



太陽能矽晶圓放電切割加工研究

The Research of Electrical Discharge Machining
on Solar Silicon Wafer

陳鳴吉

工業技術研究院
機械所
智慧機械技術組
數值控制部

麥朝創

工業技術研究院
機械所
智慧機械技術組
數值控制部

李坤穎

工業技術研究院
機械所
智慧機械技術組
數值控制部

顏炳華

國立中央大學
機械工程學系
教授

游博淮

國立中央大學
機械工程學系
研究生

關鍵詞

- 線切割放電加工 WEDM
- 太陽能電池 Solar Cell
- 多晶矽 Polycrystalline Silicon

摘要

高油價時代來臨使太陽能電池成為最火紅的商品，太陽能電池市場八成的產品均使用矽晶圓再加上半導體製程製造。目前太陽能電池矽晶圓大多數是使用刀鋸或鋼線配合磨粒的方式進行切割，本文先介紹這類切割設備，再提出創新之製程方法—利用放電原理進行多晶矽晶圓材料之切削。在多晶矽放電切割研究中，首先分析多晶矽

材料特性，區分 P 型與 N 型的不同，必須應用不同放電極性，才能正常進行放電加工，接著進行實驗探討不同放電條件對加工速度與加工溝槽寬的影響，最後，建構多道次多晶矽放電切割設備，進行同時六線多晶矽晶棒之放電切割。結果，在單線切割時之材料移除率可達 $324\text{mm}^2/\text{min}$ 以上；六線同時切割時之切割材料移除率可達 $243\text{mm}^2/\text{min} \times 6$ 線以上，整體移除率為 $1458\text{mm}^2/\text{min}$ ，該切割效率為單線切割的 4.5 倍。期許本研究能開啟國內產、學、研界之矽晶圓半導體材料放電切割的研究開發風氣，未來能建立全新的矽晶圓放電加工控制技術與設備。

前言

高油價與環保議題使太陽能電池成為最熱門



的研究題目與商品，加上京都議定書促使全世界一些主要國家以法規及補貼政策推廣太陽能電源。在現階段太陽能電池發展中，以包含結晶矽與非晶矽的矽半導體佔據了絕大多數的市場，其中 80%~90%為結晶矽太陽能電池。太陽能矽晶圓材料因晶體結構差異分為單晶矽與多晶矽兩種。太陽能電池之上游製程如圖一所示，矽原料熔融後再以半導體拉晶方式(CZ-Polling)製作出的為單晶矽晶錠(Ingot)，而矽原料熔融後以較低溫凝固成形的則為多晶矽晶錠(Ingot)，單晶矽晶棒先經過去頭去尾程序後，多晶矽與單晶矽兩者都再經過切塊(Bricking)開方製程切割成類四方形棒狀之晶棒(Brick)，再經多線切割製程切成片狀，此為矽晶片(Wafer)，最後再經過清洗與矽晶圓片之表面檢測流程後，就完成太陽能電池上游製程之矽晶片製作。

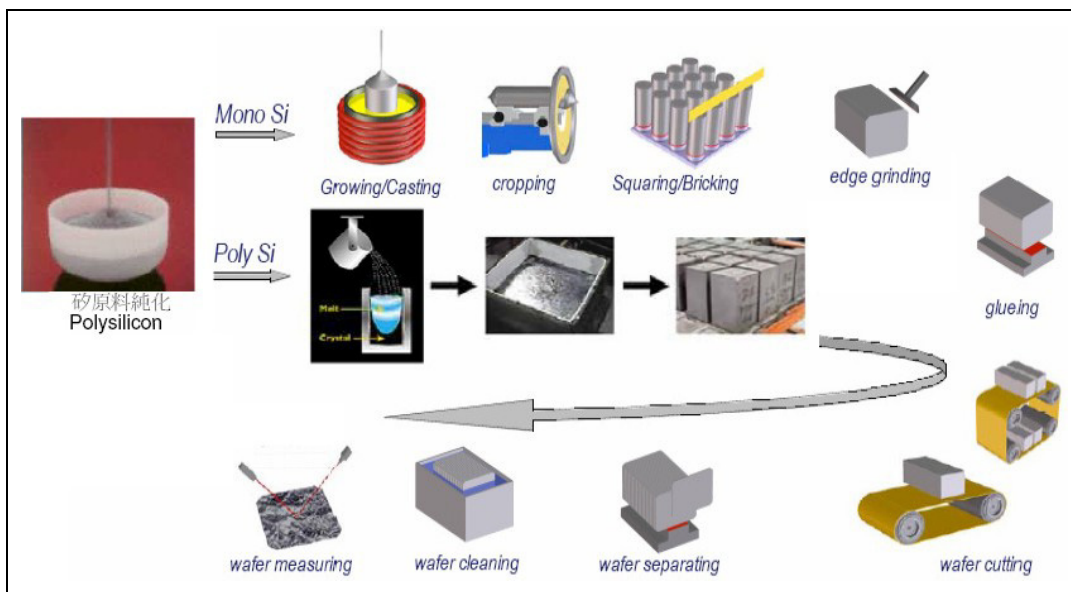
目前結晶矽晶圓切割設備

目前主流太陽能矽晶棒(Brick)的製作方法是使用鋸片或多線鋸(Wire Saw)切削製程。鋸片製程是以具有齒痕或鑲有鑽石顆粒之鋸片或刀片進行切割；多線鋸是以鋼線加上研磨顆粒或直接以鍍鑽石線進行研磨切割。在切片製程上，幾乎都還是利用多線鋸切割方法來進行。以下面就針對各種類型的切割設備進行簡單介紹。

一、切塊設備(Bricking)

1. 外徑切割機(OD Saw)

圖二為一典型的外徑切割機示意圖。外徑切割機所使用的圓盤刀片，一般在外徑鑲有鑽石微粒，利用圓盤刀盤之外徑進行切割加工。刀盤中間的開口，是做為將刀片固定在切割機上之用途。此機型可用於單晶矽棒與多晶矽棒之切斷與開方製程。為確保切斷後的晶棒，能有較平滑的切面，而外徑切割機刀片直徑必須至少等於晶棒直徑的兩倍以上才行。



圖一
矽晶圓片加工
製程示意圖[4]

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】337期・100年4月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw