

摘要

某次我們的其中一名組員在家中與父母在看在新聞時，報導中有一則關於地球暖化的問題，所以許多科學家都在尋找可以減少環境污染的能源，以防止地球暖化加劇。看完新聞報導後，我們心血來潮想找尋目前的環保能源或是替代物品，發現一種可以取代冷媒的半導體叫做致冷晶片，大家都對這個物品非常感興趣，我們的父母看我們有興趣，於是便幫我們訂了 10 片致冷晶片，經過與學校老師討論後，我們決定將這個題材做為科展的發想。

我們的這件作品主要以研究致冷晶片的特性與生活上的運用，致冷晶片為目前熱門的半導體之一，其特性是其中一面在通電後會變冷，另一面則會變熱，而且致冷晶片有許多優點：

- 1.體積比壓縮機小，而且不需使用冷媒，很符合現代所要求的環保概念。
- 2.無噪音又方便維修，使用範圍廣，傳統壓縮機較難克服這些問題。
- 3.容易結合簡易發電方便運作。

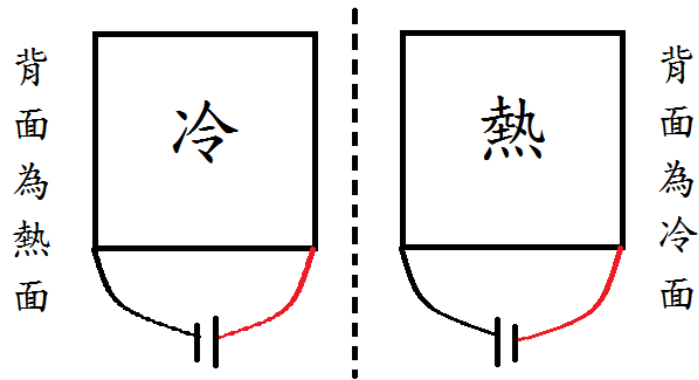
但根據網路的文獻指出致冷晶片的能源轉換效率較差，所以大型的家電較不容易使用其作為主要運作的零件，而歷屆科展題目也有許多嘗試將致冷晶片做運用，因此究竟有沒有可能在家電上座使用或是運用在日常生活中是我們想研究的方向。在搜尋文獻時也發現相關的研究在國小階段較少，我們相信若能有不一樣的創意或是發想，一定可以有更多的可能性。

一、研究動機

我們五年級的自然課程中，其中某一次課程中提到了太陽能這種發電方式，我們經過在網路上的搜尋後，發現有一種新科技的半導體叫做致冷晶片，我們的父母看我們有興趣就幫我們買了幾片，拿到致冷晶片的隔天便帶到學校跟老師做討論，老師建議我們可以試著跟太陽能電池做結合以環保為題材，或是嘗試運用在生活中。

經過文獻的搜尋後，發現致冷晶片在一般情況能接的最大電壓約為 12~15V，在實際用在電器時時也可透過直流電交換器與變壓器進行減壓以利運作，而致冷晶片通過直流電流後，可進行冷卻、加熱和控制溫度，是屬於可調節溫度的半導體，在晶片上會有兩個部件，這兩個部件分別是 N 型半導體和 P 型半導體，當直流電流從晶片通過時，此時會由 N 型半導體流向 P 型半導體並且吸收熱量，該面便為冷面；接著電流又由 P 型半導體流向 N 型半導體並且釋放熱能，該面便為熱面，轉

換電流方向後冷熱面也會跟著相反，如以下圖示：



通直流電後，會依電流方向不同而產生冷面與熱面

文獻顯示能影響致冷晶片冷卻能力的因素有很多，所以我們便開始設計實驗流程，看看致冷晶片在不同情形下會有哪些效果。

二、研究目的

為了探討致冷晶片的性質以及在生活上的運用，我們想先驗證一些科學報導或是科展文獻的內容是否有其推論的可能，若為可行之方法，再進一步思考是否有能夠改進的空間，因此我們設計的研究目的如以下：

- (一) 致冷晶片的原理是透過兩面的溫差做運用，那麼不同型號的致冷晶片在通上相同的電壓時，兩面的溫度會有哪些差異？
- (二) 不同型號的致冷晶片可以加載的電壓也不同，在不同的電壓時，這些致冷晶片會有什麼樣的差異？
- (三) 如果將熱面的溫度盡可能降低的話，那不同型號的致冷晶片冷面最低溫可以降到多低？
- (四) 如果想使用較多的致冷晶片，在串聯或並聯時給予相同的電壓，那麼哪一種方式可以讓致冷晶片的溫度較低呢？
- (五) 若將致冷晶片用於製作炒冰時效果如何？如何讓炒冰的效果更好？
- (六) 太陽能電池運用在致冷晶片上時，是否能有有效的降低或升高溫度？有什麼方式可以改良以及運用在生活上？
- (七) 除了以上的用途以外，是否還有更多可以嘗試於生活運用？

三、研究設備及器材

名稱	數量	名稱	數量
致冷晶片 TEC1-12705 (40mm*40mm*4.2mm)	5 個	致冷晶片 TEC1-7102 (30mm*30mm*3.4mm)	5 個
致冷晶片 TES1-12706 (40mm*40mm*3.9mm)	20 個	致冷晶片 TEC1-7103 (30mm*30mm*4.9mm)	5 個
30 瓦小檯燈	數支	太陽能板 54.5mmx54.5mm	數個
電表	1 個	竹筷	3 雙
變壓器	1 個	尺	6 支
電池	5 個	風扇	2 個
電器膠帶	2 卷	熱熔膠	4 支
鋁箔紙	1 卷	熱熔膠槍	2 把
飛機木	數片	溫度計	1 支
散熱膏	1 條	散熱鋁片	1 組
電流轉換器	1 臺	銅管	數支
不鏽鋼板	2 片	石墨散熱片	數張

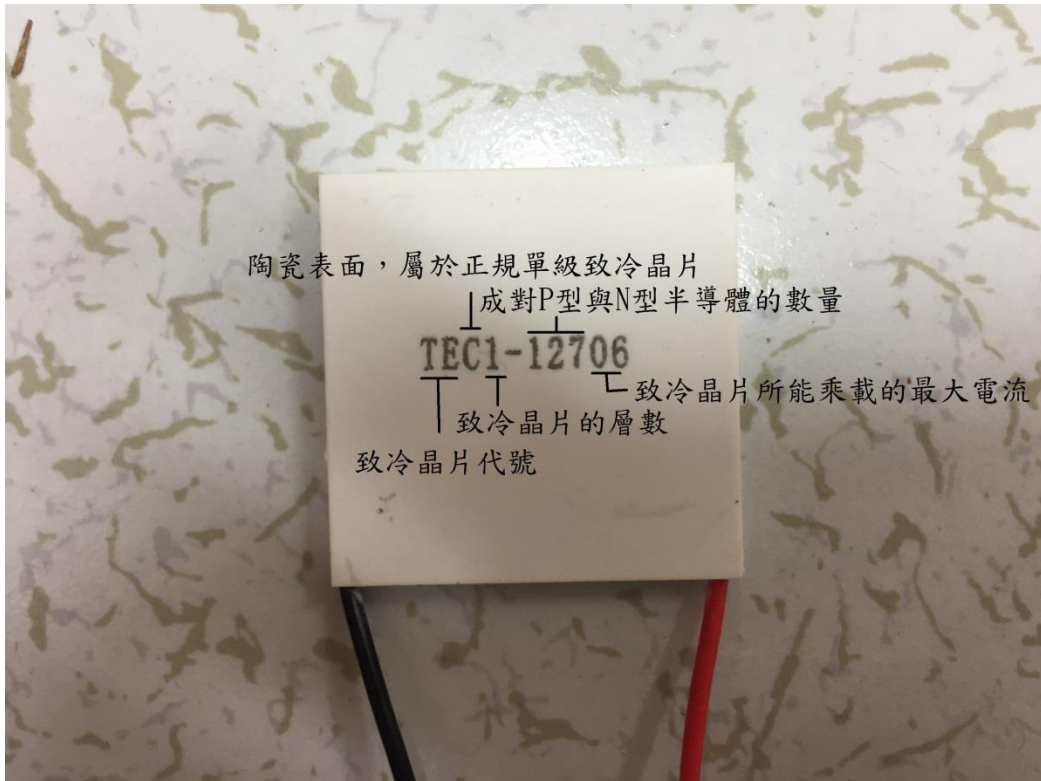
四、研究過程或方法

實驗一：研究不同型號的致冷晶片在相同條件下其冷熱面的溫差

操作變因：不同型號的致冷晶片

控制變因：相同的電壓、相同的通電時間、相同的室溫

操作要點：我們一開始先購買市面上較常用的四種致冷晶片，這四種型號分別為 TEC1-12705、TEC1-12706、TEC1-7102、與 TEC1-7103 這四種，致冷晶片英文或數字所代表的意義分別如下圖：

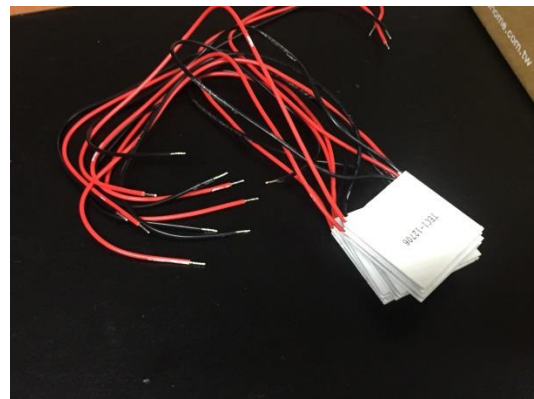


致冷晶片英文及數字所代表之意義

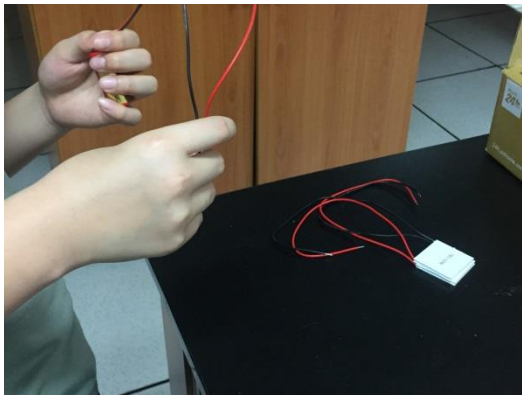
如上圖所示，TE 是致冷晶片的代號，C 是指其內部晶片在 1mm 以上，所以屬於正規單級致冷晶片，若內部晶片在 1mm 以下，則會標註為 S，127 指的是 P 與 N 半導體的數量，06 則表示這個致冷晶片所能乘載的最大電流量為 0.6 安培。



