AlN バルク結晶成長と応用

AlN は窒化物半導体デバイス用基板として非常に有望である。本共同研究では本学内装置である昇華法、MOCVD 法装置を使用し、基板として使用可能な AlN を得ること、およびその AlN を基板として AlGaN の成長を行い、その優位性を検証することを目的とした。

まず初めに昇華法による AlN の結晶成長を試みた。カーボンるつぼの内部をタングステン板で保護し、成長層に取り込まれる炭素等の不純物を低減させたところ、比較的高品質な AlN 単結晶を得ることができた。

短時間で容易に自立 AlN 基板を作製するため、AlN 成長層の剥離を試みた。昇華法成長時に原料に Si 粉末を添加すると AlN/$Al_{1-x}Si_xN$/SiC 構造が形成され、AlN 成長の初期に Si が高濃度にドーピングされた場合にはより大きな応力が AlSiN/SiC 界面にはたらくため AlN 成長層を剥離することができた。

表面の荒れた C 面 6H-SiC 基板上に昇華法で AlN を成長すると、表面の平坦な AlN が得られ、このとき成長層は容易に剥離することを見出した。SiC の Si 面を荒らした基板であれば表面の粗さを制御できるため、より大きな面積で剥離する自立 AlN 膜を得ることができた。この剥離はおそらく格子不整合や熱膨張率差により生じる応力に起因しているものと考えられる。

昇華法により得られた AlN 成長層の表面を研磨して MOCVD 法での成長用基板として使用した。得られた成長層は高い Al 組成をもつことが XRD パターンより確認できた。また CL 測定の結果、AlGaN 成長層は強い発光ピークをもつことがわかった。これは表面処理条件や成長条件がそれほど最適化されているわけではない段階でも成長層は比較的高品質であることを示しており、基板に AlN を使用したことの優位性を示唆していると考えられる。