

Ferro

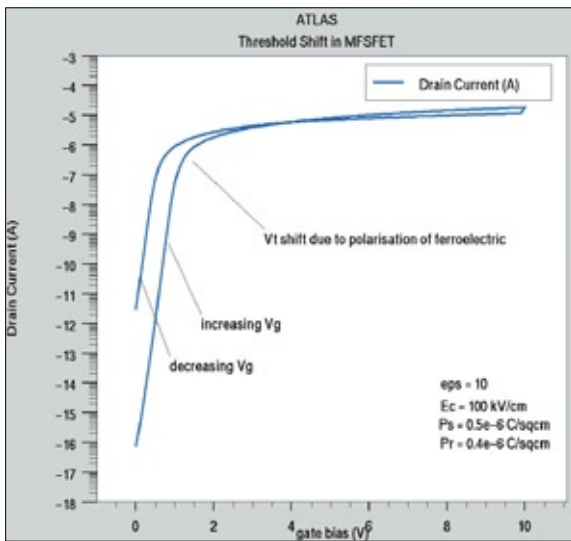
強誘電体デバイス用モジュール

Ferroは、強誘電性フィルムの特性を表現するためにマクスウェルの第1次方程式とFETの電荷シート・モデルを組み合わせたモジュールです。デバイスの静的I-V特性、ならびに過渡モードと小信号モードにおける動的応答を正確に予測することができます。

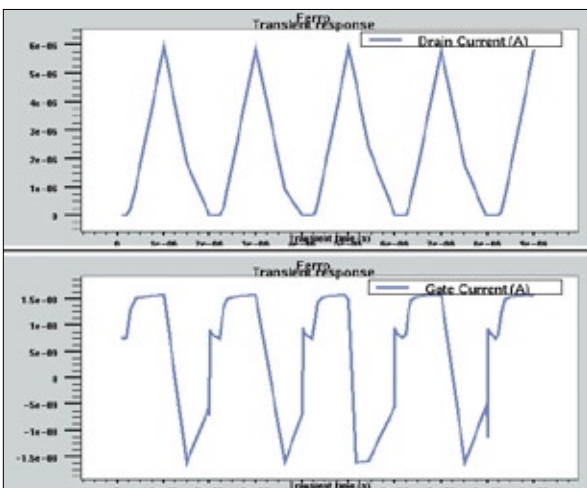
Ferroは、S-PiscesとBlazeの両方のデバイス・シミュレータのオプションのモジュールとなります。S-PiscesまたはBlazeとシームレスに統合することにより、異なるテクノロジーにも対応し、一般的なアプリケーションとして活用できます。

MFSFETデバイスのシミュレーション

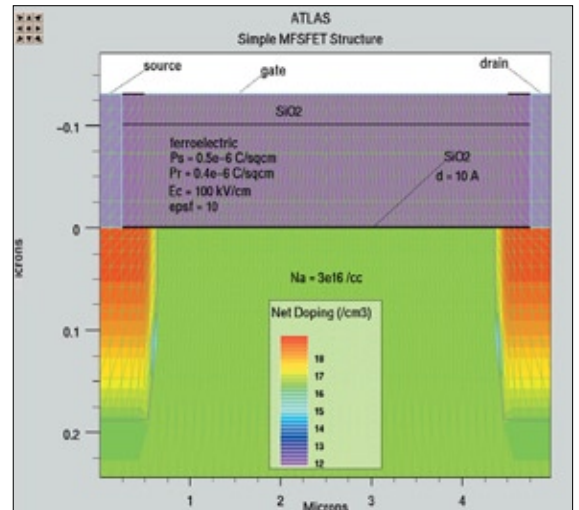
MFSFET (Metal-Ferroelectric-Semiconductor) デバイスは、一般のMOSFETデバイスと構造的には同じです。異なる点は、MFSFETのゲート材料が、通常、2層の二酸化膜で挟まれた強誘電体材質 (PZT) により構成されていることです。Ferroは、4つの材料パラメータ (飽和分極 P_s 、残留分極 P_r 、保磁場 E_c 、直線誘電定数 ϵ_{psf}) のセットでPZT材質をモデリングします。



