

中華民國第四十八屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生活與應用科學科

030819

太陽多功能充電器裝置改良與其實際應用

學校名稱：臺北縣立漳和國民中學

作者：	指導老師：
國二 林樾城	莊欣盈
國一 林樾德	許佩雯
國一 郭泰麟	

關鍵詞： 太陽能、環保節能、多功能充電器

壹、摘要

我們將太陽能發電板合併多功能充電器成為太陽能多功能充電器，並在測試與觀察的過程中，發現了一些有趣的現象。

一、光照度是一個重要的因素，我們利用各種光源來進行測試，結果發現照度會影響發電的效率及產生的電壓，照度超過 7000 lux 才会有較理想的充電效果。

二、晴天時，充電裝置可以達到很好的充電效果，而日照很弱時，如果充電裝置一直在連接的狀態下會讓電池的電力逆流，所以我們以串聯的方式加裝二極體在線路上防止電流逆流，並且並聯充電電池組進行蓄電，在無光照的狀況下則可利用充電電池組的電力。

三、充電電池組的電池除了能夠直接使用，更可使連接的多功能充電器（4.3 V 以下）不受日照影響穩定充電。一般 USB 電源、手機、PHS 手機以及數位相機等電池（3.6-3.7 V），皆可以完全適用於充電的範圍內。

貳、研究動機

在日常生活裡，例如：登山、釣魚、露營等很多狀況下，並不能立即獲得電力的補充。外出所攜帶的必備電子用品，當電池電源沒電時就無法使用，產生極大的的不便。我們曾經在台灣大學舉辦的杜鵑花節活動中，參觀了機械系所展示的太陽能車與太陽能板，他們利用太陽能發電的原理作為車子的動力，讓我們非常有興趣。在能源消耗快速的現代，環保性的替代能源是大家尋求的新方向，透過結合太陽能裝置與電器，可以說對環保與日常生活的改進是一舉兩得。

如果可以利用結合太陽能板與多功能充電器裝置，就可以在有光源的地方隨時充電，並且可以適用於大部分的充電電池。真是令人興奮，不過太陽能板可以在怎麼樣的狀況下充電？影響充電的因素？該如何提高充電器的效能？好多不清楚的事喔！趕快將工作分配給大家去進行吧！

參、研究目的

一、太陽能發展與現況整理回顧，針對目前的不便性加以改良。

二、探討影響產生電壓大小的因素：

（一）光源的種類、

（二）照度的強弱、

（三）以及太陽能板的種類。

三、研究照度對充電效能的影響：照度對充電器充電的界限值。

（一）分析太陽能發電裝置的充電功效：非晶體與多晶體太陽能板的充電效能、充電時間與蓄電量的比較。

（二）太陽能多功能充電器實用性改善：加裝二極體改善電力的耗損。

肆、研究設備及器材

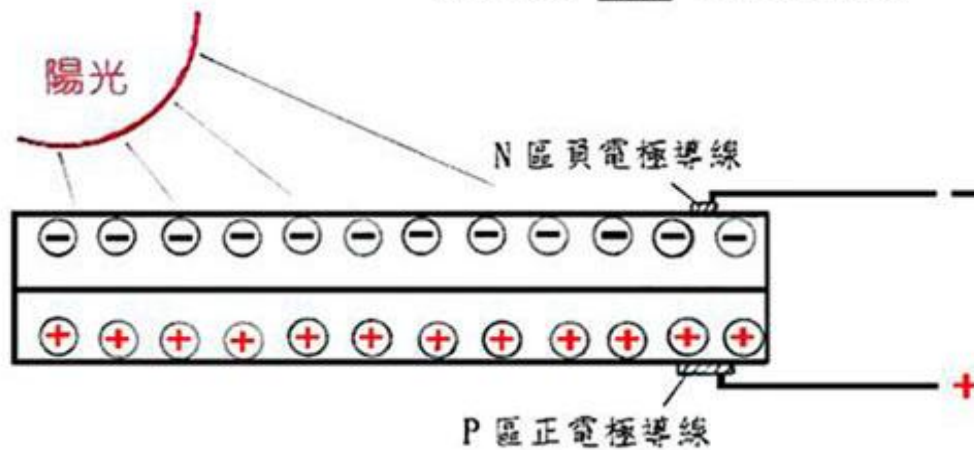
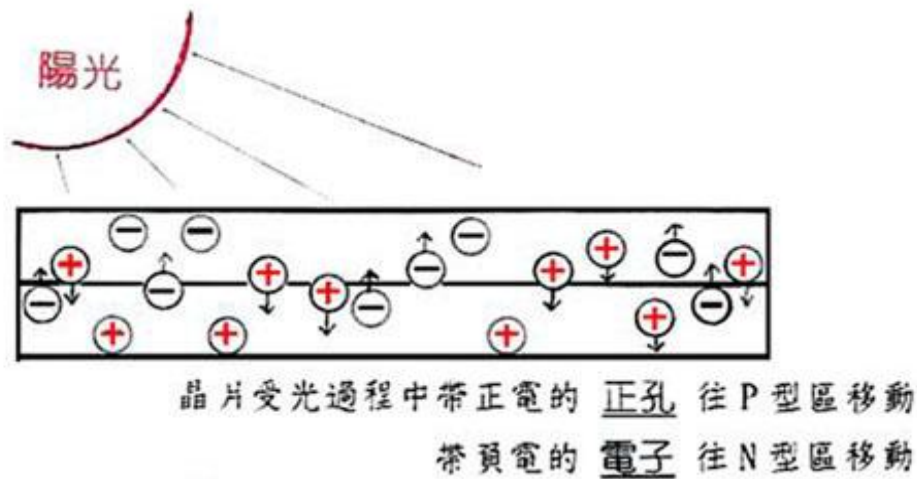
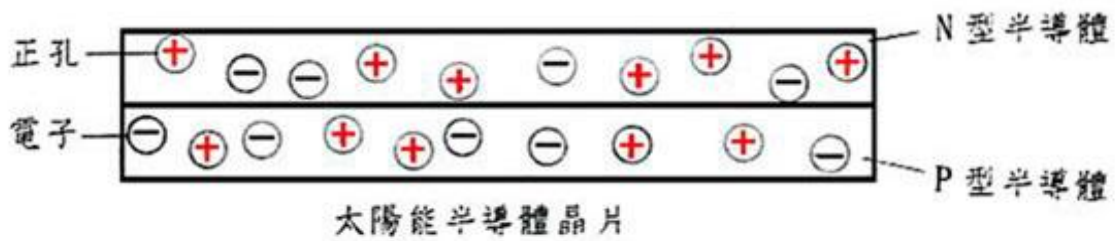
名稱	規格	數量	名稱	規格	數量
照度計	台	1	電池盒	3×4	1
太陽能板	非晶體 15×15 cm ²	1	手機電池	3.6V 750mAh	1
太陽能板	非晶體 11×6 cm ²	1	相機電池	3.7V 1350mAh	1
太陽能板	多晶體 3.3×8.3 cm ²	1	PHS 電話電池	3.6V 580mAh	1
省電燈泡	21W	1	銲錫	卷	1
電烙鐵	60W	1	三用電錶	個	1
通用型充電器	只	1	三號充電電池	2500mAh/顆	4
工具	套	1	探照燈	300W	1
電容器	個	1	USB 插座	個	1
電線	條	1	二極體	個	1

