



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0115315
(43) 공개일자 2016년10월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01J 13/14 (2006.01) B01J 13/04 (2006.01)
B81B 1/00 (2006.01) B81C 1/00 (2006.01)
B82B 1/00 (2006.01) B82B 3/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류
B01J 13/14 (2013.01)
B01J 13/046 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0042701
(22) 출원일자 2015년03월26일
심사청구일자 2015년03월26일

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
이경진
대전광역시 유성구 대학로 99 W3-453
길만재
대전광역시 유성구 대학로 99 W3-451
신재원
대전광역시 유성구 대학로 99 W3-451
(74) 대리인
유철현

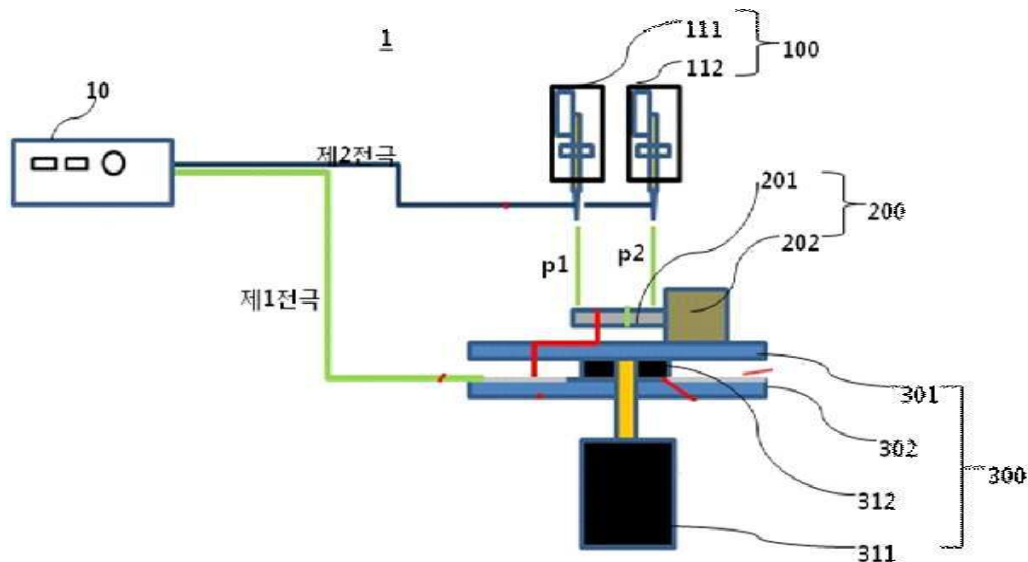
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 멀티 고분자 응집구조체 형성장치

(57) 요약

복수의 고분자를 이용하여 트위스트(twist)된 고분자 응집 구조체를 형성할 수 있는 멀티 고분자 응집구조체 형성장치가 개시된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티 고분자 응집구조체 형성장치는, 제1 고분자를 분사하는 제1 분사부와, 제2 고분자를 분사하는 제2 분사부를 포함하는 고분자 공급부와, 상기 고분자 공급부와 이격되어 위치하고, 상기 제1 및 제2 고분자가 응집되도록 상기 제1 및 제2 고분자를 집적하며, 제1 축을 중심으로 회전하는 고분자 집적부를 포함하는 고분자 가공부와, 상기 고분자 가공부를 지지하고, 제2 축을 중심으로 회전하는 지지부를 포함하되, 상기 고분자 가공부는 상기 지지부 상에서 상기 제2 축을 중심으로 회전한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B81B 1/00 (2013.01)

B81C 1/00023 (2013.01)

B82B 1/001 (2013.01)

B82B 3/0019 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2013R1A1A1004609

부처명 한국연구재단 미래창조부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 일반연구자(신진연구)지원사업

연구과제명 스마트 직조물 개발용 다실구조 마이크로 섬유 의 제조

기 여 율 1/1

주관기관 충남대학교

연구기간 2013.06.01 ~ 2016.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

제1 고분자를 분사하는 제1 분사부와, 제2 고분자를 분사하는 제2 분사부를 포함하는 고분자 공급부;

