



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0083077
(43) 공개일자 2012년07월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C09K 11/88 (2006.01) C09K 11/02 (2006.01)

H01L 33/00 (2010.01)

(21) 출원번호 10-2011-0004522

(22) 출원일자 2011년01월17일

심사청구일자 2011년01월17일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

김성현

서울특별시 강남구 영동대로 210, 쌍용아파트 5-1008 (대치동)

정원근

서울특별시 송파구 올림픽로 435, 213동 1903호 (신천동, 파크리오)

유홍정

서울특별시 강북구 서울로 174, SK아파트 140동 1201호 (미아동)

(74) 대리인

특허법인충현

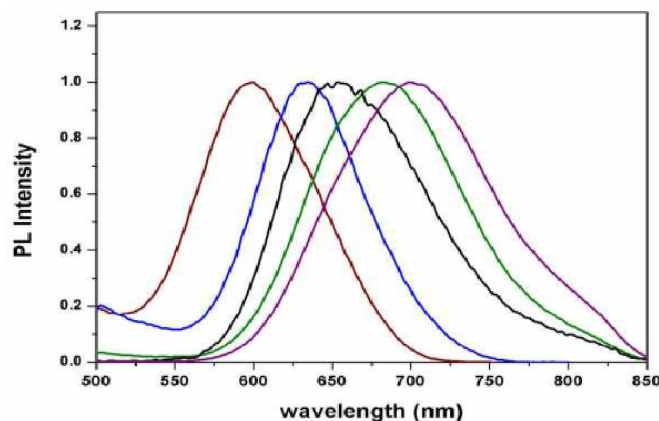
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 다성분계 반도체 발광 나노입자 및 이를 포함하는 백색 LED용 형광체

(57) 요약

본 발명은 다성분계 반도체 발광 나노입자에 관한 것으로서, 삼상 이상의 반도체 재료로 구성되는 다성분계 반도체 발광 나노입자로서 상기 나노입자는 주기율표의 IB족, IIB족, 족, 족 및 족의 원소에서 3종 이상 선택한 코어 물질 및 상기 코어 물질표면에 형성하는 ZnS, ZnO, ZnSe 및 ZnTe 중에서 선택되는 어느 하나의 쉘 물질을 포함하는 코어-쉘 구조인 것을 특징으로 하며, 인체에 유해한 성분 및 전구체가 포함되지 않아 인체 및 환경에 무해하고, 또한 합성시 반응조건을 달리하고, 코어-쉘 구조, 코어-도핑-쉘 구조 등 다양한 구조로 합성하여 나노입자의 사이즈를 조절하여 다양한 발광 영역을 구현할 수 있어서, 이를 다양한 형광체와 같이 사용하여 백색 발광다이오드의 제조시 다양한 발광 영역을 구현할 수 있고, 연색 지수를 향상시킬 수 있다.

대 표 도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2010K000110

부처명 교육과학기술부

연구사업명 21C프론티어사업

연구과제명 유무기 나노발광소재를 이용한 백색광용 고효율 에너지 절약소재 개발

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2010.04.01 ~ 2011.03.31

특허청구의 범위

청구항 1

삼상 이상의 반도체 재료로 구성되는 다성분계 반도체 발광 나노입자로서,

상기 나노입자는 IB족, IIB족, III족, VI족 및 VIII족의 원소에서 3종 이상 선택한 코어 물질; 및

상기 코어 물질표면에 형성하는 ZnS, ZnO, ZnSe 및 ZnTe 중에서 선택되는 어느 하나의 쉘 물질;을 포함하는 코어-쉘 구조인 것을 특징으로 하는 반도체 발광 나노입자.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 코어 물질은 IB-III-VI-VI족 화합물, IB-IIB-VIII-VI족 화합물, IB-III-VIII-VI족 화합물, IB-VIII-VI-VI족 화합물, IB-IIB-VI-VI족 화합물 중에서 선택되는 어느 하나인 것을 특징으로 하는 반도체 발광 나노입자.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 코어 물질은 CuInS_2 , $\text{Zn}_x\text{Cu}_{1-x}\text{InS}$, $\text{CuIn}_x\text{Ga}_{1-x}\text{S}$, $\text{CuInS}_x\text{Se}_{1-x}$, CuFeS_2 및 CuFeSe_2 중에서 선택되는 어느 하나인 것을 특징으로 하는 반도체 발광 나노입자. (단, X는 $0 < X < 1$ 이다.)

