



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110998814 B

(45) 授权公告日 2021.04.23

(21) 申请号 201880051715.6

(22) 申请日 2018.08.07

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110998814 A

(43) 申请公布日 2020.04.10

(30) 优先权数据
2017-154770 2017.08.09 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2020.02.07

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2018/029588 2018.08.07

(87) PCT国际申请的公布数据
W02019/031497 JA 2019.02.14

(73) 专利权人 日铁化学材料株式会社
地址 日本东京都
专利权人 日铁新材料股份有限公司

(72) 发明人 小山田哲哉 宇野智裕 山田隆
小田大造

(74) 专利代理机构 北京天达共和知识产权代理
事务所(特殊普通合伙)
11586
代理人 张嵩 薛仑

(51) Int.Cl.
H01L 21/60(2006.01)

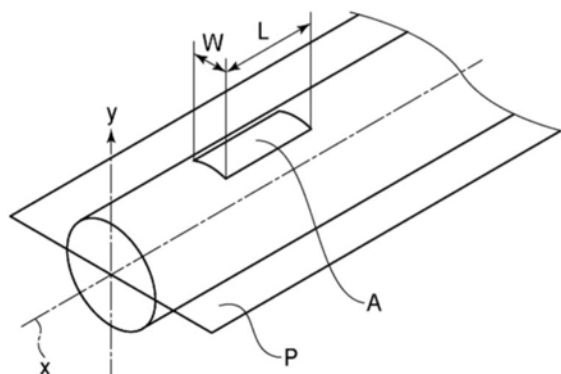
(56) 对比文件
WO 2015053128 A1,2015.04.16
JP 2017045924 A,2017.03.02
WO 2015152166 A1,2015.10.08
JP 2001020026 A,2001.01.23
CN 101689519 A,2010.03.31
CN 102666889 A,2012.09.12

审查员 戴丽娟

权利要求书1页 说明书14页 附图1页

(54) 发明名称
半导体装置用Cu合金接合线

(57) 摘要
提供一种半导体装置用Cu合金接合线,其能够
满足高密度LSI用途的要求。半导体装置用Cu
合金接合线的特征在于,在线表面的结晶方位
中,相对于与包含线中心轴的一个平面垂直的方
向的角度差为15度以下的<110>结晶方位的存
在比率以平均面积率表示为25%以上70%以下。



1. 一种半导体装置用Cu合金接合线,其特征在于,
在线表面的结晶方位中,相对于与包含线中心轴的一个平面垂直的方向的角度差为15度以下的 $\langle 110 \rangle$ 结晶方位的存在比率以平均面积率表示为25%以上70%以下。
2. 根据权利要求1所述的半导体装置用Cu合金接合线,其特征在于,
在所述线表面的结晶方位中,相对于线中心轴方向、角度差为15度以下的 $\langle 111 \rangle$ 和 $\langle 100 \rangle$ 结晶方位的存在比率的合计以平均面积率表示为50%以上98%以下。
3. 根据权利要求1或2所述的半导体装置用Cu合金接合线,其特征在于,
总计包含0.01质量%以上3.00质量%以下的Ni、Pd、Pt、Au的一种以上,剩余部分为Cu以及不可避免的杂质。
4. 根据权利要求1或2所述的半导体装置用Cu合金接合线,其特征在于,
总计包含0.001质量%以上1.00质量%以下的P、In、Ga、Ge、Ag的一种以上,剩余部分为Cu和不可避免的杂质。
5. 根据权利要求3所述的半导体装置用Cu合金接合线,其特征在于,
总计还包含0.001质量%以上1.00质量%以下的P、In、Ga、Ge、Ag的一种以上,剩余部分为Cu和不可避免的杂质。

半导体装置用Cu合金接合线

技术领域

[0001] 本发明涉及用于对半导体元件上的电极和外部导线等电路布线基板的布线进行连接的半导体装置用Cu合金接合线。

背景技术

[0002] 当前,作为对半导体元件上的电极与外部导线之间进行接合的半导体装置用接合线(以下,称为“接合线”),主要使用线径15~50 μm 左右的细线。接合线的接合方法一般是超声波并用热压接方式,使用通用接合装置、以及使接合线通过其内部以用于连接的劈刀(capillary)夹具等。接合线的接合工艺如下:利用电弧热量输入来加热熔融线前端,并利用表面张力形成球(FAB:Free Air Ball:自由空气球)后,在加热到150~300 $^{\circ}\text{C}$ 的范围内的半导体元件的电极上压接接合该球部(以下,称为“球接合”),接着,在形成了线弧后,将线部压接接合(以下,称为“楔接合”)到外部导线侧的电极上,从而完成。

[0003] 接合线的材料迄今为止金(Au)是主流,但最近开始使用铜(Cu)。使用Cu的接合线电导率高、廉价,因此被用于各种半导体封装。使用Cu的接合线可以大致划分为在Cu的表面具有Pd或Au等的涂层的接合线(下面,多层Cu线)和没有涂层的接合线(下面,单相Cu线)。多层Cu线由于抑制单相Cu线的技术问题即线表面的铜氧化等,在使用性能方面优点很多。因此,多层Cu线被较多采用在特别是线径细、性能要求严格的高密度LSI用途中。另一方面,单相Cu线由于比多层Cu线便宜,发挥其成本优势,主要以线径粗、性能要求相对低的功率装置用途为中心被采用。

[0004] 近年来,对接合线的低成本化要求提高,即使在最先进的高密度LSI中,也在研究单相Cu线的使用。最先进的高密度LSI安装接合线的数量多,通过替换为便宜的单相Cu线从而能够享受低成本化的优点。由于接合装置的高精度化或高功能化,作为高密度LSI的要求性能的球形成性或环的直进性等性能得到改善,应用单相Cu线的可能性正在扩大。但是,为了将单相Cu线应用于高密度LSI,仍然存在要克服的技术问题,特别是楔接合工序中的技术问题。

[0005] 专利文献1中公开了一种技术,熔融铜铂合金在高纯度铜(Cu)中含有铂(Pt)0.1~2.0质量%,作为非金属元素含有硫黄(S)1~10质量ppm,氧(O)10~150质量ppm,磷(P)1~5质量ppm,用熔融铜铂合金通过连续铸造形成线料的过程中,通过偏析形成不含铂的铜极薄层,在大气环境中被氧化,在拉丝加工后的线表层形成6~2nm的氧化膜。

