



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0059079  
(43) 공개일자 2017년05월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C08J 3/12 (2006.01) C08L 101/00 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
C08J 3/126 (2013.01)  
C08L 101/00 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2015-0162918  
(22) 출원일자 2015년11월20일  
심사청구일자 2015년11월20일

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

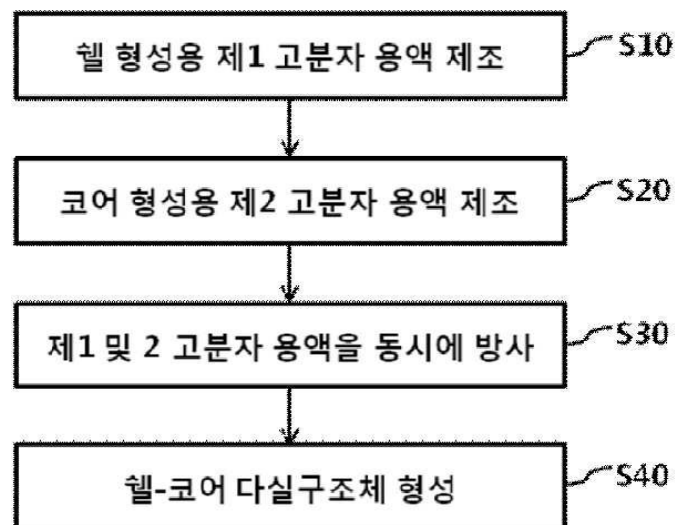
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 다실구조체의 제조 방법

### (57) 요약

셸(shell)과 상기 셸로 둘러싸인 코어(core)를 포함하는 다실구조체의 제조 방법이 개시된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 다실구조체의 제조 방법은, 상기 셸(shell)용 제1 고분자가 용해된 제1 고분자 용액을 제조하는 단계와, 상기 코어(core)용 제2 고분자가 용해된 제2 고분자 용액을 제조하는 단계와, 상기 제1 고분자 용액과 제2 고분자 용액을 전기 방사법으로 동시에 방사하여 상기 제1 고분자가 상기 제2 고분자를 감싸는 셸-코어 다실구조체를 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



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

셸(shell)과 상기 셸로 둘러싸인 코어(core)를 포함하는 다실구조체의 제조 방법에 있어서,

상기 셸(shell)용 제1 고분자가 용해된 제1 고분자 용액을 제조하는 단계;

상기 코어(core)용 제2 고분자가 용해된 제2 고분자 용액을 제조하는 단계;

상기 제1 고분자 용액과 제2 고분자 용액을 전기 방사방법으로 동시에 방사하여 상기 제1 고분자가 상기 제2 고분자를 감싸는 셸-코어 다실구조체를 형성하는 단계를 포함하는, 다실구조체의 제조 방법.

#### 청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 제1 고분자는 PLGA(poly(lactic- co -glycolic acid)) 폴리아크릴아미드(PAM), 폴리아크릴로니트릴(PAN), 폴리에틸렌옥사이드(PEO), 폴리비닐아세테이트(PVAc) 및 폴리카프로락톤(PCL)으로 이루어진 그룹에서 선택된 적어도 어느 하나인 다실구조체의 제조 방법.

#### 청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 제2 고분자는 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리(N-이소프로필 아크릴아미드), 폴리(p-크실릴렌), 폴리비닐리덴 할라이드, 폴리에스테르, 폴리에테르, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리(에틸렌/프로필렌)(EPDM), 폴리올레핀, 폴리카보네이트, 폴리우레탄, 폴리카복실산, 폴리술폰산, 술포이트화 폴리사카라이드, 폴리락타이드, 폴리글리코사이드, 폴리아미드, 폴리(알킬)스티렌, 폴리아크릴로니트릴, 폴리아크릴아미드, 폴리이미드, 폴리페닐렌, 폴리실록산, 폴리벤즈이미다졸, 폴리벤조티아졸, 폴리옥사졸, 폴리술폰아이드, 폴리에스테르아미드, 폴리아릴렌비닐렌, 폴리에테르 케톤, 폴리우레탄, 폴리(알킬)아크릴레이트, 폴리(알킬)메타크릴레이트, 폴리히드록시메틸 메타크릴레이트, 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리부틸렌 테레프탈레이트, 폴리메타크릴로니트릴, 폴리비닐 아세테이트, 폴리이소프렌, 폴리부타디엔, 폴리테트라플루오로에틸렌 및  $\alpha$ -올레핀의 단독중합체 또는 공중합체로 이루어진 그룹에서 선택된 적어도 어느 하나인 다실구조체의 제조 방법.

