



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2012년07월23일  
(11) 등록번호 10-1166078  
(24) 등록일자 2012년07월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C09K 11/78 (2006.01) C09K 11/08 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2010-0064934  
(22) 출원일자 2010년07월06일  
심사청구일자 2010년07월06일  
(65) 공개번호 10-2012-0004205  
(43) 공개일자 2012년01월12일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020100071602 A  
JP2009233845 A  
KR1020100009061 A  
J. LUMIN., 2011

(73) 특허권자  
한국화학연구원  
대전광역시 유성구 가정로 141 (장동)  
(72) 발명자  
최성호  
경기도 용인시 수지구 만현로67번길 19, 17/ 30  
4동 105호 (상현동, 만현마을3단지 성원상떼빌)  
박병윤  
경기도 수원시 팔달구 장다리로306번길 45, 105  
동 1805호 (인계동, 수정아파트)  
정하균  
대전광역시 유성구 어은로 57, 116동 1105호 (어  
은동, 한빛아파트)  
(74) 대리인  
한라특허법인

전체 청구항 수 : 총 7 항

심사관 : 소재현

(54) 발명의 명칭 **용매열 반응을 통한 단분산 구형 적색형광체의 제조방법**

**(57) 요약**

본 발명은 용매열(solvothermal) 반응을 이용한 서브마이크론 이하 입자크기 및 구형의 균일한 입도 분포를 가지는 적색형광체의 제조방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 이트륨 전구체, 가돌리늄 전구체, 보론 전구체, 유로퓸 전구체 및 올레산 나트륨을 증류수에 용해시키는 단계, 벤질 알코올과 올레산을 첨가하는 단계, 용매열 반응시키는 단계 및 원심분리와 건조과정을 거쳐 분말 입자를 회수하는 단계를 통하여  $(Y_{1-x-y}Gd_x)BO_3:Eu^3+$ 으로 표시되는 적색형광체를 제조하는 방법에 관한 것이다. 본 발명에 의해 제조된 적색형광체는 자외선 여기광원에서 단잔광 특성을 구현하며, 구형의 입자형태 및 균일한 입도 분포를 보이므로 유기용매에 분산시켜 형광막을 형성할 경우 평판 디스플레이, 특히 잔상효과 제어가 중요한 3D 디스플레이 PDP용 발광재료로 유용하게 적용할 수 있다.

**대표도 - 도4**



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 F0004073200932100600011573F0004000200932

부처명 지식경제부

연구사업명 산업기술개발사업

연구과제명 고효율 나노스케일 형광체/형광막 제조기술 개발(2)

주관기관 한국화학연구원

연구기간 2009년 06월 01일 ~ 2010년 05월 31일

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

이트륨 전구체, 가돌리늄 전구체, 보론 전구체, 유로퓸 전구체 및 올레산 나트륨을 증류수에 용해시켜 전구체 혼합용액을 제조하는 단계;

상기 전구체 혼합용액에 벤질 알코올과 올레산을 첨가하여 혼합용액을 제조하는 단계;

상기 혼합용액을 200 ~ 230℃에서 6 ~ 12 시간동안 용매열 반응시키는 단계; 및

상기 용매열 반응이 끝난 혼합용액에서 원심분리 및 건조과정을 거쳐 분말 입자를 회수하는 단계;

를 포함하는 하기 화학식 1로 표시되는 적색형광체의 제조방법:

[화학식 1]



상기 화학식 1에서, x는 0.1<x<0.7이며, y는 0.01<y<0.3이다.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서, 상기 이트륨 전구체, 가돌리늄 전구체 또는 유로퓸 전구체는 이트륨, 가돌리늄 또는 유로퓸을 포함하는 산화물, 아세트산염, 질산염 및 황산염 중에서 선택한 1종 이상인 것을 특징으로 하는 적색형광체의 제조방법.

**청구항 3**

제 1 항에 있어서, 상기 보론 전구체는 붕산(H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>), 붕소인산염(BPO<sub>4</sub>·xH<sub>2</sub>O) 및 탄화붕소(CB<sub>4</sub>) 중에서 선택한 1종 이상인 것을 특징으로 하는 적색형광체의 제조방법.

**청구항 4**

제 1 항에 있어서, 상기 올레산 나트륨의 사용량은 증류수 100 mL 당 10 ~ 15 g인 것을 특징으로 하는 적색형광체의 제조방법.

