Si 基板上 AlGaN/GaN HEMT 成長における MOCVD 炉内環境の影響

Influence of MOCVD reactor environment on AlGaN/GaN HEMT growth on Si

○山岡 優哉 [1,2]，生方 映徳 [1]，矢野 良樹 [1]，田渕 俊也 [1]，松本 功 [1] 江川 孝志 [2]

(1. 大陽日酸株式会社 2. 名古屋工業大学)

○Yuya Yamaoka[1,2], Akinori Ubukata[1], Yoshiki Yano[1], Toshiya Tabuchi[1], Koh Matsumoto[1], and Takashi Egawa [2]

(1.Taiyo Nippon Sanso Corp., 2.Nagoya Institute of Technology)

E-mail: Yuya.Yamaoka@tn-sanso.co.jp

まえがき　Si 基板上 AlGaN/GaN HEMT は高出力、低価格次世代パワーデバイスとして普及が期待されているが、Si 基板等のヘテロ界面から発生する貫通転移由来の縦方向リーク電流がデバイス信頼性を損なう点が課題となっている。我々はこれまで、GaN/Si 界面の成長プロセスとリーク電流の関係性について調査を行ってきた。その結果、成長初期層である AlN 核形成層の結晶品質との関係性が非常に強いことが明らかとなっている[1-3]。加えて、洗浄残渣が検出されなかった炉内部品を使用して成長した AlN 核形成層の結晶品質は洗浄残渣が検出された炉内部品の場合とくらべ改善することが明らかとなっている[4]。そこで、本研究では洗浄残渣による AlN 核形成層結晶品質悪化の原因の追及するために、MOCVD 炉に基板を搬入した時点の炉内環境と Si 基板の表面状態との関係を調査した。

実験方法　MOCVD 装置は大陽日酸製 UR26K (8 inch ×6 枚炉)を使用した。炉内部品は洗浄残渣が付着したものを使用した。基板搬入前に以下のような 3 通りのベーキングを行い炉内環境を制御した。処理 1) ベーキングなし、処理 2) 水素ベーキング (1025 ℃ 、31 min), 処理 3) AlN 成長後水素ベーキング、の 3 条件である。使用した Si 基板は基板直径、200 mm、 面方位 (111)、*P* 型、基板厚、1 mm である。各条件にてベーキングした後に、MOCVD 炉内にて Si 基板を水素クリーニング (水素雰囲気中,1000 ℃, 10 min)を行い、原子間力顕微鏡(AFM)にて基板表面を観察した。

評価と考察　図 1 に各ベーキングを実施後、水素クリーニングした Si 基板表面の AFM 像を示す。処理 1 の炉内に Si 基板を搬送して水素クリーニングを行うと、Si 表面に多数の欠陥が観察された（図 1(a)）。洗浄残渣と Si 基板が反応して欠陥が発生したと考えられる。処理 2，3 の成長炉を用いた場合には Si 基板表面にステップフローが確認され、自然酸化膜が除去されていると考えられる。また、欠陥の発生は確認できなかった（図 1（b），(c)）。これらのことから、洗浄残渣と Si 基板との反応によって Si 基板表面に欠陥が発生し、AlN 核形成層の結晶品質が悪化したと考えられる。HEMT 構造成長前の Si 基板表面状態と HEMT 構造の縦方向リーク電流との関係は当日報告する。

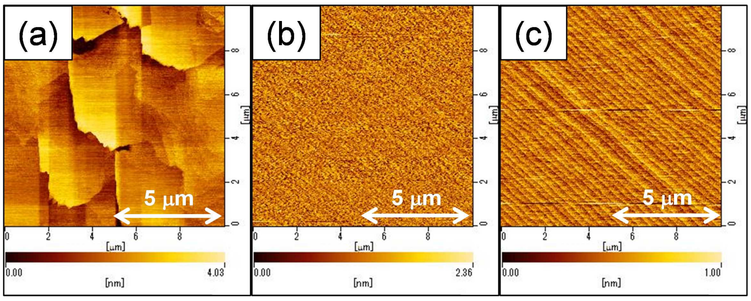

Fig. 1 AFM images of the Si substrate surface with H_2 cleaning after each baking conditions. (a)without H_2 baking, (b) with H_2 baking, (c) with H_2 baking after AlN growth.

謝辞　本研究の一部は愛知地域スーパークラスタープログラムの支援によって行われた。

[1] Y. Yamaoka, et al. Phys. Status Solidi A 214(8), 1600843 (2017). DOI 10.1002/pssa.201600843.
[2] Y. Yamaoka, et al. MRS Advances, Vol. 1, Iss. 50, pp. 3415-3420 (2016). DOI 10.1557/adv.2016.431
[3] J. J. Freedsman, et al. Phys. Status Solidi A 213(2), 424–428 (2016). DOI 10.1002/pssa.201532601.
[4] 松本功、山岡優哉　電気学会学会誌　Vol. 137, pp. 1681-684 (2017)