

Problem #1

이번 과제는 N^+NN^+ 구조에서 equilibrium에서의 전자 농도를 self-consistent한 경우와 nonlinear Poisson equation을 풀었을 때를 비교하는 과제이다. 600nm의 긴 소자와 60nm의 짧은 소자에 대해서 spacing 간격을 다르게 하여서 비교를 진행한다.

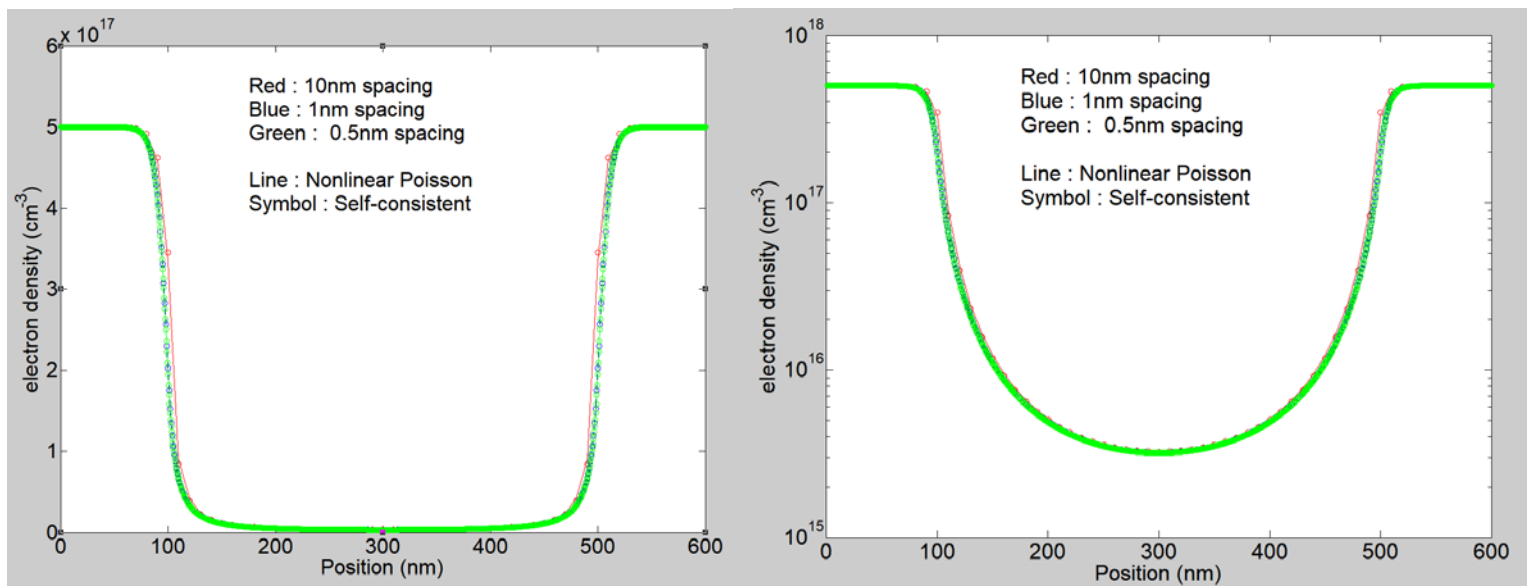
Poisson equation은 이전의 과정들과 차이가 없고, spacing을 어떻게 했느냐의 차이만 있다. Self-consistent solution 또한 수업에서 다룬 내용을 그대로 사용하면 되고, 단지 소자 길이라든가 spacing 간격만 수정해주면 된다. Poisson equation의 residue와 Jacobian은 이미 다 알고 있으므로 따로 더 다루지 않고, continuity equation의 residue와 Jacobian은 아래와 같다.

