



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년03월18일

(11) 등록번호 10-1375963

(24) 등록일자 2014년03월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B01D 39/00 (2006.01) B01D 46/52 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-7001973

(22) 출원일자(국제) 2007년07월18일

심사청구일자 2012년05월15일

(85) 번역문제출일자 2009년01월30일

(65) 공개번호 10-2009-0038440

(43) 공개일자 2009년04월20일

(86) 국제출원번호 PCT/US2007/073772

(87) 국제공개번호 WO 2008/016782

국제공개일자 2008년02월07일

(30) 우선권주장

11/461,136 2006년07월31일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

US5681469 A

US5993943 A

US5582907 A

US6315806 A

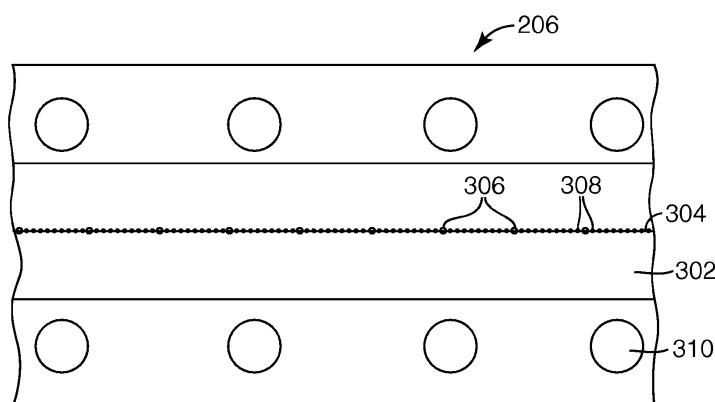
전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 정병홍

(54) 발명의 명칭 1성분 단층 멜트블로운 웨브 및 멜트블로잉 장치

**(57) 요약**

다공성 1성분 부직 웨브는 동일한 종합체 조성의 혼합된 연속적인 마이크로 섬유 및 더 큰 크기의 섬유의 2중 모드 질량 분율/섬유 크기 혼합물을 포함한다. 더 큰 크기의 섬유보다 적어도 5배 많은 마이크로 섬유가 존재하고, 섬유의 질량 분율 대 섬유 크기의 히스토그램은  $10 \mu\text{m}$  초과의 더 큰 크기의 섬유 모드를 나타낸다. 웨브는 더 큰 크기의 오리피스와 적어도 5배 많은 더 작은 크기의 오리피스를 갖는 다이 공동을 통해 섬유 형성 재료를 유동시켜 필라멘트를 형성하고, 이 필라멘트를 섬유로 세장화하고, 이 세장화된 섬유를 수집하여 부직 웨브를 형성함으로써 제조될 수 있다. 웨브는 성형된 컵형 호흡기 및 주름진 공기 필터와 같은 자립식 3차원 용품의 제조에 특히 적합하다.

**대 표 도 - 도3**

(72) 발명자

엔가지밴드, 사이드, 에이.

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427쓰리엠 센터

스프링게트, 제임스, 이.

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427쓰리엠 센터

린드퀴스트, 티모시, 제이.

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427쓰리엠 센터

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

혼합된 연속적인 마이크로 섬유와 연속적인 마이크로 섬유보다 더 큰 크기의 섬유의 멜트블로운 2중 모드 섬유 수/섬유 크기 혼합물을 포함하고, 마이크로 섬유와 더 큰 크기의 섬유의 혼합된 혼합물은 동일한 중합체 조성이며, 더 큰 크기의 섬유에 대한 마이크로 섬유의 개수의 비가 5:1 이상이며, 섬유의 질량 분율 대 섬유 크기의 히스토그램은 10 내지 50  $\mu\text{m}$ 의 더 큰 크기의 섬유 모드를 나타내는, 다공성 1성분 부직 웨브.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 더 큰 크기의 섬유에 대한 마이크로 섬유의 개수의 비가 6:1 이상인, 다공성 1성분 부직 웨브.

### 청구항 3

더 큰 크기의 오리피스 및 더 작은 크기의 오리피스를 갖는 다이 공동을 통해 섬유 형성 재료를 유동시켜 필라멘트를 형성하는 단계,

공기 또는 다른 유체를 사용하여 필라멘트를 섬유로 세장화하는 단계, 및

혼합된 연속적인 마이크로 섬유와 연속적인 마이크로 섬유보다 더 큰 크기의 섬유의 멜트블로운 2중 모드 질량 분율/섬유 크기 혼합물을 포함하는 부직 웨브로서 세장화된 섬유를 수집하는 단계

를 포함하고,

더 큰 크기의 오리피스에 대한 더 작은 크기의 오리피스의 개수의 비가 5:1 이상이고, 마이크로 섬유와 더 큰 크기의 섬유의 혼합된 혼합물은 동일한 중합체 조성이며, 더 큰 크기의 섬유에 대한 마이크로 섬유의 개수의 비가 5:1 이상이며, 섬유의 질량 분율 대 섬유 크기의 히스토그램은 10 내지 50  $\mu\text{m}$ 의 더 큰 크기의 섬유 모드를 나타내는, 1성분 부직 웨브 형성 방법.

### 청구항 4

제3항에 있어서, 더 작은 크기의 오리피스를 갖는 다이 공동을 통해 섬유 형성 재료를 유동시키는 단계를 포함하고, 더 큰 크기의 오리피스에 대한 더 작은 크기의 오리피스의 개수의 비가 6:1 이상인, 방법.

### 청구항 5

삭제

### 청구항 6

삭제

### 청구항 7

삭제

### 청구항 8

삭제

### 청구항 9

삭제

### 청구항 10

삭제

### 청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

## 명세서

### 기술 분야

[0001]

본 발명은 멜트블로운 웨브 및 멜트블로잉 장비에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002]

부직 웨브, 그 제조 및 그로부터 제조된 용품에 관한 특허 또는 출원에는 미국 특허 제3,981,650호(페이지(Page)), 제4,100,324호(앤더슨(Anderson)), 제4,118,531호(하우저(Hauser)), 제4,536,440호(베르그(Berg)), 제4,547,420호(크루거(Krueger) 등), 제4,931,355호(라드반스키(Radwanski) 등), 제4,988,560호(메이어(Meyer) 등), 제5,227,107호(디킨슨(Dickenson) 등), 제5,374,458호(버지오(Burgio)), 제5,382,400호(파이크(Pike) 등, '400), 제5,679,042호(바로나(Varona)), 제5,679,379호(파브리칸트(Fabbricante) 등), 제5,695,376호(다타(Data) 등), 제5,707,468호(아놀드(Arnold) 등), 제5,721,180호(파이크 등, '180), 제5,817,584호(싱어(Singer) 등), 제5,877,098호(다나카(Tanaka) 등), 제5,902,540호(퀵(Kwok)), 제5,904,298호(퀵 등), 제5,993,543호(보다기(Bodaghi) 등), 제6,176,955 B1호(해인스(Haynes) 등), 제6,183,670 B1호(토로빈(Torobin) 등), 제6,230,901 B1호(오가타(Ogata) 등), 제6,319,865 B1호(미까미(Mikami)), 제6,607,624 B2호(베리건(Berrigan) 등, '624), 제6,667,254 B1호(톰슨(Thompson) 등), 제6,723,669호(클락(Clark) 등), 제6,827,764 B2호(스프링겟(Springgett) 등), 제6,858,297 B1호(샤(Shah) 등), 제6,916,752 B2호(베리건 등 '752) 및 제6,998,164 B2호(닐리(Neely) 등); 유럽 특허 제0 322 136 B1호(미네소타 마이닝 앤드 매뉴팩처링 컴퍼니(Minnesota Mining and Manufacturing Co.)); 일본 특허 출원 공개 제2001-049560호(닛산 모터 컴퍼니 리미티드(Nissan Motor Co. Ltd.)), 제2002-180331호(치소 코포레이션(Chisso Corp.), '331) 및 제2002-348737호(치소 코포레이션, '737); 및 미국 특허 출원 공개 제2004/0097155 A1호(올슨(Olson) 등) 및 제2005/0217226 A1호(선셋(Sundet) 등 '226)이 포함된다.

[0003]

발명의 개요

[0004]

성형된 호흡기 또는 주름진 화로 필터(furnace filter)와 같은 형상화된 여과 용품은 때때로 다성분(예를 들어, 2성분) 섬유로 제조된 부직 웨브를 사용하여 제조된다. 도 1a 내지 도 1e는 각각 "2-층" 또는 "병렬형"(side-by-side) (도 1a), "해도형"(islands in the sea) (도 1b), "중실의 조각 파이형"(solid segmented pie) (도 1c), "중공의 조각 파이형"(hollow segmented pie) (도 1d) 및 "시스-코어형(sheath-core)" (도 1e)로 불릴 수

있는 5개의 널리 보급된 2성분 섬유 구성을 도시한다. 그러한 섬유 내의 2개의 중합체의 사용은 2성분 섬유 웨브의 미사용 부분이 재생될 수 있는 정도를 제한하고, 하나의 중합체만이 일렉트릭 대전될 수 있는 경우 전하가 웨브 상에 배치될 수 있는 정도를 제한할 수 있다. 형상화된 여과 용품은 여과 웨브에 이질적인 결합 재료(예를 들어, 접착제)를 추가함으로써 또한 형성될 수 있는데, 그에 따라 추가된 웨브 평량 및 재생성의 손실을 비롯하여 추가된 결합 재료의 화학적 또는 물리적 성질에 기인한 제한이 야기된다. 성형된 호흡기 또는 주름진 화로 필터와 같은 형상화된 여과 용품을 제조하기 위한 기존의 방법은 일반적으로 웨브 또는 용품의 특성과 전술한 하나 이상의 단점들의 약간의 절충을 포함한다.

[0005] 전술한 미국 특허 제3,981,650호(페이지)는 개별 압출기로부터 상이한 중합체가 각각 공급되는 2개의 다이 공동을 구비한 멜트블로잉 다이를 설명한다. 압출기를 2개 사용하는 것은 비용 및 복잡성을 추가하고, 2개의 중합체를 사용하는 것은 전술한 다른 단점을 제공할 수 있다.

[0006] 전술한 미국 특허 제6,319,865 B1호(미카미)는 형상화된 여과 용품을 논의하지 않지만, 하나의 중합체가 더 작은 노즐의 열의 각각의 측면에서 더 큰 노즐 사이에 설치된 2 내지 4개의 더 작은 노즐의 열로 공급되는 멜트블로잉 다이를 사용하는 액체 여과 웨브를 논의하고 있다. 미카미는 노즐 직경이 1.3 내지 2.0의 비가 되어야 한다고 언급하고 있다. 미카미는 또한 5개의 노즐이 더 작은 노즐의 열의 각각의 측면 상의 더 큰 노즐 사이에 설치되어 있는 비교예를 포함하고, 그러한 노즐 배열을 사용하여 제조된 또는 인접한 더 큰 노즐들 사이에 배치된 단지 하나의 더 작은 노즐만을 사용하여 제조된 부직포 천이 더 좁은 섬유 분포 및 더 짧은 사용 수명을 가질 것이라고 언급하고 있다.

[0007] 하나의 압출기 및 하나의 멜트블로잉 다이를 사용하여 제조되고 3차원 형상으로 성형되거나 또는 달리 형성되어 성형 후에 매우 양호한 강성 및 성형된 또는 형상화된 상태에서 매우 양호한 여과 능력을 갖는 고성능의 형상화된 여과 용품을 제공할 수 있는 1성분 부직 웨브를 이제 발견하였다. 일 태양에서, 본 발명은 동일한 중합체 조성의 혼합된 연속적인 마이크로 섬유와 더 큰 크기의 섬유의 멜트블로운 2중 모드 질량 분율/섬유 크기 혼합물을 포함하는 다공성 1성분 부직 웨브를 제공하고, 여기서 더 큰 크기의 섬유보다 적어도 5배 많은 마이크로 섬유가 존재하고, 섬유의 질량 분율 대 섬유 크기의 히스토그램은  $10 \mu\text{m}$  초과의 더 큰 크기의 섬유 모드를 나타낸다.

[0008] 다른 태양에서, 본 발명은 더 큰 크기의 오리피스 및 적어도 5배 많은 더 작은 크기의 오리피스를 갖는 다이 공동을 통해 섬유 형성 재료를 유동시켜 필라멘트를 형성하는 단계, 공기 또는 다른 유체를 사용하여 필라멘트를 섬유로 세장화하는 단계, 및 동일한 중합체 조성의 혼합된 연속적인 마이크로 섬유와 더 큰 크기의 섬유의 멜트블로운 2중 모드 질량 분율/섬유 크기 혼합물을 포함하는 부직 웨브로서 세장화된 섬유를 수집하는 단계를 포함하고, 더 큰 크기의 섬유보다 적어도 5배 많은 마이크로 섬유가 존재하고, 섬유의 질량 분율 대 섬유 크기의 히스토그램은  $10 \mu\text{m}$  초과의 더 큰 크기의 섬유 모드를 나타내는, 1성분 부직 웨브를 형성하기 위한 방법을 제공한다.

[0009] 개시된 부직 웨브는 다수의 유익하고 고유한 특성을 갖는다. 더 큰 크기의 섬유 및 마이크로 섬유 둘 모두는 고도로 대전될 수 있다. 더 큰 크기의 섬유는 성형된 또는 형상화된 매트릭스에 개선된 성형성 및 개선된 강성을 부여할 수 있다. 마이크로 섬유는 개선된 여과 성능과 같은 유익한 효과를 갖고서 웨브에 증가된 섬유 표면적을 부여할 수 있다. 마이크로 섬유 및 상이한 크기의 더 큰 크기의 섬유를 사용함으로써, 여과 및 성형 특성이 특정 용도로 맞춰질 수 있다. 그리고, 흔히 마이크로 섬유 웨브의 특징인 높은 압력 강하(및 따라서 높은 통기 저항)와는 대조적으로, 개시된 부직 웨브의 압력 강하는 더 큰 섬유가 마이크로 섬유들을 물리적으로 분리 및 이격시키기 때문에 더 낮게 유지된다. 마이크로 섬유 및 더 큰 크기의 섬유는 또한 서로 상호 작용하여 더 높은 입자 깊이 로딩 성능을 제공하는 것으로 여겨진다. 개시된 웨브는 여과 외에 추가 용도를 갖는다.

[0010] 하나의 본질적으로 직접적인 작업으로 섬유 형성 중합체 재료가 웨브로 변환되는 직접 웨브 형성 제조 장비를 사용함으로써 그리고 하나의 압출기 및 하나의 중합체 수지를 사용함으로써, 개시된 부직 웨브는 매우 경제적으로 제조될 수 있다. 또한, 마이크로 섬유 및 더 큰 크기의 섬유가 모두 동일한 중합체 조성을 갖고 이질적인 결합 재료가 이용되지 않는다면, 개시된 부직 웨브의 미사용 부분은 완전히 재생될 수 있다.

