

第三章 實驗方法

3-1 設計及實體構造

本研究除嘗試減少 LHP 的元件，簡化製程外，並輔以玻璃板和玻璃管以便觀察系統迴路內真實的作動情形。以銅網和紙纖維製作毛細結構；補償室和蒸發器則設計在同一個工件之內；液體管，蒸汽管和冷凝區為一 U 型管。而實驗設計包含兩種不同的結構設計：A 型結構蒸汽生成的方向和補償室的位置，亦即工作流體回流的位置位於毛細結構的同一側；在 B 型結構中兩者則分別位於毛細結構的異側。為了增加結構強度，和工作流體的相配性以及減少熱洩漏的問題，主結構的材質為不鏽鋼，而底部溝槽板則為銅材以降低熱阻。完整組裝及相關參數請參考圖 3.1 和表 3.1。

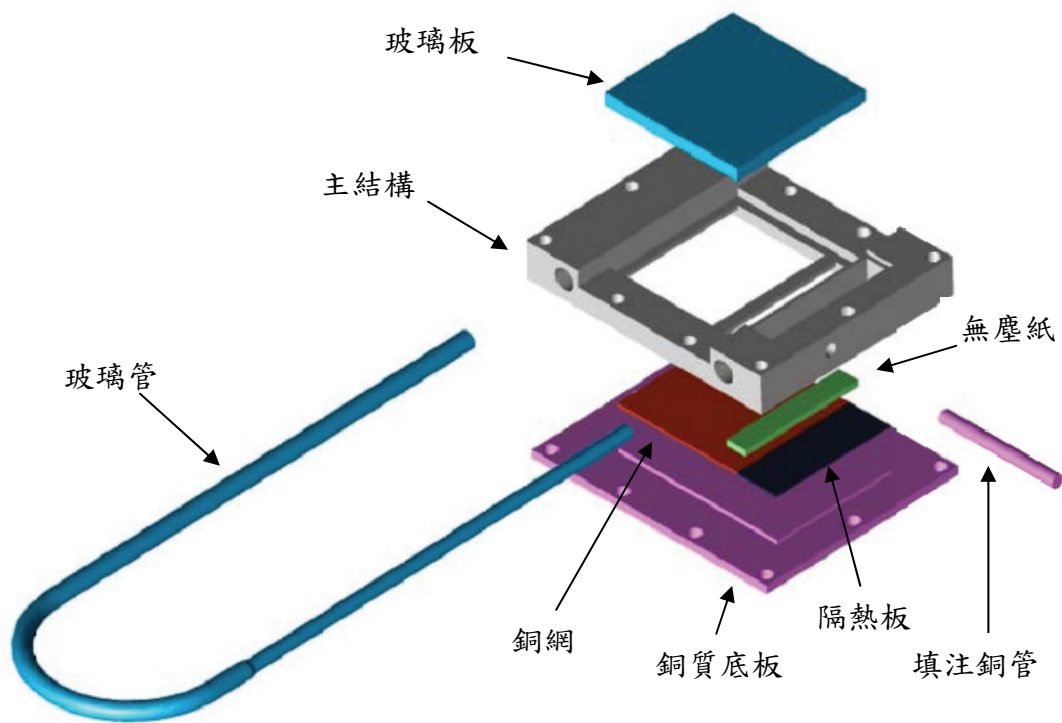


圖 3.1a A 型結構組合圖

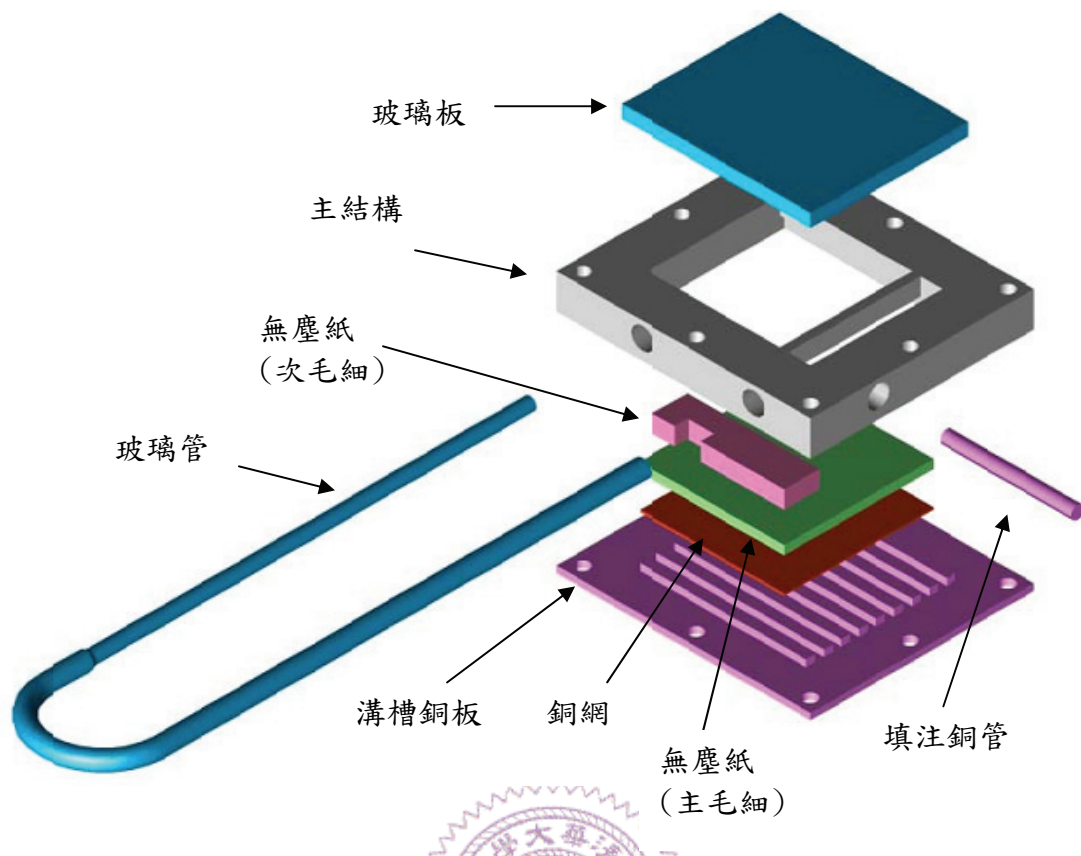


圖 3.1b B 型結構組合圖

表 3.1 元件參數

蒸發器加熱面積	L*W, mm	34*38
總容積	cm ³	10.254
補償室容積(圖 3.2b)	cm ³	2.712
