

InAs 量子ドットを有する GaAs/AlAs 結合共振器による 二波長面発光レーザの室温光励起発振

Two-color lasing in a GaAs/AlAs coupled multilayer cavity with InAs QDs by optical pumping

徳島大院フロンティア [○]北田貴弘, 原山千穂, 森田健, 井須俊郎

Univ. of Tokushima [○]T. Kitada, C. Harayama, K. Morita, and T. Isu

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

2つの等価な共振器層を GaAs/AlAs $\lambda/4$ -DBR 多層膜で結合した多層膜結合共振器構造による新規な面型テラヘルツ波発生素子を提案している。¹⁾ 結合により生じる2つの共振器モードの周波数差はテラヘルツ領域にあり、垂直入射で2次非線形光学効果が生じる基板上では2つのモード光による高効率の差周波発生が期待できる。実際、(113)B 基板上の GaAs/AlAs 結合共振器にフェムト秒のパルスレーザ光を照射して2つの共振器モードを同時励起すると、明瞭なテラヘルツ帯の差周波信号が室温にて観測される。²⁾ 実用的なテラヘルツ波発生素子を考えた場合、2つのモード光は外部から供給されるのではなく、結合共振器内部で自己発生する、すなわち、二波長型面発光レーザとして機能することが望ましい。今回、2つの共振器モードの光学利得媒質として InAs 量子ドットを挿入した GaAs/AlAs 結合共振器を MBE 法により作製し、光励起による室温での発光特性を評価した。

試料構造を図1に示す。3層の InAs 量子ドット(2.1 ML)を表面側の GaAs 2 λ -共振器層にのみ挿入した。各々の量子ドット層は厚さ7 nm の In_{0.15}Ga_{0.85}As に埋め込まれている。2つの共振器層は 11.5 周期の GaAs/AlAs (93/110 nm) DBR 多層膜で結合し、表面側、基板側に各々 24, 28 周期の DBR 膜を形成している。なお、今回は(001) n 型 GaAs 基板を用いて MBE 成長した。試料の発光スペクトルを図2に示す。励起光源としてマルチモード半導体レーザ(cw, 波長~920 nm)を用いた。励起光のスポット径は試料表面上で約 250 μm で、測定は室温にて行った。波長 1232.1 nm と 1248.6 nm に2つの共振器モードによる鋭い発光ピークがみられる。各々のピークの発光半値幅はともに 0.5 nm 以下である。モード周波数差は 3.2 THz で設計値の 2.3 THz よりやや大きい。これは、MBE による多層膜形成時の成長速度のわずかな変化に起因した層間での膜厚不均一によるものである。この膜厚不均一は、モード周波数差の増加とモード間で大きく異なった発光強度をもたらしていると考えられる。発光スペクトルの励起光強度依存性を測定したところ、しきい値励起光強度は、2つのモードともにほぼ 12 mW であった。

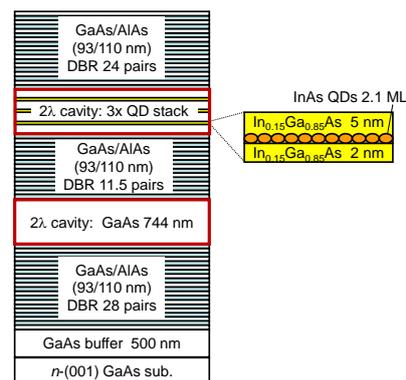


図1: 試料構造

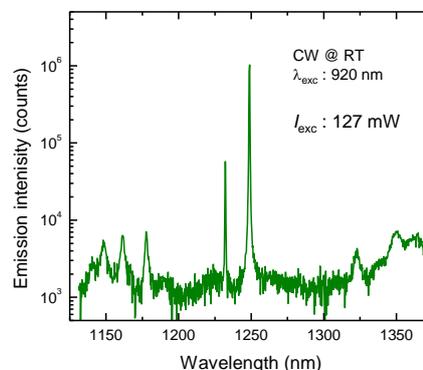


図2: 発光スペクトル

¹⁾ T. Kitada et al., Appl. Phys. Lett. **95** (2009) 111106.

²⁾ K. Morita et al., APEX **4** (2011) 102102.