



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0133736  
(43) 공개일자 2014년11월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C08J 3/02 (2006.01) C08J 3/12 (2006.01)  
C08K 3/00 (2006.01) C08L 101/00 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2013-0053293  
(22) 출원일자 2013년05월10일  
심사청구일자 2013년05월10일

(71) 출원인  
연세대학교 산학협력단  
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)  
(72) 발명자  
고원건  
서울 관악구 관악로 285, 105동 502호 (봉천동, 동아아파트)  
정인우  
대구 수성구 청수로 261, 1419동 1303호 (황금동, 캐슬골드파크4단지)  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인다나

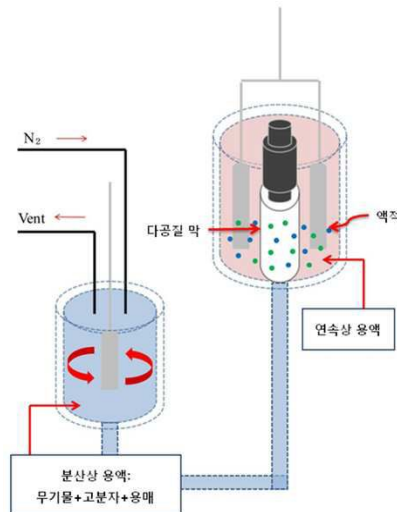
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 기능성 입자의 제조방법 및 이를 이용한 기능성 입자

(57) 요약

본 발명은 무기물을 포함하는 고분자 용액을 다공질 막을 이용하여 연속상 용액에 분산시키는 단계를 포함하는 기능성 입자의 제조방법 및 이를 이용한 기능성 입자에 관한 것으로, 상기 방법을 통해 적은 제조비용으로 균일한 크기의 기능성 입자를 제조할 수 있고, 기능성 입자 내의 무기물 분산도를 향상시킬 수 있으며, 이를 통해 높은 기능성을 발휘할 수 있는 기능성 입자를 제공할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

**박상필**

경기 안양시 만안구 안양로223번길 38-1, (안양동)

**장은지**

인천 남구 경인로268번길 33-38, (도화동)

**류현욱**

경기 하남시 덕풍북로259번길 32, 3층 (덕풍동, 부차드캐슬)

**한상원**

서울 강동구 천중로32길 5-9, (천호동)

**국준원**

서울 동작구 서달로 98, (흑석동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 K0006005

부처명 지식경제부

연구관리전문기관 지식경제부

연구사업명 소재원천기술개발사업

연구과제명 열저장용 나노입자 고차구조제어 기술

기 여 율 1/2

주관기관 한국산업기술평가관리원

연구기간 2009.06.01 ~ 2012.05.31이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10043265

부처명 지식경제부

연구관리전문기관 지식경제부

연구사업명 벤처형전문소재기술개발사업

연구과제명 스크래치 자기치유 캡슐 및 온도 제어 나노캡슐을 활용한 자동차 내장재용 표면감성 향상

소재

기 여 율 1/2

주관기관 한국산업기술평가관리원

연구기간 2012.09.01 ~ 2015.08.31

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

무기물을 포함하는 고분자 용액을 다공질 막을 이용하여 연속상 용액에 분산시키는 단계를 포함하는 기능성 입자의 제조방법.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

무기물이 Al, Ba, Be, Ca, Cr, Cu, Cd, Dy, Ga, Ge, Hf, In, Lu, Mg, Mo, Ni, Rb, Sc, Si, Sn, Ta, Te, Ti, W, Zn, Zr 및 Yb로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 1종 이상인 금속물질의 산화물 또는 질화물, 소수성 실리카, 콜로이드 실리카 및 반도체 나노입자로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 1종 이상인 것을 특징으로 하는 기능성 입자의 제조방법.

### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 무기물을 포함하는 고분자 용액은 무기물 2 내지 10 중량부, 고분자 10 내지 40 중량부 및 용매 60 내지 90 중량부를 포함하는 것을 특징으로 하는 기능성 입자의 제조방법.

### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

다공질 막의 기공 크기는 2 ~ 30  $\mu\text{m}$ 인 것을 특징으로 하는 기능성 입자의 제조방법.

### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

무기물을 포함하는 고분자 용액을 0.1 내지 20kgf/cm<sup>2</sup>의 압력차와 20 내지 100ml/분의 유속으로 다공질 막을 통과시켜, 연속상 용액에 분산시키는 것을 특징으로 하는 기능성 입자의 제조방법.

### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

연속상 용액은 유화제와 용매를 포함하는 것을 특징으로 하는 기능성 입자의 제조방법.

### 청구항 7

제 6 항에 있어서,

유화제의 함량은 연속상 용액 100 중량부에 대하여, 0.01 내지 10 중량부를 포함하는 것을 특징으로 하는 기능성 입자의 제조방법.

## 청구항 8

제 1 항에 있어서,

연속상 용액에 분산된 무기물을 포함하는 고분자 용액을 건조하는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 기능성 입자의 제조방법.

