



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0082037

(43) 공개일자 2024년06월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C08J 3/12 (2006.01) C08L 101/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C08J 3/126 (2021.05)

C08L 101/00 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0165932

(22) 출원일자 2022년12월01일

심사청구일자 2022년12월01일

(71) 출원인

서강대학교산학협력단

서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)

(72) 발명자

이승엽

서울특별시 동작구 동작대로45길 22 이수교KCC스위첸아파트 104동 1302호

김상엽

강원도 춘천시 스포츠타운길 501 101동 603호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김현진

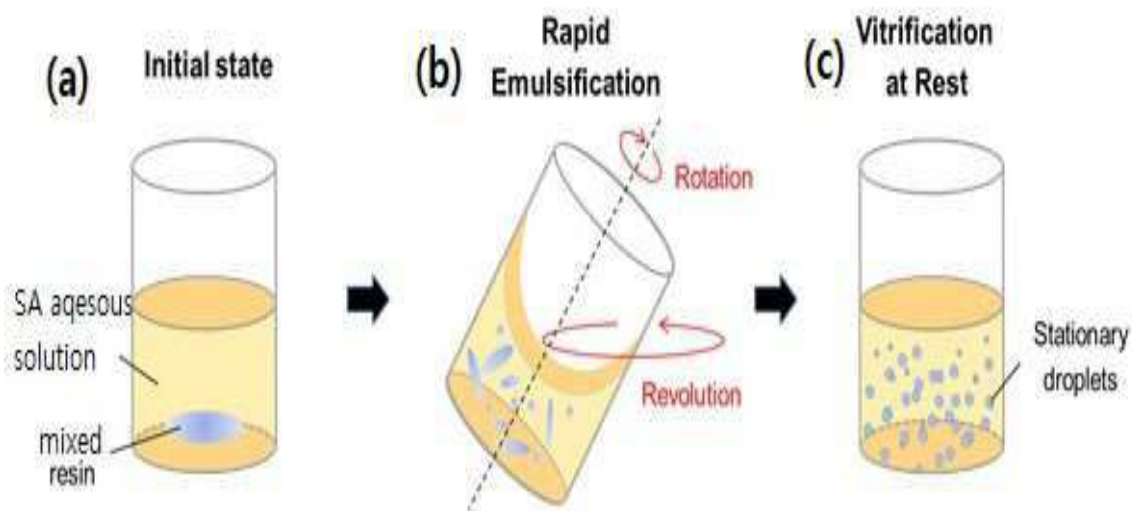
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 알긴산 나트륨 수용액을 이용한 고분자 미세입자의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 고분자 미세입자의 제조방법에 대한 것으로, 더욱 상세하게는 전단응력에 의해 점도가 급격하게 변하는 알긴산 나트륨 수용액에 고분자 수지를 혼합하고 전단응력을 가해 상기 고분자 수지를 입자화시킨 후, 전단응력을 가하는 것을 중단하여 상기 알긴산 나트륨 수용액이 유리화되도록 하여, 정적 상태에서 입자화된 고분자 수지를 경화시켜, 경화 과정에서 불필요한 전단응력이 배제되고 정적 상태에서 경화되므로, 입자의 변형을 막아 품질을 향상시킬 수 있고, 에너지의 사용없이 단시간에 대량으로 고분자 미세입자를 생산할 수 있는 알긴산 나트륨 수용액을 이용한 고분자 미세입자의 제조방법에 대한 것이다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

서한복

서울특별시 도봉구 도봉로 136길 111 창동현대2차
아파트 203-702

고정욱

서울특별시 마포구 백범로 35

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	202231029
과제번호	2021R1A2C201233312
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	중견연구자지원사업
연구과제명	초고속 식물 포자 발사 메커니즘을 모방한 무전원 버블 진동 구동기 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	서강대학교 산학협력단
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	202254001
과제번호	ARQ201901149004
부처명	환경부
과제관리(전문)기관명	한국환경산업기술원
연구사업명	자연환경기술개발사업
연구과제명	딱충새우의 버블 충격파를 모사한 녹조 제거용 나노버블 충격파 발생 장치 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	서강대학교 산학협력단
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

