

## AlN 単結晶上に HVPE 成長させた Si 添加 AlN 基板の発光特性

Luminescent properties of Si-doped AlN substrates grown by HVPE on freestanding AlN

東北大多元研<sup>1</sup>, Adroit Materials, Inc.<sup>2</sup>, North Carolina State University<sup>3</sup>,

東京農工大院工<sup>4</sup>, 筑波大数物<sup>5</sup>

○秩父重英<sup>1</sup>, 嶋紘平<sup>1</sup>, 小島一信<sup>1</sup>, Baxter Moody<sup>2</sup>, 三田清二<sup>2</sup>, Ramon Collazo<sup>3</sup>, Zlatko Sitar<sup>2,3</sup>, 熊谷義直<sup>4</sup>, 上殿明良<sup>5</sup> / IMRAM, Tohoku Univ.<sup>1</sup>, Adroit Materials, Inc.<sup>2</sup>, North

Carolina State Univ.<sup>3</sup>, Tokyo Univ. Agri. & Tech.<sup>4</sup>, Univ. of Tsukuba<sup>5</sup> °S. F. Chichibu<sup>1</sup>, K.

Shima<sup>1</sup>, K. Kojima<sup>1</sup>, B. Moody<sup>2</sup>, S. Mita<sup>2</sup>, R. Collazo<sup>3</sup>, Z. Sitar<sup>2,3</sup>, Y. Kumagai<sup>4</sup>, and A. Uedono<sup>5</sup>

E-mail: chichibulab@yahoo.co.jp

【序】(Al,Ga)N 系深紫外 LED の内部量子効率向上には、禁制帯中央付近に準位を形成するすべての再結合中心(MGRC)の濃度低減が必須である。幸い、低転位密度( $< 10^4 \text{ cm}^{-2}$ ) AlN 基板[1]が手に入るため、転位以外の点欠陥や不純物が発光特性に及ぼす影響の研究が行える。AlN の場合 Al 空孔( $V_{\text{Al}}$ )と N 空孔( $V_{\text{N}}$ )の複合体[2]だけでなく  $V_{\text{Al}}$  と不純物の複合欠陥[2]も MGRC となることが報告されており[2-5]不純物と点欠陥双方の低減が必要である。本発表では、物理気相輸送(PVT)成長  $c$  面 AlN 上に HVPE で厚膜 AlN を成長させ PVT 部を除去[6]した、低転位密度と低炭素濃度を両立する AlN ウエハの陰極線蛍光(CL)及び陽電子消滅測定結果を報告する。

【試料、結果と考察】上記製法[6]による (株)トクヤマ製 Si 添加  $c$  面 AlN ウエハの CL スペクトルを加速電圧 3.5 kV で計測した。成長温度は 1500 °C であり Si 濃度([Si])は  $2 \times 10^{17} \sim 5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  である。残留炭素および酸素濃度は各々  $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$  以下、 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  以下であり、X 線ロックアップカーブ半値全幅も 30 arcsec 程度で[6]の値に近い。Fig. 1 に室温 CL スペクトルを示す。[Si]増加に従いバンド端発光強度が減少し、 $C_{\text{N}}$  の発光帯(約 3.8 eV)よりも、2.5~4.5 eV に渡る発光帯の強度が増加した。本ウエハは研磨処理をしてあるので CL の結果はバルクの特性[7]である。陽電子消滅[2]における( $S/W$ )値は[Si]増加に従い若干左にシフトしており、Si 添加により  $V_{\text{Al}}(V_{\text{N}})_n$  空孔クラスターが  $V_{\text{Al}}(\text{O}_{\text{N}})_n$  [2-4]や  $V_{\text{Al}}$  と  $\text{Si}_{\text{Al}}$ [5,7,8]に変化している可能性がある(詳細は当日発表)。

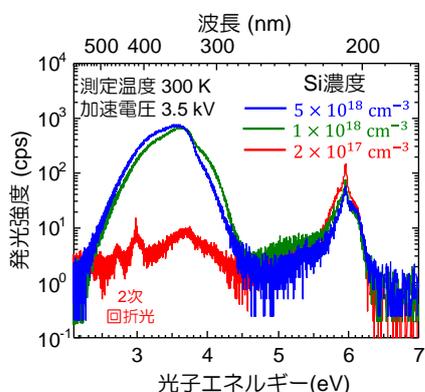


Fig. 1 CL spectra measured at 300 K of (0001) FS-AlN wafers [8] of various [Si] grown by HVPE on a PVT-AlN seed.

【謝辞】試料を提供いただいた(株)トクヤマ 永島徹氏に感謝します。本研究の一部はダイナミック・アライアンスおよび科研費(新学術領域研究 16H06417, 16H06424, 16H06427, 基盤(B)17H02907)の援助を受けた。

【文献】1) Rice 他 JAP **108**, 043510 (2010). など 2) 上殿 他 JAP **105**, 054501 (2009); JAP **128**, 085704 (2020). 3) 小山 他 APL **90**, 241914 (2007). 4) Yan 他 APL **105**, 111104 (2014). 5) Harris 他 APL **112**, 152101 (2018). 6) 熊谷 他 APEX **5**, 055504 (2012). 7) 秩父 他 JAP **113**, 213506 (2013). 8) 熊谷 他 JCG **446**, 33 (2016).