(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.
B01D 39/20 (2006.01)
B01D 46/00 (2006.01)
F01N 3/02 (2006.01)

(45) 공고일자 2006년07월20일
(11) 등록번호 10-0602867
(24) 등록일자 2006년07월12일

(21) 출원번호 10-2004-7014660
(22) 출원일자 2004년09월17일
번역문 제출일자 2004년09월17일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2003/003323
국제출원일자 2003년03월19일
(65) 공개번호 10-2004-0099338
(43) 공개일자 2004년11월26일
(87) 국제공개번호 WO 2003/078027
국제공개일자 2003년09월25일

(30) 우선권주장 JP-P-2002-00075922 2002년03월19일 일본(JP)

(73) 특허권자
니뽄 가이시 가부시키가이샤
일본 아이치켄 나고야시 미즈호쿠 스다쵸 2-56

(72) 발명자
이토다다토
일본 아이치켄 나고야시 미즈호쿠 스다쵸 2-56 니뽄 가이시 가부시키가이샤 나이

하시모토시게하루
일본 아이치켄 나고야시 미즈호쿠 스다쵸 2-56 니뽄 가이시 가부시키가이샤 나이

(74) 대리인
김진환
강승옥

심사관 : 김영민

(54) 벌집형 필터

요약

여과능을 갖는 격벽에 의해 구획된, 축 방향으로 관통하는 다수의 유통 구멍을 지니고, 평균 부피 밀도가 다른 적어도 2종류의 벌집형 세그먼트를 소정 개수 접합 일체화하며, 유통 구멍이 관통되는 양 단부면이, 각각이 체크 무늬를 띠도록, 소정의 상이한 유통 구멍의 단부를 밀봉하여 이루어지는 벌집형 필터(1)로서, 그 외주부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 평균 부피 밀도가, 중심부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 평균 부피 밀도보다도 낮은 것을 특징으로 하는 벌집형 필터이다.

대표도

도 1

명세서

기술분야

본 발명은, 내연기관, 보일러 등의 배출 가스 중의 미립자 포집 필터 등에 이용되는 벌집형 필터에 관한 것으로, 특히 재생시에 있어서의 재생 효율이 높은 벌집형 필터에 관한 것이다.

배경기술

내연기관, 보일러 등의 배출 가스 중의 미립자, 특히 디젤 엔진의 배기 중에 포함되는 미립자의 포집 필터 등에 벌집형 필터가 이용되고 있다.

이와 같은 목적으로 사용되는 벌집형 필터는, 일반적으로, 도 10의 (a) 및 (b)에 도시한 바와 같이, 격벽(2)에 의해 구획된, X축 방향으로 관통되는 다수의 유통 구멍(3)을 지니고, 단부면이 체크무늬형을 띠도록, 인접하는 유통 구멍(3)이 서로 반대측으로 되는 한 쪽의 단부에서 밀봉된 구조를 갖는다. 이와 같은 구조를 갖는 벌집형 필터에 있어서, 피처리 유체는 유입구측 단부면(42)이 밀봉되어 있지 않은 유통 구멍(3), 즉 유출 구멍측 단부면(44)에서 단부가 밀봉되어 있는 유통 구멍(3)으로 유입되고, 다공질의 격벽(2)을 지나 이웃의 유통 구멍(3), 즉 유입 구멍측 단부면(42)에서 단부가 밀봉되고 유출 구멍측 단부면(44)이 밀봉되어 있지 않은 유통 구멍(3)으로부터 배출된다. 이 때, 격벽(2)이 필터가 되어, 예컨대 디젤 엔진으로부터 배출되는 수트(soot; 그을음) 등이 격벽에 포착되어 격벽 위에 퇴적된다. 이와 같은 조건하에서 사용되는 벌집형 필터는 배기 가스의 급격한 온도 변화나 국소적인 발열에 의해서 벌집형 구조 내의 온도 분포가 불균일하게 되어, 벌집형 필터에 크랙을 생기게 하는 등의 문제가 있었다. 특히 디젤 엔진의 배기 중의 입자형 물질을 포집하는 필터(이하, DPF라 함)로서 이용되는 경우에는, 쌓인 카본 미립자를 연소시켜 제거하여 재생할 필요가 있으며, 이 때에 국소적인 고온화가 일어나, 재생 온도의 불균일화에 의한 재생 효율의 저하 및 큰 열 응력에 의한 크랙이 발생하기 쉽다고 하는 문제가 있었다. 또한, 재생시의 온도 분포가 균일하지 않기 때문에, 필터 전체에 걸쳐, 재생을 위한 최적 온도로 하기가 어려워, 재생 효율의 향상을 도모하기 어려웠다.

이 때문에, 벌집형 필터를 복수로 분할한 세그먼트를 접합재에 의해 접합하는 방법이 제안되었다. 예컨대, 미국 특허 제4,335,783호 공보에는, 다수의 벌집형체를 불연속 접합재로 접합하는 벌집형 구조체의 제조 방법이 개시되어 있다. 또한, 일본 특허 공고 소61-51240호 공보에는, 세라믹 재료로 이루어지는 벌집형 구조의 매트릭스 세그먼트를 압출 성형하여, 소성한 후 그 외주부를 가공하여 평활하게 하여 접합부를 형성한 후, 그 접합부에 소성후의 광물 조성이 매트릭스 세그먼트와 실질적으로 동일하고, 또한 열팽창율의 차가 800℃에서 0.1% 이하가 되는 세라믹 접합재를 도포하여, 필요한 수의 매트릭스 세그먼트를 접합한 후, 소성하는 내열 충격성 회전 축열식이 제안되어 있다. 또한, 1986년의 SAE 논문 860008에는 코디에라이트의 벌집형 세그먼트를 마찬가지로 코디에라이트 시멘트로 접합한 세라믹 벌집형 구조체가 개시되어 있다. 더욱이 일본 특허 공개 평8-28246호 공보에는, 원하는 수의 벌집형 세라믹 부재를 적어도 3차원적으로 교착하는 무기 섬유, 무기 바인더, 유기 바인더 및 무기 입자로 이루어지는 탄성질 시일재로 서로 접착한 세라믹 벌집형 구조체가 개시되어 있다. 또한, 열전도율이 높고, 내열성이 높은 탄화규소계의 재료 등을 이용하여 벌집형 필터를 만듦으로써 국소적인 고온화를 방지하여, 열 응력에 의한 벌집형 필터의 파손을 방지하는 것도 시도되고 있다.

