(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
F01N 3/02
B01D 46/24
H05B 3/42

(45) 공고일자 2003년04월16일
(11) 등록번호 10-0352581
(24) 등록일자 2002년08월30일

(21) 출원번호	10-1996-0705524	(65) 공개번호	특1997-0702422
(22) 출원일자	1996년10월04일	(43) 공개일자	1997년05월13일
번역문제출일자	1996년10월04일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1995/02276	(87) 국제공개번호	WO 1995/27843
(86) 국제출원일자	1995년02월21일	(87) 국제공개일자	1995년10월19일
(81) 지정국	국내특허 : 브라질 캐나다 일본 대한민국 멕시코 EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 리히텐슈타인 사이프러스 독일 덴마크 스페인 핀랜드 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투칼 스웨덴		
(30) 우선권주장	08/223,551 1994년04월06일 미국(US)		

(73) 특허권자 미네소타 마이닝 앤드 매뉴팩쳐링 캄파니
미합중국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오. 박스 33427 3엠 센터
(72) 발명자 마크 피. 스미스
미국, 미네소타 55133-3427, 세인트 폴, 포스트 오피스박스 33427
라이언 시. 셔크
미국, 미네소타 55133-3427, 세인트 폴, 포스트 오피스박스 33427
(74) 대리인 나영환, 이상섭

심사관 : 김형근

(54) 전기적재생성디젤미립자필터카트리지및필터

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 전기적 재생성 디젤 미립자 필터 카트리지 및 필터에 관한 것이다.

배경기술

<2> 디젤 엔진은 유해한 검은 배기 가스를 배출하는데, 이 가스는 배기 가스로부터 그을음(soot)의 적어도 일부를 제거하는 디젤 미립자 필터를 사용하면 유해성이 절감될 수 있다. 그러한 필터 내에 포획되는 그을음은 시간이 경과함에 따라 축적되므로 주기적으로 필터를 재생시켜 줘야 한다(즉, 포획된 그을음을 제거해줘야 한다).

<3> 당해 기술 분야에는 디젤 미립자 필터를 재생시키는 방법이 몇가지 공지되어 있다. 한 방법은 가스 버너를 사용하여 필터 매체로부터 포획된 그을음을 주기적으로 연소시키는 방법이다.

<4> 두번째 방법은 필터 매체상에 코팅된 촉매 물질을 사용하는 방법이다. 세번째 방법은 그을음의 산화 온도를 낮추는 촉매적 첨가제를 함유한 연료를 사용하는 방법이다.

<5> 네번째 방법은 여과 매체와 접촉하는 전기적 가열 부재를 사용하는 방법이다[예를 들어, 미국 특허 제5,258,164호(블룸 등) 및 제5,224,973호(호펜스테트), 유럽 특허 출원 제0 543 075 A1호(1993. 5.26 공개), 및 유럽 특허 출원 제0 608 783 A1호(1994. 8.3 공개) 참고]. 또한, 디젤 미립자 필터 카트리지를 재생시키는데 유용한 것으로 공지된 튜브형 전기 가열 부재의 형태로는 팽창된 금속(예, 도 1 참고) 및 슬롯형 시트 물질(예, 도 2 참고)로 제조된 튜브가 있다. 그러한 튜브 형태와 관련된 문제점은, 온도 순환 및 이에 상응하는 열 팽창 및 수축에 의해 원주에 응력이 집중되어 가열 부재가 방사상으로 좌굴된다는 점이다.

<6> 그러한 좌굴이 이루어지면 가열 부재에 응력이 집중되어 파열 개시 지점을 제공하고, 가열 부재가 필터 매체내로 침투하여 여과 기능을 방해하거나 또는 이를 손상시킬 수 있거나, 또는 가열 부재의 일부가 필터 매체로부터 분리된다. 또한, 그러한 가열 부재는 자체적으로 방사상 좌굴될 수 있으므로, 가열 부재의 단락 현상이 발생할 수 있다. 이러한 문제점은, 유럽 특허 출원 제0 608 783 A1호(1994. 8.3 공개)에 기재된 발명에 의해 해소되긴 하나 다른 해결책이 요망된다. 가열 부재를 제공하기 위해 스미스 등의 출원에서 사용한 슬롯형 전기 저항 시트의 예는 도 3 및 도 6에 도시한다.

<7> 공지된 튜브형 디젤 미립자 필터 가열 분재와 관련된 또다른 문제점은 필터 매체 전반에 걸쳐 열 분산성이 균일하지 않고, 가열 부재에 고온 영역이 바람직하지 않게 편중되며, 그을음 미립자로의 열전도

율이 손실됨에 따라 그을음의 연소율이 감소하고, 필터 카트리지의 말단 영역에서의 대류 전열도에 비해 중심 영역에서의 대류 전열도가 보다 높다는 점이다.

<8> 또한, 공지된 전기 디젤 필터 가열기는 전기적으로 변환되는 열 에너지의 양을 필터 길이에 걸쳐 조절하지 못한다. 다시 말해서, 그러한 가열기는 가열기의 길이에 걸쳐 일정한 와트 밀도의 열을 가지므로, 가열기를 필터 매체로 덮을 경우 가열기 중심의 "고온 영역"이 말단부보다 상당히 뜨겁게 된다. 이러한 효과를 더욱 상세히 설명하기 위해, 통상의 전기 가열기(401) 및 필터매체(402)를 갖춘 디젤 미립자 필터 카트리지(400)를 도시한 도 4를 참고한다. 필터 카트리지(400)의 재생과정동안 필터 카트리지의 길이 전체에 걸쳐 가열이 불균일하게 이루어지면, 영역(404)이 아닌 영역(403) 내에 포획된 그을음 미립자들이 연소된다. 이러한 불균일한 온도 분포는 디젤 필터의 말단부와 배기 가스의 흐름 경로를 통한 열 손실에 의한 것으로 추측된다.

<9> 이러한 불균일한 온도 분포하에서는 다음과 같은 몇가지 문제점이 유발될 수 있다.

<10> (1) 필터의 말단부가 디젤 그을음의 연소 온도에 도달하지 못한 경우, 필터 매체 내에 수거된 그을음이 불완전 연소된다.

<11> (2) "고온 영역"의 온도가 가열기 제조 원료의 융점에 도달할 수 있을 만큼 바람직하지 않을 정도로 높다.

<12> (3) "고온 영역"의 온도가 필터 매체에 재를 융합시킬 수 있을 만큼 바람직하지 않을 정도로 높다.

발명의 상세한 설명

<13> 본 발명은, (1) 실질적 강성의 전기 저항 튜브로서, 상기 전기 저항 튜브는 외면, 제1 단부, 제2 단부, 외면에서 내면으로 걸쳐 연장되는 개구부, 및 전기 저항 튜브의 단부로부터 연장되는 길이를 가지고, 그 단부들 사이에 제1, 제2 및 제3의 가상 영역을 가지고, 이들 각 영역은 전기 저항 튜브 길이의 1/3에 해당하는 길이를 가지며, 제2 영역은 제1 영역과 제3 영역 사이에 위치하고, 전기 저항 튜브의 제1 단부와 제2 단부에 걸쳐 전압을 가할 경우 각 영역에서 다량의 열이 발생하며, 제1 및 제3 영역에서 각각 발생한 열량은 제2 영역에서 발생한 열량보다 많은(통상적으로 5% 이상, 바람직하게는 10% 이상, 보다 바람직하게는 15% 이상, 더욱 바람직하게는 30% 이상, 가장 바람직하게는 45% 이상) 것인 전기 저항 튜브,

<14> (b) 전기 저항 튜브의 개구부를 덮는 무기 섬유를 포함하는 필터 부재, 및

<15> (c) 전기 저항 튜브의 단부에 걸쳐 전압을 가하여 포획된 디젤 배기 가스 미립자의 연소점보다 높은 온도로 상기 튜브를 가열하는 수단

<16> 을 포함하는 제1 디젤 미립자 필터 카트리지를 제공하는데, 상기 전기 저항 튜브는, 이 전기 저항 튜브에 걸쳐 전압을 가하면 충분한 열이 전기 저항 튜브로부터 필터 부재내에 포획된 그을음 미립자로 전달됨으로써 그을음 미립자가 연소될 수 있도록 배치되어 있다.

<17> 본 발명의 제2 특징에 따르면,

<18> (a) 2개의 단부, 외면, 및 외면으로부터 내면에 이르는 개구부를 가진 실질적 강성의 중공 튜브형 지지 부재,

<19> (b) 상기 개구부를 덮는 무기 섬유를 포함하는 제1 필터 부재,

<20> (c) 전기 저항 시트(바람직하게는, 다수개의 전기 저항 시트, 보다 바람직하게는 2개 또는 3개의 전기 저항 시트)로서, 이 전기 저항 시트는 외면, 제1 단부, 제2 단부, 외면으로부터 내면에 이르는 개구부, 및 전기 저항 시트의 단부로부터 연장되는 길이를 가지고, 이들 시트의 단부사이에 제1, 제2 및 제3의 가상 영역을 가지고, 각 영역은 전기 저항 시트 길이의 1/3에 상응하는 길이를 가지며, 제2 영역은 제1 영역과 제3 영역 사이에 위치하고, 전기 저항 시트의 단부에 전압을 가할 경우 각 영역에서 다량의 열이 발생하며, 제1 영역 및 제3 영역에서 각각 발생하는 열량은 제2 영역에서 발생하는 열량보다 많은(통상적으로 5% 이상, 바람직하게는 10% 이상, 보다 바람직하게는 15% 이상, 더욱 바람직하게는 30% 이상, 가장 바람직하게는 45% 이상) 것인 전기 저항 시트, 및

<21> (d) 포획된 디젤 배기 가스 미립자의 연소점보다 높은 온도로 전기 저항 시트를 가열하기에 충분할 정도로 전기 저항 시트 전체에 전압이 가해지도록 전기 저항 시트의 단부에 전압을 가하는 수단을 포함하고,

<22> 상기 전기 저항 시트는, 전기 저항 시트에 전압을 가할 경우, 상기 시트로부터 필터 부재내에 포획된 그을음 미립자로 충분한 양의 열이 전달되어 그을음 미립자가 연소되도록 배치되어 있는 제2 디젤 미립자 필터 카트리지가 제공된다.

<23> 전기 저항 시트(들)는 시트(들)의 원주가 팽창할 수 있도록 배치하는 것이 바람직하다. 전기 저항 시트는, 예를 들면 시트(들)가 가열 과정동안 팽창할 경우 이들 시트(들)의 양면이 서로에 대해 팽창(이로써 방사상의 파손이 유발될 수도 있음)하지 않고 원주형으로 팽창할 수 있도록 시트(들)의 양면사이에 충분한 공간이 제공되게 배치할 수 있다. 또한, 시트(들)가 제1 필터 부재 원주의 100% 이상 팽창하는 경우에는, 시트(들)의 일부가 겹쳐 서로에 대해 활주가 가능하도록 시트(들)을 배치할 수 있다.

<24> 본 발명의 제3 특징에 따르면,

<25> (a) 외면, 2개의 단부, 및 외면으로부터 내면에 이르는 개구부를 가진 실질적 강성의 중공 튜브형 지지 부재,

<26> (b) 상기 지지 부재의 개구부를 덮는 것으로서, 외면을 가지고 무기 섬유를 포함하는 필터 부재,

<27> (c) 전기 저항 튜브로서, 이 전기 저항 튜브는 외면, 제1 단부, 제2 단부, 외면으로부터 내면에 이르는 개구부, 및 전기 저항 튜브의 단부로부터 연장된 길이를 가지고 전기 저항 튜브의 단부 사이에 제1, 제2 및 제3 가상 영역을 가지고, 이들 각 영역은 전기 저항 튜브 길이의 1/3에 해당하는 길이를 가지며, 제2 영역은 제1 영역과 제3 영역사이에 위치하고, 전기 저항 튜브의 단부 전체에 전압을 가할 경우 각 영역에서 다량의 열이 발생하며, 제1 영역 및 제3 영역에서 각각 발생하는 열량은 제2 영역에서 발생하는 열량보다 많은(통상적으로 5% 이상, 바람직하게는 10% 이상, 보다 바람직하게는 15% 이상, 더욱 바람직하게는 30% 이상, 가장 바람직하게는 45% 이상) 것인 전기 저항 튜브, 및

<28> (d) 전기 저항 튜브 전체에 전압을 가함으로써 포획된 디젤 배기 가스 미립자의 연소점보다 높은 온도로 상기 튜브를 가열하는 수단

<29> 을 포함하고,

<30> 상기 전기 저항 튜브는, 전기 저항 튜브 전체에 전압을 가할 경우, 그을음 미립자가 연소되기에 충분한 양의 열이 전기 저항 튜브로부터 필터 부재 내에 포획된 그을음 미립자로 전달되도록 위치하고 있는 것인 제3 디젤 미립자 필터가 제공된다.

<31> 본 발명의 제2 및 제3 디젤 미립자 필터에 있어서, 지지 부재가 전기 전도성을 지닐 경우에는 지지 부재 및 전기 저항 시트(들) 또는 튜브가 서로에 대해 전기적 절연성을 갖는 것이 바람직하다.

<32> 제2 및 제3 필터 카트리지의 바람직한 실시태양은 전기 저항 시트(들) 또는 전기 저항 튜브의 개구부를 덮는 무기 섬유를 포함하는 제2 필터 부재를 포함한다.

<33> 전술한 것들을 포함할 수 있는 본 발명의 또다른 실시태양에서는, 전기 저항 튜브 또는 시트가 전기 저항 튜브 또는 시트의 단부들 사이에 제1, 제2, 제3, 제4 및 제5의 가상 영역을 가질 수 있고, 이들 각 영역은 전기 저항 튜브 또는 시트 길이의 1/5에 상응하는 길이를 가지며, 제2 영역은 제1 영역과 제3 영역 사이에 배치되고, 제3 영역은 제2 영역과 제4 영역사이에 배치되며, 제4 영역은 제3 영역과 제5 영역 사이에 배치되고, 전기 저항 튜브 또는 시트의 전체에 전압을 가할 경우 각 영역에서 다량의 열이 발생하며, 제2 영역 및 제4 영역(바람직하게는 제1, 제2, 제4, 및 제5 영역)에서 각각 발생하는 열량은 제3 영역에서 발생하는 열량보다 많다(바람직하게는 5% 이상, 보다 바람직하게는 10% 이상, 더욱 바람직하게는 15% 이상, 30% 이상, 가장 바람직하게는 45% 이상).

<34> 본 발명의 필터 카트리지는 케이싱 내에 카트리지를 지지시키는 수단을 더 포함하는 것이 바람직하다.

<35> 본 발명의 필터 카트리지는 배기 가스를 지지 부재 및 전기 저항 시트(들) 또는 튜브의 개구부로 흐르게 하는 수단을 더 포함하는 것이 바람직하다.

<36> 본 발명의 제4 특징에 따르면,

<37> (a) 2개 이상의 단부를 가진 케이싱,

<38> (b) 케이싱의 2개 이상의 단부를 배기 시스템에 연결시키는 수단,

<39> (c) 하나 이상의 디젤 미립자 필터 카트리지를 지지시키는 수단, 및

<40> (d) 케이싱 내에 카트리지를 지지시키는 수단을 포함하는 하나 이상의 본 발명에 따른 필터 카트리지

<41> 를 포함하고, 상기 전기 저항 튜브 또는 지지 부재의 2개 단부는 케이싱의 2개 단부 사이에 연장되며 지지 수단에 의해 케이싱 내에 지지되는 디젤 미립자 필터 또는 트랩이 제공된다.

<42> 보다 효율적인 열 전달을 위해서는, 전기 저항 시트(들) 또는 튜브의 한면 이상이 필터 부재와 밀착하는 것이 바람직하다. 전기 저항 시트(들) 또는 튜브가 필터 부재 내에 매립되는 경우에는, 전기 저항 시트(들) 또는 튜브의 각 주요 면(즉, 내면 및 외면)의 실질적인 전체 영역이 필터 부재와 접촉하는 것이 바람직하다. 또한, 필터 부재의 단열성은 열을 제한하면서 가열기로부터의 방열 손실을 저하시키는 경향이 있으므로, 포획된 그을음 미립자를 연소시키는데 필요한 에너지가 최소화된다.

<43> 전기 저항 시트(들) 또는 튜브는 최대 그을음 회수 영역 근처에 위치하도록 배치하는 것이 바람직하다.

<44> 본 명세서에 있어서,

<45> "실질적 강성"이란, 튜브 또는 지지 부재가 자립성이면서 그 외면을 덮는 필터 매체를 지지할 수 있는 것을 의미한다,

<46> "고온 영역"은 필터의 단부보다 높은 온도에서 작동하는 전기 필터의 중심부를 의미한다.

<47> 가열 부재와 관련된 "스트랜드"는 2개의 대향하는 면을 가진 고형 조각 물질을 칭하는 것으로서, 이때 2개의 대향면을 따른 각 대향점은 통상적으로 평행하고, 예를 들어 도 2에 도시된 가열 부재 형태(220)에서의 스트랜드는 빗금 영역(221)으로 표시되며, 도 3에 도시된 가열 부재 형태(230)에서의 스트랜드는 빗금 영역(231)으로 표시되고, 도 5에 도시된 가열 부재 형태(250)에서의 스트랜드는 빗금 영역(251)으로 표시되어 있다.

<48> 본 명세서에 사용된 "전류 경로 길이"는 2 지점 사이의 최단 전류 경로를 칭하는 것이고, 예를 들어 도 5에 도시된 형태로 형성된 튜브의 길이에 걸친 전류 경로는 라인(255)으로 표시되며, 상기 튜브의 길이는 x 방향이다. 또한, 도 5에 도시된 형태로 형성된 튜브의 원주 전류 경로 길이는 라인(256)으로 표시된다.

<49> 본 명세서에 사용된 "좌굴"은, 하중이 증가하기 전에는 구조체가 거의 변형되지 않거나 또는 약

간 변형되는 기존의 하중이 약간 증가함으로 인해 구조체가 유의적인 수준으로 급격하게 변형되는 것을 칭하는 것이고, 예를 들어, 단부상에 배치된 야드스틱(yardstick)은, 유의적인 측부 변형 없이 수 킬로그램의 하중을 지지할 수 있으나, 야드 스틱이 약간 휠때까지 하중이 증가하는 경우에는 하중의 증가로 인해 측부에 커다란 변형이 오게되며, 보다 구체적으로 가열 부재의 스트랜드에 가해지는 하중(P_{APP})이 임계적 하중(P_{Cr})보다 큰 경우에 좌굴이 발생하는데, 이때 임계적 하중은 하기 수학식 1로 정의된다.

