

# A Study on Silicon-On-Insulator Nanowire Photodetectors with Bow-Tie Surface Plasmon Antenna

メタデータ	言語: en 出版者: Shizuoka University 公開日: 2018-12-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: Yash, Sharma メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.14945/00026079">https://doi.org/10.14945/00026079</a>

(課程博士・様式9)

審査要旨

専攻 ナノビジョン工学 学籍番号 55445020 学生氏名 SHARMA YASH (シャルマ ヤシ)

論文題目 A Study on Silicon-On-Insulator Nanowire Photodetectors with Bow-Tie Surface Plasmon

Antenna (ボウタイ表面プラズモンアンテナ付きシリコン・オン・インシュレーター ナノワイヤ光検出器の研究)

光検出器の寸法縮小は、動作速度、暗電流、光によって発生したキャリアに対する感度などの性能を改善する効果的な手段であるが、寸法縮小に伴って生じる欠点、すなわち光吸収効率や受光面積の低下を補う技術の導入が必要である。

本論文は、ボウタイ表面プラズモンアンテナをシリコン・オン・インシュレーター (SOI) ナノワイヤ光検出器に適用し光吸収効率や受光面積を増大させようとする新しい試みに関する研究成果を取りまとめたものであり、全5章からなる。

第1章は本論文の緒言であり、単一光子検出器、特にナノメートル寸法に微細化することで実現した単一電荷計数に基づく光検出器、表面プラズモンアンテナを利用した光検出器についてまとめた後、本研究の目的や意義について説明している。

第2章は金を材料としたボウタイ表面プラズモンアンテナ付き SOI ナノワイヤ金属酸化膜半導体電界効果トランジスタ (MOSFET) 光検出器と SOI ナノワイヤ pn 接合ダイオード光検出器の作製技術について詳細に論じている。電子線描画と金属のリフトオフ加工により最小 40 nm の寸法を得ている。世界で初めてエレクトロマイグレーションを利用してボウタイアンテナ中央にナノギャップを形成している。

第3章は金ボウタイ表面プラズモンアンテナ付き SOI ナノワイヤ pn 接合ダイオードの評価結果を示している。実効受光面積をナノギャップの形成前後で比較したところ、アンテナ長 240 nm の場合、波長 760~800 nm の領域で最大 50%の増大が確認できた。有限差分時間領域(FDTD)シミュレーションによっても、ナノギャップ近傍での電気エネルギーの集中と実効受光面積の増大が再現できた。

第4章は金ボウタイ表面プラズモンアンテナ付き SOI MOSFET 光検出器の評価結果を示している。ドレイン電流ヒストグラムの蓄積ホール数に対応したピーク分離や、光強度の増大に伴うピーク幅の非対称な増大など、単一光子検出につながる現象は観測できず、基板での光吸収に伴う実効的な基板電圧変化や SOI 層での光伝導効果に起因する平均ドレイン電流の変化のみが観測された。ホールに対して高い感度を実現するデバイス構造の設計や、ドレイン電流の雑音や SOI 中でのホール寿命に関わる欠陥の低減などに課題を残した。

第5章では本論文の結果をまとめ、今後の研究の方向性について論じている。

以上のように本論文は、ボウタイ表面プラズモンアンテナによる SOI ナノワイヤ光検出器の光吸収効率や受光面積増大に関して有用な知見を提供しており、寸法縮小した光検出器の高性能化に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士(工学)の学位を授与するに十分な内容を有するものと認める。

(1, 000字程度)