

Title	半導体集積回路用金属・高誘電率薄膜のドライエッチングおよび信頼性評価に関する研究
Author(s)	青木, 秀充
Citation	大阪大学, 1995, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3108035">https://doi.org/10.11501/3108035</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

氏 名	あお 青 木 秀 充
博士の専攻分野の名称	博 士 ( 工 学 )
学 位 記 番 号	第 1 2 1 0 7 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 7 年 1 0 月 4 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 集 積 回 路 用 金 属 ・ 高 誘 電 率 薄 膜 の ド ラ イ エ ッ チ ン グ お よ び 信 頼 性 評 価 に 関 す る 研 究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 白 藤 純 嗣 教 授 平 木 昭 夫 教 授 青 木 亮 三 教 授 佐 々 木 孝 友

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、主に超LSI用微細Al配線を形成するための低温エッチング技術について、実験的理論的に検討すると共に、低温エッチング技術の信頼性を評価するための新しい分析手法を提案し、評価した結果についての研究成果をまとめたもので、序論、本論5章、および結論の全7章からなっている。

第1章では、本研究の背景および目的について述べ、本研究の意義および工学的有用性を明らかにしている。

第2章では、微細Al配線を形成するための新しい技術として、シリコン酸化膜をマスクに用いて室温以下の低温でドライエッチングする手法を提案し、下地の段差が大きい場所にも0.2 $\mu$ m幅の微細Al配線を形成できることを実証している。また、この低温エッチングは、微細形状の制御だけでなく、選択比の向上やマイクロローディング効果の抑制にも有効であることを明らかにしている。

第3章では、低温でエッチング速度がかえって増大するという一見奇妙な実験結果を説明するため、新たにクラスターモデルを提案し、シミュレーションの結果、実験事実を矛盾なく説明できることを示している。

第4章では、微細Al配線合金膜をドライエッチングした時、純水洗滌処理を施した後もなお残存してAl配線の腐食を引き起こす微量の残留塩素を昇温脱離法によって分析できることを明らかにしている。また、Al表面の塩素の吸着状態と腐食の相関について実験的に調べた結果を述べている。

第5章では、従来の技術では分析不可能であったサブミクロンサイズのコンタクトホール内部に残った微量のエッチング残渣を昇温脱離法によって分析できることを示すと共に、エッチング残渣の量と電気的接触抵抗との間に相関関係があることを明らかにしている。

第6章では、小面積大容量キャパシターを実現できる高誘電率材料SrTiO<sub>3</sub>膜、およびその電極材料として有望なPt膜の微細加工技術について、新しく試みた実験の結果をまとめている。

第7章では、本研究で得られた結果を総括し、結論を述べている。

## 論文審査の結果の要旨

各種のシリコン集積回路の集積度は年々増大しており、止まるところを知らない勢いである。その推進力となる技術の1つがドライエッチングやリソグラフィを中心とした微細加工技術である。本論文は、ドライエッチングによるAl配線の微細加工の精度向上に必要な新しい手法の開発、およびドライエッチングによる微細加工に付随して発生する問題の解決への新しい評価分析技術の適用について、実験的研究の成果をまとめたもので、その成果を要約すると、次のとおりである。

- (1) シリコン酸化膜をエッチングマスクに用い、約 $-30^{\circ}\text{C}$ の低温でドライエッチングすると、下地の段差が大きい場所にもサイドエッチングのない $0.2\ \mu\text{m}$ 幅の微細Al配線を精度よく形成できることを実験的に示している。また、この低温エッチングは、Al配線の微細形状の制御だけでなく、エッチングの選択比の向上およびマイクロローディング効果の抑制にも有効であることを明らかにしている。
- (2) Alのドライエッチング速度が $-30^{\circ}\text{C}$ 付近から低温側で急激に増大するという一見奇妙な実験結果を説明するため、低温ではAl表面に物理吸着した塩素原子の微小な2次元クラスターが形成されやすく、入射高エネルギーイオンの助けにより化学エッチングが促進されるというクラスターモデルを新たに提案し、計算機シミュレーションと実験結果との比較からモデルの正しさを証明している。
- (3) 配線用Al合金膜をドライエッチングした時、残渣除去の純水洗滌処理を施した後もなお微細な加工溝内に残存して腐食を引き起こす微量の塩素は従来法では検出困難であるが、昇温度脱離法を用いれば分析可能であることを明らかにしている。
- (4) 常温ドライエッチングでは多結晶Alの結晶粒界に深く入り込んだ塩素が純水洗滌処理後も残存し、腐食を引き起こすことを明らかにするとともに、低温エッチングでは結晶粒界の残存塩素量が少なく、残留塩素による腐食が起こりにくいことを見いだしている。
- (5) 微細なコンタクトホール内部に残存する微量のドライエッチング残渣は従来法では分析が不可能であるが、昇温脱離法をもちいれば分析できることを明らかにしている。その結果を用いて、コンタクトホール内のエッチング残渣量とホール内に形成した電極の電氣的接触抵抗との間に相関関係があることを見いだしている。
- (6) 将来の超高集積回路の形成に不可欠とされる高誘電率キャパシターのドライエッチングによる微細加工技術について新しい試みを行い、高誘電率材料および電極材料のドライエッチングプロセスの問題点を明らかにしている。

以上のように、本論文は次世代のシリコン集積回路の微細加工技術に関して新しいドライエッチングプロセスを提案する共に、ドライエッチングに付随して発生する信頼性低下の問題を新しい分析評価技術の適用により解決しており、本研究で見いだされた新しい知見は半導体集積回路工学および半導体工学の分野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。