<50> [수학식 1]

$$P_{Cr} = \pi^2 \frac{Ebt^3}{31^2}$$

<52> 식 중, E는 스트랜드 물질의 영 계수이고, b는 스트랜드의 폭이며, t는 스트랜드의 두께이고, l은 하중이 가해지기 전 스트랜드의 길이이다.

<53> "무기 섬유"는 고온(예, 약 600℃ 이상의 온도)에 내성을 가지고, 디젤 배기 가스에 화학적으로 내성을 가지며, 직물의 특성(즉, 필터 부재의 제조시 필요한 감김, 직조 과정 등에 적합한 특성)을 가지는 임의의 무기계 섬유를 칭하는 것이고,

<54> "얀"은 다수개 또는 한 다발의 개별 섬유 또는 필라멘트를 의미하며;

<55> "열변성 섬유"는 가열시 분해 및 휘발되는 성분(예, 유기 물질)을 포함하는 섬유를 칭하는 것이고,

<56> "섬유 분절"은 얀의 중심으로부터 돌출되어 있는 조각 섬유부를 칭하는 것이다.

<57> 본 발명은 디젤 미립자 필터 카트리지를 재생(즉, 회수된 그을음을 연소)시키는 효율적이면서 경제적인 수단을 제공한다. 본 발명의 디젤 미립자 필터 카트리지에 사용되는 바람직한 전기 가열 부재에 의하면, 공지된 전기 디젤 미립자 필터 가열 부재와 관련된 "고온 영역"의 문제점이 해결된다.

<58> 본 발명은 첨부된 도면을 참조하면 보다 용이하게 이해될 수 있다.

도면의 간단한 설명

<59> 도 1은 디젤 미립자 필터의 재생에 사용되는 전기 저항성 가열 부재의 제조에 유용한 것으로 공지된 팽창된 금속 시트의 평면도이다.

<60> 도 2는 디젤 미립자 필터의 재생에 사용되는 전기 저항성 가열 부재의 제조에 유용한 것으로 공지된 슬롯형 전기 저항성 시트의 평면도이다.

<61> 도 3은 디젤 미립자 필터의 재생에 사용되는 전기 저항성 가열 부재의 제조에 유용한 것으로 공지된 또 다른 바람직한 전기 저항성 시트의 평면도이다(참고: 유럽 특허 출원 제0 608 783 A1호(1994. 8. 3 공개)).

<62> 도 4는 가열기 온도의 불균일로 인해 공지된 전기 재생성 디젤 미립자 필터에서 발생하는 통상 비연소된 그을음 및 "고온 영역"을 보여주는 디젤 미립자 필터의 종단면도이다.

<63> 도 5는 본 발명에 따른 디젤 미립자 필터 카트리지의 제조에 유용한 선형 가변적 저항을 가진 슬롯형의 전기 저항 시트 구조(즉, 시트의 연속 스트랜드에 있어 시트의 어느 한쪽 단부로부터 시트의 중앙으로 갈수록 저항이 감소함)의 평면도로서, 여기서 시트 구조의 중앙에 위치한 스트랜드의 폭(251)은 시트의 단부에 위치한 스트랜드(252)의 폭보다 크다.

<64> 도 6은 디젤 미립자 필터의 재생에 사용되는 전기 저항성 가열 부재의 제조에 유용한 것으로 공지된 슬롯형 전기 저항 시트의 평면도이다.

<65> 도 7은 본 발명에 따른 바람직한 제1 디젤 미립자 필터 카트리지의 종단면도이다.

<66> 도 8은 도 7에 도시한 필터 카트리지 4개로 구성된 디젤 미립자 필터 또는 트랩의 종단면도이다.

<67> 도 9는 도 8의 라인 9---9를 따라 취한 단면도이다.

<68> 도 10은 본 발명에 따른 또다른 디젤 미립자 필터 카트리지의 종단면도이다.

<69> 도 11은 필터 부재의 표면 일부를 크게 확대한 도면이다.

<70> 도 12는 4 면의 필터 부재를 크게 확대한 단면도이다.

<71> 도 13은 측방향으로 치우친 교차 권사된 랩을 가진 4면의 필터 부재를 크게 확대한 횡단면도이다.

<72> 도 14, 15, 16 및 17은 본 발명에 따른 디젤 미립자 필터 카트리지에 사용된 전기 저항성 가열 부재의 제조에 유용한 바람직한 전기 저항성 금속 시트의 평면도이다.

<73> 도 18은 본 발명에 따른 디젤 미립자 필터 카트리지의 제조에 유용한, 가변적 저항을 가진 슬롯형의 전기 저항 시트 구조의 평면도이다.

<74> 도 19 및 도 20은 전기 저항 시트(들) 또는 튜브(또는 지지 부재) 내에 혼입시킬 수 있는 팽창 연결부의 예를 도시한 도면이다.

<75> 도 21은 전기 저항 시트(들) 또는 튜브(또는 지지 부재) 내에 혼입시킬 수 있는 벨로우 팽창 연결부의 예를 도시한 도면이다.

<76> [발명의 상세한 설명]

<77> 도 7을 보면, 본 발명에 따른 바람직한 디젤 미립자 필터 카트리지(19)는 용접된 원형 금속 캡(21) 및 금속 환형 고리(22)를 가진 슬롯형의 전기 저항 튜브(20)를 포함한다. 원형 금속 캡(21)에는 나사형의 금속 기둥(23)이 용접되어 있다. 금속 환형 고리(22)에는 4개의 금속 부착못(24)이 용접되어 있다. 나사형의 금속 기둥(23)은 통상의 스위치(도시하지 않음)에 연결되어 있고, 스위치는 다시 통상의 전원(도시하지 않음)에 연결되어 있다. 금속 부착못(24)은 회로의 전기적 접지로서 작용한다. 필터 매체(25)는 슬롯형 전기 저항 튜브(20) 둘레에 실질적 나선형으로 교차 권사된 무기 얀(yarn)을 포함한다.

<78> 본 발명에 따른 바람직한 디젤 미립자 필터 또는 트랩은 도 8 및 도 9에 도시되어 있다. 디젤 미립자 필터 또는 트랩(70)은 실린더형 몸체(72), 원추형 배기 가스 유입구(73) 및 원추형 배기 가스 유출구(74)를 가진 긴 형태의 케이싱(71)을 포함한다. 실린더형 몸체(72) 내의 유입 단부와 유출 단부 사이에는 실질적으로 평행한 4개의 본 발명의 디젤 미립자 필터 카트리지(80)가 이격되게 뻗어 있다. 각각의 필터 카트리지(80)는 원형 금속판(76)에 부착되는데, 이 금속판(76)은 배기 가스가 필터 카트리지(80)의 안팎으로 방사상으로 통과할 수 있도록 하고, 원추형 배기 가스 유출구(74)를 통해 필터(70)를 빠져나갈 수 있도록 하는 원형 개구부를 갖는다. 개방된 지지 구조체(78)에 의해 지지되는 나사형의 금속 기둥(77)은 세라믹 절연체(88)에 의해 개방된 지지 구조체(78)로부터 절연된다. 금속 밸브(93)는 원추형 유입구(73) 내에 배치되어, 재생 과정 중에 필터 카트리지(80)에서 나온 배기 가스 흐름을 전환시킴으로써 전력 요구량을 절감시킨다.

<79> 적시에 순간적으로 소비되는 전력량을 최소화하기 위해, 다수의 필터 카트리지를 포함하는 디젤 미립자 트랩은 각기 다른 시간대에(예, 순차적으로) 각각의 전기 저항성 튜브를 개별적으로 통전(通電)시키는 수단을 포함하는 것이 바람직하다.

<80> 도 10을 보면, 본 발명에 따른 바람직한 디젤 미립자 필터 카트리지(100)가 내부 필터 부재(110)에 의해 덮혀 있고 외면에서 내면에 이르는 개구부가 있는 외면을 가진 튜브형 지지 부재(106)를 포함하는데, 여기서 상기 내부 필터 부재(110)는 슬롯형 전기 저항 시트(들) 또는 튜브(101)로 덮혀 있고, 시트 또는 튜브(101)는 다시 외부 필터 부재(112)로 덮혀 있다.

<81> 튜브형 지지 부재(106)는 알루미노보로실리케이트 세라믹 산화물 섬유로 구성된 슬리빙(108)(예, 미국 미네소타 세인트폴 소재의 3행에서 상표명 "넥스텔(NEXTEL) 2 INCH BRAIDED SLEEVING WITH 170 SIZING"으로 시판되는 것)에 의해 내부 금속 고리(107)과 전기적 절연 상태에 있다.

<82> 슬롯형 전기 시트(들) 또는 튜브(101)의 단부(124)는 내부 금속 고리(107)와 외부 금속 고리(123) 사이에 고정되어 있으며, 전기 기둥(125)과 전기적으로 연결되어 있다. 전기 기둥(125)은 통상의 전원(도시하지 않음)에 연결시킬 수 있다. 나사형의 중심 기둥(126)은 금속 단부 캡(131)에 용접되어 있고, 이 캡(131)은 튜브형 지지 부재(106)에 용접되어 있다. 나사형의 중심 기둥(126)을 사용하여 케이싱 내에 필터 카트리지(100)의 단부를 지지시킬 수 있다.

<83> 튜브형 지지 부재(106)의 개방 단부는 환형 칼라(127) 내부에 맞추어 용접되어 있다. 슬롯형 전기 시트(들) 또는 튜브(101)의 단부(124A)는 환형 칼라(127)와 외부 고리(128) 사이에 고정되어 있다. 환형 칼라(127)는 원형 금속 플랜지(129)에 용접되어 있고, 이 플랜지(129)는 배기 가스가 필터 카트리지(100)의 안팎으로 방사상으로 통과할 수 있도록 하는 원형 개구부를 갖는다. 원형 금속 플랜지(129)는 케이싱에 부착될 수 있도록 압입 또는 용접 부착못(130)을 가지고 있다.

<84> 예를 들어, 케이싱, 판 또는 기둥을 전기 전도체로서 사용하고자 하는 경우에는 금속이 바람직하긴 하나, 이들은 각각 금속 또는 세라믹을 비롯한 임의의 적당한 재료를 포함할 수 있다. 또한, 제조 용이성을 위해서는 금속이 바람직한 재료이다. 금속으로는 스테인레스 스틸이 바람직하다. 케이싱, 판 및 기둥을 연결시키는 수단으로는 케이싱, 판 및 기둥을 구성하는 구체적 재료로 당해 분야에 공지된 것들이 있다. 예를 들어, 케이싱, 판 및 기둥이 금속으로 제조된 경우, 바람직한 연결수단은 용접이다,

<85> 케이싱의 모양은 편이에 따라 달라질 수 있다. 적당한 모양으로는 원형 단면, 타원형 단면, 정사각형 단면 및 직사각형 단면을 가진 것들이 있다, 케이싱은 통상 슬림형이 되도록 신장시킨다.

<86> 중공형 지지 부재는 금속 및 세라믹과 같은 임의의 적당한 재료를 포함할 수 있다. 중공형 지지 부재로는, 실질적 강성만 있다면, 예를 들어 구멍이 있는 튜브, 와이어 스크린 또는 팽창 금속을 사용할 수 있다. 중공형 지지 부재는 금속을 포함하는 것이 바람직하다. 금속은 니켈-크롬-철 합금(예, 미국 웨스트 버지니아 헌팅턴 소재의 인코 얼로이 인터내셔널, 인코오포레이티드에서 시판하는 상표명 "인코넬 600" 및 "인콜로이 800", 미국 인디애너 코코모 소재의 헤인즈 인터내셔널에서 시판하는 "헤인즈 556", 및 미국 코네티컷 베델 소재의 캔탈 코오포레이숀에서 시판하는 "캔탈 A1")과 같은 고온 금속(즉, 약 600 ℃ 이상의 온도에서 그 물리적 성질이 거의 그대로 유지되는 금속)인 것이 바람직하다.

<87> 중공 튜브형 지지 부재는 케이싱에 대해 전술한 바와 같이 편이상 다양한 모양을 가질 수 있다. 중공형의 지지 부재는 원형 또는 타원형의 단면을 갖는 것이 바람직하다.

<88> 중공형 지지 부재의 개구부는 강성은 그대로 유지하면서 가능한 커야 한다. 각 개구부는 약 1 ㎜ 내지 약 20 ㎜ 범위의 직경을 가진 것이 바람직하다. 각 개구부는 약 2 ㎜ 내지 약 10 ㎜ 범위의 직경을 가진 것이 보다 바람직하고, 약 3 ㎜ 내지 약 7 ㎜ 범위의 직경을 가진 것이 가장 바람직하다.

<89> 각 개구부의 크기는 동일하거나 상이하거나, 또는 그 두가지 모두일 수 있다.

<90> 개구부는 중공형 지지 부재의 총 돌출 영역의 약 40% 내지 약 80%를 차지하는 것이 바람직하고, 약 50% 내지 약 70%를 차지하는 것이 보다 바람직하다. 개방 영역이 실질적으로 80% 이상인 경우에는, 중공형 지지 부재의 구조적 완전도에 유의적인 영향을 미칠 수 있다. 한편, 개방 영역이 실질적으로 40% 이하인 경우에는 사용 중에 바람직하지 못한 배압이 발생할 수도 있다.

<91> 비천공형인 것이 바람직한 지지 부재의 단부를 제외하고는, 각 중공형 지지부재의 표면 상에는

개구부가 균일하게 분포하는 것이 바람직하다.

<92> 무기 섬유 또는 얀을 함유하는 필터 부재 또는 매체는 디젤 미립자 그을음을 포획하는 데 유용한 임의의 모양을 가질 수 있다. 적당한 필터 부재 또는 매체로는 중공형 지지 부재 또는 전기 저항 튜브 주위에 나선형으로 권사된 무기 섬유 또는 얀, 직물, 부직 매트 또는 이들의 조합물이 있다.

<93> 무기 섬유 또는 얀은 세라믹인 것이 바람직하다. 세라믹 섬유 또는 얀은, 예를 들면 비결정형(예, 유리), 다결정형 또는 이들의 조합 형태를 가질 수 있다. 유용한 세라믹 섬유 또는 얀은 그러한 용도로 당해 분야에 공지되어 있으며, 그 예로는 알루미노보로실리케이트, 산화알루미늄, 이산화규소 또는 탄화규소를 포함하는 것들이 있다.

<94> 필터 부재의 형태는 유의적인 배압의 발생 없이 고도의 여과 효율을 제공할 수 있도록 선택하는 것이 바람직하다.

<95> **권사된 무기 얀**

<96> 중공형 지지 부재 주위에 나선형으로 권사된 무기 얀은 직경이 약 0.5 ㎜ 내지 약 5 ㎜인 것이 바람직하다. 직경은 약 1 ㎜ 내지 약 3 ㎜인 것이 보다 바람직하다. 명시한 범위의 직경을 가진 얀은 통상 상기 범위를 벗어난 직경을 가진 얀들에 비해 우수한 직물 특성을 가진다. 그러한 얀은 통상 약 780개 내지 약 7800개의 개별 무기 섬유를 포함한다. 무기 얀은 약 1560개 내지 약 4680개의 개별 섬유를 포함하는 것이 바람직하다. 무기 얀은 겹으로 꼴 수도 있다.

<97> 무기 섬유의 직경은 약 5 ㎛ 내지 약 20 ㎛ 인 것이 바람직하다. 보다 바람직한 무기 섬유는 약 7 ㎛ 내지 약 15 ㎛, 가장 바람직한 무기 섬유는 약 9 ㎛ 내지 약 14 ㎛의 직경을 가진 것이다. 명시한 범위 내의 직경을 가진 섬유는 일반적으로 그 범위를 실질적으로 벗어나는 직경을 가진 섬유들보다 제조 및 직조가 용이하다. 또한, 직경이 실질적으로 5 ㎛ 이하인 섬유는 쉽게 손상되는(즉, 직조시 파손되는) 경향이 있다.

<98> 유용한 세라믹 얀에는 알루미노보로실리케이트, 산화알루미늄, 이산화규소 또는 탄화규소로 제조된 섬유를 포함하는 것들이 있다. 세라믹 섬유는 알루미노보로실리케이트를 포함하는 것이 바람직하다. 취급을 용이하게 하기 위해, 얀은 통상의 사이징(sizing) 기술을 이용하여 사이징 처리하는 것이 바람직하다. 알루미노보로실리케이트 섬유는, 예를 들면 미국 미네소타 세인트폴 소재의 3엠 컴패니에서 시판하는 상표명 "넥스텔 312 세라믹 얀" 및 "넥스텔 440 세라믹 얀"이다.

<99> 무기 안을 직조하면 그 필터 효율 또는 포획 효율이 향상된다. 무기 얀은, 예를 들면 연속 섬유 루프, 개별 섬유 분절 또는 이들의 조합물이 조밀한 중심부로부터 밖으로 뻗어나가도록 직조하므로써 로프티성을 갖도록 직조하는 것이 바람직하다. 연속 섬유 루프가 가장 바람직하다, 무기 얀은 공기 젯 또는 기계적 직조를 비롯한 당해 분야에 공지된 기술에 의해 직조할 수 있다. 공기 젯 직조는, 일반적으로 기계적 기술로 직조되는 얀보다 적은 수의 섬유 분절 및 보다 많은 섬유 루프를 가진 직조 얀을 제공하기 때문에 바람직하다.

<100> 직조된 무기 얀은 직경이 약 1 ㎜ 내지 10 ㎜인 것이 바람직하다. 직경이 약 3 ㎜ 내지 약 6 ㎜인 직조된 무기 얀이 보다 바람직하다. 상기 명시한 범위의 직경을 가진 직조 얀의 여과 또는 포획 효율은 상기 범위를 벗어난 직경을 가진 얀보다 일반적으로 우수하다.

<101> 여과 효율의 향상을 위해서는, 무기 얀이 지지 부재 또는 전기 저항 튜브 주위에 실질적으로 나선형으로 교차 권사되는 것이 바람직하다. 얀은 지지 부재 또는 전기 저항 튜브 주위에 실질적으로 나선형으로 교차 권사되어 4면의 개구부를 형성하는 것이 보다 바람직하다.

<102> 무기 얀은 조밀한 중심부를 포함하는데, 그 중심부로부터 연속 섬유 루프 및 섬유 분절 중 적어도 하나가 밖으로 뻗어 나오며, 각각의 연속층의 연속 회선으로 이루어진 중심부는 방사상으로 정렬되어 비교적 조밀한 벽을 제공하며, 이 벽은 서로 이격되어 4면의 개구부를 형성하고, 섬유 루프 및 섬유 분절은 4면의 개구부 각각의 내부로 돌출되며, 인접 회선의 섬유 루프 및 섬유 분절은 서로 맞물려서 디젤 배기 가스 미립자용 트랩 각각에 4면의 개구부를 제공한다.