#### 청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 제1 고분자 용액은 제1 분사부를 통해 방사되고, 상기 제2 고분자 용액은 제2 분사부를 통해 방사되는 다실구조체의 제조 방법.

#### 청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 제1 분사부와 상기 제2 분사부는 서로 분리된 다실구조체의 제조 방법.

#### 청구항 6

제5 항에 있어서,

상기 제1 분사부에서 방사된 제1 고분자 용액과, 상기 제2 분사부에서 방사된 제2 고분자 용액이 한 곳에서 집적되는 다실구조체의 제조 방법.

#### 청구항 7

제1 항에 있어서,

상기 다실구조체는 실린더 형태 또는 파티클 형태인 다실구조체의 제조 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 셸(shell)과 상기 셸로 둘러싸인 코어(core)를 포함하는 다실구조체의 제조 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로 복수의 고분자를 동시에 방사하여 셸과 코어를 동시에 형성하고, 이를 통해 상기 셸과 코어를 포함하는 다실구조체를 제조하는 방법에 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 셸과 코어를 포함하는 고분자가 응집된 다실구조체의 제조 방법을 완성하였다.

[0008] 본 발명은 상기 제조 방법을 제공하는 것으로, 본 발명이 해결하려는 과제는, 복수의 고분자를 이용하여 셸과 상기 셸로 둘러싸인 코어를 포함하는 다실구조체의 제조 방법을 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 셸(shell)과 상기 셸로 둘러싸인 코어

(core)를 포함하는 다실구조체의 제조 방법은, 상기 셸(shell)용 제1 고분자가 용해된 제1 고분자 용액을 제조하는 단계와, 상기 코어(core)용 제2 고분자가 용해된 제2 고분자 용액을 제조하는 단계와, 상기 제1 고분자 용액과 제2 고분자 용액을 전기 방사법으로 동시에 방사하여 상기 제1 고분자가 상기 제2 고분자를 감싸는 셸-코어 다실구조체를 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 상기 제1 고분자는 PLGA(poly(lactic- co -glycolic acid)) 폴리아크릴아미드(PAM), 폴리아크릴로니트릴(PAN), 폴리에틸렌옥사이드(PEO), 폴리비닐아세테이트(PVAc) 및 폴리카프로락톤(PCL)으로 이루어진 그룹에서 선택된 적어도 어느 하나일 수 있다.

[0012] 상기 제2 고분자는 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리(N-이소프로필 아크릴아미드), 폴리(p-크실릴렌), 폴리비닐리덴 할라이드, 폴리에스테르, 폴리에테르, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리(에틸렌/프로필렌)(EPDM), 폴리올레핀, 폴리카보네이트, 폴리우레탄, 폴리카복실산, 폴리술폰산, 술페이트화 폴리사카라이드, 폴리락타이드, 폴리글리코사이드, 폴리아미드, 폴리(알킬)스티렌, 폴리아크릴로니트릴, 폴리아크릴아미드, 폴리이미드, 폴리페닐렌, 폴리실록산, 폴리벤즈이미다졸, 폴리벤조티아졸, 폴리옥사졸, 폴리술파이드, 폴리에스테르아미드, 폴리아릴렌비닐렌, 폴리에테르 케톤, 폴리우레탄, 폴리(알킬)아크릴레이트, 폴리(알킬)메타크릴레이트, 폴리히드록시메틸 메타크릴레이트, 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리부틸렌 테레프탈레이트, 폴리메타크릴로니트릴, 폴리비닐 아세테이트, 폴리이소프렌, 폴리부타디엔, 폴리테트라플루오로에틸렌 및  $\alpha$ -올레핀의 단독중합체 또는 공중합체로 이루어진 그룹에서 선택된 적어도 어느 하나일 수 있다.

[0013] 상기 제1 고분자 용액은 제1 분사부를 통해 방사되고, 상기 제2 고분자 용액은 제2 분사부를 통해 방사될 수 있다.

[0014] 상기 제1 분사부와 상기 제2 분사부는 서로 분리될 수 있다.

