

# Si 基板上 GaN 成長における結晶方位回転成長領域とピット生成の関係

## Relationship between crystal orientation rotated domain and v-pit formation

### during GaN growth on Si substrates

東大院工<sup>1</sup>, ニューフレアテクノロジー<sup>2</sup>, 東大先端研<sup>3</sup>, 東工大未来研<sup>4</sup>

○(M2)岡本 和也<sup>1</sup>, 出浦 桃子<sup>1</sup>, 依田 孝<sup>2,4</sup>, 高橋 英志<sup>2</sup>,

宮野 清孝<sup>2</sup>, 津久井 雅之<sup>2</sup>, 百瀬 健<sup>1</sup>, 杉山 正和<sup>1,3</sup>, 霜垣 幸浩<sup>1</sup>

The Univ. Tokyo<sup>1</sup>, NuFlare Technology<sup>2</sup>, Tokyo Tech.<sup>3</sup> ○K. Okamoto<sup>1</sup>, M. Deura<sup>1</sup>,

T. Yoda<sup>2,3</sup>, H. Takahashi<sup>2</sup>, K. Miyano<sup>2</sup>, M. Tsukui<sup>2</sup>, T. Momose<sup>1</sup>, M. Sugiyama<sup>1</sup>, and Y. Shimogaki<sup>1</sup>

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)中に生じ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. これまでに, AlN バッファ層中に結晶方位が面内で 30°回転した回転ドメインが存在し, その上の歪み超格子(SLS)層でも方位回転が継続するが, 途中で終端されてピットが発生する可能性があることが分かった[1]. しかし SLS 層での方位回転がピットに至るメカニズムは依然として不明である. そこで今回はピット発生メカニズムについて調査した.

**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)と AlGaIn/AlN SLS 層 20 セット(500 nm)を積層した SLS20 セット試料を成長した. また, SLS 層中での方位回転領域の継時変化を観察するため, SLS 層 5 セットまで成長した SLS5 セット試料を作製した. これらの試料を電界放出型走査電子顕微鏡(FE-SEM)により観察した. Fig. 1(a)に SLS20 セット試料の断面, Fig. 1(b)に SLS5 セット試料の表面のそれぞれ SLS 方位回転領域近傍の SEM 像を示す. Fig. 1(a)中の AlN バッファ層内に 2 ヶ所のくぼみが存在する. 回転ドメインと正常成長領域との境界には粒界転位起因と考えられるピット列が存在することから, くぼみの内側は回転ドメインと推測される. その上の SLS でも, 方位回転領域と正常成長領域が連続に成長しておらず, 両者の境界には成長初期からそれぞれファセットが形成されているため, 方位回転領域は島状になっている. また, 方位回転領域で明コントラストの AlGaIn 層のみが薄くなっているため, 方位回転領域の成長速度が低下し周囲の正常成長領域より低い. さらに方位回転領域の頂点近傍では暗コントラストの高 Al 組成領域のみが観察された. これは Ga のみ方位回転領域での取り込み効率が低いことを示している. その原因として, 回転領域における Si との格子不整合度が小さいことが挙げられる. 正常成長領域の SLS 層の方が強い引張りひずみがかかるため, それを補償するように正常成長領域の方が Ga が取り込まれやすく, 相対的に SLS 方位回転領域内部の Ga 取り込み効率が低下したと考えられる. この際, 周辺の正常成長領域の方が成長速度が大きいため, 正常成長領域のファセットが方位回転領域のファセットを被覆するように成長する. これにより方位回転領域は成長とともに縮小し, 最終的に終端される. 終端直前には, Ga は方位回転領域から正常成長領域のファセットに拡散するため, 方位回転領域上には高 Al 組成領域が形成されることが考えられる. 方位回転領域の終端後には, 正常成長領域のファセットのみが残るため, これがピットになってしまう.

[1] 出浦他, 第 80 回秋季応物, 18a-PB3-25 (2019).

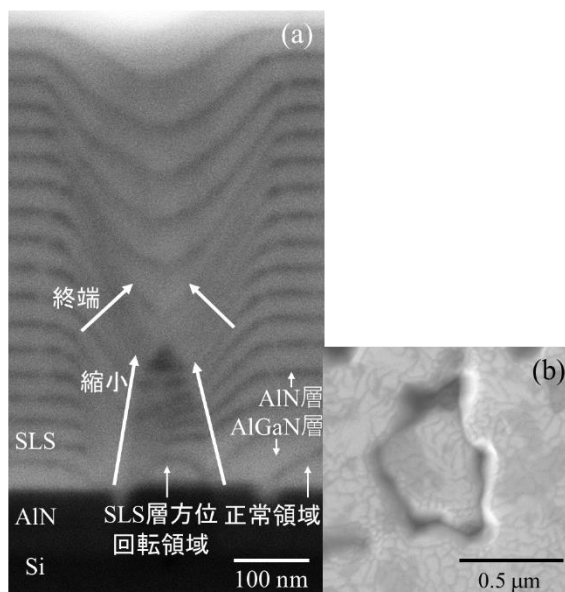


Fig. 1 SLS 層中の方位回転領域の SEM 像. (a)SLS20 セット試料断面. (b)SLS5 セット試料表面.