<103> 도 11 및 도 12를 보면, 4면 필터 부재(149)는 섬유 분절, 연속 섬유 루프 또는 이들의 조합체(152)가 밖으로 돌출되어 나오는 조밀한 중심부(150)을 가진 세라믹 얀을 포함하는 나선형의 교차 권사된 무기 얀을 갖는다, 도 11 및 도 12는, 처음에는 각각의 권사 방향에서 중공형 지지 부재(154) 또는 전기 저항 튜브(개구부(156)를 가짐)의 축에 대해 약 45° 의 각도를 이루며 층형으로 교차 권사된 얀을 도시한 것이다. 4면의 개구부를 형성하려면, 얀의 중심부가 그 아래쪽의 중심부와 방사상으로 정렬되도록 얀의 각각의 연속층(즉, 4면 패턴 반복 구조 앞에 위치하는 중공형 지지 부재에 대한 하나의 완전한 피복층)의 권사 각도를 약간 증가시킨다(즉, 약 0.25°). 이 권사 배열에 의하면, 1차 통과시 인접 회선들이 넓은 간격으로 배치된 후, 인접 회선들간의 간격이 균일해질 때까지 후속의 회선과 함께 산재하게 된다. 이러한 배열은 본래 각 층에 있어 대향 방향의 회선이 상호 직조되어 있으므로 배기력으로부터 필터 부재를 안정화시킨다.

<104> 중공형 지지 부재 또는 전기 저항 튜브 주위에 둘러싸인 방사 배열의 중심부는 함께 비교적 조밀한 벽(151)을 형성하는데, 이들 벽은 4면 개구부(155)(즉, 다이아몬드형)를 형성하도록 이격되어 있다. 섬유 분절, 섬유 루프 또는 이들의 조합체(152)는 각각의 4면 개구부 안으로 돌출되고, 측방으로 인접한 회선의 섬유 분절 및 섬유 루프는 도 12에 도시된 바와 같이 서로 얽혀져 있다.

<105> 권사 구조가 비천공 영역내로 연장됨에 따라, 권사각은, 얀의 인접 회선들이 점진적으로 보다 조밀하게 배치되어 배기 흐름을 실질적으로 투과시키지 못하는 비교적 두꺼운 벽을 형성하도록 컴퓨터 제어하에 조절하는 것이 바람직하다.

<106> 각각의 벽(151)은 방사상으로 연장되기 때문에, 4면의 개구부(155)는 도 12에 도시된 바와 같이 깔때기형이다. 또한, 섬유 분절과 섬유 루프의 밀도가 각 개구부의 외면으로부터 기저부로 갈수록 증가하는 경향이 있으므로, 배기 가스가 필터 부재를 통해 방사상으로 유입되는 경우 미립자 포획물이 필터 부

재의 전체 깊이에 걸쳐 분포하게 된다. 필터 부재의 여과 성능은, 하류부에서 보다 고도의 직조 얀을 사용하고 보다 상류부에서는 점진적으로 적게 직조된 얀을 사용하여 향상시킬 수 있다.

<107> 하나 이상의 층의 회선들로 구성된 중심부는 인접층 회선들로 구성된 중심부로부터 측방향으로 치우쳐 일반적으로 방사상의 배기 흐름이 굴곡형 로 내로 편향되는 것이 바람직하다. 필터 부재는 하부층의 회선들로 구성된 중심부로부터 측방향으로 치우친 4개 이상의 얀 층(바람직하게는 10개 내지 30개 층) 및 3개 이상의 층(바람직하게는 5개 내지 15개 층)의 회선들로 구성된 중심부를 포함하는 것이 보다 바람직하다. 또한, 인접 오프셋 층의 회선들로 구성된 중심부는 동일한 층의 회선들로 구성된 중심부보다 서로 근접하게 위치하는 것이 바람직하다. 간격이 좁을수록 섬유 분절에 보다 양호한 지지 작용을 제공하므로, 손상이 감소하면서 각 섬유분절이 보다 고밀도의 그을음을 지지할 수 있는데, 이러한 이점은 배압을 충분히 낮게 유지시킨 상태에서 얻어질 수 있다. 대조적으로, 연속 회선의 모든 중심부가 하부 회선의 중심부와 방사상으로 정렬되는 경우에는 중심부들 사이의 간격이 임의로 감소하면 배압이 증가한다.

<108> 도 13을 보면, 측방향으로 치우친 교차 권사된 랩을 가진 4면의 필터 부재(159)는 하부 회선의 중심부에 대해 견고하게 권사되고 이 중심부와 방사상으로 정렬된 부직 얀의 첫번째 4개 층(160)의 각각의 연속 회선으로 구성된 중심부를 가진다. 방사상으로 정렬된 중심부들은 함께, 도 13에 도시한 깔때기형의 4면 개구부의 첫번째 세트를 이루는 이격된 벽을 형성한다.

<109> 직조 얀의 두번째 세트의 4개 층(164)을 도포하기 전에 맨드렐을 23° 회전시키면, 방사상으로 정렬된 회선의 중심부가 첫번째 4개 층(160)에 의해 형성된 4면 개구부를 2분함으로써 두번째 세트의 4면 개구부를 형성한다. 맨드렐을 다시 23° 회전시킨 후에는, 3번째 세트의 두개의 얀 층(168)을 깔아서 4면의 개구부를 가진 3번째 세트를 형성시켰다. 도 13에 도시된 바와 같이, 3번째 세트의 층(168)의 방사상으로 정렬된 얀의 회선들의 중심부는 두번째 세트의 4면 개구부를 2분하며, 첫번째 세트의 4개 층(160)의 회선들의 중심부와 방사상으로 정렬된다.

<110> 그 후 4번째 세트의 4면 개구부를 형성하는 단일 얀의 4번째 층(170)을 도포하기 전에 맨드렐을 11.5° 회전시켰다. 4번째 층(170)의 회선의 각각의 중심부는 3번째 세트의 층(168)의 4면 개구부를 가로지르는 거리의 25% 만큼 측방향으로 치우쳐 있다.

<111> 5번째 세트의 4면 개구부를 형성하는 단일 얀의 5번째 층(171)을 도포하기 전에 맨드렐을 다시 11.5° 회전시켰다. 5번째 층(171) 회선의 각각의 중심부는 3번째 세트의 층(168)들의 4면 개구부를 2분하며, 두번째 세트의 층들(164)의 회선들의 중심부와 방사상으로 정렬된다.

<112> 6번째 세트의 4면 개구부를 형성하도록 방사상으로 정렬된 6번째 세트의 4개의 얀 층(172)을 도포하기 전에 맨드렐을 다시 11.5° 회전시켰다. 6번째 층들(172)의 얀 중심부의 각각의 회선은 5번째 층(171)의 회선들의 중심부와 3번째 세트의 층(168)의 회선들의 중심부 사이의 공간을 2분한다. 개구부(166)를 가진 중공형 지지 부재 또는 전기 저항 튜브 상의 필터 부재(159)는 16개의 얀 층을 포함한다.

<113> 필터 부재(159)의 각각의 연속적인 얀 층을 도포할 경우에는, 권사 각을 약간 높여(예, 약 0.25°) 얀의 중심부를 이전 층의 하부 중심부와 방사상 정렬 상태로 배치시키거나 또는 목적하는 측방향으로의 치우침을 유도한다. 배기 가스는 필터 부재(159) 외부의 5개 세트 층의 측방향으로 치우친 얀의 중심부에 의해 굴곡이 있는 통로로 편향된다.

<114> 4면 필터의 권사 구조가 비천공 영역내로 연장됨에 따라, 권사각은, 얀의 인접 회선이 점진적으로 보다 근접하게 배치되어 배기 흐름을 거의 투과시키지 못하는 비교적 두꺼운 단부벽을 제공하도록 컴퓨터 제어하에 조절하는 것이 바람직하다.

<115> 섬유 분절과 연속 섬유 루프의 밀도는 각 개구부의 외면으로부터 기저부로 갈수록 증가하는 경향이 있어, 필터 부재의 전체 깊이에 걸쳐 미립자 트랩이 분포하게 된다. 필터 부재의 여과 성능은, 하류 영역에서는 고도의 직조 얀을 사용하고 보다 상류 영역에서는 점진적으로 적게 직조된 얀을 사용하면 향상시킬 수 있다.

<116> 필터 부재가 권사되는 각도는 각각의 권사 방향에서 중공형 지지 부재 또는 전기 저항성 튜브의 축에 대해 약 30° 내지 약 70° 의 범위가 바람직하다. 권사각은 약 30° 내지 약 60° 의 범위가보다 바람직하고, 약 45° 내지 약 55° 의 범위가 가장 바람직하다. 권사각을 명시한 범위 내로 사용하면 통상 상기 범위를 실질적으로 벗어나는 각도로 권사된 필터보다 중공형 지지 부재 또는 전기 저항성 튜브에 보다 잘 고정되고 보다 효율적인 필터 부재가 제공된다.

<117> 첫번째 교차 권사된 회로(즉, 각 방향으로 1회의 권사 공정 통과)의 경우, 4면의 개구부(이들이 개방 영역을 덮은 상태)는 균일한 크기와 모양을 가진 것이 바람직하다.

<118> 4면 개구부의 반대쪽 모서리 사이의 개구부의 크기는 중공형 지지 부재 또는 전기 저항 튜브의 축 방향 및 원주 방향으로 각각 약 3 ㎜ 내지 약 20 ㎜의 범위를 가진 것이 바람직하며, 약 4 ㎜ 내지 약 13 ㎜의 범위를 가진 것이 보다 바람직하다. 개구부가 상기 명시된 범위보다 실질적으로 큰 경우에는 여과 효율이 불충분한 반면에, 명시된 범위보다 상당히 작은 경우에는 바람직하지 않게 높은 배압이 발생할 수도 있다.

<119> 중공형 지지 부재 또는 전기 저항 튜브 주위로 얀을 권사시킬 경우, 권사 장력은 얀을 파괴시키지 않는 범위내에서 가능한 한 높은 것이 바람직하다. 통상 권사 장력은 약 4 내지 약 19.6 뉴턴의 범위이다. 권사 장력은 약 4 내지 약 13 뉴턴의 범위가 바람직하다. 권사 장력이 과다하면, 회선이 하부 층의 섬유 분절에 의해 지지되는 경우 원치않는 압축이 야기되는 경향이 있다.

<120> 전기 저항 시트(들) 또는 튜브 근처에 그을음의 축적을 증가시키기 위해서는, 전기 저항성 시트(들) 또는 튜브 상류의 필터 부재 영역가 연속 섬유 루프 및 섬유 분절을 비교적 갖지 않는 것(즉, 약간 직조된 것)이 바람직할 수 있다.

<121> 각각의 필터 부재는 실질적으로 나선형으로 권사되고 교차 권사된 무기 얀으로 구성된 하나 이상의 층을 포함하거나, 또는 무기 섬유를 포함하는 하나 이상의 부직 매트를 포함할 수 있는 데, 이때 상기

매트는 실질적으로 나선형으로 교차 권사된 무기얀에 의해 지지 부재 또는 전기 저항 시트(들) 또는 튜브의 방사상 외표면에 지지된다.

<122> 세라믹 섬유를 포함하는 실질적 나선형으로 교차 권사된 직조 얀을 포함하는 필터 부재의 경우에는, 일부 열변성 얀을 권사 구조 내에 혼입시키는 것이 바람직할 수도 있다. 열변성 얀이 필터의 최초 사용 중 또는 이전에 연소됨에 따라 남겨지는 통로는 배압을 감소시키면서, 필터 섬유에 대한 접근도를 향상시킬 수 있다.

<123> 필터 부재는 환의 두께가 약 1 mm 내지 약 25 mm의 범위인 것이 바람직하다. 무기 섬유를 포함하는 실질적 나선형으로 교차 권사된 직조 얀을 포함하는 필터부재의 경우에는, 교차 권사된 섬유의 바람직한 총 환 두께가 약 5 mm 내지 약 15 mm의 범위이다. 실질적 나선형으로 교차 권사된 직조 얀 및 부직 매트를 포함하는 필터 부재의 경우, 필터 부재의 환 두께는 약 3 mm 내지 약 10 mm이다. 언급한 범위보다 두께가 상당히 두꺼운 경우에는, 비용이 과도하게 증가할 수 있고, 또한 바람직하지 않게 높은 배압이 발생할 수 있는 반면에, 상기 언급한 범위보다 두께가 실질적으로 얇은 경우에는 불충분한 여과 효율이 제공될 수 있다.

<124> 필터 매체(매립된 가열기 구조)의 층들 사이에 전기 저항 시트(들) 또는 튜브를 가진 필터의 경우, 내부 필터 부재의 환의 두께는 전기 저항 시트(들) 또는 튜브로부터 전기 전도성의 중공형 지지 부재를 전기적으로 절연시키기에 충분해야 한다. 내부 필터 부재의 환의 두께는 통상 약 0.25 cm 내지 약 0.75 cm이고, 약 0.35 cm 내지 약 0.5 cm의 범위인 것이 바람직하다.

<125> **직포**

<126> 무기 섬유 또는 얀을 포함하는 적당한 직포는 상기 용도로 당해 분야에 공지되어 있으며, 그 예로는 미국 미네소타 세인트폴 소재의 3엠 컴패니에서 상표명 "넥스텔 세라믹 패브릭"으로 시판되는 것들이 있다.

<127> 상기 직포는 당해 분야에 공지된 방법으로 지지 부재 또는 전기 저항 튜브에 고정시킬 수 있는데, 상기 방법의 예를 들면 지지 부재 또는 전기 저항 튜브 주위에 직포를 둘러싼 후 그 직포 주위에 섬유(금속선 포함) 또는 얀을 나선형으로 권사시키는 방법, 지지 부재 또는 전기 저항 시트(들) 또는 튜브 주위에 직포를 둘러싼 후 직포의 단부를 함께 재봉하는 방법, 및 직포를 튜브로 성형한 후 이것을 중공형 지지 부재 또는 전기 저항 시트(들) 또는 튜브 위로 활주시키는 방법이 있다. 예를 들어, 무기 섬유 또는 얀을 나선형으로 권사시키거나, 또는 지지 부재 또는 전기 저항 시트(들) 또는 튜브 주위에 부직 매트(들)를 둘러싸서 제조하는 필터 매체 상에 직물을 배치시키는 것도 본 명세서의 범위 내에 포함된다.

<128> 바람직한 직물은 미국 특허 제5,180,409호(피셔)에 개시되어 있다. 이 바람직한 직물은 가요성이고, 실질적으로 비압축성이며, 실질적으로 비권축되고 이격된 지지 스트랜드와 그 지지 스트랜드에 대해 팽팽하게 당겨지는 가요성이고 로프티성이며 실질적으로 완전히 권축된 위사로 구성된 무매듭직(unknotted weave)이다. "실질적 비압축성"이란 로프티성 위사가 지지 스트랜드에 대해 팽팽하게 당겨지는 경우에 지지 스트랜드가 그 모양과 직경을 그대로 유지하는 성질을 의미한다.

<129> 바람직한 직물의 지지 스트랜드로는, 다수의 작은 유리 또는 세라믹 섬유 단부(바람직하게는 3개 내지 8개의 단부/다발 및 300개 내지 1600개의 섬유/단부)로 제조하여 실질적으로 비압축성화된 얀이 바람직한 데, 이때 상기 섬유의 단부는 바람직하게는 0.4회 내지 3회의 꼬임(twist)/cm 으로 균일하게 함께 꼬여져 있으며, 그러한 꼬임 다음에는 동일한 꼬임 횟수/cm 하에 반대 방향으로 다수의 그러한 서로 꼬여진 다발(바람직하게는 2개 내지 6개)이 함께 꼬여진다.

<130> "권축(crimp)"이란 직물 제조시의 직조 작용 중에 얀이 감긴 통상의 굴곡 형태를 의미한다. 바람직한 직물과 관련하여 사용된 "로프티(lofty)"란 용어는, 응력을 받지 않을 때 75% 이상의 공극 부피를 가지는 얀을 의미한다. 얀의 공극 부피는, 눈금이 있는 현미경을 사용하여 공칭 직경(D)을 측정하고, 저울을 사용하여 얀의 길이(L)의 질량(M)을 측정하므로써 계산할 수 있다. 공극의 부피(VV)는 다음 식에 의해 산출된다.

<131> [수학식 2]

$$VV = 1 - \frac{M/\rho}{\pi LD^2/4}$$

<133> 상기 식에서, ρ는 얀의 부피 밀도이다.

<134> 직조 얀의 D는 루프가 연장되어 이르는 실린더형 엔벨로프의 직경인데, 이 엔벨로프는 얀의 표면에서 임의의 골을 연결시킴으로써 이들 표면의 공극을 둘러싼다.

<135> 직조를 향상시키기 위해서는, 위사의 개별 단부가 고도로 꼬여 있지 않아야 하고, 즉 2회 꼬임/m 미만으로 꼬여지는 것이 바람직하며, 상기 단부는 팽팽하게 함께 꼬여 있지 않아야 하고, 즉 1회 꼬임/cm 이하로 꼬여지는 것이 바람직하다. 단부드들이 함께 꼬여지는 경우에는, 1개의 얀당 단지 몇개의 단부, 바람직하게는 2 또는 3개의 단부만을 사용하면 직조가 증진된다.

<136> 최적의 여과 효율을 위해서는, 배압을 낮게 유지시키는 한편 위사는 85% 이상, 보다 바람직하게는 95% 이상의 공극 부피가 제공되도록 직조해야 한다. 배압을 낮게 유지시키기 위해서는 위사가 서로 이격되는 것이 바람직하나, 고도로 직조된 위사의 최외곽 섬유는 배압을 거의 증가시키는 일이 없이 서로 얽힐 수 있다. 위사들이 서로 얽히지 않으면, 필터는 새로운 직물로 구성된 다층을 사용해야 한다.

<137> 제조상의 편이를 위해, 지지 스트랜드를 새로운 직물의 경사로 하고, 위사는 새로운 직물의 위사(weft)로 하여 직조 공정 중 지지 스트랜드에 대해 팽팽하게 당기는 것이 바람직하다. 지지 스트랜드에 대해 팽팽하게 당겨지므로써, 위사는 그것이 지지 스트랜드와 접하는 곳에서 평탄화되어 특히 위사가 각 지지 스트랜드에서 그 공칭 직경의 1/5 미만의 두께로 평탄화될 때 위사가 활주 또는 이동하는 것을 방지

한다. 보다 양호한 활주 방지를 위해서는, 평탄도가 위사의 공칭 직경의 1/10 내지 1/20이어야 한다. 그렇게 평탄화될 경우에도, 위사의 간섭 부분은 그 로프티 성질을 보유한다.

<138> 필터가 상당한 두께, 즉 새로운 직물로 구성된 다층을 가져야 하는 경우에는, 새로운 필터 직물이 다중 경사 직물인 경우에 보다 경제적일 수 있다.