伍、研究過程或方法

一、基本裝置

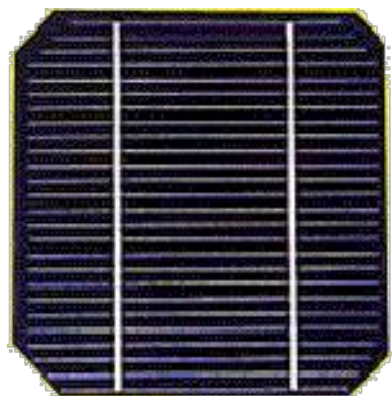
(一) 太陽能半導體晶片的結構以及太陽光如何轉換成電能的原理

太陽能電池發電原理



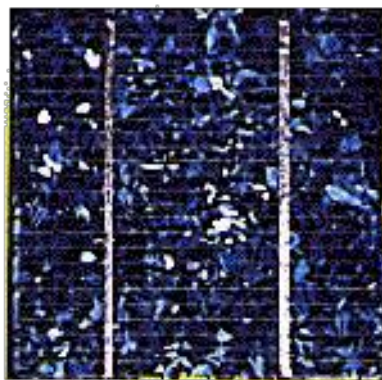
矽(silicon)為目前通用的太陽能電池之原料代表，摻入磷原子之後成為 N 型半導體，摻入硼原子之後成為 P 型半導體，依製造過程不同市面上較常見區分為：

1.單結晶矽；2.多結晶矽；3.非結晶矽三種太陽能電池，如下圖。



單結晶矽太陽電池

SINGLECRYSTAL



多結晶矽太陽電池

POLYCRYSTAL



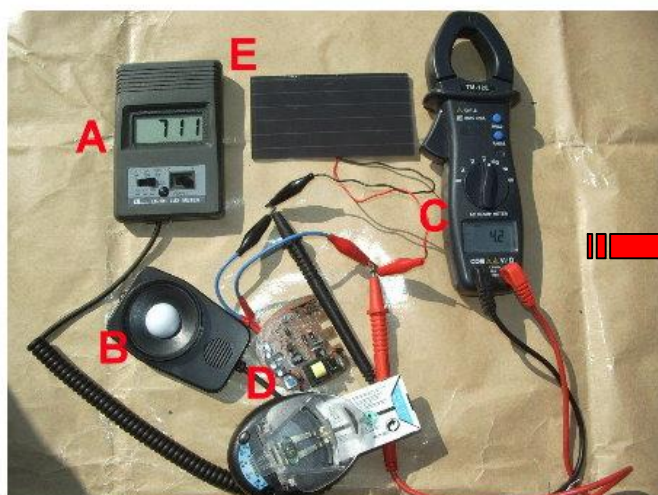
非結晶矽太陽電池

AMORPHOUS

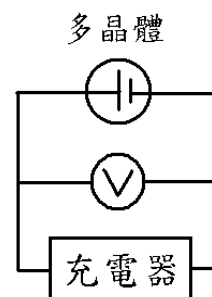
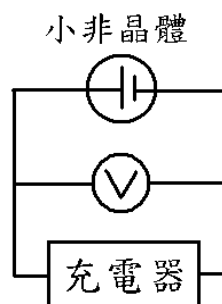
單結晶矽與多結晶矽其光電轉換效率約 14%以上，信賴性及安定性高，且可降低成本並提升效果。非結晶矽其光電轉換效率約 10%，製造成本可以相當低，在戶外使用其衰退率偏高需考慮相關成本，但在室內光源環境下即可使用。

在我們的實驗中我們取得了非結晶矽太陽能板以及多結晶矽太陽能板進行組裝，並以這兩種太陽能板為主進行相關的探討。

(二) 太陽能板發電的裝置圖



小非晶體太陽能板連接多功能充電器



※實驗器材說明

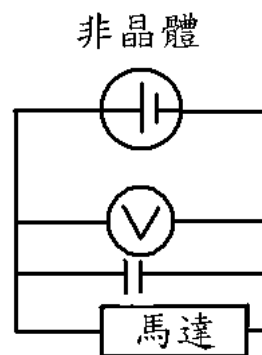


多晶體太陽能板連接多功能充電器

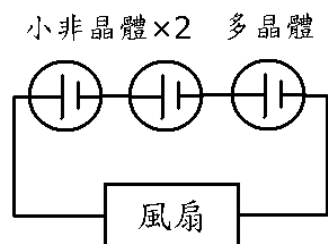
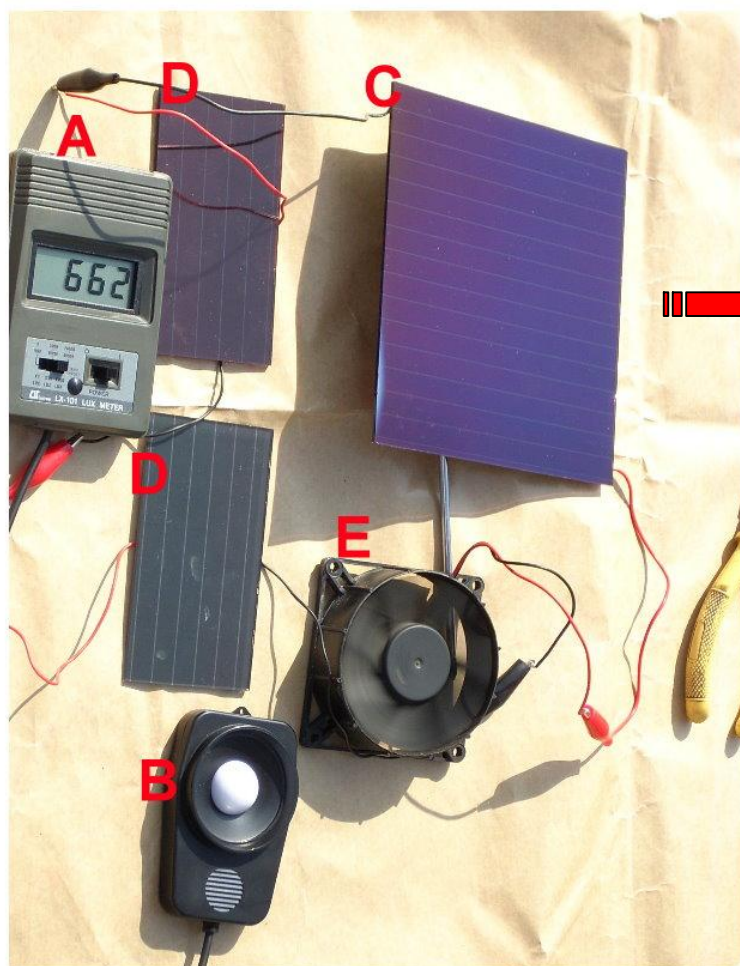
- A. 照度計
- B. 照度計接受器
- C. 三用電表
- D. 多功能充電器(拆)
- E. 小非晶體太陽能板
- F. 多晶體太陽能板
- G. 非晶體太陽能板
- H. 電容
- I. 小馬達



非晶體太陽能板連接電容與小馬達



(三) 太陽能板發電測試：



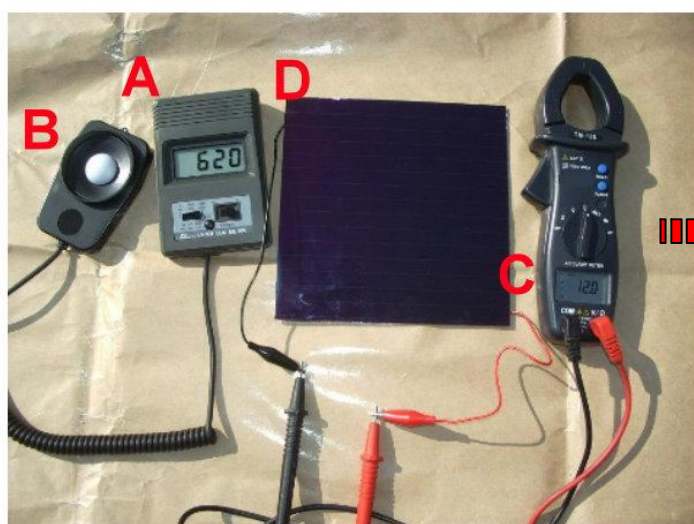
※實驗器材說明

- A. 照度計
- B. 照度計接受器
- C. 非晶體太陽能板
- D. 小非晶體太陽能板
- E. 電扇

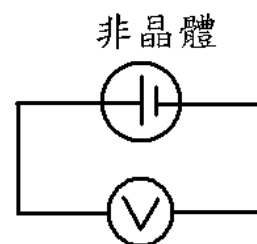
太陽能轉電能驅動電扇轉動

透過與太陽能板連接形成的迴路可以把太陽光轉換成電能，並且使風扇轉動，這時候照度計的照度 66700 勒克斯(lux)。十一月中旬，在晴天無雲的早上 10 點時，太陽光的照度會在 20000 到 80000 勒克斯之間變動。