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 코어 물질의 입자 크기는 2-10 nm인 것을 특징으로 하는 반도체 발광 나노입자.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 코어물질에 Mn; 또는 Eu, Ce, Dy, Ho, Sm, Y 및 Sc 중에서 선택되는 어느 하나의 희토류;를 도핑한 코어-도핑-쉘 구조인 것을 특징으로 하는 반도체 발광 나노입자.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 코어-쉘 구조의 나노입자에 폴리메탈메타크릴레이트, 폴리프로필렌, 폴리스티렌, 폴리에틸렌 테레프탈레이트 및 실리카 중에서 선택되는 어느 하나로 캡핑한 것을 특징으로 하는 반도체 발광 나노입자.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 코어-도핑-쉘 구조의 나노입자에 폴리메탈메타크릴레이트, 폴리프로필렌, 폴리스티렌, 폴리에틸렌 테레프탈레이트 및 실리카 중에서 선택되는 어느 하나로 캡핑한 것을 특징으로 하는 반도체 발광 나노입자.

청구항 8

제 1 항에 따른 반도체 발광 나노입자를 포함하는 백색 LED용 형광체.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 반도체 발광 나노입자는 코어-쉘 구조로서, CuInS_2 -ZnS 화합물인 것을 특징으로 하는 백색 LED용 형광체.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 백색 LED용 형광체는 폴리[{9,9-디옥틸-2,7-디비닐렌-플루오레닐렌}-alt-co-{2-메톡시-5-(2-에틸헥실옥시)-1,4-페닐렌}] (PPFV) 고분자를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 백색 LED용 형광체.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 CuInS_2 -ZnS 화합물은 상기 PPFV 중량 대비 1-10 중량%인 것을 특징으로 하는 백색 LED용 형광체.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 백색 LED용 형광체는 연색 지수(CRI)가 90.5-91.5인 것을 특징으로 하는 백색 LED용 형광체.

명세서

기술 분야

- [0001] 본 발명은 다성분계 반도체 발광 나노입자에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 인체 및 환경에 무해하고, 나노입자의 크기를 조절하여 다양한 파장대의 발광 영역을 구현할 수 있는 다성분계 반도체 발광 나노입자를 백색 광 구현을 위한 발광다이오드의 형광체에 적용하는 것으로서 이를 포함하는 백색 발광다이오드는 발광 영역이 다양하고, 연색 지수가 매우 우수하다.

배경 기술

- [0002] 나노입자는 수 나노 크기의 결정 구조를 가진 물질로, 수백에서 수천 개 정도의 원자로 구성되어 있다. 단위 부피당 표면적이 넓어 대부분의 원자들이 표면에 존재하게 되고, 양자 제한(quantum confinement) 효과를 나타내게 된다.
- [0003] 이러한 나노입자는 여기원(excitation source)으로부터 빛을 받아 에너지 여기 상태에 이르면, 에너지 밴드갭(band gap)에 따른 에너지를 방출하게 되고, 물질 자체의 고유한 특성과는 다른 독특한 전기적, 자기적, 광학적, 화학적, 기계적 특성을 가지게 된다. 따라서, 이러한 나노입자는 크기의 조절을 통해서 전기적, 광학적 특성을 조절할 수 있으므로 수광소자, 발광소자 등 다양한 소자에 응용되고 있으며, 나노입자에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다.
- [0004] 반도체 나노입자는 크기에 따른 양자구속효과로 인해 발광 파장의 조절이 가능하며, 그 효율이 우수하여 광전지 소재로도 많이 연구되고 있다. 특히 CdSe, InP, Si와 같은 II-VI, III-V, IV족 반도체 발광 나노입자를 발광다이오드의 형광체, 태양전지 등에 적용하고 있다.
- [0005] 하지만, CdSe, CdS 등 II-VI족 나노입자는 카드뮴의 인체 및 환경유해성으로 인하여 실제 제품에 적용되기 어려운 문제점을 가지고 있다. 또한, III-V족 입자의 경우에도 전구체로 사용되는 tris(trimethylsilyl)phosphine과 tris(trimethyl silyl)-arsine의 폭발 위험성 등으로 인하여 많은 국가에서 수입이 규제된 상태로서 실제 상용화하여 사용하는 데에는 많은 문제점이 있다. 그리고, Si 나노입자는 비교적 무해한 성분이나, 700°C 이상의 고온과 고압의 가혹한 합성 조건을 필요로 하는 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 첫 번째 과제는 인체 및 환경적으로 무해하며, 합성이 용이하고, 그 나노입자의 크기를 조절하여 다양한 발광 파장 영역을 구현할 수 있는 다성분계 반도체 발광 나노입자를 제공하는 것이다.
- [0007] 본 발명이 해결하고자 하는 두 번째 과제는 상기 다성분계 반도체 발광 나노입자를 포함하는 백색 LED용 형광

