



(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 I700263 B

(45) 公告日：中華民國 109 (2020) 年 08 月 01 日

(21) 申請案號：105130651

(22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 09 月 22 日

(51) Int. Cl. : C04B37/02 (2006.01)

H01L23/15 (2006.01)

(30) 優先權：2015/11/06 日本

2015-218892

(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

國立大學法人東京大學 (日本) THE UNIVERSITY OF TOKYO (JP)

日本

(72) 發明人：黑光祥郎 KUROMITSU, YOSHIROU (JP)；秋山和裕 AKIYAMA, KAZUHIRO  
(JP)；長瀨敏之 NAGASE, TOSHIYUKI (JP)；長友義幸 NAGATOMO, YOSHIYUKI  
(JP)；寺崎伸幸 TERASAKI, NOBUYUKI (JP)；幾原雄一 IKUHARA, YUICHI  
(JP)；柴田直哉 SHIBATA, NAOYA (JP)；熊本明仁 KUMAMOTO, AKIHITO (JP)

(74) 代理人：林志剛

(56) 參考文獻：

TW 201539492A

審查人員：傅俊中

申請專利範圍項數：5 項 圖式數：5 共 37 頁

(54) 名稱

陶瓷-鋁接合體、電力模組用基板、及電力模組

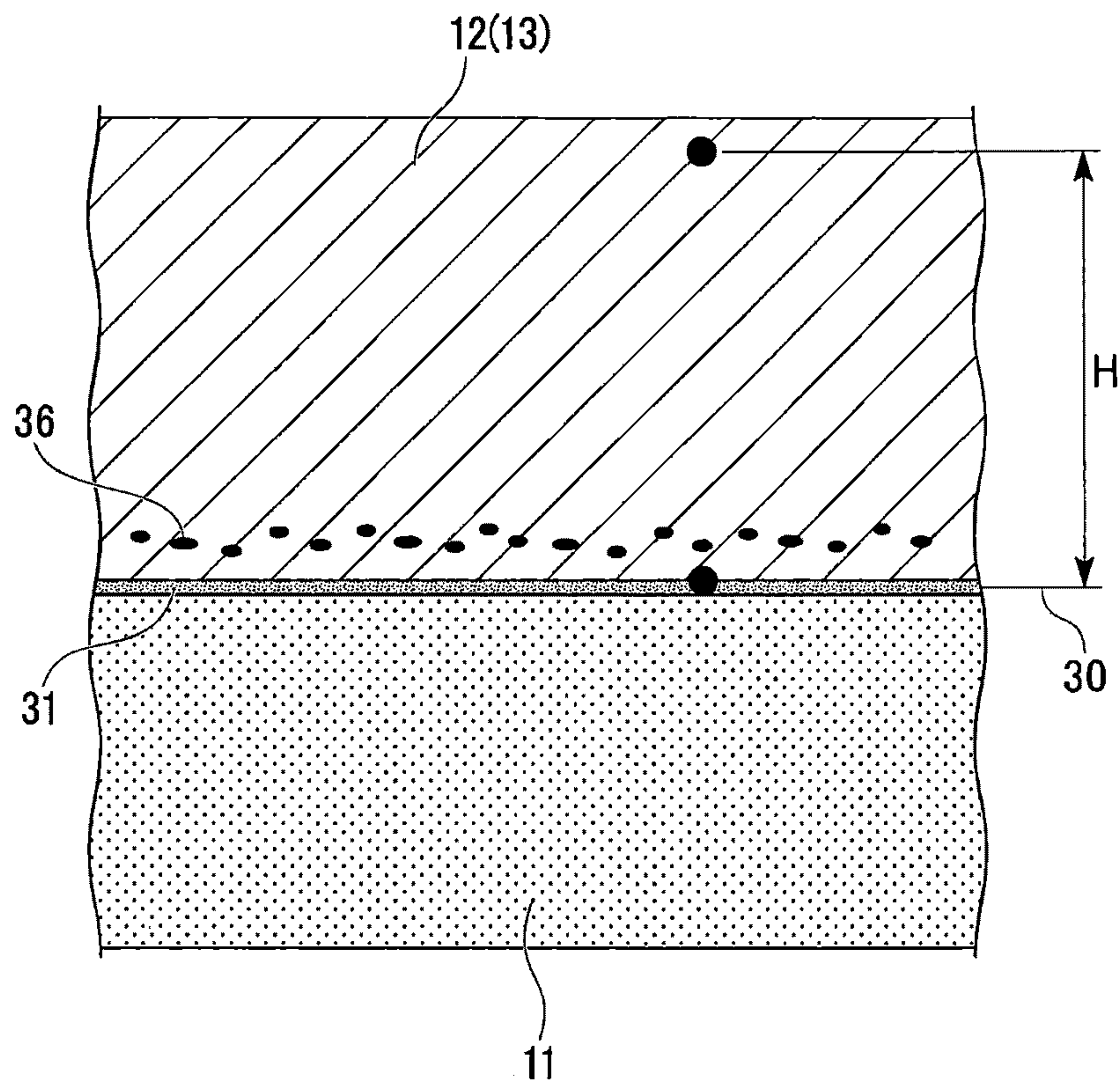
(57) 摘要

本發明製陶瓷-鋁接合體，在鋁構件之中從與陶瓷構件的接合界面起厚度方向 2 $\mu$ m 的範圍內，具有尖晶石結晶構造的含鎂氧化物分散著；在鋁構件之中與陶瓷構件的接合界面附近區域具有鎂，矽，氧偏析之偏析部；偏析部與從接合界面起到鋁構件側離開 10 $\mu$ m 的位置之鎂，矽，氧的質量比，分別被設定在指定的範圍內；從接合界面起到鋁構件側離開 10 $\mu$ m 的位置之鎂量被設在 0.8 質量%以下。

A ceramics/aluminum bonded body is formed by bonding a ceramic member made of AlN and an aluminum member. Mg containing oxides having a spinel crystal structure are dispersed in the aluminum member of which the range of 2  $\mu$ m from a bonded surface between the ceramic member and the aluminum member in direction of thickness. A vicinity region of the bonded interface of the aluminum member has a segregation portion in which Mg, Si and O are segregated. Mg, Si and O mass ratios between the segregation portion and a portion which is 10  $\mu$ m separated from the bonded interface toward the aluminum member side are set predefined range. The Mg amount of the portion which is 10  $\mu$ m separated from the bonded interface toward the aluminum member side is 0.8 mass% or less.

指定代表圖：

圖 2



符號簡單說明：

11 . . . 陶瓷基板(陶瓷構件)

12 . . . 電路層(鋁構件)

13 . . . 金屬層(鋁構件)

30 . . . 接合界面

31 . . . 偏析部

36 . . . 鎂氧化物

I700263

## 發明摘要

※申請案號：105130651

※申請日：105年09月22日

※IPC分類：C04B 37/02 (2006.01)  
H01L 23/15 (2006.01)

### 【發明名稱】(中文/英文)

陶瓷-鋁接合體、電力模組用基板、及電力模組

Ceramics/aluminum bonded body, power module substrate and power module

### 【中文】

本發明製陶瓷-鋁接合體，在鋁構件之中從與陶瓷構件的接合界面起厚度方向  $2\mu\text{m}$  的範圍內，具有尖晶石結晶構造的含鎂氧化物分散著；在鋁構件之中與陶瓷構件的接合界面附近區域具有鎂，矽，氧偏析之偏析部；偏析部與從接合界面起到鋁構件側離開  $10\mu\text{m}$  的位置之鎂，矽，氧的質量比，分別被設定在指定的範圍內；從接合界面起到鋁構件側離開  $10\mu\text{m}$  的位置之鎂量被設在 0.8 質量%以下。

## 【 英文 】

A ceramics/aluminum bonded body is formed by bonding a ceramic member made of AlN and an aluminum member. Mg containing oxides having a spinel crystal structure are dispersed in the aluminum member of which the range of 2  $\mu\text{m}$  from a bonded surface between the ceramic member and the aluminum member in direction of thickness. A vicinity region of the bonded interface of the aluminum member has a segregation portion in which Mg, Si and O are segregated. Mg, Si and O mass ratios between the segregation portion and a portion which is 10  $\mu\text{m}$  separated from the bonded interface toward the aluminum member side are set predefined range. The Mg amount of the portion which is 10  $\mu\text{m}$  separated from the bonded interface toward the aluminum member side is 0.8 mass% or less.

