

中華民國第 55 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生活與應用科學科

030818

能源再利用，遇火就來電

學校名稱：臺北市立仁愛國民中學

| | |
|---------------------------------|------------------|
| 作者： 國一 王以安 國一 楊承軒 | 指導老師： 李美惠 |
|---------------------------------|------------------|

關鍵詞：致冷晶片、能量轉換、備用電源

摘要

本研究在探討熱能與電能之間的能源轉換，並製作出免插電之可供 USB 電的陶瓷香精燈。

實驗材料選用廣泛利用於醫療、冷藏箱、飲水機的致冷晶片，研究過程發現利用水降溫及並聯晶片能增強效能，研究結果製作出熱源電池模組，測試電量發現：與行動電源沒有差異，並結合 USB 增壓模組替 3C 電子產品充電。

適逢 2015 年兩次尼泊爾大地震與台灣歷年山難，發現人們在緊急事件中，身邊電力與電池已經失去作用，3C 產品無法發揮聯繫與定位功能。本研究產品，USB 陶瓷香精燈，可提供居家的緊急災難準備、荒野露營或是臨時找不到電源時候，只要點根蠟燭與 100cc 的水，USB 香精燈就可以為智慧手機充電。

USB 陶瓷香精燈，進一步可配合政府推廣(陶瓷)文化創意產業與廢能回收裝置發展。

壹、研究動機



圖一.311 大地震海嘯襲擊後海岸沿岸街景

聽到新聞報導山難發生而有登山客因無法即時求救而失去寶貴生命時，我們常感扼腕，心想如果當時他們可以撥打手機求救，是不是就可以幸運逃過一劫而獲救呢?再者，前不久日本 311 大地震所引起的大海嘯，使日本國內多座發電廠停止運作，造成日本東北地方大範圍斷水斷電的殘破景象，更令我們怵目驚心，無法遺忘。因此我們運用在生活科技課上所學到的能源轉換概念，進行資料蒐集並參考相關研究，希望可以研發一種簡單、便利又穩定的能源轉換的供電電池，讓人們可以將生活中隨手可得的熱能轉換為電能，在面臨危難時可以作為緊急用電，供手機充電使用，相信這樣的產品，一定可以幫助許多人。

貳、研究目的

| 研究項目 | 目的 | 實驗、討論 |
|-----------------|----------------------|------------------------------|
| 初探致冷片 | 了解致冷片之構造及其原理 | 一•(一) 致冷晶片簡介 |
| 分析上期研究數據並探討改進方案 | 探討致冷晶片受熱面材是否提升發電效率 | 二•(一) 受熱面材比較 |
| | 探討致冷晶片冷卻面材對冷卻晶片的可能 | 二•(二) 冷卻材料比較 |
| | 討論 USB 升壓模組其升壓的原理 | 二•(三) 裝設 USB 升壓模組 |
| | 探討第一、二代電池模組效率不彰的緣故 | 二•(四) 第 1.2 代電池模組製作與測試 |
| | 分析以水散熱為何會帶來較好的發電效率 | 二•(五) 第 3 代電池模組製作與測試 |
| | 分析第 4 代電池模組數據突出的理由 | 二•(六) 第 4 代電池模組製作與測試 |
| 實作後續電池模組 | 分析第 5 代電池模組效率不增反降的理由 | 二•(七) 第 5 代電池模組製作與測試 |
| | 延續上次研究，進一步將模組商品化 | 三•(一) 第 6 代電池模組製作與測試 |
| | 試做並、串聯致冷晶片模組 | 三•(二) 第 7 代電池模組製作與測試 |
| 對照市面產品 | 比較此研究與 10 年內相關研究之差異 | 四•(一) 比較第 7 代模組與 10 年內相關研究差異 |

參、研究設備及器材

一、本研究所使用的所有設備與材料：

1. 三用電表 3 部
2. Tec12706 晶片 8 片
3. USB 升壓模組 10 組
4. 蠟燭 20 根
5. USB - LED 燈 1 組
6. 電線 400cm
7. AB 膠 50g
8. AB 塑鋼土 500g
9. 電子接頭 10 組

肆、研究過程或方法

| 進行各項實驗、討論 | | | 實驗結果與討論 |
|----------------------|------------------|---|--|
| 實驗目的 | 實驗名稱 | | |
| 了解致冷片之構造及其原理 | 致冷晶片簡介 | → | 致冷晶片是一種可由熱生電的半導體元件。 |
| 探討致冷晶片受熱面材是否提升發電效率 | 受熱面材比較 | → | 受熱端黏上受熱面材亦不會使晶片輸出功率顯著提升。 |
| 探討致冷晶片冷卻面材對冷卻晶片的可能 | 冷卻材料比較 | → | 寶塔型散熱片和水的冷卻效果最好。 |
| 討論 USB 升壓模組其升壓的原理 | 裝設 USB 升壓模組 | → | USB 升壓模組確實能夠使電壓升到 5 伏特。 |
| 探討第一、二代電池模組效率不彰的緣故 | 第 1.2 代電池模組製作與測試 | → | 兩組模組的晶片冷卻面皆使用散熱片散熱，常常上升到逾百度，應採用相對比熱較高的液態水散熱為佳。且第一代的熱能傳導在透過散熱片傳播的過程中就損失了不少熱能。 |
| 分析以水散熱為何會帶來較好的發電效率 | 第 3 代電池模組製作與測試 | → | 銅散熱片比熱約 0.09，水比熱為 1，若欲保持晶片兩面溫差，需比熱較高不易被增溫的物質。水比熱高，且取得方便，為最佳方案。 |
| 分析第 4 代電池模組數據突出的理由 | 第 4 代電池模組製作與測試 | → | 洋芋片包裝筒-「波卡瓶」的高度接近火燄高度；波卡瓶幾近封閉，可保存熱能；水槽加大四分之三，水溫上升較慢。 |
| 分析第 5 代電池模組效率不增反降的理由 | 第 5 代電池模組製作與測試 | → | 若要將裝置簡單化，去除波卡瓶的環繞，沒有辦法保存熱能，加上空氣流動，有幾段時間火焰沒有朝著晶片加熱，使晶片受熱不穩定。 |
| 延續上次研究，進一步將模組商品化 | 第 6 代電池模組製作與測試 | → | 充電效率再降低，預估是模型設計失誤。 |
| 試做並、串聯致冷晶片模組 | 第 7 代電池模組製作與測試 | → | 並聯時，電流會升高，是目前效率最高的模組。 |

觀察記錄

整理資料寫報告

伍、研究結果

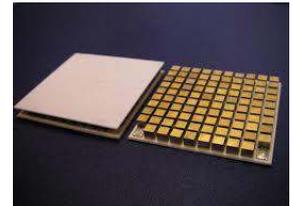
一、初探致冷晶片

(一) 致冷晶片簡介

致冷晶片，是一種利用帕爾帖效應，由電生熱的半導體元件，通過直流電流時可自由進行冷卻、加熱、溫度控制，晶片兩面的溫差受到電流大小影響，越大則溫差越大。

1. 優點

- (1) 對於壓縮機而言，致冷晶片無機械零件，無噪音產生
- (2) 小型，輕量化，形狀容易選定
- (3) 僅輸入電流，就可以進行冷卻或加熱
- (4) 壽命長，操作簡單，易於維修



