



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0051672
(43) 공개일자 2013년05월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C09K 11/77 (2006.01) *C09K 11/80* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0116953

(22) 출원일자 2011년11월10일

심사청구일자 2011년11월10일

(71) 출원인

인천대학교 산학협력단

인천광역시 연수구 아카데미로 119, 11호 12 (송도동)

(72) 발명자

김강우

인천광역시 연수구 아카데미로 119, 11호 12 내 (송도동, 인천대학교)

이중철

인천광역시 서구 가좌2동 11번지 한신희플러스 아파트 215동 802호

임시만

서울특별시 관악구 봉천로31길 7 (봉천동)

(74) 대리인

김태원

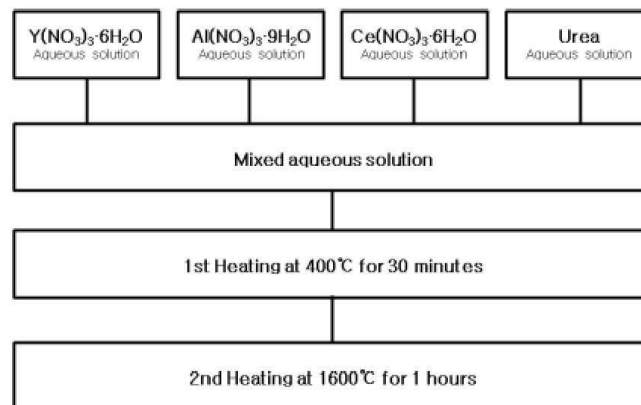
전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 발명의 명칭 **요소를 이용한 액상법에 의한 YAG계 형광체 입자 크기 조절 및 그 제조방법**

(57) 요약

본 발명은 GaN계 청색 여기용 광원으로 적합한 YAG계 형광체(phosphor)를 요소(urea)를 이용한 액상반응법(liquid-state-reaction method)으로 합성하는 방법, 도핑 원소인 Ce가 포함된 YAG 형광체의 합성 및 입자 크기 조절에 관한 것으로, 적은 에너지를 사용하여 고품질의 형광체를 제조할 수 있는 방법 및 그들의 입자 크기를 조절할 수 있는 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다. 본 발명의 제조방법은 출발물질[Y(NO₃)₃·6H₂O, Al(NO₃)₃·9H₂O, Ce(NO₃)₃·6H₂O, Urea]을 최소한의 증류수에 용해한 후, 약 400℃ 온도의 전기로 속에서 가열하여 전구체(precursor)를 얻은 다음, 1100℃ 이상의 온도로 고온전기로에서 소성시켜 YAG:Ce 형광체를 제조하는 공정으로 이루어진다. 전구체 제조공정 및 소성 온도와 소성 시간을 달리해 줌으로써 50nm에서 4μm에 이르는 다양한 입자 크기의 YAG:Ce 형광체를 합성할 수 있는 것이다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2011-3-5-1
부처명	교육과학기술부/지식경제부
연구사업명	산학협력중심대학육성사업(기술개발과제)
연구과제명	LED 용 YAG:Ce 무기 형광체 개발
주관기관	인천대학교 산학협력단
연구기간	2011.03.01 ~ 2011.10.31

특허청구의 범위

청구항 1

YAG:Ce 분말의 제조방법에 있어서,

출발물질인 $Y(NO_3)_3$, $Al(NO_3)_3$, $Ce(NO_3)_3$ 와 요소(urea)수용액을 혼합하는 단계;

상기 혼합된 출발물질 수용액을 전기로로 1차 열처리하는 단계;