## 청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 따른 방법으로 제조되고, 입자 내 무기물 분산도가 10 이하인 기능성 입자.

## 명세서

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 무기물의 분산성이 우수한 기능성 입자의 제조방법 및 이를 이용하여 제조된 기능성 입자에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 파우더 형태의 입자들은 근래 사업에서 촉매 혹은 물성강화 등의 목적을 가지고 많이 활용되고 있다. 특히 기능성 입자들의 경우 부가가치의 향상을 위해 많이 제조되고 있으며 입자 크기의 균일화는 동일한 물성의 제공이라는 측면에서 중요시 되고 있다. 또한, 이러한 기능성 입자의 제조를 위해서는 수상에서 두 가지 이상의 단량체가 결합하여 고분자 입자를 형성시키는 에멀전 중합이 많이 사용되고 있다. 하지만, 대부분의 에멀전 공정은 화학적인 결합을 이용하기 때문에 반응 수율이 높지 않고, 특히 무기물을 고분자 입자 내부에 함유하기 위해서는 무기물 입자의 개질 혹은 복잡한 공정이 필요한 실정이며, 대부분 5 내지 48 시간의 제조시간이 필요하기 때문에 산업적인 측면에서 비용의 증가를 해결하기 위한 노력이 필요하다.

[0003] 이에, 최근에는 특허문헌 1에 개시되어 있는 바와 같이 모노머와 기능성 무기물을 사용하여, 막유화 에멀전법을 통해 입자를 제조하는 방법들이 연구되고 있으나, 이러한 모노머를 사용한 막유화 에멀전법은 균일한 크기의 입자를 제조하기 어렵고, 입자 내에서의 무기물 분산이 피커링 에멀전 이펙트(pickering emulsion Effect)에 의해 입자의 외곽에만 분산된다는 문제점이 있다.

[0004] 한편, 고분자를 막유화 에멀전법의 분산상으로 적용한 연구는 현재까지 이루어진 바가 없다.

### 선행기술문헌

#### 특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: 대한민국 공개특허 제10-2011-0065020호

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은 무기물을 포함하는 고분자 용액을 다공질 막을 이용하여 연속상 용액에 분산시키는 단계를 포함하는 기능성 입자의 제조방법을 제공하고, 이를 통해 균일한 크기와 높은 무기물 분산성을 갖는 기능성 입자를 제공하는 것이다.

## 과제의 해결 수단

- [0007] 본 발명은 무기물을 포함하는 고분자 용액을 다공질 막을 이용하여 연속상 용액에 분산시키는 단계를 포함하는 기능성 입자의 제조방법을 제공한다.
- [0008] 또한, 본 발명의 제조방법으로 제조되고, 입자 내 무기물 분산도가 10 이하인 기능성 입자를 제공한다.

## 발명의 효과

- [0009] 본 발명은 무기물을 포함하는 고분자 용액을 사용한 막유화 에멀전법을 도입하여 적은 제조비용으로 균일한 크기의 입자를 제조할 수 있고, 기능성 입자내의 무기물 분산도를 향상시킬 수 있으며, 이를 통해 높은 기능성을 발휘할 수 있는 기능성 입자를 제공함으로써, 형광입자 제조와 같은 기능성 입자의 효율을 극대화시킬 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

