



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0030026
(43) 공개일자 2025년03월05일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 - C09K 11/02 (2006.01) C09K 11/56 (2006.01)
 - C09K 11/59 (2006.01) C09K 11/77 (2006.01)
 - C09K 11/88 (2006.01) H10H 20/851 (2025.01)
 - B82Y 30/00 (2017.01)
- (52) CPC특허분류
 - C09K 11/02 (2013.01)
 - C09K 11/025 (2021.01)
- (21) 출원번호 10-2025-7006209(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2016년08월17일
 - 심사청구일자 없음
- (62) 원출원 특허 10-2018-7010102
 - 원출원일자(국제) 2016년08월17일
 - 심사청구일자 2021년08월12일
- (85) 번역문제출일자 2025년02월25일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2016/001403
- (87) 국제공개번호 WO 2017/041875
 - 국제공개일자 2017년03월16일
- (30) 우선권주장
 - 15184670.6 2015년09월10일
 - 유럽특허청(EPO)(EP)
- (71) 출원인
 - 리텍-페어피겐스페어발통스게젤샤프트 엠베하
 - 독일 17489 그라이프스발트 지텐스알레 1
- (72) 발명자
 - 스텐첼 노베르트
 - 독일 68623 람페르트하임 슈바덴스트라쎄 30
 - 오폴카 안드레아
 - 독일 18516 쉬데르홀츠 알터 술베크 5
 - (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
 - 제일특허법인(유)

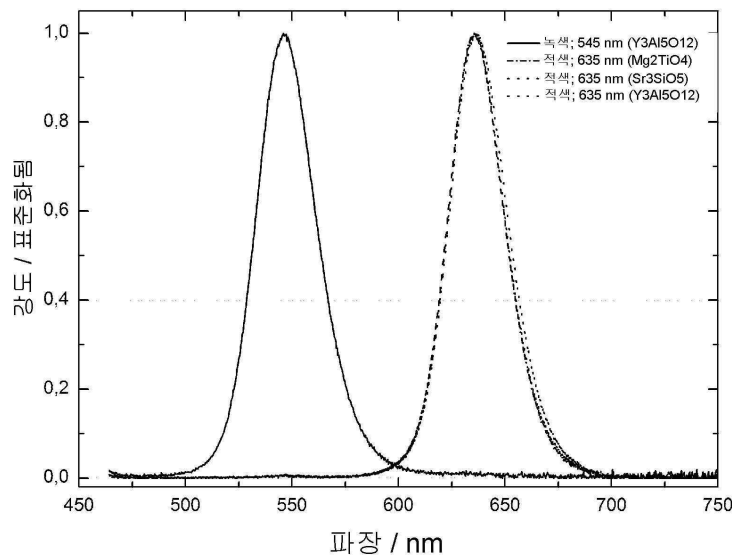
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 광-변환 물질

(57) 요약

본 발명은 반도체 나노입자 및 비활성 결정 물질을 포함하는 광-변환 물질에 관한 것이며, 이때 상기 반도체 나노입자는 상기 비활성 결정 물질의 표면 상에 존재한다. 본 발명은 또한 상기 광-변환 물질의 광원에서의 용도에 관한 것이다. 본 발명은 또한 상기 광-변환 물질을 함유하는 광-변환 혼합물, 광원, 조명 유닛 및 상기 광원을 제조하는 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

C09K 11/565 (2013.01)

C09K 11/59 (2013.01)

C09K 11/7706 (2023.05)

C09K 11/883 (2013.01)

H10H 20/8513 (2025.01)

B82Y 30/00 (2013.01)

(72) 발명자

리거 베른하르트

독일 64839 윈스터-알트하임 하우프트스트라쎄 31

테브스 스테판

독일 17489 그라이프스발트 다이흐스트라쎄 25

명세서

청구범위

청구항 1

반도체 나노입자 및 비활성화된 결정질 물질을 포함하되, 상기 반도체 나노입자가 상기 비활성화된 결정질 물질의 표면 상에 위치한, 광-변환 물질로서,

상기 비활성화된 결정질 물질이 하기로 구성된 군으로부터 선택되는 무기 인광체의 매트릭스 물질인, 광-변환 물질:

(i) $M^{3+}PO_4$, $M^{2+}P_2O_6$, $M^{2+}P_2O_7$, $M^+M^{2+}P_2O_7$, $M^{4+}P_2O_7$, $M^{2+}B_2P_2O_9$, $M^{2+}BP_5O_{20}$, $M^{2+}_3(PO_4)_2$, $M^+M^{3+}(PO_4)_2$, $M^{2+}_6(PO_4)_4$ 및 $M^{2+}_5(PO_4)_3X$ 로 이루어진 군으로부터 선택되는 비활성화된 결정질 포스페이트 또는 할로포스페이트(여기서 M^+ 는 하나 이상의 알칼리 금속 이고; M^{2+} 는 Zn, Fe, Co, Ni, Cd, Cu 및/또는 하나 이상의 알칼리 토금속이고; M^{3+} 는 Al, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb 및 Lu로부터 선택되는 하나 이상이고; M^{4+} 는 Ti, Zr, Ge 및/또는 Sn이고; X는 하나 이상의 할로젠임);

(ii) $M^{3+}BO_3$, $M^{2+}B_2O_4$, $M^{2+}_2B_2O_5$, $M^{3+}_2B_2O_6$, $M^{3+}B_3O_6$, $M^{2+}B_6O_{10}$, $M^{2+}M^{3+}BO_4$, $M^{2+}M^{3+}B_3O_7$, $M^{2+}B_4O_7$, $M^{2+}_3M^{3+}_2B_4O_{12}$, $M^{3+}_4B_4O_{12}$, $M^{3+}M^{2+}B_5O_{10}$, $M^{2+}_2B_6O_{11}$, $M^{2+}B_8O_{13}$, $M^{2+}_2M^{3+}_2BO_{6.5}$, 및 $M^{2+}_5B_2SiO_{10}$ 으로 이루어진 군으로부터 선택되는 비활성화된 결정질 보레이트 또는 보로실리케이트(여기서 M^{2+} 는 Zn, Fe, Co, Ni, Cd, Cu 및/또는 하나 이상의 알칼리 토금속이고; M^{3+} 는 Al, Ga, In, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb 및 Lu로부터 선택되는 하나 이상임);

(iii) M^+AlO_2 , $M^{3+}AlO_3$, $M^{2+}M^{3+}AlO_4$, $M^{2+}Al_2O_4$, $M^{2+}Al_4O_7$, $M^+Al_5O_8$, $M^{3+}_4Al_2O_9$, $M^{3+}_3Al_5O_{12}$, $M^+Al_{11}O_{17}$, $M^{2+}_2Al_{10}O_{17}$, $M^{3+}_3Al_5O_{12}$, $M^{3+}_3(Al,Ga)_5O_{12}$, $M^{3+}_3Sc_2Al_3O_{12}$, $M^{2+}_2Al_6O_{11}$, $M^{2+}Al_8O_{13}$, $M^{2+}M^{3+}Al_{11}O_{19}$, $M^{2+}Al_{12}O_{19}$, $M^{2+}_4Al_{14}O_{25}$, $M^{2+}_3Al_{16}O_{27}$, $M^{2+}Ga_2O_4$, $M^{2+}Ga_4O_7$, $M^{3+}_3Ga_5O_{12}$, $M^+Ga_{11}O_{17}$, $M^{2+}Ga_{12}O_{19}$, $M^{2+}_2M^{2+}_3Al_2Si_2O_{10}$ 및 $M^{2+}_3Al_2Si_3O_{12}$ 로 이루어진 군으로부터 선택되는 비활성화된 결정질 알루미늄에이트, 갈레이트 또는 알루미늄실리케이트(여기서 M^+ 는 하나 이상의 알칼리 금속이고; M^{2+} 는 Zn, Fe, Co, Ni, Cd, Cu 및/또는 하나 이상의 알칼리 토금속이고; M^{3+} 는 Al, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb 및 Lu로부터 선택되는 하나 이상이고; X는 하나 이상의 할로젠임);

(iv) $M^{2+}SO_4$, $M^{2+}_2(SO_4)_2$, $M^{2+}_3(SO_4)_3$, $M^{3+}_2(SO_4)_3$, $M^{2+}S$, $M^{2+}(S,Te)$, $M^{2+}Se$, $M^{2+}Te$, $M^{2+}Ga_2S_4$, $M^{2+}Ba_2S_3$ 및 $M^{2+}Al_2S_4$ 로 이루어진 군으로부터 선택되는 비활성화된 결정질 설페이트, 설파이드, 셀레나이드 또는 텔루라이드(여기서 M^{2+} 는 Zn, Fe, Co, Ni, Cd, Cu 및/또는 하나 이상의 알칼리 토금속이고; M^{3+} 는 Al, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb 및 Lu로부터 선택되는 하나 이상임);

(v) $M^{3+}N$, $M^{2+}Si_2O_2N_2$, $M^{2+}_2Si_3N_8$, $M^{3+}_3Si_6N_{11}$, $M^{2+}AlSiN_3$, α -시알론(sialon) 및 β -시알론으로 이루어진 군으로부터 선택되는 비활성화된 결정질 나이트라이드, 옥시나이트라이드 또는 SiAlON(여기서 M^{2+} 는 Zn, Fe, Co, Ni, Cd, Cu 및/또는 하나 이상의 알칼리 토금속이고; M^{3+} 는 Al, Ga, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb 및 Lu로부터 선택되는 하나 이상임);

(vi) $M^{3+}AsO_4$, $M^{2+}_{13}As_2O_{18}$, $M^{2+}GeO_3$, $M^{2+}_2GeO_4$, $M^{2+}_4GeO_6$, $M^{2+}_4(Ge,Sn)O_6$, $M^{2+}_2Ge_2O_6$, $M^{3+}_4Ge_3O_{12}$, $M^{2+}_5GeO_4X_6$, $M^{2+}_8Ge_2O_{11}X_2$, M^+InO_2 , $M^{2+}In_2O_4$, M^+LaO_2 , $M^{2+}La_4O_7$, $M^{3+}NbO_4$, $M^{2+}Sc_2O_4$, $M^{2+}_2SnO_4$, $M^{3+}TaO_4$, $M^{2+}TiO_3$, $M^{2+}_2TiO_4$, $M^+_2M^{3+}_2Ti_3O_{10}$,

$M^{2+}_5(VO_4)_3X$, $M^{3+}VO_4$, $M^{3+}(V,P)O_4$, M^+YO_2 , $M^{2+}ZrO_3$, $M^{2+}_2ZrO_4$ 및 $M^{2+}M^{3+}_2ZrO_6$ 으로 이루어진 군으로부터 선택되는 비활성화된 결정질 복합 금속-산소 화합물(여기서 M^+ 는 하나 이상의 알칼리 금속이고; M^{2+} 는 Zn, Fe, Co, Ni, Cd, Cu 및/또는 하나 이상의 알칼리 토금속이고; M^{3+} 는 Al, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb 및 Lu로부터 선택되는 하나 이상이고; M^{4+} 는 Ti, Zr, Ge 및/또는 Sn이고; X는 하나 이상의 할로젠임); 및

(vii) $M^{3+}OX$, $M^{2+}_8M^{4+}_2O_{11}X_2$ 및 $M^{3+}_2O_2S$ 로 이루어진 군으로부터 선택되는 비활성화된 결정질 옥시 화합물(여기서 M^{2+} 는 Zn, Fe, Co, Ni, Cd, Cu 및/또는 하나 이상의 알칼리 토금속이고; M^{3+} 는 Al, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb 및 Lu로부터 선택되는 하나 이상이고; M^{4+} 는 Ti, Zr, Ge 및/또는 Sn이고; X는 하나 이상의 할로젠임).

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 무기 인광체가 비활성화된 결정질 포스페이트 또는 할로포스페이트이고, 상기 비활성화된 결정질 포스페이트 또는 할로포스페이트가 $M^{3+}PO_4$, $M^{2+}P_2O_6$, $M^{2+}_2P_2O_7$, $M^{2+}M^{2+}P_2O_7$, $M^{4+}P_2O_7$, $M^{2+}B_2P_2O_9$, $M^{2+}_6BP_5O_{20}$, $M^{2+}_3(PO_4)_2$, $M^+M^{3+}(PO_4)_2$, $M^{2+}_6(PO_4)_4$ 및 $M^{2+}_5(PO_4)_3X$ 로 이루어진 군으로부터 선택되며, 여기서 M^+ 는 하나 이상의 알칼리 금속이고; M^{2+} 는 Zn, Fe, Co, Ni, Cd, Cu 및/또는 하나 이상의 알칼리 토금속이고; M^{3+} 는 Al, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb 및 Lu로부터 선택되는 하나 이상이고; M^{4+} 는 Ti, Zr, Ge 및/또는 Sn이고; X는 하나 이상의 할로젠인 것을 특징으로 하는, 광-변환 물질.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 무기 인광체가 비활성화된 결정질 보레이트 또는 보로실리케이트이고, 상기 비활성화된 결정질 보레이트 또는 보로실리케이트가 $M^{3+}BO_3$, $M^{2+}B_2O_4$, $M^{2+}_2B_2O_5$, $M^{3+}_2B_2O_6$, $M^{3+}B_3O_6$, $M^{2+}B_6O_{10}$, $M^{2+}M^{3+}BO_4$, $M^{2+}M^{3+}B_3O_7$, $M^{2+}B_4O_7$, $M^{2+}_3M^{3+}_2B_4O_{12}$, $M^{3+}_4B_4O_{12}$, $M^{3+}M^{2+}B_5O_{10}$, $M^{2+}_2B_6O_{11}$, $M^{2+}B_8O_{13}$, $M^{2+}_2M^{3+}_2BO_{6.5}$, 및 $M^{2+}_5B_2SiO_{10}$ 으로 이루어진 군으로부터 선택되고, 여기서 M^{2+} 는 Zn, Fe, Co, Ni, Cd, Cu 및/또는 하나 이상의 알칼리 토금속이고; M^{3+} 는 Al, Ga, In, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb 및 Lu로부터 선택되는 하나 이상인 것을 특징으로 하는, 광-변환 물질.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 무기 인광체가 비활성화된 결정질 알루미늄네이트, 갈레이트 또는 알루미늄실리케이트이고, 상기 비활성화된 결정질 알루미늄네이트, 갈레이트 또는 알루미늄실리케이트가 M^+AlO_2 , $M^{3+}AlO_3$, $M^{2+}M^{3+}AlO_4$, $M^{2+}Al_2O_4$, $M^{2+}Al_4O_7$, $M^+Al_5O_8$, $M^{3+}_4Al_2O_9$, $M^{3+}_3Al_5O_{12}$, $M^+Al_{11}O_{17}$, $M^{2+}_2Al_{10}O_{17}$, $M^{3+}_3Al_5O_{12}$, $M^{3+}_3(Al,Ga)_5O_{12}$, $M^{3+}_3Sc_2Al_3O_{12}$, $M^{2+}_2Al_6O_{11}$, $M^{2+}Al_8O_{13}$, $M^{2+}M^{3+}Al_{11}O_{19}$, $M^{2+}Al_{12}O_{19}$, $M^{2+}_4Al_{14}O_{25}$, $M^{2+}_3Al_{16}O_{27}$, $M^{2+}Ga_2O_4$, $M^{2+}Ga_4O_7$, $M^{3+}_3Ga_5O_{12}$, $M^+Ga_{11}O_{17}$, $M^{2+}Ga_{12}O_{19}$, $M^+M^{2+}_3Al_2Si_2O_{10}$ 및 $M^{2+}_3Al_2Si_3O_{12}$ 로 이루어진 군으로부터 선택되고; 여기서 M^+ 는 하나 이상의 알칼리 금속이고; M^{2+} 는 Zn, Fe, Co, Ni, Cd, Cu 및/또는 하나 이상의 알칼리 토금속이고; M^{3+} 는 Al, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb 및 Lu로부터 선택되는 하나 이상이고; X는 하나 이상의 할로젠인 것을 특징으로 하는, 광-변환 물질.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 무기 인광체가 비활성화된 결정질 복합 금속-산소 화합물이고, 상기 비활성화된 결정질 복합 금속-산소 화합물이 $M^{3+}AsO_4$, $M^{2+}_{13}As_2O_{18}$, $M^{2+}GeO_3$, $M^{2+}_2GeO_4$, $M^{2+}_4GeO_6$, $M^{2+}_4(Ge,Sn)O_6$, $M^{2+}_2Ge_2O_6$, $M^{3+}_4Ge_3O_{12}$, $M^{2+}_5GeO_4X_6$, $M^{2+}_8Ge_2O_{11}X_2$, $M^{+}InO_2$, $M^{2+}In_2O_4$, $M^{+}LaO_2$, $M^{2+}La_4O_7$, $M^{3+}NbO_4$, $M^{2+}Sc_2O_4$, $M^{2+}_2SnO_4$, $M^{3+}TaO_4$, $M^{2+}TiO_3$, $M^{2+}_2TiO_4$, $M^{+}_2M^{3+}_2Ti_3O_{10}$, $M^{2+}_5(VO_4)_3X$, $M^{3+}VO_4$, $M^{3+}(V,P)O_4$, $M^{+}YO_2$, $M^{2+}ZrO_3$, $M^{2+}_2ZrO_4$ 및 $M^{2+}M^{3+}_2ZrO_6$ 으로 이루어진 군으로부터 선택되고; 여기서 M^{+} 는 하나 이상의 알칼리 금속이고; M^{2+} 는 Zn, Fe, Co, Ni, Cd, Cu 및/또는 하나 이상의 알칼리 토금속이고; M^{3+} 는 Al, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb 및 Lu로부터 선택되는 하나 이상이고; M^{4+} 는 Ti, Zr, Ge 및/또는 Sn이고; X는 하나 이상의 할로젠인 것을 특징으로 하는, 광-변환 물질.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 무기 인광체가 비활성화된 결정질 설페이트, 설파이드, 셀레나이드 또는 텔루라이드이고, 상기 비활성화된 결정질 설페이트, 설파이드, 셀레나이드 또는 텔루라이드가 $M^{2+}SO_4$, $M^{2+}_2(SO_4)_2$, $M^{2+}_3(SO_4)_3$, $M^{3+}_2(SO_4)_3$, $M^{2+}S$, $M^{2+}(S,Te)$, $M^{2+}Se$, $M^{2+}Te$, $M^{2+}Ga_2S_4$, $M^{2+}Ba_2S_3$ 및 $M^{+}Al_2S_4$ 로 이루어진 군으로부터 선택되고; 여기서 M^{2+} 는 Zn, Fe, Co, Ni, Cd, Cu 및/또는 하나 이상의 알칼리 토금속이고; M^{3+} 는 Al, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb 및 Lu로부터 선택되는 하나 이상인 것을 특징으로 하는, 광-변환 물질.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 무기 인광체가 비활성화된 결정질 옥시 화합물이고, 상기 비활성화된 결정질 옥시 화합물이 $M^{3+}OX$, $M^{2+}_8M^{4+}_2O_{11}X_2$ 및 $M^{3+}_2O_2S$ 로 이루어진 군으로부터 선택되고; 여기서 M^{2+} 는 Zn, Fe, Co, Ni, Cd, Cu 및/또는 하나 이상의 알칼리 토금속이고; M^{3+} 는 Al, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb 및 Lu로부터 선택되는 하나 이상이고; M^{4+} 는 Ti, Zr, Ge 및/또는 Sn이고; X는 하나 이상의 할로젠인 것을 특징으로 하는, 광-변환 물질.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 무기 인광체가 비활성화된 결정질 나이트라이드, 옥시나이트라이드 또는 SiAlON이고, 상기 비활성화된 결정질 나이트라이드, 옥시나이트라이드 또는 SiAlON이 $M^{3+}N$, $M^{2+}Si_2O_2N_2$, $M^{2+}_2Si_5N_8$, $M^{3+}_3Si_6N_{11}$, $M^{2+}AlSiN_3$, α -시알론(sialon) 및 β -시알론으로 이루어진 군으로부터 선택되고; 여기서 M^{2+} 는 Zn, Fe, Co, Ni, Cd, Cu 및/또는 하나 이상의 알칼리 토금속이고; M^{3+} 는 Al, Ga, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb 및 Lu로부터 선택되는 하나 이상인 것을 특징으로 하는, 광-변환 물질.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 반도체 나노입자가 합금, 코어/셸 구조 또는 2개 이상의 셸을 갖는 코어-다중셸 구조의 2 개 이상의 상이한 반도체 물질로 이루어지고, 이때 상기 코어는 반도체 물질 또는 2개 이상의 상이한 반도체 물질의 합금을 포함하고, 상기 셸(들)은 독립적으로 반도체 물질 또는 2개 이상의 상이한 반도체 물질의 합금을 포함하고, 임의

적으로 상기 코어 및/또는 셸(들) 내부에 및/또는 상기 코어 및/또는 셸(들) 사이에 농도 구배가 존재할 수 있는 것을 특징으로 하는, 광-변환 물질.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 반도체 나노입자를 구성하는 반도체 물질이 그룹 II-VI 반도체, 그룹 III-V 반도체, 그룹 IV-VI 반도체, 그룹 I-III-VI₂ 반도체 및 이들 반도체의 합금 및/또는 조합으로부터 선택되고, 이때 상기 반도체 물질은 임의적으로 하나 이상의 전이 금속으로 도핑될 수 있는 것을 특징으로 하는, 광-변환 물질.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 반도체 나노입자가 나노도트(nanodot), 나노로드(nanorod), 나노플레이크, 나노테트라포드, 나노로드 중 나노도트, 나노플레이크 중 나노도트, 또는 이들 중 임의의 조합의 형태인 것을 특징으로 하는, 광-변환 물질.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 광-변환 물질의 표면이 하나 이상의 코팅 물질로 코팅된 것을 특징으로 하는, 광-변환 물질.

