



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 120019488 A

(43) 申请公布日 2025. 05. 16

(21) 申请号 202280100525.5

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2022.09.29

H01L 23/12 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2025.03.27

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2022/036557 2022.09.29

(87) PCT国际申请的公布数据
W02024/069888 JA 2024.04.04

(71) 申请人 NGK电子器件株式会社
地址 日本国山口县
申请人 日本碍子株式会社

(72) 发明人 田部正大 善久典辉

(74) 专利代理机构 北京汇思诚业知识产权代理
有限公司 11444
专利代理师 严鹏 张黎

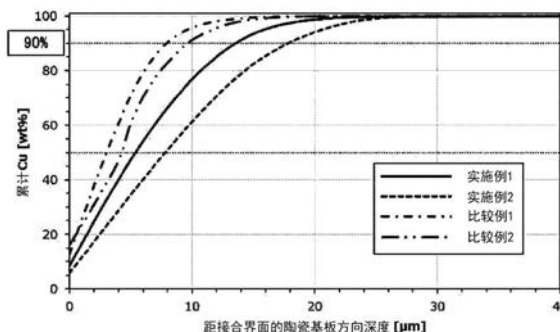
权利要求书1页 说明书8页 附图4页

(54) 发明名称

半导体装置用基板及其制造方法

(57) 摘要

本发明所涉及的半导体装置用基板具备：陶瓷基板；以及铜板，其与所述陶瓷基板的至少一个面接合，在所述陶瓷基板中具有Cu存在区域，所述Cu存在区域从与所述铜板的接合界面起累计Cu质量浓度显示为90%时的Cu存在深度为11.0~20.0 μm。



1. 一种半导体装置用基板,具备:
陶瓷基板;以及
铜板,其与所述陶瓷基板的至少一个面接合,
在所述陶瓷基板具有Cu存在区域,所述Cu存在区域从与所述铜板的接合界面起累计Cu质量浓度显示为90%时的Cu存在深度为11.0~20.0 μm 。
2. 根据权利要求1所述的半导体装置用基板,其中,所述陶瓷基板含有:氧化铝;以及氧化锆或部分稳定化氧化锆,
在所述Cu存在区域,所述氧化锆的晶粒中的所述铜的含量比所述氧化铝的晶粒中的所述铜的含量多。
3. 根据权利要求1或2所述的半导体装置用基板,其中,用于从所述陶瓷基板剥离所述铜板的每单位宽度的载荷为5.5kg/cm以上。
4. 一种半导体装置用基板的制造方法,包括通过湿式氧化法使铜板氧化的工序、以及通过直接接合法将陶瓷基板的至少一个面与所述铜板接合的工序,
被氧化的所述铜板在与所述陶瓷基板接合之前的状态下含有CuO和Cu₂O,且在表面形成有富所述CuO的氧化铜层。
5. 根据权利要求3或4所述的半导体装置用基板的制造方法,其中,在所述陶瓷基板的各面,从与所述铜板的接合界面起累计Cu质量浓度显示为90%时的Cu存在深度为11.0~20.0 μm 。

半导体装置用基板及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体装置用基板及其制造方法。

背景技术

[0002] 作为用于功率晶体管模块等的半导体装置用基板,已知有在陶瓷基板的表面具备铜板的DBOC基板(Direct Bonding of Copper Substrate:直接覆铜基板)(例如,专利文献1~3)。

[0003] 现有技术文献

专利文献

专利文献1:国际公开第2022/118802号公报

发明内容

发明所要解决的课题

然而,在上述的半导体装置用基板中,由于因高电压/高电流施加于半导体而产生的发热,因此构成构件引起热膨胀,陶瓷基板与电极有可能剥离。因此,为了提高装置的可靠性,要求陶瓷基板与电极的接合界面有高接合强度。

[0004] 本发明是为了解决上述问题而完成的,其目的在于提供一种半导体装置用基板及其制造方法,能够提高铜板与陶瓷基板的接合强度。

[0005] 用于解决课题的技术方案

技术方案1.

一种半导体装置用基板,具备:陶瓷基板;以及铜板,其与所述陶瓷基板的至少一个面接合,

在所述陶瓷基板具有Cu存在区域,所述Cu存在区域从与所述铜板的接合界面起累计Cu质量浓度显示为90%时的Cu存在深度为11.0~20.0 μm 。

[0006] 技术方案2.

根据技术方案1所述的半导体装置用基板,其中,所述陶瓷基板含有:氧化铝;以及氧化锆或部分稳定化氧化锆,

在所述Cu存在区域,所述氧化锆的晶粒中的所述铜的含量比所述氧化铝的晶粒中的所述铜的含量多。

[0007] 技术方案3.

根据技术方案1或2所述的半导体装置用基板,其中,用于从所述陶瓷基板剥离所述铜板的每单位宽度的载荷为5.5kg/cm以上。

[0008] 技术方案4.

一种半导体装置用基板的制造方法,包括通过湿式氧化法使铜板氧化的工序、以及通过直接接合法将陶瓷基板的至少一个面与所述铜板接合的工序,

被氧化的所述铜板在与所述陶瓷基板接合之前的状态下含有CuO和Cu₂O,且在表

面形成有富所述CuO的氧化铜层。

[0009] 技术方案5.