【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：電路層（鋁構件）

13：金屬層（鋁構件）

30：接合界面

31：偏析部

36：鎂氧化物

【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

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

## 【發明名稱】(中文/英文)

陶瓷-鋁接合體、電力模組用基板、及電力模組

Ceramics/aluminum bonded body, power module substrate and power module

## 【技術領域】

[0001] 本發明，係有關由氮化鋁所構成的陶瓷構件與鋁構件被接合而成的陶瓷-鋁接合體、具備由氮化鋁所構成的陶瓷基板與被接合在該陶瓷基板的鋁板之電力模組用基板、及具備該電力模組用基板之電力模組。

本發明根據 2015 年 11 月 6 日於日本提出申請之特願 2015-218892 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 或電力模組等半導體裝置，具備在由導電材料所構成的電路層之上被接合半導體元件之構造。

供控制風力發電、電動車、油電混合車等而使用的大電力控制用電力半導體元件，其發熱量很多。因此，作為搭載這樣的電力半導體元件的基板，例如，從前即已廣泛地使用具備 AlN (氮化鋁)、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (氧化鋁) 等所構成的陶瓷基板，以及於此陶瓷基板之一方之面接合導電性優

異的金屬板而形成的電路層之電力模組用基板。又，作為電力模組用基板，於陶瓷基板之另一方之面上接合金屬板而被形成金屬層者也被提供。

[0003] 例如，專利文獻 1 提出，於 AlN（氮化鋁）所構成的陶瓷基板之一方之面將成為電路層之鋁板介著鋁-矽系焊料被接合、於陶瓷基板之另一方之面將成為金屬層之鋁板介著鋁-矽系焊料被接合之電力模組用基板。

此類之電力模組用基板，係於電路層之上，介著焊錫層搭載作為電力元件之半導體元件，被當作電力模組使用。此外，也有在金屬層側，介著焊料接合銅製散熱板。

[0004] 此外，專利文獻 2-5 提出，使用含鎂的焊料來接合陶瓷基板與鋁板，偏於焊料與鋁板之接合界面或偏焊料與陶瓷基板之接合界面存在鎂之陶瓷電路基板。

在該等陶瓷電路基板，藉由利用偏在的鎂來除去阻礙接合的氧化物，謀求陶瓷基板與鋁板之接合性提升。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[0005]

[專利文獻 1] 日本再公表 WO2003/090277 號公報

[專利文獻 2] 日本特開 2001-044345 號公報

[專利文獻 3] 日本特開 2001-062588 號公報

[專利文獻 4] 日本特開 2001-102703 號公報

[專利文獻 5] 日本特開 2001-144433 號公報

**【發明內容】****[發明所欲解決之課題]**

[0006] 可是，最近，電力模組朝小型化・薄化推進，而且其使用環境也逐漸變得嚴酷。特別是，在冷熱循環負荷時，會在鋁板與陶瓷基板之接合界面發生巨大的剪力作用，故而被要求更進一步的接合信賴性的提升。

[0007] 在此，於專利文獻 2-5，藉由在焊料與鋁板之接合界面或焊料與陶瓷基板之接合界面使鎂偏析而謀求接合性的提升。但是，在單使鎂偏在之場合，反而導致阻礙陶瓷基板與鋁板之接合，有接合信賴性劣化之疑慮。此外，有因為偏在的鎂使接合界面附近的鋁變硬，在冷熱循環負荷時導致在陶瓷基板發生破裂之疑慮。

[0008] 本發明係有鑑於前述事情而形成，目的在於提供陶瓷構件與鋁構件確實地被接合，冷熱循環負荷時之接合信賴性優異而且可以抑制陶瓷構件破裂的發生之陶瓷-鋁接合體、電力模組用基板、及具備該電力模組用基板之電力模組。

**[供解決課題之手段]**

[0009] 為了解決這樣的課題並達成前述目的，本發明之一態樣之陶瓷-鋁接合體，係一種由氮化鋁所構成的陶瓷構件、與鋁構件被接合而成的陶瓷-鋁接合體，其特徵係：在前述鋁構件之中從與前述陶瓷構件的接合界面起

厚度方向  $2\mu\text{m}$  的範圍內，具有尖晶石結晶構造之含鎂氧化物分散著；在前述鋁構件之中與前述陶瓷構件的接合界面附近區域，具有鎂，矽，氧偏析的偏析部；前述偏析部的鎂量  $[\text{Mg}]_s$ ，矽量  $[\text{Si}]_s$ ，氧量  $[\text{O}]_s$ 、與從接合界面起到前述鋁構件側離開  $10\mu\text{m}$  的位置之鎂量  $[\text{Mg}]_l$ ，矽量  $[\text{Si}]_l$ ，氧量  $[\text{O}]_l$ 、兩方之比，分別、被設定在  $1 < [\text{Mg}]_s/[\text{Mg}]_l \leq 15$ ， $1 < [\text{Si}]_s/[\text{Si}]_l \leq 25$ ， $1 < [\text{O}]_s/[\text{O}]_l \leq 25$  之範圍內，而且，從接合界面起到前述鋁構件側離開  $10\mu\text{m}$  的位置之鎂量  $[\text{Mg}]_l$  被設在 0.8 質量%以下之陶瓷-鋁接合體。

[0010] 在該構成的陶瓷-鋁接合體，在前述鋁構件之中從與前述陶瓷構件的接合界面起厚度方向  $2\mu\text{m}$  範圍內，具有尖晶石結晶構造之含鎂氧化物分散著。在此，該具有尖晶石結晶構造之含鎂氧化物，係在鋁構件的表面被形成的氧化皮膜與鎂發生反應而被生成。在該具有尖晶石結晶構造之含鎂氧化物分散著之場合下，在鋁構件的表面被形成的氧化皮膜便利用與鎂之反應而被充分去除。藉此，可以將鋁構件與陶瓷構件確實地接合。

[0011] 此外，上述的陶瓷-鋁接合體，係具有鎂，矽，氧偏析之偏析部；前述偏析部的鎂量  $[\text{Mg}]_s$ ，矽量  $[\text{Si}]_s$ ，氧量  $[\text{O}]_s$ 、與從接合界面起到前述鋁構件側離開  $10\mu\text{m}$  的位置之鎂量  $[\text{Mg}]_l$ ，矽量  $[\text{Si}]_l$ ，氧量  $[\text{O}]_l$ 、兩方之比，分別、被設定在  $1 < [\text{Mg}]_s/[\text{Mg}]_l \leq 15$ ， $1 < [\text{Si}]_s/[\text{Si}]_l \leq 25$ ， $1 < [\text{O}]_s/[\text{O}]_l \leq 25$  之範圍內；在鋁構件之中與陶瓷構件的接合界面附近讓鎂，矽，氧偏析。藉此，能讓介面

能量安定化、使鋁構件與陶瓷構件的接合信賴性提升。此外，由於鎂，矽，氧的偏析量被抑制，所以能抑制鋁構件之中與陶瓷構件的接合界面附近過度變硬，能抑制在陶瓷構件發生龜裂等。

再者，由於從接合界面起到前述鋁構件側離開  $10\mu\text{m}$  的位置之鎂量  $[\text{Mg}]_I$  被設在 0.8 質量%以下，所以能抑制鋁構件本身變硬、能抑制造成鋁構件的變形電阻上昇。

[0012] 在此，本發明一態樣之陶瓷-鋁接合體，係最好是在前述偏析部，將銅量設在 1.2 質量%以下、鐵量在 0.6 質量%以下。

該場合，由於在前述偏析部，銅量被限制在 1.2 質量%以下、鐵量在 0.6 質量%以下，所以，能抑制鋁構件之中與陶瓷構件的接合界面附近過度變硬，能抑制在陶瓷構件發生龜裂等。

[0013] 此外，本發明之一態樣之電力模組用基板，係一種具備由氮化鋁所構成的陶瓷基板、與被接合在該陶瓷基板的鋁板製電力模組用基板，其特徵係：在前述鋁板之中從與前述陶瓷基板的接合界面起厚度方向  $2\mu\text{m}$  的範圍內，具有尖晶石結晶構造之含鎂氧化物分散著；在前述鋁板之中與前述陶瓷基板的接合界面附近區域，具有鎂，矽，氧偏析的偏析部；前述偏析部的鎂量  $[\text{Mg}]_s$ ，矽量  $[\text{Si}]_s$ ，氧量  $[\text{O}]_s$ 、與從接合界面起到前述鋁板側離開  $10\mu\text{m}$  的位置之鎂量  $[\text{Mg}]_I$ ，矽量  $[\text{Si}]_I$ ，氧量  $[\text{O}]_I$ 、兩方之比，分別、被設定在  $1 < [\text{Mg}]_s/[\text{Mg}]_I \leq 15$ ， $1 < [\text{Si}]_s/[\text{Si}]_I$

$\leq 25$ ， $1 < [O]_s/[O]_i \leq 25$  之範圍內，而且，從接合界面起到前述鋁板側離開  $10\mu\text{m}$  的位置之鎂量  $[\text{Mg}]_i$  被設在 0.8 質量%以下之電力模組用基板。

[0014] 在此構成的電力模組用基板，在前述鋁板之中從與前述陶瓷基板的接合界面起厚度方向  $2\mu\text{m}$  範圍內，具有尖晶石結晶構造之含鎂氧化物分散著。因此，在鋁板的表面被形成的氧化皮膜便利用與鎂的反應而被充分去除，可以將鋁板與陶瓷基板確實地接合。

[0015] 此外，在上述的電力模組用基板，在鋁板之中與陶瓷基板的接合界面附近讓鎂，矽，氧偏析，因而能讓介面能量安定化、使鋁板與陶瓷基板的接合信賴性提升。此外，能抑制鋁板之中與陶瓷基板的接合界面附近過度變硬，在該電力模組用基板負荷冷熱循環時，能抑制在陶瓷基板發生龜裂等。

再者，由於從接合界面起到前述鋁板側離開  $10\mu\text{m}$  的位置之鎂量  $[\text{Mg}]_i$  被設在 0.8 質量%以下，所以能抑制鋁板的變形電阻上昇。

[0016] 在此，本發明之一態樣之電力模組用基板，係最好是在前述偏析部，將銅量設在 1.2 質量%以下、鐵量在 0.6 質量%以下。

該場合，由於在前述偏析部，銅量被限制在 1.2 質量%以下、鐵量在 0.6 質量%以下，所以，能抑制鋁板之中與陶瓷基板的接合界面附近過度變硬，能抑制在該電力模組用基板負荷冷熱循環時，在陶瓷基板發生龜裂等。

