

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)

接合體之製造方法、功率模組用基板之製造方法

Method of producing bonded body, method of producing power module substrate

【技術領域】

[0001] 本發明係有關堅固地接合陶瓷構件與 Cu 構件之接合體之製造方法，及使用其接合體之製造方法的功率模組用基板之製造方法。

本申請係依據於 2014 年 4 月 25 日，於日本所提出申請之日本特願 2014-091955 號而主張優先權，將此內容援用於此。

【先前技術】

[0002] LED 或功率模組等之半導體裝置係具備：於導電材料所成之電路層上，加以接合半導體元件的構造。

風力發電，電動汽車等之電性車輛等，為了控制大電力所使用之功率半導體元件係發熱量為多。因此，作為搭載如此之功率半導體元件的基板，係例如，加以使用 Si_3N_4 (氮化矽素)、 AlN (氮化鋁)、 Al_2O_3 (氧化鋁)等，對於耐熱性，及絕緣性優越之陶瓷基板。並且，於此陶瓷基板之一方的面，將導電性優越之金屬板作為電路層而接合之

功率模組用基板，則自以往被廣泛加以使用。另外，對於陶瓷基板之另一方的面，亦有接合其他的金屬板者。

[0003] 例如，專利文獻 1 所示之功率模組用基板係具備：於陶瓷基板(陶瓷構件)之一方的面，由接合 Cu 板(Cu 構件)者而加以形成電路層之構造。此功率模組用基板係於陶瓷基板之一方的面，在使 Cu-Mg-Ti 硬焊填料金屬介入存在而配置 Cu 板之狀態，經由進行加熱處理而加以接合 Cu 板。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[0004]

[專利文獻 1] 日本專利第 4375730 號公報

【發明內容】

[發明欲解決之課題]

[0005] 如專利文獻 1 所揭示地，藉由 Cu-Mg-Ti 硬焊填料金屬而接合陶瓷基板與 Cu 板，形成電路層時，對於陶瓷基板與硬焊填料金屬之接合界面，係加厚加以形成包含 Cu、Mg、或 Ti 之金屬間化合物層。

加以形成於陶瓷基板與硬焊填料金屬之接合界面之金屬間化合物層係為堅硬之故，冷熱循環被加以負荷之情況，有著陶瓷基板與電路層之接合信賴性降低之虞。

[0006] 此發明係有鑑於前述之情事所作為之構成，

其目的為提供：可良好地接合陶瓷構件與 Cu 構件者，接合信賴性高之接合體的製造方法，及使用此接合體之製造方法的功率模組用基板之製造方法者。

[為了解決課題之手段]

[0007] 為了解決上述課題，有關本發明之第一形態之接合體的製造方法係加以接合由陶瓷所成之陶瓷構件，和 Cu 或 Cu 合金所成之 Cu 構件而成之接合體的製造方法，其中，具備：藉由包含 Cu 及與該 Cu 共晶反應之共晶元素的硬焊填料金屬，和活性金屬材，於層積前述陶瓷構件之一面側，層積前述 Cu 構件之層積工程，和加熱處理所層積之前述陶瓷構件及前述 Cu 構件之加熱處理工程。

[0008] 如根據如此之接合體之製造方法，對於接合陶瓷構件與 Cu 構件時，經由藉由包含 Cu 及與該 Cu 共晶反應之共晶元素的硬焊填料金屬，和活性金屬材而接合之時，成為可以低接合溫度，且高接合強度而接合陶瓷構件及 Cu 構件者之同時，可得到接合信賴性高的接合體者。

[0009] 在前述層積工程中，於前述陶瓷構件側配置前述硬焊填料金屬，而於前述 Cu 構件側，配置前述活性金屬材。

在此構成中，在前述加熱工程中熔融之硬焊填料金屬則成為與陶瓷構件確實地接觸者，可良好地接合陶瓷構件與 Cu 構件者。

[0010] 前述共晶元素係選自 Ca，Ge，Sr，Sn，Sb，

Ba, La, Ce, Al 中之 1 種或 2 種以上的元素。

經由採用此等之共晶元素之時，對於 Cu 而言使其加以共晶反應，成為可使硬焊填料金屬之熔融溫度大大下降者。隨之，成為可以低的溫度而接合陶瓷構件與 Cu 構件者。

[0011] 在前述層積工程中，於前述陶瓷構件的另一面側，更層積由 Al 或 Al 合金所成之 Al 構件，而在前述加熱處理工程中，加熱處理所層積之前述陶瓷構件，前述 Cu 構件，及前述 Al 構件。

如使用 Cu，與該 Cu 共晶反應之元素所成的硬焊填料金屬，可以較 Al 之熔點為低之溫度而熔融硬焊填料金屬者，而成為可以一工程而進行接合 Cu 構件於陶瓷構件之一方的面之工程，與接合 Al 構件於另一方的面之工程者。

[0012] 前述陶瓷構件係由 Si_3N_4 、AlN、 Al_2O_3 中之任一加以構成。

作為陶瓷構件而由選擇 Si_3N_4 、AlN、 Al_2O_3 者，可製造對於絕緣性，及散熱性優越之接合體者。

[0013] 有關本發明之第二形態之功率模組用基板之製造方法，係於陶瓷基板之一方的面，加以配設 Cu 或 Cu 合金所成之 Cu 板之功率模組用基板之製造方法，其中，經由前述各項記載之接合體的製造方法而接合前述陶瓷基板與前述 Cu 板。

[0014] 如根據有關本發明之第二形態之功率模組用

基板之製造方法，經由於陶瓷基板與 Cu 板之間，藉由 Cu，和與該 Cu 共晶反應之共晶元素所成的硬焊填料金屬，和活性金屬材而接合之時，成為可以低接合溫度，且高接合強度而接合陶瓷基板及 Cu 板者之同時，可得到接合信賴性高的功率模組用基板者。

然而，加以接合於陶瓷基板之 Cu 板係成為電路層，或者加以形成於與接合在陶瓷基板之電路層的面相反的面之金屬層。

發明效果

[0015] 如根據本發明之接合體的製造方法，功率模組用基板之製造方法，成為可良好地接合陶瓷構件與 Cu 構件者。

【圖式簡單說明】

[0016]

