

GaN ベース強磁性半導体量子井戸の巨大磁気光学効果

Large magneto-optical effect
in GaN-based ferromagnetic semiconductor quantum wells

周 逸凱

Yi-Kai Zhou

大阪大学 産業科学研究所

ISIR, Osaka University, 8-1 Mihogaoka, Ibaraki, Osaka, 567-0047

モンテカルロ・シミュレーションにより、希薄磁性半導体の中では、遷移金属原子同士が集まりやすく、スピノーダル分解が起こり、昆布のような一次元ナノ量子細線構造が形成されると、強磁性を示す。最近の研究では、スピノーダル分解によって、自然超格子の形成が確認され、この発見はユニークな物理特性に繋がり、電荷、スピン、光を一体とする新機能デバイスが期待されている。本研究では、自然超格子より制御しやすい磁性半導体ベースの多重量子井戸構造及び超格子構造に関する研究を進めている。

分子線エピタキシー (MBE) 法によって、GaN/AlGa_N 多重ダブル量子井戸構造或いは超格子構造の GaN 井戸層に磁性原子 Gd または Dy を添加し、この量子構造におけるキャリアの閉じ込め効果と磁性の関連性などを着目し、磁気光学効果を中心に諸特性を調べた。

図 1 では GaN/AlGa_N 量子井戸構造のバンド図を示す。15 周期の GaGdN/AlGa_N 多重ダブル量子井戸構造を MBE 法で GaN(0001)テンプレート基板の上に成長させた。キャリア (電子) の閉じ込め効果を強くするためにダブル井戸の両側に厚い AlGa_N 層を設けた。良質な表面及びヘテロ界面を X 線回折測定、原子間力顕微鏡観察によって確認した。磁化測定より室温において強磁性を示す明瞭なヒステリシスループが観察された。磁場フォトルミネッセンス (PL) スペクトルから、GaN より高エネルギー側に GaGdN 量子井戸層からの発光を確認し、7 T の外磁場では約 15 meV の極めて大きなレッドシフトを観測した。(図 2)。このレッドシフトから、通常の GaN 井戸の g 因子が 2 位に対して、GaGdN 井戸は約 60 位であることがわかった。発表では、GaDyN/AlGa_N の最新研究結果も報告する。

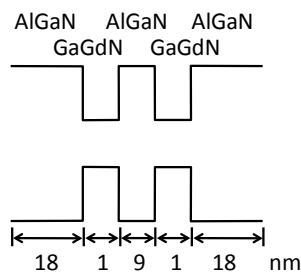


図 1 GaGdN/AlGa_N 多重量子井戸構造のバンド構造図。

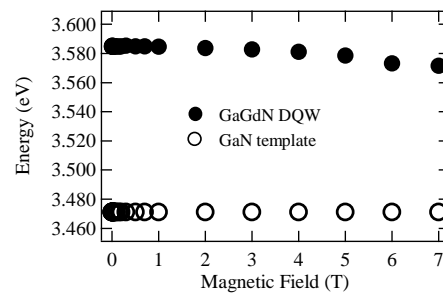


図 2 4 K における GaGdN 井戸層及び GaN テンプレートからの PL 発光ピークの磁場依存性。