

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

太陽能模組 IV 特性量測設備與參考晶片之研發 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 96-2622-E-218-022-CC3
執行期間：96年11月01日至97年10月31日
執行單位：南臺科技大學機械工程系暨研究所

計畫主持人：林克默

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：李佳諺
碩士班研究生-兼任助理人員：陳育裕
碩士班研究生-兼任助理人員：吳明家
大專生-兼任助理人員：謝宗祐
大專生-兼任助理人員：雷衍桓

處理方式：本計畫為提升產業技術及人才培育研究計畫，不提供公開查詢

中華民國 97年11月09日

國科會補助提升產業技術及人才培育研究計畫成果精簡報告

學門領域：固態電子

計畫名稱：太陽能模組 IV 特性量測設備與參考晶片之研發

計畫編號：NSC 96-2622-E-218-022-CC3

執行期間：96/11/01 ~ 97/10/31

執行單位：南臺科技大學

主持人：林克默

參與學生：

姓名	年級 (大學部、碩士班、博士班)	已發表論文或已申請之專利 (含大學部專題研究論文、碩博士論文)	工作內容
李佳諺	碩士班		LabView [®] 使用界面之撰寫，以及檢測電路實作與測試等工作。
陳育裕	碩士班		設計和製作參考晶片
吳明家	碩士班		LabView [®] 使用界面之撰寫，以及檢測電路實作與測試等工作。
謝宗祐	大學部	專題作品名稱：【綠能瓦舍】 獲「第八屆全國大專校院創意實作競賽」佳作。	晶片量測及老化實驗之執行與數據統計等工作。
雷衍桓	大學部	專題作品名稱：【綠能瓦舍】 獲「第八屆全國大專校院創意實作競賽」佳作。	晶片量測及老化實驗之執行與數據統計等工作。

合作企業簡介

合作企業名稱：必穎科技股份有限公司

計畫聯絡人：李奇芳／蘇履中

資本額：新台幣 500 萬元

產品簡介：主要從事燃料電池事業之開發與研究，研究範疇包含薄膜電池

組、電池測試平台、電子負載器以及電化學相關儀器與研究方法

網址：<http://www.beamassociate.com> 電話：02-8919-1161、04-24751125

研究摘要(500 字以內)：

目前台灣太陽能產業正蓬勃發展，除了最上游矽原料廠因投資成本相當高，少數有能力廠商尚在評估外，晶片製造、模組封裝及 PV 系統廠等投資案都熱烈進行中。此時正是太陽能產業相關檢測設備的開發恰當時機，也是值得重視的課題。目前專業用檢測設備對於中小企業而言投資成本負擔過大，而造成產業在發展上受阻。本計劃將過去所開發完成之太陽光電模組測試平台，配合使用參考晶片以降低設備製作成本。專業用檢測設備多使用人工模擬光源、高速量測電路及高精度日射儀，其中人工光源便佔了成本的四成至七成之間。本計劃採用自然光源並以自製參考晶片取代攜帶不便的日射儀，以大幅降低製作成本，以及提高儀器的操作性。本計畫開發之太陽能模組特性曲線量測儀器，除了包含基本 IV 曲線量測功能外，亦可估計系統內電阻的變化。實驗顯示，只要建立校正曲線，參考晶片可應付大部分情況的要求。本儀器介面主要採用 LabView®程式來架構，並將操作過程客製化以符合廠商需求。硬體部分採用模組化組件，電子負載組件或量測電路，NB 或嵌入式電腦，廠商可依客戶需求彈性組裝。合作廠商只要投資少量的資金即可達到生產各類測試儀器的目的，增加產業競爭力，並提升國內太陽能產業的技術水準與競爭力。

