



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0077260
(43) 공개일자 2017년07월05일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
D04H 1/4291 (2012.01) A61F 13/15 (2006.01)
A61F 13/49 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
D04H 1/4291 (2013.01)
A61F 13/15 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7017060
- (22) 출원일자(국제) 2015년12월11일
심사청구일자 2017년06월22일
- (85) 번역문제출일자 2017년06월21일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2015/065210
- (87) 국제공개번호 WO 2016/094779
국제공개일자 2016년06월16일
- (30) 우선권주장
62/090,442 2014년12월11일 미국(US)

- (71) 출원인
김벌리-클라크 월드와이드, 인크.
미국 위스콘신주 (우편번호: 54957-0349) 니나 노
쓰 레이크 스트리트 401
- (72) 발명자
토폴카라에브, 바실리, 에이.
미합중국 54956 위스콘신 니나 윈체스터 로드
2300
매케네니, 라이언, 제이.
미합중국 54956 위스콘신 니나 윈체스터 로드
2300
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
남호현

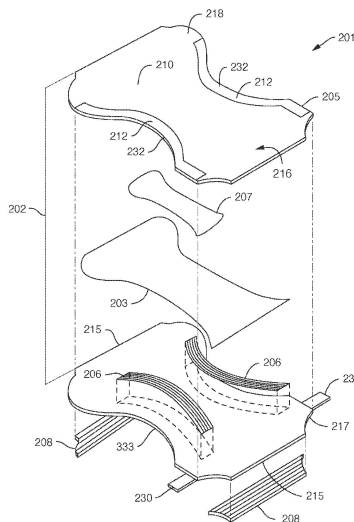
전체 청구항 수 : 총 22 항

(54) 발명의 명칭 **섬유 다발**

(57) 요약

길이방향 축을 중심으로 꼬여 있는 복수의 섬유를 포함하는 섬유 다발이 제공된다. 섬유들의 적어도 일부는 폴리올레핀 매트릭스 중합체를 포함하는 연속상 및 상기 연속상 내에 이산 도메인의 형태로 분산된 나노내포 첨가체를 함유하는 열가소성 조성물로 형성된다. 포어 망은 복수의 나노포어를 포함하는 조성물에 정의된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
A61F 13/49 (2013.01)

카릴로, 안토니오 제이.
미합중국 54956 위스콘신 니나 윈체스터 로드 2300

(72) 발명자
스콜, 네일, 티.
미합중국 54956 위스콘신 니나 윈체스터 로드 2300

명세서

청구범위

청구항 1

길이방향 축을 중심으로 꼬여 있는 복수의 섬유를 포함하는 섬유 다발로, 상기 섬유들의 적어도 일부분은 폴리올레핀 매트릭스 중합체를 포함하는 연속상 및 상기 연속상 내에 이산 도메인의 형태로 분산된 나노내포 첨가제를 함유하는 열가소성 조성물로 형성되고, 여기서 포어 망은 복수의 나노포어를 포함하는 상기 조성물에 정의되는, 섬유 다발.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 다발은 약 5개 이상의 섬유를 함유하는, 섬유 다발.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 섬유는 나선형으로 꼬여 있는, 섬유 다발.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 섬유는 약 0.1° 내지 약 20° 의 나선 각도 및/또는 약 1 내지 약 300회전/m의 피치로 꼬여 있는, 섬유 다발.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 섬유 다발은 약 1 내지 약 30kg/9000m의 총 데니어를 가지는, 섬유 다발.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 나노포어들은 약 800nm 이하의 평균 단면 치수를 가지는, 섬유 다발.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 폴리올레핀 매트릭스 중합체는 ASTM D1238에 따라 2160 그램의 하중 및 230°C 에서 측정된, 약 0.5 내지 약 80 그램/10분의 용융 유속을 가지는, 섬유 다발.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 폴리올레핀 매트릭스 중합체는 실질적으로 동일배열 폴리프로필렌 단독중합체 또는 적어도 약 90중량%의 프로필렌을 포함하는 공중합체인, 섬유 다발.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 연속상은 상기 열가소성 조성물의 약 60중량% 내지 약 99중량%를 구성하고, 상기 나노내포 첨가제는 상기 연속상의 중량에 기초하여 상기 조성물의 약 0.05중량% 내지 약 20중량%를 구성하는, 섬유 다발.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 나노내포 첨가제는 관능화 폴리올레핀을 포함하는, 섬유 다발.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 관능화 폴리올레핀은 폴리에폭시드인, 섬유 다발.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 나노내포 첨가제는 ASTM D1238을 따라 2160 그램의 하중 및 용융 온도 보다 적어도 약 40

℃ 위의 온도에서 측정된, 약 0.1 내지 약 100그램/10분의 용융 유속을 가지는, 섬유 다발.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 조성물은 이산 도메인들의 형태로 상기 연속상 내에 분산되어 있는 마이크로나포 첨가제를 더 포함하는, 섬유 다발.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 마이크로나포 첨가제의 중합체는 폴리락트산인, 섬유 다발.

청구항 15

제13항에 있어서, 상기 마이크로나포 첨가제의 중합체는 약 0℃ 이상의 유리 전이 온도를 갖는, 섬유 다발.

청구항 16

제1항에 있어서, 상기 열가소성 조성물은 간기 개질제를 더 포함하는, 섬유 다발.

청구항 17

제1항에 있어서, 상기 포어 망은 마이크로포어를 더 포함하는, 섬유 다발.

청구항 18

다공성 섬유를 형성하기 위한 방법으로, 상기 방법은

제1항 내지 제17항 중 어느 한 항의 섬유 다발을 상기 매트릭스 중합체의 용융 온도 보다 낮은 온도에서 연신시켜서, 복수의 나노포어를 포함하는 포어 망을 형성하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 섬유 다발은 약 1.1 내지 약 25의 연신 비율로 신축되는, 방법.

청구항 20

제18항에 있어서, 상기 섬유 다발은 약 -50℃ 내지 약 150℃의 온도에서 연신되는, 방법.

청구항 21

제18항에 있어서, 상기 다발을 풀어서 적어도 하나의 다공성 섬유를 형성하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 22

제21항의 다공성 섬유를 포함하는 부직포 웹.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 섬유 다발에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최종 제품에서의 천연 자원의 사용 및 탄소 발자국의 감소를 개선하기 위한 저밀도 폴리올레핀 섬유를 제조하기 위하여 많은 노력이 기울여졌다. 저밀도 폴리올레핀 섬유를 제조하는 전형적인 접근법은 중합체의 대부분을 통해 가스 셀 (gas cells)을 생성하는 물리적 또는 화학적 발포제를 사용하여 중합체를 발포시키는 것에 의한다. 화학적 발포제는 중합체의 대부분을 통해 셀 구조를 생성하는 가스를 유리시키는 화학 반응을 진행하는 화합물이다. 물리적 발포제는 전형적으로 중합체에 분산되고 셀을 생성시키며 팽창되는 압축 기체이다. 그럼에도 불구하고, 전형적인 발포 공정은 중합체가 용융 상태에 있을 때 셀 형성이 일어나기 때문에 저분자 배향을 유도한다. 이것은 중합체가 변형 경화되는 것을 방지하는데, 그것은 전형적으로 중합체의 용융 온도 또는 유리 전이 온도보다 훨씬 높은 온도에서 일어나고, 낮은 기계적 강도를 가지는 제품을 생산한다. 나아가, 전형적인

발포 공정은 큰 셀 크기, 예컨대 100 μm 보다 큰 셀을 생성한다. 이것은 용융 강도를 감소시키고, 그로써 방적 동안 섬유 파단(break)을 유도한다.

[0003] 이와 같이, 현재 폴리올레핀 섬유에 다공성 구조를 형성해서 보다 낮은 밀도를 보유할 수 있게 하는 데 있어 개선된 기법에 대한 요구가 존재한다.

발명의 내용

[0004] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 길이방향 축을 중심으로 꼬여 있는 복수의 섬유를 포함하는 섬유 다발이 개시된다. 섬유들의 적어도 일부는 폴리올레핀 매트릭스 중합체를 포함하는 연속상 및 상기 연속상 내에 이산 도메인의 형태로 분산된 나노내포 첨가제를 함유하는 열가소성 조성물로 형성된다. 포어 망은 복수의 나노포어를 포함하는 조성물에 정의된다.

[0005] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 상술한 바와 같은, 섬유 다발을 매트릭스 중합체의 용융 온도보다 낮은 온도에서 연신시켜서 복수의 나노포어를 포함하는 포어 망을 형성하는 단계를 포함하는 다공성 섬유를 형성하기 위한 방법이 개시된다.

[0006] 본 발명의 다른 특징들과 측면들은 이하에서 더욱 상세히 설명한다.

도면의 간단한 설명

[0007] 통상의 기술자를 위한 본 발명의 최상의 모드를 포함한 본 발명의 모든 가능한 개시 내용을, 첨부 도면이 참조되는 명세서의 나머지 부분에서 더욱 구체적으로 기재한다.

도 1은 본 발명의 섬유를 사용할 수 있는 흡수 용품의 일 실시예의 사시도이고;

도 2는 섬유를 형성하기 위해 본 발명의 일 실시예에서 사용될 수도 있는 공정의 개략도이고;

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라 연신될 수 있는 섬유 다발의 개략도이고; 그리고

도 4-5는 실시예 1의 섬유의 SEM 현미경사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 이하, 하나 이상의 예가 후술되어 있는 본 발명의 다양한 실시예들을 상세히 설명한다. 각각의 예는 본 발명을 한정하는 것이 아니라, 본 발명의 설명을 위해서 제공된다. 실제로, 본 발명의 사상이나 범위로부터 벗어나지 않고 본 발명에 있어서 다양한 수정과 변형을 행할 수 있다는 점은 통상의 기술자에게 자명할 것이다. 예를 들어, 하나의 실시예에 일부로서 예시하거나 설명하는 특징들을 다른 하나의 실시예에 사용하여 추가적인 실시예를 얻을 수 있다. 따라서, 본 발명은 이러한 변형들 및 변경들을 첨부된 특허청구범위 및 그들의 등가물들의 범주 내로 포함시키고자 하는 것이다.

[0009] 개략적으로 말하면, 본 발명은 복수의 섬유를 함유하는 섬유 다발에 관한 것이다. 섬유는 폴리올레핀 매트릭스 중합체를 포함하는 연속상, 및 폴리올레핀 매트릭스 중합체와 적어도 부분적으로 비상용성을 가짐으로써 연속상 내에서 이산 나노-규모 상 도메인들로서 분산되는 나노내포 첨가제를 함유하는 열가소성 조성물로 형성된다. 소정의 조건 하에서 연신되는 경우, 본 발명자들은 이들 나노 크기 상 도메인이 섬유의 내부 벽면에 포어 망을 형성하는 독특한 방식으로 상호 작용할 수 있다는 것을 발견했다. 즉, 연신 도중에 경험한 길이방향 변형이 물질의 비양립성(incompatibility)으로부터 발생하는 응력 집중의 결과로서 이산 상 도메인 근처에서 집중적인 국소화된 전단 지대 및/또는 응력 집중 지대(예컨대 정상 응력)를 개시할 수 있는 것으로 여겨진다. 이들 전단 및/또는 응력 집중 지대는 도메인들에 인접한 폴리올레핀 매트릭스에서 약간의 초기 해리(debonding)를 유발한다. 일단 초기 포어가 형성되면, 도메인들 사이에 위치한 매트릭스가 가소적으로 변형되어 국소적으로 좁고 (또는 넥(neck)) 변형-경화된 내부 연신 지역을 생성하게 된다. 이 공정은 신축되는 방향으로 성장하는 내부 벽면의 큰 부피를 통해 포어가 형성되는 것을 허용하고, 그로써 포어 망의 형성을 유도하는 한편 분자 배향은 기계적 강도를 증강시키는 변형-경화를 유도한다.

[0010] 또한, 본 발명자들은 포어 망을 형성하는 동안 섬유의 파단 정도가 섬유 다발의 성질을 선택적으로 조절하여 최소화될 수 있음을 발견하였다. 예를 들어, 상기 다발은 통상적으로 약 5개 이상의 섬유, 일부 실시예에서는 약 50개 이상의 섬유, 일부 실시예에서는 약 100 내지 약 1000개의 섬유, 일부 실시예에서는 약 200 내지 약 800개의 섬유를 포함한다. 사용된 개수와 관계없이, 다발 내의 섬유는 실질적으로 길이방향 축을 따라 배향되고 길이

방향 축을 중심으로 함께 꼬인다. 도 3을 참조하면, 예를 들면, 일 실시예에서 길이방향 축 "L"을 중심으로 함께 꼬인 3개의 개별 섬유(310)를 함유하는 다발(300)이 도시되어 있다. 꼬임의 성질은 원하는 대로 다양할 수도 있다. 소정의 실시예들에서, 예를 들어, 나선형 꼬임(예, 원추형 나선, 원형 나선 등)이 섬유 다발을 형성하는데 사용될 수도 있다. 사용될 때, 나선형 꼬임 각도는 약 0.1° 내지 약 20°, 일부 실시예에서는 약 0.2° 내지 약 10°, 일부 실시예에서는 약 0.5° 내지 약 5° 로 다양할 수도 있다. 다발이 길이방향 축 주위로 완전한 회전을 이루도록 하는 선형 거리인, 피치는 마찬가지로 약 1 내지 약 300회전/m, 일부 실시예에서는 약 2 내지 약 200회전/m, 일부 실시예에서는 약 5 내지 약 100회전/m로 다양할 수도 있다. 다발의 총 섬유 데니어는 약 1 내지 약 30kg/9000m, 일부 실시예에서는 약 2 내지 약 20kg/9000m, 일부 실시예에서는 약 5 내지 약 15kg/9000m의 범위일 수도 있다.

[0011] 일단 형성되면, 섬유 다발은 그 후 섬유에서 안정적인 포어 망을 형성하기 위해 연신될 수도 있다. 예를 들면, 섬유의 소정의 단위 부피 내에서 포어들이 차지하는 평균 부피 퍼센트는, 섬유의 cm³ 당 약 15% 내지 약 80%, 일부 실시예들에서는 약 20% 내지 약 70%, 일부 실시예들에서는 약 30% 내지 약 60%일 수 있다. 그런 포어 부피를 가지면, 섬유는 상대적으로 낮은 밀도, 예컨대 약 0.90g/cm³ 이하, 일부 실시예에서는 약 0.85g/cm³ 이하, 일부 실시예에서는 약 0.80g/cm³ 이하, 일부 실시예에서는 약 0.10g/cm³ 내지 약 0.75g/cm³ 및 일부 실시예에서는 약 0.20g/cm³ 내지 약 0.70g/cm³를 가질 수 있다. 포어 망의 포어 중 상당 부분은 또한 “나노-규모” 크기 (“나노포어(nanopore)”), 예컨대 평균 단면 치수가 약 800nm 이하, 일부 실시예에서는 약 5 내지 약 700nm, 및 일부 실시예에서는 약 10 내지 약 500nm인 것들의 것이다. 용어 “단면 치수”는 일반적으로 그것의 주축(예컨대 길이)에 대해 실질적으로 직각을 이루고 또한 전형적으로 연신 중에 인가된 응력의 방향에 대해 실질적으로 직각인 포어의 특징적인 치수(예컨대, 폭 또는 직경)를 말한다. 나노포어들은 또한 약 100 내지 약 5000nm, 일부 실시예에서는 약 50 내지 약 2000nm, 및 일부 실시예에서는 약 100 내지 약 1000nm의 범위 내에 있는 평균 축방향 치수를 가질 수 있다. “축방향 치수”는 전형적으로 연신 방향에 있는 주요 축(예, 길이)의 방향의 치수이다. 그러한 나노포어들은 예를 들면 섬유의 총 포어 부피의 약 15부피% 이상, 일부 실시예에서는 약 20부피% 이상, 일부 실시예에서는 약 30부피% 내지 100부피% 및 일부 실시예에서는 약 40부피% 내지 약 90부피%를 구성할 수도 있다.

[0012] 본 발명의 다양한 실시예를 이제 보다 상세하게 설명하기로 한다.

[0013] I. 열가소성 조성물

[0014] A. 폴리올레핀 매트릭스

[0015] 폴리올레핀은 통상적으로 열가소성 조성물의 약 60중량% 내지 약 99중량%, 일부 실시예들에서는 약 60중량% 내지 약 98중량%, 일부 실시예들에서는 약 80중량% 내지 약 95중량%를 구성하는 하나 이상의 매트릭스 중합체를 포함한다. 폴리올레핀은 약 100°C 내지 약 220°C, 일부 실시예들에서는 약 120°C 내지 약 200°C, 일부 실시예들에서는 약 140°C 내지 약 180°C의 용융 온도를 가질 수 있다. 용융 온도는, ASTM D-3417에 따라 시차주사 열량 측정("DSC")을 이용하여 결정될 수 있다. 적절한 폴리올레핀은, 예를 들어, 에틸렌 중합체(예를 들어, 저밀도 폴리에틸렌("LDPE"), 고밀도 폴리에틸렌("HDPE"), 선형 저밀도 폴리에틸렌("LLDPE") 등), 프로필렌 단독중합체(예를 들어, 교대배열, 혼성배열, 동일배열 등), 프로필렌 공중합체 등을 포함할 수 있다. 구체적인 일 실시예에서, 중합체는, 동중폴리프로필렌 또는 프로필렌 공중합체 등의 프로필렌 중합체다. 프로필렌 중합체는, 예를 들어, 실질적으로 동일배열 폴리프로필렌 단독중합체 또는 약 10중량% 이하의 다른 단량체, 즉, 적어도 약 90중량%의 프로필렌을 포함하는 공중합체로부터 형성될 수 있다. 이러한 단독중합체는 약 140°C 내지 약 170°C의 용융점을 가질 수 있다.

[0016] 물론, 다른 폴리올레핀도 본 발명의 조성물에 사용될 수도 있다. 일 실시예에서, 예를 들면, 폴리올레핀은 C₃-C₂₀ α-올레핀 또는 C₃-C₁₂ α-올레핀 등의 다른 α-올레핀과 에틸렌 또는 프로필렌의 공중합체일 수 있다. 적합한 α-올레핀의 구체적인 예시로는 다음을 포함한다: 1-부텐; 3-메틸-1-부텐; 3,3-다이메틸-1-부텐; 1-펜텐; 하나 이상의 메틸, 에틸 또는 프로필 치환기를 가지는 1-펜텐; 하나 이상의 메틸, 에틸 또는 프로필 치환기를 가지는 1-헥센; 하나 이상의 메틸, 에틸 또는 프로필 치환기를 가지는 1-헵텐; 하나 이상의 메틸, 에틸 또는 프로필 치환기를 가지는 1-옥텐; 하나 이상의 메틸, 에틸 또는 프로필 치환기를 가지는 1-노넨; 에틸, 메틸 또는 다이메틸-치환된-1-데센; 1-도데센; 및 스티렌. 특히 바람직한 α-올레핀 공단량체는 1-부텐, 1-헥센 및 1-옥텐이다. 그런 공중합체의 에틸렌 또는 프로필렌 함량은 약 60 몰% 내지 약 99 몰%, 일부 실시예에서는 약 80 몰% 내지

약 98.5 몰% 및 일부 실시예에서는 약 87 몰% 내지 약 97.5 몰%일 수 있다. α-올레핀 함량은 마찬가지로 약 1 몰% 내지 약 40 몰%, 일부 실시예에서는 약 1.5 몰% 내지 약 15 몰% 및 일부 실시예에서는 약 2.5 몰% 내지 약 13 몰% 범위일 수 있다.