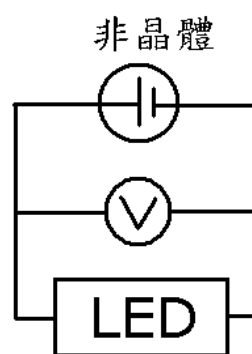
二、影響產生電壓大小的因素



太陽能板產生的電壓



加LED燈後電壓因負載而下降



※實驗器材說明

- A. 照度計
- B. 照度計接受器
- C. 三用電表
- D. 非晶體太陽能板
- E. LED燈

連接電池後測量加 LED 燈負載電壓，依電器消耗的不同會造成負載後的電壓下降到某固定的電壓，以太陽光為光源時，由上、下圖中的三用電表顯示的數據可得知，未加負載時非晶體太陽能板可以產生 12 V 的電壓，加上 LED 燈後電壓降到 3.9 V。接著我們在控制照度的條件下進行照度與太陽能板產生電壓的關係比較，調整燈源高度以改變太陽能板接受的照度，紀錄該照度與電壓，圖中為非晶體太陽能發電組的實驗過程。

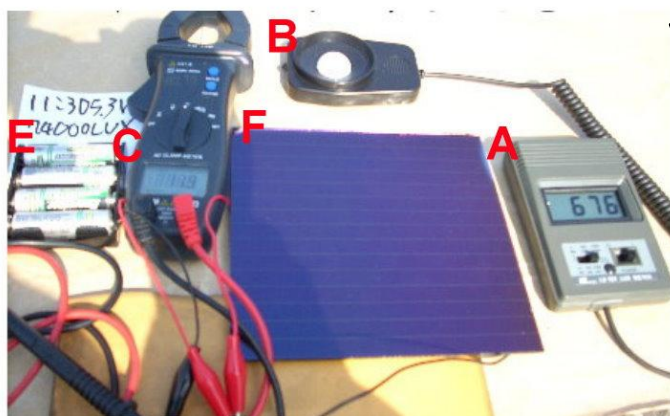
三、照度對充電效能的影響

移動探照燈光源來調整照度，在加上多功能充電器的負載之下，觀察電壓的穩定度以及充電器充電顯示燈的反應，對照度與電壓的變化進行記錄。

四、太陽能發電裝置充電的功效

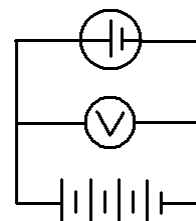


以多晶體太陽能裝置充電到電池組

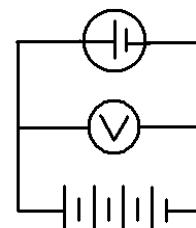


以非晶體太陽能裝置充電到電池組

多晶體



非晶體



※實驗器材說明

- A. 照度計
- B. 照度計接受器
- C. 三用電表
- D. 多晶體太陽能板
- E. 充電電池組
- F. 非晶體太陽能板

以圖中的裝置方式進行充電，充電後的電池以小馬達放電的方式估計釋放的電量，比較非晶體太陽能電板以及多晶體太陽能板的充電效果，同時也記錄光照時間所產生的充電量的差異。

五、太陽能多功能充電器實用性改善

串連一個二極體在正極(注意二極體的方向)，在探照燈光照的時候電流的方由太陽能板流向充電電池組，而太陽能板覆蓋在桌面不接受光源時，二極體可以防止電流回流到太陽能板，三用電表上顯示為 0.3 V 是因為太陽能板背面透光所造成的餘電。

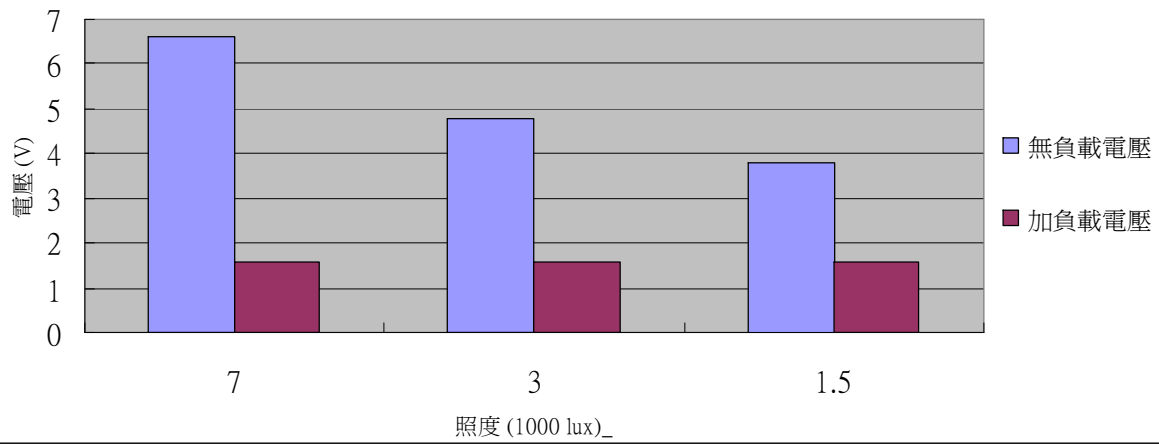
陸、研究結果

一、影響產生電壓大小的因素

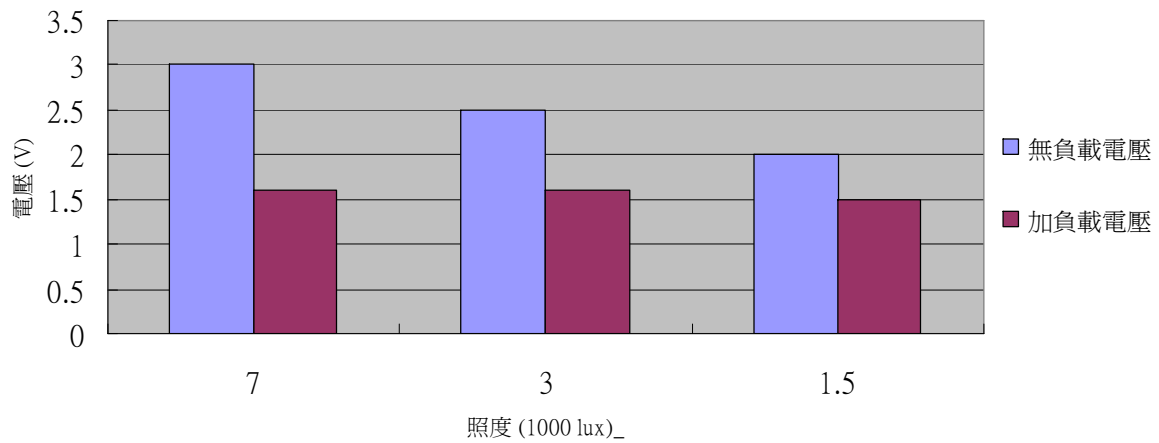
(一) 以省電燈泡(21W)光源進行測量：

省電燈泡照度	電壓 (V)	有加 LED 燈電壓 (V)
非晶體		
7000	6.6	1.6
3000	3.0	1.6
1500	3.5	1.6
小非晶體		
7000	4.8	1.6
3000	2.5	1.6
1500	2.8	1.6
多晶體		
7000	3.8	1.6
3000	2.0	1.5
1500	2.2	1.5

