

RF-MBE 法による GaN/ScAlMgO₄ 成長形態の基板ステップ間隔依存性Dependence of GaN/ScAlMgO₄ growth mode by RF-MBE

on step distance of substrates

立命館大理工¹, (株) 福田結晶研², [○]黒田 悠弥¹, 和田 邑一¹, 栢本 聖也¹, 後藤 直樹¹,藤井 高志^{1,2}, 毛利 真一郎¹, 白石 裕児², 福田 承生², 荒木 努¹Ritsumeikan Univ.¹, Fukuda Crystal Lab.², [○]Y. Kuroda¹, Y. Wada¹, S. Kayamoto¹,N. Goto¹, T. Fuji^{1,2}, S. Mouri¹, Y. Shiraishi², T. Fukuda², T. Araki¹

E-mail: re0122ei@ed.ritsumei.ac.jp

ScAlMgO₄(以下、SAM)は、GaN との格子ミスマッチ、熱膨張係数差がそれぞれ 1.8%、9.8%と、Sapphire と比べて小さい。また近年、無転位 SAM 単結晶の作製も報告されており^[1,2]、GaN 成長用基板として注目を集めている。さらに SAM は c 面で劈開性を有しており、GaN 自立基板への応用も期待されている^[3]。しかし、MOCVD 法のような成長雰囲気下では、SAM 基板中の Mg が脱離してしまうという報告がある^[4]。そこで我々は MOCVD 法に比べ比較的低温で、超高真空下での成長が可能な RF-MBE 法を採用している。これまでに我々のグループから、RF-MBE 法を用いて、SAM 基板上に六方晶 GaN および InGaN を直接成長可能であることを報告している^[5]。今回は RF-MBE 法により、ステップ間隔の異なる 3 枚の SAM 基板上に GaN を成長した結果について報告する。

Fig. 1 に今回使用した 3 枚の c 面 SAM 基板の AFM 像を示す。AFM 像から、いずれの SAM 基板にもステップ構造の存在を確認した。(a)、(b)、(c)のテラス幅はそれぞれ約 780 nm、190 nm、115 nm であり、(a)、(b)、(c)の順にステップ間隔が広いことがわかる。成長条件として、窒素流量、窒素プラズマパワー、Ga フラックス、成長温度をそれぞれ、2.0 sccm、110 W、 6.33×10^{-7} Torr、700°C に定め、Ga と N の同時供給により 1 時間 GaN 成長を行った。今回はいずれの SAM 基板に対しても、この同様の成長条件を適用することで、SAM 基板のステップ間隔の違いによる GaN の成長形態の違いについて検討を行った。

Fig. 2 にそれぞれの SAM 基板上に成長した GaN の SEM 像を示す。SEM 像から、3 枚のうち(a)において最も平坦な膜が得られていることを確認した。(b)、(c)においては膜のつながりが悪い様子が確認でき、さらにドロップレットの存在も確認している。XRD 2 θ - ω 測定により、膜中の立方晶 GaN の有無を確認したところ、(b)、(c)において、(a)においては確認できなかった立方晶 GaN のピークを確認した。さらに六方晶 GaN ピークに対する立方晶 GaN ピークの強度比から、(b)よりも(c)の方がより多くの立方晶 GaN が混在していることがわかった。

SAM のステップ高さは c 軸格子定数の 1/3 周期で現れる劈開面の影響で、8Å 程度と考えられている^[4]。それに対し GaN の c 軸格子定数は 5.17Å である。このような両者の高さの違いによる影響が、ステップ間隔に依存して、表面モフォロジーの違いや立方晶の混在として現れたものと考えられる。

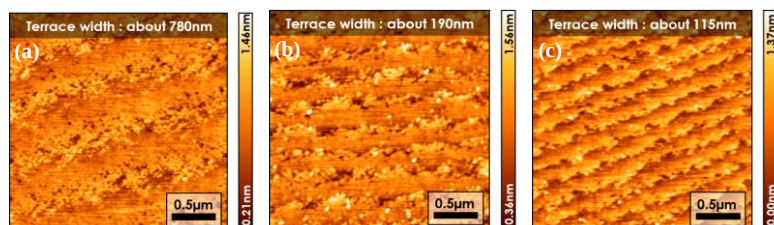


Fig. 1 AFM images of SAM substrates with step-terrace structures. Terrace width is wider in order of (a), (b) and (c).

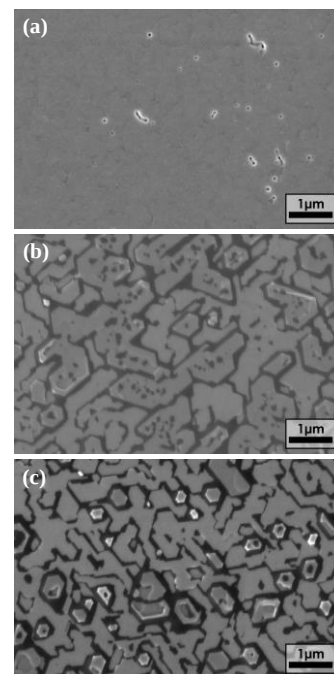


Fig. 2 SEM images of GaN films grown on SAM substrates. (a), (b) and (c) GaN films are grown on Fig. 1 (a), (b) and (c) respectively.

- [1] 白石裕児 他 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会 18-E207-6 (2019)
- [2] 藤井高志 他 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会 18-E207-7 (2019)
- [3] K. Ohnishi *et al.*, Appl. Phys. Express 10, 101001 (2017)
- [4] T. Ozaki *et al.*, Appl. Phys. Express 7, 091001 (2014)
- [5] S. Kayamoto *et al.*, The 8th Asian Conference on Crystal Growth and Crystal Technology, C01-01-02 (2021)