

# 講演番号入れます。(講演番号を入れるスペースは削除しないで下さい。)

## RF-MBE 成長における Si(111)上 AlN ダブルバッファ層成長における 界面反応エピタキシャル成長 IRE 法 $\beta$ -Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜

$\beta$ -Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> film grown by interface reaction epitaxy (IRE)  
on a double buffer layer on Si(111) using RF-MBE growth

大鉢 忠<sup>1, 2</sup>、佐藤祐喜<sup>2</sup>、吉門進三<sup>2</sup>、和田元<sup>2</sup>、有屋田修<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 界面反応成長研究所 同志社大学, <sup>2</sup>理工学部 同志社大学, <sup>3</sup>アリオス (株)

Tadashi Ohachi<sup>1,2</sup>, Yuuki Sato<sup>2</sup>, Shinzo Yoshikado<sup>2</sup>, Motoi Wada<sup>2</sup>, and Osamu Ariyada<sup>3</sup>

<sup>1</sup>IRE Laboratory, Doshisha University, D-egg, Kyotanabe-city, kyoto 610-0332 Japan

<sup>2</sup>Department of Electronics, Doshisha University, and <sup>3</sup>Arios Inc.

tohachi@irel.jp

An interface reaction epitaxy (IRE), which is a coherent reaction with Si and N atoms, forms an epitaxial  $\beta$ -Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> film on Si by a radiofrequency discharge molecular beam epitaxy (RF-MBE). A double buffer layer (DBL) of 2H-AlN/ $\beta$ -Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> on a Si substrate was successively formed by the IRE with Al and the grown  $\beta$ -Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>.

### はじめに

無転位結晶である Si 基板への窒素原子の間接照射法を用いて Si 表面を一様に窒化する IRE (Interface reaction epitaxy: 界面反応エピタキシャル) 法による単結晶 $\beta$ -Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>成長と、続いてその $\beta$ -Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>と照射 Al 原子の IRE 反応を用いて DBL (double buffer layer: ダブルバッファ層) AlN/ $\beta$ -Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/Si を用いて AlN の低転位化を図ることが出来る。AM-MEE (an activity modulation migration enhanced epitaxy) 法による高品質 AlN 薄を得る目的で $\beta$ -Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜成長条件の最適化を調べた。

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、電力調整付きアリオス社製 IRF-5011F 13.56 MHz プラズマ窒素放電源を用いた。Si の犠牲酸化膜を真空加熱で除去し、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 Si 基板表面を一様に照射して  $\beta$ -Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> を IRE 作製した後、ジェット流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 膜を AFM 観察、AlN 膜の X 線反射率と X 線回折法を通して DBL 内の  $\beta$ -Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜の評価を行う。

目的とする AlN 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、② DBL の作成条件として IRE による  $\beta$ -Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> と AlN それぞれの作製条件、③AM-MEE による AlN テンプレート成長条件が考えられる。現在の問題点は①Si 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) の生成、②IRE 法による単結晶 $\beta$ -Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>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 Al 照射条件④AlN の AM-MEE 成長過程での励起窒素分子 N<sub>2</sub>\*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) 等である。

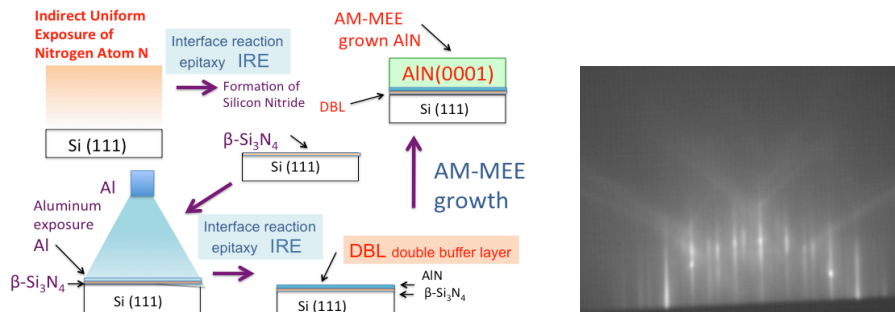


図 1 (左) Si 基板窒化から AM-MEE GaN 成長過程説明と成長試料構造 ① Si(111) 基板、②Si 窒化による  $\beta$ -Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 作製、(界面反応エピタキシー②)、③Al 照射における AlN 形成(界面反応エピタキシー③) ② + ③ = DBL、④AM-MEE 成長 AlN (0001) 図 2 (右) Si 基板窒化による  $\beta$ -Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> の 8x8 RHEED パターン

### 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) T. Ohachi et. al, *Phys. Status Solidi C* **10** (2013) 429.