



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년07월03일  
(11) 등록번호 10-1281864  
(24) 등록일자 2013년06월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B01D 39/16 (2006.01) B32B 5/26 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2007-7017414  
(22) 출원일자(국제) 2005년12월28일  
심사청구일자 2010년12월28일  
(85) 번역문제출일자 2007년07월27일  
(65) 공개번호 10-2007-0104370  
(43) 공개일자 2007년10월25일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2005/047399  
(87) 국제공개번호 WO 2006/071979  
국제공개일자 2006년07월06일  
(30) 우선권주장  
60/639,771 2004년12월28일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
US20040116028 A1  
US20040226443 A1  
US20040187454 A1

(73) 특허권자  
이 아이 듀폰 디 네모아 앤드 캠파니  
미합중국 테라웨아주 (우편번호 19898) 월밍톤시  
마아캣트 스트리트 1007  
(72) 발명자  
림, 현, 성  
미국 23113 버지니아주 미들로디안 에일즈포드 드  
라이브 2800  
서, 하근  
미국 37215 테네시주 내쉬빌 샤론우드 드라이브 6  
와이즈만, 비., 린  
미국 23220 버지니아주 리치몬드 사우쓰 로렐 스  
트리트 421  
(74) 대리인  
김영, 양영준

전체 청구항 수 : 총 22 항

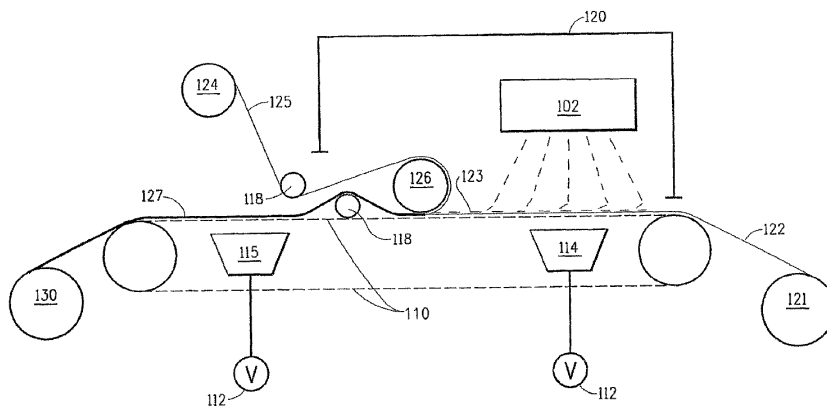
심사관 : 이규재

(54) 발명의 명칭 기체 스트림으로부터 미립자 물질을 여과하기 위한 여과매질

(57) 요약

제1 중합체로부터 일렉트로블로잉된 나노섬유의 웹을 웹 사이에 접착제 없이 상기 나노섬유보다 더 큰 평균 직경을 가지며 상용성인 물질로부터 방사된 섬유를 포함하는 제1 지지체 웹상에 퇴적시키고 웹을 함께 용매 결합시켜 형성한 복합포에 관한 것이다.

대표도



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

제1 지지체 웹에 웹 사이의 접착제 없이 용매결합된(solvent-bonded) 일렉트로블로잉(electroblowing)된 중합체 나노섬유의 웹을 포함하며, 이 때 제1 지지체 웹은 상기 나노섬유와 상용성인 물질로부터 방사되고 나노섬유보다 더 큰 평균 직경의 섬유를 포함하며, 상기 나노섬유와 상용성인 물질이 중합체, 천연 섬유, 또는 중합체 섬유와 천연 섬유의 조합인 것인, 복합포.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 나노섬유 중합체가 폴리아미드, 폴리에스테르, 폴리우레탄, 폴리비닐리덴 플루오라이드 및 폴리비닐 알코올로 이루어진 군에서 선택되고, 지지체 웹이 폴리아미드, 폴리에스테르, 폴리우레탄, 폴리비닐리덴 플루오라이드, 폴리비닐 알코올, 천연섬유 및 그의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 섬유를 포함하는 복합포.

### 청구항 3

제1항에 있어서, 상용성 물질이 중합체인 복합포.

### 청구항 4

제2항에 있어서, 나노섬유 및 지지체 웹 섬유가 모두 폴리아미드인 복합포.

### 청구항 5

제3항에 있어서, 나노섬유 중합체 및 상기 지지체 웹의 중합체 섬유가 상이한 중합체인 복합포.

### 청구항 6

제3항에 있어서, 지지체 웹이 상이한 중합체 섬유의 조합을 포함하는 복합포.

### 청구항 7

제6항에 있어서, 지지체 웹이 상이한 중합체 섬유의 층을 여러 개 포함하는 것인 복합포.

### 청구항 8

제1항에 있어서, 지지체 웹이 직포 또는 부직웹인 복합포.

### 청구항 9

제8항에 있어서, 지지체 웹이 스펠본드 섬유, 멜트블로운 섬유, 카디드 섬유, 웨트 레이드 섬유 및 그의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 부직웹인 복합포.

### 청구항 10

제1항에 있어서, 나노섬유 웹이 평균 섬유 직경이 200 nm 내지 500 nm인 폴리아미드 나노섬유를 포함하며 평량(basis weight)이 2.5 g/m<sup>2</sup> 이상이고, 지지체 웹이 1개 이상의 스펠본드 섬유 층을 포함하는 복합포.

### 청구항 11

제1항에 있어서, 나노섬유 웹이 평균 섬유 직경이 200 nm 내지 500 nm인 폴리아미드 나노섬유를 포함하며 평량이 2.5 g/m<sup>2</sup> 이상이고, 지지체 웹이 카디드 폴리아미드 섬유와 카디드 폴리에스테르 섬유의 2층 구조체를 포함하고, 나노섬유 웹이 카디드 폴리아미드 섬유층에 용매결합된 복합포.

### 청구항 12

제1항에 있어서, 상기 나노섬유 웹의 제1 지지체 웹 반대편에 용매결합된, 상기 나노섬유와 상용성인 물질로부터 방사되고 나노섬유보다 더 큰 평균 직경을 갖는 섬유를 포함하는 제2 지지체 웹을 추가로 포함하는 복합포.

**청구항 13**

제12항에 있어서, 상기 제1 및 제2 지지체 웹이 화학적으로 동일한 복합포.

**청구항 14**

제2항에 있어서, 상기 나노섬유가 폴리아미드이고, 지지체 웹이 PET와 천연섬유의 블렌드를 포함하는 복합포.

**청구항 15**

제14항에 있어서, 상기 천연섬유가 셀룰로오스인 복합포.

**청구항 16**

제2항에 있어서, 상기 나노섬유가 폴리아미드이고, 지지체 웹 섬유가 모두 천연섬유인 복합포.

**청구항 17**

제16항에 있어서, 상기 천연섬유가 셀룰로오스인 복합포.

**청구항 18**

제2항에 있어서, 상기 나노섬유가 폴리비닐 알코올이고, 상기 지지체 웹이 폴리비닐 알코올 섬유와 레이온 섬유의 블렌드를 포함하는 복합포.