<139> 필터 부재가 바람직한 직물로 구성된 다층을 포함하는 경우에는, 인접층의 지지 스트랜드가 서로 직교하여 연장되므로써 네스팅(nesting)을 최소화하는 것이 바람직하다. 직물로 구성된 2개 이상의 층을 필터 매체로 사용할 경우, 가장 안쪽 층의 지지 스트랜드는 원주 방향으로 연장시켜 그 층을 기재에 대해 안정적으로 당 기기가 용이하도록 하는 것이 바람직하다.

<140> **부직 매트**

<141> 전형적으로 부직 매트를 함유하는 섬유의 직경은 약 20 ㎛ 이하이다. 부직 매트를 함유하는 섬유의 직경은 약 3 ㎛ 내지 약 20 ㎛가 바람직하다.

<142> 적당한 부직 매트는 당업계에 공지되어 있으며, 예를 들어 영국 체셔에 소재하는 임페리얼 케미칼스, 인코포레이티드에서 상표명 "사필 LD 매트"로 시판되고 있다.

<143> 바람직한 부직 매트는 국제 출원 제PCT/US93/12021호(국제 공개 제WO94/16134호)에 기술된 바와 같이 제조할 수 있다. 부직 매트는, 예를 들어 상기 국제 출원에 기술되어 있는 바와 같이 니이들 펀칭 가공하거나, 또는 미국 특허 제4,181,514호(레프코비츠 등)에 기술되어 있는 바와 같이 스티치 결합 가공할 수 있다.

<144> 디젤 미립자 필터 카트리지 및 필터의 구성에 관한 더 자세한 설명은 미국 특허 제5,248,481호(블룸 등) 및 제5,258,164호(불룸 등)에 기술되어 있다.

<145> 또한, 디젤 배기 가스 그을음 미립자 중의 탄소 및 가용성 유기 성분(예, 탄화수소 및 일산화탄소)의 산화를 돕기 위해, 상기 필터 부재는 무기 섬유 또는 얀 상에 코팅된 산화 촉매를 더 포함할 수 있다. 이러한 산화 촉매는 당업계에 공지되어 있으며, 그 예로는 촉매적 금속 산화물(예, 산화티탄 및 오산화바나듐), 귀금속(예, 백금, 로듐, 기타 백금족 금속 및 은) 및 비금속(예, 구리, 철, 망간 및 칼륨)이 있다. 무기 얀 및 부직 매트 상에 촉매를 코팅하는 방법은 당업계에 공지되어 있다.

<146> 본 발명에 따른 디젤 미립자 필터 카트리지 및 필터에 사용되는 전기 저항성 가열 부재의 제조에 유용한 바람직한 전기 저항 시트의 구조는 도 5, 도 14 내지 도 18에 도시하였다. 도 14에 도시한 전기 저항성 시트를 위한 3개의 가상 영역은 참고 번호 501, 502 및 503으로 칭하였다. 도 14에 도시한 전기 저항 시트를 위한 5 개의 가상 영역은 참조 번호 511, 512, 513, 514 및 515로 칭하였다.

<147> 전기 저항 시트 또는 튜브(가열 부재) 구조의 전기 저항은 분재의 기하학적 형태 및 제조 물질과 연관이 있으며, 하기 식으로 계산할 수 있다.

<148> [수학식 3]

$$R = \rho L / A$$

<150> 상기 식에서, R은 전기 저항, ρ는 물질의 비저항, L은 전류 경로의 길이를 나타내고, A는 전류 경로의 단면적을 의미한다.

<151> 도 5에 대해 설명하면, 스트랜드 폭(251) 및/또는 (252) 및 개구부(253)를 변화시켜 가열기의 길이에 따른 전기 저항을 변화시킴으로써 목적하는 열분포를 달성한다. 제조를 용이하게 하기 위해서는, 스트랜드 폭을 변화시키고, 개구부의 크기는 일정하게 유지시키는 것이 바람직하다.

<152> 예를 들어, 스트랜드 폭, 개구부의 크기 또는 수, 전류 경로의 수, 또는 이들 모두를 변화시키므로써 가열기의 길이 및/또는 원주를 따라 전기 저항을 변화시킬 수 있다. 또한, 시트(들) 또는 튜브의 전기 저항은 제조 물질, 스트랜드의 두께, 전류 경로의 길이, 개구부 크기, 전류 경로의 수, 스트랜드의 수를 변화시키므써 조절할 수 있다. 또한, 상기 튜브의 물질 조성은 단부와 중심이 다를 수 있다(즉, 전기 저항 시트(들) 또는 튜브의 저항은 제조 물질의 조성을 변화시키므로써 조절할 수 있다). 이들 임의의 매개 변수(즉, 스트랜드 폭, 개구부의 크기 또는 수 등)는, 예를 들어 길이 및/또는 원주의 1차 함수, 길이 및/또는 원주의 계단형 함수, 길이 및/또는 원주의 포물선형 함수, 길이 및/또는 원주의 지수형 함수, 또는 가열기의 길이 및/또는 원주에 대한 매개변수와 관련된 임의의 수학적 표현으로 조절할 수 있다.

<153> 예를 들어, 개구부는 원형, 타원형, 직사각형, 모서리가 둥근 직사각형, 다이아몬드형, 삼각형 또는 이들 모양이 조합된 형태일 수 있다.

<154> 전기 저항 시트 또는 튜브의 전기 저항은 개별 스트랜드의 평균 단면적을 변화시켜 조절하는 것이 바람직하다.

<155> 무기 얀이 전기 저항 시트(들) 또는 튜브(또는 지지 부재) 주위에 나선형으로 감긴 경우에는, 얀이 전기 저항 시트(들) 또는 튜브(또는 지지 부재)의 개구부를 통해 낙하하는 것을 방지하기 위해 가열 부재 구조(예, 스트랜드의 수, 스트랜드의 폭, 스트랜드의 길이 및 개구부의 크기) 및 얀의 권사 패턴을 선택하는 데 주의를 기울여야 한다. 예를 들어, 전기 저항 시트(들) 또는 튜브(또는 지지 부재)의 개구부가 45° 의 각도로 위치하고 권사각이 동일한 상대각인 경우, 얀이 슬롯 보다 가늘면 개구부를 통해 미끄러져 나간다.

<156> 전기 저항 시트(들) 또는 튜브의 개구부는 그 돌출 면적의 약 10% 내지 약 70%를 점유하는 것이 바람직하다. 전기 저항 시트(들) 또는 튜브의 개구부는 그 돌출 면적의 약 40% 내지 약 60%를 점유하는 것이 보다 바람직하다, 돌출된 개구부의 면적이 상기 범위 내인 경우에는, 필터 부재를 가로지르는 목적하는 낮은 배압, 관련 필터 부재에 대한 목적하는 정합성, 전기 저항성 시트(들) 또는 튜브의 목적하는 강성과 완전성 및 제조 용이성이 최상으로 절충된다.

<157> 전기 저항 시트(들) 또는 튜브의 개구부의 크기는 필요한 전력, 필터 카트리지의 크기, 전기 저항 튜브의 위치(예, 필터 부재의 외부, 필터 부재 내에 매립, 또는 필터 부재에 대한 지지 튜브로서 작용) 및 상기 필터를 통한 가스의 유량을 비롯한 필터 카트리지의 구체적 요건에 따라 달라진다.

<158> 스트랜드의 폭은 내구성을 제공하기에 충분히 크되(융합체로는 작용하지 않음), 필요한 높은 전기 저항을 제공하고 가열기를 통한 전류를 제한하기에 충분할 정도로 작아야 한다. 전형적인 스트랜드의 폭은 약 0.074 cm 내지 1.1 cm(약 0.030 인치 내지 0.45 인치)이고, 약 0.1 cm 내지 0.65 cm(약 0.039 인치 내지 0.255 인치)가 더욱 바람직하다, 스트랜드의 폭이 상기 범위 내에 있는 경우에는 통상적으로 내구성 가열기의 제공, 가열기를 통한 전류의 제한 및 가변 저항성 가열기의 와트(W) 밀도 변경에 대한 융통성 제공의 효과가 적절히 절충된다.

<159> 본 발명에 따른 필터 카트리지 또는 필터의 몇몇 구체예에서, 전기 저항 튜브의 길이를 가로지르는 전류 경로의 길이는 전기 저항 튜브 길이의 1.1 배 이상이고, 전기 저항 튜브의 원주 주위의 전류 경로의 길이는 전기 저항성 튜브 원주의 1.01 배 이상이다. 또 다른 관점에서, 전기 저항성 튜브의 길이를 가로지르는 전류경로의 길이는 전기 저항성 튜브의 원주 주위의 전류 경로 길이보다 더 길 수 있다.

<160> 본 발명의 필터 카트리지 또는 필터의 몇몇 구체예에서, 전기 저항 시트의 길이(즉, 단부에서 단부까지의 길이)를 가로지르는 전류 경로의 길이는 전기 저항성 시트 길이의 1.1 배 이상이고, 전기 저항 시트의 폭을 가로지르는 전류 경로의 길이는 전기 저항 시트 폭의 1.01 배 이상이다. 다른 관점에서, 전기 저항 시트의 길이를 가로지르는 전류 경로의 길이는 전기 저항 시트 폭의 전류 경로 길이 보다 더 길 수 있다.

<161> 사용된 전기 저항 시트 구조의 전력량은 약 0.5 내지 약 7 W/cm^2 인 것이 바람직하다. 상기 범위 내의 전력 소비 하에서는 에너지의 과소비없이 이상적인 재생 성능이 제공된다.

<162> 전기 저항 시트(들) 또는 튜브를 포함하는 물질은 고온에 내성이 있어야 한다(예를 들어, 약 600 ℃ 이상의 온도에서 디젤 배기 가스에 대해 화학적 내성이 있어야 하며, 연성이 있어야 한다). 전기 저항성 물질로는 금속이 바람직하다. 적당한 금속으로는 팽창된 금속, 스테인레스 스틸(예, 미국 뉴저지 왈드윅에 소재하는 팔콘 스테인레스 앤드 알로이 코오포레이션에서 시판)을 들 수 있다. 바람직한 금속으로는 니켈-크롬-철 합금을 들 수 있다(예, 미국 웨스트 버지니아 헌팅톤에 소재하는 인코 알로이 인터내쇼날, 인코오포레이티드의 등록상표 "인코넬 600" 및 "인콜로이 800", 미국 인디아나 코코모에 소재하는 하이네스 인터내쇼날의 등록상표 "하이네스 556", 및 미국 코네티컷 베델에 소재하는 칸탈 코오포레이션의 등록상표 "칸탈 A1").

<163> 상기 개구부는 전기 저항 시트로 절단하여 펀칭, 스탬핑, 레이저 절단, 제트수류 절단 및 플라즈마 절단을 비롯한 종래의 처리 기법을 이용하여 목적하는 구조를 제공할 수 있다. 또한, 팽창된 금속 시트는 종래의 금속 팽창 기법을 이용하여 금속 시트로 제조할 수 있다.

<164> 전기 저항 물질로 이루어진 시트는 종래의 기법을 이용하여 튜브 또는 부분 튜브형으로 형성시킬 수 있는데, 상기 기법은 시트의 측면 단부를 서로 연결 고정시켜 튜브를 형성시키는 단계를 포함한다. 시트의 측면 단부를 함께 고정시키는 수단은 당업계에 공지되어 있으며, 그 예로는 용접, 스태플링 및 리벳팅을 들 수 있다.

<165> 상기 개구부는 비천공형인 것이 바람직한 전기 저항 시트(들) 또는 튜브의 단부를 제외하고는, 전기 저항 시트(들) 또는 튜브의 표면 상에 균일하게 분포하는 것이 바람직하다.

<166> 전기 저항 튜브 또는 시트는 2개 이상의 전류 경로를 보유한다. 전기 저항성 튜브의 전류 경로의 수는 6개, 8개, 10개, 12개 또는 그 이상도 유용하지만, 전형적으로는 4개 이상이다. 전기 저항 시트의 전류 경로의 수는 5개, 6개, 7개, 8개, 9개, 10개, 11개, 12개 또는 그 이상도 유용하지만, 전형적으로는 4개 이상이다.

<167> 본 발명에 따른 몇몇 디젤 미립자 필터 카트리지 및 필터에서 전기 저항 시트(들) 또는 튜브는 시트(들) 또는 튜브의 단부 사이에 중심점을 보유하는데, 시트(들) 또는 튜브의 단부 보다 상기 중심점에 더 근접한 하나 이상의 스트랜드의 전류 경로는 상기 중심점 보다 상기 시트(들) 또는 튜브의 단부에 더 근접한 하나 이상의 스트랜드의 전류 경로 보다 작다.

<168> 또 다른 관점에 있어서, 본 발명에 따른 몇몇 디젤 미립자 필터 카트리지 및 필터에서 전기 저항 시트(들) 또는 튜브는 시트(들) 또는 튜브의 단부 사이에 중심점을 보유하는데, 상기 시트(들) 또는 튜브의 단부 보다 상기 중심점에 더 근접한 하나 이상의 스트랜드의 평균 폭은 상기 중심점 보다 상기 시트 또는 튜브의 단부에 더 근접한 하나 이상의 스트랜드의 평균 폭 보다 크다.

<169> 또 다른 관점에서, 각 연속 스트랜드의 전기 저항은 상기 시트 또는 튜브의 단부로부터 중심으로 갈수록 감소하는 것이 바람직하다.

<170> 타원형 또는 직사각형 개구부를 보유하는 전기 저항 시트 또는 튜브의 경우, 각 스트랜드의 단면적은 약 0.2 mm^2 내지 약 16 mm^2 가 바람직하며, 이때 각 스트랜드의 폭은 약 1 mm 내지 약 6.5 mm이고, 전기 저항 물질의 두께는 약 0.2 mm 내지 약 2.5 mm가 바람직하다.

<171> 본 발명에 따른 필터 카트리지 및 필터를 제조하는 데 유용한 바람직한 전기 저항 튜브의 구조는 그 원주 강성이 상당하는 전기 저항성 고체 튜브(즉, 개구부가 없는 동일한 튜브)의 원주 강성의 40% 미만이어야 한다. 원주 강성에 관한 더 상세한 설명은 유럽 특허 출원 제0 608 783 A1호에 기재되어 있다.

<172> 슬롯형 전기 저항 튜브의 원주 강성은 상당하는 전기 저항성 고체 튜브(즉, 슬롯이 없는 동일한 튜브)의 원주 강성의 약 25% 미만(보다 바람직하게는 10% 미만, 보다 더 바람직하게는 5% 미만, 가장 바람직하게는 약 3% 미만)인 것이 바람직하다. 원주 강성이 상당하는 전기 저항성 고체 튜브의 원주 강성의 약 40% 미만인 전기 저항 튜브에 대한 더 상세한 설명은 유럽 특허 출원 제0 608 783 A1호에 기재되어 있

다.

<173> 전기 저항 시트(들) 또는 튜브(또는 지지 부재)의 가열 중에 발생하는 축 응력을 감소시키기 위해, 종래의 기법을 이용하여 축의 신장 수단을 전기 저항 시트(들) 또는 튜브에 내장시킬 수 있다. 신장 수단은 특정 필터 카트리지 디자인의 매개변수에 근거하여 전기 저항 시트(들) 또는 튜브(또는 지지 부재)를 따라 위치시킬 수 있다. 전형적으로, 신장 수단은 전기 저항 시트(들) 또는 튜브(또는 지지 부재)의 단부 또는 단부 근처에 위치한다. 도 19 및 도 20에서, 신장 조인트(601) 및 (602)는 전기 저항 시트의 단부 근처에 도시하였다. 신장 조인트(601)는 시트의 방사상으로 만입된 부분인 한편, 신장 조인트(610)는 상기 시트의 방사 신장된 부분이다. 벨로우 신장 조인트의 일례(예, 미국 메사추세츠 왈탐에 소재하는 스텐다드-톰슨 코오포레이션에서 시판)를 도 21에 도시하였다.

<174> 본 발명의 목적 및 이점은 하기 실시예를 통해 보다 상세히 설명할 것이나, 이들 실시예에 언급한 구체적 물질 및 이들의 양 뿐만 아니라 기타 조건과 세부 사항에 의해 본 발명을 부적절하게 제한하려는 의도는 없다.

실시예

<175> **실시예 1 및 비교예 A**

<176> 도 7에 도시한 바와 실질적으로 동일한 필터 카트리지 4 개를 제조하고, 케이싱 내에 부착시켜 도 8 및 도 9에 도시한 바와 실질적으로 동일한 디젤 필터 또는 트랩을 제조하였다. 상기 케이싱은 통상의 304 스테인레스 스틸로 제조하였다.

<177> 전기 저항 튜브는 길이가 약 254 mm이고, 외경이 42 mm이었으며, 0.46 mm 두께의 니켈-크롬-철 합금 시트(미국 인디아나 코코모에 소재하는 인코 알로이 인터내쇼날에서 상표명 "인코넬 600"으로 시판됨)로 제조하였다. 모서리가 둥근 직사각형 구멍을 시트에 레이저로 절삭하여 도 14에 도시한 바와 같은 기하학적 형태를 갖도록 하였다. 상기 튜브의 단부 중 하나에 최근접한 스트랜드의 폭(스트랜드 중심부에서 측정)은 1.95 mm(0.0766 인치)이었다. 상기 튜브 중심부의 스트랜드 폭은 3 mm(0.119 인치)이었다. 상기 시트로 제조한 전기 저항 튜브의 총 저항은 0.352 Ω이었다. 비천공형 부위가 보다 큰 튜브의 단부는 캡(21)을 보유하였다(도 7 참조).

<178> 종래의 브레이크 프레스를 사용하여, 라운드 바 스톡을 상기 프레스에 부착시켜 전기 저항 시트를 튜브 형태로 범핑하는데 필요한 모양을 만들어냈다. 튜브를 형성하기 위하여 상기 시트의 측면을 함께 용접하였다.

<179> 전기 저항 튜브에는, 제트 기류 텍스쳐 가공기(미국 델라웨어 뉴 캐슬에 소재하는 엔터프라이즈 머쉰 앤드 디벨로프먼트 코오포레이션에서 상표명 "모델 52D 제트"가 장착된 "모델 17 사이드와인더"로 시판됨)로 약하게 텍스쳐 가공된 2/2, 1.5z, 1800 데니어의 알루미나-보리아-실리카 세라믹 얀(미국 3엠 컴패니에서 상표명 "넥스텔 312 세라믹 얀"으로 시판됨)의 17개 층을 나선형으로 교차 권사하였다. 텍스쳐 가공기의 속도는 1 분당 약 26.5 m로 설정하였다. 상기 제트 기류는 그 최대 폐쇄 위치로부터 1 회전의 약 3/4으로 개방하였다. 기압은 약 550 kPa로 설정하였다.

