

Übungen zur Vorlesung Festkörperphysik WS 07/08

Prof. G. Maret

Blatt 11, Besprechung am 24./25.1.08

1. Aufgabe: Schottky Kontakt

Ein Schottky Kontakt wird auf n-Typ Silizium ($N_d = 1.5 \times 10^{15} \text{cm}^{-3}$) durch Aufdampfen von Metall ($q\Phi_m = 4.9 \text{eV}$) hergestellt.

Vernachlässigen Sie den Effekt von Oberflächenzuständen und berechnen Sie die Spannung an der Kontaktstelle (engl.: 'Built-In Voltage'), die Barrierenhöhe und die Breite der Verarmungszone. (Keine angelegte Spannung, $T = 300 \text{K}$)

2. Aufgabe: Oberflächenpotential eines Halbleiters

Eine Siliziumprobe hat eine gleichmäßige Donatorenkonzentration von $N_d = 4.5 \times 10^{15} \text{cm}^{-3}$ und eine gleichmäßige Oberflächenzustandsdichte von $4 \times 10^{12} \text{cm}^{-2} \text{eV}^{-1}$. Das neutrale Level an der Oberfläche ist 0.3eV über der Valenzbandkante.

Bestimmen Sie das Oberflächenpotential der freien Oberfläche und die Breite der Oberflächenverarmungszone (engl.: 'surface depletion region') unter Annahme, dass die Oberfläche im thermischen Gleichgewicht mit dem Vollmaterial ist. Hinweis: Berechnen Sie die Ladung der Verarmungszone mit der Oberflächenladungsdichte.

3. Polarisation eines Rotationskörpers

Betrachten Sie eine isolierende Kugel mit der Dielektrizitätskonstante ϵ in einem homogenen elektrischen Feld E_{ext} .

a) Welchen Wert hat das über das gesamte Volumen der Kugel gemittelte elektrische Feld E innerhalb der Kugel?

b) Welchen Wert hat die Polarisation P in der Kugel? Setzen Sie bei der Rechnung voraus, dass das Feld E_{ext} beim Einbringen der Kugel unverändert bleibt. (Hinweis: Es ist hier nicht nötig das lokale elektrische Feld E_{lok} zu berechnen.)

4. Elektrisches Feld im Festkörper

Wird ein ellipsoidförmiger dielektrischer Festkörper in ein homogenes elektrisches Feld \mathbf{E}_{ext} gebracht, so wird dieser homogen polarisiert und wir erhalten im Innern des Festkörpers ein makroskopisches elektrisches Feld der Stärke $\mathbf{E}_{mak} = \mathbf{E}_{ext} + \mathbf{E}_N$ mit dem Entelektrisierungsfeld $\mathbf{E}_N = -N\mathbf{P}/\epsilon_0$. Die Größe N ist dabei der Entelektrisierungsfaktor der Probe, der im allgemeinsten Fall einen Tensor 2. Stufe darstellt, und \mathbf{P} die in der Probe vorliegende homogene Polarisation.

- a) Zwischen den Hauptkomponenten des Entelektrisierungstensors besteht die Beziehung $N_{xx} + N_{yy} + N_{zz} = 1$. Welche Werte müssen die Hauptkomponenten für einen langen Stab, eine Kugel und eine dünne Scheibe annehmen?
- b) Leiten Sie einen Ausdruck für das in der Probe herrschende makroskopische elektrische Feld \mathbf{E}_{mak} her.
- c) Welcher Zusammenhang besteht in diesem Fall zwischen der dielektrischen Verschiebungsdichte \mathbf{D} und dem extern angelegten elektrischen Feld \mathbf{E}_{ext} ?
- d) Berechnen Sie das Verhältnis $\mathbf{E}_{mak}/\mathbf{E}_{ext}$ für einen Festkörper mit einer Dielektrizitätskonstante von $\epsilon = 2.5$, wenn dieser die Form eines langen Stabes, einer Kugel oder einer dünnen Scheibe besitzt. Das externe elektrische Feld soll dabei parallel zum Stab bzw. senkrecht zur Scheibe angelegt sein.