

筆めっき／ブラシめっき

小 岩 仁 子^a^a(株)山本鍍金試験器(〒151-0051 東京都渋谷区千駄ヶ谷5-28-1)

Brush Plating

Kimiko KOIWA^a^aYAMAMOTO-MS Co., LTD.(5-28-1, Sendagaya, Shibuya-ku, Tokyo 151-0051)

Keywords : Brush Plating, Tampon Plating, Selective Plating, Electrochemical Metallizing

1. はじめに

筆めっき(Brush Plating, Tampon Plating ブラシめっき)とは電気めっき技術を利用した部分めっきのことで、一般的な湿式めっきのようにめっき槽を用いることなく、専用治具、整流器そして処理液のみでめっきすることが可能である。この技術は1900年代初頭に発明された。1937年にはパリにてGeorges IxciとCharles Dallozにより発明されたとされ¹⁾、電源に繋いだ金属棒をめっき液で染み込ませた布で覆い、これを被めっき物へ触れさせることでめっきを施す。また同時期にアメリカでも刷毛に電極をつけ液を含ませることで電気めっきを施す特許が出されている²⁾。アメリカでは航空宇宙、石油・ガス、発電、海洋、防衛分野にて使用されるなど³⁾一般的な槽めっきとは別の工業的地位が確立している。特に航空機業界ではElectrochemical metallizingと呼ばれ大変普及しており⁴⁾MIL規格にも採用されている⁵⁾。日本では当初、毛筆にめっき液を含ませて使用したため主に“筆めっき”と呼ばれている。また美術工芸品分野では筆めっきの他“差しめっき”とも言い、小物部品への金めっきなどに使用されてきた。現在では装身具、美術工芸品等の装飾分野の他、工業用として大型の機械や印刷ロールの補修など重量物への部分めっき、更にプリント配線板の回路修復、電子部品の試作等、幅広い分野で活用されている。本報では筆めっき(ブラシめっき)の手法および応用技術について述べる。

2. 筆めっきとは

筆めっきには無電解めっきおよび電解めっきの2種類がある。どちらも被めっき物にめっき液含浸物を擦り付けるのは変わらないが、この場合の無電解めっきは金属イオンの置換反応を利用するいわゆる置換めっきのことを示す。この方法でのめっき液と被めっき物(素地金属)の関係を表1に示す⁶⁾。現在、筆めっきでの無電解法は工業的にほとんど使用されておらず、本報では以後筆めっきと記すのは電解めっきを使用した場合を示すこととする。

次いで電解めっき用筆めっき装置を図1、概略図を図2に示す。この手法の原理は通常の電気めっきと同じである。筆具と呼ばれる専用治具を電解液が含まれた含浸材で覆い、筆具を陽極、被めっき物を陰極にすることで、液を含んだ含浸材が電解槽の役割を果たす。ここで、筆具が触れた部分が通電し被めっき物へ還元析出することでめっきが施される。

筆めっきの特長を大きくまとめると以下の通りとなる。

①簡便な設備

可搬性が高い。特に被めっき物が大型な場合も分解を必要とせずめっきが可能である。

②部分的なめっきが可能

槽めっきのように被めっき物全体が液にふれないため、少量のマスキングを使用するだけで良い。また筆先の形状を工夫することでより選択性のあるめっきを施すこともで

表1 めっき液と下地金属の関係

金属塩	化学式	素地金属						
		Zn	Pb	Cu	Fe	Ni	Sn	Hg
硫酸亜鉛	ZnSO ₄	×	×	×	×	×	×	×
酢酸鉛	Pb(CH ₃ CO ₂) ₂	○	×	×	×	×	×	×
塩化第一スズ	SnCl ₂	○	×	×	×	×	×	×
硫酸銅	CuSO ₄	○	×	×	○	×	○	×
硝酸第二水銀	Hg(NO ₃) ₂	○	○	○	○	○	○	×
シアン化銀カリウム	AgCN・KCN	○	×	○	×	×	×	×
硝酸銀	AgNO ₃	○	○	○	○	○	○	×
塩化白金酸	H ₂ PtCl ₆	○	○	○	○	○	○	○
塩化金酸	HAuCl ₄	○	○	○	○	○	○	○