**청구항 19**

중합체 나노섬유의 웹 및 그의 용매를 상기 나노섬유 중합체와 상용성인 물질로부터 방사된 더 큰 섬유를 포함하는 이동 지지체 웹 상에 일렉트로블로잉하는 단계, 및 조합된 웹에 4 mm H<sub>2</sub>O 내지 170 mm H<sub>2</sub>O의 진공 압력을 적용하여 나노섬유 웹을 지지체 웹에 용매결합시키는 단계를 포함하며, 상기 나노섬유 중합체와 상용성인 물질이 중합체, 천연 섬유, 또는 중합체 섬유와 천연 섬유의 조합인 것인, 복합포의 형성 방법.

**청구항 20**

제19항에 있어서, 용매결합된 나노섬유 웹/지지체 웹 복합포를 형성하기 위해 적용하는 진공 압력이 60 mm H<sub>2</sub>O 내지 170 mm H<sub>2</sub>O인 복합포의 형성 방법.

**청구항 21**

제19항에 있어서, 적용되는 진공 압력이 4 mm H<sub>2</sub>O 내지 30 mm H<sub>2</sub>O이고, 상기 나노섬유 중합체와 상용성인 물질로부터 방사된 보다 큰 섬유를 포함하는 제2 지지체 웹을 상기 나노섬유 웹 상에 퇴적시켜 지지체 웹/나노섬유 웹/지지체 웹 복합포를 형성하는 단계, 및 상기 복합포를 통합 닢에 통과시켜 복합체를 용매결합시키는 단계를 추가로 포함하는 복합포의 형성 방법.

**청구항 22**

제21항에 있어서, 용매결합된 복합포를 진공에서 건조시켜 용매를 제거하는 단계를 추가로 포함하는 복합포의 형성 방법.

**명 세 서****기술분야**

[0001] 본 발명은 유체 스트림으로부터 미립자 물질을 여과하기 위한 공기 여과 매질용으로 적합한 복합 부직포에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 0.3 μm 챌린지(challenge)에서 99.97% 미만의 효율로 기능하는 HVAC 공기 필터에 전형적으로 사용되는 필터 매질은 유리, 셀룰로오스 또는 중합체에 기초한 것이다. 이 성능 범위의 매질로 제조된 필터는 전형적으로

"ASHRAE 필터"라고 하는데 이는 미국 가열 냉동 및 공기조절 공학 협회(American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)가 그러한 용도를 위한 필터 매질의 성능 표준을 저술하고 있기 때문이다. 중합체 기반 필터 매질은 전형적으로 습식 제지 공정에 의해 제조된 유리 또는 셀룰로오스 매질에 비해 더 낮은 압력 강하에서 더 높은 여과 효율을 제공하기 위해 종종 정전기적으로 향상된 스펀본드 또는 멜트블로운 부직포이다.

[0003] 정전기적으로 향상된 공기 필터 매질 및 습식 공정에 의해 제조된 매질은, 보다 구체적으로는 유리 섬유와 관련하여, 현재 한계가 있다. 미국 특허 제4,874,659호 및 제4,178,157호에 기재된 것 같은, 정전기적으로 처리된 멜트블로운 필터 매질은 처음에는 잘 기능하지만 매질이 입자를 포집하기 시작하고 이것에 의해 정전기 전하가 절연됨에 따라 사용 도중 분진 하중에 의해 여과 효율을 급격히 손실한다. 또한 미립자의 효과적인 포획은 정전기 전하에 기초하므로, 그러한 필터의 성능은 전하 소산을 유발하는 공기 습도에 크게 영향을 받는다.

[0004] 전형적으로 미세유리섬유 및 미세유리섬유를 함유하는 블렌드를 사용한 여과 매질은 화학적 공격에 대해 상당한 내성이 있고 비교적 다공도(porosity)가 낮은, 제직 또는 부직 구조 내에 배열되는 소직경 유리 섬유를 함유한다. 그러한 유리섬유 매질은 스미쓰(Smith) 등의 미국 특허 제2,797,163호, 웨거너(Waggoner)의 미국 특허 제3,228,825호, 라첵(Raczek)의 미국 특허 제3,240,663호, 영(Young) 등의 미국 특허 제3,249,491호, 보텐도르프(Bodendorf) 등의 미국 특허 제3,253,978호, 애덤스(Adams)의 미국 특허 제3,375,155호, 및 퓨스(Pews) 등의 미국 특허 제3,882,135호에 개시되어 있다. 미세유리섬유 및 미세유리섬유를 함유하는 블렌드는 전형적으로 비교적 취약하므로, 플리팅(pleating)할 경우 파단되어 바람직하지 않은 수율 손실을 일으킨다. 파단된 미세유리 섬유는 또한 미세유리섬유를 함유한 필터에 의해 공기 중으로 방출될 수도 있어 미세유리를 흡입할 경우 잠재적인 건강 위험을 유발한다.

[0005] 공지된 여과 매질의 상기 한계를 피하면서 ASHRAE 수준의 공기 여과를 달성하는 수단을 제공하는 것이 바람직할 것이다.

#### [0006] 발명의 요약

[0007] 제1 실시양태에서, 본 발명은 제1 지지체 웹에 웹 사이의 접착제 없이 용매결합된(solvent-bonded) 일렉트로블로잉(electroblowing)된 중합체 나노섬유의 웹을 포함하며, 이 때 제1 지지체 웹은 상기 나노섬유와 상용성인 물질로부터 방사되고 나노섬유보다 더 큰 평균 직경의 섬유를 포함하는 것인, 복합포에 대한 것이다.

[0008] 본 발명의 또 다른 실시양태는 중합체 나노섬유의 웹 및 그의 용매를 상기 나노섬유 중합체와 상용성인 물질로부터 방사된 더 큰 섬유를 포함하는 이동 지지체 웹 상에 일렉트로블로잉하는 단계, 및 조합된 웹에 약 4 mm H<sub>2</sub>O 내지 170 mm H<sub>2</sub>O의 진공 압력을 적용하여 나노섬유 웹을 지지체 웹에 용매결합시키는 단계를 포함하는 복합포의 형성 방법에 대한 것이다.

#### [0009] 정의

[0010] "나노섬유"라는 용어는 평균 직경이 1,000 nm 미만인 섬유를 가리킨다.

[0011] "필터 매질" 또는 "매질"이란 용어는 미립자를 함유하는 유체를 통과시키는 동시에 적어도 일시적으로 미립자 물질을 그의 내부 또는 표면 상에 퇴적시키는 물질 또는 물질 집합체를 가리킨다.

[0012] "ASHRAE 필터"라는 용어는 가열, 환기 및 공기조절 시스템에서 공기로부터 입자를 여과하기 위해 사용하기 적합한 임의의 필터를 가리킨다.

[0013] "SN 구조체"라는 용어는 스펀본드(S)층 및 나노섬유(N)층을 함유하는 다층 부직물을 가리킨다.

[0014] "SNS 구조체"라는 용어는 나노섬유층이 2개의 스펀본드층 사이에 삽입된 다층 부직물을 가리킨다.

#### 발명의 상세한 설명

[0017] 본 발명은 1개 이상의 나노섬유층 및 1개 이상의 스트림층을 포함하는, 필터 매질로서 사용하기 적합한 복합 부직포에 관한 것이다. 나노섬유층은 직경이 약 1 μm 또는 1,000 nm 미만인 실질적으로 연속적인 유기 중합체 나노섬유의 집합체를 포함한다. 그러한 필터 매질은 유체 스트림으로부터 미립자 물질을, 특히 공기와 같은 기체상의 스트림으로부터 미립자를 물질을 제거하기 위한 여과 용도에 사용할 수 있다.

