

ユビキタス世界を支える LSI デバイスの信頼性物理

—信頼性を損なうのはだれだ？なぜだ？—

早稲田大学 山田啓作

筑波大学 白石賢二

Selete 奈良安雄

微細化が極限に達しようとしているナノサイズの LSI では、信頼性の確保は最重要の課題なりつつある。MOS トランジスタのゲート周りに限って言えば、長く使われ豊富な経験に基づき十分な研究がなされてきた SiO₂ 系ゲート絶縁膜では、信頼性に関して十分とはいえないまでも、イメージを持つことが出来た。しかし、HfO₂ 系の絶縁膜が使われようとする今日、その信頼性に関する研究は途についたばかりである。しかし、我々には SiO₂ と同等の時間が与えられているわけではない。また、微細化したトランジスタでは、不純物の揺らぎに起因するバラツキが、ついに見えてきた。これらを短時間に物理的な解釈、モデル化を伴い解決せねばならない。

従来、信頼性の研究は企業中心に行われてきたことは間違いないであろう。しかし、上記の目標を短時間に達成するには学側における研究も不可決ではないかと考える。物理的なイメージのもと、より深く掘り下げるのは本来大学を中心とする学側の仕事である。

以上の考えに基づきシンポジウムを企画・開催した。当日は 214 席の会場の 8 割ほどが埋まる盛況であった。

東大・平本氏からはトランジスタの微細化に伴う揺らぎについて講演があった。以前は、揺らぎはトラブルとして扱われた、が、現状そして将来は揺らぎを科学的に取り扱う必要性があり、それについて議論された。

筑波大・山部氏は絶縁膜破壊寿命研究の先駆者であり、その経験を踏まえて初期の信頼性研究から現在のそれまでの推移を振り返った。

東北大・遠藤氏からは、フラッシュメモリーは製造コストと信頼性、スピードのバランスの上に商品が成立していることが説明され、同じフラッシュといえども製品により信頼性への要求スペックが異なることを示した。

富士通・迫田氏からは、絶縁膜中欠陥の、キャリアの捕獲・放出が SRAM の信頼性にかかわっていることが示された。長年使われて来た SiO₂ といえどもまだ研究の余地がある。

日立・石田氏からはゲート絶縁膜を通過する SILC 電流に動的な揺らぎがあり、しかも電流は決まった 2 値を取ることが紹介された。これは次の筑波大・白石氏の講演と合わせて、ナノデバイスの本質を語るものに発展するかもしれない。白石氏は、トンネル現象を 1 次元で理解していたのを、2 次元に拡張する提案があり、かつそれが微細デバイスでは不可欠であると述べた。

東芝・三谷氏からは、SiO₂ 絶縁破壊のワイブル分布について、終端元素である、F と D(重水素)の添加の影響の詳細な研究が紹介された。

Selete の佐藤氏からは、実用間近の HfSiON 絶縁膜の pMOSFET における信頼性劣化モデルの提案があり、ゲートファースト、ゲートラストのそれぞれの工程の熱負荷が信頼性に与える影響について講演があった。

以上、学側からと産側から、歴史的な研究から最先端材料まで信頼性および揺らぎに関するの講演があり、これからの信頼性研究の一助になることと、この分野への研究参加者が、特に学側から増えることになればと期待する。