[0006] 专利文献2中公开了一种铜接合线,其特征在于,C1的含量为2质量ppm以下,包含2质量%以上7.5质量%以下的Au,剩余部分由Cu和不可避免的杂质构成。由此,公开了铜线表面也不易氧化从而得到十分良好的楔接合性。这样,公开了一种技术,其通过添加元素的种类或浓度的合理化,或氧化膜厚度的控制,改善单相Cu线的楔接合部的接合强度。

[0007] 现有技术文献

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献1:日本特开2014-70252号公报

[0010] 专利文献2:日本特开2011-3745号公报

发明内容

[0011] [发明要解决的技术问题]

[0012] 如图1的A所示,通过在电极102楔接合线部100所形成的楔接合部104一般具有扇形的变形部105。相对于此,如图1的B所示的楔接合部106那样,有时会产生具有剥落的变形部107。剥落是在楔接合工序中,施加超声波和荷重,使接合线呈扇形变形,接合于电极的区域的一部分在掀起接合线时剥离不良。剥落虽然在Au线或多层Cu线中也确认到其发生,但是通过超声波或荷重等接合条件的合理化,能够将其的发生频率降低到实际应用上没有问题的水准。

[0013] 另一方面,在单相Cu线的情况下,即使使用上述专利文献1、2所公开的技术,仅通过接合条件的合理化,难以降低剥落的发生率。

[0014] 发明者等在假定高密度LSI用途的评价中,调查使用一般的单相Cu线时的剥落发生率。其结果,明确了剥落发生率高,不适合实际应用。并知道:剥落发生率随着线的线径变细而增加,在高密度LSI所使用的接合线的主流即20 μm 以下的线径时,剥落的发生率显著升高。还明确了:剥落发生率很大程度取决于接合对象的外部电极的材料或结构。作为高密度LSI用途所使用的金属引线框的外部导线侧的电极,除以往的施以镀Ag的电极(Ag电极)之外,施以镀Pd的电极(Pd-PPF: Pd-Pre Plated Frame)的使用量在增加。Pd-PPF一般为在引线框整个面,从引线框侧以Ni、Pd、Au的顺序层叠的结构。可知相比于对Ag电极进行接合的情况,使用单相Cu线,对Pd-PPF进行接合时,剥落发生率显著增加。

[0015] 当初,发明者等推断单相Cu线的剥落发生率高的原因在于楔接合部的接合强度低。因此,通过利用专利文献1或专利文献2所公开的改善楔接合部的接合强度的技术,尝试降低剥落发生率。调查对Pd-PPF进行楔接合时的剥落发生率,最终发现即使改善楔接合部的接合强度,也不能降低剥落发生率。即,楔接合部的接合强度和剥落发生率之间,并没有发现明确的相关性。由上述可知,为了在最先进的高密度LSI用途中应用单相Cu线,需要降低剥落发生率的新技术,特别需要降低对Pd-PPF进行楔接合时的剥落发生率。

[0016] 在最前端的高密度LSI用途中,对接合线进行接合时的温度的低温化(以下,低温接合)的需求也增高。印刷基板被使用在BGA(Ball Grid Array:球栅阵列)等的安装结构中。印刷基板通常使用耐热性低的树脂,相比于金属引线框,要求接合温度的低温化。当假定对印刷基板进行接合时,优选将接合时的温度降低至160 $^{\circ}\text{C}$ 以下。这种进行低温接合时的技术问题在楔接合工序中,接合线从电极完全剥离的接合不良(以下,称为不接合)的发生率增加。

[0017] 随着半导体设备的寿命增长,还追求改善球接合部的长期使用寿命。作为评价球接合部寿命的方法,一般进行高温放置试验、高温高湿试验、热循环试验等。在最先进的半导体设备中,要求改善高温放置试验中的球接合部寿命,需要满足200 $^{\circ}\text{C}$ 下500小时以上的动作性能。使用单相Cu线时,在高温放置试验中,存在在相对的短时间在球接合部附近发生剥离的问题。使用单相Cu线,与纯Al电极进行球接合,用市售的密封树脂进行模制,在200 $^{\circ}\text{C}$ 下实施高温放置试验,在300小时内球接合部的接合强度降低。研磨已确认接合强度降低的球接合部的截面,使用扫描电子显微镜(SEM:Scanning Electron Microscope)进行接合

界面的观察,以致发现在球接合部的接合界面,形成有以Al和Cu为主体的多个金属间化合物,在该多个金属间化合物的附近发生了剥离。

[0018] 在最先进的高密度LSI中,正在推进半导体元件上的电极的小型化、窄间距化,对接合线,要求控制球接合时的球变形行为的技术。在球变形中技术问题在于,球接合时会发生球变形成花瓣状的不良(以下,称为异形不良)。这样的异形不良导致球接合工序中的超声波的传递不足导致的接合强度降低,相邻的球彼此接触而伴随短路等不良发生。因此,球压接形状优选为当从电极的正上方观察球时接近正圆的形状。

[0019] 本发明的目的在于提供一种半导体装置用Cu合金接合线,其能够满足高密度LSI用途的要求。

[0020] [用于解决技术问题的方法]

[0021] 本发明的半导体装置用Cu合金接合线,其特征在于,线表面的结晶方位中,相对于垂直于包含线中心轴的一个平面的方向、角度差为15度以下的 $\langle 110 \rangle$ 结晶方位的存在比率以平均面积率表示为25%以上70%以下。

[0022] [发明效果]

[0023] 根据本发明,能够降低剥落的发生率,因此能够满足高密度LSI用途的要求。

附图说明

[0024] 图1是表示楔接合部的外观的示意图,图1的A是表示良好的状态的图,图1的B是表示发生剥落的状态的图。

[0025] 图2是用于说明测量区域的立体图。

具体实施方式

[0026] 本实施方式的接合线是半导体装置用Cu合金接合线,其特征在于,在线表面的结晶方位中,相对于垂直于包含线中心轴的一个平面的方向角度差为15度以下的 $\langle 110 \rangle$ 结晶方位的存在比率以平均面积率表示为25%以上70%以下。

[0027] (线表面的结晶方位的确定方法)

