

行動電化學蝕刻——印台和金屬書籤的製作

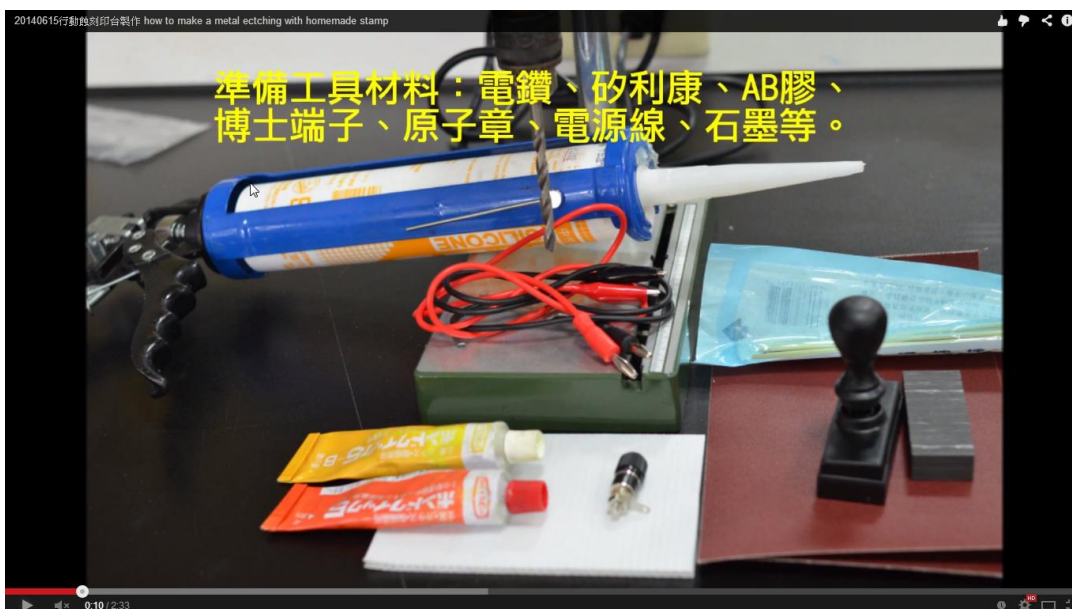
廖旭茂*、黃維靜

國立大甲高級中學

*nacl880626@hotmail.com

■ 影片觀賞

本實驗影片由國立大甲高中提供。



影片網址：行動電化學蝕刻——印台和金屬書籤的製作，

<http://youtu.be/r5Ei3VAOrnE>，YouTube。

■ 簡介

早期的蝕刻 (Etching) 是應用在版畫上，畫家可以在金屬板上先塗上一層蠟，然後以針等尖銳器具，在板上作畫，畫出的線條或輪廓，蠟隨即被刮除，最後將此金屬板製入硝酸或腐蝕液中，除去蠟的部分隨即被侵蝕凹陷；再將蠟清洗乾淨，凹陷的線條可以塗佈各種不同的顏料，完成創作。今天可以強

酸腐蝕、電化學電解以及物理電漿蝕刻的方式，進行各種材質的表面加工。透過化學濕式的蝕刻，通常需要用到強酸或強鹼等高腐蝕的溶液，在美麗的背後通常都要付出不小的代價。

電化學蝕刻是利用外加電壓的方式，讓金屬（通常為活性小或不易氧化的合金）在電解質溶液中氧化，慢慢溶解，進而使金屬表面出現具有立體凹凸的圖案。本實驗之教具的開發，可免去消耗大量腐蝕液以及處理的顧慮，符合減量、減廢的綠色化學原則。

■ 藥品與器材



圖 1：本實驗所需相關材料

本實驗所需相關材料，如圖

1 所示。

1. 矽利康膠
2. 電鑽
3. 彈簧(直徑 8 mm x 長 10 cm)
4. 鐵鉗(90 mm · 斜口)
5. AB 膠
6. 中形博士端子(寬 1.3cm x 長 3.6 cm) 1 個
7. 石墨塊(長 6.2 cm x 寬 2.0 cm) 1 塊
8. 原子章(約與印台大小相當)
9. 橡皮筋
10. 電源導線(黑線一端為香蕉插頭 · 一端為鱷魚夾子；紅線兩端皆為夾子)紅黑各 1 條
11. 棉花棒
12. 砂紙(200#)一張
13. 磷酸鋰鐵電池(13.2V · 2.3Ah) 1 組



