

# 研究主題：夏天良伴—DIY 致冷小冰箱

研究者：柯亮宏

指導老師：彭瓊慧老師

## 壹、研究動機

在炎熱的夏天裡，能喝上一口沁入心脾的飲料，真是一件令人開心的好事，因此將清涼、冰冷的飲料和冰品保冷是很重要的。但是我在市面上有看到一些冰箱是車用的，但是有些車子並沒有車用插頭，究竟是因為技術上有其窒礙難行之處，還是成本太高不符經濟效益，或是根本不曾想過這個點子呢？因此我想自己研究一個可靠蓄電池或太陽能板提供電力的作品，將瓶內的液體降溫變成冰涼飲品的攜帶式冰箱。不但環保，又兼具實用，這樣夏天出門旅遊，隨時就能享受到清涼的滋味，於是就開始我的研究之旅了。

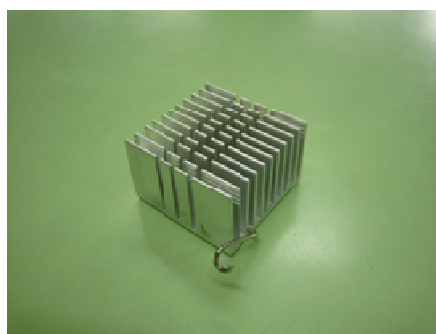
## 貳、研究目的

1. 了解致冷晶片及太陽能板的原理及運用
2. 結合致冷晶片和太陽能板，創作環保太陽能小冰箱，並探究其效能。

## 參、研究方法

實驗法、創作

## 肆、文獻探討



### 一、致冷晶片的原理與應用

致冷晶片是一種通過直流電流就可自由進行冷卻、加熱和控制溫度的半導體，在這個晶片上有兩個元件，分別是N型半導體和P型半導體，直流電流通過後，就會由N型半導體流向P型半導體並且吸收熱量，成為冷端，接著，又由P型半導體流向N型半導體並且釋放熱量，成為熱端。能影響致冷晶片冷卻能力的因素有很多，包括：室溫高低、冷面負載、電流大小和散熱器的優劣等等，都有關係。

致冷晶片的優點有許多，例：它的體積比壓縮機小多了，而且不需使用冷媒，很符合現代所要求的環保概念，無噪音又方便維修，使用範圍廣。這是傳統壓縮機所辦不到的，但是這個產品也不是沒有缺點的，它的能源轉換效率極低，只有百分之 40 到百分之 50 左右，可是傳統的壓縮機效率卻有百分之 95，所以無法用在大型的冷卻機具，例如：空調、冷氣等等。這些都是致冷晶片所辦不到的。

其規格大致上以電壓做為分類，基本上最常見的是 12V 的，使用最廣泛。

其型式包括外型、工作溫度還有冷凍效能，外型有正方形、長方形、圓形、單層和多層，而工作溫度則分為普通(-150 度~+125 度)、高溫(-150 度~+150 度)、超高溫(-150 度~+200 度)，最後的冷凍效能分為經濟型、標準型和強力型。

致冷晶片一般來說都運用在空間較小的冰箱或冷卻器，這是因為效率較低，例如：車用冰箱、新世代冷氣機等等。

### 致冷晶片最冷可以到幾度？

許多因素都會影響冷度，例如室溫高低，冷面負載，電流大小，散熱器優劣等等。理論上來說，如果把熱面溫度設法維持在 27°C，冷面與熱面的溫差，最高可達到的數值就是最大溫差值(DTmax)。一般市面上產品的最大溫差值為 67 到 68°C。最大溫差值的預設條件是冷面負載為零的條件。在實際的應用中，冷面負載是不可能為零。在一般的應用中，冷熱面的溫差值約為最大溫差值的一半。

過去有不少研究者嘗試運用致冷晶片進行研究，有關於這方面的科展研究有：清涼一下—冷氣背心、攜帶型多功能冷暖氣機、致冷晶片除濕控制裝置和 e 時代冷氣等等。也有他人的研究報告例如：致冷晶片的原理與應用、熱電致冷晶片原理。

