

Resource Recovery of Scrap Digital Video Disc

楊育豪、李清華；蔡尚林

E-mail: 9417448@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

The main purpose of this research is to recover the Polycarbonate (PC) plastic and silver from scrap digital video disc (DVD). The upper and lower PC plastics which composed of the DVD are manually separated. The removal efficiencies of surface coating layers (i.e., acrylic glue, protecting glue, silver, memory dye and advertisement ink) of these separated PC plastics by various leaching solution are investigated in this research. The recovery of silver which contained in the final leaching solution by replacement, electrical wining and precipitation methods is also studied in this research. The results of this study reveal that all the surface coating layers of the separated PC plastics can be 100% removed by using 6.0N Nitric acid as the leaching solution with a solid/liquid ratio of 3g/25ml, leaching time of 90 minutes and leaching temperature of 50 °C. This leaching test is performed in an ultrasonic cleaning device. The silver coating which 100% leached into this leaching solution can be totally recovered by adding sodium chloride solution (10 ml leaching solution mixed with 0.05ml of 1M sodium chloride solution) to form a AgCl precipitate. The PC plastic and AgCl precipitate recovered from aforementioned recycling processes can then be sold to the recyclers for further recycling treatments. This research also conducts a LCA (Life Cycle Assessment) study for DVD product by SimaPro 5.0. The results of this LCA study show that environment impact values for DVD's manufacture stage, transportation stage, and usage stage are 0.864 mPt, 0.00261 mPt and 0.36 mPt, respectively. For DVD's disposal stage, three solutions of incineration, landfill and recycling are investigated. The LCA study for the recycling solution of DVD is according