



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0124608
(43) 공개일자 2017년11월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F01N 3/28 (2006.01) B32B 3/00 (2006.01)
B32B 7/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F01N 3/2857 (2013.01)
B32B 3/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7030834(분할)
(22) 출원일자(국제) 2006년10월10일
심사청구일자 2017년10월25일
(62) 원출원 특허 10-2008-7011454
원출원일자(국제) 2006년10월10일
심사청구일자 2011년10월10일
(85) 번역문제출일자 2017년10월25일
(86) 국제출원번호 PCT/US2006/039563
(87) 국제공개번호 WO 2007/047273
국제공개일자 2007년04월26일
(30) 우선권주장
60/728,258 2005년10월19일 미국(US)

(71) 출원인
쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박
스 33427 쓰리엠 센터
(72) 발명자
혼백 로이드 알. 더 셔드
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오
피스 박스 33427 쓰리엠 센터
(74) 대리인
양영준, 안국찬, 김영

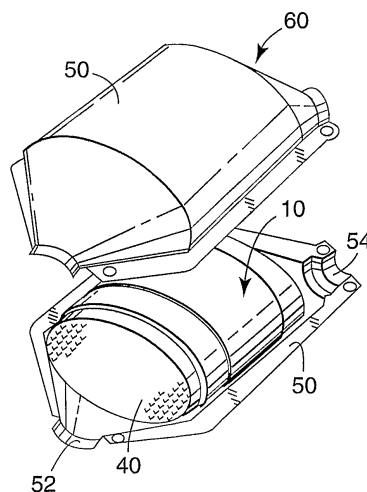
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 다층 장착 매트와 이 다층 장착 매트를 포함하는 오염 제어 장치

(57) 요약

오염 제어 장치 내에 오염 제어 요소를 장착하기 위한 다층 매트가 제공된다. 이 매트는 (i) 오염 제어 장치를 통과하는 배기 가스의 영향에 의해 발생하는 기계적 침식력, (ii) 배기 가스와 관련된 고온, 또는 (i) 및 (ii) 둘 모두에 대한 노출로부터 보호되어야 하는 적어도 하나의 측부 에지를 갖는 적어도 하나의 제1 층을 포함하고 있다. 이 매트는 또한 제1 층의 적어도 하나의 측부 에지를 보호할 수 있는 적어도 하나의 측부 에지를 갖는 적어도 하나의 제2 층을 포함하고 있다. 제1 층의 폭은 제2 층의 폭보다 작다. 제1 및 제2 층은 어느 하나가 다른 하나의 상부에 적층되어 제1 층의 적어도 하나의 측부 에지가 제2 층의 대향 측부 에지들 사이에 위치된다. 제1 층은 노출된 주 표면을 갖는다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

B32B 7/02 (2013.01)

F01N 3/2864 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

오염 제어 장치로서,

내벽을 갖는 하우징과,

상기 하우징 내에 배치되어 상기 하우징과의 사이에 간극을 형성하는 오염 제어 요소와,

다층 매트를 포함하며,

상기 다층 매트는,

a) 무기 섬유를 포함하고, 노출된 주 표면, 길이, 및 대향 측부 에지에 의해 한정된 폭을 갖는 적어도 하나의 제1 층 - 상기 제1 층의 길이는 상기 제1 층의 폭보다 크고, 상기 다층 매트가 오염 제어 장치에 오염 제어 요소를 장착할 때 상기 제1 층의 적어도 하나의 측부 에지는, 상기 제1 층의 적어도 하나의 측부 에지와 접촉하는, (i) 오염 제어 장치를 통과하는 배기 가스의 영향에 의해 발생하는 기계적인 침식력 및 (ii) 오염 제어 장치를 통과하는 배기 가스와 관련된 고온 중 적어도 하나에 대한 노출로부터 보호되어야 함 -;

b) 무기 섬유를 포함하고, 길이, 및 대향 측부 에지에 의해 한정된 폭을 갖는 적어도 하나의 제2 층 - 상기 제2 층의 적어도 하나의 측부 에지는 (i) a)(i)에서와 동일한 배기 가스의 영향에 의해 발생하는 기계적인 침식력 및 (ii) a)(ii)에서와 동일한 배기 가스와 관련된 고온 중 적어도 하나에 대한 노출을 견디도록 탄성적이고 내구성이 있음 -

을 포함하고,

각각의 제1 층은 하나 이상의 제2 층의 폭보다 작은 폭을 갖고, 상기 다층 매트는, 상기 적어도 하나의 제1 층 및 상기 적어도 하나의 제2 층 중 어느 하나가 다른 하나의 상부에 적층되도록, 상기 하우징 내에 오염 제어 요소를 장착하기 위해 상기 간극 내에 배치되며, 적어도 하나의 제2 층의 대향 측부 에지는 오염 제어 장치를 통과하는 배기 가스에 노출되고, 각각의 제1 층의 상기 적어도 하나의 측부 에지는 하나 이상의 제2 층의 대향 측부 에지들 사이에 위치되어, 상기 다층 매트가 오염 제어 장치에 장착될 때 하나 이상의 제2 층의 적어도 하나의 측부 에지는 오염 제어 장치를 통과하는 배기 가스에 대한 노출로부터 각각의 제1 층의 적어도 하나의 측부 에지를 보호하는 오염 제어 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1 층과 상기 적어도 하나의 제2 층은 각각 비팽창성 층 또는 팽창성 층을 포함하는 오염 제어 장치.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1 층은 비팽창성 층이고 상기 적어도 하나의 제2 층은 팽창성 층이거나, 상기 적어도 하나의 제1 층은 팽창성 층이고 상기 적어도 하나의 제2 층은 비팽창성 층인 오염 제어 장치.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1 층과 상기 적어도 하나의 제2 층은 각각의 제1 층의 양 측부 에지가 하나 이상의 제2 층의 측부 에지 내에 위치하도록 서로에 대해 배치되는 오염 제어 장치.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서, 하나 이상의 제1 층의 적어도 하나의 측부 에지와 나란하게 배치된 하나 이상의 층의 스트립을 추가로 포함하고, 각각의 스트립과 상기 하나 이상의 제1 층의 합한 폭은 각각의 제2 층의 폭과 동일하거나 제2 층의 폭보다 작은 오염 제어 장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 하우징의 내벽의 일부가 리세스를 형성하고, 상기 매트는, 상기 적어도 하나의 제1 층이 상기 리세스 내에 수용되고, 상기 적어도 하나의 제1 층 각각의 측부 에지의 하나만이 상기 오염 제어 장치를 통과하는 배기 가스에 노출되거나 상기 적어도 하나의 제1 층 각각의 측부 에지들이 상기 오염 제어 장치를 통과하는 배기 가스로부터 차폐되도록 위치되는 오염 제어 장치.

청구항 7

제1항 또는 제6항에 있어서, 하나의 제2 층은 상기 오염 제어 요소에 접촉하도록 위치되며, 하나의 제1 층은 상기 하우징의 내벽에 접촉하도록 위치되는 오염 제어 장치.

청구항 8

제1항 또는 제6항에 있어서, 상기 장치는 촉매 변환기 또는 배기 시스템 필터인 오염 제어 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 오염 제어 장치(예를 들어, 촉매 변환기, 엔진 배기 필터 등)에 오염 제어 요소를 장착하기 위한 시스템, 특히 오염 제어 요소를 장착하기 위한 매트, 더 구체적으로는 다층을 갖는 이러한 장착 매트에 관한 것이다. 본 발명은 또한 이러한 장착 매트를 사용하는 오염 제어 장치와 이러한 오염 제어 장치를 포함하는 배기 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 오염 제어 장치는 예를 들어 동력식 차량(예를 들어, 자동차, 선박, 및 항공기 등), 발전기 등에 사용되는 것과 같은 내연 기관의 배기 시스템으로부터의 대기 오염을 감소시키기 위해 사용된다. 이러한 오염 제어 장치의 2 가지 전형적인 형태로는 촉매 변환기와 배기 시스템 필터(예를 들어, 디젤 미립자 필터) 또는 트랩(trap)이 있다. 촉매 변환기는 전형적으로 원하는 촉매 재료가 코팅되어 있는 모놀리식 구조체(monolithic structure)인 하나 이상의 촉매 지지 요소를 포함하고 있다. 이 모놀리식 구조체는 전형적으로 세라믹으로 제조되지만, 금속도 또한 사용되기도 하였다. 촉매(들)는 일산화탄소와 탄화수소를 산화시키거나 또는 배기 가스 중의 질소 산화물을 환원시킨다. 배기 시스템 필터로는 다공성 결정질 세라믹 재료로 제조되는 허니컴형 모놀리식 구조체 형태인 필터 요소가 있다. 현재 기술 수준에 따른 이러한 오염 제어 장치의 구성에서는, 오염 제어 장치의 모놀리식 구조체가 금속 하우징 내에 장착된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 보호 패키징 또는 장착 재료는 전형적으로 오염 제어 요소(예를 들어, 모놀리식 구조체)와 금속 하우징 사이에 배치되어, 예를 들어 노면 충격 및 진동으로부터 오염 제어 요소를 보호하고 배기 가스가 오염 제어 요소와 금속 하우징 사이를 통과하는 것을 방지한다. 세라믹 모놀리식 구조체를 사용하는 경우에는, 이러한 장착 재료는 전형적으로 금속 하우징과 세라믹 모놀리스(monolith) 사이의 열팽창 차이를 보정하는 것이 필요하다. 장착 재료로 하우징 내의 이러한 모놀리식 구조체를 장착하는 공정을 "캐닝"(canning)이라고 부른다. 이러한 장착 공정은 하우징 내에 모놀리스를 삽입하고 모놀리스와 금속 하우징 사이의 간극(gap)에 페이스트를 주입하는 것을 포함한다. 다른 장착 공정은 또한 모놀리스 둘레에 시트 재료 또는 매트를 감싸고 이 감싸진 모놀리스를 하우징에 삽입하고 이 하우징을 용접하여 폐쇄하는 것을 포함한다. 종래의 장착 재료를 형성하기 위해 사용되는 조성물에는 다양한 비팽창성 재료 및 팽창성 재료가 포함되어 있다.

[0004] 본 발명은 이러한 종래의 오염 제어 요소 장착 시스템에 대한 개선 방안이다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명은 오염 제어 장치(예를 들어, 촉매 변환기 및 엔진 배기 필터 등) 내에 오염 제어 요소를 장착하기 위한 하나 이상의 다층 장착 매트와, 이러한 다층 매트를 포함하는 오염 제어 장치와, 이러한 오염 제어 장치를

포함하는 배기 시스템과, 그리고 이러한 매트, 장치 및 배기 시스템을 제조하기 위한 방법을 제공할 수 있다.

- [0006] 일 태양에 있어서, 다층 매트가 오염 제어 장치 내에 오염 제어 요소를 장착하기 위해 제공된다. 이 매트는 노출된 주 표면과 대향 측부 에지에 의해 한정된 폭을 갖는 적어도 하나의 제1 층과, 대향 측부 에지에 의해 한정되고 제1 층의 폭보다 더 큰 폭을 갖는 적어도 하나의 제2 층을 포함하고 있다. 제1 층의 적어도 하나의 측부 에지는 (i) 오염 제어 장치를 통과하며 제1 층의 적어도 하나의 측부 에지와 접촉하는 배기 가스의 영향에 의해 발생하는 기계적 침식력(mechanical erosion force), (ii) 이러한 배기 가스와 관련된 고온, 또는 (i) 및 (ii) 둘 모두에 대한 노출로부터 보호되어야 한다. 제2 층의 적어도 하나의 측부 에지는 (i) 오염 제어 장치를 통과하며 제2 층의 적어도 하나의 측부 에지와 접촉하는 배기 가스의 영향에 의해 발생하는 기계적 침식력, (ii) 배기 가스와 관련된 고온, 또는 (i) 및 (ii) 둘 모두와 같은 것에 대한 노출을 견딜 만큼 충분히 탄성적이고 내구성이 있다. 제1 층 및 제2 층은 어느 하나가 다른 하나의 상부에 있도록 적층되어, 제1 층의 적어도 하나의 측부 에지가 제2 층의 대향 측부 에지들 사이에 배치되고, 다층 매트가 오염 제어 장치에 장착될 때 제2 층의 적어도 하나의 측부 에지가 오염 제어 장치를 통과하는 배기 가스에 대한 노출로부터 제1 층의 적어도 하나의 측부 에지를 보호한다.
- [0007] 제1 층은 노출된 주 표면을 갖는 것이 바람직할 수 있다. 적어도 일 실시예에 있어서, 제1 층의 노출된 주 표면은 제2 층이 제1 층과 오염 제어 요소 사이에 배치되도록 오염 제어 장치의 하우징과 대면하고 직접 접촉할 수 있다. 다른 실시예에 있어서, 제1 층은 오염 제어 요소와 대면하여 접촉할 수 있고, 제2 층의 적어도 일부는 하우징과 제1 층 사이에 배치되어 있다.
- [0008] 제1 층의 양 측부 에지는 모두 배기 가스의 영향에 의해 발생된 기계적 침식력과 배기 가스와 관련된 고온 중 적어도 하나에 대한 노출로부터 보호될 필요가 있다.
- [0009] 제1 층의 양 측부 에지는 제2 층의 대향 측부 에지들 사이에 배치되어, 다층 매트가 오염 제어 장치 내에 장착될 때 제1 층의 양 측부 에지가 오염 제어 장치를 통과하는 배기 가스에 대한 노출로부터 보호될 수 있다.
- [0010] 제1 층의 적어도 하나의 측부 에지는 오염 제어 장치의 최대 작동 온도에 대한 노출로부터 보호될 필요가 있을 수 있고, 제2 층의 적어도 하나의 측부 에지는 오염 제어 장치의 최대 작동 온도에 대한 노출을 견딜 만큼 충분히 탄성적이고 내구성이 있는 것이 바람직하다.
- [0011] 제1 및 제2 층은 함께 결합될 수 있다.
- [0012] 적어도 하나의 제1 층은 적어도 2개의 제1 층을 포함하거나, 적어도 하나의 제2 층은 적어도 2개의 제2 층을 포함하거나, 또는 적어도 하나의 제1 층이 적어도 2개의 제1 층을 포함하는 동시에 적어도 하나의 제2 층이 적어도 2개의 제2 층을 포함할 수 있다.
- [0013] 일 실시예에 있어서, 적어도 하나의 제1 층과 적어도 하나의 제2 층은 각각 비팽창성 층을 포함하고 있다. 다른 실시예에 있어서, 적어도 하나의 제1 층과 적어도 하나의 제2 층은 각각 팽창성 층을 포함하고 있다. 추가 실시예에 있어서, 적어도 하나의 제1 층은 비팽창성 층을 포함하고, 적어도 하나의 제2 층은 팽창성 층을 포함하고 있다. 또 다른 실시예에 있어서, 적어도 하나의 제1 층은 팽창성 층이고, 적어도 하나의 제2 층은 비팽창성 층이다.
- [0014] 적어도 2개의 제1 층의 각각의 폭은 서로 다를 수 있고, 적어도 2개의 제2 층의 각각의 폭은 서로 다를 수 있으며, 제1 층의 각각의 폭은 제2 층의 각각의 폭보다 작을 수 있다.
- [0015] 적어도 하나의 제1 층과 적어도 하나의 제2 층은 적어도 하나의 제1 층의 양 측부 에지가 모두 적어도 하나의 제2 층의 측부 에지 내에 위치하도록 서로에 대해 배치될 수 있다.
- [0017] *적어도 하나의 제1 층과 적어도 하나의 제2 층은 적어도 하나의 제1 층의 측부 에지 중 하나가 적어도 하나의 제2 층의 측부 에지 중 하나와 일직선이고, 오직 적어도 하나의 제1 층의 다른 측부 에지만이 적어도 하나의 제2 층의 측부 에지 내에 놓이도록 서로에 대해 배치될 수 있다.
- [0018] 다층 매트는 적어도 하나의 제1 층의 하나의 측부 에지와 나란히 위치한 하나 이상의 층의 스트립을 추가로 포함할 수 있고, 이 스트립의 폭은 적어도 하나의 제1 층의 폭보다 더 좁다.
- [0019] 스트립과 제1 층의 결합된 폭은 제2 층의 폭과 실질적으로 동일할 수 있다.

- [0020] 다층 매트 는 그 중 하나가 적어도 하나의 제1 층의 각 측부 에지와 나란히 배치된 하나 이상의 층의 다른 스트립을 추가로 포함할 수 있고, 각 스트립의 폭은 적어도 하나의 제1 층의 폭보다 더 좁다. 스트립과 제1 층 모두의 결합된 폭은 제2 층의 폭과 실질적으로 동일할 수 있다.
- [0021] 각 스트립과 적어도 하나의 제1 층은 실질적으로 동일 평면에 있을 수 있다. 또한, 각 스트립은 적어도 하나의 제1 층의 길이와 실질적으로 동일한 길이를 가질 수 있다.
- [0022] 각 스트립은 제2 층보다 더 탄성이 있을 수 있다. 대안적으로, 제2 층은 어느 스트립보다도 더 탄성이 있을 수 있다.
- [0023] 제2 태양에 따르면, 내벽을 갖는 하우스와, 하우스와의 사이에 간극을 형성하도록 하우스 내에 배치된 오염 제어 요소와, 전술한 다층 매트 중 하나와 같은 다층 매트를 포함하는 오염 제어 장치가 제공된다. 매트는 하우스 내에 오염 제어 요소를 장착하도록 간극 내에 배치되어 있다.
- [0024] 하우스의 내벽 중 일부가 리세스를 형성하도록 구성될 수 있고, 매트는 오직 제1 층의 적어도 일부가 리세스 내에 수용되도록 위치될 수 있다.
- [0025] 하우스의 내벽 중 일부가 리세스를 형성할 수 있다. 매트는 제1 층의 적어도 일부가 리세스 내에 수용되고 제1 층의 어떤 측부 에지도 오염 제어 장치를 통과하는 배기 가스에 노출되지 않도록 위치될 수 있다.
- [0026] 하우스의 내벽 중 일부가 리세스를 형성할 수 있다. 매트는 제1 층이 리세스 내에 수용되고 제1 층의 하나의 측부 에지가 오염 제어 장치를 통과하는 배기 가스에 노출되도록 위치될 수 있다.
- [0027] 하우스의 내벽 중 일부가 리세스를 형성한다. 매트는 제1 층이 리세스 내에 수용되고 오염 제어 장치를 통과하는 배기 가스에 노출되지 않으며 하나의 스트립이 오염 제어 장치를 통과하는 배기 가스에 노출되도록 위치될 수 있다.
- [0028] 제2 층은 오염 제어 장치에 인접하게 위치될 수 있다.
- [0029] 제1 층은 하우스의 내벽에 인접하게 위치될 수 있다.
- [0030] 제1 층의 측부 에지 중 적어도 하나는 오염 제어 장치를 통과하는 배기 가스에 대한 노출로부터 실질적으로 밀봉될 수 있다.
- [0031] 오염 제어 장치는 촉매 변환기 또는 배기 시스템 필터를 포함할 수 있다.
- [0032] 제3 태양에 따르면, 본 발명의 원리에 따라 구성된 오염 제어 장치를 포함하는 내연 기관용 배기 시스템이 제공된다.