전단응력에 의해 점도가 급격하게 변화하는 알긴산 나트륨 수용액에 고분자 수지를 혼합하여 혼합물을 형성하는 혼합단계와; 상기 혼합물에 전단응력을 가해 알긴산 나트륨 수용액에 액상의 고분자 미세 입자가 분산되어 있는 에멀전을 형성하는 유화단계와; 상기 유화단계 후에 전단응력을 가하는 것을 중단하여 알긴산 나트륨 수용액을 유리화시키는 유리화단계와; 상기 유리화단계 후 일정 시간 유지하여 정적 상태에서 액상의 고분자 미세입자를 경화시키는 경화단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 고분자 미세입자의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 고분자 미세입자의 제조방법은 상기 경화단계 후 물로 세척하여 알긴산 나트륨을 제거하여 고체 상태의 고분자 미세입자를 수득하는 세척단계;를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 고분자 미세입자의 제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 알긴산 나트륨 수용액은 2.5 내지 7.5wt%의 농도를 가지며, 상기 고분자 수지는 2000 내지 9000cp의 점도를 가지는 것을 특징으로 하는 고분자 미세입자의 제조방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 유화단계에서는 상기 혼합물에 전단응력을 가하기 위해 상기 혼합물을 용하는 용기를 가지는 유성 믹서가 사용되며, 상기 유성 믹서는 자전축을 중심으로 한 상기 용기의 회전과, 상기 용기와 일정 거리 떨어진 중심축을 중심으로 한 회전이 함께 이루어지도록 하는 것을 특징으로 하는 고분자 미세입자의 제조방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 중심축과 자전축 사이의 각도는 30 내지 60° 이며, 중심축을 중심으로 한 회전 속도는 자전축으로 중심으로 한 회전속도 2 내지 3배이며, 상기 중심축을 중심으로 한 회전 속도는 300 내지 1500rpm이고, 상기 용기는 2 내지 20분 동안 회전하는 것을 특징으로 하는 고분자 미세입자의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 고분자 미세입자의 제조방법에 대한 것으로, 더욱 상세하게는 전단응력에 의해 점도가 급격하게 변화하는 알긴산 나트륨 수용액에 고분자 수지를 혼합하고 전단응력을 가해 상기 고분자 수지를 입자화시킨 후, 전단응력을 가하는 것을 중단하여 상기 알긴산 나트륨 수용액이 유리화되도록 하여, 정적 상태에서 입자화된 고분자 수지를 경화시켜, 경화 과정에서 불필요한 전단응력이 배제되고 정적 상태에서 경화되므로, 입자의 변형을 막아 품질을 향상시킬 수 있고, 에너지의 사용없이 단시간에 대량으로 고분자 미세입자를 생산할 수 있는 알긴산 나트륨 수용액을 이용한 고분자 미세입자의 제조방법에 대한 것이다.

배경 기술

[0002]

고분자 미세입자는 의학, 물질 과학, 로봇 공학 등 다양한 분야에서 널리 사용되고 있는데, 상기 고분자 미세입자를 제조하는 대표적인 방법으로 하기의 특허문헌에 기재된 바와 같은 에멀전 공정(emulsion processing)을 들

수 있다.

[0003] <특허문헌>

[0004] 특허 제10-1705114호(2017. 02. 03. 등록) "고분자 입자의 제조방법"

[0005] 상기 에멀전 공정에서는 유화(emulsification) 및 응고(solidification) 과정이 필요하며, 응고 시 입자가 분리된 상태로 유지되어야 한다. 유화액 상태로 존재하는 입자를 응고시키는 과정에서 입자의 응고가 완료되기 이전에 크리밍(creaming), 침강(sedimentation) 등의 유화액의 불안정화가 일어나면 제조된 입자의 품질에 큰 악영향을 줄 수 있기 때문이다. 따라서, 입자의 응고가 완료될 때까지 유화액을 안정적으로 유지하기 위해 멤브레인(membrane), 초음파처리(sonication)/분사(injection), 미소유체(microfluidic), 전기방사(electrospinning), 교반(mixing), 교반(mixing)/분사(injection), 교반(mixing)/동결 건조(lyophilization), 피커링 에멀전(Pickering emulsions) 등의 추가적인 공정을 활용하고 있다.

