

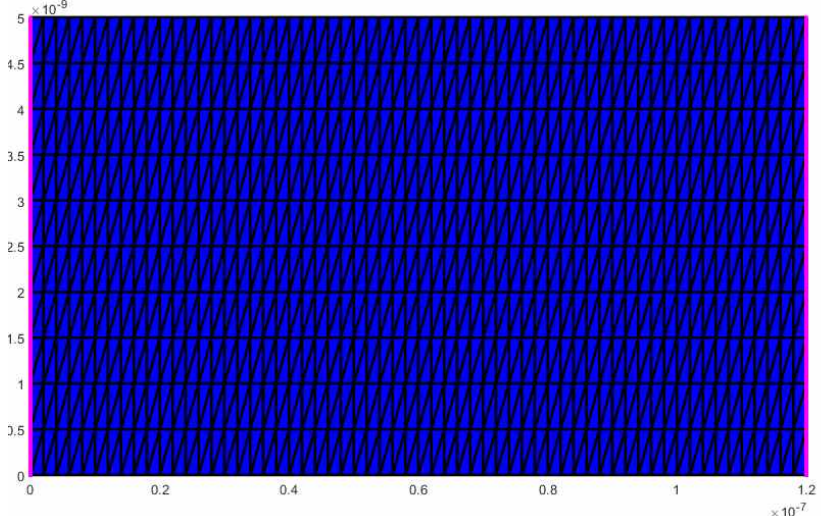
# HW21

20211119 박 건 호

## Green's function

: G parameter를 활용해서 Drain Current를 확인하라.

### 1) Test a homogeneous sample (2D) (using Silicon Bar)

N-type bar Device	Device Information
	<p>Length : 120nm  Width : 5nm  Side contact  : anode, cathode  Right (anode)  : 0  Left (cathode)  : 0</p>

Electron Continuity equation에 Perturbation을 줬을 때, 각 터미널에서의 Current를 확인해보고 위치  $r$ 에 대해 변경되었을 때의 결과를 확인해봤습니다. N-type Bar에서의 Terminal 은 anode와 cathode 두 개이므로 두 경우에 대한 비교를 진행하였습니다.

정확성을 확인하기 위해서 electron을 perturbed 했을 때, 다음의 수식을 만족하는 것을 확인하였습니다.

$$q \times (-\delta n + \delta p) \times \text{Control Volume} = \delta Q$$

$$\int J_d \cdot ds = \int jwD \cdot ds = jw\delta Q$$

Location	$jw\delta Q$	$\int J_d \cdot ds$
$r_0 = 172$	-1.23190434e-07 - 3.56649e-04i	-1.2319044e-07-3.56649e-04i
$r_0 = 301$	-6.164173e-08 - 2.284091e-04i	-6.164173e-08 - 2.284091e-04i
$r_0 = 421$	-8.5219203e-08 - 2.863489e-04i	-8.5219203e-08 - 2.863489e-04i

두 결과가 완벽하게 일치하여 해당 Green function의 Solve가 옳게 됐다고 판단하였습니다.  
 다음으로 해당  $r_0$ 에 electron, hole perturbed 됐을 때의  $J_n$ ,  $J_p$ ,  $J_d$  를 구하고 그 합을 비교하였  
 습니다.

