中華民國第51屆中小學科學展覽會
作品說明書

高職組　電子、電機及資訊科

091003

飲水思源，「源」流昇效率

學校名稱：臺北市立木柵高級工業職業學校

作者：	指導老師：
職二 王怡文	鄭龍嶽
職二 彭裕彤	劉啟欣

關鍵詞：電子式開飲機、致冷晶片、節能

摘要

本研究以家用電子式冰溫熱開飲機為實驗樣機，利用銅板將致冷晶片熱側的熱源迅速帶走，以提昇晶片冷側的製冷效益；加裝預熱桶以回收熱膽所散發之輻射熱，進行預熱進入熱膽之純水以減少電熱絲加熱之時間；採用具有較大傳熱能力的熱管，將熱源移至預熱桶內以提高熱膽之進水溫度。目的在於能夠有效減少熱水、冰水系統整體的耗能及提升開飲機之能源使用效率。改善後的結果顯示，加裝銅板或熱管後晶片散熱側溫度上升約 2.1℃，散熱效益增加 7.5 %；冰膽製冷至 15℃之時間縮短 540 秒，製冰效益亦有效提升約 13.4 %。加裝吸收輻射熱及熱管的預熱桶後，其熱水系統熱膽進水平均水溫上升約 5.1℃，熱膽加熱至 76℃之時間縮短約 180 秒，效能增加約 16.7 %。

壹、研究動機

隨著科技日新月異，新的電器產品也層出不窮，電器產品造成的能源消耗與二氧化碳的排放量也日趨增加，為了防止能源過度的消耗，以及地球暖化所引起的氣候變遷問題，因此節能減碳是目前不可忽視的議題，而如何有效地提高能源使用效率成為當務之急。

為了跟進這股潮流我們選用了「電子式冰溫熱桶裝式開飲機」來做為本次研究的主題，此開飲機為日常生活中很常見的電器用品，而我們研究此開飲機找出了以下原因，作為改善的依據：

1. 當溫度不夠冷(冰膽)或者不夠熱(熱膽)時，機器就會持續運轉直到溫度到達設定值。
2. 大量的輻射熱從熱膽周圍流失
3. 致冷晶片散熱面的廢熱沒有適當的加以利用
4. 致冷晶片散熱效果不好，會導致製冷的效能大幅的降低

電子式開飲機中的致冷晶片是採取一側製冷一側散熱的方式進行，冷熱兩側的關係極為密切，散熱的優劣會影響製冷的成效。而散熱側引導出來的熱能直接由風扇排至大氣中，若我們可以將此廢熱加以利用於水的預熱，應可縮短其加熱之時間，此外，在致冷晶片之熱側作適當的改善，加速移走產生的熱能，或許可以讓致冷晶片的效率大大的提升，縮短製冷的時間。為了永續發展，並且讓地球上的能源不要白白的浪費，我們發揮創意與不斷的實驗進而達到「環保、節能」的效果。

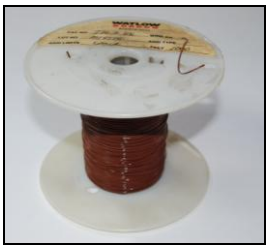
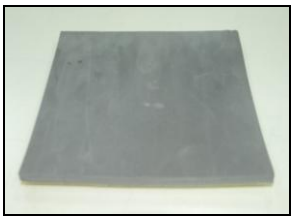
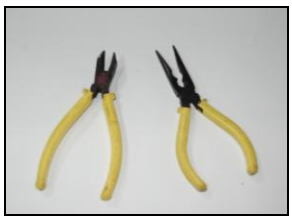
貳、研究目的

使用桌上型電子式開飲機的族群，絕大部分是以辦公與家庭為主，為了減少家庭平時開飲機製冷、熱的時間過長，導致電費增加的缺點，有效利用散失的熱能來預熱純水，使加熱時間減少，長久下來節省的能源就十分的可觀，也能夠節省下不少的電費。

1. 了解開飲機整體循環過程，並找出可改善地方
2. 了解散熱效果增加而使製冷效果提高
3. 使進入熱膽的純水溫度提升
4. 增加製冷的效益
5. 加以利用致冷晶片散熱面的熱源

參、研究設備及器材

表1 設備及器材

電子式冰溫熱開飲機	電力分析儀	電子式溫度計	 熱電耦線
數位相機	三用電表	銅板	銅膠帶
熱管	 PVC保溫材料	導熱AB膠	散熱膏
 尖嘴鉗、斜口鉗	萬用鉗、剝線鉗	十字起子、一字起子	銼刀、鋸子

肆、研究過程與方法

師生共同討論以『節能減碳，永續發展』為主題，試著尋找日常生活中家庭與辦公場所耗電量大的電器設備做為本次研究的內容，最後以『電子式冰溫熱開飲機』為實驗樣機。首先先了解電子式冰溫熱開飲機各元件及系統的動作原理，再者經由老師與同學進行『腦力激盪』勾勒出改善之方法與雛型。隨之從網路與圖書館找尋有關致冷晶片、熱管以及熱輻射的相關物理特性及基本運作原理資料，將收集得來資料加以統整並研讀相關之文獻，構思出實驗研究的計畫與方向、擬訂實驗的方法。

一、文獻探討

(一)冰溫熱開飲機：

本次研究的實驗樣機為桶裝式電子式冰溫熱開飲機，在此就以本實驗樣機的特性與市面上的壓縮機式來做比較：

其中壓縮機式在加熱部份又分為四種，分別是間接加熱在不鏽鋼熱膽外殼之『加熱膽式』、直接加熱於熱膽水中之『電熱管式』、進入熱膽前在管路中加熱沸騰再以蒸汽形式進入熱膽之『蒸氣式』以及具有加熱熱膽與保溫再沸騰熱膽兩個不同功能熱膽之『熱泵式』四種，如圖 1 所示[1]。

電子式之開飲機加熱方面則是以電熱絲的熱膽加熱，將電能轉換為熱能，使容器內的水加熱、沸騰及保溫，以供取用。

在製冷方面則分為以利用泊耳帖效應(Peltier effect)的電子式半導體『熱電冷卻器式』(thermoelectric cooler)製冷方式與使用冷媒蒸氣壓縮冷凍循環之『壓縮機式』製冷兩種[2]。