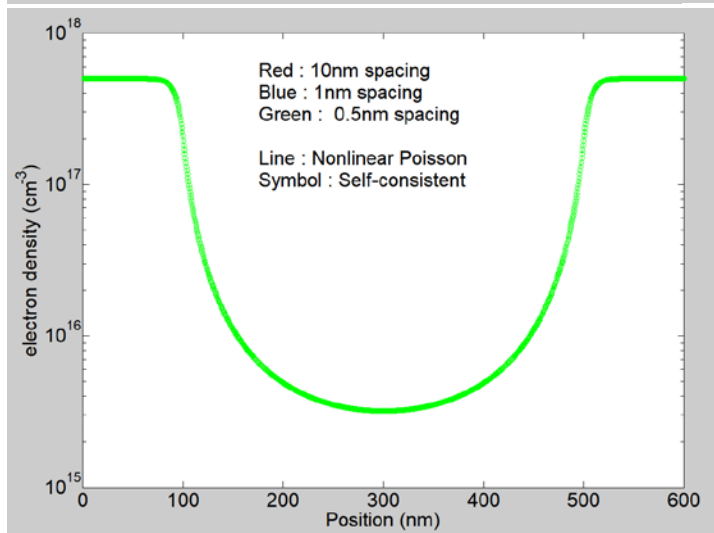
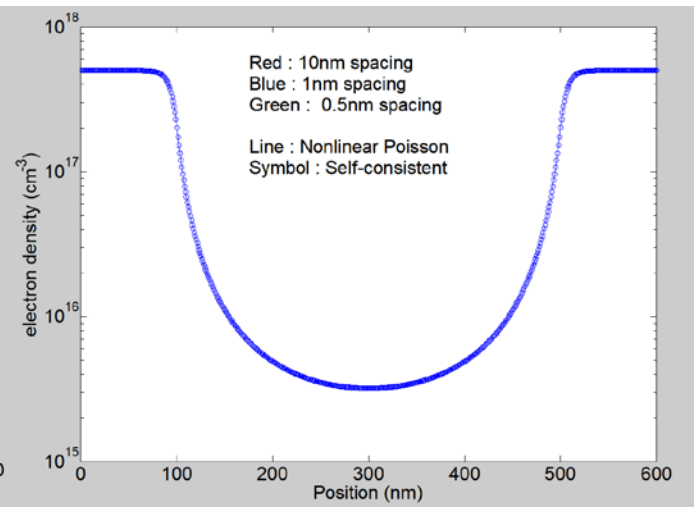
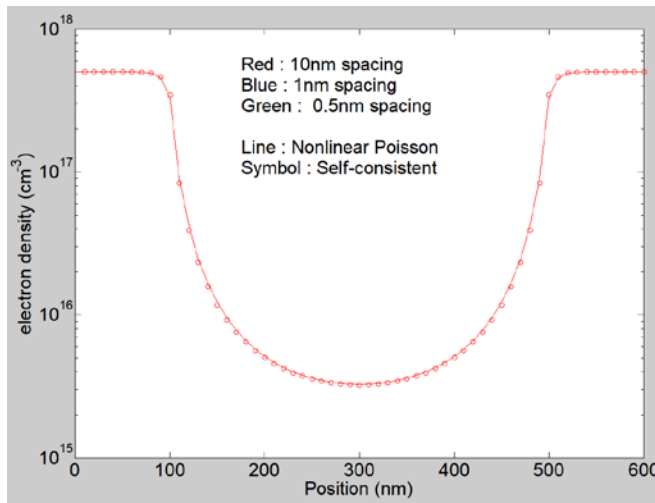
$$\begin{aligned} \text{res}(2 * ii, 1)_{\text{continuity}} &= \frac{n_{i+1} + n_i}{2} \frac{\phi_{i+1} - \phi_i}{\Delta x} - V_T \frac{n_{i+1} - n_i}{\Delta x} - \frac{n_i + n_{i-1}}{2} \frac{\phi_i - \phi_{i-1}}{\Delta x} + V_T \frac{n_i - n_{i-1}}{\Delta x} \\ \text{Jaco}(2 * ii, 2 * ii + 2)_{\text{continuity}} &= \frac{\phi_{i+1} - \phi_i}{2\Delta x} - \frac{V_T}{\Delta x} \\ \text{Jaco}(2 * ii, 2 * ii)_{\text{continuity}} &= \frac{\phi_{i+1} - \phi_i}{2\Delta x} + \frac{V_T}{\Delta x} - \frac{\phi_i - \phi_{i-1}}{2\Delta x} + \frac{V_T}{\Delta x} \\ \text{Jaco}(2 * ii, 2 * ii - 2)_{\text{continuity}} &= -\frac{\phi_i - \phi_{i-1}}{2\Delta x} - \frac{V_T}{\Delta x} \\ \text{Jaco}(2 * ii, 2 * ii + 1)_{\text{continuity}} &= \frac{n_{i+1} + n_i}{2\Delta x} \\ \text{Jaco}(2 * ii, 2 * ii - 1)_{\text{continuity}} &= -\frac{n_{i+1} + n_i}{2\Delta x} - \frac{n_i + n_{i-1}}{2\Delta x} \\ \text{Jaco}(2 * ii, 2 * ii - 3)_{\text{continuity}} &= \frac{n_i + n_{i-1}}{2\Delta x} \end{aligned}$$

위의 식을 scaling 과정과 함께 풀어주게 되면, self-consistent한 결과를 얻을 수 있다.

계산 결과는 아래와 같다. Spacing 간격이 작을수록 두 결과 사이의 차이가 줄어드는 것을 확인할 수 있다.

Long structure





Short structure

