

Maandag 24 juni 2013 – Oefeningenexamen Vastestoffysica

Halfgeleiders

Men wenst een p-type GaAs éénkristal te groeien met een resistiviteit van 1 kΩcm bij 300 K. Dit wil men realiseren door zink (Zn) aan de smelt toe te voegen. Zn is een ondiepe acceptor met $E_A = E_V + 0.031$ eV en $g_A = 4$.

Voor GaAs geldt bij 300K: $N_C = 4.7 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$, $N_V = 7.0 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$, $E_G = 1.423$ eV,
 $\mu_n = 8500 \text{ cm}^2/(\text{V}\cdot\text{s})$, $\mu_p = 400 \text{ cm}^2/(\text{V}\cdot\text{s})$

Fysische constanten: $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K} = 8.62 \times 10^{-5} \text{ eV/K}$, $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

- a) Wat is de vereiste Zn concentratie, indien men ervan uitgaat dat er verder geen elektrisch actieve defecten in het kristal worden geïntroduceerd? Bepaal ook E_F voor deze situatie.
- b) Bij smeltgroeï van GaAs worden echter ook intrinsieke *defecten* ingegroeïd. Een belangrijk elektrisch actief defect, de As-antisite (een As atoom op een Ga plaats), introduceert een diep donorniveau, $E_D = E_C - 0.8$ eV met $g_D = 1$. Via optische absorptiemetingen berekent men de gemiddelde concentratie aan dergelijke defecten in het kristal: $N_D = 5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$. Onderstel dat de defectconcentratie in het kristal overal dezelfde is. Bepaal het type en bereken de resistiviteit in het geval dat naast de onder a) berekende Zn concentratie ook de vermelde intrinsieke defecten aanwezig zijn. Maak eerst een grafische analyse van het probleem.
- c) In realiteit is de defectconcentratie echter niet uniform doorheen het GaAs kristal. Een wafer gesneden uit het midden van het kristal blijkt p-type te zijn met een resistiviteit van 65 MΩcm. Bepaal de defectconcentratie in die wafer. De Zn concentratie is opnieuw die bepaald onder a).
- d) Welke Zn concentratie had men moeten voorzien opdat de wafer onder c) de beoogde resistiviteit van 1 kΩcm zou hebben?