

## 전자 빔 조사에 따른 토파즈의 컬러 센터에 미치는 영향

신소라, 서진교, 안용길, 윤돈규, 박종완\*

한양대학교 신소재공학과

토파즈는  $\text{Al}_2\text{SiO}_4 \cdot (\text{F}, \text{OH})_2$  화학성분을 이루고 있는 광물로써 주로 Fe, Cr, V 등과 같은 불순물을 포함하고 있다. 토파즈는 colorless, blue, pink, yellow 등 다양한 컬러로 산출된다. 결정 내  $\text{Si}^{4+}$  가 있어야 할 자리에  $\text{Al}^{3+}$  가 치환되면  $\text{Al}^{3+}$  를 둘러싸고 있는 4개의 산소 중 하나의 최외각 전자가 전자가를 맞추기 위해 주변에 있던 수소와 결합하여 hole center를 형성한다. 이때 토파즈는 옅은 황색의 컬러를 발색하게 된다. 그 외 청색과 핑크색 등의 컬러는  $\text{Al}^{3+}$  자리에 치환된 Fe, Cr 등과 같은 불순물에 의해 발색을 일으킨다. 또한 토파즈는 인위적으로 감마선, 전자 빔, 양성자 빔, 중성자 빔을 통해서도 hole center를 형성시켜 컬러를 발색시킬 수 있다고 잘 알려져 있다. 본 연구에서는 총 8개의 무색 토파즈를 이용하여 다양한 조건(energy 및 dose)의 전자 빔 조사를 통해 각 조건 별 컬러변화 및 분광학적 특성변화를 관찰하였다. 모든 시료는 WD-XRF를 통해 정성분석을 하였고, 전자스핀공명(ESR)기기를 통해 전자 빔 조사 전과 후 전자의 스핀 특성 변화를 관찰하였다. 자외선-가시광선 분광분석결과 모든 시료는 전자 빔 조사 후 황색과 관련이 있는 450 nm 부근의 파장 영역에서 흡수 peak가 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 또한 전자 빔 조사 후 전자스핀공명 분석 결과에서도  $\text{Fe}^{3+}$  와 관련이 있는  $g=3.5\sim 4$  영역은 감소하는 반면에 hole center와 관련이 있는  $g=2.012$  영역이 증가하는 향상을 보였다. 본 연구결과를 통해 우리는 전자 빔 조사 조건에 따라 토파즈의 결정 내부에 미치는 영향 및 컬러 변화와의 상관관계에 대해 확인할 수 있었다.

**Keywords:** Topaz, hole center, epr