**청구항 5**

제 1 항에 있어서, 상기 벤질 알코올의 첨가량은 증류수 100 mL 당 50 ~ 150 mL인 것을 특징으로 하는 적색형광체의 제조방법.

**청구항 6**

제 1 항에 있어서, 상기 올레산의 첨가량은 증류수 100 mL 당 50 ~ 150 mL인 것을 특징으로 하는 적색형광체의 제조방법.

**청구항 7**

제 1 항에 있어서, 상기 벤질 알코올과 올레산을 이트륨, 가돌리늄, 보론 및 유로퓸 양이온의 농도가 0.05 ~

0.2 M 되도록 첨가하여 혼합용액을 제조하는 것을 특징으로 하는 적색형광체의 제조방법.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 용매열 반응을 통한 단분산 구형 적색형광체의 제조방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 최근 몇 년 동안 평판 디스플레이 소재가 기존의 브라운관인 CRT를 대체함에 따라 국내는 물론 세계적으로도 수광형인 LCD, 발광형인 PDP, FED(Field Emission Display), ELD(Electroluminescence Display), VFD(Vacuum Fluorescent Display) 등의 수요가 폭발적으로 증가하고 있다. 이중 발광형 평판 디스플레이 소재의 경우 구조와 발광 에너지원에 따라서 여러 형태로 구분되지만 공통점은 거의 다 형광체를 사용한다는 것이다. 이에 따라 형광체에 관한 연구가 활발히 전개되고 있다.

[0003] 발광형 평판 디스플레이 소재에 적용되는 형광막 제작을 위해서는 박막형 타입 또는 분말형 타입의 나노스케일 형광체가 요구된다. 박막형 형광체는 가시광 영역에서의 투과도는 높은 반면 전반사조건으로 인한 매우 낮은 발광 효율이 단점으로 지적되어, 분산을 줄이고 형광막을 형성 하였을 때 밀도가 높은 형광체층을 형성할 수 있는 나노스케일 형광체를 많이 사용하고 있다.

[0004] 특정 여기 조건하에서 안정한 형광체의 특성이 발현되기 위해서는 균일한 입도 분포, 활성원소의 농도 및 부활성제의 첨가 등의 요인을 잘 제어하여야 한다. 특히, 일반적인 프린팅 기술 등을 이용한 성막 공정에서는 구형의 단분산 형광체의 제조가 우선적으로 요구된다. 진공자외선 영역에서 우수한 발광 특성 때문에 PDP에 널리 사용되는  $YBO_3:Eu^{3+}$  적색형광체는, 전구체 금속 원료를 기계적으로 혼합하고 1600°C 이상의 고온에서 고상 확산 반응시켜 형광체 분말을 제조하는 기존의 고상법을 이용할 경우 나노 크기와 구형의 형광체로 합성하기 어려우며 잔광시간이 길어 디스플레이 소재에서 잔상이 남는 문제가 있었다. 이에 따라 입자 크기, 입도 분포 등과 같은 분말의 물리적 특성을 제어할 수 있는 공침법, 분무법, 졸-겔법, 수열합성법, 연소법 등의 액상법이 주목받고 있는데, 특히 적당한 유기물을 용매로 사용하고 용매나 혼합용액의 비점 이상의 합성온도에서 자연 증기압(autogeneous pressure) 하에서 결정화 과정을 거쳐 형광체를 제조하는 용매열 반응을 이용하려는 연구가 활발하다. 예를 들어 Y. Li et al. Small 2007, 3, No 3, p.438 ~ 443 에서는 용매열 반응을 이용하여 나노  $YBO_3:Eu^{3+}$  적색형광체를 합성하는 방법을 제안하고 있다. 그러나 상기 기술은 구형이 아닌 렌즈 모양의 형광체 입자가 생성되며, 입자크기 제어가 용이하지 않은 문제가 있었다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 이에 본 발명자들은 상기와 같은 문제점을 해결하고자 노력한 결과, 이트륨, 가돌리늄 및 보론을 함유한 모체에 활성원소인 유로퓸을 일정량 첨가하여 용매열 반응을 통해 형광체를 제조하면 구형의 형태와 서브마이크론 이하의 입자 크기를 가지며 잔광시간이 짧은  $(Y,Gd)BO_3:Eu^{3+}$  적색형광체를 제조할 수 있음을 알게 되어 본 발명을 완성하였다.

