

積體電路晶片之環保黃金提取技術研究

(Study on Eco-friendly Gold Leaching Technology of IC Chips)

王建凱¹ 邱亦慶² 何享穎³ 郭裕杰³ 許景翔³
國立交通大學機械工程系¹ 明志科技大學化學工程系² 優勝奈米科技有限公司³

本研究利用環保無氰化物之剝金技術改善原有的黃金回收技術，用以回收積體電路晶片中的貴金屬。主要利用剝除、還原、純化的濕製程黃金提取流程，杜絕了使用燃燒方式會產生的戴奧辛與 PM2.5 等空氣汙染因子，達到整體製程環保的循環經濟概念。

This study used eco-friendly gold stripping technology with cyanide free to recycle the precious metal from integrated circuit chips. The gold leaching wet process included stripping, reducing, and purifying. It was different from pyrometallurgical method, and has no any air pollution factors of dioxin and PM2.5, achieved the environmental and circular economy concept of whole process.

關鍵字：環保、剝金技術、積體電路晶片、濕製程、循環經濟

Keywords: Eco-friendly, Gold stripping, IC chips, Wet process, Circular economy

1. 前言：

近年來半導體科技的高度發展，許多電子產品中需用到的 IC 晶片都含有貴金屬，為了達到循環經濟的議題，回收產業也就變為重要環節。因為傳統方式的提煉技術繁瑣且汙染性高，加上各國環保意識抬頭，使得環保貴金屬提取回收技術被發展出來^[1]。

城市礦 (Urban Mining) 這個概念最早是由日本東北大學選礦研究所南條道夫教授於 1988 年所提出，主要是指透過回收電子產品，進而從中提煉出所含有的貴金屬、一般金屬和稀土元素等，這樣就不需要再挖礦破壞山林。現今 3C 產品的高汰換率，每人所拋棄的電子產品，形成了大量的電子廢棄物，其中蘊含大量的金、銀、鈹、銅、

錫等，使得城市礦山的概念變得越來越重要。

半導體工業自 IC 封裝開始，多年來的發展，從晶圓材料到 IC 設計、製造、封裝、測試等，產業結構相當完整^[2]。台灣的 IC 代工製造業在全球有 76.8% 的市佔率，也讓台灣能享有半導體王國的稱號。半導體業中無論是設備或產品，常常含有貴金屬以及稀土元素，廢棄 IC 晶片又為大宗物料，若能有效的將廢棄 IC 晶片中的貴金屬回收，不但是是一個極有潛力的產業，也能減少資源的浪費。

現今許多回收產業雖打著環保旗號，但因為往往技術的不成熟或為了壓低成本，選擇了焚燒、王水或氰化物作為回收的手法，反而造成環境嚴重被汙染與操作人員健康問題，因此

城市礦山是否就等於環保，被打了一個問號^[3]。在環保產業必須注重整體製程的低污染與工作環境的友善，甚至是原料製造的環保性都相當重要，因此本研究主要為 IC 晶片的環保黃金回收製程開發。

2. 實驗方法：

2.1 積體電路晶片的前處理(磨碎、熱處理與旋風分離)

取 IC 晶片磨碎(grinding)後再經過熱處理(Carbonization)，之後再經過水旋風分離法(hydrocyclone)來分離塑膠與金屬。

2.2 酸洗與剝金

將前處理過後的 IC 晶片粉末經過以下的流程即可獲得含金藥水：

1. 硝酸酸洗：配置 25% 體積比的硝酸水溶液，並維持反應溫度 60°C，持續 1 小時。目的是為了先去除粉末中的金屬雜質(如銀、銅、鎳等)。
2. 環保無氰化物剝金：配置適量的 UW-860 環保化學剝金劑，對酸洗後的粉末進行反應。反應 2 小時，可獲得含金溶液。

2.3 還原與純化

將含金的剝除溶液加入含硫化物之還原劑後，金會與硫反應而形成沉澱物，利用稀硝酸浸泡此含金沉澱物，並再次去除金屬雜質。過濾後烘乾沉澱物，即可得到高純度的海綿金，最後再將海綿金放置在坩鍋，並以 1200°C 的高溫爐燒結，即可將海綿金燒結成黃金。

