

## 「招待講演」 集積回路の信頼性

小林 和淑<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科電子システム工学専攻  
〒 606-8585 京都市左京区松ヶ崎御所海道町

あらまし 本講演では、LSIの微細化とともに悪化している信頼性に焦点を当ててその概要を紹介する。取り扱い内容は、一次故障に分類されるソフトエラー、永久故障に分類されるBTI (Bias Temperature Instability)である。2015年度よりルネサスエレクトロニクスとVDECの協力で試作が始まるSOTBプロセスについて、その試作の概要も説明を行う。ソフトエラーは主にパッケージからの $\alpha$ 線、宇宙からの中性子線によるメモリやFFの一時的な反転である。 $\alpha$ 線はエネルギーは弱いものの、LSI表面より入射すると直接、電子正孔対を発生させる。一方、中性子は、LSI表面より入射して、シリコン原子と核反応を起こすことにより、電子正孔対を発生させる。 $\alpha$ 線の加速試験には、Am241などの線源を用いることができ、研究室で手軽にソフトエラー測定を行うことが出来る。一方、地上でのエネルギースペクトラムのまま加速する白色中性子線は、加速器でプロトンを加速したングステンのターゲットに当てて発生させるため、加速器までDUTや測定器を運んで実験をしなければならない。自動車、サーバー、航空機、医療機器などの信頼性の必要なLSIではすでに冗長化などの対策が行われている。ここでは、ソフトエラーとは何かというチュートリアルからはじめ、その対策法、我々の研究グループで行なっている研究内容とその結果について講演を行う。BTIは、MOSトランジスタのゲートに与えられるストレスにより、時間とともにトランジスタ性能が劣化していく現象である。劣化していく主な要因はゲート酸化膜内の欠陥である。欠陥にキャリアがトラップされることにより電流値が減少し性能が劣化する。ここでは、集積回路の製造時に起こる配線起因の劣化現象であるPID (Plasma Induced Damage)と初期劣化、BTIによる経年劣化の関係についても議論を行う。

キーワード 信頼性, ソフトエラー, BTI, SOTB

## [Invited Talk] Reliability on Integrated Circuits

Kazutoshi KOBAYASHI<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Department of Electronics, Graduate School of Science & Technology, Kyoto Institute of Technology

**Abstract** This presentation deals with the reliability issues on advanced VLSIs, such as soft errors, BTI (Bias Temperature Instability). It also explains the SOTB (Silicon On Thin BOX) process by the collaboration with Renesas Electronics and VDEC. Temporal failures are mainly caused by alpha particles from packages or neutrons from outer space. These particles generate electron-hole pairs to flip memory or flip-flops, which is so-called soft errors. Alpha particles can be generated from alpha sources such as Am241. It is easy to measure soft error tolerance to alpha particles in your laboratory by attaching an Am241 foil at the top of the DUT. On the other hand, white neutron beam which has similar but accelerated energy spectrum on the terrestrial region can be generated by accelerators. Thus, you have to bring the DUT and measurement instruments to the facility with the neutron accelerator. Redundant circuits are commonly utilized to mitigate soft errors. We introduce several mitigation techniques for soft errors. BTI is the phenomena in which the performance of MOS transistors is degraded over time by the stress. The root cause of the degradation is mainly due to defects in gate oxides. These defects trap carriers, which decreases transistor performance. This presentation shows relationships between PID (Plasma Induced Damage) and degradations at the initial time and aging.

**Key words** Reliability, Soft Error, BTI, SOTB