

ふりがな こばやし ゆたか
氏名 小林 豊
学位 博士(工学)
学位記番号 新大院博(工)第282号
学位授与の日付 平成20年3月24日
学位授与の要件 学位規則第4条第1項該当
博士論文名 微小球含有有機薄膜を用いた表面プラズモン放射光のガスセンシングに関する研究

論文審査委員
主査 教授 金子双男
副査 教授 加藤景三
副査 教授 小椋一夫
副査 准教授 新保一成
副査 准教授 大平泰生
副査 准教授 馬場 暁

博士論文の要旨

表面プラズモン(SP: Surface Plasmon)は金属表面において自由電子と光が結合した表面電磁波モードである。プリズム/金属/有機薄膜/空気で構成される試料において金属/有機薄膜の膜厚が数十ナノメートルと光の波長より薄い場合、プリズムを通して光を全反射させた際に生じるエバネッセント波(消衰波)によってSPは共鳴励起される。この共鳴励起条件は有機薄膜の膜厚や誘電率のわずかな変化に高感度に反応するので、SPの共鳴励起を用いた全反射減衰法(ATR法)測定は、分子のセンシングや有機薄膜材料の表面構造を解析する手段として研究されてきている。本研究では、SPの励起に伴いプリズム/金属/有機薄膜/空気の光カップリングによって、3次元光波がプリズムから放出される現象、すなわちSP放射光を利用したセンシング特性について調べたものである。SP励起にともなうSP放射光を用いたセンシングはほとんど研究されておらず、本研究は新しい高感度センシングへの応用に向けた研究である。

本研究では環境汚染の原因となる化学物質の光学的センシングを目的として各種ガス分子の吸着現象をATR、SP放射光、導波路分光、水晶振動子微量天秤(QCM)等の方法を用いて測定した。実験に用いた有機

薄膜は、蛍光色素を含有したポリスチレン微小球を含む薄膜である。SP 放射光測定では水、アルコールなどの分子からなる蒸気の吸着による放射光スペクトルや強度のプリズムからの放射角度の依存性を測定した。放射角度に対する放射光強度特性においてピーク角度および強度がガスの吸脱着によって可逆的に変化することを確認した。また同条件での QCM 測定により定量的な評価も行い、吸着過程の詳細な検討を行った。さらに、導波路分光と QCM の同時測定による吸着現象の評価を行い、新規センサデバイス開発の可能性も検討した。

本論文は 6 章から構成されており、第 1 章では序論として研究に関する社会的背景、これまでに行われた研究内容、目的などについて説明した。第 2 章では表面プラズモンの共鳴励起現象について基礎理論や ATR 法や SP 放射光の測定原理を説明した。第 3 章では試料の作成法、測定系を具体的に説明した。第 4 章ではポリスチレン微小球薄膜を用いた ATR 法、SP 放射光、QCM による水、アルコール分子の吸着の測定結果について説明した。第 5 章では導波路分光と QCM の同時測定による吸着現象の測定結果について説明した。第 6 章では全体のまとめと今後の課題について説明した。

審査結果の要旨

公開発表会の後、審査委員会を開き審査を行った。その結果、以下のような評価がなされた。

本研究は、工学的・実用的な観点から研究が主体的に実施されていることがわかった。また、研究成果が将来の実用的な発展につながる工学的に価値あるものと評価できる。有益な新しい知見が得られており、権威ある学術雑誌に筆頭著者として発表していることなどから、研究水準も十分であると判断する。

よって、本論文は博士（工学）として十分であると認定した。