圖二.致冷晶片內部外觀

2. 缺點

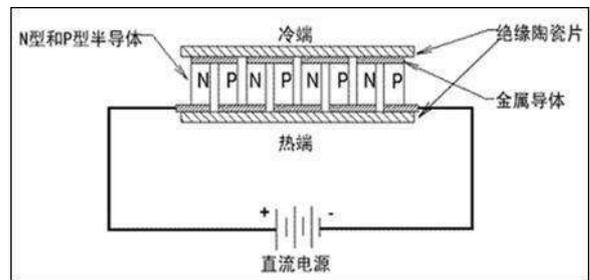
由電生熱之能源轉換效率低。一般約在 40%至 50%之間。傳統式冷凍壓縮機的效率，一般約在 95%之上。因此致冷晶片無法用在大型空調或大型冰箱的場合。

3. 構造

致冷片正反兩片皆為陶瓷，夾著其中的電路，其中包含 N 型半導體及 P 型半導體。N 型半導體因對矽晶體結構中摻雜施體(如：砷、磷)，故電子為多數載流子，電洞為少數載流子。P 型半導體因對矽晶體結構中摻雜受體(如：硼)，故電洞為多數載流子，電子為少數載流子。

4. 原理

通電後，P 型半導體具多餘電洞，當 N 型半導體的電子掉入電洞中就能放出能量，所以帶正溫差。而 N 型半導體因失去電子，失去能量，帶負溫差。當電流由 P 型半導體流到 N 型半導體，結點



圖三.致冷晶片內部構造示意圖

的溫度降低，並放出熱量，產生熱端。相反地，電流由 N 型半導體流到 P 型半導體，結點的溫度上升，並吸取熱量，產生冷端。故產生兩面冷熱溫差。

5. 與本研究之關係

本研究利用致冷晶片之反效應，即為塞貝克效應，由熱生電，致兩面結點溫度不同，使迴路中產生溫差電動勢。本研究中製作之熱源電池模組，利用比熱高的液態水做為冷端，而利用燭火焰端為熱端，電流由冷端流到熱端，帶動電路反流回正極，形成電流，達成發電，供給手機電源之目的。

二、分析上期研究數據並探討改進方案

(一) 受熱面材比較

本實驗探討改變致冷晶片受熱面材是否可以提升致冷晶片受熱效果。

將 Tec1-12706 致冷片單面貼上不同的導熱材質(錫箔紙、軟磁鐵、耐熱漆、鐵鋁片、4*4 散熱片)。將晶片放在正煮沸開水的鍋子鍋蓋上加熱，每間隔 20秒測量電壓與電流。



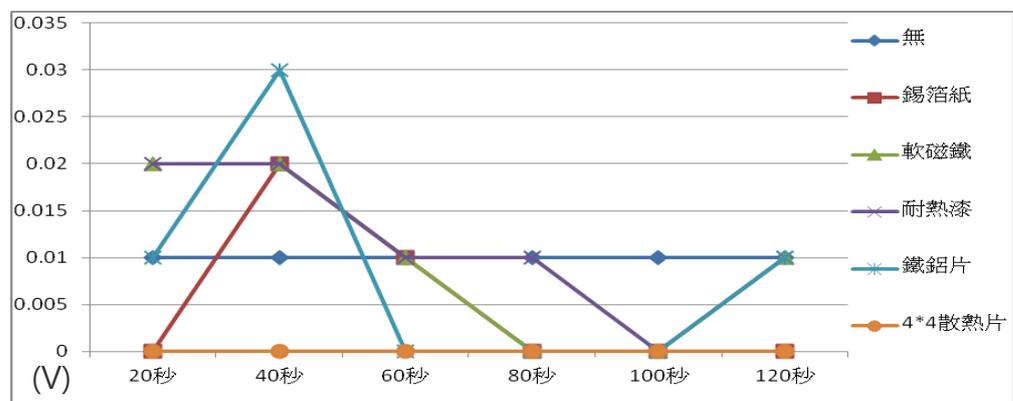
圖四.受熱面材比較實驗樣本

1. 實驗結果

(1) 開路電壓(V)

| 面材 \ 時間 | 20 秒 | 40 秒 | 60 秒 | 80 秒 | 100 秒 | 120 秒 |
|---------|------|------|------|------|-------|-------|
| 無 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| 錫箔紙 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 軟磁鐵 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 |
| 耐熱漆 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 |
| 鐵鋁片 | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 |
| 4*4 散熱片 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

表一.比較不同受熱面材實驗電壓數據

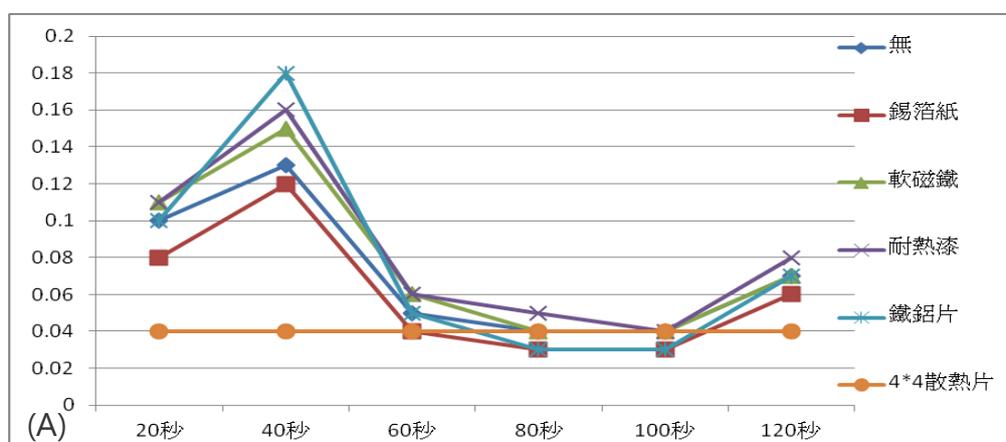


圖五.比較不同受熱面材實驗之電壓數據折線圖

(2) 短路電流(A)

| 面材 \ 時間 | 20 秒 | 40 秒 | 60 秒 | 80 秒 | 100 秒 | 120 秒 |
|---------|------|------|------|------|-------|-------|
| 無 | 0.10 | 0.13 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.07 |
| 錫箔紙 | 0.08 | 0.12 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.06 |
| 軟磁鐵 | 0.11 | 0.15 | 0.06 | 0.04 | 0.04 | 0.07 |
| 耐熱漆 | 0.11 | 0.16 | 0.06 | 0.05 | 0.04 | 0.08 |
| 鐵鋁片 | 0.10 | 0.18 | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.07 |
| 4*4 散熱片 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 |

表二.比較不同受熱面材實驗電流數據



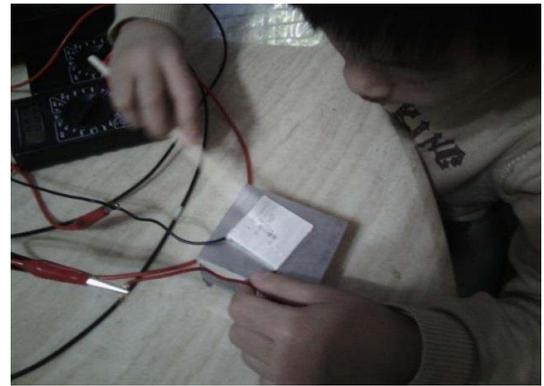
圖六.比較不同受熱面材實驗之電流數據折線圖

2. 數據探討

- (1) 4*4散熱片的電流、電壓輸出表現不佳。推論可能是因為 4*4 散熱片其表面積廣大，熱能快速散失，致晶片表面溫度降低，使得溫差變小，發電效果不佳，不過其充電效果卻十分穩定，推論是因為散熱片表面積廣大，可以平均地散熱，穩定電壓、電流，但產生的電量還是太少了，不甚理想。
- (2) 此實驗原旨在於推論何種材質能夠加速導熱，使致冷片接收更多的熱能，不過因為不同固體間熱能傳遞較單一固體為慢，且因為速度慢，在導熱的過程中就漸漸損失了熱能，實驗結果顯示黏上各種受熱面材，對致冷晶片輸出的電功率影響不大。

