

中華民國第四十三屆中小學科學展覽會參展作品專輯

高 職 組

## 電子電機及資訊科

科別：電子電機及資訊科

組別：高職組

作品名稱：E 時代冷氣

關鍵詞：致冷晶片、壓縮機的替代品、環保、省電

編號：091007

學校名稱：

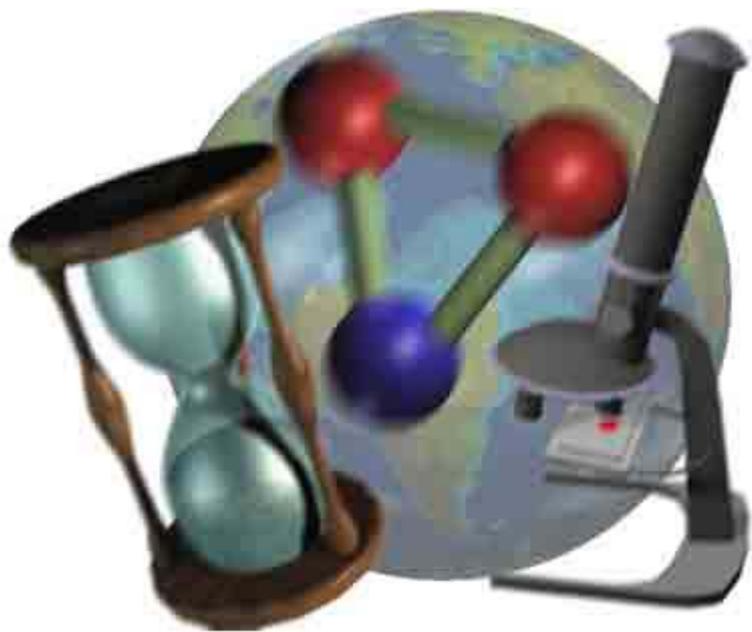
高雄市立中正高級工業職業學校

作者姓名：

陳贈義、林國賓、林景立、黃文正

指導老師：

蘇明福



## 摘要

近幾年來，科技進步生活品質提升，環保意識高漲，我們以冷凍空調理論，嘗試著：“捨棄現有機械式”所用的“氟氯碳化物”傳統冷媒，避免造成臭氧層破壞，改以“致冷晶片”來取代壓縮機，及水和藥用酒精取代傳統冷媒，作此之研究主題。

利用 50x50x4.8 mm “致冷晶片”，再配合冷、熱循環系統，於 3~4 坪的空間，5~20 分內，即可達到冷氣效果，並比傳統冷氣節省 10 % 電費。

傳統冷氣機雖然有改以使用環保冷媒，不會破壞大氣層，但仍還是會造成地球的溫室效應和熱污染。

## 壹、研究動機

- 一、現今許多工廠如 IC 晶圓廠、食品化學工業、一般家庭及商業對於冷凍空調在生活上的應用皆為不可缺少。
- 二、討論“壓縮機”的替代品及不用“氟氯碳化物”冷媒的情況下，我們希望達成簡單又環保及省電的空調設備，以維護環境的清潔及降低能源消耗。
- 三、現今一般冷氣機會造成臭氧層破洞和溫室效應，使我們想做 E 時代冷氣來改善一般冷氣機的缺點。

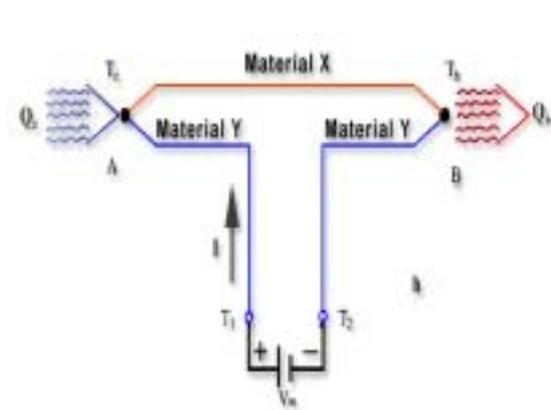
## 貳、研究目的

- 一、探討如何找到“壓縮機的替代品”並且以最小能源達到最大效率。
- 二、嘗試用“致冷晶片”取代傳統壓縮機，是否比傳統冷氣機更省電、環保。
- 三、分析“藥用酒精”用於「冷凍空調」會有什麼效果？
- 四、探討致冷晶片如何散熱效果更好、更佳？
- 五、探討致冷晶片如何密封？
- 六、探討致冷晶片接交流或直流會有什麼影響？
- 七、探討致冷晶片接超過額定電壓或小於額定電壓會有什麼影響？
- 八、探討致冷晶片接成並聯或串聯會有什麼影響？

