

メソポーラスシリカ薄膜を利用した局在表面プラズモン共鳴 (LSPR) による揮発性有機化合物 (VOC) 応答特性

○秋山 恭子*¹⁾、紋川 亮*²⁾、加沢 エリト*³⁾

1. はじめに

塗装、印刷等の工場で使用される有機溶剤の多くは、光化学スモッグの原因となる揮発性有機物 (VOC) が多量に含まれており、VOC 排出が問題視されている。その背景を受け VOC 処理装置の開発を目指し、中でも本グループでは 10~1000ppm を測定でき装置に組み込める VOC センサの開発を目指している。本センサは局在表面プラズモン共鳴 (LSPR) とメソポーラスシリカ (MPS) を複合させた VOC センサで、今回その経過を報告する。

2. 試料および実験方法

<2・1> 金ナノドットパターン作製の作製 ナノサイズの金粒子は特定波長の光を吸収し、その現象は LSPR と呼ばれる。共鳴吸収は金粒子近傍の物質の誘電率に応じ、光スペクトルの吸収位置が変化する。すると、ある波長での光の透過率が変化し、この変化を VOC 計測に利用した。金粒子として φ400nm、ピッチ 800nm、高さ 60nm の格子状金ナノドットアレイパターンを電子線リソグラフィで作製した。

<2・2> MPS 薄膜の形成 シリカ原材料の TEOS、界面活性剤の CTAB 及び水をモル比 8:1:185 で混合し、硝酸にて pH 2 に調整後 3 時間攪拌した。得られた MPS 前駆体を金ナノドットパターン上にスピコートした後、400℃で 5 時間焼成することで界面活性剤を除去し、メソ孔を有する MPS 薄膜を得た⁽¹⁾。

<2・3> VOC に対する LSPR の感度測定 6 種の VOC について LSPR の光の透過率の変化を連続計測した。図 1 の破線で示すように、試料気体の濃度変換をオンオフ動作で行い、1250nm の透過率を分光光度計で計測した。風量は 5L/min で一定とした。

3. 結果・考察

VOC の濃度に対し光の透過率の減少量と相関関係があり、VOC の濃度変化をリアルタイムで検出できることが明らかになった。図 1 に代表としてトルエンの結果を示す。MPS をコーティングする前には、透過率の変化が見られなかったことから、本センサが、動的環境下でガス計測に有用であることが証明された。また VOC 種によって光の透過率の減少量に違いがみられることから、VOC 種を特定できる応答特性を有していることが明らかになった。一方、ベースラインにドリフトが見られ、補正した結果を黒線で示した。この原因は現在追求中で今後改善していく方針である。

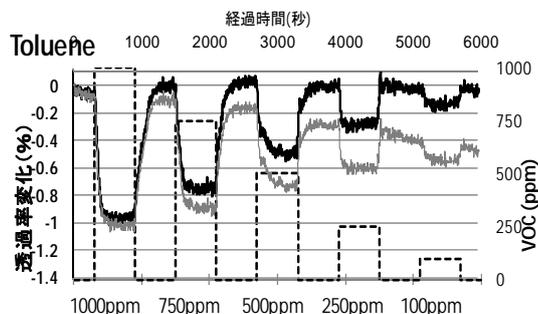


図 1 5 L/min の流通法による動的環境下での光の透過率の変化 (黒線：補正值、灰色線：実測値、破線：トルエン濃度)

4. まとめ

MPS を感応膜として導入することにより、従来困難であった LSPR でのガス計測を可能とした。また、リアルタイムで検出できることから、比較的応答速度が速く、装置に組み込めるセンサとして期待している。なお、本研究は JST 東京都地域結集型研究開発プログラムの成果である。

参考文献(1)米内山 賢 他 J. Ceramic Society of Japan 111, 413-418 (2003)

*1) 地域結集事業推進部、*2) ライフサイエンスグループ、*3) 城南支所