

行政院環境保護署環保創新科技研發計畫

# 廢印刷電路板錫回收與金屬錫之純化技術

計畫合作單位：國立台灣科技大學機械工程系<sup>1</sup>、化學工程系<sup>2</sup>  
優勝奈米科技有限公司<sup>3</sup>

**主 講 人**：許景翔 總經理<sup>3</sup>

計劃主持人：郭俞麟 教授<sup>1</sup>、曾堯宣 教授<sup>2</sup>、顧 洋 教授<sup>2</sup>

中華民國 103 年 09 月 22 日

## 簡報內容

- 一、前言
- 二、環保剝錫添加劑開發程序
- 三、主機板剝錫解焊與沉錫流程
- 四、氧化錫純化技術
- 五、回收效益評估
- 六、結論

# 一、前言

- 隨著電子產業的發展，台灣印刷電路板產業在全球的市場占有率持續上升。但科技用品日新月異的進步，使得科技產品汰換率的增加，伴隨而之就是大量的**廢棄印刷電路板**，其中含有許多重金屬若是任意丟棄將會造成嚴重的水源、空氣、土壤等汙染。
- **印刷電路板(Printed Circuit Board, PCB)**含有金、銀、銅、錫等金屬成分。其中銲接電子元件所使用的**錫膏**，含有大量的金屬錫，若是能夠選擇性的將金屬錫的部分剝除，不僅可以將金屬錫回收重複再利用，亦可以完整的收集含有金、銀、鈹貴金屬的IC、電容、電晶體、連接器等電子元件。

- 廢棄電路板的回收方式大都是以**焚燒法**或是**強酸剝離法**，但前者焚燒電路板後會有大量的**戴奧辛**及**懸浮微粒**產生，造成嚴重的空氣汙染。後者則會以硝酸、王水等強酸剝離貴重金屬後，將其餘**含錫廢液任意傾倒**，引發嚴重汙染。



金屬基本價格(2014.09.12)

錫 :21,257 美元/公噸

鋁 :2,120 美元/公噸

鎳 :18,311 美元/公噸

銅 :6,866 美元/公噸

2003~2013錫價曲線圖



- 由於近幾年來環保意識高漲(**RoHS**)，含錫量較高的**無鉛錫膏**逐漸取代了含鉛錫膏，導致近幾年來錫金屬價格不斷的上升，故回收錫的議題變得相當重要。

錫膏	含錫量
鉛錫錐料	60~65%
無鉛錫錐料	90~96%

## 二、環保剝錫添加劑開發程序

- 研究團隊為改良傳統之濃硝酸剝除法，研究**環保剝錫添加劑**，此剝錫添加劑為一種添加**鎳緩蝕劑**與**銅緩蝕劑**的中性水溶液，可以選擇性的錫將鍍層剝除，並將主機板取得較完整的電子元件，以利後續各類金屬的回收及處理。

<b>SnST-550A環保剝錫添加劑</b>	
Composition	< 10% Surfactant < 20% Metal inhibitor > 80% Water
pH	7.0~8.0
Density	1.0~1.1
Solubility	Soluble in H <sub>2</sub> O

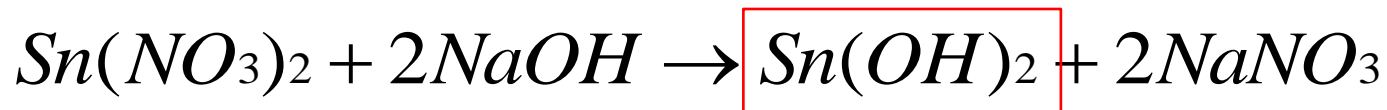
## <環保剝錫劑開缸建浴參數>

參數	操作範圍	建議參數
68% 硝酸	200-400 ml/L	250 ml/L
SnST-550A 剝錫添加劑	200-400 ml/L	250 ml/L
溫度	15-60°C	30°C
攪拌	靜置或滾動皆可	
抽氣	建議使用	
容器要求	聚丙烯 (PP) 或不鏽鋼(SUS 304)	
剝錫飽和度	160~200 g/L	



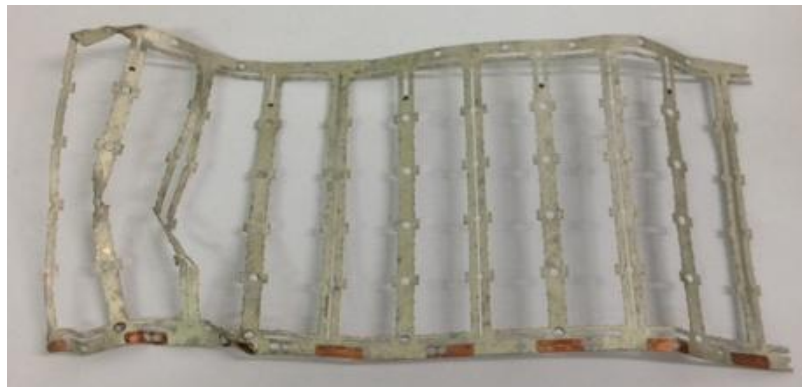
## 錫鍍層剝除程序

- 剝錫溶液的剝錫原理為**硝基與錫反應將會形成硝酸亞錫化合物**，再藉由酸鹼滴定沉澱的方式來取得**氫氧化錫固體**。
- 藉由剝錫溶液，可輕易取得電路板上鍍錫之電子元件，再藉由對含錫溶液的純化，以取得高純度的錫。