[0028] 针对本说明书中的接合线表面的结晶方位的测量方法进行说明。在本说明书中,线表面的结晶方位定义为存在于线表面的Cu以及以Cu为主体的合金部分的结晶方位。线表面的结晶方位的测量能够利用SEM附带的、电子背散射衍射(EBSD:Electron Backscattered Diffraction)法。EBSD法将向样品照射电子束时产生的反射电子的衍射图案投影到检测器面上,通过解析该衍射图案,确定各测定点的结晶方位。解析通过EBSD法获得的数据,优选专用的软件(TSL Solutions制造的OIM analysis等)。在本实施方式中,将接合线固定于样品台,使电子束从一方向向线表面照射,得到结晶方位的数据。通过使用该方法,可以确定线表面的结晶方位中,相对于垂直于包含线中心轴的一个平面的方向的结晶方位,以及相对于线中心轴方向的结晶方位。使用通过所述方法确定的结晶方位数据,可以计算特定的结晶方位的存在比率。

[0029] 作为示例,说明计算线表面的结晶方位中的相对于与包含线中心轴的一个平面垂直的方向的 $\langle 110 \rangle$ 结晶方位的存在比率的方法。 $\langle 110 \rangle$ 结晶方位的存在比率是通过所述方法确定的 $\langle 110 \rangle$ 结晶方位占的面积相对于基于EBSD的测量区域的面积的比率。

[0030] 在本说明书中,如图2所示,<110>结晶方位定义为线表面的<110>结晶方位中相对于垂直于包含线中心轴X的一个平面P的方向Y、角度差为15度以下的结晶方位。这是因为如果所述方位差为15度以下,则可以得到对改善接合线的特性有利的效果。接合线的线表面的结晶方位中,关于相对于线中心轴X方向<111>和<100>结晶方位的存在比率,也能够使用同样的方法进行计算。

[0031] 在本说明书中,采用平均面积率作为特定结晶方位的存在比率的值。平均面积率为通过EBSD至少测量10处以上所得到的存在比率的各值的算术平均。测量位置的选择时,优选确保测量数据的客观性。作为其方法,优选从测量对象的接合线在接合线的线中心轴X方向上以3~5m间隔获取测量用样品,供测量用。测量区域A优选在SEM的图像上,圆周方向的长度W为线的直径的25%以下,线中心轴X方向的长度L为40 μm ~100 μm 。

[0032] 确认了通过上述方法EBSD测量的结晶方位和其的所述面积率与作为本发明的作用效果的降低剥落发生率的效果的相关性强。线表面为曲面随着从线的顶点(固定于样品台的线的圆周方向上的最高位置)向圆周方向,发生自垂直于线表面的方位的偏移,但基于上述方法的测量数据可以说与表示降低剥落发生率的效果的实态整合。这是因为如果测量区域A的长度W为线的直径的至少25%以下,则在具有曲面的线表面的EBSD的测量区域内,可以允许相对于圆周方向、垂直于线表面的方位的偏移,得到降低剥落发生率的效果。相对于线中心轴X方向对测量区域A设置下限的原因在于,如果长度L为40 μm 以上,则判断为测量数据充分地反映样品的特性。相对于线中心轴X方向对测量区域A设置上限的原因在于,如果长度L为100 μm 以下,则能够有效地进行解析。

[0033] 有时在接合线的表面存在铜氧化膜或杂质。作为杂质,可以举出有机物、硫黄、氮或其的化合物等。当存在这些杂质时,在其的厚度薄的情况或存在量少的情况下,通过设定适当的EBSD法的测量条件,也能够测量接合线表面的结晶方位。在接合线表面的铜氧化膜厚的情况或杂质的附着量多的情况下,有时不能测量Cu以及Cu合金部分的结晶方位。在该情况下,在进行EBSD测量之前,通过碱脱脂、酸洗或离子溅射等对接合线的表面进行处理是有效的。

[0034] (降低剥落发生率的效果)

[0035] 发明者等调查剥落发生率的支配因素,最终发现与线表面的结晶方位确认相关性。即,相对于与包含线中心轴的一个平面垂直的方向、角度差为15度以下的<110>结晶方位的存在比率和剥落的发生率之间存在相关性,通过将<110>结晶方位的存在比率控制在合适的范围,得到降低剥落发生率的效果。通过降低剥落的发生率,抑制其后所形成的球的球形状的不均匀。

[0036] 一种半导体装置用Cu合金接合线,在线表面的结晶方位中,通过将相对于与包含线中心轴的一个平面垂直的方向角度差为15度以下的<110>结晶方位的存在比率以平均面积率表示设为25%以上70%以下,优选30%以上70%以下,从而降低剥落的发生率。具体而言,使用本实施方式的接合线,对Pd-PPF进行100根楔接合,通过光学显微镜观察楔接合部,最终确认剥落的发生率降低。通过SEM详细地观察楔接合部,最终呈扇形变形的部分的密接性得以提高。特别是,呈扇形变形的部分中,剥落的起点即线轻微变形的部分的密接性得以提高,得到与Pd-PPF良好的接合状态。这样的接合线轻微变形的部分的密接性对线表面的特性的贡献增加。作为发现本实施方式的接合线降低剥落发生率的效果的理由,一般

认为,通过提高相对于垂直于包含线中心轴的一个平面的方向、角度差为15度以下的<110>结晶方位的存在比率,线表面的延展性提高,最终易于向线传递超声波,改善与电极的密接性等。

[0037] 在所述存在比率以平均面积率表示小于25%的情况下,未确认到降低剥落的发生率的效果。在所述存在比率以平均面积率表示超过70%的情况下,在球形成工序中球的形成位置偏离线的中心,即被称为偏芯的不良的发生率增加,因此可知不适合应用。作为其原因,一般认为是,通过电弧放电熔解接合线的前端形成球时,电弧扩展,接合线开始熔解的位置变得不稳定。

[0038] 并且,相对于与包含线中心轴的一个平面垂直的方向的角度差为15度以下的<110>结晶方位的存在比率以平均面积率表示为40%以上70%以下时,降低剥落发生率的效果优异而更加优选。

[0039] (改善低温接合性能的效果)