[0006] 따라서, 본 발명은 PDP 등의 발광형 평판 디스플레이 소재에 적용가능한  $(Y,Gd)BO_3:Eu^{3+}$  적색형광체의 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

**과제의 해결 수단**

[0007] 본 발명은 이트륨 전구체, 가돌리늄 전구체, 보론 전구체, 유로퓸 전구체 및 올레산 나트륨을 증류수에 용해

시켜 전구체 혼합용액을 제조하는 단계;

[0008] 상기 전구체 혼합용액에 벤질 알코올과 올레산을 첨가하여 혼합용액을 제조하는 단계;

[0009] 상기 혼합용액을 200 ~ 230℃에서 6 ~ 12 시간동안 용매열 반응시키는 단계; 및

[0010] 상기 용매열 반응이 끝난 혼합용액에서 원심분리 및 건조과정을 거쳐 분말 입자를 회수하는 단계;

[0011] 를 포함하는 하기 화학식 1로 표시되는 적색형광체의 제조방법을 그 특징으로 한다.

[0012] [화학식 1]

[0013]  $(Y_{1-x-y}Gd_x)BO_3 \cdot Eu_y^{3+}$

[0014] 상기 화학식 1에, x는  $0.1 < x < 0.7$ 이며, y는  $0.01 < y < 0.3$ 이다.

[0015]

### 발명의 효과

[0016] 본 발명의 적색형광체의 제조방법에 의하면 구형의 형태를 갖는 서브마이크론 이하 입자크기의  $(Y,Gd)BO_3 \cdot Eu^{3+}$  적색형광체를 제조할 수 있으며, 제조된 적색형광체는 기존의 고상합성법으로 제작된  $YBO_3 \cdot Eu^{3+}$  형광체와 비교할 때 잔광시간을 감소시키는 효과가 우수하므로, 유기 용매에 분산시킨 후 투명한 기관 위에 코팅을 통해 형광막을 형성하면 평판 디스플레이 소재 특히, 잔상효과 제어가 필수적인 3D 디스플레이 PDP용 발광재료로서 유용하게 적용할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 147nm 진공자외선 조사시 모체에 치환되는 가돌리늄의 양에 따른 발광휘도를 나타낸 그래프이다.

도 2는 실시예 3 및 비교예 1에서 제조한 형광체의 147nm 진공자외선 조사시 발광휘도를 나타낸 그래프이다.

도 3은 실시예 1에서 제조한 형광체의 SEM 이미지이다.

도 4는 실시예 6에서 제조한 형광체의 SEM 이미지이다.

도 5는 비교예 2의 상용  $YBO_3 \cdot Eu^{3+}$  적색형광체의 SEM 이미지이다.

도 6은 실시예 3 및 비교예 1 ~ 2 형광체들의 자외선 여기하에서 발광시킨 후의 잔광시간을 측정한 결과이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하에서는 본 발명을 더욱 자세하게 설명하겠다.

[0019] 본 발명은 이트륨 전구체, 가돌리늄 전구체, 보론 전구체, यू로퓼 전구체 및 올레산 나트륨을 증류수에 용해시켜 전구체 혼합용액을 제조하는 단계; 상기 전구체 혼합용액에 벤질 알코올과 올레산을 첨가하여 혼합용액을 제조하는 단계; 상기 혼합용액을 200 ~ 230℃에서 6 ~ 12 시간동안 용매열 반응시키는 단계; 및 상기 용매열 반응이 끝난 혼합용액에서 원심분리 및 건조과정을 거쳐 분말 입자를 회수하는 단계;를 포함하는 하기 화학식 1로 표시되는 적색형광체의 제조방법에 관한 것이다.

[0020] [화학식 1]

[0021]  $(Y_{1-x-y}Gd_x)BO_3 \cdot Eu_y^{3+}$

[0022] 상기 화학식 1에서, x는  $0.1 < x < 0.7$ 이며, y는  $0.01 < y < 0.3$ 이다.

