

第6章 本研究の結論

希薄磁性半導体 (DMS) の量子ドット構造における物性は、現在までほとんど明らかになっていない。そこで本研究では、自己組織化という新たな手法を用いて $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ の量子ドット構造を作製し、その光物性研究を行った。以下、本研究で得られた結果をまとめる。

(1) CdTe 自己組織化量子ドットの作製と光物性

非磁性であるが、これまでに報告されていなかった ZnTe 上の CdTe 自己組織化ドットの作製を試み、その光物性研究を行った。その結果、以下のような知見が得られた。

- ZnTe 上の CdTe の成長は S-K モードであり、自己組織化ドットが形成されることが明らかになった。形成された CdTe ドットの平均的なサイズは直径 20 nm、高さ 2.7 nm、密度は $8 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}$ と高密度の量子ドットの形成が AFM 観察より明らかになった。
- CdTe 量子ドットの光学特性では、発光寿命が 20 K 以下で温度に依存しないという振る舞いが観測され、量子ドット中に閉じこめられた励起子の 0 次元性が明らかになった。

このような 0 次元性を有する CdTe 量子ドットの作製が可能となったため、 $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 自己組織化ドットを作製することにより、DMS 量子ドットの光物性研究が遂行できる可能性が示された。

(2) $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 自己組織化量子ドットの作製と光物性

CdTe 量子ドットの作製条件をもとに、Mn をドーブした $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 自己組織化量子ドットを作製し、本研究の目的である DMS 量子ドットの光物性研究を行った。その結果、以下のような知見が得られた。

- $x \leq 10\%$ の Mn 組成領域では、CdTe 量子ドットとほぼ同等のサイズおよび密度の $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 量子ドットが形成されることが明らかになった。
- $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ 量子ドットからの発光スペクトルは、2つのピークから成るという Mn を含む 0 次元系に特有の振る舞いを示すことが明らかになった。
- 低エネルギー側と高エネルギー側のピークの光学特性は異なる振る舞いを示し、特に低エネルギー側のピークでは、発光ピークエネルギーの大きな温度依存性、ゼーマン分裂幅の減少、円偏光度の増大といった、特異な振る舞いが観測された。
- このような低エネルギー側のピークの特異な振る舞いは、量子ドット中での磁気ポーラロン効果により定性的に説明されることが明らかになった。

以上のように、本研究を遂行したことにより良質な光学特性を示す DMS 量子ドットが制御よく作製可能となり、また DMS 量子ドット中における磁気ポーラロン効果といった、DMS

第6章 本研究の結論

の低次元化による新たな効果が観測されることが明らかになった。現段階では不明な点も残されているが、今後このような物質を対象とした研究を遂行することにより、更に詳細なDMSナノ構造の物性が解明できるものと考えられる。