

# 含銀裂解殘渣資源再生之研究 = Resource recovery of silver containing pyrolysis slag

張映雯、李清華

E-mail: 354553@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

觸控面板為現代3C產品中不可缺少之元件，觸控面板中含有塑膠資源與有價銀金屬，而熱裂解技術可用來回收其中之塑膠資源，但其裂解殘渣中所含之有價銀金屬則有待進一步回收再生，因此本研究乃針對此含銀裂解殘渣，利用破碎研磨、過篩、浸漬溶蝕、置換、電解、沉澱及還原等方法來回收其有價銀資源。本研究顯示，此含銀裂解殘渣(裂解條件：550℃下裂解2小時)經研磨篩分至小於50mesh (0.297mm)後，以4N硝酸在固液比5g/50ml、於室溫下浸漬1小時，可將含銀裂解殘渣中之銀金屬100%予以浸漬溶蝕至最佳浸漬液中。此最佳含銀浸漬液經添加反應劑，於室溫下靜置24小時後，可獲得海綿銀產品，再將此海綿銀放入高溫爐予以熔煉，即可獲取100%純度之銀錠。另此最佳含銀浸漬液如以鹽酸(12N)作為沉澱劑，可將浸漬液中之銀100%予以沉澱回收成純度大於96%之氯化銀產品回收。

