

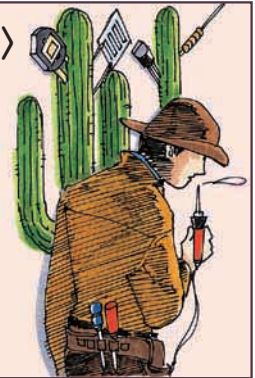
## 作りながら学ぶ初めてのセンサ回路〈第7回〉

半導体式ガス・センサでにおいの強度を測る！

### においレベル測定器の製作



島田 義人  
Yoshihito Shimada



半導体式ガス・センサを使ってにおいレベル測定器を製作してみましょう。人間の鼻が感じるにおいを客観的に定量化できるように、においの強度を電圧で出力します。

写真7-1に製作したにおいレベル測定器の外観を示します。このガス・センサはアルコールにも反応するため、アルコール・チェッカとしても使えます。

#### においセンサの種類

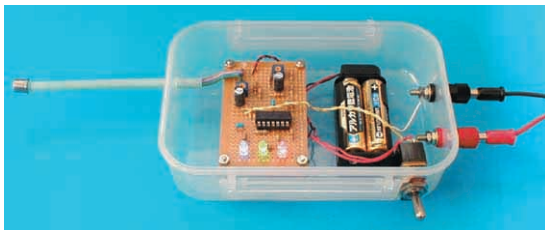
人間にとって嗅覚は、味覚と並んで非常に曖昧な感覚です。人の五感に対するセンサ開発の中で、においセンサは、一部をのぞきまだ研究途上にあります。

理由は、視覚、聴覚、触覚が主として光、音、圧力などの物理量を対象とするのに対し、味覚や嗅覚は化学物質を対象としており、定量化しづらいのです。においの量と質を客観的に評価できる方法が強く望まれています。

においセンサは一般にガスの成分センサと考えることができます。におい測定用のセンサとして使用されている方式は、ほとんどが水晶振動子式か半導体式のガス・センサです。

#### ● 水晶振動子式ガス・センサ

水晶振動子の表面ににおい感応膜を貼り付けた構造をしています。におい分子が感応膜に吸着すると膜の質量が増加し、物質の質量に比例して水晶振動子の共振周波数が低下します。この低下量を測ることで、におい物質の濃度を測るしくみです。



〈写真7-1〉においレベル測定器の外観

#### ● 半導体式ガス・センサ

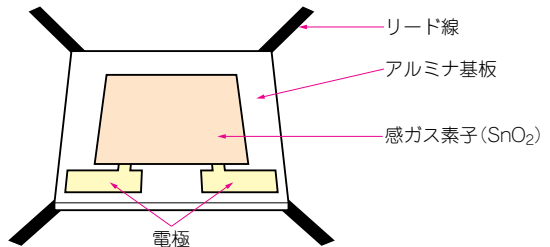
半導体を使ったにおいセンサは、半導体表面におけるにおい分子の吸着と表面反応によって半導体の抵抗値が変化することを利用してしています。今回使用したガス・センサは、この半導体式です。動作原理についてもう少し詳しく解説します。

#### 半導体式ガス・センサの動作原理

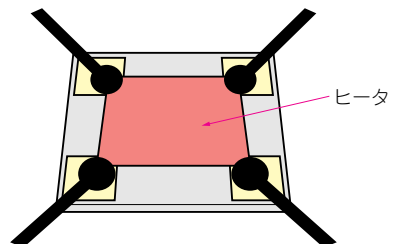
使用した半導体式ガス・センサ TGS2602 [フィガロ技研(株)] のセンサ部の構造図を図7-1に示します。センサ部の上面には、感ガス材料である酸化半導体 SnO<sub>2</sub> (酸化錫) がアルミナ基板上に形成され、下面には加熱用のヒータが取り付けられた構造をしています。

図7-2(a)のように清浄な空気中に置かれた場合、感ガス素子の表面上に酸素が吸着します。酸素は電子親和力があるため、感ガス素子中の電子をとらえます。このとき電子の流れが妨げられることから、感ガス素