研究主題 (研究者)	研究目的	研究內容	結論
清涼一夏—冷氣背心(私立光啟高中)(研究者：蘇晏陞、羅偉綸等四人)	完成一個攜帶型的冷氣並應用於機車上，而且還須有體積小、重量輕和攜帶方便等優點，還有能夠自動調節冷氣風量等等。	先構想電源問題如何解決，在考慮關於進氣風扇、致冷晶片、排氣風扇和油門開關等問題，接著再將這些零件組合起來後就完成了。	1. 致冷晶片的散熱極為重要，因此加裝 20000 轉的風扇來散熱才成功。

<p>攜帶型多功能冷暖氣機(國立泰山高中)(研究者：黃信發、葉黃閔等四人)</p>	<p>發明一台多功能的冷暖氣機，因其不需使用冷媒，不會破壞臭氧層，可說是極環保的一台冷氣機。</p>	<p>設計一台冷暖氣機，且不需使用冷媒，可攜帶並有獨立的供電系統，最重要的是，他可是採用全電子式的控制，可以做很細部的控制！</p>	<p>1. 需要散熱，因此經過比較後，採用水冷式的散熱系統，其優點有：散熱效率高，不易受氣溫而影響散熱效率。</p>
<p>E 時代冷氣(高雄市立中正高級工業職業學校)(陳贈義、林國賓等四人)</p>	<p>使用致冷晶片來取代傳統壓縮機，並分析藥用酒精用於空調</p>	<p>將報廢的冷氣機改製成使用致冷晶片的冷氣機，並使用藥用酒精幫助其散熱。</p>	<p>1. 致冷晶片散熱不良，加裝風扇、塗散熱膏、增加水冷器。 2. 可用橡膠密封。</p>

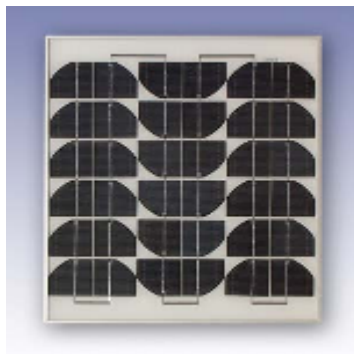
(表一 致冷晶片相關研究整理)

從上述這些研究的經驗中發現，影響致冷晶片成效的變因包括室溫高低，冷面負載，電流大小，散熱器優劣，要運用致冷晶片首重散熱，因此，我打算探討如何將散熱器的效能發揮到極致。

## 第二節、太陽能的應用與產品

太陽能泛指由太陽所提供的能源便稱作太陽能，而太陽能能轉換為其他能量進行使用，如：發電、供熱等等。太陽能的產品基本上有太陽能電池模組、太陽能熱水器等等。

其發電方式有二種，第一種是透過光合作用利用太陽能，也就是以葉綠素製



造的太陽能電池，科學家們正在研究其他半導體和染料，以找出模擬光合作用的最好配對方式，不過目前此技術尚未成熟，產品也無研發，並不是主要的發電方式。第二種是利用光電效應使太陽能轉化為電能，所謂的光電效應就是當陽光照射到金屬表面時，某部份的光子會擊中金屬原子，致使光子的某些能量轉化為提升原子外層電子的位能，使此電子從原子中跑

出，而另一部分的能量則變為使此電子從原子中跑出的動能，跑出來的電子具有

負電場，在導體內形成負電壓，因此會流向電位較高區域，只要能夠適當的操控，就成為電能了。

太陽能的產品有單結晶矽太陽能電池、多結晶矽太陽能電池、非晶矽、非結晶矽、微晶矽、染料敏化太陽能電池和有機導電高分子等等。最常應用於收音機、手錶、計算機、手電筒、電池充電器、野營燈、路燈、交通號誌、道路指示牌、標誌燈等等日常生活中可見的物品，它甚至還可作為住宅用的供電系統呢！單晶體太陽能電池可轉換比非晶體太陽能電池多一倍喔！但是代價是付出高於二、三倍的價格現在就有小學以太陽能作為電力，例如基慧小學等等。

關於太陽能的科展研究有：追逐陽光—太陽能動力車探討、不怕沒水喝—簡易太陽能蒸餾鍋、太陽能的力量和夸父追日等等。還有他人的研究報告如：太陽能電池、太陽能電池的發電原理與應用等等。