表 2 電子式與壓縮機式的比較

	價格	噪音	體積	製冷效率	使用範圍	冷媒使用	能源轉換效率
電子式	便宜	低	小	較差	狹隘	否	較差
壓縮機	貴	高	大	較佳	廣泛	是	較佳

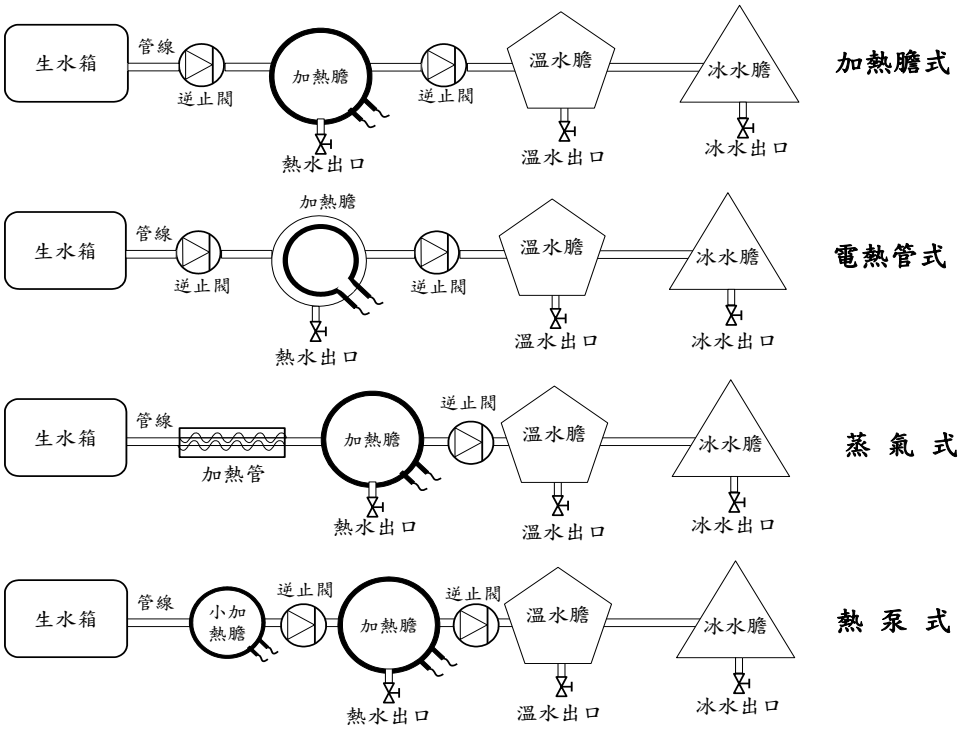


圖 1 冰溫熱開飲機加熱方式示意圖

(二)致冷晶片[3]：

1.何謂致冷晶片：

(1)通過直流電流可自由進行冷卻、加熱、溫度控制的半導體元件。

(2)晶片兩面的溫差受到電流大小影響，越大則溫差越大。

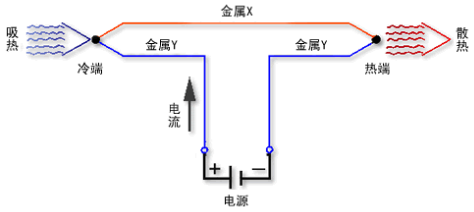


圖 2 致冷晶片內部流程圖

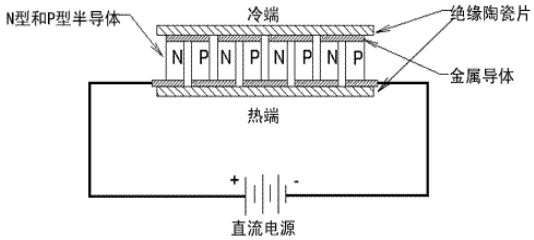


圖 3 致冷晶片內部流程圖

2.動作原理：

(1)一塊 N 型半導體和一塊 P 型半導體材料聯成電偶對。

(2)在這個電路中接通直流電流後，就能發生能量的轉移。

(3)電流由 N 型元件流向 P 型元件的接頭吸收熱量，成為冷端。

(4)電流由 P 型元件流向 N 型元件的接頭釋放熱量，成為熱端。

(5)吸收熱量和放出熱量的大小由電流大小來決定。

3.致冷晶片的優點：

(1)無機械零件，無噪音產生。

(2)不使用冷媒，響應環保概念。

(3)小型輕量化，形狀可以容易選定。

(4)僅輸入電流，就可以進行冷卻或加熱。

(5)壽命長，操作簡單，易於維修。

4.致冷晶片的缺點：

(1)能源轉換率低，一般約在 40～50 %之間。

(2)傳統式冷凍壓縮機的效率，一般約在 95%以上。

(3)因此致冷晶片無法用在大型空調或大型冰箱之場合。

(三)熱管[4]

1.熱管原理，如圖 4 所示。

當熱管的一端至於較高溫處，而另一端處於較低溫處時，則傳熱現象便開始進行，該傳熱的方式為熱由高溫處首先穿過金屬管壁進入毛細物體中，此時毛細物體內的工作液因為受熱則開始產生蒸發的現象。熱管在高溫處的部分，便稱之為「蒸發部分」，蒸發後的汽體聚集在「蒸發部分」的中空管內，同時亦會像熱管的另一端流動。而由於熱管的另一端是接觸到較低溫處，所以當汽體到達較冷的另一端時，便開始產生「冷凝」作用，此時，熱量就是由汽態的工作液，透過毛細物體及金屬管壁而傳到較低溫的熱管外部，因此熱管在較低溫的部分即稱之為「冷凝部分」。

2.熱管毛細結構，如圖 5。

在「冷凝部分」內，原先由「蒸發部分」所蒸發的汽體，會凝結成液體，而這些因冷凝後所產生的液體，則又因「毛細現象」的作用，自「冷凝部分」再流回「蒸發部分」這般的流體現象將循環不息，「熱量由高溫處傳到低溫處」即為基本的熱管傳熱原理。

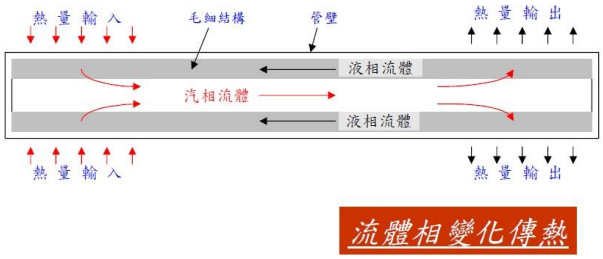


圖 4 熱管原理

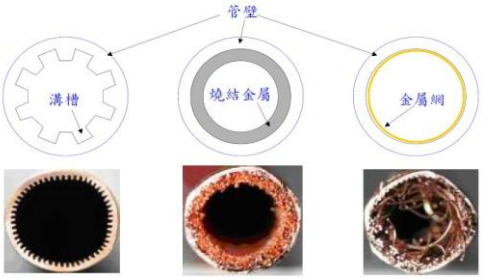


圖 5 熱管毛細結構

3.熱管特性：

(1)較大的傳熱能力。

(2)較高的等溫性。

(3)熱響應迅速。

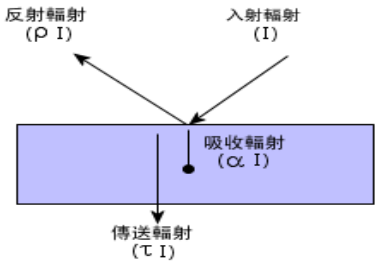
(4)具有熱流密度變換功能 (for 熱交換器)。

(5)熱管傳熱係數為 50,000～200,000 W/m℃。

(6)重量輕、無可動件。

(四)輻射熱[5]

不用藉助於物質為媒介的熱傳遞，它是以電磁波方式來傳遞熱量。熱輻射是指輻射以各種方向放射及反射離開表面時，表面上每單位面積的比率。黑色物質對於輻射能具有較大的吸收能力，可吸收任何溫度及波長的最大輻射量。



表面的吸收率、反射率及穿透率：$\alpha + \rho + \tau = 1$。

※黑體反射率為 0

吸收率 (α)：被表面吸收的入射輻射部份。

反射率 (ρ)：被表面反射的入射輻射部份。

透射率 (τ)：被表面傳送的入射輻射部份。

圖 6 輻射示意圖

一個理想的熱輻射物體稱為黑體(Blackbody)，是指此物體能夠完全吸收所有入射到它表面的熱輻射波；同時它也是在同一個溫度時能夠放射出去的最大輻射熱量者。其輻射量可表示為：