- [0010] 도 1은 본 발명의 막유화 에멀전법에 사용되는 내압식 막유화 장치에 대한 모식도이다.
- 도 2는 비교예 1에 따라 제조된 기능성 입자의 현미경 사진이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 기능성 입자의 현미경 사진이다.
- 도 4는 비교예 1에 따라 제조된 기능성 입자를 여기시킨 후 찍은 현미경 사진이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 기능성 입자를 여기시킨 후 찍은 현미경 사진이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 본 발명은 무기물을 포함하는 고분자 용액을 다공질 막을 이용하여 연속상 용액에 분산시키는 단계를 포함하는 기능성 입자의 제조방법을 제공한다.
- [0012] 본 발명에서 "막유화 에멀전법"이란 다공성막을 사용하여 일정 압력 하에서 분산상을 막의 세공을 통해 연속상 내로 투과시켜 에멀전을 제조하는 기술이다.
- [0013] 이러한 막유화 에멀전법의 원리는 분산상의 용액을 질소가스로 압력을 가하여 멤브레인을 통과시키게 된다. 연속상은 스테러가 회전하면서 일정한 세기의 흐름을 만들어 주면 멤브레인을 통과한 분산용액은 연속상의 흐름에 의해서 일정한 크기의 작은 액체방울(Droplet)으로 이탈하게 된다. 작은 액체방울은 연속상의 유화제와 계면활성제로 인해서 구의 형태를 유지하며, 중합과정, 건조과정 등을 통해 고체상의 입자로 만들 수 있다.
- [0014] 본 발명에서 특징적인 단계는 무기물을 포함하는 고분자 용액을 다공질 막을 이용하여 연속상 용액에 분산시키는 것에 있다.
- [0015] 상기 단계를 통해 적은 제조비용으로 균일한 크기의 기능성 입자를 제조할 수 있고, 기능성 입자 내의 무기물 분산도를 향상시킬 수 있으며, 이를 통해 높은 기능성을 발휘할 수 있는 기능성 입자를 제공함으로써, 형광입자 제조와 같은 기능성 입자의 효율을 극대화시킬 수 있다.
- [0016] 본 발명에서 "무기물"은 입자 내에 포함되어 기능성을 갖는 물질로, 작은 입자상 내지 분말상으로 형성되어 각종 재료에 혼련하거나, 혼합시킴으로써 기능성을 갖게 할 수 있다. 예를 들어, 이러한 무기물은 (Al, Ba, Be, Ca, Cr, Cu, Cd, Dy, Ga, Ge, Hf, In, Lu, Mg, Mo, Ni, Rb, Sc, Si, Sn, Ta, Te, Ti, W, Zn, Zr, Yb)의 산화물 또는 질화물, 소수성 실리카, 콜로이드 실리카, 반도체 나노입자, 산화아연 및 양자점(quantum dot)으로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상을 사용할 수 있고, 그 함량은 고분자 용액 100 중량부를 기준으로, 0.01 내지 30 중량부, 0.1 내지 8 중량부, 1 내지 6 중량부 또는 4 내지 20 중량부로 사용될 수 있다. 이러한 무기물의 함량이 상기 범위일 때, 기능성 입자 내의 무기물 분산성이 우수할 수 있다.
- [0017] 본 발명에서 고분자용액은 고분자를 용매에 용해시킨 것으로, 이때 사용되는 고분자로는 예를 들어, 폴리올레핀(polyolefine), 폴리스티렌(polystyrene), 폴리비닐알코올(polyvinylalcohol), 폴리아크릴로나이트릴(polyacrylonitrile), 폴리아미드(polyamide), 폴리에스테르(polyester), 아라미드(aramide), 아크릴(acrylic), 폴리에틸렌옥사이드(PEO; polyethylene oxide), 폴리카프로락톤(polycaprolactone), 폴리카보네이트

(polycarbonate), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(polyethyleneterephthalate), 폴리벤즈이미다졸(PBI: polybezimidazole), 폴리(2-하이드로에틸 메타크릴레이트((poly(2-hydroxyethylmethacrylate))), 폴리비닐리덴 플루오라이드(polyvinylidene fluoride), 폴리(에테르 이미드)(poly(ether imide)), 스티렌-부타디엔-스티렌 3 블록 공중합체(SBS; styrene-butadiene-styrene triblockcopolymer), 폴리(페로세닐디메틸실레인)(poly(ferrocenyldimethylsilane)), 폴리페닐렌설파이드(polyphenylenesulfide), 폴리이썬이썬케톤(polyetheretherketone)로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상을 사용할 수 있고, 그 함량은 고분자 용액 100 중량부에 대하여, 10 내지 50 중량부, 20 내지 40 중량부, 10 내지 30 중량부로 사용될 수 있으며, 고분자의 함량이 상기 범위일 때 높은 입자 크기의 균일성을 얻을 수 있다.

[0018] 이때, 사용될 수 있는 용매로는 특별히 제한을 두는 것은 아니나, 하나의 예로, 메틸렌 클로라이드, 클로로포름 /에탄올, 톨루엔, 헥산으로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상을 사용할 수 있다.

[0019] 또한, 무기물을 포함하는 고분자 용액은 일 예로, 무기물 2 내지 10 중량부, 고분자 10 내지 40 중량부 및 용매 60 내지 90 중량부를 포함할 수 있고, 이러한 범위일 때, 액적의 균일성과 무기물의 분산성을 높일 수 있다.

[0020] 본 발명에서 사용되는 중량 단위, '중량부'는 특별히 규정하지 않는 한, 각 성분 간의 상대적인 중량 비율을 의미한다. 예를 들어, 상기 무기물을 포함하는 고분자 용액에서 중량부는 무기물 : 고분자 : 용매 = 2 ~ 10 : 10 ~ 40 : 60 ~ 90 의 중량비를 의미한다.

[0021] 본 발명에서 다공질 막은 막유화 에멀전법에 사용 가능한 막을 제한 없이 사용할 수 있으며, 예를 들어, 막의 재질로는 알루미늄, 이산화티타늄( $TiO_2$ ), 실리카, 글라스 등을 사용할 수 있고, 그 중 시라스다공성유리(SPG, Shirasu porous glass)막을 사용하는 것이 바람직하다. 이때, 액적을 형성하는 막의 기공 크기는 제조하고자 하는 입자의 크기에 따라 다르며, 예를 들어, 2 ~ 30  $\mu m$ , 10 ~ 20  $\mu m$ , 5 ~ 20  $\mu m$ , 또는 15 ~ 25  $\mu m$ 의 기공 크기일 수 있으며, 기공 크기가 상기 범위일 때 높은 입자 크기의 균일성을 얻을 수 있다.

