

ピラミッド微小光共振器を用いた量子ドット励起子状態のコヒーレント制御に関する研究

末宗 幾夫 (北海道大学 電子科学研究所 教授)

【概要】

電子系と光子の相互作用をその位相関係も含めてコヒーレントに制御することが可能になれば、電子系の波動関数そのものをコヒーレントに制御することができます。光子を用いた量子計算や量子暗号通信では、位相関係も含めて真に同じ単一光子状態のパルス列を発生する必要があり、そのコヒーレント制御はその基礎を築く重要なマイルストーンとなります。その鍵を握るのが電子系と光子が結合して両者の状態間をコヒーレントに周期的に遷移するラビ振動の制御です。当該研究では、これまで研究を進めてきたピラミッド型を中心とした3次元微小光共振器内部に小数の量子ドットを埋め込み、共振器効果による光・電子相互作用の増大、材料の選択による励起子振動子強度の増大により、真空場ラビ分裂の観測を目指します。そのための高い共振 Q 値を持つ光共振器の開発、単一量子ドット分光、単一光子発生の確認を進めつつ、量子ドット内の励起子基底状態と励起状態間の遷移をコヒーレントに制御する技術の開発等を進めます。

【期待される成果】

単一量子ドットとコヒーレント光との相互作用によるラビ分裂、時間域でのラビ振動の観測は、量子ドット電子系のコヒーレント制御にむけて非常に大きなステップとなります。ラビ分裂自体は光子数の増大によって大きくなり、これまでに報告されている例はこの光子数の増大を利用しています。今後単一光子レベルで励起子状態のコヒーレント制御が可能になれば、量子情報通信、量子情報処理への大きな波及効果が期待されます。当該研究はその糸口に向けたブレイクスルーを目指しています。

【関連の深い論文・著書】

- (1) A. Ueta, H. Kumano, T. Shimozaawa, and I. Suemune: "Study of Resonance Wavelengths in II-VI Semiconductor Photonic Dots - Pyramidal Size Dependences and Their Luminescence Properties-" phys. stat. sol. (b) Vol. 229, No. 2 (2002) pp. 971-976.
- (2) T. Tawara, I. Suemune, and H. Kumano: "Strong Coupling of CdS Quantum Dots to Confined Photonic Modes in ZnSe-based Microcavities" Physica E, Vol. 13 (2002) 403-407.

【研究期間】 平成 16 ~ 20 年度

【研究経費】 84,700 千円

【ホームページ】 <http://opmac06.es.hokudai.ac.jp>