



(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 I758579 B

(45)公告日：中華民國 111 (2022) 年 03 月 21 日

(21)申請案號：108102677

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 01 月 24 日

(51)Int. Cl. : H01L23/34 (2006.01)

H05K1/03 (2006.01)

(30)優先權：2018/01/24 日本

2018-009313

(71)申請人：日商三菱綜合材料股份有限公司(日本)MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION
(JP)

日本

(72)發明人：大開智哉 OOHIRAKI, TOMOYA (JP)；大井宗太郎 OI, SOTARO (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

JP 2016-27645A

JP 2016-46356A

US 9723707B2

US 9807865B2

審查人員：吳耿榮

申請專利範圍項數：4 項 圖式數：10 共 38 頁

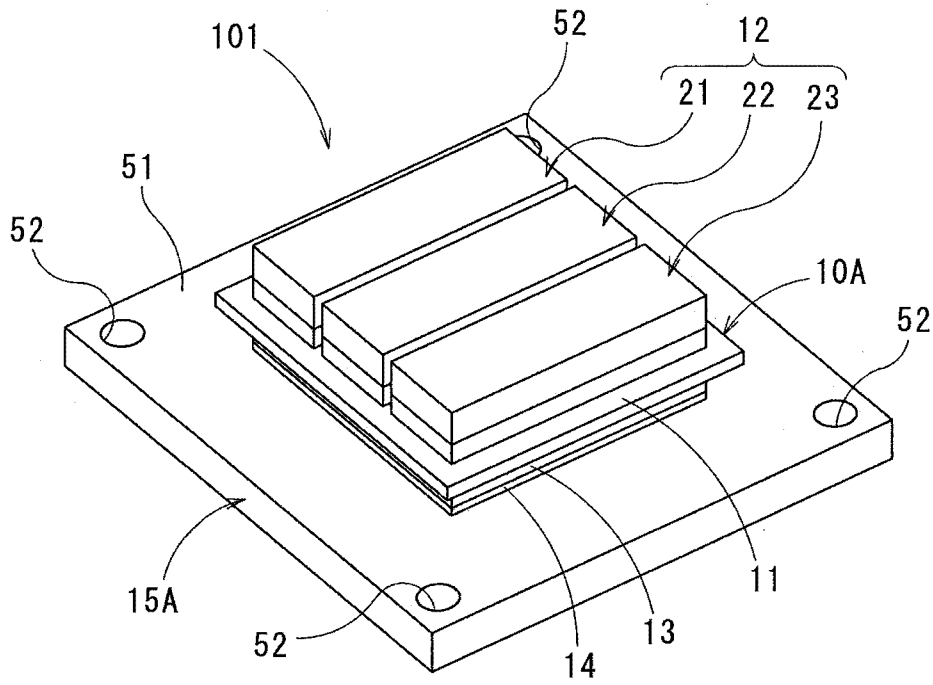
(54)名稱

附散熱座功率模組用基板及功率模組

(57)摘要

當將構成電路層之第 2 層與第 1 層之接合面積訂為 $A1(\text{mm}^2)$ ，第 2 層的等值板厚訂為 $t1(\text{mm})$ ，第 2 層的保證應力訂為 $\sigma1(\text{N/mm}^2)$ ，第 2 層的線膨脹係數訂為 $\alpha1(\text{/K})$ ，散熱側接合材與金屬層之接合面積訂為 $A2(\text{mm}^2)$ ，散熱側接合材的等值板厚訂為 $t2(\text{mm})$ ，散熱側接合材的保證應力訂為 $\sigma2(\text{N/mm}^2)$ ，散熱側接合材的線膨脹係數訂為 $\alpha2(\text{/K})$ ，散熱座與散熱側接合材之接合面積訂為 $A3(\text{mm}^2)$ ，散熱座的等值板厚訂為 $t3(\text{mm})$ ，散熱座的保證應力訂為 $\sigma3(\text{N/mm}^2)$ ，散熱座的線膨脹係數訂為 $\alpha3(\text{/K})$ 時， 25°C 下的比率 $(A1 \times t1 \times \sigma1 \times \alpha1) / \{(A2 \times t2 \times \sigma2 \times \alpha2) + (A3 \times t3 \times \sigma3 \times \alpha3)\}$ 為 0.70 以上 1.30 以下。

指定代表圖：



【圖 1】

符號簡單說明：

- 10A . . . 功率模組用基板
- 11 . . . 陶瓷基板
- 12 . . . 電路層
- 13 . . . 金屬層
- 14 . . . 散熱側接合材
- 15A . . . 散熱座
- 21, 22, 23 . . . 小電路層
- 51 . . . 頂面部
- 52 . . . 裝配孔
- 101 . . . 附散熱座功率模組用基板



I758579

【發明摘要】

【中文發明名稱】

附散熱座功率模組用基板及功率模組

【中文】

當將構成電路層之第2層與第1層之接合面積訂為 $A1(\text{mm}^2)$ ，第2層的等值板厚訂為 $t1(\text{mm})$ ，第2層的保證應力訂為 $\sigma1(\text{N/mm}^2)$ ，第2層的線膨脹係數訂為 $\alpha1(/K)$ ，散熱側接合材與金屬層之接合面積訂為 $A2(\text{mm}^2)$ ，散熱側接合材的等值板厚訂為 $t2(\text{mm})$ ，散熱側接合材的保證應力訂為 $\sigma2(\text{N/mm}^2)$ ，散熱側接合材的線膨脹係數訂為 $\alpha2(/K)$ ，散熱座與散熱側接合材之接合面積訂為 $A3(\text{mm}^2)$ ，散熱座的等值板厚訂為 $t3(\text{mm})$ ，散熱座的保證應力訂為 $\sigma3(\text{N/mm}^2)$ ，散熱座的線膨脹係數訂為 $\alpha3(/K)$ 時， 25°C 下的比率 $(A1 \times t1 \times \sigma1 \times \alpha1) / \{(A2 \times t2 \times \sigma2 \times \alpha2) + (A3 \times t3 \times \sigma3 \times \alpha3)\}$ 為 0.70 以上 1.30 以下。

【指定代表圖】第(1)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

10A：功率模組用基板

11：陶瓷基板

12：電路層

13：金屬層

14：散熱側接合材

15A：散熱座

21，22，23：小電路層

51：頂面部

52：裝配孔

101：附散熱座功率模組用基板

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

附散熱座功率模組用基板及功率模組

【技術領域】

【0001】本發明有關控制大電流、高電壓之半導體裝置中所用的附散熱座功率模組用基板及功率模組。本申請案基於2018年1月24日於日本申請之特願2018-009313號而主張優先權，將其內容援用於此。

【先前技術】

【0002】作為用於功率模組之功率模組用基板，已知有具備例如AlN(氮化鋁)、 Al_2O_3 (氧化鋁)、 Si_3N_4 (氮化矽)等的陶瓷基板、及被接合至此陶瓷基板的一方的面之由鋁(Al)或銅(Cu)等導電性優良的金屬所成的電路層之構成。

【0003】在這種功率模組用基板，還會進行在陶瓷基板的另一方的面形成由熱傳導性優良的金屬所成之金屬層，或介著金屬層將散熱座(heatsink)(散熱層)接合。接合有散熱座之附散熱座功率模組用基板，是在將散熱座安裝於冷卻器的狀態下使用。

【0004】功率模組，是在像這樣構成的附散熱座功率模組用基板的電路層的表面(上面)，搭載(組裝)功率元件等的半導體元件，藉此製造。組裝有半導體元件之功率模組，為了絕緣性確保或配線保護等，還會進行藉由封填

(potting)或模封(molding)而以樹脂密封。

【0005】一般的附散熱座功率模組用基板，被接合至陶瓷基板的一方的面之電路層和被接合至另一方的面之金屬層的厚度是形成為同程度，而在金屬層接合高剛性的散熱座，藉此製造。因此，附散熱座功率模組用基板會具有隔著陶瓷基板之上下的剛性差距，於半導體元件的組裝工程中受到加熱時，或是使用環境中的溫度變化等，恐會發生翹曲。

【0006】當組裝工程中發生了翹曲的情形下，會發生半導體元件的位置偏差、在半導體元件的接合部發生形變或裂痕等，藉此接合可靠性會減損。當於使用環境中發生了翹曲的情形下，介於散熱座與冷卻器之間的熱傳導性潤滑脂會因溢出(pump-out)現象而從散熱座與冷卻器之間流出，藉此散熱座與冷卻器之密合性會減損，招致熱阻的增加，因此妨礙散熱性。

【0007】因此，需要翹曲少的附散熱座功率模組用基板，以往即有人提出減低附散熱座功率模組的翹曲之技術。

【0008】例如，專利文獻1中，記載一種對於由剛性高的鋁所成之散熱座而言，將電路層做成第1層與第2層之層積構造而在陶瓷基板的相反側配置由剛性高的鋁所成之第2層，藉此構成以陶瓷基板為中心之對稱構造。

【0009】此外，專利文獻1中，記載針對電路層的第2層及散熱座，將它們的厚度 t_1 ， $t_2(\text{mm})$ 、接合面積 A_1 ，

$A_2(\text{mm}^2)$ 及保證應力(proof stress) σ_1 ， $\sigma_2(\text{N/mm}^2)$ 的關係設定成比率 $(t_1 \times A_1 \times \sigma_1)/(t_2 \times A_2 \times \sigma_2)$ 為0.85以上1.40以下之範圍，藉此使以陶瓷基板為中心之對稱性提升，能夠防止翹曲的發生。