to the best recycling processes obtained in this research. The environment impact values of incineration, landfill and recycling solutions obtained in this LCA study are 0.247 mPt, 0.223 mPt, and 1.56mPt, respectively. The larger environment impact value means a greater impact to the environment.

Keywords : Scrap ; digital video disc (DVD) ; Resource ; Recovery ; Recycling ; Silver ; Life cycle assessment

Table of Contents

目錄封面內頁 簽名頁 授權書 iii 中文摘要 iv 英文摘要 vi 誌謝 viii 目錄 ix 圖目錄 xiii 表目錄 xix 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 6 2.1 DVD光碟片之種類特性 6 2.2 DVD光碟片之組成特性 8 2.3 國內廢光碟片回收技術現況 9 2.4 國外廢光碟片清理現況 11 2.5 銀金屬與PC塑膠之特性 13 2.6 濕式冶煉法之介紹 14 2.6.1 銀金屬鍍層浸漬實驗 15 2.6.2 電解法 16 2.6.3 置換法 17 2.6.4 沉澱法 17 2.7 生命週期評估之方法 17 2.8 生命週期評估之工具 19 2.8.1 生命週期評估資料庫介紹 20 2.8.2 生命週期評估軟體之介紹 20 第三章 研究方法及設備 37 3.1 廢DVD光碟片之收集及樣品預處理 37 3.2 分離上、下層PC塑膠 38 3.3 清洗記憶性染料 38 3.4 清洗保護膠及壓克力膠 38 3.5 清洗廣告油墨 38 3.6 廢DVD光碟片之性質分析 39 3.6.1 感應耦合電漿光譜儀(ICP)銀金屬全含量分析 39 3.6.2 比重分析 40 3.6.3 水份及灰份分析 41 3.7 浸漬溶蝕銀金屬鍍層 43 3.8 電解法回收銀金屬 43 3.9 置換法回收銀金屬 44 3.10 沉澱法回收銀金屬 45 3.11 DVD生命週期評估之實施方法與步驟 45 3.12 目的與範疇界定之實施方法與步驟 45 3.13 盤查分析之實施方法與步驟 46 3.13.1 製造階段之盤查 46 3.13.2 運輸階段之盤查 46 3.13.3 使用階段之盤查 46 3.13.4 處置階段之盤查 47 3.14 衝擊評估之實施方法與步驟 48 第四章 結果與討論 57 4.1 廢DVD光碟片之樣品預處理 57 4.2 性質分析之結果與討論 57 4.2.1 銀金屬全含量分析 58 4.2.2 比重分析 59 4.2.3 水份、灰份及可燃份分析 59 4.3 清洗壓克力膠及保護膠之結果與討論 60 4.3.1 壓克力膠及保護膠清洗劑之選擇 60 4.3.2 硝酸之去除清洗效果 63 4.4 清洗記憶染料之結果與討論 66 4.4.1 記憶染料清洗劑之選擇 66 4.4.2 硝酸之去除清洗效果 69 4.5 清洗廣告油墨之結果與討論 72 4.5.1 廣告油墨清洗劑之選擇 72 4.5.2 硝酸之去除清洗效果 75 4.6 浸漬銀金屬之結果與討論 78 4.6.1 浸漬劑之選擇 78 4.6.2 硝酸之浸漬溶蝕效果 81 4.7 各鍍層去除回收綜合結果與討論 83 4.8 銀金屬回收之結果與討論 85 4.8.1 電解回收 85 4.8.2 置換回收 86 4.8.3 沉澱回收 86 4.9 整體性最佳廢DVD回收流程之研擬 88 4.10 回收PC塑膠片之商業規格檢測 89 4.10.1 回收PC塑膠片之熔融指數檢測 89 4.10.2 回收PC塑膠片之分子量檢測 89 4.11 DVD生命週期評估分析之結果與討論 90 4.11.1 研究目的與範疇界定 90 4.11.2 盤查分析 91 4.11.2.1 製造階段盤查 91 4.11.2.2 運輸階段盤查 91 4.11.2.3 使用階段盤查 92 4.11.2.4 處置階段盤查 93 4.11.3 衝擊評估 95 第五章 