[0023] 먼저, 이트륨 전구체, 가돌리늄 전구체, 보론 전구체, यू로퓼 전구체 및 올레산 나트륨을 증류수에 용해시켜 전구체 혼합용액을 제조하는 단계에서, 상기 4종의 전구체를 상기 화학식 1의 몰비에 맞는 이트륨, 가돌리늄, 보론 및 यू로퓼의 양으로 칭량하여 증류수에 용해시킨다. 이트륨 전구체로는 이트륨을 포함하는 산화물,

아세트산염, 질산염 및 황산염 중에서 선택한 1종 이상을 사용할 수 있으며 바람직하기로는 질산염인  $Y(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ 를 사용하는 것이 좋다. 그리고 가돌리늄 전구체로는 가돌리늄을 포함하는 산화물, 아세트산염, 질산염 및 황산염 중에서 선택한 1종 이상을 사용할 수 있으며 바람직하기로는 질산염인  $Gd(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ 를 사용하는 것이 좋다. 또한 상기 형광특성을 부여하는 활성원소인 유로퓸의 전구체로는 유로퓸을 포함하는 산화물, 아세트산염, 질산염 및 황산염 중에서 선택한 1종 이상을 사용할 수 있으며, 보론 전구체로는 붕산 ( $H_3BO_3$ ), 붕소인산염 ( $BPO_4 \cdot xH_2O$ ) 및 탄화붕소 ( $CB_4$ ) 중에서 선택한 1종 이상을 사용할 수 있다.

[0024] 또한, 상기 화학식 1에서 x가 0.1미만이면 입자 크기 및 발광휘도 향상에 어려움이 있을 수 있으며, 0.7을 초과하면  $GdBO_3$ 로의 상 전이가 생길 수 있다. 또한 y가 0.01 미만이면 형광체의 발광특성이 나타나지 않는 문제가 있을 수 있고, 0.5를 초과하면 농도소둔(concentration quenching)에 의해 발광세기가 감소할 수 있다.

[0025] 상기 올레산 나트륨은  $(Y,Gd)BO_3:Eu^{3+}$  결정을 둘러싸 분산성을 유지시키는 역할을 한다. 뿐만 아니라 올레산 나트륨의 양이 많으면 반응 중 염기상태를 잘 유지시킬 수 있고 형광체의 수득량을 증가시킬 수 있다. 하지만 일정량 이상 사용하여도 증량에 따른 효과상의 실익이 미미하며, 반대로 올레산 나트륨의 양이 적으면 반응 종결 후 수득되는 형광체의 양이 적어질 수 있으므로, 증류수 100 mL 당 10 ~ 15 g의 올레산 나트륨을 사용하는 것이 바람직하다.

[0026] 상기 전구체 혼합용액에 벤질 알코올과 올레산을 첨가하여 혼합용액을 제조하는 단계에서, 벤질 알코올은 용매열 반응시 자연 증기압을 높이는 역할을 한다. 벤질 알코올의 첨가량은 증류수 100 mL 당 50 ~ 150 mL 가 좋은데, 벤질 알코올의 첨가량이 너무 적으면 자연 증기압 상승효과가 미미하며, 너무 많이 첨가하면 자생 압력 조절에 문제가 있을 수 있으므로 상기 범위를 선택하는 것이 바람직하다. 또한, 올레산은 적색형광체의 입자 형태를 결정하는 역할을 한다. 올레산이 너무 적게 첨가되거나 과량 첨가시에는 적색형광체 입자의 이방성 성장을 유도하므로 증류수 100 mL 당 50 ~ 150 mL 으로 첨가하는 것이 좋다.

[0027] 이때, 혼합용액은 증류수, 벤질 알코올 및 올레산을 용매로, 이트륨, 가돌리늄, 보론 및 유로퓸 양이온을 용질로 보았을 때 농도가 0.05 ~ 0.2 M 이 되도록 하는 것이 바람직한데, 농도가 너무 높거나 낮으면 합성된 형광체의 수득량에 큰 차이가 나므로 상기 범위의 농도를 선택하는 것이 좋다.

[0028] 벤질 알코올과 올레산을 첨가하여 제조된 혼합용액은 격렬한 교반과정을 거친 후, 200 ~ 230°C에서 6 ~ 12시간 동안 용매열 반응시킨다. 이때 바람직하기로는 오토클레이브 등을 사용하여 반응기의 압력을 200 ~ 400 psi 로 유지하는 것이 좋다. 반응온도가 200°C 미만이거나 반응시간이 6시간 미만인 경우 합성된  $YBO_3$ 의 수득량이 저하되거나 미반응 상이 존재하는 문제가 있을 수 있으며, 반응온도가 230°C를 초과하거나 반응시간이 12시간을 초과하는 경우 입자 크기 및 형상 조절에 문제가 있을 수 있다.