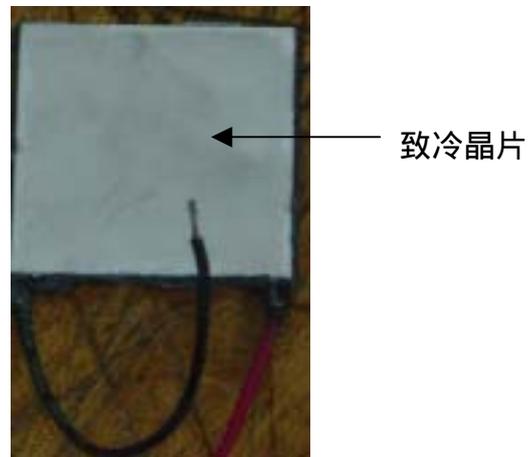
## 參、文獻探討及相關理論

### 一、致冷晶片的理論

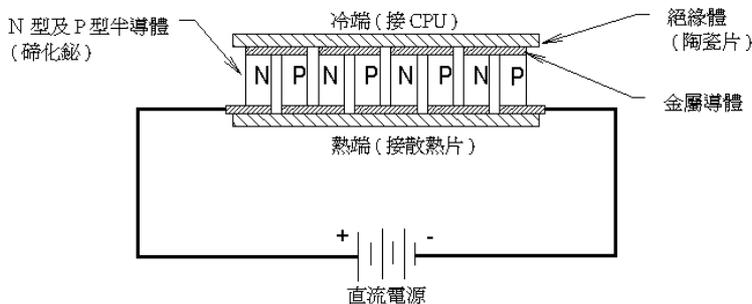
致冷器是由半導體所組成的一種冷卻裝置，於 1960 左右才出現，然而其理論基礎，**皮爾特效應** (Peltier effect) 可追溯到 19 世紀。下圖是由 X 及 Y 兩種不同的金屬導線所組成的封閉線路，通上電源之後，A 點的熱量被移到 B 點，導致 A 點溫度降低，B 點溫度升高，這就是著名的**皮爾特效應** (Peltier effect)。這現象最早是在 1821 年，由一位德國科學家**西百克** (Seebeck) 首先發現，不過他當時做了錯誤的推論，並沒有領悟到背後真正的科學原理。到了 1834 年，一位法國錶匠，同時也是兼職研究這現象的物理學家**皮爾特** (Peltier)，才發現背後真正的原因，這個現象直到近代隨著半導體的發展才有了實際的應用，也就是「致冷器」的發明。



致冷晶片動作原理圖



致冷器的名稱相當多，如 Peltier cooler、thermoelectric、thermoelectric cooler (簡稱 T.E 或 T.E.C)、thermoelectric module，另外又稱為熱幫浦 (heat pump)。下圖是一個致冷器的典型結構，由許多 N 型和 P 型半極體之顆粒互相排列而成，而 NP 之間以一般的導體相連接而成一完整線路，通常是銅、鋁或其他金屬導體，最後由兩片陶瓷片像夾心餅乾一樣夾起來，陶瓷片必須絕緣且導熱良好，外觀如下圖所示，看起來像三明治。



直流電源提供了電子流動所需的能量，通上電源之後，電子由負極(-)出發，首先經過 P 型半導體，於此吸收熱量，到了 N 型半導體，又將熱量放出，每經過一個 NP 模組，就有熱量由一邊被送到另外一邊，造成溫差，而形成冷熱端，冷熱端分別由兩片陶瓷片所構成，冷

端要接熱源，也就是欲冷卻之物，將熱量排出。於各接面之間，一樣要塗上散熱膏，以利熱量之傳導。以上就是致冷器的基本架構。致冷器的用途很多，其中一個主要的用途就是超頻。

