

H₂ キャリアガスを用いた B GaN 結晶成長メカニズムの解析

Analysis for B GaN epitaxial growth mechanism using H₂ carrier gases

静岡大院工¹, 静岡大電研², 東北大多元研³, 名古屋大 I MaSS⁴

○清水勇希¹, 江原一司¹, 新宅秀矢¹, 井上翼¹, 青木徹², 嶋紘平³, 小島一信³, 秩父重英^{3,4}, 中野貴之^{1,2}

1. Shizuoka Univ., 2. R.I.E., Shizuoka Univ., 3. IMRAM, Tohoku Univ., 4. I MaSS, Nagoya Univ.

○Y. Shimizu¹, K. Ebara¹, H. Shintaku¹, Y. Inoue¹, T. Aoki², K. Shima³, K. Kojima³, S.F. Chichibu^{3,4},
T. Nakano^{1,2}

E-mail: shimizu.yuhki.15b@shizuoka.ac.jp

緒言

III族窒化物半導体であるBGaNは、紫外領域の発光素子や中性子検出材料^[1]として期待されている。これまでの研究において、BGaN 結晶成長ではキャリアガスに H₂ を用いた結晶成長が困難であり、N₂ が用いられていた。B 有機金属原料にトリメチルボロン(TMB)、N₂ キャリアガスを用いて作製した BGaN 結晶成長において、表面吸着分子の分解が GaN と比較して低温で起きることが明らかとなった^[2]。そこで、本研究では、H₂ 雰囲気下における表面吸着分子の分解について速度論解析を行うことで、BGaN 結晶成長メカニズムの解析を行い、H₂ キャリアガスを用いた BGaN 結晶成長技術の開発を行った。

実験方法

BGaN 結晶成長には有機金属気相エピタキシー(MOVPE)法を用いた。Ga、B、N原料にはそれぞれトリメチルガリウム(TMGa)、TMB、NH₃ を使用した。キャリアガスにはH₂およびN₂を用いた。成長温度: 960 ~ 1100 °C、成長圧力:13.3 kPaの条件で、BGaN 薄膜を成長させて速度論解析を実施した。BGaN 薄膜の構造特性評価には、走査型電子顕微鏡(SEM)観察、X 線回折(XRD)測定、フォトルミネッセンス(PL)測定、原子間力顕微鏡(AFM)観察を用いた。

結果および考察

図1に、N₂およびH₂キャリアガスにおけるBGaN成長レートの成長温度依存性(アレニウスプロット)を示す。各キャリアガスにおけるBGaN成長レートの低下が、H₂キャリアガスでは1020 °Cより、N₂ キャリアガスでは1050 °Cより顕著となった。H₂ キャリアガスでのBGaN成長における成長レートの低下が、N₂ キャリアガスと比較して低温で起きることが確認された。この結果から、H₂キャリアガスを用いたBGaN成長の拡散律速領域は、1020 °C以下であることが示された。次に、H₂キャリアガスの拡散律速領域の成長条件(成長温度: 1010 °C)にてBGaN成長を実施した。作製したBGaN薄膜の断面SEM像を図2に示す。表面吸着分子の分解抑制により、ボイド形成のない約2 μmのBGaN結晶成長を実現した。XRDを用いて構造特性評価を行った結果、BNモル分率は0.5 %以下であった。N₂キャリアガスを用いて同流量比条件で作製したBGaN結晶のBNモル分率(約1.2 %)よりも低い値となった。これらの結果より、H₂キャリアガスを用いたBGaN結晶成長では、成長温度の低温化によりμmオーダーの結晶成長が可能であるが、N₂キャリアガスを用いた成長と比べてB取り込みが少ないことが示唆された。H₂キャリアガスを用いて作製したBGaN結晶の詳細な構造解析結果については、当日報告を行う。

参考文献 [1] K. Atsumi, *et al.*, APL Mater. 2 (2014) 032106, [2] K.Ebara *et al.*, JJAP 58 (2019) SC1042

謝辞 本研究の一部は科研費補助金(16H03899, 19H04394)、物質デ
バイス領域共同研究拠点アライアンス「CORE ラボ」、豊田理研スカラーの援助により実施された。

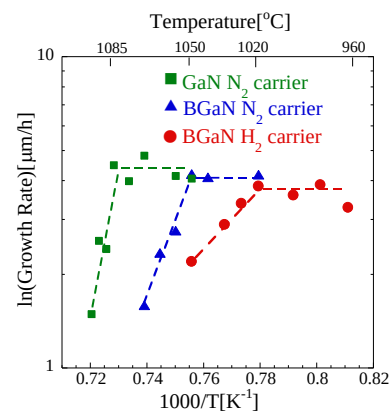


図1 各キャリアガスで作製したBGaNおよびGaNの成長速度の成長温度依存性

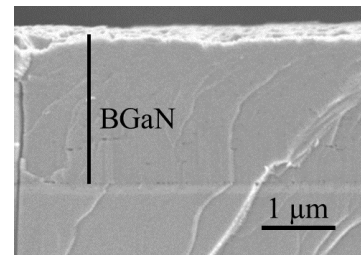


図2 成長温度 1010 °Cにて作製したBGaN薄膜の断面SEM像