

YAGレーザを用いた表面加工装置の試作（Ⅱ）

YAGレーザによるポリイミドフィルムへの無電解ニッケルめっき皮膜の析出方法及びその形状

北 垣 寛^{*1}

中 村 知 彦^{*2}

松 田 実^{*3}

松 本 賢 治^{*4}

〔要 旨〕

ポリイミドフィルムを基板として、無電解ニッケルめっき液中でYAGレーザを照射することでマスクを用いずに部分選択的にニッケル金属の析出を試み、その析出方法及びレーザ照射条件、めっき液の攪拌条件、析出物の形状などを検討した。その結果、ポリイミドフィルムの裏側にカーボンによる吸収層を形成しておくことで皮膜を析出できること、その際、めっき液の攪拌量を調整することで良好な皮膜が析出できることを見出した。

1 緒 言

プラスチックやセラミックスなど非金属基板に無電解めっき液中でレーザを照射することで部分選択的にめっき皮膜を析出する方法^{1)~4)}は、フォトリソグラフィなどによるマスク形成やエッチング処理を施さずに微細回路パターンが形成できる技術として検討がなされている。一方、情報端末機器の小型化・軽量化のために電子回路の基板材料として、ポリイミドフィルムは耐熱性に優れるとともにフレキシブルに形状を変形できることから、今後、応用が盛んになると思われる。

本研究では、レーザ光源として、汎用的で光ファイバーによる伝播が容易なYAGレーザ光（波長：1.06 μm）を用いて、無電解ニッケルめっき液中のポリイミドフィルム上にマスクを用いずに部分

選択的にニッケル金属の析出を試み、その析出方法及びレーザ照射条件、めっき液の攪拌条件、析出物の形状などを検討した。

2 実験方法

基板には、厚さ50 μmのポリイミドフィルム（東レ・デュポン社製 200H）を約15mm×25mmの大きさに切り取り用いた。ポリイミドフィルムは近赤外領域波長であるYAGレーザ光の吸収率が低いことが予想されるため、実際にこのポリイミドフィルムにYAGレーザ光を照射したところ、吸収率は10%以下であることが確認できた。そこで、YAGレーザ光を吸収する材料をポリイミドフィルムの裏面に貼り合わせて吸収層を形成し、ポリイミドフィルムを裏面より加熱することで、めっき皮膜の析出を検討した。吸収層として各種材料を検討したところ、カーボンを主成分とする黒色塗料を用いることでめっき皮膜が析出することを見出した。以下実験はポリイミドフィルム裏面にこのような吸収層をあらかじめ形成する方法

* 1 研究開発課 技 師

* 2 同 主 査

* 3 同 主任研究員

* 4 同 主任研究員

で行った。なお、ポリイミドフィルムは、前処理として10wt%のNaOHで1分間のエッチング、超音波洗浄機で洗浄、十分な乾燥後、前述の吸収層形成後、両面テープによりスライドガラスに貼り付けセンシタイザ、アクチベーション法により活性化処理を施して基板とした。また、レーザー光源には、最大出力100Wの連続発振YAG（Yttrium Aluminum Garnet）レーザー発振器（波長1.06 μm マルチモード 東芝社製）を使用し、レーザー光を光ファイバー（コア径600 μm ）で伝播し、レンズで集光しめっき液中の基板に照射した。焦点距離は基板上のレーザー照射径が最小の600 μm になるようにした。無電解ニッケルめっき浴は、次亜リン酸ナトリウムを還元剤とする市販の無電解めっき液（奥野製薬工業社製 ニムデ

ン：NEL、温浴による成膜速度毎時22 μm ）2.4Lを用いた。なお、レーザー光の照射中めっき液は常にポンプにより循環させるとともに、その流量を毎分0.5Lから4Lまで調整できるようにして基板表面の攪拌量を変えられるようにした。基板をめっき液中で固定してレーザーを照射させるための反応槽は80mm \times 80mm \times 30mmの密閉型とし、その上部には直径50mm厚さ3.5mmの光学ガラスをはめ込みレーザー光がめっき液中を通過する距離が常に5mmとなるようにした。

析出した皮膜の外観は光学顕微鏡で観察し、析出物の厚さは蛍光X線膜厚計（セイコーインスツルメンツ社製 SFT8000）で評価した。

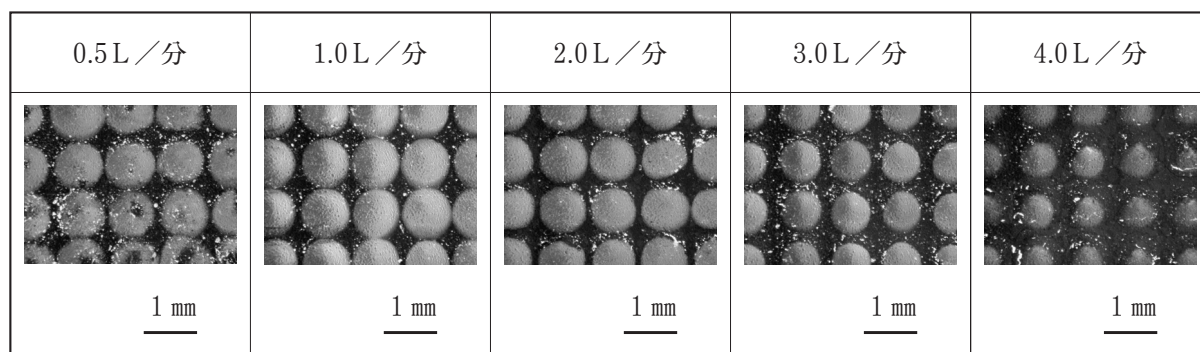


図1 めっき液の攪拌流量と析出皮膜の外観
析出条件/レーザー出力：1W、照射時間：10秒

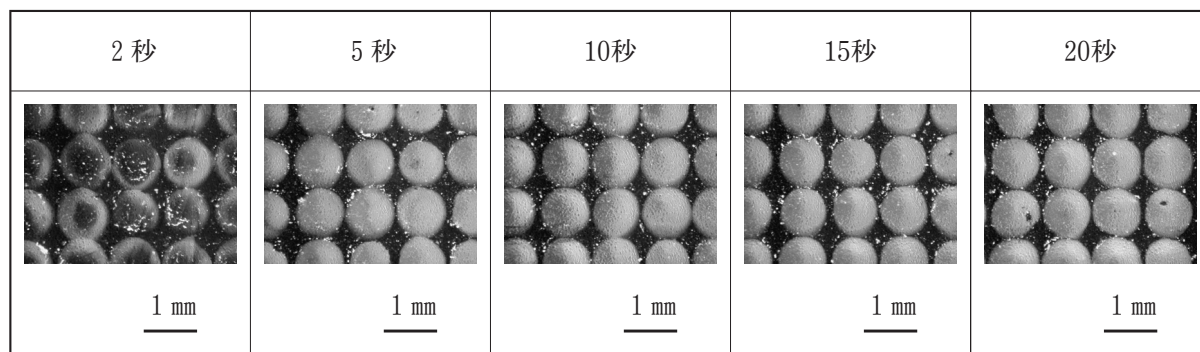


図2 レーザ照射時間と析出皮膜の外観
析出条件/レーザー出力：1W、めっき液の攪拌流量：1.0L/分

3 結果及び考察

3.1 めっき液攪拌流量の影響

レーザー光の出力及びレーザー照射時間をそれぞれ、2 W（平均照射密度700W/cm²）、10秒と一定にして、めっき液の攪拌流量を変化させた場合、それぞれの条件で析出した皮膜の外観を〈図1〉に示す。めっき液の攪拌流量が大きい方が、析出物の直径が小さくなっていることがわかる。これは流量が大きいと基板表面のめっき液が加熱されるまでに拡散されてしまうためにレーザー照射密度が比較的密な照射部中央付近だけが析出可能な温度到達したためと考えられる。また、めっき液攪拌流量が毎分0.5Lの条件では皮膜の中央部が剥がれてしまっている。これは基板がめっき液の沸点以上に高温となったために析出が妨げられたためと思われる。

3.2 レーザ照射時間の影響

レーザー光の出力及びめっき液の攪拌流量をそれぞれ、2W、毎分1Lと一定にして、照射時間を変化させた場合、それぞれの条件で析出した皮膜の外観を〈図2〉に示す。いずれの条件でも皮膜の剥