[0006] 하지만, 종래의 입자의 응고가 완료될 때까지 유화액을 안정적으로 유지하기 위한 방법들을 이용하여 고분자 미세입자를 제조하는 경우, 시간이 많이 소요되고 에너지 소요량이 많고 고품질의 고분자 미세입자를 대량으로 생산할 수 없는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로,

[0008] 본 발명은 전단응력에 의해 점도가 급격하게 변하는 알긴산 나트륨 수용액에 고분자 수지를 혼합하고 전단응력을 가해 상기 고분자 수지를 입자화시킨 후, 전단응력을 가하는 것을 중단하여 상기 알긴산 나트륨 수용액이 유리화되도록 하여, 정적 상태에서 입자화된 고분자 수지를 경화시켜, 경화 과정에서 불필요한 전단응력이 배제되고 정적 상태에서 경화되므로, 입자의 변형을 막아 품질을 향상시킬 수 있고, 에너지의 사용없이 단시간에 대량으로 고분자 미세입자를 생산할 수 있는 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명은 앞서 본 목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 구성을 가진 실시예에 의해 구현된다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 고분자 미세입자의 제조방법은 전단응력에 의해 점도가 급격하게 변화하는 알긴산 나트륨 수용액에 고분자 수지를 혼합하여 혼합물을 형성하는 혼합단계와; 상기 혼합물에 전단응력을 가해 알긴산 나트륨 수용액에 액상의 고분자 미세 입자가 분산되어 있는 에멀전을 형성하는 유화단계와; 상기 유화단계 후에 전단응력을 가하는 것을 중단하여 알긴산 나트륨 수용액을 유리화시키는 유리화단계와; 상기 유리화단계 후 일정 시간 유지하여 정적 상태에서 액상의 고분자 미세입자를 경화시키는 경화단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 고분자 미세입자의 제조방법은 상기 경화단계 후 물로 세척하여 알긴산 나트륨을 제거하여 고체 상태의 고분자 미세입자를 수득하는 세척단계;를 추가로 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 고분자 미세입자의 제조방법에 있어서 상기 알긴산 나트륨 수용액은 2.5 내지 7.5wt%의 농도를 가지며, 상기 고분자 수지는 2000 내지 9000cp의 점도를 가지는 것을 특징으로 한다.

[0013] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 고분자 미세입자의 제조방법에 있어서 상기 유화단계에서는 상기 혼합물에 전단응력을 가하기 위해 상기 혼합물을 용하는 용기를 가지는 유성 믹서가 사용되며, 상기 유성 믹서는 자전축을 중심으로 한 상기 용기의 회전과, 상기 용기와 일정 거리 떨어진 중심축을 중심으로 한 회전축이 함께 이루어지도록 하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 본 발명에 따른 고분자 미세입자의 제조방법에 있어서 상기 중심축과 자전축 사이의 각도는 30 내지 60° 이며, 중심축을 중심으로 한 회전 속도는 자전축으로 중심으로 한 회전속도 2 내지 3배이며, 상기 중심축을 중심으로 한 회전 속도는 300 내지 1500rpm이고, 상기 용기는 2 내지 20분 동안 회전하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0015] 본 발명은 앞서 본 실시예에 의해 다음과 같은 효과를 얻을 수 있다.

[0016] 본 발명은 전단응력에 의해 점도가 급격하게 변하는 알긴산 나트륨 수용액에 고분자 수지를 혼합하고 전단응력을 가해 상기 고분자 수지를 입자화시킨 후, 전단응력을 가하는 것을 중단하여 상기 알긴산 나트륨 수용액이 유리화되도록 하여, 정적 상태에서 입자화된 고분자 수지를 경화시켜, 경화 과정에서 불필요한 전단응력이 배제되고 정적 상태에서 경화되므로, 입자의 변형을 막아 품질을 향상시킬 수 있고, 에너지의 사용없이 단시간에 대량으로 고분자 미세입자를 생산할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 고분자 미세입자의 제조방법을 설명하기 위한 참고도.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 고분자 미세입자의 제조방법에 사용되는 유성 믹서의 작동원리를 설명하기 위한 참고도.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 고분자 미세입자의 제조방법에 사용되는 알긴산 나트륨 수용액의 점도 특성을 확인하기 위해 유동계를 사용하여 실험한 결과를 나타내는 도면.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 고분자 미세입자의 제조방법에 사용되는 알긴산 나트륨 수용액의 응력이완 특성을 확인하기 위해 유동계를 사용하여 실험한 결과를 나타내는 도면.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 고분자 미세입자의 제조방법에 의해 제조된 고분자 미세입자의 광학 현미경 이미지.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 고분자 미세입자의 제조방법에서 전단응력을 가하는 시간을 달리한 작동 조건에서 얻은 고분자 미세입자의 Image J 프로그램 분석 결과를 나타내는 그래프.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 고분자 미세입자의 제조방법에서 중심축으로 중심으로 한 회전속도를 달리한 작동 조건에서 얻은 고분자 미세입자의 Image J 프로그램 분석 결과를 나타내는 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하에서는 본 발명에 따른 알긴산 나트륨 수용액을 이용한 고분자 미세입자의 제조방법을 첨부된 도면을 참조하여 설명한다. 특별한 정의가 없는 한 본 명세서의 모든 용어는 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 기술자가 이해하는 당해 용어의 일반적 의미와 동일하고 만약 본 명세서에 사용된 용어의 의미와 충돌하는 경우 예는 본 명세서에 사용된 정의에 따른다. 또한, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대해 상세한 설명은 생략한다. 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 알긴산 나트륨 수용액을 이용한 고분자 미세입자의 제조방법을 도 1 내지 7을 참조하여 설명하면, 상기 고분자 미세입자의 제조방법은 전단응력에 의해 점도가 급격하게 변화하는 알긴산 나트륨 수용액에 고분자 수지를 혼합하여 혼합물을 형성하는 혼합단계와; 상기 혼합물에 전단응력을 가해 알긴산 나트륨 수용액에 액상의 고분자 미세 입자가 분산되어 있는 에멀전을 형성하는 유화단계와; 상기 유화단계 후에 전단응력을 가하는 것을 중단하여 알긴산 나트륨 수용액을 유리화시키는 유리화단계와; 상기 유리화단계 후 일정 시간 유지하여 정적 상태에서 액상의 고분자 미세입자를 경화시키는 경화단계와; 상기 경화단계 후 물로 세척하여 알긴산 나트륨을 제거하여 고체 상태의 고분자 미세입자를 수득하는 세척단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0022] 상기 혼합단계는 전단응력에 의해 점도가 급격하게 변화하는 알긴산 나트륨 수용액에 고분자 수지를 혼합하여 혼합물을 형성하는 단계이다. 상기 알긴산 나트륨 수용액은 전단응력을 가하는 경우 점도가 낮아지고 전단응력을 가하는 것이 중단되는 경우 점도가 급격하게 변화하여 유리화되게 되며, 바람직하게는 2.5 내지 7.5wt%의 알긴산 나트륨 수용액이 사용된다. 상기 혼합단계는 예컨대 2000 내지 9000cp의 점도를 가지는 실리콘 수지 100중

량부와 경화제 50 내지 150중량부를 혼합하여 혼합 수지를 형성하고, 알긴산 나트륨 수용액 100ml당 5 내지 8g의 혼합수지를 혼합하여 혼합물을 형성할 수 있다.

[0024] 상기 유화단계는 상기 혼합물에 전단응력을 가해 알긴산 나트륨 수용액에 액상의 고분자 미세 입자가 분산되어 있는 에멀전을 형성하는 단계로, 상기 유화단계에서는 전단응력을 가하기 위해 도 2에 도시된 바와 같은 유성 믹서(planetary mixer)가 사용되는 것이 바람직하다. 상기 유성 믹서는 자전축(Rotation axis)을 중심으로 한 용기(100)의 회전과, 상기 용기와 일정 거리(R) 떨어진 중심축(Revolution axis)을 중심으로 한 회전이 함께 이루어지는 공지의 세차식(precession-type) 혼합 장치인데, 세차 효과(precession effect)로 인해 용기(100) 내부에 3차원 유동 불안정성이 발생하고 중심축 회전에 대한 용기의 자전축 회전의 비율인 세차 속도와 레이놀즈 수가 증가함에 따라 유동이 난류가 될 수 있다. 즉, 두 가지 움직임이 함께 결합되어 외부 개입 없이 혼합 효율이 향상될 수 있고, 일정한 출력을 지속적으로 반복할 수 있어, 서로 다른 물질을 균질한 상태로 섞는 가능하게 된다. 다만, 혼합물을 섞는 과정에서 유성 믹서의 사용시 더 높은 에너지를 전달하여 온도 상승을 촉진하고 입자의 특성을 변화시킬 수 있기 때문에 고분자 미세입자를 제조하는 과정에서의 활용성에 한계가 있었고, 높은 에너지 소비에 따라 제조되는 입자의 품질 증가 대비 생산 비용의 증가가 커질 수 있기 때문에 유화 과정에서 유성 믹서의 우수한 능력은 입자 제조에 거의 사용되지 않고 있었다. 하지만, 본 발명은 알긴산 나트륨 수용액의 단기간 고전단 유화(high-shear emulsification in short-time) 과정을 위하여, 유성 믹서의 단기간 혼합 성능의 이점을 적용하여 정적 상태 입자의 제작에 활용하는 경우, 응고 과정 전 단계인 유화 과정의 효율을 극적으로 개선할 수 있으며, 대량생산까지 가능한 고분자 미세입자 제작 방법으로 확장될 수 있다. 대량생산으로의 확장이 가능한 정적 상태의 유화 공정을 이용한 미세입자를 제조하는 방법은 전단응력이 증가함에 따라 점도가 감소한 다음 전단응력이 멈추면 빠르게 유리화되며 연속성을 갖는 전단박화(shear-thinning) 특성의 알긴산 나트륨 수용액이 사용되어, 연속상(continuous phase)에서의 유변학적 반응(rheological response)은 동적 상태(dynamic state)에서의 전단 혼합(shear mixing)에 의한 유화(emulsification)와, 전단 혼합이 끝난 후 정적 상태에서의 응고(solidification)를 동일한 배치 내에서 추가 처리 단계 없이 유도할 수 있게 된다. 상기 유성 믹서를 사용하여 상기 혼합물에 전단응력을 가할 시, 상기 중심축과 자전축 사이의 각도(α)는 30 내지 60°이며, 중심축을 중심으로 한 회전 속도(ω_{rev})는 자전축으로 중심으로 한 회전속도(ω_{rot}) 2 내지 3배이며, 상기 중심축을 중심으로 한 회전 속도는 300 내지 1500rpm이고, 상기 용기는 2 내지 20분 동안 회전하는 것이 바람직하다.

[0026] 상기 유리화단계는 상기 유화단계 후에 전단응력을 가하는 것을 중단하여 알긴산 나트륨 수용액을 유리화시키는 단계이며, 상기 경화단계는 상기 유리화단계 후 일정 시간 유지하여 정적 상태에서 액상의 고분자 미세입자를 경화시키는 단계이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 알긴산 나트륨 수용액과 혼합수지의 혼합물에 전단응력을 가하는 경우 알긴산 나트륨 수용액은 점도가 감소하며 혼합 수지는 미세한 입자로 알긴산 나트륨 수용액에 분산되어 유화되게 되며, 이후 전단응력을 더 이상 가하지 않는 경우 알긴산 나트륨 수용액은 점도가 급격히 증가하여 연속상인 알긴산 나트륨 수용액은 유리화되고, 액상의 고분자 미세입자는 유리화된 용액 내에서 고정되어 크립하, 침전 또는 서로 충돌하지 않은 상태로 경화될 수 있게 된다. 즉, 경화 과정에서 불필요한 전단응력이 배제되고 정적 상태에서 경화되므로, 입자의 변형을 막아 품질을 향상시킬 수 있고, 에너지의 사용없이 상온에서 대략 4시간 정도의 단시간에 대량으로 고분자 미세입자를 생산할 수 있게 된다.

