

講演番号入れます。

IRE による AlN/ β -Si₃N₄ ダブルバッファ層への AM-MEE 法による Si(111)上 GaN 薄膜 PA-MBE 成長 GaN film PA-MBE growth on Si(111) by AM-MEE using interface reaction epitaxy (IRE) on a double buffer layer AlN/ β -Si₃N₄

大鉢 忠^{1, 2}、佐藤祐喜²、吉門進三²、和田元²、有屋田修³

¹ 界面反応成長研究所 同志社大学, ²理工学部 同志社大学, ³アリオス (株)
Tadashi Ohachi^{1, 2}, Yuuki Sato², Shinzo Yoshikado², Motoi Wada², and Osamu Ariyada³

¹IRE Laboratory, Doshisha University

D-egg, Kyotanabe-city, kyoto 610-0332 Japan

²Department of Electronics, Doshisha University, and ³Arios Inc.

tohachi@irel.jp

Two interface reactions, which were a reaction with Si and N atoms and a reaction with Al and β -Si₃N₄ on Si in a plasma assisted molecular beam epitaxy (PA-MBE) chamber, made a double buffer layer (DBL) of 2H-AlN/ β -Si₃N₄. An activity modulation migration enhanced epitaxy (AM-MEE) was used to grow AlN template and GaN film on the DBL on Si(111).

はじめに：大口径 Si 基板上への III 族窒化物系 (GaN, AlN, InN とそれらの混晶) 結晶成長に rf 放電を用いる PA-MBE において、シャッタと連動させた窒素放電の明るい(HB)放電と暗い(LB)放電の制御による AM-MEE (an activity modulation migration enhanced epitaxy) 法は液滴発生を避けて金属過剰条件下の成長が可能である特徴を持つ。大口径 Si 上への III 族窒化物の成長に、中間バッファ層としてダブルバッファ層(double buffer layer: DBL) AlN/ β -Si₃N₄ を、窒素原子の Si 基板への間接照射法を用いて Si を窒化する界面反応エピタキシャル (Interface reaction epitaxy: IRE) 法による単結晶 β -Si₃N₄成長と、続いてその β -Si₃N₄への Al 原子照射による IRE-AlN 単結晶薄膜成長により形成し、その上に GaN 薄膜単結晶を成長させる事に関して報告する。

実験法：VG80H の GaAs 用 MBE 装置排気系をターボ分子ポンプ排気 (800 L/s) に改良し、窒素源として電力調整付きアリオス社製 IRF-501IF 13.56 MHz プラズマ (ICP-RF) 放電源を用いた。Si の犠牲酸化膜を真空チャンバー内で除去し、図 1 に示す如く HB 放電モードで発生する解離窒素原子 (基底 N および励起 N* 窒素原子) の間接照射を用い IRE β -Si₃N₄ を作製した。続いて Al を 1~2 ML 照射して IRE-AlN を成長させ DBL とした。励起窒素分子 N₂* を直接照射して金属原子分布を一様化した後、解離窒素原子を直接照射する AM-MEE 法により成長させた 2H-AlN 膜と 2H-GaN 膜評価を原子間顕微鏡 (AFM) 観察、X 線反射率と X 線回折法を用いて行う。

実験結果と考察：目的とする GaN 薄膜結晶の結晶品質を向上させるに必要な要素として、①窒化前の Si 表面の作製、②DBL の作成条件として IRE による β -Si₃N₄ と AlN それぞれの作製条件、③AM-MEE による AlN テンプレートの成長条件④AM-MEE による GaN 膜の成長条件が考えられる。現在の問題点は① Si

基板の高温での清浄化過程を終了した基板の室温観察 AFM 像に白い点 (SiC と予想) が観察されること、②IRE 法による単結晶 β -Si₃N₄ の表面再構成 8/3x8/3 構造と 8x8 構造の制御とその厚みの最適化、③IRE-AlN の最適膜厚④AM-MEE 成長過程での励起窒素分子 N₂* の効果の理解 (液滴発生防止、混晶割合制御、成長基板温度への影響)

参考文献： 1) T. Ohachi, N. Yamabe, M. Wada, O. Ariyada, *Jpn. J. Appl. Phys.* **50** (2011) 01AE01. 2) N. Yamabe, et al., *J. Cryst. Growth* **311** (2009) 3049. 3) N. Yamabe, Y. Yamamoto, and T. Ohachi, *Phys. Status Solidi C* **8** (2011) 1552.

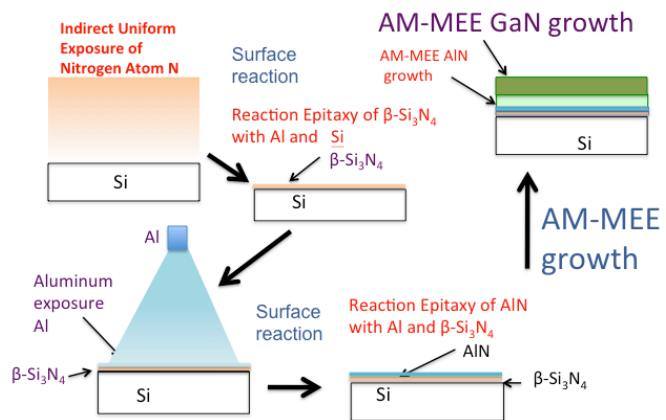


図 1 Si 基板窒化から AM-MEE GaN 成長過程説明と成長試料構造 ① Si (111) 基板、② Si 窒化による β -Si₃N₄ 作製、(界面反応エピタキシー②)、③ Al 照射における AlN 形成 (界面反応エピタキシー③) ②+③ DBL、④ AM-MEE 成長 AlN テンプレート、⑤ AM-MEE 成長 GaN(0001)成長