



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년10월20일
(11) 등록번호 10-2591968
(24) 등록일자 2023년10월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
D06M 23/10 (2006.01) D06B 21/00 (2006.01)
D06M 10/04 (2006.01) D06M 10/06 (2006.01)
D06M 10/08 (2006.01) D06M 11/38 (2020.01)
D06M 11/40 (2006.01) D06M 13/432 (2006.01)
D06M 13/473 (2006.01)
(52) CPC특허분류
D06M 23/10 (2013.01)
D06B 21/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-7034654(분할)
(22) 출원일자(국제) 2017년03월27일
심사청구일자 2021년11월19일
(85) 번역문제출일자 2021년10월25일
(65) 공개번호 10-2021-0133317
(43) 공개일자 2021년11월05일
(62) 원출원 특허 10-2018-7030794
원출원일자(국제) 2017년03월27일
심사청구일자 2020년03월23일
(86) 국제출원번호 PCT/US2017/024351
(87) 국제공개번호 WO 2017/165891
국제공개일자 2017년09월28일
(30) 우선권주장
62/313,291 2016년03월25일 미국(US)
(뒷면에 계속)
(56) 선행기술조사문헌
US08202379 B1*
JP2009203467 A
WO2007032022 A2
WO2015167815 A1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
네추럴 파이버 웰딩 인코포레이티드
미국 61614 일리노이주 피오리아 엔 갈레나 로드 6533
(72) 발명자
하버할스, 루크, 마이클
미국 61614 일리노이주 피오리아 이 오크 파크 드라이브 224
암스튜츠, 아론, 케네스
미국 61606 일리노이주 피오리아 더블유 모스 에비뉴 1812
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인메이저

전체 청구항 수 : 총 12 항

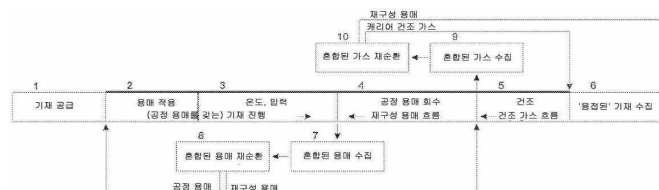
심사관 : 박해준

(54) 발명의 명칭 용접된 기재를 제조하기 위한 방법, 공정, 및 장치

(57) 요약

용접 공정은 공정 용매를 기재에 적용함으로써 기재를 용접된 기재로 변환시키는 것으로 구성될 수 있으며, 여기서 상기 공정 용매는 기재 중의 하나 이상의 성분들 간의 하나 이상의 분자간 힘을 파괴한다. 기재는 천연 섬유, 예컨대 셀룰로스, 헤미셀룰로스, 및 실크로 구성될 수 있다. 공정 용매는 이온성-액체 기반 용매로 구성 (뒷면에 계속)

대표도



될 수 있고 용접된 기재는 공정 용매가 기재를 적절하게 팽윤 및/또는 연화시킨 후의 응고된 망상구조일 수 있다. 용접 공정은 공정 변수를 조절함으로써 섬유 코어 중의 물질이 원상태로 남아있을 수 있도록 기재의 개별 섬유가 완전하게 용해되지 않도록 구성될 수 있다. 용접 공정 섬유는 셀룰로스-기반 원사 기재보다 10% 또는 20% 더 큰 인성 또는 25% 더 작은 직경을 가질 수 있다.

(52) CPC특허분류

D06M 10/04 (2013.01)

D06M 10/06 (2013.01)

D06M 10/08 (2013.01)

D06M 11/38 (2013.01)

D06M 11/40 (2013.01)

D06M 13/432 (2013.01)

D06M 13/473 (2013.01)

(72) 발명자

최, 종락

미국 61615 일리노이주 피오리아 에이피티 1101 더
블유 블루 사게 드라이브 1500

탕, 시링

미국 61615 일리노이주 피오리아 엔 스크 엘앤
10505

몰터, 마이클

미국 61615 일리노이주 피오리아 에이피티 2309 엔
린텐우드 드라이브 5828

넬, 스펜서, 제이콥

미국 61606 일리노이주 피오리아 더블유 모스 예비
뉴 1301

(30) 우선권주장

62/365,752 2016년07월22일 미국(US)

62/446,646 2017년01월16일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

- a. 섬유질 물질로 이루어진 기재를 제공하는 단계;
- b. 상기 섬유질 물질로 이루어진 기재와 상호작용하는 공정 용매를 선택하는 단계로서, 상기 공정 용매는 상기 섬유질 물질로 이루어진 기재 내에 적어도 하나의 폴리머를 팽윤 및 연화하고, 상기 공정 용매는 이온성 액체 1 몰당 극성 비양성자성 분자 첨가제 1몰 미만의 몰비의 극성 비양성자성 분자 첨가제를 포함하는, 상기 선택하는 단계;
- c. 상기 섬유질 물질로 이루어진 기재에 상기 공정 용매를 적용하여 공정 습윤화 기재를 생성하는 단계;
- d. 적어도 상기 공정 용매가 상기 공정 습윤화 기재와 상호작용하는 온도와 압력, 및 이의 지속시간을 제어하는 단계로서, 상기 지속시간은 5초 내지 15초인, 상기 제어하는 단계; 및,
- e. 상기 섬유질 물질의 원상태 셀룰로스 I 구조의 부분이 보존되도록 재구성 용매를 상기 공정 습윤화 기재에 적용하여 용접된 기재를 생성하는 단계를 포함하는, 섬유질 물질을 결합시키는 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 섬유질 물질은 면으로 추가로 정의되는, 섬유질 물질을 결합시키는 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 공정 용매는 이온성 액체를 포함하는 것으로 추가로 정의되는, 섬유질 물질을 결합시키는 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 공정 용매는 디메틸 설펍사이드를 포함하는, 섬유질 물질을 결합시키는 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 압력은 주위 압력으로 추가로 정의되는, 섬유질 물질을 결합시키는 방법.

청구항 6

삭제

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 공정 용매가 50℃ 내지 100℃의 온도에서 상기 섬유질 물질로 이루어진 기재에 적용되는, 섬유질 물질을 결합시키는 방법.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 공정 용매는 극성 양성자성 용매를 포함하는, 섬유질 물질을 결합시키는 방법.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 공정 용매는 3-에틸-1-메틸이미다졸륨 아세테이트를 포함하는, 섬유질 물질을 결합시키는 방법.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 지속시간이 5초 내지 9초인, 섬유질 물질을 결합시키는 방법.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 지속시간이 5초 내지 8초인, 섬유질 물질을 결합시키는 방법.

청구항 12

청구항 1에 있어서,

상기 지속시간이 5초 내지 6초인, 섬유질 물질을 결합시키는 방법.

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

청구항 1에 있어서,

상기 극성 비양성자성 분자 첨가제는 디메틸 설펍사이드인, 섬유질 물질을 결합시키는 방법.

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원에 대한 교차 참조: 본원은 03/25/2016에 출원된 U.S. 특허허원 제62/313,291호, 07/22/2016에 출원

된 제62/365,752호 및 01/16/2017에 출원된 제62/446,646호에 대한 우선권을 청구하며, 이들 모두는 그것의 전체가 본원에 참고로 편입된다.

[0002] 발명의 분야

[0003] 본 개시내용은 섬유 복합체를 제조하는 방법 및 이러한 섬유 복합체로부터 제조될 수 있는 생성물에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] 합성 폴리머 예컨대 폴리스티렌은 일상적으로 용매 예컨대 디클로로메탄을 사용하여 용접된다. 이온성 액체 (예를 들어, 1-에틸-3-메틸이미다졸륨 아세테이트)는 유도체화 없이 천연 섬유 생고분자 (예를 들어, 셀룰로스 및 실크)를 용해시킬 수 있다. 천연 섬유 용접은 생고분자 섬유가 전통적 플라스틱 용접과 거의 유사한 방식으로 융합되는 공정이다.

[0005] 그 전문이 본원에 참고로 편입된 미국 특허 번호 제8,202,379호에 개시된 바와 같이, 구조적 및 화학적 변형을 위해 천연 섬유를 부분적으로 용해시키기 위해 사용될 수 있는 공정 용매 중의 하나의 유형은 이온성 액체-기반 용매이다. 당해 특허는 벤치 탑 설비 및 물질을 사용하여 개발된 기본 원리를 개시한다. 그러나, 다양한 다른 것들 중에서, 당해 특허는 복합 재료를 상업적 규모로 제조하기 위한 공정 및 장치를 개시하지는 못하였다.

[0006] 금형 내로 캐스팅되어 원하는 일반적으로 2차원 형상을 생성하는 천연 섬유 생고분자 용액의 예들이 있다. 이들 경우에, 생고분자는 최초 구조가 파괴되고 생고분자가 변성되도록 완전하게 용해된다. 반대로, 섬유 용접으로, 섬유 내측 (각각의 개별 섬유의 코어)은 의도적으로 그것의 원상태로 남게 된다. 이것은 생고분자로 이루어진 최종 구조가 생고분자 예컨대 실크, 셀룰로스, 키틴, 키토산, 다른 다당류 및 이들의 조합으로부터 강력한 물질을 생성하기 위해 최초 물질 특성의 일부를 보유하기 때문에 유리하다.

[0007] 생고분자 용액을 사용하는 전통적 방법은 또한 얼마만큼의 폴리머가 용액에 용해될 수 있는지에 대해 물리적 한계가 있다는 점에서 불리하다. 예를 들어, 10질량 % 먼 (셀룰로스)과 90질량 % 이온성 액체 용매인 용액은 고온에서도 점성이며 취급하기가 어렵다. 섬유 용접 공정은 섬유 다발이 용접이 시작되기 전에 원하는 형상으로 조작될 수 있게 한다. 천연 섬유의 사용 및 취급은 종종 용액-기반 기술에서는 가능하지 않은 최종 생성물의 공학을 능가하는 제어를 허용한다.

도면의 간단한 설명

[0008] 본 명세서에 편입되어 이의 일부를 구성하는 수반되는 도면들은 구현예를 예시하며 서술과 함께, 방법 및 시스템의 원리를 설명하는 역할을 한다.

도 1은 용접된 기재를 제조하기 위한 공정의 다양한 측면의 개략도를 제공한다.

도 2는 용접된 기재를 제조하기 위한 또 다른 공정의 다양한 측면의 개략도를 제공한다.

도 2a는 용접 공정에 사용될 수 있는 공정 용매 회수 구역의 한 가지 유형의 개략도를 제공한다.

도 3은 도 3a-3e로 불리는 도 3의 하위-공정들 또는 성분들로 섬유-매트릭스 복합체 내에 고형 물질을 첨가 및 물리적 포획하기 위한 공정을 설명한다. 기능성 물질은 용접 전에 섬유 매트릭스에 예비분산된다.

도 4는 IL-기반 용매에 (예비)분산된 물질을 사용하여 도 4a-4d로 불리는 도 4의 하위-공정들 또는 성분들로 섬유-매트릭스 복합체 내에 고형 물질을 첨가 및 물리적 포획하기 위한 공정을 설명한다.

도 5는 추가의 가용화된 폴리머를 갖는 IL-기반 용매에 (예비)분산된 물질을 사용하여 도 5a-5d로 불리는 도 5의 하위-공정들 또는 성분들로 섬유-매트릭스 복합체 내에 고형 물질을 첨가 및 물리적 포획하기 위한 공정을 설명한다.

도 6a는 공정 용매 적용 구역의 한 배치형태의 측면 단면도를 제공한다.

도 6b는 공정 용매 적용 구역의 또 다른 배치형태의 투시도를 제공한다.

도 6c는 공정 용매 적용 구역의 또 다른 배치형태의 투시도를 제공한다.

도 6d는 다양한 용접 공정에 사용될 수 있는 장치의 측면도를 제공한다.

도 6e는 도 6d로부터의 장치의 측면도를 제공하며, 여기서 상기 플레이트는 서로에 대해 상이하게 배치된다.

도 6f는 다양한 용접 공정에서 사용될 수 있는 장치의 측면도를 제공하며, 여기서 상기 장치는 서로 인접하여 배치된 복수의 1D 기재에 사용하기 위해 구성될 수 있다.

도 7a는 도 7c에 도시된 용접된 기재를 제조하는데 사용될 수 있는 용접 공정의 개략도이다.

도 7b는 30/1 링-방적 면 원사로 이루어진 미가공(raw), 1D 기재의 주사-전자 현미경 이미지를 제공한다.

도 7c는 용접된 기재를 제조하기 위해 이온성 액체로 이루어진 공정 용매를 사용하여 또 다른 용접 공정으로 가공된 후의 도 7b에 도시된 미가공 기재의 주사-전자 현미경 이미지를 제공한다.

도 7d는 도 7c로부터의 대표적인 미가공 원사 기재 샘플 및 대표적인 용접된 원사 기재 샘플 둘 다에 적용된 응력 (그램으로) 대 퍼센트-신장의 그래픽 표현을 제공하며, 여기서 상기 최상부 곡선은 용접된 원사 기재이고 바닥 트레이스는 미가공 기재이다.

도 8a는 도 8c에 도시된 용접된 기재를 제조하는데 사용될 수 있는 용접 공정의 개략도이다.

도 8b는 30/1 링-방적 면 원사로 이루어진 미가공, 1D 기재의 주사-전자 현미경 이미지를 제공한다.

도 8c는 용접된 기재를 제조하기 위해 이온성 액체로 이루어진 공정 용매를 사용하여 또 다른 용접 공정으로 가공된 후의 도 8b에 도시된 미가공 기재의 주사-전자 현미경 이미지를 제공한다.

도 8d는 도 8c로부터의 대표적인 미가공 원사 기재 샘플 및 대표적인 용접된 원사 기재 샘플 둘 다에 적용된 응력 (그램으로) 대 신도-퍼센트의 그래픽 표현을 제공하며, 여기서 상기 최상부 곡선은 용접된 원사 기재이고 바닥 트레이스는 미가공 기재이다.

도 9a는 도 9c-9e에 도시된 용접된 기재를 제조하도록 구성될 수 있는 용접 공정의 투시도이다.

도 9b는 30/1 링-방적 면 원사로 이루어진 미가공, 1D 기재의 주사-전자 현미경 이미지를 제공한다.

도 9c는 이온성 액체로 이루어진 공정 용매를 사용하여 용접 공정으로 가공된 후의 도 9b에 도시된 미가공 기재의 주사-전자 현미경 이미지를 제공하며, 여기서 상기 용접된 기재를 약간 용접된다.

도 9d는 이온성 액체로 이루어진 공정 용매를 사용하여 용접 공정으로 가공된 후의 도 9b에 도시된 미가공 기재의 주사-전자 현미경 이미지를 제공하며, 여기서 상기 용접된 기재를 중간 정도로 용접된다.

도 9e는 이온성 액체로 이루어진 공정 용매를 사용하여 용접 공정으로 가공된 후의 도 9b에 도시된 미가공 기재의 주사-전자 현미경 이미지를 제공하며, 여기서 상기 용접된 기재를 고도로 용접된다.

도 9f는 도 9d에 도시된 용접된 기재로부터 제조된 직물의 이미지를 제공한다.

도 9g는 도 9c 및 9k로부터의 대표적인 미가공 원사 기재 샘플 및 대표적인 용접된 원사 기재 샘플 둘 다에 적용된 응력 (그램으로) 대 신도-퍼센트의 그래픽 표현을 제공하며, 여기서 상기 최상부 곡선은 용접된 원사 기재이고 바닥 트레이스는 미가공 기재이다.

도 9h는 사진의 좌측에는 도 9b에 도시된 미가공 기재로부터 제조된 직물 및 사진의 우측에는 도 9d에 도시된 용접된 기재로부터 제조된 직물의 이미지를 제공한다.

도 9i & 9j는 셀 용접된 기재로 간주될 수 있는 용접된 기재의 이미지를 제공한다.

도 9k는 이온성 액체로 이루어진 공정 용매를 사용하여 용접 공정으로 가공된 후의 도 9b에 도시된 미가공 기재의 주사-전자 현미경 이미지를 제공하며, 여기서 상기 용접된 기재를 약간 용접된다.

도 9l은 이온성 액체로 이루어진 공정 용매를 사용하여 용접 공정으로 가공된 후의 도 9b에 도시된 미가공 기재의 주사-전자 현미경 이미지를 제공하며, 여기서 상기 용접된 기재를 중간 정도로 용접된다.

도 9m은 이온성 액체로 이루어진 공정 용매를 사용하여 용접 공정으로 가공된 후의 도 9b에 도시된 미가공 기재의 주사-전자 현미경 이미지를 제공하며, 여기서 상기 용접된 기재를 고도로 용접된다.

도 10a는 도 10c-10f에 도시된 용접된 기재를 제조하도록 구성될 수 있는 용접 공정의 투시도이다.

도 10b는 30/1 링-방적 면 원사로 이루어진 다중 미가공, 1D 기재의 주사-전자 현미경 이미지를 제공한다.

도 10c는 수산화물로 이루어진 공정 용매를 사용하여 용접 공정으로 가공된 후의 도 10b에 도시된 미가공 기재

의 주사-전자 현미경 이미지를 제공하며, 여기서 상기 용접된 기재는 약간 용접된다.

도 10d는 수산화물로 이루어진 공정 용매를 사용하여 용접 공정으로 가공된 후의 도 10b에 도시된 미가공 기재의 주사-전자 현미경 이미지를 제공하며, 여기서 상기 용접된 기재는 중간 정도로 용접된다.

도 10e는 수산화물로 이루어진 공정 용매를 사용하여 용접 공정으로 가공된 후의 도 10b에 도시된 미가공 기재의 주사-전자 현미경 이미지를 제공하며, 여기서 상기 용접된 기재는 고도로 용접된다.

도 10f는 도 10e로부터의 중심 용접된 기재의 일부의 확대된 이미지를 제공한다.

도 10g는 도 10c로부터의 대표적인 미가공 원사 기재 샘플 및 대표적인 용접된 원사 기재 샘플 둘 다에 적용된 응력 (그램으로) 대 신도-퍼센트의 그래픽 표현을 제공하며, 여기서 상기 최상부 곡선은 용접된 원사 기재이고 바닥 트레이스는 미가공 기재이다.

도 11a는 조절된 섬유 용접 공정의 다양한 측면을 보여주는 도식적 표현을 제공한다.

도 11b는 조절된 섬유 용접 공정의 다른 측면을 보여주는 도식적 표현을 제공한다.

도 11c는 조절된 섬유 용접 공정의 다른 측면을 보여주는 도식적 표현을 제공한다.

도 11d는 조절된 섬유 용접 공정의 다른 측면을 보여주는 도식적 표현을 제공한다..

도 11e는 조절된 용접 공정을 통해 생산된 용접된 기재의 이미지를 제공하며, 여기서 도면의 우측의 부분은 약간 용접되고 도면의 우측의 부분은 고도로 용접된다.

도 11f는 조절된 용접된 기재로부터 제조된 직물의 또 다른 이미지를 제공하며, 여기서 상기 직물은 헤더링 효과(heathering effect)를 나타낸다.

도 12a는 테넬로 이루어진 미가공, 2D 기재의 주사-전자 현미경 이미지를 제공한다.

도 12b는 고도로 용접되는 용접된 기재로 가공된 후의 도 12a로부터의 미가공 기재의 주사-전자 현미경 이미지를 제공한다.

도 12c는 편직물로 이루어진 미가공, 2D 기재의 주사-전자 현미경 이미지를 제공한다.

도 12d는 중간 정도로 용접되는 용접된 기재로 가공된 후의 도 12c로부터의 미가공 기재의 주사-전자 현미경 이미지를 제공한다.

도 12e는 저지 니트 편직물로 이루어진 미가공, 2D 기재의 주사-전자 현미경 이미지를 제공한다.

도 12f는 약간 용접되는 용접된 기재로 가공된 후의 도 12e로부터의 미가공 기재의 주사-전자 현미경 이미지를 제공한다.

도 12g는 저지 니트 편직물로 이루어진 미가공, 2D 기재의 확대된 주사-전자 현미경 이미지를 제공한다.

도 12h는 약간 용접되는 용접된 기재로 가공된 후의 도 12e로부터의 미가공 기재의 확대된 주사-전자 현미경 이미지를 제공한다.

도 13은 대략 20℃에서 재구성 용매를 갖는 용접 공정으로 생산된 용접된 원사 기재의 주사-전자 현미경 이미지를 제공한다.

도 14a는 대략 22℃에서 재구성 용매를 갖는 용접 공정으로 생산된 용접된 원사 기재의 주사-전자 현미경 이미지를 제공한다.

도 14b는 대략 40℃에서 재구성 용매를 갖는 용접 공정으로 생산된 상이한 용접된 원사 기재의 주사-전자 현미경 이미지를 제공한다.

도 15a는 플롯 A 상의 미가공 면 원사 및 이온성 액체에 완전하게 용해된 미가공 면 원사 기재로부터 재구성된 면 원사에 대한 x-선 회절 데이터를 제공한다.

도 15b는 도 15a의 플롯 A에 도시된 동일한 미가공 면 원사 기재로부터 생산된 세 가지 상이한 용접된 원사 기재에 대한 x-선 회절 데이터를 제공한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

상세한 설명

요소 설명 (도 1 & 2)	요소 번호
기재 공급 구역	1
공정 용매 적용 구역	2
공정 온도/압력 구역	3
공정 용매 회수 구역	4
건조 구역	5
용접된 기재 수집 구역	6
용매 수집 구역	7
용매 재순환	8
혼합된 가스 수집	9
혼합된 가스 재순환	10
요소 설명 (도 3A-xx)	요소 번호
천연 섬유 기재	10
팽윤된 천연 섬유 기재	11, 112
용접된 기재	12
기능성 물질	20
결합된 기능성 물질	21
포획된 기능성 물질	22
IL-기반 공정 용매	30
공정 용매/기능성 물질 혼합물	32
용접된 섬유	40, 42
폴리머	53
주사기	60
기재 유입구	61
공정 용매 유입구	62
적용 계면	63
기재 유출구	64

트레이	70
기재 홈	72
제 1 플레이트	82
제 2 플레이트	84

본 방법 및 장치를 개시하고 기술하기 전에, 방법 및 장치는 특정 방법, 특정 성분, 또는 특별한 실행에 제한되지 않는 것으로 이해해야 한다. 또한, 본원에 사용된 용어는 단지 특별한 구현예/측면을 설명하기 위한 목적이며 제한하는 것으로 의도되지 않음을 이해해야 한다.

명세서 및 첨부된 청구항들에서 사용된 바와 같이, 단수 형태 "a", "an" 및 "the"는 달리 문맥이 명확히 나타내

지 않는 한 복수의 지시대상을 포함한다. 범위는 본원에서 "약" 하나의 특별한 값으로부터, 및/또는 "약" 또 다른 특별한 값까지로 표현될 수 있다. 그와 같은 범위가 표현되는 경우, 또 다른 구현에는 하나의 특별한 값으로부터 및/또는 다른 특별한 값까지 포함한다. 유사하게, 선행된 "약"의 사용에 위해, 값이 근사치로서 표현되는 경우, 특정한 값이 또 다른 구현예를 형성하는 것으로 이해될 것이다. 각각의 범위의 종점은 다른 종점과 관련하여, 및 다른 종점과 관계없이 둘 다 유의적인 것으로 추가로 이해될 것이다.

[0013] "임의의" 또는 "임의로"는 후속적으로 기술된 사건 또는 상황이 일어나거나 일어나지 않을 수 있으며, 설명은 상기 사건 또는 상황이 일어난 사례 및 일어나지 않은 사례를 포함함을 의미한다.

[0014] "측면"은 이의 방법, 장치, 및/또는 성분을 지칭하는 경우 측면을 가리키는 제한, 기능성, 성분 등이 요구됨을 의미하는 것이 아니라, 오히려 이것이 특별한 설명적인 개시내용의 한 부분이며 달리 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 이의 방법, 장치, 및/또는 성분의 범위를 제한하지 않는다.

[0015] 본 명세서의 설명 및 청구항 전반에 걸쳐, 단어 "포함한다(comprise)" 및 단어의 변형, 예컨대 "포함하는(comprising)" 및 "포함한다(comprises)"는 "포함하지만 이에 제한되지 않는"을 의미하며, 예를 들어, 다른 성분, 정수 또는 단계를 배제하는 것으로 의도되지 않는다. "예시적인"은 "의 예"를 의미하며 바람직한 또는 이상적인 구현예의 징후를 전하는 것으로 의도되지 않는다. "예컨대(such as)"는 제한적인 의미로 사용되는 것이 아니라, 설명적인 목적이다.

[0016] 개시된 방법 및 장치를 수행하는데 사용될 수 있는 성분이 개시된다. 이들 및 다른 성분은 본 명세서에 개시되어 있으며, 이들 성분의 조합, 서브셋, 상호작용, 그룹 등이 개시된 경우, 이들의 각각의 다양한 개별 및 집단적인 조합 및 순열의 특정 언급이 명백하게 개시되지 않을 수 있지만, 각각은 모든 방법 및 장치에 대해 본원에서 구체적으로 고려되고 기술된다고 이해된다. 이것은 개시된 방법의 단계를 포함하지만 이에 제한되지 않는 본 출원의 모든 측면에 적용된다. 따라서, 수행될 수 있는 다양한 추가의 단계가 있다면 각각의 이들 추가의 단계는 개시된 방법의 임의의 특정 구현예 또는 구현예의 조합으로 수행될 수 있는 것으로 이해된다.

[0017] 본 방법 및 장치는 본원에 포함된 바람직한 측면 및 실시예의 하기 상세한 설명과 도면 및 그것의 이전의 및 이후의 설명을 참고하여 보다 쉽게 이해될 수 있다. 상응하는 용어들은 배치형태 및/또는 상응하는 성분, 측면, 피쳐, 기능성, 방법 및/또는 구성 물질 등 이러한 용어들의 일반론을 언급하는 경우 상호교환적으로 사용될 수 있다.

[0018] 본 개시내용은 이의 적용에 있어서 하기 설명에 제시되거나 도면에 설명된 성분의 구성 및 배열의 세부사항에 제한되지 않는 것으로 이해해야 한다. 본 개시내용은 다른 구현예를 다양한 방식으로 실시하거나 수행할 수 있다. 또한, 디바이스 또는 요소 배향 (예컨대, 예를 들어, "앞쪽", "뒤쪽", "위", "아래", "꼭대기", "바닥", 및 기타 동종의 것과 같은 용어들)과 관련하여 본원에 사용된 어법 및 용어는 단지 설명을 간소화하는데 사용되며, 언급된 디바이스 또는 요소가 특별한 배향을 가져야 한다는 것을 단독으로 나타내거나 의미하지 않는 것으로 이해해야 한다. 또한, 용어들 예컨대 "1차", "2차", 및 "3차"가 설명의 목적을 위해 본원에서 및 첨부된 청구항들에서 사용되며 상대적인 중요성 또는 유의성을 나타내거나 의미하는 것으로 의도되지 않는다.

[0019] 1. 정의

[0020] 본 개시내용 전반에 걸쳐, 다양한 용어들이 본 개시내용과 함께 사용될 수 있는 공정의 특정 성분, 장치, 및/또는 다른 성분을 설명하는데 사용될 수 있다. 명백하게 하기 위해, 이들 용어의 일부의 정의가 바로 아래에 제공되어 있다. 그러나, 이러한 성분을 설명하는데 사용될 때, 이들 용어들 및 이들의 정의는 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 범위를 제한함을 의미하는 것이 아니라 대신에 본 개시내용의 하나 이상의 측면을 설명함을 의미한다. 추가로, 임의의 용어 및/또는 이의 정의의 포함은 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 본원에 개시된 임의의 특정 공정 또는 장치에서의 그 성분의 출현을 필요로 함을 의미하지 않는다.

[0021] A. 기재 물질

[0022] 본 명세서에서 사용된 바와 같이 "기재"는 순수한 생체적합물질 (예를 들어, 먼 원사, 등), 복수의 생체적합물질 (예를 들어, 실크 섬유와 혼합된 리그노셀룰로스 섬유), 또는 공지된 양의 생체적합물질을 함유하는 물질을 포함할 수 있다. 일 측면에서, 기재는 수소 결합에 의해 함께 유지되는 적어도 하나의 생고분자 성분을 함유하는 천연 물질을 함유할 수 있다 (예를 들어, 셀룰로스). 특정 측면에서, 용어 "기재"는 합성 물질, 예컨대 폴리에스테르, 나일론, 등을 지칭할 수 있다; 그러나, 용어 "기재"가 전형적으로 합성 물질을 지칭하는 사례는 전반에 걸쳐 구체적으로 주지될 것이다. 융합 또는 용접 공정은 기재의 적어도 하나의 성분의 변성을 제한하는 방식으로 수행될 수 있다. 예를 들어, 제한된 양의 공정 용매는 중간 정도 온도 및 압력에서 및 리그노셀룰로

스 섬유는 변성을 제한하는 제어된 시간 동안 첨가될 수 있다.

- [0023] "셀룰로스-기반 기재"는 면, 펄프, 및/또는 다른 정제된 셀룰로스 섬유 및/또는 입자, 등을 포함할 수 있다.
- [0024] "리그노셀룰로스-기반 기재"는 목재, 대마, 옥수수대, 콩대, 풀, 등을 포함할 수 있다.
- [0025] "다른 당-기반 생고분자 기재"는 키틴, 키토산, 등을 포함할 수 있다.
- [0026] "단백질-기반 기재"는 케라틴 (예를 들어, 양모, 발굽, 뿔, 손톱), 실크, 콜라겐, 엘라스틴, 조직, 등을 포함할 수 있다.
- [0027] 본 명세서에서 사용된 바와 같이 "미가공 기재"는 임의의 용접 공정을 거치지 않은 임의의 기재를 포함할 수 있다.
- [0028] B. 기재 포맷 유형
- [0029] 기재 포맷은 다양한 상업적으로 입수가능한 또는 맞춤형 생성물일 수 있다. '느슨한', 1차원 (1D), 2차원 (2D), 및/또는 3차원 (3D) 기재 모두는 본 개시내용에 따라 다양한 공정들에 사용하는 것이 가능하다. 완성된 용접된 기재 또는 복합체는 각각 1D, 2D, 및/또는 3D로 형상화될 수 있다. 하기 정의는 기재 및 용접된 기재 (아래에 추가로 정의된 바와 같음) 둘 다에 적용 가능하다.
- [0030] "느슨한"은 느슨한, 및/또는 상대적으로 풀린 포맷으로 용접 공정에 공급되는 임의의 천연 섬유 및/또는 입자 또는 천연 섬유 및/또는 입자의 혼합물 (예를 들어, 느슨한 면과 목재 섬유 및/또는 입자의 혼합물)을 포함할 수 있다.
- [0031] "1D"는 원사 및 트레드, 단일의 비합사 및 합사 및 트레드 둘 다를 포함할 수 있다.
- [0032] "2D"는 종이 대체재 (예를 들어, 판지 대안, 패키징 종이, 등), 보드 대체재 (예를 들어, 하드보드, 합판, OSB, MDF, 규격 목재, 등에 대한 대안)를 포함할 수 있다.
- [0033] "3D"는 자동차 부품, 구조적 건축 성분 (예를 들어, 압출된 빔, 장선, 벽, 등), 가구 부품, 장난감, 전자장치 케이스 및/또는 성분, 등을 포함할 수 있다.
- [0034] 일반적으로, 생성된 용접된 기재 또는 복합 재료는 상당한 양의 천연 물질 (예를 들어, 생물형태 및/또는 효소에 의해 생산된 물질)로 이루어질 수 있으며, 여기서 상기 천연 물질은 아교, 수지, 및/또는 기타 접착제라기 보다는 천연 물질의 생고분자의 융합 또는 용접에 의해 함께 유지될 수 있다.
- [0035] C. 공정 용매 시스템
- [0036] "공정 용매"는 기재의 분자간 힘 (예를 들어, 수소 결합)을 파괴할 수 있는 물질을 포함할 수 있으며, 기재 내에 적어도 하나의 생고분자 성분을 팽윤, 연화, 및/또는 용해시킬 수 있고/있거나 달리 하나의 생고분자 성분을 또 다른 생고분자 성분에 결합할 수 있는 힘을 파괴하는 물질을 포함한다.
- [0037] "순수한 공정 용매"는 추가의 첨가제 없는 공정 용매를 포함할 수 있고, 이온성 액체, 3-에틸-1-메틸이미디졸륨 아세테이트, 3-부틸-1-메틸이미디졸륨 염화물, 및 기재의 분자간 힘을 파괴하는 역할을 하는 현재 공지된 또는 이후에 개발된 다른 유사한 염을 포함할 수 있다.
- [0038] "깊은 공융 공정 용매(deep eutectic process solvent)"는 하나 이상의 화합물을 혼합물 형태로 포함하여, 혼합물을 구성하는 성분들 중의 하나 이상보다 낮은 용융점을 갖는 공융물을 제공하는 이온성 용매를 포함할 수 있고, 추가로, 다른 이온성 액체 및/또는 분자 종과 혼합된 순수한 이온성 액체 공정 용매를 포함할 수 있다.
- [0039] "혼합된 유기 공정 용매"는 극성 양성자성 (예를 들어, 메탄올) 및/또는 극성 비양성자성 용매 (예를 들어, 아세토니트릴)와 혼합된 이온성 액체 (예를 들어, 3-에틸-1-메틸이미디졸륨 아세테이트) 뿐만 아니라 4-메틸모폴린 4-옥사이드를 함유하는 용액 (N-메틸모폴린 N-산화물, NMMO로도 공지된다)을 포함할 수 있다.
- [0040] "혼합된 무기 공정 용매"는 수성 염 용액 (예를 들어, 우레아 또는 다른 분자 첨가제와 혼합될 수 있는 LiOH 및/또는 NaOH의 수용액, 수성 구아니디늄 염화물, N,N-디메틸아세트아미드 (DMAc) 중의 LiCl, 등)을 포함할 수 있다.
- [0041] 일 측면에서, 공정 용매는 추가의 기능성 물질 예컨대 비교적 작은 양 (예를 들어, 10질량 % 미만)의 완전하게 가용화된 천연 폴리머(들) (예를 들어, 셀룰로스)을 함유할 수 있지만, 또한, 선택된 합성 폴리머 (예를 들어 메타□아라미드), 뿐만 아니라 다른 기능성 물질을 함유할 수 있다.

- [0042] D. 기능성 물질
- [0043] "기능성 물질"은 기재에 피쳐, 기능성, 및/또는 이점을 부가할 수 있는 천연 또는 합성 무기 물질 (예를 들어, 자기 또는 전도성 물질, 자기 극미립자, 촉매, 등), 천연 또는 합성 유기 물질 (예를 들어, 탄소, 염료 (형광 및 인광을 포함하지만 이에 제한되지 않음), 효소, 촉매, 폴리머, 등), 및/또는 디바이스 (예를 들어, RFID 태그, MEMS 디바이스, 집적회로)를 포함할 수 있다. 추가로, 기능성 물질은 기재 및/또는 공정 용매에 배치될 수 있다.
- [0044] E. 공정 습윤화 기재
- [0045] "공정 습윤화 기재(process wetted substrate)"은 기재의 모두 또는 일부에 적용된 공정 용매로 습윤화된 포맷 및 유형의 임의의 조합의 기재를 지칭할 수 있다. 따라서, 공정 습윤화 기재는 부분적으로 용해되고 연화된 천연 폴리머를 함유할 수 있다.
- [0046] F. 재구성 용매 시스템
- [0047] "재구성 용매"는 비□제로 증기압을 갖는 액체를 포함할 수 있고 공정 용매 시스템으로부터의 이온과 혼합물을 형성할 수 있다. 일 측면에서, 재구성 용매 시스템의 하나의 특징은 천연 물질 기재를 스스로 용해시킬 수는 없다는 것일 수 있다. 일반적으로, 재구성 용매는 기재로부터 공정 용매 이온을 분리 및 제거하는데 사용될 수 있다. 즉, 일 측면에서 재구성 용매는 공정 습윤화 기재로부터 공정 용매를 제거한다. 그렇게 해서, 공정 습윤화 기재는 아래에 정의된 바와 같이 재구성된 습윤화 기재로 전환될 수 있다.
- [0048] 재구성 용매는 극성 양성자성 용매 (예를 들어, 물, 알코올, 등) 및/또는 극성 비양성자성 용매 (예를 들어, 아세톤, 아세토니트릴, 에틸 아세테이트, 등)를 포함할 수 있다. 재구성 용매는 분자 성분의 혼합물일 수 있고 이온성 성분을 포함할 수 있다. 일 측면에서, 재구성 용매는 기재 내의 기능성 물질의 분포를 조절하는데 도움을 주기 위해 사용될 수 있다. 재구성 용매는 공정 용매 시스템 중의 분자 첨가제와 화학적으로 유사하거나 실질적으로 화학적으로 동일하도록 구성될 수 있다.
- [0049] 일 측면에서, (순수한) 재구성 용매는 이온성 성분과 혼합되어 공정 용매를 형성할 수 있다. 재구성 용매는 공정 용매 시스템 중의 분자 첨가제와 화학적으로 유사하거나 실질적으로 화학적으로 동일하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 아세토니트릴은 순수할 때에는 셀룰로스를 용해시킬 수 없는 비-제로 증기압을 갖는 극성 비양성자성 분자 액체이다. 아세토니트릴은 충분한 양의 3-에틸-1-메틸이미디졸륨 아세테이트와 혼합되어 수소 결합을 파괴할 수 있는 용액을 형성할 수 있으며, 아세토니트릴이 재구성 용매로서 사용될 수 있다. 따라서, 충분한 농도 (이온 강도)의 적절한 이온을 함유하는 혼합물이 공정 용매로서 역할을 할 수 있다. 본 개시내용 내에서, 천연 기재의 폴리머를 용해 또는 연화시키기에 충분한 이온 강도를 함유하지 않는 아세토니트릴 중의 3-에틸-1-메틸이미디졸륨 아세테이트의 임의의 혼합물이 재구성 용매로 간주된다.
- [0050] G. 재구성된 습윤화 기재
- [0051] "재구성된 습윤화 기재"는 공정 습윤화 기재의 모두 또는 일부에 적용된 재구성 용매로 습윤화된 포맷 및 유형의 임의의 조합의 공정 습윤화 기재를 지칭할 수 있다. 일반적으로, 재구성된 습윤화 기재는 부분적으로 용해되고 연화된 천연 폴리머를 함유하지 않으며, 이것은 재구성 용매의 적용을 통한 공정 용매의 제거로 인한 것일 수 있다.
- [0052] H. 건조 가스 시스템
- [0053] "건조 가스"는 실온 및 대기압에서 가스이지만, 초임계 유체일 수 있는 물질을 포함할 수 있다. 일 측면에서, 건조 가스는 공정 습윤화 기재 및/또는 재구성된 습윤화 기재 둘 다로부터 비-제로 증기압 성분 (예를 들어, 재구성 용매의 모두 또는 일부)과 혼합되어 이를 운반할 수 있다. 건조 가스는 순수한 가스 (예를 들어, 질소, 아르곤, 등) 또는 가스의 혼합물 (예를 들어, 공기)일 수 있다.
- [0054] I. 용접된 기재
- [0055] "용접된 기재"는 하나 이상의 개별 섬유 및/또는 입자가 이들 섬유 및/또는 입자로부터의 생고분자에 작용하는 및/또는 기재 내의 또 다른 천연 물질에 작용하는 공정 용매를 통해 함께 융합되거나 용접되는 적어도 하나의 천연 기재로 이루어진 완성된 복합체를 지칭하는데 사용될 수 있다. 일반적으로, 용접된 기재는 "완성된 복합체" 및/또는 "섬유-매트릭스 복합체"를 포함할 수 있다. 구체적으로, "섬유-매트릭스 복합체"는 용접된 기재의 섬유 및 매트릭스 둘 다로서 작용하는 천연 기재를 갖는 용접된 기재를 지칭하는데 사용될 수 있다.

- [0056] J. 용접
- [0057] "용접"은 본 명세서에서 사용된 바와 같이 폴리머의 긴밀한 분자간 회합에 의한 물질의 접합 및/또는 융합을 지칭할 수 있다.
- [0058] **2. 일반적인 용접 공정**
- [0059] 본 개시내용은 생고분자 함유 섬유질 및/또는 미립자 기재를 용접된 기재 (이의 한가지 예는 복합 재료이다)로 전환시키기 위한 다양한 공정 및/또는 장치를 제공하며, 또한 용접된 기재(들)로부터 제조될 수 있는 다양한 생성물을 개시한다. 일반적으로, 생고분자 함유 섬유질 및/또는 미립자 기재를 용접된 기재로 전환시키기 위한 공정 단계 및/또는 공정 단계의 조합은 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 제한없이 본 명세서에서 일명 "용접 공정"이라고 할 수 있다. 공정의 일 측면에서, 공정 용매는 천연 물질을 함유하는 하나 이상의 기재에 적용될 수 있다. 일 측면에서, 공정 용매는 천연 물질(들)을 함유하는 기재(들)의 적어도 하나의 성분 내에서 하나 이상의 분자간 힘 (분자간 힘은 수소 결합을 포함하지만 이에 제한되지 않을 수 있다)을 파괴할 수 있다.
- [0060] 공정 용매의 일부의 제거시 (이것은 아래에 더욱 상세하게 기술된 바와 같이 재구성 용매로 달성될 수 있다), 기재(들) 내의 섬유 및/또는 입자가 함께 융합되거나 용접될 수 있고, 이것이 용접된 기재를 초래할 수 있다. 시험을 통해, 용접된 기재는 (가공을 거치기 전의) 최초 기재(들)를 능가하는 향상된 물리적 특성 (예를 들어, 향상된 인장 강도)을 가질 수 있는 것으로 밝혀졌다. 용접된 기재는 또한, 용접 공정 자체를 위해 선택된 파라미터 또는 기재(들)를 용접된 기재로 전환시키는 용접 공정 전 또는 동안 기재(들)에의 기능성 물질의 포함 때문에 향상된 화학적 특성 (예를 들어, 소수성) 또는 다른 피쳐/기능성이 부여될 수 있다.
- [0061] 본원에 개시된 다양한 공정 및/또는 장치는, 공정 및/또는 장치가 임의의 개수의 공정 용매 및/또는 기재 (천연 물질의 생고분자를 완전히 용해시킬 수 있는 것으로 학술 문헌 또는 특허 문헌에 공지된 공정 용매 및/또는 기재 또는 이후에 개발된 것들을 포함함)에 사용하기 위해 구성될 수 있도록 일반화될 수 있다. 본 개시내용의 측면에서, 용접 공정은 생고분자□함유 기재(들)이 처리 공정에서 완전히 용해되지 않도록 구성될 수 있다. 또 다른 측면에서, 다양한 조성 및 형상의 강력한 복합 재료가 (생고분자-함유 기재를 완전히 용해시키지 않도록 구성된 공정에서 조차도) 아교 및/또는 수지 없이 생산될 수 있다.
- [0062] 일반적으로, 용접 공정 및/또는 장치는 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 제한없이 공정 용매의 양, 온도, 압력, 천연 물질에의 공정 용매 노출의 지속기간, 및/또는 다른 파라미터를 주의하여 및 의도적으로 조절하도록 구성될 수 있다. 추가로, 공정 용매, 재구성 용매, 및/또는 건조 가스를 재사용을 위해 효율적으로 재순환시킬 수 있는 수단이 상업화를 위해 최적화될 수 있다. 이와 같이, 본원에는 선행기술에 기반하여 명백하지 않은 획기적인 개념 및 피쳐의 집합이 개시된다. 천연 물질이 일반적으로 풍부하고, 값싸고, 지속적으로 생산될 수 있음을 고려하면, 본원에 개시된 공정 및 장치는 연간 수 조 달러 가치의 물질을 제조할 수 있는 혁신적이고 지속가능한 수단을 위한 전형일 수 있다. 이 기술은 인류가 석유 및 석유□함유 물질과 같은 유한 자원에 제한되지 않는 방식으로 전진하도록 할 수 있다. 일 측면에서, 본 개시내용은 여러 신규의 명백하지 않은 최종 생성물을 초래할 수 있는, 선행기술에 개시되지 않은 기재, 공정 용매, 및/또는 재구성에 사용하기 위해 구성된 신규의 명백하지 않은 공정 및/또는 장치를 사용하여 이러한 결과를 달성할 수 있다.
- [0063] A. 기재 공급 구역
- [0064] 이하에서는 도면을 참고로 하며, 여기서 같은 참조 숫자는 몇 개의 뷰의 전반에 걸쳐 동일한 또는 상응하는 부분을 지정하며, 도 1은 용접된 기재를 생산하도록 구성될 수 있는 하나의 용접 공정의 다양한 측면을 보여주는 도식적 도시를 제공한다. 이러한 일반적인 용접 공정은 적어도 특정 기재, 특정 공정 용매 시스템, 생산되는 특정 용접된 기재, 이용되는 기능성 물질, 및/또는 이들의 조합에 기반하여 변형 및/또는 최적화될 수 있다. 도 1에 개략적으로 묘사된 용접 공정은 제한하고자 하는 것은 아니며, 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 단지 설명하기 위한 것이다. 용접된 기재를 생산하기 위한 용접 공정의 특정 측면에 대한 추가의 세부사항 (예를 들어, 특정 설비, 가공 파라미터, 공정 용매 시스템, 등)이 아래에 추가로 제공되며, 바로 다음 예의 용접 공정은 광범위한 기재, 공정 용매 시스템, 재구성 용매 시스템, 용접된 기재, 기능성 물질, 기재 포맷, 용접된 기재 포맷, 및/또는 이들의 조합에 적용할 수 있는 본 개시내용의 특정 측면을 강조하는 대단히 중요한 프레임워크를 제공하고자 의도된다.
- [0065] 일반적으로, 용접 공정은 기재 공급 구역 (1)이 기재 포맷(들)이 용접 공정 및/또는 이와 관련된 장치에 (들어가기 위해) 조절가능하게 공급될 수 있는 용접 공정의 부분을 포함하도록 구성될 수 있다. 기재 공급 구역 (1)은 특별한 기재 물질 또는 기재 물질의 혼합물로부터 특별한 기재 포맷(들)을 생성하는 설비를 포함할 수 있

다. 대안적으로, 기재 공급은 이미 만들어져 있는 기재 포맷의 롤을 전달하도록 구성될 수 있다. 기재는 기재 공급 구역 (1)을 통해 밀려 나가고 끝어 당겨질 수 있다. 기재는 전동 컨베이어 시스템에 태워질 수 있다. 기재는 압출-형 스크류에 의해 기재 공급 구역 (1)을 통해 공급될 수 있다. 따라서, 본 개시내용의 범위는 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 기재가 기재 공급 구역 (1)에서 이동하는지, 및/또는 어떻게 이동하는지, 및/또는 기재가 계속 정지된 채로 있고 설비 및/또는 용접 공정의 다른 성분이 기재에 대해 이동하는지에 의해 제한되지 않는다.

[0066] 기재는 기재 공급 구역 (1) 내에서 기재에 첨가될 수 있는 추가의 기능성 물질을 함유할 수 있다. 설비 및 계기 장비는 적어도 기재 공급 구역 (1) 내의 온도, 압력, 조성, 및/또는 물질의 공급 속도를 모니터링하고 조절하는데 이용될 수 있다. 일반적으로, 기재 또는 다중 기재는 기재 공급 구역 (1)에서 공정 용매 적용 구역 (2)으로 이동할 수 있다.

[0067] 특정 1D 기재 (예를 들어, 원사 및/또는 유사한 기재)에 사용하기 위해 구성된 본 개시내용에 따르는 용접 공정의 측면에서, 기재가 용접 공정에 들어가기 전에 기재에 응력을 적용하는 장치를 포함시키는 것이 유리할 수 있다. 섬유 용접 공정에 들어가기에 앞서 기재에 예정된 응력을 적용함으로써, 기재의 약한 부분이 파손되고 노출될 수 있다. 장치는 또한, 연속 기재를 재건하도록 매듭을 묶는 메카니즘으로 구성될 수 있다. 최종 결과는 이렇게 구성된 용접 공정이 정지 시간(down time)을 제한하도록 기재의 약한 부분의 위치를 찾아서 이를 고칠 수 있다는 것이다. 이러한 장치는 용접 공정을 수행하기 오래 전에 특정 기재를 개선시키기 위한 독립형 기계일 수 있다. 대안적으로, 이러한 장치는 기재 공급 구역 (1)에 직접적으로 통합될 수 있다.

[0068] B. 공정 용매 적용

[0069] 공정 용매 적용 구역 (2)에서, 하나 이상의 공정 용매는 기재가 공정 용매 적용 구역 (2)을 통해 이동함에 따라 액침, 위킹(wicking), 페인팅(painting), 잉크젯 인쇄, 분무, 등에 의해 또는 이들의 임의의 조합에 의해 기재 (들)에 적용될 수 있다. 공정 용매는 기능성 물질 및/또는 분자 첨가제를 포함할 수 있으며, 이 둘 모두는 아래에 더욱 상세하게 기술된다.

[0070] 일 측면에서, 공정 용매 적용 구역 (2)은 기능성 물질(들)을 공정 용매로부터 별도로 기재에 부가하는 추가의 설비로 구성될 수 있다. 설비 및 계기 장비는 적어도 공정 용매의 온도 및/또는 압력, 기재, 및/또는 공정 용매 적용 동안의 분위기를 모니터링하고 조절하는데 이용될 수 있다. 적용되는 공정 용매의 조성, 양, 및/또는 속도를 모니터링하고 조절하는 설비 및 계기 장비가 이용될 수 있다. 공정 용매는 공정 용매 적용 방법에 따라 특정 위치에 또는 전체 기재에 적용될 수 있다.

[0071] 압출을 사용하여 용접된 기재를 생산하기 위한 용접 공정의 측면에서, 다이가 공정 용매 적용 구역 (2)의 끝에 닿을 수 있다. 이렇게 구성된 용접 공정은 또한, 기재가 공정 용매 적용 구역 (2)을 통해 이동함에 따라 공정 용매가 적용될 수 있는 느슨한 기재로부터 1D, 2D, 또는 3D 형상을 형성하는 설비를 포함할 수 있다. 일반적으로, 용매 적용 구역 (2)의 최적의 배치형태는 적어도 기재 포맷, 공정 용매 및/또는 공정 용매 시스템의 선택, 및 공정 용매를 적용하는데 사용된 장치에 따라 좌우될 수 있다. 이들 파라미터는 원하는 양의 점성 저항을 달성하도록 구성될 수 있다. 본 명세서에서 사용된 바와 같은 "점성 저항(viscous drag)"은 공정 용매 및/또는 공정 용매 시스템을 기재에 적용하는, 공정 용매 및/또는 공정 용매 시스템 점도 및 기계적 (예를 들어, 압력, 마찰, 전단, 등) 힘 간의 밸런스를 나타낸다. 일부 경우에, 최적의 점성 저항은 전반에 걸쳐 일관된 특성을 갖는 용접된 기재를 초래하도록 구성되며, 다른 사례에서 최적의 점성 저항은 아래에 더욱 상세하게 논의된 바와 같이 조절된 용접 기재를 초래하도록 구성된다.

[0072] 특정 1D 기재 (예를 들어, 원사 및/또는 유사한 기재)에 사용하기 위해 구성된 본 개시내용에 따르는 용접 공정의 측면에서, 공정 용매를 기재에 적절하게 적용하여 (및 이로써 점성 저항에 영향을 주어) 원하는 특성의 용접된 기재를 생산하도록 설계될 수 있는 적절한 크기의, 바늘-유사 오리피스를 사용하는 것이 유리할 수 있다. 공정 용매는 디바이스 내에 조절가능하게 계량될 수 있는 동시에 기재는 오리피스를 통해 이동할 수 있다. 적어도 공정 용매의 온도, 유량 및 유동 특성, 및/또는 기재 공급 속도는 완성된 용접된 기재에 원하는 특성을 부여하도록 모니터링 및/또는 제어될 수 있다. 오리피스 크기, 형상, 및 배치형태 (예를 들어, 직경, 길이, 기울기, 등)는 도 6a-6c에 관하여 아래에 더욱 상세하게 논의된 바와 같이 공정 용매가 기재에 적용됨에 따라 기재에 응력을 제한하거나 부가하도록 설계될 수 있다. 이러한 디자인 고려는 미세 원사, 또는 빗질하여 단섬유를 제거하지 않은 원사에 특히 중요할 수 있다.

