

近接積層 InAs/GaAs 量子ドットのサブスレッシュホールド偏光利得特性

Sub-threshold polarized optical gain of closely stacked InAs/GaAs quantum dots

神戸大院工, °安達 貴哉, 諏訪 雅也, 松村 拓哉, 大橋 知幸, 喜多 隆

Kobe Univ. °T. Andachi, M. Suwa, T. Matsumura, T. Ohashi and T. Kita

E-mail: 132t201t@stu.kobe-u.ac.jp

【はじめに】自己形成 InAs/GaAs 量子ドット(QD)を活性層に用いた半導体光増幅器(SOA)は広帯域利得、高飽和出力、100 Gb/s を超える高速動作など他にはない優れた特性を有しており、次世代光通信の基幹デバイスとして期待されている。単層の QD の形状は扁平で、大きな 2 軸性圧縮歪によって量子井戸と同様に光利得の偏波依存性を生じるが、積層した量子ドットの電子状態がカップルするような近接積層によって、偏波に依存しない光応答が実現できている。[1,2]われわれは InAs/GaAs QD の発光や光利得の偏波特性制御を実現するために、近接多積層 QD の詳細な偏光特性[2,3]について研究を行ってきた。本研究では 40 層近接積層した InAs/GaAs QD を有する SOA デバイスを作製し、エレクトロルミネッセンス(Electroluminescence: EL)測定によりデバイス端面から観測した偏光発光特性を Hakki-Paoli 法[4]によって解析し、サブスレッシュホールド光利得の電流注入量依存性、偏光特性を評価した。

【実験と結果】分子線エピタキシーにより、n 型 GaAs(001)基板上に InAs/GaAsQD デバイス構造を成長した。活性層は、InAs QD を第 1 層目に 2.0 ML、2 層目以降は 1.4 ML の供給量で制御し、4 nm の GaAs 中間層を挟んで 40 層積層した。クラッド層には $Al_{0.3}Ga_{0.7}As$ を用い、ダブルヘテロ構造を形成した。ここでは Hakki-Paoli 法による光利得を評価するために、素子の導波路の両端面に高反射コーティングを施し、Fabry-Porot 共振器構造を作製した。図 1 に導波路方向が異なる ($[-110]$, $[110]$) デバイスの高分解能の端面偏光 EL スペクトルを示す。測定は室温で行った。スペクトルには明瞭な Fabry-Porot 干渉が現れている。 $[-110]$ 導波路デバイスでは TM 成分が TE より強くなっているが、 $[110]$ 導波路デバイスでは TE 成分が強くなっている。これは近接積層による電子的結合によって生じる特徴的な変化である。[2,3]図 2 に $[-110]$ 導波路デバイスで観測した代表的なサブスレッシュホールド偏光利得スペクトルを示す。100 nm の広帯域にわたって偏波にほぼ依存しない光利得特性が得られた。講演では電流注入量依存性やデバイス構造の影響なども含めて詳細に議論する。

【謝辞】 SOA デバイス作製に関してご協力いただいた富士通研究所江川満様に感謝致します。

【参考文献】 [1] T. Kita, O. Wada, H. Ebe, Y. Nakata, and M. Sugawara, Jpn. J. Appl. Phys. **41**, L1143 (2002). [2] A. Takahashi, T. Ueda, Y. Bessho, Y. Harada, and T. Kita, Phys. Rev. B **87**, 235323 (2013). [3] Y. Ikeuchi, T. Inoue, M. Asada, Y. Harada, E. Taguchi, H. Yasuda, Appl. Phys. Express **4**, 0602001 (2011). [4] B. W. Hakki, and T. L. Paoli, J. Appl. Phys. **46**, 1299 (1975).

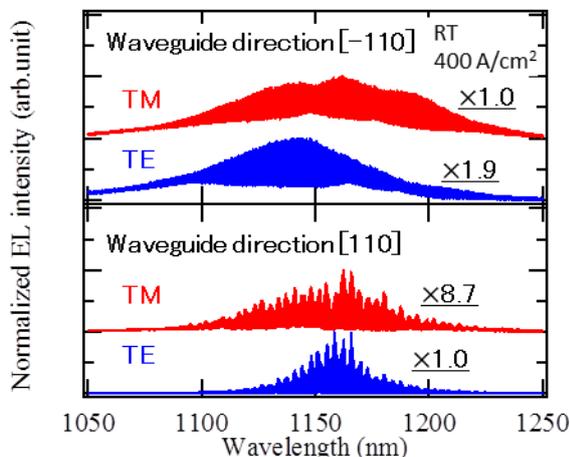
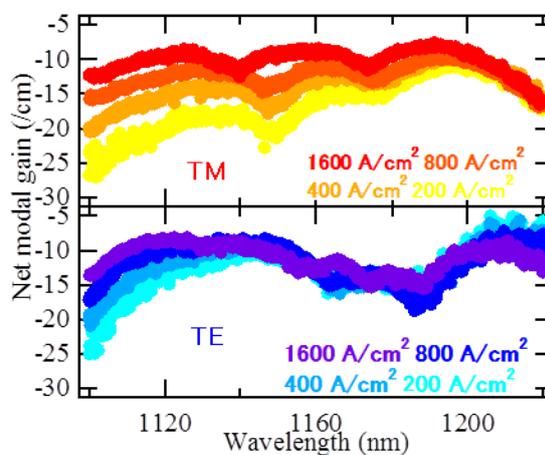


図 1. QDSOA の端面 EL スペクトル

図 2. $[-110]$ 導波路 QDSOA の偏光利得スペクトル