根据技术方案3或4所述的半导体装置用基板的制造方法,其中,在所述陶瓷基板的各面,从与所述铜板的接合界面起累计Cu质量浓度显示为90%时的Cu存在深度为11.0~20.0 μm 。

[0010] 发明效果

根据本发明,能够提高陶瓷基板与铜板的接合强度。

附图说明

[0011] 图1是表示具备本发明所涉及的半导体装置用基板的半导体装置的一个实施方式的剖视图。

[0012] 图2是本发明的实施例中的铜板的表面的XRD测定结果。

[0013] 图3是本发明所涉及的实施例1的铜板的剖面SEM图像。

[0014] 图4是本发明所涉及的实施例1的半导体装置用基板的剖面中的Zr、Cu的EPMA映射图像。

[0015] 图5的(a)是铜板与陶瓷基板的接合界面附近的背散射电子图像,图5的(b)是记载了用于本发明所涉及的实施例1的半导体装置用基板的剖面中的EPMA映射图像的轮廓化的细分化、平均化方法的示意图。

[0016] 图6是表示本发明所涉及的陶瓷基板中的、Cu、Al的质量浓度相对于距从接合界面的陶瓷基板方向深度的相关性的图。

[0017] 图7是表示本发明所涉及的陶瓷基板中的、Cu质量浓度相对于距从接合界面的陶瓷基板方向深度的积分的图。

具体实施方式

[0018] 以下,参照附图对本发明所涉及的陶瓷基板以及使用了该陶瓷基板的半导体装置用基板的一实施方式进行说明。图1是具有本实施方式所涉及的半导体装置用基板的半导体装置的剖视图。

[0019] <1. 半导体装置的概要>

本实施方式所涉及的半导体装置例如在智能手机、个人计算机、大型白色家电、铁路、电动汽车、发电(风力发电、太阳能发电、燃料电池等)、空调机、工业用机器人、业务用电梯、家庭用微波炉、IH电饭煲、UPS(不间断电源)等各种电子设备中可用作功率模块。

[0020] 如图1所示,本实施方式所涉及的半导体装置1具备半导体装置用基板2、第一接合材料5、第二接合材料5'、半导体芯片6、接合线7、以及散热器8。

[0021] 半导体装置用基板2是所谓的DBOC基板(Direct Bonding of Copper Substrate:直接覆铜基板),具备作为绝缘体的板状的陶瓷基板3、与其一个面(上表面)接合的第一铜板4、以及与其另一个面(下表面)接合的第二铜板4'。关于陶瓷基板3的详细情况在后面叙述。

[0022] 在第一铜板4形成有传输电路。另一方面,第二铜板4'形成为平板状。

[0023] 在该半导体装置用基板2的上表面、即第一铜板4的上表面的一部分,经由第一接

合材料5接合有半导体芯片6。另外,通过接合线7,将半导体芯片6与第一铜板4连接。

[0024] 另一方面,在半导体装置用基板2的下表面、即第二铜板4'的下表面,经由第二接合材料5'接合有散热器8。散热器8是公知的散热器,例如能够由铜等金属构成。

[0025] <2. 陶瓷基板的结构>

接着,对陶瓷基板3进行详细说明。陶瓷基板3包含氧化铝(Al_2O_3)、氧化锆(ZrO_2)、氧化钇(Y_2O_3)、玻璃成分、以及它们以外的剩余部分。玻璃成分包含二氧化硅(SiO_2)。以下,对该陶瓷基板3的构成元素的含量进行说明。

[0026] 该陶瓷基板3的基体成分由氧化铝构成。氧化铝的含量例如优选为75质量%以上且90质量%以下,进一步优选为85质量%以上且90质量%以下。

[0027] 氧化锆的含量优选为10质量%以上且25质量%以下,进一步优选为10质量%以上且15质量%以下。通过氧化锆的含量为10质量%以上,能够提高陶瓷基板3的强度。另外,认为能够抑制陶瓷基板3的线热膨胀系数变得过小,能够减小陶瓷基板3与第一铜板4以及第二铜板4'的线热膨胀系数差。其结果,认为能够减小在接合界面所产生的热应力,有助于抑制在接合界面产生陶瓷基板3的裂纹。

[0028] 另外,如后述的实施例所示,从接合于陶瓷基板3的铜板4、4'扩散的Cu与经由构成基体成分的氧化铝的晶粒相比优先经由氧化锆的晶粒内而扩散到陶瓷基板3内而形成Cu存在区域,因此当氧化锆的含量被设定为如上述那样时,Cu的扩散被促进,如后述那样铜板4、4'的接合强度变高,因此优选。

[0029] 另一方面,认为通过将氧化锆的含量设为25质量%以下,能够抑制铜板接合时在接合界面处的反应变得过度,并能够抑制在接合界面产生空隙。这是因为氧化铝和氧化锆在铜板接合时相对于Cu-0共晶液相的润湿性不同。另外,通过将氧化锆的含量设为25质量%以下,如后所述,无需提高二氧化硅的含量就能够提高陶瓷基板3的阻抗。

[0030] 氧化钇的含量优选设为0.8质量%以上且1.9质量%以下。认为通过将含量设为0.8质量%以上,能够抑制氧化锆结晶相中的单斜晶相的比例变得过大,另一方面能够增加正方晶相的比例。其结果,认为能够提高陶瓷基板3的机械强度,有助于抑制在接合界面产生陶瓷基板3的裂纹。

