



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2012-0076348  
(43) 공개일자 2012년07월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
D01D 4/02 (2006.01) D01D 5/00 (2006.01)  
D04H 1/736 (2012.01) D04H 1/724 (2012.01)  
(21) 출원번호 10-2012-7007955  
(22) 출원일자(국제) 2010년08월30일  
심사청구일자 없음  
(85) 번역문제출일자 2012년03월28일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2010/047141  
(87) 국제공개번호 WO 2011/028661  
국제공개일자 2011년03월10일  
(30) 우선권주장  
61/238,761 2009년09월01일 미국(US)

(71) 출원인  
쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠 센터  
(72) 발명자  
무어 에릭 엠  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터  
베리건 마이클 알  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
김영, 양영준

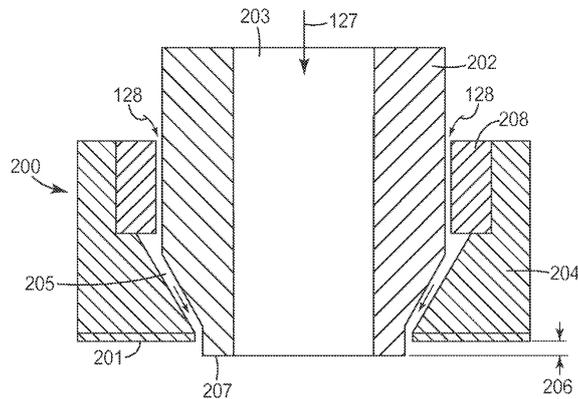
전체 청구항 수 : 총 44 항

(54) 발명의 명칭 **나노섬유 및 나노섬유 웹을 형성하기 위한 장치, 시스템, 및 방법**

**(57) 요약**

중위 직경이 1 마이크로미터 미만인 섬유 집단, 및 그러한 서브-마이크로미터 섬유들의 집단을 포함하는 부직 섬유질 웹을 형성하기 위한 노즐, 다이, 장치, 시스템 및 방법이 개시된다. 노즐은 제1 말단 단부를 갖는 제1 도관, 제1 도관의 둘레에 동축적으로 위치되고 제1 말단 단부에 근접한 제2 말단 단부를 갖는 제2 도관을 포함하고, 제1 도관 및 제2 도관은 제1 도관과 제2 도관 사이에 환형 채널을 형성하며, 또한 제1 말단 단부는 제2 말단 단부를 넘어서 축방향 바깥쪽으로 연장된다. 다이는 적어도 하나의 그러한 노즐을 포함하고, 장치 및 시스템은 적어도 하나의 그러한 다이를 포함한다. 서브-마이크로미터 섬유들의 집단을 포함하는 부직 섬유질 웹을 제조하는 방법, 및 그러한 부직 섬유질 웹을 포함하는 물품이 또한 개시된다.

**대표도 - 도2**



(72) 발명자

**질리그 다니엘 제이**

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

**클린징 윌리엄 피**

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

**코페키 윌리엄 제이**

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

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

제1 말단 단부를 갖는 제1 도관;

제1 도관의 둘레에 동축적으로(coaxially) 위치되고 제1 말단 단부에 근접한 제2 말단 단부를 갖는 제2 도관을 포함하고,

상기 제1 도관 및 상기 제2 도관은 상기 제1 도관과 상기 제2 도관 사이에 환형 채널을 형성하며,

또한 제1 말단 단부는 제2 말단 단부를 넘어서 축방향 바깥쪽으로 연장되는 노즐.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 제1 말단 단부에 근접한 환형 채널의 적어도 일부분은 제1 도관을 향해 지향되는 노즐.

**청구항 3**

제1항에 있어서, 제1 말단 단부는 대체로 원형인 주연부(perimeter)에 의해 형성되는 노즐.

**청구항 4**

제3항에 있어서, 대체로 원형인 주연부는 주연부의 둘레에 톱니형(saw-toothed) 패턴을 생성하는 복수의 치형부를 포함하는 톱니 모양의(serrated) 에지를 포함하는 노즐.

**청구항 5**

제1항에 있어서, 제1 말단 단부는 제2 말단 단부를 넘어서 0.1 mm 이상만큼 축방향 바깥쪽으로 연장되는 노즐.

**청구항 6**

제5항에 있어서, 제1 말단 단부는 제2 말단 단부를 넘어서 5 mm 이하만큼 축방향 바깥쪽으로 연장되는 노즐.

**청구항 7**

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 따른 노즐을 적어도 하나 포함하는 다이.

**청구항 8**

제7항에 있어서, 복수의 상기 노즐을 포함하는 다이.

**청구항 9**

제8항에 있어서, 복수의 상기 노즐은 복수의 열(row)로 배열되어, 노즐들의 임의의 열로부터 방출된 섬유 스트림이 비행 중에 노즐들의 임의의 다른 열로부터 방출된 섬유 스트림과 실질적으로 중첩되지 않게 하는 다이.

**청구항 10**

부직 섬유질 웹(nonwoven fibrous web)를 형성하기 위한 장치로서,

유동성 재료의 공급원;

가압 기체의 공급원;

제7항에 따른 다이 - 여기서, 상기 환형 채널은 상기 유동성 재료의 공급원에 연결되고, 상기 제1 도관은 가압 기체의 공급원에 연결됨 -; 및

다이를 빠져나온 후에 상기 유동성 재료를 수집하기 위한 수집기 - 여기서, 상기 유동성 재료는 수집기 상에 부직 섬유질 웹으로서 실질적으로 고형물인 형태로 수집됨 - 를 포함하는 장치.

**청구항 11**

복수의 서브-마이크로미터 섬유(sub-micrometer fiber)를 형성하기 위한 시스템으로서,

유동성 재료 스트림;

가압 기체 스트림;

제7항에 따른 다이 - 여기서, 상기 환형 채널은 상기 유동성 재료 스트림과 유동 연통하고, 상기 제1 도관은 상기 가압 기체 스트림과 유동 연통함 -; 및

선택적으로, 다이를 빠져나온 후에 상기 유동성 재료를 복수의 부직 섬유로서 수집하기 위한 수집기 - 여기서, 상기 복수의 섬유는 수집기 상에 부직 섬유질 웨브로서 실질적으로 고형물인 형태로 수집됨 - 를 포함하는 시스템.

**청구항 12**

제11항에 있어서, 유동성 재료 스트림은 용융 중합체를 포함하는 시스템.

**청구항 13**

제11항에 있어서, 가압 기체 스트림은 압축 공기를 포함하는 시스템.

**청구항 14**

부직 섬유질 웨브를 제조하는 방법으로서,

유동성 재료의 공급원을 제공하는 단계;

가압 기체 스트림을 제공하는 단계;

제7항에 따른 다이를 제공하는 단계;

상기 환형 채널을 상기 유동성 재료의 공급원과 유동 연통하도록 배치하는 단계;

상기 제1 도관을 상기 가압 기체 스트림과 유동 연통하도록 배치하는 단계; 및

다이를 빠져나온 후에 상기 유동성 재료를 복수의 부직 섬유로서 수집하는 단계 - 여기서, 상기 복수의 섬유는 부직 섬유질 웨브로서 실질적으로 고형물인 형태로 수집됨 - 를 포함하는 방법.

**청구항 15**

제14항에 있어서, 유동성 재료는 용융 중합체를 포함하는 방법.

**청구항 16**

제14항에 있어서, 가압 기체는 압축 공기를 포함하는 방법.

**청구항 17**

제14항에 있어서, 복수의 섬유는 중위 섬유 직경(median fiber diameter)이 약 0.2  $\mu\text{m}$  내지 약 0.9  $\mu\text{m}$ 의 범위인 서브-마이크로미터 섬유들의 집단(population)을 포함하는 방법.

**청구항 18**

제14항에 있어서, 복수의 섬유는 중합체 섬유를 포함하는 방법.

**청구항 19**

제18항에 있어서, 중합체 섬유는 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 폴리에스테르, 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리부틸렌 테레프탈레이트, 폴리아미드, 폴리우레탄, 폴리부텐, 폴리락트산, 폴리비닐 알코올, 폴리페닐렌 설퍼이드, 폴리설폰, 액정 중합체(liquid crystalline polymer), 폴리에틸렌-코-비닐아세테이트, 폴리아크릴로니트릴, 사이클릭 폴리올레핀, 폴리옥시메틸렌, 폴리올레핀계 열가소성 탄성중합체, 또는 이들의 조합을 포함하는 방법.

**청구항 20**

제18항에 있어서, 중합체 섬유는 폴리올레핀 섬유를 포함하는 방법.

**청구항 21**

제18항에 있어서, 수집된 부직 섬유질 웹에 점 결합(point bonding), 스루-에어 본딩(through-air bonding), 접착제 결합, 캘린더링(calendering), 하이드로인탱글링(hydroentangling), 니들 펀칭(needle punching), 또는 이들의 조합으로부터 선택된 적어도 하나의 후속 처리 단계를 가하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

**청구항 22**

부직 섬유질 웹을 제조하는 방법으로서,

- a. 제7항에 따른 다이를 사용해, 중위 섬유 직경이 1 마이크로미터( $\mu\text{m}$ ) 미만인 서브-마이크로미터 섬유들의 집단을 형성하는 단계;
- b. 중위 섬유 직경이 1  $\mu\text{m}$  이상인 마이크로섬유(microfiber)들의 집단을 형성하는 단계; 및
- c. 서브-마이크로미터 섬유들의 집단과 마이크로섬유들의 집단을 부직 섬유질 웹으로 조합하는 단계 - 여기서, 섬유 집단들 중 적어도 하나는 실질적으로 배향된 섬유를 포함하고, 또한 부직 섬유질 웹은 두께를 갖고 10% 미만의 고형물(Solidity)을 나타냄 - 를 포함하는 방법.

**청구항 23**

제22항에 있어서, 서브-마이크로미터 섬유들의 집단은 중위 섬유 직경이 약 0.1  $\mu\text{m}$  내지 약 0.9  $\mu\text{m}$ 의 범위인 방법.

**청구항 24**

제22항에 있어서, 마이크로섬유들의 집단은 중위 섬유 직경이 약 1  $\mu\text{m}$  내지 약 50  $\mu\text{m}$ 의 범위인 방법.

**청구항 25**

제22항에 있어서, 서브-마이크로미터 섬유들의 집단 및 마이크로섬유들의 집단 중 적어도 하나는 중합체 섬유를 포함하는 방법.

**청구항 26**

제25항에 있어서, 중합체 섬유는 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 폴리에스테르, 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리부틸렌 테레프탈레이트, 폴리아미드, 폴리우레탄, 폴리부텐, 폴리락트산, 폴리비닐 알코올, 폴리페닐렌 설페이드, 폴리설폰, 액정 중합체, 폴리에틸렌-코-비닐아세테이트, 폴리아크릴로니트릴, 사이클릭 폴리올레핀, 폴리옥시메틸렌, 폴리올레핀계 열가소성 탄성중합체, 또는 이들의 조합을 포함하는 방법.

**청구항 27**

제25항에 있어서, 중합체 섬유는 폴리올레핀 섬유를 포함하는 방법.

**청구항 28**

제22항에 있어서, 서브-마이크로미터 섬유들의 집단은 마이크로섬유들의 집단을 포함하는 하부층 상에 상부층으로서 형성되는 방법.

**청구항 29**

제22항에 있어서, 서브-마이크로미터 섬유들의 집단 및 마이크로섬유들의 집단이 침착되는 지지 층을 형성하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

**청구항 30**

제29항에 있어서, 지지 층은 부직포 천, 직포 천, 편포 천, 발포체(foam) 층, 필름, 종이 층, 접착제-배킹된

(adhesive-backed) 층, 또는 이들의 조합을 포함하는 방법.

**청구항 31**

제29항에 있어서, 지지 층은 중합체 부직포 천을 포함하는 방법.

**청구항 32**

제29항에 있어서, 지지 층은 결합된 스테이플 섬유(staple fiber)들의 웨브를 포함하고, 여기서 지지 층은 열 결합, 접착제 결합, 분말형 바인더(powdered binder), 하이드로인탱글링, 니들펀칭, 캘린더링, 또는 이들의 조합을 사용해 결합되는 방법.

**청구항 33**

제29항에 있어서, 상부층 반대편의 지지 층에 인접하는 접착제 층을 적용하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

**청구항 34**

제22항에 있어서, 마이크로섬유들의 집단의 일부는 서브-마이크로미터 섬유들의 집단을 포함하는 하부층 상에 상부층을 형성하는 방법.

**청구항 35**

제34항에 있어서, 상부층 반대편의, 하부층에 인접하는 지지 층을 추가로 포함하는 방법.

**청구항 36**

제35항에 있어서, 지지 층은 복수의 마이크로섬유를 포함하는 방법.

**청구항 37**

제35항에 있어서, 지지 층을 구성하는 복수의 마이크로섬유는 상부층을 형성하는 마이크로섬유들의 집단과 조성적으로 동일한 방법.

**청구항 38**

제22항에 있어서, 서브-마이크로미터 섬유들의 집단은 마이크로섬유들의 집단과 조합되어 섬유들의 비균질 혼합물을 형성하는 방법.

**청구항 39**

제38항에 있어서, 마이크로섬유의 개수에 대한 서브-마이크로미터 섬유의 개수의 비(ratio)는 부직 섬유질 웨브의 두께에 걸쳐 변화하는 방법.

**청구항 40**

제39항에 있어서, 마이크로섬유의 개수에 대한 서브-마이크로미터 섬유의 개수의 비는 부직 섬유질 웨브의 두께에 걸쳐 감소되는 방법.

**청구항 41**

제39항에 있어서, 마이크로섬유의 개수에 대한 서브-마이크로미터 섬유의 개수의 비는 부직 섬유질 웨브의 1/2 두께에 의해 한정되는 중심선에 근접한 피크 값(peak value)으로부터 부직 섬유질 웨브의 주 표면(major surface)에서의 더 낮은 값으로 변화하는 방법.

**청구항 42**

제22항에 있어서, 중위 섬유 직경이 1  $\mu\text{m}$  이상인 마이크로섬유들의 집단을 형성하는 단계는 멜트 블로잉(melt blowing), 멜트 스피닝(melt spinning), 필라멘트 압출(filament extrusion), 또는 이들의 조합을 포함하는 방법.

**청구항 43**

제22항에 있어서, 서브-마이크로미터 섬유와 마이크로섬유를 부직 섬유질 웹으로 조합하는 단계는 섬유 스트림들의 혼합, 하이드로인탱글링, 습식 형성(wet forming), 플렉시필라멘트 형성(plexifilament formation), 또는 이들의 조합을 포함하는 방법.

**청구항 44**

기체 여과 물품, 액체 여과 물품, 흡음 물품(sound absorption article), 표면 세정 물품, 세포 증식 지지 물품, 약물 전달 물품, 개인 위생 물품, 및 환부 처치 물품(wound dressing article)으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 제22항의 방법에 따라 제조된 부직 섬유질 웹을 포함하는 물품.

