

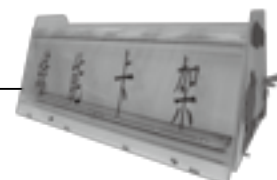
綠能座席卡架製作與開發

張正翰·陳文瑞／國立虎尾科技大學電子工程系

本計畫主要有兩部分，其一是針對前期所執行之超薄易攜式太陽能電池作延續性的開發，然後將開發完成之太陽能電池與LED做結合。其二是利用此概念發展出綠色能源產品”綠能座席卡架”。此方法具備了環保、省電與再生能源利用等觀念。

計畫執行方法是藉由在座席卡架上放置6個菲涅爾透鏡，將其範圍內的光聚焦到下方的高效率三接面太陽電池，並透過充電電路儲存電力至充電電池內，再藉由升壓電路使其驅動LED產生光源，將座席卡架上投影片之字樣顯示出來。而改良過後之第二代也將修正第一代的缺點，其大小只有第一代之一半，大大增加攜帶之方便性。

關鍵詞：三接面太陽電池、菲涅爾透鏡、充電電池、升壓電路。



(圖1) 一代座席卡架



(圖2) 二代座席卡架

1. 前言

台灣地處亞熱帶地區，日照充沛，非常適合利用太陽能做為新能源[1-4]，且台灣半導體產業蓬勃發展、光能充電技術純熟[5,6]，製作高效率太陽能電池方面上有許多的優勢。最近政府擬推動「新能源產業旗艦計畫」，並將太陽光電、LED照明列為新能源產業兩大主力，力拼下一個兆元產業。為此希望將兩者結合，以響應地球環保，期能達到節能減碳之效果。

卡架功能

座席卡架便是開會時放置名片的架子。但開會時通常燈光都會暗下來，如此便無法清楚得知在場開會人員，如能以LED燈稍為照明，光強度如同小夜燈一般，便能一目了然。此外為了增加競爭力，等產品穩定後增加開關及接頭即可用來充3.7V鋰電池，這樣於開會時也能順便充手機。