$$q_{emitted} = \delta A T^4$$

σ 為 Stefan-Bolzmann 常數（5.669×10^{-8} W/m^2-K）

A 為物體表面，m^2

T 為物體表面絕對溫度 K。

二、研究流程：

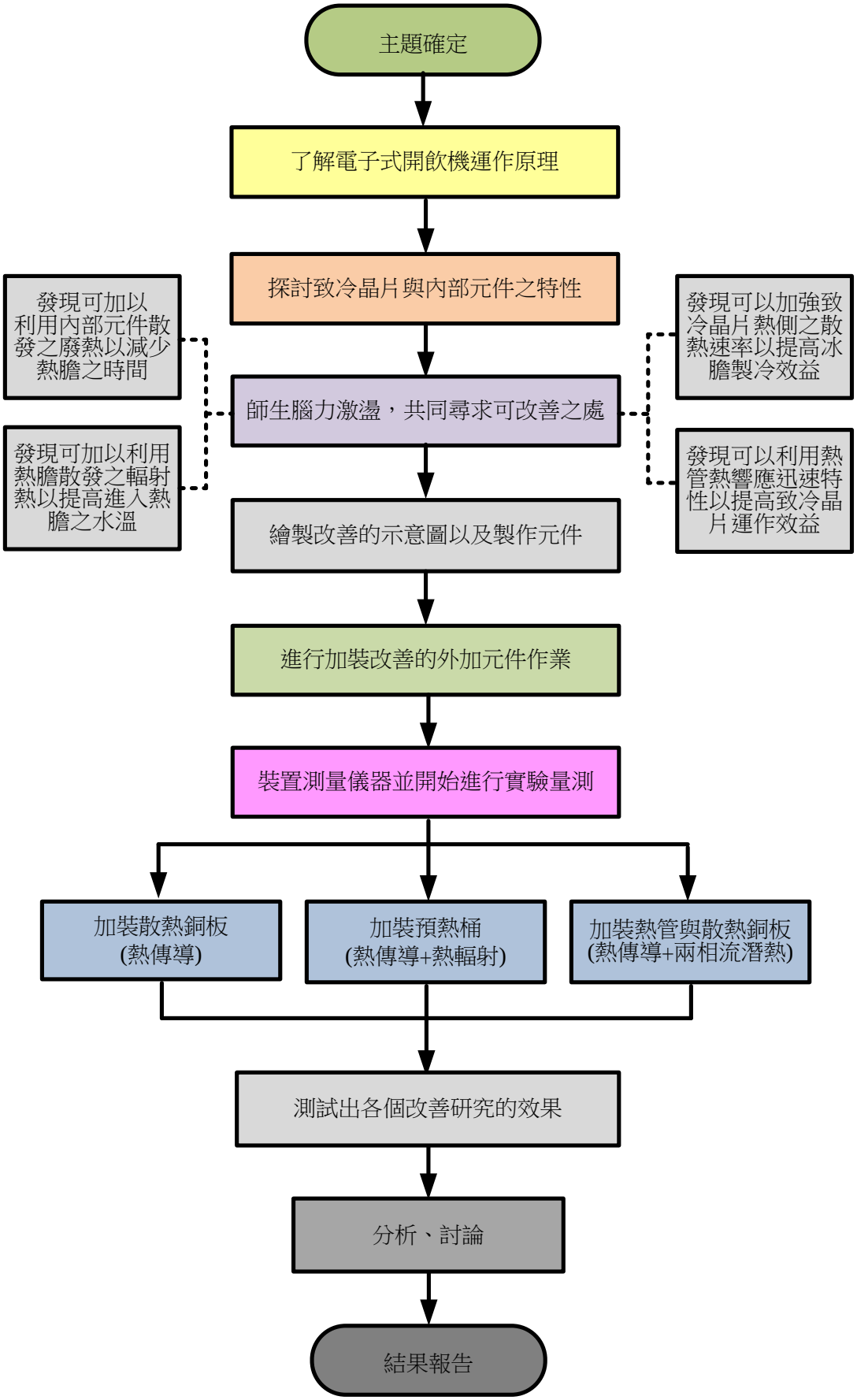


圖 7 實驗研究流程

三、實驗設備介紹：

(一)電子式冰溫熱開飲機

1.開飲機(圖 8)：電子式冰溫熱桶裝型開飲機，冰水部份是採致冷晶片製冷，熱水則是採用電熱絲間接加熱。另外，此開飲機所使用的水為可直接飲用的桶裝純水。

2.桶裝水(圖 9)：容量為 20 公升，採用可直接飲用的純水，倒立放置在開飲機上方之聰明座上。

3.聰明座組成(圖 10、11)：放置桶裝水的容器，水箱下方有三條矽膠管分別連接至冰膽、溫水閥以及熱膽。

4.熱膽(圖 12)：材質為不鏽鋼、容量為 1.3 公升、高 19.5 公分、直徑 9.7 公分，用來加熱純水至約 76℃左右之熱水。

5.逆止閥(圖 13)：裝置於熱膽入水口。主要目的為防止熱水加熱後因熱膽內熱水壓力升高而逆流。

6.加熱電熱絲(圖 14)：包覆於熱膽外側，加熱功率 480W。一般開飲機之加熱電熱絲有加熱及保溫兩組電熱絲。本實驗機組只有加熱電熱絲並無保溫電熱絲。

7.溫度開關(圖 15)：包含防止空燒之手動復歸溫度開關以及維持 66～76℃熱水之自動復歸溫度開關。

8.冰膽(圖 16)：11.5×10.5×14.5cm、容量 0.7 公升，配合致冷晶片元件可將純水製成冰水的元件。塑膠材質外圍以 PU 發泡充填予以保溫減少冷源散失。

9.致冷晶片(圖 17)：尺寸為 40×40×3.8mm 之 TEC1-12706 型，最大電壓、電流及製冷力分別是 15.4V、6A 及 53.3W。

10.鋁製致冷鰭片(圖 18)：置於冰膽內部且與致冷晶片製冷側緊密接觸，藉由膽內部純水的自然對流進行冷卻冰膽內之純水。

11.排熱風扇(圖 19)：輸入直流電源 DC12V 供其運轉，幫助致冷晶片熱側之熱源進行散熱排至大氣中。

12.散熱鰭片(圖 20)：為鋁製品，具有很好的空氣流動、渦流減少以及較佳之散熱效益。與直流風扇組成散熱套件，將致冷晶片所產生的大量熱及時排至大氣中。

13.控制電路板(圖 21)：控制飲水機面板功能顯示、熱膽電熱絲加熱以及冰膽致冷晶片製冷。

14.熱膽排氣管(圖 22)：連接熱膽上方與聰明座水箱，主要目的在於將熱膽內部空氣排出以利進水。

圖 8 電子式開飲機

圖 9 桶裝水

圖 10 聰明座下半部

圖 11 聰明座上半部

圖 12 熱膽

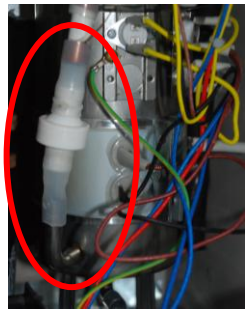


圖 13 逆止閥

圖 14 加熱電熱絲

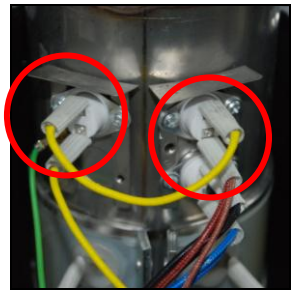


圖 15 溫度開關

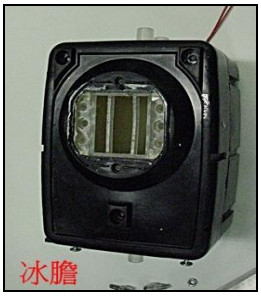


圖 16 冰膽

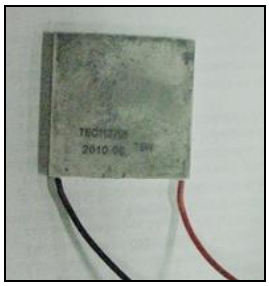


圖 17 致冷晶片

圖 18 鋁製製冷鰭片

圖 19 排熱風扇

圖 20 鋁製散熱鰭片

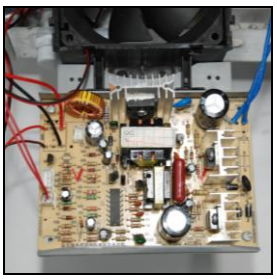


圖 21 控制電路板

圖 22 熱膽排氣管

二、系統架構介紹：

(一)基本構造圖：

圖 23 為原機設計之電子式冰溫熱開飲機，其桶裝水進入聰明座後經矽膠管各自進入熱膽、冰膽以及溫水閥。熱膽中之熱水由 480W 電熱絲加熱器加熱，並無保溫電熱絲進行保溫動作。不銹鋼熱膽採密閉式設計因此不宜沸騰 100℃，在熱膽上方有排氣管以利空氣排出及壓力洩壓。熱水溫度設計在 66～76℃左右，加熱至 76℃時停止加熱，自然冷卻至 66℃時即又開始加熱模式。

在冰水部分，採用製冷能力為 53.3W 之致冷晶片來進行冷卻製造冰水，冰水設計溫度約在 15～16℃。當冰膽內水溫到達設定值(15℃)時，控制面板停止供應 61.5W 的耗能製冷而以 12.4W 繼續供電以維持低溫。溫水部分則由可直接飲用之桶裝水透過聰明座位在熱膽上方吸收熱來加溫，一般都會比室溫高一些。

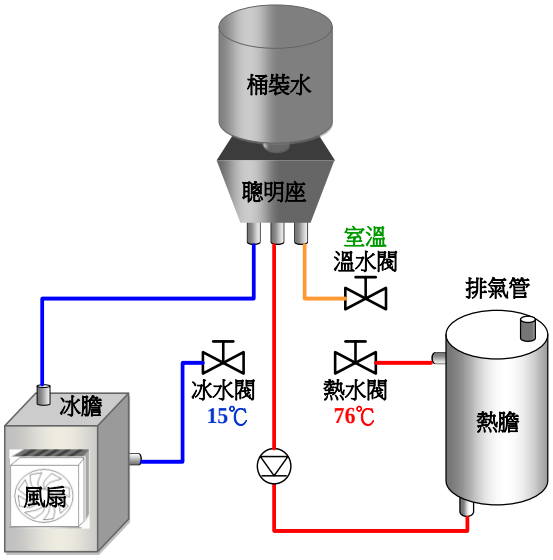


圖 23 原機設計示意圖

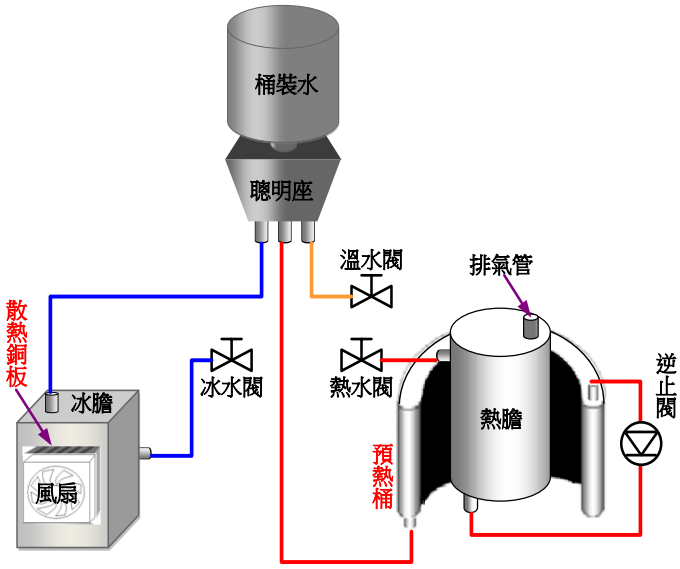


圖 24 改善構造示意圖

(二)系統改善構想圖：

圖 24 為飲水機第一階段改善構造示意圖。原機改善之處分為兩部份，分別是在冰膽之致冷晶片加裝銅板以及熱膽前加裝預熱桶。

致冷晶片製冷效益與熱側散熱優劣有相當密切的關係，擬在致冷晶片熱側與鋁製散熱鰭片之間加裝成本不高的銅板，藉由銅材質導熱快的特性，及時將晶片產生的熱源傳至散熱鋁鰭片，增進晶片的製冷效益以縮短製冷時間。

