

PA-MBE 法による GaN/TbN 超格子構造の作製と磁気光学特性の評価

Magneto-optical characterization of GaN/TbN superlattice structures grown by PA-MBE

阪大産研, ○藤森 三志朗, 長谷川 繁彦

Osaka Univ. ISIR-SANKEN, ○Sanshiro Fujimori, Shigehiko Hasegawa

E-mail: fujimori21@sanken.osaka-u.ac.jp

[はじめに]デバイスに応用可能な半導体スピントロニクス材料創製を目指し、ワイドギャップ半導体GaNに磁性元素として遷移金属や希土類元素(RE)の添加が試みられてきた。最近、我々はGaNにTbを添加したところ、GaN(0002)回折ピークの低角側にGaTbN(0002)回折ピークが現れ、そのシフト量は添加したTb濃度に依存していること[1]、その磁化($M-H$)曲線は300Kにおいてもヒステリシスを示すことがあること[2,3]などを報告してきた。室温強磁性発現にはTbの高濃度添加が不可欠と考えられる。本研究では、再現性良く室温強磁性を発現させるために磁性元素TbのGaNへの δ 型挿入を検討し、GaN/TbN超格子構造の作製とその評価を行った。今回、強磁性発現機構の解明を目指し、GaTbN単層構造およびGaN/TbN超格子構造について、超伝導量子干渉素子(SQUID)磁力計により得られた磁気特性と、MCD測定で得られた磁気光学特性との比較検討を行った。

[実験と結果] GaTbN単層構造およびGaN/TbN超格子構造はプラズマ支援分子線エピタキシー(PA-MBE)法で作製した。成長中の表面構造評価は反射高速電子回折(RHEED)を、二次相である岩塩型(rs -)TbNの析出の有無および超格子構造の周期構造、膜厚の評価をX線回折(XRD)、磁気特性評価は超伝導量子干渉素子(SQUID)磁力計を、磁気光学特性評価は磁気円二色性(MCD)を用いた。基板は予め(0001)サファイア基板上に2 μ mのundoped GaNをエピタキシャル成長したものを使用した。Ga分子線等価圧(BEP)を 8.4×10^{-8} Torr、Tb BEPを $4.5 \times 10^{-9} \sim 6.9 \times 10^{-9}$ Torr、N₂流量を1.5 sccm、RFプラズマセル投入電力を180 Wとして、基板温度700°Cで成長させた。試料はA、B、Cの3種類作製し、単層構造(sample A)はGaTbN層が80 nm、超格子構造2種(sample B and C)においてはどちらもTbN 1層の膜厚を2 MLとして、全部で50層となるように設計した。超格子構造2種はTbN層成長時のTbとNのシャッターの開閉間隔にのみ違いが設けてある。Fig. 1にXRD測定の結果を示す。単層構造(sample A)においては、GaTbN(0002)回折ピークが、超格子構造(sample B and C)においては、その構造を反映したサテライトピークが観測され、超格子構造が作製できていることが確認できた。Fig. 2に外部磁場を面直に+1 T印加した時のsample B(微量の rs -TbNの析出あり)のMCDスペクトルの温度依存性を示す。GaNのバンド端付近の357 nm付近に強磁性由来と思われる正のピークが観測された。そのピーク位置は通常の rs -TbNのバンドギャップとは大きく異なっていることから、GaN/TbN超格子構造に由来していると考えられ、通常の rs -TbNとは異なる形態で磁性発現に寄与していると予想される。

本研究の一部は、科学研究費補助金基盤研究(B)(No.17H02775)の支援を受けた。

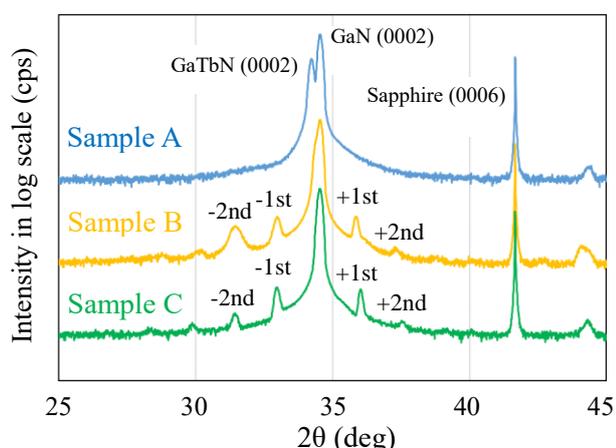


Fig. 1. XRD profiles of samples GaTbN (sample A) and GaN/TbN (sample B and C)

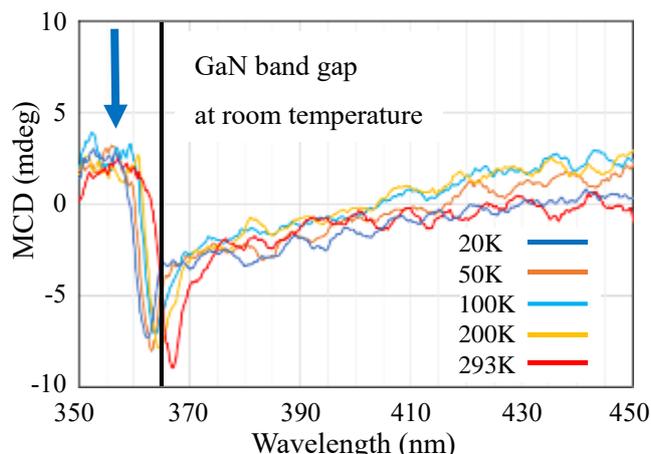


Fig. 2. Temperature dependence of MCD spectra of GaN/TbN (sample B).

[1] 柳谷、長谷川：第64回応用物理学会春季学術講演会、17p-P3-8 (2017).

[2] 柳谷、藤森、長谷川：第22回「半導体スピン工学の基礎と応用」研究会、O-11 (2017).

[3] 藤森、長谷川：第65回応用物理学会春季学術講演会、17p-P10-3 (2018).