

Ferro

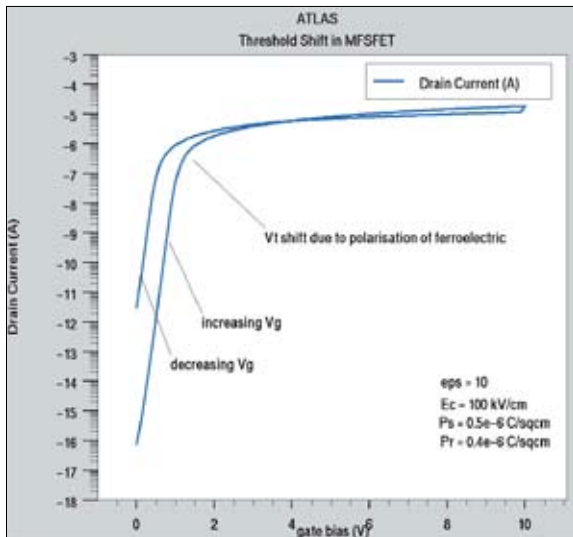
FERROELECTRIC FIELD DEPENDENT PERMITTIVITY MODEL

Ferro는 FET의 charge-sheet 모델을 맥스웰 제1방정식과 결합하기 위하여 개발되었습니다. 맥스웰 제1방정식은 강유전체막(ferroelectric film)의 속성을 나타냅니다. 이 모델은 과도/소신호 모드에서 동적 응답과 소자의 정적 I-V 행동을 정확하게 예측할 수 있습니다.

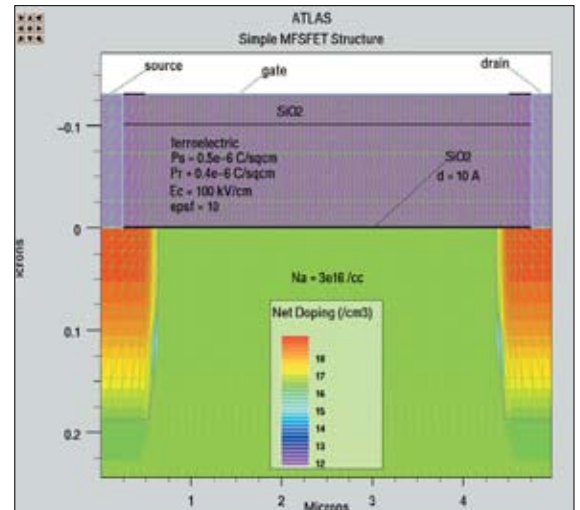
Ferro는 S-Pisces와 Blaze 소자 시뮬레이터에 대한 선택 모듈로서 구현되었습니다. 유연한 통합으로, 상이한 기술에 대해 S-Pisces 또는 Blaze의 모든 특성을 일반화하여 적용합니다.

MFSFET 소자의 시뮬레이션

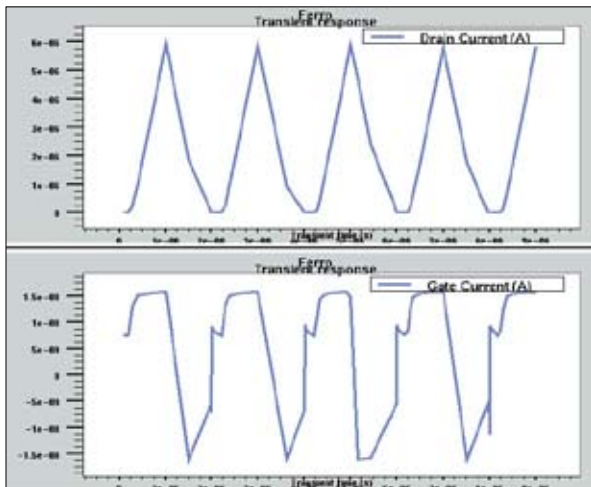
MFSFET(Metal-Ferroelectric-Semiconductor FET) 소자는 구조적으로 일반 MOSFET 소자와 유사합니다. 다만, 게이트 물질이 보통 이산화 실리콘 레이어 사이에 끼인 강유전체 물질(PZT)로 구성됩니다. Ferro는 네 개의 물질 파라미터로 PZT 물질을 모델링합니다; 포화 분극 Ps, 잔류 분극 Pr, 항전계 Ec, 선형 유전율 epsf.



