

Title	シリコンの熱誘起欠陥と不純物に関する研究
Author(s)	二神, 元信
Citation	大阪大学, 1983, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/33548">https://hdl.handle.net/11094/33548</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">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a>〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

氏名・(本籍)	ふた 二	がみ 神	もと 元	のぶ 信
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	5872	号	
学位授与の日付	昭和58年1月19日			
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当			
学位論文題目	シリコンの熱誘起欠陥と不純物に関する研究			
論文審査委員	(主査) 教授 浜川 圭弘			
	(副査) 教授 難波 進 教授 藤澤 和男 教授 成田信一郎			
	教授 藤田 英一			

### 論文内容の要旨

本論文は、シリコンの主要な熱誘起欠陥である積層欠陥 (SF) と酸化物微小欠陥 (MD), ならびに金属不純物の挙動と制御に関する研究成果を素子プロセスの立場からまとめたもので、第1章序論を含めて7章から成っている。以下にその内容の概要を述べる。

第2章では電荷結合撮像素子 (CCID) に対する熱誘起欠陥の影響を明らかにするとともに、試作した CCID には多くの画像欠陥が存在し、画像欠陥のほとんどは SF に起因する事が明らかとなった。

第3章では素子プロセスにおける SF の発生原因と発生防止について論ずる。CCID にみられる SF は主に素子プロセスに起因する事を明らかにし、新たに見出した非酸化性雰囲気中での熱処理時ウエハーの表面に SF の発生核が形成される事と関連づけて説明する。CCID の作成プロセスにエクストリンシングゲッターリング法を適用し、さらに熱処理雰囲気を改善した場合の SF の発生防止効果を示し、合わせて限界について論述した。

第4章では SF の性質をエッチング法、透過型電子顕微鏡法、電気的な方法により不純物の析出と対応づけて明らかにする。SF に対する析出不純物の有無はジルトル・エッチによる SF の描像に明瞭に反映、検出される事を見いだしている。即ちジルトル・エッチにより、部分転位に微量の不純物が析出した SF(D-SF) はヒロックとして、又不純物析出のない SF(C-SF) は SF の構造を反映した円片状のピットとして描出され、両者は明瞭に識別できる事を明らかにした。この結果は透過型電子顕微鏡法で検証され、微量不純物に対して有効な研究手段が従来ない所から SF の描像識別法を不純物の検出ならびにその挙動を把握する有効な手段として提案している。

第5章では MD と SF 及び不純物から成る系に生ずる現象を論ずると共に、MD の形成と実体を明

らかにする。上記の系において MD は不純物に対し SF よりアトラクティブな析出サイトとして働き、SF は C-SF となる現象を前章で提案した方法により見だし、さらに透過型電子顕微鏡法により MD の随伴転位が不純物を捕獲している証拠を提示する。MD の形成を結晶性の異なる二種類のウエハーを用いて、熱処理温度と熱処理時間に対して系統的に調べ、MD は高温ではヘテロジニアスなサイトに、又比較的低温ではホモジニアスな核形成により、生ずる事が判明した。

第 6 章では第 5 章で明らかにした MD の強力なゲッター作用と形成機構の特徴を応用し、本研究の工学面での意義を明らかにしている。即ち MD を制御し同時に不純物をゲッターする熱処理手法とその効果を示している。3 段階の熱処理で MD の形成を制御する事により、ウエハーの表面近傍に無欠陥層を、又内部には高密度な MD の層を形成できる事を示す。本方法により活性領域の不純物がゲッターされる事を SF の描像識別法により実証し、さらに活性領域の電気的特性が向上するを明らかにしている。

第 7 章では本研究で得られた主な成果を総括し結論を述べている。

## 論文の審査結果の要旨

トランジスタはじめ半導体集積回路などに広く用いられているシリコン単結晶は、その結晶完全性、純度ならびに、結晶の大きさの点においても最高といえる人工結晶である。こうした観点に加えて、シリコン結晶は、半導体の特質である、“構造敏感性”に富む材料であることから、結晶中の転位や格子欠陥ならびに不純物の挙動を知るのに、この材料がしばしば研究対象として選ばれてきた。

本研究は、シリコン中の欠陥としても熱処理で制御できる熱誘起積層欠陥と酸化物微小欠陥および、それらと金属不純物との相互作用を系統的に研究し、これら欠陥の発生原因と消滅ならびに不純物によるゲッタリングの機構を明らかにするとともに、その成果を積極的に利用して、シリコン集積回路素子の性能改善をめぐる幾つかの重要技術を確立したものである。なかでも本研究によって、はじめて明らかにされた非酸化性雰囲気中での積層欠陥の核生成の機構と、これに微量の不純物が析出したデコレートド欠陥 (D-SF)、および不純物析出のない、クリーン欠陥 (C-SF) の明瞭な描像識別法は、この分野に新しい研究手段を提供し、この技術を駆使して、酸化物微小欠陥の実体を明らかに把握した。さらに、こうした基礎的知見をもとにして、結晶欠陥の密度と分布をも最も敏感に反映することから、従来、欠陥制御技術の進歩にかかるとされていたシリコン電荷結合型撮像素子の開発を行なった。

以上、本研究は、固体の格子欠陥の物理の進歩に新しい知見をもたらし、さらに、その工学的応用として、撮像素子の開発など、オプトエレクトロニクスの進歩に大きな貢献をした。よって、工学博士の学位論文として価値あるものと認める。