[0015] 상기 제1 분사부에서 방사된 제1 고분자 용액과, 상기 제2 분사부에서 방사된 제2 고분자 용액이 한 곳에서 집적될 수 있다.

[0016] 상기 다실구조체는 실린더 형태 또는 파티클 형태일 수 있다.

### 발명의 효과

[0017] 본 발명에 의할 경우, 셸(shell)과 상기 셸로 둘러싸인 코어(core)를 동시에 형성하고, 이를 포함하는 다실구조체의 제조 방법이 제공된다.

### 도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 다실구조체의 제조 방법을 나타낸 순서도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 다실구조체 제조 장치를 나타낸 것이다.

도 3은 다실구조체의 제조 장치의 고분자 집적부와 지지부를 확대한 것이다.

도 4는 셸과 코어를 포함하는 다실구조체의 제조 과정을 나타낸 것이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따라 제조된 다실구조체의 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope; SEM) 사진이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 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.

[0020] 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.

- [0021] 이하, 본 발명의 일 실시예에 따른 다실구조체의 제조 방법을 설명한다.
- [0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 다실구조체의 제조 방법을 나타낸 순서도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 다실구조체 제조 장치를 나타내고, 도 3은 다실구조체의 제조 장치의 고분자 집적부와 지지부를 확대한 것이다.
- [0023] 먼저, 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 다실구조체의 제조 방법은, 셸(shell)용 제1 고분자가 용해된 제1 고분자 용액을 제조하고(S10), 코어(core)용 제2 고분자가 용해된 제2 고분자 용액을 제조하고(S20), 상기 제1 고분자 용액과 제2 고분자 용액을 전기 방사방법으로 동시에 방사하고(S30), 상기 방사를 통해 상기 제1 고분자가 상기 제2 고분자를 감싸는 셸-코어 다실구조체를 형성(S40)하는 단계를 포함할 수 있다. 여기서, 다실구조체는 셸(shell)과 상기 셸로 둘러싸인 코어(core)를 포함할 수 있다. 상술한 방법으로 다실구조체를 제조하기 위하여, 예를 들어, 도 2의 다실구조체의 제조 장치(1)를 이용하여 상술한 제조 방법을 통해 다실구조체를 제조할 수 있다. 도 2를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 다실구조체의 제조 방법에 이용되는 다실구조체 제조 장치(1)를 설명한다.
- [0024] 도 2를 참조하면, 다실구조체 제조 장치(1)는 고분자 공급부(100), 고분자 가공부(200), 지지부(300)를 포함할 수 있다.
- [0025] 고분자 공급부(100)는 제1 고분자 용액(p1)과 제2 고분자 용액(p2)을 저장하고, 이를 고분자 가공부(200)의 방향으로 방사할 수 있다. 이를 위해, 고분자 공급부(100)는 제1 분사부(111)와 제2 분사부(112)를 포함할 수 있다. 제1 분사부(111)는 제1 고분자 용액(p1)을 저장하고, 이를 고분자 가공부(200)를 향해 방사한다. 또한, 제2 분사부(112)는 제2 고분자 용액(p2)을 저장하고, 이를 고분자 가공부(200)를 향해 방사한다. 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. 또한, 제1 분사부(111)와 제2 분사부(112)는 서로 분리되어 위치할 수 있다. 이에 의해, 제1 고분자 용액(p1)과 제2 고분자 용액(p2)은 서로 다른 위치에서 동시에 방사될 수 있다.
- [0026] 한편, 제1 고분자 용액(p1) 및 제2 고분자 용액(p2)은 제1 분사부(111) 및 제2 분사부(112)에서 각각 액상으로 저장될 수 있다. 예를 들어, 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 고분자는 제1 분사부(111) 또는 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 용액(p1) 또는 제2 분사부(112)에서 분사된 제2 고분자(p2)는 분사 초기에 액상 상태이나, 고분자 가공부(200)로 이동되면서 제1 고분자 또는 제2 고분자를 용해시킨 용매가 증발하면, 제1 고분자 또는 제2 고분자만이 고분자 가공부(200)에서 집적되거나 응집될 수 있다.
- [0027] 고분자 공급부(100)에서 분사된 제1 고분자 용액(p1) 및 제2 고분자 용액(p2)은, 예를 들어 층류를 이루며 고분자 가공부(200)로 이동될 수 있다.
- [0028] 고분자 가공부(200)는 고분자 공급부(100)와 이격되어 위치하며, 제1 및 제2 고분자 용액(p1, p2)이 응집되도록 상기 제1 및 제2 고분자 용액(p1, p2)을 집적할 수 있다. 고분자 가공부(200)는 고분자 집적부(201), 제1 구동부(202), 고정부(203)를 포함할 수 있다.
- [0029] 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.
- [0030] 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 용액(p1)과 제2 고분자 용액(p2)의 방사방향과 직교할 수 있다.
- [0031] 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.
- [0032] 제1 분사부(111), 제2 분사부(112) 및 고분자 집적부(201)를 대전시키기 위하여 멀티 고분자 응집구조체 형성장