○：析出する ×：析出せず

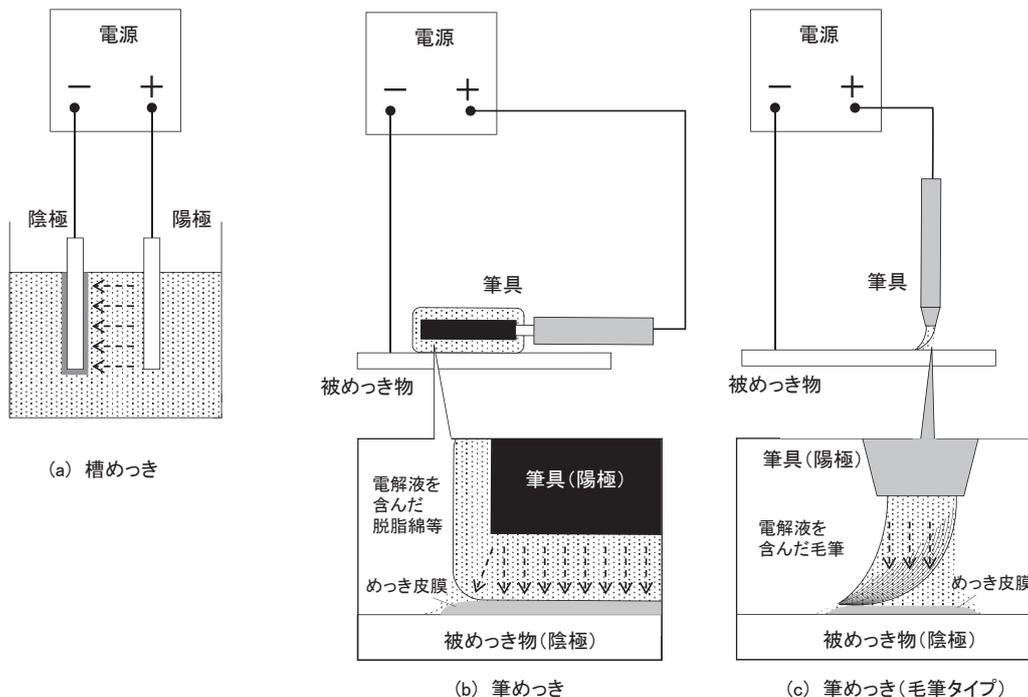
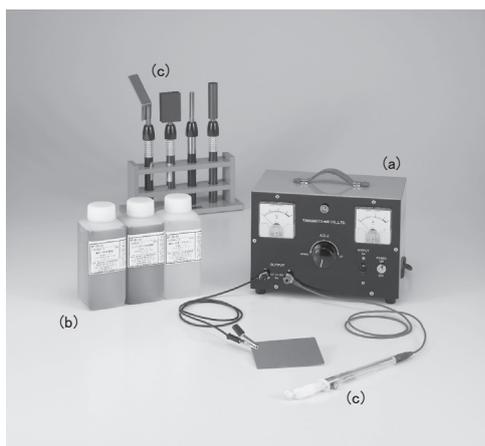


図2 筆めっき概略図

図1 筆めっき装置
(a) 電源 (b) 電解液 (c) 筆具

きる。

③電解液および廃液が少量

槽めっきに比べるとかなり少量の液でめっきを施すことが可能であり、水洗も必要部分のみとなるため環境にやさしい手法といえる。

筆めっきで得られためっき皮膜自体は槽めっきによるものと同等のものとなる。また、筆めっきでは比較的高電流密度でかつ界面をこすりながらめっきすることから緻密な結晶となりやすく、そのため耐食性や耐摩耗性が高い皮膜を得られることが特徴である。ただし、基本的に処理が一つずつの手作業となるため量産品への対応や全面めっきには適用が難しいというデメリットもある。

筆めっきの用途としては部分めっきに適するという特長を生かし、印刷ロールなどの摩耗やキズ部分の補修⁷⁾、彫金などの装飾めっき、配線補修などに長年使用されてきた。最近

