



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I667755 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 08 月 01 日

(21)申請案號：107121672

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 06 月 25 日

(51)Int. Cl. : H01L23/36 (2006.01)

H01L23/28 (2006.01)

(71)申請人：朋程科技股份有限公司 (中華民國) ACTRON TECHNOLOGY CORPORATION
(TW)

桃園市蘆竹區南崁路 2 段 22 號 1 樓

(72)發明人：蔡欣昌 TSAI, HSIN-CHANG (TW)；劉敬文 LIU, CHING-WEN (TW)

(74)代理人：葉璟宗；詹東穎；劉亞君

(56)參考文獻：

TW 201216382A

CN 1748306A

EP 2065934A2

審查人員：謝介銘

申請專利範圍項數：13 項 圖式數：4 共 20 頁

(54)名稱

功率元件封裝結構

PACKAGE STRUCTURE OF POWER DEVICE

(57)摘要

一種功率元件封裝結構，包括第一基板、第二基板、至少一功率元件以及封裝體。第一基板的熱導率大於 $200 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ 。功率元件配置於第一基板上。第二基板配置於第一基板下方。第二基板的熱容量(heat capacity)大於第一基板的熱容量。封裝體封裝第一基板、第二基板與功率元件。

A package structure of power device includes a first substrate, a second substrate, at least one power device, and a package. The heat conductivity of the first substrate is greater than $200 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$. The power device is disposed on the first substrate, and the second substrate is disposed under the first substrate. The heat capacity of the second substrate is greater than that of the first substrate. The package encapsulates the first substrate, the second substrate, and the power device.

指定代表圖：

符號簡單說明：

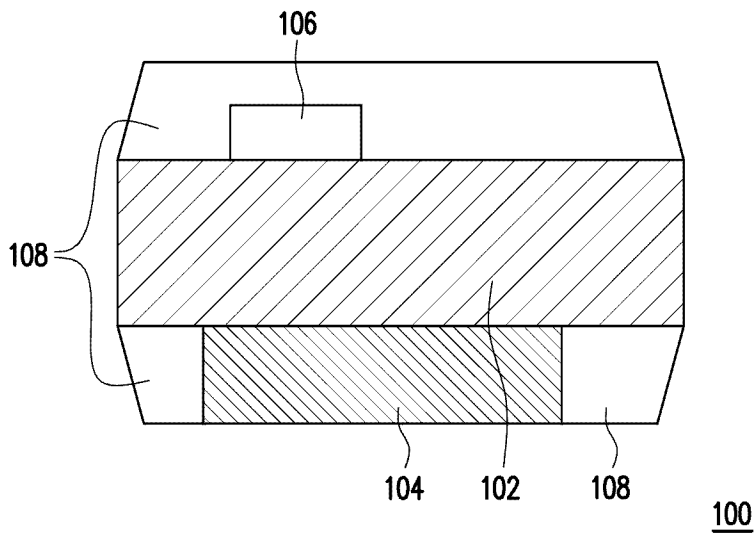
100 . . . 功率元件封裝結構

102 . . . 第一基板

104 . . . 第二基板

106 . . . 功率元件

108 . . . 封裝體



【圖1】

【發明說明書】

【中文發明名稱】 功率元件封裝結構

【英文發明名稱】 PACKAGE STRUCTURE OF POWER DEVICE

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種封裝結構，且特別是有關於一種功率元件封裝結構。

【先前技術】

【0002】 功率元件封裝結構可用於整流器、車用發電機、大功率模組發電機。車用發電機的技術領域中，為進行交流-直流間的轉換動作，常透過設置整流橋的方式來進行。整流橋可以由功率元件來構成，並用以提供整流後的電壓以做為驅動負載的依據。

【0003】 當發電機的負載被瞬間移除時，會產生所謂的拋載 (load dump) 現象。當拋載現象發生時，由於電壓振幅會瞬間變化，在功率元件上產生瞬間高熱，使得功率元件的接面溫度 (junction temperature) 瞬間上升，而可能導致功率元件封裝結構的損毀。

【0004】 然而，目前功率元件封裝結構的設計，大多是以降低封裝結構在穩態使用下的熱阻為目的，亦即為降低封裝結構的穩態熱阻為主，對於與瞬間高熱量相關的暫態熱阻，並無適當的解決方案。

【發明內容】

【0005】 本發明提供一種功率元件封裝結構，除了可降低功率元件封裝結構的穩態熱阻，同時可使得功率元件封裝結構的暫態熱阻降低。

【0006】 本發明的功率元件封裝結構，包括第一基板、第二基板、至少一功率元件以及封裝體。其中，第一基板的熱導率大於 $200 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ 。功率元件配置於第一基板上。第二基板配置於第一基板下方，且第二基板的熱容量(heat capacity)大於第一基板的熱容量。封裝體則封裝第一基板、第二基板與功率元件。