청구항 13

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 따른 광-변환 물질 하나 이상을 포함하는 광-변환 혼합물.

청구항 14

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 따른 광-변환 물질, 또는 상기 광-변환 물질 하나 이상을 포함하는 광-변환 혼합물을, 자외선 및/또는 청색 광을 보다 긴 파장을 갖는 광으로 부분적으로 또는 완전히 변환시키기 위해 사용하는 방법.

청구항 15

하나 이상의 1차(primary) 광원, 및 제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 따른 하나 이상의 광-변환 물질, 또는 상기 광-변환 물질 하나 이상을 포함하는 광-변환 혼합물을 함유하는 광원.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 광-변환 물질 또는 광-변환 혼합물이 상기 1 차 광원 상에 직접 배열되거나, 상기 1 차 광원으로부터 떨어져 있는(remote) 지지체 물질 상에 배열되는 것을 특징으로 하는, 광원.

청구항 17

제 15 항에 따른 광원의 제조 방법으로서,

상기 광-변환 물질 또는 광-변환 혼합물을 1 차 광원 또는 지지체 물질에 스핀 코팅 또는 분무 코팅에 의한 필름 형태로 또는 라미네이트로서의 필름 형태로 적용하는 것을 포함하는, 제조 방법.

청구항 18

제 15 항에 따른 광원 하나 이상을 함유하는 조명 유닛.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 비활성화된 결정질 물질 및 상기 비활성화된 결정질 물질의 표면 상에 위치한 반도체 나노입자(양자 물질)를 포함하는 광-변환 물질에 관한 것이다. 본 발명은 또한 자외선 및/또는 청색 광을 보다 긴 파장을 갖는 광으로 부분적으로 또는 완전히 변환하기 위한 변환 물질로서의 상기 광-변환 물질의 용도에 관한 것이다. 본 발명은 또한, 본 발명에 따른 광-변환 물질을 함유하는 광-변환 혼합물, 광원 및 조명 유닛에 관한 것이다. 본 발명은 또한 본 발명에 따른 광-변환 물질을 함유하는 광원의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 독일의 에너지 소비량의 약 20 %는 광의 발생을 위한 것이다. 통상의 백열등은 비효율적이며 가장 효율적인 형광등은 최대 10mg의 수은을 포함한다. 예를 들어, 발광 다이오드(LED)와 같은 고체 상태 조명 장치는 전기 에너지의 광으로의 변환에서의 우수한 효율(에너지 효율), 보다 긴 수명, 통상의 광보다 높은 기계적 안정성을 가지므로, 매우 유망한 대안이다. LED는, 디스플레이, 모터 차량 및 표지판 및 가정용 및 거리 조명을 포함한 여러 가지 용도로 사용할 수 있다. 제조에 사용되는 무기 반도체 전도체 화합물에 따라, LED는 스펙트럼의 다양한 영역에서 단색 광을 방출 할 수 있다. 그러나, 조명 산업의 대부분에서 필요한 "백색" 광은 기존 LED를 사용하여 생성할 수 없다. 백색 광의 생성을 위한 현재의 해결책은 상이한 색(예를 들어, 적색, 녹색 및 청색 또는 "RGB")을 갖는 3 개 이상의 LED의 사용 또는 LED의 자외선(UV) 또는 청색 광으로부터 백색 광의 생성을 위한 통상의 인광체 물질(예를 들어, YAG:Ce)을 포함하는 색 변환 층의 사용을 포함한다. 따라서, 청색 광은 보다 긴 파장을 갖는 광으로 변환되고, 청색 및 황색 광의 조합은 인간의 눈에 의해 백색 광으로서 지각된다. 그러나, 이러한 유형의 백색 광은 사실상 결코 이상적이지 않으며, 많은 경우 바람직하지 않거나 불쾌한 특성을 가지며, 이는 개선 또는 보정을 필요로 할 수 있다. 변환 LED의 보다 단순한 구성은 조명 장치의 대중 시장을 대상으로 한다. 현재 이러한 LED 램프는 기존의 백열 램프 및 대부분의 형광 램프보다 훨씬 비싸며, 상업적으로 이용 가능한 백색 LED는 색 재현성이 좋지 않은 청색 광의 냉 백색 광을 방출한다. 불량한 것으로 인식되는 백색 광의 품질은, 스펙트럼의 녹색 및 적색 부분에서 방출이 없기 때문에 황색 변환 인광체 물질인 YAG:Ce에서 유래한다.

[0003] 디스플레이의 경우, LED에 의해 수득되는 1/2 최대치에서의 좁은 스펙트럼 전폭(FWHM)(전형적 FWHM <30 nm)을 갖는 세 가지 이상의 기본 색상을 갖는 것이 중요하다. 이것은 큰 색역을 커버할 수 있게 해 준다. "색역"은 일반적으로, 세 가지 색상을 혼합하여 얻을 수 있는 색상 유형의 범위로 정의된다. 그러나, 서로 다른 색상의 3 개 이상의 LED를 사용하는 해결책은 많은 응용 분야에서 너무 비싸고 복잡하다. 따라서, 좁은 대역에서 방출하는 변환 물질에 의해 달성될 수 있는 단일 LED를 사용하여 큰 색역 커버리지를 가능하게 하는 광원을 이용할 수 있는 것이 바람직하다. 넓은 스펙트럼을 갖는 광원을 위한 LED를 제공하는 공정은 단파 LED 광을 보다 긴 파장을 갖는 광으로 변환시키는 인광체를 이용한다. 예를 들어, 넓은 범위의 녹색 파장에 걸쳐 광을 방출하는 인광체는, 좁은 청색 스펙트럼을 생성하는 LED로부터의 청색 광을 사용하여 여기될 수 있다. 인광체에 의해 생성된 녹색 광은 백색 광원의 구성 요소로 사용된다. 복수의 인광체를 조합함으로써, 광-변환 동안의 인광체의 효율이 충분히 높다고 가정하면, 원칙적으로 넓은 스펙트럼을 갖는 백색 광원을 생성할 수 있다. 이는 개선된 색 재현 특성을 제공할 것이다. 더욱 자세한 내용은 문헌["Status and prospects for phosphor-based white LED Packaging", Z. Liu et al., Xiaobing Front. Optoelectron. China 2009, 2(2): 119-140]에서 찾을 수 있다.

[0004] 그러나, 불행히도, 조명 설계자는 자신이 선택할 수 있는 임의의 원하는 인광체 세트에 접근할 수 없다. LED에 사용될 수 있고 광 변환에서 적절한 효율을 갖는 종래의 희토류 원소 함유 인광체는 단지 제한된 수로 존재한다. 이들 인광체의 방출 스펙트럼은 쉽게 변경될 수 없다. 또한, 그 스펙트럼은 파장의 함수로서 방출되는 광이 일정하지 않기 때문에 이상적이지 않다. 따라서, 복수의 인광체의 조합도 최적의 백색 광원을 생성하지 못한다. 또한, 현재 사용되는 적색 인광체는, 긴 파장의 적색 스펙트럼 영역으로 광을 방출하여 추가로 이러한 LED의 밝기를 감소시켜 효율성을 감소시킨다.

[0005] 미국 특허 제 7,102,152 호, 제 7,495,383 호 및 제 7,318,651 호는, 장치의 광원에 의해 원래 방출된 광의 적어도 일부를 더 긴 파장을 갖는 광으로 변환시키기 위해 양자점(QD) 및 비-양자 형광 물질의 형태의 반도체 나노입자 둘다를 이용하는 광의 방출을 위한 장치 및 공정을 개시한다. QD는 높은 양자 수율 및 크기에 따라 조정될 수 있는 중앙 방출 파장을 갖는 좁은 방출 스펙트럼을 갖는다. QD 및 인광체 둘다의 조합은 광 품질을 향상시킬 수 있다. QD 첨가는 개선이 이루어질 수 있게 하지만, 높은 고유의 흡수의 단점을 갖는다(즉, 그들 스스로가 여기될 때 방출되는 광을 흡수한다). 이는 광 변환의 전반적인 에너지 효율을 감소시킨다. 또한 상업적으로 이용 가능한 적색 이미터와 같은 QD는 마찬가지로 녹색 인광체 방출을 재흡수하고, 이는 에너지 효율을 감소시키고 방출 스펙트럼이 편이되어 목표 색상 계획을 어렵게 한다. 또한, QD 물질과 인광체를 사용하는 경우 LED의 제조 동안 분리가 발생할 수 있고, 이는, 광-변환 물질의 균질한 분포가 더 이상 보장되지 않음을 의미한다. 감

소된 에너지 효율과 원하는 색 재현의 부적절한 제어가 초래된다.

[0006] 일부 적용례에서는, 밀접하게 패킹된(tightly packed) QD가 있는 클러스터가 바람직하다. 이러한 유형의 밀접하게 패킹된 QD 클러스터는 형광 공명 에너지 전달(FRET)이라는 이름으로 알려진 현상을 나타낸다. 예를 들어 문헌[Joseph R. Lakowicz, "Principles of Fluorescence Spectroscopy", 2nd Edition, Kluwer Academic / Plenum Publishers, New York, 1999, pp. 367-443] 참조. FRET는 더 짧은 파장(예를 들어 더욱 청색)의 파장으로 방출하는 공여체 QD와 직접 근처에 배열되고 더 긴 파장으로 방출하는 수용체 QD 사이에서 발생한다. 쌍극자-쌍극자 상호 작용은, 공여체 방출 편이의 쌍극자 모멘트와 수용체 흡수 편이의 쌍극자 모멘트 사이에서 발생한다. FRET 공정의 효율은 공여체의 흡수와 수용체의 방출 사이의 스펙트럼 중첩에 의존한다. 양자점 간의 FRET 분리는 전형적으로 10nm 이하이다. FRET 효과의 효율성은 분리에 매우 크게 의존한다. FRET 효과의 효율은 색상 변화(적색 편이)와 광-변환 동안의 효율 손실을 초래한다. 이러한 이유로, 광-변환 물질에서 QD의 클러스터 형성을 피하기 위한 초기 연구에서 노력이 이루어졌다.

[0007] 반도체 나노입자는, 입자 크기, 조성 및 모양을 조정하여 넓은 범위에 걸쳐 물리적 특성을 조절할 수 있는 나노 물질의 부류이다. 특히, 형광 방출은 입자 크기에 의존하는 이러한 부류의 특성 중 하나이다. 형광 방출의 조정 능력은 양자 제한 효과를 기반으로 하며, 이에 따라 입자 크기의 감소는 "박스 속의 입자" 행태를 초래하고, 이는 밴드 갭 에너지의 청색 편이를 초래하여 발광시킨다. 따라서, 예를 들어, CdSe 나노입자의 방출은 약 6.5 nm의 직경을 갖는 입자에 대해 660 nm로부터 약 2 nm의 직경을 갖는 입자에 대해 500 nm까지 조정될 수 있다. 다른 반도체 나노입자들에 대해서도 유사한 행태가 이루어질 수 있는데, 이는 자외선(UV) 영역(예를 들어, ZnSe 또는 CdS의 사용시)으로부터 가시광 영역(VIS)(예 : CdSe 또는 InP 사용시)을 경유하여 근적외선(NIR) 영역(예 : InAs 사용시)까지 넓은 스펙트럼 범위를 커버할 수 있다. 나노입자의 형태의 변화는 다수의 반도체 시스템에 대해 이미 입증되었으며, 이때 특히 로드(rod) 형상이 중요하다. 나노로드는 구형 나노입자의 특성과 다른 특성을 가지고 있다. 예를 들어, 이들은 로드의 세로축을 따라 분극된 방출을 나타내지만, 구형 나노입자는 비편광된 방출을 나타낸다. 따라서, 나노로드(때로는 "로드"라고도 함)와 같은 이방성(신장형) 나노입자가 편광 방출에 적합하다(WO 2010/095140 A3 참조). 문헌[X. Peng et al. in "Shape control of CdSe nano-crystals" in *Nature*, **2000**, *404*, 59-61]은, 중합체에 매립되고 콜로이드 기반 반도체 코어(셀 없음)를 기반으로 하는 CdSe 나노로드를 기술하고 있다. 여기서, 사실상 완전한 분극은 개별 나노로드에서 발생한다. 문헌[T. Mokari and U. Banin in "Synthesis and properties of CdSe/ZnS rod/shell nanocrystals" in *Chemistry of Materials* **2003**, *15* (20), 3955-3960]은 셀이 로드 구조에 적용되는 경우 나노로드의 방출에서의 개선을 기술한다. 문헌[D. V. Talapin et al. in "Seeded Growth of Highly Luminescent CdSe/CdS Nanoheterostructures with Rod and Tetra-pod Morphologies" in *Nano Letters* **2007**, *7* (10), 2951-2959]은, 피복(셀)을 갖는 나노로드 입자에 대해 달성된 양자 수율의 향상이 기술되어 있다. 문헌[C. Carbone et al. in "Synthesis and Micrometer-Scale Assembly of Colloidal CdSe/CdS Nanorods Prepared by a Seeded Growth Approach" in *Nano Letters* **2007**, *7* (10), 2942-2950]에는, 셀을 갖는 나노로드의 쌍극자 방출 패턴이 설명되어 있고, 이는, 그 방출이 그의 팁 대신 로드의 중심으로부터 방출됨을 의미한다. 또한, 나노로드는 광학 증폭과 관련하여 유리한 특성을 가지고 있으며, 이는 레이저 물질로 사용될 잠재성을 보여주고 있다고 기술하고 있다(문헌[Banin et al., *Adv. Mater.*, **2002**, *14*, 317]). 개별 나노로드의 경우, 발광이 가역적으로 켜지거나 꺼질 수 있기 때문에 외부 전기장에서 고유한 행태를 보이는 것으로 나타났다(문헌[Banin et al., *Nano Letters*, **2005**, *5*, 1581]). 콜로이드성 반도체 나노입자의 또 다른 매력적인 특성은, 이들 물질이 다양한 방식으로 가공될 수 있게 하는 화학적 접근성이다. 반도체 나노입자는 스핀 코팅 또는 분무 코팅에 의해 용액으로부터 박층 형태로 적용되거나 플라스틱에 매립될 수 있다. 문헌[Jan Ziegler et al. in "Silica-Coated InP/ZnS Nano-crystals as Converter Material in White LEDs", *Advanced Materials*, Vol. 20, No. 21, 13 October 2008, pages 4068-4073]은, 고성능 블루 LED 칩 상에 발광 변환 물질을 포함하는 실리콘 복합 층의 첨가에 의한 백색 LED의 제조를 기술한다.

[0008] LED 용도에서의 반도체 나노입자의 사용은 특히 LED에 사용될 수 있는 인광체/매트릭스 복합체 분말에 관한 US 2015/0014728 A1에 기술되어 있다. 상기 인광체/매트릭스 복합체 분말은 매트릭스와 상기 매트릭스 중에 분산된 100nm 이하의 크기를 갖는 복수의 인광체 또는 양자점을 포함하며, 이때 상기 복합체 분말의 크기는 20 μ m 이상이며, 특정의 표면 조도를 갖는다. 제조 공정 중에도, 상기 기술된 복합체 분말은, 원하는 방출 행태를 달성하기 위해 인광체 및 양자점의 혼합비의 정밀한 설정을 필요로 한다. 대조적으로, 혼합비의 후속적인 개조는 가능하지 않으며, 이는 LED의 생산에서 복합체 분말의 유용성에 있어 제한된 유연성을 초래한다. 또한, 에너지 변환의 효율은 매트릭스 내에 분산된 인광체 물질의 유형 및 양에 크게 의존한다. 특히, 인광체 및/또는 양자점의 양이 많은 경우, 물질을 소결시키는 것이 어려워진다. 또한, 다공성이 증가하여, 여기 광을 효율적으로 조사하는 것이 더욱 어려워지고 물질의 기계적 강도를 손상시킨다. 그러나, 매트릭스 내에 분산된 인광체 물질의 양이

너무 적으면, 충분한 광 변환을 달성하는 것이 어려워진다.

[0009] 종래의 인광체(변환 인광체)와의 QD의 공지된 조합을 비롯한, 상기 언급된 공지된 광-변환 물질의 수많은 결합의 관점에서, 전술된 결합을 갖지 않는 통상적인 인광체를 갖는 이러한 물질을 포함하는 반도체 나노입자 물질 및 조성물에 대한 필요성이 존재한다. 특히, 낮거나 무시할 수 있는 재흡수 및 낮은 고유 흡광도를 갖는 반도체 나노입자와 변환 인광체의 조합이 필요하며, 이는 높은 효율의 광의 전환 및 색역의 개선된 제어성을 제공한다.

[0010] 따라서, 낮은 재흡수 및 고유 흡수에 의해 구별되어 LED의 에너지 효율을 증가시키는 반도체 나노입자에 기초한 이용 가능한 광-변환 물질을 갖는 것이 바람직할 것이다. 또한, 종래의 인광체와의 개선된 혼화성에 의해 구별되는 반도체 나노입자를 기반으로 하는 이용 가능한 광-변환 물질을 갖는 것이 바람직하므로, LED 생산 중 분리 효과로 인해 발생하는 전술된 단점(예를 들어 에너지 효율의 감소 및 색 재현의 부적절한 제어)을 피할 수 있다.

