

第13章 直流電位差計による起電力の測定

Measurement of E.M.F. by DC Potentiometer

13.1 目的

直流電位差計を用いて電池の起電力を測定し、電位差計の原理と使用方法を習得する。

13.2 理論

電池の起電力を測定するのに、たとえば直流電圧計を用いれば、多少なりとも電流が流れるから、分極作用を生じ、式(13.1)に示すように、この場合の測定値は正確には起電力でなくて、起電力から内部抵抗による電圧降下および分極電圧を引いた端子電圧である。これに対して、直流電位差計は電池から電流を取らないで測定するもので、標準電池の起電力と比較してきわめて精密に起電力を測定することができる。

$$V = E - Ir - V_p \quad (13.1)$$

ただし E:起電力 I:電流 r:内部抵抗 V_p :分極電圧 V:端子電圧

図13.1は直流電位差計の原理を示す。いま抵抗 MN に一定電流 I を流しておき、切換えスイッチ K_2 を標準電池 E_s 側および被測定電池 E_x 側に倒して、図のような極性に起電力を加え、端子 p を動かしてそれぞれ a、b の位置において、検流計 G の振れが零になったとすれば、そのときは標準電池および被測定電池からは電流は流れなく、抵抗 Ma および Mb 間の電圧降下はそれぞれ加えた起電力 E_s および E_x に等しくなる。すなわち

$$Ir_a = E_s \quad Ir_b = E_x \quad (13.2)$$

ただし r_a 、 r_b :それぞれ Ma、Mb 間の抵抗
これから

$$E_x = \frac{r_b}{r_a} E_s \quad (13.3)$$

となり r_b/r_a の値がわかれば E_x の値は求まり、電圧の比を抵抗の比で表わすことができる。したがって一定電流 I に対して抵抗線上に直接電圧値を目盛っておけば電圧値を直読することができる。

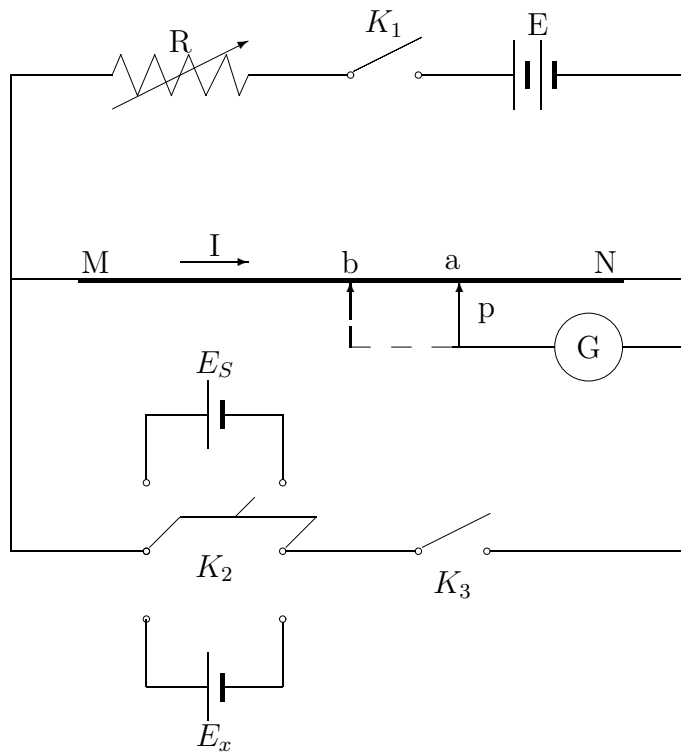


図 13.1: 直流電位差計の原理図

13.3 方法

電池の起電力の測定は、図 13.1 のように結線し、次の手順で行う。

1. コンパクトキャルの準備 (第 13.7.1 項参照)
2. 直流標準電圧電流発生器の準備 (第 13.7.2 項参照)
3. 精密級直流電位差計の準備 (第 13.7.3 項参照)
4. 電池の起電力の測定 (13.3.1 項参照)