[0018] ASHRAE 여과 및 자동차 운전석 공기 여과를 비롯한 공기 여과 용도에 사용하기 적합한 여과 매질은 1개 이상의

나노섬유층(들)과 스크림층을 적층하여  $SN_x$  구조체를 형성하거나 또는 1개 이상의 나노섬유층을 2개의 스크림층 사이에 삽입하여  $SN_xS$  구조를 형성하여 제조할 수 있다 (여기서  $x$ 는 1 이상임). 각 나노섬유층의 평량(basis weight)은 약  $2.5 \text{ g/m}^2$  이상이고, 나노섬유층의 전체 평량은 약  $25 \text{ g/m}^2$  이상이다.

[0019] 본 발명의 매질에서, 나노섬유층의 두께는 약  $100 \mu\text{m}$  미만이고, 유리하게는 나노섬유층의 두께는  $5 \mu\text{m}$  초과 내지  $100 \mu\text{m}$  미만이다. 나노섬유층의 두께는 나노섬유 중합체의 밀도에 따라 달라질 수 있다. 캘린더링 또는 고진공을 이용한 나노섬유층의 수집 등에 의해 나노섬유층의 고체 부피 분율을 증가시킬 경우 효율 또는 다른 필터 특성의 실질적 저하 없이 나노섬유층의 두께를 감소시킬 수 있다. 일정한 층 두께에서 고체성(solidity)의 증가는 공극 크기를 줄이고 미립자 저장을 증가시킨다.

[0020] 본 발명의 나노섬유층은 본원에 참고로 인용되는 미국 공개 특허 출원 제2004/0116028 A1에 개시된 장벽 웹에 따라 제조할 수 있다.

[0021] 나노섬유층은 직경이  $1,000 \text{ nm}$  미만, 유리하게는 약  $100 \text{ nm}$  내지 약  $700 \text{ nm}$ , 또는 더욱 유리하게는 약  $200 \text{ nm}$  내지  $650 \text{ nm}$ , 또는 더욱 더 유리하게는 약  $200 \text{ nm}$  내지 약  $500 \text{ nm}$ , 또는 더욱 더 유리하게는 약  $300 \text{ nm}$  내지  $400 \text{ nm}$ 인 실질적으로 연속된 중합체 섬유로 이루어진다. 나노섬유층의 연속 중합체 섬유는 본원에 참고로 인용되는 PCT 특허 공개 WO 03/080905A호(2002년 11월 20일자 미국 출원번호 10/477,882에 대응)에 개시된 일렉트로블로잉에 의해 형성할 수 있다. WO 03/080905A호에는 나노섬유 웹을 생성하기 위한 장치 및 방법이 개시되어 있고, 장치는 본질적으로 도 1에 나타난 것과 같다. 이 방법은 저장조(100)로부터 중합체 및 용매를 포함하는 중합체 용액의 스트림을 고전압이 인가되고 중합체 용액을 배출하는 방사구(102) 내의 일련의 방사 노즐(104)로 공급하는 것을 포함한다. 한편, 임의로는 공기 가열기(108)에서 가열된 압축 공기를 방사 노즐(104)의 측면 또는 둘레에 배치된 공기 노즐(106)로부터 내보낸다. 공기는 새로 나온 중합체 용액을 둘러싸 전진시키고 섬유 웹의 형성을 돕는 취입 공기 스트림으로서 일반적으로 아래쪽으로 향하고, 섬유 웹은 진공 챔버(114) 위에 깔린 다공질 수집 벨트(110)상에 수집되는데, 진공 챔버(114)는 공기 취입기(112)의 입구로부터 진공이 적용된다.

[0022] 일렉트로블로잉 공정에 의해 퇴적되는 나노섬유층은 변함없이 그에 수반된 상당량의 공정 용매를 갖는다. 2004년 12월 28일자 미국 가출원번호 60/639771에 개시된 것과 같이, 복합포 형성 공정의 종래 실시양태에서는 대부분의 경우에 나노섬유층을 먼저 퇴적시키고, 진공 챔버(114)를 이용하여 수반된 공정 용매의 대부분을 제거한 후, 나노섬유층을 물로 회수하였다. 그 후에 나노섬유층을 수동으로 접착제 결합에 의해 스크림층과 조합하여 복합 SN 또는 SNS 포를 형성하였다.

[0023] 일렉트로블로잉된 나노섬유 및 공정 용매를 스크림층, 특히 나노섬유 중합체와 상용성인 물질로 구성된 보다 큰 섬유를 함유하는 스크림층에 직접 퇴적시키는 것이 웹 사이에 별도의 접착제 첨가 없이 나노섬유층을 스크림에 그대로(in situ) 결합되도록 한다는 것이 밝혀졌다.

[0024] 본 발명에 따르면, "상용성" 중합체는 공정 용매에 자유롭게 용해되는 중합체이거나, 또는 스크림 중합체가 공정 용매에 적어도 부분적으로 가용성이거나 또는 그에 의해 팽윤될 수 있는 경우, 또는 나노섬유 및 스크림 중합체가 별도의 접착제 없이 서로 접촉되지 않을 정도로 상이하지 않은 상대 극성을 갖는 경우이다. 본 발명자들은 본 발명의 "용매결합"이 아래 설명하는 용매/중합체 상호작용의 범위에 기인하여 발생한다고 생각한다.

[0025] 일렉트로블로잉을 위한 적합한 중합체/용매 조합은 WO 03/080905A에 기재되어 있고, 폴리아미드/포름산을 포함한다. 일렉트로블로잉된 섬유와 상용성인 중합체 섬유의 분리된 층을 함유하는 스크림의 사용은 우수한 용매결합을 얻는데 최적일 것이다. 한 실시양태에서 "상용성" 중합체는 상이한 중합체 섬유가 실질적으로 유사한 화학적 구성을 갖는 중합체로부터, 즉, 유사한 단량체 조합으로부터 제조됨을 의미한다. 예를 들어, 나일론-6 섬유는 나일론-6,6 섬유에 성공적으로 용매결합될 수 있으며 이들 중 어느 하나에 적합한 일렉트로블로잉 용매를 사용하면 된다. 화학적으로 유사한 섬유 중합체가 동일한 분자량 분포를 가질 필요는 없으며, 상기 단량체의 양이 반드시 동일하지 않아도 되며, 모든 단량체가 동일하지 않아도 된다. 화학적으로 유사한 중합체의 공정 용매에 대한 상대적인 용해도가 용매결합의 유효성을 결정한다.

