



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0085502
(43) 공개일자 2020년07월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 29/04 (2006.01) G01N 33/36 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 29/04 (2013.01)
G01N 33/367 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0001667
(22) 출원일자 2019년01월07일
심사청구일자 2019년01월07일

(71) 출원인
경상대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
박종만
경상남도 진주시 진주대로815번길 11, 118동 704
호(주약동, 주약현대아파트)
박하승
경상남도 함양군 함양읍 영림서길 28-12
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인충현

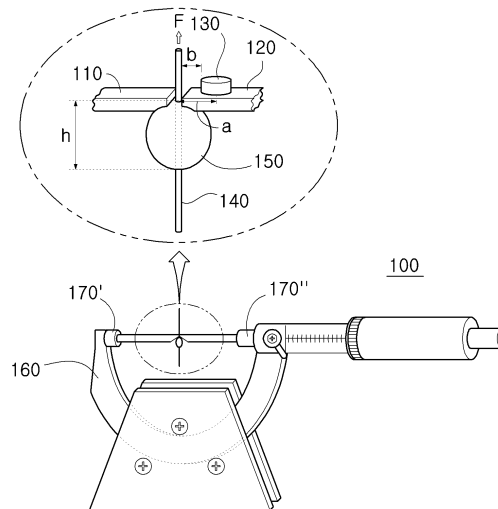
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 음향센서를 이용한 섬유유의 계면평가장치 및 계면평가방법

(57) 요약

본 발명은 음향센서를 이용한 섬유유의 계면평가장치 및 계면평가방법에 관한 것으로 서로 이격되어 있으며, 상면이 평탄한 형태의 제1 및 제2 마이크로디바이스, 두 개의 마이크로디바이스 중 하나의 마이크로디바이스 상면에 구비된 음향센서, 이격된 두 개의 마이크로디바이스 사이에 구비된 섬유유가닥, 및 섬유유가닥의 일부를 감싸도록 형성되며 이격된 두 개의 마이크로디바이스의 하면에 구비되는 마이크로드롭렛을 포함함으로써, 전문가의 분석 또는 고가의 로드셀을 이용하지 않고도 로드셀로 측정할 경우와 유사한 정확성으로 섬유유의 계면평가를 수행할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

백영민

경상남도 창원시 마산회원구 내서읍 삼계1길 48,
103동 403호(한우리아파트)

신평수

경상남도 진주시 가좌길29번길 63, 경상대학교 40
4동 522호(가좌동)

김중현

경상남도 창원시 의창구 소계로 101, 310호(
소계동, 수정맨션)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415153704

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국에너지기술평가원

연구사업명 신재생에너지핵심기술개발

연구과제명 70M 이상 풍력발전기 블레이드용 생산성 및 품질 향상을 위한 소재·공정기술개발

기 여 율 1/1

주관기관 국도화학(주)

연구기간 2018.08.01 ~ 2019.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

서로 이격되어 있으며, 상면이 평탄한 형태의 제1 및 제2 마이크로디바이스;

상기 두 개의 마이크로디바이스 중 하나의 마이크로디바이스 상면에 구비된 음향센서;

상기 이격된 두 개의 마이크로디바이스 사이에 구비된 섬유가닥; 및

상기 섬유가닥의 일부를 감싸도록 형성되며 상기 이격된 두 개의 마이크로디바이스의 하면에 구비되는 마이크로드롭렛;을 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유의 계면평가장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 음향센서와 마이크로드롭렛 사이의 거리는 0.3 내지 1 mm인 것을 특징으로 하는 섬유의 계면평가장치.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 거리는 마이크로디바이스 측에 위치한 마이크로드롭렛의 꼭지점과 마이크로디바이스와 맞닿은 음향센서의 하면 사이의 거리인 것을 특징으로 하는 섬유의 계면평가장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 섬유가닥과 음향센서의 거리는 0.2 내지 0.8 mm인 것을 특징으로 하는 섬유의 계면평가장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 섬유가닥의 직경은 5 내지 30 μm 인 것을 특징으로 하는 섬유의 계면평가장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 섬유가닥은 유리섬유, 합성섬유, 옥수수 섬유, 코코넛 섬유, 야자수 섬유, 대나무 섬유, 갈대 섬유, 벚짚 섬유, 면, 마, 모, 견, 탄소섬유 및 나일론으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상인 것을 특징으로 하는 섬유의 계면평가장치.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 마이크로드롭렛의 길이는 40 내지 600 μm 인 것을 특징으로 하는 섬유의 계면평가장치.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 마이크로드롭렛은 섬유가닥의 일부에 수지를 묻힌 후 70 내지 150 $^{\circ}\text{C}$ 에서 1 내지 6시간 동안 경화시켜 형성하는 것을 특징으로 하는 섬유의 계면평가장치.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 수지는 에폭시수지, 아크릴수지, 우레탄수지, 실리콘수지, 페놀수지, 석유수지, 폴리우레아수지, 에틸렌비닐수지, 스티렌무수말레산수지, 초산비닐수지, 멜라민수지, 노블락수지, 에스테르계수지 및 세라믹수지로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상인 것을 특징으로 하는 섬유의 계면평가장치.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 섬유가닥은 이격된 두 개의 마이크로디바이스 사이에 구비되면서 상기 마이크로디바이스의 상측으로 일부 돌출되어 있으며, 상기 돌출된 섬유가닥을 상기 섬유가닥이 돌출된 방향으로 0.1 내지 0.6 N