(二)冷卻材料比較

探討改變致冷晶片冷卻面材，對於提升致冷晶片的冷卻效果，在 Tec1-12706 致冷晶片貼上各種不同的冷卻材料。將晶片放在正煮沸開水的鍋子鍋蓋上加熱。每間隔 20秒測量電壓與電流。(註：小水箱為有蓋水容器，小水槽為無蓋水容器)



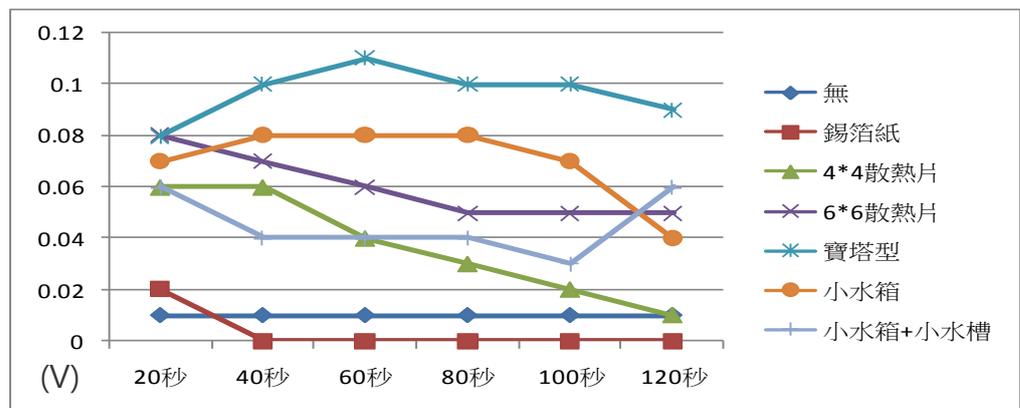
圖七.晶片與冷卻材料間塗抹散熱膏

1. 實驗結果

(1) 開路電壓(V)

| 面材 \ 時間 | 20 秒 | 40 秒 | 60 秒 | 80 秒 | 100 秒 | 120 秒 |
|---------|------|------|------|------|-------|-------|
| 無 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| 錫箔紙 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4*4 散熱片 | 0.06 | 0.06 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.01 |
| 6*6 散熱片 | 0.08 | 0.07 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| 寶塔型散熱片 | 0.08 | 0.10 | 0.11 | 0.10 | 0.10 | 0.09 |
| 小水箱(有蓋) | 0.07 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.07 | 0.04 |
| 小水槽(無蓋) | 0.06 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.06 |

表三.比較不同冷卻材料實驗電壓數據

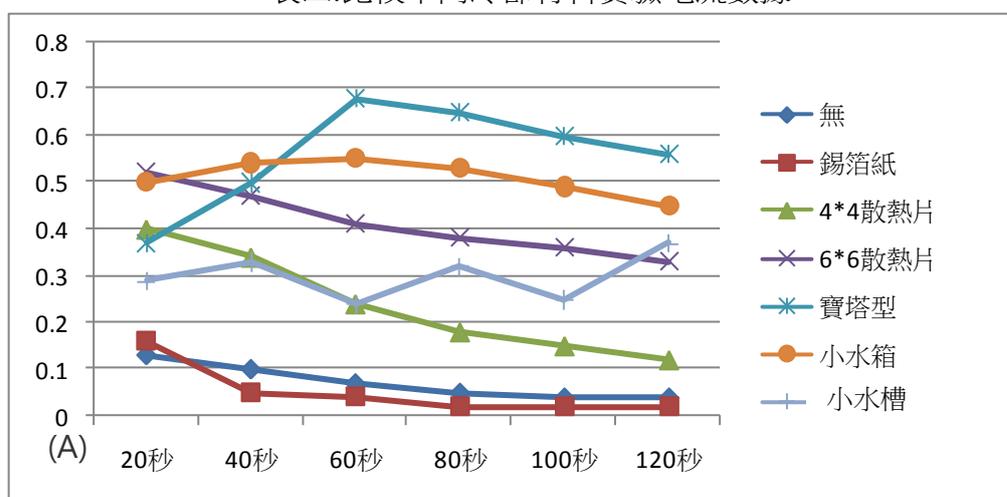


圖八.比較不同冷卻材料實驗之電壓折線圖

(2) 短路電流(A)

| 面材 \ 時間 | 20 秒 | 40 秒 | 60 秒 | 80 秒 | 100 秒 | 120 秒 |
|---------|------|------|------|------|-------|-------|
| 無 | 0.13 | 0.10 | 0.07 | 0.05 | 0.04 | 0.04 |
| 錫箔紙 | 0.16 | 0.05 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| 4*4 散熱片 | 0.40 | 0.34 | 0.24 | 0.18 | 0.15 | 0.12 |
| 6*6 散熱片 | 0.52 | 0.47 | 0.41 | 0.38 | 0.36 | 0.33 |
| 寶塔型散熱片 | 0.37 | 0.5 | 0.68 | 0.65 | 0.60 | 0.56 |
| 小水箱(有蓋) | 0.50 | 0.54 | 0.55 | 0.53 | 0.49 | 0.45 |
| 小水槽(無蓋) | 0.29 | 0.33 | 0.24 | 0.32 | 0.25 | 0.37 |

表四.比較不同冷卻材料實驗電流數據



圖九.比較不同冷卻材料實驗之電流折線圖

2. 數據探討

- (1) 錫箔紙僅在20秒時有輸出電壓，表示其散熱效果很差，可能是因為錫箔紙貼在致冷晶片上，形成了一層保溫層，裡面的空氣仍是高溫的，所以致冷片兩面的溫差就減少了。
- (2) 沒有貼上散熱材料的電壓都一模一樣，雖然算是很穩定，但是因為其產生的電壓及電流的數據太低，還是不適合應用於產品上。
- (3) 使用寶塔型和小水箱為散熱材料可產生較大的電壓和電流，但是水的比熱比較大，照理說小水箱的電壓、電流都應該比寶塔型散熱片高，至於原因，我們目前還沒有找出來，不過這兩項樣本可以考慮應用在產品中。而兩者之中，較好的應該是寶塔型散熱片，因為其電壓、電流隨時間降低的幅度較小，而小水箱的電壓在第 120 秒的時候，突然下降，但是如果兩者一定分出高下的話，這 120 秒的數據還是不夠，可以再分別做這兩項的長時間實驗，看何者冷卻效果持續得最久，然後使用效果較好的

