

GaAs 量子リングの位相緩和時間測定

Measurements of Coherence Time of GaAs Quantum Rings

筑波大物理¹, 釜山大学校², 韓国科学技術研究院⁴

山下 勇真¹, 池沢 道男¹, Seongho Park², Kwangseuk Kyhm^{2,3}, Jindong Song⁴

Yuma Yamashita¹, Michio Ikezawa¹, Seongho Park², Kwangseuk Kyhm^{2,3}, Jindong Song⁴

Institute of Physics, University of Tsukuba¹

Dept. of Optomechanics and Cognomechanics, Pusan Nat'l University, South Korea²

Dept. of Physics Education, Pusan Nat'l University, South Korea³

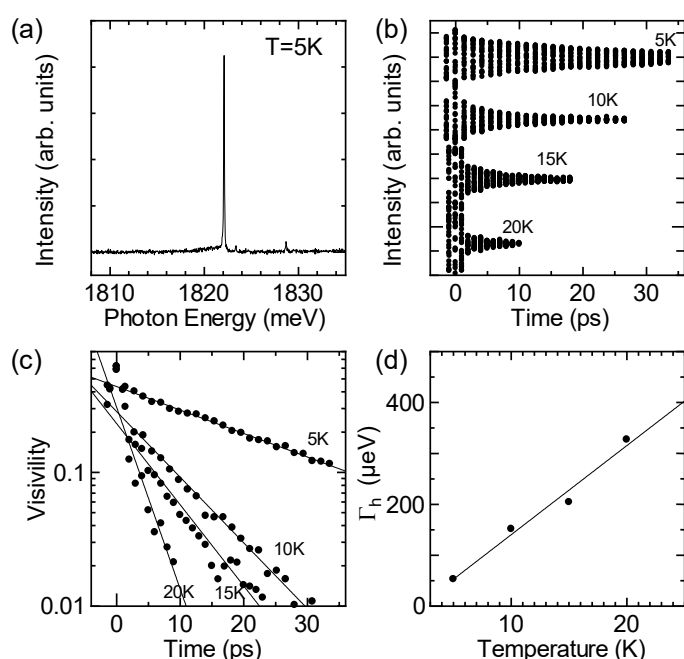
Nano-Photonics Research Center, KIST, South Korea⁴

E-mail: s1720291@s.tsukuba.ac.jp

半導体量子リング(Quantum Ring, QR)は Aharonov-Bohm 効果(AB 効果)のような他の量子構造には見られないような独特な性質を持つことで注目を集めている。また、リム高に異方性を持つ火山型の構造をしており、それに起因する鉛直方向の量子数 $k=1,2,3$ の異なる束縛状態が存在する[1]。これにより局在状態の励起子と非局在状態の励起子、さらには励起子分子の発光が観察される。しかし、この量子構造において位相緩和時間(T_2)の研究はあまり行われてこなかった。そこで、今回単一の QR からの発光の干渉測定を行い、 T_2 を求めたので報告する。

GaAs QR は分子線エピタキシー法により、AlGaAs 上に成長され AlGaAs でキャップされている。QR のサイズは半径 $\sim 20\text{nm}$ 、高さ $\sim 10\text{nm}$ 程度である。励起光として 517nm のレーザー光を用い、マイケルソン干渉計を通した後、焦点距離 75cm のスペクトロメータとマルチチャンネル検出器で発光スペクトルを得た。

図(a)は温度 5K での単一の QR の発光スペクトルを示しており、この線幅は分光器の分解能以下であった。また、発光エネルギーから、励起子が三日月状に局在した状態 $k=3$ の発光と考えられる。図(b)には横軸を遅延時間にとった、異なる温度における発光の自己相関波形を示す。温度が高くなるにつれて急速に自己相関波形の振幅が減衰している。図(c)には図(b)のデータから得られた Visibility をプロットしたものと、 T_2 を得るために指数関数フィットしたものが示されている。図(d)に T_2 から求めた均一幅と温度の関係を示す。これより、この QR の $k=3$ 状態の発光の均一幅が 5K から 20K の範囲において温度に強く依存することがわかった。また、低温領域における、同様の局在状態である量子ドットの均一幅の温度依存性と比べてもその依存性が強い。



(a) $T=5\text{K}$ における QR の発光スペクトル。(b) 自己相関関数の温度依存性。(c) (b)より得られる Visibility のプロット。(d) (c)より得られる T_2 から求めた均一幅 Γ_h 。

【謝辞】本研究の一部は、科学研究費補助金（課題番号 17H02909）、および住友電工グループ社会貢献基金の助成を受けて行われた。

[1] H.D. Kim *et al.*, Appl. Phys. Lett. 102, 033112 (2013)