

物理実験

# ホイートストーンブリッジとその応用

実験者

組 番 氏名

共同実験者

組 番 氏名

組 番 氏名

組 番 氏名

実験日 / / 提出期限 / /

提出受付日
評価

## 目的

ホイートストンブリッジは、電気抵抗値の精密測定に用いられる回路である。未知抵抗を含む4つの抵抗をブリッジ状に組んだもので、ブリッジが平衡状態となるように既知抵抗の値を調整することで未知抵抗の値を測定する。本実験では、ホイートストンブリッジの基本的な性質を確認するとともに、ブリッジの2辺を抵抗線に置き換えたメートルブリッジと呼ばれる回路を用いて未知抵抗の値を測定する。また、ブリッジの1辺をCdSセルに置き換えた回路を作成し、ホイートストンブリッジが明るさセンサとしても応用できることを確認する。

## 実験器具

電源装置、カーボン抵抗 (1 k $\Omega$ , 5.1 k $\Omega$ , 10 k $\Omega$   $\pm$  5%), 精密抵抗 (1 k $\Omega$   $\pm$  0.1%), 可変抵抗 (10k $\Omega$ ), CdS (暗抵抗 1 M $\Omega$ ), LED (赤色), 検流計, 抵抗線 (ニクロム線), リード線, デジタルマルチメーター

### 実験 1 ホイートストンブリッジの観察

- ①図1の回路を組み立てる。抵抗  $R_1$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  にはそれぞれ 1 k $\Omega$  のカーボン抵抗を使用する。
- ②電源の出力が 3 V 程度になるように調整したら、スイッチを入れる。
- ③可変抵抗  $R_2$  のつまみを回して、抵抗値を最小 ( $\approx 0 \Omega$ ) から最大 (10 k $\Omega$ ) までゆっくりと変化させる。このとき検流計の針がどのように振れるかを観察する。  
※ 針が振り切れそうなら電源の電圧を落とすこと!
- ④検流計の針が 0 を示すように可変抵抗  $R_2$  の抵抗値を調整する。
- ⑤このときの PQ 間の電位差  $V_{PQ}$  をデジタルマルチメーターで測定し、表 1 に記録する。
- ⑥同様に  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  の各抵抗にかかっている電圧  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$ ,  $V_4$  をそれぞれ測定し、表 1 に記録する。
- ⑦スイッチを切り、 $R_2$  のおおよその抵抗値をデジタルマルチメーターで測定する。
- ⑧電位差の比  $V_1/V_2$ ,  $V_3/V_4$  を計算し、表 2 に記入する。
- ⑨同様に抵抗値の比  $R_1/R_2$ ,  $R_3/R_4$  を求める。
- ⑩  $R_4$  を 5.1 k $\Omega$  のカーボン抵抗に交換して、同様の実験を行う。

### 実験 2 メートルブリッジを用いた抵抗値の測定

- ①図2の回路を組み立てる。抵抗  $R_1$  と  $R_x$  には、それぞれ精密抵抗(1 k $\Omega$ )とカーボン抵抗(1 k $\Omega$ )を用いる。
- ②抵抗線とリード線の接触位置 Q を変えて、検流計の針が 0 を差す位置を探す。
- ③このときの抵抗線の左側 (AP 間) の長さ  $L_1$  と右側 (PB 間) の長さ  $L_2$  を測り、表 3 に記録する。
- ④一旦抵抗線からリード線を外し、③④の操作を繰り返す。3 回分の平均値を求めよ。
- ⑤  $R_x$  を別のカーボン抵抗 (5.1 k $\Omega$ ) に交換して同様の実験を行う。

### 実験 3 CdS セルを用いた明るさセンサの製作

- ①図3の回路を組み立てる。抵抗  $R_1$ ,  $R_3$  にはそれぞれ 1 k $\Omega$  のカーボン抵抗を用いる。
- ②電源の出力が 5 V 程度になるように調整したら、スイッチを入れる。
- ③ CdS に当たる光の強さを変化させ、LED の点灯状態を確認する。
- ④可変抵抗  $R_4$  を調整することで、LED が点灯する条件を調整できることを確認する。