[0031] 氧化钇的含量相对于氧化锆的含量的比例优选为4.5质量%以上且7.9质量%以下。由此,认为能够将氧化锆的正方晶相的稳定性保持为适度的状态,有助于抑制陶瓷基板3的机械强度的降低。

[0032] 另一方面,认为通过将氧化钇的含量设为1.9质量%以下,能够抑制氧化锆结晶相中立方晶的比例变得过大,另一方面能够增加正方晶的比例。其结果,认为能够提高陶瓷基板3的机械强度,有助于抑制在接合界面产生陶瓷基板3的裂纹。

[0033] 接着,对玻璃成分进行说明。二氧化硅的含量优选为0.1质量%以上且2.5质量%以下。如果二氧化硅的含量为0.1质量%以上,则如后所述,陶瓷基板3的氧离子传导性被抑制,能够提高阻抗。另一方面,如果二氧化硅的含量变高,则陶瓷基板3的强度有可能降低,为了抑制该情况,二氧化硅的含量优选为2.5质量%以下。

[0034] 特别是,在氧化锆的含量为10质量%以上且15质量%以下时,二氧化硅的含量优选为0.7质量%以上且1.5质量%以下。另外,在氧化锆的含量高于15质量%且为25质量%以下时,二氧化硅的含量优选为1.5质量%以上且2.0质量%以下。这样,通过根据氧化锆的含量来改

变二氧化硅的含量,能够有效地提高陶瓷基板3的阻抗。

[0035] 玻璃成分中可以含有氧化镁(MgO)、氧化钙(CaO)中的至少一者。例如,氧化镁的含量优选为0.1质量%以上且0.8质量%以下,进一步优选为0.15质量%以上且0.3质量%以下。认为通过将氧化镁的含量设为0.1质量%以上,即使不过度提高烧成温度也能够烧结陶瓷基板3,能够抑制氧化铝颗粒以及氧化锆颗粒的粗大化。其结果,认为能够提高陶瓷基板3的机械强度,有助于抑制在接合界面产生陶瓷基板3的裂纹。另外,认为能够在陶瓷基板3中生成充分量的 $MgAl_2O_4$ 结晶(以下称为“尖晶石结晶”),能够提高铜板接合时相对于Cu-0共晶液相的润湿性。其结果,认为有助于抑制在接合界面产生空隙。

[0036] 另一方面,认为通过将氧化镁的含量设为0.8质量%以下,能够抑制机械强度低的尖晶石结晶过度形成,能够提高陶瓷基板3的机械强度。其结果,认为有助于抑制在接合界面产生陶瓷基板3的裂纹。

[0037] 在玻璃成分中含有氧化钙的情况下,氧化钙的含量优选设为0.03质量%以上且0.35质量%以下。由此,认为即使不过度提高烧成温度也能够烧结陶瓷基板3,能够抑制氧化铝颗粒以及氧化锆颗粒的粗大化。其结果,认为能够提高陶瓷基板3的机械强度,有助于抑制在接合界面产生陶瓷基板3的裂纹。

[0038] 剩余部分的含量优选以氧化物换算设为0.05质量%以下。由此,认为能够抑制尽管未过度提高烧成温度但陶瓷基板3过度烧结,能够减小陶瓷基板3的气孔率。其结果,认为能够提高陶瓷基板3的机械强度,有助于抑制在接合界面产生陶瓷基板3的裂纹。应予说明,剩余部分所包含的元素,可以是有意添加的元素,也可以是不可避免地混入的元素。剩余部分所包含的元素没有特别限制,例如可举出Fe(铁)、Ti(钛)、Mn(锰)等。

[0039] 在本实施方式中,陶瓷基板3的构成元素的含量如上所述通过氧化物换算而计算,但陶瓷基板3的构成元素可以以氧化物的形态存在,也可以不以氧化物的形态存在。例如,Y、Mg以及Ca中的至少1种可以不以氧化物的形态存在,而是固溶于 ZrO_2 中。例如,氧化钇可以固溶于氧化锆中而形成PSZ(部分稳定化氧化锆)。

[0040] 陶瓷基板3的构成元素的以氧化物换算的含量如下所述地计算。首先,使用荧光X射线分析装置(XRF)或附设于扫描型电子显微镜(SEM)的能量分散型分析器(EDS),对陶瓷基板3的构成元素进行定性分析。接着,对于通过该定性分析检测出的各元素,使用ICP发射光谱分析装置进行定量分析。接着,将通过该定量分析测定出的各元素的含量换算成氧化物。

[0041] 在此,XRF是X射线荧光分析(X-ray Fluorescence Analysis)的简称,SEM是扫描电子显微镜(Scanning Electron Microscope)的简称,EDS是能量色散X射线光谱仪(Energy Dispersive X-ray Spectroscopy)的简称,ICP是电感耦合等离子体(Inductively Coupled Plasma)的简称。

