



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 202347528 A

(43) 公開日：中華民國 112 (2023) 年 12 月 01 日

(21) 申請案號：112112141

(22) 申請日：中華民國 112 (2023) 年 03 月 30 日

(51) Int. Cl. : **H01L21/52 (2006.01)****H01L21/60 (2006.01)****B22F1/00 (2022.01)**

(30) 優先權：2022/03/30 日本

2022-056552

(71) 申請人：日商三井金屬鑛業股份有限公司 (日本) MITSUI MINING &amp; SMELTING COMPANY, LTD. (JP)

日本

(72) 發明人：服部隆志 HATTORI, TAKASHI (JP)；山內真一 YAMAUCHI, SHINICHI (JP)；穴井圭 ANAI, KEI (JP)

(74) 代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：3 共 24 頁

(54) 名稱

接合體之製造方法及被接合體之接合方法

(57) 摘要

本發明製造一種經由接合層接合第 1 被接合體(11)與第 2 被接合體(13)而成之接合體。將包含銅粒子及有機溶劑之糊劑塗佈於第 1 被接合體(11)而形成塗膜(12X)。於塗膜(12X)上載置第 2 被接合體(13)而形成積層體(15)。對積層體(15)進行加熱及加壓使塗膜(12X)中之銅粒子燒結而形成接合層。漸增性地進行自加熱開始溫度至達到最高溫度  $T_m$  為止之加熱，並且漸增性地進行自加壓開始壓力至達到最高壓力  $P_m$  為止之加壓，且將加熱溫度達到  $200^{\circ}\text{C}$  時之壓力設為 15 MPa 以下。

指定代表圖：

符號簡單說明：

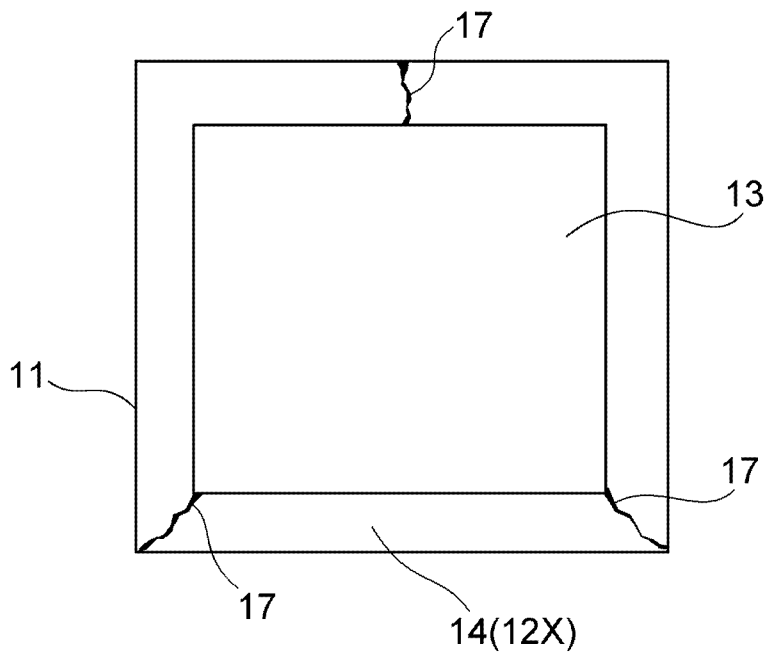
11:第 1 被接合體

12X:塗膜

13:第 2 被接合體

14:填角部

17:裂痕



【圖3】

## 【發明摘要】

### 【中文發明名稱】

接合體之製造方法及被接合體之接合方法

### 【中文】

本發明製造一種經由接合層接合第1被接合體(11)與第2被接合體(13)而成之接合體。將包含銅粒子及有機溶劑之糊劑塗佈於第1被接合體(11)而形成塗膜(12X)。於塗膜(12X)上載置第2被接合體(13)而形成積層體(15)。對積層體(15)進行加熱及加壓使塗膜(12X)中之銅粒子燒結而形成接合層。漸增性地進行自加熱開始溫度至達到最高溫度 $T_m$ 為止之加熱，並且漸增性地進行自加壓開始壓力至達到最高壓力 $P_m$ 為止之加壓，且將加熱溫度達到 $200^{\circ}\text{C}$ 時之壓力設為15 MPa以下。

### 【指定代表圖】

圖3

### 【代表圖之符號簡單說明】

- 11:第1被接合體
- 12X:塗膜
- 13:第2被接合體
- 14:填角部
- 17:裂痕

## 【發明說明書】

### 【中文發明名稱】

接合體之製造方法及被接合體之接合方法

### 【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種接合體之製造方法及被接合體之接合方法。

### 【先前技術】

【0002】 近年來，盛行使用 IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor，絕緣閘雙極性電晶體)等稱為功率器件之半導體器件作為變流器等電力轉換・控制裝置。為製造該種半導體器件，提出了各種使用金屬糊劑作為接合半導體元件與電路基板等之方法。

【0003】 例如專利文獻1中，揭示了一種燒結接合部之可靠性較高且可抑制因加壓而對半導體元件造成損傷之半導體裝置之製造方法。該文獻中，揭示了將成為燒結接合部之燒結性金屬粒子以指定時序加熱及加壓。

先前技術文獻

專利文獻

【0004】 專利文獻1:日本專利特開2018-110149號公報

### 【發明內容】

【0005】 根據上述技術，由於在達到燒結開始溫度時對半導體元件施加較高之壓力，因此存在如下問題，即，於俯視燒結接合部時之該燒結接合部之端部區域中的未載置上述半導體元件之部分(以下亦稱為「填角部」)之角部等產生裂痕。

