



(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 I619207 B

(45)公告日：中華民國 107 (2018) 年 03 月 21 日

(21)申請案號：104103218

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 01 月 30 日

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

H01L21/50 (2006.01)

(30)優先權：2014/03/20 日本

2014-058869

(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：寺蔭伸幸 TERASAKI, NOBUYUKI (JP)；長友義幸 NAGATOMO, YOSHIYUKI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 457163A

US 20120218714A1

US 20130157835A1

審查人員：張展溢

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：7 共 34 頁

(54)名稱

接合體、電源模組用基板、電源模組及接合體之製造方法

BONDED BODY, POWER MODULE SUBSTRATE, POWER MODULE AND METHOD OF
PRODUCING BONDED BODY

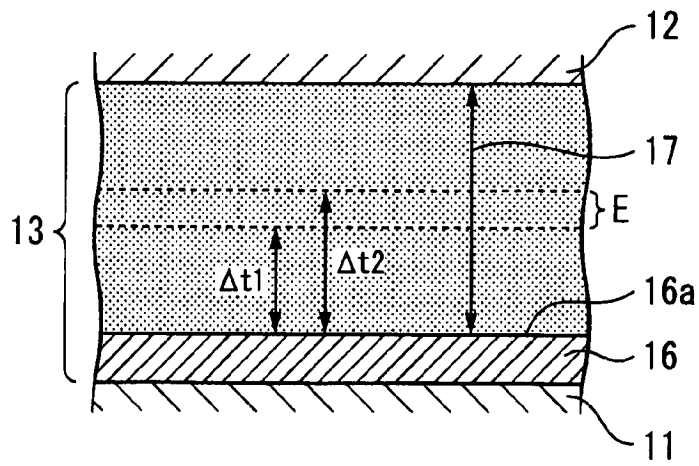
(57)摘要

本發明之接合體，係接合含鋁的陶瓷所構成的陶瓷構件，與銅或銅合金構成的銅構件而成的接合體，前述陶瓷構件與前述銅構件之間，被形成接合部，於該接合部之陶瓷構件側，被形成由包含活性金屬的化合物構成的活性金屬化合物區域；由該活性金屬化合物區域之構成前述銅構件側之一面，朝向前述銅構件側， $0.5\mu\text{m}\sim 3\mu\text{m}$ 之厚度範圍之前述接合部的鋁濃度在 0.5 原子百分比(at%)以上，15at%以下之範圍。

The present invention relates to a bonded body formed by bonding: a ceramics member made of a ceramics including Al; and a Cu member made of Cu or Cu alloy. In the bonded body, a bonding portion is provided between the ceramics member and the Cu member, an active metal compound region made of a compound including an active material is formed on the ceramics member side of the bonding portion, and the Al concentration is the range of 0.5 at% or more and 15 at% or less in thickness range of $0.5\text{-}3\ \mu\text{m}$ from the surface of the active metal compound region on the Cu member side to a Cu member side.

指定代表圖：

圖 2



符號簡單說明：

11 . . . 陶瓷基板(陶瓷構件)

12 . . . 銅構件

13 . . . 接合部

16 . . . 活性金屬化合物區域

16a . . . 一面

17 . . . 合金層

E . . . 厚度範圍

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

接合體、電源模組用基板、電源模組及接合體之製造方法

Bonded body, power module substrate, power module and method of producing bonded body

【技術領域】

[0001] 本發明係關於堅固地接合陶瓷構件與銅構件之接合體、具備此接合體之電源模組用基板、電源模組、及接合體之製造方法。

本發明根據 2014 年 3 月 20 日於日本提出申請之特願 2014-058869 號專利申請案主張優先權，於此處援用其內容。

【先前技術】

[0002] LED 或電源模組等半導體裝置，具備在導電材料所構成的電路層之上被接合半導體元件的構造。

供控制風力發電、電動車等電力車輛等，供控制大電力用的電源半導體元件，其發熱量很多。因此，作為搭載這樣的電源半導體元件的基板，例如使用 Si_3N_4 （氮化矽）、 AlN （氮化鋁）、 Al_2O_3 （氧化鋁）等耐熱性及絕緣性優異的陶瓷基板。接著，於此陶瓷基板之一方之面，把

導電性優異的銅板作為電路層接合的電源模組用基板從以前就已經廣泛使用著。此外，於陶瓷基板之另一方之面也接合金屬板。

[0003] 從前，作為對陶瓷基板接合銅板的方法，例如在陶瓷基板上重疊銅板的狀態下，對這些施加荷重，在氮氣氛圍中加熱至 1000°C 以上的所謂的 DBC 法（Direct Bonding Copper 法）係屬已知（例如參照專利文獻 1）。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[0004] [專利文獻 1] 日本特開平 04-162756 號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之課題]

[0005] 然而，藉由專利文獻 1 所示的 DBC 法接合陶瓷基板與銅板的場合，因為把陶瓷基板與銅板加熱至 1000°C 以上進行接合，所以對陶瓷基板施加熱負荷，而有使陶瓷基板與銅板之接合信賴性降低之虞。

[0006] 本發明係有鑑於前述情形而完成之發明，目的在於提供陶瓷構件與銅構件之接合信賴性高的接合體、電源模組用基板、電源模組、以及接合體之製造方法。

[供解決課題之手段]

[0007] 為了解決前述課題，本發明之數個態樣，提

供如下所述的接合體、電源模組用基板、電源模組及接合體之製造方法。

相關於本發明的第一態樣之接合體，係接合含鋁的陶瓷所構成的陶瓷構件，與銅或銅合金構成的銅構件而成的接合體，前述陶瓷構件與前述銅構件之間，被形成接合部，於該接合部之陶瓷構件側，被形成由包含活性金屬的化合物構成的活性金屬化合物區域；由該活性金屬化合物區域之構成前述銅構件側之一面，朝向前述銅構件側， $0.5\mu\text{m}\sim 3\mu\text{m}$ 之厚度範圍之前述接合部的鋁濃度在 0.5 原子百分比 (at%) 以上，15at% 以下之範圍。

[0008] 接合部之鋁成分，係陶瓷構件的構成材料，亦即含鋁的陶瓷的一部分，在陶瓷構件與銅構件接合時被分解，鋁成分朝向接合部擴散而產生。鋁濃度顯示陶瓷構件之分解程度，鋁濃度越高顯示陶瓷構件的分解進行而提高陶瓷構件與接合部之接合力。

