

課題番号 : F-19-UT-0021
利用形態 : 機器利用
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) : 浅沼将人, 八井崇
Username (English) : M. Asanuma, T. Yatsui
所属名(日本語) : 東京大学大学院工学系研究科
Affiliation (English) : Graduate 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 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。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、さらなる近接場光励起の詳細を明らかにするために、顕微分光法を利用して局所的な電流増大の効果を評価した。

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ー

【実験方法】

金微粒子近傍での近接場光励起の様子を明らかにするために、pn フォトダイオードの電極間に対し顕微分光法を用いた感度評価を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

作製した横型 pn 接合を有する pn フォトダイオードに対して、直径 100 nm の金微粒子を塗布し、波長 1.06 μm 励起時の顕微分光評価を行った。その結果、金微粒子存在付近での光電流は確かに増大しているという結果が得られた。

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)

論文

- (1) T. Yatsui, “Recent improvement of silicon absorption in opto-electric devices,” Opto-Electronic Advances, Vol. 2, No. 10, October 2019, 190023 (8 pages) [review article] [selected as cover story]
- (2) T. Yatsui, S. Okada, T. Takemori, T. Sato, K. Saichi, T. Ogamoto, S. Chiashi, S. Maruyama, M. Noda, K. Yabana, K. Iida, and K. Nobusada, “Enhanced photo-sensitivity in a Si photodetector using a near-field assisted excitation,” Communications Physics, Vol. 2, June 2019, 62 (8 pages)

学会発表

- (1) 浅沼 将人、藤原 弘康、飯田 健二、野田 真史、矢花 一浩、八井 崇、「表面ナノ構造による Si 受光器の高効率化」、第 67 回応用物理学学会春季学術講演会、2020 年 3 月 14 日、上智大学四谷キャンパス、東京都千代田区、14p-B408-4
- (2) 浅沼 将人、藤原 弘康、飯田 健二、野田 真史、矢花 一浩、八井 崇、「顕微分光法による近接場光励起 Si 受光器の評価」、Optics & Photonics Japan 2019、2019 年 12 月 5 日、大阪大学コンベンションセンター、大阪府吹田市、発表番号:5pC1
- (3) Masashi NODA, Kenji IIDA, Maiku YAMAGUCHI, Takashi YATSUI, Katsuyuki NOBUSADA, “Direct wave vector excitations of silicon with optical near fields,” The International Symposium on Plasmonics and Nano-photonics (iSPN2019), November 11-14, 2019, Ikuta Shrine Hall, Kobe, Hyogo, paper ID: P12

6. 関連特許(Patent)

なし。