研 究

シュウ酸浴から光沢クロムめっきを得るための 組成および条件

江 口 晴一郎*, 吉 田 徹*

Bath Composition and Electrolytic Condition for Decorative Chromium Plating from Oxalic Acid Baths

Seiichiro EGUCHI*, Tooru YOSHIDA*

In order to obtain a satisfactorily decorative chromium plating from oxalic acid baths, effects of total chromium concentration, Cr^{6+} concentration, SO_4^{2-} ion, NH_4^+ ion, pH, temperature and current density on the states of chromium electrodeposition were studied. The followings were determined as optimum. Bath composition; total Cr 100g/l, Cr^{6+} 12—38g/l, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 75g/l, and operating conditions; pH 1.8—2.5, current density of 10—300A/dm² at bath temperature 25—50°C or 20—300A/dm² at 60—80°C, carbon anode.

1. 緒 言

シュウ酸浴は3価のクロムを主成分とするクロムめっき浴で、すでに予備的な実験によって光沢クロムめっきが得られている¹⁾。この浴の調製には、水酸化クロムがシュウ酸に溶解する性質を利用することもでき、その際、不必要な金属イオンがそれらのシュウ酸塩として除去されること、また、めっきする際に金属不純物の影響をはとんどうけない^{2)~5)}。さらに電着物の硬度が高い⁶⁾ことなどの特徴があり、この浴によるクロムめっきの工業化が行われている。

本研究では、光沢ニッケルめっき上に光沢クロムめっきを得るためのシュウ酸浴の浴組成ならびに、操作条件に関する詳細な知見を得るために、光沢めっきにおよぼす全 Cr 濃度、 Cr^{6+} イオン濃度、 SO_4^{2-} イオン、pH、浴温等の影響について検討した。

2. 実 験 方 法

Crめっきの実験は主に ハルセル試験器によって行なった。その場合、陽極には炭素板(6.4×6.5×0.3cm)を用い、陰極にはパフ研磨仕上した銅板(0.03×6×10cm)上に光沢 Niめっき(3A/dm², 5~8min)したものを用いた。電解条件は設定温度58±2°C(ただし電解後は一般

に8~17°C上昇する)、全電流10A・電解時間1min、液のかきまぜはなしで行なった。得られた各めっき試料の電着状態の評価は肉眼により行なった。なお、酸化皮膜が生成している場合の Cr 電着の有無は試料(電解時間1minおよび3min)を10M NaOH 溶液(90~100°C)に浸せきして肉眼ならびに X線電子分光法(ESCA)による測定($\text{Cr } 2\text{P}_{3/2}$ のスペクトル)から検討した。

めっき液の調製は無水クロム酸の水溶液にシュウ酸を添加して作成したものを基本型の浴にした。そのさい、 CrO_3 は式 $2\text{CrO}_3 + 6\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cr}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 + 6\text{CO}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$ に従って Cr^{6+} に還元^{注1)}されるので Cr^{6+} 濃度の調整はシュウ酸添加により行い、同時にフェロイオン法によって Cr^{6+} を定量分析した(図1参照)。また、電着条件を改良する目的で基本浴に Na_2SO_4 または $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ を添加したものもめっき液として用いた。

pH の測定は pH メータを用い24~28°Cで行なった。浴の pH 調整は NaOH または NH_3 の水溶液(28%)の添加により行い、 NH_3 水の場合はそのことを明記した。

3. 実験結果および考察

3-1 基本浴

3-1-1 Cr^{6+} 濃度が高い場合

CrO_3 200g/l 一定(全 Cr 100g/l 一定)の溶液に種々の量のシュウ酸を添加した場合の Cr^{6+} 濃度の変化は図1ようになる。なお、めっきの状態を今後は図2に示す記号で表わすことにする。次に pH のめっき状態におよ

* 大阪府立工業技術研究所 (〒550 大阪市西区江之子島2-1-53)

Osaka Prefectural Industrial Research Institute
(1-53, Enokojima-2chome, Nishi-ku, Osaka 550)