상기 고분자 공급부와 이격되어 위치하고, 상기 제1 및 제2 고분자가 응집되도록 상기 제1 및 제2 고분자를 집적하며, 제1 축을 중심으로 회전하는 고분자 집적부를 포함하는 고분자 가공부;

상기 고분자 가공부를 지지하고, 제2 축을 중심으로 회전하는 지지부를 포함하되,

상기 고분자 가공부는 상기 지지부 상에서 상기 제2 축을 중심으로 회전하는 멀티 고분자 응집구조체 형성장치.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 제1 고분자는 상기 제1 분사부에서 액상이고, 상기 제2 고분자는 상기 제2 분사부에서 액상인 멀티 고분자 응집구조체 형성장치.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 고분자 집적부는 제1 전극으로 대전되고 상기 제1 분사부 및 제2 분사부는 제2 전극으로 대전되는 멀티 고분자 응집구조체 형성장치.

청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 고분자 집적부는 전도성 봉을 포함하는 멀티 고분자 응집구조체 형성장치.

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 제1 축과 상기 제2 축은 서로 직교하는 멀티 고분자 응집구조체 형성장치.

청구항 6

제5 항에 있어서,

상기 고분자 집적부는 제1 회전 속도로 회전하고, 상기 지지부는 제2 회전 속도로 회전하는 멀티 고분자 응집구조체 형성장치.

청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 제2 회전속도가 상기 제1 회전속도보다 빠른 멀티 고분자 응집구조체 형성장치.

청구항 8

제5 항에 있어서,

상기 제1 고분자 및 제2 고분자는 상기 고분자 집적부에서 상기 제1 회전 및 제2 회전에 의해 트위스트(twist)된 고분자 응집 구조체로 형성되는 멀티 고분자 응집구조체 형성장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 복수의 고분자를 이용하여 응집구조체를 형성하기 위한 장치에 관한 것으로, 보다 구체적으로 복수의 고분자를 이용하여 트위스트(twist)된 고분자 응집 구조체를 형성할 수 있는 멀티 고분자 응집구조체 형성장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 자극 반응성 고분자를 기초로 하는 히드로겔은 스마트한 약물 전달, 센서 및 작동기, 전환 가능한 인터페이스 및 생물 공정된 표면에서 다양한 바이오메디컬 적용을 위해 광범위하게 개발되고 있다. 대량의 히드로겔에서 물리화학적으로 가교결합된 고분자 네트워크는 흥미로운 특성을 나타내므로, 바이오메디컬 이식 및 조직 복구 적용에 유용하게 사용될 수 있다. 특히, 자극 반응성 고분자로 구성된 나노구조체는 높은 표면적의 비율 때문에 외부의 자극에 빠르게 반응하며, 이는 자극-작동되는 약물 방출을 위한 스마트한 약물 전달 저장소 및 조직 공학 지지체를 개발하는데 사용될 수 있다.

[0003] 최근에, 나노 크기에서 이방성 구획을 갖는 나노구조체가 각 구획에 의해 가지는 다중기능성 특성을 갖는 진보된 물질로서 생산되고 있다. 상기 두 개의 구획은 각각이 단일 고분자, 두 개의 고분자의 혼합물 또는 전체적으로 다른 고분자로 구성될 수 있다. 고유의 화학적 특성을 가지는 다양한 고분자가 다양한 산업 및 바이오메디컬 적용에 대한 다방성 나노입자 및 나노섬유를 생성하기 위해 결합된다. 특히, 다양한 약물 치료적 분자 및 무기물 나노입자를 각 구획으로 도입될 수 있다. 이런 나노 크기의 이방성 구조체는 각 구획으로부터 다른 약물 방출 기작을 갖는 다양한 약물 전달 시스템, 조직 공학 지지체, 전환가능한 표면, 및 센서에 잠재적으로 적용될 수 있다.

[0004] 마이크로 및 나노 크기의 이방성을 가지는 고분자 구조체는, 각각의 구획에 동시에 서로 다른 물리적, 화학적 성질을 가질 수 있기 때문에, 새로운 기능성 재료로 부상하였다. 특히, 각각의 구획 내에 서로 다른 광학적, 전기적 또는 자기적 성질을 가지는 두 개의 구획으로 이루어진 마이크로 입자 또는 나노 입자는 빛, 전기, 자기장에 반응하여 역동적으로 전환할 수 있는 잠재적 능력이 있기 때문에 생물의약 기구에 널리 사용될 수 있다.