체를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명은 상기 첫 번째 과제를 달성하기 위하여,
- [0009] 삼상 이상의 반도체 재료로 구성되는 다성분계 반도체 발광 나노입자로서, 상기 나노입자는 주기율표의 IB족, IIB족, III족, VI족 및 VIII족의 원소에서 3종 이상 선택한 코어 물질 및 상기 코어 물질표면에 형성하는 ZnS, ZnO, ZnSe 및 ZnTe 중에서 선택되는 어느 하나의 쉘 물질을 포함하는 코어-쉘 구조인 것을 특징으로 하는 반도체 발광 나노입자를 제공한다.
- [0010] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 코어 물질은 IB-III-VI-VI족 화합물, IB-IIB-VIII-VI족 화합물, IB-III-VIII-VI족 화합물, IB-VIII-VI-VI족 화합물, IB-IIB-VI-VI족 화합물 중에서 선택되는 어느 하나일 수 있다.
- [0011] 본 발명의 다른 일 실시예에 의하면, 상기 코어 물질은 CuInS_2 , $\text{Zn}_x\text{Cu}_{1-x}\text{InS}$, $\text{CuIn}_x\text{Ga}_{1-x}\text{S}$, $\text{CuInS}_x\text{Se}_{1-x}$, CuFeS_2 및 CuFeSe_2 중에서 선택되는 어느 하나일 수 있다.
- [0012] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 코어 물질의 입자 크기는 2-10 nm일 수 있다.
- [0013] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 코어물질에 Mn; 또는 Eu, Ce, Dy, Ho, Sm, Y 및 Sc 중에서 선택되는 어느 하나의 희토류;를 도핑한 코어-도핑-쉘 구조일 수 있다.
- [0014] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 코어-쉘 구조의 나노입자 또는 상기 코어-도핑-쉘 구조의 나노입자에 폴리메탈메타크릴레이트, 폴리프로필렌, 폴리스티렌, 폴리에틸렌 테레프탈레이트 및 실리카 중에서 선택되는 어느 하나로 캡핑할 수 있다.
- [0015] 본 발명은 상기 두 번째 과제를 달성하기 위하여,
- [0016] 상기 다성분계 반도체 발광 나노입자를 포함하는 백색 LED용 형광체를 제공한다.
- [0017] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 반도체 발광 나노입자는 코어-쉘 구조로서, CuInS_2 -ZnS 화합물일 수 있다.
- [0018] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 백색 LED용 형광체는 폴리[$\{9,9\text{-디옥틸-2,7-디비닐렌-플루오레닐렌}\}$ -alt-co- $\{2\text{-메톡시-5-(2-에틸헥실옥시)}\}$ -1,4-페닐렌}] (PPFV) 고분자를 더 포함할 수 있다.
- [0019] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 CuInS_2 -ZnS 화합물은 상기 PPFV 중량 대비 1-10 중량%일 수 있다.
- [0020] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 백색 LED용 형광체는 연색 지수(CRI)가 90.5-91.5 일 수 있다.

