

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 自然科

第三名

081516

來電傳晴－新式樣能源環保電池初探

學校名稱：臺南縣關廟鄉五甲國民小學

|   |                     |
|---|---------------------|
| 作者：<br>小五 柯俊廷<br>小五 李炘樺<br>小五 黃上豪<br>小五 高逸絢<br>小五 曾秀婷<br>小五 洪嘉欣 | 指導老師：<br>謝文山<br>劉炳告 |
|---|---------------------|

關鍵詞：席倍刻效應 熱電晶片 替代能源

## 壹、摘 要

這是對新式樣能源環保電池的可行性探討

發電原理首先排除法拉第的電磁感應(發電機原理)與伏特的化學電池。

聰明如您，可以先猜猜我們是運用何種發電原理

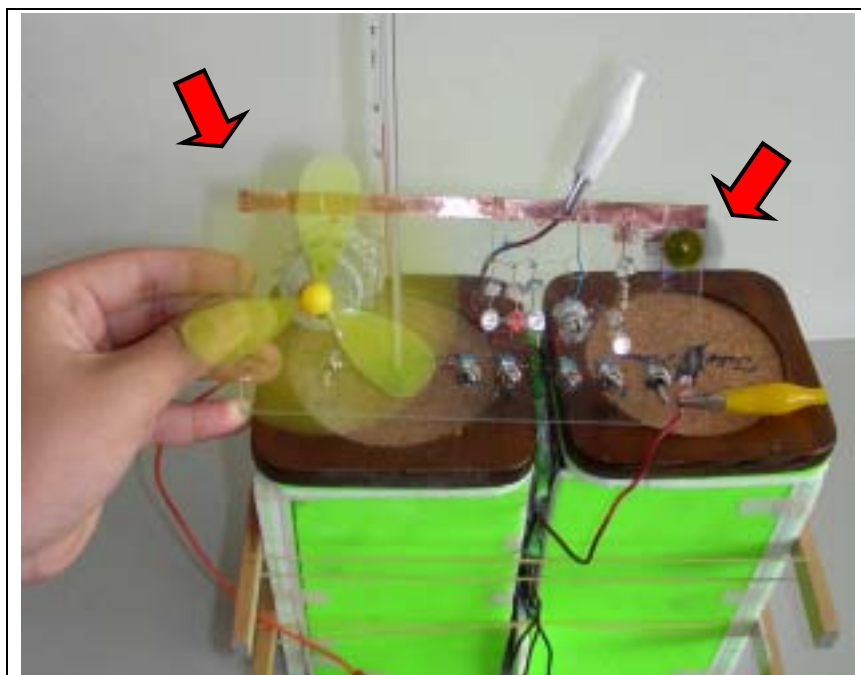
我們探討的主題是：如何有效的運用“冷熱”來發電！

以席倍刻、比爾帝兩人所構築“熱電效應”為基礎，巧搭材料科學的進步使我們夢想得以成真。

席倍刻電壓是極微小的，對發電效能無能為力；我們適時的研讀、尋找新一代的熱電材料 熱電晶片 原本用於電腦 CPU 的散熱，當作電力輸出的關鍵零組件，組裝冷熱箱，改良實驗裝置，使得溫差 2 度即可產生“可觀測電壓”而原本無法測得的微量電壓，成為啟動微型馬達、高亮度 LED、一般馬達與測得電壓達 3V 以上。

另由於輸出電能無法即時儲存，遂巧思以市售“手搖手電筒”內簡單線路作為存能裝置，有效存取電能。

事實上，這是一個成功的物理性電池，對於綠色環保與永續資源利用有一定研究開發潛力。



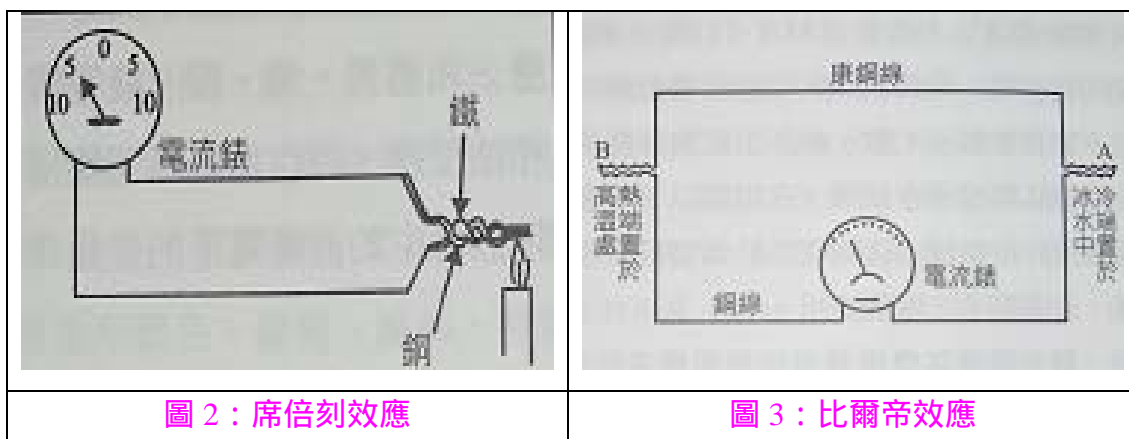
## 貳、研究動機

『好熱!!』『地球在發燒!!』<sup>(6、7)</sup>.....

近年來以溫室效應所引起的氣候異常、替代能源的開發與資源永續利用等議題，時時見諸媒體。想想！既然地球都已經這麼“熱”了，何不好好的利用這些“熱”呢！在此思維模式下，逐漸的拓展成我們科展所探索的主題 何不以“熱”來發電呢？這想法的可行有多高呢？

### 緣起 來自高溫溫度計的提示

1820 年科學家席倍刻觀察到一個有趣的現象：兩條不同材質的導線一端相互絞合，在絞合處加熱，會觀察到電流計的指針有偏轉的情況，此現象以科學家之名稱為席倍刻效應(Seebeck, 圖 2)。隨後於 1834 年擴展成比爾帝效應(Peltier, 圖 3)，這二個效應可以合稱熱電效應。



該效應常應用於一般酒精溫度計所無法量測的高溫 這在說明一件事實：該效應所產生的席倍刻電流(電壓)是非常微弱的 這是我們多次失敗後得到的認知。

事實上，席倍刻、比爾帝效應給我們一個重要的提示 它說明以“冷熱”發“電”的可能性。

我們嘗試對此原理進行摸索、探究與實驗，得到一些精彩的結果。結論指出：利用該效應所研發的電力與儲能方式可以成為新式樣的能源環保電池。

## 參、研究目的

- 一、探討席倍刻效應所產生的電壓與實際應用的可行性評估。
- 二、嘗試以市售熱電材料 熱電晶片取代傳統席倍刻實驗的研究。
- 三、研究熱電晶片可否有效產生電壓、存蓄能量，替代電池成為新樣態的儲能元件。
- 四、熱電晶片受環境影響因素及不穩定因素探討。
- 五、探討熱電晶片在溫度差異多“微小”時，即可產生“可觀測”電壓、並有效進行的充電。
- 六、探討熱電晶片可否視同電池，進行串聯，增強電壓輸出之研究。

## 肆、研究設備及器材

### 一、實驗器材

銅板、砂紙、馬達、發光二極體(LED)、電烙鐵、錫、冰塊、鹽巴、保溫器具、銅鐵線、溫度計、電湯匙、漆包線、電子零件、手搖式手電筒、酒精燈、熱電晶片、三用電表、美工刀、紙、尺、筆、數位相機、電腦與相關軟體

