

## 환원성분위기에서 $\text{Sr}_3\text{SiO}_5 : \text{Eu}^{2+}$ 형광체의 직접합성

장은주, 정훈일

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《최신과학기술에 기초하여 에너르기생산방식을 개선하며 나라의 경제를 에너르기절약형으로 전환하여야 합니다.》(《조선로동당 제7차대회에서 한 중앙위원회사업총화보고》 단행본 47페이지)

현재 흰빛조명으로 널리 리용되고있는 레드등은 청색발광2극소자우에  $\text{YAG} : \text{Ce}^{3+}$  황색형광체를 입힌것이다. 일반적으로  $\text{YAG} : \text{Ce}^{3+}$  황색형광체는 원가가 높고 소광온도가 낮으며 발광색의 현색성으로 하여 황적색형광체를 배합하여야 하는 부족점이 있다.[1, 2]

$\text{Sr}_3\text{SiO}_5 : \text{Eu}^{2+}$  황적색형광체는  $\text{YAG} : \text{Ce}^{3+}$  황색형광체보다 원가가 훨씬 낮고 소광온도가 높은 우점이 있지만 두단계에 걸쳐 소성되고 1 600℃의 높은 온도에서 합성되는것으로 하여 공업화하기 어려운 결함이 있다.[3]

우리는 환원성분위기의 비교적 낮은 소성온도에서 직접소성법으로  $\text{Sr}_3\text{SiO}_5 : \text{Eu}^{2+}$  황적색형광체를 제조하고 형광체의 발광특성에 미치는 합성조건의 영향을 평가하였다.

### 실험 방법

시료로는  $\text{SrCO}_3$ (분석순),  $\text{SiO}_2$ (분석순),  $\text{Eu}_2\text{O}_3$ (99.5%),  $\text{H}_3\text{BO}_3$ (분석순)을 리용하였다.

형광체는 고온고상법으로 제조하였다.

먼저 원료들을 화학량론비  $\text{Sr}_{2.93}\text{SiO}_5 : 0.07\text{Eu}^{2+}$ 에 따라 평량하고 시료의 8%(질량) 되게  $\text{H}_3\text{BO}_3$ 을 첨가하고 마노절구에서 99.7%의 에틸알콜로 적신 다음 20min동안 혼합분쇄하였다. 다음 혼합물을 적당한 량의 에틸알콜과 섞어 압착성형하여 시편을 제조하였다. 알루미늄나도가니에 시편을 넣고 마개를 덮은 다음 고온소성로의 환원성분위기에서 해당한 온도와 시간으로 소성하였다. 소성후 미반응물질과 남아있는 용제를 제거하기 위하여 증류수와 묽은 질산, 순수한 에틸알콜로 각각 세척하고 건조시켜 형광체의 특성을 평가하였다.

시료들의 상은 분말X선회절분석기(《Rigaku Miniflex》)로, 러기 및 발광스펙트르는 분자형광광도계(《RF-5000》)로 분석하였다.

형광체에 대한 러기과장은 450nm로 하였으며 형광체의 러기스펙트르는 최대발광과장인 584.2nm에서 측정하였다.

### 실험결과 및 해석

소성온도의 영향 소성시간을 6h로 하고 환원성분위기에서 소성온도를 변화시키면서 제조한 시료들의 XRD도형은 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는바와 같이 소성온도가 1 300℃이상일 때 순수한  $\text{Sr}_3\text{SiO}_5$ 상이 얻어졌다. 미량의  $\text{Eu}^{2+}$ 의 혼입은 기질의 구조에 영향을 주지 않으며 시료의 XRD도형은 표준도

형자료(JCPDS 26-0984)와 일치한다.

실험결과는 산화성분위기의 1차소성과 환원성분위기의 2차소성의 두 단계를 거치지 않고도 용제를 쓰면서 환원성분위기를 잘 보장하면 직접소성으로 낮은 온도에서 순수한  $\text{Sr}_3\text{SiO}_5$ 상을 얻을수 있다는것을 보여준다.

소성온도에 따르는 발광세기변화는 그림 2와 같다.

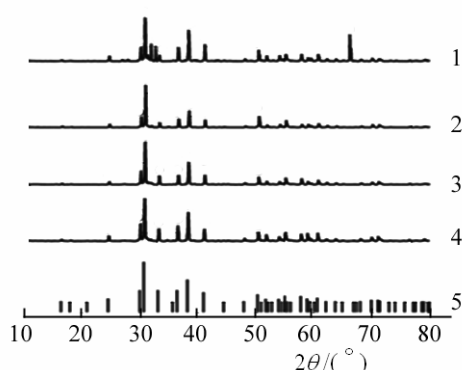


그림 1. 시료들의 XRD도형  
1-4는 소성온도가 각각 1 250, 1 300, 1 350, 1 400℃인 경우, 5는  $\text{Sr}_3\text{SiO}_5$ 의 표준도형

