

単層 InAs 量子ドットの光刺激応答の電氣的評価

Electrical Evaluation of Photo-stimulated Reaction for an InAs Quantum Dot Layer

東大先端研 °星井 拓也、岡田 至崇

RCAST, The Univ. of Tokyo °Takuya Hoshii, Yoshitaka Okada

E-mail: hoshii@mbe.rcast.u-tokyo.ac.jp

【背景】前回の応物において我々は過渡容量分光法(DLTS)およびポテンシャル変調アドミタンス測定を組み合わせることで、ドット内に存在するキャリア準位密度のエネルギー分布の評価が可能であることを報告した。太陽電池やディテクタへの応用に向けた更なる評価として、それらの準位の光刺激に対する振る舞いの評価が必要となる。そこで LED を用いた光刺激 DLTS を単層量子ドットに対して行った。

【実験】測定試料は、MBE 装置を用いて n-GaAs(100) [Si: $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$] 基板上に n-GaAs 層で挟まれた単層 InAs 量子ドット層(2.0 ML)を形成した。そして Ni を表面電極と In を裏面電極とした、量子ドットを含む n 型ショットキーバリアダイオードを作製した。n-GaAs 層のドーピング濃度は C-V 特性から $2.8 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ であった。キャリア応答の時定数をより広い時定数範囲で得るため、離散化ラプラス逆変換を用いた時定数評価を行った。過渡容量の測定間隔は 10 ms である。通常の測定(dark)に加え、光刺激として 1070nm および 1550nm の発光波長の LED を用いて電圧パルス印加直後に光照射を行った場合の過渡応答を測定した。

【結果】図 1 に Laplace-DLTS の結果を示す。前回得られた結果同様、低温側から濡れ層(WL)、量子ドット内の準位(QD1、QD0)、GaAs 内の欠陥(EL4)などのシグナルが得られた。一方、図 2 は測定温度 144K における放出速度スペクトルである。この温度における QD0 から

の熱放出速度はアレニウスプロットから 4.3 s^{-1} である。光照射により早い成分の出現、および遅い成分の遅延と増加が観測された。早い成分の出現は電圧パルスによってドット内に充填されたキャリアが光刺激によって放出されたためであると考えられる。また、1070 nm の光照射による遅い成分の増加についてはドット内で生成された電子による寄与が大きい。一方、放出速度の遅延については、1550 nm の光照射でも生じていることから、ドット内の電子が高エネルギー位置の欠陥へトラップされて放出遅延が起こっている可能性が示唆された。

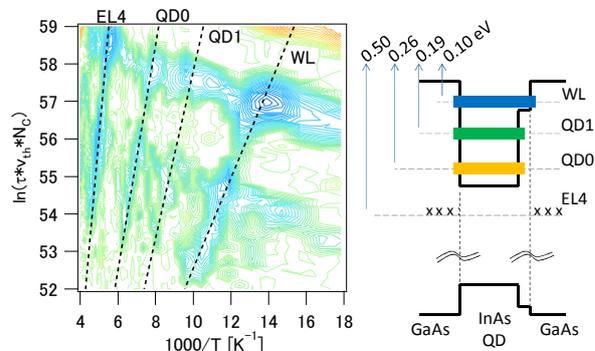


Fig. 1. Color mapping of Laplace-DLTS spectra and schematic image of detected electrical states.

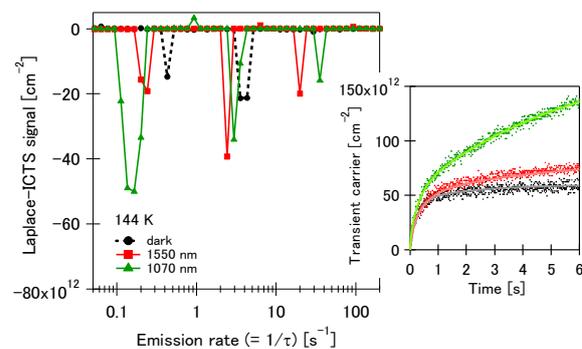


Fig. 2. Photo-stimulated Laplace-ICTS spectra at 144 K and reproduced transient capacitance.