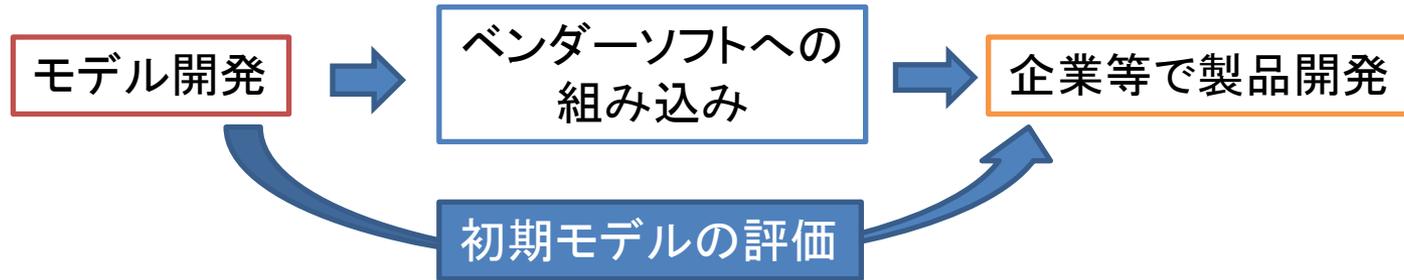


国際標準モデルとは

トランジスタを用いて様々な製品を開発する際に、シミュレーション実験を繰り返してほしい性能を実現していきます。このシミュレーションの心臓部となっているのが、HiSIMのような回路モデルです。たとえばトランジスタにどのくらいの電圧をかけたら、どのような特性が得られるかを記述した式から構成されています。

モデルはそのままでは使えなく、ベンダーと呼ばれる企業の提供するソフトに組み込まれる必要があります。そこで、最も高性能のモデルを世界標準としてサポートするために、モデルの標準化委員会が1991年にUSで発足しました。



国際標準化する意義

標準モデルは世界で一つしか必要ないので、標準化を実現するのはかなり厳しい戦いになります。しかも企業にとって、自社の製品を正確に表現できるモデルの確保は競争力強化のために重要なので、政治的な駆け引きが働きます。開発途上のモデルをいち早く入手して性能を評価することも重要なので、身近な所にモデル開発グループが存在することは企業にとって有利といえます。

標準モデルと認定され、サポートを受けるということは重たい義務も生じますが、同時に世界中の専門家のノウハウが集まってくるというメリットもあります。一度このような組織が立ち上がると、様々なトランジスタに対して迅速にモデルを開発していくことは比較的楽になります。

標準化を達成する主な意義としては、人材が育つことと言えます。世界と密に連携することによって国際社会でのルールを知り、更にリーダーとして考えをまとめて方向性を先導できる人材育成につながります。これは学生にのみならず、企業からの参加者にも重要なことです。

産・官・学の協力で、今回で3個標準モデルを世界に発信できることになりました。さらにもう一つの標準化も始動しており、この先も引き続き標準モデルを発信し、世界の拠点して貢献していきたいと思っています。

SOI (Silicon-on-Insulator) の特徴

絶縁膜の上にMOSFETというトランジスタを作成するので様々なメリットがあります:

高性能化: Intelのmicroprocessor

高信頼性の確保: Jaxaの宇宙開発

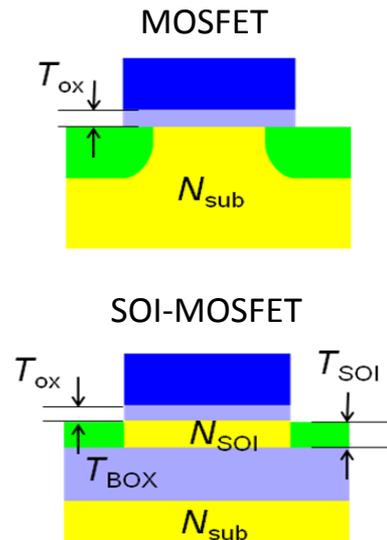
極低電圧化: 沖セミコンダクター社の水晶発信回路

モデルとしての位置づけ

MOSFETと呼ばれるトランジスタの不要な部分を絶縁体で遮断した構造になっています。これは30年以上前のNTTによるSIMOX技術開発によって一気に研究・開発が加速しました。モデル的には、トランジスタ内の現象を外から与えた電圧で書くことができないために、HiSIMのモデル手法が有利といえます。しかし数値的に安定化することは至難の業でした。このたびはいわゆる究極のモデルへの第一歩となったと思っています。