另外，配合圓柱型熱膽之外型設計並打造 U 型預熱桶，並於凹面側塗上了黑色的吸熱塗料，增加其吸收輻射熱以及停止加熱時自然冷卻所散失的熱，提高進入熱膽的水溫進而縮短加熱的時間，亦可達到節能之功效。

(三)致冷晶片改善示意圖：

原開飲機設計的致冷晶片熱側所產生的熱源直接經由散熱風扇排至大氣中，如圖 27 所示。針對致冷晶片本實驗研究進行兩種改善策略，第一種改善方案於致冷晶片熱側與鋁製散熱鰭片之間加裝銅板(如圖 25a)，藉由銅板迅速傳熱以增進致冷晶片熱側散熱效率。第二種改善方案則改加裝附有溝槽之銅板(如圖 25b)與熱管之組成，藉由銅板、熱管之高傳導、熱響應迅速之特性，將原本為廢熱之致冷晶片熱側熱能搬移至 U 型預熱桶凸面外側加以利用，與吸收熱膽的輻射熱進行『雙管齊下』加溫預熱純水。

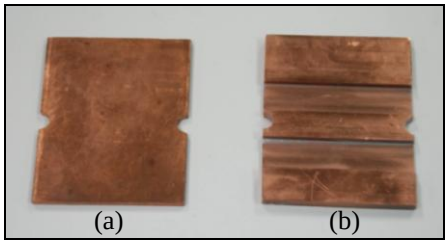


圖 25 散熱銅板

圖 26 彎管加工前後之熱管

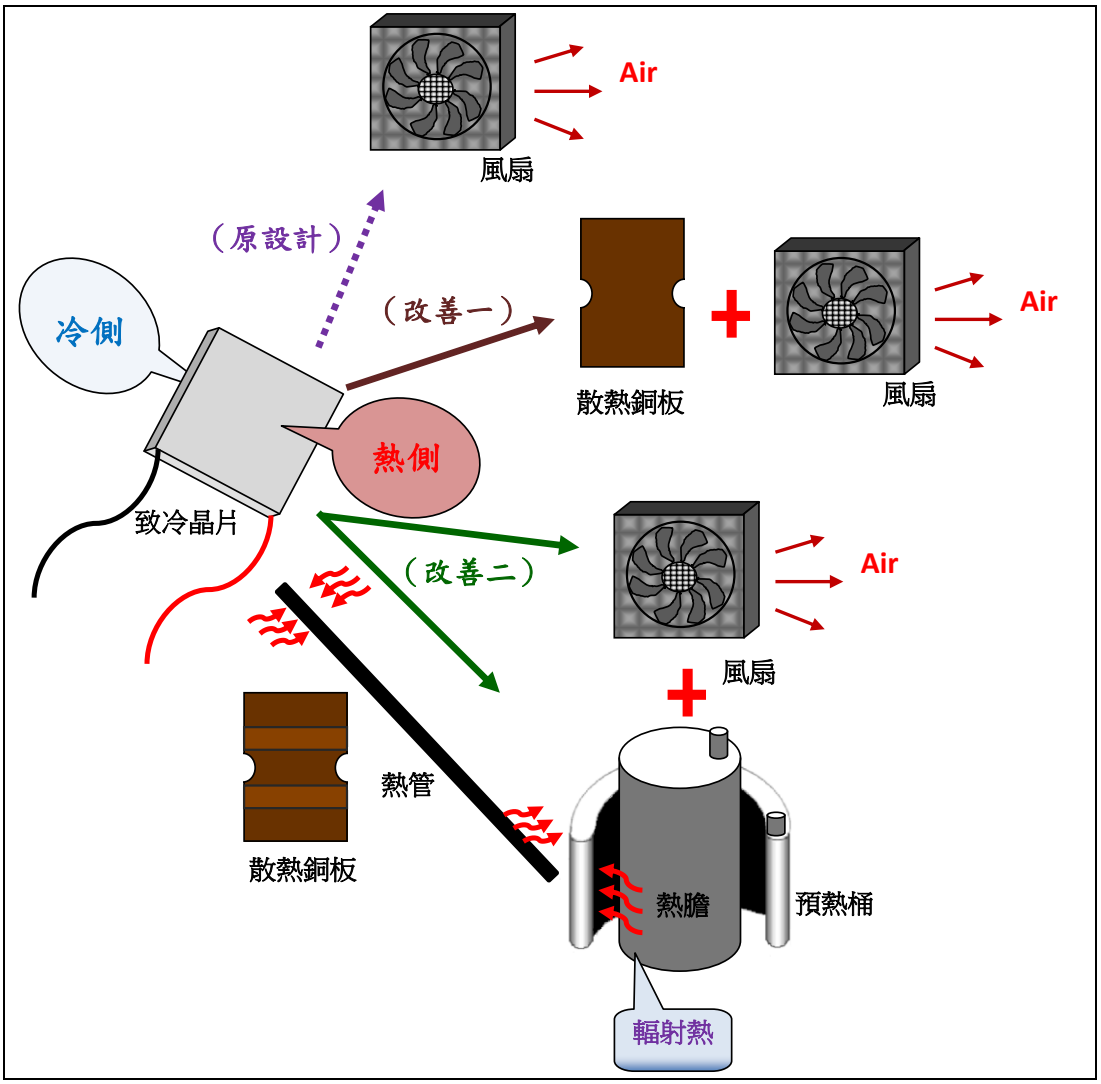


圖 27 致冷晶片各項改善示意圖

(四)溫度量測點位置圖：

為取得實驗的溫度數據以利於量化與比較，採用熱電偶線及電子式溫度計來量測溫度的變化。在加裝銅板、熱管及預熱桶改善元件的同時，亦要安裝量測溫度之熱電偶感測器。在正式運轉實驗之前或實驗中均須對於量測儀器做校正，否則量測儀器可能會隨著使用時間及次數而增加其誤差。在校正時將多數熱電偶感測器與標準水銀溫度計一同放入定溫水中，比較其熱電偶感測器與標準水銀溫度計之差值，差值太大者捨棄不用。

實驗機組之溫度量測點如圖 28 所示，分別在桶裝水、預熱桶、熱膽、冰膽、致冷晶片及熱管元件埋設熱電偶溫度感測器，共 12 處。

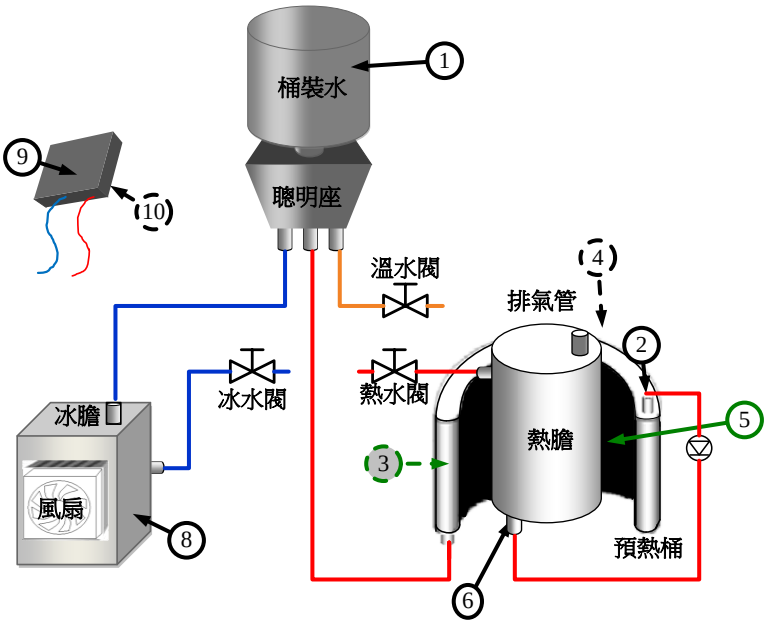


圖 28 量測點示意圖

表 3 溫度量測點

1	桶裝水水溫
2	預熱桶出水口溫度
3	預熱桶水溫
4	預熱桶凸側溫度
5	預熱桶凹側溫度
6	熱膽出水口溫度
7	熱　膽　水溫
8	冰　膽　水溫
9	晶片製冷側溫度
10	晶片製熱側溫度
11	熱管溫度(晶片端)
12	熱管溫度(預熱桶端)