[0011] 본 발명의 이러한 태양 및 다른 태양들은 하기의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다. 그러나, 어떠한 경우에도, 상기 개요는 출원 절차 중에 보정될 수 있는 첨부된 청구의 범위에 의해서만 제한되는 본 발명의 보호 대상에 대한 제한으로서 해석되어서는 안 된다.

## 발명의 상세한 설명

- [0024] "다공성"이라는 용어는 공기 투과성을 의미한다.
- [0025] "1성분"이라는 용어는 섬유 또는 섬유 집합체에 대해서 사용될 때 그 단면을 가로질러 본질적으로 동일한 조성을 갖는 섬유를 의미하고, 1성분은 균일한 조성의 연속성이 섬유의 단면을 가로질러 그리고 그 길이에 걸쳐 연장하는 블렌드(즉, 중합체 합금) 또는 첨가제 함유 재료를 포함한다.
- [0026] "동일한 중합체 조성의"라는 용어는 본질적으로 동일한 반복 문자 단위를 갖지만, 문자량, 용융 지수(melt index), 제조 방법, 상업적 형태 등에 있어서 상이할 수 있는 중합체를 의미한다.
- [0027] "크기"라는 용어는 섬유에 대해서 사용될 때 원형 단면을 갖는 섬유의 경우에는 섬유 직경을, 또는 비원형 단면을 갖는 섬유를 가로질러 구성될 수 있는 단면 상의 최장 현(chord)의 길이를 의미한다.
- [0028] "연속적인"이라는 용어는 섬유 또는 섬유 집합체에 대해서 사용될 때 본질적으로 무한한 종횡비(즉, 예컨대 크기에 대한 길이의 비가 적어도 약 10,000 이상인 비)를 갖는 섬유를 의미한다.
- [0029] "유효 섬유 직경"이라는 용어는 섬유 집합체에 대해 사용될 때 원형 또는 비원형인 임의의 단면 형상의 섬유 웨브의 경우 문헌[Davies, C. N., "The Separation of Airborne Dust and Particles", Institution of Mechanical Engineers, London, Proceedings 1B, 1952]에 설명되어 있는 방법에 따라 결정된 값을 의미한다.
- [0030] "모드"라는 용어는 질량 분율 대  $\mu\text{m}$  단위의 섬유 크기의 히스토그램 또는 섬유 수(도수) 대  $\mu\text{m}$  단위의 섬유 크기의 히스토그램에 대해 사용될 때 그 높이가 국소 피크보다 1 및 2  $\mu\text{m}$  더 작고 1 및 2  $\mu\text{m}$  더 큰 섬유 크기에 대한 높이보다 더 큰 국소 피크를 의미한다.
- [0031] "2중 모드 질량 분율/섬유 크기 혼합물"이라는 용어는 적어도 2개의 모드를 나타내는 질량 분율 대  $\mu\text{m}$  단위의 섬유 크기의 히스토그램을 갖는 섬유들의 집합체를 의미한다. 2중 모드 질량 분율/섬유 크기 혼합물은 2개 초과의 모드를 포함할 수 있고, 예를 들어 이는 3중 모드 또는 그 이상의 모드의 질량 분율/섬유 크기 혼합물일 수 있다.
- [0032] "2중 모드 섬유 수/섬유 크기 혼합물"이라는 용어는 대응 섬유 크기가 더 작은 섬유 크기의 적어도 50%만큼 상이한 적어도 2개의 모드를 나타내는 섬유 수(도수) 대  $\mu\text{m}$  단위의 섬유 크기의 히스토그램을 갖는 섬유들의 집합체를 의미한다. 2중 모드 섬유 수/섬유 크기 혼합물은 2개 초과의 모드를 포함할 수 있고, 예를 들어 이는 3중 모드 또는 그 이상 모드의 섬유 수/섬유 크기 혼합물일 수 있다.
- [0033] "결합"이라는 용어는 섬유 또는 섬유 집합체에 대해서 사용될 때 함께 견고하게 접착하는 것을 의미하고, 결합된 섬유들은 대체로 웨브가 통상적인 취급을 받을 때 분리되지 않는다.
- [0034] "부직 웨브"라는 용어는 섬유들의 엉킴 또는 점 결합을 특징으로 하는 섬유 웨브를 의미한다.
- [0035] "단층 매트릭스"라는 용어는 섬유들의 2중 모드 질량 분율/섬유 크기 혼합물을 포함하는 부직 웨브에 대해 사용될 때 (섬유 크기에 대한 것 이외에) 웨브의 단면 전체에 걸쳐 유사한 섬유들의 대체로 균일한 분포를 갖는 것과 (섬유 크기에 대해) 웨브의 단면 전체에 걸쳐 존재하는 각 모드의 집단을 나타내는 섬유들을 갖는 것을 의미한다. 그러한 단층 매트릭스는 웨브의 단면 전체에 걸쳐 대체로 균일한 섬유 크기 분포를 가질 수 있거나, 또는 예를 들어 웨브의 하나의 주 면에 근접한 더 큰 크기의 섬유의 우세함(preponderance) 및 웨브의 다른 주 면에 근접한 마이크로 섬유의 우세함과 같은 섬유 크기의 깊이 구배를 가질 수 있다.
- [0036] "필라멘트를 섬유로 세장화한다"는 용어는 필라멘트의 세그먼트의 더 큰 길이 및 더 작은 크기의 세그먼트로의 변환을 의미한다.
- [0037] "멜트블로운"이라는 용어는 부직 웨브에 대해 사용될 때 섬유 형성 재료를 복수의 오리피스를 통해 압출하여 필라멘트를 형성하며, 필라멘트를 공기 또는 다른 세장화 유체와 접촉시켜서 필라멘트를 섬유로 세장화하고, 그후 세장화된 섬유들의 층을 수집함으로써 형성되는 웨브를 의미한다.
- [0038] "멜트블로운 섬유"라는 용어는 용융된 섬유 형성 재료를 다이 내의 오리피스를 통해 고속 기체 스트림 내로 압출함으로써 준비되는 섬유를 의미하고, 여기서 압출된 재료는 먼저 세장화되고 이어서 섬유들의 집합체로서 고화된다. 멜트블로운 섬유가 때때로 불연속적이라고 보고되어 있지만, 섬유는 대체로 그러한 섬유들의 집합체로부터 하나의 완전한 멜트블로운 섬유를 제거하거나 하나의 멜트블로운 섬유를 처음부터 끝까지 추적하기가 보통 가능하지 않을 만큼 충분히 길고 엉켜 있다.
- [0039] "멜트블로잉 다이"라는 용어는 멜트블로잉 공정에 사용하기 위한 다이를 의미한다.

- [0040] "마이크로 섬유"라는 용어는  $10 \mu\text{m}$  이하의 (현미경을 사용하여 측정되는) 중간 크기를 갖는 섬유를 의미하고, "초미세 마이크로 섬유"는  $2 \mu\text{m}$  이하의 중간 크기를 갖는 마이크로 섬유를 의미하고, "서브마이크로미터 (submicron) 마이크로 섬유"는  $1 \mu\text{m}$  이하의 중간 크기를 갖는 마이크로 섬유를 의미한다. 본 명세서에서 특정 종류의 마이크로 섬유의 배치(batch), 그룹(group), 어레이(array) 등, 예컨대 "서브마이크로미터 마이크로 섬유의 어레이"를 참조할 때, 이는 서브마이크로미터 치수인 어레이 또는 배치의 그러한 일부가 아니라, 그러한 어레이 내의 마이크로 섬유들의 완전한 집단 또는 마이크로 섬유들의 단일 배치의 완전한 집단을 의미한다.
- [0041] "대전된"이라는 용어는 섬유 집합체에 대해서 사용될 때,  $7 \text{ cm/s}$ 의 면 속도에서 퍼센트 다이옥틸 프탈레이트(% DOP) 투과율에 대해 평가할 때  $1 \text{ mm}$  베릴륨-필터링된  $80 \text{ KVp}$  X-선의  $20 \text{ Gray}$  흡수 선량에 노출된 후에 (후술하는) 품질 계수(QF, Quality Factor)의 적어도 50% 손실을 보이는 섬유를 의미한다.
- [0042] "자립식"(self-supporting)이라는 용어는 실질적인 인열 또는 파열 없이 릴-투-릴(reel-to-reel) 제조 장비를 사용하여 자체적으로 취급 가능하게 되도록 충분한 응집성 및 강도를 갖는 웨브를 의미한다.
- [0043] "킹 강성"(King Stiffness)이라는 용어는 미국 노스캐롤라이나주 그린스보로 소재의 제이. 에이. 킹 앤드 컴퍼니(J. A. King & Co.)로부터의 킹 강성 시험기(King Stiffness Tester)를 사용하여,  $55 \text{ mm}$ 의 반경 및  $310 \text{ cm}$ 의 체적을 갖는 반구형 주형의 정합하는 수형 절반부와 암형 절반부 사이에서 시험용 컵형 매트릭스를 형성함으로써 제조된 성형된 컵형 호흡기에 대해 편평한 면을 갖는  $2.54 \text{ cm}$  직경  $\times 8.1 \text{ m}$  길이의 프로브(probe)를 누르는 데 필요한 힘을 의미한다. 성형된 매트릭스는 먼저 냉각된 후에 평가를 위해 시험기 프로브 아래에 배치된다.
- [0044] 개시된 1성분 단층 웨브는 마이크로 섬유 및 더 큰 크기의 섬유들의 2중 모드 질량 분율/섬유 크기 혼합물을 포함한다. 마이크로 섬유는 예를 들어 약 0.1 내지 약  $10 \mu\text{m}$ , 약 0.1 내지 약  $5 \mu\text{m}$  또는 약 0.1 내지 약  $1 \mu\text{m}$ 의 크기 범위를 가질 수 있다. 더 큰 크기의 섬유는 예를 들어 약 10 내지 약  $70 \mu\text{m}$ , 약 10 내지 약  $50 \mu\text{m}$  또는 약 15 내지 약  $50 \mu\text{m}$ 의 크기 범위를 가질 수 있다. 질량 분율 대  $\mu\text{m}$  단위의 섬유 크기의 히스토그램은 예를 들어 약 0.1 내지 약  $10 \mu\text{m}$ , 약 0.5 내지 약  $8 \mu\text{m}$  또는 약 1 내지 약  $5 \mu\text{m}$ 의 마이크로 섬유 모드와, 약 10 내지 약  $50 \mu\text{m}$ , 약 10 내지 약  $40 \mu\text{m}$  또는 약 12 내지 약  $30 \mu\text{m}$ 의 더 큰 크기의 섬유 모드를 가질 수 있다. 개시된 웨브는 또한 섬유 수(도수) 대  $\mu\text{m}$  단위의 섬유 크기의 히스토그램이 대응 섬유 크기가 더 작은 섬유 크기의 적어도 50%, 적어도 100%, 또는 적어도 200%만큼 상이한 적어도 2개의 모드를 나타내는 2중 모드 섬유 수/섬유 크기 혼합물을 가질 수도 있다. 마이크로 섬유는 또한 예를 들어 웨브의 섬유 표면적의 적어도 20%, 적어도 40% 또는 적어도 60%를 제공할 수도 있다. 웨브는 다양한 유효 섬유 직경(EFD) 값, 예를 들어 약 5 내지 약  $40 \mu\text{m}$ , 또는 약 6 내지 약  $35 \mu\text{m}$ 의 EFD를 가질 수 있다. 웨브는 또한 다양한 평량, 예를 들어 약 60 내지 약  $300 \text{ g/m}^2$  또는 약 80 내지 약  $250 \text{ g/m}^2$ 의 평량을 가질 수 있다. 평평할 때(즉, 성형되지 않았을 때), 웨브는 다양한 결리 강성(Gurley Stiffness) 값, 예를 들어 적어도 약  $100 \text{ mg}$ , 적어도 약  $200 \text{ mg}$ , 적어도 약  $300 \text{ mg}$ , 적어도 약  $500 \text{ mg}$ , 적어도 약  $1000 \text{ mg}$  또는 적어도 약  $2000 \text{ mg}$ 의 결리 강성을 가질 수 있다.
- [0045] 성형된 호흡기로서 사용하기 위해, 개시된 성형된 매트릭스는 바람직하게는 1 N 초과, 더 바람직하게는 적어도 약 2 N 이상의 킹 강성을 갖는다. 개략적인 근사로서, 반구형의 성형된 매트릭스 샘플을 냉각하여, 단단한 표면 상에 컵 측을 아래로 하여 배치하고, 집게손가락을 사용하여 수직으로 누르고(즉, 움푹 들어가게 하고), 이어서 압력을 해제한 경우, 불충분한 킹 강성을 갖는 매트릭스는 움푹 들어간 상태로 남아 있는 경향이 있을 수 있으며, 적절한 킹 강성을 갖는 매트릭스는 그의 원래의 반구형 형상으로 탄성 복원되는 경향이 있을 수 있다. 실시예에서 아래에 나타낸 일부의 성형된 매트릭스는 또한 또는 대신에  $25.4 \text{ mm}$  직경의 폴리카르보네이트 시험프로브를 구비한 (텍스처 테크놀로지스 코포레이션(Texture Technologies Corp.)으로부터의) 모델 TA-XT2i/5 텍스처 분석기(Texture Analyzer)를 사용하여 내변형성(DR)을 측정함으로써 평가되었다. 성형된 매트릭스는 텍스처 분석기 스테이지에서 안면 측을 아래로 하여 배치된다. 내변형성(DR)은 폴리카르보네이트 프로브를 성형된 시험용 매트릭스의 중앙에 대해  $10 \text{ mm/sec}$ 로 하향으로  $25 \text{ mm}$ 의 거리에 걸쳐 전진시킴으로써 측정된다. 5개의 성형된 시험용 매트릭스 샘플을 사용하여, 최대(피크) 힘이 기록되고 내변형성(DR)을 확정하기 위해 평균된다. 내변형성(DR)은 바람직하게는 적어도 약  $75 \text{ g}$ 이고, 더 바람직하게는 적어도 약  $200 \text{ g}$ 이다. 킹 강성 값을 내변형성 값으로 변환하기 위한 수식을 알지 못하지만, 내변형성 시험이 킹 강성 시험에서 임계 측정치 미만일 수 있는 낮은 강성의 성형된 매트릭스를 평가하는 데 사용될 수 있다는 것을 알 수 있다.  $85 \text{ L/min}$ 으로 유동하는  $0.075 \mu\text{m}$  염화나트륨 에어로졸에 노출될 때, 개시된 성형된 호흡기는 바람직하게는  $0.19 \text{ kPa}$  ( $20 \text{ mm H}_2\text{O}$ ) 미만, 더 바람직하게는  $0.09 \text{ kPa}$  ( $10 \text{ mm H}_2\text{O}$ ) 미만의 압력 강하를 갖는다. 이와 같이 평가될 때, 성형된 호흡기는 또한 바람직하게는 약 5% 미만, 더 바람직하게는 약 1% 미만의 % NaCl 투과율을 갖는다.  $13.8 \text{ cm/sec}$ 의 면 속도에서 그리고 NaCl 챌린지(challenge)를 사용하여 평가될 때, 그러한 성형된 매트릭스를 형성할 수 있는 편평

웨브는 바람직하게는 적어도 약  $0.4 \text{ mm}^{-1}$   $\text{H}_2\text{O}$ , 더 바람직하게는 적어도 약  $0.5 \text{ mm}^{-1}$   $\text{H}_2\text{O}$ 의 초기 여과 품질 계수(QF)를 갖는다.

