

## SOT-23 FCOL Package Thermal Considerations

---

### SOT-23 FCOL 封裝的散熱效能

#### 摘要

傳統鍍線式 (wire-bond) SOT-23 封裝的散熱能力不甚佳；覆晶式 (FCOL) SOT-23 封裝因內部結構不同，有較好的散熱能力。本應用須知將比較這兩種封裝技術，且提出關於改進 PCB 佈局以達到最佳散熱性能的一些實用原則。

#### 目錄

1. 簡介.....	2
2. 鍍線式 (wire bond) SOT-23-6 的封裝結構 .....	2
3. FCOL SOT-23-6 的封裝結構.....	3
4. 有關 SOT-23 PCB 佈局的建議 .....	4
5. 散熱效果量測.....	6
6. 總結.....	7

## 1. 簡介

因 SOT-23 封裝占用的面積小、成本低，因此非常普遍，而兩種接腳形式，6- 接腳和 8- 接腳，使得它們可以廣泛用於各種應用之中，如線性穩壓器 (LDO) 和開關穩壓器。

然而，SOT-23 封裝的缺點之一是其散熱能力不佳，這是因為這類封裝都沒有導熱墊 (thermal pad)。

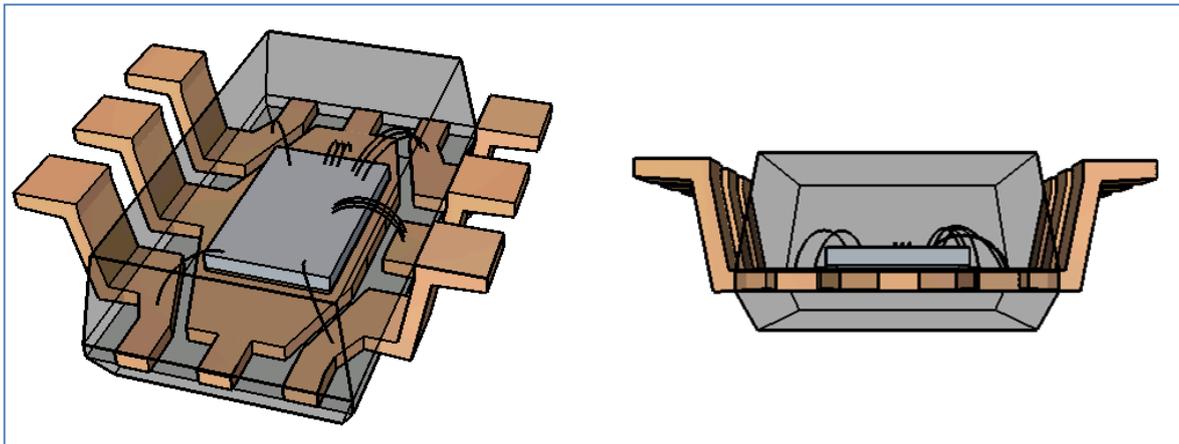
在 JEDEC 散熱參考板中，標準鉚線式 SOT-23-6 封裝的熱阻值  $\theta_{JA}$  (從接面到環境的熱阻) 約為 220~250°C/W；即該封裝的環境溫度約為 55°C 左右、而 IC 的功耗為 0.3W 時，接面溫度就會達到最高建議值 125°C。

在實際的 PCB 佈局中，有一些方式可以增加散熱能力，如增加至 IC 接腳的走線寬度。然而，這些方式是否有效，仍要取決於 SOT-23 封裝內部的結構。

傳統鉚線式 (wire-bond) 封裝和覆晶式 (FCOL) 封裝的散熱方式有很大的不同。透過對這兩種封裝類型的內部結構有更多的了解，就可以產生最佳化的 PCB 佈局。