발명의 내용

[0012] 발명의 목적

[0013] 따라서, 본 발명의 목적은, 종래 기술로부터 상술한 단점을 갖지 않는 반도체 나노입자에 기초한 광-변환 물질을 제공하는 것이다. 특히, 본 발명의 목적은, 종래의 인광체와의 혼화성이 개선되고, 따라서 LED의 보다 효율적인 생산을 용이하게 하는 반도체 나노입자에 기반하는 광-변환 물질을 제공하는 것이며, 이는 혼합 동안 분리 효과로 인한 손실 피할 수 있기 때문이다. 본 발명의 또 다른 목적은, 녹색 스펙트럼 영역에서 낮은 재흡수를 나타내므로, 이중 변환이 감소되어 LED의 효율을 증가시킬 수 있고 LED 스펙트럼의 예측 가능성을 향상시킬 수 있는 반도체 나노입자에 기반하는 광-변환 물질을 제공하는 것이다. 또한, 본 발명의 목적은, LED 제조 동안 즉시적 가공에 의해 구별되고 LED 제조사가 LED 제조를 위한 기존의 장비 및 기계를 사용할 수 있게 하는 반도체 나노입자에 기반하는 광-변환 물질을 제공하는 것이다. 또한, 본 발명의 목적은, 필름의 형태이거나 활성화된 인광체 상에 존재하는 종래의 반도체 나노입자와 비교하여 LED 방출의 개선되고 많은 목표 설정을 가능하게 하는 반도체 나노입자에 기반하는 광-변환 물질을 제공하는 것이며, 이는 보다 유연한 사용을 허용한다. 본 발명의 또 다른 목적은, LED의 밝기를 증가시키고 또한 좁은 밴드 방출에 의해 구별되는 반도체 나노입자에 기초한 광-변환 물질의 제공에 있으며, 이는 장파 스펙트럼 영역에서의 에너지 손실이 회피되고 디스플레이에서 개선된 색역이 용이해짐을 의미한다. 추가의 목적은, 인광체의 제조에 사용되는 기존의 코팅 방법을 사용하여 본 발명에 따른 광-변환 물질을 코팅하는 것이 가능하며, 이때 이러한 유형의 추가 장벽 층은 불필요하다.

[0014] 발명의 설명

[0015] 놀랍게도, 상기 기술된 목적은, 광-변환 물질을 얻기 위해 반도체 나노입자가 비활성화된 결정질 물질의 표면에 적용되는 경우에 달성되는 것으로 밝혀졌다. 또한, 놀랍게도, 표면 상에 반도체 나노입자를 갖는 비활성화된 결정질 물질은, 종래의 인광체와 유사한 입자 크기 및 밀도 분포를 갖는 것으로 밝혀졌다. 이는 기존의 인광체와 함께 이 유형의 광-변환 물질의 향상된 혼화성을 가져오고, LED의 보다 효율적인 생산을 가능하게 하며, 이는 에너지 효율성, 밝기 및 안정성과 같은 향상된 성능 데이터로 구별된다.

[0016] 따라서, 상기 언급된 목적은, 반도체 나노입자 및 비활성화된 결정질 물질을 포함하는 광-변환 물질에 의해 달성되며, 여기서 반도체 나노입자는 상기 비활성화된 결정 물질의 표면 상에 위치한다.

[0017] 본 발명의 실시양태는, 하나 이상의 유형의 비활성화된 결정질 물질 및 하나 이상의 유형의 반도체 나노입자를 포함하는 광-변환 물질에 관한 것이다. 생성된 광-변환 물질은 느슨한(loose) 물질, 분말 물질, 두꺼운 또는 얇은 층 물질 또는 필름 형태의 자가-지지체 물질의 형태일 수 있다. 또한, 캐스팅 물질에 매립될 수도 있다. 광-변환 물질은, 예를 들어 리간드 및/또는 코팅 물질과 같은 첨가제 물질을 포함할 수 있다.

[0018] 본 발명자들은 놀랍게도, 반도체 나노입자가 비활성화된 결정질 물질의 표면 상에 위치하면, 개선된 물리적 특성을 가지며, 이는 조명 적용례에서 종래의 인광체와의 조합에 더욱 적합하다는 결과를 가져오는 것으로 확인되었다. 특히, 본 발명자들은, 광원에서의 본 발명에 따른 광-변환 물질의 사용이 반도체 나노입자의 재흡수 효과 및 자기-흡수 효과를 감소시키므로, 제어된 색상 설정 및 고효율을 가능케 함을 정립하였다. 또한, 본 발명에 따른 광-변환 물질은 형광 공명 에너지 전달(FRET) 및 관련된 원하지 않는 결과를 억제한다. 반도체 나노입자는 매우 낮은 발광 자기 흡수 자기 흡수성과 기존 인광체의 방출의 매우 낮은 흡수성을 가지므로, 특히 광학적 조밀 층에서는 기존 인광체보다 에너지 효율이 높다. 따라서, 본 발명의 광-변환 물질은 낮은 자기 흡수 및 낮은

재흡수에 의해 구별된다.

- [0019] 본 발명은 또한 본 발명에 따른 하나 이상의 광-변환 물질을 포함하는 광-변환 혼합물을 제공한다.
- [0020] 본 발명에 따른 광-변환 물질 및 본 발명에 따른 광-변환 혼합물은 자외선 및/또는 청색 광을, 예를 들어, 녹색 또는 적색과 같은 더 긴 파장을 갖는 광으로 부분적으로 또는 완전히 변환시킬 수 있다.
- [0021] 또한, 본 발명은, 본 발명에 따른 1 종 이상의 1 차 광원 및 1 종 이상의 광-변환 물질 또는 본 발명에 따른 1 종 이상의 광-변환 혼합물을 함유하는 광원을 제공한다.
- [0022] 본 발명의 광원은 조명 장치에 사용될 수 있다.
- [0023] 또한, 본 발명은, 본 발명에 따른 광-변환 물질 또는 본 발명에 따른 광-변환 혼합물이 1 차 광원 또는 지지체 물질에 스핀 코팅, 분무 코팅에 의한 필름 형태로 또는 라미네이트로서의 필름 형태로 적용되는 것을 포함하는, 본 발명에 따른 광원의 제조 방법을 제공한다.
- [0024] 본 발명의 바람직한 실시양태는 종속항에 기재되어 있다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 실시예 1 내지 4에서 제조된 광-변환 물질의 흡수 스펙트럼을 도시한다.
- 도 2는 실시예 1 내지 4에서 제조된 광-변환 물질의 방출에 대한 상대 스펙트럼 에너지 분포를 도시한다.
- 도 3은 방출 스펙트럼 LED 1을 도시한다: 색 좌표 $x \sim 0.31$ 및 $y \sim 0.31$ 을 갖는 청색 LED($\lambda_{\max} = 450 \text{ nm}$)에서 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ 상의 녹색 QD($\lambda_{\max} = 543 \text{ nm}$)와 결합한 Sr_3SiO_5 상의 적색 QD($\lambda_{\max} = 635 \text{ nm}$); 표준 컬러 필터가 있는 NTSC는 100 %이다.
- 도 4는 방출 스펙트럼 LED 2를 도시한다: 색 좌표 $x \sim 0.31$ 및 $y \sim 0.31$ 을 갖는 청색 LED($\lambda_{\max} = 450 \text{ nm}$)에서 녹색 실리케이트 인광체($\lambda_{\max} = 520 \text{ nm}$)와 결합한 Sr_3SiO_5 상의 적색 QD($\lambda_{\max} = 635 \text{ nm}$); 표준 컬러 필터가 있는 NTSC는 98 %이다.
- 도 5는 방출 스펙트럼 LED 3을 도시한다: 녹색 $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ ($\lambda_{\max} = 540 \text{ nm}$, CRI 85, 점선)와의 혼합물 및 황색 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ ($\lambda_{\max} = 560 \text{ nm}$, CRI 80, 실선)와의 혼합물 중의 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ 상의 적색 QD($\lambda_{\max} = 635 \text{ nm}$).

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 정의
- [0028] 본원에서 사용되는 용어 "광-변환 물질"은, 비활성화된 결정질 물질, 및 상기 비활성화된 결정질 물질의 표면에 위치되는 반도체 나노입자의 조합물을 나타낸다. 본 발명의 광-변환 물질은 하나 이상의 유형의 반도체 나노입자 및/또는 하나 이상의 유형의 비활성화된 결정질 물질을 포함할 수 있으며, 이때 상기 반도체 나노입자는 비활성화된 결정질 물질 또는 비활성화된 결정질 물질들의 표면에 위치된다.
- [0029] 본원에서 사용되는 용어 "비활성화된 결정 물질"은, 결정질이며 활성화제, 즉 광-변환 중심을 갖지 않는 입자 형태의 무기 물질을 의미한다. 따라서, 비활성화된 결정질 물질 자체는 발광성도 형광성도 아니다. 또한, 이는 가시광 영역에서 특이적 고유 흡수를 갖지 않으며 결과적으로 무색이다. 또한, 비활성화된 결정질 물질은 투명하다. 비활성화된 결정질 물질은 반도체 나노입자를 위한 지지체 물질로서 작용한다. 비활성화된 결정 물질의 색상 결여 및 투명도로 인해, 일차 광원, 다른 인광체 또는 다른 광-변환 물질에 의해 방출된 광은 방해받지 않고 손실 없이 물질을 통과할 수 있어, LED에서의 본 발명에 따른 광-변환 물질의 사용 효율을 증가시킨다.
- [0030] 본원에서 사용되는 용어 "인광체" 또는 "변환 인광체"(본원에서 동의어로 사용됨)는 하나 이상의 방출 중심을 갖는 입자 형태의 형광성 무기 물질을 나타낸다. 방출 중심은, 활성화제, 통상적으로는, 희토류 금속 원소의 원자 또는 이온, 예컨대 La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb 및 Lu, 및/또는 전이 금속 원소의 원자 또는 이온, 예컨대 Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Ag, Au 및 Zn, 및/또는 주-계열(main-group) 금속 원소의 원자 또는 이온, 예컨대 Na, Tl, Sn, Pb, Sb 및 Bi에 의해 형성된다. 인광체 또는 변환 인광체의 예는 가넷 계 인광체, 실리케이트계, 오르토실리케이트계, 티오갈레이트계, 설파이드계 및 나이트라이드계 인광체를 포함

한다. 본 발명의 의미에서 인광체 물질은 양자 제한 효과가 없다. 이 유형의 비-양자-제한 형광체 물질은 이산화 규소 코팅이 있거나 없는 인광체 물질 입자일 수 있다. 본원의 의미에서, 인광체 또는 변환 인광체는, 전자기 스펙트럼의 특정 파장 범위, 바람직하게는 청색 또는 UV 스펙트럼 범위의 방사선을 흡수하고, 전자기 스펙트럼의 다른 파장 범위, 바람직하게는 보라색, 청색, 녹색, 황색, 주황색 또는 적색 범위의 가시광을 방출하는 물질을 의미하는 것으로 간주된다. 이와 관련하여, "방사선-유도 방출 효율"이라는 용어가 또한 이해되어야 하고, 즉, 변환 인광체는 특정 파장 범위에서 방사선을 흡수하고 특정 효율로 다른 파장 범위의 방사선을 방출한다.

"방출 파장의 편이"라는 용어는 변환 인광체가 다른 또는 유사한 변환 인광체와 비교하여 상이한 파장에서, 즉 더 짧은 또는 더 긴 파장쪽으로 편이된 광을 방출한다는 것을 의미한다.

[0031] 본원에서 용어 "반도체 나노입자"(양자 물질)는, 반도체 물질로 구성된 나노입자를 나타낸다. 반도체 나노입자는 서브-미크론 크기의 적어도 하나의 치수를 갖는 임의의 원하는 개별 유닛이며, 일부 실시양태에서는 100 nm 미만이며, 일부 다른 실시양태에서는 최대 치수(길이)로서 1 마이크로미터 미만의 크기를 갖는다. 일부 다른 실시양태에서, 치수는 400 nm 미만이다. 반도체 나노입자는 임의의 원하는 대칭 또는 비대칭 형상을 가질 수 있고, 가능한 형상의 비제한적인 예는 신장형, 원형, 타원형, 피라미드형 등이다. 반도체 나노입자의 특정 예는 신장형 나노입자이며, 이는 또한 나노로드라고 불리며 반도체 물질로 제조된다. 사용될 수 있는 추가의 반도체 나노로드는, 각각의 나노로드의 한쪽 또는 양쪽 말단에 금속 또는 금속-합금 영역을 갖는 것이다. 이러한 신장형 반도체/금속 나노입자의 예 및 그의 제조 방법은 WO 2005/075339에 기재되어 있으며, 그의 개시 내용은 본원에 참고로 인용된다. 다른 가능한 반도체/금속 나노입자는 WO 2006134599에 개시되어 있으며, 그의 개시 내용은 본원에 참고로 인용되어 있다.

[0032] 또한, 코어/셸 구조 또는 코어/멀티셸 구조의 반도체 나노입자가 공지되어 있다. 이들은 하나의 유형의 물질을 포함하는 "코어"가 다른 물질을 포함하는 "셸"로 덮인 헤테로구조(heterostructure)를 특징으로 하는 개별 반도체 나노입자이다. 어떤 경우에는, 셸이 "시드(seed) 코어"역할을 하는 코어에서 성장하도록 허용된다. 그러면, 코어/셸 나노입자는 또한 "시딩되는(seeded)" 나노입자라고도 불린다. "시드 코어"또는 "코어"라는 표현은 헤테로구조에 존재하는 가장 안쪽의 반도체 물질에 관한 것이다. 코어/셸 구조의 공지된 반도체 나노입자는 예를 들어, EP 2 528 989 B1에 기재되어 있으며, 그 내용은 본 명세서에 전체적으로 본원에 참고로 인용된다. 따라서, 예를 들어, 구형 셸이 구형 코어 주위에 대칭적으로 배열된 점형(punctiform) 반도체 나노입자(소위 양자점 중앙양자점)가 공지되어 있다. 또한, 로드 형상의 반도체 나노입자는, 구형의 코어가 신장형 로드 모양의 셸(소위 양자 로드 중앙양자점)에 비대칭적으로 배열되어 있는 것으로 알려져 있다. 나노로드라는 표현은 로드 모양을 갖는 나노결정, 즉 결정의 제 1(종방향) 축을 따라 증가되는 성장에 의해 형성되는 나노결정이며, 다른 두 축을 따르는 치수는 매우 작게 유지된다. 나노로드는 매우 작은 직경(전형적으로 10 nm 미만) 및 약 6 nm 내지 약 500 nm 범위일 수 있는 길이를 갖는다. 코어는 전형적으로 실제적 구형이다. 그러나, 유사 피라미드(pseudopyramid), 큐브 팔면체(cube octahedra), 로드 및 다른 것들과 같은 상이한 형상을 갖는 코어가 또한 사용될 수 있다. 전형적인 코어 직경은 약 1 nm 내지 약 20 nm 범위이다. 코어/셸 구조의 대칭형 점형 반도체 나노입자(양자점 중앙양자점)의 경우, 전체 입자 직경 d_2 는 보통 코어 직경 d_1 보다 훨씬 크다. d_1 에 비해 큰 크기의 d_2 는 코어/셸 구조의 대칭 점형 반도체 나노입자의 광학 흡수에 영향을 미친다. 알려진 바와 같이, 코어/셸 구조의 반도체 나노입자는, 더 높은 양자 수율(QY) 및 더 우수한 내구성과 같은 더 우수한 광학적 및 화학적 성질을 제공할 수 있는 추가 외부 셸을 포함할 수 있다. 반도체 나노입자는 코어/멀티셸 구조를 갖는다. 코어/멀티셸 구조의 로드형 반도체 나노입자의 경우, 제 1 셸의 길이는 일반적으로 10nm 내지 200nm 사이의 범위, 특히 15nm 내지 160nm 사이의 범위 일 수 있다. 다른 두 치수(로드 형상의 반경 방향 축)에서의 제 1 셸의 두께는 1nm 내지 10nm 범위일 수 있다. 추가의 외피의 두께는 일반적으로 0.3nm 내지 20nm의 범위, 특히 0.5nm 내지 10nm의 범위일 수 있다.

[0033] 다른 실시양태는, 예를 들어 제 1 물질로 이루어진 코어 및 제 2 물질로 이루어진 적어도 하나의 암(arm), 그러나 전형적으로는 4 개의 추가 암을 포함하는 나노테트라포드(미국 특허 제 8,062,421 B2 호에 기재됨)이며, 여기서 코어 및 암은 그들의 결정 구조가 상이하다. 이 유형의 나노테트라포드는 커다란 스톱스 편이를 갖는다.

[0034] "코어 물질"이란 용어는 코어/셸 구조 또는 코어/멀티셸 구조에서 반도체 나노입자의 코어를 형성하는 물질을 의미한다. 상기 물질은 그룹 II-VI, III-V, IV-VI 또는 I-III-VI₂ 또는 이들 중 하나 이상의 임의의 원하는 조합으로부터의 반도체일 수 있다. 예컨대, 상기 코어 물질은 CdS, CdSe, CdTe, ZnS, ZnSe, ZnTe, ZnO, GaAs, GaP, GaAs, GaSb, GaN, HgS, HgSe, HgTe, InAs, InP, InSb, AlAs, AlP, AlSb, Cu₂S, Cu₂Se, CuGaS₂, CuGaSe₂, CuInS₂, CuInSe₂, Cu₂(InGa)₄, AgInS₂, AgInSe₂, Cu₂(ZnSn)₄, 이들의 합금 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로

부터 선택될 수 있다.

[0035] "셀 물질"이라는 용어는, 코어/셀 구조를 갖는 반도체 나노입자의 셀 또는 코어/멀티셀 구조를 갖는 반도체 나노입자의 개별 셀 각각이 형성되는 반도체 물질에 관한 것이다. 상기 물질은 그룹 II-VI, III-V, IV-VI 또는 I-III-VI₂ 또는 이들 중 하나 이상의 임의의 원하는 조합으로부터의 반도체일 수 있다. 예를 들어, 셀 물질은 CdS, CdSe, CdTe, ZnS, ZnSe, ZnTe, ZnO, GaAs, GaP, GaAs, GaSb, GaN, HgS, HgSe, HgTe, InAs, InP, InSb, AlAs, AlP, AlSb, Cu₂S, Cu₂Se, CuGaS₂, CuGaSe₂, CuInS₂, CuInSe₂, Cu₂(InGa)S₄, AgInS₂, AgInSe₂, Cu₂(ZnSn)S₄, 이들의 합금 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있다.

[0036] 용어 "리간드"는, 패시베이션 효과를 생성하고 반-데르-발스 힘을 극복함으로써 나노입자의 응집 또는 결집을 방지하는 반도체 나노입자의 외부 표면 코팅에 관한 것이다. 일반적으로 사용될 수 있는 리간드는 다음과 같다: 포스핀 및 포스핀 옥사이드, 예컨대 트라이옥틸포스핀 옥사이드(TOPO), 트라이옥틸포스핀(TOP) 또는 트라이부틸포스핀(TBP); 포스폰산, 예컨대 도데실포스폰산(DDPA), 트라이데실포스폰산(TBPA), 옥타데실포스폰산(ODPA) 또는 헥실포스폰산(HPA); 아민, 예컨대 도데실아민(DDA), 테트라데실아민(TDA), 헥사데실아민(HDA) 또는 옥타데실아민(ODA); 폴리에틸렌 이민(PEI)과 같은 이민; 티올, 예컨대 헥사데칸티올 또는 헥산티올; 머캅토 카복실산, 예컨대 머캅토 프로피온산 또는 머캅토운데칸산; 미리스트산, 팔미틴산 또는 올레산과 같은 다른 산.

