

様式2

平成28年度 生体医歯工学共同研究実施報告書

受理年月日	
受理番号	2050

平成 29 年 3 月 31 日

生体医歯工学共同研究拠点 研究所長会議 議長 殿

共同研究代表者

所属機関 室蘭工業大学

職 名 教授

氏 名 辻 寧英

印

勤務先所在地 〒 050-8585

北海道室蘭市水元町27-1

電話番号 0143-46-5508

FAX番号

E-mailアドレス : y-tsuji@mmm.muroran-it.ac.jp

下記により、共同研究の実施報告を致します。

記

研究題目	(和)SP アンテナ付 SOI フォトダイオードを用いた集積化バイオセンサーに関する研究 (英)Study on integrated biosensors using SOI photodiode with SP antenna		
研究領域	1. 生体材料に関する基礎・応用研究 2. 生体工学に関する基礎・応用研究 3. 生体機能分子に関する基礎・応用研究 ④. 化学・電気・機械・材料工学の生体応用研究		
研究期間	平成 28 年 6 月 1 日 ~ 平成 29 年 3 月 1 日		
研究組織			
氏名	所属機関・部局等	職名	役割分担
辻 寧英	室蘭工業大学・大学院工学研究科	教授	研究統括
佐藤弘明	静岡大学・電子工学研究所	助教	性能評価
猪川 洋	静岡大学・電子工学研究所	教授	作製方法
所要経費			
旅費総額	研究・会議費総額	消耗品費総額	
32,850 円	0 円	163,924 円	
生体医歯工学共同研究拠点内対応教員	(共同研究をした教員名を記載) 佐藤 弘明		
共同研究継続の希望について	④ . 無	平成29年度研究費 総額(千円)	20 千円
		※継続を希望される場合記入してください	

研究成果

本研究では、高感度かつ高スループットを同時に実現する集積化バイオセンサーの開発を目的とし、シリコンベースの集積回路で作製可能な SP (surface plasmon) アンテナ付 SOI (silicon-on-insulator) フォトダイオードを用いる方法を検討した。その結果、以下 2 項目の成果が得られた。

(1) 垂直入射で屈折率測定可能な SP アンテナ付 SOI フォトダイオードの検討

屈折率測定を行う際、微量な検体の有効利用のため、検体導入領域の容量低減が重要となる。これまでは SP アンテナ付 SOI フォトダイオードに対して光を斜めに入射した場合のみ、屈折率変化が観測できる原理を利用していた。この場合は検体導入領域の容量低減が難しく、新たに垂直入射の簡易光学系で屈折率測定可能な SP アンテナ付 SOI フォトダイオードの構造を検討した。図 1 に FDTD (有限差分時間領域) 法によって電磁界解析した例を示す。屈折率の変化に対して分光感度特性のピークがシフトすることが示された。

(2) SP アンテナ付 SOI フォトダイオードを用いた屈折率測定の性能評価

斜め入射の場合において、比較的低濃度のショ糖水溶液に対する屈折率変化を測定した。フォトダイオードに対して波長 685 nm のレーザーを周波数 1 kHz で強度変調し、106 V/A のプリアンプによってフォトダイオード電流を電圧変換・増幅し、レーザー光の変調周波数を参照信号としてロックイン検出した結果 (センサグラム) を図 2 に示す。各濃度に対応した電圧レベルやそれらの揺らぎ幅から、 3.79×10^{-5} RIU (refractive index unit) の屈折率測定限界を得た。

使用した設備・資料・試料等

集積回路作製関連装置 (電子線描画装置、スパインコート、超音波洗浄器、超純水製造装置等)
3次元電磁界シミュレータ RSoft 社 FullWAVE
ショ糖水溶液
アビジン
ビオチン

本研究成果に関連する論文発表状況

- [1] 千田 宏幸, 辻 寧英, 佐藤 慎悟, "関数展開法に基づくトポロジー最適化による偏波分離素子の設計," 電子情報通信学会論文誌, Vol. J100-C, No. 5, 2017 (in press).
- [2] 西本 仁, 辻 寧英, "感度解析に基づく少数モードファイバの最適設計に関する検討," 電子情報通信学会論文誌, Vol. J100-C, No. 5, 2017 (in press).
- [3] H. Sato, A. Nakamura, A. Banerjee, K. Yamada, H. Satoh, J. Temmyo, and H. Inokawa, "Strong Quantum Confinement Effects in Nanometer Devices with Graphene Directly Grown on Insulator by Catalyst-free Chemical Vapor Deposition, Current Graphene Science, 2017 (in press).
- [4] 辻 寧英, "関数展開法に基づく 3 次元光導波路デバイスのトポロジー最適設計," 電子情報通信学会論文誌, Vol. J100-C, No. 2, pp. 53-60, 2017, (Invited).
- [5] Z. Zhong, Z. Zhang, Y. Tsuji, and M. Eguchi, "Study on crosstalk-free polarization splitter based on square lattice single polarization photonic crystal fibers," IEEE Journal of Quantum Electronics, Vol. 52, No. 5, 7000107, 2016.
- [6] A. Iguchi, Y. Tsuji, T. Yasui, and K. Hirayama, "Topology optimization of optical waveguide devices based on beam propagation method with sensitivity analysis," IEEE/OSA Journal of Lightwave Technology, Vol. 34 No. 18, pp. 4214-4220, 2016.
- [7] Z. Zhang, Y. Tsuji, and M. Eguchi, "Design of cross-talk free polarization converter based on square lattice elliptical-hole core circular-hole holey fibers," Journal of Optical Society of America B, Vol. 33 No. 9, pp. 1808-1814, 2016.
- [8] M. Eguchi and Y. Tsuji, "Single-polarization hollow-core square photonic bandgap waveguide," AIP Advances, Vol. 6, No. 7, #075322, 2016.