발명의 효과

- [0021] 본 발명에 따른 다성분계 반도체 발광 나노입자는 비교적 합성이 용이하고, 인체에 유해한 성분 및 전구체가 포함되지 않아 인체 및 환경에 무해하고, 또한 합성시 반응조건을 달리하고, 코어-쉘 구조, 코어-도핑-쉘 구조 등 다양한 구조로 합성하여 나노입자의 사이즈를 조절하여 다양한 발광 영역을 구현할 수 있어서, 이를 다양한 형광체와 같이 사용하여 백색 발광다이오드의 제조시 다양한 발광 영역을 구현할 수 있고, 연색 지수를 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따라 합성한 CuInS_2 나노입자를 보여주는 SEM 이미지이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라 합성한 CuInS_2 -ZnS 코어-쉘 구조의 나노입자를 보여주는 SEM 이미지이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 CuInS_2 -ZnS 나노입자의 합성시 반응시간, 반응온도를 달리하여 합성한 각각에 대한 PL 측정값으로서 그 파장 변화를 보여주는 그래프이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 구현한 백색발광다이오드 소자의 전계 스펙트럼을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하, 본 발명을 상세하게 설명한다.
- [0024] 본 발명은 IB-III-VI-VI족 화합물, IB-IIB-VIII-VI족 화합물, IB-III-VIII-VI족 화합물, IB-VIII-VI-VI족 화합물, IB-IIB-VI-VI족 화합물 중에서 선택되는 어느 하나의 화합물을 코어물질로 하고, 코어 물질 표면에 ZnS, ZnO, ZnSe 및 ZnTe 중에서 선택되는 어느 하나의 쉘 물질을 형성한 코어-쉘 구조의 다성분계 반도체 발광나노입자인 것을 특징으로 한다.
- [0025] 상기 코어 물질은 바람직하게는 Cu, Ag, Au 및 Zn 중에서 선택되는 어느 하나의 IB, IIB족 원소와, Al, Ga, In 및 Tl 중에서 선택되는 어느 하나의 III족 원소와, O, S, Se, Te 중에서 선택되는 어느 하나의 VI족 원소와, VIII족 원소인 Fe에서 각각 다른 성분을 선택하여 합성한 삼성분 또는 사성분의 반도체 발광 나노입자인 것을 특징으로 한다.
- [0026] 또한, 상기와 같은 다성분계 반도체 발광 나노입자를 코어로 하고, 그보다 밴드갭이 큰 물질인 ZnS, ZnO, ZnSe 및 ZnTe 중에서 선택되는 어느 하나를 쉘로 형성한 코어-쉘 구조인 것을 특징으로 한다.
- [0027] 또한, 상기와 같은 다성분계 반도체 발광 나노입자를 코어로 하고, 상기 코어물질에 Mn; 또는 Eu, Ce, Dy, Ho, Sm, Y 및 Sc 중에서 선택되는 어느 하나의 희토류;를 도핑한 후에, 다시 ZnS, ZnO, ZnSe 및 ZnTe 중에서 선택되는 어느 하나를 쉘로 형성하여 코어-도핑-쉘 구조인 것을 특징으로 한다.
- [0028] 상기 코어-쉘 구조, 코어-도핑-쉘 구조로 이루어진 나노입자를 투명한 고분자나 실리카 등의 무기물로 캡핑할 수 있고, 바람직하게는 폴리메탈메타크릴레이트, 폴리프로필렌, 폴리스티렌, 폴리에틸렌 테레프탈레이트 및 실리카 중에서 선택되는 어느 하나로 캡핑할 수 있다.
- [0029] 본 발명은 다성분계 반도체 발광 나노입자의 발광영역을 다양하게 구현할 수 있도록 조절할 수 있는 것을 특징으로 한다.
- [0030] 먼저, 본 발명의 바람직한 구현예에 따른 CuInS_2 , $\text{Zn}_x\text{Cu}_{1-x}\text{InS}$, $\text{CuIn}_x\text{Ga}_{1-x}\text{S}$, $\text{CuIn}_x\text{Se}_{1-x}$, CuFeS_2 및 CuFeSe_2 중에서 선택되는 어느 하나의 코어 물질에 그보다 밴드갭이 큰 물질을 쉘로 하여 코어-쉘 구조를 만들어서 코어 나노입자 본래의 발광영역보다 단파장으로 이동시킬 수 있다.
- [0031] 다음으로, 상기 코어 물질 중 $\text{Zn}_x\text{Cu}_{1-x}\text{InS}$, $\text{CuIn}_x\text{Ga}_{1-x}\text{S}$, $\text{CuIn}_x\text{Se}_{1-x}$ ($0 < x < 1$) 동일 족 원소가 두 개 이상일 경우에 그 비율을 조절하여 발광 파장의 범위를 조절할 수 있다.
- [0032] 또한, 반도체 나노입자의 합성시 반응온도와 반응시간을 달리하여 반도체 나노입자의 사이즈를 조절할 수 있고, 사이즈가 증가함에 따라 보다 장파장의 영역을 구현할 수 있다.
- [0033] 이와 같이, 본 발명은 코어-쉘 구조, 코어-도핑-쉘 구조 등 나노입자의 구조를 다양하게 변화시키고, 코어 물질에 동일한 족 원소가 둘 이상으로 다성분을 형성할 경우 그 비율을 다양하게 하고, 합성시 반응온도 및 반응시간을 달리하여 다양한 발광 파장을 구현할 수 있다.
- [0034] 본 발명은 상기의 다성분계 반도체 발광 나노입자와 여기에 추가로 매우 높은 흡광도와 향상된 광안정성을 나타내는 π -공액 고분자를 형광체로 한 백색 LED용 형광체인 것을 특징으로 한다.
- [0035] 본 발명의 바람직한 구현예에 의하면, 상기 반도체 발광 나노입자는 코어-쉘 구조로서 CuInS_2 -ZnS 화합물이고, π -공액 고분자 형광체는 폴리[{9,9-디옥틸-2,7-디비닐렌-플루오레닐렌}-alt-co-{2-메톡시-5-(2-에틸헥실옥시)-1,4-페닐렌}](PPPV) 고분자일 수 있다.
- [0036] 상기 CuInS_2 는 대표적인 IB-III-VI-VI족 반도체 발광 나노입자로서 이를 백색 발광다이오드의 적색 형광체로 적용이 가능하고, CuInS_2 -ZnS 화합물은 상기 PPPV 중량 대비 1-10 중량%일 때 연색지수가 우수하고, 보다 바람직하게는 1-5 중량%일 때 연색지수가 90 이상을 나타낸다.
- [0037] 다양한 발광 파장 영역을 구현할 수 있는 본 발명에 따른 다성분계 반도체 발광 나노입자를 형광체로 포함하는 백색 발광다이오드, 유기발광다이오드 등의 광소자는 연색 지수가 우수하고, 종래에 해결하지 못한 파장영역에 대해서도 발광을 구현할 수 있다.
- [0038] 이하, 바람직한 실시예를 들어 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다. 그러나, 이들 실시예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이에 의하여 제한되지 않는다는 것은 당업계의 통상의 지

