

MBE 法による $\text{Ga}_{1-x}\text{Tb}_x\text{N}$ の成長と評価

Growth and Characterization of $\text{Ga}_{1-x}\text{Tb}_x\text{N}$ by MBE

○柳谷 諒¹、長谷川 繁彦¹(1. 大阪大学)

○Ryo Yanagidani¹, Shigehiko Hasegawa¹ (1.Osaka Univ)

E-mail: yanagidani21@sanken.osaka-u.ac.jp

【はじめに】ワイドギャップ半導体である GaN や ZnO に磁性元素を添加した磁性半導体において、高いキュリー温度を示すことが報告されており、半導体スピントロニクス材料として期待されている。中でも GaN をベースに希土類元素 (RE) を添加した半導体は f-f 遷移による発光など光学的特性にも特徴があり、デバイス応用の面で非常に大きな利点を持った物質である。RE を GaN に添加した場合、一般に、3 価イオン (RE^{3+}) となり Ga サイトを置換すると考えられている。Gd³⁺ のように 4f 準位を半占有した電子配置 ($4f^7$) はエネルギー的に安定となるため、Sm や Eu では 2 価イオン、Tb では 4 価イオンとなり、ホスト半導体の伝導帯下端近傍もしくは価電子帯上端近傍に準位を形成する可能性がある。その場合、キャリアによって RE の持つ局在磁気モーメントを制御することができるかと期待される。そこで、本研究では Tb をとりあげ、GaTbN 薄膜結晶成長とその構造、ならびに光学的・磁気的特性の評価を行ったので報告する。

【実験と結果】分子線エピタキシー (MBE) 法によって、GaN に磁性元素として Tb を添加した試料を作製した。基板には MOCVD 法で作製した u-GaN のテンプレートを使用して結晶成長を行った。基板温度 700°C で最初に GaN buffer 層を 10 分間成長させ、その上に Tb を添加した GaN を 60 分間成長させた。さらにその上に酸化防止膜として GaN cap 層を 1 分間成長させた。

Fig 1 に TbN モル分率 x の異なるサンプル A, B, C の X 線回折 (XRD) 測定の結果を示す。サンプル A, B, C 全てのサンプルについて GaN(0002) 面回折ピークの低角側に GaTbN(0002) からの回折ピークが現れている。この回折ピークより Tb が Ga サイトを置換していることがわかり、適切に結晶成長が行えていると判断できる。この回折ピークはサンプル A から C のように Tb のセル温度を上げるに従って、この回折ピークがより低角側にシフトしていくことが確認できた。Fig 2 に超伝導量子干渉素子磁力計によって測定した、サンプル B における 5K と 30K での磁化曲線を示す。5K および 30K においてはヒステリシスが観測されたが、300K においてはほとんど観測されなくなった。磁化の温度依存性の測定から、今回作製した TbN モル分率の試料では、300K では常磁性成分が支配的であると考えられる。

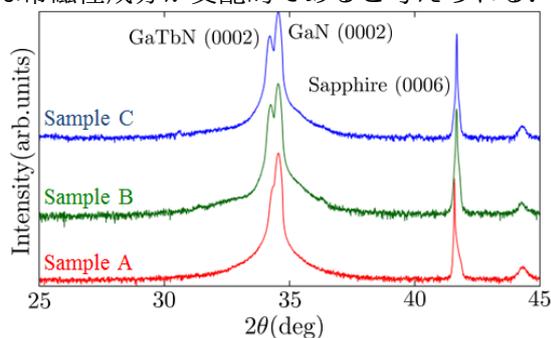


Fig 1: XRD profiles of samples A, B, and C.

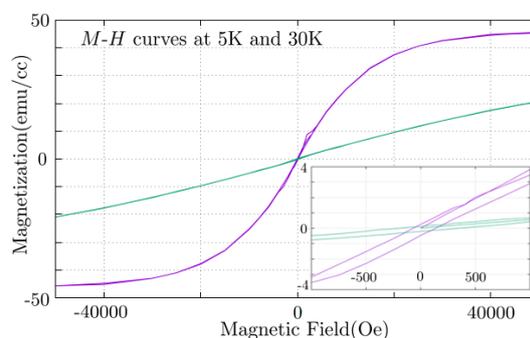


Fig 2: M - H curves of sample B at 5K and 30K.

[1] H. J. Lozykowski, W. N. Jadwisieniczak, and I. Brown, Appl. Phys. Lett. **76**, 861 (2000).

[2] M. Maryško, J. Hejtmánek, V. Laguta, Z. Sofer, D. Sedmidubský, P. Šimek, M. Veselý, M. Mikulics, C. Buchal, A. Macková, P. Malinský, and R. A. Wilhelm, J. Appl. Phys. **117**, 17B907 (2015).