

超薄層のMnTeに挟まれたCdTe多量子井戸の 発光スペクトルとそれらの温度依存性

Photoluminescence Spectra and Their Temperature Dependence of
CdTe Multi-Quantum Wells Sandwiched by Ultrathin MnTe Layers

H26海自07

派遣先 第17回凝縮系発光分光国際学会 (Poland・Wroclaw)

期間 平成26年7月12日～平成26年7月21日 (10日間)

申請者 熊本大学 大学院自然科学研究科 理学専攻物理科学コース

岩 満 一 功

海外における研究活動状況

研究目的

我々は超薄層のMnTeに挟まれたCdTe多量子井戸の発光スペクトルとその温度依存性を調べた。CdTeの量子井戸構造は発光色可変であること、ならびに高輝度発光性から、次期発光材料として注目されている。我々の試料の量子井戸構造は、(1) 磁性を持つMnを導入すること、(2) Mnの内殻電子状態がCdTe量子井戸の発光特性に深く関与することから、磁性応答の発光材料として新たなデバイスとして応用が期待できる。

海外における研究活動報告

我々は本研究の成果を報告するため、2014年7月13日から2014年7月18日にポーランドで行われた国際学会17th International Conference on Luminescence and Optical Spectroscopy of Condensed Matter (ICL2014)に参加し、口頭発表を行ってきた。

本研究は超薄層のMnTeに挟まれたCdTe多量子井戸の発光スペクトルとそれらの温度依存性について調べた結果を報告した。CdTeの

量子井戸は高輝度性を持つので、発光デバイスにとって非常に魅力的な物性を持つ。一方、CdMgTe障壁層に挟まれたMnTe量子井戸構造を持つ試料にてMn²⁺コア内発光バンドが確認されており、この発光ピークエネルギーは4, 8原子層の厚さにおけるCdTe量子井戸発光エネルギーに非常に近いことが知られている。このCdTe量子井戸発光状態とMn²⁺コア内発光状態間のエネルギー移動が期待され、我々はこの機構について非常に興味を持っている。

この機構を調べるために、我々の試料は4つの異なる量子井戸の厚さ(4, 8, 16, 32原子層)を持つCdTe量子積層を2原子層の厚さのMnTe層で挟み、これらの量子積層構造は50原子層の厚さであるCd_{0.5}Mg_{0.5}Te障壁層により孤立されている試料を用いた。この発光スペクトルから、本来観測されるMn²⁺コア内発光スペクトルは確認できなかったが、CdMgTe障壁層の局在発光スペクトル、4, 8, 16, 32原子層の厚さにおけるCdTe量子井戸発光スペクトルがそれぞれ同定することが出来た。CdTe量子井戸発光状態とMn²⁺コア内発光状態間のエネルギー移動について調べるため、これらのCdTe量子井戸発光スペクトルの温度依存性を調べた。それらの

温度依存性から、薄い量子井戸層(4, 8原子層)における発光強度は90 Kまでほとんど減少せず、100 K以上で急激に減少するが、厚い量子井戸層(16, 32原子層)における発光強度は40 K以上から徐々に弱くなり、その勾配は薄い量子井戸層に比べて緩やかに減少していることが分かった。これは一般的な量子井戸発光スペクトルの温度依存性とは特異な結果を示している。

この温度依存性は2つの熱活性化エネルギーを用いたアレニウスプロットによって再現することが出来る。この2つの熱活性化エネルギーをそれぞれのCdTe量子井戸層の厚さについてまとめた結果、小さい方の熱活性化エネルギーはCdTe励起子束縛エネルギーの値に近いので、励起子の解離過程が低温領域において発光強度の熱的現象を支配していると考えられる。また、大きい方の熱活性化エネルギーは薄い場合と厚い場合で別の機構にて説明される。薄い量子井戸層の場合はそれらの発光バンドがMn²⁺コア内発光バンドに非常に近いので、Dexter機構におけるエネルギー移動が考えられる。しかし、厚い量子井戸層の場合、それら

の発光エネルギーはMn²⁺コア内発光エネルギーと離れているので、大きい方の熱活性化エネルギーは障壁層へ逃げる熱化エネルギーを反映していると考えられる。

以上のことから試料のCdTe量子井戸発光の特異な温度依存性を説明できることを今回の国際学会にて発表した。本研究発表の意見交換において、この特異な温度依存性をDexter機構等にて説明できるが、物理的な証拠としては乏しいことが挙げられた。そのため、試料における時間分解発光測定による寿命等の解析など追加実験が必要となることを再認識した。今回の研究結果は現在Proceedingsとして論文投稿中である。

**この派遣の研究成果等を発表した
著書、論文、報告書の書名・講演題目**

“Photoluminescence Spectra and Their Temperature Dependence of CdTe Multi-Quantum Wells Sandwiched by Ultrathin MnTe Layers”

K. Iwamitsu, K. Hatada, S. Ichigozaki, N. Hatada, T. Shimamoto, I. Akai, A. Yu. Serov, N. G. Filosofov, G. Karczewski, and V. F. Agekyan.

Journal of Luminescence; Special Issue: Selected papers from ICL2014, submitted.