

# 【101 年全國高職學生實務專題製作競賽暨成果展報告書】

題 目：安全亮一點

指導老師：許志宏

洪敬閔

參賽學生：郭家和

劉柏浩

阮琨育

李建著

黃全億

學校名稱：高雄市高英高級工商職業學校

群 別：動 力 機 械 群

科 別：汽 車 科

中 華 民 國 101 年 3 月 21 日

## 摘要

本專題研究報告是透過高能量密度的鋰電池作為方向燈安全帽電源，探討串聯式鋰電池組是否能平衡充放電，利用實際測量電池之充、放電並記錄其電壓、電流、時間後分為兩個主軸探討：1.鋰電池進行太陽能充放電過程，避免過度充電或過度放電，導致電量不平衡而無法充分利用電池組的蓄電能力。2.製作腳踏車方向燈安全帽，根據電池性能檢測方法，將鋰電池測試資料建立於電量使用規劃上，提高電池設備供電的可靠度。

關鍵字：腳踏車安全帽、鋰離子電池、方向燈、充電器

# 目錄

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 摘要.....              | I   |
| 目錄.....              | II  |
| 表目錄.....             | III |
| 圖目錄.....             | III |
| 壹、前言.....            | 1   |
| 一、研究動機.....          | 1   |
| 二、研究目的.....          | 1   |
| 三、製作過程.....          | 1   |
| 四、製作流程.....          | 2   |
| 貳、理論探討.....          | 3   |
| 一、相關文獻探討.....        | 3   |
| 參、專題研究.....          | 6   |
| 一、串聯電池組單一電源串連充電..... | 6   |
| 二、串聯電池組多電源並聯充電.....  | 8   |
| 肆、專題製作.....          | 10  |
| 一、材料清單.....          | 10  |
| 二、製作方法與步驟.....       | 11  |
| 三、製作成品.....          | 12  |
| 伍、結論.....            | 13  |
| 參考文獻.....            | 14  |

## 表目錄

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 表 4-1 方向燈安全帽材料清單..... | 10 |
|-----------------------|----|

## 圖目錄

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| 圖 1-1 專題製作流程圖.....                     | 2  |
| 圖 2-1 放電時間與放電電流之相關曲線( 25°C ).....      | 4  |
| 圖 2-2 鋰離子電池在不同的充電電壓下,電池的容量與壽命關係曲線..... | 5  |
| 圖 3-1 單一電源對整個電池組充電.....                | 6  |
| 圖 3-2 充電時各個電池端電壓.....                  | 7  |
| 圖 3-3 充電時各電池電流.....                    | 7  |
| 圖 3-4 各電池單一電源充完電後的電池電壓.....            | 7  |
| 圖 3-5 各種平衡充電電路.....                    | 8  |
| 圖 3-6 太陽能板平衡充電電路.....                  | 9  |
| 圖 3-7 太陽能板平衡充電實驗.....                  | 9  |
| 圖 4-1 方向燈安全帽加工.....                    | 11 |
| 圖 4-2 腳踏車方向燈安全帽成品.....                 | 12 |

# 壹、前言

## 一、研究動機

腳踏車因具有環保、經濟、休閒、健康等特質，政府近年來莫不積極提倡並於許多風景優美的地區建置專屬車道，騎腳踏車已漸漸為國內家庭假日休閒活動帶來另一股風潮。

針對大寮地區，騎腳踏車上下學是鄉下小孩必備工具，然而熟悉的鄉間小路，路燈依舊是不太亮，暗暗的路燈照著回家的路，比起在都會區搭公車與捷運上下課的學生，我們眼前汽機車的速度奇快無比，紅、黃、綠三色的紅綠燈對駕駛只是參考而已，並沒有吸引力。針對這一條每天必經的道路，夜間騎乘自行車回家，真的是馬路如虎口。

如果能有一個亮度夠、又省電及好組裝的方向燈安全帽，將讓自己在夜晚騎車更加安全。有鑑於此，我們小組集思廣益，以腳踏車零配件作為設計考量，將天馬行空的創意在進行專題製作中一一發揮，應用無線遙控模組在安全帽上，雖然目前不清楚實際效用，但至少可以相信這種創意能夠降低事故發生的機率，提升安全帽的附加價值。

## 二、研究目的

針對夜間騎乘自行車，由於腳踏車因不具有任何輔助照明設備，所以夜間騎乘時應穿著顏色鮮豔或具反光性的衣著，或在車架及擋泥板上加裝反光片，但是仍然無法獲得汽車駕駛人注意，造成交通事故。若當安全帽設計上有方向燈，不管是在左轉、右轉，都會有方向指示，以避免轉彎時發生的交通意外。