[0022] 또한, 고분자 용액을 다공질 막으로 통과시키는데 필요한 압력은 1 내지 20 kPa 또는 1 내지 5 kPa의 범위일 수 있다. 이러한 압력이 상기 범위일 때 액적의 높은 균일성으로 인해, 높은 입자 크기의 균일성을 얻을 수 있다.

[0023] 본 발명에서 연속상 용액은 유화제를 함유하는 용매를 사용할 수 있고, 일 예로 유화제를 포함하는 수성 용매를 사용할 수 있다. 상기 유화제로는 글리세린 지방산 에스테르, 솔비탄 지방산 에스테르, 자당 지방산 에스테르, 프로필렌 글리콜 지방산 에스테르, 폴리옥시에틸렌, 알킬에테르, 폴리옥시알킬렌 알킬페놀에테르 및 폴리비닐 알코올로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상의 비이온성 고분자 분산제; 또는 알킬 황산염, 알킬 에테르 황산염, 황산염 알카놀아마이드, 글리세라이드 황산염, 도데실 벤젠 술폰산염, 알파올레핀 술폰산염, 폴리아크릴 아미드, 폴리비닐 아민, 폴리비닐 아민 N-옥사이드, 폴리비닐 암모늄염, 폴리디알킬디알릴암모늄염, 폴리아크릴 산, 폴리아크릴산염, 및 폴리아미노알킬 아크릴산염으로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상의 이온성 고분자 분산제 중 선택된 1종 이상을 사용할 수 있고, 유화제의 함량은 특별히 제한을 두는 것은 아니나, 연속상 용액 100 중량부에 대하여, 0.01 내지 10 중량부, 0.01 내지 2 중량부 또는 1 내지 5 중량부일 수 있으며, 유화제의 함량이 상기 범위일 때, 액적의 안정성과 균일성을 높일 수 있다.

[0024] 또한, 본 발명에서 연속상 용액은 분산제를 추가로 포함할 수 있다. 하나의 예로, 분산제는 폴리 비닐 알코올(PVA) 등의 수산기 함유 폴리머, 폴리 초산 비닐 등의 폴리 비닐 에스테르, 폴리 에틸렌 옥사이드(poly ethylene oxide)등의 폴리 에테르, 폴리 아크릴 아미드 등의 아미드기 함유 폴리머, 폴리 비닐 피롤리돈 (poly vinyl pyrrolidone, PVP), 제 3인산 칼슘(TCP), 셀룰로오스 등을 들 수 있다. 분산제의 양은 물 100 중량부 기준으로, 0.1 내지 10 중량부, 0.4 내지 6 중량부 또는 2 내지 7 중량부로 사용할 수 있으며, 상기 범위일 때, 생성되는 액적의 안정성을 향상시킬 수 있다.

[0025] 본 발명에서 분산은 무기물을 포함하는 고분자 용액을 다공질 막을 통과시켜 연속상 용액에 분산시키는 것으로, 특별히 제한을 두는 것은 아니나, 0.1 내지 20 kgf/cm<sup>2</sup>, 0.5 내지 5 kgf/cm<sup>2</sup>, 4 내지 15 kgf/cm<sup>2</sup> 또는 10 내지 20 kgf/cm<sup>2</sup>의 압력차와 20 내지 100ml/분의 유속으로 다공질 막을 통과시켜 연속상 용액에 분산시킬 수 있다. 압력차와 유속이 상기 범위일 때, 액적의 안정성과 균일성을 높여 균일한 크기를 갖는 구형의 입자를 제조할 수 있다.

[0026] 또한, 본 발명에서는 연속상 용액에 분산된 무기물을 포함하는 고분자 용액을 건조하는 단계를 추가로 포함할 수 있으며, 이때 건조 조건으로는 특별히 제한을 두는 것은 아니나, 예를 들어, 상온의 조건에서 2 내지 5 시간

동안 건조할 수 있다.

