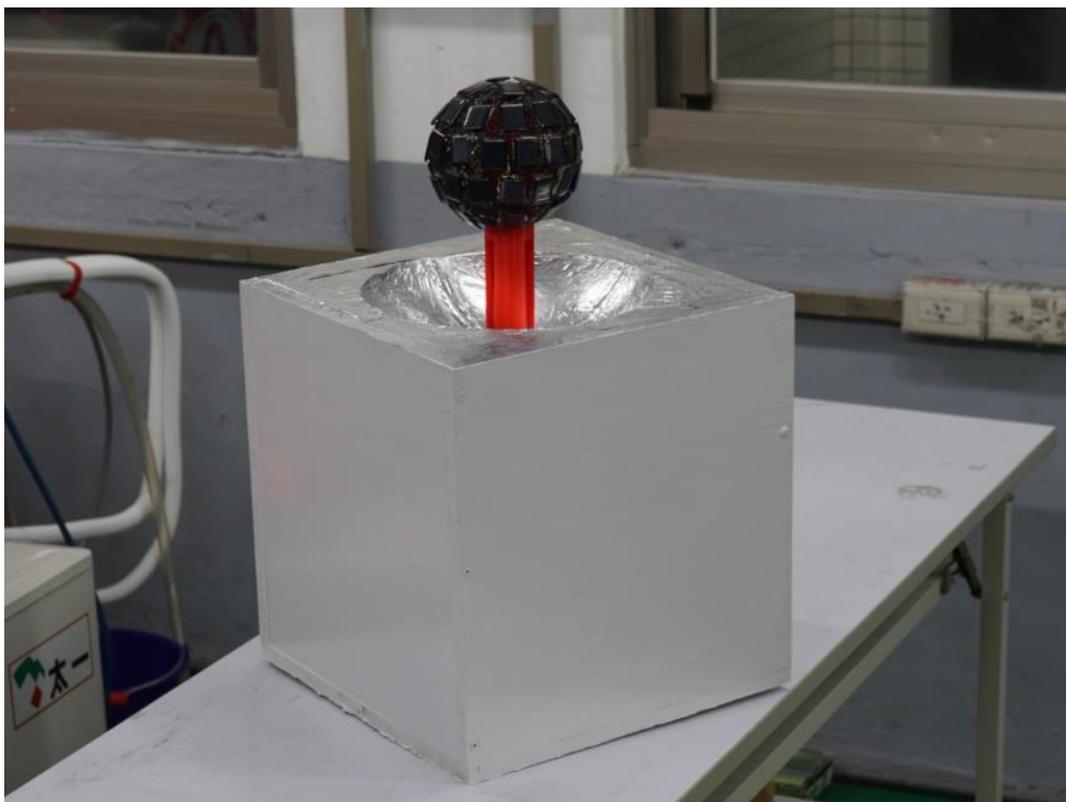


臺北市立大安高級工業職業學校專題製作競賽

「專題組」作品說明書



參賽群別：電機與電子群

作品名稱：佛光太陽能(球型太陽能與平面太陽能數據分析)

關鍵字：球、太陽能、屋頂

目錄

壹、摘要.....	4
貳、研究動機.....	4
參、主題與課程相關性或教學單元說明.....	4
一、硬體製作.....	4
二、二極體選用.....	5
三、電路焊接.....	6
肆、研究方法.....	6
一、研究流程.....	6
二、使用材料與工具.....	7
(一)、元件介紹.....	7
(二)、設備介紹.....	8
(三)、軟體介紹.....	9
三、實驗過程.....	10
(一)、太陽能板效能測試實驗.....	10
(二)、最大功率點追蹤實驗.....	13
(三)、太陽能板串聯實驗.....	14
(四)、太陽能板並聯實驗.....	15
(五)、黏合劑實驗.....	16
伍、研究結果.....	16
一、球型太陽能與平面太陽能數據比較.....	16
陸、討論.....	19
一、比較實驗數據.....	19
柒、結論.....	20
捌、參考資料與其他.....	21

圖目錄

圖 1 弧型屋頂與支撐架 3D 模型.....	5
圖 2 ENDER-3 3D 列印機.....	5
圖 3 切割屋頂列印.....	5
圖 4 旁路二極體.....	6
圖 5 防環流二極體.....	6
圖 6 太陽能板焊接.....	6
圖 7 二極體焊接.....	6
圖 8 研究步驟.....	7
圖 9 太陽能板.....	7
圖 10 1N4001A 二極體.....	8
圖 11 PLA 線材閘.....	8
圖 12 數位電表.....	8
圖 13 TM-205 照度計.....	9
圖 14 Autodesk Inventor 商標.....	9
圖 15 3D 列印屋頂與大樓結合.....	10
圖 16 Block Circuit EDIT 商標.....	10
圖 17 Block Circuit EDIT 電路繪製介面.....	10
圖 18 太陽能板效能測試實驗電路圖.....	10
圖 19 最大功率點追蹤實驗電路圖.....	14
圖 20 最大功率點實驗電壓電流點圖.....	14
圖 21 太陽能板串聯陰遮實驗電路圖.....	15
圖 22 太陽能板並聯陰遮實驗電路圖.....	15
圖 23 球型太陽能與平面太陽能總電路設計圖.....	17
圖 24 球型太陽能與平面太陽能數據比較實驗電路圖.....	17
圖 25 球型太陽能與平面太陽能數據比較實驗電壓折線圖.....	18
圖 26 球型太陽能與平面太陽能數據比較實驗電流折線圖.....	18
圖 27 球型太陽能與平面太陽能數據比較實驗功率折線圖.....	19
圖 28 成品展示.....	20

表目錄

表 1 時間分配表.....	7
表 2 太陽能板規格.....	7
表 3 二極體規格.....	8
表 4 PLA 線材規格.....	8
表 5 數位電表規格.....	8
表 6 TM-205 照度計規格.....	9
表 7 太陽能板效能實驗數據.....	11
表 8 焊接二極體前實驗數據.....	15
表 9 焊接二極體後實驗數據.....	15
表 10 加裝防環流二極體實驗數據.....	16
表 11 熱熔膠上膠實驗數據.....	16
表 12 AB 膠上膠實驗數據.....	16
表 13 球型太陽能與平面太陽能數據比較實驗各項數據平均表.....	19