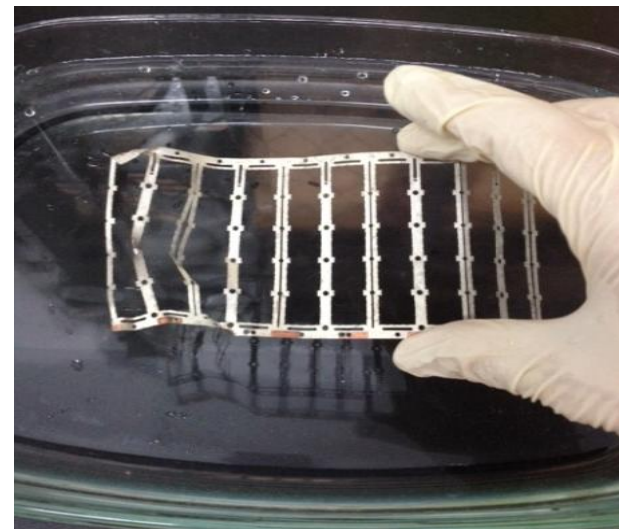




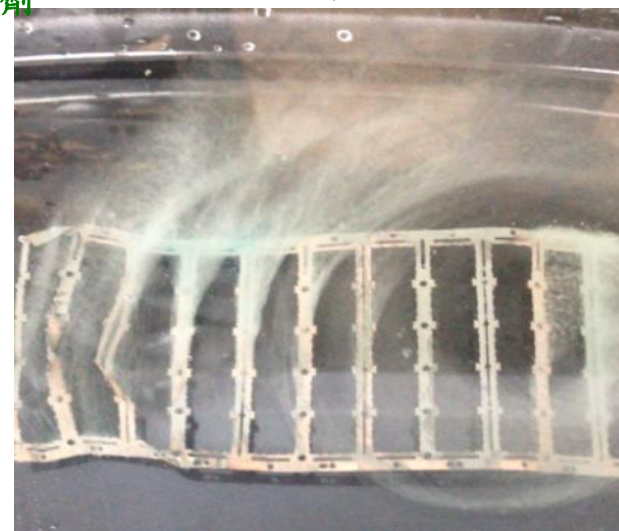
<實驗I---銅材鍍錫廢料>



鍍錫廢料剝錫前



68% 硝酸  
(250 ml/L)  
+  
SnST-550A剝錫添加劑  
(250 ml/L)  
+  
水  
(500 ml/L)



室溫下25°C靜置2 min



鍍錫廢料剝錫後

〈實驗II---廢主機板剝錫解焊〉



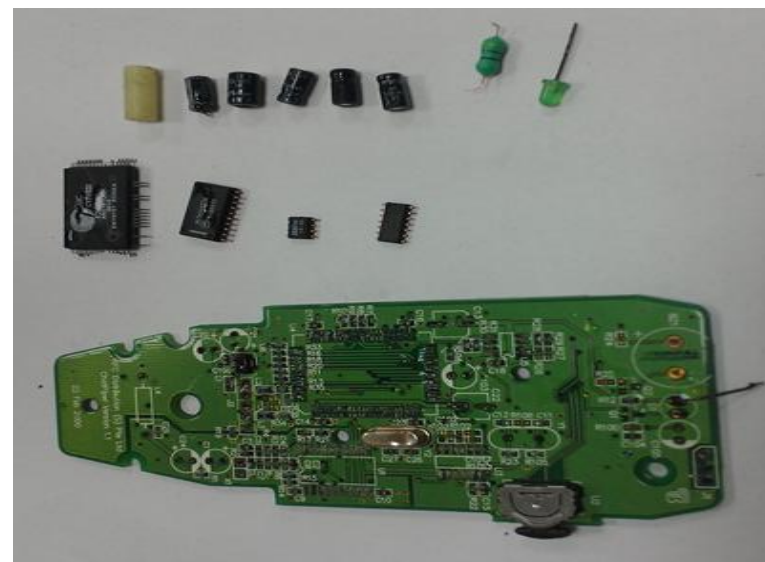
先取報廢的主機板



68%硝酸  
(250 ml/L)  
+  
SnST-550A剝錫添加劑  
(250 ml/L)  
+  
H<sub>2</sub>O  
(500 ml/L)



室溫下25°C靜置10 min



順利將主機板上的電子零件剝錫取下





<實驗III---廢主機板剝錫解焊>

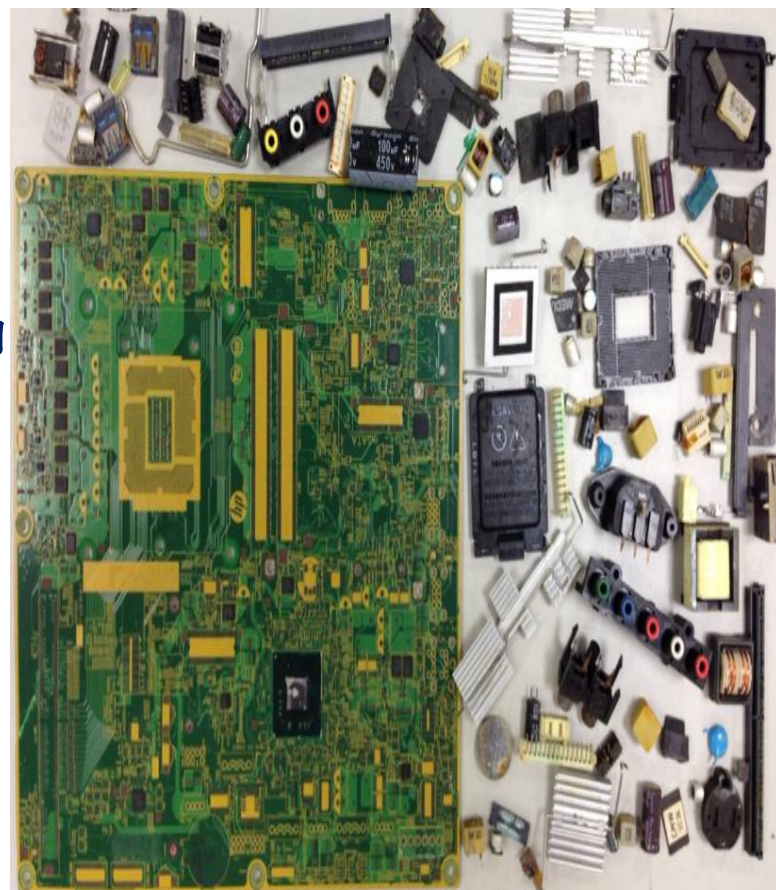


廢主機板剝錫前

68% 硝酸  
(250 ml/L)  
+  
SnST-550A剝錫添加劑  
(250 ml/L)  
+  
水  
(500 ml/L)



