

8 電流 (2) 電気抵抗の測定 (サーミスタ)

〔ねらい〕 サーミスタの抵抗値が電流や電圧の値によりどのような特性を持つかを調べる。

〔原理〕 サーミスタは半導体でできおり、抵抗値の温度変化が大きいため温度センサー（温度計）に用いられる。金属は温度が上がると抵抗値がゆっくりと（一次関数的に）増加するが、サーミスタは温度が上がると抵抗値が大きく（指数関数的に）減少する。

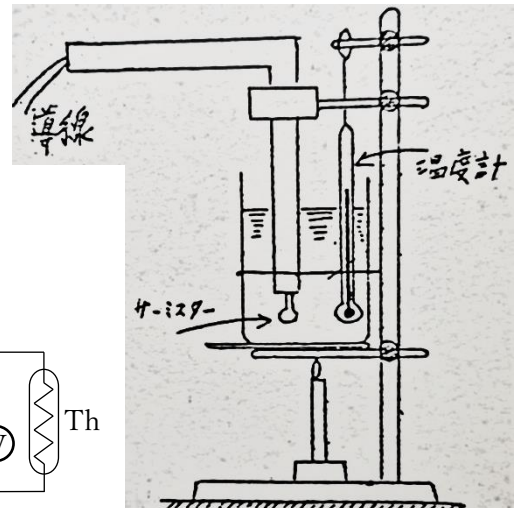
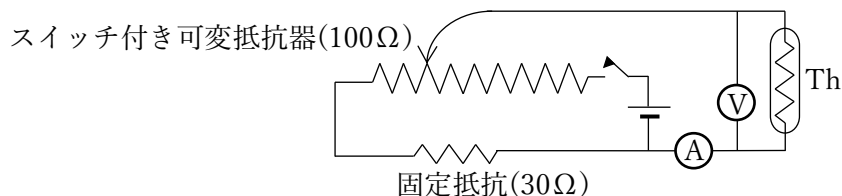
thermally sensitive resistor から thermistor と命名された。

〔準備〕 サーミスタ (Toshiba D61A), 直流電流計, 直流電圧計, スタンド, 温度計, ビーカー (300mL) かくはん棒, 測定用シャーシ, 導線, 片対数方眼用紙

〔方法〕

- (1) ビーカーに冷たい水を適量はかりとり、右図のようにサーミスタ、温度計を水中に入れて装置を組み立てる。
- (2) サーミスタの両端に付けた導線を測定用シャーシの指定された端子につなぐ。

電圧計、電流計もそれぞれシャーシ上の指定された端子に導線でつなぐ。回路は下の図のようになる。



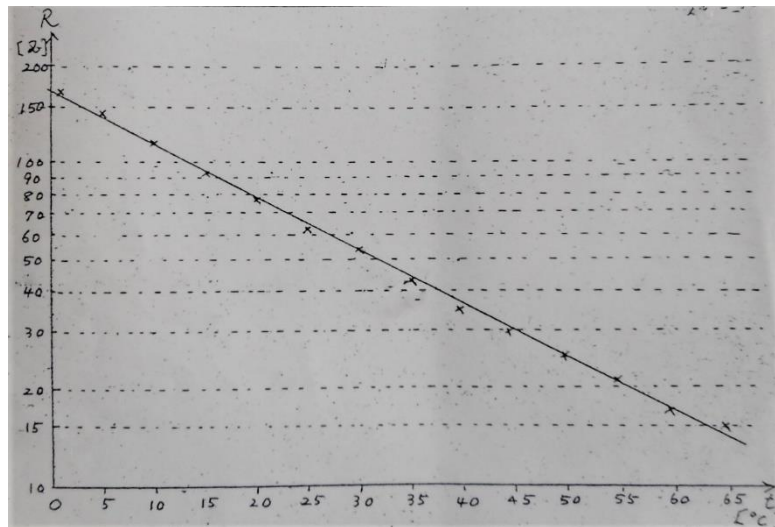
- (3) 水の温度を徐々に上げながら、いろいろな温度における電流を測定する。電圧は一定値 0.40V を保つように監視し、ボリュームコントロールを用いて調整する。
- (4) 水の温度が 65°C を越えたらすぐに加熱をやめ、電源つまみを OFF に戻す。
- (5) 測定値から抵抗値を算出し、温度 t [°C] と抵抗 R [Ω] との関係のグラフを片対数方眼用紙上に表す。目盛が等間隔になっている方を横軸 t とし、目盛が対数間隔になっている方を縦軸 R とする。

〔注意〕 一般に半導体については、加える電圧や流れる電流、周囲温度について許容値が定められているから、取り扱いには注意が必要である。

〔測定値の例〕 電圧 0.40V

温度 t [°C]	1.0	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0
電流 I [mA]	2.50	2.85	3.58	4.40	5.30	6.50	7.62
抵抗 R [Ω]	160	140	112	90.9	75.5	61.5	52.5

t [°C]	35.0	40.0	45.0	50.0	55.0	60.0	65.0
I [mA]	9.38	11.5	13.3	16.0	18.9	22.8	26.1
R [Ω]	42.6	34.8	30.1	25.0	21.2	17.5	15.3



グラフ（直線）と縦軸との交点から 0°C のときの抵抗値 R_0 が $160\ \Omega$ と読み取れる。直線の傾き $-k$ は、直線上の 2 点 ($0^\circ\text{C}, 160\ \Omega$), ($65^\circ\text{C}, 14\ \Omega$) から
$$-k = \frac{\log 14 - \log 160}{65 - 0} = \frac{1.1461 - 2.2041}{65} = -1.63 \times 10^{-2}$$

したがって、温度 t [°C] と抵抗 R [Ω] との関係は $\log R = \log 160 - 1.63 \times 10^{-2}t$ となる。

〔参考〕

サーミスタの抵抗は文献には、 $\log R = \log R_0 + B \left(\frac{1}{273+t} - \frac{1}{273} \right)$ とある (B は定数)。実験で得られた

結果は間違いか？ ここで突然だが近似式、 $|x| \ll 1$ のとき $\frac{1}{1+x} \approx 1-x$ を使う。 $\left| \frac{t}{273} \right| \ll 1$ より、

$$\log R = \log R_0 + \frac{B}{273} \left(\frac{1}{1 + \frac{t}{273}} - 1 \right) \approx \log R_0 + \frac{B}{273} \left(1 - \frac{t}{273} - 1 \right) = \log R_0 - \frac{B}{273^2} t$$