

課題番号 : F-15-UT-0087
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : ナノピラーを用いた Si による近赤外検出器
Program Title (English) : Si based nano-pillar near-infrared photodetector
利用者名(日本語) : 菅 哲朗¹⁾, 安食嘉晴²⁾, 松本潔³⁾, 下山 勲¹⁾
Username (English) : T. Kan¹⁾, Y. Ajiki²⁾, Kiyoshi Matsumoto³⁾, Isao Shimoyama¹⁾
所属名(日本語) : 1) 東京大学大学院情報理工学系研究科, 2) 一般財団法人 マイクロマシンセンター, 3) 東京大学 IRT 研究機構
Affiliation (English) : 1) Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo, 2) Micromachine Center, 3) IRT research initiative, The University of Tokyo

1. 概要(Summary)

本研究はシリコンを材料とした、シリコンプロセスと親和性を持つ近赤外光ディテクタの研究に関するものである。赤外光の検出は基礎的な技術として大きな重要性を持つ。シリコンはエネルギーバンドギャップが 1.1 eV であり、単体では赤外光を検出できないので、従来化合物半導体などが材料として用いられてきたが、シリコンを赤外検出に利用できれば、システム化などで利点が多い。こうしたなか、金属と n 型シリコンのショットキー接合を利用した、シリコン型の近赤外受光技術が注目されてきている。しかし、光の吸収効率を上げて、検出感度を増やすことが課題であった。本研究は、近赤外光の吸収効率を上げるために、光のアンテナとして振舞うナノピラー構造をシリコン表面に形成して、感度の増大をはかるものである。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

高速大画面電子線描画装置 (ADVANTEST F5112+VD01)、高速シリコン深掘りエッチング装置 (SPTS MUC-21 ASE-Pegasus 4”装置)、電子線顕微鏡 (Hitachi S-4700)

【実験方法】

高速大画面電子線描画装置を利用して、シリコンウェハ上に塗布した電子線レジストに一辺 300 nm の矩形ホールを多数形成した。この矩形ホールを有するレジスト上に金膜を直接蒸着し、リフトオフを行うことで金ナノ矩形パターンを得た。この後、金ナノ矩形パターンをマスクとして利用し、高速シリコン深掘りエッチング装置によりスキヤロップを抑えてシリコンエッチングを行い、高さ 2.7 μm のナノピラーを得た。最後に、ナノピラーに斜めから金薄膜を蒸着することにより、表面を約 50 nm の厚さの金膜でコー

トされたナノピラーアレイを得た。ピラー形状が正しく形成されているかどうかを確認するために、電子線顕微鏡を利用した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

波長可変近赤外レーザーを用いて、波長をパラメータとして振りながら、ナノピラー領域に照射した。ディテクタはショットキー型のフォトダイオードなので、バイアス電圧 0 V における、逆方向電流を光電流として計測した。その結果、波長 1650 nm の近赤外光の光を光電流として検出可能であることが判明した。比較対象として、ナノピラーを持たないフラットな金膜のディテクタを用意して、波長 1100 nm~1650 nm における感度を比較したところ、約 10 倍の感度向上を確認できた。以上により、ナノピラーを利用する提案方法の有効性を示すことができた。

4. その他・特記事項(Others)

本研究は NEDO 委託研究「エネルギー・環境新技術先端プログラム／究極の省エネを実現する「完全自動化」自動車に不可欠な革新認識システムの研究開発」により行われた。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) T. Kan, Y. Ajiki, K. Matsumoto and I. Shimoyama, “Silicon Process Compatible Near-Infrared Photodetector Using Au/Si Nano-Pillar Array,” The 29th IEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS2016), pp. 624-627, Shanghai, China, January 24-28, 2016.

6. 関連特許(Patent)

特許出願済み