

PDMS 微細流路構造高周波無線水晶振動子ガスセンサの開発

Development of High-Frequency Wireless QCM Gas Sensor with PDMS Microchannel

日工大¹ ◯阿藤 大輝¹, 木村 優仁¹, 加藤 史仁¹, 増本 憲泰¹, 野口 裕之¹

Nippon Inst. of Tech.¹

◯Hiroki Ato¹, Masahito Kimura¹, Fumihito Kato¹, Noriyasu Masumoto¹, Hiroyuki Noguchi¹

E-mail: kato.fumihito@nit.ac.jp

現在、自動車や発電の分野で使用されている化石燃料は、温室効果ガスの CO₂ や大気汚染物質の NO_x、SO_x 排出問題から、環境に優しい代替燃料が求められており、その一つとして、水素が注目されている。水素は利用の段階において、CO₂ を排出することがなく、また、NO_x、SO_x の排出も無い。更に、再生エネルギーから抽出される水素を使用することによって、環境負荷を大幅に低減できるため、人間と機械の調和のための新しいエネルギーとして有益である。今後、水素社会の急成長が見込まれることから、水素インフラの管理や保全を目的とした水素ガスセンサニーズが増加するものと思われる。そこで、本研究では、水素吸蔵材料として広く知られているパラジウム (Pd) を水素感応膜として利用し、無線水晶振動子センサ技術と組み合わせることで、基本共振周波数 66.65 MHz の高周波無線水晶振動子水素ガスセンサを開発した。Fig. 1 は、開発したセンサのチップ概略図を示している。薄板 AT-Cut 水晶振動子 (2.5×1.7×0.0025 mm³) 片面に、高周波スパッタリング装置を用いて、密着層のクロム (Cr) 薄膜を約 1 nm 成膜後、水素感応膜の Pd 薄膜を約 25 nm 成膜した。その後、シリコン樹脂 (PDMS) を使用して、ナノインプリントリソグラフィ技術により、微細流路構造のセンサチップ構成部品を製作した。下側微細流路中に形成された微細ピラーによって、水晶振動子を支持した状態に配置し、上側微細流路を貼り合わせることでセンサをチップ化した。微細流路中への検出ガスの導入には、シリコンチューブを使用し、シリコンシーラントで接着固定した。水素ガス検出実験では、マスフローコントローラを使用してガス流量を 50 ml/min に制御しつつ、バッファガスの窒素 (N₂) を流し、水晶振動子の共振周波数から得られるベースラインを確保した。その後、検出対象ガスの水素 (H₂: 1%, N₂ バッファ) を流し、Pd 薄膜の水素吸蔵にともなう周波数変化の検出に成功した。この周波数変化量は、Pd 薄膜の水素吸蔵に起因した成分に加えて、今回、薄板水晶振動子を使用したことで Pd 薄膜の水素吸蔵にともなう膨張によって水晶振動子が反りを生じたことも貢献していると考えられる。無線水晶振動子センサ技術は、25 μm 以下の薄板水晶振動子を使用できることから、Pd 薄膜の水素吸蔵に起因した更なる反り量を得られるため、高感度な水素ガスセンサの開発が期待できる。

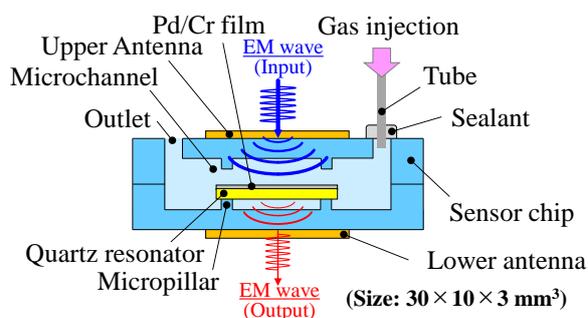


Fig. 1 Hydrogen gas sensor chip fabricated by nanoimprint lithography with PDMS.

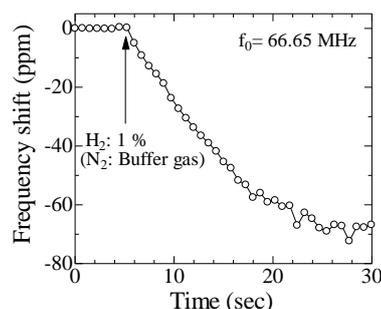


Fig. 2 Frequency shift due to detection of hydrogen gas using a developed sensor.