



Title	ビームアニール応用を中心とするシリコン集積回路製造技術の研究
Author(s)	柴田, 健二
Citation	大阪大学, 1984, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/33707">https://hdl.handle.net/11094/33707</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。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏名・(本籍)	柴 田 健 二
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 6 2 9 7 号
学位授与の日付	昭 和 5 9 年 2 月 1 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	ビームアニール応用を中心とするシリコン集積回路製造技術の研究
論文審査委員	(主査) 教 授 藤 田 広 志 教 授 稔 野 宗 次 教 授 犬 石 嘉 雄

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、ビームアニール応用を中心とするシリコン集積回路製造技術の研究成果をまとめたもので、8章より構成されている。

第1章は序論で、ここ数年来のシリコン集積回路素子性能の飛躍的向上とそれを成し遂げた要因を明らかにすることにより本研究の位置づけを行ない、本研究の意義を明らかにしている。

第2章では、積層構造集積回路などの新しい構造と性能を持った集積回路実現のために高出力・高精度の電子ビームアニール装置を開発することによって、絶縁膜上シリコン膜の大幅な結晶成長を可能としている。その結果、シリコン膜の結晶粒径は従来のものより3桁大きい20 $\mu$ mとなり、そのようなシリコン膜に試作した素子でSOS (silicon on sapphire) 素子とほぼ同等の特性を得ている。

第3章では、レーザーアニールを用いて、ひ素ドーパ多結晶シリコン膜の抵抗値を従来の1/4に低減させることに成功している。また、レーザーアニール後に450~1000 $^{\circ}$ Cの温度で熱処理して、その時の抵抗変化の機構をHall効果の測定、並びに電子顕微鏡(TEM)観察により明らかにし、レーザーアニールが集積回路の動作速度の改善に有効であることを示している。

第4章では、ひ素イオン注入層に種々のレーザーおよび電子ビームを用いて熱処理を行ない、各処理後の残留格子欠陥および電気的特性について調べている。その結果、ビームアニール後の特性は主にビームのパルス幅、すなわち熱処理時間に依存することをTEM観察及びヘリウムイオンによる後方散乱スペクトル(RBS)によって明らかにしている。

第5章では、高ひ素濃度シリコン膜を減圧CVD法にて高精度に形成する技術の開発に成功している。さらに、この高ひ素濃度シリコン膜を拡散源とするひ素拡散および拡散後の熱処理について二次イオン

スペクトル法 (SIMS), RBS測定, TEM観察などを用いて調べ, 新しいひ素拡散技術を確立している。また拡散係数の濃度依存性, Si-SiO<sub>2</sub>界面移動などを考慮したシミュレーション・プログラムを開発している。

第6章では, トランジスタの新しいゲートおよび配線材料としてマグネトロンスパッタ法で形成したMoSi<sub>2</sub>膜を評価し, 現在の集積回路製造工程にそのまま導入可能であることを確かめている。また, 蒸着法で形成した膜と比べて, スパッタ膜では炭素による汚染によってその特性が変化することをTEM観察とX線回折法によって明らかにしている。

第7章では, 現在最も一般的に用いられている選択酸化による素子分離法における転位発生の過程をTEM観察などによって調べ, 窒化シリコン膜がシリコン基板に及ぼす応力によって転位が導入されることを明らかにしている。また, 応力レベルにより転位の種類が異なることを確かめている。

第8章では, 本論文に述べられた研究結果を総括している。

## 論文の審査結果の要旨

本論文はビームアニールの応用を中心とした集積回路製造技術に関する研究成果をまとめたもので, その主な成果は以下の如くである。

- (1) 新しく開発した高出力, 高精度の電子ビームアニール装置によって絶縁膜上シリコン膜の結晶粒を従来のものより3桁も大きい20 $\mu$ mまで成長させ, それを用いてSOS素子とほぼ同等の特性を有する素子を試作することに成功している。
- (2) レーザーアニールを用いてひ素ドーブ多結晶シリコン膜の抵抗値を従来の1/4に低減させるとともに, 抵抗変化の機構を明らかにしてレーザーアニールが集積回路の動作速度の改善に有効であることを実証している。さらに, ひ素イオン注入層に種々のレーザーおよび電子ビームを用いて熱処理を行ない, ビームアニール後の特性は主にビームのパルス幅, すなわち熱処理時間に依存することを明らかにしている。
- (3) 高ひ素濃度シリコン膜を減圧CVD法を用いて高精度に形成する技術の開発に成功するとともに, この膜を拡散源とする新しいひ素拡散技術を確立している。
- (4) マグネトロンスパッタ法で形成したMoSi<sub>2</sub>膜を評価し, この技術をそのまま現在の集積回路工程に導入することが可能であること, およびスパッタ膜の特性変化は炭素汚染に強く依存していることを確かめている。
- (5) 選択酸化による素子分離法における転位発生の過程を詳細に調べ, 窒化シリコン膜がシリコン基板に及ぼす応力が主原因であること, および応力レベルによって導入される転位の種類が異なることを確かめている。

以上の如く, 本論文はシリコン集積回路製造に数種の新技术の導入を試みたもので, 今後広範囲な応用が期待されるそれら各手法の効用と実用性について重要な知見を与えており, 電子工学並びに材料工学上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。