[0046] 주름 필터로서 사용하기 위해, 개시된 웨브는 적어도 약 100 mg의 주름 형성 전 결리 강성을 갖고, 적어도 약 200 mg 또는 적어도 약 300 mg의 주름 형성 전 결리 강성을 가질 수 있다. 약 100 mg/ $\text{m}^3$ 의 대기중 농도에서 85 L/min으로 유동하는 0.185  $\mu\text{m}$  직경의 DOP 입자 에어로졸에 노출될 때, 개시된 주름 필터는 바람직하게는 1.52 m/sec (300 ft/min)의 면 속도에서 적어도 약 15%의 평균 초기 서브마이크로미터 효율을 갖고, 적어도 약 25% 또는 적어도 약 50%의 평균 초기 서브마이크로미터 효율을 가질 수도 있다. 그러한 DOP 챠린지를 사용하여 13.8 cm/sec의 면 속도에서 평가될 때, 그러한 주름 필터를 형성할 수 있는 편평 웨브는 바람직하게는 적어도 약 0.3, 더 바람직하게는 적어도 약 0.4의 초기 여과 품질 계수(QF)를 갖는다.

[0047] 도 2는 동일한 중합체 조성의 혼합된 연속적인 마이크로 섬유 및 더 큰 크기의 섬유의 2중 모드 섬유 수/섬유 크기 혼합물을 포함하는 다공성 1성분 부직 웨브를 제조하기 위한 장치(200)를 도시한다. 호퍼(202) 및 압출기(204)로부터 공급된 액화된 섬유 형성 중합체 재료는 입구(208)를 통해 멜트블로잉 다이(206)에 진입하고, 다이 공동(210)을 통해 유동하고, 다이 공동(210)의 전방 단부를 가로질러 직렬로 배열된 더 큰 크기 및 더 작은 크기의 오리피스의 열(도 3과 관련하여 후술됨)을 통해 다이 공동(210)을 나오고, 이 오리피스들을 통해 섬유 형성 재료는 필라멘트(212)의 어레이로서 압출된다. 가스, 전형적으로 가열된 공기가 매우 고속으로 가압되는 일 세트의 상호 작용하는 가스 오리피스(또한 후술됨)는 필라멘트(212)를 섬유(214)로 세장화한다. 섬유(214)는 다공성 수집기(216)에 대해 놓여지고 자립식 멜트블로운 부직 웨브(218)를 형성한다.

[0048] 도 3은 세장화 가스 편향기 플레이트가 제거된 멜트블로잉 다이(206)를 출구 단부 사시도로 도시한다. 다이(206)는 복수의 유동 통로를 형성하는 더 큰 오리피스(306) 및 더 작은 오리피스(308)의 열(304)을 갖는 돌출된 선단부(302)를 포함하고, 이 유동 통로를 통해 액화된 섬유 형성 재료가 다이(206)를 빠져 나와서 필라멘트(212)를 형성한다. 구멍(310)이 다이의 여러 부분들을 함께 유지하는 (도 3에 도시되지 않은) 관통 볼트를 수납한다. 도 3에 도시된 실시 형태에서, 더 큰 오리피스(306) 및 더 작은 오리피스(308)는 2:1의 크기 비를 갖고, 각각의 더 큰 오리피스(306)에 대해 9개의 더 작은 오리피스(308)가 있다. 더 큰 오리피스 크기 대 더 작은 오리피스 크기의 다른 비, 예를 들어 1.5:1 이상, 2:1 이상, 2.5:1 이상, 3:1 이상, 또는 3.5:1 이상의 비가 사용될 수 있다. 더 큰 오리피스에 대한 더 작은 오리피스의 개수의 다른 비, 예를 들어 5:1 이상, 6:1 이상, 10:1 이상, 12:1 이상, 15:1 이상, 20:1 이상 또는 30:1 이상의 비가 또한 사용될 수도 있다. 전형적으로, 더 큰 오리피스에 대한 더 작은 오리피스의 개수와 더 큰 크기의 섬유에 대한 더 작은 직경의 섬유(예컨대, 적절한 작동 조건 하에서의 마이크로 섬유)의 개수 사이에 직접적인 대응 관계(correspondence)가 있을 것이다.

[0049] 본 기술 분야의 숙련자에 의해 이해될 수 있는 바와 같이, 적절한 중합체 유량, 다이 작동 온도 및 세장화 공기 유량은 더 큰 크기의 섬유가 더 큰 오리피스에 의해 형성된 세장화된 필라멘트로부터 제조되고 마이크로 섬유가 더 작은 오리피스에 의해 형성된 세장화된 필라멘트로부터 제조되고 완성된 웨브가 원하는 구조 및 물리적 특성을 갖도록 선택되어야 한다. 용융취입법에 관한 추가의 상세 사항은 문헌[Wente, Van A. "Superfine Thermoplastic Fibers," in Industrial Engineering Chemistry, Vol. 48, pages 1342 et seq. (1956)] 또는 문헌[Report No. 4364 of the Naval Research Laboratories, published May 25, 1954, entitled "Manufacture of Superfine Organic Fibers" by Wente, V. A.; Boone, C. D. and Fluharty, E. L.]; 미국 특허 제5,993,943 호(보다기 등); 본 출원과 동일자로 출원되고 발명의 명칭이 "2중 모드 단층 1성분 매체를 갖는 주름 필터"이고 동시 계류 중인 미국 특허 출원(대리인 관리 번호: 62284US002), 및 본 출원과 동일자로 출원되고 발명의 명칭이 "2중 모드 단층 1성분 매체를 갖는 성형된 1성분 단층 호흡기"이고 동시 계류 중인 미국 특허 출원(대리인 관리 번호: 62288US002)에서 찾을 수 있고, 전체 개시 내용은 본 명세서에 참고로 포함된다.

[0050] 개시된 부직 웨브는 랜덤한 섬유 배열 및 대체로 등방성인 평면내 물리적 특성(예컨대, 인장 강도)를 가질 수 있다. 일반적으로, 이러한 등방성 부직 웨브는 컴형의 성형된 호흡기를 형성함에 있어서 바람직하다. 웨브는 그 대신에 정렬된 섬유 구성(예컨대, 섬유들이 전술한 샤 등의 미국 특허 제6,858,297호에 설명된 바와 같이 기계 방향으로 정렬되어 있는 구성) 및 이방성 평면내 물리적 특성을 가질 수 있다. 그러한 이방성 부직 웨브가 주름 필터를 형성하는 데 이용되면, 주름 열은 원한다면 높은 면 속도로 주름 변형을 감소시키기 위해 하나 이상의 관심 이방성 특성에 대해 정렬될 수 있다.

[0051] 다양한 중합체 섬유 형성 재료가 개시된 공정에서 사용될 수 있다. 중합체는 본질적으로 부직 웨브를 제공할 수 있는 임의의 열가소성 섬유 형성 재료일 수 있다. 대전될 웨브의 경우, 중합체는 본질적으로 만족스러운 일렉트릭 특성 또는 전하 분리를 유지하는 임의의 열가소성 섬유 형성 재료일 수 있다. 대전 가능한 웨브에 대해

바람직한 중합체 섬유 형성 재료는 실온(22°C)에서  $10^{14}$  ohm-cm의 체적 저항을 갖는 비전도성 수지이다. 바람직하게는, 체적 저항은 약  $10^{16}$  ohm-cm 이상이다. 중합체 섬유 형성 재료의 저항은 표준화된 시험 ASTM D 257-93에 따라 측정될 수 있다. 대전 가능한 웨브에 사용하기 위한 중합체 섬유 형성 재료는 또한 바람직하게는 전기 전도성을 현저하게 증가시키거나 또는 달리 정전기 전하를 수용하여 유지하는 섬유의 능력을 방해할 수 있는 정전기 방지제와 같은 성분이 실질적으로 없다. 대전 가능한 웨브에 사용될 수 있는 중합체의 몇몇 예는 폴리올레핀, 예컨대 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리부틸렌, 폴리(4-메틸-1-펜텐) 및 사이클릭 올레핀 공중합체, 및 그러한 중합체들의 조합을 함유하는 열가소성 중합체를 포함한다. 사용될 수 있지만 대전이 어려울 수 있거나 전하를 빠르게 상실할 수 있는 다른 중합체는 폴리카르보네이트, 블록 공중합체, 예컨대 스티렌-부타디엔-스티렌 및 스티렌-아이소프렌-스티렌 블록 공중합체, 폴리에스테르, 예컨대 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리아미드, 폴리우레탄, 및 본 기술 분야의 숙련자에게 친숙한 다른 중합체를 포함한다. 섬유는 바람직하게는 폴리-4-메틸-1-펜텐 또는 폴리프로필렌으로부터 제조된다. 가장 바람직하게는, 섬유는 특히 수분 환경에서 전하를 보유하는 능력 때문에 폴리프로필렌 단일중합체로부터 제조된다.

[0052]

전하는 다양한 방식으로 개시된 부직 웨브에 부여될 수 있다. 이는 예를 들어 안가드지반드(Angadj ivand) 등의 미국 특허 제5,496,507호에 개시된 바와 같이 웨브를 물과 접촉시킴으로써, 클라세(Klasse) 등의 미국 특허 제4,588,537호에 개시된 바와 같이 코로나 처리함으로써, 예를 들어 루쏘(Rousseau) 등의 미국 특허 제5,908,598호에 개시된 바와 같이 하이드로차징(hydrocharging)함으로써, 존스(Jones) 등의 미국 특허 제6,562,112 B2호 및 데이비드(David) 등의 미국 특허 출원 공개 제2003/0134515 A1호에 개시된 바와 같이 플라즈마 처리함으로써, 및 이들의 조합에 의해 수행될 수 있다.

[0053]

첨가제가 중합체에 첨가되어, 웨브의 여과 성능, 일렉트럿 대전 용량, 기계적 특성, 시효 특성, 착색, 표면 특성 또는 다른 관심 특징을 향상시킬 수 있다. 대표적인 첨가제는 충전제, 핵화제(예컨대, 밀리肯 케미칼(Milliken Chemical)로부터 구매 가능한 밀라드(MILLAD)™ 3988 다이벤질리덴 소르비톨), 일렉트럿 대전 촉진 첨가제(예컨대, 트라이스테아릴 멜라민, 및 시바 스페셜티 케미칼즈(Ciba Specialty Chemicals)의 키마소브(CHIMASSORB)™ 119 및 키마소브 944와 같은 다양한 광 안정화제), 경화 개시제, 강화제(예컨대, 폴리(4-메틸-1-펜텐)), 표면 활성화제 및 표면 처리제(예컨대, 존스 등의 미국 특허 제6,398,847 B1호, 제6,397,458 B1호, 및 제6,409,806 B1호에 설명된 바와 같은 유상 미스트 환경에서 여과 성능을 개선하기 위한 불소 원자 처리제)를 포함한다. 그러한 첨가제의 유형 및 양은 본 기술 분야의 숙련자에게 친숙할 것이다. 예를 들어, 일렉트럿 대전 촉진 첨가제는 일반적으로 약 5 중량% 미만, 더 전형적으로 약 2 중량% 미만의 양으로 존재한다.

[0054]

도 4는 예시적인 컵형의 1회용 개인용 호흡기(400)를 부분 단면도로 도시한다. 호흡기(400)는 내부 커버 웨브(402), 1성분 여과층(404), 및 외부 커버 층(406)을 포함한다. 접합된 예지(408)가 이들 층을 함께 유지하고 호흡기(400)의 예지를 지나는 누설을 감소시키기 위한 안면 밀봉 영역을 제공한다. 누설은 예를 들어 알루미늄과 같은 금속 또는 폴리프로필렌과 같은 플라스틱의 유연한 완전 연질 노즈 밴드(410)에 의해 추가로 감소될 수 있다. 호흡기(400)는 또한 탭(414)을 사용하여 체결된 조절 가능한 헤드 및 네크 스트랩(412), 및 호기 벨브(exhalation valve; 416)을 포함한다. 1성분 여과층(404) 이외에, 호흡기(400)의 구성에 관한 추가의 상세 사항이 본 기술 분야의 숙련자에게 친숙할 것이다.

[0055]

도 5는 이격된 주름(504)의 열로 형성되어 있는 개시된 1성분 여과층(502)으로부터 제조된 예시적인 주름 필터(500)의 사시도를 도시한다. 본 기술 분야의 숙련자는 필터(500)가 그대로 사용될 수 있거나 적합한 지지체(예를 들어, 확장된 금속 스크린)으로 강화되고 선택적으로 적합한 프레임(예를 들어, 금속 또는 판지 프레임) 내에 장착되어 예를 들어 HVAC 시스템에 사용하기 위한 교체 가능한 필터를 제공할 수 있다는 것을 이해할 것이다. (개시된 1성분 여과층에 더 큰 직경의 섬유가 존재함으로써 생기는) 주름 필터(500)의 증가된 강성은 높은 필터 면 속도에서 주름 변형에 대한 주름 필터(500)의 증가된 저항에 기여하는 것으로 여겨진다. 1성분 여과층(502) 이외에, 필터(500)의 구성에 관한 추가의 상세 사항은 본 기술 분야의 숙련자에게 친숙할 것이다.

[0056]

개시된 부직 웨브는 본 기술 분야의 숙련자들에게 친숙하게 될 방법 및 추가 요소를 사용하여 이들 및 다른 완성된 용품으로 형성될 수 있다. 3차원 형상을 형성할 때, 형상화 전의 평양, 웨브 두께, 고형도, EFD, 걸리 강성, 테이버 강성(Taber Stiffness), 압력 강하, 초기 % NaCl 투과율, % DOP 투과율 또는 품질 계수(QF)와 같은 편평 웨브 특성을 모니터링하고, 킹 강성, 내변형성(DR), 압력 강하 또는 평균 초기 서브마이크로미터 효율과 같은 형상화된(예를 들어, 성형된 또는 주름진) 매트릭스 특성을 모니터링하는 것이 바람직할 수 있다. 예를 들어, 성형 특성은 55 mm 반경 및 310 cm<sup>3</sup> 체적을 갖는 반구형 주형의 정합하는 수형 절반부와 암형 절반부 사이에 시험용 컵형 매트릭스를 형성함으로써 평가될 수 있다.