전구체를 2차 열처리하는 단계를 포함하여,

형광체 입자 크기 50nm~4 μ m의 균질한 YAG:Ce 형광체 분말을 제조하는 것을 특징으로 하는 요소를 이용한 액상법에 의한 형광체 제조방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 1차 열처리는 400℃에서 30분간 수행되고, 2차 열처리는 일정한 승온온도(10℃/min)로 1100℃, 1200℃, 1400℃, 1600℃에서 1시간 동안 수행되는 것을 특징으로 하는 요소를 이용한 액상법에 의한 형광체 제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 형광체 입자의 크기는 리플럭스(reflux) 공정을 추가시켜 증가시킬 수 있는 것을 특징으로 하는 요소를 이용한 액상법에 의한 형광체 제조방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 백색 LED 제품용 원료재인 YAG계 형광체 제조 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 적은 에너지로 간단하게 YAG계 형광체를 생산할 수 있는 제조방법 및 소성 온도와 소성 시간의 변화 또는 제조 공정상의 변화를 통한 형광체 입자 크기 조절 방법을 제공하는 요소를 이용한 액상법에 의한 TAG계 형광체 입자 크기 조절 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 무기물 형광체는 주인 격자(host lattice) 물질과 적절한 위치에 불순물로 혼입되어 있는 활성제(activator)로 구성된다. 여기서 활성제의 역할은 발광과정에 관여하는 에너지 준위를 결정하여 발광 색을 결정하며 발광효율에 상당한 영향을 미친다. 때로는 주인 격자 물질 내의 전하 균형을 위해서 부활성제(co-activator)가 첨가되기도 한다.

[0003] 통상 사용되는 조명용 LED는 휘도가 최소 70~80 lm/W 정도가 요구되기 때문에, 여기 광원용 형광체는 360~400nm 사이의 파장에서 발광 특성이 우수하며 높은 신뢰성을 가져야 한다. 그런데 황화물 계열의 형광체들은 여기 전자에 의해 열화현상이 발생하여 휘도가 저하되기도 한다. 한편, 발광중심 원소인 부활제로서 3가의 세륨에 의해 활성화된 YAG:Ce(yttrium aluminium garnet:cerium, 야그세륨)이 사용되는데, 상기 야그세륨은 구조적으로 열적 안정성과 높은 휘도 특성 때문에 청색 여기 광원용(450~470nm) 형광체로서 사용되며, 상업용 시장에서 이른바 “백색 발광다이오드(white LED)”에 이용되고 있는 잘 알려진 황색 형광체이다.

[0004] 종래의 YAG:Ce 형광체는 일반적으로 고상반응법(solid-state-reaction method)을 이용하여 1600℃보다 높은 고온에서 제조된다. 이러한 고온의 고상 반응법으로 제조하는 경우 불충분한 혼합 및 원료물질의 낮은 반응성으로 인하여 $Y_4Al_2O_9$ (YAM) 및 $YAlO_3$ (YAP)와 같은 몇 가지 중간 상(intermediate phase)이 생성물 조성에 쉽게 포함될 수 있다. 또한, 합성된 형광체의 입자 크기는 균일하지 않고, 예를 들어 분포에 있어서 평균입자크기(D 50)가 대략 5 μ m일 때 전형적으로 약 1 내지 10 μ m의 넓은 분포 범위를 나타낸다.

[0005] 또한, 종래의 관련업계에선 액상반응법(liquid-state-reaction method)의 경우 형광체의 입자 크기를 조절할 수 없다고 알려져 왔다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해 본 발명에서는 요소(urea)를 이용한 액상반응법을 사용하였는데, 이에 따라 고상 반응법과 비교하여 상대적으로 낮은 온도에서 입자 크기의 분포가 좁은 실질적으로 순수한 YAG 형광체를 제조할 수 있었고, 입자 크기를 조절하여 50nm에서 4 μ m에 이르는 다양한 입자 크기의 YAG 형광체를 제조할 수 있게 되었다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명에 따른 YAG:Ce 분말의 제조방법에 있어서, 출발물질인 $Y(NO_3)_3$, $Al(NO_3)_3$, $Ce(NO_3)_3$ 와 요소(urea)수용액을 혼합하는 단계; 상기 혼합된 출발물질 수용액을 전기로로 1차 열처리하는 단계; 전구체를 2차 열처리하는 단계를 포함하며, 형광체 입자 크기 50nm-4 μ m의 균질한 YAG:Ce 형광체 분말을 제조하는 것을 특징으로 한다.

[0008] 또한, 본 발명의 상기 1차 열처리는 400℃에서 30분간 수행되고, 2차 열처리는 일정한 승온온도(10℃/min)로 1100℃, 1200℃, 1400℃, 1600℃에서 수행되는 것을 특징으로 한다.