의 힘으로 당기는 것을 특징으로 하는 섬유유의 계면평가장치.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 섬유유가닥을 당겨 섬유유가닥이 파단 또는 슬립(slip)될 때 발생하는 탄성파를 음향센서로 측정하는 것을 특징으로 하는 섬유유의 계면평가장치.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 제1 및 제2 마이크로디바이스의 각 일측에 구비되어, 상기 제1 및 제2 마이크로디바이스의 다른 일측 사이에 위치된 섬유유가닥이 떨어지지 않도록 상기 제1 및 제2 마이크로디바이스의 거리를 조절하는 조절부를 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유유의 계면평가장치.

청구항 13

(A) 섬유유가닥의 일부에 수지를 묻힌 후 경화시켜 마이크로드롭렛을 형성하는 단계;

(B) 상기 섬유유가닥의 끝단에 접착제를 이용하여 당김판을 고정시키는 단계;

(C) 상기 마이크로드롭렛 및 당김판이 구비된 섬유유가닥을 제1 및 제2 마이크로디바이스 사이에 위치시키되, 상기 마이크로드롭렛이 상기 제1 및 제2 마이크로디바이스 하면에 위치하면서 상기 제1 및 제2 마이크로디바이스 상측으로 당김판이 구비된 섬유유가닥이 일부 돌출되도록 구비하는 단계;

(D) 상기 섬유유가닥이 떨어지지 않도록 상기 제1 및 제2 마이크로디바이스의 거리를 조절한 후 상기 당김판을 상기 섬유유가닥이 돌출된 방향으로 당기는 단계; 및

(E) 상기 당겨진 당김판에 의해 섬유유가닥이 파단 또는 슬립(slip) 시 음향센서로 탄성파를 측정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유유의 계면평가방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 음향센서와 마이크로드롭렛 사이의 거리는 0.3 내지 1 mm인 것을 특징으로 하는 섬유유의 계면평가방법.

청구항 15

제13항에 있어서, 상기 돌출된 섬유유가닥과 음향센서의 거리는 0.2 내지 0.8 mm인 것을 특징으로 하는 섬유유의 계면평가방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전문가의 분석 또는 고가의 로드셀을 이용하지 않고도 음향센서를 이용하여 우수한 정확성 갖는 섬유유의 계면평가장치 및 계면평가방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 섬유, 특히 섬유강화 복합재료는 금속재료에 비하여 높은 비강도와 비강성 등의 기계적 특성뿐만 아니라 내구성, 내열성 및 내마모성 등이 우수하여 항공기, 우주선, 로켓, 고속선박, 스포츠 용품, 군수 용품 구조물의 경량화 설계를 위한 소재로 활용되었으며, 근래에는 중장비 및 운송 수단에 적용하여 연비를 최소화하기는 방안으로 활용되고 있는 추세이다. 특히, 복합재료의 활용은 보잉 787의 상용화를 통해 대외적으로 소재의 활용 및 적용 분야의 확대가 진행되고 있다.

[0003] 복합재료에서 가장 중요한 점은 섬유(fiber)와 기지(수지, matrix)의 혼합으로 발생하는 계면이며, 이러한 계면이 강한 결합력을 가져야 높은 강도를 지닌 소재를 제조할 수 있다. 계면에서의 강도를 우선적으로 파악하기 위해서는 계면에서의 섬유와 기지간 접착력에 대해 분석 및 평가가 선행되어야 한다.