ばす影響は図3に示すように、 Cr^{6+} 濃度95g/l(シュウ酸50g/l添加)の浴では、pH 0.2~0.7で密な干渉縞のクロメート皮膜が生成するが、pHが高くなるにつれていったん金属色のCr電着になるが、再びクロメート皮膜が生成し、その皮膜の干渉縞は粗になっていく。なお、これらの干渉縞を示す皮膜の下には光沢のあるCrが電着していた。 Cr^{6+} 89g/l(シュウ酸100g添加)浴では、低いpH(0.2~0.4)でのみ干渉縞(粗)のクロメート皮膜が生成し、pH0.7~1.0では金属色のCr電着となる。pH2.0~3.0では金属Crの上に黄褐色の生成物が粉末状に生成する。 Cr^{6+} 76g/l(シュウ酸200g添加)浴では、いずれのpH領域においても金属Crが電着し、pHの上昇に従い電着範囲が広がる。pH2.5では光沢がある。

なお、以上の各溶液において、pH調整は NH_3 水で行なった。また、pH2.5以上になると各溶液とも電解中に沈殿物が生じた。

3-1-2 Cr^{6+} 濃度が低い場合

Cr^{6+} 62g/l；電着状態の特徴は、高い電流密度(D_K)側より光沢部(A部)^{注2)}・黒味のある光沢部(B部)・青味のある光沢部(C部)・クロメート皮膜部(但しうすい黄色、D部)・無めっき部(F部)に大別される。光沢性は Cr^{6+} 76g/lの場合より優れ、その電着範囲も広い。しかし、pH2.0以上では試料の端(高 D_K)が青黒色(但しpH調整を NH_3 水で行う場合はならない)となっ

Fig. 1 Relation between amount of added oxalic acid and concentration of remaining Cr^{6+} ion (Initial; Cr^{6+} 100g/l).

注2) 光沢性はSargent浴が青味のある光沢、3個クロム浴(Alegra 3)⁷⁾が黒味のある光沢とすればそれらの中間的な色合いである。

Fig. 2 Code for recording the result of Hull Cell pattern.

Fig. 3 Effect of pH on the state of electrodeposits in the case of high Cr^{6+} concentrations. (Total Cr 100g/l)

た。

$\text{Cr}^{6+}48\sim12\text{g/l}$; 電着状態はクロメート皮膜がなくなりA部→B部→C部→B部→F部の順になるが、pH上昇および Cr^{6+} 濃度の減少と共に(C部→B部)の部は前のB部に吸収される傾向にあった。なお、 $\text{Cr}^{6+}20\sim12\text{g/l}$ の低い濃度になるとpH1.0以下で、高 D_K 部分に“こげ”(灰白色)の電着となる。無めっき(uncoated), 黒味のある光沢(blackened bright), 光沢めっき(bright)および“こげ”(burnt)のめっき状態を与えるハルセルパネルの電流密度範囲③が Cr^{6+} 濃度およびpHによりどのように変化するかを図4に示した。図4で前項の(B部→C部→B部)の部は全て黒味のある光沢部(B部)として表わした。図4からわかるように、例えば $\text{Cr}^{6+}12\text{g/l}$, pH約0.6の浴においては、“こげ”は約 37A/dm^2 以上で、光沢は約 8A/dm^2 から約 37A/dm^2 で、黒味のある光沢は約 3A/dm^2 から約 8A/dm^2 で得られ、約 3A/dm^2 以下は無めっきとなる。 $\text{Cr}^{6+}12\text{g/l}$ のpH1.0の場合においては、“こげ”が 40A/dm^2 以上で生じるが、pHが約1.4以上になるとそれは生じない。

3-2 Na_2SO_4 ならびに $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 添加浴

全 Cr 100g/l・ $\text{Cr}^{6+}48\sim12\text{g/l}$, pH1.5 以上の基本浴では、 SO_4^{2-} イオンの添加に無関係に光沢めっきが得られる。しかし、溶液の伝導度、電流効率、耐不純物性等の

注3) 図4のパネル上の一次電流密度分布値はRousse-lot⁹⁾の式より計算した。

Fig. 4 Changes in the current density domains for uncoated, blackened bright, bright, and burnt Cr depositions (on Hull Cell panels) with pH and Cr^{6+} concentration.