[0009] 또한, 본 발명의 상기 형광체 입자의 크기는 리플럭스(reflux) 공정을 이용하여 증가시킬 수 있는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0010] 본 발명의 요소를 이용한 액상법의 형광체 제조방법은 액상반응법으로서 고상반응법(solid-state-reaction method)과 비교하여, YAG 매트릭스 내에 활성자인 Ce^{3+} 의 분포를 향상시키기 위한 더욱 균질한 혼합환경(mixing environment)을 제공하는 장점이 있어 재현성과 형태 및 크기를 조절하는데 유리한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명에 의한 형광체 제조공정 흐름도이다.

도 2는 본 발명에 의한 리플럭스(reflux) 공정을 추가한 형광체 제조공정 흐름도이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 의해 제조된 YAG:Ce 형광체의 X선 회절분석(XRD) 도표를 도시하는 도면이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 의해 제조되고 1100℃, 1200℃, 1400℃, 1600℃에서 열처리한 YAG:Ce 형광체의 SEM(Scanning Electron Microscopy) 사진을 도시하는 도면이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 의해 제조되고 1100℃에서 열처리한 YAG:Ce 형광체의 SEM 사진을 도시하는 도면이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 의해 제조되고 1600℃에서 열처리한 YAG:Ce 형광체의 SEM 저 배율 사진과 리플럭스 과정을 거친 후 1600℃에서 열처리한 YAG:Ce 형광체의 SEM 저 배율 사진을 도시하는 도면이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 의해 제조되고 1000℃, 1200℃, 1400℃, 1600℃에서 열처리한 YAG:Ce 형광체의 PL(Photoluminescence) 도표를 보여주는 도면이다.

도 8은 본 발명의 실시예에 의해 제조되고 1100℃, 1600℃에서 열처리한 YAG:Ce 형광체의 PL과 리플럭스 과정을 거친 후 1600℃에서 열처리한 YAG:Ce 형광체의 PL 도표를 보여주는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 상기한 바와 같은 기술적 과제를 달성하기 위해 수행된 본 발명의 YAG:Ce 형광체 제조방법은 출발 물질인 질산이트륨, 질산 세륨, 질산알루미늄과 요소(urea) 수용액을 혼합하는 단계; 상기 혼합된 출발물질 수용액을 전기로에 넣어 착화하지 않는 온도 범위(400℃) 내에서 30분간 1차 열처리하는 단계; 상기 1차 열처리 후 얻은 전구체를 알루미늄 도가니에 담아 일정한 승온 속도(10℃/min)로 최종온도에서 1시간 동안 2차 열처리(1100℃, 1200

℃, 1400℃, 1600℃)하는 단계를 거쳐 50~100nm, 0.5~1μm의 균질한 YAG:Ce 형광체 분말을 제조할 수 있다.

[0013] 또한, 질산 이트륨, 질산 세륨, 질산알루미늄과 요소(urea) 수용액을 혼합하는 단계; 상기 혼합된 출발물질 수용액을 젤 화하지 않는 온도 내에서 6시간 리플렉스(reflux)를 하는 단계; 상기 리플렉스한 수용액을 전기로에 넣어 착화하지 않는 온도 범위(400℃) 내에서 30분간 1차 열처리하는 단계; 상기 1차 열처리 후 얻은 전구체를 알루미늄 도가니에 담아 일정한 승온속도(10℃/min)로 최종 온도에서 1시간 동안 2차 열처리(1600℃)하는 단계를 거치면 1~2μm의 균질한 YAG:Ce 형광체 분말을 제조하는 것이 가능하다.

[0014] 이러한 본 발명의 방법은 출발물질인 금속염들과 요소를 최소한의 물에 녹여 수용액 상태로 사용하는데, 이는 수용액 상에서 이온으로 녹아 있을 때 금속성분들의 가장 완벽한 혼합이 이루어지기 때문이다. 따라서 매우 균질한 혼합이 가능하고, 이렇게 완전 균일혼합이 이루어진 용액은 착화되지 않는 온도 이내로의 가열에 따라 용매와 열분해에 따른 기체성분들이 휘발되어 제거되고, 반응용기 안에는 금속성분 산화물들이 고루 섞인 복합 산화물의 고순도 미분이 전구체로 얻어진다. 이를 고온에서 2차 열처리할 경우 균질한 YAG:Ce 형광체를 얻을 수 있다.

