

はじめに

リンクサーキット株式会社は、プリント基板設計で高密度高多層基板の低価格化(ビルドアップを使用しないでBGAを搭載した回路を基板化する)を実現することを目標に、超小径スルーホール(ドリル径0.1mm 仕上径60 μ m)の加工法について、埼玉県産業技術総合センターと共同研究を行いました。

この「スルーホールめっきへの磁場の適用に関する研究」はリンクサーキット株式会社が埼玉県産業技術総合センターの佐野研究員との共同研究を行い、その研究成果物として報告されたものです。

スルーホールめっきへの磁場の適用に関する研究

佐野 勝^{*1} 矢澤貞春^{*2} 萩原 玄^{**}

Study on Application of the Magnetic Field to the Through Hole Plating

SANO Masaru^{*1}, YAZAWA Sadaharu^{*2}, HAGIWARA Gen^{**}

抄録

プリント配線板の配線形成に使用される硫酸銅電気めっき法において、めっきが困難である直径0.1mmの小径スルーホールに対して20 μ mのめっき被膜を形成させ、仕上がり径を60 μ mとすることを目標に、無攪拌、空気攪拌および磁場存在下での電気めっきの検討を行った。その結果、無攪拌および空気攪拌条件下と比較して、5Tの磁場存在下においてスルーホール内に厚く均一なめっき皮膜が形成され、磁場の効果が確認された。

キーワード：銅，電気めっき，スルーホール，磁場

1 はじめに

近年の電子機器の高機能化により、プリント配線板の高密度化の要求は高いものがある¹⁾。この要求に対応するために配線形成等に必要銅めっきについてさまざまな手法が検討されている^{2)~5)}。当センターではこれまで高度化する銅めっき法への磁場の適用を検討し^{6)~9)}、電気銅めっきにおいて磁場が添加剤を代替または補助する効果があることを明らかにしてきた。昨年度は、硫酸銅電気めっき法において、めっきが困難な箇所である小径スルーホールへ磁場を適用したところ、磁場によりつきまわりが改善することがわかった⁸⁾。ただし、めっき厚が十分でなかったことから、本研究ではこれまでの結果をふまえて、直径0.1mm(ドリル径)のスルーホール内に対し、一般的に言われている¹⁰⁾ 20 μ mのめっき厚を形成させ、仕上がり径を60 μ mとすることを目標に条件検討を行った。さらに、最適化した条件下で板厚1.6mmの高アス

ペクト比のスルーホールめっきへの適用を図った。

2 実験方法

2.1 スルーホールへの無電解銅めっき

直径0.1mmのスルーホールを有するテスト基板(板厚0.8mm：アスペクト比8、1.6mm：アスペクト比16の2種類)に図1に示す手順でスルーホール内導通のための無電解銅めっきを施した。一連の工程では、奥野製薬工業(株)のプリント配線板用処理薬品 OPC シリーズを用いた。

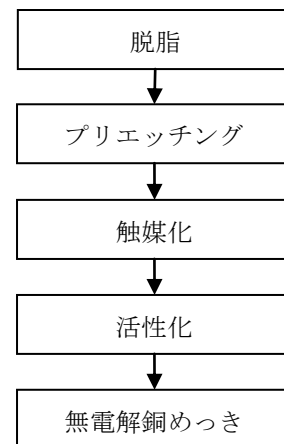


図1 無電解銅めっき手順

^{*1} 材料技術部

^{*2} 技術支援室

^{**} リンクサーキット (株)

2.2 硫酸銅電気めっき

2.1 で作成した基板を用いて、電流密度 $200\text{A}/\text{m}^2$ 、表1の液組成および $30\mu\text{m}$ のめっき厚を想定した通電時間で電気銅めっきを行った。