[0017] 본 발명에서 사용하기 위한 예시적인 올레핀 공중합체는, 미국 텍사스주 휴스턴에 소재하는 ExxonMobil Chemical Company에 의해 EXACT™라는 상품명으로 시판되는 에틸렌계 공중합체를 포함한다. 적합한 다른 에틸렌 공중합체는 미시간주 미드랜드 소재 Dow Chemical Company로부터 ENGAGE™, AFFINITY™, DOWLEX™ (LLDPE) 및 ATTANE™ (ULDPE)이란 명칭 하에 입수가 가능하다. 다른 적합한 에틸렌 중합체는 미국 특허 제4,937,299호(Ewen 등); 제5,218,071호(Tsutsui 등); 제5,272,236호(Lai 등); 및 제5,278,272호(Lai 등)에 기술되어 있다. 적합한 프로필렌 공중합체는 또한 텍사스주 휴스턴 소재 ExxonMobil Chemical Co.로부터 명칭 VISTAMAXX™; 벨기에 Feluy의 Atofina Chemicals로부터 FINA™(예컨대 8573); Mitsui Petrochemical Industries로부터 입수가 가능한 TAFMER™; 및 미시간주 미드랜드 소재 Dow Chemical Co.로부터 입수가 가능한 VERSIFY™ 하에 활용될 수 있다. 적절한 폴리프로필렌 단독중합체는, Exxon Mobil 3155 폴리프로필렌, Exxon Mobil Achieve™ 수지, 및 Total M3661 PP 수지를 포함할 수 있다. 다른 적합한 프로필렌 중합체의 예시들은 미국 특허 제6,500,563호(Datta 등); 제5,539,056호(Yang 등); 및 제5,596,052호(Resconi 등)에 기술되어 있다.

[0018] 다양하게 공지되어 있는 기법들 중 어느 것이든지 일반적으로 올레핀 공중합체를 형성하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어 올레핀 중합체는 유리 라디칼 또는 배위 촉매(예컨대 지글러-나타)를 사용하여 형성될 수 있다. 바람직하게는 올레핀 중합체는 단일-부위 배위 촉매, 예컨대 메탈로센 촉매로부터 형성된다. 그런 촉매 시스템은 코모노머가 분자 사슬 내에 무작위로 분포되고 상이한 분자량 단편들을 가로질러 균일하게 분포되는 에틸렌 공중합체를 유발한다. 메탈로센-촉매된 폴리올레핀은 예를 들면 미국 특허 제5,571,619호(McAlpin 등); 제5,322,728호(Davis 등); 제5,472,775호(Obijeski 등); 제5,272,236호(Lai 등); 및 제6,090,325호(Wheat 등)에 기술되어 있다. 메탈로센 촉매의 예시로는 비스(n-부틸사이클로펜타디에닐)티타늄 다이클로라이드, 비스(n-부틸사이클로펜타디에닐)지르코늄 다이클로라이드, 비스(사이클로펜타디에닐)스칸듐 클로라이드, 비스(인테닐)지르코늄 다이클로라이드, 비스(메틸사이클로펜타디에닐)티타늄 다이클로라이드, 비스(메틸사이클로펜타디에닐)지르코늄 다이클로라이드, 코발토센, 사이클로펜타디에닐티타늄 트라이클로라이드, 페로센, 하프노센 다이클로라이드, 아이소프로필(사이클로펜타디에닐-1-플루오레닐)지르코늄 다이클로라이드, 몰리브도센 다이클로라이드, 니켈로센, 니오보센 다이클로라이드, 루테노센, 티타노센 다이클로라이드, 지르코노센 클로라이드 하이드라이드, 지르코노센 다이클로라이드 등. 메탈로센 촉매를 사용하여 만들어진 중합체는 전형적으로 좁은 분자량 범위를 가진다. 예를 들어 메탈로센-촉매된 중합체는 4 아래의 다중분산성 수(M_w/M_n), 조절된 짧은 사슬 분지화 분포 및 조절된 동일배열성을 가질 수 있다.

[0019] B. 나노내포 첨가제

[0020] 여기에서 사용된, 용어 “나노내포 첨가제(nanoinclusion additive)”는 일반적으로 나노 크기의 이산 도메인들의 형태로 중합체 매트릭스 내에 분산되어 있을 수 있는 물질을 가리킨다. 예를 들면, 연신 이전에, 도메인들은 약 1 내지 약 1000nm, 일부 실시예에서는 약 5 내지 약 800nm, 일부 실시예에서는 약 10 내지 약 500nm, 일부 실시예에서는 약 20 내지 약 200nm의 평균 단면 치수를 가질 수도 있다. 도메인들은 다양한 상이한 형상들, 예를 들면, 타원형, 구형, 원통형, 판상형, 관형 등을 가질 수 있다. 일 실시예에서, 예를 들면 도메인들은 실질적으로 타원 형상을 갖는다. 나노내포 첨가제는 전형적으로 연속상 폴리올레핀 매트릭스의 중량을 기준으로, 열가소성 조성물의 약 0.05중량% 내지 약 20중량%, 일부 실시예에서는 약 0.1중량% 내지 약 10중량%, 및 일부 실시예에서는 약 0.5중량% 내지 약 5중량%의 양으로 사용될 수 있다. 전체 열가소성 조성물에서 나노내포 첨가제의 농도는 유사하게 열가소성 조성물의 약 0.01중량% 내지 약 15중량%, 일부 실시예에서는 약 0.05중량% 내지 약 10중량%, 및 일부 실시예에서는 약 0.3중량% 내지 약 6중량%로 구성될 수 있다.

[0021] 나노내포 첨가제는 그것이 실질적으로 폴리올레핀 매트릭스 내에서 균질하게 분포될 수 있지만, 이산 도메인의 형태로 존재한다는 의미에서 부분적으로 폴리올레핀과 비양립성을 갖는다. 그런 부분적인 비양립성은 다양한 방법으로 이루어질 수 있다. 예를 들어 특정 실시예에서, 나노내포 첨가제는 폴리올레핀 매트릭스와 양립성을 갖고 그 안에 균질하게 분포되는 것을 허용하는 비극성 성분 (예컨대 올레핀)을 가질 수 있다. 그럼에도 불구하고, 첨가제는 또한 폴리올레핀 매트릭스와 비양립성을 가짐으로써 이산 도메인으로 합쳐지거나 분리되는 것을 허용하는 극성 성분을 포함할 수 있다. 그런 성분은 저분자량 또는 고분자량 극성 분자 부분 또는 블록, 이온기, 대전되거나 대전되지 않은 극성 도메인 및/또는 극성 분자 기를 포함할 수 있다. 다르게는, 첨가제는 전체적으로 본질상 비극성이지만, 그럼에도 이산 도메인이 형성되는 것을 허용하는 특정 물리적 특성을 가질 수

있다. 예를 들어, 특정 실시예에서, 나노내포 첨가제는 특정 온도 이상에서 폴리올레핀과 양립가능하거나 혼화할 수 있지만, 임계 용액 온도보다 낮은 온도에서는 상이 분리될 수 있다. 이런 방식으로, 나노내포 첨가제는 용융 상의 폴리올레핀과 안정한 배합물을 형성할 수 있지만, 온도가 내려감에 따라 연속상은 결정화되고 분리되어 나노내포 첨가제가 상분리되고, 합쳐지며, 별도의 나노-규모 도메인이 형성될 수 있다.

[0022] 나노내포 첨가제의 특정한 상태나 형태는, 원하는 도메인이 형성될 수 있는 한 중요한 것이 아니다. 예를 들어, 일부 실시예들에서, 나노내포 첨가제는 실온(예를 들어, 25°C)에서 액체 또는 반고체의 형태일 수 있다. 이러한 액체는 준안정 분산액을 형성하도록 매트릭스에 쉽게 분산될 수 있고, 이어서 배합물의 온도를 감소시킴으로써 도메인 크기를 보존하도록 담금질될 수 있다. 그런 액체 또는 반-고체 물질의 동점도는 전형적으로 40°C에서 측정될 때 약 0.7 내지 약 200 센티스토크 (“cs”), 일부 실시예에서는 약 1 내지 약 100 cs 및 일부 실시예에서는 약 1.5 내지 약 80cs이다. 적당한 액체 또는 반-고체는 예를 들면 실리콘, 실리콘-폴리에테르 공중합체, 지방족 폴리에스테르, 방향족 폴리에스테르, 알킬렌 글리콜 (예컨대 에틸렌 글리콜, 다이에틸렌 글리콜, 트라이에틸렌 글리콜, 테트라에틸렌 글리콜, 프로필렌 글리콜, 폴리에틸렌 글리콜, 폴리프로필렌 글리콜, 폴리부틸렌 글리콜 등), 알칸 다이올 (예컨대 1,3-프로판다이올, 2,2-다이메틸-1,3-프로판다이올, 1,3-부탄다이올, 1,4-부탄다이올, 1,5-펜탄다이올, 1,6-헥산다이올, 2,2,4-트라이메틸-1,6-헥산다이올, 1,3-사이클로헥산다이메탄올, 1,4-사이클로헥산다이메탄올, 2,2,4,4-테트라메틸-1,3-사이클로부탄다이올 등), 아민 옥사이드 (예컨대 옥틸다이메틸아민 옥사이드), 지방산 에스테르, 지방산 아마이드 (예컨대 올레아미드, 에루카미드, 스테아라미드, 에틸렌 비스(스테아라미드) 등), 미네랄 및 식물성 오일 등을 포함할 수 있다. 특히 적당한 한 가지 액체 또는 반-고체는, 예컨대 BASF Corp.로부터 상표명 Pluriol® WI로 상업적으로 입수가 가능한 폴리에테르 폴리올이다.

[0023] 다른 실시예들에서, 나노내포 첨가제는 무정형, 결정형, 또는 반결정형일 수 있는 고체의 형태이다. 예를 들어, 나노내포 첨가제는, 본래 중합체일 수 있으며, 비교적 큰 분자량을 가져서 열가소성 조성물의 안정성과 용융 강도를 개선하는 데 일조한다. 상기에서 표시된 것과 같이, 나노내포 첨가제는 부분적으로 폴리올레핀 매트릭스와 비양립성을 갖는다. 그런 첨가제의 한 실례는 미정질 폴리올레핀 왁스이고, 그것은 전형적으로 에틸렌 및/또는 C₃-C₁₀-알크-1-엔으로부터, 예컨대 프로필렌, 1-부텐, 1-펜텐, 1-헥센, 1-헵텐, 1-옥텐, 1-노넨 및 1-데센으로부터 유도된다. 미정질 왁스는 전형적으로 상대적으로 낮은 용융 온도, 예컨대 약 30°C 내지 약 150°C, 일부 실시예에서는 약 50°C 내지 약 140°C 및 일부 실시예에서는 약 80°C 내지 약 130°C의 용융 온도를 가진다. 그런 낮은 용융 온도에서, 왁스는 용융 상일 때에는 폴리올레핀과 혼화성 배합물을 형성할 수 있지만, 온도가 내려가고 중합체가 결정화되거나 고화되면 왁스는 분리되고 합쳐져서 별도의 나노-규모 도메인이 형성될 것이다.

[0024] 중합체 나노내포 첨가제의 다른 실례는 극성 및 비극성 성분을 함유하는 관능화된 폴리올레핀이다. 극성 성분은, 예를 들어, 하나 이상의 관능기에 의해 제공될 수 있고, 무극성 성분은 올레핀에 의해 제공될 수 있다. 나노내포 첨가제의 올레핀 성분은, 일반적으로, 상술한 바와 같이 임의의 선형 또는 브랜치형 α-올레핀 단량체, 올리고머, 또는 올레핀 단량체로부터 유도되는 중합체(공중합체를 포함함)로부터 형성될 수 있다. 나노내포 첨가제의 관능기는, 분자에 극성 성분을 제공하며 폴리올레핀 매트릭스 중합체와 상용할 수 없는 임의의 기, 분자 세그먼트, 및/또는 블록일 수 있다. 폴리올레핀과 비상용성인 분자 세그먼트 및/또는 블록의 예는 아크릴레이트, 스테레닉, 폴리에스테르, 폴리아미드 등을 포함할 수 있다. 관능기는 이온 성질을 가질 수 있고 대전된 금속 이온을 포함할 수 있다. 특히 적절한 관능기는, 말레 무수물, 말레산, 푸마르산, 말레이미드, 말레산 하이드라지드, 말레산 무수물과 디아민의 반응 산물, 메틸나틱 무수물, 디클로로말레산 무수물, 말레산 아마이드 등이다. 말레산 무수물 개질된 폴리올레핀이 본 발명에서 사용하는 데 특히 적절하다. 이러한 개질된 폴리올레핀은, 통상적으로, 말레산 무수물을 중합체 골격 물질 상에 그래프트함으로써 형성된다. 이러한 말레산화 폴리올레핀은, E. I. du Pont de Nemours and Company에 의해 Fusabond®라는 상품명으로 시판되고 있으며, 예를 들어, P 시리즈(화학적 개질된 폴리프로필렌), E 시리즈(화학적 개질된 폴리에틸렌), C 시리즈(화학적 개질된 에틸렌 비닐 아세테이트), A 시리즈(화학적 개질된 에틸렌 아크릴레이트 공중합체 또는 테르중합체), 또는 N 시리즈(화학적 개질된 에틸렌-프로필렌, 에틸렌-프로필렌 디엔 단량체("EPDM") 또는 에틸렌-옥텐)이 있다. 대안적으로, 말레산화 폴리올레핀도, Chemtura Corp.에 의해 Polybond® 라는 상품명으로 그리고 Eastman Chemical Company에 의해 Eastman G series라는 상품명으로 그리고 Arkema로부터 Orevac®이란 상품명으로 시판되고 있다.

[0025] 소정의 실시예들에서, 중합체 나노내포 첨가제도 반응성일 수 있다. 이러한 반응성 나노내포 첨가제의 일례는, 평균적으로 분자당 적어도 두 개의 옥시란(oxirane) 고리를 포함하는 폴리에폭시드이다. 이론에 제한되고자 의도하지 않고, 이러한 폴리에폭시드 분자는 조성물의 특정 성분과 반응(예를 들어, 사슬 연장, 측쇄 분지화, 그래프트화, 공중합체 형성 등)을 거쳐 유리 전이 온도를 실질적으로 감소시키지 않고 용융 강도를 향상시킬 수

있는 것으로 여겨진다. 반응성 첨가제는 또한 폴리올레핀과 극성이 더 큰 다른 첨가제, 예컨대 마이크로내포 첨가제 사이의 양립화(compatibilization)를 제공할 수 있고, 분산의 균질성을 개선시킬 수 있으며 마이크로내포 첨가제의 크기를 감소시킬 수 있다. 예를 들어 아래에서 더욱 상세하게 기술될 것처럼, 본 발명의 소정의 실시예들은 마이크로내포 첨가제로서 폴리에스테르를 사용할 수 있다. 그런 실시예에서, 반응성 나노내포 첨가제는 폴리에스테르의 카복실 말단기를 통해 (에스테르화) 또는 하이드록실기를 통해 (에테르화) 친핵성 고리-개방 반응을 가능하게 할 수 있다. 옥사졸린 측 반응도 마찬가지로 발생하여 에스테르아미드 부분을 형성할 수 있다. 그런 반응들을 통해서, 폴리에스테르 마이크로내포 첨가제의 분자량은 때로 용융 공정 중에 관찰된 분해에 대응하기 위하여 증가될 수 있다. 본 발명자들은, 과도한 반응으로 인해 중합체 기본골격들 간의 가교결합이 발생할 수 있음을 발견하였다. 이러한 가교결합이 상당한 정도로 진행될 정도로 허용된다면, 그 결과로 형성되는 중합체 배합물이 매우 취약해져 원하는 강도와 세장 특성을 갖는 섬유로 가공되는 것이 어려울 수 있다.

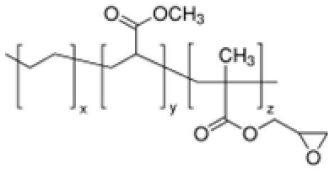
[0026] 이와 관련하여, 본 발명자들은, 비교적 낮은 에폭시 관능을 갖는 폴리에폭시드가 특히 효과적일 수도 있다는 점을 발견하였는데, 이는 "에폭시 등가 중량"으로 정량화될 수 있다. 에폭시 등가 중량은, 에폭시기의 하나의 분자를 포함하는 수지의 양을 반영하며, 개질제의 수평균 분자량을 분자의 에폭시기의 수로 나눔으로써 산출될 수 있다. 본 발명의 폴리에폭시드는, 통상적으로, 2.5 내지 7의 다중분산 지수와 함께, 통상적으로, 약 7,500 내지 약 250,000그램/몰, 일부 실시예들에서는 약 15,000 내지 약 150,000그램/몰, 일부 실시예들에서는, 약 20,000 내지 약 100,000그램/몰의 수평균 분자량을 갖는다. 폴리에폭시드는, 50 미만, 일부 실시예들에서는 5 내지 45, 일부 실시예들에서는 15 내지 40개의 에폭시기를 포함할 수 있다. 이어서, 에폭시 등가 중량은, 약 15,000그램/몰 미만, 일부 실시예들에서는 약 200 내지 약 10,000그램/몰, 일부 실시예들에서는 약 500 내지 약 7,000그램/몰일 수 있다.

[0027] 폴리에폭시드는 말단 에폭시기, 골격 옥시란 단위, 및/또는 펜던트 에폭시기를 함유하는 선형 또는 분지형, 단독중합체 또는 공중합체(예컨대, 랜덤, 그래프트, 블록 등)일 수도 있다. 이러한 폴리에폭시드를 형성하는 데 사용되는 단량체는 가변적일 수 있다. 구체적인 일 실시예에서, 예를 들어, 폴리에폭시드는 적어도 하나의 에폭시-관능 (메타)크릴 단량체 성분을 포함한다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "(메타)크릴"이라는 용어는, 아크릴 및 메타크릴 단량체, 뿐만 아니라 이들의 염 또는 에스테르, 예컨대, 아크릴레이트와 메타크릴레이트 단량체를 포함한다. 예를 들어, 적절한 에폭시-관능 (메타)크릴 단량체는, 1,2-에폭시기를 포함하는 것, 예를 들어, 글리시딜 아크릴레이트 및 글리시딜 메타크릴레이트를 포함할 수 있지만, 이에 한정되지 않는다. 다른 적절한 에폭시-관능 단량체는, 알릴 글리시딜 에테르, 글리시딜 에타크릴레이트, 및 글리시딜 이토코네이트를 포함한다.

[0028] 폴리에폭시드는, 상술한 바와 같이, 통상적으로, 비교적 큰 분자량을 갖고, 이에 따라, 사슬 연장을 야기할 수 있고 또한 원하는 배합물 형태(morphology)를 달성하는 데 일조할 수 있다. 따라서, 생성되는 중합체의 용융 유속은, 2160그램의 하중과 190°C 온도에서 결정되는 바와 같이, 통상적으로, 약 10 내지 약 200그램/10분, 일부 실시예들에서는 약 40 내지 약 150그램/10분, 일부 실시예들에서는 약 60 내지 약 120그램/10분일 수 있다.

