

中華民國第四十八屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 生活與應用科學科

040814

太陽能滅蚊燈

學校名稱：基隆市私立二信高級中學

作者：	指導老師：
高二 吳世軍	劉兆祥
高二 李冠霖	洪銘昇
高二 陳逸修	
高三 周侖騫	

關鍵詞： 太陽能、滅蚊燈

摘要

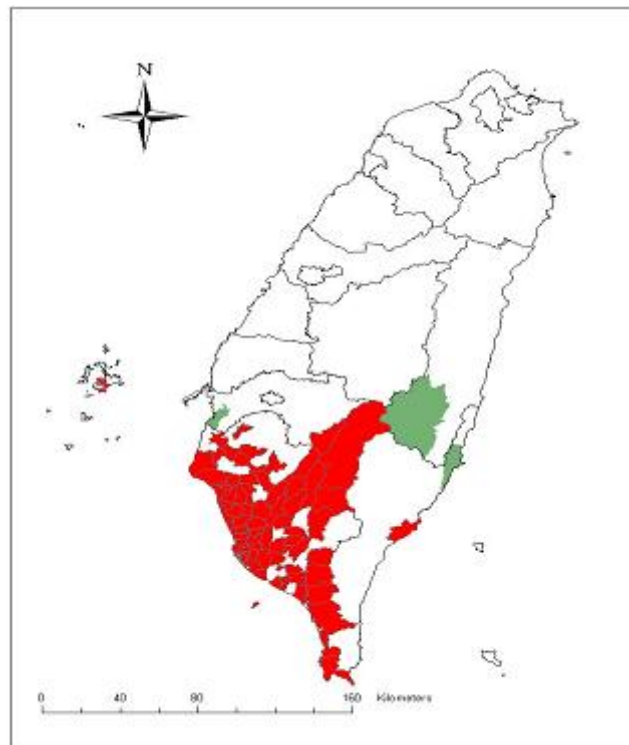
近年來隨著科技進步，工業的污染越來越嚴重，造成全球暖化、溫室效應…等環保問題；原來只存在於熱帶的病媒蚊慢慢傳播出去，造成登革熱越來越嚴重，病毒藉由病媒蚊子的叮咬傳染開來，而這些病媒蚊都生長於積水容器、廢輪胎、花盆、水槽、冰箱底盤…等，造成了許多人生命、財產的威脅。

然而，現今市面上有許多的防護設備，像是補蚊燈、電蚊拍、殺蟲劑…等，並不能完全的消滅這些病媒蚊，人們大量使用殺蟲劑還有可能造成蚊子基因突變，產生出抗體，反而造成了反效果。

我們所設計的太陽能滅蚊燈，特別利用昆蟲的向光性，蚊子喜愛燈光的波長，再加上綠色能源太陽能來進行能量轉換，達到節能的效果，將病媒蚊加以消滅，進而減少登革熱的病例發生，維護大多數人們生命財產的安全。

壹、研究動機

近來世界各地，因登革熱死亡的人數一年比一年增加，尤其是台灣南部地區登革熱疫情有蔓延之勢，分佈遍及台南、恆春、高雄三縣市，如圖 1-1 所示；根據疾病管制局民國 95 年資料得知，以高雄市累計 45 例最多；雖然單一地區的疫情都在控制中，分佈範圍越來越廣，其中；高雄縣鳳山市、台南市北區，近來不斷通報新病例，預防方式除了清除居家環境的積水容器，縣市衛生局也進行噴藥。噴藥不僅會造成水土環境的污染，更會使蚊蟲本身產生抗體等因素，爲了保持水土的乾淨，以及降低病媒蚊傳染而死亡的機率，於是我們就針對這點開始展開研究。



資料來源: <http://www.cdc.gov.tw/mp.asp?mp=1>

圖 1-1 病媒蚊分佈圖

爲了要消滅病媒蚊，所以我們將家家戶戶所使用的補蚊燈來加以改良，配合熱帶地區因年雨量較少，以及近年來世界各國都在面臨的能源危機，我們利用太陽能來轉換能量，進而達到節能與環保兩大主軸的訴求。

在光照充足的地區，太陽能的供應源源不斷，生產過程不會產生環境污染，又不會消耗其他地球資源或導致地球溫室效應。能源取自於太陽，來源源源不絕，各處皆積極發展太陽能除了適當的科技來運用太陽能外，生活中的一些用品皆可加以運用太陽能。

貳、研究目的

在台灣南部登革熱病例發生頻繁，根據中央氣象局 95 年統計資料得知，如圖 2-1 所示；一年就只有 3 個多月是下雨天，剩下的時候幾乎都是晴天，代表病媒蚊出現的機率增高，相對的登革熱發生也就非常頻繁，而且台灣地小人稠登革熱傳染的就特別快，而傳統的滅蚊燈幾乎都要一直開著，浪費了許多自然能源，時間久了就會造成許多能源的浪費，只有用太陽能才能達到節省能源的效果，而太陽能滅蚊燈卻能符合晴天陽光出來充電，夜晚時釋放能源來消滅病媒蚊之功效。