**명세서**

**기술분야**

- [0001] 관련 출원과의 상호 참조
- [0002] 본 출원은 전체 개시 내용이 전체적으로 본 명세서에 참고로 포함되는, 2009년 9월 1일자로 출원된 미국 가특허 출원 제61/238,761호의 이익을 주장한다.
- [0003] 본 발명은 중위 직경(median diameter)이 1 마이크로미터( $\mu\text{m}$ ) 미만인 섬유, 그리고 더 구체적으로는 그러한 서브-마이크로미터 섬유(sub-micrometer fiber)들의 집단(population)을 포함하는 부직 섬유질 웹(nonwoven fibrous web) 및 물품을 형성하기 위한 노즐, 다이, 장치, 시스템 및 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

- [0004] 부직 섬유질 웹은 예를 들어 표면 세정을 위한 흡수성 와이프(wipe)로서, 기체 흡착재 및 액체 흡수재로서, 유체 여과 매체로서, 그리고 방음재 또는 단열체로서 사용하기 위한 흡수성 장벽 재료(barrier material)로서 유용한 흡수성 또는 흡착성 물품을 제조하는 데 사용되고 있다. 고 흡수성을 필요로 하는 일부 응용에서, 큰 표면적의 서브-마이크로미터 섬유(즉, 나노섬유)로 제조된 고 다공성 부직 물품을 사용하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0005] 방사가능한(spinnable) 유체 재료가 고 전계(high electric field) 조건 하에서 섬유로 방사되는 일렉트로스피닝(electrospinning) 기술들을 사용하여 나노섬유를 제조하는 것이 알려져 있다. 그러나, 이들 기술은 문제가 있는데, 그 이유는 방사가능한 유체 재료를 형성하기 위해 가연성 유기 용매가 일반적으로 요구되고, 일부 재료(특히, 일부 중합체)는 방사가능하게 되도록 유기 용매에 충분히 용해되지 않을 수 있으며, 또한 일부 방사가능한 유체는 점성이 강하고 스파킹(sparking)이 발생(즉, 공기 중에 절연 파괴(dielectric breakdown)가 존재함)하기 전에 전계가 공급할 수 있는 것보다 더 큰 힘을 필요로 하기 때문이다. 마찬가지로, 이들 기술은 더 높은 온도가 요구되는 경우에 문제가 있는데, 그 이유는 높은 온도는 구조 부품의 열전도율 및 열팽창을 증가시키고 고 전계의 제어를 복잡하게 하기 때문이다. 이러한 이유 때문에, 일렉트로스피닝은 일반적으로 중합체 용융물을 처리하기에 적합하지 않은 것으로 확인되었다.
- [0006] 멜트-블로잉(melt-blowing) 기술들을 사용해 용융 중합체 스트림으로부터 중합체 섬유를 생성하도록 가압 기체를 사용하는 것이 또한 알려져 있다. 이들 기술에 따르면, 용융 중합체의 스트림이 기체 제트 내로 압출되어, 부직 섬유질 웹을 형성하도록 수집될 수 있는 복수의 섬유를 형성한다. 멜트블로운(meltblown) 부직 섬유질 웹을 형성하기 위한 예시적인 장치 및 공정이 미국 특허 제7,316,552 B2호에 개시되어 있고, 도 1a에 도시되어 있으며, 본 발명의 이해에 도움이 된다.
- [0007] 도 1a를 참조하면, 멜트-블로잉 시스템(100)은 멜트블로잉 공정에 의해 형성될 부직 섬유질 웹(118)의 폭(116)을 가로질러 연장되는 다이(114)에 부착된 압출기(112)에 중합체 재료를 제공하는 호퍼(110)를 포함한다. 기체 입구(120)(및 선택적인 기체 입구(122))는 가압 기체의 스트림(127)을 다이(114)에 제공한다. 용융 중합체의 스트림(128)이 다이(114)를 가로질러 연장되는 복수의 소직경 노즐(148)을 통해 복수의 중합체 섬유(144)로서 슬롯(138)의 밖으로 가압된다. 압출된 중합체 섬유(144)는 벨트와 같은 형성 표면(146) 상에 응집성의, 즉 응집력 있는 섬유질 부직 웹(118)을 형성한다. 섬유질 부직 웹(118)는, 열 및/또는 압력의 적용을 통해(예를 들어, 캘린더링(calendering)에 의해) 웹(118)의 중합체 섬유(144)들을 결합하여 웹(118)의 완전성을 개선시키도록 설계될 수 있는 롤러(147)에 의해 제거될 수 있다. 그 후에, 웹(118)는 종래의 장치에 의해 권취 롤로 운반되고, 패턴-엠보싱되고(pattern-embossed) 등등일 수 있다(도 1a에 도시되지 않음). 미국 특허 제4,663,220호는 전술된 요소들을 사용하는 장치 및 공정을 더 상세하게 개

시하고 있으며, 참고로 본 명세서에 포함된다.

[0008] 섬유들 중 적어도 일부가 평균 직경이 1 마이크로미터 미만인 중합체 섬유들을 포함하는 부직 섬유질 웹을 형성하기 위해 벨트-블로잉 공정에 사용하기 위한 다양한 장치 및 공정이 또한 개시되어 있다(예를 들어, 미국 특허 제4,047,861호, 제4,536,361호, 제4,720,252호, 제4,818,664호, 제5,476,616호, 제5,533,675호, 제6,074,597호, 제6,183,670 B1호, 제6,315,806 B1호, 제7,291,300 B2호, 제7,267,789호, 제7,316,552 B2호; 미국 특허 출원 공개 제2008/0093778호; 및 PCT 국제 공개 WO 2007/001990호 참조). 그러나, 각각의 경우에, 부직 섬유질 웹 내의 중합체 섬유들의 생성된 집단은 일반적으로, 중위 섬유 직경이 일반적으로 약 1,000 나노미터(1  $\mu\text{m}$ ) 이상의 직경 그리고 더 전형적으로는 10  $\mu\text{m}$  초과 직경인 점에서, 다소 큰 중위 직경을 나타낸다.

[0009] 최근, 레네커(Reneker) 등(미국 특허 제6,382,256 B1호, 제6,520,425 B1호, 제6,695,992 B2호, 및 미국 특허 출원 공개 제2009/0039565 A1호)은 나노섬유를 제조하기 위한 다양한 장치, 노즐 및 공정을 개시하고 있다. 도 1b는 미국 특허 제6,382,256 B1호의 도 1로부터 뽑아낸, 다이(114)(도 1a)의 예시적인 노즐(148)의 부분 단면을 도시하고 있다. 도시된 노즐(148)은 2개의 동심(concentric) 원통형 관, 즉 환형 채널(130)을 형성하는 내관(111) 및 외관(120)에 의해 형성된다. 내관(111)은 가압 기체의 스트림(127)을 수용하는 채널(126)을 형성한다. 환형 칼럼(column)(130)은 압출기(112)(도 1a)로부터의 용융 중합체 스트림(128)을 수용한다. 내관(111)은 그의 단부(115)가 외관(120)의 단부(114)로부터 리세스되어(recessed) 기체 제트 공간(106)을 형성하도록 위치된다. 작동시, 용융 중합체 스트림(128)은 환형 칼럼(130)을 통과하고 기체 제트 공간(106)에 진입하며, 가압 기체의 스트림(127)은 내관(111)의 단부(115)를 빠져나온다. 레네커 등은 가압 기체의 스트림(127)이 노즐(148)을 빠져나오기 전에 기체 제트 공간(106) 내에 용융 중합체 스트림(128)과 함께 모여서, 복수의 나노섬유(129)를 형성함을 명백히 교시하고 있다.

### 발명의 내용

[0010] 본 발명은 유체, 예를 들어 용융 중합체로부터 서브-마이크로미터 섬유들의 집단을 제조하는 것에 관한 것이며, 이는 용융 중합체 필름을 형성하고 이어서 고압 송풍 공기를 용융 중합체 필름의 내부에 공급하는 것에 의한다. 이러한 공정은 공기가 용융 중합체와 접촉한 후에 임의의 제한된 기체 제트 팽창 공간에 의지하지 않는다. 종래 기술에 비해 이러한 방법의 이점은 섬유 형성 공정을 잠재적으로 방해할 수 있는 고체 표면이 섬유 형성 공간 내에 존재하지 않는다는 것이다. 이러한 방해의 결여는 용융 중합체의 소구체(globule) 또는 기형 섬유들의 클럼프(clump)가 다이 몸체에 들러붙고 이어서 응집성 덩어리로서 섬유질 웹 제품으로 떨어지는 것을 방지한다. 보통 "샌드(sand)" 또는 "샷(shot)"으로 알려져 있는 그러한 소구체 또는 클럼프는 일반적으로 바람직하지 않은데, 그 이유는 그들이 비-균일하고, 다른 수단을 통해 관리하기가 힘들며, 그들이 착륙하는 곳에서 부직 웹을 손상시키기 때문이다.

[0011] 따라서, 일 태양에서, 본 발명은 서브-마이크로미터 섬유들의 집단을 제조하기 위한 노즐에 관한 것이다. 노즐은 제1 말단 단부를 갖는 제1 도관, 제1 도관의 둘레에 동축적으로(coaxially) 위치되고 제1 말단 단부에 근접한 제2 말단 단부를 갖는 제2 도관을 포함하고, 제1 도관 및 제2 도관은 제1 도관과 제2 도관 사이에 환형 채널을 형성하며, 또한 제1 말단 단부는 제2 말단 단부를 넘어서 축방향 바깥쪽으로 연장된다.

[0012] 일부 예시적인 실시 형태에서, 제1 말단 단부에 근접한 환형 채널의 적어도 일부는 제1 도관을 향해 지향된다. 소정의 예시적인 실시 형태에서, 제1 말단 단부는 대체로 원형인 주연부(perimeter)에 의해 형성된다. 일부 특정의 예시적인 실시 형태에서, 대체로 원형인 주연부는 주연부의 둘레에 톱니형(saw-toothed) 패턴을 생성하는 복수의 치형부를 포함하는 톱니 모양의(serrated) 에지를 포함한다. 추가의 예시적인 실시 형태에서, 제1 말단 단부는 제2 말단 단부를 넘어서 0.1 mm 이상만큼 축방향 바깥쪽으로 연장된다. 추가의 예시적인 실시 형태에서, 제1 말단 단부는 제2 말단 단부를 넘어서 5 mm 이하만큼 축방향 바깥쪽으로 연장된다.

[0013] 다른 태양에서, 본 발명은 전술된 바와 같은 노즐을 적어도 하나 포함하는 다이를 제공한다. 일부 예시적인 실시 형태에서, 다이는 전술된 바와 같은 노즐을 복수 개 포함한다. 소정의 예시적인 실시 형태에서, 복수의 상기 노즐은 복수의 열(row)로 배열되어, 노즐들의 임의의 열로부터 방출된 섬유 스트림이 비행 중에 노즐들의 임의의 다른 열로부터 방출된 섬유 스트림과 실질적으로 중첩되지 않게 한다.

[0014] 또 다른 태양에서, 본 발명은 서브-마이크로미터 섬유들의 집단을 포함하는 부직 섬유질 웹을 형성하기 위한 장치를 제공하며, 장치는 유동성 재료의 공급원, 가압 기체의 공급원, 전술된 바와 같은 노즐을 적어도 하나 포함하는 다이 - 여기서, 환형 채널은 유동성 재료의 공급원에 연결되고, 제1 도관은 가압 기체의 공급원

에 연결됨 -, 및 다이를 빠져나온 후에 유동성 재료를 수집하기 위한 수집기 - 여기서, 유동성 재료는 수집기 상에 부직 섬유질 웨브로서 실질적으로 고형물인 형태로 수집됨 - 를 포함한다.

[0015] 또 다른 태양에서, 본 발명은 복수의 서브-마이크로미터 섬유를 형성하기 위한 시스템을 제공하며, 시스템은 유동성 재료 스트림, 가압 기체 스트림, 전술된 바와 같은 노즐을 적어도 하나 포함하는 다이 - 여기서, 환형 채널은 유동성 재료 스트림에 연결되고, 제1 도관은 가압 기체 스트림에 연결됨 -, 및 선택적으로, 다이를 빠져나온 후에 상기 유동성 재료를 복수의 부직 섬유로서 수집하기 위한 수집기 - 여기서, 상기 복수의 섬유는 수집기 상에 부직 섬유질 웨브로서 실질적으로 고형물인 형태로 수집됨 - 를 포함한다. 소정의 예시적인 실시 형태에서, 유동성 재료 스트림은 용융 중합체를 포함한다. 일부 예시적인 실시 형태에서, 가압 기체 스트림은 압축 공기를 포함한다.

[0016] 추가의 태양에서, 본 발명은 유동성 재료의 공급원을 제공하는 단계, 가압 기체 스트림을 제공하는 단계, 전술된 바와 같은 노즐을 적어도 하나 포함하는 다이를 제공하는 단계, 환형 채널을 유동성 재료의 공급원과 유동 연통하도록 배치하는 단계, 제1 도관을 가압 기체 스트림과 유동 연통하도록 배치하는 단계, 및 다이를 빠져나온 후에 유동성 재료를 복수의 부직 섬유로서 수집하는 단계 - 여기서, 복수의 부직 섬유는 부직 섬유질 웨브로서 실질적으로 고형물인 형태로 수집됨 - 를 포함하는, 부직 섬유질 웨브를 제조하는 방법을 제공한다.

[0017] 추가의 태양에서, 본 발명은

[0018] a. 전술된 바와 같은 노즐을 적어도 하나 갖는 다이를 사용해, 중위 섬유 직경이 1 마이크로미터( $\mu\text{m}$ ) 미만인 서브-마이크로미터 섬유들의 집단을 형성하는 단계;

[0019] b. 중위 섬유 직경이 1  $\mu\text{m}$  이상인 마이크로섬유들의 집단을 형성하는 단계; 및

[0020] c. 서브-마이크로미터 섬유들의 집단과 마이크로섬유들의 집단을 부직 섬유질 웨브로 조합하는 단계 - 여기서, 섬유 집단들 중 적어도 하나는 실질적으로 분자적으로 배향된 섬유를 포함하고, 또한 부직 섬유질 웨브는 두께를 갖고 10% 미만의 고형률(Solidity)을 나타냄 - 를 포함하는, 부직 섬유질 웨브를 제조하는 방법을 제공한다.

[0021] 추가의 태양에서, 본 발명은 전술된 바와 같은 방법에 따라 제조된 서브-마이크로미터 섬유들의 집단을 포함하는 부직 섬유질 웨브로 제조된 물품에 관한 것이다. 예시적인 실시 형태에서, 물품은 기체 여과 물품, 액체 여과 물품, 흡음 물품(sound absorption article), 표면 세정 물품, 세포 증식 지지 물품, 약물 전달 물품, 개인 위생 물품, 및 환부 처치 물품(wound dressing article)으로부터 선택된다.

[0022] 본 발명에 따른 예시적인 실시 형태는 종래 기술에 비해 놀랍고도 예기치 않은 소정의 이점을 가질 수 있다. 예를 들어, 일부 예시적인 실시 형태에서, 본 명세서에 개시된 바와 같은 노즐은 서브-마이크로미터 섬유가 노즐 몸체의 외관 내 대신에 노즐 몸체의 바로 외측의 주위 공기 공간 내에 형성되게 함으로써, 레네커 등에 의해 명백히 교시된 바와 같은 한정된 기체 체트 공간에 대한 필요성을 제거한다. 이러한 구성의 하나의 이점은 새롭게 형성된 섬유가 임의의 다이 표면과 접촉할 가능성을 제한하거나 제거하는 것일 수 있다. 새롭게 형성된 섬유들이 다이와 접촉하는 경우, 이들은 재-용융되어 다이 표면에 들러붙을 수 있다. 재-용융된 이들 섬유는 이어서, 부직 웨브 상으로 떨어져 착륙하는 곳에서 웨브를 손상시킬 수 있는 소구체 또는 클럼프(즉, "샌드" 또는 "숯")를 형성할 수 있다.

[0023] 다른 예시적인 실시 형태에서, 본 발명의 노즐, 다이, 장치, 시스템 및 방법은 마이크로섬유의 양에 대한 서브-마이크로미터 섬유의 비교적 더 높은 비율을 포함하는 부직 섬유질 웨브의 제조를 허용할 수 있다. 본 발명의 다른 예시적인 실시 형태들은 다양한 응용에서의 그들의 사용을 가능하게 하는 구조적 특징을 가질 수 있고, 탁월한 흡수 및/또는 흡착 특성을 가질 수 있으며, 그들의 저 고형률로 인해 유체 여과 매체로서 사용될 때 고 다공성, 고 유체 침투성, 및/또는 저 압력 강하를 나타낼 수 있으며, 비용-효율적이고 효과적인 방식으로 제조될 수 있다.

[0024] 본 발명의 예시적인 실시 형태의 다양한 태양 및 이점을 요약하였다. 상기의 요약은 본 발명의 각각의 도시된 실시 형태 또는 모든 구현예를 기술하고자 하는 것은 아니다. 하기의 도면 및 상세한 설명은 본 명세서에 개시된 원리를 사용하는 소정의 바람직한 실시 형태를 더 구체적으로 예시한다.

**도면의 간단한 설명**

[0025] 본 발명의 예시적인 실시 형태가 첨부 도면을 참조하여 추가로 설명된다.

<도 1a>

도 1a는 종래 기술의 예시적인 펠트-블로잉 장치의 개략도.

<도 1b>

도 1b는 펠트-블로잉 다이에 사용하기 위한 종래 기술의 예시적인 노즐의 부분 측단면도.

<도 2>

도 2는 본 발명에 따른 펠트-블로잉 다이, 공정 및 방법에 사용하기 위한 예시적인 노즐의 부분 단면도.

<도 3>

도 3은 본 발명에 따른 펠트-블로잉 다이, 공정 및 방법에 사용하기 위한 예시적인 노즐의 부분 단면도.

<도 4>

도 4는 본 발명에 따른 서브-마이크로미터 섬유를 포함하는 부직 섬유질 웹을 형성하기 위한 예시적인 장치, 시스템 및 공정의 개략도.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

#### [0026] 용어

[0027] 본 명세서에 사용되는 바와 같이:

[0028] "마이크로섬유"는 집단 중위 직경이 1 마이크로미터 이상인 섬유들의 집단이다.