## 2. 鉚線式 (wire bond) SOT-23-6 的封裝結構

下方圖一顯示鉚線式 (wire bond) SOT-23-6 封裝的基本結構。



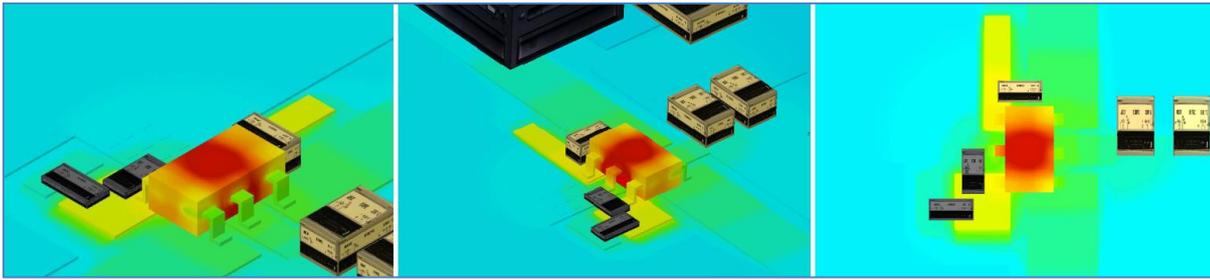
圖一

矽晶粒粘合到中間的接地引線；晶粒的其他電氣連接是經由鉚線連至導線架的接腳，其中鉚線 (bonding wire) 通常是 25-38um 金或銅導線。

在重要的電路節點上，這些細鉚線會增加電阻、電感和雜散電容，造成高頻開關轉換器的性能降低。特別是在大電流的降壓轉換器，這些鉚線對整個元件的總功率損耗影響甚大。

這些細鉚線同時也是很差的熱導體，所以無法將大多數產生的熱能從接腳傳遞出去。熱傳導主要是從晶粒的背面、通過粘合劑到中間的接地接腳，因此會在中間接腳上產生熱點。

圖二顯示一個採鉚線式 SOT-23-6 封裝之降壓轉換器的熱影像模擬。該元件的功耗設定為 0.5W。

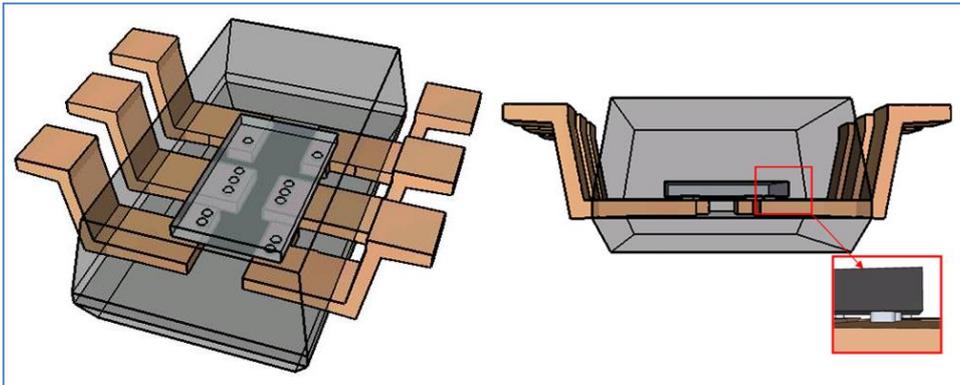


圖二

由上圖可以清楚地看出，中心接腳的溫度明顯比相鄰接腳的溫度要高得多。所有從晶粒到 PCB 的熱能僅透過此一接腳傳導，所以在此元件中心接腳的周圍會形成一熱點。

### 3. FCOL SOT-23-6 的封裝結構

下方圖三顯示覆晶式 (FCOL, Flip-Chip-On-Lead) SOT-23-6 封裝的內部結構。(為清楚說明，晶粒以透視圖顯示。)

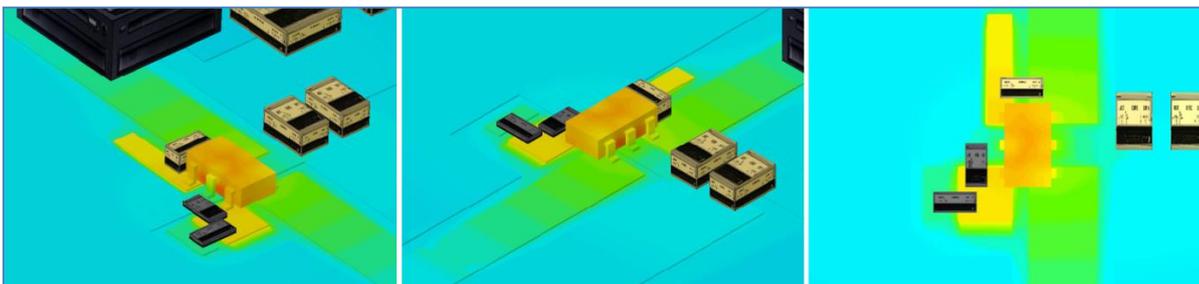


圖三

矽晶粒的正面透過錫柱直接貼著於導線架，使得熱與電可直接由矽晶粒傳至導線架。

錫柱的連線長度非常短，電阻、電感和雜散電容都明顯地降低，所以  $I^2R$  和開關造成的損耗都因此而降低，同時廢熱也可減少。

所有的接腳現在都如同小散熱片，可達降溫效果，所以有更多的熱從封裝傳到 PCB，因此而降低晶粒溫度。圖四顯示了同樣消耗 0.5W、在 FCOL 封裝時，該元件的熱模擬。