## Results

Electron Continuity Perturbed	Hole Continuity Perturbed																																				
Location : $r_0 = 172$																																					
<table> <tr> <th>Anode</th><th>Current (A)</th></tr> <tr> <td><math>J_n</math></td><td><math>-0.81667 + 0.000285i</math></td></tr> <tr> <td><math>J_d</math></td><td><math>-9.5014e-08 - 2.8476e-04i</math></td></tr> <tr> <td><math>J</math></td><td><math>-0.81667 + 0.000i</math></td></tr> </table> <p>● <math>J_p</math>는 매우 작아 생략하였습니다.</p> <table> <tr> <th>Cathode</th><th>Current (A)</th></tr> <tr> <td><math>J_n</math></td><td><math>-0.1833 + 0.000072i</math></td></tr> <tr> <td><math>J_d</math></td><td><math>-2.8177e-08 - 7.1891e-05i</math></td></tr> <tr> <td><math>J</math></td><td><math>-0.1833 + 0.0000i</math></td></tr> </table>	Anode	Current (A)	$J_n$	$-0.81667 + 0.000285i$	$J_d$	$-9.5014e-08 - 2.8476e-04i$	$J$	$-0.81667 + 0.000i$	Cathode	Current (A)	$J_n$	$-0.1833 + 0.000072i$	$J_d$	$-2.8177e-08 - 7.1891e-05i$	$J$	$-0.1833 + 0.0000i$	<table> <tr> <th>Anode</th><th>Current (A)</th></tr> <tr> <td><math>J_n</math></td><td><math>-0.000021 - 0.00306i</math></td></tr> <tr> <td><math>J_d</math></td><td><math>-2.2569-07-3.135e-04i</math></td></tr> <tr> <td><math>J_p</math></td><td><math>-0.8166 + 0.00337i</math></td></tr> <tr> <td><math>J</math></td><td><math>-0.81667+ 0.07000i</math></td></tr> </table> <table> <tr> <th>Cathode</th><th>Current (A)</th></tr> <tr> <td><math>J_n</math></td><td><math>-0.0000187 - 0.00212i</math></td></tr> <tr> <td><math>J_d</math></td><td><math>-1.1484e-07-7.915e-05i</math></td></tr> <tr> <td><math>J_p</math></td><td><math>-0.1833 + 0.002196i</math></td></tr> <tr> <td><math>J</math></td><td><math>-0.1833 - 0.0000i</math></td></tr> </table>	Anode	Current (A)	$J_n$	$-0.000021 - 0.00306i$	$J_d$	$-2.2569-07-3.135e-04i$	$J_p$	$-0.8166 + 0.00337i$	$J$	$-0.81667+ 0.07000i$	Cathode	Current (A)	$J_n$	$-0.0000187 - 0.00212i$	$J_d$	$-1.1484e-07-7.915e-05i$	$J_p$	$-0.1833 + 0.002196i$	$J$	$-0.1833 - 0.0000i$
Anode	Current (A)																																				
$J_n$	$-0.81667 + 0.000285i$																																				
$J_d$	$-9.5014e-08 - 2.8476e-04i$																																				
$J$	$-0.81667 + 0.000i$																																				
Cathode	Current (A)																																				
$J_n$	$-0.1833 + 0.000072i$																																				
$J_d$	$-2.8177e-08 - 7.1891e-05i$																																				
$J$	$-0.1833 + 0.0000i$																																				
Anode	Current (A)																																				
$J_n$	$-0.000021 - 0.00306i$																																				
$J_d$	$-2.2569-07-3.135e-04i$																																				
$J_p$	$-0.8166 + 0.00337i$																																				
$J$	$-0.81667+ 0.07000i$																																				
Cathode	Current (A)																																				
$J_n$	$-0.0000187 - 0.00212i$																																				
$J_d$	$-1.1484e-07-7.915e-05i$																																				
$J_p$	$-0.1833 + 0.002196i$																																				
$J$	$-0.1833 - 0.0000i$																																				