在此，前述鋁濃度未滿 0.5 原子百分比的話，陶瓷構件的分解沒有進行，陶瓷構件與銅構件之剝離率增加。此外，前述鋁濃度超過 15 原子百分比的話，接合部的鋁成分變多，鋁之金屬間化合物等增加。由此，接合部的硬度上升，陶瓷構件與銅構件之接合信賴性降低。

亦即，如本發明這樣，藉由把接合部的鋁濃度限制在特定範圍內，可以維持陶瓷構件與接合部之接合力為較高，減低接合部之剝離率，實現陶瓷構件與銅構件堅固地接合之接合體。

[0009] 於本發明之接合體，前述活性金屬化合物區域之前述一面，為具有凹凸之面，前述厚度範圍，係由前述凹凸之中最接近於前述銅構件的地點起算之範圍。

藉此，可以根據鋁濃度而更為正確地把握陶瓷構件的分解程度，確實實現接合部之剝離率的減低。

[0010] 於本發明之接合體，前述陶瓷構件為 AlN 、 Al_2O_3 之中的任一所構成的。

藉由選擇 AlN 、 Al_2O_3 作為陶瓷構件，可以製造絕緣性及耐熱性優異的接合體。

[0011] 於本發明之接合體，前述活性金屬化合物區域，包含選自活性金屬的氮化物、活性金屬的氧化物之任一種。

藉由在活性金屬化合物區域，包含活性金屬的氮化物、活性金屬的氧化物，可以提高陶瓷構件與銅構件之接合性，確實實現陶瓷構件與銅構件之剝離率的減低。

[0012] 相關於本發明之第二態樣的電源模組用基板，係具備前述接合體之電源模組用基板，使用前述銅構件作為電路層，於前述陶瓷構件在前述電路層被接合之面的相反面，形成金屬層。

此電源模組用基板，使用銅構件作為電路層，於陶瓷構件在此電路層被接合之面的相反面，形成有金屬層。因此，被形成於陶瓷構件與電路層之間的接合部的鋁濃度保持在特定範圍內，可以維持陶瓷構件與接合部之接合力為較高，減低接合部之剝離率，實現陶瓷構件與電路層堅固

地接合之電源模組用基板。

[0013] 於本發明之電源模組用基板，前述金屬層由銅或銅合金所構成。

在此場合，在陶瓷構件之被接合電路層的面之相反面，被形成銅或銅合金所構成的金屬層，所以可實現散熱性優異的電源模組基板。

[0014] 於本發明之電源模組用基板，前述金屬層由鋁或鋁合金所構成。

在此場合，陶瓷構件之與被接合電路層的面相反的面，藉由接合鋁或鋁合金所構成的金屬層減少變形電阻，對陶瓷構件施加熱應力時，此熱應力可以藉由鋁或鋁合金構成的金屬層所吸收，可以抑制陶瓷構件的熱應力導致的破損。

[0015] 相關於本發明之第三態樣之電源模組，具備：前述之電源模組用基板，及被接合於前述電路層之中與前述陶瓷構件相反側之面的電子零件。

根據本發明之電源模組，使用具有如前所述的接合體之電源模組用基板，所以陶瓷構件與電路層堅固地接合，信賴性優異。

[0016] 相關於本發明之第四態樣之接合體之製造方法，係含鋁的陶瓷所構成的陶瓷構件，與銅或銅合金所構成的銅構件被接合而成的接合體之製造方法，具備：中介著銅－磷焊料，與含有活性金屬的活性金屬材，形成在前述陶瓷構件層積前述銅構件的層積體之層積步驟，以及加

熱處理前述層積體，使前述銅－磷焊料熔融，同時使包含於前述陶瓷構件的鋁朝向前述銅－磷焊料擴散的加熱處理步驟。

[0017] 根據本發明之接合體之製造方法，於加熱處理步驟，藉由包含於陶瓷構件的鋁朝向銅－磷焊料擴散，而可以維持陶瓷構件與接合部之接合力為較高，減低接合部之剝離率，可以製造陶瓷構件與銅構件被堅固接合的接合體。

[0018] 於本發明之接合體之製造方法，前述銅－磷焊料，含有磷 3 質量百分比 (mass%) 以上 10 mass% 以下。

含有磷 3 mass% 以上 10 mass% 以下的銅－磷焊料，融點很低，所以加熱時容易產生融液，容易進行陶瓷構件與銅構件之反應，所以可堅固地接合陶瓷構件與銅構件。

[0019] 於本發明之接合體之製造方法，前述銅－磷焊料，係選自 Cu-P 焊料、Cu-P-Sn 焊料、Cu-P-Sn-Ni 焊料、Cu-P-Zn 焊料之中的任何一種。

使用這樣的焊料的場合，焊料的融點很低，所以可確實進行陶瓷構件與銅構件之接合。

[發明之功效]

[0020] 根據本發明的話，可以提供陶瓷構件與銅構件之接合信賴性高的接合體、電源模組用基板、電源模組、以及接合體之製造方法。

【圖式簡單說明】

[0021]

圖 1 係相關於本發明的實施型態之接合體之一例之剖面圖。

圖 2 係相關於本發明的實施型態之接合體之接合部之重要部位擴大剖面圖。

圖 3 係相關於本發明的實施型態之接合體之接合部之剖面觀察照片。

圖 4 係相關於本發明的實施型態之接合體之接合部之其他例的重要部位擴大剖面圖。

圖 5 係階段性顯示相關於本發明的實施型態之接合體之製造方法之剖面圖。

圖 6 係顯示相關於本發明的實施型態之電源模組用基板及電源模組之剖面圖。

圖 7 係顯示實施例之活性金屬化合物區域之觀察例之圖。

【實施方式】

[0022] 以下，參照圖式，說明相關於本發明的實施型態之接合體，及其製造方法。又，於以下所示之各實施型態，係為了使本發明的要旨更容易理解而具體說明之例，在沒有特別指定的情況下，並不能用來限定本發明之範圍。此外，以下說明所使用的圖式，亦有為了使本發明

的特徵容易理解，而方便上擴大顯示重要部位的部份的場合，各構成要素的尺寸比率不限於與實際上相同。

[0023]

(接合體)

