

# めっきの基礎と応用

—各種めっき技術の原理・特徴から評価法、作業工程、環境対策まで—

**講師：園家 啓嗣氏 ソノヤラボ株式会社 代表/山梨大学名誉教授**

めっきは古代文明の時代から利用されてきた 3500 年以上の歴史を誇る技術である。めっきが使われるものは多種多様であり、めっきがカバーできる範囲は広い。

例えば、素材の腐食を防ぐためにめっきが施される。最も多く利用されているめっきであり、大半が鉄鋼の防食を目的としている。その過半を占めるのは亜鉛めっきで、このほかスズめっき、ニッケルめっきなどがある。

また、防食めっきと並ぶめっきの代表的な利用例が装飾めっきである。装飾品はもちろん、家庭で使われるさまざまな生活用具や自動車などの工業部品のめっきにも利用されている。金めっきや銀めっきが有名であるが最も利用が多いのはクロムめっきである。

装飾めっきに使われるクロムめっきは硬度が極めて高く優れた耐摩耗性を有するので、各種機械の摺動部分や自動車の部品には硬質クロムめっきとして利用されている。

積層プリント回路の基盤に半導体部品を実装するために導電性を与えたり、高密度記憶媒体を構成するために磁性・非磁性を与えたり、高周波障害を防ぐために電磁波シールドを施したりといったように、多様化した電子部品にも使われている。

部品の耐熱性を高めたり、熱伝導や放熱性向上のためにもめっきが使用されている。また、金属以外の素材(プラスチックやセラミックスなど)へのめっきも可能になり、自動車部品への応用や電子産業の発展を支えている。

本セミナーでは、多分野で使用されている各種のめっき技術について原理、特徴、適用例について説明し、めっき皮膜の評価法についても述べる。また、実際のめっき作業工程での留意点について説明する。更に、めっき排水の処理など環境対策についても紹介したい。本セミナーは製造メーカーで、設計・製造に携わる技術者に大いに役立つと考える。

【講師経歴】大阪大学大学院修士課程修了、石川島播磨重工(現 IHI)勤務、産業技術総合研究所客員研究員、芝浦工業大学教授、山梨大学教授、ソノヤラボ(株)代表 【研究歴】企業、大学で、接合技術(アーク溶接、レーザー溶接、接着、超音波接合、摩擦攪拌等)、表面処理(溶射、めっき等)、金属材料などの研究開発を行ってきた。【所属学会】溶射学会、溶射学会、表面技術協会 【著書】溶射技術とその応用、環境圏の新しい燃焼工学など。

|      |  |   |
|------|--|---|
| 開催日時 | 2020年11月17日(火)10:00~17:00  | 【会場】  |
| 受講料  | 48,000円 + 税 ※資料・昼食付<br>*メルマガ登録者 43,000円 + 税<br>*アカデミック価格 24,000円 + 税 | ちよだプラットフォームスクウェア B1F<br>〒101-0054 東京都千代田区神田錦町3-21 |

アカデミック価格:学校教育法にて規定された国、地方公共団体および学校法人格を有する大学、大学院の教員、学生に限ります。

★【メルマガ会員特典】2名以上同時申込で申込者全員メルマガ会員登録をしていただいた場合、2名目は無料、3名目以降は半額です。

★【対象者】すべての製造メーカーで設計、製造業に携わる技術者

## 【本セミナーのプログラム】

※適宜休憩が入ります。

- |                 |              |
|-----------------|--------------|
| 1. めっきの概要       | 7. 溶融めっき     |
| 2. めっきの歴史       | 8. 気相めっき     |
| 3. めっきの分類       | 9. 溶射        |
| 4. 無電解めっき       | 10. めっきの作業工程 |
| 5. 電気めっき        | 11. めっき皮膜の評価 |
| 6. 複合めっき(分散めっき) | 12. めっき排水の処理 |