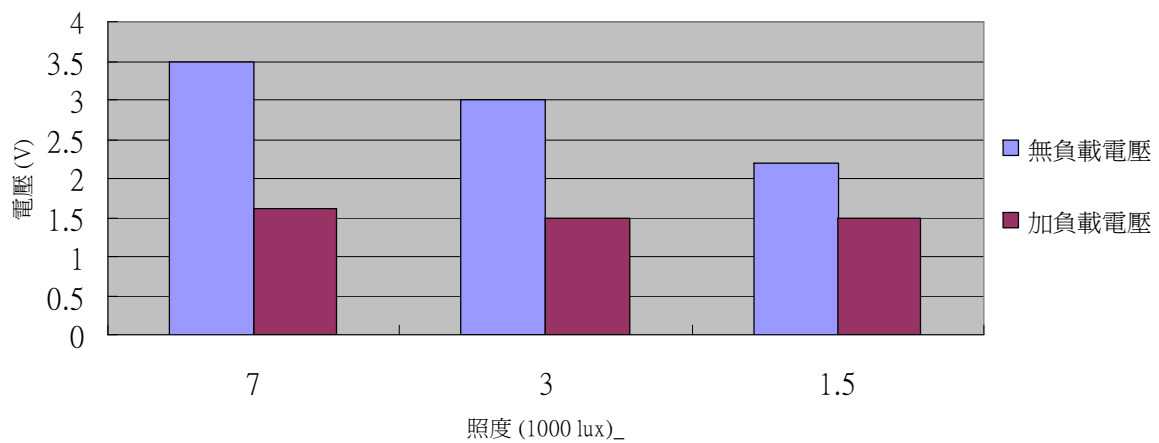
省電燈泡對非晶體之照度與電壓關係圖



省電燈泡對小非晶體之照度與電壓關係圖

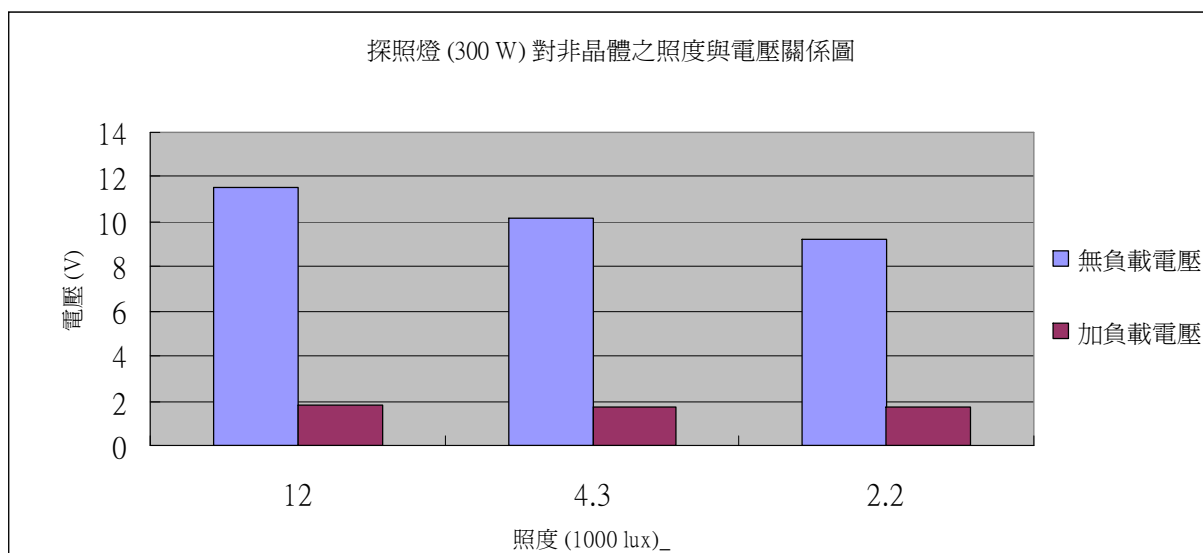


省電燈泡對多晶體之照度與電壓關係圖

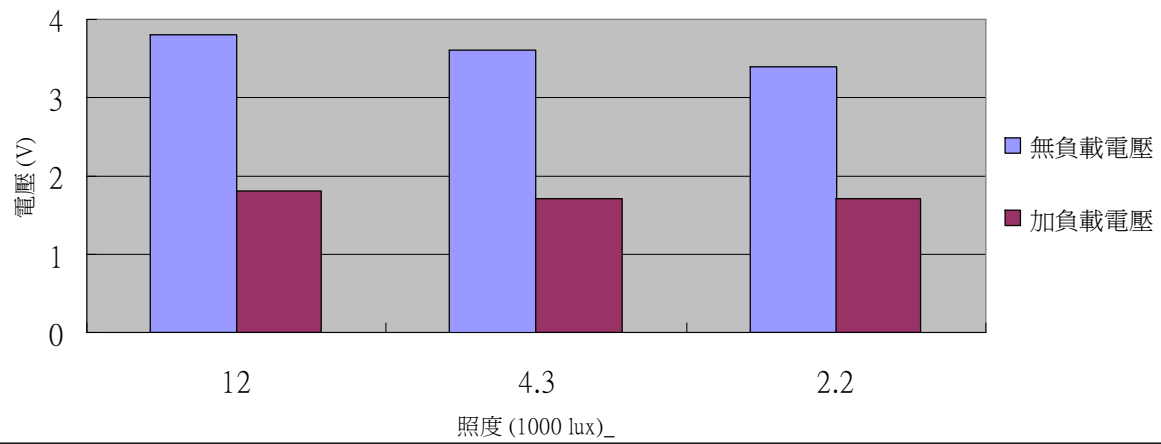


(二) 以探照燈光源(300W)進行測量：

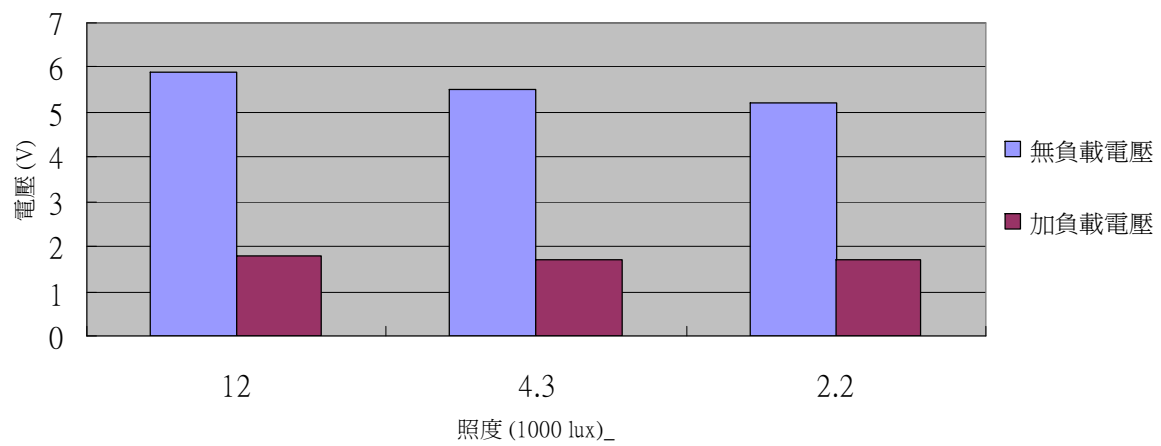
探照燈照度	電壓 (V)	有加負載電壓 (V)
非晶體		
12000	11.5	1.8
4300	3.8	1.8
1700	5.9	1.8
小非晶體		
12000	10.2	1.7
4300	3.6	1.7
1700	5.5	1.7
多晶體		
12000	9.2	1.7
4300	3.4	1.7
1700	5.2	1.7



探照燈 (300 W) 對小非晶體之照度與電壓關係圖

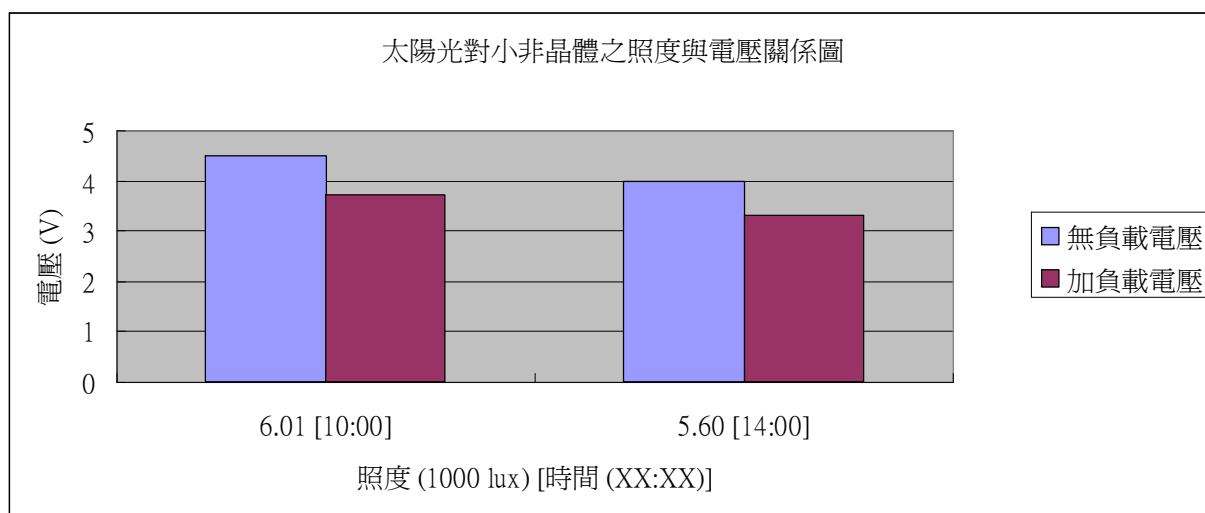
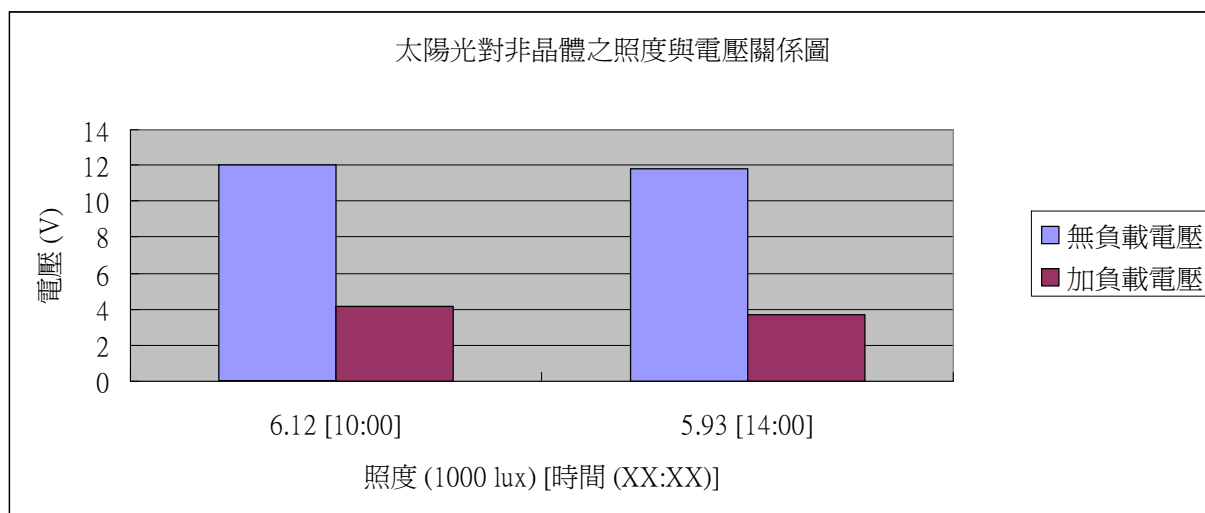


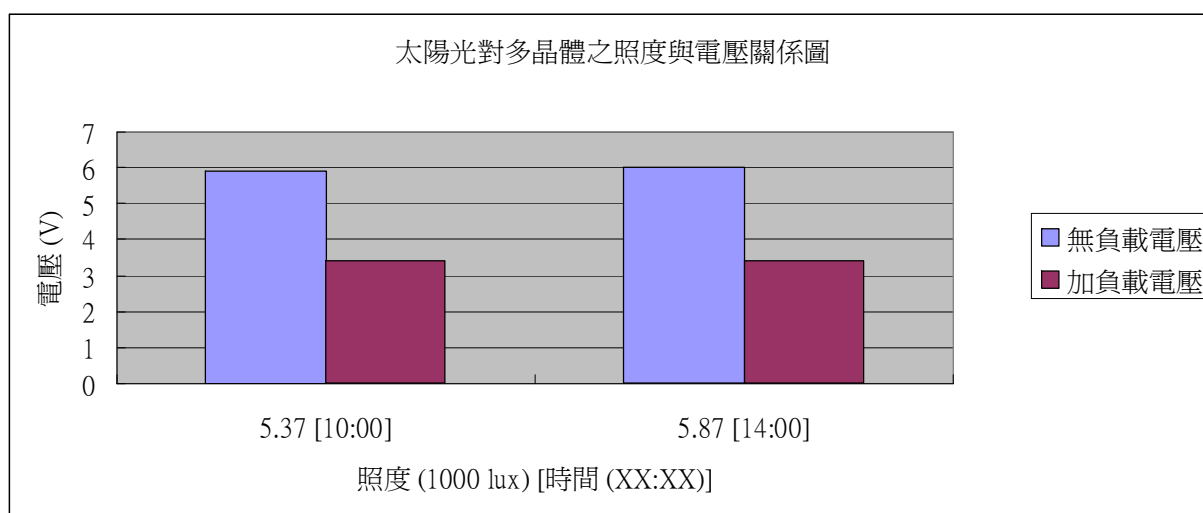
探照燈 (300 W) 對多晶體之照度與電壓關係圖



(三) 不同時間以太陽光光源進行測量：

太陽能板種類	照度 (1000 lux)	電壓 (V)	有加負載電壓 (V)
時間=10:00			
非晶體	6.12	12.0	4.2
小非晶體	6.01	4.5	3.7
多晶體	5.37	5.9	3.4
時間=14:00			
非晶體	5.93	11.8	3.7
小非晶體	5.60	4.0	3.3
多晶體	5.87	6.0	3.4



