

# 不結露之電子散熱冷凍系統

王啟川 ([ccwang@mail.nctu.edu.tw](mailto:ccwang@mail.nctu.edu.tw))

國立交通大學機械工程系

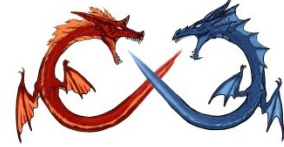
楊愷祥 ([ksyang@itri.org.tw](mailto:ksyang@itri.org.tw))

工業技術研究院 綠能研究所

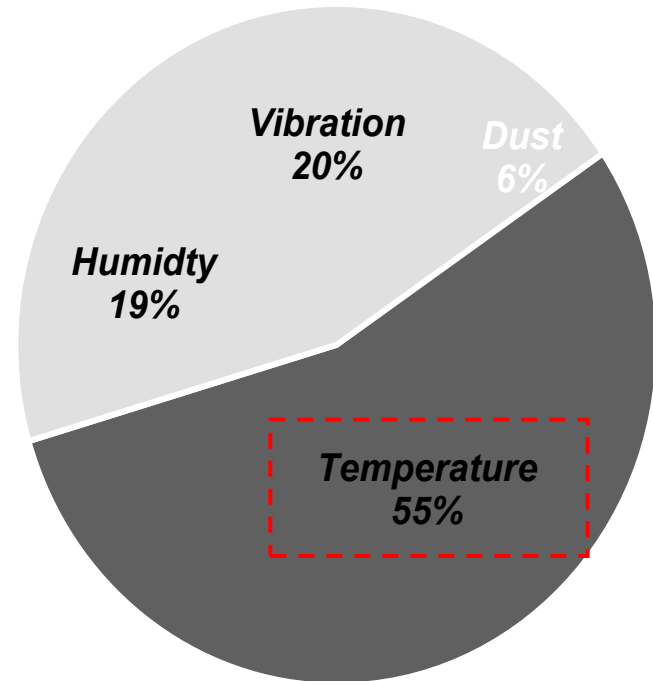
吳友烈、陳旻儀

國立勤益科技大學 冷凍空調與能源系

# 電子散熱需求

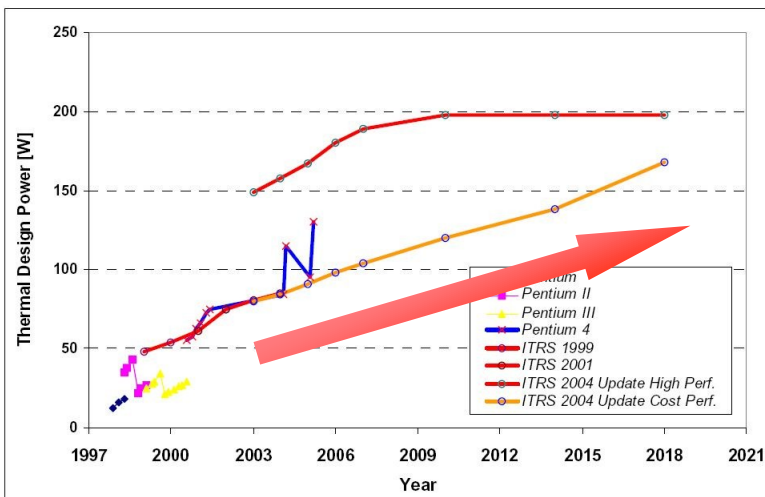
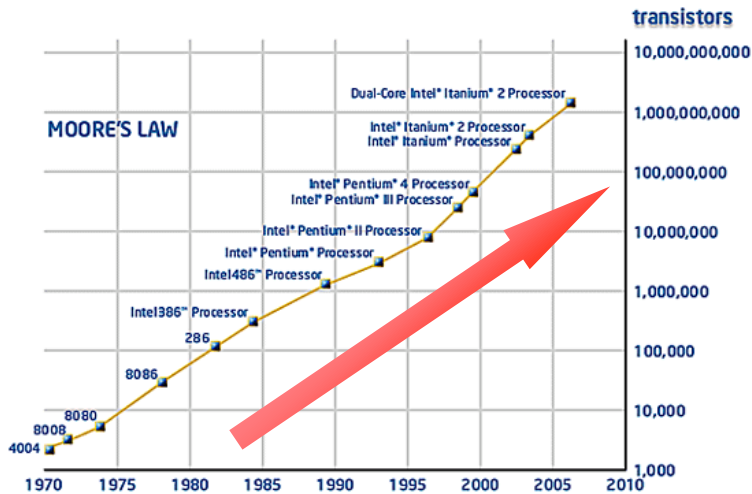


## 電子元件損壞因素



每降低晶片 10 °C  
可提昇 1 % 到 3 % 的運算效率

可有效降低電子元件無用的漏電功耗



Source: Yeh, ASME J. Electronic Packaging.  
Phelan, Proc. Semicond. Thermal Meas. Manag. Symp.  
Dennard et al., IEEE J. Solid-State Circuits.

# 為什麼需要冷凍系統?

## -空冷

- 增加風扇轉速
- 噪音
- 改善散熱鰭片設計
- 散熱量已將近極限

## -水冷

凍結問題

有效溫差仍無法有效提升 (高於室溫)