### 二、DIY 研究設備組裝圖

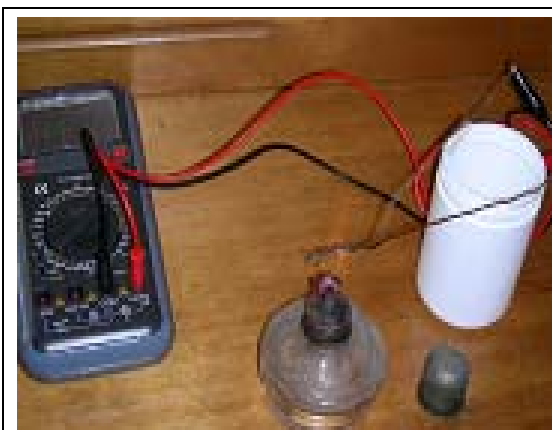


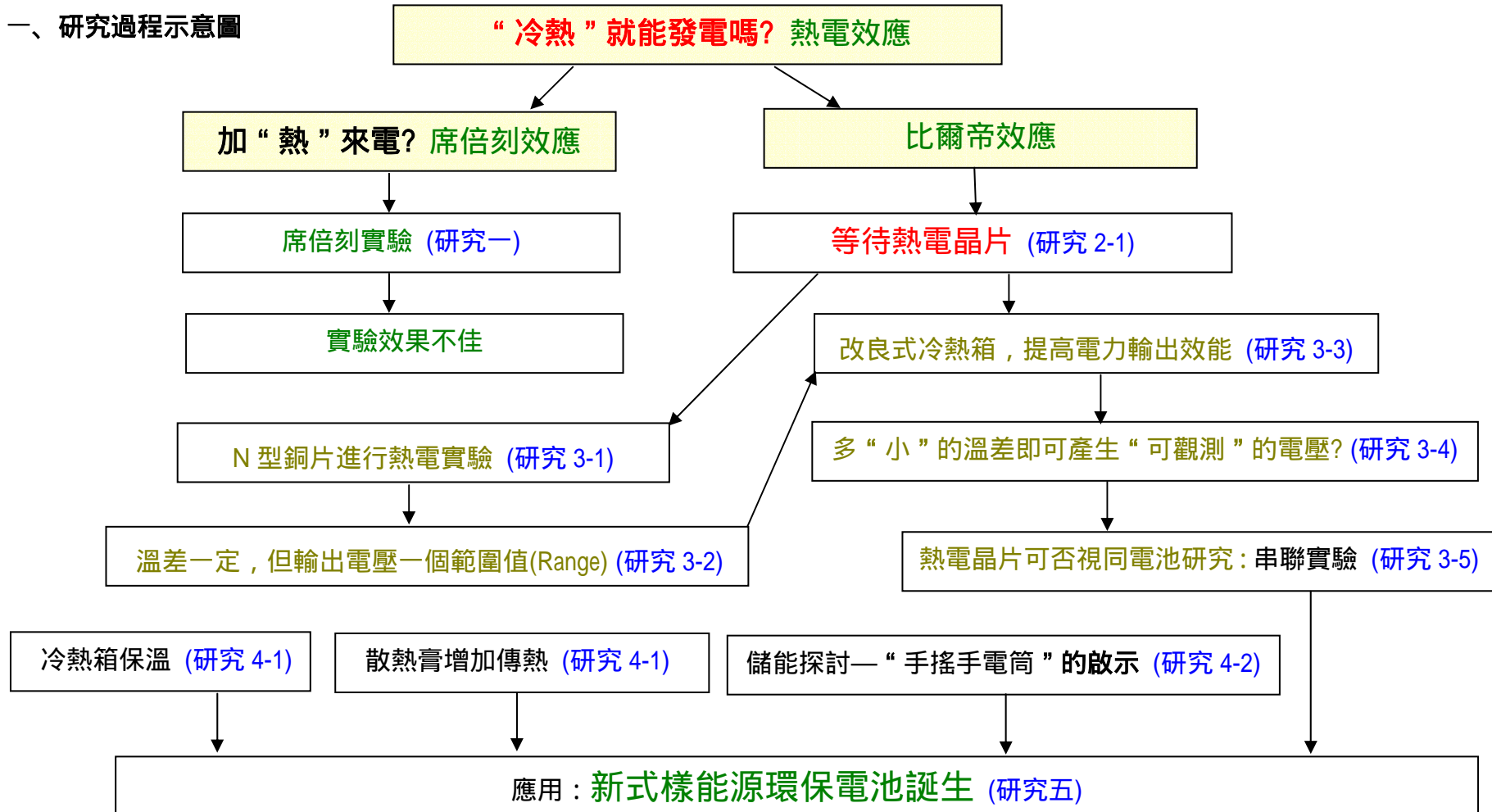
圖 4：席倍刻效應組裝圖



圖 5：比爾帝效應組裝圖

## 伍、研究過程與方法

### 一、研究過程示意圖



## 二、研究方法

### 研究一、初識“席倍刻”

準備銅線、鐵線與鍍錫線，嘗試進行席倍刻實驗(圖 6)，期許點亮 LED 燈與啟動微型馬達，其結果頗令人失望，甚至連一般的三用電表都無法量到如此低的電壓。改以高靈敏度三用電表測試，發覺最高輸出電壓僅僅只有 0.03~ 0.07mV (圖 7)，根本無法點亮 LED 燈與微型馬達。