圖 1 係相關於本發明的實施型態之接合體之一例之剖面圖。

接合體 10，例如作為具備電源半導體的構成電源模組之電源模組用基板來使用。此接合體 10，如圖 1 所示，具備：陶瓷基板（陶瓷構件）11，以及被配設於此陶瓷基板 11 的一面 11a（於圖 1 為上面）之銅構件 12。此外，此陶瓷基板 11 與銅構件 12，中介著接合部 13 接合。接合部 13，例如藉由加熱處理活性金屬材及 Cu-P 系焊料而形成。又，接合體 10 之製造方法，稍後詳述。

[0024] 陶瓷基板 11，由含鋁的絕緣性高的陶瓷，例如 AlN（氮化鋁）、Al₂O₃（氧化鋁）等構成。在本實施型態，陶瓷基板 11，以散熱性優異的 AlN 構成。陶瓷基板 11 的厚度，例如被設定在 0.2~1.5mm 之範圍內，在本實施型態，使用 0.635mm 者。

[0025] 銅構件 12，使用由具有高導電性的銅或銅合金構成的金屬板。在本實施型態，作為銅構件 12 使用由無氧銅構成的金屬板。此銅構件 12 的厚度，例如，被設定在 0.1mm 以上 1.0mm 以下之範圍內，在本實施型態，使用 0.6mm 者。

這樣的銅構件 12，例如作為電源模組用基板的電路

層使用。

[0026] 圖 2 係相關於本發明的實施型態之接合體之接合部 13 的概要的重要部位擴大剖面圖。此外，圖 3 係相關於本發明的實施型態之接合體之接合部 13 之剖面觀察照片。又，圖 2 及圖 3 所示的本實施型態之接合部 13 的構成，係在陶瓷基板 11 與銅構件 12 的接合，使用 Cu-P-Sn-Ni 焊料，與作為活性金屬使用 Ti 的場合之一例。又，作為活性金屬，除了 Ti 以外，例如可以舉出 Zr、Nb、Hf 等。

接合部 13，係把活性金屬材（在本實施型態為 Ti）以及 Cu-P 系焊料以特定的溫度、時間進行熱處理而產生的接合層。

接合部 13，具備：位在銅構件 12 側的合金層 17，以及位在陶瓷基板 11 側的活性金屬化合物區域 16。

[0027] 於本實施型態，活性金屬化合物區域 16，係從活性金屬材擴散的 Ti，與包含於構成陶瓷基板 11 的 AlN 的 N 化合形成的鈦氮化物，例如以 TiN 構成為主體。合金層 17，係以焊料的成分之 Cu,P,Sn,Ni，以及由活性金屬材擴散的 Ti 及這些的合金或金屬間化合物構成的。

[0028] 於如此構成的接合部 13，係以由活性金屬化合物區域 16 之構成銅構件 12 側的一面 16a 起朝向銅構件 12 側，以 $0.5\mu\text{m} \sim 3\mu\text{m}$ 的厚度範圍 E 之鋁濃度成為 0.5at% 以上、15at% 以下的範圍的方式形成的。亦即，由活性金屬化合物區域 16 之一面 16a 起，朝向銅構件 12 在

0.5 μm (Δt_1) 的位置擴開的面，與朝向銅構件 12 之 3 μm (Δt_2) 的位置擴開的面之間之擴開於 2.5 μm 的厚度範圍 E 的區域內，鋁濃度為 0.5at%以上、15at%以下。又，鋁濃度為厚度範圍 E 之平均值。前述厚度範圍 E 之鋁濃度以 0.5at%以上、10at%以下為較佳，但不被限定於此範圍。

[0029] 接合部 13 之鋁成分，係陶瓷基板 11 的構成材料，亦即含鋁的陶瓷的一部分，在陶瓷基板 11 與銅構件 12 接合時被分解，鋁成分朝向接合部 13 擴散而產生。在本實施型態，構成陶瓷基板 11 的 AlN 分解，鋁朝向接合部 13 擴散。

[0030] 這樣的接合部 13 的厚度範圍 E 之鋁濃度的控制，是藉由陶瓷基板 11 與銅構件 12 之接合時的在加熱處理步驟的接合溫度的設定或是加熱時間的設定，而控制在所要的值。

[0031] 又，在本實施型態，活性金屬化合物區域 16，以活性金屬材，與構成陶瓷基板 11 的 AlN 所含的 N 化合形成的活性金屬的氮化物為主體構成的，但作為陶瓷基板 11 使用 Al₂O₃ 的場合，活性金屬化合物區域 16，以 Al₂O₃ 所含有的 O 與活性金屬化合形成的活性金屬的氧化物為主體構成。

[0032] 此外，在圖 2，模式上，以活性金屬化合物區域 16 的一面 16a 為平面，實際上，如圖 3 的觀察相片所示，此活性金屬化合物區域 16 之一面 16a 為具有多數凹凸的面。在此場合，例如圖 4 所示那樣，只要把被規定鋁

濃度的接合部 13 的厚度範圍 E，定義為活性金屬化合物區域 16 的一面 16a 之中，最接近於銅構件的地點 Sp（最往銅構件 12 側突出的頂部 Sp）為基點， $0.5\mu\text{m}\sim 3\mu\text{m}$ 之厚度範圍 E 即可。

[0033] 此外，於陶瓷基板 11 之另一面 11b 側，進而被接合金屬構件，例如鋁或鋁合金構成的鋁構件、銅或銅合金構成的銅構件的構成為較佳。作為如此進行的金屬構件之一例，可以舉出 4N-Al 構成的鋁構件，或無氧銅構成的銅構件。陶瓷構件 11 與金屬構件之接合，例如可以使用 Al-Si 系焊料或 Cu-P 系焊料等。作為 Al-Si 系焊料，可舉出矽含量 1 mass% 至 12 mass% 之焊料。

[0034] 根據以上所述構成的接合體 10，接合陶瓷基板 11 與銅構件 12 的接合部 13，係由活性金屬化合物區域 16 之一面 16a 起朝向銅構件 12 側，以 $0.5\mu\text{m}\sim 3\mu\text{m}$ 的厚度範圍 E 之鋁濃度成為 0.5at% 以上、15at% 以下的範圍的方式形成的。此鋁，係構成陶瓷基板 11 的 AlN 或 Al_2O_3 分解，朝向接合部 13 擴散。因此，鋁的濃度，顯示這些 AlN 或 Al_2O_3 的分解程度，鋁的濃度越高，顯示 AlN 或 Al_2O_3 的分解越加進行，陶瓷基板 11 與接合部 13 之接合力很高。