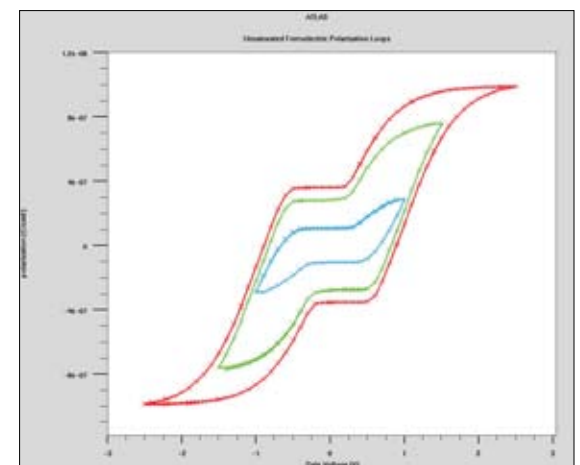
Ferro는 순방향/역방향으로 게이트 전압의 스위칭을 시뮬레이션합니다. Ferro 모델은 강유전체 분극 히스테리시스 현상을 설명합니다. 이 현상으로 스위칭 방향에 종속적인 문턱 전압이 변화합니다.



단일 트랜지스터 메모리 셀로 사용되는 표준 MFSFET 구조. 게이트 스택은 SiO₂와 PZT 강유전체 물질로 이루어집니다.



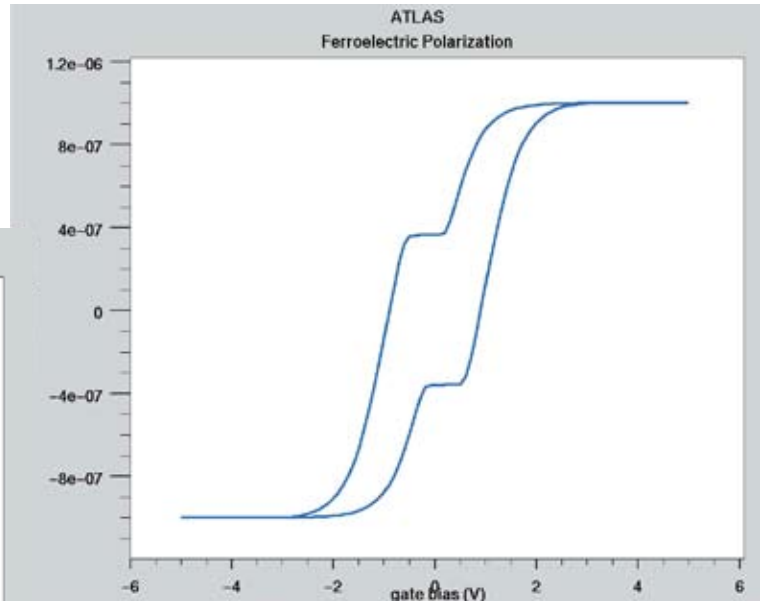
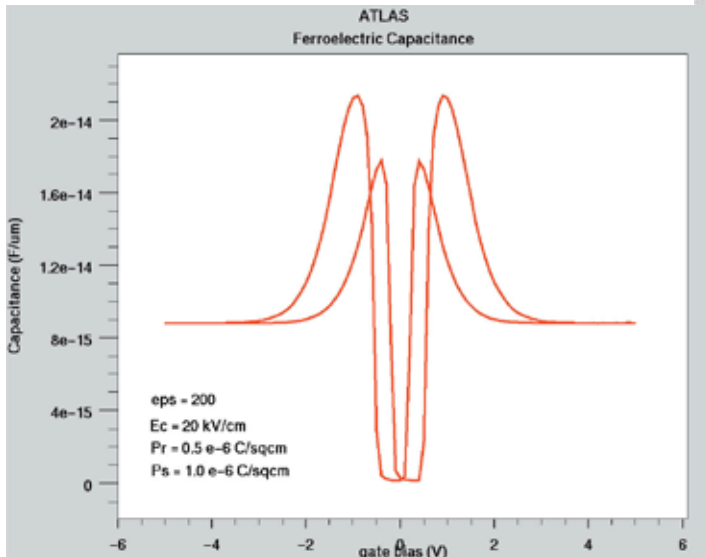
게이트의 1MHz 4V 톱니파에 대한 MFSFET 과도 응답에서 비선형성을 나타냅니다.