[0005] 한편 각각의 구획에 서로 다른 생물 리간드를 가지는 두 개의 구획 마이크로섬유 또는 나노섬유는 각각의 구획 표면에 독특한 생물리간드를 가지고 특정 세포주에 대한 강한 접착력을 유도하여 그 구획을 따라 세포가 직접 성장하도록 하고 세포증식을 공간적으로 조절할 수 있기 때문에, 조직공학 스캐폴드로 개발될 수 있다.

[0006] 이방성 구조체는 다중 구획성을 가지기 때문에, 전환 가능 영상 표시 장치, 접점에서의 콜로이드 안정화제, 자가추진 모터, 광학센서 등의 소재로 이용될 수 있다. 반면에, 마이크로 또는 나노 크기의 활성화를 가지는 이방성 구조체에 대한 연구는 많이 이루어지지 않았는데, 이런 구조체는 조직공학, 재생의학 및 약물전달 등의 생물의약 소재로 사용될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 이에, 본 발명자들은 등방성(isotropic) 및 코어-셸(Core-shell) 나노섬유 구조체와는 다른 거동을 나타내는 새로운 나노섬유 구조체를 개발하고자 예의노력한 결과, 복수의 고분자를 이용하여 트위스트(twist)된 고분자 응집 구조체 형성장치를 완성하였다.

[0008] 본 발명은 상기 장치를 제공하는 것으로, 본 발명이 해결하려는 과제는, 복수의 고분자를 이용하여 트위스트(twist)된 고분자 응집 구조체를 형성할 수 있는 멀티 고분자 응집구조체 형성장치를 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명의 해결하려는 과제는 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 해결하려는 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티 고분자 응집구조체 형성장치는, 제1 고분자를 분사하는 제1 분사부와, 제2 고분자를 분사하는 제2 분사부를 포함하는 고분자 공급부와, 상기 고분자 공급부와 이격되어 위치하고, 상기 제1 및 제2 고분자가 응집되도록 상기 제1 및 제2 고분자를 집적하며, 제1 축을 중심으로 회전하는 고분자 집적부를 포함하는 고분자 가공부와, 상기 고분자 가공부를 지지하고, 제2 축을

중심으로 회전하는 지지부를 포함하되, 상기 고분자 가공부는 상기 지지부 상에서 상기 제2 축을 중심으로 회전할 수 있다.

[0011] 상기 제1 고분자는 상기 제1 분사부에서 액상이고, 상기 제2 고분자는 상기 제2 분사부에서 액상이다.

[0012] 상기 고분자 집적부는 제1 전극으로 대전되고 상기 제1 분사부 및 제2 분사부는 제2 전극으로 대전될 수 있다.

[0013] 상기 고분자 집적부는 전도성 봉을 포함할 수 있다.

[0014] 상기 제1 축과 상기 제2 축은 서로 직교할 수 있다.

[0015] 상기 고분자 집적부는 제1 회전 속도로 회전하고, 상기 지지부는 제2 회전 속도로 회전할 수 있다.

[0016] 상기 제2 회전속도가 상기 제1 회전속도보다 빠르다.

[0017] 상기 제1 고분자 및 제2 고분자는 상기 고분자 집적부에서 상기 제1 회전 및 제2 회전에 의해 트위스트(twist)된 고분자 응집 구조체로 형성될 수 있다.

발명의 효과

[0018] 본 발명에 의한 경우, 복수의 고분자를 이용하여 트위스트(twist)된 고분자 응집 구조체를 형성할 수 있는 멀티 고분자 응집구조체 형성장치가 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티 고분자 응집구조체 형성장치이다.

도 2는 멀티 고분자 응집구조체 형성장치의 고분자 집적부와 지지부를 확대한 것이다.

도 3은 본 발명에 의해 제조된 트위스트(twist)된 고분자 응집 구조체의 공초점 형광 레이저 현미경(Confocal Laser Scanning Microscope; CLSM) 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0021] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.

[0022] 이하, 본 발명의 실시예에 따른 멀티 고분자 응집구조체 형성장치를 설명한다.

