



(21)申請案號：099134616

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 10 月 11 日

(51)Int. Cl. : H01L21/56 (2006.01)

H02J5/00 (2006.01)

(71)申請人：台達電子工業股份有限公司 (中華民國) DELTA ELECTRONICS, INC. (TW)

桃園縣龜山鄉山鶯路 252 號

(72)發明人：曾劍鴻 (CN)；洪守玉 (CN)；葉奇峰 (CN)；郭雪濤 (CN)；仝愛星 (CN)

(74)代理人：劉正格

(56)參考文獻：

TW 200425632A

TW 200504978A

CN 1542957A

US 5057906

US 6313520B1

審查人員：吳尚樺

申請專利範圍項數：40 項 圖式數：25 共 44 頁

(54)名稱

功率模組

POWER MODULE

(57)摘要

一種功率模組包含一第一功率器件及一第二功率器件，各該功率器件具有至少二電極，其中該功率模組所應用之一電源變換器之功率密度大於 $15\text{w}/\text{inch}^3$ 且最高效率高於 92%，或者功率密度大於 $20\text{w}/\text{inch}^3$ ，或者最高效率高於 93%。該等功率器件之至少一之工作頻率在 25kHz 以上。

A power module includes a first power chip and a second power chip, both of which have at least two electrodes. The power module is applied to a power converter having a power density more than $15\text{w}/\text{inch}^3$ and a maximum efficiency greater than 92%, or to a power converter having a power density more than $20\text{w}/\text{inch}^3$, or and a power converter having a maximum efficiency greater than 93%. At least one of the power chips operates at a frequency more than 25kHz.

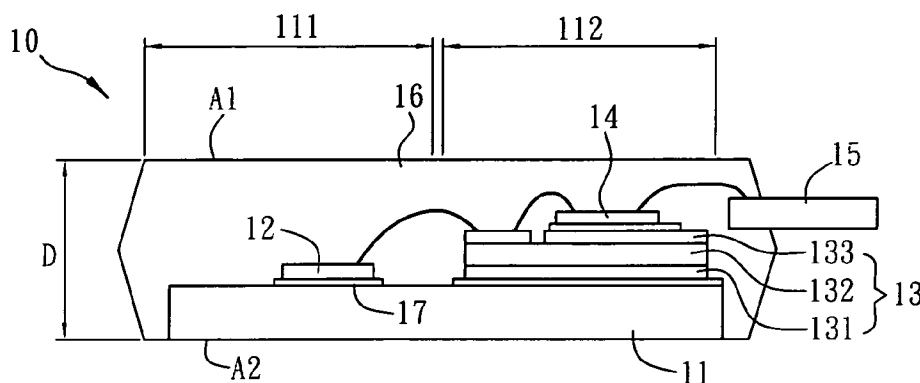


圖 1

10 . . . 功率模組

11 . . . 第一散熱單元

111 . . . 第一區

112 . . . 第二區

12 . . . 第一功率器件

13 . . . 導熱絕緣材料層

131 . . . 導熱層

132 . . . 絕緣層

- 133 . . . 線路層
- 14 . . . 第二功率器
件
- 15 . . . 引線框架
- 16 . . . 封料
- 17 . . . 鍵接材料層
- A1 . . . 前表面
- A2 . . . 後表面
- D . . . 厚度



公告本

申請日: 99.10.11

IPC分類: H01L 21/56 (2006.01)

H02J 5/00 (2006.01)

【發明摘要】

【中文發明名稱】 功率模組

【英文發明名稱】 POWER MODULE

【中文】

一種功率模組包含一第一功率器件及一第二功率器件，各該功率器件具有至少二電極，其中該功率模組所應用之一電源變換器之功率密度大於 $15\text{w}/\text{inch}^3$ 且最高效率高於92%，或者功率密度大於 $20\text{w}/\text{inch}^3$ ，或者最高效率高於93%。該等功率器件之至少一之工作頻率在25kHz以上。

【英文】

A power module includes a first power chip and a second power chip, both of which have at least two electrodes. The power module is applied to a power converter having a power density more than $15\text{w}/\text{inch}^3$ and a maximum efficiency greater than 92%, or to a power converter having a power density more than $20\text{w}/\text{inch}^3$, or and a power converter having a maximum efficiency greater than 93%. At least one of the power chips operates at a frequency more than 25kHz.

【指定代表圖】 圖1**【代表圖之符號簡單說明】**

10：功率模組
11：第一散熱單元
111：第一區
112：第二區
12：第一功率器件
13：導熱絕緣材料層
131：導熱層
132：絕緣層
133：線路層
14：第二功率器件
15：引線框架
16：封料
17：鍵接材料層
A1：前表面
A2：後表面
D：厚度

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 功率模組

【英文發明名稱】 POWER MODULE

【技術領域】

本發明係關於一種功率模組，特別關於一種應用於電源變換器之功率模組。

【先前技術】

高效率和高功率密度一直是業界對電源變換器的要求。高效率意味著減少能耗，利於節能減排保護環境，並減少使用成本。高功率密度則意味著體積小、重量輕，減少運輸成本和空間需求，從而減少建設成本；高功率密度也意味著材料使用量的減少，進一步利於節能減排保護環境。因此，電源領域對高效率、高功率密度的追求將永不停息。

電源變換器由於用途不同，其種類較多。由轉換電能類型來分，其可分為：非隔離型AC/DC電源變換器，例如，由一個用於功率因數校正（下稱PFC電路）的AC/DC轉換電路組成；非隔離型DC/DC電源變換器；隔離型DC/DC變換器；隔離型AC/DC電源變換器，例如，由一個PFC電路加一個或者多個DC/DC變換器而成；DC/AC、AC/AC等等。由於需要轉換的電能性質和轉換的級數不同，各種變換器的容易達成的功率密度和效率也不盡相同。以隔離型AC\DC電源變換器為例，目前業界普遍的功率密度為 $10\text{w}/\text{inch}^3$ ，效率為90%左右。非隔離型AC/DC電源變換器、隔離型DC/DC變換器和DC/AC的效率和功率密度則會更高些。

如前所提，電源變換器的高效率意味著低能耗。如效率90%時，其轉換能耗約為整個電源變換器總輸入能量的10%。而效率91%的電源變換器，其轉換能耗則降低為總輸入能量的9%。也就是說，效率每提升一個點，其能耗就較90%效率的電源變換器降低10%，極為可觀。事實上，電源變換器效率提升的努力常常以0.5%甚至0.1%的量級進行。

電源變換器的能耗主要由通態損耗和開關損耗特別是有源器件的開關損耗組成。開關損耗受工作頻率的影響較大。電源變換器，特別是開關電源變換器，為降低音頻噪音，其工作頻率通常在20kHz以上。其實際工作頻率的選擇受無源器件特別是磁元件的影響較大。若磁元件體積小，為了可靠工作，通常需要高頻率來降低其工作磁通密度從而帶來高開關損耗；或者減小磁性元件中線組的線徑並增加匝數，從而增加通態損耗，均帶來高損耗。反之，若磁元件體積大，則可以在保證可靠工作的前提下降低工作頻率從而降低開關損耗；也可以增加磁性元件中線組的線徑或者減小匝數，從而降低通態損耗，以降低總損耗，得到高效率。

因此，不難理解，提升電源內部的空間利用率，是得到高功率密度或者高效率的關鍵因素之一。空間利用率越高，留給對電源變換效率很重要的無源器件特別是磁性元件的空間就越大，就更容易使用到大體積的無源元件，從而提升電源效率。也可以通過使用大體積的無源器件來增加電源總功率，從而提升電源變換器的功率密度。所以，高的電源空間利用率，更易於在特定功率密度下達成高效率或者在特定效率下達成高功率密度，也有機會高功率密度和高效率兼顧。

半導體器件是決定電源變換器效率的重要因素之一。但使用半導

體器件，往往不可避免的需要使用對電變換效率無益的額外材料，如：保護半導體的封裝材料、幫助散熱的散熱器、固定半導體器件的夾具等等。這些材料在電源變換器內部的比例越大，電源的內部空間利用率就越差。也正因為此，功率半導體器件及其被使用而實際佔用的空間體積（下稱功率器件佔用空間），越來越被重視。

而集成功率模組（Integrated Power Module, IPM），由於將多個半導體器件集成在一個器件封裝裏，為提升封裝內的空間利用率提供了可能。但現有功率模組並不能很好降低功率器件佔用空間，從而少有被高性能電源轉換器使用。

因此，為進一步提升電源變換器的功率密度或者變換效率，需要空間利用率高的、成本合理的功率模組解決方案。目前的已有技術尚不能很好滿足。

【發明內容】

有鑑於上述課題，本發明提出了一種適合電源變換器的功率模組，用以提升功率密度或效率的解決方案，並給出了支持該解決方案的功率模組實施方案。

為達上述目的，依據本發明之一種功率模組包含一第一功率器件及一第二功率器件，各該功率器件被封於同一封料中，各該功率器件具有至少二電極，該等功率器件之至少一具有至少三電極，該等功率器件之至少一之工作頻率在25kHz以上，其中該功率模組是應用於一電源變換器，該電源變換器內部至少一處功率器件的操作電壓高於48伏特，該電源變換器之功率密度及最高效率分別大於 $15\text{w}/\text{inch}^3$ 和高於92%、或者該電源變換器之功率密度大於

20w/inch³、或者該電源變換器之最高效率高於93%，該功率模組占該電源變換器總體積比例小於50%，應用該功率模組的電能變換級處理功率占該電源變換器總輸出功率至少30%以上，該電源變換器總輸出功率在150W以上。

前述電源變換器例如是一AC/DC電源變換器、或隔離型DC/DC變換器或DC/AC變換器，電源變換器之功率密度及最高效率分別大於20w/inch³和高於93%、或者電源變換器之功率密度大於25w/inch³、或者電源變換器之最高效率高於94%。

在一實施例中，功率模組更包含一第一散熱單元、一導熱絕緣材料層、一引線框架以及一封料。第一功率器件及第二功率器件係設置於第一散熱單元上方，第一散熱單元具有一第一區及一第二區，第一功率器件設置於第一區。導熱絕緣材料層設置於第二區並具有一絕緣層，第二功率器件藉由導熱絕緣材料層設置於第一散熱單元。引線框架與第一功率器件及第二功率器件之至少一電性連接。封料係包覆第一功率器件、導熱絕緣材料層、第二功率器件及引線框架之一部分。

在一實施例中，功率模組更包含一第三功率器件、一第四功率器件、一引線框架以及一封料。第三功率器件設置於第二功率器件之上，第四功率器件設置於第一功率器件之上。引線框架位於第一功率器件與第四功率器件之間，並位於第二功率器件與第三功率器件之間，並位於第三功率器件及第四功率器件之上。封料係包覆該等功率器件及引線框架之至少一部分。

承上所述，由於本發明之功率模組集成了複數功率器件，故可大幅提升功率密度或效率，例如該功率模組所應用的電源變換器之功率密度及最高效率分別大於15w/inch³和高於92%、或者電源變

