

RFマグネトロンスパッタ法を用いたGaN薄膜の 作製と評価に関する研究

Study on Fabrication and Evaluation of GaN thin films by RF Magnetron Sputtering

桑原翔太, 佐藤 祐喜, 大鉢 忠, ○吉門 進三 (同志社大院理工)

Shota Kuwahara, Yuuki Sato, Tadashi Ohachi, ○Shinzo Yoshikado (Doshisha Univ.)

E-mail: syoshika@mail.doshisha.ac.jp

【はじめに】本研究では、直接遷移型ワイドバンドギャップ半導体である窒化ガリウム (GaN) の薄膜を、製膜速度が比較的速く、大面積に製膜可能な薄膜作製方法である RF マグネトロンスパッタを用いて、粉末ターゲットを使用して、成膜してきた。しかし、膜質は良好ではなく、またターゲットに Si を添加した場合も、抵抗率の低下が見られず、伝導型の制御が困難であることが分かった。そこで、本研究では、Si を添加した単結晶ウェハをターゲットとして、RF マグネトロンスパッタを用いて成膜を行い、結晶性の改善方法について検討したので報告する。

【実験方法】ターゲットとして、Si を添加した N 型 (0001) 方位の GaN 単結晶ウェハ (ダミーグレード c 面, 同人産業他) を使用した。GaN 単結晶ウェハ (ダミーグレード c 面, 同人産業), 単結晶サファイア基板 (光学研磨, c 面, Orbray) および格子ミスマッチングの少ない水晶基板 (光学研磨, z カット面, クリスタルベース) 上に, N₂, Ar ガスを用いて, 製膜時のスパッタガス圧力 0.2~1.33 Pa, 放電周波数 13.56 MHz, 放電電力 30~90 W, 基板温度 300°C, 製膜時間 10min~2h として製膜した。また成膜開始まで基板の 700°C における 1 時間の熱的洗浄および 0.5~1 時間の予備放電を行って, ターゲットの熱バイアス, 基板温度へのスパッタ粒子の付着状況の安定化を図った。スパッタ装置として, アネルバ製の SPF-210H を用いた。リーク気体の影響を軽減するために, 高流量ガス導入および主排気を 150 l/s に加えて 350l/s のターボ分子ポンプも使用して行った。段差計による膜厚測定, AFM による表面観察, X 線結晶構造解析 (XRD, 極点図) を行った。

【実験結果・考察】

サファイアを基板として, 圧力を一定にして, 主排気を 150 l/s から 350l/s のターボ分子ポンプを使用して製膜すると, GaN 膜の回折ピークの半値幅は約半分となり, 基板と同程度となった。主排気速度を大きくした場合, 圧力一定の条件では N₂ ガス流量が排気速度に比例して増加し, さらに圧力を高くすると薄膜の色が薄くなるために, 半値幅の減少と色の変化の要因は窒素ラジカルの膜内への供給によるものであると考えられる。単結晶サファイア基板上に製膜すると, 薄膜はほぼ完全に c 軸方向に配向し, c 面内にも強く配向した。しかし完全なエピタキシャル成長ではなく, 面内配向したモザイク結晶の集合である可能性がある。また, 成膜条件によっては立方晶の結晶が混在した。

Fig.1 に GaN 単結晶を基板としたときの 300°C の基板温度で堆積させた薄膜の (002) 面の回折ピークを示す。薄膜の回折ピークは GaN 単結晶の回折ピークに対して低角度側にシフトした。これは, 薄膜の c 軸の格子定数が増加したことを示しており, 増加の原因は, 窒素原子の過剰な取り込みが示唆された。この場合には, c 面内の格子定数も増加すると考えられるが, 基板との強い相互作用により, 位置が固定されたと考えられる。また, サファイア基板では観測されなかった (012), (013) 面の弱い回折ピークが観察された。これは, 窒素原子の過剰な取り込みによる膜内応力を緩和するために生成された GaN 微結晶によるものであることが推測された。また, 極点図測定により, サファイア基板と同様に立方晶の結晶が観測された。水晶を基板とした膜の結果等については講演当日に発表する予定である。

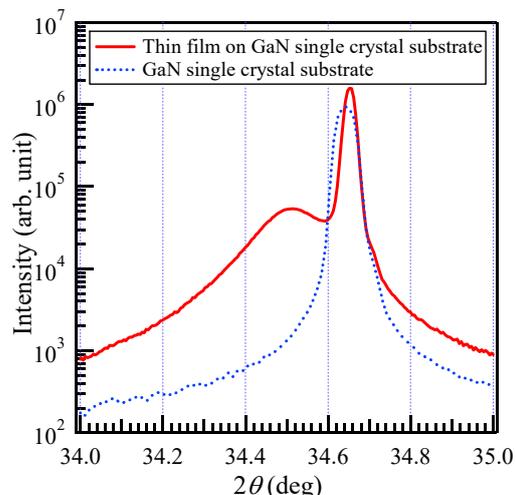


Fig.1 XRD pattern for thin film of GaN deposited at 300°C on GaN single crystal substrate.