[0073] 공정 용매 적용 구역 (2)의 특정 배치형태는 적어도 공정 용매 및/또는 공정 용매 시스템에 사용되는 특정 화학

에 따라 좌우될 수 있다. 예를 들어, 일부 공정 용매 및/또는 공정 용매 시스템은 상대적으로 차가운 온도에서 생고분자(즉, 대략 -5°C 이하에서 LiOH -우레아)를 팽윤 및 연화시키는데 유효하며 나머지(즉, 이온성 액체, NMMO, 등)는 상대적으로 고온에서 유효하다. 특정 이온성 액체는 50°C 이상에서 유효해지는 반면 NMMO는 90°C 보다 더 높은 온도를 필요로 할 수 있다. 추가로, 많은 공정 용매 및/또는 공정 용매 시스템의 점도는 온도의 함수일 수 있어, 공정 용매 적용 구역 (2)의 다양한 측면 (또는 용접 공정의 다른 측면)의 최적의 배치형태는 공정 용매 적용 구역 (2)의 온도, 공정 용매 자체, 및/또는 공정 용매 시스템에 따라 좌우될 수 있다. 즉, 특정 공정 용매 및/또는 공정 용매 시스템이 저온에서 유효하고 또한 이러한 저온에서 상대적으로 점성인 경우, 공정 용매 및/또는 공정 용매 시스템을 기재에 적용하는데 사용된 설비는 이러한 온도 및 점도를 수용하도록 설계되어야 한다. 주어진 공정 용매 및/또는 공정 용매 시스템의 유효한 온도 범위 내에서, 그 범위 내의 온도, 공정 용매 및/또는 공정 용매 시스템의 화학 (예를 들어, 보조-용매의 첨가 및/또는 비, 등), 공정 용매 적용 구역 (2)과 관련된 장치의 배치형태, 등의 추가의 개량이 이루어져, 용접 공정에서 남은 단계들에 대해 원하는 특성을 갖는 습윤화된 기재를 초래하는 방식으로 기재에 공정 용매를 적절하게 적용하는 적절한 양의 점성 저항을 초래할 수 있다. 그러나, 공정 용매 적용 구역 (2)의 특정 작동 온도는 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 본 개시내용의 범위를 결코 제한하지 않는다.

[0074] C. 공정 온도/압력 구역

[0075] 기재에 공정 용매의 적용시, 습윤화된 기재는 제어된 시간 양 동안 적어도 제어된 온도, 압력, 및/또는 분위기 (조성)의 용접 공정 구역에 들어갈 수 있다. 설비 및 계기 장비는 적어도 기재 공급 구역 (1) 내에서 공정 습윤화 기재의 온도, 압력, 조성, 및/또는 공급 속도를 모니터링, 조절, 및/또는 제어하는데 이용될 수 있다. 특히, 온도는 냉각기, 대류 오븐, 마이크로웨이브, 적외선, 또는 임의의 개수의 다른 적합한 방법 또는 장치를 사용함으로써 제어 및/또는 조절될 수 있다.

[0076] 일 측면에서, 공정 용매 적용 구역 (2)은 공정 온도/압력 구역 (3)과는 별개일 수 있다. 그러나, 본 개시내용에 따르는 또 다른 측면에서, 용접 공정은 이러한 두 가지 구역 (2, 3)이 하나의 인접 세그먼트로 되도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 기재가 특정 시간 동안 및 제어된 온도 및 압력 조건하에서 공정 용매 배스에 액침되고 이를 통해 이동할 수 있도록 구성된 용접 공정은 공정 용매 적용 구역 (2) 및 공정 온도/압력 구역 (3)을 구비할 것이다. 일반적으로, 공정 용매 적용 구역 (2) 및 공정 온도/압력 구역 (3)이 함께 용접 구역으로 간주될 수 있다.

[0077] 압출이 수행되는 본 개시내용에 따르는 용접 공정의 측면에서, 다이가 공정 온도/압력 구역 (3)의 내부에 또는 단부에 포함될 수 있다. 본 개시내용에 따르는 용접 공정의 다른 측면은 또한, 공정 용매가 적용된 및 공정 온도/압력 구역 (3)을 통해 이동된 느슨한 기재로부터 1D, 2D, 또는 3D 형상을 형성하는 설비를 포함할 수 있다.

[0078] D. 공정 용매 회수 구역

[0079] 공정 용매는 공정 용매 회수 구역 (4) 내에서 기재로부터 분리될 수 있다. 일 측면에서, 공정 용매는 증기압을 거의 또는 전혀 갖지 않는 염을 함유할 수 있다. 기재로부터 공정 용매 (공정 용매의 적어도 일부분은 이온으로 구성될 수 있음)를 제거하기 위해, 재구성 용매가 도입될 수 있다. 공정 습윤화 기재에의 재구성 용매의 적용시, 공정 용매는 기재에서 나와 재구성 용매로 이동할 수 있다. 요구되는 것은 아니지만, 일부 측면에서 재구성 용매는 해당하는 경우 최소 시간, 공간, 및 에너지를 사용하여 공정 용매를 회수하는데 최소량의 재구성 용매가 요구되도록 기재의 움직임의 반대 방향으로 유동할 수 있다.

[0080] 본 개시내용에 따라 구성된 용접 공정의 측면에서, 공정 용매 회수 구역 (4)은 또한, 재구성 용매가 공정 습윤화 기재의 반대로 또는 가로질러 유동하는 배스, 일련의 배스, 또는 일련의 세그먼트일 수 있다. 설비 및 계기 장비는 공정 용매 회수 구역 (4) 내에서 적어도 재구성 용매의 온도, 압력, 조성, 및/또는 유량을 모니터링 및 제어하는데 이용될 수 있다. 이러한 구역 (4)을 빠져 나가면, 기재는 재구성 용매로 습윤화될 수 있다.

[0081] 일 측면에서, 이온성 액체 공정 용매를 분자 첨가제와 함께 갖는 공정 용매 시스템을 구성하고 분자 첨가제와 화학적으로 유사하거나 화학적으로 동일하도록 재구성 용매를 구성하는 것이 최적일 수 있다. 이온성 액체로 구성된 공정 용매의 경우, 상대적으로 낮은 비점과 상대적으로 높은 증기압을 갖는 분자 첨가제를 선택하는 것이 유익할 수 있다. 추가로, 이러한 분자 첨가제는 일반적으로 아세토니트릴, 아세톤, 및 에틸 아세테이트와 같지만 하기 청구항에 나타내지 않는 한 이에 제한되지 않는 극성 비양성자성인 것이 유익할 수 있다 (극성 양성자성 용매가 일반적으로 이온성 액체로부터 분리하기가 더 어려울 수 있고 또한 이온성 액체-함유 용매 시스템의 효능을 감소시키는 경향이 있기 때문에). 수성 수산화물 (예를 들어, LiOH)로 구성된 공정 용매의 경우,

극성 양성자성인 물로 이루어진 재구성 용매를 선택하는 것이 유리할 수 있다. 재구성 용매와 화학적으로 유사하거나 화학적으로 동일한 분자 첨가제로 용접 공정을 구성하는 것이 적어도 공정 용매 회수 구역 (4), 용매 수집 구역 (7), 및 용매 재순환 (8)을 위해 요구되는 설비 및/또는 에너지 및/또는 시간을 간소화할 수 있기 때문에 용접 공정의 경제성에 유익할 수 있다. 추가로, 재구성 용매 및/또는 공정 용매 회수 구역 (4)의 온도를 높힘에 따라, 재구성을 위해 요구되는 시간이 크게 감소할 수 있으며, 이것은 용접 공정 및 관련된 설비의 전반적인 길이를 더 작게 할 수 있고, 이것이 차례로 기재 긴장의 복잡성 및/또는 변화 및 용적 압밀(volume consolidation)을 제어하는 능력을 감소시킬 수 있다 (아래에 더욱 상세하게 설명된 바와 같음).

[0082] 대안적으로, 용접 공정은 특정 속성을 갖는 용접된 기재를 야기하는 재구성 용매 메이크업 및 온도로 구성될 수 있다. 예를 들어, EMIm OAc로 구성된 공정 용매 및 물로 구성된 재구성 용매를 이용하는 하나의 용접 공정에서, 물의 온도는 아래에 더욱 상세하게 기술된 바와 같이 용접된 원사 기재의 속성에 영향을 줄 수 있다.

[0083] E. 건조 구역

[0084] 재구성 용매는 건조 구역 (5) 내에서 기재로부터 분리될 수 있다. 즉, 재구성된 습윤화 기재는 건조 구역 (5)에서 완성된 (건조된) 용접된 기재로 전환될 수 있다. 요구되는 것은 아니지만, 일 측면에서, 건조 가스는 해당하는 경우 최소 시간, 공간, 및 에너지를 사용하여 재구성 용매의 제거를 통해 재구성된 습윤화 기재를 건조시키면서 최소량의 건조 가스가 요구될 수 있도록 재구성된 습윤화 기재의 움직임의 반대 방향으로 유동할 수 있다. 설비 및 계기 장비는 건조 구역 (5) 내에서 적어도 가스의 온도, 압력, 조성, 및/또는 유량을 모니터링 및 제어하는데 이용될 수 있다.

[0085] 건조 구역 (5)은 건조 공정 단계 동안, 기재, 공정 습윤화 기재, 재구성된 기재, 및/또는 용접된 기재에서 "제어된 용적 압밀"이 관측되도록 구성될 수 있다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이 "제어된 용적 압밀"은 완성된 용접 기재가 건조 및/또는 재구성시 용적이 줄고/줄거나 특정 형상 계수를 따르는 특정한 방식을 나타낸다. 예를 들어, 일차원 기재 예컨대 원사에서, 원사의 직경이 감소됨에 따라 및/또는 원사의 길이가 감소됨에 따라 제어된 용적 압밀이 일어날 수 있다.

[0086] 제어된 용적 압밀은 적어도 재구성된 습윤화 기재를 건조 공정 동안 적절하게 압박함으로써 하나의 또는 다중 방향/치수로 제한될 수 있다. 또한, 이용된 공정 및/또는 재구성 용매의 양 및 유형, 공정 및/또는 재구성 용매 적용의 방법(점성 저항의 정도 및 유형, 등)이, 재구성된 습윤화 기재가 건조시 수축하려는 정도에 영향을 줄 수 있다. 예를 들어, 1D 기재 (예를 들어, 원사, 트레드)에서, 제어된 용적 압밀은 기재가 용접 공정 (특히 공정 용매 회수 구역 (4), 건조 구역 (5), 및/또는 용접된 기재 수집 구역 (6))의 하나 이상의 단계 동안 적절한 양의 긴장을 거치도록 건조 구역 (5)을 구성함으로써 직경의 감소에만 제한될 수 있다. 유사한 방식으로, 2-차원, 시트-유형 기재의 예에서, 용접 공정 (특히 공정 용매 회수 구역 (4), 건조 구역 (5), 및/또는 용접된 기재 수집 구역 (6))의 하나 이상의 단계에서 기재의 적절한 긴장 및 피닝(pinning)은 제어된 용적 압밀을 단지 기재 두께에만 영향을 미치고 기재의 면적 (길이 및/또는 폭)은 변화시키지 않도록 제한할 수 있다. 대안적으로, 시트-유형 기재는 하나 이상의 치수 방향에서 제어된 용적 감소를 겪을 수 있다.

[0087] 제어된 용적 압밀은 기재가 수축하는 방향성을 제어하거나 완성된 용접된 기재가 특별한 형상 또는 형태를 물리적으로 준수하도록 하기 위해 재구성된 습윤화 기재가 건조됨에 따라 이를 유지하는 건조 구역 (5) 내의 특화된 설비에 의해 촉진되고/되거나 제한될 수 있다. 예를 들어, 판지□대체물 유형 생성물이 롤의 길이 또는 폭을 따라 수축하는 것은 방지하지만 물질이 두께에 있어서는 축소되도록 하는 일련의 롤러. 또 다른 예는 재구성된 습윤화 기재가 압축되어, 건조됨에 따라 특별한 3D 형상을 취하고 유지할 수 있도록 하는 금형이다.

[0088] 본 개시내용에 따르는 용접 공정의 일 측면에서, 건조 구역 (5)은 재구성된 습윤화 기재가 주위 압력 미만의 압력을 겪을 수 있고, 상대적으로 적은 양의 건조 가스에 노출될 수 있도록 구성될 수 있다. 그와 같은 배치형태에서, 재구성된 습윤화 기재는 냉동건조될 수 있다. 이러한 유형의 건조는 재구성 용매가 승화함에 따라 발생하는 수축의 양을 방지 또는 최소화하는데 유리할 수 있다.

[0089] 이용된 재구성 용매가 양성 (예를 들어, 물)인 본 개시내용에 따르는 용접 공정의 측면에서, 건조 구역 (5)은 재구성된 습윤화 기재가 수집으로 직행할 수 있도록 생략될 수 있다. 예를 들어, 원사로서 구성된 재구성된 습윤화 기재는 수집 후 및/또는 동안 수집 릴에 감긴 다음 공기 건조될 수 있다.

[0090] F. 용접된 기재 수집 구역

[0091] 용접된 기재 수집 구역 (6)은 용접된 기재 (예를 들어, 완성된 복합체)가 수집되는 용접 공정의 부분일 수 있다. 본 개시내용의 특정 측면에서, 용접된 기재 수집 구역 (6)은 물질 (예를 들어, 원사의 코일, 판지□대체

물, 등)의 물로서 구성될 수 있다. 용접된 기재 수집 구역 (6)은, 예를 들어, 복합 압출로서 구성된 용접된 기재로부터 시트 및/또는 형상을 절단하는 톱 또는 스탬프를 사용할 수 있다. 일 측면에서, 자동화 적층 설비가 완성된 복합체의 다발을 포장하는데 이용될 수 있다. 추가로, 권축되고 포장된 1D 용접된 기재의 예에서, 권축 및 포장의 방법은 용접 공정의 점성 저항에 영향을 미치는 하나 이상의 변수에 영향을 주도록 구성될 수 있다.

[0092] 특정 1D 기재 (예를 들어, 원사 및/또는 유사한 기재)에 사용하기 위해 구성된 본 개시내용에 따르는 용접 공정의 측면에서, 공정 용매 적용 구역 (2) 직후 또는 공정 온도/압력 구역 직후 용접된 기재를 원통형 또는 튜브-유사 구조 상에 코일로 감을 수 있는 장치를 사용하는 것이 유리할 수 있다. 장치는 기재가 공정 용매 회수 구역 (4)로 들어가기 전에 1-차원 기재로부터 3차원, 튜브-유사 구조를 생산하는데 사용될 수 있다. 그렇게 해서, 기재는 신규한 튜브-유사 형상에 맞출 수 있다. 그와 같은 장치는 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 비제한적으로 기능성 물질 (예를 들어, 원사 내에 포매된 촉매)을 함유하는 원사 기재로부터 기능성 복합 재료를 제조하도록 적어도 부분적으로 구성된 용접 공정에서 이용되는 경우 특히 유용할 수 있는 것으로 고려된다.

[0093] 특정 1D 기재 (예를 들어, 원사 및/또는 유사한 기재)에 사용하기 위해 구성된 본 개시내용에 따르는 용접 공정의 또 다른 측면에서, 공정 용매 적용 구역 (2) 직후 또는 공정 온도/압력 구역 (3) 직후 기재를 편직 또는 직조할 수 있는 장치를 사용하는 것이 유리할 수 있다. 장치는 공정 용매 회수 구역 (4)에 들어가기 전에 기재로부터 직물 구조를 생산하도록 구성될 수 있다. 그와 같은 장치는 용접 공정이 다른 제조 수단을 통해서는 달성될 수 없는 특유의 특성을 갖는 2D 패브릭을 생산할 수 있도록 구성될 수 있다.

[0094] 특정 1D 기재 (예를 들어, 원사 및/또는 유사한 기재)에 사용하기 위해 구성된 본 개시내용에 따르는 용접 공정의 또 다른 측면에서, 원사의 코일형 패키지를 생산할 수 있는 장치 (예를 들어, 트레이버스 캡)를 사용하는 것이 유리할 수 있다. 그와 같은 장치는 용접된 기재를 얹히지 않으면서 나중에 풀릴 수 있는 코일-유사 패키지로 압연하도록 구성될 수 있다.

[0095] G. 용매 수집 구역

[0096] 상기에 기술된 바와 같이, 공정 용매는 공정 용매 회수 구역 (4) 내에서 재구성 용매에 의해 공정 습윤화 기재로부터 세척될 수 있다. 따라서, 일 측면에서 재구성 용매는 공정 용매 (예를 들어, 이온 및/또는 임의의 분자 구성성분, 등)의 다양한 부분과 혼합될 수 있다. 이 혼합물 (또는 상대적으로 순수한 공정 용매 또는 재구성 용매)은 용매 수집 구역 (7) 내의 적절한 지점에서 수집될 수 있다. 일 측면에서, 수집 지점은 공정 습윤화 기재의 입구 근처에 배치될 수 있다. 그와 같은 배치형태는, 공정 습윤화 기재 내의 공정 용매 구성성분의 농도는 재구성 용매 중의 이의 농도가 가장 낮은 지점에서 가장 낮기 때문에, 공정 습윤화 기재에 대한 재구성 용매의 향류를 사용하는 배치형태에 특히 유용할 수 있다. 이러한 배치형태는 재구성 용매를 덜 사용하게 할 뿐만 아니라 공정 및 재구성 용매의 분리 및 재순환을 용이하게 할 수 있다.

[0097] 용매 수집 구역 (7)에서, 다양한 설비 및 계기 장비가 적어도 재구성 용매, 공정 습윤화 기재, 및/또는 재구성 습윤화 기재의 온도, 압력, 조성, 및 유량을 모니터링 및 제어하는데 이용될 수 있다.

[0098] H. 용매 재순환

[0099] 일 측면에서, 본 개시내용에 따르는 용접 공정은 혼합된 용매 (예를 들어, 일부 재구성 용매 및 일부 공정 용매), 상대적으로 순수한 공정 용매, 및/또는 상대적으로 순수한 재구성 용매가 수집 및 재순환될 수 있도록 구성될 수 있다. 다양한 설비 및/또는 방법이 재구성 용매 및 공정 용매를 분리, 정제, 및/또는 재순환하는데 사용될 수 있다. 임의의 공지된 방법(들) 및/또는 장치(들) 또는 이후에 개발된 것들이 재구성 용매 및 공정 용매를 분리하는데 사용될 수 있으며, 이러한 분리를 위한 최적의 설비는 적어도 두 가지 용매의 화학적 조성에 따라 좌우될 것이다. 따라서, 본 개시내용의 범위는 재구성 용매 및 공정 용매를 분리하는데 사용된 특정 장치(들) 및/또는 방법(들)에 의해 결코 제한되지 않으며, 이러한 장치 및/또는 방법은 보조-용매 및/또는 이온성 액체의 단순 증류 (예를 들어, 미국 특허 번호 8,382,926에 개시된 방법), 분별 증류, 막-기반 분리 (예컨대 투석증발 및 전기화학적 교차-유동 분리), 및 초임계 CO₂ 상을 포함할 수 있지만 이에 제한되지 않는다. 재구성 용매 및 공정 용매가 적절하게 분리된 후, 각각의 용매는 공정 내의 적절한 구역으로 재순환될 수 있다.

[0100] I. 혼합된 가스 수집

[0101] 이전에 기술된 바와 같이, 재구성된 습윤화 기재와 맞물려 있는 재구성 용매는 건조 구역 (5)에서 이로부터 제거될 수 있다. 일 측면에서, 그 안에 재구성 용매 가스의 일부를 갖는 캐리어 건조 가스로 이루어진 혼합된 가

스 또는 재구성 용매 가스는 건조 구역 (5)로부터 수집될 수 있다. 설비 및/또는 계기 장비는 적어도 수집된 가스의 온도, 압력, 조성, 및 유량을 모니터링 및 제어하는데 사용될 수 있다.

[0102] J. 혼합된 가스 재순환

[0103] 가스(들)가 수집됨에 따라, 이들은 캐리어 건조 가스, 재구성 용매, 또는 둘 모두를 분리 및 재순환시키는 설비로 보내질 수 있다. 일 측면에서, 이러한 설비는 단일 또는 다중 스테이지 컨테이너 기술일 수 있다. 분리 및 재순환은 또한, 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 비제한적으로 가스 투과막 및 다른 기술들을 포함할 수 있다. 캐리어 가스의 선택에 따라, 이것은 대기로 통기되거나 건조 구역 (5)으로 되돌아 갈 수 있다. 재구성 용매의 선택에 따라 이것은 처리되거나, 또는 공정 용매 회수 구역 (4)으로 재순환될 수 있다.

[0104] 일반적으로, 이전의 설명의 측면에 따라 구성된 용접 공정은 기재 공급 구역 (1), 공정 용매 적용 구역 (2), 공정 온도/압력 구역 (3), 공정 용매 회수 구역 (4), 건조 구역 (5), 및 용접된 기재 수집 구역 (6)을 사용하여 연속 및/또는 배치 용접 공정에서 천연 섬유 및/또는 입자 함유 기재를 완성된 용접 기재로 전환시키도록 구성될 수 있다. 특정 측면에서, 기재에 비해 공정 용매의 양, 조성, 시간, 온도, 및 압력을 모니터링 및 제어하는 것이 중요할 수 있다.

[0105] 3. 용접 공정 예 (도 1 & 2)

[0106] 도 1을 참고로 하여, 기재는 임의의 적합한 방법 및/또는 장치 (예를 들어, 푸싱, 폴링, 컨베이어 시스템, 스크류 압출 시스템 등)에 의해 제어된 속도로 이동할 수 있다. 일 측면에서, 기재는 기재 공급 구역 (1), 공정 용매 적용 구역 (2), 공정 온도/압력 구역 (3), 공정 용매 회수 구역 (4), 건조 구역 (5), 및/또는 용접된 기재 수집 구역 (6)을 통해 연속 방식으로 이동할 수 있다. 그러나, 기재가 하나의 구역 (1, 2, 3, 4, 5, 6)에서 또 다른 구역으로 통과하는 특정 순서는 용접 공정마다 다를 수 있으며, 본 개시내용에 따르는 용접 공정의 일부 측면에서 이전에 언급된 바와 같이 기재는 건조 구역 (5)으로 이동하기 전에 용접된 기재 수집 구역 (6)을 통해 이동할 수 있다. 추가로, 일부 측면에서 기재는 상대적으로 정지된 채로 있을 수 있는 반면 용매 및/또는 다른 용접 공정 성분 및/또는 장치는 이동한다. 본 개시내용에 따라 구성된 용접 공정의 임의의 지점에서 자동화, 계기 장비, 및/또는 설비가 용접 공정 및/또는 이의 설비의 하나 이상의 성분을 모니터링, 제어, 보고, 조작, 및/또는 달리 상호작용하는데 이용될 수 있다. 그와 같은 자동화, 계기 장비, 및/또는 설비는 기재, 공정 습윤화 기재, 재구성된 기재, 및/또는 완성된 용접된 기재에 가해지는 힘 (예를 들어, 긴장)을 모니터링 및 제어할 수 있는 것들을 포함하지만 (달리 하기 청구항에 나타내지 않는 한) 이에 제한되지 않는다. 일반적으로, 용접 공정에 이용된 다양한 공정 파라미터 및 장치는 원하는 공정 용매 적용을 위해 점성 저항의 양을 제어하도록 구성될 수 있다. 용접 공정에 이용된 다양한 공정 파라미터 및 장치는 제어된 용접 압밀을 수행하여 원하는 속성, 형태 인자, 등을 갖는 용접된 기재를 생성하도록 구성될 수 있다.

[0107] 여전히 도 1을 참고로 하여, 그 안에 묘사된 용접 공정의 측면에서, 공정 용매 루프는 공정 용매 적용 구역 (2), 공정 온도/압력 구역 (3), 공정 용매 회수 구역 (4), 용매 수집 구역 (7), 및 용매 재순환 (8)으로서 정의될 수 있으며, 그 후 공정 용매는 다시 공정 용매 적용 구역 (2)으로 이동할 수 있다.

[0108] 도 1에 묘사된 용접 공정의 또 다른 측면에서, 재구성 용매 루프는 두 개의 별개의 루프로서 정의될 수 있다-하나는 액체 상태의 재구성 용매를 위한 것이고 다른 하나는 기체 상태의 재구성 용매를 위한 것임. 액체 재구성 용매 루프는 회수 구역 (4), 용매 수집 구역 (7), 및 용매 재순환 (8)으로 이루어질 수 있고, 그 후 재구성 용매는 다시 공정 용매 회수 구역 (4)으로 이동할 수 있다. 기체성 재구성 용매 루프는 공정 용매 회수 구역 (4), 건조 구역 (5), 혼합된 가스 수집 (9), 및 혼합된 가스 재순환 (10)으로 이루어질 수 있고, 그 후 재구성 용매는 다시 공정 용매 회수 구역 (4)으로 이동할 수 있다. 기체성 재구성 용매 루프의 측면에서, 재구성 용매의 일부는 재구성된 습윤화 기재에 의해 건조 구역 (5)으로 운반될 수 있다.

[0109] 캐리어 가스가 사용된 본 개시내용에 따르는 용접 공정에서, 캐리어 가스는 건조 구역 (5), 혼합된 가스 수집 (9), 및 혼합된 가스 재순환 (10)으로 이루어진 루프에서 재순환될 수 있으며, 그 후 건조 가스는 다시 건조 구역 (5)으로 이동할 수 있다.

[0110] 상업화를 위해, 재순환 공정 용매, 재구성 용매, 캐리어 가스, 및/또는 다른 용접 공정 성분이 중요할 수 있다. 또한, 공정 용매, 재구성 용매, 캐리어 가스, 및/또는 다른 용접 공정 성분을 위한 임의의 루프는 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 비제한적으로 완충액 탱크, 저장 용기, 및/등을 포함할 수 있다. 아래에 더욱 상세하게 기술된 바와 같이, 기재의 특정 선택, 공정 용매, 재구성 용매, 건조 가스, 및/또는 원하는 완성된 용접된 기재는 적어도 최적의 용접 공정 단계, 이의 순서, 용접 공정 파라미터, 및/또는 이에 사용되는 설비에 크게

영향을 미칠 수 있다.

[0111] 전술한 설명을 고려하여, 본 개시내용에 따르는 용접 공정은 별개의 처리 단계로 분리될 수 있음이 분명할 것이다. 예를 들어, 하나의 용접 공정은 기재 공급 구역 (1), 공정 용매 적용 구역 (2), 공정 온도/압력 구역 (3), 및 용접된 기재 수집 구역 (6)의 순서에 이어, 공정 습윤화 기재를 몇 시간 동안 저장 또는 에이징시킨 다음 나중에 공정 용매 회수 구역 (4) 및/또는 건조 구역 (5)의 기능을 수행하도록 구성될 수 있다. 다시, 특정 측면에서 하나 이상의 처리 단계는 생략될 수 있다 (예를 들어, 물이 재구성 용매로서 사용된 경우 건조 구역 (5)). 게다가, 본 개시내용에 따르는 용접 공정의 특정 측면에서, 일부 처리 단계는 동시에 일어날 수 있거나, 또는 하나의 처리 단계의 마지막이 아래에 더욱 상세하게 기술된 바와 같이 또 다른 처리 단계의 처음으로 자연스럽게 흘러갈 수 있다.

[0112] 이하에서는 용접된 기재를 생산하도록 구성될 수 있는 또 다른 용접 공정의 다양한 측면을 보여주는 도식적 도시를 제공하는 도 2를 참고로 하여, 그 안에 묘사된 용접 공정은 도 1에 묘사된 것과 유사하지만, 도 2에서는 공정 온도/압력 구역 (3) 및 공정 용매 회수 구역 (4)이 별개의 용접 처리 단계를 구성하기 보다는 하나의 인접 용접 처리 단계로 합쳐질 수 있다. 추가로, 도 2에 묘사된 용접 공정은 두 개의 혼합된 가스 수집 구역 (9)을 사용할 수 있으며 용매 수집 구역 (7)은 용매 재순환이 (공정 용매 및 재구성 용매의 혼합물과는 대조적으로) 공정 용매에 주로 적합할 수 있도록 공정 용매를 주로 수집할 수 있다. 그와 같은 배치형태가 설비 단순화 및/또는 압밀과 관련된 특정 이점을 제공할 수 있는 것으로 고려된다. 본 개시내용에 따르는 다양한 용접 공정에서, 공정 용매 회수 구역 (4)은 도 2a에 개략적으로 묘사된 바와 같이 재구성 용매 및 공정 습윤화 기제가 서로에 대해 반대편으로 이동하도록 구성될 수 있다.

[0113] 도 2에 따라 구성된 용접 공정의 측면에서, 용접 공정은 재구성 용매가 공정 용매의 성분인 용도를 위해 적합할 수 있다 (예를 들어, 3-에틸-1-메틸이미디졸륨 아세테이트와 아세토니트릴의 혼합물로 이루어진 공정 용매 및 아세토니트릴인 재구성 용매). 이의 일부 이점이 아래에 더욱 상세하게 기술된 그와 같은 배치형태에서, 휘발성 아세토니트릴의 일부는 공정 용매가 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 비제한적으로 제어된 저압 환경, 캐리어 가스, 및/또는 이들의 조합을 포함하지만 이에 제한되지 않는 임의의 적합한 방법 및/또는 장치를 통해 존재하는 용접 공정의 임의의 지점에서 공정 용매로부터 포착 및 분리될 수 있다. 일반적으로, 충분한 농도의 3-에틸-1-메틸이미디졸륨 아세테이트는 특정 기재에서 분자간 힘 (예를 들어, 셀룰로스에서의 수소 결합)을 파괴할 수 있다. 따라서, 공정 온도/압력 구역 (3) 및 공정 용매 회수 구역 (4)의 조합은 3-에틸-1-메틸이미디졸륨 아세테이트 대 아세토니트릴의 물비가 기재에서 분자간 힘의 파괴의 원하는 특징을 야기하기에 적절한 임의의 위치에서 일반적인 용접 공정 구역을 구성할 수 있다. 이러한 일반적인 용접 공정 구역은 또한, 적절한 유량, 온도, 압력, 다른 용접 공정 파라미터, 등이 적절하게 설계 및/또는 제어된다면 재구성 및 재순환 구역의 모두 또는 일부를 구성할 수 있다.

[0114] 여전히 도 2를 참고로 하여, 기제는 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 비제한적으로 임의의 적합한 방법 및/또는 장치 (예를 들어, 푸싱, 풀링, 컨베이어 시스템, 스크류 압출 시스템, 등)를 사용하여 제어된 속도로 용접 공정을 통해 다시 이동할 수 있다. 일 측면에서, 기제는 기재 공급 구역 (1), 공정 용매 적용 구역 (2), 공정 온도/압력 구역 (3)과 공정 용매 회수 구역 (4)의 조합, 건조 구역 (5), 및/또는 용접된 기재 수집 구역 (6)을 통해 연속 방식으로 이동할 수 있다. 그러나, 기제가 하나의 구역 (1, 2, 3, 4, 5, 6)에서 또 다른 구역으로 통과하는 특정 순서는 용접 공정마다 다를 수 있으며, 본 개시내용에 따르는 용접 공정의 일부 측면에서 이전에 언급된 바와 같이 기제는 건조 구역 (5)으로 이동하기 전에 용접된 기재 수집 구역 (6)을 통해 이동할 수 있다. 추가로, 일부 측면에서 기제는 상대적으로 정지된 채로 있을 수 있는 반면 용매 및/또는 다른 용접 공정 성분 및/또는 장치는 이동한다. 본 개시내용에 따라 구성된 용접 공정의 임의의 지점에서 자동화, 계기 장비, 및/또는 설비가 용접 공정 및/또는 이의 설비의 하나 이상의 성분을 모니터링, 제어, 보고, 조작, 및/또는 달리 상호작용하는데 이용될 수 있다. 그와 같은 자동화, 계기 장비, 및/또는 설비는 기재, 공정 습윤화 기제, 재구성된 기재, 및/또는 완성된 용접된 기재에 가해지는 힘 (예를 들어, 긴장)을 모니터링 및 제어할 수 있는 것들을 포함하지만 (달리 하기 청구항에 나타내지 않는 한) 이에 제한되지 않는다.

[0115] 여전히 도 2를 참고로 하여, 그 안에 묘사된 용접 공정의 측면에서, 공정 용매 루프는 공정 용매 적용 구역 (2), 공정 온도/압력 구역 (3)과 공정 용매 회수 구역 (4)의 조합, (공정) 용매 수집 구역 (7)으로서 정의될 수 있으며, 그 후 공정 용매는 다시 공정 용매 적용 구역 (2)으로 이동할 수 있다.

[0116] 도 2에 묘사된 용접 공정의 또 다른 측면에서, 재구성 용매 루프는 두 개의 별개의 루프로서 정의될 수 있다-하나는 액체 상태의 재구성 용매를 위한 것이고 다른 하나는 기체 상태의 공정 용매를 위한 것임. 액체 재구성

용매 루프는 공정 온도/압력 구역 (3)과 공정 용매 회수 구역 (4)의 조합, 및 하나 이상의 혼합된 가스 수집 구역으로 이루어질 수 있고, 그 후 재구성 용매는 다시 공정 온도/압력 구역 (3)과 공정 용매 회수 구역 (4)의 조합으로 이동할 수 있다. 기체성 재구성 용매 루프는 건조 구역 (5), 적어도 하나의 혼합된 가스 수집 (9), 및 혼합된 가스 재순환 (10)으로 이루어질 수 있고, 그 후 재구성 용매는 다시 공정 온도/압력 구역 (3) 및 공정 용매 회수 구역 (4)의 조합으로 이동할 수 있다. 기체성 재구성 용매 루프의 측면에서, 재구성 용매의 일부는 재구성된 습윤화 기재에 의해 건조 구역 (5)으로 운반될 수 있다.

[0117] 캐리어 가스가 사용된 본 개시내용에 따르는 용접 공정에서, 캐리어 가스는 건조 구역 (5), 적어도 하나의 혼합된 가스 수집 (8), 및 혼합된 가스 재순환 (10)으로 이루어진 루프에서 재순환될 수 있으며, 그 후 건조 가스는 다시 건조 구역 (5)으로 이동할 수 있다.

[0118] 도 2에 묘사된 용접 공정의 측면에서, 용접 공정은 또한, 캐리어 휘발성 포착 루프를 포함할 수 있으며, 이러한 루프는 공정 온도/압력 구역 (3)과 공정 용매 회수 구역 (4)의 조합, 적어도 하나의 혼합된 가스 수집 (8), 및 혼합된 가스 재순환 (10)으로 이루어질 수 있다. 상기 재구성 용매가 공정 용매에 존재할 수 있는 본 개시내용에 따르는 용접 공정의 측면에서, 용접 공정은 하나 이상의 캐리어 가스 루프를 포함할 수 있다. 예를 들어, 공정 용매가 3-에틸-1-메틸이미디졸륨 아세테이트와 아세토니트릴의 혼합물로 구성되었다면, 아세토니트릴이 재구성 용매로서 작용할 수 있다.

[0119] 특정 용접 공정에 대해, 하나 이상의 전자식으로 제어된 밸브, 구동 바퀴, 및/또는 기재 가이드 (예를 들어, 인간 개입이 거의 또는 전혀 없이 용접 공정의 장치를 통해 (재)트레딩되는 신규한 느슨한 단부 또는 파손된 원사 단부를 제공하는 원사 가이드)를 포함하는 것이 유리할 수 있는 것으로 고려된다. 이렇게 구성된 용접 공정은 이렇게 구성되지 않은 용접 공정과 비교하여 용접 공정을 위한 정지시간의 양 및 용접 공정에 요구되는 인간 접촉의 양 둘 다를 감소시킬 수 있는 것으로 고려된다.

[0120] 일 측면에서, 공정 용매 회수 구역 (4)은 공정 습윤화 기재는 수집될 수 있는 반면 재구성 용매는 공정 습윤화 기재에 도입되도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 원사 및/또는 트레드를 기재로서 사용하도록 구성된 용접 공정에서, 권축 메카니즘은 공정 온도/압력 구역 (3)의 단부에 배치될 수 있다. 일 측면에서, 권축 메카니즘은 재구성 용매가 (예를 들어, 분무에 의해) 공정 습윤화 기재에 도입됨에 따라, 공정 습윤화 기재가 계속해서 세정되고 재구성된 습윤화 기재로 전환될 수 있도록 봉입될 수 있다. 그와 같은 배치형태는 기재가 공정 용매 회수 구역 (4)에서 건조 구역 (5)으로 계속해서 흐를 필요가 없다는 점에서 전반적인 용접 공정의 대규모 단순화를 야기할 수 있다. 대신에, 재구성은 배치 공정으로서 더 많이 일어날 수 있으며, 이로써 기재의 특정 부분 (예를 들어, 엉키지 않은 연속 독립체로 압연된 원사의 실린더 또는 볼)이 생산 및 재구성될 수 있다. 특정 지점에서, 재구성된 습윤화 패키지는 2차 재구성 공정으로 전달될 수 있고/있거나 재구성 용매를 제거하도록 건조 구역으로 보내질 수 있다.

[0121] 또 다른 측면에서, 용접 공정은 기재가 공정 온도/압력 구역 (3)에서 공정 용매 회수 구역 (4)을 거쳐 건조 구역 (5)으로 계속해서 이동할 수 있는 연속 공정으로서 구성된다. 그와 같은 배치형태에서, 기재에 대한 긴장력이 부가될 수 있으며, 이것이 때때로 파손을 야기할 수 있고, 이것은 용접 공정의 효율에 매우 문제가 될 수 있다. 따라서, 용접 공정은 용접 공정을 통한 기재의 운동을 도와 파손을 완화 및/또는 없애는 롤러, 도르래, 및/또는 다른 적합한 방법 및/또는 장치로 구성될 수 있다.

[0122] 추가로 및/또는 대안적으로, 용접 공정은 용접 공정의 모두 또는 일부 동안 기재가 겪는 긴장의 양을 감소시키도록 구성될 수 있다. 그와 같은 배치형태에서, 기재는 개별 튜브를 통해 기재를 이동시키는 (이것은 또한 비쌀 수 있고 리트레딩을 더욱 어렵게 만든다) 대신에 재구성 용매가 (예를 들어, 아래에 더욱 상세하게 기술된 바와 같이 도포기를 통해) 공정 습윤화 기재에 적용될 수 있는 지정된 공간을 통해 이동할 수 있다. 그와 같은 배치형태는 임의의 기재 포맷으로 사용될 수 있으며, 그와 같은 배치형태는 단독으로 또는 서로 인접하여 배치된 다중 개별 기재로 이루어진 시트-유사 배치형태의 1D 기재 (예를 들어, 원사 및/또는 트레드) 및/또는 2D 기재 (예를 들어, 패브릭 및/또는 텍스타일)에 특히 유용할 수 있는 것으로 고려된다. 이렇게 구성된 공정 용매 회수 구역 (4)은 기재에 대한 마찰 및/또는 불필요한 긴장의 증강을 완화 및/또는 없앨 수 있으며, 이것이 용접 공정을 통한 기재의 처리량을 증가시킬 수 있다.

[0123] 4. 용매 적용 구역: 장치/방법

[0124] 공정 용매 적용과 관계가 있는 점성 저항의 개념의 다양한 측면이 도 6a에 나타내어져 있으며, 상기 도면은 공정 용매 적용 구역 (2)에서 사용될 수 있는 장치의 측면 단면도를 제공한다. 천연 섬유 기재는 단위 단면 및/

또는 면적 당 섬유의 밀도에 있어서 변동을 가질 수 있음을 주지한다. 기재의 단위 질량당 적용되는 공정 용매의 질량의 비가 잘 제어되도록 기재에 대한 공정 용매 적용을 조절하는 것이 가능하다. 이것은 적절한 센서로 기재의 변동을 활동적으로 모니터링하고 이 데이터를 사용하여 공정 용매 펌프의 속도 및/또는 공정 용매 적용 구역 및/또는 공정 용매 조성물을 통한 기재의 속도를 제어함으로써 달성될 수 있다. 대안적으로, 공정 용매 적용을 제어하기 위해 공정 습윤화 기재에 대해 적절한 압착력 및/또는 전단력을 적용하는 점성 저항의 지점을 조작하는 것이 가능하다. 점성 저항의 디자인은 공정 용매가 적절하게 모일 수 있도록 하는 작은 용적을 포함할 수 있다. 그렇게 해서, 공정 용매는 공정 용매 대 기재의 질량비가 안정적인 값에서 유지되고 원하는 허용치 내에 유지될 수 있도록 적용될 수 있다. (조절된 섬유 용접 공정은 아래에 더 상세히 기술된다.)

[0125] (하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 비제한적으로 조절되거나 비-조절된) 용접 공정의 일 측면에서, 용접 공정은 주사기를 통해 공정 용매를 적용하도록 구성될 수 있다. 주사기의 하나의 배치형태에서, 주사기는 두 개의 유입구와 하나의 유출구를 갖는 좁은 튜브로 이루어질 수 있다. 원사 (또는 다른 1D 기재)로 이루어진 기재는 하나의 유입구로 들어갈 수 있으며 공정 용매는 다른 유입구로 유동할 수 있다. 공정 습윤화 기재 (이에 적용된 공정 용매를 갖는 원사)는 유출구를 빠져 나올 수 있다. 주사기는 기능성 물질, 추가의 공정 용매, 및/또는 다른 성분을 첨가하기 위한 추가의 유입구로 이루어질 수 있다. 본원에 상기 이전에 기재된 바와 같이, 공정 습윤화 기재 (예를 들어, 공정 용매가 적용된 원사, 트레드, 직물, 및/또는 텍스타일)는 공정 용매 적용 구역 (2) 후 공정 온도/압력 구역 (3)으로 통과될 수 있다.

[0126] 도 6a에 나타난 바와 같이, 주사기 (60)는 1D 또는 2D 기재 (예를 들어, 각각 원사 또는 직물)에 사용하기 위해 구성될 수 있다. 주사기는 기재 유출구 (64)의 반대편에 기재 유입구 (61)를 포함할 수 있다. 주사기 (60)는 제어된 양의 공정 용매를 하나 이상의 기재 (상기 기재는 직물, 텍스타일, 원사, 트레드, 등으로 이루어질 수 있다)에 전달하도록 구성될 수 있으며 일반적으로 기재 주위에 및 내에 그 공정 용매를 적절하게 배치하도록 추가로 구성될 수 있다. 예를 들어, 비-조절된 용접 공정에서는 주어진 기재 전반에 걸쳐 공정 용매를 고르게 분배하는 것이 바람직할 수 있는 반면에, 조절된 용접 공정에서는 주어진 기재에서 공정 용매의 분포를 변화시키는 것이 바람직할 수 있다.

[0127] 이렇게 구성된 주사기 (60)의 한 예는 T-형상화된 단면을 갖는 쉘로 이루어질 수 있으며, 여기서 1D 또는 2D 기재는 상대적으로 일직선 경로를 통해 주사기로 들어오고 나갈 수 있다. 공정 용매는 2차 유입구를 통해 펌핑될 수 있으며, 이것은 기재에 일반적으로 수직인 경로에 있을 수 있다. 주사기 (60)의 그와 같은 배치형태가 도 6a에 나타내어져 있다.

[0128] 도 6a에 나타난 바와 같이, 주사기 (60)는 미가공 기재 (원사, 트레드, 직물, 텍스타일, 등)가 공급될 수 있는 기재 유입구 (61)를 포함할 수 있다. 주사기 (60)는 또한, 기재 유입구 (61)의 일부와 유체 연통하는 공정 용매 유입구 (62)를 포함할 수 있다. 따라서, 공정 용매는 공정 용매 유입구 (62)를 통해 주사기 (60) 내로 유동할 수 있으며 적용 계면 (63)에 인접한 기재와 맞물린다. 주사기 (60)의 이 부분이 이전에 상기 기술된 바와 같이 공정 용매 적용 구역 (2)을 구성할 수 있다.

[0129] 1D 기재에 사용하기 위해 구성된 경우, 기재 유입구 (61)에서 기재 유출구 (64)까지의 주사기 (60)의 부분은 튜브 같이 구성될 수 있다. 2D 기재에 사용하기 위해 구성된 경우, 주사기 (60)의 그 부분은 서로 이격된 두 개의 플레이트로서 구성될 수 있다 (아래에 더욱 상세하게 기재된 도 6c에 나타난 장치와 유사함). 기재 및/또는 공정 습윤화 기재는 두 개의 플레이트 (82, 84) 사이의 공간에 배치될 수 있으며, 적어도 하나의 플레이트 (82, 84)는 적어도 하나의 공정 용매 유입구 (63)로 형성될 수 있다.

[0130] 기재 유출구 (64)는 일반적으로 기재 유입구 (61)의 반대편의 주사기 (60)의 부분과 맞물릴 수 있다. 주사기 (60)의 한 배치형태에서, 기재 유출구 (64)는 도 6a에 나타난 바와 같이 비-선형일 수 있다. 비-선형 기재 유출구 (64)는 공정 습윤화 기재의 외측과 물리적으로 접촉하여 공정 용매를 기재의 원하는 부분으로 지시하도록 구성될 수 있으며, 여기서 물리적 접촉은 적어도 하나 이상의 변곡점에서 달성될 수 있고, 이것이 기재에 전단력 및/또는 압축력을 제공할 수 있다. 추가로, 비-선형 기재 유출구 (64)는 공정 습윤화 기재의 외측과 물리적으로 접촉하도록 구성될 수 있다. 이러한 물리적 접촉은 주어진 용접 공정의 원하는 점성 저항을 달성하는 측면일 수 있다. 물리적 접촉은 공정 습윤화 기재의 외측에 추가의 평탄성을 부가하여 수득한 용접된 기재 상의 짧은 헤어/섬유의 양을 없애고/없애거나 감소시키도록 구성될 수 있다. 공정 습윤화 기재와의 물리적 접촉은 또한, 공정 용매로부터 기재 및/또는 공정 습윤화 기재로의 열 전달을 개선할 수 있으며, 여기서 열 전달은 요구되는 처리 시간 (예를 들어, 용접 시간)을 단축시킬 수 있고, 이로써 용접 챔버의 길이를 단축시키고 주어진 용접 공정과 관련된 설비에 대해 요구되는 공간을 줄일 수 있다. 기재 및/또는 공정 습윤화 기재와의 물리적

접촉은 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 제한 없이 기재 유입구 (61), 적용 계면 (63), 및/또는 기재 유출구 (64), 및/또는 이들의 조합의 치수 (예를 들어, 직경, 폭, 등) 및/또는 곡률을 변화시키고, 기재 및/또는 공정 습윤화 기재에 인접한 또 다른 구조 (예를 들어, 와이퍼, 배플, 롤러, 가요성 오리피스, 등)를 위치시킴을 포함하지만 이에 제한되지 않는 (1차원, 2차원, 및/또는 3차원에 변곡점을 생성하는) 다수의 디자인 고려사항들을 통해 달성될 수 있다.

[0131] 대안적으로, 주사기는 Y-형상화되도록 구성될 수 있고/있거나, 하나 이상의 주사기는 용접 공정 동안 하나 이상의 지점에서 특정 위치에 및 특정 조건하에 공정 용매, 기능성 물질, 및/또는 다른 성분을 부가하도록 다중 스테이지로 구성될 수 있다.

[0132] 일 측면에서, 주사기는 원사 리시버(yarn receiver)와 함께 이용될 수 있으며, 여기서 주사기 및 원사 리시버 둘 다는 1차원을 따라 주사기 및 원사 리시버의 선택적 배치를 가능하게 하는 레일 시스템 및/또는 다른 적합한 방법 및/또는 장치 상에서 슬라이딩하도록 구성될 수 있다. (예를 들어, 레일 시스템의 길이를 따라 슬라이딩할 수 있게 함으로써) 적어도 하나의 차원으로 하나 이상의 주사기 및/또는 원사 리시버의 선택적 조작을 가능하게 하도록 구성된 용접 공정은 이러한 선택적 조작이 없는 용접 공정에 비해 용접 공정의 임의의 지점에서 (및 특히, 공정 온도/압력 구역 (3)을 통해) 원사 및/또는 트레드를 리-트레드하는데 요구되는 시간 및/또는 차원을 줄일 수 있고, 동시에 (보다) 높은 밀도의 용접 공정이 비교적 작은 공간 내에서 다중화되게 할 수 있다.

[0133] 예를 들어, 'n' 개의 원사가 동시에 가공되도록 구성된 용접 공정에서, 단지 외부 원사는 접근하기가 상대적으로 용이하다. 개별 원사가 부서진 경우에, 이것은 리트레딩을 어렵게 만들 수 있다. 기재 공급 구역 (1), 공정 용매 적용 구역 (2), 및/또는 공정 온도/압력 구역 (3)의 처음에 제거가능한, 트랙 실장된 주사기를 갖게 함으로써, 누구든(사람 또는 자동화) 주사기를 쉽게 제거하고, 리트레딩을 위해 용접 공정에 배치된 기재 그룹의 단부로 이를 이동시킬 수 있다. 일부 적용을 위해서는 주사기를 크램-셸 디자인으로 구성하는 것이 유리할 수 있지만, 또한 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 비제한적으로 튜브의 어셈블리일 수 있는 것으로 고려된다. 즉, 주사기는 '크램-셸' 배치형태로 설계될 수 있으며, 여기서 적어도 두 피스의 물질이 원사 또는 원사의 그룹을 둘러싼다. 이것은 원사가 보다 쉽게 용접 공정 기계장치에 초기에 장입될 수 있게 하며 또한 원사의 다중 단부에 대해 동시에 적절한 점성 저항을 제공하는 디자인 시스템에 받아들여진다. 임의의 특정 주사기가 제거됨에 따라, 다른 주사기가 현존하는 갭을 닫고 용접 공정을 위한 장치(들)의 하나의 모서리에 배치된 신규한 갭을 생성하도록 하나의 위치를 미끄러져 내려갈 수 있다. 협력하여 작동하면서, 임의의 주어진 공정 구역의 단부에 또는 그 부근에 배치된 일련의 리시빙 유닛은 또한, 개별 원사가 각각 그것의 각각의 신규한 위치로 이동하도록 따라서 이동할 수 있다.

[0134] 리시빙 유닛의 최적의 배치형태는 용접 공정마다 다를 수 있으며, 적어도 기재의 크기, 사용된 공정 용매, 및/또는 사용된 기재의 유형에 따라 좌우될 수 있다. 일 측면에서, 리시빙 유닛은 원사를 공정 용매 회수 구역 (4) 및/또는 건조 구역 (5)로 지시하는 단순 도르래 또는 원사 가이드로 이루어질 수 있다. 또 다른 측면에서, 리시빙 유닛은 용접 공정이 어떻게 구성되는지에 따라, 예컨대 공정 용매 적용 구역 (2), 공정 온도/압력 구역 (3), 공정 용매 회수 구역 (4), 및/또는 건조 구역 (5)의 배치형태에 따라 상당히 더 복잡할 수 있다(즉, 권축 메카니즘).

[0135] 공정 용매 적용과 관련된 점성 저항의 개념을 예시하는 또 다른 장치가 도 6b에 나타내어져 있다. 도 6b에 나타난 바와 같이, 트레이 (70)로서 구성될 수 있는 장치가 1D 및 2D 기재 둘 다에 사용하기 위해 구성될 수 있다. 나타난 바와 같이, 트레이 (70)는 하나 이상의 기재 홈들 (72)이 트레이 (70)의 표면에 형성되도록 구성될 수 있다. 트레이 (70)는 공정 용매가 다중 기재 (도 6b에 도시된 1D 기재)에 동시에 적용될 수 있도록 복수의 홈들 (72)을 가질 수 있다.

[0136] 도 6b에 나타난 홈들 (72)이 선형일 수 있지만, 트레이 (70)의 다른 측면에서 홈들은 도 6a에 나타난 주사기 (60) 및 도 6c에 나타난 플레이트와 상관적인 방식으로 비-선형일 수 있다. 즉, 트레이 (70) 및 이의 홈들 (72)은 트레이 (70) 및/또는 홈들의 일부가 기재의 일부와 물리적으로 접촉하도록 구성될 수 있다(여기서 물리적 접촉은 점성 저항을 최적화하기 위한 고려사항으로 여겨진다). 물리적 접촉은 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 비제한적으로 홈 (72)의 깊이, 홈 (72)의 단면 형상, 홈 (72)의 폭, 홈 (72)의 곡률, 및/또는 이들의 조합을 변화시키고/시키거나 기재 및/또는 공정 습윤화 기재에 인접한 또 다른 구조 (예를 들어, 와이퍼, 배플, 롤러, 가요성 오리피스, 등)를 위치시킴을 포함하지만 이에 제한되지 않는 (1차원, 2차원, 및/또는 3차원으로 변곡점, 전단력, 압축, 등을 생성하는) 다수의 디자인 고려사항들을 통해 달성될 수 있다.

