



(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 I737894 B

(45)公告日：中華民國 110 (2021) 年 09 月 01 日

(21)申請案號：107106776

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 03 月 01 日

(51)Int. Cl. : H01L23/15 (2006.01)

H01L23/36 (2006.01)

H05K7/20 (2006.01)

B23K20/00 (2006.01)

B23K20/22 (2006.01)

(30)優先權：2017/03/29 日本

2017-064878

(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：湯本遼平 YUMOTO, RYOUHEI (JP)；大開智哉 OOHIRAKI, TOMOYA (JP)；北
原丈嗣 KITAHARA, TAKESHI (JP)；長友義幸 NAGATOMO, YOSHIYUKI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 201405721A

CN 102194765A

JP 2016-42528A

審查人員：邱迺軒

申請專利範圍項數：3 項 圖式數：8 共 34 頁

(54)名稱

附有散熱片絕緣電路基板之製造方法

(57)摘要

本發明係一種附有散熱片絕緣電路基板之製造方法，此製造方法係製造具備形成電路層(12)及金屬層(13)於絕緣層(11)之絕緣電路基板(10)，和接合於前述金屬層(13)側之散熱片(41)之附有散熱片絕緣電路基板(40)。前述金屬層(13)係由鋁或鋁合金而構成，而壓痕硬度則為不足 $50\text{mgf}/\mu\text{m}^2$ 。前述散熱片(41)係與絕緣電路基板(10)之接合面則鋁或鋁合金而構成。此方法係具備：於與前述金屬層(13)，形成固相線溫度為 650°C 以下之鋁或鋁合金所成之鋁接合層(31)的鋁接合層形成工程 S02，和於前述鋁接合層(31)與前述散熱片(41)之間，層積銅或銅合金所成之銅接合材(32)，經由固相擴散接合前述鋁接合層(31)與前述銅接合材(32)與前述散熱片(41)的散熱片接合工程 S03。

This manufacturing method manufactures an insulated circuit substrate (10), in which a circuit layer (12) and a metal layer (13) are formed on an insulation layer (11), and an insulated circuit substrate with heat sink (40) that includes a heat sink (41) bonded on the metal layer (13). The metal layer (13) is consisted of aluminum or aluminum alloy, and its indentation hardness is less than $50\text{ mgf}/\mu\text{m}^2$. The heat sink (41) includes a bonding surface to be bonded to the insulated circuit substrate (10), and the bonding surface is made of aluminum or aluminum alloy. This method includes an aluminum bonding layer formation step S02 and a heat sink bonding step S03. The step S02 forms an aluminum bonding layer (31), which is consisted of aluminum or aluminum alloy having solidus temperature of 650°C or less, on the metal layer (13). The step S03 includes laminating a copper bonding material (32), which is formed of copper or copper alloy,



I737894

公告本

【發明摘要】

【中文發明名稱】

附有散熱片絕緣電路基板之製造方法

【英文發明名稱】

Manufacturing method of insulated circuit substrate with heat sink

【中文】

本發明係一種附有散熱片絕緣電路基板之製造方法，此製造方法係製造具備形成電路層(12)及金屬層(13)於絕緣層(11)之絕緣電路基板(10)，和接合於前述金屬層(13)側之散熱片(41)之附有散熱片絕緣電路基板(40)。前述金屬層(13)係由鋁或鋁合金而構成，而壓痕硬度則為不足 $50\text{mgf}/\mu\text{m}^2$ 。前述散熱片(41)係與絕緣電路基板(10)之接合面則鋁或鋁合金而構成。此方法係具備：於與前述金屬層(13)，形成固相線溫度為 650°C 以下之鋁或鋁合金所成之鋁接合層(31)的鋁接合層形成工程S02，和於前述鋁接合層(31)與前述散熱片(41)之間，層積銅或銅合金所成之銅接合材(32)，經由固相擴散接合前述鋁接合層(31)與前述銅接合材(32)與前述散熱片(41)的散熱片接合工程S03。

【 英文 】

This manufacturing method manufactures an insulated circuit substrate (10), in which a circuit layer (12) and a metal layer (13) are formed on an insulation layer (11), and an insulated circuit substrate with heat sink (40) that includes a heat sink (41) bonded on the metal layer (13). The metal layer (13) is consisted of aluminum or aluminum alloy, and its indentation hardness is less than $50 \text{ mgf}/\mu\text{m}^2$. The heat sink (41) includes a bonding surface to be bonded to the insulated circuit substrate (10), and the bonding surface is made of aluminum or aluminum alloy. This method includes an aluminum bonding layer formation step S02 and a heat sink bonding step S03. The step S02 forms an aluminum bonding layer (31), which is consisted of aluminum or aluminum alloy having solidus temperature of 650°C or less, on the metal layer (13). The step S03 includes laminating a copper bonding material (32), which is formed of copper or copper alloy, between the aluminum bonding layer (31) and the heat sink (41), and performing solid phase diffusion bonding of the aluminum bonding layer (31), the copper bonding material (32), and the heat sink (41)

【指定代表圖】第(4)圖。

【代表圖之符號簡單說明】無

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

附有散熱片絕緣電路基板之製造方法

【英文發明名稱】

Manufacturing method of insulated circuit substrate with heat sink

【技術領域】

【0001】本發明係有關具備形成電路層於絕緣層之一方的面之同時，形成金屬層於前述絕緣層之另一方的面之絕緣電路基板，和接合於此絕緣電路基板之前述金屬層側的散熱片之附有散熱片絕緣電路基板之製造方法。

本申請係依據申請於2017年3月29日之在日本申請之日本特願2017-064878號而主張優先權，而將此內容援用於其內容。

【先前技術】

【0002】在功率模組，LED模組及熱電模組中，係具有於形成導電材料所成之電路層於絕緣層之一方的面之絕緣電路基板，接合功率半導體元件，LED元件及熱電元件之構造。

為了控制風力發電，電動汽車，混合動力汽車等所使用之大電力控制用的功率半導體元件，係從動作時之發熱量為多之情況，作為搭載此之基板，係自以往廣泛使用具

備：例如氮化鋁或氮化矽等所成之陶瓷基板，和於此陶瓷基板之一方的面，接合導電性優越之金屬板而形成之電路層的絕緣電路基板。作為絕緣電路基板，係亦提供接合金屬板於陶瓷基板之另一方的面而形成金屬層之構成。

【0003】例如，對於專利文獻1係揭示：於陶瓷基板之一方的面及另一方的面，形成鋁板或銅板所成之電路層及金屬層之絕緣電路基板。對於絕緣電路基板之另一方的面側係接合有散熱片，而將自半導體元件傳達至絕緣電路基板側的熱，藉由散熱片而散發至外部。

【0004】作為散熱片的材料係鋁合金，或例如，於如專利文獻2所示之由AlSiC所代表之碳化矽素質構件中，充填鋁或鋁合金之鋁基複合材料等之鋁系材料則被廣泛利用。對於以固相線溫度低之鋁合金而構成散熱片的情況，係構造上可作為比較複雜之形狀，而可使散熱特性提升者。對於以充填鋁或鋁合金於碳化矽素質構件中之鋁基複合材料而構成散熱片的情況，熱膨脹係數則成為近似於絕緣電路基板，而可降低抑制冷熱循環負荷時之熱偏差。

【0005】作為接合鋁或鋁合金所成之金屬層，和鋁系材料所成之散熱片的手段，例如對於專利文獻3係提案：於鋁或鋁合金所成之金屬層及散熱片之間，配設銅或銅合金所成之接合材，各固相擴散接合金屬層與接合材，接合材與散熱片之方法。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【 0006】