散熱材料作為產品主要的散熱方式。

(4) 4*4散熱片和6*6散熱片比較後，發現6*6散熱片散熱的速度及效果都比較好。由此可知散熱片表面積愈大，可產生較大的電壓及電流。

(三) 裝設USB升壓模組

本實驗研究USB升壓模組能不能讓熱源電池模組發電效能提升到5伏特的電壓，以供使用。

將致冷片裝上散熱片，將晶片放在正煮沸開水的鍋子鍋蓋上加熱。每隔 20秒測量電壓與電流。



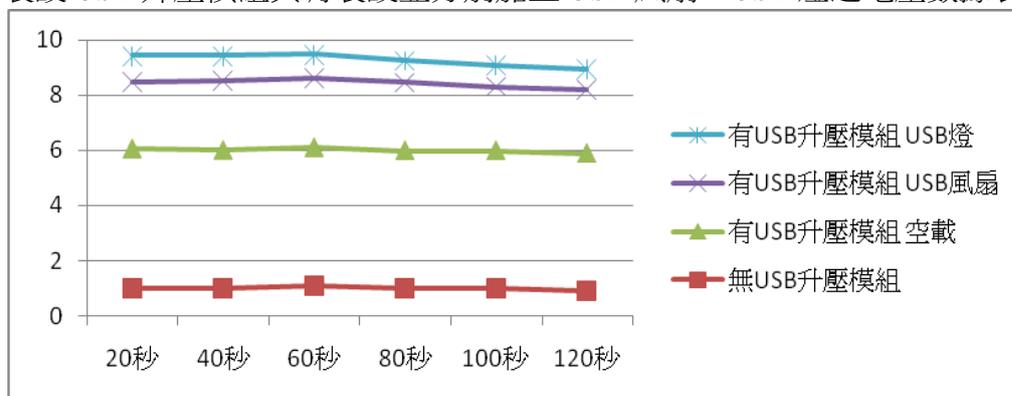
1. 實驗結果

圖十.裝設 USB 升壓模組量測數據過程

(1) 開路電壓(V)

| 組別 \ 時間 | | 20 秒 | 40 秒 | 60 秒 | 80 秒 | 100 秒 | 120 秒 |
|------------|----------|------|------|------|------|-------|-------|
| 無 USB 升壓模組 | | 1.00 | 1.00 | 1.10 | 1.00 | 1.00 | 0.90 |
| 有 USB 升壓模組 | 空載 | 5.05 | 5.00 | 5.00 | 4.99 | 4.99 | 4.99 |
| | 裝 USB 風扇 | 2.44 | 2.52 | 2.53 | 2.47 | 2.32 | 2.30 |
| | 裝 USB 燈 | 0.93 | 0.90 | 0.85 | 0.81 | 0.78 | 0.76 |

表五.未裝設 USB 升壓模組與有裝設並分別加上 USB 風扇、USB 燈之電壓數據表

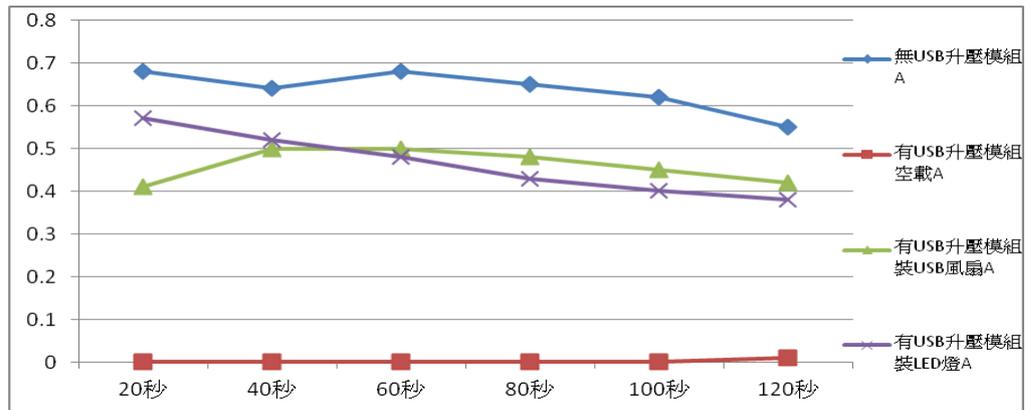


圖十一.未裝設 USB 升壓模組與有裝設並分別加上 USB 風扇、USB 燈之電壓數據折線圖

(2) 短路電流(A)

| 組別 \ 時間 | | 20 秒 | 40 秒 | 60 秒 | 80 秒 | 100 秒 | 120 秒 |
|------------|----------|------|------|------|------|-------|-------|
| 無 USB 升壓模組 | | 0.68 | 0.64 | 0.68 | 0.65 | 0.62 | 0.55 |
| 有 USB 升壓模組 | 空載 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 |
| | 裝 USB 風扇 | 0.41 | 0.50 | 0.50 | 0.48 | 0.45 | 0.42 |
| | 裝 LED 燈 | 0.57 | 0.52 | 0.48 | 0.43 | 0.40 | 0.38 |

表六.無裝設 USB 升壓模組與有裝設並分別加上 USB 風扇、USB 燈之電流數據表



圖十二.無裝設 USB 升壓模組與有裝設並分別加上 USB 風扇、USB 燈之電流數據折線圖

2. 數據探討

- (1) 從圖表來看，各組別產生的電壓及電流都十分穩定。
- (2) 有裝USB升壓模組的電壓伏特數較高，至於電流則是沒有裝USB升壓模組的比較大。
- (3) 由於LED燈所需的電壓需高於1.6V才會有些亮度，USB直流小風扇也是需要1.5V的電壓才能使它轉動，因此，也就是說如果要帶動裝置運作就必須加裝升壓模組，使得電壓能夠提升，足以帶動 USB 裝置。

3. USB升壓模組升壓原理

USB 升壓模組其實就是一個典型的升壓(BOOST)電路，主要是透過電感元件進行能源的疊加。電感元件是一種電路元件，常用於穩定電壓，它主要構造就是一些鐵粉，當直流電通過時會形成一個磁場，而交流電通過時因為與直流電的磁場不同，便會產生電阻，將交流電濾掉，具有穩定電流流向及電壓的能效。而 USB 升壓模組則是利用電感元件暫時儲存電流流過產生的磁場能，在下次電流流過時，又將磁場能轉換回電能，疊加回去，變成串聯電路，發揮升壓的效果。

(五) 第1.2代電池模組製作與測試

嘗試製3款簡易電池模組，期望產生足夠的電壓、電流並輸出USB電源。

1. 第 1 代電池模組(散熱板蠟燭+Tec1-12706 晶片)

Tec1-12706 晶片上方裝長方形散熱片，下方裝寶塔型散熱片。將寶塔型散熱片黏上 USB 加壓模組，在將 USB 加壓模組黏在光碟片上，最後將晶片電線連接



圖十三.第 1 代電池模組外觀

USB 加壓模組的電線。

2. 第 2 代電池模組(波卡瓶+寶塔型散熱片+Tec1-12706 晶片)

晶片的上下方先塗上導熱膏，晶片上方裝上寶塔型散熱片，晶片下方裝上打洞的波卡瓶。波卡瓶身黏上 USB 加壓模組，並將晶片電線連接 USB 加壓模組的電線



圖十四.第 2 代電池模組外觀

3. 第 2-1 代電池模組(波卡瓶+寶塔型散熱片+SP1348 晶片)

