(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년06월07일
(11) 등록번호 10-2406662
(24) 등록일자 2022년06월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B29C 70/20 (2006.01) *B29B 15/12* (2006.01)
B29C 48/08 (2019.01) *B29C 70/68* (2018.01)
D02J 1/18 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B29C 70/20 (2013.01)
B29B 15/12 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-7025123(분할)
(22) 출원일자(국제) 2016년03월10일
심사청구일자 2021년01월27일
(85) 번역문제출일자 2019년08월27일
(65) 공개번호 10-2019-0102110
(43) 공개일자 2019년09월02일
(62) 원출원 특허 10-2017-7027652
원출원일자(국제) 2016년03월10일
심사청구일자 2017년09월28일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2016/000392
(87) 국제공개번호 WO 2016/142781
국제공개일자 2016년09월15일
(30) 우선권주장
62/131,002 2015년03월10일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2013076193 A*
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 9 항

(73) 특허권자
화이바 레인포스드 써모플라스틱스 비.브이.
네덜란드 8219 피제트 렐리스타드 데 서펠링 15
(72) 발명자
프린스, 리너스
네덜란드 8219 피제트 렐리스타드 데 서펠링 15 화이바 레인포스드 써모플라스틱스 비.브이. 내
데 위에르드, 제랄드
네덜란드 8219 피제트 렐리스타드 데 서펠링 15 화이바 레인포스드 써모플라스틱스 비.브이. 내
(74) 대리인
특허법인이룸리온

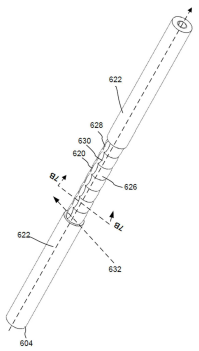
심사관 : 박세영

(54) 발명의 명칭 **단방향 섬유-강화 테이프를 제조하기 위한 스프레더 부재**

(57) 요 약

본 발명은 섬유 강화 복합체 및 이를 제조하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 일부 섬유 강화 복합체는 열가소성 재료를 포함하는 매트릭스 물질 및 매트릭스 물질 내에 분산된 복수의 연속 섬유를 갖는 부직포 섬유질 영역을 포함하며, 상기 부직포 섬유질 영역의 폭 및 길이는 섬유 강화 복합체의 폭 및 길이와 각각 실질적으로 동일하며, 상기 부직포 섬유질 영역은 평균 상대 면적 섬유 피복율(RFAC)(%)이 65 내지 90이고 분산 계수(COV)(%)가 3 내지 20이며, 상기 복수의 연속 섬유들 각각은 상기 섬유 강화 복합체의 길이와 실질적으로 정렬된다.

대 표 도 - 도7a



(52) CPC특허분류
B29C 48/08 (2021.08)
B29C 70/68 (2013.01)
D02J 1/18 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌
WO2014171016 A1
US20140183780 A1
KR1020130091255 A
EP01783252 A1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명 세 서

청구범위

청구항 1

적어도 제1 및 제2분산된 섬유층에 수용하고 상기 제1 및 제2분산된 섬유층을 매트릭스 물질 내로 분산시키도록 구성된 함침 유닛으로서, 상기 함침 유닛은

제1 및 제2분산된 섬유층 사이에 매트릭스 물질의 시트 또는 필름을 공급하도록 구성된 압출기;

상기 압출기의 하류에 배치되고, 상기 제1분산된 섬유층을 상기 매트릭스 물질 내로 가압하도록 구성된 볼록면을 갖는 제1가압 부재; 및

상기 압출기의 하류에 배치되고 상기 제2분산된 섬유층을 상기 매트릭스 물질 내로 가압하도록 구성된 볼록면을 갖는 제2가압 부재를 포함하는

함침 유닛.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제2가압 부재는 상기 제1가압 부재의 하류에 배치되는 것인

함침 유닛.

청구항 3

제1항에 있어서,

프레임; 및

상기 프레임에 결합되고 각각은 종축을 따라 배치되는 하나 이상의 볼록부를 갖는 하나 이상의 마찰 부재를 포함하고,

상기 하나 이상의 마찰 부재 각각은 상기 마찰 부재의 종축과 정렬되는 방향으로 상기 프레임에 대해 이동 가능하고,

상기 하나 이상의 마찰 부재 각각은 상기 분산된 섬유층이 매트릭스 물질 내로 가압된 후에 제1 및 제2 분산된 섬유층 중 하나 이상과 접촉되도록 구성되는

함침 유닛.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 하나 이상의 마찰 부재 각각에 대해, 하나 이상의 볼록부 각각은 타원면을 포함하는

함침 유닛.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 하나 이상의 마찰 부재 각각은 바 또는 플레이트를 포함하는

함침 유닛.

청구항 6

제3항에 있어서,

하나 이상의 마찰 부재 중 적어도 하나는 가열되도록 구성되는

함침 유닛.

청구항 7

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 하나 이상의 가압 부재 각각은 바 또는 플레이트를 포함하는

함침 유닛.

청구항 8

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 하나 이상의 가압 부재 중 적어도 하나는 가열되도록 구성되는

함침 유닛.

청구항 9

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 매트릭스 물질의 시트 또는 필름을 용융시키도록 구성된 열원을 포함하는

함침 유닛.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 관련된 출원의 상호 참조

[0002] 본 출원은 "균일하게 밀집한 섬유층을 갖는 단방향 섬유-강화 테이프 및 그것을 제조하기 위한 장치들 및 방법들"을 명칭으로 하여 2015년 3월 10일자로 출원된 미국 가출원 번호 제62/131,002호의 우선권을 주장하며, 그 전체가 참조로서 본 명세서에 통합된다.

[0003] 본 발명은 일반적으로 단방향(UD) 섬유-강화 복합체, 그 제조방법 및 장치에 관한 것이다. 특히, 일부 UD 섬유 강화 복합체는 중합체 매트릭스에 분산된 복수의 연속 섬유를 포함하는 부직포(non-woven) 섬유질 영역 또는 층을 가지며, 상기 부직포 섬유질 영역은 평균 상대 섬유 면적 적용범위(RFAC; mean relative fiber area coverage)(%) 및 관련 분산 계수(COV; coefficient of variance)(%)에 의해 정의된 바와 같이 실질적으로 균일한 밀도를 갖는다. 상기 중합체 매트릭스는 열가소성 또는 열경화성 중합체 매트릭스일 수 있다.

배 경 기 술

[0004] 복합체 재료는 수지/중합체 매트릭스에 분산된 섬유를 포함할 수 있다. 이러한 복합체 재료는 예를 들어, 가전제품, 탄도, 항공우주 및 운송 산업과 같은 다양한 산업분야에서 유용하다. UD 복합체는 실질적으로 한 방향으로 연장되는 섬유를 갖는 복합체이다. 이방성 특성을 갖는 UD 복합체는 하나 이상의 방향 또는 치수(DIMENSIONS)가 다른 특정을 갖는 제품을 제조하는데 사용될 수 있다.

[0005] UD 복합체의 예는 UD 테이프 또는 프리프레그(prepreg)이며, 이는 폴리머 수지로 함침된 연속적인 UD 섬유(예를 들어 유리 섬유, 탄소 섬유 및/또는 이와 유사한 것)의 얇은 스트립 또는 밴드로 특징지어질 수 있다. 이러한 UD 테이프는 폭이 1 내지 15㎝, 아마도 더 넓을 수 있으며 두께는 1㎜ 미만일 수 있다/ 이러한 UD 테이프는 스풀 또는 링 상에 제공될 수 있다. UD 테이프는 BOMPARD 등의 미국 특허 제6,919,118호 및 LI 등의 미국 특허공

보 제2014/0147620호에 개시되어 있다.

[0006] 이론적으로 UD 복합체 재료의 모든 섬유는 균일하고 평행하며 연속적이어야 한다. 그러나 실제로는 이러한 특성을 얻기가 어렵다. 예를 들어 일반적으로 입수가능한 UD테이프는 섬유, 에어 포켓 또는 공극(void), 파손된 섬유 등의 불균일한 배열을 포함하는 섬유질 영역 또는 층을 가질 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위한 많은 시도가 있었다.

[0007] 와이의 미국 특허 제5,496,602호는 UD 섬유를 한쌍의 에폭시 열경화성 수지 필름 사이에 놓고 섬유 및 필름을 가열하여 UD 테이프를 형성함으로써 이러한 문제를 해결하려고 시도하고 있다. 상기 UD 테이프는 나중에 섬유 사이의 간극을 채우기 위해 폴리머로 주입된다. 필름의 적용하는 동안 섬유 이동으로 인해서 결과적으로 UD 테이프는 에어 포켓 또는 공극뿐만 아니라 섬유의 불균일한 배열을 포함할 수 있다. 또한 와이의 방법은 바람직하지 않을 수 있는 에폭시와 같은 재료의 도입은 물론 비교적 복잡한 여러 단계를 포함한다.

[0008] 이러한 문제를 해결하기 위한 몇 가지 시도에는 섬유 분산 장치의 사용이 포함된다. 나리히토(Narihito)의 미국 특허 제5,101,542호는 각각이 중심에서 팽창하는 연속적으로 볼록한 외부 표면을 갖는 복수의 롤러 부재(ELEMENTS)를 포함하는 섬유 분산 장치를 기술한다. 마이어(Meyer)의 미국 특허 제8,191,215호에는 횡단면이 연속적으로 볼록한 최외측 연부(outer-most spreading edge)를 각각 갖는 날개를 포함하는 회전 섬유 분산 장치가 기재되어있다. 정(Jung) 등의 미국 특허 제8,470,114호 및 미국 공개 특허 공보 제2013/0164501호는, 각각은 일련의 볼록한 막대 위에 섬유를 통과시켜 섬유를 분산하는 방법을 설명한다. Bompard 등의 미국 특허 제6,585,842호는, 일련의 만곡된(예를 들어, 바나나 모양의) 롤러에 섬유를 통과시켜 섬유를 분산하는 방법을 기술하고 있다.

[0009] 상기 확인된 문제점을 해결하기 위한 몇 가지 시도는 함침 장치의 사용을 포함한다. 통상적인 함침 공정은 섬유층이 이동될 수 있는 중합체 용액의 베스(BATHS)의 사용을 포함한다. 이러한 공정에서, 중합체 용액은 롤러를 사용하여 섬유층 내로 가압될 수 있다. 상기 설명된 Wai의 공정은 층의 반대측에 있는 고분자 필름을 눌러 층에 함침시켜 섬유층을 함침시킨다. 이들 각각의 공정은 고분자 수지 재료를 섬유층으로 가압하여 섬유층의 함침을 달성하는 것과 유사하다.

[0010] 이러한 섬유 분산 및 함침 장치 및 공정은 UD 테이프를 제조하는데 사용될 수 있지만 그러한 UD 테이프는 여전히 비균일한 섬유 배열 및 매트릭스 물질 내의 에어 포켓 또는 공극을 겪는다. 예를 들어 도 1은 UD 복합체를 주사형 전자 현미경을 사용하여 획득한 상업적으로 입수 가능한 단면도를 포함한다. 이들 상업적으로 입수가능한 UD 복합체는 불균일한 섬유 배열을 갖는 섬유상 영역, 따라서 불균일한 밀도뿐만 아니라 중합체 매트릭스 내의 공극 또는 에어 포켓을 보유한다.

발명의 내용

[0011] UD 복합 테이프의 섬유, 공극 및 공기 주머니의 불균일한 분포 문제를 해결하거나 적어도 완화시키는 발견이 이루어졌다. 특히, 본 발명의 섬유 강화 복합체는 중합체 매트릭스에 분산된 복수의 연속 섬유를 포함하는 부직포 섬유질 영역 또는 층을 가질 수 있다. 중합체 매트릭스는 열경화성 또는 보다 바람직하게는 열가소성 중합체 매트릭스 일 수 있다. 열가소성 중합체 매트릭스는 일정한 온도 이상에서 성형 가능하고 유연하며 온도 이하로 응고될 수 있다. 일단 경화되거나 가교 결합되면, 열경화성 중합체 매트릭스는 증가된 온도로 성형 성 또는 유연성을 잃는 경향이 있다. 중합체 매트릭스는 열가소성 또는 비열가소성 중합체(들), 첨가제 및/또는 이와 유사한 것을 갖는 조성물에 포함될 수 있다. 부직포 섬유질 영역은 65 내지 90의 평균 상대 섬유 면적 범위(RFAC)(%) 및 3 내지 20의 분산 계수(COV)(%) 바람직하게는 69 내지 90의 평균 RFAC(%) 및 3 내지 15의 COV(%), 보다 바람직하게는 75 내지 90의 평균 RFAC(%) 및 3 내지 8의 COV(%)로 정의되는 바와 같이 실질적으로 균일한 밀도를 가질 수 있다. 본 발명의 섬유 강화 복합체는 적어도 실질적으로 균일한 밀도를 갖기 때문에 5% 미만, 바람직하게는 3% 미만, 보다 바람직하게는 1% 미만의 공극 부피 분율을 포함할 수 있다. 본 발명의 섬유 강화 복합체는 다양한 제조 물품에 사용될 수 있다.

[0012] 본 발명의 섬유 강화 복합체를 제조하기 위해 매트릭스 물질 내로 섬유 다발(들) 또는 토우(들)를 분산된 섬유층(들)에 분산 및/또는 분산된 섬유층(들)을 함침시키기 위한 시스템 및 방법이 또한 개시된다. 일부 시스템은 분산 유닛 및 함침 유닛 모두를 포함하며, 함침 유닛은 분산 유닛의 하류에 위치한다. 이러한 분산 유닛은 효율적이고 균일한 방식으로 섬유 다발(들)로부터 분산된 또는 평평한 섬유층(들)을 분산시키기 위해(예를 들면, 둥근) 에지(edge)에서 만나는 2개의 상이한 표면(예를 들어 볼록 표면 및 오목 또는 평면 표면)을 갖는 분산 부재(spreading element)를 이용할 수 있다. 이러한 함침 유닛은 적어도 2개 이상의 섬유층을 수용하고, 2개의 섬유

층 사이에 열가소성 또는 열경화성의 고분자 수지를 위치시키고, 2개의 섬유층을 수지로 가압함으로써 본 발명의 복합체의 부직포 섬유질 영역을 형성하도록 구성될 수 있다. 상기 2개의 분산된 또는 평평한 섬유층들 각각은 예를 들어 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 이상의 섬유 다발과 같은 하나 이상의 섬유 다발로부터의 섬유를 포함할 수 있다.

[0013] 한 측면에서, 중합체 매트릭스 및 중합체 매트릭스에 분산된 복수의 연속 섬유를 포함하는 부직포 섬유질 영역을 포함하는 섬유 강화 복합체가 개시되어 있고, 상기 부직포 섬유질 영역은 평균 RFAC(%)는 65 내지 90이고, COV(%)는 3 내지 20으로 정의된 바와 같이 실질적으로 균일한 밀도를 갖는다. 더욱 바람직한 구현 예에서, 부직포 섬유질 영역은 69 내지 90의 평균 RFAC(%) 및 3 내지 15의 COV(%)를 갖는다. 또 다른 바람직한 구현 예에서, 부직포 섬유질 영역은 75 내지 90의 평균 RFAC(%) 및 3 내지 8의 COV(%)를 갖는다. 부직포 섬유질 영역의 폭 및 길이는 섬유 강화 복합체의 폭 및 길이와 각각 실질적으로 유사할 수 있고, 복수의 연속 섬유는 단방향으로 배향될 수 있고 제1축에 실질적으로 평행할 수 있으며, 섬유 강화 복합체는 복수의 연속 섬유의 부피를 적어도 35 내지 70%, 바람직하게는 40 내지 65%, 보다 바람직하게는 45 내지 55% 포함할 수 있다. 섬유 강화 복합체는 최대 6 미터의 폭과 최대 10,000 미터의 길이를 가질 수 있다.

[0014] 일부 섬유 강화 복합체에서, 제1섬유층 및 제2섬유층은 부직포 섬유질 영역을 형성하기 위해 함께 가압되거나 압착된다. 부직포 섬유질 영역은 복수의 섬유 다발로부터의 섬유를 포함할 수 있으며, 각각의 다발은 1,000 내지 60,000개의 개별 필라멘트를 포함한다. 개별 필라멘트의 평균 단면적은 $7\mu m^2$ ~ $800\mu m^2$ 일 수 있다. 연속 섬유의 비제한적인 예는 유리 섬유, 탄소 섬유, 아라미드 섬유, 폴리에틸렌 섬유, 폴리에스테르 섬유, 폴리아미드 섬유, 현무암 섬유, 강 섬유 또는 이들의 조합을 포함한다. 이러한 유리 섬유는 $75\mu m^2$ 내지 $460\mu m^2$의 평균 필라멘트 단면적을 가질 수 있고, 이러한 탄소 섬유는 $7\mu m^2$ 내지 $60\mu m^2$의 평균 필라멘트 단면적을 가질 수 있다.

[0015] 일부 섬유 강화 복합체에서, 중합체 매트릭스는 열가소성 매트릭스 또는 열경화성 매트릭스 일 수 있으며, 열가소성 매트릭스가 바람직하다. 섬유-강화 복합체의 중합체 매트릭스는 섬유-강화 복합체가 제1중합체-리치 영역 및 제2중합체-리치 영역을 가지며, 부직포 섬유질 영역은 제1중합체-리치 영역과 제2중합체 - 리치 영역 사이에 위치된다. 중합체 리치 영역은 연속 섬유의 부피가 10% 미만, 5% 미만 또는 1% 미만인 영역을 포함한다. 중합체-리치 영역(들)의 폭 및 길이는 각각 섬유-강화 복합체의 폭 및 길이와 각각 실질적으로 유사할 수 있다. 일 실시예에서, 제1중합체-리치 영역의 두께 및 제2중합체-리치 영역의 두께는 동일하거나 10% 이내, 바람직하게는 5% 이내, 보다 바람직하게는 1% 이내이다. 일 실시예에서, 제1 및 제2중합체-리치 영역의 두께는 서로에 대해 10, 15 또는 20% 이상 변화한다. 제1 및 제2중합체 영역 각각은 중합체-리치 영역에 걸쳐 실질적으로 균일한 밀도(예를 들어, 단위 체적당 질량)를 가질 수 있다.

[0016] 본 발명의 섬유-강화 복합체들의 중합체 매트릭스는 열가소성 중합체, 열경화성 중합체, 이들의 공중합체 또는 이들의 혼합물을 포함할 수 있다. 이러한 열가소성 중합체의 비제한적인 예는 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리카보네이트(PC), 폴리부틸렌 테레프탈레이트(PBT), 폴리(1,4-시클로헥실리덴 시클로헥산 -1,4-디카르복실레이트)(PCCD), 글리콜 변성 폴리시클로헥실 테레프탈레이트 PCTG), 폴리(페닐렌 옥사이드)(PPO), 폴리프로필렌(PP), 폴리에틸렌(PE), 폴리비닐 클로라이드(PVC), 폴리스티렌(PS), 폴리메틸 메타크릴레이트(PMMA), 폴리에틸렌이민 또는 폴리에터르이미드(PEI) 또는 이의 유도체, 열가소성 엘라스토머(TPE), 테레프탈산(TPA) 엘라스토머, 폴리(시클로헥산디 메틸렌 테레프탈레이트)(PCT), 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN), 폴리아미드(PA), 폴리설폰 설포네이트(PSS), 폴리에테르 에테르 케톤(PEEK), 폴리에테르 케톤 케톤(PEKK), 아크릴로니트릴 부티딘 스티렌(ABS), 폴리페닐렌 설파이드(PPS), 이들의 공중합체 또는 이들의 혼합물을 포함한다. 더 바람직한 열가소성 중합체는 폴리프로필렌, 폴리아미드, 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리카보네이트(PC), 폴리부틸렌 테레프탈레이트, 폴리(페닐렌 옥사이드)(PPO), 폴리에테르이미드, 폴리에틸렌, 이들의 공중합체 또는 이들의 혼합물을 포함한다. 훨씬 더 바람직한 열가소성 중합체는 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 폴리아미드, 폴리카보네이트(PC), 그의 공중합체 또는 이들의 혼합물을 포함한다.

[0017] 본 섬유-강화 복합체에서 매트릭스 물질로서 사용하기 적합한 열경화성 중합체의 비제한적인 예는 불포화 폴리에스테르 수지, 폴리우레탄, 베이클라이트, 듀로플라스트, 우레아-포름알데히드, 디알릴-프탈레이트, 에폭시 수지, 에폭시 비닐에스테르, 폴리이미드, 폴리시아누레이트의 시아네이트 에스테르, 디시클로펜타디엔, 페놀류, 벤즈옥사진, 이들의 공중합체 또는 이들의 혼합물을 포함한다. 본 섬유-강화 복합체들 중 하나의 중합체 매트릭스는 하나 이상의 첨가제와 조성물에 포함될 수 있다. 이러한 첨가제의 비제한적인 예는 매트릭스 물질과 섬유 사이의 접착을 촉진시키기 위한 커플링제, 산화 방지제, 열 안정제, 유동 개질제, 난연제, UV 안정제, UV 흡수

제, 충격 개질제, 가교제, 착색제, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0018] 본 섬유-강화 복합체들의 일부는 폴리프로필렌을 포함하지 않으며, 유리 섬유를 포함하지 않는다. 본 섬유-강화 복합체들의 일부는 폴리에틸렌을 포함하지 않으며 유리 섬유를 포함하지 않습니다. 본 섬유-강화 복합체들의 일부는 폴리프로필렌 및/또는 폴리에틸렌을 포함하지만 유리 섬유는 포함하지 않습니다. 본 섬유-강화 복합체들의 일부는 유리 섬유를 포함하지만 폴리프로필렌이나 폴리에틸렌은 포함하지 않는다.

[0019] 또한, 본 발명의 섬유-강화 복합체를 포함하는 라미네이트가 개시된다. 이러한 라미네이트는 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 또는 그 이상의 플라이를 포함할 수 있으며, 여기서 하나의 플라이(ply)는 본 발명의 하나의 섬유-강화 복합체로 이루어질 수 있다. 일부 라미네이트에서, 적어도 2개의 플라이는 그들의 각각의 섬유가 제1축에 실질적으로 평행하도록 위치된다. 일부 라미네이트에서, 적어도 2개의 플라이는 그들의 각각의 섬유가 서로 평행하지 않도록 위치된다. 본 발명의 섬유-강화 복합체 및 라미네이트는 예를 들어 권선(winding) 및/또는 레이-업(lay-up) 기법을 통해 2차원 또는 3차원 구조로 조립 또는 가공될 수 있다.