발명의 효과

- [0033] 본 발명은 이러한 종래의 오염 제어 요소 장착 시스템에 대한 개선 방안이다.

도면의 간단한 설명

- [0034] 도 1은 제1 실시예에 따라 구성되는 매트의 개략적인 횡단면도.
- 도 2는 도 1에 도시된 매트의 개략적인 평면도.
- 도 3은 도 1에 도시된 매트를 포함하는 촉매 변환기의 분해 사시도.
- 도 4는 도 1의 매트를 포함하는 촉매 변환기의 개략적인 횡단면도.
- 도 4a는 제3 실시예에 따라 형성된 다층 매트와 리세스를 갖는 금속 하우스를 포함하는 촉매 변환기의 개략적인 횡단면도.
- 도 5는 제4 실시예에 따라 형성된 다층 매트를 포함하는 촉매 변환기의 개략적인 횡단면도.
- 도 5a는 제5 실시예에 따라 형성된 다층 매트를 포함하는 촉매 변환기의 개략적인 횡단면도.
- 도 6은 제6 실시예에 따라 형성된 다층 매트의 개략적인 횡단면도.
- 도 7은 도 6의 매트를 포함하는 촉매 변환기의 개략적인 횡단면도.

도 8은 제7 실시예에 따라 형성된 다층 매트(10)의 개략적인 횡단면도.

도 9는 도 8의 매트를 포함하는 촉매 변환기의 개략적인 횡단면도.

도 10은 제8 실시예에 따라 형성된 다층 매트를 포함하는 촉매 변환기의 개략적인 횡단면도.

도 11은 제9 실시예에 따라 형성된 다층 매트(10)의 개략적인 횡단면도.

도 12는 도 11의 매트를 포함하는 촉매 변환기의 개략적인 횡단면도.

도 13은 제2 실시예에 따라 형성된 다층 매트를 포함하는 촉매 변환기의 개략적인 횡단면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0035] 제1 실시예에 따라 구성된 다층 매트(10)가 도 1 및 도 2에 도시되어 있다. 후술하는 바와 같이, 매트(10)는 오염 제어 장치에 오염 제어 요소를 장착하는 데 사용될 수 있다. 매트(10)는 적당한 세라믹 섬유 또는 다른 무기 섬유를 포함하는 비팽창성 층(12)을 포함하고, 대향 측부 에지(14, 16)에 의해 한정된 폭(W_1)과 길이(L_1)를 갖는다. 매트(10)는 팽창성 재료를 함유하는 팽창성 층(20)을 추가로 포함하고, 대향 측부 에지(22, 24)에 의해 한정된 폭(W_2)과 길이(L_2)를 갖고 있다. 도시된 실시예에 있어서, 팽창성 층(20)의 폭(W_2)은 비팽창성 층(12)의 폭(W_1)보다 작다. 또한, 팽창성 층(20)은 팽창성 층의 2개의 측부 에지(22, 24)가 비팽창성 층(12)의 2개의 측부 에지(14, 16) 내에 위치하도록 비팽창성 층에 대해 위치되어 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 팽창성 층(20)은 폭(W_2)과 길이(L_2)의 곱에 의해 한정된 면적을 갖는 노출된 주 표면(20A)을 포함하고 있다. 주 표면(20A)은 또한 매트(10)의 최외층을 한정한다.
- [0036] 앞서 언급한 바와 같이, 매트(10)는 오염 제어 장치에 오염 제어 요소를 장착하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 매트(10)는 촉매 지지 요소(40)를 포함하는 오염 제어 요소를 장착하는 데 사용될 수 있는데, 도시된 실시예에서 촉매 지지 요소는 금속 하우징(50) 내의 촉매 재료가 코팅되어 있는 모놀리식 구조체를 포함하고 있다(도 3 및 도 4 참조). 촉매 지지 요소(40)와, 매트(10)와, 금속 하우징(50)이 촉매 변환기(60)를 형성한다(도 3 참조). 금속 하우징(50)은 입구(52)와 출구(54)를 구비하는데, 이들을 통해 배기 가스가 촉매 변환기(60)의 내외부로 흐르게 된다. 금속 하우징(50)은 하나 이상의 금속, 금속 합금, 또는 스테인레스강 혹은 오스테나이트강과 같은 중간 조성물(intermediate composition)로부터 형성될 수 있다.
- [0037] 바람직하게는, 실질적으로 탄성의 비팽창성 층(12)은, 일단 매트(10)와 촉매 지지 요소(40)가 금속 하우징(50) 내에 장착되면 비팽창성 층(12)의 외측부(18A, 18B)가 촉매 지지 요소(40)와 하우징(50)의 내벽 사이의 적어도 밀봉 영역(A_s)에서 간극(G)을 채워(도 4 참조) 간극(G)을 밀봉하고 팽창성 층(20)의 측부 에지(22, 24)를 보호하도록 선택된다. 주위 온도 또는 고온의 작동 온도에서, 외측부(18A, 18B)는 탄력적으로 간극(G)을 채운다. 바꾸어 말하면, 적어도 비팽창성 층(12)의 외측부(18A, 18B)는, 간극(G)이 최소(즉, 주위 온도에서) 또는 최대(즉, 최고 작동 온도에서)이든지 간에 간극(G)을 밀봉하기에 충분한 압력을 가하고 팽창성 층(20)을 보호하기에 충분한 탄성이 있다. 적어도 이들 외측부(18A, 18B)는 또한 오염 제어 장치의 원하는 수명에 걸쳐 그 최소 및 최대 사이의 간극(G)의 사이클링(cycling)을 견디기에 충분한 내구성이 있는 것이 바람직하다. 전체 비팽창성 층(12)이 이러한 정도의 탄성 및 내구성을 나타내는 것이 바람직할 수 있다.
- [0038] 따라서, 팽창성 층 측부 에지(22, 24)는 촉매 변환기(60)를 통해 흐르는 배기 가스, 특히 고온의 배기 가스에 대한 노출로부터 실질적으로 밀봉된다. 촉매 변환기(60)가 고온의 작동 온도를 경험하면, 고온의 배기 가스에 대한 팽창성 층(20)의 노출에 의해 팽창성 층(20)의 팽창성 재료(즉, 팽창 특성)가 특히 노출된 표면을 따라 손상될 수 있다. 이러한 손상은 유동 배기 가스에 대한 노출이 증가함으로써 팽창성 층(20)의 부식을 악화시킬 수 있다. 예를 들어, 약간의 팽창성 층(20)의 일부를 형성하기 위해 사용될 수 있는 질석(vermiculite)은 약 750°C를 초과하는 온도에 노출될 때 그 팽창 특성을 상실할 수 있다. 따라서, 팽창성 층(20)이 이러한 해로운 고온에 노출되면, 팽창성 층(20)의 손상된 부분은 층(20)의 부식을 방지하기에 충분한 장착력으로 충분히 확장하여 간극(G)을 채울 수 없다. 비록 이러한 해로운 고온 미만의 배기 가스에 노출되더라도, 배기 가스는 여전히 층(20)의 부식을 야기할 수 있다. 비팽창성 층(12)의 외측부(18A, 18B)를 거친 배기 가스에 대한 노출로부터 팽창성 층(20)을 단열 및 차폐하고 또한 비팽창성 층(12)을 거쳐 촉매 지지 요소(40)에 의해 발산되는 고온으로부터 층(20)을 단열함으로써, 팽창성 층(20)은 금속 하우징(50)이 촉매 변환기(60)의 사용 동안 상승된 온도로 인해 확장될 때 확장되는 팽창 능력을 상실하지 않을 것 같다. 일부 팽창성 재료는 일부 비팽창성 재료보다 덜 비싸기 때문에, 이 실시예는 주로 비팽창성 재료(들)로 형성된 매트보다 더 낮은 비용으로 형성된 매트를

제공하지만 여전히 촉매 변환기(60)의 사용 중에 촉매 변환기 금속 하우징(50) 내에 엄밀하게 지지되도록 촉매 지지 요소(40)를 유지하기에 적합한 방식으로 기능할 수 있다.

[0039] 서로 비교적 상태로 남아 있을 뿐 아니라, 팽창성 층(20)은 예컨대 접착제, 니들 접합(needle bonding), 스티칭, 테이프 밴딩(tape banding), 태그 부착 또는 공동 성형(co-forming)함으로써 비팽창성 층(12)에 결합될 수 있거나, 또는 층(12, 20)을 한정하는 재료의 인접 부분이 기계적으로 상호 연결될 수 있다.

[0040] 비록 도 1 및 도 2는 단지 2개의 층을 포함하는 매트(10)가 도시되어 있지만, 하나 이상의 추가 팽창성 층이 제공되고/되거나 하나 이상의 추가 비팽창성 층이 제공될 수 있다. 다른 팽창성 층은 다른 특성, 예를 들어 다른 팽창, 압축 및/또는 부식 특성을 가질 수 있다. 다른 비팽창성 층은 또한 다른 특성, 예를 들어 다른 탄성 에너지값 및/또는 최대 온도 한계를 가질 수 있다. 제1 실시예에 따라 구성된 다층 매트(10)의 다른 예는 하기의 순서, 즉 팽창성/비팽창성/팽창성/비팽창성의 순서로 배열된 층을 포함하고 있다.

[0041] 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "팽창성 층"이라는 용어는 예를 들어 질석, 팽창 가능한 흑연, 운모 등의 재료와 같은 팽창성 확장 재료를 포함함으로써 단지 열팽창 계수로 인한 것 이외의 팽창성 확장되는 층을 의미한다. 전형적으로, 이러한 층은 고온 배기 가스에 대한 노출에 의해 야기되는 부식으로부터 보호되어야 한다.

[0042] 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "비팽창성 층"이라는 용어는 팽창성 확장이 거의 또는 전혀 나타내지 않는 층을 의미한다. 즉, 열 노출로 인한 층의 임의의 팽창의 대부분 또는 전부는 그 열팽창 계수의 결과이다. 비팽창성 재료의 예는 세라믹 섬유 및 다른 무기 섬유를 비제한적으로 포함한다.

[0043] 비팽창성 층(12)을 형성할 수 있는 실질적으로 탄성의 비팽창성 재료의 특정 예는 상표명 "인터람 1000HT"(INTERAM 1000HT), "인터람 1100HT", "인터람 1101HT", "인터람 1200NC", "인터람 1500HT", "인터람 1535HT", "인터람 1550HT", "인터람 1600HT" 및 "인터람 1600HTE"으로 쓰리엠(3M) 컴퍼니 (미국 미네소타주 세인트 폴 소재)로부터 구입할 수 있는 재료를 포함한다. 팽창성 층(20)을 형성할 수 있는 특정 예의 팽창성 재료는 상표명 "인터람 100", "인터람 200", "인터람 550", "인터람 2000LT", "인터람 X-D", "인터람 1M", "인터람 1S", "인터람 570NC" 및 "인터람 600NC"으로 쓰리엠 컴퍼니 (미국 미네소타주 세인트 폴 소재)로부터 구입할 수 있는 재료를 포함하고 있다.

[0044] "인터람 1100HT" 또는 "인터람 1535 HT"로부터 형성되는 탄성의 비팽창성 층(12)과 "인터람 550" 또는 "인터람 1M"으로부터 형성되는 팽창성 층(20)을 포함하는 매트(10)를 구비하고 촉매 지지 요소(40)와 하우징(50)의 내벽 사이의 간극(G, 도 4 참조)이 약 3 mm에 해당되는 촉매 변환기(60)의 경우, 탄성의 비팽창성 층(12)은 약 750 g/m²의 최소 평량(basis weight)을 가질 수 있고 팽창성 층(20)은 약 675 g/m²의 최소 평량을 가질 수 있는 것으로 보이고, 간극(G)의 장착 영역(A_M)에서의 결합된 비팽창성 층(12)과 팽창성 층(20)의 밀도는 약 0.475 g/cc에 해당하고 간극(G)의 밀봉 영역(A_S)에서의 비팽창성 층(12)의 외측부(18A, 18B)의 밀도는 약 0.25 g/cc에 해당한다. 약 4 mm에 해당하는 간극에 대해서는, 탄성의 비팽창성 층(12)은 약 1000 g/m²의 최소 평량을 가질 수 있고 팽창성 층(20)은 약 900 g/m²의 최소 평량을 가질 수 있는 것으로 생각되며, 간극(G)의 장착 영역(A_M)에서의 결합된 비팽창성 층(12)과 팽창성 층(20)의 밀도는 약 0.475 g/cc에 해당하고 간극(G)의 밀봉 영역(A_S)에서의 비팽창성 층(12)의 외측부(18A, 18B)의 밀도는 약 0.25 g/cc에 해당한다. 약 6 mm에 해당하는 간극에 대해서는, 탄성의 비팽창성 층(12)은 약 1500 g/m²의 최소 평량을 가질 수 있고 팽창성 층(20)은 약 1350 g/m²의 최소 평량을 가질 수 있는 것으로 생각되며, 간극(G)의 장착 영역(A_M)에서의 결합된 비팽창성 층(12)과 팽창성 층(20)의 밀도는 약 0.475 g/cc에 해당하고 간극(G)의 밀봉 영역(A_S)에서의 비팽창성 층(12)의 외측부(18A, 18B)의 밀도는 약 0.25 g/cc에 해당한다. 약 8 mm에 해당하는 간극에 대해서는, 탄성의 비팽창성 층(12)은 약 2000 g/m²의 최소 평량을 가질 수 있고 팽창성 층(20)은 약 1800 g/m²의 최소 평량을 가질 수 있는 것으로 생각되며, 간극(G)의 장착 영역(A_M)에서의 결합된 비팽창성 층(12)과 팽창성 층(20)의 밀도는 약 0.475 g/cc에 해당하고 간극(G)의 밀봉 영역(A_S)에서의 비팽창성 층(12)의 외측부(18A, 18B)의 밀도는 약 0.25 g/cc에 해당한다. 전술한 각각의 전조적인 실시예에 있어서, 팽창성 및 비팽창성 층(20, 12) 둘 모두가 위치되는 간극(G)의 장착 영역(A_M)에서 팽창성 층(20)은 간극의 대략 25%를 채우는 반면 비팽창성 층(12)은 간극의 약 75%를 채운다고 생각된다. 간극(G)의 밀봉 영역(A_S)의 비팽창성 층(12)의 외측부(18A, 18B)는, 만약 약 0.25 g/cc의 최소 밀도로 제공된다면, 배기 가스에 대한 노출로부터 팽창성 층(20)을 단열하기에 적합한 방식으로 작동하게 될 것으로 믿어진다.

- [0045] 도 1 및 도 2에 도시되어 있는 매트(10)는 저온 용도로 또한 사용될 수 있는 것으로 예상된다. 제2 실시예에 따른 이러한 다층 매트(710)가 도 13에 도시되어 있다. 매트(710)는 세라믹 섬유를 함유하는 비팽창성 층(712)을 포함하고, 대향 측부 예지(714, 716)에 의해 한정된 폭(W_1)과 길이(L_1)를 가진다. 매트(710)는 팽창성 재료를 함유하는 팽창성 층(720)을 추가로 포함하고, 대향 측부 예지(722, 724)에 의해 한정된 폭(W_2)과 길이(L_2)를 가진다. 도시된 실시예에 있어서, 팽창성 층(720)의 폭(W_2)은 비팽창성 층(712)의 폭(W_1)보다 작다. 또한, 팽창성 층(720)은 팽창성 층의 2개의 측부 예지(722, 724)가 비팽창성 층(712)의 2개의 측부(714, 716) 내에 위치하도록 비팽창성 층에 대해 배치되어 있다. 도 13에 도시된 바와 같이, 팽창성 층(720)은 폭(W_2)과 길이(L_2)의 곱에 의해 한정된 면적을 갖는 노출된 주 표면(720A)을 포함하고 있다. 주 표면(720A)은 또한 매트(710)의 최내층을 한정한다.
- [0046] 도 13에 도시되어 있는 바와 같이, 매트(710)는 촉매 지지 요소(40)와 같은 오염 제어 요소를 금속 하우징(50) 내에 장착하기 위해 위치되어 있다. 촉매 지지 요소(40)와, 매트(710)와, 금속 하우징(50)이 촉매 변환기(760)를 형성한다.
- [0047] 바람직하게는, 실질적으로 탄성의 비팽창성 층(712)은, 일단 매트(710)와 촉매 지지 요소(40)가 금속 하우징(50) 내에 장착되면 간극(G)이 증가하는 온도에 따라 팽창할 때 비팽창성 층(712)의 외측부(718A, 718B)가 촉매 지지 요소(40)와 하우징(50)의 내벽 사이의 간극(G)의 밀봉 영역(A_s)에서 충분히 팽창하여 팽창성 층(720)의 측부 예지(722, 724)를 밀봉하도록 선택된다. 따라서, 외측부(718A, 718B)는 주위 온도 또는 고온의 작동 온도에서 간극(G)을 계속하여 채운다. 바꾸어 말하면, 적어도 비팽창성 층(712)의 외측부(718A, 718B)는, 간극(G)이 최소(즉, 주위 온도에서) 또는 최대(즉, 최고 작동 온도에서)이든지 간에 간극(G)을 밀봉하기에 충분한 압력을 가하고 팽창성 층(720)을 보호하기에 충분한 탄성이 있다. 적어도 이들 외측부(718A, 718B)는 또한 오염 제어 장치의 원하는 수명에 걸쳐 그 최소 및 최대 사이의 간극(G)의 사이클링을 견디기에 충분한 내구성이 있는 것이 바람직하다. 전체 비팽창성 층(712)이 이러한 정도의 탄성 및 내구성을 나타내는 것이 바람직할 수 있다. 따라서, 팽창성 층 측부 예지(722, 724)는 촉매 변환기(760)를 통해 흐르는 고온 또는 저온의 배기 가스에 대한 노출로부터 실질적으로 밀봉된다.
- [0048] 도 3 및 도 4의 오염 제어 장치(60)에 있어서, 팽창성 층(20)은 매트(10)의 최외층을 형성한다. 따라서, 매트(10)는 오염 제어 장치 내에 오염 제어 요소를 장착하기 위한 사용에 유리한데, 이 오염 제어 장치는 팽창성 층(20)이 오염 제어 장치의 금속 하우징에 면하여 이와 접촉하도록 고온에서 작동된다. 그 결과, 열 형태의 에너지가 팽창성 층(20)으로부터 금속 하우징으로 효과적으로 전달되어, 고온에 노출될 때 팽창성 층(20)이 과열되는 것을 방지하는 데에 도움이 된다. 팽창성 층(20)은 또한 비팽창성 층(12)을 거쳐 촉매 지지 요소(40)에 의해 방출되는 높은 온도로부터 보호된다. 도 13의 오염 제어 장치(760)에 있어서, 팽창성 층(720)은 매트(710)의 최내층을 형성한다. 따라서, 매트(710)는 요소(40)와 같은 오염 제어 요소를 오염 제어 장치에 장착하는 데 사용하기 유리한데, 이 오염 제어 장치는 팽창성 층(720)이 오염 제어 요소와 면하고 이와 접촉하여 팽창성 층(720)이 원하는 정도로 팽창성 확장되기에 충분한 열 형태의 에너지를 팽창성 층(720)이 수용하도록 비교적 낮은 온도에서 작동된다.
- [0049] 유사한 도면 부호가 유사한 구성 요소를 지시하고 있는 제3 실시예에서, 매트(10A)는 촉매 변환기(180)를 형성하기 위해 금속 하우징(150) 내에 지지 요소(40)를 지지하고 장착하도록 사용되고 있다(도 4a 참조). 금속 하우징(150)은 리세스(150A)를 포함하도록 압연 또는 다른 방법으로 형성되고, 이 리세스는 도시된 실시예에서 하우징(150) 전체 주위로 연장된다. 하우징(150) 내에 리세스(150A)를 형성함으로써, 하우징의 강성이 향상된다. 하우징 리세스(150A)는 팽창성 층(20)을 수용하도록 크기가 정해진 포켓을 한정하기 위해 X 및 Z 방향으로 형상화되고, 촉매 변환기(180)를 통과하는 배기 가스로부터 팽창성 층의 측부 예지(22, 24)를 실질적으로 차폐하도록 형상화되어 있다. 간극(G_A)이 팽창성 층(20)과 비팽창성 층(13)의 두께를 수용하지 못하기 때문에, 비팽창성 층(13)은 간극이 온도 상승과 함께 증가할 때 간극(G_A)을 충분하게 채울 만큼 많이 확장될 필요가 없다. 그 결과, 도 4a의 실시예에서의 비팽창성 층(13)은 도 4의 실시예에서의 비팽창성 층(12)을 형성하기 위해 사용되는 재료보다 탄성이 작은 재료로 형성될 수 있다. 예를 들어, 비팽창성 층(13)은 상표명 "인터람 900HT"로 쓰리엠 컴퍼니 (미국 미네소타주 세인트 폴 소재)로부터 구입할 수 있는 재료로 형성될 수 있다.
- [0050] 제4 실시예에 따라 구성된 다층 매트(70)가 도 5에 도시되어 있는데, 여기서 유사한 도면 부호는 유사한 구성 요소를 지시한다. 매트(70)는 세라믹 섬유를 함유하는 비팽창성 층(12)을 포함하고, 대향 측부 예지(14, 16)에

