

EVPE 成長 AlN/サファイア界面におけるボイド形成メカニズムの検討

Study on the mechanism of the void formation at AlN/sapphire interfaces grown by elementary source vapor phase epitaxy (EVPE)

京大院・工 岸元 克浩, 船戸 充, 川上 養一

Kyoto Univ., K. Kishimoto, M. Funato, and Y. Kawakami

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

(はじめに) AlN 基板の新しい作製法として Elementary source Vapor Phase Epitaxy (EVPE) 法を提唱している [1,2]. 図 1 に示したように, 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 ($\text{Al} + 1/2\text{N}_2 \rightarrow \text{AlN}$) を用いたもので, 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. これまでに, サファイア種結晶上で最高成長速度: 18 $\mu\text{m/h}$, 最低転位密度: $5 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$ を記録している [1]. 今回は, 本方法で作製したときの, AlN/サファイア界面に生じるボイドの形成メカニズムに関する検討を行った.

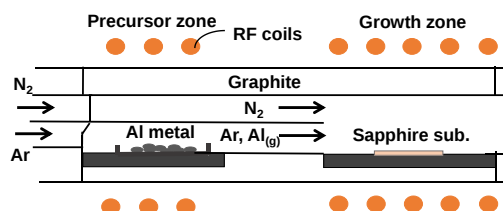


図 1. EVPE 装置の概要.

(実験) EVPE 法により, c 面サファイア基板上に AlN 膜を成長した. その後, 同様の条件で Al 原料を入れずにサファイア基板の熱処理を行った. 成長温度は 1550°C, 成長圧力は 10 kPa, 成長時間は 1 h である. また N₂ は昇温前(室温)から供給している.

(結果および考察) EVPE 法で成長させたサファイア上 AlN 膜の界面を走査型電子顕微鏡(SEM)で観察すると, 図 2 (a)に示すようにサファイア側にボイドが見られる. このボイドにより, AlN サファイア間の熱膨張係数差に起因する熱応力がある程度緩和され, これまでにクラックフリーな AlN 厚膜(18 μm)の成長を実現している [1]. しかしながら, ボイドの形成メカニズムに関する検討は不十分であった. 今回, Al 原料を入れずに EVPE 法の典型的な条件でサファイアを熱処理したところ, 図 2 (b)に示すようにサファイア中にボイドが生じないことが分かった. 本サンプルの表面に対してエネルギー分散 X 線分光測定を行ったところ, N 原子のピークが検出されたことから, サファイア表面は窒化されていることが確認された. すなわち, 窒素とサファイアは反応しているが, ボイドの原因ではない. 一方, 熱力学解析より, 本条件下では Al(g)とサファイアの反応は進むことが分かった. これらの結果からボイドの形成には Al 原料が関わっていることが示唆された. 発表では, Al(g)とサファイアの具体的な反応や, ボイドがその後の AlN 膜の成長に及ぼす影響などに関して検討した結果を発表する予定である.

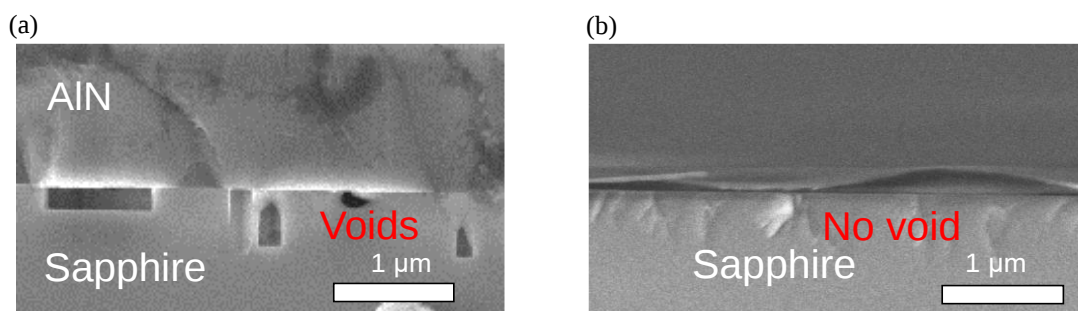


図 2. (a) EVPE 成長 AlN/サファイア界面の断面 SEM 像.

(b) Al 原料無しで熱処理したサファイア表面付近の断面 SEM 像.

(参考文献)

- [1] PeiTsen Wu, et al. *Sci. Rep.* 5, 17405 (2015). [2] 岸元 他 2016 年春応物 19a-H112-1.