[0020] 또한, 본 발명의 섬유-강화 복합체 또는 라미네이트 중 임의의 것을 포함하는 제품이 개시된다. 이러한 제품의 비제한적인 예는 자동차 부품(예들 들어, 도어, 후드, 범퍼, A-빔, B-빔, 배터리 케이스, 흰색 바디, 보강재, 크로스 빔, 시트 구조, 서스펜션 부품, 호스 등), 편조 구조물, 직조 구조물, 필라멘트 권취 구조물(예를 들어, 파이프, 압력 용기 등), 항공기 부품(예컨대, 날개, 몸체, 꼬리, 안정기 등), 윈드 터빈 블레이드, 보트 선체, 보트 데트, 철도 차량, 스포츠 용품, 윈도우 직선, 지주, 부두, 강화 목재 빔, 개장된 콘크리트 구조물, 강화된 압출 또는 사출 성형, 하드 디스크 드라이브(HDD) 또는 SSD(Solid State Drive) 케이스, 텔레비전 프레임, 스마트 폰 중간-프레임, 스마트 폰 유니바디 케이스(unibody casing), 태블릿 중간-프레임, 태블릿 유니바디 케이스, TV 스탠드 또는 테이블, 랩톱 컴퓨터 케이스, 로프, 케이블, 보호복(예 : 내절단 장갑, 헬멧 등), 갑옷, 플레이트 등을 포함한다.

[0021] 본 발명은 각각이 복수의 섬유를 갖는 하나 이상의 섬유 다발을 하나 이상의 분산된 섬유층으로 분산되도록 구성된 분산 유닛을 포함한다. 섬유 다발은 섬유 다발의 긴 치수에 수직인 방향으로 분산될 수 있고, 그에 의해 분산되거나 평평한 섬유층을 형성할 수 있다. 분산 유닛은 볼록한 제1프로파일을 갖는 제1표면 및 제1프로파일과 상이한 제2프로파일을 갖는 제2표면을 포함하는 적어도 하나의 로브(lobe)를 갖는 분산 부재를 포함할 수 있으며, 제1 및 제2표면은 (예를 들어, 굴곡진) 에지를 형성하도록 만나며, 다수의 섬유가 제1표면 및 에지와 접촉할 때, 로브는 복수의 섬유를 섬유 다발로부터 수평 방향으로 분산되도록 구성된다. 이러한 제2프로파일은 실질적으로 직선형 또는 오목형일 수 있다. 분산 부재는 복수의 섬유가 제2표면과 접촉하고 제1표면으로(예를 들어, 에지를 가로 질러) 전이하도록 위치될 수 있다. 분산 부재는 복수의 섬유가 제1표면과 접촉하고 제2표면으로(예를 들어, 에지를 가로 질러) 이동하도록 위치될 수 있다. 2개 이상의 로브를 포함하는 분산 부재에 대해, 2개 이상의 로브의 제2표면은 근접할 수 있으므로, 예를 들어, 제2표면이 평면인 경우, 제2표면은 연속적인 평탄한 표면을 형성하도록 협력한다.

[0022] 일부 분산 유닛에서, 분산 부재는 분산 부재에 의해 분산되고 있는 복수의 섬유 및 분산 부재의 종방향 축에 대해 회전될 수 있다. 그러한 회전은 진동 방식일 수 있다. 분산 부재는 분산 부재에 의해 분산되고 있는 복수의 섬유에 대해 그리고 복수의 섬유의 긴 치수에 실질적으로 수직인 방향으로 진동하도록 구성될 수 있다. 이러한 진동은 0.1 내지 20㎜, 바람직하게는 0.1 내지 10㎜의 진폭으로 0.1 내지 5Hz, 바람직하게는 0.5 내지 2Hz의 주파수에서 일어날 수 있다.

[0023] 일부 분산 유닛에서, 하나 이상의 유지 부재는 분산 부재의 상류 및/또는 하류에 위치될 수 있으며, 각각의 유지 부재는 복수의 섬유가 분산 부재에 의해 측 방향으로 분산됨에 따라 복수의 섬유의 측 방향 이동을 감소시키도록 구성된다. 이러한 유지 부재(들)는 복수의 섬유를 수용하도록 구성된 하나 이상의 홈을 각각 포함할 수 있다.

[0024] 본 발명의 분산 유닛은 적어도 제1 및 제2분산 부재를 포함할 수 있으며, 제2분산 부재는 상기 제1분산 부재의 하류에 위치한다. 제2분산 부재의 로브(들)는 제1분산 부재의 로브(들)보다 클 수 있다 (예를 들어, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 또는 그 이상의 %)(예 : 길이, 너비, 높이, 반경, 횡단 치수 등). 제1 및 제2분산 부재는 하나 이상의 섬유 다발(들)을 하나 이상의 섬유층(들)로 분산되도록 협력할 수 있다. 제1분산 부재는 적어도 제1 및 제2로브를 포함할 수 있고, 제2분산 부재는 적어도 제3 및 제4로브를 포함할 수 있으며, 제1 및 제3로브는 제1섬유 다발을 분산하도록 구성되고, 제2 및 제4로브는 제2섬유 다발을 분산하도록 구성된다.

[0025] 분산 유닛은 적어도 제5 및 제6로브를 갖는 제3분산 부재와, 적어도 제7 및 제8로브를 갖는 제4분산 부재를 포

함할 수 있으며, 제5 및 제7 로브는 제3섬유 다발을 분산하도록 구성되고, 제6 및 제8로브는 제4섬유 다발을 분산하도록 구성된다. 분산 유닛은 상기 제1 및 제2섬유 다발로부터 제1평평한 섬유층 및 제3 및 제4섬유 다발로부터 제2평평한 섬유층을 형성하도록 구성될 수 있다.

[0026] 하나 또는 그 이상의 텐셔너(tensioners)가 분산 유닛의 상류에 위치될 수 있으며, 각각은 섬유 다발(들)이 분산하는 동안 하나 이상의 섬유 다발(들)에 장력을 가하도록 구성될 수 있다. 열원은 분산 유닛의 상류 및/또는 하류에 제공될 수 있으며, 열원은 분산 유닛에 의해 분산되고 있는 복수의 섬유를 가열하도록 구성된다. 열원은 적외선 열원, 가열된 분산 부재, 가열된 유지 부재 등을 포함할 수 있다. 섬유 다발 피드(feed) 유닛은 분산 유닛의 상류에 위치될 수 있으며, 섬유 다발 피드 유닛은 하나 이상의 섬유 다발을 분산 유닛에 제공하도록 구성된다.

[0027] 또한, 각각이 복수의 섬유를 갖는 하나 이상의 섬유 다발로부터 적어도 하나의 평평한 섬유층을 제조하는 방법이 개시된다. 이러한 섬유 다발은 1,000, 2,000, 3,000, 4,000, 5,000, 10,000, 20,000, 30,000, 40,000, 50,000, 60,000 이상의 개별 필라멘트들을 포함할 수 있습니다. 이러한 평평한 섬유층은 1 내지 50m/분, 바람직하게는 2 내지 25m/분, 보다 바람직하게는 8 내지 15m/분의 속도로 제조될 수 있다.

[0028] 또한, 열가소성 또는 열경화성 중합체 매트릭스 물질 내에 다수의 섬유를 분산시키기 위한 함침 유닛이 개시된다. 함침 유닛은 제1평평한 섬유층을 포함하는 제1평평한 섬유층 피드, 제2평평한 섬유층을 포함하는 제2평평한 섬유층 피드, 열가소성 또는 열경화성 중합체 매트릭스 물질을 포함하며 제1 및 제2평평한 섬유층 사이에 매트릭스 물질을 배치하도록 구성되는 열가소성 또는 열경화성 중합체 매트릭스 물질 피드, 제1 및/또는 제2평평한 섬유층을 매트릭스 물질 내로 가압하도록 구성된 가압 장치를 포함할 수 있다. 이러한 함침 유닛은 분산된 섬유층이 매트릭스 물질 내로 가압된 후 제1 및 제2분산된 섬유층 중 적어도 하나와 접촉하도록 구성되고, 분산된 섬유층의 긴 치수에 실질적으로 수직인 방향으로 진동하도록 구성되는 하나, 둘, 셋 또는 그 이상의 마찰 부재를 포함할 수 있다. 이러한 마찰 부재는 0.1 내지 20mm, 바람직하게는 0.1 내지 10mm의 진폭으로 0.1 내지 5Hz, 바람직하게는 0.5 내지 2Hz의 주파수에서 진동할 수 있다. 각각의 마찰 부재는 그 종축을 따라 측 방향으로 위치된 복수의 둥근 세그먼트, 로브 또는 볼록부를 포함할 수 있다.

[0029] 중합체 매트릭스 물질 피드는 매트릭스 물질을 (예를 들어, 시트 또는 필름으로서; 예를 들어, 슬릿 다이로부터) 제1 및 제2평평한 섬유층 사이에서 압출하도록 구성된 압출기를 포함할 수 있다. 이러한 압출기는 드립(drip)-관련 낭비를 감소시킬 수 있다. 압출기는 재료를 제1 및/또는 제2평평한 섬유층 상에 직접 제공하도록 구성될 수 있다.

[0030] 또한, 열가소성 또는 열경화성의 중합체 매트릭스 물질에 복수의 섬유를 분산시키는 방법이 개시되어있다. 일부 방법은 제1평평한 섬유층, 제2평평한 섬유층, 및 제1 및 제2평평한 섬유 사이에 배치된 열가소성 또는 열경화성의 중합체 매트릭스 물질의 스택을 얻는 단계, 및 제1 및/또는 제2평평한 섬유층을 매트릭스 물질 내로 가압하는 단계를 포함할 수 있다. 이러한 가압은 고정 또는 회전 롤러, 핀, 로드(rod), 플레이트 등을 이용하여 수행될 수 있다.

[0031] 본 시스템 및 방법은 1 내지 50m/분, 바람직하게는 2 내지 25m/분, 더욱 바람직하게는 8 내지 15m/분의 속도로 본 발명의 섬유-강화 복합체를 제조하는데 사용될 수 있다.

[0032] 또한, 제1섬유 다발로부터의 복수의 섬유를 포함하는 제1평평한 섬유층, 제2섬유 다발로부터의 복수의 섬유를 포함하는 제2평평한 섬유층, 제1 및/또는 제2평평한 섬유층 사이에 위치된 열가소성 또는 열경화성 중합체 매트릭스 물질을 포함하는 조성물이 개시된다. 열가소성 또는 열경화성 중합체 매트릭스 물질은 제1 및 제2분산된 섬유층이 섬유-강화 복합체를 형성하도록 가압될 수 있는 시트 또는 필름을 포함할 수 있다.

[0033] 용어 "결합된(coupled)"는 반드시 직접적이고 반드시 기계적으로 연결되지 않지만 연결된 것으로 정의된다; "결합된"인 두 항목은 서로 일원화될 수 있다. 용어 "a" 및 "an"은 본 발명이 명백하게 달리 요구하지 않는 한 하나 또는 그 이상으로 정의된다. 용어 "실질적으로(substantially)"는 당업자에 의해 이해되는 바와 같이, 반드시 전부는 아니지만, 대부분 명시된 것(명시된 것을 포함하는; 예를 들어 실질적으로 90도는 90을 포함하고, 실질적으로 평행은 평행을 포함함)으로 정의된다. 임의의 개시된 실시예에서, 용어 "실질적으로", "대략(approximate)" 및 "대략(about)"은 명시된 것의 "[백분율] 이내"로 대체될 수 있다. 여기서, 백분율은 .1, 1, 5 및 10 퍼센트를 포함한다.

[0034] 본 명세서에서는 용어 "평평한(flattened)" 및 "분산된(spreaded)"는 동의어이다. 본원에서 사용된 바와 같이, "평평한", "평평하게 하는(flattening)", "분산된" 및 "분산하는(spreading)"은 예를 들어 측면에서 보았을 때

섬유 다발이 더 얇아지게 되도록 섬유 다발이 측 방향 또는 섬유 다발의 긴 치수에 실질적으로 수직인 방향으로 넓혀지는 과정과 관련하여 각각 사용될 수 있다. 전형적으로, 섬유 다발은 평평해지거나 분산될 수 있어, 결과적으로 평평하거나 분산된 섬유층이 평균적으로 1 내지 8 필라멘트, 바람직하게는 3 내지 6 필라멘트, 보다 바람직하게는 4 내지 5 필라멘트의 두께 또는 깊이를 갖는다. 그럼에도 불구하고, 다른 두께 또는 깊이도 고려된다.

[0035] 용어 "부직포(non-woven)"는 직조된 구조를 갖지 않는 연속 섬유로 만들어진 구조물을 설명하는데 사용된다. 본 발명의 섬유-강화 복합체에서, 부직포 섬유질 영역은 다른 필라멘트 위에 교차하는 필라멘트를 포함할 수 있다. 섬유질 영역의 밀도에 영향을 미칠 수 있는 이러한 크로스 오버(cross-over)는 섬유질 영역의 부직 성질을 변화시키지 않는다.

[0036] 용어 "플라이(ply)"는 단일층을 지칭하고, "플라이들(plies)"는 플라이의 복수 형태이다.

[0037] 용어 "공극 (void)"은 섬유-강화 복합체 내의 가스 포켓을 의미한다. 복합체의 공극 부피 분율은 복합체의 단면 이미지(예 : 주사형 전자현미경, 공초점 현미경, 광학 이미징 또는 기타 이미지 기술을 사용하여)를 촬영하고 매트릭스 물질의 단면적을 복합체의 단면적으로 나눔으로써 결정될 수 있다. 섬유질 영역의 섬유는 매트릭스 물질의 단면적에 포함될 수 있습니다. 매트릭스 물질의 확인을 용이하게 하기 위해, 유색 및/또는 형광 염료가 매트릭스 물질에 첨가될 수 있다.

[0038] 용어 "포함한다(comprise)"(및 "포함한다(comprises)" 및 "포함하는(comprising)"과 같은 포함한다(comprise)의 임의의 형태), "갖는다(have)"(및 "갖는다(has)" 및 "갖는(having)"과 같은 갖는다(have)의 임의의 형태) 및 "포함한다(include)"(및 "포함한다(includes)" 및 "포함하는(including)"과 같은 포함한다(include)의 임의의 형태)은 제한없는(open-ended) 연결 동사이다. 결과적으로, 하나 이상의 부재들을 "포함하는(comprises)", "갖는(has)" 또는 "포함하는(includes)" 장치는 하나 이상의 부재를 보유하지만, 하나 이상의 부재만을 보유하는 것으로 제한되지는 않는다. 마찬가지로, 하나 이상의 단계를 "포함하는(comprises)", "갖는(has)" 또는 "포함하는(includes)" 방법은 하나 이상의 단계를 보유하지만, 하나 이상의 단계만을 보유하는 것으로 제한되지는 않는다.

[0039] 장치, 시스템 및 방법 중 임의의 실시예는 기술된 단계들, 부재들 및/또는 특징들 중 임의의 것을 포함하는(comprises)/갖는(has)/포함하는(includes) 것이라기보다는 이를 구성할 수 있거나 본질적으로 구성할 수 있다. 따라서, 임의의 청구항에서, 용어 "구성하는(consisting of)" 또는 "본질적으로 구성하는(consisting essentially of)"은 그렇지 않으면 그것이 제한없는 연결 동사를 사용하고 있어야 하는 것으로부터 주어진 청구항의 범위를 변경하기 위해 위에서 열거된 임의의 연결 동사를 대체할 수 있다. 용어 "본질적으로 구성하는(consisting essentially of)"과 관련하여, 본 발명의 섬유-강화 복합체의 기본적이고 새로운 특성은 그 평균 RFAC(%) 및 COV(%)에 의해 정의된 바와 같이 그것의 실질적으로 균일한 밀도이다.

[0040] 또한, 특정 방식으로 구성된 장치 또는 시스템은 적어도 그 방식으로 구성되지만, 구체적으로 설명된 방식 이외의 다른 방식으로 구성될 수도 있다.

[0041] 설명되거나 도시되지 않았지만, 본 발명 또는 실시예들의 본질에 의해 명확하게 금지되지 않으면, 일 실시예의 특징은 다른 실시예에 적용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0042] 다음의 도면은 예시적인 것이지만 제한적인 것은 아니다. 간결하고 명료하게 하기 위해서 주어진 구조의 모든 특징은 구조가 나타나는 모든 도면에 항상 도면번호(LABLE)가 붙은 것은 아니다. 동일한 참조 번호는 반드시 동일한 구조를 나타내는 것은 아니다. 오히려 동일한 참조번호는 동일하지 않은 참조 번호와 마찬가지로 유사한 특징 또는 유사한 기능을 가진 특징을 나타내기 위해 사용될 수 있다. 스케일에 대해 도시된 도면들은(별도의 언급이 없는 한) 도시된 부재의 크기는 도면에 도시된 적어도 하나의 실시예에 대해서 상대적으로 정확하다는 것을 의미한다.

도 1은 종래의 단방향 섬유-보강 복합체의 단면도를 포함한다.

도 2는 본 발명의 단방향 섬유-보강 복합체의 단면 공초점 현미경 이미지(confocal microscope image)이다.

도 3은 본 발명의 복합체의 길이, 폭 및 두께가 각각 축 E1, E2 및 E3를 따라 측정될 수 있는 단방향 섬유-강화 복합체의 개략도이다.

도 4a는 3개의 복합체의 섬유가 서로 실질적으로 평행한 3개의 단방향 섬유 강화 복합체의 적층 또는 레이업(LAY-UP)의 개략도이다.

도 4b는 2개의 복합체의 섬유가 서로 다른 방향으로 배향된 2개의 단방향 섬유 강화 복합체의 적층 또는 레이업(LAY-UP)의 개략도이다.

도 4c는 보호 코팅을 포함하는 단방향 섬유 강화 복합체의 적층 또는 레이업(LAY-UP)의 개략도이다.

도 5는 본 발명의 단방향 섬유 강화 복합체를 제조하기 위한 시스템의 개략도이다.

도 6a는 본 발명의 분산 유닛의 사시도이다.

도 6b는 도 6a의 6B-6B라인을 따라 취한 분산 유닛의 측 단면도이다.

도 6c - 도 6g 각각은 도 6a의 분산 유닛의 측면, 상부, 바닥, 전방 및 후방도이다.

도 7a는 본 발명의 분산 부재의 사시도이다.

도 7b는 도 7a의 7B-7B라인을 따라 취한 도 7a의 분산 부재의 단면도(cross-sectional end view)이다.

도 7c - 도 7f 각각은 도 7a의 분산 부재의 전방, 상부, 하부 및 사시도(perspective views)이다.

도 8a - 도 8c는 본 발명의 분산 부재를 사용하여 분산되는 섬유 다발(들)의 개략도이다.

도 8d 및 8e는 본 발명의 분산 유닛을 사용하여 분산되는 섬유 다발의 사시도이다.

도 9는 단방향 섬유-강화 복합체를 형성하기 위해 분산된 섬유층(들)을 처리하기 위한 일 실시예를 도시한 개략도이다.

도 10a 및 도 10b 각각은 본 발명의 마찰 부재의 사시도 몇 정면도이다.

도 11은 단방향 섬유-강화 복합체를 형성하기 위해 분산된 섬유층(들)을 처리하기 위한 일 실시예를 도시한 개략도이다.

도 12 - 도 14는 본 발명의 단방향 섬유 강화 복합체의 단면 공초점 현미경 이미지(confocal microscope images)의 단면도이다.

도 15 - 도 17은 본 발명의 개시된 것들과 비교되는 단방향 섬유-강화 복합체의 단면 공초점 현미경 이미지(confocal microscope images)이다.

도 18 및 도 19 각각은 본 발명의 단방향 테이프로 형성된 라미네이트를 포함하는 시험 샘플의 정면도 및 측면도이다.

도 20은 도 19 및 도 19의 시험 샘플을 테스트하기에 적합한 장치를 도시한다.

도 21 및 도 22는 도 18 및 도 19의 테스트 후의 시험 샘플을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0043] 현재 입수 가능한 섬유 강화 복합체는 궁극적으로 그러한 복합체를 포함하는 부품(파트), 부품(컴포넌트), 장치 등의 파손을 초래할 수 있는 복합체를 약하게 만들고 균열 및 파손을 일으킬 수 있는 공극 및 섬유의 불균일한 배치로 인해 격을 수 있다. 이와 대조적으로, 본 발명의 섬유 강화 복합체는 평균 상대 섬유 면적 범위(RFAC)(%) 및 분산 계수(COV)(%)에 의해 정의된 바와 같이 실질적으로 균일한 밀도를 갖는 부직포 섬유질 영역(non-woven fibrous region)을 포함한다. 본 발명의 복합체는 현재 입수 가능한 복합체와 비교할 때 향상된 구조적 특성을 갖는다.

[0044] 섬유를 분산시키거나 및/또는 함침시키기 위한 종래의 장치는 섬유의 간격을 충분히 균일하게 할 수 없고 및/또는 함침 동안 섬유가 움직이는 것을 충분히 방지할 수 없다는 단점이 있다. 이러한 불균일한 간격 및 섬유 이동은 불균일한 섬유 배치 및 결과물(RESULTING 복합체)의 공극을 초래할 수 있다. 반대로, 본 발명의 분산 유닛 및 함침 유닛은 전술한 바와 같이 실질적으로 균일한 밀도를 갖는 섬유-강화 복합체를 제조하는데 사용될 수 있다.

[0045] 본 발명의 이들 및 다른 비한정적인 측면은 하기 섹션에서 보다 상세하게 논의된다.

[0046] A. 섬유 강화 복합체

[0047] 본 발명의 섬유 강화 복합체는 열가소성 또는 열경화성 중합체 매트릭스 및 중합체 매트릭스에 분산된 복수의 연속적인 섬유를 포함하는 부직포 섬유질 영역을 가질 수 있다. 전형적으로, 부직포 섬유질 영역의 폭 및 길이는 섬유-강화된 복합체의 폭 및 길이와 각각 실질적으로 유사하다. 이러한 섬유-강화 복합체는 부피로, 복수의 연속적인 섬유의 적어도 35 내지 70%를 포함할 수 있다

[0048] 이러한 부직포 섬유질 영역은 65 내지 90의 평균 상대 섬유 면적 범위(RFAC)(%) 및 3 내지 20의 분산 계수(COV)(%)로 정의된 바와 같이 실질적으로 균일한 밀도를 가질 수 있고, 바람직하게는 69 내지 90의 평균 RFAC(%) 및 3 내지 15의 COV(%), 가장 바람직하게는 75 내지 90의 평균 RFAC(%) 및 3 내지 8의 COV(%)를 갖는다.

[0049] 1. 밀도 균일성 결정

[0050] 본 발명의 복합체의 민도 균일성은 하기 절차를 사용하여 결정된다.