[0040] 本实施方式的接合线还可以在线表面的结晶方位中,相对于线中心轴方向、角度差为15度以下的<111>和<100>结晶方位的存在比率的合计以平均面积率表示优选为50%以上98%以下,较优选为50%以上90%以下。具体而言,使用本实施方式的接合线,调查低温下的楔接合中的不接合的发生率,最终得到优异的降低效果。作为其的理由,一般认为,在线表面的结晶方位中,通过将相对于与包含线中心轴的一个平面垂直的方向、角度差为15度以下的<110>结晶方位的存在比率以平均面积率表示设为25%以上70%以下,抑制线表面的强度的偏差的效果,以及通过提高相对于线中心轴方向的角度差为15度以下的<111>和<100>结晶方位的存在比率,降低对线内的线中心轴方向的强度的偏差的效果协同作用,降低楔接合部的形状的偏差等。在所述存在比率以平均面积率表示小于50%的情况下,降低低温下的楔接合中不接合的发生率的效果不充分。在所述存在比率以平均面积率表示超过98%的情况下,接合线的屈服强度高,在楔接合工序中,接合面积不充分,因此降低不接合的发生率的效果也不充分。在所述存在比率以平均面积率表示为90%以下的情况下,能够更加可靠地抑制接合线的屈服强度升高。

[0041] (高温放置试验中的球接合部寿命的改善效果)

[0042] 本实施方式的接合线还优选包含Ni、Pd、Pt、Au的一种以上合计0.01质量%以上3.00质量%以下。由此,能够改善200℃的高温放置试验中的球接合部寿命。一般认为,这是因为通过控制相对于与包含线中心轴的一个平面垂直的方向的角度差为15度以下的<110>结晶方位的存在比率,抑制剥落,并最终抑制其后的球形状的偏差,促进添加的Ni、Pd、Pt、Au向球接合部的扩散,使成为所述元素的接合强度降低的原因的金属间化合物的成长速度降低的效果协同提高。在所述元素的浓度小于0.01质量%的情况下,降低金属间化合物的成长速度的效果不充分。在所述元素的浓度超过3.00质量%的情况下,球的硬度上升,金属间化合物的形成不均匀,因此改善200℃的高温放置试验中的球接合部寿命的效果不充分。

[0043] 在所述Ni、Pd、Pt、Au中包含Pt的情况下,200℃的高温放置试验中得到改善球接合部寿命的效果优异,因而优选。

[0044] (改善球压接形状的效果)

[0045] 本实施方式的接合线优选还包含P、In、Ga、Ge、Ag的一种以上为合计0.001质量%

以上1.00质量%以下。由此,能够改善球接合部的压接形状。得到这样的效果的原因被推定为:构成球的晶粒大小减小,促进各向同性的变形。所述浓度小于0.001质量%时,上述效果并不充分。所述浓度超过1.00质量%时,偏析显著,球形成时的球直径存在偏差,因而上述效果并不充分。

[0046] 在所述P、In、Ga、Ge、Ag的一种以上的浓度为合计0.001质量%以上0.1质量%以下的情况下,抑制球形成时的球直径的偏差,球压接径优异因而优选。进而,在包含Ag的情况下,能够进一步抑制球形成时的球的直径的偏差,球压接径的精度特别优异因而更加优选。

[0047] (接合线的制造方法)

[0048] 针对本实施方式的半导体装置用接合线的制造方法进行说明。

[0049] (熔化方法)

[0050] 首先,使用铜的纯度为4N~6N(Cu浓度:99.99质量%以上99.9999质量%以下)的高纯度铜,通过熔化制作含有必要浓度的添加元素的铜合金。熔化能够利用电弧熔炉、高频熔炉等。为了防止混入来自大气中的O₂、H₂等的气体,优选在真空环境或者Ar或N₂等惰性气体环境中进行熔化。熔化后,在炉内逐渐冷却制作铸件(铸块)。通过熔化制成的铸件优选对表面进行酸清洗、酒精清洗,其后使其干燥。

[0051] (拉丝加工、热处理的说明)

[0052] 制造的铜合金的铸件优选首先通过轧制或锻造加工加工为粗径,接着通过拉拔加工细加工成最终线径。拉拔加工可以使用能够设置多个金刚石涂层的模具的连续拉丝装置。连续拉丝时,为了降低模具的磨损和线表面瑕疵,优选使用润滑液。在到达最终线径前阶段的中间线径下,在拉拔加工的中间阶段,优选以去畸变为主要目的进行中间热处理。在最终线径下,为了使接合线再结晶调整断裂伸长率而进行最终热处理。中间热处理和最终热处理使用一边连续性地扫掠线一边进行的方法是有效的。需要说明的是,出于尽量抑制热处理时的接合线表面的氧化的目的,优选边使Ar气体或N₂气体逆流边进行。包含百分之几的H₂也是有效的。

[0053] (线表面的结晶方位的控制方法)

[0054] 线表面的结晶方位控制线的拉拔加工条件或最终热处理条件是有效的。下面示出其代表性的控制方法。示出一个示例:在线表面的结晶方位中,将相对于与包含线中心轴的一个平面垂直的方向的角度差为15度以下的<110>结晶方位的存在比率控制为以平均面积率表示为25%以上70%以下的方法。进行拉拔加工时,线表面的结晶方位相对于与包含线中心轴的一个平面垂直的方向的<110>结晶方位的存在比率倾向于增加。另一方面,进行了拉拔加工后进行热处理时,再结晶导致随机的方位发展,<110>结晶方位倾向于减少。为了控制线表面的结晶方位,通过拉拔加工使所述<110>结晶方位发展后,通过最终热处理使其再结晶,由此控制所述<110>结晶方位的存在比率是有效的。

[0055] 首先,针对拉拔加工的适当条件进行说明。在拉拔加工中,为了使相对于与包含线中心轴的一个平面垂直的方向的角度差为15度以下的<110>结晶方位的存在比率发展,增加拉拔加工的加工率是有效的。以下述式子定义拉拔加工中的加工率。

$$[0056] \quad P = \{(R_1^2 - R_2^2) / R_1^2\} \times 100$$

[0057] P:拉拔加工的加工率

[0058] R₁:拉拔加工前的线的直径(mm), R₂:拉拔加工后的线的直径(mm)

[0059] 为了制造本实施方式的接合线,将拉拔加工的加工率设为85%以上且小于100%的范围是有效的。这是因为,如果拉拔加工的加工率为85%以上,则能够使拉拔加工后的所述<110>结晶方位的存在比率至少增加72%以上,在合适的温度范围内进行其后的最终热处理,则能够将所述<110>的存在比率控制在25%以上。在到达最终线径之前进行中间热处理的情况下,将进行中间热处理后的线径用作拉拔加工前的线的直径(R_1)。