【佛光太陽能 球型太陽能與平面太陽能數據分析】

壹、摘要

透過改變太陽能板電路擺放方式，並以鋁箔紙包覆環狀屋頂使其匯聚太陽光，使太陽能之光電轉換效率提升，球體支撐架設計呈中空圓柱體，在雨天太陽能無法有效供電時，也可透過環型屋頂收集更多雨資源。

貳、研究動機

太陽能是具有永久性的綠色能源，對環境也不會造成汙染，也因為只要有太陽就可以發電，也使其使用率逐年提升。但太陽能板普遍具有佔地面積大、設備成本高、能量來源不穩定以及發電效率低等問題，使其一直無法比肩傳統火力發電與核能發電，我們以此為研究目的，改變太陽能板擺放方式與外觀，並使用反光材質的環型屋頂，比較球型太陽能與一般平面太陽能之數據並記錄為以下專題研究。

參、主題與課程相關性或教學單元說明

一、硬體製作

在高一時參與製圖科跨領域學習選修課程，在課程中學會了 Autodesk Inventor 的基本操作，繪製出弧型屋頂以及支撐架的 3D 模型(如圖 1)，加上高三所學的 3D 列印機操作，可以依照需要的大小與規格製作，我們使用 ENDER-3 3D 列印機列印(如圖 2)，因為本型號列印限制大小為 220mm*220mm*250mm，因此我們將屋頂切割成四個部分(如圖 3)，最後再使用 AB 膠進行黏合。弧型屋頂的焦點會影響整體發電效率，透過 3D 列印可以減少手工製作的誤差。

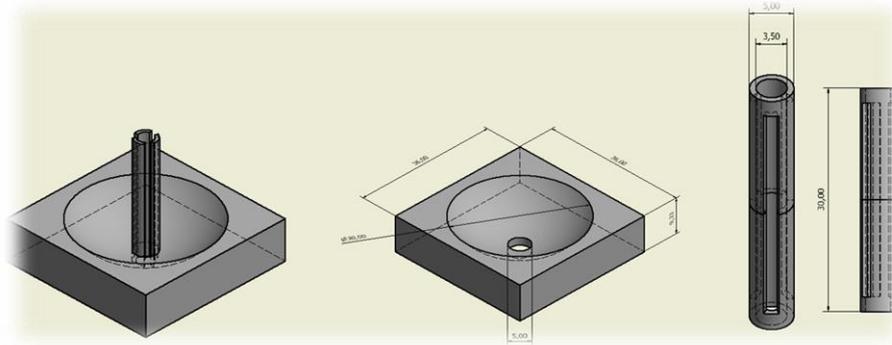


圖 1 弧型屋頂與支撐架 3D 模型

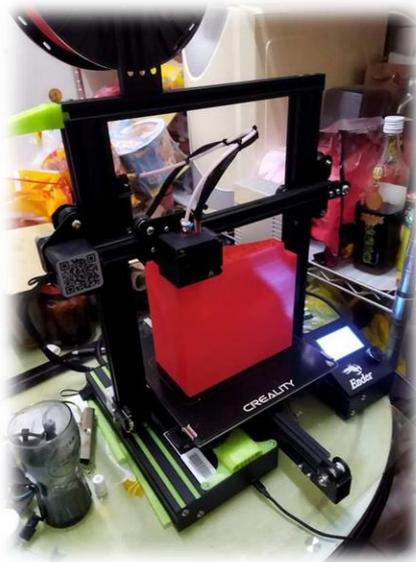


圖 2 ENDER-3 3D 列印機

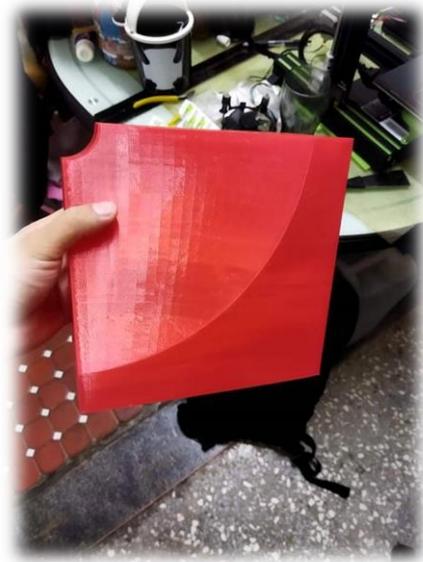


圖 3 切割屋頂列印

二、二極體選用

太陽能板在串、並聯時，需要旁路二極體(如圖 4)以及防環流二極體(如圖 5)，高二上的電子學實習中，學習了各種整流二極體的特性與應用，瞭解我們所需要的二極體，最後選用 1N4001A 矽二極體，代替原本考慮的蕭基特二極體，雖然蕭基特二極體崩潰電壓較小，消耗也較小，但我們的太陽能板規格較小，防止二極體因偏壓過小而無法正常整流，而選擇崩潰電壓較高的矽二極體。

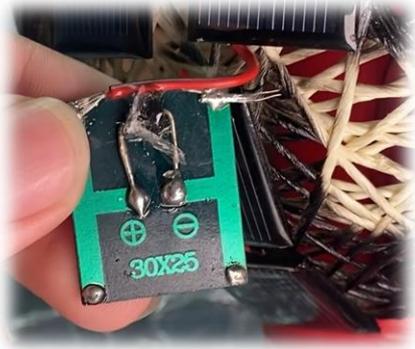


圖 4 旁路二極體

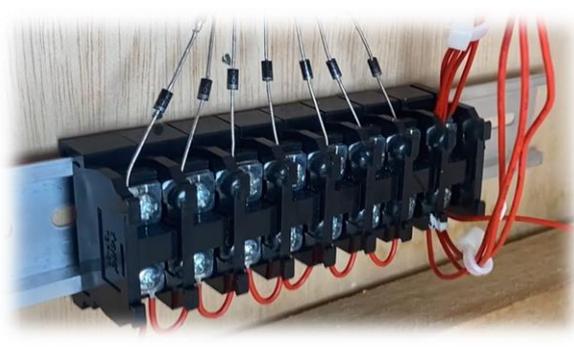


圖 5 防環流二極體

三、 電路焊接

高一的基本電學實習課程中，我們學習了電烙鐵於電路板焊接的基本操作，透過這些課程，使我們能更加安全且快速的將太陽能板串、並聯電路焊接完成(如圖 6)，並同時焊上二極體(如圖 7)。