- [0027] 본 발명은 상술한 제조방법으로 제조된 기능성 입자에 관한 것이다.
- [0028] 이러한 기능성 입자는 입자 내 무기물 분산도가 10 이하일 수 있으며, 본 발명에서 분산도란 레이저 입자 크기 분석기(중량 분포)를 이용한 레이저 회절 기법을 사용함으로써 얻어진 값으로, "분산도"는 하기 비를 의미하는 것으로 이해된다.
- [0029] 
$$\sigma / m = (d_{84} - d_{16}) / 2d_{50}$$
- [0030] 여기서,  $d_{84}$ 는 84%의 입자들이  $d_{84}$ 보다 작은 직경을 갖게 되는 입자 직경이다.  $d_{16}$ 는 16%의 입자들이  $d_{16}$ 보다 작은 직경을 갖게 되는 입자 직경이다.  $d_{50}$ 은 입자의 평균 직경이다.
- [0031] 여기서, 평균 크기 측정은 이러한 유형의 측정에 사용되는 공지된 방법에 따라 초음파 탐침 작용을 받은 현탁액 상에서 수행된다.
- [0032] 또한, 액적이 형성된 연속상 용액의 pH를 조절함으로써, 기능성 입자의 표면 거칠기를 제어할 수 있으며, 이때, pH는 중합조건에 따라 달라질 수 있으므로 따로 제한을 두지는 않으나, 예를 들어, 연속상 용액의 pH는 2 내지 10, 3 내지 7 또는 4 내지 9로 조절하여 사용할 수 있다.
- [0033] 이하, 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 기능성 입자의 제조방법을 보다 상세히 설명하기로 한다.
- [0034] 도 1은 본 발명의 막유화 에멀전법에 사용되는 내압식 막유화 장치에 대한 모식도이다.
- [0035] 도 1에 나타난 바와 같이, 본 발명의 방법에서 내압식 막유화장치를 이용하여 무기물을 포함하는 고분자 용액(분산상 용액)을 상기 내압식 막유화장치의 모듈에 설치된 무기 다공성막을 통과시켜 연속상 용액 내로 분산시킴으로써, 연속상 용액 내에 무기물을 포함하는 고분자 용액의 액적을 형성시킨다.
- [0036] 본 발명의 방법에서 내압식 막유화장치를 이용하여 무기물을 포함하는 고분자 용액의 액적을 형성시킬 때, 막유화 장치의 다공질 막에 가해지는 압력, 다공성 무기막의 세공 크기, 분산상과 연속상의 비율 등을 조절하여 연속상 용액 내에 안정한 액적이 제조 되도록 한다.
- [0037] 이때, 분산상과 연속상의 비율은 특별히 제한을 두는 것은 아니나, 연속상 대비 분산상의 비율이 5 내지 20부피%(vol%)일 수 있다.
- [0038] 다음 공정으로, 액적 상태의 무기물을 포함하는 고분자 용액을 함유하는 연속상 용액을 건조하여 용매를 증발시키고, 세정공정을 통해 기능성 입자를 제조할 수 있다. 하나의 예로, 상기 건조는 상온의 조건에서 2 내지 5 시간 동안 실시될 수 있다.
- [0039] [실시예 1]
- [0040] 1. 기능성 입자의 제조
- [0041] 폴리스티렌 1.5g을 메틸렌 클로라이드(Methylene Chloride) 10g에 혼합한 후 80°C에서 12시간 동안 교반하여, 폴리스티렌을 용매(메틸렌 클로라이드)에 용해시켜 고분자 용액을 제조하였다.
- [0042] 이렇게 제조된 고분자 용액을 상온에서 식힌 후, 고분자 용액 10mL에 양자점[(quantum dot), NSQDs-OS, (주)나노스퀘어]을 양자점을 포함하는 고분자 용액 100 중량부에 대하여 5 중량부가 되도록 초음파 진동기를 통해 교반하여 양자점을 포함하는 고분자 용액을 제조하였다.
- [0043] 이렇게 제조된 양자점을 포함하는 고분자 용액을 분산상으로 하고, 연속상 용액 100 중량부에 대하여 분자량이 288.38인 로틸황산나트륨(SLS)을 1 중량부로 함유하는 증류수를 연속상으로 하며, 다공성 막으로 기공크기가 15  $\mu$ m인 시라스다공성유리(SPG, Shirasu porous glass)막을 사용하는 내압식 막유화 장치를 이용하고, 1.5kPa의 압력으로, 양자점을 포함하는 폴리스티렌 용액의 액적을 연속상 용액 내에 형성시키고, 이를 상온에서 3 시간 동안 건조하여 비드(bead) 형태의 기능성 입자를 제조하였다.



[0044] [비교예 1]

[0045] 상기 실시예 1에서 폴리스티렌 대신 스티렌 모노머(styrene monomer, sigma-aldrich)를 사용하고, 액적을 형성한 후 건조 전에 중합반응을 위해 중합개시제인 포타슘 퍼설페이트(시그마-알드리치사)를 0.015g 투입하고, 수산화암모늄(NH<sub>4</sub>OH)을 사용하여 pH가 4가 되도록 조절한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 기능성 입자를 제조하였다.

[0046] 도 2와 도 3은 실시예 1과 비교예 2에서 제조된 기능성 입자를 전자현미경으로 관찰한 현미경 사진으로, 도 2와 도 3에 나타난 바와 같이, 같은 공정조건(다공성 막 기공크기: 15  $\mu\text{m}$ )에서 스티렌 모노머(styrene monomer, SM)를 사용했을 경우(도 2) 보다 폴리스티렌 폴리머를 사용했을 경우(도 3)가 보다 균일한 크기의 기능성 입자를 제조할 수 있음을 볼 수 있다.