[0015] 또한, 출발물질을 수용액 상태로 녹여 사용하기 때문에 화학적 조성을 맞추기가 용이하며, 큰 분자량의 유기물질이 배위 결합한 유기 금속염을 사용하지 않기 때문에 수득율이 높다.

[0016] 또한, 공정이 단순하고 출발물질 혼합물을 상온에서 합성하기 때문에 제조장비가 극히 단순하여 제조비가 저렴하다.

[0017] 이하 본 발명의 실시예인 구성과 그 작용을 첨부도면에 연계시켜 상세히 설명하면 다음과 같다.

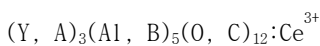
[0018] 도 1은 본 발명에 따른 YAG:Ce 형광체 분말제조공정의 한 예를 나타낸 공정도로서, 요소를 이용한 액상법에 의한 균질한 YAG:Ce 형광체 분말의 제조공정을 나타내고 있다. 도시된 공정에서 보는 바와 같이 본 발명의 특징은 고상법과 비교하여 상대적으로 낮은 1100℃ 온도에서 입자 크기의 분포가 좁은 실질적으로 순수한 YAG:Ce 형광체를 제조하는 것이다. 즉, 요소를 포함하는 수용액을 착화하지 않는 범위 내의 온도(400℃)에서 열처리하여 전구체를 합성하고, 전구체를 일정한 승온속도(10℃/min)로 1100℃ 이상에서 열처리하게 되면 YAG:Ce 형광체 분말의 합성이 가능하다. 또한, 도 2의 공정도에 도시되어 있는 것처럼 젤화되지 않는 온도(액체 온도, 70~150℃)에서 리플렉스(reflux) 과정을 거치는 경우에는 형광체의 입자 크기를 더욱 크게 키울 수 있다.

[0019] 보다 구체적인 각 단계를 설명하면 다음과 같다.

[0020] 먼저, 형광체의 제조를 위한 시료들은 질산 이트륨, 질산알루미늄, 질산 세륨 등을 사용하였으며 이들은 모두 순도 99.99% 이상의 고순도의 것을 구입하여 사용하였으며, 요소(urea)의 순도는 98% 이상(연소 후 잔량 0.01% 미만)의 것을 구입하여 사용하였다.

[0021] 상기에서 준비한 금속성분 원료 용액들과 요소를 Y:Al:Urea = 3:5:20이 되도록 섞어서 실험에 사용하였으며, 금속염들은 조합화학방법(combinatorial chemistry method)에 의해 조성을 결정하였다. 일반식은 다음과 같다.

[0022] 일반식 1



[0024] 상기 식에서, 상기 A는 Tb, Gd, Sm, La, Sr, Ba, Ca으로 이루어진 군에서 선택된 것이고, A는 0.1 내지 100%의 함량으로 Y에 대해 치환되는 것이고; B는 Si, Ge, B, P, Ga으로 이루어진 군에서 선택된 것이고, B는 0.1 내지 100%의 함량으로 Al에 대해 치환되는 것이며; C는 F, Cl, N, S로 이루어진 군에서 선택된 것이고, C는 0.1 내지 100%의 함량으로 O에 대해 치환되는 것이다.

[0025] 부활성제는 3가 Ce 대신에 3가 Tb, 3가 Eu, 또는 3가 Tm이 사용될 수 있다.

[0026] 본 발명의 단계는 전술한 바와 같이 출발물질인 $Y(NO_3)_3$, $Al(NO_3)_3$, $Ce(NO_3)_3$ 와 요소(urea) 수용액을 혼합하는 단계; 상기 혼합된 출발물질 수용액을 전기로에 넣어 착화하지 않는 온도(400℃) 범위 내에서 30분간 1차 열처리하는 단계; 1차 열처리 후 얻은 전구체를 알루미늄 도가니에 담아 일정한 승온속도(10℃/min)로 최종 온도에서 1시간 동안 2차 열처리(1100℃, 1200℃, 1400℃, 1600℃)하는 단계로 구성된다.

