



1 MASTER- Caractérisation des Semi-Conducteurs

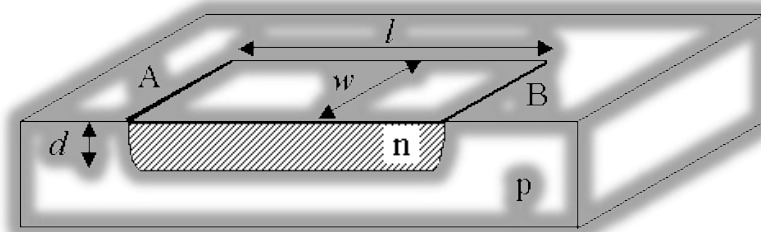
TD 01 : Résistivité électrique/ Technique quatre pointes

EX 01

Soit une plaquette de silicium de type p couverte d'une couche d'oxyde de silicium, on pratique une ouverture dans l'oxyde de longueur l et de largeur w . On diffuse du phosphore à travers cette ouverture (voir figure), la partie de type n possède une résistance électrique dans le sens de la longueur qui est la même que celle d'un parallélépipède rectangle dont la valeur mesurée entre A et B est donnée par :

$$R_{AB} = \rho \frac{l}{w \cdot d}$$

où d est la profondeur de la partie diffusée de type n et ρ sa résistivité.



1. Démontrer qu'on peut écrire la résistance R_{AB} comme suit :

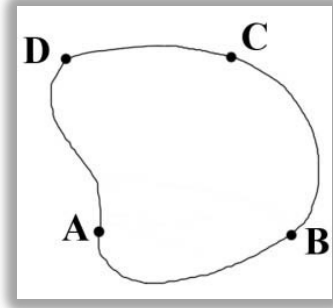
$$R_{AB} = R_S \frac{l}{w}$$

2. Démontrer que dans un montage de quatre pointes, la résistance par carré R_S est donnée par:

- Pour semi-conducteurs minces: $\rho = \frac{\pi}{\ln 2} d \frac{V}{I} = 4.532 d \frac{V}{I}$.
- Pour semi-conducteurs épais: $\rho = 2\pi s \frac{V}{I}$

EX 02

Prenons un échantillon de forme quelconque, d'épaisseur d et de résistivité ρ (en $\Omega.cm$). Sur les bords de cet échantillon quatre contacts A, B, C et D de très petite taille (voir figure) sont réalisés.



On définit la résistance $R_{AB,CD}$ comme étant la différence de potentiel $V_C - V_D$ mesurée entre les contacts D et C par unité de courant à travers les contacts A et B et de façon similaire la résistance $R_{BC,DA}$. A partir de ces définitions, Van Der Pauw a démontré dans ses travaux la relation suivante :

$$e^{(-\pi \frac{d}{\rho} R_{AB,CD})} + e^{(-\pi \frac{d}{\rho} R_{BC,DA})} = 1$$

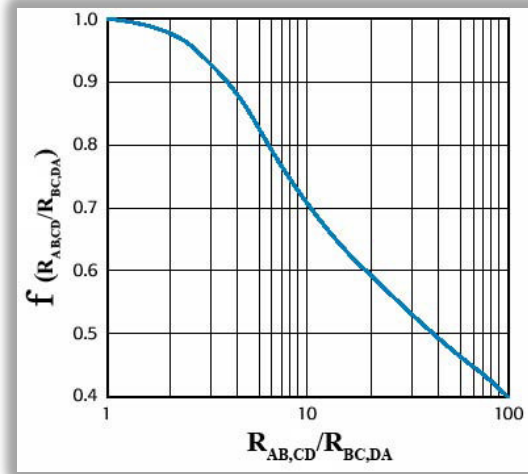
1. Démontrer que la résistivité ρ est donnée par la relation :

$$\rho = \frac{\pi \cdot d}{\ln 2} \cdot \frac{(R_{AB,CD} + R_{BC,DA})}{2} \cdot f\left(\frac{R_{AB,CD}}{R_{BC,DA}}\right)$$

Où $f\left(\frac{R_{AB,CD}}{R_{BC,DA}}\right)$ étant un facteur de forme directement lié à la répartition des contacts obtenu à partir de la relation :

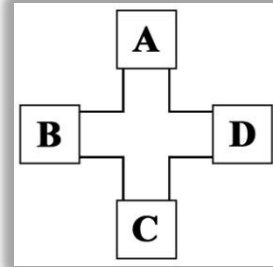
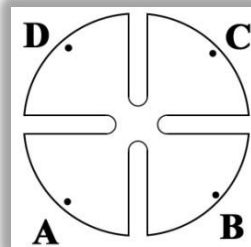
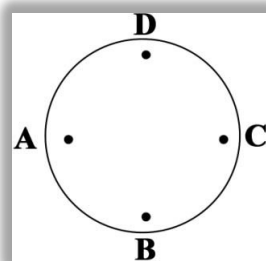
$$\cosh\left(\frac{R_{AB,CD} - R_{BC,DA}}{R_{AB,CD} + R_{BC,DA}} \frac{\ln 2}{f}\right) = \frac{1}{2} e^{\frac{\ln 2}{f}}$$

dont le tracé est représenté sur la figure suivante :



2. Dédurre la résistivité ρ si l'échantillon a les formes suivantes respectivement:

- Echantillon en forme de disque plat dont les quatre contacts sont disposés de manière symétrique et orthogonal
- Echantillon découpé en forme de trèfle de Van Der Pauw.
- Géométrie en forme de croix « Greek-cross »



A.N.:

On mesure le courant dans un montage de quatre pointes, on trouve 100 mA pour une tension de 5 V . Calculer la résistance carrée ?