[0137] 한 배치형태에서, 1D 기재의 간격은, 도 6c에 추가로 설명된 바와 같이 많은 기재가 본질적으로 2차원 평면 또

는 '시트'에서 함께 이동하는 지점으로 감소될 수 있다. 또 다른 배치형태에서, 홈 (72)의 폭은 직물 및/또는 텍스타일의 일반적으로 2차원인 시트가 홈 (72)을 통해 트레이 (70)에 대해 이동할 수 있도록 선택될 수 있다.

[0138] 일반적으로, 공정 용매는 기체가 홈 (72)을 따라 이동함에 따라, 공정 용매가 이에 적용되어 공정 습윤화 기재를 생성하도록 각각의 홈 (72) 및/또는 이의 일부에 계속해서 공급될 수 있다. 홈 (72)은 공정 용매 (홈 (72)이 공정 용매 배스와 유사하게 기능할 수 있는 배치형태)로 가득 찰 수 있고/있거나, 공정 용매는 기체 홈 (72)의 앞부분 가장자리에 인접한 기체에 적용된 다음 기체가 홈의 뒷부분 모서리 쪽으로 이동함에 따라 기체의 외측 부분을 따라 적절하게 닦여질 수 있다. 용접 공정의 한 배치형태에서, 트레이 (70)는 공정 용매에 대한 중력을 사용하여 수평으로 기울어질 수 있으며, 최적의 각도는 적어도 트레이 (70)에 대한 기체 운동의 속도 및 방향에 따라 좌우될 수 있다.

[0139] 각각의 홈 (72)의 최적의 배치형태는 용접 공정의 적용마다 다를 것이며, 따라서 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 본 개시내용의 범위를 결코 제한하지 않는다. 각각의 기체의 평균 직경과 같거나 또는 더 큰 거리로 서로 측면으로 이격된 다중 1D 기체로 구성된 경우, 홈 (72)의 폭은 그 깊이에 대략 동일할 수 있으며, 각각의 치수는 기체의 평균 직경보다 대략 10% 더 클 수 있는 것으로 고려된다.

[0140] 각각의 홈 (72)의 최적의 단면 형상은 또한, 용접 공정마다 다를 수 있다. 예를 들어, 일부 적용에서 홈 (72) (또는 적어도 이의 바닥부)의 단면 형상이 기체 (또는 적어도 이의 일부분)의 단면 형상에 가깝고/가깝거나 매치하는 것이 최적일 수 있다. 예를 들어, 1D 원사 또는 트레드로 이루어진 기체에 사용하기 위해 구성된 경우, 홈 (72)은 U-형상화된 단면으로 구성될 수 있다. 2D 직물 또는 텍스타일로 이루어진 기체에 사용하기 위해 구성된 경우, 홈 (72)은 그것의 깊이보다 훨씬 더 큰 (예를 들어, 10배, 20배, 등) 폭으로 구성될 수 있다. 그러나, 홈 (72)의 특정 단면 형상, 깊이, 폭, 배치형태, 등은 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 본 개시내용의 범위를 결코 제한하지 않는다.

[0141] 2D 시트에 가까운 복수의 1D 기체 (이것은 트레드 및/또는 원사로 이루어질 수 있음)에 사용하기 위해 구성된 공정 용매 적용 구역 (2)의 배치형태는 도 6c에 나타내어져 있다. 공정 용매 적용 구역 (2)은 적어도 하나의 차원에 적어도 세 개의 물리적 접촉점 (즉, 변곡점)을 생성하기 위해 상응하는 곡률을 갖는 제1 플레이트 (82) 및 제2 플레이트 (84)를 사용할 수 있다. 다른 배치형태에서, 플레이트 (82, 84)는 하나 이상의 치원에서 더 큰 또는 더 작은 변곡점을 생성하도록 상이하게 구성될 수 있으며, 여기서 상기 변곡점은 기체 및/또는 공정 습윤화 기체에 더 많은 저항을 또는 이에 더 적은 저항을 적용하도록 구성될 수 있다. 물리적 접촉은 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 비제한적으로 플레이트 (82, 84) 간의 거리, 플레이트 (82, 84)의 곡률, 하나의 플레이트 (82, 84)에서의 곡선의 오목함이 다른 플레이트 (82, 84)에서의 곡선의 볼록함에 상응하는지의 여부, 및/또는 이들의 조합을 변화시키고/시키거나, 기체 및/또는 공정 습윤화 기체에 인접한 또 다른 구조 (예를 들어, 와이퍼, 배플, 롤러, 가요성 오리피스, 등)를 위치시킴을 포함하지만 이에 제한되지 않는 (1차원, 2차원, 및/또는 3차원에 변곡점을 생성하는) 다수의 디자인 고려사항들을 통해 달성될 수 있다.

[0142] 또 다른 배치형태에서, 점성 저항은 적어도 하나 이상의 구조적 성분의 상대적 위치에 기반하여 가변적일 수 있다. 예를 들어, 구체적으로 도 6d, 6e, 및 6f를 참고로 하여, 플레이트는 이의 내부 모서리가 조정가능한 양으로 서로 겹치도록 구성될 수 있다. 내부 모서리가 다량으로, 예컨대 도 6e에 나타난 바와 같이 겹치는 경우, 상응하는 플레이트 사이에 배치된 기체는 플레이트에 대한 운동에 대해 더 큰 물리적 저항을 겪을 수 있다. 내부 모서리가 더 적은 양으로, 예컨대 도 6e에 나타난 바와 같이 겹치는 경우, 상응하는 플레이트 사이에 배치된 기체는 플레이트에 대한 운동에 대해 더 적은 물리적 저항을 겪을 수 있다. 서로 인접하게 배치된 다중 1D 기체에 사용하기 위해 구성된 용접 공정에 적용된 바와 같은 조정가능한 중첩이 도면에 나타내어져 있다. 플레이트의 상대적 위치의 조절가능성은 다중 공정 용매가 주어진 장치에 사용될 수 있게 하고/하거나 주어진 장치가 상이한 속성을 갖는 용접된 기체를 생산하도록 구성된 용접 공정에 이용될 수 있게 할 수 있다.

[0143] 점성 저항의 개념 및 도 6a & 6b와 관련하여 상기에 기재된 바와 같이, 도 6c, 6d, 및 6e의 플레이트 (82, 84)는 공정 용매 적용을 제어하도록 구성될 수 있다. 도 6a-6e에 나타난 디자인은 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 결국 제한하는 것으로 의도되지 않으며, 임의의 적합한 구조 및/또는 방법이 공정 용매를 기체에 적절하게 적용하고/하거나 기체 및/또는 공정 습윤화 기체와 적절하게 상호작용하여 용접된 기체를 위한 원하는 속성을 달성하는데 사용될 수 있다. 즉, 적절한 양의 점성 저항은 하기 청구항에 달리 나타내지 않는 한 롤러, 형상화된 가장자리, 평활면, 변곡점의 수 및/또는 배향, 상대적인 운동에 대한 저항, 다양한 온도, 등을 포함하지만 이에 제한되지 않는 임의의 개수의 구조 (이러한 구조는 원하는 공정 용매 적용 효과를 달성하기 위한 허용치를 사전설정하도록 이동 가능할 수 있다) 또는 방법에 의해 달성될 수 있다. (하기 청구항에 그렇게 나타

내지 않는 한 비제한적으로 조절된 또는 비-조절된) 용접 공정의 또 다른 배치형태에서, 용접 공정은 도포기를 통해 공정 용매를 적용하도록 구성될 수 있다. 도포기의 한 배치형태에서, 적용은 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 비제한적으로 잉크젯 프린터, 스크린 인쇄 기술, 분무 건, 노즐, 침지 탱크, 또는 경사 트레이, 및/또는 이들의 조합 (이들의 일부가 적어도 도 6a-6f에 및 상기 상세히 기재된 바와 같이 나타내어져 있다)에서 사용되는 것과 상관성이 있을 수 있다. 용접 공정은 기재 (예를 들어, 원사, 트레드, 직물, 및/또는 텍스타일)가 도포기에 대해 적절하게 배치된 경우, 도포기가 공정 용매를 기재로 지시하고, 이로써 공정 습윤화 기재를 생성하도록 구성될 수 있는 것으로 고려된다. 그와 같은 용접 공정은 공정 용매 및/또는 기능성 물질이 다차원 패턴으로 적용될 수 있도록 구성될 수 있으며, 이것은 용접 공정을 사용하여 패턴을 텍스타일 및/또는 직물로 엠보싱하는데 유용할 수 있다. 그와 같은 패턴이 조절된 용접 공정 (아래에 더욱 상세하게 기재됨)을 구성할 수 있으며, 여기서 상기 조절은 적어도 기재에의 공정 용매의 적용의 결과이다. 상기 본원에 이전에 기재된 바와 같이, 공정 습윤화 기재 (예를 들어, 공정 용매가 적용된 원사, 트레드, 직물, 및/또는 텍스타일)는 공정 용매 적용 구역 (2) 후 공정 온도/압력 구역 (3)으로 통과될 수 있다.

[0144] 일반적으로 도 11a-11d를 참고로 하여, 주사기 또는 도포기를 사용하는 조절된 용접 공정의 배치형태에서, 조절된 용접 공정은 적어도 개별 공정 용매 구성성분의 적어도 펌프 유량(들)을 제어함으로써 실시간으로 공정 용매의 조성을 변화시킬 수 있다. 조절된 용접 공정은 적어도 공정 용매 구성성분의 펌프 유량(들)을 제어함으로써 및/또는 적어도 공정 용매 적용 구역 (2)을 통한 기재 운동의 가변 속도에 의해 (용적 또는 질량 기준으로) 공정 용매 대 기재의 비를 변화시킬 수 있도록 구성될 수 있다. 2D 기재에 사용하기 위해 구성된 그와 같은 조절된 용접 공정에 대한 도식적 개요는 도 11b에 나타내어져 있고 1D 기재에 사용하기 위한 것은 도 11d에 나타내어져 있으며, 이들 모두는 아래에 더욱 상세하게 기재된다.

[0145] 이하에서 도 11a (2D 기재) 및 11c (1D 기재)를 참고로 하여, 조절된 용접 공정은 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 비제한적으로 마이크로웨이브 가열, 대류, 전도, 방사선, 및/또는 이들의 조합을 포함하지만 이에 제한되지 않는 임의의 적합한 방법 및/또는 장치에 의해 온도가 조절될 수 있도록 구성될 수 있다. 조절된 용접 공정은 기재 및/또는 공정 습윤화 기제가 경험하는 압력, 긴장, 점성 저항, 등의 조절을 가능하게 하도록 구성될 수 있다. 조절된 용접 공정의 다양한 파라미터의 조절의 조합된 효과 (이전에 언급된 조건들을 포함하지만 이에 제한되지 않음)는 특유의 염료 및/또는 색채 패턴 뿐만 아니라 특유의 감촉 및/또는 피니시를 나타내는 용접된 원사로 이루어진 특유의 용접된 기재를 생산할 수 있다.

[0146] 반대로, 이전에 기재된 바와 같이, 용접 공정은 다양한 공정 파라미터 (예를 들어, 공정 용매 조성, 공정 용매 대 기재 질량비, 온도, 압력, 긴장, 등)의 조절 없이도 용접 공정이 매우 일관되게 수행되도록 구성함으로써 전반에 걸쳐 일관된 특징 (예를 들어, 색채, 크기, 형상, 감촉, 피니시, 등)을 갖는 용접된 기재를 생성하도록 구성될 수 있다.

[0147] 서로 인접하여 배치된 다중 1D 기재 (예를 들어, 또 다른 것에 인접하여 배치된 다중 원자로 이루어진 시트-유사 구조)로부터의 용접된 기제의 확대된 생산(scaled production)을 위해 구성된 용접 공정의 일 측면에서, 원사의 다중 단부는 시트처럼 이동될 수 있으며, 이것이 일부 용접 공정에 규모의 경제의 개선을 제공할 수 있다. 본 명세서에서 개시된 바와 같이 2D 기재 (예를 들어, 패브릭, 종이 기재, 텍스타일, 및/또는 복합 매트 기재)를 위해 구성된 용접 공정에 대한 동일한 개념 및 원리는 서로 인접하여 배치된 다중 1D 기재에 적용될 수 있다.

[0148] 유추에 의해, 다중 1D 기제를 시트-유사 배치형태로 용접하도록 구성된 용접 공정은 2D 기재 (예를 들어, 직물 및/또는 텍스타일)를 용접하도록 구성된 용접 공정에 대해 유사할 수 있지만, 1D 기재에 대한 용접 공정은 일부 중요한 차이를 가질 수 있는 것으로 고려된다. 그와 같은 차이는 하나의 기제가 자체로 및/또는 또 다른 기재 (예를 들어, 개별 원사)와 얹히게 될 가능성을 완화시키고/시키거나 없애는 시설 (예를 들어, 원사 가이드)을 포함하지만 이에 제한되지 않을 수 있고, 공정 용매 적용은 개별 원사 또는 원사의 그룹을 위한 주사기를 사용할 수 있다. 대안적으로, 용접 공정은 공정 용매를 시트-유사 배치형태로 제어된 속도로 분무, 적하, 위킹(wicking), 덩킹(dunking), 및/또는 달리 도입함으로써 공정 용매가 시트-유사 배치형태로 1D 기재에 직접적으로 적용된다면 주사기가 요구되지 않도록 구성될 수 있다. 따라서, 본 개시내용에 따르면 다양한 장치 및/또는 방법은 대량 생산으로 확대되는 고도로 다중화된 용접 공정을 생성하도록 구성될 수 있다.

[0149] A. 저-수분 기재

[0150] 셀룰로스 (즉, 면, 리넨, 재생된 셀룰로스, 등) 및 리그노셀룰로스 (즉, 산업 대마, 아가베, 등) 섬유는 상당한 (5 내지 10질량 %) 수분을 함유하는 것으로 공지되어 있다. 예를 들어, 면에서의 수분 수준은 환경 온도 및 상

대 습도에 따라 거의 6 내지 9%로 다양할 수 있다. 또한, IL-기반 용매 예컨대 3-에틸-1-메틸이미다졸륨 아세테이트 ("EMIm OAc"), 3-부틸-1-메틸이미다졸륨 염화물 ("BMIm Cl"), 및 1,5-디아자-바이사이클로[4.3.0]논-5-에늄 아세테이트 ("DBNH OAc")는 종종 합성 동안 및/또는 환경으로부터의 흡수에 의해 물로 오염된다. 또한, 공정 용매에의 분자 성분 첨가제, 예컨대 아세토니트릴 (ACN)은 또한 흡습성이다. 일반적으로, 물의 존재는 생고분자 기재를 용해시키는 순수한 이온성 액체 및 분자 성분 첨가제를 갖는 IL-기반 용매의 효능에 부정적으로 영향을 미친다. 그러나, 이들 용액으로부터 마지막 몇 (질량) 퍼센트 포인트의 물을 제거하기란 어렵고/어렵거나 자원 집약적일 수 있다. 이온성 액체 및 IL-기반 용매의 비용은 그것의 순도, 및 특히, 수분 함량과 직접적으로 상관성이 있을 수 있다. 따라서, 용접 공정은 용접된 기재의 성능을 증가시킬 뿐만 아니라 그와 같은 용접 공정의 전반적인 경제성을 개선시키기 위해 저-수분 기재를 사용하도록 구성될 수 있다.

[0151] 이온성 액체 및 IL-기반 공정 용매를 사용하는 용접 공정을 돕는 것에 더하여, 저-수분 기재 물질은 또한 N-메틸모폴린 N-산화물 (NMMO)을 공정 용매로서 사용하는 섬유 용접 공정을 또한 도울 수 있다. 일반적으로, 4% 내지 17질량 % 물인 NMMO 용액은 셀룰로스를 용해시킬 수 있고 리오셀(Lyocell)-유형 공정에서 이용될 수 있다. 충분히 건조된 생고분자-함유 기재 물질을 이용한다는 것은 용접 공정이 상한(~17질량 %)의 수분 함량을 갖는 공정 용매로 구성되어 여전히 효율적으로 및 경제적으로 원하는 용접된 기재를 생산할 수 있음을 의미한다. 수분 감수성인 이온성 액체로 이루어진 공정 용매 (예를 들어, 3-부틸-1-메틸이미다졸륨 염화물 ("BMIm") Cl, 3-에틸-1-메틸이미다졸륨 아세테이트 ("EMIm OAc"), 1,5-디아자-바이사이클로[4.3.0]논-5-에늄 아세테이트 ("DBNH OAc"), 등)를 사용하도록 구성된 용접 공정에서, 기재 중의 수분의 양은 용접이 일어나는 속도, 및 이에 따라 관련된 공정 파라미터 및 장치 디자인에 영향을 줄 수 있다. 상기 개시된 특정 이온성 액체보다 덜 수분 감수성인 공정 용매 (예를 들어, NMMO, LiOH-우레아, 등)를 사용하도록 구성된 용접 공정에서, 상대적으로 건조된 기재의 이점은 감소 및/또는 제거된다.

[0152] 따라서, 실험은 용접 전에 저 수분 상태(< 5질량 %)로 인공적으로 건조시킨 생고분자 기재를 사용하도록 구성된 용접 공정의 놀라운 결과를 보여주었다. 저-수분 기재는 용접 공정을 가속화시키는 동시에 용접된 기재의 품질 (즉, 강도, 스트레이 섬유의 결여, 등)을 개선시킬 수 있다. 더욱 더 놀라운 것은 저-수분 생고분자 기재의 강한 건조 특성(desiccating nature)에 의해 물이 이온성 액체 및 IL-기반 공정 용매로부터 제거된다는 것이다. 일 측면에서, 물은 비-수성 매질, 예를 들어, ACN에 의해 재구성된 이온성 액체 및 IL-기반 공정 용매로부터 제거될 수 있다. 사실상, 저-수분 기재는 섬유 용접 공정을 통해 계속해서 재순환됨에 따라 물의 공정 용매 및 재구성 용매 둘 다를 정제한다.

[0153] 저-수분 기재 물질은 물질을, 예를 들어, 수분-감수성 이온성 액체로 이루어진 공정 용매를 사용하는 용접 공정에 도입되기 전에 충분히 건조된 (및 때때로 가온, 예를 들어 ~40 내지 80℃) 분위기에서 제어된 시간 동안 전처치함으로써 획득될 수 있다. 생고분자-함유 기재가 용접 공정 전 및 동안 제어된 기후에서 유지되는 것이 중요할 수 있다. 게다가, 생고분자 기재 내의 공간의 특정 구역에 물을 의도적으로 도입하는 것은 그 위치에서 용접을 지연시키는 역할을 할 수 있고 또 다른 방법으로 용접 공정을 조절할 수 있게 하며, 이의 몇 가지 방법은 아래 본 명세서에 기재되어 있다.

[0154] 일반적으로, 실험에서는 인공적으로 건조된 기재 (예를 들어, 기재 공급 구역 (1)으로 도입되기 전에 건조된 기재 및/또는 기재 공급 구역 (1)의 모두 또는 일부에서 건조된 기재)를 이용하도록 구성된 용접 공정이 용접 공정 및/또는 이로써 생산된 용접된 기재의 경제성을 개선시키는 놀라운 신규한 상승효과를 야기하는 것으로 나타났다. 예를 들어, 면 기재를 5질량 % 미만의 수분으로 되도록 건조시키는 것은 BMIm Cl + ACN 용액 (또는 다른 수분-감수성 공정 용매 시스템)을 이용 하는 경우 용접의 일관성 및/또는 제어를 극적으로 개선할 수 있다. 또한, 건조 면 기재를 계속해서 사용시 및 공정 용매를 여러 번 재순환시, 실험에서는 설비가 외부 물 (예를 들어, 대기 중의 물)로부터 적절하게 밀봉되는 한 공정 용매 (예를 들어, BMIm Cl + ACN) 및 재구성 용매 (예를 들어, ACN) 둘 다의 수분 함량이 감소될 수 있는 것으로 나타났다. 건조된 면 기재의 건조 특성은 수분 함량이 감소함에 따라 증가한다. 환언하면, 3질량 % 물인 면은 4질량 % 물인 면보다 더 건조성이다.

[0155] 5. 상업적 규모로 생산된 용접된 기재의 속성

[0156] 진술한 설명은 본 개시내용에 따르는 용접 공정을 사용하여 생산될 수 있는 다양한 신규한 물질 (당해 물질은 일반적으로 1D 용접된 기재 및 2D 용접된 기재로 칭함)의 속성을 개시한다. 하기 속성은 이들 속성이 하기 물질이 대량으로 (예를 들어, 상업적 규모로) 제조되는 경우 단지 이들 물질에 존재하기 때문에 선행기술에 비추어 신규하며 비-자명하다. 물질 속성은 텍스타일에서의 제조 비용 절감 뿐만 아니라 천연 기재 (예를 들어, 면) 함유 텍스타일에 대한 신규한 사용을 가능케 할 수 있다.

- [0157] 석유-기반 물질 (예를 들어, 폴리에스테르, 등)이 필라멘트-유형 원사 및 스테이플 섬유 원사 둘 다를 생산하도록 구성될 수 있음은 잘 알려져 있다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 용어 "스테이플 섬유 원사"는 상대적으로 짧은, 별개의 길이를 갖는 섬유 (스테이플 섬유)로부터 방적된 원사를 나타낸다. 그러나, 본원에 개시된 공정 및 장치 이전에는, 천연 스테이플 섬유로부터 유래된 필라멘트-유형 원사는 없었으며, 여기서 상기 천연 스테이플 섬유 (및, 결과적으로, 이로부터 유도된 필라멘트-유형 원사)는 스테이플 섬유의 최초 속성, 구조, 등의 척도를 보유한다. 본원에 개시된 공정 및 장치는 Rayon, Modal, Tencel®, 등에 관한 모든 선행 교시와는 구별될 수 있으며, 여기서 인조 스테이플 섬유는 셀룰로스의 전체 용해 및/또는 유도체화를 통해 생산된 다음 압출된다 (여기서, 전체 용해는 NMMO, 이온성-액체 기반 시스템, 등을 사용하여 달성될 수 있다). Rayon, Modal, Tencel®, 등의 사례에서, 셀룰로스 전구체는 스테이플 섬유가 유래되는 셀룰로스 공급원 (예를 들어, 너도밤나무 목재 펄프, 대나무 펄프, 면 섬유, 등)을 사실상 알아볼 수 없도록 하는 방식으로 완전하게 용해되고 변성된다. 반대로, 본 개시내용에 따라 생산된 용접된 기재는 아래에 더욱 상세하게 기재된 바와 같이 기재에 스테이플 섬유의 특정 속성, 특징, 등을 보유한다. 이들 원상태 속성, 특징, 등을 보유하는데 있어서, 본 방법 및 장치는 합성 및/또는 석유-기반 필라멘트-유형 원사와 종래에 관련된 신규한 기능성 (예를 들어, 감소된 물 유지, 증가된 강도, 등)을 여전히 가능하게 하면서 선행기술에 비해 용접된 기재의 단위당 비교적 작은 양의 공정 용매를 사용한다. 이들 신규한 용접된 기재 및 이의 기능성은, 차례로, 선행기술로는 가능하지 않았던 전체 신규한 직물 적용을 가능하게 한다. 용접된 기재가 이들 기능성을 발현하고/하거나 나타내는 정도는 적어도 용접된 기재를 제조하는데 사용된 용접 공정의 배치형태에 따라 좌우될 수 있다.
- [0158] 본 개시내용에 따르는 용접 공정을 사용하여 제조될 수 있는 1D 용접된 기재 내에는 '단일' 비합사 및 합사 및 트레드 뿐만 아니라 "용접된 원사 기재"가 포함된다. 전술한 속성 및 예가 용접된 원사 기재에 기인할 수 있지만, 본 개시내용의 범위는 이렇게 제한되지 않으며 용어 "1D 용접된 기재"는 달리 하기 청구항에 나타내지 않는 한 이렇게 제한되지 않는다.
- [0159] 일반적으로, 용접된 원사 기재는 적어도 다음에 의해 종래의 미가공 원사 기재 대응물과는 구별된다: (1) 용접된 원사 기재는 단위 길이당 동등한 중량의 생고분자 기재를 갖는 종래의 원사보다 거의 20% 내지 200% 더 작은 평균 직경을 갖는 종래의 미가공 기재 대응물보다 상당히 더 치밀하기 때문에, 원사를 구성하는 개별 섬유들 간의 비어있는 공간의 양; (2) 용접된 원사 기재는 그것의 표면에 느슨한 섬유를 있다 하더라도 일반적으로 많이 갖고 있지는 않으며 따라서 웨딩되지 않는다(그것의 표면의 임의의 느슨한 섬유의 양 및 특징은 용접 공정 동안 조작될 수 있다). 용접된 기재 및 상응하는 천연 섬유 기재에 대한 특정 경험적 데이터는 아래에 상세히 설명된다.
- [0160] 일반적으로, 느슨한 섬유가 용접된 원사 기재의 표면에 존재하는 경우, 느슨한 섬유의 적어도 일부분은 용접된 원사 기재에 용접된다. 즉, 섬유는 용접된 원사 기재로부터 분리될 정도로 실제로 느슨하지 않으며, 대신에 용접된 원사 기재의 중간 내에 용접된 섬유의 코어에 고정된다. 이것은 공정 용매가 용접 공정 동안 기재 원사의 중심으로 이동하는 경향이 있는 경우 발생할 수 있다. 그러나, 용접 공정은 적어도 공정 용매의 조성을 변화시키고/시키거나 다중 공정 용매 조성을 상이한 시간에 첨가함으로써 원사 기재의 코어 내에서 또는 외부 부분에서 용접을 제한하거나 촉진시키도록 구성될 수 있다.
- [0161] 단독으로 및/또는 조합하여 상기 열거된 두 가지 속성은 수많은 이유로 바람직하고/유리할 수 있다. 예를 들어, 웨딩되지 않은 면 원사는 편물기와 문제를 일으키지 않도록 느슨한 섬유 (린트)의 양이 감소되고/되거나 제거되기 때문에 스판덱스 (라이크라 또는 엘라스테인으로도 공지됨) 또는 다른 합성 섬유와 더욱 효율적으로 짜여질 수 있다. 린트 및 웨딩은 린트 증강 때문에 세정 및/또는 고정되어야 하는 설비에 대한 정지 시간 및 텍스타일의 결함을 야기한다는 점에서 텍스타일 산업의 공지된 문제이다. 정적 클링(static cling)은 느슨한 섬유가 자연스럽게 합성 섬유에 달라 붙게 하며, 이것은 문제가 된다. 용접된 원사 기재는 웨딩이 제거되고/되거나 완화되기 때문에 이러한 문제를 상당히 감소시킨다. 용접된 원사 기재로부터 생산된 패브릭 및/또는 텍스타일 및 스판덱스 (또는 라이크라, 등)가 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 비제한적으로 활동복 (예를 들어, 셔츠, 팬츠, 반바지, 등) 및/또는 내의 (예를 들어, 속옷, 브라, 등)로서 유용할 수 있다.
- [0162] 용접된 원사 기재는 (단위 길이당 뿐만 아니라 단위 직경당 유사한 중량의) 종래의 미가공 기재 대응물보다 더 강하도록 제조될 수 있다. 용접된 원사 기재는 직조된 물질 (예를 들어, 데님)의 생산 동안 "슬래싱(slaughting)" (또는 "사이징(sizing)")에 대한 필요를 없앨 수 있다. 원사 슬래싱은 직조 공정을 겪기에 충분한 정도로 원사를 강하게 만들기 위해(가장 흔히 직조 전에) 사이징 (예를 들어, 전분)을 원사에 적용하는 공정이다. 직조된 텍스타일 생산시, 사이징은 씻어내야 한다. 원사 슬래싱은 비용을 추가할 뿐만 아니라, 또한 자원 (예를 들어, 물) 집약적이다. 슬래싱은 또한 사이징의 제거시, 원사가 그것의 최초 (또는 덜한) 강도로 되돌

아 간다는 점에서 영구적이지 않다. 그에 반해서, 용접 공정은 슬래싱이 요구되지 않도록 종래의 원사에 비해 수득한 용접된 원사 기재를 강화시키도록 구성될 수 있으며, 따라서 보다 영구적인 강도 개선을 부가하면서 비용 및 자원을 절감할 수 있다.

[0163] 스큐(skew)는 경사와 위사가, 곧기는 하지만, 서로에 대해 직각은 아닌 직물 상태이다. 이것은 종래의 원사가 제조 동안 꼬이며 따라서 폴리도룩(풀어지도록) 편향된다는 사실에서 비롯된다. 용접된 원사 기제는 개별 섬유가 융합/용접될 수 있기 때문에 용접 공정 후 폴리지(풀어지지) 않을 수 있는 속성을 가질 수 있기 때문에 용접된 원사 기재로부터 제조된 패브릭은 종래의 미가공 기재 대응물로부터 제조된 패브릭보다 훨씬 덜 공격적으로 비틀어지는 속성을 가질 수 있다.

[0164] 용접된 원사 기제는 저-꼬임 원사, 더 짧은 섬유 길이를 가진 원사, 및/또는 저-품질 섬유 (예를 들어, 상이한 데니어의 섬유)로부터 생산된 원사를 보다 고-가치의, 더 강한 용접된 원사 기재로 전환시킬 수 있다. 예를 들어, 종래의 원사에서, 꼬임 계수(twist factor)는 강도와 강한 상관성이 있다. 단위 길이당 더 많은 꼬임은 더 많은 비용이 든다. 본 개시내용에 따르는 용접 공정을 위한 기재로서 사용된 저-꼬임 원사는 용접 공정이 개별 섬유를 융합시키도록 구성될 수 있는 방법 때문에 종래의 원사 기재보다 훨씬 더 강한 용접된 원사 기제를 초래할 수 있다.

[0165] 용접된 원사 기제는 빗질되지 않는 원사(uncombed yarns)를 보다 고-가치의, 더 강한 용접된 원사 기재로 전환시킬 수 있다. 종래의 원사에서, 빗질 공정은 조각(sliver)으로부터 단섬유를 제거하여 제조 사슬을 내려가면서 더 높은 강도 원사를 생산한다. 빗질은 기계 및 에너지 집약적이며 원사의 제조에 비용을 더한다. 빗질되지 않은 조각으로 이루어진 기재로부터 생산된 용접된 원사 기제는, 용접 공정이 단섬유와 장섬유 융합하여 강도를 향상시키도록 구성될 수 있기 때문에, 종래의 원사 기재보다 훨씬 더 강한 용접된 원사 기제를 초래할 수 있다. 용접 공정은 상당한 비용 절감으로 보다 강한 원사를 생산하도록 구성될 수 있다.

[0166] 용접된 원사 기재로부터 생산된 텍스타일은 그것의 형상을 유지하고 종래의 원사로부터 제조된 패브릭 만큼 수축하는 성향 및/또는 경향을 갖지 않는 속성을 가질 수 있다. 용접 공정은 종래의 원사에 비해 그것의 표면에 느슨한 섬유를 상당히 덜 갖는(거의 내지 전혀 갖지 않는) 용접된 원사 기제를 초래하도록 구성될 수 있기 때문에, 텍스타일은 단일 필라멘트 합성 원사(예를 들어, 폴리에스테르)에서 수행되는 것과 유사한 방식으로, 종래의 원사로부터 생산된 것보다 훨씬 낮은 충전율(fill factor)을 갖는 용접된 원사 기재로부터 생산될 수 있다.

[0167] 이하에서 각각 미가공 데님 2D 기재, 및 (개시 물질로서 도 12a로부터의 미가공 기제를 사용하여) 수득한 용접된 2D 기재의 SEM 이미지를 제공하는 도 12a 및 12b를 참고로 하여, 미가공 기재에 비해 용접된 기재에 대해 인접한 섬유들 간의 증가된 맞물림(engagement)이 쉽게 시각적으로 관측될 수 있다. 인접한 섬유들 간의 증가된 맞물림은 증가된 강성도, 보다 낮은 수분 흡수, 및/또는 증가된 건조 속도를 포함하지만 이에 제한되지 않는, 미가공 기재에는 존재하지 않는 다양한 속성들을 용접된 기재에 제공할 수 있다.

[0168] 이하에서 각각 미가공 니트 2D 기재, 및 (개시 물질로서 도 12c로부터의 미가공 기제를 사용하여) 수득한 용접된 2D 기재의 SEM 이미지를 제공하는 도 12c 및 12d를 참고로 하여, 미가공 기재에 비해 용접된 기재에 대해 인접한 섬유들 간의 증가된 맞물림이 쉽게 시각적으로 관측될 수 있다. 인접한 섬유들 간의 증가된 맞물림은 증가된 강성도, 보다 낮은 수분 흡수, 및/또는 증가된 건조 속도를 포함하지만 이에 제한되지 않는, 미가공 기재에는 존재하지 않는 다양한 속성들을 용접된 기재에 제공할 수 있다.

[0169] 2D 기재에 대해 작용하도록 구성된 용접 공정 (예를 들어, 도 12b 또는 12d에 나타낸 바와 유사한 용접된 기제를 생산하도록 구성된 용접 공정)에서, 가용화된 폴리머를 (기재 및/또는 공정 용매에) 첨가하는 것 및/또는 공정 온도/압력 구역 (3) 동안 공정 습윤화 기재에 대한 압력을 증가시키는 것은 다중 층상 및/또는 라미네이트 복합체를 제조하는 경우 증가된 층간 접착을 촉진시킬 수 있다. 일반적으로, 기제가 용접되는 정도 (예를 들어, 고, 중간, 저)는 수득한 용접된 기재의 가요성에 영향을 줄 수 있다.

[0170] 증가된 파열 강도에 더하여, 도 12b 및 12d에 나타낸 것과 같은 직물은 마틴데일 필 시험(Martindale Pill test)를 사용하여 시험된 경우 직물의 스코어에 있어서 막대한 증가를 나타낼 수 있다. 예를 들어, 이 시험에서 1.5 또는 2 스코어의 미가공 원사 기재로 이루어진 직물은 직물이 기재에 대해 적당량의 적절한 용접을 수행한 용접 공정을 거치는 경우 5로 증가한다.

[0171] 용접된 원사 기제는 종래의 원사, 구체적으로 종래의 면 원사에 비해 우월한 수분 위킹(wicking) 및 흡수 특성을 가질 수 있다. 이와 같이, 용접된 원사 기제는 종래의 원사보다 더 빠르게 건조될 수 있으며 이로써 관련 비용 및 자원 감소를 제공할 수 있다. 덜 수축하는 성향 및/또는 경향과 더불어, 용접된 원사 기재로 구성된

패브릭은 물 관리 및 수축 부족의 조합이 중요한 속성인 활동복 (예를 들어, 스포츠웨어), 실내복 (예를 들어, 판제리), 등에서 훨씬 더 큰 유용성을 가질 수 있다.

[0172] 용접된 원사 기재로부터 생산된 텍스타일은 종래의 원사로부터 생산된 텍스타일과 비교하여 그것의 중량에 대해 훨씬 더 강하도록 구성될 수 있다. 용접된 원사 기재의 평균 직경은 주어진 중량 원사에 대해 종래의 원사의 평균 직경보다 작을 수 있기 때문에, 용접된 원사 기재를 사용하여 제조된 텍스타일의 파열 강도는 상당히 증가하는 것으로 관측된다.

[0173] 추가로, 용접된 원사 기재로부터 생산된 텍스타일은, 용접 공정이 기재에 코팅을 부가하고/하거나 기재에서 공정 용매 침투의 깊이를 조절하도록 구성될 수 있기 때문에, 텍스타일의 "태(hand)" (예를 들어, 감촉, 텍스처, 등) 및 피니시에 있어서 광범위한 변화 및 제어 가능한 결과를 가능케 하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 용접 공정의 측면에서, 용접 공정은 원사 기재를 필름으로서 가용화된 셀룰로스로 코팅하도록 구성될 수 있으며, 이것은 종래의 미가공 기재 대응물에 비해 수득한 용접된 원사 기재의 바깥쪽의 평탄성을 크게 변화시킬 수 있다.

[0174] 본 개시내용에 따르는 용접 공정을 사용하여 제조될 수 있는 2D 용접된 기재 내에는 용접된 기재 판지, 용접된 기재 종이-유형, 및/또는 용접된 기재 종이-대용 물질이 포함된다. 전술한 속성 및 예가 용접된 기재 종이-대용 물질에 기인할 수 있지만, 본 개시내용의 범위는 이렇게 제한되지 않으며, 용어 "2D 용접된 기재"는 달리 하기 청구항에 나타나지 않는 한 이렇게 제한되지 않는다. 일반적으로, 2D 용접된 기재에 대한 물질 및/또는 이의 속성은 종이-유형 및 건축 재료의 제조 비용 감소 뿐만 아니라 종래의 물질에 비해 이들 물질에 대한 신규한 사용을 가능케 할 수 있다.

[0175] 일반적으로, 용접된 기재 종이-대용 물질은 적어도 용접된 기재 종이-대용 물질이 상당한 양 (예를 들어, 10질량 또는 용적 % 이상)의 리그노셀룰로스 물질을 함유할 수 있다는 사실에 의해 종래의 미가공 기재 대응물로부터 구별될 수 있다. 반대로, 종래의 판지 및 다른 종이 물질은 리그노셀룰로스 물질을 거의 또는 전혀 갖지 않는 정제된 셀룰로스 펄프를 함유한다. 본 개시내용에 따르는 용접 공정은 상당한 양의 리그노셀룰로스 물질을 함유하는 용접된 기재 종이-대용 물질을 생산하도록 구성될 수 있다. 리그노셀룰로스 물질은 저비용 충전제 및/또는 강화 (보강) 제제 둘 다로서 작용할 수 있다. 이들 용접된 기재 종이-대용 물질은 현재 관측되지 않는 종이 및 판지 산업 내 구별을 가능케 할 수 있다. 예를 들어, 커피 컵, 피자, 및 다른 음식 배달/포장 박스, 선적용 박스, 의복 행거, 등을 위한 저-비용 열 슬리브(thermal sleeve). 이들 용접된 기재 종이-대용 물질은 펄핑 (예를 들어, 크라프트 펄핑)의 비용을 없앤다는 점에서 혁신적일 수 있다. 2차원 및/또는 3차원 용접된 기재는 하기 청구항에 그렇게 나타나지 않는 한 비제한적으로 보다 강하고/강하거나 보다 가벼운 물질 예컨대 기저귀, 판지 대응물, 종이 대응물, 등을 제공함으로써 종이 및/또는 판지를 이용하는 용도에서 유용할 수 있다.

[0176] 미가공 기재 대응물에 비해 용접된 기재의 우월한 속성을 입증하고 정량하는데 사용되는 표준 텍스타일/직물 시험의 일부는 다음을 포함하지만, 이에 제한되지 않는다: (1) AATCC 135 (세탁 시험 직물); (2) AATCC 150 (세탁 시험 의복); (3) ASTM D2256 (단일 단부 원사 시험); (4) ASTM D3512 (필링 랜덤 텀블); 및 (5) ASTM D4970 (마틴데일 펄 시험). 이 목록은 총망라한 것은 아니며, 다른 시험이 본원에 언급될 수 있다. 따라서, 본 개시내용의 범위는 하기 청구항에 그렇게 나타나지 않는 한 특별한 미가공 기재 또는 용접된 기재에 대한 특정 시험 및/또는 정량적 데이터에 의해 제한되지 않는다.

[0177] 6. 다양한 용접 공정의 구체적인 측면 및 수득한 용접된 기재의 특성.

[0178] 다음은 본 개시내용에 따르는 다양한 방법 및 장치를 사용하여 제조된 용접된 기재에 대한 데이터이다. 그러나, 아래 개시된 하기 특정 예 (예를 들어, 다양한 용접된 기재를 생산하기 위해 사용된 공정 파라미터, 용접된 기재의 속성, 치수, 배치형태, 등) 중의 어떤 것도 하기 청구항에 그렇게 나타나지 않는 한 본 개시내용의 범위를 제한하는 것으로 의도되지 않으며, 오히려 설명의 목적을 위한 것이다.

[0179] 용접된 기재를 생산하기 위한 한 가지 공정은 미가공 30/1 링 방적 면 원사 ('30 단일', tex = 19.69 중량 원사)로 이루어진 기재에의 적용을 위해 EMIm OAc와 ACN으로 이루어진 공정 용매를 사용하도록 구성될 수 있다. 그와 같은 기재의 주사 전자현미경 (SEM) 이미지가 도 7b에 나타내어져 있으며, 수득한 용접된 기재의 SEM 이미지는 도 7c에 나타내어져 있다. 표 1.1은 도 7c에서 용접된 기재를 제조하는데 사용된 주요 가공 파라미터의 일부를 보여준다. 이러한 배치형태에서, 공정 용매 적용은 33-인치 길이 튜브를 통해 기재를 인장함을 통해 달성되었으며, 여기서 상기 튜브는 공정 용매로 채워졌다. 따라서, 그와 같은 배치형태는 별개의 공정 용매 적용

구역 (2)을 초래하지 않는다. 튜브의 단부에서, 가요성 오리피스 (예를 들어, 고무 볼러)는 공정 습윤화 기재와 물리적으로 접촉하여 공정 습윤화 기재의 외측 표면으로부터 공정 용매의 일부를 제거하고 공정 용매를 기재에 대해 적절하게 분배하도록 설계되었다.

[0180] 용접 공정의 도식적 표현이 도 7a에 나타나어져 있으며, 용접 공정은 도 7c에 나타난 용접된 기재를 생산하도록 구성될 수 있다. 도 7a에 나타난 용접 공정은 점성 저항, 공정 용매 적용, 공정 습윤화 기재와의 물리적 접촉, 등에 관해 도 1, 2, 및 6a-6e와 관련된 본원에 이전에 기재된 다양한 원리 및 개념에 따라 구성될 수 있다. 간결하게 하기 위해, 공정 용매 회수 구역 (4), 용매 수집 구역 (7), 용매 재순환 (8), 혼합된 가스 수집 (9), 및 혼합된 가스 재순환 구역 (10)과 관련된 이러한 용접 공정의 측면은 생략한다. 점성 저항은 공정 용매 조성, 온도, 고무 볼러 오리피스의 가요성 및 크기, 등의 동시-최적화에 의해 달성되었음을 주지한다. 용접된 기재의 용적 제어된 압밀은 건조 구역에서 이의 건조 동안 공정 용접된 기재 및/또는 재구성된 습윤화 기재에 대한 선형 긴장을 제어함으로써 및 제어된 긴장 조건하에서 용접된 기재를 권축시키는 수집 방법에 의해 원사 직경 감소에만 제한되었다. 그러나, 2D 또는 3D 기재에서는, 용접된 기재의 용적 제어된 압밀이 다른 차원에서 공정 습윤화 기재, 재구성된 습윤화 기재, 등에 대한 긴장을 제한할 수 있으며, 이것은 적어도 1차 선형 긴장, 2차 선형 긴장, 및/또는 3차 선형 긴장을 제어함을 필요로 할 수 있다.

온도 (°C)	인장 속도 (m/min)	용접 구역 시간 (sec)	Solv. 비 (g/g)	용매 유형
공정 용매 적용 구역/공정 압력 온도 구역: 65	5.3	10.0	근사치 4	EMIm OAc:ACN 1:2 (몰비)

표 1.1.

[0181]

[0182] 표 1.1은 도 7a에 나타난 용접 공정을 이용하여 도 7c에서 용접된 기재를 제조하는데 사용된 주요 가공 파라미터의 일부를 보여준다. 표 1.1에서, "용접 구역 시간"은 기재가 공정 용매 적용 구역 (2) 및 공정 온도/압력 구역 (3)에 배치되어 있었던 지속시간을 지칭함을 주지한다. 이러한 시간은 선행기술과 비교하여 용접 시간의 대략 한 자릿수 감소를 나타낸다. 물론, 샘플이 수 분 내지 수 시간 동안 처리됨을 알려주는 많은 공정들이 있다. 그러나, 선행기술에는 이렇게 짧은 지속기간 내에 원하는 효과를 달성할 수 있는 부분 가용화-유형 공정이 개시되어 있지 않다. 용접 시간의 이러한 상당한 감소는 오직 공정 용매 화학과 원하는 효과를 달성하도록 조작된 하드웨어 및 제어 시스템을 동시-최적화함으로써 가능하였다. 즉, 화학 및 하드웨어를 적절한 점성 저항 및 제어된 용적 압밀을 달성하여 완성된 용접된 원사 기재에서 놀라운 신규한 효과를 달성하는 방식으로 조합함으로써. 대표적인 미가공 원사 기재 샘플 및 대표적인 용접된 원사 기재 둘 다에 적용된 그램 단위의 응력 대 신도-퍼센트의 플롯이 도 7d에 나타나어져 있으며, 여기서 상기 최상부 곡선은 용접된 원사 기재이고 바닥 트레이스는 미가공 기재이다.

[0183] 여전히 표 1.1을 참고로 하여, "인장 속도(pull rate)"는 기재가 용접 공정을 통해 이동하는 선형 속도(이것은 점성 저항에 영향을 줌)를 지칭하고, "용매 비"는 공정 용매 대 기재의 질량비를 지칭한다.

[0184] 표 1.2는 (용접된 원사 기재의 대략 20개의 특유의 시료에 대해 수행된 바와 같이) 도 7c에 나타난 용접된 기재의 다양한 속성을 제공하며, 이러한 속성은 ASTM D2256에 가까운 인장 시험 방식으로 작동하는 Instron 브랜드 기계적 특성 시험기를 사용하여 수집되었다. 표 1.2에 사용된 바와 같이, 파괴 강도는 용접된 기재에서의 그램 단위의 평균 절대적인 힘을 나타낸다. 정규화된 파괴 강도는 미가공 원사 기재의 중량 (이것은 이 샘플의 경우 19.69 tex이었다)에 의해 정규화된 센티-뉴턴으로 변환된 그램이다. 신도 퍼센트는 파손이 일어나는 변위를 표점 거리로 나누어 100을 곱한 것을 나타낸다.

파괴 강도 (g)	Norm. 파괴 강도 (cN/dtex)	신장 (%)
375	1.86	4.2

표 1.2.

[0185]

[0186] 용접된 기재를 생산하기 위한 또 다른 공정은 미가공 30/1 링 방적 면 원사로 이루어진 기재에의 적용을 위해 EMIm OAc와 ACN으로 이루어진 공정 용매를 사용하도록 구성될 수 있다. 그와 같은 용접 공정의 개략도가 도 8a에 나타내어져 있다. 도 8a에 나타낸 용접 공정은 점성 저항, 공정 용매 적용, 공정 습윤화 기재와의 물리적 접촉, 등에 관해 도 1, 2, 및 6a-6e와 관련된 본원에 이전에 기재된 다양한 원리 및 개념에 따라 구성될 수 있다. 간결하게 하기 위해, 공정 용매 회수 구역 (4), 용매 수집 구역 (7), 용매 재순환 (8), 혼합된 가스 수집 (9), 및 혼합된 가스 재순환 구역 (10)과 관련된 이러한 용접 공정의 측면은 생략한다. 이 실시예에서, 용접 공정에 사용하기 위한 장치의 측면은 원사로 이루어진 기재가 공정을 통해 이동할 수 있는 속도를 증가시키도록 특수하게 구성되었다. 특히, 도 6a에 기재된 바와 유사한 주사기 (60) 디바이스를 사용하여 공정 온도/압력 구역 (3)으로부터 공정 용매 적용 (2)을 분리함으로써.

[0187] 표 2.1은 도 8a에 묘사된 용접 공정을 사용하여 도 8c의 용접된 기재를 제조하는데 사용된 주요 가공 파라미터의 일부를 보여준다. 표 2.1의 각각의 칼럼 제목에 대한 공정 파라미터는 표 1.1에 관해 이전에 기재된 바와 동일하다. 이러한 용접 공정에서, 공정 용매 적용 구역 (2) 및 공정 온도/압력 구역 (3)의 온도는 원하는 양의 점성 저항을 동시-최적화하고 증가된 공정 용매 효율을 촉진시키기 위해 상이한 값으로 유지하였다. 또한, 정량 펌프를 사용하여 공정 용매 적용을 달성하고 공정 용매 적용 구역 (2) 전반에 걸쳐 주요 지점에서 점성 저항을 적용함으로써, 원사 기재에 대한 마찰력 (예를 들어, 전단)을 제한하여 더 큰 긴장 제어를 달성하는 것이 가능하였다. 이것은 원사 기재 직경의 용적 제어된 감소를 추가로 돕는 효과를 갖는다. 전반적인 디자인은 이전의 실시예보다 더 빠른 총 처리량을 가능하게 하며 표 1.1을 표 2.1과 비교함으로써 자명하다.

[0188] 도 8a의 용접 공정에 사용될 수 있는 미가공 30/1 링 방적 면 원사로 이루어진 기재의 주사 전자현미경 (SEM) 이미지가 도 8b에 나타내어져 있다. 수득한 용접된 기재의 SEM 이미지는 도 8c에 나타내어져 있다. 표 2.1은 도 8c에서 용접된 기재를 제조하는데 사용된 주요 가공 파라미터의 일부를 보여준다.

온도 (°C)	인장 속도 (m/min)	용접 구역 시간 (sec)	Solv. 비 (g/g)	용매 유형
공정 용매 적용 구역: 78 공정 압력 온도 구역: 74	14.4	11.0	2.85	EMIm OAc:ACN 1:2 (몰비)

표 2.1

[0189]

[0190] 표 2.2는 표 2.1에 기재된 파라미터를 사용하여 생산된 도 8c에 나타낸 용접된 기재의 다양한 속성을 제공한다. 속성은 용접된 원사 기재의 대략 20개의 특유의 시료에 대해 수행된 바와 같이 평균을 내었으며, 이러한 속성은 ASTM D2256에 가까운 인장 시험 방식으로 작동하는 Instron 브랜드 기계적 특성 시험기를 사용하여 수집되었다. 표 2.2의 각각의 칼럼 제목에 대한 기계적 특성은 표 1.2에 관해 이전에 기재된 바와 동일하다. 대표적인 미가공 원사 기재 샘플 및 대표적인 용접된 원사 기재 샘플 둘 다에 적용된 그램 단위의 응력 대 신도-퍼센트의 플롯이 도 8d에 나타내어져 있으며, 여기서 상기 최상부 곡선은 용접된 원사 기재이고 바닥 트레이스는 미가공 기재이다.

파괴 강도 (g)	Norm. 파괴 강도 (cN/dtex)	신장 (%)
395	1.96	4.9

표 2.2.

[0191]

[0192] 용접된 기재를 생산하기 위한 또 다른 공정은 미가공 30/1 링 방적 면 원사 또는 10/1 개방 말단 방적 면 원사로 이루어진 기재에의 적용을 위해 EMIm OAc와 ACN으로 이루어진 공정 용매를 사용하도록 구성될 수 있다. 그와 같은 공정은 도 8a에 개략적으로 나타낸 바와 유사할 수 있다. 표 3.1은 10/1 개방 말단 방적 면 원사로 이루어진 기재로부터 용접된 기재를 제조하는데 사용된 주요 가공 파라미터의 일부를 보여주고, 표 3.2는 표 3.1에 나타낸 파라미터를 갖는 용접 공정을 사용하여 용접된 기재 및 미가공 기재의 다양한 속성을 제공한다. 물론, 이들 데이터는 용접 공정을 통해 달성될 수 있는 용접된 기재의 속성에 대해 설명하는 것이며, 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 용접될 수 있는 원사 기재의 유형 및/또는 용접된 기재의 속성을 제한함을 의미하

지 않는다.