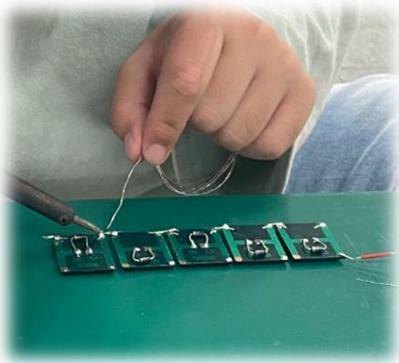


圖 6 太陽能板焊接

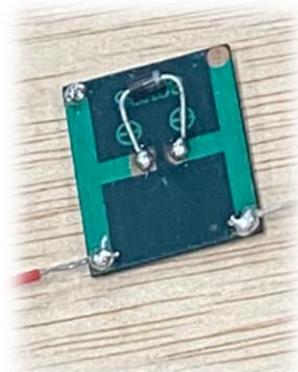


圖 7 二極體焊接

肆、 研究方法

一、 研究流程

在八月初確定專題題目後，開始架設流程。我們從太陽能板與二極體選購進行，屋頂以及大樓本體同時建構，再進行太陽能板各項實驗，最後將太陽能板固定於平面以及球體，於同日進行平面以及球型太陽能板各項數據比較，完成我們的專題研究。專題時間分配表與研究步驟如表 1 與圖 8 所示：

表 1 時間分配表

項目/月份	八月	九月	十月	十一月	十二月	一月
1. 文獻探討						
2. 購買材料						
3. 機構設計						
4. 機構製作						
5. 電路設計						
6. 成品實驗						
7. 實驗排錯						

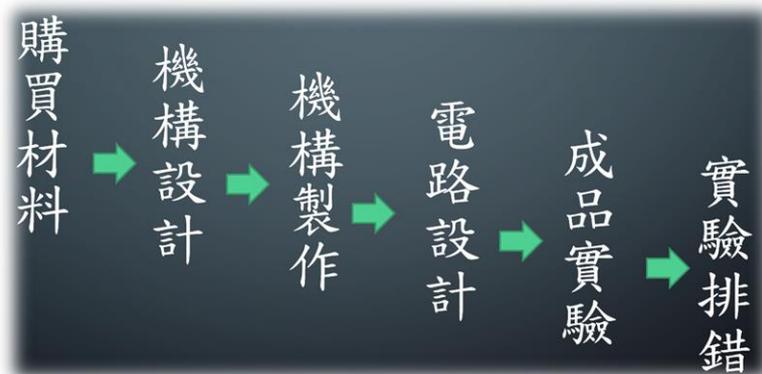


圖 8 研究步驟

二、使用材料與工具

(一)、元件介紹

1、太陽能板

我們的太陽能板(如圖 9)選用 20mm*30mm 的尺寸，為了讓太陽能板遍佈球體，選用面積最小的太陽能板。其規格如下表 2:

表 2 太陽能板規格

尺寸	20mm*30mm
額定電壓	1V
額定電流	80mA



圖 9 太陽能板

2、二極體(1N4001A)

二極體大多用於電路的整流，1N4001A(如圖 10)為較常見的整流二極體，也在本專題研究中作為電路整流器。1N4001A 規格如下表 3:

表 3 二極體規格

逆向耐壓	50V
額定電流	1A
崩潰電壓	0.7V



圖 10 1N4001A 二極體

3、3D 列印線材

市面上有數十種 3D 列印線材，本專題選用 PLA 線材開 (圖 11)作為列印素材，PLA 來自於玉米或甘蔗等含糖類植物所提煉出的聚乳酸合成物，是最環保的 3D 列印材質，熔點低，硬度高，加熱無異味，容易列印。PLA 線材規格如下表 4:

表 4 PLA 線材規格

線徑	1.75mm
平台加熱溫度	45-60°C
噴嘴加熱溫度	190-220°C



圖 11 PLA 線材開

(二)、設備介紹

1、數位電表

在實驗中，數位電表(如圖 12)用來量測各項數據，額定功率較小的太陽能板容易受光源影響產生數據波動，HOLD 模式可以定格數據，減去數據的波動造成紀錄的不便，而比起一般指針式，數位式不需要以指針位置換算目前數值，可以更迅速的紀錄。數位電表規格如下表 5:

表 5 數位電表規格

最大讀值(顯示)	3999
最大量測電壓	600V
最大量測電流	10A
最大量測電阻	40MΩ



圖 12 數位電表

2、照度計(TM-205)

在前置實驗中，我們必須確保太陽能板都是在同樣照度的光線下進行實驗，所以透過照度計(如圖 13)測量手電筒照度，並於每次實驗調整至同樣的照度再進行。TM-205 照度計規格如下表 6:

表 6 TM-205 照度計規格

最大讀值	1999
精確度	±6%
取樣率	2.5 次/秒



圖 13 TM-205 照度計

(三)、軟體介紹

1、Autodesk Inventor

Autodesk Inventor(如圖 14)是一個提供使用者建立 3D 模型的軟體，可以依據自己的想法調整模型的參數。本專題使用 Autodesk Inventor 建立弧形屋頂與支撐架的 3D 模型，並透過 3D 列印機列印出成品(如圖 15)。



