(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0055588
(43) 공개일자 2011년05월25일

(51) Int. Cl.
B01D 39/16 (2006.01) *B01D 69/12* (2006.01)
B01D 46/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-7004728
(22) 출원일자(국제출원일자) 2009년08월03일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2011년02월28일
(86) 국제출원번호 PCT/US2009/052567
(87) 국제공개번호 WO 2010/014980
국제공개일자 2010년02월04일
(30) 우선권주장
12/184,782 2008년08월01일 미국(US)

(71) 출원인
이 아이 듀폰 디 네모아 앤드 캄파니
미합중국 데라웨아주 (우편번호 19898) 윌밍톤시 마아켓트 스트리이트 1007
(72) 발명자
존스, 데이비드, 찰스
미국 23113 버지니아주 미들로디언 엣지뷰 레인 2308
림, 현, 성
미국 23113 버지니아주 미들로디언 에일즈포드 드라이브 2800
(74) 대리인
양영준, 양영환, 김영

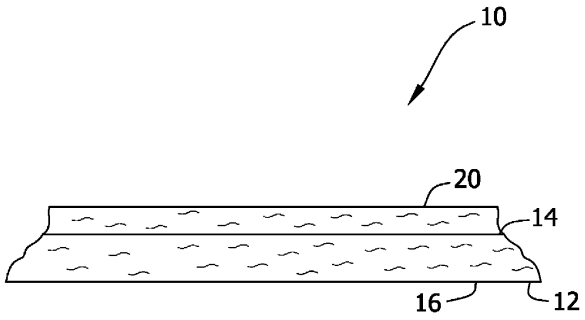
전체 청구항 수 : 총 27 항

(54) 복합 필터 매체

(57) 요 약

복합 필터 매체 구조물은, 예시적인 실시 형태에서, 스펀본드 공정에 의해 복수의 섬유로부터 형성된 부직 합성천을 포함하는 기부 기재를 포함한다. 기부 기재는 EN 1822 (1998) 시험 절차에 따라 측정된 여과 효율이 약 35% 내지 50% 미만이다. 나노섬유 층이 기부 기재의 일면 상에 침착된다. 복합 섬유 매체 구조물은 EN 1822 (1998) 시험 절차에 따라 측정된 최소 여과 효율이 약 70%이다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

스펀본드(spunbond) 공정에 의해 복수의 섬유로부터 형성된 부직 합성 천(nonwoven synthetic fabric)을 포함하고, EN 1822 (1998) 시험 절차에 따라 측정된 여과 효율이 약 35% 내지 50% 미만인 기부 기재(base substrate); 및

상기 기부 기재의 일 면 상에 침착된 나노섬유 층을 포함하며, EN 1822 (1998) 시험 절차에 따라 측정된 최소 여과 효율이 약 70%인 복합 필터 매체 구조물.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 기부 기재는 둥근 섬유 단면 및 3엽(trilobal) 섬유 단면 둘 모두를 포함하는 이중 층으로 구성되는 복합 필터 매체 구조물.

청구항 3

제1항에 있어서, 조합된 상기 기부 기재 및 상기 나노섬유 층은 실질적으로 전기적으로 중성인 복합 필터 매체 구조물.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 나노섬유 층은 일렉트로-블로운 방사(electro-blown spinning), 전기 방사(electrospinning), 원심 방사(centrifugal spinning), 또는 멜트 블로잉(melt blowing)에 의해 형성되는 복합 필터 매체 구조물.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 나노섬유 층은 폴리에스테르, 폴리아미드, 폴리올레핀, 열가소성 폴리우레탄, 폴리에테르이미드, 폴리페닐 에테르, 폴리페닐렌 설파이드, 폴리설폰, 및 아라미드 중 적어도 하나를 포함하는 복합 필터 매체 구조물.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 기부 기재는 평량이 약 100 g/㎡ 내지 약 300 g/㎡인 복합 필터 매체 구조물.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 나노섬유 층은 평균 직경이 약 500 ㎚ 이하인 복수의 나노섬유를 포함하고, 상기 나노섬유 층은 평량이 약 0.6 g/㎡ 내지 약 20 g/㎡인 복합 필터 매체 구조물.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 나노섬유 층은 평균 직경이 약 500 ㎚ 이하인 복수의 나노섬유를 포함하고, 상기 나노섬유 층은 평량이 약 1.5 g/㎡ 내지 약 2.5 g/㎡인 복합 필터 매체 구조물.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 부직 합성 천은 접합 영역의 복수의 실질적으로 평행한 불연속 라인들을 포함하는 접합 영역 패턴을 포함하는 복합 필터 매체 구조물.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 복수의 섬유는 평균 직경이 약 18 내지 약 30 마이크로미터인 복합 필터 매체 구조물.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 기부 기재는 EN-1822 (1998)에 따라 측정된 약 2.5 ㎜ 물 미만의 저항을 갖고, 상기 복합

필터 매체 구조물은 EN-1822 (1998)에 따라 측정된 약 4.0 ㎜ 물 미만의 저항을 갖는 복합 필터 매체 구조물.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 복합 필터 매체 구조물의 품질 계수(quality factor, Qf)가 약 370 초과인 복합 필터 매체 구조물.

청구항 13

제11항에 있어서, 상기 복합 필터 매체 구조물의 품질 계수(Qf)가 약 440 초과인 복합 필터 매체 구조물.

청구항 14

제1 단부 캡, 제2 단부 캡, 및 복합 필터 매체 구조물을 포함하며,

복합 필터 매체 구조물은

스펀본드 공정에 의해 복수의 섬유로부터 형성된 부직 합성 천을 포함하고, EN 1822 (1998) 시험 절차에 따라 측정된 여과 효율이 약 35% 내지 50% 미만인 기부 기재, 및

상기 기부 기재의 일 면 상에 침착된 나노섬유 층을 포함하며,

상기 복합 필터 매체 구조물은 EN 1822 (1998) 시험 절차에 따라 측정된 최소 여과 효율이 약 70%인 필터 요소.

청구항 15

제14항에 있어서, 조합된 상기 기부 기재 및 상기 나노섬유 층은 실질적으로 전기적으로 중성인 필터 요소.

청구항 16

제14항에 있어서, 상기 복수의 섬유는 둥근 섬유 단면 및 3엽 섬유 단면 둘 모두를 포함하는 이중 층으로 구성되는 필터 요소.