換器之功率密度大於 $20\text{w}/\text{inch}^3$ 、或者電源變換器之最高效率高於93%。電源變換器可以是一AC/DC電源變換器、或隔離型DC/DC變換器、或DC/AC變換器，電源變換器之功率密度及最高效率可分別大於 $20\text{w}/\text{inch}^3$ 和高於93%、或者電源變換器之功率密度大於 $25\text{w}/\text{inch}^3$ 、或者電源變換器之最高效率高於94%。且該等功率器件之至少一之工作頻率在25kHz以上。該功率模組作為一元件應用於電源變換器中，該功率模組占所應用之電源變換器總體積比例小於50%。該功率模組作為一功率元件應用於電源變換器中，應用該功率模組的電能變換級處理功率占該電源變換器總輸出功率至少30%以上，該電源變換器總輸出功率在150W以上。該功率模組為了提升更高空間利用率，適合應用於較為複雜的系統，前述電源變換器例如是一AC/DC電源變換器、或隔離型DC/DC變換器或DC/AC變換器，該電源變換器內部通常至少一處功率器件的操作電壓高於48伏特。若是AC/DC電源變換器，該電源變換器內部通常至少一處功率器件的操作電壓高於200伏特。

另外，由於本發明之第一功率器件非藉由導熱絕緣材料層設置於散熱單元，故可降低導熱絕緣材料層之成本。此外，通過本發明所揭露的，用以提升電源變換器功率密度或者效率的封裝方法和結構，可以獲得與現有技術相比，更佳的熱性能，電性能，經濟性能，EMC性能與更高的可靠性。其內部空間利用率很高，使用方便，非常有利於提高變換器功率密度或者效率。而本發明給出的具體功率模組具體實施，也非常可行有效。本發明非常適合用以提升電源變換器的整體性能和性價比。

此外，本發明功率模組將複數功率器件堆疊在一起，既可以減少連接線減低通態損耗，又可以減少高頻阻抗，降低開關損耗，進

一步提升電源性能。而且對於橋式電路，包括半橋、全橋、三相橋等，堆疊後就無需原先用於絕緣的部分材料，既可節約成本，又可提升空間利用率，進一步提升電源變換器性能。

【圖式簡單說明】

圖1為本發明較佳實施例之一種功率模組的示意圖；

圖2及圖9顯示本發明較佳實施例之一種功率模組應用之全橋電路的不同態樣；以及

圖3至圖8以及圖10至圖22為本發明較佳實施例之功率模組不同態樣的示意圖。

【實施方式】

以下將參照相關圖式，說明依本發明較佳實施例之一種功率模組，其中相同的元件將以相同的參照符號加以說明。

請參照圖1所示，本發明較佳實施例之一種功率模組10可例如應用於電源變換器（power converter）或是其他需要功率變換的裝置上，且功率模組10所應用之一電源變換器之功率密度及最高效率分別大於 $15\text{w}/\text{inch}^3$ 和高於92%、或者電源變換器之功率密度大於 $20\text{w}/\text{inch}^3$ 、或者電源變換器之最高效率高於93%。電源變換器可以是一AC/DC電源變換器、或隔離型DC/DC變換器、或DC/AC變換器，電源變換器之功率密度及最高效率分別大於 $20\text{w}/\text{inch}^3$ 和高於93%、或者電源變換器之功率密度大於 $25\text{w}/\text{inch}^3$ 、或者電源變換器之最高效率高於94%。另外，電源變換器也可為交流/交流（AC/AC）變換器。若電源變換器應用於AC/DC電源變換器上，功率模組10則可應用於電源變換器之功率因數校正部分（power factor correction, PFC）、DC/DC一次側部分（以下稱D2D_Pri

)或DC/DC二次側部分(以下稱D2D_Sec)。功率模組10占電源變換器總體積比例小於50%，應用該功率模組的電能變換級處理功率占該電源變換器總輸出功率至少30%以上，該電源變換器總輸出功率在150W以上，該電源變換器內部至少一處功率器件的操作電壓高於48伏特。

功率模組10係為一封裝體，包含複數功率器件(power chip)，如第一功率器件12及一第二功率器件14。第一功率器件12及第二功率器件14之至少一的工作頻率在25kHz以上，以提升功率轉換效能。以下為本實施例之功率模組10的較佳實施態樣，功率模組10包含一第一散熱單元(heat sink)11、一導熱絕緣材料層13、一引線框架(lead frame)15以及一封料(molding material)16。第一散熱單元11設置於封裝體之一底側，並具有一第一區111及一第二區112。第一功率器件12及第二功率器件14係設置於第一散熱單元11上方，第一功率器件12設置於第一區111，導熱絕緣材料層13設置於第二區112。第二功率器件14設置於導熱絕緣材料層13並與引線框架15電性連接。封料16係包覆第一功率器件12、導熱絕緣材料層13、第二功率器件14及引線框架15之至少一部分，並構成為封裝體的主要外觀。第一功率器件12及第二功率器件14被封於同一封料16中。第一功率器件12、或及第二功率器件14該電源變換器內部至少一處功率器件的操作電壓高於48伏特。

第一散熱單元11可以是一獨立部件或與引線框架15一體成型，並可為電和熱的良導體，例如銅。於此，散熱單元11係作為第一功率器件12的載板。第一散熱單元11可完全設置於封料16內、或部分位於封料16外、或完全位於封料16外。此外，第一散熱單元

11之厚度可大於功率模組10之厚度的20%，且小於3mm。保證良好的熱傳遞後，熱量實現從功率器件傳遞到散熱單元中，再由散熱單元橫向傳遞到各個方向，以幫助實現各個方向的熱均勻性。那麼，該散熱單元就需要有一定的厚度以便支撐橫向傳遞功能。本發明提出，該散熱單元的厚度以大於功率模組厚度T的20%為佳。由於散熱單元為熱良導體，以銅為例，其導熱係數可以達到400W/m.K。若其厚度占到整體的20%以上，則意味著整個功率模組中，散熱單元所在區間橫向熱傳遞的平均能力在 $400 \text{ W/m.K} \times 20\% = 80 \text{ W/m.K}$ 以上，會更有利於熱的橫向傳遞。該比例越高，橫向導熱能力就越好，更容易實現熱的均勻性；該比例高，也意味著封料等相對非熱良導體比例低，厚度薄，更容易將散熱單元上的熱帶到功率模組的表面，以便與表面流體進行熱交換。也就是說，在散熱單元寬度一定的前提下，其厚度越大，越容易具備大的截面積，占整體比例就越大，熱傳遞能力就越強。但實際上，散熱單元厚度要與整體厚度和成本等因素權衡。以滿足總厚度小於6mm為例，散熱單元厚度以不超過3mm為宜。而基於前述，其厚度占功率模組整體厚度當在20%以上為佳。這樣更有益於實現上述之雙面散熱特性。

第一功率器件或第二功率器件具有至少二電極，該些功率器件之至少一具有至少三電極，例如第一功率器件12及/或第二功率器件14具有至少三電極。功率器件例如為金屬氧化物半導體場效電晶體（MOSFET）的器件，對於一個MOSFET的器件而言，其通常有兩個相對平行的面：上表面和下表面。上表面上往往會設置兩個電極：源極（source）和閘極（gate），而下表面電極為漏極（drain），下表面利用一鍵接材料層17可直接與第一散熱單元11

組裝，鍵接材料層17可包含鈎焊的焊料、導電銀膠、或燒結金屬材料等。

此類鍵接材料的導熱係數較高（通常不低於 2W/m.K ），且此層的厚度可以控制得比較薄（例如 $200\mu\text{m}$ 以下，通常低於 $100\mu\text{m}$ ）。因此，從功率器件12和第一散熱單元11之間的傳導熱阻可以控制的比較低。例如，此鍵接材料層17的熱導率為 20W/m.K ，厚度為 $100\mu\text{m}$ ，面積為 10mm 見方，其熱阻為 0.05K/W 。而第一散熱單元11自身的傳導熱阻通常也非常低，因此，就可以獲得非常低的器件結點至第一散熱單元11外殼的熱阻（ R_{jc} ），且，由於第一散熱單元11的熱容較大，因此，功率器件的抗熱衝擊的性能也很優良。總而言之，即直接組裝至第一散熱單元11的第一功率器件12的熱性能非常優良。且由於第一散熱單元11的存在，功率模組10的熱會較均勻，更有利於熱管理。當然，此處僅以功率器件為例進行描述。

由於本實施例之封裝類型為電源內部使用，為達成更高空間利用率和提升功率模組10性能，該模組表面無需與內部電路全部電絕緣。以降低絕緣成本和絕緣造成的空間浪費，散熱能力衰減等不良。所以在一些具體場合，可以直接利用第一散熱單元11作為導電通道，由於第一散熱單元11通常為銅、鋁等電的優良導體，且厚度相對較厚（通常不低於 0.5mm ），其導電性能極佳。因此，可以獲得更佳的電氣性能，減小發熱量，從而進一步改善封裝體的熱性能。更進一步，第一散熱單元11可以直接作為引腳（Pin）使用，或者與至少一個引腳相連，即，引腳可以是和第一散熱單元11為一體成型的，或者引腳和第一散熱單元11通過導線接合（wire bonding）、焊接、鈎焊、導電膠粘接等方式實現良好的

電連接，以更充分利用該表面之電良導體。這樣大大減小了器件到第一散熱單元11的熱阻，也使第一散熱單元11這個電良導體同時被發掘熱和電的能力。從而提升空間利用率，以利於提升電源變換器功率密度或變換效率。

另外，功率模組10一厚度D可在6mm以下。由於現在的電源需求，希望整體越薄越好，一個工業單位厚度（1U），約為44.45mm厚，為日後電源走勢。如圖21所示，功率模組10立裝於一電路板（PCB）B，其最高點離電路板B的表面的高度T在35mm以下。同時，為了盡可能使用電源內部空間，該功率模組高度也不宜太低，其高度使用當在最高點高度的60%以上為宜，例如：功率模組10的最高點離電路板B上表面的距離當高於 $35\text{ mm} \times 60\% = 21\text{mm}$ 為佳。在本實施例中，功率模組10之引腳是從功率模組10之下方伸出且直立於電路板B，功率模組10為直插型封裝（如SIP或者DIP）。

另外，圖22顯示本發明一種功率模組10之一應用案例截面圖尺寸。散熱單元11的厚度佔功率模組10的總厚度以20%以上為佳，舉例來說，採用的散熱單元11（Cu）厚度為1.5mm，占總厚度比例約為32.6%，大於希望的20%，所以具備較好的熱均勻能力。封料16的前表面A1離打線的線材W最高點設計距離為0.24mm，小於希望的0.5mm，所以具備較好的功率器件（Die）12、14往封料16前表面傳遞能量的能力。封料16距離功率器件上表面的最薄處為1.24mm（即封料前表面A1至其中一功率器件12或14的上表面），實際平均厚度在2.5mm以下，滿足小於3mm的期望，並滿足小於總厚度55%，滿足期望的60%要求。該實施例具備良好的雙面散熱能力，自身散熱能力較強，無預留安裝螺絲孔，空間利用率更高。圖22所示之功率模組10之總厚度為4.6mm，其依序由0.24mm（前