【0010】專利文獻2中，記載一種將藉由複數個小電路層而構成的電路層的各小電路層做成第1層與第2層之層積構造，將散熱座(散熱板)藉由和第2層主成分同一材料(銅或鋁)來形成，藉此構成以陶瓷基板為中心之對稱構造。

【0011】此外，專利文獻2中，記載在小電路層彼此之間的非接合區域，於金屬層亦設置與陶瓷基板之非接合部，藉此進一步提高電路層與金屬層之對稱性。

先前技術文獻

專利文獻

【0012】

專利文獻1：日本特開2015-216370號公報

專利文獻2：日本特開2017-73483號公報

【發明內容】

發明所欲解決之問題

【0013】像這樣，為了減低附散熱座功率模組用基板的加熱時發生之翹曲，會進行構成以陶瓷基板為中心之對稱構造。但，專利文獻1或專利文獻2中，是將散熱座(散

熱板)和電路層的第2層以主成分同一材料(銅或鋁)來形成，藉此構成以陶瓷基板為中心之對稱構造，當將電路層(第2層)和散熱座以相異材料來形成的情形下便無法適用。

【0014】本發明有鑑於這樣的事態而研發，目的在於提供一種能夠將電路層和散熱座以相異材料來形成，而能夠減低加熱時的翹曲之附散熱座功率模組用基板及功率模組。

解決問題之技術手段

【0015】本發明之附散熱座功率模組用基板，係具備：陶瓷基板；及被接合至前述陶瓷基板的第1面之電路層；及被接合至前述陶瓷基板的第2面之金屬層；及介著散熱側接合材而被接合至前述金屬層之散熱座；的附散熱座功率模組用基板，其中，前述電路層，做為具有被接合至前述陶瓷基板的前述第1面之第1層、及被接合至前述第1層的表面之第2層的層積構造，前述第1層及前述金屬層由純度99.99質量%以上的鋁所成，前述第2層及前述散熱側接合材由純銅或銅合金所成，前述散熱座由純度比前述第1層及前述金屬層還低的鋁所成，當將前述第2層與前述第1層之接合面積訂為 $A1(\text{mm}^2)$ ，將前述第2層的體積除以前述接合面積 $A1$ 而得之等值板厚訂為 $t1(\text{mm})$ ，前述第2層的保證應力訂為 $\sigma1(\text{N/mm}^2)$ ，前述第2層的線膨脹係數訂為 $\alpha1(/K)$ ，前述散熱側接合材與前述金屬層之接合面積訂為

$A2(\text{mm}^2)$ ，將前述散熱側接合材的體積除以前述接合面積 $A2$ 而得之等值板厚訂為 $t2(\text{mm})$ ，前述散熱側接合材的保證應力訂為 $\sigma2(\text{N/mm}^2)$ ，前述散熱側接合材的線膨脹係數訂為 $\alpha2(/K)$ ，前述散熱座與前述散熱側接合材之接合面積訂為 $A3(\text{mm}^2)$ ，將前述散熱座的體積除以前述接合面積 $A3$ 而得之等值板厚訂為 $t3(\text{mm})$ ，前述散熱座的保證應力訂為 $\sigma3(\text{N/mm}^2)$ ，前述散熱座的線膨脹係數訂為 $\alpha3(/K)$ 時， 25°C 下的比率 $(A1 \times t1 \times \sigma1 \times \alpha1) / \{(A2 \times t2 \times \sigma2 \times \alpha2) + A3 \times t3 \times \sigma3 \times \alpha3\}$ 為 0.70 以上 1.30 以下。

【0016】此附散熱座功率模組用基板，將電路層做成為第 1 層與第 2 層之層積構造，在電路層的第 2 層使用銅材，在散熱座使用鋁材，將第 2 層藉由導電性比鋁還優良的銅來構成。在散熱座使用鋁的純度低、剛性高、亦即保證應力高的鋁材，並且在金屬層與散熱座之間的散熱側接合材使用銅材，在它們的組合中，將 25°C 下的上述比率調整為上述範圍，藉此構成以陶瓷基板為中心之對稱構造。

【0017】上述接合面積 $A1$ ， $A2$ ， $A3$ 、等值板厚 $t1$ ， $t2$ ， $t3$ 、保證應力 $\sigma1$ ， $\sigma2$ ， $\sigma3$ 、線膨脹係數 $\alpha1$ ， $\alpha2$ ， $\alpha3$ ，皆為 25°C (常溫) 下的值。

【0018】附散熱座功率模組用基板，當將複數個小電路層並列配設來將電路層圖樣化的情形下、或在散熱座配設了鰭片的情形下等，電路層或散熱座的形狀是以種種的變化來構成。在這樣的情形下同樣地，對於各構件的剛性不僅依靠保證應力，而是藉由加入了將各構件的體積除以

接合面積而得之等值板厚以及各構件的線膨脹係數而成之關係式來評估，藉此，在具有種種形態的第2層與散熱座及散熱側接合材之剛性或熱應力之對稱性的附散熱座功率模組用基板中，能夠穩定地構成對稱構造，能夠確實地防止翹曲之發生。

【0019】又，在和陶瓷基板接合之第1層及金屬層，配置純度99.99質量%以上的相對軟的，亦即保證應力低的鋁板，故於附散熱座功率模組用基板之加熱時等，能夠使陶瓷基板承受的熱應力減低而防止破裂發生。

【0020】是故，於附散熱座功率模組用基板之加熱時等，作用於陶瓷基板的兩面之應力不易發生偏頗，於半導體元件的組裝工程時或使用環境中能夠抑制翹曲的發生。因此，能夠提升功率模組的接合可靠性，能夠發揮良好的散熱性。

【0021】作為本發明之附散熱座功率模組用基板的合適的實施態樣，供前述散熱側接合材接合之前述散熱座的頂面部的面積，比與前述散熱側接合材之接合面的面積還大為佳。

【0022】藉由形成比與散熱側接合材之接合面還大面積的頂面部，將組裝有半導體元件的功率模組藉由模封樹脂等予以密封時，能夠將與模封樹脂之接著面積設置得寬廣。是故，能夠提升半導體元件與附散熱座功率模組用基板之接合可靠性。

【0023】作為本發明之附散熱座功率模組用基板的合

適的實施態樣，前述散熱座具有從前述頂面部的周緣朝向前述電路層側豎立設置之周壁部，在被前述頂面部與前述周壁部包圍之收容凹部，收容著前述散熱側接合材的至少一部分為佳。

【0024】藉由在散熱座形成被周壁部包圍之收容凹部，將組裝有半導體元件的功率模組藉由模封樹脂等予以密封時，能夠將與模封樹脂之接著面積設置得更寬廣，能夠提升半導體元件與附散熱座功率模組用基板之接合可靠性。

【0025】本發明之功率模組，具備前述附散熱座功率模組用基板、及搭載於前述電路層的表面上之半導體元件。

發明之功效

【0026】按照本發明，於將電路層和散熱座以相異材料來形成之附散熱座功率模組用基板中，能夠減低加熱時的翹曲，故能夠消弭半導體元件的組裝工程中的問題，並且能夠抑制溫度循環(冷熱循環)時之翹曲，能夠提升接合可靠性。

【圖式簡單說明】

【0027】

[圖1] 本發明第1實施形態之附散熱座功率模組用基板的立體圖。

[圖 2] 圖 1 所示附散熱座功率模組用基板的正面圖。

[圖 3] 圖 1 所示第 1 實施形態之附散熱座功率模組用基板的製造工程中的第 1 接合工程示意立體圖(圖 3A)及第 2 接合工程示意立體圖(圖 3B)。

[圖 4] 各構件的接合面積說明模型圖。

[圖 5] 本發明第 2 實施形態之附散熱座功率模組用基板的立體圖。

[圖 6] 圖 5 所示附散熱座功率模組用基板的正面圖。

[圖 7] 本發明第 3 實施形態之附散熱座功率模組用基板的立體圖。

[圖 8] 圖 7 所示附散熱座功率模組用基板的正面圖。

[圖 9] 本發明第 4 實施形態之附散熱座功率模組用基板的立體圖。

[圖 10] 圖 9 所示附散熱座功率模組用基板的正面圖。

【實施方式】

【0028】以下參照圖面，說明本發明之各實施形態。

【0029】

(第 1 實施形態)

圖 1 及圖 2 揭示第 1 實施形態之附散熱座功率模組用基板 101。附散熱座功率模組用基板 101，具備功率模組用基板 10A、及介著散熱側接合材 14 被接合至此功率模組用基板 10A 之散熱座 15A。

【0030】功率模組 201，如圖 2 所示，是在附散熱座功

率模組用基板 101 的表面搭載半導體元件等的元件 91，藉此製造。功率模組 201，其元件 91 及附散熱座功率模組用基板 101 藉由由環氧樹脂等所成之模封樹脂 93 而被樹脂密封，而在將功率模組 201 的露出面(散熱座 15A 的露出面)抵壓固定於冷卻器等的其他零件的表面之狀態下被使用。