청구항 17

제14항에 있어서, 상기 나노섬유 층은 일렉트로-블로운 방사, 전기 방사, 원심 방사, 또는 멜트 블로잉에 의해 형성되는 필터 요소.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 나노섬유 층은 폴리에스테르, 폴리아미드, 폴리올레핀, 열가소성 폴리우레탄, 폴리에테르이미드, 폴리페닐 에테르, 폴리페닐렌 설파이드, 폴리설폰, 및 아라미드 중 적어도 하나를 포함하는 필터 요소.

청구항 19

제14항에 있어서, 상기 기부 기재는 평량이 약 100 g/㎡ 내지 약 300 g/㎡인 필터 요소.

청구항 20

제14항에 있어서, 상기 나노섬유 층은 평균 직경이 약 500 ㎚ 이하인 복수의 나노섬유를 포함하고, 상기 나노섬유 층은 평량이 약 0.6 g/㎡ 내지 약 20 g/㎡인 필터 요소.

청구항 21

제14항에 있어서, 상기 나노섬유 층은 평균 직경이 약 500 ㎚ 이하인 복수의 나노섬유를 포함하고, 상기 나노섬유 층은 평량이 약 1.5 g/㎡ 내지 약 2.5 g/㎡인 필터 요소.

청구항 22

제14항에 있어서, 상기 부직 합성 천은 접합 영역의 복수의 실질적으로 평행한 불연속 라인들을 포함하는 접합 영역 패턴을 포함하는 필터 요소.

청구항 23

제14항에 있어서, 상기 복수의 섬유는 평균 직경이 약 18 내지 약 30 마이크로미터인 필터 요소.

청구항 24

제14항에 있어서, 상기 기부 기재는 EN-1822 (1998)에 따라 측정된 약 2.5 ㎜ 물 미만의 저항을 갖고, 상기 복합 필터 매체 구조물은 EN-1822 (1998)에 따라 측정된 약 4.0 ㎜ 물 미만의 저항을 갖는 필터 요소.

청구항 25

제24항에 있어서, 상기 복합 필터 매체 구조물의 품질 계수(QF)가 약 370 초과인 필터 요소.

청구항 26

제24항에 있어서, 상기 복합 필터 매체 구조물의 품질 계수(QF)가 약 440 초과인 복합 필터 매체 구조물.

청구항 27

제16항에 있어서, 상기 복합 필터 매체 구조물은 복수의 주름을 추가로 포함하는 필터 요소.

명 세 서

배 경 기 술

[0001] 본 발명의 분야는 일반적으로 복합 부직 필터 매체(composite nonwoven filter media)에 관한 것이고, 더 구체적으로는 적어도 하나의 표면에 도포된 나노섬유 기반 층(nanofiber based layer)을 갖는 스펀본드(spunbond) 부직 필터 매체에 관한 것이다.

[0002] 몇몇 공지된 필터 매체 복합 구성물은 기재(substrate)를 생성하기 위한 웨트-레이드(wet-laid) 제지 공정, 및 필터 매체 기재의 일면 또는 양면 상에 경량의 나노섬유 코팅을 침착시키기 위한 전기 방사 기술을 포함한다. 전형적으로, 매체 기재는 평량이 100 내지 120 그램/제곱미터(g/㎡)이고, 나노섬유 층은 평량이 0.1 g/㎡ 이하이다.

[0003] 경량의 나노섬유 층은, 특히 나노섬유 층이 500 나노미터(㎚), 더 전형적으로 100 ㎚ 미만의 직경을 갖는 섬유로부터 형성되기 때문에, 높은 기계적 응력 응용에서 손상을 받기 쉽다는 것이 알려져 있다. 극성 인력에 의존하는 종래의 전기 방사 섬유에 대해 나노섬유와 기부 매체 사이의 상대적으로 약한 인력 결합 때문에, 나노섬유가 필터 매체로부터 탈락되는 "탈락" 문제점이 있다는 것이 알려져 있다. 또한, 공지된 전기 방사 나노섬유 층은 구조에 있어서 2차원이거나 두께에 있어서 단일 섬유 층이며, 나노섬유 층이 균열되거나 파단되면, 먼지가 기부 매체 기재를 쉽게 투과할 수 있다. 나노섬유 층이 손상된 후에, 먼지가 기부 매체를 투과하게 되고 필터의 작동 압력 강하의 상승의 원인이 되게 된다. 또한, 공지된 매체 기재는 또한 기계적 응력 한계를 갖고, 높은 먼지 로딩(loading) 하에서 변형되는 경향이 있다.

[0004] 이들 공지된 필터 매체 복합 구성물은, 발전 가스 터빈의 유입 공기를 여과하기 위해 사용될 때, 필터의 작동 수명에 걸쳐 미세 먼지 입자가 필터를 투과하게 할 수 있다. 전형적으로, 이러한 공지된 필터 매체 유형은, 공지된 작동 유동 속도로 EN 1822 (1998) 시험 절차에 따라 시험될 때, 전형적으로 68.65 Pa(7.0 ㎜ H_2O) 초과의 압력 강하에서의 0.4 ㎛ 입자의 대략 55% 포착, 및 300 미만의 품질 계수(Quality Factor)를 제공하는 새로운 또는 깨끗한 전기적 중성 작동 효율을 가질 것이다. 이러한 낮은 초기 효율 때문에 6.8 내지 9.1 ㎏(15 내지 20 파운드)만큼 많은 먼지가 24,000 시간의 작동 수명에 걸쳐 공지된 필터 매체를 투과할 수 있음이 알려져 있다. 장시간에 걸쳐 터빈 블레이드를 먼지에 노출시키는 것은 터빈 블레이드의 심각하고 파국적인 오손 및 부식을 일으킬 수 있다. 터빈 블레이드를 세척하는 현재의 절차는 블레이드를 깨끗하게 물 세척하기 위해 주기적인 간격으로 터빈을 작동 정지시키는 것을 요구한다. 터빈 중단 시간은 터빈이 작동하지 않고, 따라서 발전이 감소되기 때문에 고비용이다. 터빈 블레이드를 세척하기 위한 터빈 중단 시간 및/또는 손상된 블레이드의 교체를 감소 또는 제거하기 위해, 유사한 또는 감소된 압력 강하에서, 공지된 필터 매체보다 더 높은 효율의 필터 매체를 제공하는 것이 바람직할 것이다.

