

Title	半導体大規模集積回路(LSI)における導電体薄膜および薄膜界面物性に及ぼす微量不純物の影響ならびに評価技術に関する研究
Author(s)	益子, 洋治
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40424
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	益 子 洋 治
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 7 8 7 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 9 年 1 月 16 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 名	半導体大規模集積回路 (LSI) における導電体薄膜および薄膜界面物性に及ぼす微量不純物の影響ならびに評価技術に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 梅野 正隆 (副査) 教 授 志水 隆一 教 授 横山 正明 教 授 芳井 熊安

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、大規模集積回路 (LSI) の高性能化と高信頼性を目的として新しい評価技術ならびに LSI の性能劣化や信頼性劣化について行った研究をまとめたものであり、以下の 8 章より構成されている。

第 1 章は序論であり、LSI の製造プロセス中に混入する微量不純物によって引き起こされる諸現象の物理的解明とそれを実現する評価技術の重要性を述べるとともに、本研究の目的と意義を明らかにしている。

第 2 章では、集束イオンビーム技術を用いた LSI 評価技術を開発し、その有用性を実証している。また、初めて光ビームによる熱電効果を利用した多層配線評価技術を開発し、その有効性を実デバイスの故障解析への適用事例で実証している。

第 3 章では、LSI の構成要素であるシリサイド膜について、その構成元素以外の混入不純物元素がシリサイド膜形成に与える影響を検討し、白金シリサイド膜およびチタンシリサイド膜形成に及ぼす不活性ガスや酸素等の影響を明らかにするとともに、シリサイドプロセス最適化の指針を示している。

第 4 章では、シリサイド薄膜の酸化機構の検討を行い、タングステンシリサイド膜の異常酸化に及ぼす初期混入微量酸素の役割を明らかにし、優れたタングステンシリサイド膜を安定的に作製する指針を与えている。

第 5 章では、微細コンタクトに用いるバリアメタルの性能に影響を及ぼす要因の検討を行っている。特に、TiW 膜、TiN 膜のバリア性について検討を行って劣化機構を解明し、信頼性の高いコンタクト構造への指針を提示している。

第 6 章では、LSI 配線材料のスパッタリング薄膜における応力の発生と膜質に与える影響について検討し、膜形成時に取り込まれる不純物との関係を明らかにしている。

第 7 章では、LSI の Al 微細配線の断線に対する機械的応力の影響を検討し、Al 膜上のパッシベーション膜の応力による、ストレスマイグレーションが Al 配線故障に深刻な影響を及ぼすことを明らかにするとともに、新しい応力抑制法を提案している。

第 8 章では本研究を総括し、結論を述べている。

論文審査の結果の要旨

ますます微細化して、複雑な構造をとりつつある LSI デバイスにおいては、それらのデバイスの技術水準に十分対応できる評価技術を確保するのみならず、デバイス構造内部およびその製造プロセスで発生する諸物理現象を十分把握することが、デバイスの高性能化ならびに高信頼性を実現していくための重要な課題である。本研究は、LSI デバイスの高性能化ならびに高信頼性を実現することを目的として、微細領域の新しい評価技術の開発と LSI の性能劣化要因を多角的に調べたものであり、主な成果は以下の通りである。

- (1) LSI の評価技術としてはじめて集束イオンビーム技術に着眼し、集積回路上の三次元的空間での任意の位置に対する電氣的計測評価ならびに物理的分析・解析評価を $0.1\ \mu\text{m}$ 以下の精度で可能とする LSI 評価技術を開発し、その有用性を実証している。
- (2) 光ビームによる熱電効果を利用した非破壊の多層配線評価技術の開発に成功している。
- (3) 白金シリサイド薄膜形成時に混入する Ar によりシリサイドとシリコンの界面でバブルが発生することを見出し、その対策法を提案して、シリサイドプロセスの最適化に対する有効な指針を示している。
- (4) タングステンシリサイド膜の酸化に及ぼす初期微量酸素の役割と酸化機構を明らかにし、LSI 構造の中で安定な膜を作成する方策を得ている。
- (5) Al 配線における TiW 膜、TiN 膜のバリア性ならびにコンタクトの劣化機構を解明し、信頼性の高いコンタクト構造の実現に向けての指針を示している。
- (6) スパッタリングで形成した W 薄膜の応力と形成時に取り込まれる不純物との関係を明らかにし、W 膜応力の制御の指針を与えている。
- (7) 多結晶シリコン薄膜の酸化による応力とメモリデバイスの記憶保持特性劣化との関連を明らかにしている。
- (8) Al 配線故障に影響を及ぼすシリコン窒化膜の応力が、その構造に依存することならびに光照射により応力が抑制されることを明らかにしている。

以上のように、本論文は、電子工学、半導体物理、薄膜物性、結晶工学、材料力学等の基盤に立って微小領域の新しい分析・解析技術を開発し、LSI デバイスの高信頼性と高性能化を実現する上で重要な役割を果たしており、半導体工学ならびに応用物理学の発展に寄与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。