[0051] 1. 열가소성 또는 열경화성 섬유 강화 테이프/복합체의 단면도는 광학 현미경(예: 공초점 현미경)을 통해 얻어진다. 상기 단면도는 섬유의 길이 방향 축에 수직으로 취해지고, 적어도 1500㎛의 길이 및 적어도 160㎛의 폭(예를 들어, 테이프/복합체의 두께를 따라 측정된)을 갖는다. 실시예에서, 50x 렌즈를 갖는 Keyence VK-X200 카메라(Keyence VK-X200, Elmwood, New Jersey, USA)가 사용되었다; 그러나, 다른 카메라 또는 이미지 장치가 사용될 수 있다.

[0052] 2. 단면도의 길이와 너비를 나누는 십자선(cross hairs)이 그려진다.

[0053] 3. 제1 사각형 박스는 십자선(cross hairs)을 중심으로 그려지고 테이프/복합체의 두께의 40%와 같은 사이드를 갖는다.

[0054] 4. 각각이 제1사각형 박스와 동일한 치수(dimension)를 갖는 5개의 인접 사각형 박스의 2 세트는 각각의 세트가 수직 또는 폭 방향의 십자선 각각의 측면 상에 있으며 제1 사각형 박스에 인접하고 가로 또는 세로 방향의 십자선을 중심으로 배치되도록 그려진다. 총 11개의 박스가 존재하므로 11개의 데이터 포인트가 제공된다.

[0055] 5. 11개의 사각형 박스 각각에서 측정된 각 사각형 박스에 대해 섬유 표면적 또는 섬유가 차지하는 면적은 면적 적용 범위(AC; area coverage)(%)로 언급된 사각형 박스의 전체 면적에 대한 백분율로 표시된다.

[0056] 6. 11개의 사각형 박스 각각에 대한 상대 섬유 면적 범위(RFAC)(%)는 사각형 박스에 대한 AC를 이론적인 최대 가능 AC로 나눔으로써 결정된다. 이는 원형 필라멘트의 밀집 패킹을 가정하고 100을 곱한 값일 수 있다. 평균 RFAC(%)는 11개의 사각형 박스의 RFAC를 평균하여 결정된다.

[0057] 7. 분산 계수(COV)(%)는 AC의 표준 편차(σ)를 AC의 평균으로 나눈 다음 100을 곱하여 결정된다.

[0058] 상기 절차는 실시예 부분에서 본 발명의 섬유 강화 복합체 및 3개의 비교예로서, 상업적으로 입수가능한 복합체의 평균 RFAC 및 COV 값을 계산하기 위해 사용된다.

[0059] 2. 섬유 강화 복합체 치수

[0060] 도 2 및 도 3은 단방향 섬유 강화 복합체(200)를 도시한다. 섬유 강화 복합체(예를 들어, 200)는 임의의 폭(예를 들어, 축 E2를 따라 측정됨) 및 임의의 길이(예를 들어, 축 E1을 따라 측정 됨)를 가질 수 있다. 예를 들어, 섬유 강화 복합체(예: 200)는 최대 6m 이상 또는 0.01m ~ 6m, 0.5m ~ 5m 또는 1m ~ 4m 또는 그 사이의 임의의 범위와 길이 또는 5 내지 1,000m, 10 내지 100m, 또는 그 사이의 임의의 범위 일 수 있다. 복합체(예: 200)의 폭은 0.01, 0.05, 0.10, 0.15, 0.20, 0.25, 0.30, 0.35, 0.40, 0.45, 0.50, 0.55, 0.60, 0.65, 0.70, 0.75, 0.80, 0.85, 0.95, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0 m 또는 그 이상이다. 복합체의 길이(예: 200)는 1, 10, 100, 500, 1,000, 1,500, 2,000, 2,500, 3,000, 3,500, 4,000, 4,500, 5,000, 5,500, 6,000, 6,500, 7000, 7,500, 8,000, 8,500, 9,000, 9,500, 10,000미터 또는 그 이상이다.

[0061] 3. 섬유질 영역

[0062] 섬유 강화 복합체(200)는 중합체 매트릭스(204) 내에서 분산된 부직포 섬유질 영역(202)을 포함한다. 부직포 섬유질 영역(202)은 단일 방향으로 배향되고 제1축(예컨대, 도 3의 축 E1)에 실질적으로 평행한 복수의 섬유(206)를 포함한다. 복합체(예를 들어, 200)의 섬유(예컨대, 206)는 복합체의 부피 기준으로 35 내지 70%, 바람직하게는 40 내지 65%, 보다 바람직하게는 45 내지 55% 또는 임의의 범위를 구성한다. 섬유질 영역(202)은(예를 들

어, 도 9에 도시되고 도 9에 도시된 바와 같이) 매트릭스 물질 내로 가압된 제1평평한 섬유층 및 제2평평한 섬유층으로 형성될 수 있다. 섬유질 영역(206)은 유리 섬유, 탄소 섬유, 아라미드 섬유, 폴리에틸렌 섬유, 폴리에스테르 섬유, 폴리아미드 섬유, 세라믹 섬유, 현무암 섬유 또는 강 섬유, 또는 이들의 조합 일 수 있다. 섬유(206)는 $7\mu m^2$ 내지 $800\mu m^2$의 평균 필라멘트 단면적을 가질 수 있으며, 이는 원형 섬유에 대해 3 내지 30 미크론의 평균 필라멘트 직경과 동일하다.

[0063] 복합체(예를 들어, 200)의 섬유(예컨대, 206)는 다발(예를 들어, 탄소, 세라믹, 탄소 전구체, 세라믹 전구체, 유리 및/또는 유사 섬유의 다발)로 제공될 수 있다. 이러한 다발은 예를 들어 400, 750, 800, 1,375, 1,000, 1,500, 3,000, 6,000, 12,000, 24,000, 50,000, 60,000 또는 그 이상의 섬유와 같은 임의의 수의 섬유를 포함할 수 있다. 다발의 섬유는 평균 섬유 직경이 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 또는 더 많은 미크론(예를 들어, 5 내지 24 미크론, 10 내지 20 미크론, 12 내지 15 미크론, 또는 이들 사이의 임의의 범위) 일 수 있다. 섬유는 코팅(예를 들어, 유기 실란과 같은 유기 중합체의 코팅), 안료 및/또는 이와 유사한 것이 제공될 수 있다.

[0064] 유리 섬유 다발(예: 섬유 유리 얀 다발)은 HYBON®, Jushi Group Co., Ltd.(중국) 및 Kripa International(인도)라는 상품명으로 PPG Industries(미국 펜실베니아 피츠버그)에서 상업적으로 입수 가능하다. 유리 섬유 다발은 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 미크론 또는 그 이상(예: 12 내지 20 미크론, 13 내지 15 미크론, 또는 그 사이의 임의의 범위)일 수 있다. 탄소 섬유 또는 변형된 탄소 섬유 다발(예: 탄소 섬유 토우)은 ACP Composites(미국 캘리포니아 주 리버 모어), Toray Industries, Inc.(JAPAN) 및 ZOLTEK(Bridgeton, MO, USA) Panex®. Toray Industries, Inc.(JAPAN) 및 ZOLTEK(Bridgeton, MO, USA)으로부터 상표면 Panex®로 상업적으로 입수 가능하다. 탄소 섬유 다발은 3 내지 8 미크론, 6 내지 7 미크론, 또는 그 사이의 임의의 범위의 평균 필라멘트 직경을 가질 수 있다.

[0065] 아라미드 섬유 다발(예를 들어, 아라미드 섬유 얀 번들)은 상표명 케브라(Kevlar)로 DuPontTM(Wilmington, DE, USA)에 의해 판매된다. 세라믹 섬유 다발(예를 들어, 금속 산화물 섬유 다발)은 상표명 3M ™ Nextel ™ 연속 세라믹 산화물 섬유(United States)로부터 상업적으로 입수 가능하다. 현무암 섬유 다발은 Kamenny Vek(모스크바, 러시아)로부터 상표명 Basfiber® 또는 Sudaglass Fiber Technology로부터 상표명 Sudaglass(RUSSIA)로 상업적으로 입수 가능하다. 폴리에스테르 섬유 다발, 폴리아미드 섬유 다발, 폴리페닐렌 설파이드 섬유 다발, 및 폴리프로필렌 섬유 다발은 도레이 인더스트리(Toray Industries)로부터 상표명 토라이카(TORAYCA ™)로 상업적으로 입수 가능하다. 이론에 구속됨이 없이, 본 발명의 방법 및 장치를 사용하여 섬유가 섬유 강화 복합체를 형성하도록 가공될 때 섬유의 물리적 특성이 실질적으로 변화하지 않는 것으로 여겨진다.

[0066] 중합체 매트릭스(예를 들어, 204)는 예를 들어, 열가소성 중합체 및/또는 열경화성 중합체와 같은 임의의 적합한 재료를 포함할 수 있다. 이러한 열가소성 중합체의 비제한적인 예들은 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리카보네이트(PC), 폴리부틸렌 테레프탈레이트(PBT), 폴리(1,4-시클로헥실리덴 시클로헥산 -1,4-디카르복실레이트)(PCCD), 글리콜 변성 폴리시클로헥실 테레프탈레이트 PCTG), 폴리(페닐렌 옥사이드)(PPO), 폴리프로필렌(PP), 폴리에틸렌(PE), 폴리비닐 클로라이드(PVC), 폴리스티렌(PS), 폴리메틸 메타크릴레이트(PMMA), 폴리에틸렌이민 또는 폴리에터르이미드(PEI) 또는 이의 유도체, 열가소성 엘라스토머(TPE), 테레프탈산(TPA) 엘라스토머, 폴리(시클로헥산디 메틸렌 테레프탈레이트)(PCT), 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN), 폴리아미드(PA), 폴리설폰 설포네이트(PSS), 폴리에테르 에테르 케톤(PEEK), 폴리에테르 케톤 케톤(PEKK), 아크릴로니트릴 부티딘 스티렌(ABS), 폴리페닐렌 설파이드(PPS), 이들의 공중합체 또는 이들의 혼합물을 포함한다. 이러한 열경화성 중합체의 비제한적인 예는 불포화 폴리에스테르 수지, 폴리우레탄, 베이클라이트, 듀로플라스트, 우레아-포름알데히드, 디알릴-프탈레이트, 에폭시 수지, 에폭시 비닐에스테르, 폴리이미드, 폴리시아누레이트의 시아네이트 에스테르, 디시클로펜타디엔, 페놀류, 벤즈옥사진, 이들의 공중합체 또는 이들의 혼합물을 포함한다.

[0067] 섬유질 영역(202)은 상기 정의된 바와 같이 실질적으로 균일한 밀도를 갖는다. 도시된 바와 같이, 복합체(200)는 공극의 부피 비율을 5% 미만, 예를 들어 4,3,2 또는 1% 미만, 0 내지 5%, 0.1 내지 4% 또는 1 내지 3%을 갖는다. 복합체 200과 같은 일부 섬유 강화 복합체는 공극이 실질적으로 없어 질 수 있다. 반대로, 도 1의 종래 기술의 복합체는, 일관된 밀도 부분(102)을 포함하지만 불일치한 밀도 부분(104) 및 공극(106)을 갖는 섬유질 영역을 갖는다.

[0068] 4. 폴리머-리치 영역

[0069] 도시된 바와 같이, 부직포 섬유질 영역(202)은 제1중합체 - 리치 영역(208)과 제2중합체 -리치 영역(210) 사이에 위치한다. 중합체-리치 영역(208, 210)은 섬유(206)의 10 부피% 미만을 포함한다. 중합체-리치 영역(예를 들

어, 208, 210 등)은 부피(예 206)의 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0.5 또는 0.1 부피% 미만을 포함할 수 있다. 제1 및 제2중합체-리치 영역 208 및 210 각각의 폭 및 길이는 섬유 강화 복합체(200)의 폭 및 길이와 각각 실질적으로 유사하다. 섬유-강화 복합체(200)의 경우, 제1중합체 - 리치 영역(208)의 두께와 제2중합체 - 리치 영역(210)의 두께의 합은 복합체의 두께의 15 내지 25%이다. 제1 및 제2폴리머-리치 영역(208 및 210)은 실질적으로 동일한 두께를 갖는다(예를 들어, 두께는 서로 10% 이내이다). 그러나 다른 실시예에서, 폴리머-리치 영역(예를 들어, 208 및 210)은 상이한 두께(예를 들어, 각각에 대해서 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20% 이상)를 가질 수 있다. 제1 및 제2중합체-리치 영역(208, 210) 각각은 중합체-리치 영역 전체에 걸쳐 실질적으로 균일한 밀도를 가질 수 있다. 이러한 중합체-리치 영역(예를 들어, 208 및 210)은 섬유(예컨대, 206)를 제 위치에 유지하기에 충분한 중합체 매트릭스(예컨대, 204)를 제공함과 동시에 복합체(예를 들어, 복합체 내에 섬유를 겹치고 포함시킴으로써)의 취급 및 다른 복합체 또는 구조물에 대한 복합체의 결합을 용이하게 함으로써 복합체(예를 들어, 200)의 강도를 향상시킬 수 있다.

[0070] 5. 플라이로 만든 섬유 강화 복합체

[0071] 도 4a - 도 4c는 라미네이트를 형성하는데 사용될 수 있는 본 발명의 섬유 강화 복합체의 적층 또는 레이업의 개략도이다. 이러한 스택 또는 레이업은 2개 이상(예: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 또는 그 이상의)의 섬유 강화 복합체(예: 200)를 포함할 수 있고 이러한 섬유 강화 복합체는 임의의 적절한 방식으로 적층 또는 레이업 내에서 서로에 대해 배향될 수 있다. 예를 들어, 도 4의 스택(400)은 3개의 UD 섬유 강화 복합체(200, 402 및 404)를 포함한다. 도시된 바와 같이 UD 복합체 200, 402, 404 각각의 섬유(406)는 실질적으로 서로 평행하고 축(E1)(예를 들어, 스택 400은 UD 스택으로 특징지어질 수 있음)과 평행하다. 추가적인 예를 들어, 도 4B의 스택(400)은 두 개의 UD 섬유-강화 복합체 200 및 402를 포함한다. 도시된 바와 같이, UD 복합체(200)의 섬유(206)는 UD 복합체(402)의 섬유(406)에 대해(예를 들어, 90 ° 로) 기울어지게 배치된다. 복합체, 플라이, 스택 및 라미네이트는 보호 코팅이 제공될 수 있다. 예를 들어, 도 4C는 보호 코팅 또는 층(412 및 414)을 갖는 2개의 UD 섬유 강화 복합체(408 및 410)의 적층을 도시한다. 비섬유 또는 비UD 층(들), 플라이(plie) 또는 필름을 갖는 레이 업 또는 스택(들)도 고려된다. 이러한 층(들), 플라이(들) 또는 필름(들)의 예는 순수한 열가소성 수지, 다양한 첨가제를 갖는 합성 열가소성 중합체 및/또는 이와 유사한 것을 포함한다.

[0072] 6. 첨가제

[0073] 개시된 중합체 조성물(compositions) 및 매트릭스는 예를 들어, 매트릭스 물질과 섬유 사이의 접착을 촉진시키기 위한 커플링제, 산화 방지제, 열 안정제, 유동 개질제, 난연제, 자외선 안정제, 자외선 흡수제, 충격 개질제, 가교제, 착색제, 또는 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 첨가제를 포함하는 하나 이상의 임의의 첨가제 성분을 더 포함할 수 있다. 개시된 조성물에서 첨가제 성분으로서 사용하기에 적합한 커플링제의 비제한적인 예는 Chemtura로부터 상업적으로 입수 가능한 Polybond® 3150 말레 산 무수물 그래프트 폴리프로필렌, DuPont으로부터 상업적으로 입수 가능한 Fusabond P613 말레 산 무수물 그래프트 폴리프로필렌, 말레 산 무수물 에틸렌 또는 그 조합을 포함한다. 개시된 조성물에서 첨가제 성분으로서 사용하기에 적합한 예시적인 유동성 개질제는 제한없이, Polyvel Inc.로부터 상업적으로 입수 가능한 CR20P 과산화물 마스터 배치(masterbatch)를 포함할 수 있다. 개시된 조성물에서 첨가제 성분으로서 사용하기에 적합한 비제한적으로 예시적인 안정화제는 BASF로부터 상업적으로 입수 가능한 Irganox® B225를 포함하지만 이에 제한되지 않는다. 또 다른 양태에서, 순수한 폴리프로필렌은 선택적인 첨가제로서 도입될 수 있다. 난연제의 비제한적인 예는 할로겐 및 비할로겐 계 중합체 변형 및 첨가제를 포함한다. 자외선(UV) 안정화제의 비제한적인 예는 힌더드(hindered) 아민 광 안정제, 하이드록시벤조페논, 하이드록시페닐벤조트리아졸, 시아노아크릴레이트, 옥사닐리드, 하이드록시페닐 트리아진 및 이의 조합을 포함한다. 자외선(UV) 흡수제의 비제한적인 예는 4-치환-2-하이드록시벤조페논 및 이의 유도체, 아릴 살리실레이트, 레조르시놀 모노벤조에이트, 2-(2-하이드록시아릴)-벤조트리아졸 및 이의 유도체, 2-(2-히드록시아릴)-1,3,5-트리아진 및 이의 유도체, 또는 이들의 조합물을 포함한다. 충격 개질제의 비제한적인 예는 벌크 HIPS, 벌크 ABS, 반응기 변형된 PP, Lomod, Lexan EXL 및/또는 이와 유사한 것과 같은 매트릭스 형성 모노머에 용해된 엘라스토머/소프트 블록, 배합에 의해 매트릭스 물질 내로 분산된 열가소성 엘라스토머 예를 들어, 디-, 트리- 및 멀티 블록 공중합체,(기능화된(functionalized)) 올레핀(코) 폴리머 및/또는 이와 유사한 것, 사전 정의된 코어-쉘(기판-그래프트) 입자 MBS, ABS-HRG, AA, ASA-XTW, SWIM 및/또는 이와 유사한 것 또는 이들의 조합과 같은 배합에 의해 매트릭스 물질 내로 분산된 입자들을 포함한다. 가교 결합제의 비제한적인 예는 디비닐벤젠, 벤조일 퍼옥사이드, 알킬렌글리콜 디(메트)아크릴레이트, 예를 들어 글리콜 비스아크릴레이트 및/또는 그 유사체, 알킬렌트리올 트리(메트)아크릴레이트, 폴리에스테르 디(메트)아크릴레이트, 비스아크릴아미드, 트리알릴 시아누레이트, 트리알릴 이소시아누레이트, 알릴(메트)아크릴레이트, 디알릴 말레

에이트, 디알릴 푸마레이트, 디알릴 아디페이트, 시트르산의 트리알릴 에스테르, 인산의 트리알릴 에스테르 또는 이들의 조합을 포함한다.

[0074] B. 섬유 강화 복합체를 제조하기 위한 시스템, 방법 및 장치

[0075] 도 5는 본 발명의 섬유 강화 복합체(200)를 제조하기 위한 시스템(500)의 개략도이다. 시스템(500)은 섬유 다발(502), 풀기 유닛(unwinding unit)(504), 섬유 준비 섹션(506), 분산 섹션(508), 함침 섹션(510), 성형 유닛(512) 및 권선 장치(514)의 스풀(spools)을 포함할 수 있다. 섬유 다발(502)의 스풀은 풀기 유닛(504) 상에 위치될 수 있으며, 섬유 다발이 섬유 준비 섹션(506)에 제공될 수 있도록 스풀로부터 섬유 다발(516)을 풀 수 있다. 어떤 예에는, 권취된 섬유 다발이 스풀 없이(예를 들어, 공급자로부터) 제공될 수 있다; 그러한 예에 풀기 유닛(504) 상에 권취된 섬유 다발을 배치하기 전에 스풀이 권취된 섬유 다발에 삽입될 수 있다. 섬유 다발(516)은 임의의 섬유 분산 작용을 받지 않은 섬유 다발일 수 있다. 섬유 준비 섹션(506)은 분산을 위한 섬유 다발(516)을 제조하기 위해 당업계에 공지된 장치를 포함할 수 있다. 예를 들어, 섬유 준비 섹션(506)은 섬유 다발(516)을 인장시키고, 안정시키고, 일부 예에서 안내하기 위한 하나 이상의 텐셔너(tensioners)(예를 들어, 댄서 텐션 제어 시스템, 하나 이상의 롤러 및/또는 이와 유사한 것)를 포함할 수 있다. 이러한 텐셔너(들)는 섬유 다발이 분산되거나 평평해지는 동안 섬유 다발을 제 위치에 유지시키는 것을 도울 수 있는 분산 부재(604A-604D)와 접촉하는 동안 섬유 다발(516)에 장력을 제공할 수 있다. 일부 예에서, 풀기 유닛(504)(예를 들어, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 또는 그 이상의 m)은 예를 들어, 섬유 다발(516)의 중량이 섬유 다발을 인장시키는 역할을 하도록 섬유 준비 섹션(506) 및/또는 분산 섹션(508)으로부터 이격될 수 있다. 추가 예로서, 섬유 준비 섹션(506)(예를 들어, 섬유 다발에 존재할 수 있는 임의의 코팅을 제거하기 위해)은 섬유 다발을 가열하고 및/또는 섬유 다발을 분무(spray)하도록 구성될 수 있다.

[0076] 분산 섹션(508)에서, 섬유 다발(516)은 분산된 섬유층(518)내로 분산되거나 평평해질 수 있다(보다 상세히 후술됨). 섬유층이 매트릭스 물질 내로 분산되어 섬유 강화 복합체(520)(예컨대, 도 2의 섬유 강화 복합체(200))를 형성할 수 있는 함침 부(510)에 분산 섬유층(518)이 제공될 수 있다. 함침 섹션(510)은 압출기, 욕조, 코팅 시스템 및/또는 이와 유사한 것을 포함할 수 있다. 섬유 강화 복합체(520)는 섬유 강화 복합체가 테이프(522) 또는 시트로 형성될 수 있는 성형 유닛(512)에 진입할 수 있다. 테이프(522)(예를 들어, 테이프의 저장, 운반 및/또는 기타를 용이하게 하기 위해)는 스풀 주위에 테이프를 감을 수 있는 와인더(514)에 제공될 수 있다.

[0077] 1. 분산 섹션

[0078] 분산 섹션(508)은 각각 하나 이상의 섬유 다발(516)을 하나 이상의 분산된 섬유층(518)으로 분산하도록 구성된 하나 이상의 분산 유닛(600)을 포함할 수 있다. 분산 섹션(508)은 또한 분산 유닛(600)을 작동시키는데 필요한 하나 이상의 롤러, 모터, 전기 연결부 등을 포함할 수 있다.