實驗過程中也觀察到：

- 1.燈焰易受空氣擾動影響，無法固定於一處，使得電表讀值不穩定。
- 2.無法有效量測火燄溫度為何。

若改用其他線材則有材質特殊、不易取得且價格昂貴等問題。該實驗，並無法獲致令人滿意的結果。

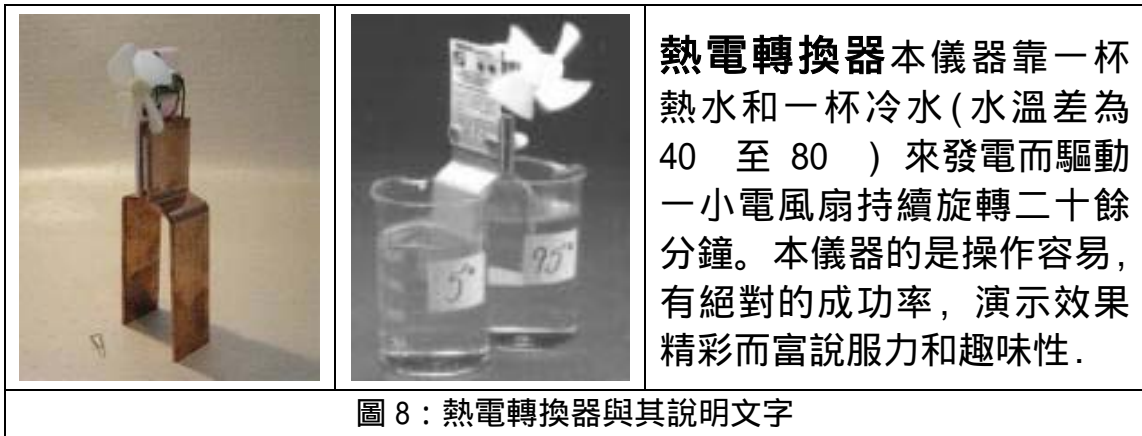


### 研究二、尋找關鍵零組件

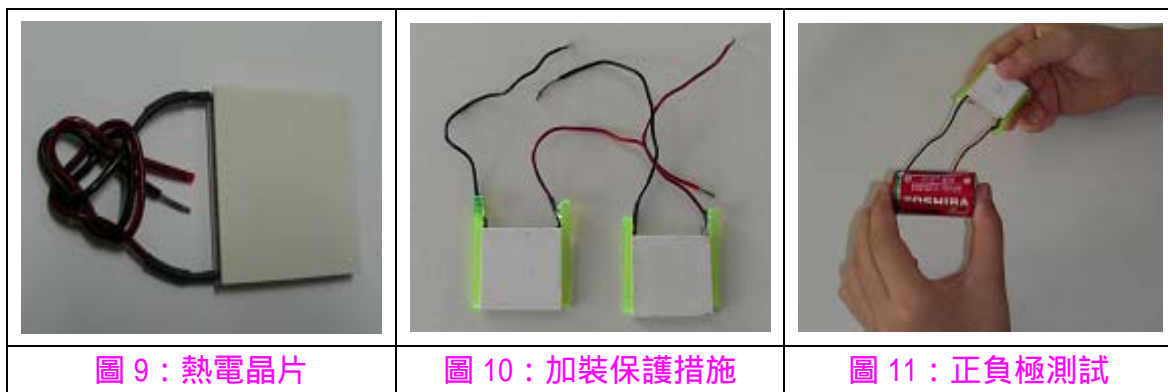
#### 研究 2-1：等待熱電晶片

本已萌生更換研究主題，然拜網路資訊流通之賜，經由“關鍵字”搜尋，彙集到 4 篇主要的資訊，提到以熱電效應所研發出新的熱電材料，已應用在電腦 CPU 的散熱器(圖 9)，這倒是引起我們的注意。

曾在香港的網站看到一種有趣的教具“熱電轉換器<sup>(4)</sup>”(圖 8)，它是利用冷熱來驅使轉動風扇葉片的小玩具。原以為是單純的兩片銅片接觸就可以產生電力。在此，我們聯想到放在電腦 CPU 上的熱電晶片會不會是就是放在“熱電轉換器”上的關鍵零件呢？



由於**熱電效應強烈暗示“熱”可以生“電”的事實**。直覺告訴我們,此熱電晶片就是“熱電轉換器”內的重要零件,我們決定DIY此一實驗。取得熱電晶片後,首先以1.5V電池連接熱電晶片紅黑線2端(紅接正、黑接負),發現晶片一面變冷、一面微微變熱;正負極反接(紅接負、黑接正)情形會互換,原先變冷的一面會轉為變熱的一面(圖11),這說明**熱電晶片的冷熱面是由電池正負極所決定,或著說他本身是沒有冷熱面的分別。**



## 研究 2-2：DIY 熱電實驗

剪裁適當的紅銅片 2 塊(3X30cm<sup>2</sup>, 厚 2mm, 經詢問金工廠老闆, 導熱性紅銅優於其他材質: 黃銅、鋁、白鐵等, 基於經費有限我們只選擇紅銅), 彎折成所須的“N 型”, 作為傳熱用。(圖 12~13)

以夾子固定紅銅片與熱電晶片, 將銅片 2 端分別置入冷與熱的燒杯中。其中冷端放入冰塊與食鹽(冰鹽浴), 熱端加入熱開水並分別插入溫度計, 中間以毛巾當作隔熱(圖 14~15)。熱電晶片紅黑線 2 端可接上小馬達或三用電表 (圖 16~17)

**I Got You!!就是它, 歷時半年, 才一會兒工夫, 就首度看到它轉動, 證實我們的想法是正確的 它果然是關鍵零組件。**在此我們並不量測風扇轉速的快慢, 它十分的不準確, 而採更簡捷的量測方式 三用電表直接測電壓<sup>(3)</sup>。



### 研究三、探討溫差與電壓的關係

#### 研究 3-1：N 型傳熱銅片

組織熱電實驗，將導熱銅片 2 端分別放入燒杯，內加入室溫等量的水，其中一燒杯以酒精燈加熱(熱端)，觀察熱電晶片電壓的變化。研究室溫(23 )加熱至 90 度再降溫至 40 度，以了解冷熱溫差與電壓的關係。(圖 18)





表 1：N 型銅片升溫實驗數據

| 升溫 |    |        |       |     | 升溫 |    |        |       |     |
|----|----|--------|-------|-----|----|----|--------|-------|-----|
| 高溫 | 低溫 | 電壓(mV) | 溫差( ) | 電壓* | 高溫 | 低溫 | 電壓(mV) | 溫差( ) | 電壓* |
| 23 | 23 | 2      | 0     | 0   | 65 | 23 | 255    | 42    | 253 |
| 25 | 23 | 4      | 2     | 2   | 70 | 23 | 293    | 47    | 291 |
| 30 | 23 | 32     | 7     | 30  | 75 | 23 | 331    | 52    | 329 |
| 38 | 23 | 79     | 15    | 77  | 80 | 23 | 362    | 57    | 360 |
| 45 | 23 | 122    | 22    | 120 | 85 | 24 | 390    | 61    | 388 |
| 52 | 23 | 165    | 29    | 163 | 87 | 24 | 417    | 63    | 415 |
| 59 | 23 | 215    | 36    | 213 | 90 | 24 | 435    | 66    | 433 |
| 65 | 23 | 255    | 42    | 253 | 94 | 24 | 464    | 70    | 462 |

在此等溫加熱的實驗中，觀察到竟然沒有溫差也有電壓的存在，可能是三用電表未校正，產生“背景電壓”，因此我們以電壓(V)\*表示校正後， $\text{電壓(V)*} = \text{電壓(mV)} - \text{背景電壓(2mV)}$ 。

表 2：N 型銅片降溫實驗數據

| 降溫 |    |        |       |     | 降溫 |    |        |       |     |
|----|----|--------|-------|-----|----|----|--------|-------|-----|
| 高溫 | 低溫 | 電壓(mV) | 溫差( ) | 電壓* | 高溫 | 低溫 | 電壓(mV) | 溫差( ) | 電壓* |
| 94 | 24 | 464    | 70    | 462 | 55 | 24 | 252    | 31    | 250 |
| 89 | 24 | 454    | 65    | 448 | 54 | 24 | 237    | 30    | 235 |
| 83 | 24 | 418    | 59    | 416 | 53 | 24 | 222    | 29    | 220 |
| 79 | 24 | 395    | 55    | 393 | 51 | 24 | 211    | 27    | 209 |
| 75 | 24 | 373    | 51    | 371 | 50 | 24 | 199    | 26    | 197 |
| 71 | 24 | 356    | 47    | 354 | 48 | 24 | 189    | 24    | 187 |
| 67 | 24 | 346    | 43    | 344 | 47 | 24 | 179    | 23    | 177 |
| 65 | 24 | 324    | 41    | 322 | 45 | 24 | 169    | 22    | 167 |
| 62 | 24 | 303    | 38    | 301 | 44 | 24 | 160    | 21    | 158 |
| 60 | 24 | 279    | 36    | 277 | 43 | 24 | 148    | 20    | 146 |
| 57 | 24 | 266    | 33    | 264 | 42 | 24 | 138    | 19    | 136 |
| 55 | 24 | 252    | 31    | 250 | 41 | 24 | 126    | 18    | 124 |

表 1 為升溫，我們每 3 分鐘讀取一次數據；表 2 為降溫，起初每 3 分鐘讀取一次數據，可是愈接近室溫降溫愈慢，改為每降 1 度讀取一次數據，降溫曲線取得數據較多。(注意低溫區幾乎維持一定)

再整理表 1、2 以其中的溫差( )與電壓\*做一曲線圖(圖 19)。圖中藍線為表 1 之升溫曲線，粉紅線為表 2 之降溫冷卻曲線。

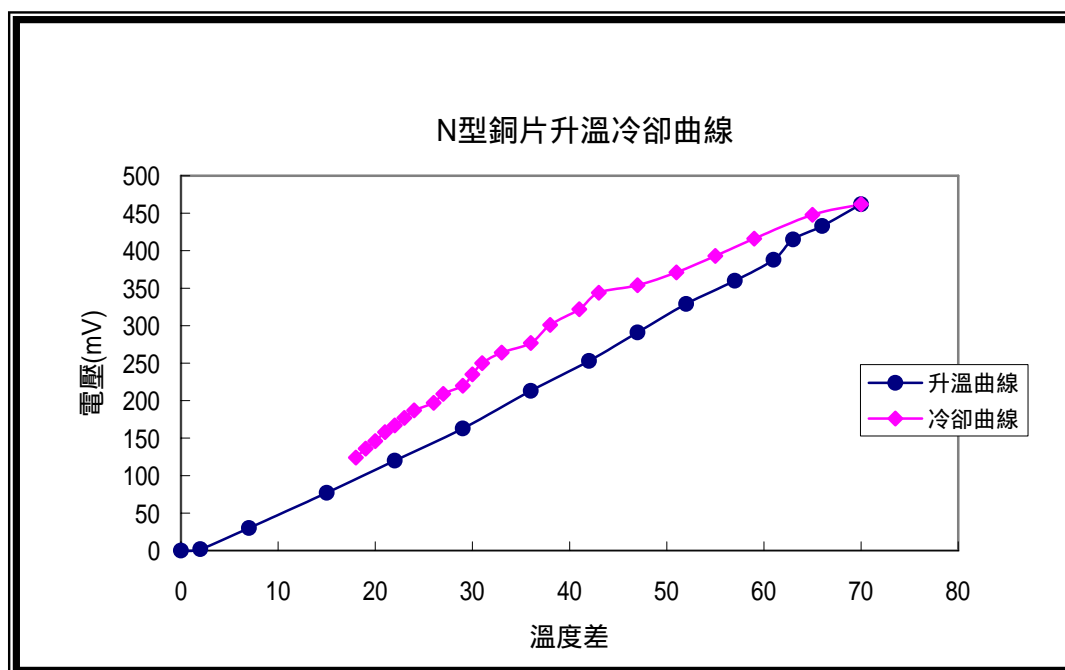


圖 19：N 型銅片升降溫曲線(電壓\* V.S.溫差)

從對照升、降溫數據與曲線發現：

- 1.冷熱溫差越大所得的電壓也隨之增大，個別的升溫曲線與冷卻曲線有近乎屬於線性關係。
- 2.溫差達 70 (高溫 94 ，低溫 24 )最大觀測電壓 0.46V。
- 3.我們很訝異的觀察到：升溫與冷卻曲線不會重疊成一直線，這和我們原先的想法 我們以為相同的溫差會對應到相同的電壓值 有點落差。

特別將表 1、2 中相同溫差部份以橘色底標出，數據整理如表 3：

表 3：升降溫，同一溫差有 2 個不同的電壓值

| 溫度差 $\Delta T$<br>( ) | 升溫     | 降溫     |
|-----------------------|--------|--------|
|                       | 電壓(mV) | 電壓(mV) |
| 22                    | 120    | 167    |
| 29                    | 163    | 220    |
| 36                    | 213    | 277    |
| 47                    | 291    | 354    |

這在說明(表 3)：同一溫差所對應到的電壓不一定相同，例如：溫差 47 電壓分別為 291(升溫)、354mV(降溫)，好奇使我們進行以下實驗！

### 研究 3-2：電壓與溫差( $\Delta T$ )的關係

此研究在探討 $\Delta T$ 維持一定時，電壓是否也維持一定值呢？

表 4：溫差一定“電壓是否為定值”之數據

| 使用 N 型銅片，每 2 分鐘紀錄一次數據(電壓以 mV 為單位) |    |            |     |    |    |            |     |    |    |            |     |
|-----------------------------------|----|------------|-----|----|----|------------|-----|----|----|------------|-----|
| 高溫                                | 低溫 | $\Delta T$ | 電壓  | 高溫 | 低溫 | $\Delta T$ | 電壓  | 高溫 | 低溫 | $\Delta T$ | 電壓  |
| 27                                | 8  | 19         | 194 | 26 | 8  | 18         | 152 | 25 | 8  | 17         | 152 |
| 27                                | 7  | 20         | 172 | 26 | 8  | 18         | 150 | 26 | 8  | 18         | 148 |
| 27                                | 7  | 20         | 171 | 26 | 8  | 18         | 144 | 25 | 9  | 17         | 154 |
| 26                                | 7  | 19         | 172 | 26 | 8  | 18         | 144 | 26 | 9  | 18         | 148 |
| 26                                | 7  | 19         | 164 | 26 | 8  | 18         | 146 | 25 | 9  | 16         | 146 |
| 26                                | 7  | 19         | 157 | 26 | 8  | 18         | 147 | 25 | 9  | 16         | 151 |
| 26                                | 8  | 18         | 159 | 26 | 8  | 18         | 143 | 25 | 9  | 16         | 148 |
| 26                                | 8  | 18         | 156 | 25 | 8  | 18         | 146 | 25 | 9  | 16         | 137 |

低溫區使用室溫水加冰塊維持溫度，高溫區為室溫水。儘量維持溫度的穩定。

表 5：溫差一定，電壓差\* (mV)為一範圍(整理表 4 得)

| $\Delta T$ | Max 電壓 | Min 電壓 | 電壓差* | 平均電壓差(mV) |
|------------|--------|--------|------|-----------|
| 20         | 172    | 171    | 1    | 171.5     |
| 19         | 172    | 157    | 15   | 171.75    |
| 18         | 159    | 143    | 16   | 148.58    |
| 17         | 154    | 152    | 2    | 153       |
| 16         | 151    | 137    | 14   | 145.5     |

其中電壓差\* = Max 電壓 - Min 電壓；平均電壓差為表 3 中同一溫差所有電壓的平均值

由表 5 觀察到：使用熱電晶片進行熱電實驗，相同的溫差“不會”對應到相同的電壓值而是呈現出一個範圍差值。推敲其可能因素與熱電晶片、N 型銅片傳熱及是否達熱平衡有關，細節需要日後更深入的研究。

### 研究 3-3：製作冷熱箱—提高電力輸出效能

上述實驗告訴我們，電壓的差值不是定值反而呈現出一個範圍，如何才能使電壓出現在 Max 電壓而不是 Min 電壓？多次實驗的經驗告訴我們：N 型銅片暴露、接觸空氣的部分易受環境影響，無法發揮熱電晶片輸出電能的效益(圖 20)，於是我們製作冷熱箱，希望藉此提高效率(圖 21-22)。



圖 20：N 型銅片易受環境影響部份(綠框處)

