

r-plane 사파이어 기판위에 성장한 a-plane GaN 특성 분석

Growth and characterization of a-plane GaN grown on r-plane sapphire

서용곤^{1,2}, 박재현¹, 서문석¹, 윤형도¹, 황성민¹, 오경환²
 전자부품연구원 그린에너지연구센터¹, 연세대학교 물리학과²,
 ygseo@keti.re.kr

1. Introduction

GaN 기반의 반도체와 그 이중접합구조는 가시광 혹은 자외선 파장 대역의 LED, LD등과 같은 광전소자에 대한 높은 잠재성으로 인해 많은 관심을 받고 있다¹. 일반적으로 GaN소자는 c축 방향의 사파이어 기판위에 GaN film을 성장하여 제작하지만 c축 방향의 GaN film은 원천적으로 생기는 Spontaneous polarization과 Piezoelectric polarization영향 때문에 양자우물에서의 밴드를 기울게 만들고 이것은 캐리어 재결합율을 감소시켜 그 결과 양자 효율을 낮춘다². 이러한 Polarization영향을 줄이기 위해 MOCVD나 HVPE(Hydride Vapor Phase Epitaxy) 혹은 MBE(Molecular Beam Epitaxy) 장비를 사용하여 사파이어 기판, SiC 기판 혹은 LiAlO₂기판을 이용한 Nonpolar GaN film 성장에 대한 연구가 진행되었고 특히 MOCVD를 이용하여 사파이어 기판위에서 GaN film을 성장하는 연구가 많은 주목을 받고 있다. 본 논문에서는 MOCVD를 사용하여 r-plane 사파이어 기판위에 Nonpolar a-plane GaN을 성장시켜 AFM(Atomic Force Microscope), XRD(X-ray Diffraction), Photoluminescence(PL)로 분석을 해보았다.

2. Experiment and Results

Aixtron사의 MOCVD장비를 사용하여 a-plane GaN film을 성장시켰고 이때 Trimethylgallium(TMGa)와 암모니아를 각각 Ga과 N 소스로 이용하였고 캐리어 가스는 수소를 사용하였다. 일반적으로 nucleation layer로 사용하는 low temperature GaN버퍼 대신 1050 °C의 고온에서 생성시켰다. 그 위에 reactor압력을 100mbar로 유지시킨 후 reactor 온도를 1090°C, 1050°C, 1160°C로 각각 변화시켰고 1090°C에서는 V/III ratio를 800, 1050°C, 1160°C에서는 V/III ratio를 500으로 하여 약 4.5µm두께의 GaN film을 증착하였다.

