

マテリアル先端リサーチインフラ利用報告書

ARIM User's Report

[Release : 2026.04.08] [Update : 2026.04.07]

課題データ / Project Data

課題番号 Project Issue Number	22UT1032
利用課題名 Title	脳内に埋め込み可能な表面プラズモン共鳴型化学量センサの研究
利用した実施機関 Support Institute	東京大学 / Univ. of Tokyo
機関外・機関内の利用 External or Internal Use	外部利用/External Use
ARIM半導体基盤PF 関連課題 Related to ARIM-SETI	指定なし / No Designation
横断技術領域 Cross-Technology Area	加工・デバイスプロセス/Nanofabrication
重要技術領域 Important Technology Area	高度なデバイス機能の発現を可能とするマテリアル/Materials allowing high-level device functions to be performed 量子・電子制御により革新的な機能を発現するマテリアル/Materials using quantum and electronic control to perform innovative functions
キーワード Keywords	ダイシング、プラズモン、膜加工・エッチング/Film processing and Etching, EB, IoT センサ/ IoT sensor, フォトニクス/ Photonics

利用者と利用形態 / User and Support Type

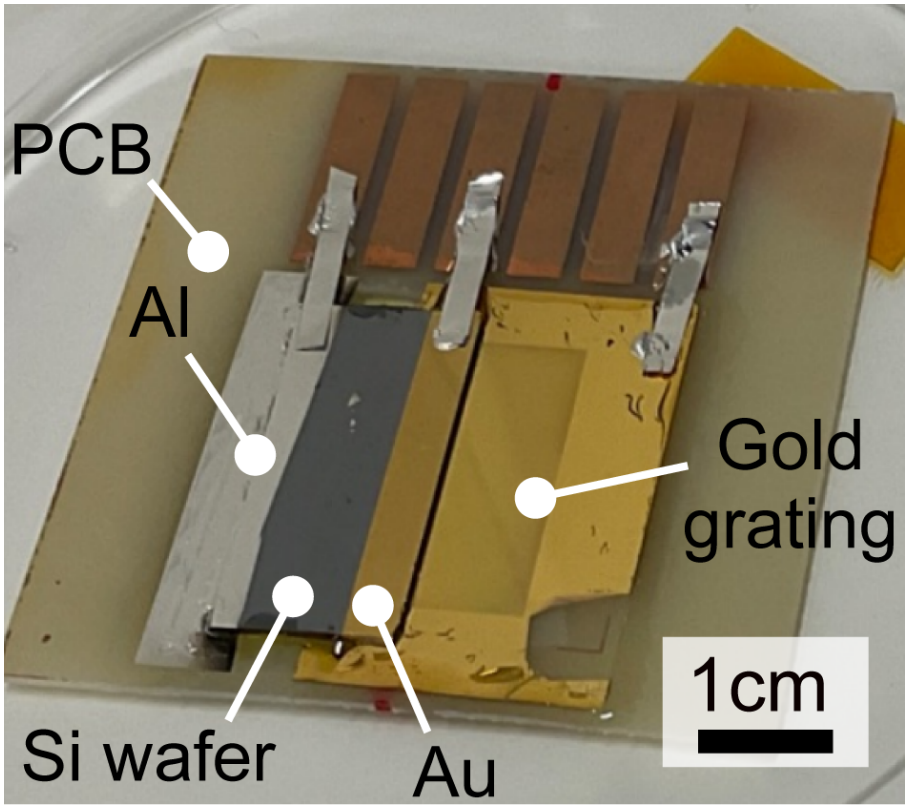
利用者名（課題申請者） User Name (Project Applicant)	大下 雅昭
所属名 Affiliation	電気通信大学（現：産業技術総合研究所）
共同利用者氏名 Names of Collaborators Excluding Supporters in the Hub and Spoke Institutes	
ARIM実施機関支援担当者 Names of Supporters in the Hub and Spoke Institutes	
利用形態 Support Type	機器利用/Equipment Utilization

利用した主な設備 / Equipment Used in This Project

利用した主な設備 Equipment ID & Name	UT-500 : 高速大面積電子線描画装置 UT-604 : 高速シリコン深掘りエッチング装置 UT-900 : ステルスダイサー
---	---

