

박막형 형광체 합성 및 발광특성

Synthesis and Luminous Properties of Thin Film Phosphors

김영진, 정승목, 정영호, 송국현*, 박광자*

경기대학교 첨단산업공학부 신소재공학전공, *국립기술표준원

요약문

각기 녹색, 적색의 발광특성을 갖는 $ZnGa_2O_4:Mn$, $CaTiO_3:Pr$ 을 rf 마그네트론 스퍼터링법으로 박막을 제조하였다. 박막증착변수가 성장특성 및 발광특성에 미치는 영향을 분석한 결과, 산소분압 및 기판온도조건에 따라서 결정화 및 발광특성이 크게 달라짐을 확인할 수 있었다. 열처리후에는 진공분위기보다는 N_2 가스분위기에서 열처리를 한 시편이 발광특성이 우수하게 나타났으며, 기판의 종류에 따라서 박막의 성장기구와 발광특성이 다르며, 특히 결정질의 기판이 형광체 박막 합성에 적합함을 알 수 있었다.

1. 서론

CRT는 현재까지 널리 사용이 되는 저렴한 가격의 디스플레이이다. 정보의 증가와 대면적의 화면을 충족시키기에는 적당하지 않은 부피와 무게에 한계를 가지며, 높은 전력소모량과 오염물질을 방출하는 황화물계 형광체가 결점으로 지적되고 있다.¹⁾ 따라서 이러한 단점을 극복할 수 있는 디스플레이로서 평판형 디스플레이(Flat Panel Display)가 있다. 평판 디스플레이로 널리 사용중인 것으로 액정 디스플레이(LCD)가 있으나, 액정이 가진 느린 반응성, 휘도, 좁은 시야각 등의 문제점이 있다. CRT의 장점과 LCD의 단점을 보완한 것이 전계 방출형 디스플레이(FED)이다. FED는 전자총 대신에 미세한 팁으로부터 전계에 의해 방출되는 전자를 이용한다는 것이 다를 뿐 거의 비슷한 구동원리를 가지며 전력소모도 매우 적다. FED에 적용이 되는 산화물계 형광체 중의 하나인 구조의 $ZnGa_2O_4$ 는 도펀트에 따라서 적색, 녹색, 청색의 발광이 가능하다.²⁾⁻³⁾ 특히 Mn이 도핑된 $ZnGa_2O_4$ 는 녹색발광특성이 우수한 것으로 알려져 있다.⁴⁾ 적색발광을 하는 $CaTiO_3:Pr$ 은 Perovskite형 구조로 이루어져 있다. 특히 화학적으로 안정하며 넓은 에너지 band gap을 가지며 우수한 전기 전도성을 가지는 것으로 알려져 있다.⁵⁾

본 연구에서는 적색과 녹색을 발광하는 $ZnGa_2O_4:Mn$ 과 $CaTiO_3:Pr$ 형광체를 rf magnetron sputter를 이용하여 증착변수 및 기판의 종류, 열처리 조건이 박막의 특성에 미치는 영향을 관찰하였다.

2. 실험방법

증착 타겟은 각각 소결된 $ZnGa_2O_4:Mn$ 과 $CaTiO_3:Pr$ 세라믹을 사용하였다.

기판으로는 ITO/glass, Corning glass, ZnO/glass, Si를 사용하였고 타겟과 기판사이의 거

리는 5cm로 하였으며 증착 power는 50W~150W, 온도영역은 250°C~550°C, Ar/O₂비는 5%~50%로 하였다. 증착된 비정질막은 700°C에서 진공분위기와 N₂분위기에 3시간의 조건에서 열처리를 하였다. 시편은 XRD, SEM, PL, CL을 이용해 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

ZnGa₂O₄:Mn 박막은 기판의 종류에 따라서 성장방향에 변화가 있었으며 ZnGa₂O₄:Mn의 주 피크인 (311)피크는 모든 기판에서 성장이 되었으나 (422)피크는 Si기판과 ZnO/glass기판에서만 관찰되었다. 특히 ZnO상에 증착된 ZnGa₂O₄:Mn 박막의 경우가 (311)피크의 세기가 뛰어나며, 이미 보고된 바에 의하면 이러한 결정상이 박막 특성이 우수한 것으로 알려져 있다. 본 실험에서도 이와 같은 결과를 보이는데, ZnO/glass기판이 ITO/glass나 Si기판보다 발광 휘도를 높이기 위해 적합하였다.

기판온도가 증가함에 따라서 (400)피크에 대한 (311)피크의 상대 강도가 높아지고 있음을 알 수 있었다. 산소비가 다량보다는 소량인 경우에 발광특성이 향상되었고 열처리분위기에서는 N₂분위기가 진공분위기보다 발광특성이 우수하였다. ZnGa₂O₄:Mn 분말인 경우 녹색의 ZnS보다 발광특성이 향상되었으며 CL 발광특성을 측정된 결과 ITO/glass기판을 이용한 경우보다는 ZnO/glass기판을 이용한 경우에 훨씬 우수한 발광특성을 얻을 수 있었다.

CaTiO₃에 Pr을 도펀트로 사용시 Pr량에 의해서 발광특성의 변화를 알 수 있었다. 0.15mol%~0.40mol% 첨가시 0.30mol%까지는 증가를 하다가 0.35mol%부터는 감소가 나타났다. CaTiO₃:Pr 박막은 온도의 증가에 따라서 주피크인 (121)피크가 성장하는 것을 알 수 있었으며 열처리분위기에서는 진공분위기가 N₂분위기보다 주피크의 성장이 크게 나타났으며 발광특성을 측정한 경우에도 향상되었다.

발광특성의 경우에는 ZnGa₂O₄:Mn 박막은 (311)피크, CaTiO₃:Pr 박막은 (121)피크가 발광특성에 영향을 준다는 알 수 있었으며 각각 녹색과 적색의 발광특성을 관찰할 수 있었다.

4. 결론

스퍼터링 증착 변수인 증착온도, 가스비와 열처리 조건 및 기판의 종류는 Spinel 및 Perovskite계 형광체 박막의 성장특성과 발광특성에 매우 중요한 변수로 작용하고 있으며, 박막의 결정구조와 발광특성도 서로 상호 긴밀한 관계를 갖고 있음을 알 수 있다.

참고문헌

1. Chang Feng Yu, Pang Lin, J. Appl. Phys. 79(9), 7191(1996)
2. A. Vecht, D. W. Smith, S. S. Chadha, "New electron excited light emitting materials", J. Vac. Sci. Technol, B 12(2), 1994
3. K. Ohno and T. Abe, "The Synthesis and Particle Growth Mechanism of Bright Green Phosphor YAG:Tb," J. Electrochem/ Soc., 141(5), 1252-1254(1994)
4. R. J. Hill, Physical Vapor Deposition, Appendix C, Airc0, Inc., California, 1976
5. S. S. Chadha, D. W. Smith, and A. Vecht, "New and Improved Phosphors for Low-Voltage Applications", SID94 DIGEST pp51-54, 1994