의해 한정된 폭(W_1)과 길이(L_1)를 가진다. 매트(10)는 팽창성 재료를 함유하는 팽창성 층(72)을 추가로 포함하고, 대향 측부 에지(74, 76)에 의해 한정된 폭(W_3)과 비팽창성 층(12)의 길이(L_1)와 실질적으로 동일한 길이를 갖고 있다. 도시된 실시예에 있어서, 팽창성 층(72)의 폭(W_3)은 비팽창성 층(12)의 폭(W_1)보다 작다. 또한, 팽창성 층(72)은 측부 에지(74)가 비팽창성 층(12)의 2 개의 측부 에지(14, 16) 내에 배치되고 측부 에지(76)가 측부 에지(16)와 실질적으로 일직선이 되도록 비팽창성 층(12)에 대해 위치한다.

[0051] 도 5에서, 매트(70)는 금속 하우징(50) 내에 제공되어 하우징(50) 내에 측매 지지 요소(40)를 지지하고 유지하는 것으로 도시되어 있다. 매트(70)와, 하우징(50)과, 측매 지지 요소(40)는 측매 변환기(80)를 형성한다. 도 5에서 보았을 때, 배기 가스는 좌측에서 우측으로 측매 변환기(80)를 통과한다.

[0052] 바람직하게는, 실질적으로 탄성의 비팽창성 층(12)은 일단 매트(70)와 측매 지지 요소(40)가 금속 하우징(50) 내에 배치되면 비팽창성 층(12)의 외측부 또는 노출부(18A)가 간극(G)을 채워 팽창성 층(72)의 측부 에지(74)를 밀봉하고 보호하도록 측매 변환기(80)에서의 사용을 위해 선택된다. 따라서, 팽창성 층의 측부 에지(74)는 측매 변환기(80)를 통해 흐르는 고온의 배기 가스에 대한 직접적인 노출로부터 실질적으로 밀봉된다. 도 5의 실시예에서 팽창성 층(72)의 다른 측부 에지(76)는 비팽창성 층(12)에 의해 밀봉되지 않음에 유의하라. 그러나, 측부 에지(76)는 배기 가스의 유입 흐름에 직접 노출되지 않기 때문에, 측부 에지(76)로부터의 팽창성 재료의 손실은 예를 들어 실질적으로 라운드형의 하우징 구조와 같은 일부 측매 변환기 설계의 경우 최소이거나 아주 작은 양이다.

[0053] 비팽창성 층(12)은 도 1의 실시예의 층(12)을 형성하는 것과 동일한 전술한 재료 중 하나로 형성될 수 있다. 팽창성 층(72)은 도 1의 실시예의 층(20)을 형성하는 것과 동일한 전술한 팽창성 재료 중 하나로 형성될 수 있다.

[0054] 도 5의 실시예에 있어서, 팽창성 층(72)은 측매 변환기 금속 하우징(50)에 인접하게 위치되어 있는 것으로 도시되어 있다. 그러나, 저온 용도와 같은 일부 용도의 경우, 팽창성 층(72)은 측매 지지 요소(40)에 인접하게 위치될 수 있다.

[0055] 유사한 도면 부호가 유사한 구성 요소를 지시하고 있는 제5 실시예에 있어서, 매트(170)는 측매 변환기(280)를 형성하기 위해 금속 하우징(250) 내에 지지 요소(40)를 지지하고 장착하도록 사용된다(도 5a 참조). 금속 하우징(250)은 리세스(250A)를 포함하도록 형성되고, 이 리세스는 도시된 실시예에서 하우징(250) 전체 주위로 연장된다. 하우징 리세스(250A)는 팽창성 층(72)을 수용하고 측매 변환기(280)를 통과하는 배기 가스로부터 팽창성 층 측부 에지(74)를 실질적으로 차폐하도록 X 및 Z 방향으로 형상화된다. 따라서, 팽창성 층의 측부 에지(74)는 측매 변환기(280)를 통해 흐르는 고온의 유입 배기 가스에 대한 직접적인 노출로부터 실질적으로 밀봉된다. 도 5a의 실시예에서 팽창성 층(72)의 측부 에지(76)는 비팽창성 층(13)에 의해 밀봉되지 않음에 유의하라. 그러나, 측부 에지(76)는 배기 가스의 유입 경로에 위치되지 않기 때문에, 측부 에지(76)로부터의 팽창성 재료의 손실은 일부 측매 변환기 하우징 설계의 경우 최소일 수 있다. 또한, 비팽창성 층(13)은 배기 가스로부터 팽창성 층(72)의 측부 에지(74, 76)를 차폐하도록 실질적으로 Z 방향으로 확장될 필요가 없기 때문에 도 5a의 실시예의 비팽창성 층(13)은 도 5의 실시예의 비팽창성 층(12)을 형성하는 데 사용되는 재료보다 작은 탄성을 가진 재료로 형성될 수 있다. 예를 들어, 비팽창성 층(13)은 도 4a의 실시예의 비팽창성 층(13)을 형성하는 것과 동일한 전술한 비팽창성 재료로 형성될 수 있다.

[0056] 제6 실시예에 따라 구성된 다층 매트(90)가 도 6에 도시되어 있는데, 여기서 유사한 도면 부호는 유사한 구성 요소를 지시한다. 매트(90)는 세라믹 섬유를 함유하는 내측 비팽창성 층(13)을 포함하고, 대향 측부 에지(14, 16)에 의해 한정된 폭(W_1)과 길이(L_1)를 가진다. 매트(10)는 팽창성 재료를 함유하는 팽창성 층(20)을 추가로 포함하고, 대향 측부 에지(22, 24)에 의해 한정된 폭(W_2)과 비팽창성 층(13)의 길이(L_1)와 실질적으로 동일한 길이를 갖고 있다. 도시된 실시예에 있어서, 팽창성 층(20)의 폭(W_2)은 비팽창성 층(13)의 폭(W_1)보다 작다. 또한, 팽창성 층(20)은 2개의 측부 에지(22, 24)가 비팽창성 층(13)의 2개의 측부 에지(14, 16) 내에 위치하도록 비팽창성 층(13)에 대해 위치되어 있다.

[0057] 다층 매트(90)는 각각 비팽창성 재료의 제1 및 제2 스트립(92, 94)을 추가로 포함하고 있다. 제1 비팽창성 스트립(92)은 비팽창성 층(13)의 제1 외측부(18A) 위에 위치되어 있고, 제2 비팽창성 스트립(94)은 비팽창성 층(13)의 제2 외측부(18B) 위에 위치되어 있다. 제1 비팽창성 스트립(92)은 폭(W_4)과, 내측 비팽창성 층(13) 및 팽창성 층(20)의 길이와 실질적으로 동일한 길이를 가지고 있다. 제2 비팽창성 스트립(94)은 폭(W_5)과, 내측

비팽창성 층(13) 및 팽창성 층(20)의 길이와 실질적으로 동일한 길이를 가지고 있다. 도시된 실시예에 있어서, 팽창성 층(20)의 폭(W_2)과, 제1 비팽창성 스트립(92)의 폭(W_4)과, 그리고 제2 비팽창성 스트립(94)의 폭(W_5)의 합은 내측 비팽창성 층(13)의 폭(W_1)과 실질적으로 동일하다.

[0058] 도 7에 있어서, 매트(90)는 금속 하우징(50) 내에 촉매 지지 요소(40)를 지지하고 유지하도록 하우징(50) 내에 제공되어 있는 것으로 도시되어 있다. 매트(90)와, 하우징(50)과, 지지 요소(40)는 촉매 변환기(380)를 형성한다.

[0059] 바람직하게는, 비팽창성 스트립(92, 94)은 촉매 변환기(380)에 사용되기 위해 실질적으로 탄성의 비팽창성 재료로 형성되어, 일단 매트(90)와 촉매 지지 요소(40)가 금속 하우징(50) 내에 배치되면 비팽창성 스트립(92, 94)은 간극(G)이 온도 상승에 따라 확장될 때 지지 요소(40)와 하우징(50)의 내벽 사이의 간극(G)의 밀봉 영역(A_s)에서 충분히 확장되어(도 7 참조) 팽창성 층(20)의 측부 예지(22, 24)를 밀봉한다. 바꾸어 말하면, 적어도 비팽창성 스트립(92, 94)은 간극(G)이 그 최소(즉, 주위 온도에서) 또는 최대(즉, 최대 작동 온도에서)이든지 간에 간극(G)을 밀봉하고 팽창성 층의 측부 예지(22, 24)를 보호하기에 충분한 압력을 가할 만큼 충분한 탄성이 있다. 적어도 이들 스트립(92, 94)은 오염 제어 장치의 원하는 수명에 걸쳐서 그 최소 및 최대 사이의 간극(G)의 사이클링을 견디기에 충분한 내구성이 있는 것이 바람직하다. 비팽창성 층(13)도 또한 이러한 정도의 탄성 및 내구성을 나타내는 것이 바람직할 수 있다. 따라서, 팽창성 층 측부 예지(22, 24)는 촉매 변환기(380)을 통해 흐르는 고온 배기 가스에 대한 노출로부터 실질적으로 밀봉된다. 내측 비팽창성 층(13)은 비팽창성 스트립(92, 94)보다 덜 탄성적인 재료로 형성될 수 있음에 유의하라. 전형적으로, 덜 탄성적인 비팽창성 재료가 더 탄성적인 비팽창성 재료보다 저가이다. 예를 들어, 비팽창성 스트립(92, 94)은 도 1의 실시예의 층(12)을 형성하는 것과 동일한 전술한 재료 중 하나로 형성될 수 있다. 팽창성 층(72)은 도 1의 실시예의 팽창성 층(20)을 형성하는 것과 동일한 전술한 팽창성 재료 중 하나로 형성될 수 있다. 비팽창성 층(13)은 도 4a의 실시예의 비팽창성 층(13)을 형성하는 것과 동일한 전술한 비팽창성 재료로 형성될 수 있다.

[0060] 비팽창성 스트립(92, 94)은 덜 탄성적인 비팽창성 재료로 형성되는 반면 비팽창성 층(13)은 실질적으로 탄성적인 비팽창성 재료로 형성될 수 있는 것으로 생각된다. 이러한 실시예에서, 일단 매트와 촉매 지지 요소(40)가 하우징(50) 내에 위치되면 비팽창성 층(13)은 촉매 지지 요소(40)와 하우징(50)의 내벽 사이의 간극(G)의 영역(A_s)을 밀봉하는 데에 필요한 탄성을 제공하여 오염 제어 장치의 저온 및 고온의 작동 온도 동안에 팽창성 층(20)의 측부 예지(22, 24)를 보호한다.

[0061] "인터람 900HT"로부터 형성된 비팽창성 층(13)과, "인터람 100" 또는 "인터람 500"으로부터 형성된 팽창성 층(20)과, "인터람 1100HT", "인터람 1101HT", "인터람 1535HT", 또는 "인터람 1600HTE"로부터 형성된 비팽창성 스트립(92, 94)을 포함하는 매트(90)를 갖고

[0062] 도 7에서와 같이 약 3 mm에 해당하는 촉매 지지 요소(40)와 하우징(50)의 내벽 사이의 간극(G)을 갖는 촉매 변환기(380)에 있어서, 비팽창성 층(13)은 약 750 g/m²의 최소 평량을 가질 수 있고, 팽창성 층(20)은 약 1550 g/m²의 최소 평량을 가질 수 있으며, 각각의 비팽창성 스트립(92, 94)은 약 450 g/m²의 최소 평량을 가질 수 있는 것으로 믿어지며, 여기서 간극(G)의 장착 영역(A_M)에서의 조합된 비팽창성 층(13)과 팽창성 층(20)의 압축 밀도는 약 0.77 g/cc이고, 간극(G)의 각 밀봉 영역(A_s)에서의 조합된 비팽창성 층(13)과 스트립(92 또는 94)의 압축 밀도는 약 0.40 g/cc에 해당한다. 약 4 mm에 해당하는 간극에 있어서, 비팽창성 층(13)은 약 1020 g/m²의 최소 평량을 가질 수 있고, 팽창성 층(20)은 약 2100 g/m²의 최소 평량을 가질 수 있으며, 각 비팽창성 스트립(92, 94)은 600 g/m²의 최소 평량을 가질 수 있는 것으로 믿어지며, 여기서 간극(G)의 장착 영역(A_M)에서의 조합된 비팽창성 층(13)과 팽창성 층(20)의 압축 밀도는 약 0.77 g/cc이고, 간극(G)의 각 밀봉 영역(A_s)에서의 조합된 비팽창성 층(13)과 스트립(92 또는 94)의 압축 밀도는 약 0.40 g/cc에 해당한다. 약 6 mm에 해당하는 간극에 있어서, 비팽창성 층(13)은 약 1435 g/m²의 최소 평량을 가질 수 있고, 팽창성 층(20)은 약 3100 g/m²의 최소 평량을 가질 수 있으며, 각 비팽창성 스트립(92, 94)은 900 g/m²의 최소 평량을 가질 수 있는 것으로 믿어지며, 여기서 간극(G)의 장착 영역(A_M)에서의 조합된 비팽창성 층(13)과 팽창성 층(20)의 압축 밀도는 약 0.77 g/cc이고, 간극(G)의 각 밀봉 영역(A_s)에서의 조합된 비팽창성 층(13)과 스트립(92 또는 94)의 압축 밀도는 약 0.40 g/cc에 해당한다. 약 8 mm에 해당하는 간극에 있어서, 비팽창성 층(13)은 약 2000 g/m²의 최소 평량을 가질 수 있고, 팽창성 층(20)은 약 4695 g/m²의 최소 평량을 가질 수 있으며, 각 비팽창성 스트립(92, 94)은 1200 g/m²의 최소 평량을 가질 수 있는 것으로 믿어지며, 여기서 간극(G)의 장착 영역(A_M)에서의 조합된 비팽창성 층(1

3)과 팽창성 층(20)의 압축 밀도는 약 0.77 g/cc이고, 간극(G)의 각 밀봉 영역(A_S)에서의 조합된 비팽창성 층(13)과 스트립(92 또는 94)의 압축 밀도는 약 0.40 g/cc에 해당한다. 전술한 각각의 전조적인 실시예에 있어서, 팽창성 및 비팽창성 층(20, 13)이 위치되는 간극(G)의 장착 영역(A_M)에서 팽창성 층(20)은 간극(G)의 대략 60%를 채우는 반면 비팽창성 층(13)은 간극(G)의 약 40%를 채운다고 생각된다. 전술한 각각의 전조적인 실시예에 있어서, 비팽창성 층(13)과 비팽창성 스트립(92 또는 94)이 위치되는 간극(G)의 밀봉 영역(A_S)에서 비팽창성 층(13)은 간극의 약 60%를 채우는 반면 비팽창성 스트립(92 또는 94)은 간극(G)의 약 40%를 채우게 되는 것으로 생각된다.

[0063] 도 7의 실시예에 있어서, 팽창성 층(20)은 촉매 변환기 금속 하우징(50)에 인접하게 위치되어 있는 것으로 도시되어 있다. 그러나, 저온 용도와 같은 일부 용도의 경우, 팽창성 층(20)은 촉매 지지 요소(40)에 인접하게 위치될 수 있다. 이러한 실시예에 있어서, 비팽창성 스트립(92, 94)도 또한 촉매 지지 요소(40)에 인접하게 위치될 수 있다.

[0064] 제7 실시예에 따라 구성된 다층 매트(100)가 도 8에 도시되어 있는데, 여기서 유사한 도면 부호는 유사한 구성요소를 지시한다. 매트(100)는 세라믹 섬유를 함유하는 내측 비팽창성 층(13)을 포함하고, 대향 측부 에지(14, 16)에 의해 한정된 폭(W_1)과 길이(L_1)를 가진다. 매트(100)는 팽창성 재료를 함유하는 팽창성 층(72)을 추가로 포함하고, 대향 측부 에지(74, 76)에 의해 한정된 폭(W_3)과 비팽창성 층(13)의 길이(L_1)와 실질적으로 동일한 길이를 갖고 있다. 도시된 실시예에 있어서, 팽창성 층(72)의 폭(W_3)은 비팽창성 층(13)의 폭(W_1)보다 작다. 또한, 팽창성 층(72)은 측부 에지(74)가 비팽창성 층(13)의 2 개의 측부 에지(14, 16) 내에 배치되고 측부 에지(76)가 측부 에지(16)와 실질적으로 일직선이 되도록 비팽창성 층(13)에 대해 위치한다.