因此，本發明之課題在於，提供一種可抑制於填角部產生裂痕之接合體之製造方法。

**【0006】** 本發明提供一種接合體之製造方法，該接合體係經由接合層接合第1被接合體與第2被接合體而成，該製造方法具備：

將包含銅粒子及有機溶劑之糊劑塗佈於上述第1被接合體而形成塗膜之步驟；

於上述塗膜上載置上述第2被接合體而形成積層體之步驟；及

煅燒步驟，其係對上述積層體進行加熱及加壓使上述塗膜中之上述銅粒子燒結而形成上述接合層；且

於上述煅燒步驟中，漸增性地進行自加熱開始溫度至達到最高溫度 $T_m$ 為止之加熱，並且漸增性地進行自加壓開始壓力至達到最高壓力 $P_m$ 為止之加壓，且將加熱溫度達到 $200^\circ\text{C}$ 時之壓力設為 $15\text{ MPa}$ 以下。

**【0007】** 進而，本發明提供一種被接合體之接合方法，該被接合體經由接合層接合第1被接合體與第2被接合體，且該接合方法具備：

將包含銅粒子及有機溶劑之糊劑塗佈於上述第1被接合體而形成塗膜之步驟；

於上述塗膜上載置上述第2被接合體而形成積層體之步驟；及

煅燒步驟，其係對上述積層體進行加熱及加壓使上述塗膜中之上述銅粒子燒結而形成上述接合層；且

於上述煅燒步驟中，漸增性地進行自加熱開始溫度至達到最高溫度 $T_m$ 為止之加熱，並且漸增性地進行自加壓開始壓力至達到最高壓力 $P_m$ 為止之加壓，且將加熱溫度達到 $200^\circ\text{C}$ 時之壓力設為 $15\text{ MPa}$ 以下。

**【圖式簡單說明】**

**【0008】**

圖1係表示本發明之接合體之製造方法之初始步驟之模式圖。

圖2係表示圖1所示之步驟之接下來之步驟之模式圖。

圖3係表示於接合體之填角部產生之裂痕之模式圖。

**【實施方式】**

**【0009】** 以下，對本發明之接合體之製造方法及被接合體之製造方法基於其較佳之實施方式來進行說明。藉由本發明之方法而製造之接合體成為如下結構，即，經由接合層接合第1被接合體與第2被接合體。接合層如下所述由燒結體構成，該燒結體係對包含銅粒子及有機溶劑之糊劑進行煅燒而成。

**【0010】** 第1被接合體之種類並未特別限制。一般而言，第1被接合體較佳為於其接合對象面包含金屬。例如可使用具有包含金屬之面之構件作為第1被接合體。再者，本說明書中所說之「金屬」係指未與其他元素形成化合物之金屬本身、或2種以上之金屬之合金。作為該種金屬，可例舉例如銅、銀、金、鋁、鈮、鎳、或包含其等之2種以上之組合的合金。

**【0011】** 於第1被接合體係具有包含金屬之面之構件之情形時，該包含金屬之面可由1種金屬構成，或者亦可由2種以上之金屬構成。於由2種以上之金屬構成之情形時，該面亦可為合金。包含金屬之面一般較佳為平面，但有時亦可為曲面。

**【0012】** 作為第1被接合體之具體例，可例舉例如包含上述金屬之間隔件、散熱板、半導體元件、及於表面具有上述金屬中之至少1種之基板等。

作為基板，可例舉例如於陶瓷或氮化鋁板之表面具有銅等金屬層之

絕緣基板等。

於使用半導體元件作為被接合體之情形時，半導體元件可包含Si、Ga、Ge、C、N、As等元素中之1種以上。

【0013】圖1及圖2係對本發明之接合體之接合方法進行說明之步驟圖。本製造方法中，首先如圖1所示，於第1被接合體11上塗佈包含銅粒子之糊劑而形成塗膜12X。糊劑之塗佈方法並未特別限定，可例舉例如網版印刷法、凹版印刷法、點膠印刷法、反向塗佈法及刮刀法。

【0014】本發明中所使用之糊劑包含銅粒子及下述之有機溶劑，進而視需要而適當包含下述調整劑。

【0015】糊劑中所含之上述銅粒子包含純銅之粒子及銅基合金之粒子之雙方。糊劑中所含之銅粒子可僅為純銅之粒子，亦可僅為銅基合金之粒子，或者亦可為純銅之粒子與銅基合金之粒子之混合物。

再者，於不損及本發明之效果之範圍內，允許糊劑中含有少量之除銅粒子以外之金屬粒子。

【0016】糊劑中所含之銅粒子之形狀並未特別限制，可使用球狀及非球狀中之任一形狀。

此處，銅粒子為球狀係指利用以下方法測定之圓形度係數為0.85以上。圓形度係數係利用如下方法算出。即，拍攝一次粒子之銅粒子之掃描型電子顯微鏡像，於將銅粒子之二維投影像之面積設為S，且將周圍長設為L時，根據 $4\pi S/L^2$ 之式算出銅粒子之圓形度係數。