[0042] <3.陶瓷基板的制造方法>

接着,对陶瓷基板的制造方法进行说明。首先,调配上述构成元素的粉体材料。接着,将调配出的粉体材料利用例如球磨机等进行粉碎混合。

[0043] 接着,向经粉碎混合的粉体材料添加有机质粘结剂(例如聚乙烯醇缩丁醛)、溶剂(二甲苯、甲苯等)以及增塑剂(邻苯二甲酸二辛酯等)而形成浆状物质。

[0044] 接着,通过所期望的成型手段(例如,模具压制、冷等静压、注射成型、刮刀法、挤出

成型法等),将浆状物质成型为所期望的形状,制作出陶瓷成型体。

[0045] 然后,若在氧气氛或大气气氛中烧成(1555°C~1565°C、0.7小时~1.0小时)陶瓷成型体,则完成陶瓷烧结体3。

[0046] <4. 半导体装置用基板的制造方法>

首先,通过湿式氧化法对铜板4、4'实施湿式处理而使其氧化。湿式处理的方法例如如下所述。首先,通过脱脂清洗对铜板加工时的油分、有机残渣进行处理。接着,通过微蚀刻对铜板4、4'实施微细凹凸处理。接着,将铜板4、4'在氧化处理液中浸渍给定时间。例如,在调整为pH=14的氧化处理液中浸渍5分钟。由此,在与陶瓷基板3接合前的铜板4、4'的表面包含Cu₂O和CuO且形成富CuO的氧化覆膜。

[0047] 接着,形成在陶瓷基板3的上表面以及下表面配置有如上述那样地表面被氧化的铜板4、4'而得到的层叠体,将其在1065°C~1083°C的氮气氛条件下加热10~60分钟左右。通过加热,在陶瓷基板3与铜板4、4'接合的界面生成Cu-O共晶液相。各铜板4、4'的厚度例如能够设为0.1~2.0mm。

[0048] 接着,通过冷却该层叠体而将Cu-O共晶液相固化,铜板4、4'接合于陶瓷基板3。这样,完成半导体装置用基板2。应予说明,在接合半导体芯片6的面的铜板4形成的传输电路例如能够通过减成法或加成法形成。

[0049] <5. 陶瓷基板中的铜的存在区域>

如上所述,在接合有铜板4、4'的陶瓷基板3的内部,由于从铜板4、4'所扩散的铜而形成有Cu存在区域。这一点在后述的实施例中详细说明,研究了从铜板4、4'与陶瓷基板3的界面沿陶瓷基板3的内部方向存在的Cu存在区域,结果本发明人发现:在Cu存在区域中,如果从与陶瓷基板3的界面起的Cu的存在深度为给定的深度,则铜板4、4'的接合强度变高。特别地发现:如果Cu的存在区域中的累计Cu质量浓度显示为90%的Cu存在深度为11.0~20.0μm,进一步优选为13.0~18.0μm,再进一步优选为13.0~16.0μm,则铜板4、4'的接合强度变高。

[0050] 即,发现了如果累计Cu质量浓度显示为90%的Cu存在深度小于11.0μm,则铜的存在区域窄,因此接合强度变弱。另一方面,还发现如果累计Cu质量浓度显示为90%的Cu存在深度超过20.0μm,则接合强度降低。

[0051] 应予说明,在后述的实施例中,测定了用于从陶瓷基板3剥离铜板4、4'的每单位宽度的载荷,该载荷优选为5.5kg/cm以上,更优选为6.0kg/cm以上,特别优选为8.0kg/cm以上。

[0052] 另外可知,如果由上述那样的湿式氧化法进行铜板的氧化而在铜板4、4'的表面包含Cu₂O和CuO且形成富CuO的氧化覆膜,则与通过干式氧化法氧化后的铜板相比,如上所述,Cu的扩散区域变宽。应予说明,即使是使用通过除了湿式氧化法以外的方法进行了氧化处理后的铜板的方法,只要是能够实现上述那样的Cu存在深度的半导体装置用基板,就能够如上所述地提高铜板4、4'与陶瓷基板3的接合强度。即,也可以通过除了使铜从铜板4、4'向陶瓷基板3内扩散的方法以外的方法来形成上述那样的Cu存在区域。

[0053] 在上述实施方式中,在陶瓷基板3的两面接合有铜板4、4',但也能够仅在一个面接合铜板而作为半导体装置用基板使用。在陶瓷基板3的两面接合铜板4、4'的情况下,在陶瓷基板3的各面中,Cu的存在区域中的累计Cu质量浓度显示为90%的Cu存在深度也可以不相

同,只要如上述那样在11.0~20.0 μm 的范围内即可。

[0054] 实施例

以下,对本发明的实施例进行说明。但是,本发明并不限定于以下的实施例。

[0055] <1.陶瓷基板的制作>

准备由以下材料构成的实施例1、2以及比较例1、2所涉及的陶瓷基板作为主成分。即,实施例1、2以及比较例1、2所涉及的陶瓷基板相同。具体而言,首先,将以给定的比例调配表1所示的组合物而成的粉体材料用球磨机进行粉碎混合。表1中,将质量%表示为wt%。应予说明,表1所示的数值是各元素的以氧化物换算的值。

[0056] [表1]

组成 [wt%]	实施例1、2以及比较例1、2
Al ₂ O ₃	84.3
ZrO ₂	13.6
Y ₂ O ₃	0.7
SiO ₂	1.1
剩余部分	0.3
合计	100.0

接着,向经粉碎混合的粉体材料添加作为有机质粘结剂的聚乙烯醇缩丁醛、作为溶剂的二甲苯、以及作为增塑剂的邻苯二甲酸二辛酯,形成浆状物质。

[0057] 接着,通过刮刀法将浆状物质成型为片状而制作出陶瓷成型体。

[0058] 接着,将陶瓷成型体在大气气氛中以1565 $^{\circ}\text{C}$ 烧成0.8小时,得到实施例1、2以及比较例1、2所涉及的陶瓷基板。该陶瓷基板的尺寸为厚0.32mm、纵39mm、横45mm。

