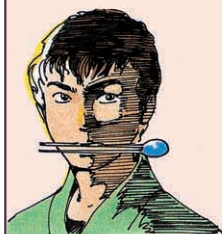


作りながら学ぶ初めてのセンサ回路〈第5回〉

風によって奪われた熱を電圧に変換する！

ダイオードによる 熱式風速計の製作

島田 義人
Yoshihito Shimada



今回は、シリコンPN接合型ダイオードを使って風センサを作り、風速を測ってみましょう。写真5-1に製作した熱式風速計の外観を示します。

人が風を感じる時、同じ気温であっても風の強いほうがより冷たく感じると思います。この風センサのダイオードも同じ原理で風の強さを感じます。ダイオードには熱源を抱かせます。ダイオードに風が当たって熱が奪われ、温度が変動し、端子間電圧が変化します。その電圧変化の大きさを測ることで、風の強さがわかるというしくみです。

風速計の種類

風速計は、図5-1に示すように大きく4種類に分けられます。

● 回転式風速計

風車の原理を応用したもので、翼の回転数を測定することによって風速を測る方式です。気象観測用などに多く使われています。

● 風圧式風速計

これは、風の吹く方向から受ける風の圧力(全圧)と、風の流れに対して垂直方向に働く圧力(静圧)との差圧を測定することで風速を測ります。代表的な風圧式風速計としてピトー管^{pitot tube}があります。

主に風速計の校正用として使われ、比較的精度よく測定できますが、風の方向に合わせて設置しなければ正しく測れないため、一般用の風速計としては不向きです。飛行機の速度の測定には、ピトー管が使われて

います。

● 超音波式風速計

一定距離を伝わる超音波の時間を測定し、風の影響による伝播時間の遅れから風速を測る方式です。気流の方向を知ることができ、応答性も良く、風速が絶えず変化するような気流の測定もできます。

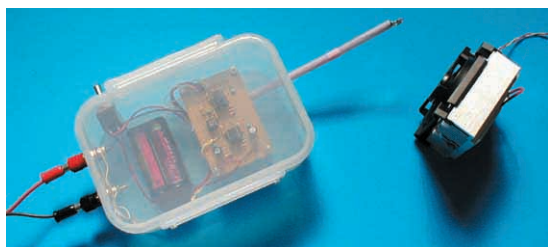
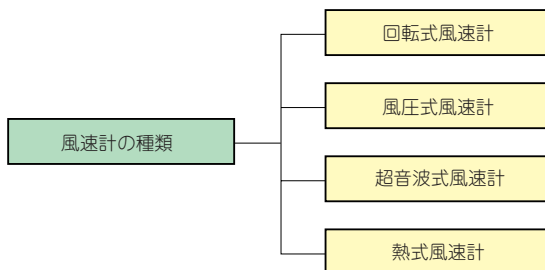
受信部は10～50 cm程度大きく、狭い空間での測定では誤差が大きくなります。

● 熱式風速計

気流の冷却効果を利用した風速計です。センサを一定の温度に加熱し、風を受けると風の強さに応じて熱が奪われます。この奪われた熱(放散熱量)を電気信号に変換することによって風速を測ります。もち運びが容易であるほか、コスト・パフォーマンスが高いため広く使用されています。

熱式風速計には白金線、サーミスタ、半導体を使ったものがあります。今回製作する風センサは半導体(ダイオード)による熱式風速計に分類されます。

〈図5-1〉 風速計の種類

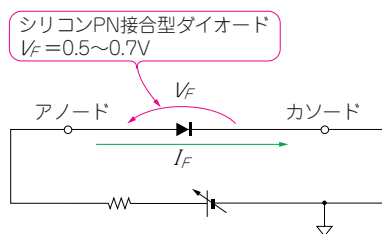


〈写真5-1〉 製作した熱式風速計の外観(ファンの風を測っている)



〈写真5-2〉 シリコン小信号ダイオード1S2076Aの外観

〈図5-2〉 ダイオードに電圧を加えたときの動作



ダイオードによる 熱式風速計の動作原理

製作する風センサには、シリコンPN接合型ダイオード1S2076A(写真5-2)を使います。そこで、まずはダイオードの特性について見ていきましょう。

● ダイオードの順方向特性

ダイオードはP型半導体とN型半導体を接合した2端子の半導体素子で、P型半導体の端子側を「アノード」、一方のN型半導体の端子側を「カソード」と呼びます。アノードからカソードへは電流が流れやすく、逆にカソードからアノードにはほとんど電流が流れないという整流特性をもっています。