[0193] 용접된 기재를 생산하기 위한 또 다른 공정은 미가공 원사로 이루어진 기재에의 적용을 위해 EMIm OAc와 ACN으로 이루어진 공정 용매를 사용하도록 구성될 수 있다. 그와 같은 용접 공정을 수행하도록 구성될 수 있는 다양한 장치의 투시도가 도 9a에 나타내어져 있다. 도 9a에 나타낸 용접 공정 및 이를 위한 장치는 점성 저항, 공정 용매 적용, 공정 습윤화 기재와의 물리적 접촉, 등에 관해 도 1, 2, 및 6a-6e와 관련된 본원에 이전에 기재된 다양한 원리 및 개념에 따라 구성될 수 있다. 간결하게 하기 위해, 공정 용매 회수 구역 (4), 용매 수집 구역 (7), 용매 재순환 (8), 혼합된 가스 수집 (9), 및 혼합된 가스 재순환 구역 (10)과 관련된 이러한 용접 공정의 측면은 생략한다.

[0194] 도 9a의 용접 공정 및 장치에 사용될 수 있는 기재의 주사 전자현미경 (SEM) 이미지는 도 9b에 나타내어져 있고, 수득한 용접된 기재의 SEM 이미지는 도 9c에 나타내어져 있다. 표 3.1은 (약간 용접된다는 점에서 도 9c에 나타낸 용접된 기재와 유사한) 도 9k의 용접된 기재를 생산하기 위해 도 9a에 나타낸 용접 공정 및 장치를 사용하여 용접된 기재를 제조하는데 사용된 주요 가공 파라미터의 일부를 보여준다. 표 3.1의 각각의 칼럼 제목에 대한 공정 파라미터는 표 1.1에 관해 이전에 기재된 바와 동일하다.

[0195] 이러한 용접 공정은 원사 기재의 다중 단부를 동시에 이동시키도록 구성될 수 있으며, 사실상 모든 중요한 공정 파라미터 예컨대 공정 용매 유량, 온도, 기재 공급 속도, 기재 긴장, 등이 조정될 수 있음을 주지한다. 특히, 이러한 용접 공정 및 장치는 특정 생성물에 대해 설계된 특별한 용접된 기재에 대한 점성 저항 및 제어된 용적 압밀의 동시-최적화를 가능하게 할 수 있다. 선택된 수의 용접된 원사 기재가 도 9c-9e 및 9i-9m에 나타내어져 있다.

온도 (°C)	인장 속도 (m/min)	용접 구역 시간 (sec)	Solv. 비 (g/g)	용매 유형
공정 용매 적용 구역: 77 공정 압력 온도 구역: 77	17.3	8.9	3.0	EMIm OAc:ACN 1:2 (몰비)

표 3.1

[0196]

[0197] 표 3.2는 표 3.1에 기재된 파라미터를 사용하여 생산된 도 9k에 나타낸 용접된 기재의 다양한 속성을 제공한다. 속성은 용접된 원사 기재의 대략 20개의 특유의 시료에 대해 수행된 바와 같이 평균을 내었으며, 이러한 속성은 ASTM D2256에 가까운 인장 시험 방식으로 작동하는 Instron 브랜드 기계적 특성 시험기를 사용하여 수집되었다. 표 3.2의 각각의 칼럼 제목에 대한 기계적 특성은 표 1.2에 관해 이전에 기재된 바와 동일하다. 대표적인 미가공 원사 기재 샘플 및 대표적인 용접된 원사 기재 샘플 (예컨대 약간 용접된 도 9c 및 9k에 나타낸 용접된 기재) 둘 다에 적용된 그램 단위의 응력 대 신도-퍼센트의 플롯이 도 9g에 나타내어져 있으며, 여기서 상기 최상부 곡선은 용접된 원사 기재이고 바닥 트레이스는 미가공 기재이다.

파괴 강도 (g)	Norm. 파괴 강도 (cN/dtex)	신장 (%)
348	1.73	3.0

표 3.2.

[0198]

[0199] 표 4.1은 (중간 정도로 용접된다는 점에서 도 9d에 나타낸 용접된 기재와 유사한) 도 9l의 용접된 기재를 생산하기 위해 도 9a에 나타낸 용접 공정 및 장치를 사용하여 용접된 기재를 제조하는데 사용된 주요 가공 파라미터의 일부를 보여준다. 표 4.1의 각각의 칼럼 제목에 대한 공정 파라미터는 표 1.1에 관해 이전에 기재된 바와 동일하다.

[0200] 이러한 용접 공정은 원사 기재의 다중 단부를 동시에 이동시키도록 구성될 수 있으며, 사실상 모든 중요한 공정 파라미터 예컨대 공정 용매 유량, 온도, 기재 공급 속도, 기재 긴장, 등이 조정될 수 있음을 주지한다. 특히, 이러한 용접 공정 및 장치는 특정 생성물에 대해 설계된 특별한 용접된 기재에 대한 점성 저항 및 제어된 용적 압밀의 동시-최적화를 가능케 할 수 있다.

온도 (°C)	인장 속도 (m/min)	용접 구역 시간 (sec)	Solv. 비 (g/g)	용매 유형
공정 용매 적용 구역: 90 공정 압력 온도 구역: 79	18.0	8.5	3.0	EMIm OAc:ACN 1:2 (몰비)

표 4.1

표 4.2는 표 4.1에 기재된 파라미터를 사용하여 생산된 도 9l에 나타난 용접된 기재의 다양한 속성을 제공한다. 속성은 용접된 원사 기재의 대략 20개의 특유의 시료에 대해 수행된 바와 같이 평균을 내었으며, 이러한 속성은 ASTM D2256에 가까운 인장 시험 방식으로 작동하는 Instron 브랜드 기계적 특성 시험기를 사용하여 수집되었다. 표 4.2의 각각의 칼럼 제목에 대한 기계적 특성은 표 1.2에 관해 이전에 기재된 바와 동일하다.

파괴 강도 (g)	Norm. 파괴 강도 (cN/dtex)	신장 (%)
365	1.82	2.2

표 4.2.

표 5.1은 (고도로 용접된다는 점에서 도 9e에 나타난 용접된 기재와 유사한) 도 9m에서 용접된 기재를 생산하기 위해 도 9a에 나타난 용접 공정 및 장치를 사용하여 용접된 기재를 제조하는데 사용된 주요 가공 파라미터의 일부를 보여준다. 표 5.1의 각각의 칼럼 제목에 대한 공정 파라미터는 표 1.1에 관해 이전에 기재된 바와 동일하다.

이러한 용접 공정은 원사 기재의 다중 단부를 동시에 이동시키도록 구성될 수 있으며, 사실상 모든 중요한 공정 파라미터 예컨대 공정 용매 유량, 온도, 기재 공급 속도, 기재 긴장, 등이 조정될 수 있음을 주지한다. 특히, 이러한 용접 공정 및 장치는 특정 생성물에 대해 설계된 특별한 용접된 기재에 대한 점성 저항 및 제어된 용적 압밀의 동시-최적화를 가능하게 할 수 있다.

온도 (°C)	인장 속도 (m/min)	용접 구역 시간 (sec)	Solv. 비 (g/g)	용매 유형
공정 용매 적용 구역: 110 공정 압력 온도 구역: 79	17.3	8.9	3.5	EMIm OAc:ACN 1:2 (몰비)

표 5.1

표 5.2는 표 5.1에 기재된 파라미터를 사용하여 생산된 도 9m에 나타난 용접된 기재의 다양한 속성을 제공한다. 속성은 용접된 원사 기재의 대략 20개의 특유의 시료에 대해 수행된 바와 같이 평균을 내었으며, 이러한 속성은 ASTM D2256에 가까운 인장 시험 방식으로 작동하는 Instron 브랜드 기계적 특성 시험기를 사용하여 수집되었다. 표 5.2의 각각의 칼럼 제목에 대한 기계적 특성은 표 1.2에 관해 이전에 기재된 바와 동일하다.

파괴 강도 (g)	Norm. 파괴 강도 (cN/dtex)	신장 (%)
353	1.76	1.8

표 5.2.

기재가 용접되는 정도의 진행이 도 9c-9e에 나타내어져 있으며, 이들 용접된 기재 모두는 공정 파라미터를 변화 시킴으로써 도 9a에 나타난 공정 및 장치를 사용하여 제조될 수 있다. 특히, SEM 데이터는 먼 원사에 대한 느슨한 헤어의 진행성 제거 뿐만 아니라 도 9c의 약간 용접된 기재, 도 9d의 중간 정도로 용접된 기재, 및 도 9e의 고도로 용접된 기재에 대한 다양한 정도의 제어된 용적 압밀을 보여준다. 이들 용접된 기재 모두는 미가공 30/1 먼 원사로 이루어진 기재를 사용하여 제조되었다. 용어들 "약간", "중간 정도로", 및 "고도로"는 어떠한 의미에서 제한하고자 하는 것은 아니며, 오히려 본원 또는 하기 청구항에서 달리 나타내지 않는 한 상대적, 정

성적 측면을 전하기 위한 것이다.

[0210]

약간 용접된 기재 (당해 용접된 기재는 도 9c 또는 9k에 나타난 것과 유사할 수 있다)로부터 생산된 시험 직물이 도 9f에 나타내어져 있다. 용접된 기재로부터 편직되거나 직조된 패브릭의 절대적인 속성은 변할 수 있으며, 적어도 공정 파라미터 및 직물을 포함하는 용접된 기재에 대해 수행된 용접의 정도를 통해 조작될 수 있다. 표 6.1은 도 9f에 나타난 직물에 대해 사용된 용접된 기재를 제조하기 위해 도 9a에 나타난 용접 공정 및 장치를 사용하여 용접된 기재를 제조하는데 사용된 주요 가공 파라미터의 일부를 보여준다. 표 6.1의 각각의 칼럼 제목에 대한 공정 파라미터는 표 1.1에 관해 이전에 기재된 바와 동일하다.

온도 (°C)	인장 속도 (m/min)	용접 구역 시간 (sec)	Solv. 비 (g/g)	용매 유형
공정 용매 적용 구역: 90 공정 압력 온도 구역: 79	18.0	8.5	3.0	EMIm OAc:ACN 1:2 (몰비)

표 6.1

[0211]

[0212]

표 6.2는 약간 용접된 기재 예컨대 (미가공 30/1 링 방적사 기재를 사용하여) 도 9c 및 9k로부터의 기재의 세 가지 별개의 샘플로 이루어진 직물 및 미가공 원사 기재를 사용하여 만들어진 상응하는 직물의 다양한 속성을 제공한다. 파열 강도는 ASTM D3786을 사용하여 결정되었다. 칼럼 제목 "파열 강도"는 제곱인치 당 파운드 단위의 절대적인 파열 강도를 지칭하고, 칼럼 제목 "파열 강도 개선"은 대조군인 미가공 원사 기재로 이루어진 것과 비교하여 용접된 원사 기재로 이루어진 직물의 개선을 퍼센트를 지칭한다.

직물에서 사용된 원사	파열 강도 (psi)	파열 강도 개선 %
대조군 (미가공 기재)	60.0	-
용접된 A (약간 용접된 기재)	71.5	+19%
용접된 B (약간 용접된 기재)	72.5	+21%
용접된 C (약간 용접된 기재)	72.9	+21%

표 6.2

[0213]

[0214]

증가된 파열 강도에 더하여, 직물 예컨대 도 9f에 나타난 직물은 마틴데일 필 시험 (ASTM D4970)을 사용하여 시험되는 경우 직물의 스코어에 있어서 막대한 증가를 나타낼 수 있다. 예를 들어, 이 시험에서 1.5 또는 2 스코어의 미가공 원사 기재로 이루어진 직물은 동일한 미가공 원사 기재가 심지어 중간 정도로 용접되도록 용접 공정을 거쳤을 경우 5로 증가한다.

[0215]

기재가 용접되는 정도의 또 다른 진행이 도 9k-9m에 나타내어져 있으며, 이들 용접된 기재 모두는 각각의 용접된 기재를 생산하기 위한 용접 공정과 관련된 표와 관련하여 상기에 기재된 바와 같은 공정 파라미터를 변화시킴으로써 도 9a에 나타난 공정 및 장치를 사용하여 제조될 수 있다. 특히, SEM 데이터는 먼 원사 상의 느슨한 헤어의 진행성 제거 뿐만 아니라 도 9k의 약간 용접된 기재, 도 9l의 중간 정도로 용접된 기재, 및 도 9m의 고도로 용접된 기재에 대한 다양한 정도의 제어된 용적 압밀을 보여준다. 이들 용접된 기재 모두는 미가공 30/1 먼 원사로 이루어진 기재를 사용하여 제조되었다. 도 9k-9m에 나타난 원사 및 도 9i 및 9j에 나타난 원사의 일부 기계적 특성이 표 7.1에 나타내어져 있으며, 이것은 미가공 원사 기재에 대한 동일한 기계적 특성의 비교를 제공한다. 표 7.1에서, "인성(tenacity)"은 원사 및 섬유 산업에서 통상적으로 사용되는, 강도의 중량 정규화된 척도를 지칭한다.

용접 정도	강인도 (cN/dtex)	신장
미가공 원사	1.24	4.9%
약간 용접	1.73	3.0 %
중간 정도로 용접	1.82	2.2 %
고도로 용접	1.76	1.8 %
코어-셸 유형 용접	1.89	4.2 %

표 7.1

[0216]

[0217]

일반적으로, 미가공 기재 대응물에 비해 용접된 기재에 대해 증가된 강도가 관측된다. 이전에 논의된 바와 같이, 도 9f에 나타난 직물은 미가공 원사 기재로부터 생산된 유사한 편직된 대조 직물의 파열 강도보다 대략 30% 더 큰 파열 강도를 갖는다. 다른 개선 예컨대 미가공 기재 대응물에 비해 (세탁 후) 감소된 건조 시간, 증가된 내마모성, 및 더 큰 염색 반향(vibrancy of dyeing)이 또한 관측되며, 이것은 아래 더욱 상세하게 논의될 것이다. 이들 속성이 관측되는 절대적인 정도는 적어도 공정 파라미터 (예를 들어, 용접 공정의 정도 및 품질)를 통해 제어될 수 있다. 용접 공정의 정도 및 품질은, 차례로, 적어도 공정 용매 적용 및 점성 저항의 동시-최적화 뿐만 아니라 용접 공정의 다양한 단계 동안 발생하는 제어된 용적 압밀의 함수일 수 있다.

[0218]

미가공 기재 및 용접된 기재 둘 다에 적용된 선형 긴장(단위: 그램)의 함수로서의 신도-퍼센트의 비교를 보여주는 도 9g를 다시 참고로 하여, 용접된 기재는 우월한 기계적 특성을 나타낸다. 도 9c에 나타난 용접된 기재는 "코어 용접된" 기재로 간주될 수 있으며, 여기서 상기 용어 "코어 용접된"은 공정 용매 적용 및 용접 작용이 기재 직경 전반에 걸쳐 상대적으로 고르게 기재에 침투된 용접된 기재를 지칭한다.

[0219]

도 9i 및 9j에 나타난 용접된 기재는 "셸 용접된" 기재로 간주될 수 있으며, 여기서 상기 용어 "셸 용접된"은 기재의 외부 외측 표면 상에 우선적으로 용접된 (즉, 용접된 셸을 생성하도록) 용접된 기재를 지칭한다. 도 9j에 나타난 중심에 배치된 용접된 기재의 중심 부분에 명백히 나타난 바와 같이, 용접된 셸은 최소로/비-용접된 코어와는 구별된다.

[0220]

이러한 셸 용접된 기재는 도 9a에 나타난 용접 공정 및 장치를 사용하여 미가공 30/1 링 방적 면 원사로 이루어진 기재로부터 제조될 수 있다. 표 8.1은 도 9i 및 9j에서 용접된 기재를 제조하기 위해 도 9a에 나타난 용접 공정 및 장치를 사용하여 셸 용접된 기재를 제조하는데 사용된 주요 가공 파라미터의 일부를 보여준다. 표 8.1의 각각의 칼럼 제목에 대한 공정 파라미터는 표 1.1에 관해 이전에 기재된 것과 동일하다.

[0221]

이러한 용접 공정은 원사 기재의 다중 단부를 동시에 이동시키도록 구성될 수 있으며, 사실상 모든 중요한 공정 파라미터 예컨대 공정 용매 유량, 온도, 기재 공급 속도, 기재 긴장, 등이 조정될 수 있음을 주지한다. 특히, 이러한 용접 공정 및 장치는 특정 생성물에 대해 설계된 특별한 용접된 기재에 대한 점성 저항 및 제어된 용적 압밀의 동시-최적화를 가능하게 할 수 있다.

온도 (°C)	인장 속도 (m/min)	용접 구역 시간 (sec)	Solv. 비 (g/g)	용매 유형
공정 용매 적용 구역: 105 공정 압력 온도 구역: 105	3.5	14.4	3.0	BMI _m Cl:ACN 1:1 (몰비)

표 8.1

[0222]

[0223]

표 8.2는 표 8.1에 기재된 파라미터를 사용하여 생산된 도 9i 및 9j에 나타난 용접된 기재의 다양한 속성을 제공한다. 속성은 용접된 원사 기재의 대략 20개의 특유의 시료에 대해 수행된 바와 같이 평균을 내었으며, 이러한 속성은 ASTM D2256에 가까운 인장 시험 방식으로 작동하는 Instron 브랜드 기계적 특성 시험기를 사용하여 수집되었다. 표 8.2의 각각의 칼럼 제목에 대한 기계적 특성은 표 1.2에 관해 이전에 기재된 바와 동일하다.

파괴 강도 (g)	Norm. 파괴 강도 (cN/dtex)	신장 (%)
380	1.89	4.2

[0224] 표 8.2.

[0225] 다양한 공정 파라미터 (예를 들어, 공정 용매 대 기재 비, 온도, 압력, 등, 및 공정 용매의 수득한 효능) 및 점성 저항을 최적화함으로써, 기재의 외측에서 내측으로의 차원에서 기재가 용접되는 깊이를 제어하는 것이 가능하다. 즉, 용접 공정은 기재 코어가 이의 외측과 동일한 정도로 용접되지 않도록 기재의 외부 구역을 우선적으로 용접하도록 구성될 수 있다. 이것은 미가공 기재의 신장 특성을 또한 종종 유지하면서 미가공 기재에 비해 증가하는 강도의 효과를 가지며, 따라서 증가된 인성 (증가된 파단 에너지)을 초래한다. 코어 용접된 및 셸 용접된 기재 둘 다는 그것의 미가공 기재 대응물과 비교하는 경우 긍정적인 속성 예컨대 더 빠른 건조, 더 큰 내마모성, 더 큰 펄링 저항, 더욱 선명한 색상, 등을 나타낼 수 있음을 주지한다.

[0226] 대략 50%의 미가공 (가공되지 않은) 면 원사 기재 및 50%의 중간 정도로 용접된 원사 기재로부터 구성된 직물 조각의 사진이 도 9h에 나타내어져 있으며, 여기서 상기 도면의 좌측 부분은 미가공 면 원사를 보여주고 도면의 우측 부분은 용접된 면 기재를 보여준다. 분할된 직물은 포트 염료(pot dye) 공정을 겪었으며 용접된 원사 기재로부터 편직된 직물의 측면에 대해 향상되고, 풍부하며, 더 깊고, 더 선명한 색상을 드러낸다. 용접된 원사 기재 및 수득한 직물은 적어도 동시-최적화된 공정 용매 적용 방법, 점성 저항, 및 용매 효능 때문에 헤어를 덜 갖는다. 또한, 용접 공정의 용접, 재구성, 및 건조 단계와 관련된 제어된 용적 감소는 용접된 원사 기재 내의 표면적 및 비어있는 공간을 감소시키도록 구성될 수 있다. 이것은 빛이 산란할 수 있는 계면의 수를 감소시킨다. 이러한 조합된 효과의 최종 결과는 염료 착색제(들)가 용접된 기재를 통해 보다 잘 보여질 수 있으며, 미가공 기재보다 더 투명하다는 것이다.

[0227] 헤어의 상대적인 부족 및 섬유 용접된 기재 내의 비어있는 공간의 감소는 또한 섬유 용접된 기재를 건조시키는 데 요구되는 시간의 놀랍고도 극적인 감소의 원인이 된다는 것을 주지해야 한다. 다시, 기재 표면에서의 헤어의 부족 및 제어된 용적 압밀에 의한 용접된 기재 내의 비어있는 공간의 감소는 다량의 물이 용접된 기재 내에서 통합될 수 있는 정도를 제한하도록 구성될 수 있다. 이것을, 용접된 기재가 종종 미가공 기재보다 2배 이상 더 빨리 (요구되는 에너지의 절반) 건조되는 이유이다. 마지막으로, 미가공 면에서 물 보유를 감소시키는 것을 도와주는 동일한 코팅물 및 표면 개질 화학은 섬유 용접된 면 기재에서 더욱 더 효과적인 것으로 관측된다. 유사한 결과가 또한 실크, 리넨, 및 다른 천연 기재에 대해 관측된다.

[0228] 용접된 기재를 생산하기 위한 또 다른 공정은 미가공 30/1 링 방적 면 원사로 이루어진 기재에의 적용을 위해 수산화리튬 및 우레아로 이루어진 공정 용매를 사용하도록 구성될 수 있다. 그와 같은 용접 공정을 수행하도록 구성될 수 있는 다양한 장치의 투시도가 도 10a에 나타내어져 있다. 도 10a에 나타낸 용접 공정 및 이를 위한 장치는 점성 저항, 공정 용매 적용, 공정 습윤화 기재와의 물리적 접촉, 등에 관해 도 1, 2, 및 6a-6e와 관련된 본원에 이전에 기재된 다양한 원리 및 개념에 따라 구성될 수 있다. 이러한 배치형태에서, 기재 (예를 들어, 도 10a에 나타낸 특정 배치형태의 원사)는 도 6b에 나타낸 바와 같은 홈이 있는 트레이를 통해 여러 번 드레그된다. 트레이를 통한 각각의 통과는 추가의 공정 용매를 기재에 일조한다. 기재에 대한 전체 용접 경로는 (-17°C 내지 -12°C 사이에서 작동하는 하나의 배치형태에서) 온도 제어된 환경 내에 함유될 수 있다. 용접된 원사 기재는 일반적으로 14분의 저온 용접 시간 후 최적화된 강도에 도달할 수 있다. 이 지속기간 후, 공정 습윤화 기재는 재구성 구역으로 이동할 수 있다. 간결하게 하기 위해, 공정 용매 회수 구역 (4), 용매 수집 구역 (7), 용매 재순환 (8), 혼합된 가스 수집 (9), 및 혼합된 가스 재순환 구역(10)과 관련된 이러한 용접 공정의 측면은 생략한다.

[0229] 도 10a의 용접 공정 및 장치에 사용될 수 있는 기재의 주사 전자현미경 (SEM) 이미지가 도 10b에 나타내어져 있고, 수득한 용접된 기재의 SEM 이미지가 도 10e에 나타내어져 있다. 표 9.1은 도 10a에 나타낸 용접 공정 및 장치를 사용하여 도 10e에 나타낸 용접된 기재를 제조하는데 사용된 주요 가공 파라미터의 일부를 보여준다. 표 8.1의 각각의 칼럼 제목에 대한 공정 파라미터는 표 1.1에 관해 이전에 기재된 것과 동일하다. 이러한 용접 공정은 원사 기재의 다중 단부를 동시에 이동시키도록 구성될 수 있으며, 사실상 모든 중요한 공정 파라미터 예컨대 공정 용매 유량, 온도, 기재 공급 속도, 기재 긴장, 등이 조정될 수 있다. 특히, 이러한 용접 공정 및 장치는 특정 생성물에 대해 설계된 특별한 용접된 기재에 대한 점성 저항 및 제어된 용적 압밀의 동시-최적화를 가능하게 할 수 있다. 선택된 수의 용접된 원사 기재가 도 10b-10f에 나타내어져 있다.

[0230] LiOH와 우레아로 이루어진 공정 용매를 사용하도록 구성된 다른 용접 공정에서, 공정 용매 대 기재의 질량비는 표 9.1에 나타난 값보다 작을 수 있다. 예를 들어, 하나의 용접 공정에서 비는 0.5:1일 수 있고, 또 다른 용접 공정에서 1:1일 수 있으며, 또 다른 용접 공정에서 2:1일 수 있고, 여전히 또 다른 용접 공정에서 3:1일 수 있고 (여기서 용접 공정 및 이로써 생산된 용접된 기재는 적어도 표 10.1에 관해 아래에 상세히 논의된다), 또 다른 용접 공정에서 4:1일 수 있고, 또 다른 용접 공정에서 5:1일 수 있다. 게다가, 비는 정수 이외의 값, 예컨대 4.5:1일 수 있다. 따라서, 본 개시내용의 범위는 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 이러한 비의 특정 값에 의해 제한되지 않는다.

온도 (°C)	인장 속도 (m/min)	용접 구역 시간 (sec)	Solv. 비 (g/g)	용매 유형
공정 용매 적용 구역/공정 압력 온도 구역: -14	30 m/min	135	>7 (원사 포화 한계까지)	LiOH:우레아 용액 중의 8:15 Wt %

[0231] 표 9.1

[0232] 표 9.2는 표 9.1에 기재된 파라미터를 사용하여, 도 10a의 용접 공정 및 장치를 사용하여 생산된 용접된 기재 및 도 10b에 나타난 미가공 기재의 다양한 속성을 제공한다. 속성은 용접된 원사 기재의 대략 20개의 특유의 시료에 대해 수행된 바와 같이 평균을 내었으며, 이러한 속성은 ASTM D2256에 가까운 인장 시험 방식으로 작동하는 Instron 브랜드 기계적 특성 시험기를 사용하여 수집되었다. 표 9.2의 각각의 칼럼 제목에 대한 기계적 특성은 표 1.2에 관해 이전에 기재된 바와 동일하다. 대표적인 미가공 원사 기재 샘플 및 대표적인 용접된 원사 기재 둘 다에 적용된 응력 (그램 단위) 대 신도-퍼센트가 도 10g에 나타내어져 있으며, 여기서 상기 최상부 곡선은 용접된 원사 기재이고 바닥 트레이스는 미가공 기재이다.

파괴 강도 (g)	Norm. 파괴 강도 (cN/dtex)	신장 (%)
417	2.07	1.9

[0233] 표 9.2

[0234] 기재가 용접되는 정도의 진행이 도 10c-10e에 나타내어져 있으며, 이들 용접된 기재 모두는 공정 파라미터를 변 화시킴으로써 도 10a에 나타난 공정 및 장치를 사용하여 제조될 수 있다. 도 10a에 나타난 공정 및 장치를 위 해 사용된 공정 용매의 화학은 도 9a에 나타난 공정 및 장치와 비교하여 근본적으로 상이할 수 있으며 다양한 공학기술 고려를 수반한다. 상기한 전반적인 용접 공정은 도 7a, 8a, 및 9a에 나타난 용접 공정 및 관련된 장 치에 대해 이전에 기재된 바와 같은 유사한 원리 및 디자인 개념에 따라 작동될 수 있다.

[0235] 또한, 도 1 및 2에 관해 기재된 원리 및 개념은 대단히 중요한 공정 디자인을 이해하는 것과 관련된다. 도 9c-9e에 관해 이전에 기재된 바와 유사한 방식으로, 도 10a에 나타난 용접 공정 및 관련된 장치는 용접의 정도가 제어 가능하도록 구성될 수 있다. 다양한 용접 파라미터를 갖는 면 원사 기재의 증가된 헤어 감소의 진행 및 제어된 용적 압밀이 도 10c 내지 10e로부터 나타내어져 있다. 이들 용접된 기재 모두는 미가공 30/1 면 원사로 이루어진 기재를 사용하여 제조되었다. SEM 데이터는 면 원사에 대한 느슨한 헤어의 진행성 제거 뿐만 아니라 도 10c의 약간 용접된 기재, 도 10d의 중간 정도로 용접된 기재, 및 도 10e의 고도로 용접된 기재에 대한 다양한 정도의 제어된 용적 압밀을 보여준다. 다시, 용접된 기재로부터 편직된 또는 직조된 용접된 패브릭의 절대 적인 속성은 변할 수 있으며, 적어도 공정 파라미터를 통해 조작될 수 있다.

[0236] 용접 공정을 제어할 수 있는 다양한 공정 파라미터 (예를 들어, 공정 구역의 적절한 점성 저항, 온도, 및 시간, 건조 구역을 통한 속도, 등을 조합함으로써 효능을 위한 공정 용매 조성 및 점도)를 적절하게 동시-최적화하는 것이 도 9c-9e에 상세화된 바와 같은 유사한 효과를 달성할 수 있게 한다는 것은 분명하다. 이들 데이터는 점 성 저항 및 제어된 용적 압밀의 개념을 사용하여 공정을 동시-최적화함으로써 달성될 수 있는 놀라운 효과의 일 부를 보여준다. 또 다른 방식을 언급하면, 이러한 데이터는 동시-최적화된 하드웨어, 소프트웨어, 및 화학이 목적하는 성과를 달성할 수 있음을 보여주며 이것이 이러한 중대한 작업에서 입증되는 강력하면서도 신규한 교 시이다.

[0237] 저지 니트 면으로 이루어진 미가공 2D 기재의 SEM 이미지가 도 12e에 나타내어져 있으며, 이의 확대 이미지가 도 12g에 나타내어져 있다. 약간 용접된 후의 동일한 직물의 SEM 이미지가 도 12f에 나타내어져 있으며, 이의

확대 이미지가 도 12h에 나타내어져 있다. 표 10.1은 도 12f 및 12h에 나타난 용접된 2D 기재를 제조하는데 사용된 주요 가공 파라미터의 일부를 보여준다. 이러한 용접 공정은 사실상 모든 중요한 공정 파라미터 예컨대 공정 용매 유량, 온도, 기재 공급 속도, 기재 긴장, 등이 조정될 수 있도록 구성될 수 있다. 특정 예에 대해, 용접 공정은 배치 공정으로 수행되었으며, 여기서 공정 용매는 미가공 기재에 고르게 적용되고 수 분 동안 기재에 작용할 수 있었다. 특정 예는 더 큰 또는 더 작은 용접 구역 시간을 사용하여 유사한 결과로 생산되었으며, 여기서 더 큰 용접 구역 시간은 일반적으로 더 높은 용접 정도에 상응하고, 더 작은 용접 구역 시간은 일반적으로 더 낮은 용접 정도에 상응한다. 물이 재구성 용매로서 사용되었다. 공정 용매 적용 (2), 공정 압력/온도 구역 (3), 및 공정 용매 회수 구역 (4), 및 건조 구역 (5) 동안 기재는 개별 원사가 서로 강하게 달라붙지 않도록 제어된 용적 압밀에 대해 제한되었다. 그 결과, 용접된 2D 기재는 미가공 기재의 가요성 및 상대적으로 부드러운 태(hand)를 보유하지만, 미가공 기재에 비해 (대략 20% 더 큰) 우월한 파열 강도 및 마틴테일 필 시험 스코어 (1.5 또는 2에서 적어도 4로 증가)를 나타낸다.

온도 (C)	용접 구역 시간 (분)	Solv. 비 (g/g)	용매 유형
공정 용매 적용 구역/공정 압력 온도 구역: -13	7	3.0	LiOH:우레아 용액 중의 8:15 Wt %

표 10.1

다중 공정 용매 화학을 갖는 것은 기능성 물질 및 첨가제를 용접된 기재에 첨가하는 경우 엄청난 양의 가요성을 제공할 뿐만 아니라 용접된 기재를 생산하도록 특정 용접 공정을 구성하는 것이 원하는 속성을 나타낸다는 것을 유지하는 것이 중요하다. 예를 들어, 이온성 액체-기반 용매 (예를 들어, 도 9a에 나타낸 바와 같은 용접 공정 및 장치)는 특히 이용되는 양이온이 이미다졸륨-기반인 경우 약산성인 경향이 있다. 다른 한편으로, 알칼리 금속 우레아-유형 공정 용매 (예를 들어, 도 10a에 나타낸 바와 같은 용접 공정 및 장치)는 염기성이다. 공정 용매의 선택은 종종 특정 첨가제를 갖는 공정 용매의 적합성에 기반하여 지시되며, 아래에 더욱 상세하게 기재된 바와 같이 기능성 물질이 섬유 용접 공정에 의해 포획될 때 명심해야 할 중요한 신규한 교시이다.

7. 기능성 물질

이전에 기재된 바와 같이, 본 개시내용에 따르는 용접 공정의 측면에서, 기재는 기재 및/또는 이의 특성의 후속적인 물리적 또는 화학적 조작의 목적으로 공정 용매에 노출될 수 있다. 공정 용매는 적어도 부분적으로 기재의 분자간 결합을 파괴하여 변형을 위해 기재를 개방 및 연화(용매화)할 수 있다. 전술한 실례 및 설명은 천연 섬유로 이루어진 용접 공정 피쳐 기재를 통한 기능성 물질 편입에 관한 것이지만, 본 개시내용의 범위는 하기 청구항에 나타내지 않는 한 이렇게 제한되지 않는다.

이전에 언급한 바와 같이, 하나 이상의 기능성 물질, 화학물질, 및/또는 성분은 1D, 2D, 및 3D 기재를 위한 용접된 기재 및/또는 용접된 기재들 내에 통합될 수 있다. 일반적으로, 기능성 물질의 편입은 달리 기재의 성능 특징 (물리적 및 화학적 특성)에 유해한 생고분자의 전체 변성 없이 신규한 기능성 (예를 들어, 자성, 전도도)을 부여할 수 있는 것으로 고려된다.

일반적으로, 용접된 기재 내의 기능성 물질(들)의 최적의 통합은 점성 저항 (이것은 공정 용매 적용 구역 (2) 및/또는 공정 온도/압력 구역 (3)과 주로 관련될 수 있다)을 최적화하고/하거나 용적 제어된 압밀을 조절함을 필요로 할 수 있는 것으로 고려되며, 이 둘의 개념 모두는 위에 상세히 기재되어 있다. 예를 들어, 기능성 물질이 용접된 기재의 전체 표면적을 가로질러 고르게 분포되기를 원한다면, 점성 저항은 기재를 가로질러 그 안에 배치된 기능성 물질을 갖는 공정 용매의 고른 분배를 용이하게 하도록 구성될 수 있다. 기능성 물질이 용접된 기재 상의 특정 위치에 농축되기를 원한다면, 점성 저항은 그와 같은 공정 용매의 고르지 않은 분배를 용이하게 하도록 구성될 수 있다. 따라서, 기능성 물질을 용접된 기재에 통합하도록 구성된 용접 공정은 위에 이전에 기재된 바 및/또는 아래 더욱 상세하게 기재되는 바와 같은 개념, 실시예, 방법, 및/또는 장치에 따라 최적화될 수 있다.

본 개시내용에 따르는 용접 공정의 측면에서, (수소 결합 및/또는 이들의 조합에 의해 함께 유지되는 셀룰로스, 키틴, 키토산, 콜라겐, 헤미셀룰로스, 리그닌, 실크, 다른 생고분자 성분으로 이루어질 수 있지만 이에 제한되지 않는) 기재는 기재의 분자간 힘을 파괴할 수 있는 적절한 공정 용매에 의해 팽윤될 수 있으며, 또한, 탄소

분말, 자기 극미립자를 포함하지만 이에 제한되지 않는 기능성 물질, 및 염료 또는 이들의 조합을 포함하는 화학물질이 공정 용매(들)의 적용 전, 적용과 함께, 또는 적용 후에 도입될 수 있다. 본 개시내용에 따르는 하나의 용접 공정의 측면에서, 섬유질 생고분자 기재, 기능성 물질, 및 공정 용매 (이것은 이온성-기반 액체 또는 "유기 전해질"일 수 있지만 하기 청구항에 나타나지 않는 한 그렇게 제한되지 않는다)는 제어된 온도하에서 - 이것은 레이저-기반 또는 다른 지향된 에너지 가열, 뿐만 아니라 특정 분위기 및 압력 조건을 포함할 수 있다 - 상호작용할 수 있다. 규정된 양의 시간 후, 공정 용매는 제거될 수 있다. 건조시, 수득한 기능성 물질은 기재에 결합될 수 있고 최초 기재 물질의 특성에 비해 용접된 기재에 추가의 기능성 특성을 제공할 수 있다.

[0245] 섬유질 물질로의 기능성 물질의 성공적인 및 영구적 통합은 본 개시내용에 따르는 용접 공정에 의해 가능해질 수 있다. 기능성 물질은 공정 용매와 도입될 수 있고/있으며 용접 전에 기재와 맞물릴 수 있다. 일반적으로, 용접 공정의 일 측면에서 천연 섬유는 기능성 물질이 배치될 수 있는 엔빌로프에 비유될 수 있으며, 일단 비어있는 공간의 모두 또는 일부가 용접 공정 동안 제거되면, 기능성 물질이 포획될 수 있다. 예를 들어, 용접 공정의 측면에서 용접 공정은 디바이스, 예컨대 마이크로 RFID 칩을 원사의 중간에 매봉하도록 구성될 수 있다. 또 다른 공정에서, 기능성 물질은 기재 결합체로서 작용하는 물질에 배치된다. 예를 들어, 용접 공정은 기재의 섬유가 용접 공정 동안 용해된 기재 결합체로 코팅될 수 있도록 구성될 수 있다.

[0246] 용접 공정의 일 측면에서, 공정 용매는 천연 기재 중의 생고분자에 대해 활성이면서 또한 기능성 물질과 양립가능할 수 있다. 일 측면에서, 기능성 물질은 기재 물질과 통합된 또 다른 생체적합물질을 포함할 수 있다 - 그와 같은 배치형태의 한 예는 셀룰로소에서 항균 물질로서, 또는 상처 드레싱에서 혈액 응고제로서 용해된 키틴을 사용하는 것이다. 상기로부터, 본 개시내용의 범위는 하기 청구항에 그렇게 나타나지 않는 한 특정 기재, 공정 용매, 기능성 물질이 도입되는 용접 공정의 지점, 기능성 물질을 도입하기 위한 방법 및/또는 비히클, 기능성 물질을 용접된 기재에 유지시키는 방법, 및/또는 기능성 물질의 유형에 의해 제한되지 않음이 분명하다.

[0247] 기재의 용매 및/또는 기능성 물질 침투의 깊이 및 기재 섬유가 함께 용접될 수 있는 정도는 적어도 용매의 양, 온도, 압력, 섬유의 간격, 기능성 물질 (예를 들어, 분자, 폴리머, RFID 칩, 등)의 형태 및/또는 입자 크기, 체류 시간, 다른 용접 처리 단계, 기재의 특성 (예를 들어, 수분 함량 및/또는 구배) 재구성 방법, 및/또는 이들의 조합에 의해 제어될 수 있다. 기간 후, 공정 용매는 이전에 논의된 바와 같이 (예를 들어, 물, 재구성 용매, 등으로) 제거되어 기능성 물질이 편입된 (포획된) 용접된 기재를 생성할 수 있으며, 이것은 공유결합을 통해 유지될 수 있다. 폴리머 운동에 더하여, 화학적 유도체화가 또한 이 공정 동안 착수될 수 있다.

[0248] 본 개시내용에 따르는 용접 공정의 일 측면에서, 용접 공정은 용접된 기재 내에 기능성 물질을 포획하는 동시에 물질 밀도를 증가시키고(예를 들어, 섬유 사이의 개방 공간의 모두 또는 일부는 제거될 수 있다) 물질 밀도 및 기재의 표면적에 비해 섬유 다발로 이루어진 완성된 용접된 기재의 표면적을 감소시키도록 구성될 수 있다. 일반적으로, 용접 공정이 주어진 기재 내의 비어있는 공간의 양에 영향을 주는 정도는 적어도 용매 및/또는 기능성 물질 침투의 깊이에 관해 위에 열거된 바와 동일한 변수를 사용하여 조작될 수 있으며, 이것은 용매의 양, 온도, 압력, 섬유의 간격, 기능성 물질 (예를 들어, 분자, 폴리머, RFID 칩, 등)의 형태 및/또는 입자 크기, 체류 시간, 다른 용접 처리 단계, 기재의 특성 (예를 들어, 수분 함량 및/또는 구배) 재구성 방법, 및/또는 이들의 조합을 포함하지만, 이에 제한되지 않는다. 또 다른 측면에서, 용접 공정은 비어있는 공간이 제거된 주어진 기재의 특정 구역을 제어하도록 구성될 수 있으며, 이것은 아래에 더욱 상세하게 기재된다. 다시, 기능성 물질은 기재 (용접 전)와 공정 용매에 직접, 및/또는 공정 용매가 제거되기 전 임의의 시점에서 첨가될 수 있다.

[0249] 본 개시내용에 따르는 용접 공정의 일 측면에서, 용접 공정은 다차원 인쇄 기술과 유사한 개념을 사용하여 기재의 물리적 및 화학적 특성의 변경의 공간적 제어를 가능케 하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 공정 용액을 잉크젯 프린터와 유사한 디바이스로 기재에 첨가함으로써 또는 기재의 선택된 부분을 (예를 들어, 적외선 레이저 또는 당해 분야에 공지된 임의의 다른 수단으로부터의) 지향된 에너지 빔으로 가열하여 선택된 그 부분에서 용접을 활성화시킨다. 그와 같은 용접 공정은 조절된 용접 공정에 관해 도 11a-11e와 관련하여 아래에 더욱 상세하게 기재된다.

[0250] 용접 공정의 일 측면에서, 기재의 양에 대한 공정 용매의 양은 기재가 용접 공정 동안 변형되는 정도를 제한하도록 상대적으로 낮게 유지될 수 있다. 이전에 기재된 바와 같이, 공정 용매는 제2 용매 시스템 (예를 들어, 재구성 용매)에 의해, 공정 용매가 충분히 휘발성이라면 증발에 의해, 또는 하기 청구항에 그렇게 나타나지 않는 한 비제한적으로 임의의 다른 적합한 방법 및/또는 장치에 의해 제거될 수 있다. 용접 공정은 공정 습윤화 기재를 진공하에 배치하고/하거나 열에 적용함으로써 공정 용매의 증발 속도를 증가시키도록 구성될 수 있다.

[0251] 용접 공정은 용접 공정 이전에 별도로 관측된다면 용접된 기재를 구성하는 성분 및/또는 개별 기재에서 관측되

지 않는 기능성 (예를 들어, 물리적 및/또는 화학적 특징)을 나타내는 "천연 섬유 기능성 복합체" 또는 "섬유-매트릭스 복합체"를 구성할 수 있는 용접된 기재를 생산하도록 구성될 수 있다.

[0252] 용접 공정은 아래에 더욱 상세하게 논의된 바와 같이 이온성 액체-기반 용매 ("IL-기반 용매")로 이루어진 공정 용매를 사용함으로써 기능성 물질을 함유하는 섬유-매트릭스 복합체로 이루어진 용접된 기재를 제조하도록 구성될 수 있다. 공정 용매 중의 하나 이상의 분자 첨가제는 팽윤제 및 연화작용제(mobilizing agent)로서의 공정 용매의 효능을 증가시키고/시키거나 공정 용매와 하나 이상의 기능성 물질과의 상호작용을 향상시키고/시키거나 천연 섬유 기재로의 공정 용매 및/또는 기능성 물질의 흡수를 향상시킬 수 있다. IL-기반 공정 용매는 일반적으로 재구성 용매에 의해 (섬유-매트릭스 복합체를 구성할 수 있는) 용접된 기재로부터 제거되며, 이것은 일반적으로 공정 습윤화 기재를 재구성 용매로 행균/세정함을 포함하고, 여기서 재구성 용매는 과잉의 분자 용매(들)로 이루어질 수 있다. (하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 비제한적으로 승화, 증발, 비등, 또는 달리 재구성 용매(들)를 제거함으로써 또는 임의의 다른 적합한 방법 및/또는 장치에 의해 달성될 수 있는) 건조시, 용접된 기재는 완성된 섬유-매트릭스 복합체를 구성할 수 있고 관련된 신규한 물리적 및 화학적 특징을 갖는 기능성 물질을 포함한다.

[0253] 기재는 천연 섬유로 이루어질 수 있고, 여기서 천연 섬유는 셀룰로스, 리그노셀룰로스, 단백질 및/또는 이들의 조합으로 이루어질 수 있다. 셀룰로스는 먼, 정제된 셀룰로스 (예컨대 크라프트 펄프), 미세결정성 셀룰로스, 및 기타 동종의 것으로 이루어질 수 있다. 용접 공정의 측면에서, 용접 공정 및 이와 관련된 장치는 먼 또는 이들의 조합 형태의 셀룰로스로 이루어진 기재에 사용하기 위해 구성될 수 있다. 리그노셀룰로스로 이루어진 기재는 아마, 산업 대마, 및 이들의 조합으로부터의 인피 섬유를 포함할 수 있다. 단백질로 이루어진 기재는 실크, 케라틴, 및 기타 동종의 것을 포함할 수 있다. 일반적으로, 용어 "천연 섬유"는 본원의 기재에 관한 것과 같이 살아있는 유기체 및/또는 효소에 의해 생산된 임의의 고 중형비, 섬유-함유 천연 물질을 포함함을 의미한다. 일반적으로 말해서, 용어 "섬유"의 사용은 물질의 거시적 (대규모) 관점에 대한 주의를 나타낸다. 천연 섬유의 또 다른 예는 아마, 실크, 양모, 및 기타 동종의 것을 포함하지만, 이에 제한되지 않는다. 본 개시내용에 따라 생산될 수 있는 용접된 기재의 일 측면에서, 천연 섬유는 일반적으로 섬유-매트릭스 복합체의 보강 섬유 성분일 수 있다. 추가로, 천연 섬유는 부직포 매트, 원사, 및/또는 텍스타일과 같은 포맷으로 이용될 수 있다.

[0254] 천연 섬유는 전형적으로 주로 생고분자로 이루어지지만, 생고분자-함유 물질은 일반적으로 천연 섬유로서 간주되지 않는다. 예를 들어, 게 딱지는 주로 키틴이며, 이것은 N-아세틸글루코사민 모노머 (글루코스의 유도체)로 이루어진 생고분자이지만 일반적으로 섬유질이라고 하지는 않는다. 유사하게, 콜라겐 및 엘라스틴은 일반적으로 섬유질로서 간주되지 않는 많은 조직에 구조적 지지를 제공하는 단백질 생고분자의 예이다.

[0255] 식물에 의해 생산되는 천연 섬유는 일반적으로 상이한 생고분자의 혼합물이다: 셀룰로스, 헤미셀룰로스, 및/또는 리그닌. 셀룰로스 및 헤미셀룰로스는 당류인 모노머 단위를 갖는다. 리그닌은 가교결합된 페놀-기반 모노머를 갖는다. 가교결합 때문에, 리그닌은 일반적으로 IL-기반 용매에 의해 가용화 (예를 들어, 팽윤 또는 연화)될 수 없다. 그러나, 상당한 양의 리그닌을 함유하는 천연 섬유가 복합체에서 구조적 지지 섬유로서 작용할 수 있다. 추가로, 상당한 양의 리그닌을 함유하는 천연 섬유 기재는 IL-기반이 아닌 공정 용매를 사용하여 팽윤되거나 연화될 수 있다.

[0256] 동물이 생산하는 천연 섬유는 종종 단백질(들) 생고분자로 이루어진다. 단백질 중의 모노머 단위는 아미노산이다. 예를 들어, 실크를 구성하는 많은 특유의 실크 피브로인 단백질이 있다. 양모, 뿔, 및 깃털은 케라틴(들)으로 분류되는 구조 단백질로 주로 이루어진다. 천연 섬유는 셀룰로스, 리그노셀룰로스, 단백질 및/또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 일반적으로, "천연 섬유"는 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 셀룰로스, 키틴, 키토산, 콜라겐, 헤미셀룰로스, 리그닌, 실크, 및/또는 이들의 조합을 포함할 수 있지만 이에 제한되지 않는다.

[0257] 본 개시내용에 따르는 용접 공정의 측면에서, 용접 공정은 천연 섬유 및 기능성 물질로 이루어진 기재를 인접 섬유-매트릭스 복합체인 용접된 기재로 되게 조합 및 전환시키도록 구성될 수 있다. 용접 공정의 한 가지 목적은 천연 섬유 및 기능성 물질로 이루어진 기재를 본원에서 또한 "인접 섬유-매트릭스 복합체" 또는 간단히 "섬유-매트릭스 복합체"라고도 하는 천연 섬유 기능성 복합체를 구성하는 용접된 기재로 되게 조합 및 전환시키기 위한 것일 수 있다. 전형적으로, 기능성 물질은 섬유-매트릭스 복합체의 매트릭스 부분 내에 포획된다. 용접 공정은 천연 섬유가 용접된 기재 섬유-매트릭스 복합체의 섬유 부분의 대부분을 구성하고 전형적으로 원리 강화 제제로서 작용하도록 구성될 수 있다.

- [0258] A. 이온성 액체-기반 공정 용매 용접 공정
- [0259] 이전에 논의된 바와 같이, 용접 공정은 이온성 액체로 이루어진 공정 용매를 사용하도록 구성될 수 있다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이 용어 "이온성 액체"는 상대적으로 순수한 이온성 액체 (예를 들어, 위에 본 명세서에서 정의된 바와 같은 "순수한 공정 용매")를 지칭하는데 사용될 수 있으며 용어 "이온성 액체-기반 용매" ("IL-기반 용매")는 일반적으로 음이온 및 양이온 둘 다로 이루어진 액체를 지칭할 수 있고 분자 (예를 들어, 물, 알코올, 아세토니트릴, 등) 중을 포함할 수 있으며 (용매 혼합물은) 폴리머 기재를 가용화, 연화, 팽윤, 및/또는 안정화시킬 수 있다. 이온성 액체는 비-휘발성이고, 비-가연성이며, 높은 열적 안정성을 갖고, 상대적으로 제조하기가 저렴하며, 환경 친화적이고, 전반적인 가공 방법론에 더 큰 제어 및 융통성을 제공하는데 사용될 수 있기 때문에 매력적인 용매이다.
- [0260] 미국 특허 번호 제7,671,178호는 본 개시내용에 따르는 다양한 용접 공정에 사용될 수 있는 적합한 이온성 액체 용매의 수많은 예를 담고 있다. 한 용접 공정에서, 용접 공정은 약 200℃, 150℃ 또는 100℃ 미만의 용융점을 갖는 이온성 액체 용매를 사용하도록 구성될 수 있다. 한 용접 공정에서, 용접 공정은 이미다졸륨-기반 양이온과 아세테이트 및/또는 염화물 음이온으로 이루어진 이온성 액체 용매에 사용하기 위해 구성될 수 있다. 용접 공정의 또 다른 측면에서, 음이온은 단독으로, 또는 이들의 조합으로 아세테이트, 포르메이트, 염화물, 브로마이드 및 기타 동종의 것을 포함하는 무질서유발 chaotropic 음이온을 포함할 수 있다.
- [0261] 용접 공정의 또 다른 측면에서, 용접 공정은 분자 첨가제로서 극성 비양성자성 용매, 예컨대 아세토니트릴, 테트라하이드로푸란 (THF), 에틸 아세테이트 (EtOAc), 아세톤, 디메틸포름아미드 (DMF), 디메틸 설펍사이드 (DMSO), 및 기타 동종의 것을 포함할 수 있는 IL-기반 용매에 사용하기 위해 구성될 수 있다. 보다 일반적으로, IL-기반 공정 용매 시스템을 위한 분자 첨가제는 상대적으로 낮은 비점 (예를 들어, 주위 압력에서 80℃ 미만) 및 상대적으로 높은 증기압을 갖는 극성 비양성자성 용매일 수 있다. 일 측면에서, IL-기반 용매는 이온성 액체 1 몰당 약 0.25 몰 내지 약 4 몰 극성 비양성자성 용매일 수 있다. 또 다른 측면에서 극성 비양성자성 용매는 이온성 액체 1 몰당 약 0.25 몰 내지 약 2 몰 범위로 IL-기반 용매에 첨가될 수 있다. 극성 양성자성 용매 (예를 들어, 물, 메탄올, 에탄올, 이소프로판올)는 전형적으로 1 몰의 IL-기반 용매에 총 1 몰 미만의 극성 양성자성 용매의 범위로 존재한다. 또 다른 측면에서 IL-기반 용매는 이온성 액체의 각 몰에 대해 약 0.25 내지 약 2 몰의 극성 비양성자성 용매를 포함할 수 있다.
- [0262] IL-기반 용매를 공정 용매로서 사용하기 위해 구성된 용접 공정의 측면에서, 첨가된 IL-기반 공정 용매의 양은 기재 1 질량부에 대해 약 0.25 질량부 내지 약 4 질량부의 공정 용매일 수 있다.
- [0263] 일 측면에서, 용접 공정은 하나 이상의 극성 양성자성 용매로 이루어진 IL-기반 용매를 사용하도록 구성될 수 있으며, 여기서 극성 양성자성 용매는 물, 메탄올, 에탄올, 이소프로판올 및/또는 이들의 조합을 포함하지만 이에 제한되지 않는다. 일 측면에서 약 1 몰 미만의 극성 양성자성 용매가 약 1 몰 이하의 이온성 액체와 조합될 수 있다. 용접 공정은 하나 이상의 극성 비양성자성 용매 (이것은 공정 용매 시스템에 분자 첨가제를 구성할 수 있다)로 이루어진 IL-기반 용매를 사용하도록 구성될 수 있으며, 여기서 극성 비양성자성 용매는 아세토니트릴, 아세톤, 및 에틸 아세테이트를 포함하지만 이에 제한되지 않는다. IL-기반 공정 용매에 분자 첨가제를 첨가하는 이유는 팽윤제 및 연화작용제로서의 공정 용매의 효능을 조절하고/하거나, 공정 용매와 기능성 물질의 상호작용을 향상시키고/시키거나, 기재(들)로의 공정 용매 및 기능성 물질의 도입을 향상시킴을 포함한다. 그와 같은 분자 첨가제는 IL의 효능 뿐만 아니라 공정 용매의 레올로지 특징 둘 다를 조절할 수 있는 저 비점 용매를 포함할 수 있지만 이에 제한되지 않는다. 즉, 분자 첨가제 및 이의 상대적인 양은 적어도 원하는 점성 저항 및 제어된 용적 압밀을 초래하도록 선택될 수 있다.
- [0264] 일반적으로, 분자 성분 단독은 대부분의 관심 생고분자 물질에 대해 비-용매이다. 용접 공정의 일 측면에서, 생고분자 또는 합성 폴리머 물질의 부분적인 용해는 최대 약 4 몰 이하의 분자 성분에 대해 적절한 농도의 약 1 몰의 이온성 액체 (이온)가 존재하는 사례에 제한될 수 있다. 분자 성분은 이온성 액체 이온이 기재에서 폴리머를 가용화, 연화, 및/또는 팽윤시키는 전반적인 능력을 감소시킬 수 있거나, 또는 이들은 IL-기반 공정 용매의 전반적인 효능을 증가시킬 수 있고, 이것은 적어도 분자 성분(들)의 수소 결합 공여 및 수용 능력에 좌우될 수 있다.
- [0265] 생고분자 기재에 존재하는 폴리머 뿐만 아니라 많은 합성 폴리머 기재 중의 폴리머는 일반적으로 분자간 및 분자내 수소 결합에 의해 분자 수준에서 함께 유지되고 조직화된다. 분자 성분이 IL-기반 공정 용매 효능을 감소시킨다면, 이들 분자 성분은 용접 공정을 느리게 하고/하거나 순수한 이온성 액체를 사용하여 달리 가능하지 않았던 특별한 공간적 및 일시적 제어를 가능하게 하는데 유용할 수 있다. 용접 공정의 한 측면에서, 분자 성분

이 IL-기반 공정 용매 효능을 증가시킨다면, 이들 분자 성분은 용접 공정을 가속시키고/시키거나 순수한 이온성 액체를 사용하여 달리 가능하지 않았던 특별한 공간적 및 일시적 제어를 가능하게 하는데 유용할 수 있다. 추가로, 또 다른 측면에서, 분자 성분은 용접 공정의 전반적인 비용, 특히 공정 용매와 관련된 비용을 상당히 낮출 수 있다. 예를 들어, 아세토니트릴은 3-에틸-1-메틸이미다졸륨 아세테이트보다 비용이 덜하다. 따라서, 주어진 기재에 대해 용접 공정을 조작할 수 있게 하는 것에 더하여, 아세토니트릴은 또한 이용된 단위 용적 (또는 질량) 당 공정 용매의 비용을 감소시킬 수 있다.