[0029] 혼합용액의 용매열 반응이 끝나면 원심분리 및 건조과정을 거쳐 분말 입자를 회수함으로써 상기 화학식 1로 표시되는 적색형광체를 얻을 수 있다.

[0030] 본 발명에 의해 제조된 구형 형태를 갖는 나노 크기의  $(Y,Gd)BO_3:Eu^{3+}$  적색형광체는 진공자외선 여기광원 하에서 발광하며, 고상합성법이 아닌 용매열 반응에 의해 제조됨으로써 짧은 잔광시간을 보이므로, 유기 용매에 분산시킨 후 투명한 기관 위에 코팅을 통해 형광막을 형성하면 3D 디스플레이 PDP용 발광재료로 유용하게 적용할 수 있다.

[0031] 이하, 본 발명을 실시예에 의거하여 더욱 상세히 설명하겠는바, 본 발명이 다음 실시예에 의해 한정되는 것은 아니다.

[0032] [실시예]

[0033] **실시예 1 :  $(Y_{0.85},Gd_{0.1})BO_3 : Eu^{3+}_{0.05}$  형광체의 제조**

[0034] 이트륨 : 가돌리늄 : 보론 : 유로퓸 원소의 몰비가 0.85 : 0.1 : 1 : 0.05의 혼합비로 되도록 이트륨 전구체인  $Y(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ , 가돌리늄 전구체인  $Gd(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ , 보론 전구체인 붕산 및 유로퓸 전구체인  $Eu(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ 를 비율대로 평량하고, 100 mL 증류수에 충분히 용해시켰다. 상기 용액에 올레산 나트륨을 15 g 평량하여 첨

가하여 주고 강하게 교반시켰다. 그리고 벤질 알코올 100 mL와 올레산 100 mL 을 첨가하고 1시간 동안 교반시켜 이트륨, 가돌리늄, 보론 및 유로퓸 양이온의 농도가 0.1 M 인 혼합용액을 제조하였다. 준비된 혼합용액을 210℃에서 12시간 동안 반응시켰다. 상기에서 반응이 끝난 혼합물에 에탄올을 충분히 첨가하고 17000 rpm의 조건에서 15분간 원심분리를 진행한 후, 오븐에서 120℃에서 1시간 동안 건조시키고 충분히 분쇄 처리하여 조성이  $(Y_{0.85}, Gd_{0.1})BO_3 : Eu^{3+}_{0.05}$ 인 구형의 나노 크기의 적색형광체를 제조하였다.

[0035] 실시예 2 ~ 6 :  $(Y_{0.95-x}, Gd_x)BO_3 : Eu^{3+}_{0.05}$  형광체의 제조

[0036] 상기 실시예 1과 동일하게 실시하되, 모체에 다양한 양의 가돌리늄을 첨가하여 조성이  $(Y_{1-x}, Gd_x)BO_3 : Eu^{3+}_{0.05}$ 인 서브마이크론 이하의 입자크기 및 구형 형태를 가지는 적색형광체를 제조하였다. 구체적인 조성비는 하기 표 1과 같다.

[0037]  
[0038] 비교예 1

[0039] 상기 실시예 1과 동일하게 실시하되, 모체에 가돌리늄을 첨가하지 않고 용매열 반응을 이용하여  $Y_{0.95}BO_3 : Eu^{3+}_{0.05}$ 의 조성을 갖는 적색형광체를 제조하였다.

[0040] 비교예 2

[0041] 상용  $YBO_3 : Eu^{3+}$ 의 적색형광체(Phosphor Technology)를 대조군으로 선택하였다.

[0042] 물성측정실험

[0043] 실험예 1 : 상대휘도 및 입자형태 측정

[0044] 상기 실시예 1 ~ 6 및 비교예 1에서 제조한 적색형광체와 비교예 2의 상용 적색형광체의 147 nm 진공자외선 여기 에너지 하에서의 상대휘도, 입자형태와 크기를 측정하고 그 결과를 도 1 ~ 5 및 하기 표 1에 나타내었다. 이때, 상대휘도는 PSI社의 UV2501를 사용하여 비교예 1에서 제조한 적색형광체의 휘도를 100으로 하여, 147nm 여기조건에서 측정된 발광강도를 비교기준으로 하여 나타낸 것이다. 입자형태 및 크기는 SEM 을 이용하여 측정하였다.