晶片的上下方先塗上導熱膏，晶片上方裝上寶塔型散熱片，晶片下方裝上打洞的波卡瓶。波卡瓶身黏上 USB 加壓模組，並將晶片電線連接 USB 加壓模組的電線



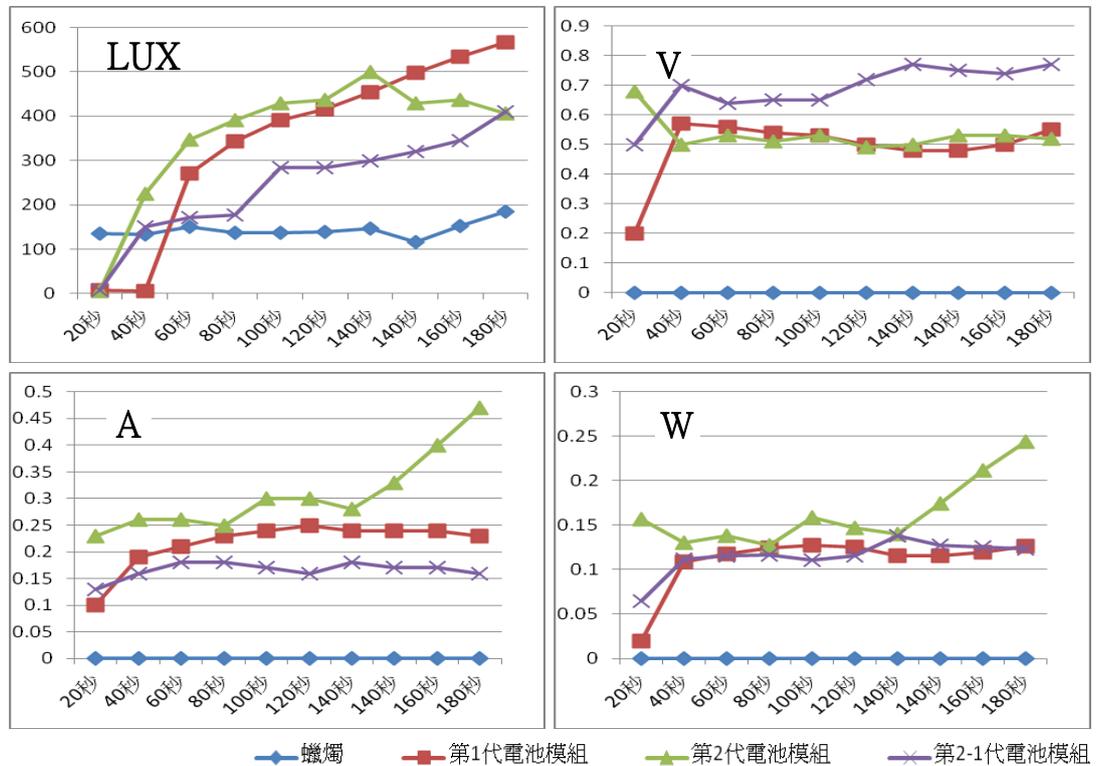
圖十五.第 2-1 代電池模組外觀

4. 測試電池的 LED 燈效能

| 項目 | | 時間 | | | | | | | | | | |
|------------|---------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| | | 20 秒 | 40 秒 | 60 秒 | 80 秒 | 100 秒 | 120 秒 | 140 秒 | 160 秒 | 180 秒 | 200 秒 | |
| 蠟燭 | LUX | 135 | 134 | 151 | 137 | 138 | 140 | 147 | 117 | 153 | 185 | |
| | LUX | 7 | 6 | 271 | 343 | 392 | 416 | 454 | 498 | 535 | 566 | |
| Tec1-12706 | 第 1 代 | V | 0.2 | 0.57 | 0.56 | 0.54 | 0.53 | 0.5 | 0.48 | 0.48 | 0.5 | 0.55 |
| | | A | 0.1 | 0.19 | 0.21 | 0.23 | 0.24 | 0.25 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.23 |
| | | W | 0.02 | 0.11 | 0.12 | 0.12 | 0.13 | 0.13 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.13 |
| | | LUX | 5 | 225 | 347 | 392 | 429 | 436 | 500 | 429 | 436 | 406 |
| Tec1-12706 | 第 2 代 | V | 0.68 | 0.5 | 0.53 | 0.51 | 0.53 | 0.49 | 0.5 | 0.53 | 0.53 | 0.52 |
| | | A | 0.23 | 0.26 | 0.26 | 0.25 | 0.3 | 0.3 | 0.28 | 0.33 | 0.4 | 0.47 |
| | | W | 0.16 | 0.13 | 0.14 | 0.13 | 0.16 | 0.15 | 0.14 | 0.17 | 0.21 | 0.24 |
| | | LUX | 8 | 150 | 172 | 178 | 285 | 285 | 300 | 321 | 345 | 411 |
| SP-1348 | 第 2-1 代 | V | 0.5 | 0.7 | 0.64 | 0.65 | 0.65 | 0.72 | 0.77 | 0.75 | 0.74 | 0.77 |
| | | A | 0.13 | 0.16 | 0.18 | 0.18 | 0.17 | 0.16 | 0.18 | 0.17 | 0.17 | 0.16 |
| | | W | 0.07 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.11 | 0.12 | 0.14 | 0.13 | 0.13 | 0.12 |
| | | LUX | 8 | 150 | 172 | 178 | 285 | 285 | 300 | 321 | 345 | 411 |

(LUX 代表發光的亮度，V 代表電壓，A 代表電流，W 代表電能)

表七.第 1 代、第 2 代、第 2-1 代電池模組亮度、電壓、電流、功率實驗數據表



圖十六.第 1 代、第 2 代、第 2-1 代電池模組亮度、電壓、電流、功率實驗數據折線圖

(1) 數據討論

- i. 蠟燭的亮度沒有一定規律，但都在 100 Lux ~200 Lux 之間。
- ii. 各材質的亮度都在 20~60 秒變化較大。
- iii. 只有第 2 代電池模組在表格中僅有部分電壓比第 2-1 代電池模組小，其餘(亮度、電流、電能)都比第 2-1 代電池模組大。證明了 Tec-12706 晶片比 SP-1348 晶片還要更有效率。
- iv. 透過能量轉換，電池模組發出的亮度，比蠟燭的亮度還要更高，照理說能量轉換率一定不會超過 100%，但電池模組的亮度仍然較亮。推論是因為蠟燭所放出了能量主要是熱能，因為晶片將蠟燭燃燒所產生的熱能轉換為光能，即使期間轉換已經有些能源耗損，但比較亮度數據，還是比蠟燭所發的光還亮。

(2) 第一、二代電池模組效率不彰的緣故

- i. 第一代電池模組明顯效率並沒有那麼突出，推測是因為第一代電池模組熱能的傳導還透過了長方型散熱片，在傳播的過程中就損失了不少熱能，導致溫差縮小。
- ii. 使用散熱片散熱，散熱片常常都升溫至一百多度，散熱的效果不是很好，應該要使用理論上比熱較高的液態水來進行實驗

(六) 第 3 代電池模組製作與測試

晶片上方以賽璐璐片製成裝水容器，晶片下方裝上打洞的波卡瓶。晶片電線連接 USB 加壓模組



圖十七.第 3 代電池模組外觀

1. 充電比較

| 空載 | 電源輸出 | | USB 輸出 | |
|-----------|------|-----------|--------|----------|
| | V | A | V | A |
| 3 號電池 | 1.44 | 短路 0.00 A | 5.01 | 短路 0.00A |
| 第 3 代電池 | 1.93 | 短路 0.28A | 5.01 | 短路 0.27A |
| 第 3-1 代電池 | 1.86 | 短路 0.38A | 4.99 | 短路 0.37A |
| 電腦 USB | 無法量測 | 無法量測 | 5.08 | 短路 0.44A |

表八. 3 號電池、第 3 代、第 3-1 代電池模組空載電源輸出、USB 輸出數據表

| USB 燈 | 電源輸出 | | 狀況 |
|-----------|------|------|----|
| | V | A | |
| 3 號電池 | 0.90 | 0.63 | 亮 |
| 第 3 代電池 | 0.66 | 0.30 | 亮 |
| 第 3-1 代電池 | 0.64 | 0.26 | 亮 |
| 電腦 USB | 無法量測 | 無法量測 | 亮 |

表九.3 號電池、第 3 代、第 3-1 代電池模組供電 USB 燈電源輸出、USB 輸出數據表

| 行動電源 | 電源輸出 | | USB 輸出 | | 狀況 |
|-----------|------|------|--------|------|--------|
| | V | A | V | A | |
| 3 號電池 | 1.26 | 0.04 | 4.95 | 0.01 | 充電反應 |
| 第 3 代電池 | 1.45 | 0.04 | 5.00 | 0.01 | 只有充電燈亮 |
| 第 3-1 代電池 | 1.42 | 0.05 | 5.00 | 0.01 | 只有充電燈亮 |
| 電腦 USB | 無法量測 | 無法量測 | 4.59 | 0.58 | 充電 |