[0037] "코팅 물질"이란 용어는, 광-변환 물질의 입자 표면 상에 코팅을 형성하는 물질을 의미한다. "코팅"이라는 용어는, 다른 물질 상에 제공되고 다른 물질의 외부 표면 또는 용매-접근가능한 표면을 부분적으로 또는 완전히 덮는 물질의 하나 이상의 층을 기술하기 위해 본원에서 사용된다. 사용된 표현으로부터, 광-변환 물질의 각각의 개별적인 1 차 입자에 적용된 코팅은, 동일한 코팅 물질에 균일한 매트릭스 형태로 존재하거나 함께 포함되는 다수의 입자 대신에, 서로 분리된 다수의 상이한 코팅된 1 차 입자를 생성함은 당연하다. 광-변환 물질의 1 차 입자는 전형적으로 복수의 반도체 나노입자를 함유한다. 코팅의 물질(코팅 물질)은 코팅된 물질의 내부 구조에 적어도 부분적으로 침투할 수 있어서, 장벽으로서의 코팅은 외부 물리적 영향이나 가능한 유해 물질, 예컨대 산소, 수분 및/또는 자유 라디칼의 통과에 대한 적절한 보호를 제공한다. 이는 광-변환 물질의 안정성을 증가시켜, 내구성 및 수명을 향상시킨다. 또한, 일부 실시양태에서 코팅 물질은 광-변환 물질에 예를 들어 열에 대한 감수성 감소, 광 굴절 감소 또는 중합체 또는 캐스팅 물질에서의 광-변환 물질의 향상된 접착성과 같은 부가적인 기능을 제공한다. 또한, 광-변환 물질의 입자 표면 상의 비평탄부는 하나 이상의 코팅 물질의 적용에 의해 평탄화될 수 있다. 이러한 유형의 표면 평활화는 광-변환 물질의 양호한 가공성을 가능하게 하고, 물질의 표면에서의 방출된 광의 바람직하지 않은 광학 산란 효과를 감소시켜 효율을 증가시킨다.

[0038] "캐스팅 물질"이라는 용어는, 본 발명에 따른 광-변환 물질 및 본 발명에 따른 광-변환 혼합물을 포함하는 광-투과성 매트릭스 물질에 관한 것이다. 광-투과성 매트릭스 물질은 실리콘, 중합체(단량체와 같은 액체 또는 반고체 전구체 물질로부터 형성됨), 에폭사이드, 유리, 또는 실리콘 및 에폭사이드를 포함하는 하이브리드일 수 있다. 중합체의 구체적이지만 비제한적인 예로는 플루오르화 중합체, 폴리아크릴 아미드 중합체, 폴리아크릴산 중합체, 폴리아크릴로니트릴 중합체, 폴리아닐린 중합체, 폴리벤조페논 중합체, 폴리(메틸 메타크릴레이트) 중합체, 실리콘 중합체, 알루미늄 중합체, 폴리비스페노 중합체, 폴리부타디엔 중합체, 폴리다이메틸실록산 중합체, 폴리에틸렌 중합체, 폴리이소부틸렌 중합체, 폴리프로필렌 중합체, 폴리스티렌 중합체, 폴리비닐 중합체, 폴리비닐부티랄 중합체 또는 퍼플루오로사이클로부틸 중합체를 포함한다. 실리콘은 겔, 예컨대 다우 코닝® OE-6450, 엘라스토머, 예컨대, 다우 코닝® OE-6520, 다우 코닝® OE-6550, 다우 코닝® OE-6630, 및 수지, 예컨대, 다우 코닝® OE-6635, 다우 코닝® OE-6665, 누실(Nusi1) LS-6143 및 누실의 다른 제품, 모멘티브 RTV615, 모멘티브 RTV656 및 다른 제조사의 많은 다른 제품을 포함할 수 있다. 또한, 캐스팅 물질은, 예를 들어 개질된 유기 폴리실라잔(MOPS) 또는 퍼하이드로폴리실라잔(PHPS)과 같은 (폴리)실라잔일 수 있다. 캐스팅 물질을 기준으로, 광-변환 물질 또는 광-변환 혼합물의 함량은 바람직하게는 3 내지 80 중량% 범위이다.

[0039] 본 발명의 바람직한 실시양태

[0040] 본 발명은 비활성화된 결정 물질 및 상기 비활성화된 결정 물질의 표면 상에 위치하는 반도체 나노입자를 포함하는 광-변환 물질에 관한 것이다.

[0041] 비활성화된 결정질 물질은 무색이며, 이는 활성화제를 포함하지 않는 물질, 즉 방출 중심을 갖지 않는 물질에 기인한다. 이로부터, 비활성화된 물질은 특이적 고유 흡수, 발광 또는 형광을 나타내지 않기 때문에 무색 및 투명함이 뒤따른다. 결과적으로, 1 차 광원 또는 다른 인광체 물질에 의해 방출된 광은 방해받지 않고 손실 없이 비활성화된 결정질 물질을 통과하여 표면 상의 반도체 나노입자에 도달하여 흡수되고, 더 긴 파장을 갖는 광으

로 변환된 후 방출될 수 있어서, LED에서의 본 발명에 따른 광-변환 물질의 사용 시에 효율을 증가시킨다.

- [0042] 본 발명에서, 비활성화된 결정질 물질은, 비활성화된 결정질 물질의 표면 상에 위치하는 반도체 나노입자의 지지체 물질로서 작용한다. 반도체 나노입자는 비활성화된 결정 물질의 표면 상에 랜덤하게 또는 한정된 배열로 분포될 수 있다.
- [0043] 본 발명에서 비활성화된 결정질 물질은 화학적 조성에 대해 제한되지 않는다. 본 발명의 의미에서 비활성화된 결정질 물질은, 활성화제의 첨가로 인해 발생하는 방출 중심이 없는 임의의 결정질 무기 화합물이다. 적절한 비활성화된 결정질 물질은, 예를 들어 활성화제를 갖지 않아 방출 중심이 없는 무기 인광체(비활성화된 매트릭스 물질)의 호스트 격자 물질(매트릭스 물질)이다. 이러한 무기 인광체 물질의 매트릭스 물질은 특이적 고유 흡수를 나타내지 않아 무색이기 때문에, 본 발명의 관점에서 비활성화 된다. 따라서, 이들은 반도체 나노입자를 위한 지지체 물질로서 적합하다. 다양한 인광체의 비활성화된 매트릭스 물질, 예컨대, 금속-옥사이드 인광체의 매트릭스 물질, 실리케이트 및 할로실리케이트 인광체의 매트릭스 물질, 포스페이트 및 할로포스페이트 인광체의 매트릭스 물질, 보레이트 및 보로실리케이트 인광체의 매트릭스 물질, 알루미늄네이트, 갈레이트 및 알루미늄실리케이트 인광체의 매트릭스 물질, 몰리브데이트 및 텅스테이트 인광체의 매트릭스 물질, 셀레이트, 셀파이드, 셀레나이드 및 텔루라이드 인광체의 매트릭스 물질, 나이트라이드 및 옥시나이트라이드 인광체의 매트릭스 물질 및 SiAlON 인광체의 매트릭스 물질이 본 발명에서 고려된다. 또한, 도판트를 포함하지 않고 필요한 결정화도를 갖는 비활성화된 복합 금속-산소 화합물, 비활성화된 할로겐 화합물 및 비활성화 옥시 화합물이 고려된다.
- [0044] 본 발명의 바람직한 실시양태에서, 비활성화된 결정질 금속 물질은, 비활성화된 결정질 금속 산화물, 비활성화된 결정질 실리케이트 및 할로실리케이트, 비활성화된 결정질 포스페이트 및 할로포스페이트, 비활성화된 결정질 보레이트 및 보로실리케이트, 비활성화된 결정질 알루미늄네이트, 갈레이트 및 알루미늄실리케이트, 비활성화된 결정질 몰리브데이트 및 텅스테이트, 비활성화된 결정질 셀레이트, 셀파이드, 셀레나이드 및 텔루라이드, 비활성화된 결정질 나이트라이드 및 옥시나이트라이드, 비활성화된 결정질 SiAlON 및 다른 비활성화된 결정질 물질, 예컨대 비활성화된 결정질 복합 금속-산소 화합물, 비활성화된 결정질 할로겐 화합물 및 비활성화된 결정질 옥시 화합물, 예컨대 바람직하게는 옥시셀파이드 또는 옥시클로라이드로부터 선택되는 무기 인광체의 매트릭스 물질이다.
- [0045] 바람직한 비활성화된 결정질 복합 금속-산소 화합물은 비활성화된 아르세네이트, 비활성화된 게르마네이트, 비활성화된 할로게르마네이트, 비활성화된 인데이트, 비활성화된 란타네이트, 비활성화된 니오베이트, 비활성화된 스칸데이트, 비활성화된 스타네이트, 비활성화된 탄탈레이트, 비활성화된 티타네이트, 비활성화된 바나데이트, 비활성화된 할로바나데이트, 비활성화된 포스포바나데이트, 비활성화된 이트레이트 및 비활성화된 지르코네이트이다.
- [0046] 본 발명의 더욱 바람직한 실시양태에서, 비활성화된 결정질 물질은 비활성화된 결정질 알루미늄네이트, 비활성화된 결정질 실리케이트 또는 할로실리케이트 또는 비활성화된 결정질 티타네이트이다.
- [0047] 비활성화된 결정질 금속 산화물의 예는 하기를 포함한다: $M^{2+}O$, $M^{3+}_2O_3$ 및 $M^{4+}O_2$, 상기에서 M^{2+} 는 Zn, Fe, Co, Ni, Cd, Cu 및/또는 하나 이상의 알칼리 토금속, 바람직하게는 Be, Mg, Ca, Sr 및/또는 Ba이고; M^{3+} 는 Al, Ga, Sc, Y, La, 및/또는 Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb 및 Lu로부터 선택되는 하나 이상의 희토류 금속이고; M^{4+} 는 Ti, Zr, Ge, Sn 및/또는 Th이다.
- [0048] 비활성화된 결정질 금속 산화물의 바람직한 예는 하기와 같다: Al_2O_3 , CaO, Ga_2O_3 , La_2O_3 , ThO_2 , Y_2O_3 , ZnO, $(Y,Gd)_2O_3$ 및 $(Zn,Cd)O$.
- [0049] 비활성화된 결정질 실리케이트 또는 할로실리케이트의 예는 하기를 포함한다: $M^{2+}SiO_3$, $M^{2+}_2SiO_4$, $M^{2+}_2(Si,Ge)O_4$, $M^{2+}_3SiO_5$, $M^{3+}_2SiO_5$, $M^{3+}M^+SiO_4$, $M^{2+}Si_2O_5$, $M^{2+}_2Si_2O_6$, $M^{2+}_3Si_2O_7$, $M^{2+}_2M^+Si_2O_7$, $M^{3+}_2Si_2O_7$, $M^{2+}_4Si_2O_8$, $M^{2+}_2Si_3O_8$, $M^{2+}_3M^{3+}_2Si_3O_{12}$, $M^+M^{3+}M^{2+}_4Si_4O_{10}$, $M^+M^{2+}_4M^{3+}Si_4O_{14}$, $M^{2+}_3M^{3+}_2Si_6O_{18}$, $M^{3+}SiO_3X$, $M^{2+}_3SiO_4X_2$, $M^{2+}_5SiO_4X_6$, $M^+M^{2+}_2Si_4O_{10}X_2$, $M^{2+}_5Si_4O_{10}X_6$, M^+SiX_6 , $M^{2+}_3SiO_3X_4$ 및 $M^{2+}_9(SiO_4)_4X_2$, 상기에서 M^+ 는 하나 이상의 알칼리 금속, 바람직하게는 Li, Na 및/또는 K이고; M^{2+} 는 Zn, Fe, Co, Ni, Cd, Cu 및/또는 하나 이상의 알칼리 토금속, 바람직하게는 Be, Mg, Ca,

Sr 및/또는 Ba이고; M^{3+} 는 Al, Sc, Y, La, 및/또는 Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb 및 Lu로부터 선택되는 하나 이상의 희토류 금속이고; X는 하나 이상의 할로젠, 바람직하게는 F, Cl, Br 및/또는 I이다.

[0050] 비활성화된 결정질 실리케이트 및 할로실리케이트의 바람직한 예는 하기와 같다: $Ba_2(Mg,Sr)Si_2O_7$, Ba_2SiO_4 , $(Ba,Sr)_2SiO_4$, $Ba_5SiO_4Br_6$, $BaSi_2O_5$, $BaSrMgSi_2O_7$, Be_2SiO_4 , $Ca_2MgSi_2O_7$, $Ca_3MgSi_2O_8$, $Ca_3SiO_4Cl_2$, $CaMgSi_2O_6$, $CaSiO_3$, $(Ca,Mg)SiO_3$, $(Ca,Sr)_2SiO_4$, Gd_2SiO_5 , K_2SiF_6 , $LaSiO_3Cl$, $LiCeBa_4Si_4O_{14}$, $LiCeSrBa_3Si_4O_{14}$, $LiNa(Mg,Mn)_2Si_4O_{10}F_2$, $Lu_2Si_2O_7$, Lu_2SiO_5 , $(Lu,Gd)_2SiO_5$, Mg_2SiO_4 , $Mg_3SiO_3F_4$, $MgBa_3Si_2O_8$, $MgSiO_3$, $MgSr_3Si_2O_8$, $Sr_2MgSi_2O_7$, Sr_2SiO_4 , $Sr_3Gd_2Si_6O_{18}$, $Sr_5Si_4O_{10}Cl_6$, $SrBaSiO_4$, $SrMgSi_2O_6$, $Y_2Si_2O_7$, Y_2SiO_5 , $Zn_2(Si,Ge)O_4$, Zn_2SiO_4 및 $(Zn,Be)_2SiO_4$.

[0051] 비활성화된 결정질 포스페이트 또는 할로포스페이트의 예는 하기를 포함한다: $M^{3+}PO_4$, $M^{2+}P_2O_6$, $M^{2+}P_2O_7$, $M^+M^{2+}P_2O_7$, $M^{4+}P_2O_7$, $M^{2+}B_2P_2O_9$, $M^{2+}BP_5O_{20}$, $M^{2+}_3(PO_4)_2$, $M^+M^{3+}(PO_4)_2$, $M^{2+}_6(PO_4)_4$ 및 $M^{2+}_5(PO_4)_3X$, 상기에서 M^+ 는 하나 이상의 알칼리 금속, 바람직하게는 Li, Na 및/또는 K이고; M^{2+} 는 Zn, Fe, Co, Ni, Cd, Cu 및/또는 하나 이상의 알칼리 토금속, 바람직하게는 Be, Mg, Ca, Sr 및/또는 Ba이고; M^{3+} 는 Al, Sc, Y, La, 및/또는 Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb 및 Lu로부터 선택되는 하나 이상의 희토류 금속이고; M^{4+} 는 Ti, Zr, Ge 및/또는 Sn이고; X는 하나 이상의 할로젠, 바람직하게는 F, Cl, Br 및/또는 I이다.

[0052] 비활성화된 결정질 포스페이트 및 할로-포스페이트의 바람직한 예는 하기와 같다: $Ba_3(PO_4)_2$, $Ca_2Ba_3(PO_4)_3Cl$, $Ca_2P_2O_7$, $Ca_3(PO_4)_2$, $(Ca,Sr)_3(PO_4)_2$, $(Ca,Zn,Mg)_3(PO_4)_2$, $Ca_5(PO_4)_3(F,Cl)$, $Ca_5(PO_4)_3Cl$, $Ca_5(PO_4)_3F$, $CaB_2P_2O_9$, CaP_2O_6 , $CaSr_2(PO_4)_2$, $LaPO_4$, $(La,Ce,Tb)PO_4$, $Li_2CaP_2O_7$, $LuPO_4$, $Mg_3Ca_3(PO_4)_4$, $MgBa_2(PO_4)_2$, $MgBaP_2O_7$, $MgCaP_2O_7$, $MgSr_5(PO_4)_4$, $MgSrP_2O_7$, $Na_3Ce(PO_4)_2$, $Sr_2P_2O_7$, $Sr_3(PO_4)_2$, $Sr_5(PO_4)_3Cl$, $Sr_5(PO_4)_3F$, $Sr_6BP_5O_{20}$, YPO_4 , $Zn_3(PO_4)_2$, $Zn_3(PO_4)_2$, $ZnMg_2(PO_4)_2$, 및 $(Zn,Mg)_3(PO_4)_2$.

[0053] 비활성화된 결정질 보레이트, 할로보레이트 또는 보로실리케이트의 예는 하기를 포함한다: $M^{3+}BO_3$, $M^{2+}B_2O_4$, $M^{2+}B_2O_5$, $M^{3+}B_2O_6$, $M^{3+}B_3O_6$, $M^{2+}B_6O_{10}$, $M^+M^{3+}BO_4$, $M^+M^{3+}B_3O_7$, $M^{2+}B_4O_7$, $M^{2+}_3M^{3+}_2B_4O_{12}$, $M^{3+}_4B_4O_{12}$, $M^{3+}_5M^{2+}B_5O_{10}$, $M^{2+}_2B_6O_{11}$, $M^{2+}B_8O_{13}$, $M^{2+}_2B_5O_9X$, $M^{2+}_2M^{3+}_2BO_{6.5}$, $M^{2+}_5B_2SiO_{10}$, 상기에서 M^{2+} 는 Zn, Fe, Co, Ni, Cd, Cu 및/또는 하나 이상의 알칼리 토금속, 바람직하게는 Be, Mg, Ca, Sr 및/또는 Ba이고; M^{3+} 는 Al, Ga, In, Sc, Y, La, 및/또는 Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb 및 Lu로부터 선택되는 하나 이상의 희토류 금속이고; X는 하나 이상의 할로젠, 바람직하게는 F, Cl, Br 및/또는 I이다.

[0054] 비활성화된 결정질 보레이트 및 보로실리케이트의 바람직한 예는 하기와 같다: $Ca_2B_2O_5$, $Ca_2B_5O_9Br$, $Ca_2B_5O_9Cl$, $Ca_2La_2BO_{6.5}$, $Ca_5B_2SiO_{10}$, CaB_2O_4 , $CaLaB_3O_7$, $CaLaBO_4$, $CaYBO_4$, $Cd_2B_6O_{11}$, $GdMgB_5O_{10}$, $InBO_3$, $LaAl_3B_4O_{12}$, $LaAlB_2O_6$, LaB_3O_6 , $LaBO_3$, MgB_2O_4 , $MgYBO_4$, $ScBO_3$, $Sr_2B_5O_9Cl$, SrB_4O_7 , SrB_8O_{13} , $YAl_3B_4O_{12}$, YBO_3 , $(Y,Gd)BO_3$ 및 ZnB_2O_4 , $SrO \cdot 3B_2O_3$.

[0055] 비활성화된 결정질 알루미늄네이트, 갈레이트 또는 알루미늄실리케이트의 예는 하기를 포함한다: M^+AlO_2 , $M^{3+}AlO_3$, $M^{2+}_2M^{3+}AlO_4$, $M^{2+}Al_2O_4$, $M^{2+}Al_4O_7$, $M^+Al_5O_8$, $M^{3+}_4Al_2O_9$, $M^{3+}_3Al_5O_{12}$, $M^+Al_{11}O_{17}$, $M^{2+}_2Al_{10}O_{17}$, $M^{3+}_3Al_5O_{12}$, $M^{3+}_3(Al,Ga)_5O_{12}$, $M^{3+}_3Sc_2Al_3O_{12}$, $M^{2+}_2Al_6O_{11}$, $M^{2+}Al_8O_{13}$, $M^{2+}_2M^{3+}Al_{11}O_{19}$, $M^{2+}Al_{12}O_{19}$, $M^{2+}_4Al_{14}O_{25}$, $M^{2+}_3Al_{16}O_{27}$, $M^{2+}Ga_2O_4$, $M^{2+}Ga_4O_7$, $M^{3+}_3Ga_5O_{12}$, $M^+Ga_{11}O_{17}$, $M^{2+}Ga_{12}O_{19}$, $M^{2+}_2M^{2+}_3Al_2Si_2O_{10}$ 및 $M^{2+}_3Al_2Si_3O_{12}$, 상기에서 M^+ 는 하나 이상의 알칼리 금속, 바람직하게는 Li, Na 및/또는 K이고; M^{2+} 는 Zn, Fe, Co, Ni, Cd, Cu 및/또는 하나 이상의 알칼리 토금속, 바람직하게는 Be, Mg, Ca, Sr 및/또는 Ba이고; M^{3+} 는 Al, Sc, Y, La, 및/또는 Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho,

Er, Tm, Yb 및 Lu로부터 선택되는 하나 이상의 희토류 금속이고; X는 하나 이상의 할로젠, 바람직하게는 F, Cl, Br 및/또는 I이다.