三、實驗架構與製作方法

(一)加裝散熱銅片 過程：

圖 29 拆下背面外殼

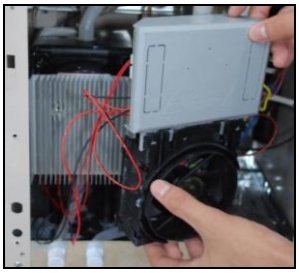


圖 30 取下散熱風扇

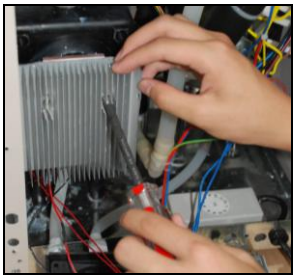


圖 31 拆卸散熱鰭片 螺絲

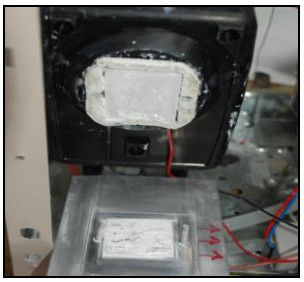


圖 32 取下散熱鰭片

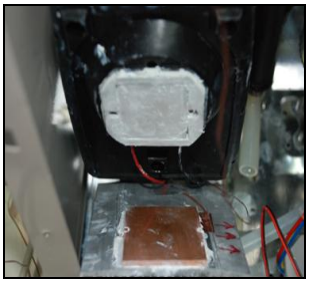


圖 33 晶片熱側加裝銅板

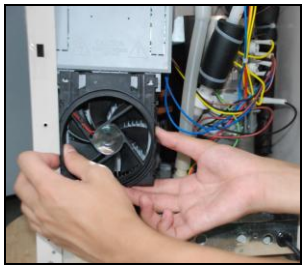


圖 34 裝回鋁製散熱鰭片組

1.拆下外殼(如圖 29 所示)

將開飲機背面外殼螺絲鬆開並卸下塑膠板，以便進行改造及實驗量測。

2.取下散熱風扇(如圖 30 所示)

將緊扣於鋁製散熱鰭片上之散熱風扇及電路控制板小心取下，以避免卡榫斷裂損壞。

3.卸下鋁製散熱鰭片(如圖 31、32 所示)

把鋁製散熱鰭片兩顆固定螺絲鬆開並卸下散熱鰭片組，中間正方形體為(TEC1-12706 型)之致冷晶片。

4.加裝散熱銅板(如圖 33 所示)

將散熱銅板加裝在致冷晶片的散熱面與鋁製散熱鰭片之間，並塗上白色的散熱膏以減少界面熱阻。

5.裝回鋁製散熱鰭片與風扇(如圖 34 所示)

依拆卸時的反順序將鋁製散熱鰭片與散熱風扇裝回，因改裝完成後與原先的設計在位置上有差別，所以裝回去的時候也必須特別的小心。

(二)加裝熱管及預熱桶過程：

圖 35 製作 U 型預熱桶

圖 36 塗刷吸熱塗料

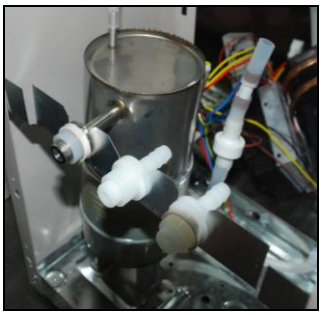


圖 37 拆除外殼

圖 38 裝設預熱桶

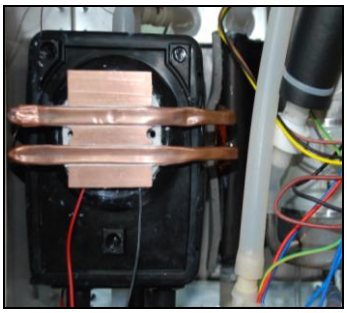


圖 39 裝銅板熱管組成

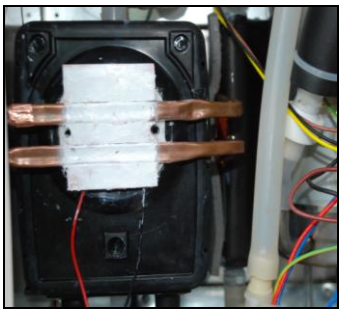


圖 40 塗上散熱膏

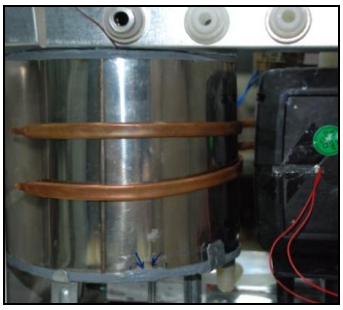


圖 41 預熱桶與熱管

圖 42 填補導熱 AB 膠

圖 43 黏貼銅膠帶固定

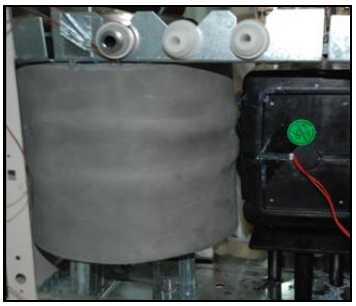


圖 44 黏貼保溫材料

1.製作 U 型預熱桶(如圖 35 所示)

以中空圓柱體的不鏽鋼容器壓製成 U 形狀，以氬銲設備銲接固定成型，並於預熱桶底部及頂部各做一個進出水口，最後以耐高溫之矽膠塗抹密封。

2.塗刷吸熱塗料(如圖 36 所示)

在預熱桶的凹側外面塗刷黑色吸熱塗料，減少不鏽鋼表面的反射效果，製作成能夠完全吸收熱膽熱輻射的預熱桶。

3.拆除外殼(如圖 37 所示)

將飲水機外部的面板拆除，以方便在圓柱型熱膽周圍加裝 U 型預熱桶，圖中靠近熱膽的不鏽鋼管為熱水出水口，由左至右為熱水閥、溫水閥以及冰水閥。

4.裝設預熱桶(如圖 38 所示)

距離圓柱體熱膽約 1 公分處環繞裝設 U 型預熱桶，期能藉由吸收熱膽輻射熱及熱管熱能預熱加溫熱膽的進水溫度，進而達到節能目的。

5.加裝熱管及銅板(如圖 39 所示)

先將銅板與熱管組成加裝於致冷晶片的散熱面，此銅板除了固定熱管的功用外還附帶了增加散熱的面積，如此更可以有效的提升熱管效能，以利於預熱預熱桶之水溫。

6.塗上散熱膏(如圖 40 所示)

為了不要讓熱管與銅板之間熱阻過大，所以就必須塗上導熱係數良好的散熱膏，以提升熱傳效益。

7.以熱管包覆於預熱桶(如圖 41 所示)

為了實驗所需，特地將原本為直管式熱管依 U 型預熱桶外側壓製成扁平且 S 形狀，以便於能夠緊密地與預熱桶凸面側貼覆著。

8.填補導熱 AB 膠(如圖 42 所示)

先以銅膠帶固定熱管，再以導熱 AB 膠（導熱 AB 膠具有良好的導熱性，導熱係數為 2.5W/m K）填補於熱管與預熱桶之間，以降低因不平整所造成的熱阻。

9.黏貼銅膠帶(如圖 43 所示)

以銅膠帶將熱管貼牢於預熱桶上，貼銅膠帶除了輔助固定熱管外，另一方面則是為了增加熱管熱傳面積以增進整體的熱傳導效益。

10.貼上保溫材料(如圖 44 所示)

最後，為了不讓預熱桶內的溫度降低，加裝 PVC 保溫材料以有效的阻隔預熱膽外側凸面的熱散失。

伍、 研究結果

一、熱膽中熱水溫度：

狀態描述 圖 45 為開飲機熱膽中熱水溫度的變化曲線。圖中明顯看出原機設計、加裝銅板或加裝銅板熱管組成三種不同模式在進水溫度相同初次加熱時，其溫度變化曲線幾乎是相同的。

結果說明 此電子式開飲機之熱膽中熱水加熱至 76℃時即斷電，且採無保溫電熱絲加熱設計，水溫自然冷卻至 66℃即又進入加熱模式。此機種飲水機為桶裝水型式，桶內純水不需經過加熱沸騰殺菌即可飲用，再者該機種的不鏽鋼材質熱膽採用密閉型設計，雖然基於安全考量在桶型熱膽上方有裝置排氣管的設計，但仍不適合用在會產生高壓蒸氣的沸騰(100℃)加熱情形。

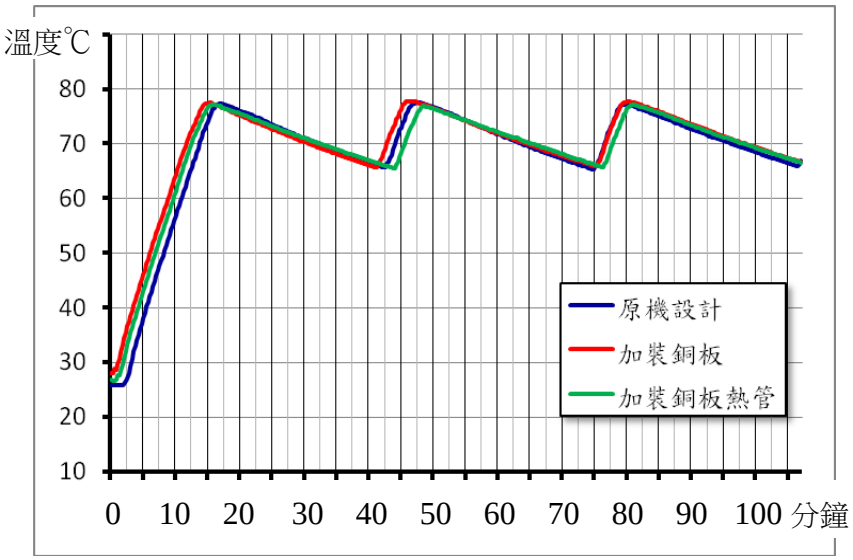


圖 45 熱膽中熱水溫度的變化曲線

二、冰膽中冰水溫度：

狀態描述 圖 46 為原機設計及加裝銅板或銅板熱管組成，冰膽中冰水溫度之變化曲線圖。圖中可以明顯看出三條代表冰膽中純水的水溫曲線均隨著時間而呈現下降的趨勢，且分別在不同的時間點進入穩定的水平曲線。

