



表面プラズモンセンサによる液体、気体の濃度測定

熊本高等専門学校 情報通信エレクトロニクス工学科

教授 まつだ とよのり 教授 おだかわ ひろゆき
松田 豊稔 小田川 裕之

研究室紹介

平成24年12月5日から7日まで幕張メッセで開催された「セミコン Japan 2012」の協力イベント「THE 高専 @ SEMICON」に、熊本高等専門学校より松田・小田川研究室が、株式会社ニコンテック様のブースを借りて参加させていただきました。

松田・小田川研究室では、金属表面に励起するプラズモン波の共鳴励振を利用したセンサ（SPR センサ：Surface Plasmon Resonance Sensor）に関する研究を行っています。SPR センサは、金属表面に試料を配置して光を照射し、その反射光から試料の屈折率の変動を検出するもので、抗体抗原反応を検出するバイオセンサとして製品化され、また液体や気体の濃度を測定するセンサにも応用されています。

実用化されている SPR センサのほとんどは、図1に示すプリズム型、つまり金の薄膜を蒸着したプリズムに光を照射したときの吸収角（反射光強度が急激に減少する入射角） θ_{SP} から試料の屈折率を検出します。反射光強度の減少は、金属薄膜に表面プラズモンが励起し、入射光エネルギーの金属による共鳴吸収が発生したためです。

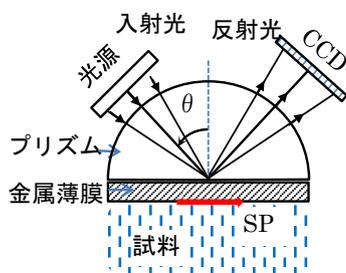


図1 プリズム型
表面プラズモンセンサ

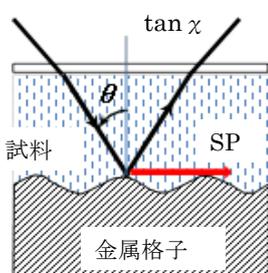
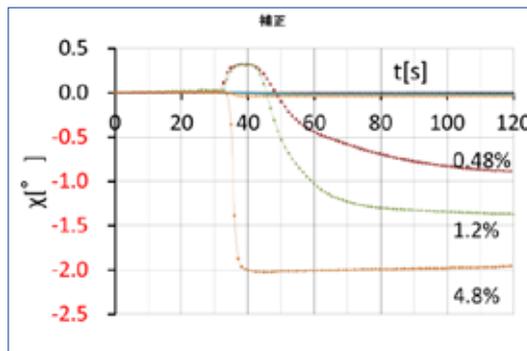
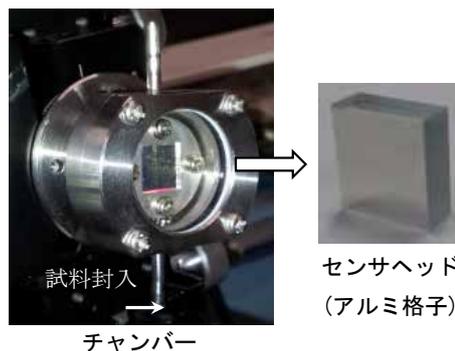


図2 周期構造型
表面プラズモンセンサ

表面プラズモン波は、プリズムの他に周期構造（図2の金属格子）でも発生させることができ、筆者らは、周期構造に励起する表面プラズモンセンサについて研究してきました。そして、SPR センサの屈折率変動の検出感度を上げる方法として、反射光の強度ではなく偏光パラメータから吸収角を検出する方法を提案しています。

研究室の卒業研究では、この偏光を利用した周期構造型

表面プラズモンセンサの (i) シミュレーション、(ii) 試作機の製作、(iii) 液体及び気体の濃度測定への応用の3つのテーマを研究しています。図3は、卒研究生が試作した周期構造型表面プラズモンセンサのチャンパーとその中にある周期構造（アルミ格子）であり、下記のグラフはアルゴン中の水素濃度を測定した結果です。水素濃度の違いにより縦軸のセンサ出力の時間応答が異なり、現在0.1%までの水素濃度の検出が可能となっています。この結果は、屈折率の小数点以下5、6桁目の変動を検出できる感度です。