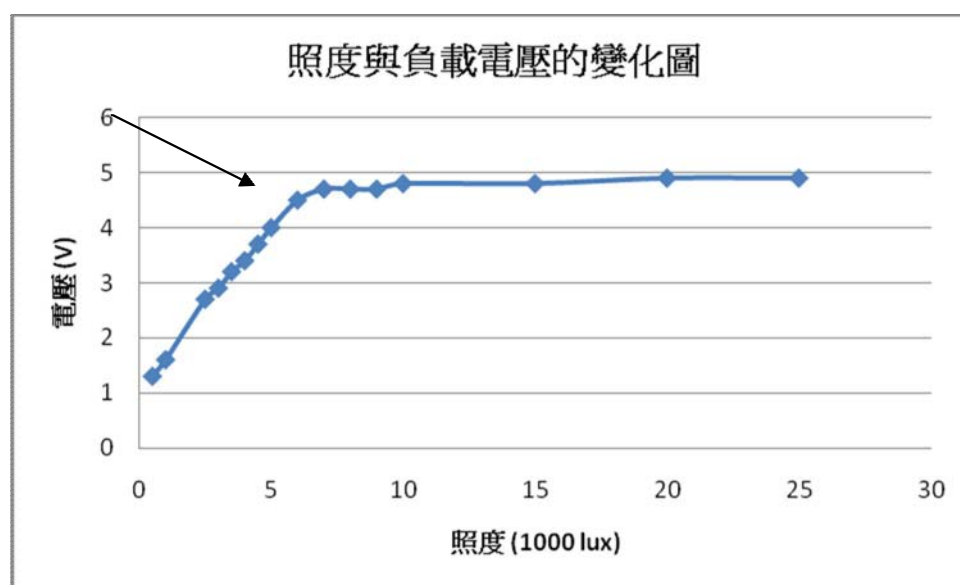


這三組結果顯示照度對電壓的產生有絕對的關係，而光源的輻射能量還是以太陽光最強，探照燈其次，省電燈泡最弱。而三種太陽能板所產生的電壓以非晶體太陽能板最高，多晶體太陽能板其次，小非晶體太陽能板產生的電壓最低，而這個結果與太陽能板的規格相符。

二、照度對充電效能的影響:

(一) 照度與負載電壓的關係：

照度 (1000 lux)	25	20	15	10	9	8	7	6	5	4	3	1
電壓 (V)	4.9	4.9	4.8	4.8	4.7	4.7	4.7	4.5	4.0	3.4	2.9	1.6

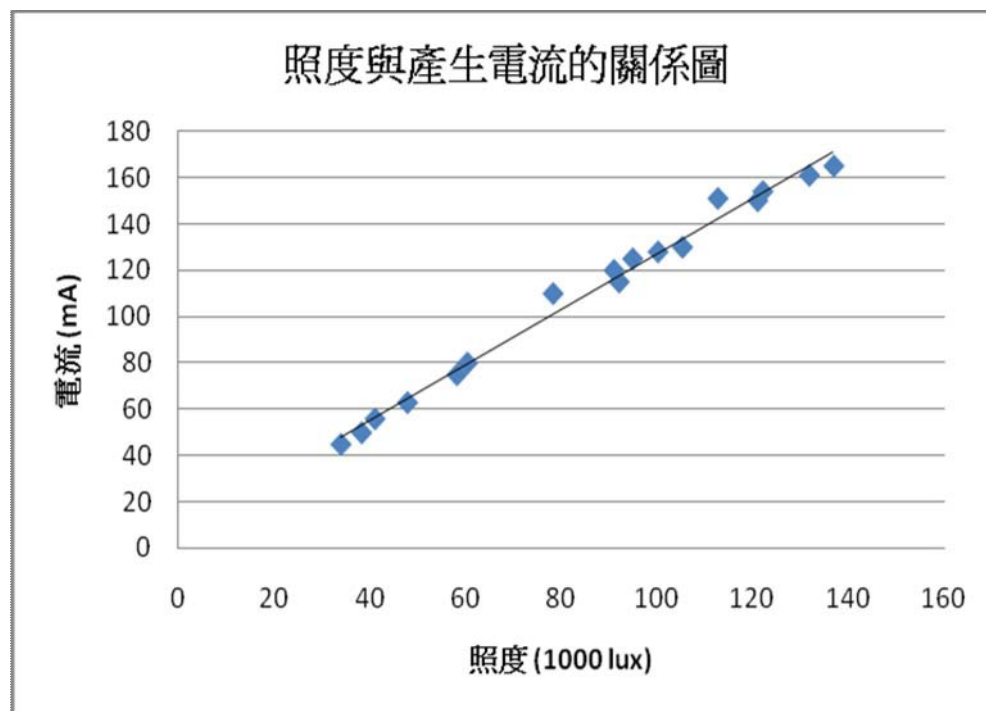


照度的影響可以在圖中觀察到，在 7000 勒克斯的照度單位附近，當照度降下時負載電壓明顯地掉下來，而且同時觀察到充電器的充電顯示燈熄滅，顯示光源的所能供應的

輻射能量已經不足以讓太陽能板利用來發電，所以我們大概認定在 10000 勒克斯以上的照度，太陽能充電裝置即可達到其最大電壓約 4.3 V（多功能充電器輸出為 4.3 V）。

（二）照度大小對產生電流的影響：

照 度 (1000 lux)	電 流 (mA)
136.8	165
131.7	161
122	154
120.9	150
112.6	151
105.2	130
100.1	128
94.8	125
92	115
90.9	120
78.2	110
60.3	80
58.1	75
47.8	63
41	56
38.2	50
33.9	45