目前致冷器所採用的半導體材料最主要為**碲化鉍**(Bismuth Telluride)，加入不純物經過處理而成 N 型或 P 型半導體。

## 二、應用範圍：

(一) 國防和尖端技術應用：

衛星、導彈制導、光纖通訊、紅外熱成像、紅外跟蹤、探測、報警等。

(二) 電子技術中的應用：

電子設備、電子器件的冷卻、雷達、計算機、微波通訊、參量放大器等。

(三) 工業應用：

汽車冷飲箱、小型空調器、除濕器、恆溫儀、熱導測試儀、高真空冷窯、電廠水質分析儀等。

(四) 醫療、農業和生物方面的應用：

物理降溫醫療墊、半導體生理切片、疫苗保存等。

(五) 其他應用：

手提冷暖野餐箱、冷枕、清涼頭盔、冷飲機、冷飲杯、冷暖兩用飯盒等。

## 三、臭氧層對大氣層的影響

“**氟氯碳化物**”從地面飄升到距地面 10 到 30 英里的平流層，破壞遮擋紫外線輻射的臭氧層，造成臭氧洞，這種氣體來源有氣溶膠射劑、電冰箱和空調器的冷媒，產生塑料發泡劑用的化學製品。

## 四、熱汙染

(一) 太陽的影響：

1. 太陽是地球最主要的熱源，孕育了地球上所有的生物。
2. 太陽的熱可藉由自然的調節，維持地球環境的恆定。

(二) 對人類的影響：

1. 冷氣機普及，把室內的熱排放到室外（熱並沒有消失，因為**能量不滅定律**），使室外溫度升高。
2. 溫室效應：大氣中**二氧化碳**含量增加，導致陽光輻射到地球的熱量，積聚在地球，使得全球氣溫上升，海水面因冰山融化而升高。

## 肆、研究設備器材

### 一.實驗器材:

- (一) 致冷晶片二片(規格：15V /12A) , (尺寸：50×50×4.8 mm兩片以並聯連接)。
- (二) 壓克力水槽一個 (6.5 cm×11 cm×7 cm)和一個鋁製水槽(17 cm×13 cm×32 cm)。



- (三) 一組鋁製散熱片。(尺寸：6×10×5cm)。



- (四) 直流電源供應器(12V/15A)。



- (四) 矽利康。
- (五) 快乾。
- (六) 橡膠。
- (七) 藥用酒精。

## 二.現成器材:

- (一) 電流表(直流 0~30A)。
- (二) 電子式溫度計(110V, -50 ~ +50 , 準確度 1%)。



- (三) 乾溼溫度計(乾球-20 ~ +60 , 相對濕度 10~95 % RH)。



- (四) 沉水馬達三個(1200L/hr/110V/12W)。



沉水馬達

- (五) 雷射溫度計。
- (六) 冷氣風扇(220V/35W)。
- (七) 小型電風扇(110V/0.25W)



(八) 熱熔膠槍(110V/60W)

