

行政院原子能委員會
委託研究計畫研究期末報告

太陽電池接收器結構與可靠度封裝技術之模擬及分析
Reliability Analysis of Photovoltaic Module Structure

計畫編號：982001INER034

受委託機關(構)：國立清華大學

計畫主持人：江國寧 教授

核研所聯絡人員：洪慧芬、施圳豪

聯絡電話：03-5742925

E-mail address：knchiang@pme.nthu.edu.tw

報告日期：98/12/29

摘要

聚光型太陽能電池系統與傳統太陽能電池系統之分野為其利用高倍率的聚光模組增加太陽電池晶片的光電轉換效率。一般而言，聚光模組將導致太陽電池晶片的接面溫度大幅提升，因此，聚光型太陽能電池相較於傳統太陽能電池系統承受更為嚴苛之溫度變化環境條件。由於材料間熱膨脹係數的不匹配，在溫度負載下封裝體將產生熱應力，此熱應力是晶片接合處發生裂縫的主因；裂縫的成長將由焊錫材料外圍向中心成長，而隨著晶片接著面面積的減少，晶片接面溫度將逐漸上升，進而降低聚光型太陽能電池系統的能量轉換效率。

本研究利用有限元素分析軟體 ANSYS[®] 進行聚光型太陽能電池模組結構可靠度的評估，並採用結合穩態潛變參數與雙線性應力應變特性的材料參數[2]描述焊錫材料的黏塑變形行為。在研究中，首先建立三層板有限元素模型，改變中間層焊錫材料之厚度與晶片大小進行參數化分析；其結果指出焊錫材料之厚度將影響結構可靠度；而當晶片足夠大時，焊錫材料所承受之應力值大小與晶片尺寸無關。其後基於 IEC62108[1]中溫度熱循環的規範，假設聚光型太陽能電池模組之有限元素模型經歷五個溫度負載週期，每週期之溫度變

化範圍為-40 至 80°C，並設定 125°C 時為無結構內應力的設定下進行模擬分析。由初步分析結果發現，潛變應變為此結構中最主要的分析因子，因此本研究將累積潛變應變代入 Darveaux 公式[3]中，以估算聚光型太陽能電池封裝模組之壽命。焊錫材料分布不均勻之現象將造成裂紋成長速率不均；最後，本研究以傾斜模型比較焊錫材料厚度不均勻現象對於結構可靠度之影響，其結果指出此焊錫材料分布不均勻的現象將會減低封裝體的壽命。

關鍵字：高聚光型太陽電池模組、有限單元分析、疲勞壽命預估