

集束イオンビーム装置を用いたマイクロ配線補修技術の確立の電気特性評価

1. 目的

ナノプロセスの高度化、電子機器の高周波化により、電子基板の配線の細線化が求められている。本研究では、集束イオンビーム装置を用いて配線補修技術の確立および電気特性評価を行う。

2. 研究内容

イオンプレーティング装置(昭和真空 SIP-650)にて、タングステンつぼ内の純銅(純度 99.99%)を電子ビームにてプラズマ内で蒸着し、銅薄膜を成膜した。成膜条件を表 1 に示す。

表 1 成膜条件

項目	条件
蒸着材料	純銅(純度 99.99%)
つぼ材料	タングステン
プラズマ雰囲気	Ar(10mL/min)
成膜レート	5 Å/s
膜厚	382.8nm

石英ガラス基板上に製膜した銅薄膜に対して集束イオンビーム装置(日本電子製 JIB-4600F)を用いて配線パターンを形成した。補修方法として、集束イオンビーム装置の Ga イオンビームを用いて、作製した配線パターン中央部の銅薄膜をミリングし、配線パターンを断線した。次に Ga イオンビーム・ヘキサカルボニルタングステン(W(CO)₆)ガスを用いて、断線箇所を蒸着して修復した。作製した銅配線パターンを用いて、I-V 試験を行い、銅配線パターンが補修前後で電流と電圧を測定し、オーミック接続について評価した。

次に、1Hz～100kHz で補修前後の銅配線パターンのインピーダンスを測定し、抵抗成分の変化を評価した。

さらに、銅配線パターンの S パラメータを測定し、銅配線パターンの補修前後の変化を評価した。

3. 結果・考察

集束イオンビーム装置を用いて、パターンを形成した銅薄膜(図 1)を用いて、補修の条件を表 2、補修時の SEM 像を図 2、電気特性結果を図 3、4 に示す。



図 1 パターン形成概略図

表 2 補修条件

項目	補修 1	補修 2
加速電圧	30kV	30kV
Beam 設定	φ15nm 10pA	φ27nm 100pA
加工サイズ	2.0×12.8μm ²	2.0×12.8μm ²
ガス種類	W(CO) ₆	W(CO) ₆
ドーザ量	1.5nC/μm ²	1.5nC/μm ²
加工時間	約 1 時間	約 9 分

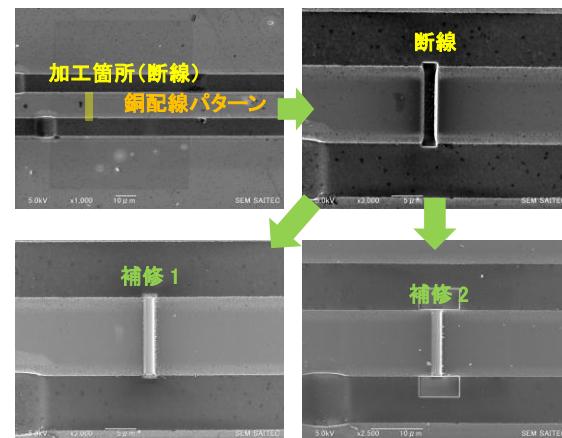


図 2 銅配線補修 SEM 像

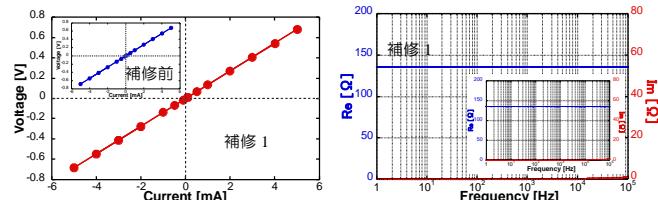


図 3 I-V 試験結果(左), インピーダンス測定結果(右)

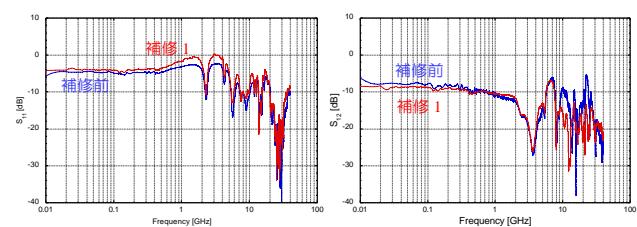


図 4 S パラメータ測定結果

実験結果から、下記の事項が得られた。

- ① 銅-タングステンの電気接合はオーミック。
- ② 1Hz～100kHz では接合の寄生成分は無視できる。
- ③ 10MHz～40GHz での S パラメータは、補修前後で大きな変化は見られなかった。

以上のことから、微細配線の補修が可能であると考えられる。配線構造が複雑なものに対して、どのように対応するかが今後の課題である。