

Title	Investigations on hot-hole induced degradation of MOS devices
Author(s)	Quazi, Deen Muhd Khosru
Citation	
Issue Date	
oa:version	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/39142">https://hdl.handle.net/11094/39142</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> をご参照ください。

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

## 【 4 】

氏 名	カジ ディン モハammad コーヌル Quazi Deen Mohd Khosru
博士の専攻分野の名称	博 士 ( 工 学 )
学 位 記 番 号	第 1 1 5 1 4 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 6 年 7 月 2 9 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科 電子工学専攻
学 位 論 文 名	Investigations on hot-hole induced degradation of MOS devices (ホットホールによるMOSデバイスの特性劣化に関する研究)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 濱 口 智 尋 教 授 吉 野 勝 美    教 授 尾 浦 憲 治 郎    教 授 西 原 浩 教 授 児 玉 慎 三    教 授 寺 田 浩 詔    教 授 白 川 功 教 授 藤 岡 弘    教 授 溝 口 理 一 郎

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、6章から構成されている。

第1章では、ホットホールによる MOS デバイスの特性劣化を研究するにいたる背景および目的について述べ、本研究の重要性を示している。

第2章では、本研究で用いた試料、ならびに MOS 構造の絶縁膜にホットホールを注入する方法（基板ホール注入法）について詳細に述べている。また、絶縁膜中のホール捕獲の分布を調べることによって、捕獲中心の位置を明らかにしている。

第3章では、極薄ゲート酸化膜 p チャネル MOS トランジスタにホットホールを注入することによるホール捕獲およびその緩和現象について検討を行っている。その結果、ホール捕獲断面積が対数正規分布をしており、捕獲されたホールデトラップはトンネリングの概念で説明されることを明らかにしている。また本章では、ホールの再捕獲過程を検討し、ホットホール注入による酸化膜の劣化は小さく、注入時における新しい捕獲中心の発生はないことを明らかにしている。

第4章では、基板ホール注入により発生した界面準位密度の時間依存性や、ホール注入後の振る舞いについて検討を行っている。MOS 構造の酸化膜中でホールが捕獲されると Si/SiO<sub>2</sub> 界面に界面準位が発生する。その界面準位の発生とホール捕獲とは、様々な変数（基板バイアス、酸化膜電界、酸化膜厚、など）と深い相関関係があることを見出している。また、ホール注入後に発生する界面準位の新しい緩和現象を発見している。

第5章では、ホットホール温度とエネルギー緩和時間について検討を行い、注入されたホールの平均エネルギーを求めている。ホットホール温度は注入電流の実験データをもとに決定している。このホットホール温度を用いて、シリコン基板中でのホールのエネルギー緩和時間や注入されたホールの平均エネルギーを求めている。

第6章では、本研究による成果をまとめ、総括を行っている。

## 論文審査の結果の要旨

MOS 型集積回路は集積回路全体の生産額の約8割を占める重要な電子回路である。最先端MOS 型集積回路の中では数百万個にも及ぶMOS 型電界効果トランジスタが使用されており、集積回路が正確な機能を果たすにはMOS 型電界効果トランジスタが長期的に安定して動作することが必須である。今日、電界効果トランジスタの動作原理は十分理解されているものの、その動作特性の経時変化についてはほとんど解明されていない。これはトランジスタの動作時にキャリアである電子とホールが同時に発生し、しかも局所的に酸化膜に注入されてトランジスタの特性劣化に影響するからである。なかでも、酸化膜中に注入されたホールは捕獲効率が非常に高い上にホール捕獲が原因で新たな界面準位も形成される。このような酸化膜中でのホール捕獲の機構やその捕獲されたホールが界面特性に及ぼす影響についてはまだ不明な点が多い。本研究では酸化膜中に注入されたホールと素子特性劣化との関係を明らかにするために、従来行われてきた局所的なホール注入法に代わる均一基板ホール注入法を試みた。この酸化膜中へのホール均一注入法の採用により様々な現象が複雑に絡み合った素子特性劣化の機構を分離して検討することが可能となった。本研究では酸化膜中のホール捕獲の機構、そのデトラッピング現象および界面準位発生の機構などを明らかにしたもので、その内容には独創性と新しい知見が含まれている。その主要な点は次の通りである。

- (1) 薄い酸化膜領域におけるホール捕獲密度の空間分布は界面から指数関数的に減少し、捕獲されたホールの電荷密度の中心値は界面から3.2nm に位置している。
- (2) ホール捕獲特性の実験結果より、捕獲されたホール密度は捕獲断面積に対して対数正規分布となる。これは酸化膜厚や酸化膜の製造条件に依存しないユニバーサルな現象であることを見出している。
- (3) 捕獲されたホールのデトラッピング特性はトンネリング過程で説明できる。さらに再捕獲特性の実験から、ホールが捕獲されても新たな捕獲中心は発生しないことを見出している。
- (4) 酸化膜中でホールが捕獲されると捕獲中心から水素が放出され、それが界面準位発生の原因となることを見出している。
- (5) 基板ホール注入時のホール温度とエネルギー緩和時間を求めるための簡便な方法を提案している。

以上のように本論文は、MOSFET のデバイス特性の劣化機構を解明するため、基板ホール注入によって均一なホール注入を行い、デバイス特性劣化に大きな影響を及ぼすホール捕獲の機構を明らかにしたもので、電子工学ならびに半導体物性工学に貢献するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。