[0026] 본 발명의 용매결합 기술에 따르면, 스크림 섬유 중합체가 일렉트로블로잉 용매에 대해 적어도 부분으로 가용성 또는 팽윤성인 경우와 같이 스크림 섬유 중합체가 나노섬유 중합체 상용성인 한, 나노섬유 중합체는 스크림 섬유 중합체와 화학적으로 상이할 수 있다. 상기한 바와 같이, 나노섬유 및 스크림 섬유가 모두 동일 중합체로부터 또는 동일 용매에 가용성인 중합체들로부터 제조되는 경우, 용매 용접 결합이 두 층 사이에 형성될 수 있으며, 이 때에는 중합체 섬유들의 인접부가 일렉트로블로잉 용매 중에 동시용해되며, 이 용매는 후에 제거된다. 유사하게, 심지어 스크림 중합체가 공정 용매 중에 자유롭게 용해되지 않더라도, 상기 용매에 의해 팽윤가능한

경우에는 적합한 용매결합이 얻어질 수 있다. 별법으로, 심지어 스크립 섬유 재료가 일렉트로블로잉 용매 중에 가용성 또는 팽윤성이 아닌 경우에도, 2종의 중합체가 상용성 상대 극성을 갖는 한, 즉 극성이 너무 상이하지 않은 한, 용매 제거 이전에 스크립 섬유에 접촉되는 용매 팽윤된 나노섬유의 점착성으로 인해 충분한 "용매결합"이 얻어질 수 있다.

[0027] 따라서, 이러한 상황하에, 스크립 섬유는 점착성인 방사된 그대로의 나노섬유가 스크립 섬유의 적어도 일부에 성공적으로 접촉될 수 있는 한, 중합체, 중합체 섬유와 천연 섬유, 예컨대 셀룰로오스, 레이온, 면 등의 조합, 또는 심지어 모두 천연 섬유일 수 있다.

[0028] 예를 들어, 본 발명에 따르면, 폴리에스테르가 포름산에 용해된다 하더라도 단지 최소한으로만 용해됨에도 불구하고, 포름산 중에 일렉트로블로잉된 폴리아미드 나노섬유는 폴리에스테르 섬유 스크립에 성공적으로 용매결합될 수 있다. 그러나 포름산 중에 일렉트로블로잉된 폴리아미드 나노섬유는 매우 비극성인 폴리프로필렌 스크립 중의 섬유에는 충분히 접촉 또는 결합하지 않는다(하기 비교예 B). 즉, 비교적 극성 중합체로부터 형성된 나노섬유는 매우 비극성인 중합체 스크립 섬유, 예컨대 폴리에틸렌과 본 발명의 의미 내에서 "상용성"이 아니다. 일렉트로블로잉된 중합체 나노섬유는 셀룰로오스 섬유, 레이온 섬유, 면 섬유 등과 같은 천연 물질로부터 제조된 섬유를 적어도 일부 함유하는 스크립에 성공적으로 "용매결합"될 수 있는 것이 밝혀졌다. 그러한 천연섬유 물질은 본 발명의 의미 내에서 "상용성"이다.

[0029] 적합하게 상용성인 중합체/용매 조합의 예는 포름산 중의 폴리아미드, 예컨대 나일론-6, 나일론-6,6, 나일론-6,10, DMAc(디메틸 아세타미드) 중의 메타-아라미드, 및 황산 중의 파라-아라미드, 트리플루오로아세트산/염화메틸렌 또는 N-메틸-2-피롤리돈(NMP) 중의 폴리에스테르, 예컨대 PET(폴리에틸렌 테레프탈레이트), PBT(폴리부틸렌 테레프탈레이트) 및 PPT(폴리프로필렌 테레프탈레이트), DMF(디메틸 포름아미드) 또는 DMAc 중의 PAN(폴리아크릴로니트릴), 물 중의 PVA(폴리비닐알코올), DMAc 중의 폴리우레탄, 및 DMAc 또는 DMF 중의 PVdF가 있으나, 이에 한정되지는 않는다. 일부 폴리아미드를 위한 다른 적합한 용매, 예컨대 HFIP(1,1,1,3,3,3-헥사플루오로이소프로판올)을 선택할 수 있으며, 이 용매는 또한 PET를 용해시킨다. 중합체 용해도에 익숙한 당업자는 참고문헌(예를 들어 문헌[CRC Handbook of Solubility Parameters and Other Cohesion Parameters by Allan F M Barton])으로부터 용해도 파라미터를 맞추어 봄으로써, 일정 범위의 적합한 중합체/용매 일렉트로블로잉 시스템을 스크립 재료에 대해 짝지을 수 있다는 것을 알 것이다.

[0030] 또한, 비교적 거친 표면을 갖는 스크립층이 매끄러운 표면을 갖는 스크립층, 예컨대 매끄러운 본디드 스크립보다 나노섬유층의 보다 양호한 결합을 제공할 가능성이 높다.

[0031] 따라서, 본 발명에 따르면, 수반된 공정 용매와 조합된 나노섬유층을 이동 수집 벨트(110)에 의해 지지되는 실질적으로 연속적인 스크립층 상에 직접 일렉트로블로잉하여 SN 구조체를 형성하고 나노섬유층을 스크립에 용매결합하여 복합포를 제조한다(도 1).

[0032] SN 구조체를 용매결합하는 경우, 약 60 mm H<sub>2</sub>O 초과와 진공 수준, 예컨대 약 60 mm H<sub>2</sub>O 내지 약 170 mm H<sub>2</sub>O, 유리하게는 약 60 mm H<sub>2</sub>O 내지 100 mm H<sub>2</sub>O의 진공 수준의 진공 챔버 수집기(114) 상의 지지체 층 상에 나노섬유/용매 조합을 퇴적시키는 경우 특히 강한 결합이 일어난다는 것을 발견하였다.

[0033] 본 발명의 복합포는 나노섬유층을 1회 통과에 의해 스크립상에 형성하거나, 또는 예를 들어 일렉트로블로잉 공정에서 다수회 통과를 사용하여 원하는 두께 및 평량으로 나노섬유층을 축적하여 제조할 수 있다. 일렉트로블로잉 공정은 나노섬유 생산에서 종래 공지된 것보다 더 높은 중합체 용액 처리량이 가능하므로 공기 필터 매질에 사용하기 적합한 평량의 나노섬유층이 1회 통과에 의해 형성될 수 있게 한다. 중합체 용액 유속 및 수집 벨트 속력에 따라, 약 2.5 g/m<sup>2</sup> 내지 심지어 25 g/m<sup>2</sup>의 평량을 갖는 단일 나노섬유층을 1회 통과에 의해 형성할 수 있다. 이러한 새로운 공정의 이점을 당업자에게 자명하다. 본 발명에 따라 1회 통과에 의해 나노섬유층을 형성함으로써 필요한 취급이 감소되므로, 최종 필터 매질에 결합이 도입될 가능성이 감소하고, 공정 흐름의 중단 없이 나노섬유층을 직접 스크립층에 용매결합시킬 수 있다. 물론 당업자들은 특정 환경하에서는 전체 나노섬유층 평량을 약 25 g/m<sup>2</sup> 이상 정도로 축적하기 위해 약 2.5 g/m<sup>2</sup> 이상의 나노섬유층을 여러 개 연속적으로 퇴적하도록 다수의 일렉트로블로잉 빔을 사용하는 것이 유리할 수 있다는 것을 인식할 것이다. 나노섬유 퇴적을 및 그에 따른 단일 나노섬유층의 평량을 변경하기 위한 방사 조건의 변경은 수집 벨트 속력, 중합체 용액 유속 및 심지어 용액 중 중합체의 농도를 변경하여 이루어질 수 있다.