[0027] 상기 출발물질이 균일하게 혼합된 용액은 두 단계의 열처리 과정을 거쳐 입자 크기가 비교적 균질한 YAG:Ce 형광체가 된다.

- [0028] 제1단계는 도 1에 도시된 공정에서 보는 바와 같이 출발물질이 균일하게 혼합된 용액을 착화하지 않는 온도(400℃) 범위 내에서 30분간 1차 열처리하는 과정이다.
- [0029] 상기 금속질산염과 요소의 혼합 수용액을 가열해서 혼합물의 온도가 100℃ 이상이 되면 급격히 물이 증발됨에 따라 요소의 리간드(ligand) 및 용매로서의 역할이 증가하게 되고 이에 따라 100℃ 이상의 온도에서도 어느 정도 균일 용액을 형성하게 해준다. 이 후 온도가 더욱더 올라감에 따라 급격히 발열 분해 반응이 일어나 질산염 및 요소의 열분해 기체성분이 휘발되어 제거되는데 사실상 이 단계는 단시간(수 분) 내에 이루어지기 때문에 편석(화학적 조성이 고르지 않게 되는 현상) 될 여유 없이 용액상태의 균일 혼합성이 그대로 유지된다.
- [0030] 제2단계는 위에서 만들어진 비연소 분해 산물 전구체(비정질)를 이용하여 일정한 승온속도(10℃/min)로 최종 온도에서 1시간 동안 열처리(1100℃, 1200℃, 1400℃, 1600℃)하여 결정질 복합산화물 YAG:Ce(야그세륨) 형광체를 만든다.
- [0031] 도 2는 위에서 상술한 바와 같이, 도 1의 공정에 리플렉스 공정을 추가한 공정을 나타내며, 도 3의 XRD 패턴을 보면 800℃까지 가열한 산물은 비정질 상이며 1000℃ 이상으로 가열하였을 때 비로소 YAG 상이 얻어졌다. 그러나 1000℃에서는 YAG 상 외에 다른 상도 발견되었으며 이것은 주로 YAP 상이었으며 시간이 경과함에 따라 YAP 상의 피크가 줄어드는 것을 알 수 있다. 그러나 비교적 장시간 가열한 시료도 역시 YAP가 존재하는 혼합상인 것으로 보아 1000℃에서는 단일상의 YAG를 얻기 어려운 것으로 판단된다.
- [0032] 결국, 1100℃ 이상의 온도에서 비로소 YAG 단일상이 나타나는 것을 알 수 있다. 또한, 소성시간을 10분 정도만 유지하여도 쉽게 YAG 결정상을 얻을 수 있음을 확인하였다.
- [0033] 도 4의 SEM 이미지를 보면 1200℃에서는 100nm이상의 형광체가 약간씩 보이며, 1400℃에서 합성한 형광체는 0.5 μm 크기인 것을 알 수 있으며, 1600℃에서 합성한 형광체는 0.5-1 μm 크기인 것을 알 수 있다.
- [0034] 도 5의 고배율 FE-SEM 이미지를 통하여 1100℃에서 합성된 YAG:Ce의 입자 크기는 50-100nm인 것을 알 수 있으며, 매우 균질한 것을 알 수 있다.
- [0035] 도 6(a)의 SEM 이미지와 같이 리플렉스 과정을 거친 후 2차 열처리를 1600℃에서 시행하는 경우에는 1-2 μm로 입자 크기가 커진 YAG:Ce 형광체를 얻을 수 있다. (도 6(b)는 리플렉스를 거치지 않고 제조된 YAG:Ce 형광체의 SEM 이미지로서 비교를 위해 제시되었다.)
- [0036] 도 7은 1000℃, 1200℃, 1400℃, 1600℃에서 열처리한 YAG:Ce 형광체의 PL(Photoluminescence) 도표로서 잘 알려진 YAG:Ce의 여기(excitation) 파장인 450nm의 빛으로 여기시켰고 460-700nm에서 발광(emission)하는 것을 확인한 결과 고온에서 합성한 형광체의 경우 더욱 좋은 형광 특성을 나타내는 것을 알 수 있다. 또한, 1000℃에서 합성한 형광체의 경우에도 산화가 덜 되었지만 형광특성을 나타내는 것을 알 수 있다. 세륨 3가 금속 농도의 경우 널리 이미 잘 알려진 대로 최적의 화학량론인 0.03mol이 되도록 합성하였다. 이는 세륨이 0.06mol 이상일 경우 세륨 3가가 형광체 모체에 killer 작용을 함으로써 발광휘도를 감소시키기 때문이며, 적정량 이상으로 활성제를 첨가할 경우 격자 내의 이트륨 3가와 치환되는 세륨 3가의 이온반경의 차이로 인한 격자의 비틀림 현상이 관찰되기도 하며 형광체 발광 피크의 파장 위치가 이동하기도 한다.
- [0037] 도 8은 1100℃, 1600℃에서 열처리한 YAG:Ce 형광체의 PL과 리플렉스 과정을 거친 후 1600℃에서 열처리한 YAG:Ce 형광체의 PL 도표이며, 리플렉스의 과정을 거친 후 1600℃에서 열처리한 형광체의 경우 리플렉스 과정을 거치지 않고 1600℃에서 열처리한 YAG:Ce 형광체와 비교하여 형광특성이 약간 저조하며 리플렉스 과정을 거치지 않고 1100℃에서 열처리한 경우와 비슷한 피크를 나타내는 것을 알 수 있다.
- [0038] 따라서, 본 발명의 방법은 기존의 형광체 제조방법보다 훨씬 간단한 공정으로 형광체를 얻을 수 있고 제조 조건도 연소법의 경우보다 까다롭지 않으므로 이들의 활용은 공업적 제법으로 유망하다.
- [0039] 다음은 본 발명에 대한 실시예를 설명한다.
- [0040] (실시예 1)
- [0041] 비이커에 $Y(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ 2.2751g의 수용액과 $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ 3.7513g의 수용액, $Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ 0.0260g의 수용액의 혼합용액을 요소 2.4042g과 혼합하여 반응로의 온도를 400℃로 하여 30분간 착화하지 않는 조건 하에서 가열하여 1.186g의 복합산화물 전구체를 제조하였다. 이 후 전구체를 일정한 승온속도(10℃/min)로 가열한 후 반응로의 온도를 1100℃에서 1시간 동안 가열하면 입자 크기가 50-100nm의 균질한 YAG:Ce 형광체 분말 0.918g을 얻을 수 있게 된다.

