PVT 成長 AlN 上に HVPE 成長させた Si 添加 AlN 基板の陰極線蛍光評価

Cathodoluminescence study of Si-doped AlN substrates grown by HVPE on PVT-AlN

東北大多元研[1], Adroit Materials, Inc.[2], North Carolina State University[3],
東京農工大院工[4], 筑波大数物[5]
○秩父重英[1], 嶋紘平[1], 小島一信[1], Baxter Moody[2], 三田清二[2], Ramon Collazo[3], Zlatko Sitar[2,3], 熊谷義直[4], 上殿明良[5] ／ IMRAM, Tohoku Univ.[1], Adroit Materials, Inc.[2], North Carolina State Univ.[3], Tokyo Univ. Agri. & Tech.[4], Univ. of Tsukuba[5] ○S. F. Chichibu[1], K. Shima[1], K. Kojima[1], B. Moody[2], S. Mita[2], R. Collazo[3], Z. Sitar[2,3], Y. Kumagai[4], and A. Uedono[5]
E-mail: chichibulab@yahoo.co.jp

【序】AlGaN 系深紫外 LED の内部量子効率向上には、励起キャリアを浪費する、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 AlN 基板(< 10^4 cm^{-2})[1]が手に入るため、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_{Al})と N 空孔(V_N)の複合体[4]だけでなく V_{Al} と不純物の複合欠陥も発光性の 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 ℃であり Si 濃度([Si])は 2×10^{17}～5×10^{18} cm^{-3} である。残留炭素および酸素濃度は各々 1×10^{16} cm^{-3} 以下、1×10^{17} cm^{-3} 以下であり、X 線ロッキングカーブ半値全幅も 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、約 3.8 eV の C_N 発光よりも 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*)値が殆ど変わらないことから、Si 添加による $V_{Al}(O_N)_n$ [2-4]や V_{Al} と Si_{Al}[5,7]が関係する[5,7,8]発光について考慮する必要がある。当日は低温 CL スペクトル等を示す。

【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). 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).

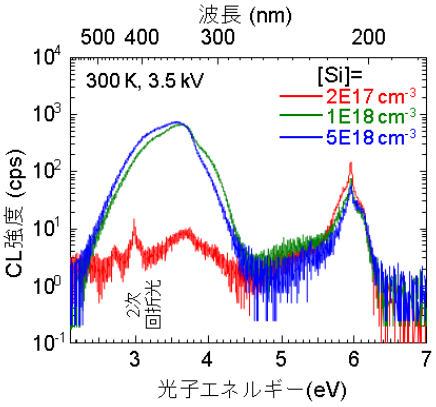

Fig. 1 CL spectra at 300 K of (0001) FS-AlN wafers [8] of various [Si] grown by HVPE on a PVT-AlN seed.

© 2020年 応用物理学会