[0034] 본 발명의 다른 실시양태에서, SNS 복합포를 연속 공정으로 형성 및 결합할 수 있다. 이 실시양태에서(도 2), 실질적으로 연속적인 지지체 또는 스크립층(122)을 공급롤(121)로부터 이동 수집 벨트(110)상으로 공급하고 방

사설(120) 내부 및 하나 이상의 일렉트로블로잉 빔(102) 아래로 보내어, 용매를 함유하는 하나 이상의 나노섬유층을 이동하는 스크립상에 퇴적하고 온화한 진공하에서 SN 구조체(123)을 형성한다. 진공 챔버(114)의 진공 수준은 진공 취입기(112)를 사용하여 약 4 mm H<sub>2</sub>O 내지 약 30 mm H<sub>2</sub>O로 유지하여 나노섬유층의 수집을 돕도록 하되, 상당량의 공정 용매를 제거할 정도로 높지 않게 한다. 이어서, 지지체 스크립(122)과 동일하거나 상이할 수 있는 제2 스크립(125)을 상부 스크립 공급롤(124)로부터 공급하여 제1 장력롤(118)을 지나, 통합롤(126)을 돌아 통합롤에 의한 가벼운 압축에 의해 나노섬유층(들)의 상부에 퇴적시켜 다층 SNS 복합포(127)를 형성한다. 가벼운 압축은 인접한 포 층들 사이의 완전한 접촉을 보장하여 나노섬유층에 잔류하는 용매가 다양한 층들의 섬유를 연화시키고 함께 용접시키도록 하는 역할을 한다. 압축 압력은 바람직하게는 층들 사이의 충분한 접촉 및 결합이 보장되되 개별 섬유를 변형시키거나 포의 전체적인 투과율을 현저히 감소시킬 정도로 높지 않게 유지한다. 이어서, 용매결합된 SNS 복합포(127)을 또 다른 장력롤(118)로 보낸 후, 보다 높은 진공 수준으로 운전되는 제2 진공 챔버(115) 위로 보내어 잔류 용매를 제거하고 권취롤(130)에 감는다.

- [0035] 당업자는 진공 챔버(114)와 진공 챔버(115) 둘다에서의 최적의 진공 수준은 일렉트로블로잉 및 결합 공정에 사용되는 중합체/용매 조합에 따라 크게 달라질 것임을 알 것이다. 예를 들어, 보다 휘발성인 용매는 어느 하나의 단계 또는 두 단계 모두에서 본원에 기재된 용매 결합 및 제거 기능을 달성하기 위해 보다 낮은 진공을 필요로 할 수 있다.
- [0036] 유리하게는, 스크립층은 스펀본드(SB) 부직층이지만, 스크립층은 카디드, 웨트 레이드, 멜트블로운 또는 다르게 형성 및 통합된 부직 중합체 및/또는 천연섬유의 웹, 제직된 중합체 및/또는 천연섬유 직물 등일 수 있다. 스크립층은 주름(pleat) 및 데드 폴드를 유지하기 위해 충분한 경도를 필요로 한다. 단일 스크립층의 경도는 이하 설명하는 핸들-오-미터(Handle-o-meter) 기기에 의해 측정할 때 10 g 이상인 것이 유리하다. 특히 높은 경도는 굵은 스테이플 섬유를 포함하는 아크릴 본디드 카디드 또는 웨트 레이드 스크립을 사용하여 달성할 수 있다. 스크립층은 다층 포, 예컨대 카디드 폴리(에틸렌 테레프탈레이트)(PET) 섬유 및 카디드 나일론 섬유의 적층체, 또는 다른 그러한 다층 포일 수 있다. 유리하게는, 본 발명의 여과 매질은 전체 핸들-오-미터 경도가 45 g 이상이고, SN<sub>x</sub>S의 구조를 갖는데, 여기서 2개 이상의 스크립층이 경도에 기여하고, 나노섬유층의 수인 x는 1 이상이다. SNS 구조체의 경우, 2개의 스크립층은 평량, 섬유 조성 또는 형성 기술에 있어서 동일하거나 상이할 수 있다. 예를 들어 지지체 스크립은 스펀본드 폴리아미드부직웹일 수 있고, 그 위에 폴리아미드 나노섬유층이 퇴적되며, 상부 스크립은 나노섬유 중합체와 상용성이기만 하면 되는 제3의 중합체로 제조된 제직, 카디드 또는 스펀본드층일 수 있다. 또다른 유리한 층 조합은 PET 섬유, 셀룰로오스 섬유 또는 심지어 PET와 셀룰로오스 섬유의 블렌드로 제조된 웨트 레이드 부직 스크립에 용매결합된 일렉트로블로잉된 폴리아미드 나노섬유층이다. 또다른 유리한 층 조합은 PVA와 레이온 섬유의 복합 웨트 레이드 층에 결합된 일렉트로블로잉된 폴리비닐 알코올 섬유이다.
- [0037] 본 발명의 복합포는 카트리지(cartridge), 플랫 디스크(flat disk), 캐니스터(canister), 패널(panel), 백(bag) 또는 파우치(pouch)와 같은 임의의 바람직한 필터 형태로 가공될 수 있다. 이러한 구조내에서, 매질은 실질적으로는 플리팅되거나, 권취되거나 또는 지지체 구조상에 위치될 수 있다. 본 발명의 여과 매질은 평판 필터, 타원형 필터, 카트리지 필터, 나선형 권취된 필터 구조를 포함한 실질적으로 모든 통상적인 구조에 사용될 수 있고, 주름진, Z-필터, V-뱅크(V-bank), 또는 매질을 유용한 모양 또는 프로파일로 성형하는 것을 포함한 다른 기하학적 형태에 사용될 수 있다. 유리한 모양으로는 주름진 원통형 패턴이 있다.
- [0038] 필터 매질의 초기 압력 강하("압력 강하" 또는 "압력 차"로도 부름)는 유리하게는 약 30 mm H<sub>2</sub>O 미만, 더 유리하게는 약 24 mm H<sub>2</sub>O 미만이다. 필터를 가로지르는 압력 강하는, 미립자가 필터를 막음에 따라, 사용하는 동안 시간이 경과함에 따라 증가한다. 다른 변수들이 일정하게 유지된다고 가정할 때, 필터를 가로지르는 압력 강하가 클수록 필터 수명은 짧아진다. 필터는 전형적으로 필터를 가로질러 선택된 제한 압력 강하가 충족되면 교체할 필요가 있다고 결정된다. 제한 압력 강하는 용도에 따라 다르다. 이러한 압력의 형성은 동일 효율의 시스템에 있어서 분진(또는 미립자) 하중의 결과이기 때문에, 더 긴 수명은 전형적으로 더 큰 허용하중과 직접적 연관이 있다. 효율은 매질이 미립자를 통과시키는 경향이랄기 보다는 미립자를 포집하는 경향이다. 일반적으로, 필터 매질이 유체 유동 스트림으로부터 미립자를 제거할 때 더 효율적일수록, 다른 변수가 일정하게 유지된다고 가정할 때, 필터 매질은 "수명" 압력 차에 더 빨리 접근할 것이다.
- [0039] 본 발명의 용매결합된 복합포는 미국 가출원 제60/639771호의 접착제 결합된 복합체 및 통상적인 공기 여과용 웨트 레이드 미세유리 매질 둘다와 비교하여 유체 투과성 및 효율의 비상한 조합을 제공한다는 것을

발견하였다.

