






回路実験器 標準セット EC-S

ご使用に際しての安全上の注意事項

- この取扱説明書をよく読んで正しくご使用ください。
- いつでも取扱説明書が使用できるように大切に保管してください。
- 当社では誤った使い方をしたときに生じる危険や損害の程度を、次のように規定しています。

 警告	誤った取り扱いをすると、人が死亡または重症を負う可能性が想定される内容を示します。
 注意	誤った取り扱いをすると、人が傷害を負ったり、物的損害の発生が想定される内容を示します。
注 記	装置を正しく使用していただくための情報を示しています。

絵表示の意味

	この絵表示は、「警告」「注意」を促す事項を示しています。この絵表示の近くに、具体的な警告・注意内容を表記しています。
	この絵表示は、禁止事項を示しています。この絵表示の近くに、具体的な禁止内容を表記しています。
	この絵表示は、必ず実行して欲しい事項を示しています。この絵表示の近くに、具体的な指示内容を表記しています。



警告

	電源装置を接続して実験する際は、ショートする恐れがありますので十分に注意をはらってください。
	回路素子の規格を超える負荷をかけないでください。火災・感電・故障などの原因となる場合があります。



注意

	素子を直接触れないようにしてください。故障などの原因となることがあります。
	水に濡らさないでください。感電・故障などの原因となることがあります。
	電解コンデンサ、乾電池ボックスには極性がありますので、正しく接続してください。間違った場合は故障などの原因となります。
	分解しないでください。感電・故障の原因となる場合があります。

1. はじめに

この度は、当社製品をお買い上げいただきありがとうございます。ご使用になる前に、この「取扱説明書」をよくお読みいただき正しくご使用ください。なお、この「取扱説明書」は大切に保管ください。

この実験器は、中学～高校にかけて学習する様々な回路実験が可能で、直列・並列など回路図のイメージで素子を接続できるので、電位差や電流の流れる向きを容易に理解することができます。抵抗やコンデンサなど、学習に必要な素子を付属しているため、それらを組み合わせて多様な実験回路を作ることができます。

<関連機器>

138-355	直流安定化電源装置	EPS-10
138-167	直流安定化電源装置	J-5FN
241-550	デジタルテスタ	CDM-6000
107-011	直流電圧計	HQ-300N
107-081	直流電流計	HQ-5N
107-141	マイクロアンペア計	HQ-100N

2. 各部の名称とはたらき

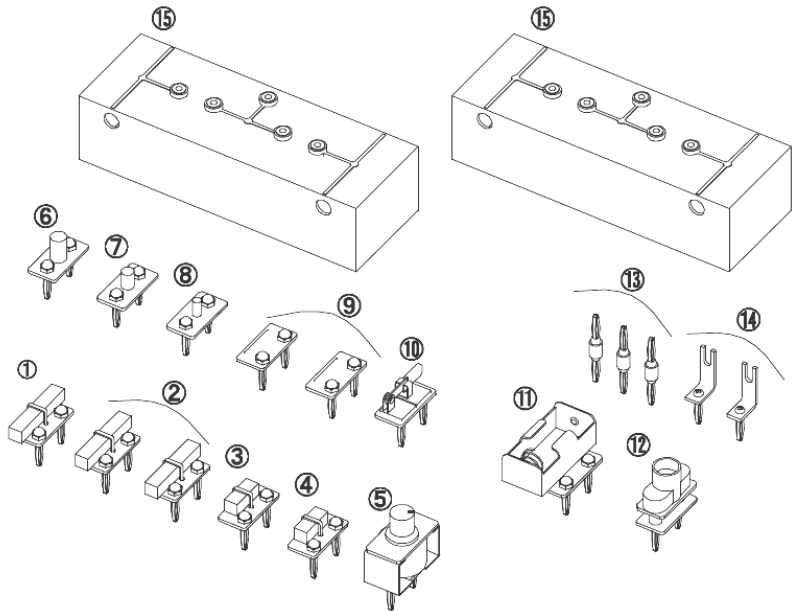


図1 製品構成

番号	種類	数量	仕様	極性	添付シール (-側) (+側)	電気図記号 (参考)	
①	抵抗 (セメント抵抗)	1	10Ω 15W	なし	なし		
②		2	20Ω 10W				
③		1	50Ω 5W				
④		1	100Ω 5W				
⑤	可変抵抗	1	0-500Ω 2.5W	なし	なし		
⑥	コンデンサ (電解コンデンサ)	1	100μF	あり			
⑦		1	470μF				耐電圧25V
⑧		1	1000μF				
⑨	ジャンパー線	2	銅線 φ約0.8	なし	なし		
⑩	ナイフスイッチ	1		なし	なし		
⑪	乾電池BOX	1	単2用	あり			
⑫	電球スタンド	1	口金E10サイズ	なし	なし		
⑬	連結用端子A	3	φ4バナナプラグ2本 (本体間の連結に使用)			JISC-0617Iによる	
⑭	連結用端子B	2	φ4バナナプラグ、金属製金具 (当社電源装置との接続用)				
⑮	本体	2	幅20cm×奥行7cm×高さ8cm 樹脂製 (基板内蔵)				