【0007】 在本發明的一實施例中，上述的第一基板的材料是選自包括銅、鋁、金、銀、金剛石或石墨烯及其合金化合物的其中一種材料。

【0008】 在本發明的一實施例中，上述的第二基板的材料是選自包括銅、鋁、鋰、金剛石或石墨烯及其合金化合物中的其中一種材料。

【0009】 在本發明的一實施例中，上述的第二基板的厚度大於第一基板的厚度。

【0010】 在本發明的一實施例中，上述的第二基板的體積大於第一基板的體積。

【0011】 在本發明的一實施例中，上述的第二基板的投影面積小於或等於封裝體的投影面積。

【0012】 在本發明的一實施例中，上述第一基板的材料為銅，且

其熱容量大於或等於 $0.5 \text{ J}\cdot\text{C}^{-1}$ 。

【0013】 在本發明的一實施例中，上述第二基板的材料為鋁，且其熱容量大於或等於 $1.43 \text{ J}\cdot\text{C}^{-1}$ 。

【0014】 在本發明的一實施例中，上述第二基板的熱容量大於或等於 $0.5 \text{ J}\cdot\text{C}^{-1}$ 。

【0015】 在本發明的一實施例中，上述的部份第二基板露出於封裝體外。

【0016】 在本發明的一實施例中，上述的第二基板配置於功率元件的正下方。

【0017】 在本發明的一實施例中，上述的第一基板與第二基板直接接觸。

【0018】 在本發明的一實施例中，上述的功率元件封裝結構為車用功率元件封裝結構。

【0019】 在本發明的一實施例中，上述的功率元件封裝結構還可包括控制 IC 或電路元件，設置於第一基板上。

【0020】 基於上述，本發明藉由熱容量較高的第二基板搭配熱導率大的第一基板，可降低功率元件封裝結構的穩態熱阻，還可降低功率元件封裝結構之暫態熱阻，提高封裝結構對拋載、短路等暫態負載的處理能力。

【0021】 為讓本發明的上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

【圖式簡單說明】**【0022】**

圖 1 是依照本發明的一實施例的一種功率元件封裝結構的剖面示意圖。

圖 2A 是依照本發明的另一實施例的一種功率元件封裝結構的正面示意圖。

圖 2B 為圖 2A 的背面示意圖。

圖 3 是圖 2A 的功率元件封裝結構的透視圖。

圖 4 是實驗例與比較例的拋載測試結果圖。

【實施方式】

【0023】 以下將參考圖式來全面地描述本發明的例示性實施例，但本發明還可按照多種不同形式來實施，且不應解釋為限於本文所述的實施例。在圖式中，為了清楚起見，各區域、部位及層的大小與厚度可不按實際比例繪製。為了方便理解，下述說明中相同的元件將以相同之符號標示來說明。

【0024】 圖 1 是依照本發明的一實施例的一種功率元件封裝結構的剖面示意圖。

【0025】 請參照圖 1，本實施例的功率元件封裝結構 100 包括熱導率大於 $200 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ 的第一基板 102、第二基板 104、至少一功率元件 106 以及封裝體 108。第一基板 102 的材料為高熱導率材料，例如是選自包括銅、鋁、金、銀、金剛石或石墨烯及其合金化合

物的其中一種材料。功率元件 106 則配置於第一基板 102 上。第二基板 104 配置於第一基板 102 下方，且第二基板 104 較佳是配置於功率元件 106 的正下方。在本實施例中，第二基板 104 的熱容量(heat capacity)大於第一基板 102 的熱容量，其熱容量例如大於或等於 $0.5 \text{ J}\cdot\text{C}^{-1}$ 。第二基板 104 的材料為高熱容量材料，例如是選自包括銅、鋁、鋰、金剛石或石墨烯及其合金化合物中的其中一種材料；較佳為鋁或鋁合金。在一實施例中，第一基板 102 的材料為銅，且其熱容量大於或等於 $0.5 \text{ J}\cdot\text{C}^{-1}$ ；第二基板 104 的材料為鋁，且其熱容量大於或等於 $1.43 \text{ J}\cdot\text{C}^{-1}$ 。

