

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 秋元 卓央

本論文はプローブ型 SPR (Surface Plasmon Resonance: 表面プラズモン共鳴) センサーの開発に関するものであり、6 章より構成されている。

第 1 章は緒論であり、本研究の行われた背景について述べ、本研究の目的と意義を述べている。

第 2 章ではプローブ型 SPR センサーの動作原理である、共鳴波長測定型 SPR センサーの基本的な特性に対する実験と考察を行っている。

共鳴波長測定型 SPR センサーの測定感度は、光の入射角度に依存することを簡単な理論式から予想している。このため本章ではまず、理論計算によって測定感度の入射角依存性を見積ることを試みている。この結果、小さい入射角度の方が高感度な測定が可能であると述べている。

ついで、理論計算の結果を実験によって確認し、また測定感度の入射角依存性を定量的に評価することを試みている。このため実験では、グリセリンを水に希釈し、任意の屈折率を持つ液体を作製し、これらを測定対象として実験を行っている。この結果、入射角 66 度において、入射角 76 度と比較した場合、試料の屈折率に対して約 7 倍の感度を得ることができたと述べている。しかし、実験装置の光学特性から、光の入射角度は制限され、検討した結果、正確な測定を行うための入射角度の下限は 68 度であることを示している。

第 3 章では共鳴波長測定型 SPR センサーの抗原抗体反応に対する測定感度を実験的に調べている。実験では、ウシ血清アルブミンをセンサー表面に固定化し、抗ウシ血清アルブミン抗体を測定対象物質として実験を行い、その測定感度を推測している。また、得られた感度の光の入射角度依存性について検討している。

実験の結果、入射角 68 度において、入射角 76 度と比較した場合、測定感度が約 3 倍であることを示している。また検出下限も入射角 76 度と比較した場合 1/10 倍という結果を得ている。

ついで、共鳴波長測定型 SPR センサーの測定感度を共鳴角度測定型 SPR センサーの測定感度と比較している。このため、上で述べた実験と同様の実験を、共鳴角度測定型 SPR センサーを用いて行っている。得られた感度を、種々の入射角度で得られた共鳴波長測定型 SPR センサー

と比較し、共鳴角度測定型 SPR センサーと同等の感度を持つために必要な波長読み取り精度を算出している。この結果、入射角 68 度においては 10^2 nm オーダーの波長読み取り精度が必要と述べている。

第 4 章では、第 2、3 章の結果を踏まえて光の入射角を 68 度と決定し、プローブ型 SPR センサーを作製している。作製したプローブ型 SPR センサーは直径 3 mm、長さ 15 mm であると述べている。

作製したプローブ型 SPR センサーを用いて、屈折率に対する測定感度と抗原抗体反応に対する測定感度を実験によって調べている。この結果、屈折率に対する測定感度は理論計算と良く一致し、また、抗原抗体反応に対する感度は第 3 章で得られた知見と一致したと述べている。これらの結果から、作製したプローブ型 SPR センサーは、第 2、3 章の結果を良く反映した特性を示していると述べている。

ついで、作製したプローブ型 SPR センサーの試料の屈折率に対する感度を Jorgenson らの報告したプローブ型 SPR センサーと比較することを試みている。この結果、本研究で作製したプローブ型 SPR センサーの測定感度は Jorgenson らのセンサーと比較し約 7 倍の測定感度を持つと述べている。

また、これまでに報告されたプローブ型 SPR センサーと同じものを作製し、比較実験を行っている。この結果、本研究で作製したプローブ型 SPR センサーの方が SPR の強い吸収を示すと述べている。すなわち、本研究で作製したプローブ型 SPR センサーの方が安定した SPR の信号が得られたと述べている。

以上の知見より、本研究で作製したプローブ型 SPR センサーは、現在報告されているすべてのプローブ型 SPR センサーよりも、高い測定感度を持ちまた、安定した信号を与えると述べている。

第 5 章では、プローブ型 SPR センサーをより *in situ* 測定に適するセンサーへと改良するために、差動式のプローブ型 SPR センサーの開発を試みている。同一のセンサープローブ上に抗体を固定化したセンサー面と固定化していないセンサー面を作製し、それぞれの測定結果を差し引くことにより抗原抗体反応のみを検出することを試みている。本研究ではセンサープローブ上に、プラズマ重合を用いて膜厚の異なる誘電体層を設けることで、差動式のプローブ型 SPR センサーを開発している。

差動式プローブ型 SPR センサーの開発により、従来必要とされていた測定毎のベースラインの決定が不必要となり測定の迅速化及び簡便性が向上したと述べている。また、非特異的吸着による測定精度の低下を抑えることが可能になったと述べている。

第 6 章は結論であり、本研究で得られた結果をまとめている。

このように本論文では、プローブ型 SPR センサーを開発するために必要な基礎的性質を理論計算と実験によって検討し、実際に実用的に使用することが可能なセンサーの開発を行っている。また実際に使用するときに問題となる、ベースラインの決定を省略するために、差動式プローブ型 SPR センサーを開発し、*in situ* 測定を可能にしている。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。