3. 実験を始める前に

実験の準備について

1. 実験する回路の電流・電圧が、使用する素子の定格以内となるようにしてください。
2. 別途使用する電流計・電圧計などのメーターは、回路に流れる電流・電圧の大きさを考えて目的にあった種類のものを選んでください。
3. 複数の測定レンジを持っているメーターでは、最初は大きいレンジに接続し測定してから、その振れによって適当なレンジに下げていくようにしてください。
4. 電流計は直列、電圧計は並列に接続してください。
5. 全てのメーターが一望できるようにメーターを配置してください。なお、1つのメーターだけに注目すると他のメーターが振り切れても気づかずに、破損させる場合があります。
6. 電源装置を使用する場合は使用方法をよく理解してください。直流・交流の出力切り替えがある場合は、必要な出力方式を選んでください。
7. 出力レベル調整ボリュームがある場合は、ゼロにしておいてからONしてください。その後徐々に出力を上げてください。
8. 乾電池や電球、メーター接続用リード線等は製品に付属しておりませんので、必要な場合は別途ご用意ください。

実験終了後は

1. 実験が終了したら徐々に出力を下げた後に出力を停止してください。
乾電池を使用したあとは、ボックスから電池を取外した状態にしてください。
2. 片付ける際は、収納ケース底のパットの溝へ電気素子のバナナ端子を差し込んで、並べて収納してください。
3. 本体をケースに入れる時は、電気素子の上に乗らせないように注意してください。
素子に負荷がかかり破損する恐れがあります。

注 意



各電気素子を使用する際は、以下のことにご注意ください。

素子はプリント基板に半田付されていますので、直接素子を持たずに基板（黒色）を持ってください。半田部に力が加わるとが剥離するとと導通不良となる恐れがあります。

各素子の定格を超える電気負荷をかけないでください。故障の原因となります。

電解コンデンサには極性があり、逆に接続すると故障の原因となります。実験回路を組む際によく確認してください。

抵抗は電流を消費し熱に変えますので、素子が発熱しますので、やけどにご注意ください。定格を超える負荷をかけると異常発熱し破損する場合があります。

本体の接続のしかた

1. 本体同士は、接続端子Aを用いて右図のように接続してください。側面にバナナ端子用の孔がありますので、差し込みます。

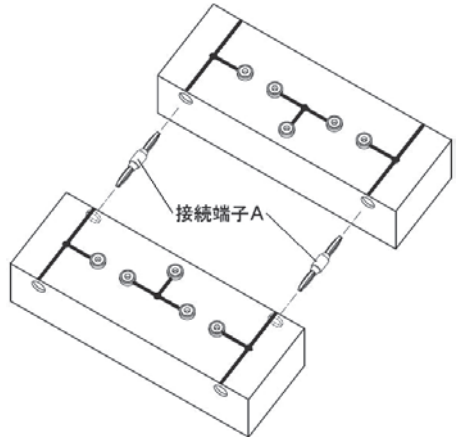


図2 本体の接続方法

2. 当社関連機器の EPS-10 や J-5FN と接続する場合は接続端子Bを用いて簡単に接続することができます。右図のように接続してください。

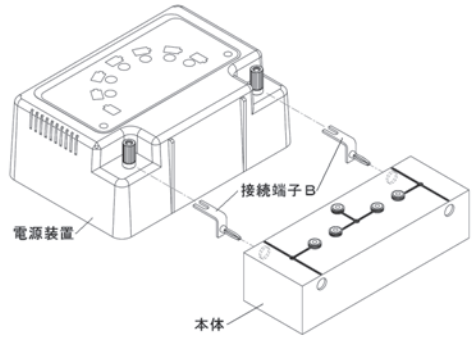


図3 電源装置との接続方法

素子の接続のしかた

本製品には、12種類（14個）の回路素子が付属されています。下側にある両極のバナナ端子を本体に差し込んで接続すると、本体に印刷された線でつながり様々な回路を作ることができます。素子を取り扱うときは、直接素子を持たず黒色のベース板を持ってください。

