

| | |
|--------------|---|
| Title | 高エネルギーイオンプローブを用いた絶縁膜上薄膜単結晶シリコン基板に形成された素子の信頼性評価 |
| Author(s) | 阿保, 智 |
| Citation | 大阪大学, 2004, 博士論文 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/871 |
| rights | |
| Note | |

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

| | |
|------------|--|
| 氏名 | 阿保智 |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士(工学) |
| 学位記番号 | 第18801号 |
| 学位授与年月日 | 平成16年3月25日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科物理系専攻 |
| 学位論文名 | 高エネルギーイオンプローブを用いた絶縁膜上薄膜単結晶シリコン基板に形成された素子の信頼性評価 |
| 論文審査委員 | (主査) 教授 高井 幹夫 (副査) 教授 奥山 雅則 教授 岡本 博明 |

論文内容の要旨

ユビキタスネットワーク社会の実現に向けて、ULSI (Ultra Large Scale Integration) に対する高速化・低消費電力化の要求はますます強くなってきている。現在までに、半導体素子の高速化・低消費電力化は素子の設計寸法を減少させ、寄生容量を減少させることによって実現してきた。しかし、寄生容量の減少は同時に素子動作時のマージンの減少にもつながり、宇宙放射線等に起因する高エネルギー粒子により半導体素子の動作不良を起こす原因となっている。今後、さらに微小な半導体素子を作製する上で放射線耐性に代表される信頼性の向上が急務となっている。

SOI (Silicon-On-Insulator) 基板に形成された半導体素子は、埋込酸化膜によって動作領域が基板より絶縁されているため、基板のキャリアの影響を受けず、放射線耐性が高いとされている。しかし、動作領域の電位が不定であるため、基板浮遊効果と呼ばれる SOI 素子特有の動作不安定性が問題となっている。

本論文は、ULSI の基本素子である SOI-MOSFET と SOI-MOSFET を使用した半導体素子である SOI-SRAM の高エネルギーイオンプローブを用いた信頼性評価の加速試験の結果をまとめたものである。

SOI-MOSFET の評価実験では、基板浮遊効果を抑制できるボディ電位固定構造の有無について比較し、ボディ電位固定構造の優位性および加速試験を行う上での問題点とその解決法を示した。また、実験データの詳細な評価を行うために3次元デバイスシミュレーションにより、ボディ電位固定構造の有用性を示した。

SOI-SRAM の評価実験では、ソフトエラーの発生機構が従来のバルク SRAM とは異なることを示し、発生確率が入射する高エネルギー粒子のエネルギーの大きさではなく動作領域で発生する過剰キャリアに依存する事を明らかにした。

論文審査の結果の要旨

絶縁膜上薄膜単結晶シリコン (SOI) 基板を用いた超大規模集積回路 (ULSI) は、低消費電力で高速のデバイスとして注目され SOI 構造特有の基板電位浮遊効果による特性劣化・動作不安定性を解決することが実用化へ向けて重要な課題となっている。

本論文は、次世代 ULSI の基本素子である SOI-MOSFET と SOI-MOSFET を使用した半導体メモリ素子である SOI-SRAM の高エネルギーイオンプローブを用いた信頼性評価の加速試験の結果をまとめたものである。

SOI-MOSFET の基板浮遊効果に起因する特性劣化やソフトエラー等の動作不安定性については、これまで放射線源を用いた統計的手法により研究されてきたが、本研究ではイオンプローブを用いることにより、素子中の場所、深さ、量を制御してイオンを照射し、その動的挙動を評価している。

イオンプローブによる SOI-MOSFET の評価では、基板浮遊効果を抑制できるボディ電位固定構造の有無について、プローブにより素子中の SOI ボディ領域に過剰キャリアを励起し、この結果起きる異常素子電流を計測する動的な信頼性評価法を開発している。

素子に直接プローブイオンを照射することにより、基板浮遊効果を基板電位固定構造で抑制できることや、基板電位固定構造を持つ素子でも、照射電流量の増加により異常電流が流れることやその原因を明らかにし、動作時の放射線耐性についての線量の指針を明らかにしている。

また、SOI-MOSFET に高エネルギーイオンが入射した際の動的挙動については、3次元デバイスシミュレーションにより、地表での単一放射線が入射する条件から、宇宙空間での重イオンが入射する条件について調べ、基板電位固定構造の有無について SOI-MOSFET 中のソース・ドレイン各部の異常電流を初めて明らかにしている。

さらに基板電位固定構造を持った SOI-SRAM の評価実験では、ソフトエラーの発生機構が従来のバルク SRAM とは異なり、入射する高エネルギー粒子のエネルギーの大きさではなく SOI ボディ領域で発生する過剰キャリアに依存し、イオン照射による加速試験でソフトエラーが発生することを明らかにしている。

以上のように、本論文は統計的手段ではなく直接対象とする SOI-MOSFET にイオンを照射しその動的挙動を計測することにより信頼性を明らかにしたものであり、次世代の SOI 素子開発に大きく寄与するため、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。