

高雄縣高英高級工商職業學校  
Kao Ying Industrial Commercial Vocational High School

專題製作報告



循環式居家安全光亮系統

指導老師： 蔡忠憲 老師

科別班級： 資訊 科 3 年 1 班

姓 名： 沈育仁、謝智偉、李嘉晟

中 華 民 國 103 年 03 月



## 誌 謝

非常感謝老師能給予我們這個機會，讓我們參與本次的專題製作，學習到更多課外的知識與常識。在專題製作的過程中遇到許多新鮮的未曾嘗試過的問題，但是我們一一的去面對，想辦法去克服它，如此便能使教師及學生在專業研究領域中不斷追求專業。也讓我們領會到團隊精神的重要性及團隊合作的力量，也增加我們在人際溝通的協調能力，當全體組員在課餘時仍積極為完成目標而努力，將各人每週所分配的任務進度完成匯集時，令我們感受到分工合作的力量。

感謝學校以及各位老師三年來的指導，使我三年級的專題製作可以順利完成，感謝老師在我們遇到問題給於指導及材料的協助，還有不斷的鼓勵；感謝同組的同學雖然有時會因為專題製作意見不一而有所堅持，但最後總會找到方法可以解決，也感謝所有教師們辛苦的教導。

學生

沈育仁

謝智偉

李嘉晟 僅上

# 循環式居家安全光亮系統

## 中文摘要

現在人們因忙碌而常不在家，外出時家中常留一盞小燈，來提升居家的安全性，小偷侵入的機率可能會降低許多，但會造成能源上的浪費，如果我們可以有效利用日光燈能源回收，就不會在多增加電費，達到省電及居家安全的效果。

生活中能夠回收再利用的東西眾多，但是能夠轉換成電能的少之又少，我們運用家中較常使用的電器如日光燈，利用太陽能板吸收日光燈所發出的光能與熱能，將轉換出的電力對蓄電池進行充電，使用到各種電器用品上，藉此達到電能回收的作用，並加以利用。

一般來說一天正常開燈時間以 6 小時來計算的話，日光燈消耗 10W 的能量，那此系統將回收到的電能高達 3W，如果能夠廣泛利用，回收到的電能有可觀的數目，再利用吸收到的電能來使用電器。

我們利用太陽能板使蓄電池與小夜燈的充電耗電比例達到平衡，並且搭配光敏電阻感應的功能，使蓄電池減少電能的消耗並增加使用上的便利性，並藉由我們實驗所得的數據，證明這樣的日光燈電能回收值得進行研究。

**關鍵詞：**太陽能板、日光燈、能源回收、蓄電池

# 目 錄

誌謝.....	I
中文摘要.....	II
目錄.....	III
表目錄.....	IV
圖目錄.....	V
壹、前言.....	1
一、製作動機.....	1
二、製作目的.....	1
三、製作架構.....	2
四、製作預期成效.....	5
貳、理論探討.....	7
參、專題製作.....	14
一、設備及器材.....	14
二、製作方法與步驟.....	15
三、專題製作.....	17
肆、製作成果.....	20
伍、結論與建議.....	21
一、結論.....	21
二、建議.....	21
參考文獻.....	22

## 表目錄

表 3-1-1 專題製作使用儀器（軟體）設備一覽表 .....	14
表 3-3-1 專題製作計畫書 .....	17
表 3-3-2 循環式居家安全光亮系統之材料表 .....	19

## 圖目錄

圖 2-1-1 充電效率曲線圖 .....	8
圖 2-1-2 耗電數據與蓄電池容量曲線圖 .....	9
圖 2-1-3 充耗電數據曲線圖 .....	10
圖 2-1-4 一天的充耗電數據曲線圖 .....	11
圖 4-1-1 燈座成品 .....	20
圖 4-1-2 光控開關電路 .....	20
圖 4-1-3 小夜燈 .....	20
圖 4-1-4 結合導光條之顯示成果 .....	20
圖 4-1-5 燈座構造示意圖 .....	20
圖 4-1-6 燈座構造設計圖 .....	20
圖 4-1-7 作品整體示意圖 .....	20
圖 4-1-8 作品整體構造圖 .....	20





## 壹、前言

### 一、製作動機

現在偷竊類型的犯罪率偏高，新聞時常報導小偷闖空門，尤其趁著晚上，藉由光源較暗來進行偷竊，導致許多人不但丟失了財物又可能遭受生命威脅。如果這時候家裡能留幾盞小燈，讓門口或屋內外有光源而造成小偷警惕以外，並利用小燈啟動導光裝置提供額外的光源讓屋子增亮，被偷竊的機率將會因此降低更多。

小燈消耗的能源長期累積下來，必定非常可觀，會造成能源上的浪費，可利用太陽能板將日光燈的能源回收，避免因亮著而增加額外消耗的能源，並利用電路使小燈隨著光照射的強度來變更亮度，且當有一定的光源時將會自動熄滅，達到節省小燈所消耗的能源，就不會增加電費及能源的浪費，並且達到回收及節省能源和居家安全的效果。