研究主題(研究者)	研究目的	研究內容	結論
太陽能的力量 (賴有成、謝宗翰等六人)	找出距離光源的遠近與角度是否會影響太陽能板所能轉換的能量	將太陽能板至於 100W 的白熾燈泡下，在距離燈源或角度不同的狀況下，從三用電表最大值 1000 V 開始向下測量並記錄其電壓的數值。	可使測驗用的組裝飛機的螺旋槳轉動，但是飛機無法飛行。
超效！太陽能板(台北市永安國民小學—翁瑋鴻)	設計出省錢有效的太陽能板	測驗在各種變因下，哪種方式最能使太陽能板發電的最好。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 離燈愈近，電流愈高，離燈較遠則電流愈低。</li> <li>2. 反射用鏡子愈多，發電效率也愈高，當鏡子愈少，發電效率也愈低。</li> <li>3. 加裝火鏡後，發電功率會提高。</li> </ol>
追逐陽光—太陽能動力車探討	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 利用太陽能做出模型玩具車。</li> <li>2. 使太陽能車</li> </ol>	製作一台太陽能車，並研究車殼形狀和材質、齒輪比、輪子形狀、試車跑道的材質和光源角度等等，是否能	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 成功製作出太陽能車並且改善其效能。</li> </ol>

	跑的更快更遠。	影響太陽能車的性能，並改進它的性能。	
不怕沒水喝——簡易太陽能蒸餾鍋	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 製作完成太陽能蒸餾鍋及太陽能爐</li> <li>2. 觀察日照強度與鍋內的水溶液溫度的變化有何關係。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 製作太陽能蒸餾鍋和太陽能爐。</li> <li>2. 在蒸餾鍋裡裝 500ml 的海水，置於蒸餾架上，並放入溫度計，旁邊再放照度計，每 30 分鐘紀錄一次照度和鍋內的水溫。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 組合的蒸餾鍋利用鍋蓋一邊高一邊低，使得冷卻的蒸餾水會沿著鍋蓋的通道流入收集杯中，便可解決收集的困難。</li> <li>2. 以太陽能來加熱蒸餾鍋的方法，在整天中以下午一點至二點照度最大，鍋內的水溫也最高，但是過三點後，水溫也會下降。而每天早上每小時所測到的溫度比下午每小時測到的溫度低。</li> </ol>

表二 與太陽能有關的科展研究

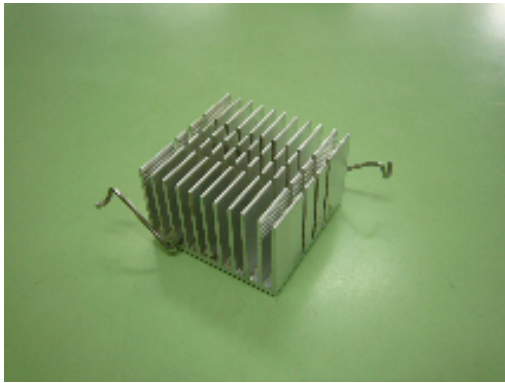
## 伍、實驗過程

### 一、實驗器材

 <p style="text-align: center;">致冷晶片</p>	<p>型號為 TESI-127.39(最大致冷力：33.4W、最大電壓：15.4V、最大電流：3.9A，長 x 寬 x 高：30x30x3mm)</p> <p>如何分辨致冷晶片的冷面與熱面：致冷晶片平放，面對兩條電線，紅線在右黑線在左，上面是冷面下面是熱面。</p>
	<p>散熱風扇兩個(12V、0.10A 與 12V、0.28A)</p>



散熱風扇



鋁製散熱排






散熱器



散熱用。

這是 12V、0.28A 的風扇+散熱排。

這是 12V 的蓄電池(電壓：12V、電容量：13AH)。

<p>電池</p>	
	<p>太陽能板(長 x 寬 x 高： 39.5x27.5x2.4cm)，最高電壓可達 20V 左右。</p>
 <p>電表</p>	<p>這是電表，用來測量電壓用的。</p>
 <p>行動式電源</p>	<p>最大電壓：12V 最大電流：2.7A</p>



電子溫度計

測量溫度用。



保麗龍箱 1 個

長 x 寬 x 高：(26.6x18.8x11.5cm)



矽利康(silicone)

