窒化 a 面サファイア基板上への c 面 AIN の有機金属気相成長

MOVPE of (0001) AlN on NH₃ annealed (1120) sapphire substrates

京大院・エ ⁰柴岡真実, 船戸充, 川上養一

Dept. Electron. Sci. & Eng., Kyoto Univ. ^oM. Shibaoka, M. Funato, Y. Kawakami

E-mail: <u>kawakami@kuee.kyoto-u.ac.jp</u>

はじめに 高効率・高出力な AlGaN 系深紫外発光デバ イスの実現には、AIN エピタキシャル膜の高品質化が不 可欠である. これまでに, 有機金属気相成長(MOVPE) 装置内で c 面サファイア基板を NH3 アニールすること により、 クラックフリーな AIN を厚膜成長することが 可能であり、これにより結晶性が大幅に改善すること を報告した [1, 2]. これに対して今回は, a 面サファイ ア基板に着目した.a面サファイア基板上にAINを成長 した場合にも、c軸配向することが知られており、a面サ ファイア基板は c 面サファイア基板と比べて AIN との 格子定数差が小さい[3]ことから、刃状転位の低減が期 待される. また, a 面サファイア基板は r 面に沿って基 板表面に垂直に劈開可能であるため, 共振器端面の形 成が容易であり、素子応用上も有望である[4]. 本研究 では、上記の in-situ 窒化処理法を a 面サファイア基板に 適用し、その上に c 面 AIN のエピタキシャル成長を行っ たので報告する.

実験方法・結果 結晶成長には減圧(10 kPa)MOVPE を用 いた. 成長前の昇温中に V 族原料である NH3を用いて a 面サファイア基板の窒化を 16.5-23.5 分間行った. 窒化時 間の調整方法は、[1]に示した. 成長温度に達した後、成長 を開始し、 膜厚 2-5 µm の AlN を成長させた. a 面サファイ ア上c面AINは、図1に示すように窒化時間が長くなるに 従い, 面内配向が(a)[1120]_{AIN}//[1100]_{sapphire}から(b)[11 00]_{AIN}//[1100]_{sapphire} へと変化することがわかった. 前者は, 窒化をしない場合でも得られる結晶方位関係であり,窒 化をすることにより,AINの結晶方位を面内で30°回転さ せるような界面構造の変化が発生したことを示唆してい る.2つの配向のうち(b)の配向について、窒化時間23.5 分 として同時に成長を行ったa面およびc面サファイア基板 上 AIN の X 線ロッキングカーブ半値幅(FWHM)の膜厚依 存性を図2に示す.c面サファイア上AINと比較して a面 サファイア上 AIN の対称(0002)面 FWHM はやや大きくな る一方で,非対称(1012)面 FWHM は小さくなる傾向が得ら れた. これらの半値幅から, 膜厚 5 µm における a 面, c 面サ ファイア基板上 AIN の刃状転位密度はそれぞれ 1.9×10⁹ cm^{-2} , 2.6×10⁹ cm⁻²と見積もられた. a 面サファイア基板を用 いることで約30%の刃状転位密度の低減に成功した.

[1] R. G. Banal et al. Jpn. J. Appl. Phys. 52, 08JB21 (2013).

- [2] 柴岡 他, 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会 (18a-C5-11)
- [3] J. Tajima et al., Phys. Stat. Sol. C, 8, No.7-8, 2028 (2011).
- [4] S. Nakamura et al. Jpn. J. Appl. Phys. 35, L217 (1996).



図 1: (a)16.5 分, (b)23.5 分間窒化した a 面サファイア基板上 c 面 AIN エピタ キシャル膜の(1012)面およびサファイ ア(1123) 面の X 線回折 φ スキャン測 定結果.



図 2: *a* 面, *c* 面サファイア上 AIN エピ タキシャル膜の X 線ロッキングカー ブ FWHM の膜厚依存性