

ZnGa₂O₄:Mn 형광체의 입자 크기에 따른 발광 특성
(Luminescent Characteristics of ZnGa₂O₄:Mn Phosphor
with Particle Size)

조활신^{*}, 박용규, 한정인, 권영식, 곽민기, 주성후, 김한식
 (전자부품종합기술연구소, 중앙대학교^{*})

1. 서 론

최근 산화물계 형광체는 기존 실용화된 황화물계 형광체보다 전자의 충돌에 의한 부식성 가스의 방출이 적고^[1] 화학적인 안정성이 우수하기 때문에 VFD와 FED에 사용되는 형광체^[2]로서 많은 연구가 진행되고 있다. 그 중에서 ZnGa₂O₄는 높은 전기 전도성 및 고진공에서의 안정성과 약 4.4 eV의 넓은 띠허격(Energy band gap)을 가지고 있어 불순물 주입이 용이한 특성을 가지고 있다. 또한 UV 및 저 전압 전자에 의하여 여기 되었을 때 자체 활성화에 의하여 청색 발광을 하고^[3,4], Mn과 Eu를 첨가할 경우에는 각각 녹색과 적색 발광을 하기 때문에 동일한 형광모체에 청색, 적색 및 녹색 모두를 구현할 수 있어 많은 관심을 끌고 있다^[5]. 본 연구에서는 진공 분위기에서 소성한 ZnGa₂O₄:Mn의 PL 및 CL 스펙트럼을 조사하였으며, Mn 함량과 입자의 크기에 따른 발광 휘도의 변화를 조사하였다.

2. 실험

ZnO(5N)와 Ga₂O₃(5N) 분말의 몰 비를 1:1로 혼합한 후 Mn(3N)을 0.001 ~ 0.01 몰 첨가하여 1 시간 동안 혼합하고 1 ton/cm²로 가압하여 ZnGa₂O₄:Mn 펠렛을 제작하였다. 한쪽이 밀봉된 수정관에 펠렛을 넣고 약 3×10⁻⁶ torr가 되도록 배기한 후 진공 봉입하여 1100℃의 온도에서 소성하였다. 소성한 펠렛은 다시 분말상태로 만들어서 수정관 속에 증류수와 함께 넣은 후 초음파로 진동시켜 ZnGa₂O₄:Mn 분말을 입자의 크기에 따라 분리한 후 건조시켰다. 크기에 따라 분리된 ZnGa₂O₄:Mn 분말을 바인더와 섞은 후 slide glass에 후막을 형성하였다. 이와 같이 제작된 시료의 특성은 XRD, SEM, EPMA, PL, CL 등을 측정하여 발광 특성을 평가하였다.

3. 측정 및 논의

X-선 회절 무늬를 측정하여 ZnGa₂O₄:Mn의 결정성을 조사한 결과 (311), (511), (220) 등의 방향을 가지는 결정으로 성장하였음을 알 수 있었다. ZnGa₂O₄:Mn의 발광 휘도를 첨가된 Mn의 함량과 입자의 크기에 따라 측정하였다. 첨가된 Mn의 함량이 증가함에 따라 발광 휘도가 증가하여 0.003 몰 근방에서 최대의 휘도를 나타내었다. PL 스펙트럼을 측정하여 ZnGa₂O₄:Mn의 509 nm를 중심으로 하는 발광 스펙트럼을 얻었다. CL 스펙트럼을 측정하여 PL 스펙트럼과 비교하여 보았으나 peak의 변화는 관측할 수 없었다. ZnGa₂O₄:Mn의 입자 크기는 SEM으로 조사하였다. 입자의 크기는 약 0.1~50 μm까지 변화되었고, 약 1~5 μm일 때 발광 휘도는 최고였다. 입자의 크기가 증가함에 따라 휘도는 감소하지만 약 20 μm 이상에서는 조금씩 감소하여 별다른 차이를 보이지 않았다. 이와 같이 휘도가 감소하는 것은 입자의 크기가 증가함에 따라 발광의 표면적이 감소하는 것에 기인하는 것으로 설명된다.

이상의 PL 및 CL 스펙트럼 측정으로부터 ZnGa₂O₄:Mn은 Mn²⁺이온의 3d 전자들이 원자 내부에서의 천이(⁴T₁-⁶A₁)에 해당하는 509nm 근방에서 녹색 발광을 함을 알 수 있었고, 첨가된 Mn의 함량이 약 0.003 몰이고, 입자의 크기가 1~5 μm일 때 발광 휘도가 최대임을 알 수 있었다.

4. 참고 문헌

1. S. Itoh, T. Kimizuka, This Journal., 136, 1819(1989)
2. S. Itoh, M. Toki, Y. Sato, K. Morimoto, and I. Kishino, This Journal, 138, 1509(1991)
3. R. K. Datta and R. Roy, J. Am. Cer. Soc., 50, 578(1967)
4. C. W. Hoffman and J. J. Brawn, Jr., J. Inorg. Nacl. Chem., 30, 63(1968)
5. I. J. Hsieh, K. T. Chu, C. F. Yu, and M. S. Feng, J. Appl. Phy., 76, 3735(1994)