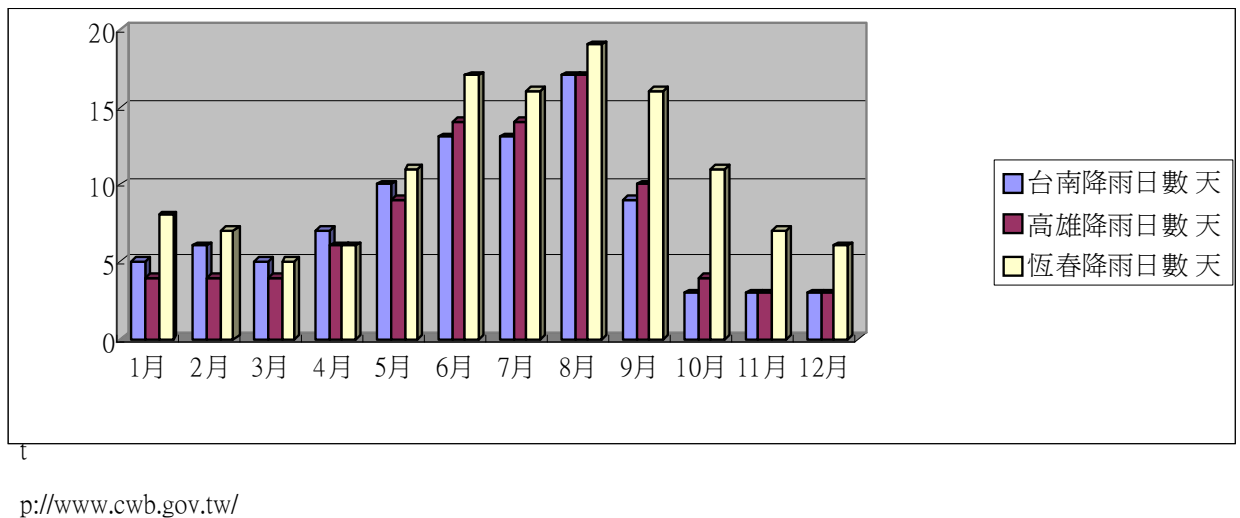


圖 2-1 台南、高雄、恆春地區 95 年降雨統計

昆蟲本身都具有向光性，我們利用節能元件 LED 來做為主光源，以藍色光增加誘蚊的條件，將病媒蚊消滅，然後將登革熱的傳染慢慢減少，甚至變為零，讓熱帶、亞熱帶地區的人們不用在擔心病媒蚊的叮咬。

參、研究設備及器材

一、使用設備：

表 3-1 使用設備

設 備	規 格	功 能
電源供應器	PPS-2322	提供測試時之電壓
烙鐵	120 V / 30 w	焊接電路板
電腦	ASUS-A6000Useries	程式及報告撰寫
照度計	YF-1065	測量 LED 之 Lux 值
數位電表	DMM-85	測量電壓、電流值

資料來源：研究者彙整

二、使用材料：

表 3-2 使用材料

材	料	規	格	功	能
LM317		× 2		定電壓、定電流	
LM393		× 1		比較器	
多轉精密電阻		5 K Ω × 1		電壓設定	
電阻器		1K Ω × 1		配合電路使用	
電阻器		220 Ω × 2		配合電路使用	
電阻器		470 Ω × 1		配合電路使用	
電阻器		10K Ω × 2		配合電路使用	
電子線		若干		連接	
光敏電阻		15 mm(直徑)		感光器	
LED		紅 × 1		充電指示	
LED		綠 × 1		充電指示	
LED		黃 × 1		充電指示	
LED		藍 × 1		電源指示	

資料來源：研究者彙整

肆、研究過程或方法

一、理論與推導

在日常生活當中，與我們息息相關的事情不計其數，就好比說「光的亮度和輻亮度」不管在那，都會有東西與其相關連。

(一) 光強度的定義為「點光源在給定方向上，單位立體角內發射的光通量，1 流明則等於光強度為 1 燭光之均勻點光源，在單位立體角內所發出之光通量。」

1. 光亮度主要的運算公式為：

$$I_y = \frac{\Delta\phi_y}{\Delta\omega} \quad (\text{cd} = \text{lm} \times \text{sr}^{-1})$$