表十.3 號電池、第 3 代、第 3-1 代電池模組供電行動電源電源輸出、USB 輸出數據表

| USB 風扇 | 電源輸出 | | USB 輸出 | | 狀況 |
|-----------|------|------|--------|-------|-----|
| | V | A | V | A | |
| 3 號電池 | 1.01 | 0.62 | 4.45 | 0.085 | 轉 |
| 第 3 代電池 | 0.65 | 0.24 | 3.43 | 0.02 | 半速轉 |
| 第 3-1 代電池 | 0.66 | 0.27 | 3.41 | 0.02 | 半速轉 |
| 電腦 USB | 無法量測 | 無法量測 | 5.01 | 0.09 | 轉 |

表十一.3 號電池、第 3 代、第 3-1 代電池模組供電 USB 風扇電源輸出、USB 輸出數據表

| 手機 | 電源輸出 | | USB 輸出 | | 狀況 |
|-----------|------|------|--------|------|----|
| | V | A | V | A | |
| 3 號電池 | 1.13 | 0.73 | 4.43 | 0.09 | 充電 |
| 第 3 代電池 | 0.76 | 0.34 | 4.42 | 0.03 | 充電 |
| 第 3-1 代電池 | 0.71 | 0.23 | 4.44 | 0.02 | 充電 |
| 電腦 USB | 無法量測 | 無法量測 | 4.63 | 0.63 | 充電 |

表十二.3 號電池、第 3 代、第 3-1 代電池模組供電手機電源輸出、USB 輸出數據表

2. 數據探討

- (1) 空載產生的電壓最大，因為它的電能還沒分配給任何一個接上電線的裝置。
- (2) 在風扇的項目中，第 3 代電池不論是電壓，還是電流皆為 3 號電池的一半左右。

3. 分析以水散熱為何會帶來較好的發電效率

若使用銅散熱片，銅的比熱為 0.0919，而水的比熱為 1。比熱為 1 公克的某物質之溫度升高 1°C 所需之熱量，而我們的目標是降低晶片表面溫度，所以我們要找不容易被加熱的東西，也就是比熱較高的東西，而水的比熱較

高，且取得較容易，水當然才是最好的方案。

(七) 第4代電池模組製作與測試

任一容器底部挖長 3.9 公分，寬 3.9 公分的正方形黏在晶片上。取波卡瓶後段，在底面鐵片割長 3.9 公分，寬 3.9 公分。晶片放在鐵片上的缺口。

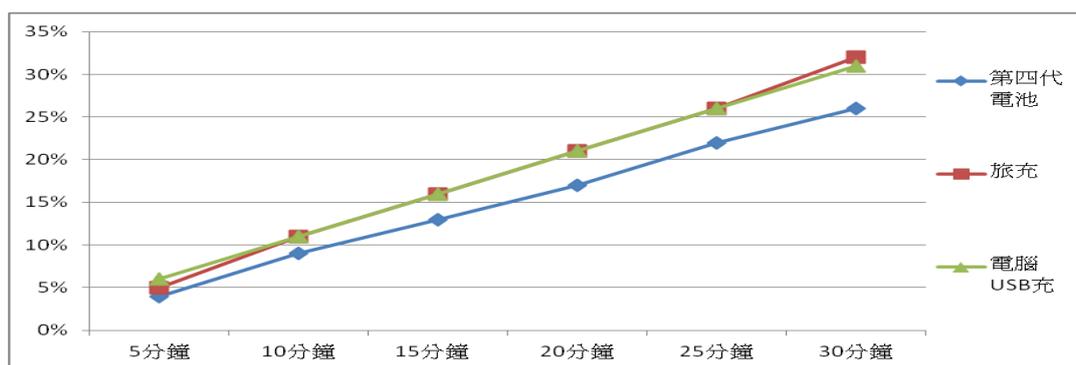


1. 實驗結果(手機之電池容量為 1600mAh)

圖十八.第 4 代電池模組外觀

| 電源 \ 充電百分比 | 輸出 V | 輸出 A | 5 分鐘 | 10 分鐘 | 15 分鐘 | 20 分鐘 | 25 分鐘 | 30 分鐘 |
|------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 第四代電池 | 5.8 | 0.6 | 4% | 9% | 13% | 17% | 22% | 26% |
| 旅充 | 5.0 | 0.7 | 5% | 11% | 16% | 21% | 26% | 32% |
| 電腦 USB 充 | 5.3 | 0.4 | 6% | 11% | 16% | 21% | 26% | 31% |

表十三. 第 4 代電池模組、旅充、電腦 USB 供電手機每時間單位內充電百分比對照數據表



圖十九.第 4 代電池模組、旅充、電腦 USB 供電手機每時間單位內充電百分比對照折線圖

2. 數據討論

各個電源輸出都還算穩定。第四代電池最高可以輸出 5.8V 的電壓，及 0.6A 的電流，而在充電數據比較中，旅充的表現最好，平均每分鐘可充電池容量 1.07% 的電量，若要將手機充飽約需 93 分鐘。其次是電腦 USB 充，平均每分鐘可充電池容量的 1.03% 的電量，若要將手機充飽約需 97 分鐘。最後是熱源電池，平均每分鐘可充電池容量的 0.83% 的電量，若要將手機充飽約需 120 分鐘，熱源電池所需時間大約多了三分之一。

3. 分析第 4 代電池模組數據突出的理由

(1) 我們覺得第四代電池模組成功有三個原因。

- i. 因為波卡瓶的高度很適合，火可以剛好烤到晶片

- ii. 這次波卡瓶幾近封閉，能夠完整保存熱能，而波卡瓶中的空氣溫度就持續高溫。
- iii. 水槽加大四分之三，水溫上升較慢。

(八) 第5代電池模組製作與測試

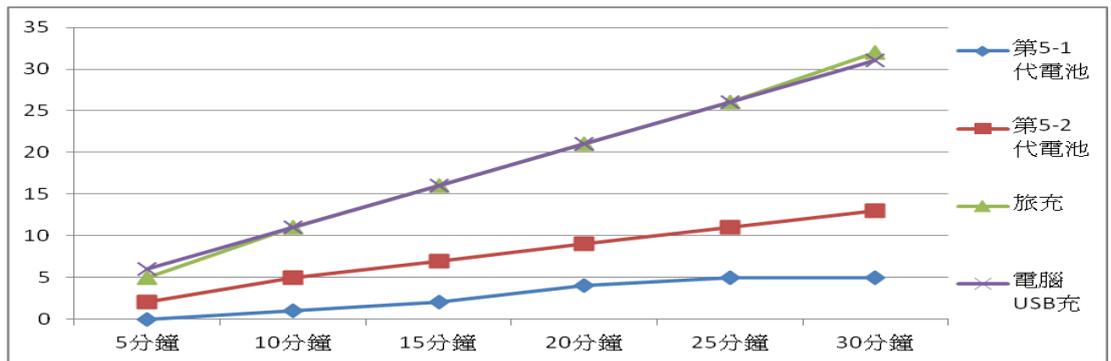
1. 第 5-1 代電池模組製作
 - (1) 鐵碗下面鑽邊長 3.9 公分的正方形，再將晶片黏在碗底，然後在鐵碗後方黏一條水管。
2. 第 5-2 代電池模組製作
 - (1) 任一容器底部挖一個邊長 3.9 公分的正方形，黏在晶片上方，最後在容器後固定一條水管。
3. 電池模組之測試(手機之電池容量為 1600mAh)