圖 21：以紅銅片製作 2 組冷熱箱

圖 22：將接觸面以水砂紙磨光

實驗步驟：組織熱電實驗，放置熱電晶片，在冷熱箱中放置等溫等量的水，熱箱中插入電湯匙加熱，觀察電壓值的變化。

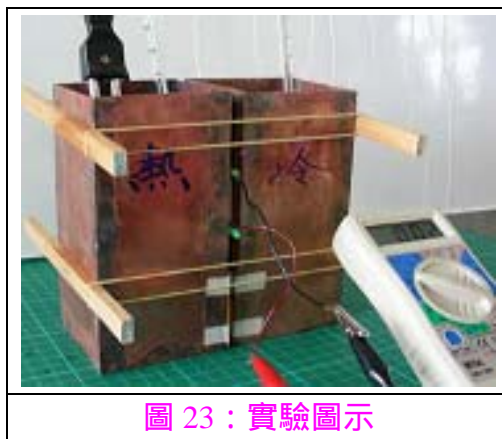


圖 23：實驗圖示

表 6：改良式冷熱箱進行同溫升溫實驗數據

| 低溫箱溫度維持 27 (3/26) |                  |       |        |       |                  |       |        |
|-------------------|------------------|-------|--------|-------|------------------|-------|--------|
| 高溫( )             | 溫差( $\Delta T$ ) | 電壓(V) | 電壓(V)* | 高溫( ) | 溫差( $\Delta T$ ) | 電壓(V) | 電壓(V)* |
| 27                | 0                | 0.02  | 0      | 39    | 12               | 0.43  | 0.41   |
| 28                | 1                | 0.02  | 0      | 40    | 13               | 0.45  | 0.43   |
| 29                | 2                | 0.06  | 0.04   | 41    | 14               | 0.47  | 0.45   |
| 30                | 3                | 0.13  | 0.11   | 42    | 15               | 0.5   | 0.48   |
| 31                | 4                | 0.18  | 0.16   | 43    | 16               | 0.52  | 0.5    |
| 32                | 5                | 0.22  | 0.2    | 44    | 17               | 0.54  | 0.52   |
| 33                | 6                | 0.26  | 0.24   | 45    | 18               | 0.56  | 0.54   |
| 34                | 7                | 0.29  | 0.27   | 46    | 19               | 0.58  | 0.56   |
| 35                | 8                | 0.33  | 0.31   | 47    | 20               | 0.6   | 0.58   |
| 36                | 9                | 0.35  | 0.33   | 48    | 21               | 0.62  | 0.6    |
| 37                | 10               | 0.38  | 0.36   | 49    | 22               | 0.64  | 0.62   |
| 38                | 11               | 0.41  | 0.39   | 50    | 23               | 0.66  | 0.64   |

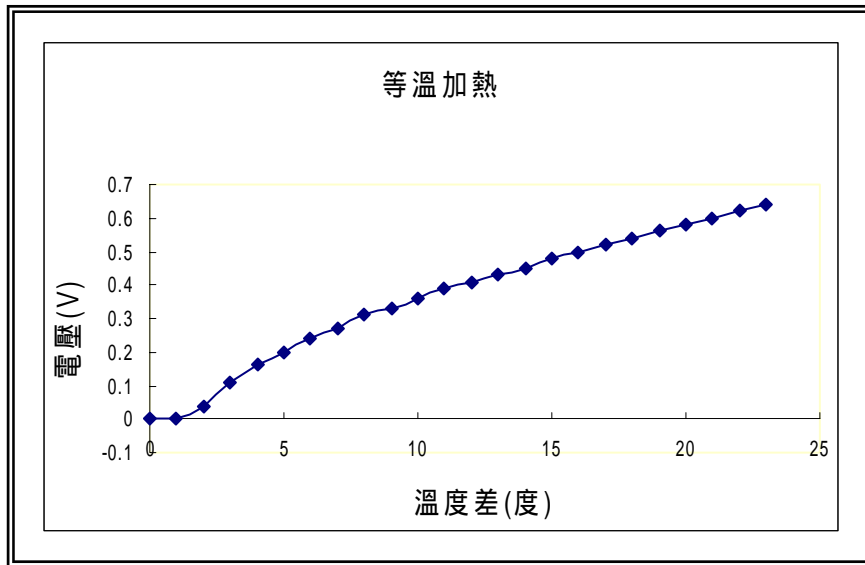


圖 24：改良式冷熱箱等溫加熱 $\Delta T$  與電壓(V)\*之關係

圖 24 可觀察到溫差 5 以下，電壓值並不穩定，這是可以理解的，在電湯匙加熱過程中初期整個熱箱中水溫分佈不均而使銅片傳熱效能不一致，遂使熱電晶片受熱不均；溫差 5 以上水的對流較佳，使得銅片傳熱效果較佳。圖中升溫曲線清楚的看出呈線性關係。

改良式冷熱箱熱的傳導直接與晶片接觸，減少與環境互動的機會，產生的電壓較 N 型銅片優，我們以 N 型銅片與改良式冷熱箱進行多次熱電實驗，取每次最大溫差所獲得的電壓值，整理成表 7，再以表 7 製成圖 25。更可以看出此一趨勢。

表 7：N 型銅片與改良式冷熱箱比較溫差與電壓(單一熱電晶片)

| 實驗變因<br>數據<br>實驗種類/次數 | 高溫<br>( ) | 低溫<br>( ) | 溫差<br>( ) | 電壓<br>(V) | 備註      |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| N 型銅片 1               | 94        | 24        | 70        | 0.46      | 3/19(一) |
| N 型銅片 2               | 77        | -17       | 94        | 0.63      | 3/9(五)  |
| N 型銅片 3               | 76        | -18       | 94        | 0.76      | 3/2(五)  |
| 改良式冷熱箱 1              | 50        | 27        | 23        | 0.64      | 3/26(一) |
| 改良式冷熱箱 2              | 62        | 27        | 35        | 0.72      | 3/26(一) |
| 改良式冷熱箱 3              | 75        | -13       | 88        | 1.10      | 3/23(五) |
| 改良式冷熱箱 4              | 99        | -4        | 103       | 1.37      | 4/11(三) |

