contamination, AMC) 제거는 분자 필터 및 필터 요소에 의해 달성된다. AMC는 공정 웨이퍼, 회로 기판, 도구, 기구 등의 부식을 일으킬 수 있다. AMC는 또한 도핑 오류, 핵형성 오류, 리소그래피 공정 관련 결함, 웨이퍼, 광학, 렌즈의 헤이즈 및 생산에서 수율 손실 또는 생산 장비 손상을 일으킬 수 있는 기타 수많은 문제들을 일으킬 수 있다.

[0006] 건물의 일반 환기를 위한 최신 HVAC 시스템에는 오존 O_3 , 이산화질소 NO_2 , 이산화황 SO_2 및 VOC와 같은 건강 위험이 될 수 있는 화합물들을 제거하기 위해 분자 필터가 포함될 수도 있다. 다른 화합물들이 실내에서 추가로 생성될 수 있으며 재순환을 사용하는 경우 HVAC 시스템에 도달할 수 있다. 다음에서 분자 오염(molecular contamination)이라는 용어는 위에서 논의한 모든 다른 화합물들을 지칭하는 데 사용된다. 여기에는 일반적인 여과용 화합물도 포함되지만 상승된 온도 및/또는 감소된 기압을 포함하는 공정을 사용하여 흡착제에서 분리될 수 있는 화합물로 제한된다. 1990년대에, AMC라는 용어는 반도체 회로의 사용 선풍이 250nm일 때 나타나는 손상 시나리오를 참조하여 반도체 생산 시설에 사용되었다. 나중에 그리고 점점 더 선풍이 감소함에 따라 AMC의 개념에 추가적인 오염 화합물이 추가되었으며, 여기서 주요 부분은 저분자 크기의 휘발성 유기 화합물이다. 이 후자의 그룹은 흡착 필터로 제거하기 어렵고, 필터의 짧은 수명 사이클과 높은 필터 비용을 초래한다.

[0007] 분자 오염의 흡착과 관련된 공기 공급 애플리케이션의 지속 가능성 및 비용 절감에 대한 관심이 증가함에 따라 재생 가능한 공기 필터에 대한 요구가 증가했다. 이러한 필터에 적용되는 여과 효율에 대한 엄격한 요구 사항으로 인해 클린룸 필터를 재생하는 것은 전통적으로 불가능하다고 여겨져 왔다. 그러나, 최근 클린룸 환경용 공기 필터의 모든 구성요소들이 내열 재료로 만들어지고 고온에 견딜 수 있는 설계를 가진다면, 필터에 흡수된 분자 오염을 제거하기 위해 필터를 열풍 처리하여 적절한 결과로 재생이 수행될 수 있음이 밝혀졌다. WO2010/101520A1은 폴리우레탄과 같은 내열성 밀봉 재료에 의해 프레임에 부착된 내열성 필터 미디어로 구성된 클린룸 공기 필터의 예를 개시한다.

[0008] 지속 가능성 및 비용 절감에 대한 관심은 여전히 증가하고 있으며, 따라서 지속적으로 증가하는 요구를 충족할 수 있는 공기 공급 애플리케이션을 위한 재생 가능한 필터가 필요하다.

발명의 내용

[0009] 본 발명은 공기 공급 애플리케이션용 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리에 관한 것으로, 프레임에 장착된 공기 투과성 흡착 패널을 포함하고, 패널은 공기 중 분자 오염을 흡착하기 위한 내열성 다공성 흡착 재료를 포함하는 내열성 구조물을 포함하고 탈착에 의해 재생되도록 구성된다. 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리는 흡착 패널과 프레임 사이에 내열성 밀봉 재료를 포함하고, 내열성 밀봉 재료는 공기 투과성 흡착 패널과 프레임 사이에 간격을 메우도록 배치된 탄소 섬유 펠트재이고, 이에 의해 열 재생 가능한 공기 필터 어셈블리를 통해 여과되지 않은 공기가 누출되는 것을 방지한다. 바람직하게는, 장착된 탄소 섬유 펠트 밀봉에 대한 압력 강하는 흡착 패널에 대한 압력 강하보다 더 높으며, 바람직하게는 적어도 2배, 보다 바람직하게는 적어도 5배, 가장 바람직하게는 적어도 10배 더 높다. 공기 투과성 흡착 패널은 0.7m/s 면 속도에서 100Pa 미만, 바람직하게는 60Pa 미만의 압력 강하를 적절하게 나타낼 수 있다. 공기 투과성 흡착 패널과 밀봉 재료로서 압축성 탄소 섬유 펠트 재료를 조합하면 공기 필터 어셈블리의 재생 특성이 향상되어 더 많은 재생 사이클을 견딜 수 있으므로 비용이 절감되고 지속 가능하다.

[0010] 탄소 섬유 펠트 재료는 바람직하게는 압축성이고 바람직하게는 회복 가능한 재료일 수 있으며, 이는 공기 필터 어셈블리에 설치될 때 공기 투과성 흡착 패널과 프레임 사이에 설치 전의 탄소 섬유 펠트 재료 두께의 50-70%의 두께를 갖는다. 탄소 섬유 펠트 재료는 적절하게는 적어도 공기 투과성 흡착 패널의 둘레 또는 주변에 상응하는 결합된 총 길이를 갖는 하나 이상의 스트립 또는 밴드의 형태일 수 있다.

[0011] 흡착 패널은 바람직하게는 주름진 필터 미디어 패널일 수 있고, 탄소 섬유 펠트의 일부는 흡착 패널의 각 측면의 최외측 주름에서 필터 미디어의 에지를 둘러싸도록 접힐 수 있다. 탄소 섬유 펠트의 다른 부분은 흡착 패널의 각 측면에서 교차 주름 방향으로 주름들의 에지들에 대해 실질적으로 평평하게 배치될 수 있다.

[0012] 최외측 주름에서 필터 미디어의 에지를 둘러싸도록 접힌 탄소 섬유 펠트를 프레임의 내부 측면에 대해 고정하기 위해 클램프가 최외측 주름을 따라 배치될 수 있다.

[0013] 내열성 구조물은 바람직하게는 자체 지지형이며 분자 오염을 흡착하기 위한 내열성 다공성 흡착 재료를 보유하는 자체 지지형 캐리어 구조물을 포함할 수 있으며, 자체 지지형 캐리어 구조물은 바람직하게는 내열성 섬유를 포함할 수 있다. 흡착 패널은 바람직하게는 흡착 패널의 형상에 대응하는 3차원 형상을 갖는 그리드 형태의 내열성 지지 부재를 더 포함할 수 있다.

[0014] 원하는 경우, 탄소 섬유 펠트 재료는 밀봉 기능 외에 흡착 기능을 추가하기 위해 활성 탄소 섬유를 포함할 수 있다.

[0015] 흡착 패널 및 밀봉 탄소 섬유 펠트는 프레임에 적절하게 장착되고, 프레임은 분해될 수 있는 프레임 요소들 및

고정 장치들로 유리하게 구성되어 탄소 펠트 및 흡착 패널이 제거될 수 있다.

[0016] 공기 투과성 흡착 패널은 적어도 300℃까지의 온도에서 용융 및 연소에 대해 적절하게 내열성이 있으며, 유리하게는 1atm에서 100-300℃의 온도에서 가열된 가스 흐름에 의한 재생을 견디도록 구성되거나, 공기 투과성 흡착 패널은 최대 300℃ 온도에서 용융 및 연소에 대한 내열성이 있으며 50-300℃의 온도에서 1atm 미만의 정압에서 가열된 가스 흐름에 의한 재생을 견디도록 구성되거나, 대안적으로 공기 투과성 흡착 패널은 1atm 이하의 배기 및 청정 가스 재충전 절차에 의한 재생을 견디도록 구성될 수 있다.

[0017] 위에서 언급한 공기 공급 애플리케이션은 바람직하게는 클린룸 애플리케이션 또는 건물의 일반 환기를 위한 HVAC 시스템일 수 있다.