改善にとって、 SO_4^{2-} イオンの添加は必須である。したがってその影響について検討した。

3-2-1 Na_2SO_4 添加浴

基本浴(全 Cr 100g/l・ $\text{Cr}^{6+}62\sim12\text{g/l}$)に Na_2SO_4 を75g/lになるように添加した各溶液について検討した。

$\text{Cr}^{6+}62\sim48\text{g/l}$; 電着状態は高 D_K 部分を除いて次項で述べる $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 添加浴におけるそれとほとんど同じであった。すなわち、高 D_K 部ではpH2.0以上になると青黒色の電着状態(幅1~2mm)となる。この青黒色部は Cr^{6+} 濃度の増加、pHの増加または Na_2SO_4 添加量の増加に従って幅広くなり、この部分にはCrの電着がないことがわかった。また、これらの現象は K_2SO_4 添加でも同じであった。ただしpH調整を NH_3 水溶液のみで行う場合および $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 15g/l以上添加する場合は光沢クロムめっきとなった。このように溶液のpH2以上(2~4)において、電着状態に及ぼす $\text{Na}^+(\text{K}^+)$ イオンと NH_4^+ イオンの影響の相違は他に CrO_3 - $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ 浴、

$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 - \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 浴等に $\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{K}_2\text{SO}_4)$ と $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ を区別して添加する場合にも見られる。前者を添加した浴では一般に有色の濃い皮膜が高 Dk 部分に生じ、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ を添加した浴では皮膜の有色性が薄く、金属 Cr が認められる。

この原因は明らかでないが、 Cr^{3+} に NH_3 が配位したクロム錯体が知られている^{9),10)}ことから、 NH_3 水含有浴では⊕電荷数の低いクロム(III)アンミン錯体が生成しこれが電着状態に影響を及ぼしているものと推察した。

$\text{Cr}^{6+} 38 \sim 12 \text{ g/l}$; この場合は次の $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 添加浴とほとんど同じ電着状態であった。

3-2-2 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 添加浴

(a) Cr^{6+} 濃度の影響

全 Cr 100 g/l 一定で $\text{Cr}^{6+} 89 \sim 12 \text{ g/l}$ の範囲の各溶液に $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ を添加した場合の電着状態の変化を pH の変化と共に検討した。

$\text{Cr}^{6+} 89 \text{ g/l}$; 広い pH 領域で光沢 Cr を得るには多量の $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 添加が必要であることがわかった。図 5 に光沢 Cr を得るための $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 添加量と pH の関係を示した。図 5 から光沢 Cr めっきは $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 添加量が 170 g/l の場合には pH 1.7 で、また添加量が 75 g/l の場合には pH 2.6 で得られることがわかる。

$\text{Cr}^{6+} 76 \text{ g/l}$; 結果を図 6 に示す。図 6 から明らかなように pH 1.4 以上では pH の増加とともに灰色部は黒味のある光沢部へ、一方灰白色部はその幅が狭くなって行き、ついに消失する。このような傾向は $\text{Cr}^{6+} 62 \sim 38 \text{ g/l}$ にも観察されるが pH 2.0 以上で、しかも Cr^{6+} 濃度が低下するにつれ灰白色部は観察されにくくなる。

$\text{Cr}^{6+} 32 \sim 12 \text{ g/l}$; 電着状態は高 Dk 側より A 部→B 部→C 部→F 部となるが、pH が低いと乳白色の雲状模様のめっきとなる。これは Cr が電着していないパネルの Ni 表面でもなることから、素地 Ni ならびに Cr のエッチングによるものと考えられる。すなわち、低 pH 領域において低 Dk 部に灰白色の皮膜 ($\text{Cr}^{6+} 62 \sim 38 \text{ g/l}$) あるいはエッチング模様 ($\text{Cr}^{6+} 32 \sim 12 \text{ g/l}$) が観察されることになるので、図 7 に示すように光沢 Cr めっきを得るための pH の最小値が存在する。

基本浴において、エッチング模様は Cr^{6+} に依存しないが、 $\text{Cr}^{6+} 32 \sim 12 \text{ g/l}$ の場合、建浴時の pH (pH 無調整) は 0.6~1.0 であるため、この pH 値では前項で述べたように高 Dk 部に“こげ”が生じる。また、 $\text{Cr}^{6+} 62 \sim 38 \text{ g/l}$ では pH は 0.8~1.3 (建浴のまま、pH の値にばらつきがある) で、電着状態は低 Dk 部に黒味のある光沢となるが、光線の方向によって光沢部とも観察されるために pH は無調整のまま図 7 に示した。なお、 $\text{Cr}^{6+} 62 \sim 38 \text{ g/l}$ における pH は Cr^{6+} 濃度の増加でわずかに高くなる傾向がある。

Fig. 5 Effect of concentration of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ and pH on states of electrodeposits (Total Cr 100 g/l , $\text{Cr}^{6+} 89 \text{ g/l}$).