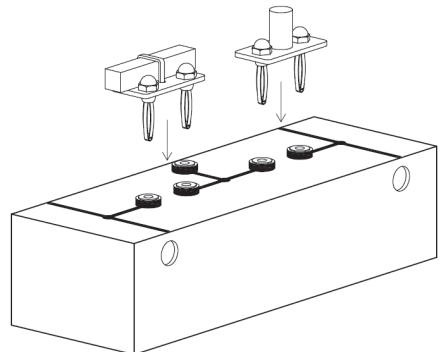


図4 本体と素子の接続方法

抵抗の仕様表示について

抵抗（セメント抵抗）は、上面に仕様が記載されています。

「W●●W○○Ω J」と表示されています。

●●部がワット数、○○部が抵抗値です。

右図の場合は、10Ω15Wとなります。

なお、公差は5%です。



図5 抵抗の仕様表示

コンデンサの仕様表示について

コンデンサ（電解コンデンサ）は、側面の表示で仕様を確認します。

「●●V○○○μF」と表示されています。

右図の場合は、25V1000μFです。

また、このコンデンサは極性を有しており、マイナス側が帯状に色分けされ「-」表示があります。

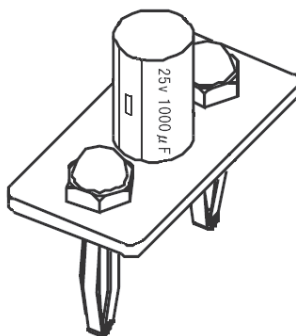


図6 コンデンサの仕様表示

可変抵抗の抵抗値調整のしかた

可変抵抗は、抵抗値を0～500Ωまで自由に変えることができます。つまみを手で回して調整してください。図7のように、反時計回りに回すと0となり、時計回りに回すと約500Ωとなります。抵抗値を確認したい場合はテスター等で電極両端の抵抗値を測定してください。なお、使用する時はつまみを中央付近にしてから通電開始してください。低抵抗で通電すると大電流が流れて焼損する恐れがあります。

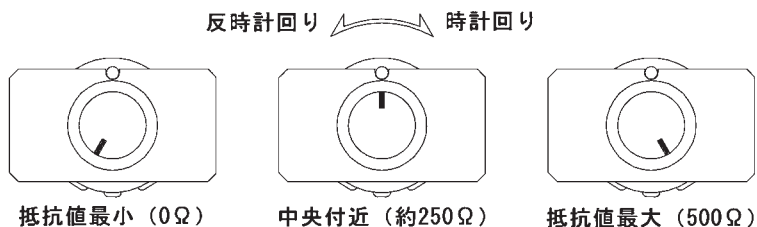


図7 可変抵抗の抵抗値調整

4. 実験例

4.1 オームの法則実験 1 (抵抗の直列接続)

●目的

抵抗を直列接続したとき、合成抵抗は個々の抵抗の和になることや全体に加わる電圧が各抵抗に加わる電圧の和に等しいことを確認します。

●準備するもの (下線については付属品ではありません。別途用意してください。)

本体 1 個、固定抵抗器 2 個

直流電源装置、直流電流計、直流電圧計、リード線

●実験内容

1) 本体 1 個と固定抵抗を 2 個選択し、図 8 のように取り付ける。

(例) $R_1=10\Omega$ 、 $R_2=20\Omega$

2) 電源装置、直流電流計を図 8 のように接続する。

3) 電源装置 (V) のスイッチを入れ、直流 1.5V をかける。

4) 直流電流計の指示値 (I) と (V) から、オームの法則を使い合成抵抗を計算する。

5) 4) で求めた抵抗値が、それぞれの固定抵抗表示値の和と等しいかを確認する。

6) 直流電圧計を R_1 の両端に接続する。

7) 3) と同様に直流 1.5V をかけ、直流電圧計の指示値 (V_1) を読み取る。

8) V_1 が、電流値 (I) と固定抵抗 (R_1) の積に等しいか確認する。

9) 次に、直流電圧計を R_2 の両端に接続し、6) ~ 8) の作業を行う。

10) V_1 と V_2 の和が V に等しくなるかを確認する。

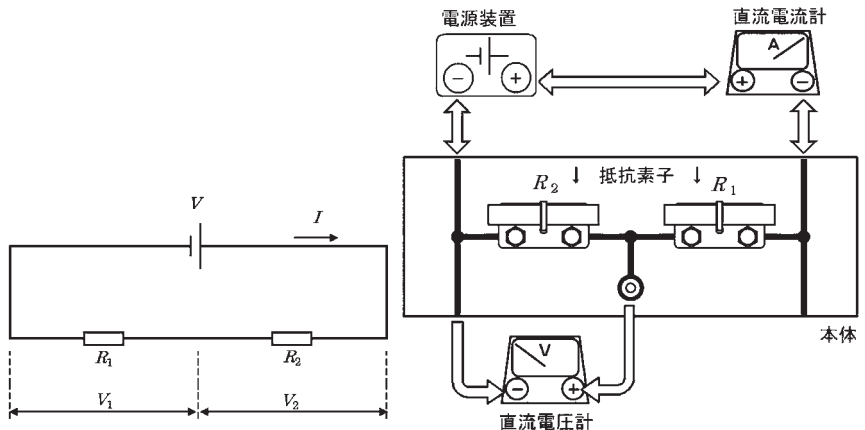


図 8 オームの法則実験 1

4.2 オームの法則実験 2

●目的

抵抗を並列接続したとき、合成抵抗の逆数は各抵抗の逆数の和となることを確認します。また、回路中の任意の点において流れ込む電流の総和が流れ出る電流の総和に等しい（キルヒホッフの第一法則）ことを確認します。