圖 1 係顯示有關本發明之實施形態的接合體之一例的剖面圖。

圖 2 係階段性地顯示有關本發明之實施形態的接合體之製造方法的剖面圖。

圖 3 係階段性地顯示有關本發明之實施形態的功率模組用基板之製造方法的剖面圖。

圖 4 係階段性地顯示有關本發明之實施形態的功率模組用基板之製造方法的剖面圖。

【實施方式】

[0017] 以下，參照圖面，對於本發明之接合體的製造方法，功率模組用基板之製造方法加以說明。然而，以下所示之各實施形態係為了使發明的內容更理解而具體說明之構成，只要未特別指定，並非限定本發明者。另外，在以下的說明所使用之圖面係為了容易了解本發明之特徵，在方便上，有著擴大顯示成為要部的部分情況，而各構成要素的尺寸比率等則不限於與實際相同。

[0018]

(接合體)

圖 1 係顯示經由有關本發明之實施形態的接合體的製造方法所得到之接合體之一例的剖面圖。

接合體 10 係如圖 1 所示，由陶瓷構件 11，和加以配設於此陶瓷構件 11 之一方的面 11a(在圖 1 中為上面)側，藉由硬焊填料金屬而加以接合之 Cu 構件 12 所成。

[0019] 陶瓷構件 11 係以對於絕緣性，及散熱性優越之 Si_3N_4 (氮化矽素)、 AlN (氮化鋁)、 Al_2O_3 (氧化鋁)等之陶瓷所構成。在本實施形態中，陶瓷構件 11 係特別以散熱性優越之、 AlN (氮化鋁)所構成。另外，陶瓷構件 11 之厚度係例如，加以設定為 0.2~1.5mm 之範圍內，而在本實施形態中係加以設定為 0.635mm。

[0020] Cu 構件 12 係由 Cu 或 Cu 合金加以構成。在本實施形態中，Cu 構件係由無氧銅加以構成，厚度係例如，厚度係加以設定為 0.1mm 以上 1.0mm 以下之範圍

內，而在本實施形態中係加以設定為 0.6mm。

[0021] Cu 構件 12 係於陶瓷構件 11 之一方的面 11a，經由硬焊填料金屬及活性金屬材而加以接合。

硬焊填料金屬係由 Cu，和與此 Cu 共晶反應之共晶元素所成。使用於硬焊填料金屬之共晶元素係例如，自經由與 Cu 之共晶反應而形成具有較 Al 為低熔點之合金的元素加以選擇。作為與 Cu 共晶反應之元素係可舉出 Ca，Ge，Sr，Sn，Sb，Ba，La，Ce，Al(以下，此等元素係稱做共晶元素)。並且，選自此等共晶元素之中之 1 種或 2 種以上的元素則加以含有於硬焊填料金屬。

[0022] 含有於硬焊填料金屬之共晶元素係可作為下記的範圍內(mass%)者。

Ca:32%以上 78%以下(更期望為 34%以上 75%以下)

Ge:37%以上 41%以下(更期望為 38%以上 40%以下)

Sr:58%以上 93%以下(更期望為 62%以上 90%以下)

Sn:56%以上 90%以下(更期望為 74%以上 84%以下)

Sb:52%以上 97%以下(更期望為 57%以上 92%以下)

Ba:62%以上 95%以下(更期望為 68%以上 91%以下)

La:72%以上 89%以下(更期望為 74%以上 87%以下)

Ce:73%以上 93%以下(更期望為 75%以上 90%以下)

Al:40%以上 95%以下(更期望為 50%以上 85%以下)

[0023] 在本實施形態中，作為硬焊填料金屬，使用 Cu25mass%、Ba75mass%之組成的硬焊填料金屬。

[0024] 如此之硬焊填料金屬係包含 Cu 及與 Cu 共晶

反應之共晶元素之故，例如，可以較 Al 的熔點為低之溫度熔融者。並且，可以低接合溫度而堅固地接合 Cu 或 Cu 合金所成之 Cu 構件 12，和陶瓷構件 11 者。

即，可以較 Al 的熔點為低之接合溫度而接合 Cu 構件 12 與陶瓷構件 11 者。

[0025] 活性金屬材係例如，作為含有 Ti、Zr、Nb、Hf 之活性元素之任 1 種或 2 種以上之構成。在本實施形態中，作為活性金屬材而使用 Ti。

[0026] 然而，於陶瓷構件 11 之另一方的面 11b 側，更加以接合 Al 或 Al 合金所成之 Al 構件的構成者亦佳。作為如此做成之 Al 構件的一例，可舉出 4N-Al 所成之 Al 構件。陶瓷構件 11 與 Al 構件之接合係例如，可使用 Al-Si 系硬焊填料金屬等者。此情況，含於 Al-Si 系硬焊填料金屬之 Si 濃度係作為 1mass%~12mass%之範圍者為佳，但並不限定於此者。

[0027]

(接合體之製造方法)

圖 2 係階段性地顯示有關本發明之實施形態的接合體之製造方法的剖面圖。

例如，對於製造作為功率模組用基板所使用之接合體時，首先，準備 Si_3N_4 (氮化矽素)、AlN(氮化鋁)、 Al_2O_3 (氧化鋁)等之陶瓷所成之陶瓷構件 21(參照圖 2(a))。在本實施形態中，使用 AlN 所成，厚度為 0.635mm 之陶瓷基板。

[0028] 接著，於陶瓷構件 21 之一面 21a 側，依序層積硬焊填料金屬 22，活性金屬材 23 及 Cu 構件 24，而形成層積體 25(參照圖 2(b):層積工程)。硬焊填料金屬 22 係由 Cu，和與此 Cu 共晶反應之共晶元素，即，選自 Ca，Ge，Sr，Sn，Sb，Ba，La，Ce，Al 之中 1 種或 2 種以上的元素加以構成。

[0029] 硬焊填料金屬 22 係混合 Cu 粉末，和共晶元素粉末，將藉由適當的黏合劑而做成電糊狀之構成(硬焊填料金屬電糊)，經由塗佈於陶瓷構件 21 之一面 21a 而加以形成。