在做實驗前，我們先記錄了當時的室溫，大約 20 度。



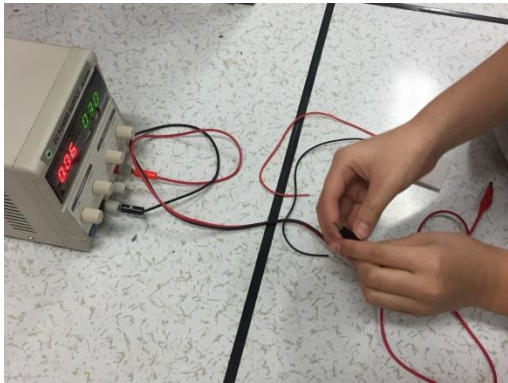
在網路上購買了數種型號的致冷晶片，預計拿來做測試。



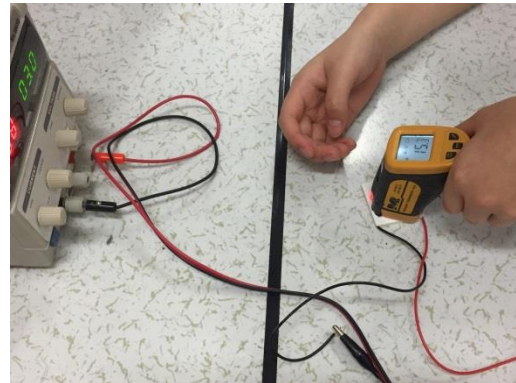
致冷晶片有兩條電線，分別為紅與黑，可依照正負極不同的接法讓冷、熱兩面互換。



在做實驗之前，先將各個致冷晶片先通電看是否能正常做使用。



接著為了穩定電壓，於是我們便使用直流電交換器控制電壓，確保電壓穩定。



接著每一種型號的致冷晶片測量溫度的時間間距為 30 秒後，熱面需塗上散熱膏。

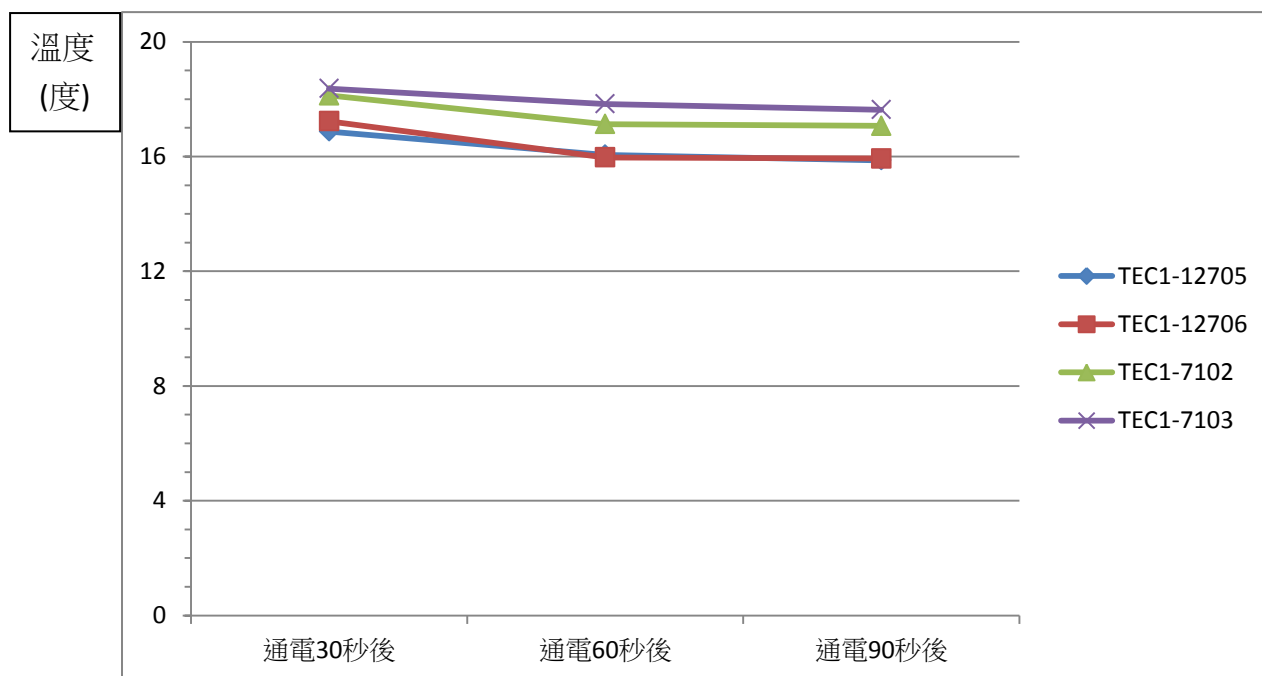
操作流程：

1. 首先我們的致冷晶片雖然最高可接 15 伏特的電壓，但為了避免電壓太強讓致冷晶片損毀，所以都先只使用 3 伏特的電壓做嘗試，當時室溫為 20 度。
2. 因擔心致冷晶片損毀，所以測試溫度的時間間距皆為為 30 秒，共測量三次，以避免通電時間過長。
3. 每一種致冷晶片測試完後，都會先靜待約 30 秒後才會再進行下一個致冷晶片的實驗，以免直流電交換器的電壓不準確。
4. 由於室溫有可能會影響到致冷晶片的運作，因此每次做實驗前我們都會先測量當日的室溫。

以下是我們的實驗記錄：

型號 \ 時間	30 秒後 (單位：度)				60 秒後 (單位：度)				90 秒後 (單位：度)			
	①	②	③	平均	①	②	③	平均	①	②	③	平均
TEC1-12705	16.5	17.2	16.9	16.87	16.1	15.9	16.2	16.06	15.9	16.0	15.7	15.87
	17.3	17.5	16.9	17.23	16.2	15.8	15.9	15.97	16.1	15.8	15.9	15.93
TEC1-12706	18.2	18.3	17.9	18.13	17.6	17.9	17.7	17.73	17.1	17.2	16.9	17.07
	18.8	18.4	17.9	18.37	18.1	17.8	17.6	17.83	17.7	17.7	17.5	17.63

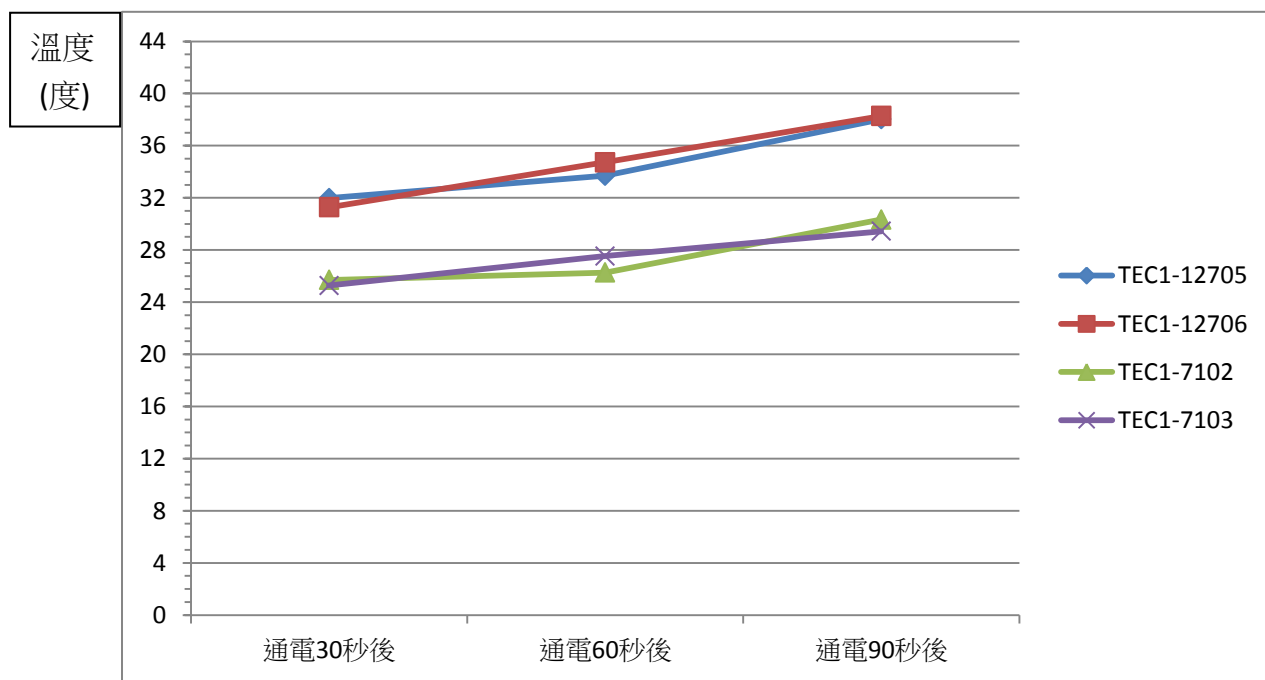
致冷晶片冷面的溫度變化(室溫 20 度)



致冷晶片冷面的平均溫度變化折線圖(室溫 20 度)

型號 \ 時間	30 秒後 (單位：度)				60 秒後 (單位：度)				90 秒後 (單位：度)			
	①	②	③	平均	①	②	③	平均	①	②	③	平均
TEC1-12705	31.5	32.1	32.3	31.97	33.9	32.9	34.3	33.7	37.5	38.2	38.4	38.03
	30.5	31.2	32.1	31.27	34.0	35.1	35.1	34.73	38.2	39.1	37.5	38.27
TEC1-12706	25.3	25.8	26.0	25.7	26.4	26.1	26.3	26.27	29.6	30.2	31.2	30.33
	26.3	24.2	25.3	25.27	28.3	27.2	27.1	27.53	29.0	29.8	29.5	29.43

致冷晶片熱面的溫度變化(室溫 20 度)



致冷晶片熱面的平均溫度變化折線圖(室溫 20 度)

研究發現：

- 1.四種致冷晶片的冷面都會隨著時間越長而溫度也略有繼續降低，但是降低的幅度似乎隨著時間增加而減少。
- 2.四種致冷晶片的熱面都會隨著時間越長而溫度也略有繼續提升，但是升高的幅度似乎隨著時間增加而提升。
- 3.TEC1-12705 與 TEC1-12706 兩種型號的致冷晶片在通電 90 秒後冷面溫度較 TEC1-7102 與 TEC1-7103 兩種型號的致冷晶片溫度低。
- 4.TEC1-12705 與 TEC1-12706 兩種型號的致冷晶片在通電 90 秒後熱面溫度較 TEC1-7102 與 TEC1-7103 兩種型號的致冷晶片溫度高。
- 5.四種型號的致冷晶片隨著時間越長，熱面升溫的速度皆大於冷面降溫的速度。

結果與推論：

- 1.四種型號的致冷晶片接隨著時間越長而冷面的溫度越低，但熱面的溫度也隨之升高，而且熱面溫度升高的速度比冷面降溫的速度還要快。
- 2.TEC1-12705 與 TEC1-12706 兩款的降溫效果較 TEC1-7102 與 TEC1-7103 來的顯著，且熱面的升溫速度前兩種型號也較後兩種型號快。
- 3.四種型號的致冷晶片的降溫情況皆隨著時間越長降溫速度越慢，但升溫速度越來越快。

實驗二：在不同的電壓下，致冷晶片其兩面的溫度將會如何改變？

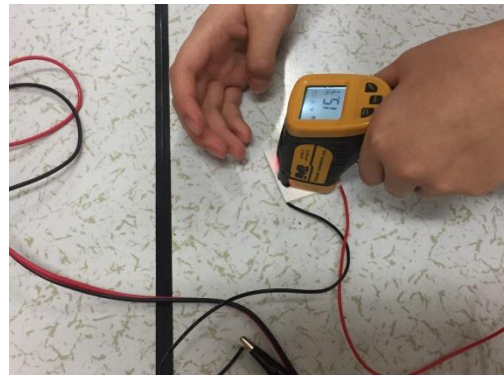
操作變因：不同的電壓

控制變因：同一個致冷晶片、相同的通電時間、相同的室溫

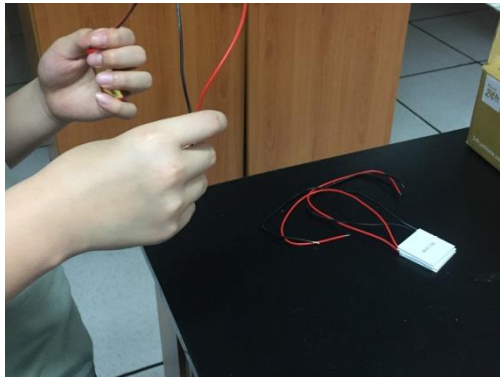
操作要點：因為在實驗一中我們發現致冷晶片冷面與熱面在 3 伏特的電壓下冷面與熱面的溫差在通電 90 秒後大約是 10-15 度之間，所以我們想嘗試加大電壓做測試，看看冷面與熱面的溫差是否會隨著電壓的增強而增加，但為了保險起見，最大電壓只加到 9 伏特，通電時間為 90 秒，室溫為 20 度。