表面A1至線材W最高點)、1.0mm(線材W高度)、0.175mm(器件12、14厚度)、0.05mm(焊料厚度)、0.5mm(引線框架15厚度)、0.05mm(焊料厚度)、1.03mm(導熱絕緣材料層13厚度)、0.05mm(焊料厚度)及1.5mm(散熱單元11)所組成。

在用於以2700W AC/DC 48V輸出通信電源實驗中，由於該實施例較現有技術改善體積非常明顯，使得DC/DC級磁性元件從原先較小的PQ32/30轉為PQ35/35，從而使工作頻率從原先的100kHz降為65kHz，效率提升大於0.5%。同樣，PFC級磁性元件從原先的PQ35/35轉為PQ40/40，使得工作頻率從原先的70kHz將為45kHz，效率提升大於0.3%。而且，由於頻率的降低，驅動損耗也明顯下降，並由於效率提升，風扇功耗也可以下降，從而帶來輔助電源損耗大為下降，提升效率可達0.2%。由於功率模組，內部集成多個器件，路徑更為優化，其直流阻抗和交流阻抗均有下降，直接對效率的貢獻也可達0.1%。這樣一來，實際總體效率提升接近1%，非常可觀。這些都主要是由於該功率模組之實施例大大提升了空間利用率帶來的。

承上所述，該功率模組尤其適合應用於高性能的電源變換器中，該電源變換器之功率密度及最高效率分別大於 $25\text{w}/\text{inch}^3$ 和高於95%、或者該電源變換器之功率密度大於 $30\text{w}/\text{inch}^3$ 、或者該電源變換器之最高效率高於96%。

由於在變壓器的一次側或二次側等場合中，全橋電路極為常用。所以，本實施例之功率模組10可被用在全橋電路中。圖2為全橋電路示意圖，要滿足該應用，功率模組10至少要能夠排布下8個功能引腳，即 V_{in} 、GND、VA、VB、G1、G2、G3、G4。由於典型應用下， V_{in} 、GND、VA、VB各引腳間，電壓可達400V，其引腳間絕

緣距離以2~3mm為宜，而G1至VA、G2至VB、G3至GND、G4至GND則電壓較低，為30V以下，引腳間絕緣距離以0.5~1mm為宜，引腳本身所需寬度可設計在0.5~2mm，加上有些場合需要集成溫度感測器等器件，至少需要預留2個引腳以備用。這樣一來，功率模組之封裝寬度可在6cm以下為較佳。

為進一步提升功率模組10性能，充分發掘潛力，功率模組10當具備雙面散熱能力。雙面散熱能力的定義如下：一足夠大空間中有均勻等速空氣流體，功率模組兩個表面均不給以額外散熱裝置，將功率模組至於足夠大空間中，直接面對空氣，兩表面與空氣流體平行；兩表面散熱能力相差不超過1倍，即任一表面散熱能力不低於兩表面總和的1/3為佳。

在本實施例中，功率模組之兩個最大的主表面，一前表面（封料16）A1和一後表面（散熱單元11及封料16）A2，均能用來散熱。舉例來說：處於5m/s均衡風速平行風散熱環境下，功率模組10之前表面A1和後表面A2，至少80%以上面積內，各點最大溫差，小於所有表面相對於工作環境平均溫升的20%。這樣就可以大大增加有效散熱能力，更容易在低損耗場合下自行散熱而無需額外散熱器，大大提升電源的內部空間利用率。為了實現更好的散熱特性，封料的厚度越薄越好，例如，封料16上表面與晶片上表面鍵合導電材料間的最小間距可控制在0.5mm以下為佳。此外，封料16平均厚度小於功率模組10之厚度的60%，並且小於3mm。這裏封料16平均厚度的定義如下：如圖1，功率模組所有封料16的總體積，除以由其主體高度T與其寬度（圖未顯示）形成的主面積，得到的即為該功率模組封料16的平均厚度。

為方便實現雙面散熱，該種功率模組以如圖21所示安裝方式應用

於電源變換器為佳。即該種功率模組為直插型封裝（如單列直插SIP或者雙列直插DIP），以方便兩個主要表面與環境進行熱交換，更易於達成雙面散熱效果。

在風流速和風流溫度已先被設定的狀態下，決定表面熱交換能力的是表面平均溫度。平均溫度的定義如下：將表面分成若干個微等份，所有微等份的各自面積與各自溫度相乘後，乘積全部相加在一起（即該表面溫度的積分）；相加結果再除以該表面總面積，即為該表面平均溫度。平均溫度越高，則散走的熱量就越高。而當需要耗散的熱量一定時，則意味著平均溫度必須被決定在一定範圍，此時如果希望表面熱分佈儘量均勻，則意味著最高溫度點較低，從而更有利與得到低的功率器件結點溫度，從而使器件可靠工作，並有更好性能。

另外，前述所指的一表面區域平均溫升的定義如下：按上述表面平均溫度的定義得到該表面區域平均溫度；進入該區域的流體溫度和出該表面的流體溫度相加除以2得到該區域的流體平均溫度；該表面區域平均溫度減去該區域流體平均溫度即為該表面區域平均溫升。

為減少使用時的機械應力，以使模組更容易設計得薄，該功率模組也可以不必預設螺絲安裝孔。以進一步提升空間利用率。若需安裝額外散熱器，可選擇無螺絲之解決方案，如直接粘結等。

這樣一來，本實施例之功率模組10將大大提升該類型封裝的量，也很符合目前和未來電源變換器的需求，並能提升電源變換器的空間利用率，從而提升電源的功率密度或者效率。

另外，請續參照圖1所示，第二功率器件14係藉由一導熱絕緣材料層13設置於散熱單元11上，而非直接置於散熱單元11。導熱絕

緣材料層13可具有一絕緣層132，比如用陶瓷片絕緣。為保證散熱能力，導熱絕緣材料層13在 10×10 面積的上下熱阻應當小於 $3K/W$ 。導熱絕緣材料層13比如為金屬基板或金屬化陶瓷基板，例如覆銅陶瓷基板（direct bonded copper, DBC）、金屬化陶瓷片上組裝厚銅電路層、覆鋁陶瓷基板（direct bonded aluminum, DBA）、鋁基板、銅基板，或其他形式的高導熱基板。於此導熱絕緣材料層13以DBC基板為例，導熱絕緣材料層13可包含一導熱層131、一絕緣層132及一線路層133，其中導熱層131及線路層133可為銅，絕緣層132可為陶瓷。

以常用的DBC基板為例，相對於現有技術，由於本發明可以僅有一部分元器件（第二功率器件14），安裝於導熱絕緣材料層13上，因為搭載在其上的元器件數量減少，DBC基板面積也可以相應減小，如此可以降低封裝的材料成本，提高封裝的經濟性能。並且，因為DBC基板面積的減小，使得由於DBC基板和散熱單元11，封料16之間熱脹系數（coefficient of thermal expansion, CTE）不一致而導致的撓曲（warpage）現象也會有所緩解。這是因為由於不同材料CTE之間的失配而引起的撓曲通常隨著尺寸的增加而加劇。如此，可以降低封裝體內的應力，從而進一步提高封裝體的可靠性。所以，由於部分器件（第一功率器件12）已經直接與散熱單元11相連，相對於現有技術，本發明之功率模組需要絕緣的材料明顯減少，不盡降低了成本，更提升了熱管理能力，還更有利於減少各材料CTE不匹配造成的可靠性設計難度。

在實際應用中，有一些對散熱要求非常苛刻的場合，還可以選用導熱係數更高的（不低於 $1W/m.K$ ，尤以大於 $1.2W/m.K$ 乃至大於 $1.8W/m.K$ 為佳）封料16，如此，可以增加封料一側的散熱能力，

從而實現更優良的雙面散熱，進一步提升整個封裝體的散熱能力。

圖3為該封裝類型的另一種擴展應用，可以將散熱單元表面進行絕緣處理，使第一散熱單元11完全由封料16包覆，使其任一表面不外露、或是藉由一絕緣體使散熱單元11與外界隔離，以便使用在希望絕緣的場合。為保證散熱能力，該絕緣體或封料16在10mmX10mm面積的上下導熱熱阻應當小於3K/W。

為使功率模組之封裝類型可以擴展到更多場合，其可以被設計成雙排Pin。如圖4所示。當內部電路過於複雜，以至於需要更多引腳，可以在前面提及的特徵上，再加一排引腳P2。若此類封裝類型被應用在單排引腳P1就足夠的場合，則圖中之上排引腳P2可以被設計成散熱用途。例如，經由引腳P2的散熱總和大於等於功率模組10總散熱量的5%。另外，為保證其能夠有效幫助散熱，實際使用時，其與環境的平均溫差與前面所談及之前後兩表面中平均溫度較高的一個與環境的平均溫差，溫差差異不應超過50%。

眾所周知，電源內部，電壓跳變點越多，造成的電磁輻射往往就越強，從而給電源電磁相容帶來難度。本發明之散熱單元11，由於具備電特性，而其面積又相對較大，所以對電磁輻射帶來隱患。但如果優化設計該散熱單元11的電特性，反而有機會將其設計成電磁輻射的遮罩層，更有利於電磁相容。例如，可以將散熱單元11連接到電壓靜地點，即：相對來講，該電位相對與大地，比較安靜，少噪音。如圖2中的Vin和GND，相對與其他電壓點，就是比較平靜的。將散熱單元11設計成Vin或者GND，更有利於電磁相容的。但實際操作中，為了便於實現，需要功率器件與散熱單元11連接的那個面只有一個電極，在本實施例中為第一功率器件

12。比如MOSFET，其漏極（Drain）與源極（Source）間承受的電壓往往高於門極（Gate）與源極（Source）間的電壓，所以，其器件的源極和門極往往共用一面，而漏極往往獨佔一面。這樣一來，將漏極作為靜地點的功率器件（第一功率器件12），直接與散熱單元11連接，既可以更好地進行電磁相容，又方便制程。如圖5，可以將背面的散熱單元11拓寬/長，甚至折彎，使其部分超過封料16包覆的部分，以擴大表面積。超出封料16包覆的散熱單元11的兩面均可以實現和環境的熱交換，因此，可以進一步加強功率模組10的散熱性能。

如圖6，在某些場合下，封裝體內部不僅僅需要搭載一些功率半導體器件，還需要集成一些控制功能。而控制線路通常比較複雜，因此需要使用佈線密度更高的基板，如PCB板或者IC。在此態樣中，可以將搭載控制線路的控制器件18，例如高密度佈線板或者控制IC也封裝至封裝體內。

如圖7，控制器件18可以是導熱係數較低，但是佈線密度較高的高密度基板。以便可以集成更多的控制功能。控制器件18通常耐溫等級較功率器件的耐溫等級相比較低，因此，在控制器件18和散熱單元11之間放置一個絕熱層（熱導率通常低於 0.5W/m.K ）IL。如此，可以降低控制器件18，以及其上所搭載器件的溫度。

