

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2)

-Gd/N 比の影響-

Formation and magneto-optical characterization of GaN/GdN superlattices (II)

- effect of Gd/N ratio -

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。結晶成長の際, 自然界では岩塩型(rs-)で存在する GdN を GaN(0001)上にスードモルフィックにエピタキシャル成長させてウルツ鉱型(wz-)GdN として組み込んでいる。これまでに, 超格子構造の磁気円二色性(MCD)スペクトルにおいて GaN のバンド端近傍で強磁性由来のピークが出現することを報告してきた。しかし, 従来の成長方式では, wz-GdN の臨界膜厚は 1ML であったために, このピークの膜厚依存性が不明なままであった。そこで本研究では, 磁性層である GdN 層の成長方式について検討し, 成長時の Gd/N 供給比が wz-GdN の臨界膜厚に影響を及ぼすことを見出したので報告する。

プラズマ支援分子線エピタキシー(PA-MBE)法により, GaN(0001)上に GdN を 10ML 成長させて, その成長過程を反射高速電子回折(RHEED)により評価した。基板には, u-GaN(0001)テンプレートを使用した。サンプル A は Gd と N の供給比が 1:1, サンプル B は 1:22 となるように, シャッター制御で供給量を調節して成長した。Figs. 1, 2 に GdN 成長にともなう RHEED パターンの変化を示す。サンプル A では, 1ML 成長までは GaN(1x1)ストリークパターン(Fig. 1(a))のみが観察されており, GdN がスードモルフィックに wz-GaN 上にエピタキシャル成長していると考えられる。しかしながら, 2ML 成長後には rs-GdN 成長を示す回折スポット(Fig. 1(b))が現れた。一方, サンプル B では, 3ML 成長まで GaN(0001)面の 4 倍周期の表面構造からの RHEED パターン(Fig. 2(a))のみが観察された。その後, 4ML まで成長を続けると, rs-GdN 成長を示す回折スポット(Fig. 2(b))が出現した。これらの結果から, GdN 成長時の N の供給方式がその成長様式や結晶構造に影響を与える大きな要因となっていることを示しており, wz-GdN 層増加には N リッチ成長条件が適していると考えられる。本成果をもとに作製した GaN/GdN 超格子構造の磁気光学特性についても報告する。

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。

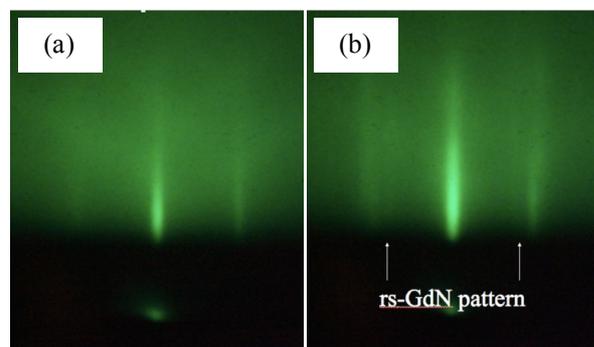


Fig. 1. RHEED patterns of sample A.
(a) GdN 1ML, (b) GdN 2ML.

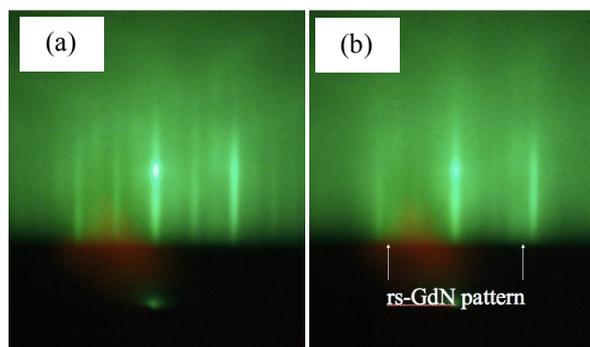


Fig. 2. RHEED patterns of sample B.
(a) GdN 3ML, (b) GdN 4ML.