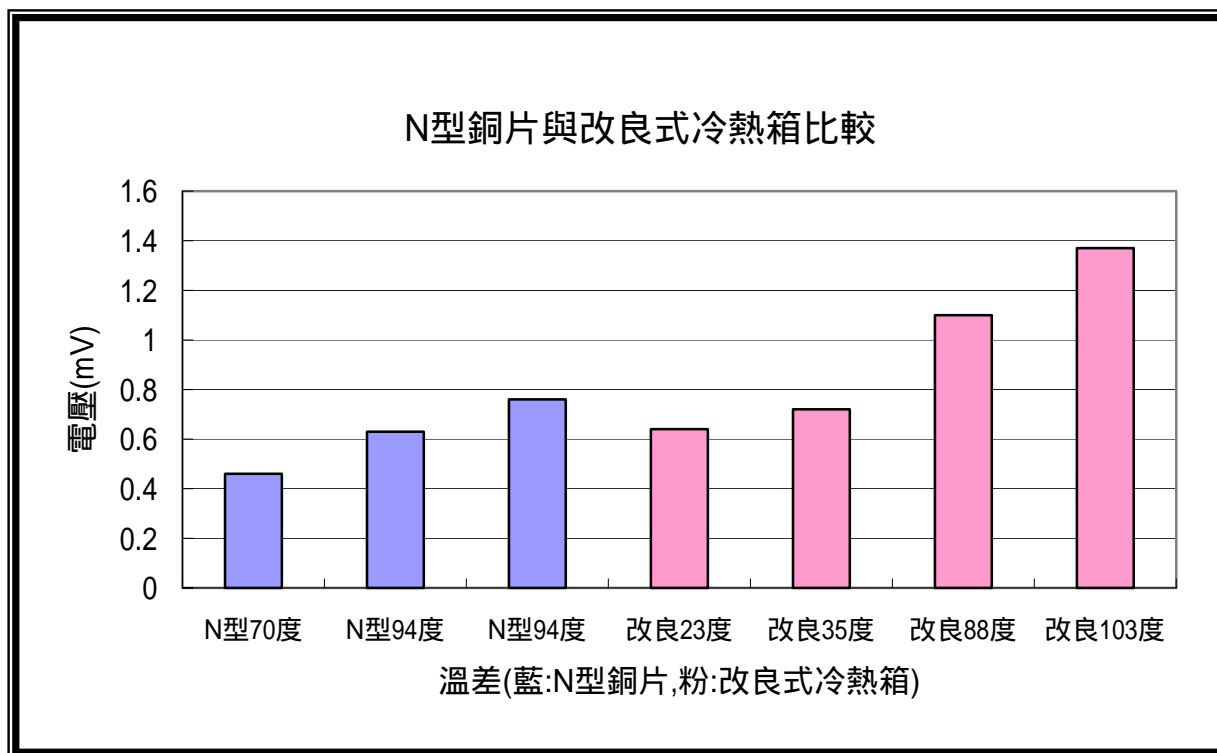


圖 25：N 型銅片與改良式冷熱箱比較(單一熱電晶片)

圖 25 清楚的看出：改良式冷熱箱溫差 88 電壓輸出就有 1.10V，而 N 型銅片溫差 94 電壓輸出僅 0.76V。

### 研究 3-4：多“小”的溫差即可產生“可觀測”的電壓？

我們頗為好奇，究竟“多微小”的溫差就可以產生三用電表“可量測”到的電壓？以改良式冷熱箱進行 5 次升溫的熱電實驗，取得數據如下：

表 8：多“小”的溫差即可產生“可觀測”的電壓

| 溫度差( ) | 實驗次數   |      |      |      |      | 平均電壓 (V) |
|--------|--------|------|------|------|------|----------|
|        | 電壓值(V) | 1    | 2    | 3    | 4    |          |
| 0      | 0      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0        |
| 1      | 0      | 0    | 0.01 | 0.04 | 0.01 | 0.012    |
| 2      | 0.04   | 0.04 | 0.08 | 0.07 | 0.04 | 0.054    |
| 3      | 0.07   | 0.11 | 0.12 | 0.10 | 0.06 | 0.092    |
| 4      | 0.09   | 0.16 | 0.15 | 0.13 | 0.08 | 0.122    |
| 5      | 0.11   | 0.2  | 0.18 | 0.16 | 0.1  | 0.15     |

觀察表 8 即可發現冷熱溫差達 2 就可用一般的三用電表觀察到電壓，這說明熱電晶片對溫差是非常敏感的，只要極微小的溫差就能獲致輸出電壓。

### 研究 3-5：熱電晶片可否“等同”電池？

既然熱電晶片可以有效的輸出電壓產生電力，那是不是可以像電池一樣進行“串聯”以增大輸出電壓，進而啟動一般馬達與 LED 燈呢？

既然熱電晶片欲等同電池，首先就是要判斷熱電晶片有無正負極之分？在研究 2-1 的試驗即已說明熱電晶片本身沒有正負極的區別，事實上其正負極與冷熱接觸面有關。要如何判斷實驗中熱電晶片的正負極呢？回答這問題不難，只需使用三用電表一切就迎刃而解(圖 26~28)。



圖 26：連接電表測試棒

圖 27：置入熱電晶片組

圖 28：添加冷熱端的水或冰

圖 29：三用電表測試

圖 30：讀值須為正

圖 31：連接正負極

表 9：熱電晶片組串聯實驗

| 實驗        | 高溫 | 低溫  | 溫差( ) | 電壓和*(V)     | 個別電壓和' (V)             |
|-----------|----|-----|-------|-------------|------------------------|
| 一 串聯 2 片  | 99 | -4  | 103   | <b>1.46</b> | 0.87+0.61= <b>1.48</b> |
| 二 先串聯 2 片 | 99 | -1  | 100   | <b>1.89</b> | 1.08+0.77= <b>1.85</b> |
| 再串聯 3 片   | 99 | -1  | 100   | <b>2.66</b> | 1.89+0.68= <b>2.57</b> |
| 三 先串聯 2 片 | 25 | -11 | 36    | <b>0.48</b> | 0.3+0.16= <b>0.48</b>  |
| 再串聯 2 片   | 25 | -11 | 36    | <b>0.61</b> | 0.37+0.24= <b>0.61</b> |
| 串聯 4 片    | 25 | -11 | 36    | <b>1.08</b> | 0.48+0.61= <b>1.09</b> |

電壓和\*為三用電表讀值；各別電壓和'為個別晶片三用電表讀值加總

熱電晶片“串聯”是否可以增大輸出電壓？實驗數據記錄於表 9：很顯然的，無論溫差大或小，串聯 2、3 與 4 片的熱電晶片組的電壓值(測量值)大約是個別的晶片的電壓值總和。

因為串聯後電壓增大，與一般電池經串聯後電壓增加情形一致，我們想“熱電晶片”應該可以等同電池的功能。

## 研究四、探討保溫與儲能

### 研究 4-1：加強冷熱箱的保溫與傳熱

從一開始熱電晶片成功啟動微型馬達以後，如何有效的保溫變成一個重要的課題，由於比較成功的實驗是在乍暖還寒的初春所進行，冷箱的保冷(零下 10 度)幾乎可達 1 小時，唯有熱端降溫太快(1 小時幾乎降了一半)。

嘗試以緻密性較高的珍珠板(學校活動剩餘，廢物利用)取代保麗龍板作為保溫材質效果尚佳。我們希望：保溫效果愈好，溫度差保持愈大，電壓的輸出愈大愈好。(圖 32~33)

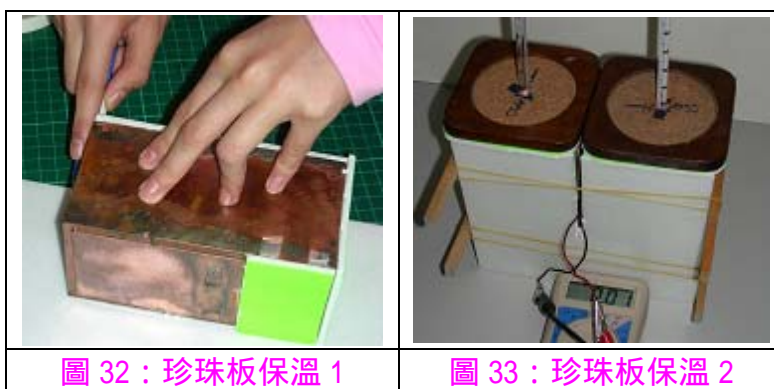


圖 32：珍珠板保溫 1

圖 33：珍珠板保溫 2

跟電腦 CPU 使用散熱膏一樣，使用它來加強銅片與晶片間的傳導，減少孔隙空洞(實驗常發生晶片無法與導熱銅片密合接觸)。另外，可以使用砂輪機將接觸銅面作簡單的拋光，增加傳熱效果。(圖 34~35)



圖 34：散熱膏

圖 35：塗抹散熱膏



## 研究 4-2：來自“手搖手電筒”的啟示—儲存電能的可行性？

“產生電力”與“儲存電能”是不同的兩件事；晶片本身既然可以輸出微弱的電壓，何不將它有效的儲存呢？

市售“手搖手電筒”帶給我們莫大的想像空間(圖 36)，發電原理應用永久磁鐵進出環狀漆包線而產生電力(法拉第原理<sup>(5)</sup>)，但產生的電力微小，有搖才有電，必須要有一個儲存電力裝置。