【0031】功率模組用基板 10A，如圖 1 及圖 2 所示，具備：一片的陶瓷基板 11、及被接合至此陶瓷基板 11 的第 1 面之電路層 12、及被接合至陶瓷基板 11 的第 2 面之一片的金屬層 13。

【0032】陶瓷基板 11，例如由 AlN (氮化鋁)、 Si_3N_4 (氮化矽)、 Al_2O_3 (氧化鋁)等陶瓷材料所成。

【0033】電路層 12，如圖 1 及圖 2 所示由複數個小電路層 21～23 所成。各小電路層 21～23 在陶瓷基板 11 的第 1 面相互拉開間隔而被接合。構成電路層 12 之各小電路層 21～23，做為具有被接合至陶瓷基板 11 的表面(第 1 面)之第 1 層 121、及被接合至第 1 層 121 的表面(和陶瓷基板 11 相反側的面)之第 2 層 122 的層積構造。

【0034】第 1 層 121 由純度 99.99 質量 % 以上的鋁(所謂 4N 鋁)所成，在陶瓷基板 11 的第 1 面使用硬鋸材而被接合。第 2 層 122，由純銅或銅合金所成，藉由固相擴散接合而被接合至由鋁所成之第 1 層 121。

【0035】金屬層 13，如同電路層 12 的第 1 層 121 般，由純度 99.99 質量 % 以上的鋁所成，在陶瓷基板 11 的第 2 面(和電路層 12 相反側)使用硬鋸材而被接合。

【0036】在金屬層13的表面(和陶瓷基板11相反側的面)介著散熱側接合材14接合有散熱座15A。散熱側接合材14，如同電路層12的第2層122般由銅或銅合金所成，藉由固相擴散接合而被接合至金屬層13及散熱座15A。

【0037】散熱座15A，由純度比電路層12的第1層121及金屬層13還低的鋁所成，例如藉由JIS規範中純度99.90質量%以上的所謂3N鋁、純度99.0質量%以上的所謂2N鋁(例如A1050等)的鋁，A3003、A6063、A5052等的鋁合金來形成。

【0038】圖1及圖2中，散熱座15A，具有矩形平板狀的頂面部51。在此頂面部51上接合散熱側接合材14。介著散熱側接合材14，功率模組用基板10A的金屬層13被接合至頂面部51。頂面部51的上面，形成為比與散熱側接合材14之接合面還大。在頂面部51的面方向的四隅，設有貫通厚度方向之裝配孔52。附散熱座功率模組用基板101，可使用散熱座15A的裝配孔52而藉由螺固等來組入至其他零件。

【0039】作為散熱座15A的形狀，並無特別限定，除如圖1及圖2所示般平板形狀以外，能夠採用適當的形狀，像是將多數個銷狀鰭片形成為一體之形狀、將相互平行的帶狀鰭片形成為一體之形狀等。

【0040】針對像這樣構成的附散熱座功率模組用基板101的諸尺寸若要舉出一例，則由 Si_3N_4 (氮化矽)所成之陶瓷基板11的板厚被做成0.2mm～1.5mm，由純度99.99質量

%以上的鋁(所謂4N鋁)所成之第1層121的板厚被做成0.1mm~2.5mm，金屬層13的板厚被做成0.1mm~2.5mm。由無氧銅(C1020)所成之第2層122的板厚被做成0.1mm~4.0mm，散熱側接合材14的板厚被做成0.05mm~2.0mm。由A6063鋁合金所成之散熱座15A的頂面部51的板厚被做成0.5mm~3.0mm。惟該些尺寸不限於上述數值範圍。

【0041】像這樣構成的附散熱座功率模組用基板101中，當將電路層12的第2層122與第1層121之接合面積訂為 $A1(mm^2)$ ，將第2層122的體積除以接合面積 $A1$ 而得之等值板厚訂為 $t1(mm)$ ，第2層122的保證應力訂為 $\alpha1(N/mm^2)$ ，第2層122的線膨脹係數訂為 $\alpha1(/K)$ ，散熱側接合材14與金屬層13之接合面積訂為 $A2(mm^2)$ ，將散熱側接合材14的體積除以接合面積 $A2$ 而得之等值板厚訂為 $t2(mm)$ ，散熱側接合材14的保證應力訂為 $\sigma2(N/mm^2)$ ，散熱側接合材14的線膨脹係數訂為 $\alpha2(/K)$ ，散熱座15A與散熱側接合材14之接合面積訂為 $A3(mm^2)$ ，將散熱座15A的體積除以接合面積 $A3$ 而得之等值板厚訂為 $t3(mm)$ ，散熱座15A的保證應力訂為 $\sigma3(N/mm^2)$ ，散熱座15A的線膨脹係數訂為 $\alpha3(/K)$ 時，25℃(室溫)下的比率 $(A1 \times t1 \times \sigma1 \times \alpha1) / \{(A2 \times t2 \times \sigma2 \times \alpha2) + (A3 \times t3 \times \sigma3 \times \alpha3)\}$ 係被調整為成為0.70以上1.30以下的關係。

【0042】上述接合面積 $A1$ ， $A2$ ， $A3$ 、等值板厚 $t1$ ， $t2$ ， $t3$ 、保證應力 $\sigma1$ ， $\sigma2$ ， $\sigma3$ 、線膨脹係數 $\alpha1$ ， $\alpha2$ ， $\alpha3$ ，皆為25℃(常溫)下的值。

【0043】本實施形態中，電路層12由複數個小電路層

21～23所成，因此上述比率的關係式中第1層121與第2層122之接合面積A1，如圖4所示，是成為構成電路層12之各小電路層21～23中的3個第1層121與3個第2層122之接合面積 $a_{11} \sim a_{13}$ 的總和($a_{11}+a_{12}+a_{13}$)。第2層122的等值板厚 t_1 ，被訂為將各小電路層21～23中的3個第2層122的總體積V1除以接合面積A1而得之值。

【0044】例如，如圖4所示，當將各小電路層21～23的第2層122的體積分別訂為 v_{11} ， v_{12} ， v_{13} 時，第2層122的總體積 $V_1=(v_{11}+v_{12}+v_{13})$ ，第2層122的等值板厚 t_1 成為 $(V_1/A_1)=\{(v_{11}+v_{12}+v_{13})/(a_{11}+a_{12}+a_{13})\}$ 。

【0045】本實施形態中，散熱側接合材14由一片來構成，因此如圖4所示，散熱側接合材14與金屬層13之接合面積A2成為單獨的面積，散熱側接合材14的體積V2亦成為單獨的體積。是故，散熱側接合材14的等值板厚 t_2 成為 (V_2/A_2) 。

【0046】散熱座15A，藉由一片的矩形平板狀的頂面部51來構成，頂面部51的上面，如圖4所示具有比與散熱側接合材14之接合面(以接合面積A3表示的部分)還大的面積。因此，將散熱座15A的體積V3除以接合面積A3而得之等值板厚 $t_3=(V_3/A_3)$ ，會成為比散熱座15A的實際板厚還大。在頂面部51設有裝配孔52，故散熱座15A的體積V3中不包含裝配孔52的空間體積。

【0047】例如，當各小電路層21～23的各第2層122形成為由C1020(無氧銅，25℃下的保證應力 $\sigma_1=195\text{N/mm}^2$ ，

線膨脹係數 $\alpha_1=16.8/K$) 所成之各自同形狀的矩形板狀 (11mm×36mm×1.0mm) 的情形下，面積 $a_{11} \sim a_{13}$ 分別成為 (11mm×36mm)，體積 $v_{11} \sim v_{13}$ 分別成為 (11mm×36mm×1.0mm)，總面積 $A_1=3 \times (11mm \times 36mm)$ ，總體積 $V_1=3 \times (11mm \times 36mm \times 1.0mm)$ ，等值板厚 $t_1=1.0mm$ 。

【0048】當散熱側接合材 14 形成為由和第 2 層 122 同材料 (C1020，保證應力 $\sigma_2=195N/mm^2$ ，線膨脹係數 $\alpha_2=16.8/K$) 所成的矩形板狀 (36mm×36mm×0.1mm) 的情形下，接合面積 $A_2=(36mm \times 36mm)$ 、體積 $V_2=(36mm \times 36mm \times 0.1mm)$ 、等值板厚 $t_2=0.1mm$ 。

【0049】若散熱座 15A 為 A6063 鋁合金，則 25℃ 下的保證應力 $\sigma_3=50N/mm^2$ ，線膨脹係數 $\alpha_3=23.4/K$ 。當散熱座 15A 的頂面部 51 形成為矩形平板狀 (50mm×50mm×1.0mm)，在頂面部 51 的四隅形成裝配孔 52 (直徑 4.0mm×深 1.0mm) 的情形下，體積 $V_3=\{(50mm \times 50mm \times 1.0mm) - 4 \times (\pi) \times (2.0mm)^2 \times 1.0mm\}$ 。

【0050】當散熱座 15A 與散熱側接合材 14 之接合面積 A_3 和散熱側接合材 14 與金屬層 13 之接合面積 A_2 為相同大小 (36mm×36mm) 的情形下，散熱座 15A 的等值板厚 $t_3=1.9mm$ 。

【0051】它們的組合的情形下，25℃ 下的比率 $(A_1 \times t_1 \times \sigma_1 \times \alpha_1) / \{(A_2 \times t_2 \times \sigma_2 \times \alpha_2) + (A_3 \times t_3 \times \sigma_3 \times \alpha_3)\} = 1.18$ 。