### 二、製作目的

1. 太陽能板能夠穩定的回收日光燈散發的光能與熱能，使之儲存在蓄電池裡。
2. 將日光燈座改造成可裝置太陽能板並能高效率吸收日光燈能源的裝置。
3. 加裝 USB 插孔，使相關電器用品都能獲得所需電力。
4. 使太陽能板吸收的能源能有足夠的電力儲存並供應整個系統運作。
5. 利用小燈在夜晚發光，達到以為有人在家的效果，降低被偷竊的機率。
6. 小燈光照靈敏度可以做自由性的調整，不會因為有微光還亮著，導致多餘的浪費，達到自動省電效果。
7. 利用小燈啟動導光裝置，傳導屋內的光源至屋外，並提供額外的光源讓屋內外都能夠有光的壟罩，降低被偷竊的機率。
8. 將小燈與導光裝置的效果最大化，可提升居家安全，像是有光源較不易摔倒受傷等等，且夜晚時都不必浪費額外的電力。

### 三、製作架構

#### (一)、研究想法

我們要將太陽能板固定在日光燈後面，而日光燈的功能則需不受影響，所以我們要將日光燈座改造成一個可以裝置太陽能板且能高效率吸收日光燈能量的燈座，然後計算用太陽能板將蓄電池充電的效率，再計算使用蓄電池來使小型電器(小燈與電路)正常運作的時間，兩者互相比較，計算需要多少太陽能板來使充電相對於耗電呈上升曲線，並利用電路與小燈，來做出防賊的效果，再利用導光裝置延伸應用。

#### (二)、研究方法

##### 1.研究燈座構造

為了使太陽能板能高效率且不影響燈光的運作，我們需研究燈座的構造：將燈座拆解後，把太陽能板組裝在日光燈特殊鏡面折射角度集中背面，改造成不影響日光燈照明功能及高效率吸收日光燈能量的燈座。

##### 2.研究電路

為了使小燈達到省電效果，我們需要做一個光感測電路：當感測到光時會輸出低電位，沒有感測到光時會輸出高電位，並使用可變電阻做為調整靈敏度，連接到小燈上，當光的強度愈低，小燈就會愈亮，相反的，當光的強度愈高，小燈就會愈暗，而到達最暗時，光敏電阻將趨近於斷路。

##### 3.導光裝置

單純的小燈只能照亮某部份的位置，所以我們利用導光裝置來增強光的效果：利用導光材質材質，把光聚集在一條管子內部，從而達到光源聚集的效果，也可以改變導光裝置的位置，把光傳遞更遠，更明亮。

#### (三)、研究過程

##### 1.將日光燈座改成能裝置太陽能板的模型

- (1)不影響照明功能。
- (2)有效吸收日光燈的光能及熱能。

## 2.加裝蓄電池

- (1)儲存電能。
- (2)供應直流電源。

## 3.將蓄電池電能放光

- (1)準確測試日光燈能量轉換效率。
- (2)準確提供輸出與輸入數據。

## 4.使用太陽能板充電

- (1)轉換成電能儲存在蓄電池。
- (2)觀察蓄電池儲存量。
- (3)試測蓄電池儲存量能提供多少電能。
- (4)紀錄太陽能板吸收日光燈能量後蓄電池的電壓電流輸出。
- (5)用三用電表觀察充電一小時到十小時(每一小時觀察一次)的蓄電池的電壓電流輸出。

## 5.蓄電池充電過後

- (1)觀察是否有效提供電能。
- (2)各種小型電器用品測試。
- (3)供應小型電器運作多久時間。
- (4)利用充滿電的蓄電池供應小型電器(小燈與電路)一小時到十小時(每一小時觀察一次)的電壓電流輸出。
- (5)計算充電時間與耗電時間的曲線圖。

## 6.加裝防賊功能

- (1)利用光來威攝與嚇阻小偷。
- (2)實作電路
- (3)測試電路

### 7.加裝導光裝置

(1)把導光裝置加裝在需要的地方，像廁所等等，不會消耗額外電力。

(2)裝置到屋外，降低被偷竊的機率。

#### 四、製作預期成效

- (一) 利用平時日光燈供應穩定的光能與熱能，並使用太陽能板進行回收再利用。

效果：日光燈能產生穩定的光能與熱能，可以被太陽能板所吸收，藉此轉換成電能儲存起來，以利各項電器用品使用，促使用電的同時亦能回收電能，達到再生能源的效果。

- (二) 改造燈座可以裝置太陽能板並且能高效率吸收日光燈熱能及光能，且不影響照明功能。

效果：一般的日光燈管較貼近於天花板，這樣太陽能板只能放置在下方，如此一來照明功能將會大受影響，想要吸收到的能源也會受到限制；只要將燈座的高度向上拉高，太陽能板就能輕易放置於日光燈上方，並且燈座部份改造成鏡片，利用反射原理，將可吸收的能源再次提高，不但不影響照明功能，且能高效率的吸收光能及熱能。

