AlN/SiC 近接昇華ヘテロ成長における界面熱分解制御

The control of hetero-interface of AlN/SiC by sublimation growth

関学大理工 [1]，住友電工 伝デ研 [2]　○伊藤聡司 [1]，堂島大地 [1]，芦田晃嗣 [1]，
佐藤一成 [2]，山本喜之 [2]，金子忠昭 [1]

Kwansei Gakuin Univ.[1], Sumitomo Electric Industries[2],
○S. Ito[1], D. Dojima[1], K. Ashida[1], I. Satoh[2], Y. Yamamoto[2], and T. Kaneko[1]
E-mail: kaneko@kwansei.ac.jp

【背景】昇華法（> 1800℃）を用いた SiC 基板上への単結晶 AlN ヘテロエピタキシャル成長では、昇温過程を含む SiC 成長初期表面で生じる基板自体からの熱分解の抑制は難しく、均一な AlN 初期成長層の形成を阻害する要因となっている[1]。急峻かつ良好なヘテロ界面を得るためには、界面形成時の熱的不安定性制御が欠かせないものの、AlN の成長制御のみに最適化された昇華法環境では SiC 表面の熱分解制御が（原理的に）困難であることから、別プロセスとして、低温(~1100℃)での AlN 層形成が可能な MOCVD 法を用いたバッファ層が必要とされてきた。しかし、この場合、室温までの温度降下を必要とする複数プロセスでは熱膨張係数差の影響が大きく、理想的には、昇華法環境を用いた一貫プロセスでのヘテロ界面制御が望ましい。そこで本研究では、比較的低温領域においても AlN 原料の輸送効率が高い近接昇華法を用いて SiC 基板温度を低下させ、成長初期過程における SiC 表面熱分解を抑制した AlN の低温バッファ成長を試みた。

【実験・結果】基板には 4° オフ 4H-SiC (0001) 基板を用いた。表面での不均一な熱分解を抑制するため、研磨起因の加工歪み層を熱エッチングにて事前除去した[2]。AlN 成長は黒鉛フリー環境下にて、原料-基板間距離を 1.5mm、基板温度 1650℃~1950℃、50kPa の Ar/N_2 混合ガス雰囲気下にて実施した。原料には AlN 粉末を 1850℃の N_2 雰囲気下にて焼結したペレットを用いた。

結果として、温度勾配⊿T を変化させることで、AlN/SiC 界面品質の劇的な改善が見られた。図 1 に、基板温度に依存した AlN/ SiC 界面の断面 SEM 像を示す。⊿T が小さい場合（下段）、界面の凹凸は約 3μm にも達するのに対し、⊿T が大きい場合（上段）、1950℃においても凹凸は約 400nm であった。1650℃のとき熱分解はほぼ抑制され、SiC 初期表面がもつマクロステップバンチングの形状が維持されていることを確認した。この知見は成長層の更なる歪み緩和に向けた SiC 選択加工基板上での AlN 成長への応用が期待される。

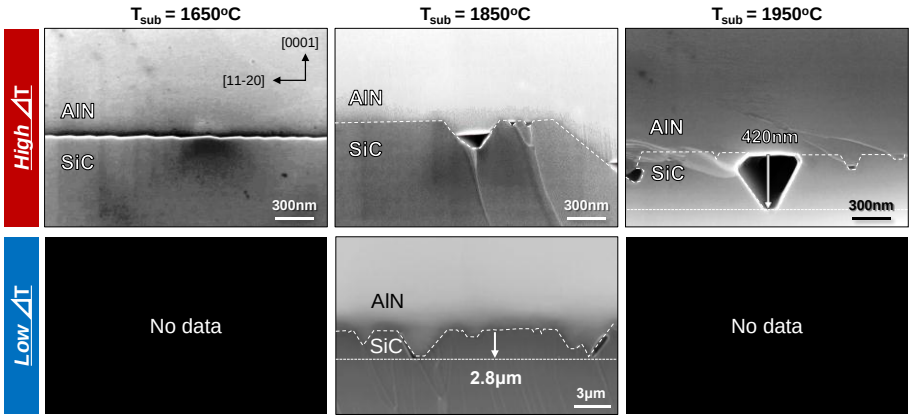

図 1. 成長モードおよび成長温度に依存した AlN/SiC 界面の断面 SEM 像

【謝辞】TaC 部材をご提供いただいた東洋炭素（株）の野上暁氏、鳥見聡氏、ならびに AlN 原料をご提供いただいた東洋アルミニウム（株）の橋詰良樹氏、杉田健男氏に深謝致します。

References:
[1] R. R. Sumathi et al., *Phys. Status Solidi C* **8**, (2011) 2107.　[2] S.Ushio et al., *Mater. Sci. Forum*, **573** (2012) 717-720.

© 2017年 応用物理学会