발명의 내용

[0005] 일 태양에서, 복합 필터 매체 구조물이 제공된다. 복합 필터 매체 구조물은 스펀본드 공정에 의해 복수의 섬유로부터 형성된 부직 합성 천(nonwoven synthetic fabric)을 포함하는 기부 기재를 포함한다. 기부 기재는 EN 1822 (1998) 시험 절차에 따라 측정된 여과 효율이 약 35% 내지 50% 미만이다. 나노섬유 층이 기부 기재의 일면 상에 침착된다. 복합 섬유 매체 구조물은 EN 1822 (1998) 시험 절차에 따라 측정된 최소 여과 효율이 약 70%이다.

[0006] 다른 태양에서, 필터 요소가 제공된다. 필터 요소는 제1 단부 캡, 제2 단부 캡, 및 복합 필터 매체 구조물을 포함한다. 복합 필터 매체 구조물은 스펀본드 공정에 의해 복수의 섬유로부터 형성된 부직 합성 천을 포함하는 기부 기재를 포함하고, 기부 기재는 EN 1822 (1998) 시험 절차에 따라 측정된 여과 효율이 약 35% 내지 50% 미만이다. 나노섬유 층이 기부 기재의 일면 상에 침착된다. 복합 섬유 매체 구조물은 EN 1822 (1998) 시험 절차에 따라 측정된 최소 여과 효율이 약 70%이다.

도면의 간단한 설명

[0007] <도 1>

도 1은 복합 필터 매체의 예시적인 실시 형태의 단면도.

<도 2>

도 2는 도 1에 도시된 섬유의 현미경 사진.

<도 3>

도 3은 도 1에 도시된 기부 매체 기재의 현미경 사진.

<도 4>

도 4는 도 1에 도시된 기부 매체 기재의 접합 패턴의 평면도.

<도 5>

도 5는 도 1에 도시된 필터 매체를 포함하는 필터 카트리지의 측면도.

<도 6>

도 6은 도 4에 도시된 필터 카트리지를 포함하는 필터 조립체의 사시도.

<도 7>

도 7은 예시적인 실시 형태에 따른 다양한 평량의 기부 매체 기재의 0.3 마이크로미터에서의 분별 효율(fractional efficiency)의 막대 그래프.

<도 8>

도 8은 나노섬유 층을 갖는 그리고 이를 갖지 않는 비교용 기부 매체 기재와 비교되는 예시적인 실시 형태에 따른 나노섬유 층을 갖는 그리고 이를 갖지 않는 기부 매체 기재의 0.3 마이크로미터에서의 분별 효율의 막대 그래프.

<도 9>

도 9는 나노섬유 층을 갖는 그리고 이를 갖지 않는 비교용 기부 매체 기재와 비교되는 예시적인 태양에 따른 나노섬유 층을 갖는 그리고 이를 갖지 않는 기부 매체 기재에 대한 압력 강하의 막대 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 필터 조립체를 위한 복합 필터 매체가 아래에서 상세하게 기술된다. 예시적인 실시 형태에서, 복합 필터 매체는 특유의 스펀본드 공정에 의해 섬유들의 2개의 층으로부터 형성된 합성 부직 천(fabric)의 매체 기재를 포함한다. 나노섬유 층이 매체 기재의 적어도 하나의 면 상에 침착된다. 복합 매체는 유럽 표준 EN 1822 (1998) 시험 절차에 따라 시험될 때, 0.4 ㎛ 입자의 약 70% 이상의 보유 포착의 초기 여과 효율을 제공하는데, 이는 공지된 필터 매체와 비교하여 성능의 약 15% 증가이다. 게다가, 복합 매체는 공지된 필터 매체보다 30% 초과로 더 낮은 압력 강하에서 70% 효율을 제공한다. 기부 기재는 EN 1822 (1998) 시험 절차에 따라 측정된 약 35% 내

지 50% 미만의 여과 효율을 갖는다.

[0009] 복합 필터 매체는 공지된 필터 매체보다 더 내구적이며, 여과 및 역세척(reverse cleaning) 작동 동안에 필터 매체 상에 가해지는 힘에 의한 필터 매체의 더 적은 변형 때문에 더 낮은 압력 강하 발생을 제공한다. 복합 필터 매체는 약 370 초과, 바람직한 실시 형태에서는 약 440 초과의 품질 계수(Qc)를 가질 수 있다. 또한, 복합 필터 매체는 EN-1822 (1998)에 따라 측정된 4.0 ㎜ 물 미만의 저항(또는 압력 강하)을 가질 수 있는데, 이때 기부 매체 기재는 EN-1822 (1998)에 따라 측정된 약 2.5 ㎜ 물 미만의 저항을 갖는다. 또한, 나노섬유 멤브레인 층은 공지된 필터 매체보다 더 높은 평량을 갖는데, 이는 필터 매체가 공지된 필터 매체보다 역펄스 세척 하에서 더 효과적으로 세척되게 한다. 나노섬유 층의 높은 평량은 실질적으로 공기 유동을 제한하지 않거나 압력 강하를 증가시키지 않고서, 높은 효율 및 미세 입자 포착을 허용하는 광범위한 구불구불한 경로를 갖는 내구적인 3차원 표면 여과 층을 제공한다.

[0010] "품질 계수(Q_f)"는 하기의 방정식에 의해 정의되는 파라미터를 의미한다:

[0011] $Qf = -25000 \cdot \log(P/100)/Ap$

[0012] 여기서, "P" = % 단위의 입자 투과도이고, "Ap" = 파스칼 단위의 매체를 가로지른 압력 강하이다.

[0013] "저항"은 EN 1822 (1998)에 기술되어 있는 시험 방법을 사용하여 측정되는 저항(압력 강하)을 의미한다.

[0014] 도면을 참조하면, 도 1은 필터 매체(10)의 예시적인 실시 형태의 단면도이다. 필터 매체(10)는 제1 면(14) 및 제2 면(16)을 갖는 기부 매체 기재(12)를 포함한다. 나노섬유 층(20)이 매체 기재의 제1 면(14) 상으로 침착된다. 다른 실시 형태에서, 나노섬유 층(20)은 제2 면(16) 상으로 침착되고, 다른 실시 형태에서 나노섬유 층(20)은 제1 및 제2 면(14, 16)들 각각에 침착된다.