[0079] i. 분산 유닛

[0080] 도 8을 참조하면, 도 6a 내지 도 6g에는 분산 유닛(600)이 도시되어 있다.

[0081] 후술하는 바와 같이, 분산 유닛(600)은 예를 들어, 하나 이상의 유지 부재 (holding element)(예: 602A-602D), 하나 이상의 분산 부재(예: 604A-604D), 하나 이상의 열원(예를 들어, 가열된 분산 부재(들)) 및 선택적으로 하나 이상의 롤러들(예: 606)을 포함할 수 있다. 분산 유닛(600)의 구성 요소는 예를 들어 스테인리스 강, 다른 합금 등과 같은 섬유층 또는 섬유-강화 복합체(예를 들어, 섬유, 매트릭스 물질 등)를 제조하는데 사용되는 재료 및/ 또는 부식에 대해 저항성이 있는 재료로 제조될 수 있다. 분산 유닛(600)의 구성 요소는 프레임(608)에 결합될 수 있다. 분산 유닛(600)의 하나 이상의 구성 요소는 예를 들어 분산 유닛의 유지 보수 및/또는 재구성을 용이하게 하기 위해(예를 들어, 분산 부재를 상이한 로브(lobe)를 갖는 다른 분산 부재로 대체하거나, 유지 부재를 상이한 섬유 보유 섹션, 반경 및/또는 기타 등을 갖는 다른 유지 부재로 대체시킴으로써) 프레임(608)을 포함할 수 있다. 프레임(608)은 분산 유닛(600)의 이식성(portability)을 향상시키기 위해 바퀴 또는 다른 형상(feature)을 포함할 수 있다.

[0082] ii. 유지 부재

[0083] 유지 부재(602A-602D) 각각은 유지 부재 단부 섹션들(612) 사이에 배치된 섬유 유지 섹션(610)을 포함한다(도 6F). 각 유지 부재에 대해, 섬유 유지 섹션(610)은 복수의 홈(614) 또는 복수의 돌출부(616)를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다. 도시된 바와 같이, 각 섬유 유지 섹션(610)은 7개의 홈(614)을 포함하고; 그러나, 다른 실시예에서, 섬유 유지 섹션(예컨대, 610)은 임의의 수의 홈(예: 614)을 포함할 수 있으며, 홈의 수는 분산 유닛(예 600)에 의해 분산되는 섬유 다발(예 : 516)의 개수, 분산 유닛에 의해 생성되는 복수의 분산된 섬유층(예

518) 및 /또는 기타 등등에 기초하여 선택될 수 있다. 섬유 유지 섹션(610)의 홈(614)은 각각 서로 실질적으로 유사하거나 서로 다른 치수(예를 들어, 폭 및 깊이)를 가질 수 있다. 유지 부재(602A-602D)는 각각 바를 포함한다(예를 들어 유지 부재는 막대 형성이다); 그러나 다른 실시예에서 유지 부재(예 602A-602D)는 플레이트를 포함할 수 있다.

[0084] 유지 부재(602A-602D)는 각각은 복수의 섬유가 분산 유닛으로 삽입되고 분산 부재(들)(예를 들어, 섬유 다발(516) 또는 분산된 섬유층(518)에서)를 통과하고, 분산 유닛을 빠져나가는 등의 복수의 섬유의 원하지 않는 측면 이동을 감소시키도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 섬유 유지 섹션(610)의 경우, 홈(614)은 각각(예를 들어, 각각의 유지 부재의 종축을 따라 측정된) 섬유 유지 섹션이 수용되도록 구성된 복수의 섬유의 폭에 대응되는 폭을 가질 수 있다. 섬유 다발(516)을 수용하도록 구성된 유지 부재(602A 및 602C)의 홈(614)은 각각 분산 부재(604A 및 604C)로부터 분산된 섬유를 수용하도록 구성된 유지 부재(602B 및 602D)의 홈(614)의 폭보다 작은 폭을 가질 수 있다. 보다 구체적으로, 유지 부재(602A 및 602C)의 홈(614)은 각각 4 내지 8㎜, 바람직하게는 약 6㎜의 폭을 가질 수 있고 유지 부재(602B 및 602D)의 홈(614)은 각각 8 내지 12㎜, 바람직하게는 약 10㎜의 폭을 가질 수 있다.

[0085] 분산 유닛(600)은 4개의 유지 부재(602A-602D) 및 4개의 분산 부재(604A-604D)를 포함한다. 각각의 분산 부재는 유지 부재와 쌍을 이룰 수 있고, 각 쌍에 대해, 유지 부재는 분산 부재의 상류에 위치될 수 있다.

[0086] iii. 분산 부재

[0087] 추가적으로도 도 7a -도 7f를 참조하면, 분산 부재(604A-604D)를 나타낼 수 있는 분산 부재(604)가 도시되어있다. 분산 부재(604)는 복수의 섬유를(예를 들어, 섬유 다발(516) 내에 섬유를 분산하거나 분산된 섬유층(518)에 섬유를 더 분산되는지) 분산된 섬유층(518)으로 분산하도록 구성된다. 분산 부재(604)는 분산 부재의 종축에 수직인 프로파일, 프로파일의 볼록부를 한정하는 제1표면(626) 및 프로파일의 직선형 또는 오목한 부분을 한정하는 제2표면(628)을 포함한다. 제1표면(626)은 타원형일 수 있고/있거나 제2표면(628)은 평면 또는 오목할 수 있다. 제1표면(626) 및 제2표면(628)은 모서리를 통과할 때 섬유의 얽힘 또는 찢김을 완화시키기 위해 둥글게 할 수 있는(예를 들어, 에지가 필렛(filleted)될 수 있는) 에지(630)에서 만날 수 있다. 이러한 방식 및 다른 방식으로 복수의 섬유가 분산 부재(604)(예를 들어, 화살표(632)에 의해 지시된 방향으로 분산 부재를 접근하여)를 통과함에 따라 섬유는 제1 표면(626)으로부터 제2 표면(628)(존재한다면 에지(630)를 가로질러)까지 전이하여 섬유를 분산시킬 수 있다. 분산 부재(604)는 일반적으로 직선형이고; 예를 들어 분산 부재의 종축은 분산 부재 말단 섹션(622) 뿐만 아니라 종방향 말단 섹션의 중간인 분산 부재의 일부분까지 연장된다. 분산 부재(604)는 바(예 막대형상)를 포함한다. 그러나 다른 실시예에서 분산 부재(예 604A-604d)는 플레이트를 포함할 수 있다.

[0088] 분산 부재(604)는 분산 부재의 종축을 따라 배치된 2 이상의 로브(620)를 포함한다. 각각의 로브(620)는(예를 들어, 전술한 바와 같이) 제1표면(626) 및 제2표면(628)을 포함할 수 있다. 로브(620)는 2개 이상의 로브의 제2표면(628)이 인접하도록 분산 부재의 종축을 따라 배치될 수 있다. 도시된 바와 같이, 분산 부재(604)는 7개의 로브를 포함한다; 그러나, 다른 실시예에서, 분산 부재(예컨대, 604)는 예를 들어, 1 내지 100, 2 내지 50, 3 내지 25, 5 내지 20개의 로브와 같은 임의의 적절한 로브(예 620)의 수, 5, 6, 7, 8, 9 또는 10개의 로브가 바람직하다.

[0089] 분산 부재(604A-604D)는(예를 들어 일반적으로 화살표(605)로 표시된 방향으로) 섬유의 긴 치수에 실질적으로 수직인 방향으로 분산 유닛(600)에 의해 분산되는 복수의 섬유에 대해 각각 이동할 수 있으며, 섬유의 분산을 향상시킬 수 있다. 예를 들어, 각각의 분산 부재(604A-604D)는 분산 부재가 분산 부재의 종축과 실질적으로 정렬되는 방향으로 프레임에 대해 이동할 수 있도록 프레임(608)에 연결될 수 있다. 일부 실시예들에서, 프레임(예를 들어, 608) 및 분산 부재들(예컨대, 604A-604D)을 포함하는 전체 분산 유닛(예를 들어, 600)은 분산 유닛에 의해 분산되는 복수의 섬유에 대해 이동하도록 구성될 수 있다.

[0090] 보다 상세하게는, 분산 부재(604A-604D)는 분산 유닛(600)에 의해 분산되는 복수의 섬유에 대해 진동하도록 구성될 수 있다. 이러한 진동은 예를 들어, 0.1 내지 20㎜ 0.1 내지 10㎜, 0.5 내지 8㎜, 1 내지 5㎜ 또는 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 2.0, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 3.0, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 4.0, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 5.0, 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9, 6.0, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6, 6.7, 6.8, 6.9, 7.0, 7.1, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.6, 7.7, 7.8, 7.9, 8.0, 8.1, 8.2, 8.3, 8.4, 8.5, 8.6, 8.7, 8.8, 8.9, 9.0, 9.1, 9.2, 9.3, 9.4, 9.5, 9.6, 9.7, 9.8, 9.9, 10.0, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 또는 20㎜과 같은 임의의 적절한 진폭일 수 있다. 이러한 진동은 예를 들어

0.1 내지 5Hz, 0.5 내지 2Hz, 또는 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5 또는 5.0Hz와 같은 임의의 적절한 주파수일 수 있다. 분산 부재(604A-604D)의 이러한 진동은 섬유가 분산 부재를 통과함에 따라 복수의 섬유를 병치하는 것을 도울 수 있다. 각각의 분산 부재(604A-604D)는 동일하거나 상이한 진폭 및/또는 주파수로 진동할 수 있다.

[0091] 분산 부재(604A-604D)는 각각 분산 부재의 종축을 중심으로 회전 가능하고 분산 유닛(600)에 의해 분산되는 복수의 섬유에 대하여 회전할 수 있다. 예를 들어, 분산 부재(604A-604D)는 각각 분산 부재가 분산 부재의 종축에 대한 프레임에 대해 회전할 수 있도록 프레임(608)에 결합된다. 분산 부재의 이러한 회전을 통해, 복수의 섬유가 분산 부재와 접촉하는 위치(예를 들어, 제1표면(626) 또는 제2표면(628) 또는 에지(630)를 따라)는 섬유의 최적 분산을 제공하도록 조정될 수 있다. 일부 실시예에서 분산 부재의 이러한 회전은 주기적이거나 진동할 수 있다.

[0092] 분산 부재(예를 들어 604A-604D)의 이동(예를 들어 병진 및/또는 회전)은 임의의 적절한 방식으로 달성될 수 있다. 예를 들어 각각의 분산 부재(604A-604D)의 분산 부재 단부(622)는 각각 모터 또는 드라이브(미도시)에 결합되도록 구성된 커필링 부재(coupling elements)(618A-618D)를 각각 포함한다.

[0093] 추가적으로 도 8a를 참조하면, 분산된 섬유층을 제조하는 방법이 도시되어 있다. 초기 폭(Wi)을 갖는 섬유 다발(802)은 분산 유닛(600)에 진입할 수 있고, 일부 예에는 유지 부재(예를 들어, 602A-602D)를 통과할 수 있다. 섬유 다발(802)은 제1표면(626)에서 진동될 수 있는 분산 부재(604A)(예를 들어, 화살표(607)에 의해 표시된 방향으로 이동) 와 접촉하여 제2표면(628)(예를 들어, 에지(630)를 가로 질러)으로 전이되어 분산된 섬유층(804)으로 분산될 수 있다. 분산된 섬유층(804)은 어떤 예로서 유지 부재를 통과한 후에 제1표면(626)에서 진동될 수 있는 분산 부재(604B)와 접촉하여 제2표면(628)(예를 들어, 에지(630)를 가로 질러) 으로 전이되어 섬유 다발(802)의 초기 폭보다 큰 폭(W1)을 갖는 분산된 섬유층(806)으로 분산될 수 있다.

[0094] 도시되지는 않았지만, 분산 부재(604B)의 제1표면(626)(예를 들어, 로브(620C)의)의 반경(예를 들어, 주 및/또는 마이너)은 분산 부재(604A)(예를 들어 로브(620A)의)의 제1표면 620A)의 대응 반경보다 더 클 수 있다. 이러한 구성은 분산 부재(604B)를 분산 부재(604A)로부터 추가 분산된 섬유층(804)으로 분산시키는 것을 용이하게 할 수 있다. 분산 부재(604B)의 제1표면(626)의 반경은 분산 부재(604A)의 제1표면(626)의 대응 반경보다 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 또는 그 이상%만큼 클 수 있다. 일부 실시예에서, 제1분산 부재(예컨대, 604A)의 제1표면(예를 들어, 626)은 10 내지 50㎜, 20 내지 40㎜, 25 내지 35㎜ 또는 약 30㎜의 반경을 가질 수 있고, 제1분산 부재의 하류에 있는 제2분산 부재(예를 들어, 604B)의 제1 표면(예컨대, 626)은 50 내지 100 ㎜, 50 내지 90 ㎜, 55 내지 65 ㎜ 또는 약 60 ㎜의 반경을 가질 수 있다.

[0095] 일부 실시예에서, 하나 이상의 섬유 다발(예를 들어, 516)이 단일의 분산 섬유층(예를 들어, 518)을 제작하는데 사용될 수 있다. 예를 들어, 도 8b-8e를 추가적으로 참조하면, 섬유 다발(802 및 808)은 각각(예를 들어, 섬유 다발(802)에 대해 전술한 것과 동일하거나 유사한 방식으로) 분산 유닛(600)에 의해 분산 섬유층(806 및 810)내로 분산될 수 있다. 도시된 바와 같이, 분산 부재(604A 및 604B), 더욱 구체적으로, 그것의 로브(620A-620D)는 서로에 대해 배치되어 분산된 섬유층(806 및 810)이 단일 분산 섬유층(812)을 형성할 수 있다. 분산 섬유층(812)은 분산 섬유층(806)의 폭과 분산된 섬유층(810)의 폭(W2)의 합보다 크거나 같은 폭을 가질 수 있다. 유사하게, 분산된 섬유층(812)은 섬유 다발(816 및 818)(도 8C)로부터 형성될 수 있다. 일부 예에서, 섬유 다발(802 및 808)로부터의 분산된 섬유층(812)은 섬유 다발(802, 808, 816 및 818)로부터 섬유를 갖는 분산된 섬유층(812)을 형성하기 위해 섬유 다발(816 및 818)로부터의 분산 섬유층(812)과 결합될 수 있다.

[0096] 이러한 분산된 섬유층(예를 들어, 806, 810, 812 등)은 예를 들어 1 내지 50m/분, 2 내지 25m/분 또는 8 내지 15m/분과 같은 임의의 적절한 속도에서 제조될 수 있다. 분산 섹션(508)으로부터 분산된 섬유층(예를 들어, 806, 810, 812 등)은 함침 섹션(510)에 제공되어 매트릭스 물질 내로 분산될 수 있다.

[0097] 2. 함침 섹션

[0098] 함침 섹션(510)은 압출기(906), 하나 이상의 가압 부재(pressing elements)(예를 들어, 908,914,918,922,923 등), 하나 이상의 마찰 부재(rubbing element)(916,920,924 등), 하나 이상의 열원(들)(예를 들어, 가열된 가압 부재(들), 가열된 마찰 부재(들) 등) 및/또는 이와 유사한 것들을 포함할 수 있다. 함침 섹션(510)은 또한 함침 섹션을 작동시키는데 필요한 하나 이상의 롤러, 모터, 전기 연결부 등을 포함할 수 있다. 함침 섹션(510)의 적어도 일부 구성요소는 비록 그러한 구성 요소가 서로 물리적으로 부착되지 않을지라도 집합적으로 함침 유닛으로 지칭될 수 있다.

[0099] 도 9를 참조하면, 분산 섹션(508)로부터 분산된 섬유층(들)은 하나 이상의 롤러(6060)(예를 들어 존재한다면 분산 섹션의 구성요소 및/또는 함침 섹션의 구성요소로 간주될 수 있음)에 의해 함침 섹션(510)으로 안내될 수 있으며 상기 분산된 섬유층(들)은 매트릭스 재질 내에 분산될 수 있다. 예를 들어, 함침 섹션(510)은 매트릭스 재질의 시트 또는 필름을 분산된 섬유층(들)에 공급하도록 구성된 압출기(906)를 포함한다; 그러나, 다른 실시예에서, 임의의 적합한 구조를 사용하여 분산된 섬유층(들)에 매트릭스 물질이 제공될 수 있다.

[0100] 함침 섹션(510)은 각각 압출기(906)의 하류에 배치되고 매트릭스 물질에 분산된 섬유층(들) 중 적어도 하나를 가압하도록 구성된 하나 이상의 가압 부재(예컨대, 908, 914, 918, 922, 923 등)를 포함한다. 예를 들어, 각각의 가압 부재는, 매트릭스 물질과 접촉할 때 분산된 섬유층이 볼록 표면 위로 인장하에 통과될 때 매트릭스 물질 내로 분산 섬유층(들) 중 적어도 하나를 가압하도록 구성된 볼록 면을 포함할 수 있다. 가압 부재에 의해 분산된 섬유층(들)에 가해지는 압력은 분산된 섬유층(들)이 가압 부재에 접근 또는 이탈하는 각도, 분산된 섬유층(들)의 장력 등을 조절함으로써 변화될 수 있다. 가압 부재(예를 들어, 908, 914, 918, 922, 923 및/또는 이와 유사한 것)는 경우에 따라 상이한 온도로 가열될 수 있다. 이러한 방식 및 다른 방식에서, 이러한 가압 부재는 매트릭스 물질 내로 하나 이상의 분산된 섬유층을 가압하기에 충분한 압력 및/또는 온도를 제공할 수 있다. 어떤 경우에는, 예를 들어 적외선 열원과 같은 열원(915)은 프레싱 공정(예를 들어, 매트릭스 재질 및/또는 분산된 섬유층(들)을 가열함으로써)을 용이하게 하기 위해 제공될 수 있다. 가압 부재(예를 들어, 908, 914, 918, 922, 923 및/또는 이와 유사한 것)는 예를 들어 바, 플레이트, 롤러(예를 들어 정지 또는 회전) 등과 같은 임의의 적절한 구조를 포함할 수 있다. 회전하는 가압 부재가 사용되거나 섬유와 접촉하는 임의의 다른 회전 부재(rotating element)가 사용되는 경우, 섬유가 회전 부재를 감싸는 것을 방지하기 위해 가드, 배리어 또는 블레이드가 회전 부재에 대해 배치될 수 있다.

[0101] 함침 섹션(510)은 매트릭스 물질 내에 하나 이상의 분산된 섬유층의 분산을 용이하게 하도록 구성된 하나 이상의 마찰 부재(예 : 916, 920, 924 및/또는 이와 유사한 것)를 포함한다. 도 10a 및 10b는 마찰 부재(916, 920, 924)를 나타낼 수 있는 마찰 부재(1200)를 도시한다. 마찰 부재(1200)는 마찰 부재의 종축(1204)을 따라 배치된 2개 이상의 볼록부(1206)를 포함한다. 볼록부(1206)로 인해, 마찰 부재(1200)는 종축(1204)에 평행하게 취해진 프로파일을 가질 수 있는데, 이는 만곡부를 포함하고, 변동 및/또는 파동(예를 들어 종축으로부터 거리)으로서 특징될 수 있는 프로파일의 더 많은 부분을 집합적으로 형성할 수 있다. 마찰 부재(1200)의 볼록부(1206) 각각은 타원면을 포함한다; 그러나, 마찰 부재(예컨대, 1200)의 볼록부(예컨대, 1206)는 임의의 적합한 형상을 가질 수 있다. 마찰 부재(1200)는 바(예를 들면, 마찰 부재는 막대 형상이다)를 포함한다; 그러나, 다른 실시예에서, 마찰 부재는 플레이트를 포함할 수 있다.

[0102] 하나 이상의 마찰 부재(예를 들어, 916, 920, 924 등)는 각각 함침 섹션(510)에 의해 처리되는 분산 섬유층(들)에 대해 분산된 섬유층(들)의 긴 치수에 실질적으로 수직인 방향으로 이동 가능할 수 있다. 예를 들어, 함침 섹션(510)은 하나 이상의 마찰 부재가 결합될 수 있는 프레임을 포함할 수 있고, 마찰 부재(들) 각각은 마찰 부재의 종축과 실질적으로 정렬되는 방향으로 프레임에 대해 이동할 수 있다. 마찰 부재는, 예를 들어, 분산 부재(604A-604D)에 대해 상술된 임의의 진폭 및 주파수에서 진동하도록 구성될 수 있다. 각각의 마찰 부재(예를 들어, 916, 920, 924 및/또는 그와 같은 것)는 분산된 섬유층이 매트릭스 물질 내로 가압된 후에 하나 이상의 분산된 섬유층 중 하나 이상과 접촉하도록 구성될 수 있다.

[0103] 도 9에 도시된 바와 같이, 분산된 섬유층(901, 902)은 롤러(606)(존재한다면)에 의해 압출기(906)로 안내될 수 있다. 분산된 섬유층(901, 902)은 동일하거나 상이한 유형의 섬유를 포함할 수 있고 동일하거나 상이한 폭을 가질 수 있다. 압출기(906)는 예를 들어, 코팅된 분산된 섬유층(910)을 형성하기 위해서 분산된 섬유층(902)의 상부 표면과 같은, 분산된 섬유층(901 및 902) 중 적어도 하나에 매트릭스 물질의 시트 또는 필름을 공급할 수 있다. 분산된 섬유층(901)은 코팅된 분산 섬유층(910)과 접촉될 수 있고 가압 부재(908)를 통과함으로써 매트릭스 물질 내로 가압될 수 있다. 코팅된 분산된 섬유층(910)은 가압 부재(914)를 통과함으로써 매트릭스 물질 내로 가압될 수 있다. 매트릭스 물질에 의해 결합된 분산된 섬유층은 매트릭스 물질 내로의 분산된 섬유층의 분산을 용이하게 하기 위해서 진동될 수 있는 마찰 부재(rubbing element)(916)를 통과될 수 있다. 이 예에서, 결합된 분산된 섬유층은 가압 부재(918), 마찰 부재(920), 가압 부재(922), 마찰 부재(924) 및 가압 부재(923)를 지나더 통과될 수 있다. 일부 예에서, 결합된 분산된 섬유층은 플레이트(925) 위로 통과될 수 있고/있거나 하나 이상의 강화 롤러(928)를 포함하는 가압 장치(926)로 향하게 될 수 있다. 함침 섹션(510)으로부터의 섬유-강화 복합체(200)는 성형 유닛(512)에 의해 처리될 수 있고 및/또는 권취기(와인더)(514)에 제공될 수 있다. 일부 실시예에서, 하나의 분산된 섬유층(예를 들어, 901 또는 902)만이 함침 섹션(510)에 의해 처리된다.

