

Title	超LSI開発におけるパターンの微細化技術に関する研究
Author(s)	柏木, 忠
Citation	大阪大学, 1986, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/35462
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"〉 大阪大学の博士論文について <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)	かしわ 柏	き 木	ただし 忠
学位の種類	工	学	博 士
学位記番号	第	7 3 5 5	号
学位授与の日付	昭和 61 年 5 月 23 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	超 L S I 開発におけるパターンの微細化技術に関する研究		
論文審査委員	(主査)		
	教授	難波	進
	(副査)		
	教授	末田 正	教授 浜川 圭弘 教授 山本 錠彦
	教授	白江 公輔	

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は筆者が超 L S I 製造技術の開発を続けてきた研究内容の内、特に重要な技術であるパターンの微細化を実現するための電子ビーム露光技術、高品質薄膜形成技術、プラズマを用いたドライエッチング技術および超 L S I チップの微小領域の超微量不純物の評価技術に関する研究についてまとめたものである。

先づ、電子線レジストに関する研究と、数値解析の結果を用いて、超 L S I 開発に欠かすことのできない高精度微細パターンを作る技術に関する研究を行った。シリコンウエハ上にあらかじめ形成されたフィデュシャルマークの位置を電子ビームを用いて検出し、パターンを形成すべき位置を制御する技術について研究を行い、同時に計算機によるシュミレーションとの比較検討を行い、 $0.15\mu\text{m}$ の位置検出精度が得られた。

次に、超 L S I 開発に不可欠な多層配線技術に重要なシリコン酸化膜の形成を行うため、RFスパッタリングにより、超 L S I 用の優れたシリコン酸化薄膜を形成する技術に関する研究を行った。基板バイアスを印加してデポジションを行う場合基板バイアスを大きくする程優れた平坦性が得られ、 -200V ではほぼ完全な平坦となり、優れた段差被覆性を呈することを確認した。

また、パターン寸法の微細化と高集積化に伴い、マスク上でのパターン寸法のばらつきを少なくし、かつ重ね合わせ精度を向上する事が強く要求される。従来のウエットエッチングでは、寸法のばらつきを小さく押さえることは困難なため、平行平板型のドライプラズマエッチング装置を駆使し、寸法ばらつきの小さい高精度マスク作成用エッチング技術に関する研究を行った結果、超 L S I で要求される寸法精度 $\pm 0.15\mu\text{m}$ の高精度マスクが得られた。

次に、微量の不純物評価技術に関する研究を行った。まず、超L S I用材料の開発にとって極めて重要なポイントであるシリコン単結晶中の酸素や炭素など軽元素の挙動を評価するため、二次イオン質量分析法(SIMS)にいくつかの検討を加え、極微量不純物の高感度評価方法に改善を加えた。これら改善策の実証をするため、次にシリコンに酸素、炭素をイオン打込みし、炉アニールあるいはレーザーアニールを施し、その結晶性および注入不純物プロファイルを測定した。その結果注入酸素は、炉アニール後複雑な再分布をすると同時に、双晶あるいは積層欠陥を多数形成させることがわかった。また炭素打込み試料には全面にわたって微小折出物や転位ループが観察された。しかし、レーザーアニールした試料には、そのような欠陥は殆んど観察することはできなかった。このようにして、結晶性と不純物分布について重要な知見が得られた。

本研究で得られた成果を総括すると、

- 1) 電子ビーム露光技術の研究により、超L S I開発のための微細パターン形成と微細パターンの高精度位置検出を可能とした。
- 2) 超L S Iに不可欠な高品質シリコン酸化薄膜の形成をRFスパッタ方式により、また、高精度、微細クロムパターンのエッチングは平行平板プラズマエッチングにより可能とした。
- 3) 超L S Iの特性に関連する元素の濃度等の高感度評価を可能とした。

論文の審査結果の要旨

本論文は超L S I製造上特に重要であるパターン微細化技術に関する膨大な研究の中で、著者が直接担当した部分の研究結果についてまとめたものである。

まず、電子ビーム露光技術に関しては、レジスト中での電子の散乱を考慮したシミュレーションおよび実験に関する一連の研究を実施して、シリコンウエハ上にあらかじめ形成させた位置ぎめ用マークの電子ビームによる検出を $0.15\mu\text{m}$ の精度で行なう技術に成功し、この技術を用いて $0.5\mu\text{m}$ 程度のパターンを精度よく描画する技術を確立した。こうした微細加工精度の向上により、シリコン上への電子ビーム直接露光による超L S I製造技術の進歩に大きな貢献をしている。

次に、超L S Iに不可欠な多層配線技術に関し、配線により段差ができていくシリコンウエハ上に絶縁性のよいシリコン酸化膜を平坦性よく成長させるためのスパッタ製膜条件を見出し、これを用いて6層の金属配線に成功し、現用の超L S I製造技術のみならず、将来の3次元IC実現への基礎を築いたものと言える。

また、パターン寸法のばらつきを $0.15\mu\text{m}$ 以下にするためのドライプラズマエッチング技術の開発を行ない、超L S I用高精度・大口径クロムマスクの製造を可能とした。

さらに、微細化技術にとって重要な局所領域の微量不純物評価技術に関しては、二次イオン質量分析法を駆使して、シリコン単結晶中の酸素や炭素の分布を精密に測定し、アニール後の不純物の再分布や双晶・積層欠陥の形成、結晶性と不純物分布の関係などにつき重要な知見を得ている。

これら本研究によって得られた一連の成果は超 L S I 製造技術の進歩に寄与するところ大であり本論文は博士論文として価値あるものと認める。