

알루미늄스트론튬재료에서 몇가지 이온첨가가 광학적특성에 미치는 영향

신 철 남

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《정보기술, 나노기술, 생물공학을 비롯한 핵심기초기술과 새 재료기술, 새 에너지기술, 우주기술, 핵기술과 같은 중심적이고 견인력이 강한 과학기술분야를 주력방향으로 정하고 힘을 집중하여야 합니다.》

축광재료는 햇빛이나 조명빛에 의하여 여기되었다가 오랜 시간동안 발광하는 재료로서 주로 알루미늄산화알칼리염 $\text{MAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{3+}, \text{Dy}^{3+}(\text{Nd}^{3+})$ ($\text{M}=\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}$) 재료가 기본으로 되고 있으며 이러한 축광재료를 리용한 장치들은 야간건물장식, 긴급상황시의 안내표식판, 도로표식판, 빛촉매재료의 활성제고와 지문인식에 리용되고있다. 이 재료에서의 발광은 Eu^{2+} 의 바닥상태 ($4f^7$)와 여기상태 ($4f^65d^1$) 사이의 이행과 관련되는데 기질재료에 따라 440nm로부터 520nm에서 발광봉우리를 가진다.[1]

일반적으로 축광재료는 고온고상법으로 합성되고있는데 1300°C 이상의 높은 온도와 환원성기체분위기를 요구하며 분쇄과정에 결정결함이 발생하여 축광효률을 떨어뜨리는 결함을 가지고있다.

우리는 용액연소방법을 리용하여 600°C의 비교적 낮은 온도에서 2~3min의 짧은 시간동안에 축광재료분말을 합성하였으며 몇가지 이온의 첨가가 축광효률에 미치는 영향을 고찰하였다.

1. 용액연소합성실험

축광재료의 합성에서 많이 리용되고있는 고상합성법에서는 1300~1600°C의 높은 온도와 여러 시간동안의 합성시간, 환원성기체분위기뿐만아니라 분말을 얻기 위한 불분쇄과정이 요구된다. 그러나 용액연소방법에서는 600°C의 비교적 낮은 온도에서 수min동안에 합성이 진행되며 균일하고 미세한 분말을 얻을수 있는것으로 하여 여러가지 금속산화물합성에 많이 리용되고있다.[2, 3]

실험에서는 분석순의 SrCO_3 , $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, LiNO_3 물질과 99.99%의 Eu_2O_3 , Dy_2O_3 을 리용하였다.

먼저 $\text{Sr}:\text{Al}:\text{Eu}:\text{Dy}$ 의 비가 1:2:0.01:0.02로 되게 SrCO_3 , $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, Eu_2O_3 , Dy_2O_3 을 일정한 량만큼 취하고 여기에 질산을 방울방울 떨어뜨리며 질산염으로 변화시키고 적은 량의 물에 푼다. 다음 환원제로서 요소(NH_2CONH_2)를 SrCO_3 몰수의 30배로 취하여 넣고 잘 혼합한다. 이때 요소는 환원제로서뿐만아니라 NH_3 을 내보내어 환원성분위기를 보장하는 역할을 수행한다. 이렇게 얻은 혼합용액을 잘 교반하고 방온도에서 30min동안 방치해둔다.

다음 이것을 석영비커에 넣고 뚜껑을 씌운 다음 600°C로 미리 가열한 마플로에 넣어 반응이 진행되게 한다. 이 연소반응은 3min동안에 진행되었으며 결과 거품모양의 가루물질이

얼어졌다.

촉광재료의 잔광시간은 어둠속에서 눈으로 식별할수 있을 때까지 발광세기가 감소하는 시간으로서 촉광재료의 긴 감쇠수명과 관련된다.

Zn^{2+} , Mg^{2+} , Li^{+} 첨가가 촉광재료의 긴 잔광시간에 주는 영향을 고찰하기 위하여 $SrAl_2O_4$ 재료에 각각 1, 2, 3, 4, 5mol%로 첨가하고 우와 같은 방법으로 합성을 진행하였다.

자외선등(UVL-56, 366nm), CCD카메라(ANCC230)와 결합된 컴퓨터를 리용하여 시편들의 긴 감쇠수명을 평가하였다. 먼저 자외선등으로 시편을 10min동안 쬌어 충분히 려기시킨 다음 자외선등을 끄고 CCD카메라로 1s간격으로 시편을 찍는다. 이때 화상의 개수는 발광을 식별할수 있을 때까지 찍었다.

얻어진 화상들로부터 화상처리프로그램을 리용하여 촉광재료의 시간에 따르는 상대 발광세기를 평가하고 그로부터 긴 감쇠수명을 측정하였다. 또한 형광분석기《RF-5000(SHIMAZU)》으로 촉광재료의 려기 및 발광스펙트르를 측정하였다.

