



(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 I600126 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 09 月 21 日

(21)申請案號：102136773

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 10 月 11 日

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

(30)優先權：2012/10/16 日本

2012-228870

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

日本

(72)發明人：寺崎伸幸 TERASAKI, NOBUYUKI (JP)；長友義幸 NAGATOMO, YOSHIYUKI
(JP)；黑光祥郎 KUROMITSU, YOSHIROU (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

JP 2002-64169A

JP 2010-258420A

JP 2011-201760A

JP 2011-238892A

JP 2012-160642A

審查人員：毛弘瑋

申請專利範圍項數：3 項 圖式數：13 共 46 頁

(54)名稱

附散熱座功率模組用基板，附散熱座功率模組，及附散熱座功率模組用基板之製造方法
POWER MODULE SUBSTRATE HAVING HEATSINK, POWER MODULE HAVING HEATSINK,
AND PRODUCING METHOD OF POWER MODULE SUBSTRATE HAVING HEATSINK

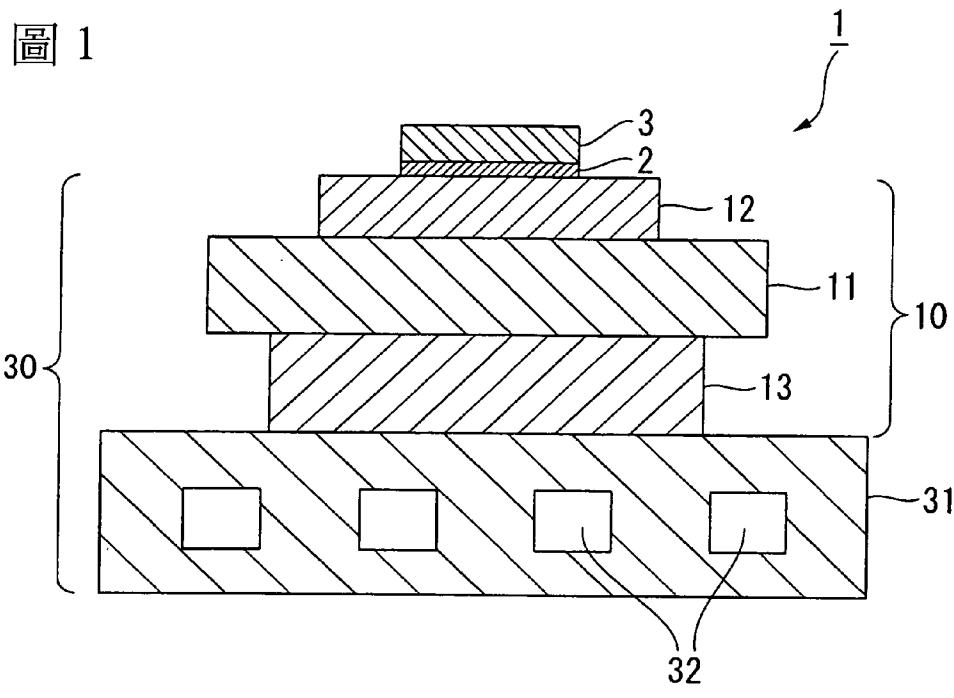
(57)摘要

本發明之附散熱座功率模組用基板(1)中，金屬層(13)及散熱座(31)的其中一方是由鋁或鋁合金所構成，另一方由銅或銅合金所構成，前述金屬層(13)與前述散熱座(31)係被固相擴散接合，在前述金屬層(13)與前述散熱座(31)的接合交界面，形成有由 Cu 和 Al 所構成之金屬間化合物層，且在由銅或銅合金所構成之前述金屬層(13)或前述散熱座(31)與前述金屬間化合物層的交界面，氧化物係沿著前述交界面分散成層狀。

In a power module substrate having a heat sink (1), either the metal layer (13) or the heat sink (31) is composed of aluminum or an aluminum alloy and the other is composed of copper or copper alloy, the metal layer (13) and the heat sink (31) are joined by a solid phase diffusion bonding, an intermetallic compound layer made of Al and Cu is formed at a bonding interface between the metal layer (13) and the heat sink (31), and an oxide is dispersed in a layer along interfaces which are between the metal layer (13) composed of copper or copper alloy and the intermetallic compound layer, and between the heat sink (31) and the intermetallic compound layer.

指定代表圖：

圖 1



- 符號簡單說明：
- 1 . . . 附散熱座功率模組
 - 2 . . . 錫料層
 - 3 . . . 半導體元件
 - 10 . . . 功率模組用基板
 - 11 . . . 陶瓷基板
 - 12 . . . 電路層
 - 13 . . . 金屬層
 - 30 . . . 附散熱座功率模組用基板
 - 31 . . . 散熱座
 - 32 . . . 通路

發明摘要

公告本

※申請案號：102136773

※申請日：102 年 10 月 11 日

※IPC 分類：

H01L 23/36 (2006.01)

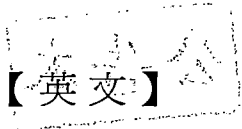
【發明名稱】(中文/英文)

附散熱座功率模組用基板，附散熱座功率模組，及附
散熱座功率模組用基板之製造方法

Power module substrate having heatsink, power module having heatsink,
and producing method of power module substrate having heatsink

【中文】

本發明之附散熱座功率模組用基板(1)中，金屬層(13)及散熱座(31)的其中一方是由鋁或鋁合金所構成，另一方由銅或銅合金所構成，前述金屬層(13)與前述散熱座(31)係被固相擴散接合，在前述金屬層(13)與前述散熱座(31)的接合交界面，形成有由 Cu 和 Al 所構成之金屬間化合物層，且在由銅或銅合金所構成之前述金屬層(13)或前述散熱座(31)與前述金屬間化合物層的交界面，氧化物係沿著前述交界面分散成層狀。


【英文】

In a power module substrate having a heat sink (1), either the metal layer (13) or the heat sink (31) is composed of aluminum or an aluminum alloy and the other is composed of copper or copper alloy, the metal layer (13) and the heat sink (31) are joined by a solid phase diffusion bonding, an intermetallic compound layer made of Al and Cu is formed at a bonding interface between the metal layer (13) and the heat sink (31), and an oxide is dispersed in a layer along interfaces which are between the metal layer (13) composed of copper or copper alloy and the intermetallic compound layer, and between the heat sink (31) and the intermetallic compound layer.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 1：附散熱座功率模組
- 2：鐸料層
- 3：半導體元件
- 10：功率模組用基板
- 11：陶瓷基板
- 12：電路層
- 13：金屬層
- 30：附散熱座功率模組用基板
- 31：散熱座
- 32：通路

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

附散熱座功率模組用基板，附散熱座功率模組，及附散熱座功率模組用基板之製造方法

Power module substrate having heatsink, power module having heatsink, and producing method of power module substrate having heatsink

【技術領域】

[0001] 本發明係有關具備在絕緣層（陶瓷基板）一方之面上配設有電路層且在另一方之面上配設有金屬層的功率模組用基板，和與該功率模組用基板接合的散熱座之附散熱座功率模組用基板、以及在附散熱座功率模組用基板上裝載有半導體元件之附散熱座功率模組、以及附散熱座功率模組用基板之製造方法。

本申請案基於 2012 年 10 月 16 日於日本申請之特願 2012-228870 號而主張優先權，其內容被援用於此。

【先前技術】

[0002] 在各種半導體元件當中，用來控制電動汽車或電動車輛等的大電力控制用之功率元件，由於其發熱量多，故作為裝載其之基板，以往便廣泛使用例如在由 AlN（氮化鋁）等所構成之陶瓷基板（絕緣層）一方之面及另一方之面上接合導電性優良金屬板來作為電路層及金屬層

而成之功率模組用基板。

[0003] 又，這樣的功率模組用基板，在其電路層上會透過錫料材而裝載有半導體元件（電子零件）以作為功率元件，而做成功率模組。此外，在金屬層的下方接合有散熱座，做成使其散熱之構造。

[0004] 習知，作為將功率模組用基板與散熱座接合之方法，例如專利文獻 1 中記載一種方法，是使潤滑脂（grease）介於功率模組用基板的金屬層與散熱座之間，而藉由螺緊來接合。此外，專利文獻 2 中記載一種將功率模組用基板的金屬層與散熱座透過錫料來接合之方法。

〔先前技術文獻〕

〔專利文獻〕

[0005]

[專利文獻 1]日本特開 2004-288828 號公報

[專利文獻 2]日本特開 2009-224571 號公報

【發明內容】

〔發明所欲解決之問題〕

[0006] 然而，如專利文獻 1 及專利文獻 2 所示，當透過潤滑脂或錫料將金屬層與散熱座接合的情形下，由於相較於金屬層或散熱座，潤滑脂或錫料的熱阻較大，故在金屬層與散熱座的接合部，從電子零件（半導體元件）產生的熱其逸散會變得不充分而溫度上昇，電子零件的性能會有降低之虞。特別是當使用潤滑脂的情形下，在負載熱

循環及功率循環時，潤滑脂可能會劣化、或在潤滑脂的內部可能產生空隙，而發生在接合部的熱阻進一步變大之問題。因此，在電子零件使用時，需要使金屬層與散熱座的接合部之熱阻降低，讓來自電子零件的熱充分逸散。

[0007] 本發明便是有鑑於前述事態而研發，目的在於提供一種附散熱座功率模組用基板、附散熱座功率模組、及附散熱座功率模組用基板之製造方法，當彼此接合的金屬層及散熱座的其中一方是由鋁或鋁合金所構成，另一方由銅或銅合金所構成的情形下，可減小金屬層與散熱座的接合部之熱阻，抑制電子零件的溫度上昇。

〔解決問題之技術手段〕

[0008] (1) 本發明一種態樣之附散熱座功率模組用基板，係具備：功率模組用基板，在絕緣層一方之面配設電路層，而在前述絕緣層另一方之面配設金屬層；及散熱座，與前述功率模組用基板的前述金屬層接合；該附散熱座功率模組用基板，其特徵為，前述金屬層及前述散熱座的其中一方是由鋁或鋁合金所構成，另一方由銅或銅合金所構成，前述金屬層與前述散熱座係被固相擴散接合，在前述金屬層與前述散熱座的接合交界面，形成有由 Cu 和 Al 所構成之金屬間化合物層，且在由銅或銅合金所構成之前述金屬層或前述散熱座與前述金屬間化合物層的交界面，氧化物係沿著前述交界面分散成層狀。