- (三) 將吸收到的能源儲存到蓄電池裡，利用 USB 擴充槽，供應到其他電器用品上。

效果：吸收到的電能可以先儲存起來，等待利用或者收集到的電能可經由 USB 擴充槽，供應給其他電器用品，只要是 USB 的插座，都可以使用，而且所花費的電力不大，讓現有的能源，做最大的效益利用，長時間使用下來所節省的電費非常可觀。

- (四) 利用光敏電阻當作感應的媒介，促使小燈能夠自動開關。

效果：光敏電阻的靈敏度可以做自由性的調整，不會因為有微光還亮著，導致多餘的浪費，也可依照光照射強度做亮度的變更，當有一定光源時會自動關閉，達到省電的效果。

- (五) 室內所散發出的光可以藉由導光裝置，將燈光導傳出去，並增強亮度。

效果：導光裝置不會浪費到電能，而且可以把室內的燈光分享到室外去，促使房屋內外都有光源的壟罩下，藉此降低被偷竊的機率性，並可裝置在需要光源的地方，像走廊可防止摔傷危險，裝置在廁所也不必

額外開燈，裝在衣櫥上也可以方便拿取衣物，裝在時鐘旁可方便觀看時間，裝在開關附近可輕鬆按到開關，許多黑暗中不方便的地方都可以輕鬆解決，且不必消耗額外的電源。

## 貳、理論探討

本章將綜覽電子實習及單晶片相關的理論與實務研究，共分為二節來進行相關的理論分析及探討。第一節介紹節能的效益與評估；第二節探討實用性說明。

### 一、節能效益說明與評估

#### (一)、疑問與解答

疑問一研究太陽能板(1組32片)是否能夠吸收日光燈(1條10W，約30公分)的能量並儲存在蓄電池內

1. 日光燈供應給太陽能板的電壓與電流是否能夠正常的將蓄電池充電?
2. 太陽能板吸收日光燈能源的效率?
3. 不同數量的太陽能板的效率如何?

#### 解答一

1. 太陽能板(1組32片)吸收日光燈後輸出電壓為7V，電流0.06A，因 $7V > 6V$ ，能將6V，4AH規格的電池充電。
2. 1個太陽能板能供應0.06A，充電1個小時就能儲存0.06AH。
3. 多1組太陽能板就能使效率多一倍，而一般家裡所使用的燈管大多為20W且兩條一起使用的模式，剛好可以放下4組太陽能板。

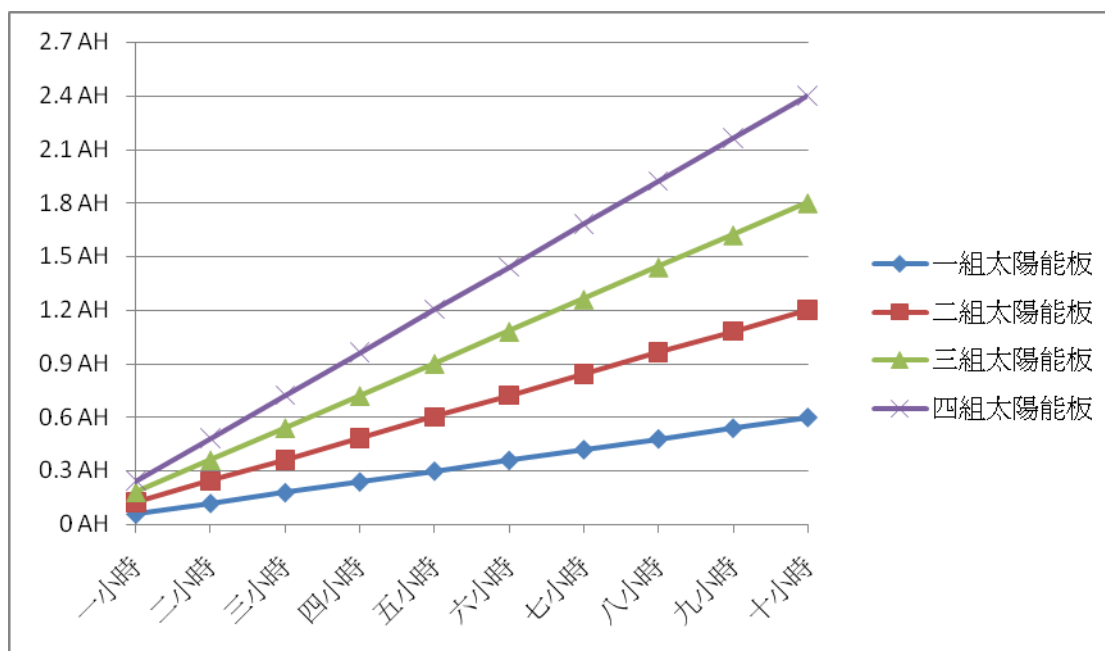


圖 2-1-1 充電效率曲線圖

疑問二利用蓄電池使小型電器(小燈)能有效能的運作時間

- 1.蓄電池是否能讓小燈有效的運作?
- 2.蓄電池能供應多久時間呢?