[0018] 본 개시는 또한 하기 단계들을 포함하는, 전술한 공기 필터 어셈블리를 재생하는 방법에 관한 것이다: 공기 공급 애플리케이션을 포함하는 시설의 공기 처리 시스템의 서비스 위치에서 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리를 분리하는 단계; 재생 장비에 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리를 장착하는 단계; 지정된 청정도 또는 가스 배출 수준에 도달할 때까지 재생 사이클을 수행하는 단계; 재생 장비에서 재생된 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리를 분리하는 단계; 재생된 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리를 서비스 위치에 다시 장착하는 단계. 상기 방법은 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리를 공기 공급 애플리케이션을 포함하는 시설의 공기 처리 시스템에서 서비스 위치에서 분리한 후 지정된 운송 컨테이너에 넣고 재생 장비를 포함하는 재생 시설로 운송하는 단계; 그리고 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리를 재생 장비에서 분리한 후 새로운 지정된 운송 컨테이너에 넣고 공기 공급 애플리케이션이 포함된 시설로 다시 운송하는 단계; 그리고 선택적으로 재생된 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리를 다시 사용하기 전까지 가스 청정 조건 하에 저장하는 단계를 바람직하게 더포함할 수 있다. 재생 사이클은 바람직하게는 공기 필터 어셈블리를 a) 분자 오염의 원하는 탈착이 달성될 때까지 1atm에서 100-300℃의 온도에서 가열된 가스 흐름 또는 50-300℃의 온도에서 1atm 미만의 정압에서 가열된 가스 흐름에 노출시키거나; 또는, b) 원하는 분자 오염 제거가 달성될 때까지 반복할 수 있는, 1atm 이하의 배기 및 청정 가스 재충전 절차에 노출시키는 것을 포함할 수 있다.

[0019] 또한, 본 발명은 상기 방법에 의해 재생 가능한 공기 필터 어셈블리에 관한 것이다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1a는 본 개시에 따른 공기 필터 어셈블리의 예의 분해도를 개략적으로 도시한다.

도 1b는 본 개시에 따른 공기 필터 어셈블리의 다른 예의 분해도를 개략적으로 도시한다.

도 2a는 본 발명에 따른 공기 필터 어셈블리의 개략적인 부분 단면도이다.

도 2b는 본 개시에 따른 공기 필터 어셈블리의 다른 예의 개략적인 부분 단면도이다. 도 2c는 본 개시에 따른 공기 필터 어셈블리의 또 다른 예의 개략적인 부분 단면도이다.

도 2d는 도 2e에 도시된 부착 로드를 포함하는 공기 필터 어셈블리의 부분 사시도이다.

도 2e는 도 2d에도 도시된 부착 로드의 부분 사시도이다.

도 3a 내지 도 3c는 본 개시에 따른 공기 필터 어셈블리에 사용될 수 있는 흡착 패널을 개략적으로 도시한다.

도 4는 지지 부재를 포함하는 흡착 패널의 일부를 개략적으로 도시한다.

도 5는 본 개시에 따른 공기 필터 어셈블리를 재생하는 방법의 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 본 발명은 지속 가능성 및 비용 절감에 대한 증가하는 요구를 충족할 수 있는 공기 공급 애플리케이션용 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리를 제공하는 것을 목적으로 하며, 필요한 경우 반도체 및 마이크로일렉트로닉스 생산과 같은 극도의 청정도를 요구하는 애플리케이션에 사용하기에 적합하다. 이것은 이전에 설정된 모든 요구 사항들을 충족하는 재생 가능한 패널을 제공하는 동시에 패널을 여러 번 재생하도록 허용하는 것을 목표로 하는, 재생 가능한 대안으로 공기 공급 애플리케이션용 기존 장비의 공기 필터 패널을 교체할 수 있는 가능성을 제공한다. 이것은 일반적으로 분자 오염의 흡착과 관련된 공기 공급 애플리케이션, 특히 건물 환기를 위한 HVAC 시스템, 및 마이크로일렉트로닉스를 제조하기 위한 클린룸에서 유용하다. 분자 오염 제거와 관련된 물리 화학적 메커니즘은 다음과 같이 설명될 수 있다: 가스/증기 오염 분자는 흡착제 내부로 확산된다. 즉, 농도가 높은 영

역에서 농도가 낮은 영역으로 이동한다. 확산 속도는 두 농도의 차이와 직접적인 관련이 있다. 흡착제 내부 표면의 이용 가능한 부위가 보유한 기체/증기 분자에 의해 점유됨에 따라 필터 효율이 감소하기 시작한다. 내부 표면의 특성, 즉 존재하는 활성 표면 그룹과, 가장 중요한, 기공 크기 분포는 어떤 가스 또는 증기 분자가 억제되는지, 그리고 이들이 흡착제의 내부 표면에 얼마나 강하게 흡착되는지를 결정한다. 물리 흡착 유기 화합물의 경우 다른 결정적인 특성은 제거할 기체 또는 증기 분자의 분자량과 끓는점이다. 더 작은 유기 분자는 더 낮은 끓는점을 가지므로 덜 강하게 흡착된다. 배출 가스/증기 하류에서 필터가 임계값 수준(threshold level)에 도달하면, 즉 현재 서비스 사이클의 끝에 도달하면 필터를 새 것, 즉, 새 필터 또는 재생 필터로 교체해야 한다. 따라서, 임계값 수준에 도달하는 시간 또는 공기 유량은 특정 공기 필터 애플리케이션에서 제거해야 하는 흡착된 분자의 크기에 따라 달라지며, 작은 분자들은 더 큰 분자보다 필터가 더 빠르게 임계값 수준에 도달하게 하여 서비스 사이클을 감소시킨다. 서비스 사이클이 끝나면 필터는 서비스 위치에서 꺼내 재생으로 보내지고 그 자리에 새 필터를 설치된다.

[0022] 클린룸 애플리케이션을 위한 필터의 필터 미디어 패널과 프레임 사이의 밀봉에 사용되는 전통적인 밀봉 재료는 일반적으로 포팅(potting) 재료 또는 접착 화합물, 특히 폴리우레탄이었다. 이러한 재료들은 매우 안정적인 기밀 밀봉을 제공하기 때문이다. 완벽한 기밀 밀봉은 고급 입자 여과, 즉 여과되지 않은 공기가 필터를 우회하여 클린룸으로 들어갈 수 없어야 하는, 반도체 또는 마이크로일렉트로닉스 생산과 같은 고급 클린룸 애플리케이션의 HEPA 및 ULPA 범위 필터에서 중요한 것으로 간주된다. 그리고, 주름진 흡착 패널과 같이 더 복잡한 모양의 흡착 패널의 경우 기밀 밀봉을 얻을 수도 있다. 이러한 입자 필터의 미디어 패널은 일반적으로 0.7m/s의 면 속도에서 적어도 150Pa(유리 섬유 미디어) 또는 100Pa(PTFE 미디어)의 압력 강하를 갖는다. 더욱이, 주름진 필터 미디어 패널은 종종 부서지기 쉽거나 부드럽고 유연할 수 있으므로 그것이 무너지거나 새는 것을 방지하기 위해 포팅 재료 또는 접착제를 사용하여 프레임에 단단히 고정되어야 한다. 분자 흡착제 필터와 같이 압력 강하가 더 낮은 필터 및 재생 용도로 의도된 필터를 포함하는 모든 유형의 필터에 대해 동일한 유형의 포팅 재료 또는 접착 화합물이 지금까지 밀봉제로 사용되었다.

[0023] 일부 포팅 재료 또는 접착 화합물은 내열성이 있고 여러 번의 재생 사이클을 견딜 수 있지만, 그들은 흡착제 필터 미디어가 고갈되기 전에 손상을 입을 수 있다. 그래서 밀봉제가 수명이 다하는 반면 흡착 필터 패널은 이론적으로 더 많은 재생 사이클에서 여전히 추가로 재생될 수 있다.

[0024] 본 발명은 프레임에 장착된 공기 투과성 흡착 패널을 포함하는 공기 공급 애플리케이션을 위한 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리에 관한 것이다. 패널은 분자 오염을 흡착하기 위한 내열성 다공성 흡착 재료를 포함하는 내열성 구조물을 포함하고 탈착에 의해 재생되도록 구성된다. 공기 투과성 흡착 패널은 바람직하게는 0.7m/s의 패널 면 속도에서 100Pa 미만, 바람직하게는 0.7m/s의 패널 면 속도에서 60Pa 미만, 또는 낮은 면 속도에서 상응하는 더 낮은 압력 강하를 나타낸다. 탄소 섬유 펠트 재료 형태의 내열성 밀봉 재료가 흡착 패널과 프레임 사이에 간격을 메워지도록 배치된다.

[0025] 사용 시 공기 공급 애플리케이션의 공기 여과에서 탄소 섬유 펠트 재료는 흡착 필터 패널과 프레임 사이에 적절한 밀봉을 제공하여 열 재생 가능한 공기 필터 어셈블리를 통한 여과되지 않은 공기의 누출을 방지한다. 흡착제 공기 필터 어셈블리에 의해 여과될 공기는 0.7m/s 면 속도에서 적절하게는 15-100Pa, 바람직하게는 15-60Pa인, 상대적으로 낮은 압력 강하로 인해 흡착 패널을 통과할 것이다. 따라서, 압축성 탄소 섬유 펠트 밀봉은 포팅 재료나 접착제로 만든 밀봉만큼 기밀이 아닐 수 있지만, 탄소 섬유 펠트 밀봉의 압력 강하는 흡착 필터 패널의 압력 강하를 초과하므로 충분한 밀봉을 제공한다.