〈図7-1〉TGS2602のセンサ部の構造

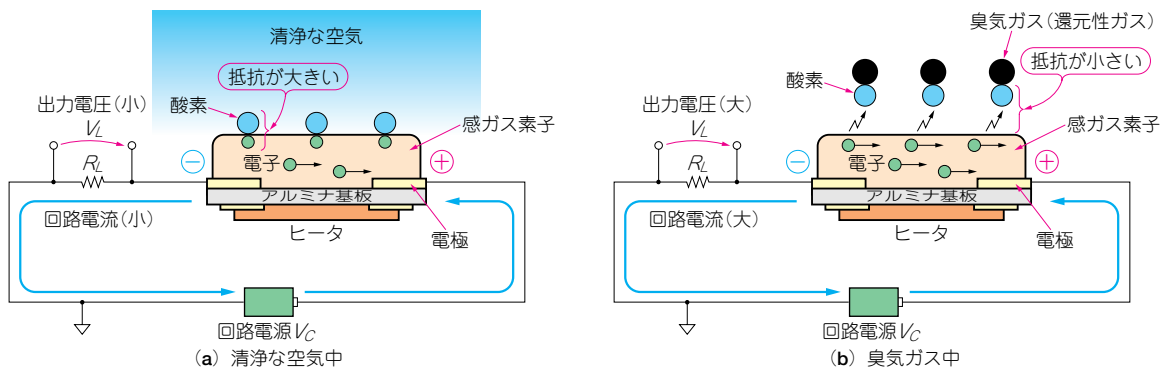


(a) センサ部の上面

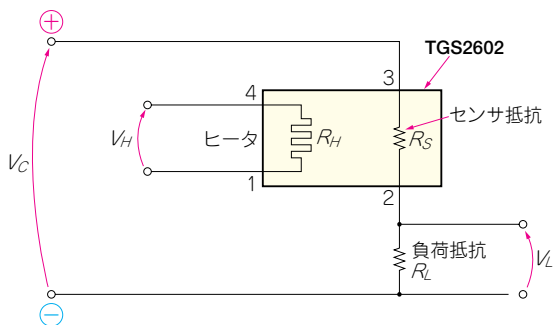


(b) センサ部の下面

〈図7-2〉半導体式ガス・センサの原理図



〈図7-3〉半導体式ガス・センサの基本測定回路



子内部の電気抵抗が増大します。

図7-2(b)のように臭気ガス中に置いた場合、感ガス素子の表面で臭気ガスと吸着酸素との酸化反応が起こり、吸着酸素が取り去られます。そのため電子は動きやすくなり電気抵抗が低下します。

このように大気中に含まれるガスの濃度に対応して電気抵抗が変化するので、それを電圧に変換すれば、ガス濃度を電的に検出できます。なお、センサの性質上、酸化性電位物質(塩素、オゾン、フロン、NOx、SOxなど)は測定できません。

## ガス・センサの特性について

### ● 基本測定回路

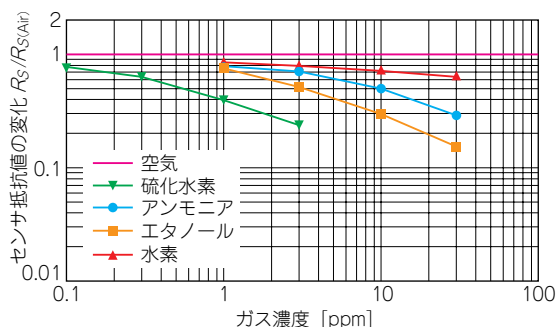
図7-3にガス・センサの基本測定回路を示します。このセンサには、ヒータ電圧  $V_H$  と回路電圧  $V_C$  の二つの電圧を加えます。 $V_H$  は感ガス素子を測定対象となるガスに適した温度に保ちます。

$V_C$  はセンサに直列に接続された負荷抵抗  $R_L$  の端子電圧  $V_L$  を測定するために加えます。 $R_L$  の値は、検出レベルが最適になるように選びます。

### ● ガス・センサの感度特性

図7-4に代表的なガス・センサのガス感度特性を示します。横軸がガス濃度であり、縦軸はセンサ抵抗比  $R_S/R_{S(Air)}$  で示されています。 $R_S$  と  $R_{S(Air)}$  は次の

〈図7-4〉<sup>(1)</sup> TGS2602のガス感度特性



ように定義されています。

$R_S$  : ガス中でのセンサ抵抗値

$R_{S(Air)}$  : 清浄大気中でのセンサ抵抗値

各種ガスに対して、センサ抵抗値が小さい特性ほど感度が高いことを意味します。硫化水素、アンモニアといった臭気ガスや、エタノールなどのアルコール・ガスに対して高い感度を示しています。水素ガスに対しては抵抗値の変化が小さく、感度が低くなっています。

## 回路設計

TGS2602を使ったおレベル測定器の回路を図7-5に示します。

### ● センサ出力増幅部

図7-5(a)にセンサ出力増幅部の回路構成を示します。図7-4に示したガス・センサの感度特性を参考にして簡易的に設計してみましょう。

代表的な特性としてエタノールに着目します。エタノール 10ppm 時の抵抗比が  $R_S/R_{S(Air)} \approx 0.3$  であることから、負荷抵抗に加わる電圧比は、 $1/0.3 \approx 3.33$  になります。センサ出力はOPアンプ IC<sub>1b</sub> で増幅します。この電圧変化を3倍に増幅すれば、約10倍の電圧比が得られます。

OPアンプ IC<sub>1b</sub> の出力  $V_{out}$  [V] は、次式で表され