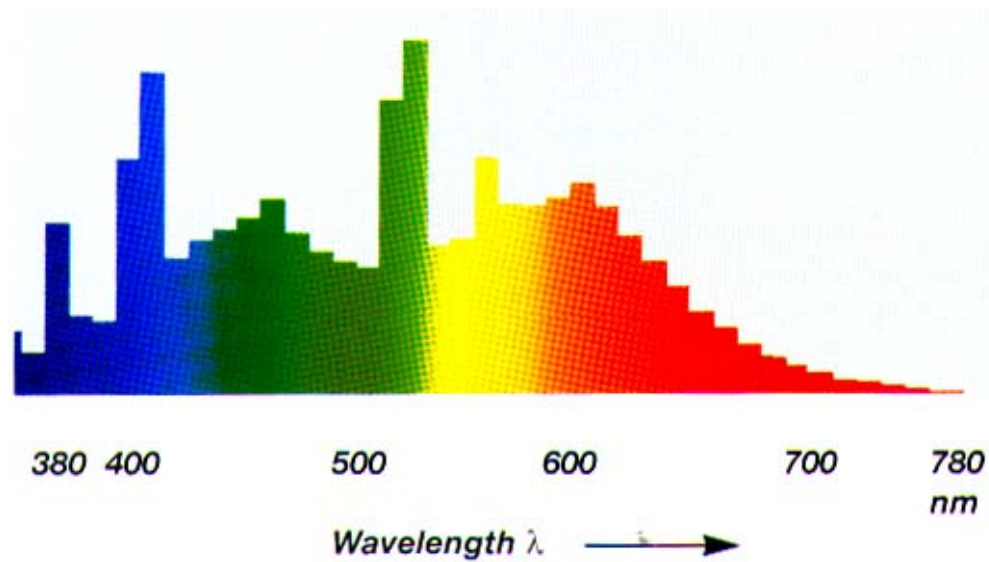
(二) 輻亮度的定義：「離開、到達或穿透某一表面單位立體角單位投影面積上的輻通量。」

1. 輻亮度主要的運算公式為：

$$L_e = \frac{\Delta I_e}{\Delta A} \quad (\text{W} \times \text{sr}^{-1} \times \text{m}^{-2})$$

(三) 大多數生活當中，使用的光源都是為了讓人能夠看見此光線或以此光線來照明，因此；在這個情況下以”人的眼睛對這光線的感覺”來描素這光線的一些特性，便相當的合理；人的眼睛就像一個光偵測器，對不同顏色的光線（不同顏色就代表了不同波長）強弱會有不同的響應。

(四) LED 燈因為在二極晶圓製造過程中所添加的金屬元素不同，成分比例不同，而發出不同波長的光，以波長在 370 nm 藍光、430 nm 綠光、570 nm 黃光、630 nm 紅光，其中又以藍光及綠光價格較高，因為藍綠光的特殊金屬在晶圓磊晶需成長在藍寶石上，故每顆藍綠光 LED 晶片都是由藍寶石製成的，而各種 LED 所產生之波長，如圖 4-1 所示：



資料來源:<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/?qid=1105061403510>

圖 4-1 LED 光的波長

(五) 捕蚊燈對於夜間活動的蚊蟲效果不錯，如熱帶家蚊等，「但不是所有的捕蚊燈效果都一樣，」以光線波長為關鍵，捕蚊燈波長集中在 370 nm 誘捕效果最好。

二、電路設計

我們採用 LM317 的穩壓 IC，方便又穩定，輸出電流能力約為 1.5A。LM317 的輸出電壓是由 R1 及 R2 決定， $V_{out} = 1.25 \times (1 + R_2 / R_1)$ ，許多製作都在 R₂ 使用可變電阻來微調輸出電壓，建議不要用可變電阻，因為可變電阻的穩定度不如固定電阻，常因接觸點氧化等原因造成中心點接觸不良，因而突然輸出高電壓，可能造成設備的燒毀。所以計算想輸出電壓所應配合的 R₁ 及 R₂，使用精密電阻來安裝，如圖 4-2 所示：