圖 2：博士端子插座接合到把手的圓洞

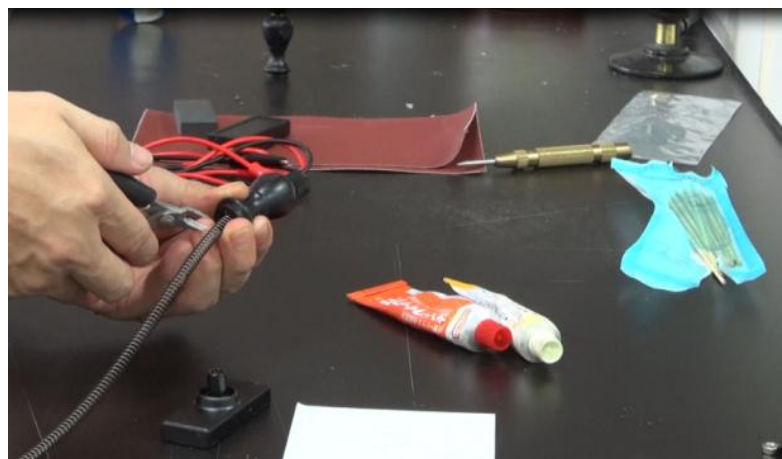


圖 3：裁剪一段適當長度的彈簧 · 連接插座與印台

■ 實驗步驟

一、蝕刻印台的製作

1. 用電鑽，在原子章把手的頂部鑽出一個洞，直接貫穿此把手。接著裝入一個博士端子當電源插座，並以 AB 膠黏著固定，如圖 2 所示。



圖 4：印台塗上矽利康固定並防水

2. 用鐵鉗剪一小段適當長度的彈簧，插入此把手的洞內，此彈簧有一端接觸到博士端子且有一小段突出把手的外面，如圖 3 所示。



圖 5：組裝完成的蝕刻印台

3. 準備一個與原子章的印台大小相當的石墨塊，經適當砂磨後，塗上矽利康膠，裝入印台內面的塑膠殼內。此時，突出的彈簧頂住石墨塊，四周以矽利康膠固定，用橡皮筋綁住，如圖 4 所示。

4. 在連接插座與石墨印面，以膠布壓緊，暫時固定，以 AB 膠黏著穩固連接處。

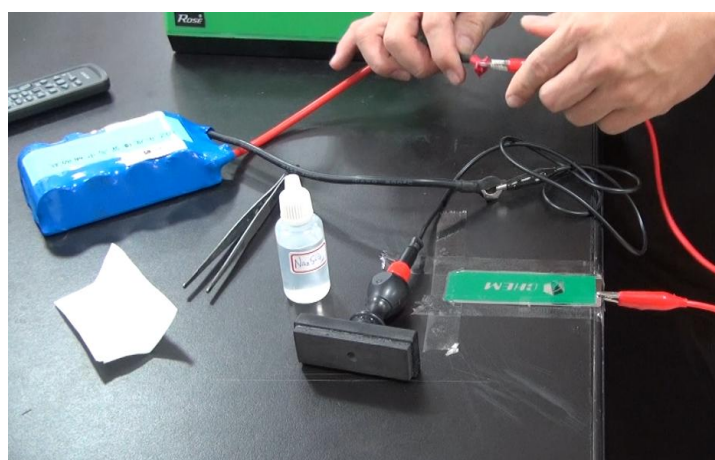


圖 6：電池的負極連接蝕刻印台（黑線），
正極連接金屬片（紅線）

5. 乾燥後，移去橡皮筋

和膠布。

6. 製作完成的蝕刻印台，如圖 5 所示。

二、金屬書籤的製作

1. 取一片事先印製設計的卡典西德膠膜，貼在一個金屬片（鐵或銅合金）的表面，行動電源電源的負極（黑線導線）與蝕刻印

台的插座連接，電源的正極（紅線）以鱷魚夾夾住金屬片。本次實驗使用的電源為磷酸鋰鐵電池，圖 6 為電解時電源兩極與插座和金屬片連接的方式。

2. 於金屬片上放置一塊化妝棉，並以裝有硫酸鈉溶液的點滴瓶沾濕棉布，隨即以印台輕壓棉布，電解時間約 2 分鐘，仔細觀察電解過程。圖 7 為電化學蝕刻的過程。
3. 移去電源，以鑷子夾起棉布，上殘留藍色及棕色的字跡。以乾棉布輕拭金屬片表面，接著撕去卡典西德膠膜。以乾棉布沾少許粗臘，沿同一方向推拭至金屬表面光亮即可。圖 8 為蝕刻完成時，掀起棉布時的，棉布表面的外觀。