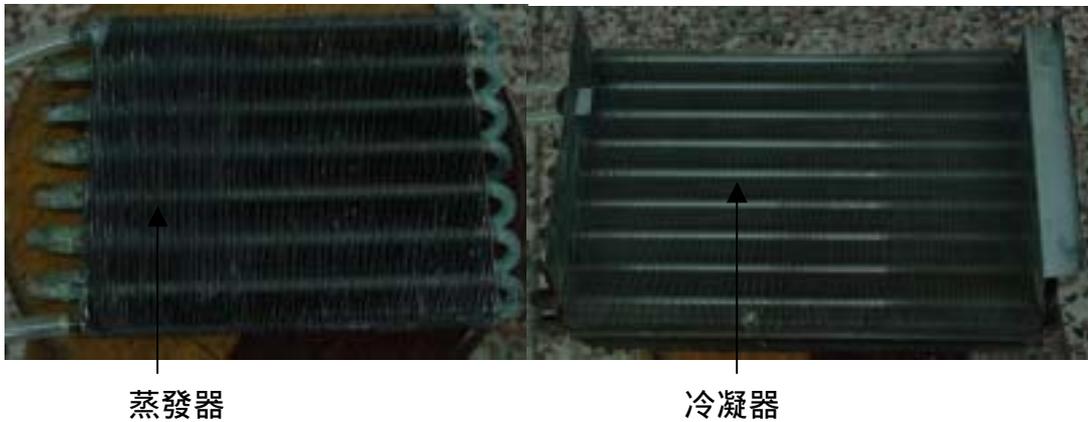


### 三.廢物利用:

- (一) 報廢的窗型冷氣機。
- (二) 過濾網。
- (三) 木板及鐵片。
- (四) 鋁板。
- (五) 水果海綿。

## 伍、研究過程與方法

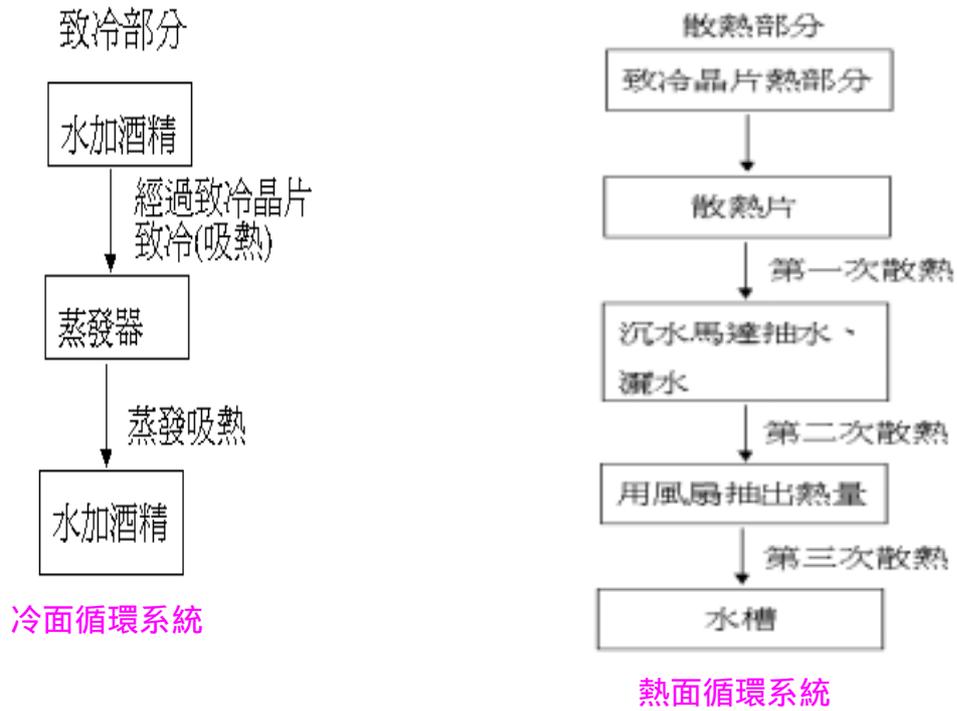
- 一、從報廢的窗型冷氣機中，把壓縮機和膨脹閥分離，並將蒸發器和冷凝器內剩下的冷凍油清除，以洗碗精將蒸發器和冷凝器外表清洗乾淨，完成。（如下圖，蒸發器和冷凝器）。



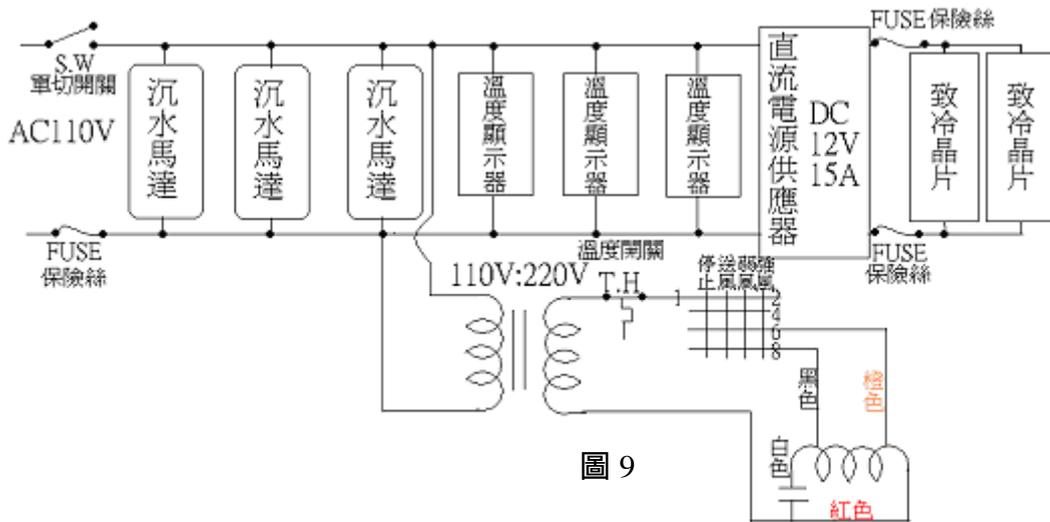
- 二、然後將自製的壓克力水槽放置在鋁製的水槽銜接，沉水馬達裝置在鋁製水槽內，將致冷晶片二片，鋁製散熱片用散熱膏貼在致冷晶片熱面，並將小型電風扇銜接上去。（如下圖 5、6）