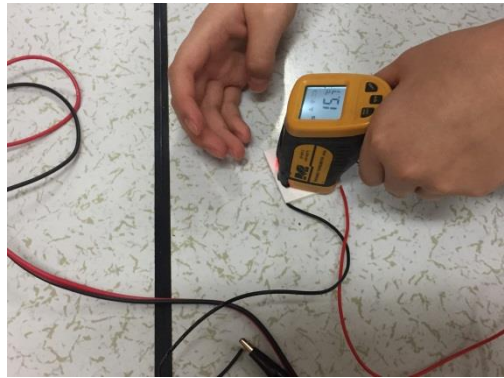
接著我們將電壓提升到 5 伏特，比起第一個實驗多了 2 伏特電壓。



同樣將致冷晶片接上，看看四種型號的致冷晶片其溫度變化。



我們先將致冷晶片塗上散熱膏後通電 90 秒，接著測試熱面的溫度。



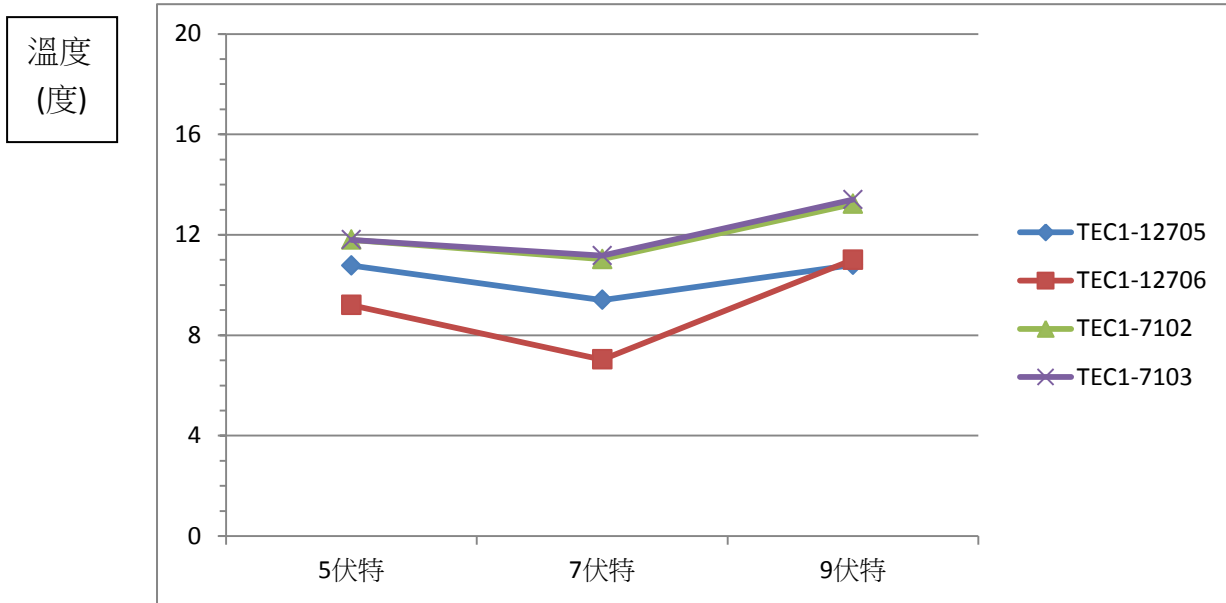
同一時間，也盡快測試冷面的溫度，以避免時差太多產生過大誤差。

以下是我們的實驗記錄：

型號 \ 時間	5 伏特 (單位：度)				7 伏特 (單位：度)				9 伏特 (單位：度)			
	①	②	③	平均	①	②	③	平均	①	②	③	平均
TEC1-12705	10.8	11.2	10.3	10.77	9.2	8.9	10.1	9.4	10.5	10.8	11.1	10.8
	①	②	③	平均	①	②	③	平均	③	②	③	平均
TEC1-12706	10.3	8.2	9.1	9.2	7.7	6.5	6.9	7.03	10.5	13.2	9.3	11
	①	②	③	平均	①	②	③	平均	③	②	③	平均
TEC1-7102	12.3	11.8	11.3	11.8	11.5	10.5	11.1	11.03	13.2	14.2	12.3	13.23
	①	②	③	平均	①	②	③	平均	③	②	③	平均

TEC1-7103	①	②	③	平均	①	②	③	平均	①	②	③	平均
	11.9	11.5	12.0	11.8	11.2	11.4	10.9	11.17	12.4	14.3	13.5	13.4

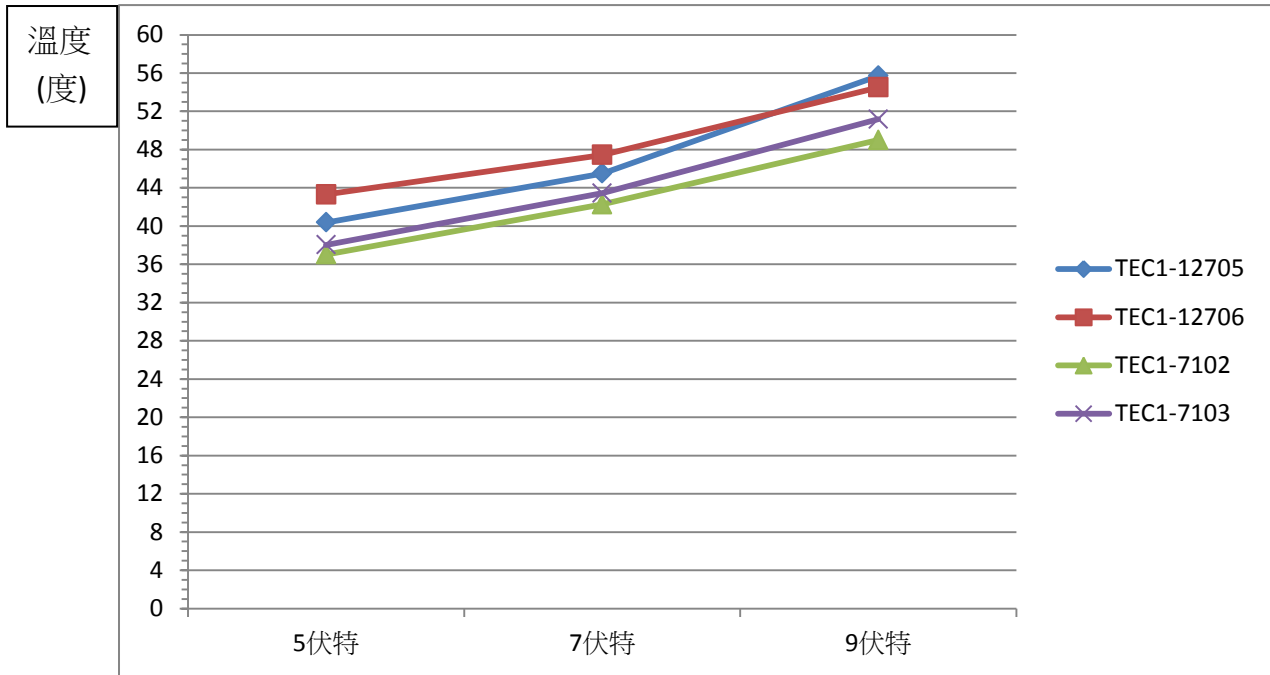
四種致冷晶片通電 90 秒後冷面的溫度變化(室溫 20 度)



四種致冷晶片通電 90 秒後冷面的平均溫度變化折線圖(室溫 20 度)

型號 \ 時間	5 伏特 (單位：度)				7 伏特 (單位：度)				9 伏特 (單位：度)			
	①	②	③	平均	①	②	③	平均	①	②	③	平均
TEC1-12705	①	②	③	平均	①	②	③	平均	①	②	③	平均
	39.5	40.2	41.4	40.37	45.3	44.2	47.0	45.5	52.1	58.0	57.0	55.7
TEC1-12706	①	②	③	平均	①	②	③	平均	①	②	③	平均
	42.3	43.5	44.1	43.3	46.3	47.2	48.8	47.43	56.3	51.7	55.5	54.5
TEC1-7102	①	②	③	平均	①	②	③	平均	①	②	③	平均
	35.6	38.2	37.3	37.03	39.2	42.3	45.3	42.27	49.2	48.5	49.3	49
TEC1-7103	①	②	③	平均	①	②	③	平均	①	②	③	平均
	38.4	37.5	38.2	38.03	39.5	45.2	45.6	43.43	52.5	54.2	49.8	51.17

四種致冷晶片通電 90 秒後熱面的溫度變化(室溫 20 度)



四種致冷晶片通電 90 秒後熱面的平均溫度變化折線圖(室溫 20 度)

研究發現：

- 1.我們原本猜測隨著電壓的增強冷面也會降溫降得更快，但是結果與我們猜測的不同，四種型號的致冷晶片在給予 5 伏特的電壓與 9 伏特電壓相比結果 9 伏特電壓的溫度不減反增。
- 2.以我們僅塗抹散熱膏的結果測試，四種型號的致冷晶片皆是在通以 7 伏特的電壓後冷面降低的溫度最多。
- 3.致冷晶片通上的電壓越強熱面的溫度上升的速度越快，而且電壓越強，三次測量的溫度也與平均值差得越多。
- 4.TEC1-12705 與 TEC1-12706 兩款型號致冷晶片在施予相同電壓時的降溫效果較 TEC1-7102 與 TEC1-7103 來的顯著，且熱面的升溫速度前兩種型號也較後兩種型號快一些。

結果與推論：

- 1.我們發現致冷晶片的冷面並不會如我們一開始預測隨著通電的電壓越強讓溫度更低，而是會在某個數值之後降溫效果開始變差。
- 2.四種型號的致冷晶片的熱面都會持續升高溫度，在有塗上散熱膏的情況下仍會高達 50 度以上，因此做好散熱是必需的，不然內部的元件很可能會因為過熱而燒毀。

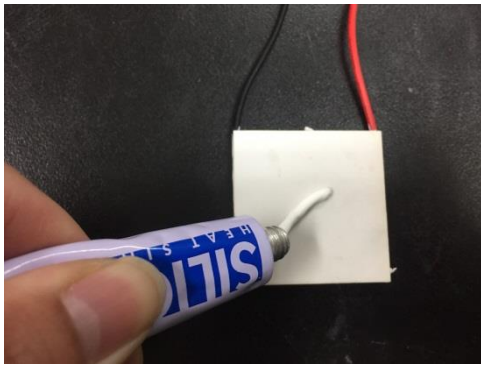
3.致冷晶片熱面的溫度越高，每一次測試的溫度都可能會跟平均差距更大，而且熱面溫度是隨著電壓越強持續越升越高。

實驗三：將熱面溫度以冰塊降溫時，冷面溫度是否可以降得更低

操作變因：不同型號的致冷晶片

控制變因：相同的電壓、相同的通電時間、相同的室溫(18度)、同樣在熱面放置冰塊

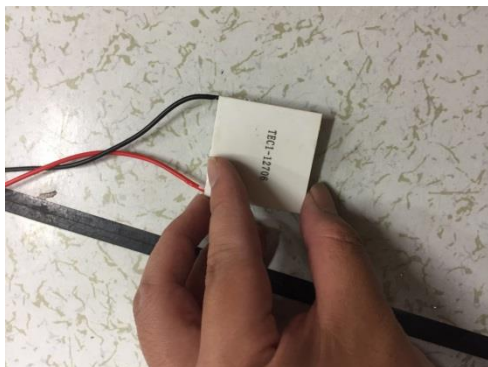
操作要點：有鑑於實驗二的結果，我們再次上網查詢了致冷晶片的相關資訊，發現致冷晶片若是熱面散熱狀況不佳，就沒有辦法讓冷面的溫度有效降低，因為熱面的溫度提升，會影響到冷面的溫度，所以我們嘗試將致冷晶片的熱面除了塗上散熱膏以外，還放上冰塊加速降溫，觀察冷面可以達到多低溫。



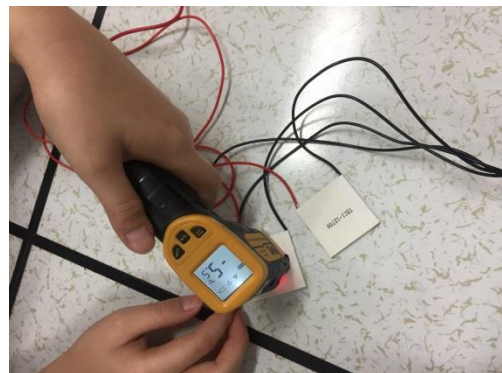
這次測溫的方式我們一樣先在致冷晶片的熱面塗上一層散熱膏。



接著在熱面上放置一個冰塊，目的是幫助散溫。



同樣的將每一個致冷晶片通以最高9伏特的電壓後記錄冷面的溫度。

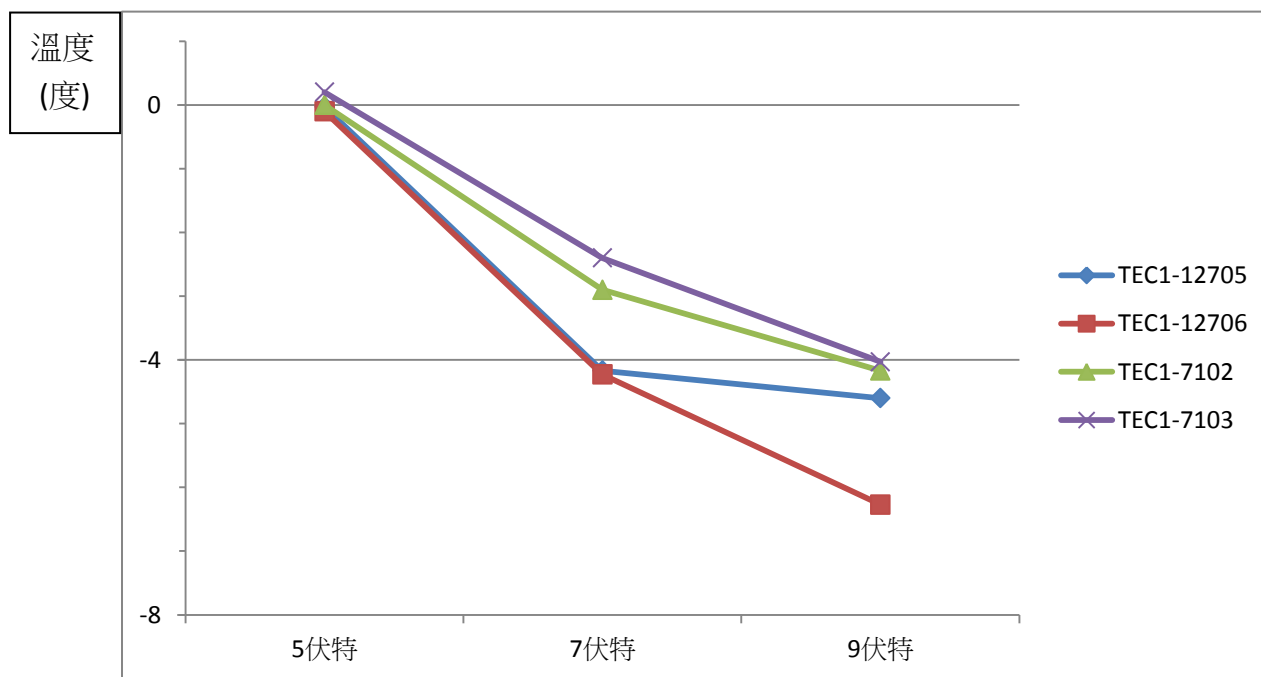


同樣在通電 90 秒後測量冷面溫度，觀察其變化。

以下是我們的實驗記錄：

型號 \ 時間	5 伏特 (單位：度)				7 伏特 (單位：度)				9 伏特 (單位：度)			
	①	②	③	平均	①	②	③	平均	①	②	③	平均
TEC1-12705	0	0.1	-0.2	-0.03	-4.1	-5.2	-3.2	-4.17	-5.3	-4.9	-3.8	-4.67
	0.2	-0.2	-0.3	-0.1	-3.5	-4.2	-5.0	-4.23	-5.5	-6.5	-6.8	-6.27
TEC1-12706	0.2	0.1	-0.4	0	-2.3	-3.4	-3.0	-2.9	-4.2	-5.1	-3.2	-4.17
	0.3	0.1	-0.4	0	-2.3	-3.4	-3.0	-2.9	-4.2	-5.1	-3.2	-4.17
TEC1-7102	0.2	0.3	0.1	0.2	-1.9	-2.5	-2.8	-2.4	-3.8	-4.1	-4.2	-4.03
	0.3	0.3	0.1	0.2	-1.9	-2.5	-2.8	-2.4	-3.8	-4.1	-4.2	-4.03