[0035] 因此，藉由管理接合部 13 的特定區域的鋁濃度，可以把陶瓷基板 11 與接合部 13 之接合力維持得很高，可以減低接合部 13 的剝離率。

[0036]

(接合體之製造方法)

說明如前所述的構成的接合體之製造方法。

圖 5 係階段性顯示相關於本發明的實施型態之接合體之製造方法之剖面圖。

例如，製造作為電源模組用基板使用的接合體時，首先準備 AlN (氮化鋁)、Al₂O₃ (氧化鋁) 等含鋁的陶瓷所構成的陶瓷基板 (陶瓷構件) 11 (參照圖 5 (a))。在本實施型態，使用由 AlN 所構成，厚度 0.635mm 的陶瓷基板。

[0037] 其次，於陶瓷基板 11 之一面 11a 側，依序層積焊料 31、活性金屬材 32 以及銅構件 12，形成層積體 35 (參照圖 5 (b)：層積步驟)。焊料 31，使用 Cu-P 系焊料。作為 Cu-P 系的焊料，例如可以舉出 Cu-P 焊料、Cu-P-Sn 系焊料、Cu-P-Sn-Ni 系焊料、Cu-P-Zn 系焊料、Cu-P-Sn-Mn 系焊料、Cu-P-Sn-Cr 系焊料、Cu-P-Sn-Fe 系焊料等，在本實施型態使用 Cu-P-Sn-Ni 焊料。

[0038] Cu-P-Sn-Ni 焊料的組成，具體為 Cu-7mass%P-15mass%Sn-10mass%Ni。在此，Cu-P-Sn-Ni 焊料的厚度被形成為 5 μ m 以上 150 μ m 以下。

[0039] Cu-P 系焊料的成分之磷，係具有使焊料融點降低的作用效果的元素。此外，此磷，係藉由磷氧化產生的磷氧化物，接著覆蓋焊料表面防止焊料的氧化，同時藉著以流動性良好的磷氧化物覆蓋熔融的焊料的表面具有提高焊料的潤濕性的作用效果的元素。

[0040] 磷含量未滿 3 mass%的話，無法充分得到使焊料融點降低的效果而會有焊料的融點上升，或是焊料的流動性不足，陶瓷基板 11 與銅構件 12 之接合性降低之虞。此外，磷含量超過 10 mass%的話，會形成許多脆的金屬間化合物，而有陶瓷基板 11 與銅構件 12 之接合性或接合信賴性降低之虞。

由於這樣的理由，Cu-P 系焊料含的磷含量在 3 mass% 以上 10 mass% 以下之範圍內為較佳。前述 Cu-P 系焊料含的磷含量，為 6 mass% 以上 8 mass% 以下的範圍內更佳，但是不限於此。

[0041] Cu-P 系焊料的成分之一例之 Sn，係具有使焊料融點降低的作用效果的元素。Sn 含量為 0.5 mass% 以上可以使焊料融點確實地降低。此外，Sn 含量 25 mass% 以下，可以抑制焊料的低溫脆化，可提高陶瓷基板 11 與銅構件 12 的接合信賴性。

由於這樣的理由，於 Cu-P 系焊料含有 Sn 的場合，其含量在 0.5 mass% 以上 25 mass% 以下之範圍內為較佳。

[0042] Cu-P 系焊料的成分之一例之 Ni、Cr、Fe、Mn 等，係具有抑制在陶瓷基板 11 與焊料的界面被形成含有磷的金屬間化合物的作用效果之元素。

Ni、Cr、Fe、Mn 之中的任何 1 種或 2 種以上的含量合計在 2 mass% 以上，可以抑制在陶瓷基板 11 與焊料的接合界面被形成含有磷的金屬間化合物，提高陶瓷基板 11 與銅構件 12 之接合信賴性。

[0043] 此外，Ni、Cr、Fe、Mn 之中的任何 1 種或 2 種以上的含量合計在 20 mass%以下，可以抑制焊料的融點上升，抑制焊料的流動性降低，提高陶瓷基板 11 與銅構件 12 之接合性。

由於這樣的理由，於 Cu-P 系焊料含有 Ni、Cr、Fe、Mn 之中的任何 1 種或 2 種以上的場合，其合計含量在 2 mass%以上 20 mass%以下之範圍內為較佳。

[0044] Cu-P 系焊料的成分之一例之 Zn，係具有提高焊料的耐氧化性的作用效果的元素。

Zn 含量在 0.5 mass%以上，可以充分確保焊料的耐氧化性，提高接合性。此外，Zn 含量為 50 mass%以下，防止形成許多脆的金屬間化合物，可以確保陶瓷基板 11 與銅構件 12 之接合信賴性。

由於這樣的理由，於 Cu-P 系焊料含有 Zn 的場合，其含量在 0.5 mass%以上 50 mass%以下之範圍內為較佳。

[0045] 焊料 31，係藉由把混合構成元素的成分的粉末，透過適切的結合劑形成為糊狀者（焊料糊），塗布於陶瓷基板 11 之一面 11a 而形成。

[0046] 活性金屬材 32，至少含有活性元素。作為活性金屬材 32 的性狀，可以舉出箔、粉末、對粉末加入適切地結合劑混練之糊等。

在本實施型態，作為活性金屬材，使用 Ti 箔，Ti 箔的厚度為 0.5 μm 以上 25 μm 以下。此外，使 Ti 箔的組成為純度 99.4 mass%以上亦可，在本實施型態純度為 99.6

mass%。

[0047] 又，在本實施型態，活性金屬材 32，被配置於銅構件 12 之側，但也可以配置於陶瓷構件 11 之側。在此場合，層積體 35 的層積順序，為陶瓷構件 11、活性金屬材 32、焊料 31 以及銅構件 12 的順序。

[0048] 其次，如圖 5 (c) 所示，把層積體 35 放入真空加熱處理爐 H，加壓層積體 35 同時加熱直到焊料 31 的熔融溫度（接合溫度）以上為止（加熱處理步驟）。藉此，使焊料 31 熔融。其後，被冷卻時，如圖 5 (d) 所示，得到陶瓷構件 11 與銅構件 12 中介著接合部 13 接合的接合體 10。