【0052】在像這樣的構成的附散熱座功率模組用基板 101，搭載和所需的機能相應之元件 91，製造出功率模組

201。

【0053】元件91，為具備半導體之電子零件，係選擇IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor；絕緣閘雙極電晶體)、MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor；場效應金氧半導體)、FWD(Free Wheeling Diode；飛輪二極體)等種種的半導體元件。

【0054】在此情形下，元件91，雖省略圖示，惟在上部設有上部電極部，在下部設有下部電極部，下部電極部藉由錫料等而被接合至電路層12的上面，藉此元件91被搭載於電路層12的上面(第2層122)。元件91的上部電極部，透過以錫料等接合的引線框(lead frame)(圖示略)等連接至電路層12的電路電極部等。

【0055】搭載有元件91之功率模組201，其元件91及附散熱座功率模組用基板101，除了金屬層13的背面側以外藉由模封樹脂93而被樹脂密封，藉此被做成一體化。作為模封樹脂93，例如能夠使用摻入SiO₂填料之環氧系樹脂等，例如藉由轉移成形法(transfer molding)來成形。

【0056】接下來，說明製造像這樣構成的附散熱座功率模組用基板101之方法。附散熱座功率模組用基板101，是將陶瓷基板11與電路層12當中的第1層121及金屬層13接合後(第1接合工程)，分別在第1層121的表面接合第2層122，在金屬層13的表面接合散熱側接合材14，又在散熱側接合材14的表面接合散熱座15A(第2接合工程)，藉此製造。

【 0057】**[第1接合工程]**

如圖3A所示，在陶瓷基板11的一方的面介著硬鋅材41層積電路層12當中的作為第1層121之第1層鋁板121a，在另一方的面亦介著硬鋅材41層積作為金屬層13之金屬層鋁板13a。在將它們的層積體於層積方向加壓之狀態下，於真空環境下加熱至接合溫度，藉此各層介著硬鋅材41被接合，得到形成為一體之接合體30。

【 0058】 它們的接合中，可將Al-Si系等的合金的硬鋅材以箔的形態來使用。當使用含有Mg之硬鋅材的情形下，能夠不在真空環境中，而在非氧化性環境中硬鋅。作為硬鋅接合時的條件，例如加壓力被訂為0.1MPa～1.0MPa、加熱溫度被訂為630℃～650℃，將此加壓及加熱狀態保持10分鐘～50分鐘。

【 0059】**[第2接合工程]**

如圖3B所示，在藉由第1接合工程而得到的接合體30的第1層121，層積作為第2層122之第2層銅板122a，在金屬層13介著作為散熱側接合材14之接合板14a而層積散熱座15A。在將它們的層積體於層積方向加壓之狀態下，在真空環境下加熱至接合溫度，藉此將第1層121與第2層122、金屬層13與散熱側接合材14、散熱側接合材14與散熱座15A分別予以固相擴散接合。

【 0060】 在此情形下，例如作為加壓力訂為0.5MPa～

2.0MPa、作為加熱溫度訂為 $500^{\circ}\text{C} \sim 540^{\circ}\text{C}$ ，將此加壓及加熱狀態保持30分鐘～120分鐘。藉此，第1層121與第2層122、金屬層13與散熱側接合材14、散熱側接合材14與散熱座15A會同時被接合，如圖1所示，得到附散熱座功率模組用基板101。

【0061】本實施形態中，第1層121與第2層122、金屬層13與散熱側接合材14、散熱側接合材14與散熱座15A的各自的接合面，是事先除去傷痕而被做成平滑後再被固相擴散接合。固相擴散接合中的真空加熱的較佳加熱溫度，被訂為鋁和銅之共晶溫度 -5°C 以上而未滿共晶溫度之範圍。

【0062】像這樣構成的附散熱座功率模組用基板101，如上述般，在電路層12的第2層122使用銅材，在散熱座15A使用鋁材，將第2層122藉由導電性比鋁還優良的銅來構成。在散熱座15A使用鋁的純度低、剛性高、亦即保證應力高的鋁材，並且在金屬層13與散熱座15A之間的散熱側接合材14使用銅材，在它們的組合中，將 25°C （室溫）下的比率 $(A1 \times t1 \times \sigma1 \times \alpha1) / \{(A2 \times t2 \times \sigma2 \times \alpha2) + (A3 \times t3 \times \sigma3 \times \alpha3)\}$ 調整為0.70以上1.30以下之範圍，藉此構成以陶瓷基板11為中心之對稱構造。

【0063】像這樣，本實施形態中，對於構成附散熱座功率模組用基板101之各構件的剛性，不僅依靠保證應力，而是藉由加入了將各構件的體積除以接合面積而得之等值板厚以及各構件的線膨脹係數而成之關係式（比率）來

評估。因此，即使在像附散熱座功率模組用基板 101 這樣將複數個小電路層 21～23 並列而將電路層 12 圖樣化而成之構成中，仍能容易地構成以陶瓷基板 11 為中心之對稱構造，能夠防止加熱時之翹曲的發生。

【0064】附散熱座功率模組用基板 101 中，在和陶瓷基板 11 接合之第 1 層 121 及金屬層 13，配置純度 99.99 質量 % 以上的相對軟的，亦即保證應力低的鋁板，故於附散熱座功率模組用基板 101 之加熱時等，能夠使陶瓷基板 11 承受的熱應力減低而防止破裂發生。

【0065】是故，於附散熱座功率模組用基板 101 之加熱時等，作用於陶瓷基板 11 的兩面之應力不易發生偏頗，於元件 91 的組裝工程時或使用環境中能夠抑制翹曲的發生。因此，能夠提升功率模組 201 的接合可靠性，能夠發揮良好的散熱性。

【0066】又，本實施形態之附散熱座功率模組用基板 101，是在散熱座 15A 形成比與散熱側接合材 14 之接合面還大面積的頂面部 51，故將組裝有元件 91 的功率模組 201 藉由模封樹脂 93 等予以密封時，能夠將與模封樹脂 93 之接著面積設置得寬廣。是故，能夠提升元件 91 與附散熱座功率模組用基板 101 之接合可靠性。

【0067】

(第 2 實施形態)

前述的第 1 實施形態中，是做成為散熱座 15A 由平板狀的頂面部 51 所成之構成，但如圖 5 及圖 6 所示第 2 實施形態

之附散熱座功率模組用基板102(功率模組202)般，具備配設了複數個銷鰭片53的散熱座15B之構成，亦涵括於本發明。此第2實施形態中對於和第1實施形態之共通要素係標注同一符號而簡化說明。

【0068】第2實施形態之附散熱座功率模組用基板102及功率模組202中，功率模組用基板10A及散熱側接合材14的構成如同第1實施形態，但如圖5及圖6所示，散熱座15B被做成為在頂面部51的下面豎立設置複數個銷鰭片53之形狀。

【0069】散熱座15B，具有複數個銷鰭片53，因此全體的體積 V_3 會成為包含頂面部51與銷鰭片53之值，由此體積 V_3 求出散熱座15B的等值板厚 t_3 。

【0070】像這樣構成的附散熱座功率模組用基板102中， 25°C (室溫)下的比率 $(A_1 \times t_1 \times \sigma_1 \times \alpha_1) / \{(A_2 \times t_2 \times \sigma_2 \times \alpha_2) + (A_3 \times t_3 \times \sigma_3 \times \alpha_3)\}$ 被調整為成為0.70以上1.30以下的關係。

【0071】在此附散熱座功率模組用基板102中同樣地，將 25°C 下的比率 $(A_1 \times t_1 \times \sigma_1 \times \alpha_1) / \{(A_2 \times t_2 \times \sigma_2 \times \alpha_2) + (A_3 \times t_3 \times \sigma_3 \times \alpha_3)\}$ 調整為上述範圍內，藉此能夠構成以陶瓷基板11為中心之對稱構造，能夠防止加熱時之翹曲的發生。

【0072】

(第3實施形態)

圖7及圖8揭示第3實施形態之附散熱座功率模組用基板103(功率模組203)。此第3實施形態中同樣地，對於和第1實施形態及第2實施形態之共通要素係標注同一符號而

簡化說明。

【0073】第3實施形態之附散熱座功率模組用基板103及功率模組203中，功率模組用基板10A及散熱側接合材14的構成如同第1實施形態，但如圖8所示，散熱座15C具有從頂面部51的周緣朝向電路層12側豎立設置之周壁部54，在散熱座15C的上面設有被頂面部51與周壁部54包圍之收容凹部55。

【0074】此收容凹部55的底面與散熱側接合材14被固相擴散接合，藉此介著散熱側接合材14而功率模組用基板10A與散熱座15C被接合。在散熱座15C的收容凹部55，收容著散熱側接合材14的至少一部分。本實施形態中，連散熱側接合材14、金屬層13與陶瓷基板11、及第1層121的一部分都被收在收容凹部55的內側。

【0075】像這樣，散熱座15C具有周壁部54，因此全體的體積 V_3 會成為除了頂面部51與銷鰭片53之外還包含周壁部54之值，由此體積 V_3 求出散熱座15C的等值板厚 t_3 。