[0017] 本發明之一態樣之電力模組，其特徵係具備上述的電力模組用基板、與半導體元件。

在此構成的電源模組，由於具備上述的電源模組用基板，所以陶瓷基板與鋁板被強固地接合，接合信賴性特優。

#### [發明之效果]

[0018] 根據本發明，可以提供陶瓷構件與鋁構件確實地被接合，冷熱循環負荷時之接合信賴性優異而且可以抑制陶瓷構件破裂的發生之陶瓷-鋁接合體、電力模組用基板、及具備該電力模組用基板之電力模組。

#### 【圖式簡單說明】

[0019]

圖 1 係本發明實施型態之使用電力模組用基板之電力模組之概略說明圖。

圖 2 係本發明實施型態之電力模組用基板之陶瓷基板與鋁板（電路層及金屬層）之接合界面附近之概略說明圖。

圖 3 係顯示本發明實施型態之電力模組用基板之製造方法之流程圖。

圖 4 係顯示本發明實施型態之電力模組用基板之製造方法之說明圖。

圖 5 係於本發明實施型態之電力模組用基板之製造方

法被使用之加壓裝置之說明圖。

### 【實施方式】

[0020] 以下，針對本發明之實施型態參照附圖並加以說明。本實施型態之陶瓷-鋁接合體，被做成具備作為由氮化鋁所構成的陶瓷構件之陶瓷基板 11、被接合作為鋁構件的鋁板 22 而成之電路層 12、被接合鋁板 23 而成之金屬層 13 之電力模組用基板 10。

[0021] 圖 1 顯示使用本發明實施型態之電力模組用基板 10 之電力模組 1。

此電力模組 1，係具備：電路層 12 及金屬層 13 被配設在陶瓷基板 11 之電力模組用基板 10、在電路層 12 之一方之面（圖 1 之上面）介著第 1 焊錫層 2 被接合之半導體元件 3、與在金屬層 13 之另一方之面（圖 1 之下面）介著第 2 焊錫層 4 被接合之散熱裝置 40。

在此，第 1 焊錫層 2 及第 2 焊錫層 4，被設為例如 Sn-Ag 系、Sn-In 系、或者 Sn-Ag-Cu 系之焊料。又，在本實施型態，在電路層 12 與第 1 焊錫層 2 之間、及金屬層 13 與第 2 焊錫層 4 之間設置鍍鎳層（未圖示）。

[0022] 電力模組用基板 10，係具備：陶瓷基板 11、被配設在此陶瓷基板 11 之一方之面（圖 1 之上面）之電路層 12、與被配設在陶瓷基板 11 之另一方之面（圖 1 之下面）之金屬層 13。

陶瓷基板 11，係防止電路層 12 與金屬層 13 之間之

導電連接之基板，在本實施型態，是由絕緣性高的 AlN（氮化鋁）所構成。此外，陶瓷基板 11 的厚度，可設定在 0.2 ~ 1.5mm 之範圍內，在本實施型態，被設定在 0.635mm。

[0023] 電路層 12，係藉由在陶瓷基板 11 之一方之面被接合具有導電性之金屬板而形成。於本實施型態，如圖 4 所示，電路層 12，係藉由純度 99.99 質量%以上的鋁（所謂的 4N 鋁）之壓延板所構成的鋁板 22 被接合於陶瓷基板 11 而形成。於此電路層 12，被形成電路圖案，於其一方之面（於圖 1 為上面），為被搭載半導體元件 3 之搭載面。在此，電路層 12（鋁板 22）的厚度，可設定在 0.05mm 以上、未滿 1.1mm 之範圍內，在本實施型態，被設定在 0.6mm。

[0024] 金屬層 13，係藉由在陶瓷基板 11 之另一方之面被接合熱傳導性優異之金屬板而形成。於本實施型態，如圖 4 所示，金屬層 13，係藉由純度 99.99 質量%以上的鋁（所謂的 4N 鋁）之壓延板所構成的鋁板 23 被接合於陶瓷基板 11 而形成。在此，金屬層 13（鋁板 23）的厚度，可設定在 0.05mm 以上、未滿 3.0mm 之範圍內，在本實施型態，被設定在 0.6mm。

[0025] 散熱裝置 40，係供冷卻前述電力模組用基板 10 用之裝置，具備與電力模組用基板 10 接合的散熱板 41、與被層積配置於此散熱板 41 的冷卻器 42。

散熱板 41，係使來自前述電力模組用基板 10 的熱於

面方向擴散之裝置，在本實施型態，做成熱傳導性優異的銅板。

冷卻器 42，如圖 1 所示，具備使冷卻媒體（例如冷卻水）流通之用的流路 43。冷卻器 42，以熱傳導性良好的材質來構成為較佳，於本實施型態，以 A6063（鋁合金）構成。

又，散熱板 41 與冷卻器 42，如圖 1 所示，係利用固定螺絲 45 被鎖緊。

[0026] 於是，在本實施型態，如圖 2 所示，在電路層 12 及金屬層 13 之中從與陶瓷基板 11 的接合界面 30 起厚度方向  $2\mu\text{m}$  範圍內，具有尖晶石結晶構造之含鎂氧化物 36 分散著。

又，被觀察的含鎂氧化物 36，可以利用以下的方法來確認。

對著接合界面，使用穿透式電子顯微鏡（TEM）（FEI 公司製 Titan ChemiSTEM，加速電壓 200kV）得到電子繞射圖形，並使用能量散射 X 線分析法（EDS）（Thermo Scientific 公司製 NSS7）來分析組成。將由電子繞射圖形被驗證為尖晶石構造之區域並且組成為 Mg=6~12at%、O=30~60at%、Al=剩餘部份之區域設為含鎂氧化物 36。又，電子繞射圖形，可藉由照射收斂到 1nm 左右的電子束而得到（NBD（微區電子束繞射）法）。

[0027] 該含鎂氧化物 36，係含有鎂與鋁。從接合界面 30 起厚度方向  $2\mu\text{m}$  的範圍內之含鎂氧化物 36 的面積

率，被設在 2%以上 18%以下之範圍內。又，最好是被觀察的含鎂氧化物 36 之中的 90%以上存在於從接合界面 30 起厚度方向  $1\mu\text{m}$  之範圍內。

[0028] 此外，在本實施型態，如圖 2 所示，在電路層 12 及金屬層 13 之中與陶瓷基板 11 的接合界面 30 附近，形成鎂，矽，氧偏析之偏析部 31。偏析部 31，可以是在電路層 12 及金屬層 13 之中從與陶瓷基板 11 的接合界面 30 起厚度方向  $0.01\mu\text{m}$  之範圍內，但並不以此為限。

在此，偏析部 31 的鎂量  $[\text{Mg}]_s$ ，矽量  $[\text{Si}]_s$ ，氧量  $[\text{O}]_s$ 、與從接合界面 30 起到電路層 12 側及金屬層 13 側離開  $H=10\mu\text{m}$  的位置之鎂量  $[\text{Mg}]_I$ ，矽量  $[\text{Si}]_I$ ，氧量  $[\text{O}]_I$ 、兩方之比，分別、被設定在  $1 < [\text{Mg}]_s/[\text{Mg}]_I \leq 15$ ， $1 < [\text{Si}]_s/[\text{Si}]_I \leq 25$ ， $1 < [\text{O}]_s/[\text{O}]_I \leq 25$  之範圍內。偏析部 31 的鎂量  $[\text{Mg}]_s$ ，矽量  $[\text{Si}]_s$ ，氧量  $[\text{O}]_s$ 、與從接合界面 30 起到電路層 12 側及金屬層 13 側離開  $H=10\mu\text{m}$  的位置之鎂量  $[\text{Mg}]_I$ ，矽量  $[\text{Si}]_I$ ，氧量  $[\text{O}]_I$ 、兩方之比，最好是分別、被設定在  $1.14 < [\text{Mg}]_s/[\text{Mg}]_I \leq 12.67$ ， $1.16 < [\text{Si}]_s/[\text{Si}]_I \leq 12.67$ ， $1.45 < [\text{O}]_s/[\text{O}]_I \leq 11.73$ ，更好是在  $1.52 < [\text{Mg}]_s/[\text{Mg}]_I \leq 5.50$ ， $2.31 < [\text{Si}]_s/[\text{Si}]_I \leq 8.35$ ， $1.93 < [\text{O}]_s/[\text{O}]_I \leq 7.64$ ，但並不以此為限。

又，偏析部 31 的鎂量  $[\text{Mg}]_s$  被設在 0.1 質量%以上 1.5 質量%以下之範圍內、矽量  $[\text{Si}]_s$  被設在 0.1 質量%以上 2.5 質量%以下之範圍內、氧量  $[\text{O}]_s$  被設在 1.5 質量%以上 15 質量%以下之範圍內。

[0029] 該偏析部 31 的鎂量  $[Mg]_s$ 、矽量  $[Si]_s$ 、氧量  $[O]_s$ ，係如圖 2 所示，可以將包含偏析部 31 之接合界面 30 部分進行電子束徑 1nm 之 TEM 分析而得到。同樣地，從接合界面 30 起到電路層 12 側及金屬層 13 側離開  $H=10\mu m$  的位置之鎂量  $[Mg]_l$ ，矽量  $[Si]_l$ ，氧量  $[O]_l$ ，也可進行電子束徑 1nm 之 TEM 分析而得到。

[0030] 此外，在本實施型態，從接合界面 30 起到電路層 12 側及金屬層 13 側離開  $H=10\mu m$  的位置之鎂量  $[Mg]_l$  被設在 0.8 質量%以下。從接合界面 30 起到電路層 12 側及金屬層 13 側離開  $H=10\mu m$  的位置之鎂量  $[Mg]_l$ ，最好是被設在 0.1 質量%以上、0.5 質量%以下，但並不以此為限。