●準備するもの（下線については付属品ではありません。別途用意してください。）

本体 2 個、固定抵抗器 3 個

直流電源装置、直流電流計、直流電圧計、リード線

●実験内容

- 1) 本体 2 個と固定抵抗を 3 個選択し、図 9 のように取り付ける。
 (例) $R_1=50\Omega$ 、 $R_2=20\Omega$ 、 $R_3=20\Omega$
- 2) 電源装置、直流電流計、直流電圧計を図 9 のように接続する。
 ※図では直流電流計が 2 台ありますが、1 台を繋ぎかえて測定してください。
- 3) 電源装置 (V) のスイッチを入れ、直流 1.5V をかける。
 直流電流計 (I_1) と直流電圧計 (V_{BC}) の指示値を確認する。
- 4) 確認した I_1 と V_{BC} から、オームの法則を用いて R_2 と R_3 の合成抵抗を計算する。
- 5) 合成抵抗値の逆数が、それぞれの固定抵抗表示値逆数の和と等しいかを確認する。
- 6) 次に、同様に直流 1.5V をかけ、 I_2 と I_3 を確認する。
 ※図 9 では I_3 を測定するための直流電流計を図示しています。
 R_1 を点線丸印部に接続しなおせば、 I_2 を測ることができます。
- 7) R_2 両端電圧は、オームの法則から $I_2 \times R_2$ で求められる。同様に R_3 両端電圧は $I_3 \times R_3$ である。これと 3) で確認した V_{BC} が等しくなるかを確認する。
- 8) B 点に流れ込む電流 I_1 が、6) で確認した I_2 と I_3 の和となるかを求め、キルヒホッフの第一法則が成り立つかを確認する。

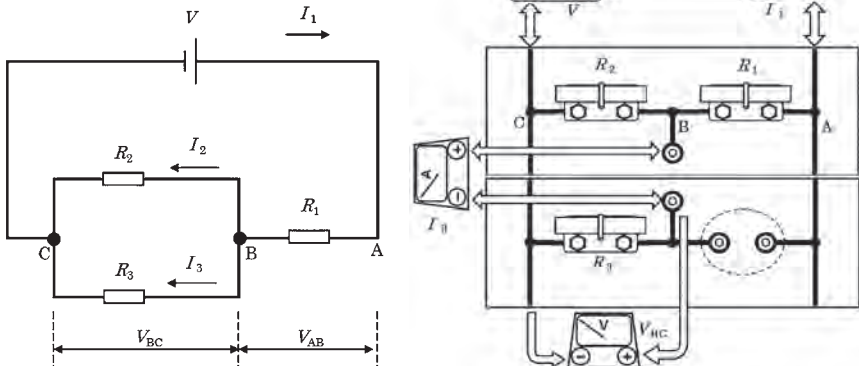


図 9 オームの法則実験 2

4.3 分流器の実験

●目的

電流計に並列に抵抗を接続し、測定したい部分の電流の一部だけを電流計に流すことで、測定限度以上の電流を測定することができます。この抵抗を分流器といいます。実際に分流器の回路を作り限度以上の電流を測定します。

●準備するもの（下線については付属品ではありません。別途用意してください）

本体 2 個，固定抵抗器 1 個（ 100Ω ），可変抵抗器 1 個，ナイフスイッチ
直流電源装置，直流電流計（HQ-100N），テスタ，リード線

●実験内容

- 1) 電流計は当社製マイクロアンペア計 HQ-100N を用いる。

（この電流計の測定限度は $100\mu\text{A}$ であり，内部抵抗は $1.2\text{K}\Omega$ である。）

- 2) 測定限度を 500 倍である 50mA にするために必要な分流器 (R_2) を計算する。

測りたい部分に 50mA が流れているとき，そのうちの $100\mu\text{A}$ が電流計に流れ，残りの $49900\mu\text{A}$ (49.9mA) が分流器 (R_2) に流れるようにすればよい。

