

Title	集積回路製造プロセスシミュレーション技術に関する研究
Author(s)	谷口, 研二
Citation	大阪大学, 1986, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/119
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【45】

氏名・(本籍)	谷 口 研 二
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 7400 号
学位授与の日付	昭 和 61 年 7 月 3 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	集積回路製造プロセスシミュレーション技術に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 浜口 智尋 教授 塙 輝雄 教授 平木 昭夫

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は集積回路製造プロセスシミュレータの開発とプロセスモデルの高精度化に関する研究成果をまとめたもので、以下の9章より構成されている。

第1章では、集積回路開発のためにプロセスシミュレーションを用いる本研究の目的とその意義を明らかにしている。

第2章では、プロセスシミュレーションの構成要素技術として重要な計算機利用技術、数値計算技術について述べている。

第3章では、プロセスシミュレーション実用化の鍵を握っている各プロセス工程の物理モデルについて解析し、その適用範囲ならびに問題点の明確化を行っている。

第4章では、前章で解析したプロセスモデルを用いて作成した2次元のプロセスシミュレータのシステム構成について検討している。更に、シミュレータで用いた差分法にもとづく数値計算の手法と境界条件の設定方法について述べ、最後に、計算と実験の比較を行い、プロセスシミュレータの精度とその問題点を明らかにしている。

第5章では、プロセスシミュレーションの精度向上にとって必須な酸化による増速不純物拡散(OED)を取り上げ、実験的手法により、現象の把握と定量的な解析式の導出を行い、OED効果の不純物濃度依存性、接合深さ依存性、酸化温度依存性などを初めて定量的に明らかにしている。さらに、OED効果の横方向依存性の実験を行い、定量的な経験式の導出を行っている。

第6章では、高精度不純物拡散現象のモデル化にとって不可欠な、シリコン基板中の点欠陥の挙動を詳細に把握する為に、酸化誘起欠陥(OSF)をモニターとした実験の解析を行い、格子間シリコン原

子の拡散を司る各種のパラメータの値を初めて明らかにしている。

第7章では、2次元のOED効果を正確にシミュレーションするため、第5章において述べた種々のパラメータの値を実験データと合せ込み、2次元の高精度OEDモデルを確立している。

第8章では、プロセスシミュレータとデバイスシミュレータとを結合したシステムを用いて、3つの応用例を示している。最初は、集積回路の製造条件の変化が実際のMOSデバイス特性に与える影響を取りあげている。第2の応用例は、微細MOSFETのパンチスルー防止用のイオン注入条件を最適化する手法を明らかにしている。最後の例は、チャンネル長 $1.0\mu\text{m}$ 以下のデバイスで顕著になっている基板電流の原因の解析を行っている。

第9章では、本研究で得られた成果を総括し、今後の課題について述べている。

論文の審査結果の要旨

本論文は集積回路の設計において使用されるプロセスシミュレーション技術について研究した結果をまとめたもので、主な成果を要約すると次の通りである。

- (1) 2次元のプロセスシミュレータを実現する上で必要なプロセスモデル、境界条件の設定方法、数値計算の手法を明らかにしている。さらに、計算と実験の比較を行い、プロセスシミュレータの精度とその問題点を明らかにしている。
- (2) シリコン(100)基板にボロン原子、もしくはリン原子を拡散し、それを酸化雰囲気中で拡散することにより、現象の定量的な解析式の導出を行っている。この結果、酸化雰囲気中での不純物拡散は2種類の格子点欠陥(空孔、格子間シリコン原子)を介して行なわれることを明らかにしている。
- (3) 酸化誘起欠陥の成長をモニターとした実験の解析を行い、格子間シリコン原子の拡散を司る各種のパラメータの値を明らかにしている。また、この導出したパラメータの値を用いてシリコンの自己拡散の機構が主として格子間シリコン原子の拡散によって生じていることを明らかにしている。
- (4) 2次元の酸化増速拡散を正確にシミュレーションするために、シリコン中の点欠陥の分布を基にした、有限要素法によるプロセスシミュレータを開発している。
- (5) プロセスシミュレータとデバイスシミュレータとを結合したシステムを用いて、チャンネル長 $1.0\mu\text{m}$ 以下のデバイス特性を解析し、ドレイン端近傍の電界の強い部分でインクパクトイオン化が生じていることを明らかにしている。

以上のように、本論文は集積回路の製造プロセスシミュレータの開発のみならずシミュレータの利用の際に生ずると予想される種々の課題に関して、多くの知見を得ており、電子工学の発展に寄与するところ大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。