[0104] 이제 도 11을 참조하면, 일부 실시예에서, 함침 섹션(510)은 매트릭스 물질 배스(1002)를 포함한다. 도시된 바

와 같이, 분산된 섬유층(902)은 코팅된 분산 섬유층(1008)을 형성하기 위해 고정되거나 회전하는 롤러(예를 들어, 1004, 1006 등)에 의해 용이해질 수 있는 매트릭스 물질 배스(1002)를 통과할 수 있다. 코팅된 분산된 섬유층(1008)은 예를 들어(예를 들어, 강화 롤러(1010)를 통해) 섬유 강화 복합체(200)를 형성하기 위해서 가압됨으로써 강화될 수 있다. 섬유 강화 복합체(200)는 고정 또는 회전 롤러(예를 들어, 1012 및/또는 등)에 의해 용이하게 될 수 있는 자유 매트릭스 물질을 제거하기 위해 용매 회수 베스(1004)를 통과할 수 있다.

[0105] 예제들

[0106] 본 발명은 특정 실시예에 의해보다 상세히 설명될 것이다. 하기 실시예는 단지 예시적인 목적을 위해 제공되는 것이며, 본 발명을 어떤 방식으로든 제한하려는 것은 아니다. 당업자는 본질적으로 동일한 결과를 산출하기 위해 변경 또는 변형될 수 있는 다양한 중요하지 않은 파라미터를 쉽게 인식할 것이다.

[0107] 예제 1

[0108] (본 발명의 샘플 테이프 및 비교용 테이프)

[0109] 본 발명의 단방향 유리 섬유 테이프(샘플 1 내지 3 또는 S1 내지 S3)는 전술한 분산 및 함침 유닛을 사용하여 제조하였다. S1-S3의 유리 섬유는 평균 직경이 17㎛이다. S1의 경우, 매트릭스를 형성하기 위해 사용된 폴리머는 폴리프로필렌이었고, S2의 경우 매트릭스 물질을 형성하기 위해 사용된 폴리머는 고밀도 폴리에틸렌이었고, S3의 경우 매트릭스 물질을 형성하기 위해 사용된 폴리머는 폴리아미드 6(Aegis® H8202NLB)이었다. 도 12 내지 14는 각각 S1, S2 및 S3의 단면 공초점 현미경 이미지이며, 이미지는 50 배 렌즈를 갖는 Keyence VK-X200 카메라에 의해 얻어진다.

[0110] 3개의 비교 상업적으로 입수 가능한 유리 섬유 테이프(비교 물 1-3 또는 C1-C3) 또한 분석되었다. 샘플 C1은 13㎛의 평균 필라멘트 직경을 가지며, 샘플 C2 및 C3은 17㎛의 평균 필라멘트 직경을 갖는다. 도 15 내지 도 17은 각각 C1, C2 및 C3의 단면 공초점 현미경 이미지이다.

[0111] S1-S3 및 C1-C3의 균일한 밀도는 "밀도 균일성 결정"이라는 제목의 명세서의 섹션에서 상술한 방식으로 결정되었다. S1의 경우 RFAC(%) 및 COV(%) 값은 각각 82.3 및 4.0이다. S2의 경우 RFAC(%) 및 COV(%) 값은 각각 80.4 및 7.0이다. S3의 경우 RFAC(%) 및 COV(%) 값은 각각 69.7 및 8.0이다. C1의 경우 RFAC(%) 및 COV(%) 값은 각각 47.3 및 25.3이다. C2의 경우 RFAC(%) 및 COV(%) 값은 각각 65.7 및 32.4이다. C3의 경우 RFAC(%) 및 COV(%) 값은 각각 55.5 및 9.2이다.

[0112] 표 1 - 표 3은 각각 S1-S3의 데이터 지점을 제공하고 표 4 - 표 6은 C1-C3의 데이터 지점을 각각 제공한다. 정사각형 내에 원형 필라멘트가 밀집되어 있다고 가정할 때 이론적으로 가능한 최대 범위는 원형 필라멘트의 면적을 제곱 면적으로 나눈 값으로 계산된 78.5%이다. 예를 들어, 반경이 'r'인 정사각형의 '2r'인 원형 필라멘트의 경우 적용 범위는 $\pi r^2 /(2r)^2$와 같다.

표 1

[0113] (샘플 S1 데이터 지점)

박스(Box)	섬유 수(Fiber Count)	섬유 면적(Fiber Area)(㎠)	스퀘어 면적(Square Area)(㎠)	섬유 퍼센트 적용범위(Fiber Percent Coverage*)
1	30	6.8094E-05	0.0001	68.1
2	30	6.8094E-05	0.0001	68.1
3	29	6.58242E-05	0.0001	65.8
4	29	6.58242E-05	0.0001	65.8
5	27	6.12846E-05	0.0001	61.3
6	27	6.12846E-05	0.0001	61.3
7	28	6.35544E-05	0.0001	63.6
8	28	6.35544E-05	0.0001	63.6
9	27	6.12846E-05	0.0001	61.3
10	29	6.58242E-05	0.0001	65.8
11	29	6.58242E-05	0.0001	65.8

[0114] *박스 1 ~ 11의 평균은 64.6이다. 따라서 (64.6 / 78.5) × 100 = 82.3의 RFAC. 박스 1 ~ 11의 표준 편차는

2.6이다. 따라서 (2.6 / 64.4) × 100 = 4.0의 COV.

표 2

[0115] (샘플 S2 데이터 지점)

박스	섬유 수	섬유 면적(㎠)	스퀘어 면적(㎠)	섬유 퍼센트 적용범위
1	27	6.12846E-05	0.0001	61.3
2	28	6.35544E-05	0.0001	63.6
3	29	6.58242E-05	0.0001	65.8
4	28	6.35544E-05	0.0001	63.6
5	27	6.12846E-05	0.0001	61.3
6	30	6.80940E-05	0.0001	68.1
7	26	5.90148E-05	0.0001	59.0
8	29	6.58242E-05	0.0001	65.8
9	27	6.12846E-05	0.0001	61.3
10	31	7.03638E-05	0.0001	70.4
11	24	5.44752E-05	0.0001	54.5

[0116] *박스 1 ~ 11의 평균은 63.1이다. 따라서 (63.1 / 78.5) × 100 = 80.4의 RFAC. 박스 1 ~ 11의 표준 편차는 4.4이다. 따라서 (4.4 / 63.1) × 100 = 7.0의 COV.

표 3

[0117] (샘플 S3 데이터 지점)

박스	섬유 수	섬유 면적(㎠)	스퀘어 면적(㎠)	섬유 퍼센트 적용범위
1	25	5.6745E-05	0.0001	56.7
2	26	5.90148E-05	0.0001	59.0
3	27	6.12846E-05	0.0001	61.3
4	24	5.44752E-05	0.0001	54.5
5	22	4.99356E-05	0.0001	49.9
6	25	5.67450E-05	0.0001	56.7
7	26	5.90148E-05	0.0001	59.0
8	24	5.44752E-05	0.0001	54.5
9	23	5.22054E-05	0.0001	52.2
10	22	4.99356E-05	0.0001	49.9
11	21	4.76658E-05	0.0001	47.7

[0118] *박스 1 ~ 11의 평균은 54.7이다. 따라서 (54.7 / 78.5) × 100 = 69.7의 RFAC. 박스 1 ~ 11의 표준 편차는 4.4이다. 따라서 (4.4 / 54.7) × 100 = 8.0의 COV.

표 4

[0119] (비교 샘플 C1 데이터 지점)

박스	섬유 수	섬유 면적(㎠)	스퀘어 면적(㎠)	섬유 퍼센트 적용범위
1	32	4.25E-05	0.0001	42.5
2	17	2.26E-05	0.0001	22.6
3	24	3.19E-05	0.0001	31.9
4	31	4.11E-05	0.0001	41.1
5	37	4.91E-05	0.0001	49.1
6	31	4.11E-05	0.0001	41.1
7	21	2.79E-05	0.0001	27.9
8	17	2.26E-05	0.0001	22.6
9	33	4.38E-05	0.0001	43.8

10	35	4.65E-05	0.0001	46.5
11	30	3.98E-05	0.0001	39.8

[0120] *박스 1 ~ 11의 평균은 37.2이다. 따라서 (37.2 / 78.5) × 100 = 47.3의 RFAC. 박스 1 ~ 11의 표준 편차는 9.4이다. 따라서 (9.4 / 37.2) × 100 = 25.3의 COV.

표 5

[0121] (비교 샘플 C2 데이터 지점)

박스	섬유 수	섬유 면적(㎠)	스퀘어 면적(㎠)	섬유 퍼센트 적용 범위
1	28	6.36E-05	0.0001	63.6
2	16	3.63E-05	0.0001	36.3
3	30	6.81E-05	0.0001	68.1
4	11	2.5E-05	0.0001	25.0
5	21	4.77E-05	0.0001	47.7
6	28	6.36E-05	0.0001	63.6
7	29	6.58E-05	0.0001	65.8
8	25	5.67E-05	0.0001	56.7
9	29	6.58E-05	0.0001	65.8
10	23	5.22E-05	0.0001	52.2
11	10	2.27E-05	0.0001	22.7

[0122] *박스 1 ~ 11의 평균은 51.6이다. 따라서 (51.6 / 78.5) × 100 = 65.7의 RFAC. 박스 1 ~ 11의 표준 편차는 16.7이다. 따라서 (16.7 / 51.6) × 100 = COV는 32.4.

표 6

[0123] (비교 샘플 C3 데이터 지점)

박스	섬유 수	섬유 면적(㎠)	스퀘어 면적(㎠)	섬유 퍼센트 적용 범위
1	21	4.77E-05	0.0001	47.7
2	21	4.77E-05	0.0001	47.7
3	19	4.31E-05	0.0001	43.1
4	18	4.09E-05	0.0001	40.9
5	17	3.86E-05	0.0001	38.6
6	18	4.09E-05	0.0001	40.9
7	17	3.86E-05	0.0001	38.6
8	22	4.99E-05	0.0001	49.9
9	19	4.31E-05	0.0001	43.1
10	21	4.77E-05	0.0001	47.7
11	18	4.09E-05	0.0001	40.9

[0124] *박스 1 ~ 11의 평균은 43.5이다. 따라서 (43.5 / 78.5) × 100 = 55.5의 RFAC. 박스 1 ~ 11의 표준 편차는 4.0이다. 따라서 (4.0 / 43.5) × 100 = 9.2의 COV.

[0125] 예제 2

[0126] (S1을 제조하는 과정)

[0127] 샘플 S1 내지 S3은 전술한 분산 및 함침 유닛을 사용하여 제조 하였다. 다음은 샘플 S1을 만드는 데 사용된 절차에 대한 비제한적인 설명을 포함한다.

[0128] 원하는 수의 섬유 다발이 UD 테이프 생산 라인에 도입된다. 섬유 다발의 섬유는 생산 라인의 끝에 위치한 당김 스테이션에 의한 생산 라인을 통해 연속적으로 당겨진다. 섬유는 2개의 그룹으로 분리되고, 그 중 하나는 하부의 분산된 섬유층을 생성하기 위해서 분산 유닛의 하부에 의해 처리되어, 다른 하나는 상부의 분산된 섬유층을

생성하기 위해서 분산 유닛의 상부에 의해 처리된다. 중합체 매트릭스 물질은 하부 분산된 섬유층의 상부 표면과 접촉하게 된다. 상부 및 하부 분산된 섬유층은 결합되어 일련의 핀을 통과함으로써 매트릭스 물질 내로 가압된다. 결합된 분산된 섬유층은 UD 테이프로 통합(강화)되어 스풀 주위에 감겨진다. 샘플 S1을 만드는데 사용된 회선 속도는 8 m/s이다.

[0129] 예제 3

[0130] (본 발명의 테이프를 포함하는 라미네이트의 테스트)

[0131] 이제 도 18 및 도 22를 참조하면, 본 발명의 테이프를 포함하는 라미네이트의 압축 시험이 수행되었다. 4개의 테스트 샘플(1104)이 제조되었고, 각각은 라미네이트의 긴 치수와 정렬된 섬유를 갖는 UD 라미네이트(1120)를 포함한다. 각각의 라미네이트(1120)는 본 발명의 UD 테이프의 4㎜ 두께의 레이업(lay-up)으로 형성되었으며, 각각은 폴리프로필렌 매트릭스 물질 내에 분산된 유리 섬유를 갖는다. 각각의 라미네이트(1120)는 워터 제트 커터를 사용하여 길이 140㎜ 및 폭 12㎜로 절단되었다. 테스트용 각각의 라미네이트(1120)를 제조하기 위해, 알루미늄 탭(1116)은 3M Scotch-Weld DP8005를 사용하여 대향하는 라미네이트 단부(1112)에서 라미네이트에 접착되었다. 알루미늄 탭(1116)을 접착하기 전에, 각각의 라미네이트 단부(1112)를 긁어내고 탈지하였다. 각 테스트 샘플(1104)에 대해, 게이지 섹션(1108)은 대향하는 알루미늄 탭 세트(1116) 사이에 형성되었다.

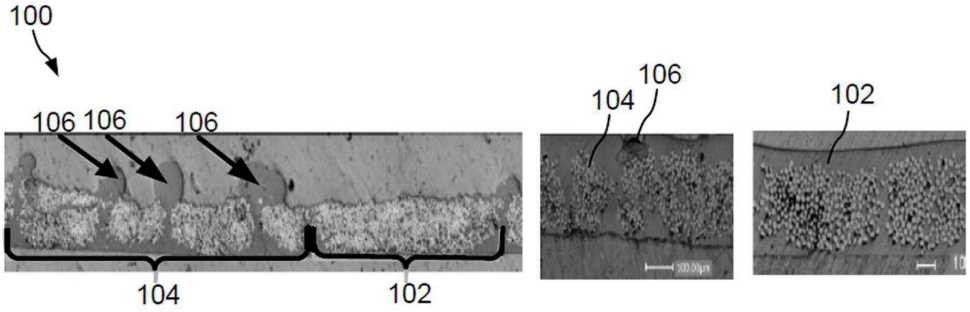
[0132] 샘플(1104)은 Zwick 250kN 테스트 장치 1124(도 20)를 사용하여 실패할 때까지 압축 시험되었다. 샘플 1104의 평균 압축 강도는 456MPa이고, 표준 편차는 45.4MPa이다. 도 21 및 도 22에 도시된 바와 같이, 각각의 샘플(1104)에서 실패(failure)는 라미네이트 단부와 각각의 알루미늄 탭(들)(1116) 사이의 디-본딩에 기인할 수 있는 게이지 섹션(1108)보다는 라미네이트 단부들(1112)의 하나에서 일어났다. 보다 견고한 탭(예를 들어, 라미네이트로 탭을 형성하고, 라미네이트 상에 탭을 성형하고, 라미네이트에 탭을 용접하는 것 등)의 사용을 통해 보다 높은 압축 강도 테스트 결과가 달성될 수 있다고 예상된다.

[0133] 상기 명세서 및 실시예는 예시적인 실시예의 구조 및 사용에 대한 완전한 설명을 제공한다. 특정 실시예들이 특정 정도 또는 특히 하나 이상의 개별 실시예를 참조하여 상술되었지만, 당업자는 본 발명의 범위를 벗어나지 않으면서 개시된 실시예들에 다수의 변경을 가할 수 있다. 이와 같이, 방법 및 시스템의 다양한 예시적인 실시예는 개시된 특정 형태에 제한되지 않는다. 오히려 이들은 청구 범위의 범주 내에 속하는 모든 수정 및 대안을 포함하며 도시된 실시예 이외의 다른 실시예는 도시된 실시예의 특징의 일부 또는 전부를 포함할 수 있다. 예를 들어, 부재들은 생략되거나 단일 구조로서 결합될 수 있고/있거나 연결이 대체될 수 있다. 또한, 적절한 경우, 전술한 임의의 실시예의 양상은 유사하거나 상이한 특성 및/또는 기능을 갖는 추가의 실시예를 형성하고 동일하거나 상이한 문제점을 해결하기 위해 기술된 임의의 다른 실시예의 양태와 결합될 수 있다. 유사하게, 전술한 이점 및 이점(advantage)은 일 실시예와 관련될 수 있거나 여러 실시예와 관련될 수 있다는 것을 이해할 것이다.

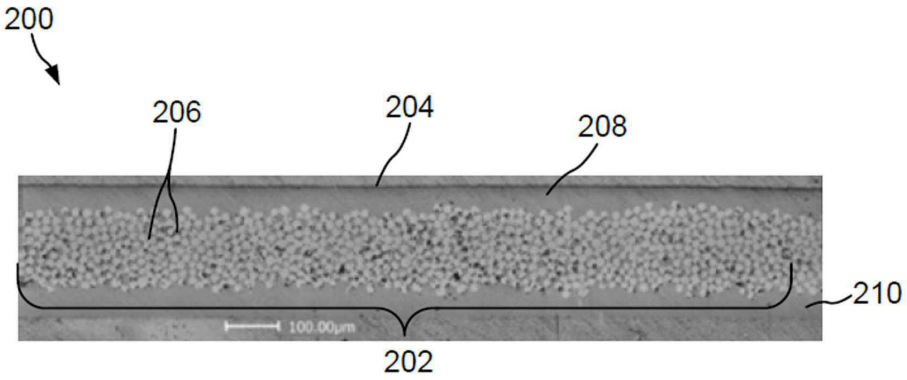
[0134] 청구 범위는 구절 "~을 위한 수단" 또는 "~를 위한 단계"를 사용하여 그러한 제한이 주어진 각각의 청구항에서 명시적으로 열거되지 않는 한 수단 + 기능 또는 단계 + 기능 제한을 포함하도록 의도되지 않으며, 이들을 포함하도록 해석되어서는 안 된다.

