

용제의 첨가에 의한 할로포스페이트 형광체의 특성 Characteristics of Halophosphate Phosphor by adding flux materials

손종락^{1,2}, 강윤찬¹, 박희동¹, 윤순길²
¹한국화학연구원 화학소재부
²충남대학교 재료공학과

1. 서 론

21세기 차세대 디스플레이 중 각종 표시소자 및 옥외 평판 디스플레이로 각광을 받고 있는 LED 에 대한 연구가 현재 진행중에 있다. 밝은 대낮에도 야외에서 그 특성을 충분히 발휘하기 위하여 휘도 및 색순도에 대한 연구가 진행중에 있지만, 순수한 백색의 표현에 대해서는 아직 해결해야할 숙제가 많다. 이에 대한 연구중에 장파장 자외선 발광을 하는 LED 기판 위에 RGB 삼색 발광을 하는 형광체를 도포하여 순수한 백색을 표현하는 방법이 현재 가장 유력한 방법으로 떠오르고 있다. 이들 형광체의 조합 및 각각의 색을 표현함으로써 색좌표상의 문제를 해결할 수 있으며, 또한 색 표현 범위를 더욱더 광범위하게 넓힐 수 있다. 이에 대한 연구중 청색 발광을 하는 형광체로는 할로포스페이트 형광체가 가장 유력한데, 이에 대한 기존의 제조법으로는 형광체가 응집되고, 입자크기가 커 LED 용 형광체로는 문제점을 나타내고 있다. 따라서 이에 대한 개선점으로 분무열분해공정을 이용하였고, 입자 특성을 향상시키기 위하여 용제를 첨가하였다. 이렇게 하여 제조한 할로포스페이트 형광체는 마이크로 크기의 균일한 형태를 가지고 있었으며, 발광강도 또한 우수하였다.

2. 실험 방법

발광강도가 우수한 할로포스페이트 형광체를 제조하기 위하여 고온의 전기로를 이용한 분무열분해공정을 이용하였다. 분무열분해법을 이용하기 위해 $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$, $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 및 Eu_2O_3 를 당량비대로 증류수에 녹였고, 입자 특성 및 발광강도 개선을 위하여 용제를 첨가하였다. 이렇게 제조된 용액을 분무시켜 얻은 액적들을 90°C 의 고온의 전기로에 40L/min 으로 통과시켜주어 전구체 분말을 제조하였다. 제조된 할로포스페이트 전구체 분말은 충분한 결정상 생성과 유토포움 조성의 2가 환원을 위하여 1000°C 에서 3시간 동안 5% H_2/N_2 가스로 환원처리하였다. 최종적으로 제조되어진 할로포스페이트 형광체 분말들은 XRD 및 SEM을 이용하여 입자의 결정성 및 형태를 분석하였고, 장파장 자외선 (long-wavelength UV) 영역에서의 발광 특성을 측정하기 위하여 상용 할로포스페이트 형광체와 비교 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

분무열분해법으로 제조된 $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$ 형광체는 증공성이면서 다공성인 입자 특성으로 기인하여 발광강도가 상용 제품에 비하여 상당히 낮았다. 이를 개선하기 위하여 증감제로 마그네슘을 첨가한 결과 마그네슘 특유의 소결촉진제의 역할로 인하여 치밀한 구조를 얻게 되어 그 발광강도가 장파장 자외선 영역에서 상용제품과 유사한 특성을 나타내었다. 하지만 제조된 입자는 불균일한 형태를 가지고 있기 때문에 LED 기판위에 도포할 경우 그 특성이 저하된다. 이를 개선하기 위하여 용제를 첨가한 경우, 제조된 입자는 깨끗한 입자 표면을 가졌으며, 마이크로 크기의 균일한 형태를 가졌고, 입도 분포가 좁았으며, 발광강도 또한 상용제품과 유사할 정도로 우수하였다. 반면 용제의 첨가량을 증가한 경우 입자 크기가 증가하였으나, 발광강도는 증가된 용제가 불순물로 작용하여 상용제품에 비하여 점점 낮아지는 것이 관찰되었다.