結論與建議 179 5.1 結論 179 5.2 建議 181 參考文獻 183 圖目錄 圖1-1 全球主要記錄型光碟片市場現況與趨勢 5 圖1-2 記錄型DVD-R光碟片與CD-R光碟片成長百分率比較 5 圖2-1 DVD-R光碟片之構造圖 35 圖2-2 生命週期評估之程序 35 圖2-3 Eco-Indicator 95方法之環境衝擊指標關係架構圖 36 圖3-1 本研究規劃之整體研究流程圖 53 圖3-2 本研究使用之感應耦合電漿原子發射光譜儀 54 圖3-3 本研究進行置換及沉澱法使用之四連動攪拌機 55 圖3-4 本研究使用之威爾比重瓶 55 圖3-5 本研究使用之電解裝置 55 圖3-6 本研究界定之DVD產品LCA分析階段 56 圖4-1 本研究採用之廢DVD光碟片 145 圖4-2 本研究分離後之上、下層PC塑膠片 145 圖4-3 銀全含量分析之位

置分佈情形 146 圖4-4 不同溫度下硫酸清洗壓克力膠、保護膠及記憶性染料之情形(時間：120分鐘；固液比：1g/25ml；濃度：6N) 147 圖4-5 不同溫度下硝酸清洗壓克力膠、保護膠及記憶性染料之情形(時間：120分鐘；固液比：1g/25ml；濃度：6N) 147 圖4-6 不同溫度下硫?清洗壓克力膠、保護膠及記憶性染料之情形(時間：120分鐘；固液比：1g/25ml；濃度：6N) 147 圖4-7 不同溫度下氨水清洗壓克力膠、保護膠及記憶性染料之情形(時間：120分鐘；固液比：1g/25ml；溫度：70；濃度：14%) 148 圖4-8 不同溫度下氫氧化鈉清洗壓克力膠、保護膠及記憶性染料之情形(時間：120分鐘；固液比：1g/25ml；濃度：6N) 148 圖4-9 不同溫度下乙醇清洗壓克力膠、保護膠及記憶性染料之情形(時間：120分鐘；固液比：1g/25ml；濃度：100%) 148 圖4-10 不同溫度下乙二醇清洗壓克力膠、保護膠及記憶性染料之情形(時間：120分鐘；固液比：1g/25ml；濃度：100%) 149 圖4-11 1g/25ml固液比時不同濃度下硝酸清洗壓克力膠及保護膠之效率(時間：120分鐘；溫度：50) 149 圖4-12 2g/25ml固液比時不同濃度下硝酸清洗壓克力膠及保護膠之效率(時間：120分鐘；溫度：50) 150 圖4-13 1g/25ml固液比時不同濃度下硝酸清洗壓克力膠、保護膠及記憶性染料之情形(時間：120分鐘；溫度：50) 150 圖4-14 2g/25ml固液比時不同濃度下硝酸清洗壓克力膠、保護膠及記憶性染料之情形(時間：120分鐘；溫度：50) 151 圖4-15 27 時不同時間下硝酸清洗壓克力膠及保護膠之效率(固液比：1g/25ml；濃度：6N) 151 圖4-16 40 時不同時間下硝酸清洗壓克力膠及保護膠之效率(固液比：1g/25ml；濃度：6N) 152 圖4-17 50 時不同時間下硝酸清洗壓克力膠及保護膠之效率(固液比：1g/25ml；濃度：6N) 152 圖4-18 27 時不同時間下硝酸清洗壓克力膠、保護膠及記憶性染料之情形(固液比：1g/25ml；濃度：6N) 153 圖4-19 40 時不同時間下硝酸清洗壓克力膠、保護膠及記憶性染料之情形(固液比：1g/25ml；濃度：6N) 153 圖4-20 50 時不同時間下硝酸清洗壓克力膠、保護膠及記憶性染料之情形(固液比：1g/25ml；濃度：6N) 154 圖4-21 90分時不同固液比下硝酸清洗壓克力膠及保護膠之效率(溫度：50；濃度：6N) 154 圖4-22 120分時不同固液比下硝酸清洗壓克力膠及保護膠之效率(溫度：50；濃度：6N) 155 圖4-23 90分時不同固液比下硝酸清洗壓克力膠、保護膠及記憶性染料之情形(溫度：50；濃度：6N) 155 圖4-24 120分時不同固液比下硝酸清洗壓克力膠、保護膠及記憶性染料之情形(溫度：50；濃度：6N) 156 圖4-25 1g/25ml固液比時不同濃度下硝酸清洗記憶性染料之效率(時間：120分鐘；溫度：50；濃度：6N) 156 圖4-26 2g/25ml固液比時不同濃度下硝酸清洗記憶性染料之效率(時間：120分鐘；溫度：50；濃度：6N) 157 圖4-27 27 時不同時間下硝酸清洗記憶性染料之效率(固液比：1g/25ml；濃度：6N) 157 圖4-28 40 時不同時間下硝酸清洗記憶性染料之效率(固液比：1g/25ml；濃度：6N) 158 圖4-29 50 時不同時間下硝酸清洗記憶性染料之效率(固液比：1g/25ml；濃度：6N) 158 圖4-30 90分時不同固液比下硝酸清洗記憶性染料之效率(溫度：50；濃度：6N) 159 圖4-31 120分時不同固液比下硝酸清洗記憶性染料之效率(溫度：50；濃度：6N) 159 圖4-32 本研究取得廢DVD光碟片之廣告油墨 160 圖4-33 不同溫度下硫酸清洗廣告油墨之情形(時間：120分鐘；固液比：1g/25ml；濃度：6N) 160 圖4-34 不同溫度下硝酸清洗廣告油墨之情形(時間：120分鐘；固液比：1g/25ml；濃度：6N) 161 圖4-35 不同溫度下硫?