圖 14 Autodesk Inventor 商標

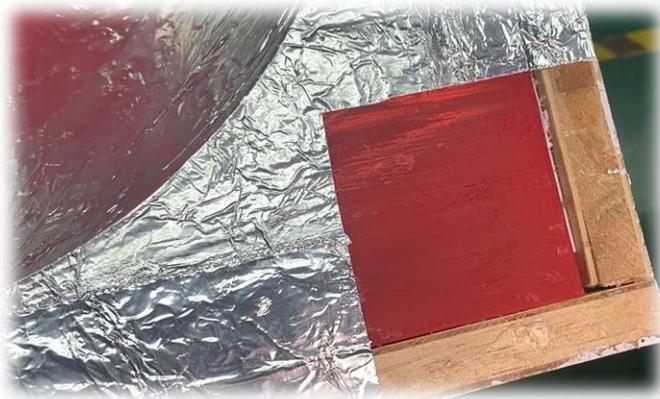


圖 15 3D 列印屋頂與大樓結合

2、Block Circuit EDIT

Block Circuit EDIT(如圖 16)是一款能線上繪製電路圖的軟體，透過 Block Circuit EDIT 先進行電路圖繪製(如圖 17)，配線時可對照電路圖，配線錯誤時也可以迅速地找出錯誤點。



圖 16 Block Circuit EDIT 商標

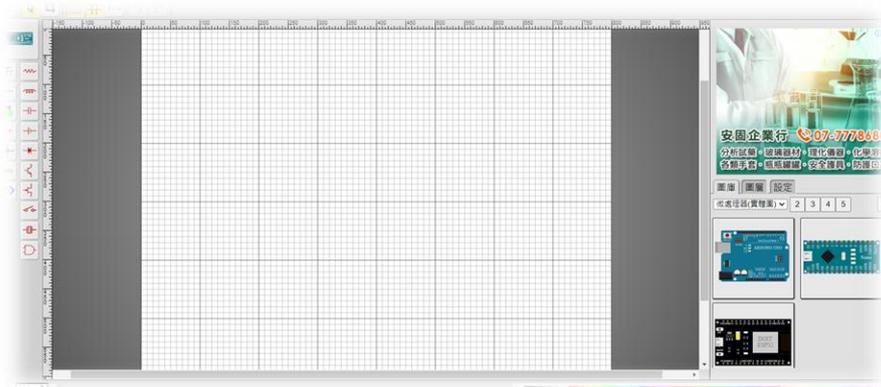


圖 17 Block Circuit EDIT 電路繪製介面

三、實驗過程

(一)、太陽能板效能測試實驗

我們將所有太陽能板接至相同的電路圖(如圖 18)並測量電壓電流以及功率，測量出損壞的太陽能板並丟棄，目的是確保最後進行比較實驗的太陽能板功能皆正常，降低實驗的誤差。所有太陽能板數據如下表 7:

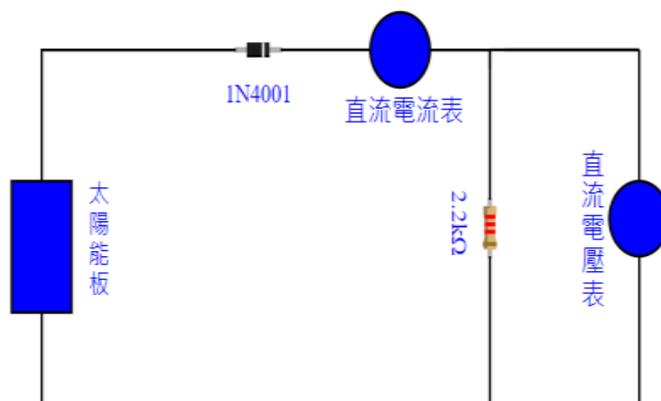


圖 18 太陽能板效能測試實驗電路圖

表 7 太陽能板效能實驗數據

電壓(mV)	電流(mA)	功率(uW)
445	1.56	694.2
453	1.6	724.8
476	1.68	799.68
447	1.58	706.26
456	1.61	734.16
450	1.58	711
448	1.58	707.84
453	1.6	724.8
438	1.55	678.9
470	1.65	775.5
448	1.58	707.84
455	1.61	732.55
457	1.61	735.77
456	1.62	738.72
456	1.61	734.16
437	1.55	677.35
446	1.58	704.68
440	1.56	686.4
455	1.59	723.45
463	1.64	759.32
466	1.56	726.96
468	1.65	772.2
455	1.6	728
462	1.63	753.06
463	1.63	754.69
448	1.59	712.32
448	1.58	707.84
445	1.57	698.65
458	1.62	741.96
460	1.62	745.2
454	1.6	726.4
453	1.62	733.86
439	1.55	680.45
448	1.58	707.84

430	1.52	653.6
466	1.65	768.9
457	1.61	735.77
454	1.6	726.4
468	1.66	776.88
434	1.53	664.02
441	1.56	687.96
462	1.63	753.06
462	1.63	753.06
458	1.61	737.38
461	1.63	751.43
443	1.57	695.51
449	1.58	709.42
430	1.52	653.6
449	1.59	713.91
440	1.55	682
459	1.69	775.71
456	1.61	734.16
443	1.57	695.51
450	1.59	715.5
450	1.58	711
446	1.57	700.22
453	1.6	724.8
454	1.6	726.4
430	1.51	649.3
438	1.53	670.14
456	1.61	734.16
450	1.59	715.5
445	1.51	671.95
444	1.57	697.08
441	1.55	683.55
430	1.52	653.6
442	1.56	689.52
437	1.56	681.72
440	1.57	690.8
446	1.57	700.22
458	1.62	741.96

436	1.54	671.44
423	1.46	617.58
445	1.57	698.65
455	1.61	732.55
447	1.59	710.73
440	1.55	682
455	1.61	732.55
462	1.63	753.06
456	1.62	738.72
455	1.61	732.55
460	1.62	745.2
445	1.57	698.65
453	1.6	724.8
480	1.7	816
438	1.55	678.9
466	1.64	764.24
447	1.58	706.26
458	1.62	741.96
453	1.6	724.8
460	1.63	749.8
451	1.59	717.09
464	1.63	756.32
466	1.64	764.24
451	1.59	717.09
不良率 4%		

