

InAs/InGaAs 量子ドット積層構造の面内光伝導特性の異方性

Anisotropy of in-plane photoconductivity

in stacked InAs/InGaAs quantum dots structure

徳島大院フロンティア, °村雲 圭佑, 熊谷 直人, 北田 貴弘, 井須 俊郎

Univ. of Tokushima, °K. Murakumo, N. Kumagai, T. Kitada, and T. Isu

E-mail: murakumo@frc.tokushima-u.ac.jp

これまで我々は超高速全光スイッチにむけて GaAs(001)基板上で $\text{In}_{0.35}\text{Ga}_{0.65}\text{As}$ 歪緩和層に InAs QDs を埋め込む事によりキャリア緩和時間の高速化($\sim 18\text{ps}$) [1]を、そしてドットへの Er ドープによりキャリア緩和時間の更なる高速化($\sim 3\text{ps}$) [2]を図ってきた。このキャリアの緩和時間の高速化はテラヘルツ波を検出するための光伝導アンテナ(PCA)への応用が期待される。また、InAs 量子ドット層構造における面内光伝導については殆ど報告例がない。SK モードで形成された量子ドット層は濡れ層(WL)を伴い、光励起によりドットから WL へキャリアが励起されることから [3]、外部電界によるフォトキャリアの 2DEG 的な面内光伝導が期待され、現象面でも興味深い。本研究では上述の InAs/InGaAs 量子ドット積層構造の PCA への応用を検討するため、面内光伝導測定を行なったところ、異方性が観測されたので報告する。

分子線エピタキシー法(MBE)を用いて、GaAs(001)基板上に InAs QDs (ドット密度: $1 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$) を $\text{In}_{0.35}\text{Ga}_{0.65}\text{As}$ 格子緩和層中に埋め込んだ 20 層積層構造(層間距離: 20nm)を作製した。Undoped ドットとドットに直接 Er ドープ(1 層あたり $2.7 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$)を施した 2 種類の試料について、それぞれの As-grown 表面に 2 方向([110]と[1-10])について、間隔 $50\mu\text{m}$ のストライプ電極を蒸着により設けた。各方向に対して光電流の励起光強度依存性の測定をバイアス電圧: 最大 $\pm 15 \text{ V}$ 、励起光波長: 1550 nm 、室温の条件下で行った。図 1 に(a)undoped と(b)Er doped 試料について、バイアス電圧 15 V 時における[110]及び[1-10]方向の光電流の励起光強度依存性を示す。(a), (b)両方とも[1-10]方向の光電流が大きく、面内の光伝導に異方性が観測された。暗電流についても両方とも[1-10]方向が大きかった。図 2 に両者の[110]と[1-10]方向間での光電流密度の比を示す。光電流の比は 1.5 前後でドーピングの有無や励起光強度に殆ど依存していないことから、構造に共通した散乱機構、例えば[1-10]方向に elongation したようなドットの影響による異方性キャリアの散乱が考えられる [4]。

[1] T. Kitada, T. Mukai, T. Takahashi, K. Morita, T. Isu, J. Cryst. Growth 311, 1807 (2009).

[2] T. Kitada, T. Takahashi, H. Ueyama, K. Morita, T. Isu, J. Cryst. Growth 323, 241 (2011).

[3] L. Chu, A. Zrenner, G. Böhm, and G. Abstreiter, Appl. Phys. Lett. 76, 1944 (2000).

[4] G. Li, C. Jiang, Q. Zhu, and H. Sakaki, Appl. Phys. Lett. 98, 032103 (2011).

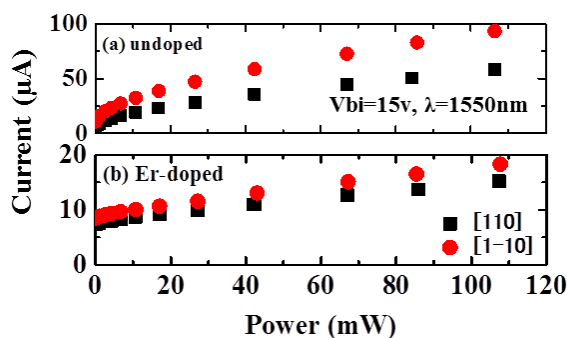


図 1. (a) undoped と (b) Er doped 試料の[110], [1-10]方向の光電流の励起強度依存性.

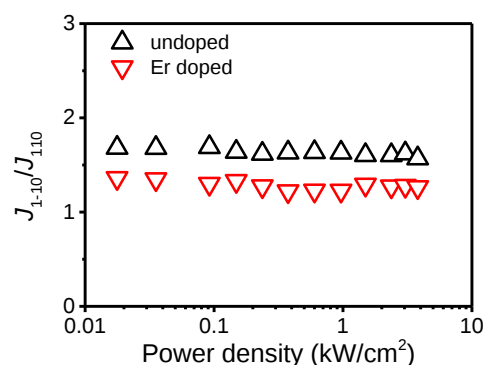


図 2. Undoped と Er doped 試料の[110]と[1-10]方向間の光電流密度比