

# RTCVD법으로 제작된 나노결정 Si/SiO<sub>2</sub> 초격자의 EL 특성

## Electroluminescence properties of Nanocrystal-Si/SiO<sub>2</sub> Superlattice by RTCVD

강정현, 정혜정, 김영대, 차규만, 김 용\*\*

동아대학교 자연과학대학 물리학과

\*\* (corresponding author : yongkim@daunet.donga.ac.kr)

### 1. Introduction

다공성 실리콘 (porous-Si) 에서 빛의 발광이 발견된 이래로<sup>(1)</sup>, 최근 실리콘을 광소자로 응용하기 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 양자구속효과 (Quantum Confinement Effect) 에 의한 나노결정 (nanocrystal, nc) 발광현상이 활발하게 연구되고 있으며, 그 중 주목을 받고 있는 것이 초격자 (superlattice) 구조에 의한 특성이다. 그러나 전류주입이 어려운 EL (electroluminescence) 소자에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았다. 이에 본 실험에서는 나노결정 Si/SiO<sub>2</sub>의 초격자 구조를 RTCVD (Rapid Thermal Chemical Vapor Deposition) 법으로 성장하여 EL 소자를 제작하고 그 특성을 연구하였다.

### 2. Experiment

RTCVD 를 이용하여 SiH<sub>4</sub>와 N<sub>2</sub>O Gas를 Source로 하여, 2 torr 의 압력에서 SRO(Silicon Rich Oxide)층은 SiH<sub>4</sub>/N<sub>2</sub>O=1/8, SiO<sub>2</sub>층은 SiH<sub>4</sub>/N<sub>2</sub>O=1/50으로 각각 조성비를 다르게 하여 주기적인 교차성장을 통해 초격자 구조를 완성하였다. 이 후 N<sub>2</sub> 분위기에서 1100°C로 2시간 동안의 열처리(Annealing)를 통하여 나노결정 Si (nc-Si) 를 형성시켰다. 먼저 나노결정에 의한 빛의 발광을 알아보기 위해 비저항이 1~10 Ω-cm인 P-Type Si Wafer (100) 위로 25 주기의 SRO/SiO<sub>2</sub> 초격자층을 성장시켰으며, PL (Photoluminescence) 측정을 통하여 nc-Si 에 의한 발광 스펙트럼을 관찰하였고, X-TEM (Cross section Transmission Electron Microscopy) 과 HR-TEM (High Resolution TEM) 을 통하여 막의 구조와 나노결정의 형성을 관찰하였다. 실제적인 EL 연구를 위한 소자의 제작으로는 wafer 위로 먼저 RTO (Rapid Thermal Oxidation) 기법을 이용하여 약 5~6 nm 의 열 산화막을 성장시키고, 그 위로 3 주기 SRO/SiO<sub>2</sub>의 초격자층을 성장시킨 후, evaporation 기법으로 고순도의 Au를 올림으로써 MOS구조의 소자를 제작하였다. 이 소자의 I-V 특성과 가해진 전압에 따른 EL 스펙트럼을 연구하였고, PL과의 비교를 해 보았다.

### 3. Result & Discussion

먼저 25주기로 만든 Sample을 통하여 측정한 PL 스펙트럼과 그 단면 TEM 사진이 각 [그림 1.]과 [그림 2.]에 나타나있다. [그림 1.]을 통해 Sample의 가장 두꺼운 부분에서 중심파장 약 790nm 의 붉은 스펙트럼이 나오는 것을 발견할 수 있으며, [그림 2.]를 통해 초격자의 구조와 nc-Si의 존재를 확인할 수 있다. 따라서 발광현상이 nc-Si 에서의 양자구속효과에 의한 것임을 알 수 있다.

다음은 3 주기로 만든 EL 소자의 측정결과로, 먼저 전압에 따른 전류의 특성을 관찰하였으며, 전형적

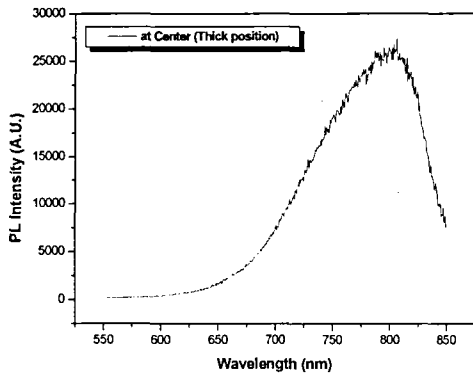
인 diode 의 I-V 특성을 닮고 있음을 확인할 수 있었다. [그림 3.]은 전압에 따른 EL 스펙트럼을 나타낸 그림으로서, 전압 상승에 따라서 강도가 상승하다가 일정한 전압부터는 포화됨을 보여주고 있다. 이는 가해진 전압에 따라 전자와 정공의 결합에 의한 발광현상이 더욱 증가함을 나타내며, 일정한 전압 이상에서는 전자-정공 결합의 효율이 유지됨을 말해준다. [그림 4.]는 PL 과 EL 스펙트럼을 비교한 그림으로서, 약 75 nm 의 스펙트럼 차이를 보이고 있다.

4. Conclusion

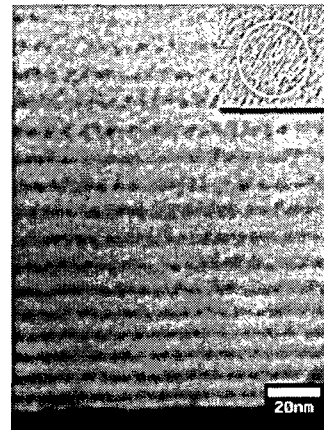
이제까지 PECVD<sup>(2)</sup> 나 LPCVD<sup>(3)</sup> 방법으로 제작된 단층 SRO EL 소자에 대한 보고가 있으나 차세대 공정기법인 RTCVD 를 성장한 nc-Si/SiO<sub>2</sub> 의 초격자 구조를 이용하여 최초로 EL 소자를 제작하였고 단순한 구조에도 불구하고 turn-on voltage 8V 의 극히 우수한 특성을 관측하였다.

References

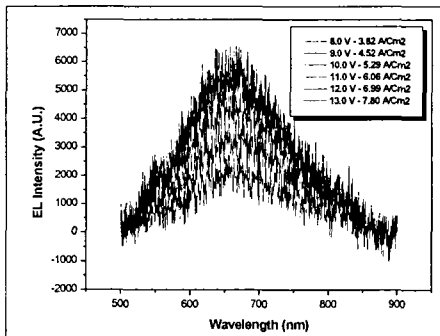
1. L. T. Canham., Appl. Phys. Lett. 57 (1990), p. 1046 .
2. F. Franzo *et al.*, Appl. Phys. A 74, 1 (2002)
3. P. Photopoulos *et al*, Mat. Sci. Eng. B 69, 1 (2000)



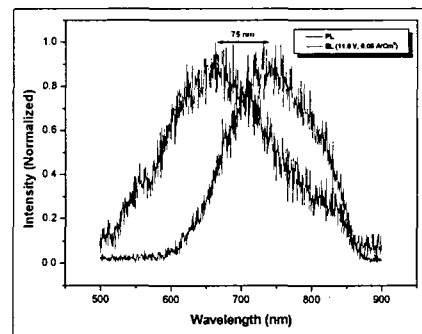
[그림 1.] PL 스펙트럼



[그림 2.] X-TEM 사진



[그림 3.] 전압에 따른 EL 스펙트럼



[그림 4.] PL 과 EL 스펙트럼 비교

F  
A