

半導體專題實驗

實驗二 Van Der Pauw 量測與霍爾效應

(一)目的

利用 Van Der Pauw 四點探針法和霍爾效應,量測半導體中多數載子濃度與遷移率.

(二)實驗預習

1. 何謂霍爾效應?
2. Van Der Pauw 四點探針法中公式(1)的導證.
3. 以 M.K.S 制列舉公式中各項數值之單位. PS: $B = 0.5T$ ($V\cdot s/m^2$)
4. 如何由 Van Der Pauw 量測來判定晶片型別?
5. 說明微影術的方法.
6. 說明本實驗所產生的廢液傾到何種回收筒?

(三)原理

如圖一所示,在其中兩點通電流且在另兩點量電壓,可得到二組電阻值 $R_{AB,DC}$, $R_{BC,AD}$.

當四點位於晶片邊緣,且晶片厚度可忽略時,二組電阻值滿足方程式

$$\exp\left(-\frac{\pi d}{\rho}R_{AB,DC}\right) + \exp\left(-\frac{\pi d}{\rho}R_{BC,AD}\right) = 1 \quad (1)$$

此處 ρ 為電阻率, d 為晶片厚度.

利用霍爾效應,計算加磁場與未加磁場下所量到 $R_{AC,DB}$ 的差 $\Delta R_{AC,DB}$,此值滿足

$$\Delta R_{AC,DB} = \frac{B}{d} \times \frac{1}{ne} \quad (2)$$

$$\rho = \frac{1}{ne\mu} \quad (3)$$

此處 n 為載子濃度, $e = 1.6 \times 10^{-9}$ 庫倫, μ 為遷移率, B 為磁場密度. 因電阻值、晶片厚度與磁場密度皆可由實驗量得,代入(1),(2),(3)式,由此可求出電阻率、載子濃度與遷移率.

(四)材料與儀器

1. n-type 矽晶片與 p-type 矽晶片.
2. 游標尺.
3. 丙酮(ACE)、甲醇(methanol)和去離子水(DI water).
4. 鋁蒸鍍系統.
5. 高溫爐.
6. 電流-電壓量測系統.

7. 電磁鐵台(5000高斯).

(五) 實驗步驟

A. 表面鍍鋁*:

1. 使用游標尺量晶片厚度.
2. 把晶片切成每片10mm×10mm的大小, 使用丙酮、甲醇和去離子水清洗.
3. 使用氫氟酸蝕刻表面氧化層後, 在晶片正面蒸鍍鋁膜.

B. 製作電極:

1. 用丙酮、甲醇和去離子水清洗晶片.
2. 將晶片放入光阻塗佈機上, 滴上光阻以 4000rpm 速度, 旋轉30秒.
3. 放入烤箱, 以80°C 軟烤5分鐘.
4. 利用光罩及光罩對準儀, 確定高台位置和區域後曝光. (約 80 秒)
5. 因顯影液亦可和鋁作用. 將曝光好之晶片放入顯影液中, 待電極之圖案出現, 迅速拿出以甲醇和去離子水清洗.
- 6*. 放入高溫爐通氮退火5分鐘.

C. Van Der Pauw 量測:

1. 如圖量測四種不同電流電壓值(含加磁場與未加磁場).

(六) 參考資料

1. W. R. Runyan, "Semiconductor measurement and instrument", Texas Instrument Inc, p. 72.
2. John P. Mckelvey, "Solid state and semiconductors physics", p. 281.
2. L. J. Van der Pauw, "A method of measuring specific resistivity and Hall Effect of disc or arbitrary Shape", Phillips Research Reports 13, 1-9, Feb, 1958.
3. John P. Mckelvey, "Solid State and Semiconductors Physics", p. 281.