【0076】像這樣構成的附散熱座功率模組用基板103中， 25°C (室溫)下的比率 $(A_1 \times t_1 \times \sigma_1 \times \alpha_1) / \{(A_2 \times t_2 \times \sigma_2 \times \alpha_2) + (A_3 \times t_3 \times \sigma_3 \times \alpha_3)\}$ 被調整為成為0.70以上1.30以下的關係。

【0077】在附散熱座功率模組用基板103中同樣地，將 25°C 下的比率 $(A_1 \times t_1 \times \sigma_1 \times \alpha_1) / \{(A_2 \times t_2 \times \sigma_2 \times \alpha_2) + (A_3 \times t_3 \times \sigma_3 \times \alpha_3)\}$ 調整為上述範圍內，藉此能夠構成以陶瓷基板11為中心之對稱構造，能夠防止加熱時之翹曲的發生。

【0078】附散熱座功率模組用基板103中，是在散熱

座 15C 形成被周壁部 54 包圍之收容凹部 55，故將組裝有元件 91 的功率模組 203 藉由模封樹脂 93 等予以密封時，能夠將與模封樹脂 93 之接著面積設置得更寬廣。是故，能夠提升元件 91 與附散熱座功率模組用基板 103 之接合可靠性。

【0079】

(第 4 實施形態)

圖 9 及圖 10 揭示第 4 實施形態之附散熱座功率模組用基板 104 (功率模組 204)。此第 4 實施形態中同樣地，對於和第 1～第 3 實施形態之共通要素係標注同一符號而簡化說明。

【0080】第 4 實施形態之附散熱座功率模組用基板 104 及功率模組 204 中，散熱側接合材 14 及散熱座 15A 的構成如同第 1 實施形態，但如圖 9 及圖 10 所示，在電路層 12 的第 2 層 122，一體地形成有比第 1 層 121 還朝外方向突出之端子部 123。在此端子部 123 藉由銲料等連接有外部連接用之引線框 94。

【0081】像這樣，第 2 層 122 具有端子部 123，因此全體的體積 $V1$ 會成為包含端子部 123 之值，由此體積 $V1$ 求出第 2 層 122 的等值板厚 $t1$ 。

【0082】像這樣構成的附散熱座功率模組用基板 104 中， 25°C (室溫) 下的比率 $(A1 \times t1 \times \sigma1 \times \alpha1) / \{(A2 \times t2 \times \sigma2 \times \alpha2) + (A3 \times t3 \times \sigma3 \times \alpha3)\}$ 被調整為成為 0.70 以上 1.30 以下的關係。

【0083】在附散熱座功率模組用基板 104 中同樣地，

將 25℃ 下的比率 $(A1 \times t1 \times \sigma1 \times \alpha1) / \{(A2 \times t2 \times \sigma2 \times \alpha2) + (A3 \times t3 \times \sigma3 \times \alpha3)\}$ 調整為上述範圍內，藉此能夠構成以陶瓷基板 11 為中心之對稱構造，能夠防止加熱時之翹曲的發生。

【0084】像這樣，在電路層 12 或散熱座 15A 的形狀以種種變化來構成之附散熱座功率模組用基板 104 中同樣地，不僅依靠各構件的剛性，而是藉由加入了將各構件的體積除以接合面積而得之等值板厚以及各構件的線膨脹係數而成之關係式來評估，藉此能夠構成以陶瓷基板 11 為中心之對稱構造，能夠防止加熱時之翹曲的發生。

【0085】本發明並不限定於上述實施形態構成之物，針對細部構成，在不脫離本發明要旨之範圍可施加各種變更。

實施例

【0086】接下來，利用實施例詳細說明本發明之功效，惟本發明不限定於下記實施例。

【0087】在構成發明例 1～10 及比較例 1～3 的試料之構件，準備了由板厚 0.635mm 的 AlN 所成之陶瓷基板、及由板厚 0.6mm 的 4N-Al 所成之第 1 層及金屬層。針對電路層的第 2 層、散熱側接合材及散熱座，將各自的材質、等值板厚、接合面積、線膨脹係數 (CTE)、保證應力揭示於表 1～3。

【0088】表 1，2 之「實施形態」，表示各試料的第 2 層及散熱座是由哪一實施形態之形態 (形狀) 來形成。表 4

中的「比率」，表示25℃下的比率 $(A1 \times t1 \times \sigma1 \times \alpha1) / \{(A2 \times t2 \times \sigma2 \times \alpha2) + (A3 \times t3 \times \sigma3 \times \alpha3)\}$ 。圖1～3中的「保證應力」，是藉由基於JIS規範G0567：2012之方法來計測25℃下的保證應力。

【0089】將它們以第1實施形態中敘述之製造方法予以接合，製作出附散熱座功率模組用基板的試料。針對得到的各試料，分別測定了接合後的常溫(25℃)時之翹曲量(初始翹曲)、280℃加熱時之翹曲量(加熱時翹曲)。

【0090】翹曲量，是藉由疊紋(moire)式三維形狀測定機測定了散熱座的背面的中心部分(40mm×40mm的範圍)之平面度的變化。將初始翹曲與加熱時翹曲之差分為150μm以下的情形評估為翹曲量少而良「A」，將差分超過150μm之情形評估為翹曲量大而劣「B」。表4揭示結果。

【0091】

[表1]

實施例	電路層的第2層					實施形態
	材質	等值板厚	接合面積	CTE	保證應力	
		t1	A1	α1	σ1	
		mm	mm ²	1/K	N/mm ²	
發明例1	C1020	2.0	1369	16.8	195	第2
發明例2	C1020	2.0	1369	16.8	195	第2
發明例3	C1020	2.0	1184	16.8	195	第2
發明例4	C1020	1.5	1369	16.8	195	第3
發明例5	C1020	1.5	1369	16.8	195	第3
發明例6	C1020	1.5	1369	16.8	195	第1
發明例7	C1020	1.5	1369	16.8	195	第1
發明例8	C1020	1.5	1369	16.8	195	第1
發明例9	C1020	2.0	1369	16.8	195	第1
發明例10	C1020	1.5	1369	16.8	195	第1
比較例1	C1020	2.0	1369	16.8	195	第2
比較例2	C1020	2.0	1369	16.8	195	第1
比較例3	C1020	2.0	1369	16.8	195	第1

【 0092 】

[表2]

實施例	散熱座					實施 形態
	材質	等值板厚	接合面積	CTE	保證應力	
		t2	A2	α 2	σ 2	
		mm	mm ²	1/K	N/mm ²	
發明例1	A6063	3.5	1600	23.4	50	第2
發明例2	A6063	4.0	1600	23.4	50	第2
發明例3	A6063	3.0	1600	23.4	50	第2
發明例4	A6063	3.0	1600	23.4	50	第3
發明例5	A6063	3.5	1600	23.4	50	第3
發明例6	A6063	1.0	1600	23.4	50	第1
發明例7	A6063	0.5	1600	23.4	50	第1
發明例8	A1050	1.0	1600	23.4	30	第1
發明例9	A1050	0.2	1600	23.4	30	第1
發明例10	A1050	0.2	1600	23.4	30	第1
比較例1	A6063	3.5	1600	23.4	50	第2
比較例2	A6063	2.0	1600	23.4	50	第1
比較例3	A1050	0.2	1600	23.4	30	第1

【 0093 】

[表3]

實施例	散熱座側接合材				
	材質	等值板厚	接合面積	CTE	保證應力
		t3	A3	α 3	σ 3
		mm	mm ²	1/K	N/mm ²
發明例1	C1020	0.1	1600	16.8	195
發明例2	C1020	0.5	1600	16.8	195
發明例3	C1020	0.5	1600	16.8	195
發明例4	C1020	0.1	1600	16.8	195
發明例5	C1020	0.5	1600	16.8	195
發明例6	C1020	1.0	1600	16.8	195
發明例7	C1020	1.5	1600	16.8	195
發明例8	C1020	1.0	1600	16.8	195
發明例9	C1020	1.8	1600	16.8	195
發明例10	C1020	1.0	1600	16.8	195
比較例1	C1020	1.5	1600	16.8	195
比較例2	C1020	0.5	1600	16.8	195
比較例3	C1020	1.0	1600	16.8	195

【 0094 】

[表4]

實施例	比率	評估
發明例1	1.27	A
發明例2	0.89	A
發明例3	0.94	A
發明例4	1.10	A
發明例5	0.73	A
發明例6	0.95	A
發明例7	0.76	A
發明例8	1.06	A
發明例9	0.93	A
發明例10	1.23	A
比較例1	0.62	B
比較例2	1.41	B
比較例3	1.64	B

【 0095】 由表 4 可知， 25℃ 下的「比率」成為 0.70 以上 1.30 以下的範圍內之發明例 1～10 中，確認了初始翹曲與加熱時翹曲之差分變小，而得到加熱時之翹曲量小的附散熱座功率模組用基板。

產業利用性

【 0096】 於將電路層和散熱座以相異材料來形成之附散熱座功率模組用基板中，能夠減低加熱時的翹曲，消弭半導體元件的組裝工程中的問題，並且能夠抑制溫度循環(冷熱循環)時之翹曲，提升接合可靠性。

