

# **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*  $\sigma$  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  $\mu$ .

# 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  $\tau_n$  и  $\tau_p$  – время жизни электронов и дырок, соответственно,  $D_n$  – коэффициент диффузии электронов,  $D_p$  – коэффициент диффузии дырок.