

Ar/F₂ プラズマと BCl₃ の交互供給による AlGaN 原子層エッチングでの組成比制御 Control of stoichiometric ratio of AlGaN by cyclic supply of Ar/F₂ plasma and BCl₃ gas

㈱SCREEN ホールディングス¹, 名古屋大学² ○中村 昭平^{1,2}, 谷出 敦^{1,2}, 木村 貴弘¹, 灘原 壮一^{1,2},
石川 健治², 小田 修², 堀 勝²

SCREEN Holdings¹, Nagoya Univ.², °Shohei Nakamura^{1,2}, Atsushi Tanide^{1,2}, Takahiro Kimura¹,
Soichi Nadahara^{1,2}, Kenji Ishikawa², Osamu Oda², Masaru Hori²

E-mail: sh.nakamura@screen.co.jp

はじめに 高電子移動度トランジスタ

(GaN-HEMT) のゲート部では AlGaN 組成比を維持した原子層オーダーのエッチングが所望される。塩素修飾層を Ar スパッタで除去する従来の原子層エッチング(ALE)^[1]では Al/(Al+Ga)比が減少した。これは AlCl₃(沸点 180°C)が GaCl₃(沸点 201°C)より優先的に離脱することが原因であった。

本研究では Al の優先離脱を制限するため F₂ を添加した Ar プラズマを用い、高沸点の AlF₃(沸点 1200°C)と GaF₃(沸点 1000°C)の形成を狙った ALE 法を提案する。

実験方法 サンプルは Al_{0.24}Ga_{0.76}N(0001)/SiC 基板を用いた。基板はランプヒーターで 400°C に加熱した。プラズマは基板 10cm 上方に設置した LIA(Low-Inductance-Antenna)^[2]により供給した。従来の ALE 法は Ar 1Pa, LIA500W, Bias10W, 10s と Cl₂ 1Pa, LIA900W, 10s の交互処理で行った。本研究の ALE 法は 10%F₂ 添加 Ar 1Pa, LIA900W, 10s と BCl₃ 1Pa, 10s の交互処理で行った。組成比は in-situ X 線光電子分光(電子脱出角度: 30°)により見積もった。

実験結果・考察 従来および本研究の ALE 法で処理した表面の Al/(Al+Ga)比を Fig.1(a)に、カソードルミネッセンス(CL)強度を Fig.1(b)に示す。Fig.1(a)では Al/(Al+Ga)比が従来の ALE 法でエッチング前に比べ 29%減少した。一方で

本研究の ALE 法では 12%の減少に抑制できた。

Fig1.(b)では CL 強度が従来の ALE 法でエッチング前に比べ 74%減少した。一方で本研究の ALE 法では 7%の減少に抑制できた。

Al/(Al+Ga)比の低下抑制により結晶欠陥が低減し CL 強度の低下が抑制された。想定される反応モデルを Fig.2 に示す。Al/(Al+Ga)比は表面に残留した AlF_x により維持され、エッチングは AlCl_xF_y と GaCl_xF_y がイオン衝突で進行したと考える。

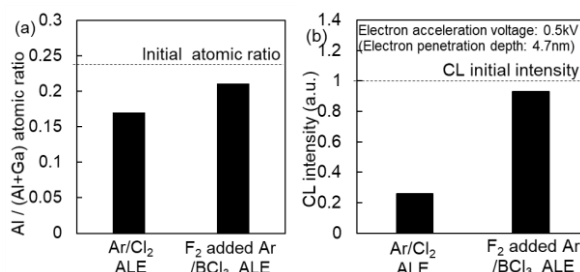


Fig.1 (a) Al/(Al+Ga) atomic ratio after ALE. (b) CL intensity after ALE.

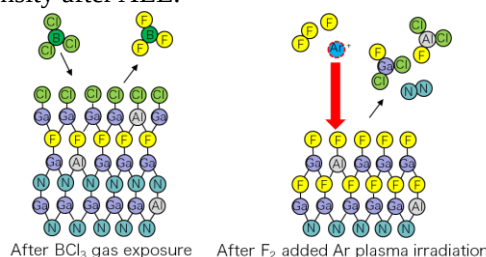


Fig.2 Reaction model of F₂ added Ar/BCl₃ ALE.

参考文献

- [1] K. J. Kanarik *et al.*, J. Vac. Sci. Technol. A **33**, (2015) 020802.
- [2] Y. Setsuhara *et al.*, Plasma Process. Polym. **4** (2007) S628-S632.