그러나 세그먼트화함으로써, 및/또는 탄화규소계의 재료와 같이 내열성이 높은 재료를 이용함으로써 열 응력에 의한 파손은 어느 정도 억제할 수 있지만, 벌집형 필터의 외주부와 중심부의 온도차를 해소할 수는 없어, 균일한 재생에 의한 재생 효율의 향상이라는 점에서는 불충분했다. 또, 재생시에 있어서의 국소적인 발열이 생기는 경우도 있었다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 이러한 사정에 감안하여 이루어진 것으로, 그 목적으로 하는 바는, 재생시의 재생 효율이 우수한 벌집형 필터를 제공하는 데에 있다.

본 발명자는, 상기와 같은 문제점에 관해서 예의 검토를 한 결과, 벌집형 필터의 외주부에 있어서, 외부로의 방열에 의해 충분히 온도가 상승하지 않고, 특히 탄화규소계 재료 등의 열전도율이 높은 재료를 이용한 경우에 이 현상이 현저하게 되어, 외주부에 있어서의 재생 효율이 저하되는 것을 알아낸 동시에, 외주부에 있어서의 부피 밀도(bulk density)를 낮게 함으로써 재생시의 외주부로의 방열을 억제할 수 있어, 재생 효율의 향상을 도모할 수 있음을 알아냈다.

본 발명은, 상기한 지견에 기초한 것으로, 여과능을 갖는 격벽에 의해 구획된, 축 방향으로 관통되는 다수의 유통 구멍을 갖는 복수의 벌집형 세그먼트가 일체화되어 이루어지며, 상기 유통 구멍이 관통되는 양 단부면에서, 소정의 유통 구멍에 대해서는 한 쪽의 단부를 밀봉하고, 나머지 유통 구멍에 대해서는 다른 쪽의 단부에서 밀봉되어 있는 벌집형 필터로서, 상기 벌집형 필터의 외주부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 평균 부피 밀도가, 상기 벌집형 필터의 중심부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 평균 부피 밀도보다도 낮은 것을 특징으로 하는 벌집형 필터를 제공하는 것이다.

본 발명에 있어서, 외주부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 평균 셀 밀도가 중심부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 평균 셀 밀도보다도 낮은 것이 바람직하며, 벌집형 필터의 외주부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 평균 격벽 두께가 상기 벌집형 필터의 중심부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 평균 격벽 두께보다도 얇은 것도 바람직하다. 더욱이, 벌집형 필터의 열전도율이 10~60 W/mK인 것이 바람직하며, 벌집형 필터가 탄화규소 또는 규소-탄화규소계 복합 재료로 이루어지는 것이 바람직하다. 더욱이, 벌집형 필터의 70 용량% 이상이, 축 방향에 대한 수직 단면에 있어서의 단면적이 900 ㎟~10000 ㎟인 벌집형 세그먼트로 구성되어 있는 것이 바람직하다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 벌집형 필터의 일 실시형태를 도시하는 모식도로, 도 1의 (a)는 모식적인 사시도, 도 1의 (b)는 모식적인 평면도, 도 1의 (c)는 모식적인 단면도이다.

도 2는 본 발명에 있어서의 벌집형 필터의 다른 실시형태를 도시하는 모식적인 평면도이다.

도 3은 본 발명에 있어서의 벌집형 필터의 또 다른 실시형태를 도시하는 모식적인 평면도이다.

도 4는 본 발명에 있어서의 벌집형 필터의 또 다른 실시형태를 도시하는 모식적인 평면도이다.

도 5는 본 발명에 있어서의 벌집형 필터의 또 다른 실시형태를 도시하는 모식적인 평면도이다.

도 6은 본 발명에 있어서의 벌집형 필터의 또 다른 실시형태를 도시하는 모식적인 평면도이다.

도 7은 본 발명에 있어서의 벌집형 필터의 또 다른 실시형태를 도시하는 모식적인 평면도이다.

도 8은 본 발명에 있어서의 벌집형 필터의 또 다른 실시형태를 도시하는 모식적인 평면도이다.

도 9는 실시예에서 작성한 벌집형 필터를 모식적으로 도시한 도면으로, 도 9의 (a)는 모식적인 평면도, 도 9의 (b)는 모식적인 사시도이다.

도 10은 종래의 벌집형 필터를 도시하는 모식적인 도면으로, 도 10의 (a)는 모식적인 사시도, 도 10의 (b)는 모식적인 일부 확대도이다.

실시예

이하, 도면에 따라서, 본 발명의 벌집형 필터 및 그 제조 방법의 내용을 상세히 설명하지만, 본 발명은 이하의 실시형태에 의해 한정적으로 해석되는 것은 아니다. 한편, 이하에 있어서 단면이란, 특별히 명시하지 않는 한 유통 구멍 방향(X축 방향)에 대한 수직의 단면을 의미한다. 또, 도면 중의 각 부호는 각각 이하의 의미를 갖는다.

1 : 벌집형 필터, 2 : 격벽, 3 : 유통 구멍, 5 : 밀봉재, 8 : 접합재, 10 : 벌집형 필터의 단면 중심, 12a : 중심부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트, 12b : 외주부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트, 32 : 벌집형 필터의 최외주벽, 42, 44 : 단부면.

도 1은 본 발명의 벌집형 필터의 한 형태를 도시하는 모식적인 도면으로, 도 1의 (a)는 모식적인 사시도, 도 1의 (b)는 모식적인 평면도이며, 도 1의 (c)는 모식적인 단면도이다. 도 1의 (a), (b) 및 (c)에 도시하는 벌집형 필터(1)는 여과능을 갖는 격벽(2)에 의해 구획된 X축 방향으로 관통되는 다수의 유통 구멍(3)을 갖는 벌집형 세그먼트(12a 및 12b)가 접합재(8)에 의해서 일체화되어 있고, 유통 구멍(3)이 관통되는 양 단부면(42 및 44)에서, 소정의 유통 구멍에 대해서는 한 쪽의 단부를

밀봉재(5)에 의해 밀봉하고, 나머지 유통 구멍에 대해서는 다른 쪽의 단부를 밀봉재(5)에 의해 밀봉하고 있다. 한편, 도 1 및 이하의 도면에 있어서, 격벽(2), 유통 구멍(3) 및 밀봉재(5)는 일부의 벌집형 세그먼트에만 도시되어 있지만, 실제로는 모든 벌집형 세그먼트에 이들이 존재하는 것은 물론이다.

