

利用課題番号 : F-13-NM-0068
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名 (日本語) : 自己形成 InAs 量子ドット中に光励起されたキャリアへのシュタルク効果
 Program Title (English) : Stark effect for photo-induced carriers in self-assembled InAs quantum dots
 利用者名 (日本語) : 佐久間 大輔
 Username (English) : Daisuke Sakuma
 所属名 (日本語) : 東京理科大学 理学研究科応用物理学専攻
 Affiliation (English) : Tokyo University of Science

1. 概要 (Summary) :

本研究は InAs 量子ドット中に光励起されたキャリアの電氣的な制御を目指している。

真性半導体のヘテロ構造中に埋め込まれる形で成長された自己形成 InAs 量子ドットに電場を印加するために、下層に成長されたドープ層にはオーミック接合でアクセスし、表面にはショットキー接合の電極を作製した。

フォトルミネッセンスの印加電場依存性を計測したところ、発光ピークの位置が変化した。これは量子ドット内のキャリアのエネルギーが電場により変化するシュタルク効果によるものだと考えられる。

2. 実験 (Experimental) :

【利用した主な装置】

レーザー露光装置, 12 連電子銃型蒸着装置, 化合物ドライエッチング装置, 急速赤外線アニール炉, 走査電子顕微鏡, 室温プローブシステム

【実験方法】

準備した基板に図 1 のような加工を行なった。ドープ層へのコンタクトのために、 $\text{H}_3\text{PO}_4:\text{H}_2\text{O}_2:\text{H}_2\text{O} = 1:1:50$ でウェットエッチング後、 Au-Ge/Ni/Au を蒸着し、アニールすることでオーミック電極を作製した。表面にはゲート電極と光学測定で光を当てる領域を制限するためのマスクを兼ねたショットキー電極を作製した。最後に個々の表面ゲート電極が干渉しないように、ウェットエッチングにより素子分離を行った。

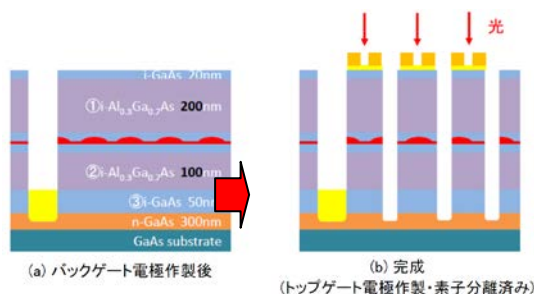


図1. サンプル構造

このサンプルをクライオスタットに設置し、 ^4He で冷却して 10K においてフォトルミネッセンス特性を計測し、そのゲート電圧依存性を調べた。

3. 結果と考察 (Results and Discussion) :

フォトルミネッセンス特性の電場依存性の測定結果を図 2 (個々のデータをオフセット表示) に示す。波長 820nm 付近に見られるピークは基板中の GaAs およびその不純物によるものであると推測され、波長 1150nm 付近に見られるピークがドット中の基底状態にあるキャリアの再結合によるものと考えられる。

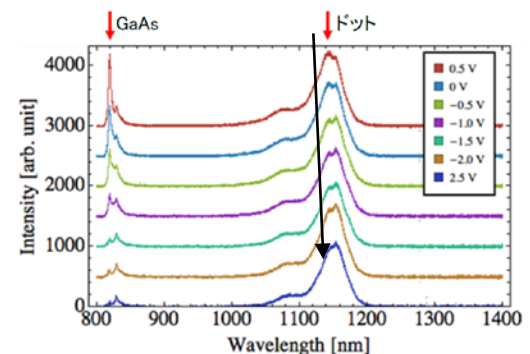


図2. フォトルミネッセンスのゲート電圧依存性

-2.5V~+0.5V まで電圧を印加したところ、わずかであるがピーク位置が短波長側にシフトした。現在、定量的な評価を行っている最中ではあるが、この現象はシュタルク効果によるものだと考えられる。

4. その他・特記事項 (Others) :

印加した電圧に対して起きたピーク位置のシフトが、ドットのポテンシャル形状の変化に伴う固有エネルギーのシフトに対応するかどうか定量的に確かめ、作製した試料が設計どおりであるかなどを検証する。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation) :

なし

6. 関連特許 (Patent) :

なし