再者，在本實施型態，偏析部 31 之銅量被設在 1.2 質量%以下、鐵量在 0.6 質量%以下。偏析部 31 之銅量在 0.00 質量%以上、0.05 質量%以下，鐵量在 0.00 質量%以上、0.05 質量%以下為佳，但並不以此為限。

[0031] 其次，針對上述之本實施型態之電力模組用基板 10 之製造方法，參照圖 3 及圖 4 並加以說明。

[0032]

(電路層及金屬層形成步驟 S01)

首先，將鋁板 22，23 與陶瓷基板 11 接合，形成電路層 12 及金屬層 13。

在本實施型態，如圖 3 所示，電路層及金屬層形成步驟 S01，係具備層積步驟 S11、加熱步驟 S12、與熔融金

屬凝固步驟 S13。

[0033] 在層積步驟 S11，如圖 4 所示，於陶瓷基板 11 之一方之面，介著鋁-矽-鎂系焊料 24 層積鋁板 22，同時，於陶瓷基板 11 之另一方之面，介著鋁-矽-鎂系焊料 25 層積鋁板 23，形成層積體。

[0034] 在此，在本實施型態，作為鋁-矽-鎂系焊料 24、25，使用在將矽設在 1 質量%以上 12 質量%以下的範圍內、鎂在 0.01 質量%以上 0.05 質量%以下的範圍內所含有的鋁合金所構成的焊料箔，焊料 24、25 的厚度則被設在  $5\mu\text{m}$  以上  $30\mu\text{m}$  以下的範圍內。

[0035] 在加熱步驟 S12，將上述的層積體在朝層積方向加壓之狀態下裝入加熱爐 29 內後予以加熱。於是，焊料 24、25 與鋁板 22、23 的一部分熔融，在鋁板 22、23 與陶瓷基板 11 的介面分別形成熔融金屬區域。該加熱步驟 S12 的條件，空氣為真空氛圍（ $10^{-4}\text{Pa}$  以上  $10^{-3}\text{Pa}$  以下）或者氧分壓為 500 體積 ppm 以下的氮氛圍，接合溫度被設在  $580^{\circ}\text{C}$  以上  $650^{\circ}\text{C}$  以下之範圍內、加熱時間則被設在 1 分鐘以上 180 分鐘以下之範圍內。

[0036] 在此，本實施型態，係使用圖 5 所示的加壓裝置 50，將上述的層積體於層積方向加壓。該加壓裝置 50，係具備：底板 51，被垂直地安裝在該底板 51 上面的四隅之導柱 52，被配置在該等導柱 52 的上端部之固定板 53，於底板 51 與固定板 53 之間可上下自由移動之被導柱 52 支撐之推壓板 54，被設置在固定板 53 與推壓板 54 之

間並將推壓板 54 朝下方彈推之彈簧等彈推手段 55，與使固定板 53 上下之調整螺絲 56。

[0037] 固定板 53 及推壓板 54，係對著底板 51 被平行地配置，在底板 51 與推壓板 54 之間，介著碳薄板 57 配置上述的層積體。

於是，加壓裝置 50，係具備藉由調節調整螺絲 56 的位置來使固定板 53 上升下降，並藉由利用彈壓手段 55 將推壓板 54 壓入，而使層積體被加壓之構造。

該加壓裝置 50，導柱 52 的熱膨脹係數被設定比彈壓手段 55 的熱膨脹係數還大，在室溫下加壓之狀態下加熱直到接合溫度時，有加壓負荷降低之疑慮。

[0038] 因而，在使用該加壓裝置 50 之加熱步驟 S12，上述之接合溫度之加壓負荷被設在  $0.01\text{kgf/cm}^2$  以上、未滿  $1.0\text{kgf/cm}^2$  ( $0.98\text{kPa}$  以上、未滿  $98\text{kPa}$ ) 之範圍內。

在此，在上述之接合溫度之加壓負荷為  $0.01\text{kgf/cm}^2$  ( $0.98\text{kPa}$ ) 未滿之場合，有無法矯正陶瓷基板 11 翹曲之疑慮。此外，在熔融金屬區域被形成之時點有鋁板 22，23 的位置偏移發生之虞。另一方面，在上述之接合溫度之加壓負荷為  $1.0\text{kgf/cm}^2$  ( $98\text{kPa}$ ) 以上之場合，接合界面之鎂偏析量變得過多，有造成接合信賴性降低之疑慮。

由於上述情事，本實施形態，上述之接合溫度之加壓負荷被設在  $0.01\text{kgf/cm}^2$  以上、未滿  $1.0\text{kgf/cm}^2$  ( $0.98\text{kPa}$  以上、未滿  $98\text{kPa}$ ) 之範圍內。上述之接合溫度之加壓負

荷最好是被設在  $0.05\text{kgf/cm}^2$  以上、未滿  $0.9\text{kgf/cm}^2$  之範圍內，但並不以此為限。

[0039] 在熔融金屬凝固步驟 S13，藉由使分別被形成在鋁板 22、23 與陶瓷基板 11 的介面的熔融金屬區域凝固，將陶瓷基板 11 與鋁板 22 及鋁板 23 接合。

藉此，製造出在陶瓷基板 11 形成電路層 12 及金屬層 13 之電力模組用基板 10。

[0040]

(散熱裝置接合步驟 S02)

其次，在該電力模組用基板 10 之金屬層 13 之另一方之面（與陶瓷基板 11 相反側之面），介著第 2 焊錫層 4 接合散熱板 41，而且，將此散熱板 41 利用固定螺絲 45 而鎖緊在冷卻器 42。藉此，散熱裝置 40 與電力模組用基板 10 被接合起來。

[0041]

(半導體元件搭載步驟 S03)

此外，在電路層 12 之一方之面（與陶瓷基板 11 相反側之面）介著第 1 焊錫層 2 來搭載半導體元件 3。藉此，製造出本實施型態之電力模組 1。

[0042] 在做成以上之類的構成之本實施型態之電力模組用基板 10，在電路層 12 及金屬層 13 之中從與陶瓷基板 11 的接合界面 30 起厚度方向  $2\mu\text{m}$  之範圍內，具有尖晶石結晶構造之含鎂氧化物 36 分散著，因而，被形成在成為電路層 12 及金屬層 13 之鋁板 22，23 之表面之氧

化皮膜則利用與鎂之反應而被充分去除，讓電路層 12 與陶瓷基板 11、金屬層 13 與陶瓷基板 11 可以確實地接合。

[0043] 在此，在本實施型態，從接合界面 30 起厚度方向  $2\mu\text{m}$  之範圍內之含鎂氧化物 36 之面積率被設在 2% 以上，因而，可以確實地去除被形成在成為電路層 12 及金屬層 13 之鋁板 22，23 之表面之氧化皮膜，讓電路層 12 與陶瓷基板 11、金屬層 13 與陶瓷基板 11 可以確實地接合。

再者，從接合界面 30 起厚度方向  $2\mu\text{m}$  之範圍內之含鎂氧化物 36 之面積率被設在 18% 以下，因而，不會使含鎂氧化物 36 過剩存在，可以抑制接合界面 30 附近之龜裂發生等。

[0044] 此外，本實施型態之電力模組用基板 10，在接合鋁板 22，23 而成的電路層 12 及金屬層 13 之中與陶瓷基板 11 的接合界面 30 附近具有鎂，矽，氧偏析之偏析部 31，偏析部 31 的鎂量  $[\text{Mg}]_s$ ，矽量  $[\text{Si}]_s$ ，氧量  $[\text{O}]_s$ 、與從接合界面 30 起到電路層 12 側及金屬層 13 側離開  $H=10\mu\text{m}$  的位置之鎂量  $[\text{Mg}]_l$ ，矽量  $[\text{Si}]_l$ ，氧量  $[\text{O}]_l$ 、兩方之比，分別、被設定在  $1 < [\text{Mg}]_s/[\text{Mg}]_l \leq 15$ ， $1 < [\text{Si}]_s/[\text{Si}]_l \leq 25$ ， $1 < [\text{O}]_s/[\text{O}]_l \leq 25$  之範圍內。因此，能讓介面能量安定化、使電路層 12 及金屬層 13 與陶瓷基板 11 之接合信賴性提升。

此外，能抑制電路層 12 及金屬層 13 之中與陶瓷基板

11 之接合界面 30 附近過度變硬，在該電力模組用基板 10 負荷冷熱循環時，能抑制在陶瓷基板 11 發生龜裂等。

[0045] 在此，在  $[Mg]_s/[Mg]_I$  為 1 以下、 $[Si]_s/[Si]_I$  為 1 以下、 $[O]_s/[O]_I$  為 1 以下之場合，有使電路層 12 及金屬層 13 與陶瓷基板 11 之接合信賴性無法充分提升之疑慮。另一方面，在  $[Mg]_s/[Mg]_I$  超過 15、 $[Si]_s/[Si]_I$  超過 25、 $[O]_s/[O]_I$  超過 25 之場合，則有在陶瓷基板 11 發生破裂之疑慮。

因此，本實施型態，偏析部 31 的鎂量  $[Mg]_s$ ，矽量  $[Si]_s$ ，氧量  $[O]_s$ 、與從接合界面 30 起到電路層 12 側及金屬層 13 側離開  $H=10\mu m$  的位置之鎂量  $[Mg]_I$ ，矽量  $[Si]_I$ ，氧量  $[O]_I$ 、兩方之比，分別、設定在  $1 < [Mg]_s/[Mg]_I \leq 15$ ， $1 < [Si]_s/[Si]_I \leq 25$ ， $1 < [O]_s/[O]_I \leq 25$  之範圍內。