關鍵詞：觸控面板、含銀裂解殘渣、銀、資源再生

## 目錄

目錄封面內頁	簽名頁	中文摘要	iii	ABSTRACT	iv	誌謝	v	目錄	vi	圖目錄	viii	表目錄	xi	第一章 緒論	1	1.1前言	1	1.2研究目的	3	第二章 文獻回顧	5	2.1觸控面板介紹	5	2.2含銀裂解殘渣介紹	8	2.3銀金屬特性及用途介紹	9	2.4濕式冶煉法之介紹	10	2.4.1預處理	11	2.4.2溶蝕浸漬	11	2.4.3固液分離	12	2.4.4調整pH值	12	2.4.5純化與回收	12	第三章 研究方法及設備	22	3.1含銀裂解殘渣之收集與成份分析	22	3.1.1銀全含量檢測	23	3.1.2水分分析	24	3.1.3乾基灼燒減量分析	25	3.1.4掃描式電子顯微鏡(SEM)分析	26	3.2浸漬溶蝕之研究與最佳浸漬液之收集	26	3.3純化回收之研究	27	3.4含銀裂解殘渣整合性資源回收及處理技術流程之訂定	29	第四章 結果與討論	40	4.1含銀裂解殘渣收集與基本性質分析	40	4.2銀浸漬溶蝕之結果與討論	42	4.3沉澱法回收銀之結果與討論	44	4.4電解法回收銀之結果與討論	48	4.5置換法回收銀之結果與討論	50	4.6還原法回收銀之結果與討論	52	4.7銀錠熔製之結果與討論	55	4.8整合性資源回收技術與流程之結果與討論	55	第五章 結論與建議	90	5.1結論	90	5.2建議	92	參考文獻	93	圖目錄		圖1-1 電阻式觸控面板	4	圖3-1 本研究規劃之詳細研究流程	33	圖3-2 本研究收集之含銀裂解殘渣外觀	34	圖3-3 本研究使用之PM100行星磨機	34	圖3-4 本研究使用之過篩機	35	圖3-5 本研究使用之火焰式原子光譜儀	35	圖3-6 本研究使用之多功能掃描式電子顯微鏡	36	圖3-7 本研究使用之電子天秤	36	圖3-8 本研究使用之抽器過濾幫浦	37	圖3-9 本研究使用之烘箱	37	圖3-10 本研究使用之高溫灰化爐	38	圖3-11 本研究使用之磁石攪拌器	38	圖3-12 本研究使用之超音波震盪器	39	圖3-13 本研究電解實驗所使用之電源供應器	39	圖4-1 含銀裂解殘渣外觀情形	65	圖4-2 小於50mesh(0.297mm)之含銀裂解殘渣樣品外觀情形	65	圖4-3 不同硝酸濃度下之銀浸漬回收率	66	圖4-4 不同固液比下之銀浸漬回收率	66	圖4-5 不同時間下之銀浸漬回收率	67	圖4-6 不同鹽酸理論添加量下之銀沉澱回收率	67	圖4-7 鹽酸沉澱最佳含銀浸漬液之產物	68	圖4-8 鹽酸沉澱最佳含銀浸漬液後產物之SEM-EDS分析情形	69	圖4-9 不同氯化鈉理論添加量下之銀沉澱回收率	70	圖4-10 氯化鈉沉澱最佳含銀浸漬液之產物	70	圖4-11 氯化鈉沉澱最佳含銀浸漬液後產物之SEM-EDS分析情形	71	圖4-12 不同碳酸鈣理論添加量下之銀沉澱回收率	72	圖4-13 電解操作條件A下陰極板析出物之SEM-EDS分析結果(1)	73	圖4-14 電解操作條件A下陰極板析出物之SEM-EDS分析結果(2)	74	圖4-15 電解操作條件B下陰極板析出物之SEM-EDS分析結果(1)	75	圖4-16 電解操作條件B下陰極板析出物之SEM-EDS分析結果(2)	76	圖4-17 電解操作條件C下陰極板析出物之SEM-EDS分析結果(1)	77	圖4-18 電解操作條件C下陰極板析出物之SEM-EDS分析結果(2)	78	圖4-19 不同鋅粉理論添加量之銀置換回收率	79	圖4-20 鋅粉置換最佳含銀浸漬液之產物	79	圖4-21 鋅粉置換最佳含銀浸漬液後產物之SEM-EDS分析情形	80	圖4-22 不同時間之鋅片置換銀回收率	81	圖4-23 鋅片置換最佳含銀浸漬液之產物	81	圖4-24 鋅片置換最佳含銀浸漬液後產物之SEM-EDS分析情形	82	圖4-25 不同還原劑還原最佳含銀浸漬液之情形	83	圖4-26 不同還原劑還原銀回收率	83	圖4-27 不同次磷酸添加量銀還原回收情形	84	圖4-28 不同次磷酸添加量銀還原回收率	84	圖4-29 不同亞硫酸鈉添加量銀還原回收情形	85	圖4-30 不同亞硫酸鈉添加量銀還原回收率	85	圖4-31 次磷酸還原最佳含銀浸漬液之產物	86	圖4-32 高溫爐熔煉後之固熔物	86	圖4-33 銀錠熔製之結果	87	圖4-34 銀錠之SEM-EDS分析情形	88	圖4-35 最佳含銀裂解殘渣資源再生回收流程圖	89	表目錄		表2-1 熱裂解反應及產物	15	表2-2 銀金屬的基本性質資料整理	16	表2-3 銀金屬的各種化合物種類與特性-1	17	表2-4 銀金屬的各種化合物種類與特性-2	18	表2-5 銀金屬的各種化合物種類與特性-3	19	表2-6 銀金屬的各種化合物種類與特性-4	20	表2-7 銀金屬的各種化合物種類與特性-5	21	表3-1 本研究規劃之硝酸浸漬溶蝕實驗操作因子及條件	30	表3-2 本研究規劃之沉澱純化回收之操作因子及條件	30	表3-3 本研究規劃之置換純化回收之操作因子及條件	31	表3-4 本研究規劃電解純化回收之操作因子及條件	31	表3-5 本研究規劃還原純化回收之操作因子及條件	32	表4-1 含銀裂解殘渣銀全含量之分析結果	57	表4-2 含銀裂解殘渣水分、灰分、可燃分之分析實驗結果	57	表4-3 不同硝酸濃度下之銀浸漬回收率	58	表4-4 不同固液比下之銀浸漬回收率	58	表4-5 不同時間下之銀浸漬	
--------	-----	------	-----	----------	----	----	---	----	----	-----	------	-----	----	--------	---	-------	---	---------	---	----------	---	-----------	---	-------------	---	---------------	---	-------------	----	----------	----	-----------	----	-----------	----	------------	----	------------	----	-------------	----	-------------------	----	-------------	----	-----------	----	---------------	----	----------------------	----	---------------------	----	------------	----	----------------------------	----	-----------	----	--------------------	----	----------------	----	-----------------	----	-----------------	----	-----------------	----	-----------------	----	---------------	----	-----------------------	----	-----------	----	-------	----	-------	----	------	----	-----	--	--------------	---	-------------------	----	---------------------	----	----------------------	----	----------------	----	---------------------	----	------------------------	----	-----------------	----	-------------------	----	---------------	----	-------------------	----	-------------------	----	--------------------	----	------------------------	----	-----------------	----	-------------------------------------	----	---------------------	----	--------------------	----	-------------------	----	------------------------	----	---------------------	----	---------------------------------	----	-------------------------	----	-----------------------	----	-----------------------------------	----	--------------------------	----	-------------------------------------	----	-------------------------------------	----	-------------------------------------	----	-------------------------------------	----	-------------------------------------	----	-------------------------------------	----	------------------------	----	----------------------	----	----------------------------------	----	---------------------	----	----------------------	----	----------------------------------	----	-------------------------	----	-------------------	----	-----------------------	----	----------------------	----	------------------------	----	-----------------------	----	-----------------------	----	------------------	----	---------------	----	----------------------	----	-------------------------	----	-----	--	---------------	----	-------------------	----	-----------------------	----	-----------------------	----	-----------------------	----	-----------------------	----	-----------------------	----	----------------------------	----	---------------------------	----	---------------------------	----	--------------------------	----	--------------------------	----	----------------------	----	-----------------------------	----	---------------------	----	--------------------	----	----------------	--