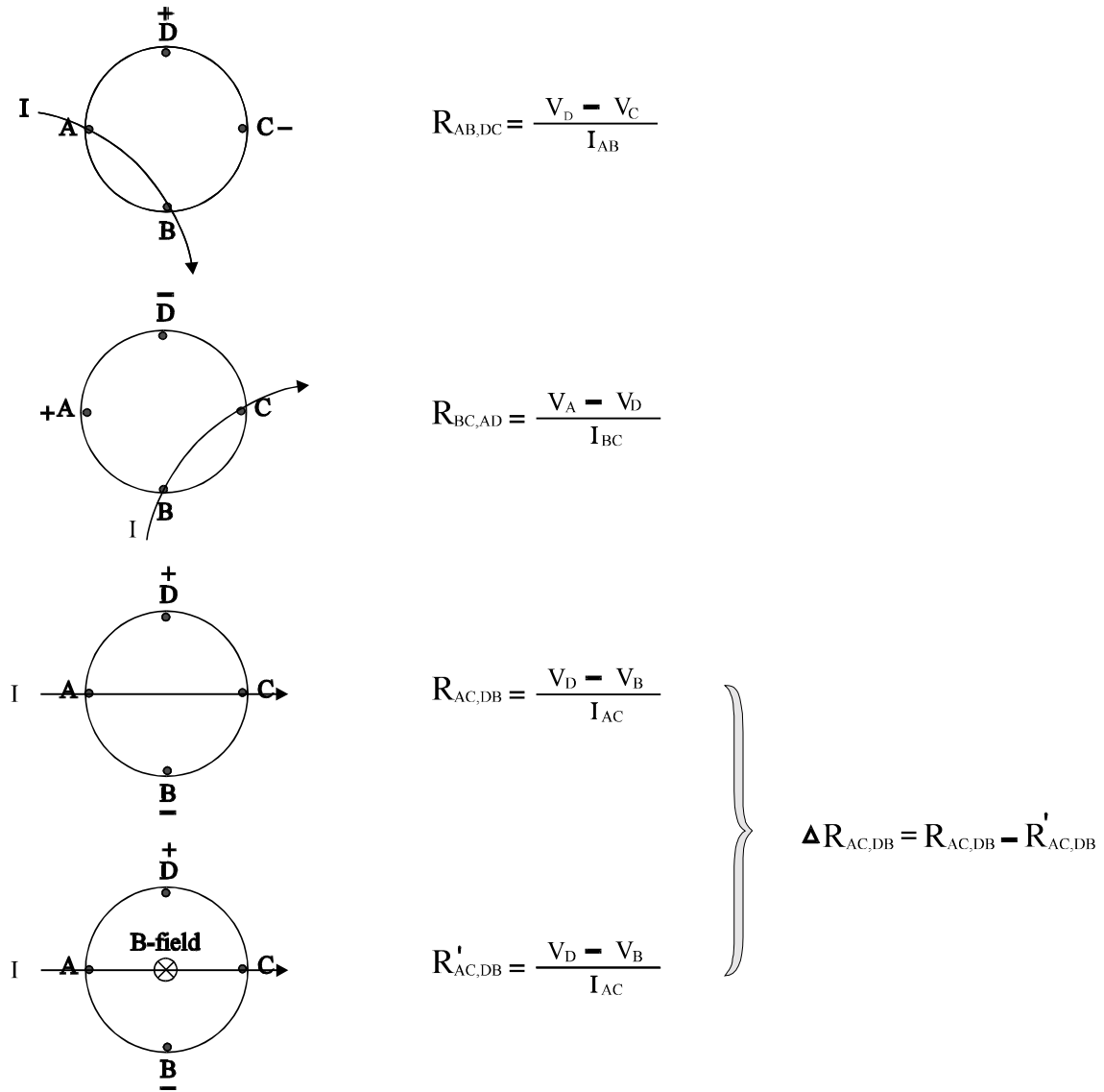
(七) 問題

1. 說明晶片型式, 並計算電阻係數、載子濃度, 若不符合規格值, 請解釋原因.
2. 以平面圖說明舊無塵室的配置, 各藥品及儀器的位置, 以及各回收筒的位置。尤其是本學期半導體實驗會用到的儀器、藥品及回收筒。
3. 觀查四種量測結果, 是否出現電阻值為負值。若有試說明其原因。

(八) 注意事項

1. 蝕刻鋁膜時, 待 pattern 出現應立即拿出蝕刻液, 否則 pattern 會迅速溶解。

2. 晶片焊上測試版時，必需焊緊，否則會嚴重影響實驗結果。最好每一個接點焊1~2分鐘。



圖一. 於晶片四點(A, B, C, D)上，以不同方式加電流量電壓而得出不同電阻值(包含加磁場與未加磁場)。將這些電阻值帶入(1), (2), (3)式，可得出材料的電阻率，遷移率，載子濃度等值。