

サファイア基板上に形成した AlN 上 AlGaN のレーザリフトオフ

Laser lift-off of AlGaN on AlN grown on a sapphire substrate

○下川萌葉¹, 岩山章^{1,2}, 正直花奈子², 大森智也¹, 山口顕宏³, 岩谷素顕¹, 竹内哲也¹, 上山智¹, 三宅秀人²

¹名城大・理工、²三重大、³西進商事

Moe Shimokawa¹, Sho Iwayama^{1,2}, Kanako Shojiki², Tomoya Omori¹, Akihiro Yamaguchi³, Motoaki Iwaya¹,

Tetsuya Takeuchi¹, Satoshi Kamiyama¹, and Hideto Miyake²

¹Fac. Sci. & Tec., Meijo Univ., ²Mie Univ., ³Seishin Trading Co. Ltd.

Email: 203428016@c alumni.meijo-u.ac.jp

本研究グループは自然核発生および数百 nm のパターン (ナノパターン) を形成した AlN に 3 次元成長する方法により形成した高品質 AlGaN 上に UV-B 半導体レーザを作製することにより室温パルス発振を達成している^[1,2]。今後、レーザ光出力の増大のためには大電流動作が可能な縦型伝導デバイスの実現が重要である。本検討では、レーザリフトオフ法によりサファイアと AlGaN の剥離を検討した。

図 1 に試料の構造を示す。本実験では全てデバイス構造を用い、下地層に(a) 自然核発生による 3 次元成長を用いた AlGaN 層、(b) AlN ナノパターンを用いて形成した AlGaN 層および (c) MOVPE 法によって形成した AlN 上に Al 組成傾斜層を用いて作製した AlGaN 層の 3 種類の構造を準備した。これらの試料を 1cm 角にへき開し多結晶 AlN 支持基板に Au/Sn 層を介して接合した。その後、ピコ秒レーザ (波長: 257 nm、照射強度: 0.53 J/cm²) をサファイア基板側からラインスキャンし 1 cm 角全面に照射した。レーザ照射後、試料を確認すると、(a)と(b)の試料においては図 2 のように薬液等を用いなくても 1 cm 角のデバイス層構造が再現性良くリフトオフ可能であった。また剥離したサンプルを顕微鏡で観察するとクラック等の導入は確認されなかった。一方、(c) のサンプルでは AlGaN 層での剥離は起きずデバイス層内部にダメージが入っていることが確認された。これらのサンプルの CL や EDX 測定結果と照合すると、3 次元成長を行うことによって、下地 AlGaN 層に Al 組成の低い領域が形成されていることが確認され、そのことが再現性良いリフトオフを可能にさせたことが示唆された。

p-GaN 10nm	p-GaN 10nm	p-GaN 10nm
p-Al _{0.45-0} Ga _{0.55-1} N 75nm	p-Al _{0.45-0} Ga _{0.55-1} N 75nm	p-Al _{0.45-0} Ga _{0.55-1} N 75nm
p-Al _{0.9-0.45} Ga _{0.1-0.55} N 260nm	p-Al _{0.9-0.45} Ga _{0.1-0.55} N 260nm	p-Al _{0.9-0.45} Ga _{0.1-0.55} N 260nm
u-Al _{0.9} Ga _{0.1} N 20nm	u-Al _{0.9} Ga _{0.1} N 20nm	u-Al _{0.9} Ga _{0.1} N 20nm
guide Al _{0.45} Ga _{0.55} N 150nm	guide Al _{0.45} Ga _{0.55} N 150nm	guide Al _{0.4} Ga _{0.6} N 150nm
2QW Al _{0.3} Ga _{0.7} N 4nm	2QW Al _{0.3} Ga _{0.7} N 4nm	2QW Al _{0.35} Ga _{0.65} N 4nm
Al _{0.45} Ga _{0.55} N 8nm	Al _{0.45} Ga _{0.55} N 8nm	Al _{0.45} Ga _{0.55} N 8nm
guide Al _{0.45} Ga _{0.55} N 150nm	guide Al _{0.45} Ga _{0.55} N 150nm	guide Al _{0.4} Ga _{0.6} N 150nm
3D-2D growth	n-Al _{0.63} Ga _{0.37} N 2μm	n-Al _{0.6} Ga _{0.4} N 3μm
n-Al _{0.4} Ga _{0.6} N 7μm	u-Al _{0.55} Ga _{0.45} N 3μm	graded layer 280nm
AIN 1μm	AIN 1μm	AIN 1.7μm
sputter&anneal AIN		
c-sapphire	c-sapphire	c-sapphire
(a)	(b)	(c)

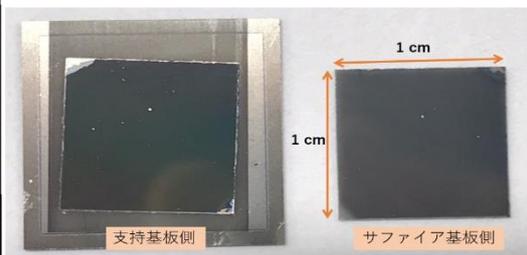


図 2 剥離後のサンプル

図 2 サンプル構造

Re. [1] K. Sato et al, Appl. Phys. Exp. 13, 031004 (2020). [2] S. Tanaka et al, Appl. Phys. Exp. 14, 055505 (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 先導研究により実施した。