

フォトニック結晶光ディテクタと変調器の連結による波長変換回路(II)初期実験 Configuring a wavelength converter by a combination of photonic-crystal-based photodetector and modulator (II) Preliminary experimental results

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}, 松尾慎治^{1,3}, 藤井拓郎^{1,3}, 武田浩司^{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. Matsuo^{1,3}, T. Fujii^{1,3}, K. Takeda^{1,3}, E. Kuramochi^{1,2}, and M. Notomi^{1,2}

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

波長分割多重を含む機能的な光ルーティング回路の構成要素として、光信号の波長変換や光増幅などが不可欠であり、その一つの形態として、光ディテクタ(PD)と光変調器の集積による光信号入出力系が報告されている^{1), 2)}。我々は、InP フォトニック結晶(PhC)中に InGaAs 層(または InGaAsP 層)を埋め込む構造により、超小型の PD (または電気吸収型光変調器(EAM))を実証してきたが³⁾⁴⁾、それに加えて、両者の連結系により 10 μm^2 角程度の面積で形成できる微小な波長変換回路を検討している。

前回応物では、Fig. 1 に示すような PhC 型の PD-EAM 連結系のシミュレーション結果を報告した⁵⁾。PD へ入力された光信号は電流となり、負荷抵抗(10 $\text{k}\Omega$)へ流れて信号電圧に変換されるが、この信号電圧が EAM を駆動できれば、別途入力された CW 光が変調光として出力される。EAM の動作波長は設計により可変であるため、元の光信号入力に対する波長変換がこれにより実現できる。このとき、負荷抵抗 R_{load} と変調器容量 C_{EAM} による RC 時定数が動作速度を制限するが、我々の PhC 型素子では 1 fF 程度の微小容量が期待できるため、10 Gb/s 以上のビットレートで動作可能であることを解析から示してきた。

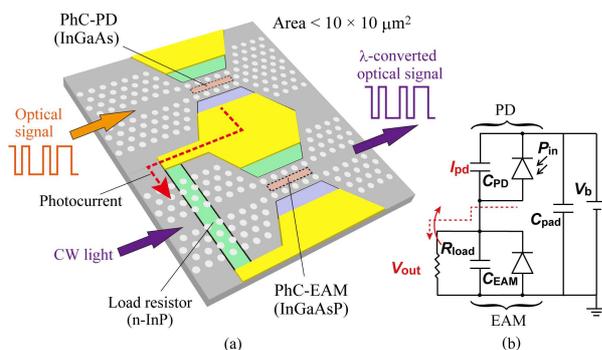


Fig. 1 (a) Schematic of PD-modulator configuration. (b) Equivalent circuit.

今回、実験検討を行うため、PL 波長 1.45 μm 、長さ 2.46 μm の InGaAsP 層を InP-PhC 導波路中に埋め込んだ PD および EAM を形成し、その連結系を作製した。EAM は屈折率変調によるモードギャップ型の共振器であり、共振波長 1.5398 μm 、 Q 値は約 8000 である。Fig. 2 に 10 Gb/s NRZ 光信号に対する波長変換の初期実験結果を示す。この実験では、1.45Q-InGaAsP 埋め込み層をもつ PD に対して十分な受光感度を得るため、入射光信号波長を 1.3 μm として非共鳴状態で光を吸収させた。一方で、EAM への CW 光は共振波長である 1.5398 μm とし、その結果、入射光信号が転写された光変調出力が観測された。出力信号のコントラストは 10 %以下と低いが、これは負荷抵抗が約 1 $\text{k}\Omega$ と低いために大きな電圧変換効率が取れなかったことが原因であり、これらを増加させれば更に明確な波長変換動作が可能と考えられる。

参考文献 1) S. Matsuo, et al., *Photon. Tech. Lett.* 3, 330, (1991), 2) S. Kodama, et al., *Electron. Lett.* 39, 1269, (2003), 3) K. Nozaki, et al., *Opt. Exp.* 21, 19022, (2013), 4) 野崎ほか, 春季応物, 13a-A10-8 (2015), 5) 野崎ほか, 春季応物, 13a-A10-10 (2015)

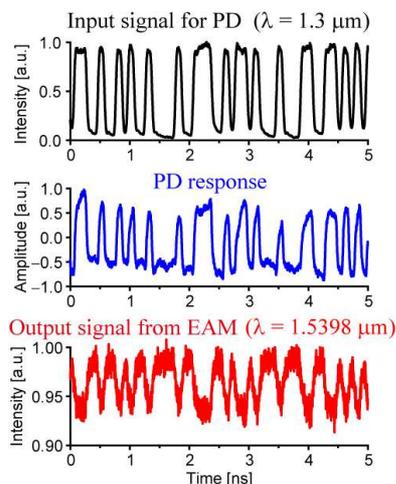


Fig. 2. Experimental result for wavelength conversion of 10-Gb/s optical signal. The PD input signal, the PD response, and the EAM output signal are shown from top to bottom. The output signal is the inverse of the input signal, because the photocurrent induces a reverse voltage for the EAM, thus increasing the optical absorption.