



Title	半導体集積回路におけるアルミニウム合金多層配線の研究
Author(s)	真弓, 周一
Citation	大阪大学, 1992, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/37674">https://hdl.handle.net/11094/37674</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">大阪大学の博士論文について</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	ま 眞 弓 周 一
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 1 0 0 6 0 号
学位授与年月日	平成 4 年 2 月 25 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	半導体集積回路におけるアルミニウム合金多層配線の研究
論文審査委員	(主査) 教 授 米 山 宏 (副査) 教 授 足 立 吟 也    教 授 池 田 功    教 授 野 村 正 勝 (副査) 教 授 平 木 昭 夫    教 授 永 井 利 一    教 授 松 林 玄 悦

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は半導体集積回路における Al 合金多層配線の研究をまとめたものである。論文は、第 1 章～第 6 章から構成されており、その内容は以下に示す通りである。

第 1 章は緒言であり、本研究の背景、目的、及び概要を述べた。

第 2 章では、Al 合金配線の物理、化学特性の変化に関する要因の解明について検討した。第 1 節では、塩素系ガスを用いた Al 合金膜の反応性イオンエッチングに関し、残留塩素原子の化学状態を明らかにした。そして、残留塩素の除去方法について検討した。第 2 節では、半導体デバイスが高温下で保持された時に発生する Al 合金配線の断線現象について検討し、そのメカニズムを明らかにした。そして、Al に Cu を添加することによってその現象が抑制されることを見出し、その抑制のメカニズムを考察した。第 3 節では、Al 合金配線上に形成されるプラズマ窒化珪素膜の応力によって Al 合金から Si 基板コンタクト部分へ Si の析出が加速される結果、コンタクト抵抗が上昇するという新しい問題を見出した。

第 3 章では、Al 合金配線の加工方法について検討した。第 1 節では、エッチングマスクにホトレジストを用いて Al 合金を反応性イオンエッチングした後、 $CF_4$  プラズマ処理で Al 合金パターン側壁にポリマー膜を形成し、さらに、ホトレジストを軽くエッチングした後、Al 合金をウェットエッチングすることにより、下層配線の上部角が除去できる新しい技術を開発した。第 2 節では、Al 合金の反応性イオンエッチングに際して、ジャストエッチング段階で  $CHF_3$  ガスを用いて Al 配線側壁にポリマー膜を成長させ、その後にオーバーエッチングを施すという新しいエッチング技術を開発した。この方法によれば、横方向のエッチングが防止できるため、線幅の細い配線の形成が可能である。

第4章では、層間絶縁膜の平坦化方法について検討した。第1節では、下層配線の下地であるリンケイ酸ガラス（PSG）の溶融平坦化に関し、高圧水蒸気雰囲気がPSGの溶融を促進することを明らかにした。第2節では、下層配線と上層配線の間の層間絶縁膜の平坦化方法の1つである“エッチバック法”について、以前から報告されている絶縁膜として酸化珪素膜を用いる方法の平坦化上の問題点とその原因を明らかにし、そして、絶縁膜としてプラズマ窒化珪素膜を用いる新しい技術を提案した。

第5章では、配線コンタクトに関連する問題とその解決方法について検討した。第1節では、ホウリンケイ酸ガラス膜を溶融熱処理する際に、コンタクト穴内のシリコン基板が増殖酸化されるという新しい現象を見出し、そのメカニズム、そして、その防止対策方法について提案した。第2節では、四フッ化炭素を用いたプラズマエッチングによって層間絶縁膜にコンタクト穴を開孔する際に、コンタクト穴内部にポリマー膜が形成され、これにより上部のAl合金配線との接続抵抗が上昇することを見出した。そして、この問題の解決方法について検討した。第3節では、配線材料としてAl-Si-Cu配線を用いると、Al-Si配線に比べてコンタクト不良率が高くなるという新しい現象を見出した。そして、その不良発生メカニズムを明らかにするとともに、防止技術を提案した。

第6章は結論であり、本研究により得られた成果をまとめた。

## 論文審査の結果の要旨

半導体集積回路の高集積化、高速化には信頼性の高い微細な多層配線技術の開発が必須である。本論文はアルミニウム合金配線の信頼性に関わる化学と物理現象の解明と必要な対策、ならびに新しい微細多層配線製作技術に関する開発研究に際して得られた成果をまとめたもので、その主な成果は次の通りである。

- (1) アルミニウムシリコン合金配線の腐食に関わる要因を解明し、その対策技術を提案するとともに有効性を実証している。
- (2) 微細で寸法の整ったアルミニウム合金配線の製作方法を合金配線自身の製作法の点から詳細に検討し、目的にかなった方法を生み出している。
- (3) アルミニウム合金配線を行う下地、および層間絶縁膜の平坦化について検討し、微細な配線を行ないうる平坦化技術を確立している。
- (4) 多層配線を行うために必要な層間絶縁膜の開孔方法として、信頼性の高い配線を行ないうる方法を見出している。

以上のように本論文は半導体集積回路の多層配線に関して、信頼性に富む微細な配線技術を明らかにしたものであり、電子工学に寄与できるのみならず、材料化学、電気化学、電子工学にも資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して認める。