

プラスチックに「めっき」しよう

応用化学科 柴田正実、柳 博

はじめに

私たちの身の回りには金属のような光沢をしたものがたくさんあります。例えば、自動車の外装や内装品とか、日用品、家電製品などいろいろなところで目にします。しかし、これらの物は必ずしも金属の塊でできているわけではありません。多くの場合、プラスチック素材などの表面を金属で被覆しているだけです。金属素材に比べて、プラスチックの方が加工しやすく、軽く、安価に製造できるからです。ただ、プラスチック素材そのものでは安っぽく見えますので、塗料や金属膜でプラスチック表面をコーティングするわけです。「めっき」という技術を使い、プラスチック素材の表面に金属を薄く析出させることによって、高級感を出したり、強度を上げたりすることができます。

「めっき」は金めっきなど装飾品に古くから用いられてきた技術ですが、最近の進歩はめざましく、半導体などのエレクトロニクス分野やマイクロマシーン、マイクロチップなどのナノテクノロジー分野などにも用いられる高度な技術として注目されています。

めっきを「電気めっき」と「無電解めっき(化学めっき)」に大きく2つに分けることができます。「電気めっき」では電気を流さなければなりませんので、導電物質(主として金属)をめっきの対象物としていますが、「無電解めっき(化学めっき)」では電気を流す必要がありませんので、電気が流れない不導電体物質もめっきの対象にすることができます。上で述べたプラスチックへの金属皮膜のコーティングは無電解めっきを用いて作製することができます。

プラスチックやガラスは薬品と反応しにくいので、めっきが難しいといわれています。めっきすることにより、これらの表面に金属薄膜が形成されたとしても、すぐに剥がれてしまいます。多くの場合、反応性の高い薬品(クロム酸やフッ酸など)でプラスチックやガラスの表面を荒らした後、めっきをしています。最近では、これらの表面を荒らさずに、密着性良くめっきする方法が研究されています。

今回の実験では、プラスチック基板に無電解ニッケルめっきを試みましょう。

「無電解めっき」とはどんな反応？

「無電解めっき」とはどんな「めっき」？ その前に、「銀鏡反応」を知っていますか？……高校の化学の教科書にも載っている反応で、有機化合物の還元性(ホルミル基、あるいはアルデヒド基ともいう)を確認する反応として取り上げられています。硝酸銀水溶液にアンモニア水を加えて試験管などのガラス容器に入れ、その中にグルコース水溶液などを加えて温めると、溶液中で銀が析出し、内壁に付着して鏡のようになる現象です。これは、グルコースなどの還元剤の酸化反応と銀のイオン(錯イオン)の還元反応が同時に起こって、金属銀が生ずる反応です。

一方、無電解めっきでは、金属イオンを含む水溶液と還元剤を含む水溶液を混合した溶液を用います。無電解めっき液には、金属イオンと還元剤の両方が溶液中に存在していますが、金属の析出は起こりません。

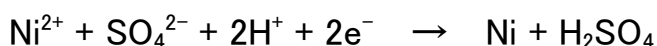
では、なぜ銀鏡反応のように金属が析出しないのでしょうか？……それは、この無電解めっき液中では、酸化還元反応が非常に遅くて、全くと言ってよいほど反応が進まないからです。