電圧は等しいのでオームの法則より

$$1200\Omega \times 100\mu\text{A} = R_2 \times 49900\mu\text{A}$$

よって， $R_2 \approx 2.4\Omega$ となる。

- 3) テスタで確認しながら可変抵抗器の抵抗を 2.4Ω に合わせる。

- 4) 本体 2 個と固定抵抗 (100Ω)，さらに 2) で用意した可変抵抗器を図のように取り付ける。

- 5) V を 1.5V とした場合にこの回路に流れる電流 I_1 がいくらかになるかを計算する。

オームの法則より $1.5\text{V} = 100\Omega \times I_1$

よって， $I_1 = 15\text{mA}$ となる。

- 6) 回路に 1.5V をかけ，電流計の値 (I_1) を確認する。このとき，読み取り値に 500 倍をかけた値が計算値の 15mA となるかどうか確認する。

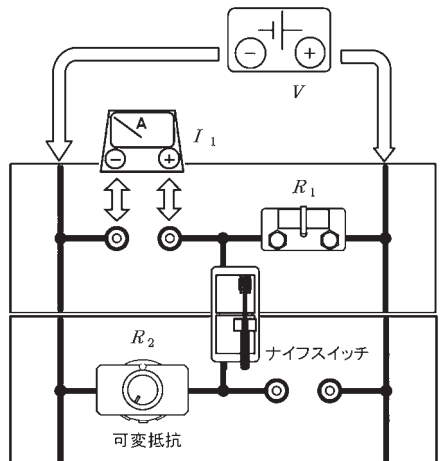
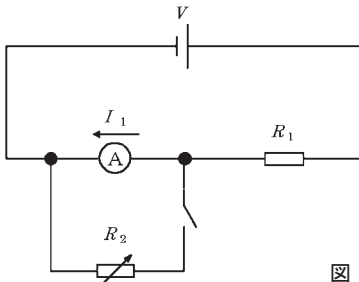


図 10 分流器の実験

4.4 電池の内部抵抗

●目的

電池は化学反応のエネルギーを用いて起電力を発生させますが、抵抗があるため内部で電圧降下が生じ、端子電圧は起電力よりも低くなります。これを実験で確認します。

●準備するもの（下線については付属品ではありません。別途用意してください）

本体 2 個，可変抵抗器 1 個，ナイフスイッチ，乾電池ボックス
乾電池（単 2），直流電流計，直流電圧計，リード線

●実験内容

- 1) 本体 2 個と乾電池，可変抵抗器などを図のように接続する。
可変抵抗器のつまみは最大 (500Ω) にし，ナイフスイッチを開いた状態にしておく。
- 2) スイッチを閉じ，電流計の指示値 (I) が 50mA となるように可変抵抗器 (R) を調整し，そのときの直流電圧計の指示値 (V) を読む。
- 3) 引き続き，電流計の指示値が 150mA ， 200mA ， 250mA ， 300mA ， 350mA となるように可変抵抗器 (R) を調節し，そのときの直流電圧計の指示値 (V) を読む。
- 4) 結果を下図のようにグラフ化する，切片が起電力 (E) 傾きが内部抵抗 (r) となる。
- 5) なお，同様の実験を使用済みの乾電池などでも行い，どういった違いがあるか確認してみる。

