

産学共同研究プロジェクト「ガスセンサの開発」

化学・材料系技術班 森 雅美

1. はじめに

現在、産学共同プロジェクト「環境・エネルギー材料創製開発」に関わる業務を行っている。このプロジェクトは、「物質循環分野」「環境保全材料分野」「エネルギー変換材料分野」の3分野から構成されており、「物質循環分野」では鉱石からのレアアースの回収、「環境保全材料分野」では大気環境を計測するためのガスセンサの開発、「エネルギー変換材料分野」では燃料電池の開発を行っている。私はこの3つの分野のうちの「環境保全材料分野」のガスセンサの開発に携わっている。本発表では、電位応答型ジルコニアセンサを用いた特定 VOC ガス種の選択的検知について報告する。

2. 実験方法

図-1 に示す構造の5種類のセンサを作製し、これらのセンサの VOC ガスに対する応答特性を評価した。センサは、YSZ シートの両面にスパッタにより Pt 電極を作製し 500°C で熱処理した後、検知極側 Pt 電極上に Au, SiC, Sm₂O₃, SmFeO₃ 層を形成させ、500°C で1時間熱処理して作製した。SiC, Sm₂O₃, SmFeO₃ 膜は電気泳動堆積 (EPD) 法, Au 膜は Au ペーストを塗布して作成した。Au, SiC, Sm₂O₃ は市販品を使用し, SmFeO₃ は複合金属シアノ錯体微粒子の熱分解により合成した。センサの VOC ガスに対する応答特性は、作製したセンサ素子を電気炉内に設置し、合成空気または検知対象ガスを流通させ、その際の検知極と参照極間の電位差 (起電力) をエレクトロメーター (アドバンテスト製、R8240) を用いて測定して評価した。検知対象ガスである VOC (酢酸, エタノール, メチルエチルケトン, ベンゼン, トルエン, キシレン) はパーミエーターを用いて発生させた。

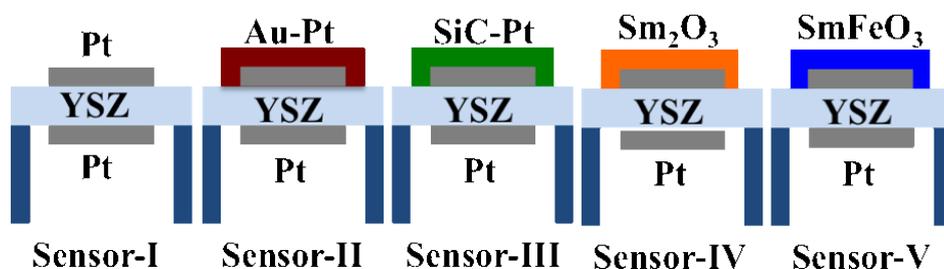


図-1 センサ構造

3. 結果

図-2 は、作動温度 400°C でのエタノール濃度とセンサ応答の関係を示している。センサ応答は濃度の上昇に伴って増大し、センサ応答と濃度の対数値の間には直線性が見られた。センサ応答は、検知極側 Pt 電極を Au, SiC, Sm₂O₃ でコートしたセンサでは僅かに増大したが、SmFeO₃ でコートしたセンサでは減少した。図-3 は、作動温度 400°C でのトルエン濃度とセンサ応答の関係を示している。検知極側 Pt 電極上に微粒子層を形成させることで全てのセンサにおいてセンサ応答が増大した。特に Au 層を形成させることでセンサ応答は大幅に増大した。

図-4 には、作動温度 400°C での4種類のセンサの 1ppmVOC (メチルエチルケトン, エタノール, ベンゼン, トルエン, キシレン) に対するセンサ応答を示した。検知極側 Pt 電極上に SmFeO₃ を堆積させると脂肪

族系 VOC (エタノール, メチルエチルケトン) に対するセンサ応答は抑制されたが, 芳香族系 VOC (ベンゼン, トルエン, キシレン) に対するセンサ応答は Pt 検知極センサとほぼ同じ値であった. また, Au, SiC を堆積させると芳香族系 VOC に対するセンサ応答は増大したが, 脂肪族系 VOC に対するセンサ応答は Pt 検知極センサとほぼ同じ値であった. このことから, 検知極側 Pt 電極を Au または SiC でコートすることで, 芳香族系 VOC を選択的に検知できる可能性が示唆された.

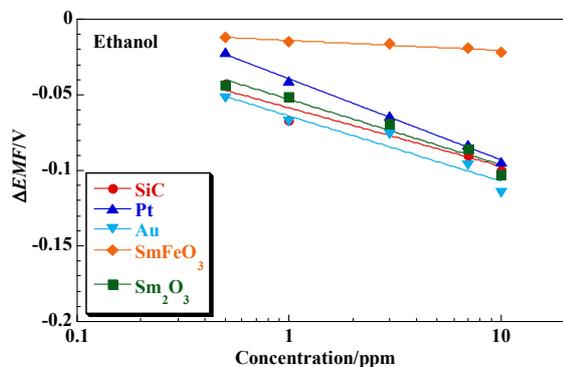


図-2 エタノール感度の濃度依存性 (400°C)

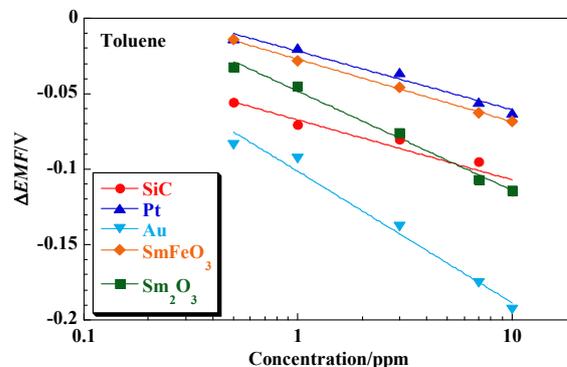


図-3 トルエン感度の濃度依存性 (400°C)

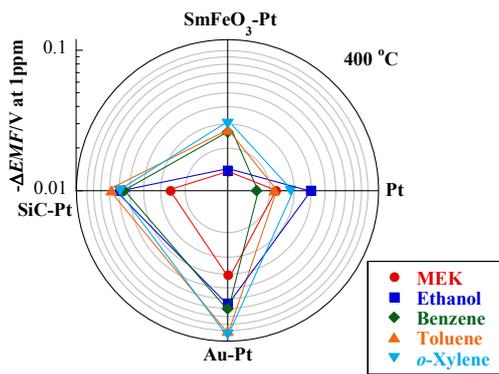


図-4 1ppm の VOC に対する各種センサの感度 (400°C)

参考文献

- 1) M. Mori, H. Nishimura, Y. Itagaki and Y. Sadaoka, Potentiometric VOCs Detection in Air Using 8YSZ Based Oxygen Sensor Modified with SmFeO₃ Catalytic Layer, Sensor and Actuators, B142 (1), pp. 141-146 (2009).
- 2) M. Mori, H. Nishimura, Y. Itagaki, E. Traversa and Y. Sadaoka, Detection of Sub-ppm Level of VOCs Based on a Pt/YSZ/Pt Potentiometric Oxygen Sensor with Reference Air, Sensor and Actuators, B143(1), pp. 56-61 (2009).
- 3) M. Mori and Y. Sadaoka, Potentiometric VOC Detection at Sub-ppm Levels Based on YSZ Electrolyte and Platinum Electrode Covered with Gold, Sensor and Actuators, B146 (1), pp. 46-52 (2010).