如圖8，上面所述散熱單元11，不限於一整塊，其上可以根據需要做進一步的分割，以形成一些電路圖形，即散熱單元11也可以具有多個電極。如此可以進一步增加功率模組設計的靈活性。

功率模組10由於將多個器件集成在一起，相比分立器件，其電流通路被大大減少，從而降低了回路電感，即減少了損耗，又降低了電壓噪音。但仍可以繼續被優化。如圖9，以所提及全橋

電路為例，增加集成一高頻電容器C至功率模組10內部，以進一步減少回路，降低回路電感量。

通常電源變換器為了安全可靠，會即時監測功率半導體的溫度狀態，若溫度過高或者升溫過快，則說明電路有危險，可以提前採取預防動作，如關閉電源等。分立器件的溫度檢測，只能在其外部增加溫度感測器，所以，無法及時反映內部溫度狀態，且溫度感測器的安裝也較複雜。所以，功率模組中，還可以集成溫度感測器，既提升了溫度監測效果，又簡化了使用。

如圖10所示，此態樣之功率模組更包含一第二散熱單元（heat sink）11a，其設置於第二功率器件14與導熱絕緣材料層13之間。由於功率器件在工作過程中，例如會經歷超過正常工作電流數倍以上的暫態衝擊，故，藉由第二散熱單元11a，可以在不增加導熱絕緣材料層13（DBC基板）面積的情況下，改善搭載至DBC基板上需要承受熱衝擊的元件的抗熱衝擊能力。另外，引線框架15係延伸與導熱絕緣材料層13之線路層133連接。

如圖11所示，為了進一步改善導熱絕緣材料層13（以DBC基板為例）上發熱量較大的元件（例如第二功率器件14）的抗熱衝擊的性能，以及進一步改善DBC基板上線路的承載電流的能力（因為，DBC基板上銅層的厚度受DBC成型工藝的影響，一般厚度不高於0.5mm，通常不高於0.3mm），降低電流傳導阻抗，更可以將引線框架15的面積增加，通過一導電材料鍵合至DBC基板的線路層上。利用此結構開發的一款功率模組的實物照片見圖12（未經封料包覆）。其中導熱絕緣材料層13通過鈎焊的方式焊接至第一散熱單元11上，而引線框架15同樣通過鈎焊的方式和導熱絕緣材料層13的線路層實現電氣與機械連接。圖12所示的功率模組10所使用

的DBC基板，其線路層厚度為0.3mm，而引線框架15的厚度為0.5mm，因此，採用此結構的傳導電阻和直接將晶片鍵合在DBC基板線路層上相比降低60%以上，如此可以有效降低模組產熱量，從而提高模組的電性能，改善模組的散熱性能。

如圖13所示，在功率模組10內除了使用導熱能力較好的DBC基板以外，也可以使用類似銅基板13a等導熱能力較好的基板。一般銅基板的結構為，在一較厚的銅襯底上，生成絕緣層和薄銅線路層。而且絕緣層和薄銅線路層的層數不以一層為限，可以是多層。在某些場合下可以實現更高的佈線密度。

一般而言，第一功率器件與第二功率器件皆由導線（wire bonding）來傳輸訊號，由於導線往往是用鋁導線（Al wire）來完成，內阻很大。用金導線（Au wire），則成本太高。雖然最近工藝有銅導線（Cu wire）出現，但仍舊內阻很大。如圖14所示，為進一步降低封裝內阻造成的損耗，本發明可以用導線接合（wireless bond）工藝，如銅片取代導線接合來實現電流傳遞，大大降低了封裝內阻，且成本也不會太高。本態樣係藉由引線框架15延伸連結於第一功率器件12及第二功率器件14之至少一而取代導線。

圖15所示為一進一步改善熱傳遞能力的方案。由於本發明提及之功率模組，往往是有些器件（例如第一功率器件12）直接與散熱單元11相連以提升電性能、熱性能，而有些器件（例如第二功率器件14）與散熱單元11之間則有絕緣元件（例如具有絕緣層之導熱絕緣材料層13），從而導致整個模組中封料16的厚度不均，也就是說，局部封料16與器件的距離會比較厚，使封料16的溫度不均勻，從而影響了封料16表面的散熱能力。圖15中，在封料16較

厚的地方增加熱良導體之一第三散熱單元11b，其係設置於第一散熱單元11的第一區，從均勻化封料16至器件的厚度，而改善散熱能力。

另外，如圖18所示，第三散熱單元11b係穿出封料16，並具有一彎折。第三散熱單元11b穿出封料16而可作為引腳（Pin）、或是單純散熱、或是部分作為引腳部分用來散熱。第三散熱單元11b藉由彎折可減少功率模組10直立時的尺寸，且從封裝元件到頂點總長度不應長於20mm，尤以不長於10mm為佳。

實際應用中，若需進一步擴大散熱能力，可以通過圖19的方式達成。即在功率模組10的第三散熱單元11b上再安裝一第四散熱單元11c。第四散熱單元11c可藉由焊接、粘結等方式與第三散熱單元11b連結。由於安裝簡單第四散熱單元11c的形狀和位置可以不受限定。但實際效果上，以保留功率模組10自有表面散熱能力為佳。即，如圖19，在第四散熱單元11c與功率模組10前表面A1之間保留一空隙，使得風流可以該空隙中流動，從而使功率模組前表面和第四散熱單元11c下表面（靠近前表面A1之表面）均能發揮一定散熱功能。為使該空隙中的風流能夠達到相當的程度，該空隙厚度可大於1mm，尤以大於2mm為佳。

另外，如圖20所示，功率模組10更包含一第三功率器件19a、一第四功率器件19b、一引線框架15以及一封料16。第三功率器件19a設置於第二功率器件14之上，第四功率器件19b設置於第一功率器件12之上，且第一功率器件12及第二功率器件14設置於散熱單元11上。引線框架15位於第一功率器件12與第四功率器件19b之間，並位於第二功率器件14與第三功率器件19a之間，並位於第三功率器件19a及第四功率器件19b之上。封料16係包覆該等功

率器件12、14、19a、19b及引線框架15之至少一部分。藉由將複數功率器件堆疊在一起，既可以減少連接線減低通態損耗，又可以減少高頻阻抗，降低開關損耗，進一步提升電源性能。而且對於橋式電路，包括半橋、全橋、三相橋等，堆疊後就無需原先用於絕緣的部分材料，既可節約成本，又可提升空間利用率，進一步提升電源變換器性能。

爲了更好地解釋本發明的意義，進一步借助全橋電路來進行說明，如前所述，圖2爲全橋電路的拓撲圖，圖16和圖17A至17D分別爲其功率模組內部結構和三維示意圖。其中，圖17A爲功率模組10的正面示意圖，圖17B爲功率模組10的背面示意圖，圖17C爲功率模組10脫去封料16的正面示意圖，圖17D爲功率模組10脫去封料16的背面示意圖。

雖然上述實施例係以一第一功率器件12及一第二功率器件14爲例作說明，但並非具限制性，且其中第一功率器件12所代表的意義爲其設置於散熱單元11上，而第二功率器件14所代表的意義爲其藉由一導熱絕緣材料層13設置於散熱單元11上。以下係以二個開關器件S1及S2以及二個開關器件S3及S4作說明。

如圖2所示，全橋電路包括4個開關器件S1~S4，這裏以金屬氧化物半導體電晶體爲例。這四個開關器件組成兩組導電橋臂：S1和S4組成一組，S2和S3組成一組橋臂；橋臂上管開關器件S1和S2的漏極端共同連接在電壓高電位點 V_{in} （在D2D應用時，電氣端 V_{in} 爲直流輸入端，是電壓波形爲一個穩定的直流或者帶有很小紋波的直流），橋臂下管開關器件S3和S4的Source端共同連接在電壓的低電位點GND；而單一橋臂上管的源極和下管的漏極相連接，如S1和S4橋臂連接於VA，S2和S3的橋臂連接於VB，其工作的基本

原理是橋臂的上下管互補導通，如S1開通，S4關斷；S1關斷，S4開通，在開關狀態轉換過程存在短暫時間都關斷的過程。這樣，D2D的應用場合下，輸入端Vin-GND之間為直流，而橋臂中間連接點VA,VB的電壓則是開關次的跳變，幅值為0與Vin。

目前大功率電晶體最典型的電極引出方式為，晶片的背面為漏極，正面分佈兩個電極：源極和閘極，其中閘極的尺寸較小，例如1mm*1mm。晶片背面的漏極通常預先進行可釐焊處理，而正面的源極和閘極往往為鋁金屬化電極，可以通過鋁/金導線接合（wire bonding）的方式實現和週邊電路的連接。由於開關器件S1和S2的漏極連接於共同的直流電位點Vin,因此，可以將其直接釐焊至散熱單元11上，而Vin和外界電連接的pin也可以直接釐焊至散熱單元11上，從而利用該導電極佳的散熱單元11導電，降低電損耗，減少封裝體的熱量產生。如此，可以獲得最佳的熱，電性能。而現有的功率模組，如前述習知的做法為，將所有四顆功率電晶體安裝至DBC基板上，隨後，所有功率電晶體和引線框架的電連接均靠導線接合的方式來實現。如上文所討論的一樣，現有技術的種種缺陷（散熱差，電性能差，價格高，可靠性差等等）相比之下一目了然。

本發明在此處的應用更具降低EMI的效果，前面對全橋電路的基本工作原理分析看。散熱單元11連接於直流輸入端Vin，為很好的靜態電位點，而橋臂中間連接點VA,VB則為電壓跳變點，大片的散熱單元11可以有效阻斷跳變信號的傳遞。如此，可以有效減小跳變點對週邊電路的幹擾，減小測試的EMI。

如前所述，為了具備更好的EMC特性和散熱性能，將全橋模組中的開關器件S3、S4置於絕緣層（即導熱絕緣材料層具有之絕緣層

) 之上，將開關器件S1、S2直接置於散熱單元11之上；爲了方便生產，並減少生產工差造成的空間浪費，開關器件S3、S4置於相連的絕緣層之上；爲減少回路電感和方便使用，將S2置於S3外側，將S1置於S4外側。也就是說，對於圖2所示的全橋電路來講，模組內部器件按S2-S3-S4-S1或者S1-S4-S3-S2的順序排布，性能更爲優秀。

另外，在以上的實施例中，電源變換器可以包含至少兩塊所述的功率模組，該兩塊功率模組可用同個封料模具進行封料，以降低封料模具成本。

另外，導線架也可以集成一個散熱單元，而這個散熱單元也可以被作爲安裝元器件的載板。在此所指的散熱單元，是定義爲連接體被封裝材料覆蓋的部分。

以下說明本實施例之功率模組的製造流程，於此，導熱絕緣材料層係以覆銅陶瓷基板爲例，另外，此功率模組除了搭載功率器件（半導體晶片）外還集成了一些被動元件，如電阻和電容，且在引線框架其中一些引腳上還搭載了一個溫度測量電阻，以用作模組過溫保護之用。具體的製作流程如下：先在散熱單元11上組裝導熱絕緣材料層13的位置以及和引線框架15連接的位置塗上錫膏，同樣將導熱絕緣材料層13上需要和引線框架15組裝的位置塗上錫膏，隨後將散熱單元11、導熱絕緣材料層13和引線框架15按照設定的裝配關係置於一治具中（Assembly）；然後過回流焊爐（Reflow）使其焊接在一起，由此這三個部件形成一個整體，在隨後植晶製程中可以利用引線框架15進行傳輸與定位；清洗（Flux Cleaning）後，進行植晶安裝所需的半導體器件（如電晶體及二極體），此處需要著重強調的是部分功率器件放置在散熱單元11