[0004] 종래 섬유와 수지 간의 계면전단강도의 시험평가 방법으로는 pull-out test, microbond test, microdebonding

test, fragmentation test 등을 들 수 있다. 최근에는 미소접합 시험(microbond test)에서 드롭렛에 접하는 바이스팁의 형상, 바이스팁 양날 사이의 갭크기의 변화가 계면전단강도에 미치는 영향정도 및 유한요소법을 통한 드롭렛의 응력분포에 관한 연구가 수행된 바 있다. 하지만, 미소접합 시험편의 드롭렛 형상의 차이에 의해 발생되는 계면전단응력 분포의 변화가 기존에 사용하는 계면 전단강도 계산식에 적용할 경우 문제점이 발생한다.

- [0005] 또한, 미국 등록특허 제5460052호와 같이 직접적으로 계면전단강도를 측정하는 직접법이나, 압축강도와 횡단굴곡강도를 측정하는 간접법 등도 있다.
- [0006] 이러한 종래의 방법들은 평가결과를 확보하는데 용이하지만 재료자체에 대하여 규격화된 시편의 제조가 필요하며, 소재 개발 측면에서도 많은 비용과 시간 및 고가의 장비가 필요하고 숙련된 전문가에 의한 측정 및 평가가 필요한 단점이 있다.
- [0007] 상기 언급한 fragmentation 및 microdroplet pull-out 실험 등은 힘을 측정하는 로드셀 등을 필요로 하며, 미세한 힘을 측정하기 위한 상기 로드셀은 고가의 장치이기 때문에 계면평가를 측정하는데 제한이 있을 수 있다.
- [0008] 따라서, 상기 로드셀과 같은 고가의 장비 대신 상대적으로 저렴한 장비를 이용하여 경제적이며, 매우 간단하여 전문가의 분석이 필요없어 산업적 분야에서 쉽게 이용할 수 있는 계면평가장치가 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제1483981호
(특허문헌 0002) 미국 등록특허 제5460052호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명의 목적은 전문가의 분석 또는 고가의 로드셀을 이용하지 않고도 음향센서를 이용하여 우수한 정확성 갖는 섬유계면평가장치를 제공하는데 있다.
- [0011] 또한, 본 발명의 다른 목적은 음향센서를 이용하여 섬유의 계면평가를 수행하는 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 섬유계면평가장치는 서로 이격되어 있으며, 상면이 평탄한 형태의 제1 및 제2 마이크로디바이스; 상기 두 개의 마이크로디바이스 중 하나의 마이크로디바이스 상면에 구비된 음향센서; 상기 이격된 두 개의 마이크로디바이스 사이에 구비된 섬유가닥; 및 상기 섬유가닥의 일부를 감싸도록 형성되며 상기 이격된 두 개의 마이크로디바이스의 하면에 구비되는 마이크로드롭렛;을 포함한다.
- [0013] 상기 음향센서와 마이크로드롭렛 사이의 거리는 0.3 내지 1 mm일 수 있으며, 구체적으로 상기 거리는 마이크로디바이스 측에 위치한 마이크로드롭렛의 꼭지점과 마이크로디바이스와 맞닿은 음향센서의 하면 사이의 거리일 수 있다.
- [0014] 상기 섬유가닥과 음향센서의 거리는 0.2 내지 0.8 mm일 수 있다.
- [0015] 상기 섬유가닥의 직경은 5 내지 30 μm 일 수 있다.
- [0016] 상기 섬유가닥은 유리섬유, 합성섬유, 옥수수 섬유, 코코넛 섬유, 야자수 섬유, 대나무 섬유, 갈대 섬유, 벗짚 섬유, 면, 마, 모, 견, 탄소섬유 및 나일론으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상일 수 있다.
- [0017] 상기 마이크로드롭렛의 길이는 40 내지 600 μm 일 수 있다.
- [0018] 상기 마이크로드롭렛은 섬유가닥의 일부에 수지를 묻힌 후 70 내지 150 $^{\circ}\text{C}$ 에서 1 내지 6시간 동안 경화시켜 형성될 수 있다.
- [0019] 상기 수지는 에폭시수지, 아크릴수지, 우레탄수지, 실리콘수지, 페놀수지, 석유수지, 폴리우레아수지, 에틸렌비닐수지, 스티렌무수말레산수지, 초산비닐수지, 멜라민수지, 노블락수지, 에스테르계수지 및 세라믹수지로 이루어

어진 군에서 선택된 1종 이상일 수 있다.