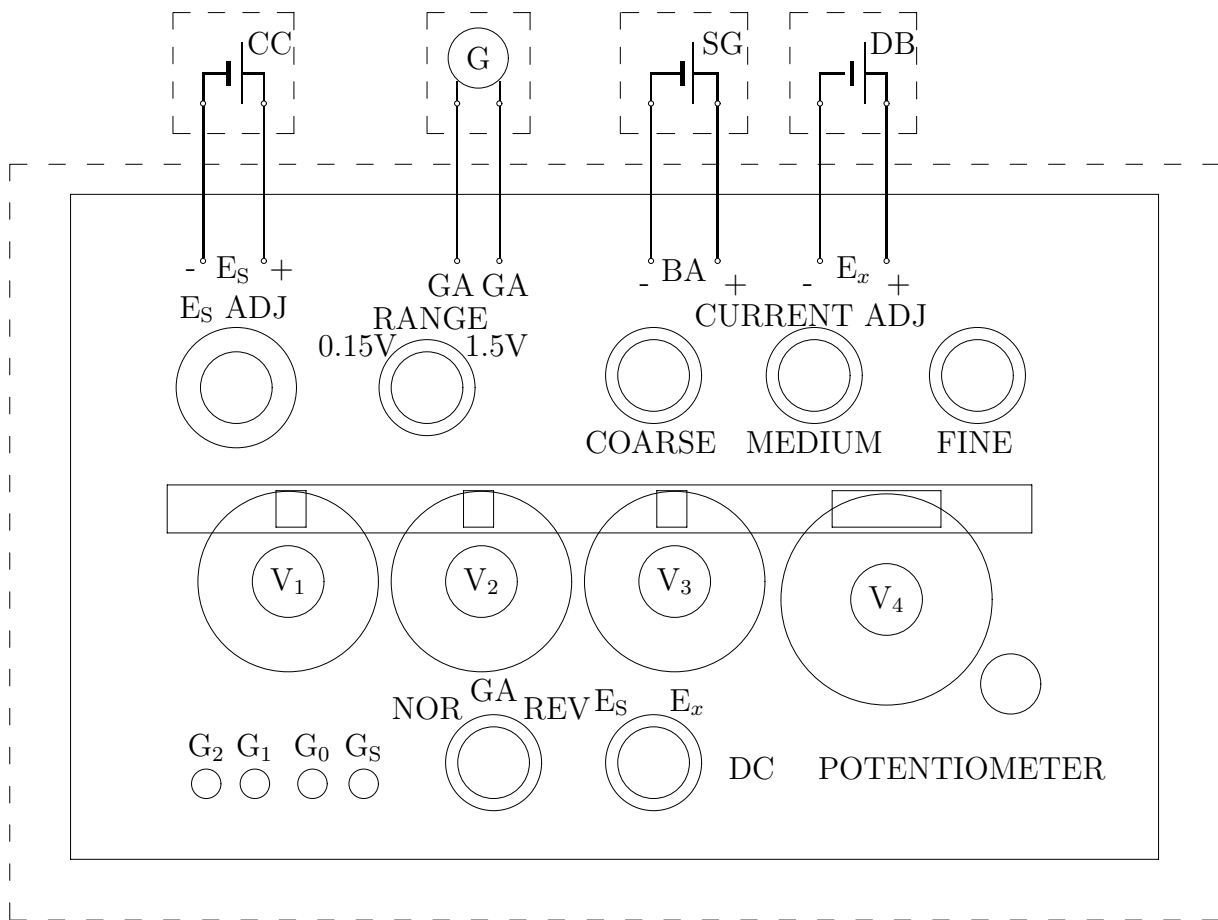


図 13.2: 電池の起電力の測定結線図

CC : コンパクトキャル
DB : 被測定乾電池

SG : 直流標準電圧電流発生器
G : 検流計

13.3.1 電池の起電力の測定

1. 測定に際しては、 E_x 端子に測定電池をつなぎ、 E_x と E_s の切り替えスイッチは E_x 側にする。CURRENT ADJ の 3 つのダイヤルは調整済みであるから一切手は触れず、mV の 4 つ (V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4) のダイヤル群により検流計の振れが零になるように合わせる。(検流計の保護抵抗は、 G_2 、 G_1 、 G_0 、の順に合わせる。)
2. E_x の測定に際しては、GA の NOR 側、REV 側それぞれ 3 ~ 4 回ずつ測定すること。

13.4 結果

標準電圧発生器の電圧 E_s (V)

電池の番号	被測定電池の起電力 E_x (V)			DMM 測定 直流電圧 V_D (V)	携帯用電圧計 直流電圧 V_H (V)
	N O R	R E V	平 均		

DMM: デジタルマルチメータ

13.5 注意

電源と標準電圧発生器 (または被測定電池) との極性を同一にする。

13.6 問題

1. 電池の起電力を直流電位差計とデジタルマルチメータで測定した場合に計器の動作原理的な差について述べよ。
2. 直流電位差計の使用に際して、電源と標準電圧発生器 (または被測定電池) との極性を誤った場合には、いかなる影響があるか。