<180> 구체적으로, 상기 세라믹 얀은 3축의 컴퓨터 제어된 정밀 권사기(미국 캘리포니아 시그널 힐즈에 소재하는 오토메이션 다이나믹스에서 시판)를 사용하여 상기 튜브 주위에 나선형으로 권사하였다. 제1층의 권사각은 47° 이었다. 권사 과정동안 얀의 장력은 약 14.2 N으로 일정하게 유지하였다. 각 후속층에 있어서는, 각 연속층의 얀 중심이 이 안 중심의 하부층에 위치한 얀의 중심과 정렬되어 4 면의 개구부가 형성되도록 권사각을 약간씩 상승시켰다.

<181> 상기 튜브의 각각의 비천공 영역(즉, 상기 튜브의 각 단부)에서는, 60° 의 드웰이 보유되어 조밀한 말단 벽을 제공하도록 권사 패턴을 조절하였으며, 상기 벽은 필터의 단부로부터 미여과된 배기 가스가 배출되는 것을 차단하는 기능을 수행한다.

<182> 교차 권사된 얀으로 이루어진 제1층의 경우, "4면 개구부"의 대향 모서리 사이의 개구부 크기는 상기 튜브의 축 방향 및 원주 방향 각각으로 약 9.3 mm이었다. 최종(즉, 17번째) 층을 포함하는 "4면 개구부"의 대향 모서리 사이의 개구부 크기는 상기 튜브의 축 방향으로 약 9.3 mm이고 원주 방향으로 약 14.4 mm이었다.

<183> 나선형으로 교차 권사된 얀을 상부에 보유하는 튜브의 외경은 약 65 mm이었다. 세라믹 얀의 17번째 층의 중량은 약 210 g이었다.

<184> 상기 케이싱의 원추형 유입구는 6 개 실린더 및 4 개의 스트로크를 갖춘 3.4 ℓ 배기량의 디젤 엔진(미국 인디아나 콜럼버스에 소재하는 커밍스 엔진 컴퍼니에서 상표명 "커밍스 6A3.4 디젤 엔진"으로 시판됨)의 배기 시스템에 연결하였다. 통상의 유압 로드 뱅크를 엔진의 토오크 축에 부착하였고, 테스트 전반에 걸쳐 압력을 9653 kPa(1400 psi)로 유지시켜 엔진에 대한 하중을 제어하였다. 상기 엔진은 약 1500 rpm으로 작동하였고, 배기 가스의 온도는 약 280℃였으며, 이로써 배기 가스의 유량은 약 245 m^3 /시간(즉, 1 시간 당 표준 m^3)(145 acfm)(즉, 1분당 실제 ft^3)이었다.

<185> 각 시험 개시 시점의 배압은 물 약 2.5 cm(0.25 kPa)이었다. 상기 엔진은 디젤 필터 카트리지에 걸친 배압 강하가 물 152 cm (물 60 인치)에 다다를 때까지 작동시켰다. 배압 강하가 상기 제시한 값에 다다랐을 때, 배기 가스 밸브를 폐쇄시켜 상기 디젤 트랩 주위의 엔진 배기 가스의 방향을 전환시킴으로써 전기적 재생 사이클을 개시시켰다.

<186> 재생 사이클에서는, 공기 약 0.1 m^3/분(2 scfm)(즉, 1 분당 표준 ft^3)을 디젤 트랩내로 공급하여 그을음 연소 과정을 완료하기에 충분한 양의 산소와 열을 필터 내로 전달하였다. 이 시간동안 12 V(각 가열기는 약 410 W의 전력을 소비함)의 전압을 10 분 동안 각각의 가열기 전체에 가하였다. 재생 완료시, 엔진의 배기 가스는 디젤 트랩을 통해 다시 역 이동하였다. 12 V는, 전선을 통해 나사형의 금속 기둥에

연결되고, 또한 전선을 통해 케이싱의 기저부(통상, 바닥)에 연결된 통상의 12V 직류의 외부 전력 공급기를 통해 공급하였다.

<187> 각각의 디젤 필터 카트리지에 걸친 배압 강하가 물 152 cm(물 60 인치)에 다다를 때까지 엔진을 작동시켜 필터 카트리지에 그을음을 다시 부하시켰다. 상기 배압 강하가 152 cm의 수준에 다다른 후, 엔진을 정지시키고 디젤 트랩을 실온으로 냉각시켰다. 케이싱으로부터 4 개의 디젤 필터 카트리지를 제거하고, 각각의 중량을 측정하였다.

<188> 이어서, 필터 카트리지를 케이싱 내에 재조립하고, 디젤 필터를 상기 엔진 시스템에 재연결시켰다. 그리고, 상기 재생 사이클을 반복하였다. 재생 후에는, 상기 케이싱으로부터 각각의 디젤 필터 카트리지를 제거하고, 각각의 중량을 측정하였다.

<189> 그후, 필터 카트리지를 550℃의 통상의 전형적인 고온 오븐 내에 넣고 임의의 잔류 디젤 그을음을 연소시켰다. 각각의 필터 카트리지를 실온으로 냉각시키고, 각각의 중량을 측정하였다.

<190> 필터 카트리지의 제 2 부하 과정 및 후속 재생 과정에 대한 데이타는 하기 표 1에 요약 정리하였다. 연소된 그을음의 양은 필터 카트리지의 재생 전후의 중량 차와 동일하였다. 필터 카트리지 내 그을음의 양은 재생 전 필터 카트리지의 중량과 전형적인 고온 오븐 내에서 세정 후 중량과의 차이와 동일하였다. 각각의 필터 카트리지에 있어 연소된 그을음의 중량%는 연소된 그을음의 양×100(%)/필터 카트리지내 그을음의 양과 동일하였다.

<191> [표 1]

실시예 1의 필터 카트리지 번호	연소된 그을음의 양 (g)	필터 카트리지 내 그을음의 양(g)	연소된 그을음의 중량%
1	2.5	3.2	78
2	2.5	3.4	74
3	2.6	3.5	74
4	2.1	2.7	78

<193> 튜브를 제조하기 위해 사용한 전기 저항 시트의 기하학적 형태가 도 6에 도시한 바와 같다는 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 비교예 A를 제조하고 시험하였다. 비교예 A에 대한 시험 데이타는 하기 표 2에 요약 정리하였다.

<194> [표 2]

비교예 A의 필터 카트리지 번호	연소된 그을음의 양 (g)	필터 카트리지 내 그을음의 양(g)	연소된 그을음의 중량%
1	2.0	3.0	67
2	1.9	3.0	63
3	2.2	3.0	73
4	1.9	3.0	63

<196> 실시예 1 및 비교예 A의 시험 결과는 하기 표 3에 요약 정리하였다.

<197> [표 3]

	연소된 그을음의 평균 중량%
실시예 1	76
비교예 A	67

<199> 실시예 1의 필터(및 필터 카트리지)의 시험 결과로부터 확인할 수 있는 바와 같이 비교예 A에 사용한 전기 저항 튜브에 비해 본 발명에 따른 전기 저항 튜브가 개선된 재생 특성을 나타내 보였다.

<200> **실시예 2**

<201> 실시예 2의 필터는 하기 사항들을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 제조하였다. 전기 저항 튜브의 외경은 50.8 ㎜(2 인치)이었다. 전기 저항 튜브의 전기 저항은 0,288 Ω이었다. 각 튜브의 길이 전체에 가한 전압은 13.2 V 이었으며, 그 결과 1 개의 필터 카트리지당 전력 소비량은 600 W 이었다. 튜브를 제조하는 데 사용된 진기 저항 시트의 구조는 도 15에 도시하였다, 튜브의 단부 중 하나에 최근 접한 스트랜드의 스트랜드 폭(스트랜드의 중심부)은 2.4 ㎜(0.096 인치)이었다. 상기 튜브의 중심부 스트랜드의

폭은 3.2 ㎜(0.125 인치)이었다. 보다 큰 비천공 영역을 보유한 튜브의 단부는 캡(21)을 보유하였다(도 7 참조)(다른 바람직한 구조에서는 도 16 내지 도 18에 도시한 바와 같이 12 V 전원을 사용하는 것이 바람직하다). 또한, 도 18의 구조는 직경이 76.2 ㎜(3 인치)인 전기 저항 튜브를 제조하는데 사용하는 것이 바람직하다. 모든 금속 부품은 특별한 언급이 없는 한 스테인레스 스틸로 제조하였다.

<202> 또한, 필터 매체는 다음과 같이 제조하였다. 우선, 방사상으로 정렬되고 가볍게 텍스쳐 가공된 얀("넥스텔 312")으로 이루어진 10 개의 층을 47" 의 초기 권사각으로 도포하여 8.38 ㎜의 초기 필터 밴드 폭을 제공하였다. 각 층은 10 개의 서킷으로 구성하였다. 필라멘트 권사기의 맨드렐을 23.5° 로 전진시킨 후, 가볍게 텍스쳐 가공된 얀으로 이루어진 2 개의 층을 도포하여 처음 10 개 층으로 이루어진 4면 개구부를 양분하는 방사상 벽을 형성시켰다. 상기 맨드렐을 다시 23.5° 로 전진시킨 후, 가볍게 텍스쳐 가공된 얀으로 이루어진 2 개의 층을 도포하여 선재하는 2 개의 층으로 이루어진 4면의 개구부를 양분하는 방사상 벽을 형성시켰다. 튜브상에서 상기 필터 매체의 직경은 59.4 ㎜이었다.

<203> 케이싱의 원추형 입구는 4 개 실린더 및 4 개의 스트로크를 갖춘 2.3 ℓ 배기량의 디젤 엔진 발전기 세트(미국 미네소타 아노카에 소재하는 오난 코오포레이션에서 상표명 "오난 L423 디젤 엔진"으로 시판)의 배기 시스템에 연결시켰다. 4개의 전기 가열기를 상기 발전기 세트 상에 배치하여 상기 시스템을 위한 전력 로드로서 작용시켰다.

<204> 상기 발전기 세트의 정지 상태의 엔진 조건에서, 초기 필터 배압은 3.0 m^3/분 하에서 물 약 6.35 cm이었다. 후속 사이클 사이에서 상기 트랩 배기 가스의 배압이 약 6.35 cm의 물로부터 약 114 cm의 물로 증가하는데 소요되는 시간을 기록하였다. 상기 시스템의 배압이 물 114 cm에 다다랐을 때, 배기 가스 밸브를 폐쇄시켜 각각의 사이클동안 디젤 필터 주위로 배기 가스를 우회시켰다.

<205> 그후, 상기 각 필터 카트리지 전체에 약 10 분 동안 45 A에서 약 13.2 V의 전압을 가하므로써 상기 카트리지를 통전(재생)시켰다. 이 시간동안, 가열기의 온도는 750℃ 내지 800℃로 하여 그을음을 산화시켰다. 통전 과정 동안 그을음의 연소를 돕기 위해, 공기 압축에 의해 1 개의 필터 카트리지당 재생 공기를 14.16 lpm으로 공급하였다. 상기 필터 카트리지를 통전시키는 일 없이 추가로 1 분 동안 공기를 유동시킴으로써 상기 필터 카트리지를 점진적으로 냉각시켰다. 그후, 배기 가스 밸브를 개방하여 필터를 통한 배기 가스의 유동을 재개하였다.

<206> 로딩 및 재생 사이클은 엔진 사용 시간인 1120 시간 동안 반복하였다. 저황 연료(황 0.05%: 미국 일리노이 시카고에 소재하는 아모코 오일 컴패니에서 상표명 "아모퓨얼 L.S. '94 디젤 퓨얼"로 시판됨) 및 저회유(회(ash) 0.6 중량%: 미국 펜실베니아 필라델피아에 소재하는 선 리파이닝 앤드 마케팅 컴패니에서 상표명 "서노코 울트라 수퍼 C 골드 15W40"으로 시판됨)을 1120 시간의 전체 작동 시간에 걸쳐 사용하였다.

<207> 최종 재생 완료시, 필터 카트리지의 중량을 측정한 후 550℃의 전형적인 고온 오븐에 2 시간 동안 넣고 임의의 잔류 디젤 그을음을 연소시켰다. 그후, 필터의 중량을 재측정하여 잔류 그을음의 양을 결정하였다. 로딩 사이클 이후 전형적으로 약 2.2 g 내지 2.55 g의 그을음을 보유하는 각각의 필터에 잔류하는 그을음의 평균값은 0.525 g이었다.

<208> 본 발명의 범위 및 기술 사상을 벗어나지 않는 한도 내에서, 본 발명을 근간으로 하는 각종 변경예 및 수정예는 당업자라면 명백히 알 것이며, 본 발명이 본 명세서에 예시한 구체예에 의해 부당하게 제한되는 일은 없어야 할 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

(a) 실질적 강성의 전기 저항 튜브(20,154,162)로서, 이 전기 저항 튜브(20,154,162)는 외면, 제1 단부, 제2 단부, 상기 외면에서 내면에 걸쳐 존재하는 개구부(156,166), 및 상기 전기 저항 튜브(20,154,162)의 상기 단부로부터 연장되는 길이를 가지고, 상기 전기 저항 튜브(20,154,162)의 상기 단부들 사이에 제1 가상 영역(501), 제2 가상 영역(502) 및 제3 가상 영역(503)을 가지며, 이들 각 영역(501,502,503)은 상기 전기 저항 튜브(20,154,162)의 상기 길이의 1/3에 해당하는 길이를 가지고, 상기 제2 영역(502)은 상기 제1 영역(501)과 제3 영역(503) 사이에 위치하며, 상기 전기 저항 튜브(20,154,162)의 제1 단부와 제2 단부에 걸쳐 전압을 가할 경우 각 영역(501,502,503)에서는 다량의 열이 발생하고, 상기 제1 영역(501) 및 제3 영역(503)에서 각각 발생한 상기 열량은 상기 제2 영역(502)에서 발생한 상기 열량보다 많은 것인 실질적 강성의 전기 저항 튜브(20,154,162)와,

(b) 상기 전기 저항 튜브(20,154,162)의 상기 개구부(156,166)를 덮는 무기 섬유를 포함하는 필터 부재(25,149,159)와,

(c) 상기 전기 저항 튜브(20,154,162)의 상기 단부들에 걸쳐 전압을 가하여 포획된 디젤 배기 가스 미립자의 연소점보다 높은 온도로 상기 튜브를 가열하는 수단

을 포함하고,

상기 전기 저항 튜브(20,154,162)는, 이 튜브(20,154,162) 전체에 전압을 가했을때 충분한 열이 상기 전기 저항 튜브(20,154,162)로부터 상기 필터 부재(25,149,159) 내에 포획된 그을음 미립자로 전달되어 상기 그을음 미립자가 연소되도록 배치되는 것이 특징인 디젤 미립자 필터 카트리지(19,80).

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 영역(501) 및 제3 영역(503)에서 각각 발생한 상기 열량은 상기 제2 영역(502)에서 발생한 열량보다 5% 이상 많고, 상기 전기 저항 튜브(20,154,162)는 금속으로 제조되며, 상기 무기 섬유는 세라믹 산화물 섬유인 것이 특징인 디젤 미립자 필터 카트리지(19,80).

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 전기 저항 튜브(20,154,162)가 12개 이상의 전류 경로를 가지는 것이 특징인 디젤 미립자 필터 카트리지(19,80).

청구항 4

(a) 실질적 강성의 전기 저항 튜브(20,154,162)로서, 이 전기 저항 튜브(20,154,162)는 외면, 제1 단부, 제2 단부, 상기 외면에서 내면에 걸쳐 존재하는 개구부(156,166), 및 상기 전기 저항 튜브(20,154,162)의 단부로부터 연장되는 길이를 가지고, 상기 전기 저항 튜브(20,154,162)의 상기 단부들 사이에 제1 가상 영역(511), 제2 가상 영역(512), 제3 가상 영역(513), 제4 가상 영역(514) 및 제5 가상 영역(515)을 가지며, 각 영역(511,512,513,514,515)은 상기 전기 저항 튜브(20,154,162)의 상기 길이의 1/5에 상응하는 길이를 가치고, 상기 제2 영역(512)은 상기 제1 영역(511)과 제3 영역(513) 사이에 위치하며, 상기 제3 영역(513)은 상기 제2 영역(512)과 제4 영역(514) 사이에 위치하고, 상기 제4 영역(514)은 상기 제3 영역(513)과 제5 영역(515) 사이에 위치하며, 상기 전기 저항 튜브(20,154,162)의 상기 제1 단부 및 제2 단부에 전압을 가할 경우 각 영역(511,512,513,514,515)에서는 다량의 열이 발생하고, 상기 제2 영역(512) 및 제4 영역(514)에서 각각 발생하는 상기 열량은 상기 제3 영역(513)에서 발생하는 열량보다 많은 것인 실질적 강성의 전기 저항 튜브(20,154,162)와,

(b) 상기 전기 저항 튜브(20,154,162)의 상기 개구부(156,166)를 덮는 무기 섬유를 포함하는 여과 부재(25,149,159)와,

(c) 상기 전기 저항 튜브(20,154,162)의 상기 단부에 전압을 가하여 포획된 디젤 배기 가스 미립자의 연소점보다 높은 온도로 상기 튜브를 가열하는 수단

을 포함하고,

상기 전기 저항 튜브(20,154,162)는, 이 튜브(20,154,162) 전체에 전압을 가했을 때, 상기 전기 저항 튜브(20,154,162)부터 상기 필터 부재(25,149,159)내에 포획된 그을음 미립자로 충분한 열이 전달되어 상기 그을음 미립자가 연소되도록 배치되는 것이 특징인 디젤 미립자 필터 카트리지(19,80).

청구항 5

(a) 2개의 단부, 외면, 및 상기 외면에서 내면에 걸쳐 존재하는 개구부(156,166)를 가진 실질적 강성의 중공 튜브형 지지 부재(106,154,162)와,

(b) 상기 개구부를 덮는 무기 섬유를 포함하는 제1 필터 부재(110)와,

(c) 전기 저항 시트(101)로서, 이 전기 저항 시트(101)는 외면, 제1 단부, 제2 단부, 상기 외면에서 내면에 걸쳐 존재하는 개구부, 및 전기 저항 시트(101)의 상기 단부로부터 연장되는 길이를 가지고, 상기 전기 저항 시트(101)의 상기 단부들 사이에 제1 가상 영역(501) 제2 가상 영역(502) 및 제3 가상 영역(503)을 가지며, 각 영역(501,502,503)은 상기 전기 저항 시트(101)의 상기 길이의 1/3에 상응하는 길이를 가지고, 상기 제2 영역(502)은 상기 제1 영역(501)과 제3 영역(503) 사이에 위치하며, 상기 전기 저항 시트(101)의 상기 단부에 전압을 가할 경우 각 영역(501,502,503)에서는 다량의 열이 발생하고, 상기 제1 영역(501) 및 제3 영역(503)에서 각각 발생하는 열량은 상기 제2 영역(502)에서 발생하는 열량보다 많은 것인 전기 저항 시트(101)와,

(3) 포획된 디젤 배기 가스 미립자의 연소점보다 높은 온도로 상기 전기 저항 시트(101)를 가열하기에 충분할 정도로 상기 전기 저항 시트(101)의 상기 단부에 전압을 가하는 수단

을 포함하고,

상기 전기 저항 시트(101)는, 이 시트(101)에 전압을 가했을 때, 상기 시트(101)로부터 상기 필터 부재 내에 포획된 그을음 미립자로 충분한 양의 열이 전달되어 상기 그을음 미립자가 연소되도록 배치되는 것이 특징인 디젤 미립자 필터 카트리지(80,100).