표 1

구분	조성식	상대휘도 (147 nm 여기)	평균입경	입자형태
실시예 1	$(Y_{0.85}, Gd_{0.1})BO_3 : Eu^{3+}_{0.05}$	141%	300 ~ 400nm	구형
실시예 2	$(Y_{0.75}, Gd_{0.2})BO_3 : Eu^{3+}_{0.05}$	130%	300 ~ 400nm	구형
실시예 3	$(Y_{0.65}, Gd_{0.3})BO_3 : Eu^{3+}_{0.05}$	163%	300nm	구형
실시예 4	$(Y_{0.55}, Gd_{0.4})BO_3 : Eu^{3+}_{0.05}$	115%	300nm	구형
실시예 5	$(Y_{0.45}, Gd_{0.5})BO_3 : Eu^{3+}_{0.05}$	117%	250 ~ 300nm	구형
실시예 6	$(Y_{0.25}, Gd_{0.7})BO_3 : Eu^{3+}_{0.05}$	117%	200 ~ 250nm	구형
비교예 1	$Y_{0.95}BO_3 : Eu^{3+}_{0.05}$	100%	400 ~ 500nm	구형

[0046] 도 1은 147 nm의 여기하에서 모체에 치환되는 가돌리늄의 양에 따른 실시예 1 ~ 6 에서 제조한 적색형광체의 발광휘도를 측정 결과이다. 모체에 치환되는 가돌리늄의 몰비가 0.3 인 실시예 3에서 발광휘도가 가장 높은 것을 알 수 있다. 도 2는 가장 좋은 발광휘도를 보이는 실시예 3과 모체에 가돌리늄이 첨가되지 않은 비교예 1의 발광휘도를 나타낸 것이며, 각각의 상대휘도를 상기 표 1에 정리하였다. 본 발명의 적색형광체는 비교예 1과 비교하여 최대 163%의 상대휘도를 나타냄을 알 수 있다.

[0047] 또한 상기 표 1에서 보이듯이 실시예 1 ~ 6 및 비교예 1에서 제조된 적색형광체는 모두 구형의 입자형태를 가지나 모체에 치환되는 가돌리늄의 양이 증가할수록 입자크기가 감소하는 것을 알 수 있다. 이는 가돌리늄이 치환될수록 생성물의 밀도가 증가하고 이에 따라 핵 형성 밀도가 증가하기 때문이다. 도 3은 실시예 1에서 제조한 적색형광체의 SEM 이미지로서, 구형의 입자형태 및 300 ~ 400 nm 의 입자크기를 보이는 것을 알 수 있다. 이는 투명 형광막 제작에 적용이 가능한 입자형태 및 크기이다. 도 4는 가장 좋은 입자크기를 보이는 실시예 6의 SEM 이미지로서, 200 nm의 크기를 나타내는 것을 알 수 있다. 도 5는 비교예 2의 상용 적색형광체의 SEM 이미지로서, 입자크기가 실시예 1에서 제조한 적색형광체 보다 크고, 불균일한 입도분포를 보임을 알 수 있다.

[0048] 실험예 2 : 잔광시간 측정

[0049] 가장 우수한 발광휘도를 보이는 실시예 3에서 제조한 적색형광체, 가돌리늄을 첨가하지 않은 비교예 1에서 제조한 적색형광체 및 비교예 2의 상용 적색형광체의 잔광시간을 Tektronix社의 DPO3014를 사용하여 측정하고 그 결과를 도 6 및 하기 표 2에 나타내었다.

표 2

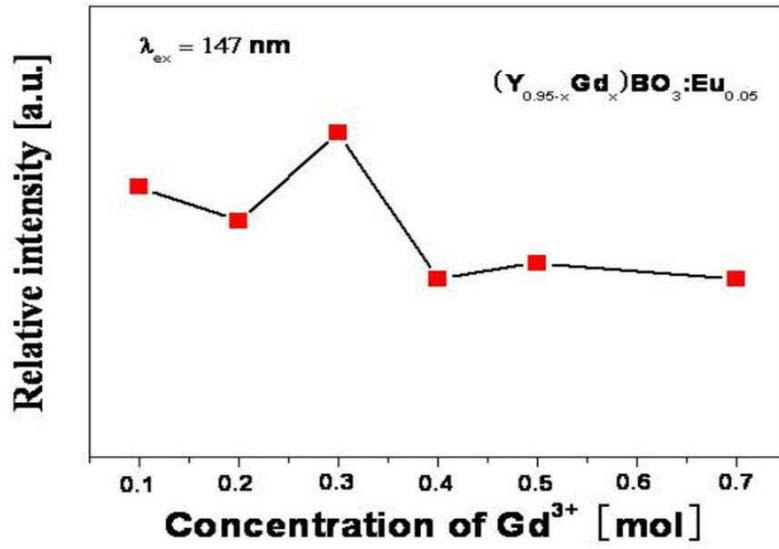
구분	조성식	잔광시간
실시예 3	$(Y_{0.65}, Gd_{0.3})BO_3 : Eu^{3+}_{0.05}$	2.8 ms
비교예 1	$Y_{0.95}BO_3 : Eu^{3+}_{0.05}$	1.7 ms
비교예 2	상용 $YBO_3 : Eu^{3+}$	7 ms

