RF マグネトロンスパッタ法による酸化ガリウム薄膜の作製と評価に関する研究

Study on Deposition and Evaluation of Gallium Oxide Thin Films by RF Magnetron Sputtering

○(M1)高橋　駿介，(M2)桑原　翔太，佐藤　祐喜，吉門　進三（同志社大院理工）

○Shunsuke Takahashi, Shota Kuwahara, Yuuki Sato, Shinzo Yoshikado (Doshisha Univ.)

E-mail: ctwh0364@mail4.doshisha.ac.jp0

【はじめに】　現在，発光デバイスやパワーデバイスの半導体材料として広く用いられる Si には性能限界に近付いており，Si に比べより特性向上が見込まれる新たな半導体の採用として Ga_2O_3への注目が高まっている。Ga_2O_3には α，β，γ，δ，ε の 5 種類の結晶構造が確認されており，最安定相の β 相では 4.5~4.9eV と他の半導体材料と比較してバンドギャップが大きいという特徴がある。Ga_2O_3薄膜の作製方法としてミスト CVD 法や MBE 法などが挙げられるが，溶液作製時に HCl ガス発生の恐れや成膜速度が小さいという課題点がある。本研究では，安全で成膜速度が大きい RF マグネトロンスパッタ法による β- Ga_2O_3薄膜を種々の成膜条件で成膜し，評価を行ったので報告する。

【実験方法】　ターゲットとして Ga_2O_3粉末(純度 99.99%)および単結晶（100 mm Sn ドープ（001），ノベルクリスタルテクノロジー）を用いた。Ga_2O_3の粉末を加圧して粉末ターゲットとした。また，粉末ターゲット上に Ga_2O_3単結晶を乗せたものを単結晶ターゲットとした。単結晶サファイア基板（c 面，光学研磨）上に，Ar，O_2 の混合ガスを用いて，成膜時のスパッタガス圧力を 0.4Pa，放電周波数を 13.56 MHz，放電電力を 60W および 200 W，基板温度を 300°C，成膜時間を 120min として成膜した。スパッタ装置には SPF-210B（日電バリアン）を使用した。X 線結晶構造解析 (XRD)，極点図測定，段差計による膜厚測定，AFM による表面観察を行った。

【実験結果・考察】　Fig.1 に粉末ターゲットを用いて，放電電力 200W，ガス圧力比 Ar : O_2 を変化させて成膜した薄膜および単結晶ターゲットを用いて，放電電力 60W，Ar : O_2 を 2 : 1 として成膜した XRD パターンを示す。ガスに少量の O_2を混合すると結晶性の β- Ga_2O_3薄膜が堆積した。これは，スパッタガスを Ar のみで成膜した場合，成膜直後はサファイア基板に Ga_2O_3粒子がスパッタされ，Ga_2O_3薄膜が作製されるが，時間が経過すると，放電によりターゲットの Ga_2O_3から O_2が脱離することにより酸素欠損の多い（導電性がある）薄膜が形成されたためであると考えられる。また，Ar : O_2 を変化させると配向性が大きく変化した。ターゲットに粉末あるいは単結晶を使用して Ar : O_2 を 2 : 1 とした場合，配向性や半値幅に顕著な違いは見られなかった。Fig.2 に粉末および単結晶ターゲットを用いて成膜した薄膜の極点図を示す。いずれのターゲットの場合でも，2θ=58°付近では β 型には存在しない 6 回対称性の極点が観測され，六方晶の ε 型と β 型の混晶が作製されたと考えられる。他の条件で成膜した膜の構造解析の結果や膜の表面観察の結果については講演当日に発表する予定である。

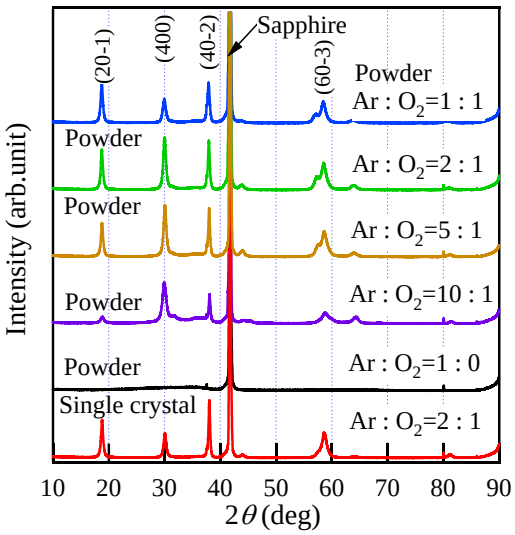

Fig.1 XRD patterns at each mixing ratio of Ar and O_2 gas for thin films deposited using powder and single crystal targets.

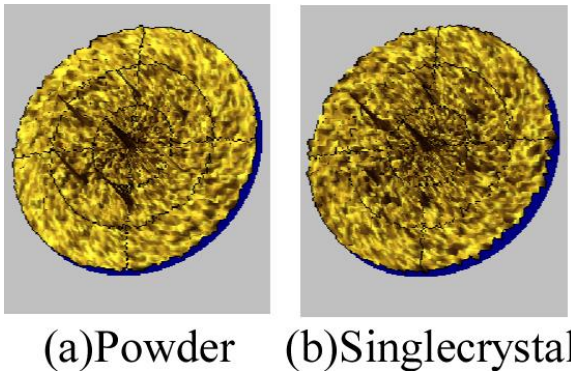

Fig.2 Pole figures for thin films deposited (a) powder and (b) single crystal targets.