



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0082337
(43) 공개일자 2022년06월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01N 1/36 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G01N 1/36 (2013.01)

G01N 2001/368 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0172145

(22) 출원일자 2020년12월10일

심사청구일자 2020년12월10일

(71) 출원인

경상국립대학교산학협력단

경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)

(72) 발명자

박종만

경상남도 진주시 진주대로815번길 11 주약현대아파트 118-704

신평수

경상남도 진주시 진주대로 501 경상대학교 404동 522호

김중현

경상남도 진주시 진주대로 501 경상대학교 404동 522호

(74) 대리인

특허법인 플러스

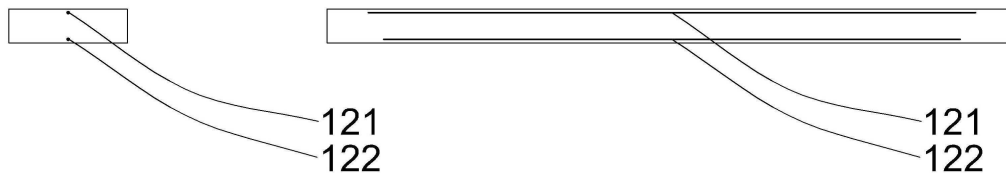
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 인장 및 압축의 동시 작용에 따른 수지 내 섬유 의 계면 평가 방법

(57) 요약

본 발명에 따른 수지 내 섬유의 계면 평가 방법은, 2종의 섬유가 고분자 매트릭스 내부에 섞여진 시편을 사용함으로써, 인장 및 압축의 동시 작용에 따른 다양한 힘을 포함하여 고분자 소재와 섬유간 계면 물성을 평가할 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

G01N 2203/0017 (2013.01)

G01N 2203/0019 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345317222
과제번호	2016R1D1A1B01012620
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(교육부)(R&D)
연구과제명	고분산 나노입자를 이용한 에너지저장용 내구성 및 다기능성 코팅의 계면 특성 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	경상대학교
연구기간	2020.03.01 ~ 2021.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

고분자 매트릭스 내부에 대상 섬유(120)를 고정하는 시편(100) 준비 단계 및

상기 대상 섬유(120)의 길이 방향(L)과 수직인 방향(P)으로 시편(100)에 물리적 힘을 인가하여 물성을 측정하는 시험 단계를 포함하며,

상기 시편 준비 단계에서, 상기 대상 섬유(120)는,

상기 고분자 매트릭스의 일면부 상에 고정되는 제1 대상 섬유(121) 및

상기 제1 대상 섬유(121)와 이격되, 상기 고분자 매트릭스의 타면부 상에 고정되는 제2 대상 섬유(122)를 포함하는, 인장 및 압축의 동시 작용에 따른 수지 내 섬유의 계면 평가 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 시험 단계에서, 상기 제1 대상 섬유(121)가 압축 힘을 받는 동시에 상기 제2 대상 섬유(122)가 인장 힘을 받는, 인장 및 압축의 동시 작용에 따른 수지 내 섬유의 계면 평가 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 대상 섬유(121)와 상기 제2 대상 섬유(122)는 서로 평행하여 이격하는, 인장 및 압축의 동시 작용에 따른 수지 내 섬유의 계면 평가 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1 대상 섬유(121)와 상기 제2 대상 섬유(122)의 이격거리는 제1 대상 섬유(121) 또는 제2 대상 섬유(122)의 직경의 100 배 이상인, 인장 및 압축의 동시 작용에 따른 수지 내 섬유의 계면 평가 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 시편(100)은 육면체 형상이며,

상기 시편에서, 상기 제1 대상 섬유(121) 및 상기 제2 대상 섬유(122)는 시편의 길이 방향(L)과 평행한, 인장 및 압축의 동시 작용에 따른 수지 내 섬유의 계면 평가 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제1 대상 섬유(121)는 시편(100)의 일면과 0.5 내지 4 mm 이격된 고분자 매트릭스 내부에 고정되며,

상기 제2 대상 섬유(122)는 시편(100)의 타면과 0.5 내지 4 mm 이격된 고분자 매트릭스 내부에 고정되는, 인장 및 압축의 동시 작용에 따른 수지 내 섬유의 계면 평가 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 시험 단계에서, 물성의 측정은 물리적 힘의 인가에 따른 파단된 대상 섬유(120)의 수를 측정하는 것인, 인

장 및 압축의 동시 작용에 따른 수지 내 섬유(120)의 계면 평가 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 시험 단계에서, 물성의 측정은 물리적 힘의 인가에 따른 파단된 대상 섬유(120)의 종류를 측정하는 것인, 인장 및 압축의 동시 작용에 따른 수지 내 섬유의 계면 평가 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 시편 준비 단계에서, 상기 시편(100)은,

- a) 상기 시편(100)의 형상을 가지는 홈(210)이 형성된 몰드(200)를 준비하는 단계
- b) 상기 홈의 바닥면(210f) 위에 상기 제1 대상 섬유(121)를 고정하는 단계
- c) 상기 제1 대상섬유(121) 위에 상기 제2 대상 섬유(122)를 고정하는 단계 및
- d) 상기 홈(210)에 고분자 용액을 충전하고 경화시켜 고분자 매트릭스 내부에 제1 대상 섬유(121) 및 제2 대상 섬유(122)가 고정된 시편(100)을 수득하는 단계를 포함하여 제조되는, 인장 및 압축의 동시 작용에 따른 수지 내 섬유의 계면 평가 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 b) 단계 또는 상기 c) 단계에서, 대상 섬유(120)의 고정 방법은,