[0049] 在本實施型態，作為加熱處理步驟之加熱處理條件，分別設定為往層積體 35 的層積方向的加壓力為 $1 \sim 35 \text{ kgf/cm}^2$ ($0.10 \sim 3.43 \text{ MPa}$)，真空加熱爐內的壓力為 10^{-6} Pa 以上 10^{-3} Pa 以下，加熱溫度為 700°C 以上 850°C 以下，加熱時間為 10 分鐘以上 60 分鐘以下。

[0050] 於加熱處理步驟，陶瓷基板 11 之一面 11a 的 AlN 被分解，進行加熱處理直到 Al 擴散到接合部 13 的程度。亦即，如圖 2 所示，於所得到的接合體 10 的接合部 13，係以由活性金屬化合物區域 16 之構成銅構件 12 側的一面 16a 起朝向銅構件 12 側，以 $0.5 \mu\text{m} \sim 3 \mu\text{m}$ 的厚度範圍 E 之鋁濃度成為 0.5at% 以上、15at% 以下的範圍的方式進行加熱處理。

[0051] 藉此，構成陶瓷基板 11 的 AlN 的分解程度成

為適切的範圍，陶瓷基板 11 與接合部 13 之接合力被提高。因此，可以把接合體 10 之陶瓷基板 11 與接合部 13 之接合力維持得很高，可以減低接合部 13 的初期剝離率。

[0052]

(電源模組用基板及電源模組)

以下說明使用了前述接合體的相關於本發明的實施型態之電源模組用基板及電源模組的構成。又，圖 1、圖 2 所示的接合體 10 對相同的構成賦予相同的符號，省略其詳細說明。

圖 6 係顯示相關於本發明的實施型態之電源模組用基板及電源模組之剖面圖。

[0053] 電源模組 1，具備：電源模組用基板 40，以及在此電源模組用基板 40 之一方側（於圖 6 為上側）之面中介焊錫層 2 接合的電源半導體（電子零件）3。

在此，焊錫層 2，例如為 Sn-Ag 系、Sn-In 系、或者 Sn-Ag-Cu 系之焊料。

[0054] 電源模組用基板 40，具備：陶瓷基板（陶瓷構件）11、配設於此陶瓷基板 11 之一面 11a（於圖 6 為上面）的銅構件（電路層）12、以及接合陶瓷基板 11 及銅構件 12 的接合部 13 所構成的接合體 10。

[0055] 此外，電源模組用基板 40，在對被配設銅構件（電路層）12 的陶瓷基板 11 之一面 11a 構成相反面的陶瓷基板 11 的另一面 11b（於圖 6 為下面）具備金屬層

41。金屬層 41，例如，使用銅或銅合金構成的金屬板。在本實施型態，作為金屬層 41 使用由無氧銅構成的金屬板。此銅構件 12 的厚度，例如，被設定在 0.1mm 以上 1.0mm 以下之範圍內，在本實施型態，使用 0.6mm 者。

[0056] 電源模組用基板 40 之銅構件（電路層）12，適用於電源模組時，構成電源半導體的電路層。亦即，銅構件 12 構成電源半導體的導電體。此外，陶瓷基板 11 構成絕緣此導電體的下層側的絕緣體。

[0057] 根據這樣的電源模組用基板 40 及電源模組 1，藉由適用圖 1 所示的接合體 10，使接合陶瓷基板 11 與銅構件（電路層）12 的接合部 13 的特定區域的鋁濃度受到管理，可以實現使陶瓷基板 11 與接合部 13 之接合力維持得很高的電源模組用基板 40 及電源模組 1。

[0058] 又，在本實施型態，作為電源模組用基板 40，在陶瓷基板 11 之另一面 11b 形成金屬層 41，但亦可為不特別形成這樣的金屬層 41 的構成。此外，金屬層 41，不限定於銅或銅合金，可以使用各種金屬。例如，可以把鋁或鋁合金作為金屬層適用。

藉由鋁或鋁合金形成金屬層 41 的話，對陶瓷構件施加熱應力時，可以藉由鋁或鋁合金構成的金屬層吸收此熱應力，可以抑制陶瓷構件之熱應力導致的破損。藉由鋁或鋁合金形成金屬層の場合，金屬層的厚度以設定在 0.1mm ~ 3.0mm 之範圍內為佳。

[實施例]

[0059]

(實施例 1)

於表 1 記載的材質所構成的陶瓷基板 (40mm×40mm×厚度 0.635mm) 之一方之面，依序層積表 1 記載之焊料 (37mm×37mm)、表 1 記載之活性金屬材 (37mm×37mm)、無氧銅構成的 Cu 板 (37mm×37mm×厚度 0.3mm)，形成層積體。又，針對本發明例 4，把 Cu-7mass%P-15mass%Sn-10mass%Ni 粉末與 Ti 粉末構成的糊作為焊料及活性元素使用。又，糊的塗布厚度為 80 μ m。

[0060] 接著，藉著在把層積體於層積方向以壓力 5 kgf/cm² (0.49 MPa) 加壓的狀態投入真空加熱爐，進行加熱，於陶瓷基板之一方之面接合銅板。加熱溫度及時間如表 1 所記載的。

如此進行得到本發明例 1~8，比較例 1~3 之接合體。針對所得到的接合體「有無活性金屬化合物區域」、「接合部之鋁濃度」、「接合率」進行了評估。

[0061]

(有無活性金屬化合物區域)

藉由 EPMA (電子微探分析儀，日本電子(股)製造 JXA-8530F) 以倍率 10000 倍測定了接合體的剖面，取得陶瓷基板所含有的元素 (AlN 的場合為 N、Al₂O₃ 的場合為 O) 及活性金屬元素之元素映射圖。於所得到的元素映射圖，在活性金屬元素與陶瓷基板所含有的元素存在於同一

區域的場合判斷為有活性金屬化合物區域。

圖 7 顯示活性金屬化合物區域的觀察例。於此圖 7，活性金屬元素（Ti）與陶瓷基板（AlN）所含的元素（N）存在於同一區域，判斷為有活性金屬化合物區域。

[0062]

（接合部之鋁濃度）

作為接合部之鋁濃度的測定方法，藉由 EPMA（電子微探分析儀，日本電子（股）製造 JXA-8530F）分析接合部的剖面，由活性金屬化合物區域之一面定量分析 $0.5\mu\text{m}$ ~ $3\mu\text{m}$ 之範圍，測定了鋁濃度。具體而言，分析前述範圍內的任意處所 10 個點，將其平均值作為鋁濃度。