25°C 靜置40 min



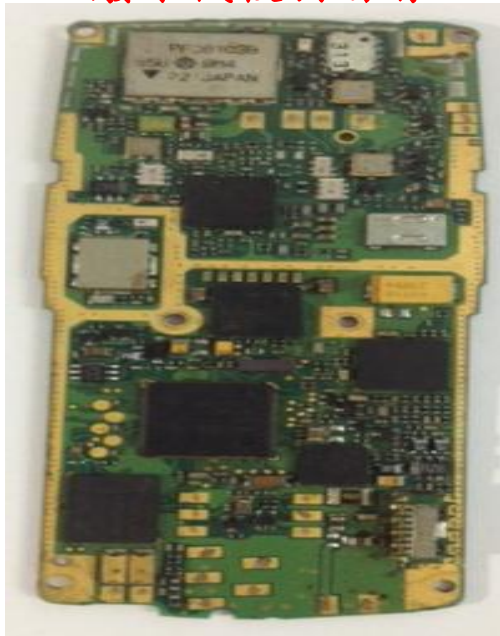
廢主機板剝錫後

經處理後可進行分類來得以下材料：

1. 金屬：金、鈹、銀、銅、錫、鋁、不鏽鋼
2. 其它物質：塑膠、電容、IC、CPU

<實驗IV---廢手機板剝錫解焊>

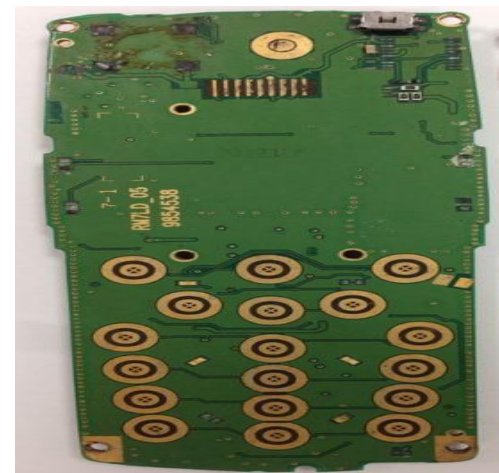
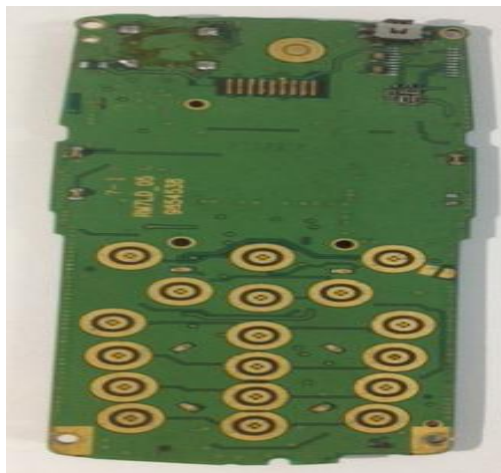
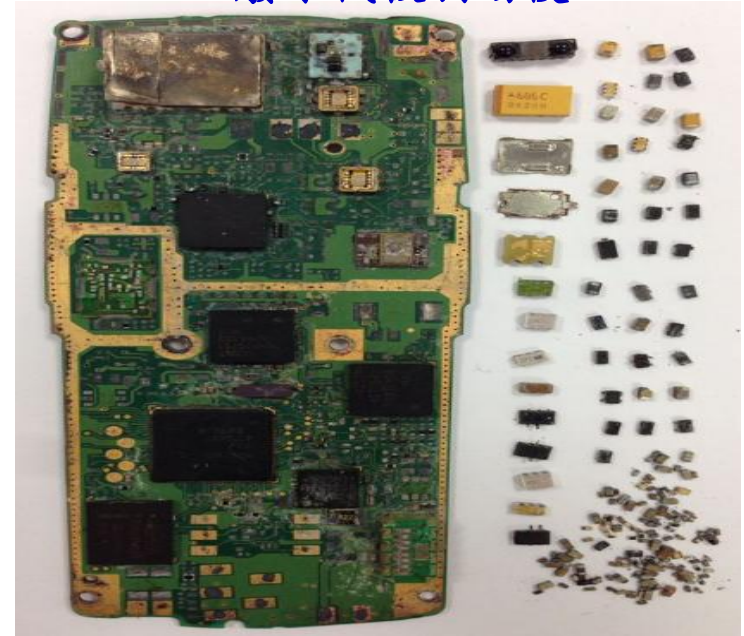
廢手機板剝錫前



68% 硝酸  
(250 ml/L)  
+  
SnST-550A剝錫添加劑  
(250 ml/L)  
+  
水  
(500 ml/L)

室溫下25°C  
靜置40 min

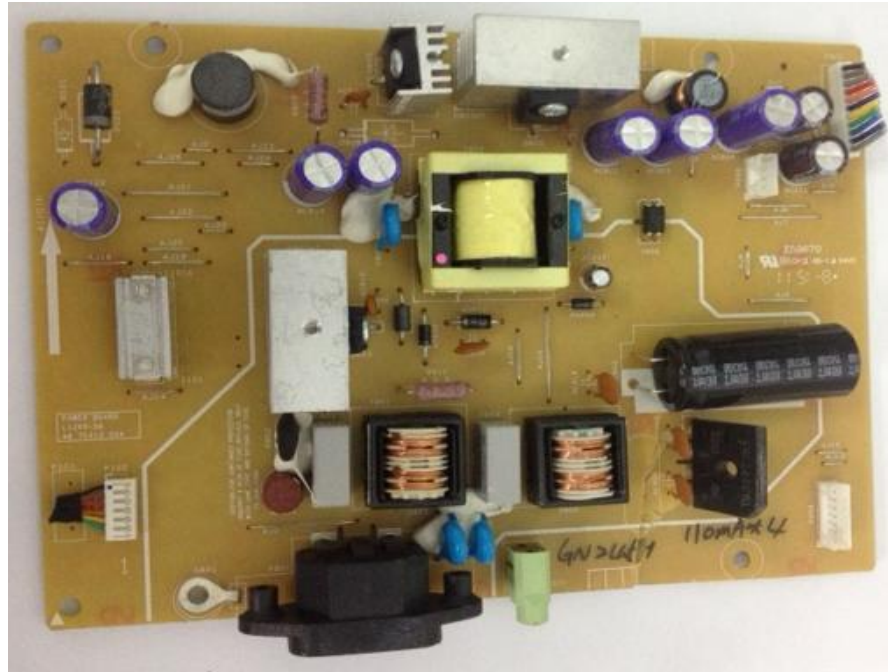
廢手機板剝錫後





〈實驗V---廢家電板剝錫解焊〉

廢家電板剝錫前



廢家電板剝錫後



68% 硝酸  
(250 ml/L)