식을 가진 자에게 자명할 것이다.

[0039] <실시예>

[0040] 제조예 1. CuInS₂-ZnS 코어-셸 형태의 발광 나노입자의 제조.

[0041] CuInS₂코어 나노입자 형성을 위해 전구체로 CuI, In(OAc)₃, dodecanethiol을 1 : 1 : 40의 비율로 사용하였다. 각각의 전구체를 octadecene(ODE) 용매에 녹인 후, 80℃, 1시간 동안 질소분위기에서 교반시켰다. 그 후 반응온도, 반응시간을 달리하여 580-750nm의 다양한 발광 파장을 가지는 CuInS₂코어 나노입자를 얻었다.

[0042] 발광효율 증대시키고, 발광파장을 단파장으로 이동시키기 위해서 CuInS₂코어 나노입자에 이보다 큰 밴드갭을 가지는 ZnS를 셸로 코팅할 수 있다. ZnS 셸 전구체로는 zinc diethyldithiocarbamate (DDCZ)를 사용한다. CuInS₂ 코어 나노입자가 포함된 반응 플라스크에 zinc diethyldithiocarbamate를 첨가 후, 200℃에서 10분간 반응을 진행하여 CuInS₂-ZnS 코어-셸 형태의 발광 나노입자를 얻었다.

[0043] 제조예 1-1

[0044] 상기 제조예 1과 동일한 방법으로 제조하고, 반응온도 160℃에서 10분 동안 반응시켜서 CuInS₂-ZnS 코어-셸 형태의 발광 나노입자를 얻었다.

[0045] 하기 도 1, 도2에 각각 CuInS₂ 나노입자에 대한 SEM 사진, CuInS₂-ZnS 코어-셸구조의 SEM사진을 나타내었다. 나노입자의 입자 사이즈를 확인할 수 있다.

[0046] 제조예 1-2

[0047] 상기 제조예 1과 동일한 방법으로 제조하고, 170℃에서 10분 동안 반응시켜서 CuInS₂-ZnS 코어-셸 형태의 발광 나노입자를 얻었다.

[0048] 제조예 1-3

[0049] 상기 제조예 1과 동일한 방법으로 제조하고, 180℃에서 10분 동안 반응시켜서 CuInS₂-ZnS 코어-셸 형태의 발광 나노입자를 얻었다.