[0046] 再者，由於從接合界面 30 起到電路層 12 側及金屬層 13 側離開  $H=10\mu m$  的位置之鎂量  $[Mg]_I$  被設在 0.8 質量%以下，所以能抑制電路層 12 及金屬層 13 本身變硬、能抑制在陶瓷基板 11 發生龜裂等。

特別是，本實施型態，由於在前述偏析部 31，銅量被限制在 1.2 質量%以下、鐵量在 0.6 質量%以下，所以，能抑制電路層 12 及金屬層 13 之中與陶瓷基板 11 的接合界面 30 附近過度變硬，能抑制在陶瓷基板 11 發生龜裂等。

[0047] 此外，本實施型態，在加熱步驟 S12，由於指

定的接合溫度之加壓負荷被設在  $0.01\text{kgf/cm}^2$  以上、未滿  $1\text{kgf/cm}^2$  ( $0.98\text{kPa}$  以上、未滿  $98\text{kPa}$ ) 之範圍內，所以，不會過度引起介面反應，而可以抑制在接合界面 30 附近鎂過度偏析，能使適當量的鎂偏析。藉此，能製造出偏析部 31 的鎂量  $[\text{Mg}]_s$ ，矽量  $[\text{Si}]_s$ ，氧量  $[\text{O}]_s$ 、與從接合界面 30 起到電路層 12 側及金屬層 13 側離開  $H=10\mu\text{m}$  的位置之鎂量  $[\text{Mg}]_l$ ，矽量  $[\text{Si}]_l$ ，氧量  $[\text{O}]_l$ 、兩方之比，分別、被設定在  $1 < [\text{Mg}]_s/[\text{Mg}]_l \leq 15$ ， $1 < [\text{Si}]_s/[\text{Si}]_l \leq 25$ ， $1 < [\text{O}]_s/[\text{O}]_l \leq 25$  之範圍內之電力模組用基板 10。

[0048] 以上說明了本發明之實施型態，但本發明並不以此為限，在不逸脫本發明的技術思想的範圍可以適當地變更。

例如，在本實施型態，以電力模組用基板為例做了說明，但並不以此為限，而是將由氮化鋁所構成的陶瓷構件與鋁構件接合而成的陶瓷-鋁接合體即可。

[0049] 此外，在本實施型態，以將電路層及金屬層、分別藉由接合純度 99.99 質量%以上的鋁（4N 鋁）的壓延板而形成者加以說明，但並不以此為限，電路層及金屬層之至少任何一方，是由純度 99 質量%以上的鋁（2N 鋁）或純度 99.9 質量%以上的鋁（3N 鋁）等純鋁或 A3003（矽：0.6 質量%以下、鐵：0.7 質量%以下、銅：0.05 質量%以上 0.20 質量%以下、錳：1.0 質量%以上 1.5 質量%以下、鋅：0.10 質量%以下、鋁：剩餘部分）等鋁合金所構成者即可。

再者，如金屬層是由鋁板構成之場合，則以由銅或銅合金構成的銅板、鋁與銅之層積板等來構成電路層亦可。此外，如電路層是由鋁板構成之場合，則以由銅或銅合金構成的銅板、鋁與銅之層積板等來構成金屬層亦可，或可以做成不形成金屬層本身之構造。

[0050] 再者，說明了做成在進行電路層及金屬層之焊料接合之面形成鍍層，但並不以此為限，也可以利用銀膏等其他手段來構成底層。

進而，散熱裝置，不以實施型態所例示者為限，散熱裝置的構造並無限定。

#### [實施例]

[0051] 說明供確認本發明的有效性而進行之確認實驗。

做成構成電路層之鋁板，準備表 1 所示的組成及厚度的壓延板（ $37\text{mm}\times 37\text{mm}$ ）。

此外，做成陶瓷基板，準備表 1 所示的組成及厚度的壓延板（ $40\text{mm}\times 40\text{mm}$ ）。

再者，做成構成金屬層之鋁板，準備純度 99.99 質量 % 以上的鋁（4N 鋁）的壓延板（ $37\text{mm}\times 37\text{mm}\times$  厚度  $1.6\text{mm}$ ）。

[0052] 在陶瓷基板，將構成電路層的鋁板、構成金屬層的鋁板，介著表 1 所示的焊料（厚度  $20\mu\text{m}$ ）加以層積，依表 1 所示之條件加以焊接，製造出評價用的電力模

組用基板。

[0053]

(偏析層及電路層內之組成)

偏析層之組成 ( $[Mg]_s$ ,  $[Si]_s$ ,  $[O]_s$ , Cu, Fe) 及電路層內之組成 ( $[Mg]_i$ ,  $[Si]_i$ ,  $[O]_i$ ) 係以以下方法予以測定。

將得到的電力模組用基板在層積方向機械切斷，將得到的剖面機械研磨直到厚度約  $50\mu m$  為止，完成剖面試料。之後，在接合界面附近使 4kV 的氫離子從上下（與層積方向垂直的面）以 4 度角度射入，以噴濺蝕刻使剖面試料開孔為止予以薄片化。孔的邊緣成刀刃狀並做成電子線可以透過的厚度  $0.1\mu m$  左右，因而，將該部分用 TEM 及 EDS 進行測定，測定出偏析層的組成。

TEM 及 EDS 的測定，係用 FEI 公司製 Titan ChemiSTEM（附 EDS 檢出器）、加速電壓：200kV、電子束徑：1nm、倍率：100 萬倍來進行。

此外，將從接合界面起離開  $10\mu m$  到鋁板側之位置之組成設為電路層內之組成。

測定係在 5 處進行，以其平均值當作組成。評估結果顯示於表 2。

[0054]

(具有尖晶石結晶構造之含鎂氧化物之面積率測定)

對著從陶瓷基板與金屬層之接合界面起厚度方向  $2\mu m$  之範圍內，使用穿透式電子顯微鏡（FEI 公司製 Titan

ChemiSTEM，加速電壓 200kV) 得到電子繞射圖形，並使用能量散射 X 線分析法 ( Thermo Scientific 公司製 NSS7) 來分析組成。之後，將由電子繞射圖形被驗證為尖晶石構造之區域並且組成為 Mg=6 ~ 12at%、O=30 ~ 60at%、Al=剩餘部份之區域設為含鎂氧化物，調查含鎂氧化物之有無。又，電子繞射圖形，可藉由照射收斂到 1nm 左右的電子束而得到 ( NBD 法 ) 。

其次，對著從陶瓷基板與金屬層之接合界面起厚度方向 2 $\mu$ m 之範圍內，使用穿透式電子顯微鏡 ( FEI 公司製 Titan ChemiSTEM )、以倍率 10000 倍進行氮及鎂的映射。將被檢出氮的區域與未檢出的區域之邊界設為接合界面，從鎂的映射將鎂濃度 6 ~ 12at% 的區域設為含鎂氧化物，在 2 值化後，藉由將含鎂氧化物的面積除以測定面積，求出含鎂氧化物的面積率。測定係在 5 處進行，以其平均值當作面積率。

將從具有尖晶石結晶構造之含鎂氧化物之接合界面起厚度方向 2 $\mu$ m 之範圍內之面積率顯示於表 3。

[0055]

( 接合率 )

在上述之電力模組用基板之金屬層之另一方之面側接合散熱裝置。散熱裝置，係做成 50mm $\times$ 60mm $\times$ 5mm 之 A3003 合金之鋁板。

接合條件，係設為藉由使用鋁-矽蠟箔，在以 3.0kgf/cm<sup>2</sup> ( 0.29MPa ) 加壓之狀態下，於真空中，以 610

°C 進行加熱之接合。

使用以此作法得到之附散熱裝置之電力模組用基板，實施冷熱循環試驗。

[0056] 冷熱衝擊試驗機，係使用 Espec (股) 公司製造 TSB-51，對附散熱裝置之電源模組用基板，在液相 (Fluorinert™ (電子化學液))，將 -40°C 下 5 分鐘與 150°C 下 5 分鐘設為 1 個循環，實施了 2000 個循環。此後，將電路層與陶瓷基板之接合率以以下之方式進行評價。又，接合率的評價，是在進行冷熱循環試驗前 (初期接合率) 與冷熱循環試驗後 (循環後接合率) 進行。

[0057] 接合率的評價，係對附散熱裝置之電力模組用基板，針對陶瓷基板與金屬層之介面之接合率使用超音波探傷裝置 (日立 Power Solutions (股) 公司製造的 FineSAT200) 進行評價，由以下公式算出接合率。評價結果顯示於表 3。

在此，所謂初期接合面積，是接合前之應該接合的面積，亦即在本實施例為金屬層的面積 (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)=

$$\{(\text{初期接合面積})-(\text{剝離面積})\}/(\text{初期接合面積})\times 100$$

[0058]

(陶瓷基板之破裂)

使用上述之附散熱裝置之電力模組用基板，實施冷熱循環試驗。於以下顯示測定條件。在 2000 個循環後，使用超音波探傷裝置來確認陶瓷基板有無破裂。將評價結果顯示於表 3。

評價裝置：Espec（股）公司製 TSB-51

液相：Fluorinert™（電子化學液）

溫度條件：以 -40℃ 下 5 分鐘與 150℃ 下 5 分鐘設為 1 個循環。

[0059]

[表1]