[0029] 또한 폴리에폭시드는, 적어도 하나의 선형 또는 분지형 α -올레핀 단량체를 포함하며, 예컨대, 2 내지 20개의 탄소 원자, 바람직하게는 2 내지 8개의 탄소 원자를 갖는 것을 포함한다. 구체적인 예는, 에틸렌, 프로필렌, 1-부텐; 3-메틸-1-부텐; 3,3-디메틸-1-부텐; 1-펜텐; 하나 이상의 메틸, 에틸, 또는 프로필 치환기를 갖는 1-펜텐; 하나 이상의 메틸, 에틸, 또는 프로필 치환기를 갖는 1-헥센; 하나 이상의 메틸, 에틸, 또는 프로필 치환기를 갖는 1-헵텐; 하나 이상의 메틸, 에틸, 또는 프로필 치환기를 갖는 1-옥텐; 하나 이상의 메틸, 에틸, 또는 프로필 치환기를 갖는 1-노넨; 에틸, 메틸 또는 디메틸-치환된 1-데센; 1-도데센; 및 스티렌을 포함한다. 특히 바람직한 α -올레핀 공단량체는 에틸렌 및 프로필렌이다. 또 다른 적절한 단량체는, 에폭시-관능이 아닌 (메타)크릴 단량체를 포함할 수 있다. 이러한 (메타)크릴 단량체의 예는, 메틸 아크릴레이트, 에틸 아크릴레이트, n-프로필 아크릴레이트, i-프로필 아크릴레이트, n-부틸 아크릴레이트, s-부틸 아크릴레이트, i-부틸 아크릴레이트, t-부틸 아크릴레이트, n-아밀 아크릴레이트, i-아밀 아크릴레이트, 이소보르닐 아크릴레이트, n-헥실 아크릴레이트, 2-에틸부틸 아크릴레이트, 2-에틸헥실 아크릴레이트, n-옥틸 아크릴레이트, n-데실 아크릴레이트, 메틸시클로헥실 아크릴레이트, 시클로헥틸 아크릴레이트, 시클로헥실 아크릴레이트, 메틸 메타크릴레이트, 에틸 메타크릴레이트, 2-하이드록시에틸 메타크릴레이트, n-프로필 메타크릴레이트, n-부틸 메타크릴레이트, i-프로필 메타크릴레이트, i-부틸 메타크릴레이트, n-아밀 메타크릴레이트, n-헥실 메타크릴레이트, i-아밀 메타크릴레이트, s-부틸-메타크릴레이트, t-부틸 메타크릴레이트, 2-에틸부틸 메타크릴레이트, 메틸시클로헥실 메타크릴레이트, 시나밀 메타크릴레이트, 크로틸 메타크릴레이트, 시클로헥실 메타크릴레이트, 시클로헥틸 메타크릴레이트, 2-에톡시에틸 메타크릴레이트, 이소보르닐 메타크릴레이트 등, 및 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0030] 본 발명의 특히 바람직한 일 실시예에서, 폴리에폭시드는, 에폭시-관능 (메타)크릴 단량체 성분, α -올레핀 단량체 성분, 및 비-에폭시 관능 (메타)크릴 단량체 성분으로부터 형성되는 테르중합체다. 예를 들어, 폴리에폭시드는, 다음과 같은 구조를 갖는 폴리(에틸렌-코-메틸아크릴레이트-코-글리시딜 메타크릴레이트)일 수 있다:



[0031] 여기서, x, y, z는 1 이상이다.
 [0032]

[0033] 에폭시 관능 단량체는, 알려져 있는 다양한 기술들을 이용하여 중합체로 형성될 수 있다. 예를 들어, 극성 관능기를 포함하는 단량체는 중합체 기본골격에 그래프트되어 그래프트 공중합체를 형성할 수 있다. 이러한 그래프트 기술들은 당업계에 공지되어 있으며, 예를 들어, 미국 특허 제5,179,164호에 개시되어 있다. 다른 실시예들에서, 에폭시 관능기를 포함하는 단량체는, 고압 반응, 지글러-나타 촉매 반응 시스템, 단일 사이트 촉매(예를 들어, 메탈로센) 반응 시스템 등의 공지된 자유 라디칼 중합체화 기술들을 이용하여, 단량체와 함께 공중합체화되어 블록 또는 랜덤공중합체를 형성할 수 있다.

[0034] 단량체 성분(들)의 관련 부분은, 에폭시-반응과 용융 유속 간의 균형을 달성하도록 선택될 수 있다. 더욱 구체적으로, 고 에폭시 단량체 함량은, 양호한 반응성을 초래할 수 있지만, 그 함량이 너무 높으면, 폴리에폭시드가 중합체 배합물의 용융 강도에 악영향을 끼치는 정도로 용융 유속이 감소될 수 있다. 따라서, 대부분의 실시예들에서, 에폭시-관능 (메타)크릴 단량체(들)는, 공중합체의 약 1중량% 내지 약 25중량%, 일부 실시예들에서는 약 2중량% 내지 약 20중량%, 일부 실시예들에서는 약 4중량% 내지 약 15중량%를 구성한다. α -올레핀 단량체(들)는, 마찬가지로, 공중합체의 약 55중량% 내지 약 95중량%, 일부 실시예들에서는 약 60중량% 내지 약 90중량%, 일부 실시예들에서는 약 65중량% 내지 약 85중량%일 수 있다. 다른 단량체 성분들(예를 들어, 비-에폭시 관능 (메타)크릴 단량체)은, 사용시, 공중합체의 약 5중량% 내지 약 35중량%, 일부 실시예들에서는 약 8중량% 내지 약 30중량%, 일부 실시예들에서는 약 10중량% 내지 약 25중량%를 구성할 수 있다. 본 발명에 사용될 수 있는 적절한 폴리에폭시드의 한 가지 특정한 예는, LOTADER® AX8950 또는 AX8900라는 상품명으로 Arkema에 의해 시판되고 있다. LOTADER® AX8950은, 예를 들어, 70 내지 100g/10분의 용융 유속을 갖고, 글리시딜 메타크릴레이트 단량체 함량 7중량% 내지 11중량%, 메틸 아크릴레이트 단량체 함량 13중량% 내지 17중량%, 및 에틸렌 단량체 함량 72중량% 내지 80중량%를 갖는다. 다른 적절한 폴리에폭시드는, 에틸렌, 부틸 아크릴레이트, 및 글리시딜 메타크릴레이트의 테르중합체로, 12g/10분의 용융 속도를 갖는 ELVALOY® PTW라는 상품명으로 Dupont에 의해 시판되고 있다.

[0035] 폴리에폭시드를 형성하는 데 사용되는 단량체의 유형과 상대적 함량을 제어하는 것에 더하여, 원하는 이점을 달성하도록 전체 중량 퍼센트도 제어될 수 있다. 예를 들어, 개질 레벨이 너무 낮으면, 용융 강도와 원하는 기계적 특성의 증가를 달성하지 못할 수 있다. 그러나, 본 발명자들은, 또한, 개질 레벨이 너무 높으면, 에폭시 관능기에 의한 물리적 망 형성과 강력한 분자 상호작용(예를 들어, 가교결합)으로 인해 처리가 제한될 수 있다는 점을 발견하였다. 따라서, 폴리에폭시드는, 통상적으로 조성물에 사용되는 폴리올레핀의 중량에 기초하여 약 0.05중량% 내지 약 10중량%, 일부 실시예들에서는 약 0.1중량% 내지 약 8중량%, 일부 실시예들에서는 약 0.5중량% 내지 약 5중량%, 일부 실시예들에서는 약 1중량% 내지 약 3중량%의 양으로 사용된다. 또한, 폴리에폭시드는, 조성물의 총 중량에 기초하여 약 0.05중량% 내지 약 10중량%, 일부 실시예들에서는 약 0.05중량% 내지 약 8중량%, 일부 실시예들에서는 약 0.1중량% 내지 약 5중량%, 일부 실시예들에서는 약 0.5중량% 내지 약 3중량%를 구성할 수 있다.

[0036] 다른 반응성 나노내포 첨가제도 본 발명에서 사용될 수 있는데, 예를 들어, 옥사졸린-관능화된 중합체, 시아나이드-관능화된 중합체 등이 있다. 이러한 반응성 나노내포 첨가제는, 사용시, 폴리에폭시드에 대하여 상술한 농도 내에서 사용될 수 있다. 구체적인 일 실시예에서는, 옥사졸린 고리를 포함하는 단량체와 그래프트된 폴리올레핀인 옥사졸린-그래프트된 폴리올레핀이 사용될 수 있다. 옥사졸린은, 2-옥사졸린을 포함할 수 있는데, 예를 들어, 2-비닐-2-옥사졸린(예를 들어, 2-이소프로페닐-2-옥사졸린), 2-페티-알킬-2-옥사졸린(예를 들어, 올레산, 리놀레산, 팔미트레산, 가돌레산, 에루스산, 및/또는 아라키돈산의 에탄올아미드로부터 얻을 수 있음), 및 이들의 조합을 포함할 수 있다. 다른 일 실시예에서, 옥사졸린은, 예를 들어, 리시놀옥사졸린 말레이네이트, 운데실-2-옥사졸린, 소야-2-옥사졸린, 리시너스-2-옥사졸린 및 이들의 조합으로부터 선택될 수 있다. 또 다른 일 실시

예에서, 옥사졸린은, 2-이소프로페닐-2-옥사졸린, 2-이소프로페닐-4,4-디메틸-2-옥사졸린, 및 이들의 조합으로부터 선택된다.

[0037] 본 발명의 특정 실시예에서, 다수의 나노내포 첨가제는 조합하여 사용될 수 있다. 예를 들면, 제1 나노내포 첨가제(예, 폴리에폭시드)는 약 50 내지 약 500nm, 일부 실시예에서는 약 60 내지 약 400nm, 및 일부 실시예에서는 약 80 내지 약 300nm의 평균 단면 치수를 갖는 도메인들의 형태로 분산될 수 있다. 제2 나노내포 첨가제는 또한 약 1 내지 약 50nm, 일부 실시예에서는 약 2 내지 약 45nm, 및 일부 실시예에서는 약 5 내지 약 40nm의 평균 단면 치수를 갖는 것과 같이, 제1 나노내포 첨가제보다 더 작은 도메인들의 형태로 분산될 수 있다. 사용 시에, 제1 및/또는 제2 나노내포 첨가제는 전형적으로, 연속상(매트릭스 중합체(들))의 중량을 기준으로, 열가소성 조성물의 약 0.05중량% 내지 약 20중량%, 일부 실시예에서는 약 0.1중량% 내지 약 10중량%, 및 일부 실시예에서는 약 0.5중량% 내지 약 5중량%를 구성한다. 전체 열가소성 조성물에서 제1 및/또는 제2 나노내포 첨가제의 농도는 비슷하게 열가소성 조성물의 약 0.01중량% 내지 약 15중량%, 일부 실시예에서는 약 0.05중량% 내지 약 10중량%, 및 일부 실시예에서는 약 0.1중량% 내지 약 8중량%를 구성한다.

[0038] 나노필러가 임의로 제 2 나노내포 첨가제에 대해 사용될 수 있는데, 그것의 실례는 카본 블랙, 카본 나노튜브, 카본 나노섬유, 나노클레이, 금속 나노입자, 나노실리카, 나노알루미나 등을 포함할 수 있다. 나노클레이는 특히 적절하다. "나노클레이(nanoclay)"라는 용어는, 일반적으로, 통상적으로 판상체 구조를 갖는 클레이 물질(천연 발생 미네랄, 유기적으로 개질된 미네랄, 또는 합성 나노물질)의 나노입자를 가리킨다. 나노클레이의 예는, 예를 들어, 몬트모릴로나이트(2:1 계층 스펙타이트 클레이 구조), 벤토나이트(주로 몬트모릴로나이트로 형성된 알루미늄 필로실리케이트), 카올리나이트(1:1 판 구조 및 $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ 라는 실험식을 갖는 알루미늄실리케이트), 할로이사이트(1:1 판형 구조 및 $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ 라는 실험식을 갖는 알루미늄실리케이트)를 포함한다. 적절한 나노클레이의 일례는, Southern Clay Products, Inc.에 의해 시판되고 있는 몬트모릴로나이트 나노클레이인 Cloisite®이다. 합성 나노클레이의 다른 예는, 혼합된-금속 하이드록시드 나노클레이, 계층화된 이중 하이드록시드 나노클레이(예를 들어, 세피오사이트), 라포나이트, 헥토라이트, 사포나이트, 인도나이트 등을 포함하지만, 이에 한정되지 않는다.

[0039] 원하는 경우, 나노클레이는, 매트릭스 중합체(예를 들어, 폴리에스테르)와의 상용성을 개선하는 데 일조하도록 표면 처리제를 포함할 수 있다. 표면 처리제는, 유기성 또는 무기성일 수 있다. 일 실시예에서는, 유기 양이온을 클레이와 반응시킴으로써 얻어지는 유기 표면 처리제가 사용된다. 적절한 유기 양이온은, 예를 들어, 양이온을 클레이와 교환할 수 있는 4차 유기 암모늄 화합물, 예컨대, 디메틸 비스[수소화 우지] 암모늄 클로라이드 (2M2HT), 메틸 벤질 비스[수소화 우지] 암모늄 클로라이드(MB2HT), 메틸 트리스[수소화 우지 알킬] 클로라이드 (M3HT) 등을 포함할 수 있다. 시판되고 있는 유기 나노클레이의 예는, 예를 들어, 디메틸 벤질 수소화 우지 암모늄 염으로 개질된 몬트모릴로나이트 클레이인 Dellite® 43B(이탈리아 리보르노에 소재하는 Laviosa Chimica)를 포함할 수 있다. 다른 예는, Cloisite® 25A 및 Cloisite® 30B(Southern Clay Products) 및 Nanofil 919 (Süd Chemie)를 포함한다. 원하는 경우, 나노필러는 첨가제와 조성물의 나머지 중합체들과의 상용성을 향상시키는 마스터 배치를 형성하도록 담체 수지와 배합될 수 있다. 특히 적절한 담체 수지는, 예를 들어, 위에서 더욱 상세히 설명한 바와 같이, 폴리에스테르(예를 들어, 폴리락트산, 폴리에틸렌 테레프탈레이트 등); 폴리올레핀(예를 들어, 에틸렌 중합체, 프로필렌 중합체 등); 기타 등등을 포함한다.

[0040] 사용된 물질과 관계 없이, 나노내포 첨가제는 전형적으로 이산 도메인들과 결과적으로 형성된 포어들이 적당히 유지될 수 있는 것을 보장하기 위해 특정 점도 (또는 용융 유속)를 가지도록 선택된다. 예를 들어 만약 나노내포 첨가제의 점도가 너무 낮으면 (또는 용융 유속이 너무 높으면), 첨가제는 연속상을 통해 조절불가능하게 흐르고 분산되는 경향이 있다. 이에 따라, 유지하기 어려우며 또한 이르게 파단될 가능성이 있는 박층 판형 도메인 또는 공동 연속상 구조가 발생한다. 역으로, 점도가 너무 높으면 (또는 용융 유속이 너무 느리면), 함께 모여져서 혼합 중에 분산이 어려운 매우 큰 타원형 도메인들이 형성된다. 이것은 전체 연속상을 통한 나노내포 첨가제의 균일하지 않은 분포를 유발할 수 있다. 예를 들어, 폴리올레핀의 용융 유속 대 중합체 나노내포 첨가제의 용융 유속의 비율은, 예를 들어 약 0.2 내지 약 8, 일부 실시예에서는 약 0.5 내지 약 6 및 일부 실시예에서는 약 1 내지 약 5일 수 있다. 나노내포 첨가제는 예를 들면, ASTM D1238에 따라 2160 그램의 하중 및 용융 온도(예컨대 190°C) 보다 적어도 약 40°C 위의 온도에서 측정된, 약 0.1 내지 약 100 그램/10분, 일부 실시예에서는 약 0.5 내지 약 50 그램/10분 및 일부 실시예에서는 약 5 내지 약 15 그램/10분의 용융 유속(건조 기준으로)을 가질 수 있다. 마찬가지로 폴리올레핀은 ASTM D1238에 따라 2160 그램의 하중 및 용융 온도(예컨대 230°C) 보다 적어도 약 40°C 위의 온도에서 측정된, 약 0.5 내지 약 80 그램/10분, 일부 실시예에서는 약 1 내

지 약 40 그램/10분 및 일부 실시예에서는 약 5 내지 약 20 그램/10분의 용융 유속(건조 기준으로)을 가질 수 있다.

[0041] C. 마이크로내포 첨가제

[0042] 필요한 것은 아니지만, 본 발명의 조성물은 또한 마이크로내포 첨가제를 사용할 수 있다. 여기에서 사용된 바, 용어 “마이크로내포 첨가제”는 일반적으로 중합체 매트릭스 내에 마이크로 크기의 이산 도메인들의 형태로 분산될 수 있는 임의의 물질을 가리킨다. 예를 들어 연신 전에, 도메인들은 약 0.1 μm 내지 약 25 μm , 일부 실시예에서는 약 0.5 μm 내지 약 20 μm 및 일부 실시예에서는 약 1 μm 내지 약 10 μm 의 평균 단면 치수를 가질 수 있다. 사용될 때, 본 발명자들은 마이크로-규모 및 나노-규모 상 도메인들이 변형 및 신장성 변형(예컨대 연신)이 수행될 때 독특한 방식으로 상호작용하여 포어의 망을 형성할 수 있음을 발견하였다. 즉, 신장 변형은, 물질들의 비친화성 때문에 발생하는 응력 집중의 결과로서, 마이크로 크기의 분리 상 도메인들 근처에서 집중적인 국부 전단 지대 및/또는 응력 집중(intensity) 지대(예, 평균 응력들)을 개시할 수 있을 것으로 여겨진다. 이들 전단 및/또는 응력 집중 지대는 마이크로-규모 도메인들에 인접한 폴리올레핀 매트릭스에서 약간의 초기 해리를 유발한다. 그러나, 특히, 나노-규모 이산 상 도메인들 근처에서 생성된 국소화된 전단 및/또는 응력 집중 지대는 마이크로-규모 지대와 중복되어 중합체 매트릭스에서 추가의 해리가 일어나는 것을 유발시키고, 그로써 나노-규모 도메인들 및/또는 마이크로-규모 도메인들에 인접하여 상당수의 나노포어를 생성할 수 있다.

[0043] 마이크로내포 첨가제의 특정 성질은 중요하지 않으며, 액체, 반-고체 또는 고체(예컨대 비정질, 결정 또는 반-결정)를 포함할 수 있다. 특정 실시예에서, 마이크로내포 첨가제는 본래 중합체며, 비교적 높은 분자량을 가져서 열가소성 조성물의 안정성과 용융 강도를 개선하는 데 일조한다. 전형적으로 마이크로내포 첨가제 중합체는 매트릭스 중합체와 대략 양립가능하지 않을 수도 있다. 이러한 식으로, 첨가제는 매트릭스 중합체의 연속상 내에서 이산 위상 도메인들로서 더욱 양호하게 분산될 수 있다. 이산 도메인들은 외부 힘에서 발생한 에너지를 흡수할 수 있고, 그것은 최종 섬유에 전체 터프니스 및 강도를 증가시킨다. 도메인들은 다양한 상이한 형상들, 예를 들면, 타원형, 구형, 원통형, 판상형, 관형 등을 가질 수 있다. 일 실시예에서, 예를 들면 도메인들은 실질적으로 타원 형상을 갖는다. 개별적인 도메인의 물리적 치수는 전형적으로 외부 응력이 적용될 때 섬유를 통해 파단의 전파를 최소화하기에 충분히 작지만, 입자 함유물에서 및 그 주변에서 미세한 소성 변형을 개시하고 전단 지대를 허용하기에 충분히 크다.

[0044] 마이크로내포 첨가제는 이산 도메인들과 그 결과의 포어들이 적절하게 유지되는 것을 보장하기 위하여 특정 용융 유속(또는 점도)을 가질 수 있다. 예를 들어, 첨가제의 용융 유속이 너무 빠르면, 첨가제가 연속상을 통해 제어되지 않고 흐르고 분산되는 경향이 있다. 이에 따라, 유지하기 어려우며 또한 이르게 파단될 가능성이 있는 박층 관형 도메인 또는 공동 연속상 구조가 발생한다. 역으로, 첨가제의 용융 유속이 너무 느리면, 첨가제가 함께 모여서, 배합 동안 분산되기 어려운 매우 큰 타원 도메인을 형성하는 경향이 있다. 이에 따라, 연속상 전체에 걸쳐 첨가제의 불균일한 분포가 발생할 수 있다. 이런 견지에서, 본 발명자들은 마이크로내포 첨가제의 용융 유속 대 매트릭스 중합체의 용융 유속의 비율은 전형적으로 약 0.5 내지 약 10, 일부 실시예에서는 약 1 내지 약 8 및 일부 실시예에서는 약 2 내지 약 6임을 발견하였다. 마이크로내포 첨가제는 예를 들면, 2160 그램의 하중 및 첨가제의 용융 온도(예컨대 210 $^{\circ}\text{C}$) 보다 적어도 약 40 $^{\circ}\text{C}$ 위의 온도에서 측정된, 약 5 내지 약 200 그램/10분, 일부 실시예에서는 약 20 내지 약 150 그램/10분 및 일부 실시예에서는 약 40 내지 약 100 그램/10분의 용융 유속을 가질 수 있다.