【0026】 在本實施例中，第一基板 102 與第二基板 104 可直接接觸；在另一實施例中，第一基板 102 與第二基板 104 之間可設置導電黏接層（未繪示）。在一實施例中，第二基板 104 的厚度大於第一基板 102 的厚度以及/或是第二基板 104 的體積大於第一基板 102 的體積。而封裝體 108 封裝第一基板 102、第二基板 104 與功率元件 106，其中部分第二基板 104 如圖 1 所示，可露出於封裝體 108 外。第二基板 104 的投影面積例如小於或等於封裝體 108 的投影面積。在本實施例中，封裝體 108 的材料例如但不限於環氧樹脂、聯苯樹脂、不飽和聚酯或陶瓷材料。本實施例的功率元件封裝結構 100 可為車用功率元件封裝結構。

【0027】 當本發明的功率元件封裝結構 100 應用於車用發電機的整流器時，交流電持續進入功率元件封裝結構 100，藉由功率元件 106 轉換成直流電後輸出，在轉換其間所產生的熱能，會使得功率

元件 106 溫度上升，因此本實施例中具有高熱導率的第一基板 102 能降低穩態熱阻。而在負載電流移除後瞬間產生的電壓湧浪(surge voltage)所產生的熱能，則可藉由本實施例中具有高熱容量的第二基板 104，能夠快速吸收瞬間高熱量，降低功率元件 106 的接面溫度。

【0028】舉例來說，對於具備 50A 發電量的汽車發電機，當其發生拋載現象時所產生的暫態能量約為 97.2J，若採用銅導線架作為第一基板 102，並採用鋁基板作為第二基板 104 時，本實施例將第一基板 102 的熱容量設計為 $0.5 \text{ J}\cdot\text{°C}^{-1}$ ，此時只要第二基板 104 的熱容量大於第一基板 102 的熱容量，即可確保功率元件 106 的接面溫度不高於 350°C 。又於本實施例中，可進一步將第二基板 104 的熱容量設計為 $1.43 \text{ J}\cdot\text{°C}^{-1}$ ，即能維持功率元件 106 的接面溫度不高於 190°C ，以確保功率元件 106 不會因接面溫度過高而損壞。

【0029】圖 2A 是依照本發明的另一實施例的一種功率元件封裝結構的正面，圖 2B 為圖 2A 的背面示意。圖 3 是圖 2A 的功率元件封裝結構的透視圖，其中省略封裝體，以清楚顯示功率元件封裝結構的正面構造。

【0030】請同時參照圖 2A、圖 2B 以及圖 3，本實施例的功率元件封裝結構 200 基本包括熱導率大於 $200 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ 的第一基板 202、第二基板 204、功率元件 206 以及封裝體 208。本實施例中第一基板 202 例如是導線架，並可由多個相互隔離的區塊 202a~202e 組成，其中區塊 202a 具有參考接地接腳 210a 與 210b、區塊 202b 具

有相位輸出接腳 212a、區塊 202c 具有相位輸出接腳 212b、區塊 202d 具有電源接腳 214a、區塊 202e 具有電源接腳 214b。其中，電源接腳 214a、214b 可耦接至車用電池，相位輸出接腳 212a、212b 分別產生數個整流後信號，參考接地接腳 210a、210b 可耦接至參考接地端。當封裝體 208 將第一基板 202、第二基板 204 與功率元件 206 封裝，上述接腳 210a、210b、212a、212b、214a、214b 會自封裝體 208 突出，如圖 2A 和圖 2B 所示。第一基板 202 還可包括與區塊 202a 分離的數個接腳區塊 216，能經由打線、銅夾(copper clip)或其他導體與第一基板 202 或其上的元件(如功率元件 206 或外部電源等)連接。在本實施例中的第一基板 202 之材料選擇可參照上一實施例，故不再贅述。

【0031】 請繼續參照圖 3，本實施例中的功率元件 206 配置於第一基板 202 上。功率元件 206 例如功率電晶體 206a~206d，功率電晶體可包括金屬氧化物半導體場效電晶體(MOSFET)或其他功率電晶體。在本實施例中，功率元件 206 分別配置於第一基板 202 的不同區塊上，但本發明並不限於此。以圖 3 為例，功率電晶體 206a 與 206b 設置於第一基板 202 的區塊 202b 上，功率電晶體 206c 與 206d 設置於第一基板 202 的區塊 202c 上。功率電晶體 206a 可透過導電結構 218 電性連接區塊 202a 與區塊 202b，並可於區塊 202b 上加設稽納二極體(Zener diode)220 並透過導電結構 218 連接到功率電晶體 206a 的一端(例如汲極)及另一端(例如源極)間，以作為功率電晶體 206a 的防護元件，但本發明並不限於此。在另