填注量	g	5±5%
蒸汽溝槽尺寸	L*W, mm	2*1.5
主毛細結構尺寸	L*W*T, mm	34*33*2.5
次毛細結構尺寸	L*W*T, 外型-缺口, mm	8*30*4 - 3*6*4
蒸汽管外徑/內徑/長度	mm	4/2.8/750
液體管外徑/內徑/長度	mm	3/1.8/750
冷凝段長度	mm	750

文獻[7]建議，理想的毛細材質被期望俱備雙重熱傳導能力(bidithermancy)，外側毛細有較高的熱傳率以方便汽化工作流體，內側材質希望有較低的熱傳率，才能提高補償室和蒸發器的溫差。本次實驗的毛細結構主要是利用金百利公司(Kimberly-Clark®)的無塵紙產品(KIMWIPES® Delicate Task Wipers)折疊剪裁，並搭配銅網組合而成。蒸發器的結構嘗試了數種不同的設計，如圖 3.2 所示，A 型結構中以無塵紙置阻擋蒸汽的逆流，下方則鋪以銅網，作為傳輸工作流體並增加沸騰成核點之用，而為了增加補償室和蒸發器的溫差，則在補償室下方另覆蓋一層隔熱板以減少熱洩漏。A 型的結構屬於生成蒸汽和回流工作流體同側的設計。