清洗廣告油墨之情形(時間：120分鐘；固液比：1g/25ml) 161 圖4-36 不同溫度下氨水清洗廣告油墨之情形(時間：120分鐘；固液比：1g/25ml；濃度：14%) 161 圖4-37 不同溫度下氫氧化鈉清洗廣告油墨之情形(時間：120分鐘；固液比：1g/25ml；濃度：6N) 162 圖4-38 不同溫度下乙醇清洗廣告油墨之情形(時間：120分鐘；固液比：1g/25ml；濃度：100%) 162 圖4-39 不同溫度下乙二醇清洗廣告油墨之情形(時間：120分鐘；固液比：1g/25ml；濃度：100%) 162 圖4-40 1g/25ml固液比時不同濃度下硝酸清洗廣告油墨之效率(時間：120分鐘；溫度：50；濃度：6N) 163 圖4-41 2g/25ml固液比時不同濃度下硝酸清洗廣告油墨之效率(時間：120分鐘；溫度：50；濃度：6N) 163 圖4-42 1g/25ml固液比時不同濃度下硝酸清洗廣告油墨之情形(時間：120分鐘；溫度：50；濃度：6N) 164 圖4-43 2g/25ml固液比時不同濃度下硝酸清洗廣告油墨之情形(時間：120分鐘；溫度：50；濃度：6N) 164 圖4-44 27 時不同時間下硝酸清洗廣告油墨之效率(固液比：1g/25ml；濃度：6N) 165 圖4-45 40 時不同時間下硝酸清洗廣告油墨之效率(固液比：1g/25ml；濃度：6N) 165 圖4-46 50 時不同時間下硝酸清洗廣告油墨之效率(固液比：1g/25ml；濃度：6N) 166 圖4-47 27 時不同時間下硝酸清洗廣告油墨之情形(固液比：1g/25ml；濃度：6N) 166 圖4-48 40 時不同時間下硝酸清洗廣告油墨之情形(固液比：1g/25ml；濃度：6N) 167 圖4-49 50 時不同時間下硝酸清洗廣告油墨之情形(固液比：1g/25ml；濃度：6N) 167 圖4-50 90分時不同固液比下硝酸清洗廣告油墨之效率(溫度：50；濃度：6N) 168 圖4-51 120分時不同固液比下硝酸清洗廣告油墨之效率(溫度：50；濃度：6N) 168 圖4-52 90分時不同固液比下硝酸清洗廣告油墨之情形(溫度：50；濃度：6N) 169 圖4-53 120分時不同固液比下硝酸清洗廣告油墨之情形(溫度：50；濃度：6N) 169 圖4-54 1g/25ml固液比時不同濃度下硝酸浸漬銀金屬之浸漬回收率(時間：120分鐘；溫度：50；濃度：6N) 170 圖4-55 2g/25ml固液比時不同濃度下硝酸浸漬銀金屬之浸漬回收率(時間：120分鐘；溫度：50；濃度：6N) 170 圖4-56 27 時不同時間下硝酸浸漬銀金屬之浸漬回收率(固液比：1g/25ml；濃度：6N) 171 圖4-57 40 時不同時間下硝酸浸漬銀金屬之浸漬回收率(固液比：1g/25ml；濃度：6N) 171 圖4-58 50 時不同時間下硝酸浸漬銀金屬之浸漬回收率(固液比：1g/25ml；濃度：6N) 172 圖4-59 90分時不同固液比下硝酸浸漬銀金屬之浸漬回收率(溫度：50；濃度：6N) 172 圖4-60 120分時不同固液比下硝酸浸漬銀金屬之浸漬回收率(溫度：50；濃度：6N) 173 圖4-61 本研究電解前後之陰極片 173 圖4-62 沉澱樣品之SEM(5000倍率)照片 174 圖4-63 沉澱樣品之SEM(8000倍率)照片 174 圖4-64 沉澱樣品於SEM(5000倍率)之EDS分析結果 175 圖4-65 沉澱樣品於SEM(8000倍率)之EDS分析結果 175 圖4-66 本研究沉澱後樣品經XRD分析之結果 176 圖4-67 AgCl之原始XRD圖譜 176 圖4-68 本研究最佳廢DVD光碟片資源回收流程與質量平衡圖 177 圖4-69 DVD光碟片於各階段LCA分析衝擊指標分析之結果 178 表 目錄 表1-1 國內光碟片製造廠商之產能及廢片量之預估情形 4 表2-1 DVD光碟片規格與結構 24 表2-2 DVD-R光碟片產品規格特性表 25 表2-3 DVD-RAM光碟片產品規格特性表 26 表2-4 DVD-RW光碟片產品規格特性表 27 表2-5 DVD+RW光碟片產品規格特性表 28 表2-6 市面常見光碟