[0028] 상기 세척단계는 상기 경화단계 후 물로 세척하여 알긴산 나트륨을 제거하여 고체 상태의 고분자 미세입자를 수득하는 단계이다.

[0030] 이하, 실시예를 통해서 본 발명을 보다 상세히 설명하기로 한다. 하지만, 이들은 본 발명을 보다 상세하게 설명하기 위한 것일 뿐, 본 발명의 권리범위가 이에 한정되는 것은 아니다.

[0032] <실시예 1> 알긴산 나트륨 수용액의 특성 확인

[0033] 1. 알긴산 나트륨 분말(Modernist Pantry LLC., Maine, USA)과 물을 혼합하여, 각각 1.5, 2.5, 3.5, 5, 7.5wt%

의 농도를 가지는 알긴산 나트륨 수용액을 제조하였다.

- [0034] 2. 제조된 알긴산 나트륨 수용액의 점도(Complex viscosity)와 응력이완(stress relaxation) 특성(Complex Modulus)을 확인하기 위해 유동계(rheometer, MCR 102e, Anton Paar, Austria)를 사용하여 측정하였으며, 그 결과를 각각 도 3 및 4에 나타내었다.
- [0035] 3. 도 3을 보면 알긴산 나트륨 수용액의 농도가 증가할수록 점도(Complex viscosity)가 증가함을 확인할 수 있고, 도 4의 SAOS 실험 결과를 보면 낮은 주파수(frequency)에서 G'' (Loss modulus)가 G' (Storage modulus)보다 큰 것으로부터 액체의 거동 특성을 보임을 확인하였으며, 주파수 증가에 따라 G'' 와 G' 가 교차하며 고체의 거동 특성을 보이는 크로스오버 주파수(crossover frequency)가 나타남을 확인하여, 2.5 내지 7.5wt% 농도의 알긴산 나트륨 수용액이 요변성 매체의 특성을 가지고 있음을 알 수 있다.
- [0037] <실시예 2> 알긴산 나트륨 수용액을 이용한 고분자 미세입자의 제조
- [0038] 1. 우선 고분자 미세입자의 제조 시, 도 2에 도시된 바와 같은 구조의 유성 믹서(ARE-310, THINKY, CA, USA)를 사용하였으며, 상기 유성 믹서에서 R은 95mm, $\omega_{rev}/\omega_{rot}$ 는 2.5, 용기의 H와 D는 각각 70mm 및 α 는 45° 가 되도록 조절하였다.
- [0039] 2. 초탄성의 고분자 미세입자를 제조하기 위해, 실리콘 수지(EcoFlex 00-30, Smooth-On, PA, USA))와 경화제(Platium-cure)를 1:1의 중량비로 혼합한 혼합수지를 준비하였다.
