



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104170077 B

(45)授权公告日 2017.07.28

(21)申请号 201380015335.4

(22)申请日 2013.03.27

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104170077 A

(43)申请公布日 2014.11.26

(30)优先权数据
2012-077401 2012.03.29 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.09.19

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2013/059001 2013.03.27

(87)PCT国际申请的公布数据
W02013/146881 JA 2013.10.03

(73)专利权人 三菱综合材料株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 长濑敏之 北原丈嗣 村中亮

(74)专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司 11018

代理人 康泉 王珍仙

(51)Int. Cl.
H01L 23/13(2006.01)
H05K 1/02(2006.01)

(56)对比文件
JP 特开2008-117833 A, 2008.05.22,
JP 特开2001-121287 A, 2001.05.08,
US 2008/0248326 A1, 2008.10.09,

审查员 张思秘

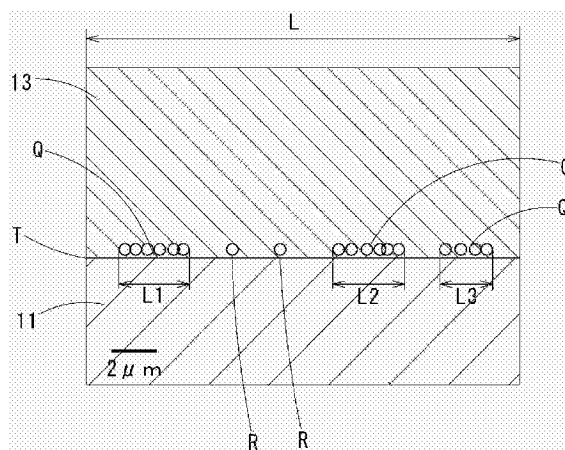
权利要求书1页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

功率模块用基板及其制造方法

(57)摘要

本发明提供一种减少接合部的微小空隙来防止发生剥离的功率模块用基板及其制造方法。所述功率模块用基板在陶瓷基板的至少一面通过钎焊接合由铝或铝合金构成的金属板而成,在自金属板的侧边至200 μm宽度的区域内用扫描型电子显微镜以3000倍率的视场观察自金属板与陶瓷基板的接合界面至5 μm深度范围内的金属板的截面时,沿着接合界面连续存在2 μm以上的连续残留氧化物的总计长度相对于视场长度为70%以下。



1. 一种功率模块用基板,其特征在于,

所述功率模块用基板在陶瓷基板的一面通过钎焊接合由铝或铝合金构成的金属板而成,所述功率模块用基板在所述金属板的与所述陶瓷基板相反的面通过使用助焊剂的钎焊来接合有散热器,

在自所述金属板的侧边至 $200\mu\text{m}$ 宽度的区域内用扫描型电子显微镜以3000倍率的视场观察自所述金属板与所述陶瓷基板的接合界面至 $5\mu\text{m}$ 深度范围内的所述金属板的截面时,沿着所述接合界面连续存在 $2\mu\text{m}$ 以上的连续残留氧化物的总计长度相对于所述视场的长度为70%以下,并且即使是长度小于 $2\mu\text{m}$ 的残留氧化物,在相邻的残留氧化物之间的距离为 $1\mu\text{m}$ 以下时也视作连续。

2. 一种功率模块用基板的制造方法,所述功率模块用基板在陶瓷基板的一面通过钎焊接合由铝或铝合金构成的金属板而成,所述功率模块用基板在所述金属板的与所述陶瓷基板相反的面通过使用助焊剂的钎焊来接合有散热器,所述功率模块用基板的制造方法的特征在于,

作为与所述陶瓷基板接合之前的金属板,使用如下金属板:根据使用电子探针显微分析仪以加速电压 10kV 、电流 100mA 、光束直径 $100\mu\text{m}$ 测定的氧计数量来分析的氧浓度为1.5质量%以下,通过厚度方向的X射线光电子能谱分析来测定的氧化物厚度为 35\AA 以下。

3. 根据权利要求2所述的功率模块用基板的制造方法,其特征在于,

在将所述金属板接合于所述陶瓷基板之前,将所述金属板的表面层去除 $1.3\mu\text{m}$ 以上。

4. 根据权利要求3所述的功率模块用基板的制造方法,其特征在于,

接合于所述陶瓷基板之前的金属板表面的算数平均粗糙度 R_a 为 $0.05\mu\text{m}$ 以上 $0.30\mu\text{m}$ 以下。

5. 根据权利要求4所述的功率模块用基板的制造方法,其特征在于,

所述算数平均粗糙度 R_a 中,所述金属板的轧制方向的算数平均粗糙度与垂直于该轧制方向的算数平均粗糙度之差为 $0.10\mu\text{m}$ 以下。

功率模块用基板及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种构成对大电流、高电压进行控制的功率模块的功率模块用基板及其制造方法。

[0002] 本申请基于2012年3月29日于日本申请的专利申请2012-077401号主张优先权,并将其内容援用于此。

背景技术

[0003] 以往,作为对大电流、高电压进行控制的半导体装置,已知有在功率模块用基板上搭载有半导体晶片等电子组件的结构的功率模块。作为制造功率模块的方法,例如已知有专利文献1及专利文献2中记载的方法。这些制造方法中,首先通过钎料在陶瓷基板的一层面层叠成为电路层的金属板,通过钎料在陶瓷基板的另一层面层叠成为散热层的金属板,向层叠方向对它们进行加压的同时进行加热,接合陶瓷基板与各金属板,从而制造功率模块用基板。接着,通过钎料在散热层中接合有陶瓷基板的面的相反侧的面层叠散热器的顶板部,向该层叠方向加压的同时进行加热来接合散热层与散热器,从而制造自带散热器的功率模块用基板。

[0004] 可以应用真空钎焊、焊接、拧紧、利用了助焊剂的钎焊法等作为该散热器与功率模块用基板的金属板之间的接合方法。

[0005] 专利文献3中,作为散热器的顶板与功率模块用基板的金属板之间的接合方法,记载有涂布了助焊剂的钎焊法。该钎焊法为在钎料表面涂布氟化物系助焊剂来去除钎料表面的氧化物,并在非氧化性气氛中进行加热来接合的钎焊法,该钎焊法无需昂贵的设备,能够比较轻松地进行稳定的钎焊。

[0006] 专利文献1:日本专利公开2007-311527号公报

[0007] 专利文献2:日本专利公开2002-009212号公报

[0008] 专利文献3:日本专利公开2009-105166号公报

[0009] 这种功率模块用基板中,有时会在陶瓷基板与金属板的钎焊接合部产生微小空隙,若在产生有该微小空隙的状态下接合功率模块用基板与散热器,则有可能在陶瓷基板与金属板的接合界面产生剥离。在通过如专利文献3中记载的利用助焊剂的钎焊法来接合散热器时尤其明显。

发明内容

[0010] 本发明是鉴于这种情况而完成的,其目的在于提供一种减少接合部的微小空隙来防止产生剥离的功率模块用基板及其制造方法。

[0011] 本发明人对在陶瓷基板与金属板的接合部产生的微小空隙的减少进行深入研究的结果发现,在与陶瓷基板接合之前的金属板表面附着有氧化物时,该氧化物残留在接合部,从而以附属于氧化物的方式产生微小空隙。因此认为,只要减少残留在该接合部的氧化物,就能够减少微小空隙。但是可知,该氧化物分散于陶瓷基板与金属板的接合部,在散落

有少量时,不至于剥离,但是若存在以特定大小残留在接合部的端部的氧化物,则会成为剥离的原因。并且发现,残留在该接合部的端部的氧化物与在钎焊陶瓷基板和金属板时熔融的钎料一同流动而集中在端部,从而容易产生剥离。

[0012] 本发明在这种见解下,作为以下解决方式。

[0013] 即,本发明的功率模块用基板,其中,所述功率模块用基板在陶瓷基板的至少一面通过钎焊接合由铝或铝合金构成的金属板而成,在自所述金属板的侧边至200 μm 宽度的区域内用扫描型电子显微镜以3000倍率的视场观察自所述金属板与所述陶瓷基板的接合界面至5 μm 深度范围内的所述金属板的截面时,沿着所述接合界面连续存在2 μm 以上的连续残留氧化物的总计长度相对于所述视场的长度为70%以下。

[0014] 连续残留氧化物是指,设为在沿着接合界面存在的残留氧化物中具有2 μm 以上的长度,并在观察视场内存在多个2 μm 以上的长度的残留氧化物时它们的总计长度为观察视场的长度的70%以下的氧化物。即使是长度小于2 μm 的残留氧化物,在相邻的残留氧化物之间的距离为1 μm 以下时,也视作连续。

[0015] 若连续残留氧化物在该接合部的端部超过观察视场的长度的70%而存在,则有可能在接合该金属板与散热器时在陶瓷基板与金属板的接合界面的金属板的端部产生剥离。

[0016] 本发明的功率模块用基板的制造方法,在陶瓷基板的至少一面通过钎焊接合由铝或铝合金构成的金属板来制造功率模块用基板,其中,作为与所述陶瓷基板接合之前的金属板使用如下金属板:根据使用电子探针显微分析仪以加速电压10kV、电流100mA、光束直径100 μm 测定的氧计数量来分析的氧浓度为1.5质量%以下,通过厚度方向的X射线光电子能谱分析来测定的氧化物厚度为35Å以下。

[0017] 作为与陶瓷基板接合之前的金属板,通过使用其氧浓度及氧化物厚度在上述测定值内的金属板,能够减少接合后的连续残留氧化物来抑制微小空隙的产生。

[0018] 本发明的功率模块用基板的制造方法,其中,在将所述金属板接合于陶瓷基板之前,将所述金属板的表面层去除1.3 μm 以上。

[0019] 作为金属板的氧化物,通常设想为形成于金属板表面的氧化膜。但是,仅通过简单地去除该氧化膜无法消除接合部的残留氧化物。本发明人对附着在该氧化膜以外的氧化物进行调查研究的发现,轧制金属板时的磨损粉末等埋入于金属板表面,该磨损粉末等的氧化物残留在接合部。该磨损粉末等与金属板表面的氧化膜相比更粗大,因此为了去除该磨损粉末,需要将表面层去除1.3 μm 以上。作为去除表面层的方法,优选蚀刻处理,但是也可使用喷砂处理或同时使用喷砂处理与蚀刻处理。

[0020] 本发明的制造方法中,接合于所述陶瓷基板之前的金属板表面的算数平均粗糙度Ra为0.05 μm 以上0.30 μm 以下即可。

[0021] 通过在金属板的表面产生的细微的凹凸来氧化物被分割,并且还将钎焊时熔融的钎料分割以使其在接合面内各向同性地流动,其结果,抑制氧化物集中在特定端部,并能够减少连续存在2 μm 以上的连续残留氧化物。

[0022] 在本发明的制造方法中,所述算数平均粗糙度Ra中,所述金属板的轧制方向的算数平均粗糙度与垂直于该轧制方向的算数平均粗糙度之差为0.10 μm 以下即可。

[0023] 由于金属板的表面状态变得更加各向同性,因此能够减少剥离的各向异性并进一步提高剥离率的减少效果。

[0024] 根据本发明的功率模块用基板及其制造方法,通过减少陶瓷基板与金属板的接合部内的微小空隙,能够防止产生金属板端部的剥离,并能够提高接合可靠性。

附图说明

- [0025] 图1是表示本发明所涉及的功率模块的整体结构的纵剖视图。
[0026] 图2是示意地表示陶瓷基板与金属板的接合部的主要部分的放大纵剖视图。
[0027] 图3是表示钎焊功率模块用基板时的层叠状态的主视图。
[0028] 图4是用于说明剥离长度的金属板的俯视图。
[0029] 图5是表示比较例6的接合部的SEM截面照片。

具体实施方式

[0030] 以下,参考附图对本发明的实施方式进行说明。图1表示使用本发明所涉及的功率模块用基板10的功率模块100。该功率模块100包括:功率模块用基板10;搭载于功率模块用基板10的表面的半导体晶片等电子组件20;及在与该电子组件20的相反的一面接合于功率模块用基板10的散热器30。

[0031] 功率模块用基板10具备陶瓷基板11及层叠在陶瓷基板11的两面的金属板12、13。在该功率模块用基板10中,层叠于陶瓷基板11的一个表面的金属板12成为电路层,在该表面焊接有电子组件20。并且,另一个金属板13成为散热层,在该表面安装有散热器30。

[0032] 陶瓷基板11由AlN(氮化铝)形成,其厚度例如为635 μm 。

[0033] 金属板12、13均可以使用纯度为99质量%以上的铝,在JIS标准中,可以使用1000系列铝,尤其是1N90(纯度为99.9质量%以上:所谓的3N铝)或1N99(纯度为99.99质量%以上:所谓的4N铝)。并且,还可以使用JIS A3003、A6063等铝合金。金属板12、13例如设置成一个边长为30mm的四边形平板形状。

[0034] 该功率模块用基板10中,为了使成为散热层的金属板13具有相对于热循环时的陶瓷基板11与散热器30之间的热伸缩差的缓冲功能,使用形成为层厚比成为电路层的金属板12更厚的金属板。例如,金属板12的厚度为600 μm ,金属板13的厚度为1600 μm 。并且,优选在成为散热层的金属板13使用纯度较高的铝(例如1N99)。

[0035] 并且,这些金属板12、13与陶瓷基板11通过钎焊接合。作为钎料可使用Al-Si系、Al-Ge系、Al-Cu系、Al-Mg系或Al-Mn等合金。

[0036] 此时,金属板12、13与陶瓷基板11的接合部中,在自金属板12、13的侧边至200 μm 宽度的区域内用扫描型电子显微镜(SEM)以3000倍率的视场观察自金属板13与陶瓷基板11的接合界面至5 μm 深度范围内的金属板12、13的截面(横切上述宽度的方向的截面)时,沿着接合界面连续存在2 μm 以上的连续残留氧化物的总计长度相对于视场的长度为70%以下。

[0037] 该连续残留氧化物是指,设为在沿着接合界面存在的残留氧化物中具有2 μm 以上的长度,并在观察视场内存在多个2 μm 以上的长度的残留氧化物时它们的总计长度为观察视场的长度的70%以下的氧化物。即使是长度小于2 μm 的残留氧化物,在相邻的残留氧化物之间的距离为1 μm 以下时也视作连续。

[0038] 利用图2所示的陶瓷基板11与金属板13的剖视图进行说明时,沿着陶瓷基板11与金属板13的接合界面T存在残留氧化物时,将连续2 μm 以上的氧化物设为连续残留氧化物Q,

将相互间隔隔开 $1\mu\text{m}$ 以上而存在的氧化物设为单独的氧化物R,仅合计连续残留氧化物Q的长度作为连续残留氧化物的长度($L_1+L_2+L_3$)。用SEM观察的观察视场的长度为L时,连续残留氧化物的长度相对于观察视场的长度以 $(L_1+L_2+L_3)/L$ 的比例(百分比)存在。

[0039] 散热器30的形状等并未特别限定,可以由热传导良好的材质形成,例如A3000系列的铝合金,并形成有用于使冷却介质(例如冷却水)流通的多个通道30a。该散热器30与功率模块用基板10的成为散热层的金属板13通过钎焊接合,作为钎料可使用Al-Si系、Al-Ge系、Al-Cu系、Al-Mg系或Al-Mn系等合金。

[0040] 另外,在成为电路层的金属板12的表面形成有Ni-P等电镀层21,在该电镀层上接合有电子组件20。接合该电子组件20时可使用Sn-Ag-Cu系、Sn-Cu系、Sn-Ag系、Sn-Sb系、Zn-Al系或Pb-Sn系等焊锡材。图1中符号22表示该焊接接合层。并且,电子组件20与金属板12的端子部之间通过由铝构成的接合线23连接。

[0041] 该功率模块用基板10通过接合陶瓷基板11与各金属板12、13而形成,之后在金属板13上接合散热器30。具体而言,首先从片材通过冲压加工形成金属板12、13。此时,成为电路层的金属板12仅通过从片材冲裁而形成。另一方面,成为散热层的金属板13则通过对片材进行冲裁加工而成。

[0042] 接着,蚀刻处理两个金属板12、13的表面。

[0043] 作为蚀刻液使用5%NaOH溶液,将液体温度设为 50°C 并将金属板12、13浸渍规定时间,由此进行蚀刻处理。处理时间设为能够将金属板12、13的表面层去除 $1.3\mu\text{m}$ 以上的时间。通过金属板12、13的处理前的重量与处理后的重量之差计算蚀刻量,并由该蚀刻量与金属板12、13的比重及面积之间的关系求出蚀刻深度。

[0044] 通过该蚀刻处理,金属板12、13的表面中,根据使用电子探针显微分析仪(EPMA)以加速电压10kV、电流100mA、光束直径 $100\mu\text{m}$ 测定的氧计数量来分析的氧浓度为1.5质量%以下,通过厚度方向的X射线光电子能谱分析(XPS)测定的氧化物厚度为 35\AA 以下。

[0045] X射线光电子能谱分析的测定条件设为,X射线源的输出功率100W、通能26eV、测定步骤 0.05eV 、分析区域设为光束经 $100\mu\text{m}\times 1.4\text{mm}$ 、检测角度 90° ,检测深度设为 80\AA 。并且,根据由该X射线光电子能谱分析得到的光谱对基于氧化物的氧化物峰值与母材的金属峰进行波形分离,并根据这些数据分析,通过将金属峰的面积比代入以下公式(1)来得到氧化物厚度。

$$[0046] \quad d=2.68\times\ln(1/A)\times 10\cdots\cdots(1)$$

[0047] d:氧化物厚度(\AA)

[0048] A:金属峰的面积比

[0049] 并且,实施有该蚀刻处理的金属板12、13的表面设为以算数平均粗糙度 R_a 为 $0.05\mu\text{m}$ 以上 $0.30\mu\text{m}$ 以下,并形成凹凸状。此时,金属板12、13通过轧制形成,其轧制方向的算数平均粗糙度与垂直于该轧制方向的算数平均粗糙度之差设为 $0.10\mu\text{m}$ 以下,去除轧制时产生的轧制线等,成为表面粗糙度没有方向性的状态。

[0050] 接着,在金属板13的基板接合面13b通过钎料层叠陶瓷基板11,在该陶瓷基板11上通过钎料层叠另一个金属板12。该情况下,关于钎料,在从片材通过冲压加工冲裁金属板12、13时预先将钎料箔贴付在片材,并与该钎料箔一同进行冲裁,从而形成贴付有钎料箔的

金属板12、13即可。并且,通过向厚度方向加压这些已层叠的陶瓷基板11及各金属板12、13的同时在真空气氛中进行加热,由此进行钎焊。

[0051] 更具体而言,如图3所示,层叠多组由陶瓷基板11及两个金属板12、13构成的单元,并且在各单元之间配置由碳板、石墨板等构成的缓冲层25,在层叠状态下对它们进行加压、加热。此时设为,加压力为0.1~2.5MPa,加热温度为630~655℃,加热时间为1~60分钟。该钎焊工序中,陶瓷基板11与金属板12、13之间的钎料熔融而固定两者。由此,钎焊金属板13的基板接合面13b与陶瓷基板11之间,从而形成功率模块用基板10。

[0052] 此时,陶瓷基板11与金属板12、13之间的钎料熔融而成为流动状态,金属板12、13的表面粗糙度设为以前述Ra为0.05μm以上0.30μm以下,轧制方向的算数平均粗糙度与其垂直于该轧制方向的算数平均粗糙度之差设为0.10μm以下,由此熔融状态的钎料不会集中在一处而是分散且各相同性地流动。

[0053] 若在金属板残留有轧制线,则钎料沿着轧制线流动,若在这种表面状态下的金属板表面残留有氧化物,则该氧化物与钎料一同流动而集中在轧制线的端部。相反,通过使用本实施方式的金属板12、13,减少金属板12、13表面的氧化物,并且即使残留有少量氧化物,由于钎料会分散并各相同性地流动,因此氧化物也不会集中在特定的端部。并且,在该氧化物带有微小空隙时,该微小空隙也不会集中在接合部的特定部位而是分散。

[0054] 通过如此制造,在自金属板12、13的侧边至200μm宽度的区域内用扫描型电子显微镜(SEM)以3000倍率的视场观察自金属板12、13与陶瓷基板11的接合界面至5μm深度范围内的金属板12、13的截面时,沿着接合界面连续存在2μm以上的连续残留氧化物的总计长度相对于视场的长度为70%以下。并且,在成为电路层的金属板12的表面形成Ni-P等电镀层21来得到功率模块用基板10。

[0055] 接着,通过使用助焊剂的钎焊法(无腐蚀性助焊剂钎焊法)接合该功率模块用基板10的成为散热层的金属板13与散热器30,从而接合功率模块用基板10与散热器30。该钎焊法为在钎料表面涂布用于去除金属表面的氧化物的氟化物系助焊剂,并在非氧化性气氛(例如N₂气氛)中加热至600~615℃来进行钎焊的方法。

[0056] 该助焊剂可使用KA1F₄、K₂A1F₅、K₃A1F₆等。关于接合金属板13与散热器30的钎料,例如可使用Al-Si系合金,并通过预先包覆在散热器30的表面或以钎料箔的形态重叠在散热器30来供给。

[0057] 在该钎焊工序中,功率模块用基板10被加热至600℃以上,因此若在陶瓷基板11与金属板12、13的接合部产生较大空隙,则助焊剂从空隙侵入而成为剥离的原因。本实施方式的功率模块用基板10中,即使产生空隙,也会如前述那样微小且分散,因此不会产生剥离。

[0058] 并且,在与该散热器30的接合时使用助焊剂时,若该助焊剂沿着金属板13的侧面13c而侵蚀金属板13与陶瓷基板11的接合部,则有可能在接合部产生龟裂而产生剥离。

[0059] 该助焊剂在钎焊时冲洗金属表面的氧化物来使其清洁化,为了防止该助焊剂的侵入,只要不存在助焊剂易进行反应的氧化物即可。如上所述,该功率模块用基板10中,自陶瓷基板11与成为散热层的金属板13的接合部的侧边规定宽度的区域内的连续残留氧化物较少,因此助焊剂不会从该端部侵入,能够防止发生剥离。

[0060] 如上述说明,该功率模块用基板10中,即使在通过使用助焊剂的钎焊接合该金属板13与散热器30的情况下,也能够防止在陶瓷基板11与金属板13的接合部发生金属板的端

部的剥离,从而成为接合可靠性较高的功率模块用基板10。

[0061] 实施例

[0062] 为了确认本发明的效果而进行了如下实验。

[0063] 将由1N99铝构成的厚度为0.6mm的轧制材料冲裁成30mm×30mm,实施表1所示的蚀刻处理或喷砂处理,测定基于该处理的金属板表面的去除深度。通过金属板的处理前重量与处理后重量之差来计算去除量,并通过该去除量与金属板的比重及面积之间的关系求出去除深度。

[0064] 并且,对于已处理表面的金属板,根据使用电子探针显微分析仪(EPMA)以加速电压10kV、电流100mA、光束直径100 μ m测定的氧计数量来分析氧浓度,并且通过厚度方向的X射线光电子能谱分析(XPS)来测定氧化物厚度。

[0065] X射线光电子能谱分析的测定条件设为,X射线源的输出功率100W、通能26eV、测定步骤0.05eV、分析区域设为光束经100 μ m×1.4mm、检测角度90°,检测深度设为80 \AA ,并通过上述公式(1)求出厚度。

[0066] 并且,在轧制方向及垂直于该轧制方向的方向上分别测定金属板表面的算数平均粗糙度。

[0067] 通过厚度15 μ m、30mm×30mm的Al-7.5质量%Si构成的钎料箔将该金属板层叠在由厚度0.635mm的氮化铝构成的陶瓷基板的两面,向它们的层叠方向施加负载,并在真空下以630 $^{\circ}\text{C}$ ~650 $^{\circ}\text{C}$ 的温度进行接合。

[0068] 通过所得到的功率模块用基板的剖视观察,在自该金属板的侧边至100 μ m~200 μ m的部分用扫描型电子显微镜(SEM)以3000倍率的视场观察自陶瓷基板与金属板的接合界面至5 μ m深度范围内的金属板的截面,测定沿着接合界面连续存在2 μ m以上的连续残留氧化物的总计长度。

[0069] 此时,关于SEM,在如下条件下使用了Carl Zeiss公司制Ultra55。

[0070] 观察面:基于化学研磨的镜面(无蒸镀)

[0071] Saignal A:In-lens

[0072] Mag:3.00KX

[0073] WD:4.0mm

[0074] EHT:1kV(加速电压)

[0075] 并且,即使是长度小于2 μ m的残留氧化物,当相邻的残留氧化物之间的距离为1 μ m以下时也视作连续。

[0076] 接着,在由厚度5mm的Al050铝材构成的散热器上涂布森田化学制无腐蚀性助焊剂“FL-7”,隔着由Al-10质量%Si构成的厚度为70 μ m的钎料箔而重叠功率模块用基板的金属板,并在氮气氛下加热至610 $^{\circ}\text{C}$ 来接合。

[0077] 测定接合后的陶瓷基板与接合在散热器上的金属板之间的接合界面的剥离率、及液相冷热循环试验后的剥离率。液相冷热循环试验为将在-40 $^{\circ}\text{C}$ 的液体槽及100 $^{\circ}\text{C}$ 的液体槽中分别交替浸渍10分钟的操作反复3000循环的试验。

[0078] 使用超声波探伤装置评价接合部,并根据端部剥离率=端部剥离部的面积/初始接合面积的公式计算端部剥离率。其中,初始接合面积设为接合前的应接合的面积,即散热层的金属板面积。并且,端部剥离部设为剥离到达至金属板的端边的剥离部,即在金属板的

端边具有开口部的剥离部。超声波探伤像中,以接合部内的白色部表示剥离,因此测定该白色部中在金属板的端边具有开口部的端部剥离部的面积。

[0079] 使用超声波探伤装置,并根据液相冷热循环试验后的散热层的金属板四边中心位置中的剥离长度求出剥离长度。具体而言,如图4所示,测定金属板的轧制方向(X方向)及与其垂直方向(Y方向)对置的两边的中心位置上的各个剥离A的长度S1、S2及S3、S4,各X方向及Y方向的平均值设为 $(S1+S2)/2$, $(S3+S4)/2$ 。另外,剥离A的长度S1~S4设为在从剥离A的最前端向最近的边划下垂直线时的长度。

[0080] 将这些结果示于表1。

[0081] [表1]

[0082]

	制法		金属板的评价				DBA 基板的评价				
	表面处理 方法	去除 深度 (μm)	氧浓度 (mass%)	氧化 膜厚 度(\AA)	算数表面 粗糙度 Ra(μm)	Ra 差 (μm)	连续残留氧 化物的总计 长度/观察 视场的总长 (%)	端部剥离率(%)		冷热后的剥离 长度(mm)	
								初始	冷热后	X方向	Y方向
实施例 1	蚀刻	3.0	1.2	28	0.21	0.07	20	0.1	6.6	0.6	0.4
实施例 2	蚀刻	2.0	1.4	30	0.23	0.05	30	0.2	7.2	0.6	0.5
实施例 3	蚀刻	1.5	1.4	29	0.20	0.06	50	0.2	7.8	0.7	0.5
实施例 4	蚀刻	1.3	1.4	29	0.21	0.08	70	0.2	6.6	0.6	0.4
实施例 5	(1)喷砂		1.3	32	0.15	0.03	40	0.1	8.5	0.7	0.6
实施例 6	(2)喷砂		1.5	33	0.17	0.03	50	0.1	8.5	0.7	0.6
实施例 7	蚀刻	1.0	1.2	28	0.20	0.05	70	0.4	9.0	0.8	0.7
比较例 1	蚀刻	0.5	4.5	40	0.32	0.12	75	1.2	29.1	3.6	1.0
比较例 2	蚀刻	0.2	6.3	39	0.37	0.13	80	2.3	27.7	3.3	1.1
比较例 3	无处理	-	7	42	0.42	0.12	85	2.8	31.3	3.8	1.2

[0083] 表1中,表面处理方法中,(1)喷砂~(2)喷砂的条件如下。

[0084] (1)喷砂:基于被树脂涂层的磨粒的粒度#8000的喷砂处理

[0085] (2)喷砂:基于被树脂涂层的磨粒的粒度#3000的喷砂处理

[0086] 如该表1的结果所示,可知若连续残留氧化物长度的比例为70%以下,则接合散热器的初始状态下的剥离率极小。该情况被认为是,若存在微小空隙,则反映在超声波探伤像的白色部,残留氧化物长度的比例较小,因此相应地微小空隙也较少,从而剥离率变小。并且,该连续残留氧化物长度的比例为70%以下的功率模块用基板中,在之后的冷热循环试验后,剥离率仍较小,能够长期维持可靠性较高的接合状态。

[0087] 图5是比较例3的基于SEM的截面照片,图的下部表示陶瓷基板,上部表示金属板。该图5中,陶瓷基板与金属板的接合界面中在金属板侧沿着接合界面以白色排列的是残留氧化物,可知其以比较大的长度存在。

[0088] 并且,表1的结果中,为了设为该残留氧化物长度的比例为70%以下的接合部,使用EPMA分析的氧浓度为1.5质量%以下、通过XPS分析测定的氧化物厚度为35 \AA 以下的金属板,此方法较有效,此时,可知通过将金属板的表面去除1.3 μm 以上的深度,能够可靠地设为氧浓度为1.5质量%以下、氧化物厚度为35 \AA 以下的金属板。

[0089] 并且可知,若金属板的表面粗糙度Ra为0.05 μm ~0.30 μm ,则冷热循环后的剥离率降低效果明显,而且若轧制方向与垂直于该轧制方向的表面粗糙度之差为0.10 μm 以下,则剥离的各向异性降低,剥离率的降低效果进一步得到提高。

[0090] 产业上的可利用性

[0091] 本发明能够在制造构成对大电流、高电压进行控制的功率模块的功率模块用基板

时适用,并且能够防止金属板端部发生剥离而得到提高了接合可靠性的功率模块用基板。

[0092] 符号说明

[0093] 10-功率模块用基板,11-陶瓷基板,12-金属板,13-金属板,13a-散热器接合面,13b-基板接合面,13c-侧面,20-电子组件,21-电镀层,22-焊接接合层,23-接合线,25-缓冲层,30-散热器,30a-通道,100-功率模块,T-接合界面,Q-连续残留氧化物。

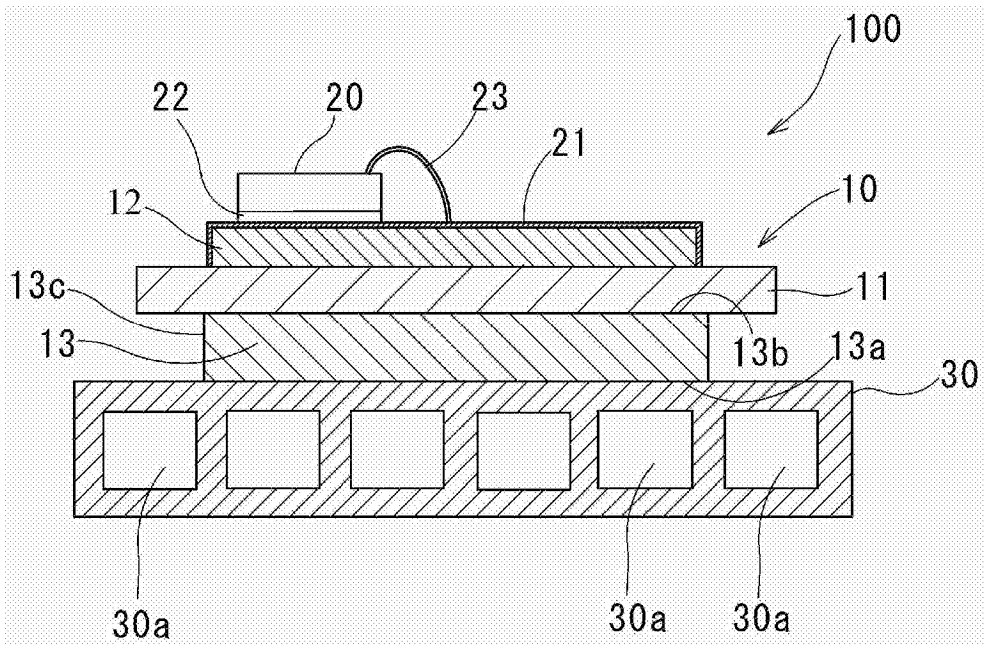


图1

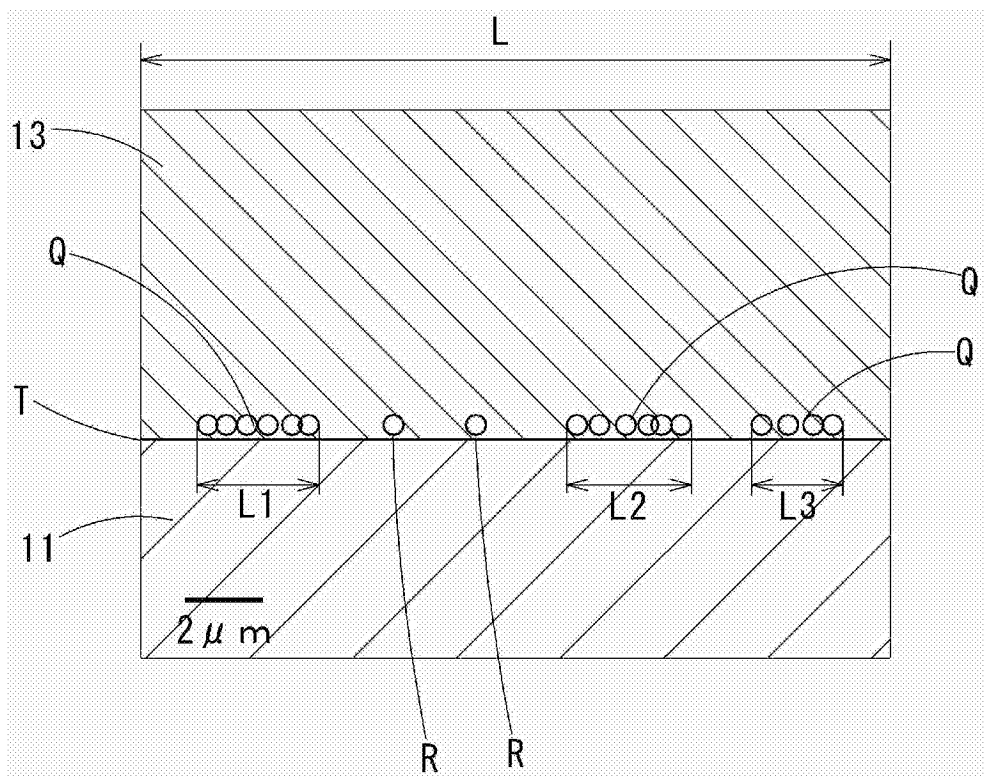


图2

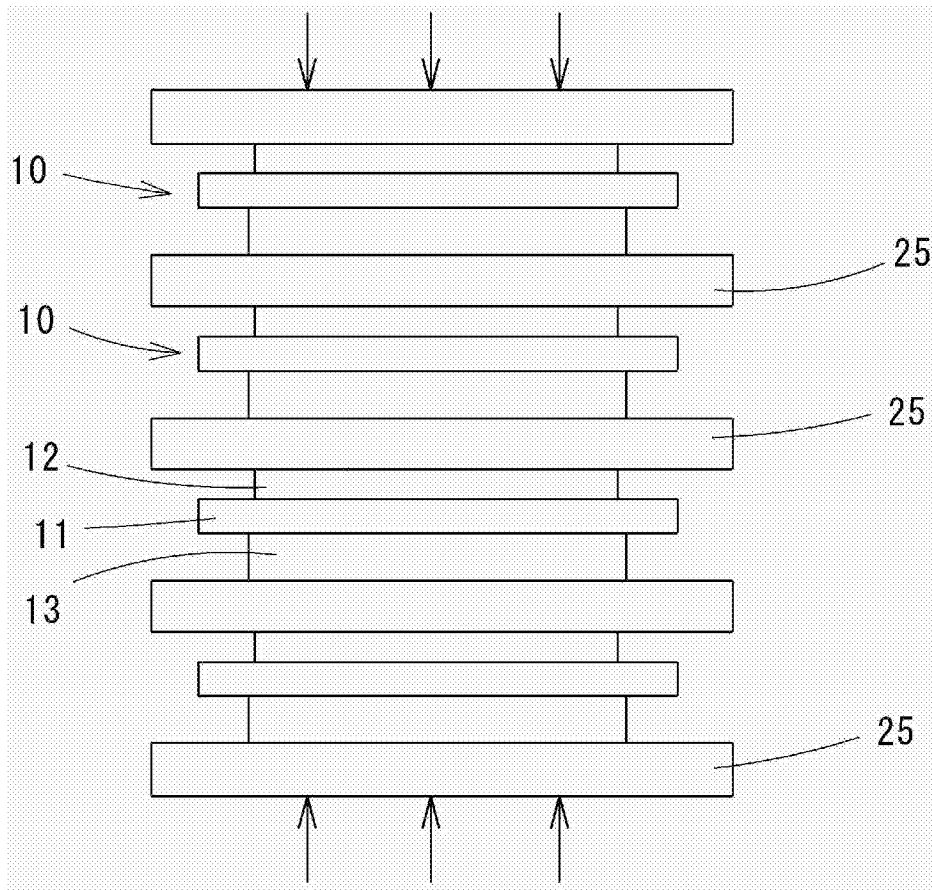


图3

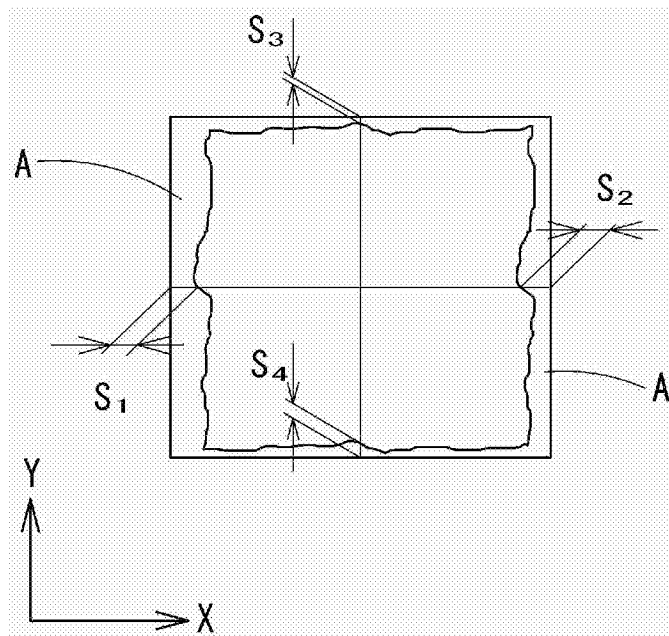


图4

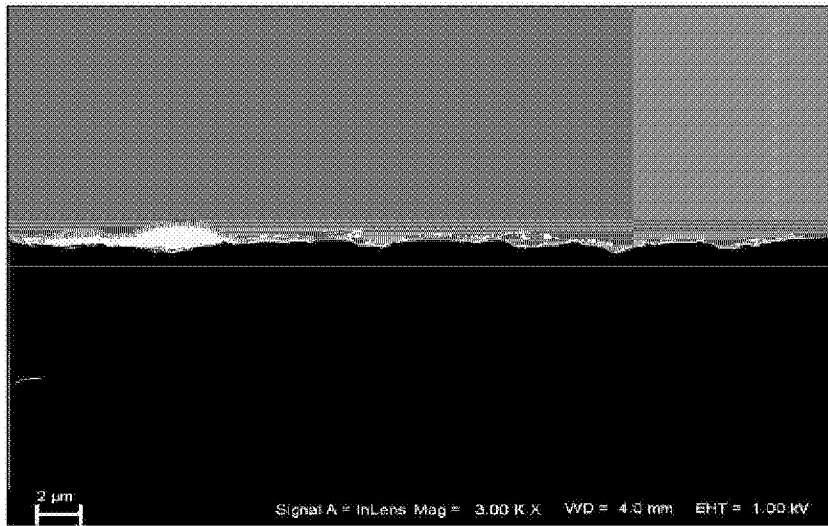


图5