

近接場光援用光吸収によるシリコン受光感度の高効率化

Increase in the photo-sensitivity of Silicon detector using a near-field assisted excitation

東大院工¹, 産総研², 筑波大学³, 分子研⁴

○(B) 竹森達也¹, 齋地康太¹, 佐藤 匠¹, 大鋸本 達郎¹, 千足 昇平¹, 丸山茂夫^{1,2},
野田 真史³, 矢花一浩³, 飯田 健二⁴, 信定 克幸⁴, 八井 崇¹

University of Tokyo¹, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)²,
University of Tsukuba³, and Institute for Molecular Science⁴

○T. Takemori¹, K. Saichi¹, T. Sato¹, T. Ogamoto¹, S. Chiashi¹, S. Maruyama^{1,2},
M. Noda³, K. Yabana³, K. Iida⁴, K. Nobusada⁴, and T. Yatsui¹

E-mail: takemori@lux.t.u-tokyo.ac.jp

シリコン(Si)は地球上に豊富に存在するため廉価で入手でき、また電子デバイスの発展を支えている材料であるため、太陽電池や光検出器等の受光デバイスとして広く用いられる。しかしながら、Siは間接遷移型の半導体であるためバンド端付近(～1.1 μm)の近赤外域の光を吸収するには伝導帯下端と価電子帯上端の波数の差を埋める必要があり、受光特性の改善が必要となっている。一方で、空間的に局在した電場成分を持つ近接場光は、電場の空間的非一様性によって、伝搬光と比較して大きな波数成分を持つ光であるため、間接遷移半導体における光吸収が向上することが理論的に示唆されている[1]。また、近接場光は伝搬光の波長より小さいナノ構造に光を当てることで発生させることができる。そこで、我々はSiの表面に光吸収構造としてpn接合を作製し、この近傍に近接場光源となるナノ構造体として金の微粒子を設置した受光デバイスの構造を採用し、近赤外域における吸収特性向上を実験的に確認することに成功している[2]。本講演では、さらなる効率向上を目指して、受光面となる空乏層領域が厚くとれるPIN構造を採用し、細かい波長依存性も評価することで、近接場光励起の詳細について報告する。

受光デバイスは、Si基板の表面にボロン(B)とリン(P)を選択的に熱拡散することでPIN構造が表面に露出した構造とした(Fig1)。吸収層がデバイス表面付近にあるため、金属微粒子近傍で発生する近接場光を効率的に利用することができる。PIN構造は空乏層が厚いことから、発生した電子を取り出しにくいいため、外部から逆バイアスをかけて実験をした。作成したデバイスの受光感度を測定し、次に粒径100nm金微粒子を含むコロイド溶液を滴下した上で再測定した。微粒子分散前後の受光感度の比を受光感度の増加率とする。白色光源からバンドパスフィルタによって波長帯を選択的に絞り、波長ごとの受光感度の増加率を測定した(Fig2)。講演では、受光感度の増加率と他の要因との依存性を確認した実験についても報告する予定である。

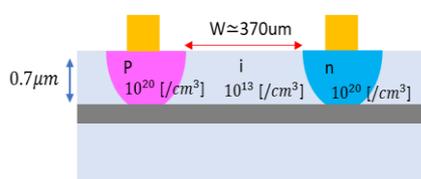


Fig. 1 Device structure of Si PIN photodiode

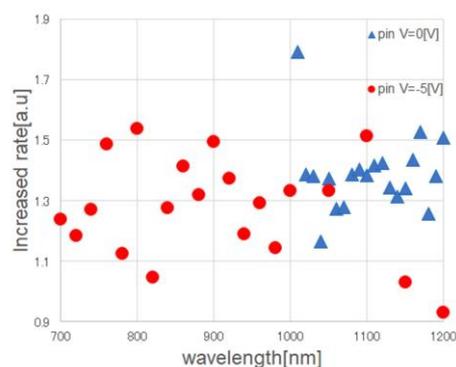


Fig. 2 Increased rate of the sensitivity

謝辞: MEXT ポスト「京」重点課題 (7) 次世代の産業を支える新機能デバイス・高性能材料の創成 (ポスト「京」コンピュータ ID: hp160046, hp160204)、JSPS「研究拠点形成事業 (A. 先端拠点形成型)」、科研費 (18H01470、15H05760、18H05329)

[1] M. Yamaguchi, et al., Phys. Rev. B, **93**, 195111 (2016).

[2] 岡田 峻など、第 78 回応物秋季学術講演会、発表番号: 7a-A405-6、2017