[0266] 상대적으로 다량의 IL-기반 공정 용매가 주로 천연 섬유 (참고로 본 명세서에서 사용된 바와 같은 "다량 (large)"은 기재 1 질량부 당 거의 10 질량부 이상의 공정 용매를 나타낸다)로 이루어진 기재에 충분한 시간 및 적합한 온도로 도입되는 경우, 기재 내의 생고분자는 완전하게 용해될 수 있다. 본 논의에서, 전체 용해는 기재 내에 천연 구조, 피쳐, 및/또는 특징을 보존하는데 필요할 수 있는 분자간 힘 (예를 들어, 용매의 작용으로 인한 수소 결합의 파괴) 및/또는 분자내 힘의 파괴를 나타낸다. 일반적으로 말해서, 본 개시내용에 따르는 많은 용접 공정에 대해, 다량의 생고분자의 전체 용해를 수반하지 않도록 용접 공정을 구성하는 것이 유리할 것으로 고려된다. 특히, 전체 용해는 종종 구현된 천연 생고분자 구조를 비가역적으로 변형시킴으로써 천연 섬유 보강을 저하시킨다. 그러나, 용접 공정의 특정 측면에서, 예컨대 생고분자가 기능성 물질로서 이용되는 경우, 생고분자 물질을 완전하게 용해시키는 것이 유리할 수 있다. 이렇게 구성된 용접 공정에서, 이용되는 완전하게 용해된 폴리머 (기능성 물질)의 양은 전형적으로 이용되는 IL-기반 공정 용매의 질량에 대해 1질량 % 미만일 수 있다. 천연 섬유에 첨가되는 비교적 작은 양의 IL-기반 공정 용매를 고려하여, 임의의 완전하게 용해된 생고분자 물질은 수득한 용접된 기재의 소량 성분일 수 있다.

[0267] 원상태 구조(native structure)가 상실됨에 따라, 천연 물질은 그것의 원상태 물리적 및 화학적 특성을 상실할 수 있다. 따라서, 용접 공정은 천연 섬유를 포함하는 기재에 대해 첨가된 IL-기반 공정 용매의 양을 제한하도록 구성될 수 있다. 기재에 도입되는 공정 용매의 양을 제한하는 것은 차례로 생고분자가 그것의 천연 구조로부터 변형되는 정도를 제한할 수 있고, 따라서 기재의 천연 기능성 및/또는 특징, 예컨대 강도를 보존할 수 있다.

[0268] 놀랍게도, 본 개시내용에 따르는 용접 공정은 기능성 구조로 이루어진 용접된 기재의 생성을 용이하게 할 수 있으며, 이것은 섬유질 트레드, 직조된 물질, 섬유질 매트, 및/또는 이들의 조합의 제어된 융합/용접과 기능성 물질의 첨가를 통해 생산될 수 있다. 용접된 기재의 물리적 및 화학적 특성은 적어도 적용되는 IL-기반 공정 용매의 양, IL-기반 공정 용매에의 노출의 지속시간, 온도, 처리 동안 적용된 온도 및 압력, 및/또는 이들의 조합의 엄격한 제어에 의해 재현가능하게 조작될 수 있다. 하나 이상의 기재 및/또는 기능성 물질은 공정 변수를 적절히 제어하면서 라미네이트 구조를 생성하도록 용접될 수 있다. 이들 기재 및/또는 기능성 물질의 표면은 기재 및/또는 기능성 물질의 일부는 원상태로 두면서 우선적으로 변형될 수 있다. 표면 개질은 원하는 물리적 또는 화학적 특성을 부여하기 위한 추가의 기능성 물질의 편입에 의한 직접적 또는 간접적인 물질 표면 화학의 조작을 포함할 수 있지만 이에 제한되지 않는다. 기능성 물질은 하나 이상의 기재와 양립가능할 수 있는 약물 및 염료 분자, 나노물질, 자기 극미립자, 및 기타 동종의 것을 포함할 수 있지만 이에 제한되지 않는다.

[0269] 기능성 물질은 IL-기반 용매에 현탁되거나, 용해되거나 이들의 조합일 수 있다. 기능성 물질은 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 비제한적으로 전도성 탄소, 활성탄, 및 기타 동종의 것을 포함할 수 있지만 이에 제한되지 않는다. 활성탄은 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 비제한적으로 목탄, 그래핀, 나노튜브, 및 기타 동종의 것을 포함할 수 있지만 이에 제한되지 않는다. 일 측면에서, 용접 공정은 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 비제한적으로 자기 물질 예컨대, NdFeB, SmCo, 산화철, 및 기타 동종의 것을 포함할 수 있는 기능성 물질에 사용하기 위해 구성될 수 있다.

[0270] 본원에 개시된 용접 공정의 측면에서, 용접 공정은 양자점 및/또는 다른 나노물질로 이루어질 수 있는 기능성 물질에 사용하기 위해 구성될 수 있다. 용접 공정의 또 다른 배치형태에서 기능성 물질은 점도와 같지만 이에 제한되지 않는 미네랄 침전물로 이루어질 수 있다. 용접 공정의 또 다른 배치형태에서, 기능성 물질은 염료를 포함할 수 있으며, 여기서 염료는 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 비제한적으로 UV-vis 흡수 염료, 형광 염료, 인광 염료, 및 기타 동종의 것을 포함하지만 이에 제한되지 않는다. 본 개시내용에 따르는 용접 공정의 여전히 또 다른 배치형태에서, 용접 공정은 의약품, 선택된 합성 폴리머 (예를 들어, 메타-아라미드, 이것은 Nomex®로도 공지됨), 양자점, 탄소의 다양한 동소체 (예를 들어, 나노튜브, 활성탄, 그래핀 및 그래핀-유사 물질)로 이루어진 기능성 물질에 사용하기 위해 구성될 수 있으며, 또한, 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 비제한적으로 천연 물질 (예를 들어, 게 딱지, 뿔, 등) 및 천연 물질의 유도체 (예를 들어, 키토산, 미세결정성

셀룰로스, 고무), 및/또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

- [0271] 일 측면에서, 용접 공정은 폴리머로 이루어진 기능성 물질에 사용하기 위해 구성될 수 있다. 그와 같은 배치형태에서 원하는 기능성 특성을 달성하기 위해 가교결합 폴리머가 아닌 폴리머를 선택하는 것이 유리할 수 있는 것으로 고려된다. 그러나, 본 개시내용의 범위는 하기 청구항에 나타내지 않는 한 이렇게 제한되지 않는다. 용접 공정의 그러한 한 배치형태에서 폴리머는 천연 폴리머 또는 단백질 예컨대 셀룰로스 전분, 실크, 케라틴, 및 기타 동종의 것으로 이루어질 수 있다. 용접 공정의 일 측면에서, 기능성 물질을 구성하는 폴리머(들)는 IL-기반 공정 용매의 약 1질량 % 미만일 수 있다. 추가로, 다양한 천연 물질이 기능성 물질로서 이용될 수 있다.
- [0272] 이전에 언급한 바와 같이, 용접 공정은 하나 이상의 기능성 물질이 기재의 천연 섬유에 사전분배되도록 구성될 수 있으며, 여기서 기재는 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 비제한적으로 부직포 매트 및 종이, 원사, 직조된 텍스타일, 등의 형태일 수 있다. 대안적으로, 기능성 물질은 천연 섬유 기재 상의 IL-기반 공정 용매의 적용 전에 IL-기반 공정 용매 내에 용해 및/또는 현탁될 수 있다. 천연 섬유 기재(들)에 생고분자를 팽윤 및 연화시, 기능성 물질은 수득한 용접된 기재의 매트릭스 내에 포획될 수 있으며, 이것이 섬유-매트릭스 복합체를 구성할 수 있다.
- [0273] 다양한 공정 파라미터에 대한 최적의 값은 용접 공정마다 다를 것이며, 적어도 용접된 기재의 원하는 특성, 선택된 기재, 공정 용매, 기능성 물질, 기재가 공정 용매 적용 구역 (2) 및/또는 공정 온도/압력 구역 (3)에 있는 시간, 및/또는 이들의 조합에 따라 좌우된다. 한 용접 공정에서 공정 용매 (및 결과적으로, 공정 온도/압력 구역 (3)에 대한 온도)를 위한 최적의 온도는 약 0℃ 내지 약 100℃일 수 있는 것으로 고려된다.
- [0274] 용접 공정은, 용접 공정이 IL-기반 공정 용매를 약 1 초 내지 약 1 시간 동안, 또는 기재가 IL-기반 공정 용매로 적어도 1.5% 포화, 2% 내지 5% 포화, 및 적어도 10% 포화될 때까지 기재와 배합시킴을 포함하도록 구성될 수 있다. 그와 같은 용접 공정은 기능성 물질이 IL-기반 공정 용매 및 기재와 동시에 또는 이에 후속적으로 기재와 혼합될 수 있도록 구성될 수 있다.
- [0275] IL-기반 공정 용매 및 기능성 물질에의 적절한 노출 후, IL-기반 공정 용매의 일부는 후속적으로 공정 습윤화 기재로부터 제거될 수 있다. 일 측면에서, 용접 공정은 IL-기반 공정 용매의 일부가 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 비제한적으로 물, 메탄올, 에탄올, 이소프로판올, 아세토니트릴, 테트라하이드로푸란 (THF), 에틸 아세테이트 (EtOAc), 아세톤, 디메틸포름아미드 (DMF)로, 또는 특정한 용접 공정에 적합한 임의의 다른 방법 및/또는 장치로 세정함으로써 제거되도록 구성될 수 있다.
- [0276] 일 측면에서, 용접 공정은 생고분자 또는 합성 폴리머를 IL-기반 공정 용매로 부분적으로 용해시킴으로써 기능성 물질을 천연 섬유질 기재 내에 포획시키도록 구성될 수 있다. 용접 공정의 한 배치형태에서, 용접 공정은 양이온 및 음이온을 함유하고 150℃ 미만의 용융점을 갖는 IL-기반 공정 용매에 사용하기 위해 구성될 수 있으며, IL-기반 공정 용매는 이전에 논의된 바와 같은 분자 성분을 포함할 수 있다. 그러나, 본 개시내용의 범위는 하기 청구항에 나타내지 않는 한 이렇게 제한되지 않는다. 용접 공정은 기재의 천연 섬유와 기능성 물질 사이에 이온 결합을 형성하도록 구성될 수 있다.
- [0277] 본 개시내용에 따라 구성된 용접 공정의 일 측면에서, 하나 이상의 기능성 물질은 섬유질 기재의 부분적인 용해를 위해 IL-기반 공정 용매의 도입 전에 섬유질 기재에 편입될 수 있다. 또 다른 측면에서, 기능성 물질은 섬유질 기재(들)의 부분적인 용해를 위해 IL-기반 용매 내에 분산될 수 있다. 또 다른 측면에서 하나 이상의 기능성 물질은 IL-기반 용매 내에 분산될 수 있다. 용접 공정의 여전히 또 다른 측면에서, 용접 공정은 천연 섬유 기재 및/또는 기능성 물질(들)의 부분적인 용해를 활성화하기 위해 열을 사용하도록 구성될 수 있다. 용접 공정의 또 다른 측면에서, 부분적으로 용해된 기능성 물질(들)은 생고분자 및/또는 합성 폴리머일 수 있다.
- [0278] 용접 공정의 일 측면에서, 용접 공정은 천연 섬유 기재, IL-기반 용매, 및 기능성 물질을 사용함으로써 천연 섬유 기능성 복합체를 제조하도록 구성될 수 있다. 먼저, 천연 섬유 기재를 IL-기반 공정 용매와 혼합할 수 있으며, 이러한 혼합은 천연 섬유가 적절하게 팽윤될 때까지 계속할 수 있다. 다음으로, 기능성 물질을 팽윤된 천연 섬유 기재 및 IL-기반 공정 용매 혼합물에 첨가할 수 있다. 용접 공정의 측면에서, 용접 공정은 압력 및 온도를 일정한 기간 동안 혼합물에 적용하도록 구성될 수 있다. 다음으로, 적어도 압력 및 IL-기반 공정 용매의 적어도 일부의 제거는 1, 2, 또는 3차원에서 천연 섬유 기능성 복합체로서 구성된 완성된 용접된 기재를 야기할 수 있다.
- [0279] 용접 공정의 일 측면에서, 용접 공정은 기재 1 질량부 당 공정 용매 4 질량부 미만을 사용하도록 구성될 수 있

으며, 여기서 질량비는 기재의 천연 섬유와 외부 외피에서만 수소 결합을 파괴하기에 충분할 수 있다. 수소 결합이 파괴되고 천연 구조가 변성되는 정도는 적어도 공정 용매 조성물, 뿐만 아니라 천연 섬유 기재가 IL-기반 공정 용매에 노출되는 동안의 시간, 온도, 및 압력 조건에 의존적일 수 있다.

[0280] 생고분자의 팽윤 및 연화가 일어나는 정도는 적어도 x-선 회절, 적외선 분광법, 공초점 형광 현미경검사, 주사 전자 현미경검사, 및 다른 분석 방법에 의해 정성적으로 및, 일부 경우에, 정량적으로 평가될 수 있다. 용접 공정의 일 측면에서, 용접 공정은 적어도 도 15a 및 15b와 관련하여 아래에 더욱 상세하게 기재된 바와 같이 일어나는 셀룰로스 I 내지 II 전환의 양을 제한하는 특정 변수를 제어하도록 구성될 수 있다. 이러한 전환은 이것이 용접된 기재에서 섬유-매트릭스 복합체의 생성을 입증하는 한 중요할 수 있으며, 여기서 천연 섬유는 그것의 원상태 구조의 일부 및 따라서 상응하는 원상태 화학적 및 물리적 특성을 보유할 수 있다. 기재 섬유의 팽윤은 전형적으로 길이보다는 폭을 따라 관측되며, 용접 공정의 일 측면에서 용접 공정은 천연 섬유 직경을 약 5%, 10%, 또는 심지어 25% 이상 증가시키도록 구성될 수 있다.

[0281] 천연 섬유로 이루어진 기재에서의 최외부 생고분자의 연화가 일반적으로 본 개시내용에 따르는 용접 공정의 특징으로 간주될 수 있다. 연화된 폴리머는 기능성 물질이 용접된 기재에서 섬유-매트릭스 복합체의 수득한 매트릭스 내에 삽입 및 포획될 수 있도록 팽윤될 수 있다. IL-기반 공정 용매의 주요 작용 방식이 수소 결합의 파괴에 의해 생고분자를 팽윤 및 연화하는 것일 수 있기 때문에, 상대적으로 다량의 리그닌 (거의 10% 이상의 리그닌)을 함유하는 천연 섬유 기재는 일반적으로 IL-기반 공정 용매로 팽윤 및 연화하기에 적합하지 않다. 이들 리그노셀룰로스 천연 섬유 (예를 들어, 목재 섬유)는 상대적으로 불활성 섬유 보강재로서 편입될 수 있지만, 거의 10% 이상의 리그닌을 함유하는 리그노셀룰로스 섬유는 셀룰로스 또는 헤미셀룰로스 매트릭스를 별로 제공하지 못한다. 이것은 적어도 부분적으로 IL-기반 공정 용매에 의해 달리 팽윤 및 연화된 셀룰로스 및 헤미셀룰로스 생고분자가 본질적으로 가교결합된 리그닌 생고분자 내에 끼워넣어지기 때문이다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 용어 "연화된(mobilized)"은 기능성 물질은 기재 섬유의 외면으로부터 이동하여 인접하는 기재 섬유로부터의 것과 통합되는 반면 기재 섬유 코어 중의 물질은 원상태로 남아있는 작용을 포함한다. 생고분자를 팽윤 및 연화하고 기능성 물질을 포획시, IL-기반 공정 용매는 일반적으로 생김지 얼마되지 않은(fledgling) 섬유-매트릭스 복합체 용접된 기재로부터 제거되어 재순환된다.

[0282] 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 용어 "재구성"은 공정 용매(들)가 공정 습윤화 기재로부터 행균/세정되는 공정을 지칭하는데 사용된다. 이것은 전형적으로 과잉의 분자 용매 (예를 들어, 물, 아세토니트릴, 메탄올)를 공정 습윤화 기재 주위에 및 관통하여 유동시킴으로써 또는 공정 습윤화 기재를 분자 용매의 배쓰(들)에 침지시킴으로써 달성된다. 재구성 용매의 선택은 기재를 구성하는 생고분자의 유형 뿐만 아니라 공정 용매의 조성 및 공정 용매가 재사용을 위해 회수 및 정제될 수 있는 용이성과 같은 인자에 따라 좌우된다.

[0283] 공정 용매의 제거 후, 재구성 용매는 전형적으로 제거된다. 이것은 전형적으로 승화, 증발, 또는 비등의 임의의 조합에 의해 달성될 수 있다. 천연 섬유 기재, 기능성 물질의 선택, 및 기재가 용접 공정의 모두 또는 일부 동안 물리적으로 제약되는지의 여부에 따라, 기재는 상당한 치수 변화를 겪을 수 있다. 예를 들어, 개별 천연 섬유 간의 비어있는 공간이 용접된 기재 중의 연속 섬유-매트릭스 복합체에 합병됨에 따라 원사의 직경이 2배까지 감소될 수 있다.

[0284] 용접 공정의 측면에서, 용접 공정은 천연 섬유로 이루어진 기재 중의 천연 섬유의 일부가 직경이 약 2% 내지 약 6% 팽윤되도록 구성될 수 있다. 더 구체적으로, 용접 공정의 측면에서 이러한 천연 섬유의 일부는 직경이 약 3% 이상 팽윤될 수 있다.

[0285] 용접 공정의 일 측면에서, 혼합물은 약 90질량% 천연 섬유 기재와 기능성 물질 및 약 10질량% IL-기반 공정 용매일 수 있다. 대안적으로, 기재 및/또는 기재와 기능성 물질의 혼합물에 첨가된 IL-기반 공정 용매의 양은 천연 섬유 1 질량부에 대해 공정 용매 약 0.25 질량부 내지 약 4 질량부일 수 있다.

[0286] 용접 공정의 측면에서, 용접 공정은 공정 온도/압력 구역 (3)의 압력이 거의 진공일 수 있도록 구성될 수 있다. 대안적으로, 용접 공정은 공정 온도/압력 구역 (3)의 압력이 약 1 기압이도록 구성될 수 있다. 여전히 또 다른 배치형태에서, 공정 온도/압력 구역 (3)의 압력은 약 1 기압 내지 약 10 기압일 수 있다. 이전에 언급한 바와 같이, 기재가 공정 용매에 노출되는 온도 및/또는 시간은 또한 제어될 수 있다.

[0287] 용접 공정의 일 측면에서, 용접 공정은 복수의 천연 섬유로 이루어진 기재를 제공하는 단계, IL-기반 공정 용매를 제공하는 단계, 및 적어도 하나의 기능성 물질을 제공하는 단계를 포함할 수 있다. 이렇게 구성된 용접 공정은 기재 IL-기반 공정 용매 및 기능성 물질을 규정된 순서로 혼합하여 천연 섬유를 침투하는 기능성 물질을

갖는 천연 섬유 기능성 복합체를 구성하는 용접된 기재를 생산하는 화학 반응을 야기함을 포함할 수 있으며 복수의 천연 섬유 및 기능성 물질 둘 다는 함께 공유결합될 수 있다. 용접 공정의 일 측면에서, 적어도 화학 반응의 온도, 압력 및 시간은 제어될 수 있다. 용접 공정은 공정 용매의 일부를 제거하도록 구성될 수 있으며, 특정 적용에서 공정 용매의 대부분, 또는 실질적으로 모든 공정 용매를 제거하는 것이 유리할 수 있는 것으로 고려된다.

[0288] 용접 공정의 일 측면에서, 용접 공정은 천연 섬유 기제가 공정 용매와 혼합되고 천연 섬유 기제가 팽윤된 상태를 달성한 후 규정된 공정 순서가 기능성 물질을 도입하도록 구성될 수 있다. 그와 같은 용접 공정의 일 측면에서, IL-기반 공정 용매는 분자 용매 성분으로 회식될 수 있으며, 여기서 생고분자 또는 합성 폴리머 물질의 부분적인 용해 공정은 분자 용매 성분의 제거 후 시작된다 (여기서 제거는 증발 또는 증류를 포함하지만 이에 제한되지 않는, 청구항에 그렇게 나타내지 않는 비제한적으로 임의의 적합한 방법 및/또는 장치에 의해 달성될 수 있다).

[0289] 한 용접 공정에서, 탄소-면-공정 용매 혼합물은, 공정 용매를 갖는 용액 중에서 면직물에 노출되는 경우, 탄소를 면직물에 결합시키는 얇은-코트 탄소/면 결합을 갖는 용접된 기재를 생성하는데 사용될 수 있다.

[0290] 용접 공정의 일 측면에서 공정 용매 및 천연 섬유 기제를 블렌딩하여, 기능성 물질 (예컨대 전도성 탄소)이 천연 섬유 기제로 이동하고/하거나 천연 섬유 기제 예컨대 면 상에 탄소 기능성 물질의 얇은 코트를 형성하도록 하는 표면 장력 특징을 생성할 수 있다. 다음의 예는 작용화가 달성된 용접된 기제 및/또는 용접 공정을 예시한다. 하기 예는 제한적인 의미로 관독되기 보다는 본원에 개시된 더 넓은 개념 및 용접 공정을 예시하는 것을 의미한다.

[0291] B. 기능성 물질 포획

[0292] 하기의 예시적인 예는 하나 이상의 기능성 물질이 천연 섬유질 물질로 이루어진 기제에 포획될 수 있고, 기능성 물질이 기제에 편입된 후 IL-기반 공정 용매가 도입될 수 있는 용접 공정을 상세히 설명한다. 다시, 하기 예는 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 본 개시내용의 범위를 결코 제한하지 않는다. 본 발명의 일 구현예에서 포획은 이온성 액체 기반 용매를 도입하기 전에 기능성 물질을 섬유질 기제에 편입함을 포함한다.

[0293] 도 3은 도 3a-3e로 불리는 도 3의 하위-공정 또는 성분으로 섬유-매트릭스 복합체 내에 고형 물질을 첨가하고 물리적으로 포획하기 위한 공정을 설명한다. 도 3a에 묘사된 바와 같이, 천연 섬유 기제 (10)는 상당량의 비어 있는 공간을 포함할 수 있다. 도 3b에 나타낸 바와 같이, 지급된 기능성 물질 (20)은 천연 섬유 기제 (10)에 편입될 수 있다. IL-기반 공정 용매 (30)가 (공정 습윤화 기제를 생성하기 위해) 천연 섬유 기제 (10) 및 기능성 물질 (20)에 도입된 후의 시점이 도 3c에 묘사된다. 그후 제어된 압력, 온도, 및 시간을 사용하여, 분산된 & 결합된 기능성 물질 (21)을 갖는 (도 3d에 묘사된 바와 같은) 팽윤된 천연 섬유 기제 (11)를 생성할 수 있다.

[0294] 용접 공정의 일 측면에서, IL-기반 공정 용매 (30)의 모두 또는 일부는 그후 결합된 기능성 물질 (21) 및 팽윤된 천연 섬유 기제 (11)로부터 제거되어, 동시에 복수의 천연 섬유 기제 (10) 기능성 특징 및 복수의 기능성 물질 (20) 기능성 특징을 유지하면서 포획된 기능성 물질 (22)을 갖는 용접된 섬유 (40)를 생성할 수 있다. 달리 주지되지 않는 한, 용접된 섬유 (40, 42)에 대해 본원에 기재된 임의의 속성, 피쳐, 및/또는 특징은 용접된 섬유 (40, 42)로 이루어진 직물, 텍스타일, 및/또는 다른 물품으로 확대될 수 있다.

[0295] 용접 공정의 측면에서, 용접된 섬유 (40)는 공유결합된 기능성 물질 (21)과 팽윤된 천연 섬유 기제 (11)의 조합일 수 있다. 용접 공정의 측면에서, 용접 공정은 수득한 용접된 기제가 주사 전자 현미경검사 데이터를 통해 관측된 바와 같이 포획된 자기 (NdFeB) 극미립자로 작용화된 면 직물로 이루어지도록 구성될 수 있다. 용접 공정의 일 측면에서, 용접 공정은 기능성 물질 (20)이 직물 매트릭스로 이루어진 천연 섬유 기제 (10)에 건조 분말로서 편입될 수 있는 비자성 극미립자로 이루어지도록 구성될 수 있다. 놀랍게도, 용접 공정은 자기 입자가 용접된 섬유 (40) 내에 강하게 보유되는 것으로 관측되고 공격적인 세탁에 의해서도 제거될 수 없도록 천연 섬유 기제 (10)의 생고분자 내에 자기 입자를 포획시킬 수 있다. 용접 공정의 측면에서, 용접 공정은 상기에 기재된 것과 유사한 절차가 유사한 이점을 산출하고/하거나 면 및 실크 원사 매트릭스를 포함하는 원사 및 부직포, 섬유질 매트 천연 섬유 기제 (10)를 초래하도록 구성될 수 있다.

[0296] 논의된 바와 같이, 바로 앞의 예에 기재된 용접 공정은 나노물질 기능성 물질 (20)의 현탁액이 IL-기반 공정 용매에의 기능성 물질 또는 천연 섬유 기제 (10)의 노출 전에 생고분자 천연 섬유 기제 (10)에 첨가되도록 구성될 수 있다. 상이한 분자 용액 예컨대 수성 또는 유기 (예를 들어, 톨루엔) 용액이 적어도 양자점으로 이루어질 수 있는 기능성 물질 (20)의 표면 화학에 따라 단독으로 또는 IL-기반 공정 용매 (30)와 함께 이용될 수 있다.

천연 섬유 기재 (10)와 함께 나노물질 기능성 물질 (20)의 표면 화학 (즉, 소수성/친수성)은 수득한 용접된 섬유 (40) 내의 나노물질 기능성 물질 (20)의 최종 위치 및 분산에 강하게 영향을 미칠 수 있다.

[0297] 표면 화학은 복합 재료 내의 기능성의 미세가공을 야기하기 위해 천연 섬유 기재 (10) 및 기능성 물질 (20)과 IL-기반 공정 용매의 자가-조립을 위한 전략으로서 사용될 수 있다. 예를 들어, 용접 공정의 일 측면에서, 양자점은 크기-의존적 특성을 갖는 반도체 물질로 이루어질 수 있다. 그것의 표면은 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 비제한적으로 의약, 감지, 및 정보 저장 분야에 사용하기 위해 상이한 화학적 환경과 양립가능하도록 작용화될 수 있다.

[0298] C. 공정 용매/기능성 물질 혼합물로부터의 기능성 물질 포획

[0299] 도 4는 IL-기반 용매에 (예비)분산된 물질을 사용하여 도 4a-4d로 불리는 도 4의 하위-공정들 또는 성분들로 섬유-매트릭스 복합체 내에 고형 물질을 첨가 및 물리적 포획하기 위한 공정을 설명한다. 공정 용매/기능성 물질 혼합물 (32)을 제조하기 위해 그 안에 분산된 기능성 물질 (20)을 갖는 IL-기반 공정 용매 (30)를 갖는 출발 천연 섬유 기재 (10)가 도 4a에 묘사된다. 기능성 물질 (20)은 도 4a에 설명된 바와 같이 천연 섬유 (12)의 도입 전에 공정 용매/기능성 물질 혼합물 (32)을 생성하기 위해 IL-기반 공정 용매 (30)에 예비분산될 수 있다.

[0300] 천연 섬유 기재 (10) 및 공정 용매/기능성 물질 혼합물 (32)은 그후 (공정 습윤화 기재를 생성하기 위해) 도 4b에 묘사된 바와 같이 조합될 수 있다. 적어도 제어된 압력, 온도, 및/또는 시간이 도 4c에 묘사된 바와 같이 공정 용매/기능성 물질 혼합물 (32) 내에 팽윤된 천연 섬유 기재 (112)를 생성하는데 사용될 수 있다. 용접 공정의 측면에서, 용접 공정은 도 2d에 묘사된 바와 같이 IL-기반 공정 용매 (30)의 모두 또는 일부가 그후 팽윤된 천연 섬유 기재 (112)로부터 제거되어 복수의 천연 섬유 기재 (10) 기능성 특징 및 복수의 기능성 물질 (20) 기능성 특징을 동시에 유지하면서 포획된 기능성 물질 (22)을 갖는 용접된 섬유 (42)를 생성하도록 구성될 수 있다.

[0301] 용접 공정의 측면에서, 용접된 섬유 (42)는 공유결합된 기능성 물질 (20) 및 팽윤된 천연 섬유 기재 (112)의 조합일 수 있다. 용접 공정의 일 측면에서, 용접 공정은 수득한 용접된 기제가 코튼지 (섬유질 매트)로 이루어진 천연 섬유 기재 (10)내에 포획된 분자 염료로 이루어진 기능성 물질 (20)로 이루어지도록 구성될 수 있으며, 여기서 상기 기능성 물질 (20)은 천연 섬유 기재 (10)에 적용 전에 (공정 용매/기능성 물질 혼합물 (32)을 생성하기 위해) IL-기반 공정 용매 (30)에 분산될 수 있다. 용접 공정 동안, (예를 들어, 코튼지로 이루어진 천연 섬유 기재 (10) 중의 셀룰로스를 포함한) 생고분자는 염료로 이루어진 기능성 물질 (20)이 폴리머 매트릭스로 물리적으로 확산되고 공유결합에 의해 폴리머 매트릭스 내에 포획될 수 있도록 팽윤될 수 있다. 용접 공정 후, 염료는 가시적으로 폴리머 매트릭스 내에 포획된 채로 있을 수 있다.

[0302] 용접 공정의 일 측면에서, 용접 공정은 특정 정보 및/또는 화학적 작용기가 수득한 용접된 섬유 (40, 42)에서 천연 섬유 기재 (10)에 제어 가능하게 융합될 수 있도록 구성될 수 있다. 그와 같은 용접된 섬유 (40, 42)는 적어도 종이-기반 화폐의 위조방지 특징, 의복의 염색 (염색견뢰도), 약물 전달 장치, 및 다른 관련된 기술에 적용될 수 있다. 용접 공정의 일 측면에서, 용접 공정은 천연 섬유 기재 (10)에의 편입을 위해 IL-기반 공정 용매 (30)에 분산될 수 있는 분자 또는 이온성 종을 포함할 수 있는 기능성 물질 (20)에 사용하기 위해 구성될 수 있다.

[0303] 일반적으로, 기능성 물질 (20)을 첨가하는 목적은 특수한 용도일 수 있다. 예를 들어, 셀룰로스와 공유적으로 결합하는 연결 화학을 갖는 염료는 상대적으로 비쌀 수 있다. 용접 공정의 일 측면에서, 용접 공정은 용접된 섬유 (40, 42) 내에 특별한 연결 화학을 갖지 않는 저-비용의 대체 염료를 포획하도록 구성될 수 있다. 한때 팽윤되고 연화된 생고분자였던 것 (예를 들어, 팽윤된 천연 섬유 기재 (11, 112)) 내에 포획된 하나 이상의 염료로 이루어진 기능성 물질 (20)은 아주 쉽게 세정되지는 않으며 적어도 텍스타일 및/또는 바 코딩/정보 저장 분야에 적용 가능할 수 있다. 다른 측면에서, 전도성 기능성 물질 (20)은 에너지 저장 용도를 위해 용접된 섬유 (40, 42) 내에 포획될 수 있다. 자기 물질로 이루어진 기능성 물질 (20)의 포획은 텍스타일-기반 작동기에 적절할 수 있다. 의약품 및/또는 양자점으로 이루어진 기능성 물질 (20)의 포획은 의학적 적용에 관련될 수 있다. 점토로 이루어진 기능성 물질 (20)의 포획은 향상된 난연성과 관련이 있다. 기능성 물질 (20)로서의 생고분자 키틴의 첨가는 그것의 공지된 항균 특성으로 인해 적용될 수 있다. 요약하면, 가능한 적용의 수는 극도로 크다. 기능성 물질 (20)은 점토, 모든 탄소 동소체, NdFeB, 이산화티타늄, 이들의 조합 및 경우에 따라 전자, 분광, 열전도도, 자성에 영향을 미치는 기타 동종의 것, 항균 및/또는 항미생물 특성을 갖는 유기 및/또는 무기 물질 (예를 들어, 키틴, 키토산, 은 나노입자, 등), 및/또는 이들의 조합을 포함하지만 이에 제한되지 않는다. 따라서, 본 개시내용의 범위는 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 특정 기능성 물질 (20) 및/또는 수득한

용접된 기재 및/또는 용접된 섬유 (40, 42)의 특정 적용에 결코 제한되지 않는다.

- [0304] 용접 공정의 측면에서, 용접 공정은 관심 기능성 물질 (20)을 단단히 포획하는데 특별한 공유결합 화학이 필요하지 않으며 오히려 기능성 물질 (20)이 용접된 섬유 (40, 42) 내에 물리적으로 포획될 수 있도록 구성될 수 있다. 용접 공정의 일 측면에서, 기능성 물질 (20)은 정보를 부호화하거나 염색건뢰성 염료를 생성하고, 보다 일반적으로, 디바이스 기능성을 통합하기 위해 높은 공간적 제어로 편입될 수 있다. 다차원 인쇄 및 제작 기술은 단일 물질 또는 물체 내의 많은 유형의 기능성의 레이어링을 가능하게 한다.
- [0305] D. 공정 용매/기능성 물질/폴리머 혼합물로부터의 기능성 물질 포획
- [0306] 도 5에 묘사된 바와 같이, 도 5a-5d에 추가로 호출된 다양한 하위-공정 및 성분으로, 일 측면에서 용접 공정은 IL-기반 공정 용매 및 또한 추가의 가용화된 폴리머를 함유하는 것의 혼합물에 기능성 물질 (20)을 도입함으로써 기능성 물질 (20)을 천연 섬유 기재 (10)에 편입하도록 구성될 수 있다.
- [0307] 도 5a에 나타낸 바와 같이, 그와 같은 공정은 기능성 물질 (20)이 IL-기반 공정 용매 (30)에 분산되어 공정 용매/기능성 물질 혼합물 (32)을 구성하도록 기능성 물질 (20)과 혼합된 IL-기반 공정 용매 (30) 및 천연 섬유 기재 (10)로 시작될 수 있다. 폴리머 (53)는 폴리머 (53)가 공정 용매 기능성 물질 혼합물 (32)에 용해되고/되거나 현탁되도록 공정 용매/기능성 물질 혼합물 (32)에 포함될 수 있다.
- [0308] 천연 섬유 기재 (10)에의 적용 전에 폴리머 (53)와 혼합된 공정 용매/기능성 물질 혼합물 (32)이 도 5a에 묘사된다. 그 안에 폴리머 (53)를 갖는 공정 용매/기능성 물질 혼합물 (32)은 도 5b에 묘사된 바와 같이 그후 천연 섬유 기재 (10)에 도입되어 공정 습윤화 기재를 생성할 수 있다. 용접 공정은 제어된 압력, 온도, 및 시간이라도 5c에 묘사된 바와 같이 조합된 공정 용매/기능성 물질 혼합물 (32), 폴리머 (53), 및 천연 섬유 기재 (10) 내에 팽윤된 천연 섬유 기재 (11, 112)를 생성하도록 구성될 수 있다.
- [0309] 용접 공정의 일 측면에서, IL-기반 공정 용매 (30)의 모두 또는 일부는 그후 공정 습윤화 기재 (이것은 결합된 기능성 물질 (21) 및 팽윤된 천연 섬유 기재 (11, 112)로 이루어질 수 있다)로부터 제거되어 도 5d에 나타낸 바와 같이 복수의 천연 섬유 기재 (10) 기능성 특징 및 복수의 기능성 물질 (20) 기능성 특징을 동시에 유지하면서 포획된 기능성 물질 (22) 및 폴리머 (53)를 갖는 용접된 섬유 (40)를 생성할 수 있다.
- [0310] 용접 공정의 측면에서, 용접된 섬유 (40)는 공유결합된 기능성 물질 (21), 폴리머 (53), 및 팽윤된 천연 섬유 기재 (11)의 조합일 수 있다. 폴리머(들)는 생고분자 및/또는 합성 폴리머로 이루어질 수 있다. 특정 폴리머 (53)에 사용하기 위해 구성된 용접 공정에서, 추가의 폴리머는 결합제 (예를 들어, 접착제) 뿐만 아니라 용액 점도를 변화시키는 레올로지성 개질제 둘 다로서 작용할 수 있다. 추가로, 그와 같은 용접 공정은 용접된 기재 내의 기능성 물질 (20)의 최종 위치에 대한 추가의 공간적 제어를 가능하게 할 수 있다. 용접 공정의 일 측면에서, 용접 공정은 기능성 물질 (20)은 탄소 재료로 이루어지고 천연 섬유 기재 (10)는 면 원사로 이루어져 직물에서 고 에너지 밀도 슈퍼커패시터를 위한 전극으로서 사용하기에 적합한 것으로 시험되고 확인된 용접된 섬유 (40, 42)를 생성하도록 구성될 수 있다. 이들은 가요성, 웨어러블 에너지 저장 장치를 제공하도록 개조될 수 있다.
- [0311] 용접 공정은 하나 이상의 전도성 첨가제 예컨대 유기 물질 (예를 들어, 탄소 나노튜브, 그래핀, 등) 또는 무기 물질 (금속 및 산화금속로 코팅된 섬유를 포함한, 은 나노입자, 스테인레스강, 니켈, 등)로 이루어진 기능성 물질 (20)을 갖는 용접된 섬유 (40, 42)를 제조하도록 구성될 수 있다. 그와 같은 용접된 섬유 (40, 42)는 향상된 전도도 특징을 나타낼 수 있으며, 적절한 전해질 (예를 들어, 겔, 폴리머 전해질, 등)과 조합되는 경우, 이들 용접된 섬유 (40, 42) (및/또는 이로부터 생산된 패브릭 및/또는 텍스타일)는 전기화학적 반응 및/또는 용량성 에너지 저장을 수행할 수 있다.
- [0312] 용접 공정은 용량성 첨가제 (예를 들어, MnO₂, 등)로 이루어진 기능성 물질 (20)을 갖는 용접된 섬유 (40, 42)를 제조하도록 구성될 수 있다. 그와 같은 용접된 섬유 (40, 42)는 겔 또는 폴리머 (20) 전해질을 포함한 적절한 전해질과 조합되는 경우 향상된 에너지 저장 특징을 나타낼 수 있다.
- [0313] 용접 공정은 광활성 첨가제 (예를 들어, TiO₂, 등)로 이루어진 기능성 물질 (20)을 갖는 용접된 섬유 (40, 42)를 제조하도록 구성될 수 있다. 그와 같은 용접된 섬유 (40, 42)는 향상된 자기-세정 (예를 들어, 넓은 밴드갭 반도체 예컨대 TiO₂의 경우에) 및/또는 내자외선성 특징을 나타낼 수 있다.
- [0314] 본 개시내용에 따르는 용접 공정에 따라 생산된 용접된 섬유 (40, 42)에 대한 기타 적용은 위조방지에서 약물 전달 적용에 이르는 기술을 포함할 수 있지만 이에 제한되지 않는다. 게다가, 기능성 물질의 상기 목록은 철저

하고/하거나 제한하는 것을 의미하지 않으며, 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 비제한적으로 다른 기능성 물질이 사용될 수 있다.

[0315] 8. 조절된 용접 공정

[0316] 상기 본원에서 이전에 기재된 바와 같이, 용접 공정은 다양한 용접된 기재 피니시 (예를 들어, 원사 피니시)가 (비-섬유 용접된) 종래의 기재로부터 생산될 수 있도록 구성될 수 있으며, 상기 기재는 용접 공정의 특정 배치 형태에서 원사 및/또는 텍스타일 기재로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 용접 공정은 제어된, 가변적 및/또는 조절된 속도로 펌핑되는 공정 용매의 사용을 통해 및/또는 가변 속도로 용접 공정을 통해 기재 (예를 들어, 원사, 트레드, 직물, 및/또는 텍스타일)를 이동시킴으로써 및/또는 공정 용매 조성을 변화시킴으로써, 및/또는 공정 용매 적용 구역 (2), 공정 온도/압력 구역 (3), 공정 용매 회수 구역 (4)에서 온도 및/또는 압력을 변화시킴으로써, (예를 들어, 기재, 공정 습윤화 기재, 등의) 긴장을 변화시킴으로써, 및/또는 이들의 조합에 의해 조절된 용접 공정으로서 구성될 수 있다.

[0317] 일 측면에서 용접 공정은 용접 공정이 기재 내의 조절 가능한 양의 섬유를 용접된 상태로 전환시킬 수 있도록 섬유로 이루어진 기재에 대한 공정 용매의 비의 특정한 및 정확한 제어를 가능케 하도록 구성될 수 있다. 기재에 대한 공정 용매의 비는 적어도 특정한 공정 용매 및 기재의 특징에 따라 최적화될 수 있다. 예를 들어, 극성 비양성자성 첨가제 (예를 들어, 아세토니트릴)와 혼합된 이온성 액체 (예를 들어, 3-에틸-1-메틸이미디졸륨 아세테이트, 3-부틸-1-메틸이미디졸륨 염화물, 등)와 같은 공정 용매 혼합물을 사용하도록 구성된 용접 공정에서 1 질량부 기재에 첨가된 1 질량부 공정 용매 내지 1 질량부 기재에 첨가된 4 질량부 공정 용매에 이르는 공정 용매 비를 사용할 수 있다. 용접 공정의 또 다른 측면은 1 질량부 기재에 2 질량부 공정 용매 내지 1 질량부 기재에 10 질량부 이상의 공정 용매에 이르는 공정 용매 비를 갖는 차가운 알칼리성 (수산화나트륨 및/또는 수산화리튬)과 우레아 용액으로 이루어진 공정 용매를 사용할 수 있다. 표 11.1은 이온성 액체 둘 다를 이루어진 공정 용매 및 수성 수산화물 용액으로 이루어진 공정 용매를 갖는 용접 시스템을 사용하여 용접된 원사를 제작하는데 성공적으로 사용되어 온 공정 파라미터 예를 제공한다. 파라미터가 표 11에 나타나어져 있지만, 당해 파라미터는 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 본 개시내용의 범위를 제한하는 것은 아니다.

[0318] 수산화물 및 우레아를 수용액으로 포함하는 공정 용매를 사용하는 하나의 용접 공정에서, 수산화물은 NaOH 및/또는 LiOH로 이루어질 수 있다. 용접 공정에서, 수산화물은 4 및 15 중량 퍼센트의 LiOH 및 8 및 30 퍼센트의 우레아로 이루어질 수 있다. 특정 적용에서 6 및 12 중량 퍼센트의 LiOH 및 10 및 25 퍼센트의 우레아로 이루어지도록 공정 용매를 구성하는 것이 유리할 수 있다. 여전히 또 다른 적용에서 8 및 10 중량 퍼센트의 LiOH 및 12 및 16 퍼센트의 우레아로 이루어지도록 공정 용매를 구성하는 것이 유리할 수 있다.

공정 용매	공정 온도	원사(들)에 대한 용접 시간	재구성 용매	공정 용매 대 기재 비 (wt 용매:wt 기재)
EMIm OAc	50°C – 100°C	5 – 15	물, 아세토니트릴, 또는 다른 비양성자성 용매	0.5 – 6
1 mol EMIm OAc + 2 mol ACN	50°C – 100°C	5 – 15	물, 아세토니트릴, 또는 다른 비양성자성 용매	0.75 – 6
1 mol EMIm OAc + 4 mol ACN	50°C – 100°C	10 – 25	물, 아세토니트릴, 또는 다른 비양성자성 용매	1 – 6
BMIm Cl	90°C – 130°C	5 – 30	물, 아세토니트릴, 또는 다른 비양성자성 용매	0.5 – 6
1 mol BMIm Cl + 1 mol ACN	80°C – 130°C	5 – 45	물, 아세토니트릴, 또는 다른 비양성자성 용매	0.75 – 6
NaOH 또는 LiOH (~7wt%) + 우레아 (~12wt%) 수용액	-18° (빙점) – -10°C	60 – 300	물	2-10

[0319] 표 11.1

[0320] 표 11.1에 명시된 온도 범위에 관해, 온도는 공정 용매 시스템의 특정 조성에 대해 최적화될 수 있음을 주지한다. 또한, 공정 용매 시스템의 온도 및 조성은 기재에 대해 원하는 양 및 위치의 용접을 달성하기 위해 적어도 용매 적용 구역 (2) 하드웨어 및/또는 공정 제어 소프트웨어 및/또는 장치와 함께 동시-최적화될 수 있다. 즉, 일관된 용접된 기재 속성 또는 조절된 기재 속성을 제공하는 섬유 용접. 이것은 또한, 용매 적용 뿐만 아니라 공정 온도/압력 구역 (3) 동안 적절한 점성 저항을 적용함으로써 달성될 수 있다.

[0321] 표 11.1에 나타내고 상기 본원에 기재된 바와 같이, 공정 용매 시스템은 IL 액체와 분자 첨가제의 혼합물로서 구성될 수 있다. IL 액체 대 분자 첨가제의 물비는 용접 공정마다 다를 수 있으며, 기재에의 이의 적용 동안 공정 용매 시스템의 최적 온도에 영향을 줄 수 있다. 예를 들어, 1 mol BMIm Cl 대 1 mol ACN으로 이루어진 공정 용매 시스템을 사용하도록 구성된 용접 공정에서, 온도가 120°C 이상으로 상승하면 (이것은 용접의 속도가 최적일 수 있는 경우이다) ACN의 증기압은 (건강 및 안전성과 관련하여) 제어하기 어려운 처리 조건을 초래할 수 있다. 이러한 제약의 결과로서, 용접 온도는 저온 (예를 들어, 105°C)으로 설정되지만 그러한 온도에서는 더 긴 지속기간 (>30 초)을 필요로 한다. 반대로, EMIm OAc로 이루어진 공정 용매 시스템을 사용하도록 구성된 용접 공정에서는, 최적의 온도는 80°C 내지 100°C일 수 있으며 그 이유는 공정 용매의 유효성이 BMIm Cl보다 더 높기 때문이며, 따라서 그러한 온도 범위에서 EMIm OAc로의 용접 시간은 5-15초일 수 있다. 따라서, 적어도 공정 용매 적용 구역 (2), 공정 온도/압력 구역 (3), 및 용접 공정의 다른 단계를 위한 최적 온도는 이의 적용마다 다를 수 있으며, 따라서 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 본 개시내용의 범위를 결코 제한하는 것은 아니다.

[0322] 이하 표 9.1, 10.1, 및 11.1 (이들 모두는 수성 수산화물로 이루어진 공정 용매를 사용하도록 구성된 용접 공정을 위한 주요 공정 파라미터를 제공한다)을 참고로 하여, 공정 용매 대 기재의 최적의 비 (질량 또는 중량 기준)는 적어도 기재 포맷 유형에 기반하여 변할 수 있다. 예를 들어, 2D 기재에 사용하기 위해 구성된 용접 공정은 0.5 내지 7의 비를 가질 수 있으며, 일부 용접 공정은 대략 3.7의 비에서 최적으로 구성될 수 있다. 1D 기재에 사용하기 위해 구성된 용접 공정은 4 내지 17의 비를 가질 수 있으며, 일부 용접 공정은 대략 10의 비에서 최적으로 구성될 수 있다. 대략 10 이상의 비, 및 구체적으로 17의 비는 기재 및/또는 공정 습윤화 기재에 의해 흡수되지 않은 공정 습윤화 기재의 외측에 과잉의 용매가 존재하도록 공정 습윤화 기재가 공정 용매에 대해 포화도를 넘어서는 상태를 초래하는 것으로 관측되었다. 그러나, IL-기반 공정 용매 또는 수성 수산화물 공정 용매를 사용하는 용접 공정을 위한 특정 비는 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 본 개시내용의 범위를 결코 제한하는 것은 아니다.

공정 용매	공정 온도	원사(들)에 대한 용접 시간	재구성 용매	공정 용매 대 기재 비 (wt 용매:wt 기재)
1 mol EMIm OAc + 2 mol ACN + 1% (by wt.) 셀룰로스 첨가제	50°C – 100°C	5 – 15	물, 아세토니트릴, 또는 다른 비양성자성 용매	0.75 – 6
BMIm Cl + 0.5% (by wt.) 셀룰로스 첨가제	90°C – 130°C	5 – 30	물, 아세토니트릴, 또는 다른 비양성자성 용매	0.5 – 6

[0323] 표 11.2

[0324] 표 11.2에 나타난 공정 용매의 값 및 조성에 관해, 기능성 물질 첨가제의 첨가는 용접의 공간적 조절 및 특유의 제어된 용적 압밀을 가능하게 함을 주지한다. 기능성 물질 예컨대 용해된 셀룰로스의 첨가와 용접 공정의 적절한 하드웨어 및 제어는 적어도 도 9i 및 9j와 관련하여 위에 이전에 상세히 기재된 바와 같이 셀 용접된 원사의 놀라운 효과를 가능케 할 수 있다. 즉, 용접의 양은 기재 단면 (즉, 도 9i 및 9j의 특정 예에서 원사 직경)을 통해 제어될 수 있으며, 미가공 기재 대조군 샘플에 비해 개선된 인성 및 신장 둘 다를 나타내는 용접된 기재 (즉, 특정 예의 용접된 원사 기재)를 생성할 수 있다.