[0060] 接着,针对最终热处理的适当条件进行说明。对所述<110>的存在比率有影响的最终热处理的条件主要有热处理温度、热处理时间、冷却速度这三个条件。

[0061] 将最终热处理的温度和时间分别设置为300℃以上620℃以下,0.02秒以上1.3秒以下是有效的。如果在该热处理温度以及热处理时间的范围内,则能够通过最终热处理将由拉拔加工使其发展的所述<110>结晶方位的存在比率控制在25%以上70%以下的范围。最终热处理的温度的下限为300℃、时间的下限为0.02秒的原因在于,在低于这些下限的条件下难以发生再结晶,因而所述<110>结晶方位之外的结晶方位不易发展,<110>结晶方位的存在比率超过70%。最终热处理的温度的上限为620℃、热处理时间的上限为1.3秒的原因在于,在超过这些上限的条件下,所述<110>结晶方位之外的结晶方位发展,所述<110>结晶方位的存在比率小于25%。

[0062] 最终热处理后的线的冷却速度优选为130℃/sec以上1200℃/sec以下的范围。在冷却速度小于130℃/sec的情况下,在冷却工序中进行再结晶,所述<110>结晶方位的存在比率小于25%。在冷却速度超过1200℃/sec的情况下,需要水冷或吹气,在实际应用上设备成本增加,或者线本身氧化,因此不适合实际应用。作为控制冷却速度的方法,分别设置进行最终热处理的场所和进行冷却的场所是有效的。例如,在假定是连续性地扫掠线的结构时,对线实施最终热处理后,通过使线穿过使惰性气体循环,且适当地控制温度的场所,能够控制冷却速度。

[0063] (线表面相对于线中心轴方向的结晶方位的控制方法)

[0064] 接着,针对线表面的结晶方位中,将相对于线中心轴方向角度差为15度以下的<111>和<100>结晶方位的存在比率的合计控制为以平均面积率表示为50%以上98%以下的方法进行说明。为了控制所述<111>和<100>结晶方位,控制拉拔加工时的线的输送速度和拉拔加工中使用的每一个模具的加工率是有效的。通过改变线的输送速度,可以控制线表面的线中心轴方向的结晶方位的发展涉及的发生在模具和线的界面的摩擦力。为了控制所述<111>和<100>结晶方位,线的输送速度为800m/min以上1100m/min以下、每一个模具的加工率为14%以上24%以下是有效的。如果为上述条件,则能够将所述<111>和<100>结晶方位的存在比率的合计控制为以平均面积率表示50%以上98%以下。线的输送速度的下限小于800m/min、每一个模具的加工率的下限小于14%的原因在于,所述<111>和<100>结晶方位的存在比率的合计以平均面积率表示为小于50%。线的输送速度的上限为1100m/min,每一个模具的加工率的上限为24%的原因在于,在超过上述上限的条件下,所述<111>和<100>结晶方位的存在比率的合计以平均面积率表示超过98%。

[0065] (合金化的方法)

[0066] 在对铜添加合金元素进行合金化的情况下,可以使用直接熔化铜和高纯度的添加成分进行合金化的方法,以及预先制作铜中含有添加元素3~5质量%左右的母合金,熔化铜和母合金进行合金化的方法等。利用母合金的方法在低浓度下使元素分布均匀化的情况

下是有效的。

[0067] 在接合线所含的元素的浓度分析中,能够利用ICP发光分光分析装置等。在接合线的表面吸附氧、碳、硫磺等元素的情况下,进行解析前用溅射等削去自接合线的表面1~2nm的区域后再进行浓度测量即可。作为其他方法,使用酸洗的方法也是有效的。

[0068] 实施例

[0069] (接合线的制作方法)

[0070] 针对接合线的制作方法进行说明。使用由原材料即Cu的纯度99.99质量%以上、剩余部分为不可避免的杂质形成的接合线。接合线在包含Ni、Pd、Pt、Au、P、In、Ga、Ge、Ag作为添加元素的情况下,通过高频熔化炉使Cu和这些元素熔化,进行合金化。在不可避免的杂质元素之外的添加元素的合计的目标浓度小于0.5质量%的情况下,使用高浓度含有添加元素的Cu合金,制造目标浓度的合金。

[0071] 为了防止氧等杂质的混入,熔化时的环境设为Ar环境。通过熔化制造的铸件的形状为直径为几mm的圆柱状。对于所得的铸件,为了除去表面的氧化膜,用硫酸、盐酸等进行了酸清洗。其后,对铸件进行轧制加工和锻造加工,制作 $\phi 0.3\sim 0.5\text{mm}$ 的线。其后,进行中间热处理,并且通过拉拔加工加工至 $\phi 20\mu\text{m}$ 。拉拔加工时的线的输送速度设为350~1100m/分。润滑液也使用市售的润滑液。此时,每一个模具的加工率为14%以上24%以下。中间热处理的次数为实施使得一次加工热处理程序中的、拉拔加工的加工率为85%以上99.5%以下。中间热处理的温度设为300℃以上620℃以下。在300~620℃的温度下,一边以20~200m/分的输送速度扫掠线一边进行中间热处理和最终热处理。为了防止氧化,热处理时的环境设为N₂环境或者Ar环境。制作的接合线的构成如表1A、1B所示。

[0072] [表1A]

[0073]