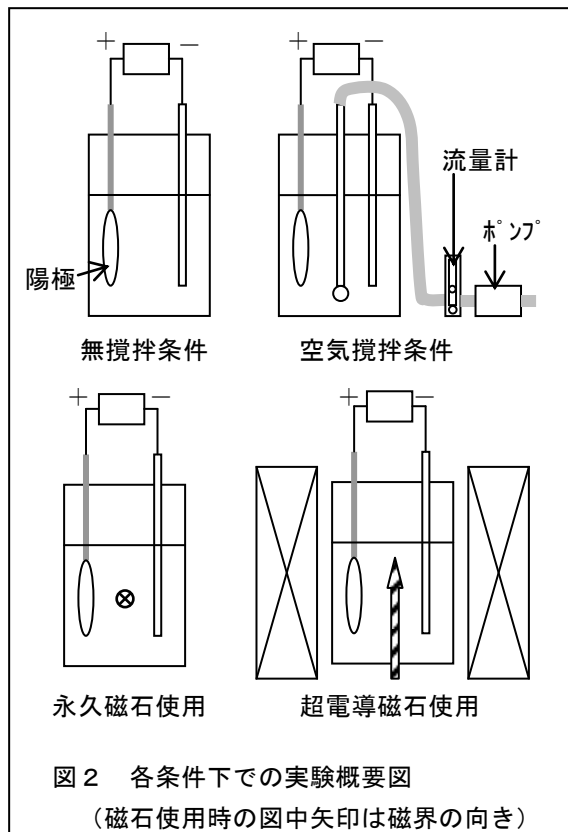
空気攪拌はエアポンプを使用し、流量計によって空気量を調整後、木下式ガラスボールフィルター(501G No.3)を通して行った。流量は0.1、0.3および0.5L/min.の3条件で検討した。

永久磁石使用時の電気めっきは、既報⁷⁾で作成しためっき用具(磁場空間部中心部分の磁束密度が約0.035T)を用いて行った。また、高磁場発生装置として住友重機械工業(株)製の液体ヘリウムフリー超電導磁石(HF-10-100VHT-2)を用いた。各条件下での実験概要を図2に示す。