[0051] 도 6 및 상기 표 2의 결과를 보면, 실시예 3의 잔광시간은 비교예 1보다는 다소 길지만 비교예 2의 상용 적색형광체에 비해서는 크게 짧아지는 결과를 나타냈다. 이로써  $YBO_3 : Eu^{3+}$  상용 적색형광체가 일반적으로 가지는 잔광시간으로 인해 잔상이 남는 현상을 방지할 수 있고, 특히 최근에 단잔광 특성이 요구되는 3D 디스플레이 PDP에 적용이 가능함을 알 수 있다.

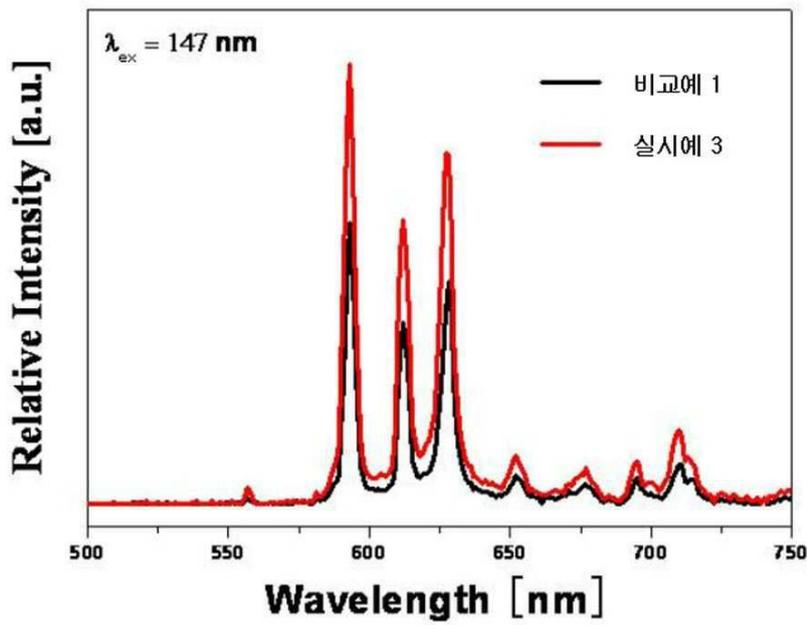
[0052] 결국 본 발명에 의해 제조된 적색형광체는 모체에 가돌리늄을 함유함으로써 형광막으로 성형하기 좋은 서브마이크론 이하의 입자크기 및 구형 형태를 가지며, 147 nm 여기하에서 우수한 발광강도를 보이면서도 용매열 반응을 이용하여 제조함으로써 짧은 잔광시간을 나타내므로, 평판 디스플레이 소재, 특히 3D 디스플레이 PDP용 발광재료로 유용하게 적용가능함을 확인할 수 있었다.