[0045] 상술한 특성들에 더하여, 원하는 다공성 망을 달성하도록 마이크로내포 첨가제의 기계적 특징들도 선택될 수 있다. 예를 들어 외부 힘과 함께 적용된 응력 집중(예컨대 정상 또는 전단 응력을 포함함) 및 전단 및/또는 소성 항복 지대는 첨가제 및 매트릭스 중합체의 탄성률의 차이로부터 발생하는 응력 집중의 결과로서 이산 상 도메인들에서 및 그 주변에서 개시될 수 있다. 응력 집중이 클수록 도메인에서의 국부적 플라스틱 흐름이 더욱 강화되는데, 이는 응력이 부여되는 경우 도메인이 상당히 세장될 수 있게 한다. 이들 신장된 도메인들은 조성물이 보다 유연하고 더 부드러운 행동을 나타내는 것을 허용할 수 있다. 응력 집중을 증강시키기 위하여, 마이크로내포 첨가제는 폴리올레핀 매트릭스에 비교하여 상대적으로 높은 영의 탄성률을 가지도록 선택될 수 있다. 예를 들어 첨가제의 탄성률 대 폴리올레핀 매트릭스의 탄성률의 비율은 전형적으로 약 1 내지 약 250, 일부 실시예에서는 약 2 내지 약 100 및 일부 실시예에서는 약 2 내지 약 50이다. 마이크로내포 첨가제의 탄성률은, 예를 들면 약 200 내지 약 3,500 메가파스칼(MPa), 일부 실시예에서는 약 300 내지 약 2,000MPa 및 일부 실시예에서는 약 400 내지 약 1,500MPa의 범위일 수 있다. 반대로, 폴리올레핀의 탄성률은 예를 들면, 약 100 내지 1,500MPa 및 일부 실시예에서는 약 200 내지 약 1000MPa의 범위일 수 있다. 다르게는, 마이크로내포 첨가제의 탄성률은 폴리올레핀 매트릭스의 탄성률보다 낮을 수 있다. 탄성률은 예를 들면, 약 10MPa 내지 약 100MPa 및 임의로, 약 20MPa

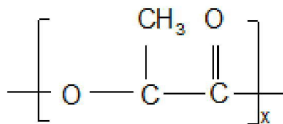
내지 약 80MPa의 범위일 수 있다.

[0046] 상기에서 확인된 특성들을 가지는 광범위한 마이크로나포 첨가제가 사용될 수 있는 한편, 그런 첨가제의 특히 적당한 실례는 스티렌 공중합체 (예컨대 스티렌-부타다이엔-스티렌, 스티렌-아이소프렌-스티렌, 스티렌-에틸렌-프로필렌-스티렌, 스티렌-에틸렌-부타다이엔-스티렌 등); 플루오로중합체, 예컨대 폴리비닐 클로라이드 (PVC), 폴리테트라플루오로에틸렌 (PTFE), 폴리클로로트라이플루오로에틸렌 (PCTFE) 등; 폴리비닐 알코올; 폴리비닐 아세테이트; 폴리에스테르, 예컨대 지방족 폴리에스테르, 예컨대 폴리카프로락톤, 폴리에스테르아미드, 폴리락트산 (PLA) 및 그것의 공중합체, 폴리글리콜산, 폴리알킬렌 카보네이트 (예컨대 폴리에틸렌 카보네이트), 폴리-3-하이드록시부티레이트 (PHB), 폴리-3-하이드록시발레레이트 (PHV), 폴리-3-하이드록시부티레이트-코-4-하이드로부티레이트, 폴리-3-하이드록시부티레이트-코-3-하이드록시발레레이트 공중합체 (PHBV), 폴리-3-하이드록시부티레이트-코-3-하이드록시헥사노에이트, 폴리-3-하이드록시부티레이트-코-3-하이드록시옥타노에이트, 폴리-3-하이드록시부티레이트-코-3-하이드록시데카노에이트, 폴리-3-하이드록시부티레이트-코-3-하이드록시옥타데카노에이트 및 석시네이트-기초 지방족 중합체 (예컨대 폴리부틸렌 석시네이트, 폴리부틸렌 석시네이트 아디페이트, 폴리에틸렌 석시네이트 등), 지방족-방향족 코폴리에스테르 (예컨대 폴리부틸렌 아디페이트 테레프탈레이트, 폴리에틸렌 아디페이트 테레프탈레이트, 폴리에틸렌 아디페이트 아이소프탈레이트, 폴리부틸렌 아디페이트 아이소프탈레이트 등), 방향족 폴리에스테르 (예컨대 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리부틸렌 테레프탈레이트 등); 등을 포함할 수 있다.

[0047] 특히 적당한 것은 대체로 첨가제가 상대적으로 높은 유리 전이 온도를 가지는 정도로 본질상 단단한 마이크로나포 첨가제이다. 예를 들어, 유리 전이 온도(“T_g”)는, 약 0°C 이상, 일부 실시예들에서는 약 5°C 내지 약 100°C, 일부 실시예들에서는 약 30°C 내지 약 80°C, 일부 실시예들에서는 약 50°C 내지 약 75°C 일 수 있다. 유리 전이 온도는, ASTM E1640-09에 따라 동적 기계적 분석에 의해 결정될 수도 있다.

[0048] 한 가지 구체적인 적절한 강성 폴리에스테르는 폴리락트산으로, 일반적으로 락트산의 임의의 이성질체의 단량체 단위, 예컨대 좌회전성-락트산("L-락트산"), 우회전성-락트산("D-락트산"), 메소-락트산, 또는 이들의 혼합물로부터 유도될 수도 있다. 단량체 단위는 또한 락트산의 임의의 이성질체, 이를테면 L-락타이드, D-락타이드, 메조-락타이드 또는 그것들의 혼합물의 무수물로부터도 형성될 수 있다. 그런 락트산 및/또는 락타이드의 고리형 이량체 또한 사용될 수 있다. 임의의 공지된 중합법, 예컨대 중축합 또는 고리-개방 중합이 락트산을 중합하기 위하여 사용될 수 있다. 소량의 사슬-확장제(예컨대 다이이소시아네이트 화합물, 에폭시 화합물 또는 산 무수물)가 또한 사용될 수 있다. 폴리락트산은 단독중합체거나 공중합체, 예컨대 L-락트산으로부터 유도된 단량체 단위 및 D-락트산으로부터 유도된 단량체 단위를 함유하는 것일 수 있다. 요구되지는 않지만, L-락트산으로부터 유도된 단량체 단위와 D-락트산으로부터 유도된 단량체 단위 중 하나의 함량 비율은 바람직하게는 약 85 몰% 이상, 일부 실시예에서는 약 90 몰% 이상, 및 일부 실시예에서는 약 95 몰% 이상이다. 각각이 L-락트산으로부터 유도된 단량체 단위와 D-락트산으로부터 유도된 단량체 단위 사이에 상이한 비율을 가지는 다중 폴리락트산은 임의의 백분율로 혼합될 수 있다. 물론, 폴리락트산은 다른 유형의 중합체(예를 들어, 폴리올레핀, 폴리에스테르 등)와 함께 배합될 수도 있다.

[0049] 구체적인 일 실시예에서, 폴리락트산은 다음과 같은 일반 구조를 갖는다:



[0050]

[0051] 본 발명에서 사용될 수 있는 적절한 폴리락트산 중합체의 특정한 일례는, BIOMER™ L9000이라는 상품명으로 독일 Krailling에 소재하는 Biomer, Inc.에 의해 시판되고 있다. 다른 적절한 폴리락트산 중합체는, 미국 미네소타주 미네통카에 소재하는 Natureworks LLC에 의해 (NATUREWORKS®) 또는 Mitsui Chemical (LACEA™)에서 시판되고 있다. 또 다른 적당한 폴리락트산은 미국 특허 제 4,797,468호; 제5,470,944호; 제5,770,682호; 제5,821,327호; 제5,880,254호; 및 제6,326,458호에서 기술될 수 있고, 그것들은 모든 목적에 대해 참조로 그것의 전체 내용이 본원에 포함된다.

[0052] 폴리락트산은, 통상적으로, 약 40,000 내지 약 180,000그램/몰, 일부 실시예들에서는 약 50,000 내지 약 160,000그램/몰, 일부 실시예들에서는 약 80,000 내지 약 120,000그램/몰의 수평균 분자량(“M_n”)을 갖는다. 마찬가지로, 중합체는, 또한, 통상적으로, 약 80,000 내지 약 250,000그램/몰, 일부 실시예들에서는 약 100,000

내지 약 200,000그램/몰, 일부 실시예들에서는, 약 110,000 내지 약 160,000그램/몰의 중량 평균 분자량(“ M_w ”)을 갖는다. 중량 평균 분자량 대 수평균 분자량의 비(“ M_w/M_n ”), 즉, "다중분산 지수(polydispersity index)"도 비교적 낮다. 예를 들어, 다중분산 지수는, 통상적으로, 약 1.0 내지 약 3.0, 일부 실시예들에서는 약 1.1 내지 약 2.0, 일부 실시예들에서는 약 1.2 내지 약 1.8일 수 있다. 중량 평균 분자량과 수 평균 분자량은 본 기술분야의 숙련자에게 알려져 있는 방법에 의해 결정될 수 있다.

[0053] 순수 폴리에스테르의 일부 유형(예를 들어, 폴리락트산)은, 출발물질 폴리락트산의 건조 중량에 기초하여 약 500 내지 600ppm 이상의 습기 함량을 갖도록 주변 환경으로부터 물을 흡수할 수 있다. 습기 함량은, 후술하는 바와 같이 ASTM D 7191-05에 따라, 당업계에 알려져 있듯이 다양한 방식으로 결정될 수 있다. 용융 가공 동안 물이 존재함으로써 폴리에스테르를 가수분해적으로 분해시킬 수 있고 그 분자량을 감소시킬 수 있기 때문에, 때로는 배합 전에 폴리에스테르를 건조시키는 것이 바람직하다. 예를 들어 대부분의 실시예에서, 재생가능한 폴리에스테르는 마이크로나노 첨가제와 혼합하기 전에 약 300ppm 이하, 일부 실시예에서 약 200ppm 이하, 일부 실시예에서 약 1 내지 약 100ppm의 습기 함량을 가지는 것이 바람직하다. 폴리에스테르의 건조는, 예를 들면 약 50℃ 내지 약 100℃, 및 일부 실시예에서는 약 70℃ 내지 약 80℃에서 실시될 수 있다.

[0054] 사용된 물질과 관계없이, 열가소성 조성물 중의 마이크로나노 첨가제의 상대적인 백분율은 결과의 조성물에 유의미하게 영향을 주지 않으면서 바람직한 특성들을 이루기 위해 선택된다. 예를 들어, 마이크로나노 첨가제는 통상적으로 조성물에 사용된 폴리올레핀 매트릭스의 중량에 기초하여, 열가소성 조성물의 약 1중량% 내지 약 30중량%, 일부 실시예에서 약 2중량% 내지 약 25중량% 및 일부 실시예에서 약 5중량% 내지 약 20중량%의 양으로 사용된다. 전체 열가소성 조성물 내의 마이크로나노 첨가제의 농도는, 마찬가지로, 약 0.1중량% 내지 약 30중량%, 일부 실시예들에서는 약 0.5중량% 내지 약 25중량%, 일부 실시예들에서는 약 1중량% 내지 약 20중량%일 수 있다.

[0055] D. 다른 성분들

[0056] 서로 다른 다양한 이유 때문에 조성물을 위한 다양한 성분들을 사용할 수 있다. 예를 들어 한 특정 실시예에서, 나노나노 및/또는 마이크로나노 첨가제와 폴리올레핀 매트릭스 사이의 마찰 및 연결 정도를 감소시키는 것을 돕고, 그로써 해리의 정도와 균일성을 증강시키기 위해 열가소성 조성물에 간기 개질제가 사용될 수 있다. 이러한 식으로, 포어들은 조성물 전체에 걸쳐 더욱 균질한 방식으로 분포될 수 있다. 개질제는 실온(예를 들어, 25℃)에서 액체 또는 반고체 형태이어서, 비교적 낮은 점성도를 보유하여 열가소성 조성물 내에 더욱 쉽게 통합되고 중합체 표면으로 쉽게 이동할 수 있다. 폴리올레핀 매트릭스와 첨가제의 계면에서 물리적 힘을 감소시킴으로써, 개질제의 저점도, 소수성 성질은 해리를 촉진하는 것을 도울 수 있는 것으로 여겨진다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "소수성"이라는 용어는, 통상적으로, 약 40° 이상, 일부 경우엔 약 60° 이상의 공기 중의 수 접촉각을 갖는 물질을 가리킨다. 대조적으로, "친수성"이라는 용어는, 통상적으로, 약 40° 미만의 공기 중의 수 접촉각을 갖는 물질을 가리킨다. 접촉각을 측정하기 위한 한 가지 적절한 시험은 ASTM D5725-99 (2008)이다.

[0057] 필요한 것은 아니지만, 마이크로나노 첨가제가 사용되고 나노나노 첨가제가 고체(예컨대 중합체 물질)인 실시예에서 간기 개질제가 특히 적당할 수 있다. 적당한 소수성의 저점도 간기 개질제는 예를 들면 상기에서 참조된 액체 및/또는 반-고체를 포함할 수 있다. 하나의 특히 적절한 간기 개질제는 예를 들어, BASF Corp.에 의해 PLURIOL® WI라는 상품명으로 시판되고 있는 폴리에테르 폴리올이다. 다른 적절한 개질제는, 예를 들어, Hallstar에 의해 HALLGREEN® IM라는 상품명으로 시판되고 있는 부분적으로 재생가능한 에스테르이다.

[0058] 간기 개질제는, 사용시, 연속상 폴리올레핀 매트릭스의 중량에 기초하여 열가소성 조성물의 약 0.1중량% 내지 약 20중량%, 일부 실시예들에서는 약 0.5중량% 내지 약 15중량%, 일부 실시예들에서는 약 1중량% 내지 약 10중량%를 구성할 수 있다. 전체 열가소성 조성물 내의 간기 개질제의 농도는, 마찬가지로, 약 0.05중량% 내지 약 20중량%, 일부 실시예들에서는 약 0.1중량% 내지 약 15중량%, 일부 실시예들에서는 약 0.5중량% 내지 약 10중량%를 구성할 수 있다. 상기에서 언급된 양에서, 간기 개질제는, 열가소성 조성물의 전체적인 용융 특성을 방해하지 않고 중합체의 계면으로 쉽게 이동할 수 있으며 해리를 용이하게 하는 특징을 갖는다. 예를 들어, 열가소성 조성물의 용융 유속은 또한 폴리올레핀 매트릭스의 용융 유속과 유사할 수 있다. 예를 들어 조성물의 용융 유속(건조 기준)은 ASTM D1238에 따라 2160 그램의 하중 및 190℃에서 측정된, 약 0.1 내지 약 250 그램/10분, 일부 실시예에서 약 0.5 내지 약 200 그램/10분 및 일부 실시예에서 약 5 내지 약 150 그램/10분일 수 있다.

[0059] 계면 부착을 개선하고 도메인과 매트릭스 간의 계면 장력을 감소시키고 이에 따라 혼합 동안 더욱 작은 도메인들의 형성을 가능하게 하는 상용화제도 사용될 수 있다. 적절한 상용화제의 예는, 예를 들어, 에폭시 또는 말레산 무수물 화학적 부분으로 관능화된 공중합체를 포함할 수 있다. 말레산 무수물 상용화제의 일례는, 폴리프로

필렌-그래프트된-말레산 무수물이며, 이것은 Orevac™ 18750 및 Orevac™ CA 100라는 상품명으로 Arkema에 의해 시판되고 있다. 상용화제는, 사용시, 연속상 매트릭스의 중량에 기초하여 열가소성 조성물의 약 0.05중량% 내지 약 10중량%, 일부 실시예들에서는 약 0.1중량% 내지 약 8중량%, 일부 실시예들에서는 약 0.5중량% 내지 약 5중량%를 구성할 수 있다.

[0060] 원하는 경우, 폴리올레핀 매트릭스의 가소제로서 작용할 수 있는 부텐 중합체(단독중합체 또는 공중합체)가 또한 사용될 수 있으며, 그로 인해 유동성 및 연성이 향상되고, 그 결과, 실질적인 정도의 파단 없이 비교적 고속으로 처리될 수 있는 능력이 향상된다. 사용되는 경우, 이러한 부텐 중합체는 통상적으로 연속상(매트릭스 중합체(들))의 중량에 기초하여 약 0.01중량% 내지 약 15중량%, 일부 실시예들에서는 약 0.1중량% 내지 약 12중량%, 일부 실시예들에서는 약 0.5중량% 내지 약 10중량%를 구성한다. 부텐 중합체는 또한 조성물의 총 중량에 기초하여 약 0.01중량% 내지 약 15중량%, 일부 실시예들에서는 약 0.1중량% 내지 약 12중량%, 일부 실시예들에서는 약 0.5중량% 내지 약 10중량%의 양으로 사용될 수도 있다.

[0061] 일반적으로, 용어 "부텐 중합체"는 1-부텐 (α -부틸렌), 2-부텐 (시스- β -부틸렌 또는 트랜스- β -부틸렌), 2-메틸프로펜 (이소부틸렌), 시클로부텐 및 이들의 조합을 포함하여, 4개의 탄소 원자를 갖는 알켄 단량체의 단일중합체 또는 공중합체를 의미한다. 부텐 중합체는 또한 프로펜과 같은, 다른 단량체를 함유할 수도 있다. 일 실시예에서, 예를 들어, 부텐 중합체는 부텐-1 ("폴리부틸렌"으로 지칭됨)의 단일중합체일 수도 있다. 다른 적합한 중합체는 이소부틸렌의 단일중합체 ("폴리이소부틸렌"으로 지칭됨) 및 1-부텐, 2-부텐 및/또는 이소부틸렌의 공중합체 ("폴리부텐"으로 지칭됨)를 포함할 수도 있다. 하나의 특정 실시예에서, 예를 들어, 부텐 중합체는 폴리부틸렌 (폴리-1-부텐으로도 공지됨)일 수도 있다. 폴리부틸렌은 1-부텐의 지글러-나타 저압 중합 반응을 통해서, 예컨대 1-부텐을 $TiCl_3$, $TiCl_3AlCl_3$, 및/또는 $Al(C_2H_5)_2Cl$ 의 촉매로 중합하여 만들 수 있다. 부텐 중합체의 분자량은 중합체의 유형 및 중합도에 따라 변할 수도 있지만, 일반적으로 부텐 중합체는 비교적 낮은 분자량, 예컨대 약 10,000g/몰 이하, 일부 실시예들에서는 약 5,000g/몰 이하, 일부 실시예들에서는 약 2,000g/몰 이하, 일부 실시예들에서는 약 100 내지 약 1,000g/몰의 수 평균 분자량을 갖는 것이 바람직하다. 물론, 보다 높은 분자량 중합체, 예컨대 약 10,000 내지 약 250,000g/몰의 수 평균 분자량을 갖는 것 또한 사용될 수 있음을 이해해야 한다. 또한, 부텐 중합체의 밀도는 ASTM D4052-11에 따라 결정되는 바와 같이, 일반적으로 약 0.910g/cm³ 이하, 일부 실시예에서는 약 0.900g/cm³ 이하, 일부 실시예에서는 약 0.810 내지 약 0.890g/cm³이다. 마찬가지로 부텐 중합체의 동점도는 ASTM D445-14e2에 따라 40°C에서 결정되는 바와 같이, 약 50 내지 약 2,000 센티스토크("cs"), 일부 실시예에서는 약 100 내지 약 1,500cs, 일부 실시예에서는 약 200 내지 약 1,000cs의 범위일 수도 있다.