B 型結構的毛細結構配置請參考圖 3.3a，為生成蒸汽和回流工作流處於毛細結構異側的設計。主毛細結構包含無塵紙和銅網，期望以複合的結構達成如文獻所提及的雙熱傳導能力，而銅網的空隙亦可以提供生成蒸汽散逸的空間，而不致於堵塞。然而實驗的經驗裡卻出現了大量蒸汽洩漏至補償室的現象，參考文獻的經驗，推斷補償室生成的蒸汽會造成系統啟動的失敗，因此設計另一種型式的毛細結構，如圖 3.3b 和圖 3.3c 所示。此種的毛細結構配置方式是為了在補償室內分割出兩個空間，較大的空間將具較多的蒸發面積及較小的流阻，企圖將逸漏或在主毛細結構內產生的蒸汽導引至此空間內，再以次毛細和液體管隔開，避免洩漏的蒸汽壓造成工作流體的逆流。較小的空間直接聯結液體管，則是為了提供啟動時或操作間液體管內的蒸汽一個逃逸的空間。

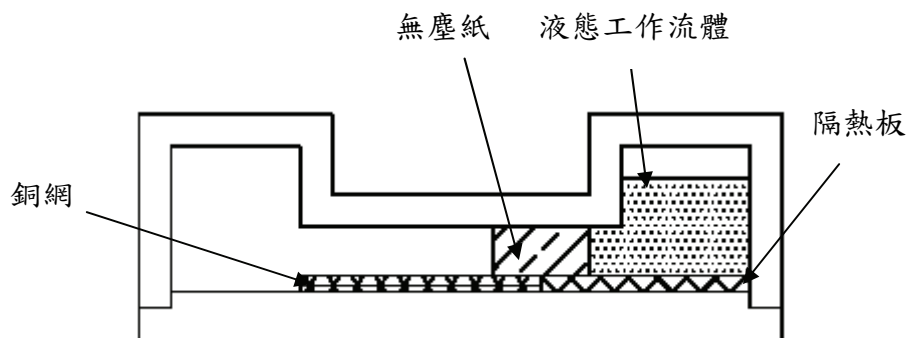


圖 3.2 A 型毛細結構示意圖(非等比例)

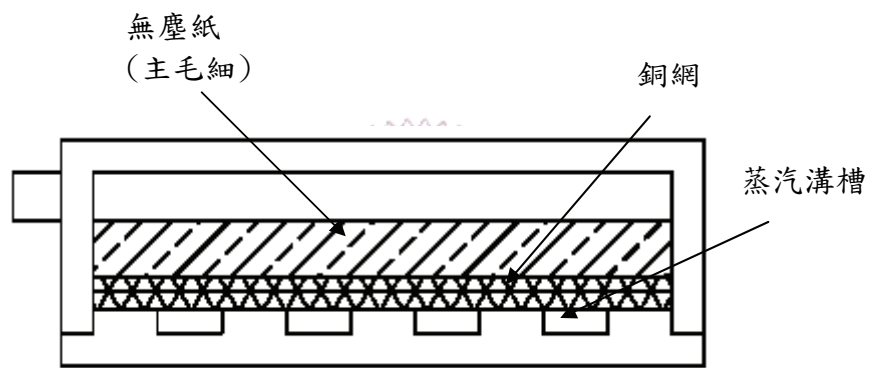


圖 3.3a 第一種 B 型毛細結構示意圖(非等比例)

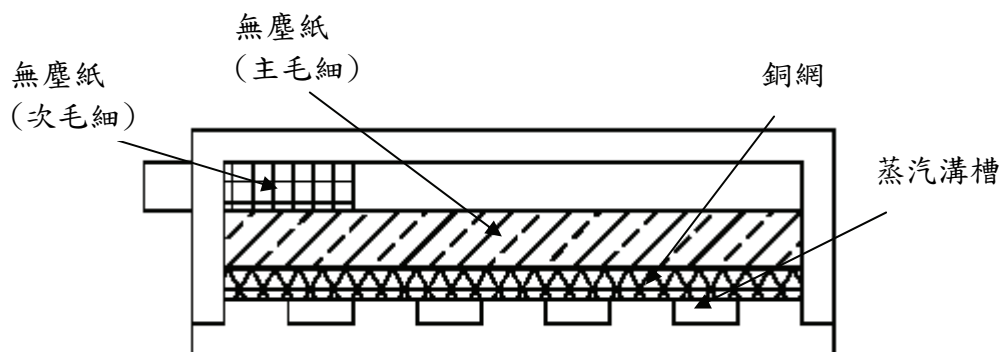


圖 3.3b 第二種 B 型毛細結構示意圖(非等比例)