[0050] 제조예 1-4

[0051] 상기 제조예 1과 동일한 방법으로 제조하고, 190℃에서 10분 동안 반응시켜서 CuInS₂-ZnS 코어-셸 형태의 발광 나노입자를 얻었다.

[0052] 제조예 1-5

[0053] 상기 제조예 1과 동일한 방법으로 제조하고, 200℃에서 10분 동안 반응시켜서 CuInS₂-ZnS 코어-셸 형태의 발광 나노입자를 얻었다.

[0054] 평가예 1. 제조예 1-1 내지 1-4에 따른 발광 나노입자의 PL 및 흡광도의 특성 평가.

[0055] 하기 도 1에서 보는 바와 같이, 상기 제조예 1-1 내지 1-4에서 반응온도와 반응시간을 조절하여 나노입자의 사이즈를 조절할 수 있고, 이를 통하여 다양한 발광 파장을 갖는 발광 나노입자를 얻을 수 있다.

[0056] 또한, 상기 제조에 1-1에서 합성한 CuInS_2 나노입자의 경우에는 지름이 약 3nm이고 690 nm 발광 파장을 보였다. 합성한 CuInS_2 나노입자를 코어로 하고, 이보다 밴드갭이 큰 ZnS를 셸로 하여 CuInS_2 -ZnS 코어-셸 형태로 합성한 경우에는 입자의 지름이 약 4.5 nm이고, 600 nm로 발광 피크가 보다 단파장으로 이동하였다.

[0057] 본 발명에 따른 발광 나노입자의 크기는 반응온도, 반응시간을 증가시킬수록 그 나노입자의 크기는 증가하게 되고, 나노입자의 크기가 증가할수록 발광파장이 장파장으로 이동하므로 이를 통하여 발광 영역을 조절할 수 있고, 또한 코어-셸 구조의 나노입자를 합성하여 보다 다양하게 발광 파장 영역을 조절할 수 있다.

[0058] 따라서, 본 발명에 따른 다성분계 반도체 발광 나노입자에 의해서 현재 청색 LED와 황색 형광체를 통한 백색광에서 가장 문제가 되고 있는 520 nm 근처의 녹색, 620-650 nm 근처의 적색 홀 문제를 해결할 수 있다.

[0059] 실시예 1. 본 발명의 일 실시예에 따른 CuInS_2 /ZnS 발광 나노입자를 이용한 백색광 LED 소자.

[0060] 형광고분자 Poly[$\{(9,9\text{-dioctyl-2,7-divinylfluorenylene})\text{-alto-co-(2-methoxy-5-(2-ethylhexyloxy)-1,4-phenylene)}\}$] (PPFV)와 본 발명에 따른 CuInS_2 /ZnS 발광 나노입자를 톨루엔 용매에 녹인 다음에, Polystyrene(PS)를 첨가하여 투명한 액체 상태가 되도록 섞은 후에 형광체를 LED칩상에 코팅한 후에 어닐링하여 제작하였다. 소자의 구성은 PFPV의 단파장 에너지가 CuInS_2 /ZnS 장파장으로 전이되는 것을 방지하기 위해서, 적색 CuInS_2 /ZnS 나노입자를 아래층에, PFPV를 위층에 적층하여 제작하였다.

[0061] 평가예 2. 실시예 1에 따른 백색 LED 전계 발광 스펙트럼

[0062] 여기원으로 460nm LED를 사용하고, 상기 실시예 1에 따른 PFPV와 CuInS_2 /ZnS를 형광체로 한 백색 LED에 대해서 CuInS_2 /ZnS의 중량을 각각 1, 5, 10 중량%로 달리하여 전계 발광 스펙트럼을 측정하여 분석하였다. 하기 [표 1]과 하기 도 2에 그 결과로서 효율, 색좌표, 연색 지수를 나타내었다.

[0063] 연색 지수는 인공 광원이 얼마나 기준량과 비슷하게 물체의 색을 보여주는가를 나타내는 지수로서, 연색 지수 100에 가까울수록 색이 고르고 자연스럽게 보이는 것을 의미한다.