[0009] 按照上述附散熱座功率模組用基板，金屬層

及散熱座的其中一方是由鋁或鋁合金所構成，另一方由銅或銅合金所構成，而該些金屬層與散熱座是藉由固相擴散接合來接合，故相較於透過潤滑脂或銲料來接合之情形，能夠減小金屬層與散熱座的接合部之熱阻。

此外，金屬層與散熱座是藉由固相擴散接合而穩固地接合，在負載熱循環的情形下，在金屬層與散熱座的交界面會抑制剝離發生，能夠提升金屬層與散熱座的接合部之接合可靠性。

又，金屬層與散熱座係被固相擴散接合，故在金屬層與散熱座的接合部不易產生間隙，會使接合部的熱傳導性良好，能夠減小熱阻。

此外，保持在未滿前述鋁或鋁合金和前述銅或銅合金之共晶溫度而進行固相擴散接合的情形下，金屬層與散熱座之間不會形成液相。因此，在金屬層與散熱座之間不會生成大量的鋁和銅之化合物，可提升金屬層與散熱座的接合部之接合可靠性。

此外，當在絕緣層另一方之面配設由變形阻力小的鋁或鋁合金所構成之金屬層的情形下，在負載熱循環時，金屬層會吸收因絕緣層與散熱座的熱膨脹係數差異所引發之熱應力，故能抑制絕緣層發生破裂。

此外，當在絕緣層另一方之面配設由熱傳導性優良的銅或銅合金所構成之金屬層的情形下，可將來自半導體元件的熱有效率地傳導至散熱座側。

此外，散熱座是由熱傳導性優良的銅或銅合金、或是

鋁或鋁合金所構成，故可提升附散熱座功率模組用基板的散熱性。

[0010] 此外，在金屬層與散熱座的接合交界面形成有由 Cu 和 Al 所成之金屬間化合物層，故金屬層或散熱座中的 Al（鋁原子）和散熱座或金屬層中的 Cu（銅原子）會充分地相互擴散，金屬層與散熱座會穩固地接合。

此外，在由銅或銅合金所成之金屬層或散熱座與金屬間化合物層的接合交界面，氧化物會沿著交界面分散成層狀，故在由鋁或鋁合金所成之金屬層或散熱座的表面形成之氧化膜會被破壞，固相擴散接合會充分進行。

[0011] 又，金屬間化合物層，較佳是做成複數個金屬間化合物係沿著金屬層與散熱座的接合交界面層積之構造。在此情形下，能夠抑制脆弱的金屬間化合物層大幅成長。此外，金屬層或散熱座中的 Al 和散熱座或金屬層中的 Cu 會相互擴散，藉此，從金屬層側朝向散熱座側，適合各自的組成之金屬間化合物會形成為層狀，故能使接合交界面附近的特性穩定。

具體而言，在金屬間化合物層會層積 θ 相、 η_2 相、 ζ_2 相這三種金屬間化合物，故在金屬間化合物層內部的體積變動小，而會抑制內部應變。

[0012] 在此，由銅或銅合金所成之金屬層或散熱座的平均結晶粒徑係訂為 $50\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下之範圍內、由鋁或鋁合金所成之金屬層或散熱座的平均結晶粒徑係訂為 $500\mu\text{m}$ 以上較佳。在此情形下，金屬層、散熱座的平

均結晶粒徑係設定成較大，故在金屬層、散熱座不會蓄積不必要的應變，疲勞特性變得良好。是故，在熱循環負載中，對於在功率模組用基板與散熱座之間產生的熱應力，接合可靠性會提升。

[0013] (2) 本發明另一態樣之附散熱座功率模組，具備(1)所述之附散熱座功率模組用基板、及與前述電路層的一方側接合之半導體元件。

按照上述附散熱座功率模組，如上述般，係使金屬層與散熱座的接合部之熱阻變得較小，故可將來自半導體元件的熱有效率地傳導至散熱座側。此外，散熱座是由熱傳導性優良的銅或銅合金、或是鋁或鋁合金所構成，故能夠提升附散熱座功率模組用基板的散熱性。又，能夠抑制半導體元件的溫度上昇，使半導體元件在規定溫度下動作，可提升動作的穩定性。

此外，當在絕緣層另一方之面配設由變形阻力小的鋁或鋁合金所構成之金屬層的情形下，能夠抑制絕緣層的破裂，提升附散熱座功率模組的可靠性。

此外，當金屬層是由熱傳導性優良的銅或銅合金所構成的情形下，能夠進一步將從半導體元件產生的熱有效率地傳導至散熱座側。又，能夠抑制半導體元件的溫度上昇，使半導體元件在規定溫度下動作，可提升動作的穩定性。

[0014] (3) 本發明另一種態樣之附散熱座功率模組用基板之製造方法，該附散熱座功率模組用基板係具備：

功率模組用基板，在絕緣層一方之面配設電路層，而在前述絕緣層另一方之面配設金屬層；及散熱座，與前述功率模組用基板的金屬層接合；該附散熱座功率模組用基板之製造方法，其特徵為：由鋁或鋁合金來構成前述金屬層及前述散熱座的其中一方，由銅或銅合金來構成另一方，將前述金屬層與前述散熱座予以層積，對前述金屬層與前述散熱座於層積方向負載 3kgf/cm^2 以上 35kgf/cm^2 以下的荷重之狀態下，以未滿鋁和銅之共晶溫度予以保持，將前述金屬層與前述散熱座予以固相擴散接合，藉此，在前述金屬層與前述散熱座的接合交界面形成由 Cu 和 Al 所構成之金屬間化合物層，且在由前述銅或銅合金所構成之前述金屬層或前述散熱座與前述金屬間化合物層的交界面，使氧化物沿著前述交界面分散成層狀。

[0015] 按照上述附散熱座功率模組用基板之製造方法，金屬層及散熱座的其中一方是由鋁或鋁合金所構成，另一方由銅或銅合金所構成，且構成為前述金屬層與前述散熱座是藉由固相擴散接合來接合，故相較於透過潤滑脂或錫料來接合之情形，能夠得到金屬層與散熱座的接合部之熱阻小的附散熱座功率模組用基板。

此外，如上述般，在金屬層與散熱座的接合交界面形成由 Cu 和 Al 所構成之金屬間化合物層，且在金屬層或散熱座與金屬間化合物層的交界面，氧化物係分散成層狀，故能夠得到金屬層與散熱座穩固接合之附散熱座功率模組用基板。

〔對照先前技術之功效〕

[0016] 按照本發明，能夠提供一種附散熱座功率模組用基板、附散熱座功率模組、及附散熱座功率模組用基板之製造方法，當彼此接合的金屬層及散熱座的其中一方是由鋁或鋁合金所構成，另一方由銅或銅合金所構成的情形下，可減小金屬層與散熱座的接合部之熱阻，抑制電子零件的溫度上昇。

【圖式簡單說明】

[0017]

[圖 1]本發明第 1 實施形態之附散熱座功率模組、附散熱座功率模組用基板、功率模組用基板的概略說明圖。

[圖 2]圖 1 中金屬層與散熱座之接合部放大圖。

[圖 3]本發明第 1 實施形態之附散熱座功率模組的製造方法說明流程圖。

[圖 4]本發明第 1 實施形態之功率模組用基板之製造方法概略說明圖。

[圖 5]本發明第 2 實施形態之附散熱座功率模組、附散熱座功率模組用基板、功率模組用基板的概略說明圖。

[圖 6]圖 5 中金屬層與散熱座之接合部放大圖。

[圖 7]本發明另一實施形態之附散熱座功率模組用基板概略說明圖。

[圖 8]本發明另一實施形態之附散熱座功率模組用基板概略說明圖。

[圖 9]本發明另一實施形態之附散熱座功率模組用基板中，金屬層與散熱座的接合交界面概略說明圖。

[圖 10]圖 9 中散熱座與金屬間化合物層之交界面放大說明圖。

[圖 11]本發明另一實施形態之附散熱座功率模組用基板中，金屬層與散熱座的接合交界面概略說明圖。

[圖 12]圖 11 中金屬層與金屬間化合物層之交界面放大說明圖。

[圖 13]Cu 與 Al 的二元狀態圖。

【實施方式】

[0018]

(第 1 實施形態)

以下參照所附圖面，說明本發明之實施形態。

圖 1 揭示本發明第 1 實施形態之附散熱座功率模組 1、附散熱座功率模組用基板 30、功率模組用基板 10。

該附散熱座功率模組 1 具備：附散熱座功率模組用基板 30、及在該附散熱座功率模組用基板 30 一方側（圖 1 中的上側）透過銲料層 2 而接合之半導體元件 3。

[0019] 銲料層 2 例如是訂為 Sn-Ag 系、Sn-Cu 系、Sn-In 系、或是 Sn-Ag-Cu 系之銲料材（即所謂無鉛銲料材），將附散熱座功率模組用基板 30 與半導體元件 3 予以接合。

[0020] 半導體元件 3 為具備半導體之電子零件，因應所需之功能會選擇各種半導體元件。本實施形態當中，係訂為 IGBT 元件。

[0021] 附散熱座功率模組用基板 30 具備：功率模組用基板 10、及與功率模組用基板 10 另一方側（圖 1 中的下側）接合之散熱座 31。

[0022] 又，功率模組用基板 10，如圖 1 所示，具備：陶瓷基板 11（絕緣層）；及電路層 12，形成於該陶瓷基板 11 一方之面（第一面，即圖 1 中的上面）；及金屬層 13，形成於陶瓷基板 11 另一方之面（第二面，即圖 1 中的下面）。

[0023] 陶瓷基板 11，係防止電路層 12 與金屬層 13 之間的電性連接，且由絕緣性高的 AlN（氮化鋁）所構成。此外，陶瓷基板 11 的厚度設定在 0.2~1.5mm 的範圍內，本實施形態中是設定為 0.635mm。

[0024] 電路層 12，是藉由在陶瓷基板 11 的第一面（圖 1 中的上面）接合金屬板而形成。本實施形態中，電路層 12 是藉由純度 99.99%以上的鋁（亦即 4N 鋁）的壓延板所構成之鋁板 22 與陶瓷基板 11 接合而形成。