- 三、壓克力水槽加入稀釋後的藥用酒精(酒精加水 2 : 1)，並且準備實驗。
- 四、利用沉水馬達把稀釋後的藥用酒精液體，抽到蒸發器來吸收環境空間的熱量，再回到致冷晶片的冷面部分來致冷(吸熱)，完成冷熱循環系統，如下圖。



五、完成系統的電路圖：(如下圖 9)



六、完成所有的器材組合，送電測試，測量並記錄：

## 陸、研究結果

### 一.測量數據：

1.酒精加水 1：2 (在 3.5\*8.5\*2.5(m)的環境空間所作的實驗)

冷氣部分				電氣(直流)部分	
時間(分鐘)	室內溫度	出、回風口溫度		直流電壓	直流電流
		出風口	回風口		
0~	33	33	33	12V	12A
0~5	33	33	33	12V	12A
5~10	32	32	32	12V	12A
10~15	32	31	32	12V	12A
15~20	32	31	32	12V	12A

2.酒精加水 1：1 (在 3.5\*8.5\*2.5(m)的環境空間所作的實驗)

冷氣部分				電氣(直流)部分	
時間(分鐘)	室內溫度	出、回風口溫度		直流電壓	直流電流
		出風口	回風口		
0~	33	33	33	12V	12A
0~5	31	32	31	12V	12A
5~10	31	32	31	12V	12A
10~15	31	30	31	12V	12A
15~20	31	30	31	12V	12A

3.酒精加水 2：1 (在 3.5\*8.5\*2.5(m)的環境空間所作的實驗)

冷氣部分				電氣(直流)部分	
時間(分鐘)	室內溫度	出、回風口溫度		直流電壓	直流電流
		出風口	回風口		
0~	33	32	33	12V	12A
0~5	31	30	31	12V	12A
5~10	29	28	29	12V	12A
10~15	28	27	28	12V	12A
15~20	25	25	27	12V	12A

## 二.電功率及冷凍能力比較：

### (一) 電功率部分:

1. 一般窗型冷氣機: ( 冷凍能力: 2000kcal/h )。

(1) 啟動電流: 21A。

(2) 運轉電流: 4.2A。

(3) 消耗電力: 880W。

2. E 時代冷氣：

(1) 交流消耗總功率(冷氣風扇 x1、沉水馬達x3、電源供應器 x1)：

$$\begin{aligned} P &= VI \cos \\ &= 110 \times 2.5 \times 0.8 \\ &= 220W。 \end{aligned}$$

### (二) 冷凍能力：

1. 一般窗型冷氣機:

(1) 冷凍能力: 2000kcal/h。

(2) 消耗電力: 0.88kw。

(3) 能源效率: 2.27kcal/h.w。

2. E 時代冷氣：

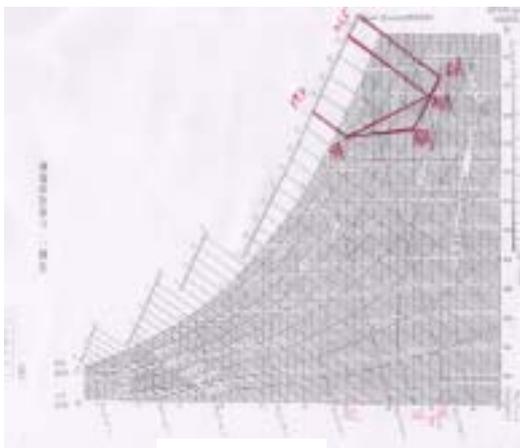
(1) 冷凍能力  $Q_e$

$$= VSA (\text{送風量}) \times (\text{空氣密度}) \times (hMA - hSA) (\text{混合風的焓值} - \text{送風量的焓值})$$