【0017】另一方面，銅粒子為非球狀係指上述圓形度係數未達0.85。

作為非球狀之具體例，可例舉扁平狀、六面體、八面體等多面體

狀、紡錘狀、異形狀等形狀。本發明中，2種以上之銅粉之任一者較佳為扁平狀銅粒子，更佳為如下所述包含扁平狀銅粒子及球狀銅粒子。

再者，本發明中，扁平狀係指具有形成粒子之主面之一對板面、及與該些板面正交之側面之形狀，板面及側面可各自獨立地為平面、曲面或凹凸面。

**【0018】** 銅粒子為球狀之情形時之粒徑設為藉由以下方法來規定者。即，自於10,000倍以上且150,000倍以下之倍率之範圍拍攝的銅粒子之掃描型電子顯微鏡像，選擇50個以上之輪廓清晰之一次粒子之銅粒子，測定所選之各粒子之投影面積圓相當徑。接下來，根據所獲得之投影面積圓相當徑而算出假定粒子為真球時之體積，藉由 $D_{SEM50}$ 來規定該體積之累計體積50容量%時之體積累計粒徑。

**【0019】** 銅粒子之 $D_{SEM50}$ 較佳為超過0.1  $\mu\text{m}$ ，進而佳為0.11  $\mu\text{m}$ 以上，更佳為0.12  $\mu\text{m}$ 以上。另一方面， $D_{SEM50}$ 較佳為0.55  $\mu\text{m}$ 以下，進而佳為0.5  $\mu\text{m}$ 以下。藉由設定 $D_{SEM50}$ 超過0.1  $\mu\text{m}$ ，而於對塗佈糊劑而成之塗膜12X進行煅燒而形成接合層時不易產生收縮斷裂，可使接合層之填角部與第1被接合體11之接合強度充分。另一方面，藉由將 $D_{SEM50}$ 設定為0.55  $\mu\text{m}$ 以下，可將塗膜12X中所存在之銅粒子充分燒結。

**【0020】** 銅粒子為非球狀之情形時之粒徑設為藉由利用雷射繞射散射式粒度分佈測定法之累計體積50容量%時之體積累計粒徑 $D_{50}$ 來規定者。例如可以如下方法進行。即，將0.1 g之測定試樣與分散劑水溶液混合，利用超音波均化器(日本精機製作所製造，US-300T)分散1分鐘。其後，例如使用麥奇克拜爾製造之MT3300 EXII作為雷射繞射散射式粒度分佈測定裝置來測定粒度分佈，藉此算出 $D_{50}$ 。

【0021】 銅粒子之 $D_{50}$ 較佳為 $0.3\ \mu\text{m}$ 以上且 $50\ \mu\text{m}$ 以下，更佳為 $0.5\ \mu\text{m}$ 以上且 $40\ \mu\text{m}$ 以下，進而佳為 $1\ \mu\text{m}$ 以上且 $20\ \mu\text{m}$ 以下。藉由 $D_{50}$ 處於該範圍，將銅糊劑塗膜化並煅燒時容易獲得緻密地燒結之接合層，可實現被接合體彼此之高接合強度與導電可靠性之提高。

【0022】 銅粒子可利用該技術領域中周知之各種方法製造。例如可藉由濕式還原法、霧化法、電解法等來製造銅粉。至於採用何種方法，可根據銅粒子之粒徑、形狀等來適當選擇。糊劑可僅由該些形狀中之1種形狀之銅粒子構成，或者亦可由2種以上之形狀之銅粒子之組合構成。又，亦可使用具有指定平均粒徑之銅粒子與平均粒徑不同於其之銅粒子的混合物。

【0023】 尤其，糊劑藉由包含 $D_{SEM50}$ 超過 $0.1\ \mu\text{m}$ 且為 $0.55\ \mu\text{m}$ 以下之球狀銅粒子(第一銅粒子)與 $D_{50}$ 為 $0.3\ \mu\text{m}$ 以上且 $50\ \mu\text{m}$ 以下之非球狀銅粒子(第二銅粒子)，而防止由塗膜之過度體積收縮所引起之該塗膜之斷裂，並且塗膜之燒結性優異。自使該優點更顯著之觀點而言，較佳為將第一銅粒子相對於第一銅粒子與第二銅粒子之合計質量之比率設為20質量%以上且95質量%以下，進而佳為25質量%以上且90質量%以下，更佳為30質量%以上且85質量%以下。尤其，若第一銅粒子為球狀，且第二銅粒子為扁平狀，則燒結體會變得更緻密，因而較佳。

【0024】 銅粒子亦可於其表面賦予有機表面處理劑。有機表面處理劑係用以抑制銅粒子間之凝聚之劑。作為用以抑制銅粒子間之凝聚之劑而較佳地用於本發明者，例如係各種脂肪酸、脂肪族胺、及對銅具有親和性之錯合劑。自提高耐氧化性之點而言，尤佳為使用碳數6以上且18以下、尤其碳數10以上且18以下之飽和或不飽和脂肪酸或者脂肪族胺。作為此

種脂肪酸或者脂肪族胺之具體例，可例舉安息香酸、戊酸、己酸、辛酸、壬酸、癸酸、月桂酸、棕櫚酸、油酸、硬脂酸、戊胺、己胺、辛胺、癸胺、月桂胺、油胺、硬脂胺等。又，作為對銅具有親和性之錯合劑，可例舉例如甘胺酸等胺基酸、及丁二酮肟等。該些脂肪酸、脂肪族胺及錯合劑分別可單獨使用1種，或可組合使用2種以上。

**【0025】** 自提高銅粒子之填充性而維持與接合層之充分接合強度的觀點而言，糊劑中所占之銅粒子之含量較佳為50質量%以上，更佳為60質量%以上且95質量%以下。

**【0026】** 就塗膜12X之厚度而言，為了使自該塗膜形成之接合層可確保充分之接合強度，較佳為1  $\mu\text{m}$ 以上且300  $\mu\text{m}$ 以下，更佳為5  $\mu\text{m}$ 以上且250  $\mu\text{m}$ 以下。