車輛零配件以安全第一為考量，從1958年的安全帶，演進到1980 年的安全氣囊等等，而安全帽還有沒有更先進的呢？答案當然是有的。聰明的安全帽，能在你還沒發現危險之前就已經幫你避免掉。

電池是一種用來儲存化學能，將化學能轉成電能之應用裝置，為一種可攜式的能量。雖然可攜式電器產品的工作原理與工作目的都不盡相同，但有一共通的特性，就是電力來源都使用可重複使用的二次電池，所以身為電力來源的電池就顯得格外重要。

而不同種類的電池有不同的輸出入特性，各有其優缺點，每一種電池最適合的使用方式與使用條件也不盡相同。唯有掌握所需電量的使用方式、使用環境與成本限制，才能決定出最適合的電池。而我們這次所要做的這項專題，要找出適合方向燈安全帽使用的電池及充放電方法。

## 三、製作過程

本專題是先把發光二極體(LED)安裝在我們所要的位置，再跟無線發射器的接收器部分連接起來，把他們跟安全帽做成一體，之後找出適合方向燈安全帽使

用的電池及充放電方法後，接著就是組裝安全帽了。將測試好的電池組與無線發射器接上，平常日運用太陽光重複的充放電多次，求取經驗來選取適當容量的鋰電池，即宣告大功告成。