[專利文獻 1]日本專利第 3171234 號公報

[專利文獻 2]日本特開 2000-281468 號公報

[專利文獻 3]日本特開 2014-060215 號公報

【發明內容】

[發明欲解決之課題]

【 0007】在最近，功率模組之小型化・薄化則進展的同時，其使用環境易變為嚴苛，而來自半導體元件的發熱量變大，冷熱循環的條件變為嚴苛，對於以往更要求對於接合信賴性優越，且對於散熱特性優越之附有散熱片絕緣電路基板。

【 0008】在上述之絕緣電路基板中，經由將金屬層，使用變形阻抗比較小之金屬，例如純度 99.99mass% 以上的鋁(4N 鋁)之時，經由金屬層之變形而吸收在冷熱循環負荷時之熱偏差，而可抑制絕緣層的斷裂等。

【 0009】對於以 4N 鋁而構成金屬層，以例如 ADC12 等之鋁合金而構成散熱片的接合面，以專利文獻 3 所記載之方法而固相擴散接合此等之情況，金屬層與散熱片的接合面之固相線溫度有大不同之故，有必要將固相擴散接合時之溫度條件作為不足鋁合金之固相線溫度。純度高之 4N 鋁係擴散功率為高，不易引起擴散現象之故，固相線溫度為高之 4N 鋁所成之金屬層的 Al 與接合材的 Cu 之固相擴散則成為不充分，而有金屬層與散熱片的接合信賴性降低之

虞。

【0010】本發明之課題係提供：既使為以變形阻抗比較低之鋁或鋁合金而構成金屬層，而以固相線溫度比較低之鋁或鋁合金而構成散熱片的接合面之情況，亦可確實地固相擴散接合金屬層與散熱片的附有散熱片絕緣電路基板之製造方法。

[為了解決課題之手段]

【0011】本發明之附有散熱片絕緣電路基板的製造方法係製造具備形成電路層於絕緣層之一方的面之同時，形成金屬層於前述絕緣層之另一方的面之絕緣電路基板，和接合於此絕緣電路基板之前述金屬層側的散熱片之附有散熱片絕緣電路基板。前述金屬層係由鋁或鋁合金而構成，而前述金屬層之壓痕硬度則為不足 $50\text{mgf}/\mu\text{m}^2$ 。前述散熱片係與前述絕緣電路基板的接合面則以固相線溫度為 650°C 以下之鋁或鋁合金而構成。此製造方法係具備：於與前述金屬層之前述絕緣層相反側的面，形成固相線溫度為 650°C 以下之鋁或鋁合金所成之鋁接合層的鋁接合層形成工程，和於前述鋁接合層與前述散熱片的接合面之間，層積銅或銅合金所成之銅接合材，經由固相擴散接合前述鋁接合層與前述銅接合材，前述銅接合材與前述散熱片而接合散熱片的散熱片接合工程。固相擴散接合係指接合材則未使液相產生而直接保持固相狀態，自接合材，使原子擴散於接合面而接合之方法。

【0012】如根據此方法，可縮小構成鋁接合層之鋁及鋁合金，和構成散熱片之接合面的鋁及鋁合金之固相線溫度的差，而即使以比較低溫條件進行固相擴散接合之情況，亦可充分地使鋁接合層之Al與銅接合材的Cu，銅接合材的Cu與散熱片之接合面的Al擴散，確實地接合絕緣電路基板與散熱片。

【0013】金屬層係因由鋁或鋁合金而構成，壓痕硬度則作為不足 $50\text{mgf}/\mu\text{m}^2$ 之故，對於附有散熱片絕緣電路基板而言，在負荷冷熱循環時，由金屬層產生變形者而可緩和熱偏差，而可抑制絕緣層之斷裂等之產生。更且，散熱片的接合面則因由固相線溫度為 650°C 以下之鋁或鋁合金而構成之故，可構成適合所要求之性能之散熱片。前述壓痕硬度係具體而言為作為經由規定於ISO14577之方法而測定的值。

【0014】前述鋁接合層之厚度 t_a 與前述金屬層之厚度 t_b 的比 t_b/t_a 係作為0.08以上40以下之範圍內者為佳。此情況，因前述鋁接合層之厚度 t_a 與前述金屬層之厚度 t_b 的比 t_b/t_a 則作為0.08以上之故，確保由鋁或鋁合金所構成之金屬層的厚度，可以金屬層而吸收冷熱循環負荷時之熱偏差，而可抑制絕緣層之斷裂等之發生。

【0015】另一方面，因前述鋁接合層之厚度 t_a 與前述金屬層之厚度 t_b 的比 t_b/t_a 則作為40以下之故，例如，在焊接金屬層與鋁接合層之情況，由硬焊料(液相)則侵蝕於鋁接合層，粒界產生熔融者，於鋁接合層之表面(與金屬層

相反側的面)產生有凹凸，而因產生的凹凸引起之空隙則未被形成於鋁接合層與銅接合材之間之故，可良好地接合鋁接合層與銅接合材。

【0016】 前述金屬層與前述鋁接合層之合計厚度係作為2.0mm以下者為佳。此情況，前述金屬層與前述鋁接合層之合計厚度係因作為2.0mm以下之故，介入存在於絕緣層與散熱片之間的前述金屬層及前述鋁接合層之合計厚度則未必要以上地變厚，而可抑制層積方向之熱阻抗，確保散熱特性。

[發明效果]

【0017】 如根據本發明，即使在以變形阻抗比較低之鋁或鋁合金而構成金屬層，而以固相線溫度比較低之鋁或鋁合金而構成散熱片的接合面之情況，亦可確實地固相擴散接合金屬層與散熱片。

【圖式簡單說明】

【0018】

圖1係具備經由本發明之實施形態所製造之附有散熱片絕緣電路基板的功率模組的剖面圖。

圖2係在圖1所示之附有散熱片絕緣電路基板的金屬層與散熱片的接合界面之剖面擴大圖。

圖3係使用於圖1所示之附有散熱片絕緣電路基板之散熱片的剖面圖。

圖4係顯示本發明之附有散熱片絕緣電路基板之製造方法的一實施形態之流程圖。

圖5係顯示本發明之實施形態的附有散熱片絕緣電路基板之製造方法之剖面圖。

圖6係顯示本發明之實施形態的附有散熱片絕緣電路基板之製造方法之剖面圖。

圖7係顯示本發明之其他實施形態的附有散熱片絕緣電路基板之製造方法之流程圖。

圖8係顯示本發明之其他實施形態的附有散熱片絕緣電路基板之製造方法之剖面圖。

【實施方式】

【0019】以下，對於本發明之實施形態，參照附加的圖面說明。

於圖1，顯示經由本發明之實施形態之附有散熱片絕緣電路基板的製造方法所製造之附有散熱片絕緣電路基板40，及使用此附有散熱片絕緣電路基板40之功率模組1。

【0020】圖1所示之功率模組1係具備：絕緣電路基板10，和藉由焊錫層2而接合於絕緣電路基板10之一方的面(在圖1中為上面)之半導體元件3，和接合於此絕緣電路基板10之下側的散熱片41。接合有散熱片41之絕緣電路基板10則作為在本實施形態之附有散熱片絕緣電路基板40。

