

LSPR ガスセンサの温湿度特性評価

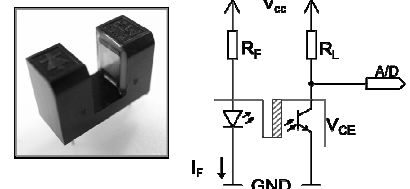
○加沢 エリト^{*1)}、紋川 亮^{*2)}

1. 目的・背景

揮発性有機化合物（VOC）の法規制濃度範囲を安定して計測できる工業用ガスセンサが市場にはまだない。VOC 処理装置や VOC 環境モニタを安価に製造するためには、ワイドレンジでかつ小型・安価なガスセンサが不可欠であるため、これを開発することとした。

2. 研究内容

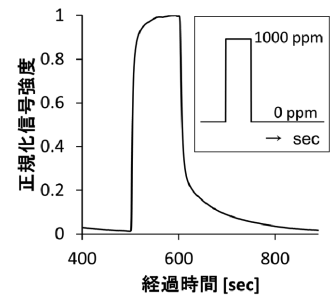
金（Au）ナノドット基板に多孔質体を積層することで、幅広いガス濃度に高速で応答するガスセンサを構築できることを既に報告した。このシステムは、多孔質体に吸着した気体の毛管凝集を Au ナノドットで生じる局在表面プラズモン共鳴（LSPR : localized surface plasmon resonance）の変化で検出するものである。さらに、安価な光半導体部品を用いることで、LSPR ガスセンサを小型・安価に構成することを確認した。本研究では、開発したガスセンサヘッドの実環境下での動作を評価した。



(左：外観、右：駆動回路)
図 1. センサヘッド

(1) センサ作製

電子ビームリソグラフィ（EBL）及びリフトオフ法を用いて石英基板上に直径 300nm、高さ 50nm の金（Au）ナノドットアレイ構造を形成し、次に、一般的なメソポーラスシリカ（MPS : mesoporous silica）の合成方法である MCM-41 法を用いて多孔質膜を堆積した。この後、基板を切断分割し、市販のフォトインタラプタに貼り付け、ガスセンサヘッドにした（図 1）。このセンサは、ガス濃度に応じてフォトトランジスタの電圧 V_{CE} が変化する。センサ信号は 10bit A/D を内蔵する 8bit MPU を用いて連続計測した。



図中は送気パターン
図 2. LSPR 応答特性

(2) 温湿度特性試験

本センサは、理想的な状態では安定した応答特性が得られる（図 2）。一方、実環境においてはベースラインが変動し、安定した測定結果が得られない。不安定要因の一つとして大気中の湿度変化の影響が考えられるため、恒温槽を用いて、センサ信号と湿度変化の関係を調べた。測定結果の例を図 3 に示す。

初期の測定では、湿度をステップアップした場合とステップダウンした場合の信号にずれが生じており、ヒステリシス特性を有することが分かる。一方で、測定を繰り返すとヒステリシス特性が緩和される結果となった。

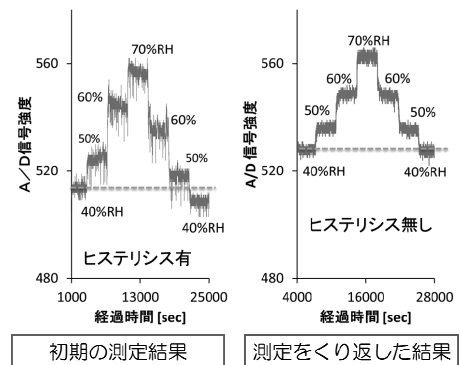


図 3. センサヘッドの湿度変化応答

3. 今後の展開

今後は、湿度の影響ならびにメソ孔固有のヒステリシス特性を回避する手法を開発し、安定したガス計測が可能な LSPR ガスセンサの開発を目指す（特願 2009-105359、特願 2014-079717）。

謝辞

本研究の一部は、(独)科学技術振興機構・東京都地域結集研究開発プログラムのもとで実施された。

*1)電子半導体技術グループ、*2)バイオ応用技術グループ