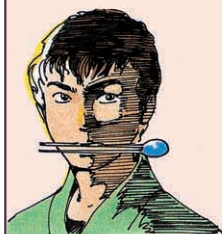


## 作りながら学ぶ初めてのセンサ回路〈第10回〉

高度計や天気予報に応用できる！

### 電子気圧計の製作

島田 義人  
Yoshihito Shimada



天気予報では、「明日は低気圧の影響で、雨が降るでしょう」とか、「明日は高気圧が近づいてくるので、天気はよくなるでしょう」と解説することがあります。

気温、湿度、気圧、風速などのうち、天気の前兆を最もよく表すのは気圧の変化です。気圧が下がれば天気は下り坂で、気圧が上がれば天気は回復すると予測できます。

今回は電子気圧計を製作してみましょう。写真10-1に電子気圧計の外観を示します。この気圧計は、高度が高いほど気圧が低くなることを利用して、気圧の変化量から高度もわかるようにしました。

#### 気圧とはなんだろう？

気圧とは大気の高さによって、地表にかかっている圧力のことです。地上付近の気圧の大きさを1気圧といいます。気圧の単位は、hPa（ヘクト・パスカル）で表します。

地球上の気圧を平均すると、1013.25 hPaであるといわれています。ヘクトとは、100倍を意味する接頭語で、1 hPaは100 Paにあたります。1 Paとは1 m<sup>2</sup>の板の上に約100 gのおもりを乗せたとき、その板が地面を押す力に相当します。1気圧を約1000 hPaと考えると、地表面1 m<sup>2</sup>当たり、なんと約10000 kgの空気が乗っているという計算になります。

イタリアの数学者であり物理学者のトリチェリが、1643年に水銀を使って初めて気圧を観測しました。図10-1は水銀気圧計の原理図です。一端を閉じたガラス管に水銀を満たして倒立させると、水銀の重さと大気圧がつり合う位置まで下がって止まります。このときガラス管内の液面の高さから気圧を測定します。その高さは1気圧で約760 mmになります。

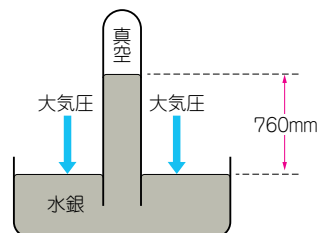
#### 気圧と天気、気圧と高度の関係

##### ● 気圧と天気の関係

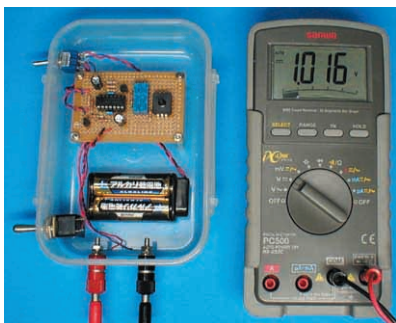
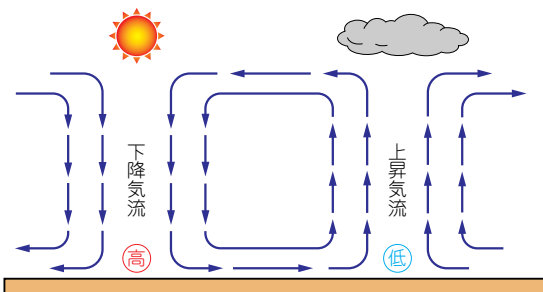
天気の変化は、高気圧や低気圧などの移り変わりに密接な関係があります。高気圧とは周囲より気圧の高くなっている区域であり、低気圧とは周囲より気圧の低くなっている区域ということで、何 hPa 以上が高気圧、以下が低気圧ということではありません。

