

Si 基板を用いた高品質な擬似GaN 基板の開発

研究代表者 工学部 大島 直樹

研究の目的

結晶工学という観点からみたGaN 系材料の最大の問題点は、格子整合する基板結晶が無いことである。本研究では、GaN擬似基板の高品質化のための基礎技術の確立を目的とした。

GaNの結晶品質を向上させるためには、成長中に生成される結晶欠陥の密度の低減を計る必要がある。そこで、成長後のGaN表面の原子配列をSTMで観察し、どのような形態で結晶欠陥が発生しているか観察を試みた。

研究成果

STMによる表面原子の観察を行うために、Si基板ではなく、成長方法や成長過程がよく知られているGaN/サファイア基板(C面) サンプルを用意した。RF-MBE法(Gaフラックス 5×10^{-7} Torr, N_2 ガス流量0.5cc/min, RFプラズマパワー200W)において、アモルファスBuffer層を用いた2段階成長法にて膜厚1000 nmのGaNを成長した。図1(a)は成長終了後のGaNエビ層に対するRHEEDである。

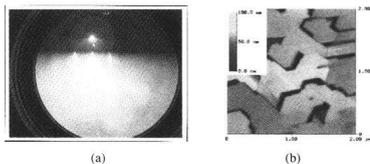


図1 (a) GaNエビ層のRHEED像
(b) GaNエビ層表面のAFM像

このサンプルの表面形態をAFMにより観察した結果(図1(b)), GaNは柱状結晶(カラム)を形成していて、それぞれのカラムの最表面RMS値が0.5nm程度の平坦な構造になっていることが判った。

超高真空STM装置はRF-MBE装置とは別になっているので、作製したサンプルを大気暴露してSTM装置内に搬送した。STM真空装置内にて300℃1時間の加熱処理を行ったところ、大気暴露しているにも関わらず、明瞭なSTM観察層を得ることができた。図

2(a)は図1に示したGaNサンプルのSTM観察像(スキャンサイズは 5×5 nm)である。

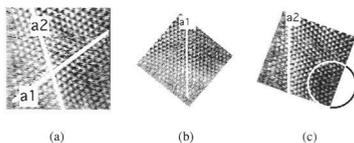


図2 (a) GaN表面のSTM観察像(5×5nm)
(b) (a)においてa1軸方向の投影図
(c) (a)においてa2軸方向の投影図

a1軸方向とa2軸方向の原子列の並びを観察すると、a1軸に沿った方向では規則正しく配列しているのに対し、a2軸方向では原子列の並びが不規則になっていることが判る(図2(b)および(c))。図2(c)に枠線で示した領域に原子列の不連続な領域が観察されていることから、結晶欠陥(成長面に垂直方向の刃状転位)の一端ではないかと考えられる。

産業への貢献

高品質のGaN擬似基板が開発されれば、現在の短波長発光素子の製作コストを引き下げることが可能になる。本研究の成果は、必ず役立つものと期待される。

研究発表

- 1) N. Ohshima, A. Wakahara, M. Ishida, H. Yonezu, A. Yoshida, Y.C. Jung and H. Miura, J. the Korean Phys. Soc. 34, S359 (1999).

グループメンバー

氏名	所属	職(学年)
大島直樹	工・機能材料工学	講師
諸橋信一	工・機能材料工学	助教授
末岡 修	工・共通講座	教授

連絡先

電話 0836-85-9611 (ダイヤルイン)
FAX 0836-85-9601 (学科事務室)
E-Mail nohshima@amse.yamaguchi-u.ac.jp

新圧電結晶の開発とその応用

研究代表者 工学部機能材料 小松 隆一

研究目的

情報通信の急速な拡大により、通信の高速化、高容量化が求められている。この変化に対応するために、通信周波数の高周波化と携帯電話等の通信機器の小型化(微細加工による)が望まれている。一方、圧電材料は、通信機器のキーデバイスである弾性表面波(SAW)基板材料または波長変換結晶として使用されている。そこで本研究では、新圧電結晶として、小松らが見出した高速 SrB_4O_7 単結晶の育成を行い、良質結晶育成条件の検討を行った。また、波長変換素子、移動体通信用広帯域SAWフィルタに用いられる材料であるニオブ酸カリウム($KNbO_3$)の水溶液からの成長についての検討も行った。

研究成果

1. SrB_4O_7 育成炉作製と単結晶育成

育成した SrB_4O_7 単結晶を図-1に示す。この結晶が白濁しているのはセル成長による気泡の混入によるものであると視察される。セル成長を防ぐには、育成中の温度勾配をより大きくすること、及び原料中の水分量を低減することが必要であると推定される。透明結晶の育成と圧電評価を行うことが今後の課題である。

2. 水溶液からの $KNbO_3$ (KN)結晶の育成

K_2NbO_7F を水温30℃で攪拌後、50℃で濃集させられたKNのSEM写真を図-2に示した。斜方晶KN結晶が初めて作製できた。今後、大口径結晶の育成、エピタキシャル成長についての検討をする予定である。

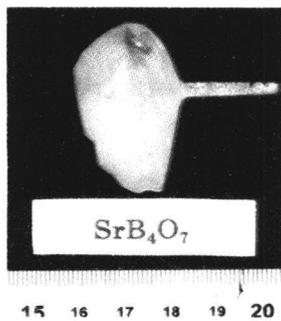


図-1 育成した SrB_4O_7 単結晶

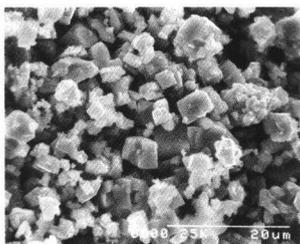


図-2 生成したKNのSEM写真

産業技術への貢献

1. SrB_4O_7 結晶

W-CDMA等の次世代移動体通信用の高周波用弾性表面波(SAW)フィルタに用いられている。

2. $KNbO_3$ 結晶

S S通信を用いた次世代移動体通信用の小型、広帯域用SAWフィルタ、アクチュエーター、波長変換素子用材料として注目されている。

研究発表

- 1) 小松 他：日本学術振興会弾性波素子技術第150委員会第68回研究資料1-7,(2001)
2) 小松 他：日本学術振興会弾性波素子技術第150委員会第71回研究資料(2001).

グループメンバー

氏名	所属	職(学年)
小松隆一	工・機能材料	助教授
池田 攻	工・機能材料	教授
安達謙祐	工・機能材料	B4
川野博昭	工・機能材料	B4
園田修也	工・機能材料	B4