

## 論文審査の要旨

報告番号	理工研 第424号	氏名	増永 卓朗
審査委員	主査	肥後 盛秀	
	副査	大木 章	吉留 俊史

## 学位論文題目

金蒸着ガラス棒表面プラズモン共鳴センサー装置の高性能化と  
センサーのテフロン被覆による選択性の付与に関する研究

(Studies on Improvement of a Gold-deposited Surface Plasmon Resonance-based  
Glass Rod Sensor System and Selectivity Development of the Sensor by Teflon Coating)

## 審査要旨

提出された学位論文及び論文目録等を基に学位論文審査を実施した。本論文は金蒸着ガラス棒SPRセンサー装置の高性能化と性能評価、その応答特性のフレネル等式を用いた理論解析、及びセンサー素子のテフロン被覆によるアルコール選択性の付与についてまとめたものであり、全文5章より構成されている。

第1章は序章であり、SPR現象を説明し、金蒸着ガラス棒SPRセンサー装置の特長と利点を挙げた。

第2章では、発光ダイオード(LED)を光源とし、フォトダイオード(PD)を参照と検出器とする金蒸着ガラス棒SPRセンサー装置において、参照により応答信号の強度を補正することにより、応答の安定性が向上し、微小な屈折率変化を測定することが可能になった。3種類のアルコール溶液の検出限界の測定を行い、約 $5 \times 10^{-5}$  RIUの屈折率変化を検出し、本研究室のLEDを用いる従来の金蒸着ガラス棒SPRセンサーよりも約4倍の高感度化を達成した。NaCl、KCl、MgCl<sub>2</sub>、CaCl<sub>2</sub>水溶液においては、さらに低い約 $1 \times 10^{-5}$  RIUの検出限界であった。以上の成果により、目的とする高性能化が達成された。

第3章では、金蒸着ガラス棒SPRセンサーの応答特性について、フレネル等式を用いた理論的な応答予測について研究した。平板におけるSPR応答のフレネル等式を本センサーに適用するために、LEDの入射光強度分布、ガラス棒内の入射角分布、蒸着金の形状による膜厚分布、蒸着金の長さ、ガラス棒の直径を考慮した。その結果、本センサーの理論応答曲線の最小値のピーク位置と幅は、実験結果と誤差の範囲内で良く一致し、フレネル等式を用いた理論による性能予測の有用性を示した。

第4章では、センサー素子のテフロンAF2400膜被覆による金蒸着ガラス棒SPRセンサーへのアルコール選択性の付与について研究を行った。テフロンAF膜は結晶質と非結晶質のランダムな共重合体であり、非結晶質における半径3~8Åの微細孔による高いガス透過性を持つ。この微細孔による分子サイズのふるい分けによりセンサーに選択性を付与することができる。妨害物としてグルコースを溶解させたエタノール水溶液を、テフロンAF2400選択膜で被覆した本センサーを用いて測定を行った結果、グルコースを排除しエタノール濃度のみを検出することができた。このセンサーを用いて各種の蒸留酒や醸造酒のアルコール濃度の直接測定が可能であり、分離と検出の機能を併せ持つセンサーを開発することができた。

第5章では、本研究成果を総括した。本研究において開発した金蒸着ガラス棒SPRセンサー装置はLEDの光源とPDの参照と検出器から構成され簡便であるにもかかわらず、既存の高性能な屈折率装置に匹敵する性能である。またその応答特性をフレネル等式を用いた理論計算で予測することができる。さらに、センサー素子をテフロンAF選択膜で被覆することによりアルコールの分離と検出の機能を併せ持っている。これらの成果より、本学位論文は金蒸着ガラス棒SPRセンサーの性能向上と応答特性の理論による予測、さらに選択性を持つセンサー素子の開発などの機器分析化学の分野における学術性と実用性を実証しており、今後の研究の更なる発展性を有するものである。