## -冷凍系統

高熱通量、低於室溫的運作

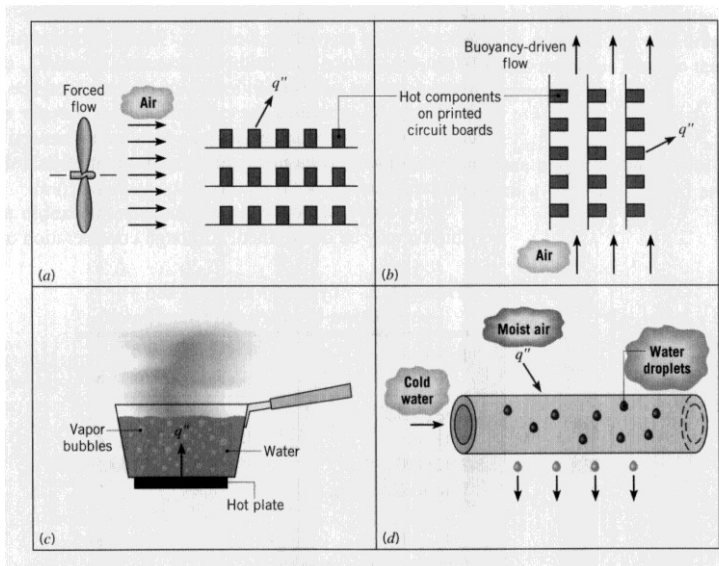
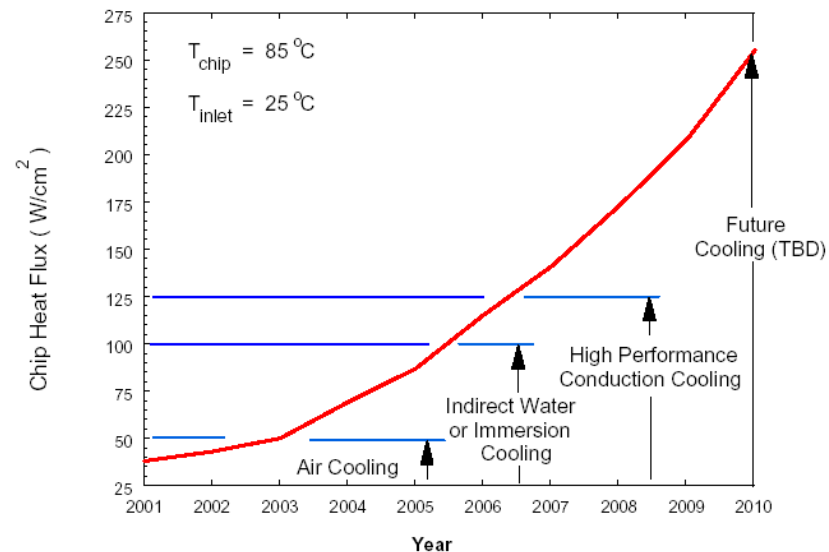
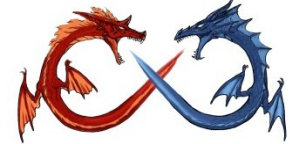


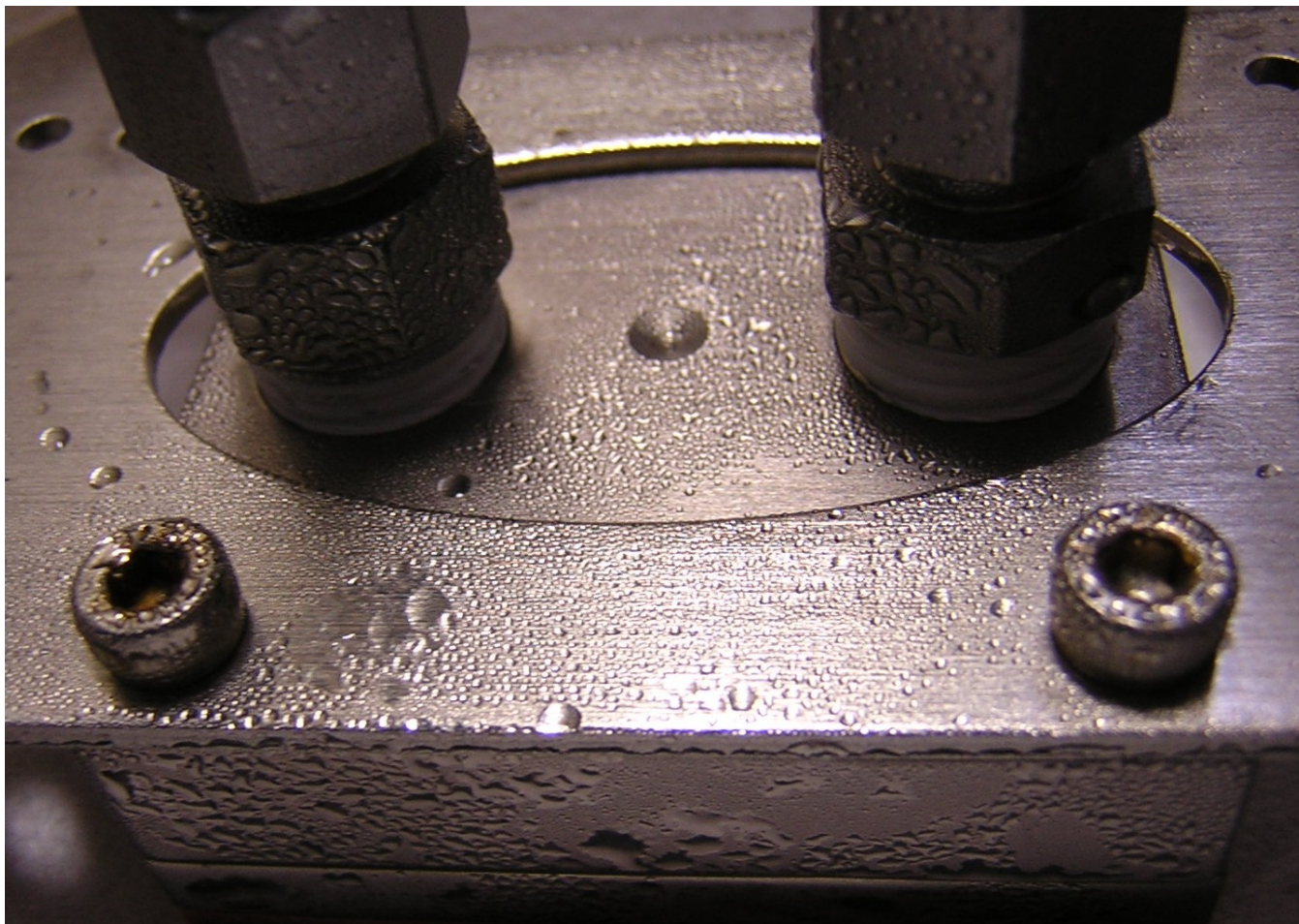
TABLE 1.1 Typical values of the convection heat transfer coefficient