【符號說明】

【 0097】

10A：功率模組用基板

- 11：陶瓷基板
- 12：電路層
- 13：金屬層
- 13a：金屬層鋁板
- 14：散熱側接合材
- 14a：接合板
- 15A，15B，15C：散熱座
- 21，22，23：小電路層
- 30：接合體
- 51：頂面部
- 52：裝配孔
- 53：銷鱗片
- 54：周壁部
- 55：收容凹部
- 91：元件(半導體元件)
- 92，94：引線框
- 93：模封樹脂
- 101，102，103，104：附散熱座功率模組用基板
- 121：第1層
- 121a：第1層鋁板
- 122：第2層
- 122a：第2層銅板
- 123：端子部
- 201，202，203，204：功率模組

【發明申請專利範圍】

【第 1 項】

一種附散熱座功率模組用基板，具備：陶瓷基板；及被接合至前述陶瓷基板的第 1 面之電路層；及被接合至前述陶瓷基板的第 2 面之金屬層；及介著散熱側接合材而被接合至前述金屬層之散熱座；該附散熱座功率模組用基板，其特徵為，

前述電路層，做成為具有被接合至前述陶瓷基板的前述第 1 面之第 1 層、及被接合至前述第 1 層的表面之第 2 層的層積構造，

前述第 1 層及前述金屬層由純度 99.99 質量 % 以上的鋁所成，

前述第 2 層及前述散熱側接合材由純銅或銅合金所成，

前述散熱座由純度比前述第 1 層及前述金屬層還低的鋁所成，並且供前述散熱側接合材接合之前述散熱座的頂面部，形成為比與前述散熱側接合材之接合面還大，且具有從前述頂面部的周緣朝向前述電路層側豎立設置之周壁部，在被前述頂面部與前述周壁部包圍之收容凹部，至少收容著前述散熱側接合材的一部分，

當將前述第 2 層與前述第 1 層之接合面積訂為 $A1(\text{mm}^2)$ ，將前述第 2 層的體積除以前述接合面積 $A1$ 而得之等值板厚訂為 $t1(\text{mm})$ ，前述第 2 層的保證應力訂為 $\sigma 1(\text{N/mm}^2)$ ，前述第 2 層的線膨脹係數訂為 $\alpha 1(/K)$ ，

前述散熱側接合材與前述金屬層之接合面積訂為 $A2(\text{mm}^2)$ ，將前述散熱側接合材的體積除以前述接合面積 $A2$ 而得之等值板厚訂為 $t2(\text{mm})$ ，前述散熱側接合材的保證應力訂為 $\sigma2(\text{N/mm}^2)$ ，前述散熱側接合材的線膨脹係數訂為 $\alpha2(/K)$ ，

前述散熱座與前述散熱側接合材之接合面積訂為 $A3(\text{mm}^2)$ ，將前述散熱座的包含前述周壁部的體積除以前述接合面積 $A3$ 而得之等值板厚訂為 $t3(\text{mm})$ ，前述散熱座的保證應力訂為 $\sigma3(\text{N/mm}^2)$ ，前述散熱座的線膨脹係數訂為 $\alpha3(/K)$ 時，

25°C 下的比率 $(A1 \times t1 \times \sigma1 \times \alpha1) / \{(A2 \times t2 \times \sigma2 \times \alpha2) + (A3 \times t3 \times \sigma3 \times \alpha3)\}$ 為 0.70 以上 1.30 以下。

【第2項】

如申請專利範圍第1項所述之附散熱座功率模組用基板，其中，在前述散熱座的和前述散熱側接合材相反側的面，設有複數個銷鰭片，

前述 $t3(\text{mm})$ 為將前述散熱座的包含前述周壁部及前述複數個銷鰭片的體積除以前述接合面積 $A3$ 而得之值。

【第3項】

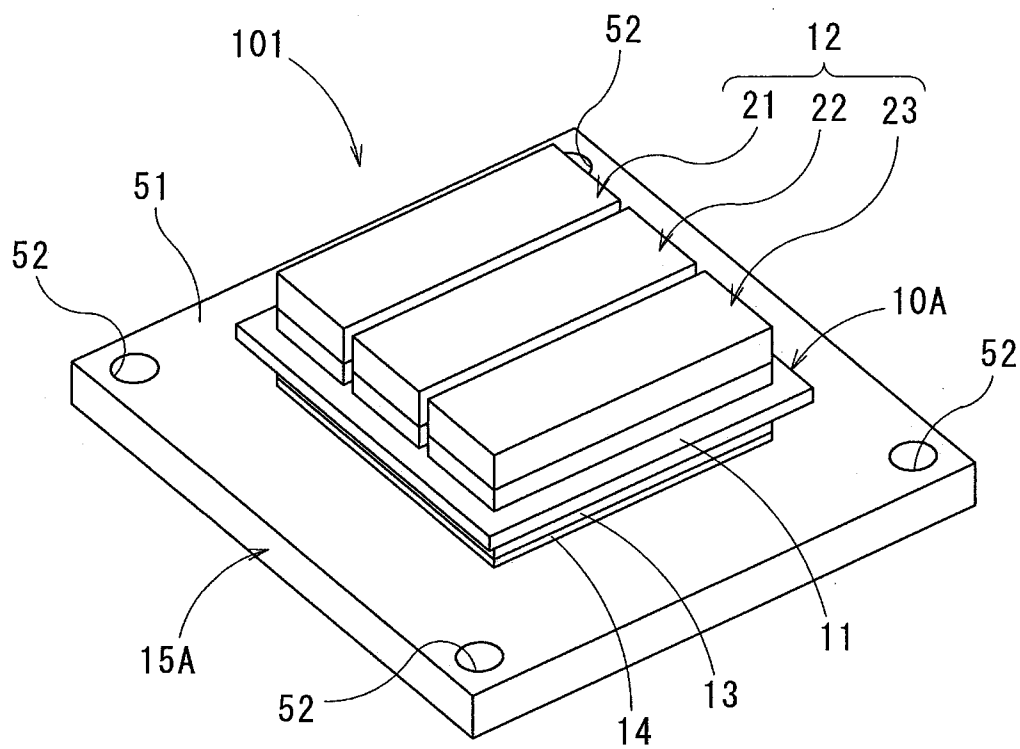
如申請專利範圍第1或2項所述之附散熱座功率模組用基板，其中，在前述散熱座的前述周壁部，形成有複數個裝配孔，