使用方法為預定在室內，可放置於陽光照得到的窗口增加充電效率，並於開會時使用。



(圖3) 卡架放置示意圖



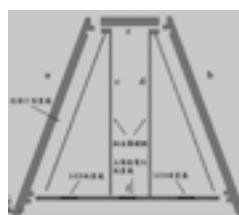
(圖4) 卡架點量圖

2. 一代卡架

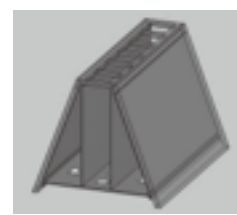
2-1 研究方法

(1) 卡架模型設計

本綠能座席卡架主要是由透明壓克力板所做成，並在上方搭配菲涅爾透鏡(Fresnel lens)，中間為鍍鋁反射面，及下方的充電電路板。



(圖5) 卡架正視結構圖

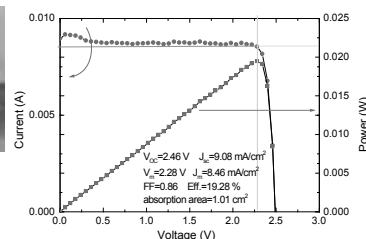


(圖6) 卡架示意圖

圖5中a與b為卡架壓克力斜面；c與d為反射LED光源之鍍鋁反射面；e為放置菲涅爾透鏡之位置；最後f則為電路板(充電電路及電池置放處)。

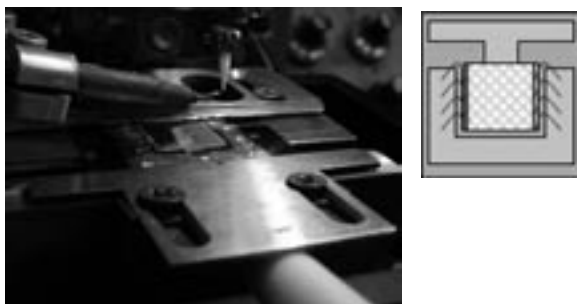
(2) 太陽能電池封裝技術

我們所要封裝的太陽能電池為高效率的三接面太陽能電池。 V_{oc} 為2.46V， $J_{sc}=9.08\text{mA}/\text{cm}^2$



(圖7) 高效率三接面太陽能電池及其I-V曲線圖

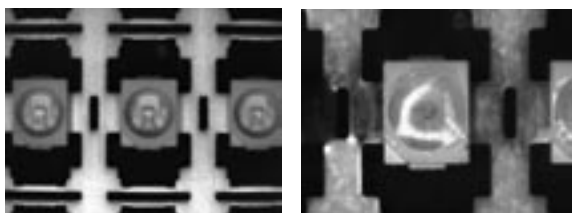
在本產品將會用到6個太陽能電池，所以我們分別洗6個小型電路來安置太陽能電池。



(圖8) 太陽能電池打線

(3) LED製作

LED封裝過程為：點膠→黏晶粒→烘乾→打線→測試→灌膠→烘乾→剪腳→測試→。



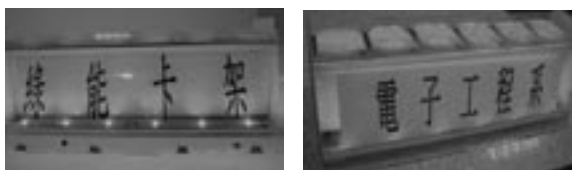
(圖9) SMD-LED

(4) 電路設計與製作

因為本綠能座席卡架底下有充電電路，故我們將針對此找出並做出適合之電路。目前以較簡單之充電電路為主。

(5) 整體組裝

主要包括四個部份，主體大電路板、太陽能電池板、LED、充電電路板。主體大電路板是由兩塊中型電路板裁切而成的，裡面繪製了給太陽能電池板、LED、及充電電路板相連接的電路。製作過程為：設計→裁板→曝光→顯影→蝕刻→裁板→鑽孔→銲接→組裝。



(圖10) 綠能座席卡架完成成品

2-2 結果與討論

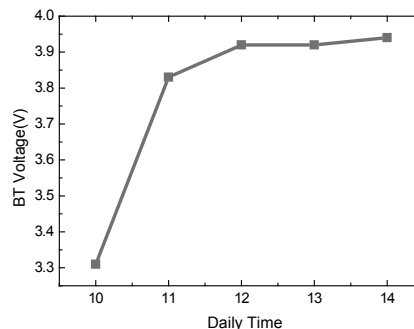
(1) 菲涅爾透鏡(Fresnel lens)聚焦測試

(表1) 菲涅爾透鏡(Fresnel lens)聚焦測試

Time	無lens光強度 w/m^2	有lens光強度 w/m^2
11:50	818	2718

在這次實驗中於11:50分時，於太陽能電池的相對位置所量到的光強度為818 w/m^2 。但經過了lens的聚焦後便飆到了2718 w/m^2 ，不只提高了3倍，還打破國際規範AM1.5，1000 w/m^2 的標準，lens的聚焦效力由此可知。

(2) 室外充電測試



(圖11) SMD-LED

此實驗室實際拿到太陽底下測試，電池為三顆1.2V所以充飽時至少應該要有3.6V。於本實驗中我們可以發現從10:00到12:00兩小時中電池充到3.9V，因此室外充電是可以的。

(表2) 室內檯燈下充電測試

hours	BT(V)	Cell(V)	I(mA)	光強度 w/m^2
0	2.37	2.47	0.09	6~8
1	2.54	2.64	0.07	6~8
2	2.63	2.70	0.07	6~8
36	3.43	3.47	0	6~8

此實驗是在室內測試的，由於日光燈強度不足(光強度約為0~2 w/m^2)故我們改用檯燈測試。我們首先測量太陽能電池的開路電壓，用電表所測得結果為3.49V，以此電壓充3.6V是不可能的，但為了測試我們還是做了實驗。充了36個小時電池電壓達到3.47V與太陽能電池開路電壓3.49V接近。

(3) 技術瓶頸

① 太陽電池分太開

本產品長度為34公分，由於搭配每片長度為5公分之菲涅爾透鏡，造成太陽能電池彼此之間分太開，進而導至串聯阻抗過高，影響效率。

★目前所規劃之下一代產品，是將整體規模縮小，將改為一半，讓太陽能電池間緊密排列。

② 室外透鏡無法持續聚焦

由於太陽隨時間不同其照設角度也不同，導致只有在中午階段效率最高，而其他時間聚焦較差。

★目前預計改善方法為將太陽能電池移致正上方，達到照光無死角。透鏡部分將改成小型透鏡，將罩住整個太陽能電池。

③ 室內充電效果不如預期

由於日光燈強度不足，導致充電效果不佳。

★未來將朝兩個方向測試。其一是減少充電電池數，降低所需充電電量，不過這將導致只能驅動耗電量較小的電路，與當初設計理念有些違背。其二是增加太陽能電池數，但這將導致成本過高。因此兩者如何取捨是未來課題。