[0063]

（冷熱循環試驗）

冷熱循環試驗，係使用冷熱衝擊試驗機（Espec 公司製造之 TSB-51），對電源模組用基板，在液相（Fluorinert™（電子化學液）），將 -40°C 下 5 分鐘與 150°C 下 5 分鐘的循環，實施了 2000 個循環。

（接合率）

接合率的評估，係對接合體，針對陶瓷基板與銅構件之界面的接合率使用超音波探傷機（（股）日立 Power Solutions 製造的 FineSAT200）進行評估，由以下公式算出接合率。

此處，所謂初期接合面積，是接合前之應該接合的面

積，亦即在本實施例為銅構件的面積（37mm×37mm）。在把超音波探傷影像二值化處理之後的影像，剝離以接合部內的白色部來顯示，所以此白色部的面積為剝離面積。

（接合率（%）） = {（初期接合面積） - （剝離面積）} / （初期接合面積） × 100

接合率的評估，是在進行冷卻循環試驗前（初期接合率）及冷熱循環試驗後進行。

結果顯示於表 1。

[0064]

【表 1】

	陶瓷基板	焊料		活性元素		加熱處理步驟		活性金屬化合物區域	接合部之 Al 濃度 [at%]	接合率 [%]	
		組成	厚度 [μm]	形狀	厚度 [μm]	溫度 [$^{\circ}\text{C}$]	時間 [分]			初期	冷熱循環後
本發明例1	AlN	Cu-7mass%P-15mass%Sn-10mass%Ni	50	Ti箔	2	750	10	有	0.5	99.2	96.7
本發明例2	AlN	Cu-7mass%P-15mass%Sn-10mass%Ni	50	Ti箔	2	800	60	有	8.0	99.1	95.9
本發明例3	AlN	Cu-7mass%P-15mass%Sn-10mass%Ni	50	Ti箔	2	850	60	有	15.0	98.2	95.4
本發明例4	AlN	焊料糊・Ti糊				850	20	有	9.8	98.6	93.3
本發明例5	AlN	Cu-7mass%P-6mass%Sn	30	Zr箔	10	830	60	有	13.2	98.9	95.1
本發明例6	AlN	Cu-7mass%P	80	Nb箔	15	850	30	有	8.4	99.2	93.4
本發明例7	AlN	Cu-7mass%P	80	Hf箔	15	850	30	有	9.5	98.1	93.8
本發明例8	Al ₂ O ₃	Cu-7mass%P-15mass%Sn-10mass%Ni	50	Ti箔	2	830	40	有	9.6	98.5	93.8
比較例 1	AlN	Cu-7mass%P-15mass%Sn-10mass%Ni	50	Ti箔	10	700	5	有	0.3	87.2	53.9
比較例 2	AlN	Cu-7mass%P-15mass%Sn-10mass%Ni	50	Ti箔	10	850	90	有	21.0	98.8	82.6
比較例 3	AlN	Cu-7mass%P-15mass%Sn-10mass%Ni	50	-	-	850	60	無	-	未接合	-

[0065]

(實施例 2)

(本發明例 9 ~ 10)

使用在實施例 1 得到的接合體，於陶瓷基板之另一方之面中介 Al-Si 系系焊料接合純度 99.99 mass% 以上的鋁 (4N-Al)，做出形成了金屬層之電源模組用基板。在本發明例 9，使用本發明例 2 的接合體，在本發明例 10，使用本發明例 8 的接合體。又，在實施例 9 ~ 10，作為 Al-Si 焊料，使用了 Al-7 mass%Si 焊料。

(本發明例 11 ~ 12)

於陶瓷基板之一方之面及另一方之面，依序層積 Cu-7mass%P-15mass%Sn-10mass%Ni 焊料、Ti 箔、無氧銅 (OFC) 構成的銅板，形成層積體。在把該層積體加壓於層積方向的狀態投入真空加熱爐，藉由進行加熱製作了在陶瓷基板之一方之面及另一方之面被接合銅板的電源模組用基板。在本發明例 11，作為陶瓷基板使用 AlN，在本發明例 12，使用 Al₂O₃。

對於所得到的本發明例 9 ~ 12 之電源模組用基板，評估了電路層 (陶瓷基板之一方之面) 的接合率。評估方法與實施例 1 所記載的相同。

結果顯示於表 2。

[0066]

【表 2】

	金屬層	電路層之接合率 [%]	
		初期	冷熱循環後
本發明例 9	4N-Al	99.1	96.8
本發明例 10	4N-Al	99.3	94.8
本發明例 11	0FC	98.7	93.8
本發明例 12	0FC	99.3	94.2

[0067] 由表 1 所示的結果，針對本發明例 1~8，確認了鋁濃度在 0.5at%以上、15at%以下之範圍，所以陶瓷基板與鋁板之初期接合率很高，堅固地被接合。此外，冷熱循環後的接合率也高，可得接合信賴性優異的銅板與陶瓷基板之接合體。

另一方面，比較例 1 及比較例 2，因為鋁濃度在 0.5at%以上、15at%以下之範圍以外，所以陶瓷基板與銅板的初期接合率及冷熱循環後的接合率，都比本發明例還要低劣。此外，接合時未使用活性金屬材的比較例 3，銅板與陶瓷基板未接合成功。

此外，由表 2 所示的結果，確認了針對本發明例 9~12，冷熱循環試驗後的接合率高，接合信賴性高。

[產業上利用可能性]

[0068] 根據相關於本發明的接合體，及其製造方法、電源模組用基板，可以提高陶瓷構件與銅構件之接合信賴性。因此，根據相關於本發明之接合體之製造方法，可以製造適合於風力發電、供控制電動車等電力車輛等而

使用的大電力控制用的電源半導體元件等使用環境苛酷的電源模組之接合體以及電源模組用基板。

【符號說明】

[0069]

- 1：電源模組
- 3：電源半導體（電子零件）
- 10：接合體
- 11：陶瓷基板（陶瓷構件）
- 12：銅構件
- 13：接合部
- 31：焊料
- 32：活性金屬材
- 40：電源模組用基板
- 41：金屬層

發明摘要

※申請案號：104103218

※申請日：104年01月30日

※IPC分類：*H01L 23/15* (2006.01)
H01L 21/50 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

