

Homework #16

20221059 정상목

1. 과제 목표

이번 과제에서는 기존에 구했던 소자들에서 transient delay가 잘 발생하는지 확인하는 과정을 진행했다. 먼저 Doublegate MOSFET소자에 대해 sinwave와 pulse를 입력으로 주어 변화하는 전류를 관찰했다. 다음으로 N_tpye bar를 이용해 transient가 잘 작동하는지 확인해보았다.

2. Doublegate MOSFET

Doublegate에서 사용할 mesh는 다음과 같습니다.

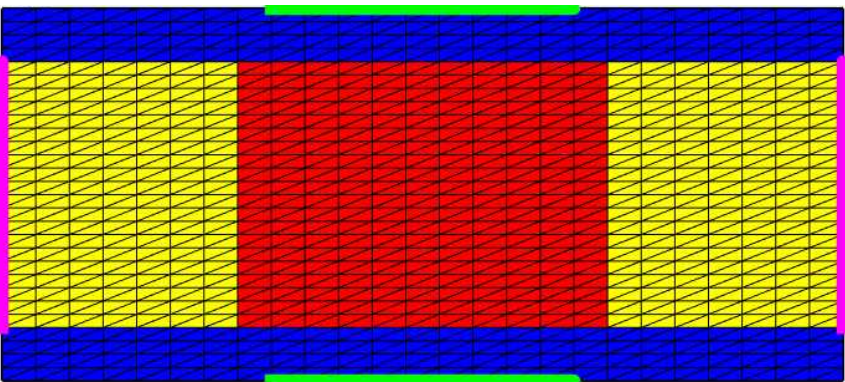
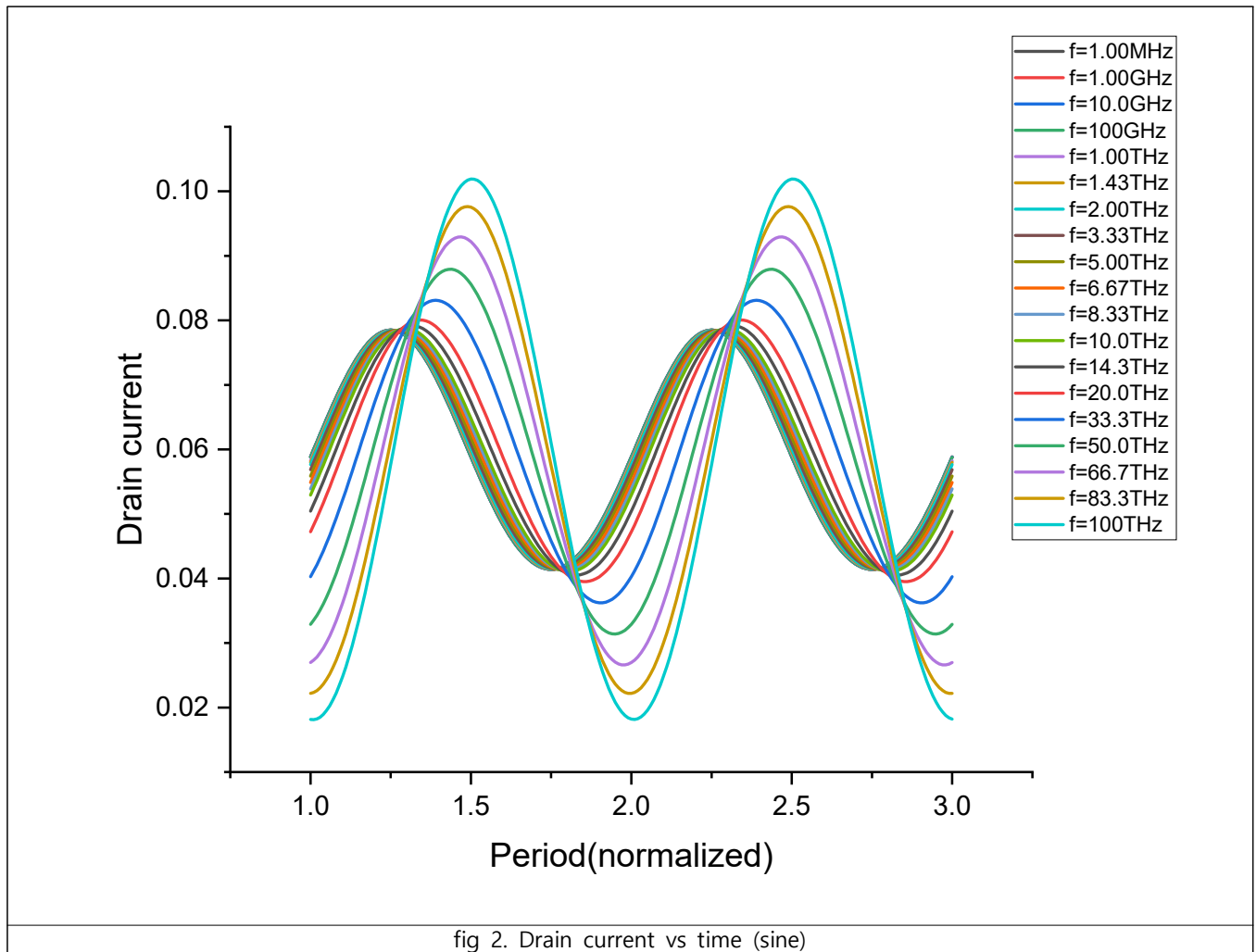
Double gate MOSFET	Region information
	Oxide: blue, $t_{ox}=2nm$
	Source/Darin: yellow, $L=15nm$
	Channel: red, $L=20nm$
	Gate contact: green
	Source/Drain contact: magenta
	Doping density
	N-type: $5e26 m^{-3}$
	p-type: $2e21 m^{-3}$
	Oxide workfunction: 4.3eV
	Vertex information
	Total veretx: 754
	Jaco matrix: 2024*2024