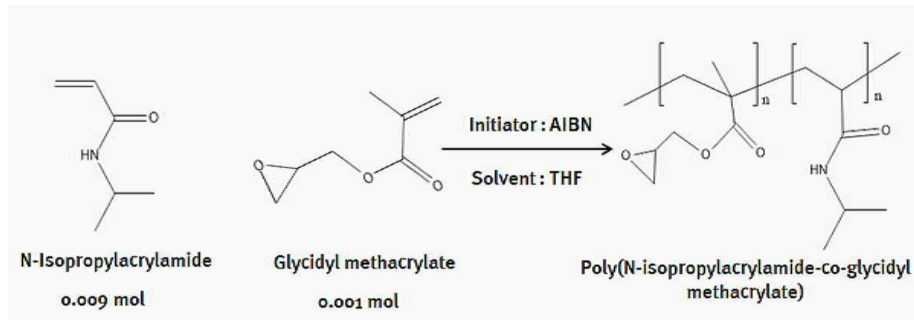
치(1)는 전원 공급부(10)를 포함할 수 있다.

- [0033] 한편, 고분자 집적부(201)는 제1 방향으로 회전하면서, 분사된 제1 고분자 용액(p1)과 제2 고분자 용액(p2)을 집적할 수 있다. 이때, 제1 고분자 용액(p1)과 제2 고분자 용액(p2)은 집적되면서 서로 응집되어 응집구조체를 형성할 수 있다.
- [0034] 계속해서, 상술한 다실구조체 제조 장치(1)를 이용하여 본 발명의 일 실시예에 따른 다실구조체의 제조 방법을 설명한다.
- [0035] 먼저, 셸(shell)용 제1 고분자가 용해된 제1 고분자 용액을 제조한다(S10). 셸은 다실구조체의 외관을 이룬다. 셸은 제1 고분자로 형성될 수 있는데, 전기 방사법에 의해 형성될 수 있도록, 제1 고분자를 용해시켜 제1 고분자 용액(p1)을 형성한다. 즉, 가공성 향상을 위해, 제1 고분자를 제1 고분자 용액으로 형성한다.
- [0036] 셸(shell)을 형성하기 위한 제1 고분자는 PLGA(poly(lactic- co -glycolic acid)) 폴리아크릴아미드(PAM), 폴리아크릴로니트릴(PAN), 폴리에틸렌옥사이드(PEO), 폴리비닐아세테이트(PVAc) 및 폴리카프로락톤(PCL)으로 이루어진 그룹에서 선택된 적어도 어느 하나일 수 있다.
- [0037] 상기 제1 고분자를 용해하기 위한 용매로는 N,N-디메틸포름아미드(DMF), 클로로포름, 아세톤, 테트라하이드로퓨란(THF), 에탄올, 물 등의 극성 용매, 헥산, 톨루엔 등 탄화수소계 비극성인 용매에 이르기 까지 다양한 용매의 사용이 가능하며, 이들을 단독 또는 혼합하여 사용할 수 있다.
- [0038] 다음으로, 코어(core)용 제2 고분자가 용해된 제2 고분자 용액을 제조한다(S20). S10단계와 S20단계는 서로 순서가 바뀌어도 상관없다. 또한, S10단계와 S20단계는 동시에 진행될 수도 있다.
- [0039] 코어는 다실구조체의 중심을 이룬다. 코어는 제2 고분자로 형성될 수 있는데, 전기 방사법에 의해 형성될 수 있도록, 제2 고분자를 용해시켜 제2 고분자 용액(p2)을 형성한다. 즉, 가공성 향상을 위해, 제2 고분자를 제2 고분자 용액으로 형성한다.
- [0040] 코어(core)를 형성하기 위한 제2 고분자는 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리(N-이소프로필 아크릴아미드), 폴리(p-크실릴렌), 폴리비닐리덴 할라이드, 폴리에스테르, 폴리에테르, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리(에틸렌/프로필렌)(EPDM), 폴리올레핀, 폴리카보네이트, 폴리우레탄, 폴리카복실산, 폴리술폰산, 술페이트화 폴리사카라이드, 폴리락타이드, 폴리글리코사이드, 폴리아미드, 폴리(알킬)스티렌, 폴리아크릴로니트릴, 폴리아크릴아미드, 폴리이미드, 폴리페닐렌, 폴리실록산, 폴리벤즈이미다졸, 폴리벤조티아졸, 폴리옥사졸, 폴리술폰아이드, 폴리에스테르아미드, 폴리아릴렌비닐렌, 폴리에테르 케톤, 폴리우레탄, 폴리(알킬)아크릴레이트, 폴리(알킬)메타크릴레이트, 폴리히드록시에틸 메타크릴레이트, 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리부틸렌 테레프탈레이트, 폴리메타크릴로니트릴, 폴리비닐 아세테이트, 폴리이소프렌, 폴리부타디엔, 폴리테트라플루오로에틸렌 및 α-올레핀의 단독중합체 또는 공중합체로 이루어진 그룹에서 선택된 적어도 어느 하나일 수 있다.