黏著用的矽利康。

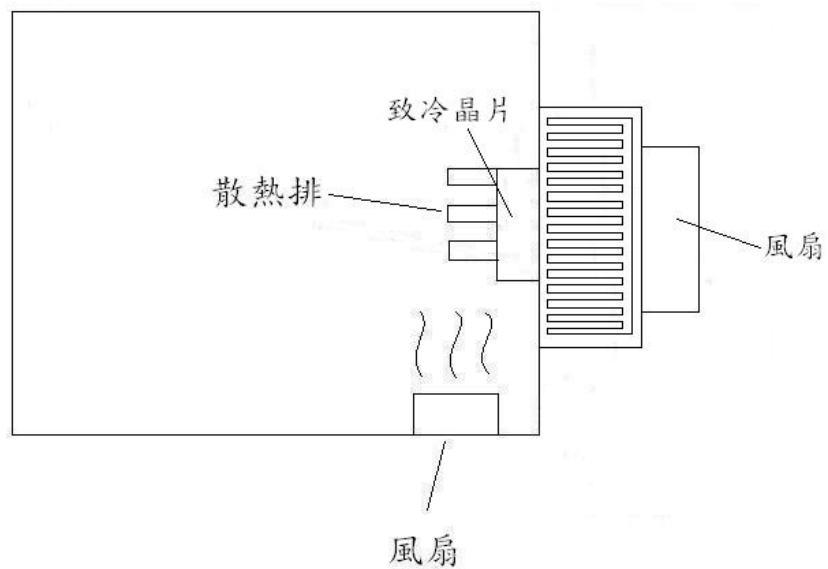




變壓器

最大電壓：12V 最大電流：3.25A

## 二、DIY 設計圖：



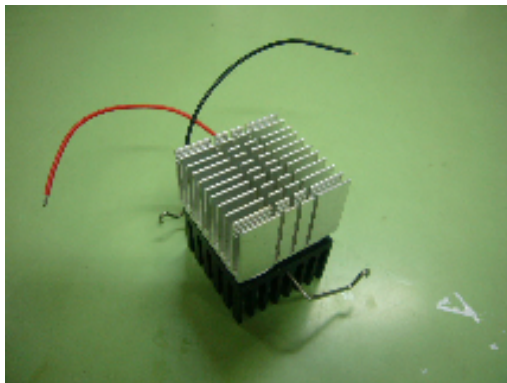
## 三、創作與實驗

第一次實驗：以電腦用的 12V 蓄電池為電源，製作 DIY 致冷小冰箱

1. 製作主體：



將致冷晶片塗上一層薄薄的散熱膏，



在致冷晶片的兩面裝上散熱排，冷端為黑色，熱端為銀色鋁製散熱排，以供區辨。

2. 鑲嵌主體：在保麗龍先將保麗龍箱側邊挖出一個與主體相等大小的洞，再將主體鑲嵌上去，冷端朝內，熱端朝外，周圍塗上 silicone(矽利康)，將空隙填滿，阻絕內外空氣，這樣就完成了初步的製作。

### 3. 增加風扇，製造盒內對流

將致冷晶片旁邊安裝一個散熱風扇，並用電線將致冷晶片、散熱風扇連接在一起，然後將致冷晶片和散熱風扇裝在洞口，這樣才有辦法讓空氣對流，不會使致冷晶片過熱，進而導致晶片燒毀。

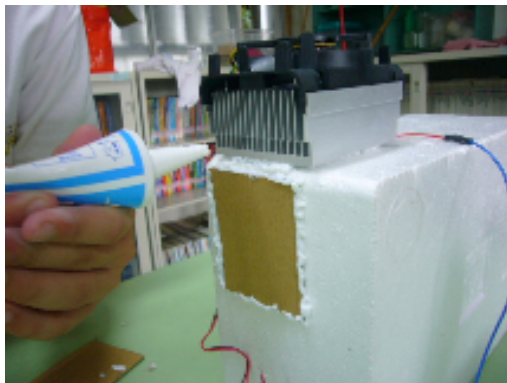
4. 接著設計一個可用做散熱的排氣口，在主體的旁邊裝一個散熱風扇，才能讓風扇散熱的效能達到最大，以利空氣對流。基本上這樣就完成了大部份的製作了。



製作完成後，我將它裝入保麗龍箱中實驗，試驗幾次後，結果皆不良好，溫度下降太慢、太弱了，如下表：

時間 \ 溫度	箱內	冷端	熱端	電壓
0 分鐘	26.3	26.3	26.3	11.3V
3 分鐘	25.3	16.2	48.9	11.3V
6 分鐘	24.6	—	—	11.3V

