

Pt-MOS キャパシタを用いたアセトンセンサ

An acetone sensor based on a Pt-MOS capacitor

慶應大理工

○萩原 一樹, 祖父江 琢哉, 田中 貴久, 内田 建

Faculty of Sci. & Tech., Keio Univ.

○Kazuki Hagiwara, Takuya Sobue, Takahisa Tanaka, and Ken Uchida

E-mail: hagiwara@ssn.elec.keio.ac.jp, uchidak@elec.keio.ac.jp

【背景及び目的】人間の呼気には様々な揮発性有機化合物 (Volatile Organic Compounds: VOCs) が含まれており[1], そのいくつかは, 健康状態と深い関連があると考えられている. 例えばアセトンの濃度が高い場合には糖尿病の疑いが示唆されることが知られている. 呼気中のガス分子の種類と濃度を調べることで, 簡便に健康状態をチェックすることが可能になると期待されている[2]. Pt は様々な物質の酸化触媒として機能するため, 多くのガスセンサで用いられている. 一方で, SiO₂ 上に成膜した Pt ナノシートを利用した抵抗型センサでは, 150°C という比較的低温で水素を選択的に認識することが報告されている [3]. スマートフォンのような携帯端末にガスセンサを搭載するためには, 200°C 程度の低温で動作させることで消費エネルギーを低く抑え, 小型かつ長期間動作可能なシステムを構築することが期待される. しかし, 100°C~200°C の低温における Pt 触媒表面で発生している化学反応に関しては, 未だ十分な情報は得られていない. 今回, Pt をゲート電極とする MOS キャパシタを用いた容量型センサを作製し, アセトンに対するセンサ特性を調べた. また, Pt ナノシートによる抵抗型センサと比較した.

【実験方法】Pt をゲート電極とした p 型の MOS キャパシタを作製した(Fig. 1). キャパシタ特性を, 乾燥空気とアセトン含有の乾燥空気, それぞれの雰囲気下で容量のゲート電圧依存性として評価し, アセトン雰囲気において容量変化が最大となるゲート電圧を決定した. また, そのゲート電圧で, 容量の時間依存性を調べた. 150°C において空気 (5 min), アセトン (10 min), 空気 (10 min) の順に雰囲気を換え, 容量の変化を測定した. 呼気には比較的高濃度の水素が含まれることから, 呼気中のアセトンに対する夾雑物として, 水素に対するセンサ応答を調べた.

【結果及び考察】Fig. 2 はセンサの容量の変化率の時間依存性を示したものであり, 低濃度のアセトン曝露時 (黒線) にセンサ応答が見られ, 水素とほぼ同等の応答を示している. 一方, Pt ナノシートの抵抗型センサでは, 水素に対して圧倒的に大きな反応が見られ, アセトンにはほとんど応答しない (Fig. 3). 容量型センサでは, Pt 表面に化学吸着したアセトンが分極し, 容量に変化をもたらしたと考えられる. 一方, 抵抗型センサでは, Pt 中のキャリア密度が高いため, アセトンの分極は Pt 中の伝導に影響を及ぼさず, 表面でのアセトンの吸着状態と酸素の吸着状態との差が小さいことから応答が現れないと考えられる. 水素についても, 吸着水素の分極が容量特性に影響を与えるだけでなく, Pt 表面における散乱を抑制し, 抵抗に変化をもたらしている[3]と考えられる.

【結論】Pt をゲート電極とした MOS キャパシタによるアセトンセンサを作製した. 容量型センサでは, ほぼ同等構造の抵抗型センサに比べて, アセトンの感度を高く, 水素の影響を軽減することができ, 呼気中アセトンセンサへの展開が期待される. また, このような多様な電気特性の評価は, 低温における Pt 触媒反応を調べる上で, 貴重なデータを提供すると期待される.

[1] M. Phillips *et al*, *J. Chromatogr. B* **729** (1999) 75–88[2] M. Righettoni *et al*, *Anal. Chem.* 2010, **82**, 3581–3587[3] T. Tanaka *et al*, *Sensors and Actuators B* **258** (2018) 913-919

謝辞: 本研究は, JST-CREST の支援 (グラント番号 JPMJCR1331) を受けたものである.



Fig. 1: Device structure

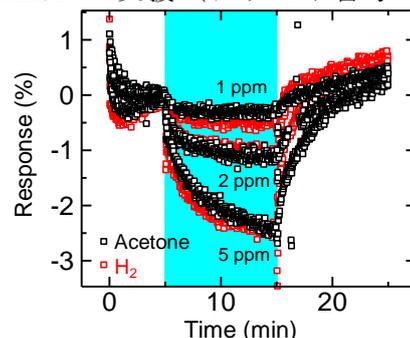


Fig. 2: Sensing characteristics (Capacitance)

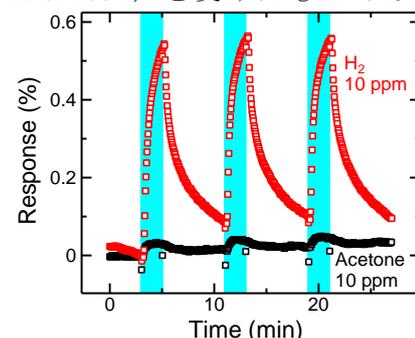


Fig. 3: Sensing characteristics (Resistance)