另外，將 Cu 與共晶元素之合金粉末，藉由適當的黏合劑而做成電糊狀之構成(硬焊填料金屬電糊)，塗佈於陶瓷構件 21 之一面 21a 者亦可。

另外，將 Cu 與共晶元素所成之箔狀的硬焊填料金屬，配置於陶瓷構件 21 與活性金屬材 23 之間亦可。

[0030] 在本實施形態中，作為硬焊填料金屬 22，將 Cu 與 Ba 之質量比為 25:75 之合金粉末作為 60 重量分與丙烯酸樹脂 4 重量分與作為溶劑之成膜助劑，與 36 重量分混合之電弧狀之硬焊填料金屬，塗佈於陶瓷構件 21 之一面 21a。硬焊填料金屬 22 係例如，厚度則呈成為 5~80 μm 程度地加以塗佈。

[0031] 活性金屬材 23 係例如，作為含有 Ti、Zr、Nb、Hf 之活性元素之任 1 種或 2 種以上之構成者。活性金屬材 23 係可使用箔，粉末，加上適當的黏合劑於粉末

而混練之電糊而設置者。另外，對於作為電糊而使用之情況，係亦可使用活性元素之氫化物(例如， TiH_2 或 ZrH_2 等)者。更且，亦可由蒸鍍於 Cu 構件 24 或陶瓷構件 21 者而設置。活性金屬材 23 之厚度係作為 $0.05\mu\text{m}$ 以上 $25\mu\text{m}$ 以下。

然而，對於活性金屬材 23 之厚度為薄之情況，係使用蒸鍍，而對於比較厚的情況係使用箔，或電糊形成者為佳。

在本實施形態中，作為活性金屬材，由蒸鍍 Ti 於 Cu 構件 24 者而加以形成。

[0032] 然而，在本實施形態中，活性金屬材 23 係如圖 2 所示，配置於 Cu 構件 24 側，但亦可配置於陶瓷構件 21 側者。此情況，層積體 25 之層積順序係成為陶瓷構件 21，活性金屬材 23，硬焊填料金屬 22，及 Cu 構件 24 之順序。

[0033] 接著，如圖 2(c)所示，將層積體 25，例如放入至真空加熱處理爐 H，加壓層積體 25 之同時，成為至硬焊填料金屬 22 之熔融溫度(接合溫度)以上為止進行加熱(加熱處理工程)。經由此，硬焊填料金屬 22 則熔融。之後，加以冷卻時，如圖 2(d)所示，得到加以接合陶瓷構件 21 與 Cu 構件 24 之接合體 26。

[0034] 在此，對於在本發明之實施形態之硬焊填料金屬 22 更加以敘述。作為與 Cu 共晶反應之共晶元素係經由使選自 Ca，Ge，Sr，Sn，Sb，Ba，La，Ce，Al 之中 1

種或 2 種以上的元素，含有於硬焊填料金屬 22 之時，經由與 Cu 之共晶反應，可確實地降低硬焊填料金屬之熔點者。

[0035] 作為一例，共晶元素之中，經由將 Ba 在 68mass%以上 92mass%以下的範圍內，加上於 Cu 之時，與僅 Cu 之情況做比較，可使熔點降低為 530°C 者。

另外，經由共晶元素之中，選擇 2 種以上之時，可亦至硬焊填料金屬 22 之熔點上升，且抑制硬焊填料金屬 22 之流動性降低者，而更可使陶瓷構件 21 與 Cu 構件 24 之接合性提升者。

[0036] 在本實施形態之加熱處理工程中，加熱溫度係加以設定為 600°C 以上 650°C 以下之範圍內。加熱溫度為 600°C 以上之情況，在陶瓷構件 21 與 Cu 構件 24 之接合界面中，可確實地使硬焊填料金屬 22 熔融，而成為可確實地接合陶瓷構件 21 與 Cu 構件 24。

[0037] 另一方面，加熱溫度為 650°C 以下之情況，可抑制陶瓷構件 21 產生熱劣化之情況同時，可降低產生於陶瓷構件 21 之熱應力者。

[0038] 另外，在加熱處理工程中，係加上於層積體 24 之壓力為 $1\text{kgf/cm}^2(0.10\text{MPa})$ 以上之情況，可使陶瓷構件 21，和熔融之硬焊填料金屬 22 之液相密著者，可堅固地接合陶瓷構件 21 與 Cu 構件 24。另外，所加上之壓力為 $35\text{kgf/cm}^2(3.43\text{MPa})$ 以下的情況，可抑制對於陶瓷構件 21，產生經由應力之斷裂者。如此的理由之故，在本實施

形態中，加上於層積體 24 之壓力係加以設定為 1kgf/cm^2 以上 35kgf/cm^2 以下 (0.10MPa 以上 3.43MPa 以下) 之範圍內。

[0039] 更且，在加熱處理工程中，加熱時間為 30 分鐘以上之情況，在陶瓷構件 21 與 Cu 構件 24 之接合界面中，熔融的硬焊填料金屬 22 則進入至陶瓷構件 21 或 Cu 構件 24 的表層，可確實地接合陶瓷構件 21 與 Cu 構件 24 者。然而，當加熱時間超過 360 分鐘時，生產性則下降。如此理由之故，在本實施形態中，加熱時間係加以設定為 30 分鐘以上 360 分鐘以下的範圍內。

[0040]

(功率模組用基板之製造方法)

圖 3，圖 4 係階段性地顯示本發明之實施形態的功率模組用基板之製造方法的剖面圖。

如圖 3(a) 所示，對於在製造功率模組用基板時，首先，準備陶瓷所成之陶瓷基板 31。並且，於此陶瓷基板 31 之一面 31a 側，依序層積硬焊填料金屬 32，活性金屬材 33，及 Cu 板 34。另外，於陶瓷構件 31 之另一面 31b 側，依序層積硬焊填料金屬 35，及 Al 板 36，形成層積體 37(層積工程)。

[0041] 作為構成陶瓷基板 31 之陶瓷係例如，可舉出 Si_3N_4 (氮化矽素)、 AlN (氮化鋁)、 Al_2O_3 (氧化鋁) 等。在本實施形態中，使用 AlN 所成，厚度為 0.635mm 之陶瓷基板。

[0042] 硬焊填料金屬 32 係由 Cu，和與此 Cu 共晶反應之共晶元素，即，選自 Ca，Ge，Sr，Sn，Sb，Ba，La，Ce，Al 之中 1 種或 2 種以上的元素加以構成。

在本實施形態中，作為硬焊填料金屬 32，而使用與上述硬焊填料金屬 22 相同之硬焊填料金屬 32。

[0043] 活性金屬材 33 係例如，作為含有 Ti、Zr、Nb、Hf 之活性元素之任 1 種或 2 種以上。活性金屬材 33 係可使用箔，粉末，加上適當的黏合劑於粉末而混練之電糊而設置者。另外，對於作為電糊而使用之情況，係亦可使用活性元素之氫化物(例如，TiH₂ 或 ZrH₂ 等)者。更且，亦可由蒸鍍於 Cu 板 34 或陶瓷基板 31 者而設置。活性金屬材 23 之厚度係作為 0.05 μ m 以上 25 μ m 以下。

然而，對於活性金屬材 33 之厚度為薄之情況，係使用蒸鍍，而對於比較厚的情況係使用箔，或電糊形成者為佳。

在本實施形態中，作為活性金屬材，由蒸鍍 Ti 於 Cu 板 34 者而加以形成。

[0044] 然而，在本實施形態中，活性金屬材 33 係如圖 3 所示，配置於 Cu 板 34 側，但亦可配置於陶瓷基板 31 側者。此情況，層積體 37 之層積順序係成為陶瓷基板 31，活性金屬材 33，硬焊填料金屬 32，及 Cu 板 34 之順序。

另外，活性金屬材 33 係在與硬焊填料金屬 32 一部分或全部加以混合之狀態，配置於陶瓷基板 31 與 Cu 板 34

之間亦可。

[0045] Al 板 36 係從 Al 或 Al 合金加以構成。在本實施形態中，使用 4N-Al。另外，作為硬焊填料金屬 35，係使用陶瓷與 Al 之接合可能，且與硬焊填料金屬 32 同程度，較此為低溫進行熔融之硬焊填料金屬，例如 Al-Si 系硬焊填料金屬。此情況，含於 Al-Si 系硬焊填料金屬之 Si 濃度係作為 1mass%~12mass%之範圍者為佳。

[0046] 接著，如圖 3(b)所示，將層積體 37，例如放入至真空加熱處理爐 H，加上特定壓力之同時，成為至硬焊填料金屬 32，35 之熔融溫度(接合溫度)以上為止進行加熱(加熱處理工程)。經由此，硬焊填料金屬 32，35 則熔融。之後，當加以冷卻時，如圖 4(a)所示，得到於各陶瓷基板 31 之一面 31a 側加以接合 Cu 板 34，但另外陶瓷基板 31 之另一面 31b 側加以接合 Al 板 36 之功率模組用基板 39。

[0047] 如此，作為硬焊填料金屬 32，經由使用 Cu，和與此 Cu 共晶反應之共晶元素之時，以較 Al 的熔點充分為低之溫度熔融硬焊填料金屬 32，可接合陶瓷基板 31 與 Cu 板 34 者。經由此，在將比較熔點低之 Al 板 36 接合於陶瓷基板 31 之另一面 31b 側之情況，可將 Cu 板 34 與 Al 板 36，對於陶瓷基板 31 而言，以 1 次的加熱處理工程同時進行接合者。

[0048] 如圖 4(b)所示，使用功率模組用基板 39，經由於 Cu 板 33，藉由焊錫層 41 而接合半導體元件 42 之

時，可製造功率模組 40 者。此情況，Cu 板 34 係作為構成功率模組 40 之配線圖案之電路層而發揮作用。另外，Al 板 36 係作為功率模組 40 之金屬層，例如散熱板而發揮作用。

[0049] 然而，在上述功率模組 40 中，將 Cu 板 34 作為電路層，但 Cu 板 34 係未必須要電路層。例如，亦可將 Cu 板接合於與功率模組之電路層相反側的面，而作為金屬層者。

[0050] 另外，於功率模組 40 之 Al 板 36(在圖 4 中下側)加以配置散熱板，亦可作為附散熱板功率模組而利用。

[0051] 散熱板係為了冷卻功率模組 40 之構成，具備與功率模組 40 加以接合之天板部與為了流通冷卻媒體(例如冷卻水)的流路。散熱板係由熱傳導性良好的材質加以構成者為佳，例如，可由無氧銅等之純銅或銅合金或純鋁或 A6063(鋁合金)等之鋁合金而構成。散熱板(天板部)係於功率模組 40 之 Al 板 36，例如，經由附焊錫或附硬焊填料而加以接合。

[實施例]

[0052] 以下，對於欲確認有關本發明之實施形態之效果而進行之確認試驗(實施例)之結果，加以說明。

(實施例 1)

於 AlN 所成之陶瓷基板(40mm×40mm×厚度 0.635mm) 之一方的面，依序層積表 1 記載之硬焊填料金屬，活性金屬材(厚度 6 μ m 的箔)、無氧銅所成之 Cu 板(37mm×37mm×厚度 0.3mm)。

另外，比較例 1 係作為硬焊填料金屬，使用對於 Cu 而言未引起共晶反應之元素(Ni)。比較例 2 係做成於陶瓷基板與 Cu 板之間，介入存在 Cu 箔之構成。

[0053] 並且，對於各本發明側，比較例，將層積體，在以壓力 15kgf/cm²(1.47MPa)加壓於層積方向之狀態而投入至真空加熱爐，經由進行加熱而接合 Cu 板於陶瓷基板之一方的面。然而，真空加熱爐內之壓力係設定為 10⁻³Pa，而加熱溫度及加熱時間係設定為表 1 條件。如此作為，得到本發明例 1-1~1-42、比較例 1~2 之接合體。

[0054] 對於如上述作為所得到之本發明例 1-1~1-42、比較例 1~2 之接合體而言，評估 Cu 板與陶瓷基板之初期的接合率。

接合率評估係對於接合體而言，對於陶瓷基板與 Cu 板之界面的接合率，使用超音波探傷裝置(股份有限公司日本日立 Power Solutions 製 FineSAT200)加以評估，從以下式算出接合率。

在此，初期接合面積係在接合前之欲接合之面積，在本實施例中，係做成 Cu 板的面積(37mm×37mm)。在將超音波探傷像作為二值化處理之畫像中，剝離係自以接合部內之白色部所顯示之情況，將此白色部的面積做成剝離面

積。

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

將如以上的確認實驗結果示於表 1。

[0055]

[表1]

	硬焊填料金屬 (質量%)											Cu及 不可避 不純物	活性 金屬材	陶瓷 基板	硬焊填 料金屬 厚度 (μm)	加熱條件		初期 接合率 (%)
	Ca	Ge	Sr	Sn	Sb	Ba	La	Ce	Al	Ni	溫度 ($^{\circ}\text{C}$)					時間 (分)		
1-1	32											殘留	Ti	AlN	40	650	120	88.9
1-2	34											殘留	Ti	AlN	40	650	120	98.0
1-3	75											殘留	Ti	AlN	40	650	120	97.8
1-4	78											殘留	Ti	AlN	40	650	120	90.6
1-5		37										殘留	Ti	AlN	40	650	360	86.2
1-6		38										殘留	Ti	AlN	40	650	360	93.1
1-7		40										殘留	Ti	AlN	40	650	360	92.9
1-8		41										殘留	Ti	AlN	40	650	360	88.8
1-9			58									殘留	Ti	AlN	40	650	90	90.5
1-10			62									殘留	Ti	AlN	40	650	90	98.9
1-11			90									殘留	Ti	AlN	40	650	90	99.3
1-12			93									殘留	Ti	AlN	40	650	90	86.7
1-13				56								殘留	Ti	AlN	80	650	90	87.9
1-14				74								殘留	Ti	AlN	80	650	90	98.1
1-15				84								殘留	Ti	AlN	80	650	90	96.8
1-16				90								殘留	Ti	AlN	80	650	90	90.3
1-17					52							殘留	Ti	AlN	40	650	30	90.5
1-18					57							殘留	Ti	AlN	40	650	30	98.2
1-19					92							殘留	Ti	AlN	40	650	30	98.6
1-20					97							殘留	Ti	AlN	40	650	30	86.2
1-21						62						殘留	Ti	AlN	50	630	180	88.8
1-22						68						殘留	Ti	AlN	50	630	180	99.1
1-23						91						殘留	Ti	AlN	50	630	180	99.4
1-24						95						殘留	Ti	AlN	50	630	180	87.3
1-25							72					殘留	Ti	AlN	50	610	150	84.6
1-26							74					殘留	Ti	AlN	50	610	150	98.7
1-27							87					殘留	Ti	AlN	50	610	150	97.5
1-28							89					殘留	Ti	AlN	50	610	150	80.4
1-29								73				殘留	Ti	AlN	50	610	150	86.1
1-30								75				殘留	Ti	AlN	50	610	150	98.9
1-31								90				殘留	Ti	AlN	50	610	150	97.7
1-32								93				殘留	Ti	AlN	50	610	150	88.2
1-33									40			殘留	Ti	AlN	40	630	60	92.3
1-34									50			殘留	Ti	AlN	40	630	60	98.1
1-35									85			殘留	Ti	AlN	40	630	60	98.8
1-36									95			殘留	Ti	AlN	40	630	60	91.0
1-37			15		35							殘留	Ti	AlN	50	650	90	95.8
1-38			80									殘留	Zr	AlN	30	610	90	98.7
1-39			80									殘留	Nb	AlN	70	630	120	98.6
1-40			80									殘留	Hf	AlN	70	630	120	99.4
1-41			80									殘留	Ti	Si ₃ N ₄	40	650	120	97.6
1-42			80									殘留	Ti	Al ₂ O ₃	40	650	120	97.5
比較例	1										20	殘留	Ti	AlN	50	650	360	0.0
比較例	2	未添加										殘留	Ti	AlN	50	650	120	0.0

[0056] 從表 1 所示之結果，對於本發明例 1-1~1-42 係使包含 Cu，和與此 Cu 共晶反應之共晶元素之硬焊填料金屬介入存在而接合陶瓷基板與 Cu 板之故，陶瓷基板與

Cu 板之初期的接合率為高，確認到堅固地加以接合。

另一方面，陶瓷基板與 Cu 板之接合時，在使用 Cu，和未形成與此 Cu 共晶結合之元素而接合之比較例 1 或未使用形成共晶合金之元素的比較例 2 中，陶瓷基板與 Cu 板則未被接合。

[0057]

(實施例 2)

表 2 記載之陶瓷基板(40mm×40mm×厚度 0.635mm)之一方的面，依序層積表 2 記載之硬焊填料金屬，活性金屬材(厚度 1 μ m 的箔)、無氧銅所成之 Cu 板(37mm×37mm×厚度 0.3mm)。並且，於陶瓷基板之另一方的面，藉由 Al-10 質量%Si 硬焊填料金屬箔(厚度 20 μ m)而層積純度 99.99% 以上之鋁板(37mm×37mm×厚度 0.6mm)，而製作層積體。

並且，將層積體，在以壓力 15kgf/cm²(1.47MPa)加壓於層積方向之狀態而投入至真空加熱爐，經由進行加熱而接合 Cu 板於陶瓷基板之一方的面，而於另一方的面，接合鋁板。然而，真空加熱爐內之壓力係設定為 10⁻³Pa，而加熱溫度及加熱時間係設定為表 2 條件。如此作為，得到本發明例 2-1~2-15 之功率模組用基板。

[0058] 評估所得到之在功率模組用基板之陶瓷基板與 Cu 板的初期之接合率及冷熱循環試驗後之接合率。冷熱循環試驗係使用冷熱衝擊試驗機(日本 ESPEC 股份有限公司製 TSB-51)，對於功率模組用基板而言，以液相(Fluorinert(氟化液))，將由 -40℃ 5 分與由 125℃ 5 分之循

環作為 1 循環，實施 3000 循環。

接合率係以和實施例 1 同樣的方法而算出。

將以上的結果示於表 2。

[0059]

[表2]

