

다양한 활성제 이온이 치환 고용된 MgNb₂O₆ 형광체의 특성

김지선, 조신호

신라대학교 신소재공학과

최근에 산화물 형광체는 황화물 형광체에 비해 높은 화학적 안정성을 나타내기 때문에 백색 발광 다이오드, 전계방출 디스플레이와 플라즈마 디스플레이 패널에 그 응용성을 넓히고 있다. 마그네슘 니오베이트(magnesium niobate, MgNb₂O₆)는 우수한 유전 특성(상대 유전상수=18.4)을 나타내기 때문에 마이크로파 유전체로 응용 가능하며, 단일상 릴랙서 페라브스카이트(relaxor perovskite) Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O₃을 합성하기 위한 전구체 (precursor)로 널리 사용되고 있으며, 나이오븀산염 이온에서 다양한 색상을 방출하는 활성제 이온으로 효율적인 에너지 전달이 일어남으로써 Sm³⁺, Dy³⁺, Eu³⁺와 같은 희토류 이온의 좋은 모체 격자로 개발할 수 있다. 본 연구에서는 마그네슘 니오베이트 MgNb₂O₆ 모체 결정에 다양한 활성제 이온, 즉 Eu³⁺, Sm³⁺, Dy³⁺, Tb³⁺를 선택적으로 주입하여 발광 효율이 높은 천연색 형광체를 합성하고자 한다. 특히, 모체 결정에 주입되는 활성제 이온 주위의 국소적인 환경이 반전 대칭에서 변형되는 척도를 조사하여 활성제의 주 발광 파장의 세기가 최대가 되는 최적의 조건을 결정하고자 한다. Mg_{1-1.5x}Nb₂O₆:REx³⁺ 형광체 분말 시료는 초기 물질 MgO, Nb₂O₅와 희토류 이온을 화학 반응식에 맞게 정밀 저울로 측량하여 플라스틱 용기에 ZrO₂ 볼과 함께 넣고, 소정의 에탄올을 채운 뒤 밀봉하고서, 300 rpm의 속도로 20시간 볼밀 (ball-mill) 작업을 수행하였다. 그 후, 체 (sieve)로 ZrO₂ 볼을 걸러낸 다음에 혼합된 용액을 각 비커에 담아서 40°C의 건조기에서 24시간 건조하였고, 건조된 시료를 막자 사발에 넣고 잘게 갈고 80 μm의 체로 걸러낸 후에, 알루미늄이나 도가니에 활성제 이온별로 각각 담아, 전기로에 장입하여 매분당 5°C의 비율로 온도를 상승시켜 350°C에서 5시간 동안 하소 공정을 실시한 후에, 온도를 계속 일정한 율로 증가시켜 1,200°C에서 5시간 동안 소성하여 합성하였다. 합성된 형광체 분말의 결정 구조는 Cu-Kα 복사선(파장: 1.5406)을 사용하여 X-선 회절장치로 측정하였으며, 형광체의 표면 형상은 전계형 주사전자현미경으로 관측하였다. 흡광과 발광 스펙트럼은 제논 램프를 광원으로 갖는 형광 광도계를 사용하여 측정하였다. 모체 결정에 활성제 이온 Eu³⁺, Sm³⁺, Dy³⁺, Tb³⁺가 도핑된 형광체 분말은 각각 적색, 주황색, 황색, 녹색 발광이 관측되었다. 각 발광 스펙트럼과 결정 입자의 크기와 형상 사이의 상호 관계를 조사하였다. 실험 결과로부터, 각 형광체의 발광 파장은 활성제 이온의 종류와 서로 밀접하게 관련되어 있으며, 형광체 시료 합성 시 활성제 이온의 농도를 선택적으로 조절함으로써 발광의 세기를 제어할 수 있음을 확인하였다.

Keywords: 형광체, 고상법