

散熱片在電子零件中的應用

奈米三甲 4A414041 林祐得



目錄

- 一、摘要
- 二、散熱片常見材質
- 三、散熱片形式 - 以製程分類
- 四、散熱片形式 - 以材質分類
- 五、散熱片設計參數
- 六、散熱片設計考量
- 七、結論

一、 摘要

增加散熱能力可以透過許多方法達成，隨著科技的進步，從散熱片到風扇甚至是水冷裝置，都能夠有效使電子零件不會因為過熱而減少壽命，即便水冷裝置的散熱性十分優異，但受到價格以及體積的限制，並非所有的電子零件都能裝配水冷裝置來做散熱，因此散熱片就有兼具價格優勢以及不錯優異的散熱效果，本文將介紹散熱片的種類、散熱原理以及散熱片的應用。

二、 散熱片常見材質

現今常見的散熱片材質為銅、鋁，就材料導熱性質的高低排列的話，分別是銀、銅、鋁、鋼。但用銀來作為散熱片的材質會使成本過高，故銅與鋁為最適合使用在散熱片上的材料。

然而銅與鋁用在散熱片上各有優缺點存在。銅的導熱性質較優但熱容高，吸收熱與放熱的效率不成正比，需要搭配著較高功率的風扇才能達到預期的散熱效果，而且價格偏高、加工的難度高，重量也比鋁來的重，某些時候會使散熱器的重量超出限制。鋁的價格低且熱容低，雖然吸熱慢但放熱快，不過導熱性要比銅來的差。

三、 散熱片形式 - 以製程分類

1. 鋁擠式散熱片：

鋁作為地表上最大量的金屬，擁有著低廉價格以及易加工的特性很早就遍布市場當中，此散熱片製作是先將鋁錠高溫加熱過後，在高壓下使鋁液流過有溝槽的模具，當作散熱片的胚料，之後再對胚料進行裁減與剖溝等製程後，就成了我們常見的鋁擠式散熱片。

此散熱片之成本、技術要求較低，但是礙於材質散熱之長度厚度比，很難在有限的空間內提高散熱面積，在這樣的情況下，很難應付現在效能愈來愈高的微處理器，故鋁擠式散熱器被定義為較廉價低階的產品。

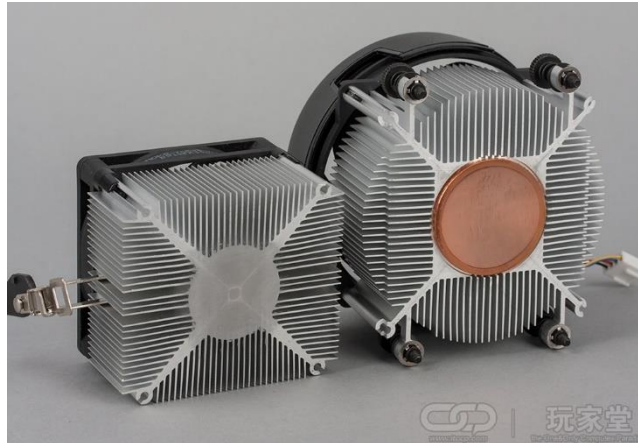


【圖一】鋁擠式散熱片

2. 塞銅式散熱片：

目前市面上散熱器主流的兩種材質非鋁與銅莫屬了，塞銅式散熱片正是取兩種材料的優點集合於一體之產物。此散熱是透過熱脹冷縮的原理所產生。

塞銅式散熱片是先將銅芯塞入加熱後的鋁擠式散熱片，接著進行整體性的冷卻。因為沒有第三方介質，塞銅式散熱片能夠大幅降低接觸面之間的熱阻，這種製程的成本適中，且有著不錯的散熱效果，是目前市面上最常見到的散熱片。