+

SnST-550A剝錫添加劑  
(250 ml/L)

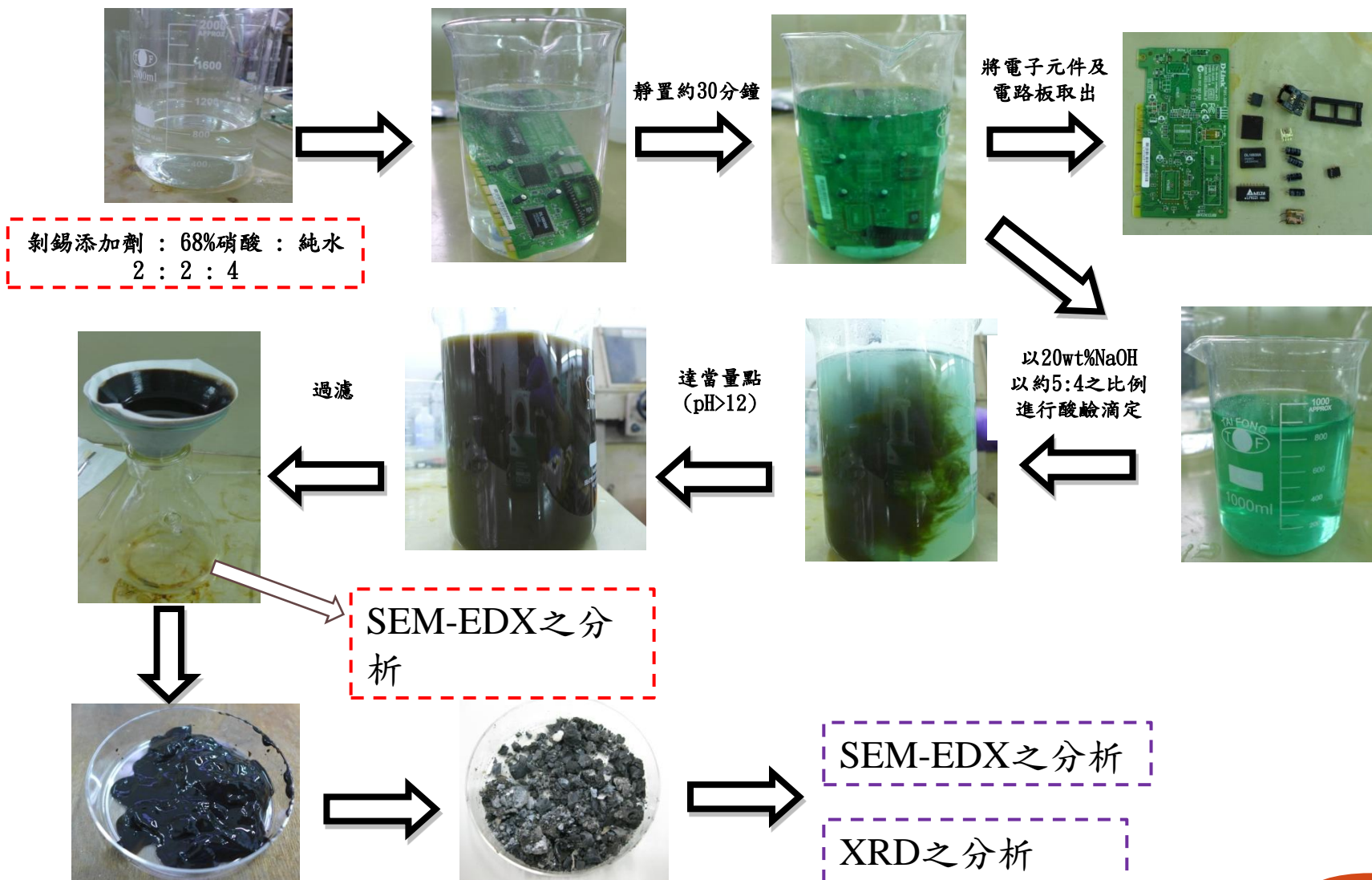
+

水

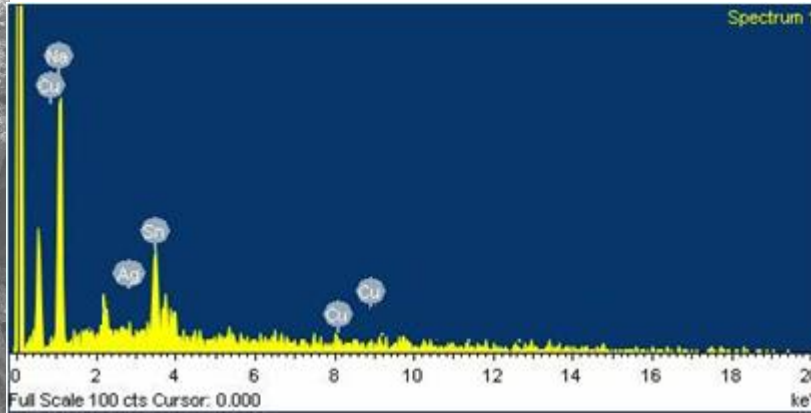
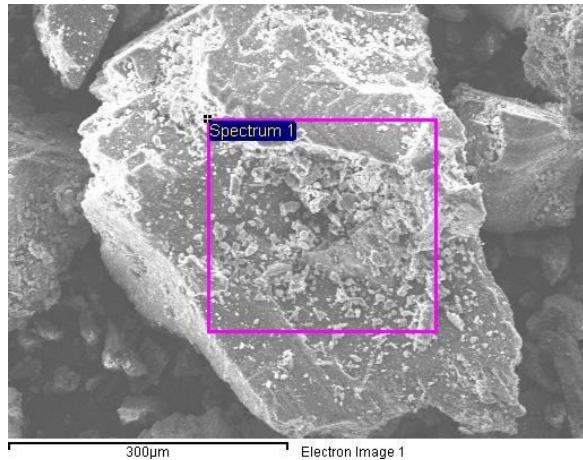
(500 ml/L)