3. 結果與討論：

一般業界都是直接使用焚燒的製

程來處理 IC，這樣不但耗能，也造成大量碳排放與戴奧辛、PM2.5 等空氣污染。本研究利用熱處理方式將 IC 晶片的樹脂外殼碳化，因為它有助於後段的濕製程黃金提取。用於 IC 封裝的原料為環氧樹脂，環氧樹脂在超過 350°C 會發生劇烈分解，因此本研究使用 350°C 的溫度加熱，以熱膨脹的原理使包覆金屬的樹脂能被移除，以便在後面製程的剝金藥水能將貴金屬溶解，得到高提取率的黃金回收。

此流程如圖一所示，避免了使用高溫碳化(大於 600°C)的過程，能夠大幅降低環氧樹脂分解產生出有毒的戴奧辛氣體，降低空氣污染的優點。

4. 結論：

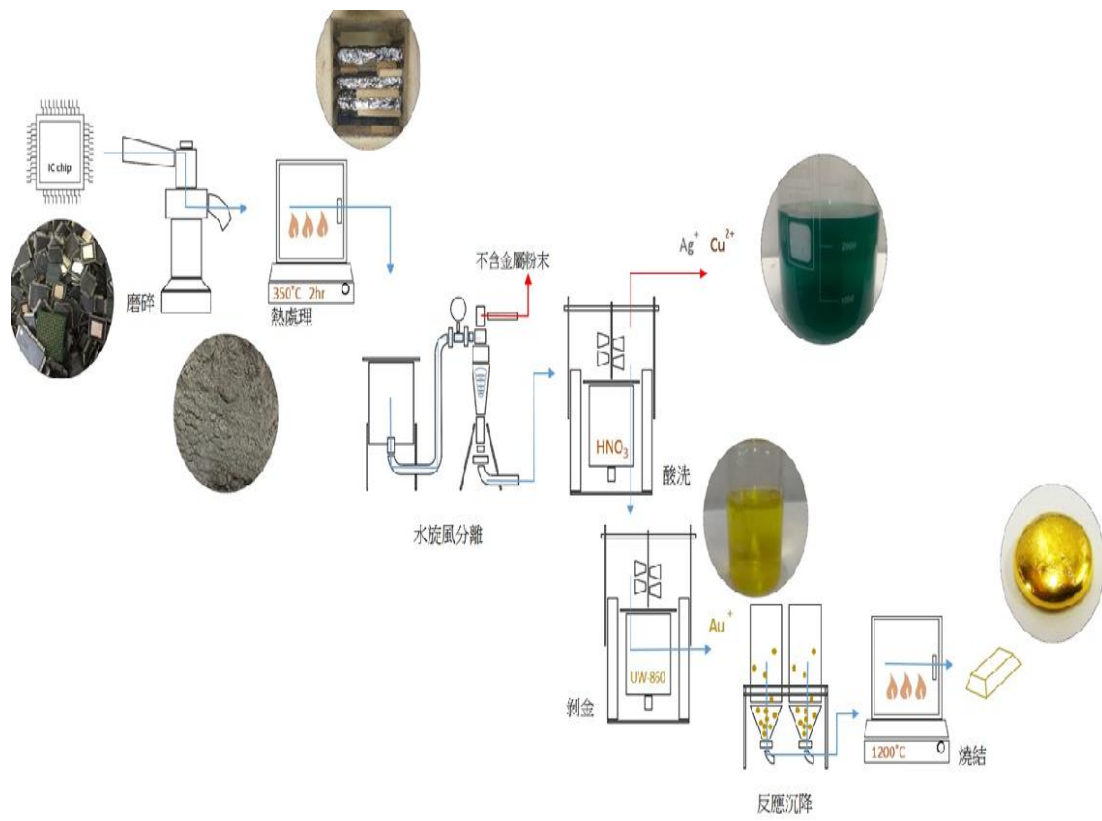
各國對於循環經濟的重視與資源的永續利用，不僅讓回收產業變得更加重要，製程上的排放低污染、工作環境友善也都變得極其重要。在本研究使用 UW-860 環保剝金技術，在黃金回收製程中，改變了傳統使用焚燒 IC 晶片的方式，也可以有高效的黃金提取率，處理速度迅速，也對於人體也十分安全，能在完全環保的前提下達到貴金屬回收的目標。

5. 參考資料：

[1]許景翔，環保型無氰化電解剝金技術研究，*鴻海技術與品質期刊*，No.55，pp.63-65，2008

[2] Schlesinger M., *Modern Electroplating*, Fourth edition, John Wiley & Sons, Inc., 2006

[3]馬小康，兩岸共創電子廢棄物貴金屬回收再利用之綠循環產業，第二十屆促進中國現代化學術研討，2014



圖一 積體電路晶片的環保黃金提取回收流程