

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2022-0121613
(43) 공개일자 2022년09월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B22F 1/00 (2022.01) C09K 11/77 (2006.01)
G01N 21/64 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B22F 1/16 (2022.01)
B22F 1/054 (2022.01)
(21) 출원번호 10-2021-0025918
(22) 출원일자 2021년02월25일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
이재범
경기도 화성시 동탄순환대로21길 54, 1331-204
찬밴단
대전광역시 유성구 문화원로10번길 51 창원빌라
104호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 플러스

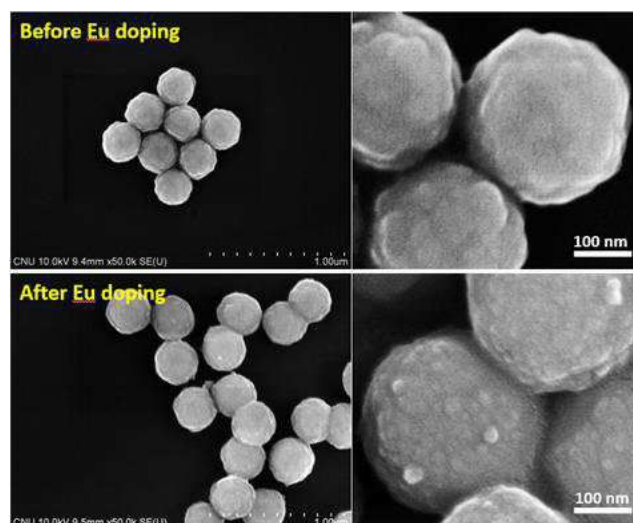
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 유로퓸 도핑된 나노입자의 제조방법 및 그 용도

(57) 요약

본 발명은 유로퓸 도핑된 나노입자의 제조방법 및 그 용도에 관한 것으로, 보다 상세하게는 Eu(DBM)₃phen 킬레이터를 이용하여 균일성이 우수한 유로퓸이 도핑된 코어-셸 구조의 나노입자를 제조하고, 이를 이용하여 세포 이미징, 생체 이미징의 측정 및 대량 생산에 활용하는 방법에 관한 것으로, 본 발명에 따른 Eu-도핑된 Fe₃O₄@SiO₂ 나노입자는 종래 합성 방법에 발생한 균일성 및 뭉침 문제를 해결함으로써, 매우 균일하고 뭉침이 없는 나노입자의 제조가 가능하였고, 이를 통해 자성 나노입자의 특성을 유지하며 균일한 표면을 가지는 형광 입자를 제공함으로써 고감도 체외 진단 키트, 프로브 등에 활용할 수 있으며, 대량 생산 조건의 확립을 통해, 고수율 저비용 생산 공정의 개발이 가능하다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류

B22F 1/102 (2022.01)

C09K 11/7728 (2021.01)

G01N 21/6489 (2013.01)

(72) 발명자

황다정

대전광역시 유성구 유성대로729번길 3 다올하우스
201호

원유광

대전광역시 유성구 유성대로822번길 29 신성빌라
401호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711114632

과제번호 2019R1A2C200782512

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 중견연구(개인연구)

연구과제명 카이랄성 안정제에 따른 나노구조체의 카이랄성 변동 연구 및 물리/진단센서 응용

기 여 율 70/100

과제수행기관명 충남대학교

연구기간 2019.03.01 ~ 2024.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711122468

과제번호 2019K1A3A1A1811606611

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 한-오스트리아 공동연구

연구과제명 무질서한 광-자기 구조의 미세역학적 나노이산 특성에 관한 연구

기 여 율 30/100

과제수행기관명 충남대학교

연구기간 2020.08.01 ~ 2022.07.31

명세서

청구범위

청구항 1

자성 금속 코어 및 형광성 물질이 도핑된 셸을 포함하는, 균일성이 향상된 코어-셸 나노 입자의 제조방법으로서,

자성 금속 나노 입자에 셸 구성용 물질과 아미노 관능화 물질을 혼합하여 아미노-관능화된 코어-셸 구조를 갖는 나노 입자를 합성하는 단계;

형광성 물질 복합체를 제조하는 단계; 및

상기 아미노-관능화된 코어-셸 구조를 갖는 나노 입자에 상기 형광성 물질 복합체를 혼합하여 형광성 물질이 도핑된 셸로 코팅된 자성 금속 코어를 포함하는 나노 입자를 제조하는 단계;

를 포함하는, 코어-셸 나노 입자의 제조방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 자성 금속은 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni), 이들의 합금 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 것의 염인 것인, 코어-셸 나노 입자의 제조방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 자성 금속 코어는 강자성 금속, 페리자성 금속 산화물, 이들의 합금 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 것인, 코어-셸 나노 입자의 제조방법.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 강자성 금속은 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni) 및 이들의 합금으로 이루어진 군에서 선택되는 것인, 코어-셸 나노 입자의 제조방법.

청구항 5

제 3항에 있어서,

상기 페리자성 금속 산화물은 Fe_3O_4 또는 MFe_2O_4 이며, 여기서 M은 Fe, Co 또는 Ni인, 코어-셸 나노 입자의 제조방법.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 아미노 관능화 물질은 (3-aminopropyl)triethoxysilane (APTES)인, 코어-셸 나노 입자의 제조방법.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 셸 구성용 물질은 테트라에틸 오르소실리케이트(tetraethyl orthosilicate; TEOS)로부터 형성되는 것인, 코어-셸 나노 입자의 제조방법.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 형광성 물질은 Eu^{3+} 인, 코어-셸 나노 입자의 제조방법.

청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 형광성 물질 복합체는 $\text{Eu}(\text{DBM})_3\text{phen}$ 이며, 여기서 DBM은 디벤조일메탄이고, phen은 1,10-페난트롤린(1,10-phenanthroline)인, 코어-셸 나노 입자의 제조방법.

청구항 10

제 1항에 있어서,

상기 나노 입자의 제조시 계면활성제를 혼합하는 단계를 더 포함하는, 코어-셸 나노 입자의 제조방법.

청구항 11

제 10항에 있어서,

상기 계면활성제는 CTAB(cetyltrimethylammonium bromide), CPB(cetylpyridinium bromide), DTAB(dodecyltrimethylammonium bromide), 및 TTAB(tetradecyltrimethylammonium bromide)로 이루어진 군에서 선택되는 것인, 코어-셸 나노 입자의 제조방법.

청구항 12

제 1항 내지 제 11항 중 어느 한 항의 코어-셸 나노 입자의 제조방법으로 제조된, 자성 금속 코어 및 형광성 물질이 도핑된 셸을 포함하는, 코어-셸 나노 입자.

청구항 13

자성 금속 코어; 및 상기 자성 금속 코어에 코팅된 셸로서, 상기 셸은 형광성 물질이 도핑된 구조인 셸;을 포함하는 코어-셸 나노 입자.