표 1

구분	0 중량%	1 중량%	5 중량%	10 중량%
효율	12.2	14.3	16.5	14.0
색좌표	0.223, 0.345	0.281, 0.394	0.284, 0.402	0.260, 0.349
연색지수(CRI)	72.6	90.5	91.4	84.2

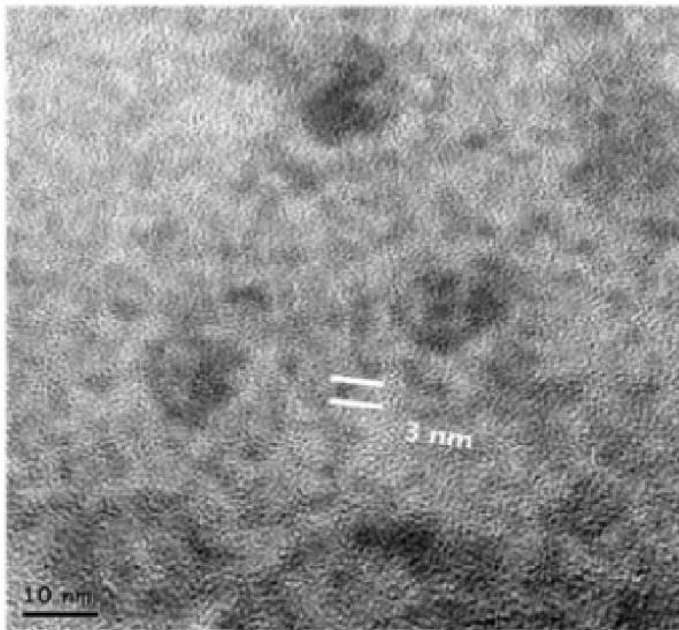
[0065] 상기 [표 1]에서 보는 바와 같이, PFPV 형광체만 사용하였을 경우에는 적색 영역의 부족으로 75 이하의 낮은 연색 지수를 나타내나, CuInS_2 /ZnS 나노입자를 첨가함으로써, 580-610 nm 영역의 오렌지-적색광 영역의 파장 세기가 증가하고 그로 인해 연색 지수가 향상되었음을 알 수 있다.

[0066] 90 이상의 연색 지수는 일반 조명이나 박물관 같은 특수조명이 요구하는 조건을 만족시키는 수치로서, 나노입자의 첨가가 1-5 중량% (PFPV 대비) 일 경우 가장 높은 연색 지수를 보였다. 나노입자의 첨가율이 10 중량%가 넘어설 경우에는 적색광의 세기가 너무 증가하여, 오히려 연색 지수가 감소하였음을 알 수 있다.

[0067] 따라서, 본 발명에 따른 CuInS_2 /ZnS 나노입자는 적색형광체로 LED에 적용 가능하고, Cd이 포함되지 않은 나노입자로서, 환경 및 인체에 무해한 장점이 있다.

도면

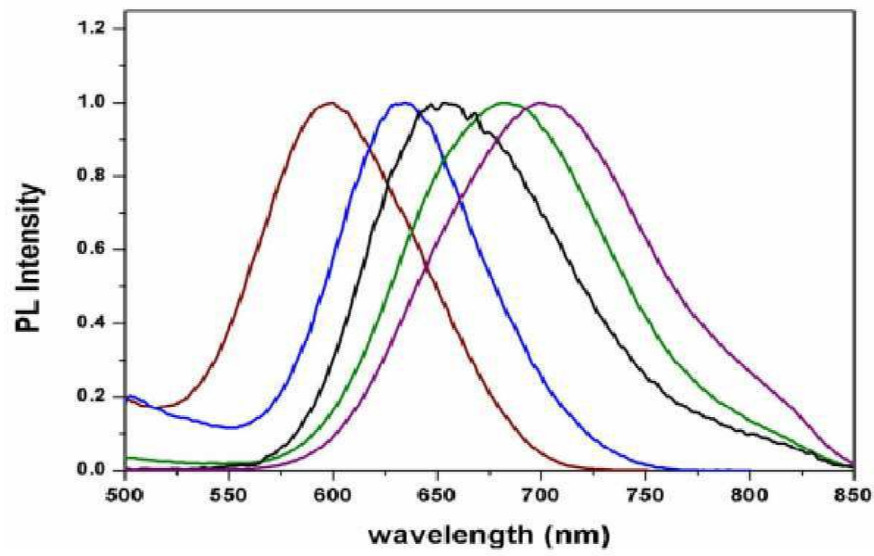
도면1



도면2



도면3



도면4