※プログラム詳細は裏面をご覧ください。

|                                       |                  |       |                     |
|---------------------------------------|------------------|-------|---------------------|
| 弊社記入欄                                 | <b>セミナー申込書</b>   |       |                     |
| セミナー名                                 | <b>めっきの基礎と応用</b> |       |                     |
| 所定の事項にご記入下さい<br>メルマガ会員、<br>登録希望の場合は○↓ | 会社名(団体名)<br>住所 〒 | TEL : |                     |
| 会員登録<br>済み                            | 新規<br>登録希望       | FAX : |                     |
|                                       | 部署               | 役職    | 氏名                  |
| お支払方法                                 | 銀行振込 ・ その他       |       | お支払予定<br>2020年 月 日頃 |

■申込方法: セミナー申込書にご記入の上 FAX または E-mail(re@cmcre.com)でお申し込みください。

■セミナーお申込み後のキャンセルは基本的にお受けしておりません。ご都合により出席できなくなった場合は代理の方がご出席ください。

■申込先: (株)シーエムシー・リサーチ 東京都千代田区神田錦町2-7 TEL03-3293-7053

■本セミナーの関連情報は、弊社HPでもご覧になれます。⇒ <http://www.cmcre.com>

※表面より続く。お申し込みは表面をご覧ください。

※表面より続く。お申し込みは表面をご覧ください。

**参加申込 FAX 番号**  
**03-3291-5789**

**1. めっきの概要****2. めっきの歴史****3. めっきの分類**

3.1 皮膜材料からの分類 3.1.1 単金属のめっき (1) 銅めっき (2) ニッケルめっき (3) クロムめっき (4) 亜鉛めっき (5) 金めっき・銀めっき 3.1.2 合金めっき (1) 防食用合金めっき (2) 装飾用合金めっき (3) 耐摩耗性合金めっき 3.1.3 複合めっき 3.2 構造からの分類 3.2.1 単層めっき 3.2.2 2層めっき 3.2.3 多層めっき 3.3 めっきを施す方法からの分類 3.3.1 湿式めっき (1) 無電解めっき (2) 電気めっき 3.3.2 乾式めっき (1) 気相めっき (a) PVD (b) CVD (2) 溶融めっき (3) 溶射法

**4. 無電解めっき**

4.1 無電解ニッケルめっき 4.1.1 無電解 Ni-P めっき (1) 無電解 Ni-P めっきの原理 (2) 無電解 Ni-P めっきの用途 4.2 無電解銅めっき 4.2.1 無電解銅めっきの用途 4.2.2 無電解銅めっきの浴 4.2.3 めっきの鉛規制 4.3 無電解金めっき 4.3.1 無電解金めっきの用途 4.3.2 無電解金めっきの種類 (1) 置換型金めっき (2) 自己触媒型金めっき