上（如第一功率器件12），另外一部分功率晶片放置在導熱絕緣材料層13上（如第二功率器件14）；在使用單一功能的植晶機時，由於其不具備抓取表面黏著（SMT）器件的能力，因此，一些電阻、電容等器件還需要進行SMT的操作，即：點錫膏（Solder Dispense）後，放置其他元器件（SMT）；由於所用的功率器件的晶片尺寸較大，採用錫膏（solder paste）進行reflow時有焊接層的氣孔率較高而帶來工藝性、可靠性不佳的疑慮，此處採用真空回焊（Vacuum Reflow）使元件和散熱單元11、導熱絕緣材料層13、引線框架15焊接在一起；清洗（Flux Cleaning）後，進行打線接合（Wire bond）作業；塑封（Molding）後即完成主要流程。

於一些在植晶製程時無需使用引線框架15進行定位的應用下，有機會進一步簡化工藝流程。首先將散熱單元11、導熱絕緣材料層13、引線框架15上需要的位置施加錫膏；隨後將所需的元件（功率晶片以及被動SMT元件）分別放置於需要的位置上，這步驟可以通過泛用較強的機台（如集成植晶和表面黏著技術功能的機台）上而一站式實現，也可以在多個機臺上實現；隨後將放置有元件的散熱單元11、導熱絕緣材料層13、引線框架15按照設定的裝配關係放置於一治具中，完成assembly；隨後真空reflow；後續的工藝和上述的工藝流程相同。如此，可以減少reflow的次數以及相應的清洗等流程，由於reflow次數的減少對於提高模組的可靠性也有一定的好處。

綜上，通過本發明所揭露的，用以提升電源變換器功率密度或者效率的封裝方法和結構，可以獲得與現有技術相比，更佳的熱性能，電性能，經濟性能，EMC性能與更高的可靠性。其內部空間

利用率很高，使用方便，非常有利於提高變換器功率密度或者效率。而本發明給出的具體功率模組具體實施，也非常可行有效。本發明非常適合用以提升電源變換器的整體性能和性價比。以上所述僅為舉例性，而非為限制性者。任何未脫離本發明之精神與範疇，而對其進行之等效修改或變更，均應包含於後附之申請專利範圍中。

【符號說明】

- 10：功率模組
- 11、11a、11b、11c：散熱單元
- 111：第一區
- 112：第二區
- 12：第一功率器件
- 13：導熱絕緣材料層
- 131：導熱層
- 132：絕緣層
- 133：線路層
- 13a：銅基板
- 14：第二功率器件
- 15：引線框架
- 16：封料
- 17：鍵接材料層
- 18：控制器件
- 19a：第三功率器件
- 19b：第四功率器件

A1：前表面

A2：後表面

B：電路板

C：電容器

D：厚度

IL：絕熱層

P2、P1：引腳

S1~S4：開關器件

T：高度

W：線材

【發明申請專利範圍】

- 【第1項】 一種功率模組，包含：
- 一第一功率器件及一第二功率器件，各該功率器件被封於同一封料中，各該功率器件具有至少二電極，該等功率器件之至少一具有至少三電極，該等功率器件之至少一之工作頻率在25kHz以上，
- 其中該功率模組是應用於一電源變換器，該電源變換器內部至少一處功率器件的操作電壓高於48伏特，該電源變換器之功率密度及最高效率分別大於15w/inch³和高於92%、或者該電源變換器之功率密度大於20w/inch³、或者該電源變換器之最高效率高於93%，該功率模組占該電源變換器總體積比例小於50%，應用該功率模組的電能變換級處理功率占該電源變換器總輸出功率至少30%以上，該電源變換器總輸出功率在150W以上。
- 【第2項】 如申請專利範圍第1項所述之功率模組，其中該電源變換器為一隔離型AC/DC電源變換器、或非隔離型AC/DC電源變換器、或隔離型DC/DC變換器、或DC/AC變換器，該電源變換器之功率密度及最高效率分別大於20w/inch³且高於93%、或者該電源變換器之功率密度大於25w/inch³、或者該電源變換器之最高效率高於94%。
- 【第3項】 如申請專利範圍第1項所述之功率模組，其中當該功率模組立裝於一電路板之一表面時，該功率模組之最高點離該電路板之該表面之高度係在35mm以下，其中該功率模組之總厚度係小於6mm。
- 【第4項】 如申請專利範圍第3項所述之功率模組，其中該功率模組之最高

點離該電路板之該表面之高度係在21mm以上。

- 【第5項】 如申請專利範圍第3項所述之功率模組，其中該功率模組之引腳是從該功率模組之下方伸出且直立於該電路板。
- 【第6項】 如申請專利範圍第4項所述之功率模組，具有一前表面和一後表面，其中，處於5m/s均衡風速平行風散熱環境下，該前表面和該後表面，至少80%以上面積內，各點最大溫差，小於該前表面和該後表面相對於工作環境平均溫升的20%。
- 【第7項】 如申請專利範圍第5項所述之功率模組，其中該功率模組是應用於一電源變換器，該電源變換器之功率密度及最高效率分別大於25w/inch³且高於95%、或者該電源變換器之功率密度大於30w/inch³、或者該電源變換器之最高效率高於96%。
- 【第8項】 如申請專利範圍第7項所述之功率模組，所應用的電源變換器內部至少一處功率器件的操作電壓高於200伏特。
- 【第9項】 如申請專利範圍第5項所述之功率模組，其寬度小於60mm，其中於400V之操作電壓下，其引腳間距係介於3mm至5mm、其中於30V之操作電壓下，其引腳間距係介於0.5mm至2mm。
- 【第10項】 如申請專利範圍第1項所述之功率模組，更包含：
- 一第一散熱單元，該第一功率器件及該第二功率器件係設置於該第一散熱單元上方；
 - 一引線框架，與該第一功率器件及該第二功率器件之至少一電性連接；以及
 - 一封料，係包覆該第一功率器件、該第二功率器件及該引線框架之一部分。
- 【第11項】 如申請專利範圍第10項所述之功率模組，其中該第一散熱單元具有一第一區及一第二區，該第一功率器件設置於該第一區，該功

率模組更包含：

一導熱絕緣材料層，設置於該第二區並具有一絕緣層，第二功率器件藉由該導熱絕緣材料層設置於該第一散熱單元；

其中該封料，更包覆該導熱絕緣材料層之一部分；以及

該第一散熱單元，與該第一功率器件及該第二功率器件之至少一電性連接。

【第12項】 如申請專利範圍第10項所述之功率模組，其中該第一散熱單元與該引線框架一體成型。

【第13項】 如申請專利範圍第10項所述之功率模組，其中該第一散熱單元完全設置於封料內、或部分位元於封料外、或完全位於封料外。

【第14項】 如申請專利範圍第10項所述之功率模組，其中該第一散熱單元係與一穿出該封料之引腳連接、或是該第一散熱單元穿出該封料並形成一引腳。

【第15項】 如申請專利範圍第14項所述之功率模組，其中該第一散熱單元係與一電壓靜地點電性連接。

【第16項】 如申請專利範圍第10項所述之功率模組，其中該第一散熱單元係分割為複數部分。

【第17項】 如申請專利範圍第11項所述之功率模組，其中該導熱絕緣材料層更具有一線路層，該引線框架延伸而連結於該線路層。

【第18項】 如申請專利範圍第10項所述之功率模組，其中該引線框架延伸而連結於該第一功率器件及該第二功率器件之至少一。

【第19項】 如申請專利範圍第11項所述之功率模組，更包含：

一第二散熱單元，設置於該第二功率器件與該導熱絕緣材料層之間。

【第20項】 如申請專利範圍第10項所述之功率模組，更包含：

一第三散熱單元，設置於該第一散熱單元或者由該第一散熱單元
延展而成。

【第21項】 如申請專利範圍第20項所述之功率模組，其中該第三散熱單元係
穿出該封料。

【第22項】 如申請專利範圍第21項所述之功率模組，其中該第三散熱單元係
穿出該封料並具有一彎折。

【第23項】 如申請專利範圍第21項所述之功率模組，更包含：
一第四散熱單元，與該第三散熱單元連結，並與該封料具有一空
隙。

【第24項】 如申請專利範圍第11項所述之功率模組，其中該導熱絕緣材料層
為金屬基板或金屬化陶瓷基板。

【第25項】 如申請專利範圍第11項所述之功率模組，更包含：
一鍵接材料層，該第一功率器件藉由該鍵接材料層連接該第一散
熱單元，該鍵接材料層之材料的導熱係數大於等於 2W/m.K 。

【第26項】 如申請專利範圍第10項所述之功率模組，更具有一排引腳，其穿
出該封料，並作為訊號傳送或散熱。

【第27項】 如申請專利範圍第26項所述之功率模組，其中該排引腳的散熱總
和大於等於該功率模組總散熱量的5%。

【第28項】 如申請專利範圍第11項所述之功率模組，更包含：
一控制器件，設置於該第一區。

【第29項】 如申請專利範圍第28項所述之功率模組，更包含：
一絕熱層，設置於該控制器件與該第一散熱單元之間。

【第30項】 如申請專利範圍第1項所述之功率模組，更包含：
一高頻電容器，集成於該功率模組內。

【第31項】 如申請專利範圍第1項所述之功率模組，更包含：

一溫度感測器，集成於該功率模組內。

- 【第32項】 如申請專利範圍第10項所述之功率模組，其中該第一散熱單元之厚度大於該功率模組之厚度的20%。
- 【第33項】 如申請專利範圍第32項所述之功率模組，其中該第一散熱單元之厚度小於3mm。
- 【第34項】 如申請專利範圍第10項所述之功率模組，其中該封料與該第一功率器件或與該第二功率器件之間距小於該功率模組之厚度的60%，並且小於3mm。
- 【第35項】 如申請專利範圍第11項所述之功率模組，其中該導熱絕緣材料層在10×10面積的上下熱阻係小於3K/W。
- 【第36項】 如申請專利範圍第1項所述之功率模組，更包含：
- 一第三功率器件，設置於該第二功率器件之上；
 - 一第四功率器件，設置於該第一功率器件之上；
 - 一引線框架，位於該第一功率器件與該第四功率器件之間，並位於該第二功率器件與該第三功率器件之間，並位於該第三功率器件及該第四功率器件之上；以及
 - 一封料，係包覆該等功率器件及該引線框架之至少一部分。
- 【第37項】 如申請專利範圍第1項所述之功率模組，其中該電源變換器至少含有兩塊所述的功率模組。
- 【第38項】 如申請專利範圍第37項所述之功率模組，其中該兩塊所述的功率模組可用同個封料模具進行封料。
- 【第39項】 如申請專利範圍第10項所述之功率模組，其中該封料的導熱係數高於1.2W/m.K。
- 【第40項】 如申請專利範圍第10項所述之功率模組，其中該封料的導熱係數高於1.8W/m.K。