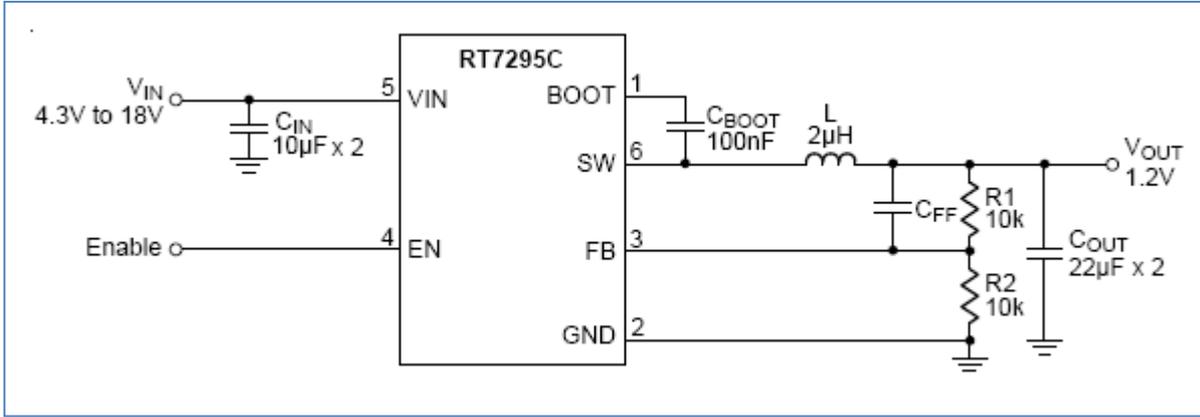
圖四

上述熱模擬清楚地顯示在 FCOL 封裝時，所有接腳的熱傳導更均勻，且在該元件中間接腳的周圍並無形成熱點。

4. 有關 SOT-23 PCB 佈局的建議

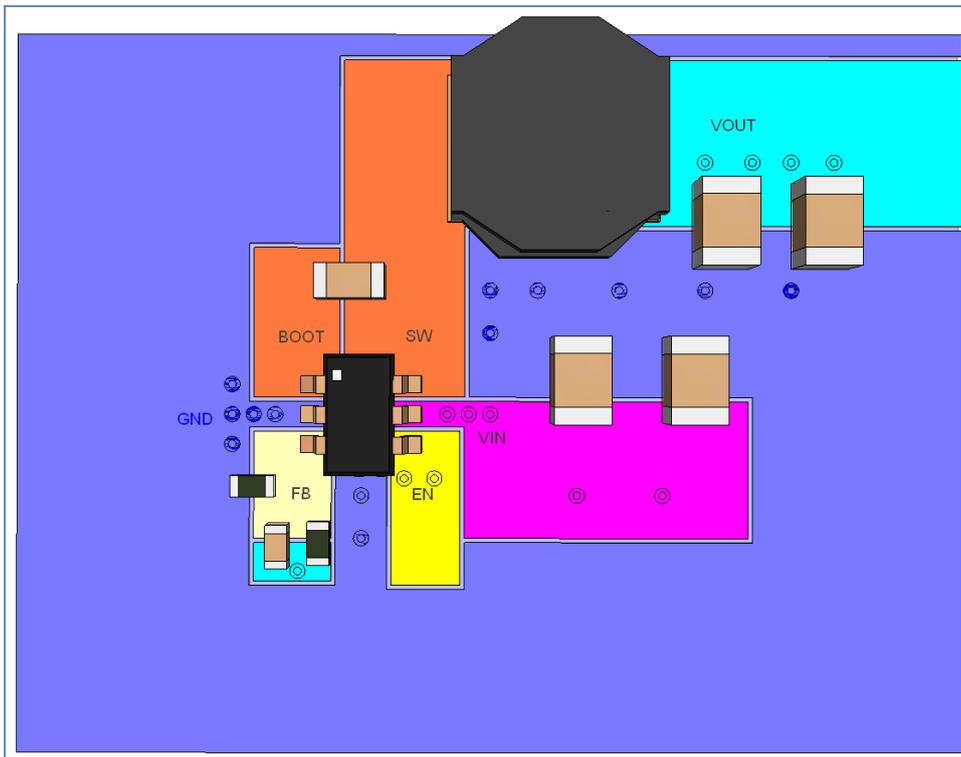
由此可知，鍍線式(wire bond) 和覆晶式 (FCOL) SOT-23 封裝在元件接腳上的熱傳導特性有很明顯的差異。藉由對此特性的瞭解，PCB 佈局工程師可以針對每種封裝來設計並優化 PCB 的佈局。

