



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0047395
(43) 공개일자 2020년05월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
D01F 9/04 (2006.01)

(52) CPC특허분류
D01F 9/04 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0132669

(22) 출원일자 2019년10월24일

심사청구일자 2019년10월24일

(30) 우선권주장
1020180128868 2018년10월26일 대한민국(KR)

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단

인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)

(72) 발명자

허윤석

인천광역시 연수구 해돋이로84번길 30, 101동 1002호 (송도동, 송도금호어울림아파트)

강성민

대전광역시 동구 성남로 15, 102동 1701호 (성남동, 스마트뷰아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김순웅

전체 청구항 수 : 총 6 항

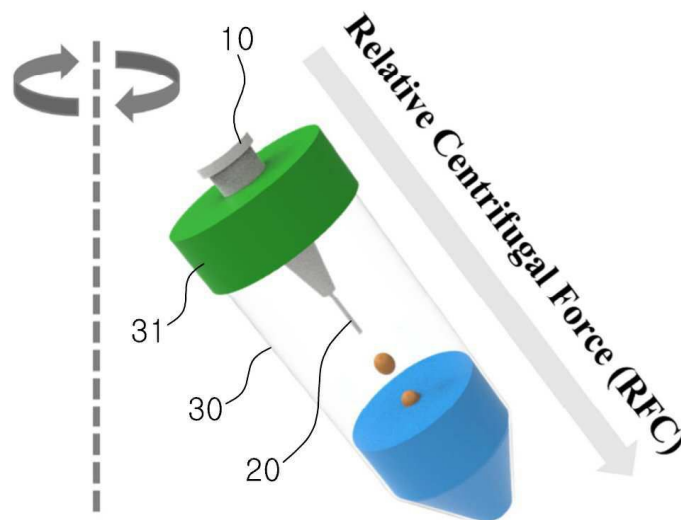
(54) 발명의 명칭 원심 미세유체 반응기

(57) 요약

본 발명에 따른 원심 미세유체 반응기는 알지네이트 유체가 주입되는 주입부; 상단이 상기 주입부에 연결되고, 주사침 형태인 미세채널; 및 상기 미세채널의 하측에 칼슘 이온을 포함하는 수용액이 수용되어 알지네이트 가교가 이루어지는 가교부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명에 따른 원심 미세유체 반응기는 간단한 구조로 제작이 용이하고, 단시간 내에 미세입자 또는 미세섬유의 대량 생산이 가능하다는 장점이 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

김우식

서울특별시 송파구 오금로32길 10, 2동 106호(송파동, 미성맨션)

박범준

서울특별시 관악구 복은길 132, 202호 (신림동, 태청빌라)

오철우

경상남도 창원시 의창구 창이대로205번길 21, 1층 (봉곡동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2014R1A5A1009799

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 집단연구지원(R&D)

연구과제명 결정 기능화 공정기술 센터

기 여 율 1/1

주관기관 경희대학교(국제캠퍼스)

연구기간 2014.05.01 ~ 2018.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

알지네이트 유체가 주입되는 주입부;

상단이 상기 주입부에 연결되고, 주사침 형태인 미세채널; 및

상기 미세채널의 하측에 칼슘 이온을 포함하는 수용액이 수용되어 알지네이트 가교가 이루어지는 가교부를 포함하는 것을 특징으로 하는 원심 미세유체 반응기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 주입부는 적어도 두 개 이상이 구비되어 서로 다른 알지네이트 유체가 주입되고,

상기 미세채널은 적어도 두 개 이상이 구비되어 상단이 상기 적어도 두 개 이상의 주입부 각각에 연결되는 것을 특징으로 하는 원심 미세유체 반응기.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 적어도 두 개 이상의 미세채널은 서로 일직선으로 정렬되게 접합된 정렬부를 포함하는 것을 특징으로 하는 원심 미세유체 반응기.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 정렬부의 하단으로부터 상기 가교부에 수용된 수용액의 상면까지의 길이는 1cm 이하인 것을 특징으로 하는 원심 미세유체 반응기.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 주입부는 적어도 두 개 이상이 구비되어 길이 방향으로 중첩되게 배치되고,

상기 미세채널의 하단은 중첩되게 배치된 상기 주입부를 관통하여 상기 수용액을 향하도록 배치된 것을 특징으로 하는 원심 미세유체 반응기.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가교부는,

상기 주입부가 고정된 캡이 스크류 방식으로 상단에 체결되는 콜렉션 튜브로 구성되고,

상기 콜렉션 튜브는 원심 분리기에 장착되어 원심력이 가해지는 것을 특징으로 하는 원심 미세유체 반응기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 원심 미세유체 반응기에 관한 것으로, 구체적으로는 간단한 구조로 제작이 용이하고, 단시간 내에 미세입자 또는 미세섬유의 대량 생산이 가능한 원심 미세유체 반응기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 마이크로 미세입자는 화학, 의료, 센서, 나노소재 합성, 바이오 물질분석 등 다양한 연구 및 산업분야로 응용되고 있는 추세이다. 특히, 약물전달 시스템에서 마이크로 미세입자의 제조 및 이를 통한 형상제어는 외부로 약물 방출을 위해 필요한 고유성질을 부여할 수 있으며 다양한 합성법을 통해 시도되고 있는 분야이다.

[0003] 마이크로 미세입자를 제조하기 위한 미세유체 반응기는 수십 내지 수백 마이크로미터의 채널 크기를 갖는 장치를 이용함으로써 소량의 시약을 사용해 반응시간의 단축, 빠른 물질 및 열전달, 그리고 초고속 대량 스크리닝 등 미세환경 내에서 이루어지는 유용한 장점을 기반으로 다양한 분야에 사용되고 있다.

[0004] 일반적으로 미세유체 반응기 내에서 유체흐름을 유도하기 위해서는 외부의 구동력을 필요로 하며, 이를 위해 중력, 모세관력, 그리고 외부 펌프구동을 통한 외부압력을 이용해 유체 흐름을 유도하고 미세 반응기를 작동시킨다.

[0005] 하지만 앞서 서술한 방법들은 미세입자 합성을 위해 장시간 동안 생성 조건을 마련해야 하고, 합성시간 및 미세 반응기 제작을 위한 복잡한 제조공정을 필요로 하며, 연구실 내에서 이루어지는 독립된 기술에 의해 수행되기 때문에 대중성이 현저하게 낮다는 문제점이 있다.

[0006] 한편, 종래에 제조되는 미세입자의 주된 성분으로 하이드로겔을 사용하고 있으며, 특히, 알긴산은 그물망 구조를 갖는 고형의 하이드로겔을 제조함에 있어 대표적인 천연고분자로 사용된다. 이러한 알긴산은 해조류에서 추출된 다당류의 일종이고, 친환경 고분자이며, 2가 양이온과의 가교결합을 통해 고형화시켜 다양한 산업적 응용이 이루어지고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 공개특허공보 제10-2011-0094553호(2011.08.24.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 전술한 종래의 제반 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 간단한 구조로 제작이 용이하고, 단시간 내에 미세입자 또는 미세섬유의 대량 생산이 가능한 원심 미세유체 반응기를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은 알지네이트 유체가 주입되는 주입부; 상단이 상기 주입부에 연결되고, 주사침 형태인 미세채널; 및 상기 미세채널의 하측에 칼슘 이온을 포함하는 수용액이 수용되어 알지네이트 가교가 이루어지는 가교부를 포함하는 것을 특징으로 하는 원심 미세유체 반응기를 제공한다.

[0010] 여기서, 상기 주입부는 적어도 두 개 이상이 구비되어 서로 다른 알지네이트 유체가 주입되고, 상기 미세채널은 적어도 두 개 이상이 구비되어 상단이 상기 적어도 두 개 이상의 주입부 각각에 연결되는 것을 특징으로 한다.

[0011] 이때, 상기 적어도 두 개 이상의 미세채널은 서로 일직선으로 정렬되게 접합된 정렬부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

- [0012] 또한, 상기 정렬부의 하단으로부터 상기 가교부에 수용된 수용액의 상면까지의 길이는 1cm 이하인 것을 특징으로 한다.
- [0013] 한편, 상기 주입부는 적어도 두 개 이상이 구비되어 길이 방향으로 중첩되게 배치되고, 상기 미세채널의 하단은 중첩되게 배치된 상기 주입부를 관통하여 상기 수용액을 향하도록 배치된 것을 특징으로 한다.
- [0014] 한편, 상기 가교부는, 상기 주입부가 고정된 캡이 스크류 방식으로 상단에 체결되는 콜렉션 튜브로 구성되고, 상기 콜렉션 튜브는 원심 분리기에 장착되어 원심력이 가해지는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0015] 본 발명에 따른 원심 미세유체 반응기는 시중에서 쉽게 구할 수 있는 부품들을 활용하여 제작이 가능하기 때문에, 제작 비용이 저렴하고, 기존의 미세유체 칩에서 기술력이 요구되는 기관과 미세유체 고분자 칩의 외부 플라즈마, 열 및 화학물질을 통한 집합 및 고정화 공정을 대체할 수 있다.
- [0016] 또한, 본 발명에 따른 원심 미세유체 반응기는 간단한 구조로 제작이 용이하기 때문에 종래의 미세유체 반응기의 문제점으로 대두되었던 포토리소그래피 및 표면개질 공정과 같은 복잡한 제작과정을 단순화시킬 수 있어 숙련된 기술을 필요로 하지 않고, 짧은 시간 내에 미세입자 또는 미세섬유를 높은 성공률로 제작 및 수거할 수 있다는 장점이 있다.
- [0017] 또한, 본 발명에 따른 원심 미세유체 반응기는 미세채널의 정렬부의 하단으로부터 가교부에 수용된 수용액의 상면까지의 길이 조절을 통해 미세입자에서 미세섬유까지의 형상 제어가 가능하다는 효과가 있다.
- [0018] 또한, 본 발명에 따른 원심 미세유체 반응기는 주입시키는 천연고분자 및 혼합되는 첨가물을 달리함으로써 다양한 응용이 가능하다는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 원심 미세유체 반응기를 나타낸 사시도이다.
- 도 2는 도 1의 원심 미세유체 반응기에서 다양한 변수 제어를 통해 미세입자 합성을 수행하고, 합성된 미세입자의 크기와 변형률을 나타낸 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 원심 미세유체 반응기를 나타낸 도면이다.
- 도 4는 도 3의 원심 미세유체 반응기를 사용함에 있어서, 사용하는 알긴산의 조성물을 다르게 함으로써 다양한 pH에 반응하는 스마트 약물을 제조한 결과를 나타낸 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 제3 실시예에 따른 원심 미세유체 반응기를 나타낸 도면이다.
- 도 6은 도 5의 원심 미세유체 반응기에서 상기 정렬부의 하단으로부터 상기 가교부에 수용된 수용액의 상면까지의 길이(L)가 $\geq 2\text{cm}$, 1cm , -1cm 일 때 합성된 미세입자 및 미세섬유를 나타낸 도면이다.
- 도 7은 도 5의 원심 미세유체 반응기를 통해 합성한 야누스 미세섬유의 광학, 형광현미경 및 주사전자현미경 이미지이다.
- 도 8은 본 발명의 제4 실시예에 따른 원심 미세유체 반응기를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하, 본 발명의 실시예들을 첨부된 도면들을 참조하여 상세하게 설명한다. 우선 각 도면의 구성 요소들에 참조부호를 첨가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다. 또한, 이하에서 본 발명의 실시예를 설명할 것이나, 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정하거나 제한되지 않고 당업자에 의해 실시될 수 있음은 물론이다.
- [0021] 이하, 도 1 및 도 2를 참조하여, 본 발명의 제1 실시예에 따른 원심 미세유체 반응기를 설명한다.
- [0022] 도 1을 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 원심 미세유체 반응기는 주입부(10), 미세채널(20) 및 가교부(30)를 포함한다.
- [0023] 주입부(10)는 알지네이트(Alginate) 유체가 주입되고, 미세채널(20)은 상단이 주입부(10)에 연결되며, 주사침

형태로 구성될 수 있다.

- [0024] 여기서, 미세채널(20)은 23G의 게이지(gauge)를 가진 주사침일 수 있으나, 이에 한정되지는 않으며, 18G 내지 26G의 게이지를 가진 주사침이 사용될 수도 있다.
- [0025] 또한, 가교부(30)는 미세채널(20)의 하측에 칼슘 이온(Ca^{2+})을 포함하는 수용액이 수용되어 알지네이트 가교(crosslinking)가 이루어지도록 구비된다. 이러한 가교부(30)는 칼슘 이온을 포함하는 수용액이 수용되기 때문에 고분자의 중합 및 수거가 수행될 수 있고, 이로 인해 합성된 미세입자 또는 미세섬유를 모두 회수될 수 있다.
- [0026] 여기서, 가교부(30)는 주입부(10)가 고정된 캡(31)이 스크류 방식으로 상단에 체결되는 컬렉션 튜브로 구성될 수 있다.
- [0027] 이때, 컬렉션 튜브로 구성된 가교부(30)는 원심 분리기(미도시)에 장착되고, 원심 분리기의 분당 회전수(revolution per minute, rpm) 조절을 통해 유도된 다양한 원심력에 의해 주입부(10)로 주입되는 미세유체의 흐름이 유도될 수 있다.
- [0028] 예를 들어, 주입부(10)에 3wt% 알긴산 수용액이 주입될 경우, 원심력에 의해 미세채널(20)의 말단에서 알긴산 수용액이 분출되고, 이때 알긴산 수용액의 표면장력에 의해 구형화가 이루어지며, 수초 이내에 가교부(30)에 수용된 칼슘 수용액과의 가교 결합을 통해 미세입자의 합성이 이루어질 수 있다.
- [0029] 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 원심 미세유체 반응기의 다양한 변수 제어를 통해 미세입자 합성을 수행하고, 합성된 미세입자의 크기와 변형률을 나타낸다.
- [0030] 도 2A에 도시된 바와 같이, 가해주는 원심력(rpm)의 크기가 커질수록 합성되는 미세입자의 크기는 1000 μm 에서 400 μm 로 다양하게 나타났고, 도 2B에 도시된 바와 같이 사용하는 알긴산의 농도가 증가할수록 타원형($D=0.147$)부터 구형($D \approx 0$)의 변형률을 보여주었으며, 도 2C에 도시된 바와 같이 칼슘 수용액의 농도가 증가할수록 합성되는 미세입자의 크기가 감소하는 것으로 나타났다. 또한, 도 2D에 도시된 바와 같이, 사용하는 미세채널(20)의 게이지가 줄어들수록 미세입자의 직경이 감소하는 것으로 나타났다.
- [0031] 이와 같이, 본 발명의 제1 실시예에 따른 원심 미세유체 반응기는 가해주는 원심력, 주입되는 용액의 농도, 칼슘 수용액의 농도, 미세채널의 게이지를 가변함에 따라 합성되는 미세입자의 형상을 제어할 수 있음을 확인할 수 있다.
- [0032] 이하, 도 3을 참조하여 본 발명의 제2 실시예에 따른 원심 미세유체 반응기를 설명하기로 한다.
- [0033] 도 1에 도시된 제1 실시예에 따른 원심 미세유체 반응기와는 달리, 도 3에 도시된 제2 실시예에 따른 원심 미세유체 반응기는 적어도 두 개 이상이 구비되어 서로 다른 알지네이트 유체가 주입되는 주입부(10)와, 적어도 두 개 이상이 구비되어 상단이 상기 적어도 두 개 이상의 주입부(10) 각각에 연결되는 미세채널(20)을 포함하여 구성된다.
- [0034] 즉, 주입부(10) 및 미세채널(20)은 복수개가 병렬로 배치될 수 있고, 일 예로 두 개의 주입부(10) 및 미세채널(20)이 구비될 때, 하나의 주입부(10)는 3wt% 알긴산 수용액(용액 A)이 주입될 수 있고, 나머지 하나의 주입부(10)는 0.5wt% 자성나노입자를 함유하는 3wt% 알긴산 수용액(용액 B)이 주입될 수 있다.
- [0035] 상기와 같이 두 개가 병렬로 배치된 주입부(10) 및 미세채널(20)이 구비되어 서로 다른 알지네이트 유체가 주입될 경우, 도 3에 도시된 바와 같이 두 개의 서로 다른 미세입자가 합성될 수 있다.
- [0036] 도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른 원심 미세유체 반응기를 사용함에 있어서, 사용하는 알긴산의 조성물을 다르게 함으로써 다양한 pH에 반응하는 스마트 약물을 제조한 결과를 나타낸다.
- [0037] 이때, 용액 A로 알긴산(3wt%)과 폴리바이닐피롤리돈(PVP, 6wt%) 혼합물, 용액 B로 알긴산(3wt%)과 폴리에틸렌글리콜디아크릴레이트(PEGDA, 6wt%) 혼합물을 21G 미세유체(20) 및 23G 미세유체(20) 각각에 주입하여 타원체(붉은색), 구형(녹색) 미세입자를 합성하였다.
- [0038] 도 4A, 4D에 도시된 바와 같이, pH6 중성환경에서 미세입자들은 모양을 유지하고 있고, 도 4B, 4E에 도시된 바와 같이, pH2 산성환경에서는 타원체 미세입자 내부의 암모니아 작용기에 의한 양성자화를 통해 생분해가 이루어져 내부담지 약물의 방출이 이루어짐을 확인할 수 있다.