[0059] 接着,准备实施例1、2以及比较例1、2所涉及的铜板,对表面实施氧化处理。实施例1、2通过上述的湿式氧化法进行氧化,比较例1、2通过干式氧化法进行氧化处理。在干式氧化法中,将比较例1、2所涉及的铜板在加热至300 $^{\circ}\text{C}$ 的热处理炉中加热5分钟,形成Cu₂O的氧化覆膜。铜板的厚度均约为0.3mm。接着,在陶瓷基板的上表面以及下表面配置表面被氧化的实施例以及比较例所涉及的铜板,在1065 $^{\circ}\text{C}$ 的氮气气氛条件下加热以下的表2所示的时间。这样,得到实施例1、2以及比较例1、2所涉及的半导体装置用基板。

[0060] [表2]

	实施例1	实施例2	比较例1	比较例2
氧化处理方法	湿式		干式	
接合温度 ($^{\circ}\text{C}$)	1065	1065	1065	1065
保持时间 (min)	20	60	20	60

<2.评价>

<2-1.铜板的表面的状态>

在与陶瓷基板接合之前,进行基于湿式氧化法的铜板(实施例1、2)和基于干式氧化法的铜板(比较例1、2)的表面的XRD(X-ray Diffraction:X射线衍射)测定。测定使用

SmartLab(株式会社Rigaku),以额定电压45kV、额定电流200mA进行。将结果示于图2。如图2所示,在通过湿式氧化法处理后的铜板的表面呈现出CuO的峰,因此可知在表面形成有富CuO的氧化铜层。另一方面,在通过干式氧化法处理后的铜板的表面呈现出Cu₂O的峰,因此可知在表面形成有富Cu₂O的氧化铜层。

[0061] <2-2.元素的定量分析(点分析法)>

在实施例1中,使用电场放射型电子探针显微分析仪,通过点分析法实施位于距接合界面的陶瓷基板方向深度1.5 μ m的ZrO₂颗粒内部(点.1)和Al₂O₃基体(点.2)所包含的O、Al、Cu、Y、Zr元素的定量分析。分析部位如图3所示,点分析法的测定结果如表3所示。

[0062] [表3]

组成[wt%]	点.1	点.2
O	24.82	39.07
Al	3.62	52.72
Cu	1.25	0.47
Y	1.52	0.04
Zr	61.57	1.43
剩余部分	7.22	6.27
合计	100.0	100.0

由表3的结果可知:与Al₂O₃基体(点.2)相比,ZrO₂颗粒内部(点.1)中的Cu质量浓度多到为其2.7倍,关于Cu扩散的路径,优先在ZrO₂颗粒内扩散、经由ZrO₂颗粒内。这样,可知形成有Cu存在区域。

[0063] <2-3.元素的定量分析(面分析法)>

在实施例1中,对于包括Cu电极、接合界面、陶瓷基板的区域,使用电场放射型电子探针显微分析仪(EPMA),对Zr以及Cu进行面分析。结果如图4所示。

[0064] Zr与Cu的分布位置大致一致。另外,确认了呈现出随着从接合界面向陶瓷基板的内部前进而Cu的浓度衰减的性质。上述Cu的扩散行为(表3和图4)并不限定于实施例1,在实施例2中也确认为同样的性质。

[0065] <2-4.Cu和Al的含量的分析>

为了详细地确认各元素的分布,进行了以下的解析。将对半导体装置用基板进行切断加工、进一步对切断面进行研磨而得到的剖面样品用于该解析。通过扫描型电子显微镜(SEM)、电场放射型电子探针显微分析仪对剖面进行分析。图5的(a)是铜板与陶瓷基板的接合界面附近的背散射电子图像。背散射电子图像的取得图像区域为宽度方向25 μ m \times 深度方向100 μ m。将该区域分割为256 \times 1024的小区域。接着,计算出各小区域的元素的浓度。在此基础上,如图5的(b)所示,在水平方向(X方向)的256个小区域将元素的浓度(质量%)平均化(将其称为X方向平均元素浓度)。该元素浓度分布的测定通过电场放射型电子探针显微分析仪(EPMA)进行。作为该EPMA,使用场致发射型电子探针显微分析仪FE-EPMA、JXA-8530F、JEOL。

[0066] 图6是以图5的Y方向、即陶瓷基板的深度方向为纵轴的曲线图,以各深度处的各X方向平均元素浓度为纵轴进行打点。应予说明,该曲线图的横轴以铜板与陶瓷基板的接合界面为原点。接合界面与Al浓度从0wt%上升的点同义。但是,在标绘Cu的质量浓度时,距接

合界面的陶瓷基板方向深度随机取 $10\mu\text{m}$ 区间时,在满足Cu标绘的斜率 ≤ 0.10 的条件下,将该区间的起点以后的Cu质量浓度定义为0wt%。根据图6的结果,Cu的扩散距离呈现出在铜板通过湿式处理被氧化的情况下、电极的接合时间长的情况下变长的倾向。