Fig 1. Mesh

Homework #15와 동일한 소자를 사용했습니다. Howework #15와 이번과제에서 달라진 점은 Gate에 인가하는 small signal의 frequency를 최대 1GHz까지 관찰한 것을 최대 10THz까지 늘려서 관찰한 것입니다. 이로써 transient 효과가 발생하는지 명확하게 확인할 수 있었습니다.

2.1. Result (sinewave)

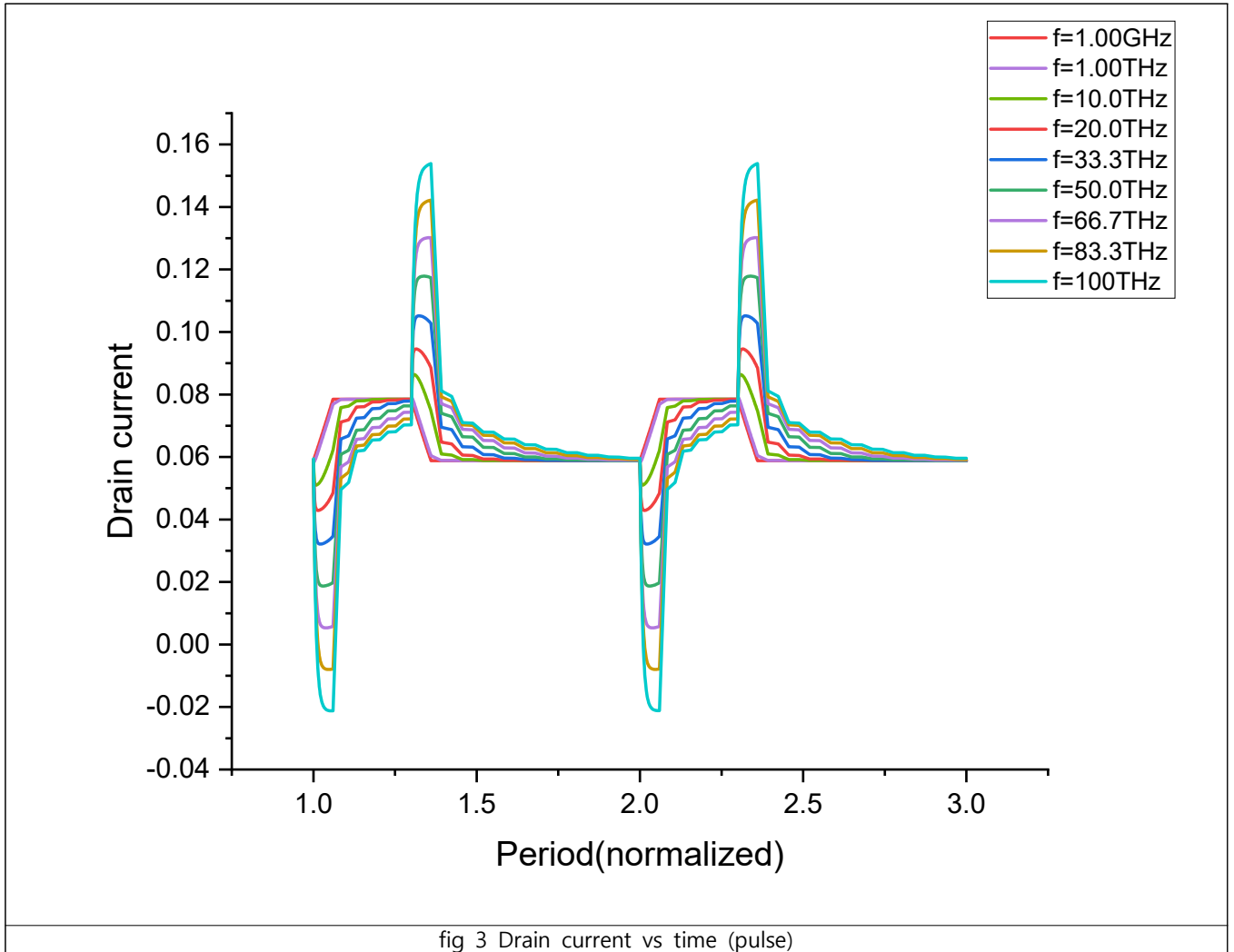


입력된 신호의 정보는 다음과 같습니다.

Signal information	
Vd	1V
Vg	1V
Vamp	0.1V
Frequency	1GHz~100THz

첫 번째 주기는 제외하고 2번째와 3번째 주기만 관찰했습니다. 전류를 살펴보면 frequency가 커짐에 따라 신호에 delay가 발생되고, 크기가 커짐을 확인할 수 있습니다.

2.2. Result (Pulse)



입력된 신호의 정보는 다음과 같습니다.

Signal information	
Vd	1V
Vg	1V
Vamp	0.1V
Duty cycle	30%
Frequency	1GHz~100THz

첫 번째 주기는 제외하고 2번째와 3번째 주기만 관찰했습니다. 전류를 살펴보면 frequency가 커짐에 따라 신호에 delay가 발생되고, 크기가 커짐을 확인할 수 있습니다. frequency가 낮은 경우에는 예상값과 일치함을 확인할 수 있습니다. 다만 Slope부분에서 frequency가 커짐에 따라 값이 급격하게 커지는 부분이 관찰되었습니다. 이 부분에서는 짧은 시간동안 signal이 변화하면서 Displacement current가 dominant 한 영향을 끼쳤음을 예상할 수 있었습니다.

3. N_Tpye Bar

N_Tpye bar에서 사용할 mesh는 다음과 같습니다.