2-3 結論

- (1) 成功將高效率三界面太陽能電池運用於卡架
本專題是測試室內充電的可能性，故將高效率三界面太陽能電池運用於室內產品，雖然結果不如預期那樣好，但至少初步的計畫已經完成。
- (2) 採用菲涅爾透鏡能明顯增加其效率
菲涅爾透鏡具有很強的聚焦效果，太陽電池在此透鏡聚焦下，效率明顯提高，與未加透鏡之前相比較，最高可提升至11倍。未來如果以此做相關產品將事半功倍，而且此透鏡又輕又薄，又不會占太多的空間。
- (3) 製作出高效率綠能產品-綠能座席卡架
結合高效率三界面太陽能電池與菲涅爾透鏡所發展出的高效率綠能產品，並整合了目前綠能的新方向LED與太陽能電池。

3. 二代卡架

3-1 研究方法

(1) 卡架模型設計

設計最上方將改放2個lens，大小與第一代相同長寬各為5cm，底下為太陽電池電路板包含了充電電池。在其下方則為主要電路板包含升壓IC及LED。左右兩側可放置名片大小的紙張。

太陽能電池電路板將移到卡架正上方，這樣可以增加光源照進來的面積，並避免光源被反射板擋住，大大提高太陽能電池的效率。

(2) 太陽能電池部份

太陽能電池部份，我們採用體積更小的太陽能電池Triple-Junction Solar Piranha。



(圖12) 二代卡架完成成品

(3) LED

在LED部分我們還是與第一代卡架一樣使用SMD的，顏色為綠色，數量減少為4~8顆。

(4) 電路設計與製作

① 太陽能電池電路

主要為18顆太陽能電池和2顆充電電池以及防止逆充的1N5819蕭特基二極體和穩壓的二極體。

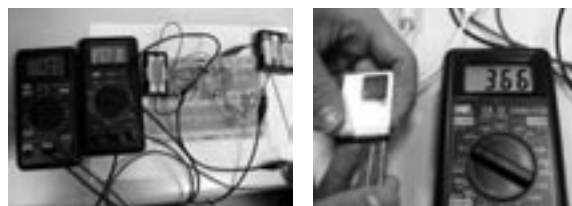
② 升壓電路



(圖13) 升壓電路

(圖14) 升壓電路測試

圖14中我們加了USB的插孔，主要是考慮到未來電子產品可能以USB接頭充電，為了瞭解其充電功能是否可行，因此我們便做了測試。我們以3顆1.2V之充電電池代替手機3.7V鋰電池作測試，以確認其可行。



(圖15) 手機電池充電模擬

(圖16) 手機沒電電壓

以這支手機為例，電池沒電時電壓為3.66V，如果我們以之前的模擬數據來看的話，基本上是OK的，因為3.66V要充到3.7V只有0.04V的差距，但這目前只是推測，是否可正式還有待後續觀察及實驗。

(5) 整體組裝

- ① DXP2004設計電路，太陽能電池電路及主要電路。
- ② 洗電路板-曝光、顯影、蝕刻
- ③ 焊接和組裝電路
- ④ 電路板與卡架結合
- ⑤ 美觀和修飾



(圖17) 二代卡架完成成品

3-2 結果與討論

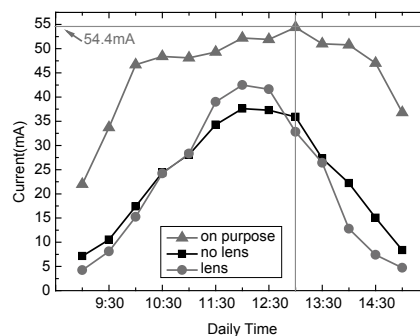
(1) 菲涅爾透鏡(Fresnel lens)聚焦測試

(表2) 菲涅爾透鏡(Fresnel lens)聚焦測試

Time	無lens光強度 w/m ²	有lens光強度 w/m ²
11:40	966	1601

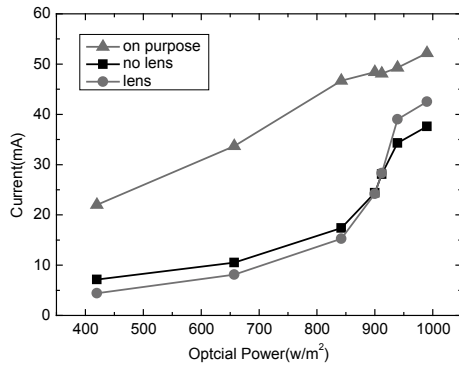
二代聚焦光強度為1601 w/m²與第一代卡架2718 w/m²相比其效率並不顯著，但這要實際測過才知道，在之後的實驗便有針對這部份做探討。