前述散熱座的體積不包含前述裝配孔的空間體積。

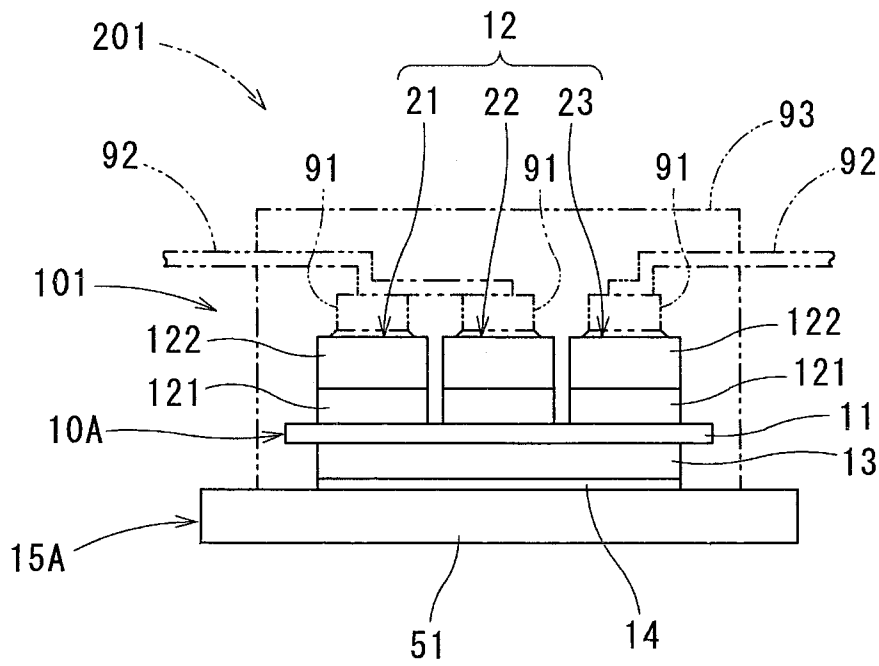
【第4項】

一種功率模組，具備如申請專利範圍第1項至第3項中任一項所述之附散熱座功率模組用基板，及搭載於前述電路層的表面上之半導體元件。

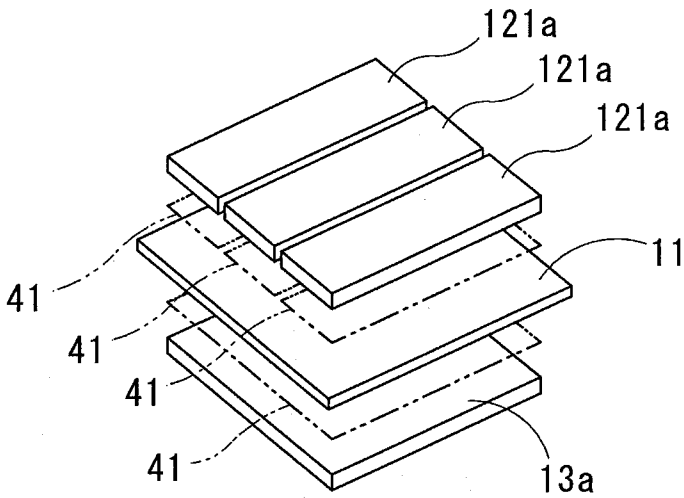
【發明圖式】



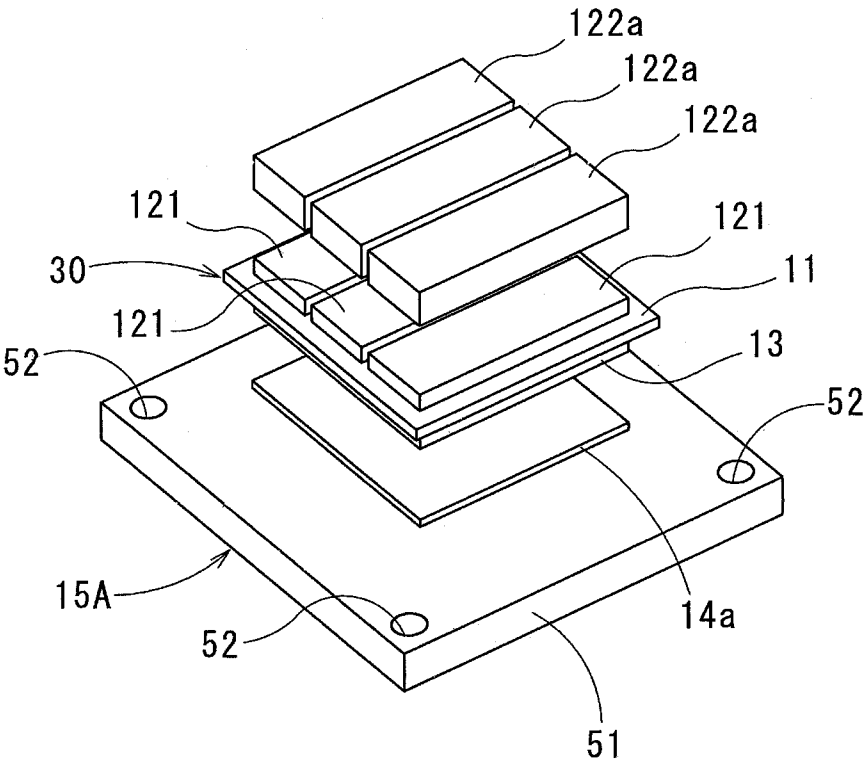
【圖 1】



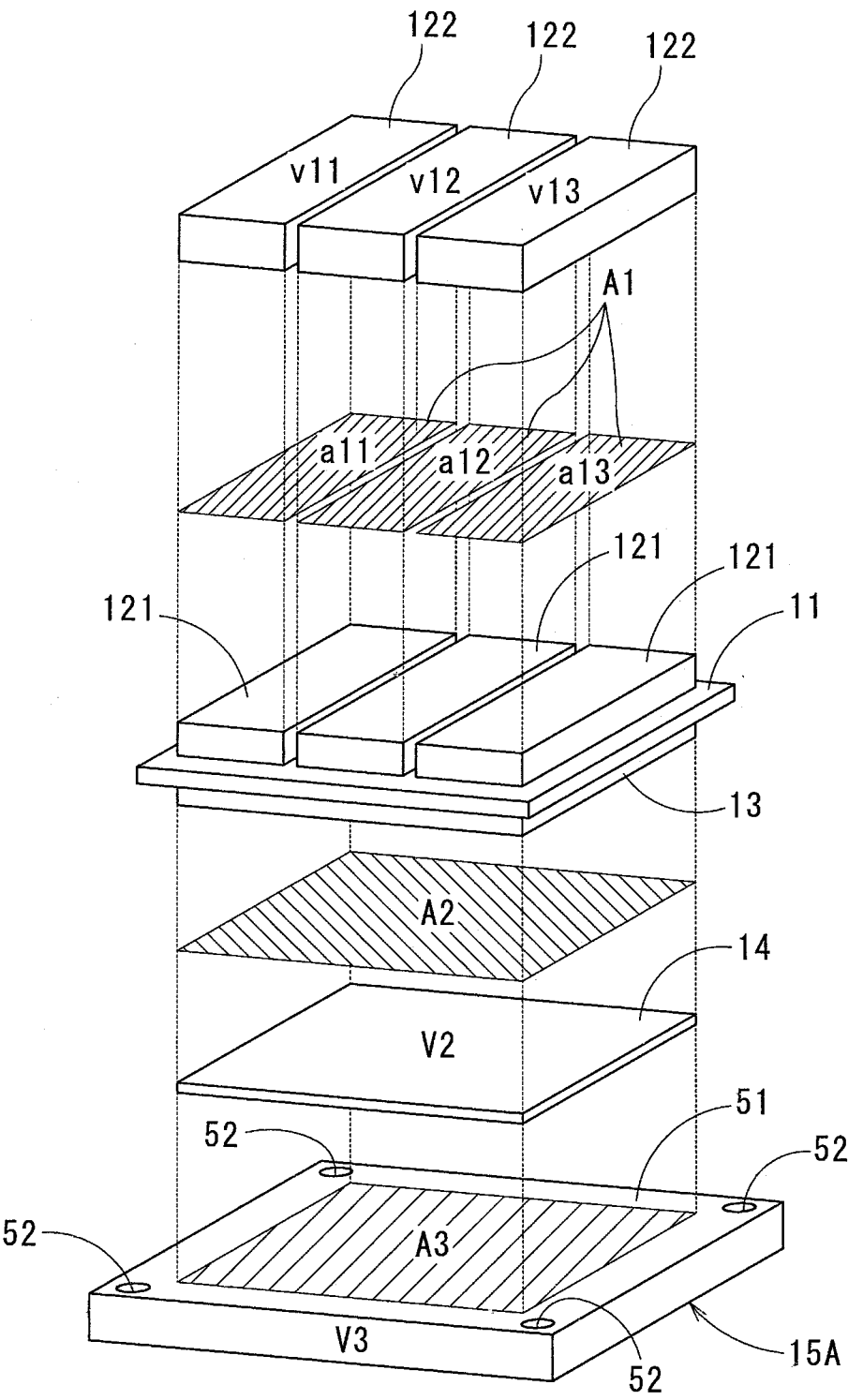
【圖 2】



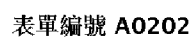
