

安全な高速可逆亜鉛メッキの開発

山形県立山形中央高等学校 化学部



www.1.cts.ne.jp/~hino-chu/rikabu/



http://www.1.cts.ne.jp/%7Ehino-chu/rikabu/katsudou.htm

I きっかけ

97年頃知った銅板を金色にする実験に憧れたが、児童の前で30%水酸化ナトリウム溶液に亜鉛末を加え沸騰させていた。

安全と表面の粗さと金属光沢不足を改良し、安心して児童に見せたいとたいと考えた。

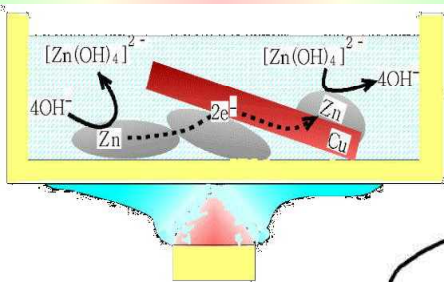
II 発見と探求

両性金属である亜鉛を溶かす、歴史的に比較的
安全な塩基として草木灰(K_2CO_3)に着目し、稲わら
灰でわずかなメッキ皮膜を得た。炭酸カリウムは

$K_2CO_3 + H_2O \rightarrow KHCO_3 + KOH$ と加水分解し
強い塩基性を生むが、pH11.7程度で「セスキ洗濯
ソーダ」のように短時間であれば素手でも扱える。

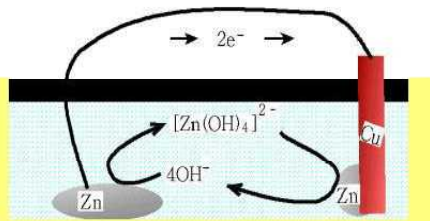
【問題点：亜鉛皮膜が薄い。】

解決のためメッキ原理を考えた



1 電池形成で亜鉛錯体が移動しメッキ形成している。

局部電池形成を避けるため銅と亜鉛を離し、導線でつなぐ。



III 最後の課題：メッキで炎を使う危険

黄銅形成で銅の融点は $1083^\circ C$ 、
亜鉛 $419^\circ C$ であり、古来炭火と混合し
亜鉛蒸気で反応させたとあるが、
亜鉛沸点は $907^\circ C$ 。バーナー加熱
は必要と考えていた。

【失敗からのヒント】

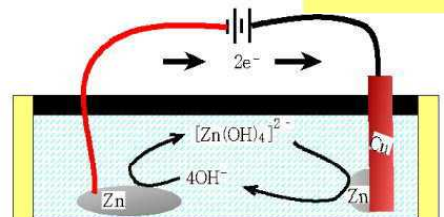
実験ミスで、亜鉛メッキ銅板を $90^\circ C$ に保つと黄銅を形成した。

試行錯誤の結果、ホットプレート
の一種、ポットウォーマー(約 $160^\circ C$)
を用いると比較的簡易な操作で黄
銅ができた (蒸気を含めナノ粒子の可能性?)

【本実験法の利点】

メッキの繁雑な事前処理不要で、
市販銅板を直接利用できる上、曲
げや工作加工で剥離しない(風車写真)

- ① メッキ液は塩基性環境であり、多少の手脂は鹼化で除かれる。
- ② 亜鉛錯体が常時酸化し、嫌気的環境のため $100\ \mu m$ 程度の酸化銅皮膜は還元除去される。
- ③ 逆通電で瞬時にメッキが除かれる。電池形成(約1V)できる、亜鉛錯体を集めたり離す概念をハンドジェネレータのトルク変化で体感できる等の教材利用ができる