**5. 電気めっき**

5.1 電気銅めっき 5.1.1 電気銅めっきの用途 5.1.2 電気銅めっき浴 (1) 硫酸銅めっき浴 (2) シアン化銅めっき浴 (3) その他のめっき浴 5.2 電気ニッケルめっき 5.2.1 電気ニッケルめっきの概要 5.2.2 電気ニッケルめっきの用途 5.2.3 電気ニッケルめっき浴 5.2.4 電気ニッケルめっきの自動車外装部品への適用 5.2.5 ニッケル電鍍 5.3 電気クロムめっき 5.3.1 電気クロムめっきの概要 5.3.2 装飾クロムめっき (1) クロムめっき浴 (2) 高耐食性ニッケルクロムめっき 5.3.3 硬質クロムめっき (1) クロムめっき浴 (2) 硬質クロムめっきの用途 (3) 硬質クロムめっきの工程 (4) 硬質クロムめっきの留意点 (a) 熱による影響 (b) めっき補助部品 5.4 電気スズめっき 5.4.1 電気スズめっきの用途 5.4.2 ウィスカの発生 5.4.3 すずめっき浴 5.5 電気スズ合金めっき 5.5.1 スズ-鉛 (ハンダ) 合金めっき 5.5.2 鉛フリースズ合金めっき (1) 鉛への法規制 (2) 鉛フリースズ合金めっき浴 5.5.3 電気亜鉛めっき 5.5.1 電気亜鉛めっきの用途 5.5.2 電気亜鉛めっきの犠牲防食作用 5.5.3 亜鉛めっきの化成処理 (1) クロメート処理 (2) 3価のクロム化成処理 5.5.4 亜鉛めっき浴 5.6 電気亜鉛合金めっき 5.6.1 電気亜鉛合金めっきの概要 5.6.2 電気亜鉛-ニッケル合金めっき 5.6.3 各種亜鉛合金めっき 5.7 電気金めっき 5.7.1 電気金めっきの用途 5.7.2 合金の色調とカラット表示 5.7.3 金めっき浴 5.8 電気銀めっき 5.8.1 電気銀めっきの用途 5.8.2 電気銀めっきの変色防止 (1) 有機皮膜で被覆する方法 (2) 異種金属を薄くめっきする方法 (3) クロメート処理法 5.8.3 電気銀めっき浴 5.9 電鍍法 5.9.1 電鍍法の原理 5.9.2 電鍍の適用例 (1) 精密金型類 (2) 精密印刷版 (3) 光ディスク (4) メッシュの作成

**6. 複合めっき (分散めっき)**

6.1 複合めっきの概要と種類 6.2 複合めっき浴

**7. 溶融めっき**

7.1 溶融亜鉛めっき 7.1.1 溶融亜鉛めっきの概要 7.1.2 溶融亜鉛めっきの工程 (1) 脱脂 (2) 酸洗 (3) フラックス処理 (4) 溶融めっき (5) 後処理 7.1.3 鋼構造物への溶融亜鉛めっきの種類 7.1.4 溶融亜鉛めっきした鉄鋼の断面組織 7.1.5 溶融亜鉛めっき鋼板 7.2 溶融亜鉛-アルミニウム合金めっき 7.3 溶融アルミニウムめっき 7.3.1 溶融アルミニウムめっきの概要 7.3.2 溶融アルミニウムめっきの種類 7.4 その他の溶融めっき

**8. 気相めっき**

8.1 物理的気相めっき (PVD: Physical Vapor Deposition) 8.1.1

真空蒸着 8.1.2 イオンプレーティング (1) 活性化反応蒸着法 (ARE 法) (2) 高周波励起法 (RF 法) (3) 中空陰極放電法 (HCD 法) (a) 短距離ビーム型 (b) 垂直ビーム型 (4) アーク蒸着法 (5) イオンプレーティングの留意点 (a) 成膜温度 (b) つきまわり性と密着性 8.1.3 スパッタリング (1) スパッタリングの原理 (2) スパッタリングの種類 (a) DC スパッタリング (b) 高周波 (RF) スパッタリング (c) マグネトロンスパッタリング (d) ECR スパッタリング (e) イオンビームスパッタリング 8.1.4 PVD の課題 8.2 化学蒸 (CVD: Chemical Vapor Deposition) 8.2.1 熱 CVD (熱化学反応法) (1) 熱 CVD の原理 (2) 熱 CVD の特徴 8.2.2 プラズマ CVD (1) 直流プラズマ CVD (2) 高周波プラズマ CVD (3) マイクロ波 CVD (4) 光 CVD (5) CVD における留意点 (a) 処理時の寸法変化 (b) 熱 CVD における炭化物による厚膜化 (c) 熱 CVD における脱炭と炭化物の凝 (d) 処理物の表面粗さ (6) CVD の課題 (a) 成膜温度 (b) PVD や CVD の密着性評価