청구항 14

제 13항에 있어서,

상기 자성 금속 코어는 강자성 금속, 페리자성 금속 산화물, 이들의 합금 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 것인, 코어-셸 나노 입자.

청구항 15

제 14항에 있어서,

상기 강자성 금속은 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni) 및 이들의 합금으로 이루어진 군에서 선택되는 것인, 코어-셸 나노 입자.

청구항 16

제 14항에 있어서,

상기 페리자성 금속 산화물은 Fe_3O_4 또는 MFe_2O_4 이며, 여기서 M은 Fe, Co 또는 Ni 인, 코어-셸 나노 입자

청구항 17

제 13항에 있어서,

상기 셸은 이산화규소(SiO_2)로 이루어진 것인, 코어-셸 나노 입자.

청구항 18

제 13항에 있어서,

상기 형광성 물질은 Eu^{3+} 인, 코어-셸 나노 입자.

청구항 19

제 13항 내지 제 18항 중 어느 한 2항의 코어-셸 나노 입자를 포함하는 생체 분자 영상 진단용 형광 나노 프로브.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유로퓸 도핑된 나노입자의 제조방법 및 그 용도에 관한 것으로, 보다 상세하게는 $\text{Eu}(\text{DBM})_3\text{phen}$ 킬레이트를 이용하여 균일성이 우수한 유로퓸이 도핑된 코어-셸 구조의 나노입자를 제조하고, 이를 이용하여 세포 이미징, 생체 이미징의 측정 및 대량 생산에 활용하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 몇 년 동안, 자성 산화철 나노 입자(특히 마그네타이트 - Fe_3O_4)는 표적 약물의 전달, 자기 공명 영상(MRI) 및 자기 고열(magnetic hyperthermia) 등의 생의학 응용 분야에 집중적으로 활용되어 왔다. 이와 같은 다기능 물질은 화학적 기능의 조작이 가능한 특징을 결합하여 다양한 응용 분야에서 핵심적 역할을 수행할 수 있어 매력적인 장점이 있다. 다기능 물질을 사용하면 필요한 부품(parts)의 수를 절약할 수 있고, 일부 경우에는 연결된 작업의 필요성을 감소시킬 수 있다.

[0003] 또한, 자기 특성과 발광 특성을 모두 나타내는 물질이 개발됨으로써, 생물학적 분자 또는 세포의 이미징, 추적 및 분리 등의 생명공학 공정에 활용되어 왔다. 다기능 물질에서 상기 두 가지 특성을 모두 얻는 방법으로는 자성 금속 코어를 능동 형광 재료로 코팅하여 코어-셸 구조의 나노 물질을 제조하는 방법을 일 예로 들 수 있다.

[0004] 그러나, 현재까지 공개된 자성 금속 물질을 이용한 코어-셸 구조의 나노 물질의 경우, 형태가 균일하지 못하고, 코어-셸 구조의 입자가 서로 응집되는 등의 단점이 있어, 이에 대한 효과적인 해결 방법의 제시가 절실한 상황이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 중국 등록특허공보 제102749314호(2014.10.22).
(특허문헌 0002) 미국 공개특허공보 제2004-0208825호(2004.10.21).

비특허문헌

[0006] (비특허문헌 0001) Mou Y. et al. J Sol-Gel Sci Technol. 83:447-456 (2017).

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 상기와 같은 문제점의 해결을 위해, 본 발명은 자성 금속 코어 및 형광성 물질이 도핑된 셸을 포함하는, 균일성이 향상된 코어-셸 나노 입자의 제조방법을 제공한다.

[0008] 또한 본 발명은 자성 금속 코어; 및 상기 자성 금속 코어에 코팅된 셸로서, 상기 셸은 형광성 물질이 도핑된 구조인 셸;을 포함하는 코어-셸 나노 입자를 제공한다.

[0009] 또한 본 발명은 코어-셸 나노 입자를 포함하는 생체 분자 영상 진단용 형광 나노 프로브를 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명에 따른 코어-셸 나노 입자의 제조방법은 자성 금속 코어 및 형광성 물질이 도핑된 셸을 포함하는, 균일성이 향상된 코어-셸 나노 입자의 제조방법으로서, 자성 금속 나노 입자에 셸 구성용 물질과 아미노 관능화 물질을 혼합하여 아미노-관능화된 코어-셸 구조를 갖는 나노 입자를 합성하는 단계; 형광성 물질 복합체를 제조하는 단계; 및 상기 아미노-관능화된 코어-셸 구조를 갖는 나노 입자에 상기 형광성 물질 복합체를 혼합하여 형광성 물질이 도핑된 셸로 코팅된 자성 금속 코어를 포함하는 나노 입자를 제조하는 단계;를 포함한다.
- [0011] 본 발명의 일 예에 따른 코어-셸 나노 입자의 제조방법에 있어서, 상기 자성 금속은 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni), 이들의 합금 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 것일 수 있다.
- [0012] 본 발명의 일 예에 따른 코어-셸 나노 입자의 제조방법에 있어서, 상기 자성 금속 코어는 강자성 금속, 페리자성 금속 산화물, 이들의 합금 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 것일 수 있다.
- [0013] 본 발명의 일 예에 따른 코어-셸 나노 입자의 제조방법에 있어서, 상기 강자성 금속은 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni) 및 이들의 합금으로 이루어진 군에서 선택되는 것일 수 있다.
- [0014] 본 발명의 일 예에 따른 코어-셸 나노 입자의 제조방법에 있어서, 상기 페리자성 금속 산화물은 Fe_3O_4 또는 MFe_2O_4 이며, 여기서 M은 Fe, Co 또는 Ni일 수 있다.
- [0015] 본 발명의 일 예에 따른 코어-셸 나노 입자의 제조방법에 있어서, 상기 아미노 관능화 물질은 (3-aminopropyl)triethoxysilane (APTES)일 수 있다.
- [0016] 본 발명의 일 예에 따른 코어-셸 나노 입자의 제조방법에 있어서, 상기 셸 구성용 물질은 테트라에틸 오르토실리케이트(tetraethyl orthosilicate; TEOS)로부터 형성되는 것일 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일 예에 따른 코어-셸 나노 입자의 제조방법에 있어서, 상기 형광성 물질은 Eu^{3+} 일 수 있다.
- [0018] 본 발명의 일 예에 따른 코어-셸 나노 입자의 제조방법에 있어서, 상기 형광성 물질 복합체는 $\text{Eu}(\text{DBM})_3\text{phen}$ 이며, 여기서 DBM은 디벤조일메탄이고, phen은 1,10-페난트롤린(1,10-phenanthroline)일 수 있다.
- [0019] 본 발명의 일 예에 따른 코어-셸 나노 입자의 제조방법에 있어서, 상기 나노 입자의 제조시 계면활성제를 혼합하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0020] 본 발명의 일 예에 따른 코어-셸 나노 입자의 제조방법에 있어서, 상기 계면활성제는 CTAB(cetyltrimethylammonium bromide), CPB(cetylpyridinium bromide), DTAB(dodecyltrimethylammonium bromide), 및 TTAB(tetradecyltrimethylammonium bromide)로 이루어진 군에서 선택되는 것일 수 있다.
- [0021] 본 발명에 따른 코어-셸 나노 입자는 상기 코어-셸 나노 입자의 제조방법으로 제조된, 자성 금속 코어 및 형광성 물질이 도핑된 셸을 포함한다.
- [0022] 본 발명에 따른 코어-셸 나노 입자는 자성 금속 코어; 및 상기 자성 금속 코어에 코팅된 셸로서, 상기 셸은 형광성 물질이 도핑된 구조인 셸;을 포함한다.
- [0023] 본 발명의 일 예에 따른 코어-셸 나노 입자에 있어서, 상기 자성 금속 코어는 강자성 금속, 페리자성 금속 산화물, 이들의 합금 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 것일 수 있다.
- [0024] 본 발명의 일 예에 따른 코어-셸 나노 입자의 제조방법에 있어서, 상기 강자성 금속은 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni) 및 이들의 합금으로 이루어진 군에서 선택되는 것일 수 있다.
- [0025] 본 발명의 일 예에 따른 코어-셸 나노 입자의 제조방법에 있어서, 상기 페리자성 금속 산화물은 Fe_3O_4 또는 MFe_2O_4 이며, 여기서 M은 Fe, Co 또는 Ni일 수 있다.
- [0026] 본 발명의 일 예에 따른 코어-셸 나노 입자의 제조방법에 있어서, 상기 셸은 이산화규소(SiO_2)로 이루어진 것일 수 있다.
- [0027] 본 발명의 일 예에 따른 코어-셸 나노 입자의 제조방법에 있어서, 상기 형광성 물질은 Eu^{3+} 일 수 있다.
- [0028] 또한 본 발명은 상기 코어-셸 나노 입자를 포함하는 생체 분자 영상 진단용 형광 나노 프로브에 관한 것이다.