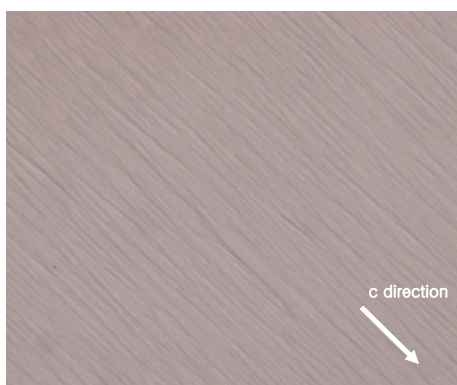


그림 1. Normarski 현미경 사진

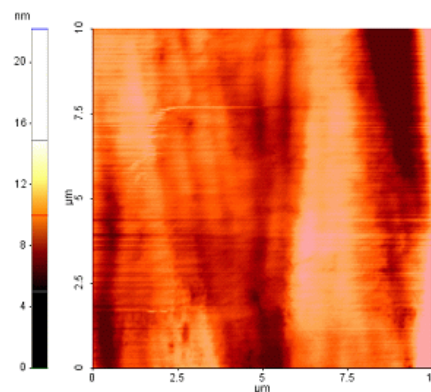


그림 2. AFM 사진

Normarski 현미경으로 성장된 a-plane GaN 표면을 찍은 사진을 그림 1에 나타내었다. 표면을 보면 줄무늬 패턴이 보이는데 이것은 전형적으로 Nonpolar a-plane GaN에서 나타나는 무늬이다³. 표면 또한 v-defect이 없이 매우 깨끗한 표면임을 알 수 있다. 그림상에서의 화살표 방향은 c축 방향을 나타내며 줄무늬의 방향이다. 그림 2에 10x10 μ m크기로 측정된 AFM 사진을 나타낸 것으로 RMS 거칠기가 2.5nm를 얻어 좋은 표면을 얻었다. 그림 3은 High resolution XRD로 측정된 Omega rocking curve를 나타낸다. 그림에서 c//는 a-plane GaN film상에서 c축 방향으로 측정된 것을 나타내고 m//는 m축 방향으로 측정된 값이다. c//과 m// 방향으로 측정된 Omega rocking curve의 반폭 값이 각각 ~700과 ~500arcsec를 얻었다. 성장된 GaN에서 c축 방향의 결정성이 m축 방향의 결정성보다 안 좋은 것을 알 수 있다. 그림 4는 상온에서 PL특성을 찍은 것이다. 중심파장이 ~362nm이고 반폭이 8.9nm였다. a-plane GaN의 luminescence 특성을 알아보기 위해 저온 PL 측정을 할 예정이다.

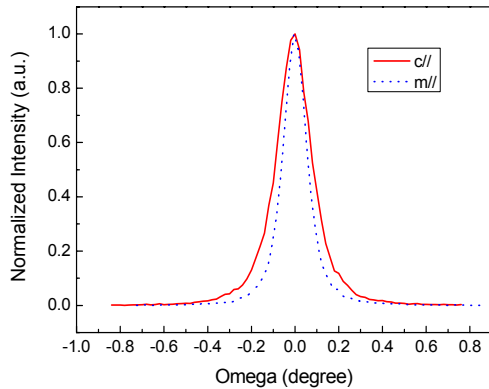


그림 3. Omega rocking curve

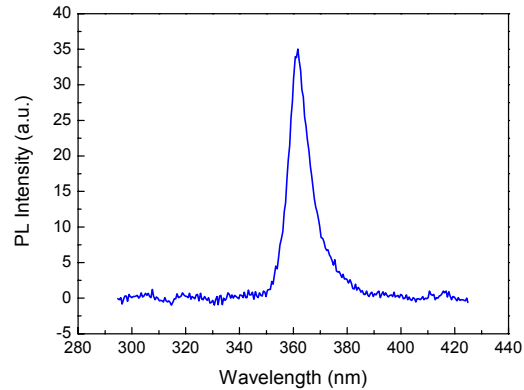


그림 4. 상온에서의 PL 특성

3. Conclusion

본 연구에서는 MOCVD를 사용하여 r-plane 기판위에 a-plane GaN film을 성장시켰으며 AFM 측정 결과 RMS 거칠기치가 2.5nm인 매우 좋은 표면을 얻었다. 결정성을 알아보기 위해 XRD 측정결과 c축 방향으로 ~700arcsec, m축 방향으로 ~500arcsec얻어 축 방향으로의 비대칭 결정성을 얻었다. 성장된 GaN film의 결정성을 높이는 연구가 진행되어야 실제적인 LED 소자 제작이 가능하리라 판단된다.

Acknowledgements

이 논문은 한국산업기술평가원 (과제번호 10030797, 2007-8-2074, 2008-8-1195), 한국과학재단 (과제번호 ROA-2008-000-20054-0, R01-2006-000-11277-0, R15-2004-024-00000-0), 국제과학기술협력재단 (과제번호 2008-8-0506, 2008-8-1893) 사업의 지원을 받아 수행된 연구임.

- [1] Shuji Nakamura, Masayuki Senoi, Naruhito Iwasa, Shin-ichi Nagahama, Takao Yamada, TaKashi Mukai, Jpn. J. Appl. Phys. 34, L1332 (1995).
- [2] P. Waltereit, O. Brandt, A. Trampert, H. T. Grahn, J. Menniger, M. Ramsteiner, M. Reiche, and K. H. Ploog, Nature 406, 866 (2000).
- [3] X. Ni, Y. Fu, Y. T. Moon, N. Biyikli, H. Morkoc, J. Cryst. Growth 290, 166 (2006).