では補修のみならず微小部品に対して製造工程から筆めっきを利用するケースも増えてきている。

3. 装置および工程

3.1 筆具

実際にめっきをするにあたっては、まず処理面積や析出金属によって筆具を選ぶ。筆具の陽極部分は“筆先”とも呼ばれ容易に交換が可能である。浸漬めっきでは可溶性陽極を使用することが多いため陽極は析出金属と同じものとするのが一般的だが、筆めっきでは必ずしもそうではない。比較的电流密度が高く陽極面積が小さいため陽極が分極による不動態化(不溶化)を起こす可能性があるため、カーボンやステンレス、白金などの不溶性陽極を使用するが多い。ただし高速で厚付けするめっきの場合、可溶性陽極を使用することでめっき速度が向上する。またカーボンを用いる場合、導電性強化のために金属粉を混入させたものはめっき液汚染の原因となるため、なるべく純度の高いものを使用する。またステンレスの場合では一般に SUS316 を使用するが、塩化浴やアルカリ浴では溶解し不純物となるので注意が必要である。めっき液を含ませる部分は筆めっきの名の通り毛筆タイプの筆具もあるが、工業的には電極に含浸材を巻きつけるタイプが主流である。それぞれの代表的な筆具を図3に示す。液を含ませる含浸材は布や脱脂綿、毛(化学繊維)、フェルトなどの繊維状のものやスポンジ等になるが、脱脂綿の場合は強度が足りないためチューブガーゼを更にかぶせることを推奨している。また含浸材で電極を覆うことはイオン供給のみならず陰極と陽極が安易に接触してしまうのを防ぐ役割もある。

3.2 電源

バッテリーや電池を使用することもあるが、工業的には一般に直流電源を用いる。使用目的によっては槽めっきよりも

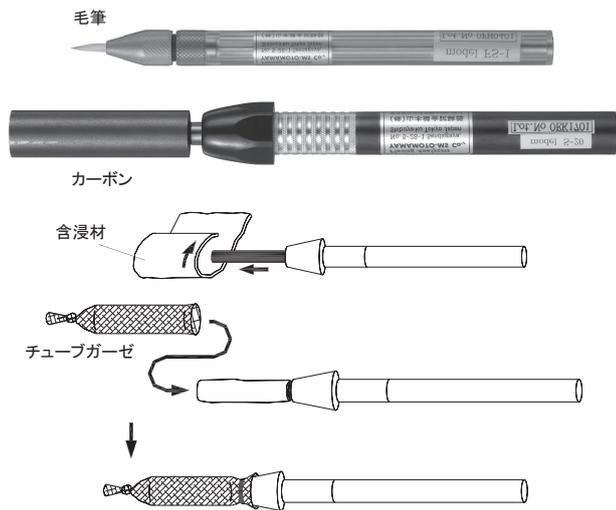


図3 筆具

電解電圧が高くなるため、それに合わせた電源が必要となる。筆めっきは基本的に電圧制御で行うが、めっき膜厚管理のために電流値も合わせて確認できたほうが良い。他にも被めっき物によっては、剥離やエッチング、活性化、電解洗浄なども行うことがあるため、容易に極性反転ができる逆電スイッチが必要である。更に定電圧で行うため、短絡した場合を考え緊急停止スイッチや自動的に通電が切れるなど保安装置がつけられていることが望ましい。

3.3 めっき液および処理液

筆めっきに使用するめっき液は専用のものであり、槽めっきと組成や濃度が異なるものが多い。単金属めっき液の他に合金めっき液など、前処理液も踏まえ多くの種類のめっき液が販売されている。代表的なめっき液とそれに対する筆先の材質について表2に示す。

3.4 作業工程

まず、めっきを成膜する部分以外はマスキングを行う。下地に対して貴な金属でめっき処理を行う場合にはマスキングの下にめっきが染み込んで置換反応を起こしたり、またはめっき液で腐食が起きたりしないよう注意が必要である。前処理に関しては通常の電気めっきと同様に脱脂、活性化処理の順で行い、間に水洗を挟んで十分に薬液を洗い流す。脱脂処理については基本的に電解脱脂を行うが、液が混ざらないように筆具は各処理ごとに別個用意することが望ましい。万

表2 筆めっき液と対応する筆先の材質

めっき液名	筆先の材質
ノーシアン金めっき	白金/カーボン
ノーシアン銀めっき	
白金めっき	
ロジウムめっき	白金
ニッケルめっき(酸性)	ニッケル/カーボン
ニッケルめっき(中性)	
ニッケルタンダステンめっき	カーボン
銅めっき(酸性)	
厚付け銅めっき(酸性)	銅
錫めっき(酸性)	錫/カーボン
亜鉛めっき(酸性)	亜鉛
電解脱脂液	カーボン
活性化液	カーボン

が一液が混合してしまった場合、密着不良など欠陥の原因となる。

筆めっき処理の通電方法は定電圧電解が基本となる。電圧値は、液の種類、被めっき物の表面積、筆具の大きさによって最適値となるように設定する。電圧が高過ぎると、皮膜にヤケ(コゲ)が発生するので注意しなければならない。また処理は電圧管理で行うが実際に流れた電流値を記録することで、被めっき面積(または陽極サイズ)、処理時間とあわせて皮膜厚さを推測することが可能となる。処理中はこまめに筆具を動かすことが必要となる。これは電解液が含浸材に含まれる分のみであるために金属イオンが枯渇しやすく、筆具を動かすことでめっき界面への電解液供給を促す意味がある。また、筆具を動かさず被めっき物側を動かす場合もあるが、その時はチューブによって含浸材に積極的にめっき液を供給するなどの対応が必要である。そして、めっき処理後は洗浄乾燥後、場合によっては研磨を加え表面を整えて仕上げる。

