

Cr 原子を添加した CdTe/ZnTe 量子井戸における 零次元励起子の発光スペクトル

Micro Photoluminescence spectra from zero-dimensional excitons in CdTe/ZnTe quantum well added with Cr

筑波大数理物質¹, CNRS ネール研² ○井上 智貴¹, 森田 真衣¹, 安藤 瞬¹, 黒田 真司¹,

V. Tiwari², H. Boukari², L. Besombes²

Inst. Mater. Sci., Univ. Tsukuba¹, CNRS Institut Néel²

○T. Inoue¹, M. Morita¹, S. Ando¹, S. Kuroda¹, V. Tiwari², H. Boukari², L. Besombes²

E-mail: s2120318@s.tsukuba.ac.jp

1.Introduction 半導体を用いたスピンエレクトロニクスの発展に伴い、ナノ構造中の個々のスピンの制御に関する研究が行われている。私たちは、半導体量子ドット中に磁性元素の原子 1 個を含む系を対象として、単一スピンの検出・制御を目指した研究を行っている。これまでは ZnTe 上に成長した CdTe 自己形成ドット(SAD)に遷移元素の Cr を添加した試料を作製し、ドット中の励起子との相互作用を通じて単一 Cr スピンの振る舞いを明らかにしてきた [1]。CdTe ドット内で 1 個の Cr 原子が Cd サイトを置換すると、Cr スピンとの相互作用によりドット中の励起子発光スペクトルは、Cr スピンの向きに応じ複数の発光線に分裂する。ただ、実際に作製した SAD 試料において、そのような発光スペクトルの分裂を観測できる確率は低い。この原因として、ドットの自己形成に伴う物質移動の際に、安定相の Cr₂Te₃ が形成されるなど、Cr 原子が Cd の置換サイト以外を占めた可能性が考えられる。そこで本研究では、SAD の代わりに CdTe/ZnTe 量子井戸(QW)に Cr 原子を添加した試料を作製した。CdTe 層厚の薄い(~2ML) 量子井戸においては井戸幅の揺らぎによって励起子が面内にも閉じ込められ、そのような零次元励起子と Cr スピンとの相互作用に発光線の分裂が生じると考えられる[2]。本研究ではそのような Cr を添加した CdTe QW 構造を作製し、顕微フォトルミネッセンス(μ -PL)測定を行った。

2.Experimental 試料は MBE 法により作製した。GaAs(001)基板上に ZnTe buffer 層、CdTe 層、ZnTe キャップ層の順に堆積させた。CdTe 層の積層中に少量の Cr 分子線を供給し、Cr 添加量を変化させた試料に対して PL 測定を行った。

3.Result and Discussion Fig.1 に Cr 添加量を 0~0.15%の範囲で変化させた QW 試料の μ -PL スペクトルを示す。図に示すように、スペクトルのピークエネルギーと強度は Cr 添加量に対して一定の方向の変化をしていない。井戸中で零次元的に束縛された励起子における Cr スピンとの相互作用の影響を調べるため、個々の発光線の半値幅と密度を調べた。Fig.2 は、ガウス関数によるフィッティングによって得られた半値全幅(FWHM)と単位エネルギー当たりの発光線の密度を Cr 添加量に対してプロットしたものである。図に示すように、Cr 添加量の増加に伴い発光線の線幅は増加し、密度は減少することがわかる。この発光線幅の増大は、Cr スピンとの相互作用により分裂した発光線同士の重なりによるものと考えられる。詳細は、講演で報告する予定である。

References

[1] A. Lafuente-Sampietro et al., PRB 93, 161301 (2016).[2] L.Besombes et al., Phys. Rev. Lett. 85, 425 (2000).

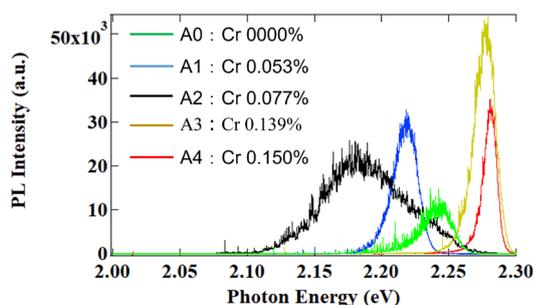


Fig1. Micro PL spectra of CdTe QW samples different amounts of Cr added.

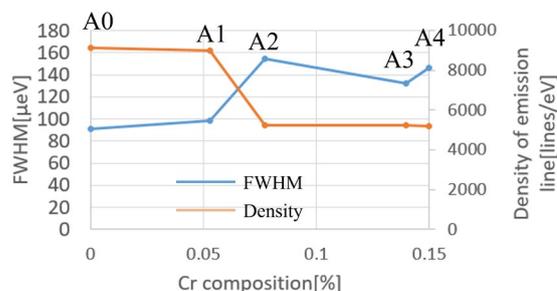


Fig2. The plot of FWHM and the density of with individual emission lines against the amount of Cr added.