

近接積層 InAs/GaAs 量子ドットの偏波無依存発光特性

Polarization insensitive emission from closely-stacked InAs /GaAs quantum dots

神戸大工, [○]諏訪 雅也, 安達 貴哉, 松村 拓哉, 喜多隆Grad School of Eng., Kobe Univ, [○]Masaya Suwa, Takaya Andachi,

Takuya Matsumura, and Takashi Kita

E-mail: 121t227t@stu.kobe-u.ac.jp

【はじめに】高速で大容量な光通信での応用に期待が寄せられている半導体光増幅器(SOA)において光学利得の偏波無依存化は実用化に不可欠であり、われわれはこれを解決する優れた方法として自己形成InAs/GaAs量子ドット(QD)の近接積層構造による偏波制御に注目している[1]。多層積層したInAs/GaAs QDsは薄いGaAs中間層を介して量子ドット同士が電子的に結合することが可能である。これは中間層厚を極限に薄くして成長したコラムナタイプの量子ドットと同じであり、かつ使用するIn量を減らすことにより高品質な結晶成長が期待できる[2]。これまでに[-110]導波路方向の端面発光は量子ドットの積層に応じた明瞭なTM偏光成分の増強を示すことを見出している[3]。今回、SOA において偏波無依存化を実現する可能性を検証するため、近接積層InAs/GaAs QDsを有するSOA 素子構造を試作し、エレクトロルミネッセンス(EL)の直線偏光特性を詳細に評価した。

【実験と結果】固体ソース分子線エピタキシー(MBE)法によりn⁺-GaAs(001)基板上に、活性層をそれぞれn型、p型Al_{0.3}Ga_{0.7}Asクラッド層で挟み込んだダブルヘテロ構造を有するp-i-n構造を作製した。活性層には初層のInAs供給量を2.0 ML、2層目以降のInAs供給量を1.4 MLとして成長した30層のQD層を用いた。図1に同じプロセスで作製した20層積層QD構造の(-110)断面の透過型電子顕微鏡(TEM)像[4]を示した。これによりQDが成長方向に上下配列していることが見て取れ、多層積層に伴うQDサイズの増大も抑制できていることがわかる。そして作製したウエファをリッジ型SOAデバイス(素子長400 μm、メサ幅3 μm)に加工し、[-110]端面発光の30層積層QDSOAデバイスへと素子化を行った。図2において注入電流量は100, 400, 1600 A/cm²とし、光導波路に水平な成分(TE)と垂直な成分(TM)の偏光ELスペクトルの注入電流量依存性について評価した。注入電流量が100 A/cm²ではTM偏光成分が支配的な発光を示している。これは近接積層QD構造での積層数増加に伴う成長方向におけるQD層同士での電子的結合による価電子帯の重い正孔(HH)と軽い正孔(LH)のミキシングによるものであると考えられる[3]。フォトルミネッセンスと異なりELでは導波路伝搬損失の偏光異方性によりTE偏光成分が増強されることが分かった。さらに、注入電流量を増加させると、発光ピークが短波長化するとともにTE偏光成分の寄与が大きくなることを観測した。注入電流400 A/cm²でほぼ偏波無依存な発光特性を得ることができた。これら偏光特性の変化とピークシフトは注入電流量の増加に伴う励起準位の寄与が強く影響していると考えられる。

【謝辞】 SOAデバイス作製にご協力頂きました富士通研究所 江川満様に感謝致します。TEM像観察にご協力頂きました大阪大学超高压電子顕微鏡センター 田口英次様、保田英洋教授に感謝致します。

[1] T. Kita *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., Part2 **41**, L1143 (2002). [2] T. Inoue *et al.*, Appl. Phys. Lett. **96**, 211906(2010). [3] Y. Ikeuchi *et al.*, Appl. Phys. Express **4**, 062001(2011). [4] M. Suwa *et al.*, The 40th International Symposium on Compound Semiconductors(2013).

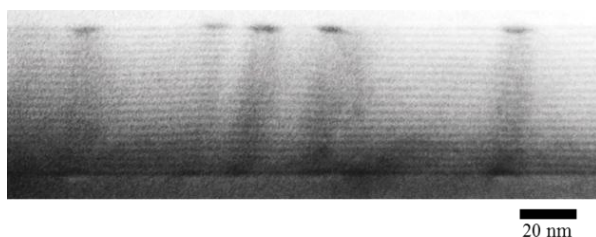


図1 20層積層QD構造の(-110)断面の透過型電子顕微鏡(TEM)像[4]。

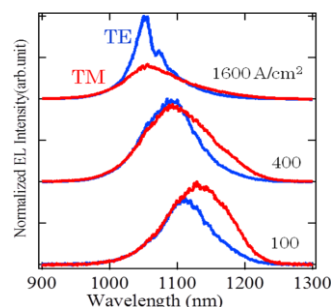


図2 偏光ELスペクトルの注入電流量依存性。