[0015] 매체 기재(12)는 스펀본드 공정을 사용하여 합성 섬유로부터 형성된 부직 천이다. 부직 천은 이중 섬유 단면 형상을 포함한다. 적합한 이중 섬유 층 단면은 둥근 구조 또는 3엽(trilobal) 구조를 갖는 섬유 형상을 가질 수 있다. 또한 도 2를 참조하면, 예시적인 실시 형태에서, 이중 섬유 단면(30)은 원통형 형상의 섬유(32)의 층 및 3엽 형상의 섬유(33)의 층을 포함한다. 섬유(32, 33)들은 제트를 통해 복수의 연속 섬유들로 용융 방사되고, 복수의 연속 섬유는 랜덤 3차원 웨브(web)로 균일하게 침착된다. 웨브는 이어서 가열되고 엠보싱 캘린더링되는데, 이는 웨브를 도 3에 도시된 압밀된 스펀본드 천(36)으로 열접합시킨다. 캘린더 롤 엠보싱 패턴의 접촉으로부터의 열은 열가소성 섬유(30)를 연화 또는 용융시키는데, 이는 캘린더 롤 엠보싱 패턴의 접촉 지점들에서 부직 섬유들을 함께 결속시킨다. 온도는 적어도 섬유(30)의 연화 또는 융해가 일어나도록 선택된다. 일 실시 형태에서, 온도는 약 90℃ 내지 약 240℃이다. 섬유들의 원하는 연결은 냉각 후에 섬유(32, 33)들의 용융 및 재응고에 의해 일어난다.

[0016] 둥근 섬유(32)는 직경이 약 18 마이크로미터 내지 약 23 마이크로미터이고, 3엽 섬유(33)는 점 대 점(point to point) 단면 거리가 약 22 내지 30 마이크로미터이다.

[0017] 도 4를 참조하면, 기부 매체(12) 상의 접합 패턴(40)은 기부 매체(12)에 대해 허용가능한 내구성을 달성하면서, 더 많은 섬유가 여과에 이용가능하게 하여 여과 효율을 증가시킨다. 접합 패턴(40)은 기부 매체(12)를 가로질러 연장되는 접합 영역의 복수의 평행한 불연속 라인(42)을 포함한다. 접합 영역의 평행한 불연속 라인(42)들은 서로로부터 오프셋되어, 불연속 라인(42) 내의 비접합 영역(44)의 위치가 인접한 불연속 라인(42)의 접합 영역(46)과 정렬되도록 한다. 예시적인 실시 형태에서, 기부 매체(12)의 평량은 약 100 g/㎡ 내지 약 330 g/㎡이고, 다른 실시 형태에서, 약 100 g/㎡ 내지 약 220 g/㎡이다.

[0018] 매체 기재(12)의 부직 천을 제조하는 데 임의의 적합한 합성 섬유가 사용될 수 있다. 둥근 섬유(32) 및 3엽 섬유(33)를 위해 적합한 재료는 폴리에스테르, 폴리아미드, 폴리올레핀, 열가소성 폴리우레탄, 폴리에테르이미드, 폴리페닐 에테르, 폴리페닐렌 설파이드, 폴리설폰, 아라미드, 및 이들의 혼합물을 포함하지만 이로 한정되지 않는다.

[0019] 예시적인 실시 형태에서, 나노섬유 층(20)은 중합체 용액을 방사 노즐 내로 공급하는 단계, 방사 노즐에 고전압을 인가하는 단계, 및 방사 노즐의 하단부 내로 압축 공기를 주입하면서 방사 노즐을 통해 중합체 용액을 방출하는 단계를 포함하는 일렉트로-블로운(electro-blown) 방사 공정에 의해 형성된다. 인가되는 고전압은 약 1 kV 내지 약 300 kV 범위이다. 나노섬유를 형성하는 일렉트로-블로운 방사 공정 및 사용되는 특유의 장치가 미국 특허 출원 공개 제2005/00677332호에 상세하게 기술되어 있다. 일렉트로-블로운 방사 공정은 공지된 필터 매체 상의 공지된 나노섬유 여과 층보다 더 두꺼운 나노섬유의 내구적인 3차원 여과 층을 제공한다. 예시적인

실시 형태에서, 나노섬유 층(20)의 평량은 약 0.6 g/㎡ 내지 약 20 g/㎡, 다른 실시 형태에서, 약 2 g/㎡ 내지 약 20 g/㎡, 다른 실시 형태에서, 약 5 g/㎡ 내지 약 10 g/㎡, 다른 실시 형태에서, 약 1.5 g/㎡ 내지 약 2.5 g/㎡이다. 나노섬유 층(20) 내의 나노섬유들은 평균 직경이 약 500 ㎚ 이하이다.

[0020] 대안적인 실시 형태에서, 나노섬유 층(20)은 전기 방사, 원심 방사, 또는 멜트 블로잉에 의해 형성될 수 있다. 전통적인 전기 방사는 미국 특허 제4,127,706호에 상세하게 설명된 기술이다. 고전압이 용액 내의 중합체에 인가되어 나노섬유 및 부직 매트(mat)를 생성한다. 그러나, 전기 방사 공정의 전체 처리량은 너무 낮아 더 무거운 평량의 웨브를 형성함에 있어서 실용적이지 않다. 원심 방사는 적어도 하나의 용매 내에 용해된 적어도 하나의 중합체를 갖는 방사 용액을 회전식 원추형 노즐을 갖는 회전식 분사기에 공급하는 단계를 포함하는 섬유 형성 공정이다. 노즐은 오목한 내측 표면 및 전방 표면 방출 에지를 갖는다. 방사 용액은 오목한 내측 표면을 따라 회전식 분사기를 통해 이동하여 노즐의 방출 에지의 전방 표면을 향해 방사 용액을 분배한다. 방사 용액으로부터 개별 섬유상 스트림들이 형성되면서 전기장의 존재 또는 부재 하에 용매가 증발하여 중합체 섬유를 생성한다. 형상화 유체가 노즐 둘레에서 유동하여 방사 용액을 회전식 분사기로부터 멀리 지향시킬 수 있다. 섬유는 수집기 상으로 수집되어 나노섬유 웨브를 형성한다. 게다가, 멜트 블로잉은 미국 특허 제6,520,425호에 상세하게 기술되어 있다.