[0062] 다른 적당한 물질, 예컨대 촉매, 항산화제, 안정화제, 계면활성제, 왁스, 고체 용매, 핵화제, 미립자, 나노필러 및 열가소성 조성물의 가공성 및 기계적 특성들을 증강시키기 위해 첨가된 다른 물질들이 또한 열가소성 조성물에 사용될 수 있다. 그러나, 본 발명의 한 가지 유익한 측면은, 발포제(예를 들어, 클로로플루오로카본, 하이드로클로로플루오로카본, 하이드로카본, 이산화탄소, 초임계 이산화탄소, 질소 등) 및 포어-개시 필러(예를 들어, 탄산칼슘) 같은 다양한 기존의 첨가제를 필요로 하지 않고 양호한 성능이 제공될 수도 있다는 점이다. 실제로, 열가소성 조성물은 일반적으로 발포제 및/또는 포어-개시 필러를 포함하지 않을 수 있다. 예를 들어 그런 발포제 및/또는 필러는 열가소성 조성물의 약 1중량% 이하, 일부 실시예에서 약 0.5중량% 이하 및 일부 실시예에서 약 0.001중량% 내지 약 0.2중량%의 양으로 존재할 수 있다. 또한, 응력 백화 특성으로 인해, 더욱 상세히 후술하는 바와 같이, 형성되는 조성물은, 이산화 티타늄 등의 종래의 안료를 필요로 하지 않고 불투명한 색(예를 들어, 백색)을 달성할 수 있다. 소정의 실시예들에서, 예를 들어, 안료는, 열가소성 조성물의 약 1중량% 이하, 일부 실시예들에서는 약 0.5중량% 이하, 일부 실시예들에서는 약 0.001중량% 내지 약 0.2중량%의 양으로 존재할 수 있다.

[0063] II. 배합

[0064] 열가소성 조성물을 형성하기 위해, 성분들은 통상적으로, 알려져 있는 다양한 기술들 중 임의의 기술을 이용하여 함께 배합된다. 예를 들어 일 실시예에서, 성분들은 별도로 또는 조합되어 공급될 수 있다. 예를 들어 성분들은 먼저 함께 건조 혼합되어 본질적으로 균질한 건조 혼합물을 형성하고, 그것들은 마찬가지로 동시에 또는 순서대로 물질들을 분산적으로 배합하는 용융 가공 장치에 공급될 수 있다. 배치식 및/또는 연속식 용융 가공 기법이 사용될 수 있다. 예를 들어 믹서/반죽기, Banbury 믹서, Farrel 연속식 믹서, 단일-스크류 압출기, 트윈-스크류 압출기, 롤 밀 등이 물질을 혼합하고 용융 가공하기 위해 활용될 수 있다. 특히 적합한 용융 가공 장치는 공-회전하는, 트윈-스크류 압출기이다(예컨대 Werner & Pfleiderer Corporation (뉴저지주 램피)으로부터 입

수가능한 ZSK-30 압출기 또는 Thermo Electron Corp.(잉글랜드 스톤)으로부터 활용할 수 있는 Thermo Prism™ USALAB 16 압출기). 그런 압출기들은 송급 및 환기 포트를 포함할 수 있고 고강도의 분배적이고 분산적인 혼합을 제공한다. 예를 들어 성분들은 트윈-스크류 압출기의 동일하거나 상이한 송급 포트에 송급되고 용융 혼합되어 실질적으로 균질한 용융된 혼합물이 형성된다. 바람직하다면, 다른 첨가제들이 또한 중합체 용융물에 주입되거나 및/또는 별도로 압출기의 길이를 따라 다른 지점에서 압출기에 송급될 수 있다.

[0065] 선택된 특정 가공 기술에 상관없이, 최종 용융 배합된 조성물은 전형적으로 나노내포 첨가제의 나노 크기의 도메인들과 선택적으로 마이크로내포 첨가제의 마이크로 크기의 도메인들을 함유한다. 전단/압력과 열의 정도는, 충분한 분산을 보장하지만 오히려 도메인들이 원하는 특성을 달성할 수 없을 정도로 도메인의 크기를 감소시키지 않게끔 높게 제어될 수 있다. 예를 들어, 배합은, 통상적으로, 약 180°C 내지 약 300°C의 온도, 일부 실시예들에서는 약 185°C 내지 약 250°C의 온도, 일부 실시예들에서는 약 190°C 내지 약 240°C의 온도에서 발생한다. 마찬가지로 용융 공정 중에 외관상 전단속도는 약 10 초⁻¹ 내지 약 3000 초⁻¹의 범위, 일부 실시예에서는 약 50 초⁻¹ 내지 약 2000 초⁻¹, 및 일부 실시예에서는 약 100 초⁻¹ 내지 약 1200 초⁻¹의 범위일 수 있다. 외관상 전단 속도는 $4Q/R^3$ 과 같을 수도 있는데, 이때 Q 는 중합체 용융물의 부피 유속(“m³/s”)이고, R 은 그것을 통해 용융된 중합체가 흘러가는 모세관(예컨대 압출기 다이)의 반경(“m”)이다. 물론 다른 변수, 예컨대 작업처리율과 역비례하는, 용융 공정 중의 거주 시간도 또한 원하는 균질성 정도를 이루기 위해 조절될 수 있다.

[0066] 원하는 전단 조건(예컨대 속도, 체류 시간, 전단속도, 용융 가공 온도 등)을 이루기 위하여, 압출기 스크류(들)의 속도는 특정 범위로 선택될 수 있다. 일반적으로, 생성물 온도의 증가는 시스템 안으로의 추가의 기계 에너지 유입으로 인한 스크류 속도가 증가하면서 관찰된다. 예를 들어 스크류 속도는 약 50 내지 약 600rpm일 수 있고, 일부 실시예에서 약 70 내지 약 500rpm, 및 일부 실시예에서는 약 100 내지 약 300rpm일 수 있다. 이 결과, 생성되는 도메인의 크기에 악영향을 끼치지 않고 나노내포 첨가제를 분산시키기에 충분히 높은 온도가 발생할 수 있다. 용융 전단 속도 및, 이어서 첨가제들이 분산되는 정도는 또한 압출기의 혼합 구역 내에서 하나 이상의 분포성 및/또는 분산성 혼합 요소들을 사용함으로써 증가될 수 있다. 단일 스크류 압출기에 적합한 분포성 믹서는 예를 들면 Saxon, Dulmage, Cavity Transfer 믹서 등을 포함할 수 있다. 마찬가지로 적합한 분산성 믹서는 Blister 고리, Leroy/Maddock, CRD 믹서 등을 포함할 수 있다. 해당 기술분야에 잘 알려져 있는 것과 같이, 혼합은 중합체 용융물의 접힘과 재배향을 생성하는 배럴의 핀, 예컨대 Buss 반죽기 압출기, Cavity Transfer 믹서 및 Vortex Intermeshing Pin(VIP) 믹서를 사용함으로써 추가로 개선될 수 있다.

[0067] III. 섬유 형성

[0068] 본원에서 사용되는 것과 같이, 용어 “섬유”는 중합체를 다이와 같은 성형 오리피스스를 통과시킴으로써 형성된 신장된 압출물을 말한다. 달리 언급되지 않는 한, 용어 “섬유”는 유한한 길이를 가지는 불연속적인 섬유 및 실질적으로 연속적인 필라멘트를 둘 다 포함한다. 실질적으로 필라멘트는 예를 들면 그것의 직경보다 훨씬 더 큰 길이, 예컨대 약 15,000 대 1보다 큰, 특정한 경우에는 약 50,000 대 1의 길이 대 직경 비율(“중형비”)을 가질 수 있다. 원하는 경우, 섬유는 길이방향으로 섬유의 적어도 일부분을 따라 연장되는 중공형 공동들을 포함하는 정도로 “중공”일 수도 있다. 일부 경우에, 공동은 섬유의 전체 길이를 따라 연장될 수도 있다.

[0069] 열가소성 조성물로부터 형성된 섬유들은, 일반적으로, 단성분 및 다성분(예를 들어, 시스-코어(sheath-core) 구성, 나란한 구성, 세그먼트화 파이 구성, 바다 속 섬(island-in-the-sea) 구성 등)을 포함하는 임의의 원하는 구성을 가질 수 있다. Carter 등의 미국 특허 제6,642,429호에 기술된 바와 같은, 중공 섬유(단일성분 및/또는 복수성분)를 사용할 수도 있다. 일부 실시예들에서는, 섬유들은, 강도 및 기타 기계적 특성을 더욱 향상시키도록 하나 이상의 추가 중합체를 성분(예를 들어, 이성분) 또는 구성요소(예를 들어, 이구성요소(biconstituent))로서 포함할 수 있다. 예를 들어, 열가소성 조성물은 시스/코어 이성분 섬유의 시스 성분을 형성할 수 있는 한편, 추가 중합체는 코어 성분을 형성할 수 있고, 그 반대의 경우도 가능하다. 추가 중합체는, 열가소성 중합체일 수 있는데, 예컨대, 폴리에스테르, 예를 들어, 폴리락타산, 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리부틸렌 테레프탈레이트 등; 폴리올레핀, 예를 들어, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리부틸렌 등; 폴리테트라플루오로에틸렌; 폴리비닐 아세테이트; 폴리비닐 클로라이드 아세테이트; 폴리비닐 부티랄; 아크릴 수지, 예를 들어, 폴리아크릴레이트, 폴리메틸아크릴레이트, 폴리메틸메타크릴레이트 등; 폴리아미드, 예를 들어, 나일론; 폴리비닐 클로라이드; 폴리비닐리덴 클로라이드; 폴리스티렌; 폴리비닐 알코올; 및 폴리아우레탄이 있다.

[0070] 그들의 특정 구성에 관계없이, 임의의 다양한 공정이 본 발명의 섬유를 형성하기 위해 사용될 수도 있다. 예를 들어, 섬유는 열가소성 조성물이 다이 시스템 (또는 방사구)을 통해 압출되는 공정을 사용하여 형성될 수도 있

으며, 상기 다이 시스템은 서로의 상단에 하나가 적층된 복수의 판을 가지고 열가소성 조성물을 유도하기 위한 유동 경로를 생성하도록 배열된 모세관의 패턴을 가지는 스핀 팩을 포함하는 하우징을 포함할 수도 있다. 예를 들어 도 2를 참조하면, 섬유를 형성하기 위한 방법의 한 가지 실시예가 보다 상세하게 도시되어 있다. 이 특정 실시예에서, 본 발명의 열가소성 조성물은 호퍼(14)로부터 압출기(12) 안으로 공급될 수도 있다. 배합물이 임의의 종래 기법을 사용하여 호퍼(14)에 제공될 수도 있다. 압출기(12)가 용융된 중합체를 압출하기에 충분한 온도로 가열된다. 조성물은 통상적으로 약 180℃ 내지 약 300℃, 일부 실시예에서는 약 200℃ 내지 약 260℃, 일부 실시예에서는 약 210℃ 내지 약 250℃의 온도에서 용융 방사된다.

[0071] 그리고 나서 압출된 조성물은 중합체 도관(16)을 통해 방사구(18)로 통과하게 된다. 개구부들은 중합체가 거기를 통해 압출될 때 아래쪽으로 압출하는 필라멘트 커튼을 형성할 수도 있다. 공정(10)은 또한 방사구(18)로부터 뺏어나오는 섬유 커튼에 인접하여 배치된 퀀치 송풍기(20)를 사용할 수도 있다. 퀀치 공기 송풍기(20)로부터의 공기가 방사구(18)로부터 뺏어나오는 섬유를 퀀칭한다. 퀀치 공기는 도 2에 도시된 것과 같이 섬유 커튼의 한 쪽으로부터 유도될 수도 있고 섬유 커튼의 양 쪽 모두로부터 유도될 수도 있다. 원하는 길이를 가지는 섬유를 형성하기 위하여, 퀀칭된 섬유는 보통 도 2에 도시된 것과 같이 섬유 연신 장치(22)를 사용하여 용융 연신된다. 용융 방사 중합체에 사용하기 위한 섬유 인출 장치 또는 흡인기는 해당 기술 분야에 잘 알려져 있다. 본 발명의 공정에 사용하기에 적합한 섬유 연신 장치는 미국 특허 제3,802,817호 및 제3,423,255호에 도시된 유형의 선형 섬유 흡인기를 포함한다. 섬유 연신 장치(22)는 일반적으로 그곳을 통해 섬유들이 통로의 측면들로부터 유입되고 통로를 통해 아래쪽으로 흐르는 공기를 흡인함으로써 연신되는 세장형 수직 통로를 포함한다. 히터 또는 송풍기(24)는 섬유 연신 장치(22)에 흡인 공기를 공급한다. 흡인 공기는 섬유 연신 장치(22)를 통해 섬유 및 주변 공기를 흡인한다. 가스의 흐름은 섬유가 연신되거나 감쇄되도록 유발하고, 그것은 섬유를 형성하는 중합체의 분자 배향 또는 결정성을 증가시킨다. 섬유 연신 장치를 사용할 때, “연신 다운(draw down)” 비율은 원하는 섬유 길이를 달성하는 것을 일조하도록 선택될 수도 있다. “연신 다운(draw down)” 비율은 압출 수 섬유의 선형 속도로 나눈 연신 후 섬유의 선형 속도(linear speed)(예, 고데 롤(godet roll, 42) 또는 구멍난 표면(미도시됨)의 선형 속도)이다. 예를 들면, 용융 연신 동안 연신 다운 비율은 다음과 같이 산출될 수도 있다:

[0072]
$$\text{연신 다운 비율} = A/B$$

[0073] 여기서,

[0074] A는 용융 연신 후 섬유의 선형 속도(예, 고데 롤)이고 직접 측정되고; 그리고

[0075] B는 압출된 섬유의 선형 속도이고 다음과 같이 산출될 수 있다:

[0076]
$$\text{압출기 선형 섬유 속도} = C / (25 * \pi * D * E^2)$$

[0077] 여기서,

[0078] C는 단일 홀을 통한 처리량(g/분)이고;

[0079] D는 중합체의 용융 밀도(g/cm³)이고; 그리고

[0080] E는 섬유가 압출되는 오리피스(의 직경(cm)이다. 소정의 실시예들에서, 연신 다운 비율은 약 5:1 내지 약 4000:1, 일부 실시예에서는 약 10:1 내지 약 2000:1, 및 일부 실시예에서는 약 15:1 내지 약 1000:1 및 일부 실시예에서는 약 20:1 내지 약 800:1일 수도 있다.

[0081] 섬유는 일단 형성되면 섬유 연신 장치(22)의 출구 개구부를 통해 고데 롤(godet roll, 42) 위에 피착될 수도 있다. 원하는 경우, 고데 롤(42)위에 수집된 섬유들은 해당 기술분야의 숙련자들에게 이해될 것처럼, 임의로 추가의 인라인 처리 및/또는 변환 단계(도시되지 않음)가 수행될 수도 있다. 예를 들어 섬유는 수집된 후 압착되고, 질감화되며, 및/또는 약 3 내지 약 80mm, 일부 실시예에서는 약 4 내지 약 65mm 및 일부 실시예에서는 약 5 내지 약 50mm 범위의 평균 섬유 길이로 절단되어 짧은 섬유(staple fiber)가 형성될 수 있다.

[0082] IV. 연신

[0083] 일단 형성되면, 복수의 섬유가 다발로 함께 꼬인다. 전부는 아니더라도, 다발 내의 적어도 일부는 본 발명의 열가소성 조성물로부터 형성된다. 다양한 상이한 기법들 중 어느 것이든 일반적으로 섬유를 꼬기 위해 사용될 수도 있다. 일 실시예에서, 예를 들어, 당업계에 공지된 바와 같이, 오버-엔드(over-end)로 보빈으로부터 섬유를 풀어서 꼬임이 생성될 수 있다. 또한, 멀티필라멘트 사를 꼬기 위해 본 기술분야에 공지된 다른 기술들, 예

를 들어, 플라이(plying), 인터레이싱(interlacing) 등과 같은 다른 기술도 사용될 수 있다.

[0084] 사용된 기술에 관계없이, 결과적인 꼬인 섬유 다발이 연신되어 원하는 포어 망을 형성한다. 다발은 통상적으로 섬유의 열가소성 조성물이 폴리올레핀 매트릭스 중합체의 용융 온도 아래의 온도로 유지된다는 점에서 "고체 상태"로 연신된다. 다른 것들 중에서도, 이것은 포어 망이 불안정하게 되는 그런 정도로 중합체 사슬이 변경되지 않는 것을 보장하는 것을 돕는다. 예를 들어, 다발은 약 -50°C 내지 약 150°C, 일부 실시예에서 약 -40°C 내지 약 100°C, 일부 실시예에서 약 -20°C 내지 약 50°C, 일부 실시예에서 약 20°C 내지 약 50°C의 온도에서 연신될 수 있다. 이는 선택적으로 가장 높은 유리 전이 온도를 가지는 성분(예컨대 마이크로내포 첨가제)의 유리 전이 온도보다 적어도 약 10°C 아래, 일부 실시예에서 적어도 약 20°C 아래 및 일부 실시예에서 적어도 약 30°C 아래 일 수 있다. 연신 온도는 섬유 다발을 공기, 물 (예, 수조) 등과 원하는 온도에서 접촉시키는 것과 같이, 다양한 방식으로 달성될 수 있다.

[0085] 다양한 연신 기법들, 예컨대 흡인 (예컨대 섬유 연신 장치), 장력 프레임 연신, 2축 연신, 다중-축 연신, 프로 필 연신, S-랩 연신, 진공 연신 등이 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 예를 들어, 다발은 S-자 형상 (예, S-랩)으로 다발을 연신할 수 있는 일련의 롤러를 통해 가로지를 수도 있다. 사용되는 특정한 기술에 상관없이, 섬유 다발은 통상적으로, 약 1.1 내지 약 25, 일부 실시예들에서는 약 1.5 내지 약 15, 일부 실시예들에서는 약 2 내지 약 10의 연신 비율로 (예를 들어, 기계 방향으로) 신축된다. 연신 비율은 섬유 다발의 길이를 연신 전의 물질의 길이로 나눔으로써 측정될 수 있다. 또한, 연신 비율은, 원하는 특성들을 달성하는 데 일조하도록 가변될 수 있는데, 예를 들어, 약 5% 내지 약 1500%/분의 변형, 일부 실시예들에서는 약 20% 내지 약 1000%/분의 변형, 일부 실시예들에서는 약 25% 내지 약 850%/분의 변형이 가능하다. 비록 조성물은 전형적으로 외부 열(예컨대 가열된 롤)의 적용 없이 연신되지만, 그런 열은 임의로 가공성을 개선하고, 연신 하중을 감소시키며, 연신 속도를 증가시키고, 섬유 균질성을 개선하기 위해 사용될 수 있다.

[0086] 상기에서 기술된 방식의 연신은 섬유에서 실질적인 정도의 파단 없이 안정적인 포어 망이 형성될 수 있다. 상기 망 속의 포어들은 "나노-규모" 치수 ("나노포어"), 예컨대 약 800nm 이하, 일부 실시예에서 약 5 내지 약 700nm 및 일부 실시예에서 약 10 내지 약 500nm의 평균 단면 치수를 가질 수도 있다. 나노포어는 또한 약 100 내지 약 5000nm, 일부 실시예에서 약 50 내지 약 2000nm 및 일부 실시예에서 약 100 내지 약 1000nm의 평균 축방향 치수(예컨대 길이)를 가질 수 있다. 또한 약 0.2µm 이상, 일부 실시예에서 약 0.5µm 이상 및 일부 실시예에서 약 0.5µm 내지 약 5µm의 평균 단면 치수를 가지는 마이크로포어가 연신 중에 형성될 수 있다. 어떤 경우에, 마이크로포어 및/또는 나노포어의 축방향 치수는 단면 치수보다 클 수 있어서, 종횡비 (축방향 치수 대 단면 치수의 비)는 약 1 내지 약 30, 일부 실시예에서 약 1.1 내지 약 15 및 일부 실시예에서 약 1.2 내지 약 5이다. 예를 들어, 마이크로포어의 축방향 치수는 1µm 이상, 일부 실시예에서 약 1.5µm 이상 및 일부 실시예에서 약 2 내지 약 30µm일 수 있다.

[0087] 포어의 특정 크기와 관계 없이, 본 발명자들은 포어들(예컨대 나노포어, 마이크로포어 또는 둘 다)이 조성물 전체를 통해 실질적으로 균질한 방식으로 분포될 수 있음을 발견하였다. 예를 들어, 포어들은 응력이 가해지는 방향에 대략 수직하는 방향으로 배향되는 킬럼들로 분포될 수 있다. 이들 킬럼은 보통 조성물의 폭을 가로질러 상호 평행할 수 있다. 이론에 의해 제한되는 것을 의도하지 않지만, 그러한 균질하게 분포된 포어 망의 존재는 상호 호환 기계적 특성(예컨대 하중 하의 에너지 손실 및 충격 강도)을 초래할 수 있는 것으로 여겨진다. 이는, 발포제의 사용을 연관되는 포어를 생성하고 이에 따라 포어 분포가 제어되지 못하고 기계적 특성이 불량한 경향이 있는 종래의 기술들과 극명하게 대조된다.