상기 홈(210)의 양측부에 대응되는 바닥면(210f)에 각각 한 쌍의 지지부재(130a, 130b)를 삽입 고정하고, 상기 지지부재(130a, 130b)의 상부에 대상 섬유(120)를 고정하는 것인, 인장 및 압축의 동시 작용에 따른 수지 내 섬유의 계면 평가 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 지지부재(130a, 130b)는,

상기 홈(210)의 바닥면(210f)에 삽입되어 고정되며, 서로 이격하는 한 쌍의 지지기둥(130p1, 130p2); 및

한 쌍의 상기 지지기둥(130p1, 130p2) 위에 결합되며, 대상 섬유(120)를 고정하는 지지대(130f);를 포함하는, 인장 및 압축의 동시 작용에 따른 수지 내 섬유의 계면 평가 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 섬유복합재료의 수지와 섬유간 계면 평가 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 섬유복합재료는 강화재인 섬유와 섬유를 고정시켜 주는 고분자 재료로 이루어진 복합적인 재료를 의미한다. 종래의 섬유복합재료는, 섬유의 고강성을 그대로 가지기 때문에 선박, 항공 및 풍력 블레이드와 같은 거대 구조물에 사용되며, 특히 기존 금속재료의 단점인 높은 하중을 극복할 수 있는 경량화 재료로 사용되고 있다.

[0003] 이와 같이, 현대에 들어서 물성 증진을 위한 소재의 개발뿐만 아니라, 이를 평가할 수 있는 연구 또한 매우 중요하다. 프래그멘테이션 시험(Fragmentation test)법은 섬유강화 복합재료의 계면평가를 알 수 있는 대표적인 평가 방법으로 알려져 있다. 구체적으로, 평가하고자 하는 고분자 수지와 섬유간 계면을 평가할 시, 섬유 가닥이 내부에 삽입된 고분자 수지를 인장 시편 형태로 도포(성형) 및 경화한 후 인장 시험하였을 때, 섬유의 끊어

진 개수, 정도를 측정하여 계면 평가가 수행된다. 그러나 이러한 방법은 인장 힘에 대해서만 계면의 평가가 이루어지지만, 실제 구조재의 경우는 인장뿐만 아니라, 압축 등의 다양한 힘이 복합적으로 작용하기 때문에, 압축 힘에 의한 물성은 계면 평가에 반영되지 않는 한계가 있다. 따라서 보다 다양한 힘의 조건에서의 계면 평가가 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1984864호 (2019.05.27)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 목적은 인장에 의한 힘뿐만 아니라 압축 등의 다양한 힘을 포함하여 고분자 소재와 섬유간 계면 물성을 평가할 수 있는, 인장 및 압축의 동시 작용에 따른 수지 내 섬유의 계면 평가 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명에 따른 인장 및 압축의 동시 작용에 따른 수지 내 섬유의 계면 평가 방법은, 고분자 매트릭스 내부에 대상 섬유(120)를 고정하는 시편(100) 준비 단계 및 상기 대상 섬유(120)의 길이 방향(L)과 수직인 방향(P)으로 시편(100)에 물리적 힘을 인가하여 물성을 측정하는 시험 단계를 포함하며, 상기 시편 준비 단계에서, 상기 대상 섬유(120)는, 상기 고분자 매트릭스의 일면부 상에 고정되는 제1 대상 섬유(121) 및 상기 제1 대상 섬유(121)와 이격하되, 상기 고분자 매트릭스의 타면부 상에 고정되는 제2 대상 섬유(122)를 포함한다.

[0007] 본 발명의 일 예에 있어서, 상기 시험 단계에서, 상기 제1 대상 섬유(121)가 압축 힘을 받는 동시에 상기 제2 대상 섬유(122)가 인장 힘을 받는 것일 수 있다.

[0008] 본 발명의 일 예에 있어서, 상기 제1 대상 섬유(121)와 상기 제2 대상 섬유(122)는 서로 평행하여 이격하는 것일 수 있다.

[0009] 본 발명의 일 예에 있어서, 상기 제1 대상 섬유(121)와 상기 제2 대상 섬유(122)의 이격거리는 제1 대상 섬유(121) 또는 제2 대상 섬유(122)의 직경의 100 배 이상일 수 있다.