[0021] 일렉트로블로운 방사 공정에 의해 나노섬유를 형성하기에 적합한 중합체는 열가소성 중합체로 제한되지 않으며, 열경화성 중합체를 포함할 수 있다. 적합한 중합체는 폴리이미드, 폴리아미드 (나일론), 폴리아라미드, 폴리벤즈이미다졸, 폴리에테르이미드, 폴리아크릴로니트릴, 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리프로필렌, 폴리아닐린, 폴리에틸렌 옥사이드, 폴리에틸렌 나프탈레이트, 폴리부틸렌 테레프탈레이트, 스티렌 부타디엔 고무, 폴리스티렌, 폴리비닐 클로라이드, 폴리비닐 알코올, 폴리비닐리덴 클로라이드, 폴리비닐 부틸렌, 폴리아세탈, 폴리아미드, 폴리에스테르, 폴리올레핀, 셀룰로오스 에테르 및 에스테르, 폴리알킬렌 설파이드, 폴리아릴렌 옥사이드, 폴리설폰, 개질된 폴리설폰 중합체, 및 이들의 혼합물을 포함하지만 이로 한정되지 않는다. 또한, 가교결합 및 비가교결합된 형태의 다양한 정도의 가수분해(87% 내지 99.5%)된 폴리비닐알코올, 폴리(비닐리덴 클로라이드), 폴리(비닐리덴 플루오라이드), 그리고 폴리 (비닐클로라이드) , 폴리메틸메타크릴레이트 (및 다른 아크릴 수지), 폴리스티렌 및 (ABA 유형의 블록 공중합체를 비롯한) 그의 공중합체의 포괄 부류에 속하는 재료와, 그의 공중합체 또는 유도체 화합물이 사용될 수 있다. 폴리아미드 축합 중합체의 하나의 적합한 부류는 나일론-6, 나일론-6, 6, 나일론 6, 6-6, 10 등과 같은 나일론 재료이다. 중합체 용액은 선택된 중합체들을 용해시키는 용매를 선택함으로써 제조된다. 중합체 용액은 첨가제, 예를 들어 가소제, 자외선 안정제, 가교결합제, 경화제, 반응 개시제 등과 혼합될 수 있다. 중합체를 용해시키는 데에 임의의 특정 온도 범위가 요구되지는 않을 수 있지만, 용해 반응을 보조하기 위해 가열이 필요할 수 있다.

[0022] 섬유 중합체의 Tg를 감소시키기 위해, 전술된 다양한 중합체에 가소제를 첨가하는 것이 유리할 수 있다. 적합한 가소제는 중합체뿐만 아니라, 나노섬유 층의 특정 최종 용도에 의존할 것이다. 예를 들어, 나일론 중합체는 물 또는 전기 방사 또는 일렉트로-블로운 방사 공정으로부터 잔존하는 잔류 용매로 가소화될 수 있다. 중합체 Tg를 낮추는데 유용할 수 있는 다른 가소제는 지방족 글리콜, 방향족 설파노미드, 다이부틸 프탈레이트, 다이헥슬 프탈레이트, 다이사이클로헥실 프탈레이트, 다이옥틸 프탈레이트, 다이아이소데실 프탈레이트, 다이운데실 프탈레이트, 다이도데칸일 프탈레이트 및 다이페닐 프탈레이트를 포함하지만 이로 한정되지 않는 프탈레이트 에스테르 등을 포함하지만 이로 한정되지 않는다.

[0023] 도 5는 필터 매체(10)로부터 형성된 필터 요소(50)의 측면도이다. 예시적인 실시 형태에서, 필터 매체(10)는 복수의 주름(52)을 포함한다. 필터 요소(50)는 제1 단부 캡(54) 및 반대편의 제2 단부 캡(56)을 포함하는데, 이때 필터 매체(10)가 단부 캡(54, 56)들 사이에서 연장된다. 필터 요소(50)는 (도 6에 도시된) 내부 도관(58)을 갖는 튜브형 형상을 갖는다. 필터 요소(50)는 형상이 원통형이지만, 도 6에 도시된 바와 같이 또한 원추형일 수 있다. 필터 요소(50)는 또한 필터 요소(50)의 구조적 완전성 및/또는 필터 매체(10)에 대한 지지를 제공하기 위해 내측 및/또는 외측 지지 라이너를 포함할 수 있다.

[0024] 도 6은 단부 대 단부 관계로 쌍으로 튜브 시트(62)에 장착된 복수의 필터 요소(50)를 포함하는 필터 조립체(60)의 사시도이다. 튜브 시트(62)는 필터 조립체(60)의 깨끗한 공기측으로부터 더러운 공기측을 분리한다. 펄스식 공기에 의해 필터 요소(50)를 세척하기 위한 세척 시스템(64)은 공기 공급 파이프(68)에 장착된 복수의 공기 노즐(66)을 포함한다. 필터 요소(50)의 내부 도관(58) 내로 지향되는 압축 공기의 펄스가 사용되어, 수집된 오물 및 먼지를 갖는 필터 요소(50)를 세척한다.

[0025] 다양한 평량을 갖는 기부 매체 기재(12) 시험 샘플의 평탄 시트를 EN 1822 (1998) 시험 방법에 따른 평탄 시트

분별 효율 시험으로 비교용 기부 매체 기재와 비교하였다. DENS 입자를 함유하는 공기를 약 5.3 ㎝/s의 유동 속도로 각각의 시험 샘플을 통해 지향시켰다. 도 7은 스펀본드 기부 매체(12)의 향상된 여과 효율 성능 및 비교 시험의 그래프를 도시한다. 막대 A는 165 g/㎡의 평량의 기부 기재(12)를 나타내고, 막대 B는 230 g/㎡의 평량의 비교용 기부 기재를 나타낸다. 막대 C는 130 g/㎡의 평량을 갖는 비교용 기부 매체 기재를 나타낸다. 기부 매체 기재는 나노섬유 층을 포함하지 않았다. 기부 매체 기재(12)는 5.3 ㎝/s로 시험된 0.3 마이크로미터 입자 크기에서 비교용 기부보다 더 높은 효율을 갖는다.

