

3-8. 電気めっき ~ファラデー定数を求める~

1. はじめに

めっきの歴史はたいへん古く、紀元前 1500 年に最初のスズめっきが、メソポタミア北部のアリシヤで行われたと言われている。これは鉄面に溶かしたスズを塗り、光沢を持たせるだけでなく、防錆加工として用いられていた例である。わが国では 1400 年前、中国から仏教が伝わったときにめっき技術が伝わり、東大寺などには金めっきが施されている。現在では、めっきは装飾や防錆だけでなく、硬度、耐薬品性や伝導性の向上などを目的とした表面加工技術の一つとして重要な役割をなしている。その目的や用途に応じて様々な種類のめっきが行なわれている。

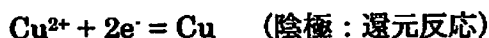
この実験では、“電気めっき”という手法を用いて、実際に銅やニッケルめっきを行なう。そして、電気めっきで起こる化学反応を理解するため、金属析出量から電気化学の基礎となるファラデー定数を求める。さらに、電気めっきの応用である“電鍍”という技術に触れる。

2. 電気めっきとファラデー定数

めっきに伴う化学反応は電子の受け渡し（酸化と還元）により支配されている。まず、電子 1mol あたりの電気量を $F(\text{C}\cdot\text{mol}^{-1})$ とする。電流 $I(\text{A})$ を時間 $t(\text{s})$ だけ流すと、通電量は $Q=I\cdot t(\text{A}\cdot\text{s}=\text{C})$ となる。したがって反応中に移動した電子の量は、

$$N_e = \frac{I \cdot t}{F} \quad (\text{mol}) \quad (1)$$

となる。ここで、 F をファラデー定数と呼ぶ ($=9.64846104 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$)。銅めっきにおける電気化学反応 (図 1) は以下のようなになる。



この反応は電子 2 つが移動する 2 電子反応である。したがって、 $Q=I\cdot t(\text{C})$ だけ通電した時の Cu の反応量 $N_{\text{Cu}}(\text{mol})$ は、

$$N_{\text{Cu}} = \frac{I \cdot t}{2F} \quad (\text{mol}) \quad (2)$$

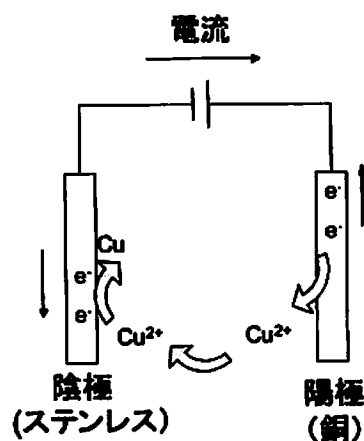


図 1 電気めっきの反応

となる。反応した Cu の質量 $W(g)$ は、

$$W_{Cu} = \frac{I \cdot t}{2F} M_{Cu} \quad (g) \quad (3)$$

と表される (M_{Cu} は Cu の原子量)。したがって、原理的にはステンレス板上に析出した銅の質量 (もしくは銅板の重量変化) からファラデー定数を求めることができる。

3. 実験

実験 1 : とにかくめっきしてみよう!

めっきの工程



1. 実験装置 (電解セル) の組み立て

使用器具類 : Ni 板、Cu 板、ステンレス板、導線、直流電源、電流計、ビーカーなど

2. 前処理

脱脂

1. 炭酸水素ナトリウム (重曹) 水溶液をつけた綿で銅板表面が光沢を帯びるまで磨いた後、水洗いする。

2. 2%炭酸ナトリウム水溶液中で 10 分間煮沸する。

酸洗

1M 硫酸中に浸し、酸化皮膜を取り除き、水洗いする。

電解研磨

上記の処理をしたステンレス板を(+)、対極用のステンレス板を(-)につなぎ、研磨浴 (硫酸、グリセリン、水) 中で電解を行う。このとき対極の面積を数倍大きくすること。

3. めっき浴の調製

銅、ニッケル、亜鉛めっきのめっき浴を調製する。

4. 電気めっき

図 2 のように装置を組み、各種めっきを行う。作製の条件をいくつか変え、めっきの仕上がり具合を比較する。

条件 : めっき浴組成、電源電圧、温度、前処理など

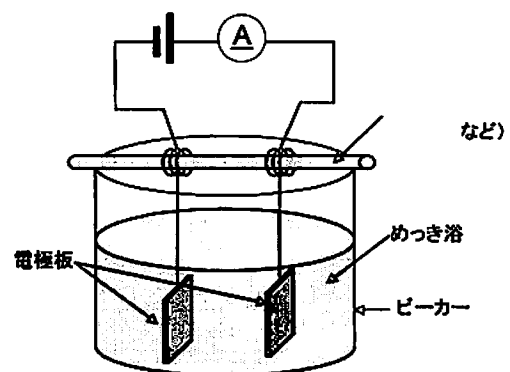


図 2 めっき装置の例

実験2：ファラデー定数を求める

- 前処理を行なった電極の重量を電子天秤で測る。
- いくつかの電源電圧(V)でめっき操作を行う。このとき、めっき中の電流値の変化に注意し、10秒毎に電流値を記録しておく。
- めっき終了後水洗いし、乾燥させる。
- めっきしたステンレス板を秤量し、析出量を求める。
- 各電圧におけるファラデー定数を求める。

電源電圧 (V)	通電量 (C)	平均電流密度 (A·dm ²)	析出量 (g)	ファラデー定数 (C·mol ⁻¹)

実験3：電気めっきで作るアート（電鑄）

電鑄とは、母型（凸型）から得られた入槽モデル（凹型）の表面に厚くめっきを行い、これを離形して、母型と同じ形状を作る方法である。（母型に直接めっきを行い、離形して凹型を得る場合もある。）

電気めっきで学んだ技術をもとに、電鑄で金属アートをつくってみよう。

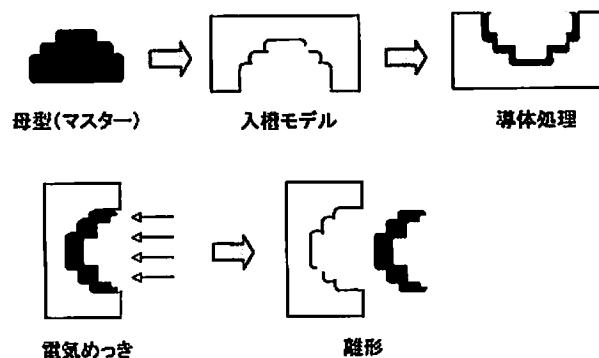


図3 電鑄の工程

安全に関する注意事項（重要）

- 化学物質を扱うので、白衣、安全メガネ、手袋を着用すること。
- 溶液の調製は全てドラフトチャンバー内で行なうこと。
- 使用後の廃液は必ず専用の廃液タンクに入れ、決して水道に流してはならない。
- その他、どんな些細な事故であっても担当教官に知らせること。

参考文献

- 「電気化学実験法」，吉沢四郎編，明文書房（1979）.
- 「アルミニウムの表面処理」，小久保定次郎著，内田老鶴圃（1975）.
- 「電気めっき技術」，佐藤正雄ら著，朝倉書店（1969）.