[0010] 본 발명의 일 예에 있어서, 상기 시편(100)은 육면체 형상일 수 있으며, 상기 시편에서, 상기 제1 대상 섬유(121) 및 상기 제2 대상 섬유(122)는 시편의 길이 방향(L)과 평행한 것일 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 예에 있어서, 상기 제1 대상 섬유(121)는 시편(100)의 일면과 0.5 내지 4 mm 이격된 고분자 매트릭스 내부에 고정될 수 있으며, 상기 제2 대상 섬유(122)는 시편(100)의 타면과 0.5 내지 4 mm 이격된 고분자 매트릭스 내부에 고정될 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 예에 있어서, 상기 시험 단계는, 물리적 힘의 인가에 따른 파단된 대상 섬유(120)의 수를 측정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 본 발명의 일 예에 있어서, 상기 시험 단계는, 물리적 힘의 인가에 따른 파단된 대상 섬유(120)의 종류를 측정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 예에 있어서, 상기 시편 준비 단계에서, 상기 시편(100)은, a) 상기 시편(100)의 형상을 가지는 홈(210)이 형성된 몰드(200)를 준비하는 단계, b) 상기 홈의 바닥면(210f) 위에 상기 제1 대상 섬유(121)를 고정하는 단계, c) 상기 제1 대상 섬유(121) 위에 상기 제2 대상 섬유(122)를 고정하는 단계 및 d) 상기 홈(210)에 고분자 용액을 충전하고 경화시켜 고분자 매트릭스 내부에 제1 대상 섬유(121) 및 제2 대상 섬유(122)가 고정된 시편(100)을 수득하는 단계를 포함하여 제조될 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 예에 있어서, 상기 b) 단계 또는 상기 c) 단계에서, 대상 섬유(120)의 고정 방법은, 상기 홈(210)의 양측부에 대응되는 바닥면(210f)에 각각 한 쌍의 지지부재(130a, 130b)를 삽입 고정하고, 상기 지지부재(130a, 130b)의 상부에 대상 섬유(120)를 고정하는 것일 수 있다.

[0016] 본 발명의 일 예에 있어서, 상기 지지부재(130a, 130b)는, 상기 홈(210)의 바닥면(210f)에 심어져 고정되며, 서로 이격하는 한 쌍의 지지기둥(130p1, 130p2); 및 한 쌍의 상기 지지기둥(130p1, 130p2) 위에 결합되며, 대상 섬유(120)를 고정하는 지지대(130f);를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따른 수지 내 섬유의 계면 평가 방법은, 인장 및 압축의 동시 작용에 따른 다양한 힘을 포함하여 고분자 소재와 섬유간 계면 물성을 평가할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 평가 방법의 시편 준비 단계에서, 몰드에 지지부재를 심고 대상 섬유를 고정하는 방법 중 a) 단계 내지 c) 단계를 개략적으로 나타낸 것이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 평가 방법의 시편 준비 단계에서, 몰드로부터 시편을 수득하는 d) 단계를 개략적으로 나타낸 것이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 시편의 사시도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 시편의 저면도(좌측) 및 측면도(우측)이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 평가 방법의 시험 단계에서, 시편에 물리적 힘이 가해짐에 따라 시편에 압력 힘과 인장 힘이 동시에 작용하는 것을 나타낸 모식도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 평가 방법의 시험 단계에서, 물리적 힘의 인가 전(좌측 이미지)과 후(우측 이미지) 시편의 이미지이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 평가 방법의 시험 단계에서, 물리적 힘의 인가 후 시편의 광학현미경 이미지이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 인장 및 압축의 동시 작용에 따른 수지 내 섬유의 계면 평가 방법을 상세히 설명한다.

[0020] 본 명세서에 기재되어 있는 도면은 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 예로서 제공되는 것이다. 따라서 본 발명은 제시되는 도면들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있으며, 상기 도면들은 본 발명의 사상을 명확히 하기 위해 과장되어 도시될 수 있다.

[0021] 본 명세서에서 사용되는 기술 용어 및 과학 용어에 있어서 다른 정의가 없다면, 이 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 통상적으로 이해하고 있는 의미를 가지며, 하기의 설명 및 첨부 도면에서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 설명은 생략한다.

[0022] 본 명세서에서 사용되는 용어의 단수 형태는 특별한 지시가 없는 한 복수 형태도 포함하는 것으로 해석될 수 있다.

[0023] 본 명세서에서 특별한 언급 없이 사용된 %의 단위는 별다른 정의가 없는 한 중량%를 의미한다.

[0025] 섬유가 충전된 고분자 재료로서 섬유복합재료에 있어서, 고분자 매트릭스 내에서 고분자와 섬유간 계면 물성을 매우 중요하며, 섬유복합재료의 계면평가의 대표적인 계면 평가 방법으로 프래그멘테이션 시험(Fragmentation test)법이 있다. 하지만 종래의 계면 평가 방법은 섬유 한 가닥을 사용하므로, 인장 힘에 대해서만 계면의 평가가 이루어지는 한계가 있으며, 실제 구조재의 경우는 인장뿐만 아니라 압축 등의 다양한 힘이 복합적으로 작용하기 때문에, 종래의 방법으로는 압축 힘에 의한 물성이 계면 평가에 반영되지 않는 문제가 있다.

[0026] 이에, 본 발명은 제1 대상 섬유 및 제2 대상섬유가 사용되어 이들이 특정 구조로 고분자 매트릭스 내에 위치함으로써, 인장 및 압축의 동시 작용에 따른 다양한 힘을 포함하여 고분자 소재와 섬유간 계면 물성을 평가할 수 있는 효과가 있다.

[0027] 본 발명에 따른 인장 및 압축의 동시 작용에 따른 수지 내 섬유의 계면 평가 방법은, 고분자 매트릭스 내부에

대상 섬유(120)를 고정하는 시편(100) 준비 단계 및 상기 대상 섬유(120)의 길이 방향과 수직인 방향으로 시편(100)에 물리적 힘을 인가하여 물성을 측정하는 시험 단계를 포함한다. 이때 상기 시편 준비 단계에서, 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 대상 섬유(120)는, 상기 고분자 매트릭스의 일면부 상에 고정되는 제1 대상 섬유(121) 및 상기 제1 대상 섬유(121)와 이격하되, 상기 고분자 매트릭스의 타면부 상에 고정되는 제2 대상 섬유(122)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0028] 본 발명에서는, 제1 대상 섬유(121)와 제2 대상 섬유(122)가 서로 소정거리 이격하여 고분자 매트릭스 내부에 위치함으로써, 상기 시험 단계에서, 물리적 힘 인가 시, 제1 대상 섬유(121)가 압축 힘을 받는 동시에 제2 대상 섬유(122)가 인장 힘을 받게 된다.

