

## ナノサイズのピラー形状にパターン化された AlN を用いた AlGaIn の低転位密度化

## Reduction of dislocation density in AlGaIn using AlN templates patterned with nano-sized pillar shapes

○大森智也<sup>1</sup>、田中隼也<sup>1</sup>、手良村昌平<sup>1</sup>、下川萌葉<sup>1</sup>、長谷川亮太<sup>1</sup>、岩山章<sup>1,2</sup>、三宅秀人<sup>2</sup>、岩谷素顕<sup>1</sup>、竹内哲也<sup>1</sup>、上山智<sup>1</sup><sup>1</sup>名城大・理工, <sup>2</sup>三重大・院・地域イノベT. Omori<sup>1</sup>, S. Tanaka<sup>1</sup>, S. Teramura<sup>1</sup>, M. Shimokawa<sup>1</sup>, R. Hasegawa<sup>1</sup>, S. Iwayama<sup>1,2</sup>, H. Miyake<sup>2</sup>, M. Iwaya<sup>1</sup>, T. Takeuchi<sup>1</sup>, S. Kamiyama<sup>1</sup><sup>1</sup>Fac.Sci&Tec., Meijo Univ., <sup>2</sup>Graduate School of Regional Innovation Studies, Mie Univ.

E-mail : 203428011@c alumni.meijo-u.ac.jp

【はじめに】UV-BLD は DNA シーケンスや微細加工などの分野への応用が期待されている。本グループでは、UV-BLD の室温パルス発振を報告しており、参考文献 1 では閾値電流密度が  $14 \text{ kAcm}^{-2}$  に到達している。さらなるデバイス性能向上には AlGaIn 下地層のさらなる低転位化は重要な課題だと考えられる。本報告ではナノサイズのピラー形状を形成した AlN 上に AlGaIn を形成する事によって AlGaIn 中に含まれる貫通転位の低減を目指した。また、ピラーの高さおよび AlN テンプレートの転位密度を変化したときの AlGaIn 中の転位低減効果依存性についても調査した。

【実験方法】サファイア上に MOVPE (MOVPE-AlN) およびスパッタと MOVPE (スパッタ+MOVPE-AlN) で形成した AlN テンプレートにナノインプリント法、ICP エッチングを用いることにより Fig. 1 のような直径約 450 nm、ピッチ幅 1  $\mu\text{m}$  のピラーを三角配置で形成した。また、ICP エッチングの時間を制御することによって高さを約 300 nm と 1  $\mu\text{m}$  の 2 種類、計 4 種類のナノパターン AlN テンプレートを準備した。このようなナノパターン AlN 上に  $\text{Al}_{0.68}\text{Ga}_{0.32}\text{N}$  を MOVPE 法で再成長し平坦化した。平坦化後 AlGaIn ガイド層、2 周期の AlGaIn/AlGaIn 量子井戸活性層を形成した。これらの試料を TEM、SEM、EDX、CL、XRD 等で評価した。

【実験結果】AlGaIn を成長後の断面 TEM 像を Fig. 2 に示す。本予稿では高さ 300 nm の MOVPE-AlN テンプレートおよび高さ 1  $\mu\text{m}$  のスパッタ+MOVPE-AlN テンプレートの結果を示す。両試料とも AlGaIn がコアレスセンスしており平坦化していた。また、高さ 1  $\mu\text{m}$  の試料では溝部に大きなボイドが形成されていることが確認され、一方、高さ 300 nm の試料ではそのようなボイドは確認されなかった。次に転位の挙動について確認すると、両試料とも AlN ナノパターンのテラス部において AlN と AlGaIn の界面で格子不整合起因によって発生するミスフィット転位が確認された。また、それらの多くが貫通転位になり AlGaIn 中を伝搬していることが観察された。しかし AlGaIn の横方向成長によってほとんどの転位は溝部に集中し、多くの転位がループを形成し低減されていることが確認された。また高さ 300 nm の試料では溝部からも転位が AlGaIn 上部に伝搬しており、コアレスセンスした AlGaIn 上部にも多くの転位が貫通し伝搬してしまっていることが確認された。一方、高さ 1  $\mu\text{m}$  の試料では、ボイドがあることによって AlGaIn 層上部に貫通している転位は大幅に低減されていた。Fig. 3 にこれらの試料の平面 CL 像を示す。CL 像から見積もられる高さ 300 nm、1  $\mu\text{m}$  の試料のダークスポット密度はそれぞれ  $1.5 \times 10^9$  および  $3.4 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$  であった。これらの結果から、溝深さを増大、AlN テンプレートの低転位化によって大幅な低転位化が確認された。以上から、ナノパターンの溝深さを大きくすることによって形成されたボイドが AlGaIn 層の低転位化に大きく寄与していることが確認された。MOVPE-AlN の高さ 1  $\mu\text{m}$  の結果、スパッタ+MOVPE AlN の高さ 300 nm の結果やその他の結晶の評価結果は当日報告する。

[参考文献] [1] S. Tanaka et al Appl. Phys. Lett. **118**, 163504 (2021).

[謝辞] 本研究の一部は文部科学省・私立大学研究ブランディング事業、JST-CREST(No.16815710)、および NEDO 先導研究の援助により実施した

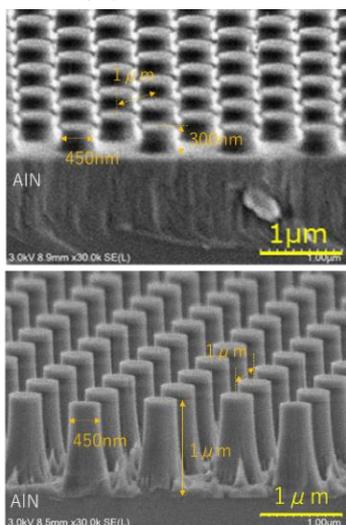


Fig. 1 SEM images of AlN templates patterned with nano-sized pillar shapes

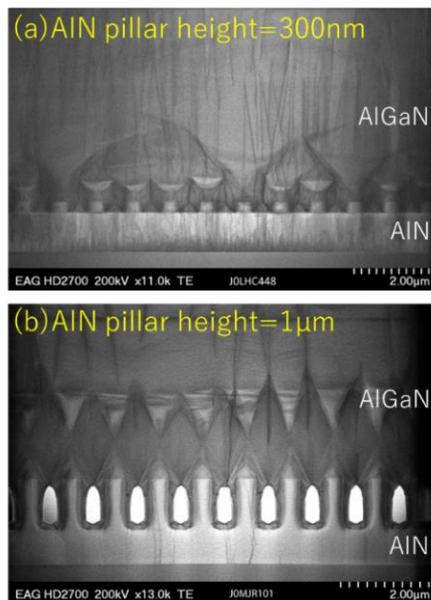


Fig. 2 TEM images after regrowth

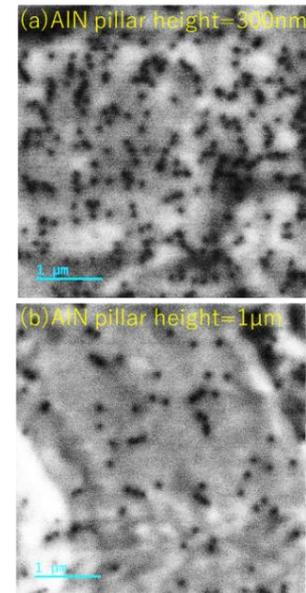


Fig. 3 Plan view CL images