

InGaAsP 埋込みヘテロ構造をもつフォトニック結晶ナノ共振器による 微小光変調器

Ultrasmall optical modulator based on a photonic crystal nanocavity including
InGaAsP buried heterostructure

NTT ナノフォトニクスセンタ¹, NTT 物性基礎研², NTT 先端集積デバイス研³

野崎謙悟^{1,2}, Silviu Dinulescu², 松尾慎治^{1,3}, 武田浩司^{1,3}, 藤井拓郎^{1,3}, 倉持栄一^{1,2}, 納富雅也^{1,2}

NTT Nanophotonics Center¹, NTT Basic Research Labs.², NTT Device Technology Labs.³

K. Nozaki^{1,2}, S. Dinulescu², S. Matsuo^{1,3}, K. Takeda^{1,3}, T. Fujii^{1,3}, E. Kuramochi^{1,2}, and M. Notomi^{1,2}

E-mail: nozaki.kengo@lab.ntt.co.jp

我々は III-V 族系オンチップ光ネットワークと CMOS メニーコアアーキテクチャの融合に向けて、微小な光受信器や光変調器による低エネルギー光電変換の実現を目指している。これまでに、我々は微小な埋込みヘテロ(BH)構造をもつフォトニック結晶(PhC)導波路や共振器を用い、fJ/bit レベルの低エネルギーで動作可能なナノレーザ¹⁾、光メモリ²⁾、光ディテクタ³⁾を実現してきた。同様の構造は光変調器を作製するのににも有効であり、特に、微小モード体積をもつ PhC ナノ共振器を利用すると pin 接合もまた小型化できるため、低い接合キャパシタンスにより、信号電圧の印加に伴うチャージエネルギーを低減できる(Q

= CV による)。また、高 Q 値化により低電圧動作化ができれば、高周波ドライバアンプが不要な低エネルギー光変調器の実現が期待される。

今回検討した光変調器の構造を Fig. 1(a)に示す。InP-PhC スラブを基盤として、高 Q 値化のために周囲の円孔をシフトさせた L3 型共振器⁴⁾を用いた。共振器内部には非線形媒質として長さ約 1.3 μm 、幅 0.4 μm の InGaAsP(1.45Q)を埋め込んでおり、横方向 pin 接合が形成されている。Fig. 1(b)に CW 光入射に対する透過スペクトルを示す(共振器 Q 値 $\sim$ 7000)。逆バイアス電圧の印加に対して、Franz-Keldysh 効果による屈折率増加と推測される共振モードの長波長シフトが観測された。この試料に対して、Fig. 2 のように 40 Gb/s の NRZ 信号($V_{pp} = 2\text{V}$)を印加した結果、消光比 3 dB 程度の光変調出力が観測された。今後、高 Q 値化や動作波長の調整により低電圧化や高消光比化が可能と考えている。

参考文献

- 1) K. Takeda, et al., Nature Photon. 7, 569, (2013)
- 2) E. Kuramochi, et al., Nature Photon. 8, 474, (2014)
- 3) K. Nozaki, et al., Opt. Exp. 21, 19022, (2013)
- 4) E. Kuramochi, et al., Opt. Lett. 39, 5780, (2014)

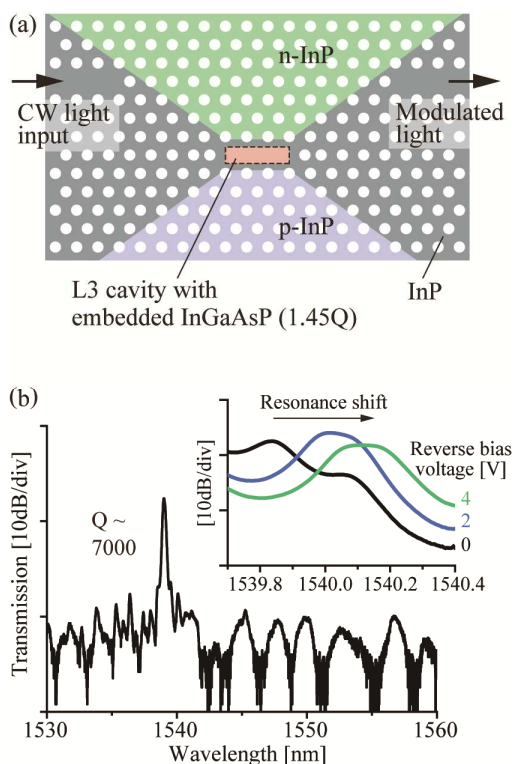


Fig. 1 Device structure and spectrum. (a) Schematic of the PhC-nanocavity modulator. (b) Transmission spectrum. Inset shows resonance shift for different reverse bias voltage.

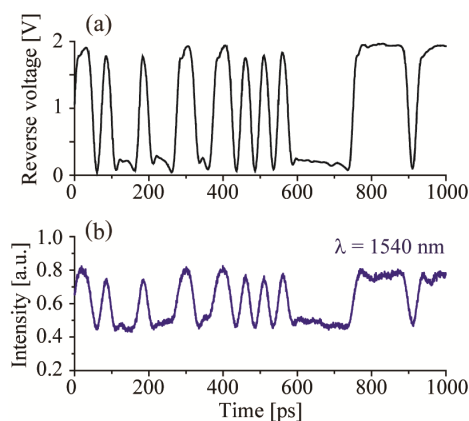


Fig. 2 Modulator operation. (a) Applied reverse voltage with a bit rate of 40 Gb/s. (b) Modulated light.