발명의 효과

[0029] 본 발명에 따른 Eu-도핑된 $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ 나노 입자는 종래 합성 방법에 발생한 균일성 및 뭉침 문제를 해결함으로써, 매우 균일하고 뭉침이 없는 나노 입자의 제조가 가능하였고, 이를 통해 자성 나노 입자의 특성을 유지하며 균일한 표면을 가지는 형광 입자를 제공함으로써 고감도 체외 진단 키트, 프로브 등에 활용할 수 있으며, 대량 생산 조건의 확립을 통해, 고수율 저비용 생산 공정의 개발이 가능한 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 본 발명의 일 예에 따른 Eu-도핑된 SiO_2 나노 입자의 제조를 위한 seedless growing mechanism에 관한 모식도이고,

도 2는 본 발명의 일 예에 따른 Eu-도핑된 $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ 나노 입자의 제조 시의 도핑 메커니즘(doping mechanism)에 관한 모식도이고,

도 3은 본 발명의 일 예에 따라 합성된 Eu@ SiO_2 프로브의 형광 프로파일을 나타낸 것이고,

도 4는 본 발명의 일 예에 따른 Eu-도핑된 SiO_2 나노 입자의 수상 안정성, 분산성 및 크기 분포를 나타낸 것이고,

도 5는 본 발명의 일 예에 따른 Eu-도핑된 $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ 나노 입자의 자성 입자와의 결합으로 인한 특성 향상을 나타낸 것이고,

도 6은 본 발명의 일 예에 따른 Eu-도핑된 SiO_2 나노 입자 및 Eu-도핑된 $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ 나노 입자의 방출 파장 및 상대적 강도를 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 이하 첨부한 표 또는 도면들을 참조하여 본 발명의 유로폼 도핑된 나노입자의 제조방법 및 그 용도에 대해 상세히 설명한다.

[0032] 도면이 기재되어 있을 경우, 이는 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 예로서 제공되는 것이다. 따라서 본 발명은 제시되는 도면들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있으며, 상기 도면들은 본 발명의 사상을 명확히 하기 위해 과장되어 도시될 수 있다.

[0033] 제 1, 제 2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는 데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제 1 구성요소는 제 2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제 2 구성요소도 제 1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0034] 이때, 사용되는 기술 용어 및 과학 용어에 있어서 다른 정의가 없다면, 이 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 통상적으로 이해하고 있는 의미를 가지며, 하기의 설명 및 첨부 도면에서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 설명은 생략한다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의되지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0035] 또한 본 발명의 명세서에서 사용되는 단수 형태는 문맥에서 특별한 지시가 없는 한 복수 형태도 포함하는 것으로 의도할 수 있다.

[0036] 또한 본 발명의 명세서에서 특별한 언급 없이 사용된 단위는 중량을 기준으로 하며, 일 예로 % 또는 비의 단위는 중량% 또는 중량비를 의미한다.

[0037] 또한 본 발명의 명세서에서, “포함한다”는 표현은 “구비한다”, “함유한다”, “가진다” 또는 “특징으로 한다” 등의 표현과 등가의 의미를 가지는 개방형 기재이며, 추가로 열거되어 있지 않은 요소, 재료 또는 공정을 배제하지 않는다. 또한 “실질적으로...로 구성된다”는 표현은 특정된 요소, 재료 또는 공정과 함께 열거되어 있지 않은 다른 요소, 재료 또는 공정이 발명의 적어도 하나의 기본적인 신규한 기술적 사상에 허용할 수 없을 만큼의 현저한 영향을 미치지 않는 양으로 존재할 수 있는 것을 의미한다. 또한 “구성된다”는 표현은 기

재된 요소, 재료 또는 공정만이 존재하는 것을 의미한다.