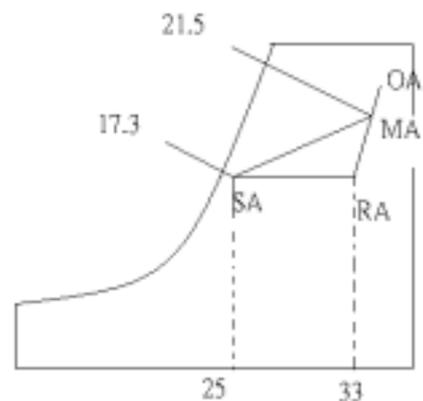
$$= 27 \frac{m^3}{hr} \times 1.2 \frac{kg}{m^3} \times (21.5 - 17.3 \frac{kcal}{kg}) \times 4$$

$$= 544.32 (\frac{kcal}{hr})$$

參考空氣線圖



空氣線圖



空氣線圖簡視圖

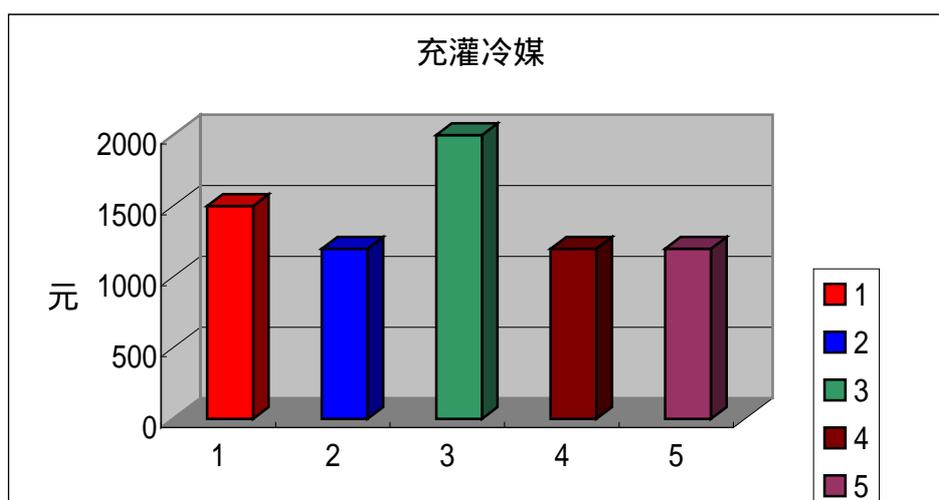
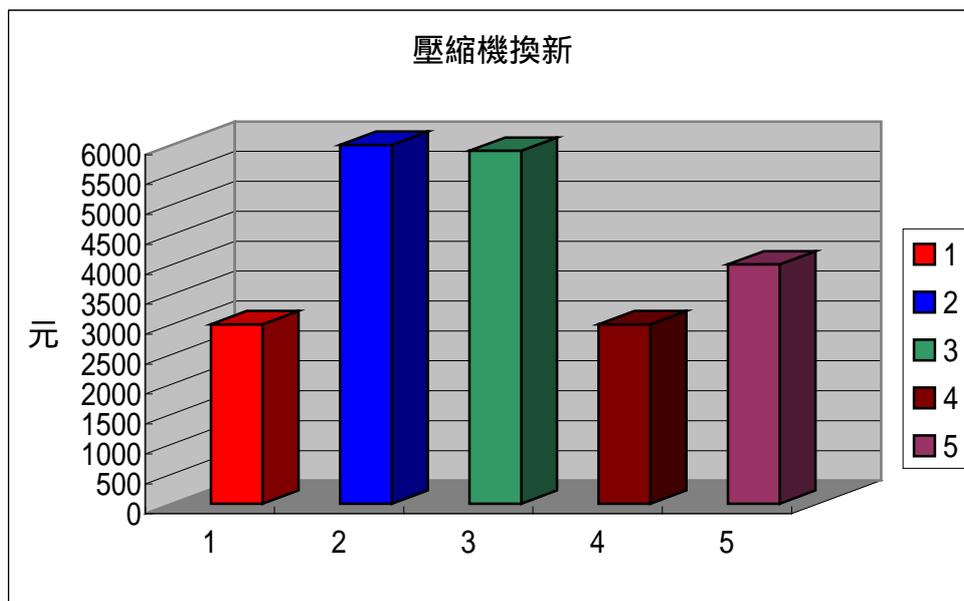
(2) 消耗電力:  $= P=VI\cos = 110 \times 2.5 \times 0.8 = 220W$ 。

