

GaN 基板上 GaN の MOVPE 成長の表面モフォロジーとキャリア濃度の相関 Correlation between surface morphology and carbon incorporation in MOVPE growth of GaN on GaN substrate

名大未来材料・システム研究所¹, 名大院工², 名大 VBL³, 名大・赤崎記念研究センター⁴
○渡邊 浩崇¹, 新田 州吾¹, 隈部 岳瑠², 川崎 晟也², 大西 一生¹, 本田 善央¹,
天野 浩^{1,3,4}

Nagoya Univ. (NU) IMASS¹, Dept. of Electronics, NU², NU VBL³, NU ARC⁴

○Hiroataka Watanabe¹, Shugo Nitta¹, Takeru Kumabe², Seiya Kawasaki²,

Kazuki Ohnishi¹, Yoshio Honda¹, and Hiroshi Amano^{1,3,4}

E-mail: h.watanabe@imass.nagoya-u.ac.jp

MOVPE では、有機金属を用いるため原料由来の炭素が nGaN 結晶内に取り込まれると補償アクセプターとして働き、意図せずキャリア濃度を低くする。我々のグループは、自立 GaN 基板上に MOVPE で成長した p-n 接合ダイオードにおいて、エミッション顕微鏡を用いてアバランシェ降伏時の発光像が結晶成長後に観測される表面モフォロジーを反映していることを報告している[1]。また、MOVPE エピ膜の表面モフォロジーが基板のオフ角度と強い相関があり、モフォロジーの形成プロセスについても報告してきた[2]。しかしながら、p-n 接合ダイオードのアバランシェ降伏時の発光像の要因は、デバイス内のキャリア濃度を反映している可能性が示唆されるが、表面モフォロジーとキャリア濃度の分布を明らかにされていない。そこで、本研究では、GaN 基板上に MOVPE 法によって n-GaN を成長させた場合の、表面モフォロジーとキャリア濃度の関係について検討したので報告する。

サンプルとして、HVPE により製造された m 軸方向に中心オフ角 0.4°を有する c 面 GaN 基板上に MOVPE 法を用いて成長温度 1030°C、成長圧力 100kPa、成長レート 3.3μm/h、V/III 比 1997 にて n-GaN を成長させた。成長過程に伴う表面モフォロジーの変化を比較するため、n-GaN ([Si]:1e+16cm⁻³)を① 0.3μm、② 5μm の 2 種類を成長した。これらのサンプルについて、SMM(Scanning Microwave Microscopy) と AFM(Atomic Force Microscopy)を用いて、表面モフォロジーとキャリア濃度の評価を実施した。

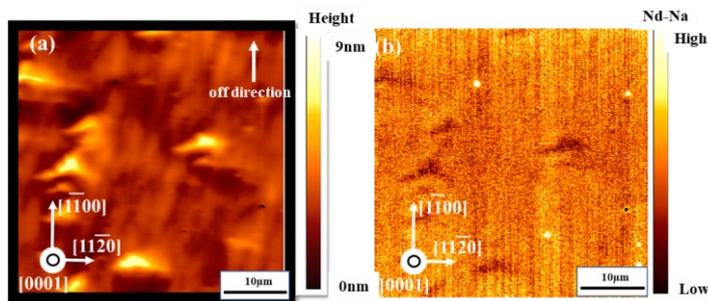


Fig.1 (a) AFM and (b) SMM image of GaN surface at 300 nm grown on GaN substrate

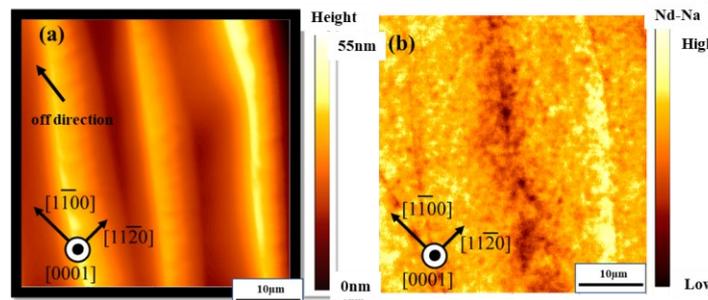


Fig.2 (a) AFM and (b) SMM image of GaN surface at 5 μm grown on GaN substrate

と AFM(Atomic Force Microscopy)を用いて、表面モフォロジーとキャリア濃度の評価を実施した。

Fig.1,2 は、n-GaN 0.3μm,5μm における表面の高さ、ならびにキャリア濃度を (a)AFM と(b)SMM によって観察した像である。0.3μm の AFM 像では、三角状ヒロックが観測された。また、SMM 像では、三角状ヒロックのキャリア濃度が周りの平坦な領域よりも低くなっていることが観測された。一方、5μm の AFM 像では、直線状に波状凹凸が観測され、SMM 像においても直線状にキャリア濃度の低い領域がみられた。より詳細な成長過程の観察から、表面モフォロジーは初期に三角状ヒロックが形成され、その後ヒロック同士が連結することで波状のモフォロジーへ変化することがわかった。それに伴い、キャリア濃度の低い領域が線状に連なっていると考えられる。このキャリア濃度の変化は、異なる表面モフォロジー上の成長モードが炭素の取り込みに影響を与えていることが示唆

された。

[1]川崎他, 応用物理学会第 80 回応用物理学会秋期学術講演会, 10a-M121-3 (2019). [2]渡邊他, 第 81 回応用物理学会学秋季学術講演会,11p-Z02-15 (2020)

【謝辞】本研究は、文部科学省 革新的パワーエレクトロニクス創出基盤技術研究開発事業 JPJ009777 の助成を受けて行われた。