室溫下25°C靜置40 min

# 三、主機板剝錫解焊與沉錫流程



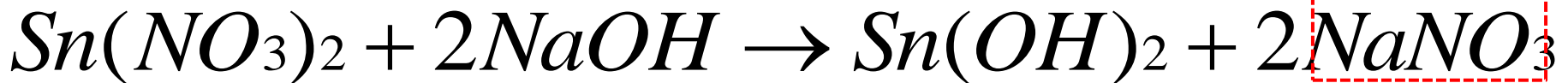
## 含錫產物的EDX成分分析



Element	Weight%
Sn	44.92
Cu	3.90
Ag	2.99
Na	50.58

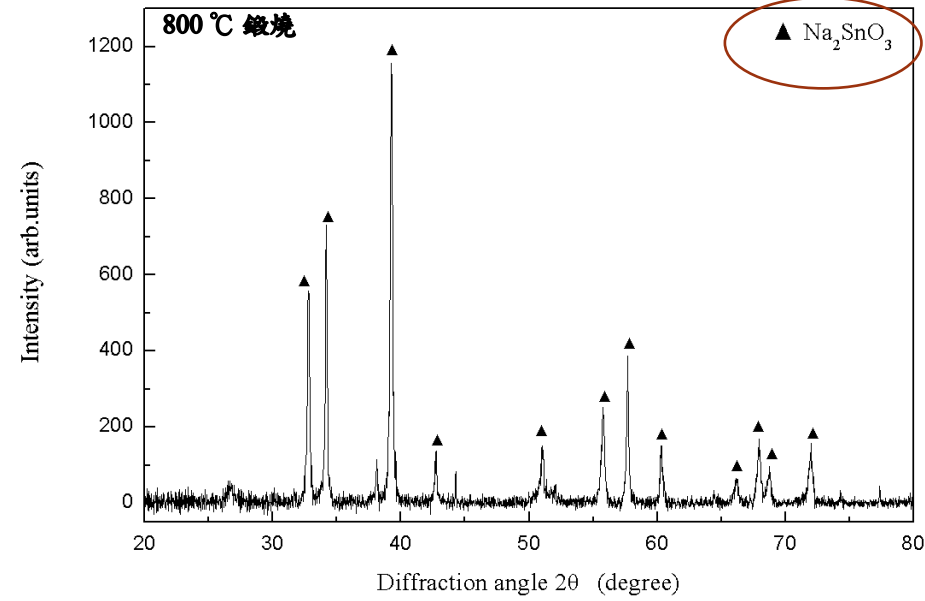
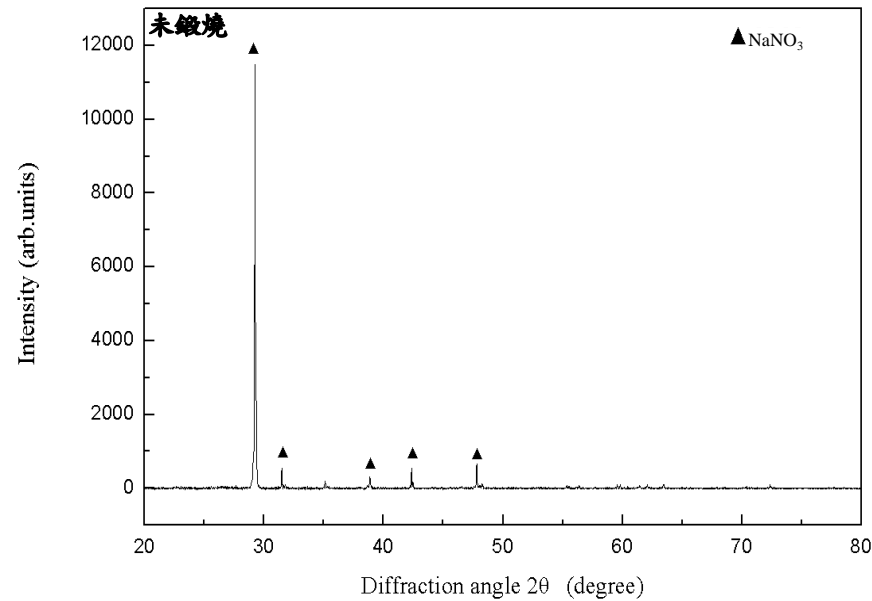
SEM-EDX實驗