#### 四、製作流程

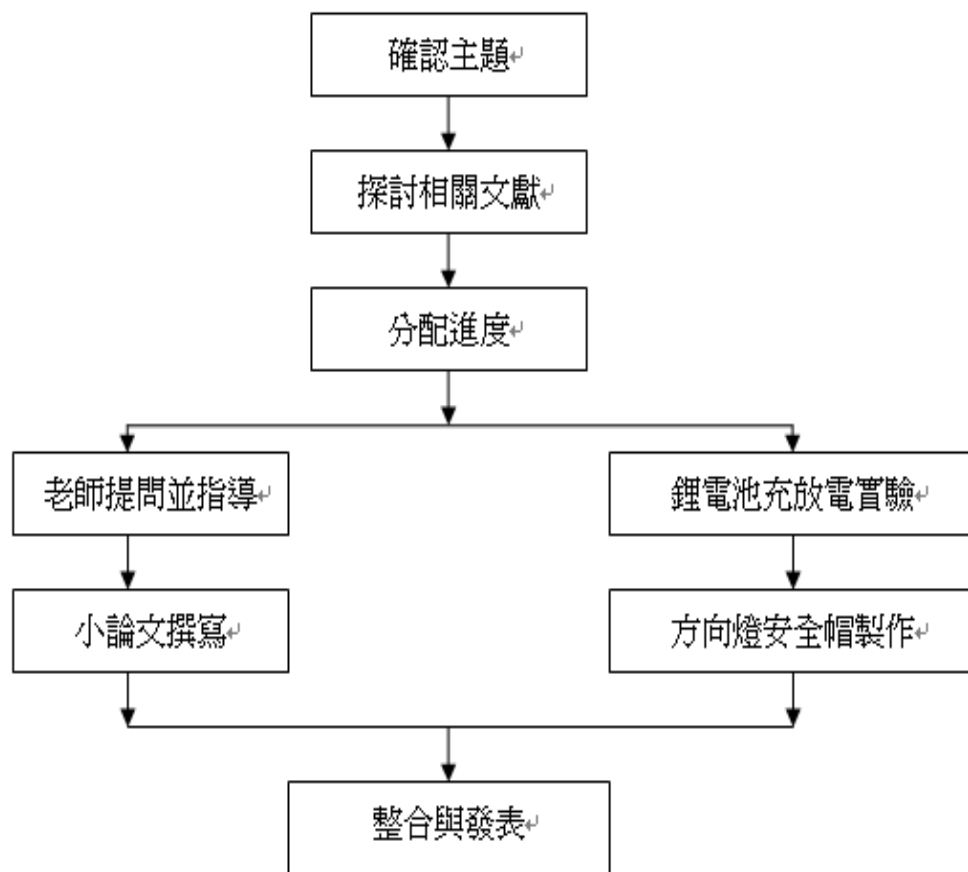


圖 1-1 專題製作流程圖

## 貳、理論探討

為了使方向燈安全帽有效的使用能源，需對二次電池的充放電性能進行分析

### 一、相關文獻探討

#### (一) 二次電池

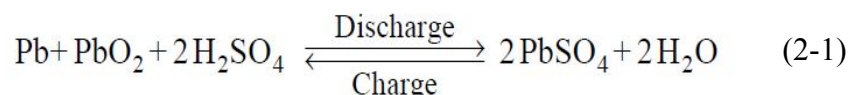
二次電池就是可重複充放電動作、循環使用的電池。其中較普及的有廣泛使用於汽機車的鉛酸電池，以及曾經風光一時但因環保問題而逐漸沒落的鎳鉻電池，取而代之為鎳氫電池，目前正式成為市場的主角。此外鋰離子電池因其高體積能量密度、高重量能量密度，正成為當紅行動電話、筆記型電腦產品的新寵 [註一]。

#### (二) 二次電池的種類

##### 1、鉛酸電池簡介：

鉛酸電池(Lead-Acid Battery)的發展始於西元1859年，至今已有152年的歷史，在目前所有的二次電池中，是技術最成熟、使用也最廣泛的電池，尤其在汽機車用電池以及不斷電系統(UPS)使用最廣。

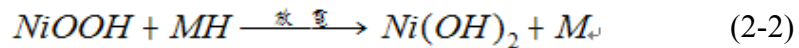
典型的鉛酸電池單體的電壓為2伏特，負極使用鉛(Pb)，正極使用二氧化鉛 (PbO<sub>2</sub>)，電解液為稀硫酸 (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)。鉛酸蓄電池充放電的電化學反應如式(2-1)。當鉛酸電池過充電時，會導致電解液內部的水(H<sub>2</sub>O)進行分解，水分解的結果會在陽極部分產生氧氣，陰極部分則會產生氫氣，這些氣體會被釋放出電池外部，進而造成電池內部電解液減少，而需要定期補充水分。



##### 2、鎳氫電池簡介：

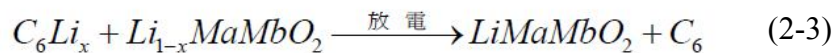
鎳氫電池單體電壓均為1.2伏特，鎳氫電池正極使用鎳氧化合物，負極使用吸附氫的合金(金屬氫化物)，電解液使用氫氧化鈣 (Cerium) 為主成分的水溶液。

鎳氫電池的放電化學反應式如式(2-2)，其中M為氫吸附合金，NH為金屬氫化物。將上式中箭號顛倒，即為充電反應式。鎳氫電池的自電率 (Self discharge) 甚高。自放電率為當電池在開路不接負載時，電池單位時間內的電容量損失。自放電現象是由於電池系統身(電極板、電解液)形成內部迴路，而該迴路會持續的消耗電池儲存的電能。其實每一種電池都一定會有自放電的現象，只是量值大小的問題。自放電率高的電池，不適合做長期被用的電池。



### 3、鋰離子電池簡介：

鋰離子電池公稱電壓值為3.6伏特，正極使用鋰離子與金屬氧化物，負極使用石墨或焦炭，電解液使用溶解鋰鹽的非質子(non-proton)性有機溶液。下式(2-3)為鋰離子電池放電時的化學反應式，將反應式中的箭號顛倒，即為充電時的反應式。反應式中的 Ma、Mb 為參雜金屬。鋰離子電池的正極材料主要有三種：鈷系(LiCoO<sub>2</sub>)、錳系(LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)、鎳系(LiNiO<sub>2</sub>)，使用不同的正極材料，其能量密度也就不同。



### (三) 電池電容量

通常電池的電量是以安培小時(AH)電容量表示之，以C率作為電池充、放電電流的單位，可用以檢視電池的儲能能力。例如一顆標示電容量為800mAh的電池，以1C的定電流放電，則其放電電流就為800mA，依此類推。

以鉛酸電池為例 [註一]，如圖2-1所示電池放電時的負載電流不同，亦會有不同的可輸出電容量。單純對同一個電池進行不同的定負載電流放電測試，放電前電池初始條件皆相同，即初始的開路電壓和放電終止電壓相同，環境溫度亦相同，而以定負載放電方式比較不同電流放電下之可輸出電容量，則以小電流放電時，可放出較多的電容量。這是因為當電池進行大電流放電時，極板附近的生成物會大量快速的產生，若輸出電流超過一定值時，生成物將無法及時擴散開來，因此阻礙了電子的傳遞和化學反應的進行。

