

導波モードセンサを利用した水素ガスの検知

Detection of Hydrogen Gas Using a Waveguide-Mode Sensor

早大先進理工¹, 産総研²○^(M1)傅夢穎¹, 大木義路¹, 田嶋一樹², 吉村和記², 王曉民², 藤巻真², 粟津浩一²Waseda Univ.¹, AIST²○^(M1)M. Fu¹, Y. Ohki¹, K. Tajima², K. Yoshimura², X. Wang², M. Fujimaki², K. Awazu²

fumengying@fuji.waseda.jp

【はじめに】自動車用燃料電池などへの応用が注目されている水素は可燃性であり、車載用及び水素ガスステーション用の高感度で且つ簡易な水素ガスセンサが望まれている。今回、検出板表面での光吸収により特定波長の光強度が減衰する現象を用いる導波モードセンサ[1]で、調光ミラー薄膜[2]を利用し微量な水素ガスの検知に成功した。

【実験】SOQ (Silicon-on-Quartz) の単結晶 Si 層を熱酸化し、シリカガラス基板上に厚さ 24 nm の Si 層と厚さ 440 nm の SiO₂ 層を形成し、その上部に調光ミラー薄膜 (Mg₄Ni 合金層 35 nm と反応触媒の役割を持つ Pd 層 8 nm) を堆積し、検出板とした。検出板のシリカガラス側に接触させた底角 38° の台形プリズムへ S 偏光ハロゲンランプ光を入射し、検出板で反射した光を分光した。水素ガスと濃度調整用窒素ガスを導入し、水素ガス濃度 20 ppm から 100 ppm まで 20 ppm 毎に、水素ガス導入開始時と開始 2 時間後の反射率の最小値の変化量を観測した。

【結果と考察】水素濃度 100 ppm における水素導入開始直後 (I - ○) と 2 時間後 (II - □) の反射スペクトルを Fig. 1 に示す。2 時間後に波長 462 nm の最小反射率は約 2.2 % 増加する。水素吸蔵合金である Mg₄Ni 合金は Pd 触媒層との接触面から水素化反応が進み、元の金属状態から水素化固溶状態に変化し、最後に水素化状態になると考えられている。この過程で、導波路層表面における光吸収が減少し、反射率が上昇すると考えられる[3]。この最小反射率の増加は、フレネルの式に基づく反応進行のシミュレーションの結果と合致している。Fig. 2 に示すように、最小反射率の増加量は、水素濃度が高くなるにつれて大きくなる。

以上、導波モードセンサによる水素の検出に初めて成功し、測定 2 時間で濃度 20 ppm まで検知可能な感度を有していることが分かった。今後可搬性且つ防爆性に優れたガスセンサとして期待される。

【謝辞】SOQ 基板は信越化学工業より提供頂いた。

[1] M. Fujimaki et al., Opt. Express, pp. 15732-15740, vol. 18, 2010.

[2] K. Yoshimura, et al., Synthesiology, pp. 253-260, vol. 5, No.4, 2012.

[3] Y. Yamada, et al., J. Appl. Phys. 107, 043517 (2010).

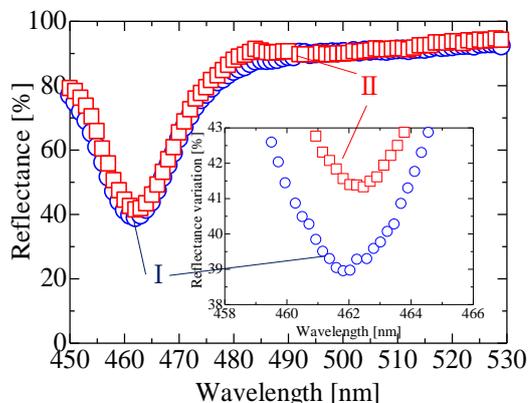


Fig. 1 Reflectance spectra measured just after the introduction of hydrogen (I - ○) and two hours later (II - □). The hydrogen concentration is 100 ppm.

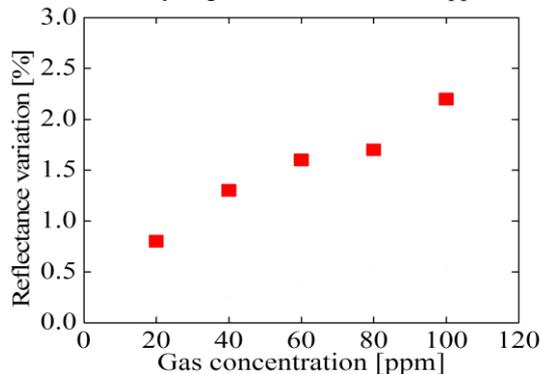


Fig. 2 Increase in the minimum reflectance at about 462 nm observed two hours after the introduction of hydrogen gas, as a function of gas concentration.