

## 湿式めっき法の高度化に関する研究

### －磁場利用めっき治具の試作－

森本良一\* 矢澤貞春\* 山本渡\*\* 秋山勝徳\*\* 青柿良一\*\*\*

## Study on Improvement of Wet Process Plating

### － Experimental Manufacture of Plating Jig by Means of Magnetic Field －

MORIMOTO Ryoichi\*, YAZAWA Sadaharu\*,

YAMAMOTO Wataru\*\*, AKIYAMA Katsunori\*\*, AOGAKI Ryoichi\*\*\*

#### 抄録

プリント配線板の配線形成への適用を目的とした磁場利用めっき法の実用化の一つとして、永久磁石で磁気回路を構成しためっき用治具を試作した。あわせて、磁場利用銅めっきへの適用として、スルーホールへの銅の電気めっきを行った。その結果、試作しためっき用治具は、磁場効果が有効に作用し、スルーホールへのつきまわり性が向上していることを確認した。

キーワード：銅，電気めっき，磁場効果，磁気回路，めっき用治具

## 1 はじめに

近年、エレクトロニクス分野においてデジタル家電の普及などを背景として、電子機器の多様化・高度化が進んでいる。これにより、部品レベルにおけるプリント配線板の薄型化・高密度化のニーズが求められている。プリント配線板の配線形成において用いられる銅めっき技術においても、微小空間での高品質・高精度のめっきを必要とする<sup>1),2)</sup>。そのため、微細化する箇所でのめっきのつきまわり低下などの問題を解決するため、めっき液の開発や電流値制御などによるめっき方法の開発が進められている<sup>3)-5)</sup>。

一方で筆者らは、高密度化する配線板の配線形成に適用可能な銅めっきプロセスの開発を目指し、

めっきプロセスに影響を与えることのできる磁場を用いた銅めっき法を開発してきた<sup>6),7)</sup>。銅めっきへの磁場効果として、めっき反応の促進効果である MHD (Magnetohydrodynamic=電磁流体力学) 効果や、析出結晶の微細化をもたらす局所的反応抑制効果であるマイクロ MHD 効果について明らかにしてきた<sup>8),9)</sup>。その結果、磁場の効果に添加剤を代替または補助する効果があることが分かってきた<sup>10)</sup>。そして、その過程において、磁場を利用しためっき方法の実用化の一つとして、磁気回路を応用しためっき用治具について考案した<sup>11)</sup>。そこで本報では、めっき用治具の試作と磁場利用銅めっきへ適用した結果について報告する。

## 2 実験方法

### 2.1 めっき用治具の作製

めっき用治具に用いられる磁気回路は、図 1 に示すように磁力発生源とヨークからなり、磁力発

\* 材料技術部

\*\* (株) 山本鍍金試験器

\*\*\* 職業能力開発総合大学校

生源から生じた磁束が、磁路としてヨーク内を導かれ、ヨークの一部に設けられた磁場空間部から磁束が空間に生じる<sup>12),13)</sup>。一般的には磁力発生源として永久磁石や電磁石、ヨークには鉄など透磁率の高い材料が用いられる。

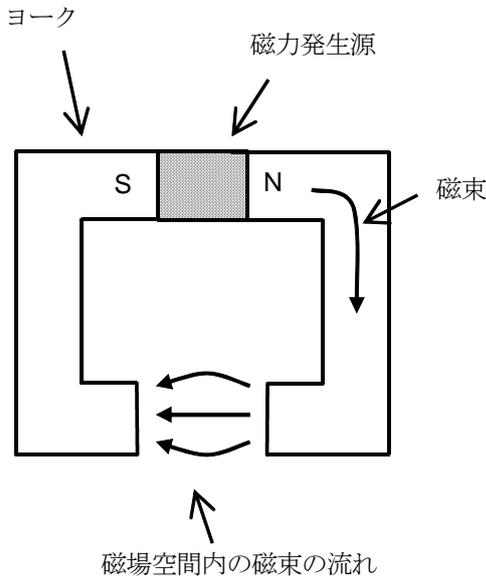


図1 磁気回路の例

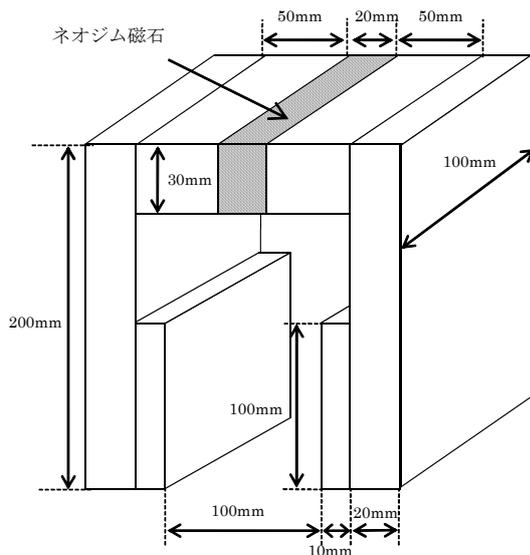


図2 めっき用治具

めっき用治具の一例として、図2に示したような磁場空間部の面積 100mm × 100mm、長さ 100mm の治具の試作を行った。20mm × 30mm × 100mm の表面磁束密度約 0.5T のネオジム磁石を用いてめっき用治具を作製し、磁場空間部の磁束密度については、ガウスメータ ((株) エーデーエス、HGM-8300-1) を使用して、磁場空間部の中心部分を測定した。ヨークには、SS400 を使用した。