- [0039] 이와 반대로, 도 4C, 4F에 도시된 바와 같이, pH 7 환경에서는 구형 미세입자 내부의 카르복실기에 의해 선택적으로 내부 약물 방출이 이루어짐을 확인할 수 있다.
- [0040] 이와 같이, 본 발명의 제2 실시예에 따른 원심 미세유체 반응기를 이용하여 미세입자를 합성할 경우 약물전달 시스템으로 응용이 가능함을 확인할 수 있다.
- [0041] 이하, 도 5를 참조하여 본 발명의 제3 실시예에 따른 원심 미세유체 반응기를 설명하기로 한다.
- [0042] 도 3에 도시된 제2 실시예에 따른 원심 미세유체 반응기와는 달리, 도 5에 도시된 제3 실시예에 따른 원심 미세유체 반응기는 적어도 두 개 이상이 구비된 미세채널(20)이 서로 일직선으로 정렬되게 접합된 정렬부(21)를 포함하여 구성된다.
- [0043] 일 예로, 두 개의 주입부(10) 및 미세채널(20)이 구비될 때, 두 개의 미세채널(20)은 에폭시 수지(epoxy resin) 접착제가 도포되어 접합될 수 있다. 이때, 하나의 주입부(10)는 3wt% 알긴산 수용액(용액 A)이 주입될 수 있고, 나머지 하나의 주입부(10)는 0.5wt% 자성나노입자를 함유하는 3wt% 알긴산 수용액(용액 B)이 주입될 수 있다.
- [0044] 상기와 같이 두 개의 미세채널(20)이 일직선으로 정렬되게 접합된 정렬부(21)를 포함하도록 구성될 경우, 야누스 미세입자 또는 미세섬유의 합성이 가능하다.
- [0045] 즉, 두 개의 주입부(10) 각각으로부터 용액 A 및 B가 주입되면, 정렬부(21)의 하단에서 만단 두 용액의 접합이 이루어지며, 낮은 레이놀즈 수($Re < 2000$)에 의한 층류(laminar flow)가 형성되므로 두 유체는 섞이지 않아 구획이 결정되고, 이때 표면 장력에 의한 둥근 액적을 형성하지만 가해주는 원심력에 따라서 액적 및 섬유로 형상제어가 이루어질 수 있다.
- [0046] 형성된 액적 및 섬유는 원심력과 중력의 영향으로 가교부(30)에 수용된 칼슘을 포함한 수용액으로 들어감에 따라 가교가 이루어진다. 이로 인해 두 가지의 서로 다른 성분을 하나의 미세입자 또는 미세 섬유로 구현한 야누스 미세입자 또는 미세섬유가 제조될 수 있다.
- [0047] 상기와 같이 제조된 야누스 미세입자 또는 미세섬유는 서로 혼합되지 않고 구획되어 있는 형태이다. 즉, 주입부(10) 각각에 연결된 미세채널(20)은 일직선으로 정렬(align)되게 접합된 정렬부(21)가 포함하여 구성된 형태이기 때문에, 미세채널(20)을 통과하는 용액의 접합이 유도된다.
- [0048] 도 6을 참조하면, 본 발명의 제3 실시예에 따른 원심 미세유체 반응기에 있어서, 미세액적에서 미세섬유에 이르는 형상제어는 정렬부(21)의 하단으로부터 가교부(30)에 수용된 칼슘 이온을 포함하는 수용액의 상면까지의 길이(L) 조절을 통해 이루어짐을 알 수 있다.
- [0049] 이때, 도 6의 하측에 도시된 도면은 본 발명의 제3 실시예에 따른 원심 미세유체 반응기에 있어서, 용액 A(자성 나노입자(magnetic nanoparticles, MNPs)와 알지네이트 수용액) 및 용액 B(알지네이트 수용액)가 주입부(10) 각각에 주입되고, 2000rpm의 원심력 조건하에서 합성이 이루어진 결과를 나타낸 광학현미경 사진이다.
- [0050] 도 6A에 도시된 바와 같이, 정렬부(21)의 하단으로부터 가교부(30)에 수용된 칼슘 이온을 포함하는 수용액의 상면까지의 길이(L)가 $\geq 2\text{cm}$ 일 경우, 두 가지의 서로 다른 성분이 하나의 입자로 구현된 야누스 미세입자가 제조된다.
- [0051] 한편, 도 6B, 6C와 같이, 정렬부(21)의 하단으로부터 가교부(30)에 수용된 칼슘 이온을 포함하는 수용액의 상면까지의 길이(L)가 1cm 이하 또는 -1cm 일 경우, 용액 A의 성분인 자성 나노입자 및 알지네이트와 용액 B의 성분인 알지네이트가 하나의 미세섬유로 구현된 야누스 미세섬유가 합성됨을 확인할 수 있다.
- [0052] 이때, 길이(L)가 1cm 이하 또는 -1cm 일 때 야누스 미세섬유가 합성된 이유는, 미세채널(20)의 하단으로 분출된 알지네이트 수용액이 표면장력에 의한 형상 제어를 무시하고 바로 가교부(30)의 수용액 내에서 가교가 이루어졌기 때문이다.
- [0053] 이와 같이, 정렬부(21)의 하단으로부터 가교부(30)에 수용된 칼슘 이온을 포함하는 수용액의 상면까지의 길이(L) 조절을 통해 미세입자에서 미세섬유까지의 형상 제어가 가능함을 확인할 수 있다.
- [0054] 도 7은 본 발명의 제3 실시예에 따른 원심 미세유체 반응기를 통해 최종적으로 합성한 야누스 미세섬유의 광학, 형광현미경 및 주사전자현미경 이미지이다. 이때, 야누스 미세섬유의 합성은 $L \leq 1\text{cm}$, $\text{rpm} \geq 2000$, 농도(C_{alginate}) $\geq 3\text{wt}\%$ 의 조건을 만족할 경우 가능함을 확인할 수 있었다.
- [0055] 도 7A, 7B에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제3 실시예에 따른 원심 미세유체 반응기에 의해 합성된 야누스 미세