	電路層							陶瓷基板		焊料			接合條件			
	Al	Si 質量%	Cu 質量%	Fe 質量%	Mg 質量%	Mn 質量%	厚度 mm	材質	厚度 mm	Al	Si 質量%	Mg 質量%	空氣 氛圍	接合溫度 °C	保持時間 min	加壓負荷 kgf/cm <sup>2</sup>
1	剩餘	0.001	0.0053	0.0018	0.0001	0.0001	0.6	AlN	0.635	剩餘	7.5	0.01	真空	640	1	0.90
2	剩餘	0.001	0.0053	0.0018	0.0001	0.0001	0.4	AlN	0.635	剩餘	7.5	0.02	真空	640	1	0.40
3	剩餘	0.001	0.0053	0.0018	0.0001	0.0001	1	AlN	0.635	剩餘	7.5	0.05	真空	580	120	0.20
4	剩餘	0.001	0.0053	0.0018	0.0001	0.0001	0.6	AlN	0.635	剩餘	7.5	0.03	氮	590	180	0.05
5	剩餘	0.001	0.0053	0.0018	0.0001	0.0001	0.4	AlN	0.635	剩餘	7.5	0.01	真空	640	180	0.02
6	剩餘	0.022	0.001	0.091	0.0040	0.0010	0.4	AlN	0.635	剩餘	7.5	0.04	氮	620	15	0.60
7	剩餘	0.022	0.001	0.091	0.0040	0.0010	0.6	AlN	1	剩餘	7.5	0.01	氮	620	15	0.80
8	剩餘	0.001	0.98	0.0014	0.0001	0.0001	0.3	AlN	1	剩餘	7.5	0.04	真空	600	30	0.01
9	剩餘	0.001	1.58	0.085	0.0001	0.0001	0.8	AlN	1	剩餘	7.5	0.03	真空	600	30	0.30
10	剩餘	0.001	0.51	0.49	0.0001	0.0001	0.4	AlN	1	剩餘	7.5	0.03	真空	600	30	0.50
11	剩餘	0.001	0.48	1.12	0.0001	0.0001	0.6	AlN	0.635	剩餘	10.5	0.04	氮	590	90	0.60
12	剩餘	0.001	0.0053	0.0018	0.0001	0.0001	0.3	AlN	0.635	剩餘	10.5	0.04	氮	590	45	0.80
13	剩餘	0.001	0.0053	0.0018	0.0001	0.0001	0.4	AlN	0.635	剩餘	12	0.05	氮	590	45	0.70
14	剩餘	0.001	0.0053	0.0018	0.0001	0.0001	0.5	AlN	0.635	剩餘	12	0.01	真空	600	60	1.00
15	剩餘	0.032	0.027	0.32	0.001	0.002	1	AlN	0.635	剩餘	1.5	0.02	真空	650	15	0.90
16	剩餘	0.032	0.027	0.32	0.001	0.002	0.4	AlN	0.635	剩餘	1.5	0.01	真空	650	15	0.60
17	剩餘	0.26	0.15	0.23	0.015	1.14	0.08	AlN	0.635	剩餘	5.5	0.04	真空	600	45	0.80
18	剩餘	0.26	0.15	0.23	0.015	1.14	0.2	AlN	0.635	剩餘	5.5	0.02	氮	600	45	0.80
1	剩餘	0.001	0.0053	0.0018	0.0001	0.0001	0.6	AlN	0.635	剩餘	7.5	0.002	真空	620	180	0.80
2	剩餘	0.001	0.0053	0.0018	0.0001	0.0001	0.6	AlN	1	剩餘	7.5	0.005	真空	620	180	0.60
3	剩餘	0.001	0.0053	0.0018	0.0001	0.0001	0.4	AlN	0.635	剩餘	7.5	0.15	真空	620	180	2.00
4	剩餘	0.001	0.0053	0.0018	0.0001	0.0001	0.6	AlN	0.635	剩餘	0.5	0.03	真空	620	180	0.80
5	剩餘	0.001	0.0053	0.0018	0.0001	0.0001	0.6	AlN	0.635	剩餘	20	0.03	真空	620	180	3.00
6	剩餘	0.001	0.0053	0.0018	0.0001	0.0001	0.4	AlN	1	剩餘	0.8	0.008	真空	620	180	1.00
7	剩餘	0.001	0.0053	0.0018	0.0001	0.0001	0.6	AlN	1	剩餘	13	0.25	真空	620	180	1.00
8	剩餘	0.001	0.0053	0.0018	0.0001	0.0001	0.6	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.635	剩餘	15	0.04	真空	620	180	0.50

本發明例

比較例

[0060]

[表2]

	Mg量(質量%)			Si量(質量%)			O量(質量%)		
	[Mg] <sub>s</sub>	[Mg] <sub>i</sub>	[Mg] <sub>s</sub> /[Mg] <sub>i</sub>	[Si] <sub>s</sub>	[Si] <sub>i</sub>	[Si] <sub>s</sub> /[Si] <sub>i</sub>	[O] <sub>s</sub>	[O] <sub>i</sub>	[O] <sub>s</sub> /[O] <sub>i</sub>
1	0.88	0.77	1.14	1.14	0.22	5.18	11.40	3.24	3.52
2	0.74	0.05	14.80	1.31	0.18	7.28	5.45	3.45	1.58
3	1.37	0.80	1.71	1.84	0.19	9.68	5.28	2.74	1.93
4	0.66	0.12	5.50	0.37	0.32	1.16	5.12	0.67	7.64
5	1.41	0.54	2.61	1.47	0.06	24.50	4.38	0.20	21.90
6	0.24	0.10	2.40	2.22	0.39	5.69	4.95	4.11	1.20
7	0.32	0.23	1.39	2.13	0.35	6.09	14.90	0.61	24.43
8	1.16	0.34	3.41	1.76	0.24	7.33	4.91	2.96	1.66
9	1.43	0.48	2.98	1.92	0.23	8.35	14.52	4.74	3.06
10	0.94	0.62	1.52	1.84	0.27	6.81	10.84	9.33	1.16
11	0.67	0.21	3.19	0.63	0.34	1.85	12.31	4.58	2.69
12	1.39	0.44	3.16	0.85	0.38	2.24	10.56	9.46	1.12
13	0.76	0.06	12.67	0.90	0.39	2.31	10.32	0.88	11.73
14	1.19	0.50	2.38	1.91	0.16	11.94	9.36	6.45	1.45
15	1.50	0.67	2.24	2.12	0.26	8.15	11.53	4.30	2.68
16	0.83	0.40	2.08	1.92	0.28	6.86	12.97	1.34	9.68
17	0.43	0.25	1.72	2.14	0.20	10.70	11.51	1.04	11.07
18	1.15	0.21	5.48	2.09	0.21	9.95	13.57	4.28	3.17
1	0.002	0.01	0.20	2.03	0.16	12.69	13.26	8.64	1.53
2	0.19	0.01	19.00	2.29	0.18	12.72	13.84	4.52	3.06
3	1.90	1.30	1.46	2.15	0.18	11.94	11.56	7.53	1.54
4	1.09	0.40	2.73	0.08	0.11	0.73	7.32	4.65	1.57
5	1.02	0.50	2.04	5.20	0.14	37.14	11.26	7.96	1.41
6	0.21	0.02	10.50	0.16	0.12	1.33	5.21	7.73	0.67
7	2.20	1.35	1.63	4.22	0.18	23.44	17.30	0.65	26.62
8	0.00	0.30	0.00	4.67	0.16	29.19	13.51	0.48	28.15

本發明例

比較例

[0061]

[表3]

		含鎂氧化物	偏析部		評價		
		面積率 %	Cu 質量%	Fe 質量%	初期 接合率 %	循環後 接合率 %	陶瓷基板 破裂
本發明例	1	2.9	0.00	0.00	97.3	92.9	無
	2	7.1	0.02	0.01	99.1	92.1	無
	3	13.9	0.01	0.00	99.4	92.4	無
	4	8.3	0.00	0.00	97.4	92.4	無
	5	5.4	0.00	0.00	99.1	91.5	無
	6	11.2	0.00	0.11	97.9	92.2	無
	7	4.8	0.01	0.11	98.7	91.2	無
	8	13.7	1.20	0.00	98.4	91.8	無
	9	8.4	1.90	0.10	97.7	88.2	無
	10	10.6	0.60	0.60	98.6	92.7	無
	11	12.0	0.60	1.30	99.4	87.6	無
	12	12.1	0.02	0.00	99.4	93.1	無
	13	17.9	0.01	0.01	99.0	90.6	無
	14	2.6	0.01	0.02	99.2	91.2	無
	15	6.7	0.03	0.38	99.5	91.4	無
	16	4.1	0.02	0.36	97.5	90.6	無
	17	13.1	0.21	0.30	98.9	93.8	無
	18	6.4	0.20	0.31	99.0	91.0	無
比較例	1	1.2	0.01	0.00	98.3	80.7	無
	2	1.6	0.02	0.00	97.7	73.2	有
	3	24.2	0.00	0.01	99.4	81.3	有
	4	9.2	0.00	0.02	20.2	0.0	-
	5	10.7	0.01	0.01	99.4	75.9	有
	6	2.1	0.00	0.00	38.2	0.0	-
	7	26.8	0.02	0.00	98.1	76.8	有
	8	13.2	0.00	0.01	97.4	78.3	無

[0062] 在偏析部之鎂，矽，氧之比被設在本發明之範圍內之本發明例 1~18 確認：初期接合率高，此外，在冷熱循環試驗後在陶瓷基板未發生破裂，接合信賴性也高。

另一方面，在鎂，矽，氧的比是比本發明的範圍內要小之比較例 1，4，6 確認接合率降低。在鎂，矽，氧的比是比本發明的範圍內要大之比較例 2，5，7、或  $[Mg]_I$  超過 0.8 質量%之比較例 3，被確認陶瓷基板破裂。此外，在陶瓷基板使用  $Al_2O_3$  之比較例 8， $[Mg]_S/[Mg]_I$  為本發明之範圍外，冷熱循環試驗後的接合率降低。

