



## デバイスプロセスと回路をつなぐモデルの開発

大学院先端物質科学研究科 半導体集積科学専攻  
教授

三浦道子

e-mailアドレス [mmm@hiroshima-u.ac.jp](mailto:mmm@hiroshima-u.ac.jp)

Homepageアドレス <http://home.hiroshima-u.ac.jp/usdl/>

### ● 研究分野

デバイスにおけるキャリア輸送の研究を測定と理論の両方からアプローチし、これを基に新しいデバイス開発を目指している。

極微細デバイスにおいては、キャリア一つの挙動が顕著に見えてきており、デバイス特性はこれまでの単純化した原理では説明できなくなっている。つまり、デバイスの高次の特性をも考慮していかなければならなくなっている。たとえばデバイスの微細化につれて増加しているノイズの正確な測定、さらにこれを原理に従って再現するモデルの開発を通して、より正確な極微細デバイスにおけるキャリア輸送が理解できるようになってきている。特に高周波応答に特化して研究を進めており、ここで得られる測定結果からキャリア応答の原理や限界、さらにこれを改善する可能性について検討を進めている。これまでに得られた成果として、ノイズを高精度に測定する技術が立ち上がり、これを用いたノイズモデルが低周波から高周波まで完成し、困難な測定なしでノイズを予測さえできるところまで達している。

このようなデバイスレベルの高次の特性は、同時に回路として応用する際に考慮しなければならないことを意味する。我々はこれまでにデバイス物理に基づいて得られた知見をまとめて100nm MOSFET用回路シミュレーションモデルHiSIM (Hiroshima-university STARC IGFET Model) としてソースコードを半導体理工学研究センターと共同で一般公開している。これは既に市販の主な回路シミュレータに組み込まれており、次世代世界標準としての取り組みが始められている。HiSIMを更にsub-100nm MOSFETにまで進化させていくことによって、回路応答をデバイス応答の立場から解析できるようになり、新しいデバイス開発に指針を与えることを目指している。

### ● COEで目指していること

COEではプロセス・デバイス領域と回路領域とを結ぶ役割を担っており、これまでに開発している回路シミュレーション用MOSFETモデルHiSIMを用いて、高性能回路設計を可能にする環境を整えることを開始している。デバイスとしてSOI-MOSFETにも対応できる回路シミュレーションの実現を狙っている。これは同時にデバイス設計にも応用できるレベルのもので、デバイスの自由度が大きいSOI-MOSFETの設計、更に高性能回路設計をコンカレントに開発していく手段の構築を目指している。これをHiSIM-SOIと名づけて、現在原型が完成している段階である。

本COEで狙っている3次元カスタムスタックト・システム技術を実現するために、最終的には電

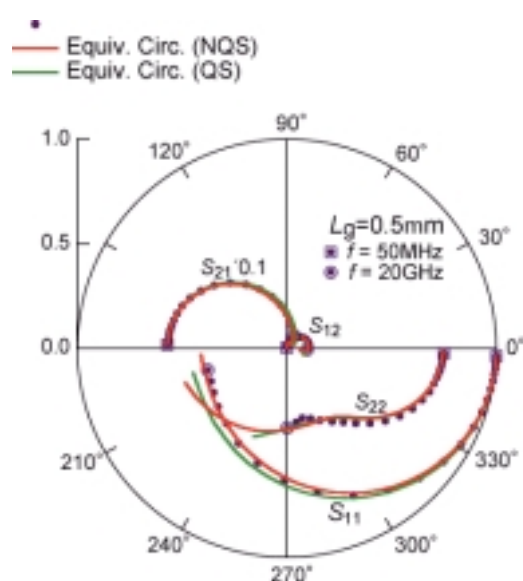


磁波や光応答をも媒体として取り込めるHiSIM-Microwaveの開発を目標として掲げている。光応答モデルとしては、受光デバイスの設計に対応できる信頼性の高いモデルの開発を目指している。これまでの単純な仮定に基づくシミュレーションでは実現できない精度の向上を図っている。電磁波モデルは、当COEで狙っている短距離高周波無線によって入力された情報を回路に取り込む際に考慮しなければならない条件をシミュレーションできる手段の開発を目指している。

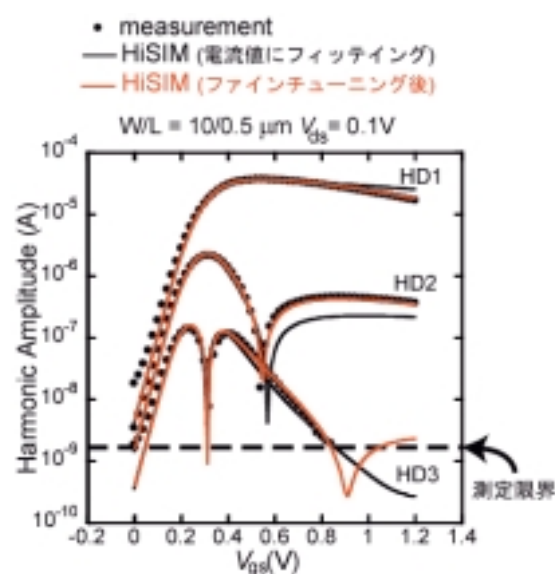
COEで掲げている課題を実現していくための我々の役割は、デバイスレベルのモデル化もさることながら、RFのように外部も含めた全体の構成から性能が決定されるような場合には、これら全体をシミュレーションする手段が必要になってくる。これを実現する手段の実現も念頭においている。

## ● 研究課題への取り組み

これまで半導体集積回路は技術の進歩を牽引し、多くのことを実現してきた。またこの過程で多くのことが明らかになってきている。たとえば理論的に予測されていた移動度のユニバーサリティーが実際にMOSFETで観測されて以来、ひずみシリコンのような新たな可能性を引き出している。本COEは異なる分野の力を結集することで新たな可能性を達成しようという試みである。我々が担当している領域はモデル化で、この結集を円滑に直接的に行える環境を提供することを目的としている。現在研究員2名と研究室の学生、教官2名で取り組んでいる。我々にとってはこれまでのキャリアと電場という研究領域から光、電磁波という領域への挑戦と位置づけている。光実験は既に6年の実績をもち、これによる高精度キャリアの光応答モデルの開発が進んでいる。電磁波に関しては予備シミュレーションが始まったばかりで、これから急速に立ち上げる予定になっている。回路シミュレーションモデルHiSIMの世代をHiSIM1からHiSIM2(RF)、HiSIM-SOI、HiSIM-MWと充実していくにことよってツールとしての完成度を上げていくことも、この課題を推進していく原動力になっている。



(1) 当研究室と半導体理工学研究センターとで共同開発している回路シミュレーション用モデルHiSIMを用いて計算したスミスチャートを実測値と比較。用いた等価回路は、DC用(QSモデル)に加えて5個の成分を追加している(NQSモデル)。



(2) MOSFETの高調波ひずみの計算値と実測値の比較。計算値はHiSIMのモデルパラメータを一般に行われる電流-電圧特性から抽出した値を用いている。モデルの一貫性が証明されているといえる。