

造渣劑對冶金級矽雜質去除之研究

謝昇財、廖芳俊、何文福

E-mail: 364850@mail.dyu.edu.tw

摘要

基於太陽能光電產業的迅速成長，因此對6N級多晶矽物料的需求大增。雖能藉西門子法之化學提純方式生產9N純度之矽料，惟製程之耗能大、產能低、製造成本仍過高，且於製造過程中產出具有毒性之反應廢棄物，勢必對環境造成嚴重傷害，並影響其未來的使用。本研究之目的，主要探討造渣劑的種類及其添加量，對冶金級矽粉中各種雜質去除之影響進行分析。選用之造渣劑種類包括高親氧性之氧化鈣、氧化鋁和二氧化矽，具金屬元素去除能力之氫氧化鋇，及能有效降低矽液黏滯度之碳酸氫鈉。實驗規劃單一成份及複合配比造渣劑的使用，藉改變造渣劑的類型及其添加量，據以探討凝固矽錠中雜質成份的分佈和增減情形。實驗結果顯示，單一造渣劑的使用，對矽料中鐵、磷雜質的去除皆有效果，惟獨氧化鋁之除磷效果較不顯著，且添加量皆不宜過多，以2 wt.%為最宜；至於對硼之去除無明顯成效。至於對複合造渣劑而言，則以適當配比之氧化鈣與二氧化矽、及少量碳酸氫鈉進行混合，對矽料中鐵、磷雜質的去除皆相當顯著。經分析整體提純結果，建議選擇1：3：6配比之碳酸氫鈉、氧化鈣與二氧化矽相混合，並以2~5 wt.%造渣劑添加量，應具最佳之雜質去除效果。

關鍵詞：冶金級矽、造渣劑、定向凝固、純化

目錄

第一章 緒論... 1	第二章 文獻回顧... 3	2.1 矽純化簡介... 3	2.1.1 矽資源及提煉... 3	2.2 多晶矽應用領域... 4	2.3 矽純化製程... 4																			
2.3.1 西門子法... 5	2.3.2 ASiMi法... 6	2.3.3 流體床反應法... 6	2.3.4 管狀沉積法... 6	2.3.5 物理冶金法... 7	2.4 定向凝固... 9	2.5 造渣原理... 10	2.5.1 矽造渣純化... 10																	
第三章 實驗方法... 18	3.1 實驗材料... 18	3.2 實驗規劃... 18	3.3 實驗步驟與分析流程... 19	3.4 造渣劑的選擇... 20	3.4.1 造渣劑的添加量... 20	3.5 實驗器具與設備... 21	3.5.1 熔煉坩堝... 21	3.5.2 熔煉狀態... 22	3.6 試件取樣分析... 23															
3.6.1 取樣消化與分析... 25	3.7 感應耦合電漿放射光譜儀(ICP-OES)... 26	第四章 實驗結果分析與討論... 29	4.1 實驗用粉狀矽料ICP-OES成份分析... 29	4.2 使用氧化鋁坩堝、添加單一造渣劑效果分析... 29	4.2.1 添加氧化鈣(CaO)造渣劑... 30	4.2.2 添加氧化鋁(Al ₂ O ₃)造渣劑... 31	4.2.3 添加氫氧化鋇(Ba(OH) ₂)造渣劑... 33	4.2.4 添加二氧化矽(SiO ₂)造渣劑... 35	4.2.5 添加碳酸氫鈉(NaHCO ₃)造渣劑... 36	4.3 進行複合造渣劑添加效果之分析... 38	4.3.1 添加6CaO-4SiO ₂ 複合造渣劑... 39	4.3.2 添加3Al ₂ O ₃ -5SiO ₂ 複合造渣劑... 41	4.3.3 添加3CaO-1.5Al ₂ O ₃ -5SiO ₂ 複合造渣劑... 42	4.3.4 添加1NaHCO ₃ -3CaO-6SiO ₂ 複合造渣劑... 44	4.3.5 添加2Ba(OH) ₂ -1Al ₂ O ₃ -7SiO ₂ 複合造渣劑... 46	4.4 單一造渣劑與複合造渣劑之比較... 48	4.4.1 SiO ₂ 與6CaO-4SiO ₂ 之比較... 48	4.4.2 CaO與6CaO-4SiO ₂ 之比較... 50	4.4.3 SiO ₂ 與3Al ₂ O ₃ -5SiO ₂ 之比較... 51	4.4.4 Al ₂ O ₃ 與3Al ₂ O ₃ -5SiO ₂ 之比較... 54	4.4.5 NaHCO ₃ 與1NaHCO ₃ -3CaO-6SiO ₂ 之比較... 55	4.4.6 Ba(OH) ₂ 與2Ba(OH) ₂ -1Al ₂ O ₃ -7SiO ₂ 之比較... 57	第五章 結論... 60	參考文獻... 62

參考文獻

- [1]維基百科, <http://zh.wikipedia.org/zh-tw/>。
- [2]矽石的純化, <http://tw.myblog.yahoo.com/tc-0952562689/article?mid=139>。
- [3]冶金矽與西門子法的製程比較, <http://www.docin.com/p-53088729.html>。
- [4]太陽能級多晶矽製造技術, <http://www.energytrend.com.tw/bbs/thread-1183-1-1.html>。
- [5]黃瑩瑩, 郭輝, 黃建明, 沈樹群, “精煉法提純冶金矽至太陽能級矽的研究發展”, 動能材料, 2007年第9期。
- [6]蘇英源, 郭金國, “冶金學”, 全華科技圖書公司, 2001。
- [7]Ji-Jun Mu etc., “Boron removal from metallurgical grade silicon by oxidizing refining”, Science Direct, 2009。
- [8]王新國, 丁偉中, 沈虹, 張靜江, “金屬矽的氧化精練”, 中國有色金屬, 2002年第4期。
- [9]梁達科, “工業矽精煉的試驗研究”, 輕金屬, 1988年07期。
- [10]M.D. Johnston and M. Barati, “Distribution of impurity elements in Slag-silicon equilibria for oxidative refining of metallurgical silicon for solar cell applications”, Solar Energy Materials & Solar Cells 94, pp.2085~2090,2010。