Fig. 6 Effect of pH on states of electrodeposits (Total Cr 100 g/l , $\text{Cr}^{6+} 76 \text{ g/l}$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 75 \text{ g/l}$).

Fig. 7 Relation between concentration of Cr^{6+} ion and minimum pH value for obtaining bright chromium plating.

(NH_4) $_2\text{SO}_4$ 添加浴では Cr^{6+} 濃度が低く ($32 \sim 12\text{g/l}$)、低 pH の場合は、基本浴と異なり“こげ”はないがエッチング模様が生じる。このようなエッチング模様は次項で述べるように Cr^{6+} 濃度/全 Cr 濃度の割合が一定でも全 Cr 濃度と Cr^{6+} 濃度が低下するに従って生じ易かった。なお、 $\text{Cr}^{6+} 32 \sim 12\text{g/l}$ の pH3.0 $\sim$ 4.0において、C 部の電着幅は Cr^{6+} 濃度の減少に伴って狭くなり、光線の方向によっては C 部は B 部と区別できない。

(b) 全 Cr 濃度の影響

全 Cr の $50 \cdot 75 \cdot 125\text{g/l}$ (但し (NH_4) $_2\text{SO}_4(\text{g/l})$ /全 Cr (g/l) の重量比は 0.75 一定) における Cr^{6+} 濃度および pH を変えた場合について検討した。その結果、 Cr^{6+} /全 Cr の割合 0.12 $\sim$ 0.48 において前項の全 Cr 100g/l とほとんど同様の電着状態であった。しかし乳白色の雲状模様(エッチング模様)は、全 Cr 濃度が低く、しかも Cr^{6+} 濃度が低いほど生じやすく光沢めっきを得るためには pH を図 7 より高くする必要があった。一方、全 Cr 125g/l で $\text{Cr}^{6+} 60\text{g/l}$ の場合は pH が低くてもエッチング模様は生じないが、全 Cr 100g/l 一定で $\text{Cr}^{6+} 62\text{g/l}$ 以上、低 pH で現れる灰白色の電着物と似たものが生じやすく、このために pH を高くする必要があった。

以上のことから SO_4^{2-} イオンが添加された場合に生成する試料のエッチング模様には全 Cr 濃度、 Cr^{6+} 濃度ならびに pH が関係し、全 Cr 一定では、 Cr^{6+} 濃度の増加で低 pH でも生じにくかった。なお、pH の増加に従い光沢性はよくなり、一般に pH4.5 まで光沢めっきが得られる。しかし、pH が高くなるにつれ電流効率が悪くなる(前報で述べた)ために pH の上限値は約 3.0 までとなろう。

(c) (NH_4) $_2\text{SO}_4$ 添加量

Cr^{6+} 濃度が非常に高い場合は図 5 から明らかなように多量の (NH_4) $_2\text{SO}_4$ の添加を必要とするが、他の濃度(全 Cr $100\text{g/l} \cdot \text{Cr}^{6+} 48 \sim 12\text{g/l}$) では (NH_4) $_2\text{SO}_4 25 \sim 125\text{g/l}$ で光沢めっきが得られ、光沢性およびつきまわり性は、 Cr^{6+} 、 SO_4^{2-} イオン濃度に依存しなかった。なお、全 Cr 100g/l で Cr^{6+} が存在しない場合に光沢 Cr を得るには、(NH_4) $_2\text{SO}_4$ の $250 \sim 300\text{g/l}$ を必要とした。

(d) 浴温の影響

電着状態に及ぼす溶液の温度の影響を、 $30 \sim 87^\circ\text{C}$ にわたって検討した。その結果、光沢性は浴温にほとんど依存しなかったが、 Cr^{6+} 濃度が低くしかも pH が低い場合に現われる乳白色の雲状の電着物(エッチング模様)は浴温が低くなるにつれ生じにくくなる。また、つきまわり(低 D_K 部分への電着)も低温ほどよくなった。例えば全 Cr $100\text{g/l} \cdot \text{Cr}^{6+} 32\text{g/l} \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 70\text{g/l} \cdot \text{pH} 1.9$ においてハルセルパネルの無めっき部(低 D_K 側)の長さは、 $30^\circ\text{C} \rightarrow 48^\circ\text{C}$ で 0.5cm、 $40^\circ\text{C} \rightarrow 55^\circ\text{C}$ で 0.8cm、 $57^\circ\text{C} \rightarrow 68^\circ\text{C}$ で 1.4cm、 $70^\circ\text{C} \rightarrow 80^\circ\text{C}$ で 2.3cm、 $80^\circ\text{C} \rightarrow 95^\circ\text{C}$ で 2.6

