18p-A27-2

MBE 成長とウエハ接合により作製した pn 接合を含む量子ドット結合共振器

QD coupled cavity structure including pn junction fabricated by MBE and wafer-bonding

徳島大院フロンティア　○北田貴弘，原山千穂，太田寛人，前川知久，高田博文，盧翔孟，熊谷直人，井須俊郎

Univ. of Tokushima　°T. Kitada, C. Harayama, H. Ota, T. Maekawa, H. Takada, X. M. Lu, N. Kumagai, and T. Isu

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

多層膜結合共振器に生じる2つの共振器モードの差周波発生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)] テラヘルツ波発生には、エピタキシャル成長とウエハ接合により2次非線形分極の空間構造を制御した結合共振器が極めて有効であり、[2)] また、片方の共振器層に InAs 量子ドットを挿入することで2つのモード光を GaAs/AlAs 結合共振器内部で生成することが可能である[3)]ことを示してきた。電流注入で2つのモード光を生成するには、量子ドット共振器を構成する DBR 膜に pn 接合を組み込み必要があり、また、素子抵抗を低減するには GaAs と AlGaAs からなる DBR 膜が望ましい。今回、MBE 法で作製した GaAs/AlGaAs DBR 膜で構成する(113)B 基板上の GaAs 共振器と、pn 接合を含む (001)基板上の量子ドット共振器をウエハ接合し、電流注入可能な結合共振器薄膜を作製した。

(113)B GaAs 基板上の共振器層は、厚さが 2λの GaAs とし、表面側の GaAs/AlGaAs DBR 膜を n 型にドープした。一方、(001)基板上の GaAs 2λ共振器層には3層の InAs 量子ドットを挿入し、表面側の DBR 膜は n 型に、基板側は p 型にドープした。2 つのエピタキシャルウエハを表面活性化常温接合法により直接接合し、機械研磨と選択ウエットエッチングにより(001) GaAs 基板を完全に除去した。接合により2つの共振器層は 12.5 周期の n 型 DBR 膜で結合されている。作製した結合共振器薄膜の断面 SEM 像を図1に示す。2つのエピタキシャルウエハは良好に接合されていることがわかる。光励起で測定した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 1281.5 nm と 1294.2 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。モード周波数差は設計した値に近い 2.3 THz で、ほぼ等価な2つの共振器の結合が実現できている。

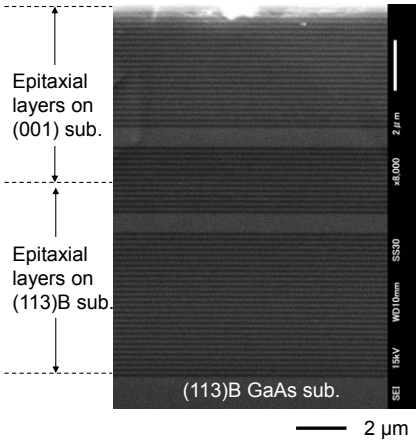

図1：断面 SEM 像

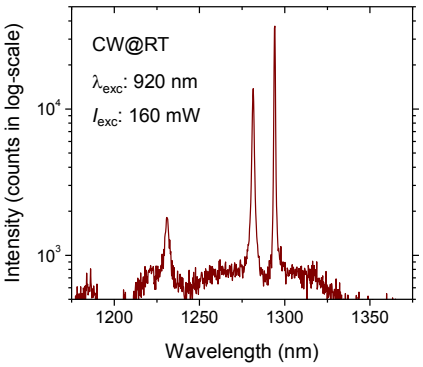

図2：発光スペクトル

[1)] T. Kitada et al., Appl. Phys. Lett. **95** (2009) 111106.
[2)] T. Kitada et al., Appl. Phys. Lett. **102** (2013) 251118.
[3)] C. Harayama et al., Jpn. J. Appl. Phys. **53** (2014) 04EG11.

© 2014 年　応用物理学会