본 발명의 중요한 특징은, 도 1에 도시한 벌집형 필터를 예로 들어 설명하면, 벌집형 필터(1)의 외주부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트(12b)의 평균 부피 밀도가 중심부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트(12a)의 평균 부피 밀도보다도 낮은 것이다. 이와 같은 구성으로 함으로써, 외주부에 있어서의 방열, 특히 벌집형 필터를 DPF에 이용했을 때의 재생시에 있어서의 외부로의 방열을 억제할 수 있어, 재생 효율의 향상을 도모할 수 있다. 또, 이와 같이 재생 효율을 향상시킴으로써, 그을음의 퇴적을 억제하고, 그을음이 폭주하여 연소되는 것을 방지하는 것도 기대할 수 있다.

본 발명에 있어서, 중심부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트란, 벌집형 필터의 단면 중심(10)을 포함하거나 혹은 단면 중심(10)에 인접하는 벌집형 세그먼트, 또는 모든 측면이 다른 벌집형 세그먼트와 접하고 있는 벌집형 세그먼트, 즉 벌집형 필터의 최외주면을 전혀 구성하지 않는 벌집형 세그먼트를 말하며, 외주부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트란, 벌집형 필터의 단면 중심(10)에 인접하지 않고, 또한 벌집형 필터의 최외주벽(32)의 일부를 구성하는 벌집형 세그먼트를 말한다. 또한, 부피 밀도란, 빈 구멍으로 되어있는 유통 구멍을 포함한 벌집형 세그먼트의 단위 체적당 질량을 말한다.

한편, 중심부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트는 중심부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트 전체적으로 상기한 평균 부피 밀도에 대한 조건을 만족하면 되며, 따라서, 경우에 따라서는, 도 3에 대한 설명의 항에서 후술하는 바와 같이, 필터 특성이 다른 적어도 2종류로 이루어지는 벌집형 세그먼트 그룹을 각각 소정 개수로 조합하여, 중심부에 배치시키더라도 좋다.

본 발명은, 이들 외주부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트 전체의 평균 부피 밀도가, 중심부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트 전체의 평균 부피 밀도보다도 낮은 것을 특징으로 한다. 본 발명에 있어서, 중심부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트 전체의 평균 부피 밀도에 대한 외주부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트 전체의 평균 부피 밀도의 비가 1에 너무 가까우면, 본 발명의 효과를 얻기가 어렵게 되고, 이 비가 지나치게 작으면 외주부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 강도가 부족하여 바람직하지 못하다. 중심부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트 전체의 평균 부피 밀도에 대한 외주부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트 전체의 평균 부피 밀도의 비의 범위는 바람직하게는 0.50～0.95, 더욱 바람직하게는 0.55～0.90, 가장 바람직하게는 0.60～0.85이다.

도 1의 (a) 및 (b)에 도시한 벌집형 필터(1)에 있어서, 벌집형 필터(1)의 단면 중심(10)에 인접하는 4개의 벌집형 세그먼트(12a)가 중심부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트이며, 그 주위에 배치되어 있는 8개의 벌집형 세그먼트(12b)가 외주부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트이다. 도 1의 경우에 있어서, 중심부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트(12a)의 셀 밀도, 즉 단위 단면적당 유통 구멍(3)(셀)의 수가 31 셀/㎠(200 셀/평방인치)이며, 외주부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트(12b)의 셀 밀도는 15.5 셀/㎠(100 셀/평방인치)이다. 또, 격벽(2)의 평균 벽두께는 어느 벌집형 세그먼트도 약 380 ㎛(15 mil)이다. 이와 같이 외주부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 평균 셀 밀도를 중심부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 평균 셀 밀도보다도 낮게 함으로써, 외주부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 평균 부피 밀도가 중심부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 평균 부피 밀도보다도 낮게 할 수 있다. 벌집형 세그먼트의 기공율이 45%인 경우에 있어서, 도 1에 도시되는 벌집형 필터의 경우, 중심부에 배치되어 있는 4개의 벌집형 세그먼트(12a)의 평균 부피 밀도는 0.63 g/㎤, 외주부에 배치되어 있는 8개의 벌집형 세그먼트(12b)의 평균 부피 밀도는 0.46 g/㎤이 된다.

본 발명에 있어서, 셀 밀도에 특별히 제한은 없지만, 셀 밀도가 지나치게 작으면, 필터로서의 강도 및 유효한 기하학적 표면적(GSA라고도 함)이 부족하고, 셀 밀도가 지나치게 크면, 피처리 유체가 흐르는 경우의 압력 손실이 커진다. 셀 밀도는 바람직하게는 6～2000 셀/평방인치(0.9～311 셀/㎠), 더욱 바람직하게는 50～1000 셀/평방인치(7.8～155 셀/㎠), 가장 바람직하게는 100～400 셀/평방인치(15.5～62.0 셀/㎠)의 범위이다. 이 범위 내에서, 중심부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 셀 밀도를 외주부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 셀 밀도보다 높게 하는 것이 바람직하며, 이에 따라 외주부와 내주부의 부피 밀도를 각각 원하는 값으로 할 수 있다. 또한, 유통 구멍(3)의 단면 형상(셀 형상)에 특별히 제한은 없지만, 제작상의 관점에서, 삼각형, 사각형, 육각형 및 콜게이트형(corrugated shape) 중 임의의 것이 바람직하다.

도 2는 본 발명의 다른 형태에 있어서의 벌집형 필터를 도시한다. 도 2의 경우에 있어서, 중심부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트(12a)의 격벽 두께가, 약 380 ㎛(15 mil)이며, 외주부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트(12b)의 격벽 두께는 약 300 ㎛(12 mil)이다. 또한, 셀 밀도는 어느 벌집형 세그먼트도 약 31 셀/㎠(200 셀/평방인치)이다. 이와 같이 외주부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 평균 격벽 두께를 중심부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 평균 격벽 두께보다도 얇게 함으로써, 외주부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 평균 부피 밀도가 중심부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 평균

부피 밀도보다도 낮게 할 수 있다. 벌집형 세그먼트의 기공율이 45%인 경우에 있어서, 도 2에 도시되는 벌집형 필터의 경우, 중심부에 배치되어 있는 4개의 벌집형 세그먼트(12a)의 평균 부피 밀도는 0.63 g/㎤, 외주부에 배치되어 있는 8개의 벌집형 세그먼트(12b)의 평균 부피 밀도는 0.51 g/㎤이 된다.