- [0020] 상기 섬유가닥은 이격된 두 개의 마이크로디바이스 사이에 구비되면서 상기 마이크로디바이스의 상측으로 일부 돌출되어 있으며, 상기 돌출된 섬유가닥을 상측(섬유가닥이 돌출된 방향)으로 0.1 내지 0.6 N의 힘으로 당길 수 있다.
- [0021] 상기 섬유가닥을 당겨 섬유가닥이 파단 또는 슬립(slip)될 때 발생하는 탄성파를 음향센서로 측정하여 섬유의 계면전단강도를 평가할 수 있다.
- [0022] 상기 제1 및 제2 마이크로디바이스의 각 일측에 구비되어, 상기 제1 및 제2 마이크로디바이스의 다른 일측 사이에 위치한 섬유가닥이 떨어지지 않도록 상기 제1 및 제2 마이크로디바이스의 거리를 조절하는 조절부를 포함할 수 있다.
- [0023] 또한, 상기한 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명의 섬유 계면평가방법은 (A) 섬유가닥의 일부에 수지를 묻힌 후 경화시켜 마이크로드롭렛을 형성하는 단계; (B) 상기 섬유가닥의 끝단에 접착제를 이용하여 당김판을 고정시키는 단계; (C) 상기 마이크로드롭렛 및 당김판이 구비된 섬유가닥을 제1 및 제2 마이크로디바이스 사이에 위치시키되, 상기 마이크로드롭렛이 상기 제1 및 제2 마이크로디바이스 하면에 위치하면서 상기 제1 및 제2 마이크로디바이스 상측으로 당김판이 구비된 섬유가닥이 일부 돌출되도록 구비하는 단계; (D) 상기 섬유가닥이 떨어지지 않도록 상기 제1 및 제2 마이크로디바이스의 거리를 조절한 후 상기 당김판을 상기 섬유가닥이 돌출된 방향으로 당기는 단계; 및 (E) 상기 당겨진 당김판에 의해 섬유가닥이 파단 또는 슬립(slip) 시 음향센서로 탄성파를 측정하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0024] 상기 음향센서와 마이크로드롭렛 사이의 거리는 0.3 내지 1 mm일 수 있다.
- [0025] 상기 돌출된 섬유가닥과 음향센서의 거리는 0.2 내지 0.8 mm일 수 있다.

발명의 효과

- [0026] 본 발명의 섬유 계면평가장치는 음향센서를 이용하므로 전문가의 분석이 필요 없이 단순한 탄성파의 에너지를 통하여 계면전단강도를 평가할 수 있는 장치로서, 고가의 로드셀을 이용하지 않고도 로드셀로 측정한 경우와 유사한 계면전단강도를 보일 수 있다.
- [0027] 또한, 본 발명은 섬유가닥의 물성평가를 위한 가공이 불필요하여 경제적이고 효율적이며, 극히 짧은시간 내에 정확하게 수지와 섬유가닥 간의 계면 물성을 측정 및/또는 평가할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 섬유의 계면평가장치를 나타낸 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 계면평가장치를 구체적으로 나타낸 도면이다.
- 도 3a는 종래의 로드셀이 구비된 계면평가장치를 이용하여 측정한 계면평가 그래프이며, 도 3b는 본 발명의 음향센서를 이용한 계면평가장치를 이용하여 측정한 계면평가 그래프이다.
- 도 4는 상기 도 3a의 계면평가 그래프 값과 도 3b의 계면평가 그래프 값의 상관관계를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 본 발명은 전문가의 분석 또는 고가의 로드셀을 이용하지 않고도 음향센서를 이용하여 우수한 정확성 갖는 섬유의 계면평가장치 및 계면평가방법에 관한 것이다.
- [0030] 이하, 본 발명을 도 1 및 도 2를 참고하여 상세하게 설명한다.
- [0031] 본 발명의 섬유 계면평가장치(100)는 서로 이격되어 있으며, 상면이 평탄한 형태의 제1 마이크로디바이스(110) 및 제2 마이크로디바이스(120); 상기 두 개의 마이크로디바이스 중 하나의 마이크로디바이스 상면에 구비된 음향센서(130); 상기 이격된 두 개의 마이크로디바이스 사이에 구비된 섬유가닥(140); 및 상기 섬유가닥의 일부를 감싸도록 형성되며 상기 이격된 두 개의 마이크로디바이스의 하면에 구비되는 마이크로드롭렛(150);을 포함한다.