섬유는 서로 확연하게 구획되어 있음을 서로 다른 위상차를 통해 확인할 수 있다.

[0056] 또한, 도 7C, 7D에 도시된 바와 같이, 주사전자현미경 이미지로 분석했을 때 서로 다른 알지네이트 유체의 접합은 칼슘 수용액 내에서의 가교 후에도 경계면이 계속 유지되고 있음을 확인할 수 있다.

[0057] 이와 같이, 종래에 복잡한 기술을 필요로 했던 서로 다른 두 가지 이상의 성분으로 구성된 야누스 미세섬유의 제조를, 본 발명의 원심 미세유체 반응기를 이용함으로써 용이하게 수행할 수 있으며, 생체적합성 소재인 알지네이트를 사용함으로써 바이오 충진 소재로 적용할 수 있다. 또한, 서로 다른 기능성을 하나의 미세섬유에 부여하는 야누스 미세섬유를 제조함으로써, 미세반응 촉매 및 약물전달 지지체 등으로 응용도 가능하다.

[0058] 이하, 도 8을 참조하여 본 발명의 제4 실시예에 따른 원심 미세유체 반응기를 설명하기로 한다.

[0059] 도 1에 도시된 제1 실시예에 따른 원심 미세유체 반응기와는 달리, 도 8에 도시된 제4 실시예에 따른 원심 미세유체 반응기는 적어도 두 개 이상이 구비되어 길이 방향으로 중첩되게 배치된 주입부(10)를 포함하여 구성된다. 이때, 미세채널(20)의 하단은 중첩되게 배치된 상기 주입부(10)를 관통하여 가교부(30)에 수용된 수용액을 향하도록 배치된다.

[0060] 일 예로, 두 개의 주입부(10)가 길이 방향으로 중첩되게 배치되고, 용액 A(3wt% 알긴산 수용액)와 용액 B(0.5wt% 자성나노입자를 함유하는 3wt% 알긴산 수용액)가 순차적으로 주입될 경우, 도 8에 도시된 바와 같이 코어-셸 구조의 미세입자 합성이 가능하다.

[0061] 이상, 본 발명의 바람직한 실시예들에 대하여 상세히 설명하였으나, 본 발명의 기술적 범위는 전술한 실시예들에 한정되지 않고 특허청구범위에 의하여 해석되어야 할 것이다. 이때, 이 기술분야에서 통상의 지식을 습득한 자라면, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않으면서도 많은 수정과 변형이 가능함을 고려해야 할 것이다.