片之種類與組成差異 29 表2-7 常用生命週期分析工具及特性 30 表2-8 SimaPro不同版本之比較 33 表2-9 Eco-Indicator 95環境衝擊指標之說明 34 表3-1 清洗含記憶性染料層之規劃操作因子及條件 49 表3-2 清洗含保護膠及壓克力膠之規劃操作因子及條件 49 表3-3 清洗含廣告油墨之規劃操作因子及條件 50 表3-4 浸漬溶蝕含銀鍍層之規劃操作因子及條件 50 表3-5 本研究規劃之電解操作因子及條件 51 表3-6 本研究規劃之置換操作因子及條件 51 表3-7 本研究規劃之沉澱操作因子及條件 51 表3-8 本研究規劃之DVD製造階段盤查問卷 52 表4-1 廢DVD光碟片樣品之金屬全含量分析之結果 105 表4-2 廢DVD之銀全含量分析之結果 106 表4-3 廢DVD比重分析之結果 107 表4-4 廢DVD水份灰份和可燃份分析之結果 107 表4-5 不同清洗劑在不同溫度下清洗壓克力膠及保護膠之效果(時間：120分鐘；固液比：1g/25ml) 108 表4-6 1g/25ml固液比時不同濃度下硝酸清洗壓克力膠及保護膠之效果(時間：120分鐘；溫度：50) 108 表4-7 2g/25ml固液比時不同濃度下硝酸清洗壓克力膠及保護膠之效果(時間：120分鐘；溫度：50) 109 表4-8 27 溫度時不同時間下硝酸清洗壓克力膠及保護膠之效果(固液比：1g/25ml；濃度：6N) 109 表4-9 40 溫度時不同時間下硝酸清洗壓克力膠及保護膠之效果(固液比：1g/25ml；濃度：6N) 110 表4-10 50 溫度時不同時間下硝酸清洗壓克力膠及保護膠之效果(固液比：1g/25ml；濃度：6N) 110 表4-11 90分時不同固液比下硝酸清洗壓克力膠及保護膠之效果(溫度：50 ；濃度：6N) 111 表4-12 120分時不同固液比下硝酸清洗壓克力膠及保護膠之效果(溫度：50 ；濃度：6N) 111 表4-13 不同清洗劑在不同溫度下清洗記憶性染料之效果(時間：120分鐘；固液比：1g/25ml) 112 表4-14 1g/25ml固液比時不同濃度下硝酸清洗記憶性染料之效果(時間：120分鐘；溫度：50) 112 表4-15 2g/25ml固液比時不同濃度下硝酸清洗記憶性染料之效果(時間：90分鐘；溫度：50) 113 表4-16 27 溫度時不同時間下硝酸清洗記憶性染料之效果(固液比：1g/25ml；濃度：6N) 113 表4-17 40 溫度時不同時間下硝酸清洗記憶性染料之效果(固液比：1g/25ml；濃度：6N) 114 表4-18 50 溫度時不同時間下硝酸清洗記憶性染料之效果(固液比：1g/25ml；濃度：6N) 114 表4-19 90分時不同固液比下硝酸清洗記憶性染料之效果(溫度：50 ；濃度：6N) 115 表4-20 120分時不同固液比下硝酸清洗記憶性染料之效果(溫度：50 ；濃度：6N) 115 表4-21 不同清洗劑在不同溫度下清洗廣告油墨之效果(時間：120分鐘；固液比：1g/25ml) 116 表4-22 1g/25ml固液比時不同濃度下硝酸清洗廣告油墨之效果(時間：120分鐘；溫度：50) 116 表4-23 2g/25ml固液比時不同濃度下硝酸清洗廣告油墨之效果(時間：120分鐘；溫度：50) 117 表4-24 27 溫度時不同時間下硝酸清洗廣告油墨之效果(固液比：1g/25ml；濃度：6N) 117 表4-25 40 溫度時不同時間下硝酸清洗廣告油墨之效果(固液比：1g/25ml；濃度：6N) 118 表4-26 50 溫度時不同時間下硝酸清洗廣告油墨之效果(固液比：1g/25ml；濃度：6N) 118 表4-27 90分時不同固液比下硝酸清洗廣告油墨之效果(溫度：50 ；濃度：6N) 119 表4-28 120分時不同固液比下硝酸清洗廣告油墨之效果(溫度：50 ；濃度：6N) 119 表4-29 不同浸漬劑在不同溫度下浸漬銀鍍層之效果(時間：120分鐘；固液比：1g/25ml) 