#### 第二次實驗：提高散熱效果，改變散熱排及風扇規格



所以我開始思考，如何改進效能。最有可能的是散熱效果不佳，散冷風扇將熱氣帶入箱內所造成的，因為致冷晶片的熱端溫度竟然高達 49 度，因此我決定將散冷風扇拆除，封住缺口，再將風扇放入箱內，使冷氣不會外洩。



接著再將原本較小片的熱端散熱排和風扇拆掉，裝上電腦用的散熱器，散熱面積大了許多，所以效能自然也提高許多，熱端溫度降到只剩 29 度左右，而在箱子內裝入較小的風扇，再將電線牽到外面，就可解決熱氣流入箱子內的問題了，希望這次的成果能夠更好。

這是第二次實驗的結果，如下表：

時間 \ 溫度	箱內	冷端	熱端	電壓
0 分鐘	28.2	—	—	9V
30 秒	27.5	—	—	9V
1 分	27.2	—	—	9V
1 分 30 秒	27.0	—	—	9V
2 分鐘	26.9	—	—	9V
2 分 30 秒	26.8	—	—	9V
3 分	26.7	—	—	9V
3 分 30 秒	26.6	—	—	9V
4 分	26.5	—	—	9V
4 分 30 秒	26.4	—	—	9V
5 分	26.3	—	—	9V
5 分 30 秒	26.3	—	—	9V
6 分	26.2	—	—	9V
6 分 30 秒	26.2	—	—	9V
7 分	26.2	—	—	9V
7 分 30 秒	26.1	—	—	9V
8 分	26.1	21	31.9	9V

這次總共下降了 2.1 度，只比第一次的 1.7 度微增了 0.4 度，效能變好的

效果不明顯，仍然有待加強。因此，我仔細地想了想，認為有幾個原因是最有可能的：

第一：蓄電池的電壓及電力有些不足，或是電流不夠大。

第二：散熱或許未達最佳狀態。

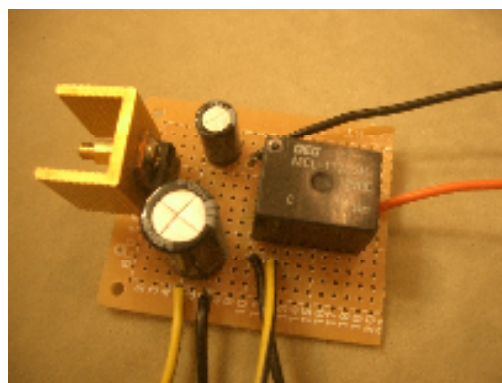
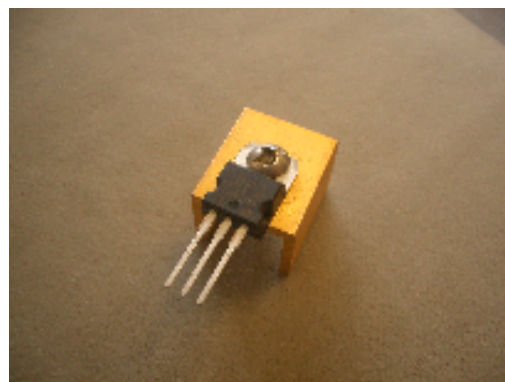
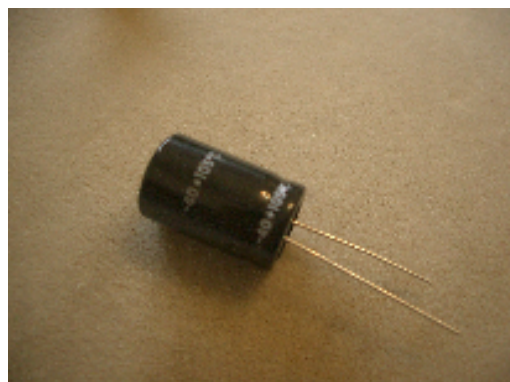
這兩項是最有可能的，但是經過我的比較後，散熱排的溫度已經從 40 度將近 50 度下降至 30 度左右，已經有大幅的改善，所以判斷是電力的問題。

