

## 審査の結果の要旨

氏名 チョン チンハン

本論文は、「Physics of Soft Error due to Radiation-Induced Noise Under the Buried Oxide Layer in SOI Devices (SOI デバイス埋め込み酸化膜下で発生したノイズに起因するソフトエラーの物理)」と題し、放射線粒子が先端 SOI SRAM に突入した際に発生する複数ビット同時ソフトエラー (マルチセルアップセット) の原因となる埋め込み酸化膜下に位置する p ウェルの電位変動を支配する物理を解明することにより、その変動量を与える解析式を提案している。さらに、これをデバイスシミュレーションにより検証し、先端 SOI SRAM のマルチセルアップセット発生頻度を抑制するデバイス設計指針を与える研究成果を纏めたものであり、全 7 章により構成される。

第 1 章は「Introduction」であり、高集積化の進んだ SRAM において、ECC (Error Checking and Correction) というソフトエラー対策を無効とするマルチセルアップセットの発生が課題となっていることを紹介している。特に薄膜埋め込み酸化膜層を有する先端 SOI SRAM において低消費電力化のためにバックバイアスを印加すると、重イオン照射によって深刻なマルチセルアップセットが発生するという近年発見された現象に着目して、その原因となる薄膜埋め込み酸化膜下の p ウェルの電位変動量を解析的に予測することを本論文の研究目標としたことを述べている。

第 2 章は「Soft Errors in Silicon Devices」であり、これまで研究されている SOI SRAM のソフトエラーは、放射線粒子が誘起するドレイン過渡電流によって引き起こされるのに対して、本研究が対象とする SOI SRAM のマルチセルアップセットは、SOI 構造の薄膜埋め込み酸化膜下の p ウェルの電位変動によって引き起こされるという特徴を持つ事を示し、その変動というダイナミックな現象に対してスタティックな理論を構築することの独創性と有用性を述べている。

第 3 章は「Radiation Effects on the Depletion Region」であり、pn 接合を貫通した放射線粒子が発生させる大量の電子・正孔対に起因する空乏層の伝導現象の変化を記述する抵抗モデルを創出し、これを適用して SOI SRAM の薄膜埋め込み酸化膜下の p ウェル電位の最大変動量を解析する理論を構築し、デバイ

スシミュレーションに替わる簡易な設計手法を実現したことを述べている。

第4章は「Radiation Parameters of Radiation-Induced Noise Under the BOX」であり、提案理論に基づき、放射線粒子の違いが p ウェル電位の最大変動量へ与える影響を検討した結果、地上のソフトウェアの原因となる宇宙線由来の中性子によってはこの深刻なマルチセルアップセットは発生し得ないことを明らかにして、報告されている実験結果と整合することを示している。

第5章は「Device Parameters of Radiation-Induced Noise Under the BOX」であり、提案理論に基づき、デバイスパラメータの違いが p ウェル電位の最大変動量へ与える影響を検討して、薄膜埋め込み酸化膜層を有する SOI SRAM の宇宙放射線環境でのマルチセルアップセットを抑制する設計指針を示している。

第6章は「Duration of Radiation-Induced Noise Under the BOX」であり、p ウェル電位の最大変動量を予測することに加えて、最大電位持続時間を予測することで、低線エネルギー付与(LET)領域の放射線粒子が突入した際のマルチセルアップセットのセル数の予測精度を高めることができることを示している。また、この持続時間を推定するために必要となる要因について、提案した理論に基づき考察している。

第7章は「Summary」であり、得られた結論と今後の展望を述べている。

以上これを要するに、pn 接合を貫通した放射線粒子によって生じる大量の電子・正孔対に起因する空乏層の伝導現象の変化を記述する抵抗モデルを創出し、これを適用して先端 SOI SRAM の薄膜埋め込み酸化膜下の p ウェル電位の最大変動量を予測する理論の構築に成功し、宇宙放射線環境において先端 SOI SRAM で発生し得る深刻なマルチセルアップセットの背景となるデバイス物理を理解するとともに、それを抑制するためのデバイス設計指針を与えたものであり、電子工学および宇宙工学の発展に寄与するところが少なくない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。