結果說明 當冰膽中冰水溫度下降至 16℃時，致冷晶片以極小的電流繼續進行保溫以維持穩態。其中加裝銅板或銅板熱管組成後，其純水溫度下降的速度均較原機設計快約 9 分鐘，即約提早停止製冷約 13%，此明顯的溫度下降乃是由於致冷晶片冷側鰭片溫度下降效率增加所致，而造成致冷晶片製冷效率提升的原因則是致冷晶片熱側散熱效率增加所致。

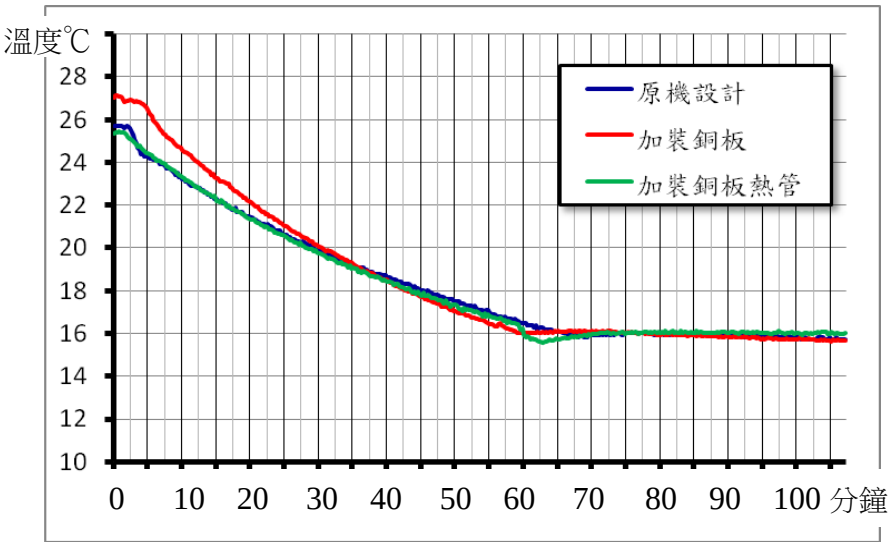


圖 46 冰膽中冰水溫度之變化曲線圖

三、致冷晶片熱側鋁製散熱器表面溫度：

狀態描述 圖 47 為原機設計及加裝銅板或銅板熱管組成時，致冷晶片熱側鋁製散熱器表面溫度之變化曲線圖。圖中明顯看出在致冷晶片熱側與鋁製散熱鰭片之間加裝銅板或銅板熱管組成時，致冷晶片熱側鋁製散熱器表面所測得之溫度比原機設計高。

結果說明 加裝銅板或銅板熱管組成時，鋁製散熱器表面溫度分別約上升 5%及 7.5%；此現象乃是因為晶片熱側表面高溫藉由銅板的高熱傳導特性，即時且迅速帶至鋁製散熱鰭片進行散熱所致。對於運轉製冷時間的部分，加裝銅板或銅板熱管組成均比原機設計縮短約 13%。當冰膽內水溫到達設定時，控制面板停止供應 61.5W 的耗能製冷而以 12.4W 繼續供電維持低溫，此時鋁製散熱鰭片的表面溫度仍比室溫高維持在 32～35℃左右。

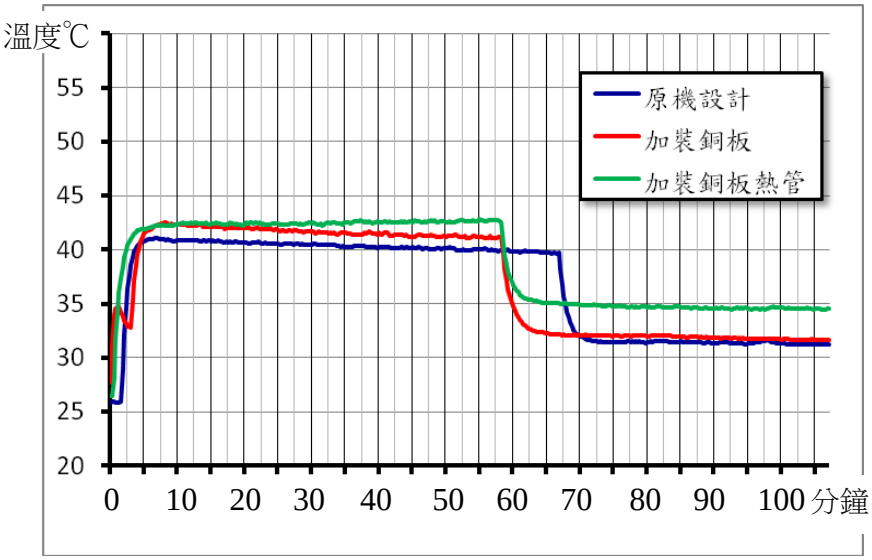


圖 47 致冷晶片熱側鋁製散熱器表面溫度之變化曲線圖

四、致冷晶片冷測溫度：

狀態描述 圖 48 為原機設計及加裝銅板或熱管致冷晶片冷側溫度之變化曲線圖，圖中可以明顯看出三條溫度曲線均隨著時間而呈現下降的趨勢。

結果說明 1 致冷晶片冷側鰭片表面溫度下降至 15℃以下，且待冰膽內水溫均達到設定溫度(15℃)時即停止製冷。其中加裝銅板或熱管之晶片冷側溫度下降速度比原機設計快速，溫度下降率增加約 14.8%，此明顯的溫度下降原因乃是因為在致冷晶片與鋁製散熱鰭片之間加裝高傳導率的銅板，可以很快地將晶片熱側產生的高溫熱源及時且快速帶離表面所致。

結果說明 2 此外，值得一提的是，所有的下降溫度曲線均在最低溫度點時有瞬間拉高後再緩緩進入穩態，造成此突波曲線現象的主要原因是當致冷晶片停止供應大電流而以小電流進行保溫模式時，熱側散熱風扇亦隨減速，導致致冷晶片熱側的熱源無法快速散去，反而會急速地傳送至整個製冷晶片的表面致使冷側鰭片溫度上升，待熱側高溫逐漸散去時冷側表面溫度亦趨於穩定。

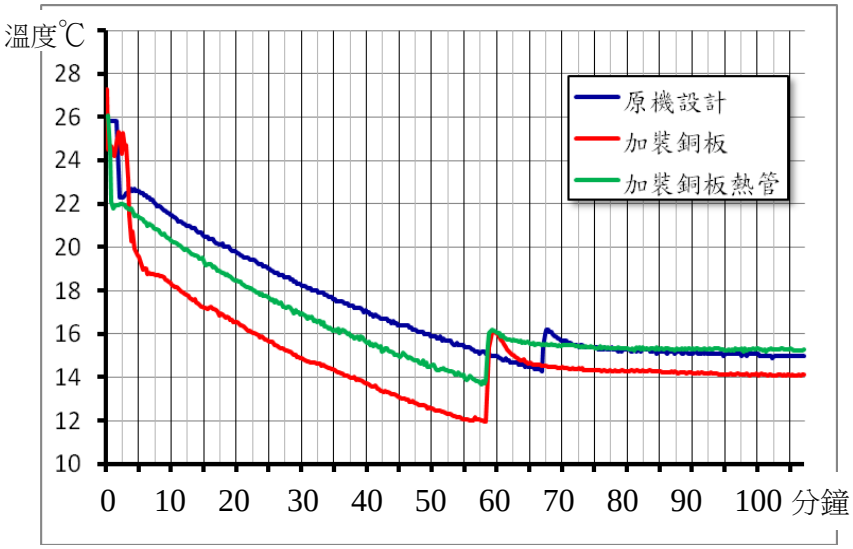


圖 48 致冷晶片冷測溫度之變化曲線圖

五、加裝預熱桶後熱膽熱水溫度：

狀態描述 圖 49 為加裝預熱桶後熱膽熱水溫度變化曲線圖。圖中明顯看出加裝預熱桶前後熱膽熱水溫度曲線均成鋸齒波變化，但加裝預熱桶進入熱膽時的水溫比原機設計來得高。

結果說明 加裝預熱桶後致使進入熱膽時的水溫上升約 5.1℃左右，此乃因預熱桶接近熱膽的凹面會吸收熱膽的輻射熱，預熱桶凸面則受到致冷晶片熱側藉由熱管傳遞過來的熱源。熱膽內純水經由加熱器加熱至設定溫度 76℃之時間縮短約 180 秒，即加熱效能增加約 16.7 %。

