



# 多晶矽太陽能電池板 內裂瑕疵檢測

The Internal-Cleft Inspection Technology  
of Polycrystalline Silicon Solar Cell

王俊傑

工研院機械所  
智慧系統工程組  
綠能智慧化系統部  
副經理

蘇瑞堯

工研院機械所  
智慧系統工程組  
綠能智慧化系統部

陳慶順

工研院機械所  
智慧系統工程組  
綠能智慧化系統部

吳建峰

工研院機械所  
智慧系統工程組  
綠能智慧化系統部

劉彥辰

工研院機械所  
智慧系統工程組  
綠能智慧化系統部

## 關鍵詞

- 多晶矽產品 Polycrystalline Silicon Products
- 內裂瑕疵 Internal-Cleft
- 自動檢測 Automatic Inspection
- 時頻分析 Time-Frequency Analysis

## 摘要

本文提出一種用於多晶矽產品內裂之自動檢測方法，透過時頻分析方法對多晶矽產品內裂現象進行訊號處理及分析，其檢測方法是令多晶矽基板產生一微振動訊號，以收音裝置接收音頻訊號，利用時頻分析技術解析此訊號之各種頻率能量隨時間變化的情形，顯現瞬間頻率分佈的改

變，並結合人工智慧方法，將時頻資訊以電腦辨識方式，提供智慧化決策技術，避免傳統以人耳聽音或視覺之人工辨識模式容易產生誤判。本技術可應用於檢測多晶矽之相關產品上，使多晶矽產品內裂瑕疵檢測更有效率。

An automatic inspection method of internal-cleft for polycrystalline silicon products is proposed in this report. First, the polycrystalline silicon substrate is excited by a micro-vibration signal. By using time-frequency analysis, the spectrum variety of the signal indicates the transient changes in frequency distribution. The artificial intelligence is adopted to identify time-frequency information and to support intelligent decision-making. The purpose is to integrate the real sensing and intelligent modeling approaches, by



taking both the design and operation information into concern, to develop an automatic inspection method of internal-cleft for polycrystalline silicon products.

## 1. 前言

矽是我們眾所周知的半導體材料的主要來源，用在太陽能晶矽電池(Cell)上，可區分成單矽、多晶矽及非晶矽。多晶矽與單晶矽兩種材料，是太陽能電池板整體市場的主流。最近幾年，由於矽原料全球性的短缺，為了彌補原料的短缺，太陽能電池板矽晶厚度切片成更薄，厚度大多為  $120\ \mu\text{m}$  到  $240\ \mu\text{m}$ ，而其面積也到  $210\ \text{mm} \times 210\ \text{mm}$  大小。這些發展趨勢使太陽能板在生產上更具挑戰性，輕薄的結構因而常常造成太陽能板內裂瑕疵。目前而言，太陽能晶矽電池以多晶矽電池因其技術難度比單晶矽電池較低且成熟，製程上較便宜，轉換率略遜單晶矽，可截為正方形。另外，因其結晶原理易造成碎裂或內部晶體結合不良而影響電池品質，但不良品回收再製造成本上也相較低廉，因此目前多晶矽電池漸漸成為太陽能晶矽電池的主力產品[1-4]。

## 2. 傳統內裂瑕疵檢測

基板的微裂瑕疵檢測分析，於太陽光電產業製程中相當重要，以太陽能電池板之微裂為例，其發生原因很廣泛，包括原材料瑕疵、製程中與製程間的搬運等等皆有可能引起微裂，且由於太

陽能電池板的原材料主要為矽晶片，而矽晶片其結理容易在內部或表面造成碎裂，碎裂的發生對製程設備的影響嚴重，亦會影響太陽能電池板的發電效率[5-7]。在晶矽電池板檢測機台部分，可分為最終電性測試與製程中的缺陷檢測兩部分：

- (1) 最終電性測試：是製程的最後一站，透過測量基板的電流－電壓特性方式對產品之各種電性參數進行測試後隨即分類至成品倉庫，因此，能做的處理僅有報廢或降等級，故已降低製程良率，對製程改善助益不大，而損失已經發生，直接影響生產當中所投入之材料與人工成本。此外，微裂的現象在十分輕微的情況下無法反應於電流－電壓，卻會使得產品容易於搬運途中碎裂。
- (2) 製程中的缺陷檢測：大多沿用單晶矽的測試機台，大致上包括二種方式，其一透過強光燈進行表面之目視檢測，其二為利用電致發光原理(Electro Luminescence, EL)進行缺陷的目視檢測。由於基板微裂可能發生在結理表面與內部，且多數並不會穿透整過基板的截面，利用強光燈的目視檢測容易出現漏檢疏失。電致發光技術運用在多晶矽產品檢測時，因為多晶矽晶格排列不一致，在電致發光影像上容易產生許多的小細紋或陰影，如圖 1 所示。這些條紋或陰影不見得是晶圓缺陷，需由專業檢測人員憑經驗檢測產品，難以自動檢測，且檢測準確度無法確定。

近來由於各廠製程技術成熟良率提高，加上市場價格競爭及生產成本考量，部分廠商已停止常態性檢測改採隨機抽測，對於下游廠商則提供大量退換機制；但對於下游生產太陽能電力模組

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】340期・100年7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](http://www.automan.tw)