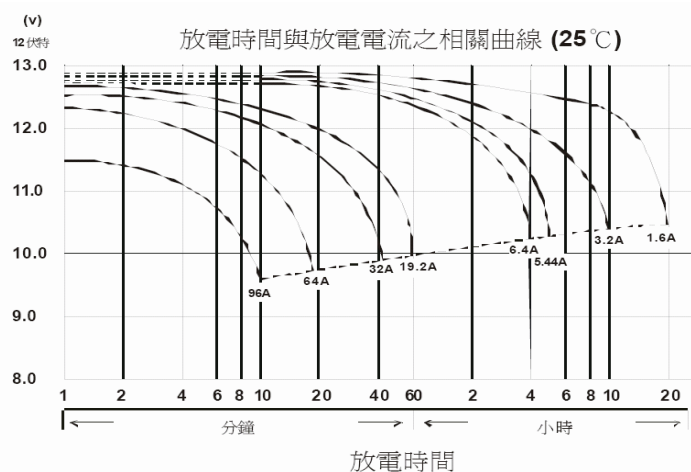


圖 2-1 放電時間與放電電流之相關曲線(25°C) [註一]

#### (四) 蓄電池的充電

在充電期間選擇合適的電壓、電流和溫度等充電參數可提升充電的效率與延長電池的壽命，過度充電將會引起電池耗損，並且可能會有安全問題上的考量。以鋰離子電池為例 [註二]，圖2-2表示不同的充電電壓會影響到電池的容量與壽命。根據鋰離子電池測量結果，當電池電壓在4.1到4.4伏特充電時，電池容量會增加30%，此時會造成電解液分解，壽命週期會從壽命會從500次下降到100次。因此正確的監視與控制電池的電壓以避免過充是對於電池的容量與壽命有所幫助。鋰離子電池適合的充電電流為0.1C~1.5C之間，充電電流太小會拉長充電時間，而充電電流太大則會破壞電池內部。

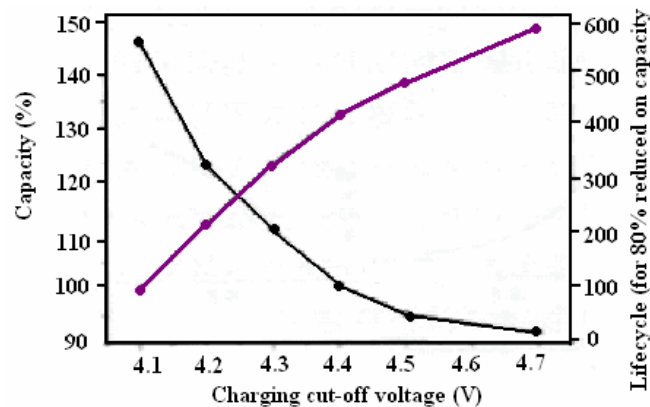


圖 2-2 鋰離子電池在不同的充電電壓下,電池的容量與壽命關係曲線 [ 註二 ]

#### (五) 二次電池的比較

與鉛酸電池、鎳鎘電池、鎳氫電池比較起來，以下為鋰離子電池的優點

##### 1、單顆電池電壓高：

鋰離子電池的工作電壓為3.6伏特，使用鎳氫電池需串聯 3顆才能達到與鋰離子電池相同的電壓值，所以鋰離子電池逐漸取代鎳氫電池，伴隨著電池組中電池的數量減少，電池組的故障的機率也降低許多。

##### 2、低自放電率：

自放率低的特性適合使用於長時間運作，鎳氫電池在室溫下的自放電率為1%，鋰離子電池約為0.5%。

##### 3、高循環壽命：

與其他二次電池比較下，在正常使用下鋰離子電池可使用500次左右。

##### 4、高能量密度：

鋰離子電池重量密度約為125Wh/Kg，密度為鎳氫電池的2倍，而鋰離子電池體積能量密度約為300Wh/L，此密度為鎳氫電池的1.5倍。

## 參、專題研究

本文以一個由三顆3.7V鋰離子電池串聯的電池組作為無線電路應用實例，在較高電壓準位的應用而言，通常以串聯的電池組來提供足夠高的電壓讓產品運作。串聯電池組所遇到的問題與單一顆電池應用所面臨的問題不同。當串聯電池數目增加，電池間差異所造成的影響就愈加顯著，則電池組的使用效率愈差，造成電池組的使用壽命隨之降低。因此如何提高電池組的使用效率以及延長電池的使用壽命，已成為電池技術發展中值得研究的重要方向。