청구항 6

(a) 2개의 단부, 외면, 및 상기 외면에서 내면에 걸쳐 존재하는 개구부(156,166)를 가진 실질적 강성의 중공 튜브형 지지 부재(106,154,162)와,

(b) 상기 개구부(156,166)를 덮는 무기 섬유를 포함하는 제1 필터 부재(110,149,159)와,

(c) 전기 저항 튜브(101,154,162)로서, 상기 전기 저항 튜브(101,154,162)는 외면, 제1 단부, 제2 단부, 상기 외면에서 내면에 걸쳐 존재하는 개구부(156,166), 및 상기 전기 저항 튜브(101,154,162)의 상기 단부로부터 연장되는 길이를 가지고, 상기 전기 저항 튜브(101,154,162)의 상기 단추들 사이에 제1 가상 영역(501), 제2 가상 영역(502) 및 제3 가상 영역(503)을 가지며, 각 영역(501,502,503)은 상기 전기 저항 튜브(101,154,162)의 상기 길이의 1/3에 상응하는 길이를 가지고, 상기 제2 영역(502)은 상기 제1 영역(501)과 제3 영역(503) 사이에 위치하며, 상기 전기 저항 튜브(101,154,162)의 상기 단부에 전압을 가할 경우 각 영역(501,502,503)에서는 다량의 열이 발생하고, 상기 제1 영역(501) 및 제3 영역(503)에서 각각 발생하는 상기 열량은 상기 제2 영역(502)에서 발생하는 상기 열량보다 많은 것인 전기 저항 튜브(101,154,162)와,

(d) 포획된 디젤 배기 가스 미립자의 연소점보다 높은 온도로 상기 전기 저항 튜브(101,154,162)를 가열하기에 충분할 정도로 상기 전기 저항 튜브(101,154,162)의 단부에 전압을 가하는 수단

을 포함하고,

상기 전기 저항 튜브(101,154,162)는, 이 튜브(101,154,162)에 전압을 가했을 때, 상기 튜브

(101,154,162)로부터 상기 제1 필터 부재(110) 내에 포획된 그을음 미립자로 충분한 양의 열이 전달되어 상기 그을음 미립자가 연소되도록 배치되는 것이 특징인 디젤 미립자 필터 카트리지(80,100).

요약

본 발명은 에너지를 가할 경우 필터 매체내에 수용된 그을음 미립자를 연소시키기에 충분한 열을 제공하는 전기적 가변성 저항 시트(들) 또는 튜브를 포함하는 전기적 재생성 디젤 미립자 필터 카트리지에 관한 것이다.