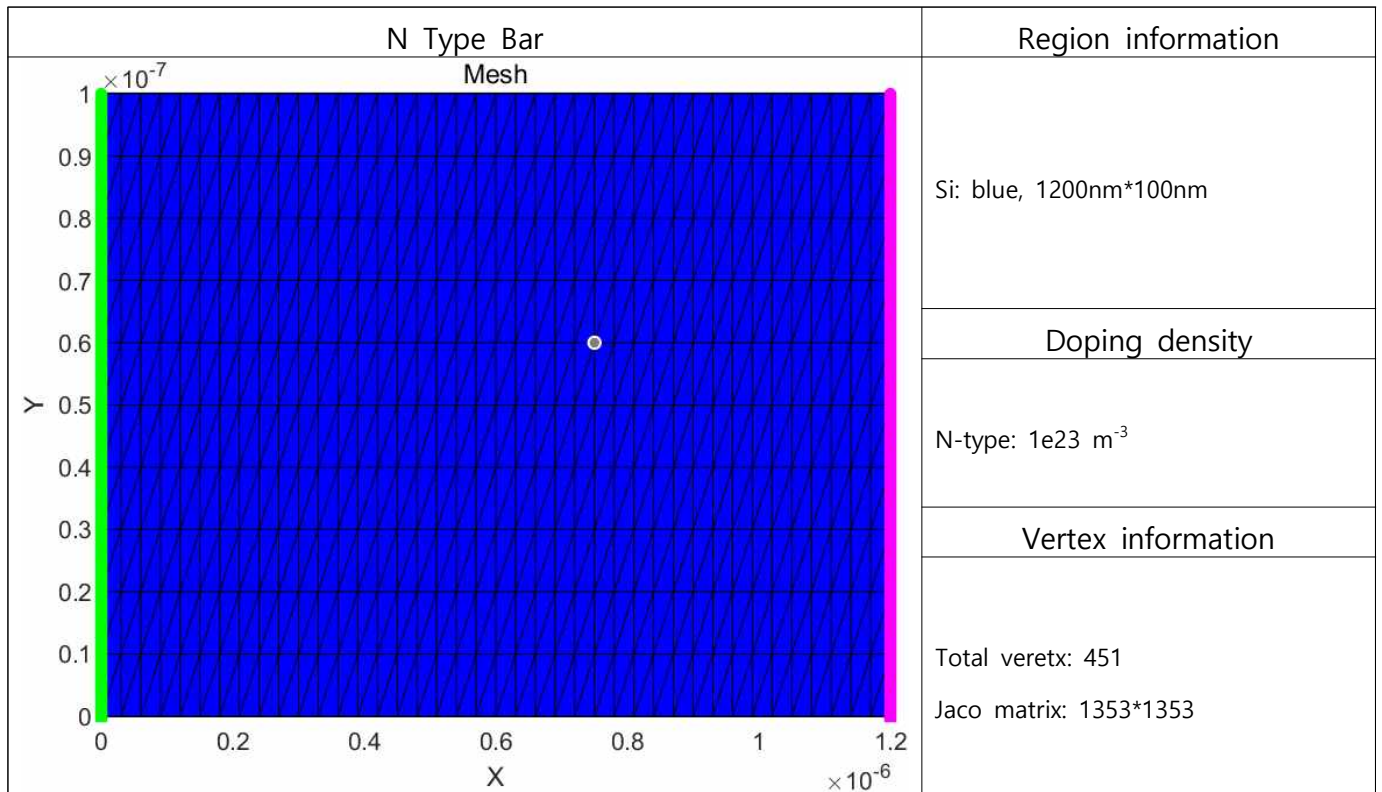


Fig 4. Mesh

Analytic한 결과를 확인하기 위하여 N_type bar를 사용했습니다. Doping density는 논문과 동일하게 $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 으로 설정했고, mobility는 $518 \text{ cm}^2/\text{V sec}$ 로 설정했습니다.