- [0038] 본 발명에 따른 코어-셸 나노 입자의 제조방법은 자성 금속 코어 및 형광성 물질이 도핑된 셸을 포함하는, 균일성이 향상된 코어-셸 나노 입자의 제조방법으로서, 자성 금속 나노 입자에 셸 구성용 물질과 아미노 관능화 물질을 혼합하여 아미노-관능화된 코어-셸 구조를 갖는 나노 입자를 합성하는 단계; 형광성 물질 복합체를 제조하는 단계; 및 상기 아미노-관능화된 코어-셸 구조를 갖는 나노 입자에 상기 형광성 물질 복합체를 혼합하여 형광성 물질이 도핑된 셸로 코팅된 자성 금속 코어를 포함하는 나노 입자를 제조하는 단계;를 포함한다.
- [0039] 상기 자성 금속은 일예로, 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni), 이들의 합금 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 것 등일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0040] 또한, 상기 자성 금속 코어는 제한되지는 않으나, 강자성 금속, 페리자성 금속 산화물, 이들의 합금 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 것일 수 있으며, 보다 구체적인 예로 상기 강자성 금속은 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni) 및 이들의 합금으로 이루어진 군에서 선택되는 것일 수 있고, 상기 페리자성 금속 산화물은 Fe_3O_4 또는 MFe_2O_4 , 여기서 M은 Fe, Co 또는 Ni 등일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 목적인 형광 물질이 도핑된 나노 물질의 입자 크기 등의 균일성을 향상시키고, 형광 피크의 잔여 피크를 제거하여 프로브로서의 정확성을 향상시킬 수 있는 역할을 할 수 있도록 하는 코어라면 제한되지 않고 확장하여 사용할 수 있음은 물론이다.
- [0041] 상기 아미노 관능화 물질(amino functionalization material)은 특별히 제한되는 것은 아니며, 본 발명의 일 구체예로부터, (3-aminopropyl)triethoxysilane (APTES)를 사용할 수 있다.
- [0042] 본 발명의 일 예에 따른 코어-셸 나노 입자의 제조방법에 있어서, 상기 셸 구성용 물질은 상기 자성 물질이나 도핑용 금속의 종류나 혼합 비율 등에 따라 물성 등의 변화를 일으키지 않는 물질인 것이 바람직하며, 일예로, 하나 이상의 금속 또는 준금속 및 O, N, S 및 P 등으로 구성된 군에서 선택되는 어느 하나 이상의 원자를 포함할 수 있다. 구체적인 예로 Si, O 및/또는 S를 포함할 수 있으며, 본 발명에 따른 일 구체예로부터 테트라에틸 오르소실리케이트(tetraethyl orthosilicate; TEOS)로부터 형성되는 것일 수 있으며, 더욱 구체적으로는 SiO_2 일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0043] 상기 형광성 물질 또는 도핑 이온은 희토류 금속 이온 중에서 선택되는 어느 하나 이상의이온, 예를 들어 Eu^{2+} , Eu^{3+} , Dy^{3+} , Pr^{3+} , Sm^{3+} , Tb^{3+} , Ce^{3+} , Ce^{2+} , Dy^{3+} , Er^{3+} 및 Tm^{3+} 등에서 하나 이상 및/또는 Cu^{2+} , Cr^{3+} , Mn^{2+} 및 Ti^{3+} , In^{3+} 중 하나 이상을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 물론, 임의의 다른 희토류 금속 이온(예를 들어, 란탄족 이온) 및 임의의 다른 금속 또는 전이 금속 이온 또는 임의의 다른 이온들도, 본 발명의 목적을 달성할 수 있다면 도입되어 사용될 수 있음은 물론이다. 본 발명의 일 구체예로부터, 상기 형광성 물질은 Eu^{3+} 일 수 있다. 이와 관련하여, 본원에 사용되는 "희토류"란, Y, Sc, La 및 란탄족(Ce 내지 Lu)을 포함하는 것을 의미한다.
- [0044] 상기 형광성 물질 복합체는 $\text{Eu}(\text{DBM})_3\text{phen}$ 이며, 여기서 DBM은 디벤조일메탄이고, phen은 1,10-페난트롤린(1,10-phenanthroline)일 수 있다.
- [0045] 상기 코어-셸 나노 입자의 제조방법에 있어서, 필요시 상기 나노 입자의 제조를 위해 계면활성제를 혼합하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0046] 상기 계면활성제는 비이온 계면활성제, 양이온 계면활성제, 음이온 계면활성제, 양쪽이온성계면활성제, 쌍성이온성 계면활성제 등로부터 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 이 때, 상기 비이온 계면활성제는 통상적으로 사용되는 것이라면 제한되지는 않으나, 친유성의 비이온 계면활성제, 친수성의 비이온 계면활성제 또는 이의 모두를 포함할 수 있음은 물론이다.
- [0047] 이때, 상기 비이온 계면활성제의 비한정적인 일예로 친유성의 비이온 계면활성제는 소르비탄 지방산 에스테르류(소르비탄모노올레이트, 소르비탄모노이소스테아레이트, 소르비탄모노라우레이트, 소르비탄모노팔미테이트, 소르비탄모노스테아레이트, 소르비탄세스퀴올레이트, 소르비탄트리올레이트, 펜타-2-에틸헥실산디글리세롤소르비탄, 또는 테트라-2-에틸헥실산 디글리세롤소르비탄 등); 글리세릴계 지방산 에스테르류(글리세릴 팔미토스테아레이트, 글리세릴 스테아레이트, 글리세릴 올레이트, 글리세릴 미리스테이트 등); 프로필렌글리콜 지방산 에스테르류(모노스테아린산 프로필렌글리콜, 또는 모노올레산 프로필렌글리콜 등); 글리세린 알킬 에테

르류(1-O-헥사데실-2-O-메틸 글리세롤, 1-O-옥타데실-2-O-메틸 글리세롤, 디글리세롤 헥사데실 에테르, 또는 1-O-헥사데실-2-O-팔미토일 글리세롤 등); 폴리글리세릴계 계면활성제류(폴리글리세릴-3-디폴리히드록시스테아레이트, 폴리글리세릴-3-디이소스테아레이트, 폴리글리세릴-2-테트라이소스테아레이트, 폴리글리세릴-2-트리이소스테아레이트 또는 폴리글리세릴-4-이소스테아레이트 등), 폴리실록산-폴리에테르계 계면활성제류(폴리디메틸실록산-폴리옥시에틸렌 블록 공중합체, 폴리디메틸실록산-폴리옥시에틸렌 그래프트 공중합체, ABIL EM-90, 또는 ABIL EM-180 등) 등을 들 수 있다.