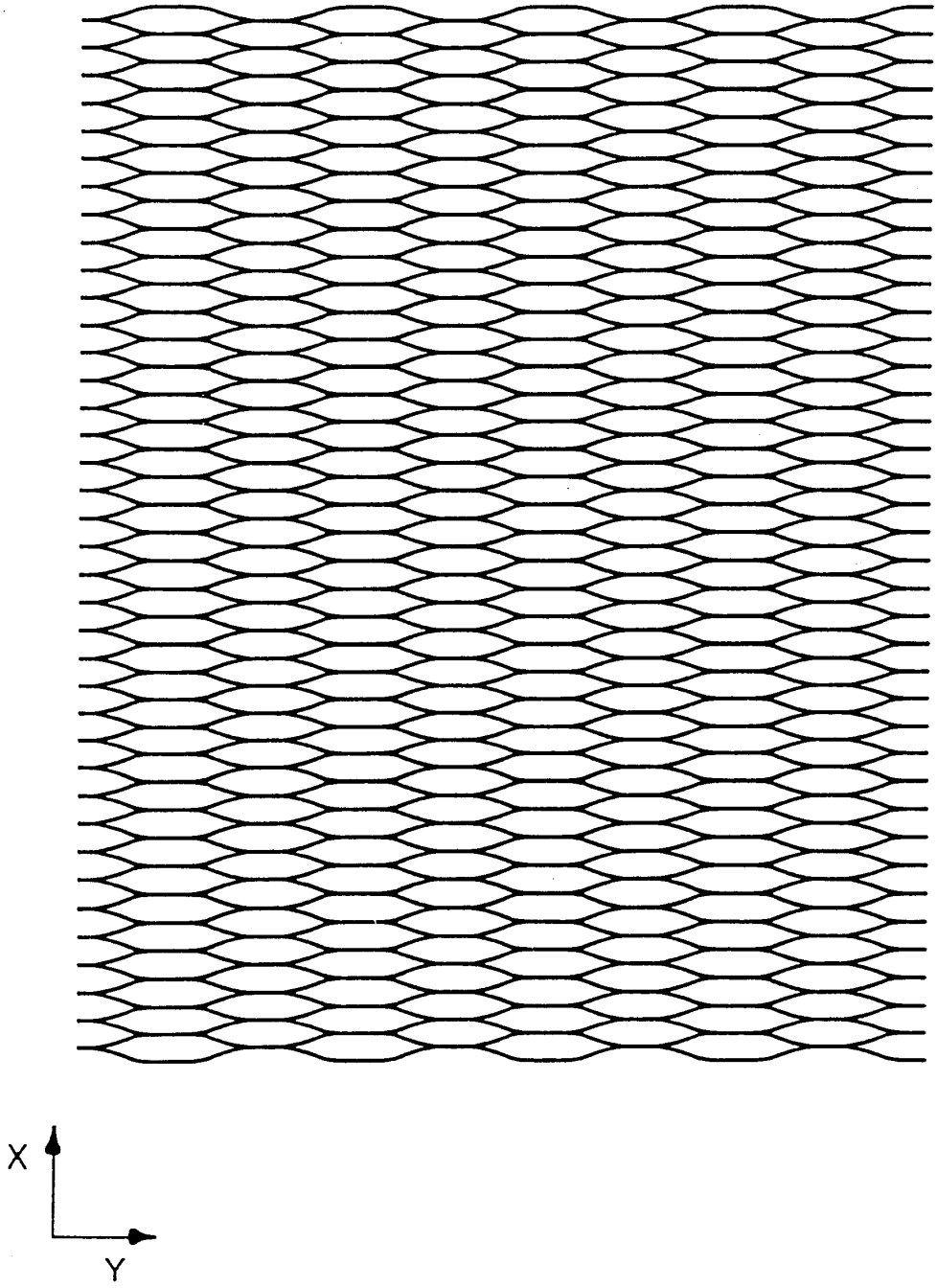
대표도

도7

도면

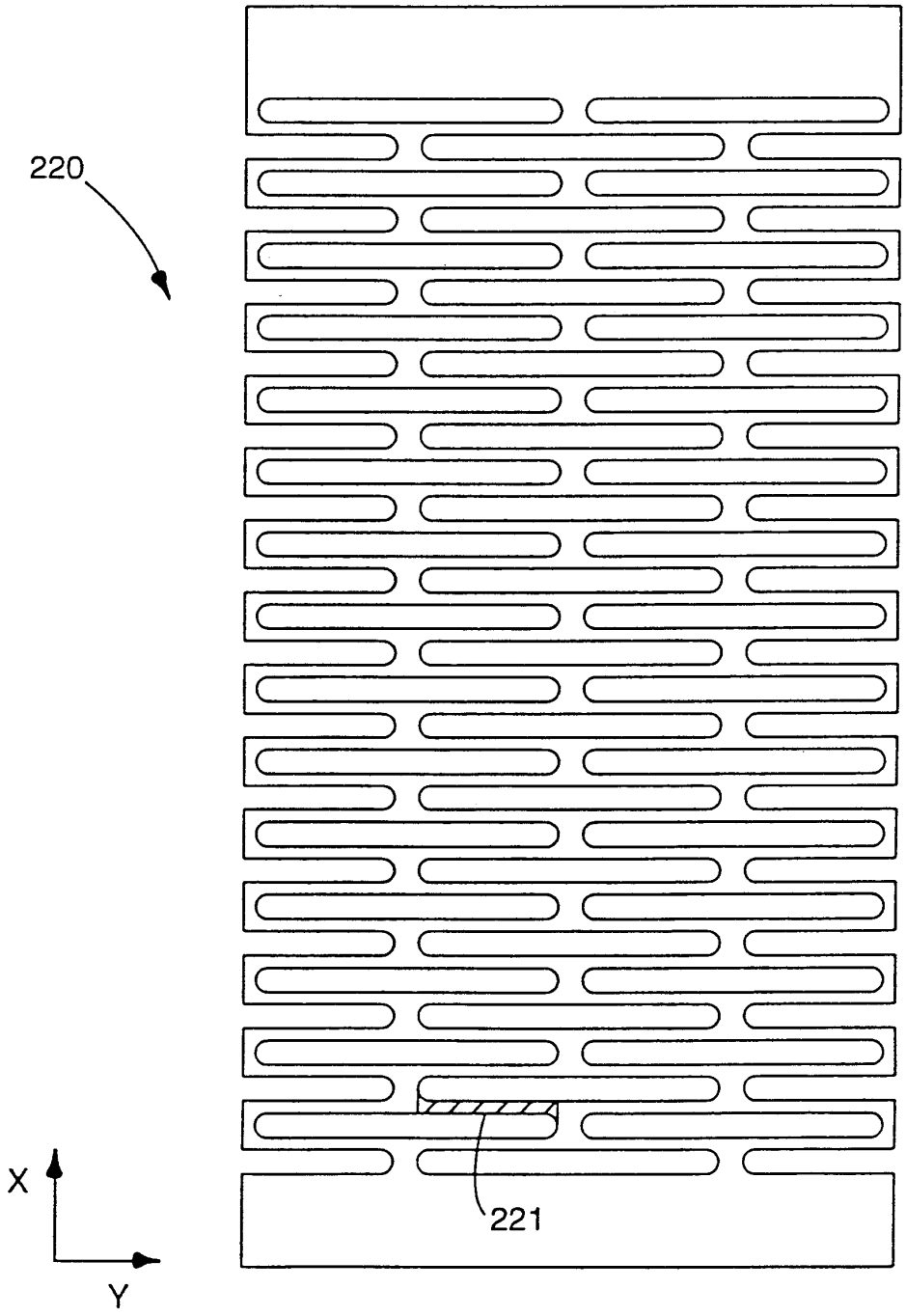
도면1

종래기술



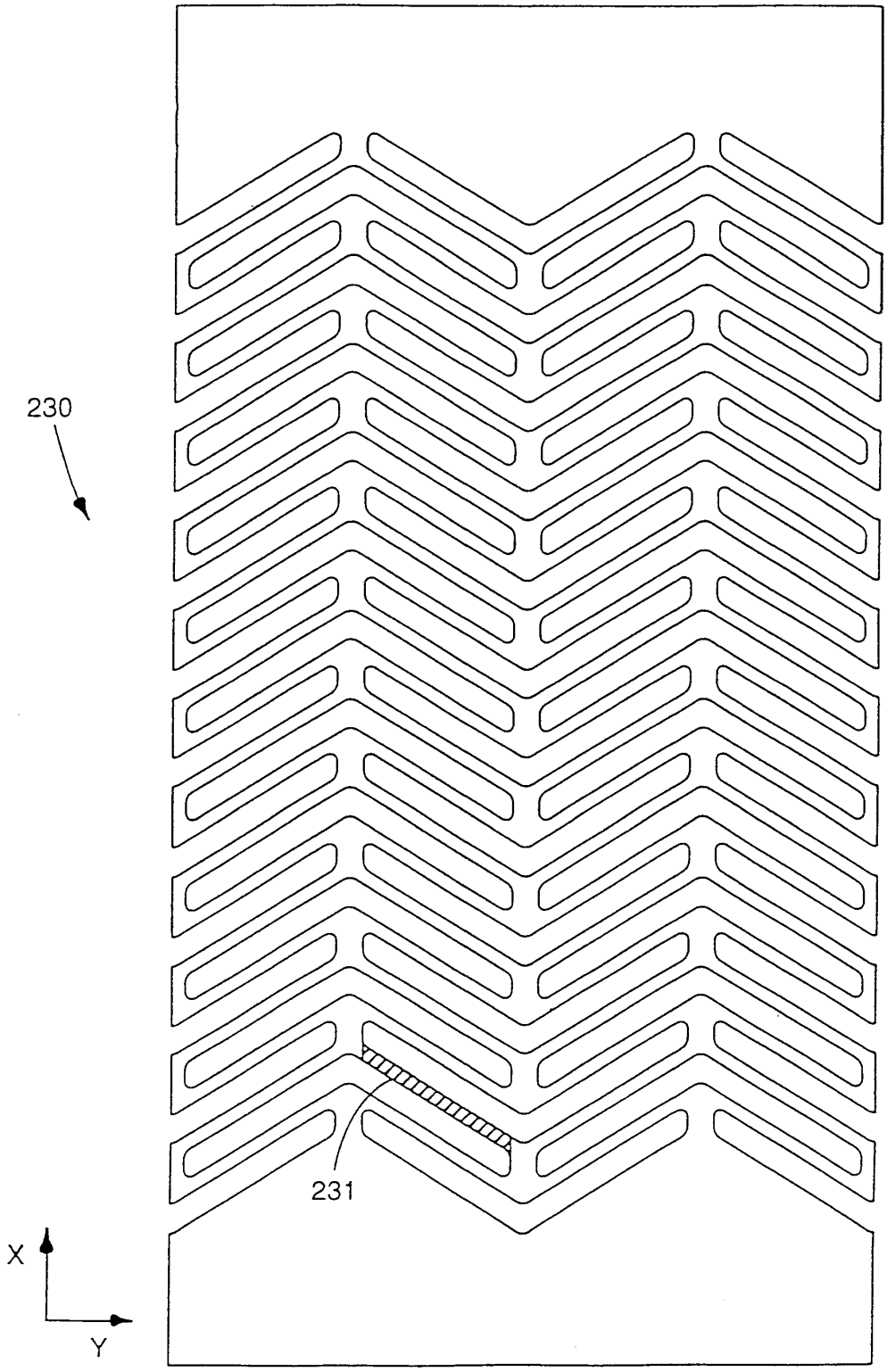
도면2

종래기술

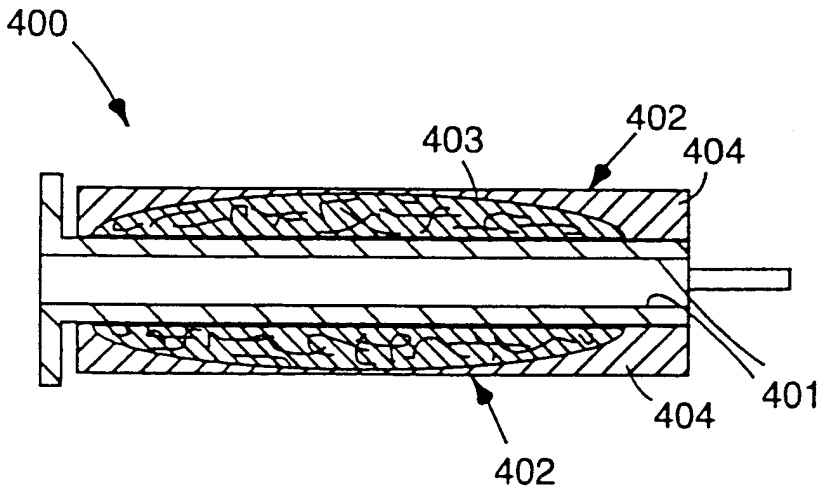


도면3

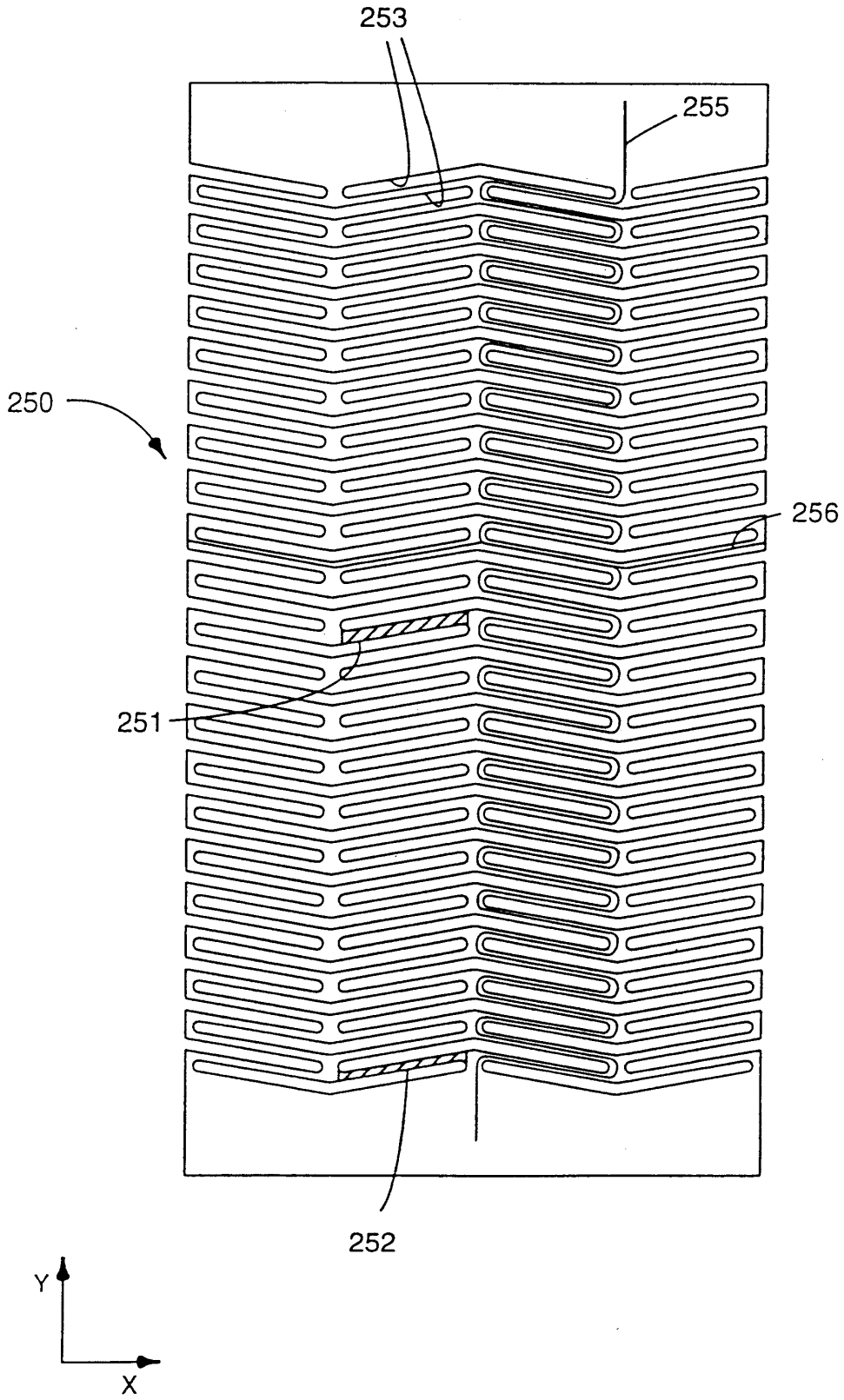
종래기술



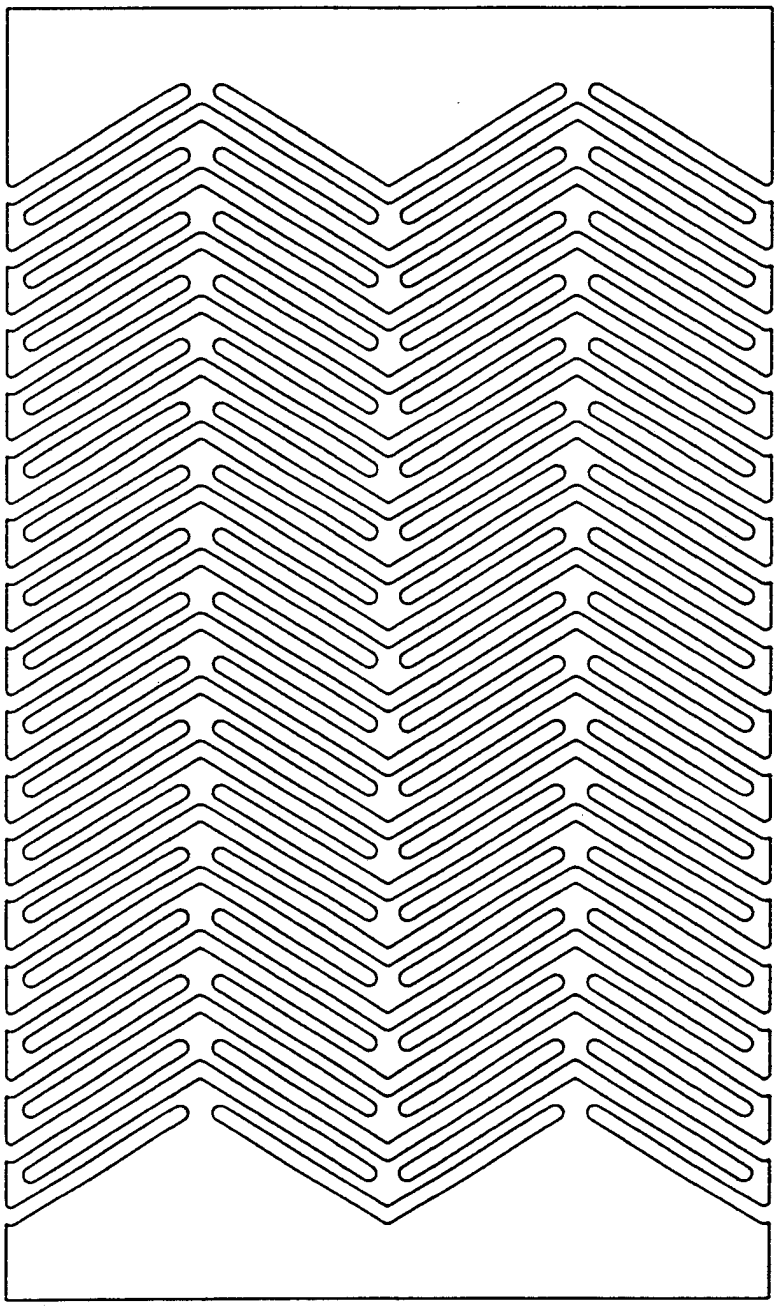
도면4



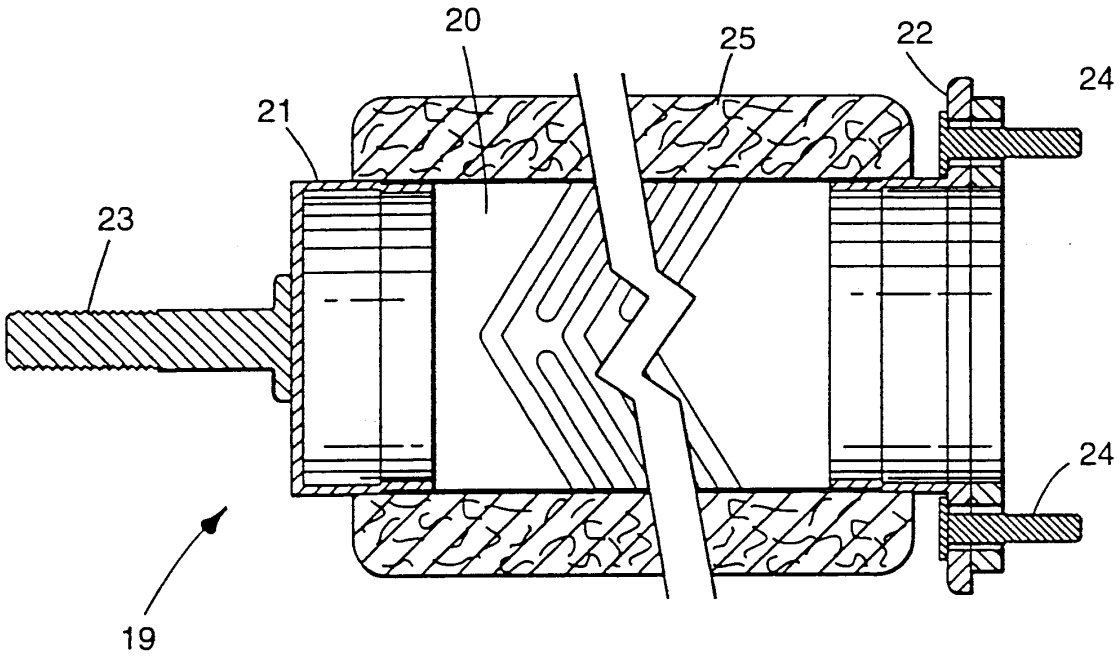
도면5



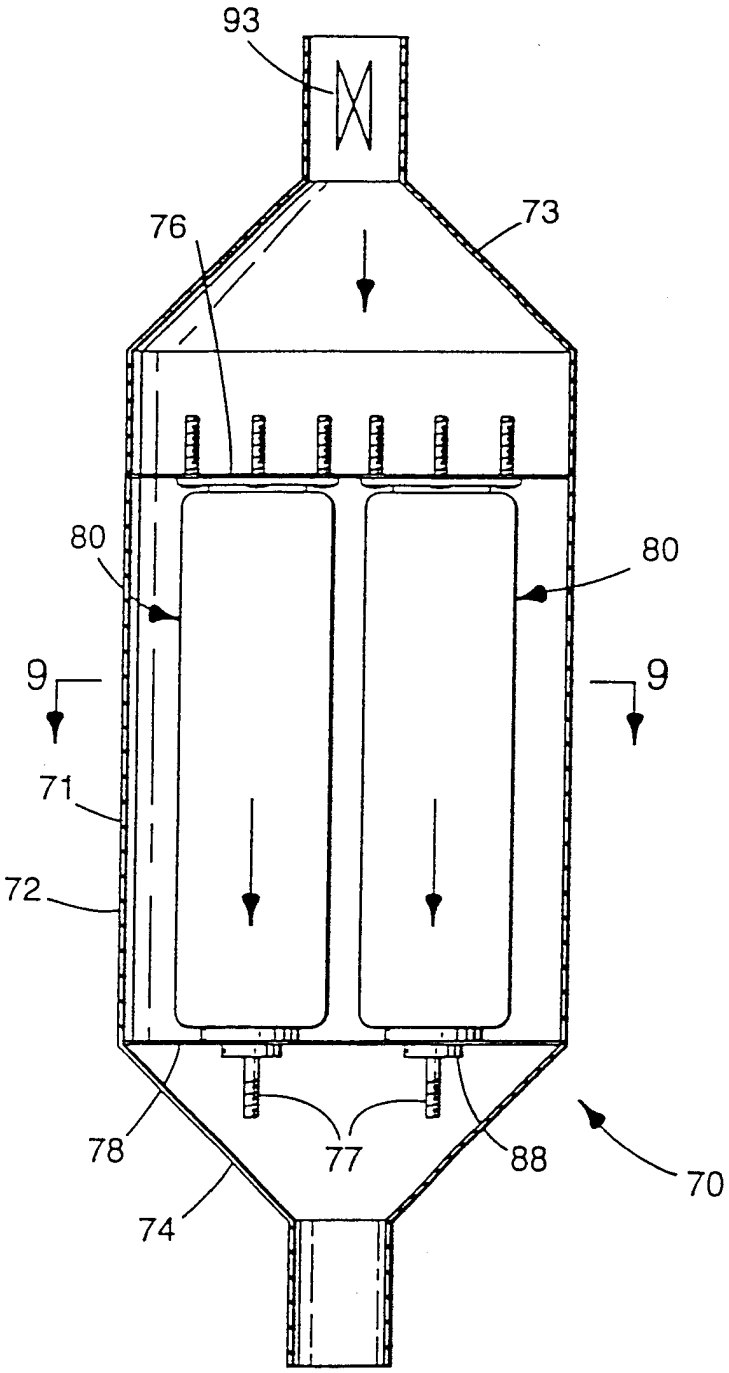
도면6



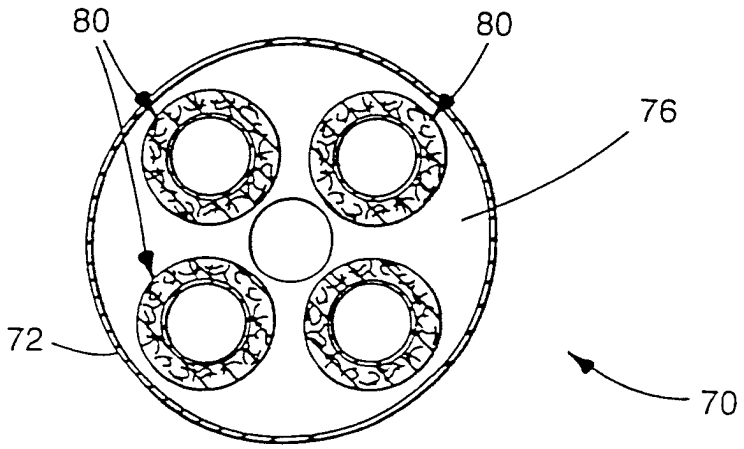
도면7



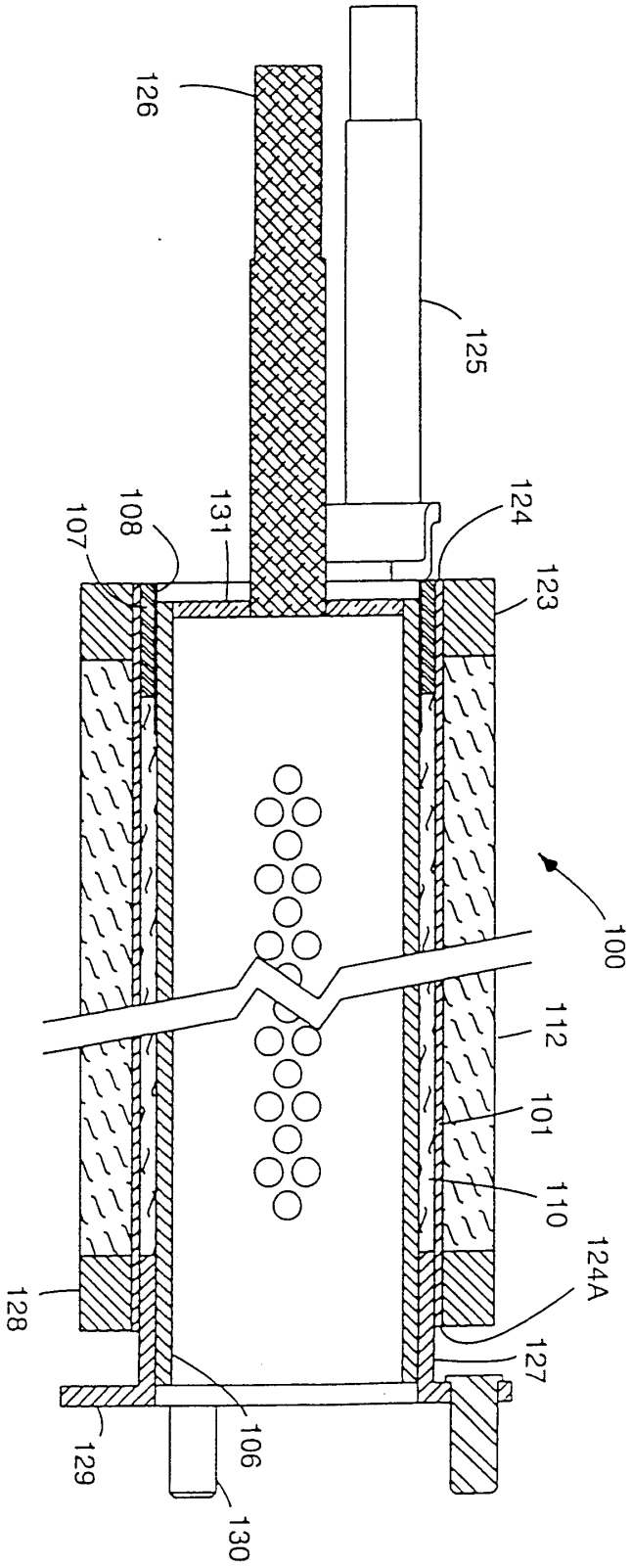
도면8



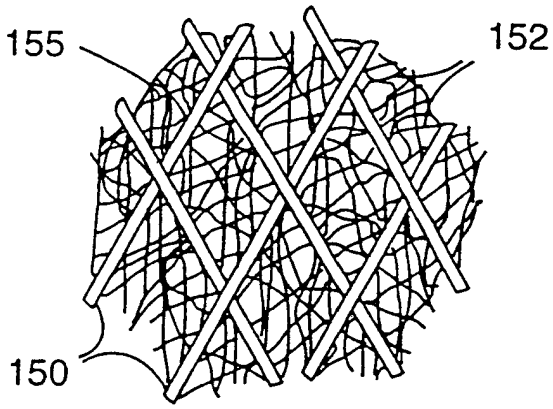