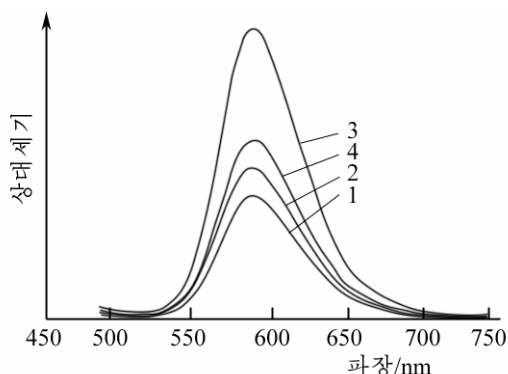


그림 2. 소성온도에 따르는 발광세기변화  
1-4는 소성온도가 각각 1 250, 1 300, 1 350, 1 400℃인 경우

그림 2에서 보는바와 같이 소성온도가 높아짐에 따라 발광세기는 세지다가 1 350℃에서 제일 세고 그 이상에서는 약해진다. 따라서 적합한 소성온도는 1 350℃이다.

소성시간의 영향 소성온도를 1 350℃로 고정시키고 환원성분위기에서 소성시간에 따르는 발광세기변화를 고찰한 결과는 그림 3과 같다.

그림 3에서 보는바와 같이 소성시간이 길어짐에 따라 발광세기가 세지다가 5h후에는 거의 변화가 없다. 따라서 최적소성시간을 5h로 선정하였다.

소성온도 1 350℃, 소성시간 5h의 조건에서 제조한  $\text{Sr}_{2.93}\text{SiO}_5 : 0.07\text{Eu}^{2+}$ 형광체의 러기 및 발광스펙트르는 그림 4와 같다.

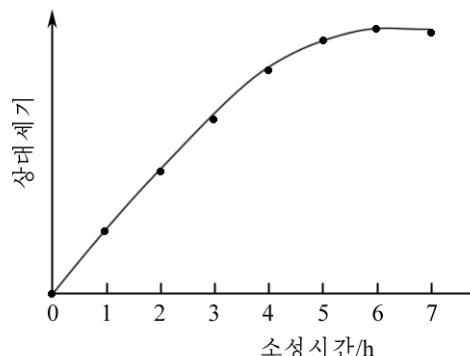


그림 3. 소성시간에 따르는 발광세기변화

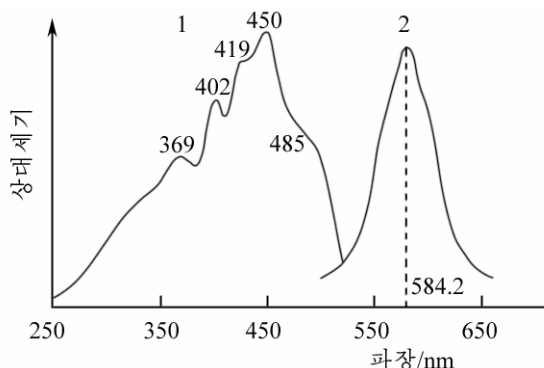


그림 4.  $\text{Sr}_{2.93}\text{SiO}_5 : 0.07\text{Eu}^{2+}$ 형광체의 러기(1) 및 발광(2)스펙트르

그림 4에서 보는바와 같이  $\text{Sr}_{2.93}\text{SiO}_5 : 0.07\text{Eu}^{2+}$ 형광체의 발광스펙트르는 450nm의 러기 파장에서 584.2nm를 중심으로 한 비교적 넓은 봉우리로 나타나며 584.2nm에 해당하는 러기 스펙트르는 350~540nm의 근자외 및 청색구역에 분포되어있다.

따라서  $\text{Sr}_3\text{SiO}_5 : \text{Eu}^{2+}$ 형광체는  $\text{YAG} : \text{Ce}^{3+}$ 형광체를 대신하여 청색발광2극소자에 적합한 황적색발광형광체로 리용할수 있다.

## 맺 는 말

$\text{Sr}_3\text{SiO}_5 : \text{Eu}^{2+}$ 는 용제를 리용하여 환원성분위기에서 직접소성법으로 얻을수 있으며 이때 최적소성온도는 1 350°C, 최적소성시간은 5h이다.  $\text{Sr}_3\text{SiO}_5 : \text{Eu}^{2+}$ 형광체는 450nm의 러기파장에서 584.2nm를 중심으로 하는 세기가 높은 황적색을 나타낸다.

## 참 고 문 헌

- [1] 정훈일; 발광재료화학, 김일성종합대학출판사, 71~73, 주체104(2015).
- [2] Q. Shao et al.; Journal of Solid State Chemistry, 225, 72, 2015.
- [3] G. Cheng et al.; J. Rare Earths, 28, 526, 2010.

주체107(2018)년 10월 5일 원고접수

## Direct Synthesis of $\text{Sr}_3\text{SiO}_5 : \text{Eu}^{2+}$ Phosphor in Reducing Atmosphere

*Jang Un Ju, Jong Hun Il*

We synthesized  $\text{Sr}_3\text{SiO}_5 : \text{Eu}^{2+}$  phosphor by one step calcinating in reducing atmosphere using flux. The optimum calcination temperature is 1 350°C and the optimum calcination time is 5h.

Key words :  $\text{Sr}_3\text{SiO}_5$ , reducing atmosphere, direct synthesis