Process	$h$ (W/m <sup>2</sup> · K)
Free convection	
Gases	2–25
Liquids	50–1000
Forced convection	
Gases	25–250
Liquids	100–20,000
Convection with phase change	
Boiling or condensation	2500–100,000





# 冷凍系統應用於電子散熱之問題

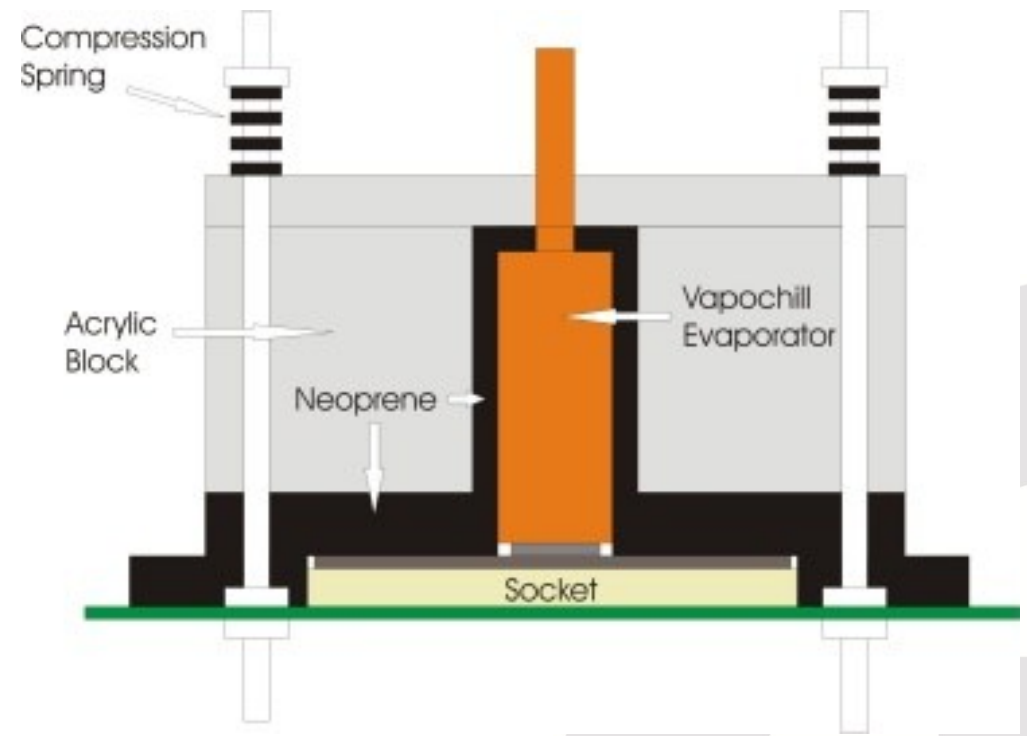


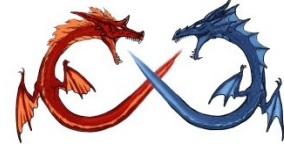


# 傳統解決方案 (I) - 包覆絕熱材

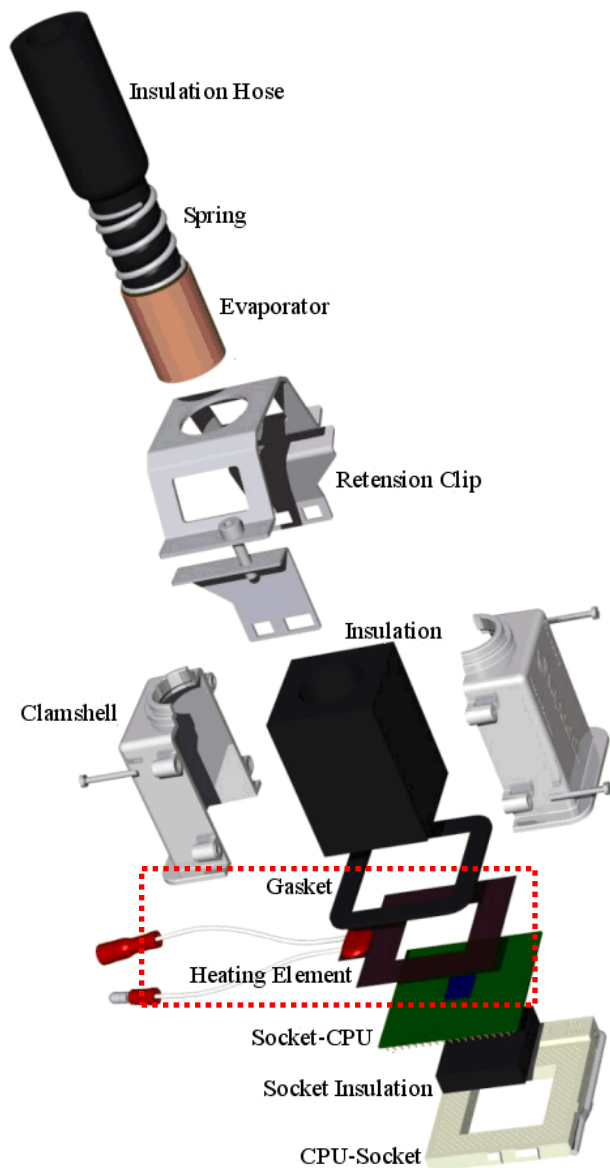


凝結水問題仍無法有效解決