### 實驗三：以太陽能板為電源來源的冰箱

詢問過爸爸的意見後，我決定將電腦用的變壓器，應用於我的研究上，我將變壓器的接頭轉為我要使用的，而且製作了一個電路板，裝有繼電器、電容、穩壓器等等，作用是讓太陽能板的電壓在超過 12V，會將原本的電源切到太陽能板，這樣就能達到太陽光充足時，能改用太陽能了。

### 實驗四：

經過測試後，我發現太陽能板的電流太弱了，不足以驅動整個致冷晶片模組，因此只能測試變壓器和行動式電源，結果如下：



1. 行動式電源(12V)(2.7A 左右)

時間 \ 溫度	箱內	冷端	熱端	電壓
0 秒	28.7	—	—	12V
30 秒	27.6	—	—	12V
1 分	26.6	—	—	12V
1 分 30 秒	25.6	—	—	12V
2 分	25.1	—	—	12V
2 分 30 秒	24.5	—	—	12V
3 分	24.2	—	—	12V
3 分 30 秒	23.9	—	—	12V
4 分	23.8	—	—	12V
4 分 30 秒	23.6	—	—	12V
5 分	23.5	—	—	12V
5 分 30 秒	23.4	—	—	12V
6 分	23.3	—	—	12V
6 分 30 秒	23.3	—	—	12V
7 分	23.3	—	—	12V
7 分 30 秒	23.2	—	—	12V
8 分	23.2	—	—	12V

8分30秒	23.2	—	—	12V
9分	23.2	—	—	12V
9分30秒	23.2	—	—	12V
10分	23.1	—	—	12V

2. 將插頭接上變壓器(12V、3.25A)(市電)

時間 \ 溫度	箱內	冷端	熱端	電壓
0秒	28.5	—	—	12V
30秒	27.8	—	—	12V
1分	26.8	—	—	12V
1分30秒	26.1	—	—	12V
2分	25.4	—	—	12V
2分30秒	25.1	—	—	12V
3分	24.8	—	—	12V
3分30秒	24.5	—	—	12V
4分	24.4	—	—	12V
4分30秒	24.2	—	—	12V
5分	24.1	—	—	12V
5分30秒	24.0	—	—	12V
6分	23.9	—	—	12V

6 分 30 秒	23.9	—	—	12V
7 分	23.8	—	—	12V
7 分 30 秒	23.8	—	—	12V
8 分	23.8	—	—	12V
8 分 30 秒	23.8	—	—	12V
9 分	23.7	—	—	12V
9 分 30 秒	23.7	—	—	12V
10 分	23.6	22.1	37.8	12V

這次的試驗結果好多了！溫差都有 5 度左右，最大達到 5.6 度呢！成果算是滿意。不過後來又考量到這樣箱子的重量會不平均，全部集中於致冷晶片和風扇那側，所以我又把一個散熱片裝在散熱器下方，這樣就能夠支撐住散熱器了，這樣或許也有一點散熱的效果。

#### 討論：

- 散熱的效能未達到最佳理想狀態：由熱端 31 度仍未達 27 度熱面，顯示有提高散熱效能的空間，其中可能影響的原因，包括散熱排與晶片間的接合並不完全，或是風扇的散熱能力仍然不夠好，也有可能是散熱片的面積不夠大的問題。根據其他研究者發現，晶片與散熱排之間的接面要緊密貼合，因此，散熱器表面的平整非常重要，一般要經過 CNC 洗床，將表面洗平。本研究僅用刀片刮除表面，或許也因此影響到散熱的效能。但是整體來說，致冷效能已經算是不錯了。
- 供電與用電間的電流、電壓之關係---供電功率計算表：
  - 市電： $12V \times 3.25A = 39W$ (平均)
  - 行動式電源： $12V \times 2.7A = 32.4W$ (平均)
 用電功率計算表：
  - 致冷晶片： $15.4 \times 3.9A = 60.06W$ (最大)
  - 散熱風扇二個： $12V \times (0.28A + 0.1A) = 4.56W$ (平均)
 總和： $60.06W + 4.56W = 64.62W$   
 由於致冷晶片的電壓和電流大約是原本的七至八成之間，以七五成計算，所



