

誘電泳動集積法によって作製した ZnO ナノワイヤガスセンサを用いたアセチレン及び水素の検出

林 大貴* 中野 道彦** 末廣 純也**
 (九州大学大学院 *システム情報科学府 **システム情報科学研究所)

1 はじめに

油入変圧器の内部で過熱や放電等の内部異常が発生すると、種々の炭化水素系分解ガスが発生する。これらのガスの組成や濃度を分析することで内部異常の原因を特定できることが知られており、油中ガス分析と呼ばれている^[1]。発生するガスの中でも特にアセチレン(C_2H_2)は、絶縁油劣化を診断する際の指標ガスとして用いられ、これを検出することは変圧器の設備診断において重要である。また、水素(H_2)は変圧器の初期異常に多く発生するガスであり、これを検出することは変圧器故障の兆候を知る上で重要である。本研究では変圧器設備診断への応用を目指して、独自に開発したセンサ作製法である誘電泳動集積法^[2]を用いて ZnO ナノワイヤセンサを作製^[3]し、 C_2H_2 及び H_2 に対するセンサの応答を調査した。

2 実験装置および方法

2.1 ZnO ナノワイヤの誘電泳動集積

ZnO ナノワイヤ (直径 50 nm、長さ 300 nm、Aldrich 社) をエタノール中に超音波分散機により 90 分間分散し、ZnO ナノワイヤ懸濁液 (濃度 1 mg/ml) を作製した。クロム薄膜 (膜厚 200 nm) をガラス基板上に真空蒸着し、フォトリソグラフィ技術によってマイクロ櫛歯電極を作製した。櫛歯長は 5 mm であり、4 本の櫛歯が 5 μ m のギャップを 3 つ形成している。電極上に密閉チャンバ (容積 15 μ l) を設置し、そこへ 50 倍に希釈した ZnO ナノワイヤ懸濁液をペリスタティックポンプにより 0.5 ml/min で循環させた。このとき、電極間に 100 kHz、20 V_{pp} の正弦波を印加することで、誘電泳動力により ZnO ナノワイヤを電極間に集積し、センサを作製した。

2.2 アセチレン及び水素ガス検出

作製したセンサをステンレス製のチャンバ (容積 200 ml) 内に設置し、空気希釈の C_2H_2 及び H_2 を導入した。流量 300 ml/min、 C_2H_2 及び H_2 の濃度は 200 ppm とした。また、センサの下部にマイクロセラミックヒーター (MS-1000、坂口伝熱株式会社) を設置し、センサ温度を 150°C から 250°C に調製した。センサ応答は、周波数 100 kHz、振幅 1 V_{pp} の正弦波電圧を電極間に印加し、シャント抵抗を介して電流を検出し、センサのコンダクタンスの変化を測定した。

3 実験結果と考察

図 1、2 にセンサ動作温度を 150°C から 250°C まで変化した時の C_2H_2 および H_2 に対する応答を示す。いずれの場合もコンダクタンスの上昇が見られたが、 C_2H_2 では 250°C、 H_2 では 200°C の時に最も大きな応答が得られた。また、 C_2H_2 に対する応答ピーク値は H_2 に比べて約 5 倍大きかった。

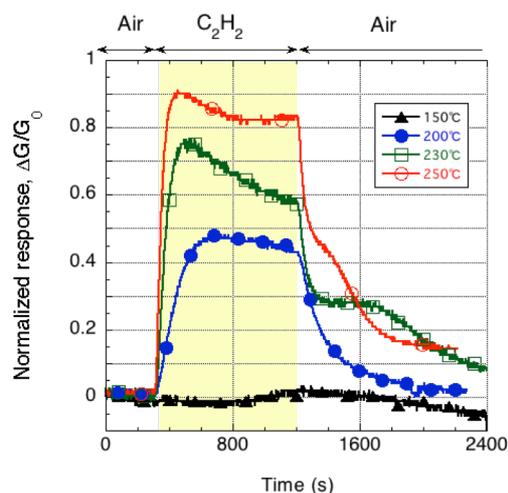


図 1 ZnO センサのアセチレンに対する応答の温度依存性

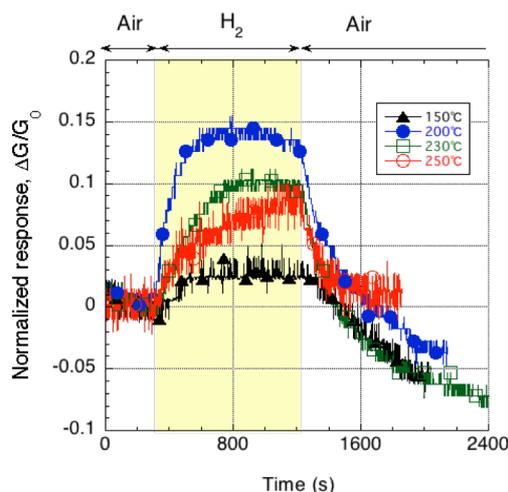


図 2 ZnO センサの水素に対する応答の温度依存性

この結果から、作製したセンサの動作温度を変化させることで、 C_2H_2 と H_2 を選択的に測定できる可能性が示された。

4 まとめ

誘電泳動集積法によって作製した ZnO ナノワイヤガスセンサを用いて 200 ppm の C_2H_2 及び H_2 を検出した。また、センサの動作温度を変化させることで C_2H_2 と H_2 を選択的に測定できる可能性が示された。

参考文献

- [1] M. Duval, *et al.*: Electrical Insulation Magazine, IEEE, Vol. 19, pp.6-15 (2003)
- [2] J. Suehiro, *et al.*: Sens. Actuat. B, Vol. 124, pp. 9058-9059 (2006)
- [3] 川邊、他：放電/誘電・絶縁材料/高電圧合同研究会 HV-15-001(2015)