接合體、電源模組用基板、電源模組及接合體之製造方法

Bonded body, power module substrate, power module and method of producing bonded body

【中文】

本發明之接合體，係接合含鋁的陶瓷所構成的陶瓷構件，與銅或銅合金構成的銅構件而成的接合體，前述陶瓷構件與前述銅構件之間，被形成接合部，於該接合部之陶瓷構件側，被形成由包含活性金屬的化合物構成的活性金屬化合物區域；由該活性金屬化合物區域之構成前述銅構件側之一面，朝向前述銅構件側， $0.5\mu\text{m} \sim 3\mu\text{m}$ 之厚度範圍之前述接合部的鋁濃度在 0.5 原子百分比 (at%) 以上，15at%以下之範圍。

【英文】

The present invention relates to a bonded body formed by bonding: a ceramics member made of a ceramics including Al; and a Cu member made of Cu or Cu alloy. In the bonded body, a bonding portion is provided between the ceramics member and the Cu member, an active metal compound region made of a compound including an active material is formed on the ceramics member side of the bonding portion, and the Al concentration is the range of 0.5 at% or more and 15 at% or less in thickness range of $0.5\text{-}3\mu\text{m}$ from the surface of the active metal compound region on the Cu member side to a Cu member side.

申請專利範圍

1.一種接合體，係接合含鋁的陶瓷所構成的陶瓷構件，與銅或銅合金構成的銅構件而成的接合體，其特徵為：

前述陶瓷構件與前述銅構件之間，被形成接合部，於該接合部之陶瓷構件側，被形成由包含活性金屬的化合物構成的活性金屬化合物區域；

由該活性金屬化合物區域之構成前述銅構件側之一面，朝向前述銅構件側， $0.5\mu\text{m}\sim 3\mu\text{m}$ 之厚度範圍之前述接合部的鋁濃度在 0.5 原子百分比 (at%) 以上，15at% 以下之範圍。