解答二

1. 蓄電池的電壓電流輸出不會因使用電器而改變，所以輸出電流是固定的，電池容量為 4AH，充滿電的輸出電流為 0.5A，但電池的輸出電流會隨時間而下降，平均值約等於 0.25A，而要使小燈有功能只需 0.02A 就能有功能，而蓄電池除非沒電，否則電池的輸出電流都會大於 0.02A。

2.小夜燈(4 個 LED 燈)1 小時消耗的電流約為  $0.01 \times 4 = 0.04\text{AH}$ ，而充滿電的蓄電池為 4AH，可使用的時間約  $4\text{AH} / 0.04\text{AH} = 100$  小時，而越多組的小夜燈，使用電量也會成倍提升。



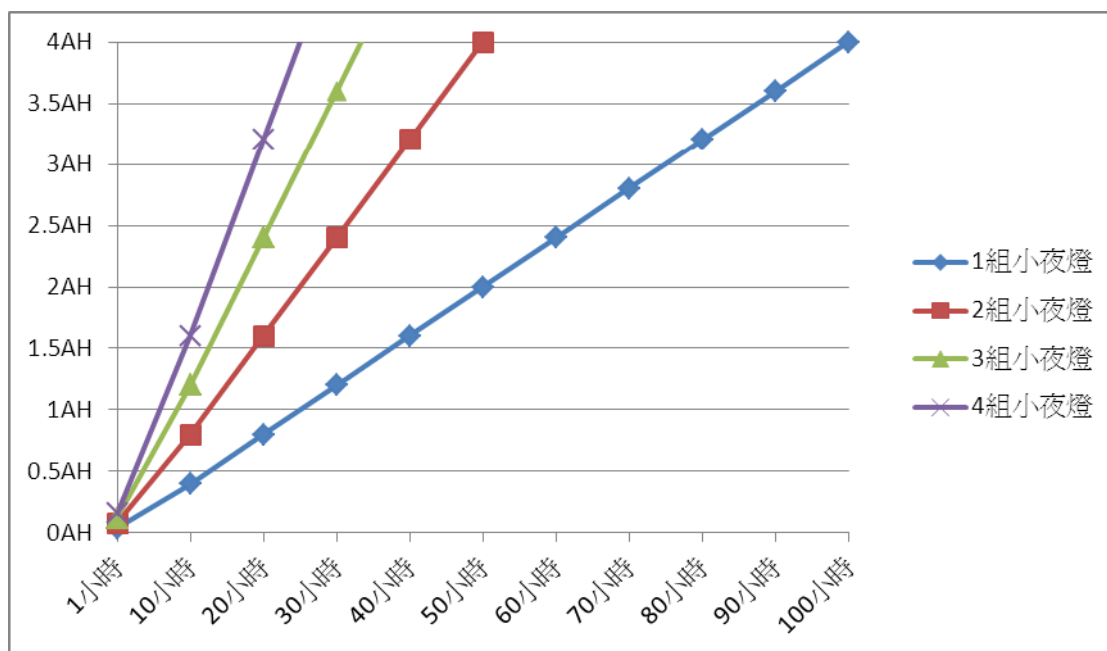


圖 2-1-2 耗電數據與蓄電池容量曲線圖

疑問三紀錄充電與耗電的效率

1. 充電 1 小時與耗電 1 小時的效能？
2. 如何才能使電器用品充電與耗電的效能平衡？

解答三

1. 充滿電的電池能使 1 組太陽能板充電 1 小時獲得 0.06AH，1 小時的消耗為 0.04AH，可以使用 1 小時 30 分鐘，使用效率約 150%。
2. 充滿電的蓄電池的儲存將會多出 50%，約  $0.06 - 0.04 = 0.02$  AH，如果是 4 組將會多出 200%，約  $4 * 0.02 = 0.08$  AH，可再加裝消耗不到 0.08AH 的電器用品(約 8 個 LED 燈)。