[0040] 본 발명의 필터 매질은 약 20% 이상의 효율을 가지며, 이것은 매질이 면속도가 5.33 cm/초인 공기 흐름 중의 직경이 0.3  $\mu\text{m}$ 인 입자의 20% 이상을 여과해낼 수 있음을 의미한다. ASHRAE 필터로 사용하기 위해, 유리하게는 본 발명의 매질은 면속도가 5.33 cm/초인 공기 흐름 중의 0.3  $\mu\text{m}$  입자의 약 30% 이상 및 약 99.97% 이하를 여과해낼 수 있다.

[0041] 필터 매질의 공기 투과율이 높을수록 압력 강하가 적어지므로, 다른 변수가 일정하게 유지된다고 가정할 때 필터 수명은 길어진다. 유리하게는, 본 발명의 필터 매질의 프라지어(Frazier) 공기 투과율은 약 0.91  $\text{m}^3/\text{분}/\text{m}^2$  이상 및 전형적으로 약 48  $\text{m}^3/\text{분}/\text{m}^2$  이하이다.

[0042] 본 발명의 필터 매질은 유리하게는 실질적으로 전기적으로 중성이므로 전술한 미국 특허 제4,874,659 및 제4,178,157호에 개시된, 관련 전하로 인하여 성능을 나타내는 필터에 비하여, 공기 습도에 의한 영향을 훨씬 덜 받는다. "실질적으로 전기적으로 중성이다"란 매질이 검출가능한 전하를 갖지 않음을 뜻한다.

[0043] **시험 방법**

[0044] 여과 효율은 TSI 인코포레이티드(TSI Incorporated, 미국 미네소타주 세인트폴 소재)로부터 상업적으로 입수가능한 분별 효율 필터 시험기(Fractional Efficiency Filter Tester) 모델 3160으로 측정하였다. 챌린지 에어로졸 입자의 바람직한 입자 크기를 시험기의 소프트웨어에 입력하고, 바람직한 필터 유량을 설정하였다. 32.4 리터/분의 공기 부피 유량 및 5.33 cm/초의 면속도를 사용하였다. 시험은 필터를 모든 선택된 입도에 대하여 챌린지할 때까지 자동적으로 계속하였다. 그 다음, 압력 강하와 함께 각 입도에 대한 필터 효율 데이터를 담은 보고서를 출력하였다. 아래 데이터에 보고된 효율은 0.3  $\mu\text{m}$  입자 챌린지에 대한 것만이다.

[0045] 압력 강하는 TSI 인코포레이티드(미국 미네소타주 세인트폴 소재)로부터 상업적으로 입수가능한 분별 효율 필터 시험기 모델 3160에 의해 보고되었다. 시험 조건은 여과 효율 시험 방법에 기술되어 있다. 압력 강하는 물기 등의 mm로 보고되고, 또한 본원에서 mm H<sub>2</sub>O라고도 한다.

[0046] 평량은 본원에 참고로 인용된 ASTM D-3776에 의해 측정하였고, g/m<sup>2</sup>로 보고하였다.

[0047] 두께는 본원에 참고로 인용된 ASTM D177-64에 의해 측정하였고,  $\mu\text{m}$ 로 보고하였다.

[0048] 섬유 밀도는 다음과 같이 측정하였다. 각 나노섬유층 샘플로부터 5,000× 배율의 10개의 주사 전자 현미경(SEM) 화상을 얻었다. 뚜렷하게 구별할 수 있는 나노섬유 11개의 직경을 사진으로부터 측정하고 기록하였다. 결함(즉, 나노섬유의 덩어리, 중합체 방울, 나노섬유의 교차)은 포함되어 있지 않았다. 각 샘플의 평균 섬유 직경을 계산하였다.

[0049] 경도는 트윙 앨버트 인스트루먼트 캄파니(Thwing Albert Instrument Co.; 미국 펜실바니아주 필라델피아 소재)에서 제작한 "핸들-오-미터" 기기를 사용하여 측정하였다. 핸들-오-미터는 재료 시편을 평행 엷지의 슬롯내로 밀어넣을 때 블레이드에 걸리는 저항을 그래프로 측정한다. 이것은 재료의 경도의 지표이며, 재료의 가요성과 역의 관계에 있다. 경도는 재료의 중방향(기계방향) 및 횡방향(교차기계방향) 둘다에 대해 측정한다.

[0050] 프라지어 투과율은 다공질 재료의 공기 투과율의 측정치이며  $\text{ft}^3/\text{분}/\text{ft}^2$  단위로 보고된다. 이것은 0.5 인치(12.7 mm) H<sub>2</sub>O의 차압에서 재료를 통과하는 공기 흐름의 부피를 측정한다. 샘플을 통과하는 공기의 흐름을 측정가능한 양으로 제한하기 위해 진공 시스템의 오리피스(orifice)를 장착한다. 오리피스의 크기는 재료의 다공도에 따라 달라진다. 프라지어 투과율은 서먼 더블유. 프라지어 캄파니(Sherman W. Frazier Co.)의 캘리브레이션된 오리피스를 갖는 이중압력계(dual manometer)를 사용하여  $\text{ft}^3/\text{분}/\text{ft}^2$  단위로 측정하고 이것을  $\text{m}^3/\text{분}/\text{m}^2$ 로 환산한다.

## 실시예

### 실시예 1

[0051] 순도 99% 포름산(핀랜드 헬싱키 소재의 케미라 오이에(Kemira Oyj)로부터 입수가능함) 내에 24중량%로 존재하는 밀도 1.14 g/cc의 나일론 6,6 중합체(미국 델라웨어주 월밍턴 소재의 이 아이 듀폰 디 네모아 앤드 캄파니(E. I. du Pont de Nemours and Company)로부터 입수가능함)의 용액을 일렉트로블로잉함으로써 나노섬유층을 제조하였다. PCT 특허 공개 WO 03/080905호에 기술된 바와 같이, 중합체 및 용매를 용액 혼합조로 공급하고,

이 용액을 저장조로 옮겨 기어 펌프(gear pump)를 통해 방사 노즐을 갖는 일렉트로블로잉 방사 팩(spin pack)내로 계량하였다. 방사 팩은 폭이 0.75 미터이고 76개의 방사 노즐을 가졌다. 팩은 실온이었고, 방사 노즐내 용액의 압력은 10 bar였다. 방사구는 전기 절연되었고, 75kV의 전압이 인가되었다. 44℃의 압축 공기를 공기 노즐을 통해 7.5m<sup>3</sup>/분의 속도 및 660 mm H<sub>2</sub>O의 압력으로 방사 팩 내로 주입하였다. 용액은 방사 노즐로부터 대기압, 상대 습도 65 내지 70% 및 온도 29℃의 공기중으로 빠져 나왔다. 나노섬유 형성 공정의 중합체 용액 처리량은 약 2 cm<sup>3</sup>/분/홀이었다. 형성된 섬유를 방사 팩의 출구로부터 310 mm 아래에서 5 내지 12 m/분으로 이동하는 다공질 벨트 위의 다공질 스크립 상에 퇴적시켰다. 벨트 밑에 100 내지 170 mm H<sub>2</sub>O의 진공을 조성하는 진공 챔버가 섬유의 퇴적을 도왔다. 코오롱 인더스트리즈(Kolon Industries, 대한민국 소재)에서 입수한 40 g/m<sup>2</sup> 평량의 스펀본드 부직물(피논(Finon) 3040)을 스크립으로서 사용하였다. 스크립의 경도는 중방향으로 35 g, 횡방향으로 55 g이었다.