電気めっき後、スルーホール内部のめっきの状態を光学顕微鏡(オリンパス光学工業(株)GX-71)により断面観察した。

表1 電気銅めっき用めっき浴の液組成

硫酸銅	$300\text{mol}/\text{m}^3$
硫酸	$2000\text{mol}/\text{m}^3$
添加剤	5ml/L



3 結果及び考察

3.1 厚さ0.8mm(アスペクト比8)基板のスルーホールめっき

3.1.1 無攪拌条件下における電気めっき

図3に無攪拌条件下で電気めっきを行った後のスルーホールの断面観察結果を示す。

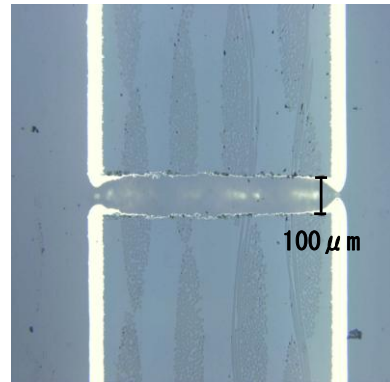


図3 無攪拌条件下でのめっき後のスルーホール内部

無攪拌条件下ではスルーホール内部へのめっきの付きが悪かった。これはスルーホール内へのめっき液の供給が困難であったことが原因と考えられる。

3.1.2 空気攪拌条件下における電気めっき

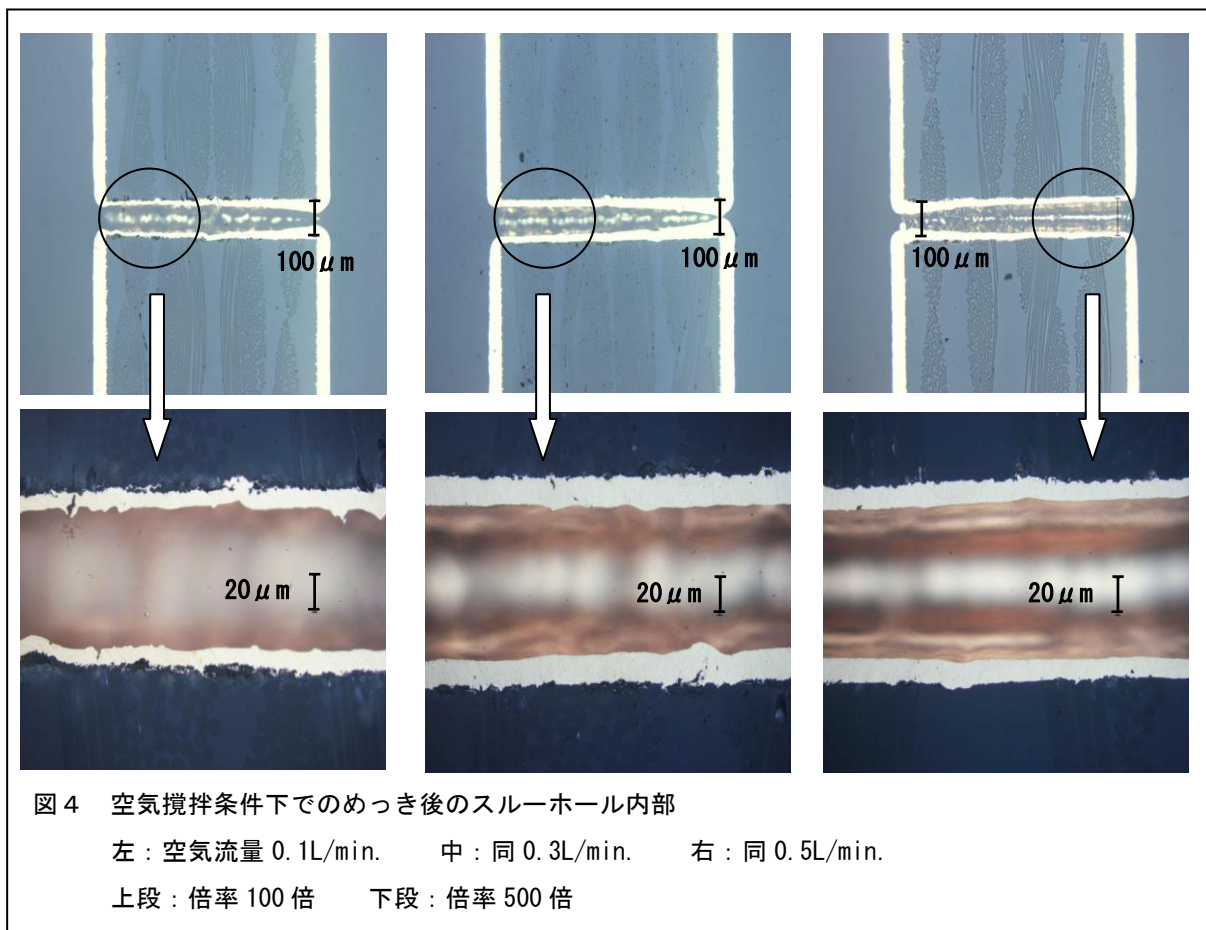
図4に流量0.1(左)、0.3(中央)および0.5(右)L/min.の空気攪拌条件下でめっきを行った後のスルーホールの断面観察結果を示す。

下段の写真は上段の写真(倍率100倍)のスルーホール内でめっきが薄い部分(丸印)を500倍に拡大したものである。

無攪拌条件とは異なり、スルーホール内へのめっきの付きが良くなった。これはスルーホール内へのめっき液の供給が無攪拌条件より促進されたためと考えられる。スルーホール内へのめっき液供給のメカニズムは、空気攪拌によって生じた基板の両面間の圧力差によるものと考えられる。

また、いずれの流量においても同一スルーホール内でめっきが厚い部分と薄い部分の差が大きい傾向が見られた。

さらに、スルーホール内でめっきが薄い部分の厚さは $8.5\mu\text{m}$ (0.1L/min.)、 $15\mu\text{m}$ (0.3L/min.)、



12 μm (0.5L/min.) であり、空気攪拌の流量によってスルーホール内のめっきの付きが異なることを確認した。

空気攪拌によってスルーホール内に均一なめっきを施すにはさらなる条件検討が必要である。

3.1.3 磁場存在下における電気めっき

図5に磁場存在下でめっきを行った後のスルーホールの断面観察結果を示す。

0.035T の永久磁石ではスルーホール内部へのめっきの付きが悪く、図3の無攪拌条件下と比較して大きな変化がなかった。

1T ではめっきの付きが大幅に改善され、最も薄い部分でも 15 μm のめっき厚が得られたが、空気攪拌で最適であった 0.3L/min. の時と同様、同一スルーホール内でめっきが厚い部分と薄い部分との差があった。

