

Практическое занятие 8

Электроны в полупроводниках

51.19. Собственный полупроводник (германий) имеет при некоторой температуре удельное сопротивление $\rho = 0,48$ Ом м. Определить концентрацию n носителей заряда, если подвижности b_n и b_p электронов и дырок соответственно равны 0,36 и 0,16 м²/(В · с).

51.20. Удельная проводимость γ кремния с примесями равна 112 См/м. Определить подвижность b_p дырок и их концентрацию n_p , если постоянная Холла $R_H = 3,66 \times 10^{-4}$ м³/Кл. Принять, что полупроводник обладает только дырочной проводимостью.

51.22. Полупроводник в виде тонкой пластины шириной $l = 1$ см и длиной $L = 10$ см помещен в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,2$ Тл. Вектор магнитной индукции перпендикулярен плоскости пластины. К концам пластины (по направлению L) приложено постоянное напряжение $U = 300$ В. Определить холловскую разность потенциалов U_H на гранях пластины, если постоянная Холла $R_H = 0,1$ м³/Кл, удельное сопротивление $\rho = 0,5$ Ом м.

51.23. Тонкая пластина из кремния шириной $l = 2$ см помещена перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля ($B = 0,5$ Тл). При плотности тока $j = 2 \times 10^{-6}$ А/мм², направленного вдоль пластины, холловская разность потенциалов U_H оказалась равной 2,8 В. Определить концентрацию n носителей заряда.

6.65. Найти минимальную энергию, необходимую для образования пары электрон — дырка в чистом теллуре при температуре 0 К, если известно, что его электропроводность возрастает в $\eta = 5,2$ раза при увеличении температуры от $T_1 = 300$ К до $T_2 = 400$ К.

6.67. Образец из чистого беспримесного германия, у которого ширина запрещенной зоны 0,72 эВ, а подвижности электронов и дырок 3600 и 1800 см²/(В·с), соответственно, находится при температуре 300 К. Найти удельное сопротивление образца.

6.69. Концентрация свободных электронов в полупроводнике n-типа при достаточно низких температурах равна

$$n_e = \sqrt{2n_0} \left(\frac{mk_B T}{2p\hbar^2} \right)^{3/4} e^{-\Delta E / 2k_B T}$$

где n_0 — концентрация донорных атомов, ΔE — энергия активации. Вычислить с помощью этой формулы энергию активации донорных атомов в полупроводнике n-типа, если известно, что подвижность электронов 500 см²/(В · с), концентрация донорных атомов 5×10^{17} см⁻³ и удельное сопротивление при температуре 50 К равно 1,5 кОм·см.

6.70. При $T = 300$ К некоторый образец германия n-типа имеет удельное сопротивление $\rho = 1,70$ Ом·см и постоянную Холла $R_H = 6,3 \times 10^{-3}$ м³/Кл. Найти концентрацию и подвижность электронов проводимости.

6.71. Пластинку из полупроводника p-типа шириной $d = 10$ мм и длиной $l = 50$ мм поместили в магнитное поле с индукцией $B = 5,0$ кГс. К концам пластинки приложили постоянное напряжение $U = 10,0$ В. При этом холловская разность потенциалов оказалась $U_H = 50$ мВ и удельное сопротивление $\rho = 2,5$ Ом·см. Определить постоянную Холла, концентрацию и подвижность дырок.

6.73. Вычислить разность подвижностей электронов и дырок в чистом беспримесном германии, если известно, что в магнитном поле с индукцией $B = 3,0$ кГс отношение поперечной напряженности электрического поля E_t к продольной E равно $\eta = 0,060$.