## 2.2 磁場利用電気銅めっき

次に、試作しためっき用治具を用いて、直径 0.3mm、長さ 3mm(アスペクト比: 10)のスルーホールに電気銅めっきを行った。導通用の無電解銅めっき膜形成までのスルーホール試料の作製方法は、既報<sup>9)</sup>のとおりである。表1に示す溶液構成と表2に示す実験条件で、スルーホールの径方向と磁場空間内の磁束の方向がおおよそ平行になるように試料を設置し、電気銅めっきを行った。磁場の無い場合についても、磁場以外の条件を同一にして、電気銅めっきを行った。めっき後、磁場の有無によるスルーホールのつきまわり性の変化を光学顕微鏡により断面観察した。

## 3 結果及び考察

### 3.1 めっき用治具の作製と適用

図3にめっき用治具の試作例を示す。磁場空間部の中心部分をガウスメータで測定すると、約 0.035T であった。

表1 電気めっき用銅めっき浴の液組成

硫酸銅	300mol/m <sup>3</sup> (約 75g/L)
硫酸	2000mol/m <sup>3</sup> (約200g/L)

表2 実験条件

電流密度	300A/m <sup>2</sup>
温度	23 ± 1 °C
攪拌	なし

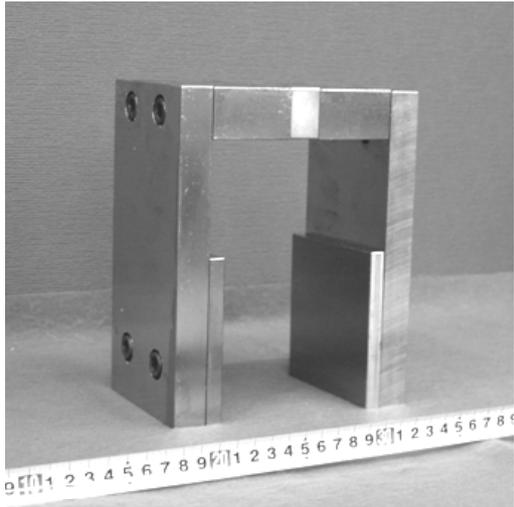


図3 めっき用治具の試作例  
磁場空間部の距離 100mm  
磁場空間中心部の磁束密度 0.035T

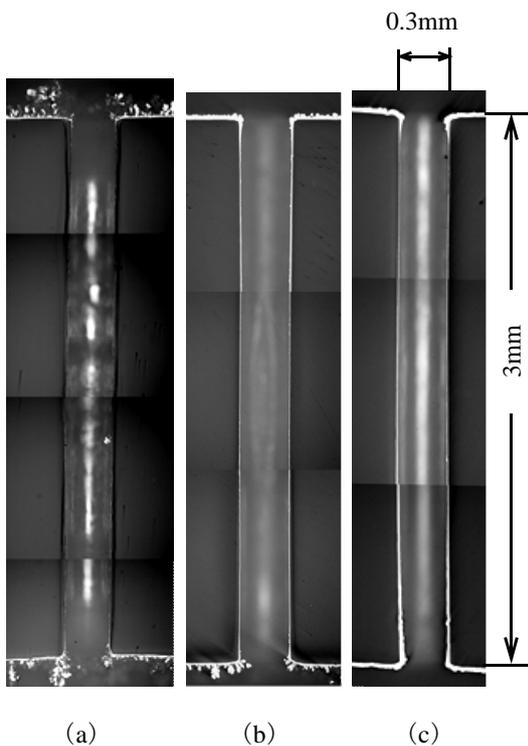


図4 スルーホールめっきの結果  
(a) 磁場なしの場合  
(b) めっき用治具を用いた場合  
磁場空間部の距離 100mm  
磁束密度 0.035T  
(c) めっき用治具を用いた場合  
磁場空間部の距離 60mm  
磁束密度 0.06T