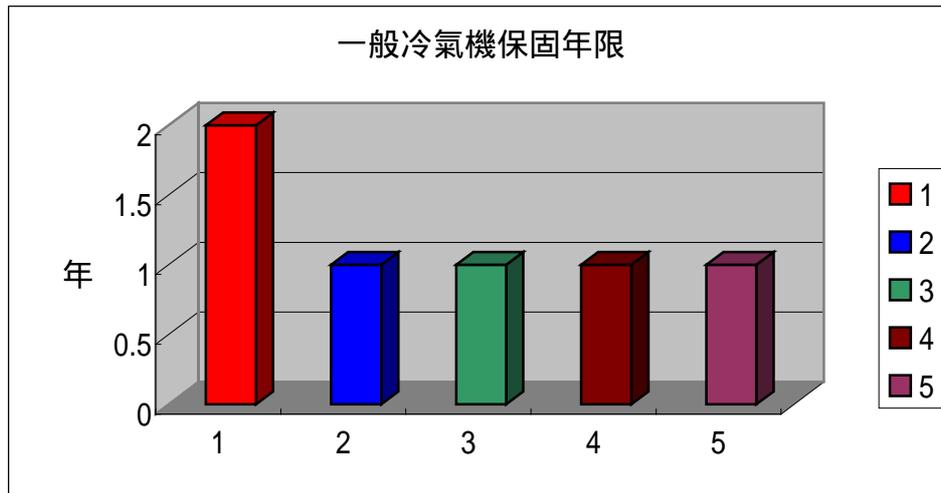
(3) 能源效率(EER) =  $\frac{\text{冷凍能力}(kcal/hr)}{\text{消耗電力}(W)} = \frac{544.32(kcal/hr)}{220(W)} = 2.47$ 。

上述為 E 時代冷氣與一般窗型冷氣比較的結果，得知在同樣條件下，能源效率可提高  $\frac{2.47 - 2.27}{2.27} \times 100\% \approx 10\%$ 。