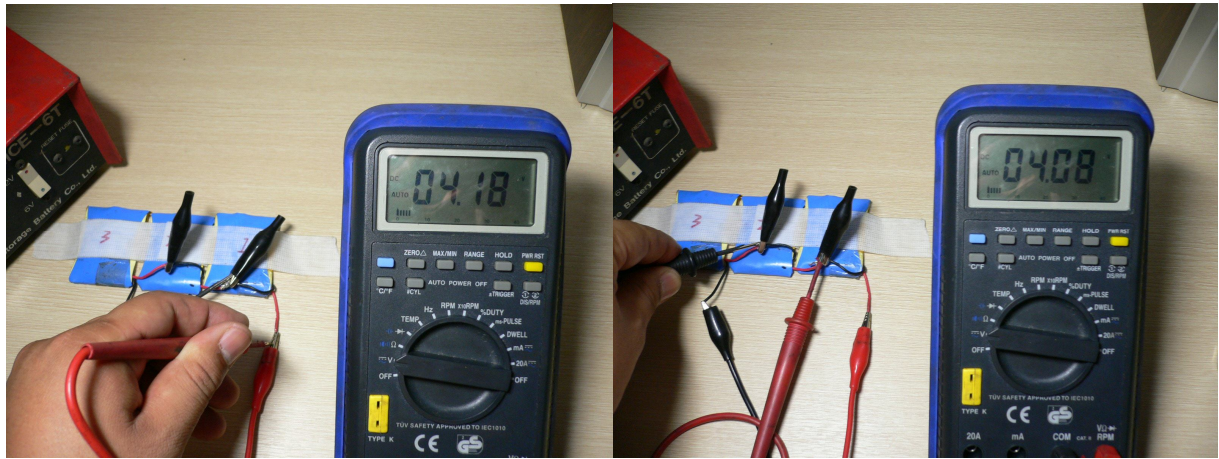
### 一、串聯電池組單一電源串聯充電實驗

當串聯電池組在充電時，為了方便，通常是以單一電源對整個電池組充電如圖3-1。然而由於個別電池本身的品質就不盡相同；電池端電壓與其所存電量有密切的關係，各電池若是所存電量不同，所表現出來的端電壓亦不相同如圖3-2。即使流進各個電池的電流均相等如圖3-3，但各個電池所能充入的電量仍然不同。由圖3-4可知這些串聯電池在充電時，即使從各個電池進入相同的充電電流，但每顆電池所能釋出的電量亦不相同。

由於串聯電池組中個別電池的充放電特性並不一致，導致電量不平衡，造成過度充電或過度放電，因而無法充分利用電池組的蓄電能力，甚至縮短了電池的壽命。一個最簡單的平衡方法是對串聯電池組實施長時間的低電流充電。由於已充飽的電池並無法接收多餘的電量，而其餘的電池則繼續充電。並且由於低電流充電，所以過充電所造成的危害並不顯著，所以這是一個可行的方法。然而此法的問題是必須長時間，且消耗相當的能量來達成平衡。



圖 3-1 單一電源對整個電池組充電( 自行拍攝 )



(a) 編號 1 電池端電壓( 自行拍攝 )

(b) 編號 2 電池端電壓( 自行拍攝 )

圖 3-2 充電時各個電池端電壓( 自行拍攝 )



圖 3-3 充電時各電池電流( 自行拍攝 )