回收率 59 表4-6 不同鹽酸添加量下之銀沉澱回收率 59 表4-7 不同氯化鈉添加量下之銀沉澱回收率 60 表4-8 不同碳酸鈣添加量之銀沉澱回收率 60 表4-9 不同電解條件下之銀電解回收率 61 表4-10 不同鋅粉添加量之銀置換回收率 62 表4-11 不同時間之鋅片置換銀金屬回收率 62 表4-12 不同還原劑添加之銀還原回收率 63 表4-13 不同次磷酸添加量之銀還原回收率 63 表4-14 不同亞硫酸鈉添加量之銀還原回收率 64

## 參考文獻

- 1.陳逸民，觸控面板產業蓬勃發展，光電產業與技術情報，2011年。
- 2.吳奕儒，觸控面板市場與技術新趨勢，光電產業與技術情報，2007年。
- 3.陳沛霖，觸控面板簡介，Display-All，2008年。
- 4.李聯鑫，觸控面板(Touch Panel)技術介紹與發展趨勢，化工專輯，2004年。
- 5.吳照雄、李清華等，觸控面板回收銀之創新技術研發計畫，2010年。
- 6.延陵化學元素志網頁：<http://www.ngensis.com>
- 7.貴金屬元素化學與應用，復漢出版社，1990年。
- 8.稀有金屬編輯委員會，稀有金屬手冊下冊，冶金工業出版社，1995年。
- 9.賴耿陽譯編，金銀白金理論實務，復漢出版社，1998年。
- 10.柯清水，新世紀化工化學大辭典，正文書局，2000年。
- 11.黎鼎鑫，貴金屬提取與精鍊，中南工業大學出版社，2000年。
- 12.何煒軒，關鍵觸控面板技術進展，Display-All，2008年。
- 13.潘大綱，觸控面板關鍵技術發展，Display-All，2008年。
- 14.郭燦輝，觸控面板專利介紹與分析，Display-All，2008年。
- 15.陳沛霖，觸控面板應用市場，Display-All，2008年。
- 16.吳彥輩，含銅廢砂晶圓資源再生之研究，大葉大學碩士論文，2008年。
- 17.陳慧憶，無鉛含銀焊錫渣資源再生之研究，大葉大學碩士論文，2008年。
- 18.洪基恩，廢單晶矽太陽能電池資源回收之研究，大葉大學碩士論文，2011年。
- 19.稀有金屬手冊編輯委員會，稀有金屬手冊(下)，冶金工會出版社，1997年。
- 20.工業廢水離子交換處理，工業污染防治技術手冊之十，1991年。
- 21.葉敏行，提煉冶金概論講義，成功大學資源工程學系，2002年。
- 22.秦丘翰，廢映像管螢光粉資源回收之研究，大葉大學碩士論文，2007年。
- 23.楊育豪，廢DVD光碟片資源回收之研究，大葉大學碩士論文，2005年。
- 24.邱芳榆，照相廢液與底片之資源回收研究，大葉大學學士專題報告，2004年。
- 25.道爾科技 網頁：<http://www.dott.may.to/>
- 26.魯君禾，再生有色金屬生產，1994年。
- 27.賴耿陽，貴金屬元素化學與應用，復漢出版社印，1990年。
- 28.濕式冶金技術在廢棄物回收之應用，邱太銘，何英礎工業技術研究院，民國79年4月。
- 29.Wang, T.-M.; Ker, M.-D.; Design and Implementation of Readout Circuit on Glass Substrate for Touch Panel Applications; journal of display technology; 2010.
- 30.Tseng, S.F.; Hsiao, W.T.; Huang, K.C.; Chiang, D.; Chen, M.F.; Chou, C.P.; Laser scribing of indium tin oxide (ITO) thin films deposited on various substrates for touch panels; Applied Surface Science; 2010.
- 31.Nava-Alonso, F, et. al., Pretreatment with ozone for gold and silver recovery from refractory ores, Ozone: Science and Engineering, v 29, n 2, p 101-105, 2007.
- 32.Sathaiyan, N, et. al., Hydrometallurgical recovery of silver from waste silver oxide button cells, Journal of Power Sources, v 161, n 2, p 1463-1468, 2006.
- 33.Duoqiang, Liang, et. al., Recovery of silver and zinc by acid pressure oxidative leaching of silver-bearing low-grade complex sulfide ores, International Journal of Mineral Processing, v 89, n 1-4, p 60-64, 2008.
- 34.Koseoglu, H, et. al., The recovery of silver from mining wastewaters using hybrid cyanidation and high-pressure membrane process, Minerals Engineering, v 22, n 5, p 440-444, 2009.
- 35.Kim, N.S, et. al., Hydrometallurgical process to recycling used waste silver paste, SME Annual Meeting and Exhibit and CMA's 111th National Western Mining Conference 2009, v 1, p 279-281, 2009.
- 36.Dimeska, Roza, et. al., Electroless recovery of silver by inherently conducting polymer powders, membranes and composite materials, Polymer, v 47, n 13, p 4520-4530, 2006.
- 37.Li, Qingbiao, et. al., Silver recovery and cyanide removal from silver-plating wastewater using pulse-electrolysis, Huagong Xuebao/CIESC Journal, v 60, n 9, p 2308-2313, 2009.