

熱管性能測試實驗

實驗目的

利用 30 cm 之燒結粉式熱管、溝槽式熱管及 20 cm 之燒結粉式熱管了解熱管之基本現象，並觀察毛細結構及長度對於熱管之影響。

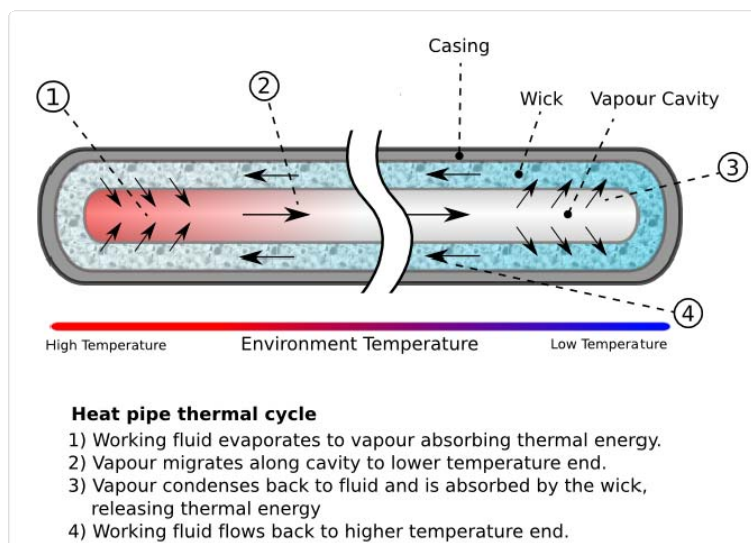
工作原理

熱管係一種具有快速均溫特性的特殊裝置，其中空的金屬管體，使其具有質輕的特點，而其快速均溫的特性，則使其具有優異的熱超導性能；熱管的運用範圍相當廣泛，最早期運用於航太領域，現早已普及運用於各式熱交換器、冷卻器、天然地熱引用...等，擔任起快速熱傳導的角色，更是現今電子產品散熱裝置中最普遍高效的導熱（非散熱）元件。

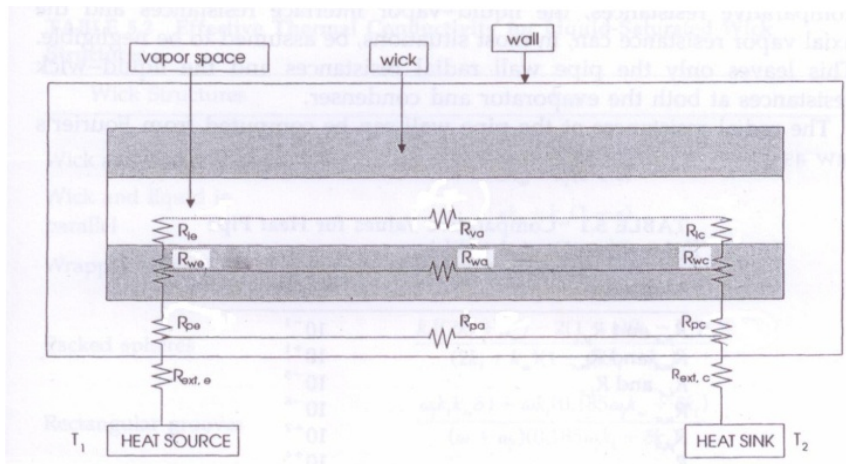
熱導管基本上是一內含工作流體之封閉腔體，藉由腔體內工作流體持續循環的液汽二相變化，及汽液流體於吸熱端及放熱端間汽往液返的對流，使腔體表面呈現快速均溫的特性而達到傳熱的目的。

其作動機制為，液相作動流體於吸熱端蒸發成汽相，此一瞬間在腔體內產生局部高壓，驅使汽相工作流體高速流向放熱端，汽相工作流體於放熱端凝結成液相後，藉由重力/毛細力/離心力...迴流至吸熱端而完成循環。由此可知，熱導管作動時，氣流係由氣壓壓力差驅動，液流則須依使用時之作動狀態，採用或設計適合的迴流驅動力。

熱管理想作動時，工作流體處於液汽兩相共存的狀態，兩相幾無溫差，亦即整個腔體內均處於幾乎均溫狀態，此時雖然有熱能進出此一腔體系統，但吸熱端與放熱端的蒸汽卻是等溫，形成等溫熱傳的熱超導現象。