Electron Continuity Perturbed	Hole Continuity Perturbed																																				
Location : $r_0 = 172$																																					
<table> <tr> <th>Anode</th><th>Current (A)</th></tr> <tr> <td><math>J_n</math></td><td><math>-0.9000 + 0.000247i</math></td></tr> <tr> <td><math>J_d</math></td><td><math>-6.9846e-08 - 2.4713e-04i</math></td></tr> <tr> <td><math>J</math></td><td><math>-0.9000 + 0.000i</math></td></tr> </table> <p>● <math>J_p</math>는 매우 작아 생략하였습니다.</p> <table> <tr> <th>Cathode</th><th>Current (A)</th></tr> <tr> <td><math>J_n</math></td><td><math>-0.1000 + 0.000039i</math></td></tr> <tr> <td><math>J_d</math></td><td><math>-1.5374e-08 - 3.9216e-05i</math></td></tr> <tr> <td><math>J</math></td><td><math>-0.1000 + 0.00000i</math></td></tr> </table>	Anode	Current (A)	$J_n$	$-0.9000 + 0.000247i$	$J_d$	$-6.9846e-08 - 2.4713e-04i$	$J$	$-0.9000 + 0.000i$	Cathode	Current (A)	$J_n$	$-0.1000 + 0.000039i$	$J_d$	$-1.5374e-08 - 3.9216e-05i$	$J$	$-0.1000 + 0.00000i$	<table> <tr> <th>Anode</th><th>Current (A)</th></tr> <tr> <td><math>J_n</math></td><td><math>-0.000012 - 0.00185i</math></td></tr> <tr> <td><math>J_d</math></td><td><math>-1.500e-07-2.721e-04i</math></td></tr> <tr> <td><math>J_p</math></td><td><math>-0.9000 + 0.00212i</math></td></tr> <tr> <td><math>J</math></td><td><math>-0.9000 + 0.0000i</math></td></tr> </table> <table> <tr> <th>Cathode</th><th>Current (A)</th></tr> <tr> <td><math>J_n</math></td><td><math>-0.00001 - 0.00118i</math></td></tr> <tr> <td><math>J_d</math></td><td><math>-6.380e-08-4.31805i</math></td></tr> <tr> <td><math>J_p</math></td><td><math>-0.1000 + 0.00123i</math></td></tr> <tr> <td><math>J</math></td><td><math>-0.1000 - 0.00000i</math></td></tr> </table>	Anode	Current (A)	$J_n$	$-0.000012 - 0.00185i$	$J_d$	$-1.500e-07-2.721e-04i$	$J_p$	$-0.9000 + 0.00212i$	$J$	$-0.9000 + 0.0000i$	Cathode	Current (A)	$J_n$	$-0.00001 - 0.00118i$	$J_d$	$-6.380e-08-4.31805i$	$J_p$	$-0.1000 + 0.00123i$	$J$	$-0.1000 - 0.00000i$
Anode	Current (A)																																				
$J_n$	$-0.9000 + 0.000247i$																																				
$J_d$	$-6.9846e-08 - 2.4713e-04i$																																				
$J$	$-0.9000 + 0.000i$																																				
Cathode	Current (A)																																				
$J_n$	$-0.1000 + 0.000039i$																																				
$J_d$	$-1.5374e-08 - 3.9216e-05i$																																				
$J$	$-0.1000 + 0.00000i$																																				
Anode	Current (A)																																				
$J_n$	$-0.000012 - 0.00185i$																																				
$J_d$	$-1.500e-07-2.721e-04i$																																				
$J_p$	$-0.9000 + 0.00212i$																																				
$J$	$-0.9000 + 0.0000i$																																				
Cathode	Current (A)																																				
$J_n$	$-0.00001 - 0.00118i$																																				
$J_d$	$-6.380e-08-4.31805i$																																				
$J_p$	$-0.1000 + 0.00123i$																																				
$J$	$-0.1000 - 0.00000i$																																				

## ● Double-Gate MOSFET의 문제점

Green function의 결과를 위와 같은 방식으로 확인하였습니다. 하지만, 결과가 맞지 않아서, AC  
 의 Current Conservation을 확인하였습니다. 모든 Terminal에서  $J_d$ 의 합을 확인하였지만, 예상  
 한 것(합은 0)과 달리 작은 값이 발생하였습니다. 이 이유로 판단되는 부분은 현재 Silicon의  
 Contact의 Flux만을 계산하여 Source와 Drain의 current를 구하였는데, Oxide에서 Flux도 고려  
 해야 한다는 것을 뒤늦게 파악하였습니다. 이 부분을 고려해서 결과를 확인해 볼 생각이며, 이후에  
 위와 같은 방식으로 확인할 생각입니다.