cm となった。ここで印の前の温度は設定温度で後は電解後の温度を示したものである。これらの傾向は $\text{Cr}^{6+} 38 \sim 12\text{g/l}$ においてもほとんど同じであった。しかし、電流効率、液伝導度、電解電圧、電解液の蒸発量とくみだし量の関係等を考慮すると液温は $60 \sim 70^\circ\text{C}$ が好ましい。

(e) 全電流 30A の場合

(NH_4) $_2\text{SO}_4$ 添加浴においては、全電流 10A で高 D_K 部分に“こげ”は全く生じなかった。したがって、ハルセル試験は全電流 30A・時間 20 $\sim$ 25s について行なった。その結果、組成；全 Cr $100\text{g/l} \cdot \text{Cr}^{6+} 48 \sim 12\text{g/l} \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 50 \sim 125\text{g/l}$ 、条件；pH1.8 $\sim$ 3.0・温度(設定温度) 60°C において“こげ”は認められなかった。このことから短時間の電解では非常に高い D_K での電解が可能なめっき浴であることがわかった。なお、つきまわりは全電流 10A と比べ約 0.5cm 低 D_K へ改善された。

(f) ビーカーによるめっき試験

めっき試験によって光沢を得る電流密度範囲について検討した。実験はガラス製の浴槽(13.7 $\times$ 19 $\times$ 高さ 11.7cm)にめっき液を 2l 入れ、陽極(炭素板：陰極と向かい合っている有効寸法 6 $\times$ 8cm)を槽の壁側に固定し、陰極(寸法 3 $\times$ 4 $\times$ 0.03cm で裏面は絶縁被覆、但し $D_K 300\text{A/dm}^2$ の試料は寸法 1.5 $\times$ 2cm で絶縁被覆はない)は光沢 Ni めっきしたのち、極間距離 8cm の位置に設置した。電解は D_K 範囲 10 $\sim$ 300A/dm 2 、電気量 3600A $\cdot$ S/dm 2 の条件で行なった。

その結果、浴組成；全 Cr $100\text{g/l} \cdot \text{Cr}^{6+} 38 \sim 12\text{g/l} \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 75\text{g/l}$ 、条件；pH 1.8 $\sim$ 2.5・浴温 $25 \sim 50^\circ\text{C}$ の場合は 10 $\sim$ 300A/dm 2 ・ $60 \sim 80^\circ\text{C}$ の場合は 20 $\sim$ 300A/dm 2 で光沢 Cr が得られるが、一般に低 D_K (6 $\sim$ 10A/dm 2)で均一な光沢を得るには $\text{Cr}^{6+} 28\text{g/l}$ 以下、pH2.5 以上、浴温 30°C 以下の一つ以上を選定する必要があることがわかった。

4. 結 言

シュウ酸浴において光沢クロムめっきに及ぼす全 Cr 濃度、 Cr^{6+} 濃度、 SO_4^{2-} イオン、pH、浴温等の影響について検討した。

光沢クロムめっきを得るための最適の浴組成は；全 Cr $100\text{g/l} \cdot \text{Cr}^{6+} 38 \sim 12\text{g/l} \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 75\text{g/l}$ 、条件は；pH1.8 $\sim$ 2.5・浴温 $25 \sim 50^\circ\text{C}$ では電流密度 10 $\sim$ 300A/dm 2 、浴温 $60 \sim 80^\circ\text{C}$ では 20 $\sim$ 300A/dm 2 であった。

終りに、実験の遂行に御協力して下さった近畿大学理工学部の火物広行君・真田康宏君(1976年度卒)・横山正秋君(1978年度卒)をはじめ、内容に助言頂いた大阪府立工業技術研究所山崎清博士の皆様に感謝します。

(1981—6—24 受理)