**【0027】** 糊劑中所含之有機溶劑，可無特別限制地使用先前所周知者。例如可例舉單醇、多元醇、多元醇烷基醚、多元醇芳基醚、脂肪族有機酸、酯類、含氮雜環化合物、醯胺類、胺類、飽和烴等。該些有機溶劑可單獨使用一種或組合使用兩種以上。

**【0028】** 糊劑中所占之有機溶劑之量只要具有可將糊劑形成塗膜之程度的黏度即可，並無特別限制，一般而言，相對於糊劑而較佳為5質量%以上且50質量%以下。

**【0029】** 糊劑亦可適當含有用以調整各種特性之調整劑。作為調整劑，可例舉例如還原劑、黏度調整劑、表面張力調整劑。

**【0030】** 作為還原劑，以促進銅粒子之燒結者為佳，可例舉例如單醇、多元醇、胺基醇、檸檬酸、草酸、甲酸、抗壞血酸、醛、肼及其衍生物、脛胺及其衍生物、二硫蘇糖醇、亞磷酸鹽、次磷酸鹽、亞磷酸及其衍

生物等。

【0031】 作為黏度調整劑，調整糊劑黏度之高低，較佳為可設定為上述黏度範圍內者為佳，可例舉例如酮類、酯類、醇類、二醇類、烴、聚合物等。

【0032】 作為表面張力調整劑，為可調整塗膜12X之表面張力者即可，可例舉例如丙烯酸系界面活性劑、矽酮系界面活性劑、烷基聚氧乙烯醚、脂肪酸甘油酯等聚合物、醇系、烴系、酯系、二醇等單體。

【0033】 糊劑之黏度可使用Thermo Scientific公司製造之流變儀MARS III來測定。自提高銅糊劑之塗佈性或印刷性之觀點而言，剪切速度 $10\text{ s}^{-1}$ 時之黏度值較佳為 $10\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上且 $200\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下，更佳為 $15\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上且 $200\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下。銅糊劑之黏度之測定條件如以下所述。

測定模式：剪切速度依賴性測定

感測器：並行型( $\Phi 20\text{ mm}$ )

測定溫度： $25^{\circ}\text{C}$

間距： $0.300\text{ mm}$

剪切速度： $0.05\sim 120.01\text{ s}^{-1}$

測定時間：2分鐘

【0034】 形成於第1被接合體11上之塗膜12X之尺寸及形狀，可設為與下述第2被接合體13之尺寸及形狀相同。或者，亦可設為如下尺寸，即，當將第2被接合體13載置於塗膜12X上時，塗膜12X自第2被接合體13之周緣延伸出來。於後者之情形時，第1被接合體11與第2被接合體13可確實地藉由接合層而接合，因而較佳。該情形時，塗膜12X中產生自第2被接合體13之周緣延伸出來之部分、即填角部。

【0035】於第1被接合體11之表面形成塗膜12X後，如圖2所示，於該塗膜12X上載置第2被接合體13而形成第1被接合體11、塗膜12X及第2被接合體13依序積層而成之積層體15。作為第2被接合體13，可無特別限制地使用與此前所述之第1被接合體11相同者。於第1被接合體11例如為基板之情形時，第2被接合體13較佳為例如間隔件、散熱板或半導體元件之任一者。

【0036】於塗膜12X上載置第2被接合體13之情形時，該塗膜12X中所含之有機溶劑之濃度可與糊劑中所含之有機溶劑之濃度實質上相同，或者低於其。於後者之情形時，於第1被接合體11上形成塗膜12X之後，藉由放置指定時間而自然乾燥或加熱乾燥，藉此使該塗膜12X乾燥而去除有機溶劑。

【0037】接下來，如圖2所示，以指定之板狀治具16、16夾持積層體15，對積層體15進行加熱，並且利用治具16、16進行對積層體15加壓之煅燒步驟。隨著加熱之進行而自塗膜12X去除有機溶劑，並且開始塗膜12X中之銅粒子之燒結。再者，作為使用板狀治具16、16之加壓裝置，可無特別限制地使用先前所周知者。

【0038】加熱與加壓可同時開始，或者亦可於開始加熱後經過指定時間後開始加壓，反之，亦可於開始加壓後經過指定時間後開始加熱。

【0039】煅燒步驟中，藉由控制加熱及加壓分佈而可順利地形成包含銅粒子之燒結體之接合層。尤其，於接合層具有填角部之情形時，可有效地抑制於該填角部產生裂痕。具體而言，煅燒步驟中，漸增性地進行自加熱開始溫度至達到最高溫度 $T_m$ 為止之加熱。此外，漸增性地進行自加壓開始壓力至達到最高壓力 $P_m$ 為止之加壓。

再者，本發明中於填角部產生之「裂痕」如圖3所示，並非為僅於填角部14之角部產生之裂痕17，亦包含於填角部14之中央部附近產生之裂痕17、及內含於填角部內之裂痕，該內含於填角部內之裂痕未自第2被接合體13之端部至填角部14之外周相連產生，未予以圖示。

本說明書中，「漸增性地加熱」係指以如下方式進行加熱，即，自煨燒步驟中之加熱開始至達到最高溫度 $T_m$ 為止，不產生隨著時間之經過而降溫之期間。因此，煨燒步驟中允許產生加熱溫度固定之期間。例如，煨燒步驟中之加熱可以隨著時間之經過而溫度呈直線性地上升之方式進行，亦可以溫度呈指數函數性地上升之方式進行，亦可以溫度呈對數函數性地上升之方式進行，亦可以溫度呈階梯狀地上升之方式進行，或者亦可以描繪組合該等而得之溫度上升線之方式進行。

