

酸化亜鉛変調ドープ超格子構造における荷電励起子の分光研究

兵庫県立大・物質理（現・東北大 WPI 材料機構）牧野 哲征、 東北大・金 研 塚崎 敦、
東北大・金 研 大友 明、 東北大・金 研（現・東北大 WPI 材料機構）川崎 雅司

1. はじめに

最近の半導体作製技術の発展は、電荷不整合絶縁体ヘテロ構造や酸化物変調ドープ超格子といった興味深い界面を実現しつつある。本研究においては、酸化亜鉛系変調ドープ超格子を対象とした光学特性の解明をその目的とする。障壁層内に存在するドナー電子と光生成された励起子が相互作用の結果として形成される荷電励起子の観測が本研究の目標である。ZnO 変調ドープ量子井戸における荷電励起子が安定に存在するにはどのような試料の意匠を有させれば良いかに就いて、その知見を得るべく分光評価を通じて研究を進めた。当該量子構造の成長、および光学評価はこれまで実施例がないためである。

2. 研究経過

本研究で対象とした ZnO 系量子構造試料は、高真空環境下でのレーザーアブレーション法により作製された。本試料の構成としては、井戸層と障壁層からなる量子井戸を基本とし、ドナー電子の影響を検討するため、障壁層にドナーを不純物添加した。荷電励起子の存在の証拠を得るべく、低温環境下に試料を保持した上でその発光スペクトルを測定し、発光特性（光学応答）の井戸幅やスペーサー厚に対する依存性を実験的に求めた。スペーサー厚を量子層からドナードープ層までの距離として定義すれば、その厚みを変えることで井戸層内の励起子が感じる電子濃度を調節することが可能である。荷電励起子が安定に存在する井戸幅の特性を掴み、またスペーサー厚との関連性を導き、荷電励起子の存在を決定付ける。

3. 研究成果

上述した経過により、井戸 1~10nm、スペーサー厚 5~15nm をもつ変調ドープ量子構造における発光特性を系統的に調査した結果、次のような知見を得た。井戸幅 5nm 程度、スペーサー厚 7nm 程度に設定すると、偶然にも ZnO バルク試料に於ける東？励起子発光に近いエネルギー位置に発光帯が出現する。荷電励起子準位の磁気光学特性においては、ホールのそれを色濃く反映するため、当該量子構造における磁気光学特性を評価した。東京大学物性研究所（ISSP）において 250 テスラまでの強磁場を試料に印加し、発光の偏光特性を吟味したところ、顕著な磁気？て色性を呈した。上記条件での実験により、荷電励起子存在の証拠を得ることができた。

4. まとめ

ZnO 系量子井戸に対し障壁層にドナー不純物を添加した構造を作成し、光学特性の井戸幅やスペーサー厚に対する依存性を系統的に求めた結果、適当な試料成長条件において荷電励起子が起源であるような発光帯を検出した。その更なる証拠付けのため、磁気光学特性についても ISSP にて評価した。現在、本研究プロジェクト共同研究員および ISSP スタッフと議論を重ねており、その結果を踏まえて学術論文の投稿を予定している。

5. 発表（投稿）論文

T. Makino, K. Saito, M. Kawasaki
"Exciton transfer between localized states in ZnO quantum well structures " Superlattices
Microstruct, **42(1)** (2007) p. 206-211