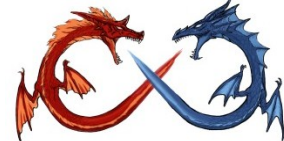




## 何以如此不安 (II) - 冷板設置加熱器

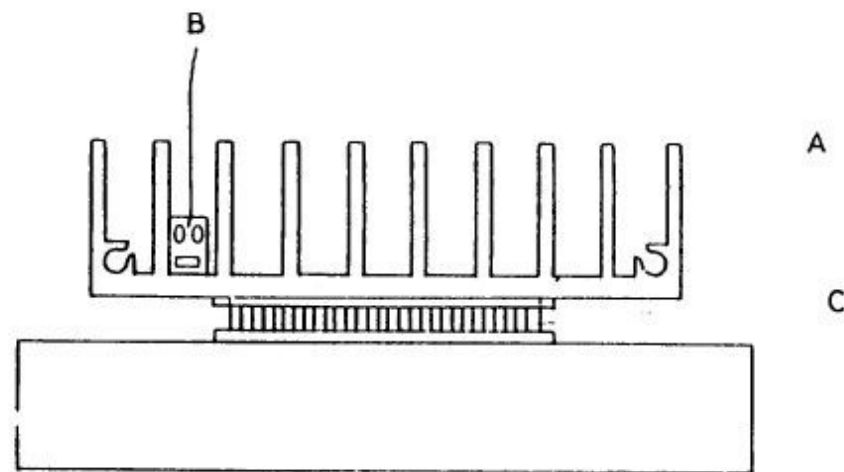
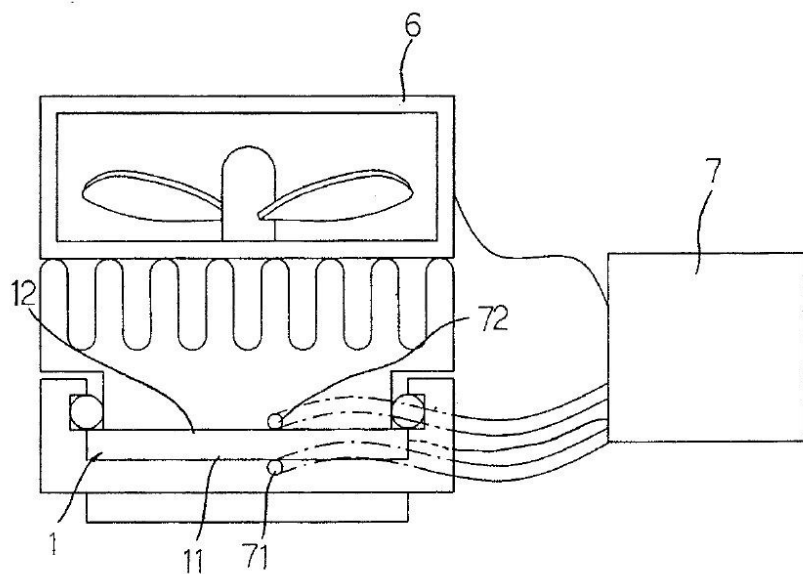


- ◆ 耗費額外的能量於提高冷板外部溫度上
- ◆ 此外加的能量亦會傳入冷板降低其效能
- ◆ 增加系統複雜度
- ◆ 增加成本及故障率



# 傳統解決方案 (III) - 冷板溫度監控

- ◆無法降低冷板的蒸發溫度
- ◆運作效能大幅降低
- ◆增加系統複雜度
- ◆增加成本及故障率



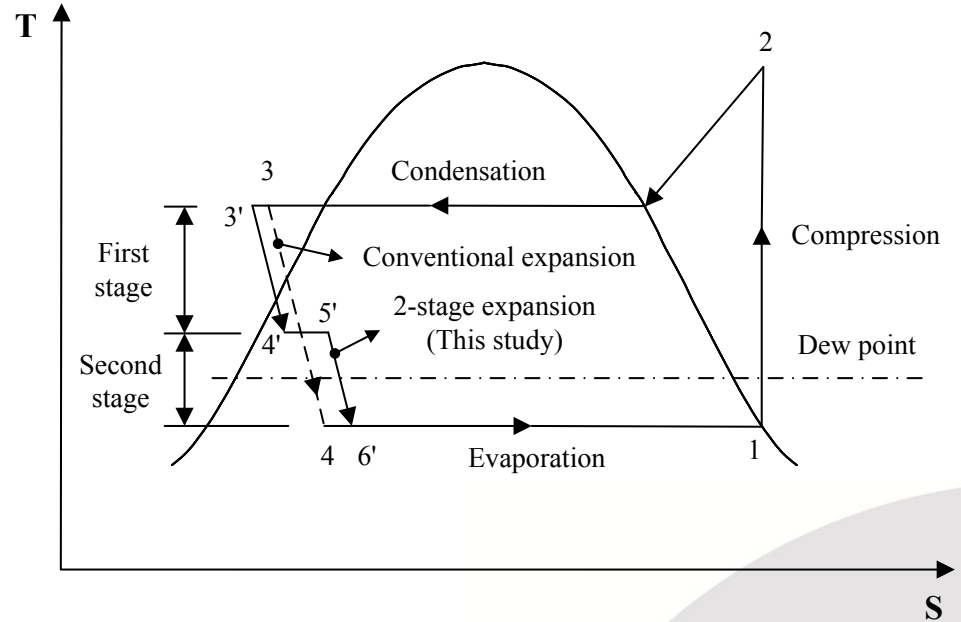
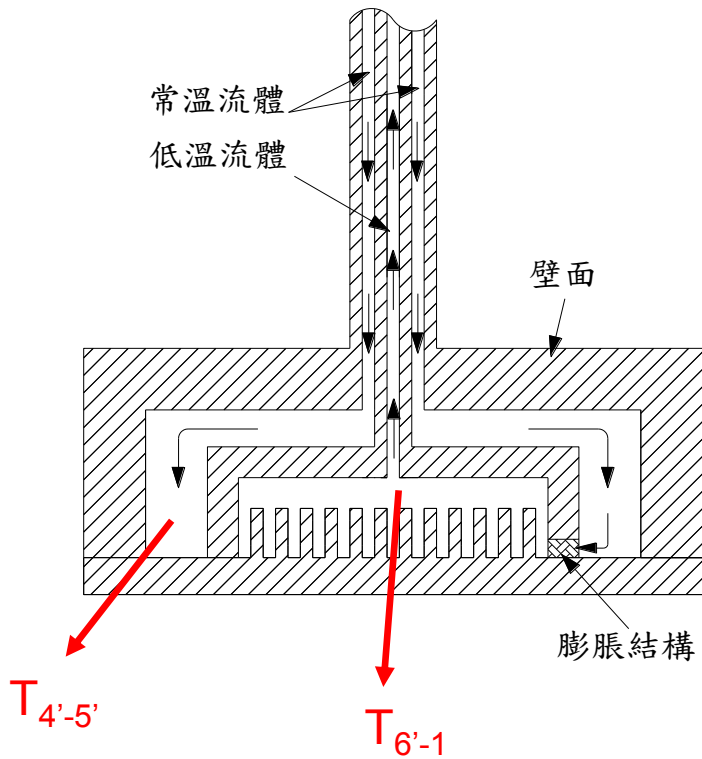
李明烈，晶片冷卻器結構改良，中華民國，新型公告編號192262，1992。