[0053] TSI 시험기 3160를 이용하여, 생성된 SN 구조체를 다양한 입자 크기로 쉐린징하여 여과 효율을 측정하고 그 결과를 표 1에 기재하였다.

#### [0054] 실시예 2

[0055] 실시예 1에 기재된 것과 같이 SN 구조체를 제조하되, 나노섬유층의 평량을 보다 높게 하였다. 얻어진 구조체를 다양한 입자 크기로 쉐린징하여 여과 효율 및 압력 강하를 측정하고 그 결과를 표 1에 기재하였다.

#### 표 1

| 실시예 번호           | 나노섬유 직경<br>(nm)* | 나노섬유 평량<br>(g/m <sup>2</sup> ) | 효율<br>(%) | 압력 강하<br>(mm H <sub>2</sub> O) | 프라지어 공기 투과율<br>(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /분) |
|------------------|------------------|--------------------------------|-----------|--------------------------------|--|
| 1                | 341/387          | 3                              | 69.9      | 3.7                            | 37   |
| 2                | 374/362          | 5                              | 85        | 6.4                            | 22   |
| *첫번째 측정치/두번째 측정치 |                  |                                |           |                                |  |

#### [0057] 실시예 3

[0058] 평량이 약 70 g/m<sup>2</sup>인 피논 C 3070 스펀본드 PET 스크립 상에 평량 약 3 g/m<sup>2</sup>의 용매 함유 나일론 나노섬유층을 퇴적시켜, 실시예 1과 같이 SN 구조를 갖는 여과 매질을 형성하였다. 나노섬유의 평균 직경은 약 400 nm이었다. 나노섬유 웹을 수집기 진공 압력 60 mm H<sub>2</sub>O 하에서 스크립상에 수집하여 복합 SN 포를 형성하고, 이 복합포를 110℃ 및 진공 압력 20 mm H<sub>2</sub>O의 건조기에 통과시켰다. 복합포를 플리팅하여 주름진 필터 매질을 형성하였다. 용매결합 공정은 나노섬유 웹을 스크립에 양호하게 결합시켜 박층(delamination)이 일어나지 않았고 주름진 매질을 손으로 문지른 경우 나노섬유층이 우수한 내마모성을 나타냈다. 플리팅 전 및 후의 여과 매질의 압력 강하 및 효율을 표 2에 기재하였다.

#### [0059] 실시예 4

[0060] 실시예 3과 같이 여과 매질을 형성하되, 나노섬유층을 수집기 진공 압력 80 mm H<sub>2</sub>O 하에서 스크립상에 수집하였다. 복합포를 플리팅하여 주름진 필터 매질을 형성하였다. 용매결합 공정은 나노섬유 웹을 스크립에 양호하게 결합시켜 박층이 일어나지 않았고 주름진 매질을 손으로 문질렀을 때 나노섬유층이 적당한 내마모성을 나타냈다. 플리팅 전 및 후의 여과 매질의 압력 강하 및 효율을 표 2에 기재하였다.

#### [0061] 비교예 A

[0062] 실시예 3과 같이 여과 매질을 형성하되, 나노섬유층을 수집기 진공 압력 40 mm H<sub>2</sub>O 하에서 스크립상에 수집하였다. 복합포를 플리팅하여 주름진 필터 매질을 형성하였다. 용매결합 공정은 나노섬유 웹을 스크립에 양호하게 결합시켜 박층이 일어나지 않았으나, 나노섬유층은 주름진 매질을 손으로 문질렀을 때 쉽게 벗겨졌다. 플리팅 전 및 후의 여과 매질의 압력 강하 및 효율을 표 2에 기재하였다.

#### [0063] 비교예 B

[0064] 실시예 3과 같이 여과 매질을 형성하되, 나노섬유층을 스펀본드 PP 스크립상에 수집하였다. 결합이 나타나지

않았다.

[0065] **실시예 5**

[0066] 코오롱 캄파니의 피논 C 3070 스펀본드 PET 스크림상에 평량이 약 3 g/m<sup>2</sup>인 용매 함유 나일론 나노섬유층을 퇴적시켜 여과 매질을 형성하였다. 나노섬유층을 진공 압력 4 mm H<sub>2</sub>O 하에서 스크림상에 수집하였고, 2층 카디드 포(미국 사우스 캐롤라이나주 그린빌의 HDK 인터스트리즈, 인크.)의 상부 스크림을 적용하였다. 카디드 포는 카디드 나일론 섬유의 층 및 카디드 PET 섬유의 층을 가졌다. 카디드 나일론 섬유층을 나일론 나노섬유층과 접촉하도록 하여 복합 SNS 포를 형성하였다. 복합 SNS 포를 통합 님에 통과시켜, 나노섬유층을 상부 및 하부 스크림층 둘 다에 용매결합시켰다. 이어서, 용매결합된 복합체를 온도 90℃ 및 진공 압력 20 mm H<sub>2</sub>O의 건조기에 통과시켰다. 복합포를 플리팅하여 주름진 필터 매질을 형성하였다. 용매결합 공정은 나노섬유 웹을 스크림에 양호하게 결합시켜 취급시 박층이 일어나지 않았으며, 주름진 매질의 두 층을 함께 문질렀을 때 경미한 박층만이 일어났다. 플리팅 전 및 후의 여과 매질의 압력 강하 및 효율을 표 2에 기재하였다.

[0067] **실시예 6**

[0068] 실시예 5와 같이 여과 매질을 형성하되, 나노섬유층의 평량을 5 g/m<sup>2</sup>로 하였다. 복합포를 플리팅하여 주름진 필터 매질을 형성하였다. 용매결합 공정은 나노섬유 웹을 스크림에 양호하게 결합시켜 취급시 박층이 일어나지 않았고 주름진 매질의 두 층을 함께 문질렀을 때 박층이 일어나지 않았다. 플리팅 전 및 후의 여과 매질의 압력 강하 및 효율을 표 2에 기재하였다.

[0069] **실시예 7**

[0070] 실시예 5와 같이 여과 매질을 형성하되, 하부 스크림을 피논 F 5070 스펀본드 PET 스크림으로 하였고, 수집기 진공 압력을 5 mm H<sub>2</sub>O로 하였다. 복합포를 플리팅하여 주름진 필터 매질을 형성하였다. 용매결합 공정은 나노섬유 웹을 스크림에 양호하게 결합시켜 취급시 박층이 일어나지 않았고 주름진 매질의 두 층을 함께 문질렀을 때 경미한 박층만이 일어났다. 플리팅 전 및 후의 여과 매질의 압력 강하 및 효율을 표 2에 기재하였다.

[0071] **실시예 8**

[0072] 실시예 7과 같이 여과 매질을 형성하되, 수집기 진공 압력을 10 mm H<sub>2</sub>O로 하였다. 복합포를 플리팅하여 주름진 필터 매질을 형성하였다. 용매결합 공정은 나노섬유 웹을 스크림에 양호하게 결합시켜 취급시 박층이 일어나지 않았고 주름진 매질의 두 층을 문질렀을 때 박층이 일어나지 않았다. 플리팅 전 및 후의 여과 매질의 압력 강하 및 효율을 표 2에 기재하였다.