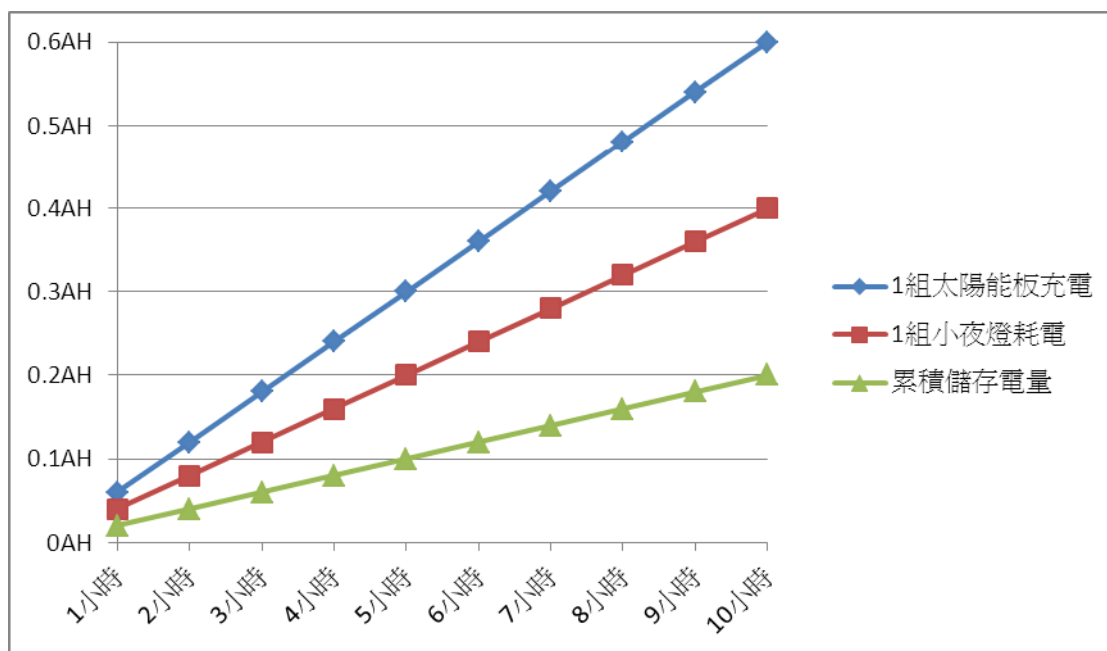


圖 2-1-3 充耗電數據曲線圖

疑問(四)、在日常生活中是否能實際的使用

1. 一天中能開多久的日光燈來進行充電?
2. 一天中會開多久的小燈來耗電?
3. 一天中充電跟耗電的比例是如何?
4. 用幾組太陽能板能使夜燈在生活中實際使用?

解答(四)

1. 一天開燈的時間約為 5 到 11 點，為 6 小時。
2. 一天開小燈的時間約為 11 點到 5 點，為 6 小時。
2. 充電 6 個小時為  $6H \times 0.06A = 0.36AH$ ，耗電 6 個小時為  $6H \times 0.04A = 0.24AH$   
充電數值約為  $0.36AH - 0.24AH = 0.12AH$ ，充電比例約為  $36:24 = 150\%$
4. 1 天的充電比例約為 150%，使用 4 組太陽能板則是  $100\% + 50\% \times 4 = 300\%$ ，  
1 組小燈使用 4 組太陽能板就能使充電大於耗電 200%，約  $200\% \times 0.12AH = 0.24AH$ 。

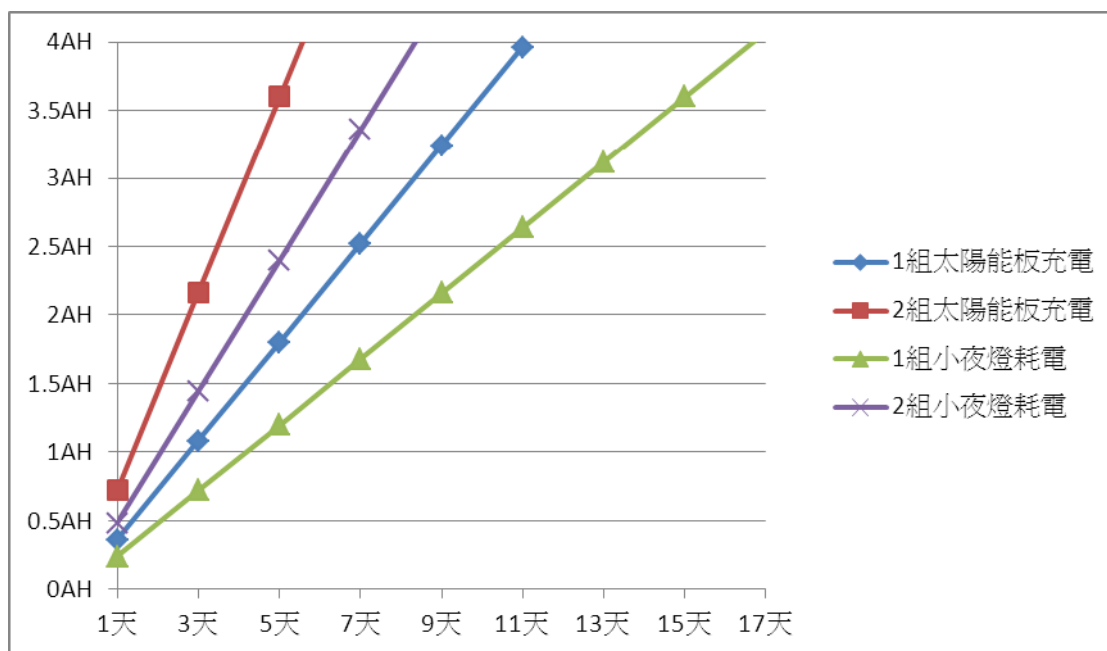


圖 2-1-4 1 天的充耗電數據曲線圖

由此數據圖可得知:

當 1 組太陽能板供應 1 組小夜燈的電力時，假如 1 天使用約 6 小時，用 4AH 的蓄電池將可使用 100 小時，不充電則可以維持 16 天，充電則只需 11 天就可將蓄電池充滿，而每天充電就可多供應小夜燈 3 小時。

## 二、實用性說明

(一)、利用平時日光燈供應穩定的光能與熱能，並使用太陽能板進行回收再利用。

原因:日光燈能產生穩定的光能與熱能，可以被太陽能板所吸收，藉此轉換成電能儲存起來，以利各項電器用品使用，促使用電的同時亦能回收電能，達到再生能源的效果。

(二)、改造燈座可以裝置太陽能板並且能高效率吸收日光燈熱能及光能，且不影響照明功能。

原因:一般的日光燈管較貼近於天花板，這樣太陽能板只能放置在下方，如此一來照明功能將會大受影響，想要吸收到的能源也會受到限制；只要將燈座的高度向上拉高，太陽能板就能輕易放置於日光燈上方，並且燈座部份改造成鏡片，利用反射原理，將可吸收的能源再次提高，不但不影響照明功能，且能高效率的吸收光能及熱能。

(三)、將吸收到的能源儲存到蓄電池裡，利用 USB 擴充槽，供應到其他電器用品上。

原因:吸收到的電能可以先儲存起來，等待利用或者收集到的電能可經由 USB 擴充槽，供應給其他電器用品，只要是 USB 的插座，都可以使用，而且所花費的電力不大，讓現有的能源，做最大的效益利用，長時間使用下來所節省的電費非常可觀。

(四)、利用光敏電阻當作感應的媒介，促使小燈能夠自動開關。

原因:光敏電阻的靈敏度可以做自由性的調整，不會因為有微光還亮著，導致多餘的浪費，也可依照光照射強度做亮度的變更，當有一定光源時會自動關閉，達到省電的效果。

(六)、室內所散發出的光可以藉由導光裝置，將燈光導傳出去，並增強亮度。

原因:導光裝置不會浪費到電能，而且可以把室內的燈光分享到室外去，促使房屋內外都有光源的壟罩下，藉此降低被偷竊的機率性，並可裝置在需要光源的地方，像走廊可防止摔傷危險，裝置在廁所也不必額外開燈，裝在衣櫥上也可以方便拿取衣物，裝在時鐘旁可方便觀看時間，裝在開關附近可輕鬆按到開關，許多黑暗中不方便的地方都可以輕鬆解決，且不必消耗額外的電源。

(七)、導光裝置末端加裝燈罩讓光源能夠集中形成一盞小燈，可供戶外照明使用。

原因:導光裝置可以把燈光分享至室外，但是光亮度會被分散掉，只要在末端加裝燈罩就能使光源集中為一點形成一盞小燈，可供戶外照明，這樣一來室內小燈亮時，室外並多一盞小燈，能源上也不會浪費，使用上也更為方便。

## 參、專題製作

此章共分為三節依序說明本專題所應用到之設備及器材、製作方法與步驟及專題製作等。

### 一、設備及器材

表 3-1-1 專題製作使用儀器（軟體）設備一覽表

儀器（軟體） 設備名稱	應用說明
個人電腦	專題報告、電路圖製作及進行專題成品電路測試
數位相機	拍攝小組合作過程、專題功能使用及紀錄整個專題製作流程
雷射印表機	列印專題資料、圖片及專題報告成果
三用電表	測量零件有無損壞及專題電路板各信號之量測
電源供應器	提供專題成品所需之電源
Microsoft Office Word	專題報告、製作過程的撰寫
Microsoft Office Power Point	進行口頭報告、製作及專題成品報告呈現

## 二、製作方法與步驟

### 1.將日光燈座改成能裝置太陽能板的模型

- (1)不影響照明功能。
- (2)有效吸收日光燈的光能及熱能。

### 2.加裝蓄電池

- (1)儲存電能。
- (2)供應直流電源。

### 3.將蓄電池電能放光

- (1)準確測試日光燈能量轉換效率。
- (2)準確提供輸出與輸入數據。

### 4.使用太陽能板充電

- (1)轉換成電能儲存在蓄電池。
- (2)觀察蓄電池儲存量。
- (3)試測蓄電池儲存量能提供多少電能。
- (4)紀錄太陽能板吸收日光燈能量後蓄電池的電壓電流輸出。
- (5)用三用電表觀察充電一小時到十小時(每一小時觀察一次)的蓄電池的電壓電流輸出。

### 5.蓄電池充電過後

- (1)觀察是否有效提供電能。
- (2)各種小型電器用品測試。
- (3)供應小型電器運作多久時間。
- (4)利用充滿電的蓄電池供應小型電器(小燈與電路)一小時到十小時(每一小時觀察一次)的電壓電流輸出。
- (5)計算充電時間與耗電時間的曲線圖。