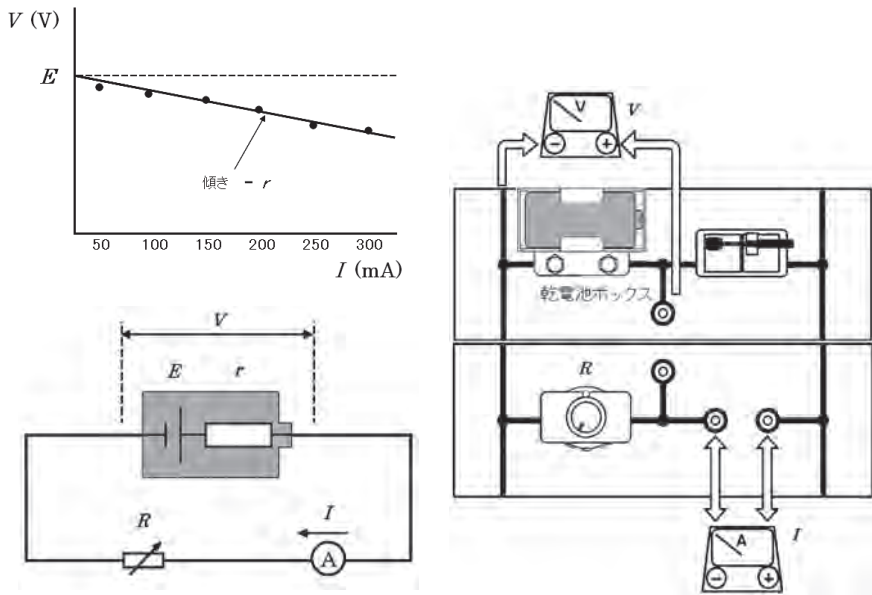


図 11 電気の内部抵抗

4.5 非直線抵抗

●目的

電球などのフィラメントは導体のひとつだが、かける電圧を上げると温度が上がり抵抗値が変化する。この非直線性を実験で確認する。

●準備するもの

本体 2 個、ジャンパー線、電球スタンド
直流電源装置、豆電球、直流電流計、リード線

●実験内容

- 1) 本体 2 個と電球スタンドとジャンパー線を図のように接続する。電球スタンドには豆電球を取り付ける。
- 2) 電源装置と直流電流計を接続する。
- 3) 電源装置の電圧 (V_1) を 0.4V に調整し電圧をかけ、そのときの直流電流計の指示値 (I_1) を読み取る。
- 3) 引き続き 0.8V, 1.2V, 1.6V, 2.0V・・・というように電圧をかけて、同様に直流電流計の指示値 (I_1) を読み取る。
- 4) 結果をまとめ、電流電圧特性のグラフを作成する。
- 5) 次に、右の回路図のように固定抵抗器 (20Ω) を直列接続した場合を考える。電圧を 2V かけたときに抵抗にかかる電圧は ($2 - V_2$) であるが、オームの法則からこれは ($20 \times I_2$) に等しい。

$$2 - V_2 = 20 \times I_2$$

- 6) これをグラフに書き込むと、電流電圧特性のグラフとの交点ができる。この点が電球にかかる電圧と電流を表す。
- 7) 実験で右下図のように接続して I_2 と V_2 を確認する。
- 8) 6) と 7) が等しくなるか確かめる。

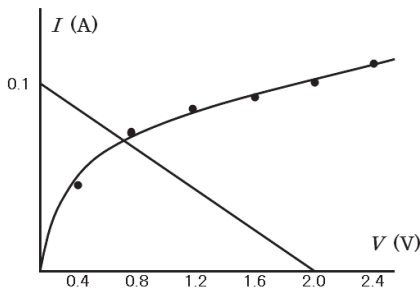
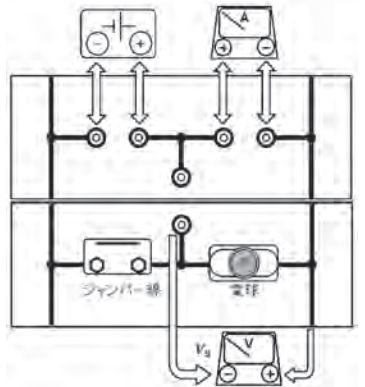
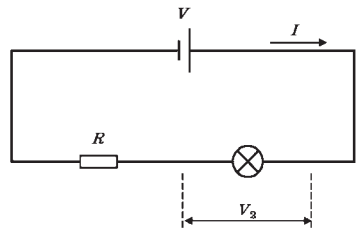
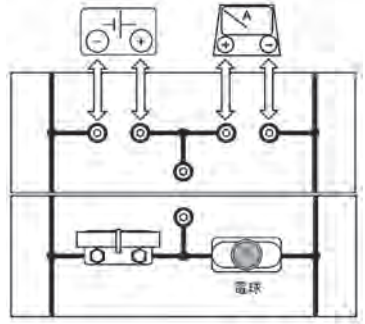


図 12 非直線抵抗



4.6 ホイートストンブリッジ回路

●目的

ホイートストンブリッジ回路を使うと、計器や電池の内部抵抗などを受けずに未知抵抗の値を求めることができるが、実験でそれを確かめる。

●準備するもの（下線については付属品ではありません。別途用意してください）

本体 2 個、固定抵抗器 3 個、可変抵抗器

直流電源装置、直流電圧計、直流電流計 2 種類、テスタ、リード線

※電流計は 2 種類を用いる。ひとつは定格表示が 50mA 程度のもので、センターゼロ目盛のものが良い。（該当する当社型名：HQ-55N）もうひとつは検流計（ガルバノメータ）を使用する。（該当する当社型名：HQ-30N）

