



Title	表面プラズモンを用いた高感度光センシングに関する研究
Author(s)	加野, 裕
Citation	大阪大学, 1995, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39119
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 ＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed >大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	加 野 裕 ^{ひろし}
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 1 8 6 3 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 7 年 3 月 23 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科応用物理学専攻
学 位 論 文 名	表面プラズモンを用いた高感度光センシングに関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 河田 聡 教 授 樹下 行三 教 授 一岡 芳樹 教 授 後藤 誠一 教 授 八木 厚志 教 授 増原 宏 教 授 中島 信一 教 授 豊田 順一 教 授 石井 博昭 教 授 志水 隆一 教 授 興地 斐男 教 授 岩崎 裕

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、表面プラズモンを用いた高感度光センシングに関する研究を行った結果についてまとめたものである。論文は、序論、本文4章、および総括から構成されている。

第1章では、Maxwellの方程式から、バルク金属表面、薄膜金属表面に励起される表面プラズモンの伝搬定数を導き、さらに、自由電子気体近似により求めた金属の誘電率分散を考慮し、表面プラズモンの分散関係を導いている。つぎに、光を用いて、表面プラズモンを励起する条件を述べ、表面プラズモンを光励起する方法を示している。また、表面プラズモンが光励起されると、金属表面に強い電磁場が発生することを示している。

第2章では、表面プラズモンの伝搬定数が、金属に接した媒質の屈折率に依存することを利用した屈折率センサーについて述べている。本研究では、検出器に2次元CCDを用いることにより、実時間・マルチサンプル対応屈折率センサーを実現している。検出器に2次元CCDを用いることにより、瞬時に、測定位置の空間分解と、反射光の角度分解による表面プラズモンの伝搬定数測定を行えることを示している。また、偏光情報を実時間で利用するために、複屈折性結晶を用いた光学系を提案し、これにより、S/Nを向上させている。

つぎに、金属グレーティング表面に接した媒質の屈折率を、グレーティング表面に励起される表面プラズモンの波数から求める方法を提案している。提案した手法では、従来の全反射を利用した手法を大きく上回る屈折率測定限界を有することを示している。

第3章では、表面プラズモンの持つ表面電磁場増強作用を利用した高感度吸収測定センサー（吸光感度増感型表面プラズモンセンサー：AE-SPRセンサー）を提案している。そして、このセンサーを用いることにより、典型的な微量溶液試料の例に対して、全反射減衰法、透過吸収測定法に比べ、吸収を増強して測定できることを、計算機シミュレーション、および、試作したセンサーを用いた検証実験により明らかにしている。

第4章では、全反射蛍光法に対し、表面プラズモンの表面電磁場増強作用を応用することにより、蛍光薄膜からの蛍光発光強度を増強して測定できる理由について述べ、さらに、その増強度を、計算機シミュレーションにより定量的に求めている。

総括では、以上の内容をまとめ、今後の研究の課題について述べている。

論文審査の結果の要旨

プロセス計測、医療計測、環境計測などの分野においては、試料分析のための高感度な光計測法の開発が、強く望まれている。本論文は、表面プラズモンを用いて、高感度に、媒質の屈折率、吸収、蛍光を測定する手法に関し、測定原理の提案、試作装置による原理の確認などを行った結果をまとめたものである。その主な成果を要約すると次のとおりである。

- (1) 表面プラズモンの分散関係が、金属に接した媒質の屈折率に依存することを利用した実時間・マルチサンプル対応屈折率センサーを開発している。このセンサーでは、検出器に2次元CCDを用いることにより、瞬時に、測定位置の空間分解と、反射光の角度分解による表面プラズモンの励起角測定を行い、複数試料の屈折率同時測定を実現している。また、 S/N を向上させることを目的として、偏光情報を実時間で利用できる、複屈折性結晶を用いた光学系を用いており、実験によって、その有効性を明らかにしている。
- (2) 金属グレーティング表面に接した媒質の屈折率を、グレーティング表面に励起される表面プラズモンの波数から求める方法を提案し、これに用いる最適なグレーティング材料・構造を示している。また、提案した手法では、従来の全反射を利用した手法を大きく上回る屈折率測定限界を有することを述べている。
- (3) 表面プラズモンの持つ表面電磁場増強作用を利用した高感度吸収測定センサー（吸光感度増感型表面プラズモンセンサー：AE-SPRセンサー）を提案している。そして、このセンサーによって、従来法では測定が難しい、微量な溶液試料や薄膜の吸収を測定できることを、計算機シミュレーション、および、試作したセンサーを用いた検証実験により明らかにしている。
- (4) 全反射蛍光法に対し、表面プラズモンの表面電磁場増強作用を応用することにより、蛍光薄膜からの蛍光発光強度を増強して測定できることを述べ、計算機シミュレーションにより、従来法と比較している。この計算結果より、表面プラズモンを利用することの有用性を明らかにしている。

以上のように、本論文は、高感度な物質情報測定法に関して、有効な知見を与えており、応用物理学、特に光工学、計測工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。