[0048] 또한, 상기 비이온 계면활성제의 비한정적인 일례로 친수성의 비이온 계면활성제는 POE(polyoxyethylene)-소르비탄 지방산 에스테르류(POE-소르비탄모노올레에이트, POE-소르비탄모노스테아레이트, 또는 POE-소르비탄테트라올레에이트 등); 폴리옥시에틸렌 수소화 캐스터 오일류(폴리옥시에틸렌(10)-수소화 캐스터오일, 폴리옥시에틸렌(40)-수소화 캐스터오일, 또는 폴리옥시에틸렌(60)-수소화 캐스터오일 등), 폴리소르베이트류(폴리소르베이트 60, 폴리소르베이트 80 또는 폴리소르베이트 20), POE-소르비트 지방산 에스테르류(POE-소르비트모노라우레이트, POE-소르비트모노올레에이트, POE-소르비트펜타올레에이트, 또는 POE-소르비트모노스테아레이트 등); POE-글리세린 지방산 에스테르류(POE-글리세린모노스테아레이트, POE-글리세린모노이소스테아레이트, 또는 POE-글리세린트라이소스테아레이트 등); POE-지방산 에스테르류(POE-디스테아레이트, POE-모노디올레에이트, 또는 디스테아린산 에틸렌글리콜 등); POE-알킬에테르류(POE-라우릴에테르, POE-올레일에테르, POE-세틸에테르(세테아레스-16, 세테아레스-17, 세테아레스-18, 세테아레스-20, 세테아레스-22, 또는 세테아레스-23 등), POE-스테아릴에테르, POE-베헤닐에테르, POE-2-옥틸도데실에테르, 또는 POE-콜레스탄올에테르 등); PEO-PPO-PEO(polyethyleoxide-b-polypropyleneoxide-b-polyethyleoxide) 블록공중합체류(Pluronic L61 또는 Pluronic P123 등); POE-POP(polyoxyethylene- polyoxypropylene)-알킬에테르류(POE-POP-세틸에테르, POE-POP-2-데실테트라데실에테르, POE-POP-모노부틸에테르, POE-POP-수첨 라놀린, 또는 POE-POP-글리세린에테르 등); POE-피마자유 경화 피마자유 유도체(POE-피마자유, POE-경화 피마자유, POE-경화 피마자유 모노이소스테아레이트, POE-경화 피마자유 트리이소스테아레이트, POE-경화 피마자유 모노피로글루타민산 모노이소스테아린산디에스테르, 또는 POE-경화 피마자유 말레인산 등); POE 밀랍 · 라놀린 유도체(POE-소르비트밀랍 등); 알칸올아미드류(야자유 지방산 디에탄올아미드, 라우린산 모노에탄올아미드, 또는 지방산 이소프로판올아미드 등); POE-프로필렌글리콜 지방산 에스테르; POE-알킬아민; POE-지방산 아미드(POE-스테아릴 아미드, POE-올레일 아미드 또는 POE-세틸 아미드 등); 자당 지방산 에스테르; 알킬에톡시디메틸아민옥시드 등을 들 수 있다.

[0049] 음이온 계면활성제는 공지의 여러가지 음이온 계면활성제를 사용할 수 있으며, 비한정적인일례로는, 소듐서팩틴(SODIUM SURFACTIN), 소듐스테아로일글루타메이트(SODIUM STEAROYL GLUTAMATED), 디소듐스테아로일글루타메이트(DISODIUM STEAROYL GLUTAMATE), 소듐라우로일글루타메이트(SODIUM LAUROYL GLUTAMATE), 소듐라우릴글루코스카복시레이트(SODIUM LAURYL GLUCOSE CARBOXYLATE), 소듐메틸코코일타우레이트(SODIUM METHYL COCOYL TAURATE) 및 포타슘세틸포스페이트(POTASSIUM CETYL PHOSPHATE)로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 어느 하나를 사용할 수 있다.

[0050] 양이온성 계면활성제는 공지의 여러가지 양이온 계면활성제를 사용할 수 있으며, 비한정적인일례로는, 알킬 디메틸아민, 알킬 아미도프로필아민, 알킬 이미다졸린 유도체, 4급 아민 에톡실레이트 및 4급 암모늄 화합물을 포함하지만, 이에 한정되는 것은 아니며, 본 발명에 따른 구체적인 일례로 CTAB(cetyltrimethylammonium bromide), CPB(cetylpyridinium bromide), DTAB(dodecyltrimethylammonium bromide), 및 TTAB(tetradecyltrimethylammonium bromide)로 이루어진 군에서 선택되는 것일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0051] 적절한 양쪽이온성 계면 활성제는 예를 들어, 알킬 아민 옥사이드, 알킬 히드록시설테인, 실리콘 아민 옥사이드 및 이들의 조합을 포함한다. 적절한 양쪽이온성 계면 활성제의 구체 예로는, 예를 들면, 4-[N,N-디(2-히드록시에틸)-N-옥타데실암모니오]-부탄-1-카복실레이트, S-[S-3-히드록시프로필-S-헥사데실설포니오]-3-히드록시펜탄-1-설페이트, 3-[P,P-디에틸-P-3,6,9-트리옥사테트라데옥소스플포스포니오]-2-히드록시프로판-1-포스페이트, 3-[N,N-디프로필-N-3-도데코시-2-히드록시프로필암모니오]-프로판-1-포스포네이트, 3-(N,N-디메틸-N-헥사데실암모니오)프로판-1-설포네이트, 3-(N,N-디메틸-N-헥사데실암모니오)-2-히드록시프로판-1-설포네이트, 4-[N,N-디(2-히드록시에틸)-N-(2-히드록시도데실)암모니오]-부탄-1-카복실레이트, 3-[S-에틸-S-(3-도데코시-2-히드록시프로필)설포니오]-프로판-1-포스페이트, 3-[P,P-디메틸-P-도데실포스포니오]-프로판-1-포스포네이트, 5-[N,N-디(3-히드록시프로필)-N-헥사데실암모니오]-2-히드록시펜탄-1-설페이트, 라우릴 히드록시설테인 및 이들의 조합을 포함한다.