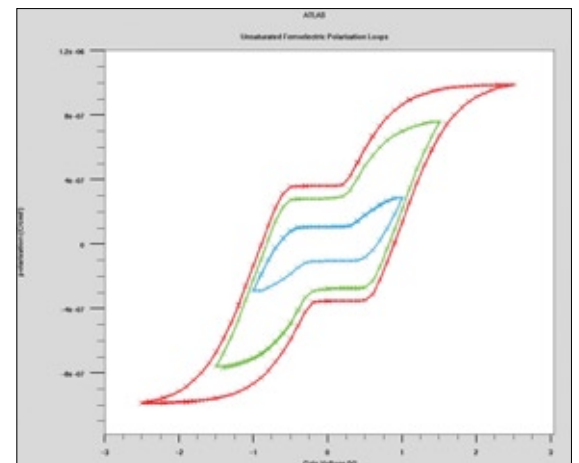
正と負の両方向におけるゲート電圧スイープをFerroによってシミュレートした結果です。Ferroモデルは、強誘電体分極のヒステリシス現象を考慮します。この現象によって、スイープ方向に応じたしきい値電圧のシフトが起こります。



MFSFET 構造のゲートにおける1 MHz 4Vのこぎり波に対する過渡応答の非線形性



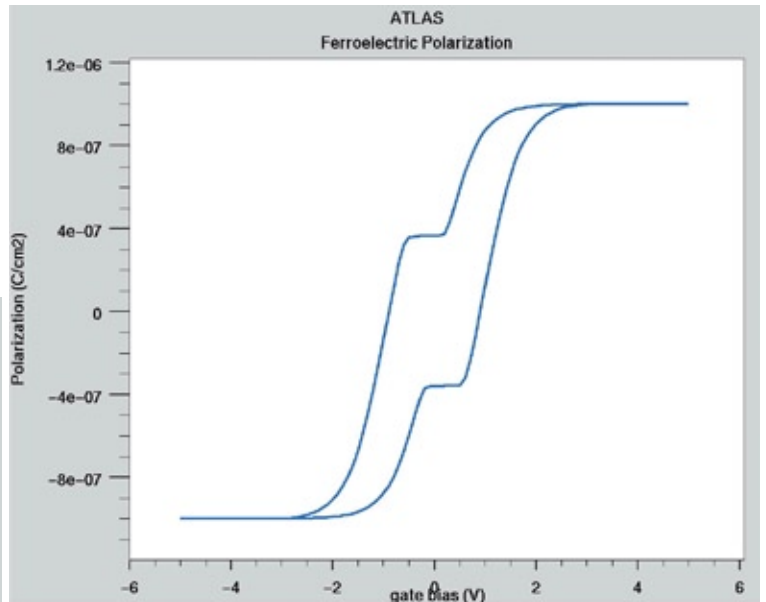
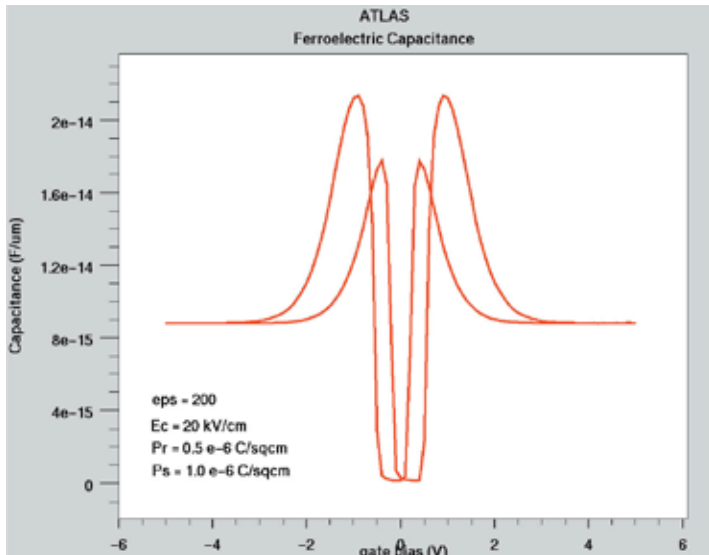
単トランジスタのメモリ・セルとして使用可能な標準のMFSFET構造。ゲート・スタックは、SiO2とPZT強誘電体材料で形成されています。