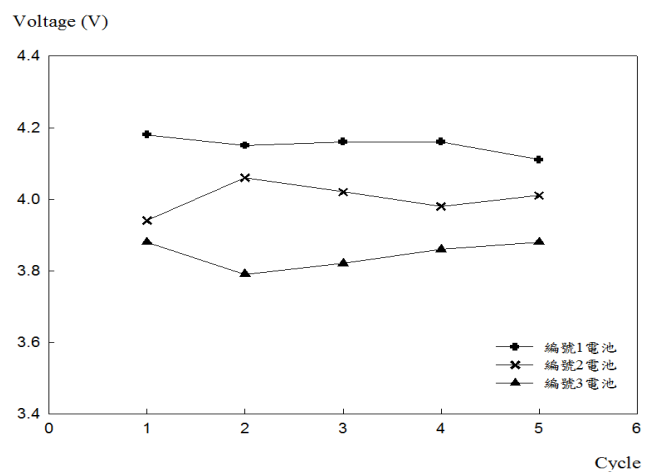


圖 3-4 各電池單一電源充完電後的電池電壓

## 二、串聯電池組多電源並聯充電實驗

電池組的平衡充電並非新的概念，目前最普遍使用的平衡充電方式我們可以找到相當多的文獻提供參考 [註三、四]。類似其他類型的平衡充電方式如圖3-5，研究中求取經驗，一般僅對於偵測整體電池組電壓的充放電電路，若是沒有加上電量平衡的控制，勢必會造成非常嚴重的不平衡現象。追究其原因可能為每顆電池本身的差異、放電電流大小、前幾次的充放電過程以及環境的狀況等等。為了要達到平衡充電的目的，所有的電池在充電終了時，各電池所擁有的電量應該要相同。

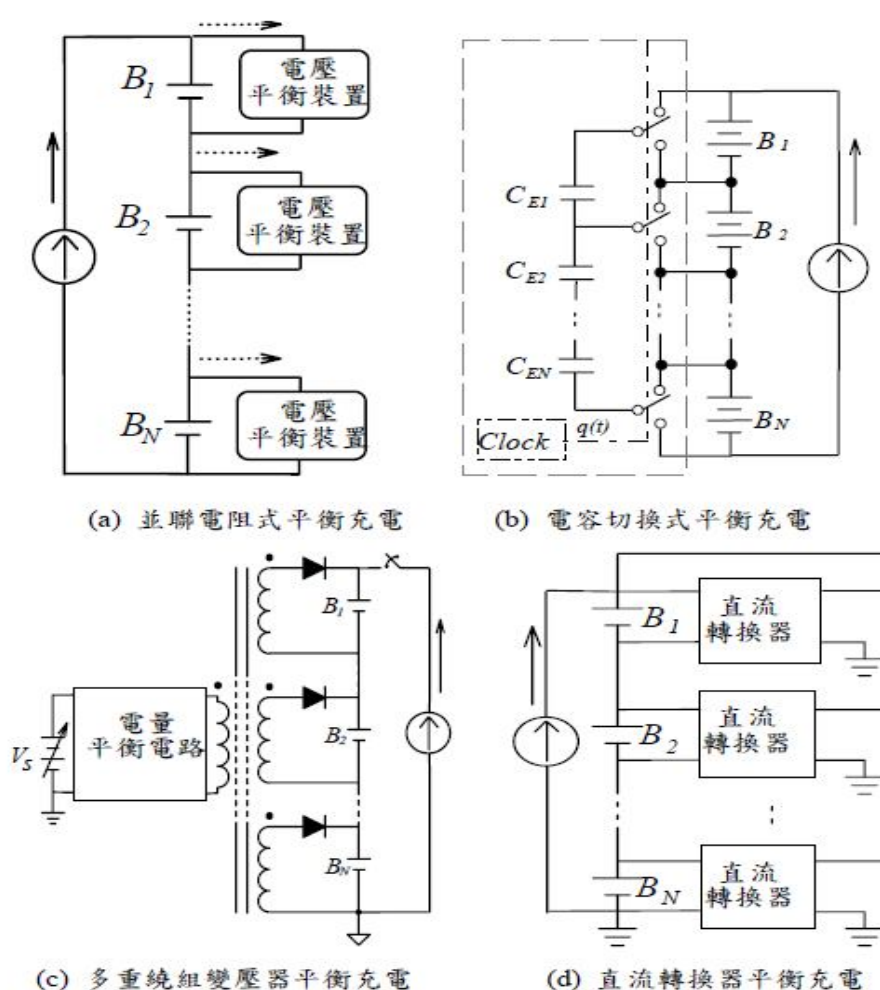


圖 3-5 各種平衡充電電路 [註三]

對於鋰離子電池而言充電電流越小，充電效率越高，則輸出容量越接近標稱容量。由於太陽能電池具有發出小單位電量的特性，本實驗將每一顆鋰離子電池旁並聯一塊太陽能板，如圖3-6，利用此方法可以將具有能量的太陽能板對每一個單體鋰電池獨立蓄電。將每次實驗的充電終止電壓記錄下來，圖3-7可以明顯發現，各電池的電壓差異隨著反覆充放電次數下降，相較單一電源對整個電池組充電，不平衡充電的差距較小。