본 발명에 있어서, 벌집형 필터(1)의 격벽(2)은 필터의 역할을 하는 다공질체인 것이 바람직하다. 격벽(2)의 두께에 특별히 제한은 없지만, 격벽(2)이 지나치게 두꺼우면 다공질의 격벽(2)을 피처리 유체가 투과할 때의 압력 손실이 커지고, 격벽(2)이 지나치게 얇으면 필터로서의 강도가 부족하여 각각 바람직하지 못하다. 외주부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트, 중심부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트, 그 밖의 벌집형 세그먼트의 격벽 두께는 어느 것이나 바람직하게는 30~2000 ㎛, 더욱 바람직하게는 40~1000 ㎛, 가장 바람직하게는 50~500 ㎛의 범위이다. 이 범위 내에 있어서, 중심부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 벽 두께를 외주부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 격벽 두께보다 두껍게 하는 것이 바람직하며, 이에 따라 외주부와 내주부의 부피 밀도를 각각 원하는 값으로 할 수 있다.

도 3은 본 발명의 또 다른 실시형태를 도시한 도면이다. 도 3에 있어서, 중심부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트는 벌집형 필터의 단면 중심(10)에 인접하는 4개의 벌집형 세그먼트($12a_1$) 및 그 주위에 배치되어, 벌집형 필터의 최외주면을 구성하지 않는 8개의 벌집형 세그먼트($12a_2$)이며, 외주부의 벌집형 필터는 벌집형 필터의 최외주면을 구성하는 20개의 벌집형 필터(12b)이다. 도 3의 벌집형 필터는, 중심부에 배치되어 있는 합계 12개의 벌집형 세그먼트(12a)의 격벽 두께가 약 350 ㎛(14 mil), 셀 밀도가 약 47 셀/㎠(300 셀/평방인치)이며, 외주부에 배치되어 있는 합계 20개의 벌집형 세그먼트(12b)의 격벽 두께가 약 300 ㎛(12 mil), 셀 밀도가 약 31 셀/㎠(200 셀/평방인치)이다. 이와 같이 중심부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트를 외주부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트에 대하여, 셀 밀도를 높게 또 격벽 두께를 두껍게 하는 것도, 외주부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 부피 밀도를 낮게 하기 위해서 바람직하다. 이 경우에 있어서, 예컨대, 벌집형 세그먼트의 기공율이 45%인 경우, 중심부에 배치되어 있는 12개의 벌집형 세그먼트(12a)의 평균 부피 밀도는 0.70 g/㎤ 정도, 외주부에 배치되어 있는 20개의 벌집형 세그먼트(12b)의 평균 부피 밀도는 0.51 g/㎤ 정도가 된다.

도 4는 본 발명의 또 다른 형태에 있어서의 벌집형 필터를 도시한다. 도 4의 경우에 있어서, 중심부에 배치되어 있는 4개의 벌집형 세그먼트($12a_1$)의 격벽 두께가 약 380 ㎛(15 mil), 셀 밀도가 약 47 셀/㎠(300 셀/평방인치), 중심부에 배치되어 있는 20개의 다른 벌집형 세그먼트($12a_2$)의 격벽 두께가 약 330 ㎛(13 mil), 셀 밀도가 약 31 셀/㎠(200 셀/평방인치)이며, 합계 28개의 외주부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트(12b)의 격벽 두께가 약 280 ㎛(11 mil), 셀 밀도가 약 31 셀/㎠(200 셀/평방인치)이다. 이 경우에 있어서, 벌집형 세그먼트의 기공율이 45%인 경우, 중심부에 배치되어 있는 24개의 벌집형 세그먼트(12a)의 평균 부피 밀도는 대강 0.58 g/㎤, 외주부에 배치되어 있는 28개의 벌집형 세그먼트(12b)의 평균 부피 밀도는 대강 0.47 g/㎤이 된다. 이 때, 중심부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 부피 밀도는 전부 동일할 필요는 없으며, 상이한 부피 밀도를 갖는 복수의 벌집형 세그먼트를 조합시키더라도 좋다. 이 경우에 있어서, 도 4의 벌집형 세그먼트와 같이 단면 중심에 가까운 벌집형 세그먼트의 부피 밀도를 높게 하여, 벌집형 필터의 외주측을 향하여 부피 밀도를 순차 낮게 해 가는 것이 바람직하다. 외주에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트도 마찬가지로, 전부가 동일한 부피 밀도로 구성될 필요는 없으며, 다른 부피 밀도를 갖는 복수의 벌집형 세그먼트가 조합되어 벌집형 필터가 구성되어 있더라도 좋다.

도 5 내지 도 8에는 여러 가지 형태로 이루어지는 본 발명의 벌집형 필터를 나타내며, 표 1에서는 도 1 내지 도 8에 도시한 벌집형 필터의 격벽 두께, 셀 밀도 및 부피 밀도를 정리했다. 본 발명의 벌집형 필터의 단면 형상은 특별히 제한은 없으며, 예컨대 도 1 등에 도시한 바와 같은 원 형상, 도 5 또는 도 7에 도시한 바와 같은 타원 형상, 도 6에 도시한 바와 같은 이형 형상 외에 레이스 트랙 형상, 장원 형상, 삼각, 대략 삼각, 사각, 대략 사각 형상 등의 다각 형상으로 할 수 있다.

[표 1]

도면 번호	중심부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트					외주부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트		
	$12a_1$		$12a_2$		평균 부피밀도 (g/㎤)	12b		평균 부피밀도 (g/㎤)
	격벽 두께 (㎛)	셀 밀도 (셀수/㎠)	격벽 두께 (㎛)	셀 밀도 (셀수/㎠)		격벽 두께 (㎛)	셀 밀도 (셀수/㎠)	
도 1	380	31	-	-	0.63	380	15.5	0.46
도 2	380	31	-	-	0.63	300	31	0.51
도 3	350	47	350	47	0.70	300	31	0.51
도 4	380	47	330	31	0.58	280	31	0.47

도 5	380	47	-	-	0.75	380	31	0.69
도 6	380	31	-	-	0.63	300	31	0.51
도 7	380	31	-	-	0.63	300	31	0.51
도 8	350	47	350	350	0.70	300	31	0.51

본 발명에 있어서, 벌집형 필터의 열전도율에 특별히 제한은 없지만, 열전도율이 너무 높으면 본 발명의 벌집형 필터라도 방열이 지나치게 크고, 재생시에 충분히 온도가 상승하지 않고 재생 효율이 저하되기 때문에 바람직하지 못하다. 또한, 열전도율이 지나치게 낮으면, 그을음을 연소시켜 벌집형 필터를 재생시킬 때에, 국소적인 고온화가 일어나, 결과적으로 큰 열 응력에 의한 크랙이 발생하기 쉽다고 하는 문제가 있다. 벌집형 필터의 열전도율은 40℃에 있어서, 바람직하게는 10～60 W/mK, 더욱 바람직하게는 20～55 W/mK, 가장 바람직하게는 25～50 W/mK이다.