廖志勇，林松年，余賢來，電腦用空調機裝置，中華民國，發明，第I262048，2006。



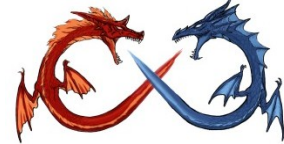


# 本研究之解決方案



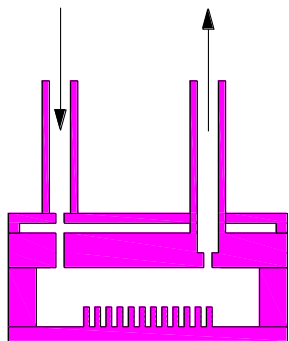
利用結構設計避免與空氣接觸部分的表面溫度低於露點溫度



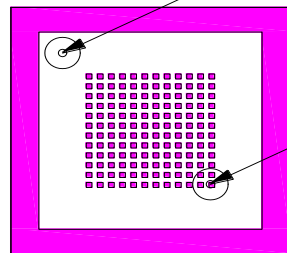


# 可實施兩段膨脹設計概念的 冷板設計圖

Refrigerant inlet Refrigerant outlet



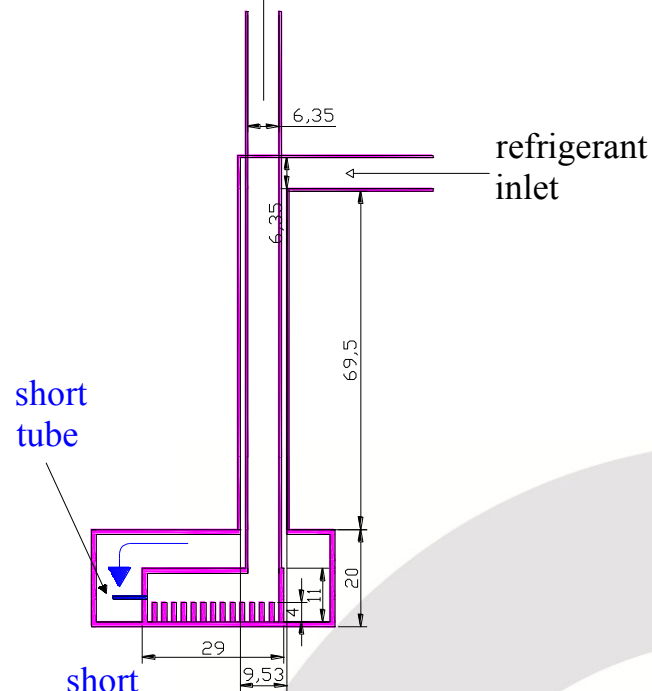
Refrigerant inlet



Refrigerant outlet

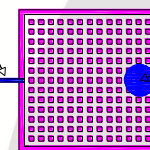
傳統式冷板

refrigerant outlet



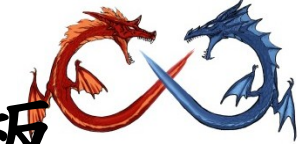
short tube

refrigerant inlet

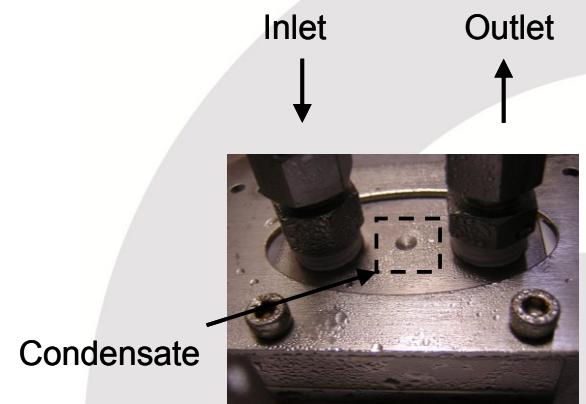
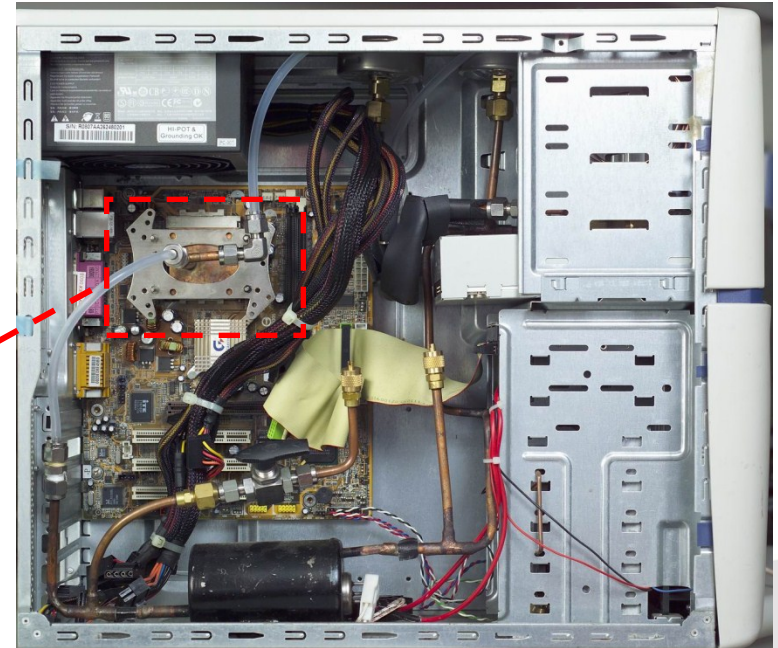
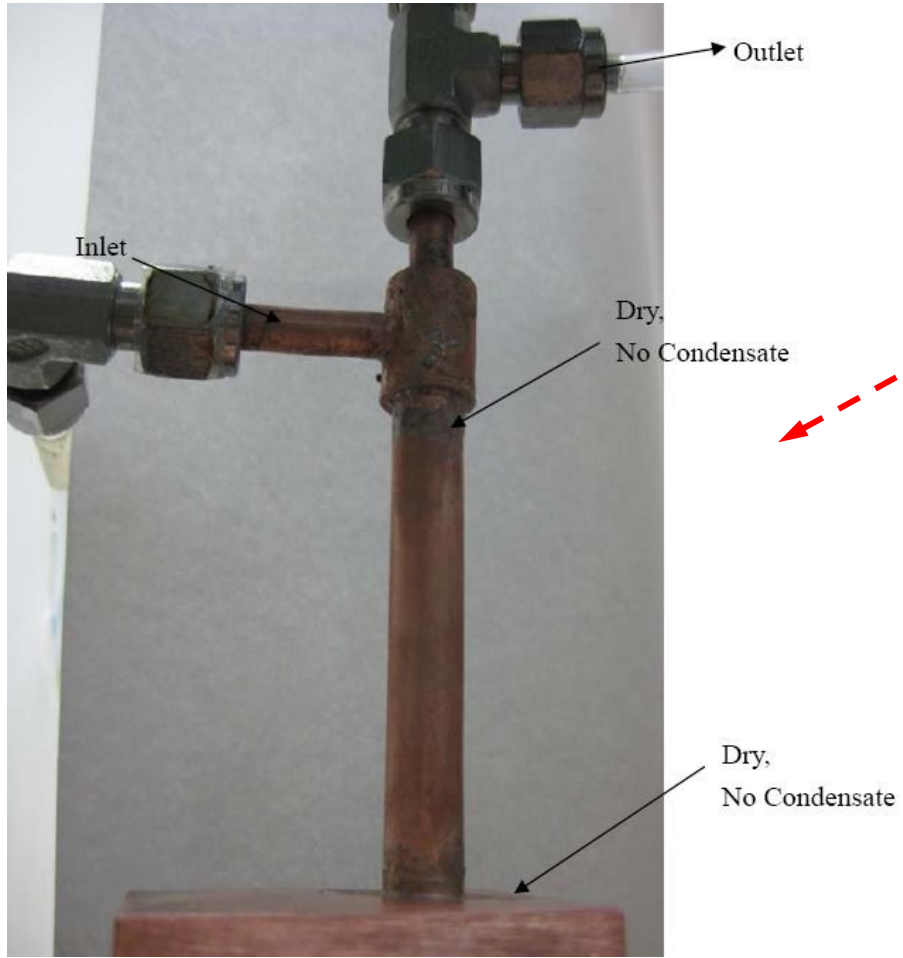