[0025] 金屬層 13，是藉由在陶瓷基板 11 的第二面（圖 1 中的下面）接合金屬板而形成。本實施形態中，金屬層 13 是藉由純度 99.99%以上的鋁（亦即 4N 鋁）的壓延板所構成之鋁板 23 與陶瓷基板 11 接合而形成。第 1 實施形態中，金屬層 13 的平均結晶粒徑係訂為 500 μ m 以上。

[0026] 散熱座 31 係用來使功率模組用基板 10 側的熱逸散。散熱座 31 是由熱傳導性良好的銅或銅合金所構

成，本實施形態中，是由無氧銅所構成。又，第 1 實施形態中，散熱座 31 的平均結晶粒徑係訂為 $50\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下之範圍內。

在該散熱座 31 的內部，設有用來讓冷卻用流體流通之通路 32。

又，本實施形態中，功率模組用基板 10 的金屬層 13 與散熱座 31，是藉由固相擴散接合來接合。

[0027] 在金屬層 13 與散熱座 31 的接合交界面，如圖 2 所示，形成有金屬間化合物層 41。

金屬間化合物層 41，是藉由金屬層 13 的 Al（鋁原子）及散熱座 31 的 Cu（銅原子）相互擴散而形成。該金屬間化合物層 41 中係具有濃度梯度，從金屬層 13 愈朝向散熱座 31，Al 的濃度會逐漸變低，且 Cu 的濃度逐漸變高。

[0028] 該金屬間化合物層 41，是由 Al 和 Cu 所成之金屬間化合物所構成，本實施形態當中，係構成爲複數個金屬間化合物是沿著接合交界面而層積。在此，該金屬間化合物層 41 的厚度 t ，是設定在 $1\mu\text{m}$ 以上 $80\mu\text{m}$ 以下之範圍內，較佳是 $5\mu\text{m}$ 以上 $80\mu\text{m}$ 以下之範圍內。

第 1 實施形態當中，如圖 2 所示，係做成 3 種金屬間化合物層積之構造，從金屬層 13 側朝向散熱座 31 側，依序做成 θ 相 43、 η_2 相 44、 ζ_2 相 45（圖 13）。

此外，在金屬間化合物層 41 與散熱座 31 的接合交界面，氧化物 46 係沿著接合交界面而分散成層狀。另，第

1 實施形態中，該氧化物 46 是做成氧化鋁（ Al_2O_3 ）等鋁氧化物。另，氧化物 46 在金屬間化合物層 41 與散熱座 31 的交界面是分散而呈寸斷的狀態，故也存在有金屬間化合物層 41 與散熱座 31 會直接接觸之區域。

[0029] 接著，利用圖 3 及圖 4，說明本實施形態之附散熱座功率模組 1、附散熱座功率模組用基板 30、功率模組用基板 10 之製造方法。

首先，如圖 4 所示，在陶瓷基板 11 的第一面及第二面，透過硬銲材來層積鋁板 22、23。接著，藉由加壓/加熱後冷卻，將陶瓷基板 11 與鋁板 22、23 接合，形成電路層 12 及金屬層 13（電路層及金屬層接合工程 S11）。另，該硬銲之溫度設定為 $640^{\circ}\text{C} \sim 650^{\circ}\text{C}$ 。

像這樣，便得到在陶瓷基板 11 的第一面形成有電路層 12、而在第二面形成有金屬層 13 之功率模組用基板 10。

[0030] 接著，如圖 4 所示，在金屬層 13 另一方側層積散熱座 31。在此，金屬層 13 的一方側，係為與陶瓷基板 11 第二面接合之金屬層 13 的面。此外，金屬層 13 的另一方側，係為金屬層 13 中與陶瓷基板 11 第二面接合之面的相反面。接著，對於金屬層 13 與散熱座 31，在層積方向負載荷重的狀態下，將金屬層 13 及散熱座 31 的加熱溫度保持在未滿鋁和銅之共晶溫度，藉此將金屬層 13 與散熱座 31 固相擴散接合（散熱座接合工程 S12）。具體而言，首先，從功率模組用基板 10 的一方側及散熱座 31

的另一方側，亦即從圖 4 中散熱座 31 的下面負載荷重，並配置於真空加熱爐中。本實施形態中，在金屬層 13 及散熱座 31 的接觸面所負載之荷重，係訂為 3kgf/cm^2 以上 35kgf/cm^2 以下。接著，將真空加熱的加熱溫度訂為未滿鋁和銅之共晶溫度，進行固相擴散接合，將金屬層 13 與散熱座 31 接合。該真空加熱的較佳條件係訂為 400°C 以上 548°C 以下，保持 15 分鐘以上 270 分鐘以下。

本實施形態中，在金屬層 13 與散熱座 31 接合之面，係事先將該面的傷痕除去使其平滑化後，再進行固相擴散接合。

另，真空加熱的更佳加熱溫度係訂為，鋁和銅之共晶溫度 -5°C 以上且未滿共晶溫度之範圍。

如上述般，便得到本實施形態之附散熱座功率模組用基板 30、及功率模組用基板 10。

[0031] 接著，在電路層 12 的一方側（表面），透過錫料材載置半導體元件 3，於還原爐內銲接（半導體元件接合工程 S13）。

像這樣，便製造出本實施形態之附散熱座功率模組 1。

[0032] 按照採取以上構成的本實施形態之附散熱座功率模組用基板 30，係構成爲，由鋁所構成之金屬層 13、及由銅所構成之散熱座 31 是藉由固相擴散接合來接合，故相較於透過熱傳導性差的潤滑脂或錫料來接合之情形，能夠提升金屬層 13 與散熱座 31 的接合部之熱傳導

性，減小熱阻。

[0033] 再者，金屬層 13 與散熱座 31 是藉由固相擴散接合來接合，且在金屬層 13 與散熱座 31 的接合交界面形成有由 Cu 和 Al 所成之金屬間化合物層 41，故金屬層 13 中的 Al（鋁原子）和散熱座 31 中的 Cu（銅原子）會充分地相互擴散，金屬層 13 與散熱座 31 會穩固地接合。

[0034] 此外，金屬間化合物層 41，係做成爲複數個金屬間化合物沿著前述接合交界面而層積之構造，故能夠抑制脆弱之金屬間化合物層大幅成長。此外，金屬層 13 中的 Al 和散熱座 31 中的 Cu 會相互擴散，藉此，從金屬層 13 側朝向散熱座 31 側，適合各自的組成之金屬間化合物會形成爲層狀，故能使接合交界面附近的特性穩定。

具體而言，金屬間化合物層 41 從金屬層 13 朝向散熱座 31 側，依序層積有 θ 相 43、 η_2 相 44、 ζ_2 相 45 這三種金屬間化合物，故在金屬間化合物層 41 內部的體積變動小，而會抑制內部應變。

也就是說，當沒有固相擴散的情形下，例如當形成液相的情形下，金屬間化合物會產生過剩，金屬間化合物層其體積變動會變大，在金屬間化合物層會發生內部應變。但，當固相擴散的情形下，脆弱之金屬間化合物層不會大幅成長，金屬間化合物會形成爲層狀，故會抑制其內部應變。

[0035] 此外，在該些金屬間化合物層 41 與散熱座 31 的接合交界面，氧化物 46 係沿著接合交界面而分散成層

狀，故在金屬層 13 表面形成的氧化膜會確實地被破壞，Cu 和 Al 的相互擴散會充分進行，金屬層 13 與散熱座 31 會確實地接合。

[0036] 又，金屬間化合物層 41 的平均厚度係訂為 $1\mu\text{m}$ 以上 $80\mu\text{m}$ 以下之範圍內，較佳為 $5\mu\text{m}$ 以上 $80\mu\text{m}$ 以下之範圍內，故金屬層 13 中的 Al 和散熱座 31 中的 Cu 會充分地相互擴散，金屬層 13 與散熱座 31 能夠穩固地接合，且會抑制比金屬層 13、散熱座 31 還脆弱的金屬間化合物層 41 成長過剩，接合交界面的特性會變得穩定。

[0037] 又，本實施形態中，散熱座 31 的平均結晶粒徑訂為 $50\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下之範圍內，金屬層 13 的平均結晶粒徑訂為 $500\mu\text{m}$ 以上，金屬層 13、散熱座 31 的平均結晶粒徑係設定成較大。故，在金屬層 13、散熱座 31 不會蓄積不必要的應變，疲勞特性變得良好。是故，在熱循環負載中，對於在功率模組用基板 10 與散熱座 31 之間產生的熱應力，接合可靠性會提升。

[0038] 此外，由於構成爲對於功率模組用基板 10 的金屬層 13 和散熱座 31，是在層積方向負載荷重的狀態下進行固相擴散接合，故在金屬層 13 與散熱座 31 的接合部不易產生間隙，能使接合部的熱傳導性良好。

又，將金屬層 13 及散熱座 31 的加熱溫度保持在未滿鋁和銅之共晶溫度並藉此進行固相擴散接合，故在金屬層 13 與散熱座 31 之間不會形成液相。因此，在金屬層 13 與散熱座 31 之間不會生成大量的鋁和銅之化合物，能夠

提升金屬層 13 與散熱座 31 的接合部之接合可靠性。

[0039] 此外，在陶瓷基板 11 的第一面及第二面配設有由變形阻力小的鋁所構成之電路層 12 及金屬層 13，當負載熱循環的情形下，電路層 12 及金屬層 13 會吸收在陶瓷基板 11 產生之熱應力，故能抑制陶瓷基板 11 發生破裂。

此外，散熱座 31 是由熱傳導性優良的銅所構成，故可提升附散熱座功率模組用基板 30 的散熱性。

[0040] 如上述般在使用了附散熱座功率模組用基板 30 的附散熱座功率模組 1 中，金屬層 13 與散熱座 31 的接合部之熱阻會變小，故能夠有效率地逸散從半導體元件 3 產生的熱。再者，金屬層 13 與散熱座 31 的接合強度高，故當負載熱循環的情形下，接合交界面不易發生剝離，能抑制附散熱座功率模組 1 的熱阻上昇。此外，散熱座 31 是由熱傳導性優良的銅所構成，故可更有效率地逸散來自半導體元件 3 的熱。

按照本發明之附散熱座功率模組 1，能夠像這樣有效率地逸散來自半導體元件 3 的熱，抑制半導體元件 3 的溫度上昇，故可使半導體元件 3 於規定溫度下動作，提升動作的穩定性。