一實施例中，由於第二基板 204 的存在，功率電晶體 206a 可透過導電結構 218 直接電性連接至第一基板 202 的區塊 202b，而不需設置稽納二極體 220。至於功率電晶體 206b 可透過導電結構 222 電性連接區塊 202d。

【0032】 至於功率電晶體 206c 同樣可透過另一導電結構 218 電性連接區塊 202a 與區塊 202c，並可於區塊 202c 上加設另一稽納二極體 220 並透過導電結構 218 連接到功率電晶體 206c 的一端（例如汲極）及另一端（例如源極）間，以作為功率電晶體 206c 的防護元件，但本發明並不限於此，也可省略上述稽納二極體 220，直接經由第二基板 204 解決暫態熱阻所造成的問題，使功率電晶體 206c 可透過導電結構 218 直接電性連接至第一基板 202 的區塊 202c。功率電晶體 206d 可透過另一導電結構 222 電性連接區塊 202e。上述的導電結構 218 和 222 例如銅夾（copper clip）或其他適合的結構。

【0033】 此外，本實施例中的功率元件封裝結構 200 還可包括控制系統 224(如控制 IC、電容與其他電路元件)，設置於第一基板 202 的區塊 202a 上，並於第一基板 202 與控制系統 224 之間設置絕緣層(未繪示)，以電性隔絕控制系統 224 與其下方的第一基板 202(即區塊 202a)。而控制系統 224 中的控制 IC 可經由打線(未繪示)分別與第一基板 202 上的功率電晶體 206a~206d 電性連接，用以傳送控制信號至功率電晶體 206a~206d。

【0034】 請繼續參照圖 2B，本實施例中的第二基板 204 設置於第

一基板 202 之下方，且第一基板 202 可直接接觸第二基板 204。在本實施例中，第二基板 204 具有三個區塊 204a、204b 與 204c，且區塊 204a 是配置於圖 3 的功率電晶體 206a 和 206b 的正下方、區塊 204b 是配置於圖 3 的功率電晶體 206c 和 206d 的正下方、區塊 204c 是配置於圖 3 的控制系統 224 的正下方，然而本發明並不限於此。若是以降低暫態熱阻的效果來看，第二基板 204 於功率元件 206 的正下方設置即可；換句話說，可省略區塊 204c。於圖 2B 中，部分第二基板 204 露出於封裝體 208 外，且第二基板 204 的投影面積不超過封裝體 208。第二基板 204 之材料選擇可參照上一實施例，故不再贅述。上述封裝體 208 例如是藉由模封製程，密封功率元件 206、第一基板 202 與第二基板 204。在本實施例中，封裝體 208 的材料可包括環氧樹脂、聯苯樹脂、不飽和聚酯或陶瓷材料。

【0035】 當大電流從參考接地接腳 210a 與 210b 或從相位輸出接腳 212a 與 212b 透過第一基板 202 進入功率電晶體 206a~206d 後，能藉由本實施例中具有高熱容量的第二基板 204，降低功率電晶體 206a~206d 瞬間產生的高熱所導致的高接面溫度。因此，本實施例的設計能防止功率元件封裝結構 200 損壞。

【0036】 為驗證上述效果，列舉以下實驗進行說明，但本發明並不限於下列實驗。

【0037】 〈實驗例〉

【0038】 製作一個如圖 2A、圖 2B 所示的功率元件封裝結構，然

後根據 ISO-7637-2 標準，以下表一以及表二的測試條件進行拋載測試，經五次測試，且每次測試的間隔為 60 秒，測試後的拋載耐力結果顯示於下表三及圖 4。

【0039】 〈比較例〉

【0040】 比較例與實驗例的不同處在於，比較例的功率元件封裝結構中並沒有設置第二基板。然後，同樣進行上述拋載測試，結果顯示於下表三及圖 4。

【0041】 表一

參數	12 System	24 System
脈衝電壓 (Pulse Voltage) U_S	79V ~ 101V	151V ~ 202V
電源電壓 (Supply Voltage) U_A	13.5V	27V
內阻 (Internal Resistance) R_i	$0.5\Omega \sim 4\Omega$	$1\Omega \sim 8\Omega$
拋載抑制之脈衝電壓 (Pulse Voltage with Load Dump Suppression) U_S^*	35	65
脈衝寬度 (Pulse Width) t_d	40ms ~ 400ms	100ms ~ 350ms
升壓時間 (Rise Time) t_r	5ms ~ 10ms	5ms ~ 10ms