부호의 설명

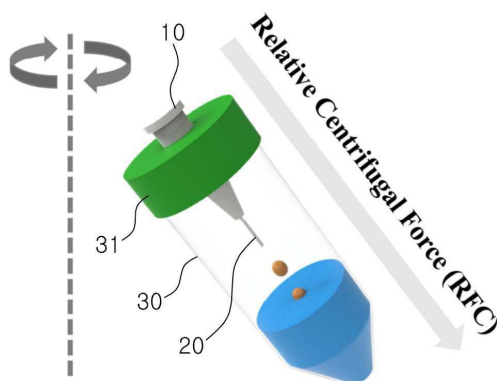
[0062] 10 : 주입부 20 : 접합부

21 : 정렬부 30 : 가교부

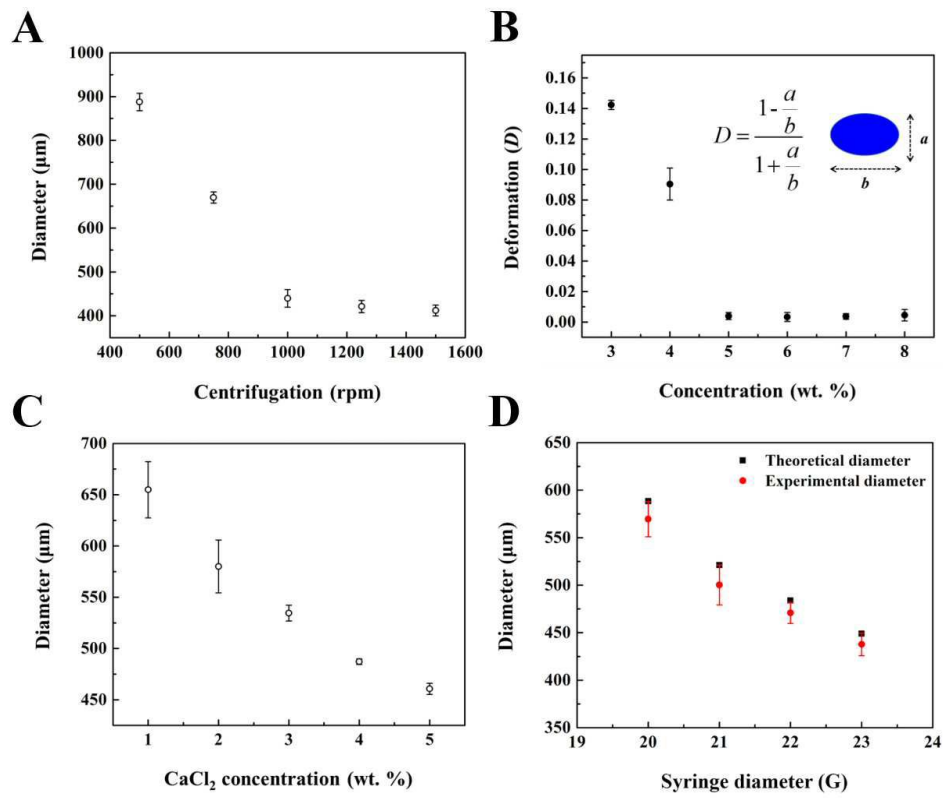
31 : 캡

도면

도면1

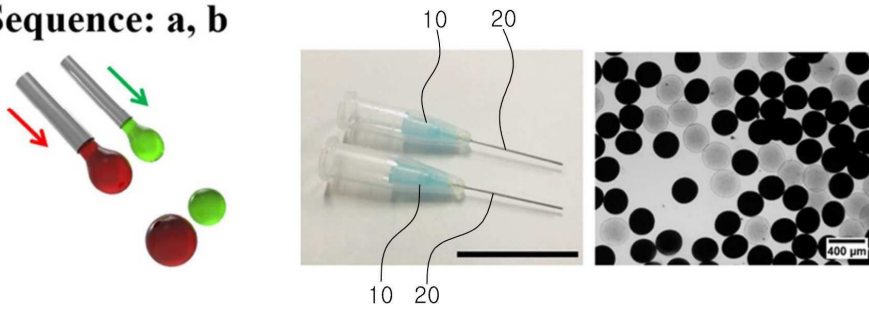


도면2

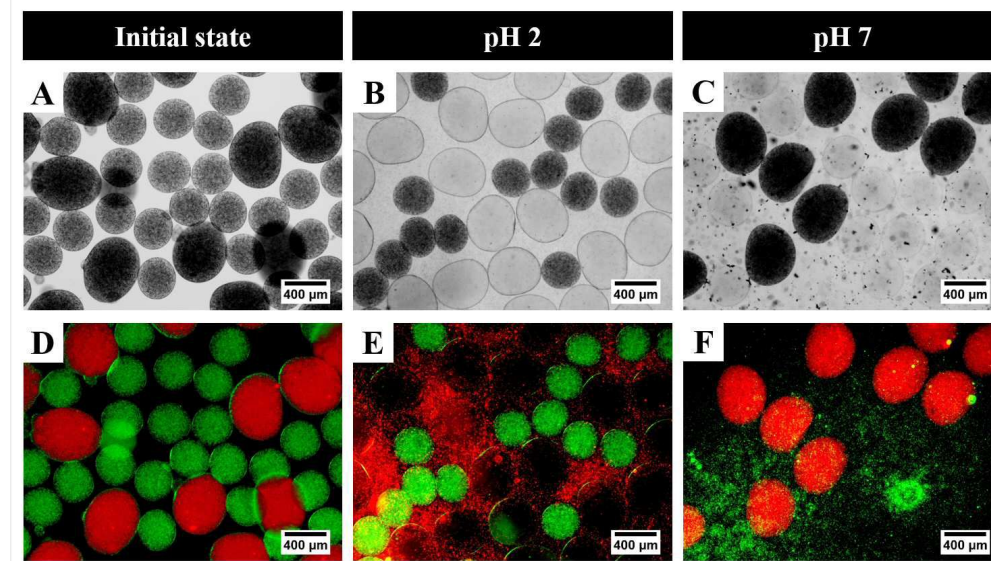


도면3

Sequence: a, b

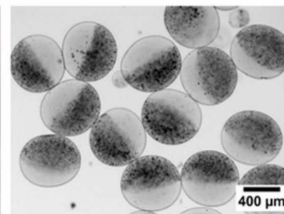
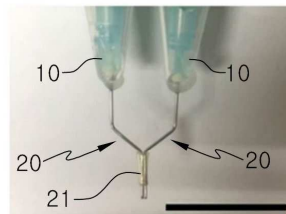


