

MOVPE 法を用いて作製した BGaN 結晶相の評価

Evaluation of BGaN crystal phase ratio by MOVPE

○ 江原一司¹, 望月健¹, 井上翼¹, 青木徹², 小島一信³, 秩父重英^{3,4}, 中野貴之¹

1. 静大院, 2. 静大電研, 3. 東北大多元研, 4. 名大 IMASS

○ K. Ebara¹, K. Mochizuki¹, Y. Inoue¹, T. Aoki², K. Kojima³, S.F. Chichibu^{3,4}, T. Nakano¹

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

E-mail: ebara@cnt.eng.shizuoka.ac.jp

緒言 中性子イメージング技術は、中性子線が重元素に対する透過性が高いため、金属機器内部の非破壊検査など新たなイメージング技術として期待されている。我々は、大きな中性子捕獲断面積を持つB原子に着目し、BGaNを新たな中性子検出半導体材料として開発を行っている^[1-3]。これまでに、B有機金属原料としてトリメチルボロン(TMB)を用いることでB原料に由来する気相反応と立方晶相の混入の抑制を達成した^[2, 3]。しかしながら、BGaN結晶における立方晶相の混入は検出効率劣化の原因となるため、更なる高品質化が重要である。本講演では、立方晶相混入度の成長温度依存性を調べることで、BGaN結晶成長メカニズムについて検討を行った。

実験方法 BGaN結晶は有機金属気相エピタキシー(MOVPE)法を用いて作製した。III族原料にはトリメチルガリウム(TMGa)、TMBを使用し、V族原料にはNH₃を使用した。成長温度1050~1090℃、成長圧力100 TorrでGa₂Nバッファ層上にBGaN結晶を1μm成長させた。作製したBGaN結晶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)測定を用いた。各結晶相の存在比の評価には、X線極点図測定を用いた。

結果および考察 図1に各成長温度で作製したBGaN結晶のX線極点図測定結果を示す。図1(a)に示す六方晶BGaNの極点図では、六回対称の急峻なピークが得られており、六方晶BGaNの成長が支配的であることを示している。2θ-ω測定の結果から、BNモル分率は約1%であった。他の成長温度で作製したBGaN結晶の極点図測定においても、六回対称の急峻なピークが得られたことから、六方晶BGaNの成長が支配的であることが示された。図1(b), (c), (d)に、立方晶BGaNの極点図測定の結果を示す。図1(b)に示す成長温度1050℃のBGaN結晶では、立方晶相に由来するピークは確認されなかった。一方で、図1(c), (d)に示す成長温度1075℃、1090℃のBGaN結晶においては、立方晶相由来のピークが存在する。成長温度1090℃のBGaN結晶においては、明瞭な六回対称のピークが存在しており、十分な立方晶相が形成されていることが示された。次に、得られた各ピーク強度の積分値から立方晶相の存在比を導出した^[4, 5]。成長温度1075℃では、立方晶相の割合が2.9%となり、成長温度1090℃では8.1%となった。これらの結果より、成長温度の高温化によって立方晶相の割合が増加することが示された。これは、Ga₂N結晶成長において成長温度の高温化に伴い立方晶相が減少する傾向とは異なる結果となった。BGaN結晶成長において成長温度の高温化により立方晶相の混入が増加する原因として、ウルツ

鉈型BN結晶よりも立方晶BN結晶が安定であること、BN結晶の結晶成長温度が1200℃以上の高温であること、1060℃以上の高温成長時にGa₂Nが結

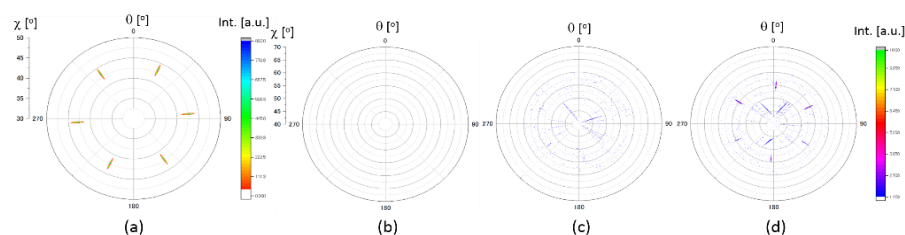


図1, 各成長温度にて作製したBGaN結晶の極点図測定結果: (a) h-BGaN (102)回折、成長温度1050℃、(b) c-BGaN (020)回折、成長温度1050℃、(c) c-BGaN (020)回折、成長温度1075℃、(d) c-BGaN (020)回折、成長温度1090℃

晶表面から蒸発することなどが考えられる。他の詳細な結果については、当日報告を行う。

参考文献 [1] K. Atsumi, *et al.*, APL Mater. **2** (2014) 032106 [2] 望月他, 2017年応用物理学会春季学術講演会, 16p-E204-3 [3] 望月他, 2017年応用物理学会秋季学術講演会, 8a-A301-5 [4] B. Qu, *et al.*, Thin Solid Films **392** (2001) 29-33 [5] N. Herres, *et al.*, Materials Science and Engineering B **59** (1999) 202-206

謝辞 本研究は中部電力原子力安全技術研究所公募研究の成果の一部であり、科研費補助金(基盤研究(B):16H03899)、物質・デバイス領域共同研究拠点・アライアンス「COREラボ」の支援により行われた。