도면

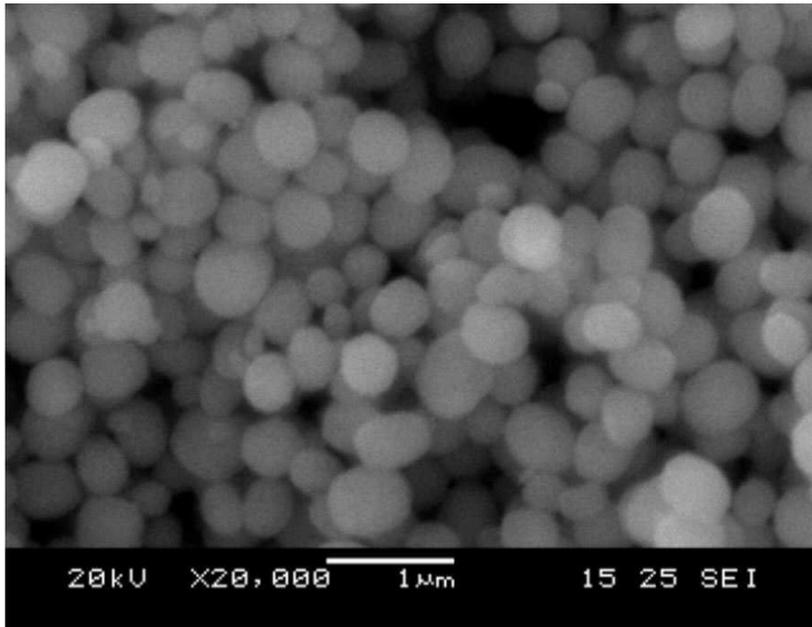
도면1



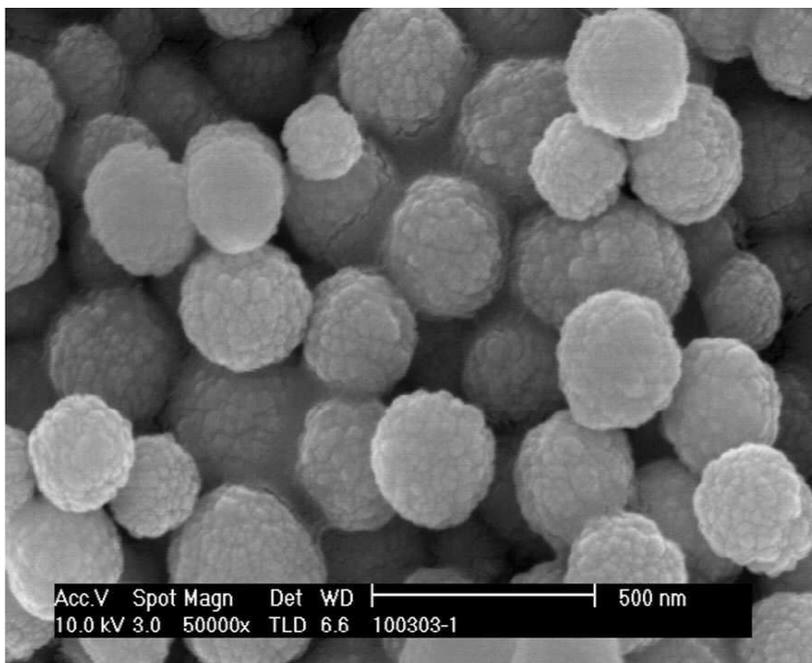
도면2



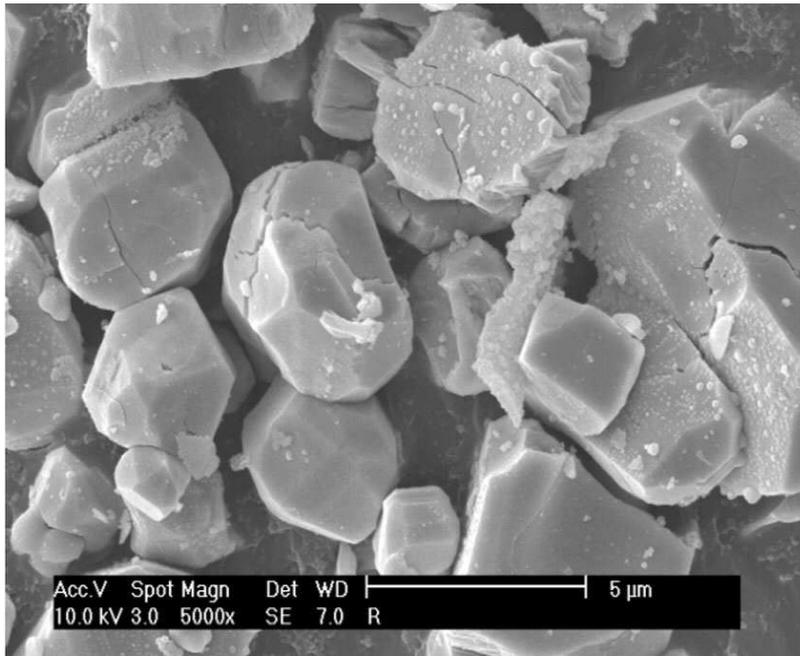
도면3



도면4



도면5



도면6