本說明書中，「漸增性地加壓」係指以如下方式進行加壓，即，自煨燒步驟中之加壓開始至達到最高壓力 $P_m$ 為止，不產生隨著時間之經過而降壓之期間。因此，煨燒步驟中，允許產生壓力固定之期間。例如，煨燒步驟中之加壓可以隨著時間之經過而壓力呈直線性地上升之方式進行，亦可以壓力呈指數函數性地上升之方式進行，亦可以壓力呈對數函數性地上升之方式進行，亦可以壓力呈階梯狀地上升之方式進行，或者亦可以描繪組合該等而得之壓力上升線之方式進行。

**【0040】** 煨燒步驟中，除漸增性地進行加熱及加壓以外，還以加熱溫度達到 $200^{\circ}\text{C}$ 時之壓力為 $15\text{ MPa}$ 以下之方式控制加熱及加壓之條件。藉由如此控制加熱及加壓分佈，可有效地抑制於填角部產生裂痕。其理由如下所述。

**【0041】** 漸增性地進行積層體15之加熱及加壓利於提高作為目標之

接合體之製造效率。以此為條件來以加熱溫度達到 $200^{\circ}\text{C}$ 時之壓力為 $15\text{ MPa}$ 以下之方式控制加熱及加壓之條件，藉此，塗膜12X中位於第2被接合體13之正下方之部分(以下亦稱為「模頭正下方部」)、與自第2被接合體13之周緣延伸出之部分、即填角部大致同程度地收縮。藉此，抑制填角部14產生裂痕。

相對於此，若於進行加壓之狀態下開始銅粒子之燒結，則模頭正下方部與自第2被接合體13之周緣延伸出之部分、即填角部14之間產生收縮差，因此容易於填角部14，尤其於填角部14之角部產生裂痕。

**【0042】** 自使以上優點更顯著之觀點而言，較佳為將加熱溫度達到 $200^{\circ}\text{C}$ 時之壓力設為 $15\text{ MPa}$ 以下，更佳為 $13\text{ MPa}$ 以下，自抑制產生裂痕之觀點而言，該壓力越低越佳。再者，亦可於加熱溫度達到 $200^{\circ}\text{C}$ 後開始加壓。

**【0043】** 再者，以溫度 $200^{\circ}\text{C}$ 為基準來進行壓力控制之理由在於，由於推測銅粒子之燒結一般為 $250^{\circ}\text{C}$ 左右，因此若為 $200^{\circ}\text{C}$ ，則未開始銅粒子之燒結，從而可控制塗膜12X之收縮。

**【0044】** 煅燒步驟中，若加熱溫度達到 $200^{\circ}\text{C}$ 時之壓力為 $15\text{ MPa}$ 以下，則亦可於加熱達到最高溫度 $T_m$ 後，加壓達到最高壓力 $P_m$ ，反之，亦可於加壓達到最高壓力 $P_m$ 後，加熱達到最高溫度 $T_m$ 。或者，亦可以同時達到最高溫度 $T_m$ 及最高壓力 $P_m$ 之方式控制加熱及加壓。較佳為，自更有效地發揮抑制於填角產生裂痕之效果之觀點而言，於加熱達到最高溫度 $T_m$ 之後，加壓達到最高壓力 $P_m$ 。

**【0045】** 只要煅燒步驟中之加熱係漸增性地進行，則可以隨著時間之經過而溫度呈直線性地上升之方法進行，亦可以溫度呈指數函數性地上

升之方式進行，亦可以溫度呈對數函數性地上升之方式進行，亦可以溫度呈階梯狀地上升之方式進行，或者亦可以描繪組合該等而得之溫度上升線之方式進行。關於煅燒步驟中之加壓亦同樣如此。

**【0046】** 於上述任一加熱態樣中，自高效地製造接合體之觀點而言，均較佳為自加熱開始溫度至達到最高溫度 $T_m$ 為止不具有10秒以上、尤其5秒以上之恆溫過程。根據相同理由，較佳為自加壓開始壓力至達到最高壓力 $P_m$ 為止不具有10秒以上、尤其5秒以上之恆壓過程。再者，於煅燒步驟具有恆溫過程及恆壓過程之雙方之情形時，恆溫過程之期間與恆壓過程之期間可分別獨立地設定，無需使兩者同步。

**【0047】** 煅燒步驟中之積層體之加熱自高效地製造接合體之觀點而言，自加熱開始溫度至達到最高溫度 $T_m$ 為止所需之時間為1秒以上且30分鐘以內，較佳為1秒以上且10分鐘以內，更佳為1秒以上且1分鐘以內。

**【0048】** 煅燒步驟中之積層體之加壓中，自可使塗膜12X之收縮於模頭正下方部與填角部大致相同之觀點而言，升壓速度較佳為0.2 MPa/s以上，亦可設為1 MPa/s以上。

又，以升壓速度較佳為20 MPa/s以下，更佳為10 MPa/s以下，進而佳為5 MPa/s以下之方式進行。

自不於填角部產生隆起之觀點而言，加壓之升壓速度較佳為0.2 MPa/s以上且10 MPa/s以下，進而佳為0.2 MPa/s以上且5 MPa/s以下。

升壓速度之算出中不包含恆壓過程。

於直至達到最高壓力 $P_m$ 為止之升壓速度不固定之情形時，該升壓速度落在上述範圍內即可。

**【0049】** 煅燒步驟中之加熱之最高溫度 $T_m$ 設定為200°C以上且350°C

以下，不僅會使銅粒子充分燒結，而且自防止被接合體因熱而受到損傷之觀點而言亦較佳。自該觀點而言，最高溫度 $T_m$ 較佳為 $210^{\circ}\text{C}$ 以上且 $330^{\circ}\text{C}$ 以下，進而佳為 $220^{\circ}\text{C}$ 以上且 $310^{\circ}\text{C}$ 以下。