- [0032] 상기 마이크로디바이스는 제1 마이크로디바이스(110) 및 제2 마이크로디바이스(120)로 이루어져 서로 이격되도록 구비되며, 상기 이격된 거리의 공간에는 섬유가닥이 위치한다. 또한, 제1 마이크로디바이스(110) 및 제2 마이크로디바이스(120)의 각 상면은 음향센서(130)가 구비될 수 있도록 평탄한 형태로 형성된다.
- [0033] 상기 제1 마이크로디바이스(110) 및 제2 마이크로디바이스(120)의 일측에는 상기 각 마이크로디바이스를 고정하는 고정부(170', 170'')가 구비되고 상기 각 고정부를 하나로 연결하여 상기 제1 및 제2 마이크로디바이스의 다른 일측 사이에 위치된 섬유가닥이 떨어지지 않도록 상기 제1 및 제2 마이크로디바이스의 거리를 조절하는 조절부(160)를 형성한다.
- [0034] 상기 제1 마이크로디바이스(110) 및 제2 마이크로디바이스(120)의 두께는 음향센서와 마이크로드롭렛 사이의 거리를 만족할 수 있는 두께로 형성하는 것이 바람직하다.
- [0035] 또한, 상기 음향센서(130)는 섬유가닥이 과단 또는 슬립(slip) 시 발생하는 탄성과 에너지를 측정하여 섬유의 계면전단강도를 평가한다. 이렇게 음향센서를 이용하여 섬유가닥의 탄성파를 측정하기 위해서는 음향센서와 마이크로드롭렛, 음향센서와 섬유가닥 사이의 거리가 중요하므로 음향센서가 상기 두 개의 마이크로디바이스 중 하나의 마이크로디바이스 상면에 구비된다.
- [0036] 구체적으로, 상기 음향센서(마이크로디바이스와 맞닿은 음향센서의 하면 중심)와 마이크로드롭렛(마이크로디바이스 측에 위치한 마이크로드롭렛의 꼭지점) 사이의 거리(a)는 0.3 내지 1 mm, 바람직하게는 0.5 내지 1 mm이다. 음향센서와 마이크로드롭렛 사이의 거리가 상기 바람직한 범위의 하한치 미만인 경우에는 측정된 계면평가 수치에 큰 오차가 많이 발생할 수 있으며, 상기 상한치 초과인 경우에는 탄성과 에너지가 감지되지 못할 수도 있다.
- [0037] 또한, 상기 음향센서와 섬유가닥 사이의 거리(b)는 0.2 내지 0.8 mm, 바람직하게는 0.4 내지 0.6 mm이다. 음향센서와 섬유가닥 사이의 거리가 상기 바람직한 범위를 벗어나는 경우에는 측정된 계면평가 수치의 정확성이 떨어질 수 있다.
- [0038] 또한, 상기 섬유가닥(140)은 계면을 평가하는 대상물질로서, 상기 이격된 두 개의 마이크로디바이스 사이의 공간에 위치된다.
- [0039] 상기 섬유가닥의 직경은 5 내지 30 μm , 바람직하게는 5 내지 20 μm 로서, 섬유가닥의 직경이 상기 바람직한 범위의 하한치 미만인 경우에는 음향센서에서 정확한 탄성과 에너지를 측정할 수 없으며, 상기 상한치 초과인 경우에는 계면평가의 정확도가 저하될 수 있다.
- [0040] 상기 섬유가닥으로는 유리섬유, 합성섬유, 옥수수 섬유, 코코넛 섬유, 야자수 섬유, 대나무 섬유, 갈대 섬유, 벚짚 섬유, 면, 마, 모, 견, 탄소섬유 및 나일론으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상, 바람직하게는 2종 이상의 섬유 복합재료일 수 있지만, 계면평가를 수행하고자 하는 섬유라면 특별히 한정되지 않는다.
- [0041] 또한, 상기 마이크로드롭렛(150)은 상기 섬유가닥의 일부를 감싸도록 형성되며 상기 이격된 두 개의 마이크로디바이스의 하면에 구비되는 것으로서, 본 발명에서는 섬유가닥을 0.1 내지 0.6 N의 힘으로 F 방향으로 당겨질 때 섬유가닥과 마이크로드롭렛 사이의 계면전단강도에 따라 섬유가닥의 과단 또는 슬립 시 탄성과 에너지가 달라지는 것을 이용한다.
- [0042] 상기 마이크로드롭렛은 섬유가닥의 일부에 수지를 묻힌 후 70 내지 150 $^{\circ}\text{C}$ 에서 1 내지 6시간 동안 경화시켜 형성되는 것으로서, 그 길이(h)는 40 내지 600 μm , 바람직하게는 50 내지 500 μm 이다. 마이크로드롭렛 길이가 상기 범위를 만족해야 정확한 계면평가가 이루어진다.
- [0043] 상기 마이크로드롭렛을 형성하는 수지로는 에폭시수지, 아크릴수지, 우레탄수지, 실리콘수지, 페놀수지, 석유수지, 폴리우레아수지, 에틸렌비닐수지, 스티렌무수말레산수지, 초산비닐수지, 멜라민수지, 노블락수지, 에스테르계수지 및 세라믹수지로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 들 수 있지만, 마이크로드롭렛을 제조할 수 있는 수지라면 특별히 한정되지 않는다.
- [0044] 또한, 본 발명은 음향센서를 이용한 섬유의 계면평가방법을 제공한다.
- [0045] 본 발명의 섬유를 계면평가하는 방법은 (A) 섬유가닥의 일부에 수지를 묻힌 후 경화시켜 마이크로드롭렛을 형성하는 단계; (B) 상기 섬유가닥의 끝단에 접촉제를 이용하여 당김판을 고정시키는 단계; (C) 상기 마이크로드롭렛 및 당김판이 구비된 섬유가닥을 제1 및 제2 마이크로디바이스 사이에 위치시키되, 상기 마이크로드롭렛이 상