[0023] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티 고분자 응집구조체 형성장치(1)는 고분자 공급부(100), 고분자 가공부(200), 지지부(300)를 포함할 수 있다.

[0024] 먼저, 고분자 공급부(100)는 제1 고분자(p1)와 제2 고분자(p2)를 저장하고, 이를 고분자 가공부(200) 방향으로 분사한다. 이를 위해, 고분자 공급부(100)는 제1 분사부(111)와 제2 분사부(112)를 포함할 수 있다. 제1 분사부(111)는 제1 고분자(p1)를 저장하고, 이를 고분자 가공부(200)를 향해 분사한다. 제1 분사부(111)와 제2 분사부(112) 각각은 고분자 저장부 및 고분자 저장부와 연결된 주사기(113)를 포함할 수 있다. 주사기(113)는 고분자가 분사되는 말단에 모세관(capillary)을 포함할 수 있다. 주사기(113)를 떠난 고분자는 층류(laminar flow)를 이루며 고분자 가공부(200)에 도달될 수 있다.

[0025] 한편, 제1 고분자(p1) 및 제2 고분자(p2)는 제1 분사부(111) 및 제2 분사부(112)에서 각각 액상으로 저장될 수 있다. 예를들어, 열 반응성 및 생체에 적합한 고분자인 폴리N-이소프로필 아크릴아미드(poly(N-isopropylacrylamide, PNIPAM)는 유기성 및 수용성 용액과 같은 다양한 용액에 용해될 수 있다. 용해된 상기 고

분자는 제1 분사부(111)와 제2 분사부(112)를 떠나 고분자 가공부(200)에 도달하게 되면, 상기 고분자를 용해시킨 유기성 및 수용성 용액은 증발되고, 상기 고분자만이 고분자 가공부(200)에서 집적되거나 응집된다. 즉, 제1 분사부(111)에서 분사된 제1 고분자(p1)와 제2 분사부(112)에서 분사된 제2 고분자(p2)는 분사 초기에 액상 상태이나, 고분자 가공부(200)로 이동되면서 제1 고분자(p1) 및 제2 고분자(p2)를 용해시킨 용매가 증발하면, 제1 고분자(p1)와 제2 고분자(p2)만이 고분자 가공부(200)에서 집적되거나 응집될 수 있다.