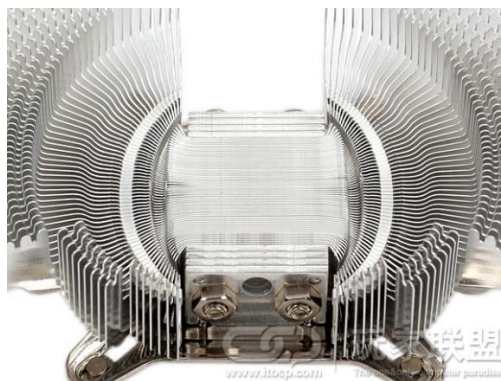


【圖二】右方為塞銅式散熱片

3. 壓固法：

這種製程是將眾多的銅片與鋁片疊加，在兩側加壓並將截面進行拋光。

利用壓固法所製作成的散熱器鰭片數量非常多，而且不需要很高的技術就能確保鰭片與處理器有著良好的接觸，各個鰭片之間也能保持著緊密的接觸，因此彼此間的熱傳導損失也明顯降低，這種散熱器的散熱效果不錯，重量也比傳統散熱器來的輕。



【圖三】上圖為壓固法製成的散熱器

4. 鍛造式散熱片

鍛造式散熱片是將鋁塊加熱後利用高壓充滿模具內所形成的，優點是鰭片高度可以達到 **50mm** 以上，厚度 **1mm** 以下，能夠在相同體積內獲得最優秀的散熱效果，鍛造也能獲得較高的尺寸精度與表面精度，但鍛造時，金屬的塑性低，變形時容易裂開，因此需要大噸位的鍛壓機才能勝任，因為設備上的因素，所以此種散熱片的價格十分高昂，也因此不常見到。



【圖四】上圖為鍛造式散熱器

5. 接合型散熱片

接合型散熱片是因為鋁擠式散熱片無法突破鰭片厚長比的限制而衍生出的產物。此散熱片是先用鋁或銅製成鰭片，接著用導熱膏或是焊錫將鰭片結合在具有溝槽的散熱底座上。

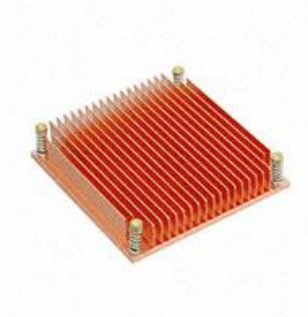
接合型散熱片解決了鋁擠式散熱片的缺陷，突破了鰭片厚長比，還可以選用不同的材質來做成鰭片，缺點是利用導熱膏或焊錫或產生介面阻抗，進而影響到散熱。



【圖五】上圖為接合型散熱片

6. 切削式散熱片

與鋁擠式散熱片相比，切削式散熱片解決了鰭片厚長比的限制，此製程是利用特殊刀具將整塊材料切削成一層層的鰭片，這種製程能夠切出厚度只有 **0.5mm** 的鰭片，而且鰭片與散熱底座是一體式的，所以不會產生介面阻抗的問題。但此製程生產的時候，會產生大量的廢料且良率不高，因此成本居高不下。



【圖六】上圖為切削式散熱銅片

四、散熱片形式 - 以材質分類

1. 純鋁製散熱片

此種散熱片是目前使用率很高的散熱片之一，成本、熱容低為主要的優點，其散熱效果與製作技術成正比，散熱片數量越多、底面拋光愈好，散熱效果則會提升。

其散熱原理是利用散熱器上的散熱片增加接觸空氣的面積，再透過風扇來加速空氣的流動進而帶走散熱片上的能量。這種散熱片的價格低廉，但散熱效果也比較貧弱。

2. 純銅製散熱片

相對於純鋁式散熱片，純銅式散熱片只是將材質從鋁變成了銅，銅和鋁的熱傳導係數分別為 412W/mk 、 226W/mk ，意味著銅的散熱率比鋁還要高了近兩倍，但銅的其中一個缺點是熱容高，散熱片吸熱很快放熱卻很慢，熱量會堆積在銅片裡，因此需要大功率高轉速的風扇，才能達到理想的散熱效果。