[0047] 또한, 도 4와 도 5는 실시예 1과 비교예 1에서 제조된 기능성 입자를 광여기 시킨 후 현미경(A Zeiss Axiovert 200)을 이용하여 찍은 사진으로, 도 3과 도 4에 나타난 바와 같이, 모노머를 이용한 비교예 1(도 4)에서는 양자점이 피커링 에멀전 이펙트(pickering emulsion Effect)에 의해 입자의 외곽에만 분산되기 때문에 형광 시그널의 감소 및 이를 바이오센서 등으로의 응용에 어려움이 있는 반면, 본 발명에 따른 실시예 1(도 5)의 경우, 기능성 입자의 내부와 외부 모두에 고른 분산을 보이는 것으로 나타났으며, 이로 인해, 광발현과 같은 입자내 기능성 부여에 높은 효율을 보이는 것으로 나타났다.

[0048] 또한, 하기 표 1은 실시예 1과 같이 폴리스티렌 PS(polystyrene)의 고분자를 사용할 경우와 비교예 1과 같이 스티렌 모노머(styrene monomer, SM)를 사용할 경우의 압력(압출 압력)에 따른 기능성 입자의 지름의 변화를 나타낸 것이다.

표 1

[0049]

| 압력 (kPa) | 입자의 지름( $\mu\text{m}$ ) |                |
|----------|-------------------------|----------------|
|          | 모노머                     | 고분자            |
| 0.3      | 117.3 $\pm$ 38.2        | X              |
| 0.6      | 105.2 $\pm$ 32.1        | X              |
| 0.9      | 112.9 $\pm$ 51.8        | X              |
| 1.2      | 156.5 $\pm$ 37.8        | X              |
| 1.5      | 192.5 $\pm$ 34.5        | 23.2 $\pm$ 1.1 |
| 1.8      | 124.4 $\pm$ 52.3        | 22.7 $\pm$ 2.6 |
| 2.1      | 133.5 $\pm$ 27.3        | 22.2 $\pm$ 3.8 |

[0050]

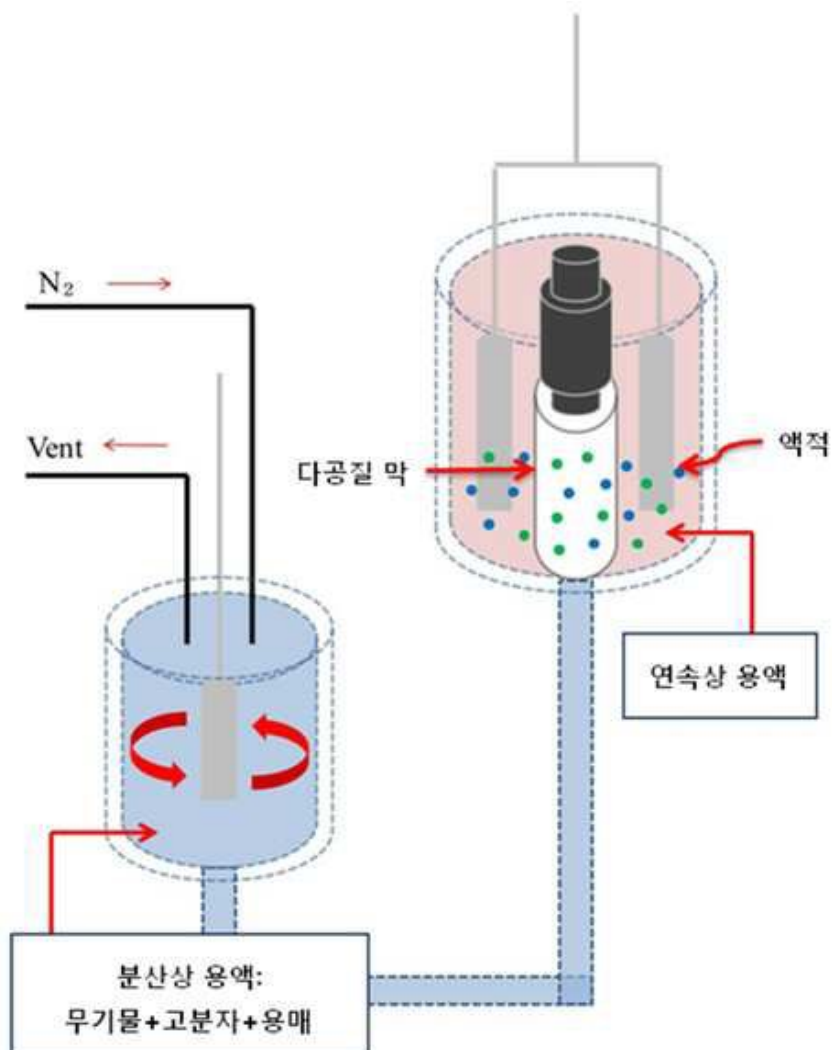
[0051] 상기 표 1을 통해 본 발명을 보다 상세히 설명하면, 우선, 10  $\mu\text{m}$  이상의 입자를 제조하기 위해서는 시라스다공성유리(SPG, Shirasu porous glass)막의 기공 크기가 최소 5  $\mu\text{m}$  이상이 되어야 하며, 20 ~ 30  $\mu\text{m}$  이상의 지름을 갖는 입자를 제조하기 위해서는 기공 크기가 최소 15 ~ 20  $\mu\text{m}$ 가 되어야 합니다. 하지만, 모노머의 경우, 기공 크기가 5  $\mu\text{m}$  이상이 되면 압력을 주지 않아도 시라스다공성유리(SPG, Shirasu porous glass)막 외측인 연속상 용액으로 배출되기 때문에 10  $\mu\text{m}$  이상의 입자를 제조할 수 없습니다. 하지만, 본 발명에서와 같이 고분자를 이용할 경우, 10 ~ 20  $\mu\text{m}$ 의 기공 크기를 가지는 다공성 막을 사용할 수 있고, 상기 표 1과 같이 22  $\mu\text{m}$ 의 크기를 가지는 입자를 약 1%의 오차범위 내에서 균일하게 생산할 수 있다.