アルゴン中の水素濃度変化による時間応答

図3 周期構造型表面プラズモンセンサの試作機と測定結果

展示内容

THE 高専 @SEMICON には、卒研究生が4月から行っている卒業研究の成果を「表面プラズモンセンサによる液体、気体の濃度測定」のタイトルで発表しました。偏光を利用した周期構造型表面プラズモンセンサの測定原理を紹介し



図4 試作したセンサと展示の様子



図5 海外からの来場者に英語で説明する卒研生

とを相手に伝えることの難しさです。来場者の方々は、時間的に余裕のない方がほとんどです。その中で、専門知識の有無に関わらず分かるように伝えるのは非常に難しかったです。また、来場者の方は外国の方も多くおられ英語の必要性を深く実感しました。この経験を生かし、今後は伝えたいものを相手に伝えるための練習や英語の勉強をしていきたいと思っています。

情報通信工学科5年 藤井 寿太郎

た後で、試作したセンサのチャンバーに、ノンアルコールビール、ビール、ウォッカ、水を入れたそれぞれの容器中のガスを封入し、気化したアルコール濃度の違いを検出する実演を行いました。図4に、センサの試作機と測定試料(ノンアルコールビール、ビール、ウォッカ、水を入れた容器)を示していますが、封入するガスによりディスプレイ上のセンサ出力が変化します。

期間中の3日間に、多くの来場者があり、研究内容に興味を持って頂き、実演も好評でした。研究室以外での試作機による実演ははじめてでしたので、準備から組立て、動作確認まで上手くいかないことも多かったのですが、どうにか乗り切り、卒研生は手ごたえを感じていました。来場者の方から、研究に直接関係するものから実用化や市場規模など幅広い質問を受け、卒研生には答えられないものもありましたが、今後の研究の刺激になったようです。また、図5のように海外からの来場者もありましたが、卒研生の一人に留学経験があり、英語で上手く説明することができました。今回の出展は、卒研生にとって自信を深めるとともに、これからの勉強の必要性を痛感した貴重な経験となりました。

—感想— セミコン JAPAN2012に参加して

情報通信工学科5年 野口 友熙

「自分たちの100%を出展する。」これが私達のキーワードでした。表面プラズモンセンサの実機を持って行き、気体検知のデモンストレーションを行う。たったこれだけのことが、我々には極めて難しいことだったのです。研究室のメンバーと構想を練り、装置の再設計と間取りの計算や綿密な打ち合わせなど、普段研究室に籠っているだけでは決してできない経験でした。そして、実際の展示では、その道のプロからの質問や、興味津々といった様子で足を止め、デモを見て下さった方々にプレゼンをするのは至極の幸せでした。

情報通信工学科5年 杉町 悠太

セミコンジャパンに出展して感じたことは、伝えたいこ

私がセミコンジャパンに参加して思ったことは、人にプレゼンすることは難しいということです。私たちは、プラズモンセンサを出展しましたが、プラズモンとはあまり一般的には知られていないものです。なので、知らない方にも興味を持ってもらうように、ポスターでの説明やデモンストレーションを行いました。なかなか理解してもらえませんでした。それから、出展の準備から展示まで多くの方々にお世話になり、感謝の気持ちでいっぱいです。ありがとうございました。

情報通信工学科5年 中村 高道

私たち学生は、一般の人達に研究の説明をするという機会がほとんどありません。したがって、セミコンジャパンでは企業や一般の方々に説明をするという点で、私たちは貴重な経験をすることができました。どうすれば伝えられるのか試行錯誤してみたものの、懇親会のパーティでもっと一般の人でもわかるように説明する事と言われたのを覚えています。セミコンに参加して、技術的なことから社会の事、世界の今後など多くの知識と見識を得ることができたと思います。

謝辞 「THE 高専 @SEMICON」を開催して頂きました関係者の皆様には、感謝とともにお礼を申し上げます。なお、本校の「THE 高専 @SEMICON」への出展では、発表の準備から設営・展示まで株式会社ニコンテックのご支援とご指導を頂きました。



図6 懇親会での自己紹介
右から 野口 杉町 藤井 中村