【發明圖式】

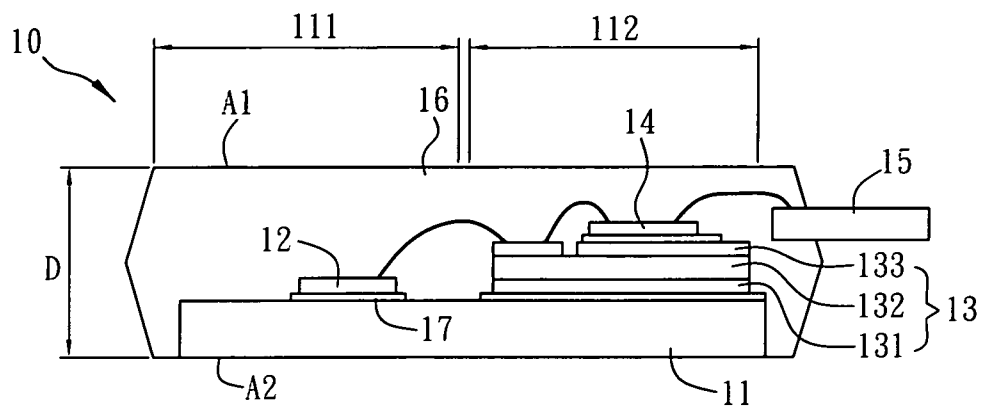


圖 1

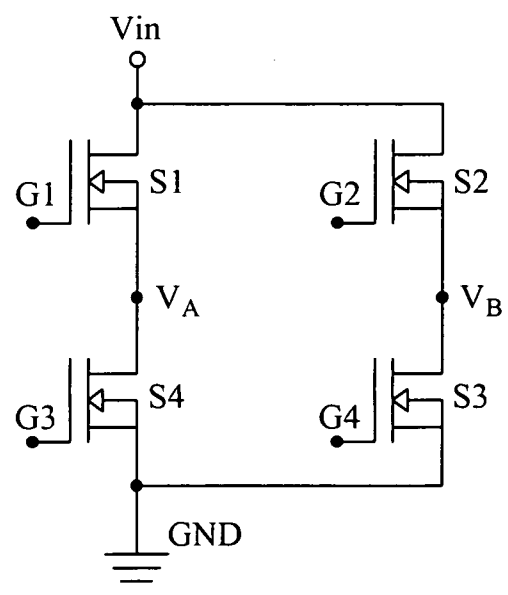


圖 2

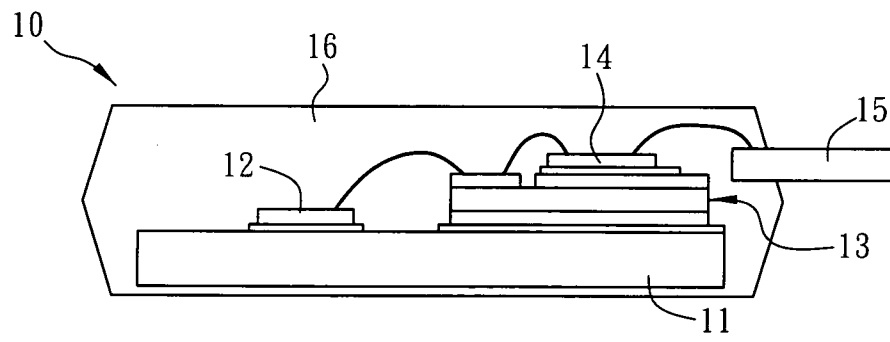


圖3

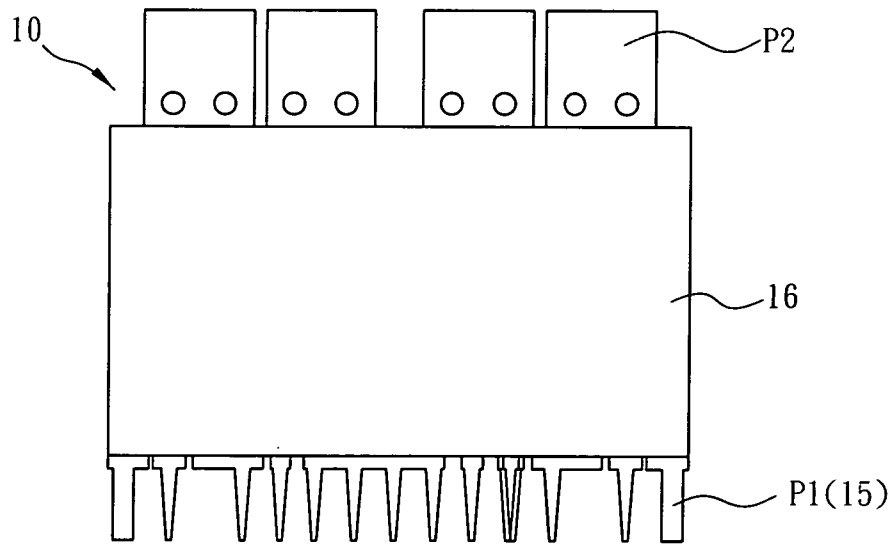


圖4

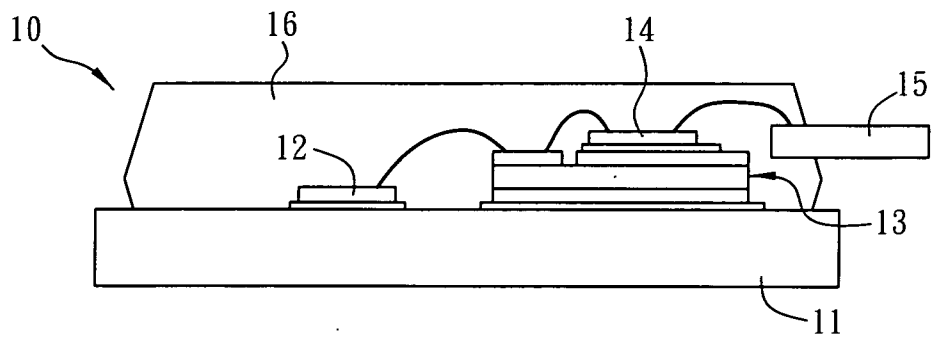


圖5

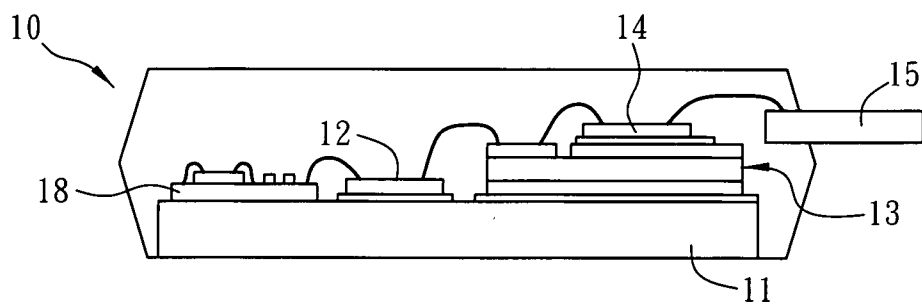


圖6

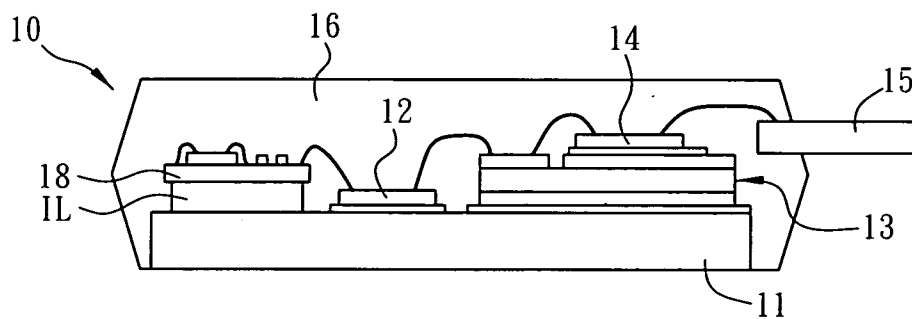


圖7

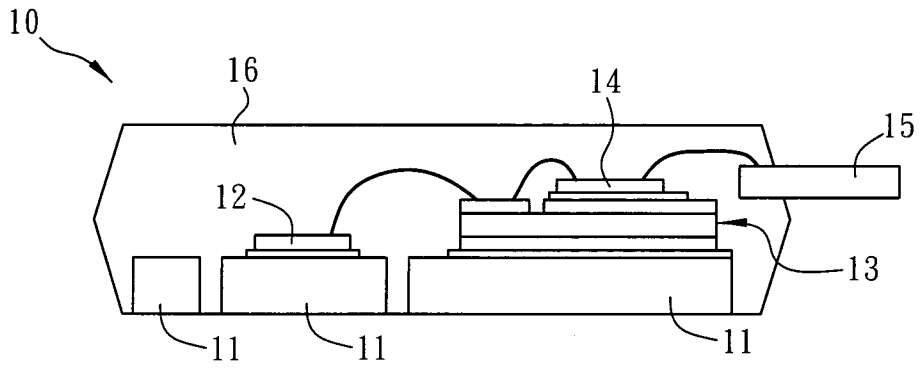


圖8