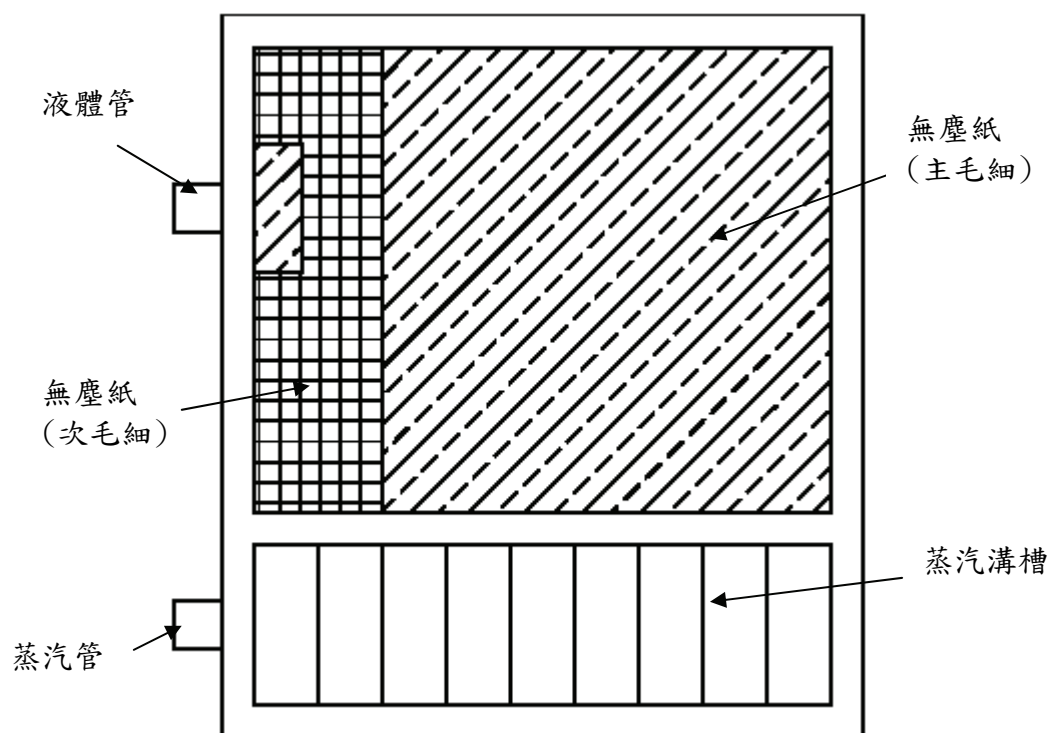


圖 3.3c 第二種 B 型毛細結構上視圖(非等比例)

本實驗的目標在於電子散熱的應用，因此將溫度上限定在 90°C ，參考第二章常見的工作流體性質表，考量操作溫度範圍，結構材質的相適性以及實驗的便利性，選擇的工作流體為水，在填注前將先行加熱去除溶解其中的氣體。

3-2 製作過程與實驗步驟

- A. 不鏽鋼工件上方黏好玻璃板，側邊則黏上外徑 3mm 之填注銅管以及 U 型銅網玻璃管，平滑玻璃管或是銅質溝槽管。
- B. 清洗裁好的銅網，不鏽鋼工件以及溝槽銅底板，清洗過程如下：