[0029] 여기서 제1 대상 섬유(121)와 제2 대상 섬유(122)는 도 4의 우측 도면과 같이 서로 평행하여 이격하는 것이 고분자 매트릭스와 섬유(120)간 계면 물성 측정의 정밀도를 향상시킬 수 있는 측면에서 바람직하다. 제1 대상 섬유(121)와 제2 대상 섬유(122)의 이격거리는 시편(100)의 크기 및 섬유간 상호작용에 의한 유의할 정도의 측정 정밀성 저하가 되지 않는 수준에 따라 적절히 조절될 수 있다. 예컨대 제1 대상 섬유(121)와 제2 대상 섬유(122)의 이격거리는 제1 대상 섬유(121) 또는 제2 대상 섬유(122)의 직경의 100 배 이상인 것이 섬유간 상호 작용에 의해 계면 물성에 영향을 실질적으로 주지 않는 측면에서 바람직할 수 있으며, 이때 상한 값은 크게 제한되지 않는다. 따라서 압축 힘과 인장 힘의 동시 작용 시 섬유간 상호작용을 최소화하여 인장에 따른 계면 물성과 압력에 따른 물성을 각각 더 정밀하게 측정할 수 있다.

[0030] 상기 시험 단계에서, 물리적 힘의 인가 위치는 시편의 다양한 부분에 해당할 수 있으나, 시편의 중심부, 구체적으로, 시편(100)의 중심에 물리적 힘이 인가되는 것이 고분자 매트릭스와 섬유(120)간 계면 물성 측정의 정밀도를 향상시킬 수 있는 측면에서 바람직하다.

[0031] 상기 시편(100)의 규격은 공지된 규격을 사용하면 무방하며, 예를 들면, 시편(100)은 도 3에 도시된 바와 같이 육면체 형상, 구체적으로 직육면체 형상의 시편(100)을 들 수 있다. 또한 제1 대상 섬유(121) 및 제2 대상 섬유(122)는 도 5에 도시된 바와 같이 시편(100)의 길이 방향(L)과 평행한 것이 고분자 매트릭스와 섬유(120)간 계면 물성 측정의 정밀도를 향상시킬 수 있는 측면에서 바람직하다.

[0032] 시편(100) 내부, 즉, 고분자 매트릭스 내부의 대상 섬유(120)는 시편(100)의 일면과 소정거리 이격되어 위치할 수 있고, 그 거리는 크게 제한되는 것은 아니며, 공지된 규격을 참고하면 무방하다. 본 발명의 일 예에 있어서, 제1 대상 섬유(121)는 시편(100)의 일면과 0.5 내지 4 mm, 바람직하게는 1 내지 2 mm 이격된 고분자 매트릭스 내부에 고정될 수 있다. 본 발명의 일 예에 있어서, 제2 대상 섬유(122)는 시편(100)의 타면과 0.5 내지 4 mm, 바람직하게는 1 내지 2 mm 이격된 고분자 매트릭스 내부에 고정될 수 있다. 이를 만족할 경우, 섬유가 파단을 육안으로 관찰이 쉬울 뿐만 아니라, 섬유의 파단 시기를 육안으로도 보다 정확하게 판단할 수 있다.

[0033] 상기 시험 단계에서, 물리적 힘을 인가하면서 대상 섬유(120)의 파단되는 정도를 측정하여 고분자 재료와 섬유 재료의 계면 물성을 평가하게 된다. 여기서 물리적 힘을 인가하는 구체적 수단은 공지된 프래그멘테이션 시험(Fragmentation test)법 또는 인장 시험을 참고하면 무방하다. 구체적인 일 예로, 변위속도 0.1 내지 5 $\mu\text{m}/\text{초}$, 일 실시예로 1 $\mu\text{m}/\text{초}$ 로 만능재료시험기를 이용하여 시편(100)의 중심에 물리적 힘을 섬유가 파단될 때까지 인가할 수 있으며, 섬유 파단은 음향 센서를 통해 감지하여 결정할 수 있다.

[0034] 파단 시 측정 항목은 다양한 것들이 있으며, 예를 들어 섬유가 파단될 때까지 인가된 힘(압력)의 세기, 파단되는 섬유의 종류 등을 상기 시험 단계에서 측정 및 평가할 수 있다. 구체적인 일 예로, 상기 시험 단계에서, 물리적 힘의 인가에 따른 파단된 대상 섬유(120)의 수를 측정할 수 있다.

[0035] 특히 본 발명에서는 제1 대상 섬유(121)와 제2 대상 섬유(122)를 함께 사용하는 것을 특징으로 하므로, 제1 대상 섬유(121) 및 제2 대상 섬유(122) 중 어느 쪽 섬유가 파단되는지 평가할 수 있으며, 이를 통해 섬유복합재료의 고분자와 섬유간 계면 물성을 더 정밀하게 평가할 수 있다. 즉, 상기 시험 단계에서, 물리적 힘의 인가에 따른 파단된 대상 섬유(120)의 종류를 측정할 수 있다.