[0088] 포어 망을 형성하는 것 외에, 연신은 또한 특정 이산 도메인들의 축방향 치수를 상당히 증가시킬 수 있어서 도메인들이 대체로 선형의 신장된 형상을 가질 수 있다. 예를 들면, 세장형 마이크로 크기의 도메인들은 연신 이전의 도메인들의 축방향 치수보다, 약 10% 이상, 일부 실시예에서는 약 20 내지 약 500%, 및 일부 실시예에서는 약 50% 내지 약 250% 더 큰 축방향 치수를 가질 수 있다. 연신 후의 축방향 치수(예컨대 길이)는 예를 들면, 약 1µm 내지 약 400µm, 일부 실시예에서 약 5µm 내지 약 200µm 및 일부 실시예에서 약 10µm 내지 약 150µm의 범위일 수 있다. 마이크로-규모의 도메인들은 또한 상대적으로 얇고 그로써 작은 단면 치수, 예컨대 약 0.02 내지 약 20µm, 일부 실시예에서 약 0.1 내지 약 10µm 및 일부 실시예에서 0.4 내지 약 5µm의 치수를 가질 수 있다. 이것은 약 2 내지 약 150, 일부 실시예에서 약 3 내지 약 100, 및 일부 실시예에서 약 4 내지 약 50의 도메인들에 대한 종횡비(축방향 치수 대 축방향 치수에 대해 직각의 치수의 비율)를 초래할 수 있다. 그것의 작은 크기로 인해, 나노-규모의 도메인들은 전형적으로 마이크로-규모의 도메인들과 동일한 방식으로 신장되지 않는다. 그러므로, 나노-규모의 도메인들은 약 1 내지 약 1000nm, 일부 실시예에서 약 5 내지 약 800nm, 일부 실시예에서 약 10 내지 약 500nm 및 일부 실시예에서 약 20 내지 약 200nm의 평균 축방향 치수(예컨대 길이)를 보유

할 수 있다.

[0089] 연신은 넥킹되지 않은(unnecked) 영역들 사이에 이격된, 섬유 길이방향을 따라 하나 이상의 국지적인 넥킹된(necked) 영역들을 만들 수도 있다. 넥킹된 섬유는 또한 증가된 표면적 등과 같은, 다양한 상이한 이점을 제공할 수 있는, 길이방향을 따른 불균일한, 단면 직경을 가질 수도 있다. 넥킹된 영역의 수는 일반적으로 다양할 수도 있으며 선택한 신축 율에 기초하여 제어될 수도 있다. 그러나, 일반적으로 넥킹된 영역의 수는 cm 당 약 1 내지 약 400개 넥, 일부 실시예에서 cm 당 약 2 내지 약 200개 넥, 일부 실시예에서 cm 당 약 5 내지 약 50개 넥의 범위일 수도 있다. 넥킹된 영역의 수는 다음 식에 따라 결정될 수도 있다:

[0090]
$$N = (1 - L_2)/(L_1 + L_2)$$

[0091] 여기서, N은 넥킹된 영역의 수, L₁은 넥킹된 영역의 평균 길이, 그리고 L₂은 넥킹되지 않은 영역의 평균 길이 (넥킹된 영역에서 넥킹되지 않은 영역으로 변경 포함).

[0092] 본 발명에 의해 달성되는 매우 낮은 밀도에서조차, 생성된 섬유는 취성이 아니며 이에 따라 변형(strain)의 인가시 파열되기 보다는, 변형(deform)될 수 있다. 따라서, 섬유들은, 섬유가 상당한 세장을 나타낸 후에도 하중 지지 부재로서 계속 기능할 수 있다. 이러한 점에서, 본 발명의 섬유들은, 개선된 "피크 세장 특성", 즉, 피크 하중에서의 섬유의 세장 백분율을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 섬유들은, 23°C에서 ASTM D638-10에 따라 결정되는 바와 같이, 약 50% 이상, 일부 실시예들에서는 약 100% 이상, 일부 실시예들에서는 약 200% 내지 약 1500%, 일부 실시예들에서는 약 400% 내지 약 800%의 피크 세장을 나타낼 수 있다. 이러한 세장은, 약 0.1 내지 약 50 μm, 일부 실시예들에서는 약 1 내지 약 40 μm, 일부 실시예들에서는 약 2 내지 약 25 μm, 일부 실시예들에서는 약 5 내지 약 15 μm 등의 다양한 평균 직경을 갖는 섬유들에 대하여 달성될 수 있다.

[0093] 본 발명의 섬유들은, 변형 하에서 연장되는 능력을 갖고 있으면서, 또한, 비교적 강하게 유지될 수 있다. 예를 들어, 섬유들은, 23°C에서 ASTM D638-10에 따라 결정되는 바와 같이, 약 25 내지 약 600메가파스칼("MPa"), 일부 실시예들에서는 약 50 내지 약 450MPa, 일부 실시예들에서는 약 60 내지 약 350MPa의 피크 인장 응력을 나타낼 수 있다. 본 발명의 섬유들의 상대적 강도를 나타내는 또 다른 파라미터는, 단위 선형 밀도당 힘으로서 표현되는 섬유의 인장 강도를 나타내는 "인성"이다. 예를 들어, 본 발명의 섬유들은, 데니어당 약 0.75 내지 약 7.0 그램 힘("gf"), 일부 실시예들에서는 데니어당 약 1.0 내지 약 6.0gf, 일부 실시예들에서는 데니어당 약 1.5 내지 약 5.0gf의 인성을 가질 수 있다. 섬유들의 데니어는 원하는 응용 분야에 따라 가변될 수 있다. 통상적으로, 섬유들은, 약 15 미만, 일부 실시예들에서는 약 12 미만, 일부 실시예들에서는 약 0.5 내지 약 6의 필라멘트당 데니어(즉, 섬유의 9000미터당 그램 질량과 같은 선형 밀도의 단위)를 갖도록 형성된다.

[0094] V. 섬유상 물질

[0095] 연신 후, 섬유 다발은 풀려서 개별 섬유들이 다양한 응용예에 사용될 수 있다. 대안적으로, 섬유 다발 자체가 원하는 응용예에 사용될 수도 있다. 섬유 및/또는 섬유 다발은 단독으로 사용되거나 또는 직포, 편직물, 부직포 웹 등과 같은 섬유상 물질에 혼입될 수도 있다. 예를 들어 연신된 섬유 다발로부터 유래한 개별 섬유들은 섬유를 성형면 위에 (임의로 진공의 도움으로) 무작위로 피착시킨 후 그 결과의 웹을 임의의 공지된 기법을 사용하여 접합시킴으로써 응집성 부직포 웹 구조로 형성될 수 있다.

[0096] 부직포 웹은 임의의 종래 기법을 사용하여, 예컨대 접촉제 또는 자가(예컨대 외부 접촉제의 적용 없이 섬유의 융합 및/또는 자체-접착) 접합될 수 있다. 예를 들면 자가 접합은 반-용융 상태거나 점착성인 섬유들의 접촉을 통해 이루어지거나, 또는 단순히 점착부여 수지 및/또는 용매를 사용된 중합체와 배합하여 섬유를 형성함으로써 간단하게 이루어질 수 있다. 적합한 자가 접합 기법은 초음파 접합, 열 접합, 통기 접합, 켈린더 접합 등을 포함할 수 있다. 예를 들어 웹은 추가로 접합되거나 웹이 가열된 매끄러운 모루 롤과 가열된 패턴 롤 사이를 통과하게 되는 열기계식 공정에 의해 패턴으로 엠보싱될 수 있다. 패턴 롤은 원하는 웹 특성 또는 외관을 제공하는 임의의 양각 패턴을 가질 수 있다. 바람직하게는, 패턴 롤은 롤의 총 면적의 약 2% 내지 약 30%의 접합 면적을 규정하는 다수의 접합 위치를 규정하는 양각 패턴을 규정한다. 예시적인 접합 패턴은, 예를 들면 미국 특허 제 3,855,046호(Hansen 등), 제5,620,779호(Levy 등), 제5,962,112호(Haynes 등), 제6,093,665호(Savovitz 등)뿐 아니라, 미국 디자인 특허 제428,267호(Romano 등), 제390,708호(Brown); 제418,305호(Zander 등); 제384,508호(Zander 등); 제384,819호(Zander 등); 제358,035호(Zander 등); 및 제315,990호(Blenke 등)에 기술되어 있는 것들을 포함한다. 롤 사이의 압력은 약 5 내지 약 2000lb/직선inch일 수 있다. 롤 사이의 압력 및 롤의 온도는 원하는 웹 특성 또는 외관을 얻는 한편 의류 유사 특성을 유지하기 위해 균형이 맞춰진다. 해당 기술분야의

숙련자들에게 잘 알려져 있는 것과 같이, 필요한 온도 및 압력은 많은 요인, 이를테면 그것들에 한정되는 것은 아니지만 패턴 접합 면적, 중합체 특성, 섬유 특성 및 부직포 특성에 따라 다를 수 있다.

[0097] 스펀본드 웹 외에, 다양한 다른 부직포 웹, 예컨대 용융취입 웹, 본디드 카디드 웹, 습식-레이드 웹, 에어레이드 웹, 코폼 웹, 수력학적으로 영커있는 웹 등이 또한 본 발명에 따르는 열가소성 조성물로부터 형성될 수 있다. 예를 들어 열가소성 조성물은 다수의 미세한 다이 모세관을 통해 섬유를 감쇄시켜 그것의 직경을 감소시키는 수렴하는 고속 가스(예컨대 공기) 스트림으로 압출될 수 있다. 그런 다음 멜트블로운 섬유는 고속 가스 스트림에 의해 운반되고 수집 표면 위에 쌓여서 무작위 분산된 멜트블로운 섬유 웹이 형성된다. 대안적으로, 중합체는 열가소성 조성물로부터 형성된 섬유 꾸러미를 섬유를 분리시키는 피커(picker) 안으로 넣음으로써 카디드 웹으로 형성될 수 있다. 다음에 섬유는 추가로 섬유를 부서뜨려서 기계 방향으로 정렬시켜서 기계 방향-배향된 섬유상 부직포 웹을 형성하는 빗질 또는 카딩 장치를 통해 이송된다. 일단 형성되면 부직포 웹은 전형적으로 상술한 바와 같은 하나 이상의 공지된 접합 기술에 의해 안정화되어서 본디드 카디드 웹을 형성하게 된다.

[0098] 원하는 경우, 부직포 웹은 또한 본 발명의 섬유들과 기타 유형의 섬유(예컨대 짧은 섬유, 필라멘트 등)의 조합을 함유하는 혼성물일 수 있다. 예를 들어 추가적인 합성 섬유, 예컨대 폴리올레핀, 예컨대, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리부틸렌 등; 폴리에테트라플루오로에틸렌; 폴리에스테르, 예컨대, 폴리에틸렌 테레프탈레이트 등; 폴리비닐 아세테이트; 폴리비닐 클로라이드 아세테이트; 폴리비닐 부티랄; 아크릴 수지, 예컨대, 폴리아크릴레이트, 폴리메틸아크릴레이트, 폴리메틸메타크릴레이트 등; 폴리아미드, 예컨대, 나일론; 폴리비닐 클로라이드; 폴리비닐리덴 클로라이드; 폴리스티렌; 폴리비닐 알코올; 폴리우레탄; 폴리락트산 등으로부터 형성된 것들이 활용될 수 있다. 원하는 경우, 재생 가능한 중합체들이 또한 사용될 수도 있다. 공지된 합성 섬유의 일부 예시로는 노스캐롤라이나주 카롤리나 소재의 KoSa Inc.로부터 T-255 및 T-256 명칭 하에 입수 가능한, 폴리올레핀 시스를 사용하는 시스-코어(sheath-core) 2성분 섬유 또는 저융점 코-폴리에스테르 시스를 가지는 T-254를 들 수 있다. 사용될 수 있는 또 다른 공지된 2성분 섬유는 일본 모리야마 소재의 Chisso Corporation 또는 델라웨어주 윌밍턴 소재의 Fibervisions LLC로부터 활용될 수 있는 것들을 포함한다. 폴리락트산 짧은 섬유, 예컨대 대만의 Far Eastern Textile, Ltd.로부터 활용될 수 있는 것들이 또한 사용될 수 있다.

[0099] 복합재는 또한 펄프 섬유, 예컨대 고-평균 섬유 길이 펄프, 저-평균 섬유 길이 펄프 또는 그것들의 혼합물을 함유할 수 있다. 적절한 고-평균 길이 플러프 펄프 섬유의 일례는, 침엽수 크라프트 펄프 섬유를 포함한다. 침엽수 크라프트 펄프 섬유는 침엽수 나무로부터 유래하며, 삼목(red wood), 연필 향나무(red cedar), 솔송나무(hemlock), 더글라스 전나무(Douglas fir), 전나무(true firs), 소나무(예를 들어, 남부 소나무), 가문비나무(예를 들어, 검은 가문비나무), 대나무, 이들의 조합 등의 북부, 서부, 남부 침엽수 종을 포함하지만, 이에 한정되지 않는다. 북부 침엽수 크라프트 펄프 섬유가 본 발명에 사용될 수도 있다. 본 발명에 사용하기에 적절한 시판 중인 남부 침엽수 크라프트 펄프 섬유의 일례는 상표명 “NF-405”로 워싱턴, 페더럴 웨이에 사무소를 둔 Weyerhaeuser Company에서 시판 중인 것을 포함한다. 본 발명에 사용하기에 적절한 또 다른 펄프는 상표명 CoosAbsorb S 펄프로 사우스 캐롤라이나, 그린빌에 사무소를 둔 Bowater Corp.에서 시판 중인 주로 연질목 섬유를 함유하는 표백된, 황산염 목재 펄프이다. 저-평균 길이 섬유도 본 발명에 사용될 수도 있다. 적절한 저-평균 길이 펄프 섬유의 일례는, 활엽수 크라프트 펄프 섬유이다. 경질목 크라프트 펄프 섬유는 활엽수로부터 유래하며, 유칼립투스, 단풍나무, 자작나무, 사시나무 등과 같은 펄프 섬유를 포함하지만, 이에 한정되지 않는다. 유연도를 증가시키고, 휘도를 향상시키고, 불투명도를 증가시키고, 시트의 포어 구조를 변경해서 심지 능력을 증가시키기 위해 유칼립투스 크라프트 펄프 섬유가 특히 바람직할 수도 있다. 대나무 또는 면 섬유가 사용될 수도 있다.

[0100] 부직포 복합재는 다양한 공지 기법들을 사용하여 형성될 수 있다. 예를 들어 부직포 혼성물은 열가소성 조성물 섬유와 흡수 물질의 혼합물 또는 안정화된 매트릭스를 함유하는 “코폼 물질”일 수 있다. 예시를 들면 코폼 물질은 적어도 하나의 멜트블로운 다이 헤드가 활송 장치 가까이에 배열되어 그것을 통해 흡수 물질이 웹에 첨가되면서 웹이 형성되는 공정에 의해 제조될 수 있다. 그런 흡수 물질은 그것들에 한정되는 것은 아니지만, 펄프 섬유, 초흡수성 입자, 무기 및/또는 유기 흡수성 물질, 처리된 중합체 짧은 섬유 등을 포함할 수 있다. 흡수 물질의 상대적인 백분율은 부직포 복합재의 원하는 특성에 따라 광범위하게 달라질 수 있다. 예를 들어 부직포 복합재는 약 1중량% 내지 약 60중량%, 일부 실시예에서는 5중량% 내지 약 50중량% 및 일부 실시예에서는 약 10중량% 내지 약 40중량%의 열가소성 조성물 섬유를 함유할 수 있다. 마찬가지로 부직포 복합재는 약 40중량% 내지 약 99중량%, 일부 실시예에서는 50중량% 내지 약 95중량% 및 일부 실시예에서는 약 60중량% 내지 약 90중량%의 흡수 물질을 함유할 수 있다. 그런 코폼 물질의 일부 예시가 미국 특허 제4,100,324호(Anderson 등); 제 5,284,703호(Everhart 등); 및 제5,350,624호(Georger 등)에 개시되어 있다.

[0101] 열가소성 조성물로부터 하나 이상의 층이 형성되는 부직포 적층체 또한 본 발명에서 형성될 수도 있다. 예를 들어, 한 층의 부직포 웹은 열가소성 조성물을 함유하는 스펠본드일 수 있는 한편, 다른 층의 부직포 웹은 열가소성 조성물, 다른 재생 가능 중합체(들), 및/또는 임의의 다른 중합체(예, 폴리올레핀)를 함유한다. 일 실시예에서, 부직포 적층체는 두 가지 스펠본드 층 사이에 위치한 벨트블로운 층을 함유하여 스펠본드/벨트블로운/스펠본드(“SMS”) 적층체를 형성한다. 원하는 경우, 스펠본드 층(들)은 열가소성 조성물로부터 형성될 수 있다. 벨트블로운 층은 열가소성 조성물, 다른 재생 가능 중합체(들), 및/또는 임의의 다른 중합체(예, 폴리올레핀)로부터 형성될 수도 있다. SMS 적층체를 형성하기 위한 다양한 기법이 미국 특허 제4,041,203호(Brock 등); 제5,213,881호(Timmons 등); 제5,464,688호(Timmons 등); 제4,374,888호(Bornslaeger); 제5,169,706호(Collier, IV 등); 및 제4,766,029호(Brock 등)뿐 아니라 미국 특허 출원 공개 번호 2004/0002273 (Fitting 등)에 기술되어 있다. 물론, 부직포 적층체는 다른 형태를 취할 수 있고 임의의 바람직한 용융취입 층 및 스펠본드 층 수를 가질 수 있는데, 예컨대 스펠본드/용융취입/용융취입/스펠본드 적층체(“SMMS”), 스펠본드/용융취입 적층체(“SM”) 등일 수 있다. 비록 부직포 적층체의 평량이 원하는 용도로 조정될 수 있지만, 일반적으로는 약 10 내지 약 300gsm, 일부 실시예에서는 약 25 내지 약 200gsm 및 일부 실시예에서는 약 40 내지 약 150gsm의 범위이다.

[0102] 부직포-필름 적층체도 형성될 수도 있다. 그러한 실시예들에서, 필름은 전형적으로 액체 불투과성이고, 증기-투과성 혹은 증기-불투과성이다. 액체 불투과성이고 증기-투과성인 필름은 종종 “통기성”인 것으로 지칭되며 일반적으로 약 100g/m²/24시간 이상, 일부 실시예들에서는 약 500 내지 약 20,000g/m²/24시간, 일부 실시예들에서는 약 1,000 내지 약 15,000g/m²/24시간의 수증기 투과율(water vapor transmission rate)(“WVTR”)을 갖는다. 상기 통기성 필름은 또한 마이크로포어(microporous) 또는 단일체(monolithic) 필름일 수도 있다. 마이크로포어 필름은 일반적으로 필러(예, 칼슘 카르보네이트)를 중합체 매트릭스 내에 혼입한 다음, 필름을 신축해서 포어를 형성함으로써 형성된다. 그러한 필름의 예시들은, 예를 들면 McCormack에 의한 미국 특허 제5,843,057호; McCormack에 의한 미국 특허 제5,855,999호; Morman 등에 의한 미국 특허 제5,932,497호; McCormack 등에 의한 미국 특허 제5,997,981호; Kobylyvker 등에 의한 미국 특허 제6,002,064호; McCormack 등에 의한 미국 특허 제6,015,764호; Mathis 등에 의한 미국 특허 제6,037,281호; McCormack 등에 의한 미국 특허 제6,111,163호; Taylor 등에 의한 미국 특허 제6,461,457호에 설명되어 있다.