- i. 將工件浸於丙酮中置於超音波盪儀中清洗 10 分鐘，以去除表面油脂和雜質。之後用去離子水清洗表面殘餘的丙酮。
 - ii. 將工件置於硝酸磷酸混合液中進行酸洗以去除表面氧化物，直至銅材表面呈現潔淨顏色。再以去離子水清洗表面上的殘餘酸液。
 - iii. 將清洗後的工件和銅網以氮氣吹乾。
- C. 將清洗後的工件依序組裝，裝置於真空系統上進行抽真空及填注工作流體的步驟，請參考圖 3.5 與以下的步驟說明：
- i. 將除氣過的工作流體注入玻璃管，並和清洗後組裝好的工件安裝在真空系統上。
 - ii. 啟動幫浦，依序開啟 V1，V3 閥門，待判斷管路中無殘餘液體後開啟 V2 量測壓力值。
 - iii. 若真空初次出現洩漏的問題，將真空系統重新組裝後再進行壓力量測。之後若出現二次洩漏，則對工件重新進行清洗組裝工作。
 - iv. 將工件在真空壓力為 1×10^{-2} torr 的條件連續抽氣 30 分鐘，以去除腔體內殘餘氣體。
 - v. 關閉 V3 打開 V4，由於工件內部為低壓狀態，大氣壓力會將工作流體注入工件內部。
 - vi. 剪斷填注管，而由工件的重量差推算注入的填量

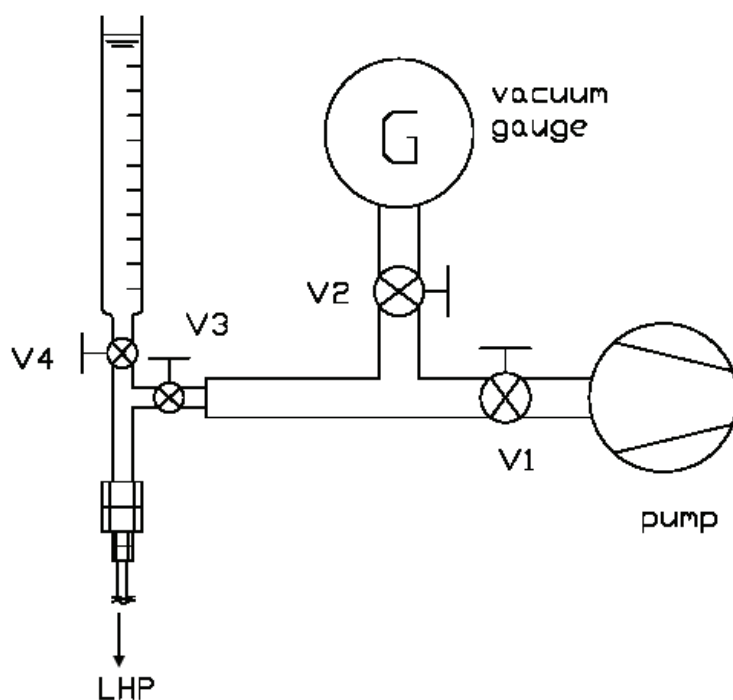


圖 3.4 注水設備配置圖

工作流體的填注方法為參考黃文宏[18]論文的真空注水系統，黃利用矽膠軟管連接玻璃管和熱管工件，而本論文則採用兩組轉接頭連接注水用玻璃管和熱管上的細銅管。由實際操作經驗，真空填注工作流體時，工作流體容易殘留在真空管件上，所以注水口到細銅管間的空間要越小越好。透明玻璃管亦方便觀測是否有殘餘水量。

填注好工作流體的工件，裝置好冷凝設備後即置於加熱台上施與熱負載，進行流況的觀察及散熱能力的量測。為了方便觀察，觀察用的冷凝設施僅在冷凝區黏合一塑膠盒，以冷水浴的方式進行冷凝；散熱效能的量測實驗，則用一水套作為冷凝設施，利用恆溫給水器進行冷凝溫度的控制。而加熱台的加熱面為 2cm x 2cm 的正方形，並施加 5kgf 壓力於工件上，參考圖 3.5 及 3.6。

