

廢觸控面板熱裂解回收油品之可行性研究 = The feasibility study for recycling the pyrolysis oil from the waste touchscreens

張嘉珮、吳照雄

E-mail: 354808@mail.dyu.edu.tw

摘要

每年國內產生的廢棄資訊產品繁多，尤其通訊產品日新月異汰換率極高，假使無妥善的處理將會對環境造成嚴重的汙染。本研究係以熱裂解處理廢觸控面板，將廢觸控面板之塑膠部份轉化為油品，由於殘餘固體物大量減少，可使後續貴金屬回收程序之溶劑使用量降低頗多。如此，將可提升廢觸控面板再利用價值。本研究利用熱裂解處理廢棄觸控面板，評估回收油品之可行性。在熱裂解實驗中可發現固體殘餘物及液體產物產率隨著裂解溫度增加而下降及上升。最佳裂解條件為，未破碎之觸控面板在熱裂解溫度為550、裂解蒸氣滯留時間小於6.7 min、裂解2小時之條件下，可得較多的液體產物(>34.12%)，與較少之固體殘餘物20.69%。而液體產物蒸餾後的蒸餾溫度150、230及300作區間，熱值分別為7,661.5、8,028.7與8,113.9 kcal/Kg，與市面上所可見的原油類雖仍有差異，但其熱值以燃料而言熱值也不低。