[0029] "초미세 마이크로섬유(ultrafine microfiber)"는 집단 중위 직경이 2 마이크로미터 이하인 마이크로섬유들의 집단이다.

[0030] "서브-마이크로미터 섬유"("나노섬유"로도 지칭됨)는 집단 중위 직경이 1 마이크로미터 미만인 섬유들의 집단이다.

[0031] 본 명세서에서 특정 종류의 마이크로섬유의 배치(batch), 그룹, 어레이(array) 등, 예를 들어 "서브-마이크로미터 섬유들의 어레이"에 대해 언급할 때, 이는 서브-마이크로미터 치수인 어레이 또는 배치의 그 부분뿐만 아니라, 그 어레이 내의 마이크로섬유들의 완전한 집단, 또는 마이크로섬유들의 단일 배치의 완전한 집단을 의미한다.

[0032] "연속적인 배향된 마이크로섬유"는 본 명세서에서 다이로부터 방출되어 처리 스테이션 - 여기서, 섬유가 인발되고 섬유 내의 분자들 중 적어도 일부가 섬유의 종축과 정렬되도록 배향됨 - 을 통과하는 본질적으로 연속적인 섬유를 말한다(섬유에 대해서 사용될 때 "배향된"은 섬유의 분자들 중 적어도 일부가 섬유의 종축을 따라 정렬됨을 의미한다).

[0033] "펠트-블로잉 섬유"는 본 명세서에서 용융된 섬유-형성 재료를 다이 내의 오리피스 또는 노즐을 통해 기체 상태의 고속 스트림 내로 압출함으로써 제조되는 섬유를 말하며, 여기에서 압출된 재료는 먼저 세장화되고 이어서 섬유들의 집합체로서 고정화된다.

[0034] "개별적으로 제조된 서브-마이크로미터 섬유들"은 서브-마이크로미터 섬유 스트림이 처음에는 (예를 들어, 약 25 mm(1 인치) 이상의 거리만큼) 공간적으로 이격되어 있지만, 비행 중에 병합되어 더 큰 크기의 마이크로섬유들의 스트림으로 분산되도록 위치된 서브-마이크로미터 섬유-형성 장치(예를 들어, 다이)로부터 제조되는 서브-마이크로미터 섬유들의 스트림을 의미한다.

[0035] "자발 결합(autogenous bonding)"은 점-결합(point-bonding) 또는 캘린더링에서와 같은 직접적인 접촉 압력의 적용 없이 오픈 내에서 또는 쓰루-에어 본더(through-air bonder)에 의해 얻어지는 바와 같은, 승온에서의 섬유들 사이의 결합으로 정의된다.

[0036] "분자적으로 동일한(molecularly same)" 중합체는 본질적으로 동일한 반복 분자 단위를 갖지만, 분자량, 제조 방법, 상업적 형태 등에서 상이할 수 있는 중합체를 말한다.

[0037] 웹을 기술함에 있어서 "자립식(self supporting, self sustaining)"은 웹이 단독으로 유지되고, 취급되고 처리될 수 있음을 의미한다.

[0038] "고형률"은 밀도와 웹 침투성 및 다공성의 특징에 반비례하는 부직 웹 특성이며(저 고형률은 고 침투성 및 고 다공성에 대응함), 하기의 방정식에 의해 정의된다:

[0039] 
$$\text{고형률(\%)} = \frac{[3.937 * \text{웹 평량(g/m}^2\text{)}]}{[\text{웹 두께(밀(mil))} * \text{벌크 밀도(g/cm}^3\text{)}]}$$

[0040] "웹 평량(Basis Weight)"은 10 cm × 10 cm 웹 샘플의 중량으로부터 계산된다.

[0041] "웹 두께"는 150 Pa의 인가 압력에서 시험기 각부(foot)가 5 cm × 12.5 cm의 치수를 갖는 두께 시험 게이지를 사용해 10 cm × 10 cm 웹 샘플에 대해서 측정된다.

[0042] "벌크 밀도(Bulk Density)"는 문헌으로부터 취해진, 웹을 구성하는 중합체 또는 중합체 블렌드(blend)의 벌크 밀도이다.

[0043] 이제 본 발명의 다양한 예시적인 실시 형태가 특히 도면을 참조하여 설명될 것이다. 본 발명의 예시적인 실시 형태는 본 발명의 사상 및 범주로부터 벗어남이 없이 다양한 변경 및 변형을 취할 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시 형태는 하기에 설명된 예시적인 실시 형태로 제한되어서는 안되며, 특허청구범위에 기재된 한정 및 그의 임의의 등가물에 의해 제한되어야 함을 이해하여야 한다.

[0044] A. 섬유-형성 노즐 및 다이

[0045] 일 태양에서, 본 발명은 서브-마이크로미터 섬유들의 집단을 제조하기 위한 노즐에 관한 것이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 예시적인 실시 형태에서, 노즐(200)은 내부 채널(203) 및 제1 말단 단부(207)를 갖는 제1 도관(202), 및 제1 도관(202)의 둘레에 동축적으로 위치되고 제1 말단 단부(207)에 근접한 제2 말단 단부(201)를 갖는 제2 도관(204)을 포함하며, 여기서 제1 도관(202) 및 제2 도관(204)은 제1 도관과 제2 도관 사이에 환형 채널(205)을 형성하고, 또한 제1 말단 단부(207)는 제2 말단 단부(201)를 넘어서 축방향 바깥쪽으로 연장된다. 작동시, 환형 채널(205)은 유동성 재료의 공급원(도 2에 도시되지 않음)으로부터 획득된 유동성 재료 스트림(128)에 연결되고, 제1 도관(202)은 가압 기체의 공급원(도 2에 도시되지 않음)으로부터 획득된 가압 기체 스트림(127)에 연결된다.

[0046] 도 2에 도시된 바와 같이, 제2 말단 단부(201)는 제1 말단 단부(207)로부터 거리(206)만큼 리세스되어 있다. 이러한 방식으로, 레네커 등에 의해 정의된 바와 같은 기체 체트 공간은 제2 도관(204) 또는 노즐(200) 내에 형성되지 않는다. 일부 예시적인 실시 형태에서, 선택적인 니트 라이너(nit liner)(208)가 제1 도관(202)과 제2 도관(204)의 적어도 일부분 사이에 위치될 수 있다. 니트 라이너(208)는 원하는 경우 제1 도관(202)을 제2 도관(204) 내에 동축적으로 중심설정하는 부싱 또는 분리 링으로서 작용한다. 니트 라이너(208)는 제2 도관(204)에 대한 제1 도관(202)의 위치의 축방향 조절을 허용하는 축방향 두께를 갖도록 선택될 수 있다. 이러한 방식으로, 제1 말단 단부(207)와 제2 말단 단부(201) 사이의 거리(206)는 자유롭게 조절될 수 있다. 그러나, 그러한 실시 형태에서, 니트 라이너(208) 축방향 두께는 도 2에 도시된 바와 같이 제1 말단 단부(207)가 제2 말단 단부(201)를 넘어서 축방향 바깥쪽으로 연장되도록 선택된다. 이러한 방식으로, 노즐(200)의 몸체 내에 기체 체트 공간이 형성되는 것이 회피된다.

[0047] 따라서, 예시적인 실시 형태에서, 노즐(200)은 서브-마이크로미터 섬유가 노즐 몸체의 외관 내 대신에 노즐 몸체의 바로 외측의 주위 공기 공간 내에 형성되게 함으로써, 레네커 등에 의해 명백히 교시된 바와 같은 한정된 기체 체트 공간에 대한 필요성을 제거한다. 이러한 구성의 하나의 이점은 새롭게 형성된 섬유가 임의의 다이 표면과 접촉할 가능성을 제한하거나 제거하는 것일 수 있다. 새롭게 형성된 섬유들이 다이와 접촉하는 경우, 이들은 재-용융되어 다이 표면에 들러붙을 수 있다. 재-용융된 이들 섬유는 이어서, 부직 웹 상으로 떨어져 착륙하는 곳에서 웹을 손상시킬 수 있는 소구체 또는 클림프(즉, "샌드" 또는 "숫")를 형성할 수 있다.

[0048] 도 2에 의해 도시된 현재 바람직한 예시적인 실시 형태에서, 제1 말단 단부(207)에 근접한 환형 채널(205)의 적어도 일부분은 제1 도관(202)의 중심축을 향해 경사져 있다. 소정의 예시적인 실시 형태(도면에 도시되지 않음)에서, 제1 및 제2 도관들은 대체로 원통형 또는 관형인 형상을 갖는데, 다시 말하면 일부 예시적인 실시 형태에서 제1 및 제2 도관들은 노즐의 축방향에 수직인 방향에서 대체로 원형인 단면을 취한다. 현재 바람직한 소정의 실시 형태(도면에 도시되지 않음)에서, 제1 및 제2 도관들은 노즐의 축방향에 수직인 방향에서 대체로 원형인 단면을 취하고, 제2 도관은 제1 도관의 둘레에 동심으로 위치된다.

[0049] 도 3에 의해 도시된 추가의 예시적인 실시 형태에서, 노즐(300)은 제1 말단 단부(307)를 갖는 제1 도관(302), 및 제1 도관(302)의 둘레에 동축적으로 위치되고 제1 말단 단부(307)에 근접한 제2 말단 단부(201)를 갖는 제

2 도관(304)을 포함하며, 여기서 제1 도관(302) 및 제2 도관(304)은 제1 도관과 제2 도관 사이에 환형 채널(305)을 형성하고, 제1 말단 단부(307)는 제2 말단 단부(301)를 넘어서 축방향 바깥쪽으로 연장되며, 또한 제1 말단 단부는 고른(regular) 것, 예를 들어 도 2에 도시된 바와 같이 대체로 원형이거나, 들쭉날쭉한(irregular) 것, 예를 들어 도 3에 도시된 바와 같은 톱니형 패턴(309)일 수 있는 프로파일링된 팁(profiled tip)을 포함하는 대체로 원형인 주연부에 의해 형성된다. 따라서, 일부 예시적인 실시 형태에서, 대체로 원형인 주연부는 주연부의 둘레에 톱니형 패턴을 생성하는 복수의 치형부를 포함하는 톱니 모양의 에지를 포함한다.

[0050] 도 3에 도시된 바와 같이, 제2 말단 단부(201)는 제1 말단 단부(307)로부터 거리(306)만큼 리세스되어 있다. 이러한 방식으로, 레네커 등에 의해 정의된 바와 같은 기체 제트 공간은 제2 도관(304) 또는 노즐(300) 내에 형성되지 않는다. 일부 예시적인 실시 형태에서, 선택적인 니트 라이너(308)가 제1 도관(302)과 제2 도관(304)의 적어도 일부분 사이에 위치될 수 있다. 니트 라이너(308)는 제2 도관(304)에 대한 제1 도관(302)의 위치의 축방향 조절을 허용하는 축방향 두께를 갖도록 선택될 수 있다. 이러한 방식으로, 제1 말단 단부(307)와 제2 말단 단부(201) 사이의 거리(306)는 자유롭게 조절될 수 있다. 그러나, 그러한 실시 형태에서, 니트 라이너(308) 축방향 두께는 도 2에 도시된 바와 같이 제1 말단 단부(307)가 제2 말단 단부(201)를 넘어서 축방향 바깥쪽으로 연장되도록 선택된다. 이러한 방식으로, 노즐(300)의 몸체 내에 기체 제트 공간이 형성되는 것이 회피된다.

[0051] 도 3에 의해 도시된 현재 바람직한 예시적인 실시 형태에서, 제1 말단 단부(307)에 근접한 환형 채널(305)의 적어도 일부분은 제1 도관(302)을 향해 지향되어 있다. 소정의 예시적인 실시 형태(도면에 도시되지 않음)에서, 제1 및 제2 도관들은 대체로 원통형 또는 관형인 형상을 갖는데, 다시 말하면 일부 예시적인 실시 형태에서 제1 및 제2 도관들은 노즐의 축방향에 수직인 방향에서 대체로 원형인 단면을 취한다. 현재 바람직한 소정의 실시 형태(도면에 도시되지 않음)에서, 제1 및 제2 도관들은 노즐의 축방향에 수직인 방향에서 대체로 원형인 단면을 취하고, 제2 도관은 제1 도관의 둘레에 동심으로 위치된다.

[0052] 전술된 노즐의 일부 예시적인 실시 형태에서, 제1 말단 단부는 제2 말단 단부를 넘어서 축방향 바깥쪽으로 0.1 mm 이상, 0.2 mm 이상, 0.3 mm 이상, 0.4 mm 이상, 0.5 mm 이상, 또는 1 mm 이상만큼 연장된다. 추가의 예시적인 실시 형태에서, 제1 말단 단부는 제2 말단 단부를 넘어서 축방향 바깥쪽으로 5 mm 이하, 4 mm 이하, 3 mm 이하, 2 이하, 또는 1 mm 이하만큼 연장된다.

[0053] 다른 태양에서, 본 발명은 전술된 바와 같은 노즐을 적어도 하나 포함하는 다이를 제공한다. 일부 예시적인 실시 형태에서, 다이는 전술된 바와 같은 노즐을 복수 개 포함한다. 소정의 예시적인 실시 형태에서, 복수의 노즐은 적어도 하나의 열로 배열된다.

[0054] B. 부직 섬유질 웹을 형성하기 위한 장치 및 시스템

[0055] 또 다른 태양에서, 본 발명은 추가의 예시적인 실시 형태에서 부직 섬유질 웹을 형성하기 위한 장치를 제공하며, 장치는 유동성 재료의 공급원, 가압 기체의 공급원, 전술된 바와 같은, 다이 내에 설치된 노즐을 적어도 하나 포함하는 다이 - 여기서, 환형 채널은 유동성 재료의 공급원에 연결되고, 제1 도관은 가압 기체의 공급원에 연결됨 -, 및 다이를 빠져나온 후에 유동성 재료를 수집하기 위한 수집기 - 여기서, 유동성 재료는 수집기 상에 부직 섬유질 웹으로서 실질적으로 고형물인 형태로 수집됨 - 를 포함한다.

[0056] 도 4에 개괄적으로 도시된 바와 같이, 장치는 적어도 하나의 노즐(400)을 포함하는 다이(435), 유동성 재료의 공급원(410), 및 가압 기체의 공급원(412)을 포함한다. 다이(435)의 환형 채널은 유동성 재료의 공급원에 연결되고, 제1 도관은 가압 기체의 공급원(412)에 연결된다. 도 4에 점선으로 도시된 바와 같이, 연속적인 서브-마이크로미터 섬유들의 스트림(402)이 다이(435)의 노즐(400)로부터 방출되고 수집 장치(456)를 향해 지향되며, 수집 장치에서 섬유가 수집되어 부직 섬유질 웹(454)을 형성한다.

[0057] 수집 장치(456)는 롤러(431, 434)들 사이에서 가동되는 무한 벨트(430)로서 도시되어 있지만, 하기에 설명되는 바와 같이 당업계에 알려져 있는 다른 수집 장치가 사용될 수 있다. 수집, 및 서브-마이크로미터 섬유 스트림(402)의 수집에 의해 형성된 수집된 부직 섬유질 웹(454)의 압밀(consolidation)을 돕기 위해, 선택적인 진공 박스(419)가 도 4에 도시된 바와 같이 무한 벨트(430)의 일부분 아래에 위치될 수 있다. 수집된 웹(454)의 선택적인 후처리, 예를 들어 도 4에 롤러(432, 433)들에 의해 도시된 바와 같이 열 및/또는 압력의 적용(예를 들어, 캘린더링)에 의한 수집된 부직 섬유질 웹(454)의 압밀이 또한 수행될 수 있다. 하기에 추가로 설명되는 바와 같이, 다른 후처리 기술이 복수의 서브-마이크로미터 섬유를 포함하는 수집된 부직 섬유질 웹에 적용될 수 있다.