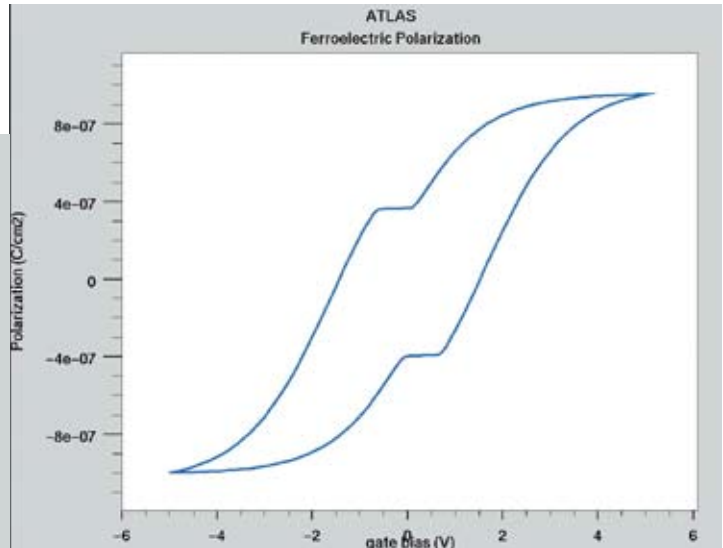
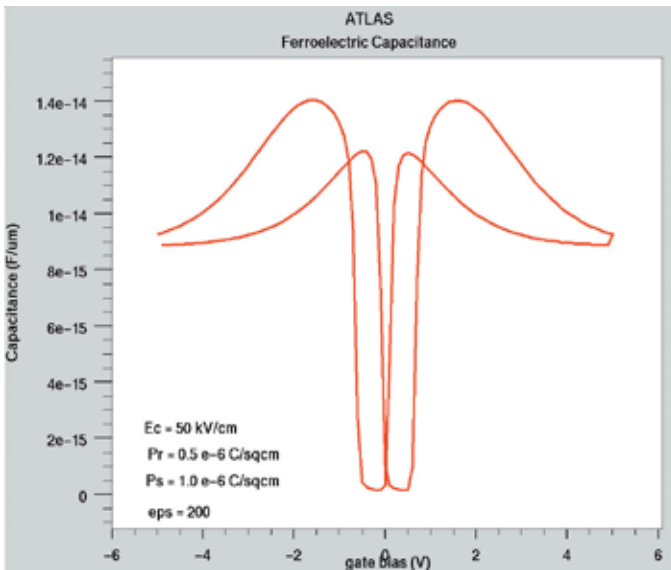
상이한 드레인 바이어스 값에 대한 불포화 강유전체 분극 곡선의 시뮬레이션.

히스테리시스(hysteresis) 시뮬레이션

강유전체 분극 곡선의 모양은 물질 파라미터(P_s , P_r , E_c , ϵ_{ps})에 따라 정해집니다. 이를 설명하기 위해, 두가지 파라미터로 MFSFET 소자를 시뮬레이션하였습니다. 소신호 AC 도메인에서 시뮬레이션을 수행하여, C-V 특성과 분극 곡선을 모두 나타냅니다.



이 그림은 파라미터 조합($1e-6$ C/cm², $0.5e-6$ C/cm², 20 kV/cm, 200)에 대해 분극 곡선과 소신호 C-V 결과를 나타냅니다. 순방향/역방향으로 게이트 바이어스를 가했습니다.



Ferro 파라미터 조합을 더 높은 항전계를 갖도록 ($1e-6$ C/cm², $0.5e-6$ C/cm², 50 kV/cm, 200) 변경하였습니다. 이것은 위 그림처럼 분극 곡선의 폭을 더 넓힙니다. 옆 그림은 결과적인 강유전체 캐패시턴스를 나타냅니다. 여기서, 낮아진 캐패시턴스 값과 넓어진 C-V 특성을 확인할 수 있습니다.

SILVACO

(주)실바코 코리아

134-020

서울특별시 강동구 천호동 469-1

스타시티빌딩 5층

Phone: 02-447-5421

Fax: 02-447-5420

E-mail: krsales@silvaco.com

WWW.SILVACO.CO.KR

Rev. 112607_02