では、どうやって「めっき」するの？……反応を促進させるために触媒を用います。無電解ニッケルめっきを例に説明しましょう。

めっき反応は以下のような反応となります。これは、還元反応(A)と酸化反応(B)を組み合わせた反応です。



(A) ニッケルイオンが金属ニッケルに還元される反応

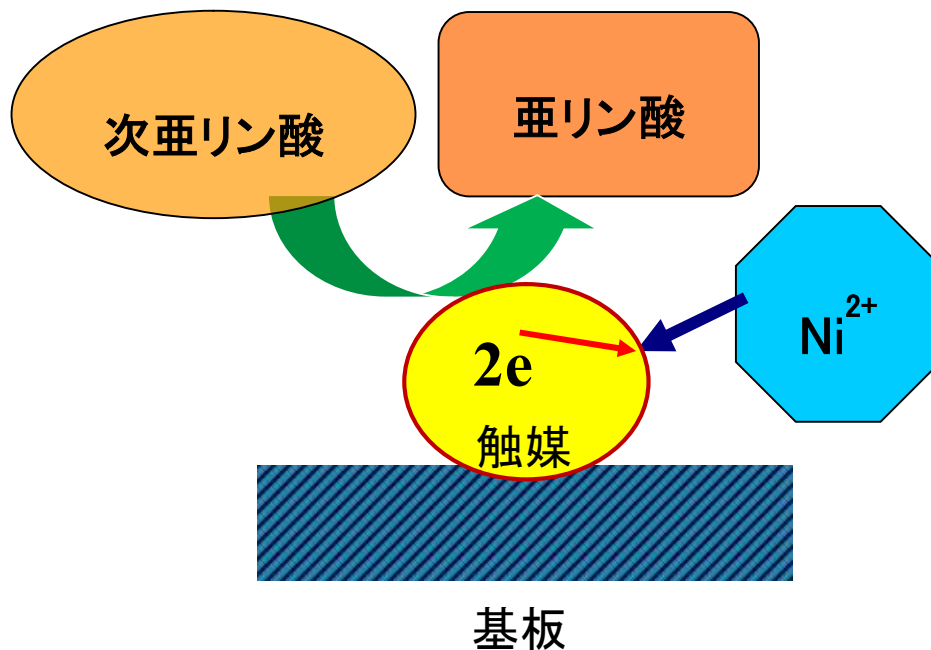


(B) 次亜リン酸(還元剤)が亜リン酸に酸化される反応



ここで、還元剤である次亜リン酸が亜リン酸に酸化される反応(B)は触媒がないと反応が進みません。次図に示すように、プラスチック基板上に触媒を付着させておくと、その触媒上で次亜リン酸が酸化されて亜リン酸になります。このとき電子を放出しますので、この電子

によってニッケルイオンが還元されて、金属ニッケルが析出します。このように触媒が存在する部分で、めっき反応が起こります。したがって、めっきをしたい部分にだけ、触媒を付着させることによって、選択的にめっきできることが無電解めっきの特徴の1つです。触媒には通常パラジウムが用いられます。めっきしたい基板の上に、無数のパラジウムナノ粒子を付着させてから、めっきを行います。



実験方法

[溶液の調製]

スズ触媒液 (調製に時間がかかるので、既に調製済み)

純水に 50ml に塩酸を 0.1ml 加え、この水溶液に塩化第一スズ 0.10g を溶かす。

パラジウム触媒液 (調製に時間がかかるので、既に調製済み)

塩化パラジウム 0.01g を塩酸 0.1ml に溶かし、純水を加えて、50ml に調整する。

無電解ニッケルめっき液 (注意事項を守って慎重に調製してください)

硫酸ニッケル六水和物(金属塩)を 2.63g、グリシン(錯化剤)を 1.50g、次亜リン酸ナトリウム一水和物(還元剤)を 2.12g 量り取る。この順番に純水 95ml に溶かす。さらに、塩酸と水酸化ナトリウムで pH を 5.0 に調整をし、純水を加えて 100ml に調整する。

[めっきの手順]

プラスチックやガラス基板にめっきするときに重要なことは前処理です。まず基板表面の汚れを除かなければ行けません。次にこの表面上に触媒を付着させます。このような前処理をしたプラスチックやガラス基板をめっき液に浸けると金属の析出が始まります。

[プラスチックにめっきする]

- ① ABS樹脂の板を5cm×2cmに切る。これを3枚用意する。
- ② 切った板を中性洗剤および水洗した後、ビーカーに入れ純水で超音波洗浄を行う。
- ③ ABS樹脂基板3枚のうち2枚を紫外線照射機に入れ、UV照射する。
- ④ 照射機から出したら、そのうち1枚のめっきする部分に指紋をつける。
- ⑤ すぐに触媒化する。
Sn溶液に2分浸漬、水洗し、Pd溶液に2分浸漬し、水洗。これを2セット行う。
- ⑥ めっき液に浸漬。(70℃、10分間)
- ⑦ 水洗後、乾燥する。
- ⑧ テープを貼り付け、はがしてみる。

(追加実験) [ガラスにめっきする]

- ① スライドガラスをアセトンで15分間超音波洗浄。
- ② Sn溶液に3分浸漬、水洗し、Pd溶液に3分浸漬し、水洗。
- ③ めっき液(70℃)に浸漬。(5分、10分)
- ④ 水洗後、乾燥する。
- ⑤ 膜厚測定を行う。
- ⑥ 密着強度測定を行う。

結果

比べてみよう。考えてみよう。

プラスチック基板について

1. めっき膜の密着性のよいものはどれですか?
2. なぜ、このような違いが?

(追加実験) ガラス基板について

3. めっき膜の厚いものはどちら?
4. 密着強度はどれくらいありましたか?