- [0058] 본 발명의 예시적인 실시 형태는 도 4에 도시된 바와 같은 벨트-유형 수집기(456)와 같은 연속적인 스크린-유형 수집기 상에, 스크린으로 덮인 드럼(도시되지 않음) 상에, 또는 당업계에 알려져 있는 대안적인 방법을 사용해 복수의 서브-마이크로미터 섬유를 포함하는 부직 섬유질 웹을 수집함으로써 실시될 수 있다. 하나의 예시적인 대안적인 수집 방법에서, 올슨(Olson) 등의 PCT 국제 공개 WO 2004/046443호에 도시되고 설명된 바와 같이, 마이크로섬유 및 서브-마이크로미터 섬유의 병합된 스트림을 2개의 수집기 사이의 갭 내로 향하게 함으로써 웹이 수집될 수 있으며, 그 결과 C-형상 구성의 섬유를 갖는 웹이 획득될 수 있다.
- [0059] 일부 예시적인 실시 형태에서, 전술된 바와 같은 하나 이상의 추가 노즐(400', 400")들이 장치에 사용되어, 각각의 다이의 환형 채널이 유동성 재료의 공급원(410)에 연결되고 각각의 다이의 제1 도관이 가압 기체의 공급원(412)에 연결되게 할 수 있다. 도 4에 점선으로 도시된 바와 같이, 선택적인 제2 서브-마이크로미터 섬유 스트림(402'), 제3 서브-마이크로미터 섬유 스트림(402"), 또는 서브-마이크로미터 섬유들의 임의의 개수의 추가 스트림이 형성될 수 있다. 바람직하게는, 노즐들은 섬유들이 비행 중에 있는 동안(즉, 복수의 서브-마이크로미터 섬유가 수집기(456) 상에 섬유질 부직 웹(454)로서 수집되기 전에) 서브-마이크로미터 섬유 스트림(예를 들어, 402, 402', 402")들 사이에 중첩이 발생하지 않도록 위치된다.
- [0060] 도 4에 도시된 섬유-형성 장치는 본 발명의 소정 실시 형태를 실시하는 데 사용하기 위한 하나의 예시적인 장치이다. 서브-마이크로미터 섬유-형성 다이(435)는 단독으로 또는 서브-마이크로미터 섬유 및/또는 마이크로섬유를 형성하기 위한 추가의 다이와 조합되어 서브-마이크로미터 섬유를 형성하는 데 사용될 수 있다. 그러한 다이는 당업계에 알려져 있다. 서브-마이크로미터 섬유와 마이크로섬유를 부직 섬유질 웹으로 조합하는 적합한 장치, 다이 및 방법이 PCT 국제 공개 WO2009/085679호에 개시되어 있다.
- [0061] 또 다른 태양에서, 본 발명은 복수의 서브-마이크로미터 섬유를 형성하기 위한 시스템을 제공하며, 시스템은 유동성 재료 스트림, 가압 기체 스트림, 전술된 바와 같은 노즐을 적어도 하나 포함하는 다이 - 여기서, 환형 채널은 유동성 재료 스트림에 연결되고, 제1 관은 가압 기체 스트림에 연결됨 -, 및 다이를 빠져나온 후에 상기 유동성 재료를 복수의 부직 섬유로서 수집하기 위한 수집기 - 여기서, 상기 복수의 섬유는 수집기 상에 부직 섬유질 웹으로서 실질적으로 고정된 형태로 수집됨 - 를 포함한다. 소정의 예시적인 실시 형태에서, 유동성 재료 스트림은 용융 중합체를 포함한다. 일부 예시적인 실시 형태에서, 가압 기체 스트림은 압축 공기를 포함한다.
- [0062] 필라멘트 상에 마무리 재료 또는 다른 재료의 분무, 필라멘트에 정전기 전하의 적용, 워터 미스트(water mist)의 적용 등과 같은, 종래에 섬유-형성 공정에 대한 부가적인 것으로서 사용된 다양한 공정이 필라멘트가 선택적인 세장화기(attenuator)에 진입하거나 이로부터 빠져나올 때 필라멘트와 관련하여 사용될 수 있다. 또한, 결합제, 접착제, 마무리 재료, 및 다른 웹 또는 필름을 포함한 다양한 재료가 수집된 웹에 추가될 수 있다.
- [0063] 서브-마이크로미터 섬유들은 전형적으로 매우 길지만, 그들은 일반적으로 불연속적인 것으로 간주된다. 그들의 긴 길이 - 스테이플 섬유(staple fiber)의 유한한 길이와는 대조적으로 길이-대-직경 비(ratio)가 무한대에 가까움 - 는 그들이 마이크로섬유들의 매트릭스 내에 더 잘 유지되게 한다. 그들은 보통 유기 섬유 및 중합체 섬유이고, 종종 마이크로섬유와 분자적으로 동일한 중합체로 이루어진다. 서브-마이크로미터 섬유 및 마이크로섬유의 스트림들이 병합될 때, 서브-마이크로미터 섬유는 마이크로섬유들 사이에 분산된다. 다소 균일한 혼합물이 특히 x-y 차원에서 획득될 수 있으며, 이때 축방향에서의 분포는 당업계에 알려져 있는 바와 같이 병합되는 스트림들 사이의 거리, 병합되는 스트림들 사이의 각도, 및 병합되는 스트림들의 질량 및 속도의 제어와 같은 특성의 공정 단계에 의해 제어된다(예를 들어, 미국 특허 제6,916,752호 및 제7,695,660호 참조). 병합된 스트림은 수집기까지 계속 이동하고, 그곳에서 웹형 부직 섬유질 웹으로서 수집된다.
- [0064] 본 발명의 부직 복합 섬유질 웹에 포함된 마이크로섬유에 대한 서브-마이크로미터 섬유의 상대량은 웹의 의도된 용도에 따라 달라질 수 있다. 유효량, 즉 원하는 성능을 달성하는 데 유효한 양은 중량에 있어서 클 필요가 없다. 보통, 마이크로섬유는 웹의 섬유의 1 중량% 이상 그리고 100 중량% 이하를 차지한다. 마이크로섬유의 큰 표면적 때문에, 작은 중량이 원하는 성능을 달성할 수 있다. 매우 작은 마이크로섬유를 포함하는 웹의 경우에, 마이크로섬유는 일반적으로 웹의 섬유질 표면적의 5% 이상, 그리고 더 전형적으로는 섬유질 표면적의 10 또는 20% 이상을 차지한다. 본 발명의 예시적인 실시 형태의 특별한 이점은 여과 또는 단열 또는 방음과 같은 필요한 응용에 맞추어 소직경 섬유를 제공하는 능력이다.
- [0065] 마이크로섬유 및 서브-마이크로미터 섬유의 상태에 따라, 수집 동안에 섬유들 사이에서 약간의 결합이 발생할 수 있다. 그러나, 원하는 응집성의 매트릭스를 제공하기 위해 수집된 웹 내의 마이크로섬유들 사이의 추가

의 결합이 보통 필요하며, 이는 웨브를 보다 더 취급가능하게 하고 서브-마이크로미터 섬유를 매트릭스 내에 더 잘 유지할 수 있게 한다(섬유들을 "결합하는 것"은 섬유들을 함께 단단히 접촉시켜서, 웨브가 통상적인 취급을 받을 때 섬유들이 일반적으로 분리되지 않음을 의미한다).

[0066] 점-결합 공정에서 인가되는 열 및 압력을 사용하거나 매끄러운 캘린더 롤에 의하는 종래의 결합 기술이 사용될 수 있지만, 그러한 공정은 섬유의 원하지 않는 변형 또는 웨브의 압축(compaction)을 야기할 수 있다. 마이크로섬유들을 결합하기에 더 바람직한 기술이 미국 특허 출원 공개 제2008/0038976 A1호에 교시되어 있다. 현재 바람직한 이러한 결합 기술을 수행하기 위한 장치 및 방법이 미국 특허 출원 공개 제2008/0038976 A1호의 도면 중 도 1, 도 5 및 도 6에 도시되어 있다.

[0067] 간략하게 요약하면, 본 발명에 적용될 때, 이러한 바람직한 기술은 마이크로섬유 및 서브-마이크로미터 섬유의 수집된 웨브에, a) 마이크로섬유들을 충분히 연화시키기에 충분한 온도까지 가열된 기체 상태의 스트림을 웨브를 통해 강력하게 통과시켜, 마이크로섬유들이 섬유 교차점들에서(예를 들어, 응집성 또는 결합된 매트릭스를 형성하기에 충분한 교차점들에서) 함께 결합되게 하는 단계 - 가열된 스트림은 섬유들을 완전히 용융시키기에는 짧은 별개의 시간 동안 적용됨 -, 및 b) 즉시 가열된 스트림보다 50°C 이상 낮은 온도의 기체 상태의 스트림을 웨브를 통해 강력하게 통과시켜 섬유들을 급랭시키는 단계를 포함하는 제어식 가열 및 급랭 작업을 가하는 것을 포함한다(전술된 미국 특허 출원 공개 제2008/0038976 A1호에 정의된 바와 같이, "강력하게"는 통상적인 실내 압력에 부가하여 소정의 힘이 기체 상태의 스트림에 인가되어 웨브를 통해 스트림을 추진시키는 것을 의미하고, "즉시"는 동일 작업의 일부로서 의미하는데, 즉 다음의 처리 단계 전에 웨브가 롤로 권취될 때 발생하는 것과 같은 보관이 개재될 시간이 없음을 의미한다). 간략한 용어로서 이러한 기술은 급랭식 유도 가열 기술로서 설명되고, 이 장치는 급랭식 유도 히터로서 설명된다.

[0068] 서브-마이크로미터 섬유들은 결합 작업 동안에 실질적으로 용융되거나 그들의 섬유 구조를 상실하는 것이 아니라, 그들의 원래의 섬유 치수를 갖는 별개의 마이크로섬유들로서 남아 있음을 확인하였다. 임의의 특정 이론에 의해 구애되고자 함이 없이, 출원인은 서브-마이크로미터 섬유가 마이크로섬유보다 더 낮은 상이한 결정 형태를 갖는 것으로 믿고 있으며, 우리는 결합 작업 동안에 웨브에 인가된 제한된 열이 서브-마이크로미터 섬유의 용융이 발생하기 전에 서브-마이크로미터 섬유 내에서의 결정 성장을 발달시키는 동안 소진된다고 이론상 상정하고 있다. 이러한 이론이 옳든지 그렇지 않든지 간에, 서브-마이크로미터 섬유의 실질적인 용융 또는 뒤틀림 없이 마이크로섬유의 결합이 정말로 발생하고, 완성된 웨브의 특성에 유익할 수 있다.

[0069] 전술된 미국 특허 출원 공개 제2008/0038976 A1호에 상세하게 교시되어 있는 설명된 방법의 변형은 마이크로 섬유 내의 두 가지 상이한 종류의 분자상들, 즉 사슬-연장된 또는 변형-유도된 결정질 도메인의 상대적으로 많은 존재 때문에 미결정(crystallite)-특징의 분자상으로 불리는 하나의 종류, 및 더 낮은 결정 배열(crystalline order)(즉, 사슬-연장되지 않음)의 도메인 및 비결정질인 도메인의 상대적으로 많은 존재 때문에 비결정질-특징의 상으로 불리는 제2 종류의 존재를 이용하지만, 후자는 결정성에 대해 불충분한 정도의 약간의 배열 또는 배향을 가질 수 있다. 명확한 경계를 가질 필요가 없고 서로 혼합되어 존재할 수 있는 이들 두 가지 상이한 종류의 상은 상이한 용융 및/또는 연화 특성을 포함한 상이한 종류의 특성을 갖는데, 제1 상은 제2 상이 용융되거나 연화되는 온도(예를 들어, 더 낮은-배열의 결정질 도메인의 용융점에 의해 변경된 바와 같은 비결정질 도메인의 유리 전이 온도)보다 높은 온도(예를 들어, 사슬-연장된 결정질 도메인의 용융점)에서 용융되는 사슬-연장된 결정질 도메인의 더 많은 존재에 의해 특성화된다.

[0070] 설명된 방법의 기술된 변형에서, 미결정-특징의 상이 비용융된 상태로 유지되는 동안 섬유의 비결정질-특징의 상이 용융되거나 연화되기에 충분한 온도에서 그리고 시간 동안 가열이 행해진다. 일반적으로, 가열된 기체 상태의 스트림은 섬유의 중합체 재료의 용융 개시 온도보다 높은 온도에 있다. 가열에 이어서, 웨브는 위에서 논의된 바와 같이 신속하게 급랭된다.

[0071] 그러한 온도에서의 수집된 웨브의 처리는 마이크로섬유가 형태학적으로 정련되게 하는 것으로 확인되었으며, 이는 하기와 같이 이해된다(일반적으로 약간의 이론적인 고려를 수반하는 우리의 "이해"에 대한 본 명세서에서의 기술에 의해 구애되는 것을 바라지 않는다). 비결정질-특징의 상에 관해서는, 바람직하지 않은 (연화-방해) 결정 성장에 민감한 상의 분자 물질의 양은 처리 전만큼 많지 않다. 비결정질-특징의 상은 열 결합 작업 동안에 종래의 미처리 섬유 내에서의 결정성의 바람직하지 않은 증가로 이어졌을, 분자 구조의 일종의 제거(cleansing) 또는 감소를 겪은 것으로 이해된다. 본 발명의 소정의 예시적인 실시 형태의 처리된 섬유는 일종의 "반복성 연화"가 가능할 수 있으며, 이는 섬유, 및 특히 섬유의 비결정질-특징의 상이, 섬유가 섬유 전체의 용융을 야기하는 것보다 더 낮은 온도 영역 내에서 상승 온도 및 하강 온도의 사이클에 노출됨에

따라, 연화 및 재고형화의 반복 사이클을 어느 정도 겪을 것이라는 것을 의미한다.

[0072] 실질적인 측면에서, 반복성 연화는 (이미 가열 및 급랭 처리의 결과로서 유용한 결합을 일반적으로 나타내는) 처리된 웹가 가열되어 섬유에 추가의 자발 결합을 일으킬 수 있을 때 나타난다. 연화 및 재고형화의 순환은 무한하게 계속되지 않을 수 있지만, 섬유가 예를 들어 본 발명의 소정의 예시적인 실시 형태에 따른 열처리 동안에 열에 대한 노출에 의해 초기에 결합되고, 나중에 다시 가열되어 재연화 및 추가의 결합, 또는 원하는 경우 캘린더링 또는 재성형과 같은 다른 작업을 야기할 수 있으면 일반적으로 충분하다. 예를 들어, 웹는 섬유의 개선된 결합 능력을 이용하여 매끄러운 표면으로 캘린더링되거나, 비평면 형상을 가정하면 예를 들어 안면 마스크로 성형될 수 있다(그러나, 그러한 경우에 결합은 자발 결합으로 제한되지 않는다).

[0073] 비결정질-특성 또는 결합 상은 웹-결합, 캘린더링, 성형 또는 다른 유사한 작업 동안에 설명된 연화 역할을 하는 한편, 섬유의 미결정-특징의 상은 또한 중요한 역할, 즉 섬유의 기본 섬유 구조를 보강하는 역할을 할 수 있다. 미결정-특징의 상은 일반적으로 그의 용융점이 비결정질-특징의 상의 용융점/연화점보다 높기 때문에 결합 또는 유사한 작업 동안에 비용융된 상태로 유지될 수 있고, 따라서 섬유 전체에 걸쳐 연장되어 섬유 구조 및 섬유 치수를 지지하는 온전한 매트릭스로서 유지된다.

[0074] 따라서, 자발 결합 작업 중에 웹를 가열하는 것은 섬유들이 섬유 교차점들에서 약간의 유동 및 합체를 겪음으로써 함께 접합되게 할 수 있지만, 기본적인 별개의 섬유 구조는 교차점들 및 결합부들 사이의 섬유들의 길이에 걸쳐 실질적으로 유지되고, 바람직하게는 섬유들의 단면은 이 작업 동안에 형성된 교차점들 및 결합부들 사이의 섬유들의 길이에 걸쳐 변화되지 않고 유지된다. 유사하게, 웹의 캘린더링은 섬유들이 캘린더링 작업의 압력 및 열에 의해 재구성되게 할 수 있지만(이에 의해 섬유들이 캘린더링 동안에 그들에 가압된 형상을 영구적으로 유지하게 하고, 웹를 두께에 있어서 더 균일하게 함), 섬유들은 일반적으로 원하는 웹다공성, 여과, 및 절연 특성을 결과적으로 보유하는 별개의 섬유들로서 유지된다.