- [0057] EFD는 (달리 규정되지 않으면) 문헌[Davies, C. N., "The Separation of Airborne Dust and Particles", Institution of Mechanical Engineers, London, Proceedings 1B, 1952]에 설명되어 있는 방법을 사용하여, (5.3 cm/초의 면 속도에 대응하는) 32 L/min의 공기 유량을 사용하여 결정될 수 있다.
- [0058] 걸리 강성은 걸리 프리시전 인스트루먼츠(Gurley Precision Instruments)의 모델 4171E 걸리(GURLEY)™ 굽힘 저항 시험기를 사용하여 측정될 수 있다. 샘플의 긴 변이 웨브 횡(웨브 횡단) 방향으로 정렬된 상태로 3.8 cm × 5.1 cm의 직사각형이 웨브로부터 다이 커팅된다. 샘플은 샘플의 긴 변이 웨브 유지 클램프 내에 있는 상태로 굽힘 저항 시험기 내로 로딩된다. 샘플은 양 방향으로, 즉 시험 아암이 제1 주 샘플 면에 대해 그리고 이어서 제2 주 샘플 면에 대해 가압되면서 휘어지고, 두 측정치의 평균은 밀리그램 단위의 강성으로서 기록된다. 시험은 파괴 시험으로서 처리되고, 추가의 측정이 필요하다면 새로운 샘플을 이용한다.
- [0059] 테이버 강성은 (테이버 인더스트리즈(Taber Industries)로부터 구매 가능한) 모델 150-B 테이버™ 강성 시험기를 사용하여 측정될 수 있다. 3.8 cm × 3.8 cm의 정사각형 섹션이 섬유 융합을 방지하도록 예리한 면도날을 사용하여 웨브로부터 주의 깊게 절단되고, 3 내지 4개의 샘플 및 15° 샘플 편향(deflection)을 사용하여 기계 방향 및 횡단 방향으로의 그의 강성을 측정하기 위해 평가된다.
- [0060] 퍼센트 투과율, 압력 강하 및 여과 품질 계수(QF)는 (달리 표시되지 않으면) 85 L/min의 유량으로 전달되는 NaCl 또는 DOP 입자를 함유하는 철린지 에어로졸을 사용하여 측정되고, (티에스아이 인크.(TSI Inc.)로부터 구매 가능한) 티에스아이(TSI)™ 모델 8130 고속 자동화 필터 시험기를 사용하여 평가될 수 있다. NaCl 시험의 경우, 입자는 약 16-23 mg/m³의 대기중 농도(airborne concentration)로 약 0.075 µm의 직경을 갖는 입자를 함유하는 에어로졸을 제공하도록 2% NaCl 용액으로부터 생성될 수 있고, 자동화된 필터 시험기는 히터 및 입자 중화기(particle neutralizer) 둘 모두가 켜진 상태로 작동될 수 있다. DOP 시험의 경우, 에어로졸은 약 100 mg /m³의 농도에서 약 0.185 µm의 직경을 갖는 입자를 함유할 수 있고, 자동화된 필터 시험기는 히터 및 입자 중화기 둘 모두가 꺼진 상태로 작동될 수 있다. 샘플은 시험을 중단하기 전에, 편평 웨브 샘플의 경우 13.8 cm/sec의 면 속도에서 또는 성형된 또는 형상화된 매트릭스의 경우 85 L/min의 유량에서, 최대 NaCl 또는 DOP 입자 투과율로 노출될 수 있다. 보정된 광도계가 필터 입구 및 출구에서 사용되어 입자 농도 및 필터를 통한 % 입자 투과율을 측정할 수 있다. (엠케이에스 인스트루먼츠(MKS Instruments)로부터 구매 가능한) 엠케이에스 압력 트랜스듀서가 사용되어 필터를 통한 압력 강하(ΔP, mm H₂O)를 측정할 수 있다. 하기의 방정식,
- $$QF = \frac{-\ln\left(\frac{\% \text{ 입자 투과율}}{100}\right)}{\Delta P}$$
- [0061]
- [0062] 이 QF를 계산하기 위해 사용될 수 있다. 선택된 철린지 에어로졸에 대해 측정 또는 계산될 수 있는 파라미터는 초기 입자 투과율, 초기 압력 강하, 초기 품질 계수(QF), 최대 입자 투과율, 최대 투과율에서의 압력 강하, 및 최대 투과율에서 로딩된 입자의 밀리그램(최대 투과율 시점까지의 필터에 대한 총 중량 철린지)를 포함한다. 초기 품질 계수(QF) 값은 보통 전체 성능의 신뢰할 수 있는 지표를 제공하고, 여기서 더 높은 초기 QF 값은 더 양호한 여과 성능을 나타내고 더 낮은 초기 QF 값은 감소된 여과 성능을 나타낸다.
- [0063] 내변형성(DR)은 25.4 mm 직경의 폴리카르보네이트 시험 프로브가 장착된 (텍스처 테크놀로지스 코포레이션의) 모델 TA-XT2i/5 텍스처 분석기를 사용하여 측정될 수 있다. (킹 강성에 대한 정의에서 전술한 바와 같이 제조된) 성형된 시험용 매트릭스가 텍스처 분석기 스테이지 상에 안면 측을 아래로 하여 배치된다. 내변형성(DR)은 폴리카르보네이트 프로브를 성형된 시험용 매트릭스의 중앙에 대해 10 mm/sec로 하향으로 25 mm의 거리에 걸쳐 전진시킴으로써 측정된다. 5개의 성형된 시험용 매트릭스 샘플을 사용하여, 최대(피크) 힘이 기록되고 DR 값을 확정하기 위해 평균된다.
- [0064] 평균 초기 서브마이크로미터 효율은 프레임형 필터를 시험 덱트 내로 설치하고, 필터가 건조되고 전하-중화된 염화칼륨 입자를 처리하게 함으로써 측정될 수 있다. 1.52 m/sec (300 ft/min)의 시험 면 속도가 이용될 수 있다. 광학식 입자 계수기가 일련의 12개의 입자 크기 범위 또는 채널에 걸쳐 시험 필터의 상류 및 하류에서 입자의 농도를 측정하기 위해 사용될 수 있다. 각각의 채널 내의 입자 크기 범위는 애쉬래(ASHRAE) 표준 52.2 ("입자 크기에 의한 제거 효율에 대한 일반적인 환기형 공기-청정 장치를 시험하는 방법")으로부터 취해진다. 하기의 방정식,

$$\text{포획 효율 } (\%) = \frac{\text{상류 입자 수} - \text{하류 입자 수}}{\text{상류 입자 수}} \times 100$$

[0065]

[0066] 이 각각의 채널에 대한 포획 효율을 산정하기 위해 사용될 수 있다. 4개의 서브마이크로미터 채널(즉, 입자 직경이 0.3 내지 0.4  $\mu\text{m}$ , 0.4 내지 0.55  $\mu\text{m}$ , 0.55 내지 0.7  $\mu\text{m}$  및 0.7 내지 1.0  $\mu\text{m}$ 임)의 각각에 대한 포획 효율 값은 평균되어 "평균 초기 서브마이크로미터 효율"에 대한 하나의 값을 얻을 수 있다. 시험 속도, 효율 및 압력 강화 결과치가 보통 모두 보고된다.

[0067]

개시된 부직 웨브는 다양한 성형된 호흡기 형상에 대해, 그리고 HVAC (예를 들어, 화로) 필터, 차량 객실 필터, 클린 룸 필터, 가습기 필터, 제습기 필터, 실내 공기 정화기 필터, 하드디스크 드라이브 필터 및 다른 평평한 또는 주름질 수 있는 지지식 또는 자립식 여과 용품을 포함하는 다양한 필터 구성에 대해 사용될 수 있다. 개시된 부직 웨브는 필요하다면 개시된 1성분 웨브 이외에 하나 이상의 추가 층을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 성형된 호흡기는 여과 또는 강화를 위해서가 아니라 편안함 또는 미적 목적으로 내부 또는 외부 커버 층을 이용할 수 있다. 또한, 2006년 5월 8일 출원되고 발명의 명칭이 "입자 함유 섬유 웨브"인 미국 특허 출원 제 11/431,152호에 설명된 다공성 층과 같은, 흡수 입자를 포함하는 하나 이상의 다공층이 이용되어 관심 증기를 포획하도록 이용될 수 있다. 의도된 용도에 대한 적절한 강성 또는 내변형성을 갖는 형상화된 단층 매트릭스를 제공하는 데 필요하지 않을지라도 (보강 층 또는 보강 요소를 포함하는) 다른 층이 필요하다면 포함될 수 있다. 개시된 부직 웨브는 또한 공기 여과 이외의 용도, 예를 들어 액체(예컨대, 의료용) 필터, 단열재, 방음재, 패키징 재료, 갑피, 창 구성요소 및 인서트(insert)를 포함하는 신발 구성요소에 대해, 그리고 겉옷, 운동복 및 위험 재료용 의복을 포함하는 의복에 대해 사용될 수 있다.

[0068]

본 발명은 다음의 예시적인 실시예에서 추가로 설명되는데, 여기서 모든 부 및 백분율은 달리 표시되지 않으면 중량에 의한 것이다.

[0069]

### 실시예 1

[0070]

도 2 및 도 3에 도시된 것과 같은 장치 및 문헌[Wente, Van A. "superfine Thermoplastic Fiber", Industrial and Engineering Chemistry, vol. 48. No. 8, 1956, pp 1342-1346] 및 문헌[Naval Research Laboratory Report 111437, Apr. 15, 1954]에 설명된 것과 같은 절차를 사용하여, 4개의 1성분 단층 멜트블로운 웨브를 일렉트럿 대전 첨가제로서 1% 트라이스테아릴 멜라민이 첨가되어 있는 토탈 페트로케미칼즈(Total Petrochemicals)로부터 입수 가능한 토탈(TOTAL)<sup>TM</sup> 3960 350 용융 유량 폴리프로필렌으로부터 형성하였다. 크롬프턴 앤드 노울즈 코포레이션(Crompton & Knowles Corp.)의 데이비스 스텠다드 디비전(Davis Standard Division)으로부터의 모델 20 데이비스 스텠다드<sup>TM</sup> 50.8 mm (2 인치) 단축 압출기로 중합체를 공급하였다. 압출기는 20/1의 길이/직경 비 및 3/1의 압축 비를 가졌다. 제니스(Zenith) 10 cc/rev 멜트 펌프(melt pump)가 원래의 0.3 mm (0.012 인치) 오리피스가 매 21번째 오리피스를 0.6 mm (0.025 인치)로 드릴링함으로써 변형되어, 더 큰 크기의 구멍에 대한 더 작은 크기의 구멍의 개수의 20:1 비 및 더 작은 구멍 크기에 대한 더 큰 구멍 크기의 2:1의 비를 제공하는, 25.4 cm (10 인치) 폭의 오리피스가 드릴링된 멜트블로잉 다이로 중합체의 유동을 계량 공급하였다. 오리피스들의 선은 10 구멍/cm (25 구멍/인치)의 구멍 간격을 가졌다. 가열된 공기가 다이 팀에서 섬유를 세장화하였다. 에어 나이프는 0.25 mm (0.010 인치) 양의 셋백(set back) 및 0.76 mm (0.030 인치) 에어 캡을 이용하였다. 없거나 적당한 진공을 웨브 형성 지점에서 중간 메시 수집기 스크린을 통해 흡인하였다. 압출기로부터의 중합체 출력 속도는 0.18 kg/cm/hr (1.0 lb/in/hr) 내지 0.71 kg/cm/hr (4.0 lb/in/hr)로 변하였고, DCD (다이-수집기 사이의 거리)는 30.5 cm (12.0 in) 내지 63.5 cm (25.0 in)로 변하였고, 공기압이 필요에 따라 조절되어 이하의 표 1A에 나타낸 바와 같이 평량 및 EFD를 갖는 웨브를 제공하였다. 웨브를 미국 특허 제5,496,507호(안가드지반드 등, '507)에 교시된 기술에 따라 종류수로 하이드로차징하였고 건조시켰다. 아래의 표 1A에 13.8 cm/sec의 면 속도에서 각각의 웨브에 대한 작업 번호, 평량, EFD, 웨브 두께, 초기 압력 강하, 초기 NaCl 투과율 및 품질 계수(QF)가 설명되어 있다.

**표 1A**

| 작업 번호. | 평량, gsm | EFD, $\mu\text{m}$ | 두께, $\text{mm}$ | 압력 강하, Pa<br>( $\text{mm H}_2\text{O}$ ) | 초기 투과율, % | 품질 계수,<br>1/ $\text{mm H}_2\text{O}$ |
|--------|---------|--------------------|-----------------|--|-----------|--------------------------------------|
| 1-1F   | 240     | 14.6               | 3.3             | 59.8 (6.10)                              | 0.368     | 0.92                                 |
| 1-2F   | 243     | 18                 | 2.54            | 43.4 (4.43)                              | 1.383     | 0.97                                 |
| 1-3F   | 195     | 18.4               | 2.16            | 38.5 (3.93)                              | 1.550     | 1.06                                 |
| 1-4F   | 198     | 14.6               | 2.74            | 51.7 (5.27)                              | 0.582     | 0.98                                 |

[0071]

[0072]

다음으로 표 1A의 웨브를 성형하여 개인용 호흡기로서 사용하기 위한 컵형의 성형된 매트릭스를 형성하였다. 상부 주형은 약 113°C (235°F)로 가열하였고, 하부 주형은 약 116°C (240°F)로 가열하였고, 1.27 mm (0.050 in)의 주형 갭을 이용하였고, 웨브는 주형 내에 약 9초 동안 놓아 두었다. 주형으로부터의 제거시, 매트릭스는 그 성형된 형상을 유지하였다. 아래의 표 1B에 성형된 매트릭스에 대한 작업 번호, 킹 강성, 초기 압력 강하 및 초기 (및 작업 번호 1-1M 및 1-4M에 대해서는 최대 로딩) NaCl 투과율 값이 설명되어 있다.

**표 1B**

| 작업 번호. | 킹 강성, N | 압력 강하, Pa<br>( $\text{mm H}_2\text{O}$ ) | 초기 투과율, % | 최대 로딩 투과율, % |
|--------|---------|--|-----------|--------------|
| 1-1M   | 1.87    | 72.3 (7.37)                              | 0.269     | 2.35         |
| 1-2M   | 2.89    | 48.7 (4.97)                              | 0.541     | -            |
| 1-3M   | 2.00    | 38.5 (3.93)                              | 0.817     | -            |
| 1-4M   | 1.60    | 56.6 (5.77)                              | 0.348     | 3.95         |

[0073]

[0074]

도 6은 작업 번호 1-1M 및 1-4M의 성형된 매트릭스에 대한 % NaCl 투과율 및 압력 강하를 도시하는 그래프이다. 곡선 A 및 B는 각각 작업 번호 1-1M 및 1-4M에 대한 % NaCl 투과율 결과이고, 곡선 C 및 D는 각각 작업 번호 1-1M 및 1-4M에 대한 압력 강하 결과이다. 도 6은 작업 번호 1-1M 및 1-4M의 성형된 매트릭스가 42 C.F.R. 파트 84의 N95 NaCl 로딩 시험을 통과하는 1성분 단층의 성형된 매트릭스를 제공한다는 것을 보여준다.