[0067] <2-5. 半导体装置用基板中的Cu扩散深度与接合强度的关系>

铜板与陶瓷基板间的接合强度如下所述地测定。首先,将接合的长方形的铜板从端部沿长边方向剥离给定的长度,向 90° 方向折弯。接着,用夹具夹持折弯的铜板的端部,沿垂直方向提拉。将此时的最大值定义为测定强度。即,设为接合强度(kg/cm) = 提拉载荷(kg)最大值/长方形的短边长度(cm)。结果如表4所示。

[0068] 将对图6中的Cu浓度在Y轴方向上进行积分而得到的值曲线图化,示于图7。此时,求出Cu扩散区域中的累计Cu质量浓度显示为90%的Cu扩散深度。将上述的接合强度和Cu扩散深度记载于表4。

[0069] [表4]

	Cu扩散区域中的累计Cu质量浓度 显示为90%的Cu扩散深度 [μm]	接合强度 [kg/cm]
实施例1	13.6	10.9
实施例2	17.8	6.1
比较例1	7.9	5.3
比较例2	9.0	4.9

比较实施例1与实施例2,随着接合时间变长,Cu扩散区域呈现出在Y方向上增大的倾向,另一方面,接合强度呈现出减少的倾向。比较实施例1与比较例1,确认了虽然接合时间同等,但比较例1的Cu扩散区域更窄,接合强度更低。由此可知,氧化铜层的熔点下降,Cu扩散被促进,其结果是,接合强度变高。但是,Y方向上的Cu扩散区域与接合强度没有比例关系,当Cu扩散区域变为某个一定程度以上时,接合强度开始降低。

[0070] 因此,可知从接合界面起累计Cu质量浓度显示为90%时的Cu扩散深度为 $11.0 \sim 20.0\mu\text{m}$ 的实施例1、2与比较例1、2相比,呈现出高接合强度。