No.	焊丝直径 (μm)	垂直于包含丝中心轴的平面的方向	丝中心轴方向		合计	添加元素											
			<110>结晶方位的存在比率 (%)	<111>结晶方位的存在比率 (%)		<100>结晶方位的存在比率 (%)	Ni	Pd	Pt	Au	合计	P	In	Ga	Ge	Ag	合计
1	20	30	12	22	34	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0
2	20	70	11	20	31	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0
3	20	35	21	16	37	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0
4	20	65	22	13	35	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0
5	20	46	21	29	50	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0
6	20	42	30	60	90	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0
7	20	56	32	45	77	0.01	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	0
8	20	49	35	42	77	-	0.01	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	0
9	20	55	44	40	84	-	-	0.01	-	0.01	-	-	-	-	-	-	0
10	20	48	36	44	80	-	-	-	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	0
11	20	39	29	48	77	-	0.26	-	-	0.26	-	-	-	-	-	-	0
12	20	46	39	44	83	-	-	0.5	-	0.50	-	-	-	-	-	-	0
13	20	55	20	67	87	3.00	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	0
14	20	60	33	45	78	-	3.00	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	0
15	20	59	61	19	80	-	-	3.00	-	3.00	-	-	-	-	-	-	0
16	20	54	26	51	77	-	-	-	3.00	3.00	-	-	-	-	-	-	0
17	20	41	29	42	71	-	0.004	0.006	-	0.01	-	-	-	-	-	-	0
18	20	49	36	49	85	-	-	0.006	0.004	0.01	-	-	-	-	-	-	0
19	20	51	59	22	81	-	0.004	2.8	-	2.80	-	-	-	-	-	-	0
20	20	61	61	19	80	-	-	0.75	0.010	0.76	-	-	-	-	-	-	0
21	20	48	39	39	78	-	0.24	-	-	0.24	0.0010	-	-	-	-	-	0.001
22	20	49	31	52	83	-	0.2	-	-	0.20	-	0.0010	-	-	-	-	0.001
23	20	50	65	19	84	-	0.25	-	-	0.25	-	-	0.0010	-	-	-	0.001
24	20	47	42	45	87	-	0.3	-	-	0.30	-	-	-	0.0010	-	-	0.001
25	20	48	42	44	86	-	0.25	-	-	0.25	-	-	-	-	0.0010	-	0.001
26	20	39	28	45	73	-	0.26	-	-	0.26	1.0000	-	-	-	-	-	1.000
27	20	62	45	29	74	-	0.22	-	-	0.22	-	1.0000	-	-	-	-	1.000
28	20	44	40	39	79	-	0.25	-	-	0.25	-	-	1.0000	-	-	-	1.000
29	20	41	40	40	80	-	0.24	-	-	0.24	-	-	-	1.0000	-	-	1.000
30	20	42	41	41	82	-	0.24	-	-	0.24	-	-	-	-	1	-	1.000
31	20	41	37	29	66	-	0.21	-	-	0.21	0.0005	-	-	-	0.0005	-	0.001
32	20	49	35	45	80	-	0.22	-	-	0.22	-	0.0005	-	-	0.0005	-	0.001
33	20	54	40	42	82	-	0.25	-	-	0.25	-	-	0.0005	-	0.0005	-	0.001
34	20	44	40	45	85	-	0.24	-	-	0.24	-	-	-	0.0005	0.0005	-	0.001
35	20	40	38	29	67	-	0.22	-	-	0.22	0.5000	-	-	-	0.5	-	1.000
36	20	47	33	45	78	-	0.22	-	-	0.22	-	0.5000	-	-	0.5	-	1.000
37	20	53	40	42	82	-	0.23	-	-	0.23	-	-	0.5000	-	0.5	-	1.000
38	20	40	41	45	86	-	0.23	-	-	0.23	-	-	-	0.5000	0.5	-	1.000
39	20	44	40	40	80	-	-	0.3	-	0.30	0.0010	-	-	-	-	-	0.001
40	20	45	46	33	79	-	-	0.29	-	0.29	-	0.0010	-	-	-	-	0.001
41	20	41	34	36	70	-	-	0.28	-	0.28	-	-	0.0010	-	-	-	0.001
42	20	38	31	49	80	-	-	0.22	-	0.22	-	-	-	0.0010	-	-	0.001
43	20	42	30	42	72	-	-	0.27	-	0.27	-	-	-	-	0.001	-	0.001
44	20	49	41	45	86	-	-	0.29	-	0.29	1.0000	-	-	-	-	-	1.000
45	20	46	40	33	73	-	-	0.24	-	0.24	-	1.0000	-	-	-	-	1.000
46	20	44	36	39	75	-	-	0.26	-	0.26	-	-	1.0000	-	-	-	1.000
47	20	38	40	42	82	-	-	0.3	-	0.30	-	-	-	1.0000	-	-	1.000
48	20	44	40	41	81	-	-	0.26	-	0.26	-	-	-	-	1.0000	-	1.000

[0074] [表1B]

[0075]

No.	焊 线径 (μm)	垂直于包含线中心 轴的平面的方向	线中心轴方向		合计	添加元素										
			<110>结晶方位 的存在比率 (%)	<111>结晶方位 的存在比率 (%)		<100>结晶方位 的存在比率 (%)	Ni	Pd	Pt	Au	合计	P	In	Ga	Ge	Ag
49	20	60	44	42	86	-	-	0.26	-	0.26	0.0005	-	-	-	0.0005	0.001
50	20	55	19	64	83	-	-	0.27	-	0.27	-	0.0005	-	-	0.0005	0.001
51	20	53	21	46	67	-	-	0.29	-	0.29	-	-	0.0005	-	0.0005	0.001
52	20	50	33	41	74	-	-	0.28	-	0.28	-	-	-	0.0005	0.0005	0.001
53	20	45	34	45	79	-	-	-	-	0	0.0010	-	-	-	-	0.001
54	20	50	39	45	84	-	-	-	-	0	-	0.0010	-	-	-	0.001
55	20	56	45	37	82	-	-	-	-	0	-	-	0.0010	-	-	0.001
56	20	61	40	39	79	-	-	-	-	0	-	-	-	0.0010	-	0.001
57	20	48	40	40	80	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0.001	0.001
58	20	44	41	44	85	-	-	-	-	0	1.0000	-	-	-	-	1.000
59	20	49	39	34	73	-	-	-	-	0	-	1.0000	-	-	-	1.000
60	20	42	43	39	82	-	-	-	-	0	-	-	1.0000	-	-	1.000
61	20	41	40	40	80	-	-	-	-	0	-	-	-	1.0000	-	1.000
62	20	44	40	41	81	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1.0000	1.000
63	20	37	39	45	84	-	-	-	-	0	0.0005	-	-	-	0.0005	0.001
64	20	46	36	45	81	-	-	-	-	0	-	0.0005	-	-	0.0005	0.001
65	20	49	40	44	84	-	-	-	-	0	-	-	0.0005	-	0.0005	0.001
66	20	45	40	45	85	-	-	-	-	0	-	-	-	0.0005	0.0005	0.001
67	20	44	38	42	80	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0.01	0.010
68	20	45	39	43	82	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0.03	0.030
69	20	42	40	41	81	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0.04	0.040
70	20	41	41	40	81	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0.05	0.050
71	20	42	43	41	84	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0.06	0.060
72	20	43	44	42	86	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0.07	0.070
73	20	40	45	40	85	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0.08	0.080
74	20	41	41	40	81	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0.09	0.090
75	20	43	37	41	78	-	-	-	-	0	-	0.0100	-	-	0.01	0.020
76	20	42	38	40	78	-	-	-	-	0	-	0.0200	-	-	0.03	0.050
77	20	42	40	40	80	-	-	-	-	0	-	0.0300	-	-	0.04	0.070
78	20	41	44	39	83	-	-	-	-	0	-	0.0200	-	-	0.05	0.070
79	20	43	42	40	82	-	-	-	-	0	-	0.0300	-	-	0.06	0.090
80	20	44	43	40	83	-	-	-	-	0	-	0.0100	-	-	0.07	0.080
81	20	42	42	41	83	-	-	-	-	0	-	0.0200	-	-	0.08	0.100
82	20	41	40	42	82	-	-	-	-	0	-	0.0200	-	-	0.09	0.110
83	20	42	38	41	79	-	-	-	-	0	-	-	0.0200	-	0.01	0.030
84	20	43	39	44	83	-	-	-	-	0	-	-	0.0200	-	0.03	0.050
85	20	42	43	41	84	-	-	-	-	0	-	-	0.0100	-	0.04	0.050
86	20	43	42	40	82	-	-	-	-	0	-	-	0.0200	-	0.05	0.070
87	20	42	42	42	84	-	-	-	-	0	-	-	0.0100	-	0.06	0.070
88	20	42	43	41	84	-	-	-	-	0	-	-	0.0300	-	0.07	0.100
89	20	40	44	39	83	-	-	-	-	0	-	-	0.0100	-	0.08	0.090
90	20	41	40	40	80	-	-	-	-	0	-	-	0.0100	-	0.09	0.100
91	20	29	26	20	46	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0.000
92	20	25	43	41	84	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0.000
93	20	65	55	43	98	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0.000
94	20	60	50	49	99	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0.000
1	20	24	42	41	83	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0.000
2	20	71	24	20	44	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0.000