四種致冷晶片（熱面放冰塊）通電 90 秒後冷面的溫度變化(室溫 18 度)



四種致冷晶片（熱面放冰塊）通電 90 秒後冷面的平均溫度變化折線圖(室溫 18 度)

研究發現：

- 1.經過我們的實驗後，發現如果熱面能夠有效的散熱，那麼電壓越強，冷面的溫度是可以繼續往下
降的越低，且四種型號的致冷晶片都是如此。
- 2.以我們的結果而言，這一次降冷效果最好的是 TEC1-12706 此款型號的致冷晶片。
- 3.TEC1-12705 與 TEC1-12706 兩種型號的致冷晶片冷卻效果比 TEC1-7102 與 TEC1-7103 兩款型號為
佳。

結果與推論：

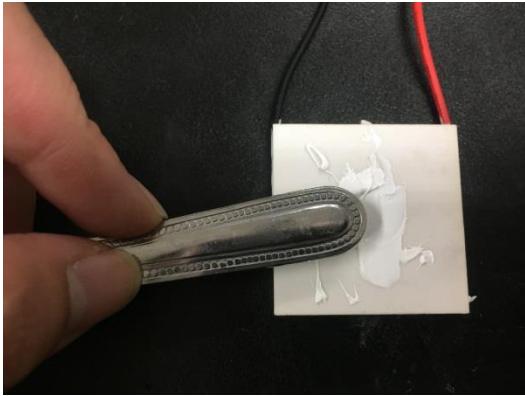
- 1.根據我們實驗一到實驗三的結果，我們發現都是 TEC1-12705 與 TEC1-12706 兩種型號的致冷晶片
冷卻效果較佳，但熱面溫度也是這兩款型號上升的較快，所以或許與致冷晶片內半導體的數量多
寡有關。
- 2.致冷晶片的散熱很重要，如果熱面的散熱不佳，很可能會影響到冷面的冷卻溫度。
- 3.我們有觀察到冷面會產生小水珠的，推測可能是因為空氣中的水蒸氣遇冷凝結而成的。

實驗四：若將致冷晶片進行並聯或串聯，哪種方式可以更有效的進行運作?

操作變因：相同型號的致冷晶片(TEC1-12706)並聯或串聯五個

控制變因：相同的電壓、相同的通電時間、相同的室溫(19 度)

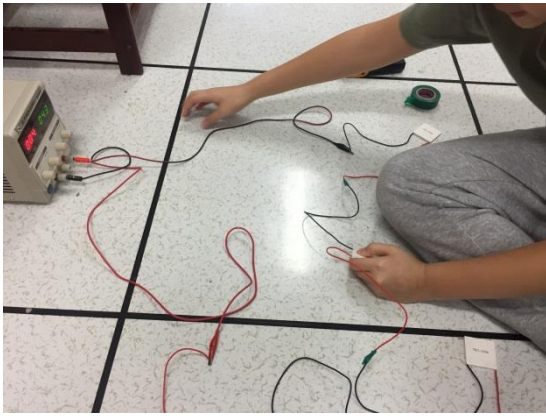
操作要點：因為明白致冷晶片在有效的散熱下，致冷晶片是可以低於零度的，我們接著想要使用致
冷晶片作為生活上的使用，所以想要嘗試著做並聯或是串聯，看看電壓或電流會有什麼
樣的改變，究竟能否做更有效的運用。而選擇致冷晶片時我們參考了實驗一至實驗三的
結果，節定使用致冷效率相對較好的 TEC1-12706 作為後續實驗的致冷晶片。



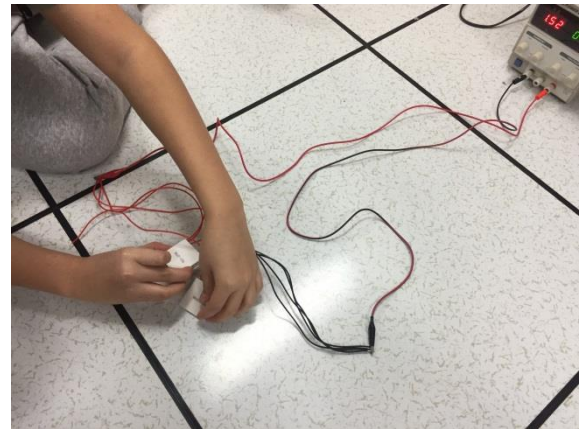
首先我們一樣在每一個致冷晶片的熱面都塗上散熱膏。



在做實驗之前我們同樣先記錄當時的室溫，當天室溫是 19 度。



除了串聯以外，我們還嘗試了並聯的方式，觀察電流與電壓的變化。



串聯與並聯的同時，我們也會測量冷面的溫度是否有效的降低。

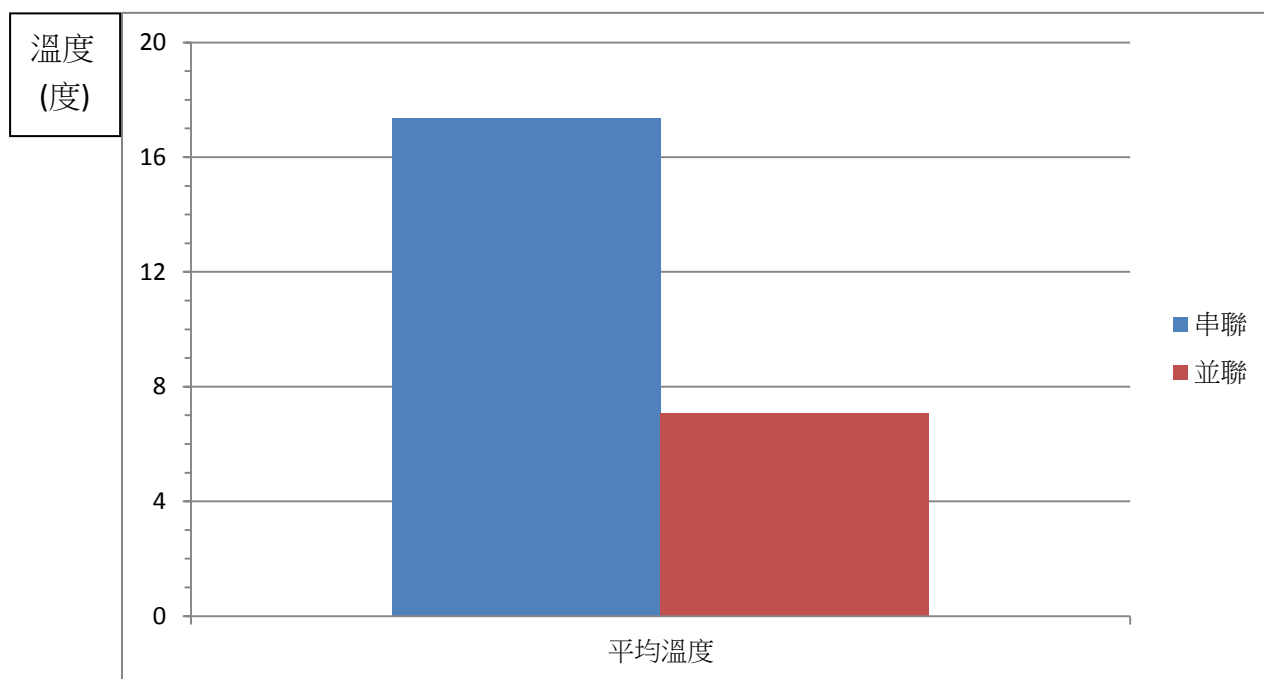
操作流程：

1. 首先我們先將將致冷晶片的背面塗上一層散熱膏，接著嘗試將致冷晶片串聯或並聯在一起，看看兩者的溫度有哪些差異，電壓為 9 伏特。
2. 在觀察溫度的同時，我們也觀察看看電壓與電流之間的變化，以防止致冷晶片因為電壓或電流過強而燒毀。
3. 因為不確定並聯或串聯時的情況，所以這一次記錄溫度的時間這次縮短為 60 秒鐘，看看致冷晶片究竟是並聯溫度會降得快還是串聯溫度會降得快。
4. 本實驗共做三次，紀錄的溫度為該次五個致冷晶片的平均溫度。

以下是我們的實驗記錄：

型號 接法	串聯五個（單位：度）				並聯五個（單位：度）			
	①	②	③	平均	①	②	③	平均
TEC1-12706 (電壓 9V)	18.22	17.54	16.34	17.367	7.74	6.52	6.94	7.067

串聯或並聯致冷晶片之冷面溫度差異（室溫 19 度）



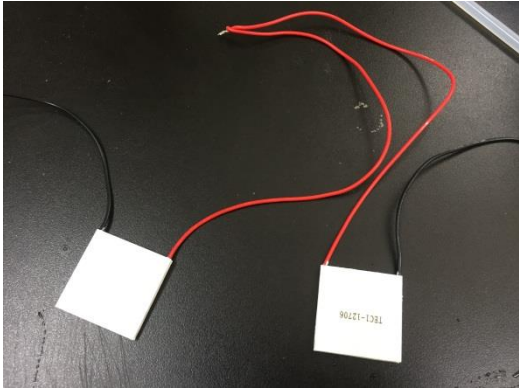
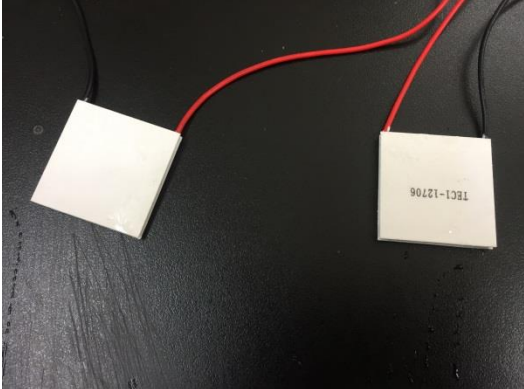
串聯或並聯致冷晶片之冷面平均溫度差異（室溫 19 度）

研究發現：

1. 並聯致冷晶片時較串聯致冷晶片的溫度低，所以如果要有效地降低溫度，並聯似乎是比較合適的選擇。
2. 我們四年級的自然科學有提到關於串聯與並聯的觀念，致冷晶片在串聯或並聯的情況與結果相當類似，並聯的話每一個致冷晶片都可以正常運作，但是串聯會降低致冷晶片的運作效率。

結果與推論：

- 1.致冷晶片的串聯與並聯同樣影響其工作效率，並聯時每一個致冷晶片都能正常運作，但是串聯時則會讓運作情況打折扣。
- 2.我們有額外的發現是致冷晶片有冷面與熱面之分，如果接頭不是紅色與黑色相接一樣會形成通路，只是冷面與熱面會反過來，如下圖所示：