[0065] 다층 매트(100)는 비팽창성 재료의 스트립(102)을 추가로 포함하고 있다. 비팽창성 스트립(102)은 비팽창성 층(13)의 제1 외측부(18A) 위에 위치되어 있다. 비팽창성 스트립(102)은 폭(W_4)과, 내측 비팽창성 층(13)의 길이(L_1)와 실질적으로 동일한 길이를 갖고 있다. 도시된 실시예에 있어서, 팽창성 층(72)의 폭(W_3)과 비팽창성 스트립(102)의 폭(W_4)의 합은 내측 비팽창성 층(13)의 폭(W_1)과 실질적으로 동일하다.

[0066] 도 9에 있어서, 매트(100)는 금속 하우징(50) 내에 촉매 지지 요소(40)를 지지하고 유지하도록 하우징(50) 내에 제공되어 있는 것으로 도시되어 있다. 매트(100)와, 하우징(50)과, 지지 요소(40)는 촉매 변환기(480)를 형성한다.

[0067] 비팽창성 스트립(102)은 촉매 변환기(480)에 사용하기 위한 실질적으로 탄성적인 비팽창성 재료로 형성되어, 일단 매트(100)와 촉매 지지 요소(40)가 금속 하우징(50) 내에 위치되면 간극(G)이 온도 상승에 따라 확장될 때 스트립(102)이 지지 요소(40)와 하우징(50)의 내벽 사이의 간극(G)의 밀봉 영역(A_S)에서 충분히 확장되어(도 9 참조) 팽창성 층(72)의 측부 에지(74)를 밀봉할 수 있다. 바꾸어 말하면, 적어도 스트립(102)은 간극(G)이 그 최소(즉, 주위 온도에서) 또는 최대(즉, 최대 작동 온도에서)이든지 간에 간극(G)을 밀봉하고 팽창성 층(72)의 측부 에지(74)를 보호하기에 충분한 압력을 가할 만큼 충분한 탄성이 있다. 또한, 적어도 스트립(102)은 오염 제어 장치의 원하는 수명에 걸쳐서 그 최소 및 최대 사이의 간극(G)의 사이클링을 견디기에 충분한 내구성이 있는 것이 바람직하다. 비팽창성 층(13)도 또한 이러한 정도의 탄성 및 내구성을 나타내는 것이 바람직할 수 있다. 따라서, 팽창성 층의 측부 에지(74)는 촉매 변환기(480)를 통해 흐르는 고온의 배기 가스에 대한 직접적인 노출로부터 실질적으로 밀봉된다. 내측 비팽창성 층(13)은 비팽창성 스트립(102)보다 덜 탄성적인 재료로 형성될 수 있음에 유의하라. 예를 들어, 비팽창성 스트립(102)은 도 1의 실시예의 층(12)을 형성하는 것과 동일한 전술한 재료 중 하나로 형성될 수 있다. 팽창성 층(72)은 도 1의 실시예의 팽창성 층(20)을 형성하는 것과 동일한 전술한 팽창성 재료 중 하나로 형성될 수 있다. 비팽창성 층(13)은 도 4a의 실시예의 비팽창성 층(13)을 형성하는 것과 동일한 전술한 비팽창성 재료로 형성될 수 있다.

[0068] 도 9의 실시예에서 팽창성 층(72)의 측부 에지(76)는 비팽창성 층(13)에 의해 밀봉되지 않음에 유의하라. 그러나, 측부 에지(76)는 배기 가스의 유입 경로에 위치되지 않기 때문에, 측부 에지(76)로부터의 팽창성 재료의 손실은 일부 촉매 변환기 설계의 경우 최소일 수 있다.

[0069] 도 9의 실시예에 있어서, 팽창성 층(72)은 촉매 변환기 금속 하우징(50)에 인접하게 위치되어 있는 것으로 도시되어 있다. 그러나, 저온 용도와 같은 일부 용도의 경우, 팽창성 층(72)은 촉매 지지 요소(40)에 인접하게 위치될 수 있다. 이러한 실시예에 있어서, 비팽창성 스트립(102)도 또한 촉매 지지 요소(40)에 인접하게 위치될

수 있다.

- [0070] 제8 실시예에 따라 구성된 다층 매트(110)가 도 10에 도시되어 있는데, 여기서 유사한 도면 부호는 유사한 구성요소를 지시한다. 매트(110)는 팽창성 층(112)의 폭(W_6)이 도 8의 실시예의 팽창성 층(72)의 폭(W_3)보다 작다는 점을 제외하고는 도 8 및 도 9에 도시되어 있는 매트(100)와 유사하다. 팽창성 층(112)은 측부 에지(114, 116)를 갖고 있다. 도 10에 도시된 바와 같이, 팽창성 층(112)은 최외층을 한정하고 비팽창성 층(13)에 인접하게 위치되어 있다.
- [0071] 매트(110)는 촉매 변환기(580)를 형성하기 위해 금속 하우징(550) 내에 지지 요소(40)를 지지하고 장착하는 데 사용된다 (도 10 참조). 금속 하우징(550)은 리세스(550A)를 포함하도록 형성되고, 이 리세스는 도시된 실시예에서 하우징(550) 전체 주위로 원주 방향으로 연장된다. 하우징 리세스(550A)는 팽창성 층(112)을 수용하고 도 10에서 보았을 때 좌측에서 우측을 향하는 방향으로 촉매 변환기(580)를 통과하는 배기 가스로부터 팽창성 층의 측부 에지(116)를 실질적으로 차폐하도록 X 및 Z방향으로 형상화되어 있다. 따라서, 팽창성 층의 측부 에지(116)는 촉매 변환기(580)를 통해 흐르는 고온의 배기 가스에 대한 노출로부터 실질적으로 밀봉된다.
- [0072] 도 8의 실시예에서와 같이, 비팽창성 스트립(102)은 촉매 변환기(580)에 사용하기 위한 실질적으로 탄성의 비팽창성 재료로부터 형성되어, 일단 매트(110)와 촉매 지지 요소(40)가 금속 하우징(550) 내에 위치되면 간극이 온도 상승에 따라 확장될 때 스트립(102)이 하우징(550)의 내벽과 지지 요소(40) 사이의 간극에서 충분히 확장되어 팽창성 층(112)의 측부 에지(114)를 밀봉시킨다. 바꾸어 말하면, 적어도 스트립(102)은 간극(G)이 그 최소(즉, 주위 온도에서) 또는 최대(즉, 최대 작동 온도에서)이든지 간에 간극(G)을 밀봉하고 팽창성 층(112)의 측부 에지(114)를 보호하기에 충분한 압력을 가할 만큼 충분한 탄성이 있다. 또한, 적어도 스트립(102)은 오염 제어 장치의 원하는 수명에 걸쳐서 그 최소 및 최대 사이의 간극(G)의 사이클링을 견디기에 충분한 내구성이 있는 것이 바람직하다. 비팽창성 층(13)도 또한 이러한 정도의 탄성 및 내구성을 나타내는 것이 바람직할 수 있다. 따라서, 팽창성 층의 측부 에지(114)는 촉매 변환기(580)를 통해 흐르는 고온의 유입 배기 가스에 대한 직접적인 노출로부터 실질적으로 밀봉된다. 팽창성 층(112)은 도 1의 실시예의 팽창성 층(20)을 형성하는 것과 동일한 전술한 팽창성 재료 중 하나로 형성될 수 있다. 비팽창성 층(13)은 도 4a의 실시예의 비팽창성 층(13)을 형성하는 것과 동일한 전술한 비팽창성 재료로 형성될 수 있다. 비팽창성 스트립(102)은 도 1의 실시예의 층(12)을 형성하는 것과 동일한 전술한 재료 중 하나로 형성될 수 있다.
- [0073] 제9 실시예에 따라 구성된 다층 매트(120)가 도 11에 도시되어 있는데, 여기서 유사한 도면 부호는 유사한 구성요소를 지시한다. 매트(120)는 세라믹 섬유를 함유하는 내측 비팽창성 층(13)을 포함하고, 대향 측부 에지(14, 16)에 의해 한정된 폭(W_1)과 길이(L_1)를 가진다. 매트(120)는 팽창성 재료를 함유하고 대향 측부 에지(114, 116)에 의해 한정된 폭(W_6)과 비팽창성 층(13)의 길이(L_1)와 실질적으로 동일한 길이를 갖는 팽창성 층(112)을 추가로 포함하고 있다. 도시된 실시예에 있어서, 팽창성 층(112)의 폭(W_6)은 비팽창성 층(13)의 폭(W_1)보다 작다. 또한, 팽창성 층(112)은 측부 에지(114, 116)가 비팽창성 층(13)의 2개의 측부 에지(14, 16) 내에 위치하도록 비팽창성 층(13)에 대해 위치되어 있다.
- [0074] 다층 매트(120)는 비팽창성 재료의 스트립(122)을 추가로 포함하고 있다. 비팽창성 스트립(122)은 비팽창성 층(13)의 외측부(18B) 위에 위치되어 있다. 비팽창성 스트립(122)은 폭(W_5)과 내측 비팽창성 층(13) 및 팽창성 층(112)의 길이와 실질적으로 동일한 길이를 갖고 있다.
- [0075] 도 12에 있어서, 매트(120)는 금속 하우징(650) 내에 촉매 지지 요소(40)를 지지하고 유지하도록 하우징(650) 내에 제공되어 있는 것으로 도시되어 있다. 매트(120)와, 하우징(650)과, 지지 요소(40)는 촉매 변환기(680)를 형성한다.
- [0076] 바람직하게는, 비팽창성 스트립(122)은 촉매 변환기(680)에 사용하기 위한 실질적으로 탄성의 비팽창성 재료로부터 형성되어, 일단 매트(120)와 촉매 지지 요소(40)가 금속 하우징(650) 내에 위치되면 간극이 온도 상승에 따라 확장될 때 스트립(122)이 하우징(650)의 내벽과 지지 요소(40) 사이의 간극에서 충분히 확장되어 팽창성 층(112)의 측부 에지(116)를 밀봉시킨다. 바꾸어 말하면, 적어도 스트립(122)은 간극(G)이 그 최소(즉, 주위 온도에서) 또는 최대(즉, 최대 작동 온도에서)이든지 간에 간극(G)을 밀봉하고 팽창성 층(112)의 측부 에지(116)를 보호하기에 충분한 압력을 가할 만큼 충분한 탄성이 있다. 또한, 적어도 스트립(122)은 오염 제어 장치의 원하는 수명에 걸쳐서 그 최소 및 최대 사이의 간극(G)의 사이클링을 견디기에 충분한 내구성이 있는 것이 바람직하다. 비팽창성 층(13)도 또한 이러한 정도의 탄성 및 내구성을 나타내는 것이 바람직할 수 있다. 따라서, 팽창성 층의 측부 에지(116)는 촉매 변환기(680)를 통해 흐르는 고온의 배기 가스에 대한 노출로부터 실질

적으로 밀봉된다.

- [0077] 금속 하우징(650)은 리세스(650A)를 포함하도록 형성되고, 이 리세스는 도시된 실시예에서, 하우징(650)의 전체 주위로 연장된다(도 12 참조). 하우징 리세스(650A)는 팽창성 층(112)을 수용하고 촉매 변환기(680)를 통과하는 배기 가스로부터 팽창성 층 측부 에지(114)를 실질적으로 차폐하도록 X 및 Z 방향으로 형상화된다. 따라서, 팽창성 층의 측부 에지(114)는 촉매 변환기(680)를 통해 흐르는 고온의 유입 배기 가스에 대한 직접적인 노출로부터 실질적으로 밀봉된다. 팽창성 층(112)은 도 1의 실시예의 팽창성 층(20)을 형성하는 것과 동일한 전술한 팽창성 재료 중 하나로 형성될 수 있다. 비팽창성 층(13)은 도 4a의 실시예의 비팽창성 층(13)을 형성하는 것과 동일한 전술한 비팽창성 재료로 형성될 수 있다. 비팽창성 스트립(122)은 도 1의 실시예의 층(12)을 형성하는 것과 동일한 전술한 재료 중 하나로 형성될 수 있다.
- [0078] 전술한 다층 매트는 필터 요소와 같은 오염 제어 요소를 배기 필터 또는 트랩의 하우징 내에 고정하는 데에 대안적으로 사용될 수 있음에 유의하라. 본 발명에 따른 이러한 오염 제어 장치는 내연 기관의 배기 시스템(예를 들어, 차량 배기 시스템 및 발전기 배기 시스템)에 사용될 수 있음에 또한 유의하라.
- [0079] 다층 매트는 전형적으로 가요성을 갖는다. 매트는 파손되거나 균열이 없이 대체로 오염 제어 장치 내의 오염 제어 요소 주위로 처리되어 둘러싸일 수 있다. 오염 제어 요소의 주위에 둘러싸일 때, 본 명세서에 참고로 포함된 계류 중인 미국 특허 출원 제10/824,029 호(2004년 4월 14일자로 출원되고 발명의 명칭이 "샌드위치 하이브리드 장착 매트"(SANDWICH HYBRID MOUNTING MAT)임)에 논의되어 있는 바와 같이 다층 매트의 단부는 다양한 접합부와 결합할 수 있다.
- [0080] 전술한 바와 같이, 비팽창성 층(12)과 비팽창성 스트립(102, 122)은 비팽창성 층(13)보다 더 탄성적일 수 있다. 또한, 비팽창성 스트립(92, 94)은 비팽창성 층(13)보다 더 탄성적일 수 있거나, 또는 그 반대일 수도 있다. 따라서, 비팽창성 층(13)은 비팽창성 층(12)과 비팽창성 스트립(92, 94, 102, 122)을 형성하기 위해 사용되는 재료와는 다른 조성을 가진 재료로 형성될 수 있다.
- [0081] 촉매 변환기(60, 180, 380, 80, 280, 480, 580, 680)가 고온 용도로, 예를 들어 섭씨 약 900도보다 높은 온도에서 사용되도록 의도된다면, 도 1 내지 도 4, 도 4a, 도 6 및 도 7의 실시예의 팽창성 층(20)과, 도 5, 도 5a, 도 8 및 도 9의 실시예의 팽창성 층(72)과, 도 10 내지 도 12의 실시예의 팽창성 층(112)은 비교할 수 있게 좁은 비팽창성 층에 의해 교체될 수 있는데, 이 비팽창성 층은 비팽창성 층의 적어도 하나의 측부 에지와 접촉하는 대응 촉매 변환기(60, 180, 380, 80, 280, 480, 580, 680)를 통과하는 배기 가스와 관련된 고온 및/또는 배기 가스의 영향에 의해 발생하는 기계적 침식력에 대한 노출로부터 보호되어야 하는 적어도 하나의 측부 에지를 갖는다. 일부 비팽창성 재료는 고온 배기 가스에 노출되면 손상될 수 있고, 만약 이러한 배기 가스에 직접 노출된다면 이러한 손상은 비팽창성 재료의 침식 증가로 이어질 수 있다. 침식으로 인해 손실된 비팽창성 재료는 오염 제어 요소(예를 들어, 촉매 지지 요소(40) 또는 배기 필터 요소)의 통로에 대한 침식된 재료의 유입 및 차단으로 이어질 뿐만 아니라 해당 매트의 장착력을 감소시킬 수 있다. 본 명세서에서 설명하는 전조적인 실시예에 있어서, 더 좁은 비팽창성 층이 더 넓은 비팽창성 층에 의해 보호될 수 있는데, 더 넓은 비팽창성 층의 적어도 하나의 측부 에지는 오염 제어 장치를 통과하고 더 좁은 비팽창성 층의 적어도 하나의 측부 에지와 접촉하는 배기 가스와 관련된 고온과 배기 가스의 영향에 의해 발생하는 기계적 침식력에 대한 노출을 견딜 만큼 충분히 탄성적이고 내구성이 있다. 또한, 좁은 비팽창성 층은 배기 가스 침식력 뿐만 아니라 오염 제어 장치의 최대 작동 온도에 대한 노출로부터 보호되어야 하는 적어도 하나의 측부 에지를 구비하는 것일 수 있다.
- [0082] 촉매 지지 요소에 의해 방출되고/되거나 오염 제어 장치를 통과하는 배기 가스와 관련된 고온으로부터 보호되어야 하는 비팽창성 층의 전조적인 실시예는 제품명 "RB1800" 하에 레프라실(등록상표)(REFRASIL[®])로 구입할 수 있는 고실리카 유리 섬유(high silica glass fiber)로 형성된 층을 포함하고 있다. 촉매 변환기를 통과하는 배기 가스에 의해 발생하는 기계적 힘으로부터 보호되어야 하는 비팽창성 층의 전조적인 예는 상표명 "인터람 900HT"로 쓰리엠 컴퍼니 (미국 미네소타주 세인트 폴 소재)로부터 구입할 수 있는 내화성 세라믹 섬유 매트로 형성된 층을 포함하고 있다. 촉매 지지 요소에 의해 방출되고/되거나 오염 제어 장치를 통과하는 배기 가스와 관련된 고온과 촉매 변환기를 통과하는 배기 가스에 의해 발생하는 기계적 힘으로부터 보호되어야 하는 비팽창성 층의 전조적인 예들은 제품명 "파이버락스 600 및 700 시리즈"(FIBERFRAX 6000 and 7000 Series)로 유니프락스(Unifrax)로부터 구입할 수 있는 내화성 세라믹 섬유 또는 제품명 "카오울"(KAOWOOL)로 썬열 세라믹스(Thermal Ceramics)로부터 구입할 수 있는 내화성 세라믹 섬유로 형성된 층을 포함하고 있다.
- [0083] 촉매 변환기(60, 180, 380, 80, 280, 480, 580, 680)가 저온 용도로, 예를 들어 섭씨 약 900도보다 낮은 온도에서 사용되도록 의도된다면, 도 1 내지 도 4, 도 4a, 도 6 및 도 7의 실시예의 팽창성 층(20)과, 도 5, 도 5a,

도 8 및 도 9의 실시예의 팽창성 층(72)과, 도 10 내지 도 12의 실시예의 팽창성 층(112)은 비팽창성 층에 의해 교체될 수 있는데, 이 비팽창성 층은 대응하는 촉매 변환기(60, 180, 380, 80, 280, 480, 580, 680)를 통과하는 배기 가스에 의해 발생하는 기계적 힘으로부터 보호되어야 한다. 촉매 변환기를 통과하는 배기 가스에 의해 발생하는 기계적 힘으로부터 보호되어야 하는 비팽창성 층의 전조적인 예는 상표명 "인터람 900HT"로 쓰리엠 컴퍼니 (미국 미네소타주 세인트 폴 소재)로부터 구입할 수 있는 내화성 세라믹 섬유 매트로부터 형성된 층, 또는 제품명 "파이버락스 6000 및 7000 시리즈"로 유니프락스로부터 구입할 수 있는 내화성 세라믹 섬유 또는 제품명 "카오울"로 써멀 세라믹스로부터 구입할 수 있는 내화성 세라믹 섬유로부터 형성된 층을 포함하는 전술한 것들이 있다. 따라서, 이 문단에서 설명하고 있는 전조적인 실시예들에 있어서, 더 좁은 비팽창성 층은 더 넓은 비팽창성 층에 의해 기계적 힘으로부터 보호될 수 있다.