	硬焊填料金屬 (質量%)										活性金屬材	陶瓷基板	硬焊填料金屬厚度 (μm)	加熱條件		初期接合率 (%)	冷熱循環後之接合率 (%)	
	Ca	Ge	Sr	Sn	Sb	Ba	La	Ce	Al	Cu及不可避不純物				溫度 (°C)	時間(分)			
2-1	50											Ti	AlN	40	650	120	96.8	94.4
2-2		40										Ti	AlN	40	650	360	98.0	92.6
2-3			70									Ti	AlN	40	650	90	98.6	96.3
2-4				80								Ti	AlN	80	650	90	98.1	93.0
2-5					70							Ti	AlN	40	650	30	98.2	92.9
2-6						75						Ti	AlN	50	650	150	97.5	93.6
2-7							80					Ti	AlN	50	650	120	98.3	96.8
2-8								80				Ti	AlN	50	650	120	98.8	93.1
2-9									30			Ti	AlN	40	650	30	97.6	93.8
2-10			15		35							Ti	AlN	50	650	90	98.0	94.3
2-11			70									Zr	AlN	30	650	60	97.1	94.8
2-12			70									Nb	AlN	70	650	90	98.6	94.5
2-13			70									Hf	AlN	70	650	90	97.1	93.4
2-14			70									Ti	Si ₃ N ₄	40	650	120	97.6	92.7
2-15			70									Ti	Al ₂ O ₃	40	650	120	98.0	96.0

本發明例

[0060] 在使包含 Cu，和與此 Cu 共晶反應之共晶元素之硬焊填料金屬介入存在，而接合陶瓷基板與 Cu 板之本發明例 2-1~2-15 中，確認到可得到初期之接合率為高，而冷熱循環被加以負荷之後，亦可維持高接合率之功率模組用基板者。

[產業上之利用可能性]

[0061] 如根據有關本發明之接合體之製造方法，功率模組用基板之製造方法，成為可良好地接合陶瓷構件與 Cu 構件者。因此，如根據有關本發明之接合體之製造方法，功率模組用基板之製造方法，可製造使合於為了控制風力發電，電動汽車等之電性車輛等所使用之大電力控制用的功率半導體元件之使用環境嚴峻之功率模組之接合體及功率模組用基板。

【符號說明】

[0062]

10：接合體

11：陶瓷構件

12：Cu 構件

21：陶瓷構件

21a：陶瓷構件之一面

22：硬焊填料金屬

23：活性金屬材

24 : Cu 構件

26 : 接合體

39 : 功率模組用基板

發明摘要

※申請案號：104112861

※申請日：104年04月22日

※IPC分類： C04B 37/02 (2006.01)
H01L 21/60 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

接合體之製造方法、功率模組用基板之製造方法

Method of producing bonded body, method of producing power module substrate

【中文】

本發明係一種接合體之製造方法，功率模組用基板之製造方法，其中，本發明之接合體之製造方法係加以接合由陶瓷所成之陶瓷構件，和 Cu 或 Cu 合金所成之 Cu 構件所成之接合體之製造方法，其中，具備：藉由包含 Cu 及與 Cu 共晶反應之共晶元素之硬焊填料金屬，和活性金屬材，於前述陶瓷構件之一面側，層積前述 Cu 構件之層積工程，和加熱處理所層積之前述陶瓷構件及前述 Cu 構件之加熱處理工程。

【英文】

The present invention relates to a method of producing a bonded body formed by bonding: a ceramics member made of a ceramics; and a Cu member made of Cu or Cu alloy. The method includes the steps of: laminating the Cu member on one surface of the ceramics member via the brazing filler metal included Cu and the eutectic element which is eutectic reaction with the Cu, and activated metal material; and heating the laminated ceramics member and the Cu member.