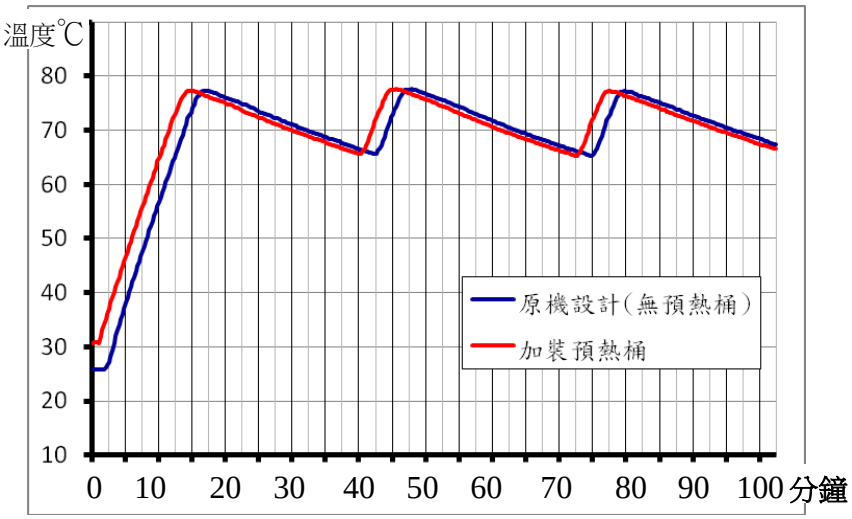


圖 49 加裝預熱桶熱膽熱水溫度變化圖

六、預熱桶表面溫度變化：

狀態描述 圖 50 為 U 型預熱桶凸面熱管、凹面吸收熱膽輻射熱以及預熱桶內水溫的溫度變化曲線圖。圖中明顯看出預熱桶凸凹兩面即桶內水溫的溫度曲線均有上升的變化，且藉由熱管所帶來的溫度較從熱膽吸收的輻射熱溫度來得高。

結果說明 圖中預熱桶凸面熱管度曲線呈現先升後降低的趨勢，最高溫度可達 42℃。造成此曲線降低的原因是在此時冰水已達設定溫度(15℃)而進入保溫模式所致。預熱桶吸收輻射熱以及熱管傳遞過來的熱源，致使進入熱膽時的水溫上升約 5.1℃左右，達到了預熱桶加溫預熱的功效。

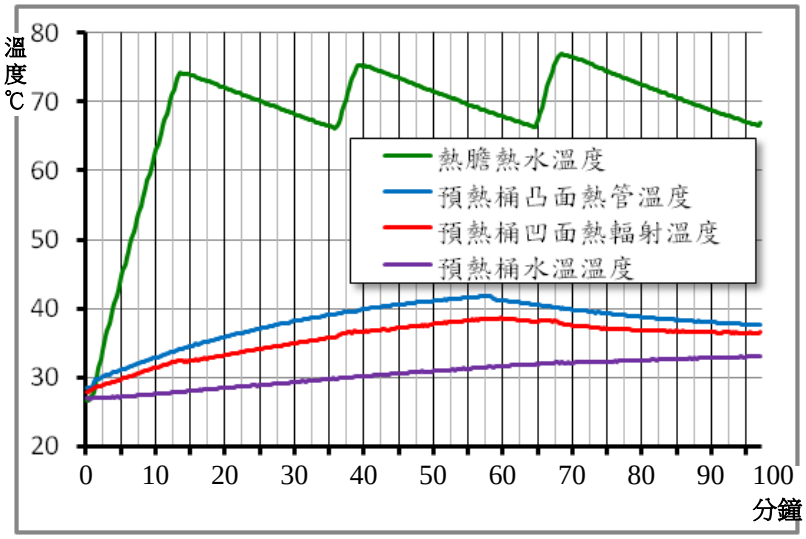


圖 50 預熱桶凸凹面以及桶內水溫溫度變化圖

七、消耗功率：

狀態描述 圖 51 為加裝銅板熱管及預熱桶前後，致冷晶片與熱膽加熱電熱絲消耗功率之變化

圖。圖(a)與圖(b)相比較之下可明顯看出加裝銅板熱管及預熱桶前後，熱膽加熱電熱絲之消耗功率與致冷晶片之消耗功率曲線均有縮短運轉的時間。

結果說明 圖(a)中顯示原廠設計之消耗功率，其中熱膽加熱器以 480W 之耗電量加熱水溫 26℃至 76℃約耗時 18 分鐘左右，自然冷卻至 66℃後再次加熱至 76℃約耗時 5 分鐘，之後即成週期性狀態。致冷晶片則以 61.5W 之耗電量冷卻 26℃冷水至 15℃後以 12.4W 進行保溫模式，共費時約 67 分鐘左右。圖(b)中則顯示熱膽加熱器加熱耗時約 15 分鐘左右，冷卻後再次加熱時間仍為 5 分鐘左右。致冷晶片則費時約 58 分鐘左右。

在熱膽加熱節能方面，初次加熱時間共縮短約 3 分鐘，即節能效益為 16.7%，此效益增加之原因為進入熱膽水溫上升約 5℃所致。至於冰膽冷卻節能方面，初次冷卻時間共縮短約 9 分鐘，即節能效益為 13.4%，此效益增加之原因為致冷晶片之製冷效益增加所致。

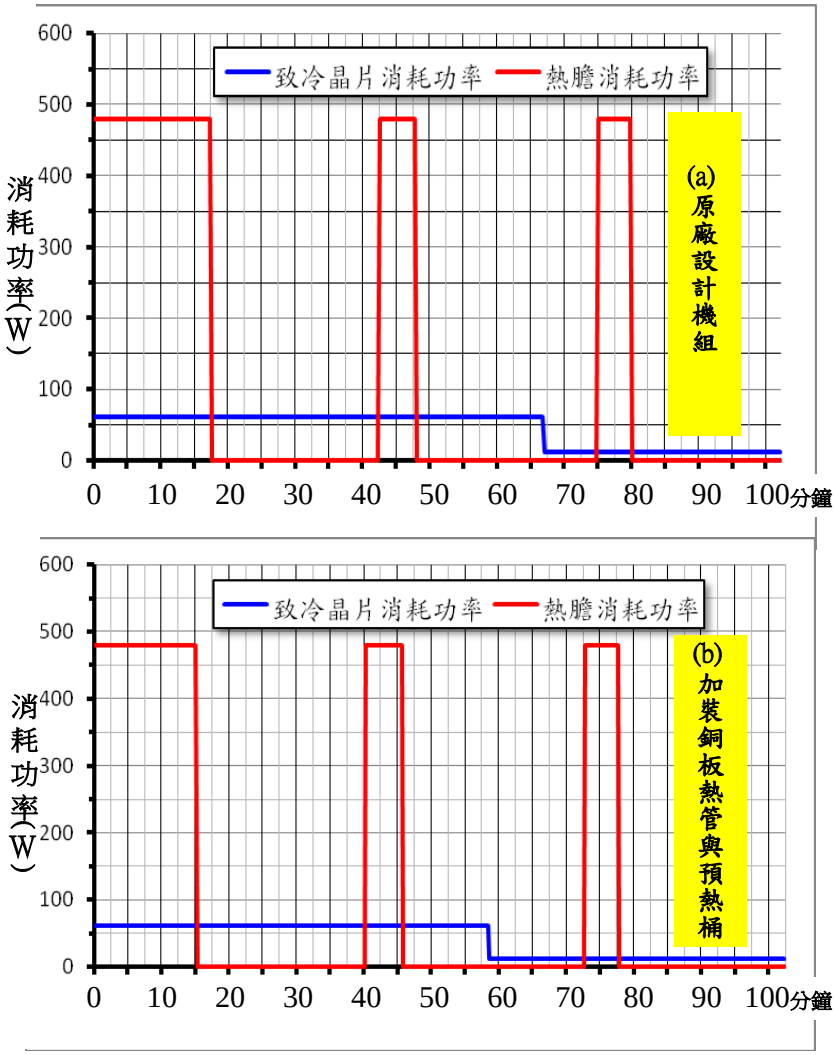


圖 51 加裝銅板熱管及預熱桶後，晶片與熱膽消耗功率變化圖

陸、討論

Q1：與原設計在致冷晶片熱側未加裝銅板的開飲機效能相較為何？

Ans：在開飲機無載及有載的狀況下我們做了致冷晶片製冷面的測量，發覺到不論是有載還是

無載時的數據，製冷的時間都十分的長，這點就是開飲機電能耗費量大的主因；所以我們想到在致冷晶片的熱側緊貼一塊銅板，因為銅板本身具有高熱傳系數的特性，使得晶片熱側的熱源很快就被銅板帶至鋁製散熱鰭片，冷端自然而然就提升了製冷效益。