【0021】半導體元件3係由Si等之半導體材料而構成。接合絕緣電路基板10與半導體元件3之焊錫層2係雖未

限定，但例如為 Sn-Ag 系、Sn-Cu 系、Sn-In 系、或 Sn-Ag-Cu 系之焊錫材(所謂無鉛焊錫材)者為佳。

【0022】絕緣電路基板 10 係如圖 1 所示，具備成為絕緣層之此陶瓷基板 11，與配設於陶瓷基板 11 之一方的面(在圖 1 中為上面)之電路層 12，和配設於陶瓷基板 11 之另一方的面(在圖 1 中為下面)之金屬層 13。電路層 12，陶瓷基板 11，金屬層 13 之平面形狀係亦可因應必要而形成為矩形等之任何形狀。在此實施形態中，陶瓷基板 11 係為了提高絕緣性而作為較電路層 12 及金屬層 13 為大之尺寸。

【0023】陶瓷基板 11 係為防止電路層 12 與金屬層 13 之間之電性連接的構成，雖未限定，但由絕緣性高之氮化鋁 (AlN)，氮化矽 (Si_3N_4)，氧化鋁 (Al_2O_3) 等構成亦可，而更理想係由氮化鋁而構成。陶瓷基板 11 之厚度係未限定，但設定為 0.2mm 以上 1.5mm 以下之範圍內為佳，而在本實施形態中，設定為 0.635mm 亦可。

【0024】電路層 12 係經由於陶瓷基板 11 之一方的面，接合具有導電性之金屬板之時而形成。在本實施形態中，如圖 5 所示，經由接合鋁或鋁合金所成之鋁板 22 而形成電路層 12。具體而言，作為構成電路層 12 之鋁板 22，未限定，但使用純度 99mass% 以上的鋁 (2N 鋁) 或 A3003 或 A6063 等之鋁合金的延壓板者為佳。

對於電路層 12 係形成有電路圖案，而其一方的面(在圖 1 中為上面)則作為搭載有半導體元件 3 之搭載面。電路層 12 之厚度係未限定，但設定為 0.1mm 以上 2.0mm 以下之

範圍內為佳，而設定為0.4mm亦可。

【0025】金屬層13係經由接合鋁或鋁合金所成之鋁板23於陶瓷基板11之另一方的面之時而形成。金屬層13之壓痕硬度係作為不足 $50\text{mgf}/\mu\text{m}^2$ 。壓痕硬度係在附有散熱片絕緣電路基板40之 25°C 的值。前述壓痕硬度係具體而言為作為經由規定於ISO14577之方法而測定的值。

【0026】作為構成金屬層13之鋁板23，可使用純度99mass%以上的鋁(2N鋁)，純度99.9mass%以上的鋁(3N鋁)，純度99.99mass%以上的鋁(4N鋁)等。

在本實施形態中，作為構成金屬層13之鋁板23，使用純度99.99mass%以上的鋁(4N鋁)之延壓板者為佳。金屬層13之厚度 t_b 係未限定，但設定為0.1mm以上2.0mm以下之範圍內為佳，例如，設定為0.30mm亦可。

【0027】散熱片41係為了冷卻前述絕緣電路基板10之構成，如圖1所示，作為以熱傳導性為良好之材質而構成之散熱板。

散熱片41係未限定，但以SiC所成之多孔質體與含浸於多孔質體的鋁或鋁合金所成之鋁材所成之Al-SiC複合材料(所謂AlSiC)而構成者為佳。作為含浸於SiC所成之多孔質體的鋁材，可使用ADC12(固相線溫度 570°C)者。

【0028】散熱片41係如圖3所示，於AlSiC所成之散熱片主體42之表面，形成含浸於多孔質體之鋁材(在本實施形態中係ADC12)所成之面層43。

散熱片主體42之厚度係未限定，但作為0.5mm以上

5.0mm以下之範圍內者為佳，而面層43之厚度 t_s 係作為散熱片主體42之厚度的0.01倍以上0.1倍以下者為佳。

【0029】絕緣電路基板10之金屬層13與散熱片41係藉由鋁接合層31與銅接合層32而接合。

【0030】鋁接合層31係由固相線溫度為 650°C 以下的鋁或鋁合金而構成，而由A3003合金(固相線溫度 643°C)構成者為佳。

鋁接合層31之固相線溫度，和構成散熱片41之接合面(在本實施形態中係面層43)的鋁合金之固相線溫度的溫度差係作為 80°C 以下之範圍內者為佳。

【0031】鋁接合層31之厚度 t_a 係未限定，但理想係設定為0.03mm以上1.5mm以下之範圍內，而在本實施形態中係設定為0.1mm亦可。

鋁接合層31之厚度 t_a 與金屬層13之厚度 t_b 的比 t_b/t_a 係無限定，但理想係作為0.08以上40以下之範圍內。金屬層13與鋁接合層31之合計厚度(t_a+t_b)則作為2.0mm以下亦可。金屬層13與鋁接合層31係使用硬焊料之接合，或經由固相擴散接合等而接合為佳。

【0032】銅接合層32係由銅或銅合金而構成，在本實施形態中，如圖6所示，由接合無氧銅之延壓板所成之銅板52而形成。銅接合層32之厚度 t_c 係未限定，但作為0.05mm以上5.0mm以下之範圍內者為佳。鋁接合層31與銅接合層32，及銅接合層32與散熱片41(面層43)係各經由固相擴散接合而接合。

【0033】接著，對於上述本實施形態之附有散熱片絕緣電路基板40之製造方法，參照圖4至圖6說明。

【0034】

(電路層及金屬層形成工程S01/鋁接合層形成工程S02)

首先，如圖5所示，於陶瓷基板11之一方的面及另一方的面，藉由硬焊料26，27而層積鋁板22，23。作為硬焊料26，27係使用Al-Si系硬焊料或Al-Si-Mg系硬焊料等者為佳。

對於成為金屬層13之鋁板23的另一方的面側(在圖5中為下側)，係層積成為鋁接合層31之覆蓋材51。覆蓋材51係具備A3003合金所成之主體層51a，和A4045合金所成之硬焊料層51b，而主體層51a則成為鋁接合層31。如圖5所示，呈硬焊料層51b朝向於成為金屬層13之鋁板23側地，層積覆蓋材51。

【0035】在加壓上述之鋁板22，陶瓷基板11，鋁板23，覆蓋材51於層積方向之狀態進行加熱，接合陶瓷基板11與鋁板22，23而形成電路層12及金屬層13之同時，接合金屬層13與覆蓋材51而形成鋁接合層31。即，在本實施形態中，由一次而實施電路層及金屬層形成工程S01與鋁接合層形成工程S02。

【0036】電路層及金屬層形成工程S01/鋁接合層形成工程S02之接合條件係將環境作為真空，加壓荷重作為0.1MPa以上3.5MPa以下之範圍內，且加熱溫度作為560℃以上630℃以下之範圍內者為佳。由如以上作為，形成本

實施形態之絕緣電路基板10及鋁接合層31。

【0037】

(散熱片接合工程S03)

接著，如圖6所示，於鋁接合層31之另一方的面側(在圖6中為下側)，藉由作為銅接合材而由無氧銅的延壓板所成之銅板52，層積散熱片41。散熱片41係面層43則朝向銅板52側地層積。

【0038】將絕緣電路基板10，接合有鋁接合層31之絕緣電路基板10，銅板52，散熱片41，加壓於層積方向而進行加熱，各固相擴散接合鋁接合層31與銅板52，銅板52與散熱片41(面層43)。

在本實施形態中，作為固相擴散條件，將層積方向的荷重作為 6kgf/cm^2 以上 35kgf/cm^2 以下(0.6MPa 以上 3.5MPa 以下)之範圍內者為佳。接合溫度係 460°C 以上 540°C 以下之範圍內，理想係 480°C 以上 520°C 以下之範圍內即可。保持時間係作為 30min 以上 240min 以下之範圍內者為佳。