본 발명에 있어서, 벌집형 필터의 주성분은 강도, 내열성 등의 관점에서, 코디에라이트, 멀라이트, 알루미나, 스피넬, 탄화규소, 탄화규소-코디에라이트계 복합 재료, 규소-탄화규소계 복합 재료, 질화규소, 리튬알루미늄실리케이트, 티탄산알루미늄, Fe-Cr-Al계 금속 및 이들의 조합으로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1종의 재료로 이루어지는 것이 바람직한데, 상기 열전도율의 범위에 들어가고, 내열성이 높다고 하는 점에서, 탄화규소나 규소-탄화규소계 복합 재료가 본 발명의 벌집형 필터에 특히 적합하다. 여기서, 「주성분」이란, 벌집형 필터를 구성하는 재료의 50 질량% 이상, 바람직하게는 70 질량% 이상, 더욱 바람직하게는 80 질량% 이상을 구성하는 것을 의미한다. 또한, 본 발명에 있어서, 벌집형 필터(1)가 금속규소(Si)와 탄화규소(SiC)로 이루어지는 경우, 벌집형 필터(1)의 Si/(Si+ SiC)로 규정되는 Si 함유량이 지나치게 적으면 Si 첨가 효과를 얻을 수 없고, 50 질량%를 넘으면 SiC의 특징인 내열성, 고열전도성의 효과를 얻을 수 없다. Si 함유량은 5～50 질량%인 것이 바람직하며, 10～40 질량%인 것이 더욱 바람직하다.

본 발명의 벌집형 필터를 구성하는 각 벌집형 세그먼트의 크기에 제한은 없지만, 각 세그먼트가 지나치게 크면, 열 응력에 의한 파손의 문제가 생기고, 지나치게 작으면 각 세그먼트의 제조나 접합에 의한 일체화가 번잡하게 되어 바람직하지 못하다. 바람직한 벌집형 세그먼트의 크기는 유통 구멍(3)의 수직 방향에 있어서의 단면적, 즉 도 1에 있어서의 X축 방향에 대한 수직 단면의 단면적이 900 ㎟～10000 ㎟, 더욱 바람직하게는 950 ㎟～5000 ㎟, 가장 바람직하게는 1000 ㎟～3500 ㎟이며, 벌집형 필터의 70 용량% 이상이, 이 크기의 벌집형 세그먼트로 구성되어 있는 것이 바람직하다. 벌집형 세그먼트의 형상에 특별히 제한은 없지만, 도 1～도 8에 도시한 바와 같이 단면 형상이 사각 형상, 즉 벌집형 세그먼트가 사각기둥형인 것을 기본 형상으로 하며, 도 1～도 8에 도시한 바와 같이 일체화한 경우의 벌집형 필터의 형상에 맞춰 외주측의 벌집형 세그먼트의 형상을 적절하게 선택할 수 있다.

본 발명의 벌집형 필터는, 복수의 벌집형 세그먼트가 일체화되어 이루어지는 것인데, 그 때에 접합재(8)를 이용하여 일체화할 수 있다. 바람직한 접합재는 전술한 벌집형 필터의 주성분으로서 적합하게 이용되는 재료에서 선택할 수 있다. 또한, 접합재(8)와 벌집형 세그먼트(12)와의 열팽창 계수의 차가 지나치게 크면 가열・냉각시에 있어서 접합부에 열 응력이 집중하기 때문에 바람직하지 못하다. 접합재와 벌집형 세그먼트의 20℃에서 800℃까지의 열팽창 계수의 차는 바람직하게는 1×10^{-6}/℃이다.

본 발명의 벌집형 필터는, 소정의 유통 구멍에 대해서는 한 쪽의 단부를 밀봉하고, 나머지 유통 구멍에 대해서는 다른 쪽의 단부를 밀봉하여 이루어지는데, 단부를 밀봉하기 위해서 이용하는 재료로서는, 상술한 벌집형 필터에 적합하게 이용할 수 있는 세라믹스 또는 금속을 적합하게 이용할 수 있다.

본 발명의 벌집형 필터를, 촉매 담체로서 내연기관 등의 열기관 혹은 보일러 등의 연소 장치의 배기 가스의 정화, 또는 액체 연료 혹은 기체 연료의 개질에 이용하고자 하는 경우, 본 발명의 벌집형 필터에 촉매, 예컨대 촉매능을 갖는 금속을 담지시키는 것이 바람직하다. 촉매능을 갖는 금속의 대표적인 것으로서는, Pt, Pd, Rh를 들 수 있으며, 이들 중의 적어도 1종을 벌집형 필터에 담지시키는 것이 바람직하다.

다음에 본 발명의 벌집형 필터의 제조 방법을 설명한다.

벌집형 필터의 원료 분말로서, 전술한 적합한 재료, 예컨대 탄화규소 분말을 사용하고, 이것에 바인더, 예컨대 메틸셀룰로오스 및 히드록시프로폭실메틸셀룰로오스를 첨가하고, 또 계면활성제 및 물을 첨가하여, 가소성의 배토를 제작한다. 이 배토를 압출 성형함으로써, 소정의 격벽 두께 및 셀 밀도를 갖는 벌집형 세그먼트를 얻는다.

이것을, 예컨대 마이크로파(microwave) 및 열풍으로 건조한 후, 단부면이 체크무늬형을 띠도록, 인접하는 유통 구멍(3)이 서로 반대측으로 되는 한 쪽의 단부에서 벌집형 필터의 제조에 이용한 재료와 같은 재료로 밀봉하고, 또한 건조한 후, 예컨대 N_2 분위기 속에서 가열 탈지하여, 그 후 Ar 등의 불활성 분위기 속에서 소성함으로써 본 발명의 벌집형 세그먼트를 얻고, 얻어진 세그먼트를 소정 개수 사용하여, 예컨대 세라믹스 시멘트를 이용하여 접합한 후, 200℃에서 건조 경화하여, 벌집형 필터를 얻을 수 있다.