도면

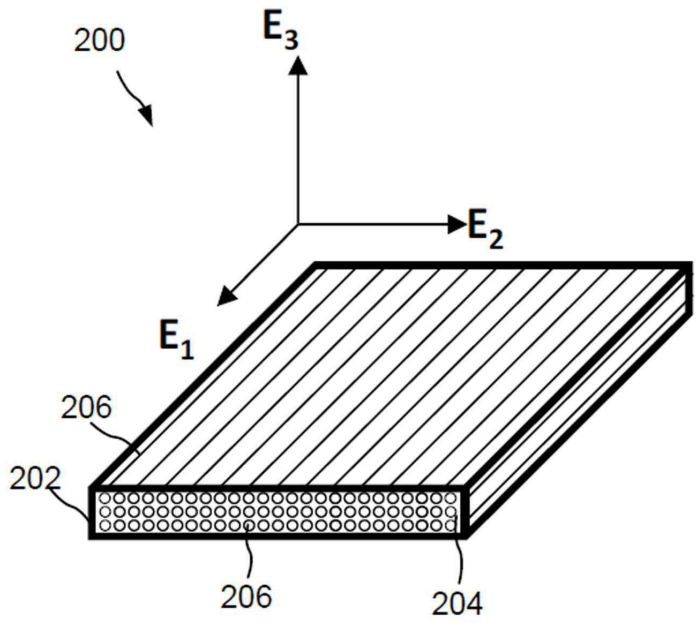
도면1



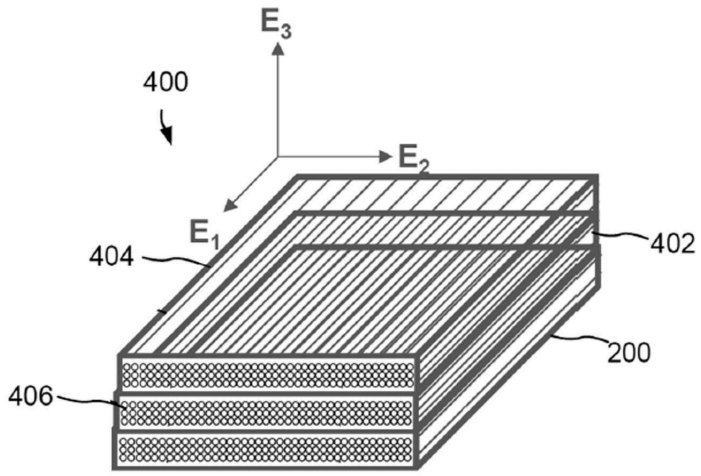
도면2


200
206
204
208
210
202

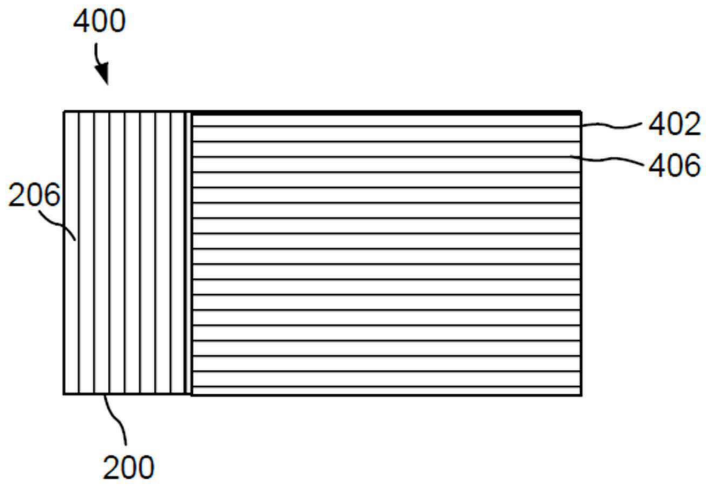
도면3


200
E3
E2
E1
206
202
206
204

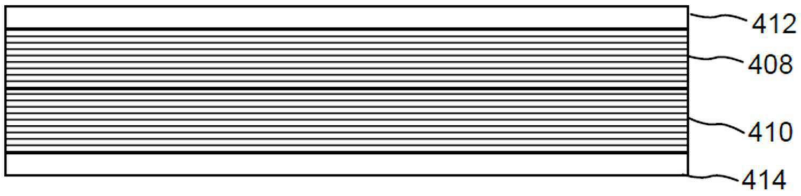
도면4a


E3
400
E2
E1
404
402
200
406

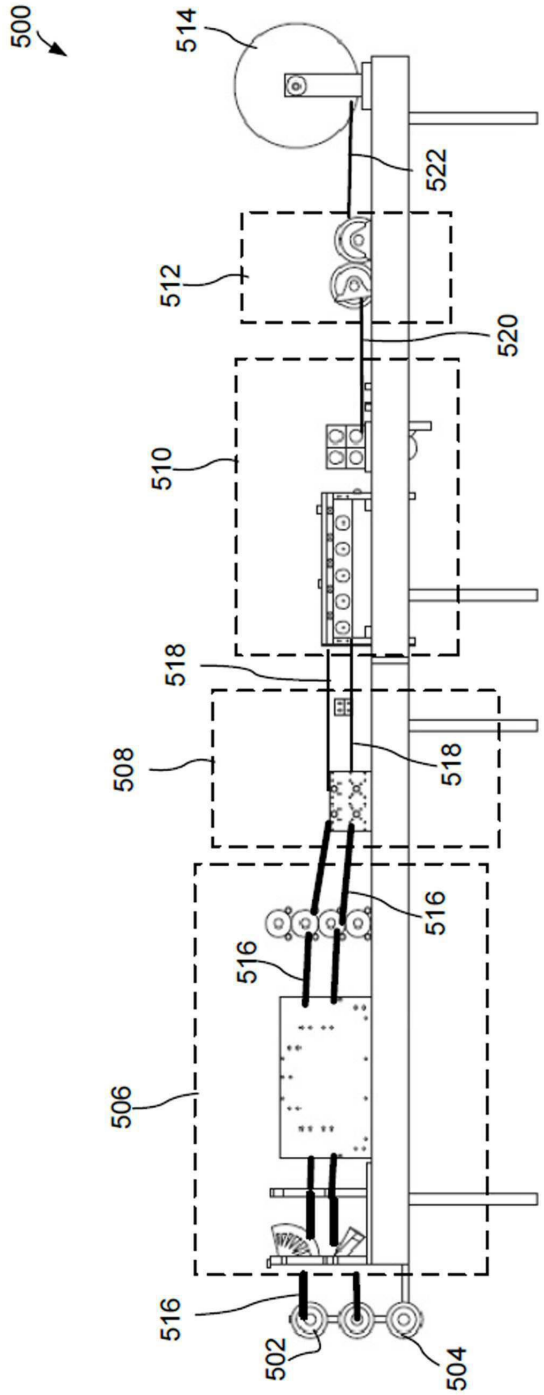
도면4b



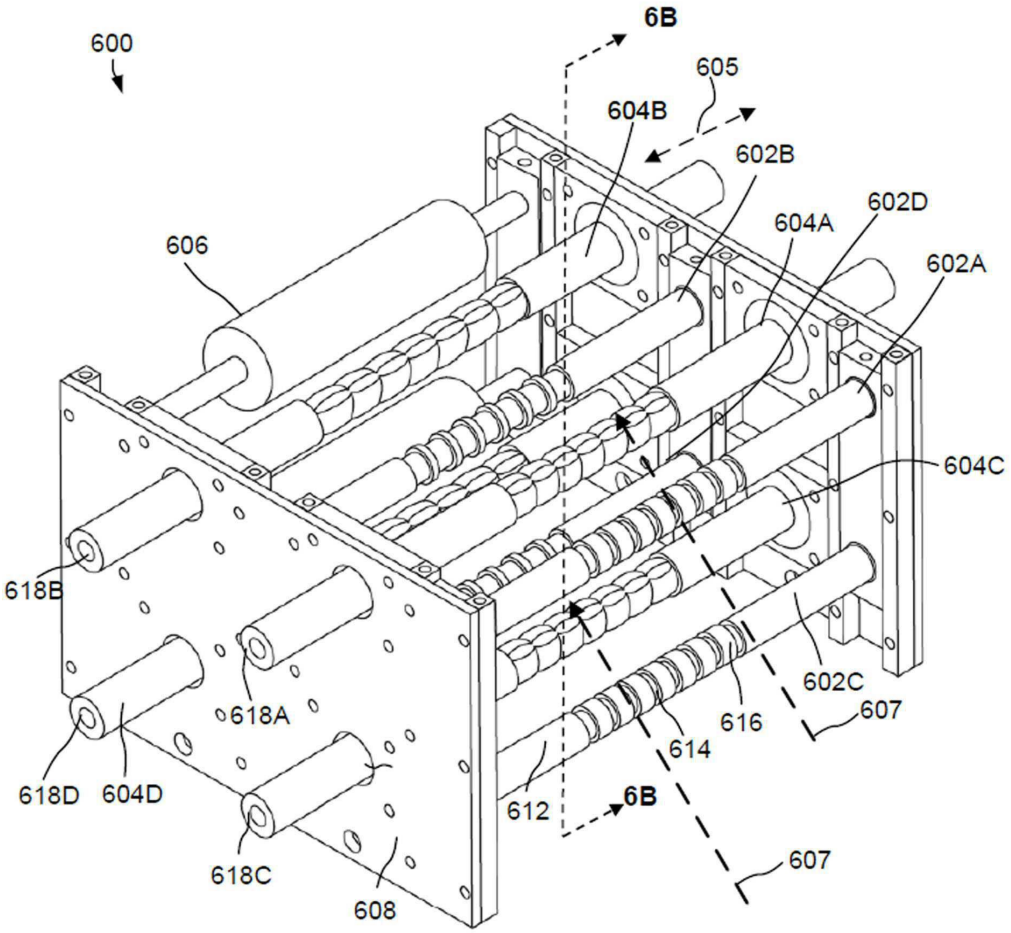
도면4c



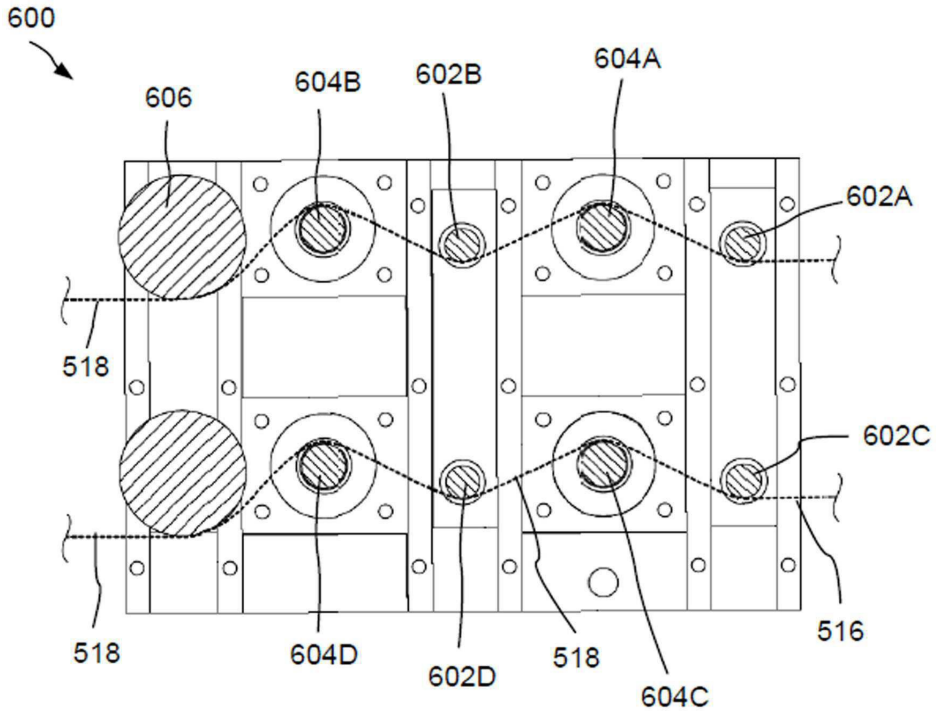
도면5



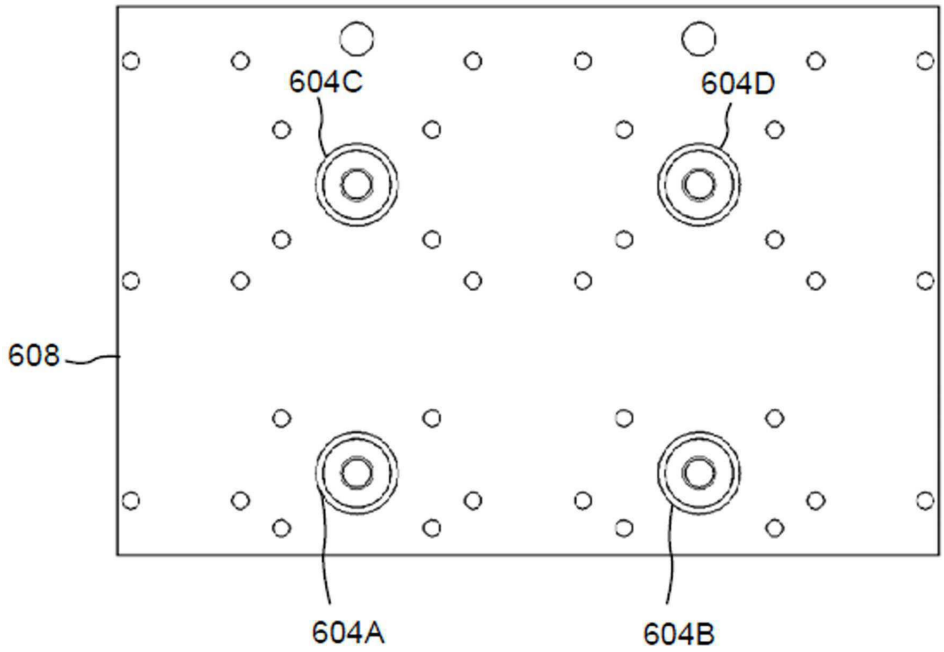
도면6a


600
6B
605
604B
602B
602D
604A
606
602A
604C
618B
618A
602C
607
616
614
618D
604D
612
6B
618C
607
608

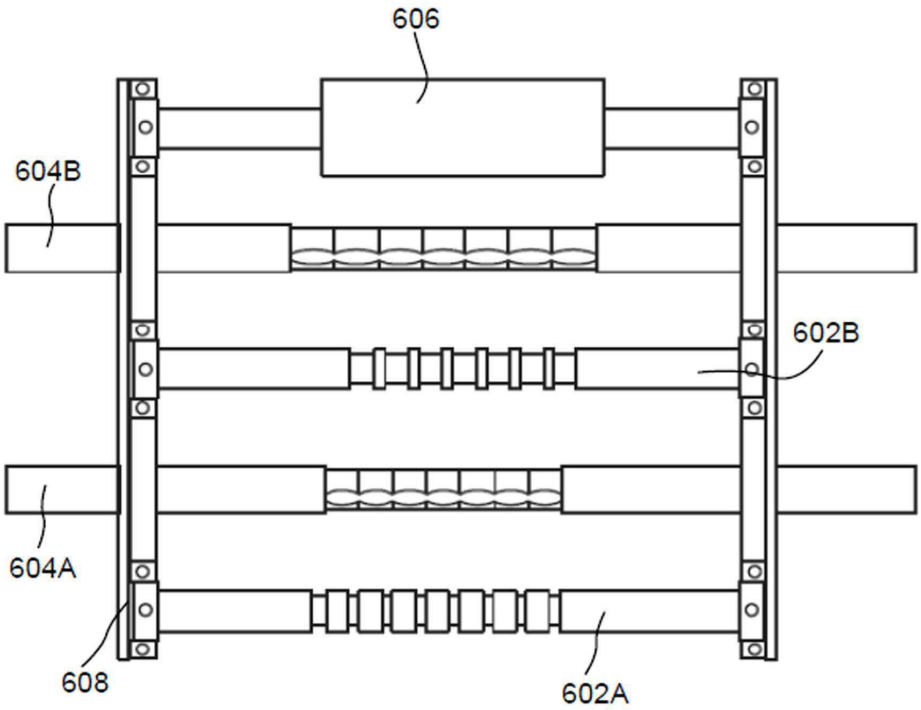
도면6b


600
606
604B
602B
604A
602A
518
602C
516
518
604D
602D
518
604C

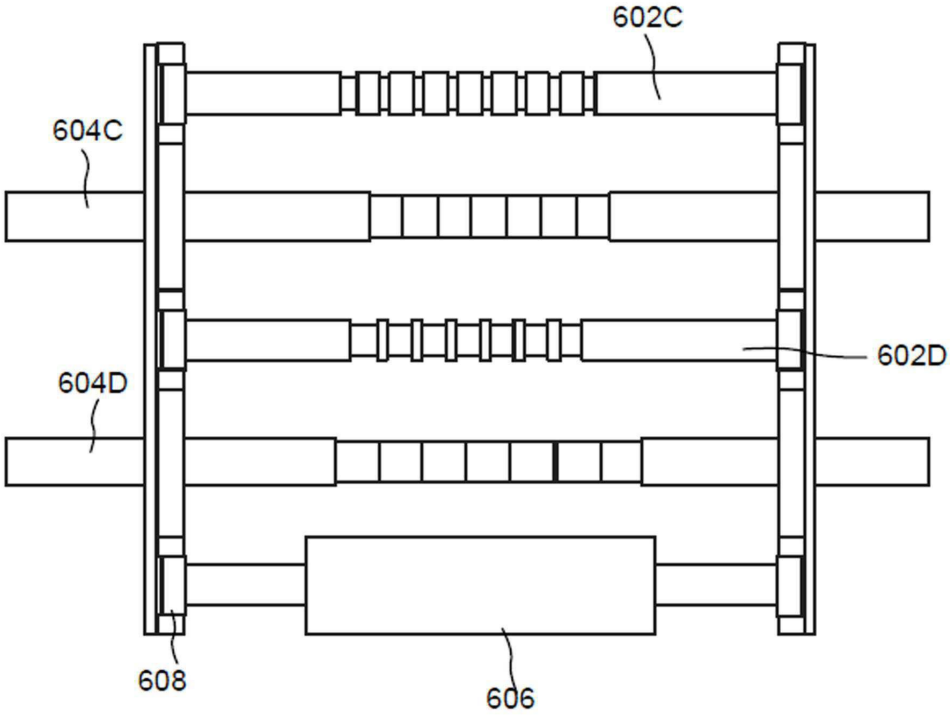
도면6c



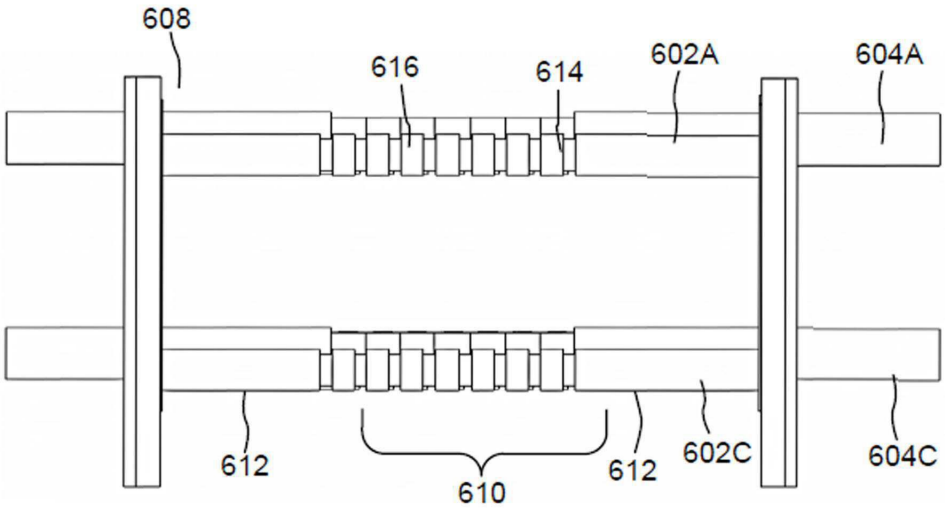
도면6d



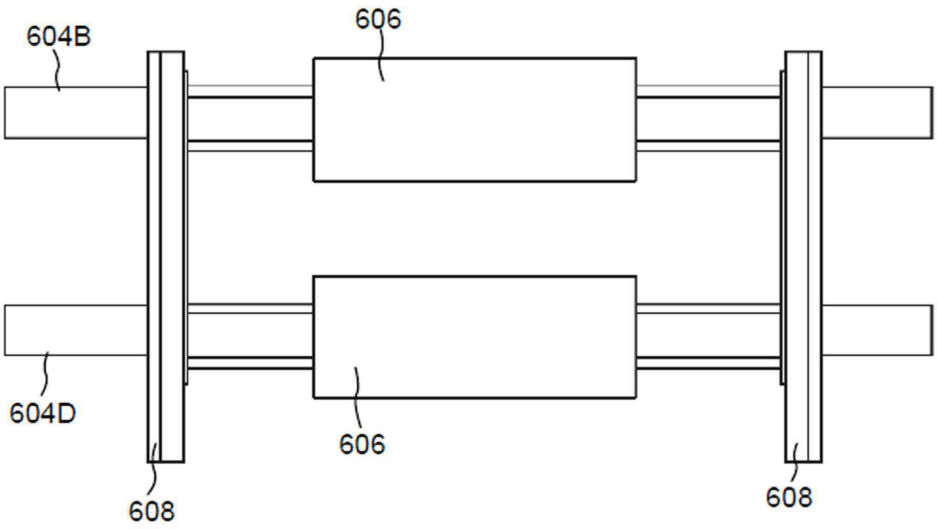
도면6e


602C
604C
602D
604D
608
606

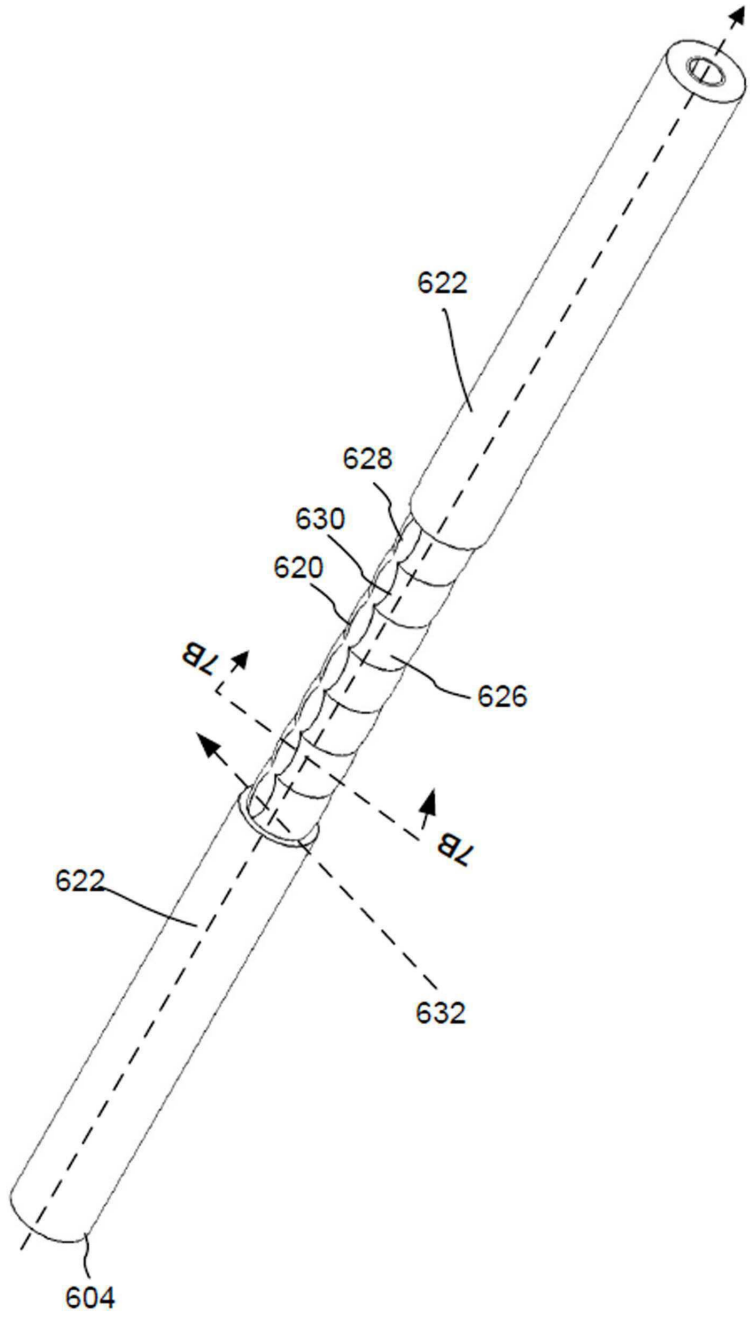
도면6f


608
616
614