圖二十.第 5-2 代電池模組外觀

| 電源 \ 充電百分比 | 輸入 V | 輸入 A | 5 分鐘 | 10 分鐘 | 15 分鐘 | 20 分鐘 | 25 分鐘 | 30 分鐘 |
|------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 第 5-1 代電池 | 5.4 | 0.3 | 0% | 1% | 2% | 4 | 5% | 5% |
| 第 5-2 代電池 | 3.5 | 0.6 | 2% | 5% | 7% | 9 | 11% | 13% |
| 旅充 | 5.0 | 0.7 | 5% | 11% | 16% | 21% | 26% | 32% |
| 電腦 USB 充 | 5.3 | 0.4 | 6% | 11% | 16% | 21% | 26% | 31% |

表十四.第 5-1,5-2 代電池模組、旅充、電腦 USB 供電手機每時間單位內充電百分比對照數據



圖二十一.第 5-1,5-2 代電池模組、旅充、電腦 USB 供電手機每時間單位內充電百分比對照折線圖

4. 數據討論

這次實驗，主要是要將電池模組加以商品化，但在數據上卻非常的不理想，第五代電池最高只能輸出 3.5V 的電壓，及 0.6A 的電流。熱源電池平均每分鐘可充電池容量的 0.43% 的電量，若要將電池充飽約需 230 分鐘，與第四代電池模組落差極大。

5.分析第 5 代電池模組效率不增反降的理由

推測是因為第四代電池模組將熱源包住，可直接加熱晶片，而這次實驗，因為要加以簡單化，並沒有將其包住，再加上會有風吹，有幾段時間焰心是沒有朝著晶片的，使晶片難以加熱，效率當然就大大降低。

三、實作後續電池模組

(一) 第 6 代電池模組製作與測試

是第四代電池模組的商品化延伸，主要內容為包裝第四代。我們將第四代的各零件，直接改成一體成型，並且輸出方式並不僅侷限於 USB，輸出端變成電子接頭，不加以升壓，不但可以外接 USB 電池模組，也可以接上其他不同裝置所需的升壓模組，使其用途更廣泛。

1. 第 6 代電池模組製作

(1) 上方水容器

- i. 以碗為模子，將塑鋼土抹在碗外
- ii. 將圈足上的塑鋼土撥掉
- iii. 定型後，進行脫模。

(2) 底座

- i. 以杯子為模子，將塑鋼土抹在杯子外
- ii. 將杯底的塑鋼土抹掉
- iii. 將杯身近杯底的些許塑鋼土，抹掉一個拱門形狀。
- iv. 定型後，進行脫模。

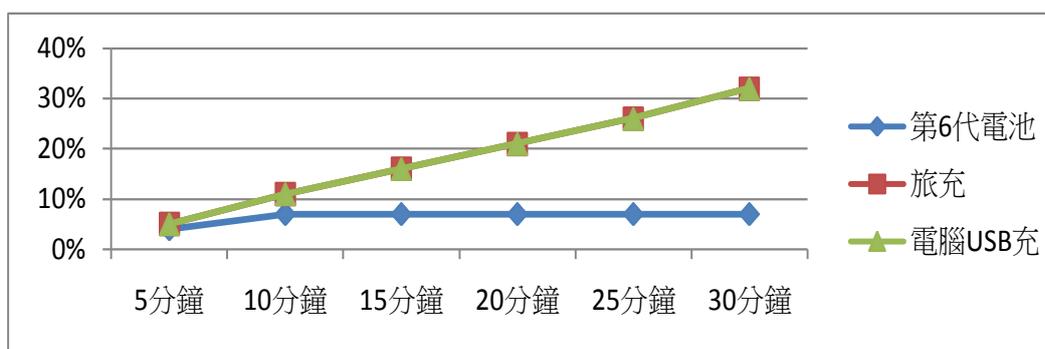


圖二十二.6 代電池模組外觀

2. 電池模組之測試(手機之電池容量為 1600mAh)

| 電源 | 充電百分比 | 輸入 V | 輸入 A | 5 分鐘 | 10 分鐘 | 15 分鐘 | 20 分鐘 | 25 分鐘 | 30 分鐘 |
|----------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 第 6 代電池 | | 5.5 | 0.25 | 4% | 7% | 7% | 7% | 7% | 7% |
| 旅充 | | 5 | 0.7 | 5% | 11% | 16% | 21% | 26% | 32% |
| 電腦 USB 充 | | 5.3 | 0.4 | 5% | 11% | 16% | 21% | 26% | 32% |

表十五. 第 6 代電池模組、旅充、電腦 USB 供電手機每時間單位內充電百分比對照數據表



圖二十三. 第6代電池模組、旅充、電腦USB供電手機每時間單位內充電百分比對照折線圖

3. 實驗討論

這次經過商品化的產品，輸入的電流非常的低，只有 0.25V，雖然一開始的情況還不錯，但是實驗進行到第 10 分鐘後，就沒有繼續充電了，我們猜想是因為在包裝填土的過程中，犧牲了一些致冷晶片的表面積，使得發電電流減少，再加上隨著水溫升高，輸出的電流也愈來愈少，到最後電流太低，無法達到手機電流的最低需求，無法為手機充電。

另一個原因，去年實驗材料為 12706AJ 每片晶片 200 元，今年選用晶片為 12706，每片晶片 100 元，節省了材料費卻犧牲了效能。

(二) 第7代電池模組製作與測試

我們在第六代的數據上發現輸出的電流太低了，所以我們這次製作的電池模組，目的為提升輸出電流。我們利用了兩片製冷晶片，探討致冷片之間的串聯或並聯是否會影響到充電的效能，是否能提高輸出的電流。



圖二十四. 7代電池模組外觀

1. 實驗步驟

- (1) 將塑鋼土捏成 8 個梯形，每 4 個為 1 組，各組成大、小兩個無底的四角柱
- (2) 將四角柱堆成沙漏狀，柱腰處塞入兩片致冷晶片。
- (3) 用塑鋼土將接合處抹平。

2. 實驗結果(手機之電池容量為 1600mAh)

(1) 串(並)聯之抉擇

| | 電壓 V | 電流 A |
|----|------|------|
| 串聯 | 2.6 | 0.25 |
| 並聯 | 1.4 | 0.65 |

表十六. 兩片致冷晶片並、串聯輸入電流、電壓數據表

從以上表格中我們可以得出兩個結論：

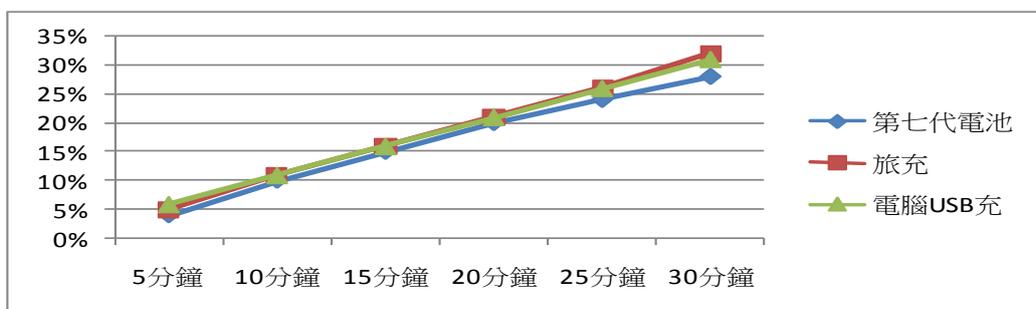
- i. 串聯時，電壓會升高
- ii. 並聯時，電流會升高

若使用串聯，即使電壓升高了，最後經過升壓模組，電壓還是會統一為 5.5V，所以串聯並不適合。若使用並聯，能使電流升高，符合我們的目標，將可提升充電效率。

(2) 測試

| 電源 \ 充電百分比 | 輸出 V | 輸出 A | 5 分鐘 | 10 分鐘 | 15 分鐘 | 20 分鐘 | 25 分鐘 | 30 分鐘 |
|------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 第七代電池 | 5.5 | 0.65 | 4% | 10% | 15% | 20% | 24% | 28% |
| 旅充 | 5 | 0.7 | 5% | 11% | 16% | 21% | 26% | 32% |
| 電腦 USB 充 | 5.3 | 0.4 | 6% | 11% | 16% | 21% | 26% | 31% |