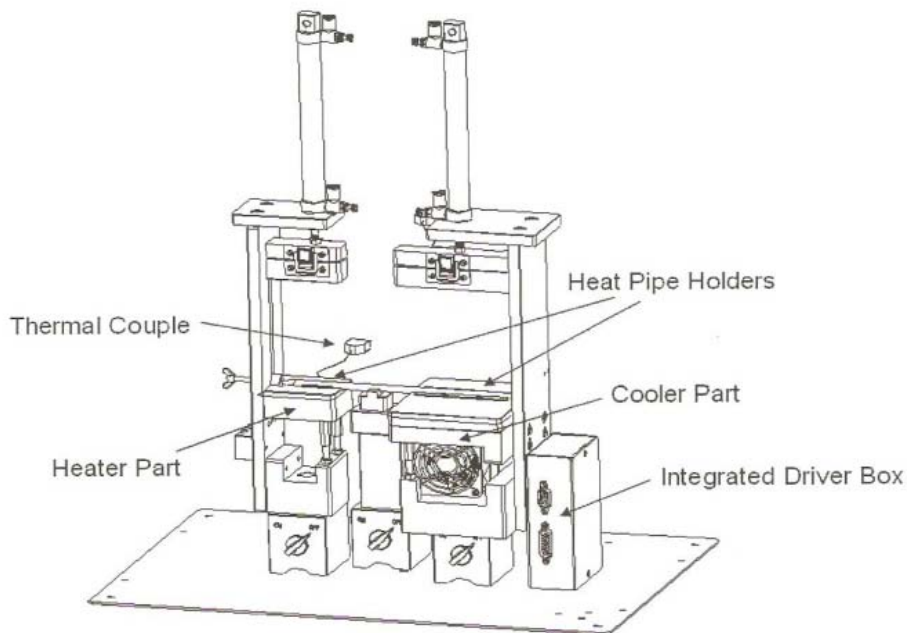
圖一 熱管運作原理圖 [1]



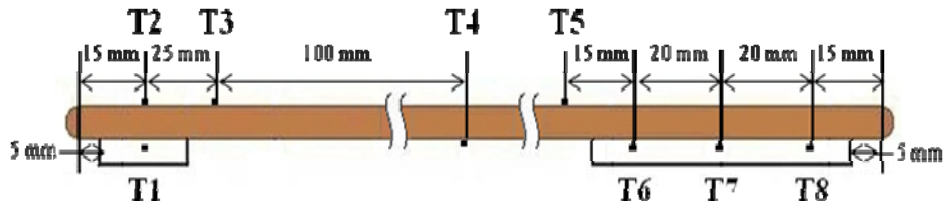
圖二 熱管熱阻圖 [2]

實驗儀器

本研究利用傳統的量測方式進行水平方位測試，分為蒸發段、絕熱段及冷凝段，包含加熱台、冷凝座以及熱電偶，加熱台採用電熱，加熱量 Q 之誤差為 $\pm 1\%$ ；冷凝段以熱電致冷器 TEC(thermoelectric cooler) 進行冷卻，並藉由冷凝段控制絕熱段溫度以達到快速控溫的效果(註：亦有採水冷的測試機台，但控溫速度遠不及 TEC)。熱管量測分為蒸發段、絕熱段及冷凝段，蒸發段長度為 2 cm，冷凝段長度為 6 cm；其溫度量測裝置為 T 型熱電偶，解析度為 0.05K。本研究之熱管末端，取直徑為 6 mm 之兩端端點向內推算 5 mm 作為蒸發端與冷凝端之邊度量測基準點，量測點數為 8 個。



圖三 實驗儀器裝置圖 [3]



圖四 熱電偶配置圖

操作流程

1. 開啟程式介面及測試機台
2. 於程式點選 connect 進行連結
3. 將測試樣品置於操作台上，並於蒸發與冷凝介面處塗上導熱膏
4. 壓下氣壓閥將測試樣品固定
5. 檢查 thermocouple 各點是否確實接上
6. 進行測試

問題與討論

1. 各熱管之極限瓦數？
2. 各熱管之熱阻值(包括蒸發熱阻、冷凝熱阻、與總熱阻)及等效熱傳導係數？
(等效熱傳導係數以乾化以前最高及最低之熱阻值分別進行計算)
3. 不同毛細及不同長度對熱管性能及其等效熱傳導係數之影響為何？進行比較分析。
4. 觀察並討論 30cm 燒結粉熱管之蒸汽溫度均勻性。

註：熱阻公式 $R_{th} = \frac{L_{eff}}{k_{eff} A} \iff k_{eff} = \frac{L_{eff}}{R_{th} A}$

其中 L_{eff} 為有效熱管長度， $L_{eff} = \frac{L_e}{2} + L_a + \frac{L_c}{2}$

參考資料

[1] Wikipedia:

<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%86%B1%E5%B0%8E%E7%AE%A1>

[2] G. P. Peterson, An Introduction to Heat Pipes, John Wiley & Sons, Inc, 1995.

[3] 致惠科技熱導管測試控制器使用手冊