- 由SEM-EDX之實驗分析含錫產物，可以發現有大量的Na含量，由化學式在此判斷為硝酸鈉。





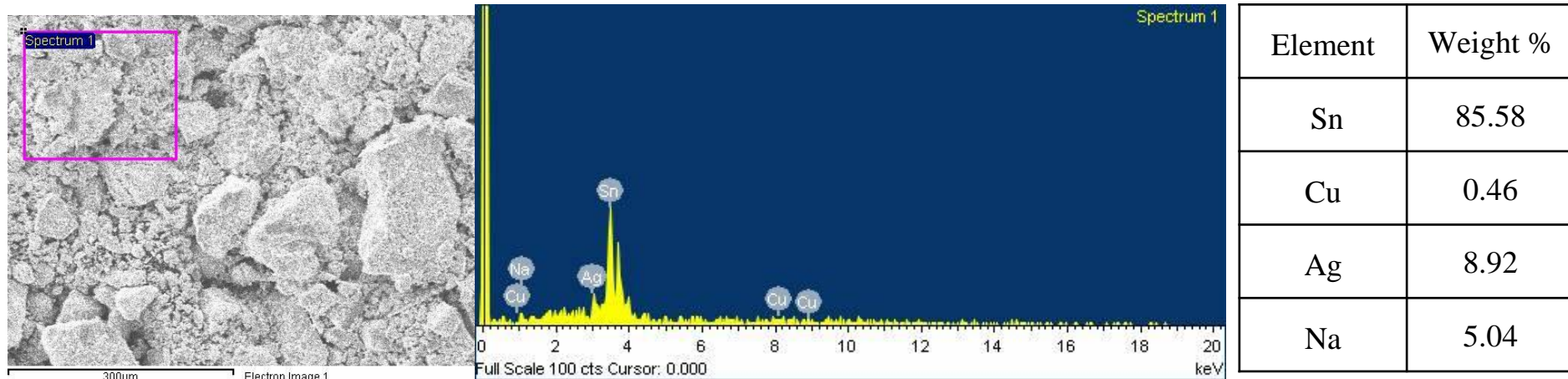
## 含錫產物的XRD成分分析



### XRD 實驗

- 以XRD分析，確認含錫產物中確實有大量的硝酸鈉，且經由高溫鍛燒後，亦可以觀察到錫酸鈉。

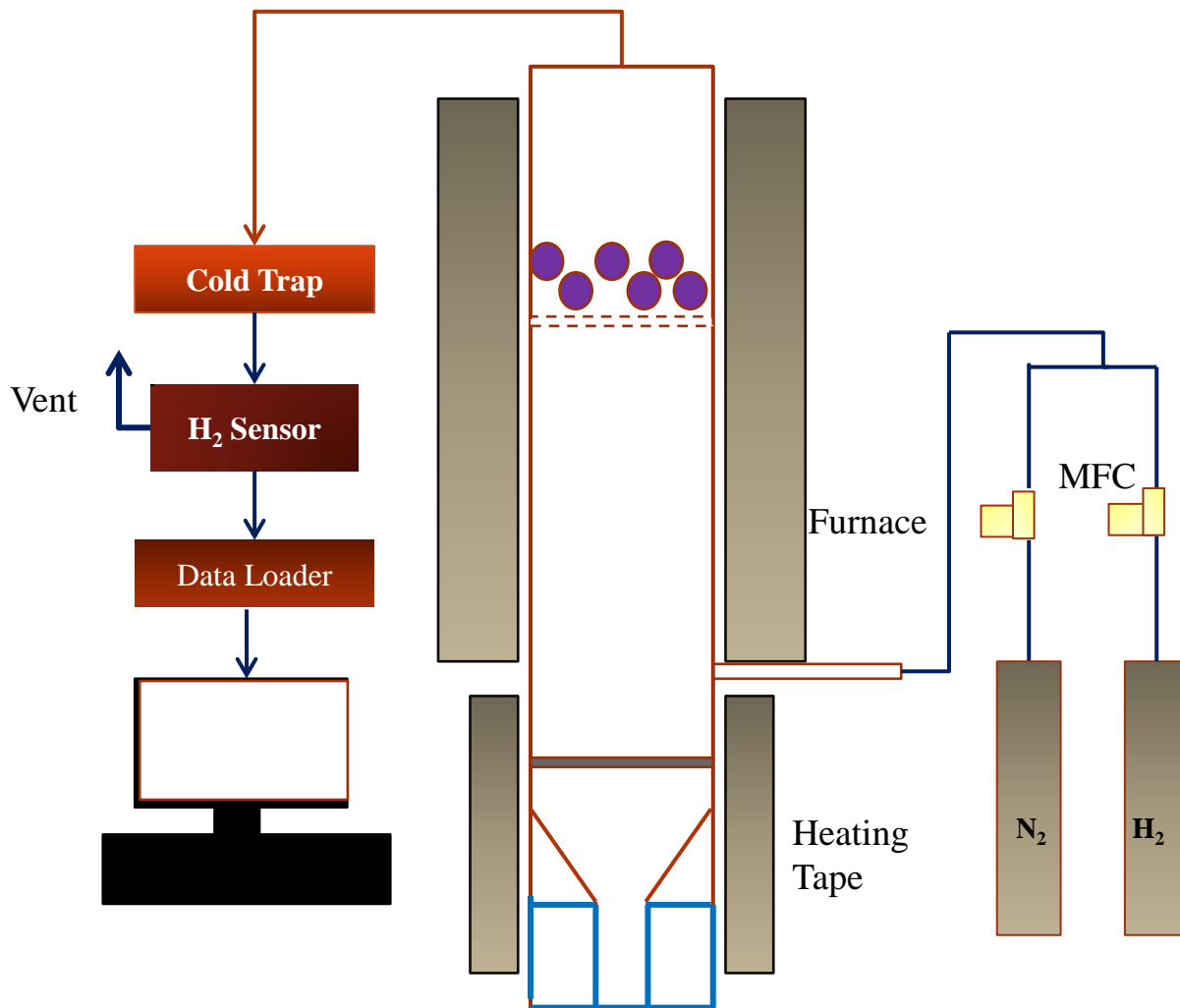
## 水洗含錫產物的EDX成分分析



### SEM-EDX實驗

- 由於硝酸鈉易溶於水，故研究團隊將含錫產物以純水清洗後過濾以後再烘乾，發現含錫產物重量會損失28%。
- 再經EDX測試，可以發現Na含量明顯下降，確認大部分硝酸鈉都已經被水洗去除，所收集產物之含錫量從44.92%提高到85.58%。

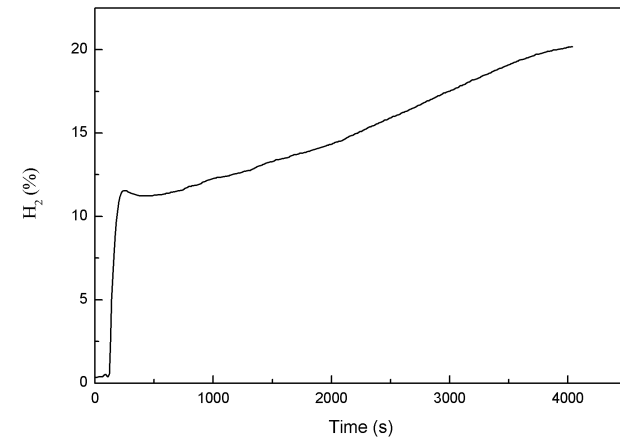
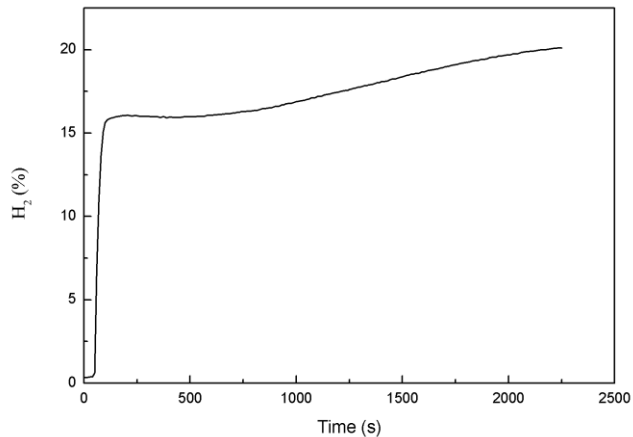
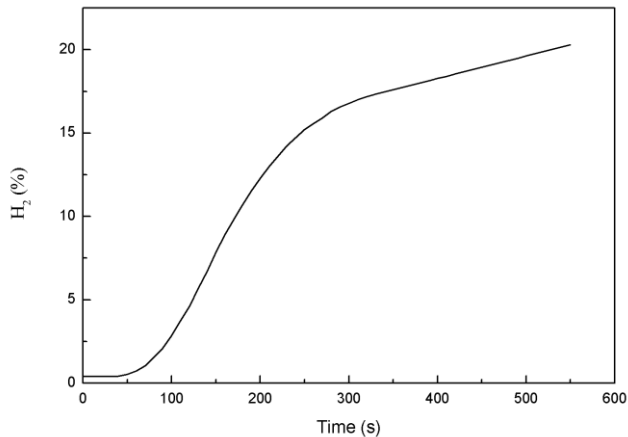
# 四、氧化錫純化技術