120 表4-30 1g/25ml固液比時不同濃度下硝酸浸漬銀鍍層之效果(時間：120分鐘；溫度：50) 120 表4-31 2g/25ml固液比時不同濃度下硝酸浸漬銀鍍層之效果(時間：90分鐘；溫度：50) 121 表4-32 27 溫度時不同時間下硝酸浸漬銀鍍層之效果(固液比：1g/25ml；濃度：6N) 121 表4-33 40 溫度時不同時間下硝酸浸漬銀鍍層之效果(固液比：1g/25ml；濃度：6N) 122 表4-34 50 溫度時不同時間下硝酸浸漬銀鍍層之效果(固液比：1g/25ml；濃度：6N) 122 表4-35 90分時不同固液比下硝酸浸漬銀鍍層之效果(溫度：50 ；濃度：6N) 123 表4-36 120分時不同固液比下硝酸浸漬銀鍍層之效果(溫度：50 ；濃度：6N) 123 表4-37 不同溶劑在不同溫度下對各鍍層去除回收率之效果(時間：120分鐘；固液比：1g/25ml) 124 表4-38 不同濃度下硝酸對各鍍層去除回收率之效果(時間：120分鐘；溫度：50) 125 表4-39 不同時間下硝酸對各鍍層去除回收率之效果(固液比：1g/25ml；濃度：6N) 126 表4-40 不同固液比下硝酸對各鍍層去除回收率之效果(時間：90分鐘；溫度：50 ；濃度：6N) 127 表4-41 廢DVD光碟片各鍍層最佳去除回收率之操作條件 128 表4-42 本研究不同置換劑之置換銀效果(置換劑：0.1g；浸漬液：10ml；置換時間：1hr；轉速：200rpm；溫度：27) 129 表4-43 本研究不同沉澱劑之沉澱銀效果(浸漬液：10ml；沉澱時間：1hr；轉速：200rpm；溫度：27) 129 表4-44 拜耳公司各類PC塑膠熔融指數規格表 130 表4-45 分析PC塑膠分子量一覽表 130 表4-46 本研究DVD製造階段之盤查問卷結果 131 表4-47 本研究DVD製造階段平均生產每單片DVD所需之原物料投入量 132 表4-48 本研究DVD使用階段消費者光碟片使用情形之盤查結果 133 表4-49 本研究DVD光碟片處置階段-回收方案(實驗室規模)之盤查計算結果 134 表4-50 本研究DVD光碟片LCA分析之SimaPro輸入值 135 表4-51 本研究LCA分析之SimaPro各項輸入值說明 137 表4-52 DVD各階段之LCA特徵化分析之結果 138 表4-53 Eco-Indicator 95評估模式之統一化權重及權重加權指數 139 表4-54 不同LCA階段之統一化環境衝擊值分析結果 140 表4-55 各LCA階段(處置：焚化)於不同指標之統一化環境衝擊值分析結果 141 表4-56 各LCA階段(處置：掩埋)於不同指標之統一化環境衝擊值分析結果 142 表4-57 各LCA階段(處置：實驗室規模之回收)於不同指標之統一化環境衝擊值分析結果 143 表4-58 各LCA階段(處置：具環境效益規模之回收)於不同指標之統一化環境衝擊值分析結果 144

REFERENCES

參考文獻 1. 王正芬編著，“台灣資訊電子產業版圖”，財訊出版社股份有限公司，88年10月。 2. 自由電子報，<http://www.libertytimes.com.tw>，92年8月。 3. 工安環保報導，<http://she.moeaidb.gov.tw>。 4. 王家祥，“內外廢光碟處理概況”，綠色技術e報第23期，91年3月。 5. 鄭宏德、張正平，“廢光碟之產生現況及處理技術介紹”，台灣環保產業，91年12月。 6. 行政院環境保護署，<http://www.epa.gov.tw/enews/Newsdetail.asp?Inputlime=09209190403>。 7. 工業技術研究院環境與安全衛生技術發展中心，“廢光碟片回收清理探討計劃期末報告”，91年8月。 8. 中華民國專利資訊，<http://www.twpat.com/Webpat/Default.aspx>。 9. 柯清水，“新世紀化工化學大辭典”，正文書局，89年2月，p1642，1847。 10. 蔡敏行，提煉冶金概論講義，成功大學資源工程學系，91年1月。 11. 簡正