[0103] 원하는 경우, 섬유, 부직포 웹 등은 또한 원하는 모양을 보유하는 것을 보장하기 위하여 소둔될 수 있다. 소둔(annealing)은, 통상적으로, 약 40℃ 내지 약 120℃, 일부 실시예들에서는 약 50℃ 내지 약 110℃, 및 일부 실시예들에서는 약 80℃ 내지 약 100℃의 온도에서 일어난다. 섬유는 또한, 섬유의 특성들을 개선하도록 알려져 있는 다양한 기술들 중 임의의 것을 이용하여 표면 처리될 수 있다. 예를 들어, 고 에너지 빔(예, 플라즈마, x-선, 전자-빔 등)을 사용하여 섬유에 형성되는 임의의 스킨 층을 제거하거나 줄이거나, 표면 극성을 변경하거나, 표면층을 부식시키는 것 등을 할 수도 있다. 원하는 경우, 그런 표면 처리는 웹의 형성 전 및/또는 후 뿐 아니라 섬유의 냉간 연신 전 및/또는 후에 사용될 수 있다.

[0104] VI. 용품

[0105] 본 발명의 섬유는 광범위한 상이한 용품에 사용될 수도 있다. 일 실시예에서, 예를 들어, 섬유는 흡수 용품에 사용될 수도 있다. 흡수 용품은 물 또는 다른 유체를 흡수할 수 있다. 일부 흡수 용품의 예는, 개인 위생 흡수 용품, 예컨대 기저귀, 훈련용 팬티, 흡수성 팬티, 성인 실금 용품, 여성 위생 제품(예를 들어, 생리대), 수영복, 유아용 닦개, 미트 닦개(mitt wipe) 등; 의료용 흡수 용품, 예컨대 의복, 천공술 재료(fenestration materials), 언더패드, 붕대, 흡수성 드레이프(absorbent drapes), 및 의료용 닦개; 식품 서비스 닦개; 의류 용품 등을 포함하지만, 이들에 한정되지 않는다. 의도된 응용분야에 상관없이, 흡수 용품은 통상적으로 배면시트와 상면시트 사이에 위치하는 흡수 부재(예를 들면, 코어층, 서지(surge)층, 전달 지연층, 랩시트, 통기층 등)를 포함한다. 특히, 흡수 부재, 배면시트 및/또는 상면시트 뿐만 아니라 흡수 용품의 하나 이상의 다른 구성요소(예를 들어, 귀, 섀방지 플랩, 측면 패널, 허리 또는 다리 밴드 등)는 본 발명의 섬유를, 단독으로 또는 이러한 섬유를 함유하는 부직포 웹 형태로 포함할 수도 있다.

[0106] 이와 관련하여, 흡수 용품의 다양한 예시적인 실시예가 설명될 것이다. 도 1을 참조하면, 예를 들면, 흡수 용품(201)의 하나의 특정 실시예가 기저귀의 형태로 도시되어 있다. 그러나, 상기한 바와 같이, 본 발명은 다른 유형의 흡수 용품, 예를 들어 실금 용품, 생리대, 기저귀 팬티, 여성용 냅킨, 훈련용 팬티 등으로 구현될 수 있다. 도시된 실시예에서, 흡수 용품(201)은 체결되지 않은 구성에서 모래시계 형상을 갖는 것으로 도시되어 있다. 그러나, 다른 형상, 예를 들어 일반적으로 직사각형, T자형, 또는 I자형이 사용될 수 있음은 물론이다. 나타낸 바와 같이, 흡수 용품(201)은 배면시트(217), 상면시트(205), 및 흡수 코어층(203)과 서지층(207)을 포함

하는 흡수 부재를 포함하는 다양한 구성요소에 의해 형성된 새시(202)를 포함한다. 그러나, 다른 층이 또한 본 발명에서 사용될 수 있음이 이해되어야 한다. 마찬가지로, 도 1에 인용된 층들 중 하나 이상의 층이 본 발명의 소정의 실시예에서는 제거될 수도 있다.

[0107] 상기에서 나타낸 바와 같이, 배면시트(217)는 선택적으로 부직포 웹의 형태로, 본 발명의 섬유를 포함할 수 있다. 예를 들면, 부직포 웹은 흡수 용품(201)의 의복-대향면(333)을 정의하도록 위치할 수 있다. 흡수 용품(201)은 상면시트(205)를 또한 포함한다. 상면시트(205)는 일반적으로 사용자의 신체와 접촉하도록 디자인되며, 액체 투과성이다. 예를 들면, 상면시트(205)는 통상적으로 착용자의 피부에 부합하는 부드러운 느낌의 비자극적인 신체-대향면(218)을 정의할 수 있다. 필요에 따라, 상면시트(205)는 선택적으로 부직포 웹의 형태로, 본 발명의 섬유를 포함할 수 있다. 예를 들면, 부직포 웹은 필요에 따라 신체-대향면(218)을 정의하도록 위치할 수 있다. 상면시트는 흡수 코어층(203)을 둘러싸서 흡수 용품을 완전히 감쌀 수 있다. 대안적으로, 상면시트(205) 및 배면시트(217)는 흡수 부재를 넘어서 연장될 수 있고, 공지된 기술, 예를 들어 접촉제 접합, 초음파 접합 등을 이용하여 전체적으로 또는 부분적으로 주위에 함께 결합될 수 있다. 상기에서 나타낸 바와 같이, 상면시트(205)는 본 발명에 따라 형성된 부직포 웹을 포함할 수 있다. 상면시트(205)는 또한 기존의 부직포 웹(예, 스펀본드 웹, 펠트블로운 웹, 또는 본디드 카디드 웹)을 포함할 수 있다. 부직포 웹을 포함하는 다른 예시적인 상면시트 구성은 미국 특허 제5,192,606호; 제5,702,377호; 제5,931,823호; 제6,060,638호; 및 제6,150,002호 뿐만 아니라, 미국 특허 출원 공개 제2004/0102750호, 제2005/0054255호, 및 제2005/0059941호에 설명되어 있다. 상면시트(205)는 체액이 흡수 코어층(203) 내로 더욱 용이하게 전달될 수 있게 형성된 복수의 천공을 또한 포함할 수 있다. 천공은 상면시트(205) 전반에 걸쳐서 무작위로 또는 균일하게 배열될 수 있거나, 또는 흡수 용품의 길이방향 축을 따라 배열된 좁은 길이방향 밴드 또는 스트립 내에 배치될 수 있다. 천공은 체액이 흡수 부재 안으로 신속하게 침투할 수 있게 한다. 천공들의 크기, 형상, 직경 및 수는 사람의 특정 요구를 맞추기 위해 달라질 수 있다.

[0108] 흡수 용품은 상면시트와 배면시트 사이에 위치하는 흡수 부재를 또한 포함한다. 흡수 부재는 단일 흡수층 또는 별도 및 별개의 흡수층을 포함하는 복합물로부터 형성될 수 있다. 그러나, 임의의 수의 흡수층이 본 발명에서 사용될 수 있음이 이해되어야 한다. 도 1에서, 예를 들면, 흡수 부재는 흡수 코어층(203), 및 이 흡수 코어층(203) 내로 신속하게 도입될 수 있는 액체의 서지 또는 분출을 감속하고 확산시키는 것을 돕는 서지층(207)을 포함한다. 바람직하게는, 서지층(207)은 일반적으로 흡수 코어층(203)의 보관 또는 보유부 내로 액체를 방출하기 전에 액체를 신속하게 수용하고 일시적으로 보유한다. 도시된 실시예에서, 예를 들면, 서지층(207)은 상면시트(205)의 내향 대향면(216)과 흡수 코어층(203) 사이에 개재된다. 대안적으로, 서지층(207)은 상면시트(205)의 외측 대향면(218) 상에 배치될 수 있다. 서지층(207)은 통상적으로 고도의 액체 투과성 물질로 구성된다. 적합한 물질은 다공성 직조 물질, 다공성 부직포 물질, 및 천공된 필름을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 서지층(207)은 선택적으로 부직포 웹의 형태로, 본 발명의 섬유를 포함할 수 있다. 적합한 서지층의 다른 예는 Ellis 등에 의한 미국 특허 제5,486,166호 및 Ellis 등에 의한 미국 특허 제5,490,846호에 설명되어 있다.

[0109] 필요하다면 흡수 부재는 서지층 아래에 수직으로 배치된 전달 지연층을 포함할 수도 있다. 전달 지연층은 다른 흡수성 층보다 덜 친수성인 물질을 함유할 수 있고, 일반적으로 실질적으로 소수성인 것을 특징으로 할 수도 있다. 예를 들면, 전달 지연층은 본 발명의 섬유로 형성된 부직포 웹(예, 스펀본드 웹)일 수도 있다. 상기 섬유는 둥글고, 횡단 형상이 삼엽 또는 다엽일 수 있으며, 중공 구조이거나 속이 팍 찬 구조일 수도 있다. 전형적으로 웹은 예컨대 열적 접합에 의해, 웹 영역의 약 3% 내지 약 30%에 걸쳐 접합된다. 전달 지연층에 대해 사용될 수 있는 적당한 물질의 다른 실례는 미국 특허 제 4,798,603호 (Meyer 등) 및 제 5,248,309호 (Serbiak 등)에 기술되어 있다. 발명의 성능을 조정하기 위하여, 전달 지연층은 또한 그것의 초기 습윤성을 증가시키기 위해 선택된 양의 계면활성제로 처리될 수 있다.

[0110] 전달 지연층은 일반적으로 어떠한 크기, 예컨대 약 150mm 내지 약 300mm의 길이를 가질 수 있다. 전형적으로, 전달 지연층의 길이는 흡수 용품의 길이와 대략 같다. 전달 지연층은 또한 서지층과 폭이 같을 수 있지만, 일반적으로는 더 넓다. 예를 들어 전달 지연층의 폭은 약 50mm 내지 약 75mm, 특히 약 48mm일 수 있다. 전달 지연층은 전형적으로 다른 흡수 부재의 평량보다 적은 평량을 가진다. 예를 들어 전달 지연층의 평량은 전형적으로 약 150gsm 미만이고 일부 실시예에서는 약 10gsm 내지 약 100gsm이다. 필요에 따라, 전달 지연층은 선택적으로 부직포 웹의 형태로, 본 발명의 섬유를 포함할 수 있다.

[0111] 상기한 구성요소 이외에, 흡수 용품(201)은 당 기술분야에 공지된 바와 같이 다양한 다른 구성요소를 또한 포함할 수 있다. 예를 들면, 흡수 용품(201)은 흡수 코어층(203)의 섬유상 구조의 무결성을 유지하는 것을 돕는 실질적으로 친수성 랩시트(도시되지 않음)를 또한 포함할 수 있다. 랩시트는 통상적으로 그의 적어도 2개의 주요

대향면 위에서 흡수 코어층(203) 주위에 배치되며, 흡수성 셀룰로오스 물질, 예를 들어 크레이핑된 충전재 또는 고 습윤-강도 티슈로 구성된다. 랩시트는 흡수 코어층(203)의 흡수성 섬유 덩어리 위에 액체를 신속하게 분포시키는 것을 돕는 심지층(wicking layer)을 제공하도록 구성될 수 있다. 흡수성 섬유상 덩어리의 일측면 상의 랩시트 물질은 그 섬유상 덩어리의 대향하는 측면 상에 배치된 랩시트에 결합되어 흡수 코어층(203)을 효율적으로 구속할 수 있다. 또한, 흡수 용품(201)은 흡수 코어층(203)과 배면시트(217) 사이에 위치하는 통기층(도시되지 않음)을 또한 포함할 수 있다. 통기층이 사용되는 경우, 통기층은 흡수 코어층(203)으로부터 배면시트(217)를 격리하는 것을 도와서, 배면시트(217) 내의 축축함(dampness)을 감소시킬 수 있다. 이러한 통기층의 예는, 예를 들어 Blaney 등에 의한 미국 특허 제6,663,611호에 설명되어 있는, 통기성 필름에 적층된 부직포 웹을 포함할 수 있다. 필요에 따라, 랩시트 및/또는 통기층은 선택적으로 부직포 웹의 형태로, 본 발명의 섬유를 포함할 수 있다.

[0112] 일부 실시예에서, 흡수 용품(201)은 허리 영역들 중 하나 내에 흡수 용품(201)의 측면 에지(232)로부터 연장되는 한 쌍의 귀(도시되지 않음)를 또한 포함할 수 있다. 귀는 선택된 기저귀 구성요소와 일체적으로 형성될 수 있다. 예를 들면, 귀는 배면시트(217)와 일체로 형성될 수도 있고, 또는 선택적으로 부직포 웹의 형태로, 본 발명의 섬유를 포함할 수도 있는, 상면을 제공하도록 사용되는 물질로 형성될 수도 있다. 대안적인 구성에서, 귀는 배면시트(217)에, 상면에, 배면시트(217)와 상면 사이에, 또는 다양한 다른 구성으로 연결되고 조립된 부재에 의해 제공될 수 있다. 상기에서 나타난 바와 같이, 귀는 선택적으로 부직포 웹의 형태로, 본 발명의 섬유를 포함할 수 있다.

[0113] 도 1에 대표적으로 도시된 바와 같이, 흡수 용품(201)은 배리어를 제공하고 신체 삼출물의 측방향 흐름을 수용하도록 구성되는 한 쌍의 샘방지 플랩(212)을 또한 포함할 수 있다. 샘방지 플랩(212)은 흡수 코어층(203)의 측면 에지에 인접한 상면시트(205)의 측방향으로 대향하는 측면 에지(232)를 따라 배치될 수 있다. 샘방지 플랩(212)은 흡수 코어층(203)의 전체 길이를 따라 길이방향으로 연장될 수 있거나, 또는 흡수 코어층(203)의 길이를 따라 부분적으로만 연장될 수 있다. 샘방지 플랩(212)은, 흡수 코어층(203)보다도 길이가 짧은 경우에는, 가량이 영역(210) 내의 흡수 용품(201)의 측면 에지(232)를 따라 선택적으로 어느 곳이나 위치할 수 있다. 일 실시예에서, 샘방지 플랩(212)은 흡수 코어층(203)의 전체 길이를 따라 연장되어 신체 삼출물을 더욱 양호하게 수용한다. 이러한 샘방지 플랩(212)은 일반적으로 당업자에게 널리 공지되어 있다. 예를 들면, 샘방지 플랩(212)을 위한 적절한 구성 및 배열은 Enloe에 의한 미국 특허 제4,704,116호에 설명되어 있다. 필요에 따라, 샘방지 플랩은 선택적으로 부직포 웹의 형태로, 본 발명의 섬유를 포함할 수 있다.

[0114] 흡수 용품(201)은 신체 삼출물의 누출을 더욱 방지하고 흡수 코어층(203)을 지지하기 위해서 측면 에지(232)에 부착된 한 쌍의 다리 탄성 부재(206)와 같은 다양한 탄성 또는 신축 가능한 물질을 포함할 수 있다. 또한, 한 쌍의 허리 탄성 부재(208)가 흡수 용품(201)의 길이방향으로 대향하는 허리 에지(215)에 부착될 수 있다. 다리 탄성 부재(206) 및 허리 탄성 부재(208)는 일반적으로 사용자 착용자의 다리 및 허리에 대해 밀접하게 끼워 맞춰서 착용자와의 긍정적인 접촉 관계를 유지하고 흡수 용품(201)으로부터의 신체 삼출물의 누출을 효율적으로 감소시키거나 없애는 데에 적합하다. 흡수 용품(201)은 하나 이상의 체결기구(fastener)(230)를 또한 포함할 수 있다. 예를 들면, 착용자에 대하여 허리 개구부 및 한 쌍의 다리 개구부를 생성하도록 허리 영역의 대향하는 측면 에지 상에 있는 2개의 가요성 체결기구(130)가 도 1에 도시되어 있다. 체결기구(230)의 형상은 일반적으로 가변될 수 있지만, 예를 들면 일반적으로 직사각형, 정사각형, 원형, 삼각형, 타원형, 선형 등을 포함할 수 있다. 체결기구는, 예를 들면 후크 물질을 포함할 수 있다. 하나의 특정 실시예에서, 각 체결기구(230)는 가요성 배면의 내측 표면에 부착된 후크 물질의 별도의 조각을 포함한다. 탄성 부재(예, 다리, 허리 등) 및/또는 체결기구는 필요에 따라, 선택적으로 부직포 웹의 형태로, 본 발명의 섬유를 포함할 수 있다.

[0115] 흡수 용품(201)의 다양한 영역 및/또는 구성요소는 임의의 공지된 부착 메커니즘, 예를 들어 접착제 접합, 초음파 접합, 열 접합 등을 이용하여 함께 조립될 수 있다. 적합한 접착제는, 예를 들면 핫 멜트(hot melt) 접착제, 감압(pressure-sensitive) 접착제 등을 포함할 수 있다. 접착제가 사용된 경우, 접착제는 균일한 층, 패턴닝된 층, 분무된 패턴, 또는 별도의 라인, 스웰(swirl) 또는 도트(dot)로서 도포될 수 있다. 도시된 실시예에서, 예를 들면, 배면시트(217) 및 상면시트(205)는 접착제를 사용하여 서로 그리고 흡수 코어층(203)에 조립된다. 대안적으로, 흡수 코어층(203)은 통상의 체결기구, 예를 들어 단추, 후크 및 루프 유형 체결기구, 접착 테이프 체결기구 등을 사용하여 배면시트(217)에 연결될 수 있다. 마찬가지로, 다른 기저귀 구성요소, 예를 들어 다리 탄성 부재(206), 허리 탄성 부재(208) 및 체결기구(230)도 또한 임의의 부착 메커니즘을 사용하여 흡수 용품(201) 내에 조립될 수 있다.

[0116] 기저귀의 다양한 구성이 상기에서 설명되어 있지만, 다른 기저귀 및 흡수 용품 구성이 본 발명의 범주 내에 또

한 포함되는 것이 이해되어야 한다. 또한, 본 발명은 결코 기저귀에 한정되는 것이 아니다. 실제로, 다른 개인 위생 흡수 용품, 예를 들어 훈련용 팬티, 흡수성 팬티, 성인 실금 제품, 여성 위생 제품(예를 들어, 생리대), 수영복, 유아용 담개 등; 의료용 흡수 용품, 예를 들어 의복, 천공술 재료, 언더패드, 붕대, 흡수성 트레이프, 및 의료용 담개; 식품 서비스 담개; 의류 용품 등을 포함하지만 이들에 한정되지 않는, 임의의 다른 흡수 용품이 본 발명에 따라 형성될 수 있다.

[0117] 본 발명은 다음의 실시예를 참조하여 더 잘 이해될 수 있다.

[0118] 시험 방법

[0119] 용융 유속:

[0120] 용융 유속("MFR")은, 통상적으로 190°C, 210°C, 또는 230°C에서 10분 동안 2160그램의 하중을 받는 압출 유동계 오리피스(0.0825-인치 직경)를 통해 흐르는 중합체의 중량(gram)이다. 달리 언급하지 않는 한, 용융 유속은 Tinius Olsen Extrusion Plastometer를 이용한 ASTM Test Method D1238에 따라 측정된다.

[0121] 열적 특성:

[0122] 유리 전이 온도(T_g)는, ASTM E1640-09에 따라 동적 기계적 분석(DMA)에 의해 결정될 수 있다. TA Instruments의 Q800 기구를 사용할 수 있다. 인장/인장 기하학적 구조에서, 그리고 가열속도가 3°C/분인 -120°C 내지 150°C 범위의 온도 스위프(sweep) 모드에서, 실험을 실행할 수 있다. 변형 진폭 주파수는 시험 동안 일정하게(2Hz) 유지될 수 있다. 3개의 독립적 샘플을 시험하여 평균 유리 전이 온도를 구할 수 있는데, 이는 탄젠트 δ 곡선의 피크 값에 의해 정의되며, 여기서 탄젠트 δ 는 손실 탄성율 대 저장 탄성율의 비로 정의된다($\tan \delta = E'' / E'$).

[0123] 용융 온도는 시차주사 열량측정(DSC)에 의해 결정될 수 있다. 시차주사 열량측정계는, 액체 질소 냉각 액세서리 및 UNIVERSAL ANALYSIS 2000 (version 4.6.6) 분석 소프트웨어 프로그램이 갖춰진 DSC Q100 Differential Scanning Calorimeter일 수 있으며, 이러한 액세서리와 프로그램 모두는 미국 델라웨어주 뉴캐슬에 소재하는 T.A. Instruments에 의해 시판되고 있다. 샘플을 직접 다루는 것을 피하도록, 트위저(tweezer) 또는 기타 도구를 사용한다. 샘플들은, 알루미늄 팬 내에 두고 분석 저울 상에서 0.01mg의 정밀도로 계량한다. 뚜껑을 팬 위로 물질 샘플 위로 구분한다. 통상적으로, 수지 펠릿들은 칭량통에 직접 둔다.

