

ESVPE 法により作製した AlN 膜結晶性の膜厚依存性

Thickness dependence of AlN crystal quality fabricated by Elementary source vapor phase epitaxy (ESVPE)

京大院・工 °岸元 克浩, Wu PeiTsen, 船戸 充, 川上 養一
 Kyoto Univ., °K. Kishimoto, P. T. Wu, M. Funato, and Y. Kawakami
 E-mail: kawakami@kuee.kyoto-u.ac.jp

(はじめに) AlGaIn 系深紫外光源の基板材料として AlN が期待されている。本研究ではごく最近, 新たな AlN 基板作製法として Elementary Source Vapor Phase Epitaxy (ESVPE) 法を提唱した [1]。この方法は Al 金属と N₂ ガスという安価でクリーンな原料によるシンプルな反応 ($Al + 1/2N_2 \rightarrow AlN$) を用いたもので (図 1), 環境汚染や原料の枯渇の心配がなく低コスト化も期待できる。本方法では, これまでに, サファイア種結晶上で最高成長速度: 16 $\mu\text{m}/\text{h}$, 最低転位密度: $5 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$ を記録している [1]。今回は, 本方法で作製したサファイア基板上 AlN 膜の c 軸格子定数および転位密度の膜厚依存性を調べ, 考察を行ったので報告する。

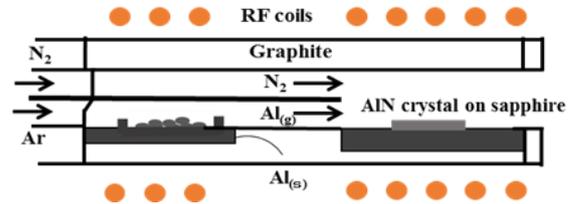


図 1. ESVPE 法の概要

(実験) ESVPE 法により, c 面サファイア基板上に AlN 膜を成長させた。このとき成長温度は 1570°C, 成長圧力は 10 kPa である。走査型電子顕微鏡を用いて各サンプルの断面図を観察し, 膜厚を測定した。さらに, X 線回折測定から c 軸格子定数および転位密度を求めた。

(結果および考察) 図 2 に c 軸格子定数の膜厚依存性を示す。図の赤線はバルクの値 (0.4982 nm) を示しており, 青線は Thermal Stress Model (TSM) [2] を仮定したときの値を示している。TSM は成長温度で完全緩和した後, 降温時に熱膨張係数差から生じる応力によって格子が歪むモデルである。図に示すように, 膜厚が大きくなるに従い c 軸格子定数がバルク値から増加していくことがわかる(●)。一方, 窒化したサファイア基板上に MOVPE 成長した AlN [3] の場合, 2 μm ではクラックは入らないが, 4.6 μm では入ることがわかっている。(なお, 窒化処理を行わない場合, 1 μm 程度の厚みでもクラックが発生する) このとき, 図 2 に示したようにクラックの入った AlN の c 軸格子定数はほぼバルクの値を取る(▲)。ESVPE 法で作製した AlN 膜は 16 μm の厚みでもクラックは入っていないことから, クラックが入らない代わりに歪んで成長していると考えられる。図 3 には転位密度の膜厚依存性を示す。膜厚が大きくなると転位密度は減少する傾向にあり, 減少傾向はおおよそ $a/x + b$ (a, b は定数) という式で近似できる。これは, サファイアと AlN 膜との界面に転位が集中し, 膜厚が増加するにつれて界面の転位の影響が相対的に小さくなっていくからだと考えられる。したがって, 膜厚を増やしていくことでさらなる低転位密度化が期待でき, ESVPE では, サファイア基板上にクラックフリーの低転位 AlN 厚膜を成長させられる可能性は十分あると考えている。

(参考文献)

- [1] PeiTsen Wu, *et al. Sci. Rep.* **5**, 17405 (2015), [2] T. Matsumoto, *et al., J. Appl. Phys.* **32** 142 (1993),
 [3] Ryan. G. Banal, *et al., J. J. Appl. Phys.* **52** (2013)

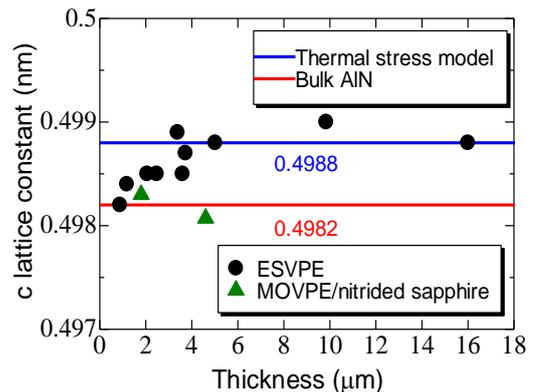


図 2. c 軸格子定数の膜厚依存性。

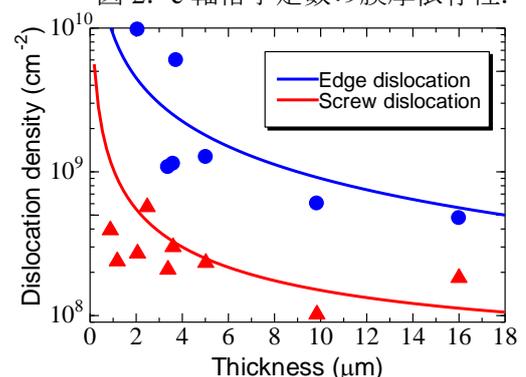


図 3. 転位密度の膜厚依存性。