●実験内容

1) 実験で使う固定抵抗器を決める。

（例） $R_1=10\Omega$ 、 $R_2=20\Omega$ 、 $R_x=100\Omega$ を選択。 R_x の仕様表示部を隠すこと。

2) 本体に 1) で選択した抵抗器を取り付け、電源装置と電流計（定格が大きいもの）を接続する。

3) 電源装置の電圧（V）を 1.5V に調整し電圧をかけ、電流計の触れがほぼなくなるように、可変抵抗器（ R_3 ）を回して抵抗値を調整する。

（電流計の指示値が振り切れたらすぐに通電を中止すること）

4) 電流計をガルバノメータに付け替えて、3) と同様に、可変抵抗器（ R_3 ）を回して抵抗値を調整し、検流計の振れがなくなるように調整する。

5) 振れがなくなったら通電停止し、可変抵抗器を外して抵抗値をテスタで測定する。

6) ホイートストンブリッジで検流計が振れない状態では、次の式が成り立つ。

$$\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_x}$$

ここにそれぞれの抵抗値を代入して R_x を計算し、100Ω となるかを確認する。

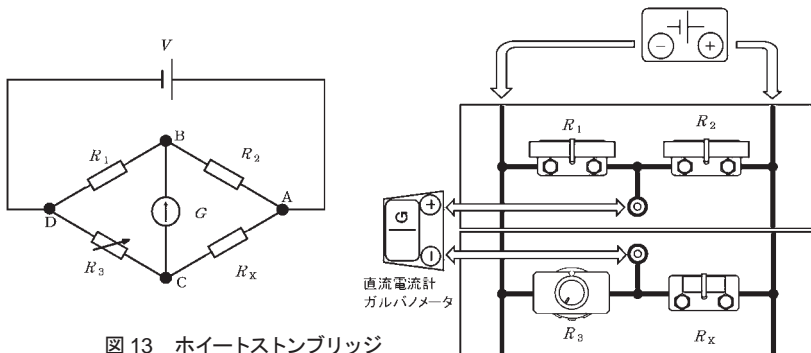


図 13 ホイートストンブリッジ

4.7 コンデンサの直列接続

●目的

コンデンサの直列接続時における、各コンデンサの両端の電圧と容量の関係を確認する。

●準備するもの（下線については付属品ではありません。別途用意してください）

本体 2 個、電解コンデンサ 2 個

直流電源装置、直流電圧計、テスタ、リード線

※内部抵抗の比較的小さい電圧計を用いて実験すると、電圧計を通じてコンデンサが放電してしまい測定値が変動するのでご注意ください。当社製傾斜台メータシリーズの電圧計内部抵抗は概ね $1\text{M}\Omega$ 以下であるため適しません。内部抵抗が $10\text{M}\Omega$ 程度ある市販のテスタをご使用ください。