- [0040] 3. 도 1의 (a)에 도시된 바와 같이 특정 농도의 알긴산 나트륨 수용액 150ml와 혼합수지(mixed resin) 10g의 혼합물을 앞서 준비한 유성 믹서의 용기에 넣고, 이후 상기 용기를 유성 믹서에 장착하여 도 1의 (b)에 도시된 바와 같이 특정 조건에서 전단응력을 가하여 에멀전을 형성하고, 이후 도 1의 (c)에 도시된 바와 같이 전단응력을 가하는 것을 중단하고 4시간 동안 상온에서 경화시켜 고분자 미세입자를 제조하고, 이후 물로 세척하여 알긴산 나트륨을 완전히 제거하고 건조하여 고분자 미세입자를 수득하였다.
- [0042] <실시예 3> 제조 조건에 따른 고분자 미세입자의 특성 확인
- [0043] 1. 실시예 2에서 수득한 고분자 미세입자들 각각을 광학 현미경(Olympus BX53, Japan)을 사용하여 이미지화하였고, Image J 프로그램을 사용하여 입자의 넓이를 측정하여 직경 크기 정보로 변환하였다.
- [0044] 2. 도 5는 5wt% 농도의 알긴산 나트륨 수용액을 사용하고 ω_{rev} 를 500rpm으로 하여 전단응력을 가하는 시간을 2분으로 한 작동 조건에서 얻은 고분자 미세입자의 광학 현미경 이미지인데, 도 5를 보면 원형의 형태를 가지며 상대적으로 균일한 크기를 가지는 고분자 미세입자가 제조되었음을 확인할 수 있다.
- [0045] 3. 도 6은 각각 2.5, 5, 7.5wt%의 농도를 가지는 알긴산 나트륨 수용액을 사용하여, ω_{rev} 가 1000rpm일 때 전단응력을 가하는 시간(Shearing Time)을 달리한 작동 조건에서 얻은 고분자 미세입자의 Image J 프로그램 분석 결과를 나타내는 그래프인데, 도 6을 보면 5wt% 농도의 알긴산 나트륨 수용액을 이용하는 경우 전단응력을 가하는 시간을 조절하여 다양한 사이즈를 가지며 비교적 균일한 크기 분포의 고분자 미세입자를 제조할 수 있음을 알 수 있다.
- [0046] 4. 도 7은 5wt%의 농도를 가지는 알긴산 나트륨 수용액을 사용하고 전단응력을 10분 동안 가할 때, ω_{rev} 를 달리한 작동 조건에서 얻은 고분자 미세입자의 Image J 프로그램 분석 결과를 나타내는 그래프인데(우측의 결과는 도 1의 (b)의 에멀전화 이후 알긴산 나트륨 수용액의 측정 온도를 나타냄), 일정 범위에서 전단응력이 증가할수록 고분자 미세입자의 입자 크기가 현저하게 감소하고 알긴산 나트륨 수용액의 온도가 현저하게 증가하나, 일정 ω_{rev} 보다 커지는 경우 입자 크기의 감소율을 미미하며 오히려 알긴산 나트륨 수용액의 온도가 증가함을 알 수 있어, 너무 큰 전단응력을 가하는 경우 알긴산 나트륨 수용액이 탄성 젤과 같은 거동을 보임을 알 수 있다.
- [0048] 이상에서, 출원인은 본 발명의 바람직한 실시예들을 설명하였지만, 이와 같은 실시예들은 본 발명의 기술적 사상을 구현하는 일 실시예일 뿐이며 본 발명의 기술적 사상을 구현하는 한 어떠한 변경에 또는 수정에도 본 발명의 범위에 속하는 것으로 해석되어야 한다.