[0075]

#### 실시예 2

[0076]

실시예 1의 일반적인 방법을 사용하여, 100% 토탈 3960 폴리프로필렌으로부터 웨브를 제조하였고, 이어서 1) 코로나 대전하거나 또는 2) 코로나 대전하고 증류수로 하이드로차징하였다. 아래의 표 2A에 각각의 웨브에 대한 작업 번호, 대전 기술, 평량, EFD, 웨브 두께, 초기 압력 강하, 초기 NaCl 투과율 및 품질 계수(QF)가 설명되어 있다.

**표 2A**

| 작업 번호. | 대전 기술          | 평량, gsm | EFD, $\mu\text{m}$ | 두께, $\text{mm}$ | 압력 강하, Pa<br>( $\text{mm H}_2\text{O}$ ) | 초기 투과율, % | 품질 계수,<br>1/ $\text{mm H}_2\text{O}$ |
|--------|----------------|---------|--------------------|-----------------|--|-----------|--------------------------------------|
| 2-1F   | 코로나            | 237     | 14.2               | 3.23            | 65.7 (6.70)                              | 32.4      | 0.17                                 |
| 2-2F   | 코로나/<br>하이드로차징 | 237     | 14.2               | 3.23            | 66.4 (6.77)                              | 13.2      | 0.30                                 |
| 2-3F   | 코로나            | 197     | 13.3               | 2.82            | 56.2 (5.73)                              | 28.7      | 0.22                                 |
| 2-4F   | 코로나/<br>하이드로차징 | 197     | 13.3               | 2.82            | 58.2 (5.93)                              | 6.3       | 0.47                                 |

[0077]

[0078]

다음으로 실시예 1의 방법을 사용하여 표 2A의 웨브를 성형하여 개인용 호흡기로서 사용하기 위한 컵형의 성형된 매트릭스를 형성하였다. 아래의 표 2B에 성형된 매트릭스에 대한 작업 번호, 킹 강성, 초기 압력 강하 및 초기 NaCl 투과율이 설명되어 있다.

**표 2B**

| 작업 번호. | 킹 강성, N | 압력 강하, Pa<br>( $\text{mM H}_2\text{O}$ ) | 초기<br>투과율, % |
|--------|---------|--|--------------|
| 2-1M   | 1.82    | 82.1 (8.37)                              | 16.867       |
| 2-2M   | 1.82    | 100.7 (10.27)                            | 7.143        |
| 2-3M   | 1.65    | 63.4 (6.47)                              | 16.833       |
| 2-4M   | 1.65    | 73.3 (7.47)                              | 5.637        |

[0079]

[0080] 표 2B의 데이터는 이들 성형된 매트릭스가 실시예 1의 성형된 매트릭스보다 큰 투과율을 갖지만 이들은 또한 상당한 킹 강성도 가졌다는 것을 보여준다.

[0081]

### 실시예 3

[0082]

실시예 1의 방법을 사용하여, 일렉트릭 대전 첨가제로서 시바 스페셜티 케미칼즈로부터의 0.8% 키마소브 944 장애 아민 광 안정화제가 첨가되어 있는 토탈 3960 폴리프로필렌으로부터 웨브를 제조하고, 이어서 중류수로 하이드로차징하였다. 아래의 표 3A에 각각의 웨브에 대한 작업 번호, 평량, EFD, 웨브 두께, 초기 압력 강하, 초기 NaCl 투과율 및 품질 계수(QF)가 설명되어 있다.

**표 3A**

| 작업 번호. | 평량,<br>gsm | EFD, $\mu\text{m}$ | 두께, $\text{mM}$ | 압력 강하, Pa<br>( $\text{mM H}_2\text{O}$ ) | 초기<br>투과율, % | 품질 계수,<br>1/ $\text{mM H}_2\text{O}$ |
|--------|------------|--------------------|-----------------|--|--------------|--------------------------------------|
| 3-1F   | 246        | 17.9               | 2.95            | 41.9 (4.27)                              | 0.811        | 1.13                                 |
| 3-2F   | 203        | 18                 | 2.41            | 33.0 (3.37)                              | 2.090        | 1.15                                 |

[0083]

[0084] 다음으로 실시예 1의 방법을 사용하여 표 3A의 웨브를 성형하여 개인용 호흡기로서 사용하기 위한 컵형의 성형된 매트릭스를 형성하였다. 아래의 표 3B에 성형된 매트릭스에 대한 작업 번호, 킹 강성, 초기 압력 강하 및 초기 NaCl 투과율이 설명되어 있다.

**표 3B**

| 작업 번호. | 킹 강성, N | 압력 강하, Pa<br>( $\text{mM H}_2\text{O}$ ) | 초기<br>투과율, % |
|--------|---------|--|--------------|
| 3-1M   | 2.89    | 51.9 (5.30)                              | 0.591        |
| 3-2M   | 1.96    | 38.2 (3.90)                              | 1.064        |

[0085]

[0086] 표 3B의 데이터는 이들 성형된 매트릭스가 실시예 1의 성형된 매트릭스보다 큰 투과율을 갖지만 이들은 또한 상당한 킹 강성도 가졌다는 것을 보여준다.

[0087]

### 실시예 4

[0088]

실시예 2의 방법을 사용하여, 토탈 페트로케미칼즈로부터 입수 가능한 토탈 3868 37 용융 유량 폴리프로필렌으로부터 웨브를 제조하고, 이어서 1) 코로나 대전하거나 또는 2) 코로나 대전하고 중류수로 하이드로차징하였다. 아래의 표 4A에 각각의 웨브에 대한 작업 번호, 대전 기술, 평량, EFD, 웨브 두께, 초기 압력 강하, 초기 NaCl 투과율 및 품질 계수(QF)가 설명되어 있다.

**표 4A**

| 작업 번호. | 대전 기술          | 평량,<br>gsm | EFD, $\mu\text{m}$ | 두께, $\text{mM}$ | 압력 강하, Pa<br>( $\text{mM H}_2\text{O}$ ) | 초기<br>투과율, % | 품질 계수,<br>1/ $\text{mM H}_2\text{O}$ |
|--------|----------------|------------|--------------------|-----------------|--|--------------|--------------------------------------|
| 4-1F   | 코로나            | 239        | 18.2               | 3.15            | 35.9 (3.67)                              | 35.233       | 0.29                                 |
| 4-2F   | 코로나/<br>하이드로차징 | 239        | 18.2               | 3.15            | 35.3 (3.60)                              | 7.183        | 0.73                                 |
| 4-3F   | 코로나            | 204        | 18                 | 2.69            | 34.6 (3.53)                              | 27.300       | 0.37                                 |
| 4-4F   | 코로나/<br>하이드로차징 | 204        | 18                 | 2.69            | 35.3 (3.60)                              | 8.923        | 0.67                                 |

[0089]

[0090] 다음으로 실시예 1의 방법을 사용하여 표 4A의 웨브를 성형하여 개인용 호흡기로서 사용하기 위한 컵형의 성형된 매트릭스를 형성하였다. 아래의 표 4B에 성형된 매트릭스에 대한 작업 번호, 킹 강성, 초기 압력 강하 및

초기 NaCl 투과율이 설명되어 있다.

**표 4B**

| 작업 번호. | 킹 강성, N | 압력 강하, Pa ( $\text{mPa}$ $\text{H}_2\text{O}$ ) | 초기 투과율, % |
|--------|---------|---|-----------|
| 4-1M   | 3.20    | 32.1 (3.27)                                     | 21.867    |
| 4-2M   | 3.20    | 36.9 (3.77)                                     | 7.443     |
| 4-3M   | 1.42    | 40.9 (4.17)                                     | 17.967    |
| 4-4M   | 1.42    | 55.2 (5.63)                                     | 6.100     |

[0091]

표 4의 데이터는 이들 성형된 매트릭스가 실시예 1의 성형된 매트릭스보다 큰 투과율을 갖지만 이들은 또한 상당한 강성도 가졌다는 것을 보여준다.

[0092]

실시예 5

[0093]

실시예 3의 방법을 사용하여, 일렉트로 대전 첨가제로서 시바 스페셜티 케미칼즈로부터의 0.8% 키마소브 944 장애 아민 광 안정화제가 첨가되어 있는 토텔 3868 폴리프로필렌으로부터 웨브를 제조하고, 이어서 중류수로 하이드로차징하였다. 아래의 표 5A에 각각의 웨브에 대한 작업 번호, 평량, EFD, 웨브 두께, 초기 압력 강하, 초기 NaCl 투과율 및 품질 계수(QF)가 설명되어 있다.

**표 5A**

| 작업 번호. | 평량, gsm | EFD, $\mu\text{m}$ | 두께, $\text{mPa}$ | 압력 강하, Pa ( $\text{mPa}$ $\text{H}_2\text{O}$ ) | 초기 투과율, % | 품질 계수, 1/ $\text{mPa}$ $\text{H}_2\text{O}$ |
|--------|---------|--------------------|------------------|---|-----------|---|
| 5-1F   | 243     | 22.2               | 2.67             | 30.7 (3.13)                                     | 4.040     | 1.02  |
| 5-2F   | 196     | 18.9               | 2.46             | 26.8 (2.73)                                     | 4.987     | 1.10  |

[0094]

다음으로 실시예 1의 방법을 사용하여 표 5A의 웨브를 성형하여 개인용 호흡기로서 사용하기 위한 컵형의 성형된 매트릭스를 형성하였다. 아래의 표 5B에 성형된 매트릭스에 대한 작업 번호, 킹 강성, 초기 압력 강하 및 초기 NaCl 투과율이 설명되어 있다.

**표 5B**

| 작업 번호. | 킹 강성, N | 압력 강하, Pa ( $\text{mPa}$ $\text{H}_2\text{O}$ ) | 초기 투과율, % |
|--------|---------|---|-----------|
| 5-1M   | 2.14    | 47.8 (4.87)                                     | 0.924     |
| 5-2M   | 1.78    | 33.6 (3.43)                                     | 1.880     |

[0095]

표 5B의 데이터는 이들 성형된 매트릭스가 실시예 1의 성형된 매트릭스보다 큰 투과율을 갖지만 이들은 또한 상당한 킹 강성도 가졌다는 것을 보여준다.

[0096]

실시예 6

[0097]

실시예 2의 방법을 사용하여, 엑손 모빌 코포레이션(Exxon Mobil Corporation)으로부터 입수 가능한 엑손™ PP3746G 1475 용융 유량 폴리프로필렌으로부터 웨브를 제조하고, 이어서 1) 코로나 대전하거나 또는 2) 코로나 대전하고 중류수로 하이드로차징하였다. 아래의 표 6A에 각각의 웨브에 대한 작업 번호, 대전 기술, 평량, EFD, 웨브 두께, 초기 압력 강하, 초기 NaCl 투과율 및 품질 계수(QF)가 설명되어 있다.

**표 6A**

| 작업 번호. | 대전 기술          | 평량, gsm | EFD, $\mu\text{m}$ | 두께, $\text{mm}$ | 압력 강하, Pa ( $\text{mm H}_2\text{O}$ ) | 초기 투과율, % | 품질 계수, 1/ $\text{mm H}_2\text{O}$ |
|--------|----------------|---------|--------------------|-----------------|---------------------------------------|-----------|-----------------------------------|
| 6-1F   | 코로나            | 247     | 14.7               | 4.22            | 104.2 (10.63)                         | 17.533    | 0.16                              |
| 6-2F   | 코로나/<br>하이드로차정 | 247     | 14.7               | 4.22            | 143.2 (14.6)                          | 7.55      | 0.18                              |
| 6-3F   | 코로나            | 241     | 17.9               | 3.02            | 61.8 (6.3)                            | 23.533    | 0.24                              |
| 6-4F   | 코로나/<br>하이드로차정 | 241     | 17.9               | 3.02            | 73.8 (7.53)                           | 6.52      | 0.36                              |
| 6-5F   | 코로나            | 200     | 14                 | 3.10            | 77.2 (7.87)                           | 12.667    | 0.26                              |
| 6-6F   | 코로나/<br>하이드로차정 | 200     | 14                 | 3.10            | 102.3 (10.43)                         | 7.06      | 0.25                              |
| 6-7F   | 코로나            | 203     | 18.3               | 2.45            | 41.9 (4.27)                           | 17.333    | 0.41                              |
| 6-8F   | 코로나/<br>하이드로차정 | 203     | 18.3               | 2.45            | 50.9 (5.2)                            | 6.347     | 0.53                              |

[0101]

[0102]

다음으로 실시예 1의 방법을 사용하여 표 6A의 웨브를 성형하여 개인용 호흡기로서 사용하기 위한 컵형의 성형된 매트릭스를 형성하였다. 아래의 표 6B에 성형된 매트릭스에 대한 작업 번호, 킹 강성, 초기 압력 강하 및 초기 NaCl 투과율이 설명되어 있다.

**표 6B**

| 작업 번호. | 킹 강성, N | 압력 강하, Pa ( $\text{mm H}_2\text{O}$ ) | 초기 투과율, % |
|--------|---------|---------------------------------------|-----------|
| 6-1M   | 2.05    | 104.2 (10.63)                         | 17.533    |
| 6-2M   | 2.05    | 143.2 (14.60)                         | 7.550     |
| 6-3M   | 2.85    | 61.8 (6.30)                           | 23.533    |
| 6-4M   | 2.85    | 73.8 (7.53)                           | 6.520     |
| 6-5M   | 1.51    | 77.2 (7.87)                           | 12.667    |
| 6-6M   | 1.51    | 102.3 (10.43)                         | 7.060     |
| 6-7M   | 2.05    | 41.9 (4.27)                           | 17.333    |
| 6-8M   | 2.05    | 50.9 (5.20)                           | 6.347     |

[0103]

[0104]

15 kV, 15  $\text{mm}$  WD, 0° 경사도(tilt)에서 작동하는 (칼 자이스 일렉트론 마이크로스코피 그룹(Carl Zeiss Electron Microscopy Group)으로부터의) 레오 브이피(LEO VP) 1450 전자 현미경을 사용하여 제조된 50 내지 1,000X의 배율에서 주사 전자 현미경(SEM)을 사용하고 고진공 하에서 금/팔라듐 코팅된 샘플을 사용하여 작업 번호 6-8F 편평 웨브 및 6-8M 성형된 매트릭스를 분석하였다. 도 7 및 도 8은 작업 번호 6-8F 편평 웨브 및 작업 번호 6-8M 성형된 매트릭스의 현미경 사진이다. 섬유 수(도수) 대  $\mu\text{m}$  단위의 섬유 크기의 히스토그램을 편평 웨브 또는 매트릭스의 각 면으로부터 취한 350 내지 1,000X의 배율의 SEM 이미지로부터 얻었다. 미국 텍사스주 샌안토니오 소재의 텍사스 대학 보건 과학 센터(University of Texas Health Science Center)로부터의 UTHSCSA IMAGE TOOL 이미지 분석 프로그램을 사용하여 각각의 면에 대한 SEM 이미지로부터의 약 150 내지 200개의 섬유를 계수하고 측정하였고, 이어서 2개의 면에 대한 관찰 기록(observation)을 조합하였다. 도 9 및 도 10은 실시예 6의 작업 번호 6-8F 편평 웨브 및 작업 번호 6-8M 성형된 매트릭스에 대한 섬유 수(도수) 대 섬유 크기의 히스토그램이다. 이들 웨브에 대한 섬유 크기 분석에 관한 추가의 상세 사항을 아래의 표 6C에 나타낸다.