[0071] 符号说明

2: 半导体装置用基板

3: 陶瓷基板

4、4': 铜板。

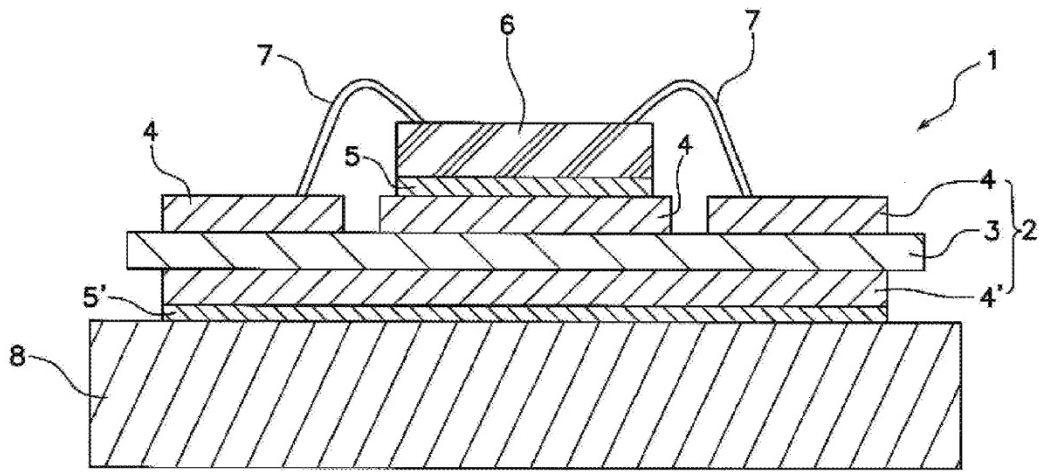


图1

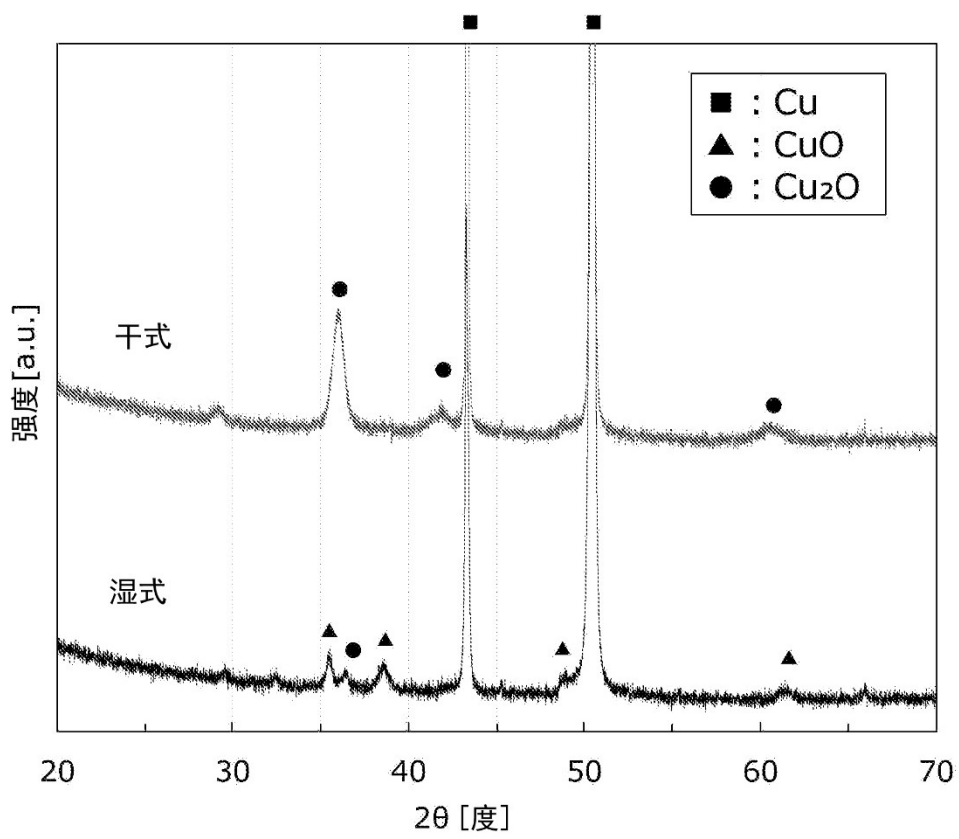


图2

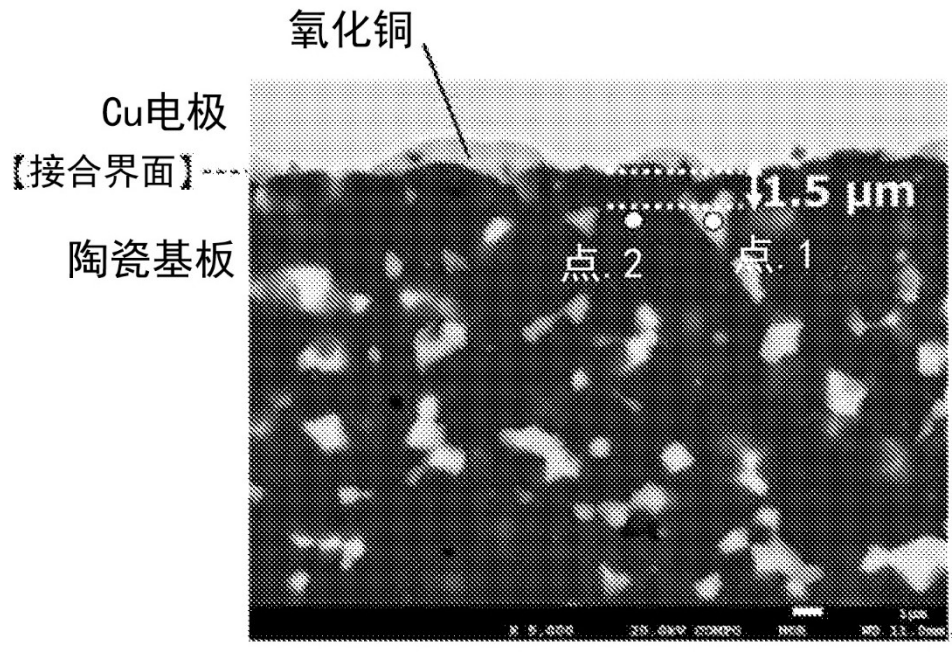


图3