經由如以上之工程，製造本實施形態之附有散熱片絕緣電路基板40。

【0039】

(半導體元件接合工程S04)

接著，於附有散熱片絕緣電路基板40之電路層12，藉由焊料材而層積半導體元件3，在還原爐內中，接合附有散熱片絕緣電路基板40之電路層12與半導體元件3。

經由如以上作為，而製造圖1所示之功率模組1。

【0040】如根據以上的製造方法，因具備：於與金屬層 13 之陶瓷基板 11 的相反側的面，形成固相線溫度為 650°C 以下之鋁或鋁合金所成之鋁接合層 31 的鋁接合層形成工程 S02，和於鋁接合層 31 與散熱片 41 之接合面之間，層積銅或銅合金所成之銅板 52，經由固相擴散接合鋁接合層 31 與銅板 52，銅板 52 與散熱片 41 之時而接合散熱片 41 的散熱片接合工程 S03 之故，構成鋁接合層 31 之鋁及鋁合金，和構成散熱片 41 之接合面(面層 43)之鋁及鋁合金的固相線溫度的差則變小，而即使在比較低溫條件進行固相擴散接合之情況，亦可使鋁接合層 31 之 Al 與銅板 52 之 Cu，銅板 52 之 Cu 與散熱片 41 之接合面的 Al 充分地擴散，而可確實地接合絕緣電路基板 10 與散熱片 41。

【0041】在本實施形態之附有散熱片絕緣電路基板 40 中，因金屬層 13 則由鋁或鋁合金(在本實施形態中係 4N 鋁)而構成，而金屬層 13 之壓痕硬度則作為不足 50mgf/ μm^2 之故，在對於附有散熱片絕緣電路基板 40 而言負荷冷熱循環時，由使金屬層 13 變形者而可緩和熱偏差，而抑制陶瓷基板 11 的斷裂等之產生。

【0042】另外，散熱片 41 則由 SiC 所成之多孔質體與含浸於多孔質體的鋁或鋁合金所成之鋁材所成之 Al-SiC 複合材料(所謂 AlSiC)而構成，具體而言係因作為含浸於 SiC 所成之多孔質體的鋁材而使用 ADC12(固相線溫度 570°C) 之故，散熱片 41 之熱膨脹係數則成為與絕緣電路基板 10 之熱膨脹係數近似，而可抑制在冷熱循環負荷時之熱偏差的

產生。

【0043】另外，因鋁接合層31之厚度 t_a 與金屬層13之厚度 t_b 的比 t_b/t_a 則作為0.08以上之故，確保由鋁或鋁合金所構成之金屬層13的厚度，可以金屬層13而吸收冷熱循環負荷時之熱偏差，而可抑制陶瓷基板11之斷裂等之發生。

另一方面，鋁接合層31之厚度 t_a 與金屬層13之厚度 t_b 的比 t_b/t_a 則作為40以下之故，鋁接合層31之厚度則未必要以上地變厚，而可抑制層積方向之熱阻抗，可確保散熱特性。

【0044】更且，因金屬層13與鋁接合層31之合計厚度(t_a+t_b)則作為2.0mm以下之故，介入存在於陶瓷基板11與散熱片41之間的金屬層13與鋁接合層31之合計厚度(t_a+t_b)則未必要以上地變厚，而可抑制層積方向之熱阻抗，可確保散熱特性。

【0045】鋁接合層31之固相線溫度，和構成散熱片41之接合面(在本實施形態中係面層43)之鋁合金的固相線溫度的溫度差則因作為 0°C 以上 80°C 以下之範圍內之故，在散熱片接合工程S03中，即使以比較低溫度條件而進行固相擴散接合之情況，亦可使鋁接合層31之Al與銅板52之Cu，銅板52之Cu與散熱片41之接合面的Al充分地擴散，而可確實地固相擴散接合絕緣電路基板10與散熱片41。

【0046】以上，對於本發明之實施形態已做過說明，但本發明係未限定於此等，而在不脫離其發明之技術思想範圍，可作適宜變更。

例如，在本實施形態中，作為陶瓷基板11，舉例說明過氮化鋁(AlN)，但未限定於此者，而可由氧化鋁(Al_2O_3)、氮化矽(Si_3N_4)等之其他的陶瓷而構成者。亦可利用絕緣樹脂等。

【0047】作為散熱片而舉例說明過散熱板，但並不限定於此者，而亦可為具備流通有冷卻媒體之流路的冷卻器等。

更且，在本實施形態中，將散熱片，作為以使ADC12所成之鋁材含浸於SiC之多孔質體的Al-SiC複合材料(所謂AlSiC)而構成者而說明過，但並不限定於此者，而散熱片的接合面則如為由固相線溫度為 650°C 以下之鋁或鋁合金而構成時，對於其材質或構造未限定。

【0048】更且，在本實施形態中，將電路層，作為由鋁或鋁合金而構成者而說明過，但並不限定於此者，而將電路層，作為由銅或銅合金等其他金屬而構成者亦可，而亦可作為層積由鋁或鋁合金所成之鋁層與銅或銅合金所成之銅層的構造。

【0049】在本實施形態中，作為由接合覆蓋材於金屬層者而形成鋁接合層者而說明過，但對於鋁接合層形成工程的手段係無特別限定。

例如，在圖5中，取代覆蓋材51，層積配置成為鋁接合層之鋁板(例如A3003)，和硬焊料箔(例如A4045)，形成鋁接合層亦可。在本情況，與本實施形態同樣地，亦可由一次而實施電路層及金屬層形成工程S01與鋁接合層形成

工程 S02。

【0050】對於以固相線溫度為 565°C 以上，不足 615°C 的鋁(例如、A5056合金(固相線溫度： 582°C)等)而構成鋁接合層之情況，使用層積Mg於Al-Si硬焊料材之層積硬焊料，以真空度： 10^{-6}Pa 以上 10^{-3}Pa 以下、溫度： 560°C 以上 575°C 以下(但、未超過固相線溫度)、加壓荷重： 0.1MPa 以上 3.5MPa 以下之條件進行接合亦可。

對於以固相線溫度為 510°C 以上，不足 565°C 的鋁(例如、ADC12(固相線溫度： 528°C)等)而構成鋁接合層之情況，如日本特開2016-189448號公報所揭示地，經由使含於ADC12等之合金元素擴散於金屬層側之時，以真空度： 10^{-6}Pa 以上 10^{-3}Pa 以下、溫度： 400°C 以上 560°C 以下、加壓荷重： 0.6MPa 以上 3.5MPa 以下之條件進行固相擴散接合亦可。

【0051】如以上，對於使用層積Mg於Al-Si硬焊料之層積硬焊料而接合之情況，或進行固相擴散接合之情況係如圖7及圖8所示，在實施電路層及金屬層形成工程S01而製造絕緣電路基板10之後，實施鋁接合層形成工程S02。

【0052】即，作為電路層及金屬層形成工程S01，於陶瓷基板11之一方的面及另一方的面，藉由硬焊料26，27而層積鋁板22，23。在真空條件下，在加壓於層積方向之狀態進行加熱，接合陶瓷基板11與鋁板22，23，形成電路層12及金屬層13。在電路層及金屬層形成工程S01之接合條件係將真空度作為 10^{-6}Pa 以上 10^{-3}Pa 以下之範圍內，加