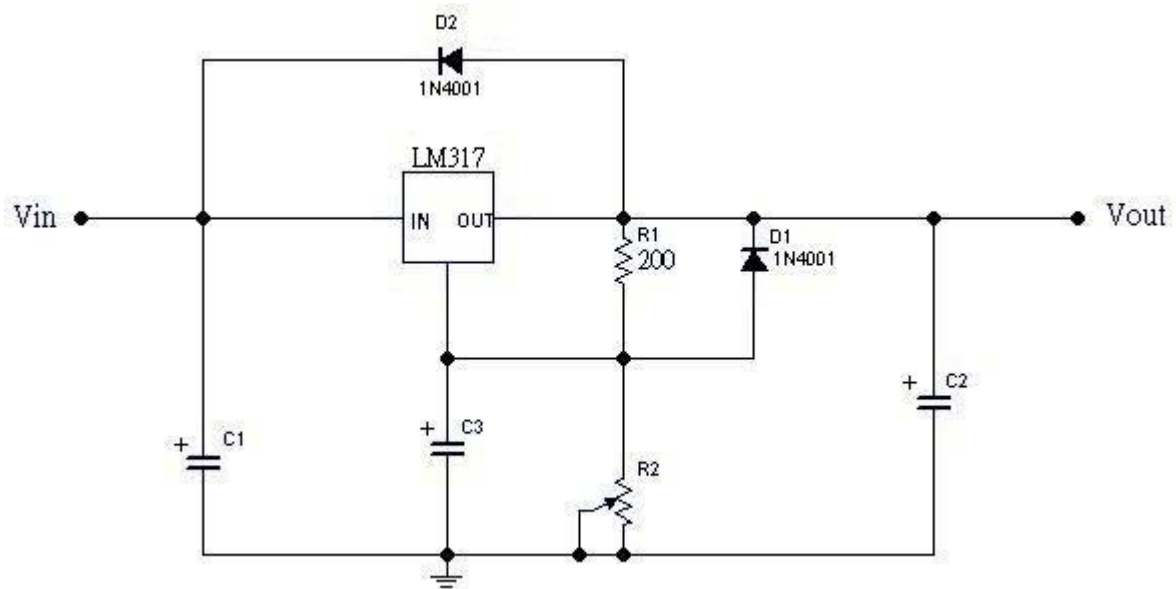


圖 4-2 LM317 穩壓 IC

(一) 鋰電池的充電電路

我們利用 LM317 把太陽能板所發出來的電力，做穩定電壓及穩定電流後，供應給鋰電池做充電，如圖 4-3 所示：

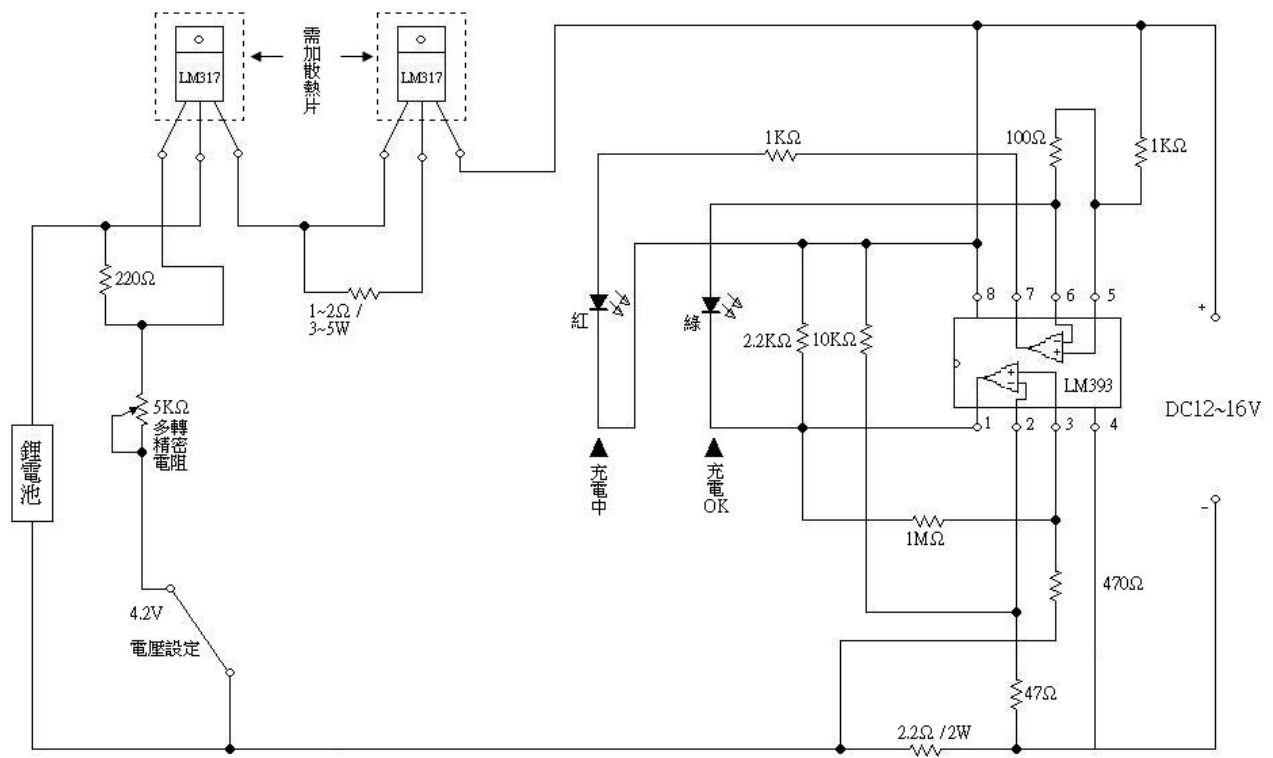


圖 4-3 LM317 製作鋰電池的定電流和定電壓的電路圖

三、電蚊拍內部構造

我們要做的滅蚊燈與電蚊拍的內部電路大似相同都是利用升壓原理，電路圖如圖 4- 4 所示，線圈變壓器一共有三組繞線，其中兩組圈數較少的繞線和電晶體共同負責產生間歇振盪訊號，另外一組圈數較多的繞線負責將電壓升高