

8 電流 (4) ホイートストンブリッジ回路 (固定抵抗)

〔ねらい〕 メートルブリッジを用いて未知の抵抗値を測定し、ブリッジ回路を理解する。

〔原理〕 図1の回路を「ホイートストンブリッジ」という。

Gは検流計である。4つの抵抗  $R_1 \sim R_4$  の抵抗値を  $R_1 \sim R_4$  として、 $R_1 R_4 = R_2 R_3$  のとき検流計の値が0となる。

長さ1mで均質で断面積が一定の抵抗線に可動接点の付いた装置がある。これを「メートルブリッジ」という。この抵抗線の断面積を  $S$ 、抵抗率を  $\rho$  とすると、

長さ  $l$  の抵抗値は  $R = \rho \frac{l}{S}$  である。これを抵抗  $R_3$ 、 $R_4$

に用いて、検流計の値が0になるときの接点の位置、図2の  $l_3$ 、 $l_4$  を測ると、 $R_1 l_4 = R_2 l_3$  となる。

これより、 $R_1$ 、 $R_2$  の一方を既知抵抗、他方を未知抵抗とすると、抵抗値の精密測定ができる。

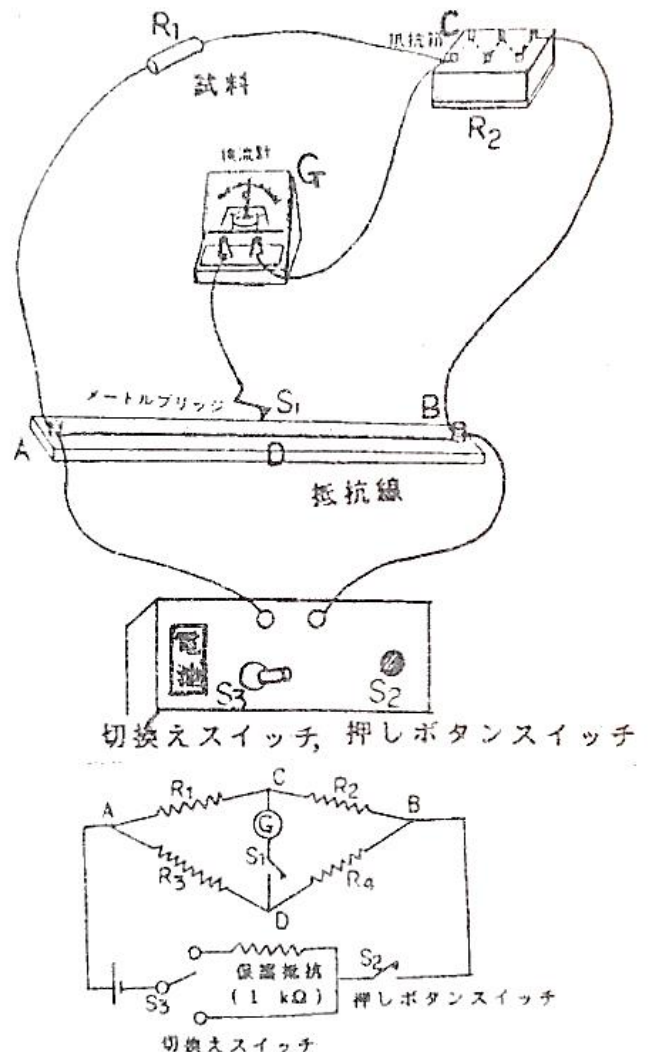
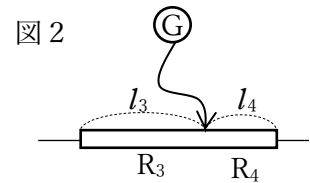
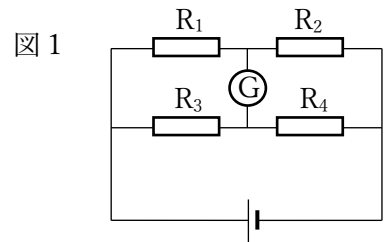
〔準備〕 試料、抵抗箱、メートルブリッジ、検流計、測定用シャーシ (電池、切り替えスイッチ、保護抵抗、押しボタンスイッチ付き)、テスター

〔方法〕

- (1) テスターを用いて試料のだいたいの抵抗値を調べる。
- (2) 右図のような回路を作る。
- (3) 切り換えスイッチ  $S_3$  を、保護抵抗 (1k $\Omega$ ) が回路の中に入る側に倒す。
- (4) 抵抗箱のプラグをいくつか抜いて、 $R_2$  の値を(1)で調べた  $R_1$  の値に近くとる。
- (5) メートルブリッジの接触器のスイッチ  $S_1$  を押し、ナイフエッジを抵抗線 (洋銀線) に触れさせてから、押しボタンスイッチ  $S_2$  を押す。

回路上のC点とD点との間に電位差があれば、検流計Gの針は左右いずれかの向きに振れる。Gの針が大きく振れたときは、 $S_1$  を開いてから接触器を移動させ、再び回路を閉じてGの針の振れを見る。

