

液滴エピタキシーで作製した近接積層 GaAs 量子ドットと太陽電池応用

Closely stacked GaAs quantum dots grown by droplet epitaxy and its solar cell application

物質・材料研究機構¹, 野田 武司¹, 間野 高明¹

Natural Institute for Materials Science¹, Takeshi Noda¹, Takaaki Mano¹

E-mail: NODA.Takeshi@nims.go.jp

【はじめに】量子ドット太陽電池は従来の効率限界を超える可能性があることから大きな注目を集めている。量子ドットは主に Stranski-Krastanov (SK)モードを利用した自己形成法で作製されるが、ドットの近接化やそれによる高密度化を考えると、歪のない格子整合系の量子ドットが望ましい。我々のグループでは、これまでに GaAs/AlGaAs 格子整合量子ドット太陽電池の作製 [1, 2]、高効率コンセプトに関わる原理動作の実証[2]に取り組んできた。今回、太陽電池応用に向け近接・多積層の格子整合量子ドットについて研究を進めたので、その結果について報告する。

【実験と結果】試料は(100) GaAs 基板上に GaAs/AlGaAs 格子整合量子ドットを配置したもので、ドットの作製には NIMS で開発した液滴エピタキシー (Droplet epitaxy) を用いた。Fig. 1 は平坦な GaAs 上に形成した GaAs ナノ構造の原子間力顕微鏡 (AFM) 像 (寸法: 500 nm × 500 nm)、Fig. 2 は近接積層量子ドット構造の模式図である。GaAs ドット成長後、3 nm の AlGaAs スペーサ層と 1 nm の GaAs 層を成長し、次のドット層となる。ドット層は5層である。今回の作製条件では、ドット密度 $\sim 1.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}$ で、ベースサイズ $\sim 50 \text{ nm}$ 、高さ $\sim 7 \text{ nm}$ であった。AlGaAs スペーサ層の厚さは電子状態の結合が可能な 3 nm とした。2層目以降のドットはスペーサ層が薄いため凹凸上にできる。比較用にスペーサ層が 20 nm の試料を作製した。

作製した試料についてフォトルミネッセンス (PL) 測定を行った。薄いスペーサ試料は厚い試料より、PL ピーク位置が 90 meV レッドシフトし、スペクトルの半値幅が半減した。この変化は、1 nm の GaAs を含む濡れ層の影響を排除できないが、キャリア移動を示唆する結果と考えている。またメサ型にプロセスした太陽電池デバイスにおいて、スペーサ層厚により電流電圧特性が異なることを見出した。詳細は講演にて報告する。

液滴エピタキシーを用い GaAs/AlGaAs 格子整合量子ドットの近接積層構造を作製し、ドット間のキャリア輸送を反映した発光スペクトルを得た。また太陽電池応用に向けた特性評価を進めた。

[1] T. Noda, et al., J. Nonlinear Opt. Phys. Mat., **19**, 681 (2010).

[2] M. Elborg, et al., Solar Energy Mat. Solar Cells, **134**, 108 (2015).

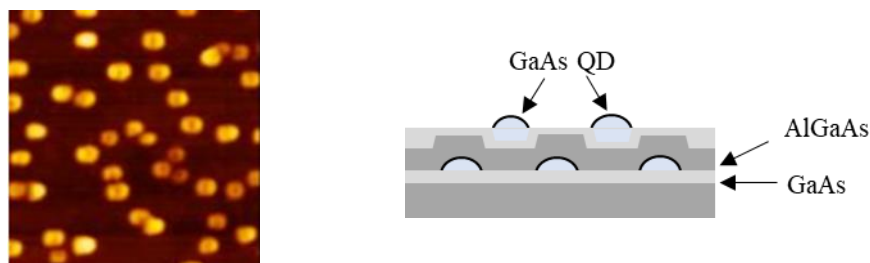


Fig. 1 AFM image of GaAs QDs. Fig. 2 Schematic illustration of closely stacked quantum dot structure.