[0042] (실시예 2)

[0043] 비이커에 $Y(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ 2.2751g의 수용액과 $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ 3.7513g의 수용액, $Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ 0.0260g의 수용액의 혼합용액을 요소 2.4042g과 혼합하여 반응로의 온도를 $400^\circ C$ 로 하여 30분간 착화하지 않는 조건 하에서 가열하여 1.186g의 복합산화물 전구체를 제조하였다. 이 후 전구체를 일정한 승온속도($10^\circ C/min$)로 가열한 후 반응로의 온도를 $1600^\circ C$ 에서 1시간 동안 가열하면 입자 크기가 $0.5-1\mu m$ 의 균질한 YAG:Ce 형광체 분말 0.927g을 얻을 수 있게 된다.

[0044] (실시예 3)

[0045] 비이커에 $Y(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ 2.2751g의 수용액과 $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ 3.7513g의 수용액, $Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ 0.026g의 수용액의 혼합용액을 요소 2.4042g과 혼합하여 젤화하지 않는 온도범위(액체 온도, $70-150^\circ C$) 내에서 6시간 리플렉스한 후 반응로의 온도를 $400^\circ C$ 로 하여 30분간 착화하지 않는 조건 하에서 가열하여 1.186g의 복합산화물 전구체를 제조하였다. 이 후 전구체를 일정한 승온속도($10^\circ C/min$)로 가열한 후 반응로의 온도를 $1600^\circ C$ 에서 1시간 동안 가열하면 입자 크기가 $1-2\mu m$ 의 균질한 YAG:Ce 형광체 분말 0.924g을 얻을 수 있게 된다.