[0026] 탄소 섬유 펠트는 적어도 흡수 패널의 공기 필터 미디어만큼 많은 재생 사이클을 견딜 수 있다. 따라서, 지정된 압력 강하를 갖는 흡착 패널과 탄소 섬유 펠트 밀봉의 조합은 클린룸 애플리케이션을 위해 설정된 요구 사항들에 따라 공기 여과를 허용함과 동시에 필터 어셈블리를 제공한다. 모든 구성 요소들이 흡착 패널만큼 많은 재생 사이클을 견딜 수 있으므로 필터의 수명을 연장할 수 있고, 지속 가능성을 개선하고 비용을 절감하면서 가장 까다로운 애플리케이션에 대한 청정도 요구 사항들을 준수할 수 있다.

[0027] 흡착 패널이 비드, 과립 또는 섬유 형태의 흡착 재료가 있는 주름진 미디어로 만들어지는 경우, 밀봉의 탄소 섬유 펠트 재료는 가능한 양의 흡착 재료가 흡착 패널의 에지들에서 빠져나가는 것을 방지하는 데 기여할 것이다.

[0028] 밀봉을 위해 사용되는 탄소 섬유 펠트는 바람직하게는 가스 방출이 없는(outgassing-free) 재료일 수 있다. 순수한 과학적 관점에서 완전히 가스 방출이 없는 재료는 없다. 가스 방출이 없는 것은 현재 맥락에서 지정된 온도 및 기간에서 시험이 실시되었을 때 재료가 한계 값($\mu\text{g/g}$ 단위) 미만으로 정의된, 미량의 화합물만 방출한다는 의미에서 재료가 실질적으로 가스 방출이 없다는 것을 의미한다. 이것은 재료가 특정 테스트를 받을 때 한계

값보다 큰 휘발성 유기 화합물의 총량을 배출하지 않는다는 것을 의미한다.

- [0029] 가스 방출은 다양한 시험 방법들에 의해 결정될 수 있다. 예를 들어, 열 탈착 후 중간 흡착 장치에서 동적 수집이 수행된다.
- [0030] 시험 방법은
- [0031] - 탄소섬유 펠트 재료의 시험편을 획득하는 단계;
- [0032] - 25° C, RH 50% 및 1 atm에서 시험편의 무게를 기록하는 단계;
- [0033] - 50° C에서 질소, 헬륨 또는 기타 희가스의 가스 흐름에 지속적으로 노출되는 가열된 인클로저에 넣어, 휘발성 화합물들이 중간 흡착 장치, 즉 화합물들을 응축하고 수집하는 콜드 트랩에 도달할 때까지 가스 흐름에 의해 배출될 수 있는 가능한 휘발성 화합물들이 제거되는 단계, 이 절차는 50° C에서 30분 동안 계속됨;
- [0034] - 가스 흐름에서 시험편을 제거한 후 콜드 트랩을 빠르게 가열하여 수집된 전체 샘플을 동시에 방출하고, 그런 다음, 방출된 휘발성 화합물의 양을 식별하고 이를 설정된 한계 값과 비교하기 위한 정성 및 정량 측정을 위해 가스 스트림에 의해 가스 크로마토그래피 - 불꽃 이온화 감지기(GC-FID) 또는 가스 크로마토그래피 - 질량 분광법(GC-MS) 장비로 이송되는 단계를 포함한다.
- [0035] 가스 방출(outgassing)은 탄소 섬유 펠트 시험 재료 g당 방출되는 휘발성 화합물 μg 으로 표시된다. 가스 방출, 즉 상기 시험 방법에 의해 얻어진 시험편으로부터 방출된 휘발성 화합물의 양은 본 개시의 맥락에서 가스 방출이 없는 것으로 간주되기 위해 $<10 \mu\text{g/g}$ 이어야 한다. 비활성탄 펠트 재료는 일반적으로 $10 \mu\text{g/g}$ 미만의 가스 방출 값을 가질 수 있고, 활성탄 펠트 재료는 위에 설명된 대로 테스트될 때 일반적으로 대략 $1 \mu\text{g/g}$ 의 가스 방출 값을 가질 수 있다.
- [0036] 밀봉에 가스 방출이 없는 재료를 사용하면 필터 어셈블리의 흡착 패널의 청결도 향상 및 수명 연장에 기여할 수 있다. 왜냐하면, 탄소 섬유 밀봉 재료 자체는 사용 중 또는 재생 중에 흡착 패널에 의해 흡수될 수 있는 원하지 않는 물질을 방출하지 않기 때문이다. 대조적으로, 포팅이나 접착제와 같은 전통적인 밀봉 재료는 50°C 이상의 온도에 노출되면 휘발성 유기 화합물을 방출할 수 있다. 이는 흡착 패널의 흡착 재료를 불필요하게 채우고 흡착제를 조기에 소진시켜 패널의 사용 수명을 불필요하게 단축시킬 수 있다. 흡착 패널의 재료는 또한 상기 정의에 따라 적절하게도 가스 방출이 없다.
- [0037] 공기 필터 어셈블리를 얻기 위해 탄소 섬유 펠트 재료에 의해 프레임에 흡착 패널을 밀봉하는 개시된 방법은 다양한 유형의 흡착 패널들에 적용될 수 있다.
- [0038] 흡착 패널은 프레임에 장착하기에 적합한 임의의 모양을 가질 수 있다. 흡착 패널은 일반적으로 정사각형 또는 직사각형 모양과 기류 방향으로 특정 두께를 가질 수 있으며, 예를 들어 300x300x20mm 내지 1200x1200x100mm의 크기를 가질 수 있다.
- [0039] 흡착 패널은 적절하게 자체 지지되며 분자 오염을 흡착하기 위한 내열성 다공성 흡착 재료를 보유(운반)하는 내열성 캐리어 구조물을 바람직하게는 자체 지지 구조의 형태로 포함할 수 있다. "자체 지지(self-supporting)"이라는 용어는 흡착 패널이 추가 지지 부재에 의해 지지되지 않고 공기 여과 애플리케이션의 정상적인 작동 조건에서 3차원 형태를 유지할 수 있음을 의미한다. 흡착 패널의 자체 지지 특성은 패널이 변형에 대한 복원력을 갖게 하고, 따라서 흡착 패널과 프레임 사이의 접착 연결이 필요하지 않게 하고, 따라서 탄소 섬유 펠트 재료로 밀봉할 수 있다. 캐리어 구조물은 유리하게는 분자 오염을 흡착하기 위한 내열성 다공성 흡착 재료를 유지하는 이성분(bi-component) 섬유와 같은 내열성 섬유를 포함할 수 있고 다공성 흡착 재료를 포함하는 주름형 시트 또는 웹의 형태일 수 있다(도 3a). 원하는 경우, 흡착 재료를 유지하는 내열성 섬유는 두 층의 내열성 부직포 재료들 사이에 배치될 수 있다. 공기 필터 어셈블리에 사용되는 주름진 필터 매체는 바람직하게는 ISO 표준 14644-1에 정의된 ISO 클래스 6 환경 이상으로 입자를 방출하지 않는다.
- [0040] 대안적으로, 흡착 패널은 흡착 재료가 부착된 벌집형 재료(도 3b) 또는 개방형 셀 폼(cell foam) 또는 기타 스폰지형 재료(도 3c) 형태의 캐리어 구조물을 포함할 수 있다. 벌집 구조는 종이 또는 세라믹 구조 상의 활성화된 것으로 만들거나 전체적으로 탄화 및 활성화될 수 있는 기본 재료로 구성될 수 있다. 특허 US 6964695, EP 04724071 및 US10/344248은 직접 전기 가열에 의해 재생되는 탄소 단일체를 보여준다. 벌집 또는 단일체 기반 시스템은 사용 유연성을 제한할 수 있는 고정된 기하학적 구조를 가지며 주름진 내열성 섬유 시트보다 약간 더 높은 압력 강하를 가질 수 있다.