3 順方向通電が可能となり、亜鉛錯体の移動を促進できた。

4 液温をあげ成功

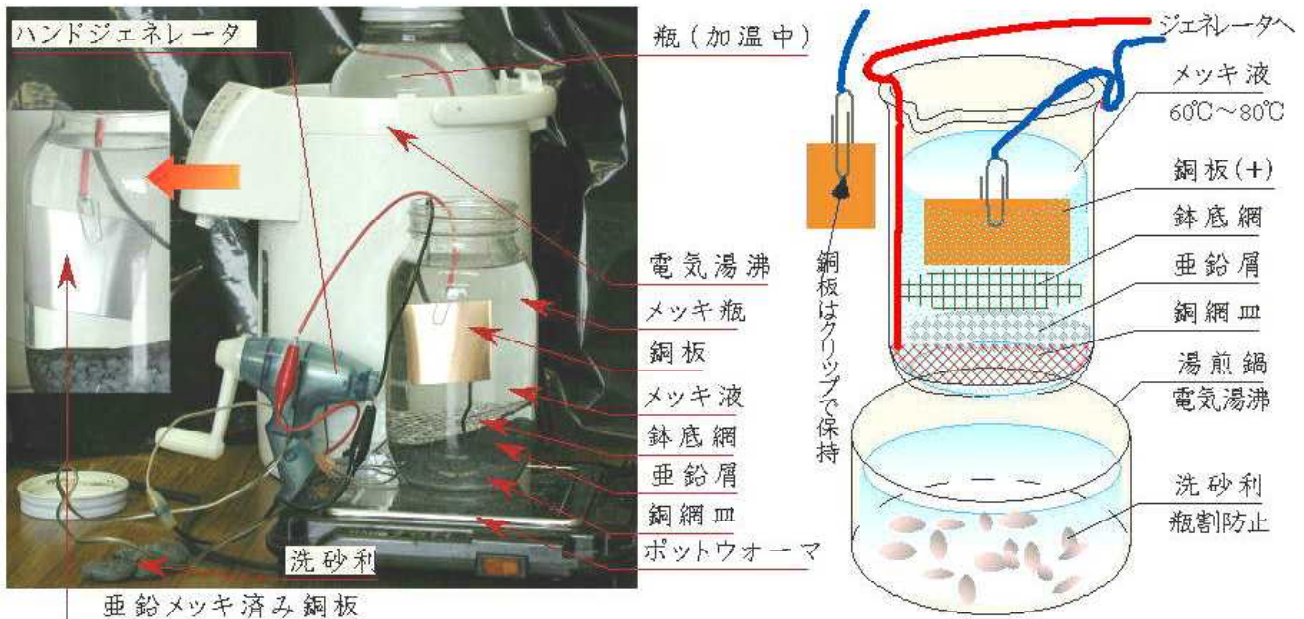


50度以下は 亜鉛皮膜が薄く銅の地色が出る。温度
依存の錯体配位子構造変化が考えられる。

装置の概要

山形県立山形中央高等学校 化学部

I 装置の概要



装置は、科学の祭典など移動を考慮し、保護兼加熱器具としてCPU制御の無い湯沸かし器を用い、電源には亜鉛錯イオンを集めたり離すイメージを体感できるようにハンドジェネレータ(約10V)を用いた。その後のモデルでは写真には無いが接続クリップを二重にし、児童の引っ張りによる装置転倒の安全弁とした。

II メッキ液の調整と保管

- 1) 山菜瓶(加熱可)に電極をつけた銅網を敷く
- 2) 塩酸洗浄・水洗浄した亜鉛華を適量敷く
- 3) 重量%30%となるよう炭酸カリウムを入れる
- 4) 5分以上沸騰抜気した湯を静かに注ぐ
- 5) 発泡が収まったら ガスが脱けられるよう緩めに蓋をし、布巾で保温し、一晚保つ(錯体増加を期待)
- 6) 使用時は70~80°Cに保つ
- 7) 利用後は蓋をし、酸素を断ち冷暗所に保管する。200g程度の亜鉛華で数年間・数十回の実験に使える。
- 8) 亜鉛華に酸化物が多くなった場合、液を別容器に移し、亜鉛華を塩酸洗浄する。廃液は過酸化水素で沈殿後乾燥し業者へ依頼する。

☆ 今後の課題

本実験で銅板上(電極上)に緻密な亜鉛皮膜を得ることができた。亜鉛は空气中で容易に表面が酸化し酸化亜鉛になる。これは基本n型半導体だ。一方酸化メッキ実験により私達は酸化銅I(Cu_2O)被膜を得た。これは資料によればp型半導体であり、ゼーベック係数が高い。また、従来の酸化銅と異なり風車作成できるほど密着性が高く、導電性を持つ。厚さもある程度調節できる。両者の組合せで安価なペルチェモジュールや光発電モジュールにできないか、考えている。