Q2：提高進入熱膽純水的溫度有何幫助？
Ans：能快速達到熱膽設定溫度並減少加熱的時間，降低開飲機熱膽的電熱絲消耗功率。

Q3：相比同機型的電子式開飲機改善前後有何優缺點？
Ans：改善後的開飲機在製冷及加熱的效能方面都有提升的趨勢，善加利用廢熱以及散失之輻射熱，可減少許多能源的消耗。在「節能減碳」方面，改善後的開飲機因為節能的關係，使用的電量相對的也減少了，而發電廠的產量也因此降低，如此一來不管是能源的消耗以及二氧化碳的囤積量都能夠得到改善。

Q4：實驗中發現到熱膽所加熱的溫度只可達 74~77℃，這是為什麼呢？
Ans：一般市面上開飲機熱水加熱至 100℃煮沸後便會停止加熱，進入保溫的模式，然而我們所使用的開飲機加熱最多至 74~77℃之間，是因為此型的開飲機所使用之純水為已殺菌的桶裝水，所以不需加熱殺菌，且密閉式設計的熱膽加熱到沸騰會有壓力安全上的問題，因此只加熱到 74~77℃之間。

Q5：關於改善於致冷晶片的散熱面有加裝銅板與裝設熱管，這兩者之間的差別？
Ans：兩者都可當作幫助致冷晶片熱側散熱，但加裝銅板的熱傳係數較高，能夠很快的將熱源散熱至鋁製散熱鰭片，進而使製冷的時間縮短。而裝設熱管主要是將熱側的熱源傳送至 U 型預熱桶，以利於預熱。

Q6：為何電子式開飲機所使用的熱膽，只有使用電熱絲加熱模式，而沒有保溫模式？
Ans：一般開飲機在家庭或辦公場所使用之情況待機模式的時間比飲用須加熱運轉時還久，即總保溫的時間比總加熱的時間多很多，況且此機種的最高溫只加熱到 76℃。因此在無人使用或使用頻率不多的狀況下，很容易就會造成能源浪費的現象，所以此機種採無保溫模式之設計，也就是採取了自然冷卻的方式，當溫度下降至 66℃時便會開始加熱至設定溫度。

Q7：同一機種開飲機改善前後，可節省多少能源以及減排多少 CO_2 量？
Ans：熱膽(1300*ml*)及冰膽(700*ml*)在每次重新並全部換裝室溫的可飲用之純水條件下，根據本研究結果顯示：熱膽部分每次加熱 1300*ml* 之室溫純水至 76℃，在改善前後分別約為 18、15 分鐘，計算得知每次可節省 0.024kW-h(度電)。冰膽部分每次製冷 700*ml* 之室溫純水至 15℃，在改善前後分別約為 67、58 分鐘，計算得知每次可節省 0.007365kW-h(度電)，詳細計算過程如表四所示。但以上的情況都是無人使用所節省到的能源，若使用人數增多或使用頻率增加，則經過改善的開飲機會節省更多的能源與電費。

表 4 單次開飲機熱膽及冰膽全部換裝室溫純水條件下之節能明細表

熱膽加熱室溫純水至 76℃		備註
改善前後節省之耗電量	$\frac{480}{1000}\times\frac{(18-15)}{60}=0.024\text{kW}\cdot\text{h}/\text{次}$	熱膽容量 1300*ml* 熱膽加熱功率為 480W 一度電約為 2.2 元新台幣 一度電約產生 0.62kg 的 CO_2
節省之電費費用	0.024×2.2 = 0.0528 元/次	
減排 CO_2 量	0.024×0.62 = 0.01488 kg/次	

冰膽冷卻室溫純水至 15℃		備註
改善前後節省之耗電量	$\frac{(61.5-12.4)}{1000}\times\frac{(67-58)}{60}=0.007365\text{kW}\cdot\text{h}$ /次	冰膽容量 700*ml* 冰膽冷卻功率為 61.5W 冰膽保溫功率為 12.4W 一度電約為 2.2 元新台幣 一度電約產生 0.62kg 的 CO_2
節省之電費費用	0.007365×2.2 = 0.0162 元/次	
減排 CO_2 量	0.007365×0.62 = 0.004566 kg/次	

Q8：假設一個家庭成員為四人，每個人一天所喝下的水量大約 3000c.c.[6]，每日及每月省下了多少電費及減排多少 CO_2 量？

Ans：先假設每個成員飲用熱水約 1300 c.c.、冰水約 1400 c.c.，則此家庭之開飲機在熱膽加熱方面啟動運轉共四次，在冰膽製冷啟動運轉方面共十二次，則其相關詳細計算資料如表五所示。

表 5 開飲機改善後家庭每日/月之節能明細表

熱膽加熱室溫純水至 76℃	耗電量	0.024×4 次= 0.096kW-h(度電)/日 0.096×30 日= 2.88kW-h(度電)/月	備註： 單次熱膽加熱耗電 0.024 kW-h 熱膽加熱功率為 480W 一度電約為 2.2 元新台幣 一度電約產生 0.62kg 的 CO_2
	節省電費費用	0.096×2.2 = 0.2112 元/日 0.2112×30 = 6.336 元/月	
	減排 CO_2 量	0.096×0.62 = 0.05952 kg /日 0.05952×30 日=1.7856 kg/月	
冰膽冷卻室溫純水至 15℃	耗電量	0.007365×12 次 = 0.08838kW-h/日 0.08838×30 = 2.6514kW-h(度電)/月	備註： 單次冰膽冷卻耗電 0.007365kW-h 冰膽加熱功率為 61.5W 冰膽保溫功率為 12.4W 一度電約為 2.2 元新台幣 一度電約產生 0.62kg 的 CO_2
	節省電費費用	0.08838×2.2 = 0.19444 元/日 0.19444×30 = 5.8332 元/月	
	減排 CO_2 量	0.08838×0.62 = 0.0548 kg /日 0.0548×30 = 1.644 kg/月	
每一家庭每月共節省 6.336+5.8332=12.169 元 每一家庭每月共減排 1.7856+1.644=3.4296 kg CO_2			

柒、結論

綜合本實驗研究結果，採用加裝熱管、銅板以及 U 型預熱桶來改善電子式開飲機均可得到優異的表現，並且能夠有效減少能源的消耗以及減低二氧化碳 CO_2 的排放，其可歸納以下幾點結論：

1.安裝銅板在致冷晶片與散熱鰭片間，可有效增加致冷晶片熱側的散熱效率，使熱源能夠迅速排至大氣中，進而使製冷效率提升約 13.4%。

2.採用具有熱響應迅速特性的熱管將熱源移至預熱桶，再加上桶內側吸收輻射熱以提高熱膽之進水溫度，其平均水溫上升約 5.1℃。

3.加裝 U 型預熱桶至熱膽進行加溫預熱，使進入熱膽的水溫升高進而減少電熱絲加熱之時間約 180 秒，即節能效益增加 16.7%。

4.有效使熱水系統、冰水系統整體的耗能降低，提升開飲機整體能源使用效率。

此次所改善的方式並不會導致總消耗功率的增加，反而有節能的成效。在研究方法及改良製作的過程中學習到了有關開飲機與致冷晶片的動作原理以及解決問題的能力，同時也更懂得如何與組員溝通、合作。

捌、參考資料及其他

1. 檢驗委員會，開飲機品質改善有限 選擇費心思，消費者報導雜誌，第203期，第30～43頁，1998 03。
2. 檢驗委員會，不繡鋼保溫壺之保溫效果測試，消費者報導雜誌，第236期，第30～49頁，2000 12。
3. 曾博群、邱偉豪、蕭柏翰，水冷散熱模組與熱管散熱模組研究報告。
4. 簡國祥，熱管在電子散熱方面之應用，工業材料雜誌，第171期，2001/03。
5. 正修科技大學http://csm01.csu.edu.tw/0065/WWW/unit-13.ppt
6. 台北市立中崙高級中學，夏天喝水學問大 http://www.zlsh.tp.edu.tw/onweb.jsp?webno=3333333010&webitem_no=6907
7. 陳義釩、王俊弘，南台科技大學，光電工程系，專題製作報告。
8. 陳力維，國立松山工農，電子科，電子式半導體恆溫魚缸之研究。
9. 王輔仁、許守平、林國堅、吳志雄、陳志明，國立勤益技術學院，冷凍空調系，熱電式冷卻系統之性能改善及應用研究。
10. 盧明俊，嘉南藥理科技大學，能源＆資源回收。
11. 陳思源，熱電除溼冷凝分析與性能改善，國立成功大學，機械工程系碩士論文。
12. 邱偉豪，台灣大學電機系，致冷晶片的原理與應用。
13. 卓清松、鄭龍嶽、林振榮，家用冰溫熱開飲機節能改善研究，冷凍空調技師季刊，第008期，第22~31頁，2006 12。
14. 葉鎮平，飲水機之熱能設計與熱管之應用，碩士論文。
15. 2005行政院，環保標章資訊站，開飲機環保標章規格標準，http://greenmark.epa.gov.tw。
16. 黃位玫，節能標章讓電器更省電，消費者報導雜誌，第256期，第22~23頁，2002 08。

【評語】091003

本件作品能加速飲用水之加熱與降溫，但加熱與降溫採用致冷晶片，屬於舊技術且效率較低。此外本案溫度控制宜再加強可做更精準控制節約能源。