【0042】 表二

暫態電壓抑制(TVS)方法		Low bond	Up bond
脈衝電壓 U_S	V	79	101
輸出電阻 (Output Resistance) R_i	Ω	0.5	4.0
待測物 V_{WM} (DUT V_{WM}) $V_{WM,DUT}$	V	24.0	24.0

峰值電流 (Peak Current) I_{peak}	A	158.0	25.3
待測物上的峰值功率 (Peak Power on DUT) $P_{peak,DUT}$	W	3,792	606
脈衝寬度 t_d	ms	30	321
拋載能量 (Load Dump Energy) $E_{Load,Dump}$	J	56.6	97.2

【0043】 表三

	實驗例	比較例
熱容量(J/°C)	2.5	1.0
拋載能量(J)	84.0	84.0
升溫(°C)	171	278
功率元件中心溫度 T_j (°C)	193	300

【0044】 由圖 4 與表三的測試結果可知，由於實驗例的功率元件封裝結構設置有高熱容量的第二基板，因此當施予相同的拋載能量時，實驗例的升溫溫度相較於比較例的升溫溫度要低得多，且實驗例的功率元件的接面溫度相較於比較例的功率元件的接面溫度也低得多。由此可知，藉由本發明於第一基板下方設置高熱容量的第二基板，確實能降低功率元件封裝結構的暫態熱阻，反映在升溫溫度以及功率元件的接面溫度都有顯著的改善。

【0045】 綜上所述，由於本發明的功率元件封裝結構中具有熱容量較高的第二基板搭配熱導率大的第一基板，因此不但能降低穩態熱阻，還可達到降低暫態熱阻的功效，所以本發明的功率元件封裝結構適用於大功率的車用發電機的整流器或馬達驅動裝置。

【0046】 雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明的精神和範圍內，當可作些許的更動與潤飾，故本發明的保護範圍當視後附的申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

【0047】

100、200：功率元件封裝結構

102、202：第二基板

104、204：第一基板

106、206：功率元件

108、208：封裝體

202a、202b、202c、202d、202e、204a、204b、204c：區塊

206a、206b、206c、206d：功率電晶體

210a、210b：參考接地接腳

212a、212b：相位輸出接腳

214a、214b：電源接腳

216：接腳區塊

218、222：導電結構

220：稽納二極體

224：控制系統

104：第二基板

106：功率元件

108：封裝體

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種功率元件封裝結構，包括：

第一基板，其熱導率大於 $200 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ ；

至少一功率元件，配置於該第一基板上；

第二基板，配置於該第一基板下方，其中該第二基板的熱容量(heat capacity)大於該第一基板的熱容量；以及

封裝體，封裝該第一基板、該第二基板與該功率元件，其中部分該第一基板與該第二基板露出於該封裝體外。

【第2項】 如申請專利範圍第1項所述的功率元件封裝結構，其中該第一基板的材料是選自包括銅、鋁、金、銀、金剛石或石墨烯及其合金化合物的其中一種材料。

【第3項】 如申請專利範圍第1項所述的功率元件封裝結構，其中該第二基板的材料是選自包括銅、鋁、鋰、金剛石或石墨烯及其合金化合物中的其中一種材料。

【第4項】 如申請專利範圍第1項所述的功率元件封裝結構，其中該第二基板的厚度大於該第一基板的厚度。

【第5項】 如申請專利範圍第1項所述的功率元件封裝結構，其中該第二基板的體積大於該第一基板的體積。

【第6項】 如申請專利範圍第1項所述的功率元件封裝結構，其中該第二基板的投影面積小於或等於該封裝體的投影面積。

【第7項】 如申請專利範圍第1項所述的功率元件封裝結構，其中該第一基板的材料為銅，且其熱容量大於或等於 $0.5 \text{ J}\cdot\text{C}^{-1}$ 。

【第8項】 如申請專利範圍第7項所述的功率元件封裝結構，其中該第二基板的材料為鋁，且其熱容量大於或等於 $1.43 \text{ J}\cdot\text{C}^{-1}$ 。

【第9項】 如申請專利範圍第1項所述的功率元件封裝結構，其中該第二基板的熱容量大於或等於 $0.5 \text{ J}\cdot\text{C}^{-1}$ 。

【第10項】 如申請專利範圍第1項所述的功率元件封裝結構，其中該第二基板配置於該功率元件的正下方。

【第11項】 如申請專利範圍第1項所述的功率元件封裝結構，其中該第一基板與該第二基板直接接觸。

【第12項】 如申請專利範圍第1項所述的功率元件封裝結構，其為車用功率元件封裝結構。

【第13項】 如申請專利範圍第1項所述的功率元件封裝結構，更包括控制IC或電路元件，設置於該第一基板上。