(二)、最大功率點追蹤實驗

因為本專題研究並沒有裝配完整的太陽能供電系統，負載端的阻抗匹配相當重要，當負載端最大功率產生時，負載電阻與內部阻抗會呈現等阻抗，將電路圖(如圖 19)接好後，改變可變負載電阻找尋最大功率點。我們可以透過點圖(如圖 20)發現最大功率點發生約於 0.34V、80mA 時，利用歐姆定律計算，求得太陽能板內部阻抗約為 42.5Ω。

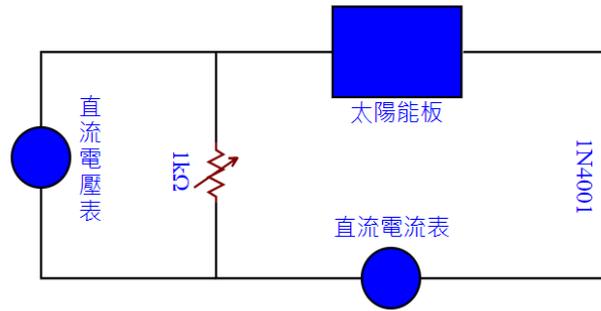


圖 19 最大功率點追蹤實驗電路圖

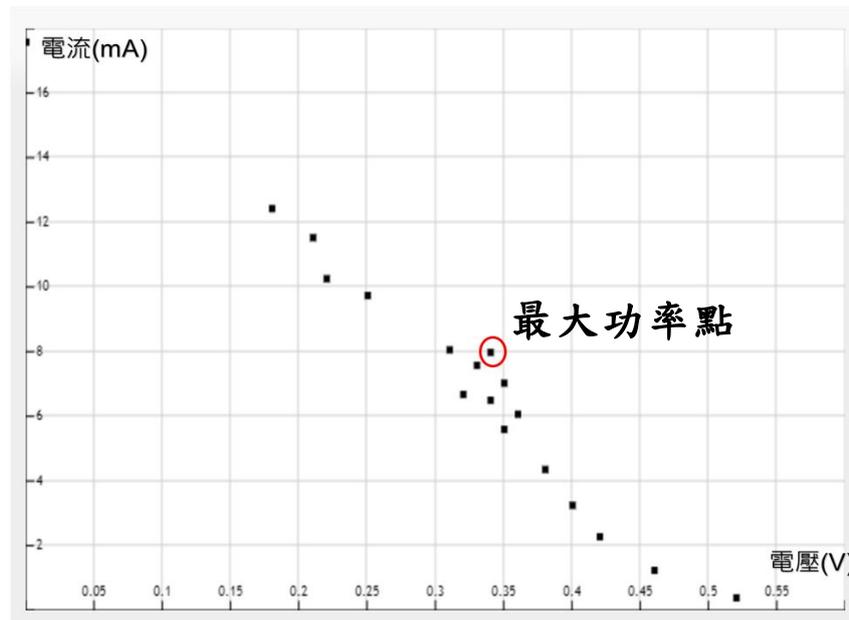


圖 20 最大功率點實驗電壓電流點圖

(三)、太陽能板串聯實驗

在蒐集資料時，有文獻提出太陽能板陰遮時會產生極大的內部阻抗，電路會有多餘的功率消耗，我們將電路圖(如圖 21)接出，並使用我們的器材去實驗是否存在這樣的問題。可以看到實驗數據(如表 8)，太陽能板其中一塊陰遮時，電路呈現開路的狀態，與文獻相同。透過焊接旁路二極體，再去進行本實驗(電路相同)，焊接二極體後的數據(如表 9)發現旁路二極體可以稍微改善這個問題。

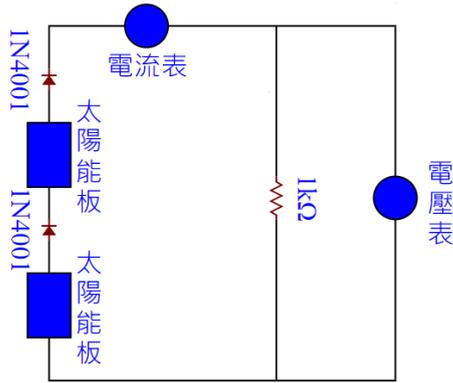


圖 21 太陽能板串聯陰遮實驗電路圖

表 8 焊接二極體前實驗數據

	電壓(V)	電流(mA)
皆正常受光	0.9	0.925
其一陰遮	0.005	0.005

表 9 焊接二極體後實驗數據

	電壓(V)	電流(mA)
皆正常受光	0.9	0.925
其一陰遮	0.2	0.4

(四)、太陽能板並聯實驗

同樣於文獻中有提到，太陽能板並聯須加裝防環流二極體，將電路圖(如圖 22)接出並進行實驗，在本實驗中僅量測加裝防環流二極體後的數據是防止太陽能板因環流而燒毀，所以沒有加裝前的數據可供參考。透過實驗數據(如表 10)可以發現其中一塊陰遮與兩塊正常受光的數據並沒有不同。

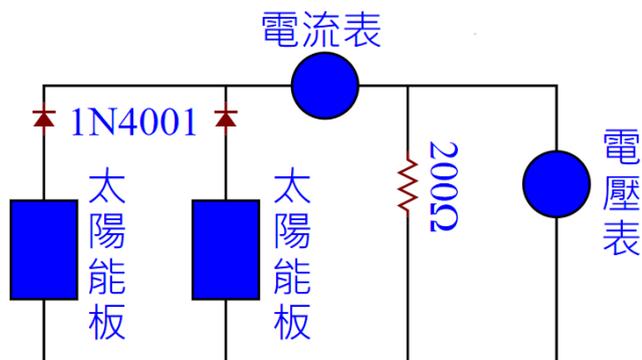


圖 22 太陽能板並聯陰遮實驗電路圖

表 10 加裝防環流二極體實驗數據

	電壓(V)	電流(mA)
皆正常受光	0.527	0.49
其一陰遮	0.526	0.49

(五)、黏合劑實驗

本實驗透過相同的電路配置研究不同膠質於不同上膠面積時對發電效率的影響，熱熔膠的實驗數據(如表 11)顯示:當上膠面積逐漸上升，發電效率也跟著降低；而 AB 膠的實驗數據(如表 12)在上膠面積增加時卻沒有太大的差異。透過本實驗確立未來固定太陽能板時選用 AB 膠。

