

Физика полупроводников: практикум по решению задач

В. Пикулев, 2020



Задача 1

Подвижность электронов в собственном германии при комнатной температуре $\mu_n = 3800 \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{с}^{-1}$. Найти удельное сопротивление этого материала при 30 К, 77 К и 300 К, считая, что подвижность меняется с температурой по закону $\mu_n = aT^{-3/2}$, где a – постоянная. Построить график зависимости удельного сопротивления от температуры в диапазоне от 100 до 400 К.

При всех температурах считать, что ширина запрещённой зоны линейно меняется с температурой по закону $E_g = (0.785 - 0.0004 T) \text{ эВ}$, а отношение подвижностей электронов и дырок при любой температуре постоянно и равно $\mu_n/\mu_p = 2.1$. Эффективная масса электронов – $0.56 m_0$, эффективная масса дырок – $0.35 m_0$, где m_0 – масса свободного электрона.

Задача 2

Вычислить отношение электронного и дырочного тока к полному току в германии p -типа с удельным сопротивлением $\rho = 5 \text{ Ом}\cdot\text{см}$. Считать концентрацию носителей заряда в собственном германии при комнатной температуре равной $n_i = 2.5 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$. Подвижность электронов при комнатной температуре $\mu_n = 3800 \text{ см}^2/\text{В}\cdot\text{с}^{-1}$, подвижность дырок $\mu_p = 1900 \text{ см}^2/\text{В}\cdot\text{с}^{-1}$.

Задача 3

В монокристалле германия при комнатной температуре подвижность электронов составляет $\mu_n = 3800 \text{ см}^2/\text{В}^{-1}\text{с}^{-1}$, подвижность дырок $\mu_p = 1900 \text{ см}^2/\text{В}^{-1}\text{с}^{-1}$. Считая, что собственная концентрация носителей заряда $n_i = 2.5 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$, определить концентрацию акцепторов N_a , при которой удельная электропроводность будет минимальной.

Задача 4

Рассчитать радиус электронной орбиты и энергию ионизации атома донорной примеси в модели водородоподобного атома, погружённого в однородную изотропную диэлектрическую среду с диэлектрической проницаемостью германиевого кристалла $\epsilon = 16$. Иными словами, в пентивалентном атоме донора четыре валентных электрона осуществляют химическую связь с атомами германия, а свободный пятый валентный электрон находится в кулоновском поле положительного ионного остова, подобно атому водорода. К такой модели можно применить формулы теории Бора для расчёта энергии основного состояния и радиуса орбиты электрона с поправкой на диэлектрическую проницаемость среды.