

GaN/TbN 超格子構造における磁気光学特性の非磁性層幅依存性

Dependence of nonmagnetic layer thickness on the magneto-optical properties of GaN/TbN superlattice structures

大阪大学 産研, ○藤森 三志朗, 長谷川 繁彦

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

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

[はじめに] 磁気メモリなどの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。我々はGaNにTbを添加したところ、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[1]、磁性元素TbをGaNへ δ 型挿入したGaN/TbN超格子構造が作製可能なことや臨界膜厚の見積もり、単位磁性イオンあたりの磁化の増大やキャリアドーピングが磁気特性に及ぼす影響など[2,3,4]を報告してきた。本研究では、GaN/TbN超格子構造において、非磁性層(GaN)の膜厚が磁気特性および磁気光学特性に及ぼす影響について調べるために、GaN/TbN超格子構造を作製し、その評価を行った。また、強磁性発現機構の解明を目指し、GaTbN薄膜および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、磁気円二色性(MCD)測定で得られた磁気光学特性、フォトルミネッセンス(PL)で得られた光学特性との比較検討を行った。

[実験と結果] GaTbN薄膜および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を、二次相である岩塩型(rs -)TbNの析出の有無、超格子構造の周期構造、および膜厚の評価はX線回折(XRD)および透過型電子顕微鏡(TEM)を、磁気特性評価はSQUID磁力計を、磁気光学特性評価はMCDを、光学特性評価はPLを用いた。

試料A-CのXRDプロファイルを図1に示す。試料A(通常の成長法でTbを添加したGaN)において、 34.24° に $\text{Ga}_{1-x}\text{Tb}_x\text{N}(0002)$ 回折ピークが見られ、 $x=0.086$ と見積もられる。GaN/TbN超格子構造としてTbを添加した試料BおよびCにおいては、超格子構造特有のサテライトピークが現れている。サテライトピークから、その構造はそれぞれ22 ML (5.5 nm) GaN/0.4 ML (0.1 nm) TbNおよび9 ML (2.2 nm) GaN/0.5 ML (0.125 nm) TbNと見積もられ、そのTbNの平均のモル分率はそれぞれ0.018および0.043となる。図2に試料A-Cの20Kで磁場を面直方向に1 T印加時におけるGaNバンド端付近のMCD測定の結果を示す。試料Cにおいて、359 nm付近に正のピークが見られ、このピークはMCD-磁場曲線でヒステリシスループを示した。MCD、SQUIDおよびPLの結果に基づいて、REドーピングGaNおよびGaN/TbN超格子構造で見られる強磁性の起源について検討を行う。

本研究の一部は、科学研究費補助金基盤研究(B)(No.17H02775)ならびに「人・環境と物質をつなぐイノベーション創出ダイナミック・アライアンス」の支援を受けた。

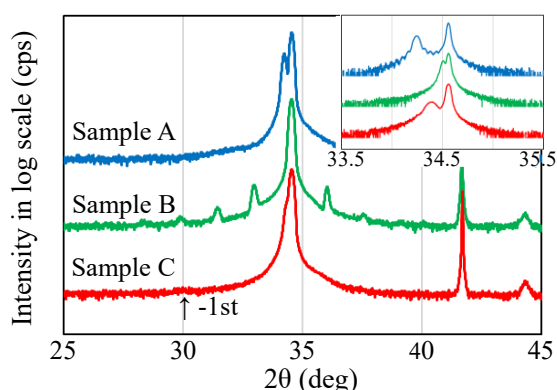


Fig 1. XRD profiles of samples A, B, and C.
Inset: HR-XRD curves around GaN(0002) peaks.

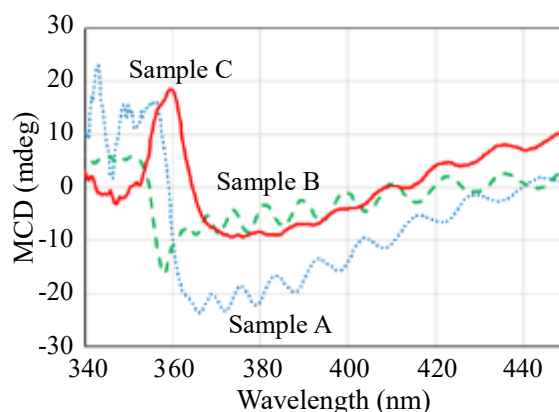


Fig. 2. MCD spectra of samples A-C taken at 20K and 1 T around the fundamental bandgap of GaN.

- [1] 藤森、長谷川、柳谷：第65回応用物理学会春季学術講演会、17p-P10-3 (2018).
- [2] 藤森、長谷川：第79回応用物理学会秋季学術講演会、18p-PB1-4 (2018).
- [3] 藤森、長谷川：第66回応用物理学会春季学術講演会、9p-PB1-35 (2019).
- [4] 藤森、長谷川：第80回応用物理学会秋季学術講演会、18p-PB1-2 (2019).