，然後由一連串的整流半導體和電容器組合成壘增倍壓電路，將電壓一倍又一倍的提高，最後在輸出端加上放電保護電阻以免回授太強而造成電晶體被破壞。

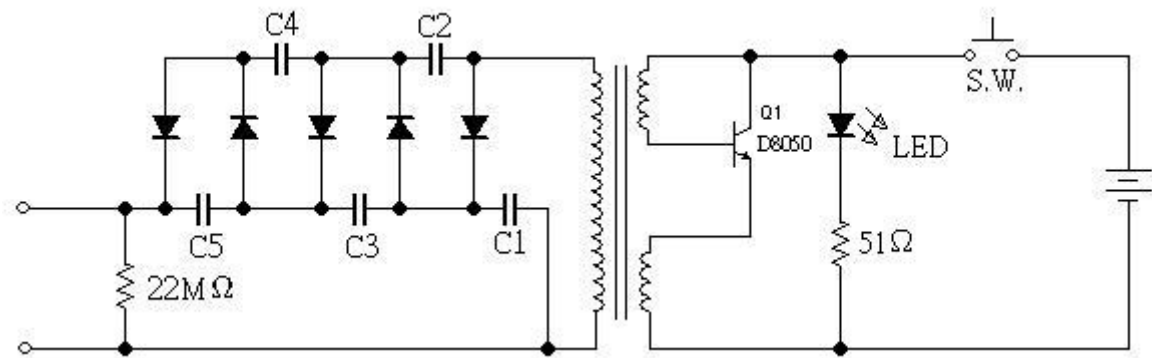


圖 4-4 電蚊拍及滅蚊燈內部電路圖

四、兩顆鋰電池與四顆三號充電電池電壓之比較

我們實際利用 50 顆 LED 燈來測量兩種電池的電壓變化量（鋰電池，三號電池為一般充電電池），如圖 4-5 所示，測量結果如表 4-1 與圖 4-6 所示：

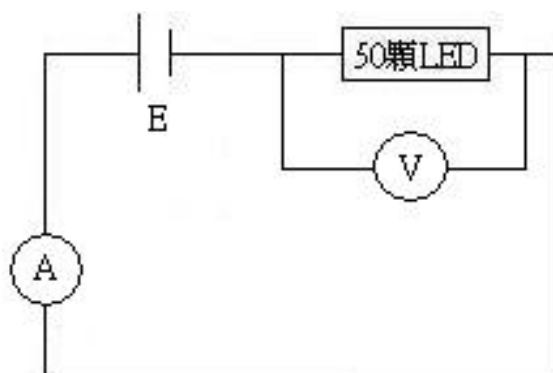
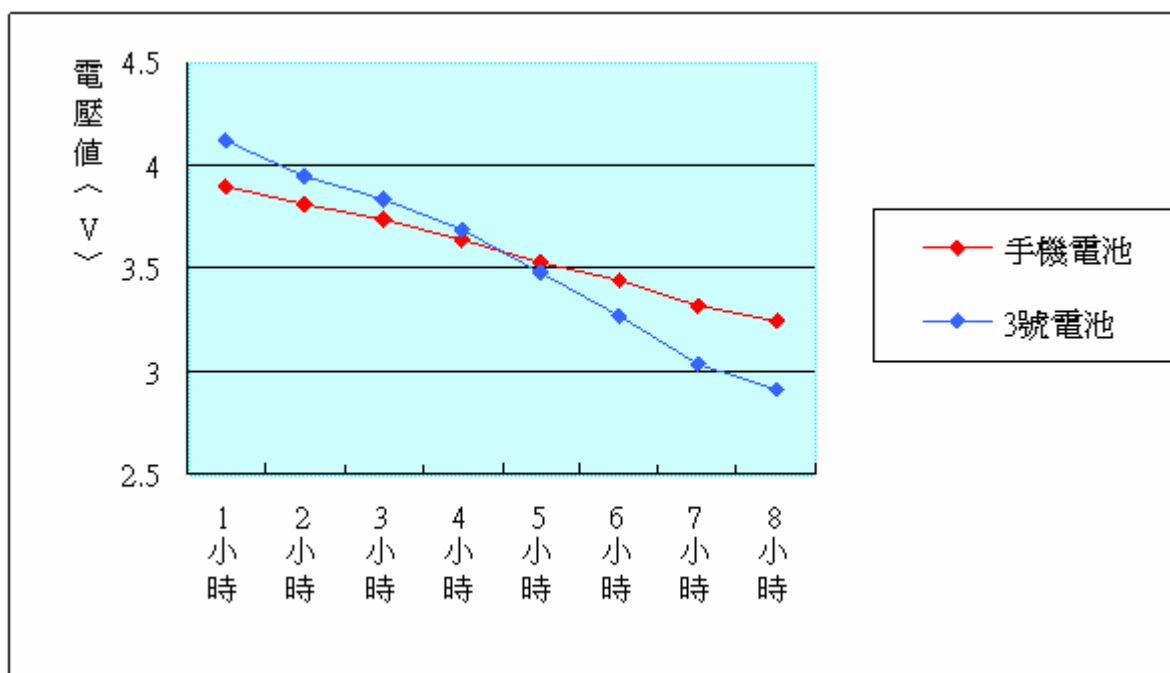


