

藉物理冶金製程提純石英礦之研究

童海瑞、廖芳俊

E-mail: 364772@mail.dyu.edu.tw

摘要

本研究主要對不同地區之天然石英礦，進行內部雜質純化製程的研究，由於各地石英礦的生成條件有所差異，因此內部金屬雜質的種類、含量與分佈也不盡相同。若能藉由簡易的製程進行純化處理，並維持其天然-石英之晶體結構，相信於太陽能光電產業上將會有相當多的用途。試驗之初，先將石英礦予以粉碎、分篩、磁選、酸洗、清洗、烘乾，始成為研究之原物料。接續施以低溫水淬處理，使石英粉因殘留應力的存在、而產生沿晶破裂的情形，將使晶界處之金屬雜質裸露，再使用超音波震盪設備進行濕法酸洗。若裂紋縫隙仍過小，酸液無法有效深入侵蝕金屬雜質時，可選擇使用超音波變頻爆洗、低溫高壓、高溫負壓或高溫高真空等方式進行純化。由實驗結果得知，先經一次600℃水淬處理，再以4:2鹽酸與氫氟酸之配比酸液，施以低溫高壓之水熱處理，將可獲得頗佳之純化效果。數據顯示，德化透明石英粉經此製程可達到76%的雜質去除率，對於結晶性佳且晶構紮實完美如水晶般之斯里蘭卡石英粉，亦達31%雜質去除率。將處理後之德化石英粉與美國UNIMIN太陽能最高等級石英粉之純度規範做比較，雖然鋁、鉀、鈉、鎂、鈦之含量未達標準，惟其中鋁、鉀、鎂、鈦含量亦僅稍高於標準值，因而僅鈉雜質的去除仍然有待加強。相信此純度之德化粉料已可滿足太陽能電池產業對多晶坩堝純度上的要求。

關鍵詞：水淬、酸洗、水熱製程、純化、-石英、雜質去除率

目錄

封面內頁 簽名頁 中文摘要...iii	ABSTRACT...iv	誌謝...vi	目錄...vii	圖目錄...x	表目錄...xii	第一章 前言...1	第二章 文獻回顧...3											
2.1 石英簡介...3	2.1.1 石英的用途...3	2.2 二氧化矽的簡介...5	2.3 二氧化矽的晶體與轉變...7	2.3 石英玻璃簡介...10	2.3.1 雜質對石英玻璃品質的影響...11	2.4 石英中包裹體的形成機理及分類...12	2.4.1 石英包裹體的形成機理...12	2.5 相關石英礦雜質移除研究之文獻回顧...15										
第三章 實驗方法...35	3.1 實驗材料...35	3.2 實驗規劃...37	3.3 實驗前處理...41	3.4 高溫、低溫水淬實驗...42	3.6 低溫高壓水熱酸洗處理...44	3.7 高溫負壓處理...45	3.8 高溫高真空處理...47	3.9 石英試樣之檢測設備...48										
第四章 實驗結果分析與討論...52	4.1 粒徑0.25~0.50 mm 連城石英粉料高溫水淬酸洗效果分析...52	4.2 不同粒徑連城石英粉料低溫水淬酸洗效果分析...54	4.2.1 小粒徑連城石英粉經低溫水淬之SEM結晶形貌觀察...57	4.3 第二階段石英礦純化參數效果分析...59	4.3.1 低溫水淬粉料經超音波變頻爆洗(共振)效果分析...59	4.3.2 低溫水淬粉料經由低溫高壓(水熱)效果分析...61	4.3.3 低溫水淬粉料經由高溫負壓(進氣)效果分析...62	4.3.4 低溫水淬粉料經由高溫高真空(氣化揮發)效果分析...63	4.3.5 第二階段石英礦純化參數效果討論...64	4.4 第三階段石英礦純化參數效果分析...66	4.4.1 一次水淬粉料經不同酸液配比、低溫高壓水熱處理實驗...66	4.4.2 多次水淬粉料經不同酸液配比、低溫高壓水熱處理實驗...69	4.4.3 多次水淬粉料與不同酸液配比經低溫高壓水熱處理實驗...72	4.4 石英粉料經最佳參數組合之試驗結果分析...75	4.4.1 水熱製程對於不同地區石英粉料金屬雜質去除率之整體分析...75	4.5 德化透明石英粉經各階段製程處理後之晶體結構分析...78	4.6 最佳參數純化石英粉與美國UNIMIN太陽能等級標準相比較...80	
第五章 結論...81	參考文獻...83																	

參考文獻

- [1] 石英, 維基百科(2012), <http://zh.wikipedia.org/zh-tw/>。
- [2] 石英材料特性, 百度文庫, <http://wenku.baidu.com/>。
- [3] 矽產業原料-矽石簡介, 山東辛化硅膠有限公司。
- [4] 二氧化矽, 維基百科(2012), <http://zh.wikipedia.org/zh-tw/>。
- [5] 二氧化硅, 百度百科, <http://baike.baidu.com/>。
- [6] 洪璐, “石英原料中雜質的高溫去除方法研究”, 蘇州大學材料與化學化工學部碩士論文, 2006。
- [7] SiO₂的晶體及轉化, 生意社資訊, 2009。
- [8] 玻璃, 維基百科(2012), <http://zh.wikipedia.org/zh-tw/>。
- [9] 石英玻璃, 百度百科, <http://baike.baidu.com/>。
- [10] 茆令文, 谷翠紅, 吳建新, 于永琪, “脈石英替代水晶生產高純石英砂試驗研究”, 蚌埠玻璃工業設計研究院, 建材世界2010年第三十一卷第一期。
- [11] H.L. Zhao, D.X. Wang, Y.X. Cai, F.C. Zhang, “Removal of iron from silica sand by surface cleaning using power ultrasound”, Materials

Engineering 20, pp.816-818, 2007.

[12]J. Dietl, “ Hydrometallurgical purification of metallurgical grade silicon ” , Solar Cells, pp.145-154, 1983.

[13]F.H. Du, J.S. Li, X.X. Li, Z.Z. Zhang, “ Improvement of iron removal from silica sand using ultrasound-assisted oxalic acid ” , Ultrasonics Sonochemistry 18, pp.389-393, 2011.