사용한 수식은 다음과 같습니다.

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

이 식을 이용하여 정리하면 어드미턴스를 다음과 같이 구할 수 있다.

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

3.1. Analytic solution

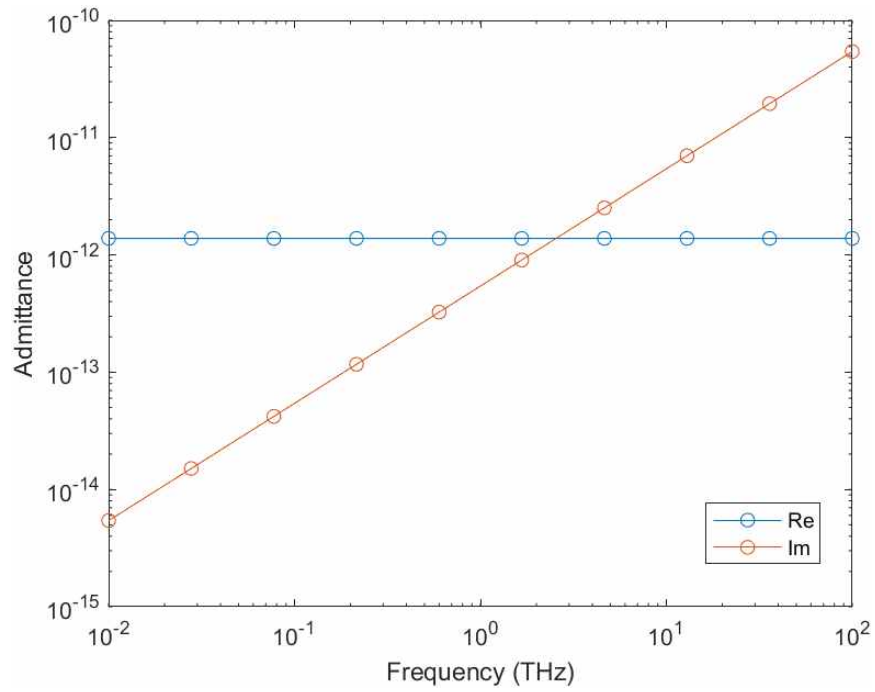
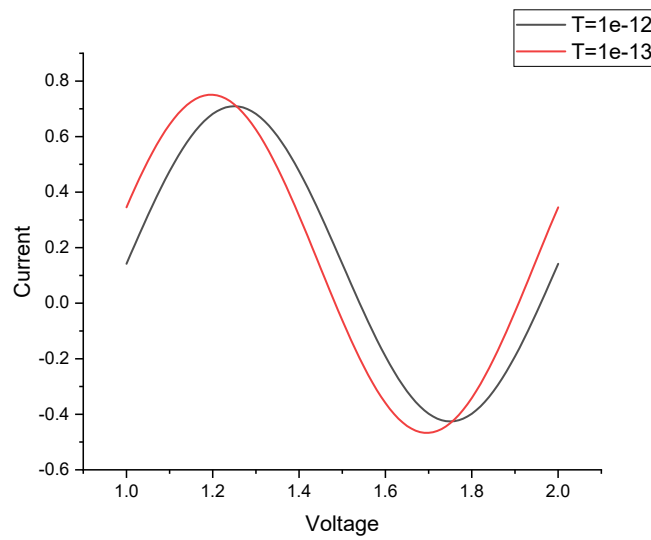


fig 5. Analytic solution

위에 식을 바탕으로 다음과 같이 그래프를 구할 수 있었다. 어드미턴스 Y식에서 변수는 ω 만 있으므로 그래프가 선형적일 것임을 예상할 수 있었다.



frequency 변화에 따른 current의 변화가 발생했음을 확인했습니다.
admittance를 구하지 못하여 analytic solution과 비교하지 못했습니다.