[0056] 비활성화된 결정질 알루미늄네이트, 갈레이트 및 알루미늄실리케이트의 바람직한 예는 하기와 같다: $BaAl_{12}O_{19}$, $BaAl_8O_{13}$, $BaMgAl_{10}O_{17}$, $CaAl_2O_4$, $CaAl_4O_7$, $(Ca,Ba)Al_{12}O_{19}$, $CaGa_2O_4$, $CaGa_4O_7$, $CeMgAl_{11}O_{19}$, $Gd_3Ga_5O_{12}$, $Gd_3Sc_2Al_3O_{12}$, $GdAlO_3$, $KAl_{11}O_{17}$, $KGa_{11}O_{17}$, $LaAlO_3$, $LaMgAl_{11}O_{19}$, $LiAl_5O_8$, $LiAlO_2$, $Lu_3Al_5O_{12}$, $LuAlO_3$, $(Lu,Y)AlO_3$, $MgAl_2O_4$, $MgGa_2O_4$, $MgSrAl_{10}O_{17}$, $Sr_2Al_6O_{11}$, $Sr_4Al_{14}O_{25}$, $SrAl_{12}O_{19}$, $SrAl_2O_4$, $SrAl_4O_7$, $SrGa_{12}O_{19}$, $SrGa_2O_4$, $Tb_3Al_5O_{12}$, $Y_3(Al,Ga)_5O_{12}$, $(Y,Gd)_3Al_5O_{12}$, $Y_3Al_5O_{12}$, $Y_4Al_2O_9$, $YAlO_3$, $ZnAl_2O_4$ 및 $ZnGa_2O_4$.

[0057] 비활성화된 결정질 몰리브데이트 또는 텅스테이트의 예는 하기를 포함한다: $M^{2+}MoO_4$, $M^+M^{3+}Mo_2O_8$, $M^{2+}WO_4$, $M^{2+}_3WO_6$, $M^{3+}_2W_3O_{12}$, $M^+M^{3+}W_2O_8$, 상기에서, M^+ 는 하나 이상의 알칼리 금속, 바람직하게는 Li, Na 및/또는 K이고; M^{2+} 는 Zn, Fe, Co, Ni, Cd, Cu 및/또는 하나 이상의 알칼리 토금속, 바람직하게는 Be, Mg, Ca, Sr 및/또는 Ba이고; M^{3+} 는 Al, Sc, Y, La, 및/또는 Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb 및 Lu로부터 선택되는 하나 이상의 희토류 금속이고; X는 하나 이상의 할로젠, 바람직하게는 F, Cl, Br 및/또는 I이다.

[0058] 비활성화된 결정질 몰리브데이트 및 텅스테이트의 바람직한 예는 하기와 같다: Ba_3WO_6 , Ca_3WO_6 , $CaMoO_4$, $CaWO_4$, $CdWO_4$, $La_2W_3O_{12}$, $LiEuMo_2O_8$, $MgWO_4$, Sr_3WO_6 , $SrMoO_4$, $Y_2W_3O_{12}$ 및 $ZnWO_4$.

[0059] 비활성화된 결정질 복합 금속-산소 화합물의 예는 하기를 포함한다: $M^{3+}AsO_4$, $M^{2+}_{13}As_2O_{18}$, $M^{2+}GeO_3$, $M^{2+}_2GeO_4$, $M^{2+}_4GeO_6$, $M^{2+}_4(Ge,Sn)O_6$, $M^{2+}_2Ge_2O_6$, $M^{3+}_4Ge_3O_{12}$, $M^{2+}_5GeO_4X_6$, $M^{2+}_8Ge_2O_{11}X_2$, M^+InO_2 , $M^{2+}In_2O_4$, M^+LaO_2 , $M^{2+}La_4O_7$, $M^{3+}NbO_4$, $M^{2+}Sc_2O_4$, $M^{2+}_2SnO_4$, M^+TaO_4 , $M^{2+}TiO_3$, $M^{2+}_2TiO_4$, $M^{2+}_2M^{3+}_2Ti_3O_{10}$, $M^{2+}_5(VO_4)_3X$, $M^{3+}VO_4$, $M^{3+}(V,P)O_4$, M^+YO_2 , $M^{2+}ZrO_3$, $M^{2+}_2ZrO_4$ 및 $M^{2+}_2M^{3+}_2ZrO_6$, 상기에서 M^+ 는 하나 이상의 알칼리 금속, 바람직하게는 Li, Na 및/또는 K이고; M^{2+} 는 Zn, Fe, Co, Ni, Cd, Cu 및/또는 하나 이상의 알칼리 토금속, 바람직하게는 Be, Mg, Ca, Sr 및/또는 Ba이고; M^{3+} 는 Al, Sc, Y, La, Bi 및/또는 Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb 및 Lu로부터 선택되는 하나 이상의 희토류 금속이고; M^{4+} 는 Ti, Zr, Ge 및/또는 Sn이고; X는 하나 이상의 할로젠, 바람직하게는 F, Cl, Br 및/또는 I이다.

[0060] 비활성화된 결정질 복합 금속-산소 화합물의 바람직한 예는 하기와 같다: $Ba_5GeO_4Br_6$, $Bi_4Ge_3O_{12}$, $Ca_5(VO_4)_3Cl$, $CaGeO_3$, $CaLa_4O_7$, $CaSc_2O_4$, $CaTiO_3$, CaY_2ZrO_6 , $GdNbO_4$, $GdTaO_4$, $K_2La_2Ti_3O_{10}$, $LaAsO_4$, $LaVO_4$, $LiInO_2$, $LiLaO_2$, $LuTaO_4$, $Mg_{13}As_2O_{18}$, Mg_2SnO_4 , Mg_2TiO_4 , $Mg_4(Ge,Sn)O_6$, Mg_4GeO_6 , $Mg_8Ge_2O_{11}F_2$, $NaYO_2$, $SrTiO_3$, $Y(V,P)O_4$, $YAsO_4$, $YTaO_4$, YVO_4 및 Zn_2GeO_4 .

[0061] 비활성화된 결정질 설페이트, 설파이드, 셀레나이드 또는 텔루라이드의 예는 하기를 포함한다: $M^{2+}SO_4$, $M^{2+}_2(SO_4)_2$, $M^{2+}_3(SO_4)_3$, $M^{3+}_2(SO_4)_3$, $M^{2+}S$, $M^{2+}(S,Te)$, $M^{2+}Se$, $M^{2+}Te$, $M^{2+}Ga_2S_4$, $M^{2+}Ba_2S_3$ 및 $M^{2+}Al_2S_4$, 상기에서 M^{2+} 는 Zn, Fe, Co, Ni, Cd, Cu 및/또는 하나 이상의 알칼리 토금속, 바람직하게는 Be, Mg, Ca, Sr 및/또는 Ba이고; M^{3+} 는 Al, Sc, Y, La, 및/또는 Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb 및 Lu로부터 선택되는 하나 이상의 희토류 금속이다.

[0062] 비활성화된 결정질 설페이트, 설파이드, 셀레나이드 및 텔루라이드의 바람직한 예는 하기와 같다: $CaGa_2S_4$, CaS , $CaSO_4$, CdS , $Mg_2Ca(SO_4)_3$, $Mg_2Sr(SO_4)_3$, $MgBa(SO_4)_2$, MgS , $MgSO_4$, $SrAl_2S_4$, $SrGa_2S_4$, SrS , $SrSO_4$, $Zn(S,Te)$, $ZnBa_2S_3$, $ZnGa_2S_4$, ZnS , $(Zn,Cd)S$ 및 $ZnSe$.

[0063] 비활성화된 결정질 할로젠 또는 옥시 화합물의 예는 하기를 포함한다: M^+X , $M^{2+}X_2$, $M^{3+}X_3$, $M^+M^{2+}X_3$, $M^+M^{3+}X_4$, $M^{2+}M^{3+}_2X_8$, $M^+M^{3+}_3X_{10}$, $M^{3+}OX$, $M^{2+}_8M^{4+}_2O_{11}X_2$ 및 $M^{3+}_2O_2S$, 상기에서 M^+ 는 하나 이상의 알칼리 금속, 바람직하게는 Li, Na

및/또는 K이고; M^{2+} 는 Zn, Fe, Co, Ni, Cd, Cu 및/또는 하나 이상의 알칼리 토금속, 바람직하게는 Be, Mg, Ca, Sr 및/또는 Ba이고; M^{3+} 는 Al, Sc, Y, La, 및/또는 Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb 및 Lu로부터 선택되는 하나 이상의 희토류 금속이고; X는 하나 이상의 할로젠, 바람직하게는 F, Cl, Br 및/또는 I이다.

[0064] 비활성화된 결정질 할로젠 화합물의 바람직한 예는 하기와 같다: BaBr₂, BaCl₂, BaF₂, (Ba,Sr)F₂, BaFBr, BaFCl, BaY₂F₈, CaBr₂ in SiO₂, CaCl₂ in SiO₂, CaF₂, CaI₂ in SiO₂, CeF₃, CsF, CsI, KMgF₃, KY₃F₁₀, LaBr₃, LaCl₃, LaF₃, LiAlF₄, LiYF₄, MgF₂, NaI, NaYF₄, RbBr, Sr(Cl,Br,I)₂ in SiO₂, SrCl₂ in SiO₂, SrF₂, YF₃, ZnF₂ 및 (Zn,Mg)F₂.

[0065] 비활성화된 결정질 옥시 화합물의 바람직한 예는 하기로부터 선택되는 옥시-설파이드 및 옥시클로라이드이다: Gd₂O₂S, La₂O₂S, LaOBr, LaOCl, LaOF, Y₂O₂S, YOBr, YOCl 및 YOF.

[0066] 비활성화된 결정질 나이트라이드, 옥시나이트라이드 또는 SiAlON의 예는 하기를 포함한다: $M^{3+}N$, $M^{2+}Si_2O_2N_2$, $M^{2+}_2Si_5N_8$, $M^{3+}_3Si_6N_{11}$, $M^{2+}AlSiN_3$, α-시알론 및 β-시알론, 상기에서 M^{2+} 는 Zn, Fe, Co, Ni, Cd, Cu 및/또는 하나 이상의 알칼리 토금속, 바람직하게는 Be, Mg, Ca, Sr 및/또는 Ba이고; M^{3+} 는 Al, Ga, Sc, Y, La, 및/또는 Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb 및 Lu로부터 선택되는 하나 이상의 희토류 금속이다.

[0067] 비활성화된 결정질 나이트라이드 및 옥시나이트라이드의 바람직한 예는 하기와 같다: Ba₂Si₅N₈, Ca₂Si₅N₈, CaAlSiN₃, (Ca,Sr)AlSiN₃, GaN, La₃Si₆N₁₁, Sr₂Si₅N₈ 및 (Sr,Ba)Si₂N₂O₂.

[0068] 바람직한 비활성화된 결정질 SiAlON은 α-시알론 및 β-시알론이다.

[0069] 상기 비활성화된 결정질 물질의 상기 예는 단지 예시를 위한 것이며 본 발명의 보호 범위 및 범위와 관련하여 결코 제한적으로 간주되어서는 안된다.

[0070] 본 발명의 광-변환 물질에 사용될 수 있는 반도체 나노입자는 다른(더 짧은) 파장 범위를 갖는 광 여기 방사선으로 조사될 때 특정 파장을 갖는 광을 방출할 수 있는 서브 마이크론 크기의 반도체 물질이다. 반도체 나노입자는 흔히 양자 물질로도 불린다. 양자 물질이 방출하는 광은 매우 좁은 주파수 범위(단색 광)에 의해 구별된다.

[0071] 본 발명의 바람직한 실시양태에서, 반도체 나노입자는, 합금 형태, 또는 코어/셸 구조 또는 2개 이상의 셸을 갖는 코어/다중셸 구조인 2개 이상의 상이한 반도체 물질로 이루어지고, 이때 상기 코어는 반도체 물질 또는 2개 이상의 상이한 반도체 물질의 합금을 포함하고, 상기 셸(들)은 독립적으로 반도체 물질 또는 2개 이상의 상이한 반도체 물질의 합금을 포함하고, 임의적으로 상기 코어 및/또는 셸(들) 내부에 및/또는 상기 코어 및/또는 셸(들) 사이에 농도 구배가 존재할 수 있다. 보다 바람직한 실시양태에서, 상기 코어 및 인접한 셸 및/또는 인접한 셸들 내의 반도체 물질 또는 2개 이상의 상이한 반도체 물질의 합금은 상이하다.

[0072] 이미 상술한 바와 같이, 본 발명의 목적에 적합한 반도체 나노입자는 반도체 물질로 제조된다. 본 발명에 적합한 반도체 나노입자의 가능한 물질 조성은 WO 2010/095140 A3 및 WO 2011/092646 A2에 기재되어 있으며, 그 내용은 본원에 참고로 인용되어 있다. 반도체 물질은 바람직하게는 그룹 II-VI 반도체, 그룹 III-V 반도체, 그룹 IV-VI 반도체, 그룹 I-III-VI₂ 반도체 및 이들 반도체들의 합금 및/또는 조합으로부터 선택되고, 이때 상기 반도체 물질은 임의적으로 하나 이상의 전이 금속, 예컨대, Mn 및/또는 Cu으로 도핑될 수 있다(문헌[M. J. Anc, N. L. Pickett et al., ECS Journal of Solid State Science and Technology, 2013, 2(2), R3071-R3082] 참조).

[0073] 그룹 II-VI 반도체 물질의 예는 하기와 같다: CdSe, CdS, CdTe, ZnO, ZnSe, ZnS, ZnTe, HgS, HgSe, HgTe, CdZnSe 및 이들의 임의의 바람직한 조합.

[0074] 그룹 III-V 반도체 물질의 예는 하기와 같다: InAs, InP, InN, GaN, InSb, InAsP, InGaAs, GaAs, GaP, GaSb, AlP, AlN, AlAs, AlSb, CdSeTe, ZnCdSe 및 이들의 임의의 바람직한 조합.

[0075] 그룹 IV-VI 반도체 물질의 예는 하기와 같다: PbSe, PbTe, PbS, PbSnTe, Tl₂SnTe₅ 및 이들의 임의의 바람직한 조합.

- [0076] 그룹 I-III-VI₂ 반도체 물질의 예는 하기와 같다: CuGaS₂, CuGaSe₂, CuInS₂, CuInSe₂, Cu₂(InGa)S₄, AgInS₂, AgInSe₂ 및 이들의 임의의 바람직한 조합.
- [0077] 반도체 나노입자 용 반도체 물질의 상기 예는 단지 예시를 위한 것이며 본 발명의 보호 범위 및 범위의 관련하여 결코 제한적으로 간주되어서는 안된다. 상기 반도체 물질은 코어/셸 구조 또는 코어/멀티셸 구조의 합금 또는 코어 또는 셸 물질로서 사용될 수 있다.
- [0078] 반도체 나노입자의 외형 및 내형은 추가로 한정되지 않는다. 반도체 나노입자는 바람직하게는 나노도트, 나노로드, 나노플레이크, 나노테트라포드, 나노로드 중 나노도트, 나노로드 중 나노로드 및/또는 나노플레이크 중 나노도트의 형태이다.
- [0079] 나노로드의 길이는 바람직하게는 8 내지 500 nm, 보다 바람직하게는 10 내지 160 nm이다. 나노로드의 총 직경은 바람직하게는 1 내지 20 nm, 보다 바람직하게는 1 내지 10 nm이다. 전형적인 나노로드는 바람직하게는 2 이상, 보다 바람직하게는 3 이상인 측면 비(길이 대 직경)를 갖는다.
- [0080] 보다 바람직한 실시양태에서, 반도체 나노입자는 큰 스톱스 편이를 가지며, 큰 나노도트, 나노로드 중 나노도트, 나노로드 중 나노로드 및/또는 나노테트라포드의 형태이다.
- [0081] 스톱스 편이는 흡수와 방출 사이의 광(전자기 복사)의 파장 또는 주파수의 편이를 나타낸다. 스톱스 편이는, 들어오는 광자와 나가는 광자 사이의 에너지의 차이이다.
- [0082] $\Delta E(\text{광자}) = E(in) - E(out)$
- [0083] 입사광으로 인해 형광을 내는 물질의 경우, 다시 방출되는 광은 일반적으로 적색 편이(스톱스 규칙)라 불리는 더 긴 파장 범위로 편이된다.
- [0084] 본 발명의 의미에서 큰 스톱스 편이를 갖는 반도체 나노입자는 다음과 같다:
- [0085] (A) 최대 방출이 580 내지 680 nm이고 다음 조건 (I)을 만족하는 반도체 나노입자:
- [0086] (I) $AR_{red1} = \text{흡수}_{455nm} / \text{최대 흡수}_{580-680nm} > 3.5 : 1$, 바람직하게는 $> 7 : 1$
- [0087] 상기에서, AR_{red1} 은 455 nm에서의 흡수(흡수_{455nm})와 580 내지 680 nm 파장 범위에서의 최대 흡수(최대 흡수_{580-680nm}) 사이의 비를 나타낸다.
- [0088] (B) 최대 방출이 580 내지 680 nm이고 다음 조건 (II)을 만족하는 반도체 나노입자:
- [0089] (II) $AR_{red2} = \text{흡수}_{405nm} / \text{최대 흡수}_{580-680nm} > 6 : 1$, 바람직하게는 $> 10 : 1$
- [0090] 상기에서, AR_{red2} 는 405 nm에서의 흡수(흡수_{405nm})와 580 내지 680 nm 파장 범위에서의 최대 흡수(최대 흡수_{580-680nm}) 사이의 비를 나타낸다.
- [0091] (C) 최대 방출이 510 내지 580 nm이고 다음 조건 (III)을 만족하는 반도체 나노입자:
- [0092] (III) $AR_{green1} = \text{흡수}_{455nm} / \text{최대 흡수}_{510-550nm} > 2.5 : 1$, 바람직하게는 $> 6 : 1$
- [0093] 상기에서, AR_{green1} 은 455 nm에서의 흡수(흡수_{455nm})와 510 내지 580 nm 파장 범위에서의 최대 흡수(최대 흡수_{510-580nm}) 사이의 비를 나타낸다.
- [0094] (D) 최대 방출이 510 내지 580 nm이고 다음 조건 (IV)을 만족하는 반도체 나노입자:
- [0095] (IV) $AR_{green2} = \text{흡수}_{405nm} / \text{최대 흡수}_{510-550nm} > 3.5 : 1$, 바람직하게는 $> 7 : 1$
- [0096] 상기에서, AR_{green1} 은 405 nm에서의 흡수(흡수_{455nm})와 510 내지 580 nm 파장 범위에서의 최대 흡수(최대 흡수_{510-580nm}) 사이의 비를 나타낸다.
- [0097] 여기 조사에 대한 반응에서 반도체 나노입자의 방출된 광의 파장(방출 색상)은 나노입자의 모양, 크기 및/또는 물질 조성의 조절에 의해 적절한 방식으로 선택될 수 있다. 방출 색상에 대한 이러한 유연성은 본 발명에 따른 광-변환 물질의 색상의 큰 변화를 가능하게 한다. 적색 광의 방출은, 예컨대 CdSe 나노도트, CdSe 나노로드,

CdS 나노로드 중 CdSe 나노도트, CdS 나노로드 중 ZnSe 나노도트, CdSe/ZnS 나노로드, InP 나노도트, InP 나노로드, CdSe/CdS 나노로드, CdS 나노로드 중 ZnSe 나노도트 및 ZnSe/CdS 나노로드에 의해 달성될 수 있다. 녹색 광의 방출은, 예를 들어 CdSe 나노도트, CdSe 나노로드, CdSe/CdS 나노로드 및 CdSe/ZnS 나노로드에 의해 달성될 수 있다. 청색 광의 방출은, 예를 들어 ZnSe, ZnS, ZnSe/ZnS 및/또는 CdS에 기초한 코어/셸 나노도트 또는 코어/셸 나노로드에 의해 달성될 수 있다. 특정 반도체 나노입자와 특정 방출 색상 사이의 이러한 예시적인 할당은 명확하지 않으며 단지 설명을 위해 제공되는 것으로 의도된다. 당업자는 특정 물질-의존적 한계 내에서 상이한 방출 색상이 반도체 나노입자의 크기의 조절에 의해 달성될 수 있다는 것을 알고 있다.