溫度	600 °C 、 700 °C 、 800 °C
升溫氣體	100% N <sub>2</sub>
含錫產物重量	5g 、 10 g
流量	500 ml/min
還原氣體	20% H <sub>2</sub> 80% N <sub>2</sub>

## 含錫產物不同溫度的純化程序

- 含錫產物(5 g)進入純化程序以500 ml/min 20% H<sub>2</sub> 80% N<sub>2</sub>來進行不同溫度之測試。理論還原程序：**5 g SnO<sub>2</sub> => 3.93 g Sn**



600 °C 5 g 含錫產物



4.89 g

700 °C 5 g 含錫產物



4.30 g

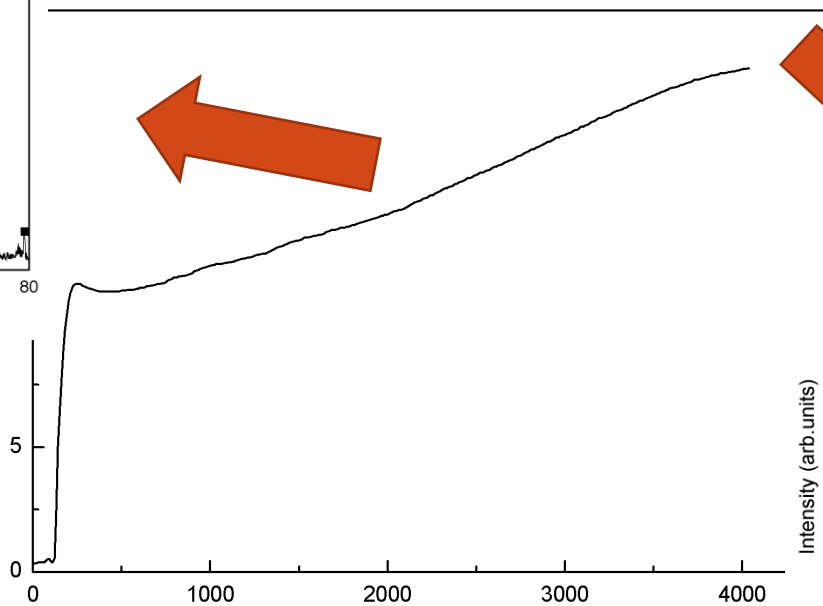
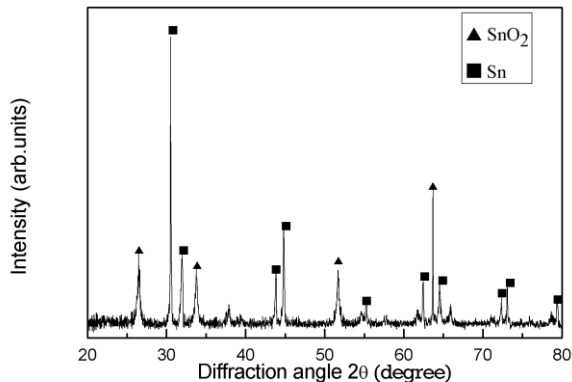
800 °C 5 g 含錫產物



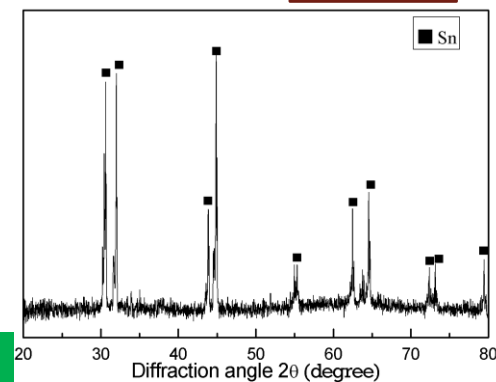
3.88 g

# 5 g 含錫產物之800 °C 純化程序

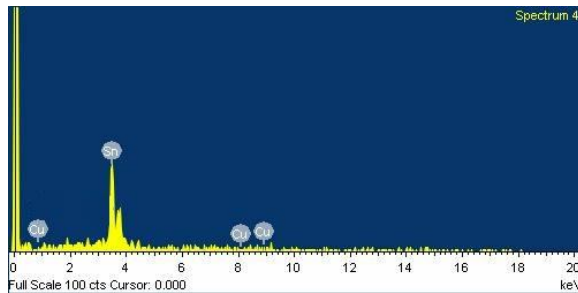
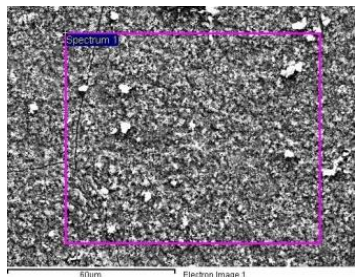
2500 s



