# Homework #18

20221059 정상목

## 1. 과제 목표

AC simulation을 이용해서 Admittance를 기존에 구한 Analytic과 small signal 값과 일치하는지 확인한다.

## 2. N\_Tpye Bar

N\_Type bar에서 사용할 mesh는 다음과 같습니다.

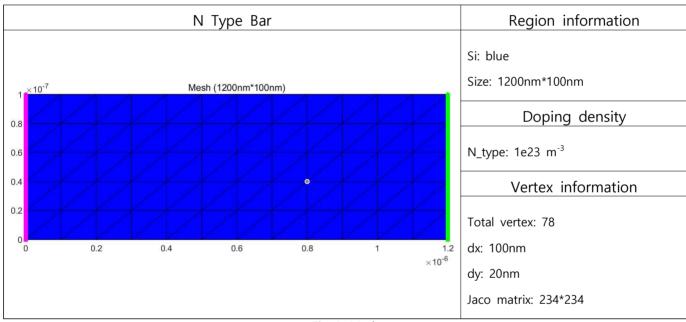


Fig 1. Mesh

Analytic한 결과를 확인하기 위하여  $N_{type}$  bar를 사용했습니다. Doping density는 논문과 같이  $2x10^{17}$  cm<sup>-3</sup>으로 설정했고, electron mobility는 518 cm<sup>2</sup>/V sec 로 설정했습니다. 또 간단한 구조이기 때문에 vertex를 줄여서 계산했습니다.

#### 2.1. Small signal

지난 과제였던 small signal의 값과 Analytic한 값을 비교하는 과정을 먼저 수행했습니다. 사용한 수식은 다음과 같습니다.

$$-\epsilon \frac{\partial^2}{\partial x^2} \delta \phi = -q \delta n, \ jwq \delta n = \frac{\partial}{\partial x} \delta J_n$$

이 식을 이용하여 정리하면 Admittance를 다음과 같이 구할 수 있습니다.

$$Y(w) = \lim_{\delta V \to 0} \frac{\delta I}{\delta} V = q \mu_n n \frac{A}{L} + j w \epsilon \frac{A}{L}$$

결과는 다음과 같습니다.

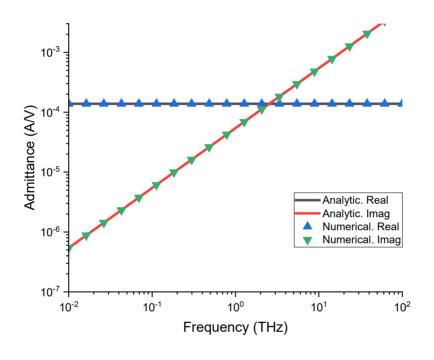


Fig 2. Admittance

수업 중 강의해주신 내용을 바탕으로 Analytic, Small signal admittance를 계산했습니다. 두 결과가 일치함을 확인할 수 있었습니다. Real part의 max error는 6e-9이고, Imaginary part의 max error는 5.11e-7임을 확인했습니다. 이는 Analytic admittance 대비 4.34e-05%, 6.55e-4%의 아주 작은 값이므로, 두 결과가 일치함을 확인할 수 있었습니다.

#### 2.2. AC simulation

AC simulation을 수행하기 위해 기존에 사용했던 code를 활용했습니다. 먼저 Jaco matirx에 있는 time domain을 frequency domain으로 변환해주었습니다.

$$\frac{\partial n}{\partial t} = \frac{1}{q} \nabla J_n \rightarrow jwn = \frac{1}{q} \nabla J_n$$

$$\frac{\partial p}{\partial t} = -\frac{1}{q} \nabla J_p \rightarrow jwp = -\frac{1}{q} \nabla J_p$$

기존 res의 값을 Boundary condition 외 모두 0으로 만들어 주었고, 입력 신호를 sinewave를 넣었기 때문에  $j^*V_{amp}$ 값을 입력해주었습니다. 이러한 결과로 one shot에 전류를 계산할 수 있었습니다.

결과는 다음과 같습니다.

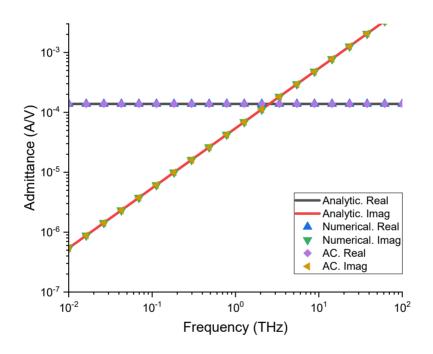


Fig 3. Admittance (AC simulation)

Analytic admittance와 비교하면 두 값이 정확하게 일치함을 확인할 수 있었습니다.