以我採用的致冷晶片使用的電壓約為 11.55 左右，而電流則是 2.925A 左右，所以功率為：

致冷晶片： $11.55V \times 2.925A = 33.784W$

因此，總和為： $33.784W + 4.56W = 38.344W \approx 38.3W$

而兩項供電器具都接近這個數值，所以效能是不錯的。太陽能板部分，在實測電壓時，最高有 19V，不僅不會不足，還很強呢！但是電流的部份就弱多了，無法驅動致冷晶片，最佳的解決方式應該是將平時太陽能板提供的電力儲存於蓄電池內，需要使用時，在接上蓄電池使用，如此一來，不僅不怕蓄電池沒電，太陽能板也有了它的功用了。

3. 市電為什麼會比行動式電源的效果來的差呢？這個結果也讓我感到很驚訝，這究竟是為什麼，不過礙於時間上的關係，可能無法探討了。

## 陸、研究結論

1. 致冷晶片的散熱最為重要，散熱不佳，效果也就不好。
2. 完全運用太陽能板的可行性較低，因其電壓電流不穩定之外，它的造價也不便宜，能提供致冷晶片的太陽能板恐怕都需要上萬塊，所以只能做為補充能源，因此我認為最好將太陽能作為不使用時的充電器，而在使用時，則將它與蓄電池一起使用，這樣就能達到最大的利用。

## 柒、研究建議

1. 探討其他散熱的方式，提高致冷的效能。我在網路上曾經看過一位網友用水冷裝置散熱，效果極佳，水冷裝置多用於 CPU，優點是噪音較小、散熱效果較好和散熱效果穩定不易受外在因素影響等，缺點是體積較大、成本高和損壞風險高等等，也較難維修，建議要朝這方面研究的學弟妹可以使用水冷做做看。
2. 探討長時間運用的可行性，需要考量到的因素有電池能夠使用的時間，還有致冷晶片、散熱器及風扇等物，是否會因為溫度過高或使用過久而燒壞，建議未來研究者能更深入的探究一番。
3. 致冷晶片的其他用途，包括致熱的可行性。第一：致冷晶片的另一端會發熱，可以用作保溫用途，網路上甚至有人拿來熱水，但是問題是這樣必須注意到致冷晶片是否會因熱面溫度過高而毀壞。第二：曾經有人在科展使用致冷晶片除濕，原理是利用冷面的冰冷，使空氣中的水分凝結，進而達到除濕的作用。我建議未來可以研究如何使除濕的效能加大，避免侷限於小小的空間，或者可以在熱面和冷面的溫度中達到一個平衡，才能使晶片不會燒壞，又可

達到熱面的致熱效果。

## 捌、研究心得：

起初，我認為自己獨力完成一份報告是很困難的事，但是在製作的過程中，我逐漸發現，其實只要你做的題目是你感興趣的，你就會專注且熱情的投入其中，而漸漸忘卻當時要做之前的煩惱，愈做愈認真，也希望能夠從中發現更多的知識。我認為這次的研究雖然不夠深入，但是已經讓我對致冷晶片有了初步的了解，也獲益良多，希望我以後能夠將這個研究做得更好，朝著如何將製冷晶片的溫度降到零下。在此我要感謝父母給我金錢上還有技術上的援助，謝謝彭老師也不辭辛勞的指導我如何完成報告，最後還要謝謝葉老師准許我請假去做報告，真的很感謝您們！

## 玖、資料來源

### 科展報告：

1. 邱偉豪：致冷晶片的原理與應用。 台大生機系
2. 朱鴻銘(民 96)：太陽能電池的發電原理與應用。 高雄縣中山工商
3. 彭志傑等人(民 98)：熱電致冷晶片原理。 台北市立內湖高工
4. (民 98)：不怕沒水喝—太陽能蒸餾鍋。 北興國中科展作品
5. 蘇晏陞等人(民 98)：攜帶型冷氣。 桃園縣私立光啟中學
6. 陳贈一等人(民 92)：E 時代冷氣。 高雄市立中正高工
7. 黃信發等人(民 90)：攜帶型多功能冷暖氣機。 新北市國立泰山高中

### 參考網頁：

1. 天地能源暨溫控器材行

<http://www.tande.com.tw/>

2. 科展群傑廳

<http://science.ntsec.edu.tw/bin/home.php>

3. 中華太陽能聯誼會

<http://www.solar-i.com/know.html>