[0073] **실시예 9**

[0074] 실시예 7과 같이 여과 매질을 형성하되, 수집기 진공 압력을 20 mm H<sub>2</sub>O로 하였다. 복합포를 플리팅하여 주름진 필터 매질을 형성하였다. 용매결합 공정은 나노섬유 웹을 스크림에 양호하게 결합시켜 취급시 박층이 일어나지 않았고 주름진 매질의 두 층을 문질렀을 때 경미한 박층만이 일어났다. 플리팅 전 및 후의 여과 매질의 압력 강하 및 효율을 표 2에 기재하였다.

[0075] **비교예 C**

[0076] 본 발명에 따라 30 g/m<sup>2</sup> 스펀본드 PET 하부 스크림(피논 C 3040) 상에 폴리아미드 나노섬유의 3 g/m<sup>2</sup> 층을 퇴적시키고, 미리 형성한 70 g/m<sup>2</sup> 스펀본드 PET 상부 스크림(피논 C 3040)을 나노섬유층에 접촉제로 적층하여 SNS 구조체를 형성함으로써 필터 매질을 형성하였다. 플리팅 전의 여과 매질의 압력 강하 및 효율을 표 2에 기재하였다.

[0077] **실시예 10**

[0078] 70 g/m<sup>2</sup> 스펀본드 PET 하부 스크림(피논 C 3040) 상에 폴리아미드 나노섬유의 3 g/m<sup>2</sup> 층을 퇴적시키고, 30 g/m<sup>2</sup> 스펀본드 PET 상부 스크림(피논 C 3040)을 본 발명의 인-라인 용매결합 공정에 따라 나노섬유층상에 퇴적시켜 SNS 구조체를 형성함으로써 필터 매질을 형성하였다. 플리팅 전의 여과 매질의 압력 강하 및 효율을 표 2에 기재하였다.

표 2

[0079]

| 실시예<br>번호 | 매질 구조 | 나노섬유 평<br>량<br>(g/m <sup>2</sup> ) | 플리팅 전 효<br>율 | 플리팅 전 압<br>력 강하<br>(mm H <sub>2</sub> O) | 플리팅 후<br>효율 | 플리팅 후<br>압력 강하<br>(mm H <sub>2</sub> O) |
|-----------|-------|------------------------------------|--------------|--|-------------|---|
| 3         | SN    | 3                                  | 48.2         | 2.19                                     | 52.4        | 2.27                                    |
| 4         | SN    | 3                                  | 40.1         | 2.08                                     | 54.9        | 2.43                                    |
| 비교예 A     | SN    | 3                                  | 45           | 1.2                                      | 55          | 2.55                                    |
| 5         | SNS   | 3                                  | 41.4         | 1.57                                     | 38.1        | 1.68                                    |
| 6         | SNS   | 5                                  | 57.4         | 2.95                                     | 48.1        | 2.4                                     |
| 7         | SNS   | 3                                  | 37.5         | 1.21                                     | 35.3        | 1.68                                    |
| 8         | SNS   | 3                                  | 40.3         | 1.25                                     | 37.8        | 1.9                                     |
| 9         | SNS   | 3                                  | 38.4         | 1.51                                     | 34.8        | 1.57                                    |
| 비교예 C     | SNS   | 3                                  | 62.3         | 3.4                                      |             |   |
| 10        | SNS   | 3                                  | 65.1         | 2.8                                      |             |   |

[0080] 상기 논의한 바와 같이, 겨우 40 mm H<sub>2</sub>O 진공하에 퇴적시킨 비교예 A는 상당히 우수한 내마모성을 나타낸 본 발명의 실시예 3 및 4와 대조적으로 내마모성이 불충분하였다. 매우 비극성인 PP 스펀본드 스크립을 이용한 비교예 B는 여과 매질로서 사용하기에는 스크립과 나노섬유층의 충분한 결합이 달성되지 않았다.

[0081] 접착제로 적층된 비교예 C는 본 발명의 인-라인 용매결합 적층 방법에 따라 형성한 실시예 10의 동일한 SNS 구조체에 비해 감소된 효율 및 증가된 압력 강하를 나타냈다.

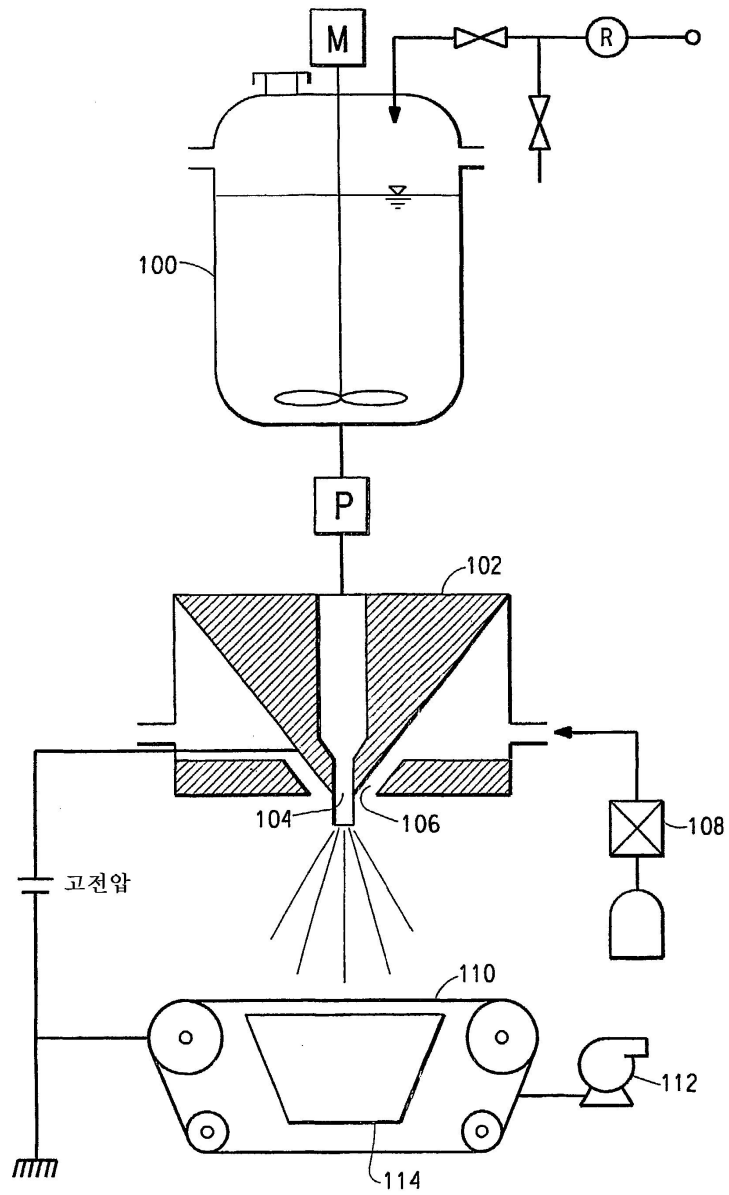
### 도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명에 사용하기에 적합한 나노섬유를 형성하기 위한 종래 기술의 일렉트로블로잉 장치를 설명하는 도면이다.

[0016] 도 2는 본 발명에 따른 SNS 용매결합된 포의 제조를 위한 공정 라인을 설명하는 도면이다.

도면

도면1



도면2