- [0052] 적절한 쌍성이온성 계면활성제는, 이에 한정되지는 않지만, 지방족 4급 암모늄, 포스포늄, 및 설포늄 유도체를 포함하며, 상기 지방족 라디칼은 직쇄이거나 분지쇄일 수 있으며, 여기서 지방족 치환기 중 하나는 약 8 내지 18개의 탄소 원자를 함유하고, 하나의 치환기는 카르복시기, 설포네이트기, 설페이트기 또는 포스페이트기와 같은 음이온성 작용기를 포함한다. 예시적인 쌍성이온성 물질은 코코 디메틸 카르복시메틸 베타인, 코코아미도프로필 베타인, 코코베타인, 올레일 베타인, 세틸 디메틸 카르복시메틸 베타인, 라우릴 비스-(2-히드록시 에틸) 카르복시메틸 베타인, 스테아릴 비스-(2-히드록시프로필) 카르복시메틸 베타인, 올레일 디메틸 감마-카르복시프로필 베타인, 라우릴 비스-(2-히드록시프로필)알파-카르복시에틸 베타인, 코코아암포아세테이트 및 이들의 조합이다. 설포베타인은 스테아릴 디메틸 설포프로필 베타인, 라우릴 디메틸 설포에틸 베타인, 라우릴 비스-(2-히드록시에틸) 설포프로필 베타인 및 이들의 조합을 포함할 수도 있다.
- [0053] 본 발명에 따른 코어-셸 나노 입자는 상기 코어-셸 나노 입자의 제조방법으로 제조된, 자성 금속 코어 및 형광성 물질이 도핑된 셸을 포함한다.
- [0054] 본 발명에 따른 코어-셸 나노 입자는 자성 금속 코어; 및 상기 자성 금속 코어에 코팅된 셸로서, 상기 셸은 형광성 물질이 도핑된 구조인 셸;을 포함한다.
- [0055] 상기 자성 금속은 일예로, 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni), 이들의 합금 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 것 등일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0056] 또한, 상기 자성 금속 코어는 제한되지는 않으나, 강자성 금속, 페리자성 금속 산화물, 이들의 합금 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 것일 수 있으며, 보다 구체적인 예로 상기 강자성 금속은 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni) 및 이들의 합금으로 이루어진 군에서 선택되는 것일 수 있고, 상기 페리자성 금속 산화물은 Fe_3O_4 또는 MFe_2O_4 , 여기서 M은 Fe, Co 또는 Ni 등일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 목적인 형광 물질이 도핑된 나노 물질의 입자 크기 등의 균일성을 향상시키고, 형광 피크의 잔여 피크를 제거하여 프로브로서의 정확성을 향상시킬 수 있는 역할을 할 수 있도록 하는 코어라면 제한되지 않고 확장하여 사용할 수 있음은 물론이다.
- [0057] 상기 아미노 관능화 물질(amino functionalization material)은 특별히 제한되는 것은 아니며, 본 발명의 일 구체예로부터, (3-aminopropyl)triethoxysilane (APTES)를 사용할 수 있다.
- [0058] 본 발명의 일 예에 따른 코어-셸 나노 입자의 제조방법에 있어서, 상기 셸 구성용 물질은 상기 자성 물질이나 도핑용 금속의 종류나 혼합 비율 등에 따라 물성 등의 변화를 일으키지 않는 물질인 것이 바람직하며, 일예로, 하나 이상의 금속 또는 준금속 및 O, N, S 및 P 등으로 구성된 군에서 선택되는 어느 하나 이상의 원자를 포함할 수 있다. 구체적인 예로 Si, O 및/또는 S를 포함할 수 있으며, 본 발명에 따른 일 구체예로부터 테트라에틸 오르소실리케이트(tetraethyl orthosilicate; TEOS)로부터 형성되는 것일 수 있으며, 더욱 구체적으로는 SiO_2 일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0059] 상기 형광성 물질 또는 도핑 이온은 희토류 금속 이온 중에서 선택되는 어느 하나 이상의이온, 예를 들어 Eu^{2+} , Eu^{3+} , Dy^{3+} , Pr^{3+} , Sm^{3+} , Tb^{3+} , Ce^{3+} , Ce^{2+} , Dy^{3+} , Er^{3+} 및 Tm^{3+} 등에서 하나 이상 및/또는 Cu^{2+} , Cr^{3+} , Mn^{2+} 및 Ti^{3+} , In^{3+} 중 하나 이상을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 물론, 임의의 다른 희토류 금속 이온(예를 들어, 란탄족 이온) 및 임의의 다른 금속 또는 전이 금속 이온 또는 임의의 다른 이온들도, 본 발명의 목적을 달성할 수 있다면 도입되어 사용될 수 있음은 물론이다. 본 발명의 일 구체예로부터, 상기 형광성 물질은 Eu^{3+} 일 수 있다. 이와 관련하여, 본원에 사용되는 "희토류"란, Y, Sc, La 및 란탄족(Ce 내지 Lu)을 포함하는 것을 의미한다.
- [0060] 상기 형광성 물질 복합체는 $Eu(DBM)_3phen$ 이며, 여기서 DBM은 디벤조일메탄이고, phen은 1,10-페난트롤린(1,10-phenanthroline)일 수 있다.
- [0061] 또한 본 발명은 상기 코어-셸 나노 입자를 포함하는 생체 분자 영상 진단용 형광 나노 프로브에 관한 것이다. 상기 생체 분자의 종류는 프로브가 진단할 수 있는 생체 관련 물질이라면 특별히 제한되는 것은 아니며, 일예로 질병과 관련된 물질의 경우, 암세포, 바이러스 분자 등을 들 수 있다.
- [0062] 또한 본 발명은 상기 코어-셸 나노 입자의 대량 생산 방법에 관한 것이다.
- [0063] 상기 코어-셸 나노 입자를 대용량 부피를 갖는 생산 시설에서 생산할 수 있도록 생산 시의 온도, 압력, 조성 등

의 공정 조건을 특정화할 수 있으나, 상기 조건이 특정 조건에 한정되는 것은 아니며, 코어-셸 나노 입자의 구성 성분 및 물성에 따라 적절히 변경되어 생산할 수 있음은 물론이다.

[0065] 이하, 본 발명의 내용을 실시예를 통하여 보다 구체적으로 설명한다. 실시예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것일 뿐, 본 발명의 권리범위가 이들에 의해 한정되는 것은 아니다.

[0066] **[시약, 재료 및 실험 프로토콜]**

[0067] 모든 시약은 99.9% 이상의 순도를 갖으며, 구입 또는 입수한 것을 그대로 사용하였다. 특별히 구입처 등이 언급되지 않은 시약은 Sigma-Aldrich사에서 구입하여 사용하였다.

[0068] - 광발광 분석은 Jarrell-Ash MonoSpec 27 monochromator 및 Ge photodetector를 이용하여 수행하였다.

[0069] - ICP-OES 분석은 720 ICP-OES(Agilent사)를 이용하여 수행하였다.

[0070] - 나노 입자 크기는 Entegris Nicomp® DLS(dynamic light scattering) 시스템을 이용하여 측정하였다.

[0072] **[실시예 1] Eu 도핑된 SiO₂ 나노 입자의 제조**

[0074] **Eu(DBM)₃phen 복합체의 합성**

[0075] 40 mL 에탄올에 디벤조일메탄(dibenzoylmethane, DBM) 2.7g, 1,10-페난트롤린(phenanthroline) 0.72g 및 수산화나트륨 0.48g을 혼합한 후, 용액을 교반하면서 가온시켰다.

[0076] 유로퓸 클로라이드 헥사하이드레이트(europium chloride hexahydrate) 1.47g을 물 4 mL에 용해시키고, 교반한 상기 리간드 용액에 적가하여 복합체의 침전을 유도하였다.

[0077] 형성된 복합체를 실온의 진공 오븐에서 건조한 후, 에탄올/아세톤 혼합 용매를 가하여 재결정화하였다.

[0078] 최종 생성물인 (Eu(DBM)₃phen) 킬레이트를 여과한 후, 진공 오븐에서 건조시켜 보관하였다.