**표 6C**

| $\mu\text{m}$ 단위의<br>값): | 6-8F 편평<br>웨브 | 6-8M 성형된<br>매트릭스 |
|--------------------------|---------------|------------------|
| 평균                       | 5.93          | 5.67             |
| 표준 편차                    | 5.36          | 4.30             |
| 최소값                      | 1.39          | 1.35             |
| 최대값                      | 42.62         | 36.83            |
| 중간값                      | 4.24          | 4.44             |
| 모드                       | 4.06          | 3.94             |
| 섬유 수                     | 324           | 352              |

[0105]

실시예 7

[0106]

실시예 1의 방법을 사용하여, 일렉트로 대전 첨가제로서 1% 트라이스테아릴 멜라민이 첨가되어 있는 엑손 PP3746G 폴리프로필렌으로부터 웨브를 제조하고, 이어서 중류수로 하이드로차징하였다. 아래의 표 7A에 각각의 웨브에 대한 작업 번호, 평량, EFD, 웨브 두께, 초기 압력 강하, 초기 NaCl 투과율 및 품질 계수(QF)가 설명되어 있다.

**표 7A**

| 작업 번호. | 평량, gsm | EFD, $\mu\text{m}$ | 두께, $\text{mm}$ | 압력 강하, Pa<br>( $\text{mm H}_2\text{O}$ ) | 초기 투과율, % | 품질 계수,<br>1/ $\text{mm H}_2\text{O}$ |
|--------|---------|--------------------|-----------------|--|-----------|--------------------------------------|
| 7-1F   | 247     | 14.2               | 3.63            | 60.8 (6.20)                              | 0.537     | 0.84                                 |
| 7-2F   | 204     | 14.3               | 3.05            | 56.6 (5.77)                              | 0.596     | 0.89                                 |

[0107]

[0108]

다음으로 실시예 1의 방법을 사용하여 표 7A의 웨브를 성형하여 개인용 호흡기로서 사용하기 위한 컵형의 성형된 매트릭스를 형성하였다. 아래의 표 7B에 성형된 매트릭스에 대한 작업 번호, 킹 강성, 초기 압력 강하 및 초기 NaCl 투과율이 설명되어 있다.

**표 7B**

| 작업 번호. | 킹 강성, N | 압력 강하, Pa<br>( $\text{mm H}_2\text{O}$ ) | 초기 투과율, % | 최대 로딩 투과율, % |
|--------|---------|--|-----------|--------------|
| 7-1M   | 1.91    | 118.4 (12.07)                            | 0.282     | 2.39         |
| 7-2M   | 1.33    | 89.9 (9.17)                              | 0.424     | 5.14         |

[0109]

도 11은 작업 번호 7-1M의 성형된 매트릭스에 대한 % NaCl 투과율 및 압력 강하를 도시하는 그래프이다. 곡선 A 및 B는 각각 % NaCl 투과율 및 압력 강하 결과이다. 도 11 및 표 7 B의 데이터는 작업 번호 7-1M의 성형된 매트릭스가 42 C.F.R. 파트 84의 N95 NaCl 로딩 시험을 통과하는 1성분 단층의 성형된 매트릭스를 제공한다는 것을 나타낸다.

[0110]

실시예 8

[0111]

실시예 3의 방법을 사용하여, 일렉트로 대전 첨가제로서 시바 스페셜티 케미칼즈로부터의 0.8% 키마소브 944 장애 아민 광 안정화제가 첨가되어 있는 엑손 PP3746G 폴리프로필렌으로부터 웨브를 제조하고, 이어서 중류수로 하이드로차징하였다. 아래의 표 8A에 각각의 웨브에 대한 작업 번호, 평량, EFD, 웨브 두께, 초기 압력 강하, 초기 NaCl 투과율 및 품질 계수(QF)가 설명되어 있다.

**표 8A**

| 작업 번호. | 평량, gsm | EFD, $\mu\text{m}$ | 두께, $\text{mm}$ | 압력 강하, Pa<br>( $\text{mm H}_2\text{O}$ ) | 초기 투과율, % | 품질 계수,<br>1/ $\text{mm H}_2\text{O}$ |
|--------|---------|--------------------|-----------------|--|-----------|--------------------------------------|
| 8-1F   | 244     | 14.4               | 3.86            | 63.7 (6.50)                              | 0.129     | 1.02                                 |
| 8-2F   | 239     | 18.5               | 3.02            | 41.2 (4.20)                              | 0.883     | 1.13                                 |
| 8-3F   | 204     | 14.6               | 3.10            | 55.6 (5.67)                              | 0.208     | 1.09                                 |
| 8-4F   | 201     | 18.7               | 2.46            | 33.6 (3.43)                              | 1.427     | 1.24                                 |

[0112]

다음으로 실시예 1의 방법을 사용하여 표 8A의 웨브를 성형하여 개인용 호흡기로서 사용하기 위한 컵형의 성형

된 매트릭스를 형성하였다. 아래의 표 8B에 성형된 매트릭스에 대한 작업 번호, 킹 강성, 초기 압력 강하, 및 초기(및 작업 번호 8-3M에 대해서는 최대 로딩) NaCl 투과율 값이 설명되어 있다.

표 8B

| 작업 번호. | 킹 강성, N | 압력 강하, Pa<br>( $\text{mM H}_2\text{O}$ ) | 초기<br>투과율, % | 최대 로딩<br>투과율, % |
|--------|---------|--|--------------|-----------------|
| 8-1M   | 2.49    | 118.4 (12.07)                            | 0.057        |                 |
| 8-2M   | 2.89    | 67.4 (6.87)                              | 0.485        |                 |
| 8-3M   | 1.65    | 86.6 (8.83)                              | 0.153        | 4.89            |
| 8-4M   | 1.87    | 46.4 (4.73)                              | 0.847        |                 |

[0116]

표 8B의 데이터는 적어도 작업 번호 8-3M의 성형된 매트릭스가 42 C.F.R. 파트 84의 N95 NaCl 로딩 시험을 통과하는 1성분 단층의 성형된 매트릭스를 제공하는 것을 나타낸다. 작업 번호 8-1M, 8-2M 및 8-4M 성형된 매트릭스는 그들의 최대 로딩 투과율을 측정하도록 시험되지는 않았다.

[0118]

실시예 9

[0119]

실시예 2의 방법을 사용하여, 일렉트릭 대전 첨가제로서 1% 트라이스테아릴 멜라민이 첨가되어 있는 엑손 PP3746G 폴리프로필렌으로부터 웨브를 제조하고, 이어서 중류수로 하이드로차징하였다. 생성된 편평 웨브를, 다른 종이 미국 특허 제6,041,782호(안가드지반드 등, '782) 및 제6,923,182 B2호(안가드지반드 등, '183)의 충들과 유사한 성형된 호흡기로 형성하였다. 호흡기는 블로운 마이크로 섬유 외부 커버 층 웨브, 보스틱 핀들리(Bostik Findley)로부터의 PE85-12 열가소성 접착 부직 웨브, 실시예 9의 편평 웨브, 다른 PE85-12 열가소성 접착 부직 웨브, 및 다른 블로운 마이크로 섬유 내부 커버 층 웨브를 포함하였다. 전술한 것과 유사하지만 리브 형성된 전방면을 갖는 주형을 사용하여 충들을 컵형 호흡기로 형성하였다. 생성된 물당된 호흡기를, 1.18 kPa (120  $\text{mM Hg}$ ) 및 1.57 kPa (160  $\text{mM Hg}$ )의 시험 압력에서 ASTM F-1862-05, "합성 혈액(Synthetic Blood)에 의한 의료용 안면 마스크의 투과 저항의 표준 시험 방법(알려진 속도로의 고정 체적의 수평 투사)"에 따라 평가하였다. 1.18 kPa (120  $\text{mM Hg}$ ) 시험은 0.640 초의 밸브 시간 및 0.043 MPa의 탱크 압력을 이용하였다. 1.57 kPa (160  $\text{mM Hg}$ ) 시험은 0.554 초의 밸브 시간 및 0.052 MPa의 탱크 압력을 이용하였다. 호흡기는 양 시험 압력에서 시험을 통과하였다. 아래의 표 9에 성형된 1성분 웨브에 대한 작업 번호, 평량, EFD, 두께, 초기 압력 강하 및 초기 NaCl 투과율이 설명되어 있다.

표 9

| 작업 번호. | 평량,<br>gsm | EFD,<br>$\mu\text{m}$ | 편평 웨브<br>두께, $\text{mM}$ | 성형 후의<br>압력 강하, Pa<br>( $\text{mM H}_2\text{O}$ ) | 초기<br>투과율, % |
|--------|------------|-----------------------|--------------------------|---|--------------|
| 9-1M   | 199        | 11.9                  | 3.22                     | 85.3 (8.7)  | 0.269        |
| 9-2M   | 148        | 12.2                  | 2.4                      | 94.1 (9.6)  | 0.75         |

[0120]

실시예 10

[0121]

미국 특허 제6,319,865 B1호(미까미)의 비교예 3의 방법을 이용하여, 더 큰 크기 및 더 작은 크기의 오리피스들의 열을 제공하도록 팀이 변형된 25.4 cm (10 인치) 폭의 오리피스가 드릴링된 다이를 사용하여 웨브를 제조하였다. 더 큰 오리피스는 0.6  $\text{mm}$  직경(Da)을 가졌고, 더 작은 오리피스는 0.4  $\text{mm}$  직경(Db)을 가졌고, 오리피스 직경 비(R; Da/Db)는 1.5였고, 더 큰 오리피스들의 각각의 쌍 사이에는 5개의 더 작은 오리피스가 있었고, 오리피스들은 cm당 11.8개의 오리피스 (인치당 30개의 오리피스)로 이격되었다. 50  $\text{mm}$  직경 스크루를 갖는 단축 압출기 및 10 cc 멜트 펌프를 이용하여 100% 토탈 3868 폴리프로필렌을 다이에 공급하였다. 다이는 또한 0.20  $\text{mm}$  공기 슬릿 폭, 60° 노즐 애지 각도, 및 0.58  $\text{mm}$  공기 립 개방부를 가졌다. 1 내지 50  $\text{m/min}$ 으로 이동하는 미세 메시 스크린을 이용하여 섬유를 수집하였다. 다른 작동 파라미터가 아래의 표 10A에 도시되어 있다.

표 10A

| 파라미터                        | 값                      |
|-----------------------------|------------------------|
| 중합체 용융 유량                   | 37 MFR                 |
| 압출기 배럴 온도                   | 320 °C                 |
| 스크루 속도                      | 8 rpm                  |
| 중합체 유량                      | 4.55 kg/hr             |
| 다이 온도                       | 300 °C                 |
| DCD                         | 200 mm                 |
| 다이 공기 온도                    | 275 °C                 |
| 다이 공기 속도                    | 5 Nm <sup>3</sup> /min |
| 더 큰 오리피스 직경 (Da)            | 0.6 mm                 |
| 더 작은 오리피스 직경 (Db)           | 0.4 mm                 |
| 오리피스 직경 비 (R; Da/Db)        | 1.5                    |
| 더 큰 오리피스당 더 작은 오리피스들의 개수    | 5                      |
| 평균 섬유 직경, $\mu\text{m}$     | 2.44                   |
| 섬유 직경의 표준 편차, $\mu\text{m}$ | 1.59                   |
| 최소 섬유 직경, $\mu\text{m}$     | 0.65                   |
| 최대 섬유 직경, $\mu\text{m}$     | 10.16                  |
| EFD, $\mu\text{m}$          | 9.4                    |
| 숏(shot)                     | 많음                     |

[0123]

[0124] 전술한 작동 파라미터를 사용해서는, 솟이 없는 웨브(shot-free web)가 얻어지지 않았다. 솟이 없는 웨브가 형성되었다면, 관찰된 유효 섬유 직경 값은 아마도 위에서 보고된 9.4  $\mu\text{m}$  값 미만이었을 것이다. 그럼에도 불구하고 수집기 속도를 변경함으로써 솟 함유 웨브를 4개의 상이한 평량, 즉 60, 100, 150 및 200 gsm으로 제조하였다.

[0125]

도 12는 200 gsm 웨브에 대한 질량 분율 대  $\mu\text{m}$  단위의 섬유 크기의 히스토그램이다. 웨브는 2 및 7  $\mu\text{m}$ 에서 모드를 나타냈다. 국소 피크 또한 4 및 10  $\mu\text{m}$ 에서 출현했다. 4  $\mu\text{m}$  피크는 2  $\mu\text{m}$  더 작고 2  $\mu\text{m}$  더 큰 섬유 크기보다 더 높은 높이를 갖지 않았고 모드를 나타내지 않았으며, 10  $\mu\text{m}$  피크는 2  $\mu\text{m}$  더 작은 섬유 크기보다 더 큰 높이를 갖지 않았고 모드를 나타내지 않았다. 도 12에 도시된 바와 같이, 웨브는 10  $\mu\text{m}$ 를 초과하는 더 큰 크기의 섬유 모드를 갖지 않았다.

[0126]

[0126] 실시예 2의 일반적인 방법을 사용하여 200 gsm 웨브를 성형하여 컵형의 성형된 매트릭스를 형성하였다. 가열된 주형은 0.5 mm 캡으로 폐쇄되었고, 대략 6초의 체류 시간을 이용하였다. 성형된 매트릭스를 냉각하였고, 0.64 N의 킹 강성 값을 갖는 것으로 밝혀졌다.

[0127]

[0127] 더 높은 용융 유동 지수의 중합체를 이용하여 DCD 값을 증가시킴으로써 솟이 감소될 수 있다고 판단되었다. 토탈 페트로케미칼즈로부터 입수 가능한 100% 토탈 3860X 100 용융 유량 폴리프로필렌 및 아래의 표 10B에 도시된 작동 파라미터를 사용하여, 수집기 속도를 변경함으로써 60, 100, 150 및 200 gsm에서 솟이 실질적으로 감소된 웨브를 형성하였다. 생성된 웨브는 표 10A의 작동 파라미터를 사용하여 제조한 웨브에 대한 경우에서보다 10  $\mu\text{m}$ 을 초과하는 직경을 갖는 섬유를 상당히 더 많이 가졌다.