人才培育成果說明：

本計畫的主要目的為製作太陽能模組特性量測設備與參考晶片，以提高台灣太陽能產業在量測方面的瓶頸。對於參與人員可以了解太陽能晶片效率檢測之原理，對太陽能晶片量測技術能獲得實際經驗。對於檢測電路的設計與測試，以及LabView®程式的撰寫能廣泛了解和實務經驗。並且對太陽能晶片真空熱壓封裝設備的使用，太陽能模組之製造流程等，皆可培養參與研究生/大專生之實務經驗，獲得跨科系整合的寶貴經驗。同時亦可培養參與老師除了理論之外之實務經驗，並可提供合作廠商扎實理論與實務之設計經驗。增加國內太陽能產業對外之競爭力。

技術研發成果說明：

本計畫主要技術研發成果說明如下：(1)開發並完成一套測定標準太陽能模組(85W、 $V_{mp}=17.8V$ 、 $I_{mp}=4.8A$ 、 $V_{oc}=21.7V$ 、 $I_{sc}=5.3A$ 、 $1184mm \times 532mm \times 33mm$ 、7.5kg)特性之量測系統；(2)完成以電子負載器為量測平台之檢測系統與驗證；(3)完成檢測系統之使用者界面程式之撰寫；(4)完成參考晶片之製作及檢測。

技術特點說明：

本計畫主要技術是將過去所開發之太陽能模組測試經驗，配合使用LabView®程式來撰寫人工操作介面，合作廠商負責量測平台的製作，並以參考晶片以取代高精度日射儀，以降低設備製作成本。相對於專業用檢測設備使用昂貴的人工模擬光源及高速量測電路，本計劃採

用自然光源以大幅降低製作成本及提高儀器的操作性。本計劃採用之檢測方法與理論說明如下：

在實務應用上，量測太陽電池有效特性曲線時，若其量測值誤差在1%以內，便能滿足大多數應用的要求。圖1為太陽光電等效電路圖， I_L 表示光電流， R_{pv} 為太陽電池非歐姆式電阻

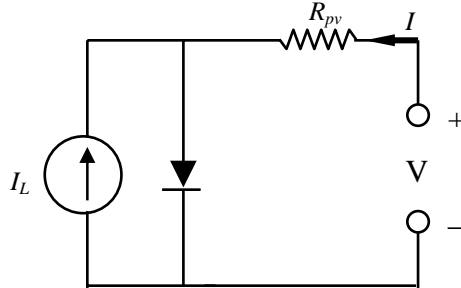


圖1：太陽電池等效電路圖

由於太陽電池具有二極體的特性，其特性曲線方程式及功率可表示如下：

$$I = I_{ph} - I_0 \left(e^{\frac{U + IR_{pv}}{U_T}} - 1 \right) \quad (1.1)$$

$$\frac{dU}{dI} = - \left(\frac{U_T}{I_{ph} - I + I_0} + R_{pv} \right) \quad (1.2)$$

$$P = IU_T \ln \left(\frac{I_{ph} - I + I_0}{I_0} \right) - I^2 R_{pv} \quad (1.3)$$

$$\frac{dP}{dI} = U_T \ln \left(\frac{I_{ph} - I + I_0}{I_0} \right) - I \left(\frac{U_T}{I_{ph} - I + I_0} + 2R_{pv} \right) \quad (1.4)$$

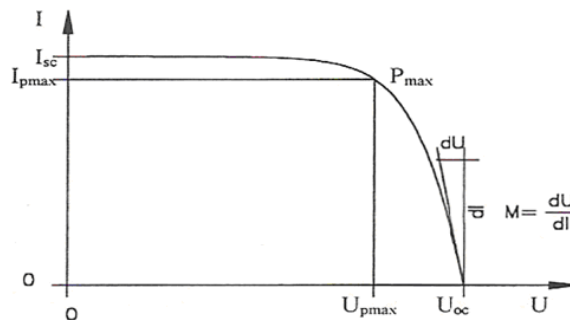


圖2：太陽電池特性曲線及重要參數說明。

其中， I_{sc} 為短路電流、 U_{oc} 為開路電壓、 P_{max} 處是所謂最大功率點(MPP)點，即在此負載條件下太陽電池的輸出功率最大。經由太陽電池特性曲線的量測我們可得到重要參數 I_{sc} 、 U_{oc} 、 U_{pmax} 、 I_{pmax} 。其他參數如 R_{pv} 、 U_T 、 I_0 和 I_{ph} 仍是未知，可由下列條件求得

