

## 磁気を利用した新しい実装技術・機能性材料の開発 ～磁気を利用した新しいプリント基板作製法の開発～

走出 真\*<sup>1</sup> 森本 良一\*<sup>2</sup>  
齋藤 誠\*\* 杉山 敦史\*\*\*<sup>1</sup> 青柿 良一\*\*\*<sup>2</sup>

Development of New Application Processes and Functional Material by the use of Magnetic Fields  
- New Printed Wiring Board Manufacturing Method by the use of Magnetic Fields -

HASHIRIDE Makoto\*<sup>1</sup>, MORIMOTO Ryoichi\*<sup>2</sup>,  
SAITOU Makoto\*\*, SUGIYAMA Atsushi\*\*\*<sup>1</sup>, AOGAKI Ryoichi\*\*\*<sup>2</sup>

### 抄録

特定の部位のみにめっきを行う部分めっきは、基板製造等に欠かせない技術である。本研究では、複雑な前処理工程を省くために、磁気により形成される微小な流路を利用する部分めっき法について検討した。その結果、温度、流速等の条件を調節することで部分めっきが可能であることを確認した。また、めっき対象となる物質が0.1mm程度の薄いものであれば、薄く細い磁気パターンでも部分めっきが可能で、波線のような形状も再現できることを見出した。

キーワード：磁場，部分めっき，ニッケルめっき

### 1. はじめに

プリント基板は、電子機器等に広く用いられ、現代社会に必要不可欠なものである。しかし、用途の拡大に伴い、製造現場では実装の高密度化やコスト削減、環境負荷低減といったそれぞれ相反する要求が強まっている。

このようなプリント基板の製造には、基板中の特定部分のみにめっきを行う工程が必要である。一般的に、この工程ではフォトレジストを利用し

たパターニング作業が行われている。これは基板の一枚一枚にレジストをつけた後に必要部分を感光させ、めっき・エッチング等の処理を行った後、レジストを洗浄する工程からなる<sup>1)</sup>。この工程によるめっきでは、特定部分のみに限定的なめっきが行えるものの、同時に工程数の増加という問題が発生する。また、レジストの除去やエッチング工程では、有機溶剤や酸といった薬剤を使用するため環境負荷が高く、近年の法整備により使用が制限される傾向があり、加えて発生する廃液の処理コストも高いため、問題となっている。

本研究では、上記した問題を解決するため、磁場を利用し、フォトレジスト工程を省くことのできる簡易な部分めっき法の開発を試みた。

具体的な手法として、強磁場内に磁性体を配置することで発生する磁気流路を利用することとし

\*<sup>1</sup> 材料技術部(現 庄和浄水場)

\*<sup>2</sup> 材料技術部

\*\* 吉野電化工業株式会社

\*\*\*<sup>1</sup> 日本学術振興会  
(現 早稲田大学大学院理工学研究科)

\*\*\*<sup>2</sup> 職業能力開発総合大学校

た<sup>2)</sup>。強磁場内に磁性体を配置すると、その直上と周囲とで磁束密度の偏りが発生する。そこに環境溶媒と異なる磁化率を持つ溶液を導入すると、磁束密度の偏りにより2液が分離した状態となる。この現象を利用し、必要とされるめっきパターンを模して配置された磁性体(以下「磁気パターン」と呼ぶ)上に、水より強い磁化率を有する常磁性体であるめっき液を流すことにより、めっき液を特定部分に留めることで部分めっきを実現しようとするものである。この磁気流路は側面に壁を持たないので、流路を細くしても比較的容易に溶液の流動が期待できる。また、磁気パターンは、めっき対象物を挟んでいるため、めっき液とは非接触であり、再利用が可能である。

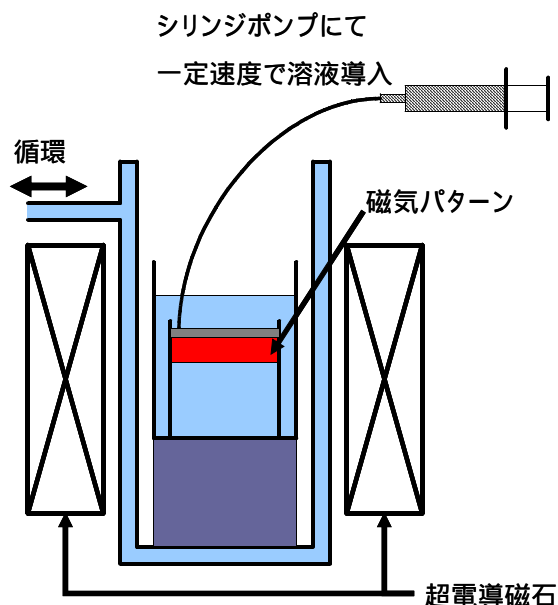


図1 めっき装置模式図

## 2. 実験方法

### 2.1 ABS樹脂板へのニッケルめっき

初めに温度、めっき液導入速度等の条件を決定するため、ABS樹脂板へニッケルめっきを行った。

実験に使用した装置の模式図を図1に示す。めっき浴を一定温度に保つため、ウォータージャケットを使用し、めっき液はシリンジポンプにて一定速度で送液した。磁気パターンの材料は幅3.0mm 厚さ1.0mm の鉄とし、アクリル板中に埋め込み使用した。めっき対象は厚さ1.0mm のABS樹脂板とし、定法に従い前処理を行った後、5テスラ(T)の磁場中で15分間めっき面形成を行った。磁場内で高温に保持するのは困難であるため、めっき液には比較的低温(40 程度)で使用する市販のニッケルめっき液(奥野製薬工業製)を用いた。