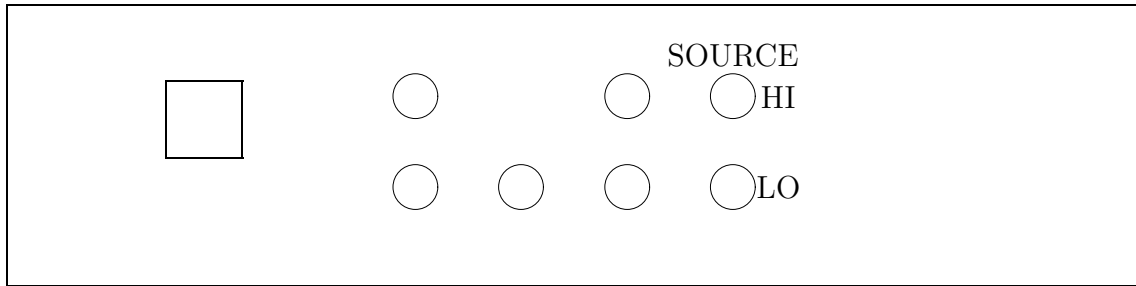
13.7 実験装置・規格

13.7.1 コンパクトキャルの準備

電位差計への標準電圧供給にはコンパクトキャルを用いる。(図 13.3 参照)

1. 側面の SOURCE 端子を電位差計の E_S 端子に、極性 + (HI、赤)、 - (LO、黒) に注意して接続する。
2. 上面の POWER スイッチを押す。
3. 液晶の表示部に "MEASURE"、"SOURCE"、"OFF"、"0.000"、"mv" が表示されるのを待つ。
4. "SOURCE" の "RANGE" ボタンを押す、液晶の表示部の "mv" と "0.000" を "v" と "0.00000" に変える。
5. 図 13.3 の "1" から "0" までのキーを使用して液晶表示部の "0.00000" を "1.01860" の表示に変える。
6. "SOURCE ON" キーを押す、液晶表示部の "OFF" を "ON" に変える。以上の操作により、電位差計へ標準電圧が供給される。