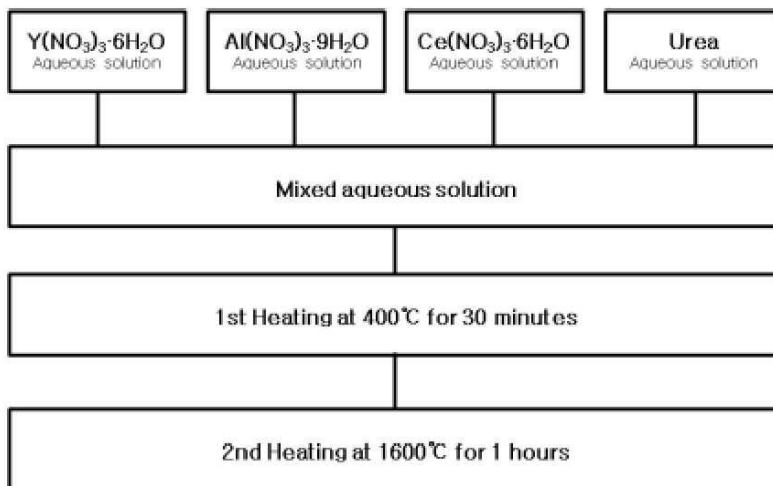
[0046] 본 발명은 상술한 특성의 바람직한 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변형은 청구범위 기재의 범위 내에 있게 된다.

산업상 이용가능성

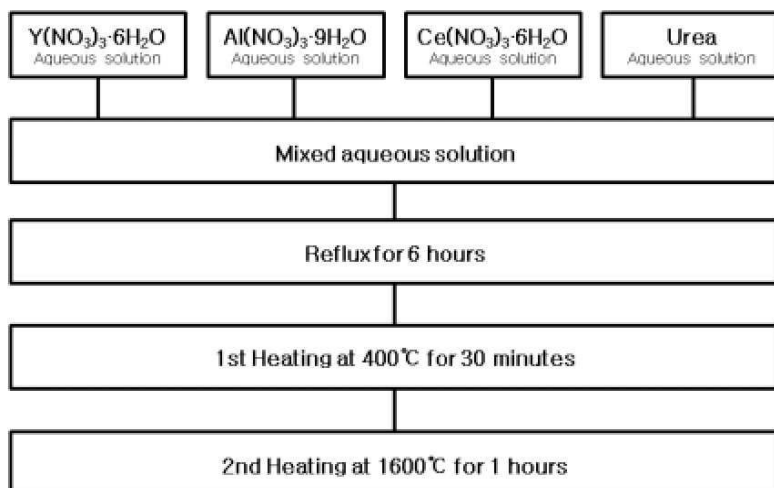
[0047] 본 발명은 적은 에너지를 사용하여 고품질의 형광체 제조분야에 사용될 수 있다.