圖六為一個應用 RT7295CGJ6F 的佈局範例。它是一個採用立錫專有的 ACOT™ 架構、FCOL SOT-23 封裝、3.5A 的降壓轉換器。(型號中的“F”代表 FCOL)。圖五為其電路示意圖。



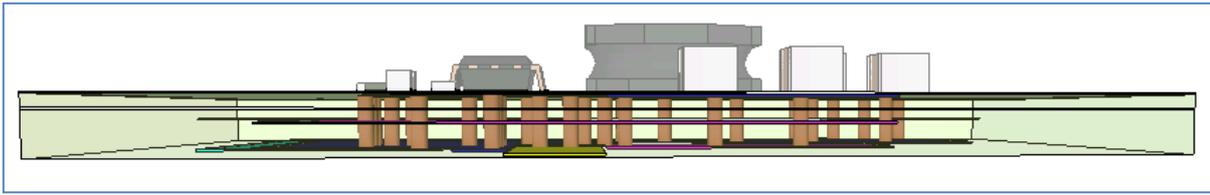
圖五

該降壓轉換器佈局的基本配置如下所示；它採用四層電路板，利用標準通孔連接至內層和底層。



圖六

在圖六的佈局中，每個接腳都增加銅箔面積。然而，對 BOOT 和 SW 接腳，銅箔面積變大可能會產生額外的輻射，所以必須採取折衷方式。FB 接腳對雜訊較敏感，所以也不適合用大銅箔面積。GND 和 VIN 接腳透過幾個通孔連至內層的銅箔面。EN 接腳也可以加大銅箔面積，並且連接到底層。



圖七

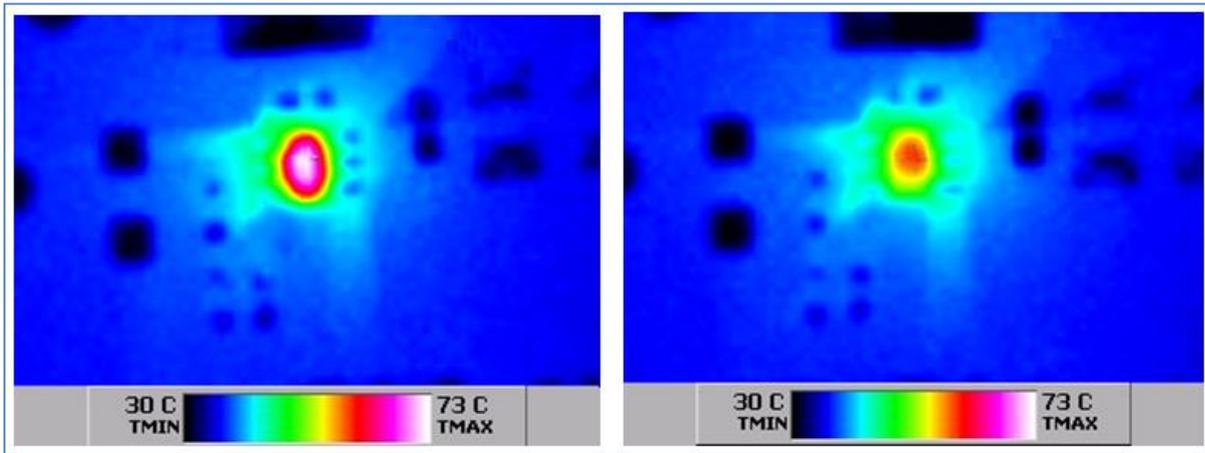
圖七 PCB 板的橫截面按比例顯示它的通孔和內層。通孔通常能有效地將熱從頂層傳導到其它層，所以多加一些通孔有助於熱傳導。

下表顯示不同層的佈局。

<p>頂層：在 SW，BOOT (橘色)，EN (黃色)，FB (米色)，VIN (紫色)，GND (藍色) 等的銅箔面。將通孔放在靠近 IC 接腳附近。</p>	<p>第二層：接地平面。在 IC 的 GND 接腳附近多放 GND 通孔 (藍色)。</p>
<p>第三層是電源。多放從 IC VIN 到紫色 VIN 層的通孔。可在此層增加 GND 和 EN 信號的銅箔面。</p>	<p>底層有到 EN 的黃色通孔，到 VIN 的紫色通孔和到 GND 的藍色通孔。</p>