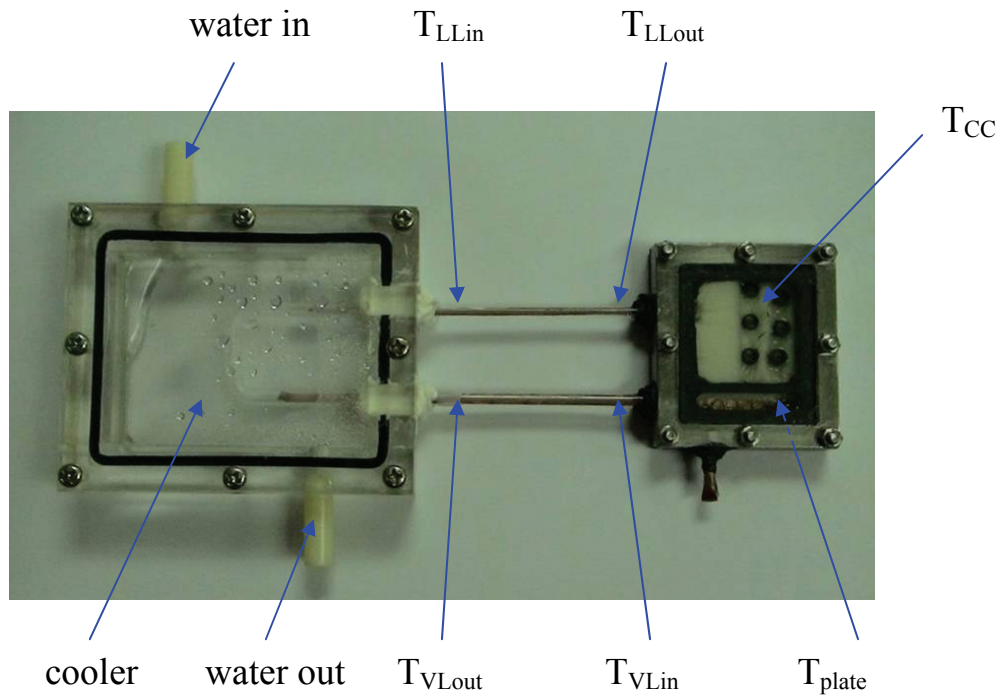


圖 3.5 實驗工件組裝及溫度量測點分佈圖

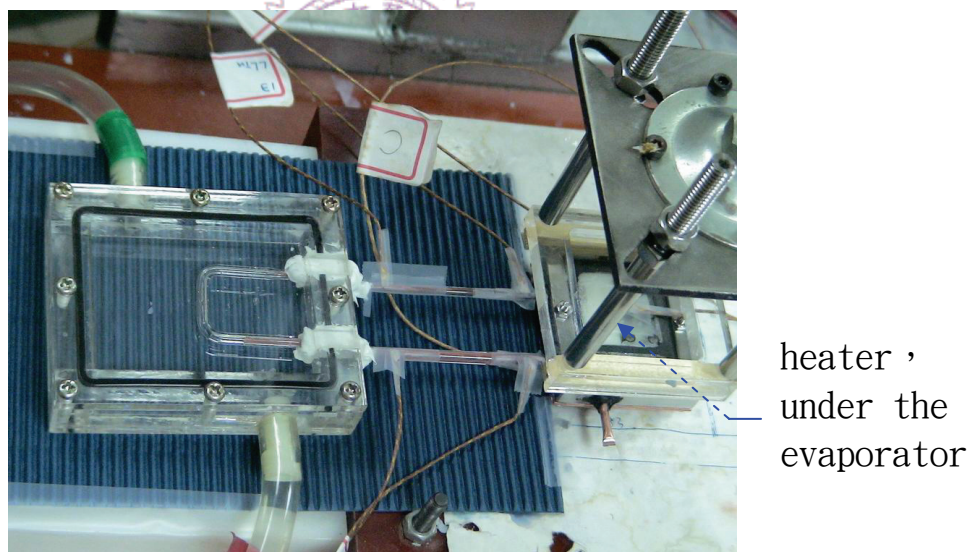


圖 3.6 實驗配置圖

填注量由實驗的經驗所決定，期望的填注量在啟動循環後，除了在傳輸管內運動的工作流體之外，應該還要能夠潤溼毛細結構。嘗試過 8.45g, 7.42g, 6.98g 及 6.36g 皆因為過多的工作流體堵塞在傳輸內形成液柱，過大的流阻使得系統無法順利啟動循環，填注量為 5.9g

時，工作流體除了補償室之外，還在傳輸管內形成一液柱，雖然可以順利啟動循環，但是熱阻效能表現卻不比 5.22g 填注量的工件，5.22g 的填注量下，大部份的工作流體積存於補償室內，而不會在傳輸管內形成液柱，請參閱第四章。

