

課題番号	: F-18-UT-0002
利用形態	: 機器利用、技術補助
利用課題名(日本語)	: 近接場光援用波数励起によるシリコン受光素子の開発
Program Title (English)	: Development of silicon photodetector by a near-field induced large wavenumber excitation
利用者名(日本語)	: 竹森達也, 佐藤匠、齋地康太, <u>八井崇</u>
Username (English)	: T. Takemori, T. Sato, K. Saichi, and <u>T. Yatsui</u>
所属名(日本語)	: 東京大学大学院工学系研究科
Affiliation (English)	: School of Engineering, University of Tokyo
キーワード/Keyword	: リソグラフィ・露光・描画装置、成膜・膜堆積、膜加工・エッチング、形状・形態観察

## 1. 概要(Summary)

Si は間接遷移型の半導体であるためバンド端付近(～1.1  $\mu\text{m}$ )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。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。本年度は、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検討を行った。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

光リソグラフィ装置 MA-6、ステルスダイサー、電子顕微鏡、半導体パラメータアナライザ

### 【実験方法】

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(Fig. 1)。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。

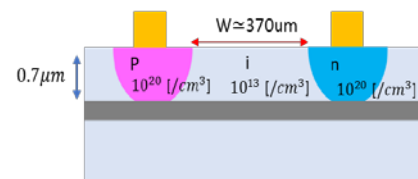


Fig. 1 Device structure of Si PIN photodiode

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

作製したデバイスの受光感度を測定し、次に粒径 100 nm 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ところ広い波長範囲に渡って 20～40%の増加率を観測することに成功した。

## 4. その他・特記事項(Others)

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)

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) 竹森 達也、齋地 康太、佐藤 匠、大鋸本 達郎、千足 昇平、丸山 茂夫、野田 真史、矢花口 浩、飯口 健口、信定 克幸、八井 崇、「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」、2019年第66回応用物理学会春季学術講演会、2019年3月9-12日、東京工業大学大岡山キャンパス、東京都目黒区、発表番号: 9a-W621-6

## 6. 関連特許(Patent)

なし