

Recycling of Copper Containing Scrap Silicon Wafer

吳彥翬、李清華；樊國恕

E-mail: 9708087@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

In this study, a hydrometallurgical method is adopted to recover the valuable resources of silicon and copper (Cu) from copper containing scrap silicon wafer. The collected scrap wafer contains 0.52% Cu and has a density of 2.395 g/cm³, water content of 0.103% and ash content of 100.2%. This study reveals that an optimum leaching condition of 1N H₂SO₄, 200 times H₂O₂, 700C, 20g/50ml and 4 hours can obtain a Cu leaching recovery of 98.6%. The Cu contained in this leaching solution can either be 100% crystallized as a marketable CuSO₄ · 5H₂O by heating at 700C for two hours and crystallization at 27 0C for 12 hours, or be 100% replaced as a marketable Cu powder by adding the fine iron powder. The solid obtained from the first optimum leaching which contains 0.01% Cu was subjected to a same optimum leaching condition to recover all the remaining Cu. The Cu contained in this second leaching solution can be 100% recovered as Cu powder by adding fine iron powder. The solid obtained from second optimum leaching is proofed to be a 100% purity of silicon by the analysis of EDS and XRD.

Keywords : Copper ; Silicon ; Scrap ; Wafer ; Recover ; Recycle

Table of Contents

封面內頁 簽名頁 授權書 iii 中文摘要 iv 英文摘要 v 誌謝 vi 目錄 vii 圖目錄 x 表目錄 xiv 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 4 2.1矽及矽晶圓之特性及用途 4 2.2銅金屬之特性及用途 6 2.3含銅矽晶圓之製程 7 2.4廢矽晶圓相關回收之研究 8 2.5濕式冶金法之介紹 9 2.5.1預處理 10 2.5.2浸漬溶蝕 11 2.5.3固液分離 11 2.5.4回收 12 第三章 研究方法及設備 18 3.1含銅廢矽晶圓之收集 18 3.2含銅廢矽晶圓之性質分析 18 3.2.1 I C P 有價金屬全含量分析 19 3.2.2比重分析 22 3.2.3水份及灰份分析 23 3.2.4掃描式電子顯微鏡分析 24 3.3含銅廢矽晶圓之研磨與篩分 25 3.4含銅廢矽晶圓之銅鍍層浸漬溶蝕 26 3.5浸漬液調整pH值之研究 27 3.6浸漬液中銅金屬回收純化之研究 27 3.6.1置換法 27 3.6.2沉澱法 28 3.6.3電解法 28 3.7訂定最佳廢晶圓之整合性資源回收流程 29 第四章 結果與討論 40 4.1含銅廢矽晶圓之收集 40 4.2含銅廢矽晶圓之性質分析 40 4.2.1 I C P 金屬全含量分析 41 4.2.2比重分析 42 4.2.3水份及灰份分析 43 4.2.4掃描式電子顯微鏡分析 43 4.3含銅廢矽晶圓之研磨與篩分 45 4.4銅鍍層浸漬溶蝕實驗 47 4.4.1未研磨含銅廢矽晶圓片之浸漬實驗 47 4.4.1.1浸漬劑種類及時間之選擇 47 4.4.2研磨後之含銅廢矽晶圓粉末之初次浸漬實驗 50 4.4.2.1浸漬劑種類之選擇 50 4.4.2.2浸漬時間之選擇 52 4.4.2.3過氧化氫添加量之選擇 53 4.4.2.4浸漬劑濃度之選擇 55 4.4.2.5浸漬溫度之選擇 56 4.4.2.6固液比與硫酸銅晶析條件之選擇 57 4.5初次最佳浸漬液調整pH值之研究 60 4.6初次最佳浸漬液中銅金屬回收純化之研究 61 4.6.1初次最佳浸漬液中銅金屬晶析之研究 62 4.6.2初次最佳浸漬液中銅金屬沉澱回收之研究 62 4.6.3初次最佳浸漬液中銅金屬置換回收之研究 68 4.6.4初次最佳浸漬液中銅金屬電解析出之研究 72 4.7初次浸漬過濾矽晶圓粉末純度提升之研究 73 a.初次浸漬矽晶圓過濾粉末之浸漬 74 b.二次浸漬濾液中銅之回收純化 74 c.矽晶圓二次浸漬過濾粉末之純度分析探討 75 4.8訂定最佳廢晶圓之整合性資源回收流程 76 第五章 結論與後續工作內容 136 5.1結論 136 5.2建議 139 參考文獻 140