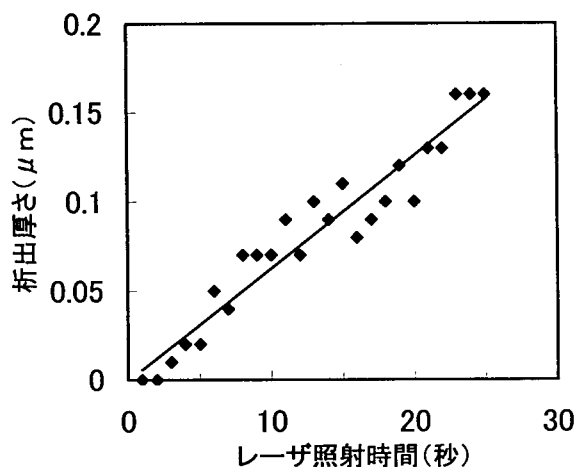


図3 レーザ照射時間と析出厚さ
レーザー光の出力：2W、
めっき液の攪拌流量：毎分1.0L

がれなどなく照射形状どおりに析出していることがわかる。また、照射時間が長くなっても析出物の直径は700 μm で一定であった。熱伝導率の良い銅などの金属の場合、照射径よりも何倍にも析出範囲が広がってしまう現象が見られるが、ポリイミドは伝導率が低いため、熱がレーザー照射部の周辺に広がることなく照射部のみが析出温度に達したためと思われる。〈図3〉に、この条件におけるレーザー照射時間と皮膜の析出厚さの関係を示す。ほぼ時間に比例して析出厚さが増加している。これは、めっき液の攪拌流量が、毎分0.5L、2.0L、4.0Lでも同じ結果であった。これより皮膜の析出厚はレーザーの照射時間で制御できることがわかった。また、このときの析出速度は毎分0.4 μm で、これは通常の無電解めっきの速度とほぼ同じ速度であった。

3.3 当該プロセスの応用例

本研究で用いた、YAGレーザー光は基板であるポリイミドフィルムに対してほとんど吸収されず、裏面に吸収体を塗布しておくことで皮膜を析出することが確認できたが、あらかじめ吸収層に微細

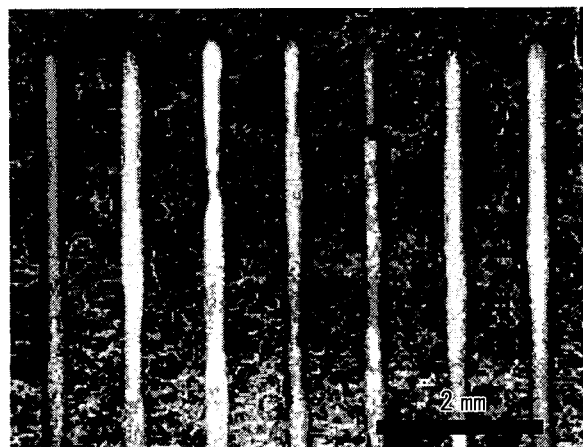


図4 熱吸収体併用によるポリイミド上の
レーザーめっきによるラインパターン

パターンを形成させておけば、レーザー光を細く絞らずに微細な部分めっきが析出可能か検討した。ポリイミドフィルムの裏面に吸収層として幅300 μm のカーボンを主成分とするラインパターンを事務用複写機により形成し、照射範囲が2 mm角となるレンズを用いて、レーザー光の出力を11W (平均照射密度280W/cm²) として、吸収層であるライン付近を走査しながら照射して皮膜の析出を試みた。その結果、幅200 μm で析出物によるラインパターンが形成できた〈図4〉。パターンを基板裏側に形成しているため成膜後除去する必要がないので、簡易にマスクレスで部分めっきを形成する方法の一つとして利用が期待できる。

4 結 論

ポリイミドフィルムを基板として、無電解ニッケルめっき液中でレーザーを照射することでニッケル金属の析出を試み、そのレーザー照射条件、めっき液の攪拌条件、析出物の形状を検討した結果、以下のような結論が得られた。

1) めっき液の攪拌流量が、毎分1 L以上であれば、レーザーを照射した部分に選択的に皮膜を良好に析出した。

2) めっき液の攪拌流量を大きくするに伴い、析出皮膜の直径は小さくなった。であることが分かった一定であれば、析出皮膜の大きさはレーザー照射時間に関わらず一定であった。

3) 析出速度は、めっき液攪拌流量によらず毎分0.4 μm で通常無電解めっきの速度とほぼ同じ結果であった。

4) 基板裏面の光吸収層にパターンを形成させておけば、レーザー光を絞らなくても、その表側にパターンに応じためっき皮膜を析出することができた。

(文 献)

- 1) J. Cl. Puipe, R. E. Acosta and R. J. von Gutfeld: J. Electrochem. Soc., 128 (1981), 2539
- 2) 西川治良、黒田和也、南晋一；表面技術、40、675 (1989)
- 3) 永峰聡、小早川紘一、佐藤裕一；表面技術、49、1305 (1998)
- 4) 牧野英司、高木修、柴田隆行；表面技術、51、199 (2000)