- [0026] 고분자 공급부(100)에서 분사된 제1 고분자(p1) 및 제2 고분자(p2)는 층류를 이루며 고분자 가공부(200)로 이동될 수 있다.
- [0027] 고분자 가공부(200)는 고분자 공급부(100)와 이격되어 위치하며, 제1 및 제2 고분자(p1, p2)가 응집되도록 상기 제1 및 제2 고분자(p1, p2)를 집적할 수 있다. 고분자 가공부(200)는 고분자 집적부(201), 제1 구동부(202), 고정부(203)를 포함할 수 있다.
- [0028] 고분자 집적부(201)는 전도성 봉을 포함할 수 있다. 전도성 봉은 전기가 통하는 재질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 전도성 봉은 금속 재질로 형성될 수 있는데, 알루미늄, 철 등으로 형성될 수 있다.
- [0029] 제1 구동부(202)는 고분자 집적부(201)와 일측에서 결합될 수 있다. 제1 구동부(202)는 고분자 집적부(201)를 제1 축을 중심으로 회전시킬 수 있는데, 이를 위해, 제1 구동부(202)는 예를 들어 모터를 포함할 수 있다. 고분자 집적부(201)는 제1 축을 중심으로 제1 방향으로 회전(r1, 도2 참조)할 수 있다. 제1 축은 제1 고분자(p1)와 제2 고분자(p2)의 분사방향과 직교할 수 있다.
- [0030] 한편, 고분자 집적부(201)는 전도성 봉을 포함하여, 전기가 흐를 수 있는데, 이에 의해 고분자 집적부(201)는 제1 전극으로 대전될 수 있다. 이에 반해, 제1 분사부(111) 및 제2 분사부(112)는 제1 전극과 다른 제2 전극으로 대전될 수 있다. 예를 들어, 제1 전극이 (+)이면, 제2 전극은 (-)일 수 있다.
- [0031] 보다 구체적으로, 제1 분사부(111) 및 제2 분사부(112)가 제2 전극으로 대전되면, 제1 분사부(111) 및 제2 분사부(112)에서 분사된 제1 고분자(p1) 및 제2 고분자(p2)도 제2 전극으로 대전될 수 있다. 이때, 고분자 집적부(201)는 제1 전극으로 대전되어 있다. 이에 의해, 제2 전극으로 대전된 제1 고분자(p1) 및 제2 고분자(p2)가 전기적인 인력에 의해 제1 전극으로 대전된 고분자 집적부(201)로 집적될 수 있다.
- [0032] 제1 분사부(111), 제2 분사부(112) 및 고분자 집적부(201)를 대전시키기 위하여 멀티 고분자 응집구조체 형성장치(1)는 전원 공급부(10)를 포함할 수 있다.
- [0033] 한편, 고분자 집적부(201)는 제1 방향으로 회전하면서, 분사된 제1 고분자(p1)와 제2 고분자(p2)를 집적할 수 있다. 이때, 제1 고분자(p1)와 제2 고분자(p2)는 집적되면서 서로 응집되어 응집구조체를 형성할 수 있다.
- [0034] 고분자 집적부(201)는 후술할 지지부(300)에 고정되어 지지될 수 있다. 고분자 집적부(201)는 고정부(203, 도2 참조)에 의해 지지부(300)에 지지될 수 있다. 또한, 지지부(300) 상에 제1 구동부(202)도 지지될 수 있다.
- [0035] 다음으로, 지지부(300)는 고분자 가공부(200)를 지지하고, 고분자 가공부(200)를 제2 축을 중심으로 회전시킨다. 지지부(300)는 제1 판(301), 제2 구동부(311), 제2 판(302), 베어링(312)을 포함할 수 있다.
- [0036] 제1 판(301)은 원형의 판일 수 있다. 제1 판(301) 상에는 고분자 가공부(200)가 지지될 수 있다. 예를 들어, 제1 판(301) 상에는 고분자 집적부(201), 제1 구동부(202), 고정부(203)가 지지될 수 있다.
- [0037] 제1 판(301)은 제2 축을 중심으로 제2 방향으로 회전(r2)될 수 있다. 제2 축은 제1 축과 직교한다. 이에 의해, 제1 회전방향(r1)과 제2 회전방향(r2)는 서로 직교할 수 있다. 한편, 제1 판(301)의 회전에 의해 고분자 가공부(200)의 고분자 집적부(201)는 제1 축을 중심으로 회전하면서 동시에 제2 축을 중심으로 회전하게 된다.
- [0038] 제1 판(301)은 제2 구동부(311)와 연결된다. 제2 구동부(311)는 제1 판(301)을 제2 축을 중심으로 회전시키기 위한 구동장치를 포함할 수 있다. 이를 위해, 제2 구동부(311)는 예를 들어 모터를 포함할 수 있다. 한편, 제1 판(301)의 회전을 보다 원활하게 하기 위하여, 제1 판(301)과 제2 구동부(311) 사이에는 베어링이 위치할 수 있다.
- [0039] 한편, 고분자 집적부(201)는 제1 회전 속도로 회전하고, 제1 판(301)은 제2 회전 속도로 회전할 수 있다. 즉, 고분자 집적부(201)는 제1 축을 중심으로 제1 회전 속도로 회전하고, 제1 판(301)은 제2 축을 중심으로 제2 회전 속도로 회전할 수 있다. 제1 회전 속도와 제2 회전 속도는 서로 다를 수 있다. 보다 구체적으로, 제2 회전 속도가 제1 회전 속도보다 빠를 수 있다. 예를 들어, 제1 회전 속도가 10rpm 내지 100rpm인 경우, 제2 회전 속도는 200rpm 내지 6000rpm일 수 있다. 고분자 집적부(201)는 제1 축을 중심으로 제1 회전 속도로 회전하며 제1

고분자(p1)와 제2 고분자(p2)를 집적하여 고분자 응집구조체로 형성한다. 동시에, 제1 판(301)은 제2 축을 중심으로 제1 회전 속도 보다 빠른 제2 회전 속도로 회전하면서, 고분자 집적부(201)에 형성되는 고분자 응집구조체를 나선형으로 트위스트시킬 수 있다. 이에 의해, 고분자 집적부(201)에는 제1 고분자(p1)과 제2 고분자(p2)에 의해 트위스트(twist)된 고분자 응집 구조체가 형성된다.