REFERENCES

1. 林振銘、陳瑞坤、簡禎富、施義成編著，“半導體製造技術與管理”，國立清華大學出版社，2005。
2. 產業情報網，“2005年台灣IC製造業成長表現低於全球半導體產業之原因分析”，<http://ieknet.itri.org.tw/ViewHTML/commentary.jsp?searchtype=topnews?esid=DF9DECD9DB561303482570F400310759>。
3. 蕃薯藤股市，“能源材料需求火紅 崇越、華立佔據制高點”，<http://stock.yam.com/article.php/realtime/310003>。
4. 前田 和夫編著，“半導體製造程序”，普林斯頓國際有限公司，2005。
5. 林明獻編著，“矽晶圓半導體材料技術”，全華科技圖書股份有限公司，2001。
6. 維基百科，“矽”，<http://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E7%9F%BD&variant=zh-tw>。
7. 黃韋翰，“新式超精密拋光機之矽晶圓拋光特性研究”，國立中山大學碩士論文，2003。
8. 李明達編著，“矽元件與積體電路製程”，全華科技圖書股份有限公司，2002。
9. Hong Xiao, Introduction to Semiconductor Manufacturing Technology, Copyright 2001 by Prentice Hall Inc.
10. Yahoo!奇摩股市，“中央社新聞小百科:矽晶圓”，<http://tw.stock.yahoo.com/xp/20050114/49/21809001385.html>。
11. 鍾文仁編著，“IC封裝製程與CAE應用”，全華科技圖書股份有限公司，2003。
12. 奧斯朋出版編輯群，黃經良譯，“圖解化學辭典”，天下遠見出版股份有限公司，2004。
13. 柯清水，“新世紀化工化學大辭典”，正文書局，2000。
14. 網頁：<http://www.hhhs.tp.edu.tw/tinfly2/teach/PPT/金屬元素.files/frame.htm#slide0023.htm>。
15. 網頁：<http://www.ngensis.com/NGE/0.htm>。
16. 網頁：

<http://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E9%93%9C&variant=zh-tw>。 17. 網頁:
<http://www.webelements.com/webelements/elements/text/Cu/key.html>。 18. 戴金琪, “以反應曲面方法改善銅導線晶圓封裝之鐸線製程問題”, 元智大學碩士論文, 2002。 19. M.L.Polignano, F.Cazzaniga, A.Sabbadini, F.Zanderigo, F.Priolo, “Materials Science in Semiconductor Processing.”, 1998 20. Mohammad B. Shabani, Toshihiro Yoshimi, Hidenobu Abe., “J.Electrochem. Soc.”, 1996。 21. Cicke R. Weber., “Applied Physics A.”, 1983 22. 江哲賢, “中子活化法用於矽晶圓金屬雜質的測量”, 國立清華大學碩士論文, 2000。 23. 彭國柱, “兩岸小尺寸晶圓廠產能發展”, <http://www.itri.org.tw/chi/services/ieknews/20050329042948466E2-0.doc>。 24. Suzuki Tetsuo, Takada Satoru, “回收矽晶圓的方法”, 中華民國專利證號I244130, 2003。 25. 李辛華, “半導體晶圓回收再生方法”, 中華民國專利證號00448245, 1999。 26. 張仁杰, 鐘逸夫, “晶圓及其製造與回收方法”, 中華民國專利證號I235407, 2004。 27. Takada Satoru, Inoue Hidetoshi, Hara Yoshihiro, “Process for recovering substrates”, USPTO NO.5,855,735, 1999。 28. Lawrence John E., “Method of reclaiming a semiconductor wafer”, USPTO NO.3,923,567, 1975。 29. 洪崇欽, “砷化鎵廢棄物資源回收之研究”, 大葉大學碩士論文, 2003。 30. 蕭孟官, “廢脫硝觸媒資源回收之研究”, 大葉大學碩士論文, 2004。 31. 邱太銘, “濕式冶金技術在廢棄物回收之應用”, 何英礎工業技術研究院, 1990。 32. 蔡敏行, “提煉冶金概論講義”, 成功大學資源工程學系, 2002。 33. 彭御賢, “廢液晶顯示器資源回收之研究”, 大葉大學碩士論文, 2005。 34. Fang-Chih Chang, Shang-Lien Lo, Chun-Han Ko, “Recovery of copper and chelating agents from sludge extracting solutions”, Separation and Purification Technology 53, p.49-56, 2007。 35. 郁仁貽, “冶金學概論”, 財團法人徐氏基金會, 1997。 36. 環保署環檢所網頁: <http://www.niea.gov.tw/> 37. 曹簡禹、黃定加, “物理化學實驗學”, 正中書局, 1987。 38. 網頁: <http://www.dyu.edu.tw/%7Eee5040/laboratory/h361.htm> 39. 網頁: http://www.water.tku.edu.tw/sub91/frm_gov/chamghwa007.htm 40. 簡長清, “銅污泥資源回收之研究”, 大葉大學碩士論文, 2007。 41. 維基百科, “碳酸鈉”, <http://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E7%A2%B3%E9%85%B8%E9%88%89&variant=zh-tw>。 42. 黃榮茂、王禹文、林聖富、楊得仁, “化學化工百科辭典”, 曉園出版社, 1987。 43. 張啟達, “重金屬污泥資源化管道與技術評析”, 工安環保報導第29期, http://www.ftis.org.tw/cpe/download/she/Issue29/current29_09.htm。 44. 張國忠, “含重金屬污泥再利用技術介紹”, 台灣環保產業雙月刊第34期, 2005。