**표 10B**

| 파라미터                     | 값                        |
|--------------------------|--------------------------|
| 중합체 용융 유량                | 100 MFR                  |
| 압출기 배럴 온도                | 320 °C                   |
| 스크루 속도                   | 8 rpm                    |
| 중합체 유량                   | 4.55 kg/hr               |
| 다이 온도                    | 290 °C                   |
| DCD                      | 305 mm                   |
| 다이 공기 온도                 | 270 °C                   |
| 다이 공기 속도                 | 4.4 Nm <sup>3</sup> /min |
| 더 큰 오리피스 직경 (Da)         | 0.6 mm                   |
| 더 작은 오리피스 직경 (Db)        | 0.4 mm                   |
| 오리피스 직경 비 (R; Da/Db)     | 1.5                      |
| 더 큰 오리피스당 더 작은 오리피스들의 개수 | 5                        |
| 평균 섬유 직경, μm             | 3.82                     |
| 섬유 직경의 표준 편차, μm         | 2.57                     |
| 최소 섬유 직경, μm             | 1.33                     |
| 최대 섬유 직경, μm             | 20.32                    |
| EFD, μm                  | 13.0                     |
| 숏                        | 많지 않음                    |

[0128]

[0129] 도 13은 200 gsm 웨브에 대한 질량 분율 대  $\mu\text{m}$  단위의 섬유 크기의 히스토그램이다. 웨브는 4, 10, 17 및 22  $\mu\text{m}$ 에서 모드를 나타냈다. 국소 비모드 피크가 또한 8 및 13  $\mu\text{m}$ 에서 출현했다. 도 13에 도시된 바와 같이, 웨브는 10  $\mu\text{m}$ 을 초과하는 더 큰 크기의 섬유 모드를 가졌다. 도 14는 동일한 200 gsm 웨브에 대한 섬유 수(도수) 대  $\mu\text{m}$  단위의 섬유 크기의 히스토그램이다.

[0130]

실시예 2의 일반적인 방법을 사용하여 200 gsm 웨브를 성형하여 컵형의 성형된 매트릭스를 형성하였다. 가열된 주형은 0.5 mm 캡으로 폐쇄되었고, 대략 6초의 체류 시간을 이용하였다. 성형된 매트릭스를 냉각하였고, 1 N 이하의 값인 0.98 N의 킹 강성 값을 갖는 것으로 밝혀졌다.

[0131]

미까미 등의 다이보다 더 많은 더 큰 오리피스당 더 작은 오리피스들의 개수를 갖는 다이를 채용함으로써 솟이 감소될 수 있다고 또한 판단되었다. 토탈 3868 및 토탈 3860X 중합체 및 상이한 25.4 cm (10 인치) 폭의 오리피스가 드릴링된 다이 모두를 사용하여 최소 솟을 갖는 웨브를 또한 60, 100, 150 및 200 gsm에서 제조하였다. 이러한 후자의 다이에 대한 다이 텁은 미까미 등에 개시된 것보다 더 많은 개수의 더 작은 오리피스들이 더 큰 오리피스들 사이에 있는 더 큰 크기 및 더 작은 크기의 오리피스들의 열을 제공하도록 변형시켰다. 더 큰 오리피스는 0.63 mm 직경(Da)을 가졌고, 더 작은 오리피스는 0.3 mm 직경(Db)을 가졌고, 오리피스 직경 비(R; Da/Db)는 2.1였고, 더 큰 오리피스들의 각각의 쌍 사이에는 9개의 더 작은 오리피스가 있었고, 오리피스들은 cm 당 9.8개의 오리피스 (인치당 25개의 오리피스)로 이격되었다. 50 mm 직경 스크루를 갖는 단축 압출기 및 10 cc 멜트 펌프를 이용하여 중합체를 다이에 공급하였다. 다이는 또한 0.76 mm 공기 슬릿 폭, 60° 노즐 애지 각도, 및 0.86 mm 공기 립 개방부를 가졌다. 1 내지 50 m/min으로 이동하는 미세 메시 스크린 및 아래의 표 10C에 도시되어 있는 작동 파라미터를 이용하여 60, 100, 150 및 200 gsm의 웨브를 수집하였다.

**표 10C**

| 파라미터                     | 값                        |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 중합체 용·용 유량               | 37 MFR                   | 100 MFR                  |
| 압출기 배럴 온도                | 320 °C                   | 320 °C                   |
| 스크루 속도                   | 9 rpm                    | 10 rpm                   |
| 중합체 유량                   | 4.8 kg/hr                | 4.8 kg/hr                |
| 다이 온도                    | 295 °C                   | 290 °C                   |
| DCD                      | 395 mm                   | 420 mm                   |
| 다이 공기 온도                 | 278 °C                   | 274 °C                   |
| 다이 공기 속도                 | 4.8 Nm <sup>3</sup> /min | 4.8 Nm <sup>3</sup> /min |
| 더 큰 오리피스 직경 (Da)         | 0.63 mm                  | 0.63 mm                  |
| 더 작은 오리피스 직경 (Db)        | 0.3 mm                   | 0.3 mm                   |
| 오리피스 직경 비 (R; Da/Db)     | 2.1                      | 2.1                      |
| 더 큰 오리피스당 더 작은 오리피스들의 개수 | 9                        | 9                        |
| 평균 섬유 직경, μm             | 2.31                     | 2.11                     |
| 섬유 직경의 표준 편차, μm         | 4.05                     | 3.12                     |
| 최소 섬유 직경, μm             | 0.17                     | 0.25                     |
| 최대 섬유 직경, μm             | 23.28                    | 23.99                    |
| EFD, μm                  | 10.4                     | 11.2                     |
| 矣                        | 많지 않음                    | 많지 않음                    |

[0132]

[0133] 도 15는 200 gsm 100 MFR 웨브에 대한 질량 분율 대  $\mu\text{m}$  단위의 섬유 크기의 히스토그램이다. 웨브는 15, 30 및 40  $\mu\text{m}$ 에서 모드를 나타냈다. 도 15에 도시된 바와 같이, 웨브는 10  $\mu\text{m}$ 을 초과하는 더 큰 크기의 섬유 모드를 가졌다. 도 16은 동일한 200 gsm 웨브에 대한 섬유 수(도수) 대  $\mu\text{m}$  단위의 섬유 크기의 히스토그램이다.

[0134]

실시예 1의 일반적인 방법을 사용하여 표 10A, 표 10B 및 표 10C의 웨브를 성형하여 접형의 성형된 매트릭스를 형성하였다. 가열된 주형은 60 및 100 gsm의 평량을 갖는 웨브에 대해 0의 캡으로 폐쇄되었고 150 및 200 gsm의 평량을 갖는 웨브에 대해 0.5 mm 캡으로 폐쇄되었다. 대략 6초의 체류 시간을 이용하였다. 200 gsm의 성형된 매트릭스를 평가하여 킹 강성을 결정하였고, 각각 1.2 N (37 MFR 중합체) 및 1.6 N (100 MFR 중합체)의 킹 강성을 갖는 것으로 밝혀졌다. 60, 100 및 150 gsm 웨브는 측정 임계치 미만이었고, 따라서 킹 강성을 결정하도록 평가하지 않았다.

[0135]

모든 웨브로부터의 성형된 매트릭스를 또한 평가하여 이들의 내변형성(DR)을 측정하였다. 결과는 아래의 표 10D에 도시되어 있다.

**표 10D**

| 아래의 작동 파라미터에 따라 제조된 웨브 | 중합체 용·용 유량 | 평량, gsm     |       |        |        |
|------------------------|------------|-------------|-------|--------|--------|
|                        |            | 60          | 100   | 150    | 200    |
|                        |            | 내변형성(DR), g |       |        |        |
| 표 10A                  | 37         | 7.35        | 23.56 | 46.37  | 75.81  |
| 표 10B                  | 100        | 7.35        | 23.59 | 71.78  | 108.01 |
| 표 10C                  | 37         | 20.16       | 46.21 | 92.58  | 134.67 |
| 표 10C                  | 100        | 12.8        | 34.58 | 121.01 | 187.56 |

[0136]

[0137] 도 17은 내변형성(DR) 값 대 평량의 선도(plot)를 도시한다. 곡선 A, B, C 및 D는 각각 표 10A (37 gsm, 5:1 Db/Da 비), 표 10B 및 표 10C (37 gsm) 및 표 10C (100 gsm)에 따라 제조된 웨브를 도시한다. 표 10D 및 도 17에 도시된 바와 같이, 미카미 등에 의해 이용된 40 용·용 유량 중합체와 유사한 중합체를 사용하여 미카미 등의 비교에 5에 따라 제조된 웨브는 비교적 낮은 내변형성(DR) 값을 가졌다. 미카미 등의 중합체보다 높은 용·용 유량 중합체를 이용하거나 미카미 등의 다이보다 더 많은 더 큰 오리피스당 더 작은 오리피스의 개수를 갖는 다이를 사용함으로써 상당히 큰 내변형성(DR) 값을 갖는 웨브를 제공하였다.

[0138] 본 발명의 다수의 실시 형태가 설명되었다. 그럼에도 불구하고, 본 발명으로부터 벗어남이 없이 다양한 변형이 이루어질 수 있다는 것을 이해할 것이다. 따라서, 다른 실시 형태가 이어지는 청구의 범위의 범주 내에 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0012] 도 1a 내지 도 1e는 몇몇 2성분 섬유 구성을 각각 도시하는 개략 단면도.

[0013] 도 2는 동일한 중합체 조성의 마이크로 섬유 및 더 큰 크기의 섬유를 포함하는 1성분 부직 웨브를 제조하기 위한 예시적인 공정의 개략 측면도.

[0014] 도 3은 복수의 더 큰 오리피스와 더 작은 오리피스를 갖는 예시적인 멜트블로잉 다이의 출구 단부 사시도.

[0015] 도 4는 내부 커버 층과 외부 커버 층 사이에 배치된 내변형성인 컵형의 다공성 단층 매트릭스를 갖는 일회용 개인용 호흡기의, 부분적으로 단면인 사시도.

[0016] 도 5는 주름진 여과 매체의 사시도.

[0017] 도 6은 실시예 1의 작업 번호 1-1M 및 2-2M에 있어서의 % NaCl 투과율 및 압력 강하를 도시하는 그래프.

[0018] 도 7 및 도 8은 실시예 6의 작업 번호 6-8F 편평 웨브 및 작업 번호 6-8M 성형된 매트릭스의 현미경 사진.

[0019] 도 9 및 도 10은 실시예 6의 작업 번호 6-8F 편평 웨브 및 작업 번호 6-8M 성형된 매트릭스에 대한 섬유 수(도수) 대  $\mu\text{m}$  단위의 섬유 크기의 히스토그램.

[0020] 도 11은 실시예 7의 작업 번호 7-1M에 있어서의 % NaCl 투과율 및 압력 강하를 도시하는 그래프.

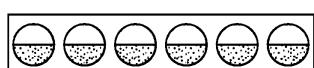
[0021] 도 12, 도 13 및 도 15는 실시예 10의 일련의 웨브에 대한 질량 분율 대  $\mu\text{m}$  단위의 섬유 크기의 히스토그램이고, 도 14 및 도 16은 섬유 수(도수) 대  $\mu\text{m}$  단위의 섬유 크기의 히스토그램.

[0022] 도 17은 실시예 10의 일련의 성형된 매트릭스에 대한 내변형성(DR)을 도시하는 그래프.

[0023] 첨부 도면의 다양한 도면들 내의 유사한 도면 부호는 유사한 요소를 나타낸다. 도면 내의 요소들은 축척에 따라 도시하지는 않았다.