[0084] 촉매 변환기(60, 180, 380, 80, 280, 480, 580, 680)가 저온 용도로, 예를 들어 섭씨 약 900도보다 낮은 온도에서 사용되도록 의도된다면, 도 1 내지 도 4, 및 도 5의 실시예의 비팽창성 층(12)과, 도 6 및 도 7의 실시예의 비팽창성 스트립(92, 94)과, 도 8 내지 도 10의 실시예의 비팽창성 스트립(102)과, 도 11 및 도 12의 실시예의 비팽창성 스트립(122)은 팽창성 층 또는 스트립(들)에 의해 교체될 수 있는데, 이는 촉매 변환기를 통과하는 배기 가스에 의해 발생하는 기계적 힘을 견딜 수 있다. 일단 매트와 촉매 지지 요소(40)가 금속 하우징(50) 내에 장착되고 더 넓은 팽창성 층 또는 스트립(들)이 가열되면, 더 넓은 팽창성 층 또는 스트립(들)의 외측부는 비팽창성 층(13)과 조합하여 금속 하우징(50)의 내벽과 촉매 지지 요소(40)의 사이의 적어도 밀봉 영역(A_s)에서 간극(G)을 충전하게 되어, 간극(G)을 밀봉하고 더 좁은 팽창성 또는 비팽창성 층의 측부 에지를 보호한다. 따라서, 이 문단에서 설명하고 있는 전조적인 실시예들에 있어서, 더 좁은 비팽창성 또는 팽창성 층은 더 넓은 비팽창성 층(13)과 조합하여 더 넓은 팽창성 층 또는 하나 이상의 팽창성 스트립에 의해 기계적 힘으로부터 보호될 수 있다.

[0085] 촉매 변환기를 통과하는 배기 가스에 의해 발생하는 기계적 힘으로부터 보호될 필요가 없는 팽창성 층/스트립의 전조적인 예는 상표명 "T-100HD," T-200HD," 및 "T-550,"으로 쓰리엠 컴퍼니 (미국 미네소타주 세인트 폴 소재)로부터 구입할 수 있는 내화성 세라믹 섬유 매트 및 제품명 "AV2"로 유니프락스로부터 구입할 수 있는 내화성 세라믹 섬유 매트 중 하나로부터 형성된 것들이 있다.

[0086] 또한, 도 4a, 도 5a 및 도 6 내지 도 12의 실시예의 비팽창성 층(13)은 저온 용도의 팽창성 층으로 교체될 수 있는 것으로 생각된다.

[0087] 도 13의 실시예의 팽창성 층(720)은 촉매 변환기(760)를 통과하는 배기 가스에 의해 발생하는 기계적 힘으로부터 보호되어야 하는 비팽창성 층에 의해 교체될 수 있다. 따라서, 상승하는 온도와 함께 간극(G)이 확장됨에 따라, 더 넓은 비팽창성 층(712)의 외측부(718A, 718B)는 촉매 지지 요소(40)와 금속 하우징(50)의 내벽 사이의 간극(G)의 밀봉 영역(A_s)에서 충분히 확장하여, 촉매 변환기(760)를 통과하는 배기 가스에 의해 발생하는 기계적 힘으로부터 보호되어야 하는 더 좁은 비팽창성 층의 측부 에지를 밀봉한다. 촉매 변환기를 통과하는 배기 가스에 의해 발생하는 기계적 힘으로부터 보호되어야 하는 비팽창성 층이 상표명 "인터람 900HT"로 쓰리엠 컴퍼니 (미국 미네소타주 세인트 폴 소재)로부터 구입할 수 있는 내화성 세라믹 섬유 매트로부터 제조될 수 있다. 매트(710)가 저온 용도로 사용된다면, 촉매 변환기를 통과하는 배기 가스에 의해 발생하는 기계적 힘으로부터 보호되어야 하는 비팽창성 층은 제품명 "파이버락스 6000 및 7000 시리즈"로 유니프락스로부터 구입할 수 있는 내화성 세라믹 섬유 또는 제품명 "카오울"로 써멀 세라믹스로부터 구입할 수 있는 내화성 세라믹 섬유로부터 제조될 수 있다.

[0088] 각각의 비팽창성 층 또는 스트립은 무기 섬유를 포함하고 있다. 오염 제어 장치용 장착 매트에 사용하기에 적합한 것으로 알려진 임의의 무기 섬유가 선택될 수 있다. 예를 들어, 무기 섬유는 알루미나 섬유, 멀라이트(mullite) 섬유, 석영 섬유, 탄화규소 섬유, 질화규소 섬유, 금속 섬유, 알루미늄노규산염 섬유, 마그네슘 알루미늄노실리케이트 섬유, 알루미늄노붕규산염(aluminoborosilicate) 섬유, 지르코니아 섬유, 티타니아 섬유 등일 수 있다. 무기 섬유는 비결정질, 결정질, 또는 그 조합일 수 있다.

[0089] 석영 섬유는 상표명 "아스트로쿼츠"(ASTROQUARTZ)로 제이. 피. 스트븐즈, 인크.(J. P. Stevens, Inc.) (미국 노스캐롤라이나주 슬래터 소재)로부터 구입 가능하다. 탄화규소 섬유는 상표명 "니칼론"(NICALON)으로 니뽀 카본(Nippon Carbon) (일본 도쿄 소재)으로부터 또는 상표명 "티라노"(TYRANNO)로 텍스트론 스페셜티 머티리얼즈(Textron Specialty Materials) (미국 매사추세츠주 로웰 소재)로부터 구입 가능하다. 질화규소 섬유는 토렌 에너지 인터내셔널 코퍼레이션(Toren Energy International Corp.) (미국 뉴욕주 뉴욕 소재)으로부터 구입 가능하다. 금속 섬유는 상표명 "베키-셸드(BEKI-SHELD) GR 90/C2/4"로 베카에르트(Beckaert) (벨기에 즈베레간 소

재)로부터 그리고 상표명 "리브텍"(RIBTEC)으로 리본 테크놀로지 코퍼레이션(Ribbon Technology Corp.) (미국 오하이오주 가하나 소재)으로부터 구입 가능하다.

[0090] 비팽창성 층(들) 또는 스트립(들)의 몇몇 실시예에서, 무기 섬유는 유리 섬유이다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "유리 섬유"라는 용어는 상당한 결정화 없이 냉각된 무기 융합 재료(inorganic fusion material)로부터 제조되는 무기 섬유를 말한다. 유리 섬유는 x-선 회절 또는 투과 전자 현미경 기술을 이용하여 결정되는 바와 같이 비결정질이다. 유리 섬유에는, 적어도 몇몇 응용에서, 쇼트(shot)가 없다(즉, 유리 섬유는 5 중량% 이하, 3 중량% 이하, 2 중량% 이하, 1 중량% 이하 또는 0.5 중량% 이하의 쇼트를 포함함). 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "쇼트"라는 용어는 몇몇 무기 섬유 형성 공정의 부산물일 수 있는 비섬유질 입자를 말한다.

[0091] 적합한 유리 섬유는 흔히 마그네슘 알루미늄노실리케이트 섬유이다. 그러한 유리 섬유는 적어도 50 중량%의 SiO_2 와, 적어도 8 중량%의 Al_2O_3 와, 적어도 1 중량%의 산화마그네슘을 포함할 수 있다. 예를 들어, 마그네슘 알루미늄노실리케이트 섬유는 50 내지 70 중량%, 50 내지 60 중량%, 60 내지 70 중량%, 또는 55 내지 65 중량%의 SiO_2 ; 8 내지 30 중량%, 10 내지 20 중량%, 또는 20 내지 30 중량%의 Al_2O_3 ; 및 1 내지 15 중량%, 1 내지 12 중량%, 1 내지 10 중량%, 또는 1 내지 8 중량%의 산화마그네슘을 포함할 수 있다. 산화나트륨, 산화칼륨, 산화붕소, 산화칼슘 등과 같은 추가의 산화물이 존재할 수 있다.

[0092] 마그네슘 알루미늄노실리케이트 유리 섬유의 구체예로는 E-유리 섬유, S-유리 섬유, S2-유리 섬유 및 R-유리 섬유가 있다. E-유리 섬유는 흔히 약 55 중량%의 SiO_2 와, 약 11 중량%의 Al_2O_3 와, 약 6 중량%의 B_2O_3 와, 약 18 중량%의 CaO 와, 약 5 중량%의 MgO 와, 기타 산화물 약 5 중량%를 포함한다. S-유리 섬유와 S2-유리 섬유는 전형적으로 약 65 중량%의 SiO_2 와, 약 25 중량%의 Al_2O_3 와, 약 10 중량%의 MgO 를 포함한다. R-유리 섬유는 보통 약 60 중량%의 SiO_2 와, 약 25 중량%의 Al_2O_3 와, 약 9 중량%의 CaO 와, 약 6 중량%의 MgO 를 포함한다. E-유리 섬유와, S-유리 섬유와, S2-유리 섬유는 어드밴스트 글래스파이버 얀즈 엘엘씨(Advanced Glassfiber Yarns, LLC) (미국 사우스캐롤라이나주 에이켄 소재)와 오웬즈-코닝 파이버글래스 코퍼레이션(Owens-Corning Fiberglass Corp.) (미국 오하이오주 그랜빌 소재)으로부터 구입 가능하다. R-유리 섬유는 세인트-고바인 베트로텍스(Saint-Gobain Vetrotex) (독일 헤르조겐라스 소재)로부터 구입 가능하다.

[0093] 다양한 내화 세라믹 섬유가 비팽창성 층(들) 또는 스트립(들)에 사용될 수 있다. 일부 실시예에서, 세라믹 섬유는 비결정질이고, 주로 Al_2O_3 와 SiO_2 를 포함한다. 소량의 다른 산화물이 존재할 수 있다. Al_2O_3 대 SiO_2 (Al_2O_3 : SiO_2)의 중량비는 일반적으로 20:80, 30:70, 35:65, 40:60, 45:55, 50:50, 55:45, 60:40, 또는 70:30과 동일하거나 더 크다. 이 세라믹 섬유는 전형적으로 적어도 30 중량%의 SiO_2 와, 적어도 20 중량%의 Al_2O_3 를 포함한다. 예를 들어, 적합한 세라믹 섬유는 섬유의 중량 기준으로 30 내지 80 중량%의 양의 SiO_2 와, 20 내지 70 중량%의 양의 Al_2O_3 를 포함할 수 있다. 몇몇 특정 실시예에서는, 세라믹 섬유는 섬유의 중량 기준으로 40 내지 60 중량%의 양의 SiO_2 와, 40 내지 60 중량%의 양의 알루미늄을 포함할 수 있다. 다른 특정 실시예에서는, 세라믹 섬유는 섬유의 중량 기준으로 45 내지 55 중량%의 양의 SiO_2 와, 45 내지 55 중량%의 양의 Al_2O_3 를 포함할 수 있다.

[0094] 주로 Al_2O_3 및 SiO_2 를 포함하는 예시적인 비결정질 세라믹 섬유에는, 섬유 중량 기준으로 50 중량%의 SiO_2 와 50 중량%의 Al_2O_3 를 포함하며 상표명 "카오울 HA 벌크"(KAOWOOL HA BULK)로 써멀 세라믹스(Thermal Ceramics) (미국 조지아주 오거스타 소재)로부터 구입 가능한 것과, 섬유 중량 기준으로 54 중량%의 SiO_2 와 46 중량%의 Al_2O_3 를 포함하며 상표명 "세라파이버"(CERAFIBER)로 써멀 세라믹스로부터 구입 가능한 것과, 섬유 중량 기준으로 54 중량%의 SiO_2 와 46 중량%의 Al_2O_3 를 포함하며 상표명 "카오울 D73F"로 써멀 세라믹스로부터 구입 가능한 것과, 섬유 중량 기준으로 52 중량%의 SiO_2 와, 47 중량%의 Al_2O_3 와, 1 중량% 이하의 Fe_2O_3 , TiO_2 및 기타 산화물을 포함하며 상표명 "라쓰(RATH) 2300 RT"로 라쓰 (미국 델라웨어주 윌밍턴 소재)로부터 구입 가능한 것과, 섬유 중량 기준으로 54 중량%의 SiO_2 , 46 중량%의 Al_2O_3 와, 1 중량% 이하의 기타 산화물을 포함하며 상표명 "라쓰 알루미늄노실리케이트 쇼프트 파이버"(RATH ALUMINO-SILICATE CHOPPED FIBER)로 라쓰로부터 구입 가능한 것과, 섬유 중량 기준으로 49 내지 53 중량%의 SiO_2 와, 43 내지 47 중량%의 Al_2O_3 와, 0.7 내지 1.2 중량%의 Fe_2O_3 와, 1.5 내지 1.9 중량%의 TiO_2 와, 1 중량% 이하의 기타 산화물을 포함하며 상표명 "세르-울(CER-WOOL) RT"로 베수비우스

(Vesuvius) (미국 뉴욕주 버팔로 소재)로부터 구입 가능한 것과, 섬유 중량 기준으로 49 내지 57 중량%의 SiO_2 와, 38 내지 47 중량%의 Al_2O_3 와, 0.7 내지 1.5 중량%의 Fe_2O_3 와, 1.6 내지 1.9 중량%의 TiO_2 와, 0 내지 0.5 중량%의 기타 산화물을 포함하며 상표명 "세르-올 LT"로 베수비우스로부터 구입 가능한 것과, 섬유 중량 기준으로 50 내지 54 중량%의 SiO_2 와, 44 내지 49 중량%의 Al_2O_3 와, 0 내지 0.2 중량%의 Fe_2O_3 와, 0 내지 0.1 중량%의 TiO_2 와, 0.5 중량% 이하의 기타 산화물을 포함하며 상표명 "세르-올 HP"로 베수비우스로부터 구입 가능한 것이 포함되지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0095] 다른 실시예에서, 세라믹 섬유는 비결정질이고, 주로 SiO_2 , Al_2O_3 , 및 ZrO_2 를 포함한다. 소량의 다른 산화물이 존재할 수 있다. Al_2O_3 대 SiO_2 (Al_2O_3 : SiO_2)의 중량비는 20:80, 30:70, 35:65, 40:60, 45:55, 50:50, 55:45, 60:40, 또는 70:30과 동일하거나 더 크다. 이 섬유는 섬유 중량 기준으로 적어도 3 중량%의 ZrO_2 와, 적어도 30 중량%의 SiO_2 와, 적어도 20 중량%의 Al_2O_3 를 포함한다. 몇몇 실시예에서, 이 섬유는 섬유 중량 기준으로 5 중량% 이하, 7 중량% 이하, 10 중량% 이하, 12 중량% 이하, 15 중량% 이하, 16 중량% 이하, 20 중량% 이하 또는 25 중량% 이하의 양의 ZrO_2 를 포함한다. 세라믹 섬유는 섬유 중량 기준으로 30 내지 70 중량%, 40 내지 65 중량%, 45 내지 60 중량%, 45 내지 55 중량% 또는 50 내지 60 중량%의 양의 SiO_2 를 포함할 수 있다. 세라믹 섬유는 섬유 중량 기준으로 20 내지 60 중량%, 25 내지 50 중량%, 25 내지 45 중량%, 25 내지 40 중량%, 25 내지 35 중량%, 30 내지 50 중량% 또는 30 내지 40 중량%의 양의 Al_2O_3 를 포함할 수 있다. 몇몇 특정 실시예에서, 세라믹 섬유는 섬유 중량 기준으로 25 내지 50 중량%의 Al_2O_3 와, 40 내지 60 중량%의 SiO_2 와, 3 내지 20 중량%의 ZrO_2 를 포함한다. 다른 특정 실시예에서, 세라믹 섬유는 섬유 중량 기준으로 30 내지 40 중량%의 Al_2O_3 와, 45 내지 60 중량%의 SiO_2 와, 5 내지 20 중량%의 ZrO_2 를 포함한다.

[0096] SiO_2 , Al_2O_3 , 및 ZrO_2 를 포함하는 예시적인 비결정질 세라믹 섬유는, 섬유 중량 기준으로 50 중량%의 SiO_2 와, 35 중량%의 Al_2O_3 와, 15 중량%의 ZrO_2 를 포함하며 상표명 "카오울 ZR" 및 "세라켄"(CERACHEM)으로 써멀 세라믹스 (미국 조지아주 오거스타 소재)로부터; 섬유 중량 기준으로 52 내지 57 중량%의 SiO_2 와, 29 내지 47 중량%의 Al_2O_3 와, 18 중량% 이하의 ZrO_2 를 포함하며 상표명 "유니프락스 파이버프락스 파이버매트"(UNIFRAX FIBERFRAX FIBERMAT)로 유니프락스 (미국 뉴욕주 토나원더 소재)로부터; 섬유 중량 기준으로 50 내지 54 중량%의 SiO_2 와, 31 내지 35 중량%의 Al_2O_3 와, 5 중량%의 ZrO_2 와, 1.3 중량%의 Fe_2O_3 와, 1.7 중량%의 TiO_2 와, 0.5 중량%의 MgO 와, 7 중량% 이하의 CaO 를 포함하며 상표명 "유니프락스 파이버프락스 듀라백"(UNIFRAX FIBERFRAX DURABACK)으로 유니프락스로부터; 섬유 중량 기준으로 48 중량%의 SiO_2 와, 37 중량%의 Al_2O_3 와, 15 중량%의 ZrO_2 와, 1 중량% 이하의 기타 산화물을 포함하며 상표명 "라쓰 2600 HTZ"로 라쓰 (미국 델라웨어주 윌밍턴 소재)로부터; 섬유 중량 기준으로 44 내지 51 중량%의 SiO_2 와, 33 내지 37 중량%의 Al_2O_3 와, 13 내지 19 중량%의 ZrO_2 와, 0.1 내지 0.6 중량%의 Fe_2O_3 와, 0.1 내지 0.6 중량%의 TiO_2 와, 1 중량% 이하의 기타 산화물을 포함하며 상표명 "세르-올 HTZ"로 베수비우스 (미국 뉴욕주 버팔로 소재)로부터 구입 가능하다.

[0097] 비팽창성 층(들) 또는 스트립(들)의 몇몇 실시예에서, 세라믹 섬유는 열기계 분석기(Thermal Mechanical Analyzer, TMA) 시험을 이용하면 용적 수축율이 10% 이하, 8% 이하, 6% 이하, 4% 이하, 3% 이하, 2% 이하, 또는 1% 이하이다. 세라믹 섬유는 전형적으로 적어도 0.5% 수축된다. 몇몇 실시예에서, 세라믹 섬유는 용적 수축율이 0.5 내지 2%, 0.5 내지 3%, 0.5 내지 5%, 또는 0.5 내지 6%이다.