[0080] **Non-seeding method에 의한 Eu-도핑된(Eu-doped) SiO₂의 합성**

[0081] 상기 방법을 통해 합성 및 정제된 Eu 킬레이트 60 mg을 4 mL 에탄올과 혼합하여 5분간 초음파 처리한 후, 6 mL 아세톤을 첨가하여 킬레이트 용액(용액 A)를 제조한 후, 20분간 더 초음파 처리하였다.

[0082] 맑은 킬레이트 용액을 50 mL 에탄올 및 3.6 mL 증류수가 혼합된 용액 B에 첨가하고, 15 mL 수산화암모늄(ammonium hydroxide)을 더 첨가한 후, 실온에서 마그네틱 교반기(magnetic stirrer)를 사용하여 혼합하였다.

[0083] 10분 후, 2.4 mL TEOS(tetraethyl orthosilicate)를 용액에 첨가하고, 용액을 12시간 동안 교반한 상태로 방치하였다.

[0084] 교반이 완료된 후, 3,500 rpm으로 원심분리하여 큰 덩어리를 제거하였다.

[0085] 최종 생성물을 수집한 후, 원심분리기를 사용하여, 에탄올과 탈이온수로 세척하였다.

[0087] **[비교예 1] Eu 도핑된 SiO₂ 나노 입자의 제조**

[0089] **Eu(DBM)₃phen 복합체의 합성**

[0090] 상기 실시예 1과 동일한 방법으로, 정제된 (Eu(DBM)₃phen) 킬레이트를 제조하였다.

[0092] Seeding method에 의한 Eu-도핑된 SiO₂의 합성

- [0093] 아미노프로필 트리에톡시실란(aminopropyltriethoxysilane, APTES)가 코팅된 SiO₂ 12 mg을 10 mL 에탄올에 분산시켰다.
- [0094] 1.2 mL 아세톤과 0.8 mL 에탄올의 혼합물에 상기 방법으로 제조한 Eu 킬레이트 12 mg를 혼합하고, 이 혼합 용액을 상기 10 mL 에탄올 용액에 첨가하였다.
- [0095] 이후, 0.72 mL 탈이온수, 0.1 mL 및 0.48 mL TEOS를 차례로 첨가하였다.
- [0096] 상기 과정을 통해 제조된 혼합물을 1시간 동안 초음파 처리한 후, 0.2 mL 암모니아를 첨가하였다. 다시 1시간 동안 추가로 초음파 처리한 후, 12시간 동안 마그네틱 교반기를 이용하여 교반하였다.
- [0097] 최종 생성물을 원심분리기를 이용하여 수득한 후, 에탄올과 물로 여러 번 세척하였다.

[0099] [실시예 2] Eu 도핑된 Fe₃O₄@SiO₂ 나노 입자의 제조

[0101] Eu(DBM)₃phen 복합체의 합성

- [0102] 25 mL 에탄올에 디벤조일메탄(dibenzoylmethane, DBM) 6 mmol, 1,10-페난트롤린(phenanthroline) 2 mmol 및 1M 수산화나트륨 8 mL을 혼합한 용액을 제조하였다.
- [0103] 이 용액에 10 mL의 증류수에 용해된 2 mmol Eu(NO₃)₃ · 5H₂O를 첨가하고, 70℃에서 2시간 동안 일정하게 교반하였다.
- [0104] 침전물을 에탄올로 세척한 후, 원심분리하여 수집하고, 진공 오븐에서 건조하였다.

[0106] 아미노 관능화된(amino functionalized) Fe₃O₄@SiO₂ 코어-셸 나노 입자의 합성

- [0107] 25 mg/mL 농도의 Fe₃O₄ 나노 입자 수용액 6 mL을 40 mL 에탄올에 첨가한 후, 추가로 28% 암모니아 2mL을 첨가하여 혼합물을 제조하였다.
- [0108] 상기 혼합물을 10분간 초음파 처리한 후, 교반하면서 25 uL TEOS(tetraethyl orthosilicate)을 주입하였다.
- [0109] 4시간 경과 후, 1.25 mL 아미노프로필 트리에톡시실란(APTES)을 첨가하고, 실온에서 추가로 4시간 기계적 교반 하에 반응을 진행하였다.
- [0110] 이후, 90℃에서 1시간 동안 용액을 환류(reflux)시켰다.
- [0111] 최종 생성된 Fe₃O₄@SiO₂@APTES를 에탄올로 수차례 세척한 후, 60℃ 진공 하에서 6시간 동안 건조시켰다.

[0113] Eu-도핑된 SiO₂로 코팅된 Fe₃O₄ 코어-셸 나노 입자의 합성

- [0114] 상기 방법으로 제조된 Fe₃O₄@SiO₂@APTES 25 mg을 5 mL 에탄올에 용해시켰다.
- [0115] 여기에 상기 방법으로 제조된 2.5 mg/mL 농도의 Eu(DBM)₃phen 복합체를 첨가한 다음, 3시간 동안 추가로 초음파 처리하였다.
- [0116] 이어서, 혼합물에 0.1 mL TEOS, 0.9 mL 탈이온수 및 0.1 mL 암모니아 수용액을 연속적으로 첨가하였다.
- [0117] 제조된 혼합물을 2시간 동안 초음파 처리한 후, 실온에서 230 rpm으로 12시간 동안 흔들어 혼합물에서의 입자 분산을 유지하였다.
- [0118] 최종 생성물은 자석으로 수득하였고, 에탄올로 수차례 세척한 다음, 60℃의 진공 오븐에서 6시간 동안 건조하였

다.

[0120] [실시예 3] Eu 도핑된 SiO₂ 나노 입자의 형광 방출 측정

[0121] 상기 실시예 1의 Eu 도핑된 SiO₂ 나노 입자에 대해 Jarrell-Ash Monospec 27 monochromator 및 Ge photodetector를 이용하여, 360 nm 여기 파장을 갖는 레이저(Coherent Innova)를 이용하여, 형광 프로필을 측정하였다.

[0122] 그 결과를 도 3에 도시하였다.

[0123] 상기 결과로부터, Eu 도핑된 SiO₂ 프로브는 광발광 프로필에서 4개의 위치에 피크를 나타내며, 610 내지 620 nm 사이의 피크가 가장 강한 강도를 나타내는 것을 확인하였다.

[0125] [실시예 4] Eu 도핑된 SiO₂ 나노 입자의 균일 분산 측정

[0126] 수분산된 Eu 도핑된 SiO₂ 나노 입자 분포 및 입자 크기 측정 결과는 도 4에 도시하였다.

[0127] 이로부터, 본 발명에 따른 Eu 도핑된 SiO₂ 나노 입자는 균일한 크기 분포를 갖는 것을 확인하였으며, 크기 분포는 81.9 ± 20.4 nm로 61.5 내지 102.3 nm의 크기를 갖는 것을 확인하였다.

