17a-E15-3

超高速波長変換素子に向けた InAs 量子ドットを有する GaAs/AlAs 多層膜三結合共振器の作製

GaAs/AlAs triple-coupled cavity with InAs quantum dots for novel ultrafast wavelength conversion devices

徳島大院フロンティア [1], 日亜化学 [2]　○大柄根斉宣 [1], 安長千徳 [1], 中河義典 [1,2], 森田健 [1], 北田貴弘 [1], 井須俊郎 [1]

Univ. of Tokushima[1], NICHIA Corp.[2] ○M. Ogarane[1], Y. Yasunaga[1], Y. Nakagawa[1,2], K. Morita[1], T. Kitada[1], T. Isu[1]

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

3 つの等価な共振器層を GaAs/AlAs λ/4-DBR 多層膜で結合した三結合共振器による新規な面型の超高速波長変換素子を提案している。三結合共振器構造では、3 つの共振器モード（モード周波数：ω_1, ω_2, ω_3）が生じる。2 つのモード光であるω_1とω_2の光を同時に入射し、3 次非線形光学特性により四光波混合信号光($2\omega_2$-ω_1)が明瞭に観測されたが、波長変換された FWM 信号の強度が弱い結果となった。[1] 3 つの共振器モードの周波数間隔が等しい場合、周波数変換された信号である出力光の周波数がもう一つのモード周波数ω_3と一致する($\omega_3 = 2\omega_2 - \omega_1$)ため、共振器効果により高い変換効率での波長変換が期待されるが、この結果は MBE 成長時のフラックスの揺らぎによる膜厚不均一の影響により、3 つの共振器モードの周波数間隔が厳密に一致していないためであると考えられる。[2] また、 強い非線形性を持つ媒質をλ/2-共振器層に導入することにより、FWM 信号の増大が期待され、共振器モード波長の近傍に共鳴エネルギーをもつ InAs 量子ドットは、非線形媒質として有効であると考えられる。本研究では、膜厚均一性を改善し、共振器層に InAs 量子ドットを挿入した GaAs/AlAs 多層膜三結合共振器を MBE 法により作製した。

GaAs(001)基板上に作製した試料の構造を図 1 に示す。3 つの AlAs λ/2-共振器層は 10.5 周期の GaAs/AlAs (111/130 nm) DBR 多層膜 2 つで結合し、表面側、基板側に 10.5 周期の DBR 膜を形成している。表面側の量子ドットを有する共振器層の両端の AlAs 層(109 nm)のみ基板回転を行わずに成長を行い、それによるウエハ面内の膜厚分布を利用して、膜厚不均一による影響を補完した。InAs 量子ドットは、共鳴波長を 1.5 μm 帯に長波長化するために、厚さ 5 nm の歪緩和 $In_{0.35}Ga_{0.65}As$ 層に埋め込まれ、厚さ 10 nm の歪緩和 $In_{0.35}Al_{0.65}As$ 層で挟み込んでいる。図 2 に測定した反射率スペクトルを示す。3 つの共振器モードが 1466 nm、1483 nm、1501 nm に確認され、モード間隔はそれぞれ 18 nm となり周波数間隔の等しい三結合共振器を作製することができた。

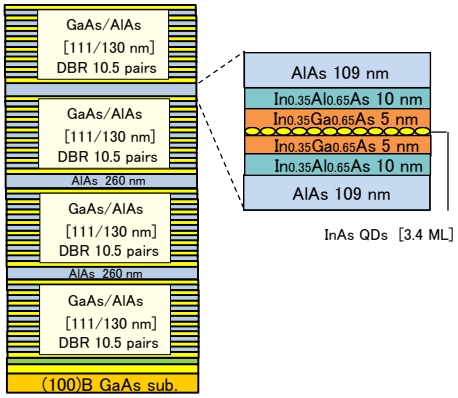

図1：試料構造

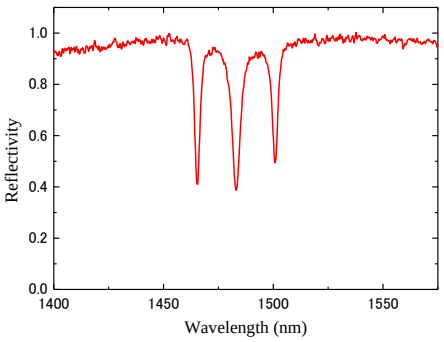

図２：反射率スペクトル

[1] T. Kitada *et al.*, Appl. Phys. Lett. **103** (2013) 101109
[2] 北田他、第 74 回秋季応物講演会, 19a-D6-3 (2013).

© 2014 年　応用物理学会