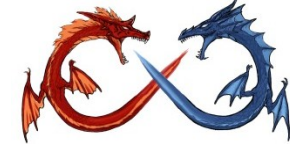
refrigerant outlet

無凝結水冷板

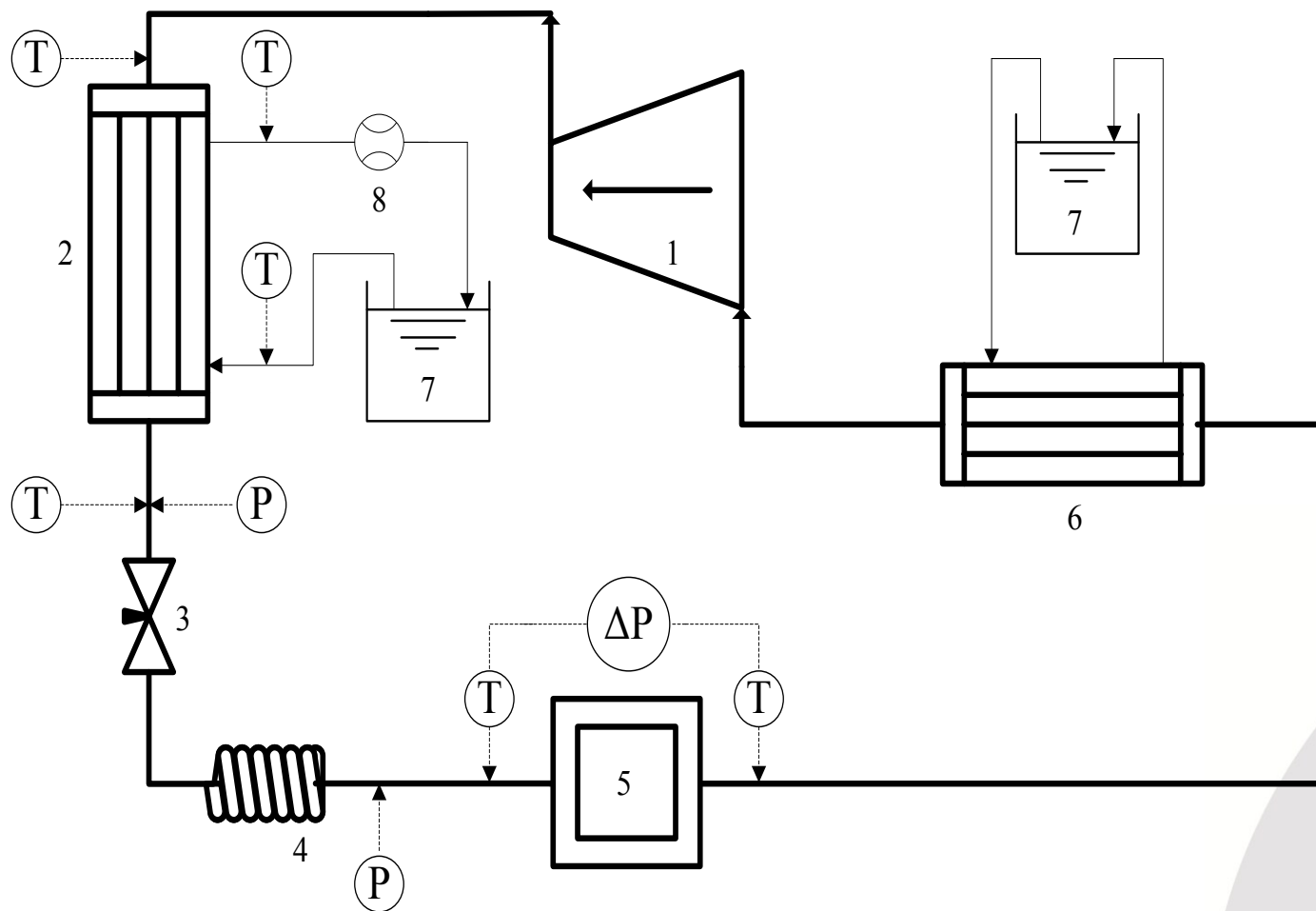


# 兩段式膨脹概念與傳統設計冷板 照片與典型測試結果

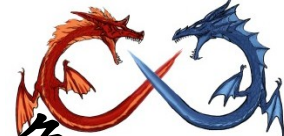