事實上“手搖手電筒”還有一個更重要的特色：它充電的時候，是不用管正負極的，怎麼接都可以充電。



由於“手搖手電筒”內部線路簡易組裝不難，遂請電子材料行依樣抓一份電子材料給我們，順便請教一番，經研究內部的線路圖後(圖 37~38)，依樣組裝。

“手搖手電筒”內仍有一個充電電池(圖 38 綠色圓筒狀物質)，藉以輔助蓄電與放電，在此為避免給人誤解電力是來自該充電電池；因此進行熱電實驗充電時，一律先對充電電池放電(即開啟儲裝置中的 LED 燈的開關)，並紀錄充電前的電壓。連接熱電晶片組的正負極才開始充電(此時冷熱箱必須保溫；圖 39~41)。實驗紀錄如下：



表 10：熱電效應儲能試驗

| 充電   | 高溫<br>(初始) | 低溫<br>(初始) | 溫差<br>(初始) | 熱電<br>電壓 | 放電前<br>電壓 | 電壓*<br>(初始) | 電壓(V)<br>(充電 0.5H) | 電壓(V)<br>(充電 1H) |
|------|------------|------------|------------|----------|-----------|-------------|--------------------|------------------|
| 實驗 1 | 93         | -8         | 101        | 4.12     | 3.39      | 2.63        | 3.13               | 3.16             |
| 實驗 2 | 100        | -1         | 101        | 3.65     | 3.31      | 1.89        | 3.03               | 3.08             |

電壓\*表儲能裝置之充電電池放電後之電壓(V)

由表 10 的數據不難看出，充電電池經充電後電壓都有上升的情形，如由充電前 1.89V 上升到 3.08V。但是我們了解到僅充電 0.5 小時效果最佳。超過 30 分鐘後充電效能有限，效果不佳。

## 研究五、應用一新式樣能源環保電池的誕生

至此，我們思索年餘，總算到了可以請您發揮創意與想像力的時候，想像他可以被運用在哪些有趣的地方？以下是我們的實驗結果。

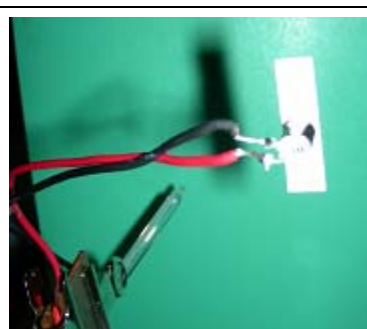


圖 42：首度轉動微型馬達  
1

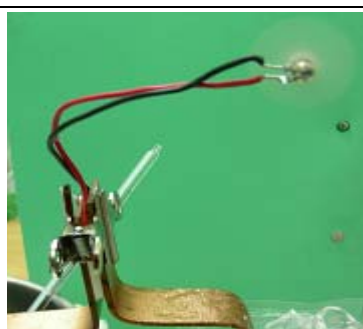


圖 43：首度轉動微型馬達  
2

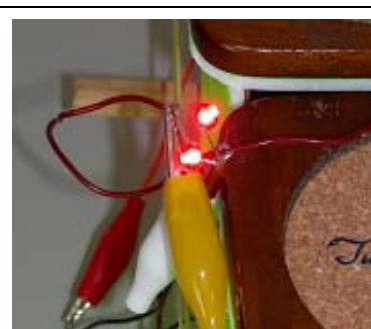


圖 44：點亮 LED

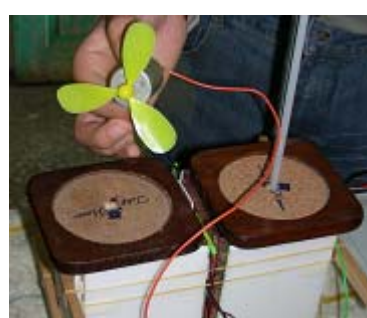


圖 45：首度轉動一般馬達  
1



圖 46：首度轉動一般馬達  
2

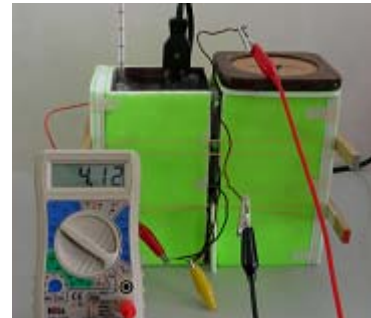


圖 47：總的電壓 4.12V  
(晶片組)



## 陸、研究結果

- 一、由**研究一**得知：傳統的席倍刻實驗—以酒精燈加熱兩不同金屬絞合處，所產生的電壓輸出效果並不理想，僅僅只有 0.07mV，且有許多不易克服的問題：酒精燈燄溫度不易測量與燈燄漂浮問題，無法成為優良的電力供給裝置。
- 二、(1)在**研究二**中：藉由搜集、研讀資料，正確的判斷出“**熱電轉換器**”中的**關鍵零件就是常用於電腦散熱的“熱電晶片”**，適時的擺脫實驗困境，並為此次的實驗注入新的研究方向。
  - (2)熱電晶片它應用**比爾帝效應(Peltier effect)**，這是應用冷熱溫差致電。
  - (3)熱電晶片本身因焊接不良容易發生“掉腳”情形，因此我們以 AB 膠固定，以防止接焊處脫落。(AB 膠比熱熔膠較可以耐高熱 80 以上，不易有受熱熔化軟化的情形)
- 三、在**研究三**中：我們以熱電晶片進行熱電效應實驗，觀察到：
  - (1)測量輸出電力，我們參考<<動手玩科學<sup>(3)</sup>>>一書所載，以三用電表直接量測電壓效果最佳，理解操作容易；比直接量測馬達轉速(困難)較優。
  - (2)**研究 3-1**：進行 N 型銅片冷熱槽同溫升溫實驗，發現有“背景電壓”的存在測量時應予以扣除。
  - (3)**研究 3-1、3-3**：無論使用 N 型銅片或是改良式冷熱箱都有：溫差愈大，電壓輸出愈大，溫差與電壓成正比的線性關係存在。
  - (4)研究 3-1 更指出：由於 N 型銅片接觸空氣的機會多，使它相對容易受到環境因素影響，溫度計量到的溫差，應該不是實際熱電晶片接觸到的溫差；但

無論如何，它可以幫助我們了解到基礎的“熱電實驗”，認知“熱直接生電”的事實，竟可以如此簡單的操作。事實上，製作 N 型銅片的熱電實驗價格相對便宜許多，一個改良式的冷熱箱價格相對較高，但看到實驗成功，點亮起碼 3V 的 LED 燈，更令人興奮莫名，一切都是值得的，這就是科學的魅力。

- (5)由**研究 3-4**得知：熱電晶片本身對於對於溫差十分的敏感，只要 2 溫差一般的三用電表就可以讀到電壓，但是此微小電壓無法啟動微型馬達。
- (6)**研究 3-3**比較輸出電壓可知：改良式冷熱箱在傳熱方面都比 N 型銅片來的優越。
- (7)熱電晶片本身是不分正負極，其正負極視其接觸面冷熱而定(**研究 2-1**)；因此將熱電晶片“串聯”成一熱電晶片組，藉此增大輸出電壓時，須以三用電表判斷晶片的正負極，再相接才有增大電壓的效果(**研究 3-5**)。
- (8)**研究 3-5**告訴我們一項重要的結論：熱電晶片可以串聯，等同電池。