[0052] 또한, 본 발명은 기존 에멀전 중합에 따라 제조되는 무기물을 갖는 고분자 입자(기능성 입자)의 최대 단점으로 지적되고 있는 제조 비용 문제를 해결할 수 있다.

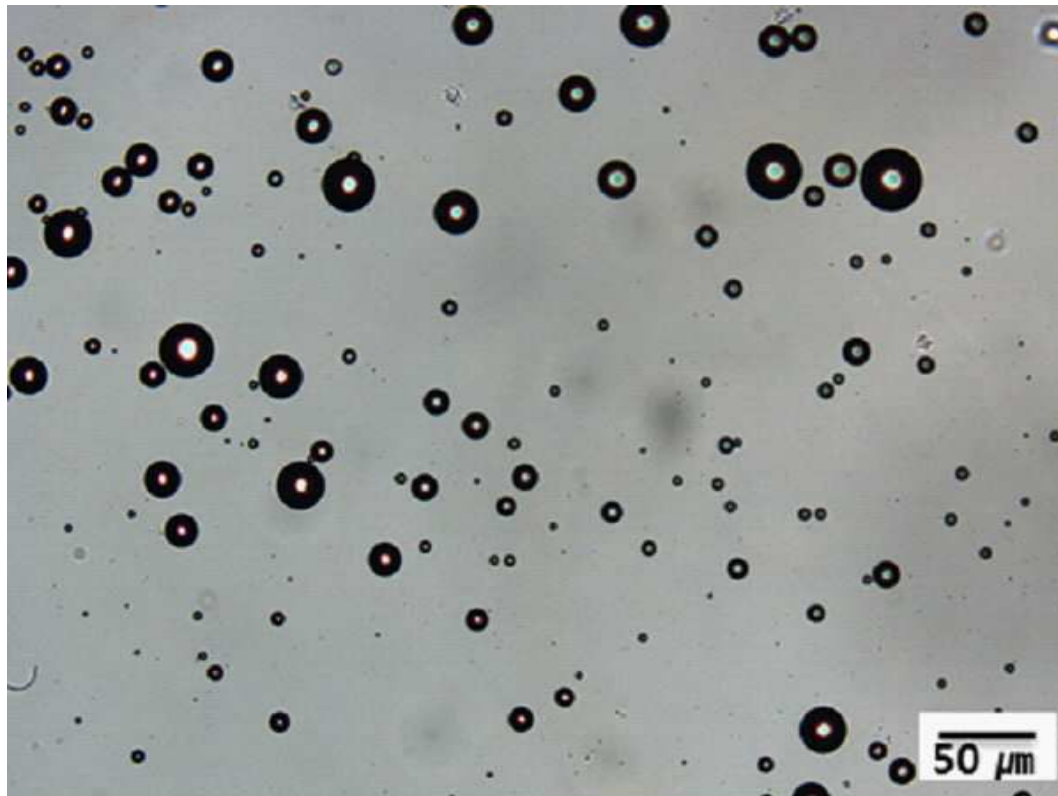