기 제1 및 제2 마이크로디바이스 하면에 위치하면서 상기 제1 및 제2 마이크로디바이스 상측으로 당김판이 구비된 섬유가닥이 일부 돌출되도록 구비하는 단계; (D) 상기 섬유가닥이 떨어지지 않도록 상기 제1 및 제2 마이크로디바이스의 거리를 조절한 후 상기 당김판을 당기는 단계; 및 (E) 상기 당겨진 당김판에 의해 섬유가닥이 파단 또는 슬립(slip) 시 발생한 탄성과 에너지를 음향센서로 측정하는 단계;를 포함한다.

[0046] 먼저, 상기 (A)단계에서는 섬유가닥의 중간부분에 수지를 묻힌 후 경화시켜 타원형 또는 원형의 마이크로드롭렛(150)을 형성시킨다.

[0047] 다음으로, 상기 (B)단계에서는 상기 중간부분에 마이크로드롭렛이 형성된 섬유가닥(140)의 끝단에 에폭시 접착제와 같은 접착제(190)를 이용하여 당김판(180)을 형성한다. 상기 당김판은 섬유가닥을 일정한 힘으로 당기기 위하여 구비한 것으로서, 섬유가닥을 당길 수 있는 다른 장치가 있다면 생략해도 된다.

[0048] 다음으로, 상기 (C)단계에서는 상기 마이크로드롭렛(150) 및 당김판(180)이 구비된 섬유가닥(140)을 제1 마이크로디바이스(110) 및 제2 마이크로디바이스(120) 사이에 위치시킨다. 구체적으로는 상기 섬유가닥의 중간 부분에 형성된 마이크로드롭렛이 상기 제1 및 제2 마이크로디바이스 하면에 위치하며, 마이크로드롭렛과 당김판 사이의 아무것도 형성되지 않은 섬유가닥의 일부가 상기 제1 및 제2 마이크로디바이스의 이격된 공간에 위치하면서 상기 제1 및 제2 마이크로디바이스 상측으로 일부 돌출되도록 하고, 상기 섬유가닥의 끝단에 구비된 당김판이 상기 제1 및 제2 마이크로디바이스 상측에 구비된다.