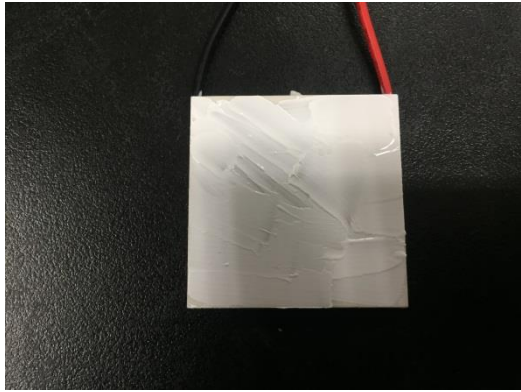
	
<p>在串聯致冷晶片時，我們曾不小心把紅色接到紅色，但是一樣可形成通路。</p>	<p>在形成通路的時候，原本的冷面會變成熱面，熱面會變成冷面。</p>

實驗五：運用致冷晶片來製作炒冰的效果

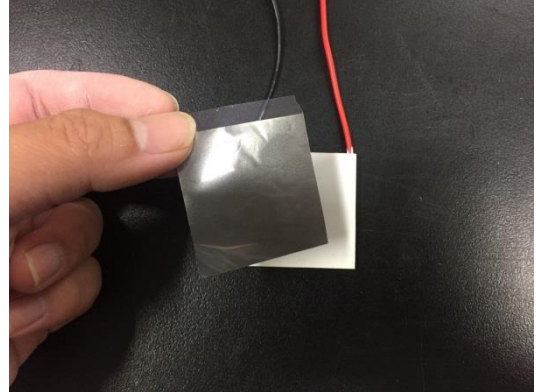
操作變因：不同的飲料成分

控制變因：相同的電壓、相同的通電時間、相同的室溫(22 度)

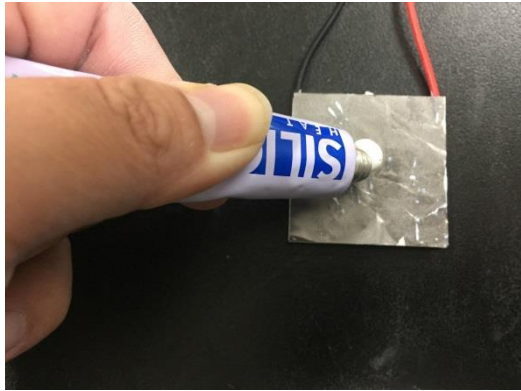
操作要點：由上一個實驗中，我們發現並聯的時候每一個致冷晶片都可以獨立運作，所以我們決定嘗試用型號 TEC1-12706 的致冷晶片製作炒冰，但是致冷晶片的散熱要做好，所以我們將致冷晶片的背面除了塗散熱膏外，還貼了一張石墨散熱貼片，石墨散熱貼片後面再塗一層散熱膏後墊在鋁箔紙上，總共五片貼完成後再放置於冰塊上方，盡量讓溫度降低，避免熱面溫度太高。



首先在致冷晶片的熱面塗上一層散熱膏靜置一下。



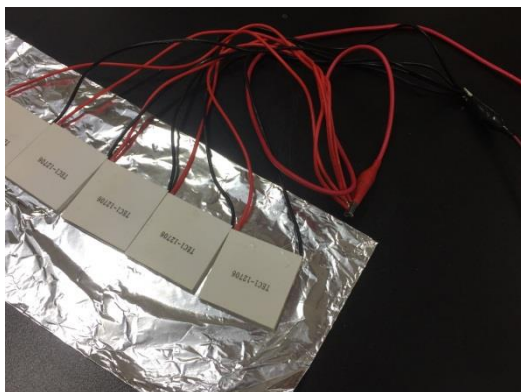
接著在致冷晶片的背面貼上石墨導熱片幫助散熱。



貼上石墨散熱片後再塗上一層散熱膏，接著將致冷晶片貼於鋁箔上方。



貼上鋁箔後的致冷晶片靜置一下，然後繼續貼下一個貼片。



一個一個接上後我們採用並聯的方式接上電源供應器。



然後準備一盤冰塊至於不鏽鋼盤，接著再將致冷晶片放上去。



接著放上剛從冰箱冷凍室拿出來的不鏽鋼盤，溫度較低。



接著倒上飲料，並拌炒約 30 分鐘觀察其變化，此飲料為 100 毫升的奶茶。



完成後再拌炒第二種飲料，內容物為奶茶與鮮奶油各 50 毫升。

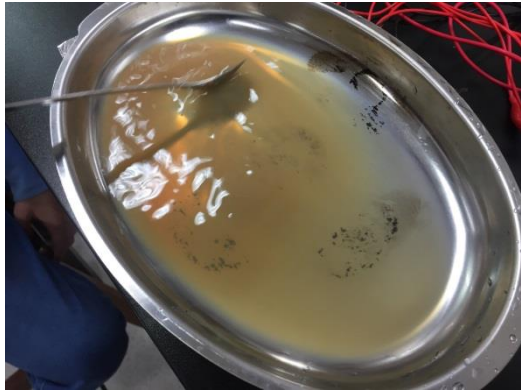


最後一種拌炒的為 100 毫升的鮮奶油，同樣拌炒 30 分鐘。

以下是我們的實驗記錄：

原料 \ 時間	拌炒 10 分鐘後	拌炒 20 分鐘後	拌炒 30 分鐘後
奶茶 100ml	液態	液態	液態 + 半固態
奶茶 50ml + 鮮奶油 50ml	液態	液態 + 半固態	半固態
鮮奶油 100ml	半固態	半固態	半固態

運用不同原料炒冰各種時間的狀態



拌炒奶茶的時候，或許是因為降的溫度不夠，直到最後才有些半固態的冰沙。



拌炒奶茶+鮮奶油的時候，大約 20 分鐘後可以有部分凝結成塊。



再炒久一點後，拌炒奶茶+鮮奶油的最後狀態大約是長這樣的半固態。



純鮮奶油則是放上去沒多久就已經呈現半固態了，算是最成型的。

研究發現：

- 1.致冷晶片用於炒冰上是沒有問題的，只要熱面能夠做好足夠的散熱即可。
- 2.加上石墨導熱片與冰塊散熱後最低溫度大約可以到零下十度左右，可以讓致冷晶片的冷面做更有效的散熱。
- 3.製作炒冰時若加入鮮奶油的話會更容易成形，但是只有鮮奶油的話味道感覺很奇怪，加上奶茶之後味道會好一些，只有奶茶的話成型時間會需要更久。

結果與推論：

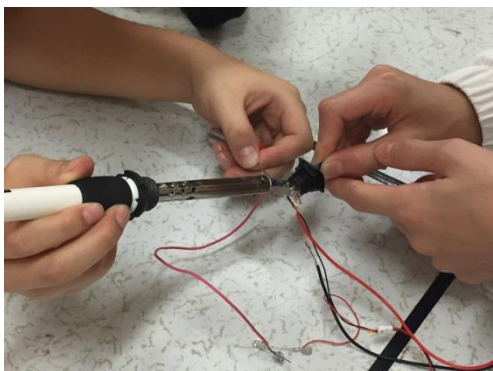
- 1.加上石墨導熱片後與冰塊散熱後的確可以讓致冷晶片的溫度再有效的降低，最低溫可以達到零下，是適合做炒冰的溫度。
- 2.製作炒冰的時候，若使用乳含量高的物質作原料的話可以讓炒冰更容易凝固，更容易成形。

實驗六：當太陽能電池遇上致冷晶片，是否可讓致冷晶片順利運作？

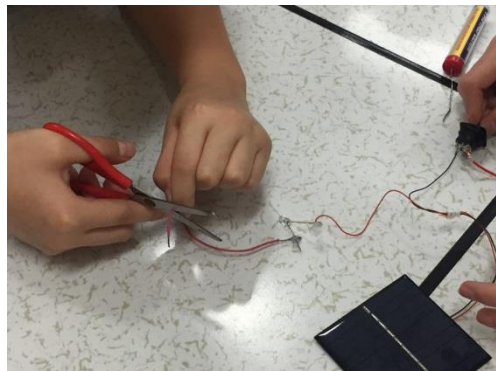
操作變因：給予太陽能電池（型號 5V500MA）不同角度的照射

控制變因：相同的致冷晶片（型號 TEC1-12706）、相同的日光燈照射距離、相同的太陽能電池（型號 5V500MA）、相同的室溫（當時 24 度）

操作要點：研究太陽能是否能作用在致冷晶片上是我們研究的一個重要方向，經過我經過一連串的實驗後，發現致冷晶片在電壓越強的環境中冷、熱面的溫差越明顯，所以我們決定使用太陽能電池接在致冷晶片上，嘗試著讓太陽能電池讓致冷晶片運作選擇的致冷晶片是型號 TEC1-12706。



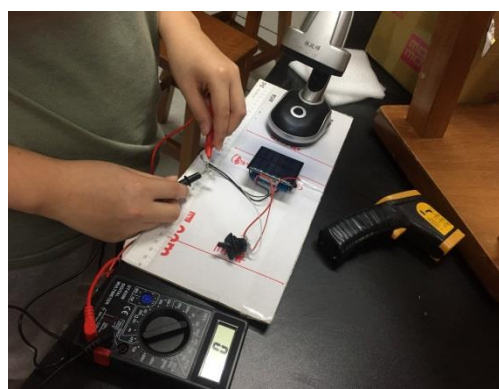
將致冷晶片與 3P 的開關焊上，讓電流可以有兩種流動方向。



接著並聯焊上一顆 LED 燈，若 LED 燈有亮，表示冷面正在進行運轉。



自製一組測量距離的紙板，然後將日光燈、太陽能面板放上去，距離約 3 公分。



然後同時測量兩樣數據，一個是太陽能電池產生的電壓，一個是致冷晶片冷面的溫度。



測量的時候以不同的角度做觀察，看看是否照射角度不同會有影響。



太陽能面板固定維持 30 度，致冷晶片同時串聯一枚 LED 燈，以確認是通路。

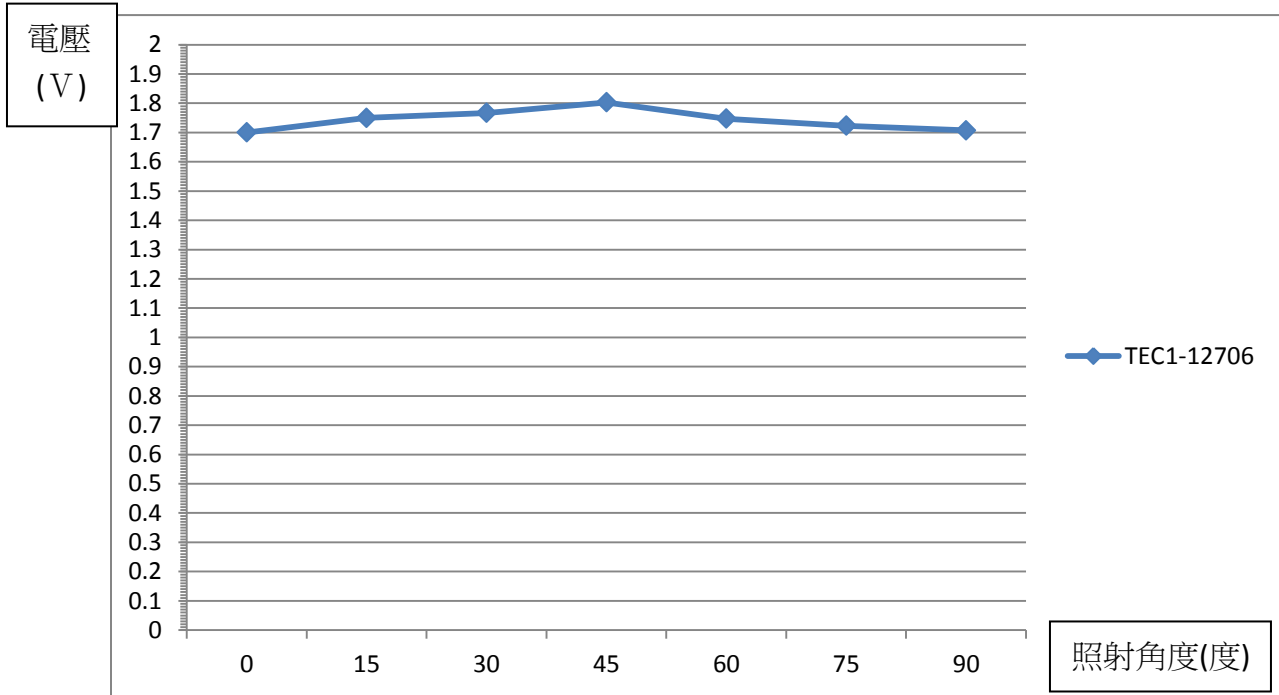
操作流程：

1. 我們先準備太陽能電池（型號 5V500MA），先測試在一般的情況下大約可以形成多少伏特的電壓。
2. 接著在太陽能電池的背面安裝上散熱鋁板，塗上散熱膏後貼上致冷晶片。
3. 串聯上一組開關以及 LED 燈，以確認是形成通路。
4. 接著將日光燈、太陽能電池組放置距離約 3 公分處，並將太陽能電池的面板維持 30 度，調整檯燈的照射角度觀測電壓以及致冷晶片的溫度變化，每次測量完都等 30 秒後再進行施測，希望減少誤差，當時室溫約 24 度。