図5-2に示すように、アノードからカソード方向に順電流 I_F を流すと、通常の使用条件ではアノードとカソード間に約0.5～0.7Vの順電圧 V_F が生じます。この値は一般のシリコンPN接合型ダイオードにほぼ共通です。

図5-3に1S2076Aの順方向特性を示します。順電流は供給電圧の増加に伴って指数関数的に増加するので、縦軸の順電流を対数目盛りでグラフ化するとほぼ直線的になります。ただし電流の大きい領域では、P型およびN型領域のもつ抵抗の影響が現れるため、電圧降下が大きくなります。

● ダイオードの温度特性

ダイオードの順方向特性(図5-3)を見ると、温度が高くなるほど順電圧は低くなっています。そこで1S2076Aの順電圧の温度依存性について調べてみましょう。

実測データを図5-4に示します。ダイオード単体の場合とダイオードを二つ直列に接続した場合で端子間電圧を測定しました。ダイオードの順電圧は温度上昇とともにほぼ直線的に減少する傾向があり、約-2

mV/℃の温度特性を示しています。ダイオードを二つ直列に接続した場合では、約-4mV/℃と2倍になっています。

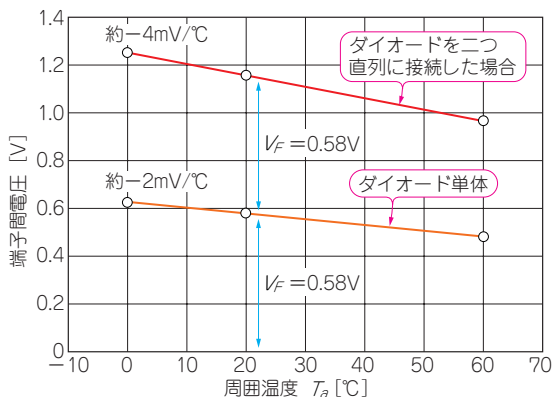
● 風センサの動作原理

風の感知方法はダイオードの温度特性を応用しています。ダイオードだけでは風を感知できませんが、適当な熱源を使いダイオードを加熱することで風を感知できます。

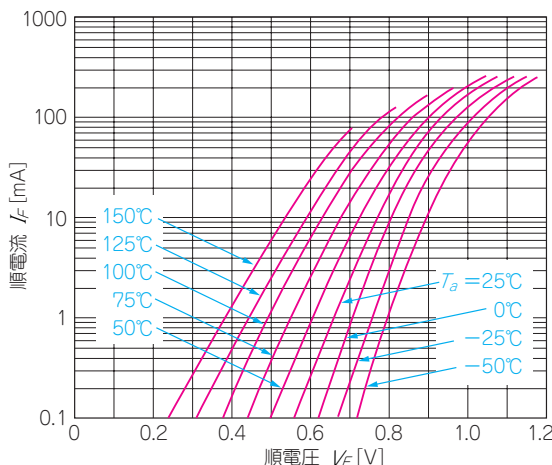
無風時には熱源によってダイオードの温度は上昇し、風があたると熱が奪われて温度が低下します。このダイオードの温度変化は、周囲温度の変化にも大きく影響するので、温度補償用に周囲温度の変化を感知し、回路で打ち消すためのダイオードをもう一つ設けます。こちらには熱源を抱かせません。

図5-5に風センサの動作原理図を示します。風センサ用のダイオードは抵抗で加熱され、温度補償用のダイオードより温度が高くなっています。温度補償用のダイオードの動作点を $P_1(V_{F1}, I_{F1})$ 、風センサ用のダイオードの動作点を $P_2(V_{F1}, I_{F2})$ とすると、両ダイオードの順電圧が同じ V_{F1} であるとき、順電流は

〈図5-4〉ダイオード1S2076Aの温度特性



〈図5-3〉ダイオード1S2076Aの順方向特性



〈図5-5〉風センサの動作原理図