壓荷重作為0.1MPa以上3.5MPa以下之範圍內，加熱溫度作為560℃以上655℃以下之範圍內者為佳。作為硬焊料26，27係使用Al-Si系硬焊料等者為佳。

【0053】如圖8所示，於絕緣電路基板10之金屬層13之另一方的面側(在圖8中為下側)，層積成為鋁接合層31之鋁板51，由上述的條件，成為接合絕緣電路基板10之金屬層13與鋁板51，形成鋁接合層31者。之後，如圖6所示，經由接合散熱片41之時，製造附有散熱片絕緣電路基板40。

[實施例]

【0054】於以下，對於為了確認本發明之有效性而進行之確認實驗說明。於氮化鋁(AlN)所成之陶瓷基板(40mm×40mm×厚度0.635mm)之一方的面，形成純度99.99mass%以上的鋁(4N鋁)所成之電路層(37mm×37mm×厚度0.4mm)。對於陶瓷基板之另一方的面係形成表1所示之材質及厚度之金屬層(37mm×37mm)。陶瓷基板與成為電路層及金屬層之鋁板的接合係使用Al-7.5mass%Si硬焊料箔(厚度12μm)，以真空環境(3×10^{-3} Pa)、加壓荷重6MPa、加熱溫度645℃、保持時間45min之條件接合。

【0055】於此絕緣電路基板，形成表1所示之材質及厚度之鋁接合層(37mm×37mm)。

鋁接合層則以A3003合金而構成者係使用A3003合金與A4045合金之覆蓋材，在氮環境，以加壓荷重1.2MPa、

加熱溫度630℃、保持時間45min之條件接合。

鋁接合層則以ADC12而構成者係以真空環境(6×10^{-4} Pa)、加熱溫度500℃、加壓荷重：20MPa之條件而接合。

鋁接合層則以4N-Al而構成者係於金屬層與成為鋁接合層之4N-Al板之間，配置Al-7.5mass%Si硬焊料箔(厚度12 μ m)，以真空環境(6×10^{-4} Pa)、加熱溫度645℃、加壓荷重：6MPa之條件而接合。

【0056】於鋁接合層，將使具有表2記載之固相線溫度之鋁含浸於SiC之多孔質體的Al-SiC複合材料(所謂AlSiC)所成之散熱片(50mm \times 60mm \times 厚度5.0mm/面層厚度0.1mm)，藉由銅接合材(無氧銅之延壓：37mm \times 37mm \times 厚度1.0mm)而進行層積。將此，以21MPa而加壓於層積方向，以490℃保持150min，固相擴散接合鋁接合層與銅接合材，銅接合材與散熱片。

在表2中，散熱片的材質則以4N-Al而構成者係使用純度99.99mass%以上(4N-Al)之鋁板(50mm \times 60mm \times 厚度5.0mm)。

【0057】對於所得到之附有散熱片絕緣電路基板而言，以如以下的步驟，對於各項目進行評估。

【0058】

(壓痕硬度的測定)

對於附有散熱片絕緣電路基板之金屬層而言，經由奈米壓痕法而測定壓痕硬度。選擇沿著金屬層的厚度方向而分割成12等分的10個測定點，在各測定點中而測定壓痕硬

度，計算其平均值。壓痕硬度係依據由ISO14577所規定之方法而進行，使用稱作貝爾科維奇壓頭之稜間角為 114.8° 以上 115.1° 以下之三角錐金剛鑽壓頭，計測將試驗荷重作為 5000mgf 而加上負荷時之荷重-變位之相關，經由壓痕硬度 $=37.926 \times 10^{-3} \times (\text{荷重} [\text{mgf}] \div \text{變位} [\mu\text{m}]^2)$ 的式而求取。

【0059】

(接合狀態)

構成散熱片的鋁(對於AlSiC之情況係被含浸的鋁)與構成鋁接合層的鋁之中，將具有固相線溫度高的鋁之構件與銅接合材之界面的超音波探傷像，使用超音波探傷裝置(股份有限公司Hitachi Power Solutions製商品名FineSAT 200)而測定，自以下的式子而算出接合率。初期接合面積係指作為在接合前之欲接合的面積，即銅接合材之面積。

(接合率) = $\{(\text{初期接合面積}) - (\text{剝離面積})\} / (\text{初期接合面積})$

在將超音波探傷像作為二值化處理之畫像中，剝離係自以接合層內之白色部所顯示之情況，將白色部的面積做成剝離面積。將接合率為90%以上之情況評估為「○」、而接合率為不足90%之情況評估為「×」。

【0060】

(陶瓷基板之斷裂)

對於附有散熱片絕緣電路基板而言，進行3000循環 $-40^\circ\text{C} \leftrightarrow 150^\circ\text{C}$ 之冷熱循環，在冷熱循環後經由超音波探

傷裝置而觀察陶瓷基板，而將未認定有斷裂之構成評估為「○」、而將產生有斷裂的構成評估為「×」。

【0061】

【表1】

	金屬層			鋁接合層			tb/ta	ta+tb
	材質	壓痕硬度 (mgf/ μm^2)	厚度 tb (mm)	材質	固相線 溫度 ($^{\circ}\text{C}$)	厚度 ta (mm)		
實施例1	4N-Al	40	0.30	A3003	643	0.10	3.00	0.40
實施例2	4N-Al	42	0.20	A3003	643	0.20	1.00	0.40
實施例3	4N-Al	43	0.10	A3003	643	0.30	0.33	0.40
實施例4	4N-Al	40	0.35	A3003	643	0.05	7.00	0.40
實施例5	4N-Al	44	0.07	A3003	643	0.33	0.21	0.40
實施例6	4N-Al	44	0.05	A3003	643	0.35	0.14	0.40
實施例7	4N-Al	45	0.03	A3003	643	0.37	0.08	0.40
實施例8	4N-Al	39	0.37	A3003	643	0.03	12.33	0.40
實施例9	4N-Al	35	0.90	A3003	643	0.30	3.00	1.20
實施例10	4N-Al	35	1.20	A3003	643	0.40	3.00	1.60
實施例11	4N-Al	34	1.50	A3003	643	0.50	3.00	2.00
實施例12	4N-Al	34	1.95	A3003	643	0.05	39.00	2.00
實施例13	4N-Al	38	0.50	A3003	643	1.50	0.33	2.00
實施例14	4N-Al	39	0.40	A3003	643	1.60	0.25	2.00
實施例15	4N-Al	40	0.30	ADC12	570	0.10	3.00	0.40
實施例16	4N-Al	40	0.30	A6063	616	0.10	3.00	0.40
實施例17	4N-Al	40	0.30	A3003	643	0.10	3.00	0.40
實施例18	2N-Al	49	0.30	A3003	643	0.10	3.00	0.40
實施例19	4N-Al	40	0.30	A3003	643	0.10	3.00	0.40
比較例1	A3003	58	0.30	A3003	643	0.10	3.00	0.40
比較例2	4N-Al	40	0.30	-	-	-	-	0.30
比較例3	4N-Al	40	0.30	A3003	643	0.10	3.00	0.40
比較例4	4N-Al	40	0.30	4N-Al	660	0.10	3.00	0.40