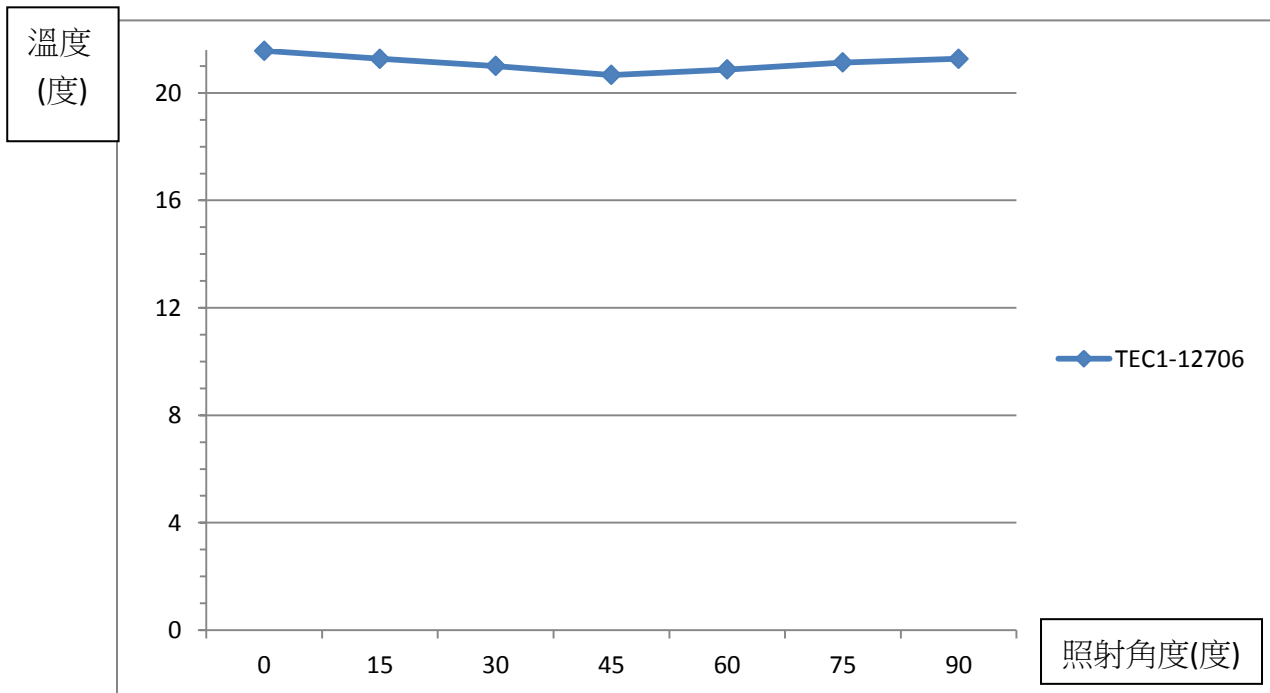
以下是我們的實驗記錄：

角度（單位：度）	測試電壓與溫度情況（單位：伏特/度）							
	室溫 24 度，日光燈照射電壓 1.68 伏特，左為電壓數值，右為溫度數值							
	①		②		③		平均	
0	1.71	21.3	1.70	21.2	1.69	22.2	1.7	21.57
15	1.77	21.1	1.75	21.0	1.73	21.7	1.75	21.27
30	1.77	21.0	1.78	20.8	1.75	21.2	1.767	21
45	1.80	20.9	1.82	20.4	1.79	20.7	1.803	20.67
60	1.73	21.0	1.75	20.7	1.76	20.9	1.747	20.87
75	1.71	21.2	1.72	20.9	1.74	21.3	1.723	21.13
90	1.69	21.2	1.71	21.1	1.72	21.5	1.707	21.27

不同角度照射太陽能板產生之電壓與溫度



不同角度照射太陽能板產生之平均電壓折線圖 (室溫 24 度)



不同角度照射太陽能板產生之平均溫度折線圖 (室溫 24 度)

研究發現：

1. 我們發現檯燈的角度的確會影響太陽能電池的電壓以及致冷晶片的溫度，產生最高的電壓大約是在 45 度角照射處，也是測量到最低溫的時候。

- 2.當檯燈的照射角度逐漸升高時，太陽能電池的電壓逐漸上升，但是高於 45 度角之後則會開始逐漸降低。
- 3.與我們之前實驗二的結果相符，在熱面溫度沒有過高影響冷面降溫的情況下，流過致冷晶片的電壓越高，冷面溫度就會降得越低。

結果與推論：

- 1.照射的角度如果太低或太高，太陽電池的面板就沒辦法照到足夠的光源，致冷晶片的電壓就沒辦法往上升。
- 2.根據我們的實驗，太陽能電池擺放 30 度，檯燈照射 45 度時可以產生最大的電壓，讓致冷晶片冷面的溫度降低最多。
- 3.一個太陽能電池以我們的實驗最多大約可以產生 1.8 伏特的電壓，若進行串聯是否有可能產生更多的電壓，運用在更多的生活中可以再進行嘗試。

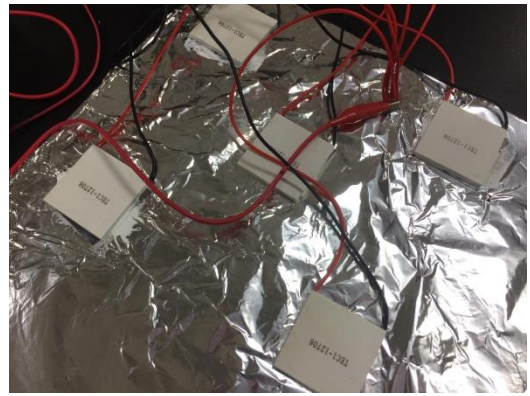
實驗七：將致冷晶片用於建材上的嘗試

經過與太陽能電池結合的嘗試後，我們發現致冷晶片是可以透過太陽能電池降溫的，所以我們想嘗試若將致冷晶片的熱面做好散熱，是否有可能創造出只用太陽能面板作為能源供應的建材，這樣的話冬天與夏天只需要將電源反接就可以讓熱面與冷面交換，如此一來便有可能讓屋子內冬暖夏涼，所以我們開始做嘗試。

操作要點：致冷晶片的熱面與冷面可以透過電源的正負極切換，所以我們先嘗試讓熱面塗上散熱膏黏上石墨散熱貼片後貼在不鏽鋼板上，一共貼上五個，蓋上另一個不鏽鋼板後接上太陽能電池測量溫度，當時室溫 20 度。



將致冷晶片的熱面貼上石墨貼電後再塗上一層散熱膏。



接著將每一片致冷晶片貼在不鏽鋼上，共貼上五片。



接著將致冷晶片並聯接上太陽能電池，觀察其降溫情況。



接著將另一塊不鏽鋼板蓋上，觀察其兩面溫度的變化。

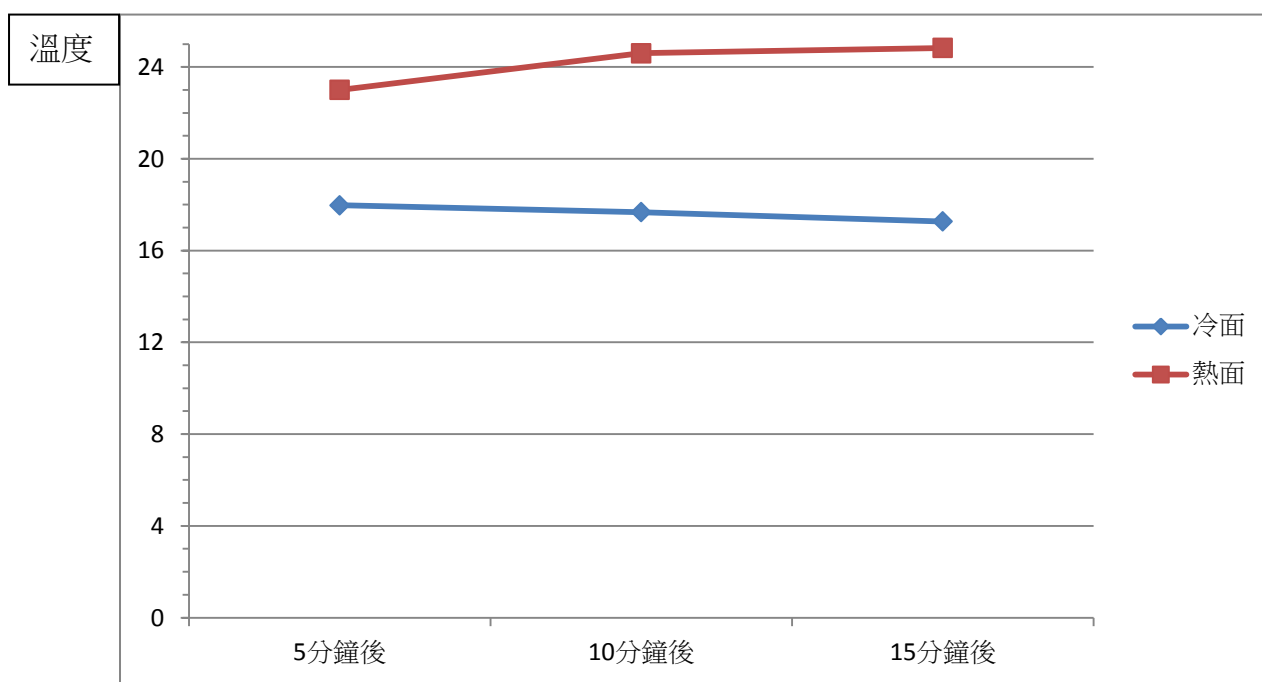
操作流程：

- 1.將致冷晶片先塗上散熱膏，並黏上石墨貼片後再塗一層散熱膏貼在不鏽鋼板上。
- 2.將製冷片另一面也做同樣的處理，接著再將另一塊不鏽鋼板蓋上去。
- 3.將致冷晶片分別接在太陽能電池上，太陽能電池保持 30 度，並將每個小檯燈以 45 度角照射。
- 4.每隔 5 分鐘記錄一次溫度，共紀錄三次，接著將冷熱面互換，觀察其效果如何。

以下是我們的實驗記錄：

冷面或熱面	測量的溫度（單位：度）											
	5 分鐘後				10 分鐘後				15 分鐘後			
冷面	①	②	③	平均	①	②	③	平均	①	②	③	平均
	18.3	17.5	18.1	17.97	18.1	17.4	17.5	17.67	17.5	17.1	17.2	17.27
熱面	①	②	③	平均	①	②	③	平均	①	②	③	平均
	23.3	23.2	22.5	23	24.2	25.3	24.3	24.6	24.4	25.4	24.7	24.83

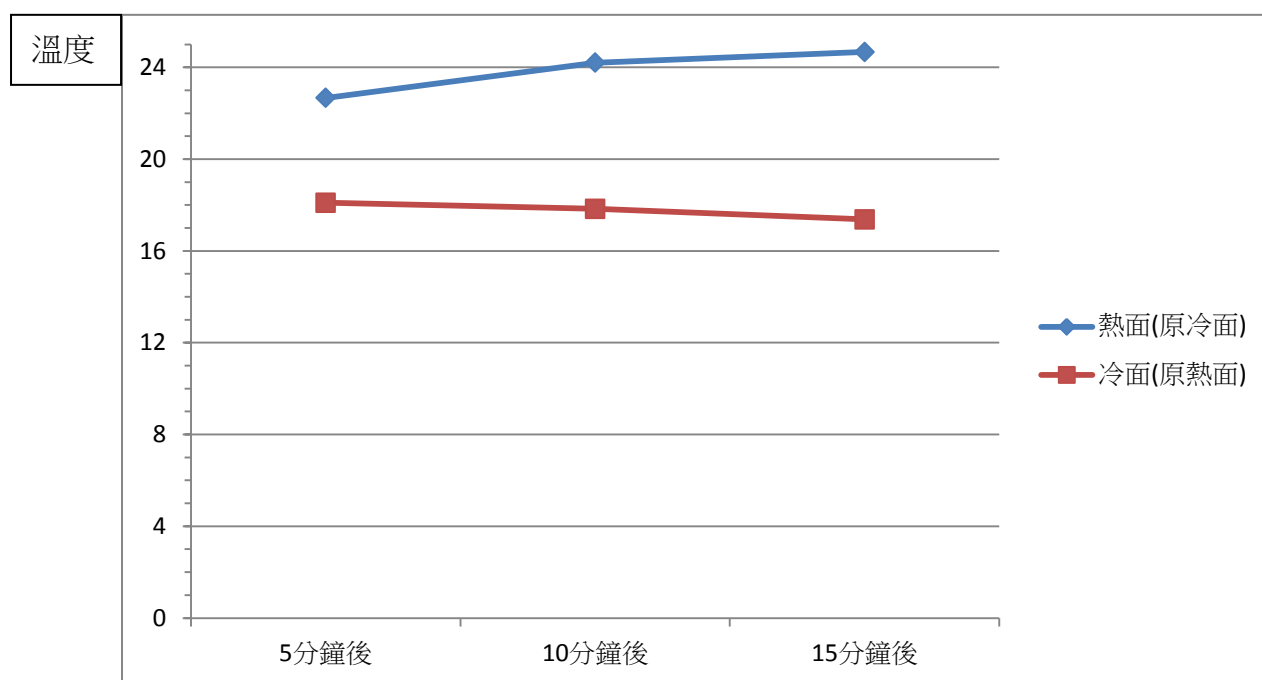
致冷晶片冷熱面原始的情況下溫度記錄（室溫 20 度）



致冷晶片冷熱面原始的情況下溫度記錄折線圖（室溫 20 度）

冷面或熱面	測量的溫度（單位：度）											
	5 分鐘後				10 分鐘後				15 分鐘後			
熱面（原冷面）	①	②	③	平均	①	②	③	平均	①	②	③	平均
		22.5	22.3	23.2	22.67	24.0	24.1	24.5	24.2	24.6	24.3	25.1
冷面（原熱面）	①	②	③	平均	①	②	③	平均	①	②	③	平均
	18.2	17.9	18.2	18.1	18.0	17.8	17.7	17.83	17.5	17.5	17.1	17.37