[0076] (评价方法)

[0077] 本实施方式的接合线所包含的各添加元素的浓度使用ICP发光分光分析装置进行分析。本评价中使用的接合线的线径设为 $\phi 20\mu\text{m}$ 。

[0078] 本实施方式的接合线的线表面的结晶方位中,由通过EBSD法测量的数据算出相对

于与包含线中心轴的一个平面垂直的方向的角度差为15度以下的 $\langle 110 \rangle$ 结晶方位的存在比率。所述存在比率设为以3m间隔测量10处线的测量值的平均值。所述测量区域设为在进行EBSD的测量的画面上,圆周方向为 $5\mu\text{m}$ (线直径的25%)、线中心轴方向为 $40\mu\text{m}$ 的直线围住的区域。并且所述测量区域设为包含相对于样品台上固定的样品的圆周方向最高的位置的区域。

[0079] 本实施方式的接合线的线表面的结晶方位中,由通过EBSD法测量的数据算出相对于线中心轴方向角度差为15度以下的 $\langle 111 \rangle$ 和 $\langle 100 \rangle$ 结晶方位的存在比率。所述存在比率设为以3m间隔测量10处线的值的算术平均。测量区域设为在进行EBSD的测量的画面上,圆周方向为 $5\mu\text{m}$ (线直径的25%)、线中心轴方向为 $40\mu\text{m}$ 的直线围住的区域。并且所述测量区域设为包含相对于样品台上固定的样品的圆周方向最高的位置的区域。

[0080] (剥落发生率的评价方法)

[0081] 使用市售的接合装置,将接合线对具有Pd-PPF的金属引线框进行100根的接合。其后,用光学显微镜观察楔接合部,调查在100处所有楔接合部有没有发生剥落。剥落的发生率设为剥落发生的位置相对于楔接合部100处的比例。在上述评价中,如果剥落的发生率为7%以上则判断为存在实际应用上的问题,记为0分,如果为小于7%且5%以上则判断为能够实际应用,设为1分,如果为小于5%且1%以上则判断为没有实际应用上的问题,记为2分,如果完全没有发生剥落则判断为优异,记为3分。评价结果记录在表2A、2B的“剥落发生率”的栏中。仅0分为不合格,其以外为合格。

[0082] (偏芯发生率的评价方法)

[0083] 偏芯发生率的评价利用市售的接合装置形成100个球,通过用SEM观察各球来进行。将球直径的目标值设为线直径的1.4倍即 $28\mu\text{m}$ 。球直径的偏差如果在 $28\pm 1\mu\text{m}$ 以内则判断为对评价结果没有影响,用于评价。球为边吹 $\text{N}_2+5\text{vol.}\% \text{H}_2$ 气体边形成。流量设为 $0.5\pm 0.1\text{L}/\text{min}$ 。如果偏芯的发生率为5%以上则判断为存在实际应用上的问题,设为0分,如果小于5%则判断为没有实际应用上的问题,设为1分。评价结果记录在表2A、2B的“偏芯发生率”的栏中。0分为不合格,1分为合格。

[0084] (低温接合性能的评价方法)

[0085] 低温接合性能的评价以 160°C 的接合温度进行2000根的接合,根据发生不接合、接合装置停止的次数进行判断。接合对象设为实施Ag镀敷的金属引线框。在上述评价中,如果接合装置的停止次数为5次以上,则判断为存在应用上的问题,设为0分;如果是小于5次且1次以上,则判断为没有应用上的问题,设为1分;如果接合装置完全没有停止则判断为优异,设为2分。评价结果记录在表2A、2B的“低温接合性能”的栏中。仅0分为不合格,其以外为合格。

[0086] (高温放置试验中的球接合部寿命的评价方法)

[0087] 高温放置试验用的样品是在一般的金属框上的Si基板成膜厚度 $1.0\mu\text{m}$ 的Al膜的电极,使用市售的焊线机进行球接合,通过市售的环氧树脂密封进行制作。球是一边以流量 $0.4\sim 0.6\text{L}/\text{min}$ 流动 $\text{N}_2+5\text{vol.}\% \text{H}_2$ 气体一边形成的,球径为相对于焊线径1.5~1.6倍的范围。高温放置试验中,使用使 N_2 气体逆流的恒温炉。试验温度设为 200°C 。高温放置试验中的球接合部的寿命设为球接合部的接合强度降低至试验开始前的50%以下需要的时间。在本评价中,每隔100小时测量球接合部的接合强度。球接合部的接合强度采用了利用DAGE社制

