

北海道大学工学部 ○高木 修 柴田 隆行 高橋 義美 牧野 英司 池田 正幸

要旨

ポリイミド基板上に配線を形成するために無電解レーザープレイティングを行った。レーザー照射以外は熱を加えないことを前提として常温のプロセスを検討した。基板の親水化のためのエッチングは5%NaOH、15%尿素水溶液の場合では、20~40sが適当であった。レーザーパワー密度が140W/cm<sup>2</sup>以下、走査速度が75μm/s以下の範囲で、良好な析出が得られた。

1.はじめに

マイクロマシンのアクチュエータなどを配線する際には、基板上の既存の部品に熱影響を与えないようにする必要がある。本研究では、局部加熱できる無電解レーザープレイティングを用いて直接配線形成を行うことを目的としている。レーザー照射以外は加熱を行わずに、全ての処理を常温で行うことを目標とした。ポリイミド表面をめっきする際、表面の親水化が必要となる。親水化のための脱脂およびエッチングの条件を検討した。得られたラインの高さや幅を測定し、レーザーパワー密度や走査速度の影響を検討した。

2.実験装置および方法

無電解レーザープレイティングの工程を図1に示す。基板には厚さ50μmのポリイミドフィルム(カプトン200II、東レ・デュボン社製)を用いた。活性化処理まですべて常温で行った。脱脂には中性洗剤を用いた。エッチング液にはNaOHと尿素の水溶液を用いた<sup>1)</sup>。エッチング液の組成を表1に示す。基板の親水化のための脱脂後およびエッチング後、液滴形状法により接触角を測定し基板のぬれ性を評価した。感受性化処理には塩化第一すず水溶液(Pink Sumer)、活性化処理には塩化パラジウム水溶液(Red Sumer)を用いた。これらは常温でも使用可能なものである。どちらの処理も3min行った。めっき液には無電解ニッケルめっき液(Blue Sumer、いずれも日本カニゼン社製)を用いた。

無電解レーザープレイティングを行った実験装置の概略を図2に示す。アルゴンイオンレーザーをめっき液を満たしたセル中の基板上に照射した。セルをレーザー入射方向に垂直な方向に走査させることによりライン状に析出させた。レーザー出力は0.25Wとし、基板上的のビーム径を変えることによりレーザーパワー密度を変化させた。得られたラインの外観を金属顕微鏡により観察し、断面形状を触針式表面あらさ計により測定した。

3.実験結果および考察

3.1 基板の親水化処理条件

脱脂およびエッチングによる基板の接触角の時間変化を図3に示す。脱脂のみでは接触角は大きく変化しておらず、親水化は進んでいない。脱脂を30sした後にエッチングをした場合やエッチングのみの場合では、いずれのエッチング液を用いても接触角はエッチング直後に急激に小さくなっている。時間が経過するにつれ、いずれの場合も接触角は10°前後に到達しているが、エッチング液の濃度が薄いと時間がかかっている。接触角が10°前後に近づくほど親水化は向上するが、表面が荒れ損傷が大きかった。脱脂を30sした後、それぞれのエッチング液を用いて30sエッチングをした基板を用いて、無電解レーザープレイティングを行った。その析出状態を図4(a)~(c)に示す。A液でエッチングした基板では、一定の析出が得られなかった。B液でエッチングした基板では、外観が良好

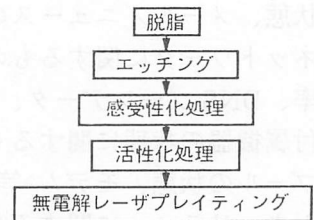


図1 無電解レーザープレイティングの工程

表1 エッチング液の組成

	NaOH	尿素
A液	2.5%	7.5%
B液	5%	15%
C液	10%	30%

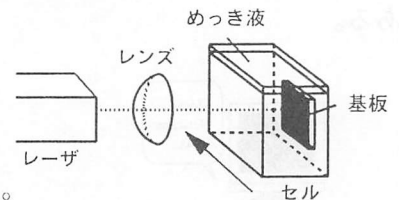


図2 装置概略図

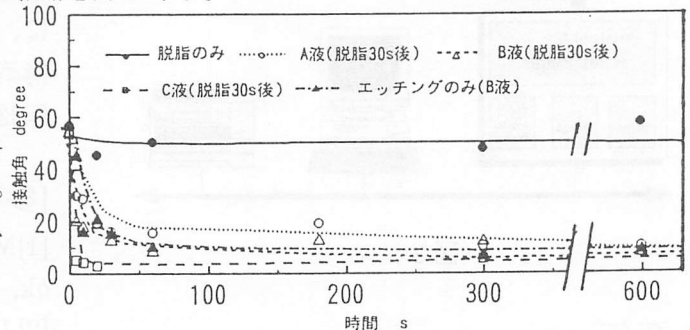


図3 脱脂およびエッチングによる接触角の時間変化

で均一な析出が得られた。C液の場合でもライン状の析出は得られたが、エッチングによる表面の荒れが析出面に現れた。B液を用いてエッチング時間を変え、無電解レーザープレATINGを行った。エッチング20s以内では析出が安定して得られなかった。40sを越えると一定の析出は得られるが、析出面が荒れ始めた。以上のことから、B液を用いた場合は20~40sエッチングを行うのが適当である。脱脂30sのみの場合およびB液でエッチング30sのみの場合の析出状態を図4(d)、(e)に示す。脱脂のみの場合では、析出が一定ではなかった。エッチングのみの場合では、脱脂とエッチングを行った場合と同様なラインが得られた。脱脂を省いても問題がないといえる。以後の実験は、脱脂を行わずに5%NaOH、15%尿素水溶液を用いて30sエッチングを行った基板を用いて行った。