602A
604A
612
610
612
602C
604C

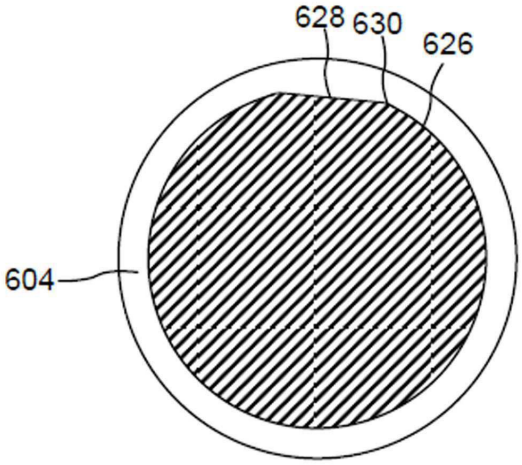
도면6g



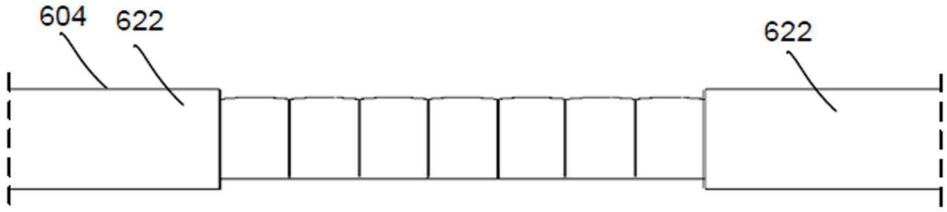
도면7a



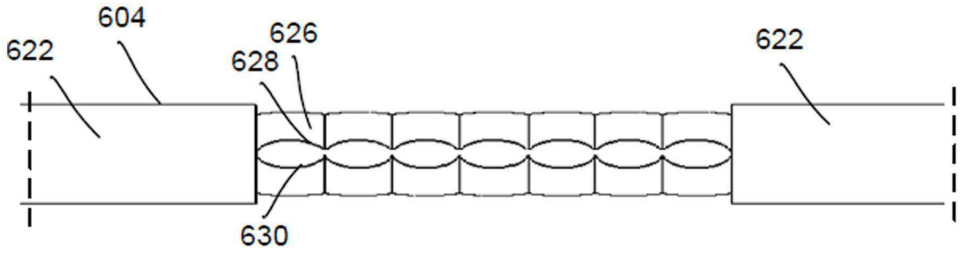
도면7b



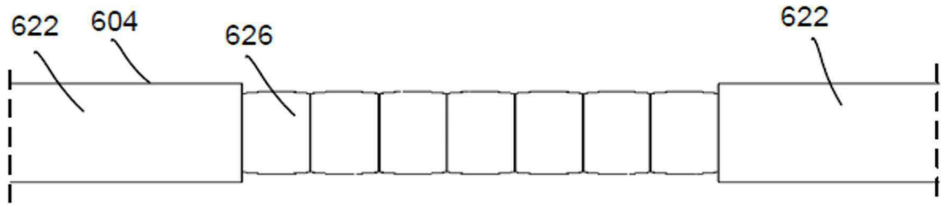
도면7c



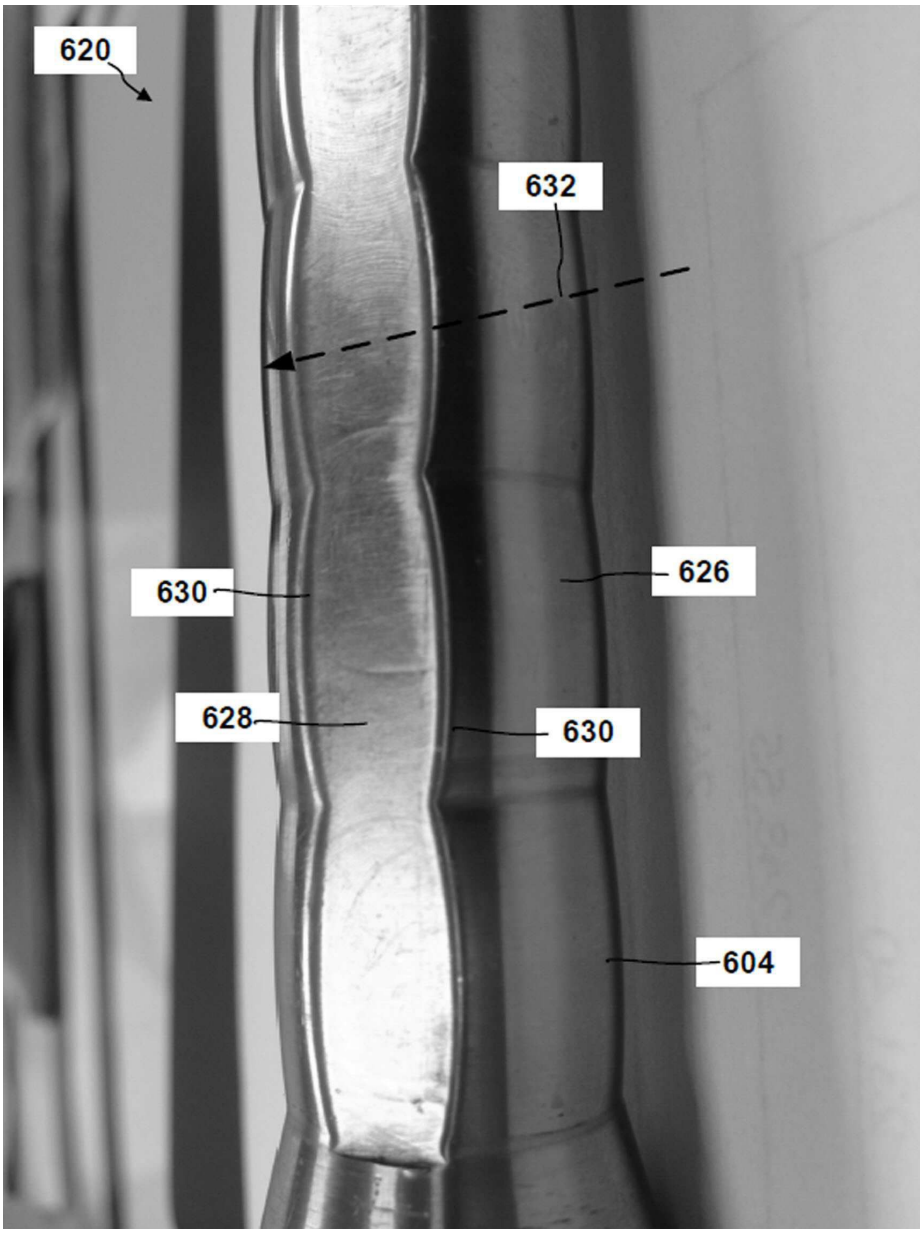
도면7d



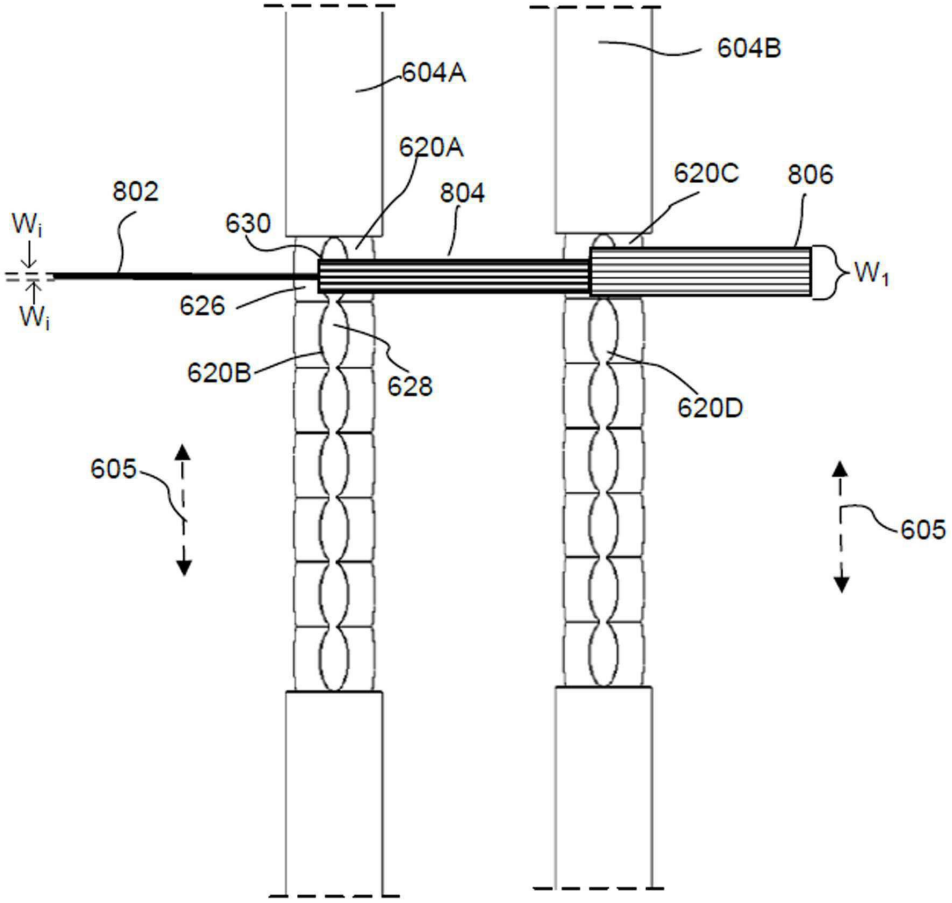
도면7e



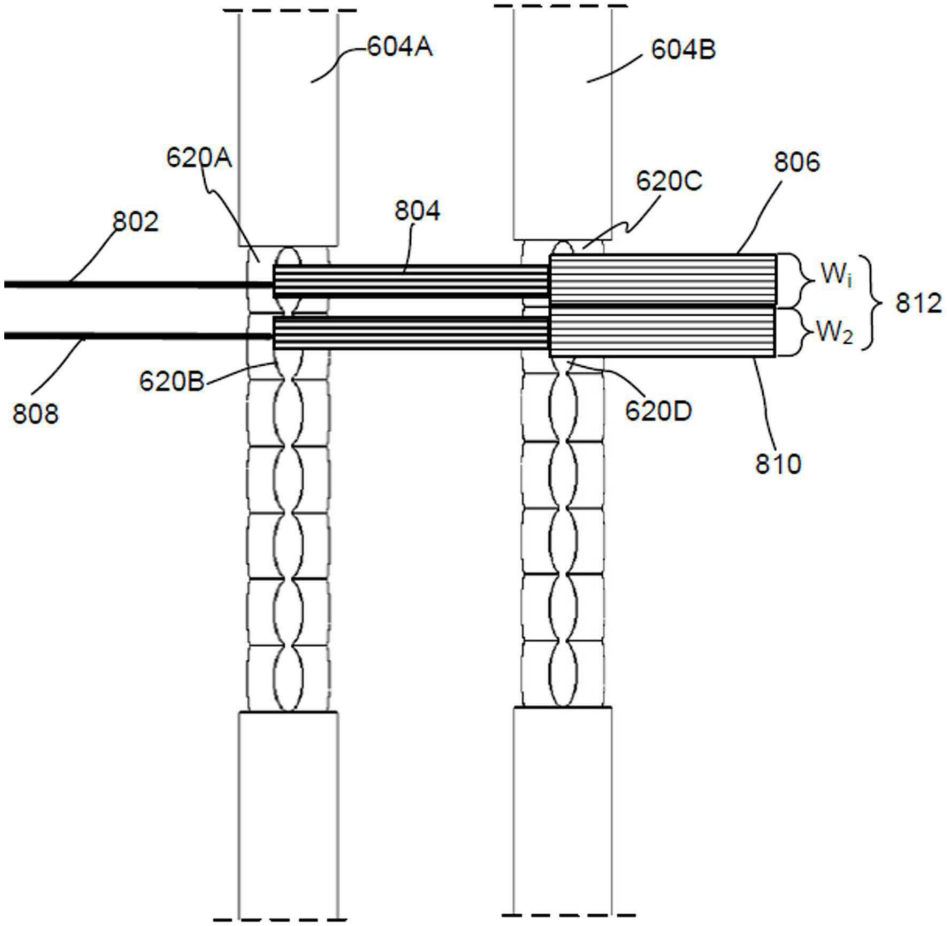
도면7f



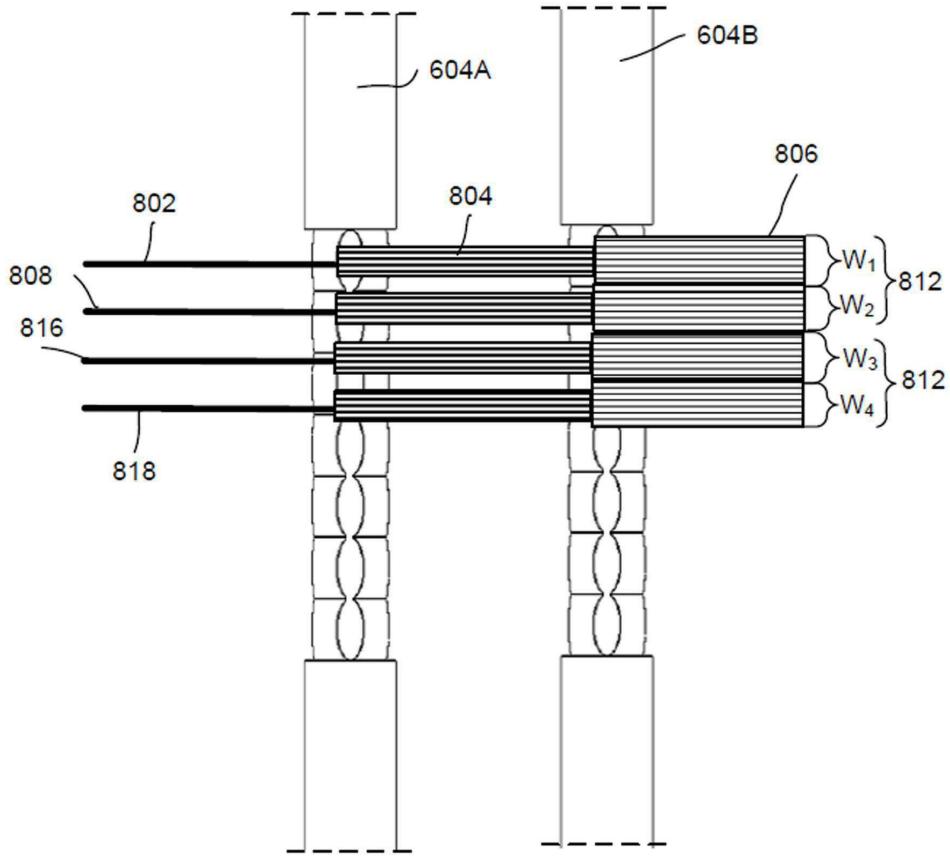
도면8a


604A
604B
620A
620C
806
802
804
630
W_i
W_i
W_1
626
620B
628
620D
605
605

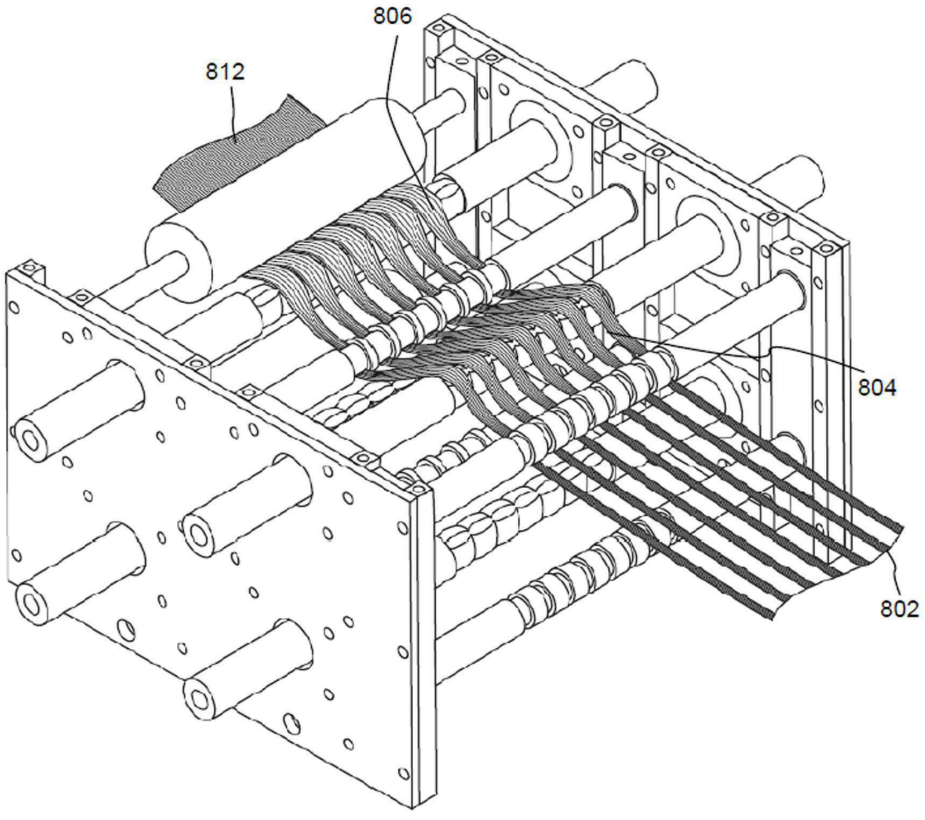
도면8b



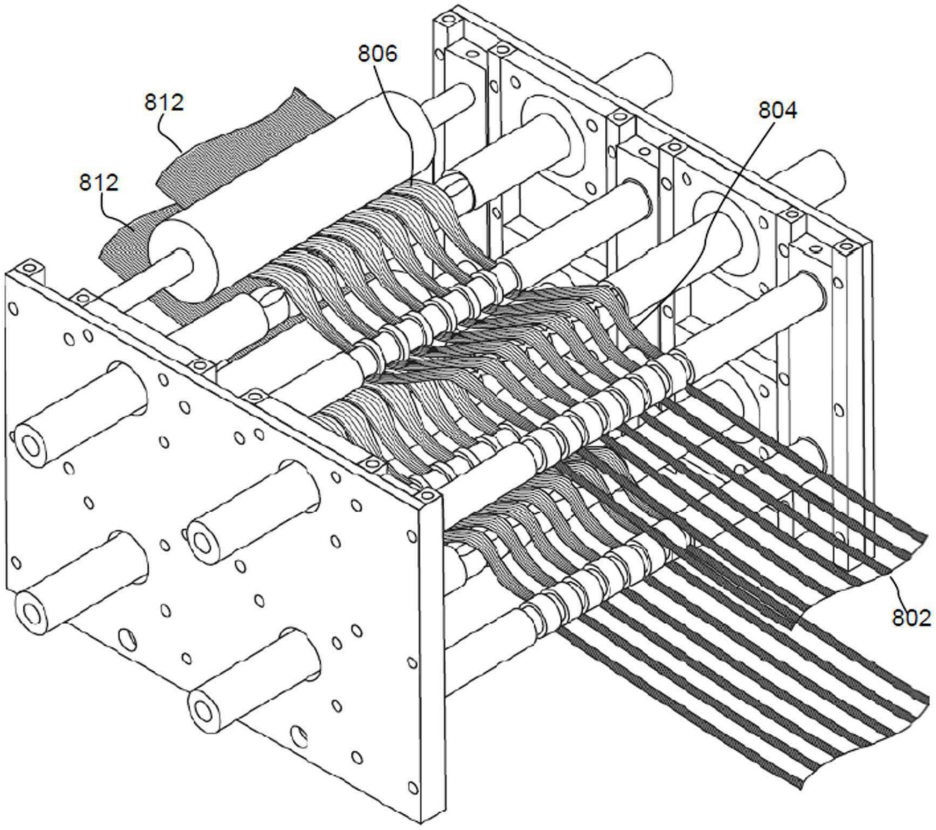
도면8c


604A
604B
806
802
804
808
816
818
W1
W2
W3
W4
812
812

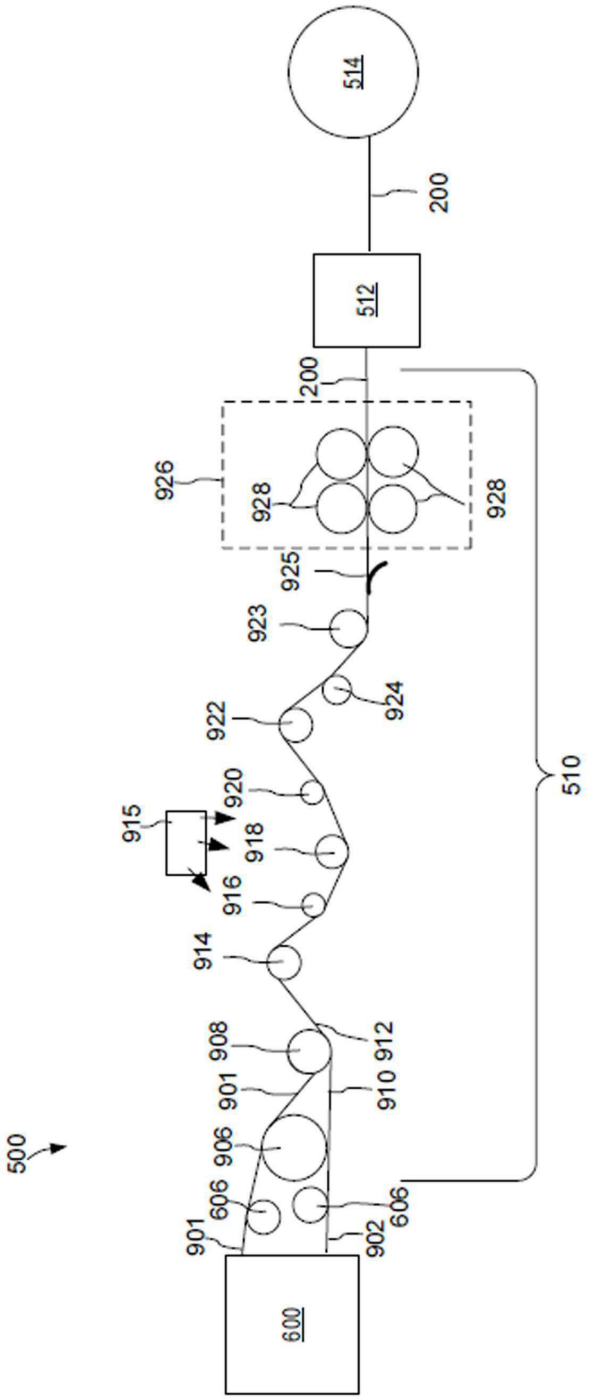
도면8d


806
812
804
802

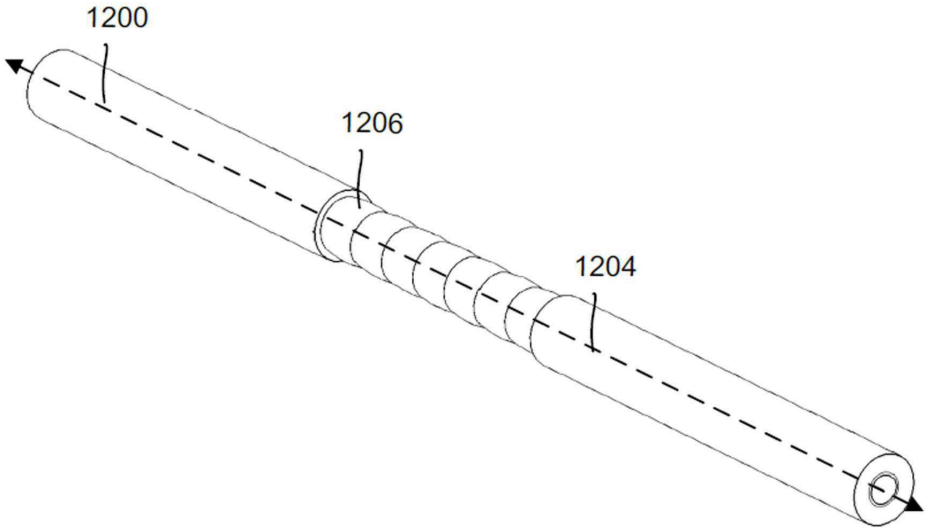
도면8e



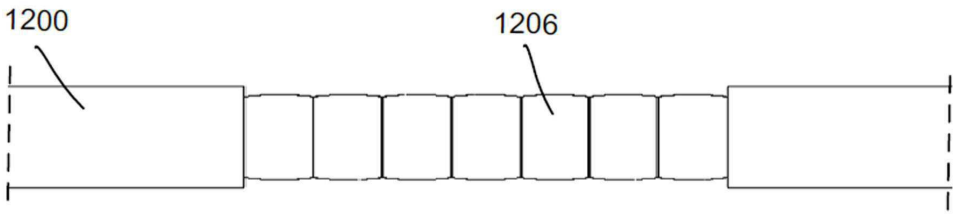
도면9


514
200
512
200
926
928
928
925
923
924
922
920
915
918
916
914
908
912
910
901
906
606
606
901
902
600
500
510

