

Übungen "Materialwissenschaft I"

Blatt 9

Aufgabe 27: Auf die Oberfläche eines Silizium-Wafers werden Arsen-Atome aufgebracht, um das Silizium zu dotieren. Sei c die Konzentration der Arsen-Atome und D der Diffusionskoeffizient (hier von Arsen in Silizium).

a) Zeigen Sie, daß die Diffusionsgleichung

$$\frac{\partial c(x,t)}{\partial t} - D \frac{\partial^2 c(x,t)}{\partial x^2} = 0$$

die folgende Lösung besitzt:

$$c(x,t) = (c_\infty - c_0) \left(1 - \operatorname{erf} \left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}} \right) \right) + c_0 \text{ mit } c_0 = c(x,t=0) \text{ und}$$

$$c_\infty = c(x=0,t) = c(x,t=\infty).$$

c_0 : Arsen-Grundkonzentration im Silizium zum Zeitpunkt $t=0$ (Konstante bzgl. Ort und Zeit). c_∞ : konstante Arsen-Konzentration am Ort $x=0$ zu allen Zeiten (entspricht einer unerschöpflichen Quelle) bzw. an allen Orten nach unendlich langer Zeit.

b) Wie lange muß der Silizium-Wafer in einem Ofen bei 1394°C liegen, damit die Konzentration der Arsen-Atome in einer Tiefe von $20\mu\text{m}$ der halben Oberflächenkonzentration c_∞ entspricht? (Hinweise: $\operatorname{erf}(0.5) \approx 0.5$, $c_0 \approx 0$)

Aufgabe 28:

a) Zeigen Sie, daß $c(x,t) = \frac{1}{2\sqrt{\pi Dt}} \exp\left(-\frac{x^2}{4Dt}\right)$ eine Lösung der Diffusionsgleichung ist.

b) Zeigen Sie: $c(x,t \rightarrow 0) = \delta(x)$: Delta-Funktion.

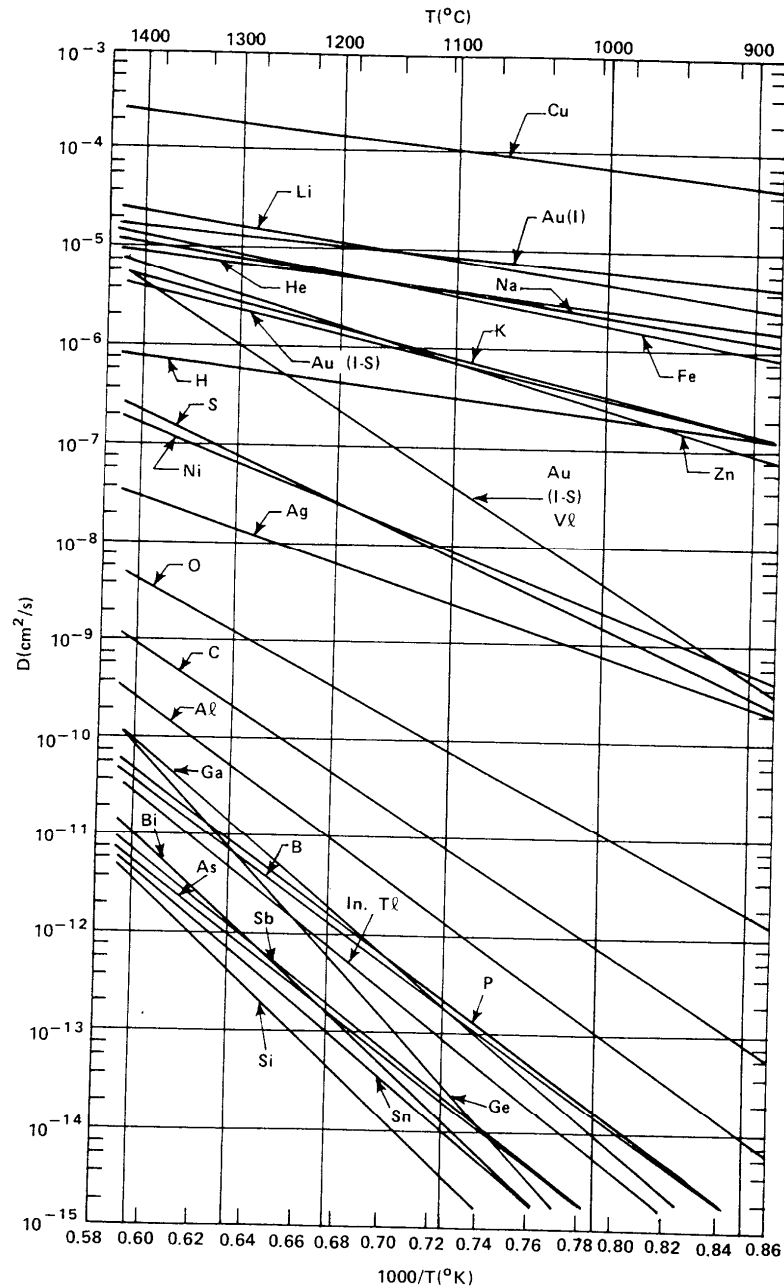
Hinweis I:
$$\frac{d}{dz} \left[\int_a^{g(z)} f(y) dy \right] = f(g(z)) \cdot g'(z)$$

Hinweis II:
$$\int_0^{+\infty} \exp(-y^2) dy = \frac{\sqrt{\pi}}{2}$$

Hinweis III:
$$\operatorname{erf}(z) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^z \exp(-y^2) dy$$

Aufgabe 29: Man betrachte ein Stück Silizium bei 1200°C zu einem Zeitpunkt t_0 . Nach welcher Zeit befindet sich keines der Silizium-Atome mehr an dem Platz, den es zum Zeitpunkt t_0 innehatte? Wie lange dauert dies bei Raumtemperatur?

Hinweis: Benutzen Sie für die Abschätzung die Formel aus der Vorlesung: $D \approx a^2 r$; D : Diffusionskoeffizient, a : Gitterkonstante, r : Sprungrate.



Diffusion Coefficients in Intrinsic Silicon
(Originally presented at the Spring 1969 meeting of the
Electrochemical Society, Inc. held in New York, N.Y.)