- [0041] 상기 제2 고분자를 용해하기 위한 용매로는 N,N-디메틸포름아미드(DMF), 클로로포름, 아세톤, 테트라하이드로퓨란(THF), 에탄올, 물 등의 극성 용매, 헥산, 톨루엔 등 탄화수소계 비극성인 용매에 이르기 까지 다양한 용매의 사용이 가능하며, 이들을 단독 또는 혼합하여 사용할 수 있다.
- [0042] 다음으로, 제1 고분자 용액(p1)과 제2 고분자 용액(p2)을 전기방사법을 이용하여 동시에 방사한다(S30). 이때, 상술한 다실구조체 제조 장치를 이용하여 방사할 수 있다. 동시에 방사하여, 셸과 코어를 포함하는 다실구조체를 형성할 수 있다(S40). 여기서, 셸은 제1 고분자로, 코어는 제2 고분자로 형성된다. 즉, 제1 고분자가 제2 고분자를 감싸는 셸-코어 다실구조체가 형성된다.
- [0043] 한편, 본 발명에 의한 경우, 셸-코어를 동시에 형성할 수 있어 다실구조체 제조가 기존의 방법에 비해 수월해질 수 있다. 또한, 다양한 형태의 다실구조체를 형성할 수 있다. 예를들어, 작업자가 실린더 형태 또는 파티클 형태의 다실구조체를 용이하게 제조할 수 있다.
- [0044] 이하 본 발명에 따르는 실시예를 통하여 본 발명을 보다 상세히 설명하나, 본 발명의 범위가 하기 제시된 실시예에 의하여 제한되는 것은 아니다.
- [0045] **실시예**
- [0046] 1. 셸 용액 및 코어 용액의 제조
- [0047] 셸(Shell)에 사용되는 고분자로 PLGA(poly(lactic- co -glycolic acid))를 사용하였고, 클로로포름

(chloroform)과 N,N-디메틸포름아미드(DMF)을 95:5의 비율로 혼합하여 용매로 사용하였다. PLGA가 30wt%만큼 함유된 셸 형성용 고분자 용액을 제조하였다.

[0048] 코어에 사용되는 고분자를 다음과 같이 중합하였다.

[0049] [화학식 1]



[0050]

[0051] 즉, N-이소프로필아크릴아미드(N-Isopropylacrylamide; NIPAM)과 글리시딜 메타크릴레이트(Glycidyl methacrylate; GMA)를 9:1의 비율로 혼합하고, 용매인 테트라하이드로퓨란(THF)에 녹였다. 이때, 중합 개시제로 아조비스이소부티로니트릴(Azobisisobutyronitrile; AIBN)이 첨가되었다. 60 °C에서 6시간 반응시켜 폴리(N-이소프로필 아크릴아미드)(poly(N- Isopropylacrylamide); PNIPAM)을 최종적으로 형성하였다. 반응후, 에테르(ether)를 이용하여 단량체와 올리고머를 제거하였다. 이에 의해, 폴리(N-이소프로필 아크릴아미드)(poly(N-Isopropylacrylamide); PNIPAM)이 테트라하이드로퓨란(THF)에 용해된 코어 형성용 고분자 용액을 제조하였다.