表 11 熱熔膠上膠實驗數據

	電壓(V)	電流(mA)
未上膠	0.45	500
熱熔膠 50%	0.425	473
熱熔膠 100%	0.4	420

表 12 AB 膠上膠實驗數據

	電壓(V)	電流(mA)
未上膠	0.5	535
AB 膠 50%	0.5	535
AB 膠 100%	0.49	528

伍、研究結果

一、球型太陽能與平面太陽能數據比較

球型太陽能與平面太陽能數據比較為本專題主要的實驗，經過前置作業設計太陽能球與太陽能板總電路(如圖 23)並減少實驗誤差後，再來進行比較實驗，依照電路圖(如圖 24)配線後進行實驗，測量電壓、電流以及功率。在實驗數據電壓(如圖 25)、電流(如圖 26)及功率(如圖 27)折線圖可以看出除了陽光較強的時段，球型數據皆高於平面的數據；而各項數據平均值來說(如表 13)，球型數據皆高於一般平面；各觀測點功率總量而言，球型產生功率高於平面產生功率約 5%。

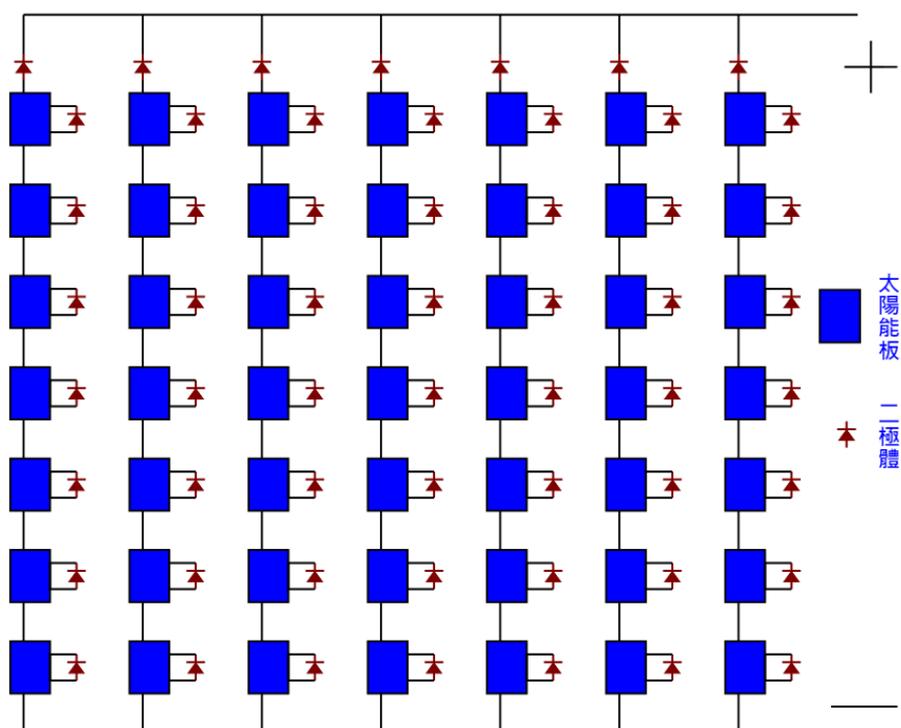


圖 23 球型太陽能與平面太陽能總電路設計圖

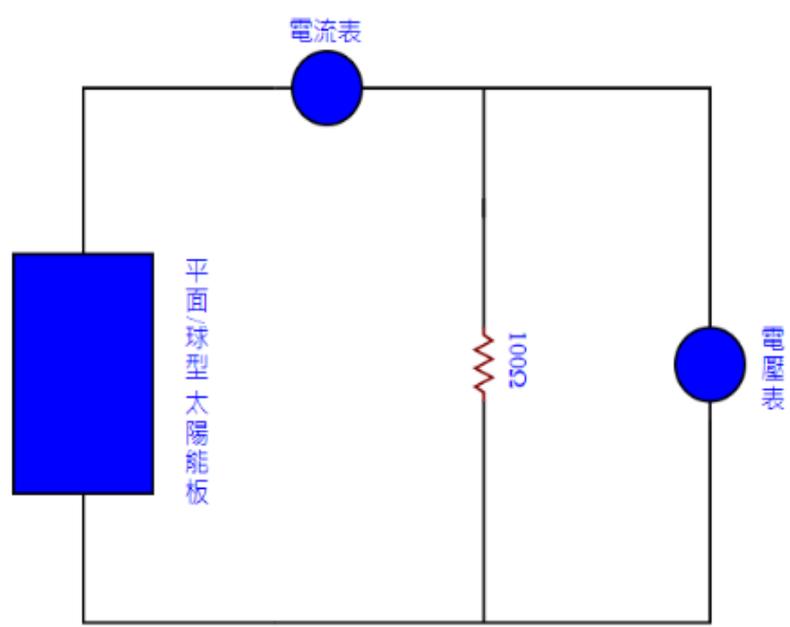


圖 24 球型太陽能與平面太陽能數據比較實驗電路圖

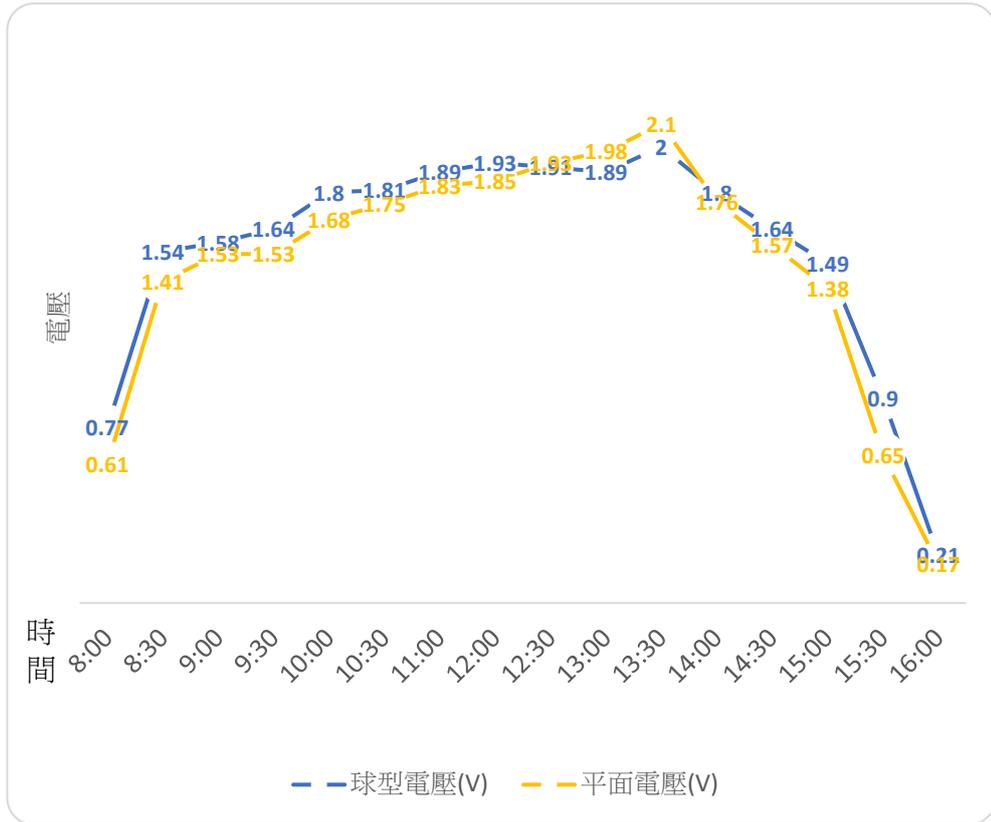


圖 25 球型太陽能與平面太陽能數據比較實驗電壓折線圖

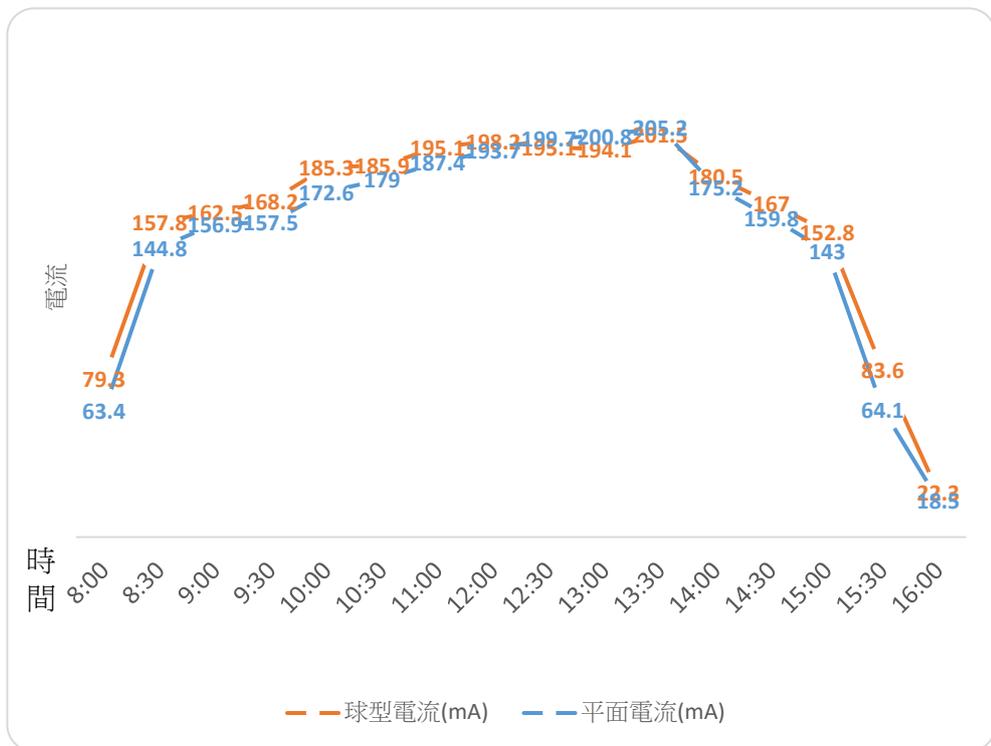


圖 26 球型太陽能與平面太陽能數據比較實驗電流折線圖

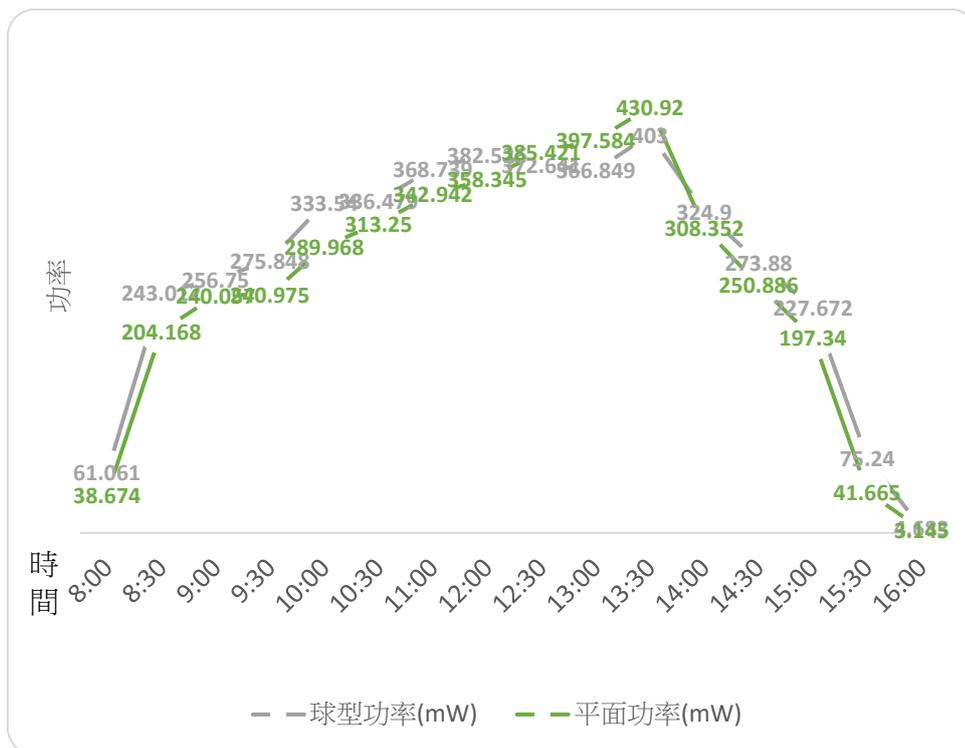


圖 27 球型太陽能與平面太陽能數據比較實驗功率折線圖

表 13 球型太陽能與平面太陽能數據比較實驗各項數據平均表

	平面太陽能	球型太陽能
電壓	1.537V	1.603V
電流	156.91mA	163.43mA
功率	262.36mW	276.73mW
各觀測點功率總量	4441mW	4674mW