【0062】

【表 2】

	散熱片		鋁接合層與散熱片之固相線溫度差(°C)	評估	
	材質	固相線溫度(°C)		接合狀態	陶瓷基板之斷裂
實施例 1	AlSiC	570	73	○	○
實施例 2	AlSiC	570	73	○	○
實施例 3	AlSiC	570	73	○	○
實施例 4	AlSiC	570	73	○	○
實施例 5	AlSiC	570	73	○	○
實施例 6	AlSiC	570	73	○	○
實施例 7	AlSiC	570	73	○	○
實施例 8	AlSiC	570	73	○	○
實施例 9	AlSiC	570	73	○	○
實施例 10	AlSiC	570	73	○	○
實施例 11	AlSiC	570	73	○	○
實施例 12	AlSiC	570	73	○	○
實施例 13	AlSiC	570	73	○	○
實施例 14	AlSiC	570	73	○	○
實施例 15	AlSiC	570	0	○	○
實施例 16	AlSiC	570	46	○	○
實施例 17	AlSiC	616	27	○	○
實施例 18	AlSiC	570	73	○	○
實施例 19	AlSiC	650	7	○	○
比較例 1	AlSiC	570	73	○	×
比較例 2	AlSiC	570	-	×	○
比較例 3	4N	660	17	×	○
比較例 4	AlSiC	570	90	×	○

【0063】在金屬層之壓痕硬度為 $50\text{mgf}/\mu\text{m}^2$ 以上之比較例 1 中，對於陶瓷基板產生有斷裂。在未設置鋁接合層之比較例 2 中，金屬層與銅接合材的接合性則下降。在對於散熱片使用固相線溫度超過 650°C 的鋁之比較例 3 中，散熱片與銅接合材的接合性則降低。在對於鋁接合層使用固相線溫度超過 650°C 的鋁之比較例 4 中，鋁接合層與銅接合

材的接合率則降低。

對此，在實施例 1～19 中，得到鋁接合層與銅接合材及散熱片與銅接合材之接合性為高，而對於陶瓷基板未產生斷裂之附有散熱片絕緣電路基板。

[產業上之利用可能性]

【0064】如根據本發明，即使在以變形阻抗比較低之鋁或鋁合金而構成金屬層，而以固相線溫度比較低之鋁或鋁合金而構成散熱片的接合面之情況，亦可確實地固相擴散接合金屬層與散熱片之故，可進行產業上之利用。

【符號說明】

【0065】

- 10：絕緣電路基板
- 11：陶瓷基板(絕緣層)
- 12：電路層
- 13：金屬層
- 31：鋁接合層
- 32：銅接合層
- 40：附有散熱片絕緣電路基板
- 41：散熱片
- 43：面層(接合面)
- 52：銅板(銅接合材)

【發明申請專利範圍】

【第 1 項】

一種附有散熱片絕緣電路基板之製造方法，係具備形成電路層於絕緣層之一方的面之同時，形成金屬層於前述絕緣層之另一方的面之絕緣電路基板，和接合於絕緣電路基板之前述金屬層側的散熱片之附有散熱片絕緣電路基板之製造方法，其特徵為

前述金屬層係以鋁或鋁合金而構成，

前述金屬層之壓痕硬度則為不足 $50\text{mgf}/\mu\text{m}^2$ ，

前述散熱片係與前述絕緣電路基板的接合面則以固相線溫度為 650°C 以下之鋁或鋁合金而構成；

具備：於前述金屬層之與前述絕緣層相反側的面，形成由固相線溫度為 650°C 以下之鋁或鋁合金所成之鋁接合層的鋁接合層形成工程，

和於前述鋁接合層與前述散熱片的接合面之間，層積由銅或銅合金所成之銅接合材，經由固相擴散接合前述鋁接合層與前述銅接合材，前述銅接合材與前述散熱片而接合散熱片的散熱片接合工程者，

前述絕緣層係由選自氮化鋁 (AlN)、氮化矽 (Si_3N_4)、及氧化鋁 (Al_2O_3) 之 1 種或 2 種所成之陶瓷基板，且前述絕緣層之厚度係 0.2mm 以上 1.5mm 以下，

前述電路層係由純度 $99\text{mass}\%$ 以上的鋁，或 A3003 或 A6063 之任一的鋁合金所成的延壓板，且前述電路層之厚度係 0.1mm 以上 2.0mm 以下，

前述金屬層係由純度 99mass% 以上的鋁 (2N 鋁)，純度 99.9mass% 以上的鋁 (3N 鋁)，或純度 99.99mass% 以上的鋁 (4N 鋁) 構成，且前述金屬層之厚度係 0.1mm 以上 2.0mm 以下，

前述散熱片係具有由 AlSiC 所成之散熱片主體，和於前述散熱片主體之表面，由含浸於多孔質體的鋁材所成之面層，且前述散熱片主體的厚度係 0.5mm 以上 5.0mm 以下，前述面層之厚度係前述散熱片主體的厚度之 0.01 倍以上 0.1 倍以下，

前述鋁接合層之固相線溫度，和構成前述散熱片的前述面層之鋁材的固相線溫度之溫度差係 80°C 以下，

前述鋁接合層之厚度係作為 0.03mm 以上 1.5mm 以下者。

【第 2 項】

如申請專利範圍第 1 項記載之附有散熱片絕緣電路基板之製造方法，其中，前述鋁接合層之厚度 t_a 與前述金屬層之厚度 t_b 的比 t_b/t_a 係作為 0.08 以上 40 以下之範圍內者。