- [0041] 흡착 재료는 예를 들어 흡착제 비드, 바람직하게는 구형 비드 또는 흡착성 섬유 형태의일 수 있고, 분자 오염을 흡착할 수 있는 임의의 종류의 흡착 재료, 예를 들어 활성탄, 또는 활성탄과 유사한 흡착 특성을 갖지만 가열될 때 실질적으로 완전한 탈착(이는 재생에 매우 적합하게 함)뿐만 아니라 양호한 흡착을 허용하는 기공 시스템의 크기 분포를 가지는 인공 흡착제, 예를 들어, 다공성 폴리머 흡착제를 포함할 수 있다. 한 가지 상업적 예는 Dowex OptiporeTM 제품 군이다.
- [0042] 내열성 캐리어 구조물은 내열 섬유와 재생 사이클의 온도에 노출되었을 때 녹거나 타지 않는 흡착제로 내부 3차원 구조를 갖는다는 점에서 내열성이다. 그러나, 내부 3차원 구조(예: 내열성 섬유 또는 벌집 또는 스폰지 구조)가 고온을 견딜 수 있더라도 흡착 패널도 어떤 경우에는 고온에 노출될 때 약간 처질 수 있는 외부 3차원 구조(예: 주름진 구조 또는 직육면체)를 가질 수 있다. 따라서, 재생 사이클 동안 변형을 방지하기 위해, 흡착 패널은 바람직하게는 흡착 패널의 형상에 대응하는 3차원 형상을 갖는 그리드 형태의 내열성 지지 부재를 추가로 포함할 수 있다.
- [0043] 공기 투과성 흡착 패널은 바람직하게는 최대 300℃의 온도에서 용융 및 연소에 대한 내열성이 있으며, 1atm에서 100-300℃의 온도에서 가열된 가스 흐름에 의한 재생을 견디거나 50-300℃의 온도에서 1atm 미만의 정압에서 가열된 가스 흐름에 의한 재생을 견디도록 적합하게 구성된다. 대안적으로, 공기 투과성 흡착 패널은 1atm 이하의 배기 및 청정 가스 재충전 절차에 의한 재생을 견디도록 구성될 수 있다. 이러한 배기 및 청정 가스 재충전 절차는 원하는 재생 결과가 얻어질 때까지 반복될 수 있으며 배치식(batchwise) 절차로 수행될 수 있다.
- [0044] 흡착 패널과 프레임 사이의 밀봉에 사용되는 탄소 섬유 펠트 재료는 공기 필터 어셈블리에 장착 시에 가장 압축된 지점에서 공기 필터 어셈블리에 설치하기 전의 초기 두께의 50~70% 정도의 두께를 가질 정도로 압축성을 갖는 것이 바람직하다. 압축성으로 인해 탄소 섬유 펠트 재료는 밀봉될 패널 에지의 표면 모양을 따를 수 있고 표면의 작은 불규칙성을 채울 수 있다. 탄소 섬유 펠트 재료는 더욱 바람직하게는 탄력적일 수 있고, 재생 사이클 동안 다른 재료의 열팽창으로 인한 치수 변화에 적응할 수 있고 또한 공기 필터 어셈블리가 분해되면 원래 두께로 다시 팽창할 수 있다. 이것은 또한 패널이 프레임에서 실수로 변위되어 프레임과의 거리가 증가하면 탄소 섬유 펠트 재료가 확장될 수 있고, 따라서 프레임과 흡착 패널 사이의 공간이 탄소 섬유 펠트 재료로 채워진 상태를 유지하여 밀봉이 유지되도록 한다는 것을 의미한다.
- [0045] 탄소 섬유 펠트 재료의 압축률 및 회복률은 ASTM F 36에 기반한 테스트를 통해 설정할 수 있다.
- [0046] 이 방법은 25° C 및 1 atm에서 수행되는 다음 단계들을 포함한다:
- [0047] - 탄소섬유 펠트 재료를 1.76cm²의 정사각형 시험편으로 절단하여 편평하고 단단한 표면에 놓는 단계,
- [0048] - 시험편의 원래 두께(T₀)를 기록하는 단계,
- [0049] - 시험편을 10N의 힘에 노출시키는 정의된 중량과 시험편과 동일한 면적을 갖는 플레이트를 위치시키는 단계,
- [0050] - 시험편의 압축된 두께(T_C)를 기록하는 단계,
- [0051] - 시험편에서 플레이트를 제거하는 단계,
- [0052] - 시험편의 회복된 두께(T_R)를 기록하는 단계.
- [0053] 압축률은 $C=100 * (T_0 - T_C)/T_0$ 이고 회복률은 $R=100 * (T_R - T_C)/(T_0 - T_C)$ 이다.
- [0054] 본 발명의 공기 필터 어셈블리에서 밀봉 재료로 사용하기에 적합한 탄소 섬유 펠트 재료는 바람직하게는 T₀가 2-3mm일 때 압축률이 C=30-80%이고 회복률이 R=40-60%일 수 있다.
- [0055] 탄소 섬유 펠트 재료는 바람직하게는 당업계에서 이용가능한 방법, 예를 들어 미리 제조된 탄소 섬유를 사용하는 카딩(carding), 및 니들 펀칭(needle punching)에 의해 수득될 수 있다. 탄소 섬유 펠트를 생산하는 다양한 방법은 WO 2015/099504 A1과 같은 문헌에서 찾을 수 있다.
- [0056] 탄소 섬유 펠트 재료는 유리하게 활성 탄소 섬유를 포함할 수 있으며, 이에 의해 우연히 흡착 패널을 빠져 나와 대신 탄소 섬유 펠트 재료 밀봉을 통해 흐르는 임의의 최소 공기 흐름에서의 분자 오염이 밀봉 재료에 의해 흡착될 것이며, 따라서 공기 필터 어셈블리의 효율을 더욱 향상시킨다. 활성 탄소 섬유는 당업계에서 입수가능하며, 예를 들어 US 7,517,832 B2는 섬유상 고분자 출발 물질, 예를 들어 아크릴(PAN), 피치, 레이온, 페놀을 사

용하여 활성탄 섬유 및 상응하는 펠트 제품을 제조하는 방법을 개시하고 있으며, 예를 들어 용융 방식을 통해 생성된다. 탄소 섬유는 형성 후 불활성 또는 저산소 환경에서 고분자 섬유를 탄화한 후 물과 소량의 산소 또는 화학적 활성화 방법을 사용하여 활성화함으로써 생산된다. 활성 탄소 섬유는 입상 또는 분말상 활성탄에 비해 흡탈착 속도가 매우 빠르고 저농도에서도 흡착량이 많고 펠트, 직물, 종이 등 다양한 형태로 가공이 가능하다.

[0057] 탄소 섬유 펠트 재료는 바람직하게는 적어도 공기 투과성 흡착 패널의 둘레 또는 주변에 상응하는 결합된 총 길이를 갖는 하나 이상의 스트립 또는 밴드 형태일 수 있다. 흡착 패널의 측면 에지 표면이 실질적으로 균일한 경우, 탄소 섬유 펠트 재료는 흡착 패널과 프레임 사이에 평평하게 배치될 수 있다. 원하는 경우 두 개 이상의 탄소 섬유 펠트 재료 층이 서로의 위에 배치되어 더 큰 결합 두께를 얻을 수 있다. 이는 예를 들어 흡착 패널의 측면 에지가 주름진 흡착 패널의 에지를 따라 다소 고르지 않은 표면을 갖는 경우에 유리할 수 있다. 탄소 섬유 펠트의 한 층의 두께는 1 - 20mm의 범위일 수 있지만, 흡착 패널의 모양 및 유형에 따라 2-3mm 또는 3-6mm가 적절할 수 있다.

[0058] 언급된 바와 같이, 흡착 패널은 예를 들어 바람직하게는 주름진 흡착 패널일 수 있다. 주름진 흡착 패널은 공기 통과에 사용할 수 있는 증가된 표면적을 가질 수 있으므로 필터 어셈블리를 가로지르는 압력 강하를 감소시키면서 여과 효율을 증가시킬 수 있다. 패널이 만들어지는 흡착 재료는 먼저 주름을 잡은 후 패널로 절단될 수 있다. 이것은 패널이 주름에 평행한 두 개의 제1 측면 에지들과 교차 주름 방향에 있는 두 개의 제2 측면 에지들을 가질 수 있음을, 즉 패널이 지그재그 모양을 가질 수 있음을 의미한다. 이와 관련하여 "주름"이라는 용어는 접는 선의 각 측면에 위치한 두 개의 평행한 필터 재료 섹션들을 나타낸다. 이것은 도 2에 개략적으로 설명되어 있다. "교차 주름 방향"은 접는 선에 수직이다.

[0059] 프레임은 유리하게는 탄소 펠트 및 흡착 패널이 프레임으로부터 제거될 수 있도록 분해될 수 있는 프레임 요소들 및 고정 장치들로 구성된 프레임 배열일 수 있다. 이를 통해 탄소 펠트 및 흡착 패널의 수명이 만료된 경우 프레임이 복구되고 새로운 공기 필터 어셈블리에 사용할 수 있다. 프레임 요소들은 중간 벽부, 및 흡착 패널이 프레임에서 떨어지는 것을 방지하기 위해 각각의 측면에서 중간 벽부로부터 바람직하게는 실질적으로 수직으로 연장되는 2차 벽부들을 갖도록 적절하게 구성된다.