關鍵詞：熱裂解、觸控面板、聚碳酸酯、聚對苯二甲酸乙二酯、氣化

目錄

封面內頁	簽名頁	中文摘要	iii	英文摘要	iv	誌謝	v	目錄	vi	圖目錄	xi	表目錄	xiv	符號說明	xv	第一章緒論	1	1.1研究動機	1	1.2研究目的	2	1.3研究內容與流程	2	第二章緒論文獻回顧與基本理論	2	2.1研究動機	5	2.1.1生產銷售量	8	2.1.2回收政策與回收量	8	2.1.3廢棄觸控面板再利用情形	9	2.2廢棄觸控面板相關文獻	10	2.2.1塑膠熱裂解	10	2.2.2氣化	13	第三章實驗設備與分析方法	3	3.1成分分析	15	3.1.1三成分分析	15	3.1.2元素分析	17	3.1.3熱值分析	19	3.1.4熱重質譜分析	22	3.2熱裂解實驗	23	3.3氣化實驗	28	3.4產物分析	31	3.4.1固體產物	31	3.4.1.1固體採樣方法	31	3.4.1.2固體元素分析	31	3.4.1.3固體熱值分析	32	3.4.2液體產物	32	3.4.2.1液體採樣方法	32	3.4.2.2液體元素分析	32	3.4.2.3液體熱值分析	33	3.4.2.4蒸餾	35	3.4.2.5液體GC-MS分析	37	3.4.2.6液體水份分析	38	3.4.3氣體產物	39	3.4.3.1水氣含量分析	39	第四章結果與討論	4	4.1成分分析	42	4.1.1三成分分析	43	4.1.2元素分析	43	4.1.3熱值分析	45	4.1.4熱重質譜分析	46	4.2熱裂解實驗	49	4.3氣化實驗	56	4.4產物分析	58	4.4.1固體產物分析	58	4.4.1.1固體元素分析	58	4.4.1.2固體熱值分析	60	4.4.2液體產物分析	60	4.4.2.1液體蒸餾	60	4.4.2.2液體元素分析	62	4.4.2.3液體熱質分析	63	4.4.2.4液體GC/MS分析	63	4.4.2.5液體水份分析	71	4.4.3氣體產物分析	71	4.4.3.1水氣分析	71	第五章結論	5	5.1結論	74	5.2建議	75	參考文獻	76	附錄A熱裂解反應動力學	79	A.1動力學基本理論分析	79	A.2觸控面板熱重量分析	83	A.2.1 PC層熱重量分析	83	A.2.2 PET層熱重量分析	84	A.2.3不分層熱重量分析	86	附錄B熱重質譜(TA/MS)分析圖譜	88	B.1 PC之熱重質譜分析圖(圖B1.1-4)	88	B.2 PET之熱重質譜分析圖(圖B1.1-4)	90	附錄C廢觸控面板熱裂解液體產物GC/MS分析圖譜	92	附錄D石油分餾產品	94	附錄E能源產品單位熱值表	95	圖目錄	圖1.3.1實驗流程圖	4	圖2.1.1電阻式觸控面板	6	圖3.2.1高溫常壓熱裂解爐系統配置圖	27	圖3.4.1蒸餾系統配置圖	36	圖4.1.1觸控面板分層實品圖	42	圖4.1.2觸控面板分層示意圖	43	圖4.1.3 PC層結構式	45	圖4.1.4 PET層結構式	45	圖4.1.5 PC層之熱重質譜分析圖	47	圖4.1.6 PET層之熱重質譜分析圖	48	圖4.2.1各種裂解溫度之固、液與氣體百分比	51	圖4.2.2不同裂解蒸氣滯留時間之固、液與氣體百分比	52	圖4.2.3樣品破碎與未破碎裂解之固、液與氣體百分比	52	圖4.2.4液體產物收集之冷凝管與錐形瓶	53	圖4.2.5反應管中殘留物	53	圖4.3.1固體殘餘量與氣化時間關係圖	57	圖4.4.1不同蒸餾溫度所蒸餾出的液體比例	61	圖4.4.2不同蒸餾溫度所蒸餾出的液體實照	61	圖4.4.3不同蒸餾溫度之蒸餾液體熱值	63	圖4.4.4廢觸控面板在氮氣條件下裂解之水氣濃度變化	73	圖A.2.1.1廢觸控面板PC層在氮氣中熱裂解之質量遞減因子(M)與溫度(T)之關係圖	83	圖A.2.1.2廢觸控面板PC層在氮氣中熱裂解之反應速率(r)與溫度(T)之關係圖	84	圖A.2.2.1廢觸控面板PET層在氮氣中熱裂解之質量遞減因子(M)與溫度(T)之關係圖	85	圖A.2.2.2廢觸控面板PET層在氮氣中熱裂解之反應速率(r)與溫度(T)之關係圖	85	圖A.2.3.1廢觸控面板在氮氣中熱裂解之質量遞減因子(M)與溫度(T)之關係圖	87	圖A.2.3.2廢觸控面板在氮氣中熱裂解之反應速率(r)與溫度(T)之關係圖	87	圖B.1.1 PC之熱重質譜分析圖譜(5-47 a.m.u.)	88	圖B.1.2 PC之熱重質譜分析圖譜(47-100 a.m.u.)	88	圖B.1.3 PC之熱重質譜分析圖譜(100-146 a.m.u.)	89	圖B.1.4 PC之熱重質譜分析圖譜(146-200 a.m.u.)	89	圖B.2.1 PET之熱重質譜分析圖譜(5-47 a.m.u.)	90	圖B.2.2 PET之熱重質譜分析圖譜(47-100 a.m.u.)	90	圖B.2.3 PET之熱重質譜分析圖譜(100-147 a.m.u.)	91	圖B.2.4 PET之熱重質譜分析圖譜(147-250 a.m.u.)	91	圖C.1 蒸餾溫度0-150 上層之GC/MS分析圖譜	92	圖C.2 蒸餾溫度0-150 下層之GC/MS分析圖譜	92	圖C.3 蒸餾溫度150-230之GC/MS分析圖譜	93	圖C.4 蒸餾溫度230-300 (澄清)之GC/MS分析圖譜	93	表目錄	表2.1.1各類觸控面板之特性比較	7	表2.1.2廢行動電話回收統計資料	9	表4.1.1觸控面板分層之元素分析	44	表4.1.2觸控面板分層之熱值分析	46	表4.2.1各種裂解溫度之固、液與氣體百分比	53	表4.2.2不同裂解蒸氣滯留時間之固、液與氣體百分比	54	表4.2.3樣品破碎與未破碎裂解之固、液與氣體百分比	54	表4.2.4反應管中殘餘物元素分析	55	表4.3.1氣化後固體殘餘量與銀含量推估	57	表4.4.1固體殘餘物元	
------	-----	------	-----	------	----	----	---	----	----	-----	----	-----	-----	------	----	-------	---	---------	---	---------	---	------------	---	----------------	---	---------	---	------------	---	---------------	---	------------------	---	---------------	----	------------	----	---------	----	--------------	---	---------	----	------------	----	-----------	----	-----------	----	-------------	----	----------	----	---------	----	---------	----	-----------	----	---------------	----	---------------	----	---------------	----	-----------	----	---------------	----	---------------	----	---------------	----	-----------	----	------------------	----	---------------	----	-----------	----	---------------	----	----------	---	---------	----	------------	----	-----------	----	-----------	----	-------------	----	----------	----	---------	----	---------	----	-------------	----	---------------	----	---------------	----	-------------	----	-------------	----	---------------	----	---------------	----	------------------	----	---------------	----	-------------	----	-------------	----	-------	---	-------	----	-------	----	------	----	-------------	----	--------------	----	--------------	----	----------------	----	-----------------	----	---------------	----	--------------------	----	-------------------------	----	--------------------------	----	--------------------------	----	-----------	----	--------------	----	-----	-------------	---	---------------	---	---------------------	----	---------------	----	-----------------	----	-----------------	----	---------------	----	----------------	----	--------------------	----	---------------------	----	------------------------	----	----------------------------	----	----------------------------	----	----------------------	----	---------------	----	---------------------	----	-----------------------	----	-----------------------	----	---------------------	----	----------------------------	----	---	----	---	----	--	----	--	----	--	----	--	----	---------------------------------	----	-----------------------------------	----	------------------------------------	----	------------------------------------	----	----------------------------------	----	------------------------------------	----	-------------------------------------	----	-------------------------------------	----	-----------------------------	----	-----------------------------	----	----------------------------	----	---------------------------------	----	-----	-------------------	---	-------------------	---	-------------------	----	-------------------	----	------------------------	----	----------------------------	----	----------------------------	----	-------------------	----	----------------------	----	--------------	--