[0036] 제1 대상 섬유(121)와 제2 대상 섬유(122)는 동일한 규격과 소재를 갖는 것이 바람직하다. 고분자 매트릭스(110) 내에서 특정 대상 섬유에 대한 계면 물성을 평가하는 것으로서, 인장 및 압축 등의 다양한 힘의 복합적인 작용에 의한 고분자와 특정 대상섬유간 계면 물성을 평가하기 위한 것이므로, 제1 대상 섬유(121)와 제2 대상 섬유(122)는 동일한 규격과 소재를 갖는 것이 해당 대상 섬유의 물성을 정밀하게 평가할 수 있다.

[0037] 전술한 바와 같이, 본 발명에 따른 수지 내 섬유의 계면 평가 방법은, 제1 대상 섬유(121)와 제2 대상 섬유(122)가 충전된 고분자 시편(100)을 사용함으로써, 인장 및 압축에 대한 힘이 동시에 작용하는 과정에서 수지와

섬유간 계면을 정밀하게 평가할 수 있다.

- [0038] 구체적 예로, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 평가 방법의 시험 단계에서, 물리적 힘의 인가 전(좌측 이미지)과 후(우측 이미지) 시편의 이미지이고, 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 평가 방법의 시험 단계에서, 물리적 힘의 인가 후 시편의 광학현미경 이미지이다. 도 6에 도시된 바와 같이, 힘을 받은 부위를 확대해 보았을 때, 시편(100)의 상부는 볼록하게 형성되고, 시편(100)의 하부는 오목하게 형성이 되어 있어, 상부에서는 압축 힘, 하부에서는 인장 힘을 받았다는 것을 확인할 수 있다. 도 7에 도시된 바와 같이, 상부에서는 섬유가 압축 힘을 받아 buckling 및 하부에서는 fragmenting 힘을 받은 섬유 파괴 패턴을 관찰할 수 있다. 이와 같이, 섬유의 끊어진 개수를 통하여 각 힘을 받았을 때의 계면 물성을 평가할 수 있다.
- [0039] 이하, 제1 대상 섬유(121)와 제2 대상 섬유(122)가 충전된 고분자 시편(100)의 제조 방법을 구체적으로 설명한다.
- [0040] 상기 시편(100)은, a) 상기 시편(100)의 형상을 가지는 홈(210)이 형성된 몰드(200)를 준비하는 단계, b) 상기 홈의 바닥면(210f) 위에 상기 제1 대상 섬유(121)를 고정하는 단계, c) 상기 제1 대상 섬유(121) 위에 상기 제2 대상 섬유(122)를 고정하는 단계 및 d) 상기 홈(210)에 고분자 용액을 충전하고 경화시켜 고분자 매트릭스 내부에 제1 대상 섬유(121) 및 제2 대상 섬유(122)가 고정된 시편(100)을 수득하는 단계를 포함하여 제조될 수 있다.
- [0041] 상기 a) 단계에서, 몰드(200)는 도 2에 도시된 바와 같이 시편의 형상을 본뜬 수 있는 틀로서, 다양한 재질의 것이 사용될 수 있다. 예를 들어, 고분자, 세라믹, 금속, 나무 등 다양한 것들이 사용될 수 있으며, 몰드의 제작 편의를 위해 실리콘 수지를 사용하여 몰드를 제작할 수 있다.
- [0042] 상기 b) 단계 및 상기 c) 단계를 통해 몰드(200) 내 홈(210) 상에 제1 대상 섬유(121)와 제2 대상 섬유(122)가 고정되도록 한다. 이때 고정 방법은 도 3과 같이 고분자 매트릭스 내부에 제1 대상 섬유(121)와 제2 대상 섬유(122)가 고정되도록 할 수 있는 수단이라면 무방하며, 예를 들어 다음의 수단을 이용할 수 있다.
- [0043] 바람직한 일 예에 있어서, 상기 b) 단계 또는 상기 c) 단계에서, 대상 섬유(120)의 고정 방법은, 도 1에 도시된 바와 같이 몰드(200)의 홈(210)의 양측부에 대응되는 바닥면(210f)에 각각 한 쌍의 지지부재(130a, 130b)를 삽입 고정하고, 상기 지지부재(130a, 130b)의 상부에 대상 섬유(120)를 고정하는 것일 수 있다. 구체적으로, 제1 대상 섬유(121)를 예로 설명하면, 홈(210)의 양측부에 대응되는 바닥면(210f)에 각각 한 쌍의 지지부재(131a, 131b)를 삽입 고정하고, 상기 지지부재(131a, 131b)의 상부에 제1 대상 섬유(121)를 고정하는 것일 수 있다. 제2 대상 섬유(122)를 예로 설명하면, 홈(210)의 양측부에 대응되는 바닥면(210f)에 각각 한 쌍의 지지부재(132a, 132b)를 삽입 고정하고, 상기 지지부재(132a, 132b)의 상부에 제2 대상 섬유(122)를 고정하는 것일 수 있다.
- [0044] 구체적 일 예로, 상기 지지부재(130a, 130b)는, 도 1에 도시된 바와 같이 상기 홈(210)의 바닥면(210f)에 삽입 고정되며, 서로 이격하는 한 쌍의 지지기둥(130p1, 130p2); 및 한 쌍의 상기 지지기둥(130p1, 130p2) 위에 결합되며, 대상 섬유(120)를 고정하는 지지대(130f);를 포함할 수 있다. 구체적으로, 제1 대상 섬유(121)를 예로 설명하면, 상기 지지부재(131a, 131b)는, 상기 홈(210)의 바닥면(210f)에 삽입 고정되며, 서로 이격하는 한 쌍의 지지기둥(131p1, 131p2); 및 한 쌍의 상기 지지기둥(131p1, 131p2) 위에 결합되며, 제1 대상 섬유(121)를 고정하는 지지대(131f);를 포함할 수 있다. 제2 대상 섬유(122)를 예로 설명하면, 상기 지지부재(132a, 132b)는, 상기 홈(210)의 바닥면(210f)에 삽입 고정되며, 서로 이격하는 한 쌍의 지지기둥(132p1, 132p2); 및 한 쌍의 상기 지지기둥(132p1, 132p2) 위에 결합되며, 제2 대상 섬유(122)를 고정하는 지지대(132f);를 포함할 수 있다.
- [0045] 이와 같은 형상의 지지부재(130a, 130b)는 예를 들어 스테이플러(Stapler) 심, 즉, 지철기 심일 수 있으며, 서로 다른 크기의 지지부재(131a, 131b)(132a, 132b)를 몰드(200)의 홈(210)에 삽고, 그 위에 제1 대상 섬유(121)와 제2 대상 섬유(122)를 고정함으로써, 고분자 매트릭스 내부의 서로 다른 위치에 제1 대상 섬유(121)와 제2 대상 섬유(122)가 충전된 시편(100)을 제조할 수 있다.
- [0046] 도 3을 들어 설명하면, 지지기둥(131p1, 131p2) 및 지지대(131f)를 포함하는 한 쌍의 지지부재(131a, 131b)는 시편(100)의 양측부에 서로 이격하여 위치하되, 이들은 고분자 매트릭스 내부에 위치할 수 있다. 도 3에서, 지지부재(131a, 131b)를 이루는, 지지기둥(131p1, 131p2) 및 지지대(131f)와 지지기둥(132p1, 132p2) 및 지지대(132f)가 점선으로 표시되어 있으며, 고분자 매트릭스 내부에 위치한다.
- [0047] 상기 d) 단계는 상기 몰드(200)에 고분자 용액을 충전하고 경화시켜 시편(200)을 제조하는 단계이다. 상기 고분자 용액은 시편(100)의 고분자 매트릭스(100)의 원료가 되는 것이며, 상기 몰드(100)의 홈(210)에 고분자 용액

