

Процессы переноса зарядов в полупроводниках

Дрейф носителей заряда

- *Дрейфом* называют направленное движение носителей заряда под действием электрического поля.
- Электроны, получая ускорение в электрическом поле, приобретают на средней длине свободного пробега добавочную составляющую скорости, которая называется *дрейфовой скоростью* $v_{n \text{ др}}$, к своей средней скорости движения.

- Дрейфовая скорость электронов мала по сравнению со средней скоростью их теплового движения в обычных условиях. Плотность дрейфового тока

$$J_{n \text{ др}} = qnV_{n \text{ др}},$$

- где n – концентрация электронов; q – заряд электрона.

- Дрейфовая скорость, приобретаемая электроном в поле единичной напряженности $E = 1$, В/см, называется *подвижностью*:

$$\mu = \frac{v_{n \text{ др}}}{E} .$$

- Поэтому плотность дрейфового тока электронов

$$J_{n \text{ др}} = qn\mu E .$$

- Составляющая электрического тока под действием внешнего электрического поля называется *дрейфовым током*.
Полная плотность дрейфового тока при наличии свободных электронов и дырок равна сумме электронной и дырочной составляющих:

$$J_{\text{др}} = J_{n \text{ др}} + J_{p \text{ др}} = qE(n\mu_n + p\mu_p),$$

- где E – напряженность приложенного электрического поля.

- *Удельная электрическая проводимость* σ равна отношению плотности дрейфового тока к величине напряженности электрического поля E , вызвавшего этот ток:

$$\sigma = \frac{J_{\text{др}}}{E},$$

- то есть электропроводность твердого тела зависит от концентрации носителей электрического заряда n и от их подвижности μ .

Диффузия носителей заряда

- При неравномерном распределении концентрации носителей заряда в объеме полупроводника и отсутствии градиента температуры происходит *диффузия* – движение носителей заряда из-за градиента концентрации, т. е. происходит выравнивание концентрации носителей заряда по объему полупроводника.

- Одновременно с процессом диффузии носителей происходит процесс их рекомбинации.
- Поэтому избыточная концентрация уменьшается в направлении от места источника этой избыточной концентрации.

- Расстояние, на котором при одномерной диффузии в полупроводнике без электрического поля избыточная концентрация носителей заряда уменьшается в результате рекомбинации в e раз, называется *диффузионной длиной L* .
Иначе, это расстояние, на которое диффундирует носитель за время жизни.

- Диффузионная длина L связана со временем жизни носителей соотношениями

$$L_n = \sqrt{D_n \tau_n} ; L_p = \sqrt{D_p \tau_p} ,$$

- где τ_n и τ_p – время жизни электронов и дырок, соответственно, D_n – коэффициент диффузии электронов, D_p – коэффициент диффузии дырок.