도면9



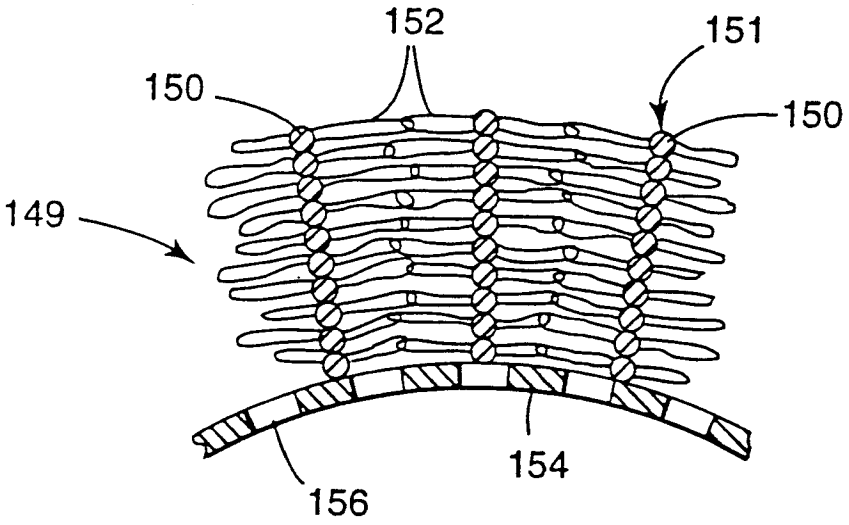
도면10


126
125
124
123
131
108
107
100
112
101
110
124A
127
128
129
106
130

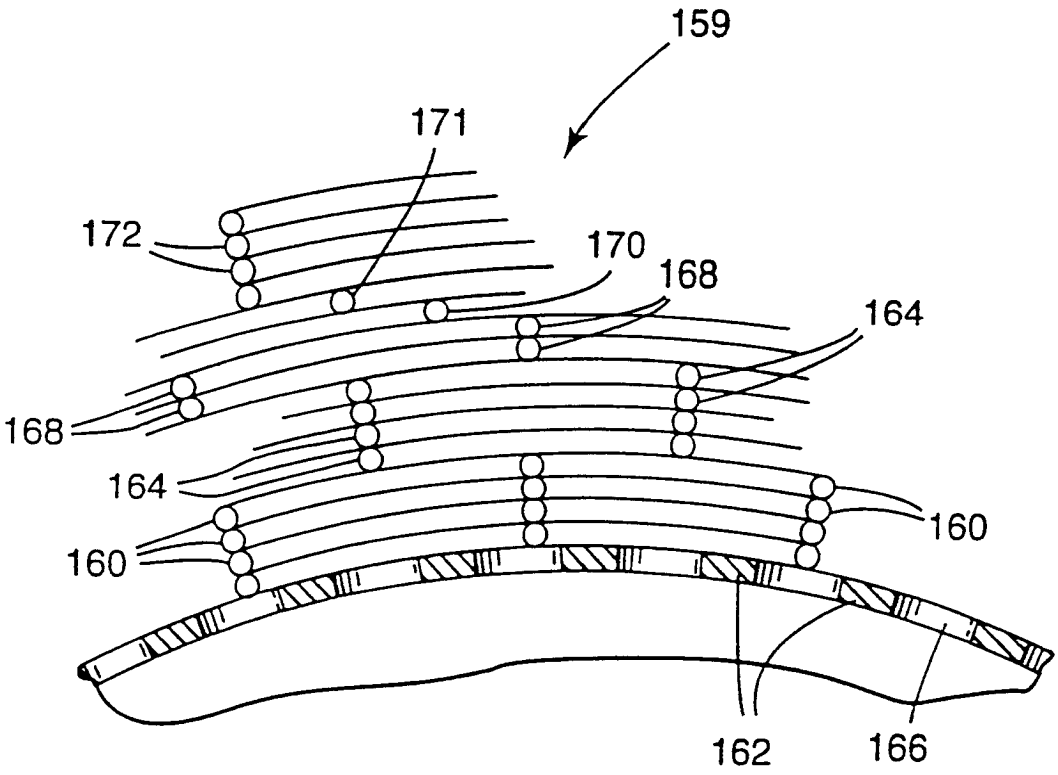
도면11



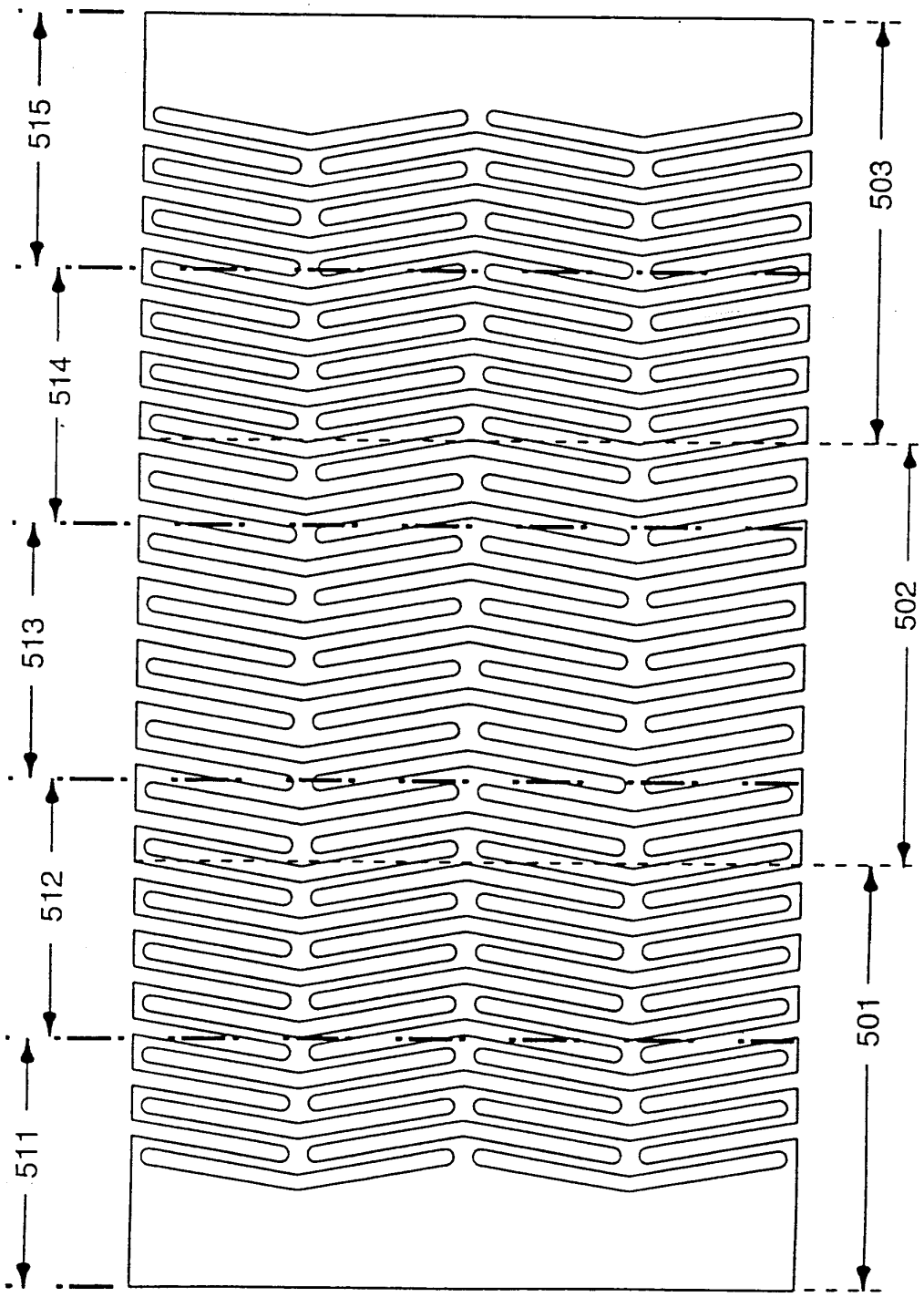
도면12



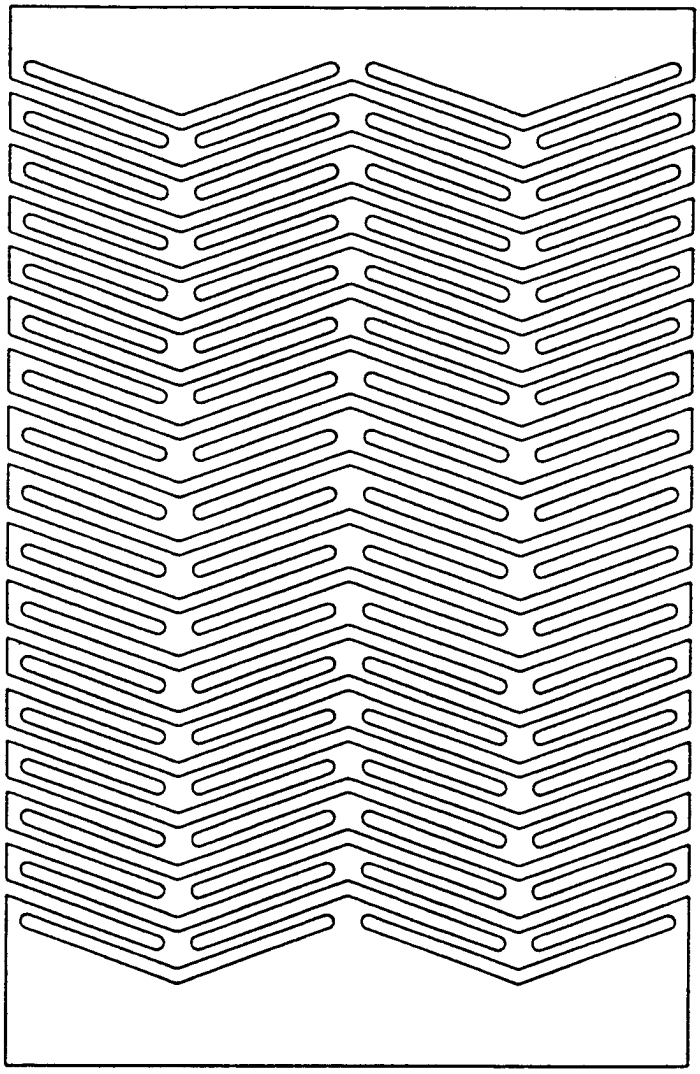
도면13



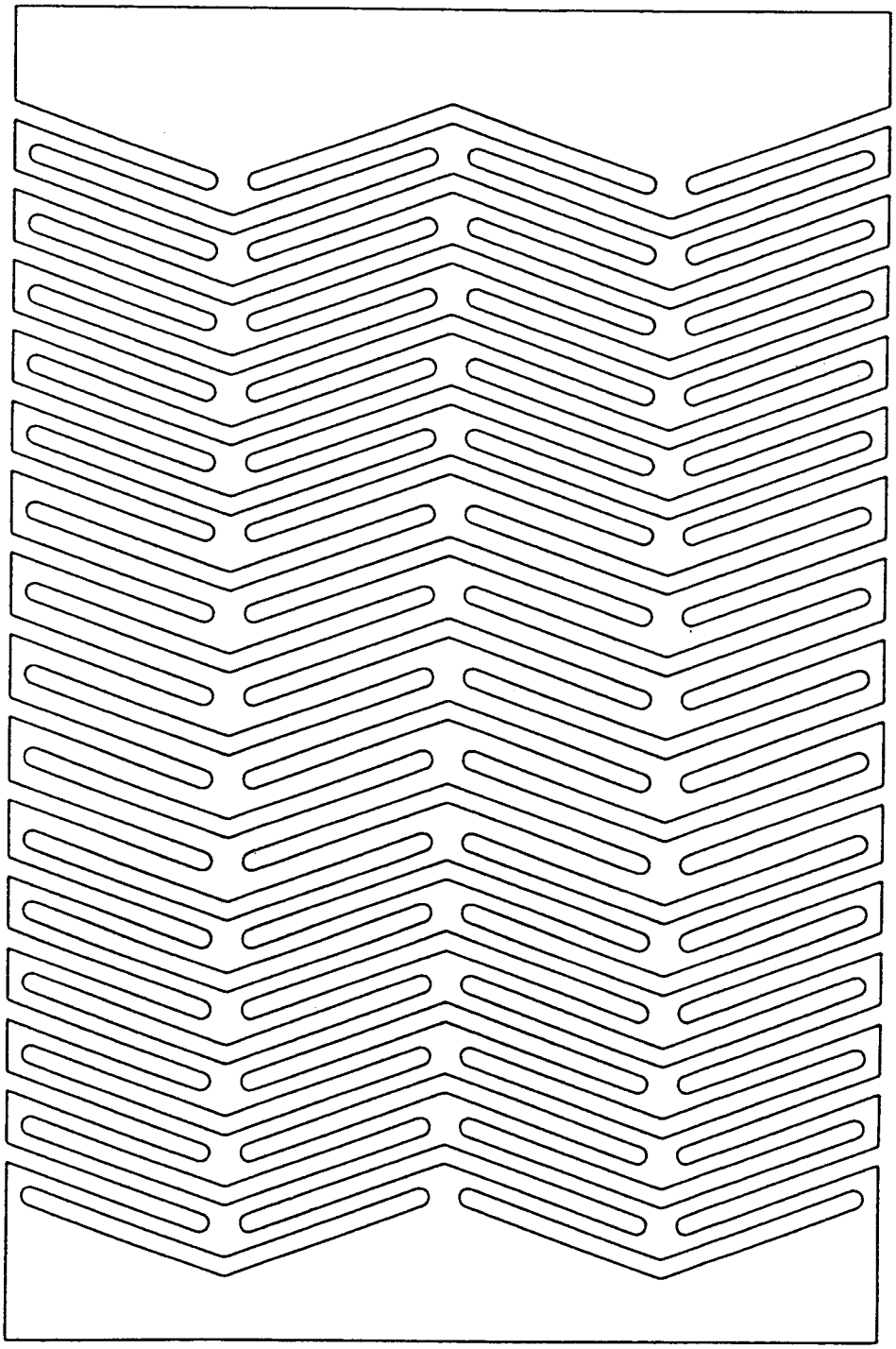
도면14



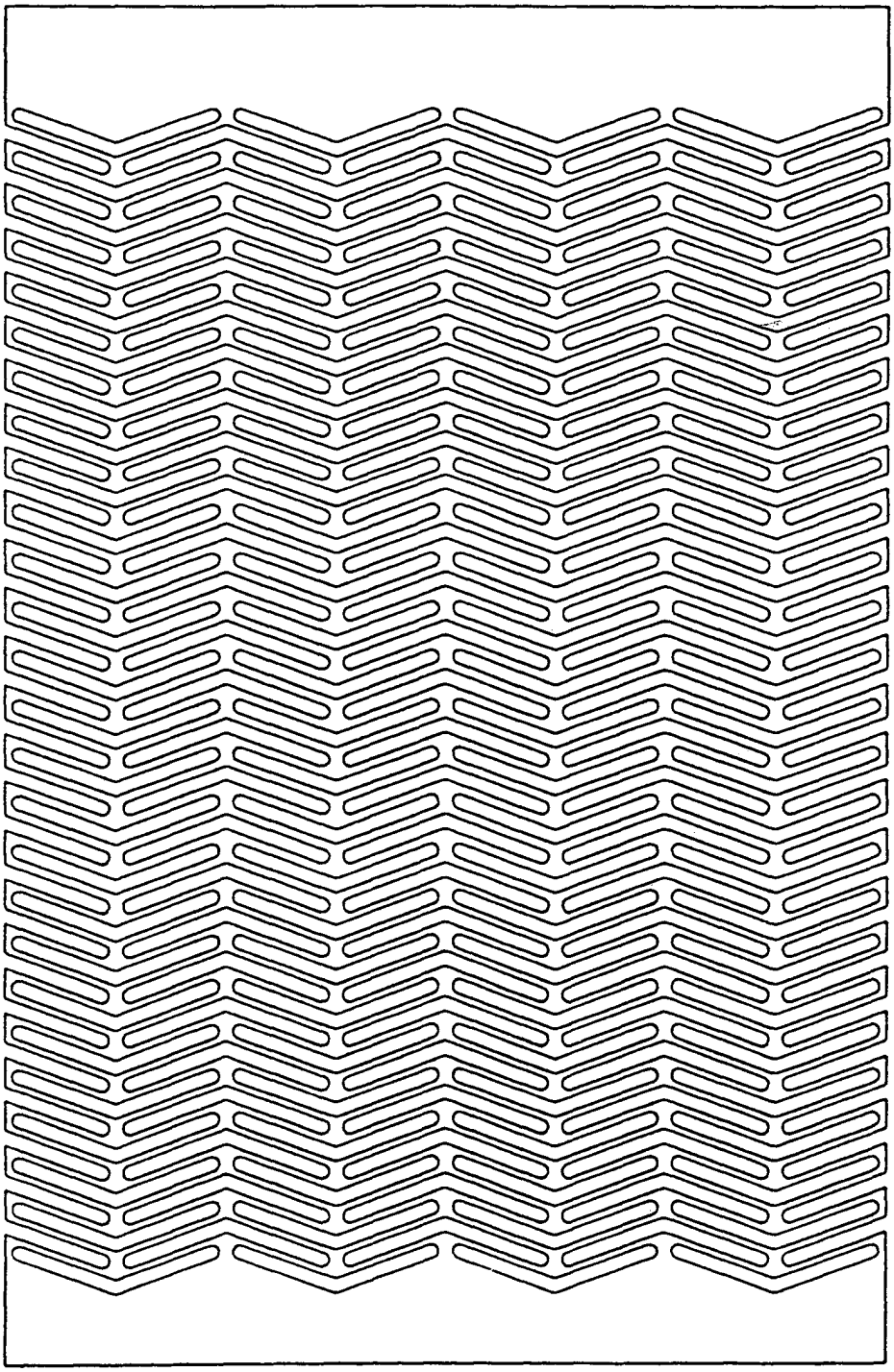
도면15



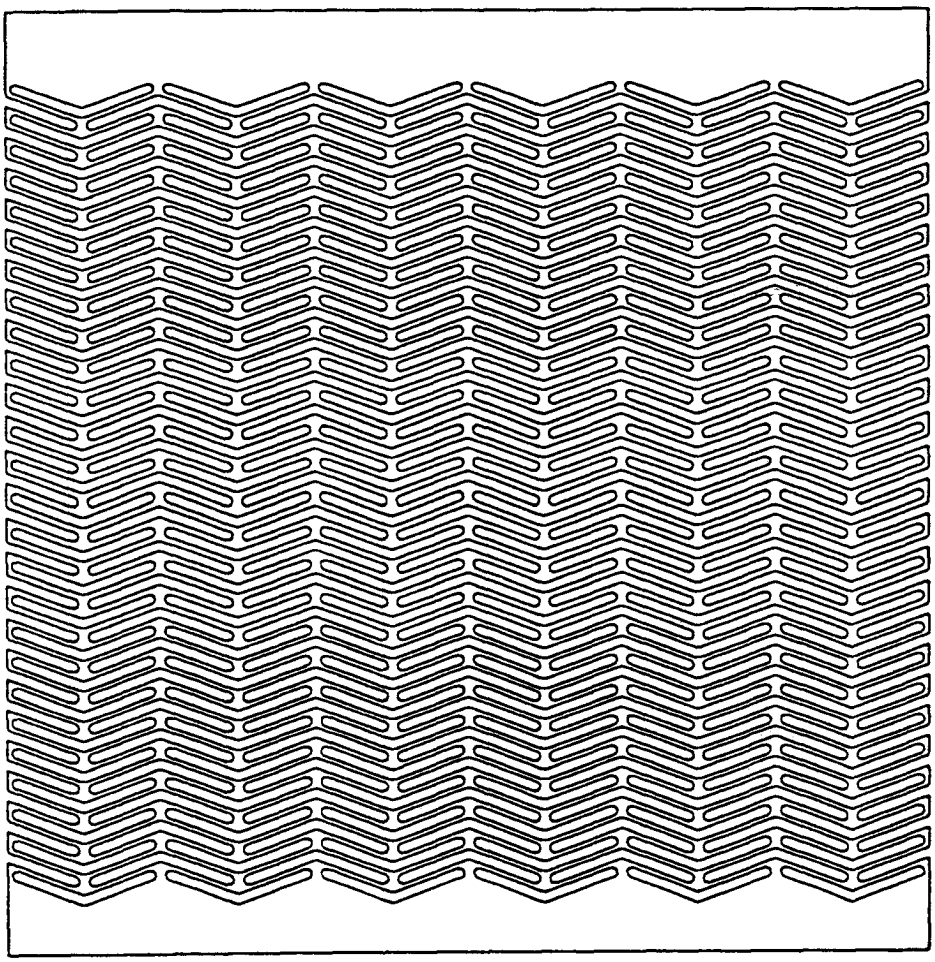
도면16



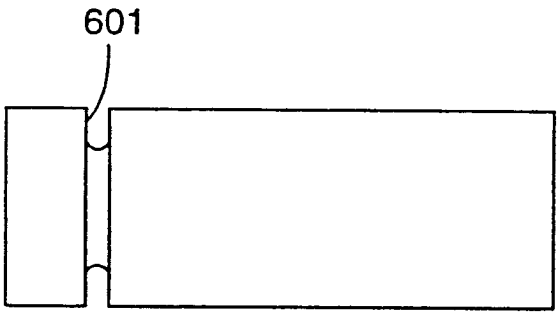
도면17



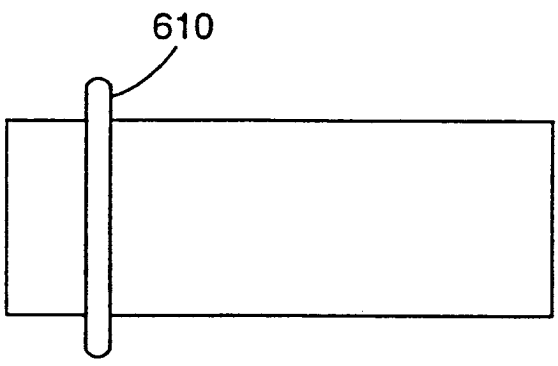
도면18



도면19



도면20



도면21

