

廢手機熱裂解動力學之研究

汪敬祐、吳照雄

E-mail: 387129@mail.dyu.edu.tw

摘要

隨著資訊產業蓬勃發展，廢手機日益增加，其處理問題也變得更加迫切。由於手機種類繁多，且不乏含有高價值的物質，甚至有害成分，會對環境造成嚴重的污染。因此，若能善加處理，必定可減輕環境污染問題及回收有用的物質。本研究探討金屬Cu對廢手機主要成分(塑膠殼、電路板、螢幕)熱裂解之影響。藉由熱重量分析系統(Thermogravimetric Analyzer, TGA)來探討廢棄手機在氮氣環境下，不同升溫速率(分別為2、5及10 K/min)熱裂解之動力學。以個別成分之重量消失曲線計算求得不同反應條件下的動力參數(活化能(E)、頻率因子(A)及反應級數(n))等及建立反應動力方程式，並以比例加總方式模擬比較手機熱裂解實驗與計算值之TGA曲線。研究結果顯示，在未添加Cu及氮氣環境之條件下實驗與計算值比較之決斷係數，氮氣環境熱裂解塑膠殼為0.99、0.99、0.99，電路板為0.97、0.95、0.81，螢幕為0.97、0.99、0.99，混合塑膠為0.95、0.96、0.94，混合塑膠添加金屬Cu為0.98、0.97、0.97；顯示一階段反應模式適用於手機塑膠殼、螢幕，而二階段反應模式適用於手機電路板、混合塑膠與混合塑膠添加金屬Cu之熱裂解反應。

關鍵詞：廢手機、熱裂解、再利用、動力學

目錄

封面內頁	頁次	簽名頁	中文摘要	iii	英文摘要	iv	誌謝	v	目錄	vi	圖目錄	x	表目錄	xiv	符號說明	xv	第一章 緒論	1	1.1 研究緣起	1	1.2 研究目的	2	1.3 研究內容與流程	2	第二章 文獻回顧與基本理論	5	2.1 廢手機回收相關資訊	5	2.1.1 國內回收量	5	2.1.2 國內回收政策	7	2.1.3 回收再利用情形	7	2.2 廢手機基本性質及定義	10	2.2.1 熱裂解	10	2.2.2 廢手機基本組成構造	11	2.2.3 塑膠熱裂解相關文獻	12	2.2.4 印刷電路板熱裂解相關文獻	16	2.2.5 螢幕裂解、回收相關文獻	19	2.3 動力學基本理論分析	20	第三章 實驗設備與分析方法	26	3.1 樣品成分分析	26	3.1.1 廢手機拆解質量平衡	26	3.1.2 三成分分析	27	3.1.3 元素分析	29	3.1.4 熱值分析	31	3.1.5 熱重量分析	34	3.2 熱裂解實驗	40	3.3 產物分析	45	3.3.1 固體產物	46	3.3.1.1 採樣方法	46	3.3.1.2 元素分析	46	3.3.1.3 金屬及無機元素分析	46	3.3.1.4 熱值分析	48	3.3.2 液體產物	49	3.3.2.1 採樣方法	49	3.3.2.2 熱值分析	49	3.3.2.3 液體成分分析	50	3.3.3 氣體產物	52	第四章 結果與討論	54	4.1 廢手機拆解質量平衡及樣品性質分析	54	4.1.1 建立廢手機質量平衡各部分之比例	54	4.1.2 三成分分析	57	4.1.3 元素分析	57	4.1.4 熱值分析	58	4.2 廢手機之熱裂解動力學	60	4.2.1 塑膠殼反應動力模式建立	60	4.2.2 印刷電路板反應動力模式建立	67	4.2.3 螢幕反應動力模式建立	75	4.2.4 混合塑膠反應動力模式建立	82	4.3 金屬Cu對廢手機熱裂解的影響	90	4.3.1 廢手機添加金屬Cu熱裂解重量殘餘率之比較	90	4.3.2 廢手機混合塑膠添加金屬Cu反應動力模式建立	94	4.4 固體殘餘物分析	103	4.4.1 固、液、氣百分比組成分析	103	4.4.2 固體殘餘物元素分析	103	4.4.3 固體殘餘物熱值分析	103	4.4.4 固體殘餘物金屬及無機元素分析	104	4.5 液體產物分析	107	4.4.1 液體產物熱值分析	107	4.4.2 液體產物成分分析	107	4.6 氣體產物成分分析	110	第五章 結論與建議	111	5.1 結論	111	5.2 建議	113	參考文獻	114
------	----	-----	------	-----	------	----	----	---	----	----	-----	---	-----	-----	------	----	--------	---	----------	---	----------	---	-------------	---	---------------	---	---------------	---	-------------	---	--------------	---	---------------	---	----------------	----	-----------	----	-----------------	----	-----------------	----	--------------------	----	-------------------	----	---------------	----	---------------	----	------------	----	-----------------	----	-------------	----	------------	----	------------	----	-------------	----	-----------	----	----------	----	------------	----	--------------	----	--------------	----	-------------------	----	--------------	----	------------	----	--------------	----	--------------	----	----------------	----	------------	----	-----------	----	----------------------	----	-----------------------	----	-------------	----	------------	----	------------	----	----------------	----	-------------------	----	---------------------	----	------------------	----	--------------------	----	--------------------	----	----------------------------	----	-----------------------------	----	-------------	-----	--------------------	-----	-----------------	-----	-----------------	-----	----------------------	-----	------------	-----	----------------	-----	----------------	-----	--------------	-----	-----------	-----	--------	-----	--------	-----	------	-----