此外，電路層 12 及金屬層 13 是由變形阻力小的鋁所構成，故會抑制陶瓷基板 11 發生破裂，能提升附散熱座功率模組 1 的可靠性。

[0041] 此外，固相擴散接合係構成爲，在陶瓷基板

11 的第一面及第二面形成電路層 12 及金屬層 13，而在金屬層 13 的另一方側，亦即與陶瓷基板 11 第二面接合之面的相反面配置散熱座 31，其後對於金屬層 13 及散熱座 31，在負載 3kgf/cm^2 以上 35kgf/cm^2 以下之荷重的狀態下，以 400°C 以上 548°C 以下保持 15 分鐘以上 270 分鐘以下。如此一來，會在金屬層 13 與散熱座 31 充分密合的狀態下，使散熱座 31 的銅原子固相擴散至金屬層 13 中，且使金屬層 13 的鋁原子固相擴散至散熱座 31 中而將金屬層 13 與散熱座 31 接合，藉此，能夠在金屬層 13 的另一方側確實地形成散熱座 31。

[0042] 又，藉由像這樣進行固相擴散接合，能夠抑制金屬層 13 與散熱座 31 之間產生間隙而將金屬層 13 與散熱座 31 接合，故會使金屬層 13 與散熱座 31 的接合交界面之熱傳導性良好，能夠減小熱阻，可將從半導體元件 3 產生的熱有效率地逸散至散熱座 31 側。

[0043] 在固相擴散接合時，若對於金屬層 13 及散熱座 31 負載的荷重未滿 3kgf/cm^2 的情形下，會難以使金屬層 13 與散熱座 31 充分接合，金屬層 13 與散熱座 31 之間可能會產生間隙。此外，若超過 35kgf/cm^2 的情形下，負載的荷重會過高而陶瓷基板 11 可能發生破裂。基於這樣的理由，在固相擴散接合時負載之荷重，係設定成上述範圍。

[0044] 在固相擴散接合時，若溫度未滿 400°C 的情形下，鋁原子和銅原子不會充分擴散，難以以固相擴散來接

合。此外，若超過 548°C 的情形下，在金屬層 13 與散熱座 31 之間會有液相形成而會大量生成鋁和銅之化合物，故會妨礙金屬層 13 與散熱座 31 的接合，接合可靠性會降低。基於這樣的理由，在固相擴散接合時之溫度，係設定成上述範圍。

[0045] 此外，在固相擴散接合時，真空加熱的較佳溫度，從鋁和銅之共晶溫度起算，係訂為共晶溫度 -5°C 以上且未滿共晶溫度之範圍。當選擇了這樣的真空加熱溫度時，金屬層 13 與散熱座 31 之間不會形成液相，故不會大量生成鋁和銅之化合物，固相擴散接合的接合可靠性會變得良好，而且固相擴散接合時的擴散速度快，能以較短時間進行固相擴散接合，因此如上述般設定。

[0046] 固相擴散接合時的加熱保持時間若未滿 15 鐘的情形下，保持時間會過短而固相擴散難以充分發生，接合可能會不充分；而若超過 270 分鐘的情形下，製造成本會增加，因此設定成上述範圍。

[0047] 此外，在固相擴散接合時，若接合的面有傷痕的情形下，於固相擴散接合時便會產生間隙，但在金屬層 13 與散熱座 31 接合之面，是事先將該面的傷痕除去並平滑化之後才進行固相擴散接合，故會抑制各自之接合交界面產生間隙而可接合。

[0048]

(第 2 實施形態)

接下來，說明本發明之第 2 實施形態。

圖 5 揭示本發明第 2 實施形態之附散熱座功率模組 101、附散熱座功率模組用基板 130、功率模組用基板 110。另，有關於第 1 實施形態同樣之構成，係標注同一符號並省略詳細說明。

[0049] 附散熱座功率模組 101 具備：附散熱座功率模組用基板 130、及在該附散熱座功率模組用基板 130 一方側（圖 5 中的上側）透過銲料層 2 而接合之半導體元件 3。

附散熱座功率模組用基板 130 具備：功率模組用基板 110、及與功率模組用基板 110 另一方側（圖 5 中的下側）接合之散熱座 131。

又，功率模組用基板 110，如圖 5 所示，具備：陶瓷基板 11（絕緣層）；及電路層 12，形成於該陶瓷基板 11 一方之面（第一面，即圖 5 中的上面）；及金屬層 113，形成於陶瓷基板 11 另一方之面（第二面，即圖 5 中的下面）。

[0050] 金屬層 113，是藉由在陶瓷基板 11 的第二面（圖 5 中的下面）接合金屬板而形成。第 2 實施形態中，金屬層 113 是由無氧銅所構成。該金屬層 113 的平均結晶粒徑係訂為 $50\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下之範圍內。

[0051] 散熱座 131 是由鋁合金（A6063）所構成，內部設有用來讓冷卻用流體流通之通路 132。第 2 實施形態中，散熱座 131 的平均結晶粒徑係訂為 $500\mu\text{m}$ 以上。

又，功率模組用基板 110 的金屬層 113 與散熱座

131，是藉由固相擴散接合來接合。

[0052] 在金屬層 113 與散熱座 131 的接合交界面，如圖 6 所示，形成有金屬間化合物層 141。

金屬間化合物層 141，是藉由金屬層 113 的 Cu（銅原子）及散熱座 131 的 Al（鋁原子）相互擴散而形成。該金屬間化合物層 141 中係具有濃度梯度，從散熱座 131 愈朝向金屬層 113，Al 的濃度會逐漸變低，且 Cu 的濃度逐漸變高。

[0053] 該金屬間化合物層 141，是由 Al 和 Cu 所成之金屬間化合物所構成，第 2 實施形態當中，係構成爲複數個金屬間化合物是沿著接合交界面而層積。在此，該金屬間化合物層 141 的厚度 t ，是設定在 $1\mu\text{m}$ 以上 $80\mu\text{m}$ 以下之範圍內，較佳是 $5\mu\text{m}$ 以上 $80\mu\text{m}$ 以下之範圍內。

第 2 實施形態當中，如圖 6 所示，係做成 3 種金屬間化合物層積之構造，從散熱座 131 側朝向金屬層 113 側，依序做成 θ 相 43、 η_2 相 44、 ζ_2 相 45。

此外，在金屬間化合物層 141 與金屬層 113 的接合交界面，氧化物 46 係沿著接合交界面而分散成層狀。另，第 2 實施形態中，該氧化物 46 是做成氧化鋁（ Al_2O_3 ）等鋁氧化物。另，氧化物 46 在金屬間化合物層 141 與金屬層 113 的交界面是分散而呈寸斷的狀態，故也存在有金屬間化合物層 141 與金屬層 113 會直接接觸之區域。

[0054] 接著，說明本實施形態之附散熱座功率模組 101、附散熱座功率模組用基板 130、功率模組用基板 110

之製造方法。

首先，在陶瓷基板 11 一方之面（第二面），接合作爲金屬層 113 之銅板，而在陶瓷基板 11 另一方之面（第一面），接合作爲電路層 12 之 Al 板。本實施形態當中，使用無氧銅作爲銅板、4N 鋁作爲 Al 板，陶瓷基板與銅板的接合是藉由活性金屬硬銲法，陶瓷基板與 Al 板的接合是利用 Al-Si 系硬銲材而進行接合。

[0055] 接著，在金屬層 113 的另一方側，亦即金屬層 113 中與陶瓷基板 11 第二面接合之面的相反面，層積散熱座 131。接著，對於金屬層 113 與散熱座 131，在層積方向負載荷重的狀態下，將金屬層 113 及散熱座 131 的加熱溫度保持在未滿鋁和銅之共晶溫度，藉此將金屬層 113 與散熱座 131 固相擴散接合。固相擴散接合的條件與第 1 實施形態相同。

如上述般，便得到第 2 實施形態之附散熱座功率模組用基板 130、及功率模組用基板 110。

[0056] 接著，在電路層 12 的一方側（表面），透過銲料材載置半導體元件 3，於還原爐內銲接。

像這樣，便製造出本發明第 2 實施形態之附散熱座功率模組 101。

[0057] 按照採取以上構成的第 2 實施形態之附散熱座功率模組用基板 130，係構成爲，由銅所構成之金屬層 113、及由鋁合金（A6063）所構成之散熱座 131 是藉由固相擴散接合來接合，故相較於透過熱傳導性差的潤滑脂或

鍍料來接合之情形，能夠提升金屬層 113 與散熱座 131 的接合部之熱傳導性，減小熱阻。

[0058] 再者，金屬層 113 與散熱座 131 是藉由固相擴散接合來接合，且在金屬層 113 與散熱座 131 的接合交界面形成有由 Cu 和 Al 所成之金屬間化合物層 141，故金屬層 113 中的 Cu（銅原子）和散熱座 131 中的 Al（鋁原子）會充分地相互擴散，金屬層 113 與散熱座 131 會穩固地接合。

[0059] 此外，在該些金屬間化合物層 141 與金屬層 113 的接合交界面，氧化物 46 係沿著接合交界面而分散成層狀，故在散熱座 131 表面形成的氧化膜會確實地被破壞，Cu 和 Al 的相互擴散會充分進行，金屬層 113 與散熱座 131 會確實地接合。

[0060] 又，金屬間化合物層 141 的平均厚度係訂為 $1\mu\text{m}$ 以上 $80\mu\text{m}$ 以下之範圍內，較佳為 $5\mu\text{m}$ 以上 $80\mu\text{m}$ 以下之範圍內，故金屬層 113 中的 Cu 和散熱座 131 中的 Al 會充分地相互擴散，金屬層 113 與散熱座 131 能夠穩固地接合，且會抑制比金屬層 113、散熱座 131 還脆弱的金屬間化合物層 141 成長過剩，接合交界面的特性會變得穩定。

[0061] 又，第 2 實施形態中，散熱座 131 的平均結晶粒徑訂為 $500\mu\text{m}$ 以上，金屬層 113 的平均結晶粒徑訂為 $50\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下之範圍內，金屬層 113、散熱座 131 的平均結晶粒徑係設定成較大。故，在金屬層 113、

散熱座 131 不會蓄積不必要的應變，疲勞特性變得良好。是故，在熱循環負載中，對於在功率模組用基板 110 與散熱座 131 之間產生的熱應力，接合可靠性會提升。