도면4

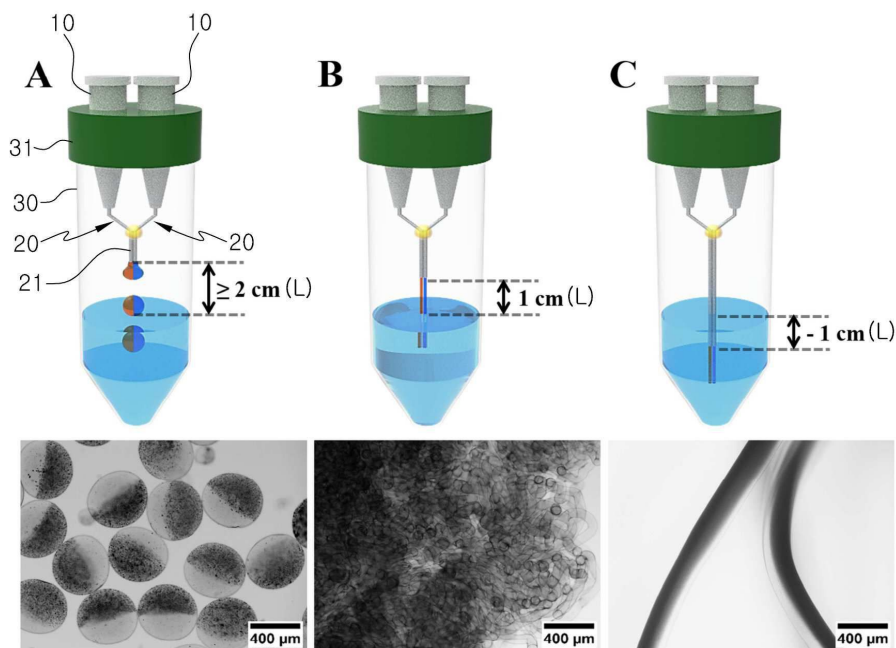


도면5

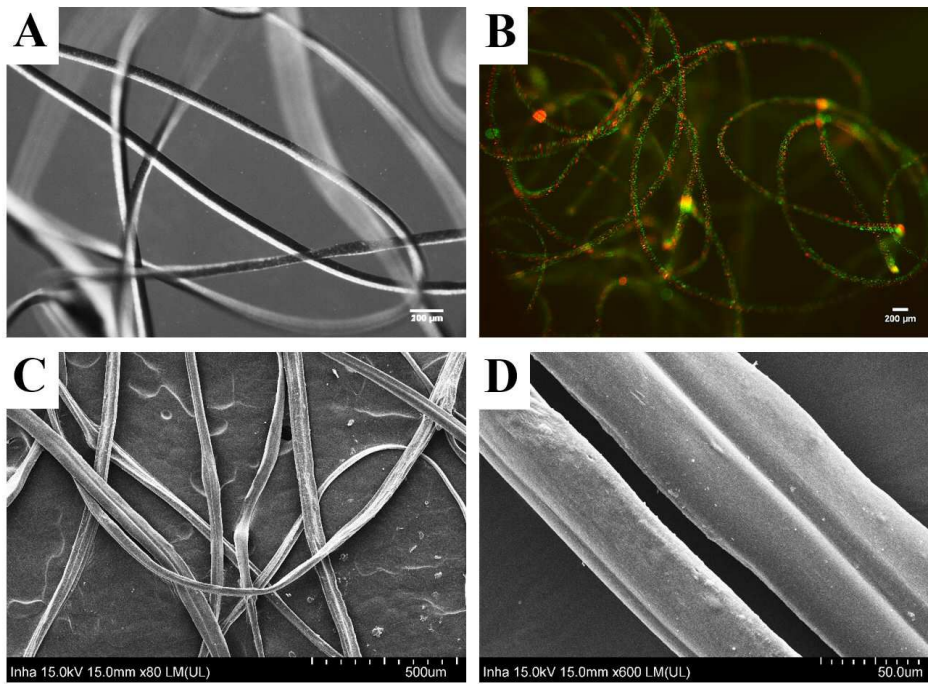
Sequence: a ∪ b



도면6



도면7



도면8

Sequence: $a \cap b$