參考文獻

1. 行政院環境保護署-廢行動通訊產品回收網 (<http://ivy2.epa.gov.tw/mobile/index.htm>)。 2. 行政院環境保護署-統計資料庫-執行機關資源回收成果統計(<http://210.69.101.110/epa/stmain.jsp?sys=100>)。 3. 行政院環境保護署 (<http://www.epa.gov.tw/>)。 4. 佳龍科技公司(<http://www.sdti.com.tw/>)。 5. 陳思潔，溫度、壓力對農業廢棄物熱裂解的影響，大葉大學環境工程學系碩士班論文(2010)。 6. 章裕民，焚化技術處理，京文圖書有限公司(2000)。 7. 梁定彭，塑膠添加劑，復漢出版社(1979)。 8. 張嘉佩，廢觸控面板熱裂解回收油品之可行性研究，大葉大學環境工程學系碩士班論文(2012)。 9. 張映雯，含銀裂解殘渣資源再生之研究，大葉大學環境工程學系碩士班論文(2012)。 10. 湛志華、丘克強，廢棄環氧樹脂電路板的熱解機理及動力學研究，中南大學學報(自然科學版)，第四十二卷，第三期，P.610~616(2011)。 11. 鄭翰翔、林育德、劉華昕，手機廢棄物熱裂解研究以手機塑膠殼、電路板、螢幕為例，大葉大學環境工程學系專題製作報告(2012)。 12. 蕭達輝、劉瑩峰、岳大磊、吳惠勤、瞿翠萍，PC/ABS 共混物的PGC-MS 定量分析，分析測試學報，第二十九卷，第五期，P.515~518(2010)。 13. Day, M., Cooney, J. D. and Touchette, B. C., " Pyrolysis of mixed plastics used in the electronics industry, " Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 52, 199~224 (1999). 14. Friedman, H. L., " Kinetics of thermal degradation of char-forming plastics form thermogravimetry application to a phenolic plastic, " Journal of Polymer Science. : Part C, 6, 183-195 (1965). 15. Guan, J., Li, Y. S. and Lu, M. X., " Product characterization of waste printed circuit board by pyrolysis, " Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 83, 185~189 (2008). 16. Li, J., Duan, H., Yu, K., Liu, L. and Wang, S., " Characteristic of low-temperature pyrolysis of printed circuit boards subjected to various atmosphere, " Resources, Conservation and Recycling, 54, 810~815 (2010). 17. Molto, J., Egea, S., Conesa, J.A. and Font, R., " Thermal

decomposition of electronic wastes: Mobile phone case and other parts, " Waste Management, 31, 2546~2552 (2011). 18. Marco, I. de, Caballero, B. M., Chomón, M. J., Laresgoiti, M. F., Torres, A., Fernández, G. and Arnaiz, S., " Pyrolysis of electrical and electronic wastes, " Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 82, 179~183 (2008). 19. NOKIA, " Integrated product policy pilot project-stage I report NOKIA, " NOKIA Corporation, Espoo, Finland. (2005). 20. Stutz, M., Burkhard, C., and Ertel, J., " Cost element of recycling and the design of mobile phones in the context of WEE, " In: Proceedings of Care Innovation, Vienna. (2002).