[0062] 又，第 2 實施形態中金屬層 113 是由無氧銅所構成，故會擴散來自半導體元件 3 的熱而有效率地傳導至散熱座 131 側，能夠減小熱阻。

[0063] 以上已說明本發明之實施形態，但本發明並非限定於此，在不脫離其發明之技術思想範圍內可適當變更。

[0064] 另，上述實施形態中，係針對電路層由純度 99.99% 的 4N 鋁所構成之情形來進行說明，但並不限定於此，亦可由純度 99% 的鋁（2N 鋁）、鋁合金、銅、或銅合金所構成。由銅或銅合金來形成電路層的情形下，會將來自半導體元件的熱藉由電路層朝面方向擴散，可有效率地逸散至功率模組用基板側。

[0065] 此外，上述實施形態中，係針對金屬層由純度 99.99% 的純鋁所構成之情形來進行說明，但亦可由純度 99% 的鋁（2N 鋁）或鋁合金所構成。此外，係針對散熱座由鋁合金（A6063）所構成之情形來進行說明，但亦可由純度 99.99% 的純鋁或其他鋁合金所構成。

此外，係針對金屬層或散熱座由無氧銅所構成之情形來進行說明，但亦可由精煉銅（tough pitch copper）或銅合金所構成。此外，係針對在散熱座內部設有通路之情形來進行說明，但亦可不設置通路。此外，散熱座亦可具備

散熱鰭片。

舉例來說，當以鋁合金構成金屬層、以銅合金構成散熱座的情形下，只要將固相擴散接合時的加熱溫度訂為未滿鋁合金和銅合金之共晶溫度即可，因應構成金屬層之金屬及構成散熱座之金屬來訂為未滿共晶溫度即可。

[0066] 又，雖說明使用由 AlN 所成之陶瓷基板來作為絕緣層，但並不限定於此，亦可使用由 Si_3N_4 或 Al_2O_3 等所成之陶瓷基板，或可藉由絕緣樹脂來構成絕緣層。

[0067] 此外，上述實施形態之附散熱座功率模組用基板中，雖說明在陶瓷基板的第一面接合鋁板來作為電路層，但例如亦可如圖 7 之附散熱座功率模組用基板 230 所示，在陶瓷基板 11 的第一面接合銅板來作為電路層 212，該銅板係具有與半導體元件等接合之晶粒座 (die pad) 232、及用來作為外部端子之引線部 233。在此，陶瓷基板 11 與上述銅板的接合方法，例如可舉出活性金屬硬銲法或 DBC 法 (Direct Bonding Copper, 直接覆銅法) 等之接合方法。此外，圖 7 所示之附散熱座功率模組用基板 230 當中，晶粒座 232 與陶瓷基板 11 係被接合。

[0068] 此外，亦可構成為如圖 8 所示之附散熱座功率模組用基板 330 所示，電路層 312 具備鋁層 312A、及與該鋁層 312A 的一方側接合之銅層 312B，該銅層 312B 係由具有晶粒座 332 與引線部 333 之銅板所成。該附散熱座功率模組用基板 330 當中，鋁層 312A 與晶粒座 332，是藉由固相擴散接合來接合。在此，鋁層 312A 的一方

側，係為鋁層 312A 中與陶瓷基板 11 第一面接合之面的相反面。

在此，鋁層 312A 的厚度，較佳是訂為 0.1mm 以上 1.0mm 以下。此外，銅層 312B 的厚度，較佳是訂為 0.1mm 以上 6.0mm 以下。

[0069] 此外，第 1 實施形態當中，雖說明在金屬層 13 與散熱座 31 的接合交界面形成金屬間化合物層 41，該金屬間化合物層 41 是從金屬層 13 側朝散熱座 31 側依序層積 θ 相 43、 η_2 相 44、 ζ_2 相 45 而構成，但並不限定於此。

具體而言，在金屬層 13 與散熱座 31 的接合交界面，從金屬層 13 側朝散熱座 31 側，亦可依序以鋁比率會變低的方式，來層積複數層由 Cu 及 Al 所成之金屬間化合物。此外，亦可構成為如圖 9 所示，在金屬層 13 與散熱座 31 的接合交界面，從金屬層 13 側朝散熱座 31 側，沿著前述接合交界面依序層積 θ 相 443、 η_2 相 444，然後再層積 ζ_2 相 445、 δ 相 447、及 γ_2 相 448 當中的至少一個相（圖 13）。

[0070] 此外，第 1 實施形態當中，雖說明在金屬間化合物層 41 與散熱座 31 的接合交界面，氧化物 46 是沿著接合交界面而分散成層狀，但例如亦可構成為如圖 10 所示，沿著金屬間化合物層 441 與散熱座 31 之交界面，氧化物 446 是在由 ζ_2 相 445、 δ 相 447、及 γ_2 相 448 當中的至少一個相所構成之層的內部分散成層狀。另，該氧化

物 446 是做成氧化鋁 (Al_2O_3) 等鋁氧化物。

[0071] 此外，第 2 實施形態當中，雖說明在金屬層 113 與散熱座 131 的接合交界面形成金屬間化合物層 141，該金屬間化合物層 141 是從散熱座 131 側朝金屬層 113 側依序層積 θ 相 43、 η_2 相 44、 ζ_2 相 45 而構成，但並不限定於此。

具體而言，在金屬層 113 與散熱座 131 的接合交界面，從散熱座 131 側朝金屬層 113 側，亦可依序以鋁比率會變低的方式，來層積複數層由 Cu 及 Al 所成之金屬間化合物。此外，亦可構成爲如圖 11 所示，在金屬層 113 與散熱座 131 的接合交界面，從散熱座 131 側朝金屬層 113 側，沿著前述接合交界面依序層積 θ 相 543、 η_2 相 544，然後再層積 ζ_2 相 545、 δ 相 547、及 γ_2 相 548 當中的至少一個相。

[0072] 此外，第 2 實施形態當中，雖說明在金屬間化合物層 141 與金屬層 113 的接合交界面，氧化物 46 是沿著接合交界面而分散成層狀，但例如亦可構成爲如圖 12 所示，沿著金屬間化合物層 541 與金屬層 113 之交界面，氧化物 546 是在由 ζ_2 相 545、 δ 相 547、及 γ_2 相 548 當中的至少一個相所構成之層的內部分散成層狀。另，該氧化物 546 是做成氧化鋁 (Al_2O_3) 等鋁氧化物。

〔實施例〕

[0073] 以下，說明爲了確認本發明之功效而進行之

確認實驗結果。

依據圖 3 流程圖記載之手續，使用依表 1 及表 2 所示條件將金屬層與散熱座予以固相擴散接合而製作出之附散熱座功率模組用基板，來製作出本發明例 1-1~1-7、本發明例 2-1~2-7、比較例 1 及比較例 2 之附散熱座功率模組。

另，陶瓷基板係使用由 AlN 所構成，40mm×40mm、厚度 0.635mm 者。

此外，電路層係使用由 4N 鋁的壓延板所構成，37mm×37mm、厚度 0.6mm 者。

[0074] 金屬層，在本發明例 1-1~1-7、及比較例 1 中，係使用由 4N 鋁的壓延板所構成，37mm×37mm、厚度 1.6mm 者。

此外，在本發明例 2-1~2-7、及比較例 2 中，係使用由無氧銅的壓延板所構成，37mm×37mm、厚度 0.3mm 者。

[0075] 散熱座，在本發明例 1-1~1-7、及比較例 1 中，係使用由無氧銅所構成，於散熱座內部具有冷卻用通路者。

此外，在本發明例 2-1~2-7、及比較例 2 中，係使用由鋁合金（A6063）所構成，於散熱座內部具有冷卻用通路者。

半導體元件訂為 IGBT 元件，使用 12.5mm×9.5mm、厚度 0.25mm 者。

針對如此製作出的附散熱座功率模組，實施以下評估。

[0076]

（熱循環試驗）

熱循環試驗，係對於附散熱座功率模組，負載從 -40°C 至 125°C 之熱循環而進行。本實施例當中，該熱循環實施 3000 次。

於該熱循環試驗前後，測定金屬層與散熱座的交界面之接合率及附散熱座功率模組的熱阻。

[0077]

（氧化物之評估方法）

使用截面拋光機（cross section polisher，日本電子公司製 SM-09010），以離子加速電壓：5kV、加工時間：14 小時、從遮蔽板的突出量： $100\mu\text{m}$ 來進行離子蝕刻後之截面，利用掃描型電子顯微鏡（Carl Zeiss NTS 公司製 ULTRA55）以加速電壓：1kV、WD：2.5mm 來進行 In-Lens 像、組成像的攝影及 EDS 分析。

本發明例 1-1～1-7 及 2-1～2-7 當中，拍攝 In-Lens 像發現，得到了沿著 Cu 與金屬間化合物層的交界面分散成層狀之白色反差。又依同條件拍攝組成像發現，前述處會變成比 Al 還暗的反差。又經 EDS 分析發現，在前述處氧會富集（concentration）。由以上事項確認出，在 Cu 與金屬間化合物層的交界面，氧化物係沿著前述交界面分散成層狀。

此外，比較例 1 及比較例 2 當中並未確認出這樣的氧化物。依上述方法而可確認有氧化物者，於表中記載為「有」，未能確認者則記載為「無」。

[0078]

（金屬層與散熱座的接合交界面之接合率評估）

對於熱循環試驗前後的附散熱座功率模組，針對金屬層與散熱座的接合交界面之接合率，利用超音波探傷裝置來評估，並由以下式子算出。此處，所謂初始接合面積，係指接合前的應接合面積，亦即金屬層的面積。超音波探傷像中，剝離係以白色部分表示，故將該白色部面積作為剝離面積。

$$(\text{接合率}(\%)) = ((\text{初始接合面積}) - (\text{剝離面積})) / (\text{初始接合面積}) \times 100$$

[0079]

（熱阻評估）

熱阻係以下述方式測定。使用加熱器晶片（heater chip）作為半導體元件，以 100W 電力加熱，利用熱電偶來實測加熱器晶片的溫度。此外，實測在散熱座流通之冷卻媒介（乙二醇：水=9：1）的溫度。接著，將加熱器晶片的溫度與冷卻媒介的溫度差，除以電力之值，作為熱阻。

