

彰化縣 109 學年度國民中小學學生獨立研究作品徵選
作品說明書（封面）

作品編號： (由承辦單位編列)

組別：
 國小組 數學類
 國中組 自然與生活科技類
 人文社會類

作品名稱：分道「陽」鑣

第一階段 研究訓練階段（由教師撰寫）

一、近年學校獨立研究課程之規劃

（一）. 學習獨立研究概念與研究方法、練習研究方法與步驟、激盪有興趣之主題。

（二）. 著手進行獨立研究資料蒐集、整理、分析、統整與撰寫。

（三）. 文獻閱讀與報告。

（四）. 修改研究報告成果、PPT 製作、訓練口頭報告、省思與分享。

二、學校如何提供該生獨立研究訓練

（一）. 從解決問題概念切入，讓學生了解獨立研究的意義與目的，並了解研究方法與步驟，以備往後的研究所需。

（二）. 給予學生針對某研究的方法了解研究步驟。協助學生理解研究方法的運用，排除對繁瑣過程的恐懼。

（三）. 以討論的方式激盪學生有興趣的主題，並引導學生聚焦於可行方向，讓學生對廣泛的興趣聚焦於明確的主題。

（四）. 引導學生提出可討論的問題及欲達成的目的。讓學生針對感興趣的主題蒐集資料、整理資料、分析資料，對能統整相關的資訊，以符合研究目的與問題。

（五）. 研究內文進行撰寫。老師是提供協助的引導者，學生是整個研究的主角，給予學生對學習負責的機會。

（六）. 完成研究報告後，學生學習製作簡報 PPT，並學習如何對自己的研究報告做口頭報告，訓練口頭表達能力。

（七）. 最後，回顧獨立研究的過程，做省思與心得分享。

第二階段 獨立研究階段(由學生撰寫)

壹、研究動機

我們的學校有推行校園「種電」活動，在校園的屋頂上放置太陽能板，一開始，我並不知道屋頂上這一塊一塊的板子到底是什麼。於是，我請教老師，老師說這是太陽能板，可以發電，目的是為了節能減碳。

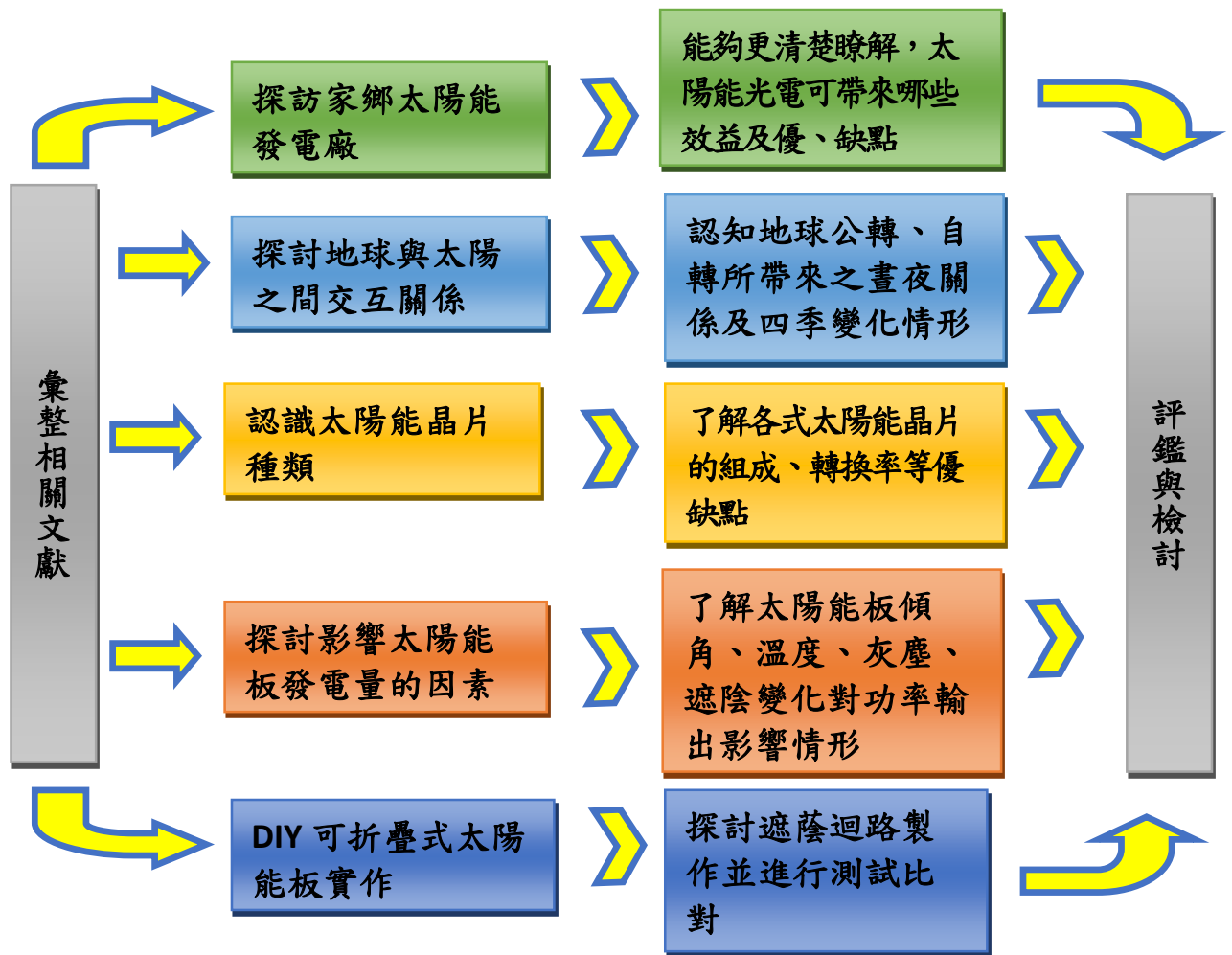
回家用電腦查詢有關於太陽能板的資料，我覺得太陽能是一個綠化能源，跟現在許多國家的主要電力來源燃煤或核能相比，太陽能對環境更為友善。但現在，還是很少人願意使用太陽能，所以我希望它能更普及一點。

我看了很多相關的討論文章，其中提到太陽能板的種類、優點和缺點。當然，也有關於太陽能板架設及供電時，可能會遇到的限制，例如：供電不穩定、架設所需面積大、遮蔭...等問題。

為了解決現行太陽能板遭遇的問題並且朝向普及化，我們開始探訪、搜尋相關知識、測試與實作應用，試想如果能有個辦法將太陽能板折疊起來，這樣不僅可以縮小太陽能板面積還可以方便攜帶，甚至改變迴路設計，使太陽能板不因局部遮蔭而失去功效。於是我們開始著手研究製作一個收納體積小，攤開受光照有效面積大且可有效運用的折疊式太陽能板，希望對於太陽能板的應用與普及化能有些微的貢獻。

貳、擬定正式計畫、研究問題及工作進度表

一、擬定正式流程圖(圖 1)



二、擬定研究問題

- (一) 探訪家鄉之太陽能發電廠(彰濱光電廠)。
- (二) 探討地球與太陽之間交互關係。
 1. 地球運行模擬認知。
 2. 太陽入射角與光照模擬實驗記錄。
- (三) 太陽能晶片種類的認知。
- (四) 探討影響太陽能板發電量的因素。
 1. 太陽能板**傾角**變化對功率輸出的影響情形。
 2. 太陽能板**溫度、灰塵**變化對功率輸出的影響情形。
 3. 太陽能板**遮蔭**對功率輸出的影響情形。

(五) DIY 可摺疊式太陽能板實作。

1. 可折疊式太陽能板實作
2. 利用二極體製作遮蔭迴路
3. 測試遮蔭效應對 DIY 可摺疊式太陽能板的影響
4. DIY 可折疊式太陽能板的實際運用

(六) 評鑑與檢討。

三、擬定工作紀錄表

	六月			七月			八月			九月		
文獻探討	✓	✓	✓									
擬定問題		✓	✓	✓	✓							
記錄發現			✓	✓	✓	✓						
擬訂計畫				✓	✓	✓						
進行實驗				✓	✓	✓	✓	✓				
撰寫報告									✓	✓	✓	