[0040] 한편, 제1 회전 속도가 10rpm 미만이면 고분자 응집 구조체 형성시간이 오래 걸려 생산성이나 경제성을 만족하기 어려워질 수 있다. 제1 회전 속도가 100 rpm을 초과하면, 고분자 집적부의 회전속도가 빨라 고분자 응집 구조체의 형성이 어려워질 수 있다.

[0041] 제2 회전 속도가 200rpm 미만이면, 응집 구조체가 트위스트(twist)된 형태로 형성되지 않을 수 있다. 제2 회전 속도가 6000rpm을 초과하면, 제1 판(301)의 회전속도가 빨라져, 파이버(fiber) 형태로 형성된 응집 구조체가 끊어질 수 있다. 이에 의해, 연속적으로 트위스트(twist)된 고분자 응집 구조체를 형성하기 어려울 수 있다.

[0042] 이하, 본 발명을 실시예를 통하여 보다 상세히 설명하나, 본 발명의 범위가 하기 실시예로 한정되는 것은 아니다.

[0043] 1. 고분자 용액의 제조

[0044] 1) 제1 고분자 용액의 제조

[0045] 폴리N-이소프로필 아크릴아미드(poly(N-isopropylacrylamide, PNIPAM)(Sigma-Aldrich) 1g를 30℃의 온도 분위기에서 클로로포름(chloroform)과 디메틸포름아미드(dimethylformamide, DMF)를 95:5의 비율로 혼합한 용매에 용해시켜, 제1 고분자 용액을 제조하였다.

[0046] 2) 제2 고분자 용액의 제조

[0047] N-이소프로필 아크릴아미드(N-isopropylacrylamide, NIPAM)(Sigma-Aldrich) 0.009mol과 글리시딜메타크릴레이트(glycidylmethacrylate, GMA) (Sigma-Aldrich) 0.001mol을 용매 테트라하이드로퓨란(tetrahydrofuran, THF) (Sigma-Aldrich)에 용해시켰다. 계속해서, 아조비스(이소부티라이트릴)(azobis(isobutyronitrile), AIBN) (Sigma-Aldrich)을 개시제로 투입하여 60℃의 온도 분위기에서 6시간 반응시켜 고분자를 합성하였다.

[0048] 2. 고분자 응집 구조체 형성

[0049] 상기 제조된 제1 고분자 용액을 제1 분사부에 주입하고, 제2 고분자 용액을 제2 분사부에 주입하였다. 제1 분사부로는 18G의 니들(needle)이 사용되었고, 제2 분사부로는 25G의 니들(needle)이 사용되었다.

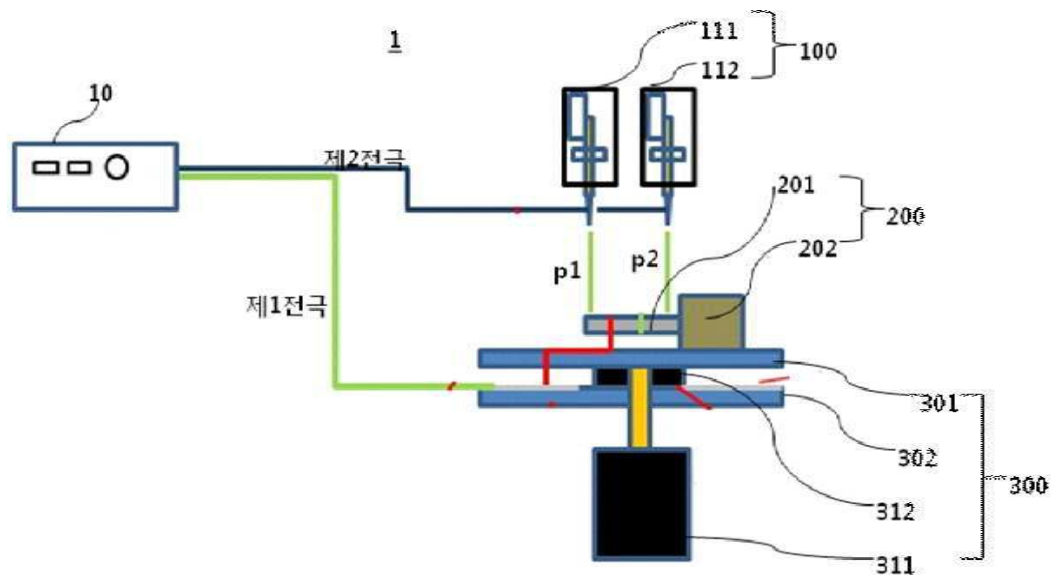
[0050] 제1 및 제2 분사부와 10~15cm 이격된 고분자 집적부에 제1 고분자와 제2 고분자를 분사하였다. 이때, 제1 및 제2 분사부는 (+) 전극으로, 고분자 집적부는 (-) 전극으로 대전시켰다. 제1 고분자는 0.03~0.05ml/hl의 유속으로, 제2 고분자는 0.01ml/hr의 유속으로 분사시켰다. 고분자 집적부는 제1 축을 중심으로 50rpm의 회전속도로 회전하였고, 제1 판은 제2 축을 중심으로 2000rpm의 회전속도로 회전하였다. 즉, 고분자 집적부는 제1 축을 중심으로 50rpm의 속도로 회전하고, 제1 축과 직교하는 제2 축을 중심으로 2000rpm의 속도로 회전하였다. 제1 고분자 및 제2 고분자는 고분자 집적부에서 트위스트(twist)된 고분자 응집 구조체로 형성되었다.