キズや打痕などの修復の場合は、初めにキズを埋める“肉盛り”と呼ばれる厚付けめっきを施し、その後周囲と慣らすように余分な部分を研磨にて落とす方法をとる。またピンホール等深い凹部へのめっきが必要な場合は、スローイングパワー(Throwing power)が高い銅や銀めっきで埋め込み後、表面に周囲と同じ金属でめっきをして外観を整える。またキズの形状によってはめっき皮膜がコンフォーマル(Conformal)となり埋め込み修復が難しいこともあるので、キズ部分を更に削り深くするなど工夫が必要である。

つまり、最適なめっき皮膜は、適切な電圧設定を行い、潤沢にめっき液を染み込ませた筆具を被めっき物にこすり付けることで生成される。

4. 応用展開

被めっき物にめっき液を含ませた含浸材をこするようにして成膜することを広義の筆めっきと定義するならば、含浸材を巻いたロールを回転させながら長尺のものに部分めっきをする連続めっき装置はすでに使用されている⁸⁾。槽めっきと異なり成膜したい部分とそうでない部分界面のみのマスキングで済むため、事前作業は比較的簡便となる。

また、被めっき物に含浸材を密着させてめっきをするということは、固形物を容易にかつ集中的に析出界面に供給できることを意味する。この点に着目し筆めっきの利用が検討されているものに複合めっきが挙げられる。複合めっきは、コンポジットめっき(Composite Plating)とも呼ばれ、金属皮膜中に微粒子を分散させることによって皮膜の性質が飛躍的に向上し、金属や微粒子が単独では持ち得ない特性が発現するのが特徴である。一般的な複合めっきでは浴中に皮膜に取り込みたい粒子等を分散しめっきを行うため、攪拌方法や被めっき物の配置などが重要となり、また粒子の含有率によってはかなり過剰量の粒子が必要になる。その点、筆めっき技術を応用した場合、比較的効率よく粒子を皮膜に取り込むことが可能となる。実際にシリンダ内面や機械部品への部分めっきとして炭化ケイ素(SiC)粒子を複合したものや⁹⁾、酸化アルミニウム(Al₂O₃)ナノ粒子を複合した報告がなされている¹⁰⁾。またワイヤーソーへのダイヤモンド複合筆めっき

に関しては実用化されている¹¹⁾。

その他にも陽極酸化皮膜の着色法として筆具を利用したブラッシュアノダイジング法などめっき以外の分野でも活用されている¹²⁾。

5. おわりに

本報では筆めっきについて述べさせていただいた。筆めっきは歴史が古い但实际上にどのように行うかあまり知られていない。使い古された過去の技術と思われがちだが、槽めっきと違う利点もあり応用範囲が広いため一部では再評価されつつあるように感じる。このような技術があることをご理解いただき、新たな技術の発展の一片に寄与できることを期待したい。

(Received February 12, 2016)

文 献

- 1) A. Gendry ; *Revue de l'électricité et de l'électronique*, **63**, 75 (2006).
- 2) F. Conlin ; US Patent No.1545942 (1925).
- 3) D. Vanek ; *Products Finishing*, **77**, 172 (2012).
- 4) 高田幸路 ; 表面技術, **49**, 121 (1998).
- 5) MIL-STD-865D 他
- 6) 加瀬敬年 ; 最新めっき技術, p.204 (産業図書, 1983).
- 7) 伊藤竜男 ; 日本印刷学会誌, **47**, 313 (2010).
- 8) 丸山 清, 毛利秀明 ; 機能めっき, p.202 (日刊工業新聞社, 1984).
- 9) L. X. Hong, Y. Shibai, Y. X. Hai ; *Metal Finishing*, **92**, (11), 76 (1994).
- 10) D. Lingzhong, X. Binshi, D. Shiyun, Y. Hua, W. Yixiong ; *Surface and Coatings Technology*, **192**, 311 (2004).
- 11) 千葉康雅, 谷 泰弘, 榎本俊之 ; 日本機械学会論文集, **69**, 303 (2003).
- 12) 黒田孝一 ; 表面技術, **46**, 415 (1995).