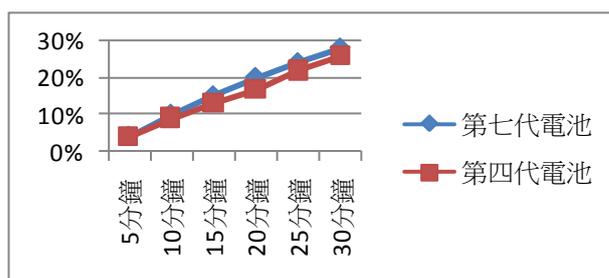
表十七.第 7 代電池模組、旅充、電腦 USB 供電手機每時間單位內充電百分比對照數據表



圖二十五.第 7 代電池模組、旅充、電腦 USB 供電手機每時間單位內充電百分比對照折線圖

3. 實驗討論

這次實驗，各個電源輸出都還算穩定，但是因為蠟燭後勁較強，電流愈來愈高。第 7 代電池最高可以輸出 5.5V 的電壓，及 0.65A 的電流，表現比第 4 代電池還更出色，第四代平均每分鐘可充電池容量的 0.83% 的電量，將手機充飽需 120 分鐘，而第 7 代平均每分鐘可充電池容量的 0.93% 的電量，將手機充飽需 107 分鐘，效率是第 4 代的 1.1 倍，所以我們之後可能會朝晶片並聯的方向繼續製作電池模組。



圖二十六. 第 4 代、第 7 代電池模組供電手機每時間單位內充電百分比折線圖

四、比較第 7 代電池模組與 10 年內相關研究差異

| 相關研究比較 | 最大輸出 | | | |
|---|---|------|------|------|
| | 伏特 | 安培 | 瓦 | |
| 本研究的第 7 代電池模組 | 5.50 | 0.65 | 3.58 | |
| 普羅米修斯，借個電吧 ~手機免插電，碰火就來電~ (████ 市 47 屆科展 / 優選) | 5.80 | 0.60 | 3.48 | |
| 鐵皮屋嘛~發電喔 (中華民國 50 屆科展 / 最佳創意獎) | 0.34 | 0.06 | 0.02 | |
| FlameStower (為一已販售之商品實體) |  | 5.00 | 0.40 | 2.00 |
| tPOD1 (亦為一已販售之商品實體) |  | 5.00 | 0.30 | 1.50 |
| 熱電發電的探討及熱電元件之新應用 (中華民國 47 屆科展) | 0.50 | | | |

陸、實驗討論統整

| 實驗 | 討論 |
|----------------|---|
| 第 6 代電池模組製作與測試 | 這次經過商品化的產品，輸入的電流非常的低，應該是在包裝填土的過程中，犧牲了一些致冷晶片的表面積，減少了發電面積 |
| 第 7 代電池模組製作與測試 | 第 7 代電池最高可以輸出 5.5V 的電壓，及 0.65A 的電流，表現比第 4 代電池還更出色，將手機充飽需 107 分鐘 |

柒、結論

一、實驗結論

(一) 黃金配方

1. 勿使用受熱面材。
2. 以水做為冷卻材料效果最好，既方便取得又便宜。
3. 一定要有東西圈住火源，以免熱能散失，導致晶片受熱端溫度不夠。
4. 使用兩個晶片時應使用並聯，讓產電量能夠大而穩定。

(二) 製作產品與效能測試

產品做好後，隨著第一代、一代一代漸漸修正、調整及嘗試，從一開始沒有電壓，一直到 5V 電壓，為了商品化再到第六、七代電池模組，已漸漸改良變得方便攜帶。且利用晶片的並聯又獲得較強較穩定的電流，日後可以繼續嘗試並聯晶片，繼續研發相關模組。

二、整體結論

由於致冷晶片是利用兩面的溫差發電，所以些微的加熱(冷卻)環境變化，就能明顯的影響實驗結果，因此實驗環境的控制對實驗結果的正確性有相當大的關係，為了精準控制溫差，我們進行多項變因的實驗，最後我們製作出可隨身攜帶的熱源電池，只要野外有火，有水，就可以進行發電，並穩定為手機充電。

三、後續發展建議

(一) 產品的改良建議

1. 產品結構體造型設計不夠友善，可以再朝向人性化的使用，考量方便性與攜帶性。
2. 產品結構體過於脆弱，目前使用易於塑型的塑鋼土製作，若日後功能穩定，可考慮使用其他較堅硬的材料或應用陶瓷，結合陶瓷文化產業。
3. 若熱源無法穩定，則輸出電流較不穩會易傷電池，因此熱源盡量選取穩定。
4. 晶片的效能是否可以突破才是擴大應用範圍的關鍵，可以直接選用專門發電的發電晶片而不是非主要功能的致冷晶片。

(二) 商品化的建議

1. 如要繼續發展，應朝野外營火外掛式構造發想，不需特別點火發電，使用架子，架於營火邊，再加上鐵片傳導至晶片，變成「順便充電」，而非「特意充電」。
2. 如要商品化，必須朝廢熱回收的方向思考，擴增使用的經濟效益，除了野外露營時可利用營火加熱晶片替手機等 3C 產品充電、熱煤油燈加熱晶片充當收音機的電源等。亦可用於製造業、汽機車或家庭用電的廢熱回收發電。若能夠加上電容，熱源轉換後不需當下使用，可以儲存電能，又更加實用。

捌、參考資料文獻

- 一、楊宏祥、朱韋亭與許棠菱(民 99)。鐵皮屋嘛ㄟ發電喔！。第 50 屆中小學科學展覽會國小組地球科學科參展作品
- 二、刘学文(民 102)。荒野求生，看 FlameStower 用火给手机充电。民 102 年 10 月 4 日，取自：<http://www.ifanr.com/354902>
- 三、曹豐麟等人(民 103)。普羅米修斯，借個電吧~手機免插電，碰火就來電~。第 47 屆中小學科學展覽會國小組自然與應用科學科參展作品
- 四、黃奕中與黃友萱(民 101)。致冷晶片之研究。全國高級中等學校小論文寫作比賽參展作品。
- 五、邱偉豪(無日期)。致冷晶片原理與應用。民 104 年 3 月 20 日，取自：
<http://ecaaser3.ecaa.ntu.edu.tw/weifang/labmeeting/lm/DATA/071019/%E8%87%B4%E5%86%B7%E6%99%B6%E7%89%87%E6%87%89%E7%94%A8%E8%88%87%E5%8E%9F%E7%90%86.ppt>
- 六、無名氏(民 102)。半導體致冷片。民 104 年 3 月 20 日，取自：
<http://www.twiki.com/wiki/%E5%8D%8A%E5%B0%8E%E9%AB%94%E8%87%B4%E5%86%B7%E7%89%87>

【評語】 030818

能不斷改進自己的設計，提升效能，富有研究精神。