表 1 研究進度紀錄表

參、彙整相關文獻

一、太陽

我們生命的泉源-太陽，太陽是距離地球最近的一顆恆星，每天可看見太陽東昇西落，地球靠著太陽每日獲得穩定的日照，且吸收著光和熱，各種生物才得以生存。

太陽其實是一個大火球，表面溫度高達 6000⁰C，會釋放出巨大的能量射向太空。

二、地球

46 億年前，熾熱的氣體和塵埃形成了地球，地球是一個液態岩石球體，數百萬年後，地球溫度開始下降，外部也開始環繞多層的氣體，就是大氣層，大氣層開始控制與調節地球上的

溫度，並開始孕育了生命。

三、大氣層

我們所居住的地球表面被大氣層所包圍，他的重要性就像是我們身上的皮膚，保護著我們。

隨著工業革命的開始，人類開始與石油、燃煤做朋友；漸漸地捨去了與陽光做朋友。石油與煤的燃燒造成大量有害物質進入大氣層，二氧化碳過多會使得大氣的調節變緩慢，進而產生『溫室效應』。

四、太陽能

太陽能顧名思義就是地球直接接收的太陽輻射能。它可以直接或間接提供巨大的能量，且不會造成任何形式的汙染，是一種乾淨方便取得的綠色能源。

太陽能的利用主要分為熱能及光能兩大領域。太陽光是由連續變化不同波長的光線所混合而成，大致分為可見光、紅外線跟紫外線三大光譜區段(如圖一所示)。太陽能電池僅能吸收可見光區段的光能轉換為電能，紫外線區段無法轉換成電能使用，而紅外線區波長過長僅能轉換成熱能亦無法為太陽能電池所用。

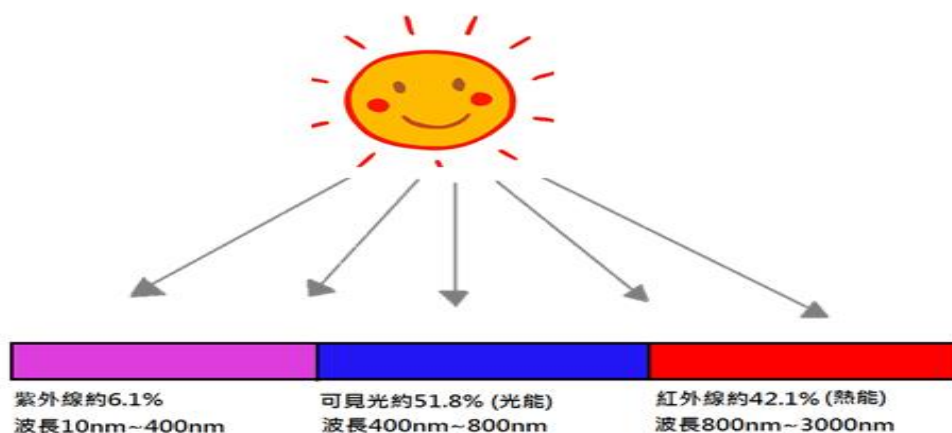
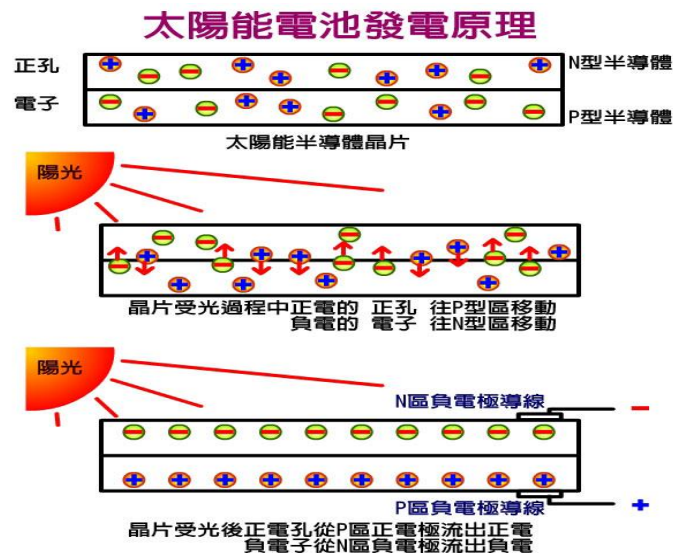


圖 2 太陽光波長示意圖

五、太陽能電池的利用

西元 1800 柏克萊這個科學家發現將半導體照光後會引起電壓與電流產生變化，此效應後稱為光電效應。光電效應被發現後，開啟了各種半導體材料的應用研究。到了 1954 年美國的貝爾實驗室開發出的第一個單晶矽太陽能電池，是為現在的晶矽太陽能電池的原型。

太陽能電池其發電原理是將太陽光照射在太陽能電池上，使太陽能電池吸收太陽光能，透過晶片的 p-型半導體及 n-型半導體，使其產生電子(負極-)及電洞(正極+)，同時分離電子與電



洞而形成電壓降產生電流，再經由導線傳輸供給負載。

圖 3 太陽能電池發電原理

肆、資料分析

一、實驗器材

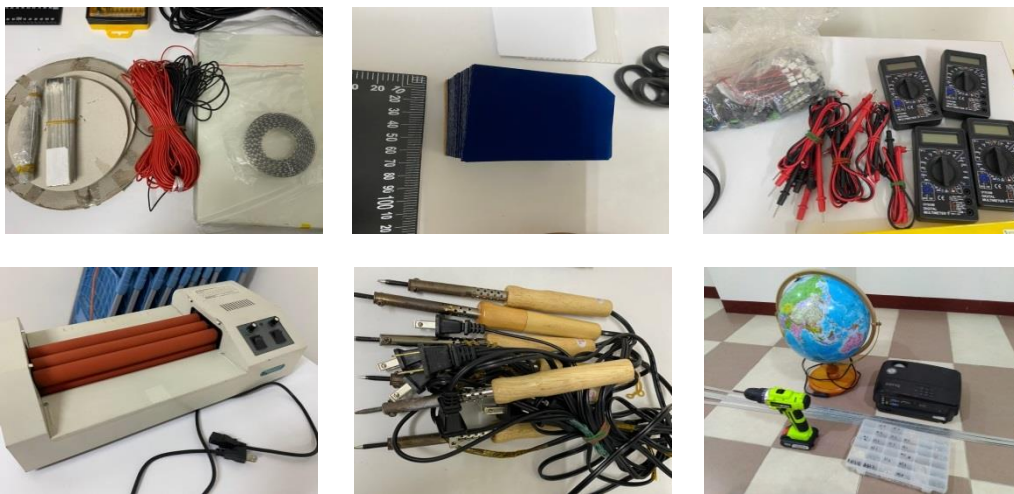
- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> SUNPOWER 指叉式晶片
30 片 | <input type="checkbox"/> PET 膠帶 1 捲 |
| <input type="checkbox"/> 5*0.2MM 焊帶 1 捲 | <input type="checkbox"/> 1.6*0.2MM 焊帶 1 捲 |
| <input type="checkbox"/> 耐高溫膠帶 1 捲 | <input type="checkbox"/> 貼片二極體 30 個
S10M(1000V10A) |

(一) DIY 防遮蔽、可折疊太陽能材料：

(二) 封裝、線材、器具材料:

- A4 護貝膜、燈光檢測器
- 烙鐵、焊錫、溫度測量器
- A3 護貝機、地球儀、剪刀
- 三用電表、電線、螺絲
- 20W 市售太陽能板、打洞機
- 投影機、鋁條、電動起子機

(三) 實驗器材圖片(圖 4):



二、探訪家鄉之太陽能發電廠(彰濱光電廠)。

(一) 目的說明:

為了能夠更清楚瞭解，太陽能光電可帶來哪些效益及優、缺點，我們特別探訪彰濱太陽能光電廠，並巧遇光電達人替我們解說認知。

為落實減碳目標，政府已將綠能產業列為五大創新產業。以民國 114 年規劃再生能源發電占比達 20%，太陽光電設置 20GW 為目標。此次探訪，我們發現彰濱工業區除了有地面型光電廠外，還有風力發電廠和漁電共生的水面型太陽能發電站。

1.地面型太陽能廠:彰化日照時數居全臺之冠，為充分利用彰化的光電條件，臺電公司利用彰濱工業區崙尾區，建設臺灣單一太陽

能發電面積最大的地面型發電廠。此電廠的總裝置容量達 100MW，全廠劃分成 10 區光電支架模組，總計使用了 339000 片光電板，每年可創造 1.3 億度綠電，可提供 3 萬個家庭用戶一整年的用電量。是國內太陽光電採用 16 萬 1 仟伏特電網併聯的先例，此系統還具備線路保護及遙控發電量的智慧調度功能，另有搭配除能設備，成為首座具創能與儲能的多功能再生能源廠。

2.水面型太陽能電站:由 辰亞能源股份有限公司 取得土地開發權，預計設置 180MW 水面型太陽能發電站，完成後，將為全球最大水面型發電站，預定於民國 109 年底完成併聯發電。水面型發電站主要是可以改善太陽能板的熱衰退現象，提升發電效率。水體具有冷卻太陽能板的效果，與在屋頂以相同角度設置的太陽能板相比，水面型太陽能板的發電量增加了 14%，其原因為結晶矽型太陽能電池板在高溫時發電損失會增大，降低轉換效率，而水面型發電獨具的冷卻效果將可降低發電損失。

此次探訪，讓我們了解-彰濱工業區除了有光電廠外，還有風力發電廠和漁電共生的浮動式太陽能發電廠。經由達人解說後我們知道影響太陽能發電量的因素很多，包括氣候、晝夜、溫度變化、傾角、灰塵及遮蔭效應。我們將在此後的實驗一一去做瞭解及驗證。

(二) 解說後得知:

1. 優點:太陽能是一種潔淨的能源且到處都有陽光，在晴天時，能源隨時都會免費送上門，**是人類可運用最豐富的能源，屬無變量發電系統。**
2. 缺點:
 - (1) **雖然太陽能有巨大的能量，但它的能源屬於分散式**，使用時必須要達到所需的照射面積。
 - (2) **氣候、晝夜、傾角、溫度、灰塵、遮蔭**，都會影響太陽能的發電量。



圖 5 解說情形

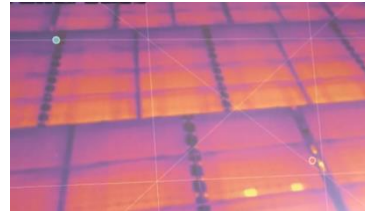


圖 6 太陽能板檢查情形(熱顯像)

三、探討地球與太陽之間交互關係。

(一) 地球運行模擬認知

1. 目的說明: 認知地球公轉、自轉所帶來之晝夜關係及四季變化情形。
2. 製作過程及模擬探討圖說:

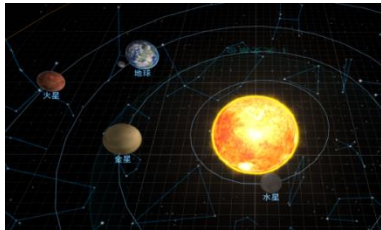


圖 7 使用模擬器觀察天球運行變化



圖 8 觀察晝夜變化情形



圖 9 觀察夏至日落陽光入射角



圖 10 使用平行光觀察冬至入射角變化



圖 11 配合座標觀察法進行認知



圖 12 配合座標觀察法進行討論認知

3. 彙整後得知:

地球的上下兩頭較窄、左右較寬，是橢圓形的球體。它會不停的自轉與公轉。地球自轉一周需花費一天的時間，因此產生了日夜交替的現象。且地球自轉的方向為由西向東，我們每天看到的太陽才會出現東升西落。地球同時也繞著太陽在公轉，週期是一年，由於地球的自轉軸傾斜了大約 23.5 度，所以在公轉的一年裡，太陽光直接照射的點會南北移動，於是有了四季之分和晝夜長短的變化。就臺灣的地理位置而言，春分和秋分時，太陽由正東方升起，正西方落下；夏至時，太陽升起的方位偏東北方，日中當中時的高度最高，日照時間最長，夜晚最短；冬至時，太陽升起的方位偏東南方，日照時間最短，夜晚最長。

因為有晝夜和四季之分，臺灣位於北緯 23.5 度，依照太陽日照情形，取得的最佳平均照射角度為向南傾斜 23.5 度。所以，我們探訪彰濱工業區的太陽能光電廠時，所有的固定式太陽能板，才會全部架設呈向南傾斜。

(二) 模擬定義座標(均分法)與太陽光入射角之關係探討與實驗記錄。

1. 目的說明:製作半天球，藉此可從天球之角度觀察太陽四季變化之方向角、仰角，並記錄四季入射角變化、模擬光照度的變化情形(使用 10MM*1200MM 鋁條製作模擬半天球)。

2. 定義說明: 天頂 12 時位置為 $0^{\circ}0^{\circ}$ ，紀錄東西向入射角早上 6 時為東方 90° ，下午 6 時為西方 -90° 。紀錄南北入射角南方為 90° ，北方為 -90° 。每小時之模擬入射角度採均分法紀錄之。

3. 製作模擬過程圖說:

步驟 1 先將 3 條鐵條每 15cm 點一個標記點。並從左到右在標記旁標記時間點。(圖 13)

步驟 2 在這 5 條鐵條的兩端 5mm 處鑽一個洞。(圖 14)

步驟 3 先用兩條鐵條圍一個圓。先以螺絲稍微固定兩條鐵條的交接處。再取一鐵條在圓的直徑上作一個拱橋的形狀作為赤道。確定位置後以螺帽鎖住鐵條。(圖 15)

步驟 4 在鐵條兩旁距離 10cm 的地方也作一個拱橋的形狀作為北、南回歸線。用螺絲固定後再用螺帽鎖住即可。(圖 16)

步驟 5 完成可區分各季節太陽軌跡模型。(圖 17)

步驟 6 討論比對地球儀之觀察入射角度。(圖 18)

步驟 7 比對座標法 XY 及觀察日影曲線。(圖 19)

步驟 8 模擬春分 8 點陽光入射角情形。(圖 20)

步驟 9 模擬秋分 12 點陽光入射角情形。(圖 21)



圖 13 步驟 1



圖 14 步驟 2



圖 15 步驟 3



圖 16 步驟 4



圖 17 步驟 5



圖 18 步驟 6



圖 19 步驟 7



圖 20 步驟 8



圖 21 步驟 9

4. 模擬測試紀錄(表 2):

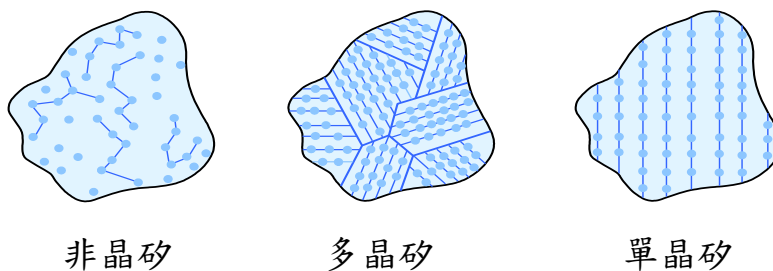
		時	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
春秋分	入射角度	東西	75	60	45	30	15	0	-15	-30	-45	-60	-75
		南北	3.9	7.8	11.7	15.6	19.5	23.5	19.5	15.6	11.7	7.8	3.9