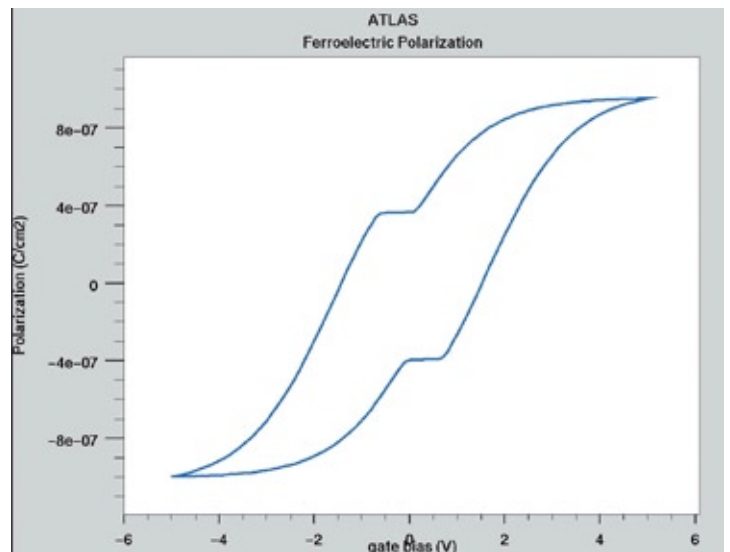
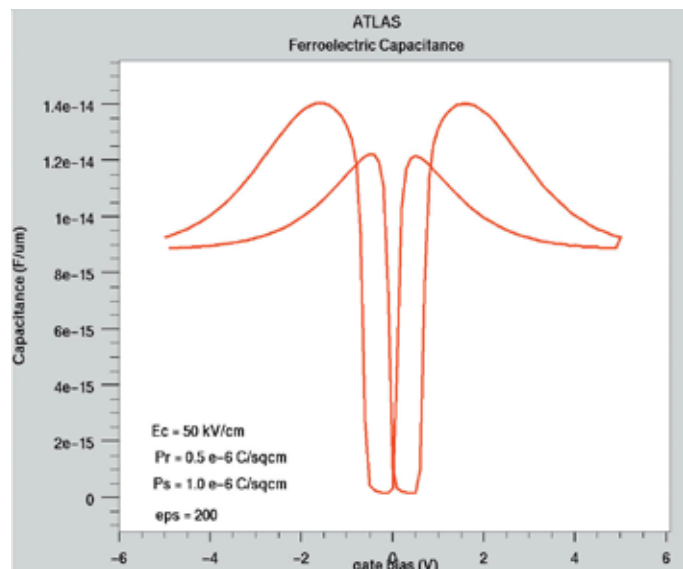
異なるドレイン・バイアス値に対してシミュレートされた非飽和強誘電体分極曲線

ヒステリシス現象のシミュレーション

強誘電体分極曲線の形状は材料パラメータのセット (Ps、Pr、Ec、eps) によって決定されます。強誘電体分極曲線を示すために、MFSFETデバイスを2組のパラメータセットでシミュレートしました。小信号AC領域でシミュレーションを実行した結果、C-V特性および分極曲線の両方を示すことができました。



これらの2つの図は、パラメータのセット ($1e-6$ C/cm², $0.5e-6$ C/cm², 20 kV/cm, 200) における分極曲線とその結果生じた小信号C-V特性を示しています。ゲートバイアスは正および負の両方向にスイープされています。



次に、Ferroのパラメータセットをより高い保磁場を持つ値 ($1e-6$ C/cm², $0.5e-6$ C/cm², 50kV/cm, 200) に変更しました。この保磁場により、上図に示すような強誘電体分極曲線が拡大されました。左図は、結果として生じた強誘電体キャパシタンスを示しています。この図より、キャパシタンス値が低くなりC-V特性が拡大していることがわかります。

SILVACO

株式会社 シルバコ・ジャパン
www.silvaco.co.jp

お問い合わせ : info@silvaco.co.jp

本社

〒244-0801
神奈川県横浜市戸塚区品濃町549-2
三宅ビル4F
TEL : 045-820-3000 FAX : 045-820-3005

京都サポートセンター

〒604-8152
京都府京都市中京区烏丸通 蛸薬師下ル 手洗水町651-1
第14長谷ビル 9F
TEL : 075-229-8207 FAX : 075-229-8208