

Title	Optical Chemical Sensor Using Surface Plasma Resonance
Author(s)	松原, 浩司
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/11094/2218
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

【 5 】

氏名・(本籍)	まつ ばら こう じ
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 8 8 4 1 号
学位授与の日付	平成元年 9 月 22 日
学位授与の要件	工学研究科 応用物理学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	Optical Chemical Sensor Using Surface Plasma Resonance (光励起表面プラズマ振動を利用した化学センサに関する研究)
論文審査委員	(主査) 教 授 南 茂夫 (副査) 教 授 一岡 芳樹 教 授 興地 斐男 教 授 志水 隆一

論 文 内 容 の 要 旨

近年、特に化学物質生産プロセス用のモニタとして、光技術を利用するインプロセスリアルタイム化学センサの要望が極めて強い。本論文は、光励起による表面プラズマ振動を利用した新しいタイプの小型化学センサ (SPRセンサ) の提案と開発を行ない、その有用性を示したものである。内容は序論と 5 つの章及び総括からなっている。

序論では、本論文の目的と、以下の章の要約を述べている。

第 1 章では、表面プラズマ振動と光の相互作用及び光による表面プラズマ振動の励起・観測法について述べ、SPRセンサの測定原理を説明している。

第 2 章では、提案した原理の妥当性を基礎的に確認するため、表面プラズマ振動の励起・観測を行う回転ステージを利用した機械駆動型の装置について述べている。試作した装置を用いて種々の条件下での表面プラズマ振動の励起の観測結果を示し、さらに液体の濃度測定の結果を示して SPRセンサの原理の正当性を検証している。

第 3 章では、小型センサを作るために不可欠と思われる機械駆動系除去のために、面光源とケーラー照明系による表面プラズマ振動励起系を持ち、イメージセンサによるマルチチャンネル検出を利用した SPRセンサを提案している。センサを非機械駆動化することにより、測定が瞬時に行なえ、実時間測定が可能となることを明らかにすると共に、試作システムの構成の詳細と有効性を実証するための実験結果について述べている。

第 4 章では、第 3 章で述べた非機械駆動型センサをさらに小型化するために、点光源と結像光学系を励起光学系として利用した SPRセンサの開発について述べている。本センサでは、励起光学系をレン

ズ1枚にすることによって小型化が容易になることを示し、この光学系をバルクの光学素子で構成して行なった実験結果についてまとめている。さらに、実際に試作した小型センサによる測定結果について述べ、本センサの有効性を示している。

第5章では、SPRセンサの性能向上法について述べている。表面プラズマ振動が励起される金属薄膜部分を多層膜化することによる精度向上法を提案し、その有効性を示すための計算機シミュレーションと実験の結果を示している。次に、温度の補正方法を提案し、実験結果からその妥当性を確認している。

総括では、以上の研究成果をまとめ、今後の課題について述べている。

論文の審査結果の要旨

プロセス中の成分のリアルタイムモニタとして、最近各種の化学センサの提案が数多くなされている。中でも、光技術を利用する化学センサは、高感度、実時間性などの点で優れ、オプトエレクトロニクスの進歩に支えられて益々注目を浴びつつあるが、新原理を用いた画期的な方式の提案は少ない。本研究は光励起表面プラズマ振動（SPR）を、小型化学センサに活用するための新しい提案と、それをを用いたセンサの試作に関するものであり、主な成果は次の通りである。

- (1) SPRを化学センサとして利用するための基本システム構成の提案を行なうと共に、原理の有効性を確認するため回転ステージと独特の光学系を用いた計測系を試作し、液体試料についての基本パラメータの抽出法と原理の正当性を確認している。
- (2) 小型センサを実現するため、機械駆動部を持たない形の計測系として、面光源とケーラー照明系を組み合わせた励起系並びに固体イメージセンサを検出系に採用する方式を考案し、高精度、実時間センシングの実現に成功している。
- (3) 上記センサのより小型化、簡便化を目的として、点光源と結像光学系の組み合わせによる励起方式を提案し、その安定性と精度向上を計るための諸手法を併用したセンサを試作してその有効性を確認している。
- (4) SPRセンサの性能向上を図るため、励起膜部分の多層化を試み、その基本特性のシミュレーションを行なうと共に、実際に四層構造のセンサヘッドを試作し、精度向上が可能であることを実証している。さらに、このセンサについて種々の温度補正法を考案し、信頼性と安定性の向上を確認している。

以上のように本研究は、SPRを利用する新しい化学センサの提案と共に、幾つかの構成の異なるユニークなセンサの試作を行なってその有効性を確認したものであり、光工学、計測工学、分析化学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。