

# 論文審査結果の要旨

平成 26 年 7 月 24 日

氏名（本籍）	細木 藍
学位の種類	博士（工学）
学位記番号	甲第 118 号
学位記の授与日	平成 26 年 9 月 13 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 創価大学大学院学則第 31 条第 2 項該当 創価大学学位規則第 3 条の 3 第 1 項該当
論文題目	ヘテロコア型表面プラズモン共鳴光ファイバ水素センサの開発と 実用化に関する研究
論文審査機関	工学研究科委員会
論文審査委員	主査委員 工学博士 渡辺 一弘 委員 博士(工学) 崔 龍雲 委員 博士(工学) 西山 道子

## <論文の内容の要旨>

本論文では、利便性の高い近赤外 850nm 近傍で動作するヘテロコア型表面プラズモン共鳴 SPR による水素ガスセンサを初めて実験的に実現した。そのために特殊な薄膜蒸着装置を用いて円筒形状の光ファイバ表面に、金(Au)、五酸化タンタル( $Ta_2O_5$ )、パラジウム(Pd)からなる均一性の高い多層膜を形成している。ヘテロコア型表面プラズモン共鳴 SPR 水素センサの開発と実用化に向けて、水素に対する応答時間の改善にくわえて、リアルタイムに複数点のセンサを同時に計測するためのシステムを構築し、その有用性を明らかにしている。本論文は全 6 章で構成されている。

第 1 章は序論で、研究の背景と目的および論文構成について述べている。第 2 章では、ヘテロコア光ファイバの構造、原理、特長について述べた上で、Au、 $Ta_2O_5$ 、Pd の多層膜構造によるヘテロコア型光ファイバ SPR 水素センサの構造と動作原理について解説している。第 3 章では、Au/ $Ta_2O_5$ /Pd の多層膜構造の水素ガスに対する SPR スペクトル特性評価を行い、近赤外 850nm 近傍で水素吸蔵による SPR スペクトルを実験的に初めて観測した。さらに SPR スペクトル特性について数値計算を行い、 $Ta_2O_5$  や Pd の膜厚を変化させたときの SPR スペクトルの特徴を実験結果と比較しながら論述している。また、単一波長 850nm を用いた実験では、水素 4% に対する比較的速い時間応答が得られ、本提案の SPR 水素センサの実用性が示されている。本研究で重要な役割を果たした円筒形状の光ファイバへの多層膜の成膜方法についても論述し、その有用性を明らかにしている。第 4 章では、加熱した多層膜を水素に露呈(curing 処理)した場合の水素に対する応答時間と感度への効果について考察し、膜表面にナノサイズのクラックを発生させることで水素に対する感度を保ちながらさらに時間応答の速い水素センサを実現できることを示した。第 5 章では、光折り返しタイプの Tip 型ヘテロコア光ファイバ SPR 水素センサを新たに試作してその特性を明らかにし、疑似ランダム符号相関方式を利用したインタロゲータシステムと組み合わせた多点計測方法を実験的に実証し、多点計測が実現可能であることを示した。水素ガスセンサを多点でかつリアルタイムに計測したことは本論文で初めてである。第 6 章は上記内容の結論である。

本論文は、近赤外 850nm 近傍で動作するヘテロコア型表面プラズモン共鳴 SPR による水素センサを初めて実験的に実現し、水素ガスに対する時間応答性、感度の向上に関して実用化のための重要な指標を明示した点において高く評価できる。また、これまでの液相検出に限られていたヘテロコア SPR センサを気相に拡張した点で、本論文は新規性と有用性において十分な価値を見出す事ができる。また、この内容の一部は、信頼できる査読制度のある英文学術論文誌 2 篇 (Sensors and Actuators : Chemical および Optics Express) に掲載された。これらの内容は、極めて独創的で記述も充実しており博士学位論文として価値あるものと認められる。

#### <論文審査結果の要旨>

上記に述べたように、本論文の成果、内容は、独創的かつ実用的成果に富み、記述も充実しており博士（工学）の学位論文として価値あるものと認定する。