### 6.加裝防賊功能

- (1)利用光來威攝與嚇阻小偷。

循環式居家安全光亮系統

(2)實作電路

(3)測試電路

7.加裝導光裝置

(1)把導光裝置加裝在需要的地方，像廁所等等，不會消耗額外電力。

(2)裝置到屋外，降低被偷竊的機率。



## 三、專題製作

表 3-3-1 專題製作計畫書

專題型別	<input type="checkbox"/> 個人型專題 <input checked="" type="checkbox"/> 團隊型專題	
專題性質	太陽能創意節能	
科別／年級	資訊 科 三 年 級	
專題名稱	中文名稱	循環式居家安全光亮系統
	英文名稱	
專題內容簡述	本專題主要結合光學、電子領域之研究，並結合近年來提倡的環保議題，使用日光燈提供的光源進行回收利用，並經由光控開關判斷控制燈光，並利用導光條之特性，達成使用少量 LED 即可達到大範圍照明之效用。期待在未來，能應用在更廣大的領域上。	
指導老師姓名	蔡忠憲 老師	
參與同學姓名	沈育仁	謝智偉
	李嘉晟	
專題執行日期	102 年 9 月 1 日至 103 年 3 月 31 日	

(一)硬體方塊圖

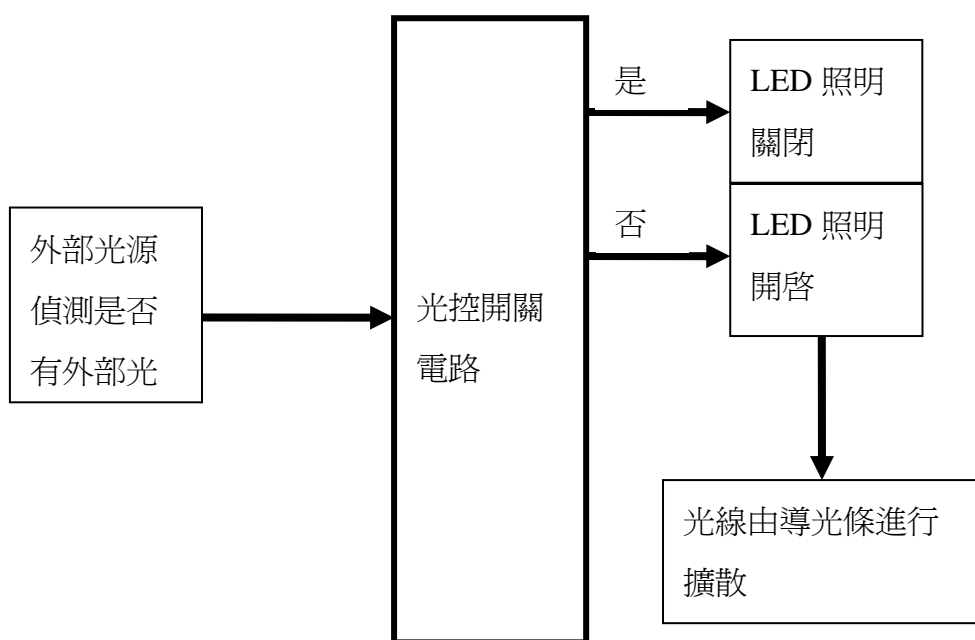
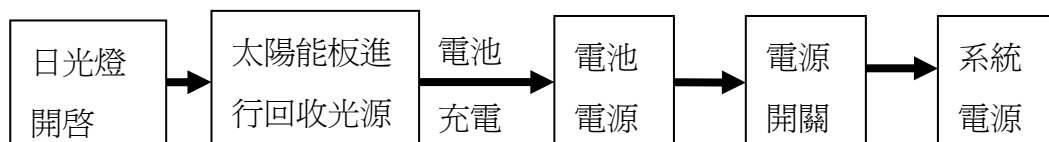


圖 3-3-3 硬體方塊圖

表 3-3-2 循環式居家安全光亮系統之材料表

材料名稱	規 格	單位	數量	備註
壓克力模型	—	個	1	
屋頂模型	—	個	1	
太陽能板	7V，0.06A	個	1	
擴充槽	USB 1 對 4	個	1	
燈座模型	—	個	1	
燈管	10W	個	1	
導光條	30CM	個	4	
蓄電池	6V，4A	個	1	
食人魚 LED	6W	個	5	
電晶體	CS9013	個	1	
可變電阻	500K 歐姆	個	1	
光敏電阻	300K 歐姆	個	1	
電阻	330 歐姆	個	5	

