

F₂ 添加 Ar プラズマを用いた基板昇温下での AlGa_N の原子層エッチングAtomic layer etching of AlGa_N at high temperature using F₂-added Ar plasma(株)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},灘原 壮一^{1,2}, 石川 健治², 小田 修², 堀 勝²SCREEN Holdings¹, Nagoya Univ.², °Shohei Nakamura^{1,2}, Atsushi Tanide^{1,2}, Soichi Nadahara^{1,2},Kenji Ishikawa², Osamu Oda² and Masaru Hori²

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

はじめに GaN-HEMT のゲート作製では、緻密なエッチング量制御下で結晶欠陥の無いエッチングが必須である。緻密なエッチング量制御に原子層エッチング(ALE)が提唱されている。従来の AlGa_N の ALE では塩素原子吸着と Ar イオン衝突によるその剥離を行うが、閾値イオンエネルギーは 40eV であり^[1]、イオン衝突による結晶欠陥形成が課題である。結晶欠陥低減には低エネルギーイオンを用い基板加熱でエッチング促進させる手法が有効である^[2]。しかし高温下では塩素原子吸着層のスパッタ率増加により自己制限の課題がある^[3]。

そこで本研究では高温下での自己制限のため揮発性が低い Al と Ga のフッ化物修飾層を剥離工程で追加形成する AlGa_N の ALE を検証した。

実験方法 サンプルには Al_{0.24}Ga_{0.76}N(0001)/Ga_N/Si 基板を用いた。基板はランプヒーターで 400°C に加熱した。Ar イオンは基板 10cm 上方の LIA(Low-Inductance-Antenna)^[4]で励起した Ar プラズマで生成した。塩素原子吸着には BCl₃ ガスを用いた。ALE は BCl₃ ガス 1Pa, 10s / F₂(10%)添加 Ar プラズマ 1Pa, LIA750W, イオンエネルギー23eV を繰り返し行った。エッチングの自己制限は in-situ エリプソメトリーで測定したエッチング量のプラズマ照射時間依存で評価した。エッチング原理解明のため

ex-situ XPS で組成比を評価した。

実験結果・考察 BCl₃ ガス曝露 10s 後のエッチング量の F₂ 添加 Ar プラズマ照射時間依存を Fig.1(a) に示す。自己制限はプラズマ照射 10~36s の間で実現した。プラズマ照射 10s まではエッチングが促進した。F₂ 添加 Ar プラズマ照射 5s と 20s での Cl と F の表面組成比を Fig.1(b)に示す。プラズマ照射 20s では 5s に比べ Cl と F の表面組成比は低下した。これより自己制限前(5s)はスパッタ率の高い塩化物を含むフッ化層が除去され、自己制限時(20s)は残留塩化物が少なく表面フッ化層でエッチングが停止したと考える。

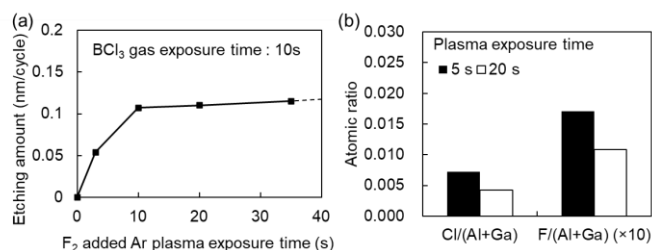


Fig.1 (a) The dependence of etching amount per cycle on F₂ added Ar plasma exposure time. (b) Atomic ratio of Cl and F to Al+Ga atoms after F₂ added Ar plasma.

参考文献

- [1] S. A. Smith *et al.*, Appl. Phys. Lett. **71**, 25 (1997).
- [2] Z. Liu *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **54** 06GB04 (2015).
- [3] R.W. Conn *et al.*, Nucl. Fusion **42**, 1060–1066 (2002)
- [4] Y. Setsuhara *et al.*, Plasma Process. Polym. **4**, S628-S632 (2007).