

MOVPE 成長温度とメサの大きさが ステップフリーAIN 膜の表面形態に与える影響

Effects of MOVPE Growth Temperature and Mesa Size on the Surface Morphologies of Step-Free AlN Films

三重大 院工¹, 地創戦略企², 地域イノベ³

○(M1) 山中 祐人¹, 正直 花奈子¹, 窪谷 茂幸², 上杉 謙次郎^{2,3}, 三宅 秀人^{1,3}

Grad. Sch. of Eng.¹, SPORR², Grad. Sch. of RIS.³, Mie Univ.

Yuto Yamanaka¹, Kanako Shojiki¹, Shigeyuki Kuboya², Kenjiro Uesugi^{2,3}, Hideto Miyake^{1,3}

E-mail: k.shojiki@elec.mie-u.ac.jp

AlGaIn 発光層から線幅の小さい鋭い発光を得るためには原子レベルで平坦な AlN の下地層の上に、(Al)GaIn/Al(Ga)In の量子井戸を作製することが望まれる。バルク GaN 上では、ステップフリー表面を選択有機金属気相成長(選択 MOVPE)によって作製した報告がある^[1]。一方、AlN では、ステップフリー表面や原子層ステップ端密度を制御した報告はない。我々は、サファイア基板上にスパッタ堆積した AlN 膜を face-to-face 高温アニール処理した AlN テンプレート(FFA Sp-AlN)上において $2 \times 10^6 \text{ cm}^{-2}$ と低いらせん成分の転位密度を実現している^[2,3]。本研究では、AlN の原子層ステップ端密度の制御と量子井戸構造作製による発光特性評価を目的としてメサパターン加工した FFA Sp-AlN 上に AlN 膜の選択 MOVPE 成長と量子井戸発光層作製を行った。

オフ角 0.2° のサファイア基板上の FFA Sp-AlN 上にメサの大きさ約 $3\text{--}20 \mu\text{m}$ のメサパターンを作製した。メサパターン加工 AlN 上に AlN 再成長膜厚を $283\text{--}310 \text{ nm}$ 、MOVPE 成長温度(T_g)を $1275\text{--}1300^\circ\text{C}$ と変化させ、MOVPE 法によって再成長させた。作製した試料の表面形態を原子間力顕微鏡(AFM)で評価した。再成長後のメサ大きさ $3.9 \mu\text{m}$ 、 T_g 1300°C 、再成長膜厚 296 nm のメサの AFM 振幅像およびメサ上の AFM 高さ像を Fig. 1(a) および Fig. 1(b)に示す。メサ表面全体がステップフリー成長領域となり、基板オフ角を起因とするステップ端が一掃されていた。また、Fig. 2 にメサの大きさおよび T_g を変化させた時のメサ表面でのステップフリー成長領域の幅を示す。メサ大きさ $5 \mu\text{m}$ 以上の時メサの大きさには依存せず、メサの大きさに関わらず T_g が高いほど広いことがわかる。これは T_g が高いほど Al のマイグレーションが促進され、ステップフロー成長が促進された影響であると考えられる。当日は、選択成長 AlN 膜上に作製した量子井戸からの発光についても報告する。

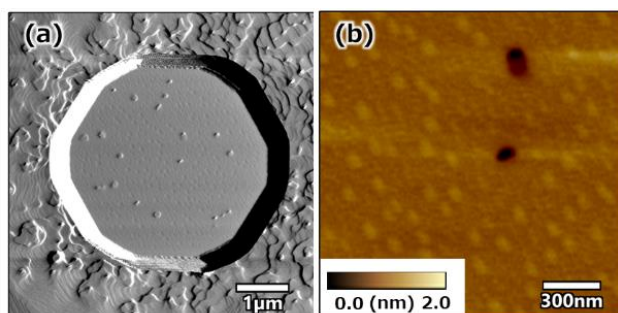


Fig.1 (a) Amplitude and (b) height images of AFM of the mesa (mesa size $3.9 \mu\text{m}$, T_g 1300°C , regrowth thickness 296 nm).

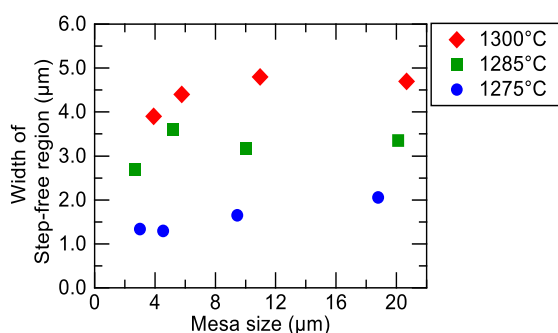


Fig.2 Effects of mesa size and T_g on width of Step-free region.

[1] T. Akasaka *et al.*, Appl. Phys. Express **2**, 091002 (2009). [2] H. Miyake *et al.*, J. Cryst. Growth **456**, 155 (2016).

[3] K. Uesugi *et al.*, Appl. Phys. Express **12**, 065501 (2019).

【謝辞】本研究の一部は、文部科学省「地域イノベーション・エコシステム形成プログラム」JSPS 科研費(19K15025、21K04903、21K14545)、JST CREST(16815710)、JST aXis (JPMJAS2011)、JST FOREST (JPMJFR2031)、GaN Consortium および NEDO 先導研究の支援により行われた。