[0049] 다음으로, 상기 (D)단계에서는 상기 섬유가닥(140)이 떨어지지 않도록 상기 제1 마이크로디바이스(110) 및 제2 마이크로디바이스(120)의 거리를 조절한 후 상기 당김판(180)을 F 방향으로 0.1 내지 0.6 N의 힘으로 당긴다.

[0050] 다음으로, 상기 (E)단계에서는 상기 힘으로 당겨져 섬유가닥이 파단 또는 슬립(slip) 시 발생한 탄성과 에너지를 음향센서(130)로 측정하여 계면평가를 수행한다.

[0051] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 바람직한 실시예를 제시하나, 하기 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐 본 발명의 범주 및 기술사상 범위 내에서 다양한 변경 및 수정이 가능함은 당업자에게 있어서 명백한 것이며, 이러한 변형 및 수정이 첨부된 특허청구범위에 속하는 것도 당연한 것이다.

[0052] 실시예 1.

[0053] 도 1 및 도 2에 따라, 제1 및 제2 마이크로디바이스; 음향센서; 섬유가닥; 및 마이크로드롭렛을 포함하는 계면평가장치를 제조하였다.

[0054] <시험예>

[0055] 시험예 1. 마이크로드롭렛 길이에 따른 계면평가 측정

[0056] 도 3a는 종래의 로드셀이 구비된 계면평가장치를 이용하여 측정한 계면평가 그래프이며, 도 3b는 본 발명의 음향센서를 이용한 계면평가장치를 이용하여 측정한 계면평가 그래프이다. GF: 유리섬유, EF: 에폭시수지, GR: 그리스(grease), DP: 도파민

[0057] 도 3a 및 3b에 도시된 바와 같이, 로드셀을 이용하는 경우에는 UTM을 이용하여 일정한 속도로 인장한 후 이에 걸리는 힘을 로드셀을 이용하여 실시간 측정한 것으로서 로드셀을 이용한 경우의 계면평가 수치와 본 발명의 음향센서를 이용한 계면평가장치를 이용하여 측정한 계면평가 수치의 그래프 형태가 유사한 것을 확인하였다.

[0058] 도 4는 상기 도 3a의 계면평가 그래프(Load 값) 값과 도 3b의 계면평가 그래프(음향센서 에너지 값) 값의 상관관계를 나타낸 그래프이다.

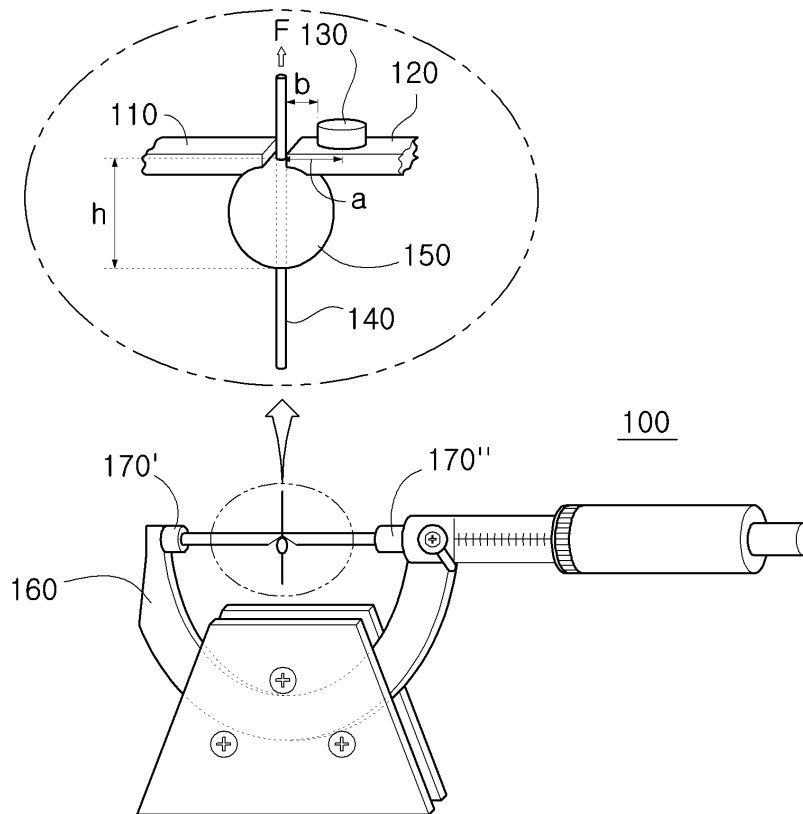
[0059] 도 4에 도시된 바와 같이, 로드셀을 이용한 경우의 계면평가 수치와 본 발명의 음향센서를 이용한 계면평가장치를 이용하여 측정한 계면평가 수치가 비례하는 것을 확인하였다. 마이크로드롭렛의 길이가 증가할 때 pull-out 시 들어가는 힘이 증가하고, pull-out 시 파괴 에너지 또한 비례하다는 것을 알 수 있다.