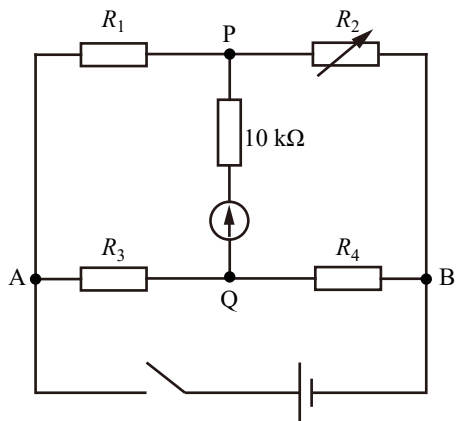


図1 ホイートストンブリッジ.

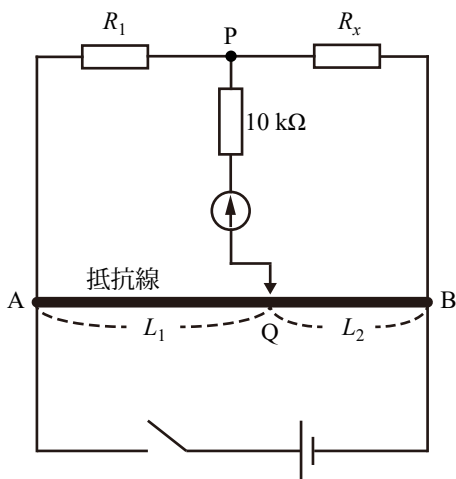


図2 メートルブリッジ.

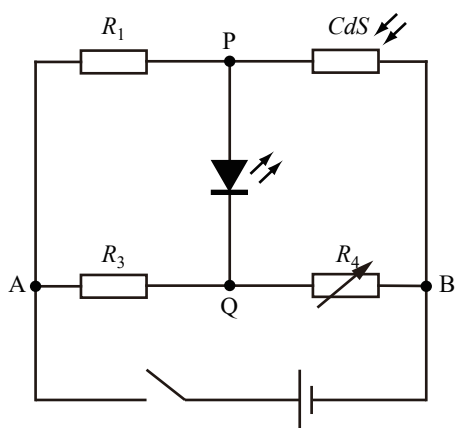


図3 明るさセンサ.

## 実験結果

### 実験1 ホイートストンブリッジの観察

表1 ホイートストンブリッジの電圧値

抵抗 $R_4$ [k $\Omega$ ]	電圧値 [V]				
	$V_{PQ}$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$
1.0					
5.0					

表2 電圧の比と抵抗値の比の関係

抵抗 $R_4$ [k $\Omega$ ]	電圧の比		抵抗値の比	
	$V_1 / V_2$	$V_3 / V_4$	$R_1 / R_2$	$R_3 / R_4$
1.0				
5.0				

### 実験2 メートルブリッジを用いた抵抗値の測定

表3 カーボン抵抗 (1k $\Omega$ ) の測定結果

測定回数	AP 間の長さ $L_1$ [cm]	PB 間の長さ $L_2$ [cm]	抵抗値の比 $R_x / R_1 = L_2 / L_1$	未知抵抗の値 $R_x$ [k $\Omega$ ]
1				
2				
3				
平均				

表4 カーボン抵抗 (5.1 k $\Omega$ ) の測定結果

測定回数	AP 間の長さ $L_1$ [cm]	PB 間の長さ $L_2$ [cm]	抵抗値の比 $R_x / R_1 = L_2 / L_1$	未知抵抗の値 $R_x$ [k $\Omega$ ]
1				
2				
3				
平均				

## 考察

①実験 1 の観察・測定結果をホイートストーンブリッジの仕組みに基づいて説明せよ。

②ホイートストーンブリッジは未知抵抗の値を精密に測定できるが、誤差を完全になくすことはできない。  
実験 2 の測定結果について、どのような誤差要因があると考えられるか。

③ CdS セルとはどのような素子か。説明せよ。

④実験 3 の結果を述べ、回路の動作原理を説明せよ。