

多重積層 InAs/GaAs 量子ドットを用いた光伝導アンテナの光電流特性の励起光強度依存性

Excitation Power Dependences of Photocurrent for Photoconductive Antenna with Multiple-stacked InAs/GaAs Quantum Dots

神戸大院工¹, 徳島大院理工², 神戸大³ °海津 利行¹, 北田 貴弘², 南 康夫²,
原田 幸弘¹, 小島 磨¹, 喜多 隆¹, 和田 修³

Grad. Sch. of Eng., Kobe Univ.¹, Tokushima Univ.², Kobe Univ.³, °Toshiyuki Kaizu¹,
Takahiro Kitada², Yasuo Minami², Yukihiro Harada¹, Osamu Kojima¹, Takashi Kita¹, Osamu Wada³

E-mail: kaizu@crystal.kobe-u.ac.jp

通信やセンシング、イメージングへの応用に向けた研究が活発に進められているテラヘルツ波の発生・検出デバイスとして、光伝導アンテナ(PCA)が注目されている。特に、GaAs マトリックス中に InAs 量子ドット(QDs)を挿入した PCA は、高いキャリア移動度と短いキャリア寿命を両立し、光通信波長(1.3 μm 、1.5 μm)帯で動作可能な高出力・高検出感度のテラヘルツデバイスの実現が期待される。これまで多重積層 InAs/GaAs QD-PCA の光電流スペクトルにおいて、QD 準位に由来する光応答を観測したが、本研究では光電流の励起光強度依存性から、QD-PCA の光伝導機構について考察した。

試料は、分子線エピタキシによりアンドープ GaAs(001)基板上に作製した。基板温度 480 $^{\circ}\text{C}$ で InAs QDs(2.0 分子層)と GaAs 中間層(50 nm)を 20 層積層した後、基板温度を 250 $^{\circ}\text{C}$ に下げて、低温 GaAs 層(30 nm)を成長した[2]。試料表面に、Ti/Au 電極蒸着とフォトリソグラフィーによって、アンテナギャップ 6 μm の光伝導アンテナを形成し、分光したハロゲンランプ光と supercontinuum 光をそれぞれ励起光源として用いて光電流測定を行った。図 1 に QD 基底準位(GS)の共鳴励起波長 1180 nm における室温での光電流の励起光強度依存性を示す。弱励起領域では光電流はほぼ線形に増大しているが、励起光強度が増大すると勾配は superlinear へと変化し、さらに強励起領域では sublinear に変化している。光電流の生成過程として、QD-GS からのキャリアの①熱脱出および②光励起、③GaAs バンドギャップ中の準位にトラップされたキャリアの光励起が考えられ、支配的な生成過程が励起光強度によって異なる。特に、sublinear の依存性を示す領域では、QD-GS を介した GaAs へのキャリアの二段階光励起や、GaAs から QDs へトラップされたキャリアの再励起など、②における二光子吸収の過程が強く影響していると考えられる。

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

[2] 海津他、第 68 回応用物理学会春季学術講演会、19a-Z23-3 (2021).

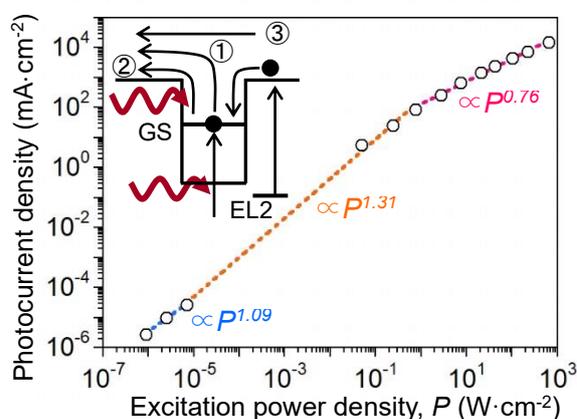


Fig.1 Excitation power dependence of photocurrent for QD-PCA.