

EVPE 法による AlN/サファイア界面構造の制御

Control of AlN/sapphire interfaces by elementary source vapor phase epitaxy (EVPE)

京大院・工 岸元 克浩, Wu Pei Tsen, 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) 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 $\mu\text{m}/\text{h}$, 最低転位密度: $5 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$ を記録している [1]. 今回は, 本方法で作製したときの, サファイアと AlN の界面構造に注目した.

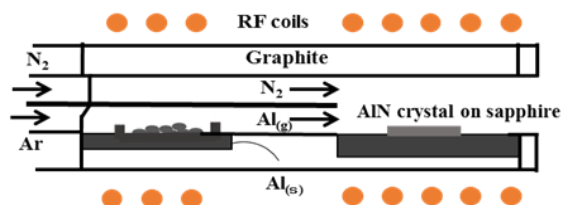


図 1. EVPE 装置の概要

(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. 成長温度は 1570°C, 成長圧力は 10 kPa である.

(結果および考察) まず, Al および N₂ ガスの基板上への供給を, 所望の成長温度に達した後に開始してみた. このときは, 図 2 に示すように, AlN がサファイアから自発的に剥離する現象がしばしば観察された. 走査型電子顕微鏡(SEM)観察によると, AlN/サファイア界面近傍に(物理的に弱い)ウィスカーが形成されており, その部分で剥離が起こっていた. また, 局所的なウィスカーの形成要因は, 昇温によりサファイアが熱的に分解し, 界面近傍での V/III 比が局所的に高くなったことであると考えている [1]. 図 2 の場合, AlN 膜厚が薄い(数 μm), 剥離した膜の平坦性が保たれていないが, 将来 AlN 厚膜を成膜し基板として利用することを想定した場合, むしろサファイアの剥離工程を省くことができるため, 自然剥離自体は, 制御さえできれば好ましい現象であるということができる.

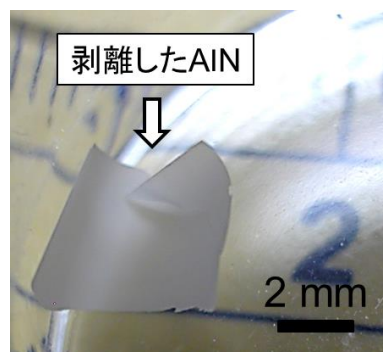


図 2. 成長後にサファイア基板から自然剥離した AlN

そこで今回は, 原料供給開始のタイミングを, 上記の温度安定時から昇温開始時に変更してみた. これにより高温に曝されるサファイア基板表面が, 例えば低温で成長した AlN により保護されるため, ウィスカー形成が抑制されると期待される. 実際, 図 3 の断面 SEM 像からわかるように, 数 100 nm のボイドが界面に観察されるが, AlN はサファイア基板から剥がれることはなくなった. すなわち, 原料供給のタイミング制御により, 自然剥離現象が制御できることがわかった. 加えて, このボイドは歪を緩和する効果を持っており, AlN を仮に 18 μm 成長しても, クラックは発生しないという副次的な効果も持つこともわかった. 発表では, 界面構造の観察など, より詳細な検討を報告する予定である.

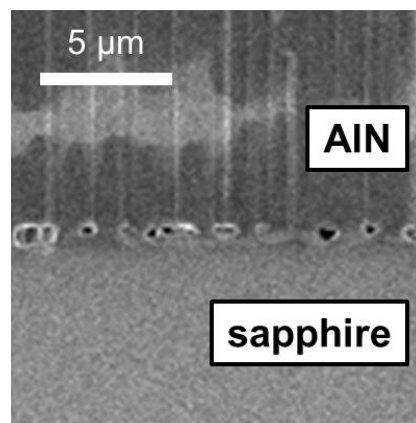


図 3. 昇温開始時に原料供給を開始した場合の AlN/サファイア界面の断面 SEM

(参考文献)

[1] Pei Tsen Wu, et al. *Sci. Rep.* 5, 17405 (2015)

[2] 岸元 他 2016 年春応物 19a-H112-1