

~実験ノートの例~

/		/		ホイートストンブリッジによる電気抵抗の測定		
実験前	天候		室温	°C	湿度	%
実験後	天候		室温	°C	湿度	%

実験方法

- ・ホイートストンブリッジを用いて抵抗値の判っている固定抵抗、および測定に使用したリード線を測定し、ホイートストンブリッジの使い方を確認する。
- ・ノギスで導線の長さ l 、マイクロメータで直径 d を測定する。
- ・ホイートストンブリッジを用いて導線の抵抗値 R_x を測定する。
- ・導線の抵抗率を求める。

抵抗率の計算式

$$\rho = \frac{\pi d^2}{4l} R_x$$

$$\frac{\Delta \rho}{\rho} = \frac{\Delta l}{l} + 2 \frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta R_x}{R_x}$$

(A) 抵抗の測定

測定試料

抵抗 r_1 カラーコード 茶, 橙, 金, 金 $1.3 \pm 5 \% \Omega$

抵抗 r_2 カラーコード 青, 灰, 茶, 金 $680 \pm 5 \% \Omega$

抵抗 r_3 カラーコード 緑, 茶, 黒, 金 $51 \pm 5 \% \Omega$

抵抗 r_4 カラーコード 黄, 紫, 赤, 金 $4700 \pm 5 \% \Omega$

* 4 種類の抵抗から r_1 の抵抗値をブリッジで測定した。

・抵抗器の抵抗測定

使用器具 ホイートストンブリッジ

Multiply 0.1

分解能 0.1 Ω

Multiply 0.001

分解能 0.001 Ω

固定抵抗	参考値 (Ω)	R_s (Ω)	Multiply	R_x (Ω)
r_1	1.3	1364	0.001	1.364
r_2	680	6823	0.1	682.3
リード線1	0.02	22	0.001	0.022
リード線2	0.02	23	0.001	0.023

抵抗参考値: カラーコードから読んだ抵抗値

リード線を引いた抵抗の抵抗値

$$r_1 : 1.364 - (0.022 + 0.023) = 1.339 \underline{\underline{}} \Omega$$

$$r_2 : 682.3 - (0.022 + 0.023) = 682.\underline{\underline{255}} = 682.\underline{\underline{3}} \Omega$$

* リード線の参考値

JISC3306 ビニルコード 公称断面積 0.5 mm²

導体抵抗 36.7 Ω /km : 50 cm あたり 0.02 Ω

(B) 金属線の電気抵抗率の測定

試料 マンガン線

・針金の長さ l の測定

使用器具 ノギス 分解能 0.05 mm

長さ (mm)

177.80

177.90

177.95

平均 177.8833 mm

標準誤差 0.0440 mm

推定誤差 0.05 mm

・針金の直径 d の測定

使用器具 マイクロメータ 分解能 0.001 mm

直径 (mm)

0.262

0.263

0.265

零点誤差 実験前 -0.002 mm

実験後 -0.004 mm

平均 -0.00300 mm

平均 0.26333 mm

校正した平均 $0.26333 - (-0.00300) = 0.26633 mm$

標準誤差 0.000882 mm

推定誤差 0.001 mm

・針金の抵抗 R_x の測定

使用器具 ホイートストンブリッジ

Multiply 0.001 分解能 0.001 Ω

測定試料	参考値 (Ω)	R_s (Ω)	Multiply	R_x (Ω)
マンガニン線	1.6	1348	0.001	1.348
リード線1	0.02	22	0.001	0.022
リード線2	0.02	23	0.001	0.023

参考値: テスターで調べた抵抗値

リード線を引いた金属線の抵抗値

$$1.348 - (0.022 + 0.023) = 1.303 \underline{3} \Omega$$

・抵抗率の算出

$$l = 177.\underline{8833} \text{ mm} = 177.\underline{8833} \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$d = 0.26\underline{633} \text{ mm} = 0.26\underline{633} \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$R_x = 1.30\underline{3} \text{ } \Omega$$

$$\rho = \frac{\pi d^2}{4l} R_x = \frac{\pi \times (0.26633 \times 10^{-3})^2}{4 \times (177.8833 \times 10^{-3})} \times (1.303)$$

$$= \frac{2.87055 \times 10^{-7}}{7.1153 \times 10^{-1}} = 40.\underline{403} \times 10^{-8} \text{ } \Omega \cdot \text{m}$$

・誤差計算

$$\Delta l = 0.0\underline{5} \text{ mm}$$

$$\Delta d = 0.00\underline{1} \text{ mm}$$

$$\Delta R_x = 0.00\underline{1} \text{ } \Omega$$

$$\frac{\Delta \rho}{\rho} = \frac{\Delta l}{l} + 2 \frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta R_x}{R_x} = \frac{0.05}{177.8833} + 2 \frac{0.001}{0.26633} + \frac{0.001}{1.303}$$

$$= 0.000281 + 0.00750 + 0.000767 = 0.00\underline{855}$$

$$\Delta \rho = (40.403 \times 10^{-8}) \times 0.00855 = 0.\underline{345} \times 10^{-8} \text{ } \Omega \cdot \text{m}$$

・最確値まとめ

$$l = 177.8\text{\underline{8}} \times 10^{-3} \text{ m} \quad \text{有効数字 } 5$$

$$d = 0.26\text{\underline{6}} \times 10^{-3} \text{ m} \quad 3$$

$$R_x = 1.30\text{\underline{3}} \Omega \quad 4$$

$$\text{最確値} \quad 40.\text{\underline{403}} \times 10^{-8} = 40.\text{\underline{4}} \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$$

$$\text{誤差} \quad 0.\text{\underline{345}} \times 10^{-8} = 0.\text{\underline{3}} \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$$

$$\text{最終結果} \quad (40.\text{\underline{403}} \pm 0.3) \times 10^{-8} = (40.4 \pm 0.3) \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$$

・誤差項のまとめ

$$\frac{\Delta l}{l} = 0.000281 \quad = 0.0003$$

$$2 \frac{\Delta d}{d} = 0.00750 \quad = 0.008$$

$$\frac{\Delta R_x}{R_x} = 0.000767 \quad = 0.0008$$

・文献値との比較

文献値 マンガニンの抵抗率 $\rho_{lit} = \boxed{} \Omega \cdot m$

相対誤差

$$\left| \frac{\rho - \rho_{lit}}{\rho_{lit}} \right| = \left| \frac{40.403 \times 10^{-8} - }{} \right| = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$= \%$$