[0325] 표 11.1에 기재된 상이한 값과 함께 재구성 용매의 유형 및 이의 온도가 또한 재구성된 습윤화 기재가 건조됨에 따라 제어된 용적 압밀에 대해 놀라운 효과를 야기할 수 있음을 또한 주지한다. 18/1 링 방적 먼 원사로 이루어진 미가공 1D 기재의 SEM 이미지가 도 13에 나타내어져 있다. 하나의 용접된 기재가 도 14a에 나타내어져 있고 또 다른 기재가 도 14b에 나타내어져 있으며, 이 둘 모두는 도 13에 나타난 미가공 기재로부터 생산되었다.

도 14a 및 14b 둘 다에 나타난 용접된 기재는 도 9a에 나타난 용접 공정 및 장치를 사용하여 생산되었다.

파괴 강도 (g)	Norm. 파괴 강도 (cN/dtex)	신장 (%)
453	1.38	5.7

표 12.1

표 12.1은 도 13에 나타난 미가공 기재의 다양한 속성을 제공한다. 속성은 용접된 원사 기재의 대략 20개의 특유의 시료에 대해 수행된 바와 같이 평균을 내었으며, 이러한 속성은 ASTM D2256에 가까운 인장 시험 방식으로 작동하는 Instron 브랜드 기계적 특성 시험기를 사용하여 수집되었다. 표 12.1의 각각의 칼럼 제목에 대한 기계적 특성은 표 1.2에 관해 이전에 기재된 바와 동일하다.

표 13.1은 도 14a에 나타난 용접된 기재 및 도 14b에 나타난 것 둘 다를 제조하는데 사용된 주요 가공 파라미터의 일부를 보여준다. 표 13.1의 각각의 칼럼 제목에 대한 공정 파라미터는 표 1.1에 관해 이전에 기재된 바와 동일하다.

온도 (°C)	인장 속도 (m/min)	용접 구역 시간 (sec)	Solv. 비 (g/g)	용매 유형
공정 용매 적용 구역: 90 공정 압력 온도 구역: 90	18.0	8.5	2.0	EMIm OAc:ACN 1:2 (물비)

표 13.1

표 13.2는 표 13.1에 기재된 파라미터를 사용하여 생산된 도 14a에 나타난 용접된 기재의 다양한 속성을 제공한다. 속성은 용접된 원사 기재의 대략 20개의 특유의 시료에 대해 수행된 바와 같이 평균을 내었으며, 이러한 속성은 ASTM D2256에 가까운 인장 시험 방식으로 작동하는 Instron 브랜드 기계적 특성 시험기를 사용하여 수집되었다. 표 13.2의 각각의 칼럼 제목에 대한 기계적 특성은 표 1.2에 관해 이전에 기재된 바와 동일하다.

파괴 강도 (g)	Norm. 파괴 강도 (cN/dtex)	신장 (%)
556	1.69	2.4

표 13.2

표 13.3은 표 13.1에 기재된 파라미터를 사용하여 생산된 도 14b에 나타난 용접된 기재의 다양한 속성을 제공한다. 속성은 용접된 원사 기재의 대략 20개의 특유의 시료에 대해 수행된 바와 같이 평균을 내었으며, 이러한 속성은 ASTM D2256에 가까운 인장 시험 방식으로 작동하는 Instron 브랜드 기계적 특성 시험기를 사용하여 수집되었다. 표 13.3의 각각의 칼럼 제목에 대한 기계적 특성은 표 1.2에 관해 이전에 기재된 바와 동일하다.

파괴 강도 (g)	Norm. 파괴 강도 (cN/dtex)	신장 (%)
521	1.58	2.4

표 13.3

도 14a를 도 14b와 대조해 보면, 용적 제어된 압밀이 용접된 원사 기재의 특정 속성을 야기하도록 어떻게 조작될 수 있는지가 분명하다. 구체적으로, 도 14a 및 14b의 대조는 방법, 재구성 용매의 조성, 및/또는 공정 용매 회수 구역 (4) (및/또는 용접 공정의 다른 단계)의 배치형태가 용접된 원사 기재의 제어된 용적 압밀, 및, 결과적으로, 용접된 기재의 기계적 특성 및/또는 다른 중요한 속성에 어떻게 영향을 미칠 수 있는지를 보여준다. 이러한 한 가지 속성은 원사 및 이로부터 제조된 패브릭의 "태" (즉, 사람의 촉각에 느껴지는 방식)이다.

구체적으로, 도 14a에 나타난 용접된 원사 기재 및 도 14b에 나타난 것 둘 다는 용접 공정을 사용하여 생산되었으며, 여기서 상기 재구성 용매는 물로 구성되었다. 그러나, 도 14a의 용접된 원사 기재의 경우 물의 온도는 22°C이었고 도 14b에서는 40°C이었다. 도 14a 및 14b의 대조로부터 분명한 바와 같이, 도 14a에 나타난 용접된 기재 (더 차가운 재구성 용매)를 제조하는데 사용된 용접 공정은 도 14b에 나타난 용접된 기재 (더 따뜻한 재구

성 용매)에 비해 상당히 더 부드러운 태를 갖는 용접된 기재를 초래한다. 40℃ 이상의 재구성 용매를 갖는 용접 공정으로 생산된 용접된 원사 기재로부터 만들어진 패브릭은 실온의 재구성 용매를 갖는 용접 공정으로 생산된 유사한 용접된 원사 기재로부터 만들어진 패브릭과는 상당히 상이한 태 특징을 가질 수 있다. 따라서, 공정 용매 회수 구역 (4)의 배치형태 (예를 들어, 재구성 방법) 및 이의 조건은 중요한 신규한 파라미터이다.

[0336] 재구성 용매의 온도를 제외한 동일한 용접 공정으로부터 생산된 도 14a 및 14b를 여전히 참고로 하여, 재구성의 온도가 용접된 원사 기재의 제어된 용적 압밀에 중요한 역할을 한다는 것이 분명하다. 다시, 도 14a 및 14b의 용접된 원사 기재의 일부 기계적 특성이 각각 표 13.2 및 13.3에 나타내어져 있다. 용접된 원사 기재 둘 다는 미가공 원사 기재를 능가하는 기계적 특성에 있어서의 상당한 개선 (예를 들어, 미가공 원사 기재를 능가하는 15-23% 개선)을 보이는 반면, 도 14b (또한 표 13.3 참조)에 나타난 승온에서 재구성 용매에 적용된 용접된 원사 기재는 그것의 표면에 약간 더 큰 직경 및 보다 느슨한 섬유/헤어를 갖는다. 도 14b의 용접된 원사 기재가 도 14a에 나타난 것보다 약간 더 섬유질이기는 하지만, 도 14b의 섬유의 양은 도 13에 나타난 상응하는 미가공 원사 기재에 대한 양보다 적은 것으로 밝혀졌다. 또한, 도 14b에서 용접된 원사 기재 상의 섬유는 용접된 원사 기재로부터 린트로서 떨어져 나가는 것에 저항하도록 하는 방식으로 용접된 원사 기재에 고정된다. 용접 공정을 통한 용접된 원사 기재의 표면에 또는 표면 근처에 있는 변형된 섬유/헤어 구조는 용접된 원사 기재로부터 편직되거나 직조된 패브릭의 태를 야기하는 중요한 속성일 수 있다.

[0337] 일반적으로, 바로 위에 언급된 범위 내의 특정한 값의 용매 비는, 비가 변하지 않고 일정하게 유지되는 경우 및 다른 핵심 변수 예컨대 온도가 또한 용접 공정 동안 일정하게 유지되는 한 원사로 이루어진 기재를 위한 매우 일관된 용접된 원사를 제조하는데 이용될 수 있다. 그렇게 해서 용접 공정은 용접된 원사가 용접된 원사의 길이를 따라 일관된 양의 용접된 섬유를 가질 수 있도록 일관된 양의 용접을 나타내는 용접된 기재를 생산하도록 구성될 수 있다.

[0338] 동적 공정 용매 비 (본원에서 기재의 질량에 대한 공정 용매의 질량의 비로서 정의됨), 공정 용매의 조성, 공정 용매에 적용되는 압력 및 방법의 적절한 제어가 신규한 효과를 산출한다. 예를 들어, 적절한 동적 제어가 용접 공정에서 사용되어, 원사 또는 텍스타일로 이루어진 용접된 기제가 용접 공정의 동적 제어로 인한 것일 수 있는 가변적인 색채도를 가질 수 있는 헤더 및/또는 공간 염료 (다중-착색된 효과) 외관을 갖는 용접된 기재를 생성할 수 있다. 헤더 및/또는 공간 염료 효과의 생성은 이들 텍스타일 제조 단계가 용접 공정 후 달성된다면 단지 염색 및 피니싱시에 드러날 수 있다.

[0339] 그러나, 조절된 용접 공정은 헤더 또는 공간 염료 효과를 생성하는데 제한되지 않을 뿐만 아니라 가변적인 직경 (원사 중량을 변화시킴, 즉, 가변적인 길이 및/또는 직경의 기재를 필요로 하지 않음) 및 묘사할 수 있는 텍스타일 산업 용어가 존재하지 않는 임의의 개수의 다른 특유의 효과를 갖는 "엠보싱된" 원사를 생산하도록 구성될 수 있다. 효과가 관측되는 정도는 또한, 작용되는 원사 또는 텍스타일 기재의 기능일 수 있다. 예를 들어, 원사로 이루어진 기재를 생산하는데 이용된 방적 공정 (예를 들어, 고리 스피닝, 개방 말단 스피닝, 보텍스 스피닝, 등)의 유형은 서로 상이한 용접 조건(예를 들어, 상이한 공정 용매 비 및/또는 적용 방법)을 필요로 할 수 있다.

[0340] A. 조절된 및 비-조절된 용접 공정의 비교

[0341] 조절된 용접 공정의 한 가지 예시가 이하에서 기재되고 비-조절된 용접 공정 (상기 본원에 이전에 기재된 바와 같음)과 비교될 것이다. 그러나, 전술한 실례는 임의의 방식으로 제한함을 의미하는 것은 아니며, 따라서 이의 특정 파라미터는 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 본 개시내용의 내용을 제한하지 않는다.

[0342] 비-조절된 용접 공정에서, 용접 공정은 30/1 링 방적사로 이루어진 기재를 위해 구성될 수 있으며, 여기서 기재는 용접 공정을 일관되게 작동시킴으로써 일관된 색채, 일관된 수피(fell) 및 피니시, 및 일관된 양의 가지적인 외측 섬유 '헤어'를 갖는 극도로 일관된 용접된 기재로 전환될 수 있다. 예를 들어, 안정적인 공정 용매 대 기재 질량비, 용접 공정을 통한 변함없는 원사 이동 속도, 일관된 온도 및 압력, 등을 사용하여 용접 공정을 구성함으로써, 이러한 용접된 기재는 또한, 상기 본원에 이전에 기재된 용접된 기재 속성 중의 일부 모두를 나타낼 수 있다.

[0343] 대안적으로, 요망하는 경우, 조절된 용접 공정은 30/1 링 방적사로 이루어진 기제가 기재를 조절된 용접 공정의 특정 파라미터를 동적으로 변화시킴으로써 다중-착색된 헤더 또는 공간 염료 외관을 갖는 원사로 이루어진 용접된 기재로 전환시키도록 구성될 수 있다. 용접 공정은 상품 링 방적 30/1 원사(이것은 대규모로 생산되는 일반적으로 균일한 생성물이다)로 이루어진 기재를 다수의 최종 용도 및 적용을 위한 특유의 외관, 감촉, 및/또는

피니시를 갖는 용접된 원사로 이루어진 용접된 기재로 전환시키도록 자동화될 수 있기 때문에 이것은 놀랍고도 매우 유용한 결과이다. 상관적인 조절된 용접 공정에서, 용접 공정은 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 비제한적으로 (Ne 18 원사를 포함하지만 이에 제한되지 않는) 더 무거운 및 더 가벼운 (Ne 40 원사를 포함하지만 이에 제한되지 않는) 상품 및 특화된 원사로 이루어진 기재에 사용하기 위해 구성될 수 있다.

[0344] 또한, 조절된 용접 공정은 원사로 이루어진 기재로 특화된 효과 및 피니시를 생성하기 위한 이의 배치형태로 제한되지 않는다. 예를 들어, 혼합된 무기 용매 예컨대 수산화리튬 및/또는 수산화나트륨과 우레아의 용액을 포함하지만 이에 제한되지 않는 공정 용매의 적용은 원사로 이루어진 기재 및 심지어 종래의 물질 (예를 들어, 용접 공정을 통하지 않은 원사) 또는 용접된 기재 (예를 들어, 용접된 원사)로부터 자체 생산된 전체 텍스타일로 이루어진 기재 둘 다에 적용될 수 있다.

[0345] 용접 공정을 사용한 패브릭의 처리는 직물 또는 의복의 국제화된 구역 또는 구역들에 걸쳐 달성될 수 있다. 예를 들어, 공정 용매의 잉크젯 및/또는 스크린 인쇄에서 사용되는 것과 같은 공정은 2D 및/또는 3D 기재에 대한 영역별 용접 공정을 달성하는데 매우 유용한 방법일 수 있다. 대안적으로, 용접 공정은 물질 또는 의복의 전체 피스에 걸쳐 비교적 균일한 특징의 2D 및/또는 3D 용접된 기재를 생성하도록 구성될 수 있다.

[0346] 용접 공정이 이의 다양한 파라미터 (예를 들어, 제한된 용접 시간, 상대적으로 낮은 공정 용매 비, 등)의 적절한 제어로 구성되고 이용되는 경우, 용접 공정은 텍스타일 내의 원사 접합부의 과도한 용접 없이 그것의 종래의 미가공 기재 대응물에 비해 직조 및 편직된 텍스타일의 개선된 강도 및 필링 특징을 갖는 용접된 기재를 생성할 수 있다. 대안적으로, 상이하게 구성된 (예를 들어, 더 긴 시간, 더 높은 공정 용매 비, 등) 용접 공정은 훨씬 더 견고하고/하거나 더 강력한 물질을 제공하기 위해 직조된 및 편직된 물질에 용접된 및/또는 부분적으로 용접된 원사 접합부를 갖는 직조된 또는 편직된 물질로 이루어진 용접된 기재를 생성할 수 있다. 1D 기재 (예를 들어, 원사, 트레드)에 비해 2D 및/또는 3D 기재 (예를 들어, 직물, 텍스타일)에 대해 용접 공정을 사용하는 이점은 다량의 물질이 동시에 처리된다는 것이다. 그러나, 상기 이전에 기재된 바와 같이, 직조 및/또는 편직 전의 원사 및/또는 트레드로 이루어진 용접 기재를 수많은 제조 및 성능 상승효과를 야기할 수 있다. 언제 및 어떻게 주어진 용접 공정을 특별한 기재에 적용하는지의 선택은 용접된 기재에 대해 의도된 결과/최종 사용 용도의 유형에 크게 의존적이며, 따라서 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 본 개시내용의 범위를 결코 제한하지 않는다.

[0347] 상기 열거된 가능성 이외에, 1D (예를 들어, 원사 및/또는 트레드), 2D, 및/또는 3D 기재 (예를 들어, 2D 및/또는 3D 기재에 적용 가능한 직물 및/또는 텍스타일)의 단면 및/또는 기재의 성분 (예를 들어, 2D 및/또는 3D 기재의 개별 원사 또는 트레드)을 원형 형상 이외의 형상 또는 원형 단면 형상을 갖는 용접된 기재로 형성하도록 용접 공정을 구성하는 것이 가능하다. 가능한 형상은 납작해진 계란형 또는 리본-유사 형상을 포함하지만 이에 제한되지 않는다. 이것은 공정 용매 적용 구역 (2), 공정 온도/압력 구역 (3), 공정 용매 회수 구역 (4), 건조 구역 (5), 및/또는 이들의 조합 내에 배치된 적절하게 형상화된 다이 및/또는 롤러를 사용하여 용접 공정을 구성함으로써 달성될 수 있다.

[0348] 기재로서 사용되는 종래의 원사는 정상적으로 용접 공정 후 거의 원형인 단면 형상을 나타내는 용접된 기재를 생성한다. 일반적으로, 이것은 섬유가 용접/융합됨에 따라 모세관력이 공정 용매(들)를 원사의 코어 쪽으로 끌어당기면서 포텐셜 에너지가 최소화될 수 있기 때문이다. 용접 공정은 적어도 공정 습윤화 기재를 조작하는 특정 형성 방법 및/또는 장치를 사용하고/하거나 건조하면서 재구성된 습윤화 기재를 형성함으로써 비-원형 단면 형상을 갖는 용접된 원사 기재를 생성하도록 구성될 수 있다.

[0349] B. 공간적으로 제어된 가열 및/또는 공간적으로 제어된 공정 용매 적용을 사용하는 조절된 및 비-조절된 용접 공정

[0350] 기재에의 화학물질 첨가의 공간적 제어 (예를 들어, 이온성 액체의 잉크젯 인쇄)는, 예컨대 미국 특허 번호 제 6,048,388호에서 이전에 개시된 바 있다. 용접 공정의 공간적 제어는 또한, (상세히 기재된 바와 같이 수득한 용접된 기재의 임의의 특징 및/또는 속성을 조작하기 위해) 적어도 기재 내의 선택된 구역에서의 열 활성화에 의해 직접적으로 제어될 수 있으며, 여기서 용접 공정은 공간적으로 제어된 가열을 사용하여 조절된 용접 공정으로서 구성될 수 있다. IL-기반 용매는 전형적으로 실온 (약 20℃)에서 대략 수 분의 시간 프레임 동안 천연 섬유 기재 (10)를 현저히 용접 (변형)시키지 않는다. 전형적으로, 용접 공정을 활성화 및/또는 가속시키기 위해 열을 적용하는 것이 유리할 수 있다. 이것은 전체 기재를 약 40℃ 이상의 온도로 적어도 수 초 동안 가열하는 것을 포함할 수 있다.

- [0351] 조절된 용접 공정으로서 구성될 수 있는 용접 공정의 도식적 표현이 도 11a에 나타나어져 있으며, 이것은 2D 기재를 사용할 수 있다. 도 11a에 나타난 조절된 용접 공정은 적외선 (레이저) 광 빔을 사용하여 공정 용매가 이전에 적용된 기재의 특정 위치를 가열하도록 구성될 수 있다. 지향된 에너지 빔으로부터의 열은 기재의 특정 위치에서 용접 공정을 활성화시킬 수 있으며 용접 공정의 한 배치형태에서 셀룰로스 I (천연 면 기재의 경우)에서 셀룰로스 II (용접 후의 면 기재)로의 전환 및 제어된 용적 압밀 (즉, 기재의 두께는 감소될 수 있는 반면 면적은 영향을 받지 않음)에 의해 분명하다.
- [0352] 도 10b 및 11e의 비교에 의해 분명한 바와 같이, 상기 기재의 표면에서의 변화는 육안 검사를 통해 명백하며, 이 변화는 지향된 에너지 공급원으로부터의 노출의 결과이다. 추가로, 에너지 공급원의 동력을 제어함(동력을 충분히 낮게 유지함)으로써, 기재 (이 실시예에서 셀룰로스)는 제거되지 않았다. 용접 공정은 하기 청구항에 그렇게 나타나지 않는 한 비제한적으로 공간적으로 제어된 가열을 달성하기 위한 가시광, 마이크로웨이브, 자외선, 및/또는 이들의 조합을 포함하지만 이에 제한되지 않는 전자기 에너지의 임의의 적합한 파장을 이용하도록 구성될 수 있다.
- [0353] 이하에서 2D 기재에 적용된 조절된 용접 공정의 도식적 표현을 제공하는 도 11a 및 11b 둘 다를 참고로 하여, 도 11a는 공간적으로 제어된 가열을 도시하고 도 11b는 공간적으로 제어된 공정 용매 적용을 도시한다. 다시, 도 11a는 지향된 에너지 빔에 의한 기재, 공정 습윤화 기재, 및/또는 공정 용매에의 열의 첨가를 도시한다. 공정 용매 양 및/또는 조성은 특정 위치에서 조절되거나 또는 전체 기재에 걸쳐 전파될 수 있다. 도 11b를 참고로 하여, 공정 용매의 양 및/또는 이의 조성은 특정 위치에서 조절될 수 있으며, 그후 공정 습윤화 기재의 넓은 면적이 전파 에너지 공급원에 의해 가열될 수 있다. 조절된 용접 공정 둘 다는 재구성 및 건조 후 기재의 용적 제어된 압밀을 초래할 수 있다.
- [0354] 이하에서 1D 기재에 적용된 조절된 용접 공정의 도식적 표현을 제공하는 도 11c 및 11d 둘 다를 참고로 하여, 도 11c는 공간적으로 제어된 가열을 도시하고 도 11d는 공간적으로 제어된 공정 용매 적용을 도시한다. 도 11a에 나타난 바와 같이, 열은 펄스화 에너지 공급원을 통해 기재, 공정 습윤화 기재, 및/또는 공정 용매를 통해 부가될 수 있다. 공정 용매 양 및/또는 조성은 특정 위치에서 조절되거나 또는 전체 기재에 걸쳐 전파될 수 있다. 도 11d를 참고로 하여, 공정 용매의 양 및/또는 이의 조성은 특정 위치에서 조절될 수 있으며, 그후 공정 습윤화 기재의 넓은 면적이 전파 에너지 공급원에 의해 및/또는 펄스화 에너지 공급원에 의해 가열될 수 있다. 용접 공정 둘 다는 원하는 효과를 달성하기 위해 공정 용매 효능 및 레올로지, 및 관련된 점성 저항에 걸친 주의 깊은 제어를 제공하도록 구성될 수 있다.
- [0355] 공정 용매의 유량이 조절(예를 들어, 도 11d에 묘사된 바와 유사한 방식으로 펄스화)되는 조절된 용접 공정을 통해 생산된 조절된 용접된 원사 기재의 이미지가 도 11e에 나타나어져 있다. 원하는 점성 저항(이것은 이 실시예에서 공정 습윤화 기재와의 물리적 접촉에 의해 수행되어 초기 접촉 지점으로부터 공정 용매를 확산시킨다)을 달성하도록 조절된 용접 공정을 구성하는 것은 용접된 기재의 길이를 따라 약간 용접된 부분과 고도로 용접된 부분의 교대 부분을 야기한다. 도 11e에서, 도면의 우측 부분은 약간 용접되고 도면의 우측 부분은 고도로 용접된다.
- [0356] 조절된 용접 공정을 거친 용접된 기재로부터 제조된 직물의 이미지가 도 11f에 나타나어져 있다. 도 11f에서 직물을 제조하는데 사용된 용접된 기재는 도 9a에 나타내고 본원에서 이전에 기재된 용접 공정 및 장치를 통해 생산될 수 있다. 조절된 용접 공정은 공정 용매 펌핑 속도 및 점성 저항을 조절함을 통해 달성되었다. 용접 공정의 적절한 제어에 의해, 가변적인 정도의 제어된 용적 압밀 및 특정 정도의 용접이 달성되었다. 최종 효과는 용접된 원사 기재에서 헤어 및 비어있는 공간의 양을 조절하는 것이었다.
- [0357] 그러한 조절된 용접된 원사 기재를 직물로 편직하고 염색한 후, 색심도가 용접의 정도에 따라 변하는 것으로 밝혀졌다. 이것은 도 11f로부터 자명한 놀라운 '공간 염료' 또는 '헤더' 효과를 야기하였다. 전형적으로, 패션 산업에서, 이러한 효과는 다중 원사를 단일 직물로 편직하는 것을 필요로 한다. 조절된 섬유 용접은 더 빠른 건조 시간 및 향상된 수분 관리라는 상기 언급된 이점을 제공할 뿐만 아니라, 이 경우에, 또한 다양한 패션 분야에서 관심을 받고 있는 특유의 제어가능한 색상 조절을 추가한다. 조절된 용접 효과를 예정된 스티치 길이 및/또는 짜임의 견고 계수(tightness factor)와 조합시키는 것은 직물 색상 및 텍스처에 걸쳐 한층 더 큰 향상을 제공한다. 이러한 신규한 결과는 임의의 개수의 종래의 및 기능성 생성물에서 사용될 수 있다.
- [0358] 위에 간단히 언급된 바와 같이, 용접 공정은 셀룰로스 II 결정으로 전환되는 셀룰로스 I 결정의 양을 제어하도록 구성될 수 있다. 이하에서 도 15a를 참고로 하여, 미가공 면 원사 기재 (플롯 A) 및 과잉의 이온성 액체 공정 용매로 완전하게 용해된 다음 재구성된 면 원사 (플롯 B)에 대한 x-선 회절 데이터 (XRD)의 그래픽 표현이

그 안에 나타내어져 있다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 하기 청구항에 달리 나타내지 않는 한 전체 미가공 원사 기제가 변성되었고 원상태 생고분자 구조가 완전히 변화였기 때문에 플롯 B는 "용접된 기제" 또는 "용접된 원사 기제" 또는 본 개시내용에 따라 생산된 임의의 다른 기제를 나타내지 않는다. 플롯 A에서, 원상태면 셀룰로스 폴리머는 셀룰로스 I 상태로 명확히 나타내어져 있다. 플롯 B에는, 셀룰로스 II의 명백히 덜 결정성인 특성이 있으며, 이것은 완전하게 용해되어 그것의 원상태 구조가 전체적으로 파괴된 면에 존재한다.

[0359] 표 14.1은 세 가지 별개의 용접된 기제를 제조하는데 사용된 주요 가공 파라미터의 일부를 보여주며, 여기서 처음 두 개의 열에 대한 가공 파라미터는 도 9a에 나타난 용접 공정 및 장치에 이용될 수 있고, 세 번째 열에 대한 가공 파라미터는 도 10a에 나타난 용접 공정 및 장치에 이용될 수 있다. 표 6.1의 각각의 칼럼 제목에 대한 공정 파라미터는 표 1.1에 관해 이전에 기재된 바와 동일하다.

온도 (°C)	인장 속도 (m/min)	용접 구역 시간 (sec)	Solv. 비 (g/g)	용매 유형
공정 용매 적용 구역: 90 공정 압력 온도 구역: 80	18.0	8.5	2.0	EMIm OAc:ACN 1:2 (물비)
공정 용매 적용 구역: 105 공정 압력 온도 구역: 105	18.0	8.5	3.0	BMIm OAc:ACN 1:1 (물비) + 0.5% (by wt.) 셀룰로스 첨가제
공정 용매 적용 구역/공정 압력 온도 구역: -14	30	135	>7 (원사 포화 한계까지)	LiOH:우레아 용액 중의 8:15 Wt %

표 14.1

[0360] 이하에서 표 14.1에 나타난 공정 파라미터를 사용하여 생산된 세 가지 용접된 원사 기제에 대한 XRD 데이터 플롯을 제공하는 도 15b를 참고로 하여, 플롯 A는 표 14.1의 첫 번째 열에 상응하고, 플롯 B는 이의 두 번째 열에 상응하고, 플롯 C는 표 14.1의 마지막 열에 상응한다. 도 15a 및 15b를 대조 및 비교하는데 있어서, 각각 표 14.1로부터의 가공 파라미터를 사용하여 도 9a 및 10a의 용접 공정 및 장치를 통해 생산된 용접된 원사 기제는 면의 원상태 셀룰로스 I 구조를 보유하는 반면 용접된 원사 기제는 향상된 특성 및/또는 속성을 나타내도록 제어가능하게 변형됨이 분명하다. 원상태 셀룰로스 I 구조의 보존은 위에서 이전에 상세히 논의된 바와 같이 다양한 공정 용매 시스템 및 다양한 장치를 사용하여 달성될 수 있다.

[0362] 본원에 기재되고 개시된 용접 공정이 천연 섬유로 이루어진 기제를 사용하도록 구성될 수 있지만, 본 개시내용의 범위, 임의의 별개의 처리 단계 및/또는 이를 위한 파라미터, 및/또는 이에 사용하기 위한 임의의 장치는 이렇게 제한되지 않으며 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 비제한적으로 이의 임의의 유익한 및/또는 유리한 용도로 확대된다.

[0363] 특정 공정을 위한 장치 및/또는 이의 성분을 구성하기 위해 사용되는 물질은 이의 특정 적용에 따라 변할 것이지만, 폴리머, 합성 물질, 금속, 금속 합금, 천연 물질, 및/또는 이들의 조합이 일부 적용에서 특히 유용할 수 있는 것으로 고려된다. 따라서, 상기-언급된 요소는 당해 분야의 숙련가에게 공지되거나 나중에 개발되는 임의의 물질로 구성될 있으며, 이러한 물질은 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 본 개시내용의 사상 및 범위를 벗어나지 않으면서 본 개시내용의 특정 적용에 적합하다.

[0364] 다양한 공정 및 장치의 바람직한 측면을 기재하였지만, 구현에 및/또는 측면에서 수많은 변형 및 변경이 본원에 예시된 바와 같이 본 개시내용의 다른 피처가 의심할 여지없이 당해 분야의 숙련가에게 발생할 것이며, 이들 모두는 본 개시내용의 사상 및 범위를 벗어나지 않으면서 달성될 수 있다. 따라서, 본원에 도시되고 기재된 방법 및 구현에는 단지 설명하기 위한 것이고, 본 개시내용의 범위는 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 본 개시내용의 다양한 이점 및/또는 피처를 제공하기 위해 모든 공정, 장치, 및/또는 구조로 확대된다.

[0365] 본 개시내용에 따르는 용접 공정, 처리 단계, 이의 성분, 이를 위한 장치, 및 용접된 기제가 바람직한 측면 및 특정 예와 함께 기재되었지만, 본원의 구현에 및/또는 측면이 모든 점에서 제한적이기 보다는 설명적인 것으로 의도되기 때문에 범위가 제시된 특정 구현에 및/또는 측면에 제한되는 것으로 의도되지 않는다. 따라서, 본원에 도시되고 기재된 공정 및 구현에는 하기 청구항에 그렇게 언급되지 않는 한 본 개시내용의 범위를 결코 제한

하지 않는다.

[0366] 몇 개의 도면은 정확한 비율로 작성되지만, 본원에 제공된 임의의 치수는 단지 설명을 위한 것이고 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 본 개시내용의 범위를 결코 제한하지 않는다. 용접 공정, 이를 위한 장치 및/또는 설비, 및/또는 이로써 생산된 용접된 기재는 본원에 도시되고 기재된 특정 구현예에 제한되지 않으며, 오히려 본 개시내용에 따르는 본 발명의 피처의 범위는 본원의 청구항에 의해 정의됨을 주지해야 한다. 기재된 구현예로부터의 변형 및 변경은 본 개시내용의 사상 및 범위를 벗어나지 않으면서 당해 분야의 숙련가에 일어날 것이다.

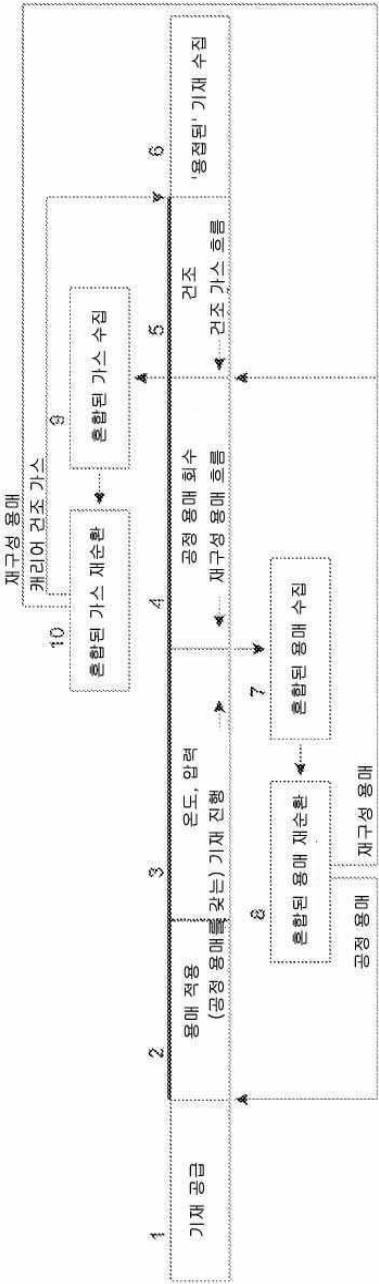
[0367] 용접 공정, 처리 단계, 기재, 및/또는 용접된 기재의 임의의 다양한 피처, 성분, 기능성, 이점, 측면, 배치형태, 처리 단계, 공정 파라미터, 등은 피처, 성분, 기능성, 이점, 측면, 배치형태, 처리 단계, 공정 파라미터, 등의 상용성에 따라 단독으로 또는 서로 조합하여 사용될 수 있다. 따라서, 본 개시내용의 거의 무한대의 변화가 존재한다. 다른 것에 대한 하나의 피처, 성분, 기능성, 측면, 배치형태, 처리 단계, 공정 파라미터, 등의 변형 및/또는 치환은 하기 청구항에 그렇게 나타내지 않는 한 본 개시내용의 범위를 결코 제한하지 않는다.

[0368] 본 개시내용은 언급되고, 본문 및/또는 도면으로부터 분명하고/하거나, 본질적으로 개시된 개별 피처 중의 하나 이상의 모든 대안적인 조합으로 확대되는 것으로 이해된다. 이들 상이한 조합 모두는 본 개시내용의 다양한 대안적인 측면 및/또는 이의 성분을 구성한다. 본원에 기재된 구현예는 본원에 개시된 장치, 방법, 및/또는 성분을 실행하기 위해 공지된 최상의 방식을 설명하며 당해 분야의 숙련가가 이를 이용할 수 있게 할 것이다. 청구항은 선행기술에 의해 허용되는 정도까지 대안적인 구현예를 포함하도록 해석될 수 있다.

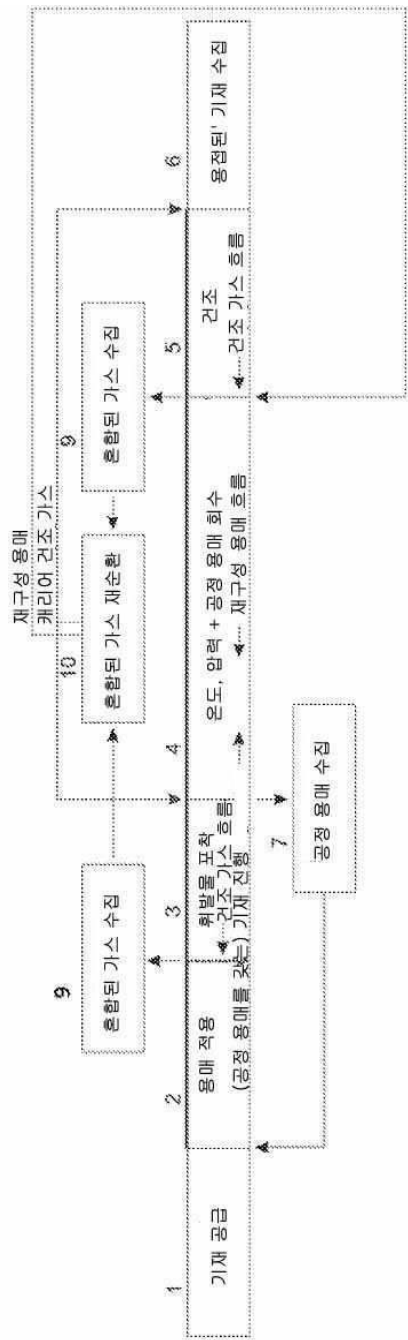
[0369] 청구항에 달리 명확히 언급되지 않는 한, 본원에 제시된 임의의 공정 또는 방법은 그것의 단계가 특정 순서로 수행되는 것을 필요로 한다고 해석되는 것으로 결코 의도되지 않는다. 따라서, 방법 청구항이 그것의 단계가 따라가는 순서를 실제로 나열하지 않거나 단계가 특정 순서에 제한된다고 청구항 또는 명세서에 달리 구체적으로 언급하지 않는 경우, 순서는 어떠한 관점으로도 추론되는 것으로 결코 의도되지 않는다. 이것은 다음을 포함하지만 이에 제한되지 않는 해석에 대한 임의의 가능한 비-표현 기반(non-express basis)을 적용한다: 단계의 배열 또는 조작 흐름에 대한 논리의 문제; 문법적 조직화 또는 구두법으로부터 유래된 명백한 의미; 명세서에 기재된 구현예의 수 또는 유형.