自與上述相同之觀點而言，煅燒步驟中之加壓之最高壓力 $P_m$ 較佳為設定為 $1\text{ MPa}$ 以上且 $40\text{ MPa}$ 以下，尤佳為設定為 $5\text{ MPa}$ 以上且 $40\text{ MPa}$ 以下，特佳為設定為 $5\text{ MPa}$ 以上且 $30\text{ MPa}$ 以下。

**【0050】** 於加熱達到最高溫度 $T_m$ 後，可維持該溫度 $T_m$ ，或者亦可較 $T_m$ 降低。任一情形時，自使銅粒子充分燒結之觀點而言，均較佳為達到最高溫度 $T_m$ 後於 $(T_m - 30)^{\circ}\text{C}$ 以上且 $T_m^{\circ}\text{C}$ 以下之溫度範圍將加熱溫度保持為固定。

關於加壓，加壓達到最高壓力 $P_m$ 後，可維持該壓力 $P_m$ ，或者亦可較 $P_m$ 降低。任一情形時，自使銅粒子充分燒結之觀點而言，均較佳為達到最高壓力 $P_m$ 後於 $(P_m - 5)\text{MPa}$ 以上且 $P_m\text{MPa}$ 以下之溫度範圍將加熱溫度保持為固定。

**【0051】** 煅燒步驟可使用例如惰性環境、含氧環境。作為惰性環境，可例舉例如氮氣環境、氫氣、氬氣等稀有氣體環境等。自經濟性之觀點而言，較佳為使用氮氣環境。作為含氧環境，可使用例如大氣環境。

**【0052】** 藉由將積層體15交給煅燒步驟，而自該積層體15中之塗膜12X產生作為接合層之燒結體，第1被接合體11與第2被接合體13以較高接合強度接合。又，即便於接合層存在填角部，亦可有效抑制於該填角部產生裂痕，因此接合體之可靠性較高。因此，藉由本製造方法獲得之接合體，較佳地用於處理大電流之器件、例如車載用電子電路、安裝有功率器件之電子電路等。

【0053】 以上，對本發明基於其較佳實施方式進行了說明，但本發明並不限於上述實施方式。

【0054】 關於上述實施方式，本發明進而揭示以下接合體之製造方法及被接合體之接合方法。

〔1〕 一種接合體之製造方法，該接合體係經由接合層接合第1被接合體與第2被接合體而成，該製造方法具備：

將包含銅粒子及有機溶劑之糊劑塗佈於上述第1被接合體而形成塗膜之步驟；

於上述塗膜上載置上述第2被接合體而形成積層體之步驟；及

煅燒步驟，其係對上述積層體進行加熱及加壓使上述塗膜中之上述銅粒子燒結而形成上述接合層；且

上述煅燒步驟中，漸增性地進行自加熱開始溫度至達到最高溫度 $T_m$ 為止之加熱，並且漸增性地進行自加壓開始壓力至達到最高壓力 $P_m$ 為止之加壓，且將加熱溫度達到 $200^{\circ}\text{C}$ 時之壓力設為 $15\text{ MPa}$ 以下。

〔2〕 如〔1〕記載之製造方法，其中以成為於上述塗膜上載置有上述第2被接合體時，上述塗膜自上述第2被接合體之周緣延伸出之尺寸的方式，塗佈上述塗膜。

〔3〕 如〔1〕或〔2〕記載之製造方法，其中於上述煅燒步驟中，在加熱達到最高溫度 $T_m$ 後，加壓達到最高壓力 $P_m$ 。

〔4〕 如〔1〕至〔3〕中任一項記載之製造方法，其中自加熱開始溫度至達到最高溫度 $T_m$ 為止不具有10秒以上之恆溫過程。

〔5〕 如〔1〕至〔4〕中任一項記載之製造方法，其中自加壓開始壓力至達到最高壓力 $P_m$ 為止不具有10秒以上之恆壓過程。

〔6〕如〔1〕至〔5〕中任一項記載之製造方法，其中將上述最高溫度 $T_m$ 設為 $200^{\circ}\text{C}$ 以上且 $350^{\circ}\text{C}$ 以下。

〔7〕如〔6〕記載之製造方法，其中達到上述最高溫度 $T_m$ 後，將加熱溫度於 $(T_m - 30)^{\circ}\text{C}$ 以上且 $T_m^{\circ}\text{C}$ 以下之範圍保持為固定。

〔8〕如〔1〕至〔7〕中任一項記載之製造方法，其中將上述最高壓力 $P_m$ 設為 $1\text{ MPa}$ 以上且 $40\text{ MPa}$ 以下。

〔9〕如〔8〕記載之製造方法，其中達到上述最高壓力 $P_m$ 後，將壓力於 $(P_m - 5)\text{MPa}$ 以上且 $P_m\text{MPa}$ 以下之範圍保持為固定。

