Si 基板上の GaN 成長におけるピット生成・消滅メカニズムの解析

Analysis on mechanism of generation and extinguishment of pits during GaN growth on Si substrates

東大院工¹, 東大工², ニューフレアテクノロジー³, 東大先端研⁴

^O出浦 桃子¹, 曽我 拓実², 岡本 和也¹, 百瀬 健¹, 依田 孝³, 高橋 英志³, 家近 泰³, 宮野 清孝³, 津久井 雅之³, 杉山 正和⁴, 霜垣 幸浩¹

Univ. of Tokyo¹, NuFlare Technology² °M. Deura¹, T. Soga¹, K. Okamoto¹, T. Momose¹, T. Yoda², H. Takahashi², Y. Iyechika², K. Miyano², M. Tsukui², M. Sugiyama¹, and Y. Shimogaki¹ E-mail: deura@dpe.mm.t.u-tokyo.ac.jp

背景 我々は, Si 基板上の AlGaN/GaN 系高電子移動度トランジスタ(HEMT)構造の有機金属気 相成長(MOVPE)に取り組んでいる.これまでに,ある製膜条件において AlN バッファ層内に 結晶方位が面内で 30°回転した回転ドメインが生じること,デバイス層表面に形成されたピットの 下部に回転ドメインが存在すること,ピットは回転ドメイン上で成長が阻害されたために形成さ れた可能性があること,ピットがリーク電流の原因になること,を見出した[1].しかし,AlN バ ッファ層中の回転ドメインとデバイス層表面のピットの関係は完全に解明されていない.そこで 今回は,回転ドメインとピットの関係を詳細に調べた.

<u>実験・結果</u> ウエハ高速回転・シャワーヘッド型の MOVPE 装置 EPIREVOTM G8 を用いて, 6 イ ンチ Si(111)基板上に, AlN バッファ層 (100 nm), AlGaN/AlN ひずみ超格子 (SLS) 層 (2.1 μ m), GaN 層 (1.9 μ m), AlGaN 層 (25 nm) (GaN 試料)を成長した. 一方, AlN バッファ層表面の状態を評価するため, AlN バッファ層のみを成長した試料も作製した. 表面・断面の状態を原子間 力顕微鏡 (AFM) および走査型電子顕微鏡 (SEM) を用いて, GaN 試料の結晶方位を電子線後方 散乱回折 (EBSD) を用いて評価した. Fig. 1 に示すように, AlN バッファ層表面には 0.1~1 μ m 程 度の不規則形状の回転ドメインが 10⁷ cm⁻²程度存在した. 回転ドメイン表面は周囲の正常成長領

域より 2 nm 程度高く,転位列と考えら れる小さなピット列で囲まれていた. 一 方,GaN 試料表面のピットサイズは1µm 程度と回転ドメインと同程度であるが, 面密度は10⁴ cm⁻²程度と低かった. 断面 SEM 観察では、低密度のため表面に到達 したピットは観察されなかったが, Fig. 2 に示すように,成長中に消滅したピット が 10⁶ cm⁻²程度存在した. ピットは SLS 層成長初期に発生しており,発生前の SLS 層の結晶方位は30°回転しているが、 途中で終端してピットが発生し、その後 は正常成長領域と同じ方位で成長してい る.以上より、回転ドメインの10%程度 のみの上にピットが形成され、さらにそ のうちの大部分は成長中に消滅し、1%程 度のみが表面まで残留することが分かっ た. したがってデバイス層表面のピット 抑制には、SLS 層成長初期のピット発生 抑制だけでなく, SLS 層成長中のピット 消滅も有効であると考えられる.

[1] K. Miyano *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **57**(2018) 07ME04.



Fig.1 AlN バッファ層表面の(a) SEM 像と(b) AFM 像. 両者の観察位置は異なる. 白丸は回転ドメインの一例.



Fig. 2 GaN 試料の断面 SEM 像およびピット部分 (白四角領域)の面内方向 EBSD 結晶方位マップ.