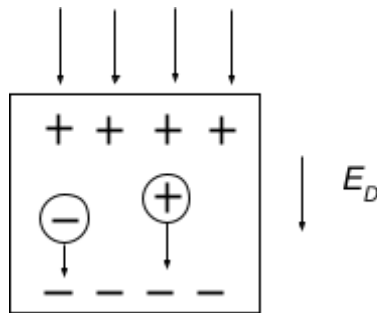


**Ефект Дембера.
Дифузійна фото-е.р.с.
Кристал-фотоефект.**

При освітленні напівпровідника сильно поглинаючим світлом у поверхневому шарі надлишкова концентрація нерівноважних носіїв заряду буде більшою, ніж у об'ємі, оскільки туди доходить лише мала частина падаючого на поверхню світла. Оскільки існує градієнт електронів і дірок, відбуватиметься дифузія електронів і дірок від поверхні вглиб зразка.



Згідно з співвідношенням Ейнштейна $\mu_n \neq \mu_p$ (зазвичай $\mu_n > \mu_p$), електрони будуть випереджати дірки, що призведе до розділення зарядів. На освітленій поверхні виникатиме позитивний заряд, а на неосвітленій — негативний. Внаслідок цього з'являється ε , яке компенсує різницю дифузійних потоків електронів і дірок, а сам ефект виникнення ε у напрямку променя сильно поглинаючого світла називають ефектом Дембера або кристал-ефектом. Визначимо ε_D електрорушійну силу Дембера (е.р.с. Дембера).

$$j_n = qn\mu_n\varepsilon_D + \mu_n kT \frac{dn}{dx}$$

$$j_p = qn\mu_p\varepsilon_D - \mu_p kT \frac{dp}{dx}$$

$$j = j_n + j_p = q(n\mu_n + p\mu_p)\varepsilon_D + kT \left(\mu_n \frac{dn}{dx} - \mu_p \frac{dp}{dx} \right)$$

У випадку ізолюваного напівпровідника $j = 0$ та

$$\varepsilon_D = -\frac{kT}{q} \cdot \frac{\mu_n \frac{dn}{dx} - \mu_p \frac{dp}{dx}}{n\mu_n + p\mu_p}$$

Виходячи з $\frac{dn}{dx} = \frac{dp}{dx} = \frac{d(\Delta n)}{dx} = \frac{d(\Delta p)}{dx}$ отримаємо

$$\varepsilon_D = -\frac{kT}{q} \cdot \frac{\mu_n - \mu_p}{n\mu_n + p\mu_p} \cdot \frac{dn}{dx}$$

Тоді е.р.с. Дембера між точками x_1 та x_2

$$V_D = \int_{x_1}^{x_2} \varepsilon_D dx = -\frac{kT}{q} \int_{x_1}^{x_2} \frac{\mu_n - \mu_p}{n\mu_n + p\mu_p} d(\Delta n)$$

Оскільки $\sigma = q(n\mu_n + p\mu_p)$ та $\Delta\sigma = q(\mu_n + \mu_p)\Delta n$, то

$$d(\Delta n) = \frac{d(\Delta\sigma)}{q(\mu_n + \mu_p)}$$

$$V_D = -\frac{kT}{q} \cdot \frac{\mu_n - \mu_p}{\mu_n + \mu_p} \int_{x_1}^{x_2} \frac{d(\Delta\sigma)}{\sigma} = -\frac{kT}{q} \cdot \frac{\mu_n - \mu_p}{\mu_n + \mu_p} \cdot \ln \frac{\sigma_1}{\sigma_2}$$

Якщо вважати що $x_1 = 0$ (освітлена поверхня), а $x_2 \geq 3L_D$ - порядку кількох дифузійних довжин, де концентрація $\Delta n = 0$, то

$$\sigma_2 = q(n_0\mu_n + p_0\mu_p)$$

$$\sigma_1 = q(n_0\mu_n + p_0\mu_p) + q(\mu_n + \mu_p)\Delta n$$

та

$$\begin{aligned} V_D &= -\frac{kT}{q} \cdot \frac{\mu_n - \mu_p}{\mu_n + \mu_p} \ln \frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \\ &= -\frac{kT}{q} \frac{b-1}{b+1} \ln \left[1 + \frac{(b+1)\Delta n}{bn_0 + p_0} \right] \end{aligned}$$

де $b = \frac{\mu_n}{\mu_p}$ та $V_D = \varphi_2 - \varphi_1$

Якщо $\mu_p = \mu_n$, то $V_D = 0$ (ефект Дембера відсутній). Але при монополярній провідності (наприклад, при $p = 0$)

$$\varepsilon = -\frac{kT}{qn} \cdot \frac{dn}{dx}$$

$$V_D = \int_{x_1}^{x_2} \varepsilon dx = \frac{kT}{q} \int_{x_1}^{x_2} \frac{dn}{n} = \frac{kT}{q} \ln \frac{n_2}{n_1}$$

V_D зазвичай мала, порядку $\frac{kT}{q}$. Вона тим більша, чим більша $(\mu_n - \mu_p)$ та чим менша σ_0 . Це зростання електрорушійної сили та спад σ характерні також для інших об'ємних ефектів у неоднорідному напівпровіднику.