#### [產業上利用可能性]

[0063] 根據本發明，可以提供陶瓷構件與鋁構件確實地被接合，冷熱循環負荷時之接合信賴性優異而且可以抑制陶瓷構件破裂的發生之陶瓷-鋁接合體、電力模組用基板、及具備該電力模組用基板之電力模組。

#### 【符號說明】

[0064]

10：電力模組用基板（陶瓷-鋁接合體）

11：陶瓷基板（陶瓷構件）

12：電路層（鋁構件）

13：金屬層（鋁構件）

24：鋁-矽-鎂系焊料

25：鋁-矽-鎂系焊料

## 申請專利範圍

1. 一種陶瓷-鋁接合體，係由氮化鋁所構成陶瓷構件、與鋁構件被接合而成的陶瓷-鋁接合體，其特徵為：

在前述鋁構件之中從與前述陶瓷構件的接合界面起厚度方向  $2\mu\text{m}$  範圍內，具有尖晶石結晶構造之含鎂氧化物分散著；

在前述鋁構件之中與前述陶瓷構件的接合界面附近區域，具有鎂，矽，氧偏析的偏析部；

前述偏析部的鎂量  $[\text{Mg}]_s$ ，矽量  $[\text{Si}]_s$ ，氧量  $[\text{O}]_s$ 、與從接合界面起到前述鋁構件側離開  $10\mu\text{m}$  的位置之鎂量  $[\text{Mg}]_l$ ，矽量  $[\text{Si}]_l$ ，氧量  $[\text{O}]_l$ 、兩方之比，分別、被設定在

$$1 < [\text{Mg}]_s / [\text{Mg}]_l \leq 15,$$

$$1 < [\text{Si}]_s / [\text{Si}]_l \leq 25,$$

$$1 < [\text{O}]_s / [\text{O}]_l \leq 25$$

之範圍內，而且，從接合界面起到前述鋁構件側離開  $10\mu\text{m}$  的位置之鎂量  $[\text{Mg}]_l$  被設在 0.8 質量%以下之陶瓷-鋁接合體。

2. 如申請專利範圍第 1 項記載之陶瓷-鋁接合體，其中

在前述偏析部，銅量被設在 1.2 質量%以下、鐵量在 0.6 質量%以下。

3. 一種具備由氮化鋁所構成的陶瓷基板、與被接合在該陶瓷基板的鋁板之電力模組用基板，其特徵係：

在前述鋁板之中從與前述陶瓷基板的接合界面起厚度方向  $2\mu\text{m}$  範圍內，具有尖晶石結晶構造之含鎂氧化物分

散著；

在前述鋁板之中與前述陶瓷基板的接合界面附近區域，具有鎂，矽，氧偏析的偏析部；

前述偏析部的鎂量 $[Mg]_s$ ，矽量 $[Si]_s$ ，氧量 $[O]_s$ 、與從接合界面起到前述鋁板側離開  $10\mu m$  的位置之鎂量 $[Mg]_i$ ，矽量 $[Si]_i$ ，氧量 $[O]_i$ 、兩方之比，分別、被設定在