[0075] 본 발명의 소정의 예시적인 실시 형태의 이점은 마이크로섬유 웹 내에 유지된 서브-마이크로미터 섬유가, 모두가 서브-마이크로미터 섬유인 층으로 존재하는 경우보다 압축에 대항하여 더 잘 보호될 수 있는 것일 수 있다. 마이크로섬유는 일반적으로 서브-마이크로미터 섬유보다 더 크고, 더 강성이며 더 강하고, 마이크로섬유의 재료와 상이한 재료로 제조될 수 있다. 서브-마이크로미터 섬유와 압력을 인가하는 물체 사이의 마이크로섬유의 존재는 서브-마이크로미터 섬유에 대한 압착력의 인가를 제한할 수 있다. 특히, 매우 약할 수 있는 서브-마이크로미터 섬유의 경우에, 본 발명의 소정의 예시적인 실시 형태에 의해 제공될 수 있는 압축 또는 압착에 대한 증가된 저항은 중요한 이점을 제공한다. 본 발명에 따른 웹가 예를 들어 대형 저장 롤로 권취됨으로써 또는 부차적인 처리 중에 압력을 받을 때에도, 본 발명의 웹는, 그렇지 않으면 필터의 경우 증가된 압력 강하 및 열등한 로딩 성능으로 이어질 수 있는, 웹의 압축에 대한 양호한 저항을 제공할 수 있다. 마이크로섬유의 존재는 또한 웹 강도, 강성 및 취급 특성과 같은 다른 특성을 부가할 수 있다.

[0076] 섬유의 직경은 필요한 여과, 흡음, 및 다른 특성을 제공하도록 맞춤화될 수 있다. 예를 들어, 마이크로섬유가 중위 직경이 5 내지 50 마이크로미터( $\mu\text{m}$ )이고 서브-마이크로미터 섬유가 중위 직경이 0.1  $\mu\text{m}$  내지 1  $\mu\text{m}$  미만, 예를 들어 0.9  $\mu\text{m}$ 인 것이 바람직할 수 있다. 바람직하게는 마이크로섬유는 중위 직경이 5  $\mu\text{m}$  내지 50  $\mu\text{m}$ 인 반면, 서브-마이크로미터 섬유는 바람직하게는 중위 직경이 0.5  $\mu\text{m}$  내지 1  $\mu\text{m}$  미만, 예를 들어 0.9  $\mu\text{m}$ 이다.

[0077] 전술된 바와 같이, 본 발명의 소정의 예시적인 실시 형태는 매우 작은 마이크로섬유, 예를 들어 중위 직경이 1  $\mu\text{m}$  내지 약 2  $\mu\text{m}$ 인 초미세 마이크로섬유와 서브-마이크로미터 섬유를 조합하는 데 특히 유용할 수 있다. 또한, 위에서 논의된 바와 같이, 예를 들어 웹의 두께에 걸친 마이크로섬유에 대한 서브-마이크로미터 섬유의 상대적 비율에 있어서 웹를 통한 구배를 형성하는 것이 바람직할 수 있으며, 이는 서브-마이크로미터 섬유 스트림의 질량 유량 또는 공기 속도와 같은 공정 조건, 또는 마이크로섬유 스트림으로부터의 다이의 거리 및 서브-마이크로미터 섬유 스트림의 각도를 포함한 마이크로섬유 스트림 및 서브-마이크로미터 섬유 스트림의 교차점의 기하학적 형상을 변화시킴으로써 성취될 수 있다. 본 발명에 따른 부직 섬유질 웹의 하나의 예지 또는 표면 부근에서의 서브-마이크로미터 섬유의 더 높은 밀집(concentration)은 기체 및/또는 액체 여과 응용에 특히 유리할 수 있다.

[0078] 본 발명의 다양한 실시 형태에 따른 마이크로섬유 또는 서브-마이크로미터 섬유를 제조할 때, 섬유들의 혼합물을 포함하는 웹를 제조하기 위해 여러 섬유-형성 재료가 멜트스피닝(meltspinning) 압출 헤드 또는 멜트블로잉 다이의 여러 오리피스를 통해 압출될 수 있다. 부직 섬유질 웹를 전기적으로 대전시켜 그의 여과 능력을 향상시키기 위한 다양한 절차가 또한 이용가능하며, 예를 들어 안가드지반드(Angadjivand)의 미국 특

허 제5,496,507호를 참조한다.

- [0079] 일부 예시적인 실시 형태에서, 서브-마이크로미터 섬유들 자체로부터 제조된 웨브는 바람직하지 않게 부서지기 쉽고 약할 수 있다. 그러나, 소정의 예시적인 실시 형태에서, 서브-마이크로미터 섬유들의 집단을 마이크로섬유들의 집단과 혼합하여 응집성의 결합되고 배향된 복합 섬유질 구조를 생성함으로써, 자립식의 강한 웨브 또는 시트 재료가 선택적인 지지 층을 갖거나 갖지 않고서 획득될 수 있다.
- [0080] 부직 섬유질 웨브를 제조하는 상기의 방법에 부가하여, 하기의 공정 단계들 중 하나 이상이 형성되자마자 웨브에 대해 수행될 수 있다:
- [0081] (1) 부직 섬유질 웨브를 추가의 처리 작업을 향해 공정 경로를 따라 전진시키는 단계;
- [0082] (2) 하나 이상의 추가 층을 서브-마이크로미터 섬유 구성요소, 마이크로섬유 구성요소, 및/또는 선택적인 지지 층의 외측 표면과 접촉되게 하는 단계;
- [0083] (3) 부직 섬유질 웨브를 캘린더링하는 단계;
- [0084] (4) 표면 처리제 또는 다른 조성물(예를 들어, 난연성 조성물, 접착제 조성물, 또는 인쇄 층)로 부직 섬유질 웨브를 코팅하는 단계;
- [0085] (5) 부직 섬유질 웨브를 판지 또는 플라스틱 판에 부착시키는 단계;
- [0086] (6) 부직 섬유질 웨브를 물의 형태로 권취하는 단계;
- [0087] (7) 부직 섬유질 웨브를 슬리팅(slitting)하여 2개 이상의 슬리팅된 롤 및/또는 복수의 슬리팅된 시트를 형성하는 단계;
- [0088] (8) 부직 섬유질 웨브를 주형 내에 배치하고 부직 섬유질 웨브를 새로운 형상으로 성형하는 단계;
- [0089] (9) 존재할 때 노출된 선택적인 감압 접착제 층 위에 이형 라이너를 적용하는 단계; 및
- [0090] (10) 접착제, 또는 클립, 브래킷, 볼트/나사, 못, 및 스트랩을 포함하지만 이로 제한되지 않는 임의의 다른 부착 장치를 통해 부직 섬유질 웨브를 다른 기체에 부착시키는 단계.

[0091] C. 부직 섬유질 웨브를 제조하는 방법

- [0092] 본 발명은 또한 부직 섬유질 웨브를 제조하는 방법에 관한 것이다. 따라서, 다른 태양에서, 본 발명은
- [0093] a. 전술된 바와 같은 노즐을 적어도 하나 갖는 다이를 사용해, 중위 섬유 직경이 1 마이크로미터( $\mu\text{m}$ ) 미만인 서브-마이크로미터 섬유들의 집단을 형성하는 단계;
- [0094] b. 중위 섬유 직경이 1  $\mu\text{m}$  이상인 마이크로섬유들의 집단을 형성하는 단계; 및
- [0095] c. 서브-마이크로미터 섬유들의 집단과 마이크로섬유들의 집단을 부직 섬유질 웨브로 조합하는 단계 - 여기서, 섬유 집단들 중 적어도 하나는 실질적으로 배향된 섬유를 포함하고, 또한 부직 섬유질 웨브는 두께를 갖고 10% 미만의 고흥률을 나타냄 - 를 포함하는, 부직 섬유질 웨브를 제조하는 방법을 제공한다.

[0096] 일부 예시적인 실시 형태에서, 서브-마이크로미터 섬유들의 집단과 마이크로섬유들의 집단을 부직 섬유질 웨브로 조합하는 단계는 바람직하게는 서브-마이크로미터 섬유들 및 마이크로섬유들이 수집기 상에 수집될 때 일어난다.

[0097] 1. 서브-마이크로미터 섬유(나노섬유)의 형성

[0098] 서브-마이크로미터 섬유들의 집단을 형성하고 서브-마이크로미터 섬유들의 집단을 본 발명의 실시 형태에 따른 부직 섬유질 웨브로서 침착시키기 위해 사용되는 공정이 도 1a에 도시되어 있고 미국 특허 제7,316,552 B2 호에 개시되어 있는 것과 같은 매트-블로잉 공정으로서 개괄적으로 설명된다. 그러나, 본 발명의 공정, 장치 및 방법은 섬유를 형성하는 데 사용되는 다이 및 노즐 구성의 특징에 의해 종래의 매트 블로잉 공정과 구별된다. 본 방법은 유동성 재료의 공급원을 제공하는 단계, 가압 기체 스트림을 제공하는 단계, 본 명세서에 개시된 바와 같은 연장된 노즐(예를 들어, 도 2 및 도 3 참조)을 적어도 하나 포함하는 다이를 제공하는 단계, 환형 채널을 유동성 재료의 공급원과 유동 연통하도록 배치하는 단계, 제1 관을 가압 기체 스트림과 유동 연통하도록 배치하는 단계, 및 다이를 빠져나온 후에 유동성 재료를 복수의 부직 섬유로서 수집하는 단계 - 여기서, 복수의 부직 섬유는 부직 섬유질 웨브로서 실질적으로 고흥물인 형태로 수집됨 - 를 포함한다.

[0099] 2. 선택적인 마이크로섬유의 형성

[0100] 멜트 블로잉, 멜트 스피닝, 필라멘트 압출, 플렉시필라멘트 형성(plexifilament formation), 스펠본딩(spunbonding), 습식 스피닝(wet spinning), 건식 스피닝(dry spinning), 또는 이들의 조합을 포함하지만 이로 제한되지 않는 다수의 공정이 마이크로섬유들의 집단을 제조하고 침착시키는 데 사용될 수 있다. 마이크로섬유를 형성하기에 적합한 공정이 미국 특허 제6,315,806호(토로빈(Torobin)), 제6,114,017호(파브리칸테(Fabbricante) 등), 제6,382,526 B1호(레네커 등), 및 제6,861,025 B2호(에릭슨(Erickson) 등)에 기재되어 있다. 대안적으로, 마이크로섬유들의 집단이 형성되거나 스테이플 섬유로 변환되고, 예를 들어 미국 특허 제 4,118,531호(하우저(Hauser))에 기재되어 있는 바와 같은 공정을 사용해 서브-마이크로미터 섬유들의 집단과 조합될 수 있다. 소정의 예시적인 실시 형태에서, 마이크로섬유들의 집단은 결합된 마이크로섬유들의 웹을 포함하며, 여기서 결합은 하기에 설명되는 바와 같이 열 결합, 접착제 결합, 분말형 바인더(powdered binder), 하이드로인탱글링(hydroentangling), 니들펀칭(needlepunching), 캘린더링, 또는 이들의 조합을 사용해 성취된다.

[0101] 배향된 섬유를 제조할 수 있는 공정은 배향된 필름 필라멘트 형성, 멜트-스피닝, 플렉시필라멘트 형성, 스펠본딩, 습식 스피닝, 및 건식 스피닝을 포함한다. 배향된 섬유를 제조하기에 적합한 공정이 또한 당업계에 알려져 있다(예를 들어, 문헌[Ziabicki, Andrzej, Fundamentals of Fibre Formation: The Science of Fibre Spinning and Drawing, Wiley, London, 1976] 참조). 배향은 초기의 섬유 형성 동안에 섬유 내에 부여될 필요는 없고, 가장 통상적으로 인발 또는 신장 공정을 사용해 섬유 형성 후에 부여될 수 있다.

[0102] 일부 예시적인 실시 형태에서, 부직 섬유질 웹은 서브-마이크로미터 부직 섬유에 지지 구조물을 제공하는 더 굵은 마이크로섬유와 혼합된 서브-마이크로미터 섬유로 형성될 수 있다. 지지 구조물은 미세한 서브-마이크로미터 섬유를 바람직한 저 고형률 형태로 유지하도록 탄성 및 강도를 제공할 수 있다. 지지 구조물은 다수의 상이한 구성요소로부터 단독으로 또는 협력하여 제조될 수 있다. 지지 구성요소의 예는 예를 들어 마이크로섬유, 불연속적인 배향된 섬유, 천연 섬유, 발포형 다공성 다공질 재료, 및 연속적인 또는 불연속적인 비배향된 섬유를 포함한다.

[0103] 하나의 예시적인 실시 형태에서, 마이크로섬유 스트림이 형성되고, 서브-마이크로미터 섬유 스트림이 별개로 형성되어 마이크로섬유 스트림에 부가되어 부직 섬유질 웹을 형성한다. 다른 예시적인 실시 형태에서, 서브-마이크로미터 섬유 스트림이 형성되고, 마이크로섬유 스트림이 별개로 형성되어 서브-마이크로미터 섬유 스트림에 부가되어 부직 섬유질 웹을 형성한다. 이들 예시적인 실시 형태에서, 서브-마이크로미터 섬유 스트림과 마이크로섬유 스트림 중 하나 또는 둘 모두는 배향된다. 추가의 실시 형태에서, 배향된 서브-마이크로미터 섬유 스트림이 형성되고, 불연속적인 마이크로섬유가 예를 들어 미국 특허 제4,118,531호(하우저)에 기재되어 있는 바와 같은 공정을 사용해 서브-마이크로미터 섬유 스트림에 부가된다.

[0104] 일부 예시적인 실시 형태에서, 부직 섬유질 웹을 제조하는 방법은 섬유 스트림들의 혼합, 하이드로인탱글링, 습식 형성(wet forming), 플렉시필라멘트 형성, 니들 펀칭, 또는 이들의 조합에 의해 서브-마이크로미터 섬유 집단과 마이크로섬유 집단을 부직 섬유질 웹으로 조합하는 단계를 포함한다. 서브-마이크로미터 섬유 집단과 마이크로섬유 집단을 조합할 때, 하나의 유형 또는 둘 모두의 유형의 섬유의 다수의 스트림이 사용될 수 있으며, 스트림들은 임의의 순서로 조합될 수 있다. 이러한 방식으로, 다양한 원하는 밀집 구배(concentration gradient) 및/또는 층상 구조(layered structure)를 나타내는 부직 복합 섬유질 웹이 형성될 수 있다.

[0105] 예를 들어, 소정의 예시적인 실시 형태에서, 서브-마이크로미터 섬유들의 집단은 마이크로섬유들의 집단과 조합되어 섬유들의 비균질 혼합물을 형성할 수 있다. 다른 예시적인 실시 형태에서, 서브-마이크로미터 섬유들의 집단은 마이크로섬유들의 집단을 포함하는 하부층 상에 상부층으로서 형성될 수 있다. 소정의 다른 예시적인 실시 형태에서, 마이크로섬유들의 집단은 서브-마이크로미터 섬유들의 집단을 포함하는 하부층 상에 상부층으로서 형성될 수 있다.

[0106] 다른 예시적인 실시 형태에서, 복합 부직 섬유질 물품은, 지지 층 또는 기재 상에 서브-마이크로미터 섬유들의 집단을 형성하도록, 마이크로섬유를 선택적으로 포함하는 지지 층 상에 서브-마이크로미터 섬유들의 집단을 침착시킴으로써 형성될 수 있다. 본 방법은 중합체 마이크로섬유를 선택적으로 포함하는 지지 층이 중위 섬유 직경이 1 마이크로미터( $\mu\text{m}$ ) 미만인 서브-마이크로미터 섬유들의 섬유 스트림을 통과하는 단계를 포함할 수 있다. 섬유 스트림을 통과하는 동안, 서브-마이크로미터 섬유들은 지지 층에 일시적으로 또는 영구적으로 결합되도록 지지 층 상에 침착될 수 있다. 섬유들이 지지 층 상에 침착될 때, 섬유들은 선택적으로 서로 결

합될 수 있으며, 지지 층 상에 있는 동안 추가로 경화될 수 있다.