四、**研究 4-1**中：剪裁多層珍珠板做適度的保溫，可以延長溫差；而使用散熱膏可以避免熱電晶片與銅片間產生孔隙空洞，增加熱傳導效果；以上 2 種方式都會增加電壓的輸出。

五、在**研究 4-2**中：依樣裝配“手搖手電筒”內的儲能裝置，以利將輸出電壓儲存，不過對於效果的良窳須待進一步深入研究。

六、**研究五**中：經我們研究後，大大提昇熱電晶片的電壓，已可啟動一般 1.5~3V 馬達、手機振動馬達、高亮度 LED 燈、炫光七彩 LED 燈、5V 之冷陰極管等。相信日後必有更多應用如：電解水。

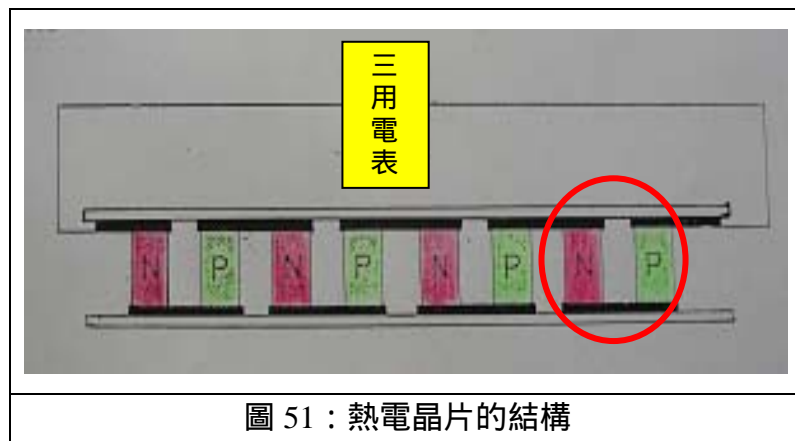
七、整個熱電效應實驗，冷箱冰鹽浴的食鹽是最大的耗材，不過仍可回收再利用，就是不能再食用。

## 柒、討 論

我們很訝異的觀察到：在同一晶片本身，為什麼升溫與降溫曲線不會重合成一直線？(圖 19，第 10 頁)，這與我們原先的期待不同。為什麼同一個溫差，電壓不是一個定值呢？我們嘗試著推敲其中的原因。

- (1)可能是整個熱電效應實驗，尚未達到最佳熱平衡狀態，就讀取數值；可是我們不易克服此一問題：“將溫度一直保持在恆溫狀態進行實驗”。
- (2)在席倍刻實驗中(研究一)，加熱 2 不同金屬其輸出電壓，也是一個範圍值 (range)0.03~0.07mV 而不是一個固定的電壓值。

回頭了解熱電晶片的結構如下(圖 51)：



它是由多組的 PN 半導體所組成，每一組 PN 半導體(圖中紅框處)可以視為單獨的**比爾帝效應**實驗，亦即可以看成單獨的輸出電壓單元；當其“串聯”一起就成為一個熱電晶片。

而個別的 PN 半導體應似**比爾帝**實驗一樣，都有一個電壓輸出範圍；當總和(串聯)起來就形成一個總的輸出電壓，該值為一個範圍值，而不是一個定值。這是我們對此現象的可能解釋。

## 捌、結 論

一、大部分的發電原理運用法拉第的發電機原理或是伏特的化學電池；一開始看到“**席倍刻效應**”時給了我們無限的想像空間，開始有“熱發電”的想法，一直以為這是一個美妙的想法，事實上也是；實驗一開始並不如預期的順利，直到判斷出**熱電晶片與找到適當的觀測材料**，才免除更換题目的窘境。也發覺它真正迷人的所在。

二、本實驗最具戲劇化的創意在於：**原來使用在電腦內部供 CPU 散熱降溫的零件，竟然也可以拿來發電，而且它發電的本領還不小。**

三、近年來，能源環保與地球暖化問題，引起世人頗多的關注。希望本實驗能提供一些許的想法：**只要溫差 2 度，就能產生“可觀測”的微弱電壓**，如果可以有有效的設計電子零件成為儲能裝置(比我們在研究 4-2 中應用“手搖手電筒”提供的儲能裝置更優)，以儲存該微弱電力，相信其應用有很大的創意空間。

細心的觀察生活周遭，常存在著有溫度差異的地方：溫泉區、冷氣機旁、電腦旁邊、引擎旁、室內外、冰箱前後、工廠鍋爐廢熱廢水 如果科學家可以設計出妥適的熱電貯能設施，那錢途應該無限 也許有那一天，是用冰塊來充手機的電

四、科展研究過程中，常能激發學生與指導老師想像的能力，讓學生了解明白透過實驗的觀察、分析與歸納，也能找到一些有趣的事物。指導老師也能夠教教學相長、開拓視野。

往年科展常常會在結論問自己一個問題：“這研究有什麼用處呢？”這問題常縈繞我心，今年我們相信：這是一個粉有潛(錢)力應用價值的研究。

五、本研究無涉抄襲與未放棄著作權聲明。

## 玖、參考資料及其他

- 1.自然與生活科技(五下) - 熱的傳播與保溫。康軒。
- 2.自然與生活科技(六上) - 電磁作用。康軒。
- 3.蕭次融等：動手玩科學，初版，台北，遠哲，頁 15-21，民 91。
- 4.熱電轉換器 Thermoelectric Converter。http://www.kelabhk.com/。
- 5.柯富陽：輕鬆瞭解電氣，初版，台北，大展，頁 62-77，民 95。
- 6.沈明川(民 96 年 4 月 12 日)台電想做溫差發電。聯合晚報，2 版。
- 7.胡立宗(民 96 年 4 月 17 日)他山之石複合節能。自由時報，A7 版。
- 8.稻見辰夫：圖解電子回路，初版，台北，世茂，頁 52-57，民 90。
- 9.稻見辰夫等：圖解電氣迴路，初版，台北，世茂，頁 8-12、20-24，民 95。
- 10.能源新世紀神奇的熱電材料(無作者)。民 96 年 1 月 14 日，取自：  
http://www.phys.sinica.edu.tw/~lowtemp/thermoele.ppt



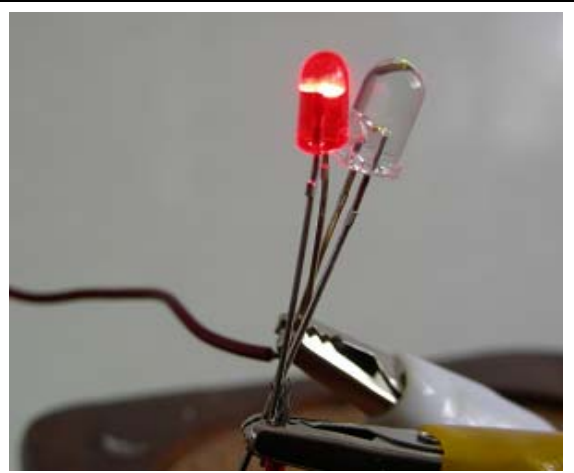
數值記錄



切割珍珠板



塗抹散熱膏



點亮 LED



煮沸開水



手搖手電筒拆解

【評語】 081516 來電傳晴－新式樣能源環保電池初探

1. 能進行詳細測試，研究精神頗佳。
2. 具有科學應用價值。
3. 作品 DIY 的精神可佳，內容有趣，唯在物理原理的探討上，可再加強。
4. 表達能力佳。