銅在成本上較高、製造技術要求也較高，導致這種散熱器在價格上居高不下，雖然純銅散熱片價格高，但散熱效果卻比純鋁散熱器好上不少。

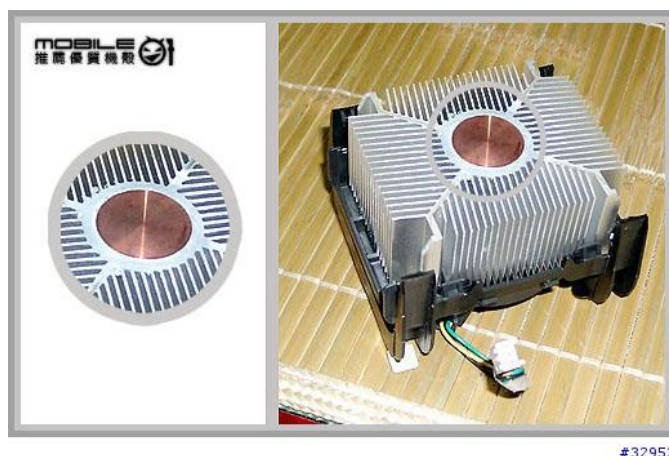
3. 純銀製散熱片

此散熱片的材質使用了吸熱放熱快的銀，雖然銀的熱傳導係數為 432W/mk ，只比銅的 412W/mk 高了一些，但是熱容低，堆積在銀內的熱量非常的少，是一種結合了銅與鋁的優點於一身的材質。

銀製散熱片有銅的快速導熱性、鋁的快速吸放熱性，散熱效果十分優秀，唯一的缺點就是價格極為高昂，由於銀的密度高，一小片散熱片就需要幾百幾千克的銀，這種高不可攀的價格並非一般人能夠接受的。

4. 嵌銅式鋁製散熱片

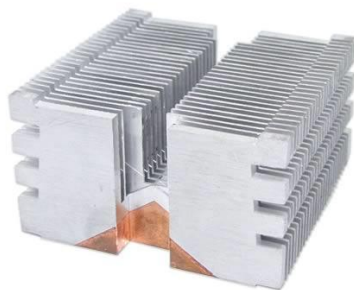
這種散熱片是利用較廉價的方式解決了銅和鋁的矛盾問題，這種散熱片是在鋁製散熱片的中間嵌銅塊，使銅塊與發熱處接觸，利用銅的快速吸熱性質來吸取能量，再利用鋁的快速放熱性質來釋放銅塊上的能量，這種散熱器優於純銅或純鋁的散熱器，但因為嵌銅散熱片的製造過程是透過熱脹冷縮的原理，將鋁製散熱片加熱到一定溫度後，再把銅塊嵌入散熱器中央，等到溫度下降後，兩者就會結合在一塊，但不可能達到百分之百的接觸，因此熱傳導會受到一定影響，不過價格比起純銀製或純銅製來說低了不少，也比純銅製的散熱效果要來的優秀。



【圖七】上圖為嵌銅式鋁製散熱片

5. 壓鑄銅式鋁製散熱片

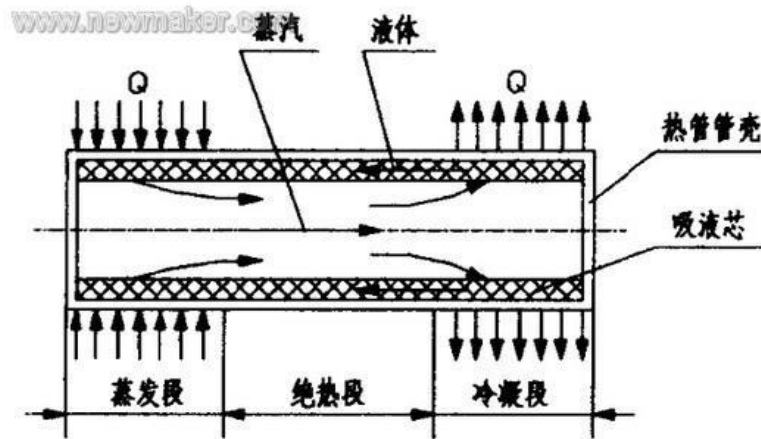
這種散熱片和嵌銅式鋁製散熱片最大的區別是，中間的銅片是利用壓鑄法連接的，因此這種散熱片幾乎是無縫連接，能夠將熱能完美地從銅傳到鋁，具有非常優異的散熱性能，但這種製程的價格偏高，但散熱效果與價格相較於銀來說十分合理。



【圖八】上圖為壓鑄銅式鋁製散熱片

6. 熱管散熱系統

此散熱系統與上述的金屬片傳熱不同，是透過密閉於銅管內液體的相變化過程來傳遞能量，由於相變化需要吸收或釋放大量的熱，因此熱量傳遞能量的效率很高，導熱係數比金屬高出幾個級別，下圖為原理。



