

ホットスポット酸素濃度計の作製

○富岡奉文、野地英樹（都城高専 機械電気工学専攻）

キーワード：ホットスポット、酸素センサ、PTCR 特性、PIC マイコン

1. はじめに

既存の酸素センサの代表としてガルバニ電池式とジルコニア式がある。しかし、ガルバニ電池式には定期的に電解液を交換する必要がある上、使用温度と圧力範囲が狭いといった欠点が存在する。また、ジルコニア酸素センサは作動温度が 350 °C 以上と高温であり、ジルコニア素子を暖めるヒータと暖気時間が必要である。そのため使用可能な場面が限られている。

これに対してホットスポットを利用した酸素センサでは、電圧を印加してホットスポットを発生させた状態の電流値から計算により大気中の酸素濃度を求めることが出来る。この際、既存の酸素センサに必要な電解液の交換や隔膜の張替え、ヒータや暖気時間が不要であるため、既存の酸素センサの欠点を克服した酸素センサとなることが期待出来る。

本研究では、ホットスポット現象を利用したホットスポット酸素濃度計の設計、試作を行なった。

2. ホットスポット現象

ホットスポット現象とは、PTCR（比抵抗正温度依存性）特性を有するセラミックス線材に、室温・空气中で電圧を印加していくと、線材の一部が赤熱する現象である。

線材に印加される電圧が低い場合、電流は直線的に増加するが、電圧がある値に達した時点で電流が急激に減少しホットスポットが発生する。ホットスポット発生後、電流は電圧に依存せず一定となる。また、大気中の酸素分圧の値に依存して安定する電流値が変化するため、酸素センサとしての応用が可能である。

3. 設計

酸素濃度計を作製するにはホットスポットを発生させるだけでなく、電流値の測定、酸素濃度への変換、計算結果の表示といった機能が必要となる。

今回作製した回路では、A/D コンバータを搭載した PIC マイコンである PIC16F873 と電流検出抵抗を用いて電流値の測定を行った。また、酸素濃度の計算と、計算結果の表示のために必要な液晶モジュールの制御も PIC 上で行なった。

電源は家庭用コンセントから DC アダプタを用いて整流・平滑してホットスポットを発生させるための電源とし、同時にレギュレータを用いて PIC や液晶モジュール用の直流 5V を確保した。

4. 製作物

本研究では先ず、ホットスポットの発生、電流値の測定、計算結果の表示を同時に行なえる回路を試作し、回路の動作を確認した後、部品数の削減と回路の縮小を行なった。その結果、ホットスポット酸素濃度計のプロトタイプは図1の様になった。基板のサイズは 9cm × 4.5cm × 3cm、重さはアダプタと線材を除いて 63g であった。



図1. ホットスポット酸素濃度計のプロトタイプ

5. 結果と考察

現段階では周囲の酸素濃度を自由に調節出来る実験装置が無いことや、ホットスポットを発生させる線材が不足している等の理由から、ホットスポット発生後の電流値と大気中の酸素濃度の関係を十分に数式化出来ておらず、実際に電流値から大気中の酸素濃度を求めることが出来なかった。

しかし、電流値と酸素濃度を計算する部分以外を試作したホットスポット酸素濃度計の大きさは手の平に乗るサイズまで縮小出来た。その一方でホットスポットを維持するために必要な電力量が大きいため、電池では十分な動作時間を確保出来ず、電源をアダプタから取ることになってしまった。このため、手軽に携帯出来るという小型化のメリットを十分に活かせないという問題があり、消費電力の低減を回路と材料の両面で行っていく必要がある。

お問合せ先

氏名：とみおか ともふみ

電話番号：0986-47-1312

E-mail：e7tomi@cc.miyakonojo-nct.ac.jp