報告書データ / Report

概要 (目的・用途・実施内容) Abstract (Aim, Use Applications and Contents)	<p>本研究では神経伝達物質の直接計測を目的とした、脳内に埋め込み可能な表面プラズモン共鳴(SPR)型化学量センサを実現する。社会的相互作用(例:闘争、繁殖)に関する脳機能の解明には、複数の動物の参加が必須であり、それらの動物の活動を制限しない脳神経活動の無線計測が不可欠である。脳内物質濃度の無線計測に適用可能な技術は、電氣的にインピーダンスを計測し、目的とした化学物質の濃度に換算する電気化学測定法のみである。しかし、電気化学測定法には社会的相互作用と関係の深いオキシトシンなどの神経ペプチドを生理活性のある下限の濃度まで計測できない問題があった。一方、表面プラズモン共鳴型化学量センサは検出下限に問題はないものの、嵩張るプリズムと装置外部に光検出器が必要で脳への埋込が困難であった。そこで本研究のSPRセンサは回折格子を用いることで平面上での伝搬型SPRカップリングを可能にし、伝搬先に金属半導体間に形成されるショットキー障壁でSPRの検出を行うことでセンササイズの縮小を図る。今年度はバルクガラスウエハ上に構造を製作し、原理的に提案構造によってSPRを検出可能か検証を行った。</p>
実験 Experimental	<p>高速大面積電子線描画装置及びマスク・ウエーハ自動現像装置群を用いてフォトマスクを製作した。ステルスダイサーでシリコンウエハをダイシングした。電気通信大学のクリーンルームを利用し、製作したフォトマスクをもとにガラスウエハに対して表面パターンニングを行った。HF vaporによるエッチングでガラス回折格子を形成し、その上にシリコンを接合してから金とアルミニウムを蒸着して製作した(Fig.1)。デバイスのIV特性を計測して解析した結果、ショットキー障壁の高さは0.7eVであり、1700 nm以下の波長の光を検出できることがわかった。</p>
結果と考察 Results and Discussion	<p>製作した金回折格子上でSPRが発生するか検証するために金側から光を照射し、その反射光強度でSPRによる光吸収を入射角毎に計測した。その結果、光の波長に応じてreflectanceのディップの角度位置が系統的にシフトし、理論から求めた角度と一致したため、SPRの発生が確かめられた。最後に発生したSPRをウエハ側面で検出できるか検証するために、背面から光を入射し、センサが出力する電流値を入射角毎に計測した。その結果、電流値を入力した光強度で割った値であるResponsivityは回折次数$m=-2$のモードにおいて反射率計測による入射角位置と同じ角度でピークを取り、理論式とも合致することがわかった。以上の結果より、提案した原理によるセンサが背面からの光照射によってSPRを電気信号として計測可能であることがわかる。</p>

<p>図・表・数式 1 Figures, Tables and Equations 1</p>	 <p>PCB</p> <p>Al</p> <p>Si wafer</p> <p>Au</p> <p>Gold grating</p> <p>1cm</p> <p>Fig. 1 試作した表面プラズモン共鳴型化学量センサ</p>
<p>その他・特記事項 (参考文献・謝辞等) Remarks(References and Acknowledgements)</p>	

成果発表・成果利用 / Publication and Patents

<p>DOI (論文・プロシーディング) [1] DOI (Publication and Proceedings)</p>	<p>M. Oshita, Detection of backside coupled propagating surface plasmon resonance on the sidewall of a wafer, <i>AIP Advances</i>, 13, (2023). DOI: 10.1063/5.0172613</p>
<p>DOI (論文・プロシーディング) [2] DOI (Publication and Proceedings)</p>	<p>Ryota Kuroki, Grating-Based Surface Plasmon Resonance Sensor for Visible Light Employing a Metal/Semiconductor Junction for Electrical Readout, <i>IEEE Sensors Journal</i>, 22, 22557-22563(2022). DOI: 10.1109/jsen.2022.3213760</p>
<p>口頭発表、ポスター発表および、その他の論文[1] Oral Presentations etc.</p>	<p>Masaaki Oshita, Shinichi Suzuki, Kazuto Masamoto, and Tetsuo Kan, "SIDE WALL DETECTION TYPE SPR SENSOR WITH GOLD GRATING ON GLASS", The 36th International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (IEEE MEMS 2023), January 15-19, 2023.</p>
<p>特許出願件数 Number of Patent Applications</p>	<p>0件</p>
<p>特許登録件数 Number of Registered Patents</p>	<p>0件</p>