을 충전하고 경화시켜 고분자 매트릭스 내부에 제1 대상 섬유(121) 및 제2 대상 섬유(122)가 고정된 시편(100)을 상기 홈(210)으로부터 탈리하여 수득할 수 있다.

[0048] 상기 d) 단계에서, 몰드(200)로부터 시편(100)을 탈리할 시, 몰드(200)의 홈(210) 바닥면(210f)에 부착되어 있으면서 동시에 시편(100)의 내부에 고정되어 있는 지지부재(131a, 131b)(132a, 132b)는 시편(100)이 몰드(200)로부터 떨어져 나가면서 탈착되거나 부러져 분리될 수 있다.

[0049] 따라서 상기 지지기둥(130p1, 130p2)은 시편(100)이 몰드(200)로부터 떨어져 나가면서 탈착되거나 부러져 분리가 잘 될 수 있도록 그 두께는 얇은 것이 좋을 수 있으며, 예컨대 0.01 내지 10 mm, 구체적으로 0.1 내지 2 mm 인 것이 바람직할 수 있다.

[0050] 상기 지지대(130f)는 대상 섬유(120)가 잘 부착되어 고정될 수 있도록 하는 형상이라면 무방하며, 대상 섬유(120)가 지지대(130f)에 묶이거나 부착되는 방법으로 고정될 수 있는 형태를 가지면 무방하다.

[0051] 제1 대상 섬유(121)와 제2 대상 섬유(122)는 각각 하나의 섬유일 수도 있으나, 경우에 따라 다수의 섬유가 다발로 형성된 섬유 다발일 수도 있다. 예를 들어 섬유 다발의 고분자간 계면 물성을 평가하기 위해서는 대상 섬유로 섬유 다발이 사용될 수 있음은 물론이다.