致冷晶片冷熱面交換後的情況下溫度記錄（室溫 20 度）



致冷晶片冷熱面交換後的情況下溫度記錄折線圖（室溫 20 度）

研究發現：

1. 結果發現致冷晶片在一般接法中，冷面的不鏽鋼板溫度有些微的下降，熱面的不鏽鋼板溫度有些微的提升。
2. 將電源反接後，原本的熱面與冷面顛倒，但是新的熱面與冷面比起原本的熱面與冷面溫度差異不大，熱面的平均溫度在 15 分鐘後大約是 24-25 度之間，冷面的平均溫度在 15 分鐘後大約是在 17-18 度之間。

3.致冷晶片用於建材的散熱是有些幫助的，但是若時間允許，我們會在多嘗試不同室溫下的冷面與熱面溫度變化。

結果與推論：

- 1.經過實驗後，致冷晶片是可以讓熱傳導出去的，只是冷面的部分降溫不如預期，不知道是否與太陽能電池並聯五個致冷晶片有所影響，可在之後做進一步討論。
- 2.由實驗五我們發現致冷晶片可以用於並聯，且並聯後可每個一起運作，但是會不會因為電壓不夠讓五個致冷晶片都做有效的運作可以再調整。

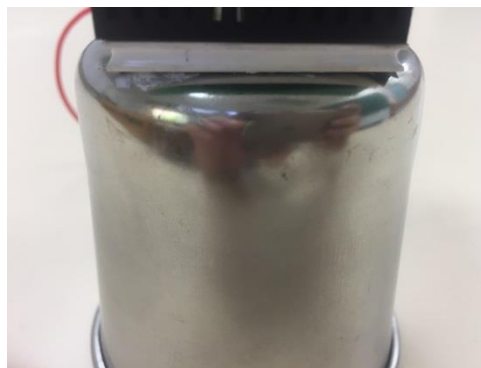
實驗八：模擬建築物內降溫或升溫

我們接下來找一個不鏽鋼的杯子，將之倒扣後模擬成一個屋子並在杯底裝上太陽能組合的致冷晶片，觀察其杯底的溫度變化，模擬裝上太陽能致冷晶片後的內部情況。

操作要點：致冷晶片的熱面與冷面可以透過電源的正負極切換，所以我們在致冷晶片面板上塗散熱膏黏上石墨散熱貼片後貼在不鏽鋼板底部，觀察太陽能板在不同的切換模式中是否能升溫或降溫。



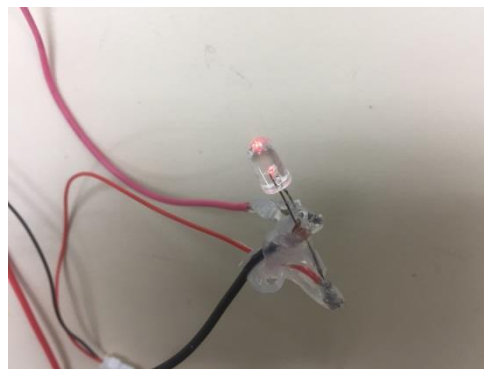
首先我們準備一個不銹鋼杯，並在底部貼黏一張紙，方便測量溫度。



接著在鋼杯底部貼上一個石墨導熱片，再將致冷晶片組貼上。



模擬屋頂上有太陽能板下方是住家的樣貌，以檯燈進行照射。



旁邊所並聯焊接的 LED 燈可以顯示現在下方是冷面或熱面。



LED 燈如果是亮的，表示冷面在下方接觸屋頂，內部降溫。



相反的，如果 LED 燈沒有亮，就表示熱面在下方，內部升溫。

操作流程：

- 1.將實驗七焊上散熱板與開關的致冷晶片塗上散熱膏後再將石墨導熱片貼上，黏在不銹鋼杯的底部。
- 2.先測量鋼杯的起始溫度與室溫後，將實驗六的探照燈以 45 度角照射太陽能板，每隔五分鐘觀察一次杯內底部的溫度，觀察其變化。
- 3.我們先測試底面為冷輸出（LED 燈亮），記錄完畢後再記錄熱輸出（LED 燈不亮）的數據。

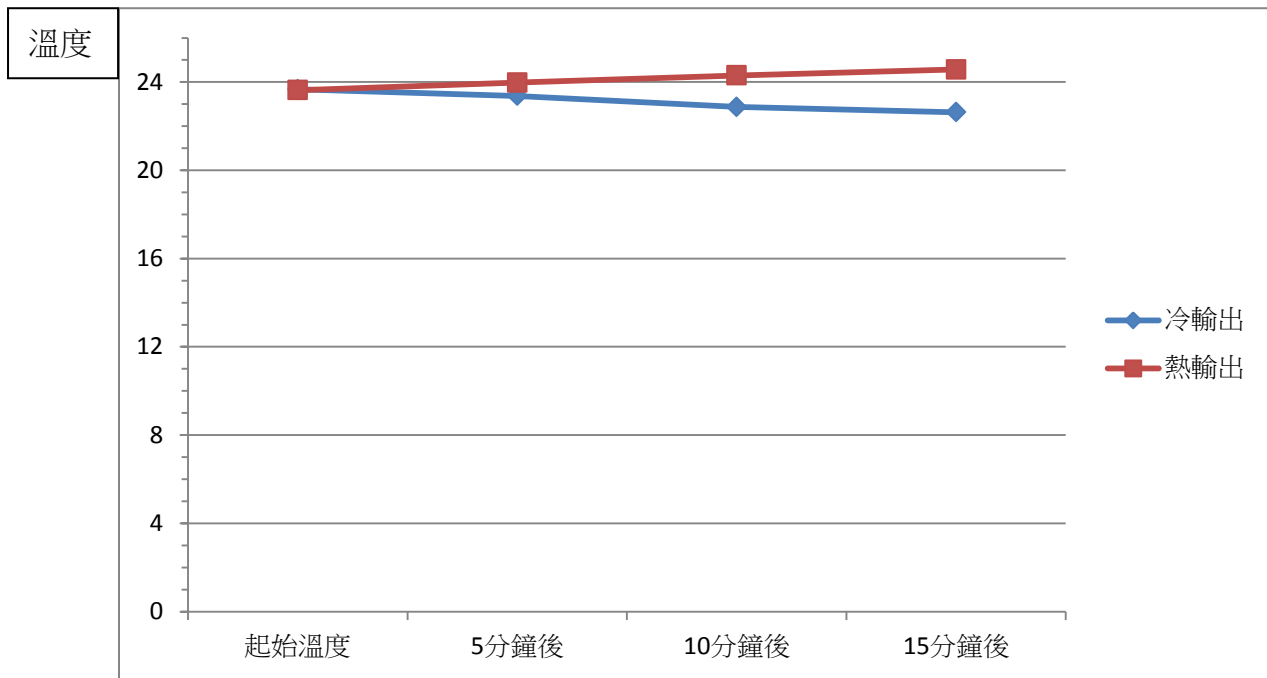
以下是我們的實驗記錄：

起始溫度				5 分鐘後				10 分鐘後				15 分鐘後			
①	②	③	平均	①	②	③	平均	①	②	③	平均	①	②	③	平均
23.7	23.7	23.6	23.67	23.4	23.5	23.2	23.37	22.9	22.9	22.8	22.87	22.7	22.5	22.7	22.63

致冷晶片底部為冷輸出的情況下溫度記錄（室溫 24 度）

起始溫度				5 分鐘後				10 分鐘後				15 分鐘後			
①	①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	③	②	③	平均
23.8	23.6	23.5	23.63	24.2	23.8	23.9	23.97	24.4	24.3	24.2	24.3	24.8	24.5	24.4	24.57

致冷晶片底部為熱輸出的情況下溫度記錄（室溫 24 度）



致冷晶片底部為熱輸出或冷輸出的情況下溫度記錄折線圖（室溫 24 度）

研究發現：

1. 結果發現致冷晶片在冷面接觸鋼杯時，可以透過太陽能電池讓不鏽鋼杯內部產生溫度下降的情況，且熱輸出接觸鋼杯的時候也能將熱能傳導進鋼杯底部。
2. 整體而言，運用致冷晶片可以將熱進行傳導，不管是冷傳導或是熱傳導都是有可行性的，如果有更多的製冷晶片與太陽能板，一定可以做更有效的降溫或升溫。

結果與推論：

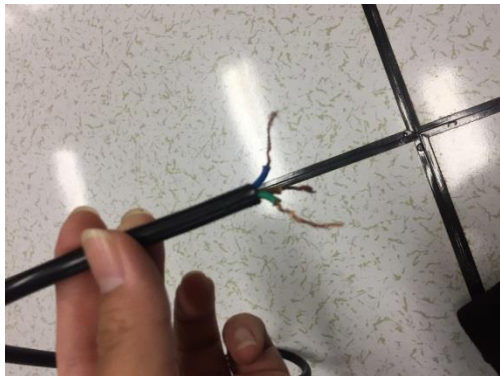
1. 經過實驗後，我們發現致冷晶片是可以將熱從鋼杯內傳導出來，也可以將熱從至冷晶片傳導進鋼杯內。
2. 我們所使用的鋼杯大約為 200 毫升左右，未來研究可以嘗試更大的金屬鋼杯並連結更多的致冷晶

片觀察結果。

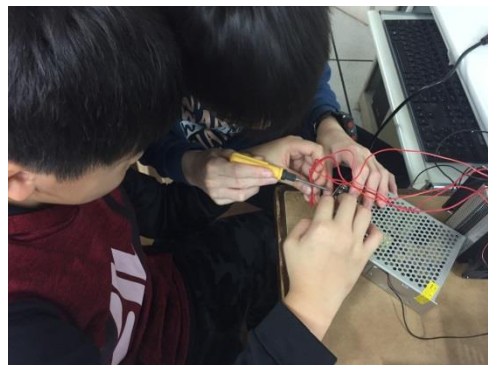
實驗九：致冷晶片用於其他電器的測試

經過上面的實驗後，我們發現致冷晶片可以用於降溫，而市面上也有許多關於致冷晶片用於日常生活的嘗試，其中一種是電冰箱的運用，而實驗五中我們發現如果能有效的將熱面的溫度降低，冷面的溫度也可以降得更低，因此我們購買了一些可以製作成小型致冷晶片電冰箱的器材，看看致冷晶片小冰箱的冷卻力如何。

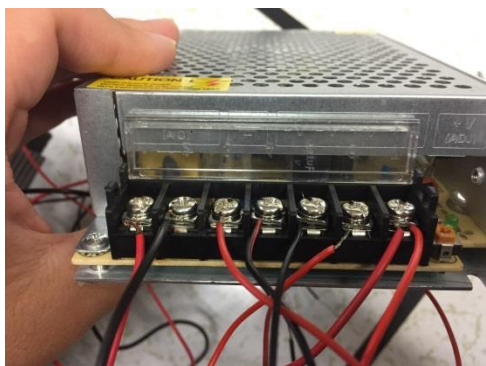
操作要點：致冷晶片用於小型家電是最新的趨勢，其中一種方式是運用致冷晶片於電冰箱上，熱面除了運用散熱膏外，還有連接風扇協助散熱，所以我們決定依照查到的資料買回製作致冷晶片冰箱的材料並組裝，選擇的型號同樣為我們做實驗後覺得致冷效果最好的型號 TEC1-12706，當時室溫 22 度。