		LUX	325	474	544	565	577	580	566	503	446	365	144
夏至	入射角度	東西	75	60	45	30	15	0	-15	-30	-45	-60	-75
		南北	-19.5	-15.6	-11.7	-7.8	-3.9	0	-3.9	-7.8	-11.7	-15.6	-19.5
冬至	入射角度	LUX	310	425	499	697	710	730	712	586	526	397	189
		東西	75	60	45	30	15	0	-15	-30	-45	-60	-75
	南北	27.4	31.3	35.2	39.1	43	47	43	39.1	35.2	31.3	27.4	
		LUX	179	304	326	351	384	401	395	371	342	272	155

四、太陽能晶片種類的認知。

(一) 太陽能晶片種類

常見組成晶片的太陽能晶矽主要分為非晶矽、多晶矽及單晶矽三類。如圖 22 所示非晶矽是指矽原子呈現沒有規則的排列；單晶矽的組成原子呈現有規則的排列；多晶矽是由多個不同排列方向的單晶矽所組成。



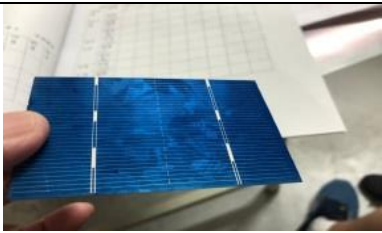
非晶矽

多晶矽

單晶矽

圖 22 非晶矽、多晶矽及單晶矽的結晶型態

(二) 太陽能板種類比較

種類	照片	說明
多晶矽		<ul style="list-style-type: none"> ● 外觀:表面有類似冰花一樣的花紋 ● 特性:多晶矽電池在提煉出高純度結晶矽後直接混合加壓，形成結晶塊後再切割成晶元，而多晶矽成本比單晶矽低許多，製程上也比較簡單，其它原理與單晶矽電池大致相同，轉換效率 14%-20%

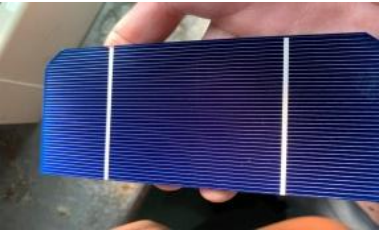


單晶 矽		<ul style="list-style-type: none"> ● 外觀:表面沒有花紋 ● 特性:單晶矽電池效率目前約 16-22%，以矽結晶半導體製成，單晶矽電池在製造過程中加入拉晶(長晶)程序，使結晶程序往同一方向前進，因此光電轉換效率較高，也使得成本相對增加。
單晶 指叉 式		<ul style="list-style-type: none"> ● 外觀: 表面沒有花紋 ● 特性:屬單晶矽，較特別的是晶片前面的吸收光層電極柵線不見了，因此整體的轉換效率更高達 23-25%，正極與負極都做在背面呈指叉式。
非晶 矽		<ul style="list-style-type: none"> ● 外觀:表面就如同鏡子一般清晰、光滑、可彎折 ● 特性:薄膜式太陽能電池一般效能不高(8%-15%)，但近年來研發技術朝向柔軟與輕量度發展，並與建築材料相結合，可使用在大樓外牆塗裝，或製成半透光玻璃材質，以增加建築結構的附加價值。

表 3 太陽能晶片種類比較表

五、探討影響太陽能板發電量的因素。

(一) 太陽能板**傾角**變化對功率輸出影響情形。

1. 目的: 探討太陽能板與光線入射角度與其發電量的關係
2. 測試過程

步驟 1 利用角度測量儀將太陽能板調整至紀錄角度值後固定。(圖 23)

步驟 2 使用照度計、及三用電表測定照度、電壓及電流並紀錄之。(圖 24)



圖 23



圖 24

3. 結果紀錄

早上 10:30 測量值，照度值*100 倍

傾角度數 (與地面)	0 度	10 度	20 度	30 度	40 度	50 度	60 度	70 度	80 度	90 度
陽光與太 陽能板角 度	70	80	90	80	70	60	50	40	30	20
照度 (LUX)	570	580	600	590	570	525	500	440	360	310
開路電壓 (V)	20.0	20.1	20.1	20.1	20	20	19.9	19.8	19.6	19.3
短路電流 (mA)	700	710	720	710	680	640	600	560	450	360

表 4 傾角與太陽能板功率輸出關係紀錄表

(二) 架設四季之最佳傾角，觀察太陽能板的發電情形(以實際陽光情形記錄)。

1. 目的：使用市售太陽能板進行四季最佳角度模擬測試，用以觀察一日各傾角電壓、電流之變化情形

2. 測試過程

步驟 1 參照四季太陽光照射點變化圖(圖 25)將三塊太陽能板的傾角調整至四季最佳角度並固定之(圖 26)。

步驟 2 延長電線架設數據紀錄台(圖 27)。

步驟 3 從早上九點到下午四點每間隔一個小時測量記錄每一組別的電壓跟電流數據(圖 28)。

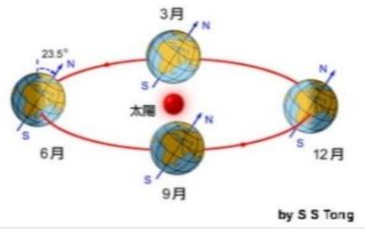


圖 25



圖 26



圖 27



圖 28

3. 結果紀錄

照度值*100 倍

春 秋 分	時間	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
	照度 (LUX)	600	700	950	300	981	870	680	480
	開路電壓 (V)	19.6	20.3	20	19.3	19.9	20	19.6	19.3
23.5 度	短路電流 (mA)	540	670	920	210	810	740	530	350
	照度 (LUX)	600	700	950	300	981	870	680	480
夏 至	開路電壓 (V)	20.0	20.5	19.7	19.6	19.5	19.5	19.3	19.5
	短路電流 (mA)	560	690	930	220	920	900	710	490
	照度 (LUX)	600	700	950	300	981	870	680	480
冬 至	開路電壓 (V)	19.2	20.2	20	18.9	20.1	19.9	19.5	19.6
	短路電流 (mA)	520	580	750	150	610	480	270	250
	照度 (LUX)	600	700	950	300	981	870	680	480

表 5 模擬各時節依日光照度與太陽能板功率輸出紀錄圖

(三) 探討太陽能板溫度、灰塵變化對功率輸出影響情形。

1. 目的: 探討太陽能板溫度與灰塵對其輸出功率的影響性

2. 測試過程

步驟 1 將三塊太陽能板依據下列條件分成三組:

A. 正常對照組: 不做任何變因的原始太陽能板

B. 中途冷卻組: 實驗中途進行潑水冷卻(於實驗第 5 分鐘實行)(圖 29)

C. 積塵組: 將細沙均勻塗布在太陽能板上模擬測試積塵對太陽能板的影響(圖 30)

步驟 2 每間隔一分鐘測量每一組的電壓、電流及溫度。時間維持八分鐘



圖 29



圖 30

3. 結果紀錄

	時間(分鐘)	1	2	3	4	5	6	7	8
A 正常對照組	表面溫度	52	53	54	57	56	53.3	54.2	51
	電壓(V)	19.7	19.7	19.8	19.5	19.5	19.4	19.6	19.6
	電流(mA)	930	910	920	950	930	940	940	970
B 中途冷卻組	表面溫度	55	57	57	58	37	38	40	41
	電壓(V)	19.7	19.6	19.5	19.5	21.2	20.7	20.6	20.6
	電流(mA)	930	910	900	950	950	960	950	990
	表面溫度	55	57	57	57	58	55	56	52
	電壓(V)	19.2	19	18.8	19	18.9	17.9	18.4	19

C 表 面積 塵組	電流 (mA)	360	350	360	370	360	370	360	380
-----------------	------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