5T では1Tの時よりもめっきの付きが良くなり、さらに同一スルーホール内でのめっき厚のば

らつきが他のどの条件よりも少なく、スルーホール内におけるすべての部分でめっき厚が 20 μm 以上であった。

また、5T の磁場存在下で行った試料について、図6により均一電着性を計算したところ、平均値 (5穴) で 81.5% であった。

この結果はこれまで報告してきた磁場効果^{6)~8)}によって説明できる。すなわち、まず電気めっきに磁場を作用させたときに、電流と磁界との相互作用によりローレンツ力が発生し MHD (Magnetohydrodynamic = 磁気対流) 流れと呼ばれる溶液の流動を引き起こす。(実際に液が流動しているのが目視された。) また、銅の析出面近傍で MHD 流れのほかにマイクロ MHD 流れと呼ばれる小さな対流が発生する。この2つの流れによって 5T の場合にはスルーホール内部に均一で厚いめっきが形成されたと考えられる。

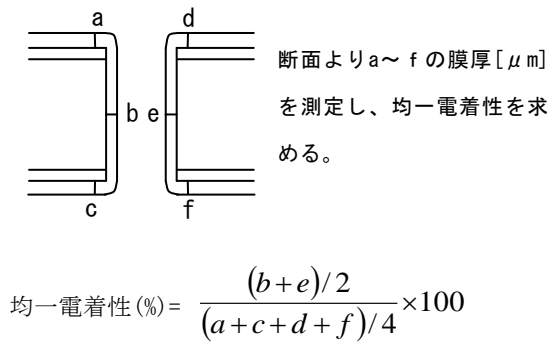
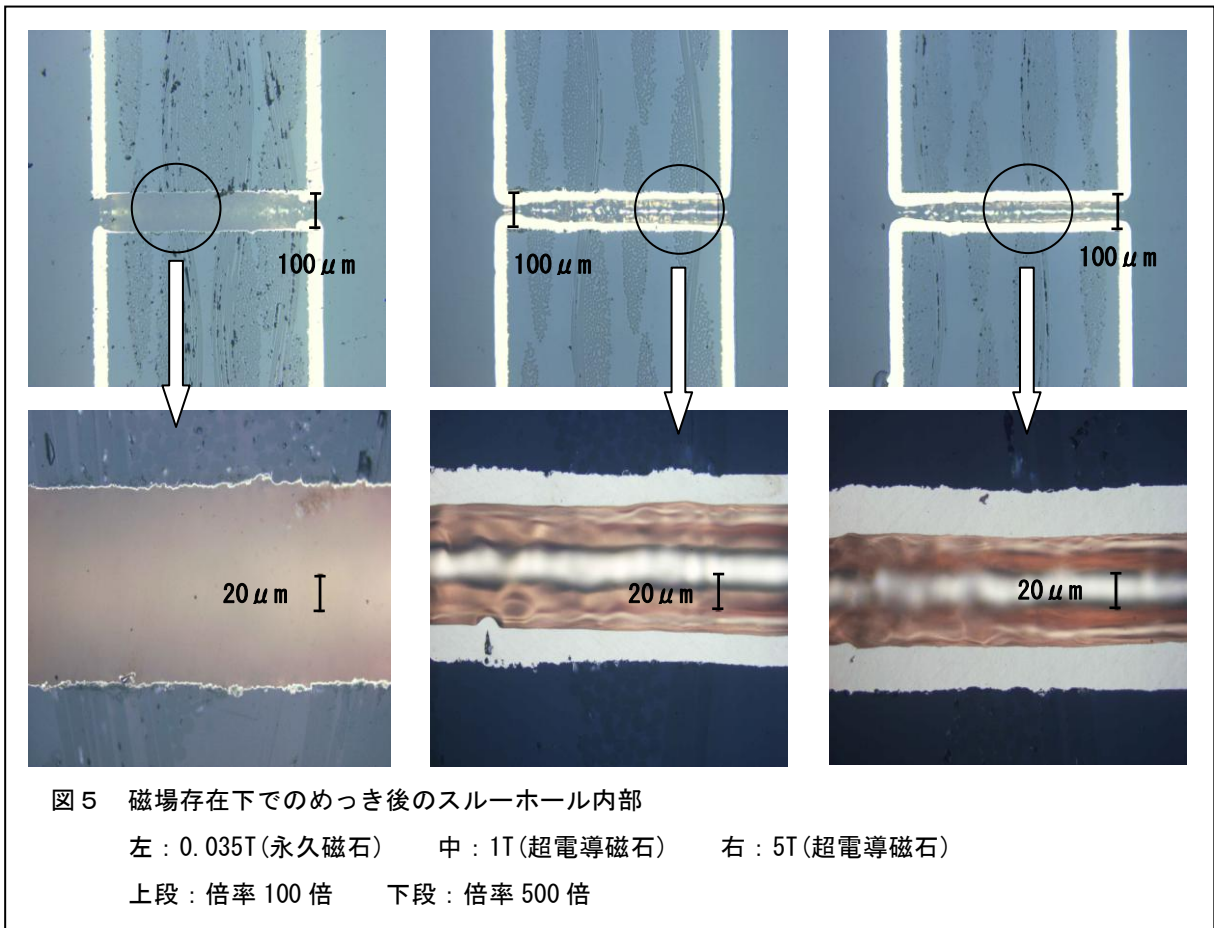