【第 3 項】

如申請專利範圍第 1 項或第 2 項記載之附有散熱片絕緣電路基板之製造方法，其中，前述金屬層與前述鋁接合層之合計厚度則作為 2.0mm 以下者。

【發明圖式】

圖 1

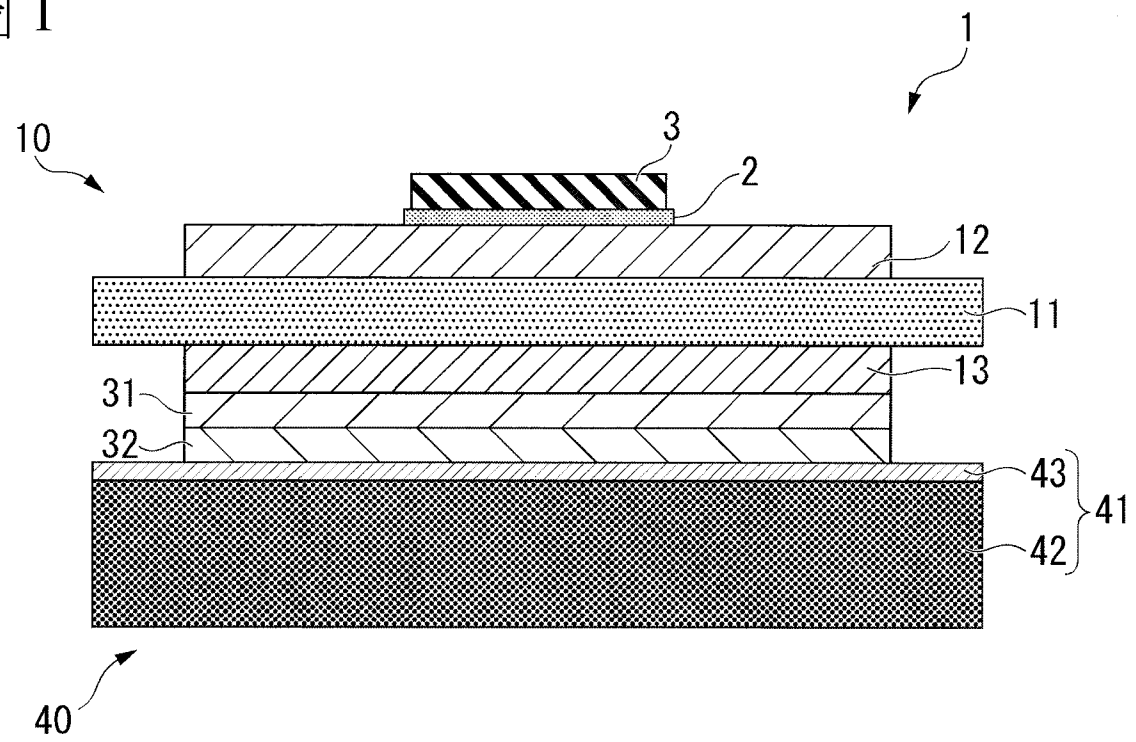


圖 2

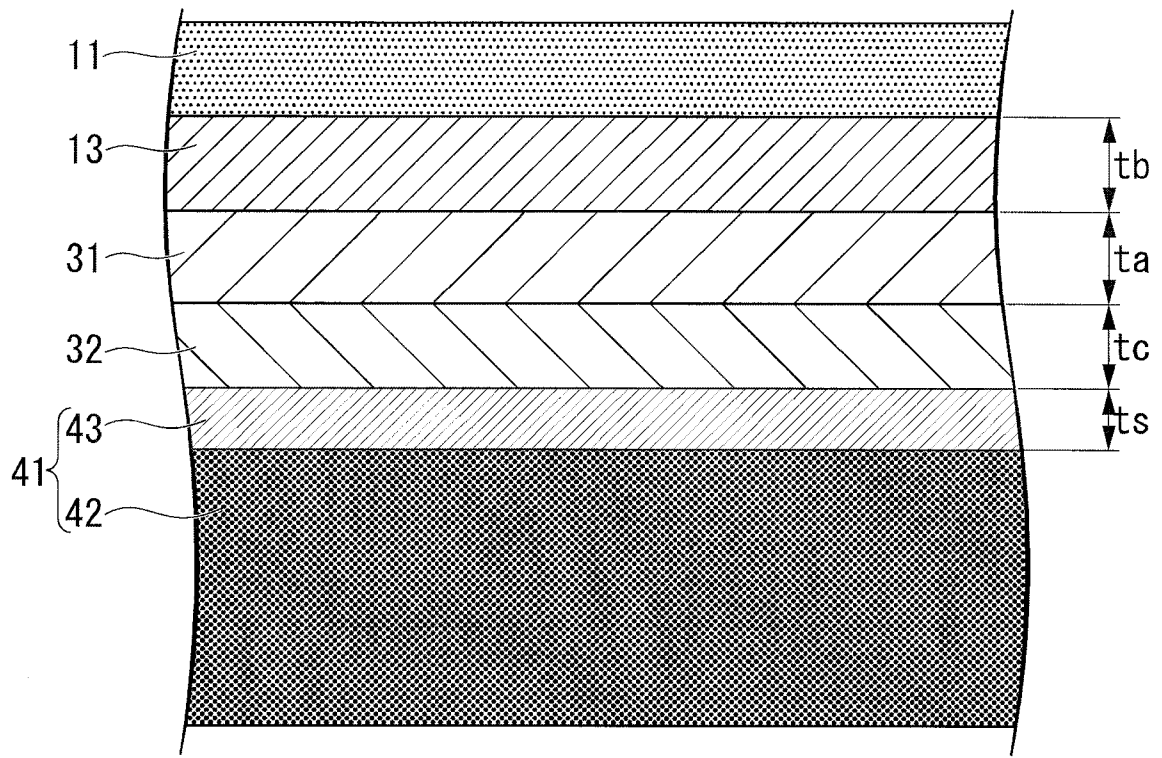


圖 3