2. 결과 및 분석

이온의 첨가량에 따르는 긴 감쇠수명은 표와 같다.

표. 이온의 첨가량에 따르는 긴 감쇠수명(s)

첨가량/mol%	0	1	2	3	4	5
Li^{+}	68	89	137	66	60	50
Zn^{2+}	68	85	91	118	139	66
Mg^{2+}	68	85	93	113	135	62

표에서 보는것처럼 Li^{+} 첨가량이 2mol%, Zn^{2+} 첨가량이 4mol%, Mg^{2+} 첨가량이 4mol%일 때 감쇠수명이 길었으며 특히 Zn^{2+} 을 4mol%로 첨가하였을 때 제일 긴 감쇠수명이 얻어졌다. 이것은 고온고상법으로 얻어진 촉광재료의 긴 감쇠수명(150.7s[4])보다 짧지만 Zn^{2+} 을 첨가하지 않았을 때보다는 훨씬 더 길어졌다.

이로부터 용액연소법으로도 적합한 이온들을 첨가하면 고온고상법으로 만든 재료와 비교되는 촉광특성을 얻을수 있다는것을 알수 있다.

첨가이온의 종류에 따르는 려기스펙트르는 그림 1과 같다.

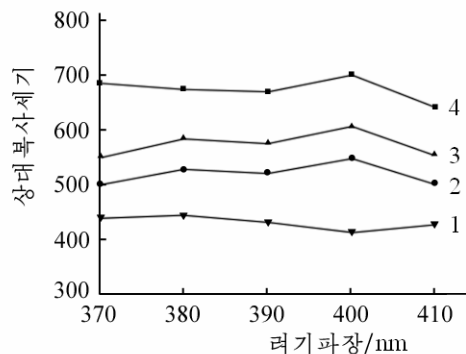


그림 1. 첨가이온의 종류에 따르는 려기스펙트르

1—무첨가, 2— Mg^{2+} 4mol%, 3— Li^{+} 2mol%, 4— Zn^{2+} 4mol%

그림 1에서 보는것처럼 이온들을 첨가한 경우의 려기스펙트르는 모두 400nm로서 이

온을 첨가하지 않은 $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$, Dy^{3+} 축광재료에 비하여 러기과장이 모두 20nm만큼 보임빛대역으로 이동한다는것을 알수 있다.

첨가이온의 종류에 따르는 발광스펙트르는 그림 2와 같다.

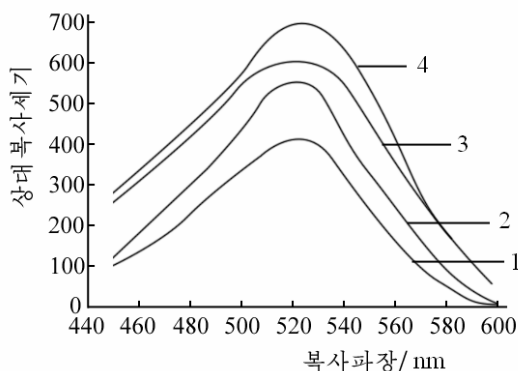


그림 2. 첨가이온의 종류에 따르는 발광스펙트르

1-무첨가, 2- Li^+ 2mol%, 3- Mg^{2+} 4mol%, 4- Zn^{2+} 4mol%

그림 2에서 보는것처럼 Zn^{2+} 을 첨가한 경우에 축광재료에서 제일 높은 발광세기가 나타나는데 이로부터 Zn^{2+} 을 첨가한 재료의 발광특성이 제일 좋다는것을 알수 있다.

맺 는 말

SrAl_2O_4 에 Li^+ , Mg^{2+} , Zn^{2+} 을 첨가할 때 재료의 축광특성이 좋은 이온은 Zn^{2+} 이며 그것의 합리적인 첨가량은 4mol%이다.

참 고 문 헌

- [1] B. G. Zhai et al.; Progress in Functional Materials, 538, 58, 2013.
- [2] A. N. Yerpude et al.; International Conference on Materials Science and Technology, 73, 106, 2015.
- [3] R. Ianos et al.; Ceramics International, 41, 3186, 2015.
- [4] B. Faridnia et al.; Pigment & Resin Technology, 36, 4, 216, 2007.

주제109(2020)년 6월 5일 원고접수

The Effect of Some Doped Ions on the Optical Properties of Strontium Aluminate

Sin Chol Nam

We considered the effect of some doped ions on the optical properties in long lasted phosphors which were synthesized by solution combustion method. When Zn^{2+} content was 4mol%, we obtained the suitable persistence characteristic and luminescent intensity.

Keywords: solution combustion synthesis, long lasted phosphor