[0026] 기부 매체 기재(12)의 평탄 시트, 및 나노섬유 층(20)을 포함하는 기부 매체 기재(12)를 EN 1822 (1998) 시험 방법에 따른 평탄 시트 분별 효율 시험에서 나노섬유 층을 갖는 그리고 이를 갖지 않는 비교용 기부 매체 기재와 비교하였다. 0.3 마이크로미터 DEHS 입자를 함유하는 공기를 약 5.3 ㎝/s의 유동 속도로 각각의 시험 샘플을 통해 지향시켰다. 도 8은 비교 시험의 그래프를 도시한다. 막대 A는 165g/㎡의 기부 매체 기재(12)를 나타내고, 막대 B는 나노섬유 층(20)을 포함하는, 165g/㎡의 기부 매체 기재(12)를 나타낸다. 막대 C는 비교용 기부 매체 기재를 나타내고, 막대 D는 나노섬유 층을 포함하는 비교용 기부 매체 기재를 나타낸다. 나노섬유 층(20)을 갖는 그리고 이를 갖지 않는 기부 매체 기재(12)는 나노섬유 층을 갖는 그리고 이를 갖지 않는 비교용 기부 기재보다 더 높은 효율을 가졌다.

[0027] 기부 매체 기재(12)의 평탄 시트, 및 나노섬유 층(20)을 포함하는 기부 매체 기재(12)를 EN 1822 (1998) 시험 방법에 따른 평탄 시트 압력 강하 시험에서 나노섬유 층을 갖는 그리고 이를 갖지 않는 비교용 기부 매체 기재와 비교하였다. DENS 입자를 함유하는 공기를 약 5.3 ㎝/s의 유동 속도로 각각의 시험 샘플을 통해 지향시켰다. 도 9는 비교 시험의 그래프를 도시한다. 막대 A는 비교용 기부 매체 기재를 나타내고, 막대 B는 나노섬유 층을 포함하는 비교용 기부 매체 기재를 나타낸다. 막대 C는 165g/㎡의 기부 매체 기재(12)를 나타내고, 막대 D는 나노섬유 층(20)을 포함하는, 165g/㎡의 기부 매체 기재(12)를 나타낸다. 나노섬유 층(20)을 갖는 그리고 이를 갖지 않는 기부 매체 기재(12)는 나노섬유 층을 갖는 그리고 이를 갖지 않는 비교용 기부 기재보다 더 낮은 압력 강하를 가졌다.

[0028] 필터 매체(10)로부터 형성되어진 전술된 필터 요소(50)는 거의 임의의 응용에서 공기 스트림을 여과하기 위해, 예를 들어 가스 터빈 유입 공기를 여과하기 위해 사용될 수 있다. 필터 매체(10)의 특유의 구성은 공지된 필터 매체보다 더 내구적이며, 여과 및 역세척 작동 동안에 필터 매체 상에 가해지는 힘에 의한 더 적은 변형 때문에 상대적으로 더 낮은 압력 강하 발생을 제공한다. 필터 요소(50)는 공지된 필터 요소의 약 50 내지 55%의 효율과 비교하여 가장 투과적인 입자 크기의 에어로졸 또는 먼지(약 0.3 내지 약 0.4 마이크로미터)의 약 70% 초과의 포착인 평균 효율을 발생시킬 수 있다. 또한, 나노섬유 층(20)은 공지된 필터 매체보다 더 높은 평량을 갖는데, 이는 필터 매체(10)가 공지된 필터 매체보다 역펄스 세척 하에서 더 효과적으로 세척되게 한다. 또한, 나노섬유 층(20)의 높은 평량은 공기 유동을 제한하지 않거나 압력 강하를 증가시키지 않고서, 높은 효율 및 미세 입자 포착을 허용하는 광범위한 구불구불한 경로를 갖는 내구적인 3차원 표면 여과 층을 제공한다.

[0029] 실시예 1과 실시예 2 및 비교예 3 내지 비교예 7의 예시적인 필터 매체들은 필터 매체(10)의 실시 형태와 공지된 필터 매체의 비교를 예시한다. 효율, 저항 및 품질 계수를 실시예 1과 실시예 2 및 비교예 3 내지 비교예 7의 각각의 필터 매체에 대해 측정하였다. 효율은 EN-1822 (1998) 시험 절차에 따라 측정되었고, 저항은 EN-1822 (1998)에 따라 측정되었으며, 품질 계수(Qf)는 전술된 바와 같이 계산되었다.

[0030] 실시예 1은 둥근 섬유 및 3엽 섬유를 포함하는 스펀본드 폴리에스테르 이중-층 기부 매체 기재이고, 실시예 2는 실시예 1의 기부 매체 기재에 일렉트로-블로운 방사 공정에 의해 형성된 2 g/㎡ 나노섬유 층을 부가한 것이다. 비교예 3은 공지된 드라이-레이드(dry-laid) 폴리에스테르 기부 매체 기재이고, 비교예 4는 비교예 3의 공지된 드라이-레이드 폴리에스테르 기부 매체 기재에 2 g/㎡ 나노섬유 층을 부가한 것이다. 비교예 5는 웨트-레이드 합성 종이에 <0.5 g/㎡ 나노섬유 층을 부가한 것이다. 비교예 6은 웨트-레이드 합성 종이이고, 비교예 7은 비교예 6의 웨트-레이드 합성 종이에 20 g/㎡ 멜트블로운 섬유 층을 부가한 것이다. 실시예 결과가 이하의 표 1에 나타나 있다. 실시예 2를 비교예 4, 비교예 5, 및 비교예 7의 복합재와 비교하는 경우, 효율은 연관된 높은 품질 계수 값을 산출하는 저항의 감소의 대가로 희생되지 않는다.

[0031] [표 I]

예	평량	효율 (%)	저항 (㎜ H_2O)	품질 계수
실시예 1 스펀본드 폴리에스테르 이중-층 섬유 기부	169.9	39.4	2.07	267
실시예 2 스펀본드 폴리에스테르 이중-층 섬유 기부 + 2 g/㎡ 나노섬유 층	170.3	71.4	3.1	447
비교예 3 드라이-레이드 폴리에스테르 기부	234.9	28.7	9.3	40
비교예 4 드라이-레이드 폴리에스테르 기부 + 2 g/㎡ 나노섬유 층	236.3	43.2	13.81	45

예	평량	효율 (%)	저항 (㎜ H_2O)	품질 계수
비교예 5 웨트-레이드 합성 종이 + <0.5 g/㎡ 나노섬유 층	121.2	40.5	9.77	59
비교예 6 웨트-레이드 합성 종이	133.4	9.0	7.67	14
비교예 7 웨트-레이드 합성 종이 + 20 g/㎡ 멜트블로운 섬유 층	150.2	86.4	8.79	251