[0060] 흡착 패널과 탄소 섬유 펠트 재료의 피스(piece)는 흡착 패널과 프레임의 2차 벽부 사이에 삽입된 클램프에 의해 공기 필터 어셈블리의 프레임에서 제 위치에 적절하게 유지될 수 있다. 클램프는 적절하게는 흡착 패널의 길이에 대략 상응하는 길이를 갖고 적절하게는 흡착 패널과 프레임 요소의 2차 벽부 사이의 거리에 대략 상응하는 폭을 갖는 클램프 바의 형태일 수 있다. 제1 쌍의 프레임 요소들은 흡착 패널의 2개의 제1 측면들을 유지하도록 적절하게 배치될 수 있고, 제2 쌍의 프레임 요소들은 흡착 패널의 2개의 제2 측면들을 유지하도록 적절하게 배치될 수 있다. 주름진 필터 미디어 패널 형태의 흡착 패널의 경우, 제1 쌍의 프레임 요소들과 흡착 패널의 제1 측면들은 흡착 패널의 주름들과 평행하다. 흡착 패널과 탄소 섬유 펠트 재료의 피스를 제자리에 유지하는 데 사용되는 클램프는 일반적으로 제1 쌍의 프레임 요소들 및 흡착 패널의 제1 측면들과 실질적으로 평행한 길이 방향을 가질 것이다. 클램프는 일반적으로 흡착 패널과 제1 쌍의 프레임 요소들의 프레임 요소 각각 사이에 배치될 것이다. 제2 쌍의 프레임 요소들 중 하나의 프레임 요소는 나사와 같은 비영구적 잠금 장치에 의해 제1 쌍의 프레임 요소의 프레임 요소들에 연결되어, 이들이 용이하게 조립 및 분해되도록 배치되는 것이 바람직하다. 이에 의해, 필터 프레임 어셈블리가 쉽게 열릴 수 있고 흡착 패널이 삽입되거나 제거될 수 있다.

[0061] 흡착 패널이 주름진 필터 미디어 패널인 경우, 탄소 섬유 펠트의 일부는 주름진 필터 미디어 패널의 2개의 제1 측면 에지들 각각에서 최외측 주름에서 필터 미디어의 에지를 둘러싸도록 접힐 수 있다. 따라서, 탄소 섬유 펠트 재료의 피스는 최외측 주름의 필터 재료의 두 평행 섹션들 사이에 삽입된다. 이 경우, 최외측 주름에서 필터 미디어의 에지를 둘러싸도록 접힌 탄소 섬유 펠트를 프레임의 내부 측면에 대해 고정하기 위해 클램프가 최외측 주름을 따라 배치될 수 있다. 클램프는 바람직하게는 주름의 길이에 대략 상응하는 길이를 갖는 실질적으로 평평한 삽입 피스를 포함할 수 있다. 클램프의 실질적으로 평평한 부분은 탄소 섬유 펠트 재료의 접힌 부분을 제자리에 유지하기 위해 최외측 주름의 필터 재료의 2개의 평행 섹션들 사이에 삽입될 수 있다. 클램프는 실질적으로 평평한 피스에 대해 각도로 실질적으로 평평한 피스로부터 연장되는 프레임 지지 피스를 더 포함할 수 있으며, 상기 각도는 바람직하게는 70-100° 이다. 프레임 지지 피스는 프레임 요소의 내부 측면에 대해 놓이도록 적절하게 구성될 수 있다.

[0062] 탄소 섬유 펠트 재료의 피스를 고정하기 위해 전술한 바와 같이 실질적으로 평평한 삽입 피스를 갖는 클램프가 사용될 때, 클램프의 실질적으로 평평한 부분은 프레임 지지 피스가 2차 벽부에 대해 놓이도록 최외측 주름의 필터 재료의 2개의 평행 섹션 사이에 삽입될 수 있다.

- [0063] 클램프는 실질적으로 평평한 피스와 프레임 지지 피스 사이의 코너가 실질적으로 평평한 삽입 피스의 최외측 에지보다 중간 부분에 더 가깝도록 배향될 수 있다. 따라서, 최외측 주름과 결과적으로 탄소 섬유 펠트 재료의 피스가 필터 프레임에 단단히 고정된다. 이 경우 프레임 지지 피스의 최외측 에지는 일반적으로 프레임 요소의 중간 부분에서 멀어지게 향하게 된다.
- [0064] 대안적으로, 클램프는 실질적으로 평평한 피스와 프레임 지지 피스 사이의 코너가 실질적으로 평평한 삽입 피스의 최외측 에지보다 중간 부분으로부터 더 멀리 떨어지도록 배향될 수 있다. 이 클램프 배향은 최외측 주름에 더 높은 클램핑 압력을 가하고 결과적으로 탄소 섬유 펠트 재료의 피스가 삽입 피스의 에지와 프레임 벽 사이에 끼여서 필터 프레임에 훨씬 더 단단히 고정된다. 이 경우 프레임 지지 피스의 최외측 에지는 일반적으로 프레임 요소의 중간 부분을 향하게 된다.
- [0065] 탄소 섬유 펠트의 다른 부분은 각각 흡착 패널의 각 측면에서 교차 주름 방향으로 프레임과 주름의 에지 사이에 평평하게 배치될 수 있으며, 즉 위에서 언급된 2 개의 제2 측면 에지들에 배치될 수 있다.
- [0066] 흡착 패널과 탄소 섬유 펠트 재료는 제자리에 고정될 수 있으며 부착 로드로 프레임에 고정될 수 있다. 외력으로부터 패널을 보호하기 위해 패널의 각 측면에 망 또는 스크림이 배치될 수 있다.
- [0067] 사용된 클램프의 유형에 관계없이, 부착 로드 및 클램프는 프레임 내의 제자리에 흡착 패널을 유지하는 데 상호 작용하도록 적절하게 구성될 수 있다. 예를 들어, 노치가 클램프에 제공되어, 클램프와 제1 쌍의 프레임 요소들의 프레임 요소 2차 벽부 사이에서 프레임 요소에 부착 로드의 삽입 및 장착을 허용할 수 있다. 실질적으로 평평한 삽입 피스 및 프레임 지지 피스를 갖는 클램프의 경우에, 노치는 프레임 지지 피스에서 컷아웃(cut out)으로서 제공될 수 있다. 솔리드 클램프 바(solid clamp bar)의 경우, 노치는 부착 로드를 위한 공간을 제공하는 홈 형태일 수 있다. 그 다음, 부착 로드는 예를 들어 나사 또는 래치와 같은 잠금 장치 또는 다른 적절한 잠금 수단(12)에 의해 프레임 요소에 고정될 수 있다.
- [0068] 대안적으로, 부착 로드에는 돌출 텅 및 부착 로드의 각 단부에 단부 표면이 제공될 수 있다. 클램프는 부착 로드의 돌출 텅을 수용하기 위한 개구부 또는 오목부를 가질 수 있으며, 부착 로드의 텅이 개구부 또는 오목부의 측면에 놓이고 부착 로드의 단부 표면이 장착될 때 개구부 또는 오목부에 인접한 클램프 표면에 놓이도록 한다. 또한, 하나 이상의 고정 로드가 제2 쌍의 프레임 요소들 사이에 적절하게 배치될 수 있다. 고정 로드는 부착 로드와 대해 비스듬히 또는 수직으로 위치될 것이며, 필터 패널의 팽창 위험을 줄이기 위해 예를 들어, 나사 또는 래치 또는 기타 적절한 잠금 수단과 같은 잠금 장치에 의해 제2 쌍의 프레임 요소들의 프레임 요소 각각에 적절하게 고정될 수 있다. 고정 로드는 바람직하게는 안정성을 향상시키기 위해 흡착 패널의 양쪽에 배치된다. 흡착 패널의 각 측면에 배치된 망 또는 스크림은 적절하게 다른 크기를 가질 수 있다. 따라서, 클램프가 흡착 패널과 프레임 요소들의 2차 벽부 사이에 삽입되는 흡착 패널의 측면에 더 작은 망 또는 스크림이 배치될 수 있으며, 유리하게는 프레임 요소에 의해 형성된 프레임의 개구부에 상응하는 크기를 갖고, 반면 더 큰 망 또는 스크림은 흡착 패널의 반대쪽에 배치될 수 있으며, 흡착 패널과 다른 2차 프레임 벽부 사이에 적절하게 삽입되고 바람직하게는 프레임 요소에 의해 형성된 프레임의 개구보다 큰 크기를 갖는다. 이것은 모든 프레임 요소들과 더 큰 망 또는 스크림이 조립되면, 공기 필터 어셈블리는 프레임을 분해할 필요 없이 흡착 패널, 탄소 섬유 펠트 피스, 작은 망 또는 스크림, 클램프, 부착 로드 및 고정 로드를 배치하거나 제거함으로써 효과적으로 조립 또는 분해될 수 있다는 것을 의미한다.
- [0069] 전술한 프레임 배열은 임의의 종류의 흡착 필터 미디어 패널과 관련하여 사용될 수 있으며, 흡착 패널과 프레임 사이에 탄소 섬유 펠트가 배치되지 않은 경우에도 적용할 수 있다.
- [0070] 위에서 설명한 공기 필터 어셈블리는 다음과 같은 방법으로 적절하게 재생 가능하다.
- [0071] 본 개시는 또한 하기 단계들을 포함하는, 전술한 공기 필터 조립체를 재생하는 방법에 관한 것이다:
- [0072] 공기 공급 애플리케이션을 포함하는 시설의 공기 처리 시스템에서 서비스 위치로부터 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리를 분리하는 단계;
- [0073] 재생 장비에 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리 장착하는 단계;
- [0074] 지정된 청정도 또는 가스 배출 수준에 도달할 때까지 재생 사이클을 수행하는 단계;
- [0075] 재생 장비에서 재생된 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리를 분리하는 단계.
- [0076] 재생된 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리를 서비스 위치에 다시 장착하는 단계.