図6 均一電着性の算出方法

3.2 厚さ1.6mm(アスペクト比16)基板のスルーホールめっき

0.8mm厚において20μm以上のめっきが付いた条件である5Tの磁場存在下で、よりアスペクト比の高い1.6mm厚の試料を用いて電気めっきを行った。スルーホールの断面観察結果を図7に示す。

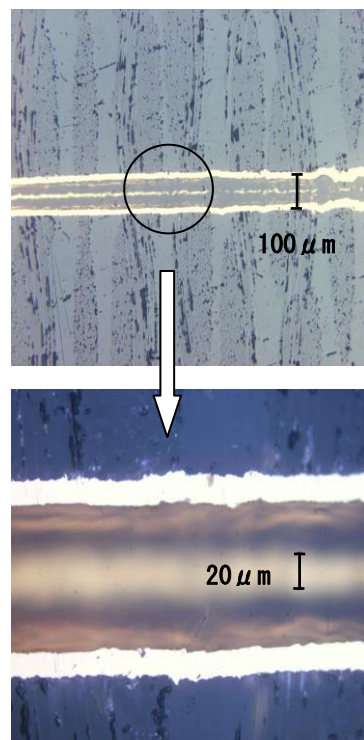


図7 5Tの磁場存在下におけるめっき後のスルーホール内部
 上段：倍率100倍 下段：倍率500倍

スルーホール内へのめっき液の供給がより困難と考えられる板厚 1.6mm の場合でも、スルーホール内へのめっきの付きが比較的良好で、めっきの最も薄い部分においても 14 μ m のめっき厚が得られた。

4 まとめ

めっきが困難である直径 0.1mm の小径スルーホールに対して、20 μ m のめっき被膜を形成させ、仕上がり径を 60 μ m とすることを目標に、無攪拌、空気攪拌および磁場存在下での検討を行った。その結果、無攪拌および空気攪拌条件下と比較して、5T の磁場存在下においてスルーホール内に厚く均一なめっき皮膜が形成され、磁場の効果が確認された。また、磁場の適用が高アスペクト比の小径スルーホールめっきにおいても効果があることが確認された。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、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、および元富士フィルムの益田孝憲研究員に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 電気鍍金研究会：次世代めっき技術，日刊工業新聞社，(2002)95
- 2) 関東学院大学表面工学研究所編：図解 最先端表面処理技術のすべて，工業調査会，(2006)103
- 3) 門田裕行：貫通電極形成における高速ビアめっき技術，電子材料，**47**，1(2008)56
- 4) 学校法人早稲田大学：スルーホールを有するプリント配線板のメッキ方法およびメッキ装置，特開 2006-41172
- 5) 株式会社関東学院大学表面工学研究所：硫酸銅めっき用添加剤及びそれを用いた硫酸銅めっき方法，特開 2005-256120
- 6) 森本良一，矢澤貞春，齋藤誠，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

- 7) 森本良一，矢澤貞春，山本渡，秋山勝徳，青柿良一：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作成－，埼玉県産業技術総合センター研究報告，**6**，(2008)102
- 8) 森本良一，矢澤貞春，山本渡，秋山勝徳，萩原玄，青柿良一：湿式めっき法の高度化に関する研究(2)，埼玉県産業技術総合センター研究報告，**7**，(2009)75
- 9) 埼玉県，青柿良一，株式会社山本鍍金試験器：めっき方法及びめっき用治具，特開 2008-223138
- 10) 杉本榮一 監修：図解 プリント配線板材料最前線，工業調査会，(2005)24