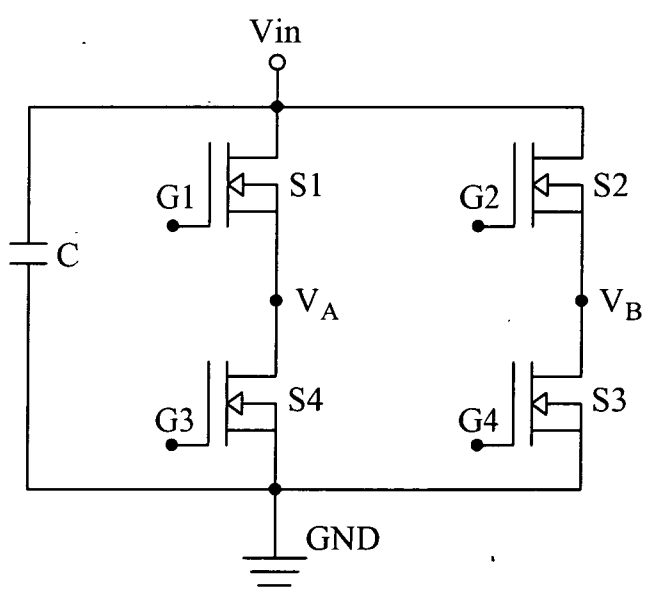


圖9

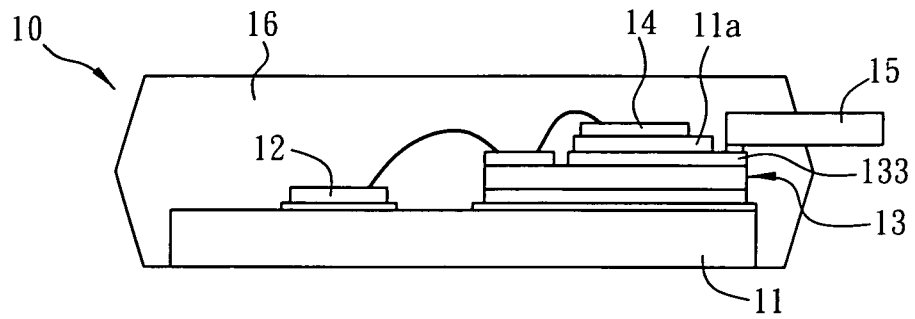


圖 10

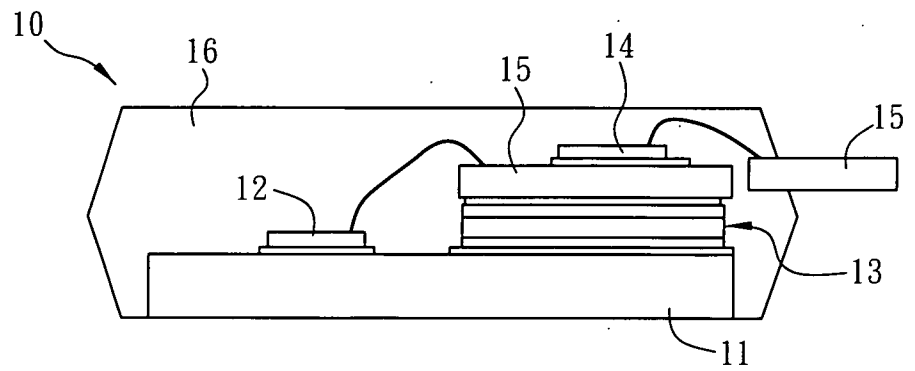


圖 11

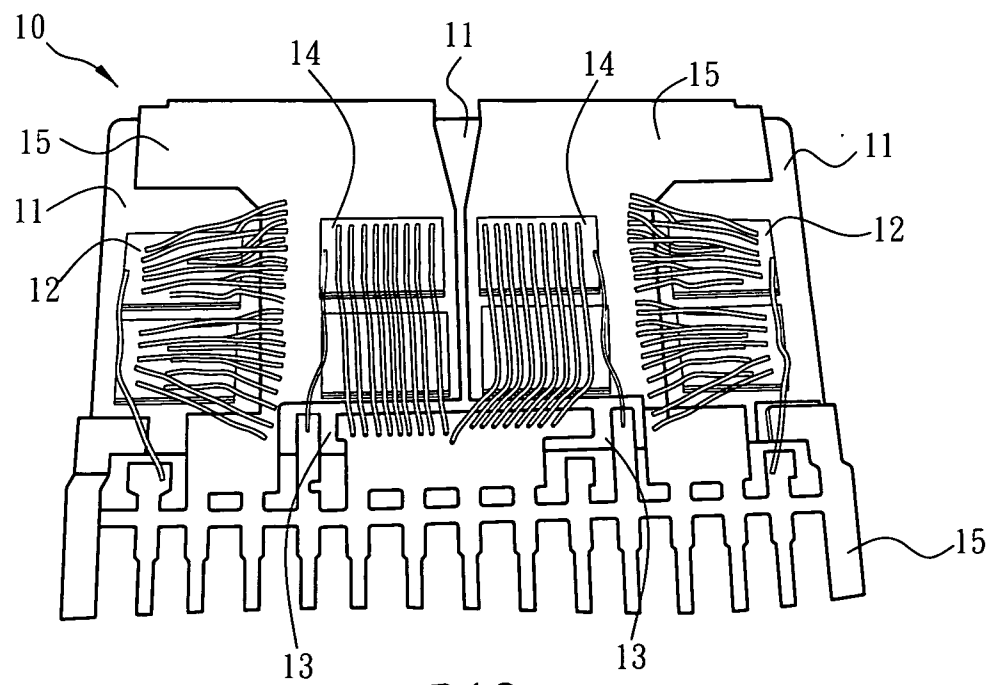


圖 12

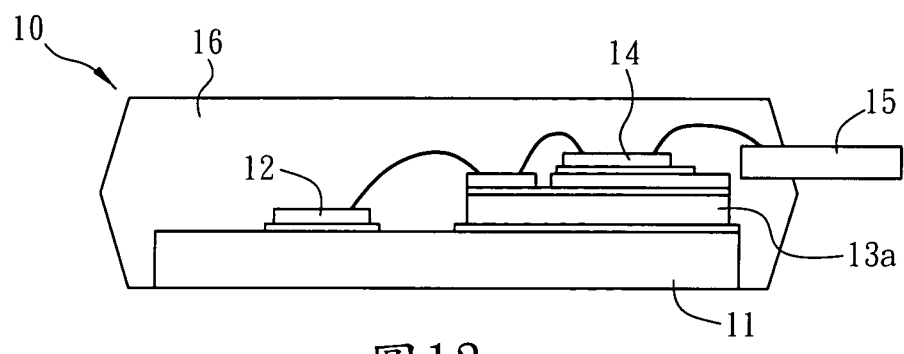


圖 13

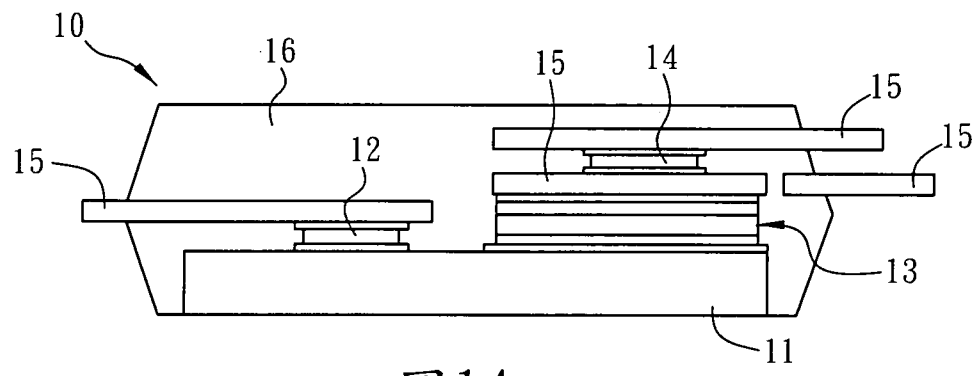


圖 14

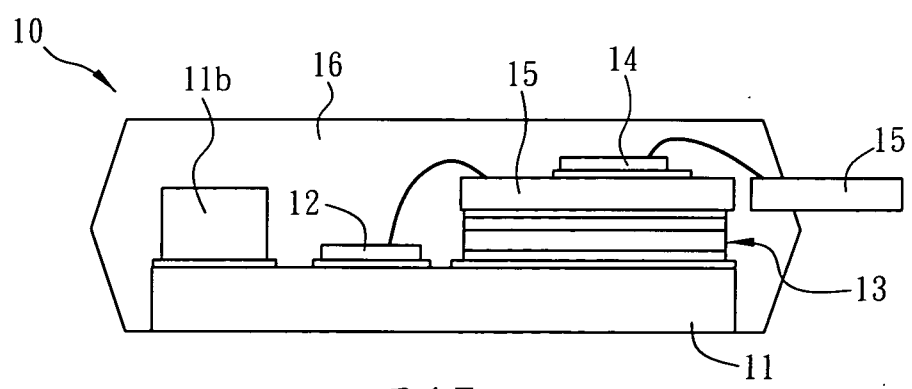


圖 15

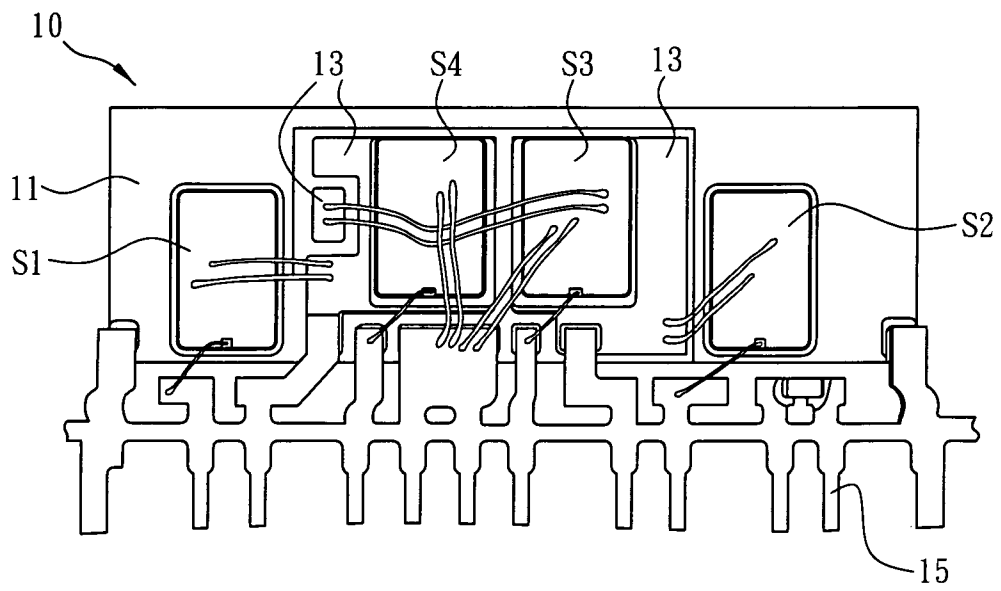


圖16

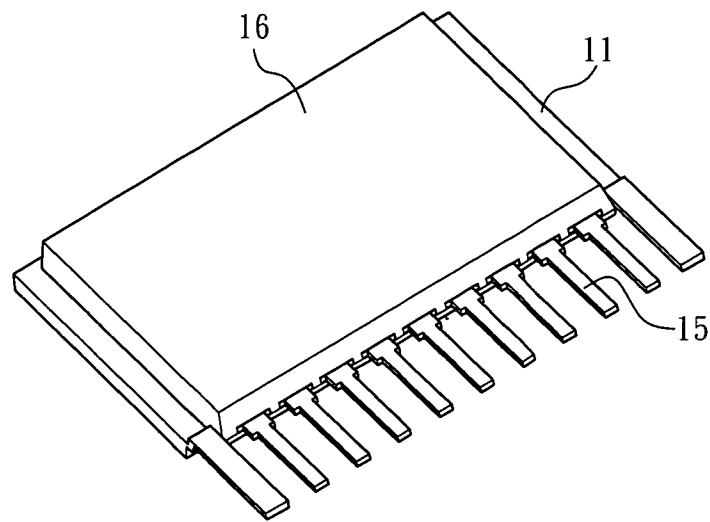