**9. 溶射**

9.1 溶射の原理 9.2 溶射の特徴と種類 9.2.1 溶射の特徴 (1) 溶射の長所 (2) 溶射の短所 9.2.2 溶射の種類 (1) ガス式溶射 (a) 高速フレーム溶射 (HVOF) (2) 電気式溶射 (b) プラズマ溶射 9.2.3 溶射材料の種類 (1) 金属及び合金粉末 (2) 自溶合金 (3) セラミックス 9.2.4 溶射に必要な前処理と後処理 (1) 前処理 (a) 基材の清浄化 (b) 基材の粗面化 (プラスト処理) (2) 後処理 (a) 封孔処理 (b) 熱処理 (c) レーザ処理による皮膜表面の緻密化 (d) 仕上げ加工 (e) 自溶合金溶射皮膜のフェーシング処理 9.2.5 溶射の課題

**10. めっきの作業工程**

10.1 無電解めっきの方式 10.1.1 鉄鋼素材のめっき 10.1.2 鉄鋼以外の素材の前処理 (1) アルミニウム素材 (2) 銅および銅合金素材 (3) ステンレス鋼素材 10.2 電気めっきの方式 10.2.1 引っ掛けめっき (1) 整流器 (2) 引っ掛け (3) めっき槽 (4) アノード (陽極) 10.2.2 バレルめっき 10.2.3 連続めっき 10.2.4 筆めっき 10.3 プラスチック素材へのめっき 10.3.1 自動車用 ABS 樹脂の特徴 10.3.2 ABS 樹脂とめっき膜との密着性 10.3.3 ABS 樹脂上のめっき工程 10.4 めっきの前処理 10.4.1 脱脂 (1) 予備脱脂 (a) 溶剤脱脂 (b) 水系エマルジョン脱脂 (2) アルカリ脱脂 (3) 電解脱脂 (電解洗浄) 10.4.2 酸処理・アルカリ処理 (1) 酸洗い (ピッキング) (2) 酸浸漬 (活性化) (3) 光沢酸洗い (キリンスまたは化学研磨) (4) 電解研磨 (5) アルカリ・エッチング 10.5 めっきの後処理 10.5.1 めっきの化成処理 (1) クロメート処理 (2) 3価のクロム化成処理 (3) リン酸塩皮膜 (4) 金属着色 (黒染めなど) 10.5.2 めっきの熱処理 (1) 脱水素処理 (ベーキング) (2) スズめっきのウィスカ (ひげ状析出) 防止やピンホールの除去 (封孔) (3) 無電解ニッケルめっきの硬度の改質 (4) 密着性の向上

**11. めっき皮膜の評価**

11.1 めっき皮膜の厚さ (1) めっき断面の顕微鏡観察法 (2) 高周波渦電流法 (3) 磁氣的測定法 (4) 蛍光 X 線法 (5) 電解式膜厚測定法 (6) 重量法 (7) ベータ線法 11.2 めっき皮膜の硬さ 11.2.1 めっき皮膜の硬さ試験法 (1) マイクロ・ビッカース硬さ試験法 (2) スーブ硬さ試験法 (3) 引っかき硬さ試験法 11.3 めっきの耐食性 11.3.1 大気暴露試験 11.3.2 促進腐食試験 (1) 塩水噴霧試験 (2) コロドコート試験 (3) 亜硫酸ガス試験 (4) 複合サイクル腐食試験 11.4 めっき皮膜の密着性 11.4.1 曲げ試験法 11.4.2 摩擦・摩耗試験法 11.4.3 鋼球押し込み法 11.4.4 エリクセン試験法 11.4.5 加熱・冷却試験法 11.4.6 粘着テープによる引き剥がし試験 11.5 めっき皮膜の有孔度 11.5.1 フェロキシル試験 11.5.2 浸漬試験

**12. めっき排水の処理**

12.1 環境汚染対策 12.2 排水の分別 12.2.1 酸・アルカリ系 12.2.2 シアン系 12.2.3 クロム酸系 12.2.4 重金属類の沈殿分離 12.2.5 重金属汚泥 (スラッジ) 処理 12.2.6 有価資源の回収 12.2.7 そのほかの処理