

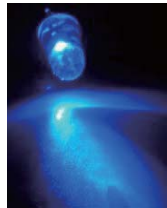
窒素プラズマを用いたGaN窒化物半導体の溶液成長技術

① 研究の背景

ウルツ鉱構造の窒化ガリウム (GaN) は室温において3.39eVの直接遷移型のバンドギャップを持ち、化学的に安定であり、光エレクトロニクス材料として注目されている。

【用途】

発光ダイオード(LED)
レーザーダイオード(LD)
UV検出器
高電子移動度トランジスタ (HEMT)
太陽電池材料、水素発生触媒材料



② 大型材料育成への問題点

【現状の育成技術】

融液成長法：2200 [°C]以上、6 [GPa]程度

高压溶液法：1600 [°C]前後、1~2 [GPa]

フラックス法 800 [°C]前後、10[MPa]



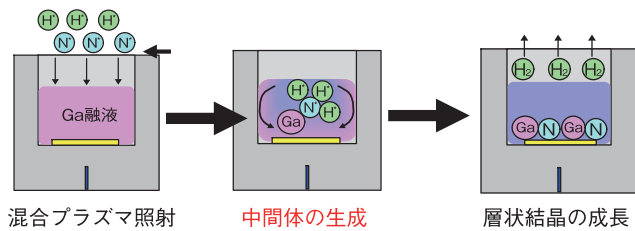
高温、高压の結晶成長条件が必要であり、現在の育成技術では低温低圧の安全条件での大型のGaN結晶を成長させるのは困難

③ 研究の目的

窒素供給源を窒素プラズマとすることにより、高温、高压の結晶成長条件から**低温低圧の安全な条件でGaNの合成**を行う。さらに、**窒素-水素プラズマを用いてサファイア基板上へGaNを単結晶成長**させる。

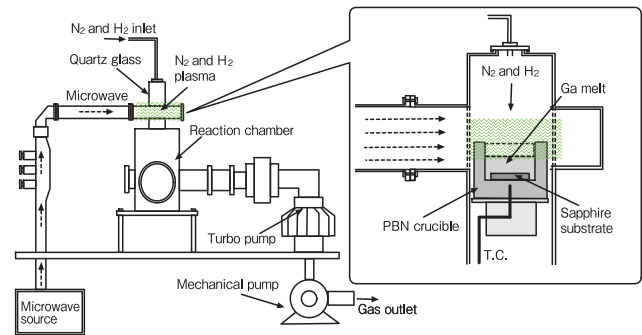
④ 合成および成長原理

窒素-水素混合プラズマ

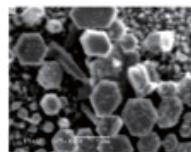
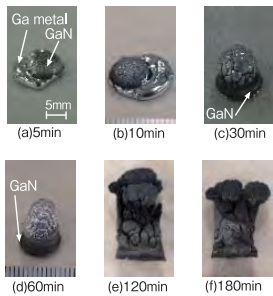


T. Ozawa et. al, J.Crystal Growth 310, pp1785-1789(2008).

⑤ 合成および育成装置



⑥ GaNの合成

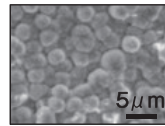
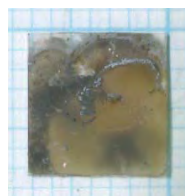


GaN合成試料のSEM写真

低温低圧で原料Gaの窒化率は、窒化時間180分で95%に達した。

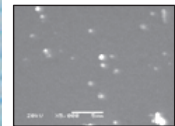
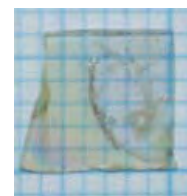
温度:600°C、圧力:200Pa

⑦ サファイア基板上へのGaN単結晶成長



3 mm Ga:66 N:34 [at.%]

窒素80%+水素20%混合プラズマ使用

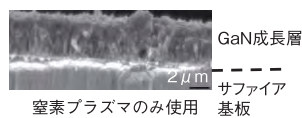


3 mm Ga:48 N:52 [at.%]

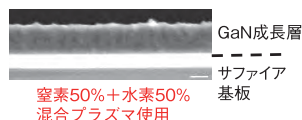
窒素50%+水素50%混合プラズマ使用

窒素-水素プラズマ混合比を変化させることにより粒状の多結晶から単結晶へと単結晶化が促進した。

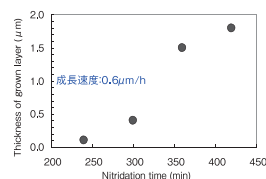
⑧ 育成GaN単結晶の評価



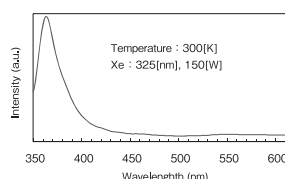
GaN成長層
窒素プラズマのみ使用
サファイア基板



GaN成長層
窒素50%+水素50%
混合プラズマ使用
サファイア基板



混合プラズマを使用した場合の成長層厚の時間変化



混合プラズマを使用した場合のPL測定結果

水素プラズマ混合比を使用することで**単結晶育成に成功**し、さらにPL(フォトルミネッセンス)測定においてバンド端発光のみの結果から**結晶性の向上**も見られた。

T. Ozawa et. al., J.Crystal Growth 311, Issue 3, pp440-442(2009).

⑨ まとめと今後の展開

- 低温低圧でGaNの合成および単結晶育成に成功した。
- 試料の品質は窒素-水素混合プラズマを使用することで改善する傾向が見られた。
- 他の金属からの窒化物の育成、例えば、InNやAlNまたはその混晶における合成および単結晶育成の可能性がある。