$$1 < [Mg]_s / [Mg]_i \leq 1.5,$$

$$1 < [Si]_s / [Si]_i \leq 2.5,$$

$$1 < [O]_s / [O]_i \leq 2.5$$

之範圍內，而且，從接合界面起到前述鋁板側離開  $10\mu m$  的位置之鎂量 $[Mg]_i$ 被設在 0.8 質量%以下之電力模組用基板。

4. 如申請專利範圍第 3 項記載之電力模組用基板，其中

在前述偏析部，銅量被設在 1.2 質量%以下、鐵量在 0.6 質量%以下。

5. 一種電力模組，其特徵係

具備申請專利範圍第 3 項或第 4 項記載的電力模組用基板、與半導體元件之電力模組。

圖式

圖 1

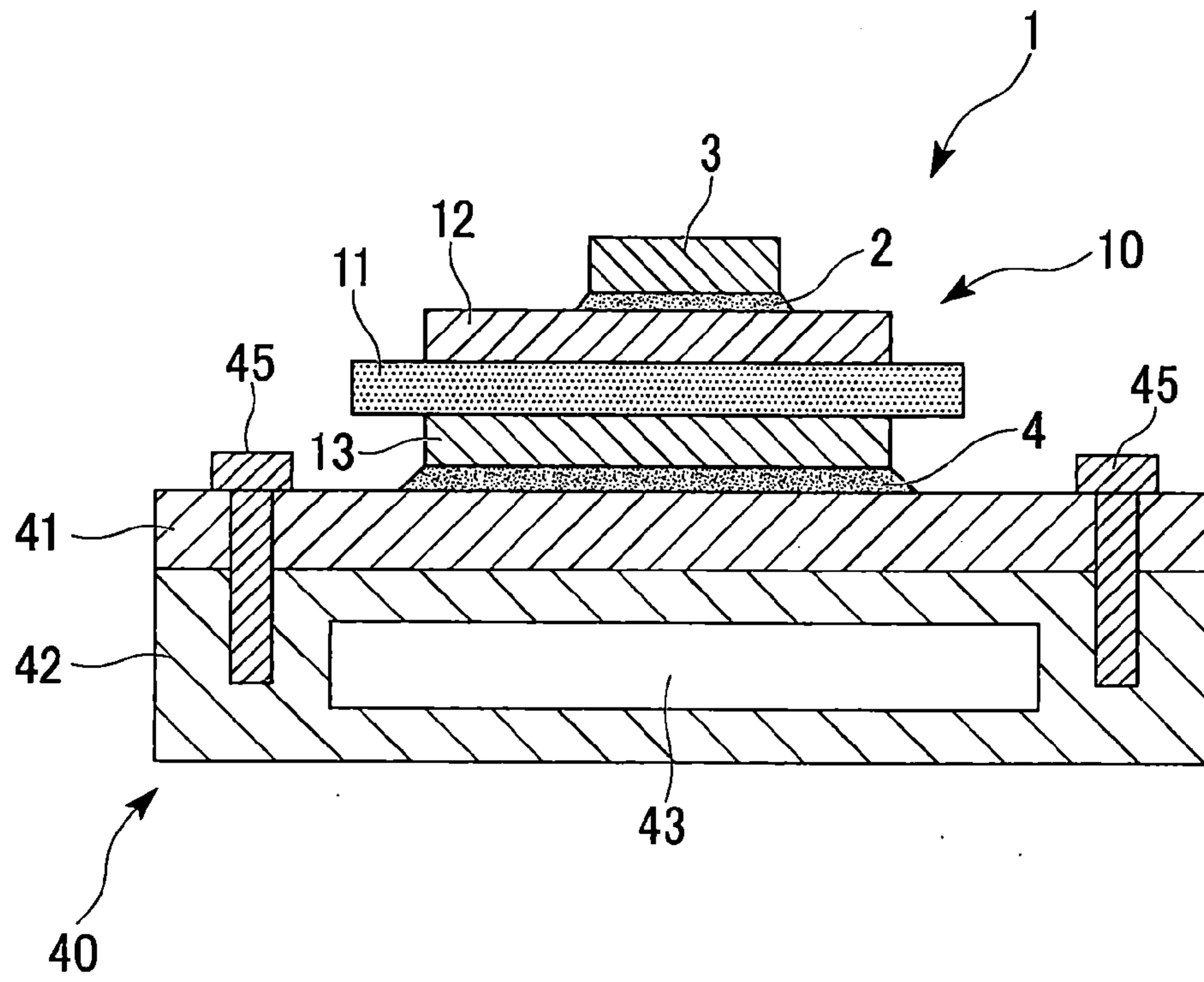


圖 2

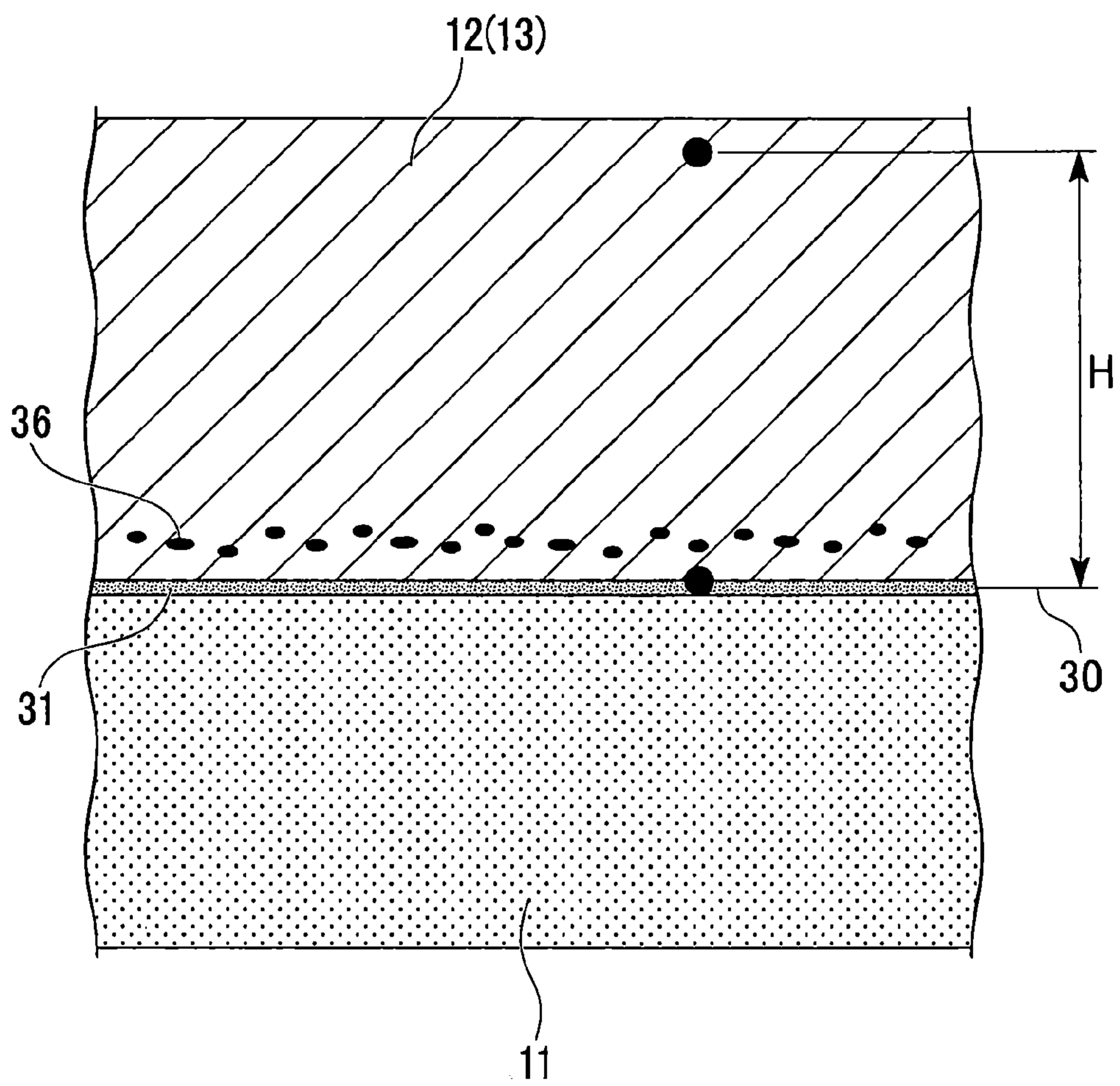


圖 3

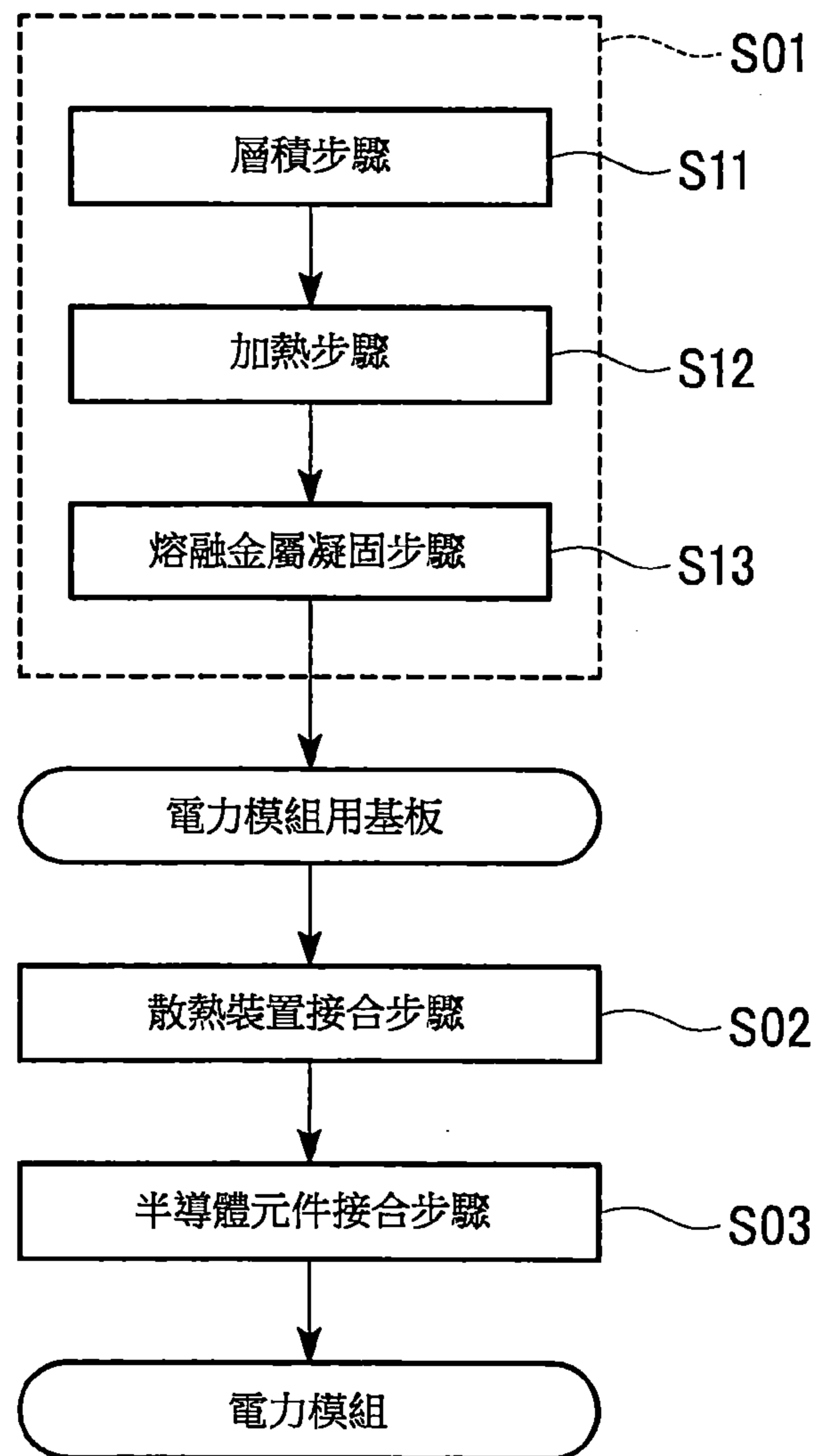


圖 4

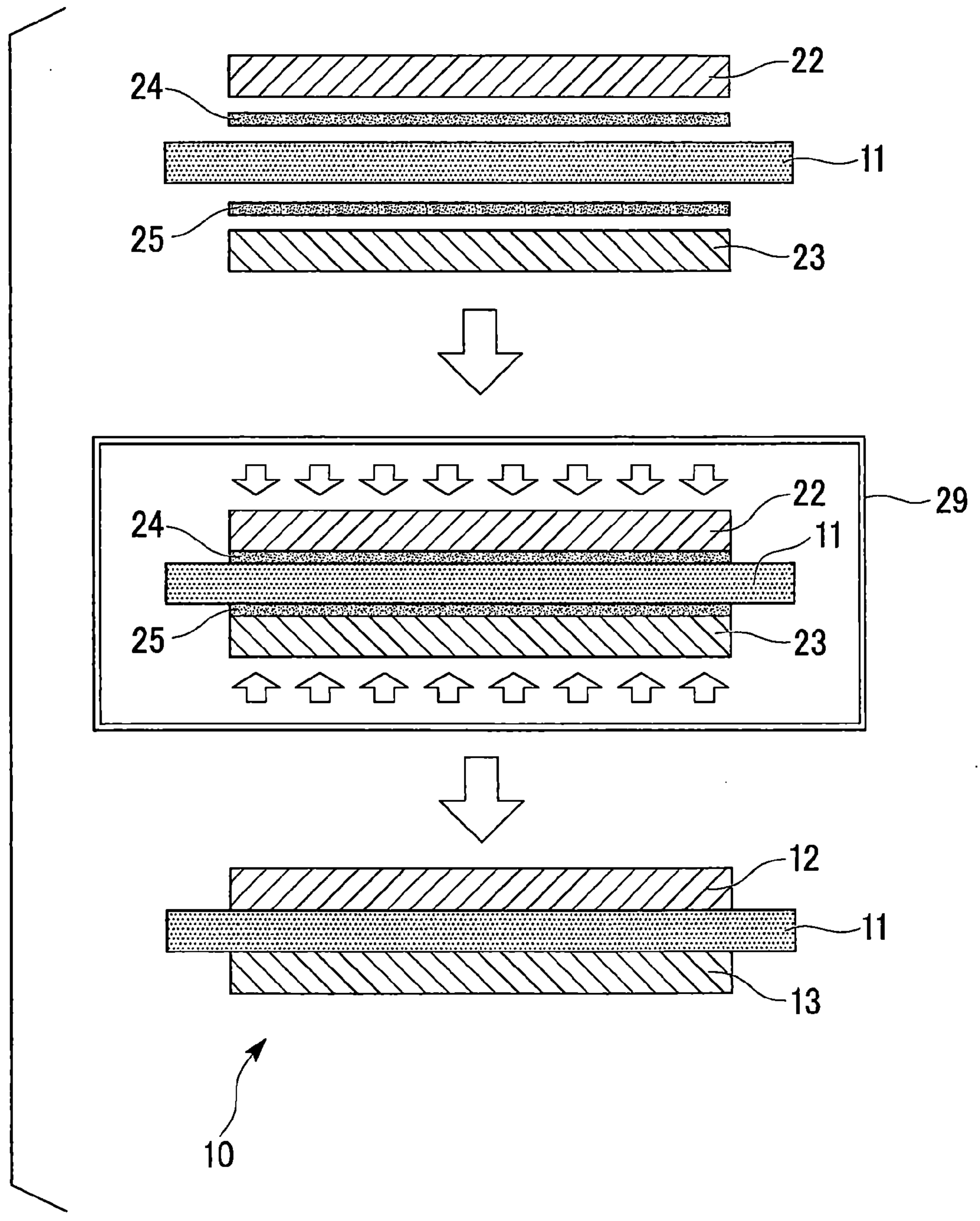


圖 5