表 6 溫度積塵對於太陽能板輸出功率影響紀錄表

(四) 探討遮蔭作用對功率輸出的影響

1. 目的：探討遮蔭效應對於太陽能板功率輸出的影響性
2. 測試過程

步驟 1 將太陽能板置放於測試區域

步驟 2 利用不透光紙張依序遮蔽 0~4 片太陽能晶片單元
使用三用電表測試並記錄其電阻、電壓及電流數值。



圖 31



圖 32

3. 結果紀錄

(1) 市售 20W 太陽能板對遮蔽反應之電阻值變化情形

遮蔽情形	無	1 單元	2 單元	3 單元	4 單元
電阻值	7	10	30	50	100

表 7 遮蔭效應對市售太陽能板電阻值影響紀錄表

(2) 遮蔭效應對市售 20W 太陽能板所產生之電壓電流變化

遮蔽情形	電壓(V)	電流(A)	照度(LUX)
0%	18.7	0.19	20000
1 單元(1 晶片)	18.7	0.16	20000
2 單元(2 晶片)	18.4	0.06	20000
3 單元(3 晶片)	18.1	0.038	20000
4 單元(4 晶片)	17.7	0.022	20000

表 8 遮蔭效應對市售 20W 太陽能板功率輸出變化紀錄表

六、DIY 可摺疊式太陽能板實作。

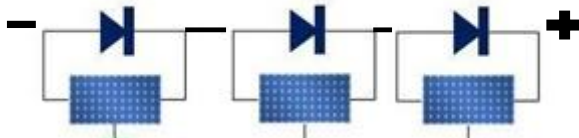
(一) 可折疊式太陽能板實作以及利用二極體製作多迴路系統

1. 目的：

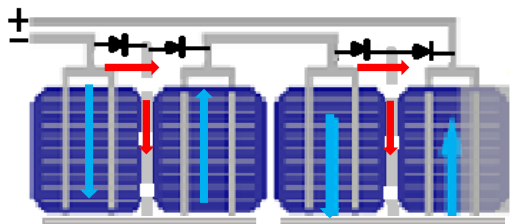
- (1) 縮小太陽能板體積及重量使其可以方便攜帶
- (2) 利用二極體製作多迴路系統減少太陽能板因遮蔭作用或損傷帶來的輸出功率損失

2. 過程：

(1) 遮蔭多迴路設計圖：



左圖 33:為一般正常之太陽能板遮蔭迴路配置，一模組配置一迴路，當遮蔭或受損時，可走第二迴路。但遮蔭模組無功率輸出。



左圖 34:為我們設計模組內之設計，每片晶片製作一遮蔭迴路，讓單一模組應用時，可有效達到最大遮蔭及損傷功率應用。

(2) 製作過程



圖 35 將焊線剪成約 10MM 長度



圖 36 將晶片兩極使用焊帶焊接引出

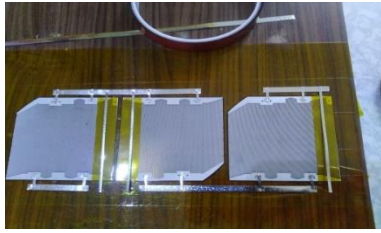


圖 37 晶片進行串接並設計迴路

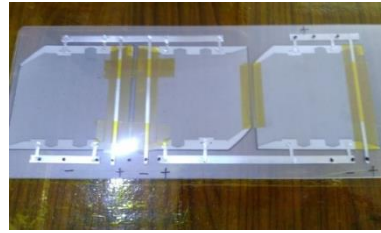


圖 38 用簽字筆作正負極標示



圖 39 在標示正負極處打洞



圖 40 用護貝機護貝



圖 41 使用 PET 膠帶進行間距黏貼



圖 42 打洞處進入串接與二極體焊接

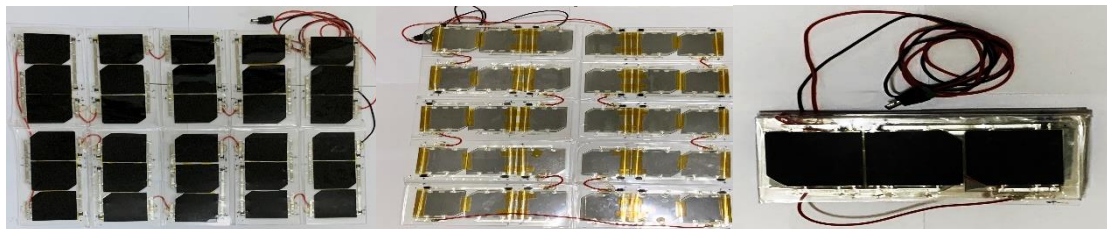


圖 43 成品照

(二) 測試遮蔭效應對 DIY 可摺疊式太陽能板的影響

1. 目的：測試遮蔭效應對自製太陽能板之影響情形
2. 測試過程

步驟 1 將自製太陽能板攤平置放於測試區域。

步驟 2 利用不透光紙張依序遮蔽 0~4 片太陽能晶片單元。

步驟 3 使用三用電表測試並記錄其電阻、電壓及電流數值。



圖 44

3. 結果紀錄

遮蔽情形	電壓(V)	電流(A)	照度(LUX)
0%	19.4	1.01	73000
1 單元(1 晶片)	19.2	1	73000
2 單元(2 晶片)	18.7	1	73000
3 單元(3 晶片)	18.4	1	73000
4 單元(4 晶片)	18.2	1	73000

表 9 遮蔭效應對可折疊式太陽能板輸出功率的影響紀錄

(三) DIY 可摺疊式太陽能板與市售太陽能板比較

1. 目的：比較可折疊式太陽能板與市售太陽能板的差異
2. 測量過程



圖 45



圖 46

利用量尺跟磅秤分別測量可折疊式太陽能板及市售太陽能板的長寬及重量並記錄之。

3. 結果紀錄

VS.	DIY 可摺疊式太陽能板	市售 20W 太陽能板
外觀尺寸	摺疊 10*21 CM 打開 60*42 CM	35*43 CM
重量	265g	1580g
多迴路防部分遮蔭	30 個	1 個
方便攜帶化	方便	不方便

(四) DIY 可折疊式太陽能板的實際運用

1. 目的：實際測試 DIY 可折疊式太陽能板的輸出電量是否足以驅動一般的直流電風扇
2. 測試過程
 - 步驟 1 將 DIY 可折疊式太陽能板與直流電扇相接，觀察電扇運轉情形
 - 步驟 2 遮蔽部分折疊式太陽能板晶片單元並觀察其對直流電扇

運轉的影響

步驟 3 安裝儲能電池於直流電扇中，並測試觀察當折疊式太陽能電池完全被遮蔽時，電扇運作情形



圖 47



圖 48

3. 結果紀錄

- (1) 將可折疊式太陽能板連結上直流電扇後，觀察發現可驅動直流電扇轉動。
- (2) 遮蔽部分晶片單元時發現，可折疊式太陽能板仍可驅動直流電扇。但可觀察到其轉動速度隨著遮蔽單元增加而趨緩，完全遮蔽後直流電扇葉片停止不動。
- (3) 將儲能電池安裝於直流電扇後連接可折疊式太陽能板，觀察發現電扇轉動速度不受晶片單元遮蔽影響。

伍、研究結果

一、探討地球與太陽之間交互關係。

(一) 地球運行模擬認知

1. 晝夜變化：地球因自轉而產生晝夜交替的變化
2. 入射角：與地面法線的夾角
3. 晝夜長短的變化：因為地軸傾斜 23.5 度，對太陽公轉時，各地每日所受的日照時間長短不同。
4. 赤道：指地球表面的點隨地球自轉產生的軌跡中周長最長的圓周線
5. 地球自轉方向：由西向東轉
6. 指太陽視運動軌跡所在的平面，它和地球繞太陽的軌道共面

(二) 太陽入射角與光照量模擬實驗記錄。

經圖 49 觀察太陽光照度變化可得知當時間越接近正午時分日照量越大，反之則越小。這是因為越接近正午時太陽角度越靠近 90 度的緣故。而觀察四季太陽照度量我們可以發現四季照度量依序為夏至>春秋分>冬至。從圖 49 中可以看到在七點到九點的觀測值不符合此推論，其可能的原因應為光源未對準照度計或者是操作者抖動的人為因素。

