

論文内容要旨

報告番号	甲 先 第 291 号	氏 名	市橋 宏基
学位論文題目	表面プラズモン共鳴センサの高感度化に関する研究		
<p>本論文は、新規な高感度表面プラズモン共鳴 (SPR; surface plasmon resonance) センサと広視野かつ低歪の SPR イメージングセンサの提案を行い、それらの設計手法と評価結果についてまとめたものである。</p> <p>SPR センサは、アナライト分子が金属表面に固定されたりガンドに結合したときの微小な屈折率変化を検出するアフィニティセンサとして、化学やバイオ関連分野で広く利用されている。その特長は、アナライト分子を非標識かつリアルタイムで測定可能という点にあるが、蛍光標識や isotope 標識を行う測定と比較して、概して感度が低いという問題点があった。また、その 2 次元画像を可視化する SPR イメージングセンサに対する要求事項として、広視野・高分解能という 2 つの相反する要求以前の大きな問題点として、画像歪やボケが避けられない問題点があった。本論文の目的は、これら 2 つの問題点を緩和する手法を開発することにある。</p> <p>本論文は、全 5 章から構成されている。</p> <p>第 1 章では、SPR センサと SPR イメージングセンサの概要、課題及びこれまでの研究状況について整理を行い、本研究の位置づけを明確にした。その上で研究目的について述べている。</p> <p>第 2 章では、回折格子結合型 SPR センサの高感度化を目的とし、2 つの回折次数の回折光を利用した SPR センサを提案している。すなわち、角度スペクトルの中の符号の異なる 2 つの次数の回折光による SPR ディップを用いて差動測定する方式を導入した。また、測定精度を向上させるため、矩形回折格子の形状を最適化している。数値シミュレーションの結果、提案した SPR センサの感度が、従来方式の 1 つの SPR ディップを用いる方式のそれと比較して 3 倍以上向上できることを示した。</p> <p>第 3 章では、2 章で提案した差動測定方式回折格子結合型 SPR センサにさらに改良を加えている。すなわち、対象を液体サンプルに限定し、液浸レンズを用いて、± 1 次回折光由来の SPR ディップを含む広範囲の角度スペクトルを同時に測定する光学系を提案している。その結果、角度感度は従来の回折格子結合型 SPR センサと比較して 4.8 倍向上することを示した。この提案方式では正確な光学設計が特に重要となるが、それを実証するため厳密な光学設計の例を提示した。</p> <p>第 4 章では、プリズム結合型 SPR イメージングセンサにおける本質的な問題点、すなわち、Scheimpflug の原理によって発生する像面の傾きによる像歪みとボケを解決する光学系を提案している。具体的には、反射型回折格子と物体側テレセントリックな撮像光学系を SPR イメージングセンサに導入した。数値シミュレーションを通して提案した光学システムの設計手法を提示し、従来タイプに対する優位性を示したのち、水とエタノール-水混合溶液の混合過程を 30 フレーム/秒で観測できることを示した。</p> <p>第 5 章では、本研究を総括し、今後の課題と将来展望を述べている。</p>			