圖式

圖 1

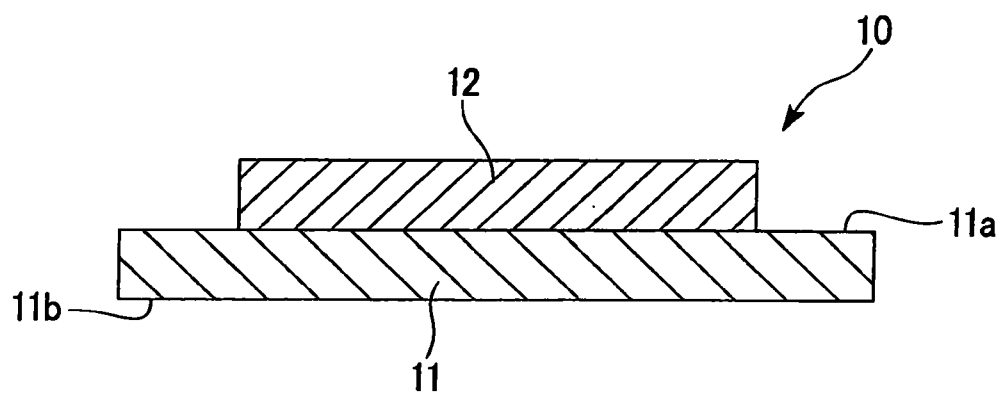


圖 2

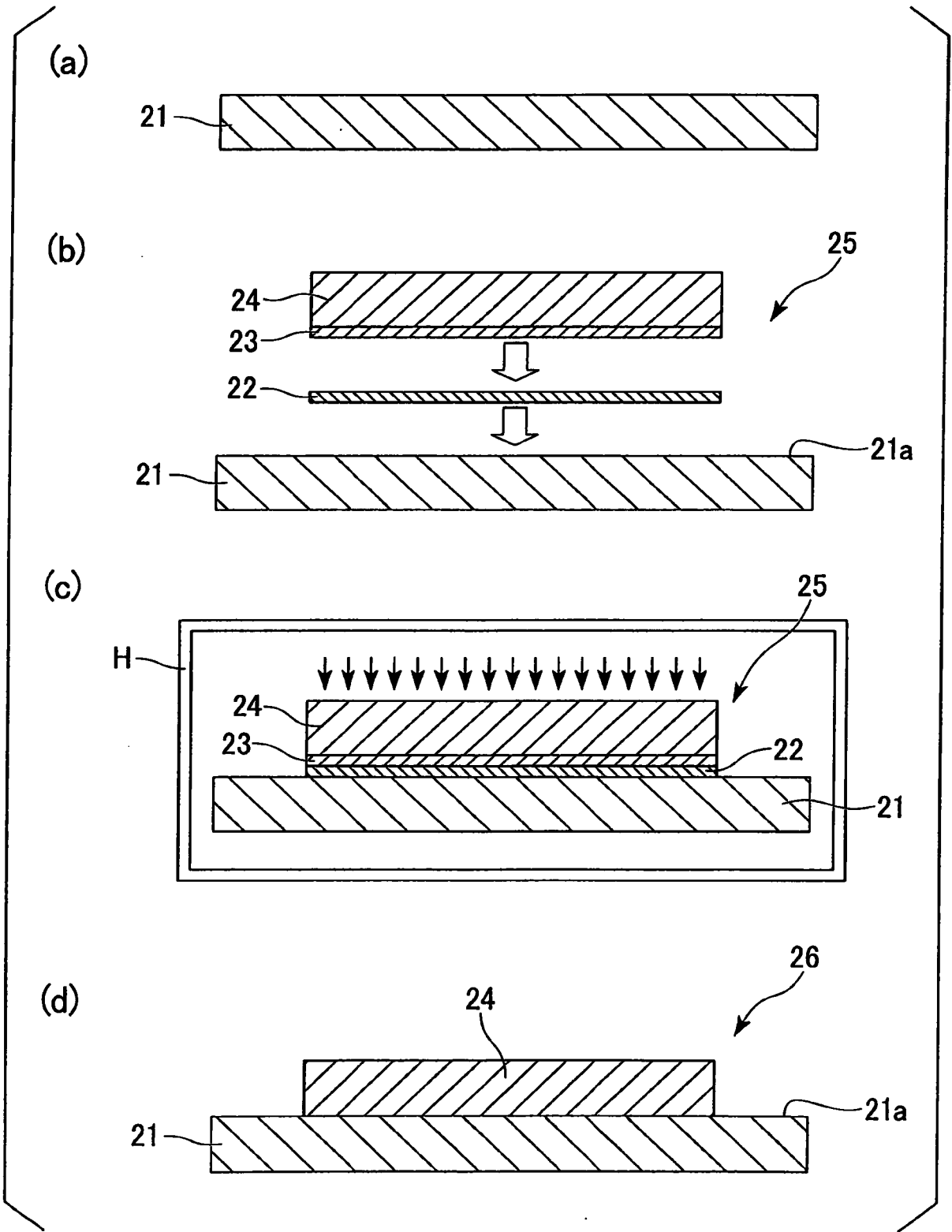


圖 3

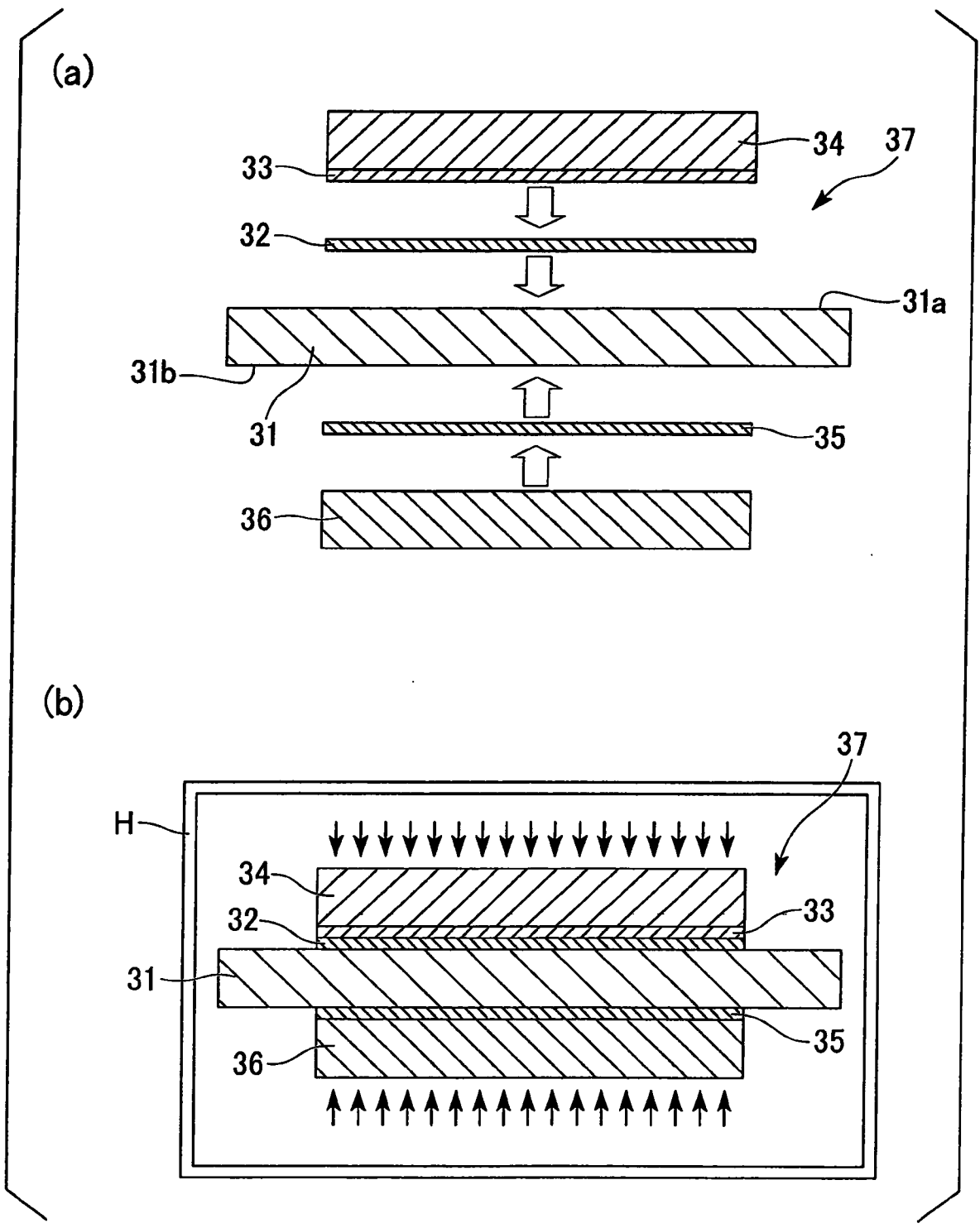
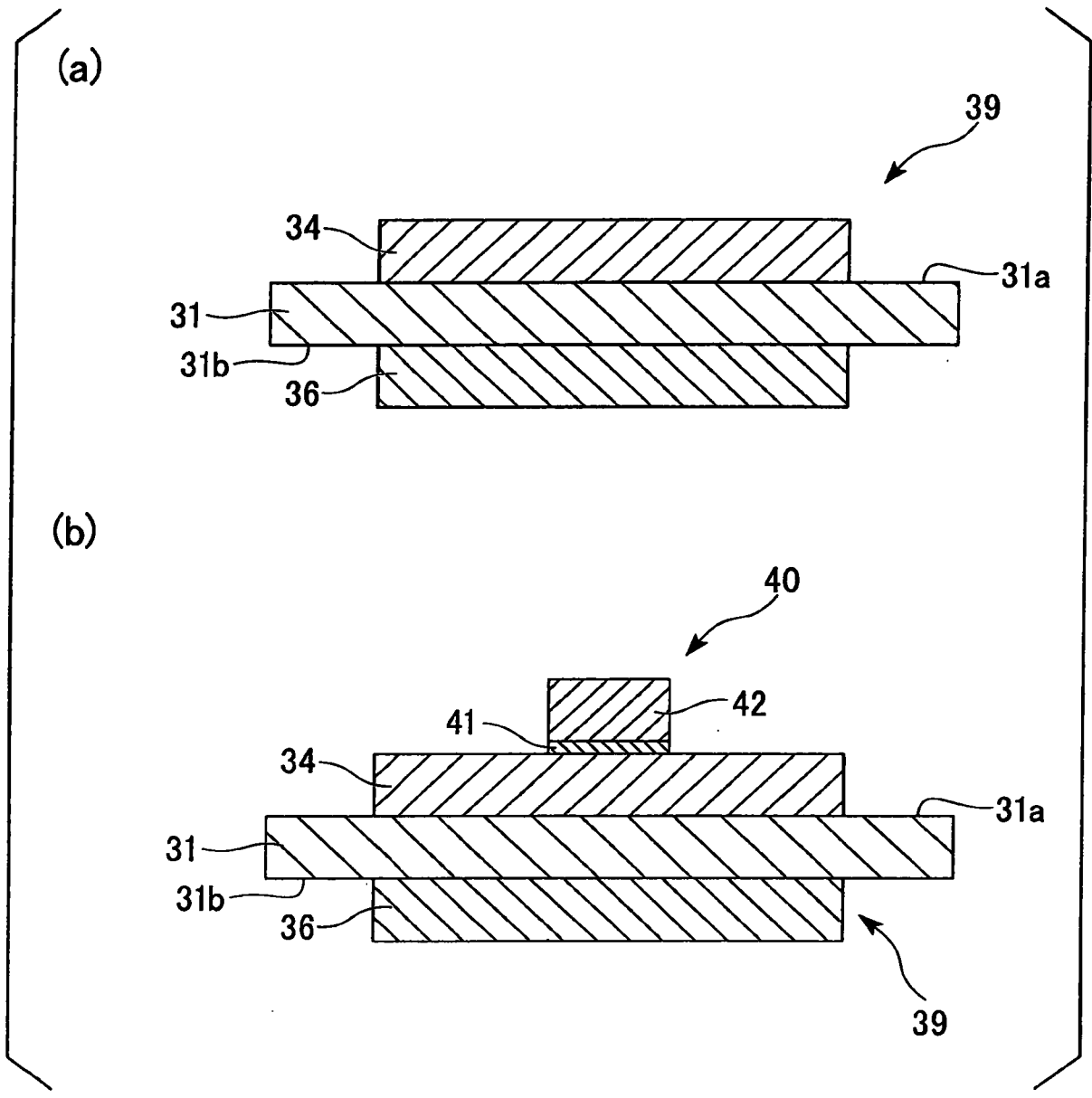


圖 4



【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(2)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

21：陶瓷構件

21a：陶瓷構件之一面

22：硬焊填料金屬

23：活性金屬材

24：Cu 構件

25：層積體

26：接合體

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

申請專利範圍

1. 一種接合體的製造方法，係加以接合由陶瓷所成之陶瓷構件，和 Cu 或 Cu 合金所成之 Cu 構件而成之接合體的製造方法，其特徵為具備：

隔著包含 Cu 及與該 Cu 共晶反應之共晶元素的硬焊填料金屬，和活性金屬材，於前述陶瓷構件之一面側，層積前述 Cu 構件之層積工程；和

加熱處理所層積之前述陶瓷構件及前述 Cu 構件之加熱處理工程；

前述共晶元素係選自 Ca，Ge，Sr，Sn，Sb，Ba，La，Ce，Al 之中之 1 種或 2 種以上之元素；