도면

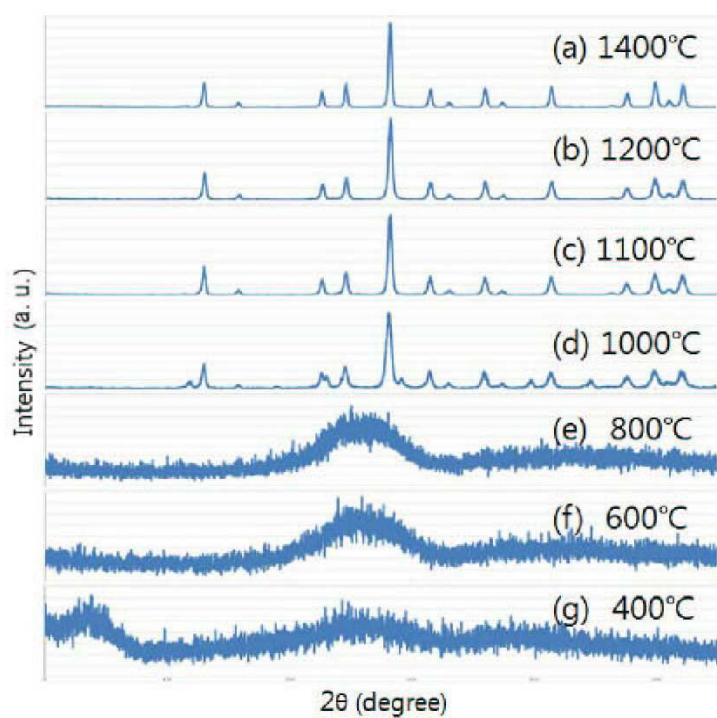
도면1



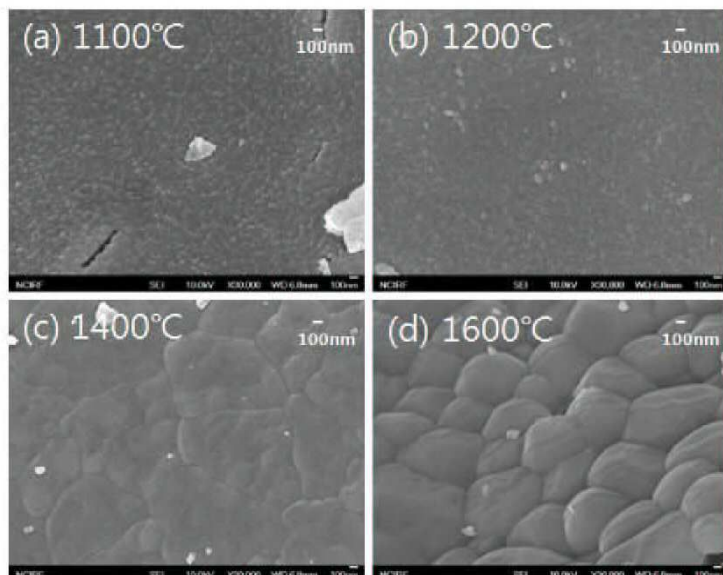
도면2



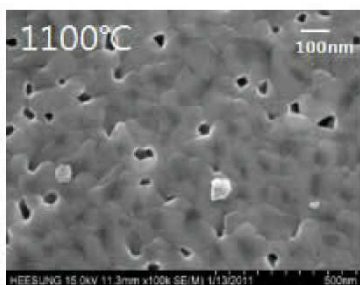
도면3



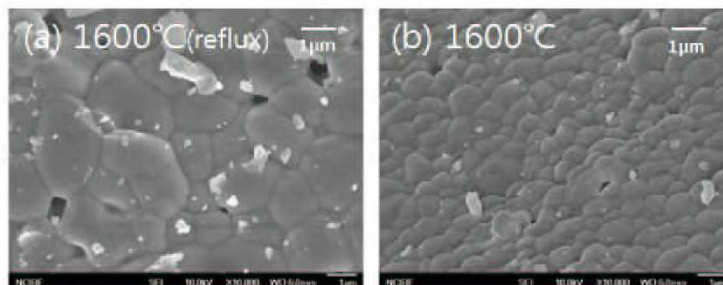
도면4



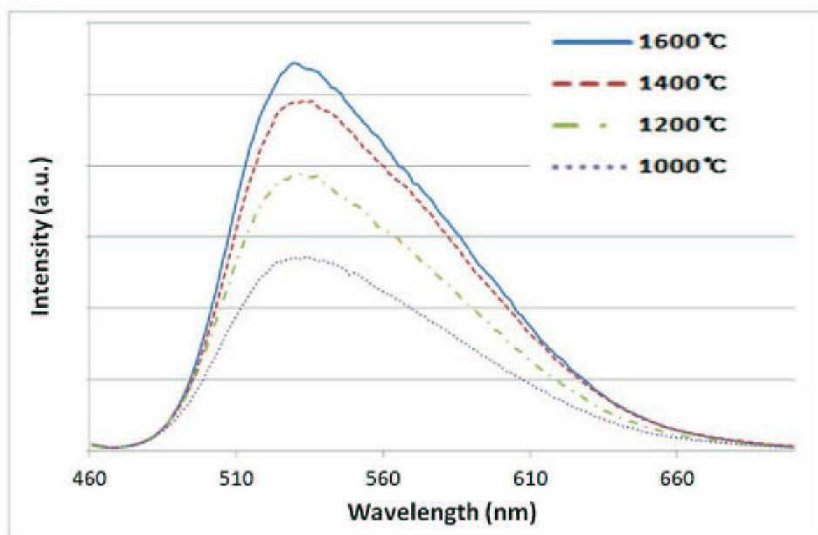
도면5



도면6



도면7



도면8