雄、蔡尚林，“貴金屬回收技術”，工研院能資所。 12. Hilliard, H. E, Dunning, B. W, Jr. and Markar, H. V. “ Hydrometallurgical Treatment of Electronic Scrap Concentrates Containing Precious Metal ”, Report of Investigation. 13. Hiskey, J. Brrent. “ Thiourea As A Lixiviant for Gold and Silver ”, Interfacing Technologies In Solution Mining, Society of Mining Engineers of A. I. M. E., pp. 83-91, 1981. 11. 14. 王英傑，“廢IC板有價物之分離與回收研究(II)—硫?浸漬法回收廢IC板中金銀之研究”，國立成功大學資源工程研究所碩士論文，81年6月。 15. 工業技術研究院礦業研究所，“金瓜石金銀礦浸漬應用研究第一期 - 金銀硫?浸漬之初步研究”，66年8月。 16. pyper, R. A, Hendrix, J. L. “ Extraction of Gold from a Carlin-Type Ore Using Thiourea ”, Interfacing Technologies In Solution Mining, Society of Mining Engineers of A. I. M. E., pp. 93-108, 1981. 11. 17. Groenewald, T. “ The Dissolution of Gold in Acidic Solutions of Thiourea ”, Hydrometallurgy, Vol. 1, pp. 277-290, 1976. 18. Ardiwilaga, S. “ Effects of Cysteine and Oxygen on Recovery of Cemented Gold from Leach Liquors in a Thiourea System ”, Minerals Engineering, Vol. 12, No. 6, pp. 645-653, 1999. 19. 簡正雄、李伯與，“國產含銀廢料調查及回收研究”，80年7月。 20. 李佳禾，“生命週期評估與環境績效分析研究-以人造纖維產品為例”，國立成功大學環境工程研究所碩士論文，93年6月。 21. 許郁珮，“傳統塑膠袋與可分解塑膠袋之生命週期評估研究”，大葉大學環境工程研究所碩士論文計畫書，94年4月。 22. “生命週期評估”，經濟部工業局清潔生產資訊網，http://proj.moeaidb.gov.tw/cpnet/tools/lca_main.htm。 23. 陳逸昕，“印刷電路板之簡易生命週期評估研究”，國立成功大學機械工程研究所碩士論文，93年6月。 24. 劉家豪，“IC製造業產品生命週期分析”，國立成功大學環境工程研究所碩士論文，93年6月。 25. 楊致行，“ISO 14000環境管理系統”，<http://www.ev.ncu.edu.tw>。 26. 鄒幸辰，“生物可分解塑膠膜與LDPE膜製程及廢棄處理之生命週期評估與比較研究”，國立高雄第一科技大學環境與安全衛生工程所碩士論文，92年7月。 27. Hwa Young Lee, Sung Gyu Kim and Jong Kee Oh, “ Cementation Behavior of Gold and Silver Onto Zn, Al, and Fe, Powders from Acid Thiourea Solutions ”, Canadian Metallurgical Quarterly, Vol. 36, No. 3, pp. 149-155, 1997. 28. Pierre Lacoste-Bouchet, Guy Deschenes, Edward Ghwared, “ Thiourea Leaching of a Copper-Gold Ore Using Statistical Design ”, Hydrometallurgy, Vol. 47, pp. 189-203, 1998. 29. 杜瑞澤、吳聰林、徐福麟，“應用環境評估軟體輔助產品開發過程中命週期之評估”，工業設計，第26卷，第二期，pp.58-65，84年4月。 30. 環檢所網頁：http://www.niea.gov.tw/index_Frame.htm。 31. 