[0098] TMA 시험에서, 하중(예를 들어, 345 N/m² 또는 50 psi) 하의 샘플을 1000℃로 가열한 후 냉각한다. 샘플의 두께는 수축율을 계산하기 위해 750℃에서 가열 및 냉각 사이클 둘 모두의 사이클 동안에 측정될 수 있다. 수축율은 가열 단계와 냉각 단계 동안의 750℃에서의 두께의 차이에 100을 곱하고, 이를 가열 단계 동안의 750℃에서의 두께로 나눈 것이다. TMA 시험을 이용하여 세라믹 섬유 또는 세라믹 섬유로부터 제조된 비팽창성 층을 특성화할 수 있다. 비팽창성 층에 존재할 수도 있는 대부분의 또는 전부의 유기 물질은 열기계 분석기의 온도가 750℃에 도달할 때까지는 제거된다.

[0099] 공급된 대로의(즉, 섬유는 열처리 없이 공급된 대로 사용될 수 있음) 10% 이하의 용적 수축율을 갖는 세라믹 섬유의 예에는 결정질이고 Al_2O_3 및 SiO_2 둘 모두를 포함하는 섬유를 포함하지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

Al_2O_3 대 $SiO_2(Al_2O_3 : SiO_2)$ 의 중량비는 60:40, 65:35, 70:30, 72:28, 75:25, 80:20, 90:10, 95:5, 96:4, 97:3, 또는 98:2보다 크거나, 또는 동일할 수 있다. 몇몇 특정 실시예에서, 세라믹 섬유는 섬유 중량 기준으로 60 내지 98 중량%의 Al_2O_3 와 2 내지 40 중량%의 SiO_2 를 포함한다. 다른 특정 실시예에서, 세라믹 섬유는 섬유 중량 기준으로 70 내지 98 중량%의 Al_2O_3 와 2 내지 30 중량%의 SiO_2 를 포함한다. 미량의 다른 산화물이 존재할 수 있다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "미량"이라는 용어는 2 중량% 이하, 1 중량% 이하 또는 0.5 중량% 이하의 양을 말한다.

[0100] 결정질이며 10% 이하의 용적 수축율을 갖는 적합한 세라믹 섬유는, 섬유 중량 기준으로 28 중량%의 SiO_2 와 72 중량%의 Al_2O_3 를 포함하며 상표명 "마프텍"(MAFTEC) (예를 들어, MLS1, MLS2, 및 MLS3)으로 미쓰비시 케미칼(Mitsubishi Chemical) (일본 도쿄 소재)로부터 구입 가능한 것과, 섬유 중량 기준으로 3 내지 5 중량%의 SiO_2 와 95 내지 약 97 중량%의 Al_2O_3 를 포함하며 상표명 "사필"(SAFFIL) (예를 들어, SF, LA 벌크(Bulk), HA 벌크, HX 벌크)로 사필 리미티드(Saffil Limited) (영국 체셔 위드니스 소재)로부터 구입 가능한 것과, 섬유 중량 기준으로 27 중량%의 SiO_2 와 72 중량%의 Al_2O_3 를 포함하며 상표명 "유니프락스 파이버프락스 파이버맥스"(UNIFRAX FIBERFRAX FIBERMAX)로 유니프락스 (미국 뉴욕주 토나원다 소재)로부터 구입 가능한 것을 포함하지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0101] 공급된 대로의, 10% 이하의 용적 수축율을 가지며 결정질인 세라믹 섬유의 추가의 예로는 알루미늄붕규산염 섬유가 있다. 이들 섬유는 전형적으로 섬유 중량 기준으로 적어도 50 중량%의 양의 Al_2O_3 와, 50 중량% 이하의 양의 SiO_2 와, 25 중량% 이하의 양의 B_2O_3 를 포함한다. 몇몇 특정 알루미늄붕규산염 섬유는 섬유 중량 기준으로 50 내지 75 중량%의 Al_2O_3 , 25 내지 50 중량%의 SiO_2 와, 1 내지 25 중량%의 B_2O_3 를 포함한다. 그러한 알루미늄붕규산염 섬유는 쓰리엠 컴퍼니 (미국 미네소타주 세인트 폴 소재)로부터 상표명 "넥스텔(NEXTEL) 312" 및 "넥스텔 440"으로 구입 가능하다.

[0102] 제조업자에 의해 공급된 대로의, 10% 이하의 용적 수축율을 가지며 결정질인 이들 세라믹 섬유 중 적어도 일부는 졸-겔 공정을 이용하여 제조된다. 졸-겔 공정에서, 세라믹 섬유는 용액, 분산액, 또는 점성 농축액의 방사 또는 압출에 의해 형성된다. 미국 특허 제3,760,049호 (보레르(Borer) 등)에 추가로 기재되어 있는 졸-겔 공정은 오리피스를 통해 용액, 분산액, 또는 농축액을 압출하여 그린 파이버(green fiber)를 형성하고, 그 후 그린 파이버를 소성하여 세라믹 섬유를 형성하는 것을 포함할 수 있다. 용액, 분산액, 또는 농축액은 섬유 내에 있는 산화물의 전구체 또는 산화물을 포함한다.

[0103] 몇몇 실시예에서, 구입 가능한 비결정질 세라믹 섬유는 10% 이하의 용적 수축율을 가진 세라믹 섬유를 제공하도록 열처리될 수 있다. 10% 이하의 용적 수축율을 가진 섬유를 제공하기 위해 열처리될 수 있는 세라믹 섬유는 전형적으로 Al_2O_3 와 SiO_2 의 혼합물, 또는 Al_2O_3 및 SiO_2 와 다른 산화물, 예를 들어 B_2O_3 , P_2O_5 , 또는 ZrO_2 와의 혼합물로부터 멜트-블로운(melt-blown) 또는 용융 방사(melt-spun)된다. 열처리될 수 있는 예시적인 비결정질 세라믹 섬유에는 상표명 "카오울 HA 벌크", "세라파이버", "카오울 D73F", "카오울 ZR", 또는 "세라캠"으로 써멀 세라믹스 (미국 조지아주 오거스타 소재)로부터 구입 가능한 세라믹 섬유와, 상표명 "라쓰 2300 RT", "라쓰 알루미늄-실리시에이트 초프트 파이버" 또는 "라쓰 2600 HTZ"로 라쓰 (미국 텍사스주 윌밍턴 소재)로부터 구입 가능한 세라믹 섬유와, 상표명 "세르-울 RT", "세르-울 LT", 또는 "세르-울 HTZ", 또는 "세르-울 HP"로 베수비우스 (미국 뉴욕주 버팔로 소재)로부터 구입 가능한 세라믹 섬유와, 상표명 "유니프락스 파이버프락스 파이버매트" 또는 "유니프락스 파이버프락스 듀라백"으로 유니프락스 (미국 뉴욕주 토나원다 소재)로부터 구입 가능한 세라믹 섬유가 포함되지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0104] 세라믹 섬유는 열처리 과정 동안에 탈유리화되는 경향이 있다(즉, 적어도 부분적으로 비결정질 상태에서 미정질 상태 또는 결정질 상태로 변화함). 일반적으로, 개개의 세라믹 섬유 중 일부만이 탈유리화를 겪는다. 즉, 열처리 후에, 개개의 세라믹 섬유는 비결정질 재료와, 결정질 재료, 미정질 재료, 또는 결정질 재료와 미정질 재료의 조합을 포함한다.

[0105] 투과 전자 현미경 및 x-선 회절과 같은 기법을 사용하여 무기 섬유의 비결정질, 결정질, 또는 미정질 성질을 특성화할 수 있다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "비결정질(amorphous)"이라는 용어는 결정질 또는 미정질 영역이 없는 무기 섬유를 말한다. 만약, 무기 섬유가 비결정질이라면, 어떠한 회절 피크(즉, 회절 패턴)도 투과 전자 현미경 또는 x-선 회절을 사용하여 검출될 수 없다. 만약, 무기 섬유가 작은 결정 크기(즉, 미정질)

를 갖는 영역을 포함한다면, 회절 피크(즉, 회절 패턴)는 x-선 회절을 사용하지 않고 투과 전자 현미경 기법을 사용하여 검출될 수 있다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "미정질"이라는 용어는 x-선 회절이 아니라 투과 전자 현미경 기법을 이용하여 검출될 수 있는 결정 크기를 가지며, 결정 특성을 갖는 적어도 약간의 영역을 갖는 무기 섬유를 말한다. 만약, 무기 섬유가 보다 큰 결정 크기(즉, 결정질)를 갖는 영역을 포함한다면, x-선 회절을 사용하여 회절 패턴을 얻을 수 있다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "결정질"이라는 용어는 x-선 회절로 검출될 수 있는 결정 크기를 가지며, 결정 특성을 갖는 적어도 약간의 영역을 갖는 무기 섬유를 말한다. x-선 회절을 사용하여 검출될 수 있는 최소 결정 크기는 전형적으로 뚜렷한 피크가 없는 넓은 회절 패턴(broad diffraction pattern)이 된다. 더 좁은 피크는 더 큰 결정 크기를 나타낸다. 회절 피크의 폭은 결정 크기를 결정하는 데에 사용될 수 있다. 결정질인 무기 섬유는 일반적으로 단결정이라기보다는 오히려 다결정이다.

[0106] 몇몇 응용에서, 세라믹 섬유는 적어도 700℃의 온도에서 열처리된다. 예를 들어, 세라믹 섬유는 적어도 800℃의 온도, 적어도 900℃의 온도, 적어도 1000℃의 온도, 또는 적어도 1100℃의 온도에서 열처리될 수 있다. 적합한 열처리 온도는 세라믹 섬유의 조성과, 세라믹 섬유가 열처리 온도에서 유지되는 시간에 따라 달라질 수 있다. 적합한 열처리 방법과 열처리된 적합한 세라믹 섬유는 예를 들어, 국제특허 공개 WO 99/46028호 (페르난도(Fernando) 등)와 미국 특허 제5,250,269호 (랑거(Langer))에 추가로 기재되어 있고, 상기 특허의 개시 내용은 본 명세서에 참고로 포함되어 있다.

[0107] 열처리 공정 동안에 형성되는 결정 크기 또는 미세결정의 크기와 관련된 시간-온도 관계가 있다. 예를 들어, 세라믹 섬유는 더 긴 시간 동안 더 낮은 온도에서 열처리되거나, 더 짧은 시간 동안 더 높은 온도에서 열처리되어, 비견되는 상태의 결정도 또는 미세결정도를 생성할 수 있다. 열처리 온도에서의 시간은 1시간 이하, 40분 이하, 30분 이하, 20분 이하, 10분 이하, 5분 이하, 3분 이하, 또는 2분 이하일 수 있다. 예를 들어, 열처리 온도는 10분 이하와 같은 비교적 짧은 열처리 시간이 사용되도록 선택될 수 있다.

[0108] 열처리 온도는 탈유리화 온도(즉, 세라믹 섬유가 비결정질 물질로부터 미정질 또는 결정질 물질로 변화하는 온도)보다 적어도 20℃, 적어도 30℃, 적어도 40℃, 적어도 50℃, 적어도 60℃, 적어도 70℃, 적어도 80℃, 적어도 90℃, 또는 적어도 100℃ 더 높도록 선택될 수 있다. 세라믹 섬유의 적합한 열처리 시간 및 온도는 예를 들어 시차 열분석(Differential Thermal Analysis, DTA)과 같은 기법을 사용하여 측정될 수 있다. $Al_2O_3-SiO_2$ 섬유에 있어서의 온도는 전형적으로 700℃ 내지 1200℃ 범위, 800℃ 내지 1200℃ 범위, 900℃ 내지 1200℃ 범위, 또는 950℃ 내지 1200℃의 범위이다.

[0109] 완전히 비결정질인 세라믹 섬유는 미정질, 결정질 또는 그 조합인 영역을 포함하는 세라믹 섬유보다 일반적으로 더 수축된다. 적어도 부분적으로 결정질이거나 미정질인 세라믹 섬유는 오염 제어 장치에 사용하기에 적합한 온도로 반복적으로 가열되고 그 후 냉각될 수 있는 장착 매트로 가공될 수 있다. 미정질 또는 결정질 세라믹 섬유는 비팽창성 층의 성능에 부정적으로 영향을 줄 수 있는 추가의 수축에 대해 내성이 있는 경향이 있다.

[0110] 열처리되는 세라믹 섬유에 있어서, 세라믹 섬유의 취성은 낮은 용적 수축 특성과 균형을 이룰 수 있다. 결정질 또는 미정질 세라믹 섬유는 비결정질 세라믹 섬유보다 취성이 더 큰 경향이 있다. 결정질 또는 미정질 세라믹 섬유로 만들어지는 비팽창성 층은 비결정질 섬유로부터 제조되는 단열체보다 더 쉽게 파손될 수 있다. 반면, 결정질 또는 미정질 세라믹 섬유는 비결정질 세라믹 섬유보다 더 작은 용적 수축율을 갖는 경향이 있다.

[0111] 무기 섬유의 평균 직경은 전형적으로 적어도 3 마이크로미터, 적어도 4 마이크로미터, 적어도 5 마이크로미터, 적어도 6 마이크로미터, 또는 적어도 7 마이크로미터이다. 무기 섬유는 평균 직경이 일반적으로 20 마이크로미터 이하, 18 마이크로미터 이하, 16 마이크로미터 이하, 또는 14 마이크로미터 이하이다. 몇몇 실시예에서, 무기 섬유 중 적어도 60 중량%는 평균 직경의 3 마이크로미터 이내인 평균 직경을 갖는다. 예를 들어, 무기 섬유 중 적어도 70 중량%, 적어도 80 중량%, 또는 적어도 90 중량%는 평균 직경의 3 마이크로미터 이내인 평균 직경을 갖는다.

[0112] 비팽창성 층(들) 또는 스트립(들)은 비팽창성 층의 중량을 기준으로 20 중량% 이하의 양의 유기 결합제를 추가로 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 유기 결합제는 비팽창성 층 또는 스트립의 중량을 기준으로 10 중량% 이하, 5 중량% 이하, 또는 3 중량% 이하의 양으로 존재한다. 오염 제어 장치에서 전형적으로 직면하게 되는 것들과 같은 상승된 온도들에서 비팽창성 층 또는 스트립을 포함하는 다층 매트가 사용될 때, 유기 결합제는 전형적으로 열을 받아 제거된다(burned off).

[0113] 적합한 유기 결합제 물질은 수성 중합체 에멀전, 용제 기재(solvent-based) 중합체, 및 무용제 중합체를 포함할 수 있다. 수성 중합체 에멀전은 유기 결합제 중합체와, 라텍스 형태의 탄성중합체 (예를 들어, 천연 고무 라텍

스, 스티렌-부타디엔 라텍스, 부타디엔-아크릴로니트릴 라텍스, 그리고 아크릴레이트 및 메타크릴레이트 중합체 또는 공중합체의 라텍스)를 포함할 수 있다. 용제 기재의 중합체성 결합체 물질은 아크릴, 폴리우레탄, 비닐 아세테이트, 셀룰로오스, 또는 고무 기재의 유기 중합체와 같은 중합체를 포함할 수 있다. 무용제 중합체는 천연 고무, 스티렌-부타디엔 고무, 및 다른 탄성중합체를 포함할 수 있다.

[0114] 몇몇 실시예에서, 유기 결합체 물질은 수성 아크릴 에멀전을 포함한다. 아크릴 에멀전은 유리하게는 우수한 에이징 특성과 비부식성 연소 산물을 갖는 경향이 있다. 적합한 아크릴 에멀전은 롬 앤 하스(Rohm and Hass) (미국 펜실베이니아주 필라델피아 소재)로부터 상표명 "로플렉스(RHOPLEX) TR-934"(44.5 중량%의 고형물을 갖는 수성 아크릴 에멀전)와 상표명 "로플렉스 HA-8"(45.5 중량%의 고형물을 갖는 아크릴 공중합체의 수성 에멀전)로 판매되는 것과, 아이씨아이 레진 유에스(ICI Resins US) (미국 매사추세츠주 윌밍턴 소재)로부터 상표명 "네오크릴(NEOCRYL) XA-2022"(60.5%의 고형물을 갖는 아크릴 수지의 수성 분산액)로 판매되는 것과, 에어 프로덕츠 앤 케미칼, 인크.(Air Products and Chemical, Inc.) (미국 펜실베이니아주 필라델피아 소재)로부터 상표명 "에어플렉스(AIRFLEX) 600BP DEV"(55 중량%의 고형물을 갖는 에틸렌 비닐 아크릴레이트 삼원중합체의 수성 에멀전)로 판매되는 것과 같은 구입 가능한 제품을 포함할 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0115] 유기 결합체는 가소제, 점착성 부여제(tackifier), 또는 그 조합을 또한 포함할 수 있다. 가소제는 중합체 매트릭스를 연화시키는 경향이 있어서, 비팽창성 층의 가요성 및 성형성을 향상시킬 수 있다. 예를 들어, 유기 결합체는 몬산토(Monsanto) (미국 미주리주 세인트 루이스 소재)로부터 상표명 "샌티사이저(SANTICIZER) 148"로 구입 가능한 아이소데실 다이페닐 다이포스페이트와 같은 가소제를 포함할 수 있다. 점착성 부여제 또는 점착성 부여 수지는 단일 재료를 함께 유지시키는 데에 도움을 줄 수 있다. 적합한 점착성 부여제의 예는 상표명 "스노우택(SNOWTACK) 810A"로 에카 노벨, 인크.(Eka Nobel, Inc.) (캐나다 토론토 소재)로부터 구입 가능하다.

[0116] 비팽창성 층(들) 또는 스트립(들)은, 이에 한정되는 것은 아니지만, 가소제, 습윤제, 분산제, 소포제, 라텍스 응결제, 및 살진균제와 같은 다른 물질을 또한 포함할 수 있다. 유리 입자, 탄산칼슘, 팽창된 질석, 충전리 질석, 운모, 진주암, 알루미늄 삼수화물, 인산마그네슘 육수화물, 붕산아연, 및 수산화마그네슘과 같은 충전제가 첨가될 수 있다. 더욱이, 점토, 벤토나이트, 및 콜로이드성 실리카와 같은 무기 결합체가 첨가될 수 있다.

[0117] 비팽창성 층(들) 또는 스트립(들)은 또한, 예를 들어, 아크릴, 셀룰로오스, 폴리올레핀, 폴리비닐 알코올, 폴리 에스테르, 또는 그 조합과 같은 유기 섬유를 포함할 수 있다. 이 섬유는 스테이플 섬유(staple fiber) 또는 세 섬유(fibrillated fiber)일 수 있다. 유용하고 안정한 섬유는 전형적으로 약 0.5 내지 5 데니어의 크기를 갖는다. 필라멘트 당 1.5 데니어의 크기를 갖는 적합한 레이온 섬유는 미니파이버 인크(Minifiber, Inc.) (미국 텍사스주 존슨 시티 소재)로부터 구입 가능하다. 적합한 폴리비닐 알코올 섬유는 상표명 "쿠라론(KURALON)으로 쿠라레이 아메리카스, 인크.(Kuraray Americas, Inc.) (미국 뉴욕주 뉴욕 소재)로부터 구입 가능하다. 아크릴 섬유 펄프는 사이텍 인더스트리즈, 인크.(Cytek Industries, Inc.) (미국 뉴저지주 웨스트 패터슨 소재)로부터 상표명 "CFF"로 구입 가능하다.

[0118] 적합한 비팽창성 층 또는 스트립은, 적어도 몇몇 실시예에서, 10 내지 99.5 중량%의 양의 무기 섬유와, 0.5 내지 20 중량%의 양의 유기 결합체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 비팽창성 층 또는 스트립은 20 내지 99.5 중량%의 양의 무기 섬유와, 0.5 내지 20 중량%의 양의 유기 결합체와, 60 중량% 이하의 무기 결합체 또는 충전제를 포함할 수 있다.

[0119] 본 발명에 따라 사용될 수 있는 하나의 비팽창성 층은 상표명 "인터람 900HT"로 쓰리엠 컴퍼니 (미국 미네소타주 세인트 폴 소재)로부터 구입 가능한 열처리된 알루미늄실리케이트 세라믹 섬유를 포함한다. 이 매트릭스는 용적 밀도가 약 0.25 g/cm³이며, 단위 면적 당 중량이 약 1020 내지 약 2455 g/m²이다. 보다 탄력성이 큰 다른 비팽창성 층(들) 또는 스트립(들)은 상표명 "인터람 1100HT" 및 "인터람 1101HT"로 쓰리엠 컴퍼니로부터 구입 가능한 것들을 포함한다. 이들 매트는 용적 밀도가 약 0.15 g/cm³이며 단위 면적 당 중량이 약 440 내지 약 2100 g/m²이다. 이들 매트는 결정질 알루미늄 섬유(즉, 다결정질 알루미늄 섬유)를 포함한다. 마그네슘 알루미늄실리케이트 유리 섬유를 포함하는 다른 적합한 비팽창성 층은 상표명 "INPE 571.02"로 쓰리엠 컴퍼니로부터 구입 가능하다. 이 매트는 용적 밀도가 0.12 g/cm³이며, 단위 면적 당 중량이 약 600 내지 약 1400 g/m²이다. 니들 접합식 매트(needle-bonded mat)가 약 0.16 g/cm³의 용적 밀도를 가지며 상표명 "마프텍(MAFTEC) MLS-3"으로 일본 도코 소재의 미쯔비시 케미칼 컴퍼니(Mitsubishi Chemical Company)로부터 구입 가능하다. 이 매트는 섬유 중량 기준으로 약 72 중량%의 Al₂O₃와 약 28 중량%의 SiO₂를 포함한다.

[0120] 팽창성 층은 적어도 일 유형의 팽창성 재료를 포함한다. 팽창성 층은 무기 섬유, 유기 결합체, 가소제,

습윤제, 분산제, 소포제, 라텍스 응결제, 살진균제, 충전제, 무기 결합제, 및 유기 섬유를 추가로 포함할 수 있다. 이러한 추가 성분은 비팽창성 층에 대해서 전술한 것과 동일하다.

[0121] 팽창성 층에 적합한 팽창성 재료의 예에는 비팽창 질석, 하이드로바이오타이트(hydrobiotite), 미국 특허 제 3,001,571호 (헤치(Hatch))에 기재되어 있는 수팽윤성 합성 불소 4규소계 운모(tetrasilicic fluorine type mica), 미국 특허 제4,521,333호 (그라함(Graham) 등)에 기재되어 있는 알칼리 금속 규산염 과립, 팽창성 흑연, 또는 그 조합이 포함된다. 알칼리 금속 규산염 과립은 상표명 "엑스판트룰 4BW"로 쓰리엠 컴퍼니 (미국 미네소타주 세인트 폴 소재)로부터 구입할 수 있다. 팽창성 흑연은 유카 카본 코., 인크.(UCAR Carbon Co., Inc.) (미국 오하이오주 클리블랜드 소재)로부터 상표명 "그라포일 그레이드 338-50"으로 구입할 수 있다. 비팽창 질석은 코메탈즈 인크.(Cometals Inc.) (미국 뉴욕주 뉴욕 소재)로부터 구입 가능하다. 일부 응용에서, 팽창성 재료는 비팽창 질석, 팽창성 흑연 또는 그 조합으로부터 선택된다.

[0122] 질석은 예를 들어 인산이수소암모늄, 질산암모늄, 염화암모늄, 염화칼륨, 또는 당업계에 공지되어 있는 다른 용해성 염과 같은 염으로 처리될 수 있다. 이러한 처리는 이온 교환 반응에 근거한다.

[0123] 팽창성 층은 흔히 팽창성 층의 중량을 기준으로 적어도 5 중량%, 적어도 10 중량%, 적어도 20 중량%, 적어도 40 중량%, 또는 적어도 60 중량%의 팽창성 재료를 포함한다. 일부 팽창성 층에서, 이 층에는 무기 섬유가 없을 수 있다. 다른 팽창성 층에서, 이 층에는 무기 섬유 및 유기 결합제가 없을 수 있다. 또 다른 팽창성 층에서, 이 층은 팽창성 층의 중량을 기준으로 5 내지 약 85 중량%의 팽창성 재료와 20 중량% 미만의 유기 결합제를 포함한다. 무기 섬유는 일부 팽창성 층에 포함되어 있다.

[0124] 일부의 보다 특별한 예에서, 팽창성 층은 팽창성 층의 중량을 기준으로 5 내지 85 중량%의 팽창성 재료와, 0.5 내지 15 중량%의 유기 결합제와, 10 내지 60 중량%의 무기 섬유를 포함하고 있다. 다른 예에서, 팽창성 층은 팽창성 층의 중량을 기준으로 5 내지 70 중량%의 팽창성 재료와, 0.5 내지 10 중량%의 유기 결합제와, 30 내지 45 중량%의 무기 섬유를 포함하고 있다. 또 다른 예에서, 팽창성 층은 20 내지 65 중량%의 팽창성 재료와, 0.5 내지 20 중량%의 유기 결합제와, 10 내지 65 중량%의 무기 섬유와, 40 중량% 이하의 무기 충전제 또는 무기 결합제를 포함하고 있다.

[0125] 적절한 팽창성 층은 상표명 "인터람 100", "인터람 200", "인터람 550" 및 "인터람 2000 LT"로 쓰리엠 (미국 미네소타주 세인트 폴 소재)으로부터 구입할 수 있다. 이들 매트는 용적 밀도가 약 0.4 내지 약 0.7 g/cm³이고 단위 면적당 중량이 약 1050 g/m² 내지 약 8140 g/m²이다. 다른 적절한 팽창성 층은 상표명 "인터람 570NC"로 쓰리엠으로부터 구입 가능하다. 이러한 층은 대체로 단위 면적당 중량이 약 1050 g/m² 내지 약 4070 g/m²이고, 유럽의 미분류 섬유 규제(European non-classified fiber regulations)를 충족시키는 무기 섬유를 포함한다.

[0126] 일부 팽창성 층에는, 생체용해성(biosoluble) 무기 섬유가 포함되어 있다. 생체용해성 섬유를 함유하고 있는 팽창성 층이 전체적으로 본 명세서에 참고로 포함되어 있는 국제 특허 출원 WO 03/031368호(호워스(Howorth))에 추가로 기재되어 있다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "생체용해성 무기 섬유"라는 용어는 생리학적 매질 또는 생리학적 모조 매질(simulated physiological medium)에서 분해될 수 있는 무기 섬유를 의미한다. 생리학적 매질은 예를 들어 동물 또는 사람의 폐와 같은 호흡계에서 전형적으로 발견되는 체액을 지칭하지만 이로 한정되는 것은 아니다.

[0127] 생체용해성 무기 섬유는 전형적으로 예컨대 Na₂O, K₂O, CaO, MgO, P₂O₅, Li₂O 및 BaO, 또는 실리카를 갖는 그 조합과 같은 무기 산화물을 포함하고 있다. 다른 금속 산화물 또는 다른 세라믹 성분은, 비록 이들 성분이 혼자서는 원하는 용해성이 결여되어 있다 할지라도 생체용해성 무기 섬유에 포함될 수 있지만, 상기 섬유가 전체적으로 생리학적 매질에서 여전히 분해가능하도록 충분히 적은 양으로 존재한다. 이러한 금속 산화물로는, 예를 들어 Al₂O₃, TiO₂, ZrO₂, B₂O₃ 및 철 산화물이 있다. 생체용해성 무기 섬유는 또한 섬유가 생리학적 매질 또는 생리학적 모조 매질에서 분해가능한 양으로 금속 성분을 포함할 수 있다.

[0128] 일 실시예에서, 생체용해성 무기 섬유는 실리카, 산화마그네슘, 및 산화칼슘을 포함하고 있다. 이러한 유형의 섬유는 전형적으로 칼슘 마그네슘 실리케이트 섬유(calcium magnesium silicate fiber)로 부른다. 칼슘 마그네슘 실리케이트 섬유는 대체로 약 10 중량% 미만의 산화알루미늄을 포함한다. 적절한 생체용해성 섬유는 45 내지 90 중량%의 SiO₂와, 45 중량% 이하의 CaO와, 35 중량% 이하의 MgO와, 10 중량% 미만의 Al₂O₃를 함유할 수 있다. 예를 들어, 섬유는 약 55 내지 약 75 중량%의 SiO₂와, 약 25 내지 약 45 중량%의 CaO와, 약 1 내지 약 10 중량%의 MgO와, 약 5 중량% 미만의 Al₂O₃를 함유할 수 있다.

- [0129] 예시적인 생체용해성 무기 산화물 섬유가 (올즈(Olds) 등의) 미국 특허 제5,332,699호와, (텐에익(TenEyck) 등의) 제5,585,312호와, (올즈 등의) 제5,714,421호와, (조이타스(Zoitas) 등의) 제5,874,375호에 기재되어 있다. 졸-겔 성형법, 결정 성장 처리법, 방사 또는 블로잉 기법과 같은 용융 성형 기법을 포함하지만 이로 한정되지는 않는 다양한 방법이 생체용해성 무기 섬유를 성형하기 위해 사용될 수 있다.
- [0130] 생체용해성 섬유는 상표명 "인설프락스"(INSULFRAX)로 유니프락스 코퍼레이션(Unifrax Corporation) (미국 뉴욕주 나이아가라 폴즈 소재)으로부터 구입 가능하다. 다른 생체용해성 섬유는 상표명 "수퍼울"(SUPERWOOL)로 써멀 세라믹스 (미국 조지아주 오거스타 소재)에 의해 판매되고 있다. 예를 들어, 수퍼울 607은 60 내지 70 중량%의 SiO_2 와, 25 내지 35 중량%의 CaO 와, 4 내지 7 중량%의 MgO 와, 미량의 Al_2O_3 를 포함한다. 수퍼울 607 MAX는 약간 더 높은 온도에서 사용될 수 있고, 60 내지 70 중량%의 SiO_2 와, 16 내지 22 중량%의 CaO 와, 12 내지 19 중량%의 MgO 와, 미량의 Al_2O_3 를 포함한다.
- [0131] 예시적인 팽창성 층은 10 내지 80 중량%의 팽창성 재료와, 5 내지 80 중량%의 생체용해성 무기 섬유와, 5 내지 80 중량%의 운모질 결합체와, 0.5 내지 20 중량%의 유기 결합체를 포함할 수 있다.
- [0132] 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "운모질 결합체"(micaceous binder)라는 용어는 습윤되고 이어서 건조되어 자기 지지(self-supporting)되는 응집성 덩어리(cohesive body)를 형성할 수 있는 하나 이상의 운모질 광물을 의미한다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "자기 지지"라는 용어는 어떠한 다른 재료도 함유하고 있지 않은 5 cm x 5 cm x 3 mm의 시트로 성형되어 건조된 시트가 25℃ 및 50% 이하의 상대 습도에서 적어도 5 분 동안 부서지거나 또는 산산 조각나지 않고 임의의 에지에서 수평으로 유지될 수 있는 운모질 결합체를 가리킨다.
- [0133] 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "운모질 광물"이라는 용어는 평면 시트 또는 판으로 쪼개지거나 아니면 분리될 수 있는 일군의 광물을 의미한다. 운모질 광물로는 팽창 질석, 비팽창 질석 및 운모가 있지만, 이로 한정되는 것은 아니다. 운모질 광물은 전형적으로 약 3 초과의 평균 종횡비(즉, 입자 길이를 그 두께로 나눈 값)를 갖고 있다. 운모질 광물은 일반적으로 약 150 마이크로미터 미만의 입자 크기를 갖고 있다(예를 들어, 운모질 결합체는 100 메시 스크린을 통과할 수 있는 운모질 광물을 포함한다). 일부 실시예에 있어서, 운모질 결합체는 크기가 약 150 마이크로미터 미만이고 평균 종횡비가 약 8을 초과 또는 약 10을 초과하는 운모질 광물을 포함한다.
- [0134] 적절한 운모질 결합체는 파쇄된 운모질 광물을 포함할 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "파쇄된"(crushed)은 평균 입자 크기가 감소되게 하는 임의의 적절한 방법으로 처리된 운모질 광물을 가리킨다. 파쇄 방법으로는 회석 또는 농축 슬러리의 기계적 전단 변형(shearing), 밀링(milling), 공기 충격, 및 롤링 기법이 있는데, 이로 한정되지는 않는다. 다른 방법이 단독으로 또는 입자 크기를 감소시키기 위해 파쇄 방법과 조합하여 사용될 수 있다. 예를 들어, 열적 또는 화학적 방법을 사용하여 운모질 광물을 팽창시키거나 아니면 운모질 광물을 팽창 및 박리시킬 수 있다. 팽창 질석을 수중에서 전단 변형시키거나 아니면 달리 처리하여 층분리된 질석 입자 또는 판의 수성 분산물을 생성시킬 수 있다. 전단 변형은, 예를 들어 블렌더(blender)와 같은 고전단 믹서(high shear mixer)를 사용하여 적절하게 수행될 수 있다.
- [0135] 일부 실시예에서, 운모질 결합체는 처리된 질석(즉, 팽창된, 층분리된 그리고 파쇄된 질석)을 포함하고 있다. 처리된 질석은 전형적으로 비팽창성이다. 다른 실시예에서, 운모질 결합체는 확장 및 층분리되지 않거나 아니면 단지 부분적으로만 확장 및 층분리된 질석을 포함하고 있다. 이러한 재료는 팽창성을 갖는 경향이 있다.
- [0136] 적절한 운모질 결합체는 더블유. 알. 그레이스 앤 컴퍼니(W. R. Grace & Company)로부터 구입 가능하고, (상표명 "VFPS"로) 층분리된 질석 분말과, (상표명 "마이크로라이트"(MICROLITE)로) 화학적으로 박리된 질석의 수성 분산물을 포함하고 있다. 또한, 팽창 질석 박편(flake)은 (상표명 "조넬라이트 #5"로) 더블유. 알. 그레이스 앤 컴퍼니로부터 입수 가능하고 운모질 결합체를 형성하기 위해 입자 크기로 감소될 수 있다.
- [0137] 운모질 결합체는 입자 크기가 약 150 마이크로미터 미만인 질석을 포함할 수 있고, 팽창성 재료는 입자 크기가 약 150 마이크로미터 초과인 질석(어느 것도 100 메시 스크린을 통과할 수 없음)을 포함할 수 있다. 팽창성 질석은 약 300 마이크로미터 초과의 평균 입자 크기를 가질 수 있다.
- [0138] 다층 매트와 일 실시예에 있어서, 비팽창성 층(들) 또는 스트립(들)은 유리 섬유를 함유하고 있고, 팽창성 층(들)은 질석을 포함한다. 다층 매트의 다른 실시예에 있어서, 비팽창성 층(들) 또는 스트립(들)은 TMA 시험에 근거하여 수축률이 10% 이하인 내화성 세라믹 섬유를 함유하고 있고, 팽창성 층(들)은 질석을 포함한다.
- [0139] 다층 매트의 각 비팽창성 층 또는 스트립은 대체로 용적 밀도가 약 0.05 g/cm³ 내지 약 0.4 g/cm³인 반면, 팽창성

층은 용적 밀도가 약 0.4 g/cm^3 내지 약 0.75 g/cm^3 이다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "용적 밀도"라는 용어는 압축 하에 있지 않은 층, 스트립 또는 다층 매트 밀도를 의미한다. 다층 매트의 용적 밀도는 다양한 층의 두께 및 조성에 좌우되지만, 전형적으로 약 0.2 g/cm^3 내지 약 0.5 g/cm^3 이다. 일부 응용에 있어서, 다층 매트는 압축 밀도가 약 0.4 g/cm^3 내지 약 0.9 g/cm^3 이다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "압축 밀도"라는 용어는 오염 제어 장치 내의 오염 제어 요소 주위로 조립된 후의 다층 매트의 밀도를 의미한다. 제지 공정을 이용하여 비팽창성 층(들), 스트립(들), 팽창성 층(들), 또는 그 조합을 형성한다. 예를 들어, 비팽창성 층(들) 또는 스트립(들)은 무기 섬유를 함유하는 수성 슬러리를 형성함으로써 제조될 수 있다. 수성 슬러리는 흔히 슬러리의 중량을 기준으로 30 중량% 이하의 고형물을 포함한다(예를 들어, 슬러리는 슬러리 중량을 기준으로 20 중량% 이하 또는 10 중량% 이하의 고형물을 포함한다). 슬러리는 흔히 슬러리 중량을 기준으로 적어도 1 중량%의 고형물을 포함한다(예를 들어, 슬러리는 적어도 2 중량% 또는 적어도 3 중량%의 고형물을 함유할 수 있다). 일부 실시예에서, 슬러리는 1 내지 10 중량%, 2 내지 8 중량%, 또는 3 내지 6 중량%의 고형물을 함유하고 있을 수 있다. 예비 성형체(preform)를 제조하기 위해 더 적은 양의 물이 제거되어야 하므로 고형물이 더 많을수록 유리할 수 있다. 그러나, 더 높은 퍼센트의 고형물을 갖는 슬러리는 혼합하기가 더 어려운 경향이 있다.

[0140] 팽창성 층은 팽창성 재료를 함유하고 있는 수성 슬러리를 형성함으로써 제조될 수 있다. 고형물 퍼센트는 비팽창성 층을 제조하기 위해 사용되는 것에 상당할 수 있다. 팽창성 층을 위한 수성 슬러리는 흔히 무기 섬유를 함유하고 있지만, 팽창성 층에는 무기 섬유가 없을 수 있다.

[0141] 각 수성 슬러리에 사용되는 물은 우물물, 표면수, 또는 염과 유기 화합물과 같은 불순물을 제거하도록 처리된 물일 수 있다. 우물물 또는 표면수를 수성 슬러리에 사용할 때, 물에 존재하는 염(예를 들어, 칼슘염 및 마그네슘염)이 무기 결합제로 작용할 수 있다. 일부 실시예에서, 물은 탈이온수, 증류수 또는 그 조합이다.