陸、討論

一、比較實驗數據

前面提到設計的總電路額定為 7V/560mA，但比較實驗中，較高的球型也僅達到 1.6V/163mA 左右，我們認為有兩個原因影響了電路；第一個為較可能的原因，在比較實驗中，外部負載電阻為 100Ω，與太陽能板內部阻抗 42.5Ω 不同，無法達到最大功率轉移，太陽能板內部為電流源，依據分流公式，若配阻改為 42.5Ω，整體數據會上升 1.7 倍，但不影響整體實驗結果，因為球型與平面皆上升 1.7 倍；第二個可能的原因，總電路中，每條支路皆串有防環流二極體，因為陽光的角度與分布，導致每條支路供電不均，使二極

體崩潰，僅有一條支路在供電；這個原因須在未來將太陽能板規格增加後便可探討，我們認為太陽能板規格過小，無法使二極體崩潰，但也不排除其可能性。

二、反光材

我們選用鋁箔紙作為屋頂反光材質，是目前最佳的使用材料，因為鋁箔不但是好的反光材質，在可見光波長 0.38~0.765 μ m 範圍內，反射率可達 70%~80%，在紅外線波長 0.76~505 μ m 範圍內反射率可達 75%~100%。另一方面，鋁箔紙設計為一邊亮面(對熱能反射率高)，一邊霧面(對熱能反射率低)，將亮面用來反射陽光，並將陽光聚集之熱能往霧面排出，能改善熱能使太陽能板發電效率降低之問題。

柒、結論

有關太陽能的學說大多都講述著同樣的太陽能優缺點，我們認為要解決太陽能的問題必須跳脫傳統思考，從一開始的弧形屋頂設計，到太陽能板固定於球體，最後的比較實驗，雖然實驗中球型發電效率確實有上升，但數值過小，我們希望未來能將太陽能板換成更大的規格在去進行比較實驗。

專題實作對我們而言是一項挑戰，在挑戰中成長，在文獻探討中瞭解並結合高職所學會的技能，從一開始對太陽能的無知，到本專題研究的誕生，都需要每一個專題小組成員的努力，過程中遇到的困難都必須自己思考並解決，並不是只為了製作專題，更培養了我們的責任心與上進心，在未來升學甚至是職場中都受益良多。

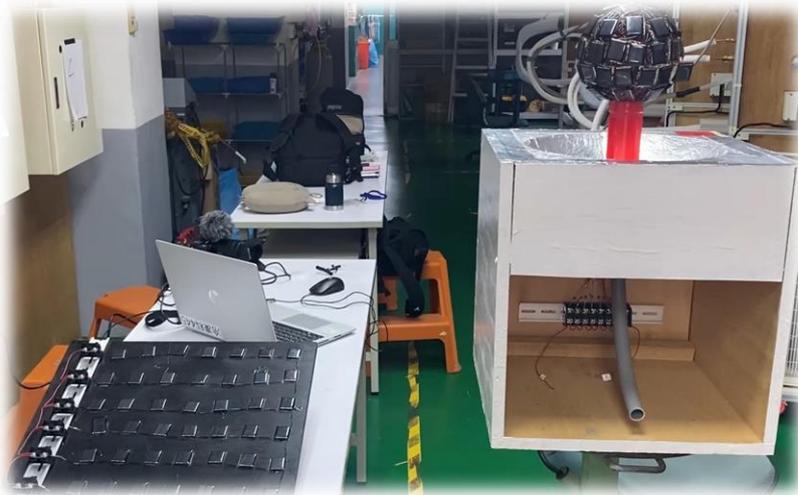


圖 28 成品展示