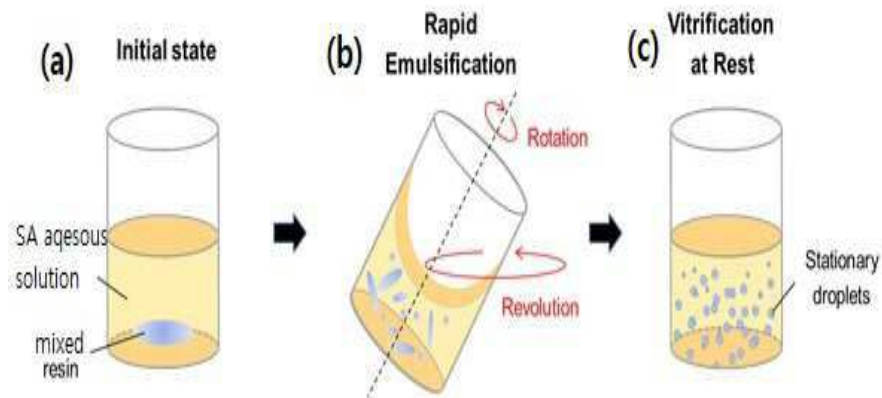
부호의 설명

[0049]

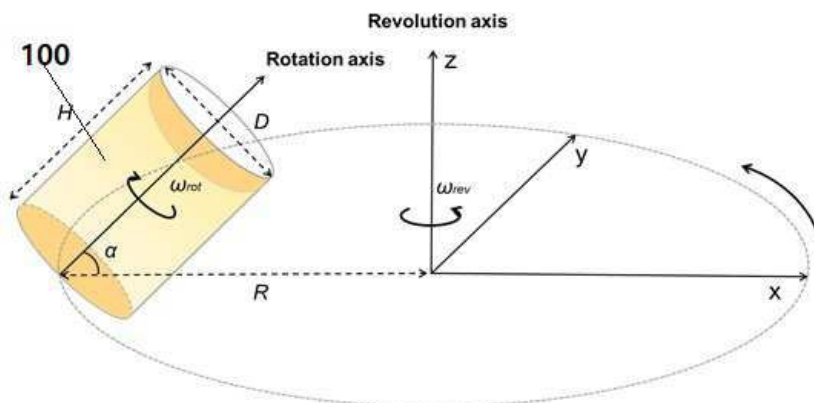
100: 용기

도면

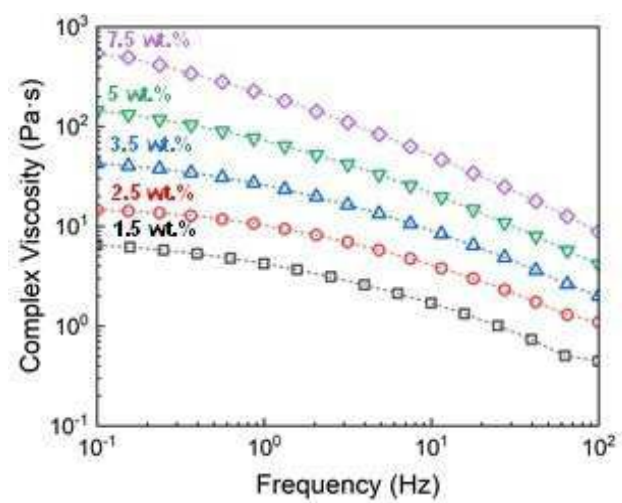
도면1



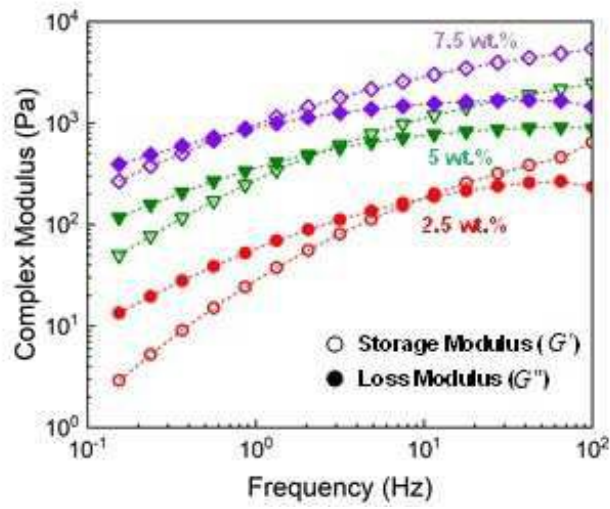
도면2



도면3



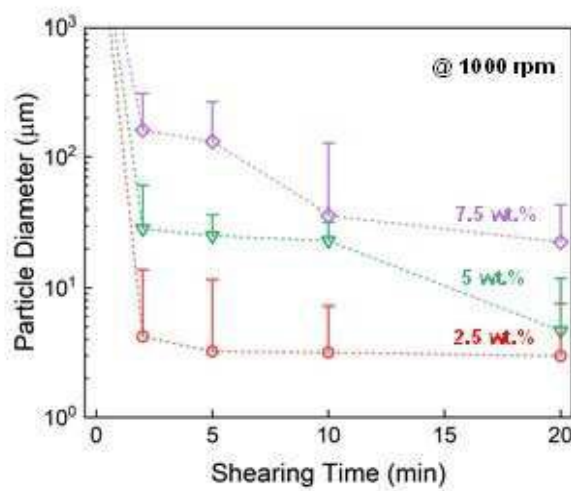
도면4



도면5



도면6



도면7