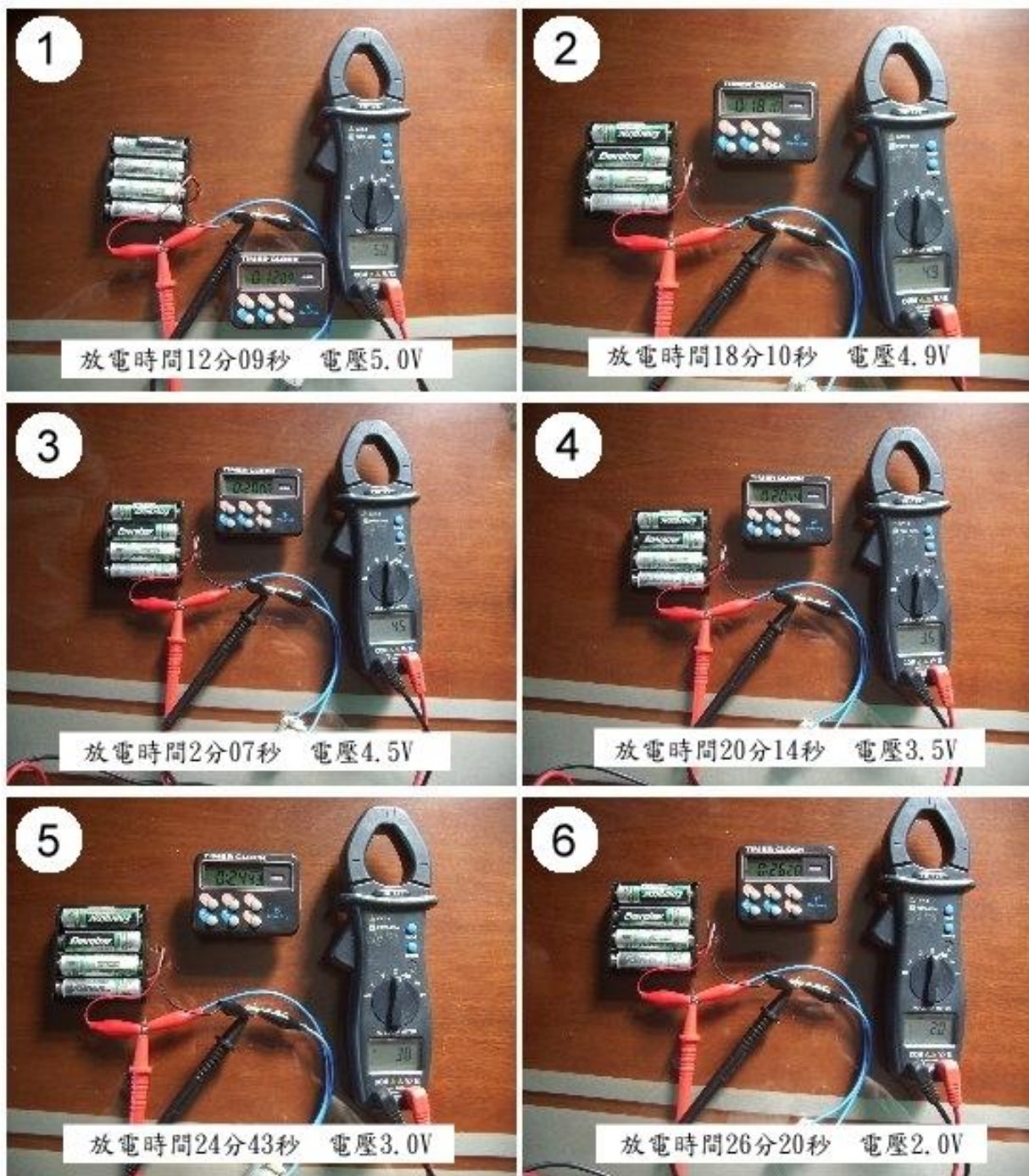


當照度超過 7000 勒克斯，以日照為光源測量太陽能板所產生的電流，根據數據顯示當照度越高所產生的電流量越大，太陽能板產生的電流及代表所產生的電能，由這個實驗結果可以知道照度除了影響電壓之外還與產生的電流有成正比的關係。所以照度影響

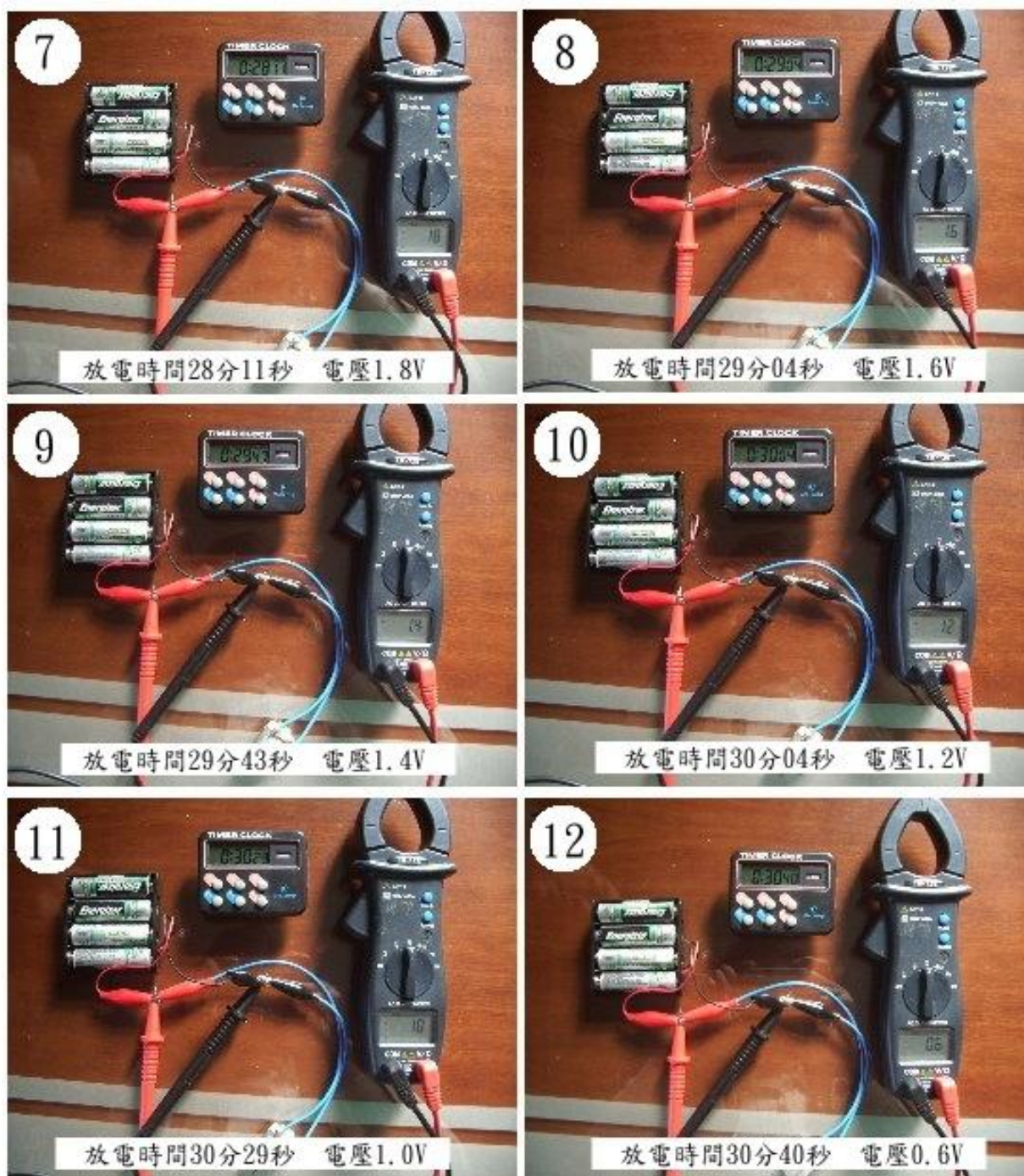
著充電的兩個因素，包括電壓以及電流，這兩個因素也代表太陽能所轉換成電能的量。

三、太陽能發電裝置充電的功效

太陽能充電後充電電池放電過程：

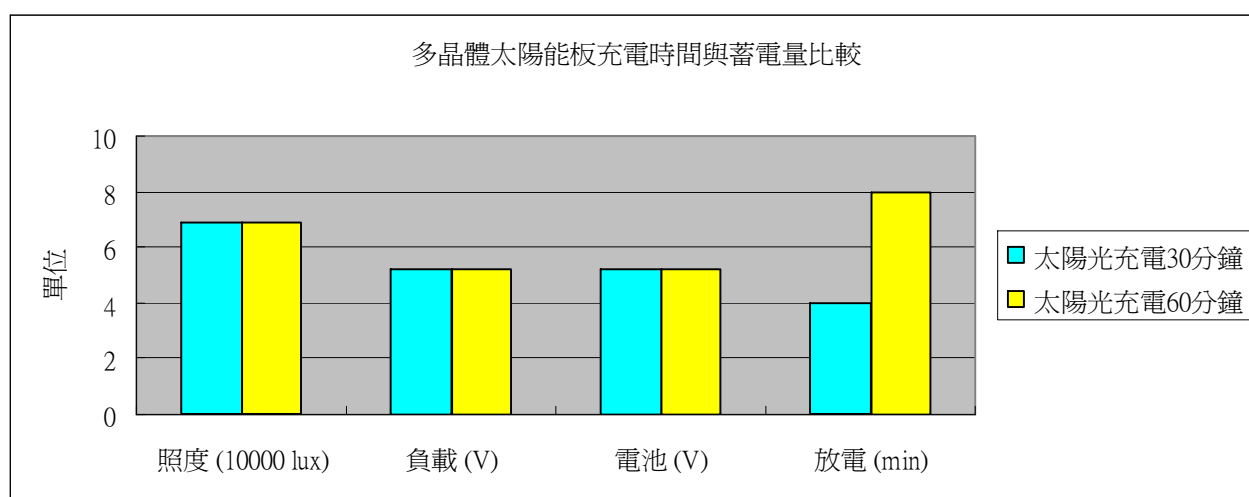
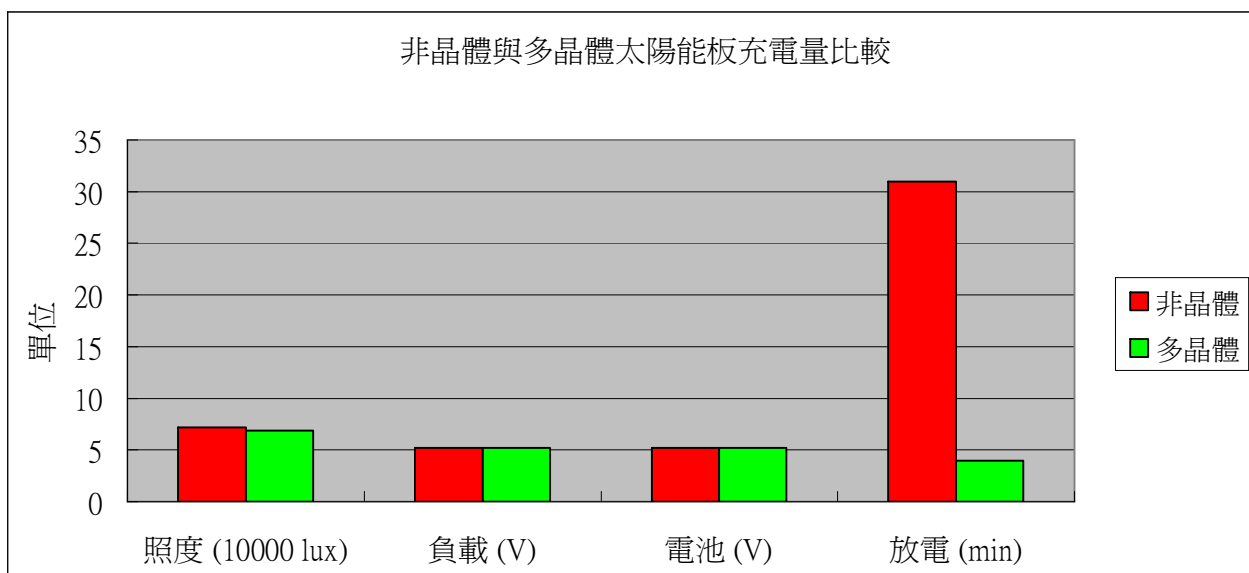