接連 110 伏特的電線，裡面有三種顏色，分別是接
地線與正負極。



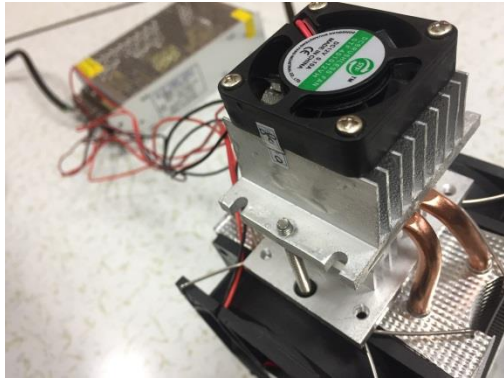
將電線接到變壓器上面，用螺絲將電線鎖上正確的
位置。



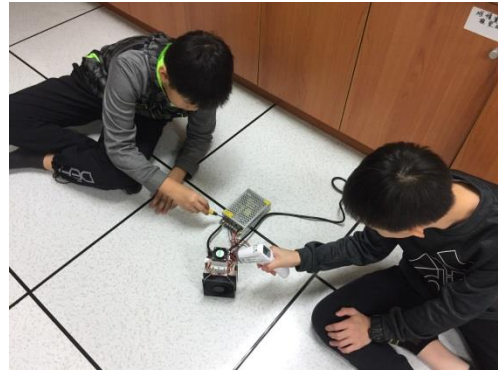
將各式各樣的電線鎖上後的完成品，也要小心電線
間不要碰在一起避免短路。



上網查詢致冷晶片電冰箱的組裝方式，避免到時候
接頭接錯。



連接完成後的成品，一共有兩個散熱風扇與數個排熱銅管。

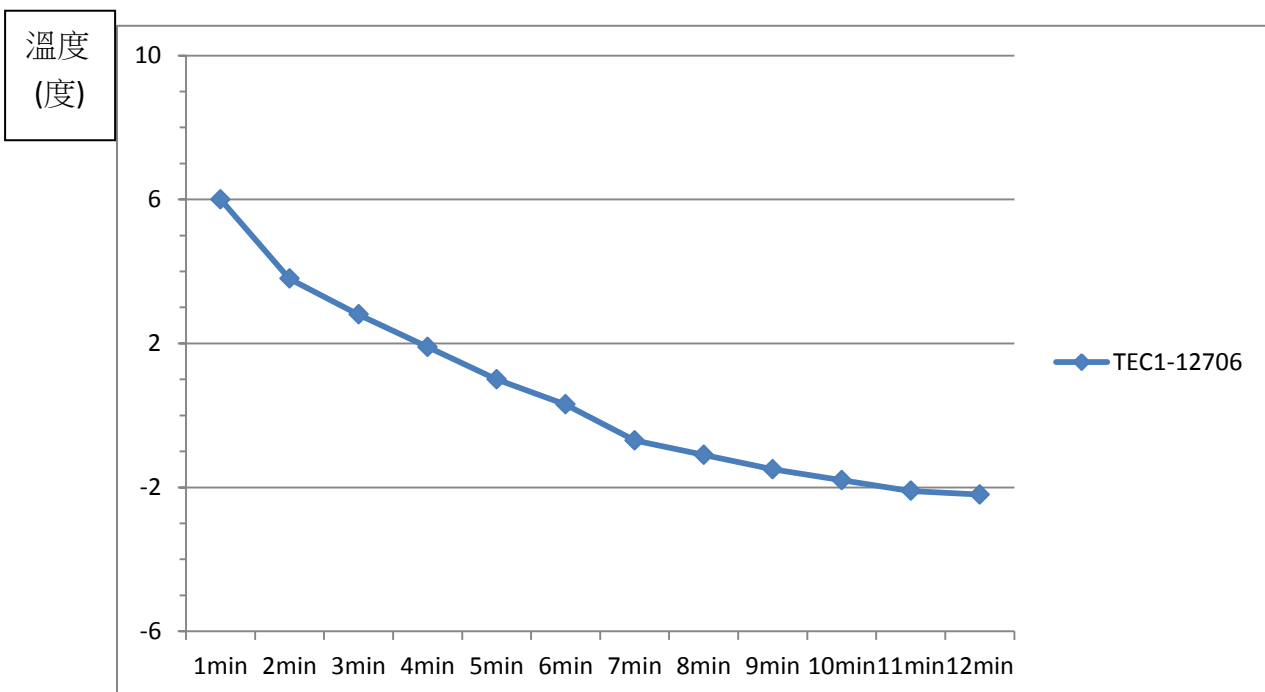


接著開始測量降溫的情況，我們每 1 分鐘測量一次，共做三次的實驗。

以下是我們的實驗記錄：

時間	溫度	時間	溫度
1min	6 度	7min	-0.7 度
2min	3.8 度	8min	-1.1 度
3min	2.8 度	9min	-1.5 度
4min	1.9 度	10min	-1.8 度
5min	1.0 度	11min	-2.1 度
6min	0.3 度	12min	-2.2 度

致冷晶片小冰箱（型號 TEC1-12706）每分鐘溫度記錄（室溫 22 度）



致冷晶片小冰箱（型號 TEC1-12706）每分鐘溫度記錄折線圖（室溫 22 度）

研究發現：

- 1.我們發現使用致冷晶片的小冰箱只要開機一分鐘便可以降低至 6 度，後續也都有持續的降溫，但是後續的降溫速度逐漸變慢，最後溫度大約是-2 度左右。
- 2.本次組裝的致冷晶片小冰箱的散熱方式主要為風扇與銅管。

結果與推論：

- 1.在此之前我們曾嘗試單獨使用太陽能板看看冰箱是否能運轉，但是僅使用太陽能板無法讓冰箱運轉，因此選擇使用變壓器接 110V 電源做觀察。
- 2.由於致冷晶片的運作與散熱方式有很大的關連，所以我們這次選擇使用風扇與銅管來進行更有效的散熱。

五 研究結果與研究限制

回歸到我們一開始的問題，以下將對我們當初設定的問題分別作探討：

- (一) 致冷晶片的原理是透過兩面的溫差做運用，那麼不同型號的致冷晶片在通上相同的電壓時，兩面的溫度會有哪些差異？

我們發現不同型號的致冷晶片冷卻效果皆有所差異，其中 TEC1-12705 與 TEC1-12706 兩種型號的致冷晶片在通電 90 秒後冷面溫度較 TEC1-7102 與 TEC1-7103 兩種型號的致冷晶片溫度低，但是升高的溫度前者也比後者高，且四種型號的致冷晶片皆是熱面上升的溫度較冷面下降溫度來的快。

- (二) 不同型號的致冷晶片可以加載的電壓也不同，在不同的電壓時，這些致冷晶片會有什麼樣的差異？

電壓增強時，冷面的溫度一開始也會降溫降得更快，但是我們的實驗中，7 伏特升上 9 伏特後溫度並沒有降下去，反而往上升高；熱面則是隨著電壓越強溫度升的越快，四種型號的致冷晶片皆是有這樣的情形。

- (三) 如果將熱面的溫度盡可能降低的話，那不同型號的致冷晶片冷面最低溫可以降到多低？

我們後來將熱面放置冰塊協助降溫，最低的可以降到-6 度以下(TEC1-12706)，另外也發

現隨著電壓增強的確可以讓冷面的溫度降到更低，且 TEC1-12705 與 TEC1-12706 兩種型號的致冷晶片冷卻效果較佳，所以或許與致冷晶片內半導體的數量多寡有關，也表示致冷晶片的散熱很重要，如果熱面的散熱不佳，很可能會影響到冷面的冷卻溫度。

(四) 如果想使用較多的致冷晶片，在串聯或並聯時給予相同的電壓，那麼哪一種方式可以讓致冷晶片的溫度較低呢？

與我們四年級的自然科學有提到關於串聯與並聯的觀念，致冷晶片在串聯或並聯的情況與結果相當類似，並聯的話每一個致冷晶片都可以正常運作，但是串聯會降低致冷晶片的運作效率，因此串連並不會讓溫度降得更低，並聯的話每一個的降溫的效果都比較能正常運作。

(五) 若將致冷晶片用於製作炒冰時效果如何？如何讓炒冰的效果更好？

除了散熱膏加上金屬盤、鋁箔紙、以及石墨導熱片後的確可以讓致冷晶片的溫度再有效的降低，是適合做炒冰的溫度。另外，在製作炒冰的時候，若使用乳含量高的物質作原料的話可以讓炒冰更容易凝固，更容易成形。

(六) 太陽能電池運用在致冷晶片上時，是否能有有效的降低溫度？有什麼方式可以改良以及運用在生活上？

我們發現檯燈的角度會影響太陽能電池的電壓以及致冷晶片的溫度，產生最高的電壓大約是在 45 度角照射處，大約是 1.8 伏特，也是測量到最低溫的時候，當檯燈的照射角度逐漸升高時，太陽能電池的電壓逐漸上升，但是高於 45 度角之後則會開始逐漸降低，與我們之前實驗二的結果相符，在熱面溫度沒有過高影響冷面降溫的情況下，流過致冷晶片的電壓越高，冷面溫度就會降得越低，由以上的研究結果，我們便開始嘗試是否可用於建築材料上。

我們實驗七在室溫約 20 度時將致冷晶片裝於不銹鋼板的夾層中，結果發現致冷晶片在一般接法中，冷面的不銹鋼板溫度有些微的下降，熱面的不銹鋼板溫度有些微的提升；將電源反接後，原本的熱面與冷面顛倒，熱面的平均溫度在 15 分鐘後大約是 24-25 度之間，冷面的平均溫度在 15 分鐘後大約是在 17-18 度之間，實驗八模擬建築時的室溫約 24 度，最

後冷輸出與熱輸出的溫度大約落在 22-23 度以及 24-25 度之間。因此我們認為致冷晶片用於建材的散熱是有些幫助的。

(七) 除了以上的用途以外，是否還有更多可以嘗試於生活運用？

我們本次嘗試將致冷晶片組裝進小冰箱，散熱裝置為風扇與銅管，實驗發現使用致冷晶片的小冰箱只要開機一分鐘便可以降低至 6 度，後續也都有持續的降溫，但是後續的降溫速度逐漸變慢，最後溫度大約是-2 度左右。

因我們目前的所學有限，能加上能夠研究的時間也有限，因此以下為本次研究不足的部分與研究限制：

- (一) 在實驗一至實驗三中，因為市面上有非常多的致冷晶片型號，而且每一種型號都可能有些微的不同，一片動輒數百元，所以我們僅能就我們的研究結果呈現，無法將所有致冷晶片都買來實驗一遍。
- (二) 在實驗二中，因為怕將致冷晶片燒壞，所以即便標榜最高電壓可以 15 伏特我們也僅用到最高 9 伏特，通以更高的電壓我們覺得很可能會因為過熱而燒壞，而且這樣可能太危險而作罷。
- (三) 在製作炒冰的時候，因為時間與容器的限制，我們運用冰塊來協助降溫，有沒有可能使用其他物質降溫可以給予未來實驗方向。
- (四) 太陽能電池的型號有非常多種，但是因時間因素我們僅使用某款太陽能電池運作在致冷晶片上，未來有時間會繼續再列點更多太陽能電池運用在致冷晶片的比較，或許可以選擇到更適合的也不一定。
- (五) 在嘗試製作致冷晶片的建材時，礙於時間的限制下我們僅有使用不鏽鋼板來進行實驗，如果後續時間充裕，我們也可以嘗試其他材質的物品來做測試，說不定會有更多發現。
- (六) 在使用電冰箱降溫的時候，我們有想要製作出能放置的容器，模擬冰箱的樣貌，但礙於時間，未能找到適合的容器作為冰箱的外殼。

六、結論與未來展望

- (一) 因為致冷晶片型號有非常多種，我們無法將所有型號的致冷晶片買來做測試，未來如果時間與經費允許，我們想要多嘗試其他致冷晶片的效果，看看更多不同型號間的差異。
- (二) 我們購買致冷晶片時，對方特別跟我們說明致冷晶片如果長時間通電很可能造成損壞，甚至有可能被燙傷，所以我們使用的時候都很小心，沒有做好散熱的情況下不敢長時間通電，最高的電壓只使用 9 伏特的電壓，低於產品標榜的 15 伏特。
- (三) 致冷晶片的散熱方式有非常多種，目前我們嘗試過用風扇加銅管，以及散熱膏加石墨導熱片，未來如果有機會希望能做更多的散熱嘗試，看看是否會有更好的成果。
- (四) 太陽能電池經過小檯燈的照射最能產生約 1.8 伏特的電壓，後續會繼續挑選到更高瓦數的檯燈做實驗，看看能不能讓太陽能電池產生出更大的電壓。
- (五) 目前我們做完實驗發現的太陽能電池對致冷晶片的降溫效果雖然是有的，但是並沒有非常顯著，可以做為未來研究的方向。
- (六) 致冷晶片的用途還有更多廣泛的可能性，未來可繼續作嘗試在不同電器上觀察其運作時的效果。

七、參考文獻

- 什麼是致冷晶片。台北市：科學人
- 致冷晶片的原理。台北市：遠流。
- 開心動手玩科學（民 104）。新北市：牛頓。
- 天天在家玩科學（民 104）。台北市：商周。
- 邱偉豪：致冷晶片的原理與應用。台大生機系。

中華太陽能聯誼會

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