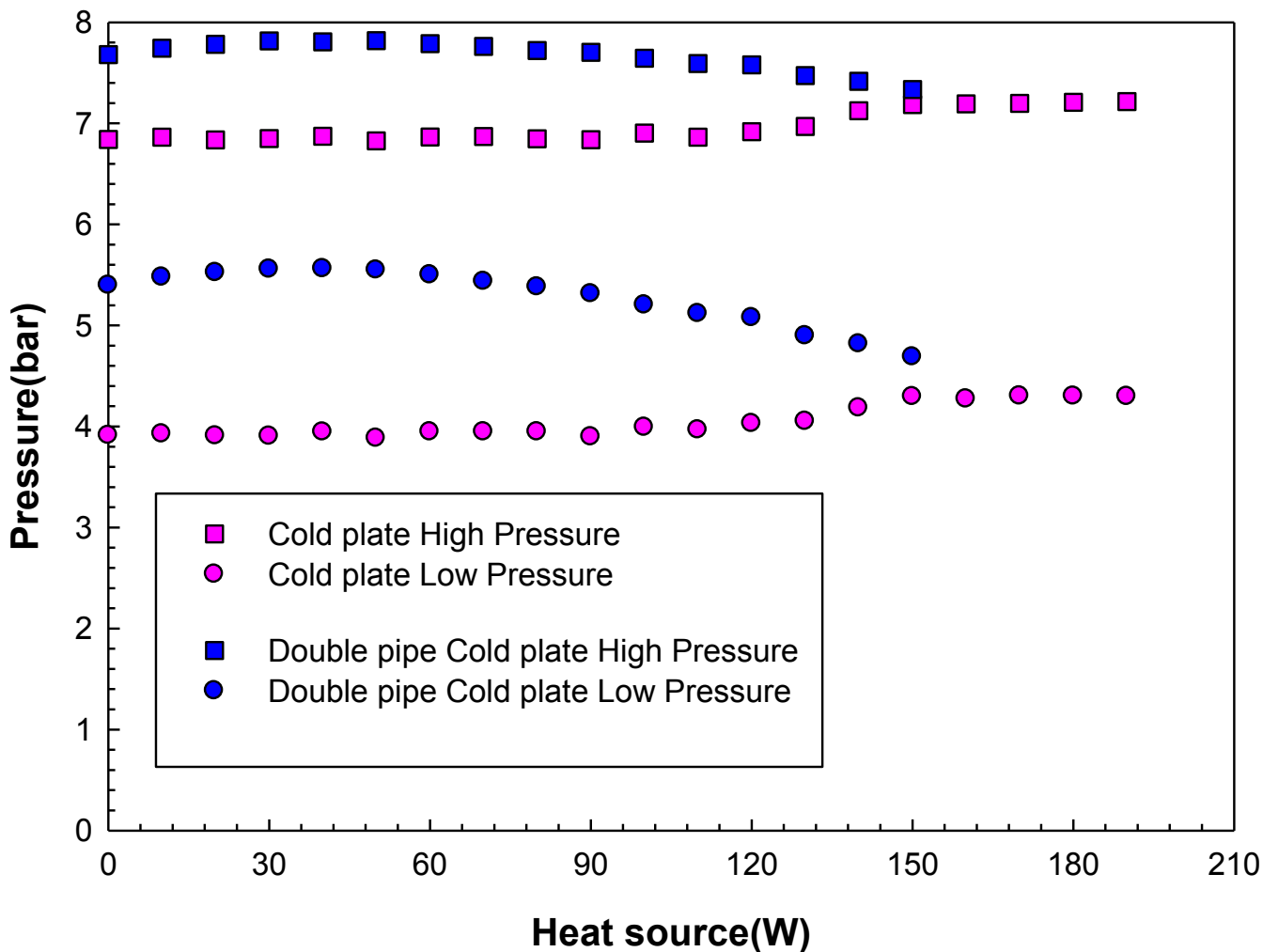
# 實驗設備圖

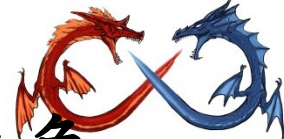


- 1 : 壓縮機
- 2 : 冷凝器
- 3 : 調節式針閥
- 4 : 毛細管
- 5 : Cold plate
- 6 : 再熱器
- 7 : 恆溫水槽
- 8 : 冷卻水流量計