- [0077] 재생 사이클은, 분자 오염의 원하는 탈착이 달성될 때까지 공기 필터 어셈블리를 1atm에서 100-300℃의 온도에서 가열된 가스 흐름 또는 50-300℃의 온도에서 1atm 미만의 정압에서 가열된 가스 흐름에 노출하는 단계; 또는 원하는 분자 오염 제거가 달성될 때까지 반복될 수 있는, 1atm 이하의 배기 및 청정 가스 재충전 절차에 공기 필터 어셈블리를 노출하는 단계를 포함한다. 이 재생 온도 범위는 저집이나 분해 없이 재생 온도를 견디지만 열 분해 처리를 견디지 못하는 흡착 필터 미디어 패널을 갖는 공기 필터 어셈블리의 재생을 허용한다.
- [0078] 재생이 완료되는 시점을 정의하는 지정된 청정도 또는 가스 방출 수준은 예를 들어 양자전이질량분석기(Proton-Transfer-Reaction Mass Spectrometry, PTR-MS) 장비를 사용하여 설정할 수 있다. 재생 사이클의 종료 시 적절한 가스 방출 임계값은 지정된 공기 흐름, 즉 필터의 의도된 작업 공기 흐름에서 예를 들어 0.1ppb(부피)일 수 있다.
- [0079] 공기 필터 어셈블리가 서비스 위치에서 분리되었을 때, 이는 일반적으로 동일한 구성을 갖는 다른 공기 필터 어셈블리 유닛으로 대체되어, 제1 공기 필터 어셈블리가 재생되는 동안 공기 공급 애플리케이션을 중단할 필요가 없다. 물론 공기 처리 시스템의 서비스 위치와 재생 장비 사이를 순환하는 여러 공기 필터 어셈블리 유닛들을 가질 수 있다. 그렇다면 현재 사용 중이 아니거나 재생 중이 아닌 유닛들은 청정 가스 조건에서 저장될 수 있다.
- [0080] 재생 장비는 공기 공급 애플리케이션과 동일한 장소에 있을 수 있다. 그러나, 여기에 정의된 공기 필터 어셈블리가 사용되는 공기 처리 시스템과 함께 공기 공급 애플리케이션을 갖는 복수의 시설들에 서비스를 제공하는 중앙 재생 시설을 배치하는 것이 더 효율적일 수 있다. 이 경우, 공기 필터 어셈블리를 재생하는 방법은 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리를 크린룸의 공기 처리 시스템 또는 그 안의 생산 장비의 서비스 위치에서 분리한 후 지정된 운송 컨테이너에 넣고 재생 장비를 포함하는 재생 시설로 운송하는 단계; 그리고, 재생 장비에서 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리를 분리한 후 새로 지정된 운송 컨테이너에 넣고 크린룸 시설로 다시 운송하는 단계를 더 포함할 수 있다. 선택적으로, 재생된 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리는 다시 사용하기 전까지 가스 청정 상태에서 보관될 수 있다. 일부 큰 탄화수소는 위에서 설명한 재생을 통해, 즉 열분해 없이 제거하는 것이 불가능할 수 있다. 이것은 재생 사이클의 종료 시 가스 방출 값을 초과하지 않는 한 허용될 수 있다. 그러나, 몇 번의 재활용 사이클 후에, 위의 재생 방법으로 제거할 수 없는 큰 탄화수소의 양이 허용 가능한 가스 방출 값에 더 이상 도달할 수 없을 정도로 흡착 패널에 축적되거나, 큰 탄화수소의 축적으로 인한 흡착 용량 감소로 인해 두 재생 사이의 사용 시간이 너무 짧아지는 상황이 있을 수 있다. 이 경우, 흡착 패널을 폐기하고 새로 제조된 패널로 교체해야 할 수 있다.
- [0082] 실시예들
- [0083] 이제 본 발명의 바람직한 실시예들이 도시된 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 공기 필터 어셈블리를 설명한다.
- [0084] 도 1a, 도 1b 및 도 2a 내지 도 2d는 프레임(2)에 장착된 공기 투과성 흡착 패널(1)을 포함하는 본 개시의 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리의 예를 개략적으로 도시한다. 흡착 패널은 분자 오염을 흡착하는 내열성 다공성 흡착 재료를 포함하는 내열성 캐리어 구조물(11)(도 3a-c 및 4 참조)를 포함하고, 탈착에 의해 재생되도록 구성된다. 공기 필터 어셈블리는 흡착 패널(1)과 프레임(2) 사이에 내열성 밀봉 재료(3)를 포함한다. 내열성 밀봉 재료(3)는 공기 투과성 흡착 패널과 프레임 사이에 간격을 매우도록 배치된 탄소 섬유 펠트 재료이고, 따라서 사용 중 및 재생 중에 열 재생 가능한 공기 필터 어셈블리를 통한 여과되지 않은 공기의 누출을 방지한다.
- [0085] 프레임 요소는 중간 벽부(2a)와, 흡착 패널이 프레임 밖으로 떨어지는 것을 방지하기 위해 양측에 중간 벽부(2a)로부터 연장되는 2차 벽부(2b)를 갖도록 구성된다. 프레임(2)은 두 쌍의 프레임 요소들: 흡착 패널(1)의 2개의 제1 측면(도 1a, 도 1b의 좌측 및 우측 측면)을 유지하도록 배치된 제1 쌍의 프레임 요소들, 및 흡착 패널의 2개의 제2 측면(도 1a, 도 1b의 상부 및 하부 측면)을 유지하도록 배치된 제2 쌍의 프레임 요소들로 구성된다. 도시된 바와 같이, 주름진 필터 미디어 패널 형태의 흡착 패널의 경우, 제1 쌍의 프레임 요소들 및 흡착 패널의 제1 측면들은 흡착 패널(1)의 주름과 평행할 것이다. 탄소 섬유 펠트 재료(3)는 적어도 공기 투과성 흡착 패널(1)의 둘레 또는 주변에 상응하는 결합된 총 길이를 갖는 하나 이상의 스트립 또는 밴드(3a, 3b)의 형태이다. 탄소 섬유 펠트의 스트립 또는 밴드(3a)는 도 2a에 도시된 바와 같이 흡착 패널 주위에, 또는 도 2b 내지 도 2d에 도시된 바와 같이 최외측 주름의 에지 주위에 접혀 있다. 도 1a, 도 1b 및 도 2b 내지 도 2e에 도시된 예에서, 흡착 패널(1)은 주름진 필터 미디어 패널이고, 탄소 섬유 펠트의 일 부분(3a)은 주름진 필터 미디어 패널의 각 측면(1a)에 있는 최외측 주름(7)에서 필터 미디어의 에지(6)를 둘러싸도록 접혀 있고, 압축성 탄소 섬유 펠트의 다른 부분은 흡착 패널의 각 측면에서 교차 주름 방향으로 주름의 에지에 평평하게 배치된다. 최외

측 주름은 도 2에 개략적으로 도시된 바와 같이 최외측 접는 선(7')의 각 측면에 위치한 두 개의 평행한 필터 재료 섹션(7'')을 나타낸다. "교차 주름 방향"은 접는 선에 수직이며 교차 주름 측면 에지(1b)에 지그재그 모양을 부여한다. 이 애플리케이션에 의해 탄소 섬유 펠트 재료는 또한 흡착 패널의 주름진 미디어 팩의 에지를 밀봉하고 흡착 입자들이 미디어 에지에서 빠져나가는 것을 막을 것이다.