〔10〕一種被接合體之接合方法，該被接合體係經由接合層而接合第1被接合體與第2被接合體，且該接合方法具備：

將包含銅粒子及有機溶劑之糊劑塗佈於上述第1被接合體而形成塗膜之步驟；

於上述塗膜上載置上述第2被接合體而形成積層體之步驟；及

煅燒步驟，其係對上述積層體進行加熱及加壓使上述塗膜中之上述銅粒子燒結而形成上述接合層；且

上述煅燒步驟中，漸增性地進行自加熱開始溫度至達到最高溫度 $T_m$ 為止之加熱，並且漸增性地進行自加壓開始壓力至達到最高壓力 $P_m$ 為止之加壓，且將加熱溫度達到 $200^{\circ}\text{C}$ 時之壓力設為 $15\text{ MPa}$ 以下。

實施例

【0055】 以下，藉由實施例對本發明更詳細地進行說明。然而，本發明之範圍並不限於該實施例。只要未特別限制，則「%」係指「質量%」。

【0056】 〔實施例1〕

### (1) 糊劑之製備

將第1銅粒子(球狀， $D_{SEM50} = 0.16 \mu\text{m}$ )、第2銅粒子(扁平狀， $D_{50} = 4.2 \mu\text{m}$ )、己二醇(有機溶劑)、聚乙二醇(分子量300，有機溶劑)、及雙(2-羥乙基)亞胺基三(羥甲基)甲烷(還原劑)混合而製備糊劑。

糊劑中之第1銅粒子及第2銅粒子之合計含有比率為82%，有機溶劑之含有比率為17.9%，還原劑之含有比率為0.1%。第1銅粒子與第2銅粒子之質量比設為第1銅粒子：第2銅粒子=7：3。

### 【0057】 (2) 塗膜之形成

於包含銅之基板上，使用縱6.0 mm、橫6.0 mm、厚度200  $\mu\text{m}$ 之金屬遮罩印刷糊劑而形成矩形之塗膜。使上述塗膜於大氣環境中以110°C乾燥20分鐘。

### 【0058】 (3) 積層體之形成

設定半導體功率器件之模型構件，準備鍍覆有Ag之氧化鋁晶片(縱5 mm、橫5 mm、厚度0.5 mm)。將該氧化鋁晶片之Ag鍍覆面載置於乾燥後之塗膜上，施加2秒之0.8 MPa之負荷，形成依序積層有第1被接合體、塗膜及第2被接合體之積層體。

### 【0059】 (4) 積層體之加熱及加壓

自積層體之初始溫度40°C及無負重狀態(其中除去自重)同時開始加熱及加壓。自40°C至300°C為止所需之時間設為15秒，升溫速度之平均值為17.3°C/s，升壓速度設為1.3 MPa/s。升溫及升壓係相對於時間之經過而呈直線性地進行。環境設為氮氣環境。溫度達到200°C時之壓力為8.7 MPa。於溫度達到作為最高溫度 $T_m$ 之300°C之時點停止升溫，其後維持300°C。於溫度達到300°C之時點，壓力亦達到作為最高壓力 $P_m$ 之20 MPa，其後維

持20 MPa。達到最高溫度 $T_m$ 及最高壓力 $P_m$ 後之10分鐘後停止加熱及加壓，自然冷卻而獲得作為目標之接合體。

**【0060】**〔比較例1〕

於實施例1之「(4)積層體之加熱及加壓」中，將自40°C至300°C為止所需之時間設為30秒，將升溫速度之平均值設為8.7°C/s，將升壓速度設為1.3 MPa/s。於壓力達到作為最高壓力 $P_m$ 之20 MPa之時點停止升壓，其後維持最高壓力 $P_m$ 。於該時點繼續升溫。溫度達到200°C時之壓力為20 MPa。於溫度達到作為最高溫度 $T_m$ 之300°C之時點停止升溫，其後維持300°C。於達到最高溫度 $T_m$ 後之10分鐘後停止加熱及加壓，自然冷卻而獲得作為目標之接合體。

**【0061】**〔比較例2〕

於實施例1之「(4)積層體之加熱及加壓」中，將自40°C至300°C為止所需之時間設為40秒，將升溫速度之平均值設為6.5°C/s，將升壓速度設為1.3 MPa/s。於壓力達到作為最高壓力 $P_m$ 之20 MPa之時點停止升壓，其後維持最高壓力 $P_m$ 。於該時點繼續升溫。溫度達到200°C時之壓力為20 MPa。於溫度達到作為最高溫度 $T_m$ 之300°C之時點停止升溫，其後維持300°C。於達到最高溫度 $T_m$ 後之10分鐘後停止加熱及加壓，自然冷卻而獲得作為目標之接合體。

**【0062】**〔評估〕

目視觀察實施例及比較例中所獲得之接合體之外觀，評估填角部中有無產生缺陷。其結果，未於實施例1中所獲得之接合體之填角部觀察到以裂痕為代表之缺陷。相對於此，於比較例1及比較例2中所獲得之接合體之填角部之角部觀察到裂痕。

[產業上之可利用性]

【0063】 根據本發明，提供一種製造可抑制於填角部產生裂痕之接合體之方法。

【符號說明】

【0064】

11:第1被接合體

12X:塗膜

13:第2被接合體

14:填角部

15:積層體

16:板狀治具

17:裂痕

## 【發明申請專利範圍】

### 【請求項1】

一種接合體之製造方法，該接合體係經由接合層接合第1被接合體與第2被接合體而成，該製造方法具備：

將包含銅粒子及有機溶劑之糊劑塗佈於上述第1被接合體而形成塗膜之步驟；

於上述塗膜上載置上述第2被接合體而形成積層體之步驟；及

煅燒步驟，其係對上述積層體進行加熱及加壓使上述塗膜中之上述銅粒子燒結而形成上述接合層；且

上述煅燒步驟中，漸增性地進行自加熱開始溫度至達到最高溫度 $T_m$ 為止之加熱，並且漸增性地進行自加壓開始壓力至達到最高壓力 $P_m$ 為止之加壓，且將加熱溫度達到 $200^{\circ}\text{C}$ 時之壓力設為 $15\text{ MPa}$ 以下。