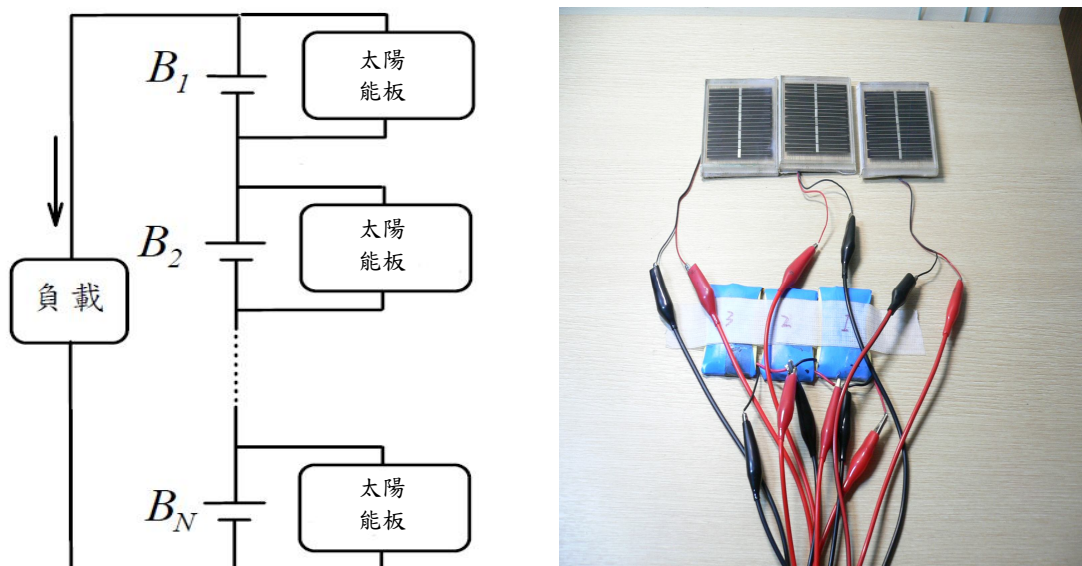


圖 3-6 太陽能板平衡充電電路

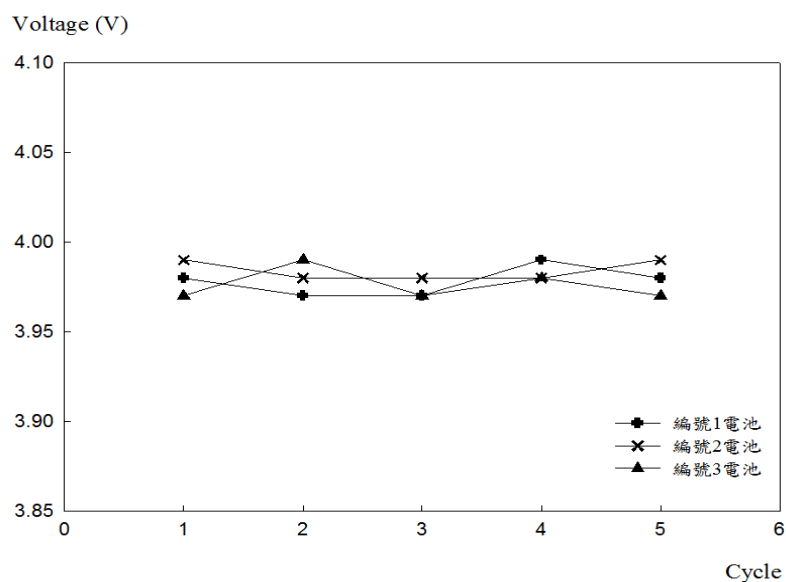


圖 3-7 太陽能板平衡充電實驗

## 肆、專題製作

此章共分為三節依序說明製作方向燈安全帽所應用到的材料、製作方法與步驟及製作成果等。

### 一、材料清單

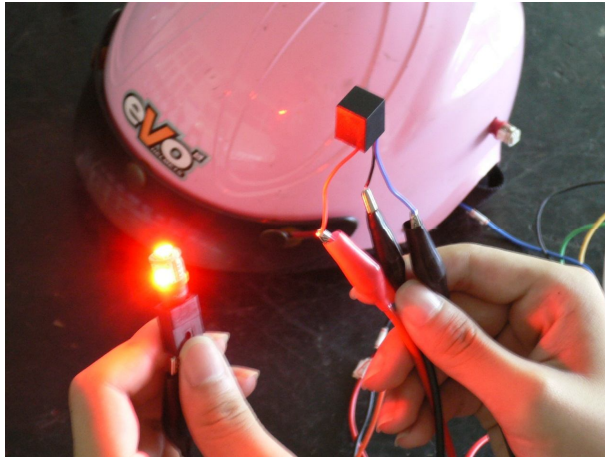
合格的安全帽一定會通過國家檢驗合格標準 [註五]，在帽外一定會貼上國家的檢驗等級標幟貼紙。購買安全帽時，應該先測量自己頭圍大小，過大或太小的尺寸都不合適，表4-1為製作方向燈安全帽所需要的材料。