圖 4-5 電池測試電路圖

表 4-1 鋰電池與三號充電電池電壓之比較

時間 \ 類別	鋰電池	3 號鹼性電池
1 小時	3.90 V	4.02 V
2 小時	3.81 V	3.94 V
3 小時	3.73 V	3.83 V
4 小時	3.64 V	3.69 V
5 小時	3.53 V	3.47 V
6 小時	3.44 V	3.26 V
7 小時	3.31 V	3.03 V
8 小時	3.24 V	2.91 V

資料來源：研究者彙整（約略值）



資料來源：研究者彙整

圖 4-6 鋰電池變化量

五、鋰電池測試

由上列測試資料得出，鋰電池的蓄電力較四顆三號充電電池佳，且體積較小，所以我們繼續測量鋰電池電壓與電流之變化量，如表 4-2 所示：

表 4-2 鋰電池變化量

時間 \ 待測值	電壓	電流
1 小時	3.90 V	1.48 A
2 小時	3.81 V	1.45 A
3 小時	3.73 V	1.43 A
4 小時	3.64 V	1.40 A
5 小時	3.53 V	1.37 A
6 小時	3.44 V	1.33 A
7 小時	3.31 V	1.28 A
8 小時	3.24 V	1.22A

資料來源：研究者彙整（約略值）

六、光敏電阻測試

我們爲了要測試光敏電阻的效果，我們就在全黑的環境下，利用指導老師的機車車燈(車燈的照度爲 2180 勒克斯)來模擬日光，如圖 4-7 所示，來測試 100 lux、500 lux、1000 lux、1500 lux、2000 lux 正面與 30 度夾角光敏電阻的電阻值如圖 4-8，如表 4-3 所示：



圖 4-7 指導老師的機車

表 4-3 光敏電阻測試表

角度 \ 照度	100 lux	500 lux	1000 lux	1500 lux	2000 lux
正面	20.3 K Ω	15.8 K Ω	11.4 K Ω	7.8K Ω	3.2K Ω
30 度	15.8 K Ω	12.5 K Ω	9.1 K Ω	5.8K Ω	2.4K Ω

資料來源：研究者彙整（約略值）

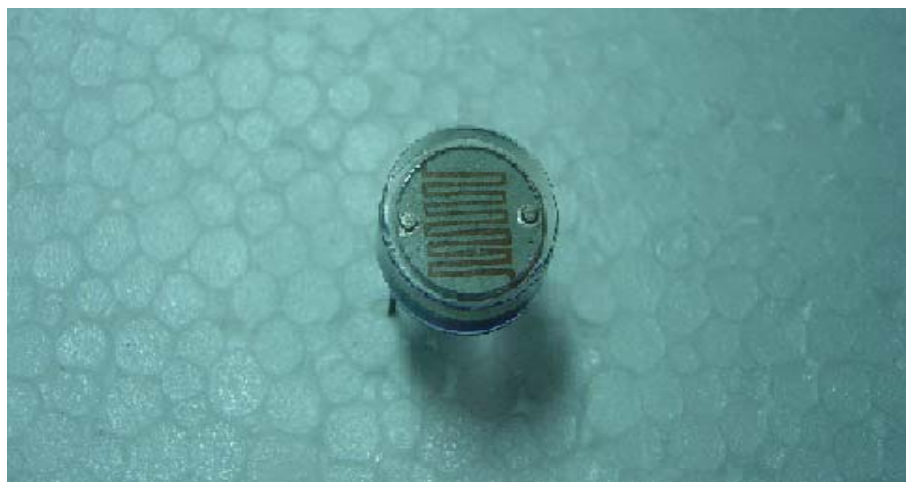


圖 4-8 光敏電阻（直徑 15mm）

七、光誘蚊測試

蚊子的趨光性及對特殊波長的敏感性，我們就針對這點分別用不同顏色的 LED 燈 (不同顏色就代表了不同波長)來做測試，我們在晚上時將四種不同顏色的 LED 燈擺放在草叢中 120 分鐘來進行測試。測試結果如表 4-4 所示：