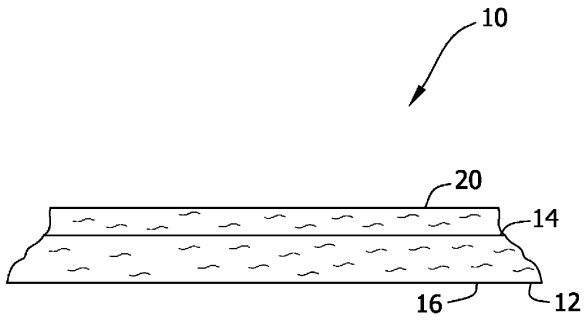
효율은 0.3 마이크로미터, 5.3 ㎝/s 면 속도의 EN 1822 (1998)에서 측정됨.
저항은 EN-1822 (1998)에 따라 측정됨.
품질 계수는 하기의 방정식에 의해 정의됨: Q f _ -25000•log(P/ l 00)/Ap

[0032]

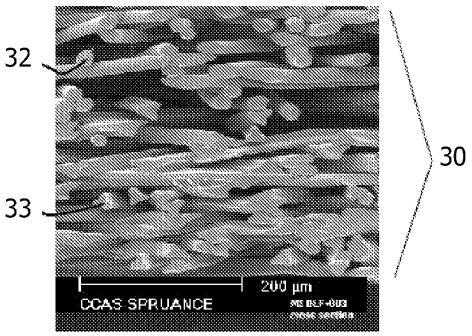
[0033] 이러한 기술된 설명은, 최상의 모드를 포함한 본 발명을 개시하기 위해, 그리고 또한 당업자가 임의의 장치 또는 시스템의 제조와 사용 및 임의의 포함된 방법의 수행을 포함한 본 발명을 실시할 수 있게 하기 위해, 실시예들을 사용한다. 본 발명의 특허가능한 범주는 특허청구범위에 의해 한정되고, 당업자에게 떠오르는 다른 실시예를 포함할 수 있다. 그러한 다른 실시예는, 특허청구범위의 문자 그대로의 표현과 상이하지 않은 구조적 요소를 갖는다면, 또는 특허청구범위의 문자 그대로의 표현과 미미한 차이를 갖는 등가의 구조적 요소를 포함한다면, 특허청구범위의 범주 내에 있는 것으로 의도된다.

