

半導体デバイスのコンパクトモデル：現状と将来展望

Compact Modeling of Semiconductor Devices: Present Status and Perspectives

広島大学先端物質科学研究科、HiSIM 研究センター

Hiroshima University, HiSIM Research Center, ^oMitiko Miura-Mattauschmmm@hiroshima-u.ac.jp

はじめに：半導体トランジスタが発明されて以来、その社会への寄与は増大の一途をたどっており、もはやパソコンや携帯電話のない世界は考えられなくなっている。近年、世界規模で直面している地球温暖化に対しても、半導体デバイスに多くの解決の期待がかかっている。このような中で、一刻も早く実現可能な開発を推進していくために、コンパクトモデル領域で何が重要な課題となっているかを考えてみる。

コンパクトモデル：トランジスタ特性を解析式で記述したもので、主に膨大な数のトランジスタを同時に動作させて実現している様々の回路の特性を予測するために用いられる。微細化が進むにつれてトランジスタを取り巻く外部の寄与が重要になってきているが、それでも本質的な電流制御はトランジスタに委ねられている。従って正確なコンパクトモデルは、正確な回路特性を予測するためには不可欠である。しかし膨大な数の様々なデバイスで構成されている回路特性を正確に予測するためには、解析式は簡潔に書かれていないといけない。そのため、これまでは解析式は現象的に記述された単純な式が用いられてきた。しかし近年になって、新たに開発されるコンパクトモデルはデバイス内部の静電ポテンシャルを用いて記述されるようになってきた。これによって、より物理現に忠実に解かれるデバイス数値シミュレーションの情報を容易に反映させることができるようになってきている。コンパクトモデルはデバイス数値シミュレーションの結果を参照し理解することによって、現象の本質のみを抽出してモデル化する。この際、様々の測定値を解釈する作業、つまりパラメタ抽出と呼ばれるプロセスがあるため、ミクロな物理現象がマクロに観測される状況を全体として理解できるという特徴を持つ。

課題：トランジスタは様々な用途に様々な組み合わせで用いられる。またこれまでのようにシリコンが凌駕する時代から、様々な材料が混在するようになってくると予想される。つまり膨大な自由度の中で、適切な判断を正確に早急に実施できる環境を提供することが重要になってくる。材料開発の途上で、これを実用化するメリットに対して指針を与えていくことも問われてくる。この一翼を担うべく、コンパクトモデルも数値シミュレーションで扱われる物理原理を守っていくように進化しなければならない。更に、様々なレベルのシミュレーションを統合して one stop なシミュレーションの実現が究極の課題と言える。そのための interface の共通化も大きな課題と言える。