이렇게 하여 제조된 벌집형 필터에 촉매를 담지시키는 방법은 당업자가 통상 행하는 방법이면 되며, 예컨대 촉매 슬러리를 워시코트(wash-coating)하여 건조, 소성함으로써 촉매를 담지시킬 수 있다.

(실시예)

이하, 본 발명을 실시예에 기초하여 더욱 상세히 설명하지만, 본 발명은 이들 실시예에 한정되는 것은 아니다.

(실시예 1)

원료로서, SiC 가루 75 질량% 및 금속 Si 가루 25 질량%의 혼합 분말을 사용하여, 이것에 메틸셀룰로오스 및 히드록시프로폭실메틸셀룰로오스, 계면활성제 및 물을 첨가하여, 가소성의 배토를 제작했다. 이 배토를 압출 성형하고, 마이크로파 및 열풍으로 건조하여 격벽의 두께가 380 ㎛, 셀 밀도가 약 31.0 셀/㎠(200 셀/평방인치), 부피 밀도가 0.63 g/㎤이며, 단면이 한 변 35 ㎜인 정방형, 길이가 152 ㎜인 벌집형 세그먼트를 얻었다. 이것을, 단부면이 체크무늬형을 띠도록, 인접하는 상기 유통 구멍이 서로 반대측으로 되는 한 쪽의 단부에서 벌집형 필터의 제조에 이용한 재료와 같은 재료로 밀봉하고, 건조시킨 후, N_2 분위기 중에서 약 400℃에서 탈지하여, 그 후 Ar 불활성 분위기 속에서 약 1550℃에서 소성하여, Si 결합 SiC의 벌집형 필터의 세그먼트 A를 얻었다.

같은 식으로, 격벽의 두께가 330 ㎛, 셀 밀도가 200 셀/평방인치(31.0 셀/㎠), 부피 밀도가 0.55 g/㎤이며, 단면이 한 변 35 ㎜인 정방형, 길이가 152 ㎜로, Si 결합 SiC 벌집형 세그먼트 B를 얻었다.

얻어진 4개의 세그먼트 A와 12개의 벌집형 세그먼트 B를, 알루미노실리게이트질, 탄화규소 가루 및 실리카겔과 유기 및 무기의 바인더의 혼합물을 이용하여 접합하여 200℃에서 건조 경화한 후, 절삭에 의해 도 9의 (a) 및 (b)에 도시한 바와 같은 직경 144 ㎜, 길이 152 ㎜의 DPF용의 원기둥형 벌집형 필터를 얻었다. 얻어진 벌집형 필터의 특성을 표 2 및 표 3에 나타낸다.

[표 2]

조성	SiC75%/Si25%
열팽창 계수 (× 10^{-6}/℃)	4 (40-800℃)
기공율(%)	45
평균 세공경 (㎛)	15
열전도율 (W/mK)	30

[표 3]

No.	A 세그먼트			B 세그먼트		
	격벽두께 (㎛)	셀 밀도 (셀수/평방인치)	부피 밀도 (g/㎤)	격벽두께 (㎛)	셀 밀도 (셀수/평방인치)	부피 밀도 (g/㎤)
비교예 1	380	200	0.63	380	200	0.63
비교예 2	300	300	0.61	300	300	0.61

비교예 3	430	150	0.61	430	150	0.61
실시예 1	380	200	0.63	330	200	0.55
실시예 2	380	300	0.75	280	200	0.48
실시예 3	380	200	0.63	380	150	0.55
실시예 4	300	300	0.61	270	300	0.55
실시예 5	300	300	0.61	240	300	0.50
실시예 6	300	300	0.61	300	200	0.51
실시예 7	300	300	0.61	300	150	0.44
실시예 8	430	150	0.61	380	150	0.55

(실시예 2~8 및 비교예 1~3)

실시예 1과 같은 방법으로, 실시예 1과 같은 치수이고 표 3에 나타내는 격벽 두께, 셀 밀도, 부피 밀도를 갖는 벌집형 세그먼트를 각각 작성하여, 실시예 1과 같은 방법으로 실시예 1과 같은 치수의 벌집형 필터를 각각 얻었다.

(재생 시험 1)

실시예 1~8 및 비교예 1~3에서 얻어진 DPF용 벌집형 필터를, 직접분사식 3리터 디젤 엔진의 배기관에 접속하여, 30 ppm의 Rhodia사 제조 Ce 연료 첨가제를 함유하는 경유를 이용하여 엔진을 운전하여, 10 g/리터의 그을음을 필터에 쌓이게 한 후, 프로판 가스 버너로 벌집형 필터를 600℃로 승온시켜, 바이패스 밸브의 전환에 의하여 벌집형 필터 안을 18%의 산소 농도로 하고, 그을음을 연소시켜, 벌집형 필터의 재생 처리를 시작하게 했다. 재생 처리 개시 5분후에 150℃로 온도를 내린 후, 잔존하는 그을음의 중량을 측정하여 재생 효율을 산출했다. 이 결과를 표 4에 나타낸다. 실시예 1~8에서 얻어진 본 발명의 벌집형 필터의 재생 효율이 비교예 1~3에서 얻어진 벌집형 필터의 재생 효율보다도 분명히 높은 것을 알 수 있다.

[표 4]

No.	재생효율(중량%)
비교예 1	73
비교예 2	79
비교예 3	67
실시예 1	81
실시예 2	88
실시예 3	80
실시예 4	91
실시예 5	95
실시예 6	90
실시예 7	91
실시예 8	78

(실시예 9~11 및 비교예 4~6)

표 5에 나타내는 원료를 이용하여, 실시예 1과 같은 방법으로, 실시예 1과 같은 치수이며, 표 5에 나타내는 격벽 두께, 셀 밀도, 부피 밀도의 벌집형 세그먼트를 각각 작성하여, 실시예 1과 같은 방법으로 실시예 1과 같은 치수의 벌집형 필터를 각각 얻었다. 여기서, 표 5에 나타내는 Si 결합 SiC은 실시예 1~8에서 이용한 재료와 동일하다.