$$\left. \frac{dU}{dI} \right|_{I=0} = M, \quad U|_{I=0} = U_{oc}, \quad \left. \frac{dP}{dI} \right|_{I=I_{p\max}} = 0, \quad U|_{I=I_{sc}} = 0$$

將特性參數組代入(1.1)~(1.4)可得

$$I_0 \left(e^{\frac{U_{p\max} + I_{p\max} R_{pv}}{U_T}} - 1 \right) - I_{ph} + I_{p\max} = 0 \quad (1.5)$$

$$I_0 \left(e^{\frac{I_{p\max} \left(\frac{U_T}{I_{ph} - I_{p\max} + I_0} \right) + 2R_{pv}}{U_T}} - 1 \right) - I_{ph} + I_{p\max} = 0 \quad (1.6)$$

$$I_0 \left(e^{\frac{U_{oc}}{U_T}} - 1 \right) - I_{ph} = 0 \quad (1.7)$$

$$I_0 \left(e^{\frac{I_{sc} R_{pv}}{U_T}} - 1 \right) + I_{sc} - I_{ph} = 0 \quad (1.8)$$

求解上列非線性方程式組可得太陽電池的其它參數 R_{pv} 、 U_T 、 I_0 、 I_{ph} 。

太陽能模組量測

在本實驗中，對於太陽能模組的特性曲線使用合作廠商所設計之電子負載機，架構如圖3所示，太陽能模組經過電子負載機給予不同負載，會產生不同的電壓及電流，透過PC端控制負載機給予固定電壓負載，擷取太陽能模組產生的電流，電子負載器與PC端的溝通使用USB介面，其中PC端的人機介面由LabView[®]程式所構成，除了可以擷取PV模組之電壓以及電流變化情形，再導入功率計算公式以及計算出最大功率點之電壓及電流，便可用來評估太陽電池模組的效能。

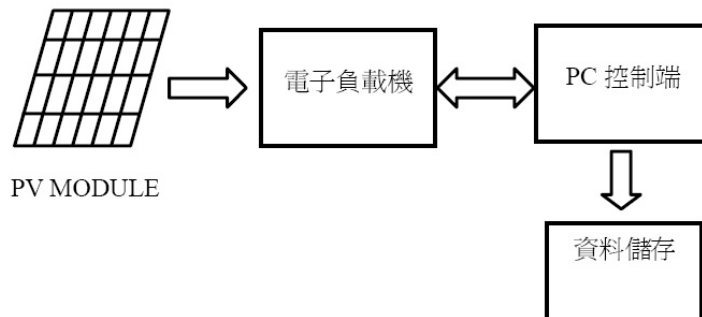


圖 3：PV 模組量測系統架構圖。

可利用之產業及可開發之產品：



圖4：合作廠商所設計電子負載機之原型。

基本規格：

1. 最大功率、最大功率之電壓、最大功率之電流、開路電壓、短路電流、填充因子，配合相關組件可換算成 STC 值；
2. PC/NB、USB 連線；
3. 選擇性配備：日射儀、溫度感應器。

推廣及運用的價值：

本計畫之執行成功擴展合作企業原有蓄電池量測技術至太陽能模組的檢測技術，並降低合作企業之研發成本與時間，開拓未來可能的營運範圍。

※ 備註：精簡報告係可供國科會立即公開之資料，並以四至十頁為原則，如有圖片或照片請以附加檔案上傳，若涉及智財權、技術移轉案及專利申請而需保密之資料，請勿揭露。