[0098] 추가의 바람직한 반도체 나노입자는 CdSe/, CdSeS/CdS, ZnSe/CdS, ZnCdSe/CdS, CdSe/CdZnS, CdTe/CdS, InP/ZnSe, InP/CdS, InP/ZnS 및 CuInS₂/ZnS로부터 선택되는 물질을 갖는 코어/셸 구조를 갖는 나노로드; 및 CdSe/CdS/ZnS, CdSe/CdZnS/ZnS, ZnSe/CdS/ZnS, InP/ZnSe/ZnS, InP/CdS/ZnS 및 InP/CdZnS/ZnS로부터 선택되는 물질을 갖는 코어/멀티셸 구조를 갖는 나노로드이다.

[0099] 바람직한 실시양태에서, 반도체 나노입자는 전술한 바와 같이 비활성화된 결정질 물질의 표면에 적용되어, 비활성화된 결정질 물질을 기준으로, 반도체 나노입자가 0.1 내지 20 중량%, 바람직하게는 0.5 내지 2 중량%의 비율로 존재한다.

[0100] 바람직한 실시양태에서, 반도체 나노입자의 표면은 하나 이상의 리간드로 코팅된다. 리간드는 반도체 나노입자의 표면 코팅에 적합한 한 어떠한 제한도 없다. 적합한 리간드는, 예를 들어 포스핀 및 포스핀 옥사이드, 예컨대 트라이옥틸포스핀 옥사이드(TOPO), 트라이옥틸포스핀(TOP) 또는 트라이부틸포스핀(TBP); 포스폰산, 예컨대 도데실포스폰산(DDPA), 트라이데실포스폰산(TBPA), 옥타데실포스폰산(ODPA) 또는 헥실포스폰산(HPA); 아민, 예컨대 도데실아민(DDA), 테트라데실아민(TDA), 헥사데실아민(HDA) 또는 옥타데실아민(ODA); 티올, 예컨대 헥사데칸티올 또는 헥산티올; 머캅토 카복실산, 예컨대 머캅토 프로피온산 또는 머캅토우데칸산; 및 미리스트산, 팔미틴산 또는 올레산과 같은 다른 산이다. 상기 언급된 예는 제한적인 것으로 의도되지는 않는다.

[0101] 또한, 본 발명의 광-변환 물질의 표면이 하나 이상의 코팅 물질로 코팅되는 것이 바람직하다. 코팅 물질은 광-변환 물질의 표면을 코팅하기에 적합한 한 특별한 제한이 없다. 적합한 물질은, 예를 들어 무기 또는 유기 코팅 물질과 같은 인광체 물질의 코팅에 또한 사용되는 물질이다. 무기 코팅 물질은 유전체 절연체, 금속 산화물(투명 전도성 산화물 포함), 금속 질화물 또는 이산화 규소계 물질(예: 유리)일 수 있다. 금속 산화물이 사용되는 경우, 금속 산화물은 단일 금속 산화물(즉, Al₂O₃와 같은 단일 유형의 금속 이온과 결합된 산화물 이온) 또는 혼합 금속 산화물(즉, 2 이상의 유형의 금속 이온과 조합된 산화물 이온, 예를 들어 SrTiO₃, 또는 도핑된 전도성 산화물(TCO)과 같은 도핑된 금속 산화물, 예를 들어 Al-도핑된 ZnO, Ga-도핑된 ZnO, 등)일 수 있다. 금속 이온 또는 (혼합된) 금속 산화물의 금속 이온은, 예를 들어 그룹 2, 13, 14 또는 15와 같은 주기율표의 임의의 적합한 그룹으로부터 선택될 수 있거나, 또는 d 금속 또는 란타나이드 금속일 수 있다.

[0102] 특정 금속 산화물은 Al₂O₃, ZnO, HfO₂, SiO₂, ZrO₂ 및 TiO₂ 및 이들의 조합, 합금 및/또는 도핑된 종; 및/또는 TCO, 예컨대, Al-도핑된 ZnO, Ga-도핑된 ZnO 및 In₂O₃를 포함하지만 이에 한정되지는 않는다. 무기 코팅은 임의의 적합한 형태의 이산화 규소를 포함한다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 무기 코팅 물질은 Al₂O₃, ZnO, TiO₂, In₂O₃ 또는 이들의 조합 및/또는 도핑된 종으로 이루어진 군으로부터 선택된 금속 산화물이다. 특정 실시양태에서, 금속 산화물은 TCO, 예를 들어 Al-도핑된 ZnO 또는 Ga-도핑된 ZnO이다.

[0103] 특정 금속 질화물은 AlN, BN, Si₃N₄(이들의 조합, 합금 및/또는 이들의 도핑된 종을 포함함)를 포함하나 이에 한정되지는 않는다.

[0104] 또한, 대안적으로 및/또는 추가적으로, 전술된 무기 코팅에 유기 코팅을 적용하는 것이 가능하다. 유기 코팅은, 마찬가지로, 광-변환 물질의 안정성 및 내구성 및 분산성에 유리한 효과를 가질 수 있다. 적합한 유기 물질은 바람직하게는 개질된 유기 폴리실라잔(MOPS) 또는 퍼하이드로 폴리실라잔(PHPSP)과 같은 (폴리)실라잔, 및 이들의 혼합물, 유기 실란 및 중합체까지의 다른 유기 물질이다.

[0105] 종래 기술은, 코팅 물질을 광-변환 물질 또는 인광체에 적용하기 위한 다수의 공정을 개시한다. 따라서, 예를 들어, 본원에 참고로 인용된 WO 2014/140936은, 예를 들어 화학적 기상 증착(CVD), 물리적 기상 증착(PVD)(마그네트론 스퍼터링 포함), 비텍스(Vitex) 기술, 원자 층 증착(ALD) 및 분자 층 증착(MLD)을 기술한다. 또한, 코팅은 유동층 공정에 의해 수행될 수 있다. 추가의 코팅 공정은 JP 04-304290, WO 91/10715, WO 99/27033, US

2007/0298250, WO 2009/065480 및 WO 2010/075908에 기재되어 있으며, 그 내용은 본원에 참고로 포함된다.

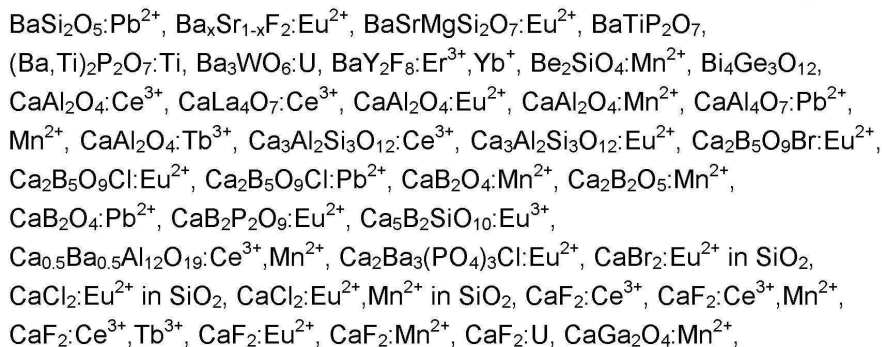
[0106] 다층 코팅을 형성하기 위해, 상이한 코팅 물질이 연속적으로 적용될 수 있다. 예를 들어, Al_2O_3 , SiO_2 , ZnO , TiO_2 및 ZrO_2 와 같은 금속 산화물; 금속, 예를 들어, Pt 및 Pd; 및 폴리(아미드) 및 폴리(이미드)와 같은 중합체와 같은 다수의 코팅 물질이 본 발명에 따른 광-변환 물질의 코팅에 사용될 수 있다. Al_2O_3 은 원자 층 증착 (ALD) 공정의 도움을 받아 적용되는 가장 잘 조사된 코팅 물질 중 하나이다. Al_2O_3 은, 대응하는 금속 및 산소 공급원으로서 트라이메틸알루미늄 및 수증기를 교대로 사용하고, 각각의 적용 사이에 ALD 챔버를 예를 들어 N_2 또는 Ar과 같은 불활성 캐리어 가스로 플리싱함으로써 기판에 적용될 수 있다.

[0107] 본 발명은 또한 본 발명에 따른 하나 이상의 광-변환 물질을 포함하는 광-변환 혼합물에 관한 것이다. 또한, 광-변환 혼합물이, 본 발명에 따른 광-변환 물질 이외에 하나 이상의 변환 인광체를 포함하는 것이 가능하다. 광-변환 물질 및 변환 인광체가 서로 보완적인 상이한 파장의 광을 방출하는 것이 바람직하다. 본 발명에 따른 광-변환 물질이 적색-방출 물질인 경우, 이는 바람직하게는 시안-방출 변환 인광체와 함께 또는 청색- 및 녹색- 또는 황색- 방출 변환 인광체와 함께 사용된다. 본 발명에 따른 광-변환 물질이 녹색-방출 물질인 경우, 이는 바람직하게는 마젠타-방출 변환 인광체와 함께 또는 적색- 및 청색-방출 변환 인광체와 함께 사용된다. 따라서, 본 발명에 따른 광-변환 물질이 본 발명에 따른 광-변환 혼합물 중의 하나 이상의 추가의 변환 인광체와 함께 사용되어 백색 광이 바람직하게 방출되도록 하는 것이 바람직할 수 있다.

[0108] 광-변환 혼합물은 바람직하게는, 혼합물의 총 중량을 기준으로 1 내지 90 중량%의 비율로 본 발명에 따른 광-변환 물질을 포함한다.

[0109] 본원의 문맥에서, 보라색 광은 최대 방출이 420 nm 미만인 광을 나타내고, 청색 광은 최대 방출이 420 내지 469 nm인 광을 나타내고, 시안 광은 최대 방출이 470 내지 505 nm인 광을 나타내고, 녹색 광은 최대 방출이 506 내지 545 nm인 광을 나타내고, 황색 광은 최대 방출이 546 내지 569 nm인 광을 나타내고, 주황색 광은 최대 방출이 570 내지 600 nm인 광을 나타내고, 적색 광은 최대 방출이 601 및 670nm인 광을 나타낸다. 본 발명에 따른 광-변환 물질은 바람직하게는 적색- 또는 녹색-방출 변환 물질이다. 마젠타는 적색과 청색에 대한 최대 강도의 추가 혼합을 통해 발생하며 RGB 색역의 10 진수 값(255, 0, 255) 또는 16 진수 값(FF00FF)에 해당한다.

[0110] 본 발명에 따른 광-변환 물질과 함께 사용될 수 있고 본 발명에 따른 광-변환 혼합물을 형성 할 수 있는 변환 인광체는 특별한 제한을 받지 않는다. 따라서, 임의의 가능한 변환 인광체를 사용하는 것이 일반적으로 가능하다. 예를 들어 하기의 것들이 본원에 적합하다:



[0111]

$\text{CaGa}_4\text{O}_7:\text{Mn}^{2+}$, $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Ce}^{3+}$, $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Mn}^{2+}$,
 $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Pb}^{2+}$, $\text{CaGeO}_3:\text{Mn}^{2+}$, $\text{CaI}_2:\text{Eu}^{2+}$ in SiO_2 , $\text{CaI}_2:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$ in
 SiO_2 , $\text{CaLaBO}_4:\text{Eu}^{3+}$, $\text{CaLaB}_3\text{O}_7:\text{Ce}^{3+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{Ca}_2\text{La}_2\text{BO}_{6.5}:\text{Pb}^{2+}$, $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$,
 $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7:\text{Ce}^{3+}$, $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Ca}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$,
 $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$, CaMoO_4 , $\text{CaMoO}_4:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{CaO}:\text{Bi}^{3+}$, $\text{CaO}:\text{Cd}^{2+}$, $\text{CaO}:\text{Cu}^+$, $\text{CaO}:\text{Eu}^{3+}$, $\text{CaO}:\text{Eu}^{3+}$, Na^+ , $\text{CaO}:\text{Mn}^{2+}$,
 $\text{CaO}:\text{Pb}^{2+}$, $\text{CaO}:\text{Sb}^{3+}$, $\text{CaO}:\text{Sm}^{3+}$, $\text{CaO}:\text{Tb}^{3+}$, $\text{CaO}:\text{Tl}$, $\text{CaO}:\text{Zn}^{2+}$,
 $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Ce}^{3+}$, $\alpha\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Ce}^{3+}$, $\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Ce}^{3+}$, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$,
 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Mn}^{2+}$, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Sb}^{3+}$, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Sn}^{2+}$,
 $\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}:\text{Mn}^{2+}$, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}:\text{Sb}^{3+}$, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}:\text{Sn}^{2+}$,
 $\alpha\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{2+}$, $\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$,
 $\text{CaP}_2\text{O}_6:\text{Mn}^{2+}$, $\alpha\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Pb}^{2+}$, $\alpha\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}^{2+}$, $\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}^{2+}$,
 $\beta\text{-Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Sn}, \text{Mn}$, $\alpha\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Tr}$, $\text{CaS}:\text{Bi}^{3+}$, $\text{CaS}:\text{Bi}^{3+}, \text{Na}$, $\text{CaS}:\text{Ce}^{3+}$,
 $\text{CaS}:\text{Eu}^{2+}$, $\text{CaS}:\text{Cu}^+, \text{Na}^+$, $\text{CaS}:\text{La}^{3+}$, $\text{CaS}:\text{Mn}^{2+}$, $\text{CaSO}_4:\text{Bi}$, $\text{CaSO}_4:\text{Ce}^{3+}$,
 $\text{CaSO}_4:\text{Ce}^{3+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{CaSO}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{CaSO}_4:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{CaSO}_4:\text{Pb}^{2+}$, $\text{CaS}:\text{Pb}^{2+}$,
 $\text{CaS}:\text{Pb}^{2+}, \text{Cl}$, $\text{CaS}:\text{Pb}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{CaS}:\text{Pr}^{3+}, \text{Pb}^{2+}, \text{Cl}$, $\text{CaS}:\text{Sb}^{3+}$, $\text{CaS}:\text{Sb}^{3+}, \text{Na}$,
 $\text{CaS}:\text{Sm}^{3+}$, $\text{CaS}:\text{Sn}^{2+}$, $\text{CaS}:\text{Sn}^{2+}, \text{F}$, $\text{CaS}:\text{Tb}^{3+}$, $\text{CaS}:\text{Tb}^{3+}, \text{Cl}$, $\text{CaS}:\text{Y}^{3+}$,
 $\text{CaS}:\text{Yb}^{2+}$, $\text{CaS}:\text{Yb}^{2+}, \text{Cl}$, $\text{CaSiO}_3:\text{Ce}^{3+}$, $\text{Ca}_3\text{SiO}_4\text{Cl}_2:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Ca}_3\text{SiO}_4\text{Cl}_2:\text{Pb}^{2+}$,
 $\text{CaSiO}_3:\text{Eu}^{2+}$, $\text{CaSiO}_3:\text{Mn}^{2+}, \text{Pb}$, $\text{CaSiO}_3:\text{Pb}^{2+}$, $\text{CaSiO}_3:\text{Pb}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{CaSiO}_3:\text{Ti}^{4+}$,
 $\text{CaSr}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Bi}^{3+}$, $\beta\text{-(Ca, Sr)}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{CaTi}_{0.9}\text{Al}_{0.1}\text{O}_3:\text{Bi}^{3+}$,
 $\text{CaTiO}_3:\text{Eu}^{3+}$, $\text{CaTiO}_3:\text{Pr}^{3+}$, $\text{Ca}_5(\text{VO}_4)_3\text{Cl}$, CaWO_4 , $\text{CaWO}_4:\text{Pb}^{2+}$, $\text{CaWO}_4:\text{W}$,
 $\text{Ca}_3\text{WO}_6:\text{U}$, $\text{CaYAlO}_4:\text{Eu}^{3+}$, $\text{CaYBO}_4:\text{Bi}^{3+}$, $\text{CaYBO}_4:\text{Eu}^{3+}$, $\text{CaYB}_{0.8}\text{O}_{3.7}:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{CaY}_2\text{ZrO}_6:\text{Eu}^{3+}$, $(\text{Ca}, \text{Zn}, \text{Mg})_3(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}$, CeF_3 , $(\text{Ce}, \text{Mg})\text{BaAl}_{11}\text{O}_{18}:\text{Ce}$,
 $(\text{Ce}, \text{Mg})\text{SrAl}_{11}\text{O}_{18}:\text{Ce}$, $\text{CeMgAl}_{11}\text{O}_{19}:\text{Ce}:\text{Tb}$, $\text{Cd}_2\text{B}_6\text{O}_{11}:\text{Mn}^{2+}$, $\text{CdS}:\text{Ag}^+, \text{Cr}$,
 $\text{CdS}:\text{In}$, $\text{CdS}:\text{In}$, $\text{CdS}:\text{In}, \text{Te}$, $\text{CdS}:\text{Te}$, CdWO_4 , CsF , CsI , $\text{CsI}:\text{Na}^+$, $\text{CsI}:\text{Tl}$,
 $(\text{ErCl}_3)_{0.25}(\text{BaCl}_2)_{0.75}$, $\text{GaN}:\text{Zn}$, $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}:\text{Cr}^{3+}$, $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}:\text{Cr}, \text{Ce}$,
 $\text{GdNbO}_4:\text{Bi}^{3+}$, $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}^{3+}$, $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{SPr}^{3+}$, $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Pr}, \text{Ce}, \text{F}$, $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Tb}^{3+}$,
 $\text{Gd}_2\text{SiO}_5:\text{Ce}^{3+}$, $\text{KAl}_{11}\text{O}_{17}:\text{Ti}^+$, $\text{KGa}_{11}\text{O}_{17}:\text{Mn}^{2+}$, $\text{K}_2\text{La}_2\text{Ti}_3\text{O}_{10}:\text{Eu}$, $\text{KMgF}_3:\text{Eu}^{2+}$,
 $\text{KMgF}_3:\text{Mn}^{2+}$, $\text{K}_2\text{SiF}_6:\text{Mn}^{4+}$, $\text{LaAl}_3\text{B}_4\text{O}_{12}:\text{Eu}^{3+}$, $\text{LaAlB}_2\text{O}_6:\text{Eu}^{3+}$, $\text{LaAlO}_3:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{LaAlO}_3:\text{Sm}^{3+}$, $\text{LaAsO}_4:\text{Eu}^{3+}$, $\text{LaBr}_3:\text{Ce}^{3+}$, $\text{LaBO}_3:\text{Eu}^{3+}$, $(\text{La}, \text{Ce}, \text{Tb})\text{PO}_4:\text{Ce}:\text{Tb}$,
 $\text{LaCl}_3:\text{Ce}^{3+}$, $\text{La}_2\text{O}_3:\text{Bi}^{3+}$, $\text{LaOBr}:\text{Tb}^{3+}$, $\text{LaOBr}:\text{Tm}^{3+}$, $\text{LaOCl}:\text{Bi}^{3+}$, $\text{LaOCl}:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{LaOF}:\text{Eu}^{3+}$, $\text{La}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$, $\text{La}_2\text{O}_3:\text{Pr}^{3+}$, $\text{La}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Tb}^{3+}$, $\text{LaPO}_4:\text{Ce}^{3+}$, $\text{LaPO}_4:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{LaSiO}_3\text{Cl}:\text{Ce}^{3+}$, $\text{LaSiO}_3\text{Cl}:\text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$, $\text{LaVO}_4:\text{Eu}^{3+}$, $\text{La}_2\text{W}_3\text{O}_{12}:\text{Eu}^{3+}$, $\text{LiAlF}_4:\text{Mn}^{2+}$,
 $\text{LiAl}_5\text{O}_8:\text{Fe}^{3+}$, $\text{LiAlO}_2:\text{Fe}^{3+}$, $\text{LiAlO}_2:\text{Mn}^{2+}$, $\text{LiAl}_5\text{O}_8:\text{Mn}^{2+}$, $\text{Li}_2\text{CaP}_2\text{O}_7:\text{Ce}^{3+}, \text{Mn}^{2+}$,
 $\text{LiCeBa}_4\text{Si}_4\text{O}_{14}:\text{Mn}^{2+}$, $\text{LiCeSrBa}_3\text{Si}_4\text{O}_{14}:\text{Mn}^{2+}$, $\text{LiInO}_2:\text{Eu}^{3+}$, $\text{LiInO}_2:\text{Sm}^{3+}$,
 $\text{LiLaO}_2:\text{Eu}^{3+}$, $\text{LuAlO}_3:\text{Ce}^{3+}$, $(\text{Lu}, \text{Gd})_2\text{SiO}_5:\text{Ce}^{3+}$, $\text{Lu}_2\text{SiO}_5:\text{Ce}^{3+}$, $\text{Lu}_2\text{Si}_2\text{O}_7:\text{Ce}^{3+}$,

[0112]

$\text{LuTaO}_4:\text{Nb}^{5+}$, $\text{Lu}_{1-x}\text{Y}_x\text{AlO}_3:\text{Ce}^{3+}$, $\text{MgAl}_2\text{O}_4:\text{Mn}^{2+}$, $\text{MgSrAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Ce}$,
 $\text{MgB}_2\text{O}_4:\text{Mn}^{2+}$, $\text{MgBa}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}^{2+}$, $\text{MgBa}_2(\text{PO}_4)_2:\text{U}$, $\text{MgBaP}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$,
 $\text{MgBaP}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{MgBa}_3\text{Si}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}$, $\text{MgBa}(\text{SO}_4)_2:\text{Eu}^{2+}$,
 $\text{Mg}_3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{MgCaP}_2\text{O}_7:\text{Mn}^{2+}$, $\text{Mg}_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_3:\text{Eu}^{2+}$,
 $\text{Mg}_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_3:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{MgCeAl}_{11}\text{O}_{19}:\text{Tb}^{3+}$, $\text{Mg}_4(\text{F})\text{GeO}_6:\text{Mn}^{2+}$,
 $\text{Mg}_4(\text{F})(\text{Ge}, \text{Sn})\text{O}_6:\text{Mn}^{2+}$, $\text{MgF}_2:\text{Mn}^{2+}$, $\text{MgGa}_2\text{O}_4:\text{Mn}^{2+}$, $\text{Mg}_8\text{Ge}_2\text{O}_{11}\text{F}_2:\text{Mn}^{4+}$,
 $\text{MgS}:\text{Eu}^{2+}$, $\text{MgSiO}_3:\text{Mn}^{2+}$, $\text{Mg}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}^{2+}$, $\text{Mg}_3\text{SiO}_3\text{F}_4:\text{Ti}^{4+}$, $\text{MgSO}_4:\text{Eu}^{2+}$,
 $\text{MgSO}_4:\text{Pb}^{2+}$, $(\text{Mg}, \text{Sr})\text{Ba}_2\text{Si}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$, $\text{MgSrP}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$, $\text{MgSr}_5(\text{PO}_4)_4:\text{Sn}^{2+}$,
 $\text{MgSr}_3\text{Si}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{Mg}_2\text{Sr}(\text{SO}_4)_3:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Mg}_2\text{TiO}_4:\text{Mn}^{4+}$, MgWO_4 ,
 $\text{MgYBO}_4:\text{Eu}^{3+}$, $\text{Na}_3\text{Ce}(\text{PO}_4)_2:\text{Tb}^{3+}$, $\text{Na}:\text{Ti}$, $\text{Na}_{1.23}\text{K}_{0.42}\text{Eu}_{0.12}\text{TiSi}_4\text{O}_{11}:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{Na}_{1.23}\text{K}_{0.42}\text{Eu}_{0.12}\text{TiSi}_5\text{O}_{13}\cdot x\text{H}_2\text{O}:\text{Eu}^{3+}$, $\text{Na}_{1.29}\text{K}_{0.46}\text{Er}_{0.08}\text{TiSi}_4\text{O}_{11}:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{Na}_2\text{Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}:\text{Tb}$, $\text{Na}(\text{Mg}_{2-x}\text{Mn}_x)\text{LiSi}_4\text{O}_{10}\text{F}_2:\text{Mn}$, $\text{NaYF}_4:\text{Er}^{3+}$, Yb^{3+} ,
 $\text{NaYO}_2:\text{Eu}^{3+}$, $\text{P46}(70\%) + \text{P47}(30\%)$, $\text{SrAl}_{12}\text{O}_{19}:\text{Ce}^{3+}$, Mn^{2+} , $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$,
 $\text{SrAl}_4\text{O}_7:\text{Eu}^{3+}$, $\text{SrAl}_{12}\text{O}_{19}:\text{Eu}^{2+}$, $\text{SrAl}_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Sr}_2\text{B}_5\text{O}_9\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$,
 $\text{SrB}_4\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}(\text{F}, \text{Cl}, \text{Br})$, $\text{SrB}_4\text{O}_7:\text{Pb}^{2+}$, $\text{SrB}_4\text{O}_7:\text{Pb}^{2+}$, Mn^{2+} , $\text{SrB}_8\text{O}_{13}:\text{Sm}^{2+}$,
 $\text{Sr}_x\text{Ba}_y\text{Cl}_z\text{Al}_2\text{O}_{4-z/2}:\text{Mn}^{2+}$, Ce^{3+} , $\text{SrBaSiO}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Sr}(\text{Cl}, \text{Br}, \text{I})_2:\text{Eu}^{2+}$ in SiO_2 ,
 $\text{SrCl}_2:\text{Eu}^{2+}$ in SiO_2 , $\text{Sr}_5\text{Cl}(\text{PO}_4)_3:\text{Eu}$, $\text{Sr}_w\text{F}_x\text{B}_4\text{O}_{6.5}:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Sr}_w\text{F}_x\text{B}_y\text{O}_2:\text{Eu}^{2+}, \text{Sm}^{2+}$,
 $\text{SrF}_2:\text{Eu}^{2+}$, $\text{SrGa}_{12}\text{O}_{19}:\text{Mn}^{2+}$, $\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Ce}^{3+}$, $\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Pb}^{2+}$,
 $\text{SrIn}_2\text{O}_4:\text{Pr}^{3+}$, Al^{3+} , $(\text{Sr}, \text{Mg})_3(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}$, $\text{SrMgSi}_2\text{O}_6:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$,
 $\text{Sr}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}$, $\text{SrMoO}_4:\text{U}$, $\text{SrO}\cdot 3\text{B}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{2+}, \text{Cl}$, $\beta\text{-SrO}\cdot 3\text{B}_2\text{O}_3:\text{Pb}^{2+}$,
 $\beta\text{-SrO}\cdot 3\text{B}_2\text{O}_3:\text{Pb}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$, $\alpha\text{-SrO}\cdot 3\text{B}_2\text{O}_3:\text{Sm}^{2+}$, $\text{Sr}_6\text{P}_5\text{BO}_{20}:\text{Eu}$, $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$,
 $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}, \text{Pr}^{3+}$, $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Mn}^{2+}$, $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Sb}^{3+}$, $\text{Sr}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$,
 $\beta\text{-Sr}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}:\text{Mn}^{2+}$, $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}:\text{Sb}^{3+}$, $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}:\text{Sb}^{3+}, \text{Mn}^{2+}$,
 $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}:\text{Sn}^{2+}$, $\text{Sr}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Sn}^{2+}$, $\beta\text{-Sr}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}^{2+}$, $\beta\text{-Sr}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Sn}^{2+}, \text{Mn}^{2+}(\text{Al})$,
 $\text{SrS}:\text{Ce}^{3+}$, $\text{SrS}:\text{Eu}^{2+}$, $\text{SrS}:\text{Mn}^{2+}$, $\text{SrS}:\text{Cu}^+, \text{Na}$, $\text{SrSO}_4:\text{Bi}$, $\text{SrSO}_4:\text{Ce}^{3+}$,
 $\text{SrSO}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{SrSO}_4:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{Sr}_5\text{Si}_4\text{O}_{10}\text{Cl}_6:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Sr}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{SrTiO}_3:\text{Pr}^{3+}$,
 $\text{SrTiO}_3:\text{Pr}^{3+}, \text{Al}^{3+}$, $\text{Sr}_3\text{WO}_6:\text{U}$, $\text{SrY}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$, $\text{ThO}_2:\text{Eu}^{3+}$, $\text{ThO}_2:\text{Pr}^{3+}$, $\text{ThO}_2:\text{Tb}^{3+}$,
 $\text{YAl}_3\text{B}_4\text{O}_{12}:\text{Bi}^{3+}$, $\text{YAl}_3\text{B}_4\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$, $\text{YAl}_3\text{B}_4\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}, \text{Mn}$, $\text{YAl}_3\text{B}_4\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$,
 $\text{YAl}_3\text{B}_4\text{O}_{12}:\text{Eu}^{3+}$, $\text{YAl}_3\text{B}_4\text{O}_{12}:\text{Eu}^{3+}, \text{Cr}^{3+}$, $\text{YAl}_3\text{B}_4\text{O}_{12}:\text{Th}^{4+}, \text{Ce}^{3+}, \text{Mn}^{2+}$, $\text{YAlO}_3:\text{Ce}^{3+}$,
 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$, $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Cr}^{3+}$, $\text{YAlO}_3:\text{Eu}^{3+}$, $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Eu}^{3+}$, $\text{Y}_4\text{Al}_2\text{O}_9:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Mn}^{4+}$, $\text{YAlO}_3:\text{Sm}^{3+}$, $\text{YAlO}_3:\text{Tb}^{3+}$, $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Tb}^{3+}$, $\text{YAsO}_4:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{YBO}_3:\text{Ce}^{3+}$, $\text{YBO}_3:\text{Eu}^{3+}$, $\text{YF}_3:\text{Er}^{3+}, \text{Yb}^{3+}$, $\text{YF}_3:\text{Mn}^{2+}$, $\text{YF}_3:\text{Mn}^{2+}, \text{Th}^{4+}$,
 $\text{YF}_3:\text{Tm}^{3+}, \text{Yb}^{3+}$, $(\text{Y}, \text{Gd})\text{BO}_3:\text{Eu}$, $(\text{Y}, \text{Gd})\text{BO}_3:\text{Tb}$, $(\text{Y}, \text{Gd})_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{Y}_{1.34}\text{Gd}_{0.60}\text{O}_3(\text{Eu}, \text{Pr})$, $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Bi}^{3+}$, $\text{YOB}:\text{Eu}^{3+}$, $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Ce}$, $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Er}^{3+}$,
 $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}(\text{YOE})$, $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$, $\text{YOCl}:\text{Ce}^{3+}$, $\text{YOCl}:\text{Eu}^{3+}$, $\text{YOF}:\text{Eu}^{3+}$,
 $\text{YOF}:\text{Tb}^{3+}$, $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Ho}^{3+}$, $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}^{3+}$, $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Pr}^{3+}$, $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Tb}^{3+}$, $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Tb}^{3+}$,

[0113]

YPO₄:Ce³⁺, YPO₄:Ce³⁺, Tb³⁺, YPO₄:Eu³⁺, YPO₄:Mn²⁺, Th⁴⁺, YPO₄:V⁵⁺,
 Y(P,V)O₄:Eu, Y₂SiO₅:Ce³⁺, YTaO₄, YTaO₄:Nb⁵⁺, YVO₄:Dy³⁺, YVO₄:Eu³⁺,
 ZnAl₂O₄:Mn²⁺, ZnB₂O₄:Mn²⁺, ZnBa₂S₃:Mn²⁺, (Zn,Be)₂SiO₄:Mn²⁺,
 Zn_{0.4}Cd_{0.6}S:Ag, Zn_{0.6}Cd_{0.4}S:Ag, (Zn,Cd)S:Ag,Cl, (Zn,Cd)S:Cu, ZnF₂:Mn²⁺,
 ZnGa₂O₄, ZnGa₂O₄:Mn²⁺, ZnGa₂S₄:Mn²⁺, Zn₂GeO₄:Mn²⁺, (Zn,Mg)F₂:Mn²⁺,
 ZnMg₂(PO₄)₂:Mn²⁺, (Zn,Mg)₃(PO₄)₂:Mn²⁺, ZnO:Al³⁺,Ga³⁺, ZnO:Bi³⁺, ZnO:Ga³⁺,
 ZnO:Ga, ZnO-CdO:Ga, ZnO:S, ZnO:Se, ZnO:Zn, ZnS:Ag⁺,Cl⁻, ZnS:Ag,Cu,Cl,
 ZnS:Ag,Ni, ZnS:Au,In, ZnS-CdS (25-75), ZnS-CdS (50-50), ZnS-CdS (75-25),
 ZnS-CdS:Ag,Br,Ni, ZnS-CdS:Ag⁺,Cl, ZnS-CdS:Cu,Br, ZnS-CdS:Cu,I, ZnS:Cl⁻,
 ZnS:Eu²⁺, ZnS:Cu, ZnS:Cu⁺,Al³⁺, ZnS:Cu⁺,Cl⁻, ZnS:Cu,Sn, ZnS:Eu²⁺,
 ZnS:Mn²⁺, ZnS:Mn,Cu, ZnS:Mn²⁺,Te²⁺, ZnS:P, ZnS:P³⁻,Cl⁻, ZnS:Pb²⁺,
 ZnS:Pb²⁺,Cl⁻, ZnS:Pb,Cu, Zn₃(PO₄)₂:Mn²⁺, Zn₂SiO₄:Mn²⁺, Zn₂SiO₄:Mn²⁺,As⁵⁺,
 Zn₂SiO₄:Mn,Sb₂O₂, Zn₂SiO₄:Mn²⁺,P, Zn₂SiO₄:Ti⁴⁺, ZnS:Sn²⁺, ZnS:Sn,Ag,
 ZnS:Sn²⁺,Li⁺, ZnS:Te,Mn, ZnS-ZnTe:Mn²⁺, ZnSe:Cu⁺,Cl 및 ZnWO₄.

[0114]

[0115]

본 발명에 따른 광-변환 물질 또는 광-변환 혼합물은 자외선 및/또는 청색 광을 부분적으로 또는 전체적으로, 보다 긴 파장을 갖는 광, 예를 들어, 녹색 또는 적색 광으로 변환시키기 위해 사용될 수 있다. 따라서, 본 발명은 또한, 광원에서의 상기 광-변환 물질 또는 광-변환 혼합물의 용도에 관한 것이다. 광원은 특히 바람직하게는 LED, 특히 인광체 변환 LED, 약어로 pc-LED이다. 본원에서 광-변환 물질이 하나 이상의 추가의 광-변환 물질 및/또는 하나 이상의 변환 인광체와 혼합되어, 특히 백색 광 또는 특정 색상 포인트를 갖는 광(주문형 색상 원리)을 방출하는 광-변환 혼합물을 형성하는 것이 특히 바람직하다. "주문형 색상 원리"는 하나 이상의 발광 물질 및/또는 변환 인광체를 사용하는 pc-LED를 사용하여 특정 색상 포인트의 광을 생성하는 것을 의미한다.

[0116]

따라서, 본 발명은 또한 1 차 광원 및 본 발명에 따른 1 종 이상의 광-변환 물질 또는 본 발명에 따른 1 종 이상의 광-변환 혼합물을 함유하는 광원에 관한 것이다. 또한, 광원이 바람직하게는 백색 광 또는 특정 색상 포인트를 갖는 광을 방출하도록, 본 발명에 따른 광-변환 물질 외에도, 본 발명에 따른 추가의 광-변환 물질 및/또는 변환 인광체를 함유하는 광원이 특히 바람직하다.

[0117]

본 발명에 따른 광원은 바람직하게는 1 차 광원과 광-변환 물질 또는 광-변환 혼합물을 포함하는 pc-LED이다. 광-변환 물질 또는 광-변환 혼합물은 바람직하게는 층의 형태로 형성되며, 여기서 층은 다수의 부분 층을 포함할 수 있으며, 각각의 부분 층은 상이한 광-변환 물질 또는 다른 광-변환 혼합물을 포함할 수 있다. 따라서, 층은 단일의 광-변환 물질 또는 단일의 광-변환 혼합물, 또는 다수의 부분 층을 포함할 수 있으며, 여기서 각각의 부분 층은 상이한 광-변환 물질 또는 상이한 광-변환 혼합물을 포함한다. 층의 두께는, 광-변환 물질 또는 광-변환 혼합물의 입자 크기 또는 필수적인 광학 특징에 따라 수 밀리미터 내지 수 마이크로, 바람직하게는 2 내지 40 μ m의 범위일 수 있다.

[0118]

LED의 방출 스펙트럼의 변조에 대한 일부 실시양태에서, 단일 층, 또는 부분 층을 갖는 층이 1 차 광원 상에 형성될 수 있다. 상기 층, 또는 상기 부분 층을 갖는 층은 1 차 광원에 직접 배열되거나 공기, 진공 또는 충전 물질에 의해 1 차 광원으로부터 분리될 수 있다. 충전재(예컨대, 실리콘 또는 에폭시)는 단일 및/또는 광학 산란 층 역할을 할 수 있다. 1 차 광원의 방출 스펙트럼의 변조는, 넓은 색 스펙트럼을 갖는 발광, 예를 들어 높은 연색 평가 지수(CRI) 및 원하는 상관 색온도(CCT)를 갖는 "백색" 광을 발생시키기 위해 조명 목적을 수행할 수 있다. 넓은 색 스펙트럼을 갖는 발광은 1 차 광원에 의해 원래 생성된 광의 일부를 보다 장파 광으로 변환함으로써 생성된다. 적색 강도의 증가는 보다 낮은 CCT(예를 들어, 2,700-3,500 K)를 갖는 "온(warmer)" 광을 수득하기 위해 중요하고, 또한 예를 들어, 청색에서 녹색으로의 전이에서의 스펙트럼 내 특정 영역의 "평탄화(smoothing)"는 마찬가지로 CRI를 향상시킬 수 있다. LED 조명의 변조는 또한 광학 디스플레이 목적으로 사용될 수 있다.

[0119]

본 발명에 따른 광-변환 물질 또는 본 발명에 따른 광-변환 혼합물은 예를 들어 유리, 실리콘 또는 에폭시 수지와 같은 캐스팅 물질에 분산되거나, 세라믹 물질로서 형성될 수 있다. 캐스팅 물질은 본 발명에 따른 광-변환 물질 또는 본 발명에 따른 광-변환 혼합물을 포함하는 광-투과성 매트릭스 물질이다. 어떠한 방식으로든 제한적인 것으로 간주되지 않아야 하는 캐스팅 물질의 바람직한 예가 상기 언급되어 있다. 광-변환 물질 또는 광-변환 혼합물은 바람직한 광학 특성 및 적용례의 구조에 따라, 캐스팅 물질을 기준으로 3 내지 80 중량%의 비율로 사

용되는 것이 바람직하다.

- [0120] 바람직한 실시양태에서, 본 발명에 따른 광-변환 물질 또는 본 발명에 따른 광-변환 혼합물은 1 차 광원 상에 직접 배열된다.
- [0121] 다른 바람직한 실시 양태에서, 본 발명에 따른 광-변환 물질 또는 본 발명에 따른 광-변환 혼합물은 일차 광원 (이른바 원격 인광체 원리)으로부터 떨어져 지지체 물질 상에 배치된다.
- [0122] 본 발명에 따른 광원의 1차 광원은 반도체 칩, ZnO와 같은 발광 광원, 소위 TCO(투명 전도성 산화물), ZnSe- 또는 SiC-기반의 배열, 유기 발광층(OLED) 또는 플라즈마 또는 방전 소스에 기초한 배열, 가장 바람직하게는 반도체 칩일 수 있다. 일차 광원이 반도체 칩인 경우, 이는 종래 기술로부터 알려진 바와 같이, 바람직하게는 발광 인듐 알루미늄 갈륨 나이트라이드(InAlGaN)이다. 이러한 유형의 일차 광원의 가능한 형태는 당업자에게 공지되어 있다. 레이저는 또한 광원으로 적합하다.
- [0123] 본 발명에 따른 광-변환 물질 또는 본 발명에 따른 광-변환 혼합물은, 광원, 특히 pc-LEDs에서의 사용을 위해 예를 들어, 구형 입자, 플레이크 및 구조 물질 및 세라믹과 같은 임의의 원하는 외형으로 변환되어 사용된다. 이러한 형태는 "성형체"라는 용어로 요약된다. 성형체는 결과적으로 광-변환 성형체이다.
- [0124] 본 발명은 또한, 광-변환 물질 또는 광-변환 혼합물이 스핀 코팅 또는 분무 코팅에 의해 필름의 형태 또는 라미네이트로서의 필름 형태로 1 차 광원 또는 지지체 물질에 적용되는 것을 포함하는, 광원의 제조 방법에 관한 것이다.
- [0125] 본 발명은 또한 본 발명에 따른 적어도 하나의 광원을 포함하는 조명 유닛에 관한 것이다. 조명 장치의 용도에는 특별한 제한이 없다. 따라서, 조명 유닛은, 예를 들어 백라이트를 갖는 광학 디스플레이 장치, 특히 액정 디스플레이 장치(LC 디스플레이)에서 사용될 수 있다. 따라서, 본 발명은 또한 이러한 유형의 디스플레이 장치에 관한 것이다. 본 발명에 따른 조명 유닛에서, 광-변환 물질 또는 광-변환 혼합물과 (특히 1 차 반도체 칩에서의) 1 차 광원 사이의 광학 결합은 바람직하게는 광-전도성 배열 또는 장치에 의해 수행된다. 이는 1 차 광원이 중심 위치에 설치되고, 예를 들어 광-전도성 섬유와 같은 광-전도성 장치에 의해 광-변환 물질 또는 광-변환 혼합물에 광학적으로 결합될 수 있게 한다. 이러한 방식으로, 하나 이상의 상이한 광-변환 물질 또는 혼합물로 이루어지고, 광 스크린 및 광 도파관을 형성하도록 배열될 수 있고, 1차 광원에 결합되는, 광학 회망치와 매칭되는 램프가 달성될 수 있다. 이것은 전기 설치에 유리한 위치에 강한 1 차 광원을 배치할 수 있게 하고, 추가의 전기 케이블 없이 광 도파관을 놓는 것만으로 임의의 원하는 위치에서 광 도파관에 결합되는 광-변환 물질 또는 혼합물을 포함하는 램프를 설치하는 것을 가능하게 한다.
- [0126] 하기 실시예 및 도면은 본 발명을 설명하기 위한 것이다. 그러나, 이들은 결코 제한적으로 간주되어서는 안된다.
- [0127] 실시예
- [0128] 모든 방출 스펙트럼은 오션옵틱스(OceanOptics) HR 4000 분광기와 결합된 울브리히트(Ulbricht) 구에서 기록되었다. 분말 스펙트럼을 기록하는데 사용되는 여기 광원은 단색 광을 지닌 할로겐 냉 광원이다. 시험되는 LED는 카이틀리 소스미터(Keithley SourceMeter)(20mA에서 약 450nm 칩 파장의 3528 LED가 하기에 기재된 실험에 사용됨)를 통해 작동된다.
- [0129] 등장성 생리 식염수에서 베크만 쿨터 멀티사이저(Beckman Coulter Multisizer) III를 사용하여 입자 크기 분포를 기록하였다. 100,000 개 초과 입자가 각각의 경우에 측정되었다.
- [0130] 광-변환 물질의 제조를 위한 실시예
- [0131] 적색:
- [0132] 실시예 1: 100g의 백색 분말상의 비활성화된 알루미늄이트($Y_3Al_5O_{12}$)를 500ml 플라스크 내의 150ml의 헵탄에 현탁시켰다. 33ml의 적색 양자 로드(quantum rod) 용액(헵탄 중 3 중량%의 CdSe/CdS 나노로드, TOP, TOPO 및 ODPa에 의해 안정화됨)을 현탁액에 첨가하였다. 이 현탁액을 2 시간 동안 진공없이 실온에서 혼합하였다. 용매는 40°C의 수조 온도에서 진공하에 증발 로터리 증발기에서 조심스럽게 제거하였다. 코팅된 가넷(garnet) 분말을 밤새 건조시켰다(진공/25°C). 마지막으로 코팅 시스템을 64 μm 미만의 입자 크기로 체질하였다.
- [0133] 실시예 2: 백색 분말상의 비활성화된 실리케이트(Sr_3SiO_5) 15g을 250ml 플라스크 내의 100ml의 물에

현탁시켰다. 4.5ml의 적색 양자 로드 용액(수 중 3 중량%의 CdSe/CdS 나노로드, PEI에 의해 안정화됨)을 현탁액에 첨가하였다. 이 현탁액을 3 시간 동안 진공없이 60 rpm의 회전 증발기를 사용하여 실온에서 혼합하였다. 보다 우수한 균질화는 작은 Al₂O₃ 비드를 첨가함으로써 보장된다. 용매는 40°C의 수조 온도에서 진공하에 증발 로터리 증발기에서 조심스럽게 제거하였다. 용매를 완전히 제거하기 위해, 코팅된 실리콘이트를 실온에서 약 12 시간 더 진공하에 회전 증발기에 방치하였다. 마지막으로, 코팅된 시스템을 64 μm 미만의 입자 크기로 체질하였다.

[0134] 실시예 3: 10g의 백색 분말상의 비활성화된 티타네이트(Mg₂TiO₄)를 100ml 플라스크 내의 50ml의 톨루엔에 현탁시켰다. 3ml의 적색 양자 로드 용액(톨루엔 중 3 중량%의 CdSe/CdS 나노로드, TOP, TOPO 및 ODPa에 의해 안정화됨)을 현탁액에 첨가하였다. 이 현탁액을 진공없이 3 시간 동안 실온에서 교반하였다. 이어서 코팅된 티타네이트를 흡입에 의해 프린트를 통해 여과하고, 완전히 건조시키기 위해 진공하에 실온에서 밤새 방치하였다. 마지막으로 코팅 시스템을 64 μm 미만의 입자 크기로 체질하였다.

[0135] 녹색:

[0136] 실시예 4: 15 g의 백색 분말상의 비활성화된 알루미늄이트(Y₃Al₅O₁₂)를 500 ml 플라스크 내의 80 ml의 헵탄에 현탁시켰다. 4.5 ml의 녹색 양자 로드 용액(TOP, TOPO 및 ODPa에 의해 안정화된 헵탄 중 3 중량%의 CdSe/CdS 나노로드)을 현탁액에 첨가하였다. 이 현탁액을 진공없이 2 시간 동안 실온에서 60 rpm의 회전 증발기로 혼합하였다. 보다 우수한 균질화는 작은 Al₂O₃ 비드를 첨가함으로써 보장된다. 용매는 40°C의 수조 온도에서 진공하에 회전 증발기에서 조심스럽게 제거하였다. 용매를 완전히 제거하기 위해, 코팅된 가넷을 실온에서 진공하에 밤새 건조시켰다. 마지막으로 코팅 시스템을 64 μm 미만의 입자 크기로 체질하였다.

[0137] 제조된 광-변환 물질의 측정

[0138] 수득된 모든 광-변환 물질의 상대 스펙트럼 에너지 분포를 450 nm의 여기 파장에서 광섬유 분광기를 사용하여 기록했다. 또한, 상이한 여기 파장에서의 흡수를 측정하였다. 제조된 모든 광-변환 물질의 흡수 스펙트럼을 도 1에 도시한다. 제조된 모든 물질 (방출)의 상대 스펙트럼 에너지 분포를 도 2에 도시한다.

[0139] LED 평가

[0140] 충전되지 않은 LED를, 정밀한 양의 적색 및 녹색 입자가 디스펜서를 통해 현탁된 광학 실리콘(다우 코닝 OE6550)으로 충전시켰다. 실리콘 현탁액을 2 축 회전식 혼합기에 의해 제조하고, 이어서 진공하에 탈기시켰다. 이어서 LED를 건조 캐비닛에서 140°C에서 5 시간 동안 경화시키고, 광섬유 분광계를 사용하여 울브리히트 구에 의해 생성된 발광에 대해 측정하였다. 실리콘 중의 분말 및 적색, 황색 또는 녹색의 개별 성분들의 총량의 변화에 따라 색상 삼각형에서의 거의 모든 색상 위치가 달성될 수 있었다.

[0141] 실리콘 대신에, 에폭시 수지와 같은 캐스팅 조성물과 같은 다른 매우 투명한 물질을 사용할 수도 있다.

[0142] **LED 1:** 색 좌표 $x \sim 0.31$ 및 $y \sim 0.31$ 을 갖는 청색 LED($\lambda_{\max} = 450$ nm)에서 Y₃Al₅O₁₂상의 녹색 QD($\lambda_{\max} = 543$ nm)와 결합한 Sr₃SiO₅상의 적색 QD($\lambda_{\max} = 635$ nm); 표준 컬러 필터가 있는 NTSC는 100 %이다. 도 3은 방출 스펙트럼 LED 1을 도시한다.

[0143] **LED 2:** 색 좌표 $x \sim 0.31$ 및 $y \sim 0.31$ 을 갖는 청색 LED($\lambda_{\max} = 450$ nm)에서 녹색 실리콘이트 인광체($\lambda_{\max} = 520$ nm)와 결합한 Sr₃SiO₅상의 적색 QD($\lambda_{\max} = 635$ nm); 표준 컬러 필터가 있는 NTSC는 98 %이다. 도 4는 방출 스펙트럼 LED 2를 도시한다.

[0144] **LED 3:** 녹색 Lu₃Al₅O₁₂:Ce($\lambda_{\max} = 540$ nm, CRI 85, 점선)와의 혼합물 및 황색 Y₃Al₅O₁₂:Ce($\lambda_{\max} = 560$ nm, CRI 80, 실선)와의 혼합물 중의 Y₃Al₅O₁₂상의 적색 QD($\lambda_{\max} = 635$ nm). 도 5는 방출 스펙트럼 LED 3을 도시한다

[0145] 본 발명에 따른 광-변환 물질의 다른 유용한 이점은 다음과 같다 :

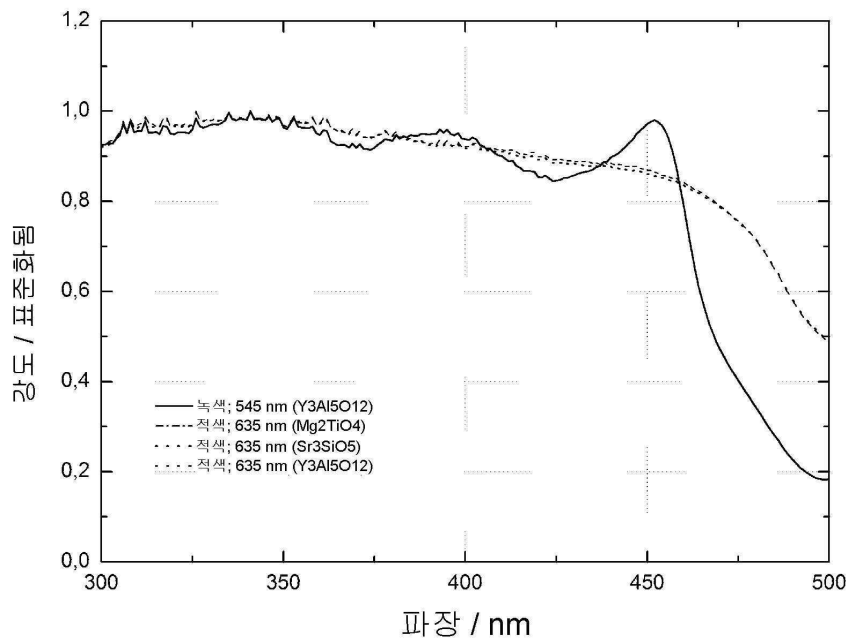
[0146] - 기존의 450 nm LED, 녹색 인광체 β-시알론(sialon) 535 및 적색 인광체 K₂SiF₆에서 표준 컬러 필터를 사용하는 NTSC는 단지 94 %에 도달한다.

[0147] - LED에서 사용되는 모든 변환 물질에 대한 침전 행태는, 요구되는 경우 구체적으로 조정될 수 있으며, LED 생산 공정에서 생산 수율을 높일 수 있다.

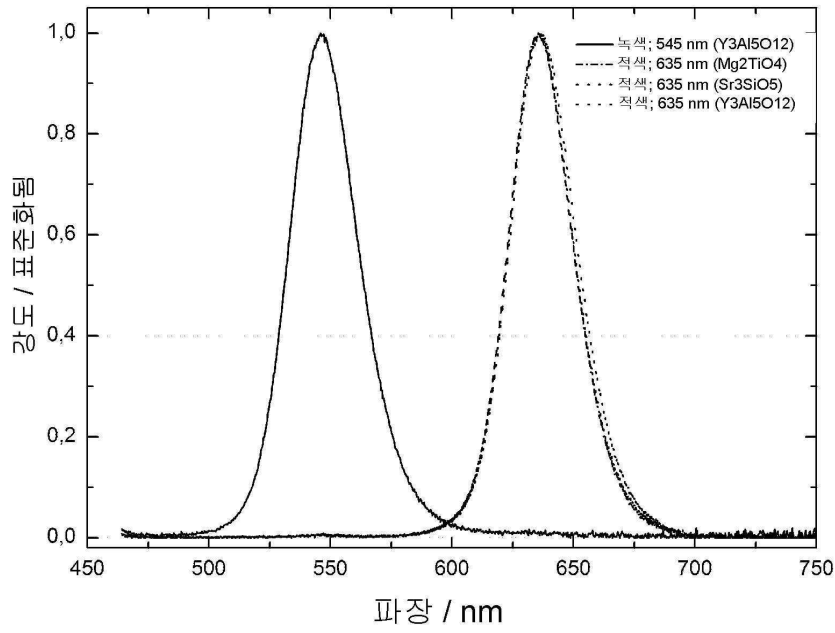
- [0148] - 녹색/황색 스펙트럼 영역에서 재흡수가 거의 일어나지 않아 이중 변환이 감소되고, 효율이 향상될 뿐만 아니라 LED 스펙트럼의 예측 가능성이 향상된다.
- [0149] - LED 제조업체가 새로운 생산 장비를 필요로 하지 않기 때문에 사용이 간편하다.
- [0150] - 사용자는, 통상의 QD 필름 또는 활성화된 인광체상의 QD에 비해 LED 방출을 조정할 수 있는 더 많은 기회를 가지고 있다(사용자가 각각의 색상 위치에서 상이한 광 변환기를 사용할 필요가 없기 때문에, 유연한 사용이 가능하다).
- [0151] - 적색의 좁은-밴드 방출이 눈의 감도가 낮은 깊은 장파 스펙트럼 영역에서 에너지를 낭비하지 않기 때문에 LED의 밝기가 증가한다.
- [0152] - 기존의 인광체 코팅 기술을 사용할 수 있고, 추가의 장벽 필름은 필요하지 않다.

도면

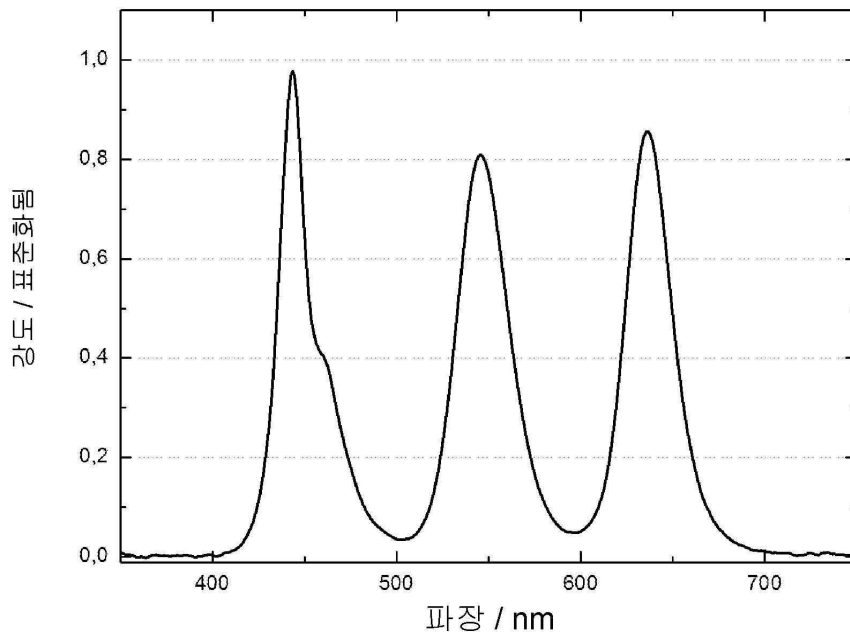
도면1



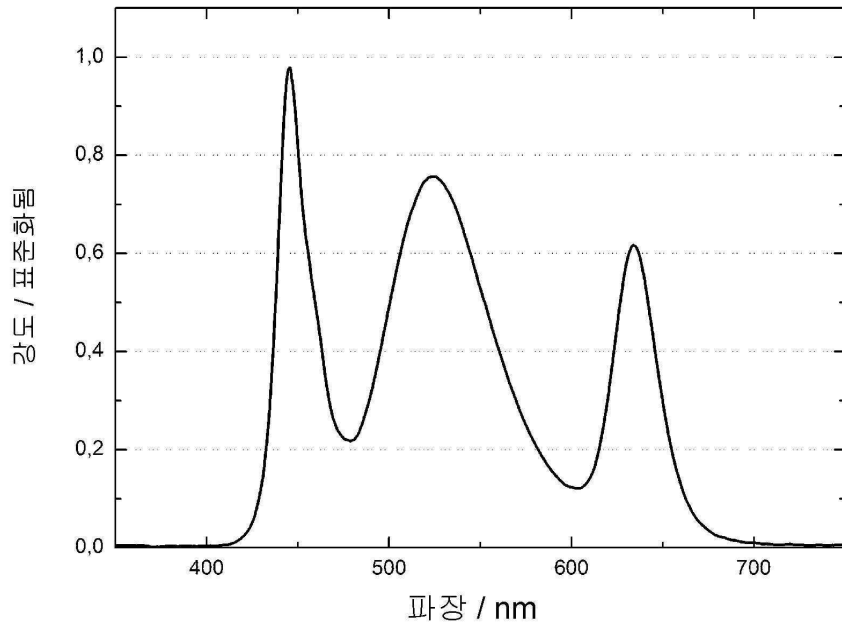
도면2



도면3



도면4



도면5