今回の実験では、めっき温度を30,40,50,60、めっき液導入速度を0.10,0.05,0.02ml/min.と変化させ、めっき面の状態と膜厚を調べた。このときの試料番号を表1に示す。膜厚測定は、セイコーインスツルメンツ(株)製蛍光X線膜厚計(SEA5230)を使用した。このとき、めっき液導入部分と、その反対側の端部分の2箇所の膜厚を測定し、均一なめっきが行われているか確認した。

表1 試料番号

試料番号	めっき温度 /	めっき液導入速度 / ml/min.
1	30	0.10
2		0.05
3		0.02
4	40	0.10
5		0.05
6		0.02
7	50	0.10
8		0.05
9		0.02
10	60	0.10
11		0.05
12		0.02

### 2.2 試料厚さによる影響

次に試料の厚さによる磁気流路形成への影響について検討した。めっきの線幅を細くするためには、同様に磁気パターンも細くしなければならない。また、パターンを複雑化していく際には、めっきでパターン自体を作製することが簡便である。その場合、めっき膜厚の薄い方がより短時間で作製できることから、なるべく薄いパターンでめっき可能であることが望ましい。しかし、結果

として、磁気流路の保持力が弱まると考えられるため、めっき対象物の厚さによっては磁気流路の高さを超えてしまい、めっきが行われない可能性がある。

そこで、磁気パターンを幅1.0mm 厚さ0.1mmの鉄として、試料の厚さを0.1mm, 0.2mm, 0.4mm, 0.8mm, 1.0mm と変化させ、めっきの状態を観察した。ただし、めっき対象は、これらの厚さのものが入手しやすい銅板とした。実験に使用した装置は前項と同じもので、めっき条件は前項の実験により得られたものとした。

### 2.3 ポリイミドシートへのめっき

次に、実際の適用例として、フレキシブル基板として使用されているポリイミドシートへのめっきを行った。シートの厚さは0.05mm で、磁気パターンは、幅1.0mm 厚さ0.1mm の鉄、めっき条件は2.2に準じた。また、形状の再現性を確認するため、磁気パターンとして鉄線(#18, 線径1.1mm)を波形にしたものを用意し、同様にめっきを行った。

## 3. 結果と考察

### 3.1 ABS樹脂板へのニッケルめっき

ニッケルめっき後の試料を図2に示す。同図から磁気パターンの上にあった部分のみめっきが行われていることが認められる。ただし、その線幅は、磁気パターンとして使用した鉄の幅3.0mmよりも約1.0~1.5mm 太くなっている。これは形成される磁気流路の断面がパターンを下端とする円形をとるため、試料の厚さによって幅が増加したものと考えられる。

また、めっき温度を30 とした試料番号1, 2, 3では、図3に示すようにめっきが行われない部分が発生した。これはめっきの反応速度が遅いため、事前に行っていた活性化処理の効果が反応前に消失したものと考えられる。

その他の条件で行っためっきの膜厚を図4に示す。導入口付近ではめっき温度やめっき液導入速度を上げることで膜厚は増加するが、めっき液導入速度が低くてもめっき液の滞留時間が増加する

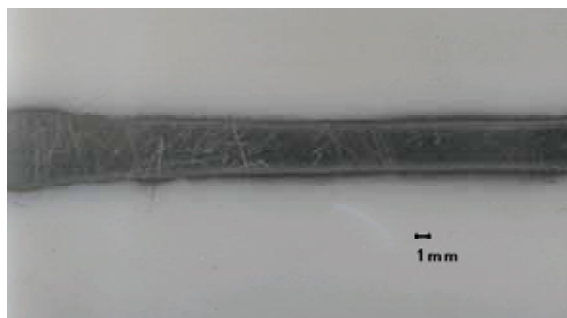


図2 ニッケルめっき後の試料



図3 無めっきが発生した試料

ため、膜厚は増す場合が見られた。しかしながら、その場合めっき液が流れていく初期段階で消費してしまうため、後半部へのめっきが十分に行われない結果となった。

また、めっき液導入速度が0.02ml/min. になると6, 9, 12の試料は、同図に示すようにいずれの温度でも終端までめっきが進行しなくなった。この傾向は温度が高く反応速度の速い9, 12ではより顕著となっており、めっき液導入速度を増加してもこの傾向を解消できなかった。