圖17A

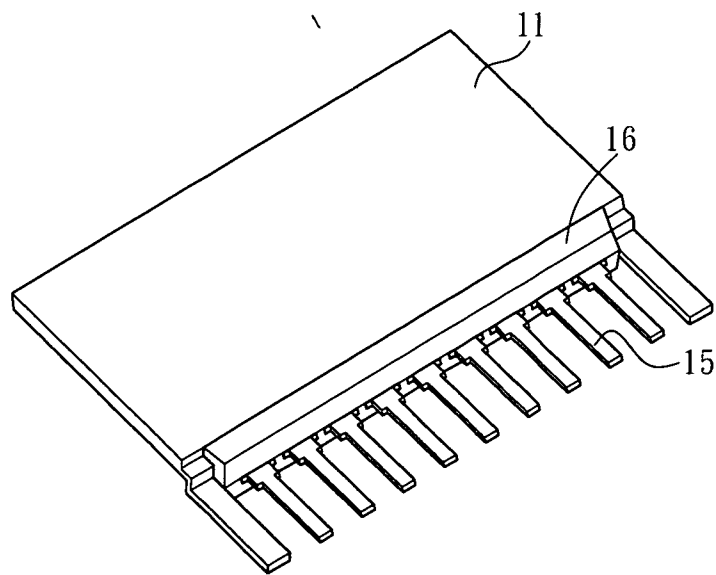


圖17B

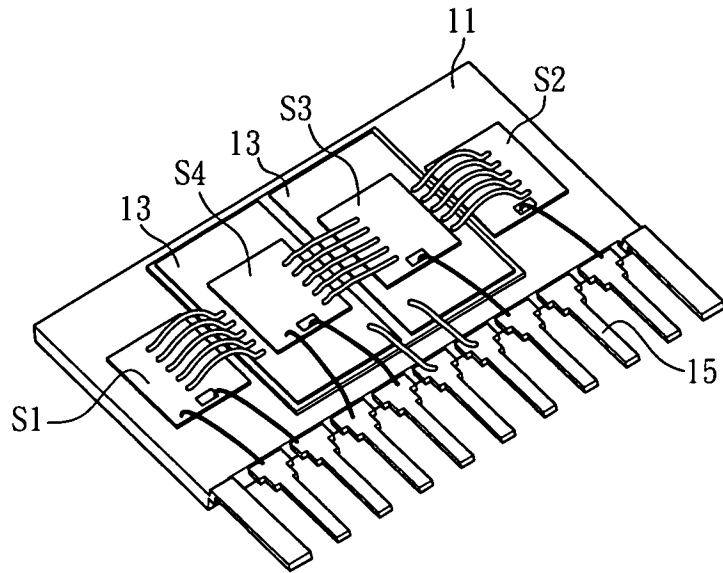


圖 17C

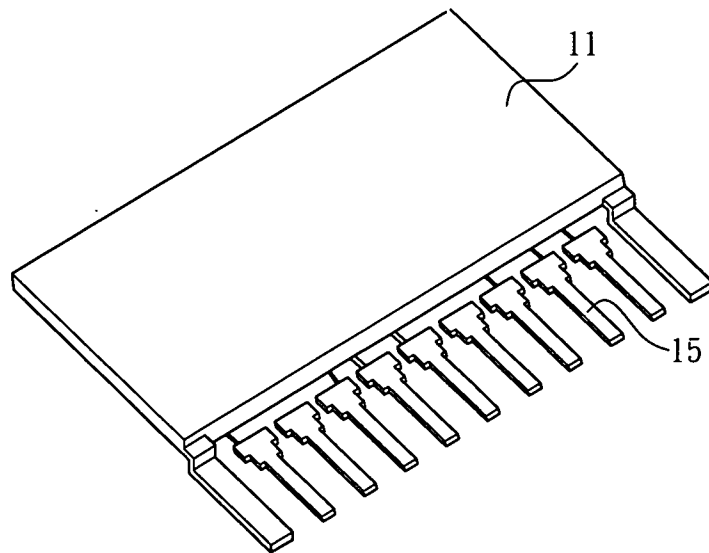


圖 17D

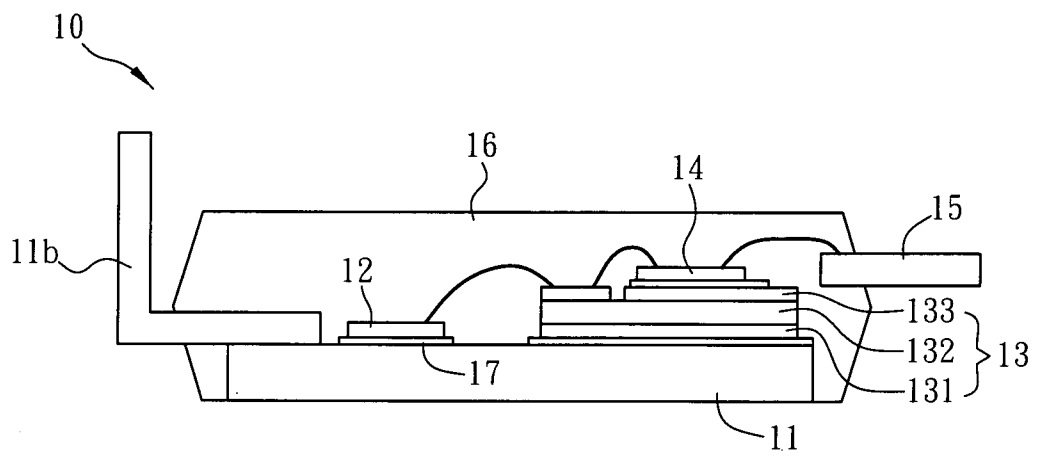


圖18

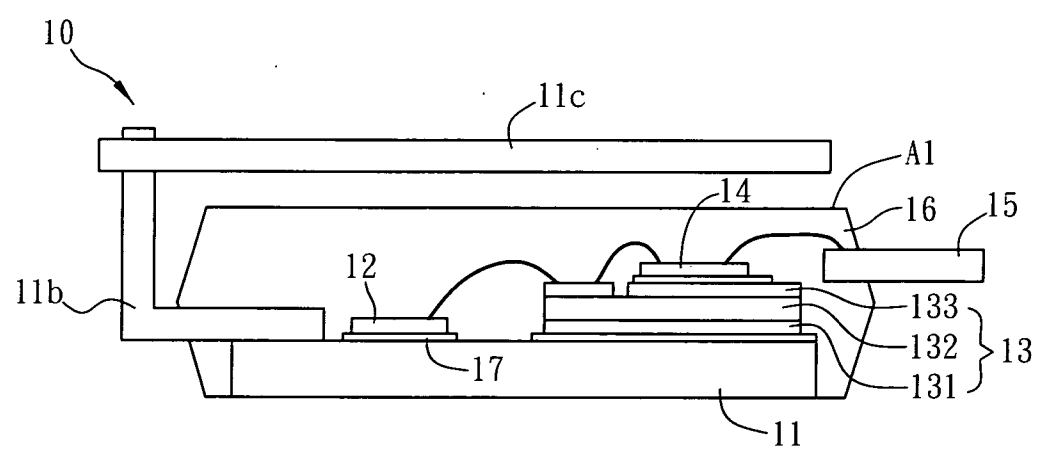


圖19

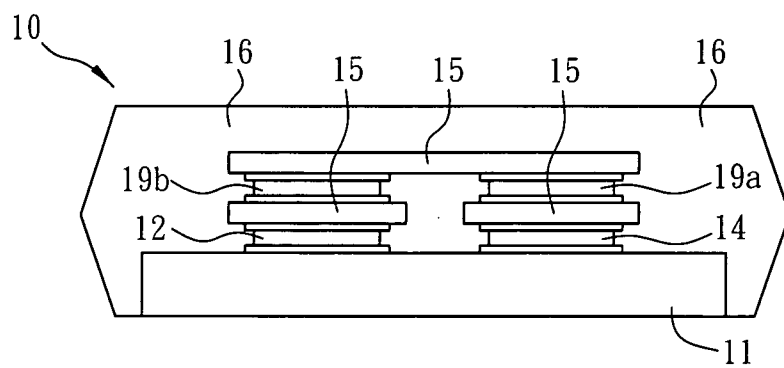


圖20

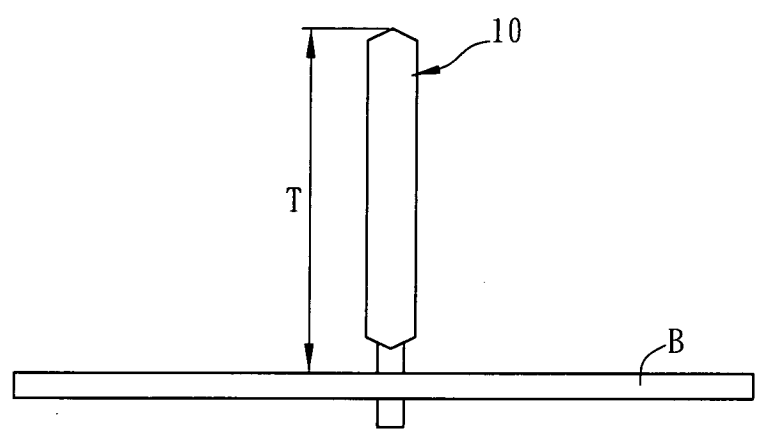


圖21

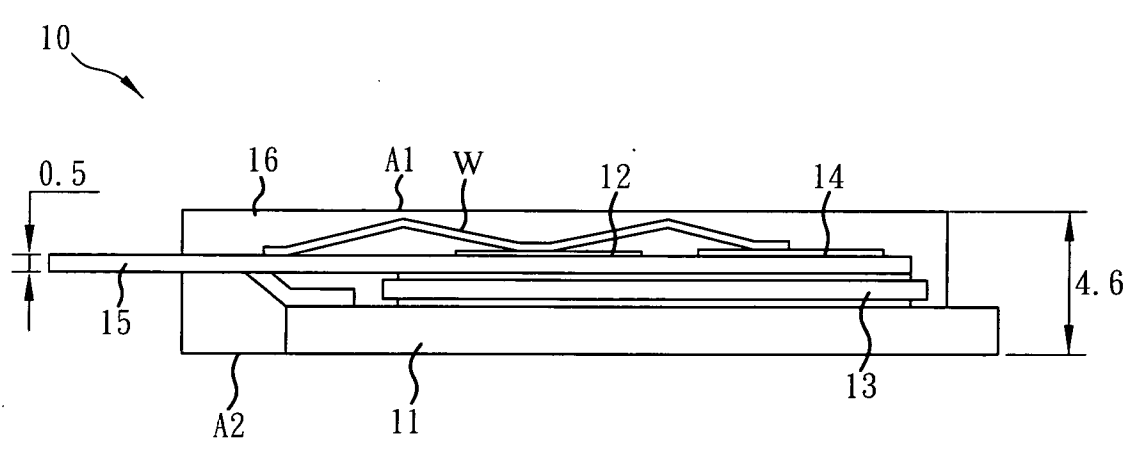


圖22