[0080] 金屬層訂為 4N 鋁、散熱座訂為無氧銅之本發明例 1-1～1-7 以及比較例 1 的評估結果如表 1 所示。

金屬層訂為無氧銅、散熱座訂為鋁合金（A6063）之

本發明例 2-1 ~ 2-7 以及比較例 2 的評估結果如表 2 所示。

[0081]

【表 1】

	固相擴散接合之條件			分散成層狀 的氧化物	熱循環 試驗前		熱循環 試驗後	
	荷重	溫度	時間		熱阻	接合率	熱阻	接合率
	kgf/cm ²	°C	分		°C/W	%	°C/W	%
本發明例 1-1	3	480	120	有	0.350	97.6	0.361	94.4
本發明例 1-2	35	480	120	有	0.350	100	0.354	98
本發明例 1-3	9	400	180	有	0.355	97.5	0.368	91.2
本發明例 1-4	9	540	180	有	0.350	100	0.360	95.2
本發明例 1-5	24	540	15	有	0.350	100	0.361	94.5
本發明例 1-6	24	540	270	有	0.350	100	0.360	94.8
本發明例 1-7	10	540	30	有	0.354	98.1	0.354	97.8
比較例 1	10	560	30	無	0.350	100	0.398	75.8

[0082]

【表 2】

	固相擴散接合之條件			分散成層狀 的氧化物	熱循環 試驗前		熱循環 試驗後	
	荷重	溫度	時間		熱阻	接合率	熱阻	接合率
	kgf/cm ²	°C	分		°C/W	%	°C/W	%
本發明例 2-1	3	480	90	有	0.301	99.6	0.310	95.2
本發明例 2-2	35	480	90	有	0.300	100	0.305	97.6
本發明例 2-3	15	400	180	有	0.300	100	0.313	93.7
本發明例 2-4	15	540	180	有	0.300	100	0.310	94.9
本發明例 2-5	27	540	15	有	0.300	100	0.314	92.8
本發明例 2-6	27	540	270	有	0.300	100	0.303	98.6
本發明例 2-7	12	540	30	有	0.300	100	0.303	98.4
比較例 2	5	560	30	無	0.302	98.9	0.375	62.3

[0083] 如表 1、表 2 所示，缺少了沿著 Cu 與金屬間化合物層的交界面分散成層狀之氧化物的比較例 1 及比較例 2 當中，熱循環試驗前的接合率雖高，但熱循環試驗後的接合率降低，熱阻上昇。推測這是因為將固相擴散接合時的溫度訂為鋁和銅之共晶溫度以上的緣故。

另一方面，本發明之本發明例 1-1～1-7 及 2-1～2-7 當中，由於有沿著 Cu 與金屬間化合物層的交界面分散成層狀之氧化物，故熱循環試驗前及試驗後的接合率皆高，又，熱循環試驗前後的熱阻皆低。

故，本發明例 1-1～1-7 及 2-1～2-7 當中，可確認功率模組用基板與散熱座係穩固地接合。

〔產業利用性〕

[0084] 按照本發明，能夠提供一種附散熱座功率模組用基板、附散熱座功率模組、及附散熱座功率模組用基板之製造方法，當彼此接合的金屬層及散熱座的其中一方是由鋁或鋁合金所構成，另一方由銅或銅合金所構成的情形下，可減小金屬層與散熱座的接合部之熱阻，抑制電子零件的溫度上昇。

【符號說明】

[0085]

1、101：附散熱座功率模組

3：半導體元件

10、110：功率模組用基板

11：陶瓷基板

12、212、312：電路層

13、113：金屬層

30、130、230、330：附散熱座功率模組用基板

31、131：散熱座

41、141、441、541：金屬間化合物層

申請專利範圍

1. 一種附散熱座功率模組用基板，係具備：功率模組用基板，在絕緣層一方之面配設電路層，而在前述絕緣層另一方之面配設金屬層、及

散熱座，與前述功率模組用基板的前述金屬層接合，該附散熱座功率模組用基板，其特徵為：

前述金屬層及前述散熱座的其中一方是由鋁或鋁合金所構成，

另一方由銅或銅合金所構成，

前述金屬層與前述散熱座係被固相擴散接合，

在前述金屬層與前述散熱座的接合交界面，形成有由 Cu 與 Al 所構成之金屬間化合物層，

在由銅或銅合金所構成之前述金屬層或前述散熱座與前述金屬間化合物層的交界面，氧化物係沿著前述交界面分散成層狀。

2. 一種附散熱座功率模組，其特徵為，具備：申請專利範圍第 1 項之附散熱座功率模組用基板、及與前述電路層的一方側接合之半導體元件。

3. 一種附散熱座功率模組用基板之製造方法，該附散熱座功率模組用基板係具備：功率模組用基板，在絕緣層一方之面配設電路層，而在前述絕緣層另一方之面配設金屬層；及

散熱座，與前述功率模組用基板的金屬層接合，該附散熱座功率模組用基板之製造方法，其特徵為：

由鋁或鋁合金來構成前述金屬層及前述散熱座的其中一方，

由銅或銅合金來構成另一方，

將前述金屬層與前述散熱座予以層積，對前述金屬層與前述散熱座於層積方向負載 3kgf/cm^2 以上 35kgf/cm^2 以下的荷重之狀態下，以未滿鋁和銅之共晶溫度予以保持，將前述金屬層與前述散熱座予以固相擴散接合，藉此，

在所述金屬層與所述散熱座的接合交界面形成由 Cu 和 Al 所構成之金屬間化合物層，且在由前述銅或銅合金所構成之前述金屬層或前述散熱座與前述金屬間化合物層的交界面，使氧化物沿著前述交界面分散成層狀。