側面



上面

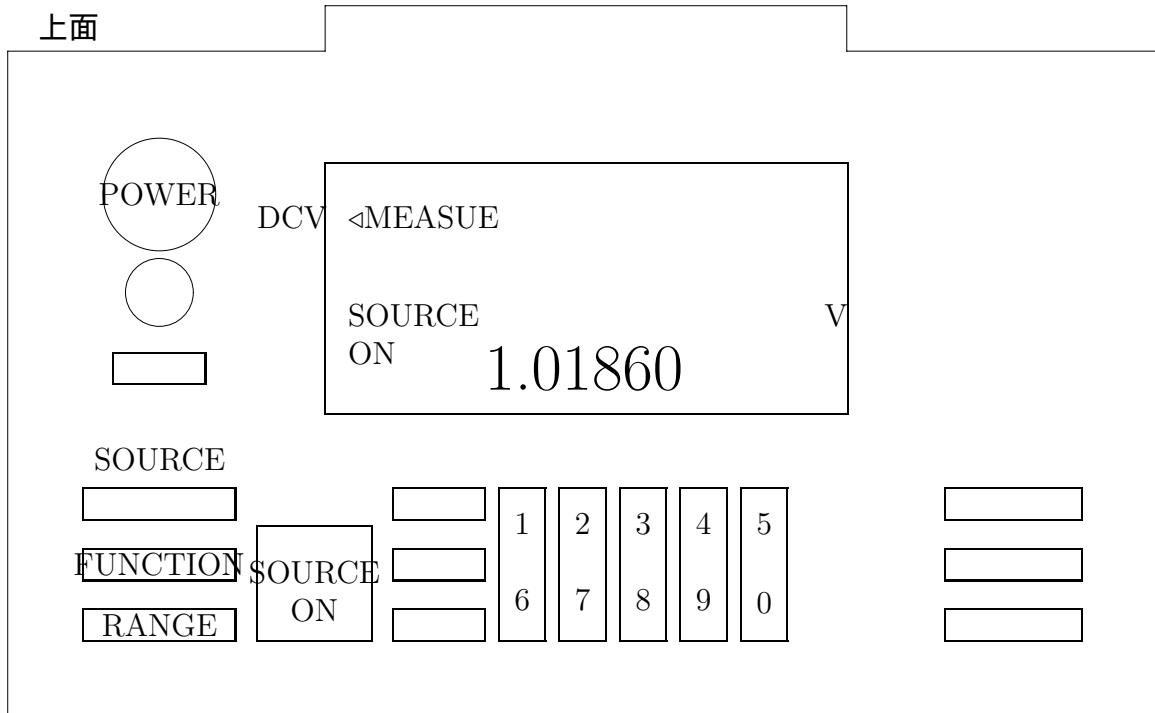


図 13.3: コンパクトカル

13.7.2 直流標準電圧電流発生器の準備

1. OUTPUT 端子を電位差計の BA 端子に、極性 (+ -) に注意して接続する。
2. POWER スイッチを ON にする。
3. RANGE を 10V に設定する。
4. OUTPUT DIVIDER のダイヤル m と n をそれぞれ 1 に設定する。
5. 出力極性切換スイッチ P の + を上へ押す。
6. 電圧設定ダイヤル (E_1 、 E_2 、 E_3) を回して、表示部 (D_1 、 D_2 、 D_3 、 D_4 、 D_5) を 4.2V に設定する。
7. OUTPUT の ON/OFF 切替スイッチを上へ (ON 側へ) 押す。

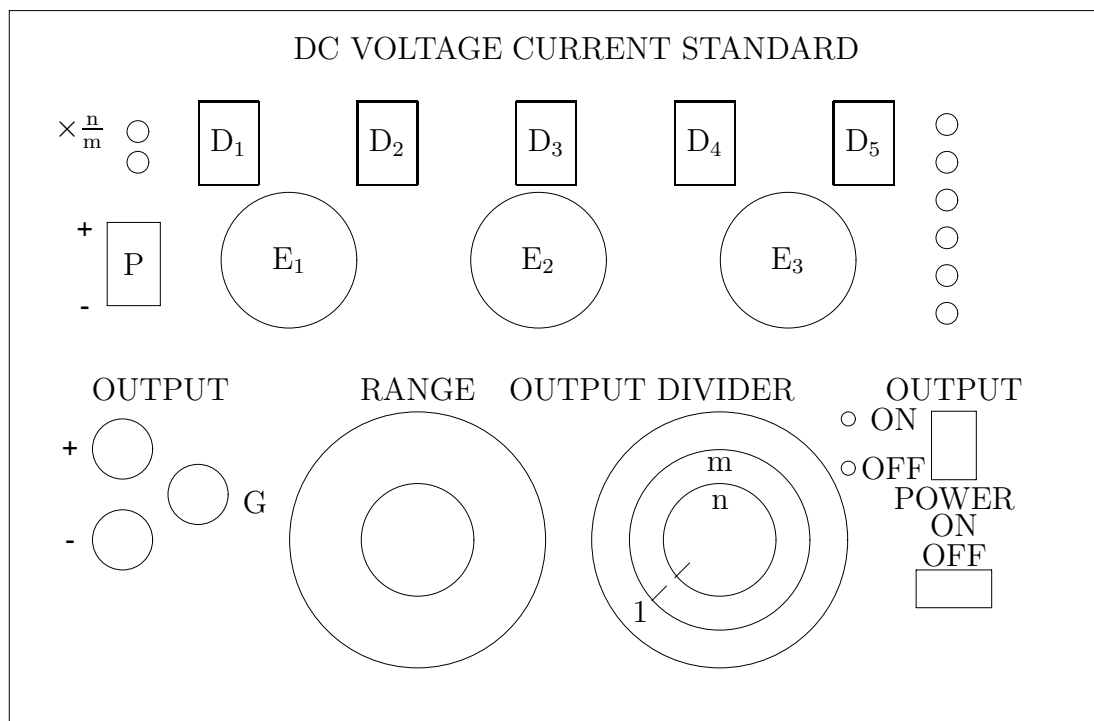


図 13.4: 直流標準電圧電流発生器

$\times \frac{n}{m}$: 倍率表示

D₁ から D₅ : 電圧表示部

P : 出力極性切換

E₁ から E₃ : 出力電圧設定ダイヤル

13.7.3 精密級直流電位差計の準備

1. E_s の端子に標準電圧発生器 (コンパクトキャル 13.7.1 項の準備を参照) を接続し、標準電池の起電力と同じ電圧に合わせる。
2. GA 端子に検流計を接続する。BA の端子に直流標準電圧電流発生器 (13.7.2 項の準備を参照) を接続し、電圧を 4.2V に合わせる。
3. E_s ADJ のダイヤルは標準電圧発生器の電圧に合わせる。RANGE は 1.5V 側にし、E_x と E_s の切り替えスイッチは E_s 側にする。
4. 検流計の保護抵抗 G₂、G₁、G₀、の順に順次合わせ、CURRENT ADJ のダイヤルを調整して検流計の振れが零になるようにする。