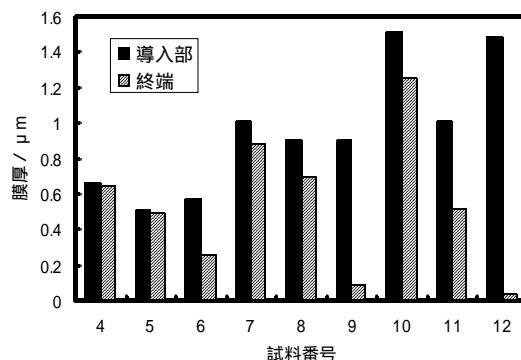


図4 めっき膜厚

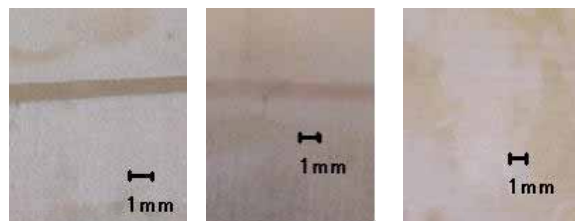
このことから、以降の実験では、めっき温度を40 ,めっき液導入速度は0.05ml/min. とすることとした。これは以降の実験で磁気パターン材料の

減少により保持力が低下することから、めっき液の流量を抑え、流路外への漏出を防ぐためである。

### 3.2 試料厚さによる影響

試料の厚さを変えた銅板へのめっきでは、厚さ0.1mmでは問題なく磁気流路が形成された。しかし厚さ0.2mmではやや不鮮明なものとなり、厚さ0.4mm以上では磁気流路の形成が見られず、円形に拡散した。

0.1mm, 0.2mm, 0.4mm それぞれのめっき後の状態を図5に示す。厚さ0.1mmではめっき線幅がおおよそ磁気パターンと同じ幅となっており、めっき対象物が薄くなれば磁気パターンの再現が可能となることを認めた。



(a)厚さ0.1mm, (b)厚さ0.2mm, (c)厚さ0.4mm

図5 銅板へのニッケルめっき

### 3.3 ポリイミドシートへのめっき

めっき後の試料を図6に示す。めっきは3.2で行った厚さ0.1mm銅板へのものと同様に問題なく行われ、線幅もほぼパターン通りであった。

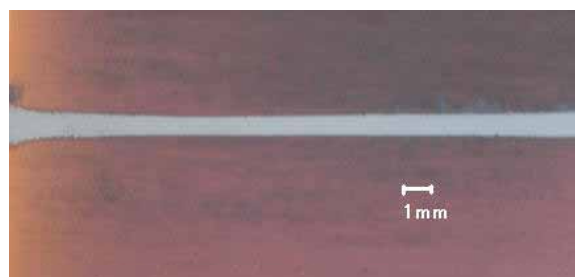


図6 ニッケルめっきを行ったポリイミドシート

次に波形の磁気パターンを使用した場合のめっき後の試料を図7に示す。

若干導入口付近の線幅が増加しているが、これはめっき液導入時の勢いが強いために起こったと考えられる。今回の実験では、めっき対象物の上部に導入口を設置したが、めっき対象物の横に導

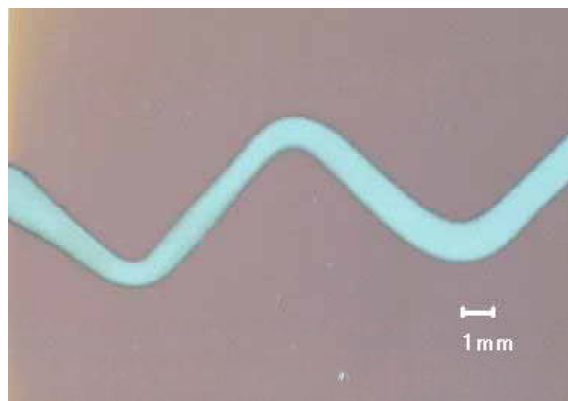


図7 波線形のニッケルめっき

入口を設置することで線幅の増加は抑えられると考えられる。

## 4.まとめ

磁気により形成される微小な流路を利用する部分めっき法について検討し、以下の結果を得た。

(1)めっき温度やめっき液導入速度を調整することで、ABS樹脂板への部分ニッケルめっきが可能であることを確認した。

(2)厚さ0.1mmの磁気パターンを使用する場合、めっき対象物の厚さが0.1mm以下であれば部分ニッケルめっきが可能である。

(3)フレキシブル基板として使用されているポリイミドのシートへのめっきを行い、直線でない形状でも部分めっきが可能であることを確認した。

## 謝辞

この研究を進めるにあたり、多大な御指導をいただいた元東京都立大学教授伊藤栄子氏に深く感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1)高木 清：よくわかるプリント配線板のできるまで,日刊工業新聞社,(2003)55
- 2)青柿良一,伊藤栄子：特許公開2004-82118 磁気障壁により形成された液体通路を有するマイクロリアクタ