素分析 59 表4.4.2不同蒸餾溫度所蒸餾出的液體元素分析 62 表4.4.3蒸餾蒸餾溫度0-150 (上層)液體產物成分分析 65
表4.4.4蒸餾蒸餾溫度0-150 (下層)液體產物成分分析 66 表4.4.5蒸餾蒸餾溫度150-230 液體產物成分分析 67 表4.4.6蒸餾蒸
餾溫度230-300 (澄清)液體產物成分分析 69 表4.4.7蒸餾液體與市售油品之水份 71 表4.4.8廢觸控面板在氮氣條件下裂解之
水氣濃度 73 表D.1石油分餾產品的沸點與成分 94 表E.1能源產品單位熱值表 95

參考文獻

1. www.epc.gov.tw (行政院環保署)
2. www.asia-info.net/detail_mech.asp?id=4591 (全亞文化)
3. www.swenc.com/support/how.htm (時緯科技)
4. www.gtouch.com.tw/tc/main.html (坤巨資訊)
5. www.coolcloud.org.tw/node/42437(苦勞網)
6. www.materialsnet.com.tw/ePaperNewest.aspx?id=510(材料世界)
7. www.topology.com.tw/tri/ (拓樸產研)
8. ivy2.epa.gov.tw/mobile/(廢行動通訊產品回收網)
9. 王銘華、孟博、郭慶杰、劉會娥、陳爽，2007，電子廢棄物資源化處理現狀，中國粉體技術，第一期，頁33-37。
10. 何孟穎，2009，3D立體、觸控面板、次世代照明雲集蠶紅科技伸展台，光連雙月刊，第八十二期，頁48-56。
11. 吳奕儒，2007，觸控面板市場與技術新趨勢，光連雙月刊，第七十期，頁42-44。
12. 李永彬，2003，數位時代的「新一點靈」-觸控面板，產經資訊，頁43-45。
13. 林建興，2004，筆記型電腦塑膠物質熱裂解資源回收研究，大葉大學環境工程學系。
14. 柯坤昇、李茂順、紀欽豪、吳漢斌，2008，人性化介面設計-觸控面板的發展概況，2008第三屆數位教學暨資訊實務研討會手冊，頁28。
15. 黃昶潤，2005，稻草熱裂解技術之探討，大葉大學環境工程學系。
16. 黃慧文、黃菀榆、陳亭穎，2011，觸控面板熱裂解動力學研究，大葉大學環境工程學系。英文部分
17. Becker, L., Lenoir, D., Matuschek, G., and Kettrup, A., 2001, Thermal degradation of halogen-free flame retardant epoxides and polycarbonate in air, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, Volume 60, Issue 1, Pages 55~67.
18. Brebu, M., Bhaskar, T., Murai, K., Muto, A., Sakata, Y., Uddin, and Md. A., 2004, The effect of PVC and/or PET on thermal degradation of polymer mixtures containing brominated abs, *Fuel*, Volume 83, Pages 2021~2028.
19. Day, M., Cooney, J. D., and Touchette, B. C., 1999, Pyrolysis of mixed plastics used in the electronics industry, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, Volume 52, Issue 2, Pages 199~224.
20. Wang, S., Hu, Y., Wang, Z., Yong, T., Chen, Z., and Fan, W., 2003, Synthesis and characterization of polycarbonate/ABS/montmorillonite nanocomposites, *Polymer Degradation and Stability*, Volume 80, Issue 1, Pages 157~161.
21. Wu, C., and Willims, P. T., 2010, Pyrolysis-gasification of plastics, mixed plastics and real-world plastic waste with and without Ni-Mg-Al catalyst, *Fuel*, Volume 89, Issue 10, Pages 3022~3032.
22. Xiao, D. H., Liu, Y. F., Yue, D. L., Wu, H. Q., Zhai, C. P., Zhou, M. H., and Zheng, J. G., 2010, Quantitative Analysis of Polycarbonate/Acrylonitrile Butadiene Styrene Blending by Pyrolysis/GC-MS, *Journal of Instrumental Analysis*, Volume 29, Issue 5, Pages 55~58.
23. Zhu, Y., Jin, B. S., Xiao, G., Wang, X. F., Zhang, H. G., and Liu, W. J., 2007, Analysis on low-temperature polyethylene pyrolysis and gasification in different atmospheres, *Journal of Southeast University(Natural Science Edition)*, Volume 37, Issue 5, Pages 808~811.