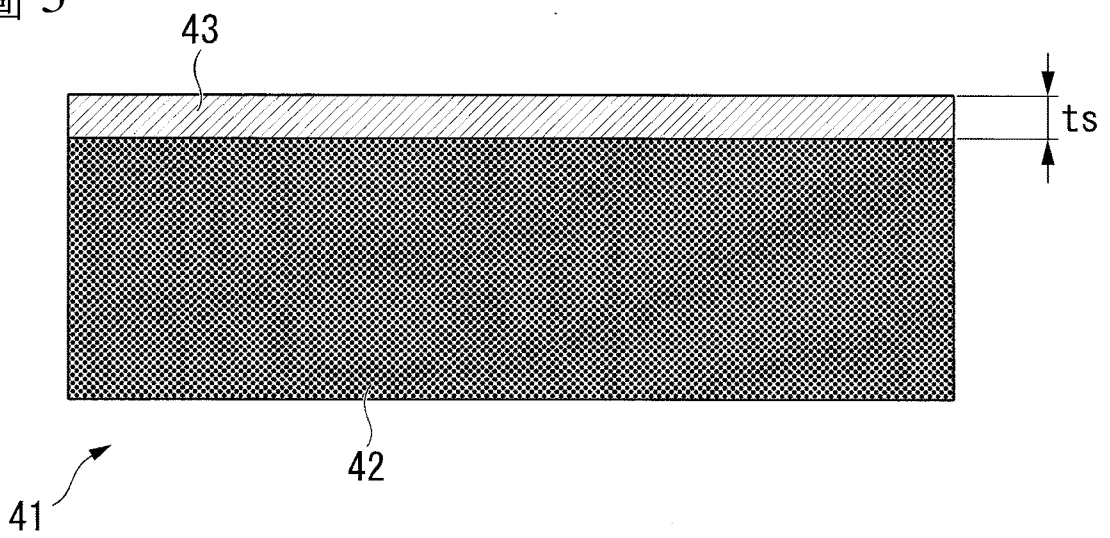


圖 5

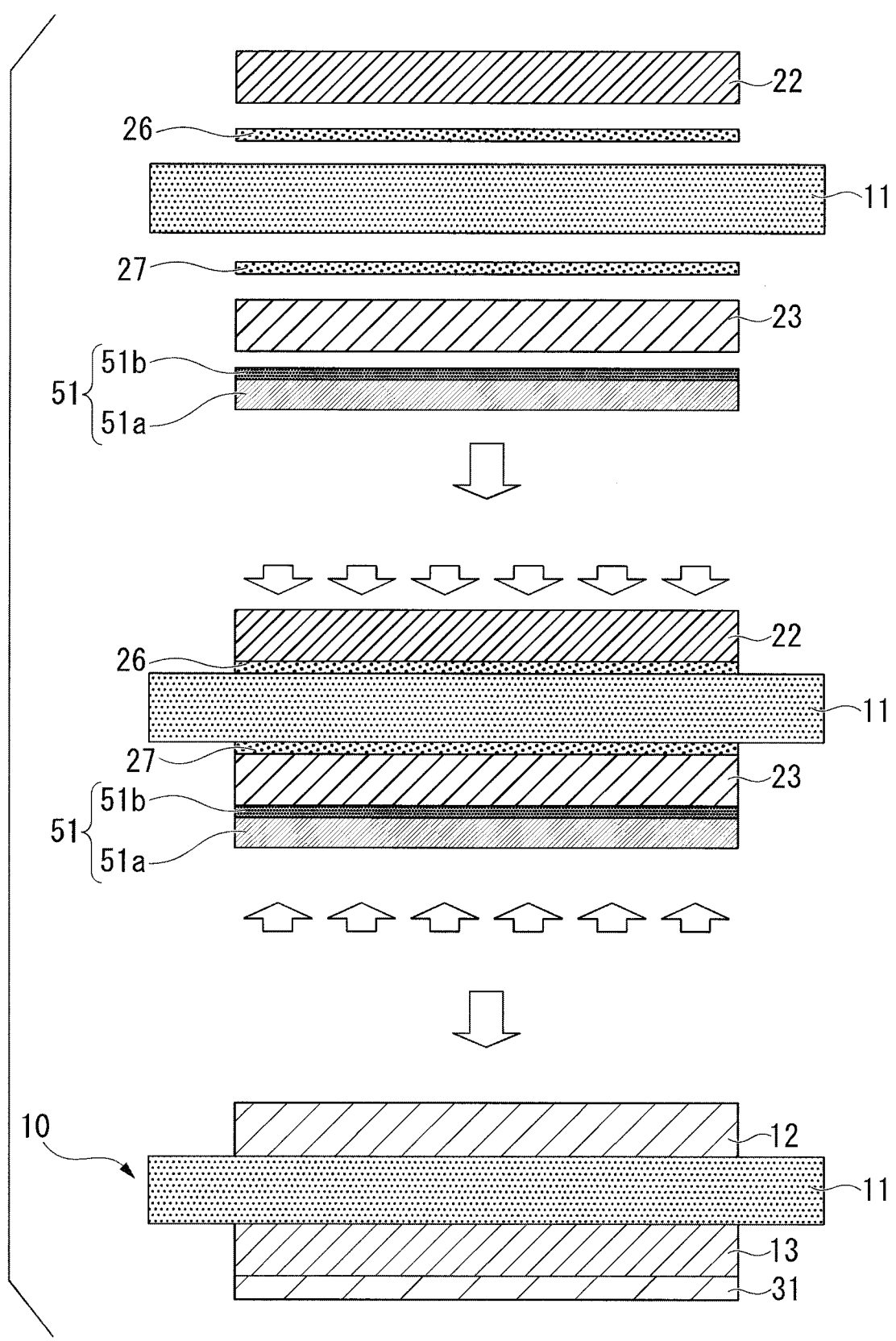


圖 6

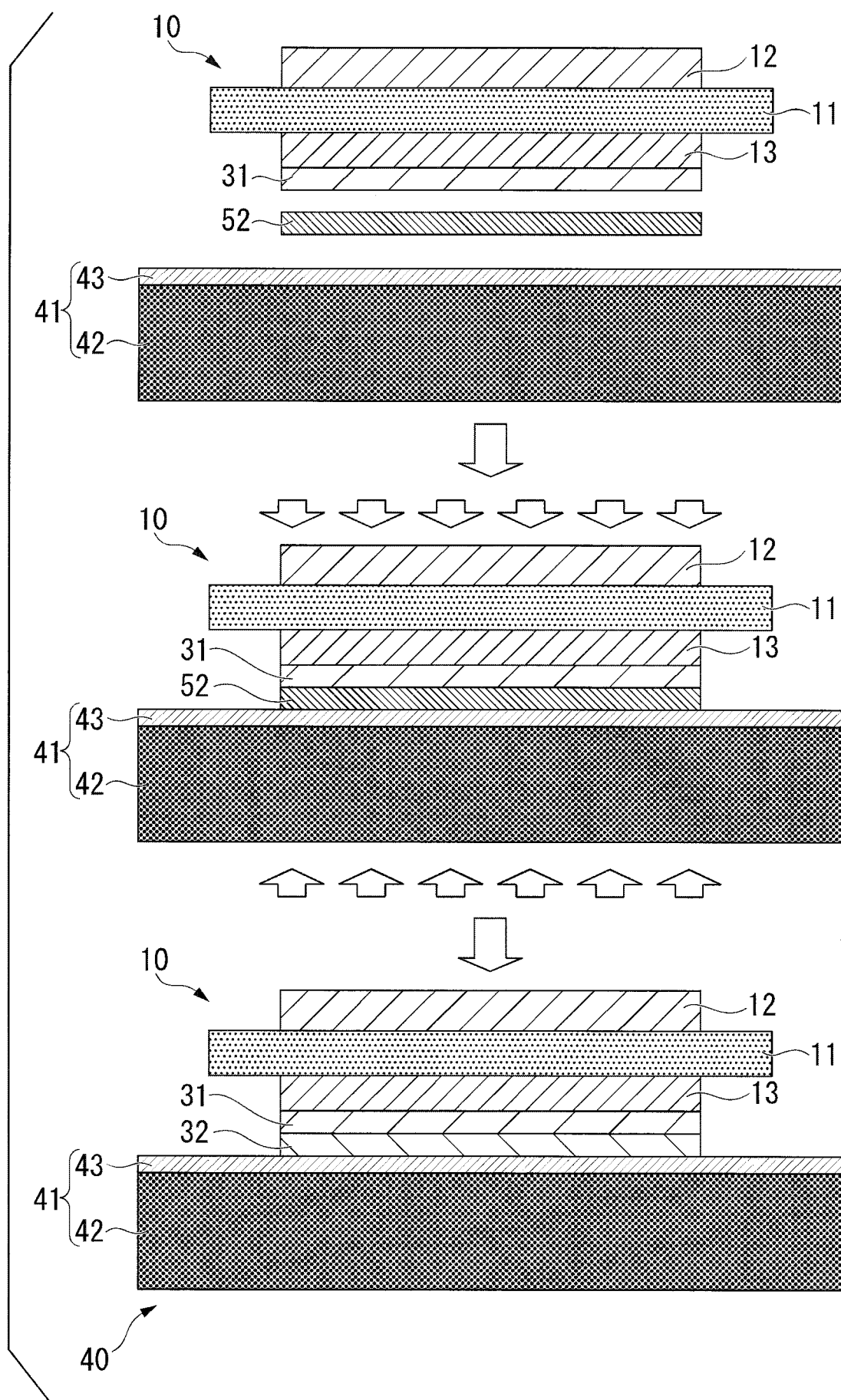


圖 7

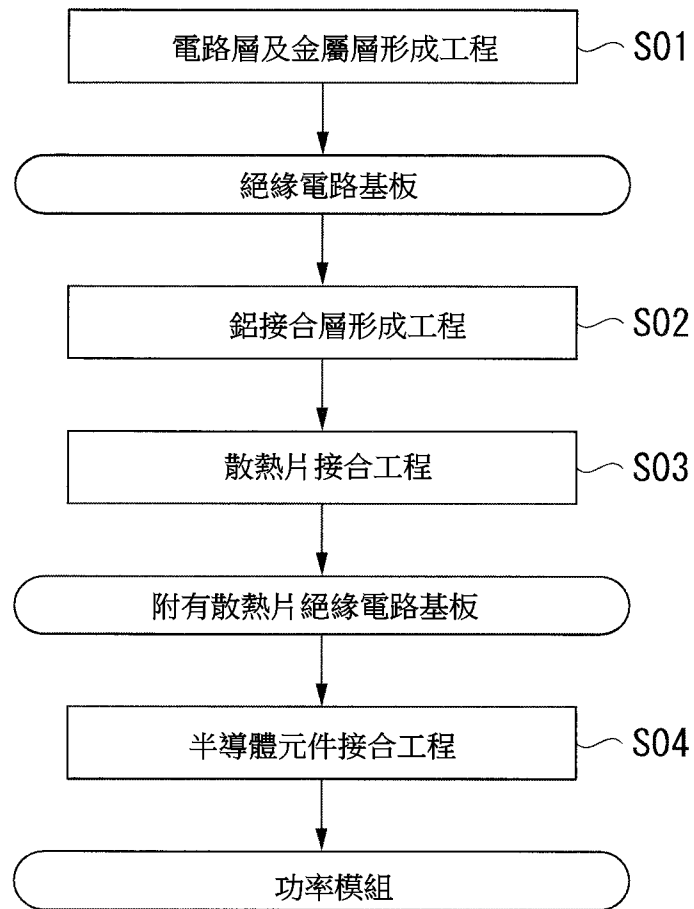


圖 8