4500 s



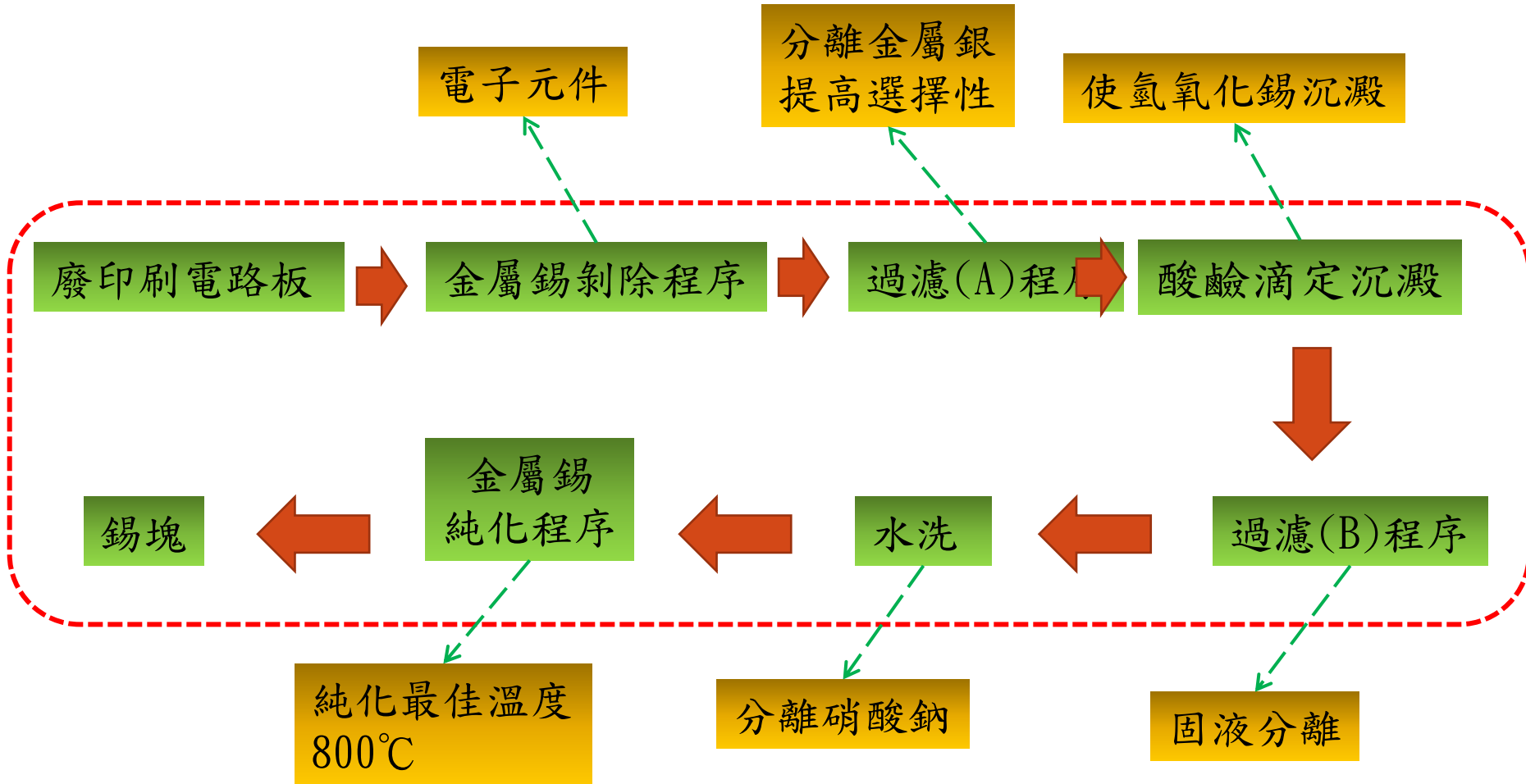
4500 s 純化程序完成後之數據 EDS 之數據



Element	Weight %
Sn	99.96
Cu	0.04



# 錫鍍層剝除程序及純化程序之整合



## 五、回收效益評估

放大評估



廢主機板重量	電子元件重	含錫產物
41.18 g	14.77 g	4.95 g
1000 kg	358.67 kg	120.2 kg

1公噸廢手機中可以提煉0.4公斤黃金、2.3公斤銀、150公斤銅、80公斤的錫。

進價約120,000~150,000 NTD      回收價值共約600,000 NTD

1公噸廢個人電腦中可提煉出0.3公斤黃金、1公斤銀、172公斤銅、120公斤的錫。

進價約90,000~110,000 NTD      回收價值共約450,000 NTD



# 2013年至2015年全球PC/平板/手機銷售量



表一、2013年至2015年全球裝置出貨量（單位：百萬台/支）

裝置類型	2013	2014	2015
PC（桌上型 PC 與筆電）	296.1	276.7	263.0
平板（ <u>Ultramobile</u> ）	195.4	270.7	349.1
手機	1,807.0	1,895.1	1,952.9
其他 <u>Ultramobiles</u> （混合式與翻蓋式筆電）	21.1	37.2	62.0
總計	<b>2,319.6</b>	<b>2,479.8</b>	<b>2,627.0</b>

資料來源：Gartner（2014年3月）



預估2014年，全球消費性電子產品有將近24億7900萬套出貨量，回收商機龐大。

## 六、結論

- SnST-550A剝錫添加劑為本研究團隊開發之中性、環保的剝錫添加劑，完全改善了傳統焚燒與強酸製程的處理模式，為廢電子回收產業帶來更好的處理技術，並大大的減少空氣與廢水處理之污染問題。
- 本研究所開發的純化程序成功的將含錫產物純化成99.96%之高純度錫塊。
- 廢電腦主機板若是完全的回收錫、金、銅、銀，每公噸價值約為450,000 NTD。廢手機板每公噸之回收價值約為約為600,000 NTD。

You see **Waste** , We see **Resource** 。

- 感謝行政院環保署所提供之2013年度環保創新科技研發計劃，「廢印刷電路板錫回收與金屬錫之純化技術」之美國、中國、台灣發明專利已申請中。

# [UWin公司簡介]

優勝奈米科技有限公司正式成立於2009年4月29日，以「誠信、專業、慈善、環保」為宗旨，以達成永續經營發展。

優勝奈米科技有限公司是全世界最完整的環保剝除劑供應商，其項目包含：金、銀、鈮、鉑、鎳、錫、鋁、鈦、銅、不鏽鋼、鎢鈦、ITO等等的環保剝除劑。

目前已成功外銷美國、英國、法國、德國、巴西、韓國、中國、泰國、紐西蘭等國家。

## [全球據點]



謝謝聆聽  
敬請指教