(2) 室外充電測試

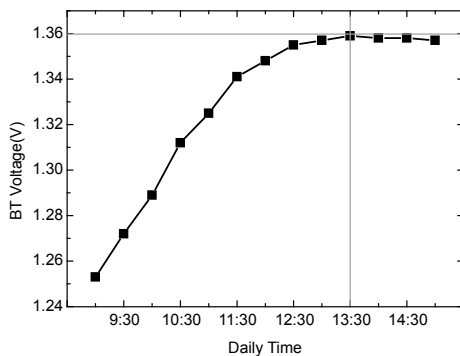


(圖18) 電流對時間關係圖

此實驗是在室外陽光充足下所做之實驗。圖中有3條電流曲線。我們以有加lens(紅)和不加lens(黑)的做對比。在圖中可以發現加了lens效率不見得比較好。原因在於太陽隨時間不同其照射角度也不同。只有在在中午階段電流有提升。其餘皆做負工。而做負功時間大於作正功時間。因此加了lens效率反而沒有提升。而另外一條lens刻意聚焦(藍)結果顯示。如有正確聚焦其充電電流可以長時間在45mA以上。因此如能增加追光系統。其效率必能大幅提升。



(圖19) 電流對光功率關係圖



(圖20) 電壓對時間關係圖

從圖中可以發現隨著光強度越強。電流也會變大。以刻意聚焦(藍)的曲線來看最大電流約在50mA左右而有加lens(紅)在接近中午時因聚焦到。故超越了沒聚焦的電流。整體而言呈線性關係。

充電時。電池一開始會充比較快。之後隨著電池本身電阻增加。因此也會越充越慢。之後便維持在一個定值。

3-3 結論

(1) 卡架缺點改善

一代卡架	缺點	二代卡架	優點
6個lens	體積龐大	2個lens	體積減一半
卡架過長	收納、攜帶不易	體積適當	收納、攜帶輕便
Cell分太開	串聯阻抗高	Cell集中排列	減少阻抗
Cell置於底部	光線有死角	Cell移至頂部	幾乎無死角
使用3個電池	過重、充電負載大	使用電池為1-2個	減少負載

- (2) 無追光之充電電流約在35mA左右2小時。
- (3) 追光後之充電電流可達45mA以上4小時。
- (4) 1.2V充電電池充4小時可達1.3V。足以充飽並驅動卡架。
- (5) 室內充電電流約為0.35mA。室內充電有困難。
- (6) 新的設計理念。如使用食人魚電池縮小體積、升壓IC減少電池數等特色。
- (7) 目前雖在室內充電及隨時聚焦方面還有些困難。但相信有朝一日一定能重大突破。

參考文獻

1. G. Dennler and N. S. Sariciftci, " Flexible Conjugated Polymer-Based Plastic Solar Cells: From Basics to Applications" , Proceedings of the IEEE, Vol.93, No.8, pp. 1429-1439, Aug. 2005.
2. J. Sakai, E. Fujinaka, T. Nishimori, N. Ito and J. Adachi, " High Efficiency Organic Solar Cells by Screen Printing Method" , IEEE Photovoltaic Specialists Conference, pp3-7, Jan. 2005
3. H. Kuraseko, T. Nakamura, S. Toda, H. Koaizawa, H. Jia, and M. Kondo, " Development of flexible fiber-type poly-Si solar cell" , Photovoltaic Energy Conversion, IEEE 4th World Conference, Vol. 2, pp.1380-1383, May 2006.
4. J.H. Xiang, P.X. Zhu, Y. Masuda, M. Okuya, S. Kaneko and K. Koumoto, " Flexible Solar-Cell from Zinc Oxide Nanocrystalline Sheets Self-Assembled by an In-Situ Electrodeposition Process" , Journal of Nanoscience and Nanotechnology, Vol. 6, pp. 1797-1801, June 2006.
5. M. Pastre, F. Krummenacher, R. Robortella, R. Simon-Vermot and M. Kayal, " A fully integrated solar battery charger" , Circuits and Systems and TAISA Conference, pp.1-4, June 2009.
6. M. Matsui, K. Koh, B. Yu and T. Kitano, " A solar battery charging module by means of Limit-Cycle MPPT control" , The 7th International Conference on Power Electronics, pp.572-575, October 2007.