(재생 시험 2)

실시예 9～11 및 비교예 4～6에서 얻어진 벌집형 필터를 이용하여 재생 시험 1과 같은 식의 시험을 하여, 그 결과를 표 5에 나타냈다. 표 5로부터, 열전도율이 20 W/mK인 질화규소 또는 열전도율이 60 W/mK인 재결정 SiC를 재료로서 이용하더라도 본 발명의 벌집형 필터는 양호한 재생 효율을 보였다.

[표 5]

No.	세그먼트재료	열전도율 (W/mK, 40℃)	A 세그먼트			B 세그먼트			재생효율 (%)
			격벽두께 (㎛)	셀 밀도 (셀수/평방인치)	부피밀도 (g/㎤)	격벽 두께 (㎛)	셀 밀도 (셀수/평방인치)	부피밀도 (g/㎤)	
비교예 4	재결정 SiC	60	380	200	0.67	380	200	0.67	53
실시예 9	재결정 SiC	60	380	200	0.67	330	200	0.59	75
비교예 5	Si 결합 SiC	30	380	200	0.63	380	200	0.63	73
실시예 10	Si 결합 SiC	30	380	200	0.63	330	200	0.55	81
비교예 6	질화규소질	20	380	200	0.66	380	200	0.66	74
실시예 11	질화규소실	20	380	200	0.66	330	200	0.58	86

산업상 이용 가능성

이상 설명한 것과 같이 본 발명의 벌집형 필터는, 외주부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 평균 부피 밀도가, 중심부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 평균 부피 밀도보다도 낮기 때문에, 양호한 재생 효율을 보인다. 따라서, 내연기관, 특히, 디젤 엔진용 미립자 포집용 필터로서의 이용이 기대된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

여과능을 갖는 격벽에 의해 구획된, 축 방향으로 관통되는 다수의 유통 구멍을 갖는 복수의 벌집형 세그먼트가 일체화되어 이루어지며, 상기 유통 구멍이 관통되는 양 단부면에서, 소정의 유통 구멍에 대해서는 한 쪽의 단부를 밀봉하고, 나머지 유통 구멍에 대해서는 다른 쪽의 단부를 밀봉하여 이루어지는 벌집형 필터로서,

상기 벌집형 필터의 외주부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 평균 부피 밀도가, 상기 벌집형 필터의 중심부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 평균 부피 밀도보다도 낮은 것인 벌집형 필터.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 외주부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 평균 셀 밀도가 상기 중심부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 평균 셀 밀도보다도 낮은 것인 벌집형 필터.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 벌집형 필터의 외주부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 평균 격벽 두께가 상기 벌집형 필터의 중심부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 평균 격벽 두께보다도 얇은 것인 벌집형 필터.

청구항 4.

제2항에 있어서, 상기 벌집형 필터의 외주부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 평균 격벽 두께가 상기 벌집형 필터의 중심부에 배치되어 있는 벌집형 세그먼트의 평균 격벽 두께보다도 얇은 것인 벌집형 필터.

청구항 5.

제1항에 있어서, 열전도율이 10~60 W/mK인 것인 벌집형 필터.

청구항 6.

제2항에 있어서, 열전도율이 10~60 W/mK인 것인 벌집형 필터.

청구항 7.

제3항에 있어서, 열전도율이 10~60 W/mK인 것인 벌집형 필터.

청구항 8.

제4항에 있어서, 열전도율이 10~60 W/mK인 것인 벌집형 필터.

청구항 9.

제1항에 있어서, 벌집형 필터가 탄화규소 또는 규소-탄화규소계 복합 재료로 이루어지는 것인 벌집형 필터.

청구항 10.

제2항에 있어서, 벌집형 필터가 탄화규소 또는 규소-탄화규소계 복합 재료로 이루어지는 것인 벌집형 필터.

청구항 11.

제3항에 있어서, 벌집형 필터가 탄화규소 또는 규소-탄화규소계 복합 재료로 이루어지는 것인 벌집형 필터.

청구항 12.

제5항에 있어서, 벌집형 필터가 탄화규소 또는 규소-탄화규소계 복합 재료로 이루어지는 것인 벌집형 필터.

청구항 13.

제1항에 있어서, 벌집형 필터의 70 용량% 이상이, 축 방향에 대한 수직 단면에 있어서의 단면적이 900 ㎟~10000 ㎟인 벌집형 세그먼트로 구성되어 있는 것인 벌집형 필터.

청구항 14.

제2항에 있어서, 벌집형 필터의 70 용량% 이상이, 축 방향에 대한 수직 단면에 있어서의 단면적이 900 ㎟~10000 ㎟인 벌집형 세그먼트로 구성되어 있는 것인벌집형 필터.

청구항 15.

제3항에 있어서, 벌집형 필터의 70 용량% 이상이, 축 방향에 대한 수직 단면에 있어서의 단면적이 900 ㎟~10000 ㎟인 벌집형 세그먼트로 구성되어 있는 것인 벌집형 필터.

청구항 16.

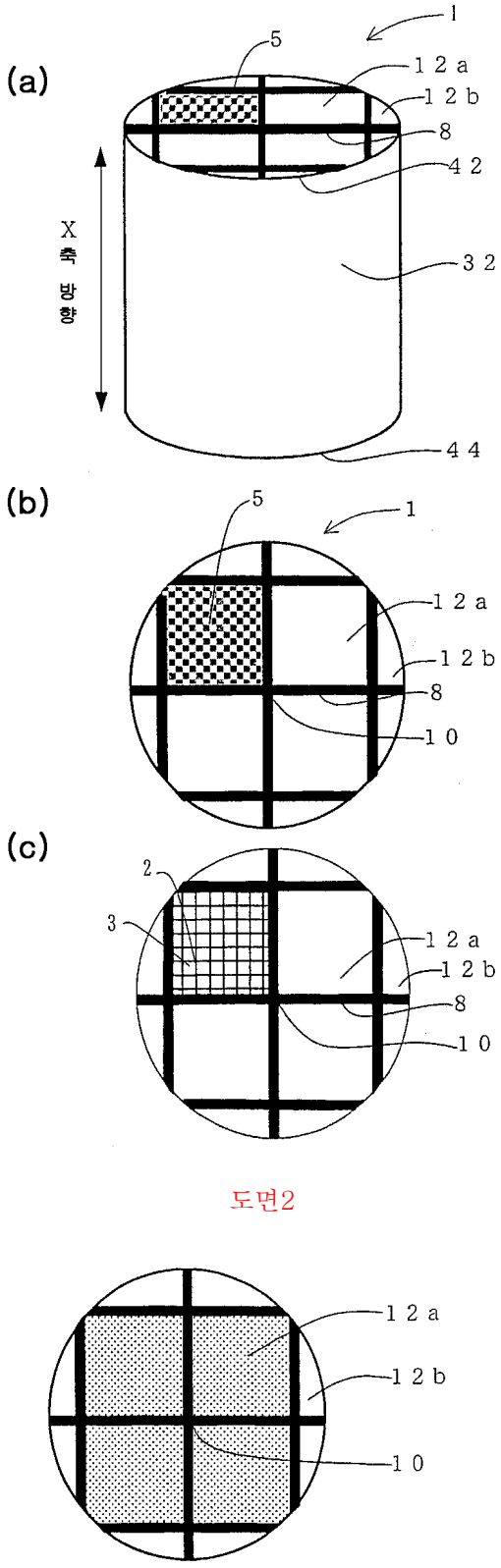
제5항에 있어서, 벌집형 필터의 70 용량% 이상이, 축 방향에 대한 수직 단면에 있어서의 단면적이 900 ㎟~10000 ㎟인 벌집형 세그먼트로 구성되어 있는 것인 벌집형 필터.