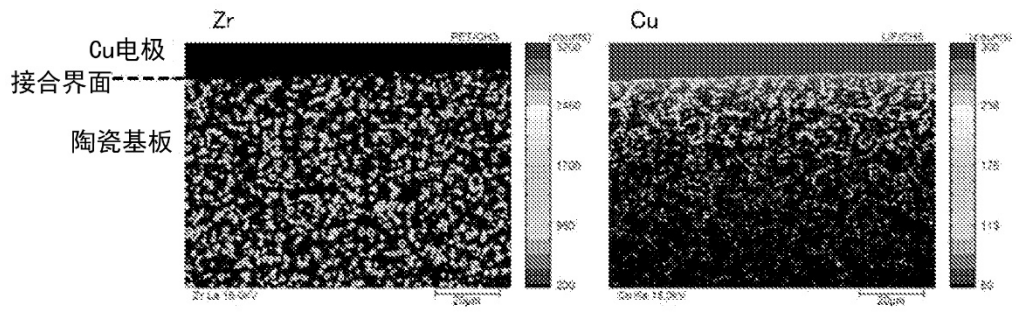


图4

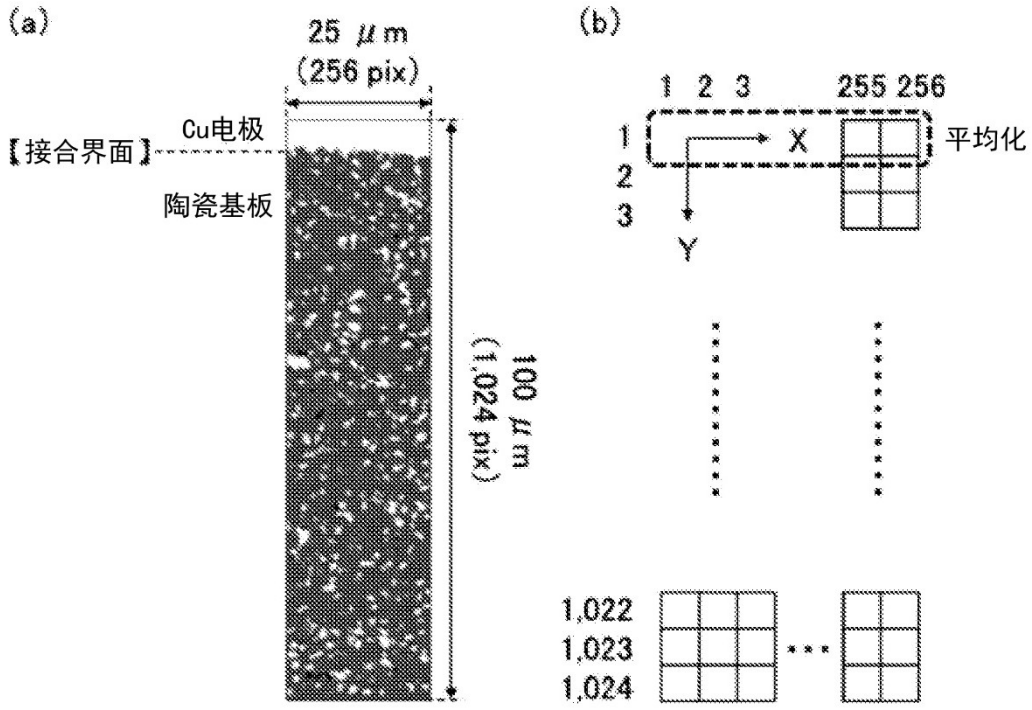


图5

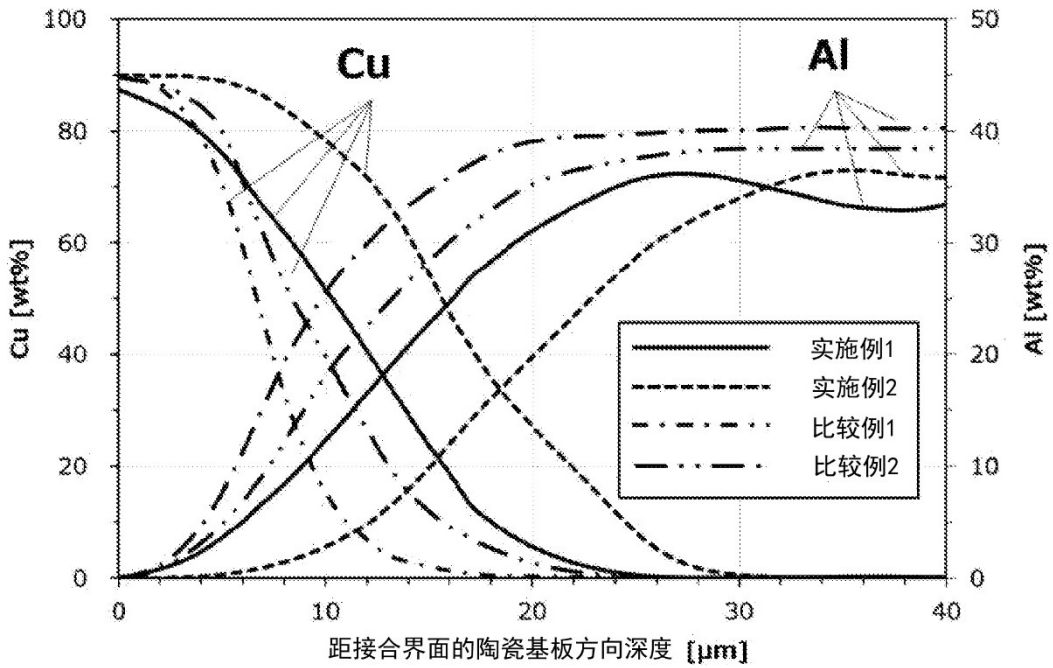


图6

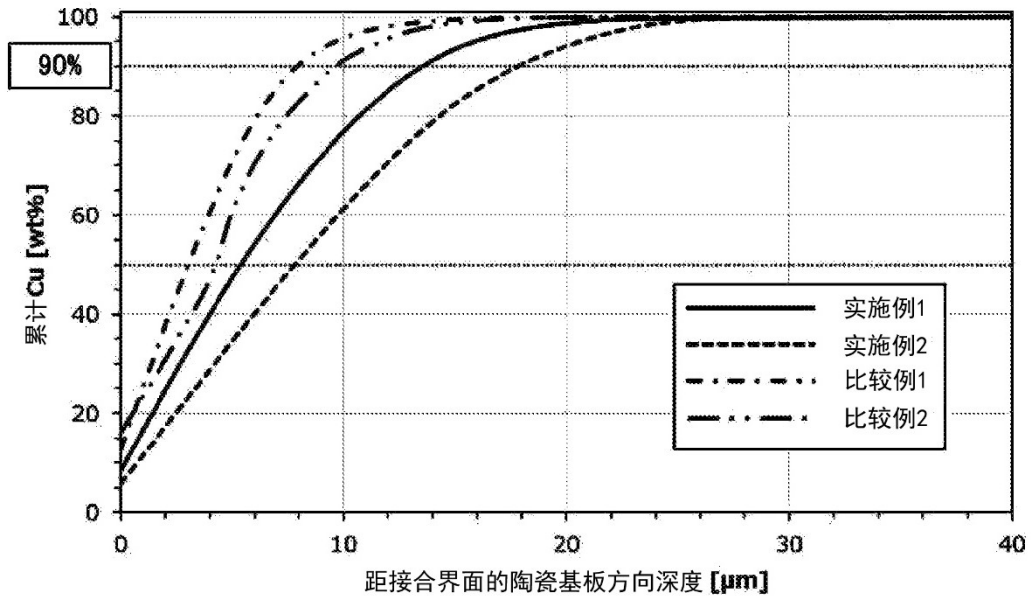


图7