■ 實驗結果

圖 9 和 10 為不同材質的書籤作品。

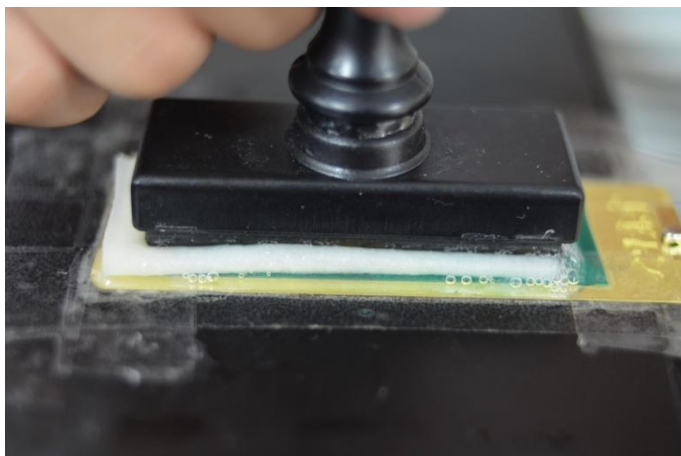


圖 7：在電化學蝕刻中，棉布上出現泡泡，應為氫氣。

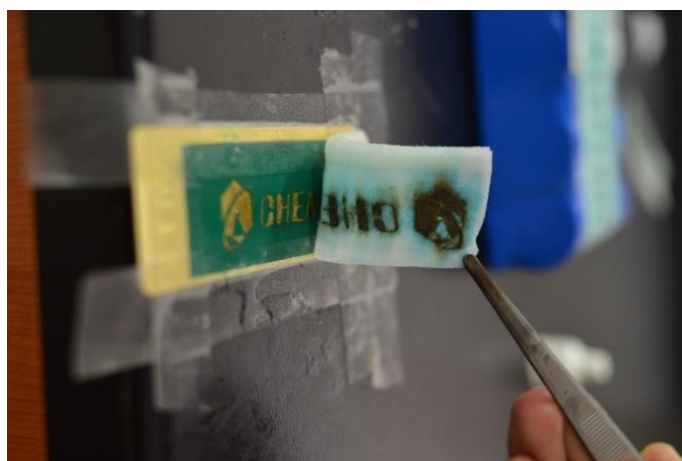
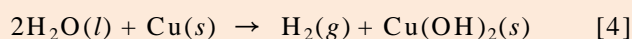
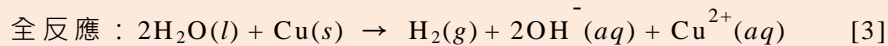
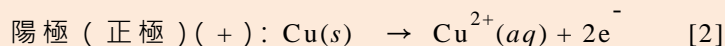
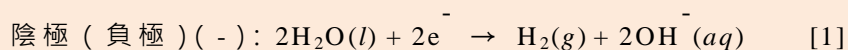


圖 8：銅合金的蝕刻正極反應殘留的藍色與棕色的字跡外觀

■ 原理與概念

本實驗係利用電化學電解原理，使用一個自製的蝕刻印台，在一塊事先貼好膠膜的金屬表面上，隔著以鹽水沾濕的棉布，數分鐘內隨即完成電化學蝕刻實驗。若蝕刻的金屬為銅片，則其兩極的反應，如式[1]和[2]所示：



在電化學蝕刻後移去電源，以鑷子夾起棉布，上殘留藍色及棕色的字跡，研判應為陰極（負極）生成的氫氧根離子與銅等金屬離子生成氫氧化物的沉澱，其反應如式[4]所示。

■ 安全注意及廢棄物處理

- 本實驗使用完畢的化妝棉，因沾有少許重金屬，請依實驗室廢棄物規定，統一回收處理。



圖 9：不鏽鋼材質的書籤

1. Etching, Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/Etching>.

2. 柯賢文。民國 84 年。腐蝕及其防制。初版，193-208。全華科技圖書。

3. 廖旭茂。家庭化學實驗：行動電化學蝕刻。科學研習月刊，2013，卷 52，期 11，頁 16~19。



圖 10：黃銅材質的書籤

■ 參考資料