

# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景

隨著時代的演進，對於電子產品的要求也越來越高，不僅是要功能強、速度快、高品質，還要攜帶方便、外型時尚。在這些種種的條件要求下，長期不被重視的電子產品熱控(thermal management)問題逐漸浮出檯面且為近幾年炙手可熱的課題。就拿最熟悉的桌上型電腦來說明好了，在 1993 年，個人電腦微處理器(CPU)所使用的計算速度單位元為 MHz，但到了 2000 年至 2005 年時，微處理器的計算速度增加至接近 1GHz 與 3GHz 且所耗的總能量由 20W 上升至 130W，發熱量也隨之提升；但很不幸的是，微處理器所能夠擁有的體積卻只能越來越小或是保持不變。由於微處理器的體積受限，這也造成單位面積所產生的熱通量(heat flux)不斷增加；在 2001 年之前，微處理器所產生的熱通量大約為  $10-15 \text{ W/cm}^2$ ，但到 2006 年時，熱通量已達到  $100 \text{ W/cm}^2$ 。不僅僅如此，在要求電子產品多功能的同時，必須在受限的體積內放入更多的晶片，每片晶片所發出的熱量會互相影響，使得晶片的工作環境越來越惡劣以致於威脅到晶片的正常運作與壽命。所以，如何做好熱控，讓電子產品能夠有效率的運作且繼續發展下去已經成為一個重要的課題。

在高度商業化競爭的前提下，對於應用在電子產品熱控所花費的成本只能夠占產品總成本的一小部分，換句話說，對於每一個電子產品而言，沒有最佳的熱控設計而只有最適合的設計。何謂適合的熱控設計呢？即為在成本限制內達到所預期的效能。從過去到現在所使用過的散熱元件(heat removal unit)種類繁多，分類的方式也不只一種，本研究就將一些代表性的散熱元件做個概論性的比較，

(1.)金屬熱儲(metallic heat sink)：成本低廉，生產技術成熟也是目前最為常見的元件，但以現今桌上型電腦與伺服器的微處理器而言，所產生的熱量與熱通量通常可以超過 100W 與  $100 \text{ W/cm}^2$ ，而這樣的一個負荷已經超過金屬熱儲的散熱能力。此外，金屬熱儲也受到空間的限制而無法使用於空間狹小的電子產品中。

(2.)冷板及微流道(cold plate and micro-channels)：雖然可以負荷較高的熱量，但這些系統所需要的空間較大、系統管路複雜且可靠度(reliability)不夠高同時具有維修困難、成本過高的情況下，要大量使用在商業的電子產品中是很困難的。

(3.)製冷晶片(thermal electric cooler, TEC)：雖然被譽為在未來能夠有效解決晶片局部熱點(hot spot)問題之元件，但在成本過高且技術不成熟的情況下，目前只停留在學術界與不惜成本的國防工業階段。

(4.) 熱管與平板熱管(heat pipe and flat heat pipe)：利用工作流體相變

化吸收潛熱而帶走熱量，能夠擁有較高階的散熱能力且目前成本低廉、技術成熟。對於目前大部分商業化的電子產品而言，熱管算是最適合的散熱管元件之一，廣泛應用在桌上型電腦、筆記型電腦與各式伺服器當中。

熱管，根據大英辭典對其所作出的解釋為：在一段很大的距離內，利用很小的溫度差傳輸熱的工具。其優點在於，溫度分佈均勻、重量輕體積小、構造簡單、無需電源且當熱管達到穩態時，整個系統形成一個飽和狀態，也就是蒸發區與冷凝區之間的溫差維持在某一個極小值，若以熱阻的角度來看則可以發現，熱管的軸向熱傳能力極佳；根據研究顯示，熱管的熱傳導係數可以達到銅材的好幾百倍。

雖然熱管有如此多的優點，但由於其最大熱傳量受限於工作流體填充量與所選擇的冷能方式；由於熱管是藉由金屬板與發熱源相貼合，導致其接觸部分產生熱阻抗；除此之外，當單位面積的發熱源增加時，由於受到空間配置以及熱管僅為一維熱傳等問題，使得熱管無法有效的運作。有鑑於此，許多學者紛紛投入平板熱管之研究。

## 1.2 研究動機

平板熱管的優點可以藉由 Mochizuki et al. [1]的內容得到完整的回覆。在此文章當中提到了未來應用在電子構裝系統內的主流散熱元

件，即為平板熱管。文中提到平板熱管的優點在於，(1)二維熱傳；(2)熱傳量極限大；(3)均溫表面和大的散熱面；(4)直接與熱源接觸，消除接觸和熱傳熱阻；(5)鰭片可直接與平板熱管接觸，且有較大接觸面積，可減少接觸熱阻和增加鰭片性能。Bar-Cohen et al. [2]提及平板熱管為擴大傳統熱管散熱能力之改良，能夠達到較高的熱通量傳遞。Viswanath et al. [3]也提到若將平板熱管與傳統熱儲搭配使用，在相同的風量下，能夠有向降低整體熱儲的熱阻，主要原因在於平板熱管具有好的均溫性與快速的熱擴散性。

平板熱管運作的二個重要參數為毛細結構與工作流體。毛細結構的顆粒尺寸及孔隙度可影響毛細力，進而影響工作流體的擴散性，而厚度及均勻性則影響熱管的穩定性及好壞；不同的工作流體會有不同的表面張力，也會有不同的熱傳效果與毛細現象。工作流體的多寡也會產生不同的熱傳機制，如沸騰或微液膜蒸發(thin film evaporation)，這些機制所直接影響的就是蒸發熱阻的高低。根據平板熱管的工作原理(詳見第二章)可知，蒸發熱阻是主導整體平板熱管效能的重要指標，若能夠對蒸發熱阻作深入的研究，即能夠直接掌握平板熱管中最關鍵的部份。所以本研究將以蒸發熱阻作為主軸，搭配可視化的方式來觀察熱傳機制與蒸發熱阻之關係。