# In-situ RF-MBE による AIN/GaN ヘテロ構造上への AIO<sub>x</sub> 薄膜成長

Growth of AlO<sub>x</sub> thin film on AlN/GaN heterostructures by in-situ RF-MBE

## 工学院大工<sup>1</sup>, 情報通信研究機構<sup>2</sup>

<sup>O</sup>杉浦 洋平<sup>1,2</sup>,本田 徹<sup>1</sup>,東脇 正高<sup>2</sup>

### Kogakuin Univ.<sup>1</sup>, NICT<sup>2</sup>

#### <sup>O</sup>Yohei Sugiura<sup>1,2</sup>, Tohru Honda<sup>1</sup>, Masataka Higashiwaki<sup>2</sup>

#### E-mail: cd12002@ns.kogakuin.ac.jp

我々は、GaN デバイスの特性向上のため、新しいヘテロ構造の形として酸化物/窒化物複合構造 を提案し、現在その分子線エピタキシー(MBE)薄膜成長に関する研究を行なっている。本研究で 使用している MBE 装置は、成長室に窒素プラズマと酸素プラズマの両セルを有しており、窒化物 構造上に酸化物構造を成長する際、試料を一度真空中から取り出す必要がない。そのため、大気 中で窒化物構造表面に形成される自然酸化膜の影響を排除することができ、理想的な酸化物/窒化 物界面を有するヘテロ構造の成長が可能である。過去の研究において、AIN/GaN ヘテロ構造上に 高品質かつ平坦な AIO<sub>x</sub>極薄膜(膜厚 1.5 nm)の成長に成功した[1]。今回、その AIO<sub>x</sub>極薄膜をバッ ファー層として使用し、その上に更に AIO<sub>x</sub> 薄膜を MBE 成長した AIO<sub>x</sub>/AIN/GaN ヘテロ構造を作 製し、その構造評価を行ったので報告する。

初めに、c面サファイア基板上に窒化物構造の成長を行った。基板表面を窒化した後、AlN バッファー層(300 nm)、GaN層(1.5  $\mu$ m)、AlN バリア層(3.5 nm)の順に成長した。成長した基板は、一旦超高真空バッファー室へと搬送し、保存した。その後、酸化物構造成長時に再び成長室へ搬送した。酸化物構造は、最初に基板温度150℃でAlN バリア層上にAlのみを1.5 nm 堆積した。Al 堆積後、同基板温度で酸素プラズマを10分間照射し、酸化することでAlO<sub>x</sub> 極薄膜を形成した。その後、基板温度を800℃まで昇温し、10分間真空中でアニール処理を行った。このAlO<sub>x</sub>バッファー層上に、更に同じく基板温度 800℃で、膜厚 20 nm のAlO<sub>x</sub>トップ層を成長した。このAlO<sub>x</sub>トップ層は、Al と酸素プラズマを同時に供給する MBE モードで成長した。リファレンスとして、AlO<sub>x</sub> バッファー層で成長を止めた試料も用意した。成長した試料は、表面原子間力顕微鏡(AFM) および断面透過型電子顕微鏡(TEM)観察により構造評価を行った。

Figure 1 に、(a) AlO<sub>x</sub>バッファー層、(b) AlO<sub>x</sub>バッファー層上に成長した AlO<sub>x</sub>トップ層の表面 AFM 像をそれぞれ示す。Fig. 1(a) に示すように、AlO<sub>x</sub>バッファー層表面には、小さなグレインが連続 的に形成されており、下層に相当する AlN バリア層の表面全体をカバーする薄膜となっている。 一方、Fig. 1(b) に示す AlO<sub>x</sub>トップ層表面においては、更にサイズの大きな AlO<sub>x</sub>のグレインが連続 続することで、より平坦な薄膜を形成している。Figure 2 に、AlO<sub>x</sub>トップ層まで成長した試料の 断面 TEM 像を示す。AlO<sub>x</sub> 薄膜は、AlN との界面から完全に結晶化していることが確認できる。

[1] 杉浦他、2013 春季応物講演予稿集 28p-G21-11。



**Fig. 1** Surface AFM images of (a) AlO<sub>x</sub> buffer and (b) AlO<sub>x</sub> top layers.



**Fig. 2** Cross-sectional TEM micrograph of AlO<sub>x</sub>/AlN/GaN heterosutructure.