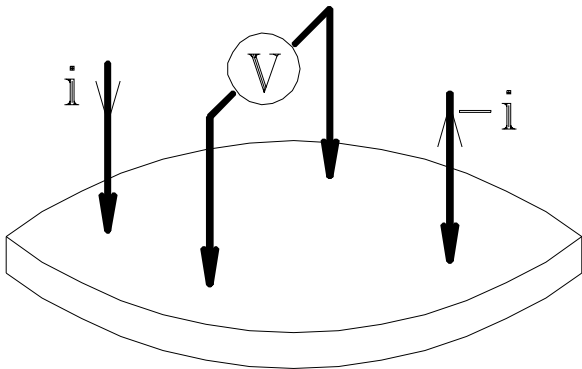


Mesure 4 pointes

1. Mesure V/I sur une couche mince d'épaisseur e et de résistivité ρ



Si l'épaisseur est négligeable par rapport aux autres dimensions, on peut construire un modèle bidimensionnel de la conduction qui donne :

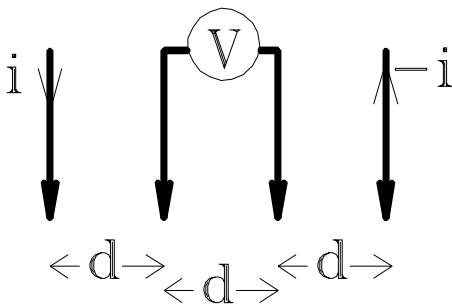
$$\frac{V}{I} = K \cdot \frac{\rho}{e} \quad (1)$$

K étant un coefficient sans dimension caractéristique de la géométrie 2D (forme des contours, position des contacts).

Le rapport ρ/e caractérise la couche, on le note R_{\square} . On a alors : $\frac{V}{I} = K \cdot R_{\square} \quad (2)$

(N.B. R_{\square} s'exprime en Ohms)

2. Valeur de K (cas particulier)



Le coefficient K peut être calculé analytiquement dans quelques cas particuliers très simples, par exemple pour 4 pointes alignées équidistantes sur une couche sans limites (infinie) :

$$K = \frac{\log(2)}{\pi} \quad (3)$$

(valeur pratique : $1/K = 4.532$)

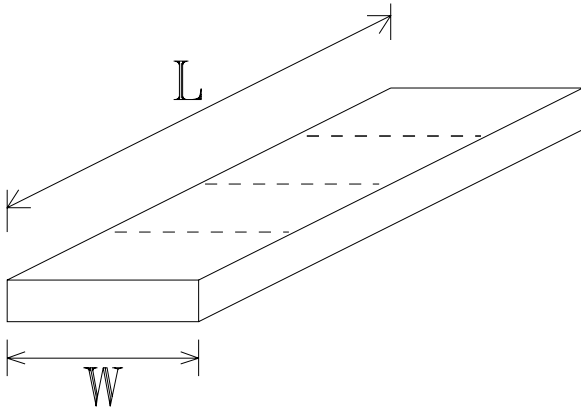
3. Cas d'une couche dopée

La résistivité n'est pas uniforme sur l'épaisseur e , mais les formules (2) et (3) sont toujours applicables, par généralisation de l'utilisation de R_{\square} .

On définit alors une résistivité moyenne ρ_m telle que : $R_{\square} = \frac{\rho_m}{e} \quad (4)$

Si la loi de distribution du dopant est connue, on peut déduire de ρ_m la concentration en surface et pour différentes profondeurs (voir abaques).

4. Relation avec le dessin de masques



Résistance d'une piste conductrice de longueur L et de largeur W (un parallélépipède) :

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S} = \rho \cdot \frac{L}{eW} = \frac{L}{W} \cdot R_{\square} \quad (5)$$

où L et W caractérisent le dessin des masques alors que R_{\square} caractérise la technologie.

Le rapport L/W peut être considéré comme une "nombre de carrés", d'où l'appellation de R_{\square} : "résistance par carré".

5. Cas d'une épaisseur non négligeable

Si l'épaisseur de la couche n'est pas négligeable mais encore raisonnablement petite, on peut appliquer les formules (2) et (3) en remplaçant K par un coefficient K' corrigé, fonction du rapport entre l'épaisseur et les autres dimensions.

Dans le cas des 4 pointes équidistantes de distance d , la correction est négligeable tant que :

$$\frac{e}{d} < 0.25$$

Méthode Pratique pour la mesure 4 pointes :

- effectuer une mesure V/I pas trop près des bords de l'échantillon
- exprimer la mesure en Ohms
- multiplier par **4.532** pour obtenir R_{\square} , noter ce résultat (toujours en Ohms)
(la distance entre pointes étant de 1.59 mm, la correction d'épaisseur n'est pas nécessaire)
- exprimer l'épaisseur e de la couche en cm
- multiplier R_{\square} par e pour obtenir la résistivité ρ ou ρ_m , noter ce résultat (en Ohm.cm)
- utiliser un abaque pour en déduire la concentration de dopant (après éventuellement calcul de la conductivité en $\text{Ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$).

ATTENTION : ce n'est pas le même abaque selon que le dopage est uniforme (substrat, polysilicium déposé) ou non (couche diffusée ou implantée).