圖式

圖 1

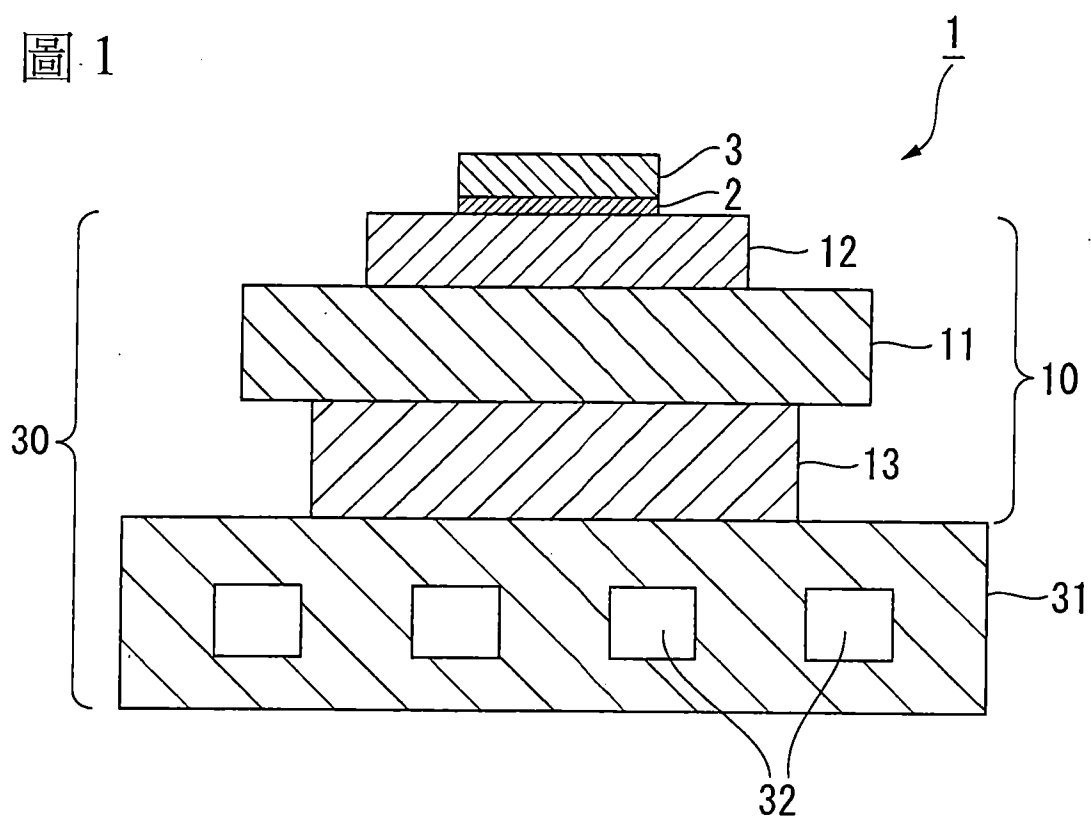


圖 2

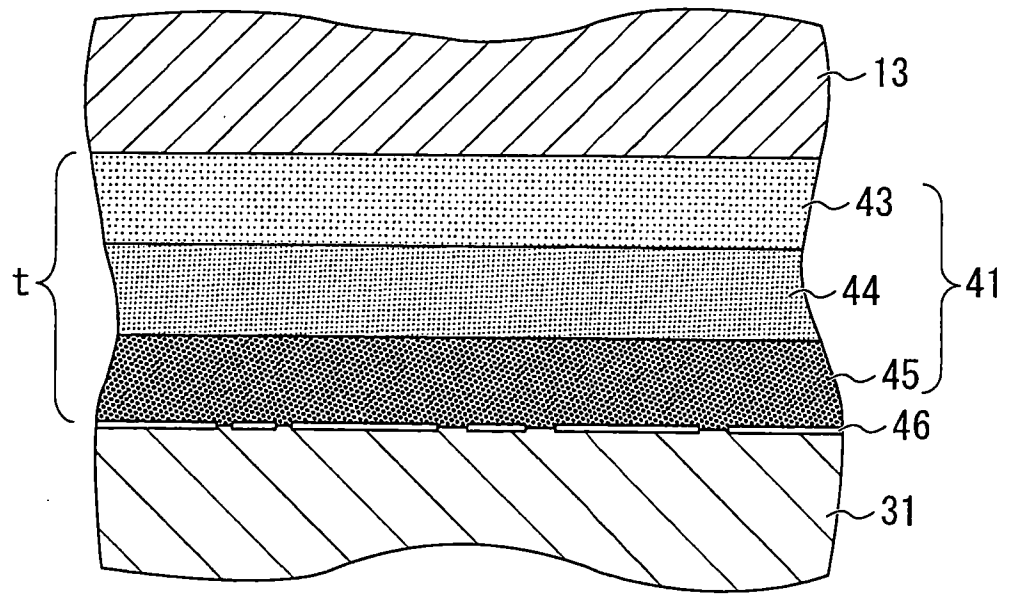


圖 3

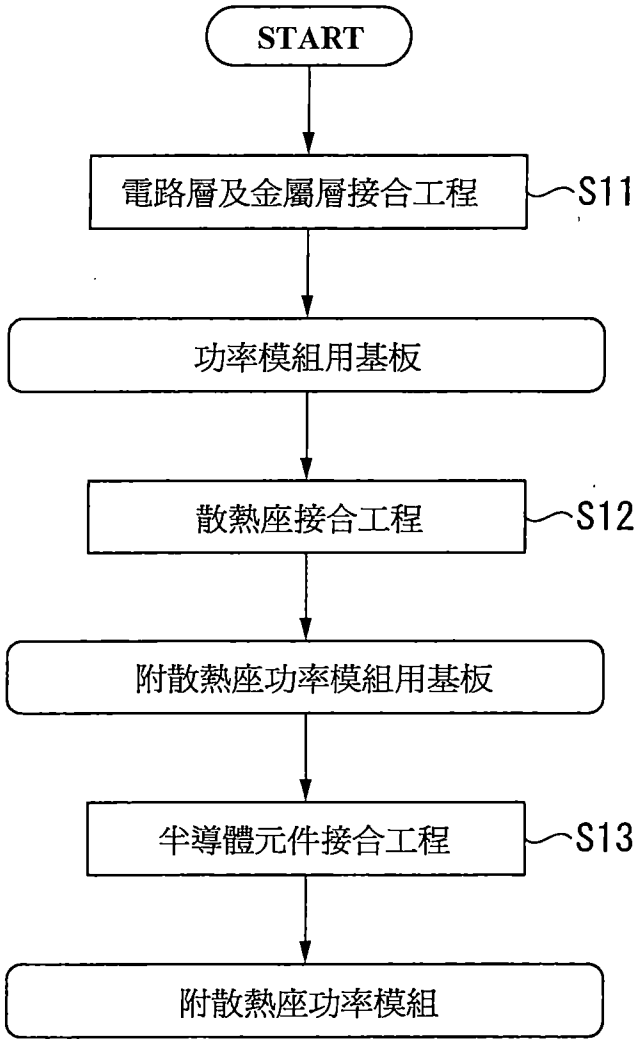


圖 4

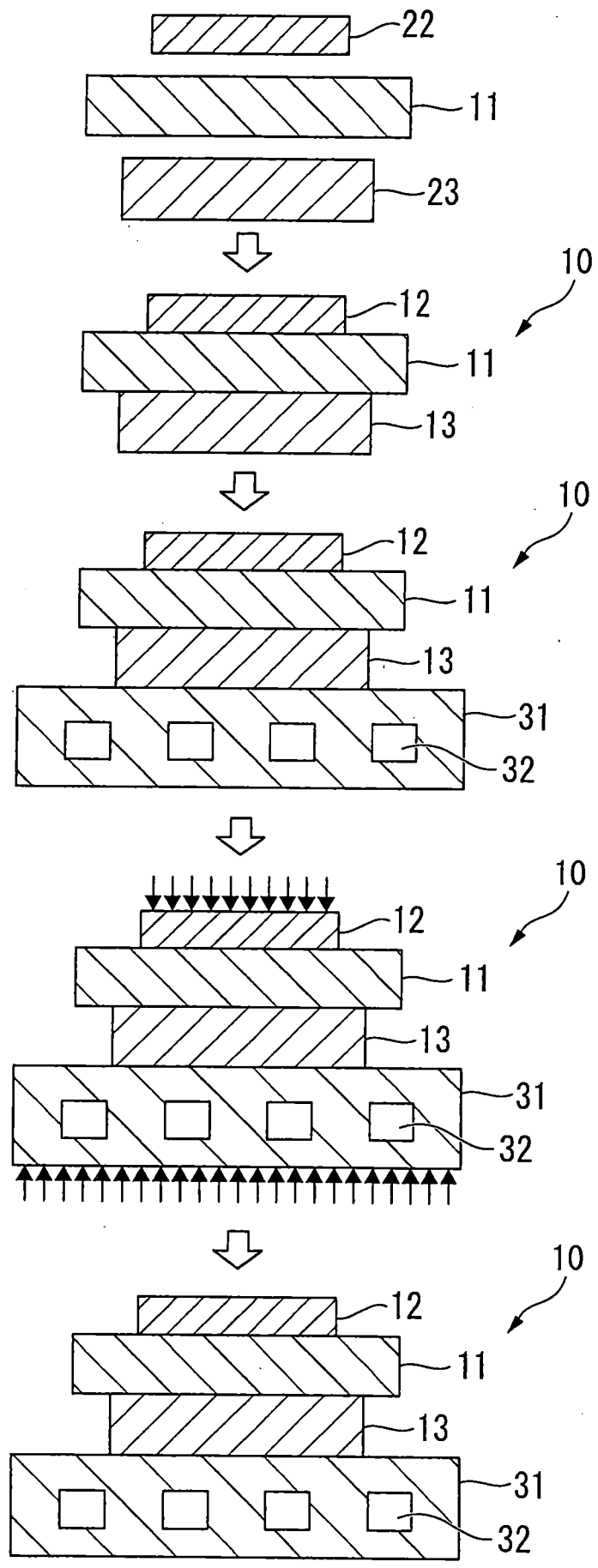


圖 5

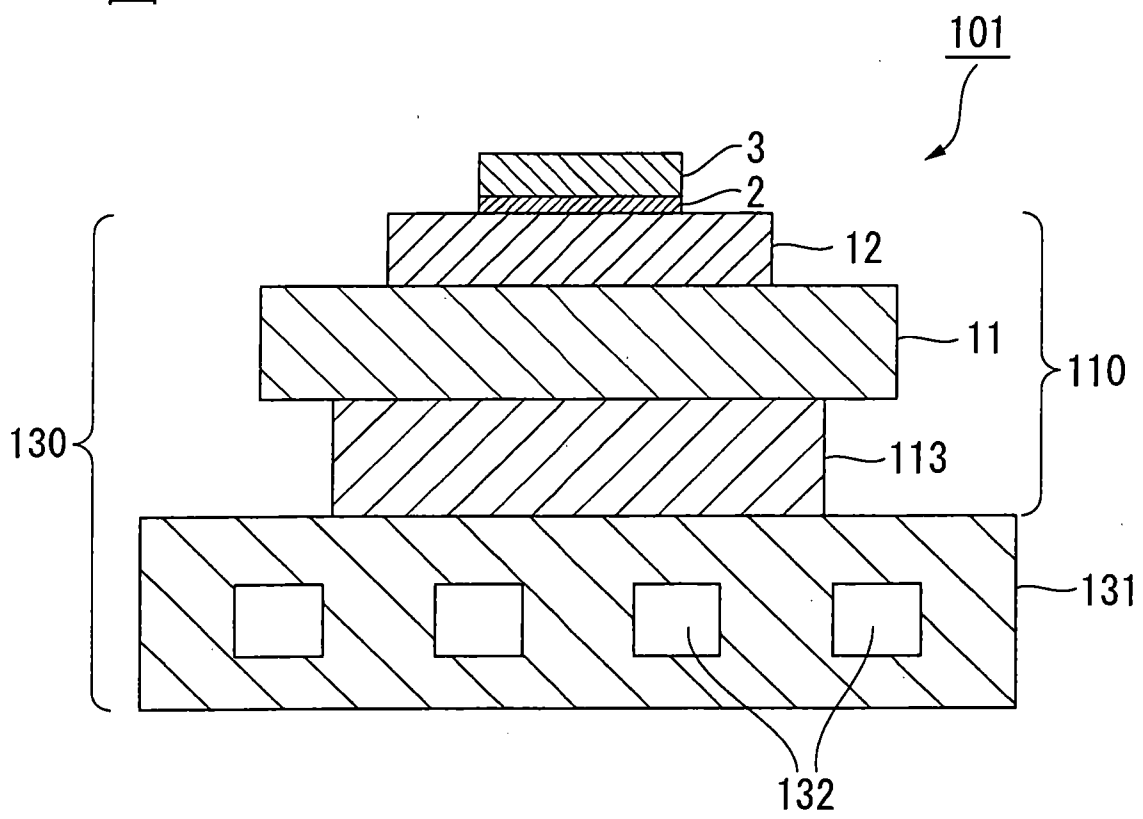


圖 6

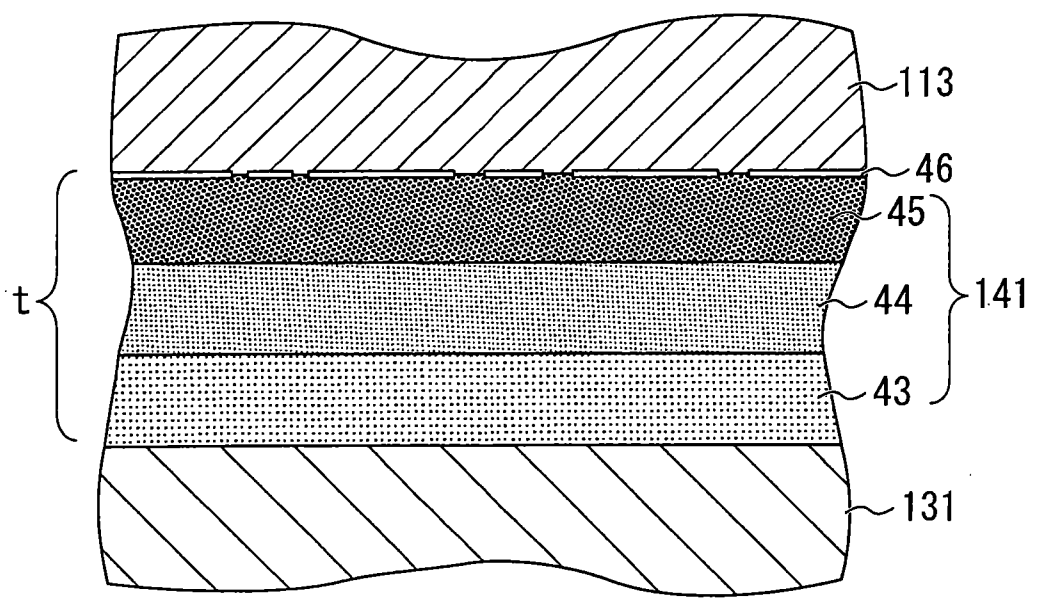