含有於硬焊填料金屬之共晶元素之各別量係就質量%而言，為以下之範圍者；

Ca:32%以上 78%以下

Ge:37%以上 41%以下

Sr:58%以上 93%以下

Sn:56%以上 90%以下

Sb:52%以上 97%以下

Ba:62%以上 95%以下

La:72%以上 89%以下

Ce:73%以上 93%以下

Al:40%以上 95%以下。

2. 如申請專利範圍第 1 項記載之接合體的製造方法，其中，在前述層積工程中，於前述陶瓷構件側，配置

前述硬焊填料金屬，而於前述 Cu 構件側，配置前述活性金屬材者。

3. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項記載之接合體的製造方法，其中，在前述層積工程中，於前述陶瓷構件之另一面側，更層積 Al 或 Al 合金所成之 Al 構件，

在前述加熱處理工程中，加熱處理所層積之前述陶瓷構件，前述 Cu 構件，及前述 Al 構件者。

4. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項記載之接合體的製造方法，其中，前述陶瓷構件係由 Si_3N_4 、AlN、 Al_2O_3 之中任一加以構成者。

5. 一種功率模組用基板之製造方法，係於陶瓷基板之一方的面，加以配設 Cu 或 Cu 合金所成之 Cu 板之功率模組用基板之製造方法，其特徵為：

將前述陶瓷基板與前述 Cu 板，經由如申請專利範圍第 1 項至第 4 項中任一項記載之接合體的製造方法而接合者。