表 4-4 LED 燈測試

	藍光	綠光	黃光	紅光
蚊蟲數量	5	2~3	1	0

資料來源：研究者彙整

(一)藍光：波長約為 370 nm，如圖 4-9 所示：



圖 4-9 藍色 LED 燈測試

(二)綠光：波長約為 430 nm，如圖 4-10 所示：



圖 4-10 綠色 LED 燈測試

(三)黃光：波長約為 570 nm，如圖 4-11 所示：



圖 4-11 黃色 LED 燈測試

(四)紅光：波長約為 630 nm，如圖 4-12 所示：



圖 4-12 紅色 LED 燈測試

八、工作步驟

我們採用綠色能源太陽能來發電，光敏電阻感光電阻值變小，電晶體開始工作，電力電驛導通，使得充電電路導通，LM317 開始運作，對鋰電池充電。

太陽下山後光敏電阻感光不足電阻值變大，電力電驛切斷，導致充電電路無法導通，鋰電池對滅蚊燈電路開始放電，流程圖如圖 4-13 所示：

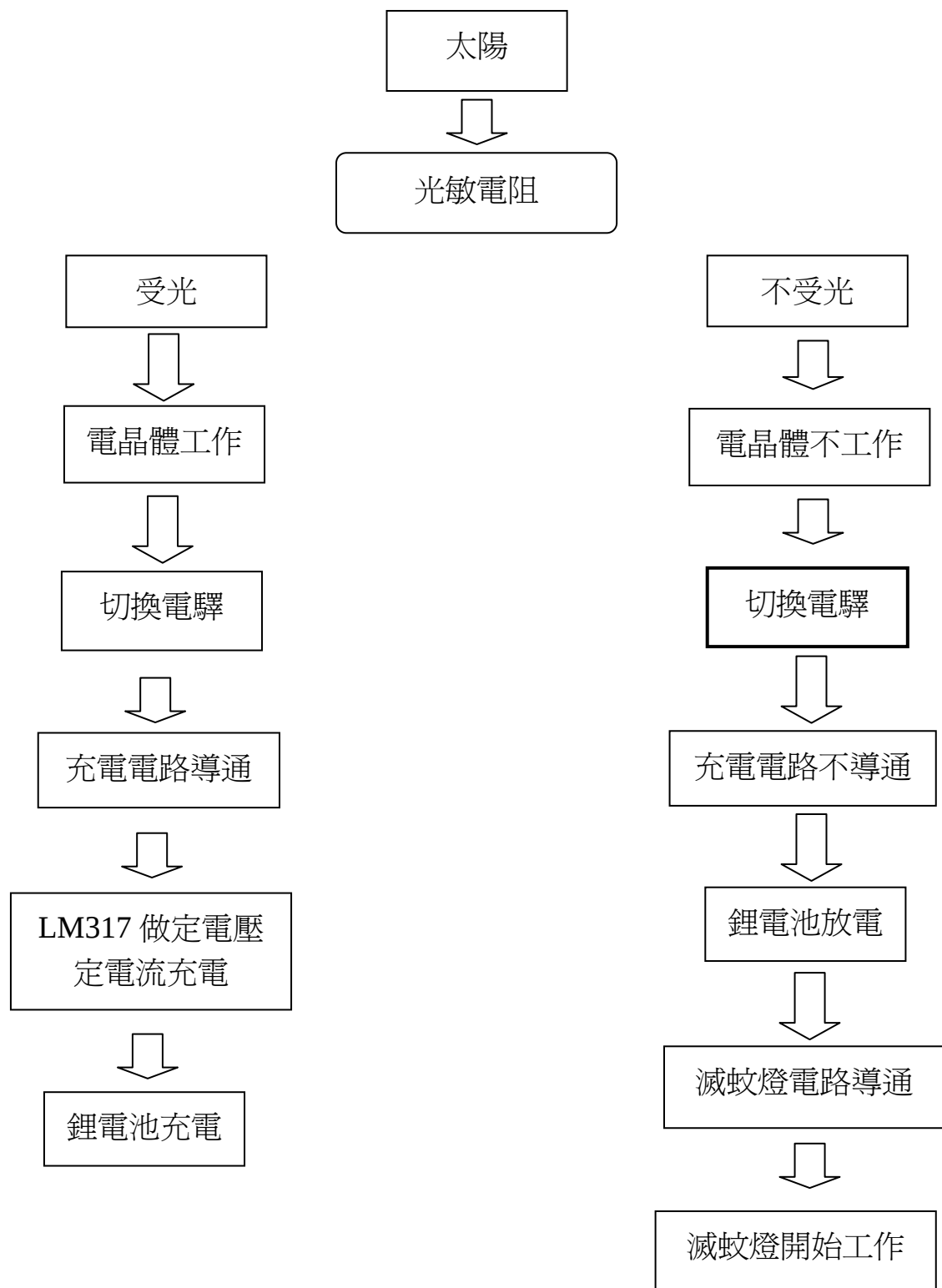


圖 4-13 流程圖

伍、研究結果

一、LED 波長誘蚊

我們用分別用各種不同種顏色的 LED 燈(代表不同波長)擺放草叢中測試後，發現效果最佳的是波長 370 nm 的藍光。

所以我們利用藍光 LED 來做補蚊燈管測試。我們用一隻玻璃燈管擺放兩顆藍光 LED，在相同的時間內，測得的蚊蟲量高達 9 隻之多，由此可知藍光吸引蚊蟲的效果是最佳，如圖 5-1 所示：



圖 5-1 藍光燈管測試

經過我們的討論與規劃之後，以下為我們作品，如圖 5-2 及圖 5-3，滅蚊的的最上層為放置太陽能板的部份，利用太陽能是必須放置在外處，所以上方的設計是有防雨的功能。

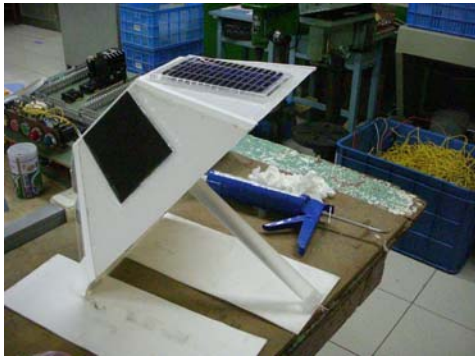


圖 5-2 太陽能滅蚊燈-1



圖 5-3 太陽能滅蚊燈-2

陸、討論

Q₁：如何感應光源？

A₁：利用光敏電阻來感應光源。

Q₂：為什麼要用光敏電阻？

A₂：因為光敏電阻白天光線強讓光敏電阻呈現高電阻狀態，使他只能對鋰電池充電，當夜晚時光線弱，造成電阻值低使鋰電池開始對滅蚊燈放電。

Q₃：為什麼要選用藍燈呢？