도면

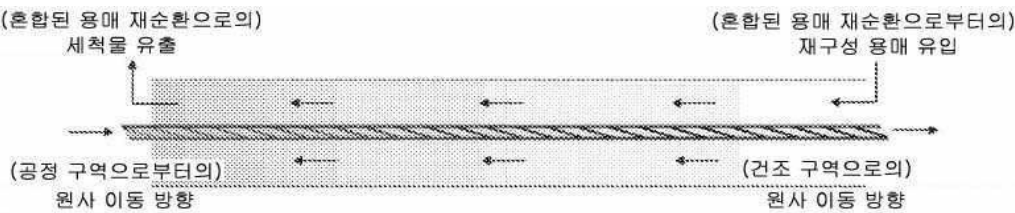
도면1



도면2

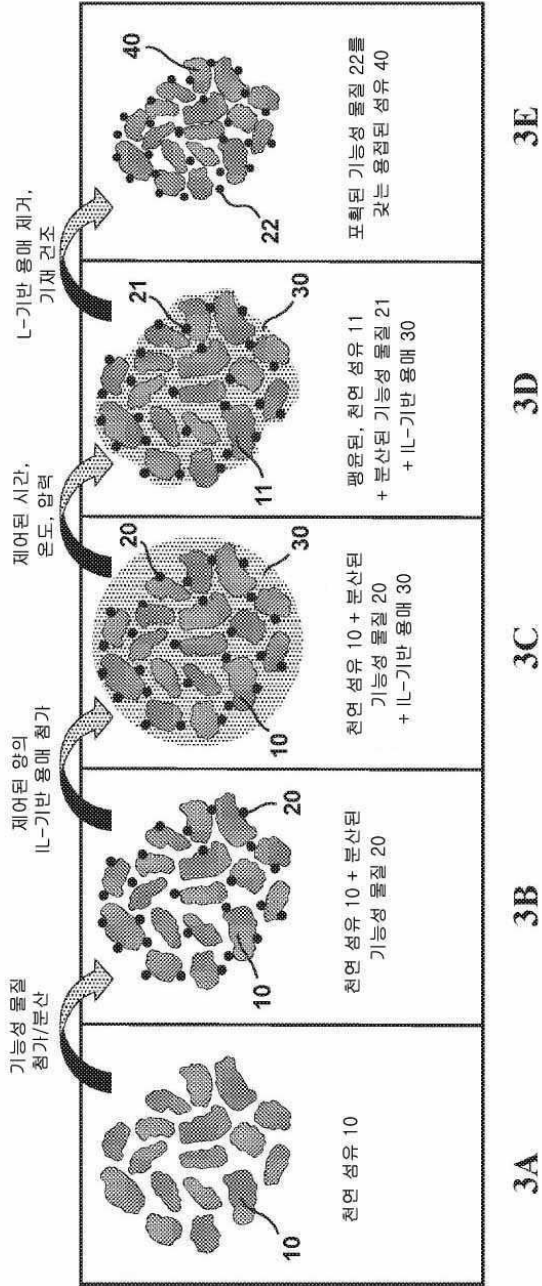


도면2a

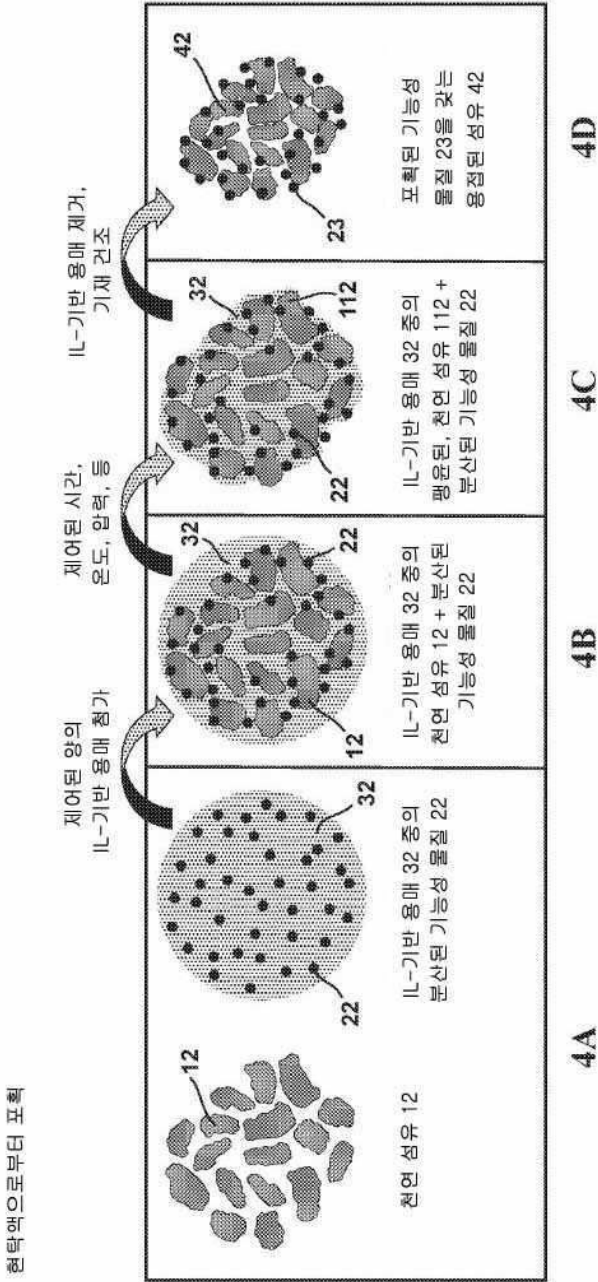


도면3

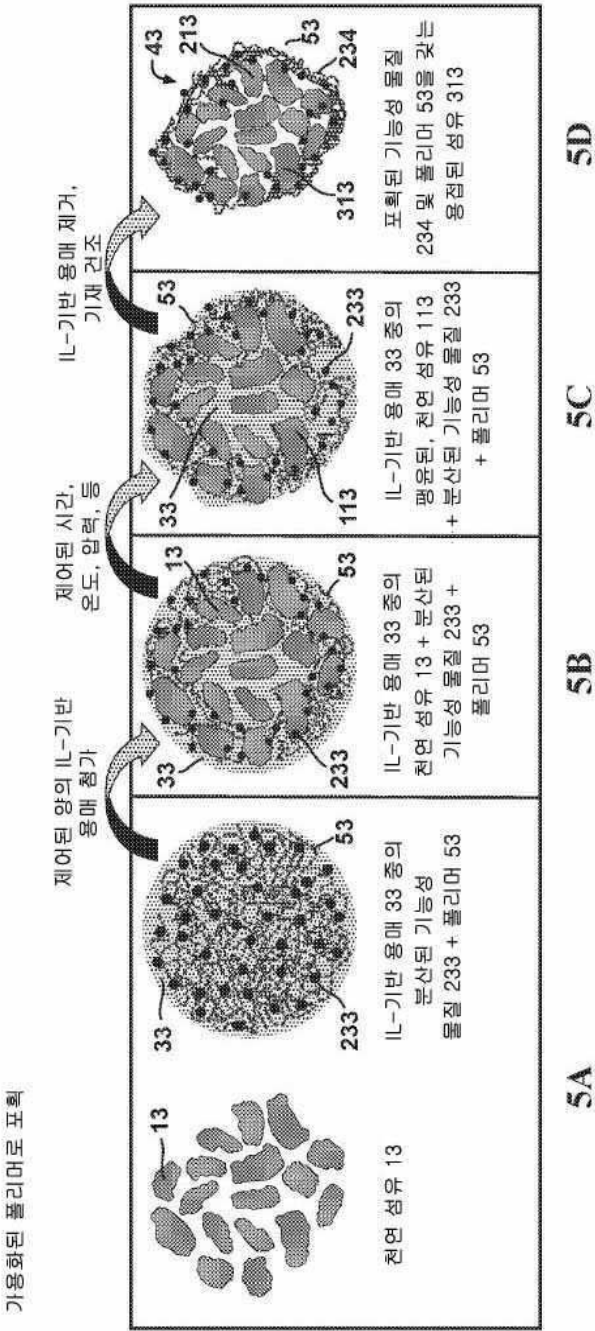
도면



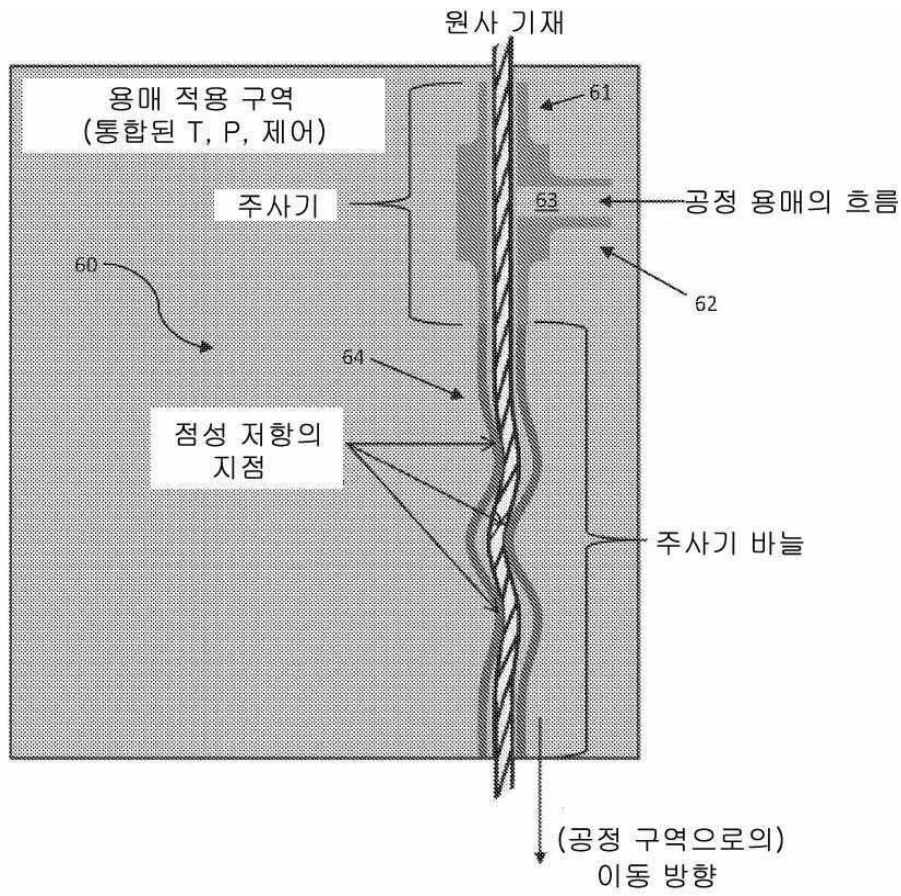
도면4



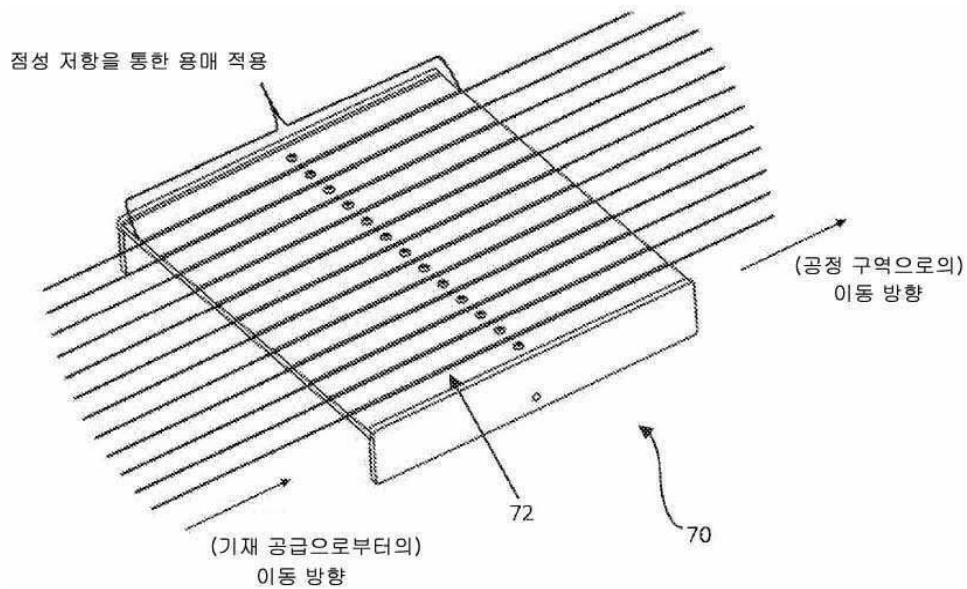
도면5



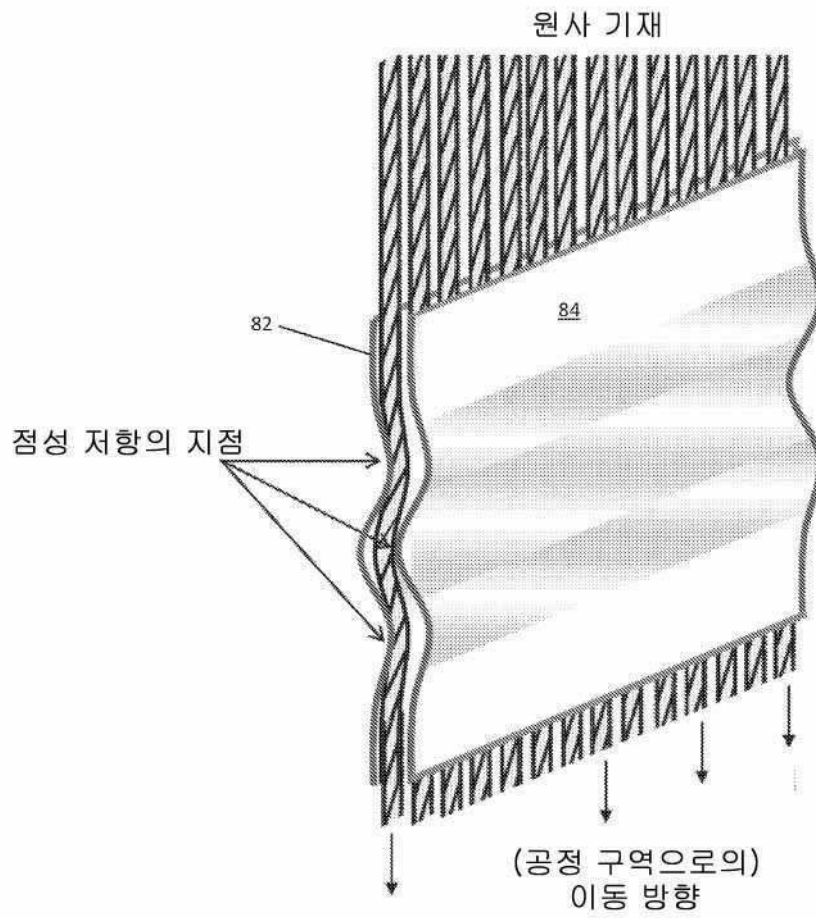
도면6a



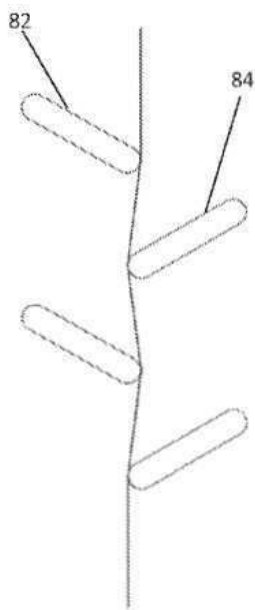
도면6b



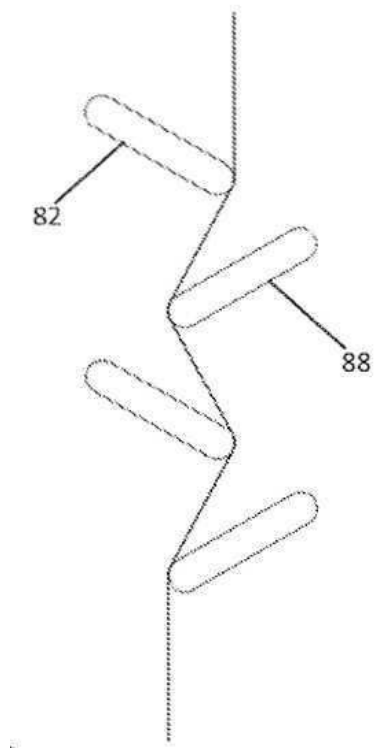
도면6c



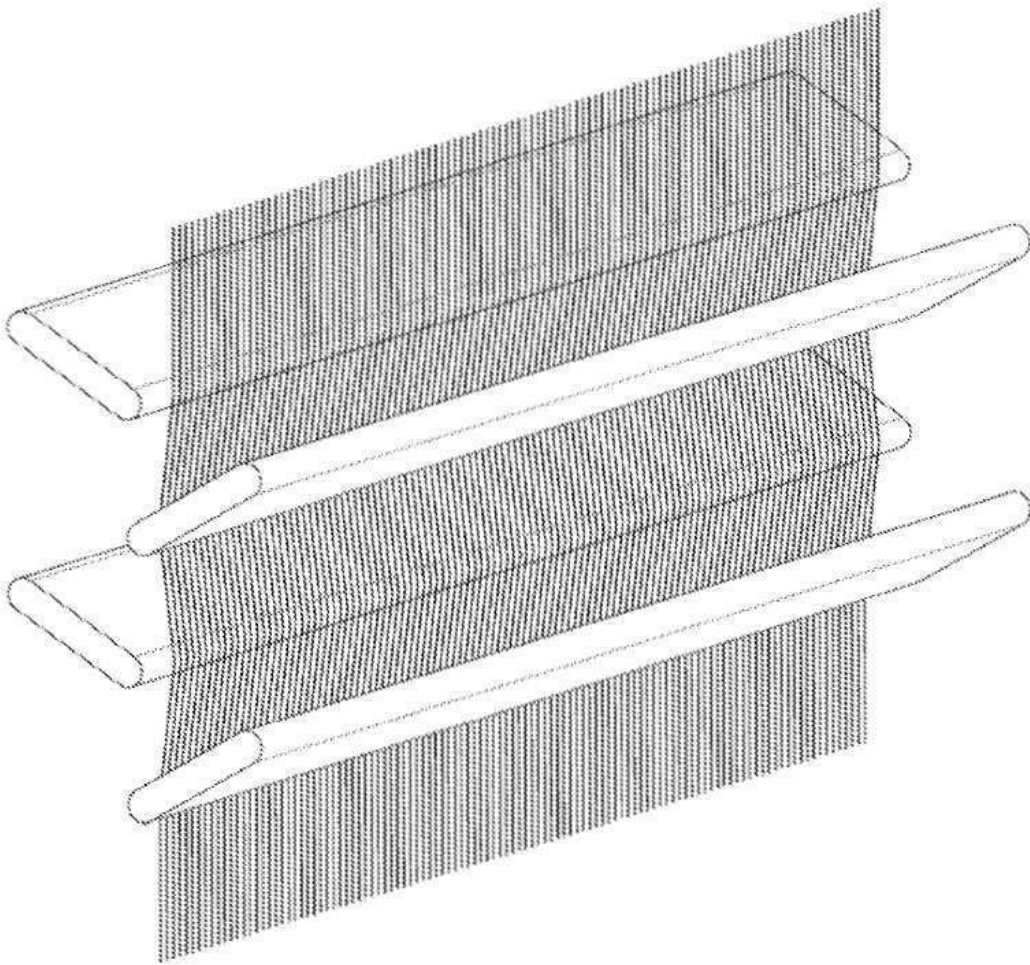
도면6d



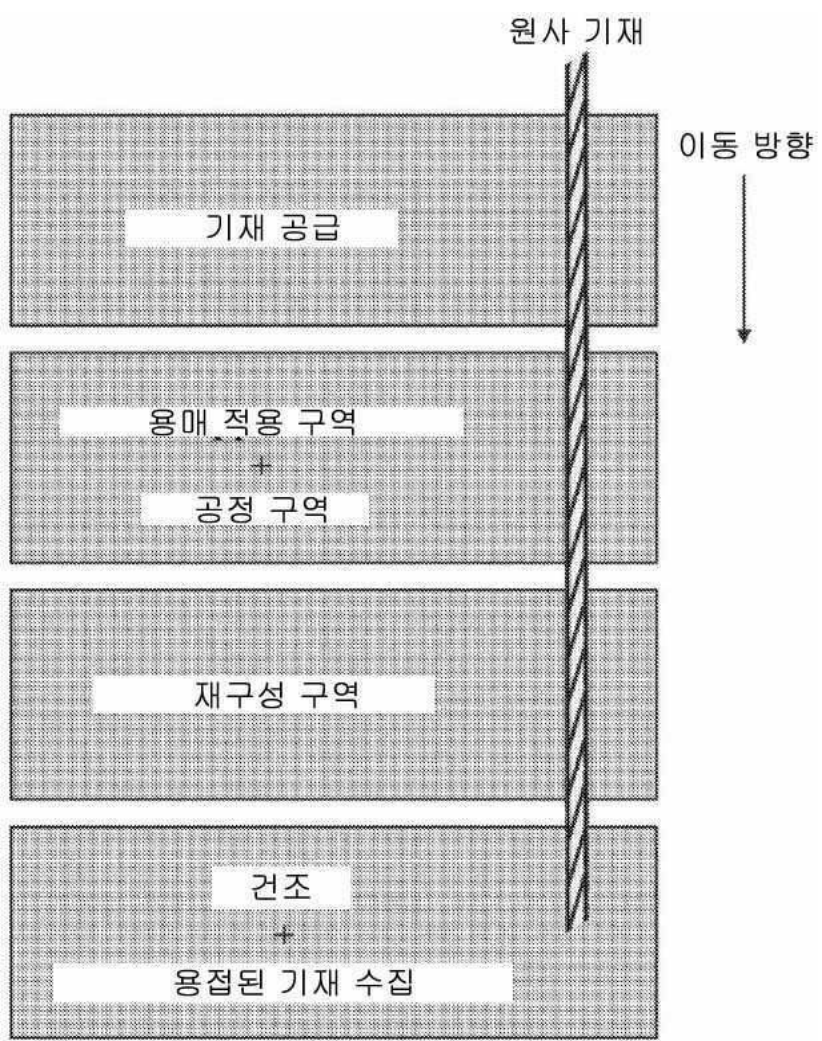
도면6e



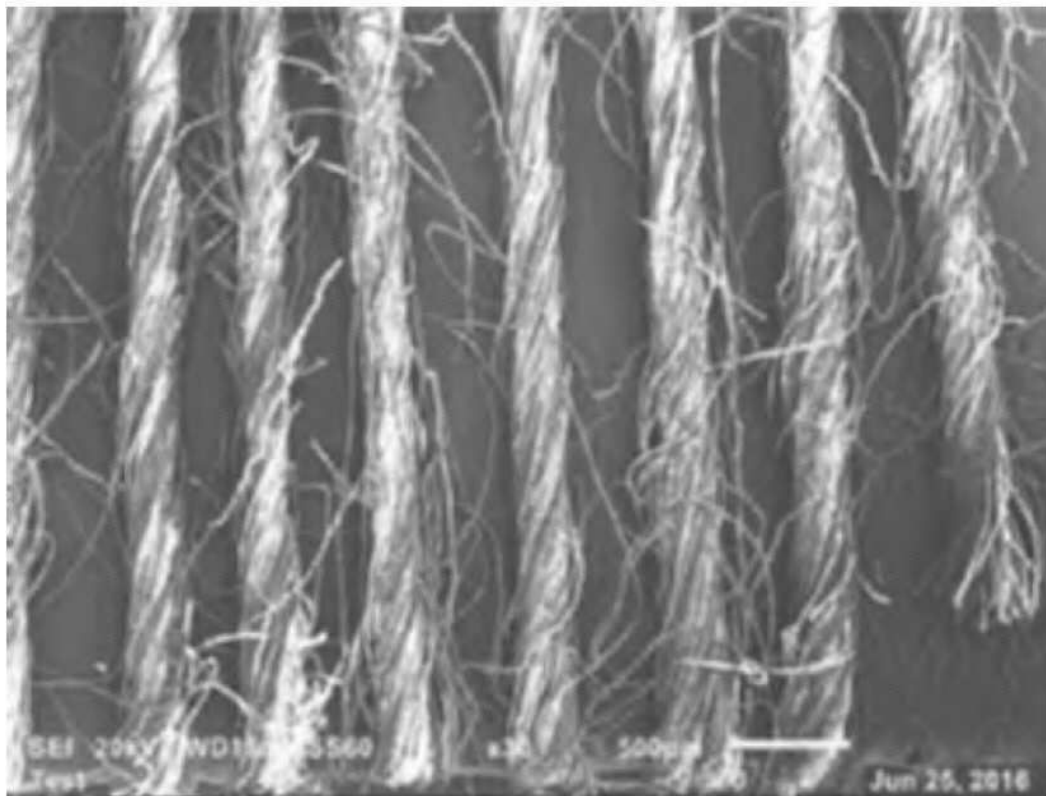
도면6f



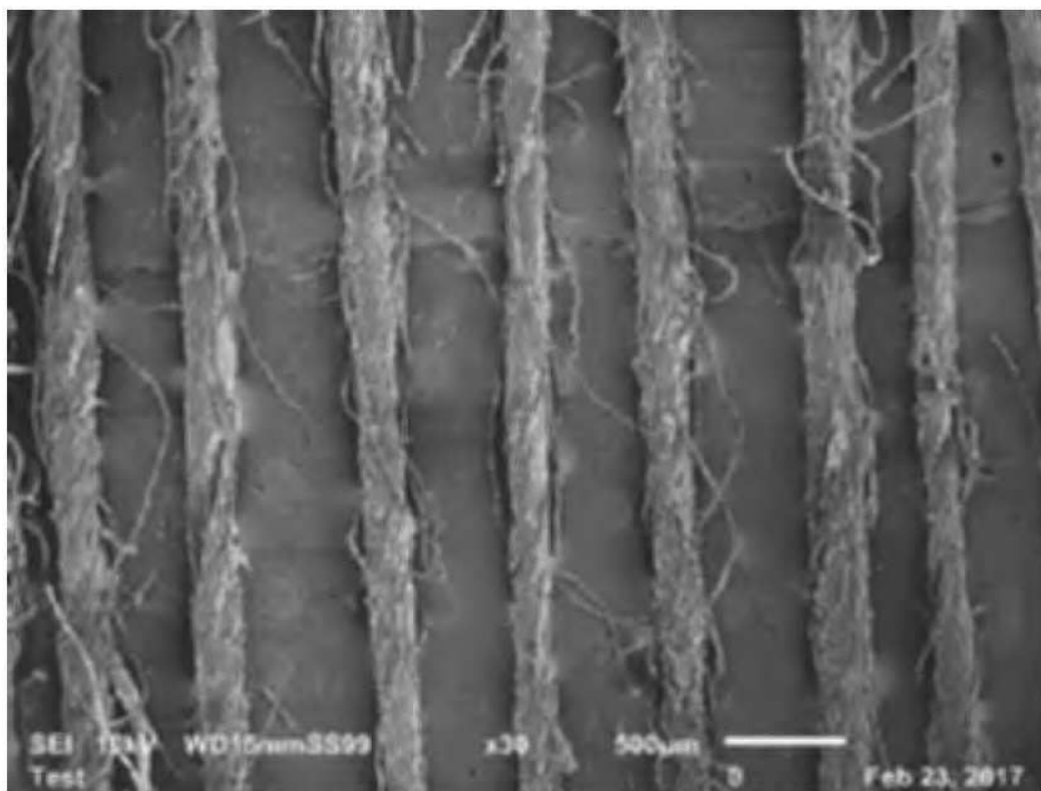
도면7a



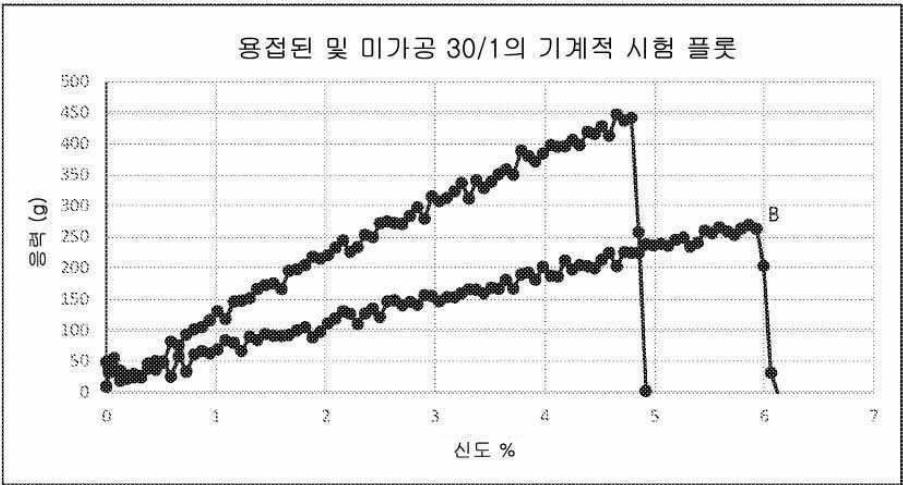
도면7b



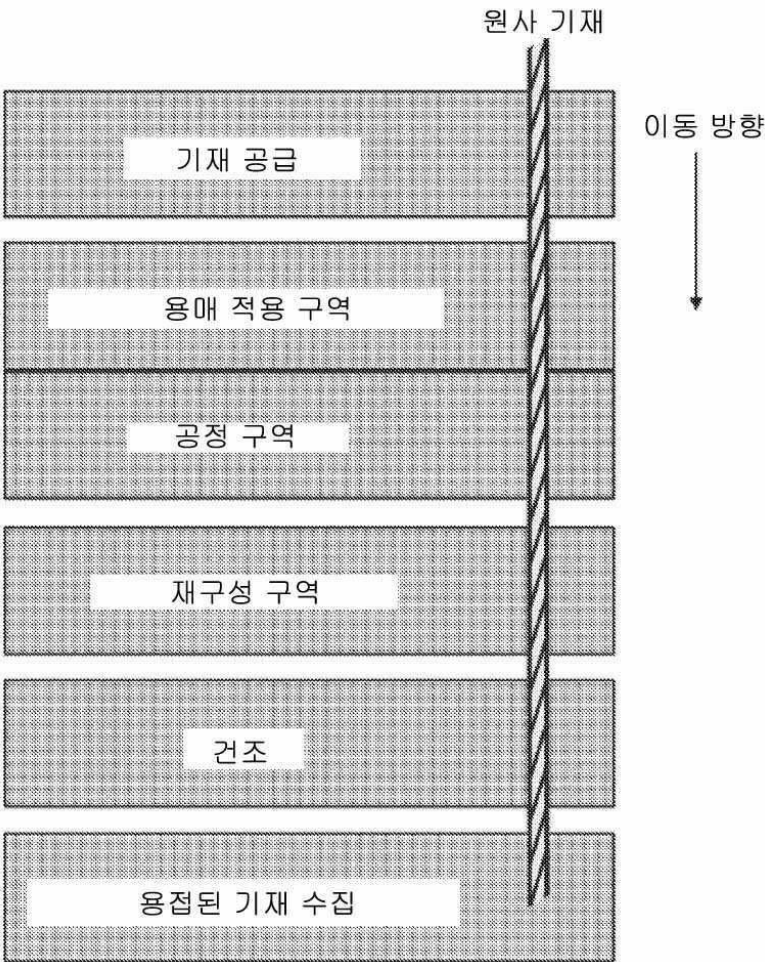
도면7c



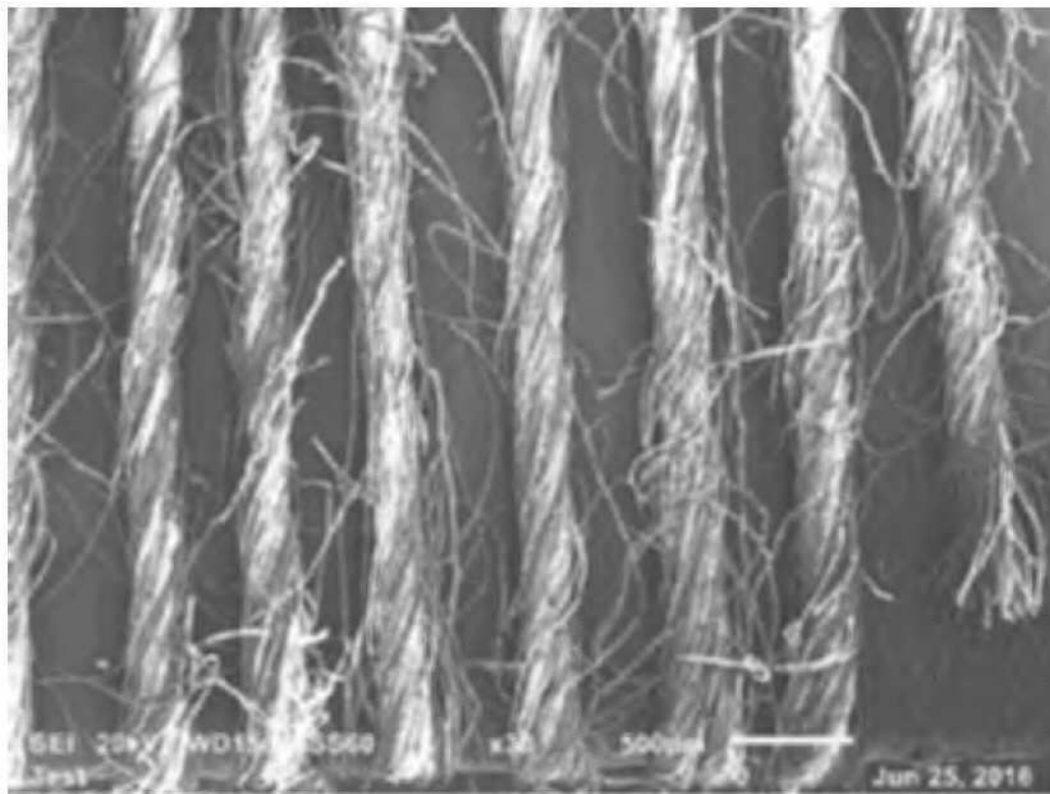
도면7d



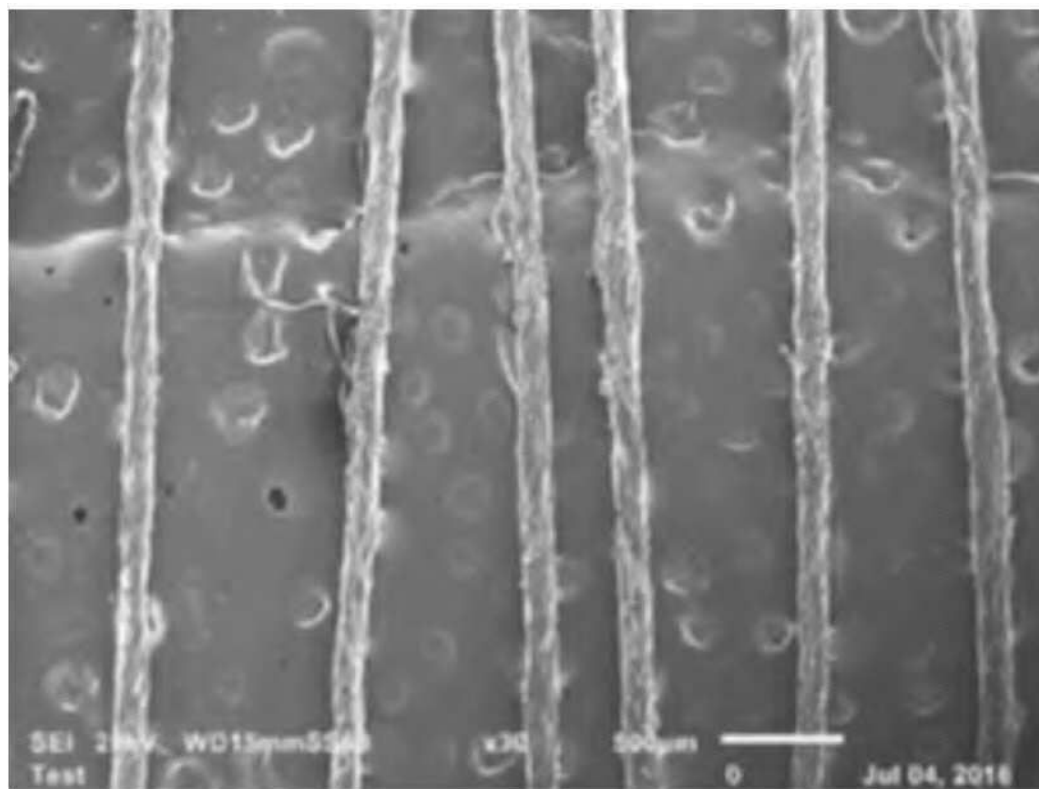
도면8a



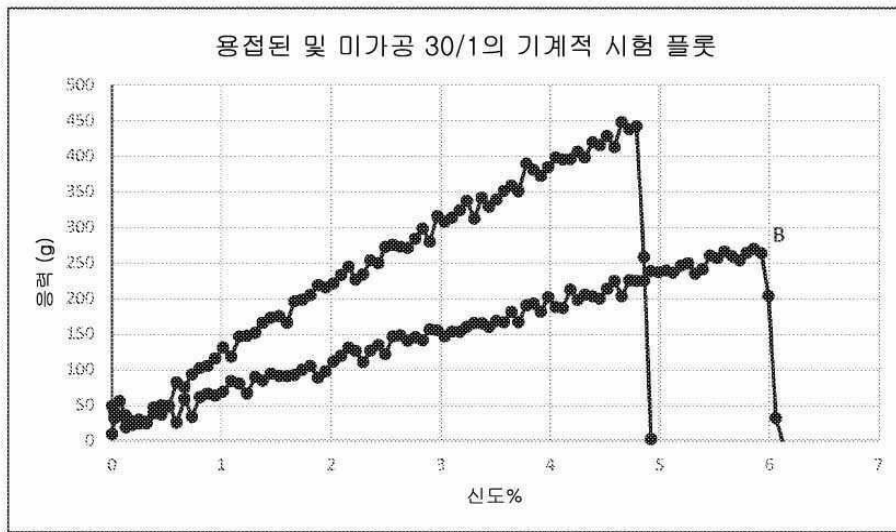
도면8b



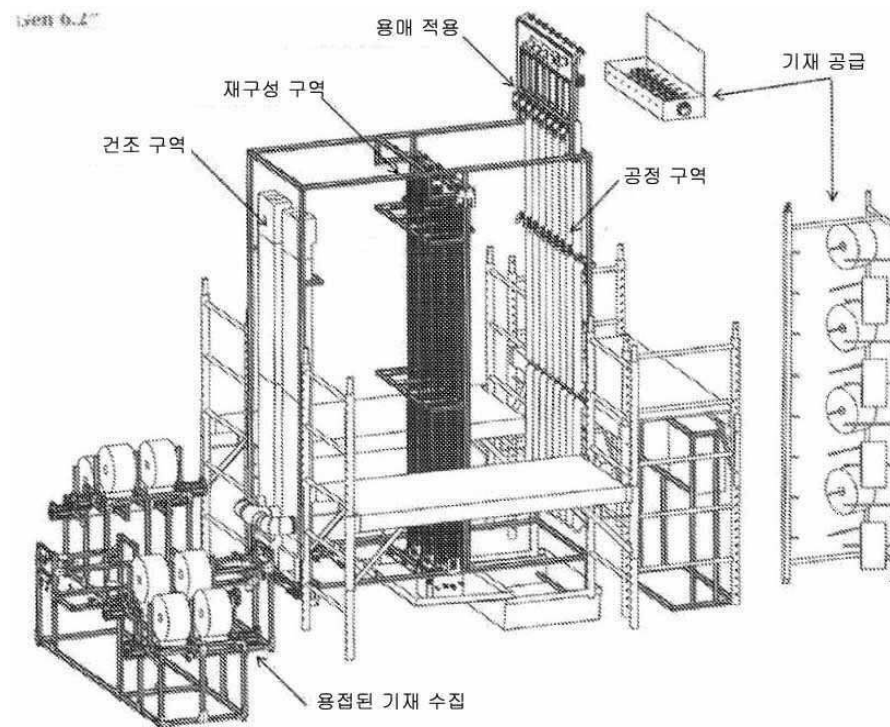
도면8c



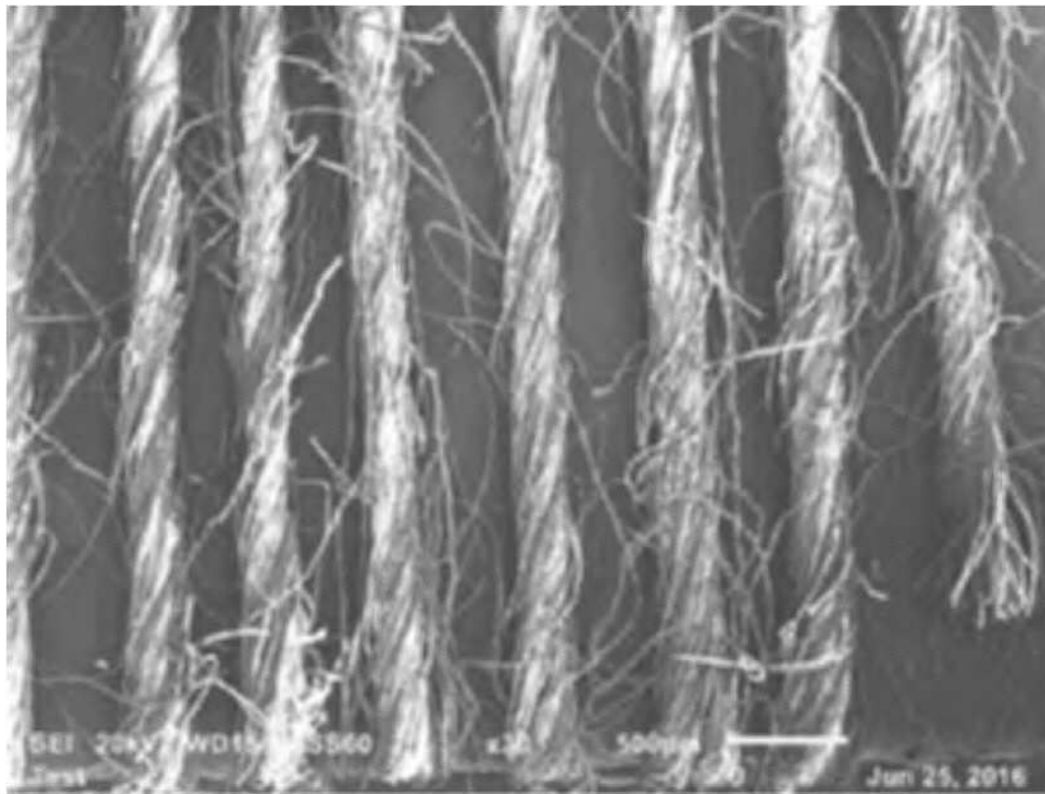
도면8d



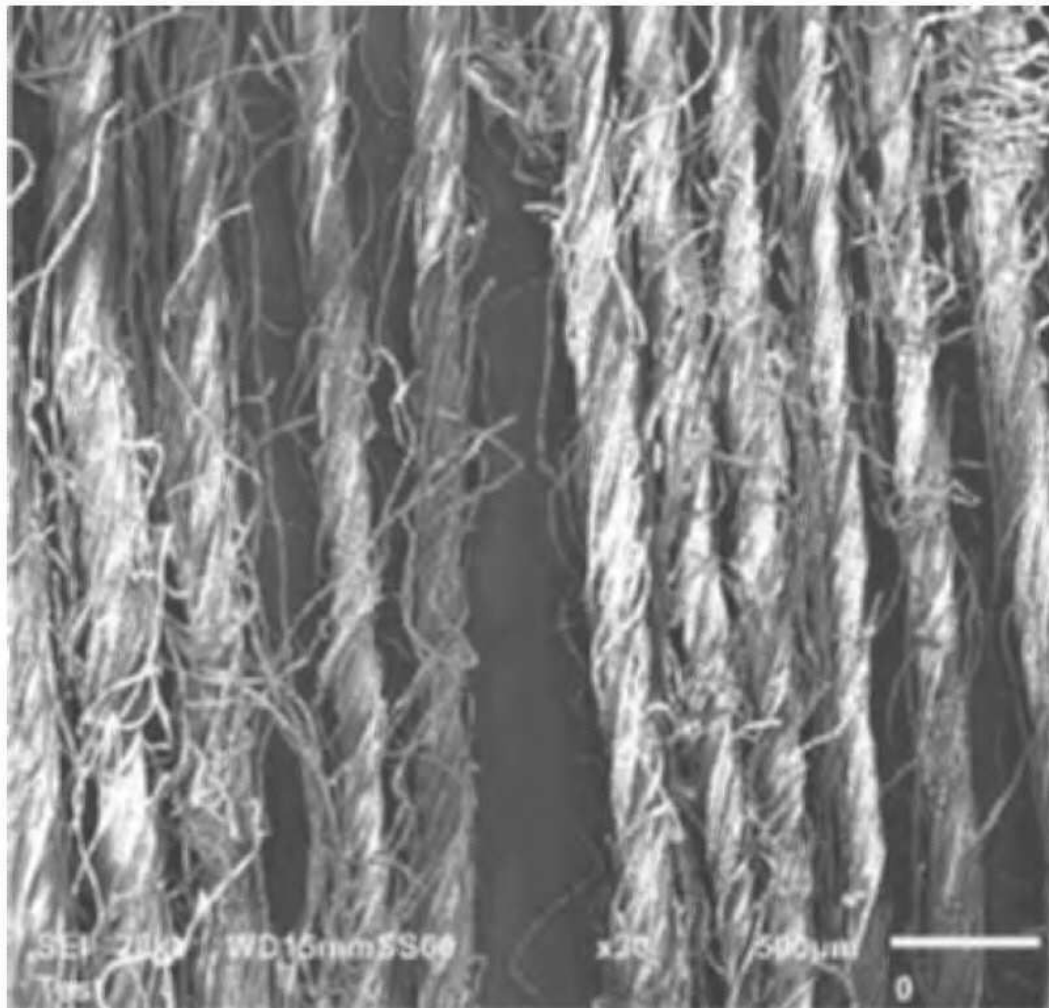
도면9a



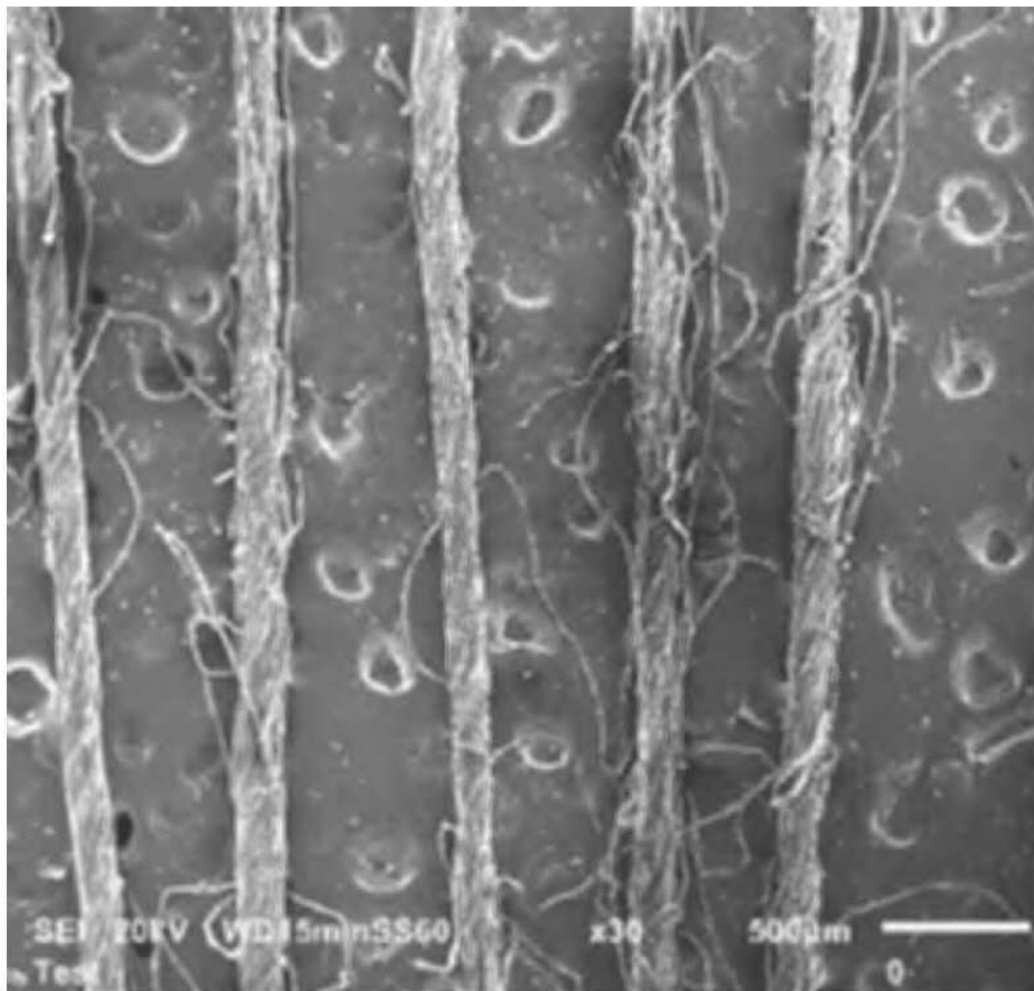
도면9b



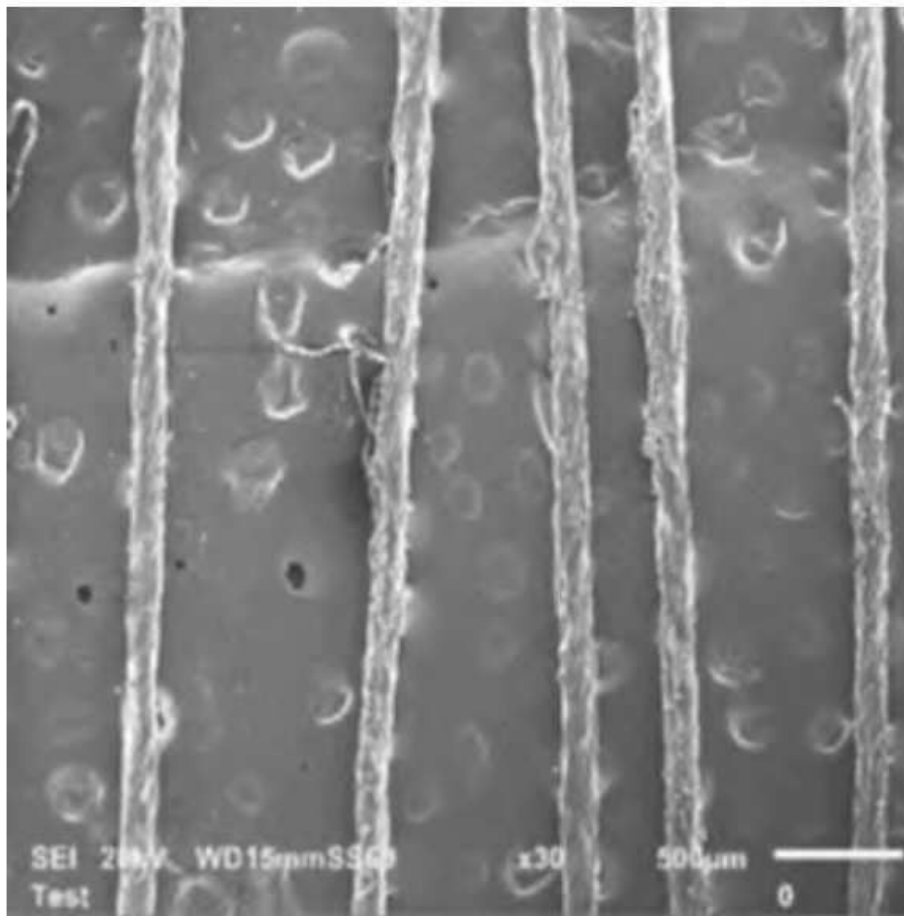
도면9c



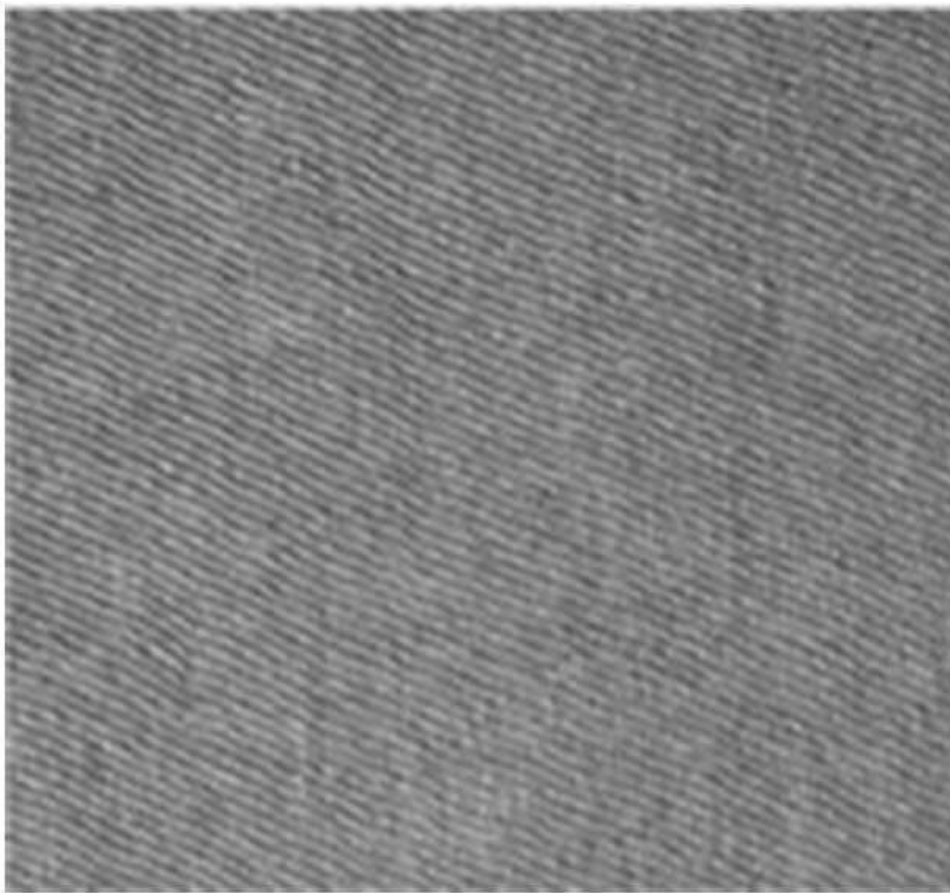
도면9d



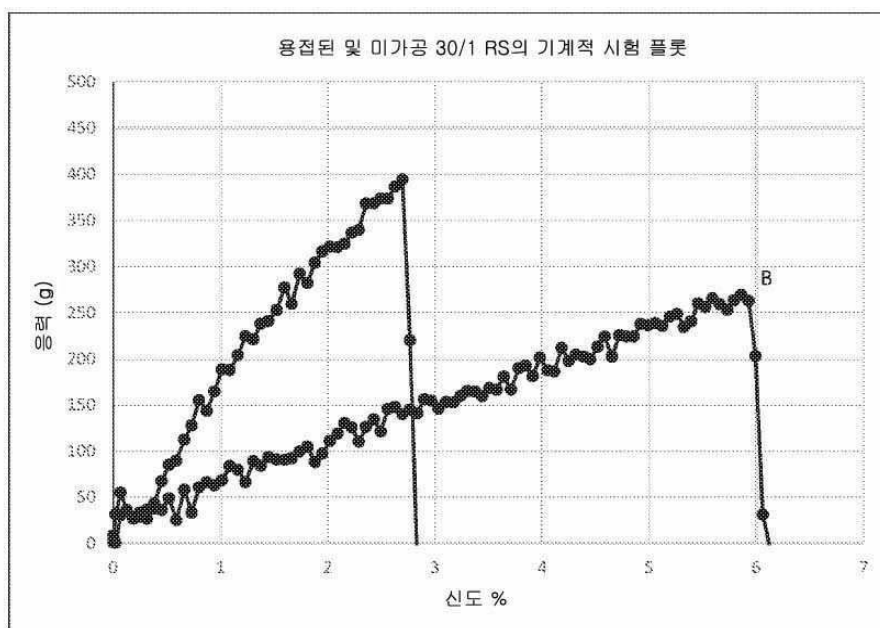
도면9e



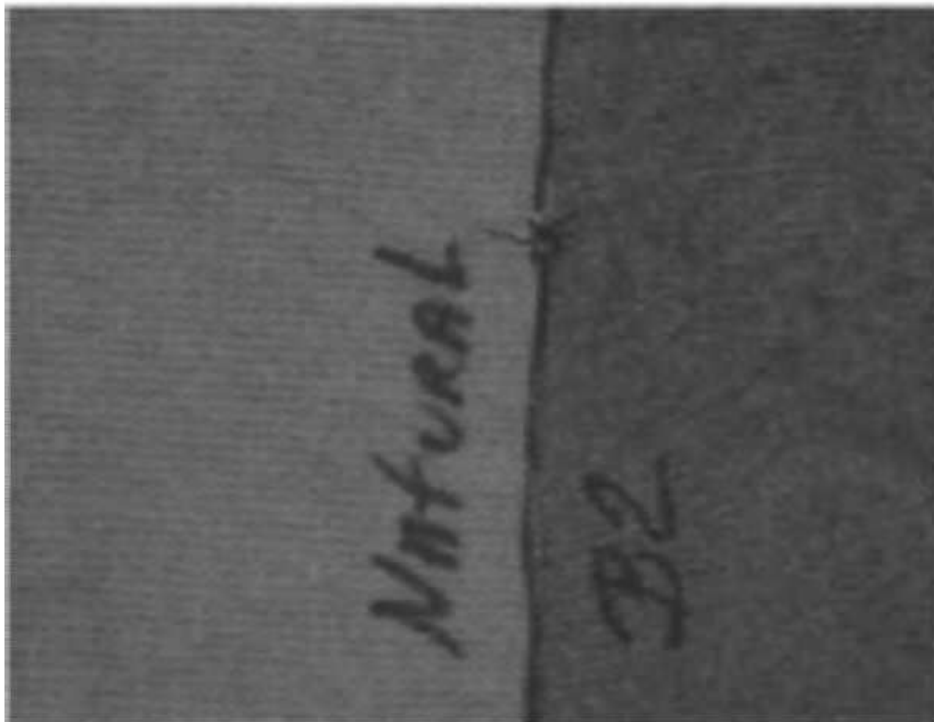
도면9f



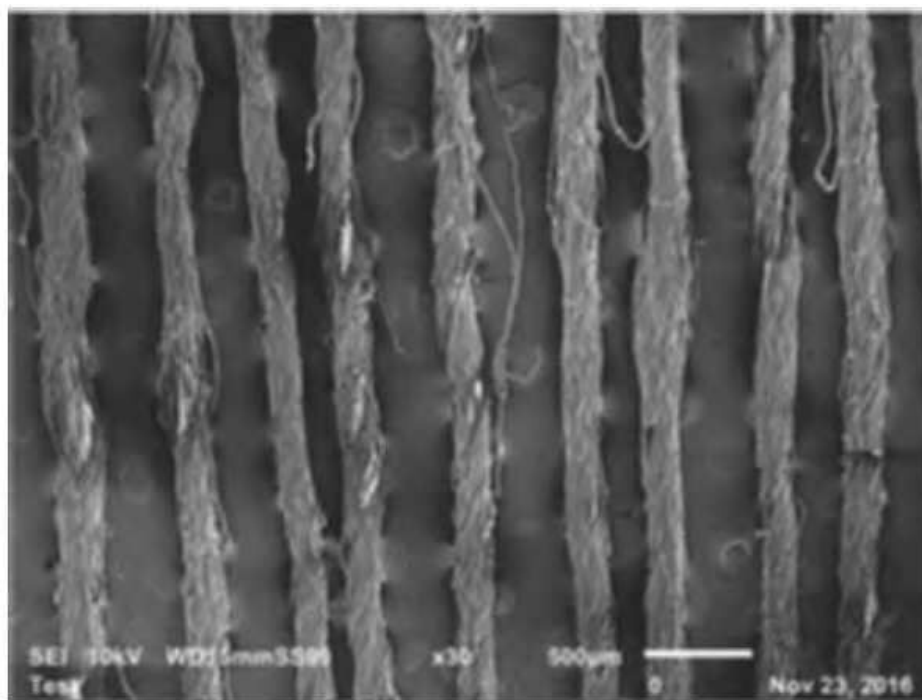
도면9g



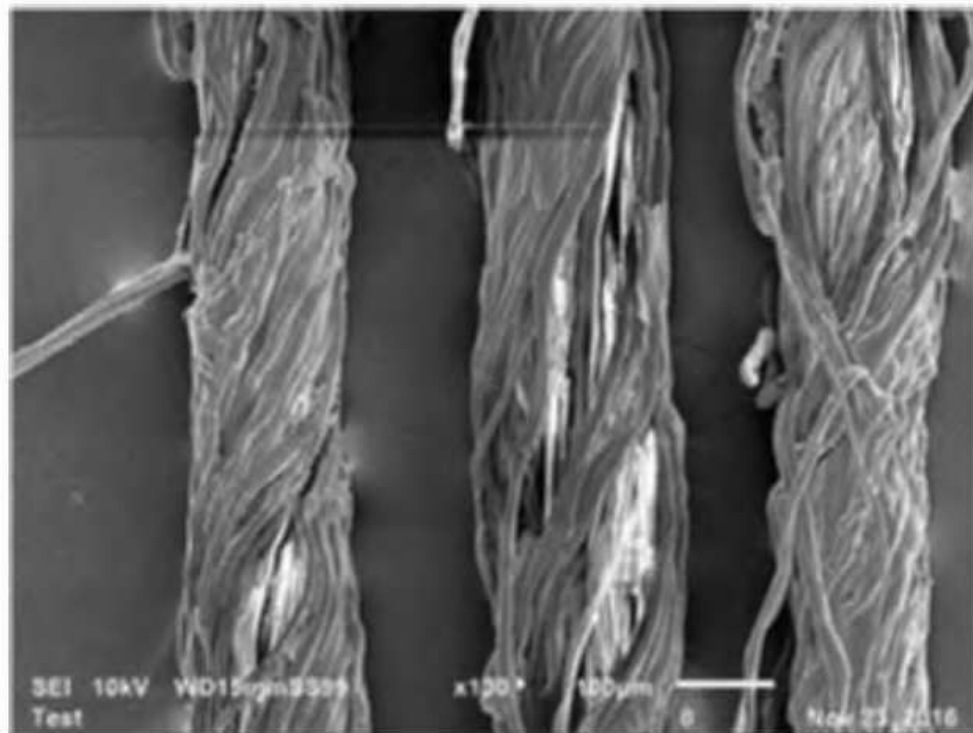
도면9h