図4にこのめっき用治具を用いた場合と磁場のない場合のスルーホールの断面観察結果を示す。あわせて、磁場空間部の長さ 60mm、磁場空間中心部の磁束密度約 0.06T のときの結果も示す。表1に示す組成の硫酸銅溶液では、攪拌がない場合には、図4(a)の磁場なしの場合に示されているように、スルーホールの開口部や内部において、非常に粗い析出となっている。しかしながら、図4(b)及び(c)のように、磁場空間内で電気銅めっきを行った場合には、スルーホールへのつきまわり性が向上していることが分かる。これは、1Tの強磁場中でスルーホールめっきを行ったときの結果<sup>6)</sup>と同様であり、磁場による溶液対流効果<sup>7-9)</sup>は、複雑に入り組んだ形状においても大きな効果を生み出すことが可能であることを示している。

また、これまで、高磁場領域では実証されていた磁場効果が、0.1T以下の低磁場領域においても、磁場の有する物質透過性が発揮され、有効に磁場の効果が現れていることが示された。

### 3.2 めっき用治具の利点

めっき用治具の利点として、治具全体を耐薬品性被膜で覆うことにより、めっき浴中に浸漬可能になることが挙げられる。これによって、図5に示すように、めっき槽内に複数個設置して、その並んだ磁場空間でめっきすることが可能となる。

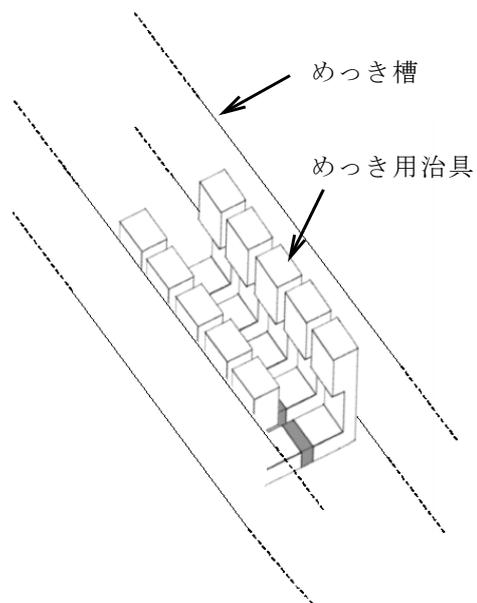


図5 めっき用治具の適用例

#### 4 まとめ

永久磁石を用いためっき用治具を試作し、この治具を適用した磁場利用電気銅めっきを行った結果、以下のことが判明した。

- (1) 磁場利用めっき用治具によって、磁場の効果を利用しためっきが可能であった。
- (2) 低磁場領域においても、磁場効果は有効に作用した。

#### 謝 辞

本研究を進めるに当たり、客員研究員として御指導いただきました早稲田大学高等研究所の杉山敦史准教授に感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1) Misumi, K., Senzaki, T., Washio, Y., Nakamaru, Y. and Honma, H. : Formation of 3-Dimensional Structure by Electroforming, *J. Jpn. Inst. Electronics Packaging*, **10**, 7(2007) 557
- 2) 電気鍍金研究会 : 次世代めっき技術, 日刊工業新聞社, (2002) 95
- 3) 森河 務, 中出卓男, 横井昌幸 : イオン交換膜のめっきプロセスへの活用, *表面技術*, **57**, 12 (2006) 882
- 4) 小野俊昭, 薦田康夫, 板垣昌幸 : 銅電析による微細孔埋め込みにおけるアセトニトリルの役割, *表面技術*, **58**, 12(2007) 851
- 5) 近藤和夫, 中村太一, 三上大輔, 大久保利一 : P Rパルス電解を用いたフィールドビアめっきの最適条件の検討, *表面技術*, **58**, 4(2007) 244
- 6) 森本良一, 矢澤貞春, 斎藤 誠, 青柿良一 : プリント基板配線形成用めっきに関する研究, 埼玉県産業技術総合センター研究報告, **4**, (2006) 119
- 7) 森本良一, 走出 真, 永井 寛, 青柿良一 : 銅めっきに対する磁場効果の空間パワースペクトルによる検討, *表面技術*, **53**, 7(2002) 453
- 8) 青柿良一 : 強磁場中における電気化学過程の理論的解析, *Electrochemistry*, **73**, 6(2005) 454
- 9) Morimoto, R., Sugiyama, A. and Aogaki, R. : Nano-scale Crystal Formation in Copper Magneto-electrodeposition under Parallel Magnetic Fields, *Electrochemistry*, **72**, 6(2004) 421
- 10) 森本良一, 矢澤貞春, 斎藤 誠, 青柿良一 : スルーホールめっきに関する研究, 埼玉県産業技術総合センター研究報告, **5**, (2007) 146
- 11) 埼玉県, 青柿良一, (株) 山本鍍金試験器 : めっき方法およびめっき用治具, 特願 2008-033959
- 12) 日本化学会 : 第4版実験化学講座9 電気・磁気, 丸善(1991) 410
- 13) 佐川真人, 浜野正昭, 平林 眞 : 永久磁石—材料科学と応用—, アグネ技術センター, (2007) 346