A₃：因為經過研究調查後，發現燈光在波長在 370 nm 能吸引昆蟲，利用昆蟲的向光性而採用波長最接近 370 nm 的藍光。

Q₄：為什麼選用太陽能？

A₄：因為發現近年來人們太濫用自然資源，使得資源大量減少，而特別採用綠色能源太陽能。

Q₅：為什麼要利用鋰電池？

A₅：因為容量大、體積小、節省成本。

Q₆：為什麼要使用 LM317？

A₆：因為方便又穩定，輸出電流能力約為 1.5A。

Q₇：為什麼太陽能板在輸出端要串聯一顆二極體？

A₇：因為要防止鋰電池內的電流逆流回到太陽能板，造成太陽能板內部的燒燬。

柒、結論

蚊蟲經常是夏夜繁星點點中最擾人之問題，叮咬後所造成的不僅是皮膚的紅腫，更困擾的是登革熱疾病的蔓延，輕微者或許休養一週後即復原，嚴重者可能連命都不保。

相關衛生機關之處理方式，一般均以噴藥來加以消毒，但噴藥不僅消滅了病媒蚊，甚至對人體都有或多或少的影響，藥劑一年一年的增加，人體也一年一年受到傷害，所以我們採用符合環保與衛生之需求，採綠色能源來驅動電路，以最乾淨、最經濟的方法，來達到消滅病媒蚊，預防登革熱之效果。

希望本作品能達到預期之效果，使亞熱帶地區的人們，能因本作品而減少夏天最擾人的“蚊蟲”之害，進而將蚊蟲所帶來之傷害減到最低；甚至為零，讓“登革熱”這個名詞永遠消失。

捌、參考資料及其他

一、網路資料：

(1) 能源危機資料來源：

<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%9F%B3%E6%B2%B9%E5%8D%B1%E6%A9%9F>

(2) 太陽能資料來源：

<http://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E5%A4%AA%E9%98%B3%E8%83%BD&variant=zh-hk>

(3) 病媒蚊資料來源：

http://www.ptcg.gov.tw/dengue/dengue_05.htm

【評語】 040814

1. 有創新思維，且能付諸實現。
2. 利用太陽能完成捕蚊燈確有實務應用價值。
3. 選擇藍光 LED，應有更完整的實驗數據。
4. 應加強太陽能板的安裝角度以提高其效能。