- [0086] 최외측 주름(7)에서 필터 미디어의 에지(6)를 둘러싸도록 접힌 탄소 섬유 펠트는 최외측 주름에서 필터 미디어의 에지를 둘러싸도록 접힌 탄소 섬유를 프레임 내부에 고정하기 위해, 최외측 주름을 따라 배치되고 주름에 삽입된 클램프(5)에 의해 제자리에 유지된다.
- [0087] 도 2a 내지 도 2d에 개략적으로 도시된 바와 같이, 클램프(5, 5', 5'')는 흡착 패널(1)과 탄소 섬유 펠트 재료(3a)의 피스(piece)를 제자리에 유지하는 데 사용된다. 클램프는 흡착 패널과 프레임 요소 사이에 삽입된다.
- [0088] 도 2b 내지 도 2d에 도시된 클램프는 탄소 섬유 펠트 재료(3a)의 접힌 부분을 제 위치에 유지하기 위해 최외측 주름(1a)의 필터 재료의 2개의 평행 섹션들 사이에 삽입된 평평한 삽입 피스(16)를 포함한다. 클램프는 평평한 피스(16)로부터 실질적으로 평평한 피스에 대해 비스듬히 연장되고 프레임 요소의 2차 벽부(2b)의 내측에 대해 안착하도록 구성된 프레임 지지 피스(17)를 더 포함한다.
- [0089] 도 2b에 도시된 바와 같이, 클램프(5')는 삽입 피스(16)와 프레임 지지 피스(17) 사이의 코너(corner)가 삽입 피스의 최외측 에지보다 중간 벽부(2a)에 더 가깝도록 배향될 수 있다. 이 경우에, 프레임 지지 피스의 최외측 에지는 프레임 요소의 중간 벽부(2a)로부터 멀어지게 향한다.
- [0090] 대안적으로, 도 2c에 도시된 바와 같이, 클램프(5'')는 삽입 피스(16)와 프레임 지지 피스(17) 사이의 코너가 삽입 피스의 최외측 에지보다 중간 벽부(2a)로부터 더 멀어지도록 배향될 수 있다. 이 경우에, 프레임 지지 피스의 최외측 에지는 프레임 요소의 중간 벽부(2a)를 향한다. 도 1a 및 도 1b는 탄소 펠트와 흡착 패널을 제거할 수 있도록 프레임이 어떻게 프레임 요소와 분해 가능한 고정 장치로 구성되어 있는지 보여준다. 제2 쌍의 프레임 요소들의 도 1a 및 도 1b의 상부 프레임 요소(18)는 나사 형태의 비영구적 잠금 장치에 의해 제1 쌍의 프레임 요소들의 프레임 요소에 연결되어 쉽게 조립 및 분해된다.
- [0091] 흡착 패널(1) 및 탄소 섬유 펠트 재료는 도 1a 및 도 1b에 도시된 바와 같이 예를 들어 부착 로드(10)에 의해 제 위치에 유지되고 프레임에 고정된다. 망 또는 스크림(9, 9a, 9b)은 패널의 각 측면에 배치되어 외부 힘으로부터 패널을 보호한다. 도 1a, 도 1b 및 도 2b 내지 도 2c에서 볼 수 있듯이 흡착 패널의 각 측면에 배치된 망 또는 스크림은 크기가 다르다. 프레임 요소에 의해 형성된 프레임의 개구에 상응하는 크기를 갖는 더 작은 그물 또는 스크림(9b)이 흡착 패널(1)의 측면에 배치된다. 여기서 클램프(5, 5', 5'')는 흡착 패널(1)과 프레임 요소의 2차 벽부(2b) 사이에 삽입되고, 프레임의 개구보다 큰 크기를 갖는 더 큰 망 또는 스크림(9a)은 흡착 패널과 다른 2차 프레임 벽부 사이의 흡착 패널의 반대쪽에 배치된다.
- [0092] 부착 로드(10) 및 클램프(5, 5', 5'')는 프레임 내의 제 위치에 흡착 패널을 유지하는데 상호작용하도록 구성된다. 도 1a의 예에서, 클램프(5')와 프레임 요소 2차 벽(2b) 사이에 부착 로드(10)의 삽입 및 장착을 허용하도록 노치(13)가 클램프에 제공된다. 부착 로드(10)는 잠금 장치(12)에 의해 프레임 요소에 고정된다.
- [0093] 도 1b의 예에서, 부착 로드(10)에는 도 2d 내지 도 2e에도 도시된 바와 같이 로드(10)의 각 단부에 돌출 텅(19) 및 단부 표면(20)이 제공된다. 클램프(5'')는 텅(19)을 수용하기 위한 개구(21)를 가지며, 장착될 때 단부 표면(20)은 개구(21)에 인접한 클램프 표면 상에 놓일 것이다. 또한, 고정 로드(14)는 프레임 요소들 사이에 배치되고 잠금 장치(15)에 의해 상부 및 하부 프레임 요소 각각에 고정된다.
- [0094] 도 3a 내지 도 3c는 흡착 재료가 부착되는 캐리어 구조물에 대한 3가지 대안들을 도시한다: 도 3a에서 내열성 섬유의 주름진 시트; 도 3b에서 벌집형 재료; 및 도 3c에서 스펀지형 재료. 이러한 모든 캐리어 구조물은 적절한 클램프 선택과 함께 도 1a 및 도 1b에 설명된 것과 같이 프레임 어셈블리에 고정될 수 있다.
- [0095] 도 4는 흡착 패널의 형상에 대응하는 3차원 형상을 갖는 격자 형태의 내열성 지지 부재(8)를 포함하는 주름진 흡착 패널을 도시한다. 도 4에서 패널의 주름은 지지 그리드가 보이도록 확대되어 표시된다.
- [0096] 도 5는 다음 단계들을 포함하는 공기 필터 어셈블리를 재생하는 방법을 개략적으로 도시한다: 공기 공급 애플리케이션을 포함하는 시설(201)의 공기 처리 시스템의 서비스 위치로부터 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리를 분리하는 단계(101); 재생 장비에 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리를 장착하는 단계(104); 지정된 청정도 또는 가스 배출 수준이 달성될 때까지 재생 사이클을 수행하는 단계(105); 재생 장비로부터 재생된 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리를 분리하는 단계(106); 재생된 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리를 서비

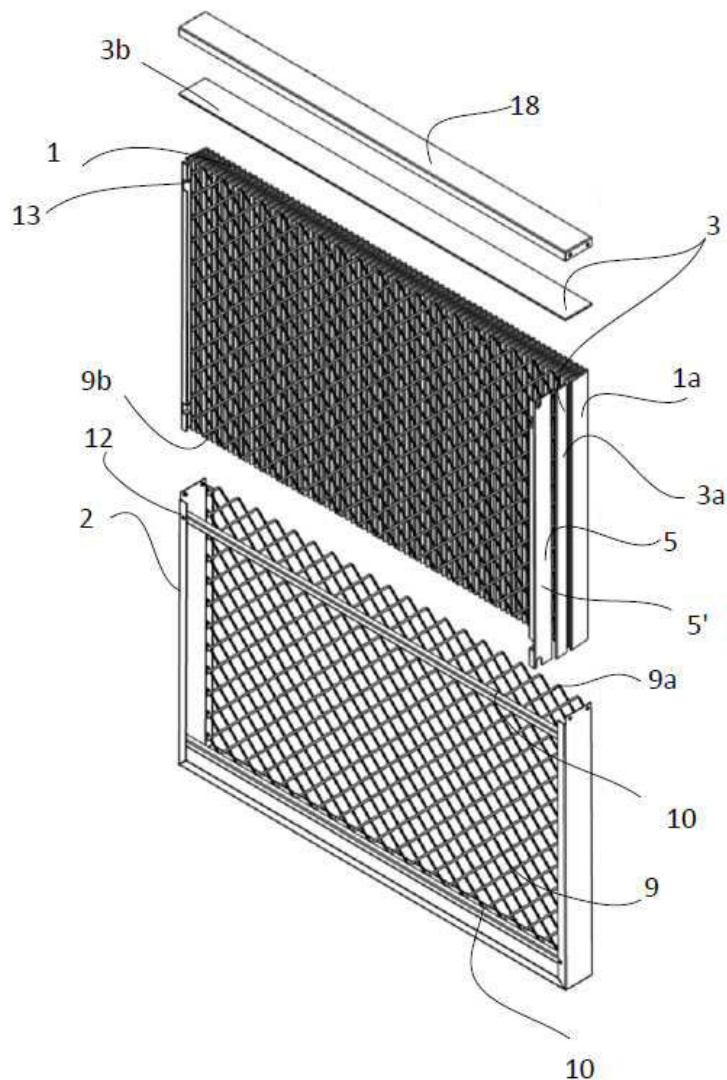
스 위치로 다시 장착하는 단계(110). 이 방법은 다음 단계들을 추가로 포함할 수 있다: 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리를 공기 공급 애플리케이션을 포함하는 시설(201)의 공기 처리 시스템의 서비스 위치에서 분리한 후 지정된 운송 컨테이너(102)에 넣고 재생 장비를 포함하는 재생 시설(202)로 운송하는 단계; 그리고, 재생 장비에서 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리를 분리한 후, 이를 새로운 지정된 운송 컨테이너에 넣고(107) 공기 공급 애플리케이션을 포함하는 시설(201)로 다시 운송하는 단계(108). 이 방법은 선택적으로 다시 사용될 때까지 가스 청정 조건 하에서 재생된 내열성 재생 가능한 공기 필터 어셈블리를 저장하는 단계(109)를 포함할 수 있다.