図10-2に示すように、低気圧の中では上昇気流が起こり、地表近くの水蒸気が上空にもち上げられて冷

〈図10-1〉 水銀気圧計の原理



〈図10-2〉 気圧と天気の関係

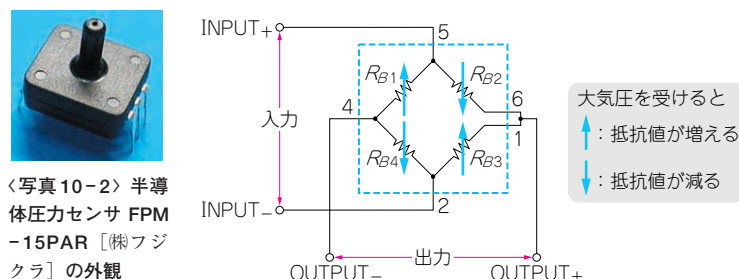


〈写真10-1〉 製作した電子気圧計の外観

〈表 10-1〉 各高度での標準気圧

| 海拔<br>[m] | 標準気圧<br>[hPa] | 海拔<br>[m] | 標準気圧<br>[hPa] | 海拔<br>[m] | 標準気圧<br>[hPa] | 海拔<br>[m] | 標準気圧<br>[hPa] |
|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|
| 0         | 1013          | 1000      | 899           | 2000      | 795           | 3000      | 701           |
| 100       | 1001          | 1100      | 888           | 2100      | 785           | 3100      | 692           |
| 200       | 989           | 1200      | 877           | 2200      | 775           | 3200      | 683           |
| 300       | 978           | 1300      | 866           | 2300      | 766           | 3300      | 675           |
| 400       | 966           | 1400      | 856           | 2400      | 756           | 3400      | 666           |
| 500       | 955           | 1500      | 846           | 2500      | 747           | 3500      | 658           |
| 600       | 943           | 1600      | 835           | 2600      | 737           | 3600      | 649           |
| 700       | 932           | 1700      | 825           | 2700      | 728           | 3700      | 641           |
| 800       | 921           | 1800      | 815           | 2800      | 719           | 3800      | 633           |
| 900       | 910           | 1900      | 805           | 2900      | 710           | 3900      | 624           |

〈図 10-4〉 ホイートストン・ブリッジ回路



やされるので、雲が発生し雨が降りやすくなります。逆に高気圧の中では下降気流が起こり、雲が蒸発して晴れやすくなります。つまり、低気圧のところでは曇りや雨、高気圧のところでは晴れになりやすいのです。

### ● 気圧と高度の関係

気圧は高度によって変わります。気圧は高度の高い所にいくほど低くなります。1964年に、国際民間航空機関が採用した国際標準大気という大気モデルがあります。標準大気とは、海拔高度0mのとき、気圧1013.25 hPa、気温15℃と定め、高度と気圧、高度と気温の関係を数値化したものです。表10-1に示すように、気圧の変化量から高度を知ることができます。1 hPaの気圧変化は、高度にして約9mに相当することがわかります。

## 気圧計に使う 半導体圧力センサの構造

写真10-2に半導体圧力センサFPM-15PARの外観を示します。穴のあいた上部の突起が大気圧の導入口で、パッケージ内にある圧力センサ・チップへ通じています。

図10-3(a)は圧力センサ・チップの断面図です。単結晶シリコン基板の裏面は、大気圧を受けて変形しやすいようになり抜かれ、その内部は真空になっています。この薄膜部分はダイアフラムと呼ばれています。

〈図 10-3〉 半導体圧力センサの構造

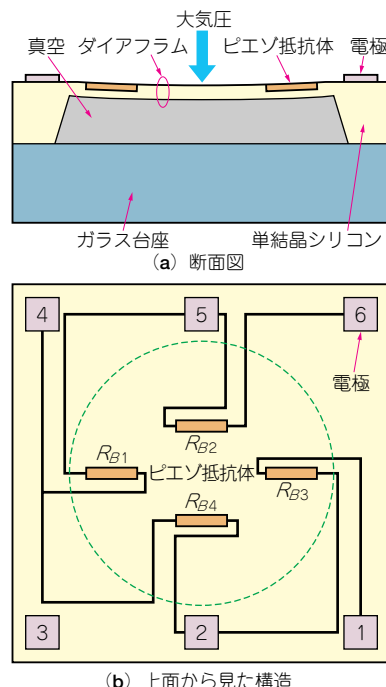


図10-3(b)は圧力センサ・チップを上面から見た図です。点線内部に示すダイアフラム面の4か所には、ひずみを受けると電気抵抗値が変化するピエゾ抵抗体を使ったストレイン・ゲージが形成されています。

大気圧を受けると、中央部にあるゲージ $R_{B2}$ と $R_{B4}$ は圧縮方向のひずみを生じ、周辺部にある $R_{B1}$ と $R_{B3}$ は引っ張り方向のひずみを生じます。ストレイン・ゲージは圧縮側では抵抗が減少し、引っ張り側では抵抗が増加します。

図10-4に示すように、これら四つの抵抗体をホイートストン・ブリッジ回路として結線し、圧力による抵抗値の変化を電圧信号として検出します。図中の矢印は気圧が上昇したときの抵抗値の変化のようすを表しています。

## 半導体圧力センサの駆動方式

半導体の抵抗値は、温度変化に応じて大きく変わります。図10-5に示すように、半導体圧力センサの抵抗体 $R_B$ の温度係数は正であり、圧力感度 $G$ は負の温度係数をもっています。

センサを駆動する方式には、定電圧駆動と定電流駆動の二つがあります。一般に正と負の温度係数を相殺して、温度特性を改善できる定電流駆動方式が使われています。