- [0107] 현재 바람직한 소정의 실시 형태에서, 서브-마이크로미터 섬유 집단은 마이크로섬유 집단의 적어도 일부를 포함하는 선택적인 지지 층과 조합된다. 현재 바람직한 다른 실시 형태에서, 서브-마이크로미터 섬유 집단은 선택적인 지지 층과 조합되고, 그 후에 마이크로섬유 집단의 적어도 일부와 조합된다.
- [0108] D. 부직 섬유질 웹 구성요소
- [0109] 일 태양에서, 본 발명은 중위 직경이 1 마이크로미터( $\mu\text{m}$ ) 미만인 서브-마이크로미터 섬유들의 집단, 및 선택적으로 중위 직경이 1  $\mu\text{m}$  이상인 마이크로섬유들의 집단을 포함하는 부직 섬유질 웹에 관한 것이다. 소정 실시 형태에서, 섬유 집단들 중 적어도 하나는 배향될 수 있으며, 복합 섬유질 웹은 두께를 갖고 10% 미만의 고품률을 나타낸다.
- [0110] 배향된 섬유는 섬유 내에 분자 배향이 존재하는 섬유이다. 완전히 배향된 중합체 섬유 및 부분적으로 배향된 중합체 섬유가 알려져 있으며 구매가능하다. 섬유의 배향은 복굴절, 열수축, X-선 산란, 및 탄성 계수를 포함한 다수의 방법으로 측정될 수 있다(예를 들어, 문헌[Principles of Polymer Processing, Zehev Tadmor and Costas Gogos, John Wiley and Sons, New York, 1979, pp. 77-84] 참조). 분자 배향은 결정성과 별개의 것임에 유의하는 것이 중요한데, 그 이유는 결정질 재료와 비결정질 재료 둘 모두가 결정화에 무관하게 분자 배향을 나타낼 수 있기 때문이다. 따라서, 멜트-블로잉 또는 일렉트로스피닝에 의해 제조된 상업적으로 알려져 있는 서브-마이크로미터 섬유가 배향되어 있지 않을지라도, 이들 공정을 사용해 제조된 섬유에 분자 배향을 부여하는 공지의 방법들이 존재한다. 그러나, 토로빈(예를 들어, 미국 특허 제4,536,361호 참조)에 의해 설명된 공정은 분자적으로 배향된 섬유를 생성하는 것으로 보이지 않는다.
- [0111] 또한, 단일-층 부직 섬유질 웹 내의 마이크로섬유의 개수에 대한 서브-마이크로미터 섬유의 개수의 비를 제어함으로써 고품률을 10% 미만으로 제어하는 것, 또는 지지 층을 사용하여 저 고품률 다층 부직 섬유질 웹을 제공하는 것이 지금까지 알려져 있지 않았다.
- [0112] 일부 예시적인 실시 형태에서, 중위 직경이 1 마이크로미터( $\mu\text{m}$ ) 미만인 서브-마이크로미터 섬유들의 집단만을 포함하는 부직 섬유질 웹이 형성될 수 있다. 다른 예시적인 실시 형태에서, 부직 섬유질 웹은 중위 직경이 1  $\mu\text{m}$  이상인 마이크로섬유들의 집단을 추가로 포함한다. 섬유 집단들 중 적어도 하나는 배향될 수 있으며, 부직 섬유질 웹은 10% 미만의 고품률을 나타낼 수 있다.
- [0113] 부직 섬유질 웹이 서브-마이크로미터 섬유들의 집단 및 마이크로섬유들의 집단을 포함한 섬유들의 둘 이상의 별개의 집단을 포함하는 실시 형태의 경우, 서브-마이크로미터 섬유들의 집단은 단일-층 부직 섬유질 웹의 (웹 두께의 약 1/2의 위치에 한정되는) 웹의 중심선에 근접해 더 밀집될 수 있다. 다시 말하면, 마이크로섬유의 개수에 대한 서브-마이크로미터 섬유의 개수의 비는 부직 섬유질 웹의 두께에 걸쳐 변화할 수 있다. 서브-마이크로미터 섬유의 더 높은 개수 밀집(number concentration)으로부터 서브-마이크로미터 섬유의 더 낮은 개수 밀집으로의 밀집 구매가 부직 섬유질 웹에 걸쳐 또는 그 내에 존재할 수 있다. 소정의 예시적인 실시 형태에서, 부직 섬유질 웹은 다층 구성을 포함할 수 있다. 층들 중 하나는 지지 층일 수 있다.
- [0114] 다른 예시적인 실시 형태에서, 서브-마이크로미터 섬유들의 집단은 마이크로섬유들의 집단과 혼합되어 섬유들의 비균질 혼합물을 형성할 수 있다. 서브-마이크로미터 섬유들의 집단은 부직 섬유질 웹의 하나 또는 둘 모두의 주 표면(major surface)에 근접해 더 밀집될 수 있다. 마이크로섬유의 더 높은 개수 밀집으로부터 마이크로섬유의 더 낮은 개수 밀집으로의 밀집 구매가 부직 섬유질 웹에 걸쳐 또는 그 내에 존재할 수 있다.
- [0115] 본 발명에 따른 부직 섬유질 웹의 전술된 예시적인 실시 형태들 중 임의의 것의 경우, 단일-층 부직 섬유질 웹은 웹의 특성의 최종 용도에 따라 달라질 수 있는 평량을 나타낼 것이다. 전형적으로, 단일-층 부직 섬유질 웹은 평량이 약 1000 그램/제곱미터(gram per square meter, gsm) 미만이다. 일부 실시 형태에서, 단일-층 부직 섬유질 웹은 평량이 약 1.0 gsm 내지 약 500 gsm이다. 다른 실시 형태에서, 단일-층 부직 섬유질 웹은 평량이 약 10 gsm 내지 약 300 gsm이다.
- [0116] 평량에서와 같이, 단일-층 부직 섬유질 웹은 웹의 특성의 최종 용도에 따라 달라질 수 있는 두께를 나타낼 것이다. 전형적으로, 단일-층 부직 섬유질 웹은 두께가 약 300 밀리미터(mm) 미만이다. 일부 실시 형태에서, 단일-층 부직 섬유질 웹은 두께가 약 0.5 mm 내지 약 150 mm이다. 다른 실시 형태에서, 단일-층 부직 섬유질 웹은 두께가 약 1.0 mm 내지 약 50 mm이다.

- [0117] 본 발명에 따른 예시적인 부직 섬유질 웹의 다양한 구성요소가 이제 설명될 것이다.
- [0118] 1. 서브-마이크로미터 섬유 구성요소
- [0119] 본 발명의 부직 섬유질 웹은 하나 이상의 미세한 서브-마이크로미터 섬유 구성요소를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 바람직한 미세한 서브-마이크로미터 섬유 구성요소는 중위 섬유 직경이 1 마이크로미터( $\mu\text{m}$ ) 미만인 섬유를 포함하는 서브-마이크로미터 섬유 구성요소이다. 일부 예시적인 실시 형태에서, 서브-마이크로미터 섬유 구성요소는 중위 섬유 직경이 약 0.2  $\mu\text{m}$  내지 약 0.9  $\mu\text{m}$ 의 범위인 섬유를 포함한다. 다른 예시적인 실시 형태에서, 서브-마이크로미터 섬유 구성요소는 중위 섬유 직경이 약 0.5  $\mu\text{m}$  내지 약 0.7  $\mu\text{m}$ 의 범위인 섬유를 포함한다.
- [0120] 본 발명에서, 주어진 서브-마이크로미터 섬유 구성요소 내의 섬유들의 "중위 섬유 직경"은 예를 들어 주사 전자 현미경을 사용함으로써 섬유 구조의 하나 이상의 이미지를 생성하고, 하나 이상의 이미지 내의 명료하게 보이는 섬유들의 섬유 직경을 측정하여 섬유 직경들의 총 개수인  $x$ 를 얻고,  $x$ 개의 섬유 직경들의 중위 섬유 직경을 계산함으로써 결정된다. 전형적으로,  $x$ 는 약 50 초과이고, 바람직하게는 약 50 내지 약 200의 범위이다.
- [0121] 일부 예시적인 실시 형태에서, 서브-마이크로미터 섬유 구성요소는 하나 이상의 중합체 재료를 포함할 수 있다. 적합한 중합체 재료는 폴리에틸렌, 예를 들어 폴리프로필렌 및 폴리에틸렌; 폴리에스테르, 예를 들어 폴리에틸렌 테레프탈레이트 및 폴리부틸렌 테레프탈레이트; 폴리아미드 (나일론-6 및 나일론-6,6); 폴리우레탄; 폴리부텐; 폴리락트산; 폴리비닐 알코올; 폴리페닐렌 설페이드; 폴리설폰; 액정 중합체(liquid crystalline polymer); 폴리에틸렌-코-비닐아세테이트; 폴리아크릴로니트릴; 사이클릭 폴리에틸렌; 폴리옥시메틸렌; 폴리에틸렌계 열가소성 탄성중합체; 또는 이들의 조합을 포함하지만 이로 제한되지 않는다.
- [0122] 서브-마이크로미터 섬유 구성요소는 전술된 중합체들 또는 공중합체들 중 임의의 하나를 포함하는 단일성분 섬유를 포함할 수 있다. 이러한 예시적인 실시 형태에서, 단일성분 섬유는 하기에 설명되는 바와 같은 첨가제를 포함할 수 있지만, 전술된 중합체 재료들로부터 선택된 단일의 섬유-형성 재료를 포함한다. 또한, 이러한 예시적인 실시 형태에서, 단일성분 섬유는 전형적으로 최대 25 중량%의 하나 이상의 첨가제와 함께 75 중량% 이상의, 전술된 중합체 재료들 중 임의의 하나를 포함한다. 바람직하게는, 단일성분 섬유는 80 중량% 이상, 더 바람직하게는 85 중량% 이상, 90 중량% 이상, 95 중량% 이상, 그리고 100 중량%만큼 많은, 전술된 중합체 재료들 중 임의의 하나를 포함하며, 여기서 모든 중량은 섬유의 총 중량을 기준으로 한다.
- [0123] 서브-마이크로미터 섬유 구성요소는 또한 (1) 전술된 중합체 재료들 중 둘 이상, 및 (2) 하기에 설명되는 바와 같은 하나 이상의 첨가제로 형성된 다성분 섬유를 포함할 수 있다. 본 명세서에 사용된 바와 같이, 용어 "다성분 섬유"는 둘 이상의 중합체 재료로 형성된 섬유를 지칭하는 데 사용된다. 적합한 다성분 섬유 구성은 시스-코어(sheath-core) 구성, 나란한(side-by-side) 구성, 및 "해도형(islands-in-the-sea)" 구성(예를 들어, 일본 오카야마 소재의 쿠라레이 컴퍼니, 엘티디.(Kuraray Company, Ltd.)에 의해 제조된 섬유)을 포함하지만 이로 제한되지 않는다.
- [0124] 다성분 섬유로 형성된 서브-마이크로미터 섬유 구성요소의 경우, 바람직하게는 다성분 섬유는 섬유의 총 중량을 기준으로 (1) 약 75 내지 약 99 중량%의, 전술된 중합체들 중 둘 이상, 및 (2) 약 25 내지 약 1 중량%의 하나 이상의 추가의 섬유-형성 재료를 포함한다.
- [0125] 2. 선택적인 마이크로섬유 구성요소
- [0126] 본 발명의 부직 섬유질 웹은 마이크로섬유 구성요소와 같은 하나 이상의 굵은 섬유 구성요소를 선택적으로 포함한다. 일부 실시 형태에서, 바람직한 굵은 섬유 구성요소는 중위 섬유 직경이 1  $\mu\text{m}$  이상인 섬유를 포함하는 마이크로섬유 구성요소이다. 일부 예시적인 실시 형태에서, 마이크로섬유 구성요소는 중위 섬유 직경이 약 2  $\mu\text{m}$  내지 약 100  $\mu\text{m}$ 의 범위인 섬유를 포함한다. 다른 예시적인 실시 형태에서, 마이크로섬유 구성요소는 중위 섬유 직경이 약 5  $\mu\text{m}$  내지 약 50  $\mu\text{m}$ 의 범위인 섬유를 포함한다.
- [0127] 본 발명에서, 주어진 마이크로섬유 구성요소 내의 섬유들의 "중위 섬유 직경"은 예를 들어 주사 전자 현미경을 사용함으로써 섬유 구조의 하나 이상의 이미지를 생성하고, 하나 이상의 이미지 내의 명료하게 보이는 섬유들의 섬유 직경을 측정하여 섬유 직경들의 총 개수인  $x$ 를 얻고,  $x$ 개의 섬유 직경들의 중위 섬유 직경을 계산함으로써 결정된다. 전형적으로,  $x$ 는 약 50 초과이고, 바람직하게는 약 50 내지 약 200의 범위이다.
- [0128] 일부 예시적인 실시 형태에서, 마이크로섬유 구성요소는 하나 이상의 중합체 재료를 포함할 수 있다. 일반적

으로, 임의의 섬유-형성 중합체 재료가 마이크로섬유를 제조하는 데 사용될 수 있지만, 통상적으로 그리고 바람직하게는 섬유-형성 재료는 반-결정질이다. 섬유 형성에 통상적으로 사용되는 중합체, 예를 들어 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 나일론, 및 우레탄이 특히 유용하다. 웨브는 또한 폴리스티렌과 같은 비결정질 중합체로 제조되고 있다. 본 명세서에 열거된 특정 중합체들은 단지 예일 뿐이며, 매우 다양한 다른 중합체 재료 또는 섬유 형성 재료가 유용하다.

[0129] 적합한 중합체 재료는 폴리올레핀, 예를 들어 폴리프로필렌 및 폴리에틸렌; 폴리에스테르, 예를 들어 폴리에틸렌 테레프탈레이트 및 폴리부틸렌 테레프탈레이트; 폴리아미드 (나일론-6 및 나일론-6,6); 폴리우레탄; 폴리부텐; 폴리락트산; 폴리비닐 알코올; 폴리페닐렌 설파이드; 폴리설폰; 액정 중합체; 폴리에틸렌-코-비닐아세테이트; 폴리아크릴로니트릴; 사이클릭 폴리올레핀; 폴리옥시메틸렌; 폴리올레핀계 열가소성 탄성중합체; 또는 이들의 조합을 포함하지만 이로 제한되지 않는다.

[0130] 다양한 천연 섬유-형성 재료가 또한 본 발명의 예시적인 실시 형태에 따른 부직 마이크로섬유로 제조될 수 있다. 바람직한 천연 재료는 (예를 들어, 탄소 섬유를 제조하기 위한) 역청(bitumen) 또는 피치(pitch)를 포함할 수 있다. 섬유-형성 재료는 용융된 형태일 수 있거나 적합한 용매에 담지될 수 있다. 반응성 단량체들이 또한 채용될 수 있으며, 이들이 다이로 이동하거나 다이를 통과할 때 서로 반응할 수 있다. 부직 웨브는 단일 층의 섬유들의 혼합물(예를 들어, 공통의 다이 팁을 공유하는 2개의 근접 이격된 다이 공동(cavity)을 사용해 제조됨), 복수의 층(예를 들어, 스택(stack)으로 배열된 복수의 다이 공동을 사용해 제조됨), 또는 다성분 섬유들의 하나 이상의 층(예를 들어, 크루거(Krueger) 등의 미국 특허 제6,057,256에 기재되어 있는 것)을 포함할 수 있다.

[0131] 섬유는 또한 안료 또는 염료와 같은 소정의 첨가제가 그 안에 블렌딩된 재료들을 포함한 재료들의 블렌드로 형성될 수 있다. 코어-시스 2성분 섬유 또는 나란한 2성분 섬유와 같은 2성분 마이크로섬유가 2성분 서브-마이크로미터 섬유가 제조될 수 있는 것처럼 제조될 수 있다(본 명세서에서 "2성분"은 각각의 성분이 섬유의 단면적의 일부분을 점유하고 섬유의 실질적인 길이에 걸쳐 연장되는, 둘 이상의 성분을 갖는 섬유를 포함함). 그러나, 본 발명의 예시적인 실시 형태는 단일성분 섬유들(여기서 섬유들은 그들의 단면에 걸쳐 본질적으로 동일한 조성을 갖지만, "단일성분"은 실질적으로 균일한 조성의 연속 상이 섬유의 단면에 걸쳐 그리고 섬유의 길이에 걸쳐 연장되는 블렌드 또는 첨가제-함유 재료를 포함함)을 갖는 경우 특히 유용하고 유익할 수 있다. 다른 이점들 중에서, 단일-성분 섬유를 사용할 수 있음은 제조의 복잡성을 감소시키고 웨브의 용도에 제한을 덜 가한다.

[0132] 전술된 섬유-형성 재료에 부가하여, 다양한 첨가제가 섬유 용융물에 첨가되고 압출되어 첨가제를 섬유 내로 포함시킬 수 있다. 전형적으로, 첨가제의 양은 섬유의 총 중량을 기준으로 약 25 중량% 미만, 바람직하게는 최대 약 5.0 중량%이다. 적합한 첨가제는 미립자, 충전제, 안정제, 가소제, 점착성 부여제(tackifier), 유동 조절제, 경화 속도 지연제, 점착 촉진제(예를 들어, 실란 및 티타네이트), 보조제, 충격 개질제(impact modifier), 팽창성 미소구체, 열전도성 입자, 전기전도성 입자, 실리카, 유리, 점토, 활석, 안료, 착색제, 유리 비드 또는 버블, 산화방지제, 광학적 광택제(optical brightener), 향균제, 계면활성제, 난연제, 및 불소계 화학물질(fluorochemical)을 포함하지만 이로 제한되지 않는다.