[0097]

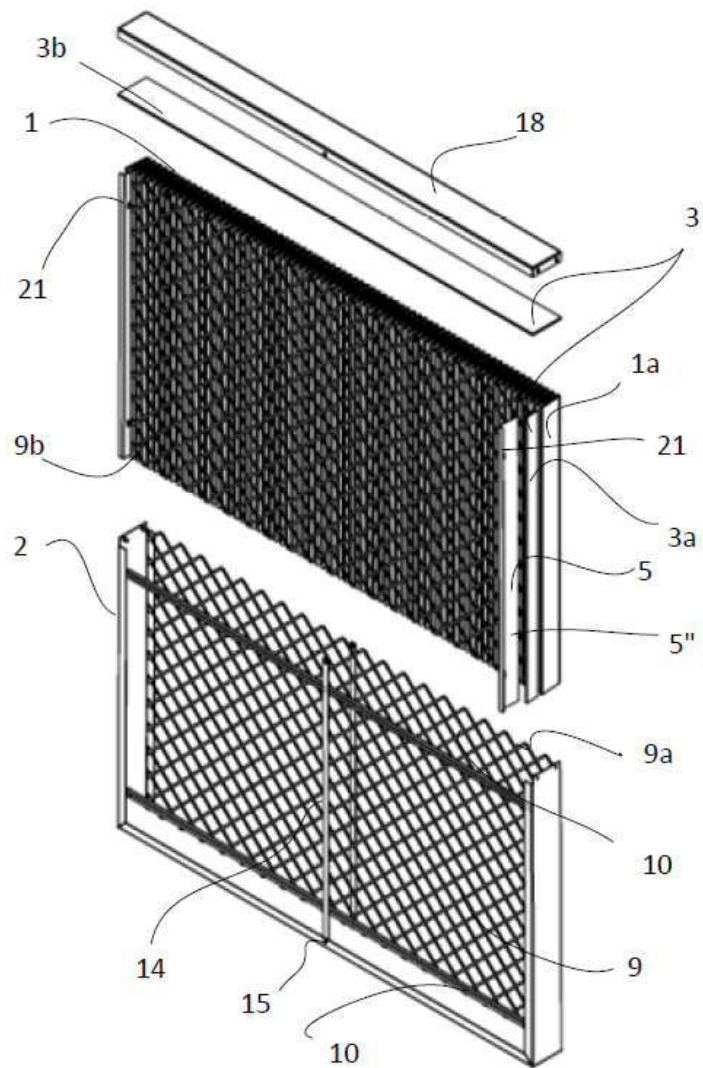
당업자는 본 개시가 위에서 설명된 바람직한 실시예들에 제한되지 않는다는 것을 인식한다. 당업자는 추가로 첨부된 청구항의 범위 내에서 수정 및 변형이 가능함을 인식한다. 추가적으로, 개시된 실시예들에 대한 변형은 도면, 개시, 및 첨부된 청구범위의 연구로부터 청구된 개시를 실시함에 있어 당업자에 의해 이해되고 영향을 받을 수 있다.

도면

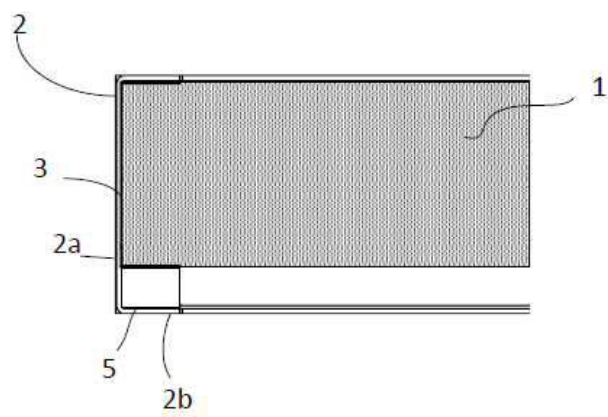
도면1a



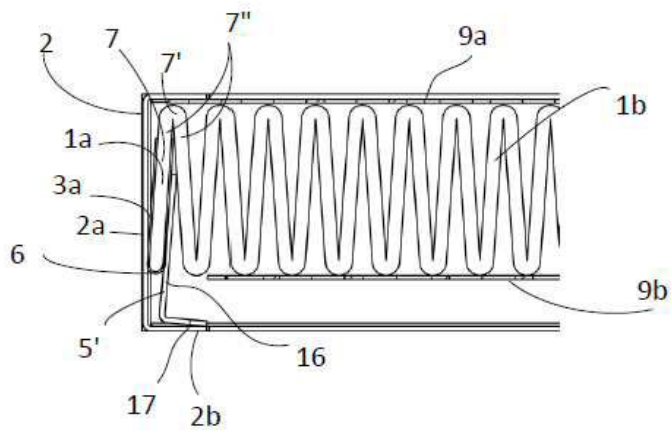
도면1b



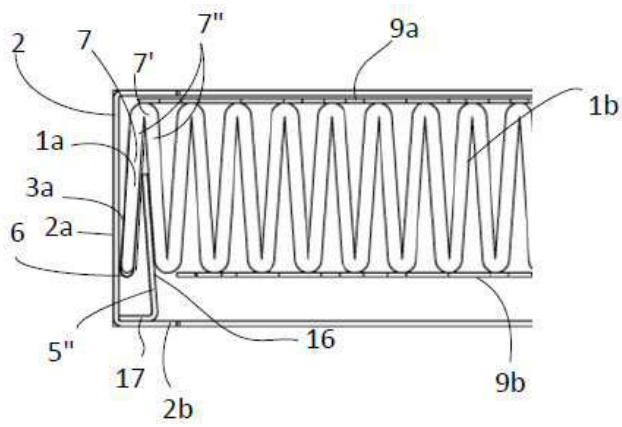
도면2a



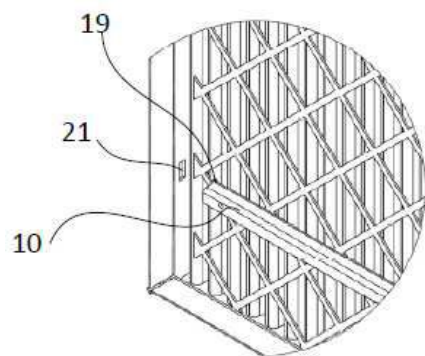
도면2b



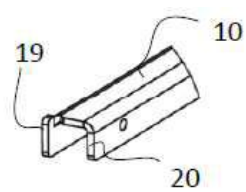
도면2c



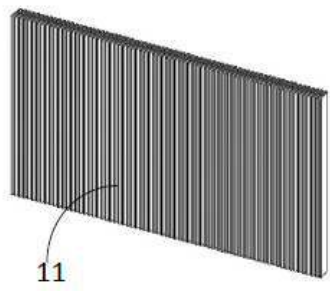
도면2d



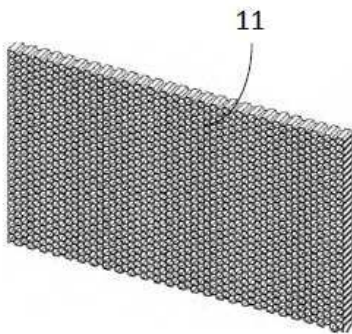
도면2e



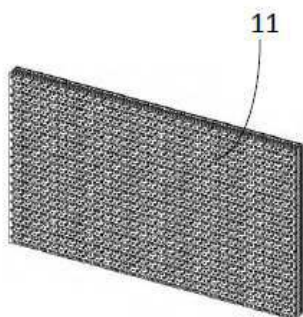
도면3a



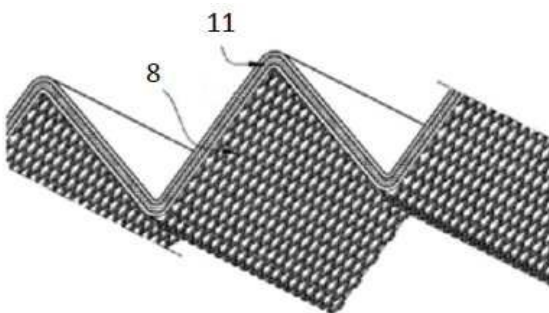
도면3b



도면3c



도면4



도면5