[0051] 도 3은 본 발명에 의해 제조된 트위스트(twist)된 고분자 응집 구조체의 공초점 형광 레이저 현미경(Confocal Laser Scanning Microscope; CLSM) 사진이다. 도 3를 참조하면 제1 및 제2 고분자로 형성된 트위스트(twist)된 고분자 응집 구조체는 전체적으로 외측이 나선형인 파이버구조로 형성됨을 알 수 있었다.

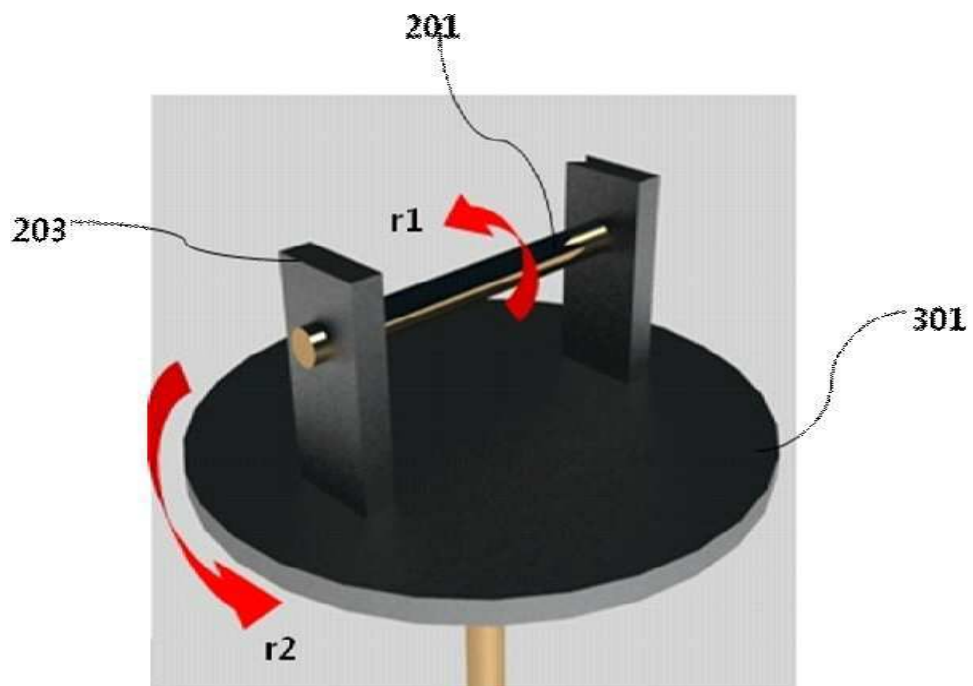
[0052] 이상 본 발명의 실시예들을 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 제조될 수 있으며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

도면

도면1



도면2



도면3

