

Er ドープ InAs 量子ドット層のキャリア緩和時間から 評価した光電流周波数特性

Frequency response of photocurrent in Er doped InAs QDs layers by the evaluation of the carrier relaxation time

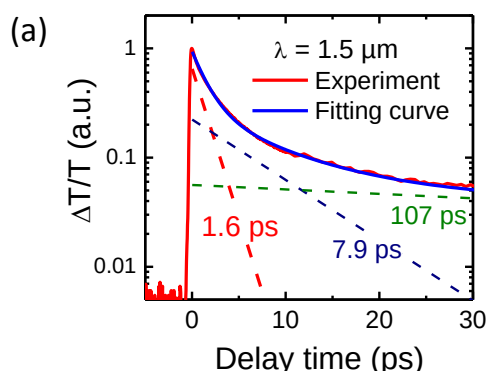
○熊谷 直人、村雲 圭佑、盧 翔孟、北田 貴弘、井須 俊郎 (徳島大院フロンティア)

○N. Kumagai, K. Murakumo, X. M. Lu, T. Kitada, and T. Isu (FRC, Tokushima University)

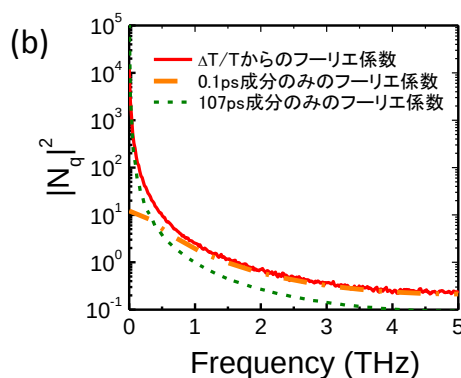
E-mail: kumagai.naoto@tokushima-u.qc.jp

我々は InAs 量子ドット層のテラヘルツ波検出光伝導アンテナへの応用を検討している。完全に格子緩和させた InGaAs 層中に埋め込まれた Er ドープ InAs 量子ドットは、 $1.5\mu\text{m}$ 帯への光吸収とピコ秒オーダーの超高速なキャリア緩和を可能にしていることから[1, 2]、 $1.5\mu\text{m}$ の CW 励起により、面内光電流がキャリアの緩和時間に依存することを確認し[3]、この量子ドット層を用いて作製した光伝導アンテナ構造に対して、フェムト秒パルス励起による光電流の評価を行ってきた[4]。材料の周波数特性を評価することは光伝導アンテナ設計の際にも有効であることから、今回はこの量子ドット層の光電流のパワースペクトル $|I(\omega)|^2$ の周波数特性を透過率変化の時間分解スペクトル測定結果から評価したので報告する。

入力される THz の電界に対して、ゲート光パルスにより生じる光電流は、入力電界の時間波形とキャリア緩和の時間曲線の相関関数なので、これらのフーリエ係数の積によりで表せる。つまりキャリア緩和の時間曲線である透過率変化の時間分解スペクトルからのフーリエ係数 N_q の絶対値の自乗が光電流パワースペクトル $|I(\omega)|^2$ の周波数特性となる。図(a) は Er ドープ InAs 量子ドット積層試料の透過率変化の時間分解スペクトルとそのスペクトルに対し 3 種類の緩和時間成分があることをフィッティングにより示したものである。図(b)中の実線は図(a)の測定スペクトルのフーリエ変換により得られた $|N_q|^2$ である。鎖線、破線はそれぞれ 0.1ps、107ps の単独な緩和時間成分からの $|N_q|^2$ である。図(a)のようにキャリア緩和の速い成分、遅い成分が混在する場合に、周波数特性への影響について調べると、 $\sim 1\text{THz}$ 以上の領域ではサブピコからピコ秒オーダーの緩和時間であれば感度曲線に余り影響しないが、0 Hz 近傍での DC ノイズ分の大小には緩和時間が大きく影響することから、ある程度の速い緩和成分があれば、遅い緩和成分の抑制が重要であることがわかった。



図(a) InAs 量子ドット積層試料の透過率変化の時間分解スペクトルと 3 緩和成分によるフィッティング



図(b) 図(a)の $\Delta T/T$ スペクトルから得られたフーリエ係数と高速(0.1ps)及び低速成分(107ps)単独のフーリエ係数

[1]T. Kitada *et al.*, J. Cryst. Growth 311, 1807 (2009). [2] T. Kitada *et al.*, J. Cryst. Growth 323, 241 (2011).

[3]熊谷他、第 75 回応用物理学会秋季学術講演会(北海道大学)、18a-A27-6 (2014).

[4]村雲他、第 76 回応用物理学会秋季学術講演会(名古屋国際会議場)、16p-2J-11 (2015).