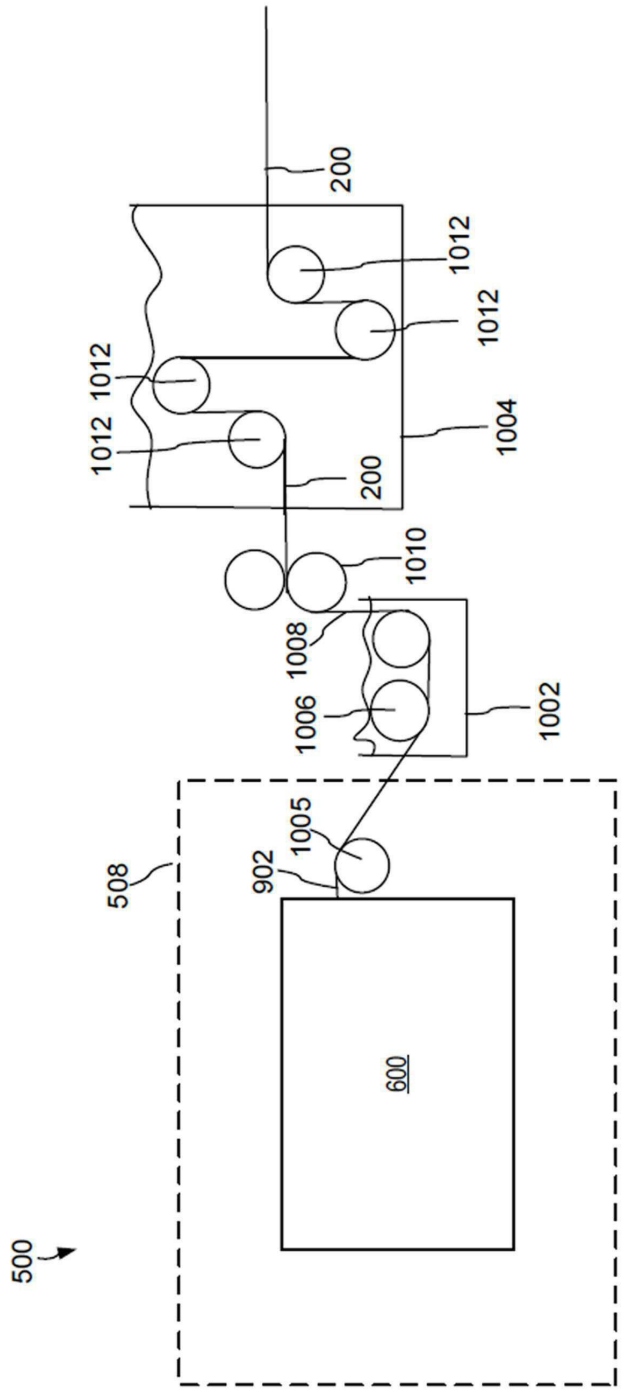
도면10a



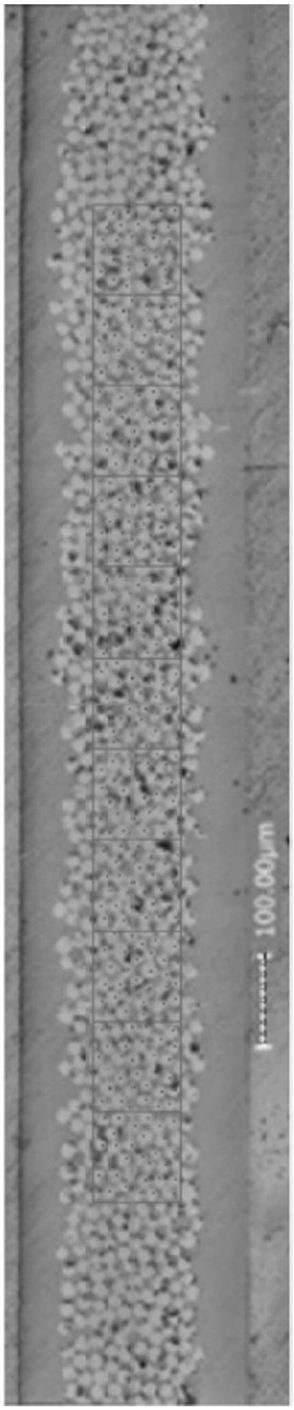
도면10b



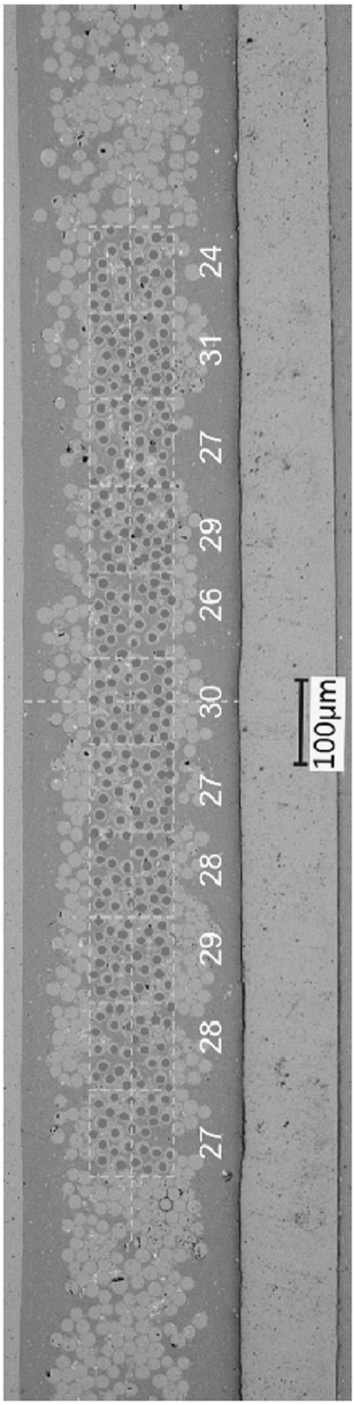
도면11


200
1012
1012
1012
1012
1004
200
1010
1008
1006
1002
1005
902
508
600
500

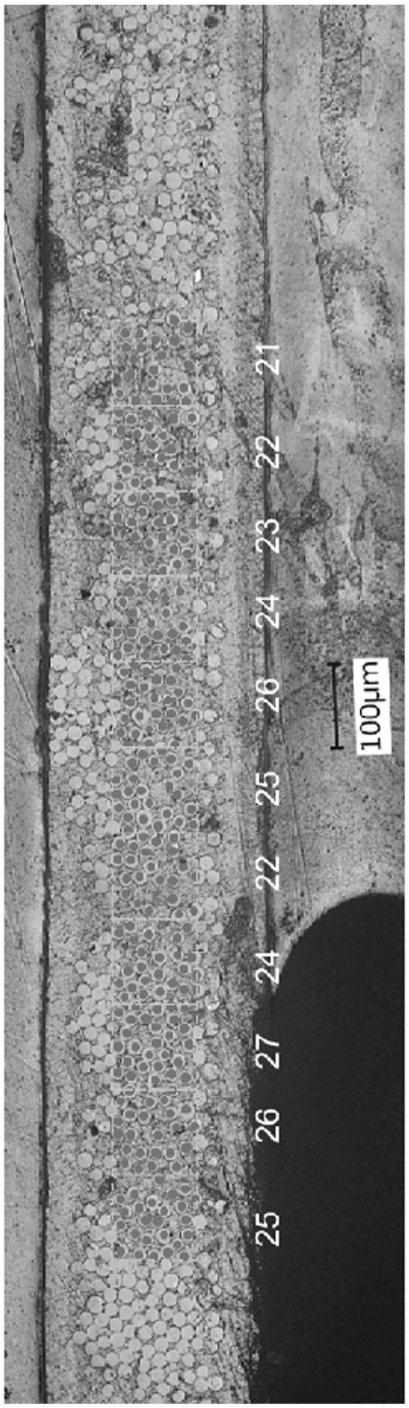
도면12



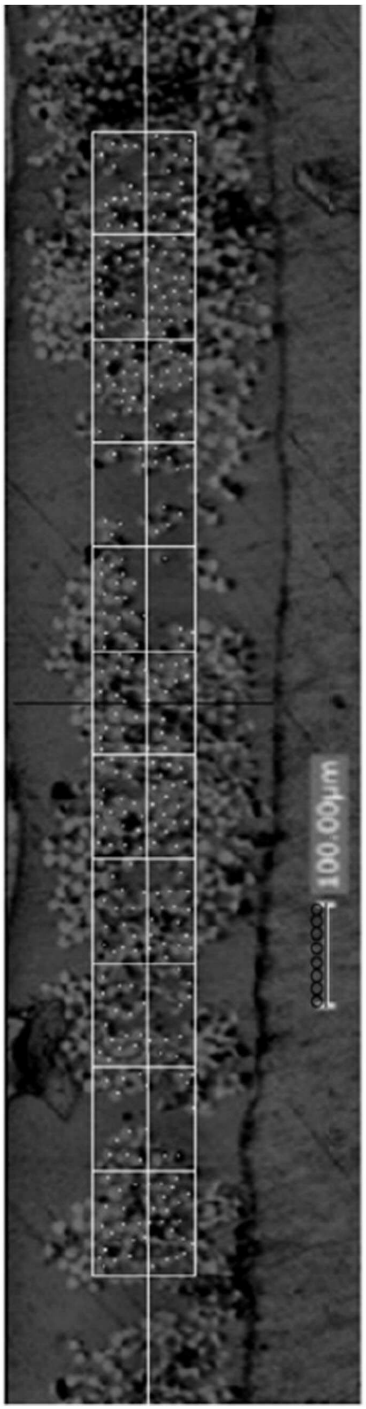
도면13



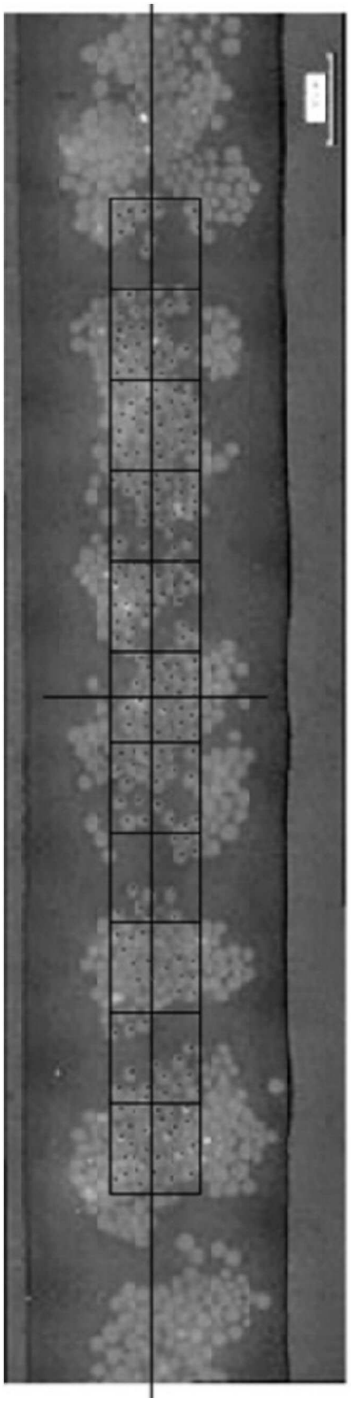
도면14



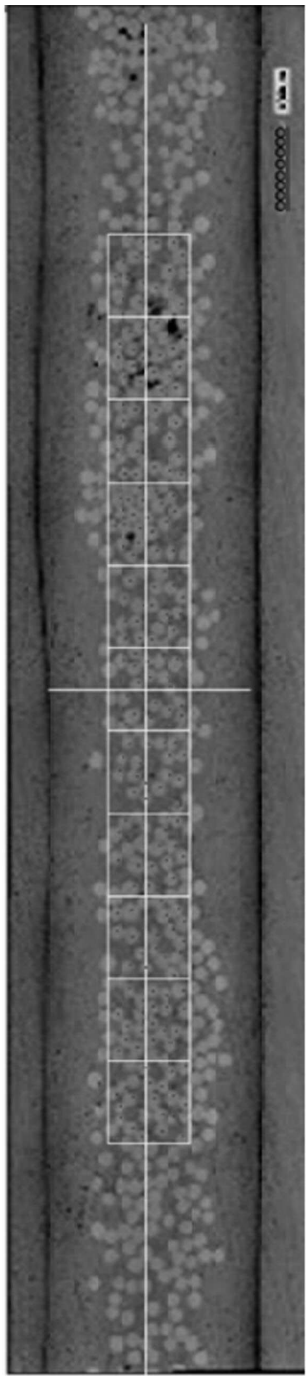
도면15



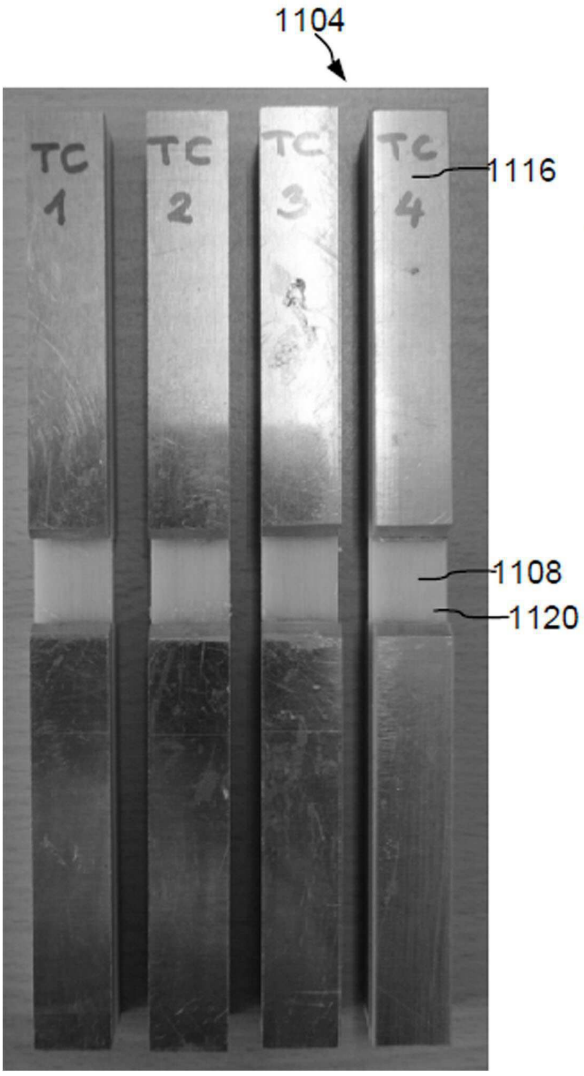
도면16



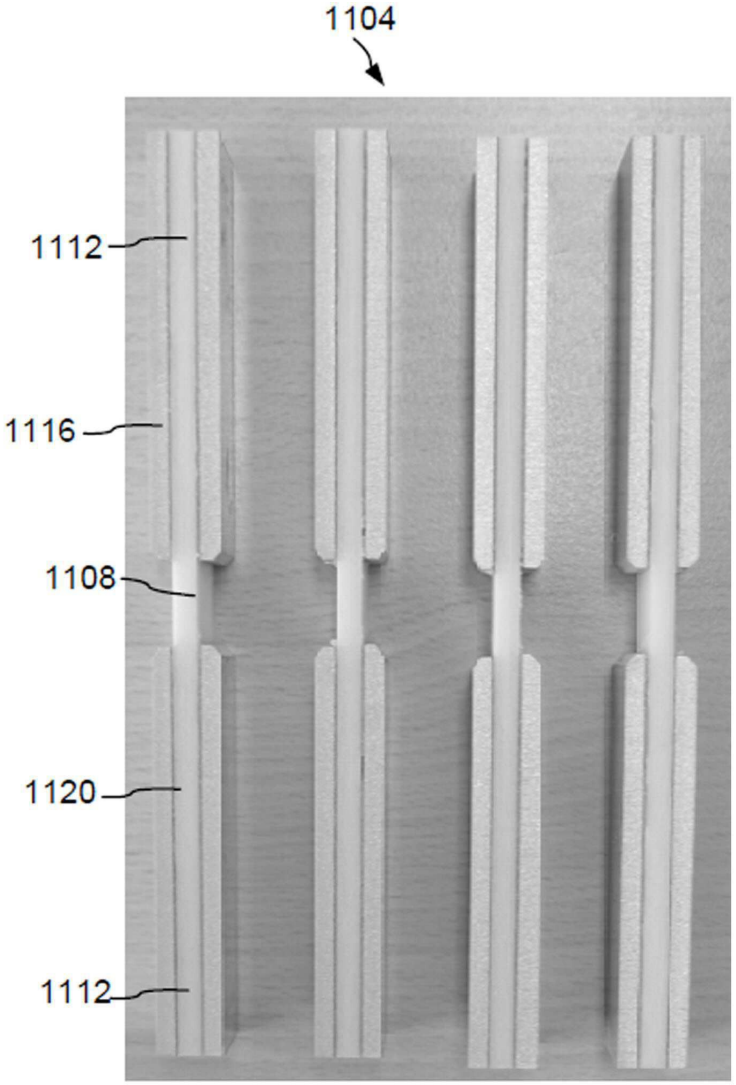
도면17



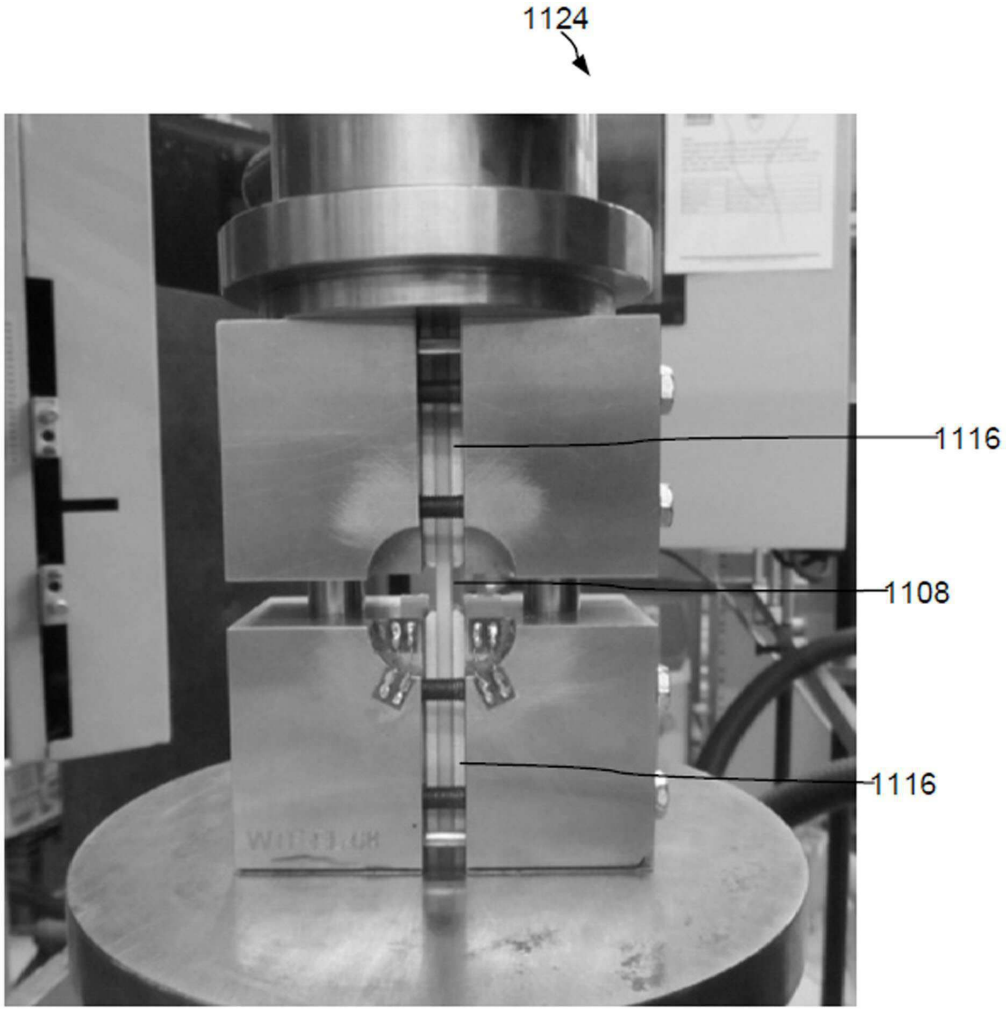
도면18



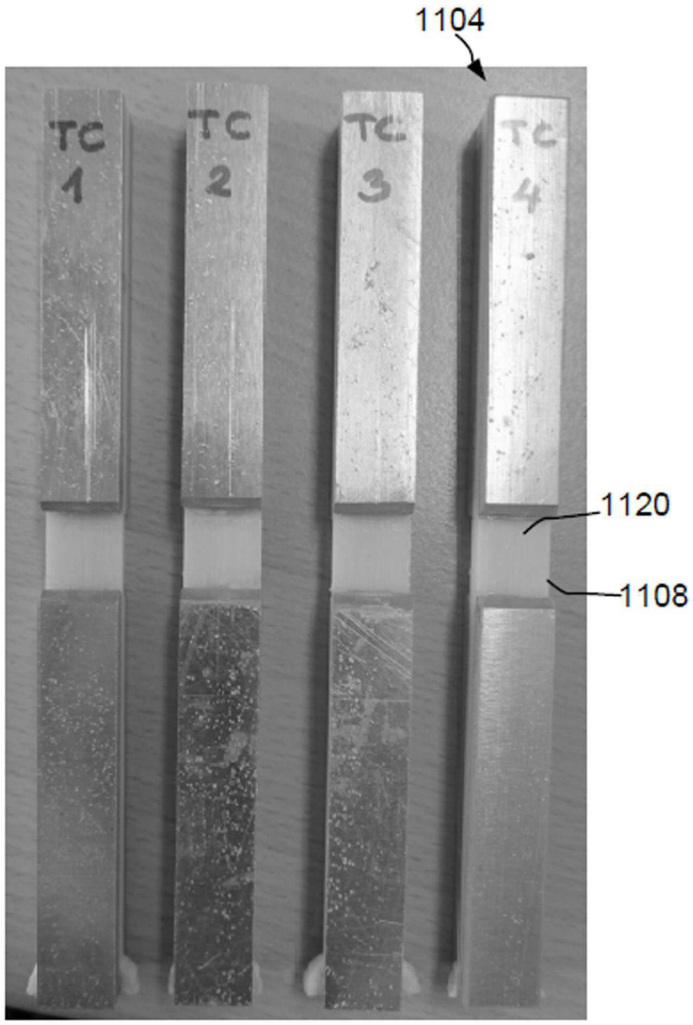
도면19



도면20



도면21



도면22