도면

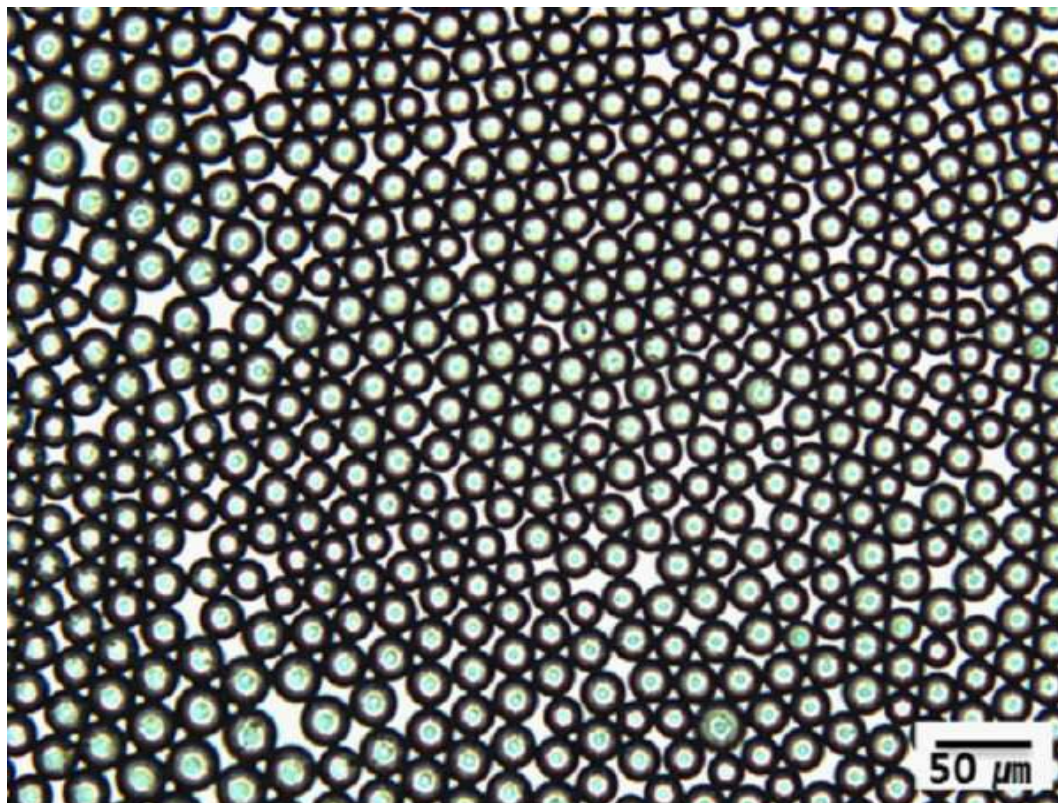
도면1



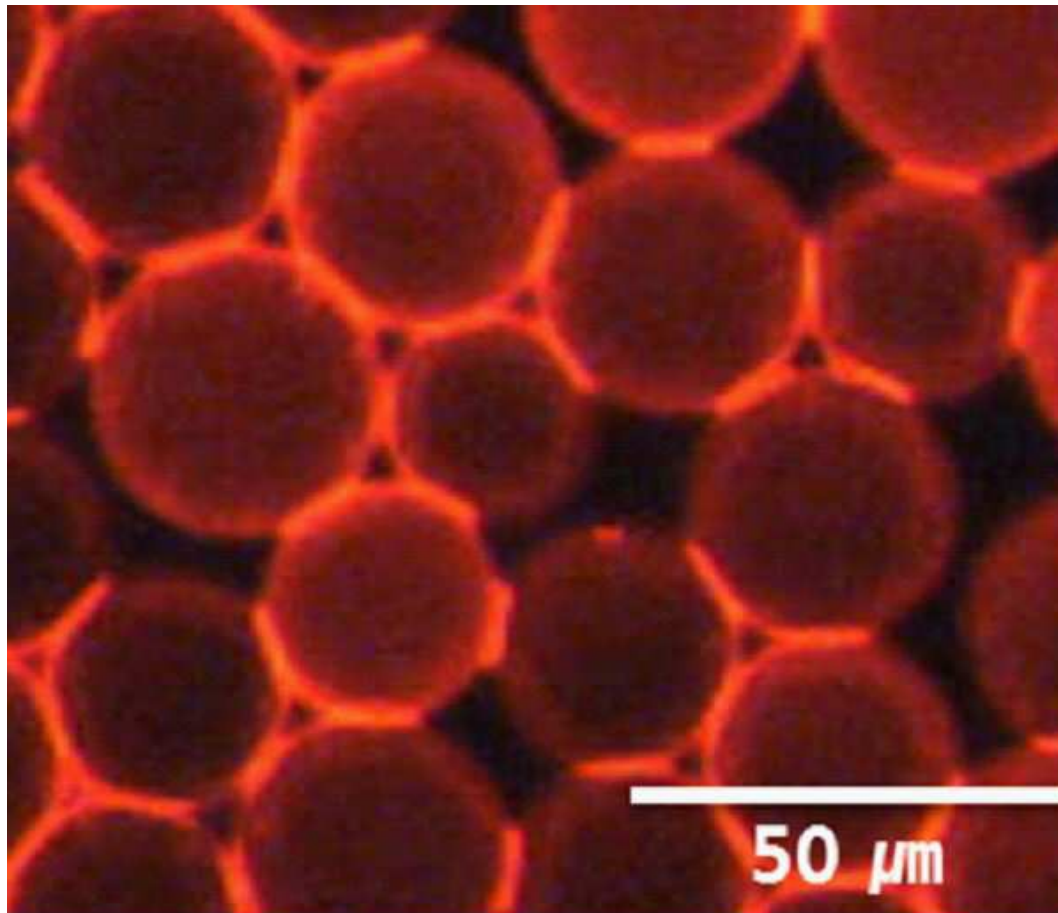
도면2



도면3



도면4



도면5