SOI-MOSFETは研究・開発が進んでいる薄膜トランジスタの先駆的な役割を果たしたトランジスタで、薄膜によるメリットだけでなく、単結晶というこれまでのシリコンが率いた技術の壁を打破している点も重要です。このたび標準化されたHiSIM-SOIは極薄膜トランジスタ用としてHiSIM-SOTBIに発展し、さらに太陽電池用HiSIM-TFT、導電ポリマー用モデルHiSIM-Orgへと発展しています。

このように様々な対象に有効なモデルは、何を作りたいか、どのようにできるのかなど、様々な発想をサポートできるようになります。これは大学が社会に果たす役割の重要な位置を占めると考えています。



モデルの構成

これがHiSIMの特徴

基本式の構築: 電位分布を計算

電荷のモデル化
電子挙動のモデル化

トランジスタ特性の計算

電流、容量のモデル化

[基本原理式]

-Poisson:
$$\nabla^2 \phi = -\frac{q}{\epsilon_S} (N_D - N_A + p - n)$$

$$n = n_i \exp \frac{q(\phi - \phi_n)}{kT}$$

$$p = n_i \exp \frac{q(\phi_p - \phi)}{kT}$$

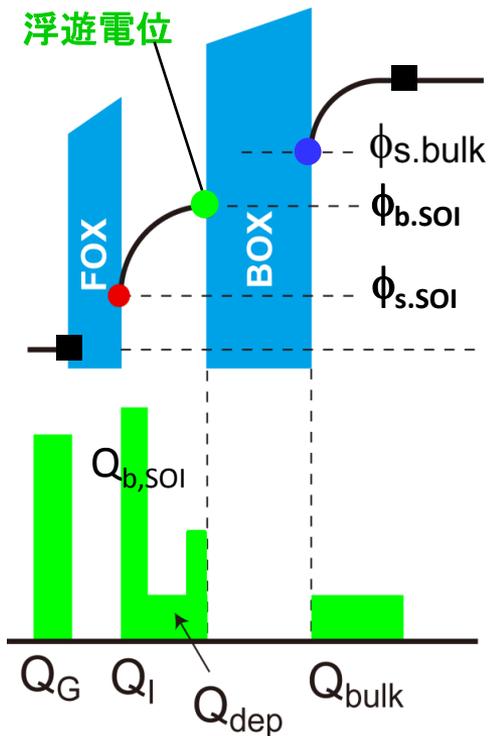
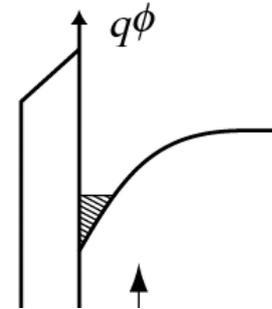
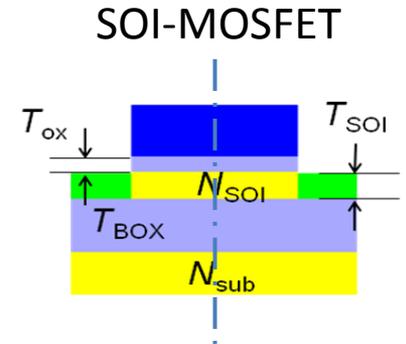
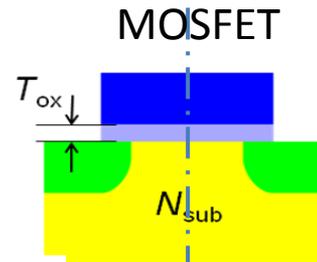
-Current Density:
$$j_n = -q \mu_n n \frac{\phi}{y} + q D_n \nabla n$$

$$j_p = -q \mu_p p \frac{\phi}{y} - q D_p \nabla p$$

-Continuity:
$$\frac{\partial n}{\partial t} = G_n - R_n + \frac{1}{q} \nabla j_n = 0$$

$$\frac{\partial p}{\partial t} = G_p - R_p - \frac{1}{q} \nabla j_p = 0$$

あらゆる新たなトランジスタ開発に迅速に対応可能



HiSIM Family