捌、參考資料與其他

<https://house.udn.com/house/story/5909/5128449>

台灣屋頂為什麼是平頂

<https://www.pveducation.org/pvcdrom/modules-and-arrays/bypass-diodes>

旁路二極體與防環流二極體

<https://technews.tw/2020/06/20/spherical-solar/>

外觀似 DISCO 球 改變太陽能板外觀增加發電效率

<https://www.cupcookstudio.com/2013/09/blog-post.html>

鋁箔紙正反面差別

<http://fanwen.qzjlw.com/lgBooypw/>

鋁箔紙的反光效果

<https://www.slideshare.net/5045033/r-2999059>

太陽能發電與應用

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%83%BD%E9%87%8F%E8%BD%89%E6%8F%9B%E6%95%88%E7%8E%87>

能源轉換效率

<https://zh.wikipedia.org/wiki/1N400x%E4%BA%8C%E6%9E%81%E7%AE%A1>

1N400X 二極體規格介紹

<https://3d->

[ula.com/25%E7%A8%AE%E6%9C%80%E5%8F%97%E6%AD%A1%E8%BF%8E%E7%9A%843d%E5%88%97%E5%8D%B0%E6%9D%90%E6%96%99%E4%BB%8B%E7%B4%B92018/](https://3d-ula.com/25%E7%A8%AE%E6%9C%80%E5%8F%97%E6%AD%A1%E8%BF%8E%E7%9A%843d%E5%88%97%E5%8D%B0%E6%9D%90%E6%96%99%E4%BB%8B%E7%B4%B92018/)

3D 列印耗材