- (6) Gの針の振れが小さく (2目盛ぐらい) になったら、保護抵抗が回路から外れる向きに  $S_3$  を倒し、針の振れがゼロになるように接触器を動かす。



(7) G の針がほとんど振れなくなったときの D の位置を読む。AD= $l_3$ 、DB= $l_4$  とすれば、次の式が

$$\text{成り立つ。} \quad R_1 = R_2 \times \frac{R_3}{R_4} = R_2 \times \frac{l_3}{l_4}$$

(8) 抵抗箱の  $R_2$  を別の値にして、前述の (3) ~ (7) の操作を繰り返し、 $R_1$  の値を求める。

〔注意〕

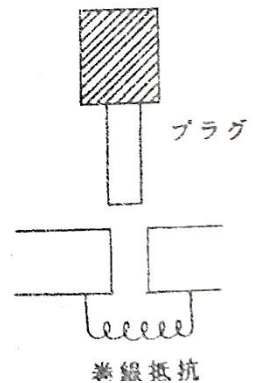
- (1) 接触器を動かすとき、ナイフエッジで抵抗線をこすらないこと。
- (2)  $S_2$  は G の針の動き具合を見るときだけ押すこと。

〔参考事項〕

- (1) 保護抵抗が回路に入っているときは、CD 間の電位差は大きな値にならない。(高々 0.02V)
- (2) 洋銀 (Ni 15~20%、Zn 20~30% の銅合金) は機械的性質、耐熱性、耐食性がよく、抵抗率の温度係数が小さい。メートルブリッジの用いられている洋銀線は直径 0.2mm、長さ 1m で抵抗値は約 15Ω である。

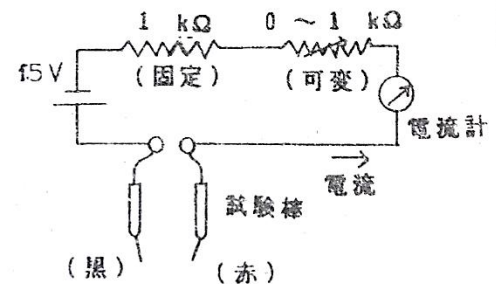
(3) 抵抗箱について

- (ア) 個々の抵抗は温度係数の小さい無誘導形巻線抵抗を用いて、絶縁性のよい物質で覆われ、じゅうぶん防湿処理がほどこされている。
- (イ) 長時間電流を流すと、温度上昇のため抵抗値が変わるおそれがある。
- (ウ) プラグは固有の穴以外の穴に挿入しないようにする。



(4) テスターについて

- (ア) 右図において、2本の試験棒の先を接触させ、可変抵抗器を調整して、電流計の針の振れが最大になるようにする。例えば可変抵抗器の抵抗値が 5kΩ で電流計が最大目盛 1mA を指していた場合を考えよう。このとき目盛板の 1mA の位置に抵抗値ゼロと書き込む。
- (イ) 次に試験棒の間に 1.5kΩ の抵抗を入れたら、電流計の針は 0.5mA を指すから、そこに 1.5kΩ と書き込む。同様に各電流に対応する抵抗値を目盛板に記入すると、電流計を抵抗計として用いることができる。
- (ウ) 実際のテスターでは、電池やメーターの内部抵抗、測定レンジ切り換え、分流器など、いろいろな点について考慮した回路となっている。



〔考察〕

- (1) 検流計の針が振れない点 D より、ナイフエッジを A 側に動かしたとき、検流計の針はどちら側に振れるか。このとき、点 C と点 D の電位はどちらが高いか。
- (2) 測定精度 (有効数字) をよくするには、 $l_3$  と  $l_4$  の比をどんな値に近づけるとよいか。また、それは何故か。

[実験報告書]

年 月 日 ( )  
第 校時 実施  
共同実験者名

| 学 年 | 組 | 氏 名 |
|-----|---|-----|
|     |   |     |

[測定値]

(1) 試料 1 (固定抵抗)

| 回                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 平均 |
|--------------------|---|---|---|---|----|
| $R_2$ [ $\Omega$ ] |   |   |   |   |    |
| $l_3$ [cm]         |   |   |   |   |    |
| $l_4$ [cm]         |   |   |   |   |    |
| $R_1$ [ $\Omega$ ] |   |   |   |   |    |

(2) 試料 2 (電流計の内部抵抗)

| 回                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 平均 |
|--------------------|---|---|---|---|----|
| $R_2$ [ $\Omega$ ] |   |   |   |   |    |
| $l_3$ [cm]         |   |   |   |   |    |
| $l_4$ [cm]         |   |   |   |   |    |
| $R_1$ [ $\Omega$ ] |   |   |   |   |    |

(3) 試料 3 (電圧計の内部抵抗)

| 回                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 平均 |
|--------------------|---|---|---|---|----|
| $R_2$ [ $\Omega$ ] |   |   |   |   |    |
| $l_3$ [cm]         |   |   |   |   |    |
| $l_4$ [cm]         |   |   |   |   |    |
| $R_1$ [ $\Omega$ ] |   |   |   |   |    |

[考察]

[感想]