17p-E11-2

単層 InAs 量子ドットの準位密度分布評価

Energy Distribution of State Density of an InAs Quantum Dot Layer

東大先端研　°星井 拓也、岡田 至崇

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

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

【背景】量子ドットは光学デバイスや電子デバイスとして、様々な応用が期待されている。単一の量子ドットにおいては状態密度分布が非常にシャープになるが、多数の量子ドットが分布している場合はサイズばらつきなどにより比較的広い密度分布を示すと考えられる。さらに太陽電池などの電子応答を必要とする素子ではドット内に存在するキャリア準位密度の評価が望まれる。今回は量子ドットにおける準位密度のエネルギー分布を過渡容量分光法(Deep Level Transient Spectroscopy: DLTS)およびアドミタンス測定を用いて評価した。

【実験】測定試料は、MBE 装置を用いて n-GaAs [Si: 2×10^{18} cm^{-3}]基板上に n-GaAs 層で挟まれた 2.0 ML の InAs 量子ドット層を形成した。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 3×10^{16} cm^{-3} であった。DLTS 測定では、得られたスペクトルに対し、活性化エネルギーの分布(半値幅)を考慮したフィッティングカーブを用いてキャリア準位のエネルギーと密度評価を行った。アドミタンス測定では、複数の印加電圧において周波数掃引を行い、周波数変化による容量変化からキャリア準位の評価を行った。印加電圧により量子ドット層部分でのフェルミ準位の位置を制御し、アドミタンス応答のピークからキャリア準位のエネルギーと密度を評価した。

【結果】 DLTS の結果を Fig. 1 に示す。低温域のスペクトルに量子ドット由来と考えられる準位が得られた。DLTS の結果のうちドット由来と考えられる準位と、アドミタンス測定から得られる準位の面内密度を Fig. 2 に示す。アドミタンス測定のエネルギー分布は量子ドット層の位置におけるフェルミ準位を用いたものであり、これが DLTS から得られた準位エネルギーおよび半値幅とよく一致することから、これらの準位分布は量子ドット層由来の準位であると結論付けることができる。

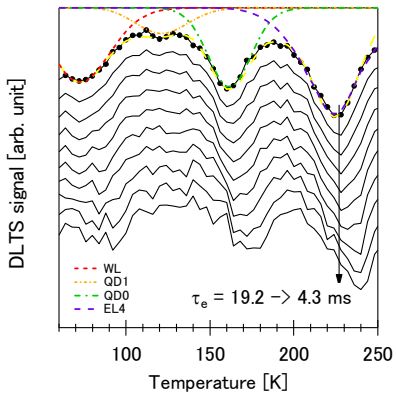

Fig. 1.　DLTS スペクトル

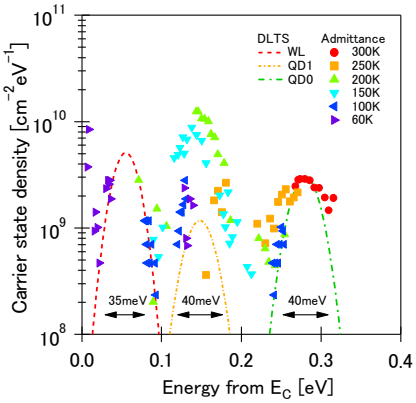

Fig. 2.　量子ドット層の準位密度分布

© 2014 年　応用物理学会