### 三、成本及維修費用比較

就(92年) 1.壓縮機換新、2. 充灌冷媒、3.保固年限，市場調查結果 (如下圖)。





由 5 家調查的結果，發現不管成本及維修，比 E 時代冷氣費用高出甚多。

## 柒、討論

### 一、致冷晶片部分：

#### (一) 問題：致冷晶片散熱不良。

解決方法：(1) 加裝風扇強迫散熱。

(2) 在致冷晶片塗上一層散熱膏貼散熱片。

(3) 利用沉水馬達抽散熱後的水到冷凝器幫助散熱。

結果：(1)、(2)、(3)各項單獨方法散熱效果很差，因為散熱量不夠，因此綜合(1)、(2)、(3)項加起來散熱效果更棒！

#### (二) 問題：致冷晶片如何密封？

解決方法：(1) 用熱熔膠密封致冷晶片。

(2) 用矽利康密封致冷晶片。

(3) 用橡膠把致冷晶片四周圍起來，再用快乾封起來。

結果：(1)項方法不好，因為致冷晶片的熱面把熱熔膠熔化，因而造成洩露；(2)項方法不錯，但是矽利康膠無法抗高溫；(3)項方法最好，完全不會洩露。

#### (三) 問題：致冷晶片要接交流或直流呢？

解決方法：嘗試用致冷晶片接交流或直流。

結果：致冷晶片接直流會產生冷和熱效果；而接交流致冷晶片沒有動作，反而容易壞掉。

#### (四) 問題：致冷晶片需要接多少的電壓，超過額定電壓會如何呢？小於額定電壓會如何呢？

解決方法：一般來說，致冷晶片都接直流 12V(除非有特殊的電壓規定)，試著將致冷晶片接超過額定電壓或小於額定電壓。

結果：當致冷晶片符合額定電壓時，會正常工作；當超過額定電壓時，使致冷晶片兩面變得非常的燙，最後致冷晶片會燒壞；當小於額定電壓時，不會正常工作。

(五) 問題：致冷晶片接成串聯或接成並聯效果如何呢？

解決方法：嘗試將致冷晶片單獨接成串聯或並聯。

結果：當致冷晶片接成串聯的效果是不好，因為假如其中有一片壞掉了，還要拆起來，用三用電表查出問題所在或者單獨接電源測試有沒有正常；接成並聯效果是非常好，但是直流電流會提高，交流電流並不會影響，因為所接的電源是直流電源供應器。

## 二、傳導部分：

(一) 問題：酒精和水對致冷晶片，致冷能力有什麼影響呢？

解決方法：酒精和水溶液單獨放在致冷晶片水槽中。

結果：因為酒精的比熱小(0.23cal/g/ )，吸熱快、散熱快；水的比熱大(1 cal/g/ )，吸熱慢、散熱慢。

## 捌、結論

於實驗過程中，我們發現

1. 酒精的比例越高效果越佳，但應考慮酒精的燃點問題。
2. E 時代冷氣具有：
  - (1) 環保
  - (2) 省電。
  - (3) 價廉(E 時代冷氣只需 4700 元，比傳統冷氣機(6450 元)便宜)。

於一般家庭中，使用 E 時代冷氣，可使空間內的溫度達到人體舒適溫度(26 )，既省電費，也不會造成**臭氧層破洞**和熱污染及溫室效應。

我們從致冷晶片的理論原理來發揮“**學以致用**”的精神，也在製作過程中學到了許多東西。經過許多次的失敗和嘗試，取得教訓和經驗的累積，也發現到致冷晶片的特性是“**互相照顧，求進步**”，因為致冷晶片熱面散熱越好，冷面就越冷，以至於出風口溫度越低，最後“**皇天不負苦心人**”，完成了這台**E 時代冷氣**。

身為冷凍空調科高職生的我們，也身為未來國家棟樑和台灣經濟的生力軍，應該多多去探討問題和加以研究及發明。

## 玖、參考文獻與相關資料

- 一、許祺清、陳聰明編著，**冷凍空調原理** (129 頁至 132 頁)。大中國圖書股份有限公司。台北縣中和市建一路 150 號四樓之二。中華民國九十二年一月修訂二版一刷。
- 二、**熱電致冷晶片**。<http://business.net.tw/tande/hotelectricity.htm>。
- 三、**致冷器的真相**。<http://www.oc.com.tw/files/peltier.asp>。
- 四、郭鴻銘、蕭仁貴編著。**物理**。三民書局股份有限公司。台北市復興北路 386 號。初版一刷，中華民國八十九年八月出版，初版二刷，中華民國九十年八月出版。
- 五、郭鴻銘、蕭仁貴編著。**物理**。三民書局股份有限公司。台北市復興北路 386 號。初版一刷，中華民國九十年二月出版，初版二刷，中華民國九十一年二月出版。

- 六、賴士峰編著。**基本電學**。長和圖書股份有限公司。台北市中正區（100）青島東路 7 號 6 樓。2001 年 03 月出版。
- 七、陳銘章編著。**冷凍工程上冊**。長諾資訊圖書股份有限公司。台北市八德路三段 12 巷 67 弄 15 號 1 樓（02）577-5271。中華民國八十六年八月出版。
- 八、**洁耀聯合股份有限公司**。<http://www.yellowpage.com.tw/~chiehyao/cp10.htm#1>。
- 九、**熱污染**。[http://www.cmjh.tp.edu.tw/resources/resource5/v1/ch5/pc1\\_5\\_6.htm](http://www.cmjh.tp.edu.tw/resources/resource5/v1/ch5/pc1_5_6.htm)。

## 評語

1. 研究課題具有創新意義。
2. 實驗內容具有環保概念。
3. 實驗數據及過程可再加強。