上方的佈局範例僅供參考。在一些 PCB 板設計中，頂層和底層空間可能不夠大；在此情況下，透過通孔使 IC 的接腳與內層的銅箔面連接。而在 FCOL 封裝中，IC 所有的接腳都可以幫助導熱，所以至 PCB 銅箔面有好的熱連接，對散熱也會有很大的幫助。

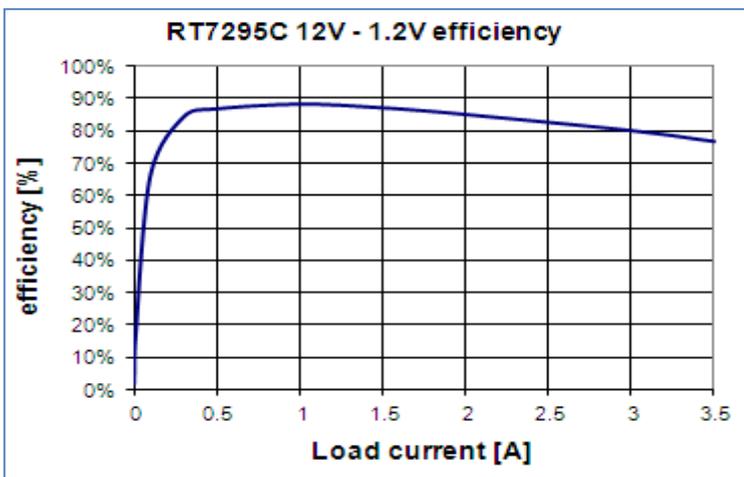
5. 散熱效果量測



圖八

圖八顯示兩個熱掃描結果：左邊是標準鐳線式 (wire-bond) SOT-23-6 封裝，而右邊則是覆晶式 (FCOL) SOT-23-6 封裝；兩者都被安裝在立錫的評估板，元件消耗功率都是 0.7W，並根據第四章所建議的佈局方式，達到良好的散熱性能。SOT-23-6 封裝可見中央有一大熱點，且從熱掃描圖也可看出在封裝左側的接腳較右側的接腳為熱，而這是因為 GND 接腳位於左側。覆晶式 (FCOL) 封裝的熱點比鐳線式的約低了 20~30°C；掃描圖也顯示所有接腳有較均勻的熱傳導。

根據上述結果，在一個最佳化的佈局中，FCOL SOT-23-6 封裝從接面至環境的熱阻可以低至 55°C/W。若在佈局空間有限的情况下，散熱性能可能會差一點，但熱阻值 70~80°C/W 是一定可以辦到的。換言之，在 60°C 的環境溫度下，元件功耗可達到 0.85W。



圖九

圖九顯示 RT7295C 於 12V 至 1.2V 應用的效率曲線圖。在負載為 3.1A 時，此 IC 的功耗約為 0.85W。這表示當 RT7295C 用於有加強散熱的 PCB 佈局中時，它可以提供 3A 的負載電流也不會有過熱現象。

## 6. 總結

FCOL 封裝在電氣與散熱方面都有很好的優點。在 FCOL 封裝，每個接腳都能為矽晶粒提供良好的熱傳導；且透過適當的 PCB 佈局，每一個接腳從晶粒到 PCB 傳導的熱能都更多。如此一來，從接面至環境的總熱阻可以大為降低。和相同外形、而內部是鍍線式 (wire-bond) 的封裝相比，覆晶式 (FCOL) 封裝確能提供較好的散熱能力。

### 相關資源

立錡科技電子報

[訂閱立錡科技電子報](#)

### Richtek Technology Corporation

14F, No. 8, Tai Yuen 1<sup>st</sup> Street, Chupei City

Hsinchu, Taiwan, R.O.C.

Tel: 886-3-5526789

Richtek products are sold by description only. Richtek reserves the right to change the circuitry and/or specifications without notice at any time. Customers should obtain the latest relevant information and data sheets before placing orders and should verify that such information is current and complete. Richtek cannot assume responsibility for use of any circuitry other than circuitry entirely embodied in a Richtek product. Information furnished by Richtek is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Richtek or its subsidiaries for its use; nor for any infringements of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Richtek or its subsidiaries.