【圖 3A】



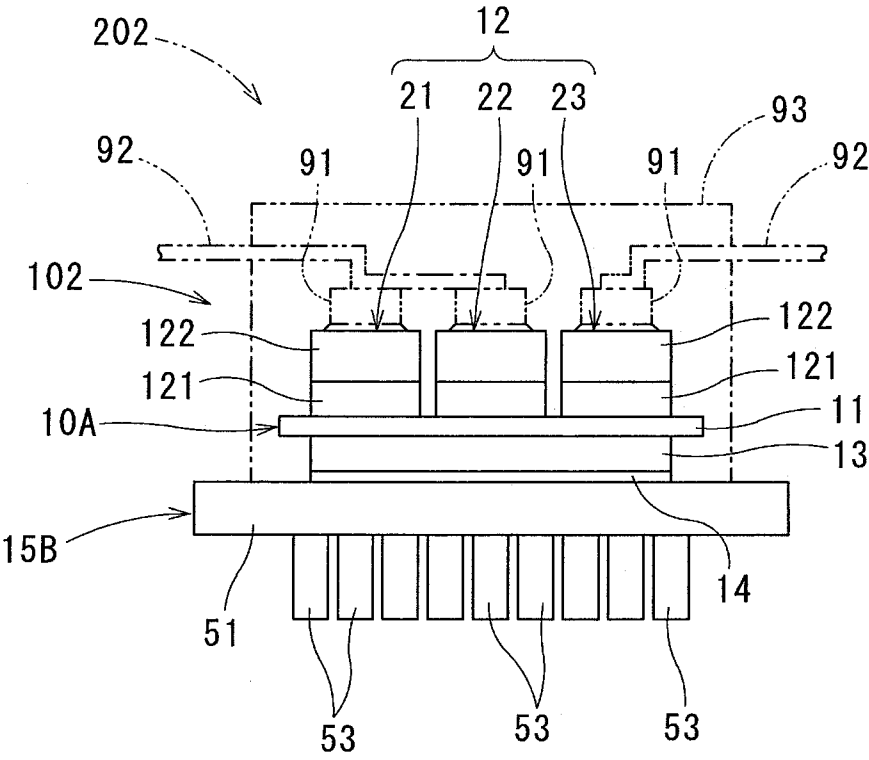
【圖 3B】



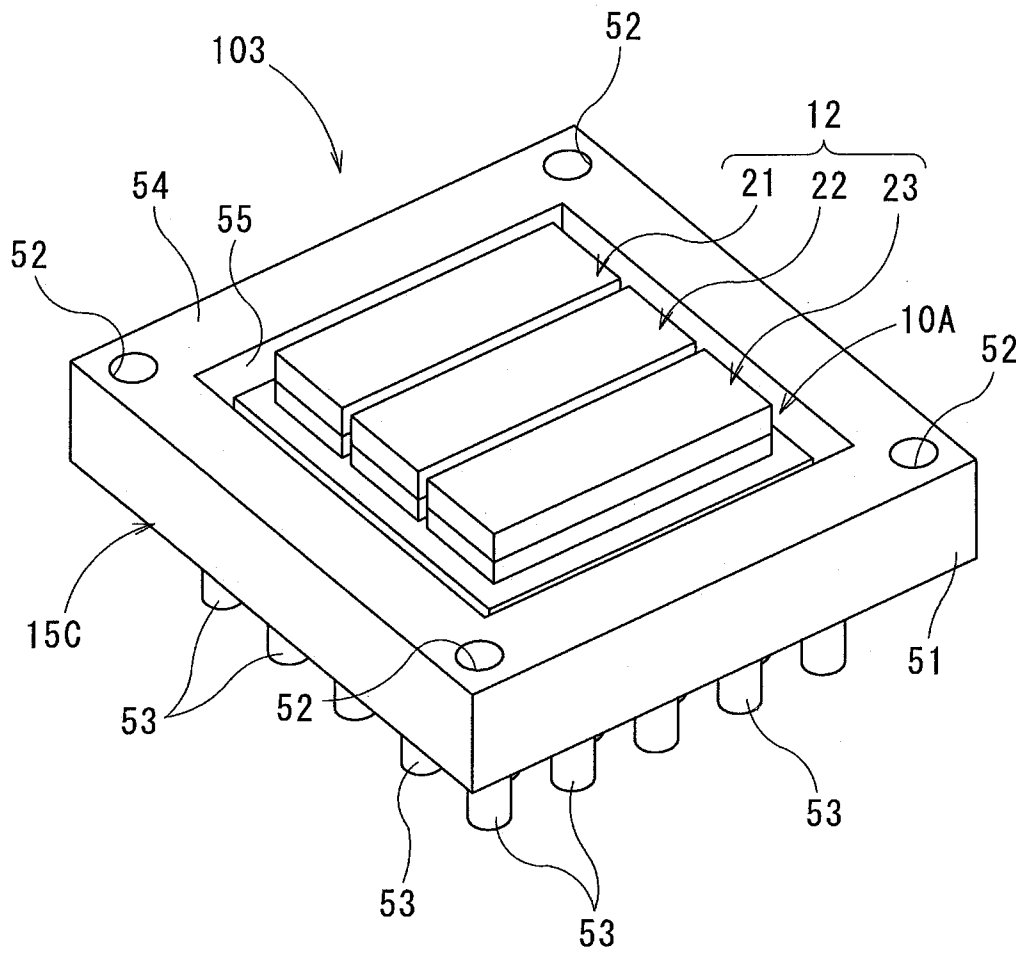
【圖 4】



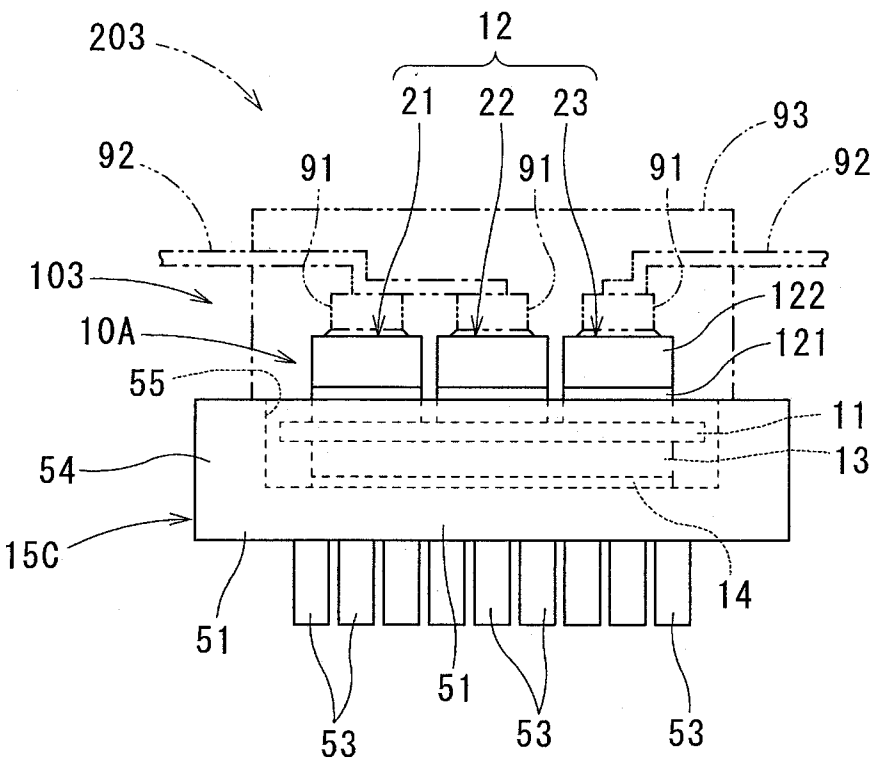
第 4 頁，共 8 頁(發明圖式)



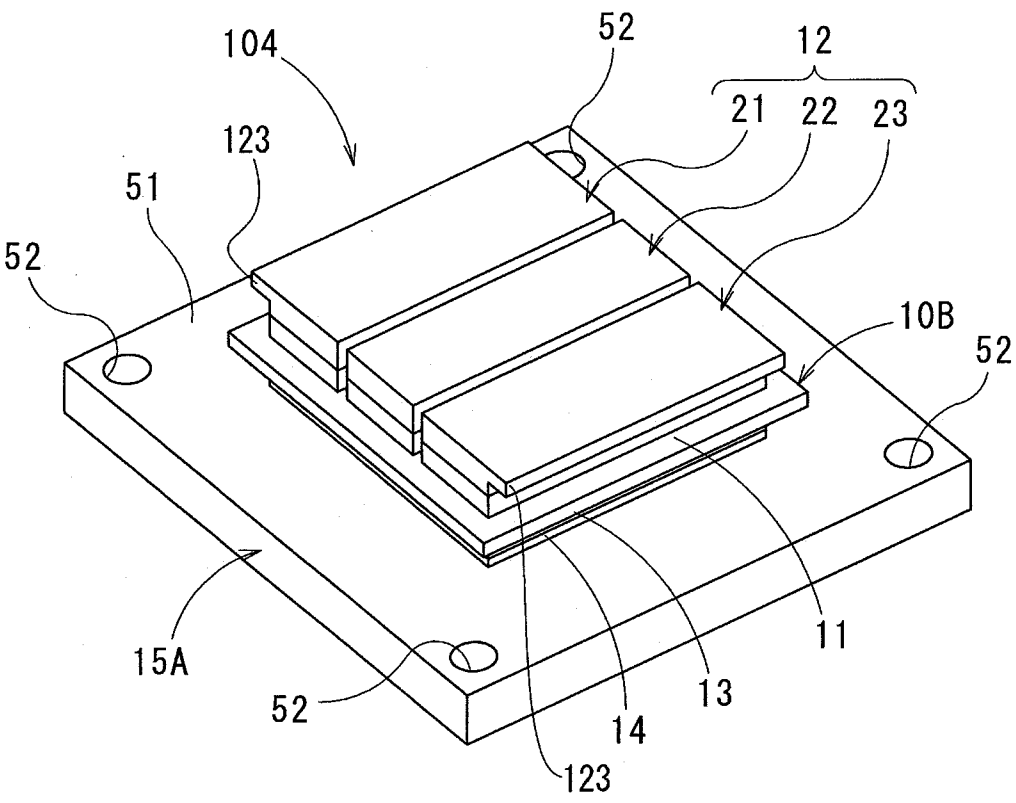
【圖 6】



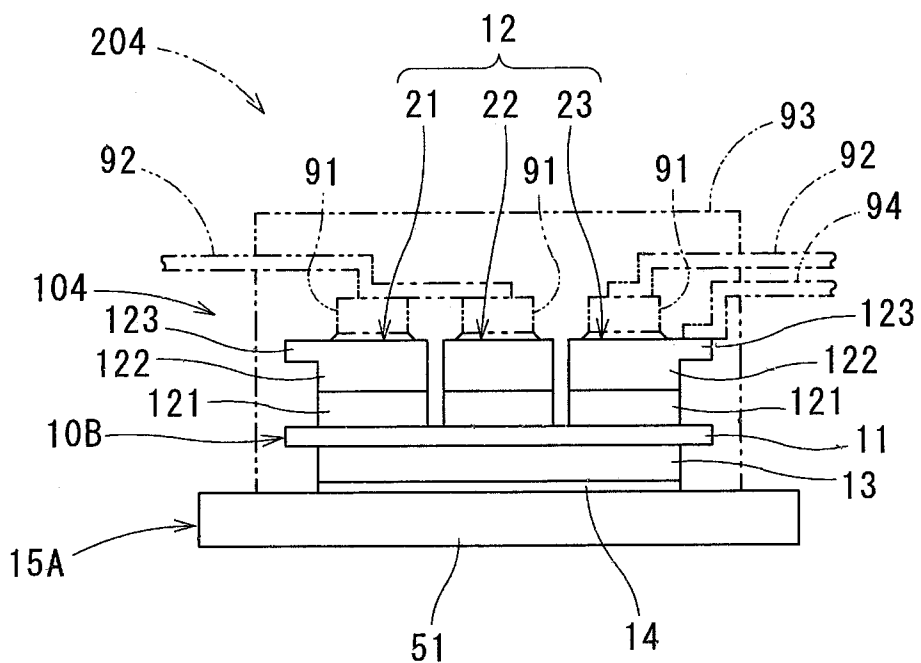
【圖 7】



【圖 8】



【圖 9】



【圖 10】