

MBE 法による Cr を含む CdTe 自己形成ドットの作製と光学特性評価

Fabrication and optical characterization of self-assembled dots containing Cr by MBE

筑波大数理物質¹、CNRS ネール研² ◯ 牧田 憲治¹、有野 雅史¹、森田 真衣¹、黒田 眞司¹、

V. Tiwari², H. Boukari², L. Besombes²

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

◯ K. Makita¹, M. Arino¹, M. Morita¹, S. Kuroda¹, V. Tiwari², H. Boukari², L. Besombes²

E-mail: s1820406@s.tsukuba.ac.jp

1. Introduction 我々はこれまで Cr 原子 1 個を含む CdTe 自己形成ドットを作製し、ドット中の単一 Cr スピンの振舞いを調べ、スピンを制御する手法の開発を目指して研究を行って来た[1]。ドット内部に含まれる Cr は $\text{Cr}^{2+}(d^4)$ の状態で軌道角運動量 $L = 2$ 、スピン $S = 2$ を有し、ドットに束縛された励起子スピンとの交換分裂の結果、励起子の発光スペクトルに分裂が生じる。これまで我々は MBE によるドット試料の作製において、CdTe ドット層の積層は Cd と Te の分子線を交互に照射する原子層エピタキシー(ALE)法を用い、さらに微量の Cr 分子線を添加することにより、Cr 原子 1 個を含む CdTe ドットの作製を試みてきた。しかし、Cr 原子 1 個を含むドットは非常に僅かしか見つからないという課題に直面している。そこで、今回は CdTe の積層方法を Cd と Te の分子線を同時に供給する方法(MBE 法と呼ぶ)に変え、ドットの作製を試みたので報告する。

2. Experimental CdTe 自己形成ドット試料は MBE 法により作製した。ZnTe(001)面上に Cd と Te の分子線の同時供給により CdTe 層を積層し、いわゆる S-K モードによりドットを自己形成させた。CdTe 層の積層中に供給する Cr 分子線を調節することにより、ドットあたり 1 個の Cr 原子を含むドット試料の作製を試みた。Cr 添加量は、供給した Cr 分子線がすべて結晶中に取り込まれる仮定の下で算出される CdTe 中の Cr 組成の値で表し、0.001~0.1%の範囲で変化させた。これらの試料に対し、広い範囲からの発光スペクトルを測定し、試料の光学特性を評価した。

3. Results Fig.1 に ALE 法と MBE 法による CdTe ドット試料からの発光スペクトルを示す。従来の ALE 法で作製されたドットでは、Cr 組成 0.1%程度まで添加した試料でも比較的強い励起子発光が得られるが、既に述べたように個々のドットからの発光を観測する顕微 PL 測定では Cr 原子 1 個の入ったドットは僅かしか検出されない。一方、MBE 法で作製したドット試料では、0.001%程度の非常に低い Cr 組成でも強い発光が見られるが、Cr 組成が 0.002~0.07%に増加すると発光強度は急激に減少した。両者の方法で作製したドット試料の発光強度を比較すると、2 つの積層法で Cr の結晶への取り込まれ方が異なることが示唆される。MBE で作製した試料では、Cr は母体の CdTe の置換サイトを占め、バンドギャップ中に局在準位を形成する。Cr 添加量が増加すると、この局在準位が励起子の再結合による発光を阻害し、発光強度が低下すると考えられる。一方、ALE では成長速度が遅いため、Cr は CdTe の置換サイトに取り込ま

れず、安定相の Cr_2Te_3 を形成しやすいと考えられる。これは ALE で作製した試料では比較的高い Cr 組成でも強い発光が現れ、かつ Cr 原子 1 個を含むドットが僅かしか検出されないという観測結果と符合する。詳細は講演で報告する予定である。

Reference[1] A. Lafuente-Sampietro *et al.*, PRB **93**, 161301 (2016).

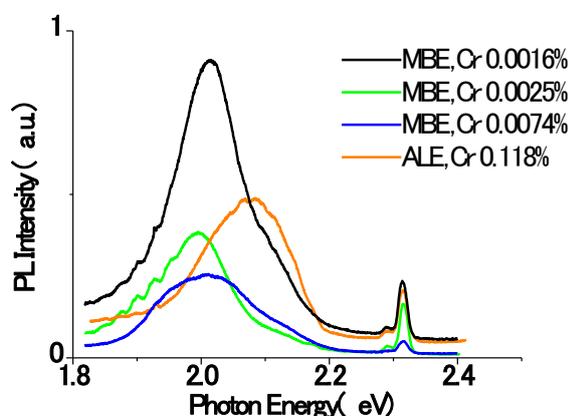


Fig.1 PL spectra from Cr-doped CdTe dot samples grown by MBE and ALE