부호의 설명

[0052] L : 시편의 길이 방향, P : 힘 인가 방향,

100 : 시편,

120 : 대상 섬유, 121 : 제1 대상 섬유,

122 : 제2 대상 섬유, 200 : 몰드,

210 : 홈, 210f : 홈의 바닥면,

130a, 130b : 지지부재, 131a, 131b : 제1 지지부재,

132a, 132b : 제2 지지부재, 130p1, 130p2 : 지지기둥,

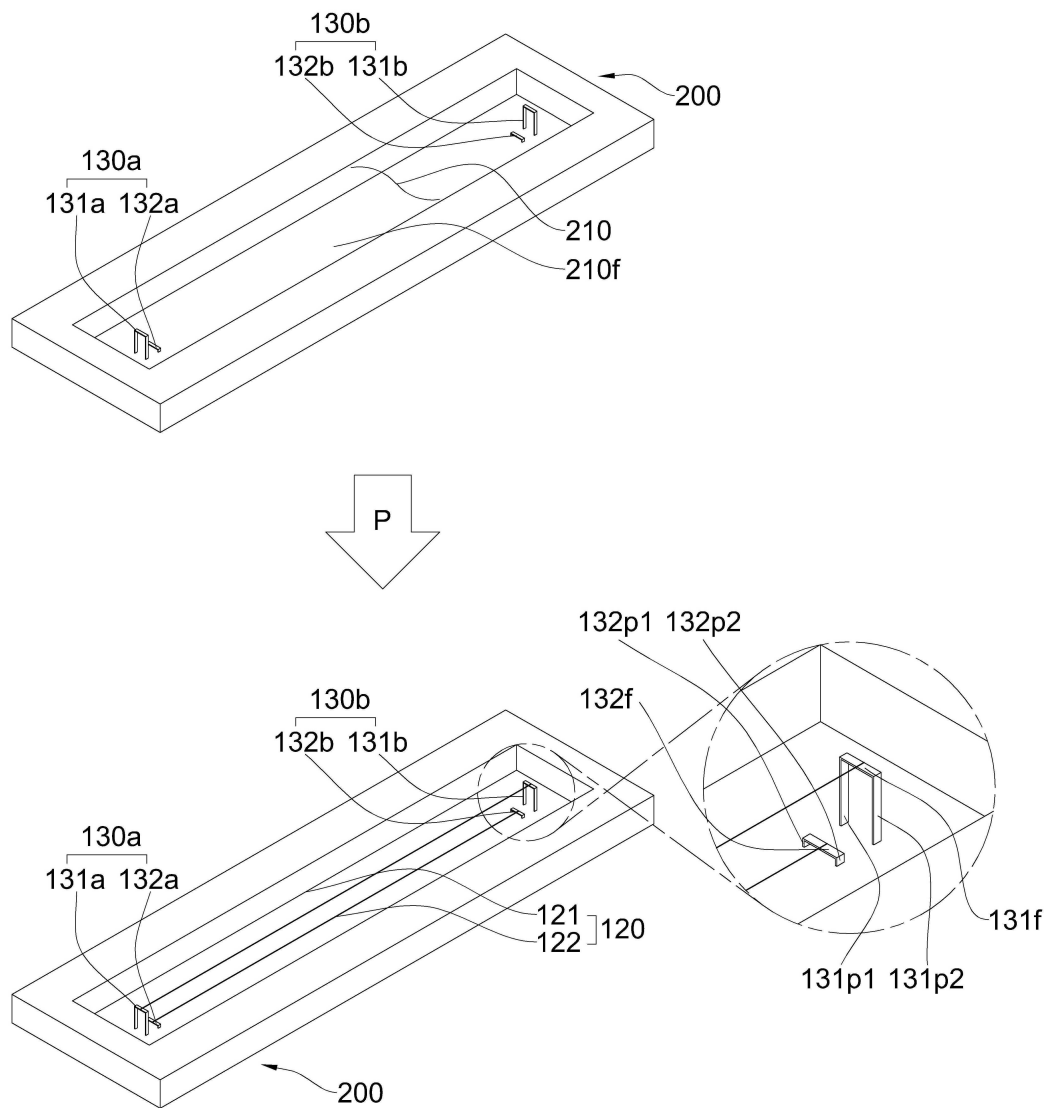
131p1, 131p2 : 제1 지지기둥, 132p1, 132p2 : 제2 지지기둥,