### 【請求項2】

如請求項1之製造方法，其中以成為於上述塗膜上載置有上述第2被接合體時，上述塗膜自上述第2被接合體之周緣延伸出之尺寸的方式，塗佈上述塗膜。

### 【請求項3】

如請求項1或2之製造方法，其中於上述煅燒步驟中，在加熱達到最高溫度 $T_m$ 後，加壓達到最高壓力 $P_m$ 。

### 【請求項4】

如請求項1或2之製造方法，其中自加熱開始溫度至達到最高溫度 $T_m$ 為止不具有10秒以上之恆溫過程。

### 【請求項5】

如請求項1或2之製造方法，其中自加壓開始壓力至達到最高壓力 $P_m$ 為止不具有10秒以上之恆壓過程。

**【請求項6】**

如請求項1或2之製造方法，其中將上述最高溫度 $T_m$ 設為 $200^{\circ}\text{C}$ 以上且 $350^{\circ}\text{C}$ 以下。

**【請求項7】**

如請求項6之製造方法，其中達到上述最高溫度 $T_m$ 後，將加熱溫度於 $(T_m - 30)^{\circ}\text{C}$ 以上且 $T_m^{\circ}\text{C}$ 以下之範圍保持為固定。

**【請求項8】**

如請求項1或2之製造方法，其中將上述最高壓力 $P_m$ 設為1 MPa以上且40 MPa以下。

**【請求項9】**

如請求項8之製造方法，其中達到上述最高壓力 $P_m$ 後，將壓力於 $(P_m - 5)\text{MPa}$ 以上且 $P_m\text{MPa}$ 以下之範圍保持為固定。

**【請求項10】**

一種被接合體之接合方法，該被接合體係經由接合層而接合第1被接合體與第2被接合體，且該接合方法具備：

將包含銅粒子及有機溶劑之糊劑塗佈於上述第1被接合體而形成塗膜之步驟；

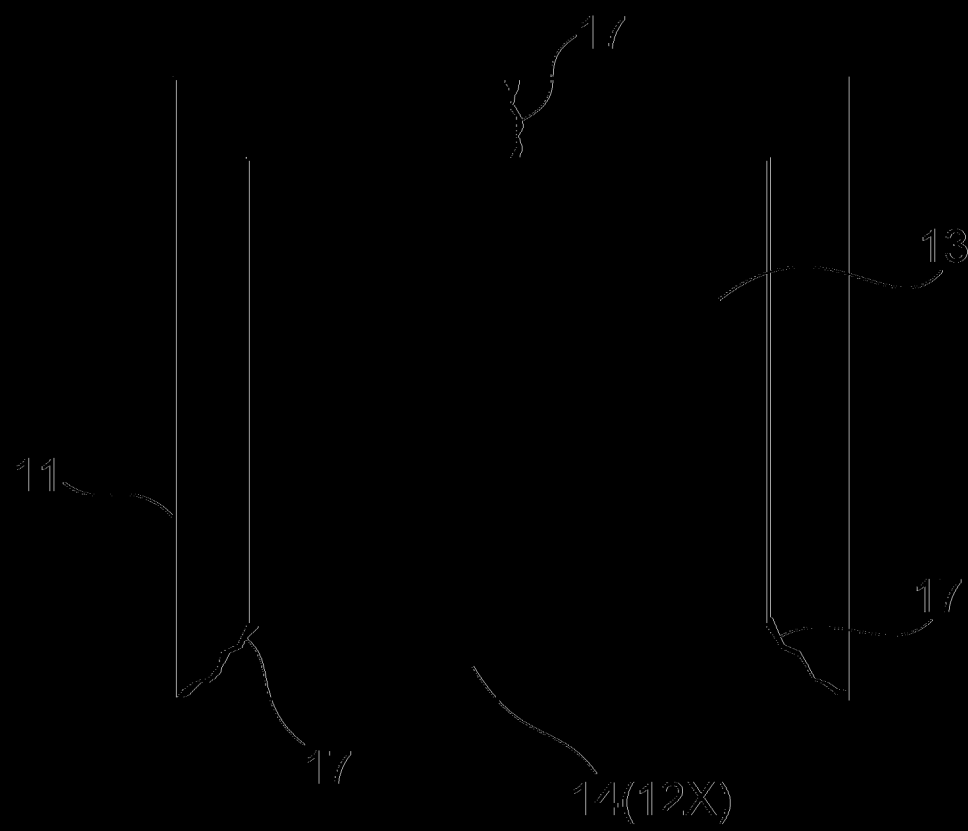
於上述塗膜上載置上述第2被接合體而形成積層體之步驟；及

煅燒步驟，其係對上述積層體進行加熱及加壓使上述塗膜中之上述銅粒子燒結而形成上述接合層；且

上述煅燒步驟中，漸增性地進行自加熱開始溫度至達到最高溫度 $T_m$

為止之加熱，並且漸增性地進行自加壓開始壓力至達到最高壓力  $P_m$  為止之加壓，且將加熱溫度達到  $200^{\circ}\text{C}$  時之壓力設為  $15\text{ MPa}$  以下。





[(圖3)]