

## 實驗九 鍺能隙的測量

### 一、目的

藉由測量鍺晶體的傳導率和溫度的關係圖，求出鍺 ( $^{32}\text{Ge}$ ，*Germanium*) 能隙  $E_g$ 。

### 二、原理

1. 由費米分佈(Fermi distribution)和歐姆定律(Ohm's law)得本質半導體 (intrinsic semiconductor)的傳導率(conductivity)  $\sigma$ ，

$$\sigma = \sigma_0 \exp\left(\frac{-E_g}{2kT}\right)$$

其中  $E_g$  為價帶(Valence band)至傳導帶 (Conduction band)的能隙； $T$  為絕對溫度， $k$  為波茲曼常數(Boltzmann's constant)。

2. 由原理 1，得  $\ln \sigma = \ln \sigma_0 - \left(\frac{E_g}{2kT}\right)$ ，則做  $\ln \sigma$  和  $\frac{1}{T}$  的關係圖，由

直線方程式  $y=ax+b$ ，可得斜率  $a = -\frac{E_g}{2k}$ ，並求得  $E_g$  值。

### 三、實驗儀器

#### A. 舊鍺能隙測量儀器

電源供應器(220V)

安培計

伏特計

電阻 180  $\Omega$

熱偶極溫度測量計

鍺晶體及電熱板

支架

十條接線

## B. 新鍺能隙測量儀器

電源供應器\*2(110V)

三用電錶\*3

鍺晶體及電熱板

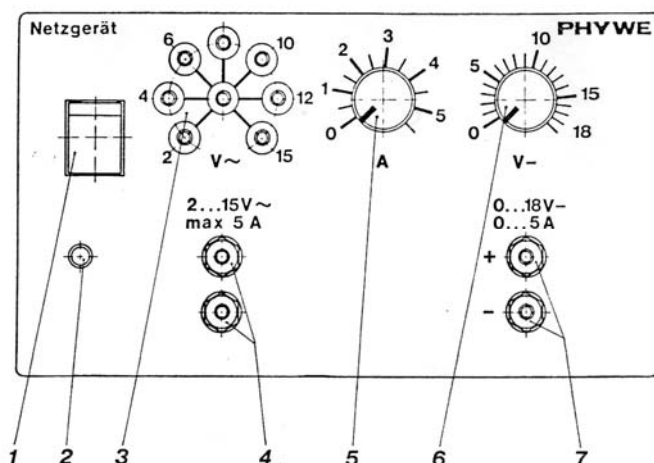
支架

九條接線

### 【儀器使用說明】

#### A. 舊鍺能隙測量儀器說明

##### 1. 電源供應器



(1) 電源開關(儀器背面)

(2) 安全開關、保護交流電輸出端 4

(3) 交流伏特值選擇 2~15 V(使用電路片連接中心及所需伏特值)

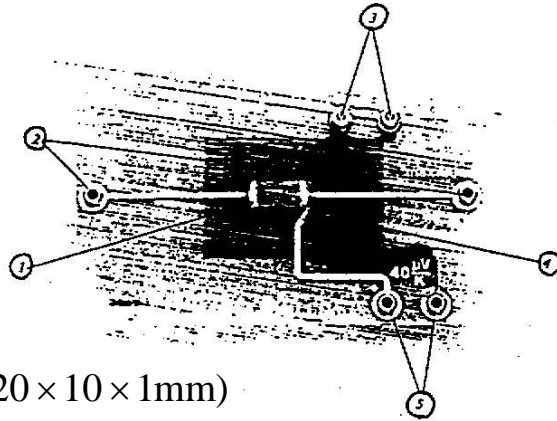
(4) 交流輸出端,最大輸出電流為 5 A。輸出③所選擇之伏特值。

(5) 直流電流值選擇 50 mA~5 A

(6) 直流伏特值選擇 0~18 V

(7) 直流輸出端(紅端為+, 藍端為-), (本儀器直流部份有限電流作用, 故輸出以外接安培計, 伏特計所讀數據為準)

2. 鍺晶體及電熱板. (鍺晶體不能受熱超過  $175^{\circ}\text{C}$ )



- (1) 鍺晶體 ( $20 \times 10 \times 1\text{mm}$ )
- (2) 直流電輸入端(藉由串聯一適當電阻使電流值不超過  $30\text{mA}$ )
- (3) 電熱板交流電輸入端
- (4) (5) 各為熱偶極之一端 (銅-銅鎳合金 ; copper constantan) ,  
 $40 \mu\text{V}/\text{K}$  由⑤端測其溫度。

※熱電偶※：兩不同金屬連接如下圖，當 A.B 兩點溫度不同時，則此迴路將有一電動勢  $\varepsilon$  故可於此迴路連接一伏特計，則由所得之  $\varepsilon$ ，已知 B 點溫度，得 A 點溫度。

