

## 양극산화알루미나 템플릿을 이용한 분자선 에피택시 양자점 성장

정세영<sup>1</sup>, Fucheng Yu<sup>1</sup>, 백문철<sup>2</sup>, 강광용<sup>2</sup>, 김도진<sup>1</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 재료공학과, <sup>2</sup>한국전자통신연구원 테라전자소자팀

최근 나노미터 수준의 잘 정렬된 구조를 가지고 있어 주목을 받고 있는 양극산화알루미나 템플릿을 이용하여 분자선 에피택시법으로 양자점 성장을 하였다. 일반적으로 양극산화 알루미나의 제조방식은 Al 호일을 양극산화하여 양극산화 알루미나를 형성하고, 이를 기판에 붙여 사용한다. 이러한 방식은 잘 정렬된 기공의 배열을 가지지만, 대면적 제조가 힘들고, 제어가 쉽지 않다는 단점이 있다. 그래서 본 실험에서는 Si 웨이퍼 위에 Al를 증착하여 양극산화 알루미나를 Si 기판위에 직접 형성시킨 후 분자선 에피택시 성장의 템플릿으로 사용하였다. Al은 2 $\mu$ m 두께로 스퍼터링법으로 증착하였으며, 질소분위기에서 500도로 30분간 후열처리를 한 후 Masuda에 의해 제안된 2단계의 양극산화 공정으로 제작되었다. 10도의 0.3 M 옥살산용액에서 45 V의 전압으로 양극산화와 인산에서 45분간의 처리로 기공의 직경이 60 ~ 65 nm 길이가 200 nm 이하인 양극산화 알루미나 템플릿을 Si 웨이퍼 위에 형성하였으며, 이를 이용하여 분자선 에피택시법으로 GaAs, GaN, GaMnAs 나노닷을 성장하였다. GaAs와 GaMnAs 나노닷은 고체소스를 이용하여 성장하였으며, GaN 나노닷은 단일전구체인 Et<sub>2</sub>Ga(N<sub>3</sub>)NH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>를 사용하여 성장하였다. 분자선 에피택시 성장 결과 기판의 온도가 낮을수록 소스의 플럭스가 낮을수록 양극산화 알루미나 채널 내에 성장하는 나노닷이 양이 증가하였다. 기판의 온도가 낮을수록 성장하는 나노닷의 양이 증가하는 이유는 온도가 높은 경우에는 성장하는데 있어 충분한 열에너지가 주어지지 않아 소스에서 가까운 부분에서부터 성장이 되어 양극산화 알루미나 템플릿 위를 덮고, 낮은 온도에서는 성장하는데 충분한 열에너지가 공급되지 않아 양극산화 알루미나를 통과하는 소스의 양이 증가하여 양극산화 알루미나 내에 성장하는 나노닷이 증가하기 때문이다. 그리고 소스의 플럭스가 낮을수록 나노닷의 성장이 증가하는 이유는 플럭스가 낮을수록 shadow effect를 줄일 수 있기 때문이다. GaMnAs의 경우에는 박막에서와 마찬가지로 플럭스에 따라 GaAs 기지내에서 Mn이차상이 검출되어 나노닷이 뭉은 자성 반도체로의 적용 가능성을 보여 주었다.