●実験内容

- 1) 実験で使う電解コンデンサの容量を決める。

(例) $C_1=1000\mu\text{F}$ 、 $C_2=470\mu\text{F}$ 。

- 2) 本体に 1) で選択したコンデンサを取り付け、電源装置と電流計を接続する。

- 3) 電源装置の電圧 (V) を 1.5V に調整し電圧をかける

- 4) 電流計の指示値を観察する。最初は電流が流れるが徐々に値が下がり、やがて電流が流れなくなることを確認する。

- 5) 十分時間が経った後 (10 秒程度) 経った後にテスタで C_1 の両端電圧 V_1 と C_2 の両端電圧 V_2 を読み取る。

他のコンデンサを使ったり、組合せを変えるなどして V_1 と V_2 との関係が、 C_1 と C_2 の逆比となることを確認する。

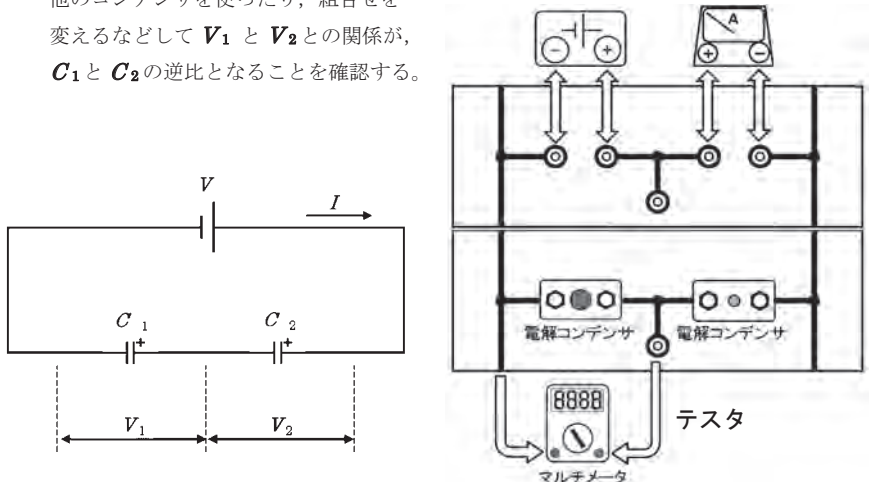


図 14 コンデンサの直列接続

4.8 コンデンサを含む直流回路

●目的

コンデンサに電荷が溜まる（充電）される過程において、コンデンサの端子電圧や回路に流れる電流の変化を確認する。

●準備するもの（下線については付属品ではありません。別途用意してください）

本体 2 個，電解コンデンサ 1 個

直流電源装置，直流電圧計，直流電流計，固定抵抗器（各種）リード線

●実験内容

- 1) 本体に素子を取り付け電源装置，直流電圧計，直流電流計を接続する。
- 2) 電源装置の電圧（ V ）を 1.5V に調整し電圧をかける
- 3) 電圧計と電流計の指示値の変化を観察する。
 - ・電流値（ I ）は，開始後しだいに電流値が下がり始め，最後にはゼロとなることを確認する。
 - ・コンデンサの端子電圧は最初はゼロであるがしだいに上がりはじめ，1.5V となることを確認する。
 - ・固定抵抗器の端子電圧は最初は高いがしだいに下がりはじめ，ゼロとなることを確認する。
- 4) 固定抵抗器を異なる抵抗値のものに変えて，3) と同様の実験を行う。抵抗値が大きくなると（小さくなると）電圧値や電流値の変化が変わることを確認する。

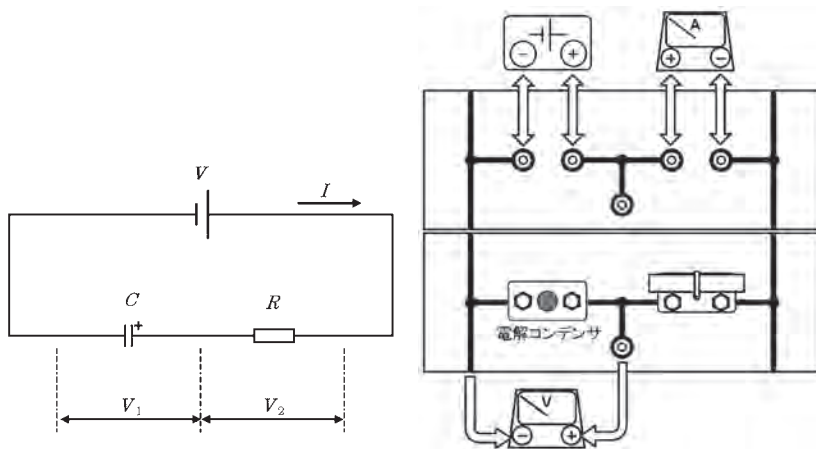


図 15 コンデンサを含む直流回路

5. 保証・アフターサービス

5.1 保証書

- 保証書は、本取扱説明書の最終頁に添付されています。「製品名、形式、製造番号、お買上げ日、販売店」の記載をお確かめのうえ、大切に保管してください。製品名、形式、お買上げ日が記載されていない場合は保証の対象外となりますのであらかじめご了承ください。
- 保証期間は、お買上げ日より1年間です。保証書の記載内容により、無償で修理いたします。但し、下記の部品は保証の対象外となりますのであらかじめご了承ください。
 - ・コンデンサ素子
- 保証期間内でも、次の場合には有償修理となりますのでご注意ください。
 - (1) 保証書の提示がない場合。
 - (2) 保証書に製品名、形式、お買上げ日、販売店が記載されていない場合。
 - (3) 保証書の全部、または一部の字句を書き換えられた場合。
 - (4) 使用上の誤り、または不当な修理や改造による故障または損傷。
 - (5) お買上げ後の移動、落下、運搬等による故障または損傷。
 - (6) 火災・異常電圧、および地震・雷・風水害、その他天災地変など、外部要因による故障または損傷。
 - (7) その他弊社の責任と認められないもの。
 - (8) 日本国外で製品を利用した場合の故障または損傷。
- 保証期間経過後の修理については、お買上げの販売店または弊社支店・営業所にご相談ください。修理によって機能が維持できる場合は、お客様のご要望により有償で修理いたします。

5.2 修理を依頼される時

- 万一、異常が発生しましたら、ただちに使用を中止して、お買上げの販売店または弊社支店・営業所までご連絡ください。
- ご連絡いただきたい内容

<ul style="list-style-type: none"> ○製品名 ○製品の形式 ○機体 No. (記載のあるもののみ) ○お買上げ日 ○故障の内容 (できるだけ詳細に) 	}	保証書または本器に貼付されている 銘板などをご参照ください。
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	-----------------------------------
- 保証書は必ずご提示ください。

© Copyright 2011 株式会社島津理化

株式会社 島津理化

〒101-0051 東京都千代田区神田神保町1丁目32番地 出版クラブビル
TEL. (03) 6848-6600 URL : <https://www.shimadzu-rika.co.jp>

技術相談窓口

フリーダイヤル 0120-376-673

受付時間 平日 9:00 ~ 12:00, 13:00 ~ 17:00

e-mail : soudan@shimadzu-rika.co.jp FAX : (03) 6854-0275

M134880D1905TY100
