

歪み補償多層積層量子ドットにおける光学利得の面内異方性

In-plane anisotropy of optical gain in a multilayered quantum dots grown by strain compensation technique

神戸大院工¹, 情通機構² ○小島 磨¹, 田中 秀治¹, 喜多 隆¹, 赤羽 浩一²Kobe Univ.¹, NiCT², °Osamu Kojima¹, Hideharu Tanaka¹, Takashi Kita¹, Kouichi Akahane²

E-mail: kojima@phoenix.kobe-u.ac.jp

半導体量子ドット(QD)の光デバイス応用において、光学異方性に関する研究は重要な意味をもつ。我々は、歪み補償[1]して多層積層した QD において、光学異方性がスペーサー層の厚さに応じて変化することを報告している[2]。そのような歪み補償多層積層 QD では、スペーサー層が厚い(40 nm)試料では、時間原点において光学異方性が存在しなかった[3]。そこで今回、我々は、時間遅延を様々に変えて光学利得の異方性を測定した結果について報告する。

試料には、InP (311)B 基板上に歪み補償して多層積層した QD を用いた。この QD では、 $[\bar{2}33]$ 方向と $[01\bar{1}]$ 方向が、QD の長軸方向と短軸方向にそれぞれ対応している。スペーサー層の厚さは 40 nm であり、成長方向の QD 間相互作用は存在しない。光学利得は、透過型ポンプ-プローブ法で測定した。光源には Ti:sapphire パルスレーザーを用い、1.55 eV で QD を励起し、フォトニック結晶ファイバーを励起して得られる白色光をプローブ光に用いた。測定温度は、5 K である。

図 1 は、 $[\bar{2}33]$ 方向と $[01\bar{1}]$ 方向とで様々に時間遅延を変えて光学利得スペクトルを測定し、発光スペクトルのピークエネルギーにおける値をプロットした結果である。また、それぞれの光学利得の値の比をプロットしている。時間原点では、二つの方向で光学利得の値に差はないが、時間の経過とともに異方性が出現し、その値はおよそ 100 ps で最大となる。そしてその比は、20 % 程度である。このような時間遅延依存性の起源として、バンド内緩和時間の異方性を考えている。つまり、励起した直後では $\langle\bar{2}33\rangle$ 軸と $\langle 01\bar{1}\rangle$ 軸における量子化準位のポピュレーション分布がほぼ同じであるのに対し、時間の経過とともにその分布に差が生じるために、光学利得の値に異方性が出現したと考えている。この結果は、発光スペクトルの異方性における励起光強度依存性の結果[4]とも一致する。以上の結果は、レーザーなどのデバイス設計において重要な指針であると考えている。

[1] K. Akahane et al., J. Cryst. Growth **245**, 31 (2002). [2] H. Tanaka et al., JJAP **52**, 012001 (2013). [3] 田中他, 第 72 回応用物理学会学術講演会, 2a-K-4, 2011. [4] 田中他, 第 58 回応用物理学関係連合講演会, 26p-KV-3, 2011.

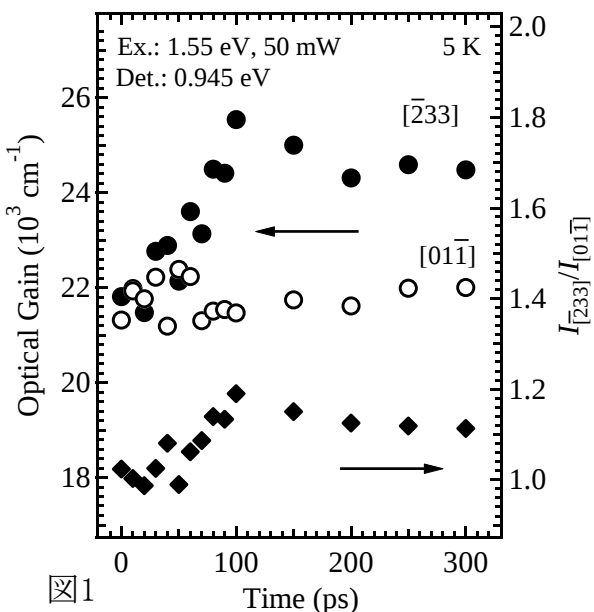


図1