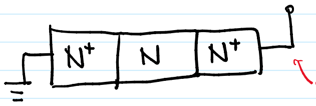
HW 16

2020년 11월 4일 수요일 오후 3:47

숙제 16 에서는 앞서서 구한 Coupled equation 을 토대로
N^+NN^+ structure 에서 bias voltage 에 따른 전류를 구할 것이다. (in equilibrium state)

Idea 는 다음과 같다.

$V_{bias} = 0\,V,\ 0.1\,V,\ 0.2\,V,\ \vdots$



$\phi = \phi_{eq} + V_{bias}$

$n = n_{eq}.$

기본적인 Jacobian matrix 와 residue vector 형태는 HW 15 와 동일하다.
다만, 만약 우리가 위 그림과 같이 bias V를 right end 에 걸어준다면, ϕ 의 boundary condition 을 조정해야한다. HW 15 와 같이 Solution vector를 N points 에 대해, $[\phi_1, n_1, \phi_2, \cdots, \phi_{N-1}, n_{N-1}, \phi_N, n_N]^T$ $(2N\times 1)$ row vector 로 정할시,

$$\begin{cases} \mathrm{res}(2\times N-1,\ 1) = \phi_N - \dfrac{q}{k_BT}\log\left(N_{don}(N,1)/n_i\right) - V_{bias} \\ \mathrm{Jaco}(2\times N-1,\ 2\times N-1) = 1. \quad \left(\because \dfrac{\partial V_{bias}}{\partial \phi_N} = 0\right) \end{cases}$$

right end 에서 boundary condition 을 수정하여 ϕ 와 n 의 bias V 에 따른 profile을 계산할 수 있다.

· Calculation of current density.

in equilibrium. state 에서의 Current density 는 다음과 같이 표현 가능하다.
(electron 에 대해)

$$J_{n,x} = -q\mu_n\left(n\frac{d\phi}{dx} - V_T\frac{dn}{dx}\right)\Big|_{x=600\,nm}.$$

따라서 terminal current per unit area 는 (for the right contact)

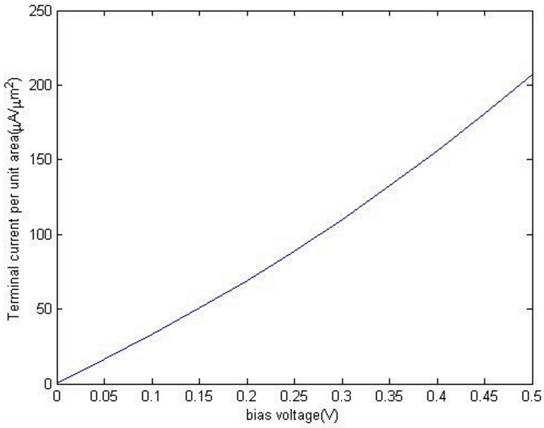
$$\frac{I_{right}}{Area} = +q\mu_n\left(n\frac{d\phi}{dx} - V_T\frac{dn}{dx}\right)$$

(※ '+' sign 은, terminal 에서 들어오는 Current 를 '+'로 정의하는 Convention 에 의해, right end 에서는 (−) sign 이 곱해져 (+) 가 됨)

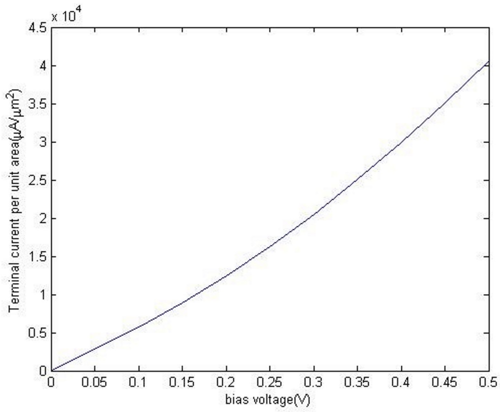
(Result) $T = 300\,k$, $\mu_n = 1500\,cm^2/V\cdot s$.

Long channel case.

Short channel case.



Terminal current per unit area(μA/μm^2)
bias voltage(V)



x 10^4
Terminal current per unit area(μA/μm^2)
bias voltage(V)