PA-MBE 法による GaN/GdN 超格子構造形成とその磁気光学的特性評価（その 1）
― GdN 井戸層成長方式の検討 ―

Formation and magneto-optical characterization of GaN/GdN superlattices (Ⅰ)
- effect of growth procedure in GdN wells -

阪大，産研　°岡本旭史，長谷川繁彦

ISIR-SANKEN, Osaka Univ. °Akifumi Okamoto, Shigehiko Hasegawa

E-mail: akifumi21@sanken.osaka-u.ac.jp

ワイドギャップ半導体である GaN に磁性元素を添加した磁性半導体は理論的に高いキュリー温度を示すことが報告されているため, GaN は半導体スピントロニクス材料として期待されている．しかし，半導体スピントロニクスデバイスへ応用可能な材料創製には未だに至っていない．我々は真性磁性半導体である GdN を GaN 中にナノ薄膜として周期的に組み込ませた GaN/GdN(非磁性/磁性半導体)超格子構造を作製し，その磁気特性や光学特性を調べている．本研究では，磁性層である GdN 層の成長方式について検討し，その成長方式が GaN/GdN 超格子の結晶構造及び磁気光学特性に影響を及ぼすことを見出したので報告する．今回，非磁性層である GaN 層に Si を添加した超格子構造では磁気特性が向上することから, GaN 層に Si を添加したサンプルを作製し評価した．

プラズマ支援分子線エピタキシー(PA-MBE)法により, GaN/GdN 超格子構造を作製した．基板には, u-GaN テンプレートを使用した. Si を添加した非磁性層 GaN 層の厚さを 5.5 nm に固定し，磁性層 GdN 層の厚さと繰り返し周期 (n) を変えた $[GaN/GdN]_n$ 超格子構造を作製した(サンプル A, B, C)．サンプル A の構造設計は $[GaN\ (5.5\ nm)/GdN\ (4\ ML)]_{50}$ で GdN 層を成長する際, N の供給を分割して作製し，サンプル B, C の構造設計はそれぞれ$[GaN\ (5.5\ nm)/GdN\ (4\ ML)]_{30}$, $[GaN\ (5.5\ nm)/GdN\ (1\ ML)]_{30}$ で Gd と N を同時供給で作製した. Fig. 1 に X 線回折(XRD)測定結果を示す．サンプル A と B を比較すると繰り返し周期以外同じ設計値であるにも関わらず, N を同時供給で作製したサンプルでは超格子構造が形成されていないことが確認できる．一方で，サンプル C では GdN 層が薄いため，超格子構造が形成されていることが確認できる. Fig. 2 に, 20K で測定した磁気円二色性(MCD)スペクトルを示す．いずれのサンプルにおいても, 360 nm 付近にピークがある．この波長は GaN のバンドギャップに対応しており，また，反磁性的振る舞いを示すことから，ゼーマン分裂した GaN バンド端での吸収に起因すると考えられる．これより長波長(バンドギャップ)領域に各サンプルに特徴的なピークが出現している．サンプル A では, ~790, ~500 および ~370nm に，サンプル B では ~500 nm にピークが見られるが，サンプル C ではピークが見られない．これらの結果は，磁性層 GdN 成長時の N 供給方式がその成長様式や結晶構造に影響を与え，磁気光学特性を決定する大きな要因となっていることを示している．

本研究の一部は，科研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．

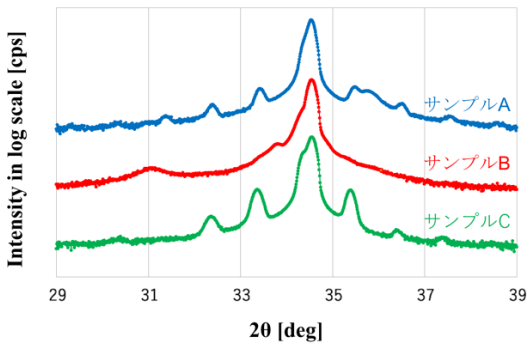

Fig. 1. XRD patterns

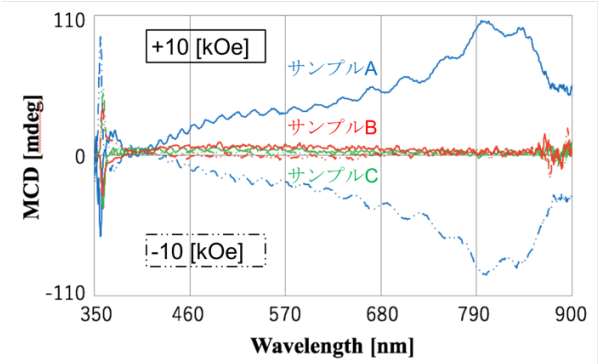

Fig. 2. MCD spectra @20K