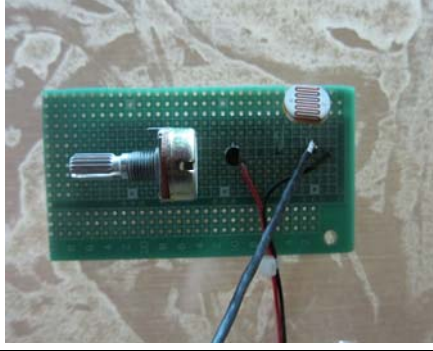

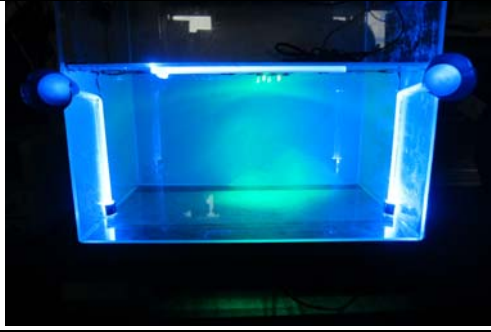
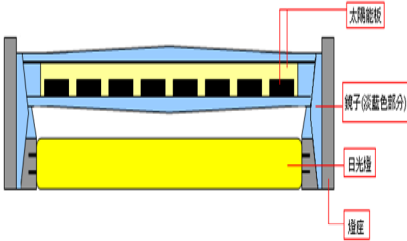
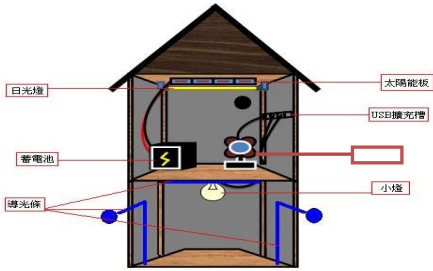
## (二) 小組分工的配置(可用圖表)：

育仁負責外部製作，製作出本專題之外觀，以及小組管理，必須掌握整個小組之運作和專題製作的進度整理以及小組人員間的工作配置，是本專題小組之核心人物。

智偉負責電路設計及製作，從無到有做出本專題使用之光控開關電路，以及日光燈回收系統，並完成此電路結合外觀時的線路配置，在本專題製作中具有高度貢獻。

嘉晟負責報告整理，資料的收集及彙整，在資料不足時必須到圖書館進行查閱，或者上網搜尋，或者詢問指導老師，待全部完成後必須製作一份簡報使用的報告。

## 肆、製作成果

	
<p>圖 4-1-1 燈座成品</p>	<p>圖 4-1-2 光控開關電路</p>
	
<p>圖 4-1-3 小夜燈</p>	<p>圖 4-1-4 結合導光條之顯示成果</p>
	
<p>圖 4-1-5 燈座構造示意圖</p>	<p>圖 4-1-6 燈座構造設計圖</p>
	
<p>圖 4-1-7 作品整體示意圖</p>	<p>圖 4-1-8 作品整體構造圖</p>

## 伍、結論與建議

### 一、製作心得與感想

經過這次的專題製作，讓我們學習到如何把學習到的知識應用出來，像是太陽能板的原理與光行進的概念，又或者是光感應電路的專業知識，將這些我們所學的知識結合起來，並且延伸應用。

太陽能板的核心概念是將光能和熱能轉換成電能，而我們抓住了這點，將之應用在有同樣效果的日光燈上，達成回收能源的目地；為了加強反光的效果，我們一直以不同的材質來進行實驗，比如反光的材質就能有很多種類，而每個效果都會得到不同的結果，雖然途中失敗了許多次，但也因此開闊了我們的眼界，增廣我們的靈感來源，並得到許多創新的思維，以及研究的精神。

### 二、延伸與應用（未來展望）

#### 1.(屋頂加裝灑水設備及利用屋頂傾斜面來做自動散熱系統)

需要大量光源照射的房屋，屋內溫度會比較高，例如：植物工廠，需要光源長時間照射；如果將溫度感測器設置於屋頂上，再加裝灑水設備，屋頂溫度如果達到指定溫度將啟動灑水功能降低溫度利用屋頂傾斜面讓水流順勢往指定方向流動，在過程中可以有效地降低溫度，並且屋簷下可放置水槽，下雨天時可以收集雨水，再利用裝置將收集來的雨水往灑水設備運送，藉此可產生水循環的效果，而溫度感測器所消耗的電力幾乎不計

#### 2.(時間控制電路)

使用 JK 正反器及 NE555 來製作簡易的電路，並且設計多種時間組合使小夜燈產生不規律閃爍，例如：可設定小夜燈一次只亮一小時或者以十分鐘為一組合產生閃爍的功能，可在晚上產生嚇阻作用；並且時段控制可運用在日光燈上，經一段時間後自動關閉節省電費，例如：教室下課後，學生常忘記關燈，造成能源浪費；當開燈時電路即啟動，下課時所設定的時間也同時歸零，即自動關閉電燈，有效降低能源的浪費。

## 參考文獻

1. 謝兆原，太陽能光電板效能分析與研究，大葉大學，2008
2. 王東，太陽能光伏發電技術與系統集成 Solar Photovoltaic Technologies And System Integration，化學工業出版，2010。
3. 馮堃生，太陽能發電原理與應用 Operating Principles and System Applications of Solar Cells，化學工業出版社，2009。
4. 何道清，太陽能光伏發電系統原理與應用技術，化學工業出版社，2012。
5. 華健、吳怡萱，再生能源概論 Introduction to Renewable Energy，五南出版，2010。
6. 蘇亞欣，出版社新能源與可再生能源概論，化學工業出版，2009。
7. 左然，可再生能源概論，機械工業出版，2010。