[0142] 각 수성 슬러리 조성물에는 다른 첨가물도 또한 포함될 수 있다. 그러한 첨가제는 무기 결합제, 무기 충전제, 소포제, 응집제(flocculant), 계면활성제 등을 포함할 수 있다. 예를 들어, 유기 섬유와 같은 강도 향상제(strength enhancing agent)를 또한 포함할 수 있다.

[0143] 다른 방법을 사용하여 비팽창성 층(들) 또는 스트립(들)을 제조할 수 있다. 일부 응용에서는, 비팽창성 층 또는 스트립은 개개의 무기 섬유를 원하는 길이로 잘라서 부직포 매트로서 제조될 수 있다. 이러한 방법은 본 명세서에 참고로 포함된 (메리(Merry) 등의) 국제 특허 출원 WO 2004/011785호에 기재되어 있다. 개별화된 섬유는 핀 앤 프램, 인크.(Finn and Fram, Inc.) (미국 캘리포니아주 파코마 소재)로부터 상표명 "모델 90 글래스 로빙 커터"(MODEL 90 GLASS ROVING CUTTER)로 구입 가능한 유리 로빙 커터(glass roving cutter)를 사용하여 섬유의 토우(tow) 또는 양(yarn)을 자름으로써 제조될 수 있다. 대안적으로, 잘라낸 개별화된 섬유는 해머 밀과 이어서 송풍기를 이용하여 형성될 수 있다. 섬유는 대체로 약 0.5 내지 약 15 cm 범위의 길이로 절단된다. 상표명 "랜도 웨버"(RANDO WEBBER)로 랜도 머신 코퍼레이션(Rando Machine Corp.) (미국 뉴욕주 메이스돈 소재)으로부터 구입 가능한 것 또는 상표명 "댄 웹"(DAN WEB)로 스캔웹 컴퍼니(ScanWeb Co.) (덴마크)로부터 구입 가능한 것과 같은 종래의 웹 성형기를 사용하여 매트를 형성할 수 있다. 절단된 개별화된 섬유는 와이어 스크린 또는 메시 벨트(예를 들어, 금속 또는 나일론 벨트) 상으로 뽑아져 나올(draw) 수 있다. 섬유의 길이에 따라, 생성된 매트는 스크림(Scrim)과 같은 지지체 없이 니들 펀치 또는 스티치 본딩 기계(needle punch or stitch bonding machine)로 전달되기에 충분한 취급 용이성(handleability)을 가질 수 있다. 취급 용이성을 보장하기 위해, 일부 매트를 스크림 상에 형성 또는 배치할 수 있다.

[0144] 니들 펀칭 부직포 매트는 바브형 니들(barbed needle)을 이용한 매트의 다수의 전체적인 또는 부분적인 관통에 의해 제공되는 무기 섬유의 물리적 엉킴(physical entanglement)이 있는 매트를 의미한다. 니들 펀칭은 일반적으로 부직포 매트를 압축하고 이어서 그 매트를 관통하여 바브형 니들을 펀칭하고 뽑아내는 것을 포함한다. 비록 매트의 면적당 니들 펀치의 최적 개수는 특정 용도에 따라 달라지지만, 부직포 매트는 흔히 약 5 내지 약 60의 펀치/cm²를 제공하도록 펀칭된다. 일부 응용에서, 매트는 1 cm²당 10 내지 약 20 펀치를 갖는다. 부직포 매트는 포스터 니들 컴퍼니(Foster Needle Company) (미국 위스콘신주 매니토와 소재)로부터 구입할 수 있는 바브형 니들을 가진 (독일의) 딜로(Dilo)로부터 구입할 수 있는 것과 같은 종래의 니들 펀칭 기계를 사용하여 니들 펀칭될 수 있다.

[0145] 대안적으로, 부직포 매트는 (레프코위츠(Lefkowitz) 등의) 미국 특허 제4,181,514호에 개시되어 있는 것과 같은 기법을 사용하여 스티치 본딩될 수 있고, 상기 특허의 개시 내용은 본 명세서에 참고로 포함되어 있다. 매트는 유기 실(thread) 또는 무기 실(예를 들어, 세라믹 또는 스테인레스강)을 사용하여 스티치 본딩될 수 있다. 비교적 얇은 무기 또는 유기 시트 재료 층은 실이 매트를 관통 절단하는 것을 방지 또는 최소화하기 위해 스티칭

동안에 매트와 일 측 또는 양 측에 배치될 수 있다. 스티치 간격은 변화될 수 있지만, 섬유가 매트와 전체 면적에 걸쳐 균일하게 압축되도록 대체로 약 3 내지 약 30 mm이다. 구입 가능한 니들 펀칭 비팽창성 층이 상표명 "마프텍"으로 미쯔비시 케미칼 (일본 도쿄 소재)로부터 얻을 수 있다.

[0146] 팽창성 층은 비팽창성 층의 주 표면에 도포되는 페이스트(paste)의 형태일 수 있다. 팽창성 층을 위한 적절한 페이스트 조성물이 예를 들어 본 명세서에 참고로 포함되어 있는 (호위쓰의) 미국 특허 제5,853,675호와 (맥네일(MacNeil)의) 미국 특허 제5,207,989호에 추가로 기재되어 있다. 이러한 조성물 중 일부는 팽창성 재료 뿐 아니라 무기 섬유를 포함하고 있다. 페이스트는 예를 들어 이형 라이너 또는 페이퍼와 같은 기재(substrate)에 처음에 도포될 수 있다. 기재는 페이스트를 비팽창성 층의 주 표면과 접촉시킨 후 제거될 수 있다.

[0147] 다른 다층 매트에 있어서, 팽창성 층은 비팽창성 층의 주 표면 상에 적절한 팽창성 조성물을 분무함으로써 형성될 수 있다. 이 조성물은 예를 들어 무기 섬유 또는 유기 결합제와 같은 다른 재료를 포함할 수 있다. 대안적으로, 결합제가 없는 팽창성 재료가 비팽창성 층의 주 표면의 일부에 도포될 수 있다.

[0148] 다양한 층이 개별적으로 준비되고 이어서 함께 접합될 수 있다. 다층 매트의 다양한 층은 니들 펀칭 또는 스티치 분당 기법을 사용하여 서로 접합될 수 있다. 다층 매트 중 일부는 비팽창성 층과 팽창성 층을 함께 접착시키기 위한 접착제를 갖는다. 각 층은 별도로 준비되고 이어서 함께 접합될 수 있다. 접착제는 감압 접착제 또는 핫멜트 접착제일 수 있다. 일부 다층 매트에서, 접착제는 예컨대 상표명 "PE 105-50" 또는 "PE 65-50"으로 보스틱-핀들리(Bostik-Findley) (영국 스탠포드 소재)로부터 구입할 수 있는 접착제와 같은 핫멜트 접착제이다.

[0149] 다층 매트는 제지 공정을 이용하여 제조될 수 있다. 이러한 일 공정이 본 명세서에 참고로 포함되어 있는 (랑거 등의) 미국 특허 공개 제2001/0046456호에 기재되어 있다. 무기 섬유를 포함하는 제1 슬러리를 제조하고 이어서 투과성 기재에 침착시킬 수 있다. 침착된 제1 슬러리는 부분적으로 탈수되어 제1 층을 형성할 수 있다. 제1 층의 일부에 팽창성 조성물이 도포되어 제2 층을 형성할 수 있다. 팽창성 조성물은 예를 들어 조성물이 액체를 포함하고 있는 경우에는 분무에 의해 또는 조성물에 액체가 없는 경우에는 살포(sprinkling)에 의해 도포될 수 있다. 무기 섬유를 함유하고 있는 제2 슬러리는 제조되고 이어서 제2 층 및 임의의 노출된 제1 층 위에 침착될 수 있다. 침착된 제3 슬러리는 적어도 부분적으로 탈수되어 제3 층을 형성할 수 있다. 최종 층을 침착한 후, 매트를 건조시켜 남아 있는 임의의 물의 적어도 일부를 제거할 수 있다. 예를 들어, 매트를 가열 롤러를 통과시킴으로써 매트를 압축 및 건조할 수 있다.

[0150] 이러한 공정에 의해 층들이 일부 섞이게 된다. 층의 섞임(intermingling)은 사실상 눈으로는 볼 수 없거나, 또는 가시적 경계 또는 구배 층이 2개의 인접층 사이에 형성되는 정도일 수 있다. 이러한 공정을 이용하여, 접착제, 스티치, 니들 또는 스테이플을 사용하지 않고도 층을 함께 접합할 수 있다.

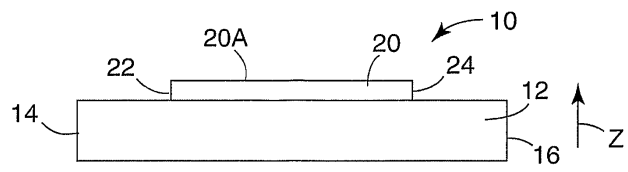
[0151] 상기의 내용은 권한이 부여된 설명을 할 수 있는 발명자에 의해 예측되는 실시예의 관점에서 본 발명을 설명하였지만, 그럼에도 불구하고 현재 예측되지 않는 본 발명의 비현실적인 변형도 그 등가물을 나타낼 수 있다.

부호의 설명

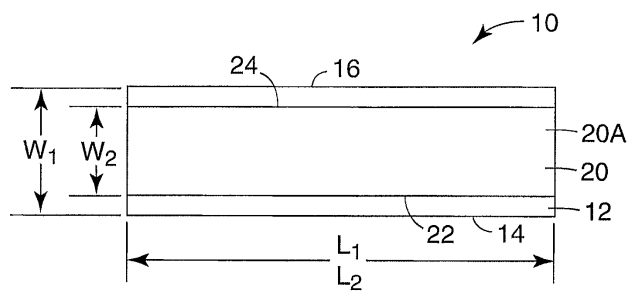
- [0152]
- 10: 다층 매트
 - 12: 비팽창성 층
 - 14, 16: 대향 측부 예지
 - 20: 팽창성 층
 - 22, 24: 대향 측부 예지
 - 20A: 주 표면

도면

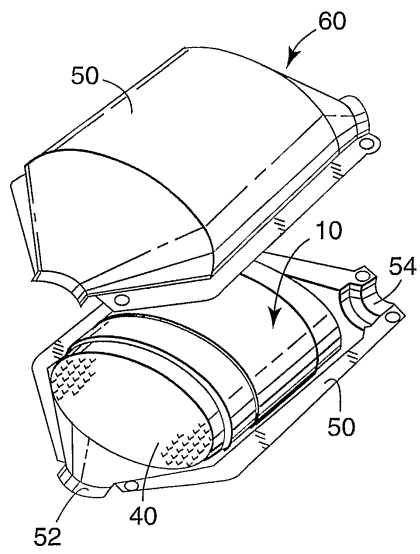
도면1



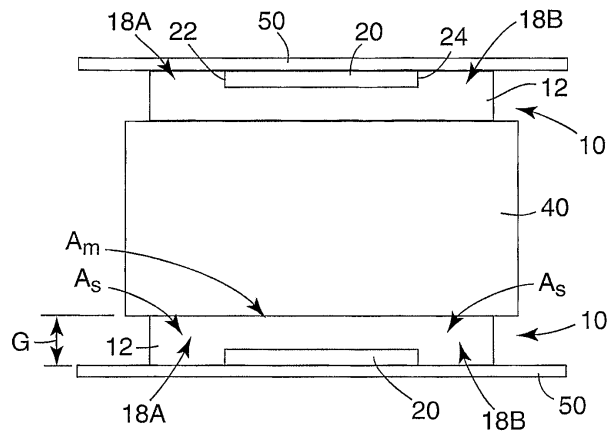
도면2



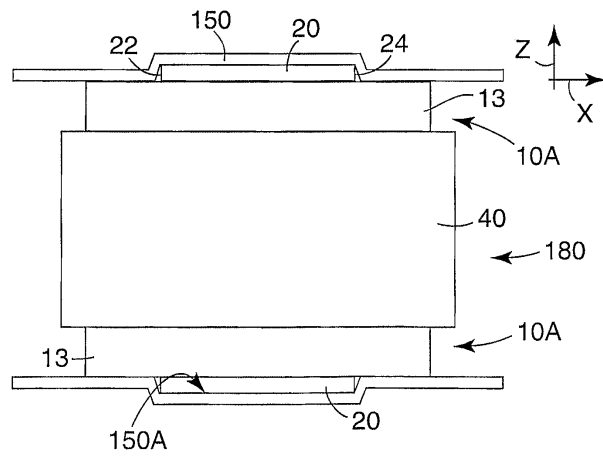
도면3



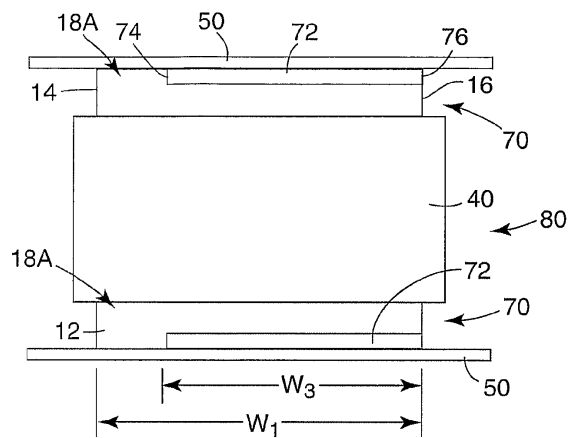
도면4



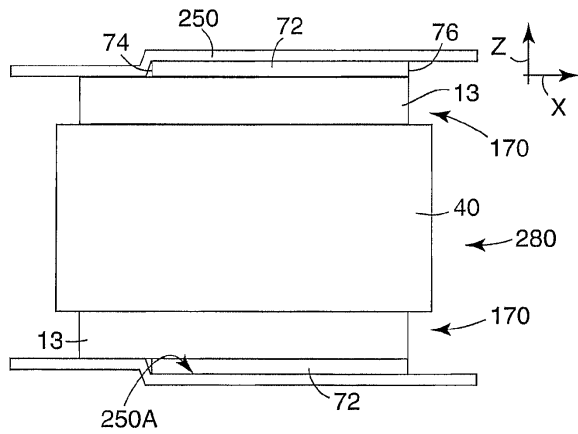
도면4a



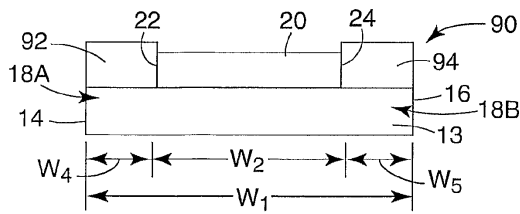
도면5



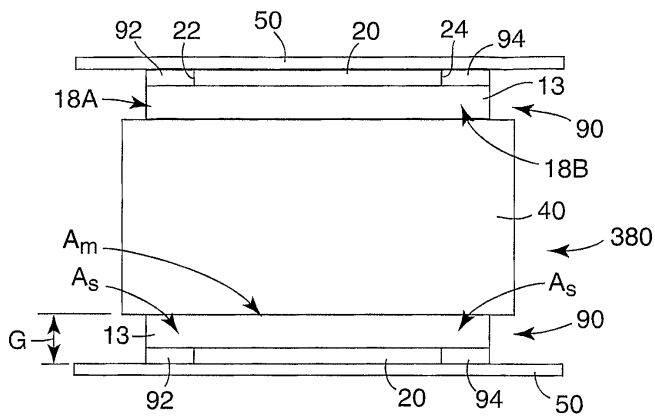
도면5a



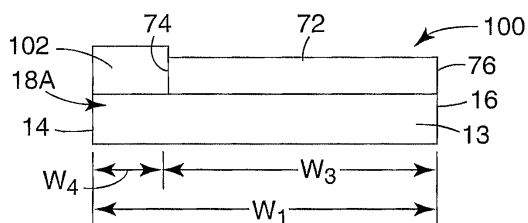
도면6



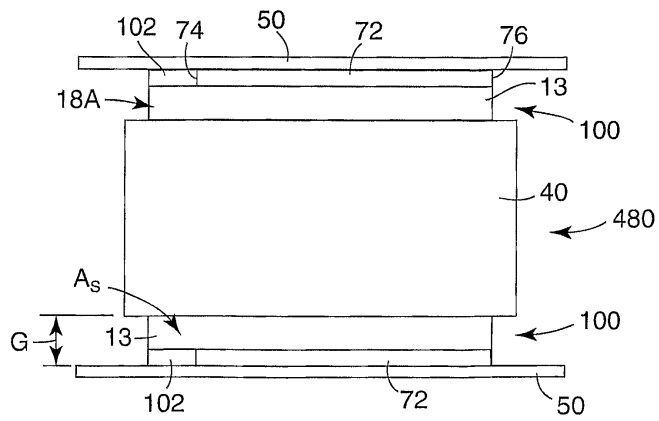
도면7



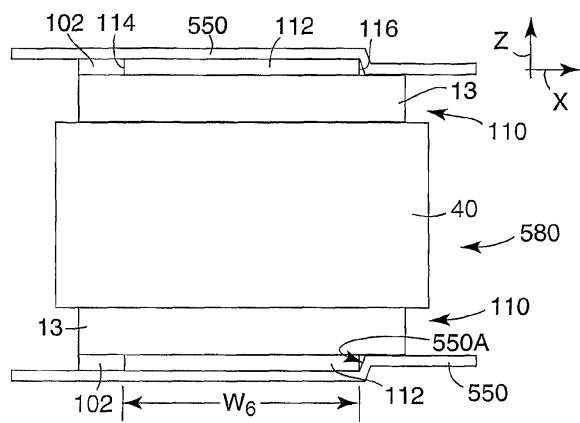
도면8



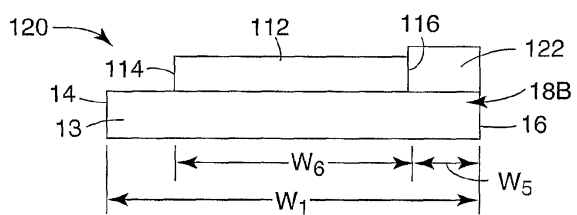
도면9



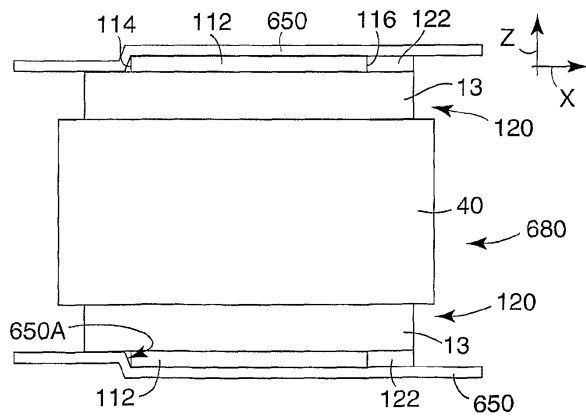
도면10



도면11



도면12



도면13