130f : 지지대, 131f : 제1 지지대,

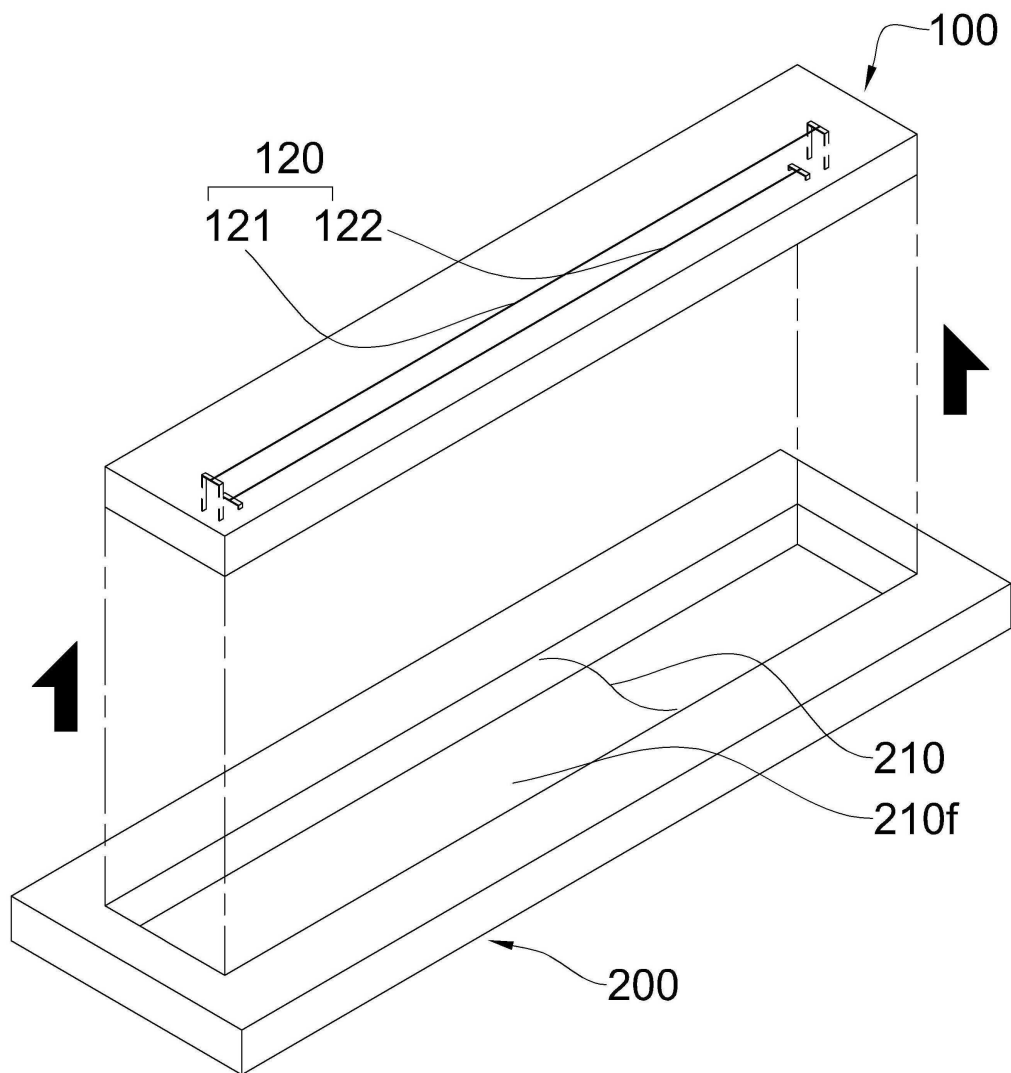
132f : 제2 지지대

도면

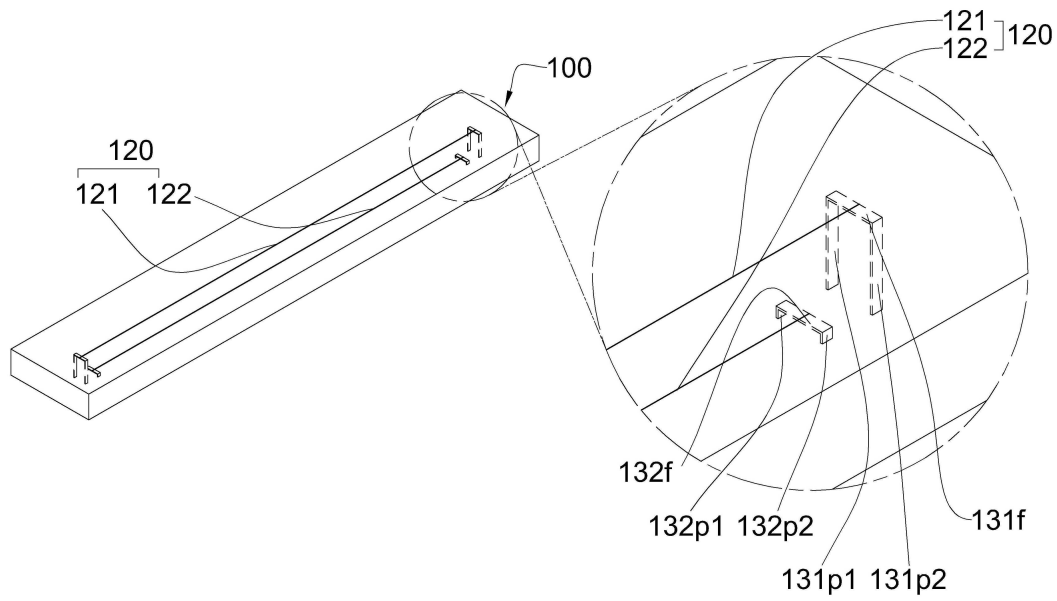
도면1



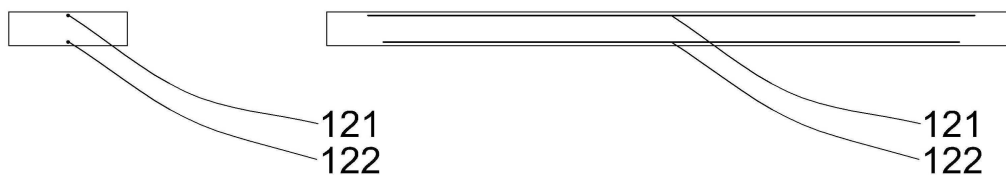
도면2



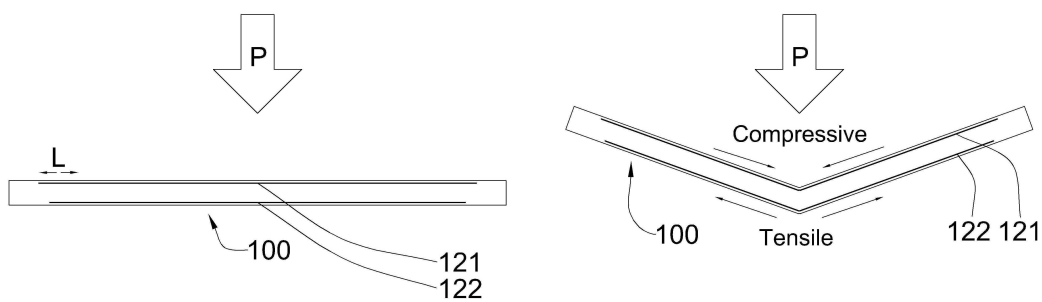
도면3



도면4



도면5



도면6



도면7