曹簡禹、黃定加，物理化學實驗學，正中書局，76年6月。 32. 魏鈺鋒，“本研究訪問該同學利用SimaPro建立台灣本土電力資料庫分析之結果”，朝陽科技大學，環境工程與管理系所，94年2月。 33. 羅文正，“生命週期評估技術於產業之應用-以6V4Ah 鉛酸電池為例”，國立中山大學，企業管理研究所碩士論文，90年6月。 34. Owusu, George. “ Selective extraction of copper from acidic zinc sulfate leach solution using LIX 622 ”, Hydrometallurgy, Vol. 51, pp. 1-8, 1999. 35. Kordosky, Gary A. “ Recovery of Copper from Oxide Ores, Today ’ s Practice ”, Process and Fundamental considerations of Selected Hydrometallurgical Systems, pp. 3-15, 1981. 11. 36. Miller, J. D, Haung, H. H. and Pereira, E. F. “ Equilibrium and Kinetics of Copper from Ammoniacal Solutions by Hydroxoximes with Particular Emphasis on Transport Phenomena ”, Process and Fundamental considerations of Selected Hydrometallurgical Systems, pp. 211-241, 1981. 11. 37. Alguacil, F. J. “ Recovery of Copper from ammoniacal/ammonium carbonate medium by LIX 973N ”, Hydrometallurgy, Vol. 52, pp. 55-61, 1999. 38. Sung-Gyu Kim, Hwa-Young Lee, Jong-Kee Oh, “ Stoichiometric Relation for the Extraction of the Gold-Thiourea Complex with D2EHPA ”, Hydrometallurgy, Vol. 38, pp. 7-13, 1995. 39. Brian Tait, “ Two-phase Potentiometric Metal Extraction Titrations of Silver(I), Copper(II) and Cadmium(II) Using Some Cation-exchangers as Extractants ”, Talanta, Vol. 42, No. 1, pp. 137-142, 1995. 40. Baczek, F. A, Wojcik, B. C, Lewis, D. M, Emmett, R. C. “ The Electroslurry Process for Copper Recovery from Smelter and Wastes ”, Process and Fundamental considerations of Selected Hydrometallurgical Systems, pp. 125-141, 1981. 41. 黃瓊儀，“人造纖維產品之生命週期評估研究”，國立成功大學境工程研究所碩士論文，92年6月。 42. 黃香囑，“生命週期評估技術應用於第三類環境宣告產品驗證之研究”，大葉大學環境工程研究所碩士論文，93年6月。 43. 吳照雄，“產品生命週期清單分析(I)”，86年度永續會（環保組）成果發表會論文集，行政院國家科學委員會永續發展研究推動委員會，86年。 44. 黃丁林，“STN-LCD產業污染盤查分析之研究”，朝陽科技大學環境工程與管理研究所碩士論文，93年1月。 45. 經濟部工業局GDN綠色設計聯盟，<http://gdn.ema.org.tw/newsletter/gdnEpaper2003010E01.htm>。 46. 簡蕭文，“多重領域最佳化於綠色設計之應用”，國立成功大學機械工程研究所碩士論文，93年6月。