

Catalyst-free 유기 금속 화학 증착법을 이용한 InN 나노구조의 성장

김민화¹, 이철호⁴, 정건욱², 문대영¹, 전종명¹, 김미영¹, 박진섭⁵, 이규철², 윤의준^{1,3,5}

¹서울대학교 재료공학부, ²서울대학교 물리천문학부, ³서울대학교 융합기술대학원,
⁴포항공과대학교 신소재공학과, ⁵서울대학교 재료공학부 WCU 하이브리드 재료전공

최근, nanorod나 nanowire와 같은 1차원의 나노구조가 나노디바이스로 각광을 받고 있다. [1] 특히 InN는 3족 질화물 반도체 중 가장 작은 밴드갭 에너지와 뛰어난 수송 특성을 가지고 있어 나노디바이스로의 응용에 적합한 물질이다. [2] 그러나 InN는 큰 평형증기압을 가지므로 쉽게 인듐과 질소로 분해되는 특성이 있어 나노구조로의 성장이 쉽지 않음이 알려져 있다. [3] 최근 연구결과에 따르면, InN 나노구조는 금속 catalyst를 사용한 방법이나, 기판 위 패턴을 이용하여 성장하는 방법, 염소를 사용한 방법이 널리 쓰이고 있다. [4,5,6] 그러나 이 방법들은 의도치 않은 불순물의 원인이 되거나 다른 추가적인 과정을 필요로 한다는 문제점도 일부 가지고 있다.

본 연구에서는 catalyst-free 유기 금속 화학 증착법 (MOCVD)를 이용하여 Al₂O₃ (0001)면 위에 InN nanostructure를 성장하였다. InN nanostructure 성장 시 트리메틸인듐(TMIn)과 암모니아(NH₃)를 전구체로 사용하였으며, 캐리어 가스로는 질소를 사용하였다. 또한 모든 샘플의 성장시간은 60분으로 고정하였으나, 성장 시 온도의 의존성을 보기 위해 680-710°C 의 온도범위에서 성장을 진행하였다. 그 결과 InN는 본 실험에서 적용된 성장온도범위 내에서 온도가 증가함에 따라 초기에는 columnar구조로 성장된 박막의 형태에서 wall이 배열된 형태로 변화하며 결국 710°C 의 온도에서 nanorod로 성장하게 된다. 성장된 InN의 나노구조는 X-선 회절 측정법, 주사 전자 현미경 그리고 투과 전자 현미경을 이용하여 각각의 구조적 특성을 분석하였다. X-선 회절 측정법과 주사 전자 현미경을 통한 분석결과에서는 이들 nanorods가 대부분 c 방향으로 수직하게 정렬되어 있음을 확인 할 수 있었다. 또한, 690°C 에서 60분간 성장된 InN의 wall 구조의 두께는 200 nm, 길이는 2-2.5 μ m 로 관찰되었으며, 710°C 에서 60분간 성장된 InN nanorod의 지름은 150 nm, 길이는 3 μ m 정도로 관찰되었다. 이를 통하여 볼 때 성장 온도가 InN의 나노구조 형성 시 표면의 모폴로지변화에 중요한 변수로 작용함을 알 수 있다. 본 발표에서는 이러한 표면 형상 및 구조 변화가 성장온도에 따른 관계성을 가짐을 InN의 분해와 성장의 경쟁적인 관계에 의해 논의할 것이다.

[1] X. Duan, Y. Huang, Y. Cui, J. Wang, and C.M. Lieber, Nature 409 66 (2001).

[2] A. G. Bhuiyan, A. Hashimoto, A. Yamamoto J. Appl. Phys. 94 2779 (2003).

-
- [3] T. Matsuoka Superlattices Microstruct. 37 19 (2004).
- [4] H. Sekiguchi, K. Kishino, and Y. Sugimoto, Jpn. J. Appl. Phys. 35 L74 (1996).
- [5] Y. S. Won, Y. S. Kim, O. Kryliouk, and T. Anderson, Appl. Phys. Exp. 1 124002 (2008).
- [6] S. Vaddiraju, A. Mohite, A. Chin, M. Meyyappan, G. Sumanasekera, B.W. Alphenaar, and M. K. Sunkara Nano Lett. 5 1625 (2005).