[0052] 2. 다실구조체의 제조

[0053] 도 4에 도시된 바와 같이, 상기 제조된 셸 형성용 고분자 용액과 코어 형성용 고분자 용액 각각을 서로 다른 needle에 주입하여 방사하였다.

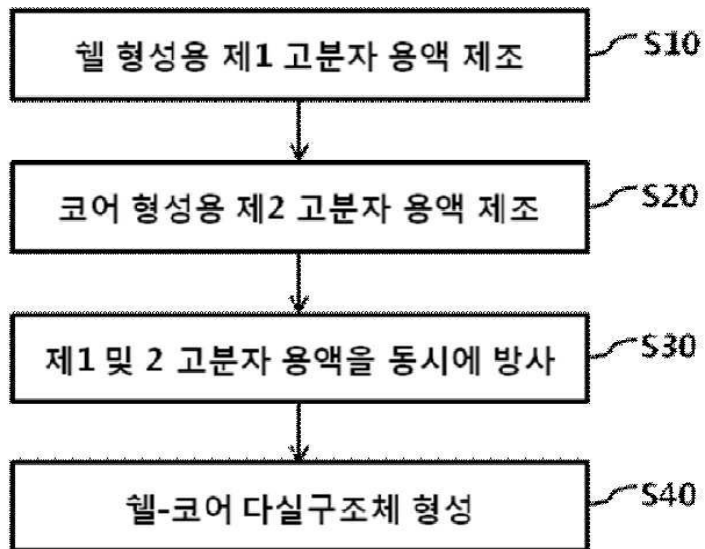
[0054] 이때, 전기 방사 전압은 13.5kV였고, 상기 needle에서 셸 형성용 고분자 용액과 코어 형성용 고분자 용액이 집적되는 곳까지의 거리는 10 내지 15cm였다. 또한, 셸 형성용 고분자 용액은 0.03~0.05ml/hr의 유량(flow rate)으로 방사되었고, 코어 형성용 고분자 용액은 0.01ml/hr의 유량(flow rate)으로 방사되었다.

[0055] 상기와 같은 방법에 의해 제조된 다실구조체의 SEM 사진을 도 5에 나타내었다. 도 5의 (a)는 실린더 형태의 다실구조체이고, 도 5의 (b)는 파티클 형태의 다실구조체이다. 도 5에서 알 수 있듯이, 본 발명에 의할 경우, 다양한 셸과 코어를 동시에 형성할 수 있고, 다양한 형태의 다실구조체를 용이하게 형성할 수 있음을 알 수 있다.

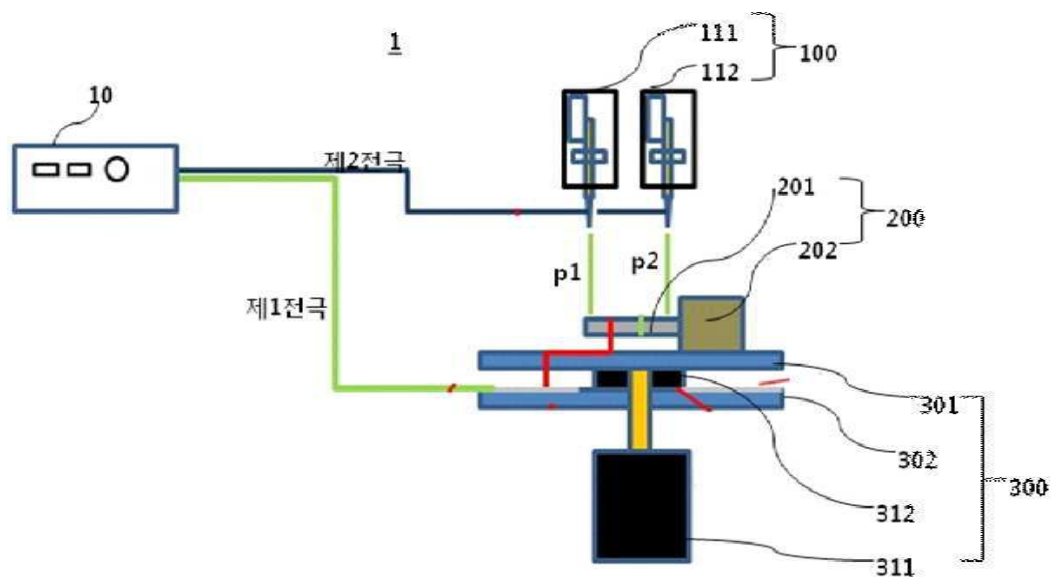
[0056] 이상 본 발명의 실시예들을 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 제조될 수 있으며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