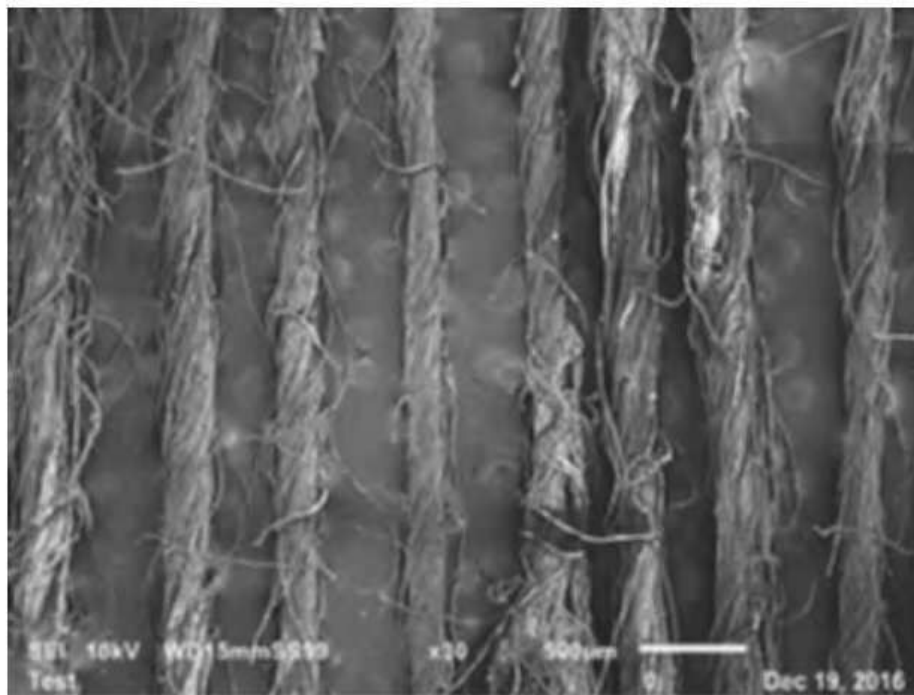
도면9i



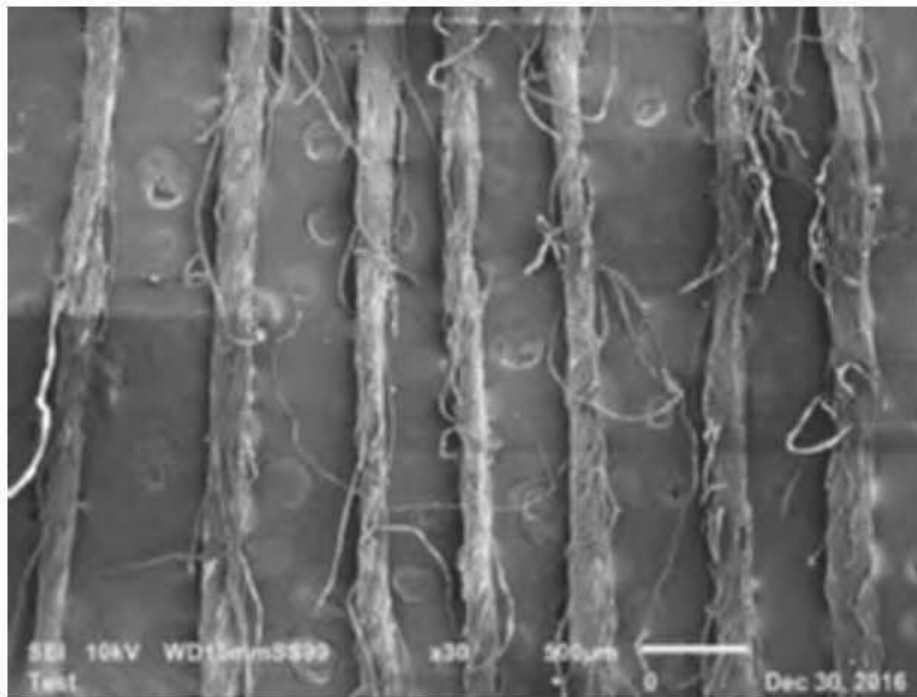
도면9j



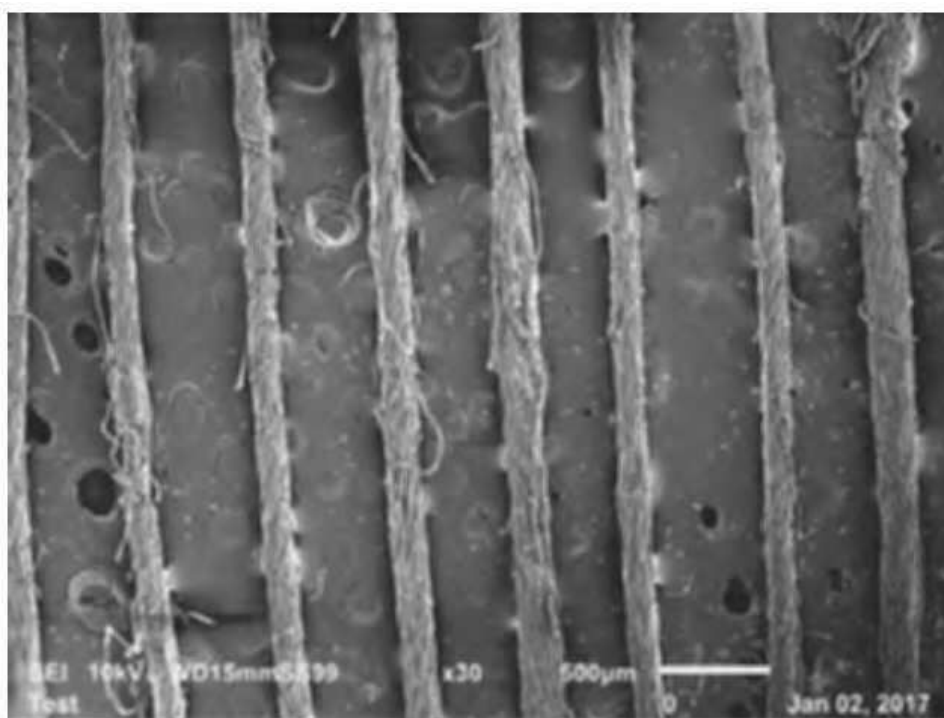
도면9k



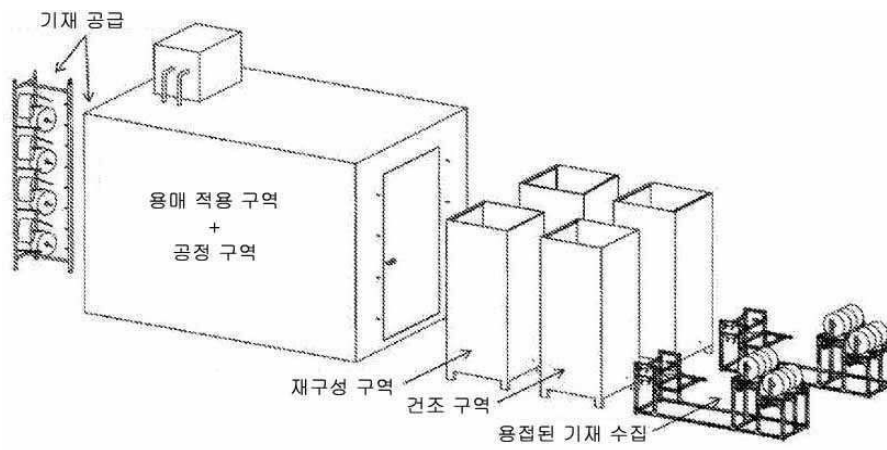
도면9l



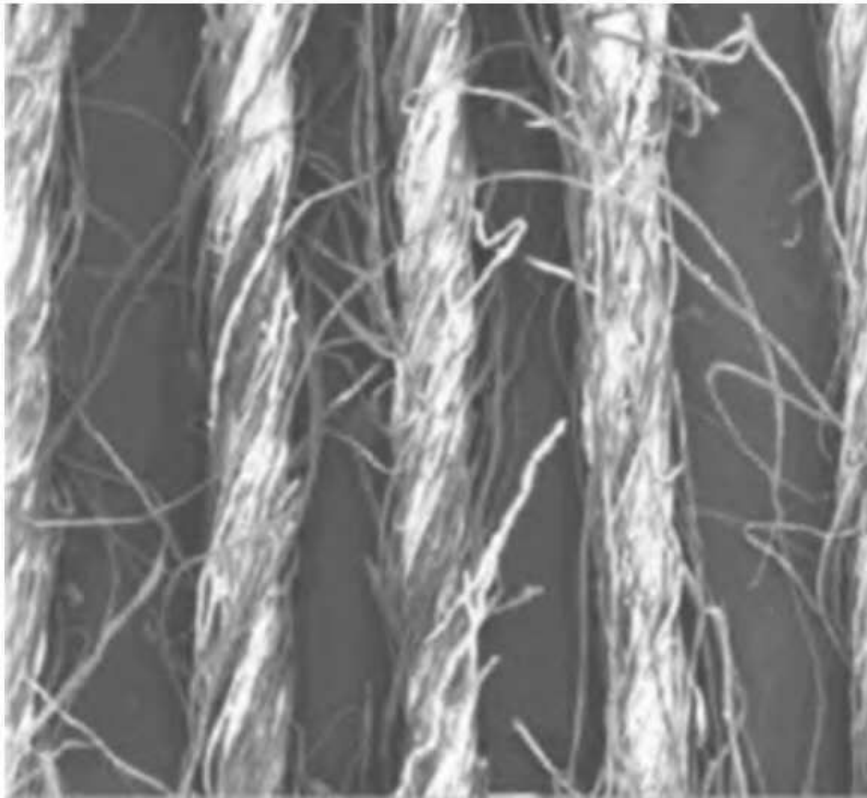
도면9m



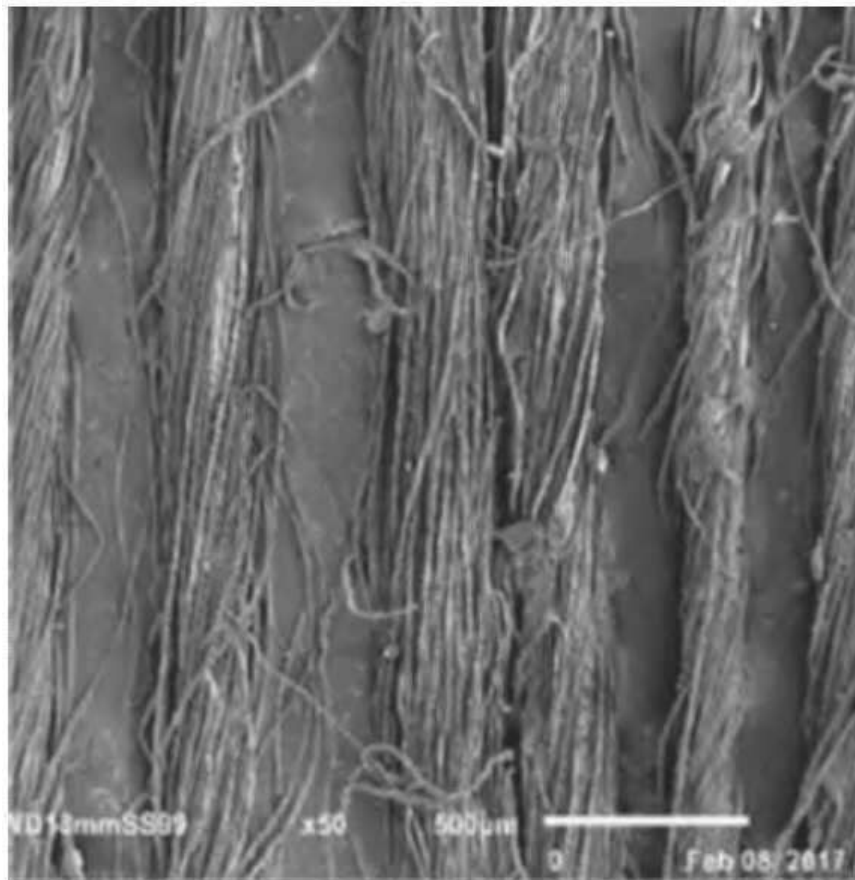
도면10a



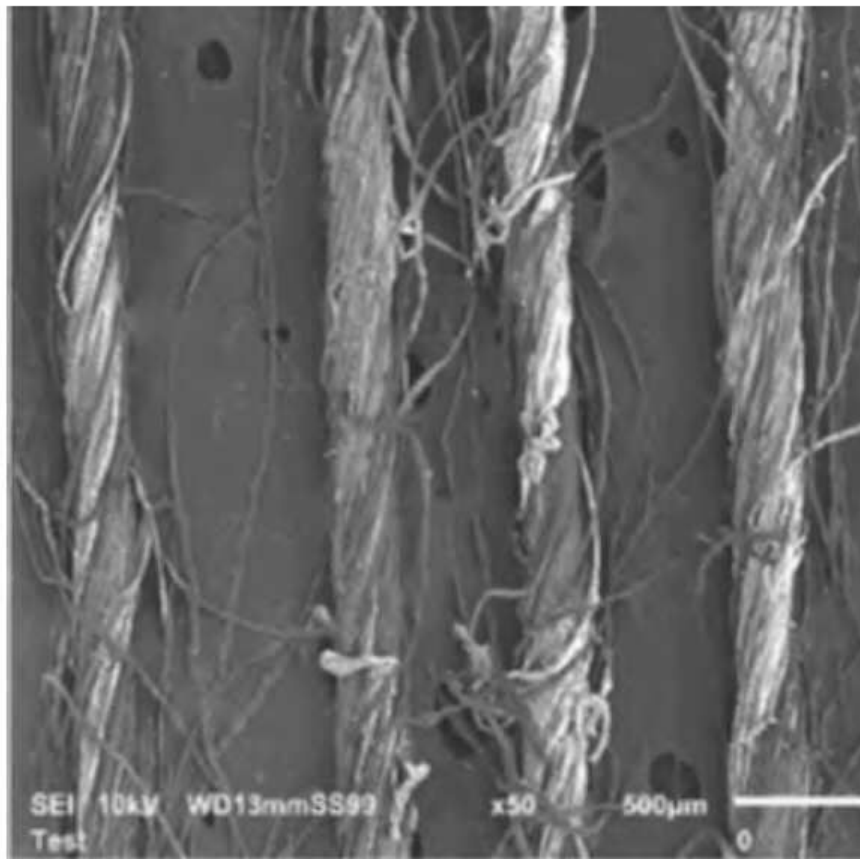
도면10b



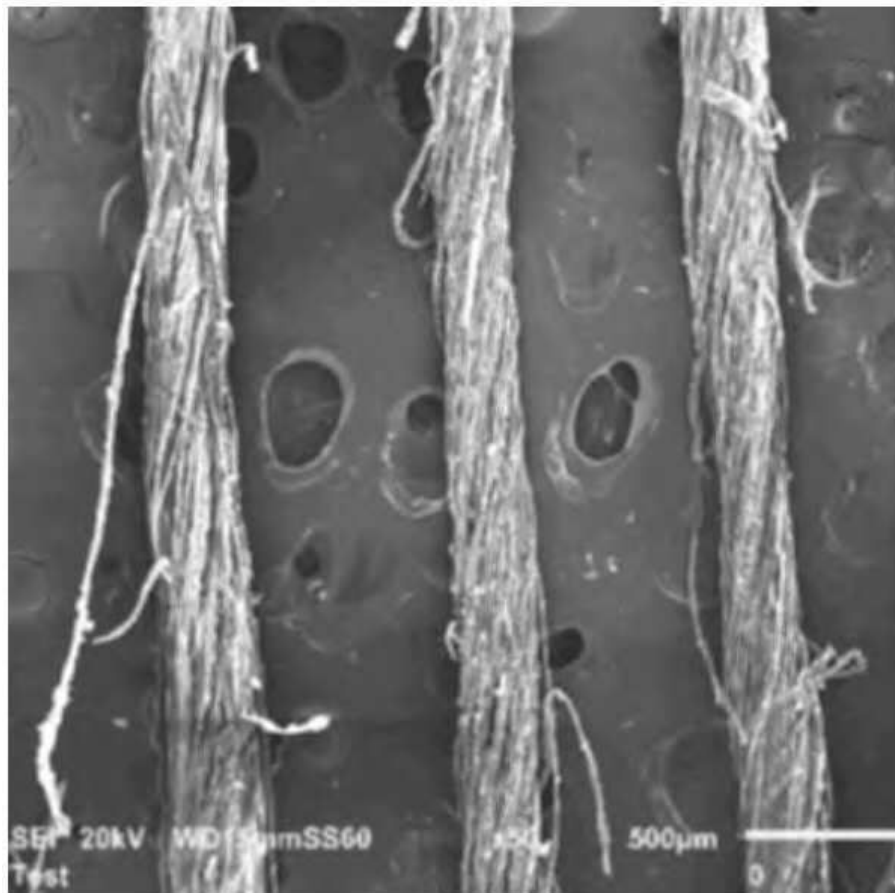
도면10c



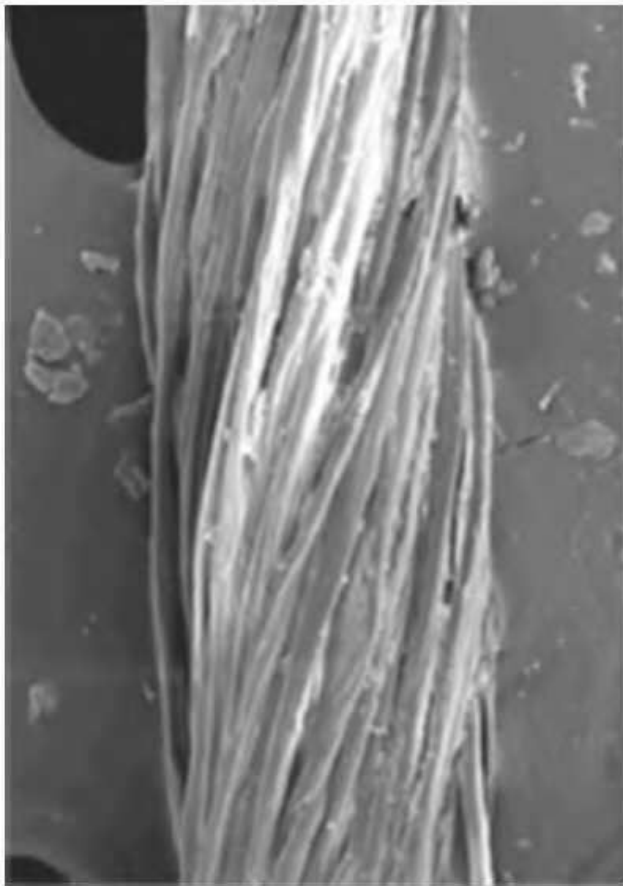
도면10d



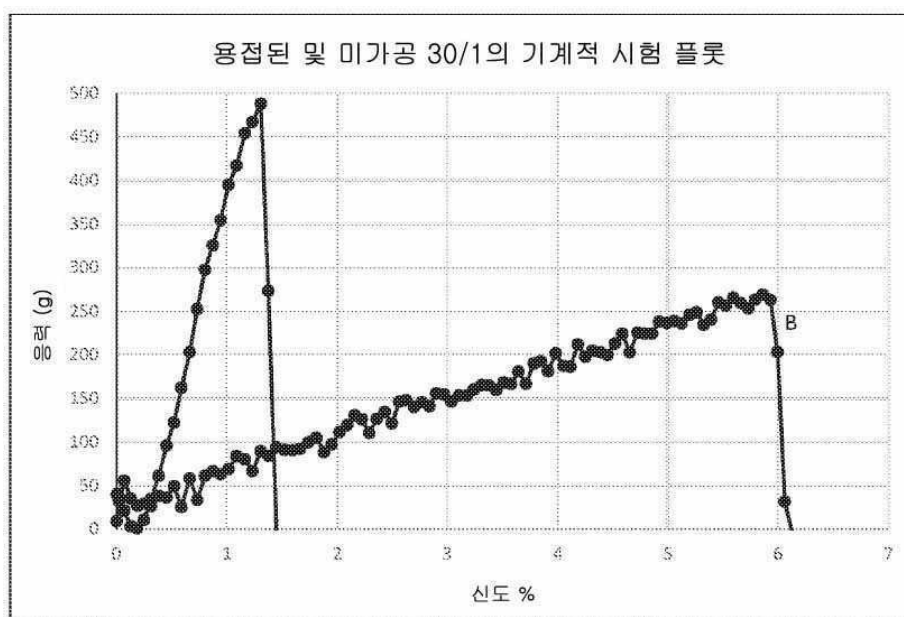
도면10e



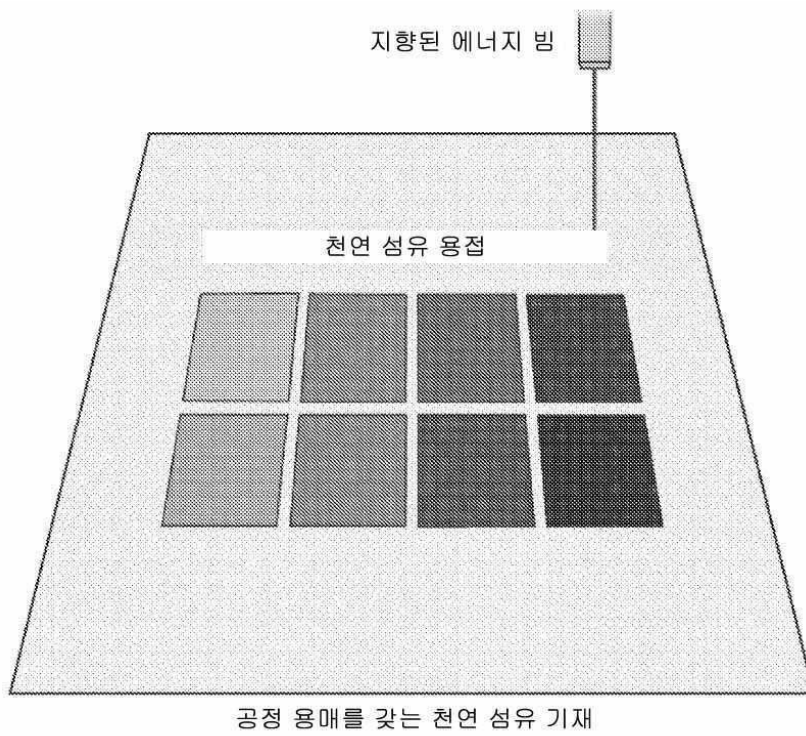
도면10f



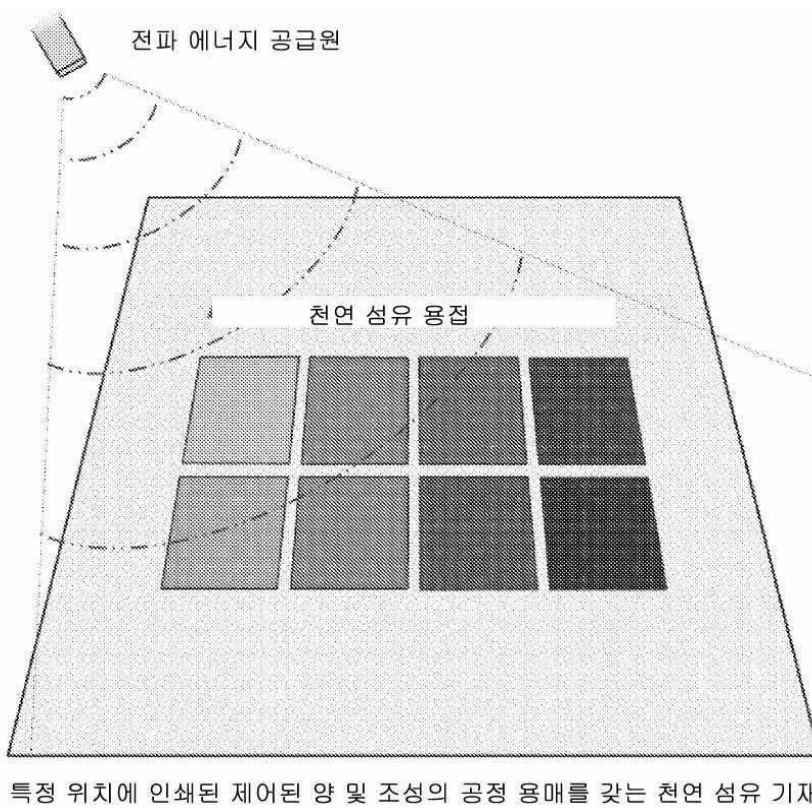
도면10g



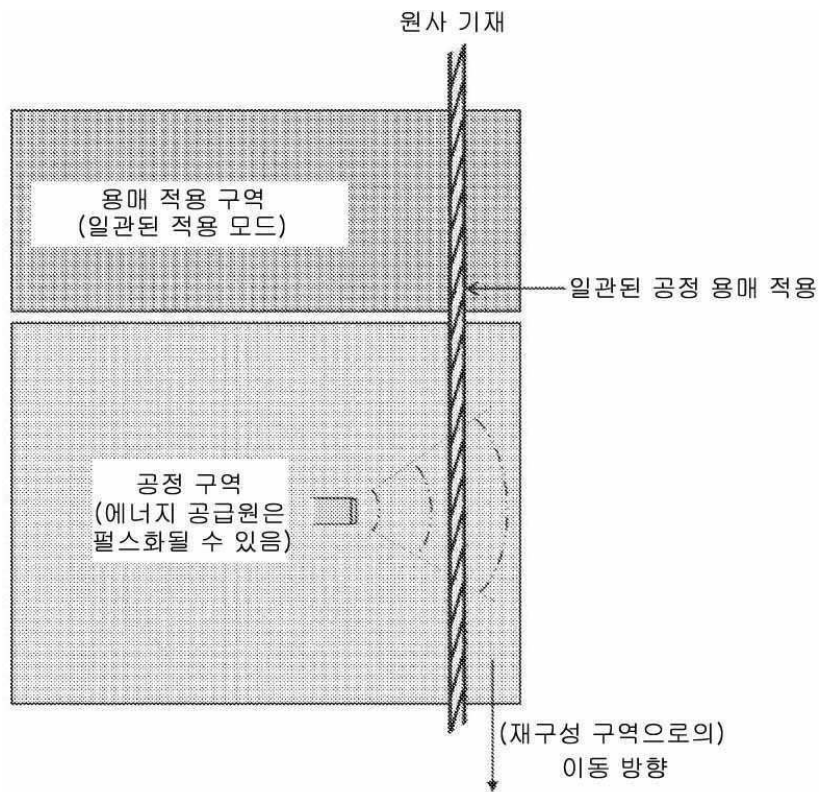
도면11a



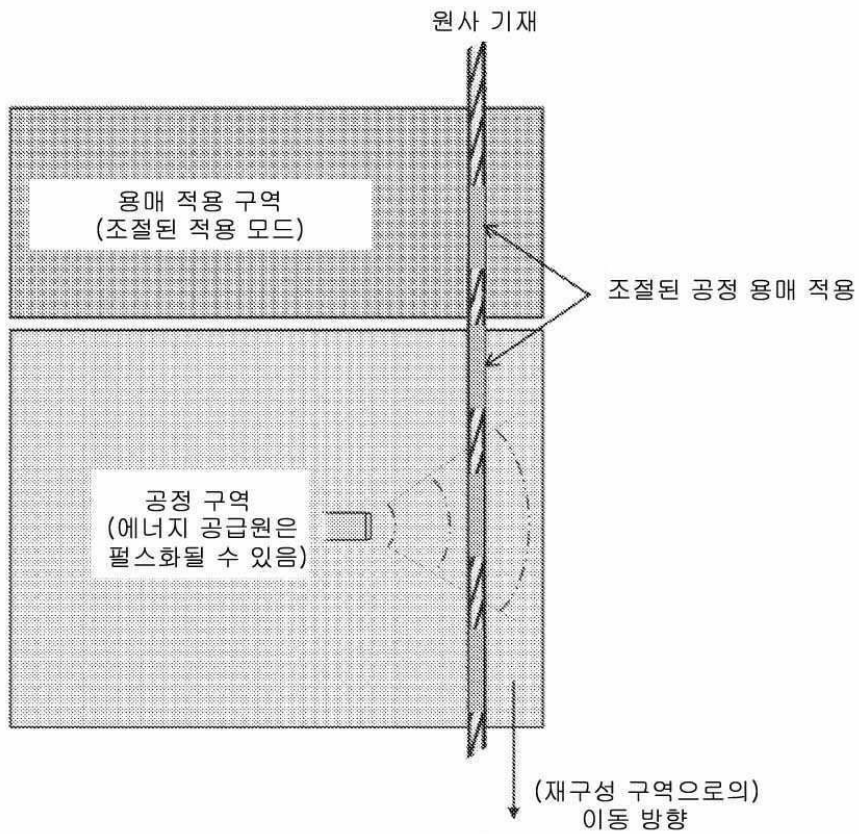
도면11b



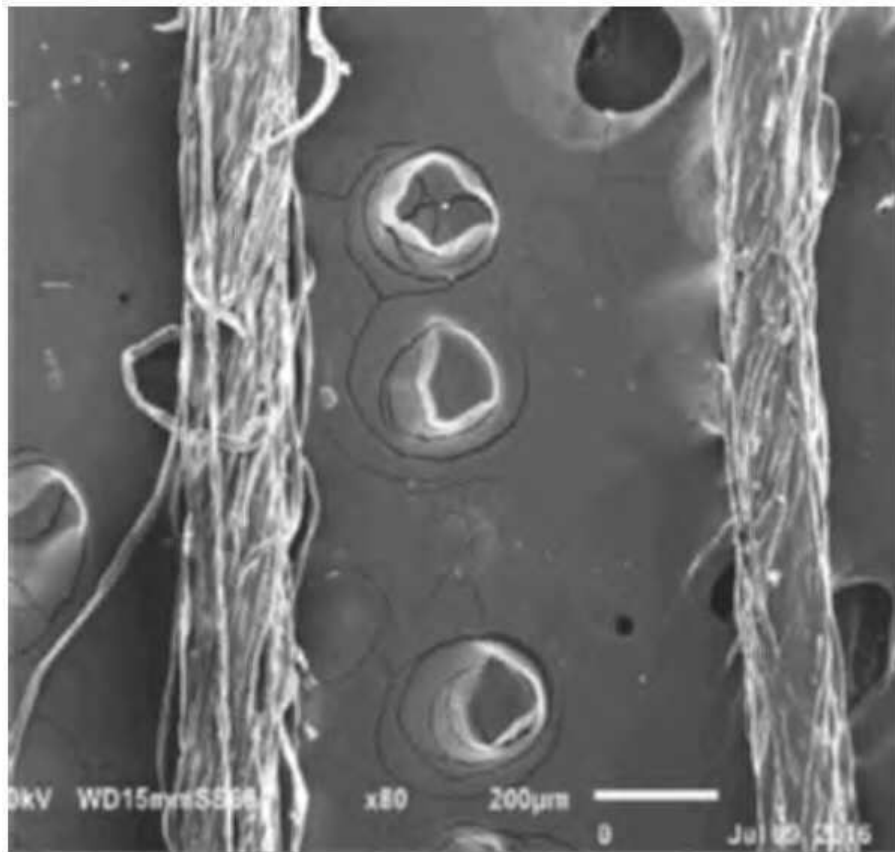
도면11c



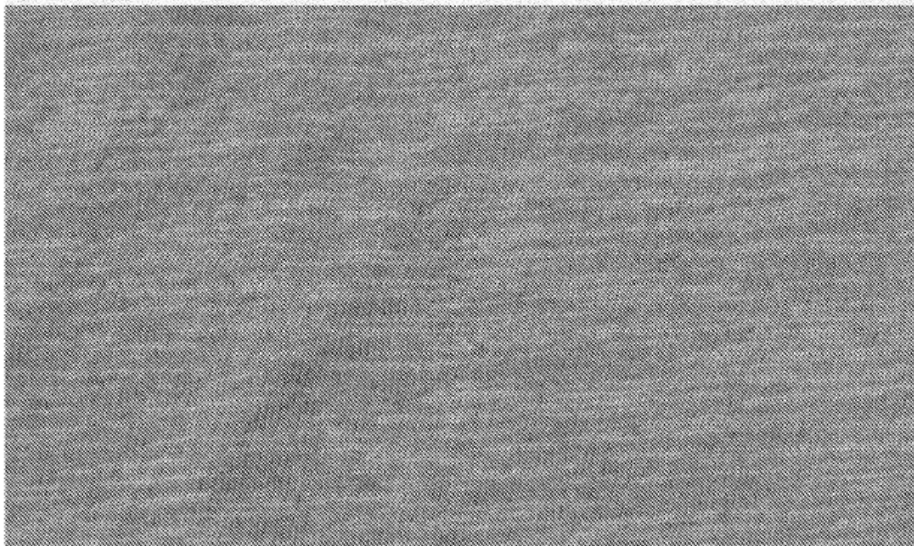
도면11d



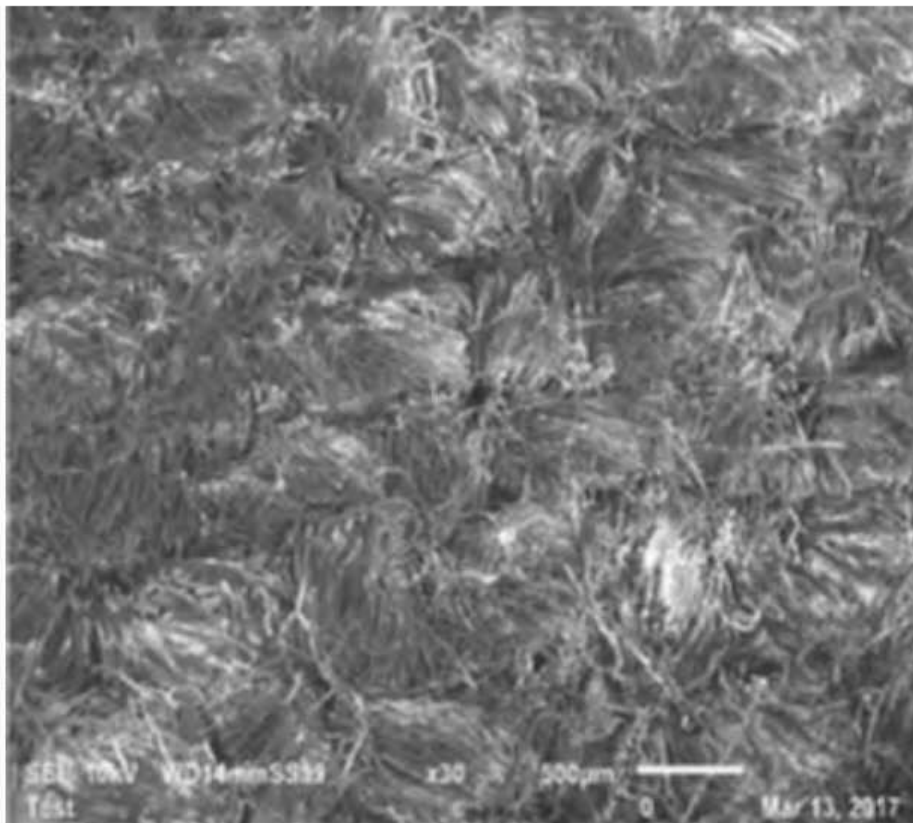
도면11e



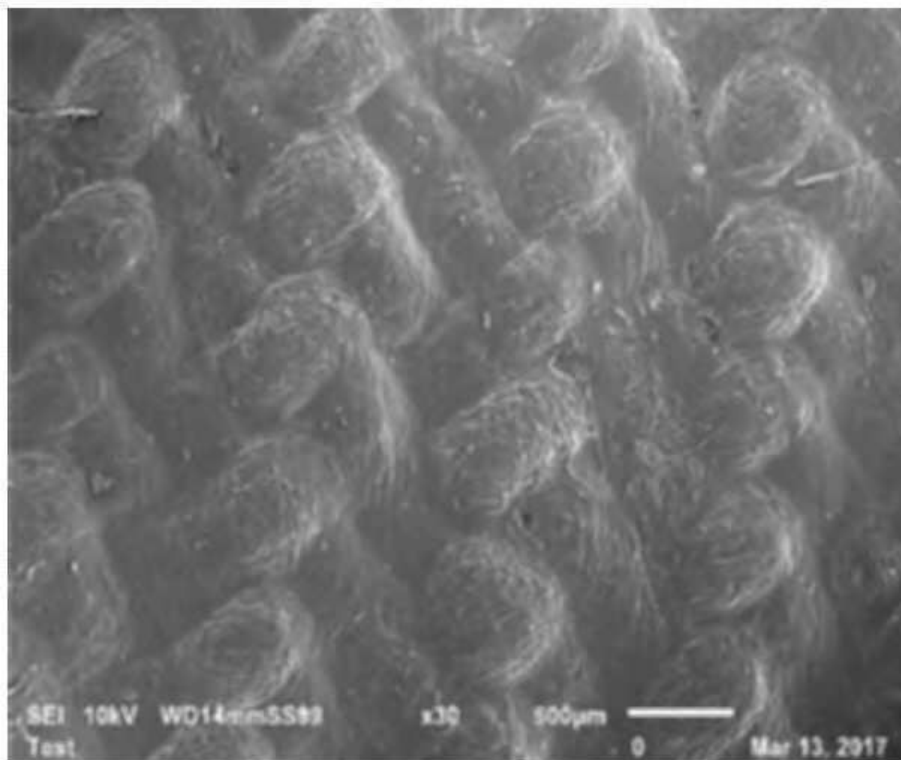
도면11f



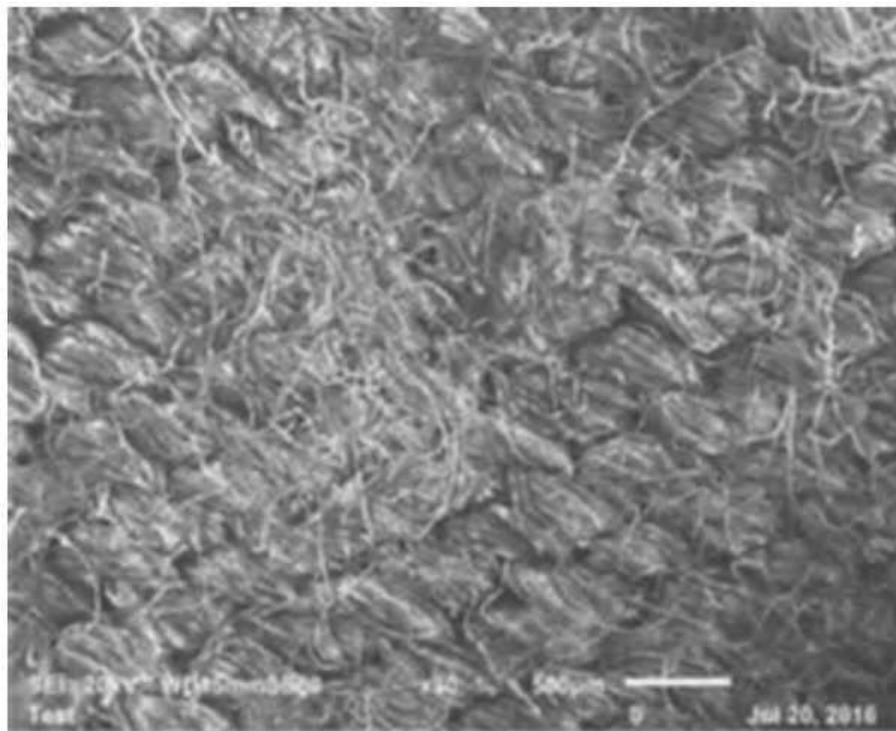
도면12a



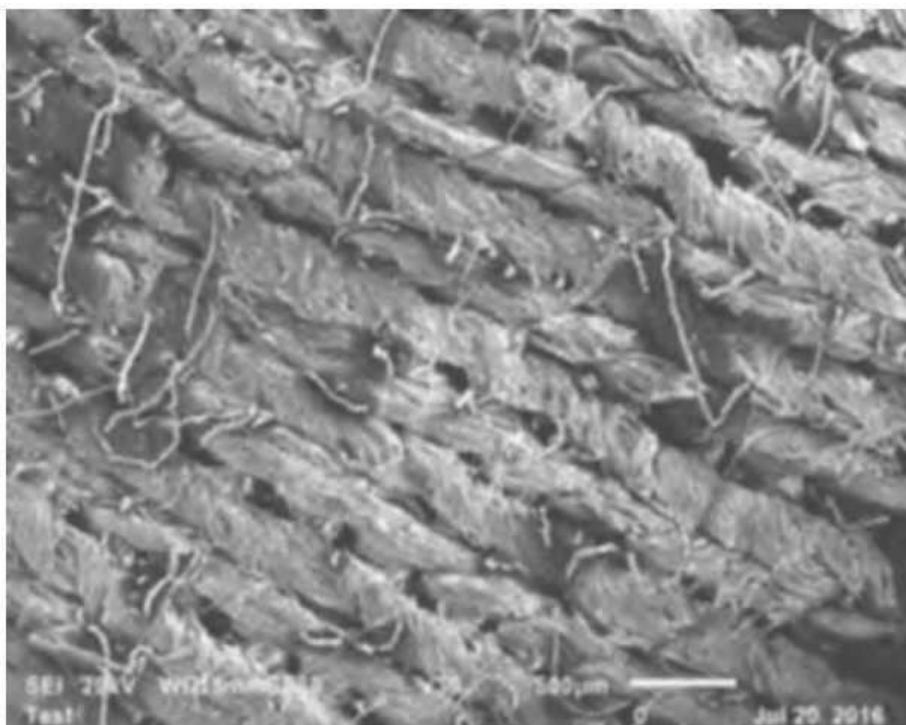
도면12b



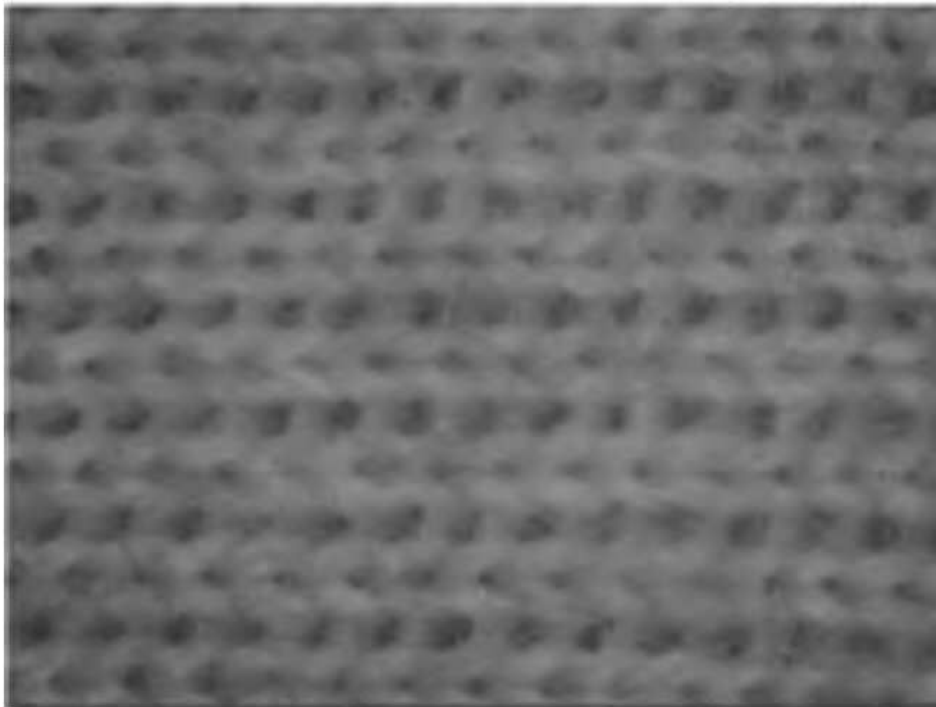
도면12c



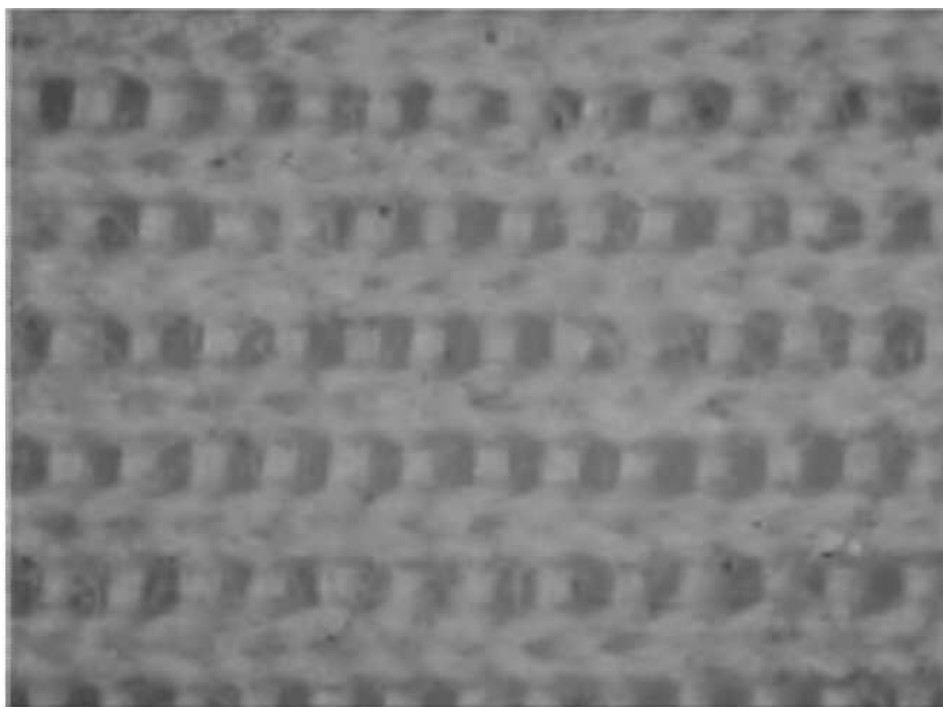
도면12d



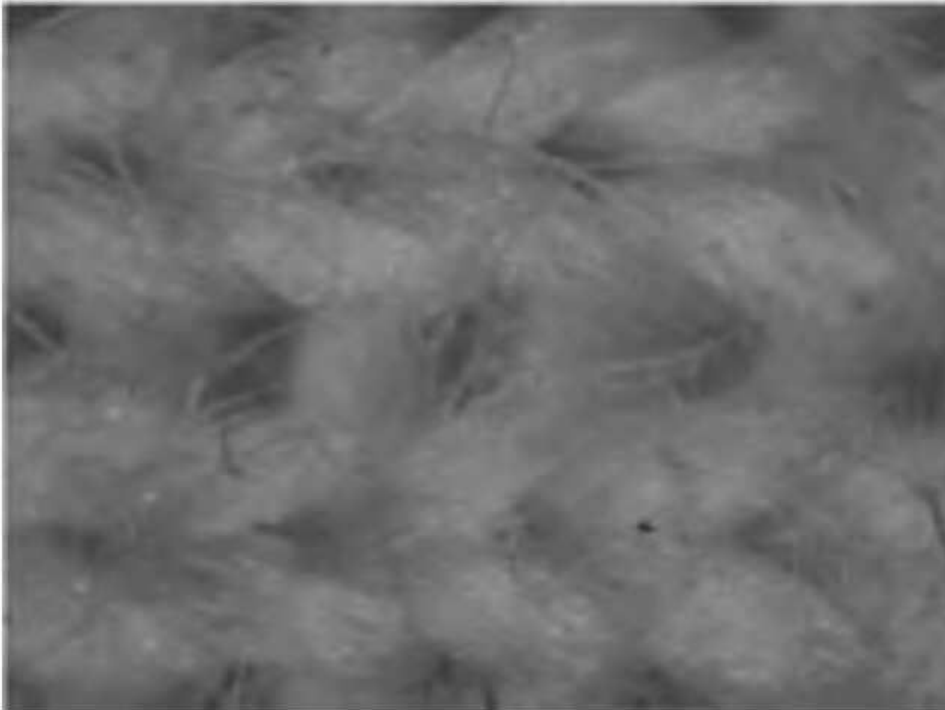
도면12e



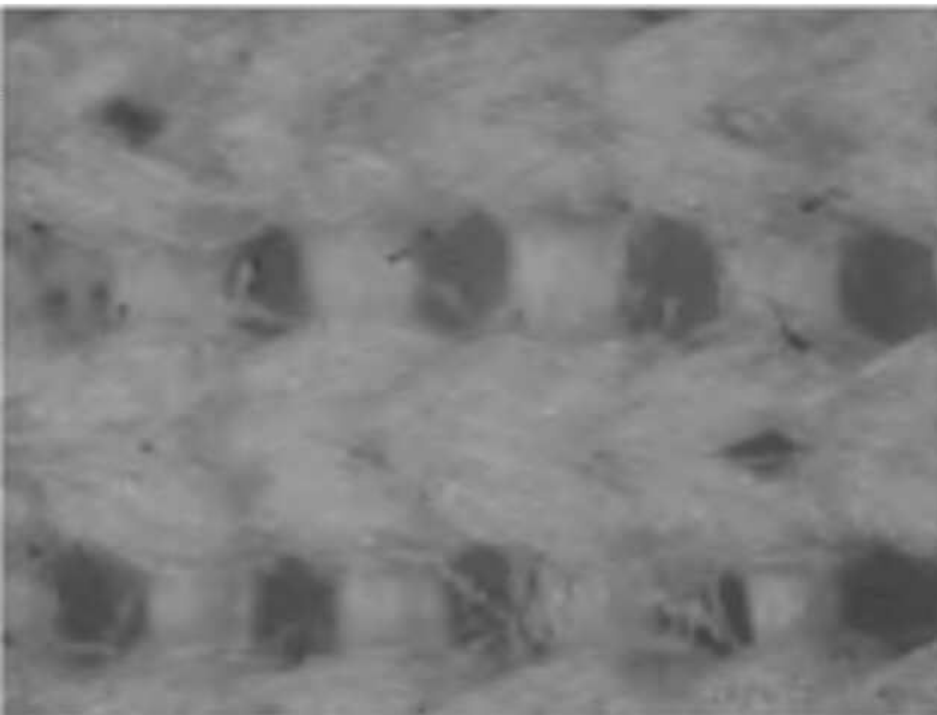
도면12f



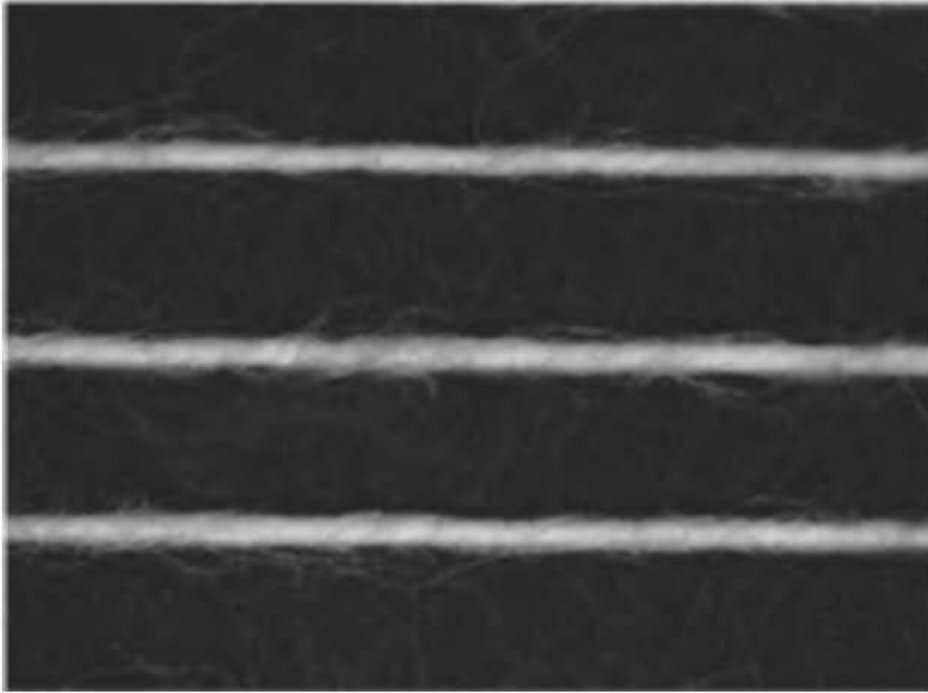
도면12g



도면12h



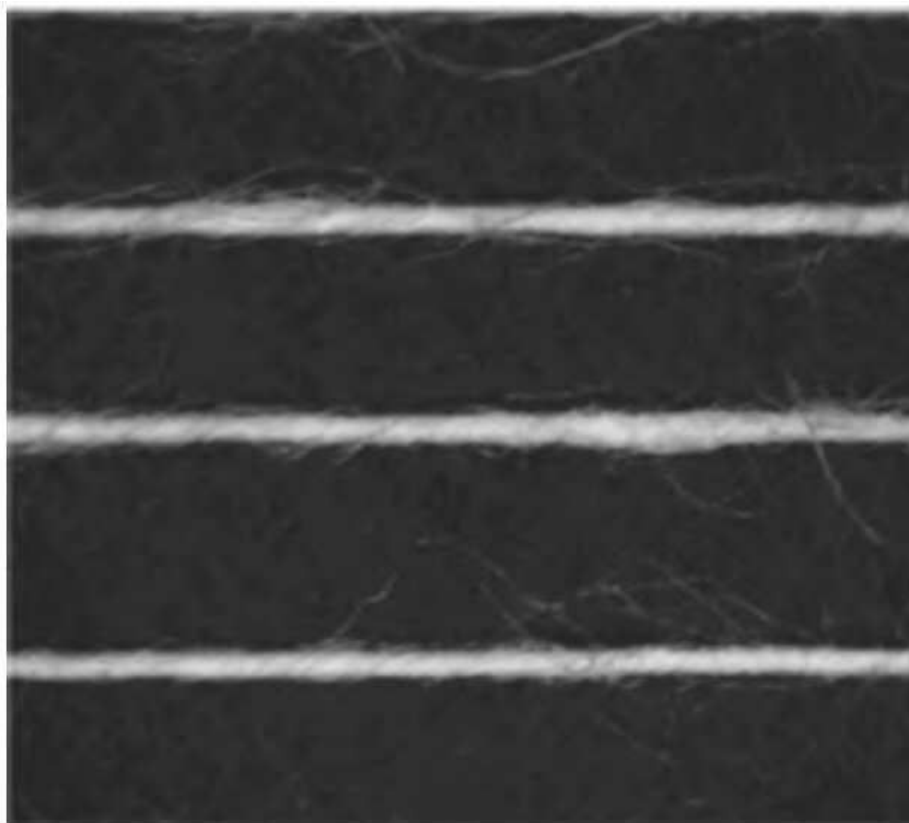
도면13



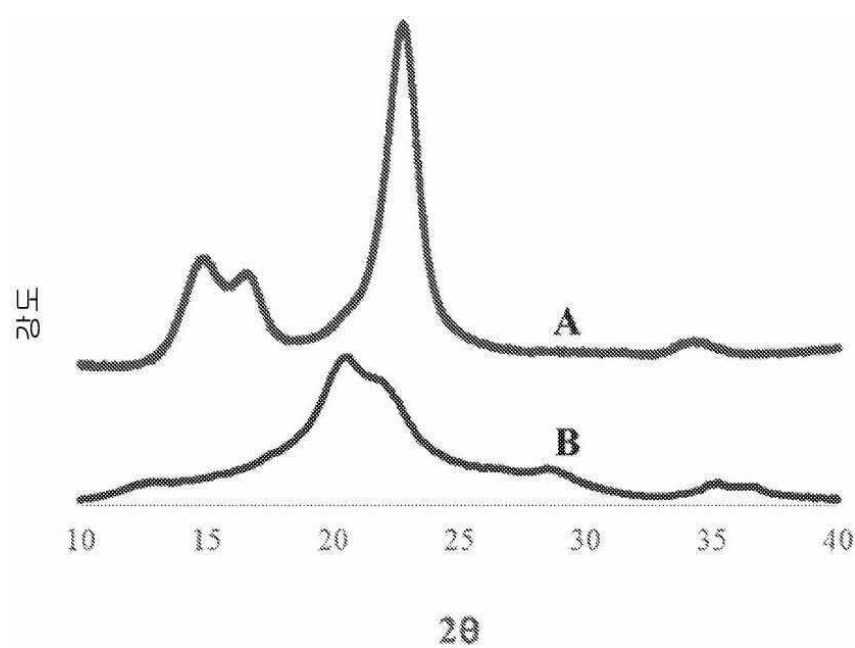
도면14a



도면14b



도면15a



도면 15b