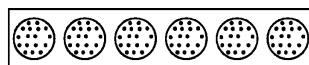
### 도면

#### 도면1a



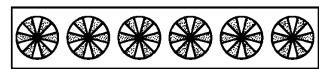
종래 기술

#### 도면1b



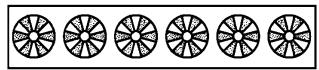
종래 기술

도면1c



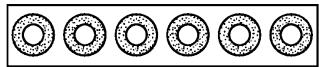
종래 기술

도면1d



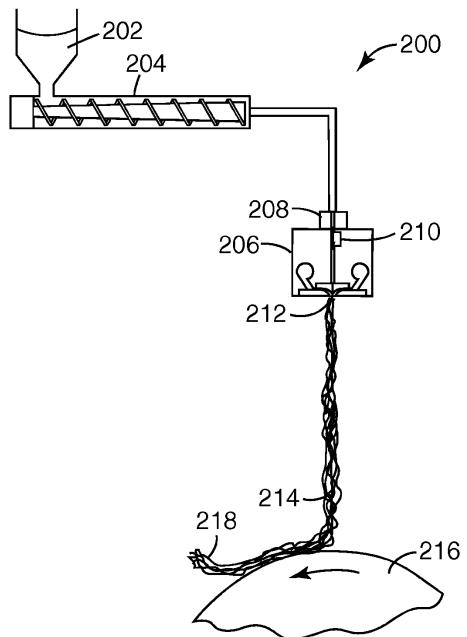
종래 기술

도면1e

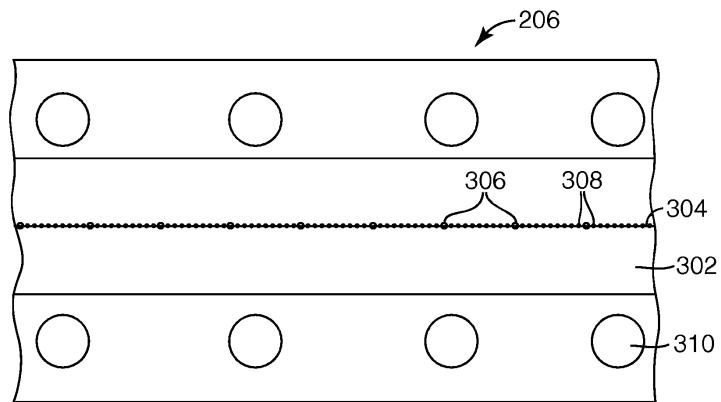


종래 기술

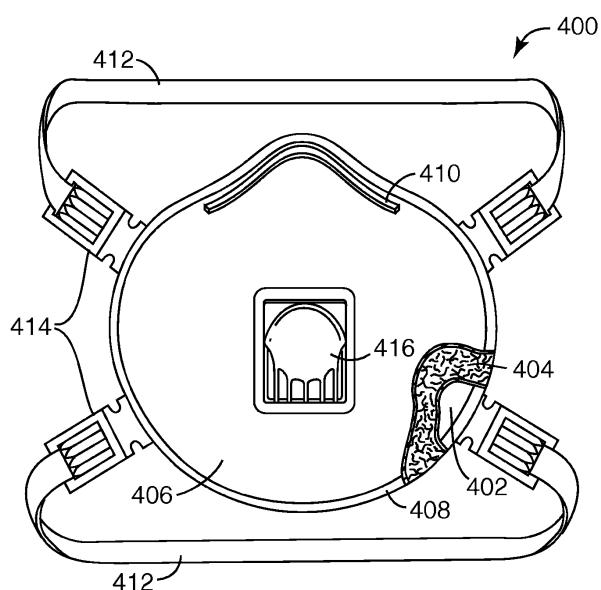
도면2



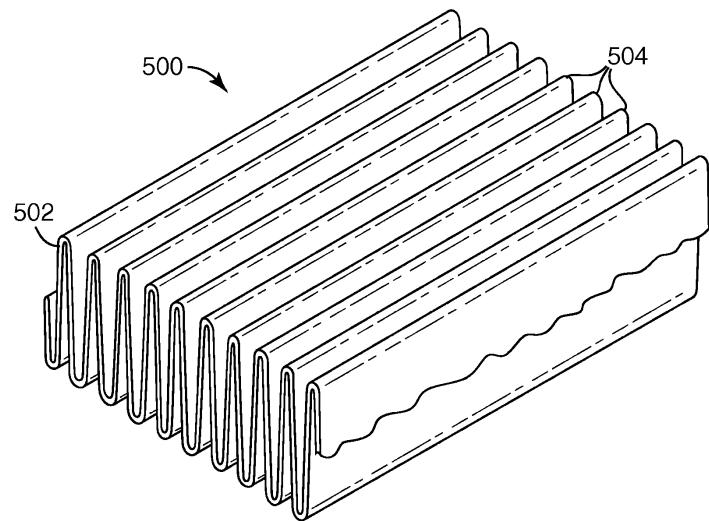
도면3



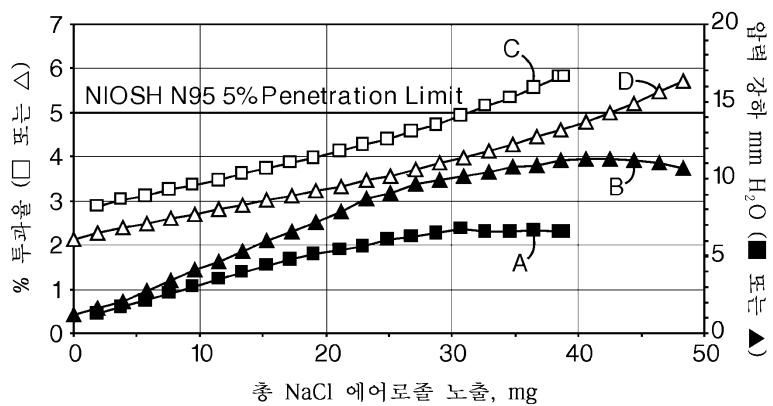
도면4



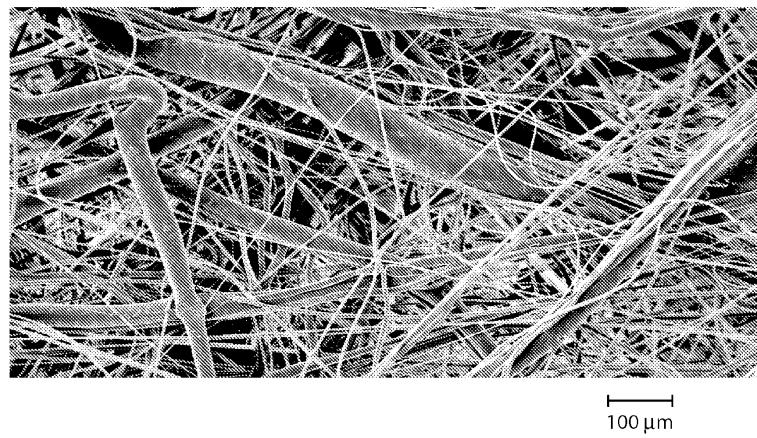
도면5



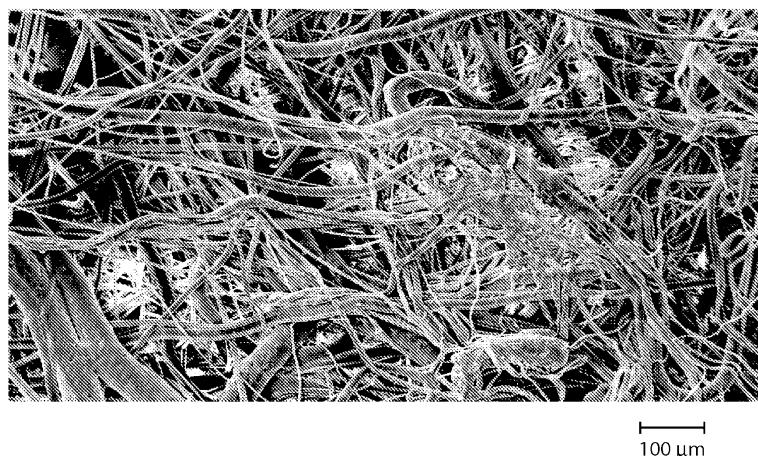
도면6



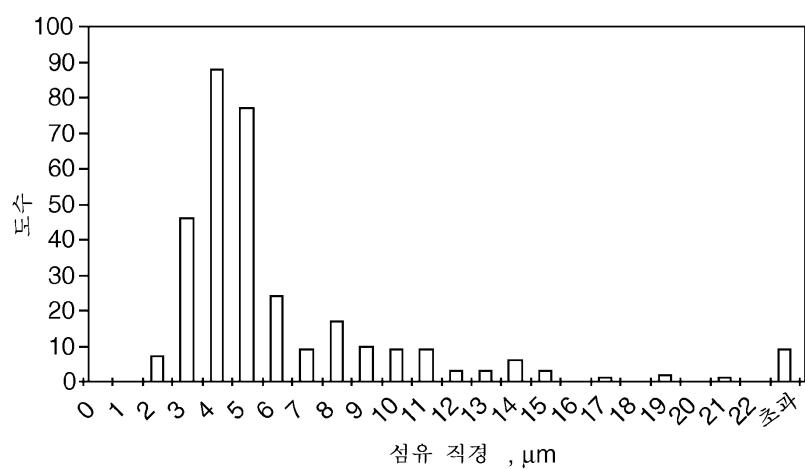
도면7



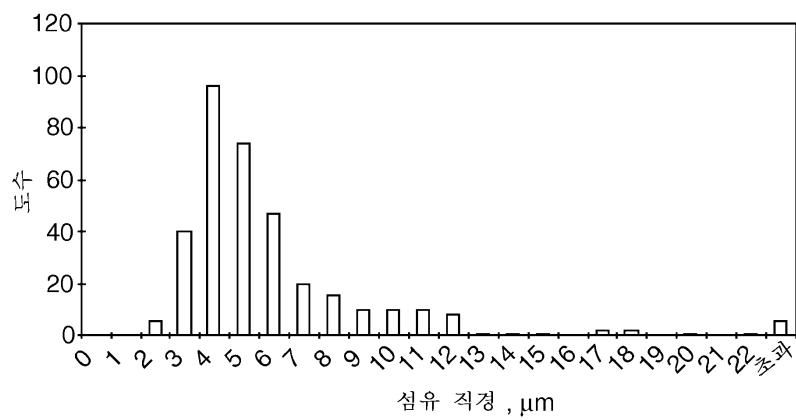
도면8



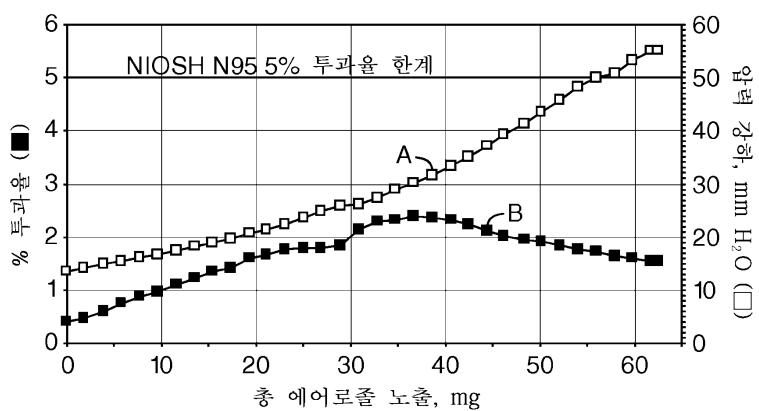
도면9



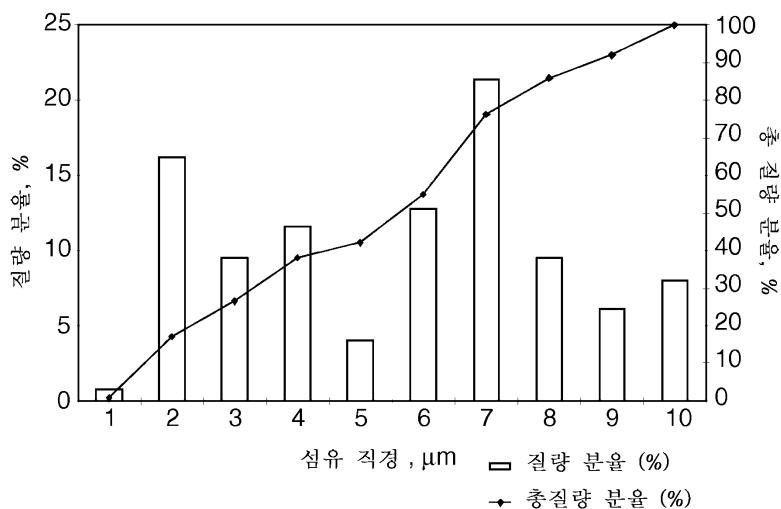
도면10



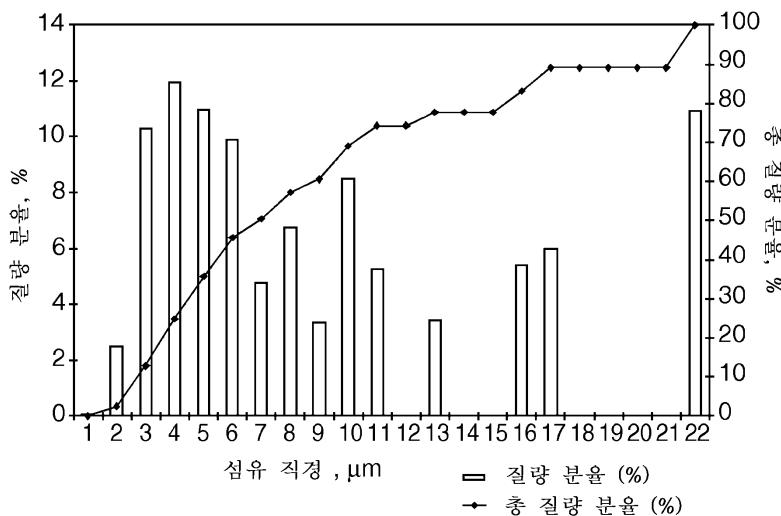
도면11



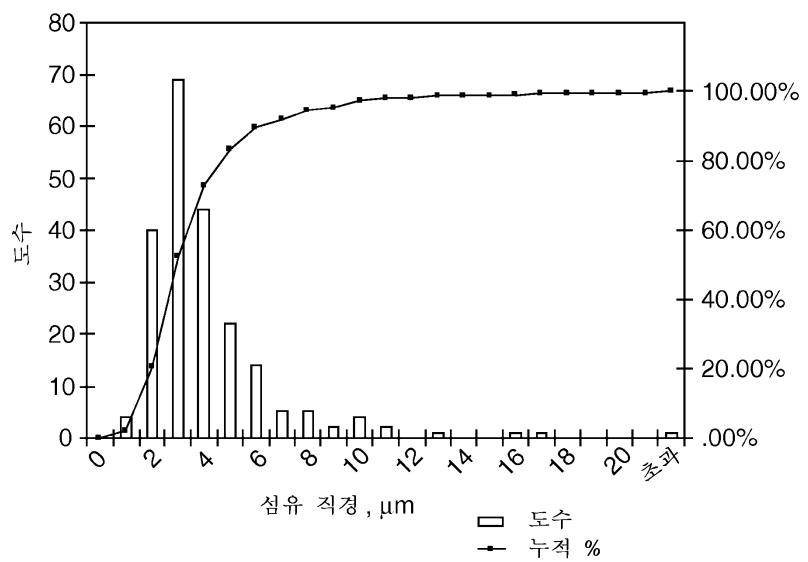
도면12



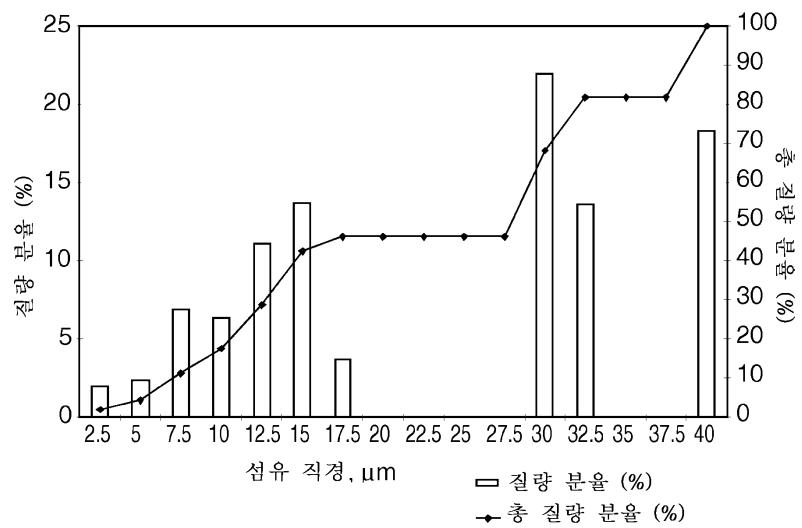
도면13



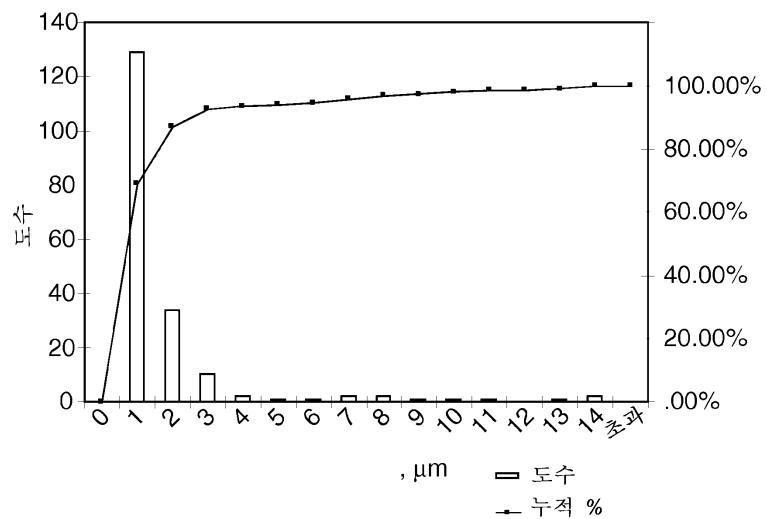
도면14



도면15



도면16



도면17