圖 7

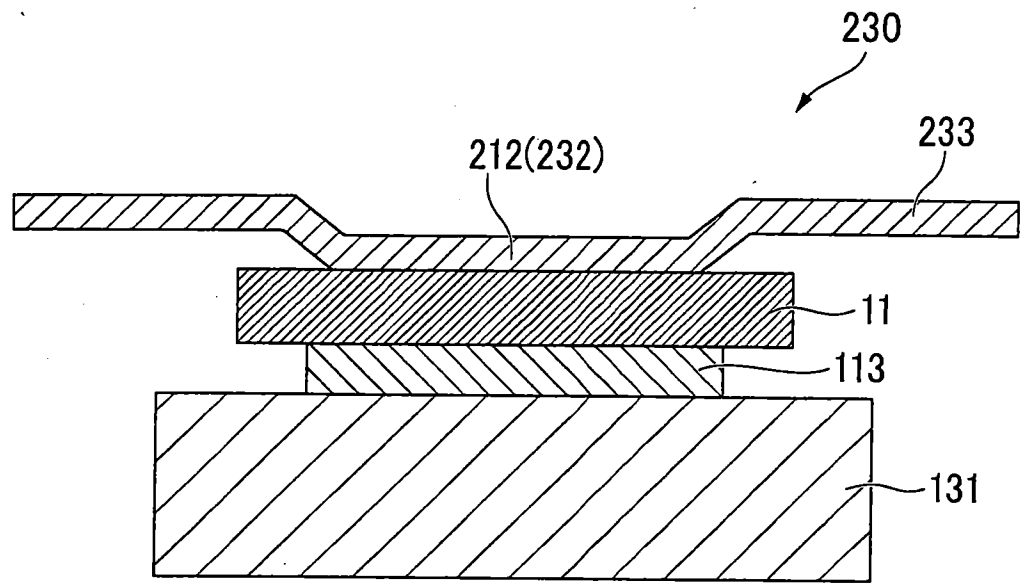


圖 8

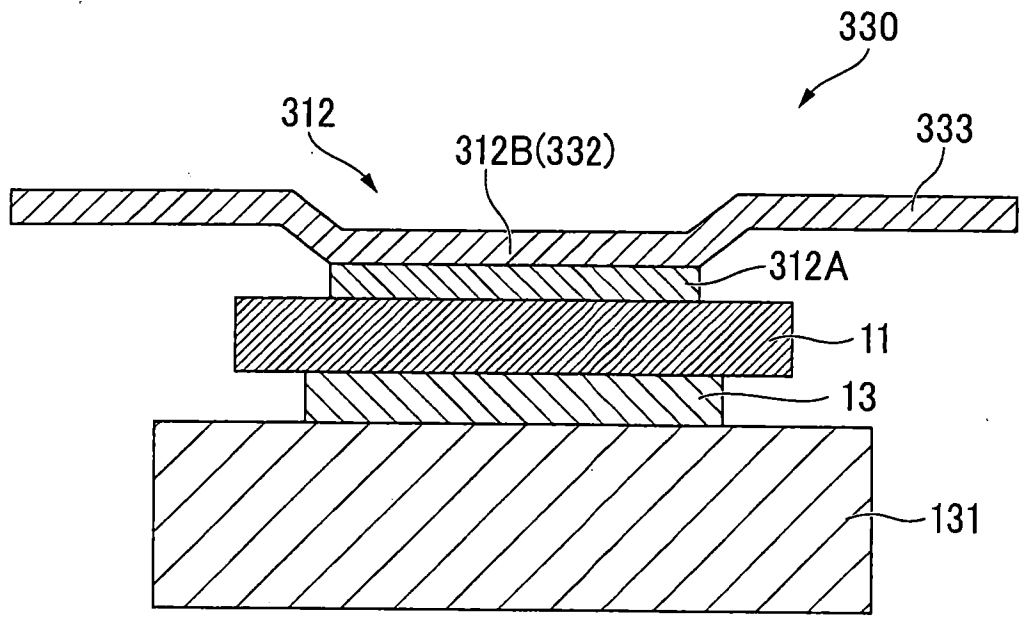


圖 9

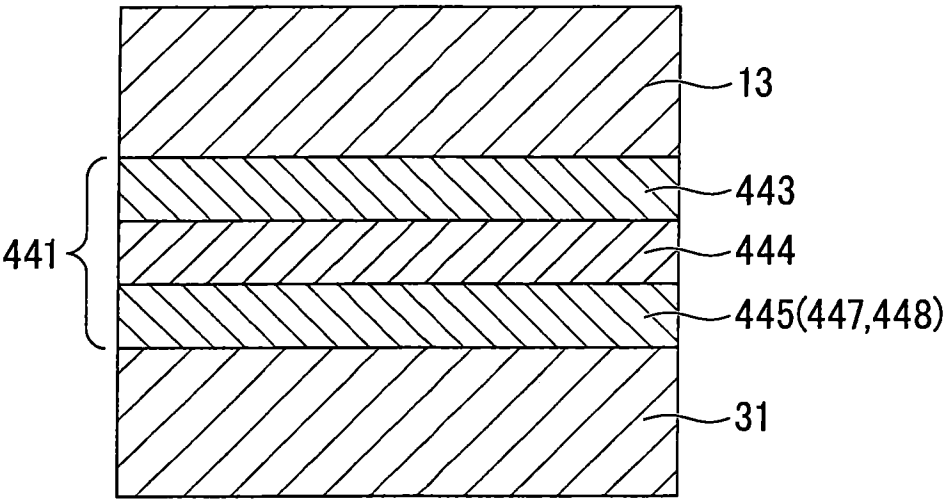


圖 10

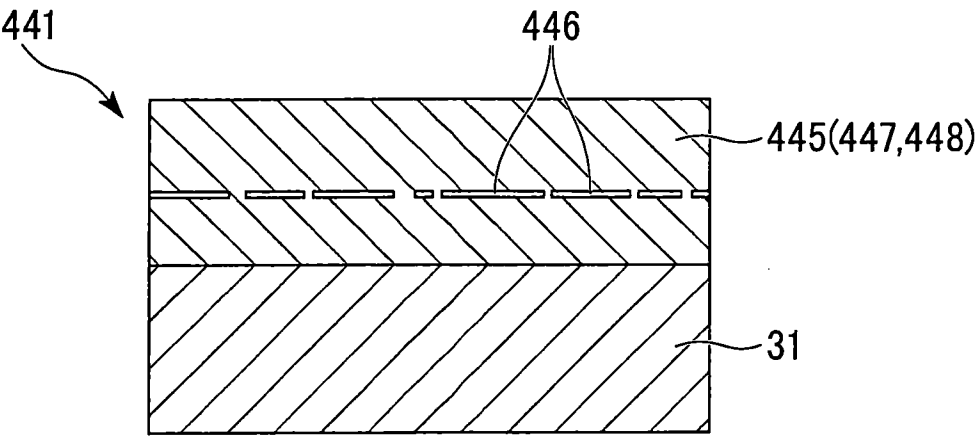


圖 11

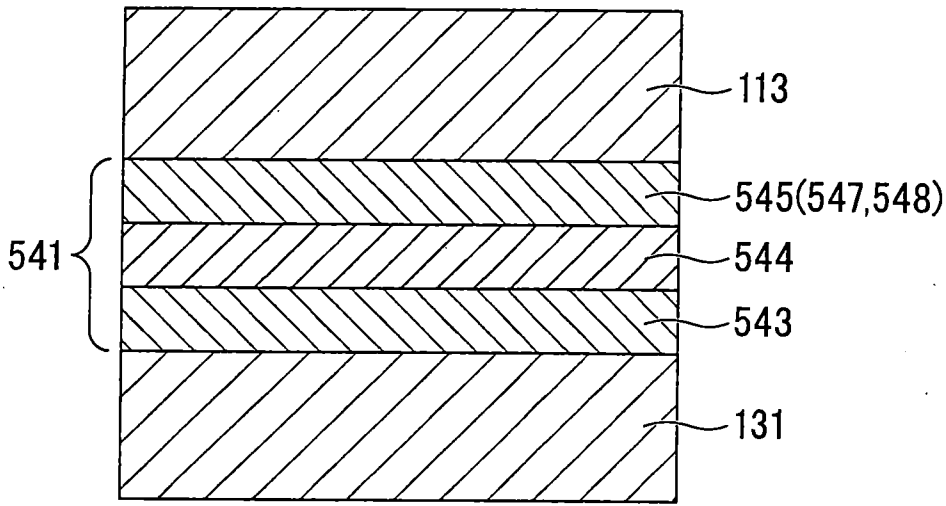


圖 12

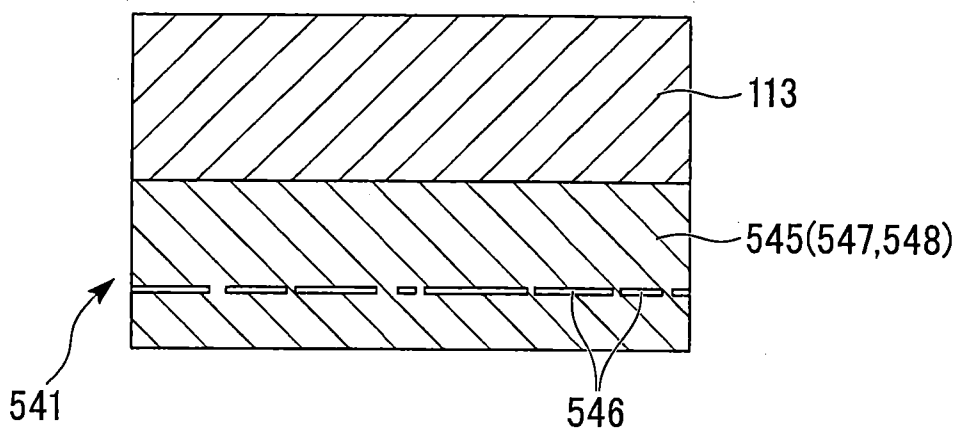


圖 13

