

## 실리콘 옥사이드와 실리콘 나이트라이드 다층 박막에서의 실리콘 나노 클러스터와 어븀의 상호작용 거리에 대한 연구

김인용<sup>1</sup>, 신중훈<sup>1</sup>, 서세영<sup>2</sup>, 김경중<sup>2</sup>

<sup>1</sup>KAIST 물리학과, <sup>2</sup>한국표준과학연구원 나노소재측정센터

실리콘 나노클러스터에 의한 어븀의 발광효과 증가는 크고 연속적인 흡수 영역을 갖는 나노클러스터와 광통신에서 기술적으로 중요한  $1.5\mu\text{m}$ 의 파장의 빛을 안정적으로 발광하는 어븀의 특성을 결합함으로써 실리콘 광기술에서의 효율적이고, 값 싼 광원을 위한 가능성을 갖고 있다. 이를 위해 많이 사용되고 있는 물질은 실리콘이 많은 실리콘 옥사이드 물질로, 어븀이 도핑된  $\text{SiO}_2$  에 실리콘 나노 클러스터를 갖는 구조이다. 이는 나노클러스터를 갖고 있지 않는 경우보다 약 100 ~ 1000배 강한 빛을 낸다. 하지만, 이 물질은 나노클러스터와 반응하는 어븀의 비율이 매우 작다는 문제를 갖고 있다. 이전의 보고된 논문에 따르면, 나노클러스터로부터 어븀으로 에너지가 전달될 수 있는 거리가  $0.5\text{nm}$ 로 매우 짧다는 현상이 어븀의 반응 비율이 낮은 원인 중 하나로 지적되었다. 하지만, 상호작용 거리 역시,  $0.5\text{nm}$  또는  $2.0\text{nm}$  등으로 차이가 많이 나는 실험값들이 보고되었다. 본 연구에서는 실리콘 나노클러스터와 어븀 사이의 상호작용 거리의 변화가 어떠한 원인들에 의해 변할 수 있는지에 대해 연구하였다.

샘플은  $\text{SiO}_x/\text{Si}_3\text{N}_4:\text{Er}/\text{Si}_3\text{N}_4/\text{Si}_3\text{N}_4:\text{Er}$  구조로 ion beam sputter system을 통해 증착되었다.  $\text{SiO}_x$  층은  $3\text{nm}$  로 고정하고,  $\text{Si}_3\text{N}_4:\text{Er}$  층은  $0.2\text{nm} \sim 1.5\text{nm}$  까지 변화시켰고,  $\text{Si}_3\text{N}_4$  층은 전체 실리콘 나이트라이드 층의 두께를 일정하기 위한 buffer 층으로 사용되었다. 모든 샘플은 증착 후, 질소 환경에서  $1150^\circ\text{C}$ 로 20분간 열처리 하였다. 광루미네선스(PL) 측정은 상온에서 이루어졌고, 실리콘 나노클러스터로부터 전달된 에너지에 의한 효과만을 보기 위해  $476.5\text{nm}$  파장의 Ar 레이저를 사용하였다.

우리는 어븀 층의 두께가 늘어남에 따라 실리콘 나노클러스터의 PL이 낮아지고, 어븀의 PL이 낮아지는 것을 관찰하였고, 이는 지수 함수 그래프로 잘 표현되었다. 실리콘 나노클러스터는 약  $0.4\text{nm}$ 의 상호작용 값을 갖는 반면, 어븀은  $1.1\text{nm}$ 로 실리콘 나노클러스터보다 약 2~3배의 거리에 해당하는 값으로 표현되었다. 이로부터 실리콘 나노클러스터는 가까운 위치의 어븀에 에너지를 전달해 주고, 멀리 떨어진 어븀은 어븀 사이의 상호작용을 통해 에너지를 전달받는다는 것을 발견하였다.