2.如申請專利範圍第 1 項之接合體，其中

前述活性金屬化合物區域之前述一面，為具有凹凸之面，前述厚度範圍，係由前述凹凸之中最接近於前述銅構件的地點起算之範圍。

3.如申請專利範圍第 1 或 2 項之接合體，其中

前述陶瓷構件為 AlN 、 Al_2O_3 之中的任一所構成的。

4.如申請專利範圍第 1 至 3 項之任一項之接合體，其中

前述活性金屬化合物區域，包含選自活性金屬的氮化物、活性金屬的氧化物之任一種。

5.一種電源模組用基板，其特徵為

具備申請專利範圍第 1 至 4 項之任一項之接合體，

使用前述銅構件作為電路層，於前述陶瓷構件在前述

電路層被接合之面的相反面，形成金屬層。

6.如申請專利範圍第 5 項之電源模組用基板，其中前述金屬層由銅或銅合金所構成。

7.如申請專利範圍第 5 項之電源模組用基板，其中前述金屬層由鋁或鋁合金所構成。

8.一種電源模組，其特徵為具備：

申請專利範圍第 5 至 7 項之任一項之電源模組用基板，及被接合於前述電路層之中與前述陶瓷構件相反側之面的電子零件。

9.一種接合體之製造方法，係含鋁的陶瓷所構成的陶瓷構件，與銅或銅合金所構成的銅構件被接合而成的接合體之製造方法，其特徵為具備：

中介著銅－磷焊料，與含有活性金屬的活性金屬材，形成在前述陶瓷構件層積前述銅構件的層積體之層積步驟，以及

加熱處理前述層積體，使前述銅－磷焊料熔融，同時使包含於前述陶瓷構件的鋁朝向前述銅－磷焊料擴散的加熱處理步驟。

10.如申請專利範圍第 9 項之接合體之製造方法，其中

前述銅－磷焊料，含有磷 3 質量百分比（mass%）以上 10 mass%以下。

11.如申請專利範圍第 9 或 10 項之接合體之製造方法，其中

前述銅－磷焊料，係選自 Cu-P 焊料、Cu-P-Sn 焊料、Cu-P-Sn-Ni 焊料、Cu-P-Zn 焊料之中的任何一種。

圖式

圖 1

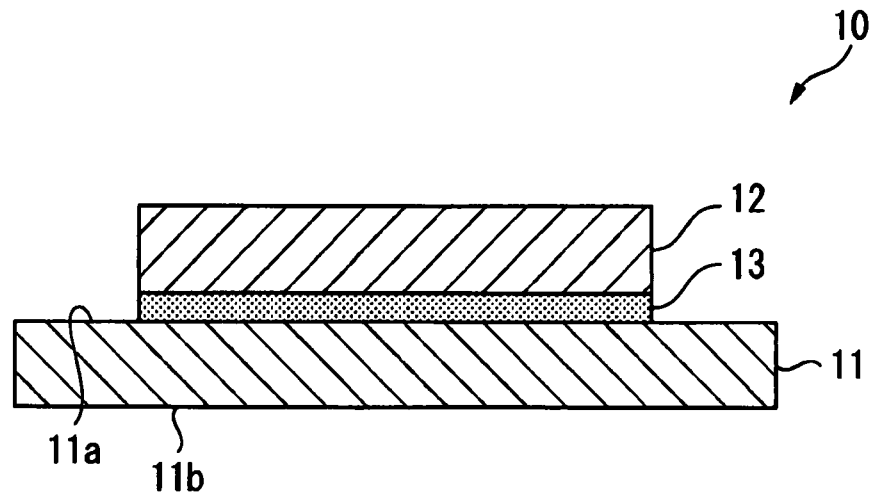


圖 2

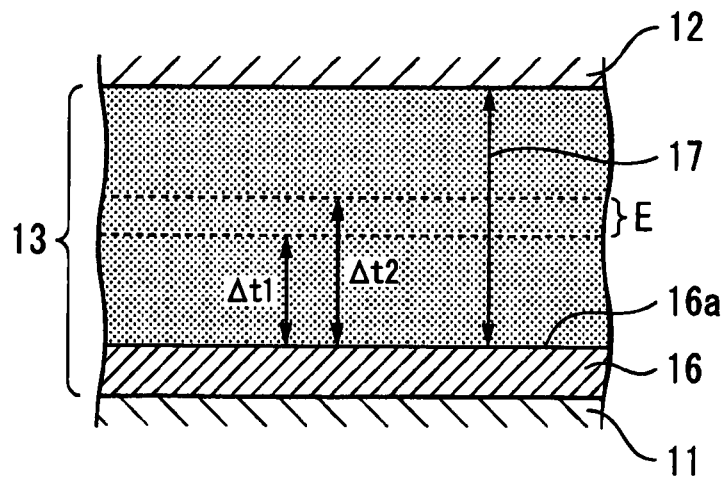


圖 5

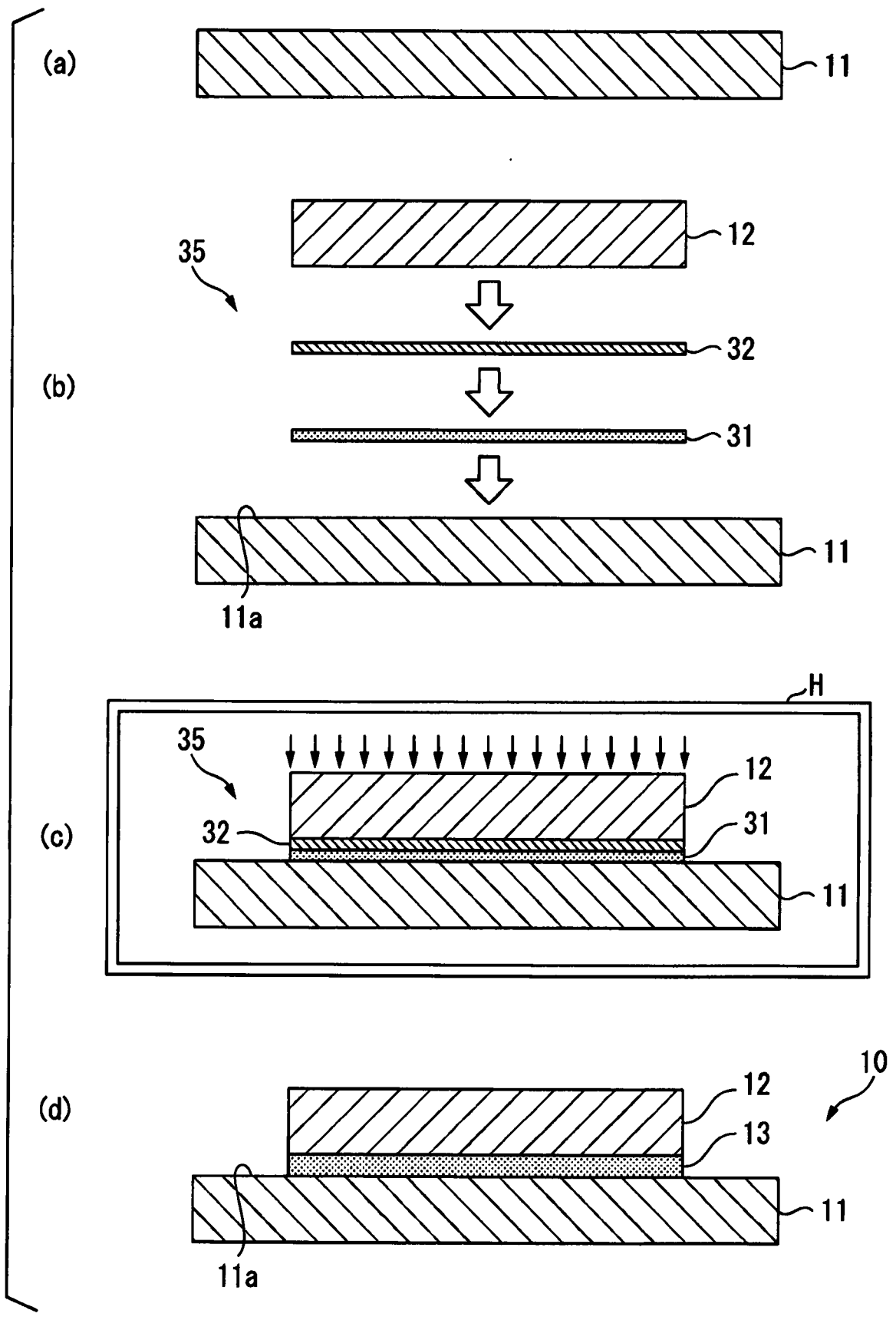
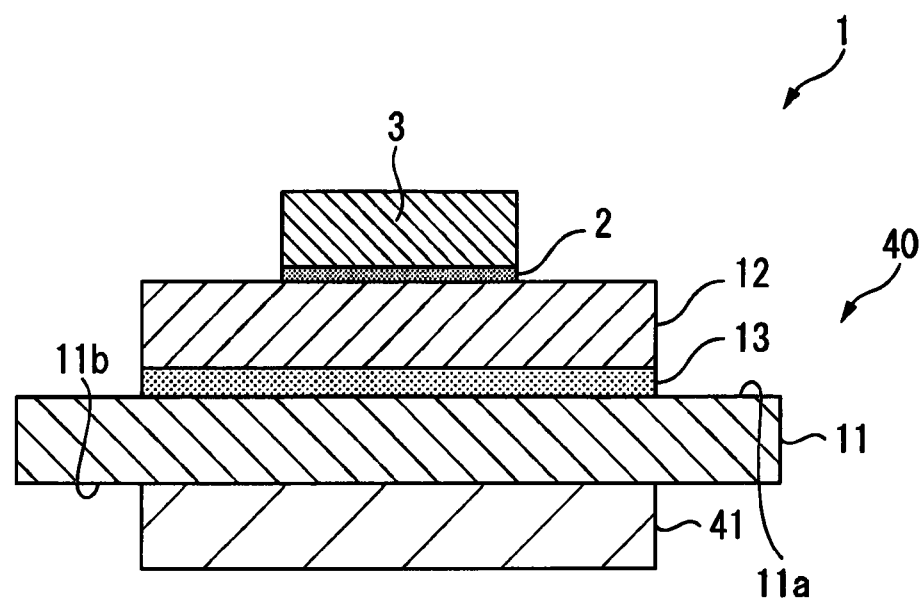


圖 6



【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(2)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

11：陶瓷基板（陶瓷構件）

12：銅構件

13：接合部

16：活性金屬化合物區域

16a：一面

17：合金層

E：厚度範圍

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無