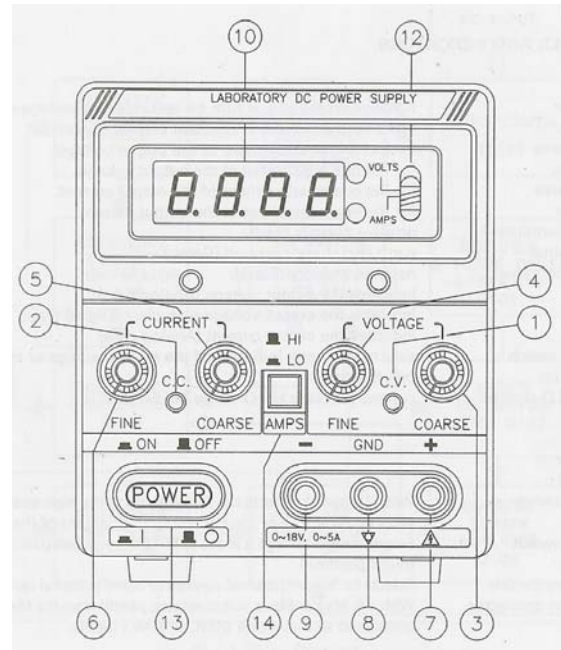


※注意※：為避免晶體過熱，由⑤端所測的溫度在  $100^{\circ}\text{C}$  左右時，請注意，不要讓晶體溫度超過  $170^{\circ}\text{C}$ 。實驗時加熱至  $130^{\circ}\text{C}$  即可，切記！

## B. 新鍺能隙測量儀器說明。

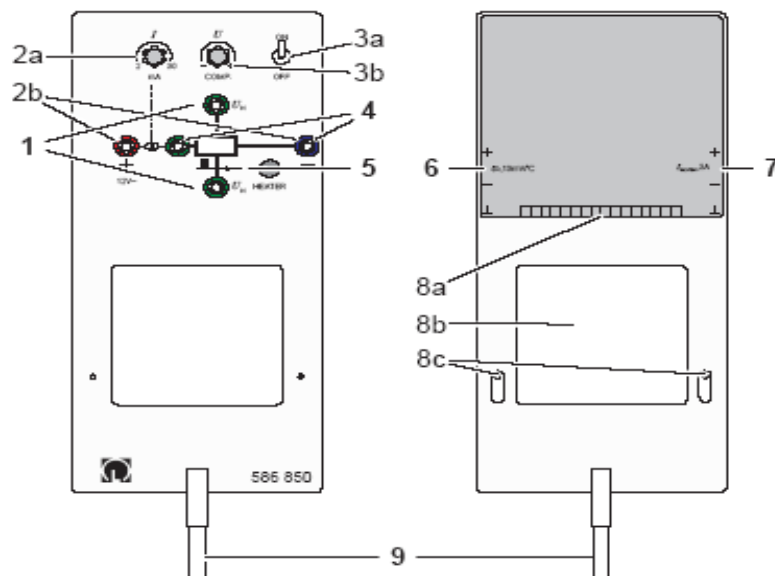
### 1. 電源供應器

- (1) CV 指示燈
- (2) CC 指示燈



- (3) 電壓粗調鈕
- (4) 電壓微調鈕
- (5) 電流粗調鈕
- (6) 電流微調鈕
- (7) “+” 正極輸出端
- (8) “GND” 接地端
- (9) “-” 負級輸出端
- (10) 數值顯示面板：配合(12)的設定讀取數值
- (12) 電壓/電流顯示開關：設定(10)顯示狀態
- (13) 電源鈕
- (14) 高低電流控制鈕

## 2. 鍺半導體及電熱板



- (1) 霍爾電壓輸出端
- (2) 電流供應端：2(a)橫向電流控制鈕。2(b)電壓輸入端。

- (3) 歸零鈕：3(a)歸零開關。3(b)歸零鈕。
- (4) 鍺半導體電壓輸出端
- (5) 加熱鍵。※注意※：為避免晶體過熱，由(6)端所測的溫度在  $100^{\circ}\text{C}$  左右時，請注意，不要讓晶體溫度超過  $170^{\circ}\text{C}$ 。  
實驗時加熱至  $130^{\circ}\text{C}$  即可，切記！
- (6) 溫度測量輸出端： $T(^{\circ}\text{C}) = 100 \times \frac{U_g}{V}$
- (7) 加熱與電子電壓輸入端
- (8) 晶體板連接阜
- (9) 支撐桿

## 五、 實驗結果

1. 將實驗所得之結果，做一表，包括  $I_0$ ， $V_0$ ， $T_0$  及  $I$ ， $V$ ， $T$ ，溫度分別以  $^{\circ}\text{C}$  及  $^{\circ}\text{K}$  表示。

2. 用  $R = \frac{L}{\sigma A}$  求出每個  $\sigma$  值 ( $L$ 、 $A$  請參考儀器使用說明)，並以  $\frac{1}{T}$  為橫

軸做圖， $\ln \sigma$  單位取  $\Omega^{-1} \text{m}^{-1}$ ， $\frac{1}{T}$  單位取  $10^{-3} \text{K}^{-1}$ ，由斜率可求  $E_g$  值，

並求誤差。

\* Boltzmann's Constant :  $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J} / ^{\circ}\text{K} = 8.25 \times 10^{-5} \text{ eV}$

\* 鍺能隙理論值  $E_g = 0.65 \text{ eV}$