

Si 基板上 GaN 成長におけるピットの方位と出現面の解析

Orientation and stable side analysis of pits
generated during GaN growth on Si substrates東大院工¹, ニューフレアテクノロジー², 東大先端研³, 東工大未来研⁴○岡本 和也¹, 出浦 桃子¹, 依田 孝^{2,4}, 高橋 英志²,宮野 清孝², 津久井 雅之², 百瀬 健¹, 杉山 正和^{1,3}, 霜垣 幸浩¹The Univ. Tokyo¹, NuFlare Technology², Tokyo Tech.³ ○K. Okamoto¹, M. Deura¹,T. Yoda^{2,3}, H. Takahashi², K. Miyano², M. Tsukui², T. Momose¹, M. Sugiyama¹, and Y. Shimogaki¹

E-mail: okamoto@dpe.mm.t.u-tokyo.ac.jp

背景 我々は、Si 基板上の AlGaIn/GaN 系高電子移動度トランジスタ(HEMT)用積層構造の有機金属気相成長(MOVPE)におけるピットを抑制するため、その発生・消滅機構の解明に取り組んでいる。前回、GaN 層表面に方位・形状の異なる2種類のピットが存在することを見出した。また断面観察により、両者の発生機構は同様であるが、ピット側面の角度が異なることから発展機構が異なる可能性を得た[1]。そこで今回はピットの発展機構について解明するため、成長各段階でのピットの方位と出現面の解析を行った。

実験・結果 ウエハ高速回転・シャワーヘッド型の MOVPE 装置を用いて、6 インチ Si(111)基板上に、AlN バッファ層(100 nm), AlGaIn/AlN 歪み超格子(SLS)層(2.1 μm), GaN 層(1.9 μm), AlGaIn 層(25 nm)を積層した GaN 試料を成長した。また、SLS 層中でのピットの発展過程を評価するため、SLS 層で成長を止めた SLS 止め試料を作製した。試料表面を電界放出形走査型電子顕微鏡(FE-SEM)により観察した。GaN 試料表面には Fig. 1(a)に示すような、辺が $\langle\bar{1}2\bar{1}0\rangle$ で構成され形状が不明瞭な六角錐型ピット(丸ピット), および(b)に示す $\langle 01\bar{1}0\rangle$ で構成される明瞭な六角錐型ピット(角ピット)の2種類が確認された[1]。これに対し SLS 止め試料の表面では、Fig. 1(c)に示すような、辺が $\langle\bar{1}2\bar{1}0\rangle$ で構成され形状が明瞭な六角錐型ピット, および(d)に示す $\langle 01\bar{1}0\rangle$ と $\langle\bar{1}2\bar{1}0\rangle$ の両方で構成される十二角錐型ピットの2種類が観察された。十二角錐のうち、丸ピットと同じ面には縞模様が観察されるが、角ピットと同じ面は一様な平滑面に見える。Fig. 1 に示す形状の方位関係および存在比率から、(c)が GaN 表面における丸ピット, (d)が角ピットに対応すると考えられる。すなわち GaN 成長中に存在比率は大きく変化しなかった。また、GaN 表面・SLS 表面ともに、角ピットの方が大きいサイズばらつきは小さかった。ここで Fig. 1(a)の丸ピットは、消滅途中のため形状不明瞭になっていると考えられる。したがって、(c)のように SLS 層成長終了時に明瞭な六角錐状のピットが残留していても、丸ピットについては GaN 成長中に消滅開始すると考えられる。一方、Fig. 1(b)・(d)の角ピットについては、発生機構が丸ピットと同様である可能性から、向きは不明であるが発生時は六角形であったと推測される。SLS 成長中に何らかの理由で十二角形に変形した後、一様な平滑面のみが安定面として残り、角ピットの形状になったと考えられる。以上から、AlN と GaN で成長条件に対する安定面が異なる可能性が示唆される。

[1] 岡本他, 第 67 回春季応物, 13p-A302-6 (2020).

	丸ピット	角ピット
GaN 表面	(a) 1 μm $\langle 01\bar{1}0\rangle$ $\langle\bar{1}2\bar{1}0\rangle$	(b)
	65%	35%
SLS 表面	(c)	(d)
	66%	34%

Fig. 1 (a)(b)GaN 層および(c)(d)SLS 層の表面で観察されたピットの表面 SEM 像とその存在比率。