

研究成果最適展開支援事業 (A-STEP) FS ステージ (シーズ顕在化) 事後評価報告書

プロジェクトリーダー (企業責任者) : 富士通クオリティ・ラボ (株)

研究責任者 : 早稲田大学 齋藤 美紀子

研究開発課題名 : プラズモンアンテナ型 SERS チップを用いた VOC センサの開発

1. 研究開発の目的

新規に開発した、高感度で吸着分子のラマンスペクトルが測定できるプラズモンアンテナ型分子センサをシーズとして、電子機器等で規制が厳しくなっている揮発性有機化合物 (VOC) の検出能力を検証し、高感度・簡便・低コストの VOC センサシステムの実用化の可能性を探る。10ppb の微量 VOC 検出および多成分 VOC の検出を目標とし、個々の VOC 分子の表面増強ラマン散乱 (SERS) スペクトルのライブラリを作製し、同時に密度汎関数法 (DFT 法) によるスペクトル計算との比較に基づいて吸着分子の精密な同定を行うことにより多成分 VOC の検出を実現させる。さらに同センサのリフトオフ法に特有のレジストなどの汚染物による妨害を防止するためにナノインプリント技術によるプロセス技術を開発し、低コスト・大量生産の可能性を探る。

2. 研究開発の概要

①成果

10ppb レベルの高感度で VOC センシングを行うためのプラズモンアンテナ型分子センサの開発および同センサを用いた表面増強ラマン散乱 (SERS) による VOC の検出および解析技術、および精密な VOC 吸着装置の開発を目標とした。同センサに関しては、有限差分時間領域法 (FDTD 法) によるセンサの最適形状設計に基づきナノインプリント法による製造プロセスを確立した。また 10ppb レベルの微量な VOC ガスの吸着制御装置を開発した。また 10ppb のメチルメルカプタンガスのラマンスペクトルの検出に成功した。さらにトルエン/アセトアルデヒドの混合ガスのラマンスペクトルを検出し、DFT 法によるスペクトル解析と対応させ多成分 VOC の検出に成功した。達成度は全項目で 90%以上と評価される。

②今後の展開

本開発のプラズモンアンテナ型センサが VOC センサとして十分な感度を有することが実証された。しかし VOC センサとして実用化するには、測定したラマンスペクトルから VOC ガスの濃度を定量的に知る必要がある。他にも技術的には、実用化のための課題として、より多くの VOC ガス種での実証と SERS スペクトルライブラリの拡充、およびセンサの良品率の向上などが残されている。

3. 総合所見

概ね期待通りの成果が得られ、イノベーション創出が期待される。VOC センサのナノプリント法による製法及び得られた検出感度は、ほぼ当初の目標を達成した。また、センサの基礎分野を担当した学とプロトタイプの開発を担当した産の役割分担は適切であったと考える。VOC の測定のニーズは高く、今後、高感度化、データ解析手法などについて、基本的なデータのさらなる蓄積と緻密な考察を行うことによって、実用化可能性についてより明確な展望が描かれることを期待する。