本論文の非S I 単位のS I 単位に対する換算表

量	単位記号	S I 単位による値
濃 度	g/l	1g/l=1kg/m ³
電流密度	A/dm ²	1A/dm ² =0.01A/cm ²

文 献

- 1) 江口晴一郎；クロム酸-飽和ジカルボン酸浴における光沢クロムめっきの生成，本誌，**19**，451 (1968)
- 2) 吉田徹，江口晴一郎；クロム酸-シュウ酸浴によるクロムめっきにクロムスラッジを再利用する方法，大阪府立工業技術研究所50年度研究発表講演要旨集，**7** (1975)
- 3) 吉田徹，江口晴一郎；メッキ混合スラッジの処理方法，大阪府立工業技術研究所51年度研究発表講演要旨集，**13** (1976)

- 4) 江口晴一郎，水田和男；水酸化クロムを利用するクロムめっきおよびクロム-ニッケル合金めっき，大阪府立工業技術研究所52年度研究発表講演要旨集，**27**，(1977)
- 5) 江口晴一郎，水田和男；クロムスラッジを利用する亜鉛メッキのクロメート処理，防錆管理，**21**，[11] 24 (1977)
- 6) 土岐博司；クロム酸-シュウ酸浴での陰極分極特性と電着物の性状，卒業論文(1980)，近畿大学理工学部
- 7) アルブライト・エンド・ウイilson・リミテッド；特開昭50-92237 (1965)
- 8) R.H. Rousselot；Current Distribution Problems, *Metal Finishing*, **57**, 56 (1959)
- 9) 山崎一雄；無機溶液化学，p.206，(1968，南江堂)
- 10) 日本化学会編，実験化学講座(11)，錯塩化学，p.72，(1956，丸善株式会社)

本協会刊行物案内

○第56回学術講演大会要旨集(昭和52年)

1冊 2,000円(送料込み) (一般：3,000円)

○第58回学術講演大会要旨集(昭和53年)

1冊 2,000円(送料込み) (一般：3,000円)

○第59回学術講演大会要旨集(昭和54年)

1冊 2,000円(送料込み) (一般：3,000円)

○第61回学術講演大会要旨集(昭和55年)

1冊 2,000円(送料込み) (一般：3,000円)

○第63回学術講演大会要旨集(昭和56年)

1冊 2,000円(送料込み) (一般：3,000円)

○第64回学術講演大会要旨集(昭和56年)

1冊 2,000円(送料込み)，(一般：3,000円)

○第65回学術講演大会要旨集(昭和57年)

1冊 2,000円(送料込み)，一般：3,000円

○メッキ技術資料集(4)「工業用めっき」

1冊 7,500円(発送手数料 500円)

○メッキ技術資料集(5)「無公害めっきおよび排水処理」

1冊 7,000円(発送手数料 500円)

○第5回サマーセミナーテキスト「これからのアルマイト業界のあり方」(昭和53年7月)

1冊 2,000円(送料含む)

○第6回サマーセミナーテキスト「アルマイトの話題を追う」(昭和54年7月)

1冊 2,000円(送料含む)

○第7回サマーセミナーテキスト「低エネルギーアルマイト加工への挑戦」(昭和55年7月)

1冊 2,000円(送料含む)

○アルマイト電解着色への電気めっき技術の応用シンポジウム・テキスト(昭和53年9月)

1冊 1,000円(発送手数料 200円)

○硬い表面を作るセミナー・テキスト(昭和54年10月)

1冊 2,000円(発送手数料 200円)

○電気めっき工場におけるリサイクル化ハンドブック

1冊1,500円(送料込み) (一般：3,000円，発送手数料300円)

○複合塗装技術と耐食性シンポジウム・テキスト
No. 1～No. 3 (昭和55年5月)

3冊 1,500円(送料込)

○ソーラーコレクター開発の現状と問題点
セミナー・テキスト(昭和56年5月)

1冊 3,000円(発送手数料 300円)

○第10回金属表面技術国際会議講演論文集
(Proceedings of Interfinish 80)A 4版 502ページ(英文版) 発表数 106件
1冊 15,000円(送料込) 先着100部まで

○金属表面技術用語集(英和・和英対訳)

A 5版 158ページ 1冊 2,400円(送料 300円)
(一般：3,000円)

○ソーラーシステムと表面技術(テクニカルレポート第1集)

A 5版 200ページ 1冊3,800(送料500円)
(一般：4,800円)

<申込方法> 氏名，送付先および図書名を明記のうえ，現金書留にて本協会あて，お申し込みください。

<申込先> (社)金属表面技術協会

〒101 東京都千代田区神田岩本町2番地 共同ビル