도면

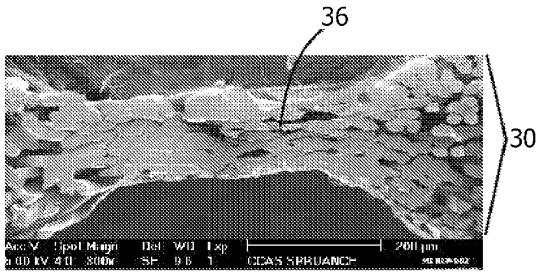
도면1



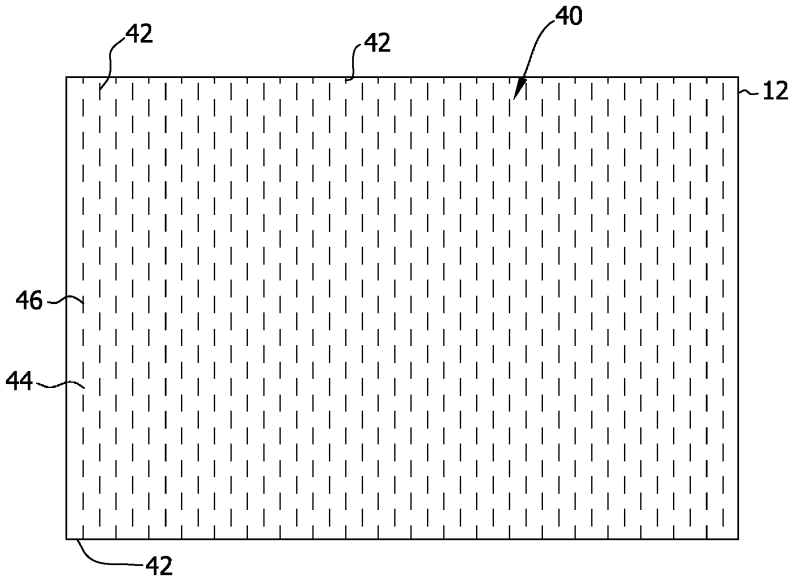
도면2



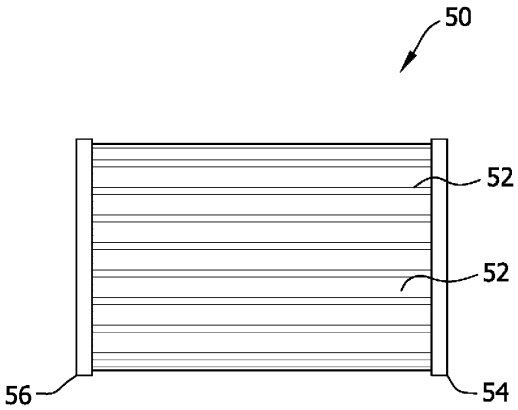
도면3



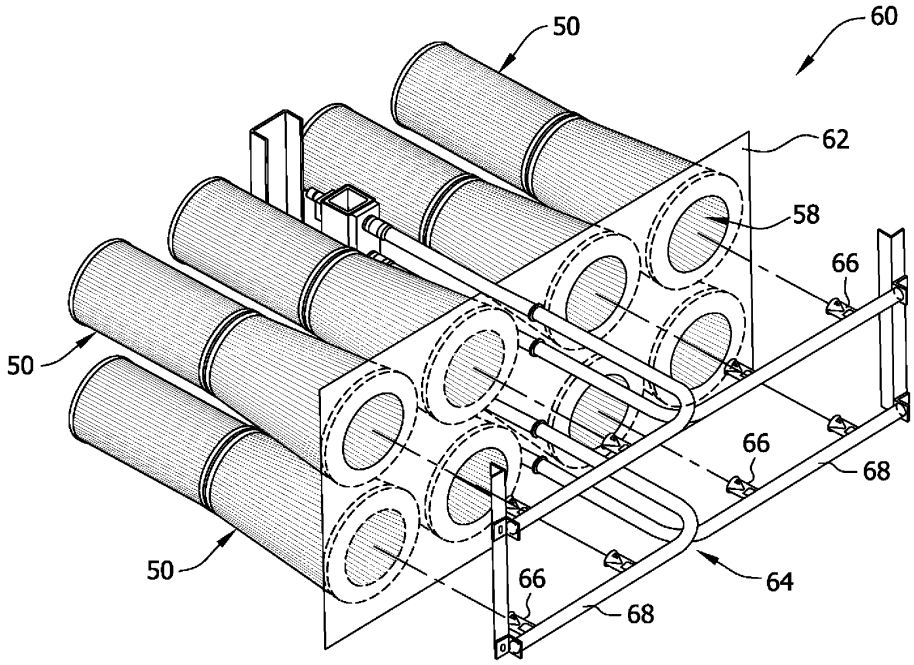
도면4



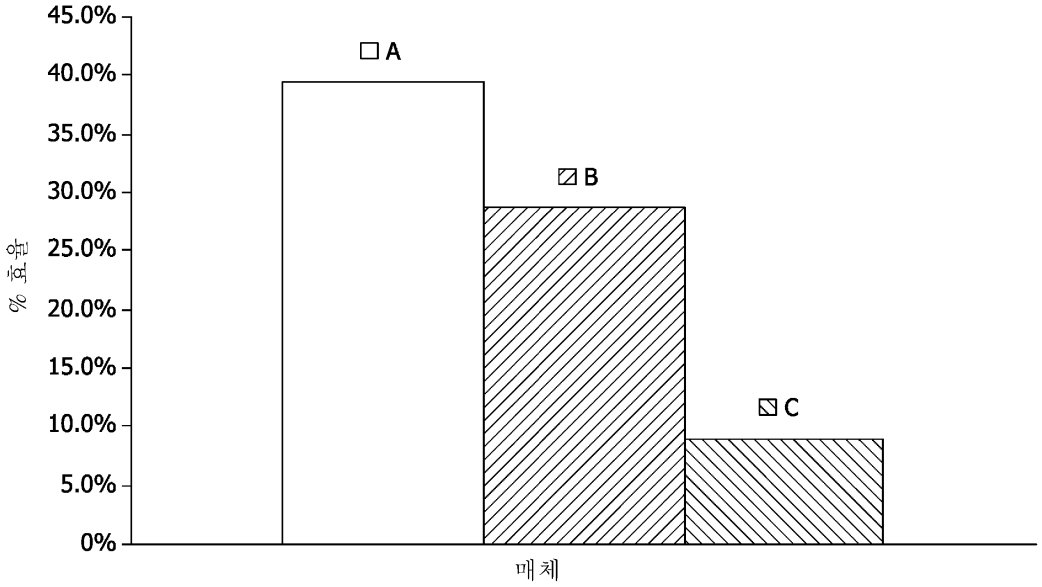
도면5



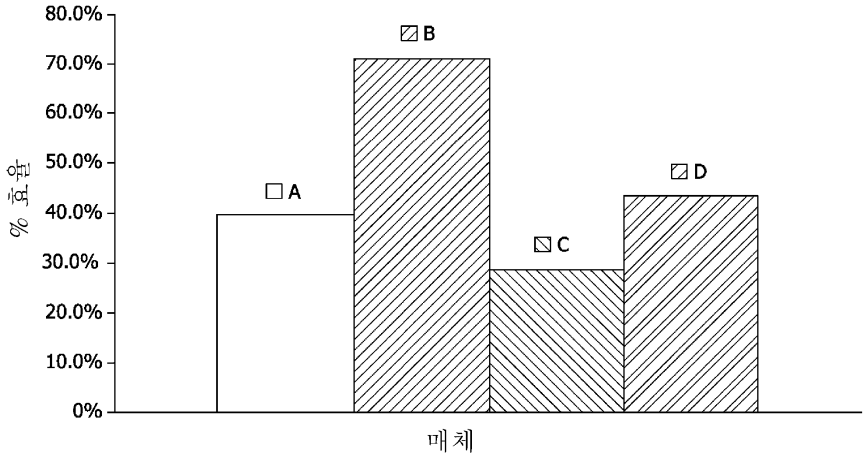
도면6


50
60
62
58
66
50
66
68
50
66
64
68

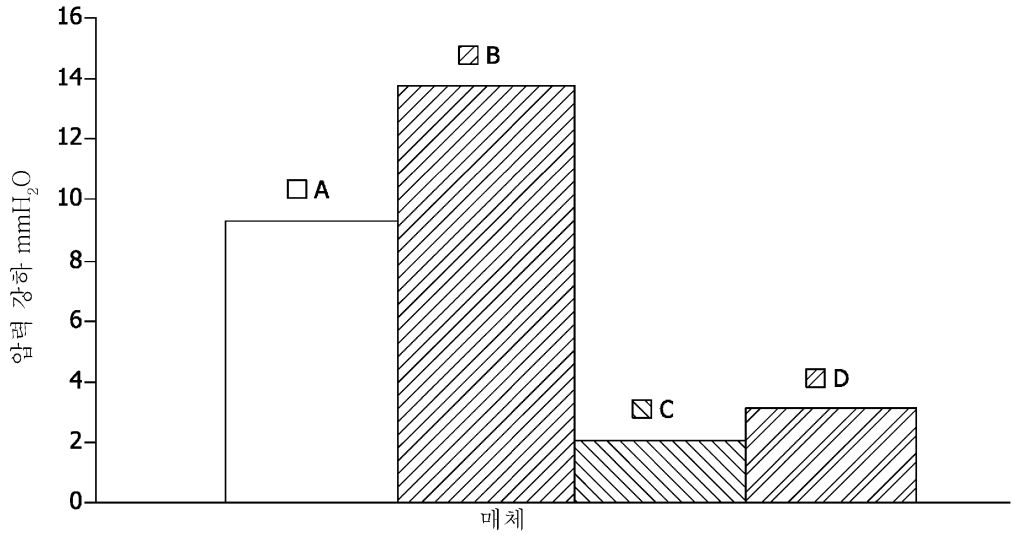
도면7


45.0%
40.0%
35.0%
30.0%
25.0%
20.0%
15.0%
10.0%
5.0%
0%
% 효율
A
B
C
매체

도면8


80.0%
70.0%
60.0%
50.0%
40.0%
30.0%
20.0%
10.0%
0%
% 효율
A
B
C
D
매체

도면9


16
14
12
10
8
6
4
2
0
압력 강하 mmH2O
A
B
C
D
매체