【圖九】上圖為熱管散熱系統之原理

此散熱系統的原理為：在密閉的銅管中抽取真空填入沸點較低的液體，當銅管的一端溫度升高時，這段銅管裡面的液體就會受熱而汽化，並藉由銅管內部兩端的蒸汽壓力差而向另一端移動，由於另一端的溫度較低，氣體移動到這裡時，遇冷液化並反向流回，這個反向的流動依靠熱管內壁絲網結構提供的毛細泵力進行的，當液體變成氣體時是要吸收大量的熱，而當氣體變成液體時會放出大量的熱，熱管就是利用此原理來傳導熱量

五、散熱片設計參數

散熱片設計最簡單的概念就是利用熱阻來設計，熱阻在電子零件設計中是個很重要的設計參數。

$$R = \frac{\Delta T}{P}$$

該計算公式中，**R**=熱阻、**ΔT**代表溫度差、**P**代表晶片提供的熱消耗，熱阻與電阻一樣，代表著熱能傳遞的難易度，熱阻越大代表不容易傳熱，熱阻小則相反。

微晶片封裝並加裝散熱片之後，會使得微晶片產生的熱大多都往上傳遞至散熱片，由熱阻所構成的網絡來看，包括了**(1)**由晶片到封裝外殼的 R_{jc} 、**(2)**由封裝外殼至散熱片底部的 R_{cs} 、**(3)**由散熱片底部至大氣中的 R_{sa} ，計算公式如下：

$$R_{jc} = \frac{T_j - T_c}{P}$$

$$R_{cs} = \frac{T_c - T_s}{P}$$

$$R_{sa} = \frac{T_s - T_a}{P}$$

計算公式中的 T_j 為晶片介面溫度，普遍微電子應用為 $115-180^\circ\text{C}$ 、特定及軍事運用上為 $65-80^\circ\text{C}$ ； T_a 的值在外界空氣流動時為 $35-45^\circ\text{C}$ ； R_{cs} 為介面材料之熱阻，與介面材料的特性有關； R_{sa} 為設計者必須提供之參數； R_{cs} 、表面粗糙度、介面材料的材料特性、安裝壓力及材料厚度有關。

從熱阻網絡來看，可以得到關係式：

$$R_{ja} = R_{jc} + R_{cs} + R_{sa} = (T_j - T_a)/P$$

六、散熱片設計考量

散熱片是目的是使晶片溫度保持在定值以下，以下為幾種散熱片設計時，需要考量到的要因：

1. 包絡體積

包絡體積是指散熱片所佔的體積，當發熱功率大的時候，所需要的體積也愈大。散熱片可藉由此數據做為初步的設計，再將其他數據考量入整體做詳細的計算。發熱瓦數與包絡體積的關係如下：

$$\log V = 1.4 \times \log W - 0.8(M_{in} 1.5\text{cm}^3)$$

2. 散熱片底部厚度

散熱片底部面積與散熱效率息息相關，散熱片的底部厚度足夠才能使熱能順利傳導到各個鰭片，使所有鰭片擁有最優的散熱效率。不過太厚的底部除了浪費材料，也會導致熱累積使傳熱效果降低。優秀的底部設計必須從熱源部分厚向邊緣部分變薄，如此可使熱源吸收足夠的能量並向外快速傳遞，其關係式如下：

$$t = 7 \times \log W - 6(M_{in} 2\text{mm})$$

3. 鰭片形狀

散熱片內部的熱藉由熱對流及熱輻射散熱，而熱對流的部分占了非常大的比例，鰭片可以藉由四種設計達到以下效果：

鰭片變薄 - 鰭片傳熱到頂端能力變弱

鰭片變厚 - 鰭片數量減少【表面積減少】

鰭片增高 - 鰭片傳熱到頂端能力變弱【體積效率降低】

鰭片變短 - 表面積減少

4. 散熱片表面處理

對散熱片表面做耐酸鋁或陽極氧化處理可以增加熱輻射性能，進而增加散熱效率，表面突起的設計能夠提升散熱面積，但在自然對流的情況下，可能會導致空氣流動受到阻礙，造成反效果。

七、 結論

挑選散熱器並非單純考慮散熱效率就好，要選擇對於一個電子零件最適當的配置，需要考量到體積、容許重量與預算等因素，即便是地表上最優秀的散熱器，體積不夠、重量太重、價格太高都使其無用武之地，所以根據已知參數去做選擇才是在挑選散熱器形式的最主要條件。