

PEDOT:PSS を用いた薄型・軽量な有機 CO₂ センサの開発

Development of a thin and lightweight Organic CO₂ sensor using PEDOT:PSS

○土屋 和彦¹, 野村 綾子¹, 東海林 純一¹, 奥山 義浩¹, 長峯 邦明^{1,2},
古澤 宏幸³, 時任 静士^{1,2}

(¹山形大 ROEL, ²山形大院有機材料シ, ³山形大院理工)

○Kazuhiko Tsuchiya¹, Ayako Nomura¹, Junichi Tokairin¹, Yoshihiro Okuyama¹

Kuniaki Nagamine^{1,2}, Hiroyuki Furusawa³, Shizuo Tokito^{1,2}

(¹ROEL, Yamagata Univ., ²Grad. Sch. of Org. Mat. Sci., Yamagata Univ., ³Grad. Sch. of Sci. and Eng., Yamagata Univ.)

E-mail: tsuchiya@yz.yamagata-u.ac.jp

【はじめに】 森林伐採や化石燃料の大量消費による大気中の CO₂ 濃度の急激な増加が地球温暖化や種々の異常気象の原因ガスとして指摘され、地球規模での CO₂ の排出抑制が大きな社会課題となっている。この解決に向けた検討として、高い CO₂ 吸着能を有する吸着剤の開発や CO₂ をメタンやメタノールへ変換し資源化することのできる還元触媒の開発と並行し、CO₂ を高い精度で検出でき環境中でモニタリング可能なセンサの開発等が注目されている。

一方、農業分野に目を向けると、ハウス栽培や植物工場における農作物の生産性の向上、あるいは貯蔵における穀物の品質安定性や腐敗による量の損失を抑制するために、CO₂ の濃度管理は重要な課題のひとつであり、その CO₂ 濃度は 1000ppm 前後との報告例がある^[1]。

本研究では、低コストで製造できフィールド環境で使用できる薄型・軽量のガスセンサの開発を目的とし、プラスチック基板上の電極に有機電性材料の PEDOT:PSS 膜と高分子/銅 (Cu) キレート剤からなる CO₂ 感応膜を塗布して積層化した有機 CO₂ センサを作製し、感応膜と CO₂ との相互作用に伴う PEDOT:PSS の抵抗値変化から、センサ性能を評価した。

【実験】 CO₂ 電極の構造及び反応機構を Fig. 1A に示す。PEN フィルム上の Au 電極に 1wt% の酸化カーボンナノチューブ (MWCNT-COOH) を含んだ PEDOT:PSS 分散液をスピコート成膜し DMSO 処理を施した後、ポリエチレンイミン (PEI) / ポリエチレングリコール (PEG) / Cu キレート剤からなる水溶液を塗布乾燥し応答電極を作製した。検出方法は、反応槽内の CO₂ 応答電極に 0.05V を印加した後、槽内に CO₂ ガスを注入し電極間抵抗を測定した。比較として従来の NDIR 方式による CO₂ 濃度測定結果と、電極の抵抗値変化との相関をプロットした。

【結果・考察】 CO₂ の注入濃度に伴い応答電極の抵抗値減少が観察された。これは、Fig. 1A に示す感応膜内での反応機構により、吸着した CO₂ から H⁺ を経て生成した Cu²⁺ の PEDOT:PSS に対するドーピング効果による抵抗値減少と考えられた。その検出上限は 5000ppm 程度であり、農業分野での測定領域となる 400~1000ppm の低濃度領域の検出が可能であるとともに、応答の可逆性も確認された。今後は全印刷回路からなる安価で薄型・軽量な CO₂ センサの開発へと検討を進める予定である。[1] Semple, R et al. In Proceedings of the Integrated Pest management Strategies in grain storage systems Conference (1988).

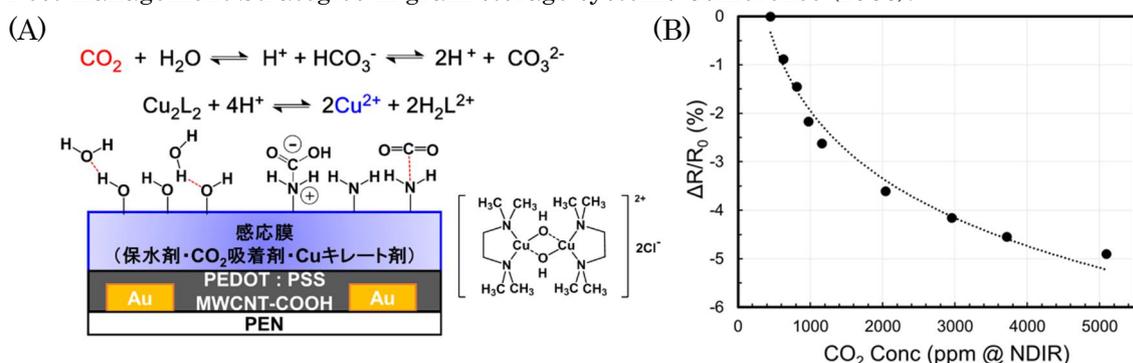


Fig.1 (A) An illustration of a sensing electrode for CO₂ detection and (B) plots of resistance value ratios (ΔR/R₀) of the electrode against CO₂ concentrations under a constant voltage.