

GaAs 多重量子井戸のヘテロダイン検出 2次元コヒーレント分光 Heterodyne detected two-dimensional coherent spectroscopy in GaAs multi quantum well

東工大フロンティア研

○古庄裕也, 笹瀬悠斗, 南不二雄, 中村一隆

MSL Tokyo Tech.

○Yuya Furusho, Yuto Sasase, Fujio Minami, Kazutaka Nakamura

E-mail: furusho.y.ab@m.titech.ac.jp

2次元コヒーレント分光(2DCS)^[1]は量子状態間の相関やコヒーレンスの知見が得られるため、注目されている。2DCS測定は四光波混合(FWM)を生成する3つのパルス光に加え、別のパルス光を局部発振器として使用するものが多く、高度な実験技術が必要となる。本研究では実験の簡易化のため、局部発振器を使用せず、3つ目のパルスの反射光とFWMのヘテロダイン検出により2DCS測定する系を構築した。また、実験系の機械的な変動を防ぐため、音響光学変調器(AOM)による変調方式^[2]を使用した。構築した実験系を用いて半導体量子井戸の励起子ダイナミクスを調べ、本実験系の有用性を検討する。

試料にはGaAs層(10 nm)とAlGaAs層(10 nm)を交互に100層重ねた多重量子井戸を使用し、クライオスタットにより8 Kに冷却している。光源には中心周波数376.4 THz、パルス幅100 fsのモードロックチタンサファイアレーザーを使用した。パルス1, 2の遅延時間 τ を変化させ(相対位相は固定している)、パルス2, 3の遅延時間 T を固定し、それぞれ試料に照射した。本実験系ではパルス1, 2を同軸としているため、FWMはパルス3の反射光と同じ方向に放出される。その後、分光器により波長ごとに分離され、ヘテロダイン検出される。AOMを用いてパルス1, 2の周波数を変調することで、

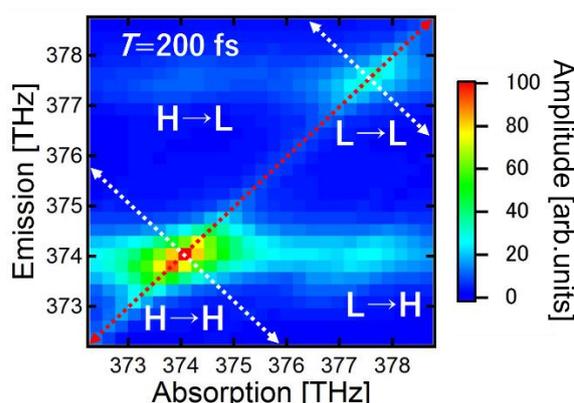


図 1: 2DCS の実験結果。パルス 2, 3 の遅延時間は $T = 200$ fs で固定している。H, L はそれぞれ重い正孔と軽い正孔を表す。

FWM信号のみをロックイン検出している。

図1は2DCSの実験結果であり、縦軸を放光周波数、横軸を吸収光周波数として表示した2Dスペクトルである。このグラフから2つの対角ピーク(H→H, L→L)と2つの非対角ピーク(H→L, L→H)が観測され、1Dスペクトルでは分離できない相互作用を独立に検出することができた。また、各ピークの対角方向(赤矢印)と反対角方向(白矢印)はそれぞれ不均一広がり均一広がりを表しており、分離して検出することができた。これらは2DCSの特徴的な実験結果であり、本実験系の有用性が高いことを示唆している。

[1] S. T. Cundiff and S. Mukamel, Phys. Today 66(7), 44 (2013).

[2] Y. Ogawa, Phys. Rev. B 95, 201113(R) (2017).