

光熱反射検出法を基にした光ファイバ水素ガスセンサ 構成法に関する研究

Study on construction methods of optical fiber hydrogen sensor based on
a photothermal reflectance detection technique

矢来 篤史 (YARAI Atsushi)

水素ガスは化学プラントから燃料電池に至るまで広く用いられている。しかし水素は、可燃性ガスの中で最も分子半径が小さいため、極めて漏れやすいガスである。そのため、このガスを扱う設備においては、漏れた場合の対策と共に、ごく初期段階でのガス漏れをいち早く察知することが極めて重要である。現在実用化されている水素ガスセンサはガス吸着による電気的特性の変化を検出するタイプであるが、防爆の観点から光学的なセンサの開発が待ち望まれている。従来研究において、光学的検出型の水素ガスセンサの提案はなされているものの、センサ部の信頼性に多くの問題を有しており、光ファイバによる遠隔検出には不適切な構成となることから、必ずしも光学的検出の利点を享受しているとは言えない。そこで本研究では、Pdには水素を吸着する性質があることに着目し、その薄膜が水素吸着により、その熱物性値が変化するのではないかと考え、薄膜の熱物性値の変化を高感度で検出可能な光熱反射法を用いる水素ガスセンサの開発を目指している。本稿は2007年度において行った研究内容とその成果報告、および2008年9月現在での研究状況についての中間報告である。

2007年度においては、光ファイバの端面にPd薄膜を蒸着し、その熱物性値を光熱反射法で測定するべく、それに適した全光ファイバ型の小型光熱反射検出装置の試作をおこなった。同装置のプロトタイプが完成し、先ずAu薄膜での予備実験により、Au薄膜の熱物性値の同定が可能であるとの結論に達した。その成果を米国物理学協会 (AIP) 発行の論文誌 *Review of Scientific Instrument* Vol. 78 (2007) 054903, 5 pages により公表した。

2007年～2008年においては、この装置を用いて実測定を行うための準備をおこなった。具体的には、光ファイバのFCコネクタ端面にPd薄膜をスパッタ法により製膜しながら光熱反射検出をその場測定できるための専用DCスパッタ装置の設計・製作、擬似乱数であるM系列を用いた光熱変調系とベクトルシグナルアナライザによる周波数特性のリアルタイム測定系の整備をおこなった。現在これらの整備がほぼ完了し、Pd薄膜に水素を吸着させ、熱物性値変化の測定に取り組んでいる。センシングエレメントは、厚さ数100 nm、直径2.5 mmの薄膜であるが、実効的には直径数10 μ m程度であり、超小型水素センサの実現の可能性を秘めている。現時点においては、現有の検出系において、約1%程度の水素濃度で薄膜の熱的性質に変化の徴候が現れることを見出した。またガス吸着時における反応速度は10秒程度、脱離時は約2分程度であることを確認しており、特にガス検出時の反応速度は十分に実用的な範囲であり、今後詳細な検討を行う予定である。なおこれらの研究成果については近々レター論文として纏め、論文投稿を予定している。