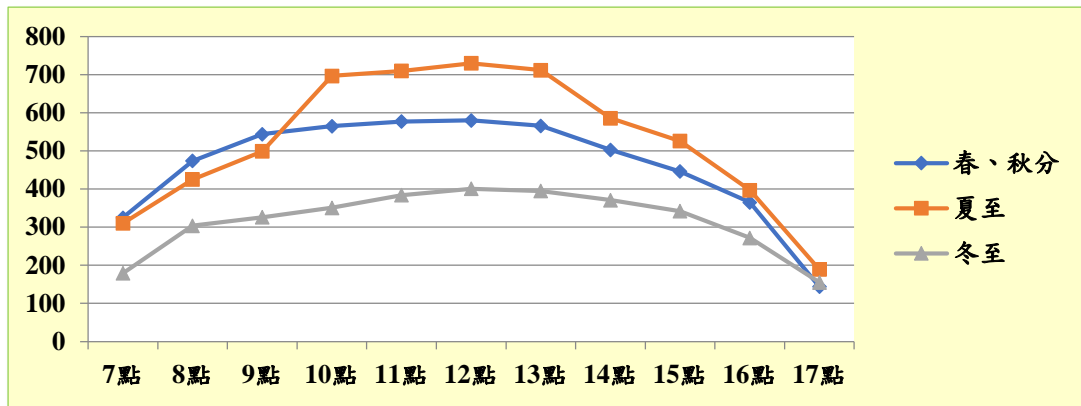


圖 49 四季太陽光照度量日變化圖

(三) 模擬定義座標(均分法)與太陽光入射角之關係探討。

實際繪製四季太陽各時間點入射座標圖(圖 50)，可發現座標均分法與實際觀察之模擬半天球日影顯像有些微誤差，由此可知此法僅可大約判斷其太陽在該時分的位點。

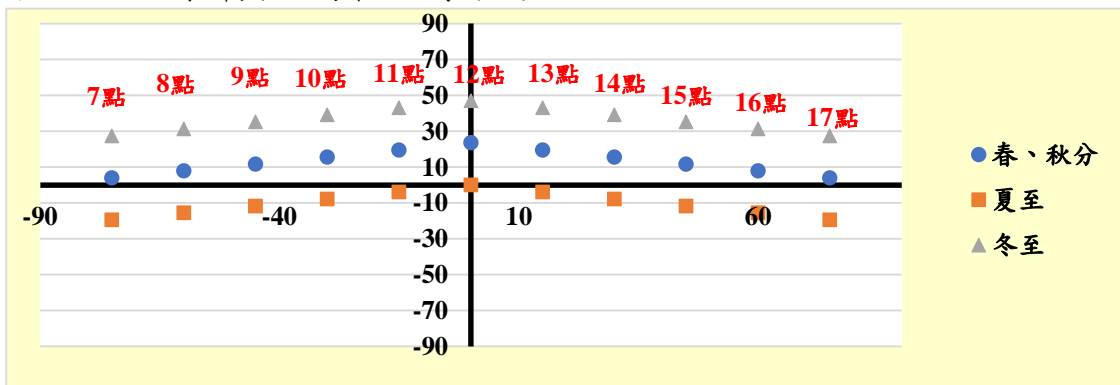


圖 50 四季太陽各時間點入射角座標圖

二、探討影響太陽能板發電量的因素。

(一) 太陽能板傾角變化對功率輸出的影響

由結果圖 51 我們可以發現當太陽能板與入射太陽光線呈現 90 度時，可以產生最大發電量。

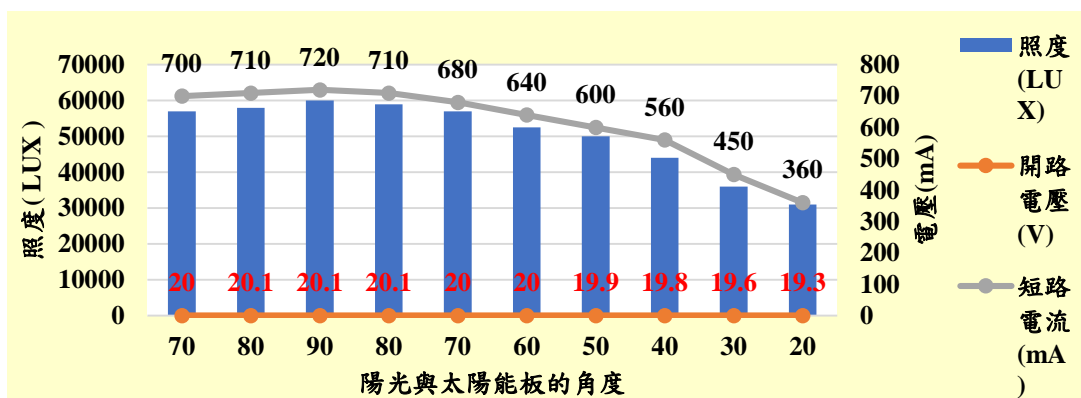


圖 51 太陽能板傾角與太陽能板輸出功率的關係

(二) 模擬觀察四季太陽能板日輸出功率的變化情形(以實際陽光情形紀錄)8/9 實測

從結果圖 52 可以得知電流隨著照度的增加而變大。但圖中顯示正午時分電流並沒有達到最大值，這是因為實驗當日正午時分日光受到雲層遮蔽的影響，此影響可由正午時分光照度明顯減弱證明之。

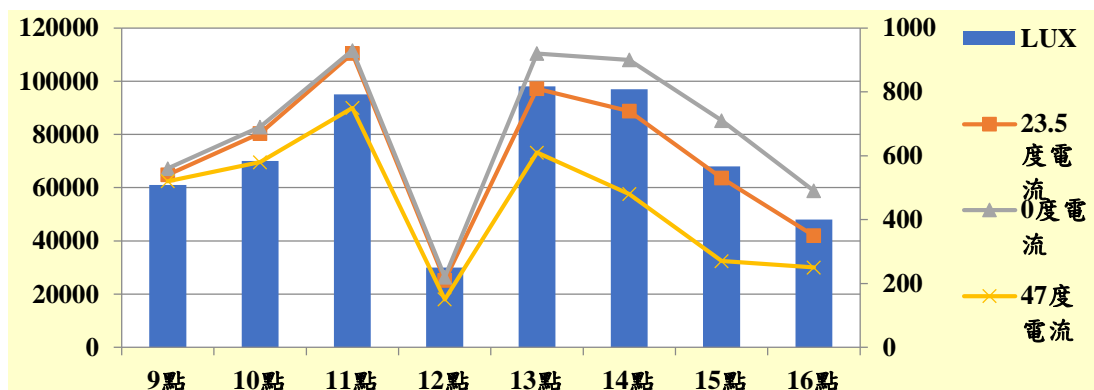


圖 52 四季太陽能板日輸出電流變化

(三) 探討溫度、灰塵對太陽能板之輸出功率的影響

文獻指出當電池溫度上升時會產生熱衰退現象使得產電效率下降，從圖 53 我們可以發現中途經潑水降溫的太陽能板 B 其輸出電流與正常對照組 A 並未有明顯差異，討論其可能原因有二:1.晶片面板受到太陽照射後所產生的熱為全面性的，而本實驗只測定單一區塊。2.實驗過程僅在中途的 5 分鐘潑水降溫，不足以讓兩塊太陽能板有效產生溫度上的差別。對比太陽能 A 與太陽能 C，我們可以發現兩塊太陽能板所測得的表面溫度差異不大但電流輸出功率平均相差 2.5 倍，由此我們可以推論表面積塵對於電流輸出功率的影響比溫度來的大。