부호의 설명

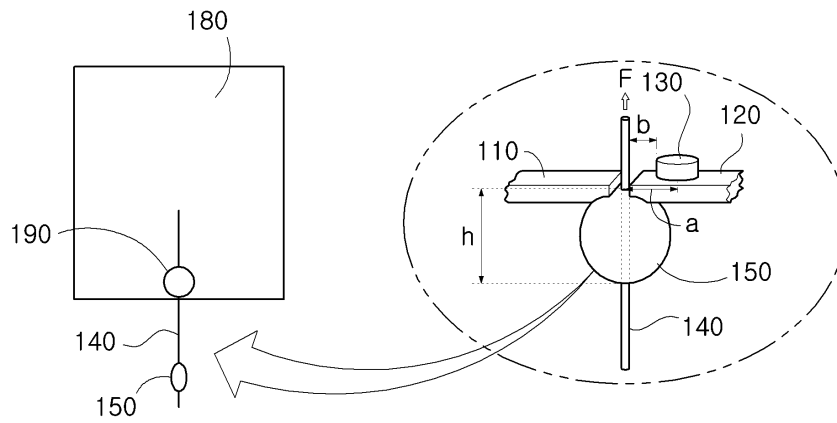
- [0060]
- | | |
|------------------|------------------|
| 100: 계면평가장치 | 110: 제1 마이크로디바이스 |
| 120: 제2 마이크로디바이스 | 130: 음향센서 |
| 140: 섬유가닥 | 150: 마이크로드롭렛 |
| 160: 조절부 | 170', 170'': 고정부 |
| 180: 당김판 | 190: 접착제 |
- a: 음향센서와 마이크로드롭렛 사이의 거리
b: 음향센서와 섬유가닥 사이의 거리
h: 마이크로드롭렛의 길이

도면

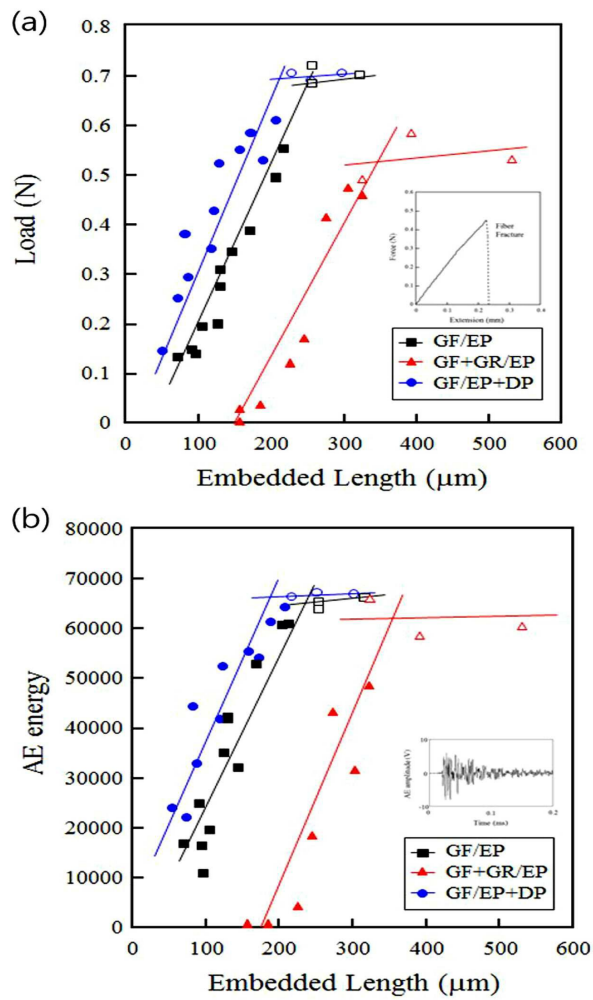
도면1



도면2



도면3



도면4