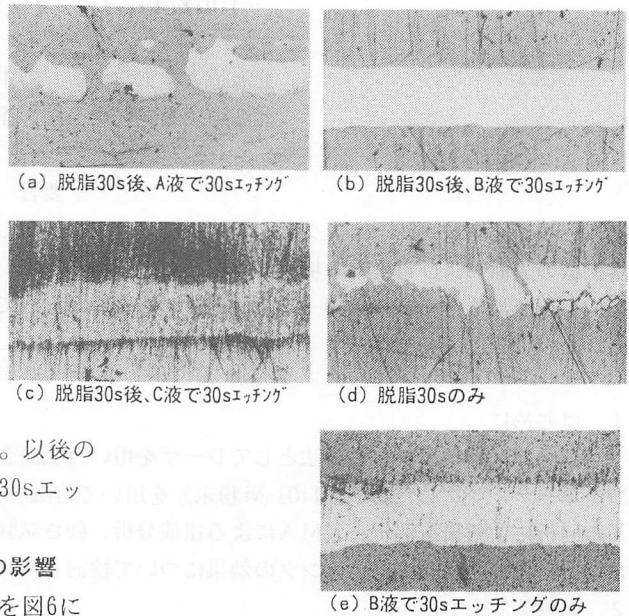


図4 それぞれの基板での析出状態  
(レーザーパワー密度 140W/cm<sup>2</sup>  
走査速度 25 μm/s)

### 3.2 ライン形状に対するレーザーパワー密度と走査速度の影響

析出状態に対するレーザーパワー密度と走査速度の影響を図6に示す。走査速度が75 μm/sより遅い場合に良好な析出が得られている。これは走査速度がこれ以上速いと、めっき液の加熱時間が短くめっきの反応が確実に起こらないためである。レーザーパワー密度150W/cm<sup>2</sup>以上でレーザー照射中心部に未析出部分が生じた。これは、基板の過剰な加熱によりめっき液が沸騰を起こし、気泡によりめっきが阻害されるためである。基板の熱損傷が生じる場合もあった。

ライン高さに対するレーザーパワー密度と走査速度の影響を図7に示す。レーザーパワー密度が高く、走査速度が遅いほど、ライン高さが増加している。これは、めっき液の温度が高温になり、めっき速度が増加するためである。レーザーパワー密度100~140W/cm<sup>2</sup>で走査速度が25 μm/sの場合、高さ1 μm以上のラインを得ることができた。析出速度は約5 μm/minで、通常は無電解めっきの数十倍となった。

ライン幅に対するレーザーパワー密度と走査速度の影響を図8に示す。ライン幅はビーム径の0.5~1.5倍まで変化している。レーザーパワー密度が低いほど、ライン幅はビーム径よりも細い。これは、レーザー照射の中心に近い高温部にしか析出が起こらないためである。レーザーパワー密度が高い場合は、ライン幅がビーム径よりも広がる。これは、熱伝導によりレーザー照射部をこえてめっきが生じるためである。

### 4. まとめ

- (1) ポリイミド表面の親水化のためのエッチング条件は、5%NaOH、15%尿素水溶液の場合では20~40秒が適当である。エッチング前の脱脂は省略できる。
- (2) レーザーパワー密度が140W/cm<sup>2</sup>以下、走査速度が75 μm/s以下の範囲で、良好な析出が得られる。レーザーパワー密度140W/cm<sup>2</sup>で走査速度25 μm/sの場合、高さ1.5 μmのラインが得られた。

### 参考文献

- 1) 石井正人: JPFA NEWS, NO. 23, (1994), p4

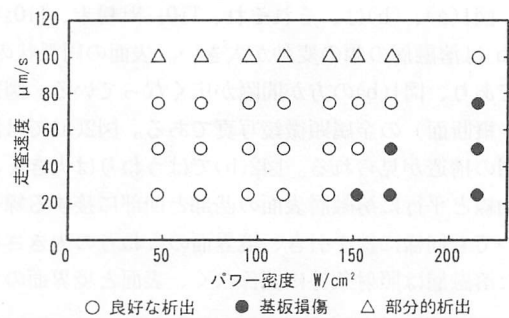


図6 析出状態に対するレーザーパワー密度と走査速度の影響

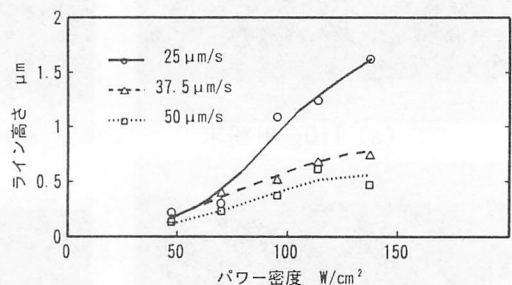


図7 ライン高さに対するレーザーパワー密度と走査速度の影響

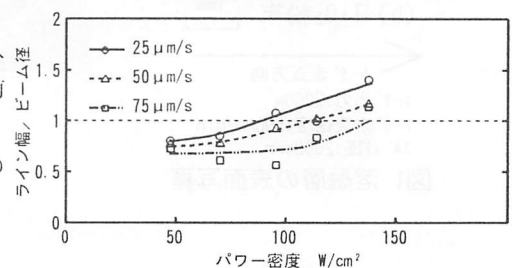


図8 ライン幅に対するレーザーパワー密度と走査速度の影響