表 4-1 方向燈安全帽材料清單

| 材 料 名 稱 | 規 格          | 單 位 | 數 量 |
|---------|--------------|-----|-----|
| 鋰離子電池   | 3.7V-100mAh  | 顆   | 3   |
| 太陽能電池   | 4V-75mA      | 顆   | 3   |
| 安全帽     | ZS202fb      | 顆   | 1   |
| 無線遙控開關  | LK-101P      | 顆   | 1   |
| 閃爍模組    | 3~12VDC-2.3A | 組   | 1   |
| LED燈泡   | 12V-50w      | 顆   | 2   |
| 2P接頭    | JST-2P       | 組   | 6   |
| 海綿      | 1" x 1"      | 尺   | 2   |
| 膠帶      | 60mm x 90M   | 捲   | 1   |

## 二、製作方法與步驟

將市面上常見的二次電池進行優缺點比較後，我們選擇了鋰離子電池，如圖 4-1 接下來我們將在安全帽上加工。



(a) 步驟1 檢查方向燈迴路



(b) 步驟2 決定方向燈位置



(c) 步驟3 利用鑽床加工



(d) 步驟4 安全帽內殼加工

圖 4-1 方向燈安全帽加工

## 二、製作成品

為了有效利用電池容量 [註六～九]，鋰離子電池的不足之處在於對充電器要求比較嚴密，需要保護電路。本文以太陽能電池，作為串聯電池組的環保充電器設計實例，藉以說明平衡放電的原理與工作模式，經由實際對兩種充電方法實驗，來驗證平衡策略與架構的可行性。

在腳踏車把手加裝電路控制開關發射器，利用短距離無線傳輸原理，同步傳送煞車、方向燈等指令到安全帽後方的無線接收器，啟動LED方向指示燈。如圖4-2在安全帽後方加裝指示燈後，由於高度適中，經夜晚實際路試，能有效提醒後方駕駛注意。



圖 4-2 腳踏車方向燈安全帽成品

## 伍、結論

隨著積體電路設計以及相關技術的進步，過去體積龐大極佔空間的電器產品得以縮小化，可攜式電器產品也就越來越普遍。除了外型輕巧可攜帶的基本要求之外，長操作時間逐漸成為必備的功能之一，此次以方向燈安全帽為主題，利用白天上課時間將電能儲於電池組內，以節約的成本效益取得能源，轉換成更具經濟效率的電能運用策略。到了傍晚用電尖峰，可使用電池組的電力供能，有效利用電力資源，分擔尖峰用電與降低發電所需燃料與環境污染。由此觀點說明：改變使用能源的型態，並廣泛開發綠色能源與有效利用能源才是使我們的家園邁向無污染與低能源依賴的正途。

雖然此次專題製作在遙控模組上的應用，無法縮小安全帽內的占有空間。但相信以現今微機電科技可以達成理想目標。無論如何，行車安全最終還是來自於「謹慎」。安全設備之於行車安全，就像左手之於投籃，只是輔助而已。藉由此次學習歷程，讓我們對於提昇安全車輛零配件的設計將永不止息。

## 參考文獻

- 註一、賴耿陽(譯)(2008)。最新電池工學。台北市，復漢出版社。
- 註二、林振華、林振富(譯)(2001)。充電式鋰離子電池-材料與應用。臺北市，全華圖書。
- 註三、黃可龍、王兆翔、劉素琴(2010)。鋰離子電池原理與技術。臺北市，全華圖書。
- 註四、小沢昭弥(2010)。電極反應的利用。臺北市，共立出版社。
- 註五、交通安全網入口。
- 註六、黃尚煜、范盛祺、孫炳陽、高瑞賢、簡瑞章(2008)。基本電學。臺北市，全華圖書。
- 註七、蔡燕山、蔡賜琦(2007)。電子概論與實習。臺北市，台科大圖書。
- 註八、黃仲宇、梁正編著，鄭榮貴編校(2010)。基本電學。臺北市，台科大圖書。
- 註九、高敏聰(2008)。電子概論與實習。臺北市，台灣復文出版社。