

pn 接合付き Si フォトニック結晶導波路を用いた アバランシェフォトダイオード動作

Si Avalanche Photodiode in Photonic Crystal Waveguide with p/n Junction

○宮坂 健司, 寺田 陽祐, 馬場 俊彦 (横浜国大理工)

Kenji Miyasaka, Yosuke Terada and Toshihiko Baba (Yokohama Nat'l Univ.)

E-mail: miyasaka-kenji-k@ynu.jp

Siフォトニクスでは通信波長用のフォトダイオード (PD) としてGeを用いるのが一般的であるが、エピタキシャル成長が必要な点がプロセスを複雑にする。一方、通信波長帯に基礎吸収をもたないSi PDでも、欠陥準位を介した光検出が可能である¹⁾。一般に感度は低いが、アバランシェ増幅による感度の補強やパワーモニタなどへの応用が検討されている²⁾。我々はフォトニック結晶導波路 (PCW) のスローライト効果を用いて、二光子吸収によるSi PDの感度を増大させたが³⁾、同様の増大は上記の欠陥準位を介したPD、もしくはAPDでも可能なはずである。本研究では、光トランシーバー的な利用も視野に入れ、これまでに報告してきたSi PCW光変調器⁴⁾をそのままSi PD、もしくはAPDとして転用したときの動作について報告する。

製作したデバイスを図1に示す。通常はこれをp/n接合付きPCWを位相シフタとするマッハツェンダー変調器として用いているが、本研究では各アームのPCWをPDとして使用する。波長1537 nm, パワー-3.9 dBmの光をPCWに入射したときの光電流と暗電流のI-V特性を図2に示す。光電流は逆バイアス V_{DC} に従って徐々に増加したが、-16 Vで増加が顕著になっており、アバランシェ利得が示唆された。 $V_{DC} = -18$ Vでは最大感度0.15 A/Wが得られた。暗電流の顕著な増加がみられなかったので、より高い V_{DC} を用いることでさらなる高感度が期待できる。また、暗電流は光電流に比べて3桁以上小さく、高S/Nが得られた。各波長に対するDC感度と群屈折率 n_g スペクトル、および10 Gb/sアイパターンと各アイパターンの立ち上がり時間 (20~80%) を図3に示す。大きな n_g でより高い感度が得られ、スローライト効果による増強が確認された。また、明瞭なアイ開口が得られたが、 n_g が大きいときは立ち上がりが遅かった。 n_g が大きくなるとPCW内の伝搬モードと空乏層の重なりが大きくなり、アバランシェ利得がより大きくなったことで帯域が制限されたと考えられる。目的に合わせて感度と速度のバランスをとる必要がある。

なお本研究はNEDO光エレクトロニクスプロジェクトの支援を得て行われた。

参考文献 1) H. Zhu, et al., *IEEE J. Sel. Top. Quantum electrons.*, **20**, 6 (2014). 2) Y. Li, et al., *Opt. Lett.*, **38**, 23 (2013). 3) R. Hayakawa et al., *Appl. Phys. Lett.*, **102**, 031114 (2013). 4) Y. Terada, et al. *Front. Phys.*, **2**, 61 (2014).

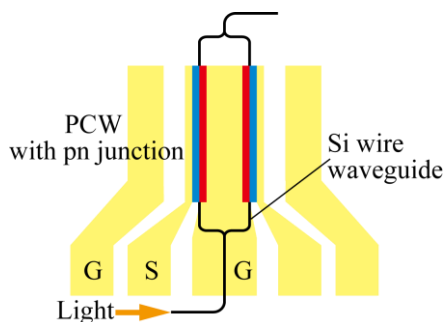


図1 PDとして用いた Si PC 変調器の概要。

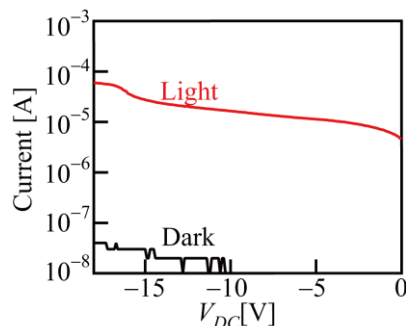


図2 逆バイアスに対する光電流と暗電流。

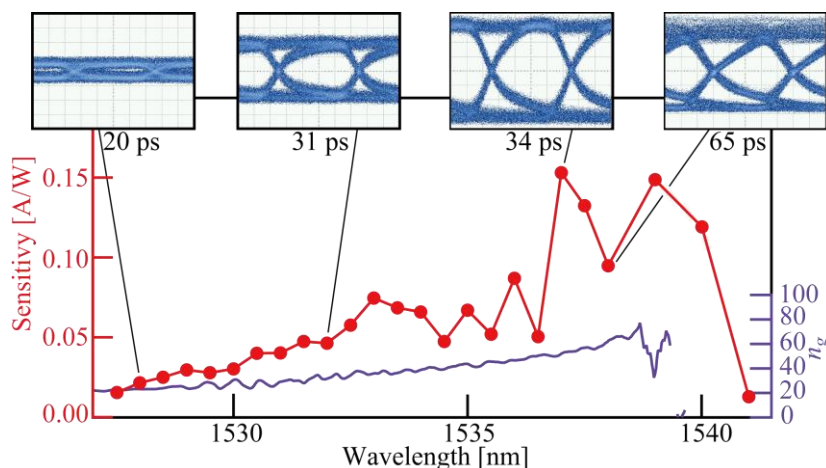


図3 $V_{DC} = -18$ V のときの感度と n_g のスペクトル、および 10 Gb/s のアイパターンとその立ち上がり時間。