[0129] [실시예 5] 자성 입자의 도입에 의한 특성 향상

[0130] 상기 실시예를 통해, 자성 입자인 Fe₃O₄를 도입하여 형광 물질이 셸-표면에 도핑된 코어-셸 구조의 나노 입자를 제조하였을 때의 특성 향상 결과를 도 5에 도시하였다.

[0131] 이로부터 확인할 수 있는 바와 같이, 기존의 문제점이었던 균일하지 못한 형태와, 코어-셸 구조의 입자가 서로 응집되는 점이 해결되었으며, 형광 물질이 표면에 도핑된 후에도 균일한 표면 특성을 가지며, 입자간의 응집이 이루어지지 않음으로써, 종래의 문제를 해결한 것을 확인하였다.

[0133] [실시예 6] Eu 도핑된 SiO₂ 나노 입자 및 Eu-도핑된 SiO₂로 코팅된 Fe₃O₄ 코어-셸 나노 입자의 방출 특성 비교

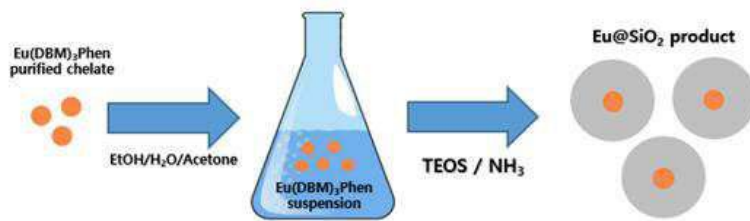
[0134] 실시예 3과 같은 장비를 이용하여, Eu-도핑된 SiO₂로 코팅된 Fe₃O₄ 코어-셸 나노 입자의 형광 방출을 측정한 후, 실시예 3의 측정 결과와 중첩한 결과를 도 6에 도시하였다.

[0135] 이로부터, Eu-도핑된 SiO₂로 코팅된 Fe₃O₄ 코어-셸 나노 입자의 경우, 메인 피크 이외의 피크의 상대적 강도가 Eu 도핑된 SiO₂ 나노 입자 대비 현저히 감소하였으며, 대부분의 형광 방출 이 메인 피크인 610 내지 625 nm 사이의 피크에 집중됨으로써, 특정 물질에 대한 프로브 등의 용도로 활용에 있어, 보다 적합하게 활용할 수 있음을 확인하여 본 발명을 완성하였다.

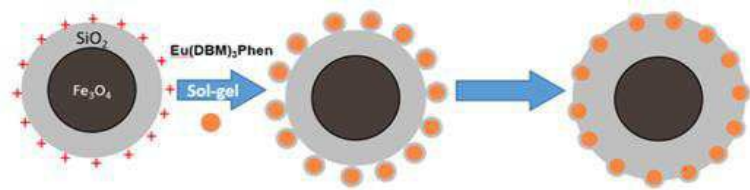
[0137] 이상으로 본 발명의 내용의 특정한 부분을 상세히 기술하였는바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서, 이러한 구체적 기술은 단지 바람직한 실시양태일 뿐이며, 이에 의해 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백할 것이다. 따라서, 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항들과 그것들의 등가물에 의하여 정의된다고 할 것이다.

도면

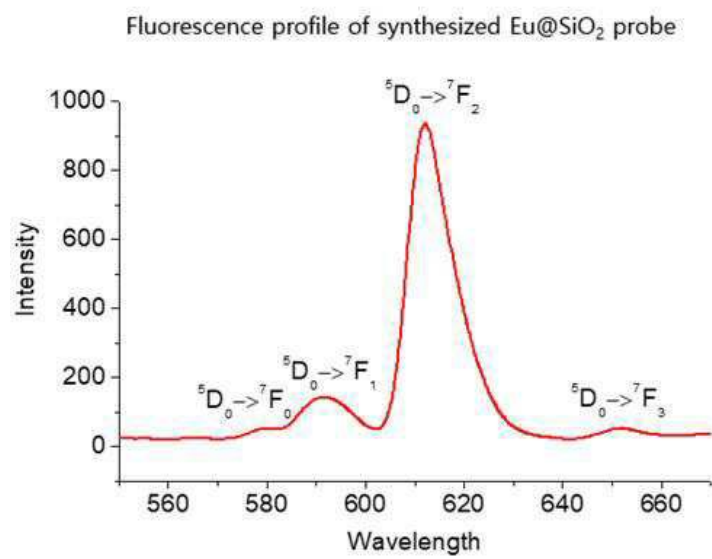
도면1



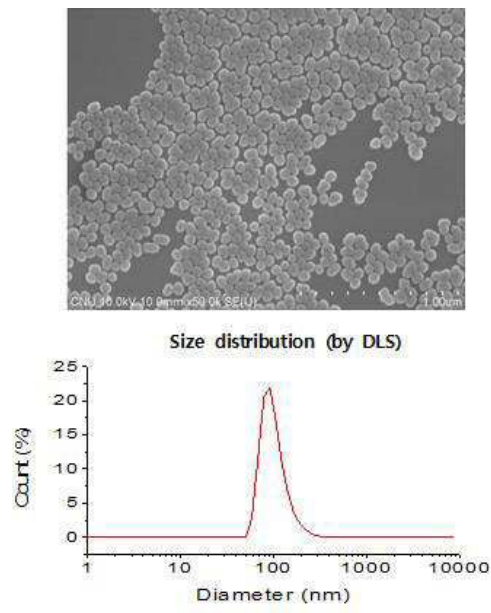
도면2



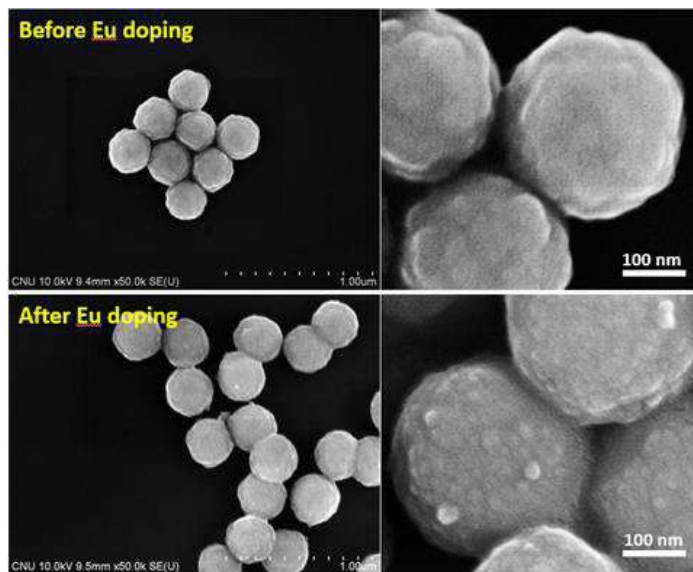
도면3



도면4



도면5



도면6