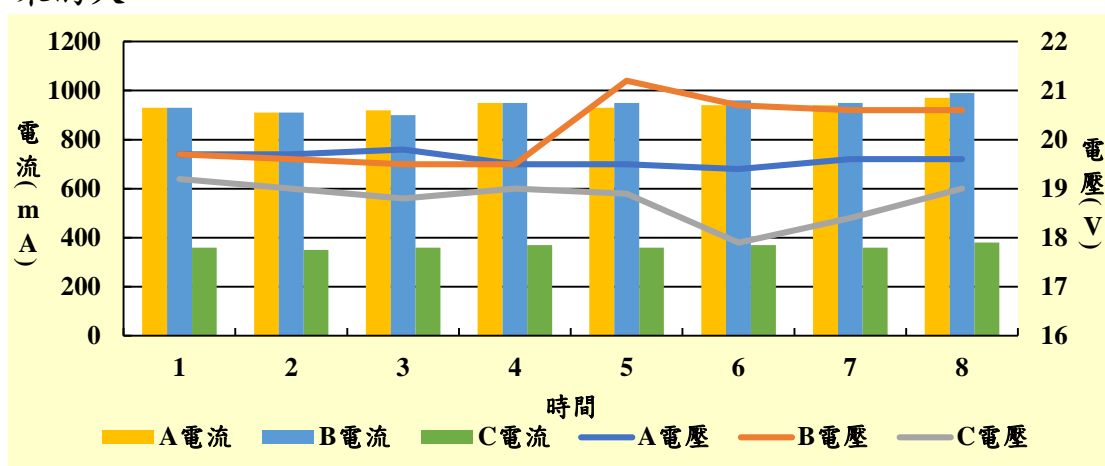


圖 53 溫度、積塵對於太陽能板輸出功率的影響

(四) 太陽能板受遮蔭時，對輸出功率的影響

市售太陽能板是由 30 片太陽能晶片模組串接而成，從實驗圖 54 中我們可以觀察到當晶片遮蔽單元數越來越高時，所產生的電阻值急遽上升，而由圖 55 我們可以看到當太陽能板的電阻上升時其相對的輸出電流下降。由此可證明電阻與電流的反比關係。

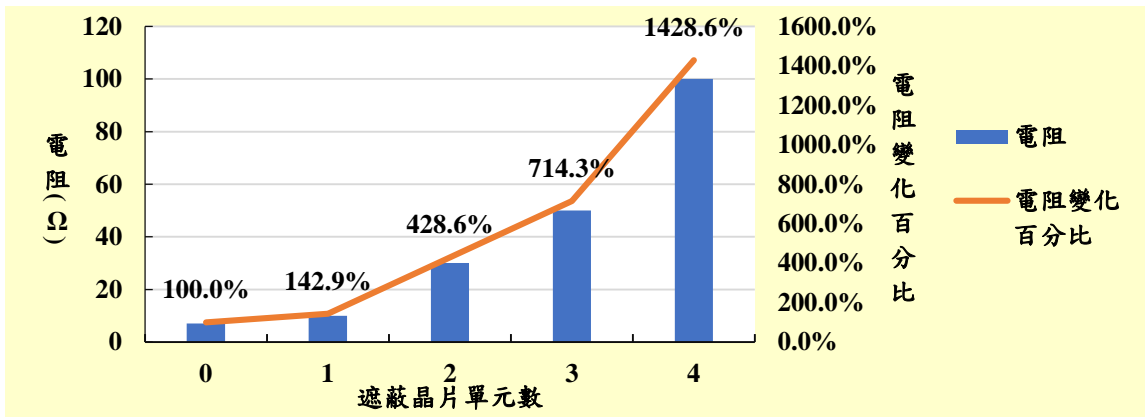


圖 54 遮蔭效應與市售太陽能板電阻關係圖

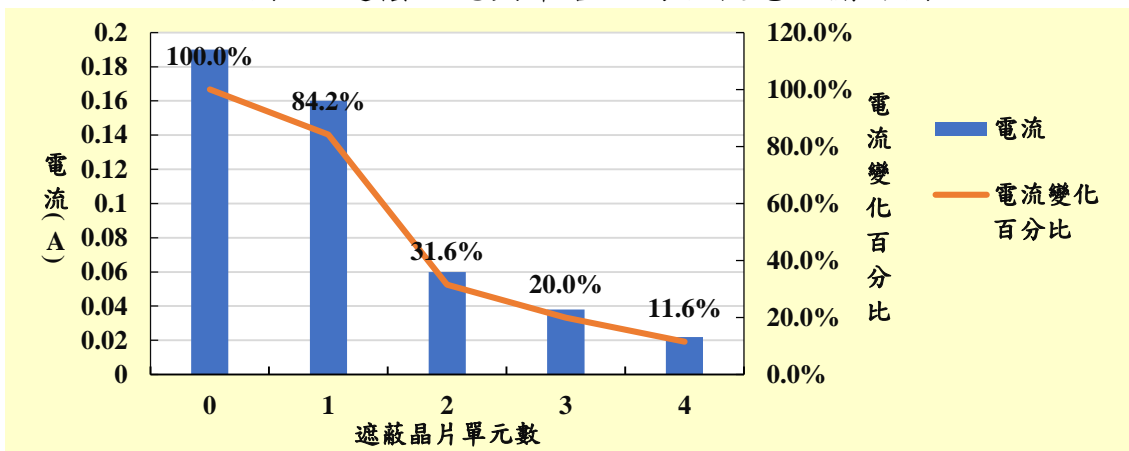


圖 55 遮蔭效應對於市售太陽能板輸出電流的影響

三、DIY 可摺疊式太陽能板實作

可折疊式太陽能板中所設計的多迴路系統是針對若有遮蔭或受傷模組情況發生時，多迴路系統會對遮蔭或受傷模組重新調配迴路。由圖 56-58 的比較可發現當晶片單元受遮蔽時，具有多迴路系統的可折疊式太陽能板可取得較高的電流，減少串聯造成電流相同的整體功率損失，而未有多迴路系統的市售太陽能板，因串聯電流相同(串聯電流 $I=I_1=I_2=I_n$)，整串太陽能面板發電損失將降低 8 成以上。由此可推知多迴路系統的設計可以將發電損失限制於受遮蔭或因損傷而失效的面板，藉此大幅減少發電量損失。