청구항 17.

제9항에 있어서, 벌집형 필터의 70 용량% 이상이, 축 방향에 대한 수직 단면에 있어서의 단면적이 900 ㎟~10000 ㎟인 벌집형 세그먼트로 구성되어 있는 것인 벌집형 필터.

도면

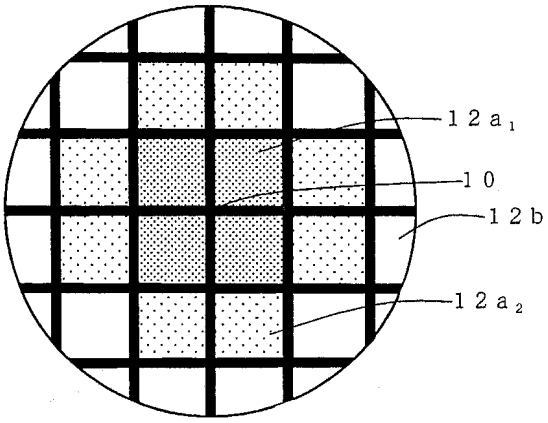
도면1


(a)
1
5
1 2 a
1 2 b
8
4 2
3 2
4 4
X 축 방향
(b)
5
1
1 2 a
1 2 b
8
1 0
(c)
2
3
1 2 a
1 2 b
8
1 0

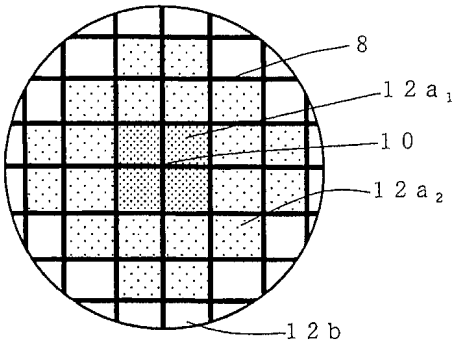
도면2

1 2 a
1 2 b
1 0

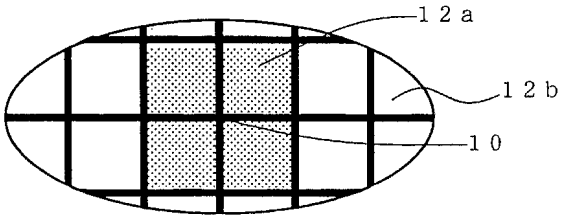
도면3



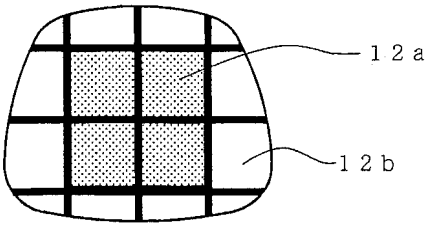
도면4



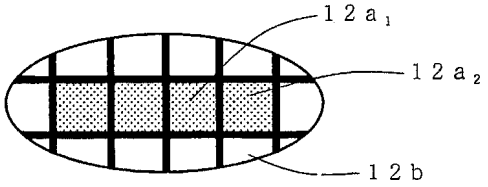
도면5



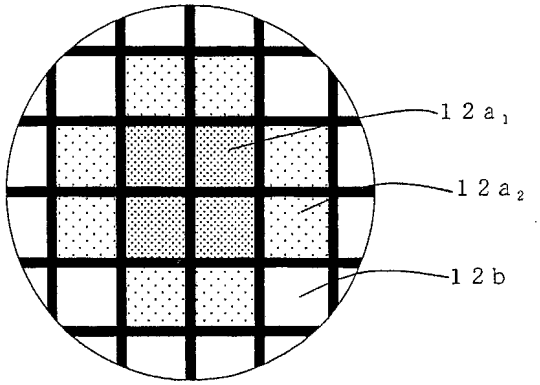
도면6



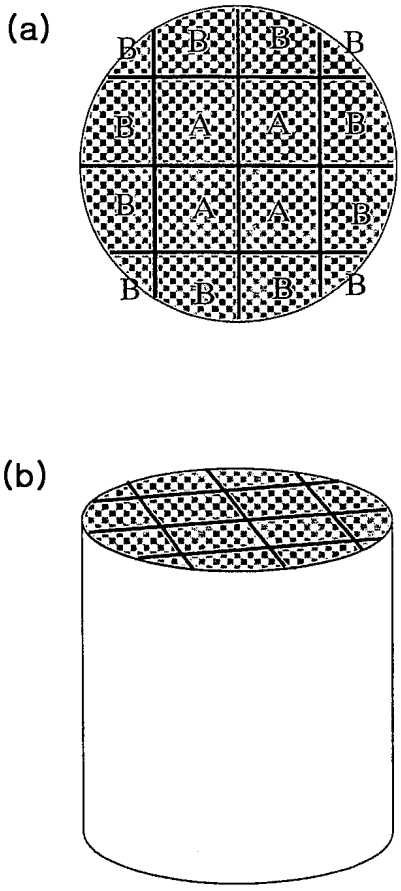
도면7



도면8



도면9



도면10

