

量子ドット中の励起子分子状態の 2 色 PL 励起スペクトル法による評価

Energy Structures of Biexciton in Quantum Dots Characterized by Two-color PLE

NTT 物性基礎研[○]後藤 秀樹, 眞田 治樹, 山口 浩司, 寒川 哲臣NTT Basic Research Labs., NTT Corp.,[○]H. Gotoh, H. Sanada, H. Yamaguchi, and T. Sogawa

E-mail: gotoh.hideki@lab.ntt.co.jp

はじめに: 量子ドット中の励起子 (X)、励起子分子 (XX) は、量子情報デバイスへの貢献が期待されている[1]。特に、XX は、良好なもつれ光子源としての応用が期待されており、その物性の解明は重要である。今回、XX のエネルギー状態を詳細に解明するため、2 色励起スペクトル法 (Two-color PLE)によって吸収スペクトルを詳細に評価した。実験から、従来の 1 色励起スペクトル法 (One-color PLE)では生成できなかった新しい XX の状態を観測したので報告する。

結果: GaAs 量子ドットは、GaAs(001)基板上に MBE 法を用いて作製した量子井戸構造において、GaAs 量子井戸 (2.8nm) と AlGaAs 障壁層界面に形成される。実験では、2 台の波長可変レーザを用いた顕微 PL 法を用いて単一ドットからの PL および PLE を測定した。XX は、2 個の X の結合状態として、 $X \otimes X$ で表現される。従って、図 1 のように、XX は、X の状態数の 2 乗の状態数を持ち、X が 1 個の場合は 1 個、3 個の場合は 9 個の状態が存在すると予測される。実験では、1 台のレーザで、ある状態の X を励起し (X_i^*)、別のレーザで、この X_i^* と XX を形成する状態の検出 ($X_i^* \otimes X_j^*$)を試みた。 X_i^* が異なれば、それと組み合わせられる X_j^* も異なり、 X_i^* に依存した異なる構造の PLE スペクトルの出現が期待される。図 2 は実験結果で、1 台および 2 台のレーザで得た PLE である。Two-color PLE は、One-color PLE の A-C のピークにレーザエネルギーをセットして X_i^* を生成し ($i=A,B,C$)、測定した。観測された Two-color PLE は、全て One-Color PLE とピーク構造が類似しており、図 1 で予測される多数のピークは見られない。また、3 つの PLE には、One-color には存在しない新しいピークが共通して現れている。これも予測と反する結果であり、Two-color PLE で初めて検出された、緩和を伴う XX 状態であると解釈される。

[1] D. P. Divincenzo, "Quantum computation", Science 270, 255-261 (1995).

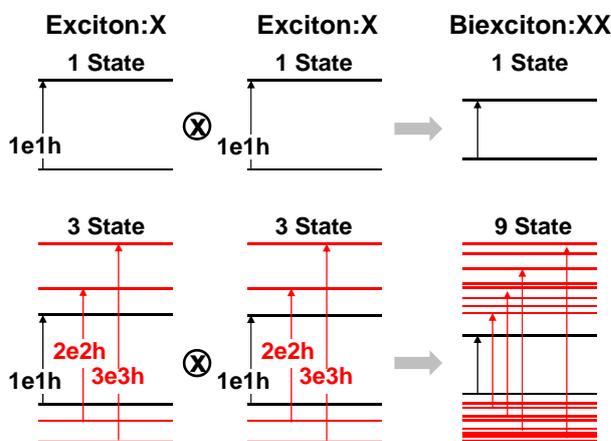


Fig. 1 Schematic of X and XX energy structures

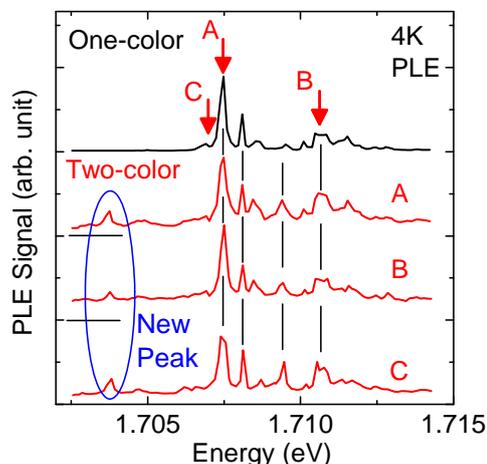


Fig. 2 One and two color PLE spectra