도면

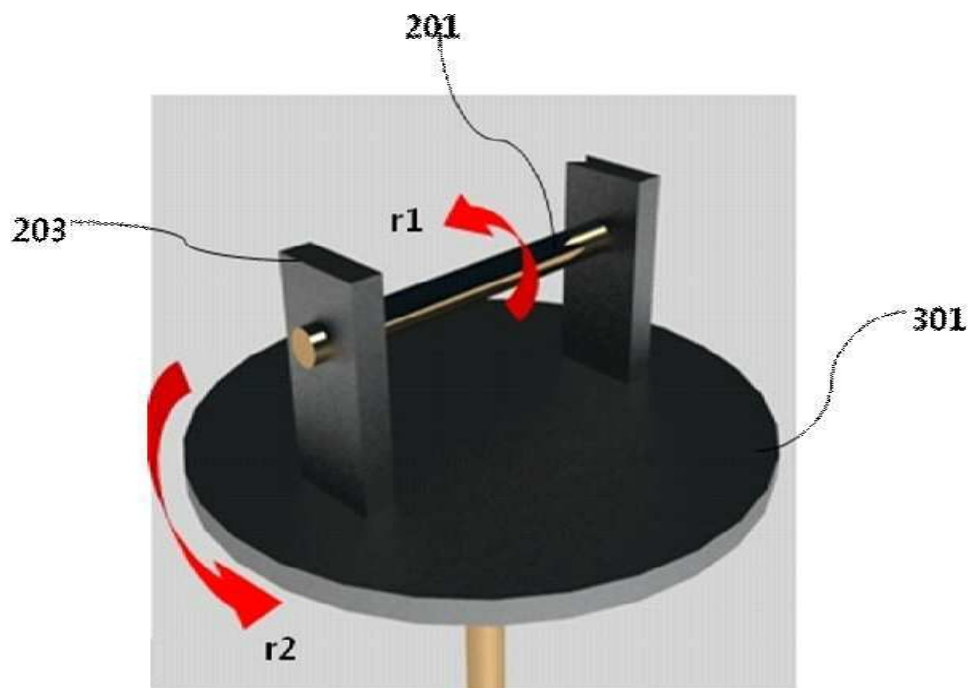
도면1



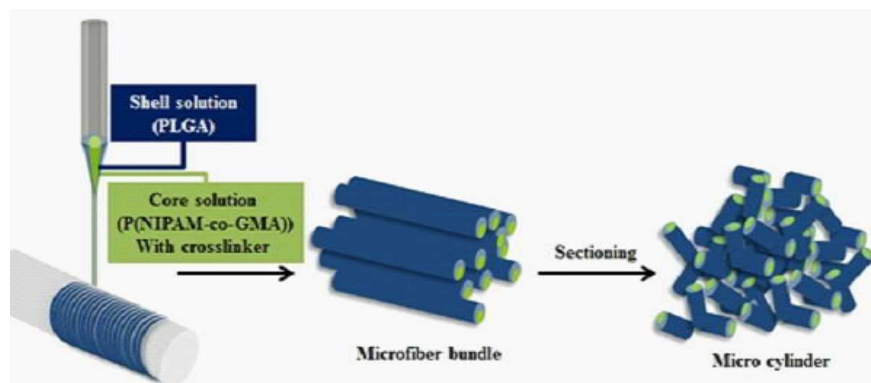
도면2



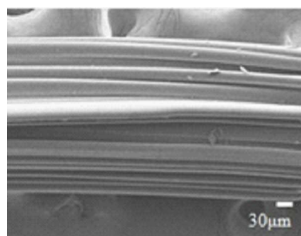
도면3



도면4



도면5a



도면5b