放電 20 分鐘左右時，電壓與馬達轉速開始下降(上圖 3、4)，之後隨著時間經過電壓也跟著下降。



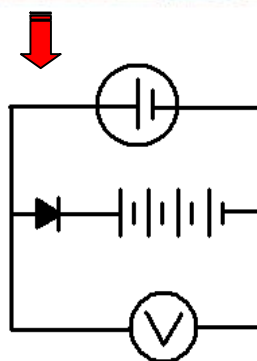
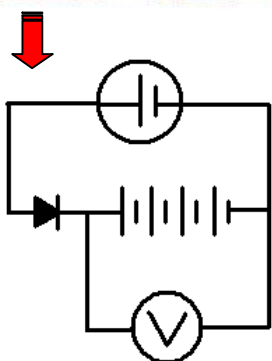
以非晶體太陽能板充電半小時後，用小馬達放電，紀錄完整放電過程，總共約經過半個鐘頭。

太陽能板種類	照度 (10000 lux)	負載電壓 (V)	電池電壓 (V)	放電時間 (min)
非晶體 0.5 h	7.16	5.2	5.2	31
多晶體 0.5 h	6.89	5.2	5.2	4
多晶體 1.0 h	6.90	5.2	5.2	8



非晶體太陽能板產生的電量較多晶體太陽能板產生的電量多了 8 倍（從放電時間長短比較而得），可是非晶體太陽能板的面積(15×15 公分) 比多晶體太陽能板的面積(3.3×8.3 公分)大了 8.2 倍，所以實際上每單位面積發電的電量，多晶體為非晶體的 1.025 倍，與目前已經知道的太陽能轉換率的比例大致符合。延長日照時間的結果可知，隨日照時間越長產生的電量越多，太陽能的高能輻射比較其他光源所產生的能量來的要高。

四、太陽能多功能充電器實用性改善



將太陽能多功能充電裝置依照這樣的結果來設置，可以在太陽能光源減弱的時候防止電量的流失，而增加太陽能多功能充電裝置的效能。

五、完成圖

最後完成的太陽能多功能充電器裝置圖：



太陽能多功能充電器裝置全圖

右上圖：太陽能多功能充電器電路圖

A. 非晶體太陽能板 B. 二極體 C. 充電電池組
D. 多功能充電器 E. PHS充電孔 F. 自行外裝USB充電孔

太陽能板產生電能可以經過二極體達到預防回流的效果，將電能儲存在充電電池組，最後並聯到多功能充電器之後，就可以在任何時候用以提供各項充電使用，包括各種手機電池、PHS 手機電池、MP3、MP4 以及電子辭典等皆可充電。

柒、討論

- 一、太陽能多功能充電器可以在不同光源之下使用，照度會影響電壓的產生，進而決定電器的實用性。太陽能板的種類與規格也會影響發電的結果，因此在選用電器的時候也要考慮太陽能板的規格。同時，這個實驗也讓我們了解太陽能板的種類會決定發電的效率，因此在未來環保節能的時代，開發太陽能板的製造技術是將來運用太陽能很重要的一件事。
- 二、由測量的結果，我們決定出 10000 勒克斯大約是可以產生穩定充電的一個臨界值，但是我們沒辦法將所有的電器裝置都整理出這樣的一個結果，但這樣的結果已經足夠在太陽能多功能充電器的實驗範圍內使用。在比較充電電量中，晴天時由於太陽光照度充足而且為高能輻射，我們可以大概忽略掉太陽光照度的差異，而使得實驗結果可以進行比較。
- 三、延續之前的實驗，對於充電的實際應用，我們發現在一定程度以上的照度之下，電壓可以維持穩定充電的狀態，多晶體太陽能板也有比較高的效率，但是因為規格的緣故，總合的充電量比非晶體太陽能板低，而延長日照時間也如預期的可以增加充電量。
- 四、加裝二極體到裝置中，經過測量的結果，二極體的確可以防止太陽能板不作用時發生電回流的情形，加上充電電池組之後更可以有效地儲存與利用太陽光所製造的電能。由於太陽能板的設計實際負荷約為 6 V，利用多功能充電器可以擴大運用，6 V 以下的相機電池以及手機電池皆可以利用太陽能多功能充電器。

捌、結論

在整個過程中，我們反覆比較及應用各項實驗的結果，盡力地組合和設計出心目中最簡單實用又有效率的太陽能充電裝置，希望將來在沒有電力供應的地方能派上用場，在原始的環境下也可以得到科技產品所帶來便利。另外，在能源消耗快速的現代，環保意識抬頭的社會，太陽能是有效利用又不會嚴重破壞大自然，也因此成為目前相當熱門的能源科技產業。經過這次接觸太陽能發電的親身經驗，除了讓我們了解太陽能的運用原理、應用限制還有基本電器電路的常識，同時也讓我們體會到能源的不易獲得與可貴。

玖、參考資料及其他

- 一、 中華太陽能聯誼會 <http://www.solar-i.com/index.html>
- 二、 益通光能科技股份有限公司網站 <http://www.e-tonsolar.com/company.htm>
- 三、 張品全，2002，〈太陽電池〉，[《科學發展》](#)， 349 期，頁 22～29
- 四、 臺灣大學 機械系 太陽能實驗室
- 五、 Jeffrey Langholz, Kelly Turner You Can Prevent Global Warming (and Save Money!) Andrews McMeel Publishing pp365 (2003)

【評語】 030819

將太陽能運用於充電裝置，同時考量到充電與放電的問題，加上善用 UBS 插座增加充電器的用途，作品本身想法具有巧思，若能在科學研究目的與量化上加強，同時增加一些自製與改良的部分，作品可完善。