[0133] 전술된 첨가제들 중 하나 이상이 생성되는 섬유 및 층의 중량 및/또는 비용을 감소시키거나, 점도를 조절하거나, 섬유의 열적 특성을 변경하거나, 전기적 특성, 광학적 특성, 밀도-관련 특성, 액체 장벽(liquid barrier) 특성 또는 점착 점성(adhesive tack) 관련 특성을 포함한 첨가제의 물리적 특성 활성화로부터 유래되는 소정 범위의 물리적 특성을 부여하는 데 사용될 수 있다.

[0134] 3. 선택적인 지지 층

[0135] 본 발명의 부직 섬유질 웨브는 공계류 중인 PCT 국제 공개 WO 09/085769호의 도 1d에 도시된 예시적인 다층 복합 부직 섬유질 물품의 지지 층과 같은 지지 층을 추가로 포함할 수 있다. 존재할 때, 지지 층은 복합 부직 섬유질 물품의 강도의 대부분을 제공할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 전술된 서브-마이크로미터 섬유 구성요소는 매우 낮은 강도를 갖는 경향이 있고, 통상적인 취급 동안에 손상될 수 있다. 지지 층에 대한 서브-마이크로미터 섬유 구성요소의 부작은 서브-마이크로미터 섬유 구성요소에 강도를 부여하는 동시에, 저 고품질 및 그에 따른 서브-마이크로미터 섬유 구성요소의 원하는 특성을 유지한다. 다층 부직 섬유질 웨브 구조는 또한 롤 형태로의 웨브의 권취, 롤로부터의 웨브의 제거, 성형, 주름 형성(pleating), 접음, 스테이플링(stapling), 직조 등을 포함할 수 있지만 이로 제한되지 않는 추가의 처리를 위한 충분한 강도를 제공할 수 있다.

- [0136] 다양한 지지 층이 본 발명에 사용될 수 있다. 적합한 지지 층은 부직포 천, 직포 천, 편포 천, 발포체 층, 필름, 종이 층, 접착제-배킹된(adhesive-backed) 층, 포일, 메시, 탄성 천(즉, 탄성 특성을 갖는 전술된 직포 천, 편포 천 또는 부직포 천 중 임의의 것), 개구형성된 웹, 접착제-배킹된 층, 또는 이들의 임의의 조합을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다. 하나의 예시적인 실시 형태에서, 지지 층은 중합체 부직포 천을 포함한다. 적합한 부직포 중합체 천은 스펀본디드 천(spunbonded fabric), 멜트블로운 천, 스테이플 길이 섬유(즉, 섬유 길이가 약 100 mm 미만인 섬유)들의 카딩된 웹(carded web), 니들-편칭된 천, 스플릿 필름 웹(split film web), 하이드로인탱글링된 웹, 에어레이드 스테이플 섬유 웹(airlaid staple fiber web), 또는 이들의 조합을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다. 소정의 예시적인 실시 형태에서, 지지 층은 결합된 스테이플 섬유들의 웹을 포함한다. 하기에 추가로 설명되는 바와 같이, 결합은 예를 들어 열 결합, 접착제 결합, 분말형 바인더 결합, 하이드로인탱글링, 니들편칭, 캘린더링, 또는 이들의 조합을 사용해 수행될 수 있다.
- [0137] 지지 층은 복합 부직 섬유질 물품의 특성의 최종 용도에 따라 소정의 평량 및 두께를 가질 수 있다. 본 발명의 일부 실시 형태에서, 복합 부직 섬유질 물품의 전체 평량 및/또는 두께가 최소 수준으로 유지되는 것이 바람직하다. 다른 실시 형태에서, 전체 최소 평량 및/또는 두께가 주어진 응용에 필요할 수 있다. 전형적으로, 지지 층은 평량이 약 150 그램/제곱미터(gsm) 미만이다. 일부 실시 형태에서, 지지 층은 평량이 약 5.0 gsm 내지 약 100 gsm이다. 다른 실시 형태에서, 지지 층은 평량이 약 10 gsm 내지 약 75 gsm이다.
- [0138] 평량에서와 같이, 지지 층은 복합 부직 섬유질 물품의 특성의 최종 용도에 따라 달라질 수 있는 두께를 가질 수 있다. 전형적으로, 지지 층은 두께가 약 150 밀리미터(mm) 미만이다. 일부 실시 형태에서, 지지 층은 두께가 약 0.05 mm 내지 약 35 mm, 더 바람직하게는 1.0 mm 내지 약 35 mm이다. 다른 실시 형태에서, 지지 층은 두께가 약 1.0 mm 내지 약 25 mm, 더 바람직하게는 약 2.0 내지 약 25 mm이다.
- [0139] 소정의 예시적인 실시 형태에서, 지지 층은 마이크로섬유 구성요소, 예를 들어 복수의 마이크로섬유를 포함할 수 있다. 그러한 실시 형태에서, 마이크로섬유 지지 층 상에 직접 전술된 서브-마이크로미터 섬유 집단을 침착시켜 다층 부직 섬유질 웹을 형성하는 것이 바람직할 수 있다. 선택적으로, 전술된 마이크로섬유 집단은 마이크로섬유 지지 층 상에 서브-마이크로미터 섬유 집단과 함께 또는 그 위에 침착될 수 있다. 소정의 예시적인 실시 형태에서, 지지 층을 구성하는 복수의 마이크로섬유는 상부층을 형성하는 마이크로섬유들의 집단과 조성적으로 동일하다.
- [0140] 서브-마이크로미터 섬유 구성요소는 주어진 지지 층에 영구적으로 또는 일시적으로 결합될 수 있다. 본 발명의 일부 실시 형태에서, 서브-마이크로미터 섬유 구성요소는 지지 층에 영구적으로 결합된다(즉, 서브-마이크로미터 섬유 구성요소는 영구적으로 결합될 의도로 지지 층에 부착된다).
- [0141] 본 발명의 일부 실시 형태에서, 전술된 서브-마이크로미터 섬유 구성요소는 이형 라이너와 같은 지지 층에 일시적으로 결합될 수 있다(즉, 지지 층으로부터 제거가능함). 그러한 실시 형태에서, 서브-마이크로미터 섬유 구성요소는 일시적인 지지 층 상에 원하는 시간 길이 동안 지지되고, 선택적으로 일시적인 지지 층 상에서 추가로 처리되며, 그 후에 제2 지지 층에 영구적으로 결합될 수 있다.
- [0142] 본 발명의 하나의 예시적인 실시 형태에서, 지지 층은 폴리프로필렌 섬유들을 포함하는 스펀본디드 천을 포함한다. 본 발명의 추가의 예시적인 실시 형태에서, 지지 층은 스테이플 길이 섬유들의 카딩된 웹을 포함하며, 여기서 스테이플 길이 섬유들은 (i) 저-용융점 또는 바인더 섬유, 및 (ii) 고-용융점 또는 구조 섬유를 포함한다. 전형적으로, 바인더 섬유는 구조 섬유의 용융점보다 10°C 이상 낮은 용융점을 갖지만, 바인더 섬유와 구조 섬유의 용융점 사이의 차이는 10°C보다 클 수 있다. 적합한 바인더 섬유는 전술된 중합체 섬유들 중 임의의 것을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다. 적합한 구조 섬유는 전술된 중합체 섬유들 중 임의의 것 뿐만 아니라, 세라믹 섬유, 유리 섬유, 및 금속 섬유와 같은 무기 섬유, 및 셀룰로오스 섬유와 같은 유기 섬유를 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.
- [0143] 현재 바람직한 소정 실시 형태에서, 지지 층은 스테이플 길이 섬유들의 카딩된 웹을 포함하며, 여기서 스테이플 길이 섬유들은 PET 단일성분, 및 PET/coPET 2성분 스테이플 섬유들의 블렌드를 포함한다. 현재 바람직한 하나의 예시적인 실시 형태에서, 지지 층은 스테이플 길이 섬유들의 카딩된 웹을 포함하며, 여기서 스테이플 길이 섬유들은 (i) 약 20 중량%의 2성분 바인더 섬유(인비스타, 인크.(Invista, Inc.)(미국 캔자스주 위치타)로부터 구매가능한 인비스타(Invista) T254 섬유)(12d × 1.5"), 및 (ii) 약 80 중량%의 구조 섬유(인비스타 T293 PET 섬유)(32d × 3")를 포함한다.
- [0144] 전술된 바와 같이, 지지 층은 서로 조합된 하나 이상의 층을 포함할 수 있다. 하나의 예시적인 실시 형태에서, 지지 층은 부직포 천 또는 필름과 같은 제1 층, 및 서브-마이크로미터 섬유 구성요소 반대편의 제1 층 상

의 접착제 층을 포함한다. 이러한 실시 형태에서, 접착제 층은 제1 층의 외측 표면의 일부분 또는 전부를 덮을 수 있다. 접착제는 감압 접착제, 열 활성화형 접착제 등을 포함한 임의의 공지된 접착제를 포함할 수 있다. 접착제 층이 감압 접착제를 포함할 때, 복합 부직 섬유질 물품은 감압 접착제의 일시적인 보호를 제공하기 위해 이형 라이너를 추가로 포함할 수 있다.

[0145] 4. 선택적인 추가 층

[0146] 본 발명의 부직 섬유질 웹은 서브-마이크로미터 섬유 구성요소, 지지 층, 또는 이들 둘 모두와 조합된 추가의 층을 포함할 수 있다. 하나 이상의 추가 층이 서브-마이크로미터 섬유 구성요소의 외측 표면 위에 또는 그 아래에, 지지 층의 외측 표면 아래에, 또는 이들 둘 모두에 존재할 수 있다.

[0147] 적합한 추가 층은 색상-함유 층(예를 들어, 인쇄 층), 전술된 지지 층들 중 임의의 것, 상이한 평균 섬유 직경 및/또는 물리적 조성을 갖는 하나 이상의 추가 서브-마이크로미터 섬유 구성요소, 추가의 절연 성능을 위한 하나 이상의 제2의 미세한 서브-마이크로미터 섬유 층(예를 들어, 멜트-블로운 웹 또는 유리섬유 천), 발포체, 입자들의 층, 포일 층, 필름, 장식용 천 층, 막(즉, 제어된 침투성을 갖는 필름, 예를 들어 투석 막, 역삼투 막 등), 망상체(netting), 메시, 와이어링(wiring) 및 튜빙(tubing) 네트워크(즉, 전기를 전달하기 위한 와이어 또는 다양한 유체를 전달하기 위한 튜브/파이프들의 군의 층, 예를 들어 가열용 블랭킷(blanket)을 위한 와이어링 네트워크, 및 냉각용 블랭킷을 통한 냉각제 유동을 위한 튜빙 네트워크), 또는 이들의 조합을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0148] 5. 선택적인 부착 장치

[0149] 소정의 예시적인 실시 형태에서, 본 발명의 부직 섬유질 웹은 복합 부직 섬유질 물품이 기재에 부착되는 것을 가능하게 하는 하나 이상의 부착 장치를 추가로 포함할 수 있다. 위에서 논의된 바와 같이, 접착제가 복합 부직 섬유질 물품을 부착시키는 데 사용될 수 있다. 접착제에 부가하여, 다른 부착 장치가 사용될 수 있다. 적합한 부착 장치는 임의의 기계식 패스너(fastener), 예를 들어 나사, 못, 클립, 스테이플, 스티칭, 스레드(thread), 후크 및 루프 재료 등을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0150] 하나 이상의 부착 장치가 복합 부직 섬유질 물품을 다양한 기재에 부착시키는 데 사용될 수 있다. 예시적인 기재는 차량 구성요소, 차량의 내부(즉, 승객실, 엔진실, 트렁크 등), 건물의 벽(즉, 내벽 표면 또는 외벽 표면), 건물의 천정(즉, 내부 천정 표면 또는 외부 천정 표면), 건물의 벽 또는 천정을 형성하기 위한 건축재(예를 들어, 천정 타일, 목재 구성요소, 석고 보드 등), 실내 격벽, 금속 시트, 유리 기재, 문, 창문, 기계 장치 구성요소, 기구 구성요소(appliance component)(즉, 내부 기구 표면 또는 외부 기구 표면), 파이프 또는 호스의 표면, 컴퓨터 또는 전자 구성요소, 녹음 또는 재생 장치, 기구용 하우징 또는 케이스, 컴퓨터 등을 포함하지만, 이로 제한되지 않는다.

[0151] E. 부직 섬유질 웹을 사용하는 방법

[0152] 본 발명은 예를 들어 표면 세정을 위한 흡수성 와이프로서, 기체 및 액체 흡수재 또는 여과 매체로서, 그리고 흡음용 장벽 재료로서 유용한 흡수성 물품에 유익할 수 있는 부직 섬유질 웹에 관한 것이다. 부직 섬유질 웹들의 예시적인 실시 형태는 다양한 응용에서의 그들의 사용을 가능하게 하는 구조적 특징을 갖고/갖거나, 탁월한 흡수 특성을 가지며/가지거나, 그들의 저 고형률로 인해 고 다공성 및 침투성을 나타내고/나타내거나, 비용-효율적인 방식으로 제조될 수 있다. 탄성 또는 붕괴(예를 들어, 압착) 저항은 본 발명의 예시적인 바람직한 실시 형태의 바람직한 특징이다.

[0153] 따라서, 소정 실시 형태에서, 본 발명은 또한 다양한 흡수 응용에서 본 발명의 부직 섬유질 웹을 사용하는 방법에 관한 것이다. 추가의 태양에서, 본 발명은 중위 직경이 1 마이크로미터( $\mu\text{m}$ ) 미만인 서브-마이크로미터 섬유들의 집단, 및 중위 직경이 1  $\mu\text{m}$  이상인 마이크로섬유들의 집단을 포함하는 부직 섬유질 웹을 포함하는 물품에 관한 것이며, 여기서 섬유 집단들 중 적어도 하나는 배향되고, 부직 섬유질 웹은 두께를 갖고 10% 미만의 고형률을 나타낸다. 예시적인 실시 형태에서, 물품은 기체 여과 물품, 액체 여과 물품, 흡음 물품, 표면 세정 물품, 세포 증식 지지 물품, 약물 전달 물품, 개인 위생 물품, 또는 환부 처치 물품으로서 사용될 수 있다.

[0154] 예를 들어, 본 발명의 저 고형률 서브-마이크로미터 부직 섬유질 웹은 더 낮은 고형률로부터 유래하는 감소된 압력 강하로 인해 기체 여과 응용에서 유익할 수 있다. 서브-마이크로미터 섬유 웹의 고형률을 감소시키는 것은 일반적으로 그의 압력 강하를 감소시킬 것이다. 본 발명의 저 고형률 서브-마이크로미터 부직 섬유질 웹의 미립자 로딩시 더 낮은 압력 강하 증가가 또한 야기될 수 있다. 입자-로딩된 서브-마이크로미터

섬유를 형성하기 위한 현재의 기술은, 부분적으로 미세한 서브-마이크로미터 섬유 웹의 더 높은 고품질로 인해, 더 굵은 마이크로섬유 웹의 경우보다 훨씬 더 높은 압력 강하를 야기한다.