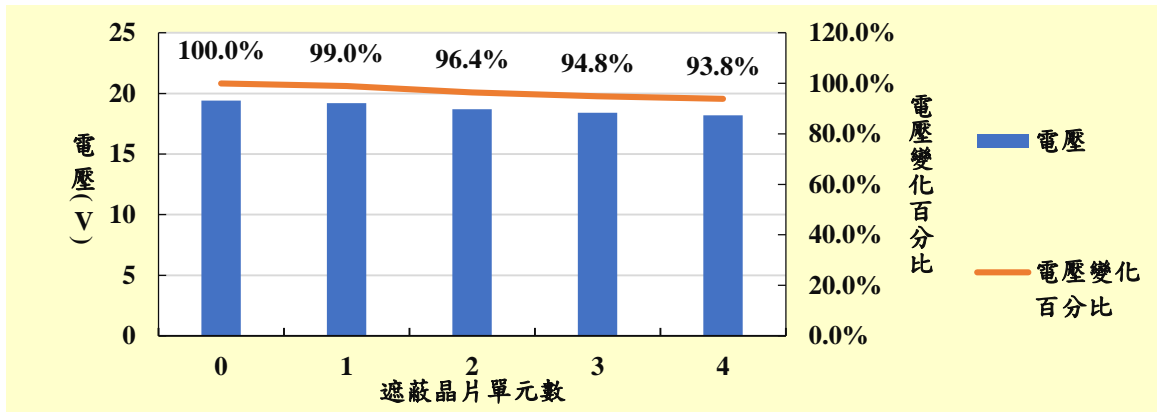


圖 56 遮蔭效應對於可折疊式太陽能板電壓的影響

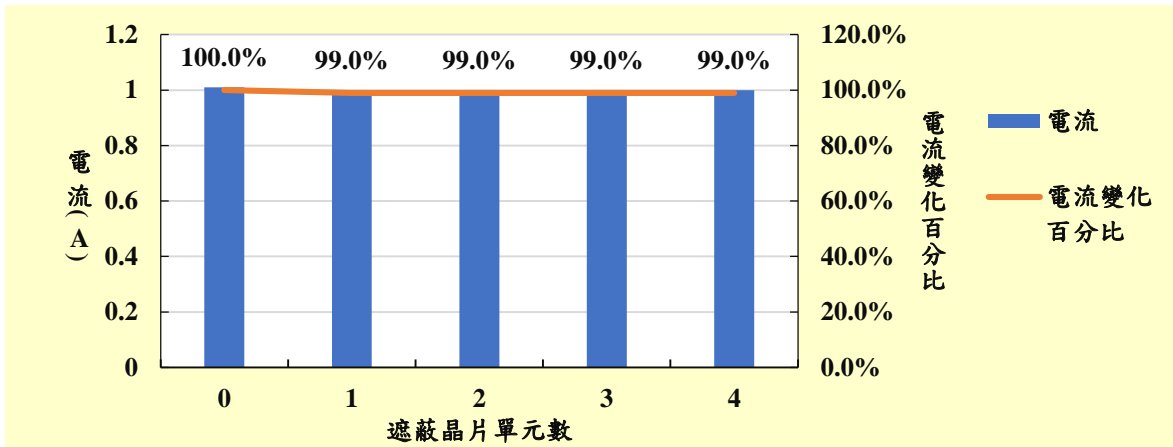


圖 57 遮蔭效應對於可折疊式太陽能板輸出電流的影響

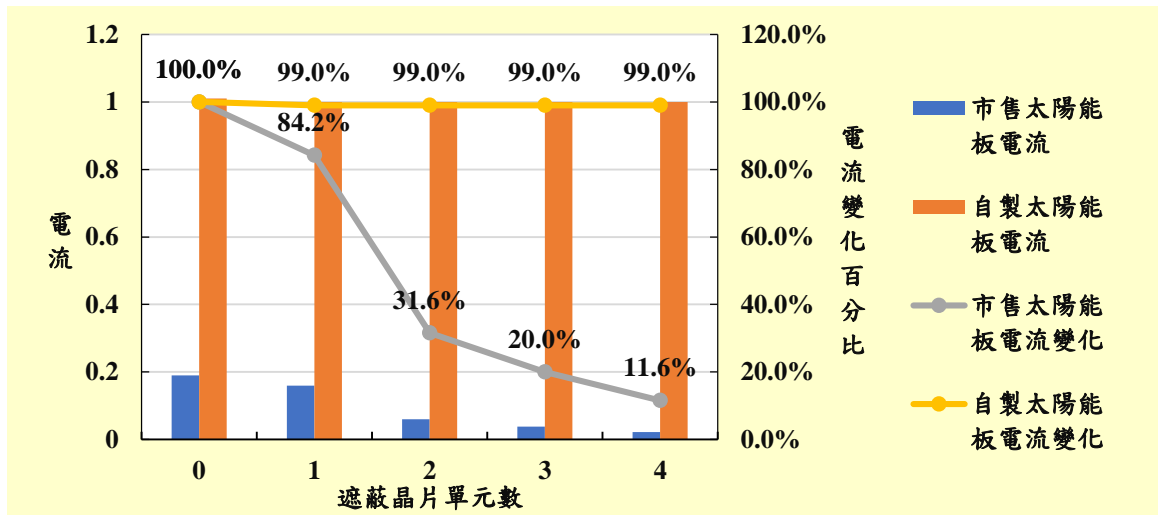


圖 58 市售太陽能板與 DIY 可折疊式太陽能板的比較

陸、評鑑與探討

一、陽光、空氣和水是上帝賜予大自然的禮物，也是所有生物賴以

生存的始源，數十年來，世界歷經了工業和經濟的急速成長，隨之而來，碳排放量也快速的增加，讓地球不斷暖化，使得全球氣候極端的異常，所以，再生能源的開發，是全世界目前最急切的共同目標。

二、從模擬陽光入射角的測試中發現，照度計會受到光的照射角度影響其強弱表現。照射角度呈直角時光通量最高；偏斜角度越大光通量會越弱，發電量也會隨光通量減弱。可得知:以同量的光照射，角度傾斜時，因受光面積較垂直時變廣，光通量自然減少。

三、光採直線前進，當光與太陽能板呈垂直照射時，發電量最佳。就臺灣而言，位於地球北緯 23.5 度，赤道是在臺灣的南邊，所以，太陽能板向南傾斜 23.5 度，平均季節照射角度最佳，發電量可達最大值。隨著太陽的移動與太陽能板間的夾角也會不斷改變，最佳發電角度亦會跟著改變。透過比較不同時間之太陽能最佳發電量與傾斜角度關係，我們印證了:太陽能板與光照角度呈垂直時，發電量最佳。

四、太陽能板標示:最佳發電溫度為攝氏 25 度。臺灣屬亞熱帶國家，日照時間長，但在太陽光的輻射下，熱能傳導到太陽能晶片後，會使晶片溫度逐漸升高，而引起熱衰退現象，導致太陽能板的發電量降低。透過熱衰退情形，得知:太陽能的發電原理是利用太陽的光照度而非熱度。

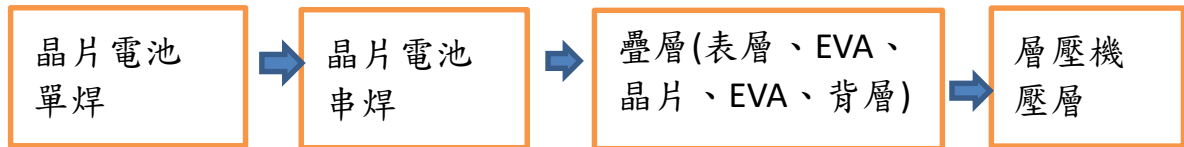
五、太陽能板遮蔭測試時，經由歐姆定律得知: $V=I*R$ 。當遮蔭時，測量到的電壓(V)值變化不大，電流(A)值卻大幅縮小。經遮蔭測量電阻值，得知電阻值快速遞增。此時依據歐姆定律 $V=I*R$ ，當電阻(Ω)值上升，電流量(A)則會下降，兩者關係呈反比。

六、探討太陽能電池之測試組裝與封裝過程

探討整合文獻後發現，太陽能板是以 PET 聚脂薄膜做絕緣材料，EVA 當粘接劑，經探討文獻及搜尋相關材料後，我們發現:

其材質竟與護貝膜材質相同(PET)，我們嘗試使用護貝膜來快速封裝指叉式太陽能晶片。

正常太陽能模組封裝流程(表 12):



自組太陽能模組封裝流程(表 13):(疊層使用護貝膜，護貝機做壓層)



七、DIY 自製折疊式防遮蔭太陽能板，我們觀察利用陣列太陽能板防遮蔭模式，將其縮小至各單元，讓我們 DIY 一模組擁有 30 組遮蔭二集體迴路設計，不怕任意部分遮蔭，避免造成功率大幅下降。可提升太陽能板的能見度與生活應用化，擴展大眾對太陽能板的接受度。

八、太陽能是一種潔淨的能源。煤炭、石油燃燒時都會產生有毒氣體與大量碳排放，造成溫室效應；使用太陽能不會排出任何對環境不良影響之物質，屬潔淨能源，應多加利用。

柒、參考資料

一、相關課程參考

- (一) 翰林出版 自然與生活科技 4 上 單元 3 運輸工具與能源
- (二) 翰林出版 自然與生活科技 4 上 單元 4 電和生活
- (三) 翰林出版 自然與生活科技 5 上 單元 1 觀測太陽
- (四) 翰林出版 自然與生活科技 4 下 單元 4 奇妙的光世界

二、參考網址

(一) 太陽能模組/電池製成介紹

http://www.tsecpv.com/zh-tw/solar_knowledge/index/zero_house_02

(二) 家具膜,太陽能背板膜,玻璃鋼瓦膜,PET 熱收縮膜應用

原文網址：<https://kknews.cc/finance/ren45xo.html>

(三) 唐從聖 太陽能介紹

https://www.youtube.com/watch?v=CnoJD_ztrGE&list=PL57DA773B4E026F3E&index=7

(四) 能源轉型小學堂

<https://www.thenewslens.com/article/126816>