[0124] 시차주사 열량측정계를 위한 조작 매뉴얼에 설명되어 있는 바와 같이, 시차주사 열량측정계는 인듐 금속 표준을 사용하여 교정하고 베이스라인 보정을 수행한다. 물질 샘플은 시험을 위해 차등 주사 비색계의 시험 챔버 안에 놓고 비어 있는 팬이 참조로서 사용된다. 모든 시험은 55-입방 센티미터/분로 작동되고 시험 챔버에 대해서는 질소 (산업용 등급)가 퍼지된다. 수지 펠릿 샘플에 대하여, 가열 및 냉각 프로그램은, -30°C로의 챔버의 평형으로 시작되어, 10°C/분의 가열 속도로 200°C까지의 제1 가열 기간, 3분 동안 200°C에서의 샘플의 평형, 10°C/분의 냉각 속도로 -30°C까지의 제1 냉각 기간, 3분 동안 -30°C에서의 평형, 10°C/분의 가열 속도로 200°C까지의 제2 가열 기간이 이어지는 2-사이클 시험이다. 모든 시험은 55-입방 센티미터/분로 작동되고 시험 챔버에 대해서는 질소 (산업용 등급)가 퍼지된다.

[0125] 그 결과는 UNIVERSAL ANALYSIS 2000 분석 소프트웨어 프로그램을 사용하여 평가되고, 그 프로그램은 변곡의 유리 전이 온도 (T_g), 흡열 및 발열 피크 및 DSC 도표 상의 피크 아래 면적을 확인하고 정량한다. 유리 전이 온도는 기울기의 분명한 변화가 일어난 플롯-라인 상의 영역으로서 확인되고, 용융 온도는 자동 변곡 계산을 사용하여 측정된다.

[0126] 인장 특성:

[0127] 인장 특성들은 23°C에서 ASTM 638-10에 따라 결정될 수 있다. 예를 들어, 개별적인 섬유 견본들은 초기에 (예를 들어, 가위로 절단되어) 38mm 길이로 짧아질 수 있고, 블랙 벨벳 옷 상에 개별적으로 놓일 수 있다. 10 내지 15 개의 섬유 견본들이 이러한 식으로 수집될 수 있다. 이어서, 섬유 견본들은, 실질적으로 직선 상태로 51mm x 51mm의 외부 치수와 25mm x 25mm의 내측 치수를 갖는 직사각형 종이 프레임 상에 장착될 수 있다. 각 섬유 견본의 단부들은, 섬유 단부들을 접착 테이프로 프레임의 측면들에 신중하게 고정함으로써 프레임에 동작가능하게 부착될 수 있다. 각 섬유 견본은, 40X 배율로 적절히 교정 및 설정될 수 있는 종래의 연구실 현미경을 사용하여, 외측 치수, 비교적 짧은 치수, 교차 섬유 치수에 대하여 측정될 수 있다. 이 교차 섬유 치수는 개별적인 섬유 견본의 직경으로서 기록될 수 있다. 프레임은, 섬유 견본들에 대한 과도한 손상을 피하는 방식으로 연장형 인장 시험기의 일정한 비율의 상측 그립과 하측 그립에서 샘플 섬유 견본들의 단부들을 장착하는 데 일

조한다.

[0128] 시험을 위해 연장형 인장 시험기의 일정한 비율과 적절한 하중 셀을 사용할 수 있다. 하중 셀은, 시험 값이 전체 스케일 하중의 10 내지 90% 내에 속하도록 선택될 수 있다(예를 들어, 10N). 인장 시험기(즉, MTS SYNERGY 200) 및 하중 셀은, 미국 미시간주 에덴 프리리에 소재하는 MTS Systems Corporation에 의해 얻을 수 있다. 이어서, 프레임 조립체의 섬유 견본들은, 섬유들의 단부들이 인장 시험기의 그립들에 의해 동작가능하게 유지되도록 인장 시험기의 그립들 사이에 장착될 수 있다. 이어서, 섬유 길이에 평행하게 연장되는 종이 프레임의 측면들은, 인장 시험기가 시험 힘만을 섬유들에 인가하도록 절단되거나 분리될 수 있다. 섬유들은, 12인치/분의 그립 속도와 인상율로 인장 시험을 받을 수 있다. 그 결과 데이터는, 다음에 따르는 시험 설정과 함께 MTS Corporation의 TESTWORKS 4 소프트웨어 프로그램을 이용하여 분석될 수 있다.

표 1

[0129]

산출 입력		시험 입력	
파단 마크 드롭	50%	파단 감도	90%
파단 마커 세장	0.1 in	파단 임계값	10 g _f
공칭 케이지 길이	1 in	데이터 획득 율	10 Hz
슬랙 예비-하중	1 lb _f	테니어 길이	9000 m
기울기 세그먼트 길이	20%	밀도	1.25 g/cm ³
항복 오프셋	0.20%	초기 속도	12 in/분
항복 세그먼트 길이	2%	이차 속도	2 in/분

[0130] 인성값들은 그래프-힘/테니어로 표현될 수 있다. 피크 세장(파단시 %변형)과 피크 응력도 측정될 수 있다.

[0131] 웹의 피크 하중은 길이 방향(MD) 및 폭 방향(CD)을 따라 절단된 2"×6" 스트립을 사용하여 측정될 수 있다. 시험은 두 개의 1"×3" 고무 코팅된 그립이 장착되어 있는 일반적인 인장 시험기로 수행될 수 있다. 케이지 길이는 76±1mm(3±0.04")일 수 있다.

[0132] 밀도 및 퍼센트 공극 부피

[0133] 밀도 및 퍼센트 공극 부피를 측정하기 위하여, 시편의 폭 (W_i)과 두께 (T_i)가 연신 전에 초기에 측정될 수 있다. 시편의 표면 상의 두 개의 마킹 사이의 거리를 측정함으로써 연신 전의 길이(L_i)도 결정될 수 있다. 그런 다음, 시편은 포어 형성을 개시하기 위해 연신될 수 있다. 이어서, 시편의 폭(W_f), 두께(T_f), 및 길이(L_f)는, Digimatic Caliper(Mitutoyo Corporation)를 이용하여 최근접 0.01mm까지 측정될 수 있다. 연신 전의 부피(V_i)는 W_i x T_i x L_i = V_i에 의해 산출될 수 있다. 연신 후의 부피(V_f)도 W_f x T_f x L_f = V_f에 의해 산출되었다. 밀도 (P_f)는 P_f = P_i/Φ에 의해 계산될 수 있고, 이때 P_i는 전구체 물질의 밀도이고 퍼센트 공극 부피 (% V_v)는 %V_v = (1 - 1/ Φ) x 100에 의해 산출될 수 있다.

[0134] 정수압 시험 ("수두 (hydrohead)"):

[0135] 정수압 시험은 정지 압력 하에서 액체인 물에 의한 침투에 대한 물질의 저항의 척도이고 AATCC 시험 방법 127-2008에 따라 수행된다. 각 시편에 대한 결과의 평균을 구하여 센티미터 (cm)로 기록될 수 있다. 더 높은 값은 물 침투에 대한 더 큰 저항을 가리킨다.

[0136] 수증기 투과율 ("WVTR"):

[0137] 물질의 WVTR을 측정하기 위해 사용된 시험은 물질의 본질을 기초로 달라질 수 있다. WVTR 값을 측정하기 위한 한 가지 기법은 ASTM E96/96M-12, 절차 B이다. 다른 방법은 INDA 시험 절차 IST-70.4 (01)을 포함하는 것이다. INDA 시험 절차는 다음과 같이 요약된다. 건조 챔버를 온도와 습도를 알고 있는 습식 챔버로부터 영구적인 보호 필름 및 시험하고자 하는 샘플 물질에 의해 분리시킨다. 보호 필름의 목적은 뚜렷한 공기 간극을 정의하고 그 공기를 공기 간극에 잡아두거나 진정시키는 것이고 한편 공기 간극은 특성화된다. 건조 챔버, 보호 필름 및 습식 챔버는 확산 셀을 구성하고 그 안에서 시험 필름이 밀봉된다. 샘플 홀더는 Mocon/Modem Controls, Inc. (Minneapolis, Minnesota)에 의해 제조된 Permatran-W 모델 100K로서 알려져 있다. 제1 시험은 100% 상대 습도를 생성하는 증발기 어셈블리 사이의 공기 간극과 보호 필름의 WVTR로 이루어진다. 수증기는 공기 갭과 보호 필

를 통해 확산된 후 수증기 농도에 비례하는 건조 가스 흐름과 섞인다. 처리를 위해 컴퓨터에 전기 신호가 발송된다. 컴퓨터는 공기 간극과 보호 필름의 투과율을 계산하고 그 값을 나중에 사용하기 위해 저장한다.

[0138] 보호 필름과 공기 갭의 투과율은 컴퓨터에 CalC로서 저장된다. 그런 다음 샘플 물질은 시험 셀에 밀봉된다. 다시 수증기가 공기 간극을 통해 보호 필름 및 시험 물질로 확산되고, 그런 다음 시험 물질을 스윙핑하는 건조 가스 흐름과 섞인다. 또한, 다시 이 혼합물은 증기 센서에 운반된다. 그러면 컴퓨터가 공기 갭, 보호 필름 및 시험 물질의 조합의 투과율을 계산한다. 그런 다음 이 정보는 습기가 시험 물질을 통해 투과되는 투과율이 다음 방정식을 따라 계산하는 데 사용된다:

$$TR_{1\text{시험 물질}}^{-1} = TR_{1\text{시험 물질, 보호 필름, 공기 갭}}^{-1} + TR_{\text{보호필름, 공기 갭}}^{-1}$$

[0140] 그런 다음 수증기 투과율(“WVTR”)은 다음과 같이 계산된다:

$$WVTR = \frac{F \rho_{\text{sat}}(T) RH}{A P_{\text{sat}}(T) (1-RH)}$$

[0141]

[0142] 여기서,

[0143] F = 분당 cm³의 수증기의 흐름;

[0144] ρ_{sat}(T) = 온도 T에서 포화된 공기 중의 물의 밀도;

[0145] RH = 셀의 명시된 위치에서의 상대습도;

[0146] A = 셀의 단면적; 및

[0147] P_{sat}(T) = 온도 T에서 수증기의 포화 증기압.

[0148] *프레이지 다공성:*

[0149] 프레이지 다공성은 Frazier® 저차등 압력 공기 투과성 시험기 (FAP-LP)에서 샘플의 8” 스트립(기계 방향을 따라 측정됨)을 절단하고 6개의 층이 얻어지도록 샘플을 야코디언 스타일로 (교차 방향으로) 접음으로써 측정된다.

[0150] **실시예 1**

[0151] 동일배열 폴리프로필렌 93 중량% (M3661, 230°C에서 용융 유속 14 g/10, 용융 온도 150°C, Total Petrochemicals) 및 LOTADER® AX8900 7 중량% (Arkema)의 배합물로부터 형성된 코어 및, ASPUN™ 6835A 100 중량% (LLDPE, Dow Chemical)로 형성된 시스를 함유한 이성분 섬유를 형성하였다. 코어는 섬유의 70 부피%이었으며 시스는 30 부피%였다. 섬유 중 288개를 함유한 다발을 형성하였다. 총 다발 데니어는 대략 11kg/9000m이었다. 섬유의 전구체 다발을 함유하는 보빈을 오버-엔드로 풀어서 약 1 내지 2회전/m의 약간의 꼬임을 다발에 제공하였다. 다발을 14m/분의 속도로 5개 롤러 세트(퀀텟)를 사용하여 권취했다. 그런 다음 다발을 수조 (40°C)에 담그고 섬유 이동 방향에 수직으로 위치한 두 개의 핀으로 연신시켰다. 각 핀의 지름은 12.5mm이었다. 연신 핀을 서로 평행하게 세팅하고 8mm의 간격으로 이격되어 배치했다. 이 구성은 수조를 나가기 전에 다발이 두 번의 180도 회전 (s-랩)을 수행하게 했다. 수조에서 나온 후, 다발을 두 개의 퀀텟으로 권취하였고, 이들 모두는 84m/분의 속도로 달려서 6인 경우 총 연신 비율을 제공했다. 생성된 다발의 SEM 현미경사진은 도 4-5에 도시한다.

[0152] **실시예 2**

[0153] 보빈을 꼬임이 없는 풀린 크릴(creel)을 사용하여 풀 것 을 제외하고는, 섬유 다발을 실시예 1에서 기술한 바와 같이 연신시켰다. 권취 퀀텟 속도는 4m/분이었고 마지막 두 퀀텟 속도는 24m/분이었으며 6의 연신 비율을 제공하였다. 수조를 44°C로 설정하였다.

[0154] **실시예 3**

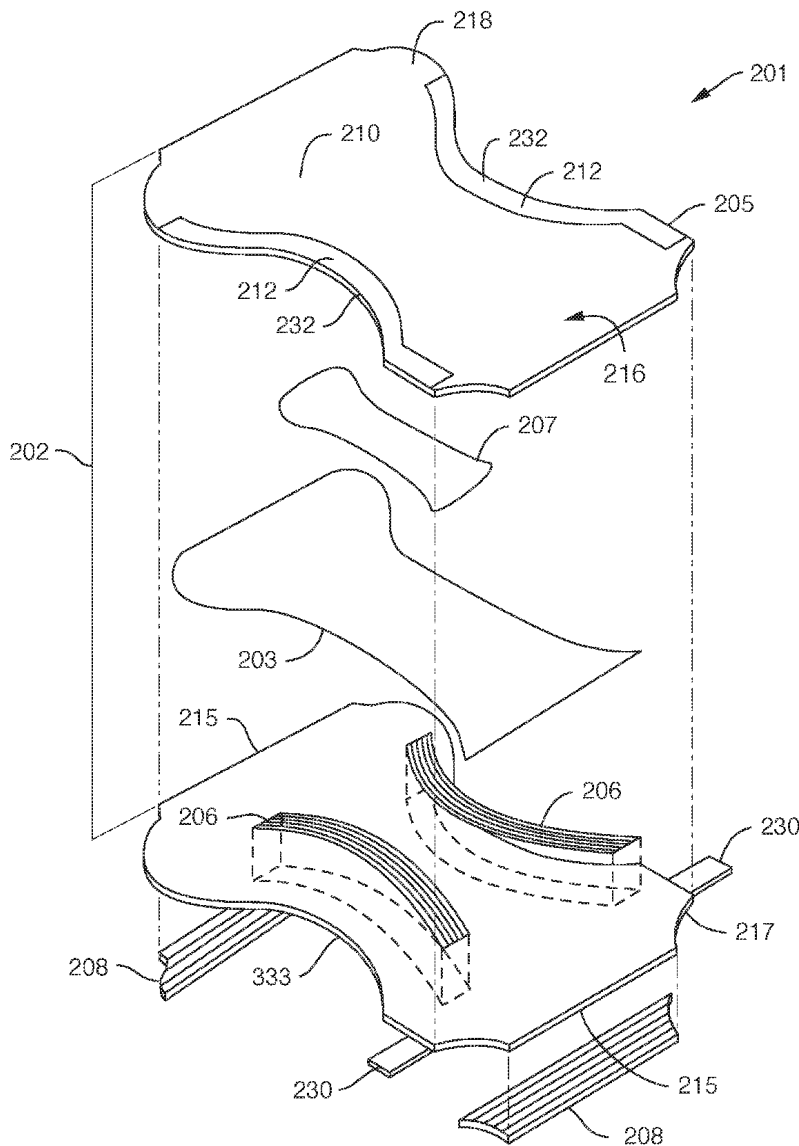
[0155] 다발을 고데-기반 연신 장치로 연신시킨 것을 제외하고는, 섬유 다발을 실시예 1에서 기술한 바와 같이 연신시

켰다. 다발을 실시예 1에서 기술한 바와 같이 오버-엔드로 풀어서 약간의 꼬임을 섬유에 제공하였다. 송급 물 속도는 48m/분이었고, 제1 연신 롤 속도는 50m/분이었고 제2 연신 롤 속도는 100m/분이었고, 제3 및 제4 연신 롤 속도는 250m/분이었고, 릴랙스 롤 속도는 245m/분이었다. 생성된 연신 비율은 5.2였다. 제1, 제2, 제3 및 제 4 연신 롤의 온도를 40℃로 설정하였다.

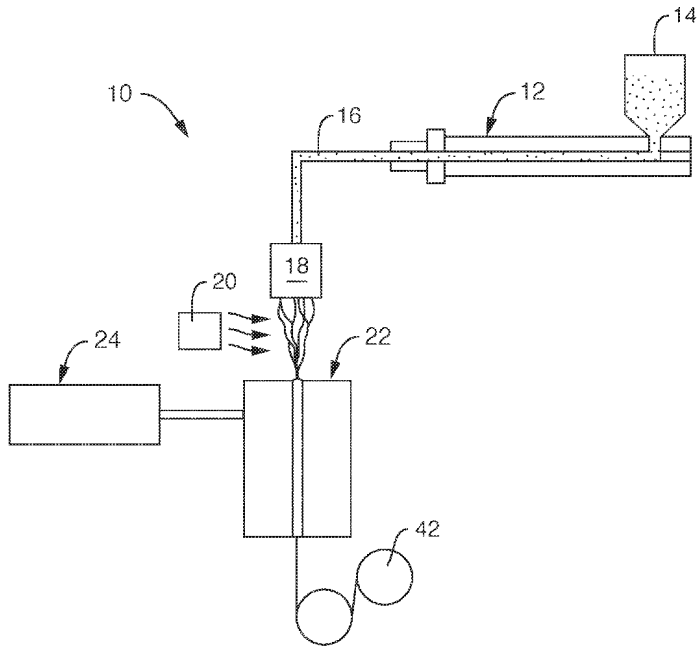
[0156] 본 발명을 본 발명의 특정 실시예들에 관하여 상세히 설명하였지만, 통상의 기술자라면, 전술한 바를 이해함에 따라, 이러한 실시예들에 대한 대체예, 변형예, 균등예를 쉽게 구상할 수 있다는 점을 알 것이다. 이에 따라, 본 발명의 범위는 청구범위 및 그 균등물로서 평가되어야 한다.

도면

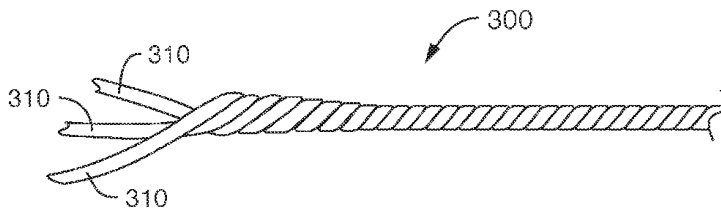
도면1



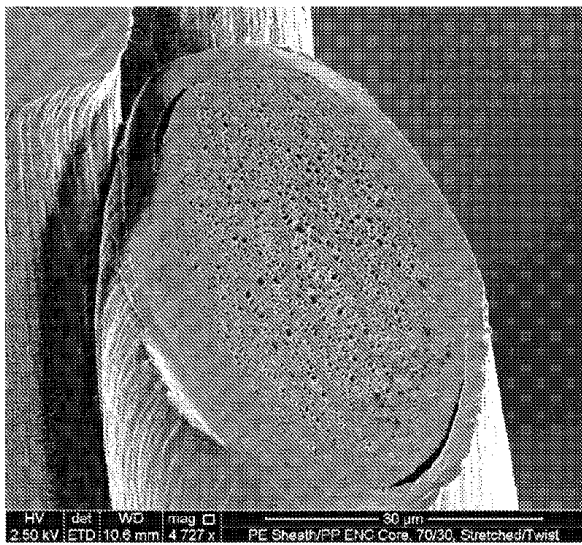
도면2



도면3



도면4



도면5