- [0155] 또한, 기체 여과에서의 서브-마이크로미터 섬유의 사용은 서브-마이크로미터 섬유가 제공할 수 있는 개선된 입자 포획 효율로 인해 특히 유익할 수 있다. 특히, 서브-마이크로미터 섬유는 더 굵은 섬유보다 더 잘 소직경의 공기중 미립자를 포획할 수 있다. 예를 들어, 서브-마이크로미터 섬유는 직경이 약 1000 나노미터(nm)보다 작은, 더 바람직하게는 약 500 nm보다 작은, 더욱더 바람직하게는 약 100 nm보다 작은, 그리고 가장 바람직하게는 약 50 nm 미만인 공기중 미립자를 더 효율적으로 포획할 수 있다. 이와 같은 기체 필터는 개인 보호 호흡기; 가열, 환기 및 공기 조절(heating, ventilation and air conditioning, HVAC) 필터; 자동차 공기 필터(예를 들어, 자동차 엔진 공기 청정기, 자동차 배기 가스 여과, 자동차 승객실 공기 여과); 및 다른 기체-미립자 여과 응용에서 특히 유용할 수 있다.
- [0156] 본 발명의 부직 섬유질 웹 형태의, 저 고품질을 갖는 서브-마이크로미터 섬유를 포함하는 액체 필터는 또한 서브-마이크로미터의 액체중 미립자의 포획을 위한 작은 기공 크기를 유지하면서 개선된 침층 로딩의 이점을 가질 수 있다. 이들 특성은 필터가 막힘(plugging) 없이 제거대상 미립자들의 대부분을 포획하게 함으로써 필터의 로딩 성능을 개선시킨다.
- [0157] 본 발명의 저 고품질 서브-마이크로미터 섬유-함유 부직 섬유질 웹은 또한 막을 지지하기 위한 바람직한 기재일 수 있다. 저 고품질의 미세한 웹은 막을 위한 물리적인 지지체뿐만 아니라 침층 프리-필터(pre-filter)로서 작용하여, 막의 수명을 향상시킬 수 있다. 그러한 시스템의 사용은 고도로 효과적인 대칭 또는 비대칭 막으로서 작용할 수 있다. 그러한 막의 응용은 이온-제거(ion-rejection), 한외여과(ultrafiltration), 역삼투, 선택적인 결합 및/또는 흡착, 및 연료 전지 이송 및 반응 시스템을 포함한다.
- [0158] 본 발명의 저 고품질 서브-마이크로미터 부직 섬유질 웹은 또한 세포 증식을 촉진하기에 유용한 합성 매트릭스일 수 있다. 미세한 서브-마이크로미터 섬유를 갖는 개방형 구조는 자연 발생 시스템을 흉내낼 수 있으며, 생체내(in vivo)와 더 유사한 거동을 촉진한다. 이는 섬유 매트릭스 내의 세포의 침투가 거의 없거나 전혀 없는 상태로 고 고품질 섬유 웹이 합성 지지 막으로서 작용하는 현재의 제품(예를 들어, 미국 미네소타주 미니애폴리스 소재의 도날드슨 코포레이션(Donaldson Corp.)으로부터 입수가 가능한 도날드슨 울트라-웹(Ultra-Web)<sup>TM</sup> 합성 ECM)과 대조를 이룬다.
- [0159] 본 발명의 부직 섬유질 웹에 의해 제공되는 구조는 또한 표면 세정을 위한 효과적인 와이프일 수 있으며, 여기서 미세한 서브-마이크로미터 섬유는 연성 와이프를 형성하는 한편, 저 고품질은 세정제를 위한 저장소 및 부스러기를 포집하기 위한 고도의 기공 체적을 제공하는 이점을 갖는다.
- [0160] 하나의 특정의 예시적인 실시 형태에서, 복합 부직 섬유질 물품을 사용하는 방법은 소정 영역 내의 소리를 흡수하는 방법을 포함하며, 여기서 이 방법은 영역의 적어도 일부분을 서브-마이크로미터 섬유 구성요소로 둘러싸는 단계를 포함하고, 서브-마이크로미터 섬유 구성요소는 중위 섬유 직경이 1 μm 미만인 섬유를 포함한다.
- [0161] 방음 및 단열 응용의 경우, 저 고품질 형태의 미세한 서브-마이크로미터 섬유를 제공하는 것은 서브-마이크로미터 섬유의 표면적의 대부분을 노출시킴으로써 흡음을 개선시킬 뿐만 아니라, 구체적으로는 주어진 평량에 비해 더 두꺼운 웹을 허용함으로써 저 주파수 흡음을 개선시킨다. 특히 단열 응용에서, 서브-마이크로미터 섬유를 포함하는 저 고품질의 미세한 서브-마이크로미터 섬유 단열재는 부드러운 감촉 및 고도의 드레이프성(drapability)을 갖는 동시에, 단열 공기를 포집하기 위한 매우 낮은 고품질 웹을 제공할 것이다. 방음 및/또는 단열 물품의 일부 실시 형태에서, 단독으로 또는 지지 층 상에 제공된, 서브-마이크로미터 섬유 구성요소를 포함하는 부직 섬유질 웹에 의해 전체 영역이 둘러싸일 수 있다. 지지 구조물 및 미세한 서브-마이크로미터 섬유 집단(들)은 서로 내에 균질하게 분산될 필요는 없다. 완충(cushioning), 탄성 및 필터 로딩에 있어서 비대칭 로딩이 기공 크기의 범위, 더 높은 밀도 영역, 외부 표피 또는 유동 채널을 제공하는 이점이 있을 수 있다.
- [0162] 본 발명의 화학적 활성 미립자를 포함하는 부직 섬유질 웹의 예시적인 실시 형태가 위에서 설명되었고 하기의 실시예에 의해 아래에서 추가로 설명되며, 하기의 실시예는 어떠한 방식으로든 본 발명의 범주에 제한을 가하는 것으로서 해석되어서는 안된다. 이와는 반대로, 본 발명의 사상 및/또는 첨부된 특허청구범위의 범주로부터 벗어남이 없이, 본 명세서의 설명을 읽은 후에 당업자에게 암시될 수 있는 다양한 다른 실시 형태, 변경, 및 이의 등가물이 사용될 수 있음을 분명하게 이해하여야 한다.
- [0163] [실시예]

[0164] 본 발명의 넓은 범주를 기재하는 수치 범위 및 파라미터가 근사치임에도 불구하고, 특정 실시예에 기재된 수치 값은 가능한 한 정확하게 보고된다. 그러나, 임의의 수치 값은 본질적으로 그의 각각의 시험 측정결과에서 발견되는 표준 편차로부터 필연적으로 유래하는 소정의 오차를 포함한다. 최소한, 그리고 특허청구범위의 범주에 대한 균등론의 적용을 제한하려는 시도가 아닌 것으로서, 각각의 수치 파라미터는 적어도 보고된 유효 숫자의 숫자를 고려하여 그리고 통상의 반올림 기법을 적용함으로써 해석되어야 한다.

[0165] 실시예 1:

[0166] 단일 노즐 다이를 나노섬유를 제조하도록 구성하였다. 다이는 도 2에 도시된 바와 같이 조절가능한 중심 공기 제트를 갖는 단일의 원형 섬유 형성 오리피스로 이루어졌다. 필름 형성 오리피스의 중심과 동축적으로 위치한 중심 공기 노즐의 치수를 사용해 제트 및 필름 프로파일을 설정하였다. 필름 오리피스의 외경은 0.516 cm(0.203 인치)였다. 필름 오리피스의 내경으로서 또한 작용하는 공기 제트 노즐의 외경은 0.508 cm(0.200 인치)였다. 공기 제트 노즐의 외측 표면을 노즐의 출구 단부에서 45도 각도로 0.305 cm(0.120 인치)의 최종 외경으로 안쪽으로 테이퍼 형성하였다. 공기 제트 노즐의 내측 표면은 수렴형 오리피스였다. 공기 제트의 말단 단부를 0.254 cm(0.100 인치)의 최종 내경으로 30도 각도로 테이퍼 형성하였다. 공기 제트 노즐의 말단 단부가 다이 면으로부터 0.076 cm(0.030 인치)만큼 연장되도록 노즐을 조절하였다.

[0167] 다이를 전기적으로 가열하고 스테인레스강 튜빙을 사용해 공기 및 중합체를 공급하였다. 3/4" 단일 스크류 압출기로부터 용융 중합체를 다이에 공급하였다. 사용한 중합체는 토탈 페트로케미칼즈(Total Petrochemicals)(미국 텍사스주 휴스턴)로부터의 등급 3960 폴리프로필렌이었다. 공기 유동을 제어하기 위해 압력 조절기를 사용해 가정용 공기 압축기로부터 다이로 공기를 공급하였다.

[0168] 다이 온도를 330°C로 설정하였다. 공기 압력을 138 kPa(20 psi)로 그리고 주위 온도로 설정하였다. 중합체 유량은 시간당 0.45 kg(1 파운드)이었다. 생성된 섬유의 샘플을 핸드 헬드형(hand held) 스크린을 사용해 노즐 아래에 수집하고 주사 전자 현미경법을 사용해 측정하였다. 샘플로부터의 총 187개 섬유를 전자 현미경 사진을 사용해 측정하였다. 평균 직경은 0.755 μm인 것으로 확인되었고, 중위 직경은 0.578 μm인 것으로 확인되었다.

[0169] 실시예 2:

[0170] 실시예 1과 동일한 다이에 도 3에 도시된 바와 같은 대안적인 공기 노즐 설계를 끼워맞추었다. 이 경우의 공기 노즐은 공기 노즐의 에지를 따른 복수의 또는 일련의 뾰족한 치형부를 포함하는 들쭉날쭉한 팁을 가졌다. 공기 제트 노즐은 외경이 0.503 cm(0.198 인치)였다. 노즐의 단부에는 복수의 치형부를 포함하는 '툽니형' 또는 툽니 모양의 에지를 형성하는 일련의 대칭 3각형 절결부(cut)가 존재하여, 노즐 단부의 주연부 둘레에 툽니형 패턴을 생성하였다. 총 20개의 3각형 치형부가 노즐 단부의 원주 둘레에 균일하게 이격되어 있었다. 절결부들 사이의 끼임각은 30도였고, 절결부들은 프로파일링되지 않은 에지가 남아 있지 않은 상태로 패턴을 연속적인 것으로 만들도록 이격되어 있었다. 제트 노즐의 내측을 노즐 팁의 단부를 가능한 한 날카롭게 만드는 방식으로 12도 각도로 바깥쪽으로 테이퍼 형성하였다. 내측 제트 노즐 테이퍼 전에, 직경은 0.305 cm(0.120 인치)였다. 3각형 절결부의 기부가 다이 면과 동일 평면 상에 있고 팁이 다이 면을 넘어서 연장되어 나오도록 다이를 조절하였다.

[0171] 실시예 1에서와 동일한 압출 시스템을 사용하였다. 다이 온도는 340°C였다. 사용한 중합체는 라이온셀바젤(네덜란드 로테르담)로부터의 등급 MF650Y 폴리프로필렌이었다. 공기를 483 kPa(70 psi) 압력 및 주위 온도로 공급하였다. 생성된 섬유의 샘플을 핸드 헬드형 스크린을 사용해 수집하고 주사 전자 현미경법을 사용해 측정하였다. 총 153개의 섬유를 전자 현미경 사진을 사용해 측정하였다. 평균 직경은 0.842 μm였고, 중위 직경은 0.803 μm였다.

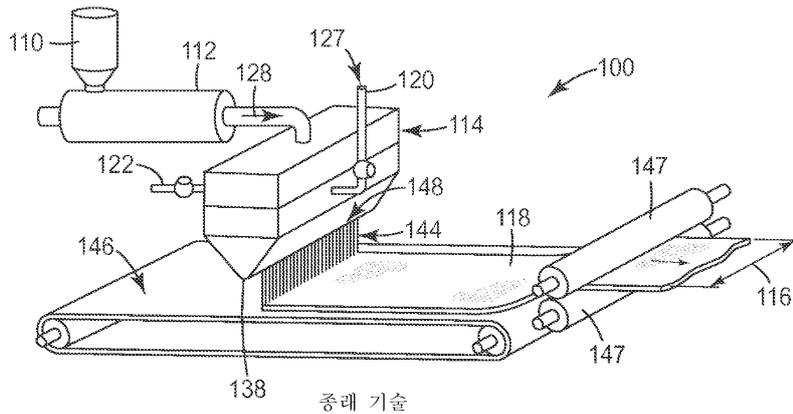
[0172] 본 명세서의 전체에 걸쳐 "하나의 실시 형태", "소정 실시 형태", "하나 이상의 실시 형태" 또는 "실시 형태"의 언급은, 용어 "실시 형태"에 선행하는 용어 "예시적인"을 포함하든지 그렇지 않든지 간에, 그 실시 형태와 관련하여 설명된 특성의 특징, 구조, 재료, 또는 특성이 본 발명의 적어도 하나의 실시 형태에 포함됨을 의미한다. 따라서, 본 명세서의 전체에 걸쳐 여러 곳에서 "하나 이상의 실시 형태에서", "소정 실시 형태에서", "하나의 실시 형태에서" 또는 "실시 형태에서"와 같은 문구의 등장은 반드시 본 발명의 동일한 실시 형태를 말하는 것은 아니다. 또한, 특성의 특징들, 구조들, 재료들, 또는 특성들은 하나 이상의 실시 형태에서 임의의 적합한 방식으로 조합될 수 있다.

[0173] 본 명세서는 소정의 예시적인 실시 형태를 상세히 기술하고 있지만, 당업자가 상기의 내용을 이해할 때 이들

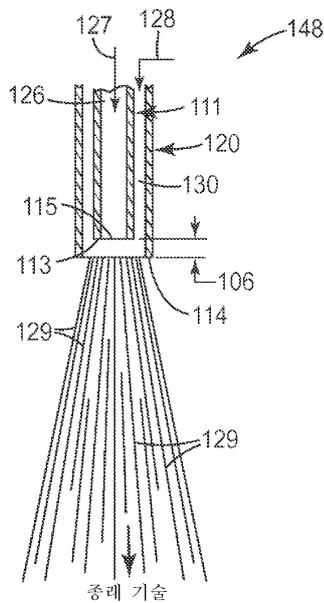
실시 형태에 대한 수정, 변형 및 등가물을 용이하게 생각해낼 수 있다는 것이 이해될 것이다. 따라서, 본 발명이 이상에 기재된 예시적인 실시 형태로 부당하게 제한되어서는 안됨을 이해하여야 한다. 특히, 본 명세서에 사용된 바와 같이, 종점(endpoint)에 의한 수치 범위의 언급은 그 범위 내에 포함되는 모든 숫자를 포함하고자 한다(예를 들어, 1 내지 5는 1, 1.5, 2, 2.75, 3, 3.80, 4, 및 5를 포함함). 또한, 본 명세서에서 사용된 모든 숫자는 용어 "약"에 의해 수식되는 것으로 간주된다. 또한, 본 명세서에 언급된 모든 간행물, 공개된 특허 출원 및 등록된 특허는 각각의 개별 간행물 또는 특허가 참고로 포함되도록 구체적으로 그리고 개별적으로 나타내어지는 것처럼 동일한 정도로 전체적으로 참고로 포함된다. 다양한 예시적인 실시 형태가 설명되었다. 이들 및 다른 실시 형태는 하기의 특허청구범위의 범주 내에 속한다.

**도면**

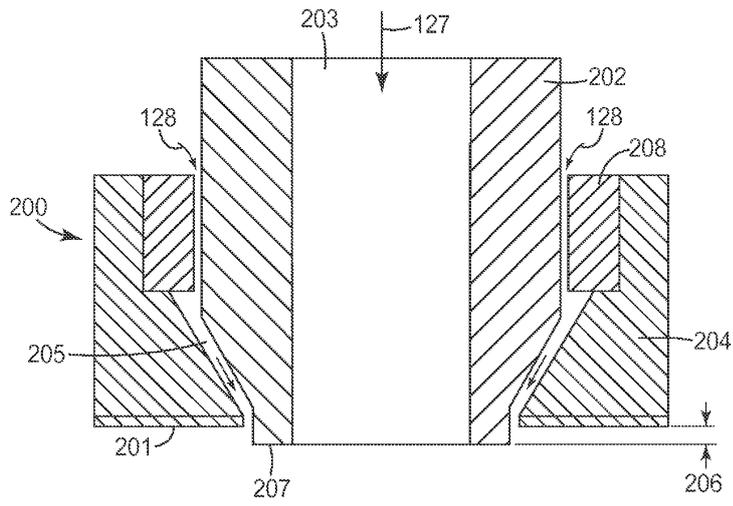
**도면1a**



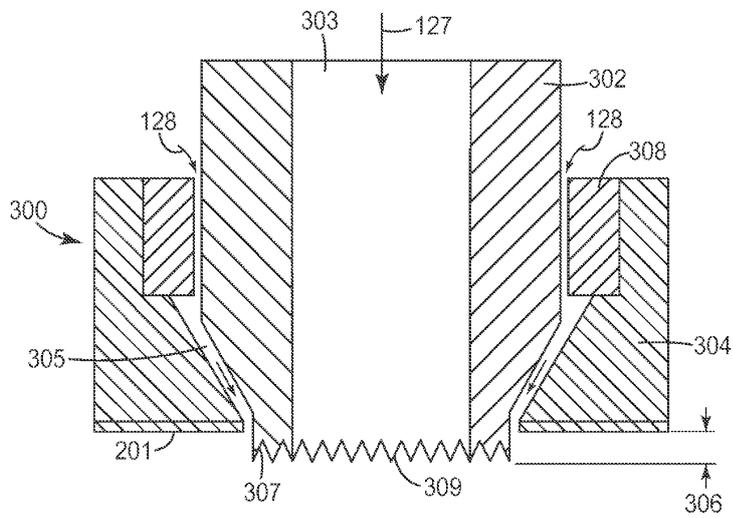
**도면1b**



도면2



도면3



도면4