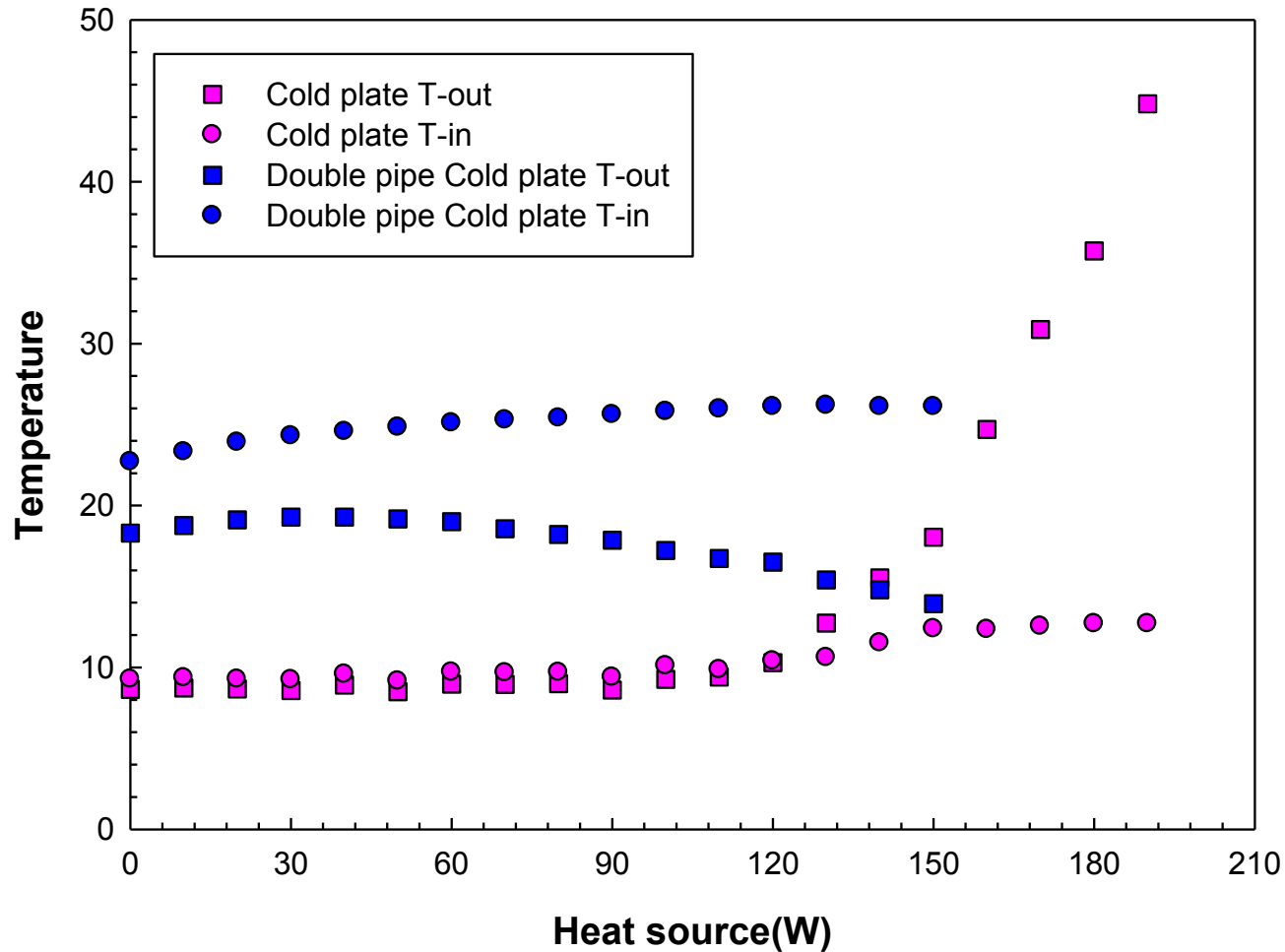


# 傳統冷板及無凝結水冷板在不同熱負載下壓力變化

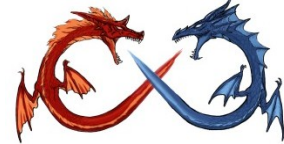




# 傳統冷板及無凝結水冷板在不同熱負載下溫度變化

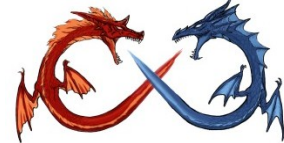






# 結論

- ✓ 冷凍系統可作為更佳的高熱通量散熱方式以替代傳統散熱技術
- ✓ 但是冷凍系統應用於電子散熱仍具有蒸發器冷板所產生的凝結水，導致電子系統/組件可能的故障的疑慮。
- ✓ 本研究中提出一個特色為兩段膨脹式冷凍過程的新設計
- ✓ 此設計概念包含雙套管的出入口以及內部使用兩個重疊的腔體，可減少或抑止典型的冷凍系統中冷板因為表面溫度過低而造成的凝結水
- ✓ 不需要任何的保溫與再熱物件。



# 結論

- ✓ 本研究並針對所提出之不產生凝結水散熱冷板與傳統散熱冷板設計進行詳細比較
- ✓ 結果顯示對於一般市售型的冷板來說，增加其熱負荷之後冷板內部的冷媒流量變異量不大
- ✓ 然而無凝結水散熱冷板設計中因外部腔體內額外造成膨脹/收縮/摩擦壓降的關係，造成其流量會隨熱負荷增加而減少，冷媒流量逐漸減小並會導致出口溫度逐漸降低，此現象與傳統冷板設計具有極大的差異。



Industrial Technology  
Research Institute



國立交通大學  
National Chiao Tung University

***Thanks for your attention***