造的微小强度试验机测量的值。高温放置试验后的剪切试验在通过酸处理除去树脂,露出球接合部后进行。剪切强度的值使用随机选择的球接合部的10处的测定值的平均值。在上述评价中,如果球接合部的寿命小于500小时则判断为存在实际应用的问题,记为0分,如果为500小时以上且小于700小时,则判断为没有实际应用上的问题,记为1分,如果为700小时以上则判断为优异,记为2分,如果为1000小时以上则判断为特别优异记为3分。评价结果记录在表2A、2B的“高温放置试验中的球接合部寿命”栏中。仅0分不合格,其以外合格。

[0088] (球压接形状的评价方法)

[0089] 球的压接形状的评价为,对在Si基板上形成厚度 $1.2\mu\text{m}$ 的Al膜的电极,使用市售的引线接合机进行球接合,通过用光学显微镜从正上方观察来进行。球的压接形状的判断中,如果压接形状接近圆形,则判断为良好,如果是椭圆形或花瓣状的形状,则判断为不良。用光学显微镜观察100处的球接合部,如果不良处为9个以上,则判断为存在应用上的问题,记为0分;如果不良处为8个以下6个以上,则判断为没有应用上的问题,记为1分;如果不良处为5个以下3个以上,则判断为良好,记为2分;如果不良处为1个或2个,则判断为优异,记为3分;如果完全没有发生不良处,则判断为非常优异,记为4分。评价结果记录在表2A、2B的“球压接形状”的栏。仅0分为不合格,其以外为合格。

[0090] (评价结果的说明)

[0091] 实施例No.1~94为半导体装置用铜合金接合线,在线表面的结晶方位中,相对于与包含线中心轴的一个平面垂直的方向的角度差为15度以下的 $\langle 110 \rangle$ 结晶方位的存在比率以平均面积率表示为25%以上70%以下,因此剥落发生率和偏芯发生率均可应用。实施例1~90、93、94中,上述 $\langle 110 \rangle$ 结晶方位的存在比率以平均面积率表示为30%以上70%以下,因此剥落发生率和偏芯发生率均没有应用上的问题。

[0092] 实施例No.2、4~10、12~25、27~41、43~46、48~62、64~90、93、94为半导体装置用Cu合金接合线,线表面的结晶方位中,相对于与包含线中心轴的一个平面垂直的方向的角度差为15度以下的 $\langle 110 \rangle$ 结晶方位的存在比率以平均面积率表示为40%以上70%以下,因此关于剥落发生率,均得到优异的评价结果。

[0093] 实施例No.5~90、92、93,线表面的结晶方位中,相对于线中心轴方向、角度差为15度以下的 $\langle 111 \rangle$ 和 $\langle 100 \rangle$ 结晶方位的存在比率的合计以平均面积率表示为50%以上98%以下,因此关于低温接合性能,得到优异的评价结果。

[0094] 实施例No.7~20包含Ni、Pd、Pt、Au的一种以上合计为0.01质量%以上3.00质量%以下,因此关于高温放置试验中的球接合部寿命,得到优异的评价结果。实施例No.9、12、15、17~20包含Pt,因此 200°C 的高温放置试验中得到球接合部寿命的特别优异的改善效果。

[0095] 实施例No.53~90包含P、In、Ga、Ge、Ag的一种以上合计为0.001质量%以上1.00质量%以下,因此关于球压接形状得到良好的评价结果。实施例No.53~57、63~81、83~90中,P、In、Ga、Ge、Ag的一种以上的浓度为合计0.001质量%以上0.1质量%以下,因此关于球压接形状得到优异的评价结果。实施例No.57、63~81、83~90包含Ag,因此关于球压接形状得到特别优异的评价结果。

[0096] 实施例No.21~52包含Ni、Pd、Pt、Au的一种以上合计为0.01质量%以上3.00质量%以下,还包含P、In、Ga、Ge、Ag的一种以上合计为0.001质量%以上1.00质量%以下,因此关

于高温放置试验中的球接合部寿命,得到优异的评价结果,并且关于球压接形状得到良好的评价结果。实施例No. 39~52包含Pt,因此200℃的高温放置试验中的球接合部寿命得到特别优异的改善效果。实施例No. 21~25、31~34、39~43、49~52中,P、In、Ga、Ge、Ag的一种以上的浓度合计为0.001质量%以上0.1质量%以下,因此关于球压接形状得到优异的评价结果。实施例No. 25、31~34、43、49~52包含Ag,因此关于球压接形状得到特别优异的评价结果。

[0097] [表2A]

No.	评价结果				
	剥离发生率 (7%以上: 0分, 小于7%且5%以上: 1分, 小于5%且1%以上: 2分, 0%: 3分)	偏芯发生率 (5%以上: 0分, 小于5%且1%以上: 1分)	低温接合性能 (5次以上: 0分, 小于5次且1次以上: 1分, 0次: 2分)	高温放置试验中的球接合部寿命 (小于500小时: 0分, 500小时以上且小于700小时: 1分, 700小时以上: 2分, 1000小时以上: 3分)	球压接形状 (9个以上: 0分, 6个以上且小于8个: 1分, 5个以上且小于3个: 2分, 1个或2个: 3分, 0个: 4分)
1	2	1	1	1	1
2	3	1	1	1	1
3	2	1	1	1	1
4	3	1	1	1	1
5	3	1	2	1	1
6	3	1	2	1	1
7	3	1	2	2	1
8	3	1	2	2	1
9	3	1	2	3	1
10	3	1	2	2	1
11	2	1	2	2	1
12	3	1	2	3	1
13	3	1	2	2	1
14	3	1	2	2	1
15	3	1	2	3	1
16	3	1	2	2	1
17	3	1	2	3	1
18	3	1	2	3	1
19	3	1	2	3	1
20	3	1	2	3	1
21	3	1	2	2	3
22	3	1	2	2	3
23	3	1	2	2	3
24	3	1	2	2	3
25	3	1	2	2	4
26	2	1	2	2	2
27	3	1	2	2	2
28	3	1	2	2	2
29	3	1	2	2	2
30	3	1	2	2	2
31	3	1	2	2	4
32	3	1	2	2	4
33	3	1	2	2	4
34	3	1	2	2	4
35	3	1	2	2	2
36	3	1	2	2	2
37	3	1	2	2	2
38	3	1	2	2	2
39	3	1	2	3	3
40	3	1	2	3	3
41	3	1	2	3	3
42	2	1	2	3	3
43	3	1	2	3	4
44	3	1	2	3	2
45	3	1	2	3	2
46	3	1	2	3	2
47	2	1	2	3	2
48	3	1	2	3	2

[0098]

[0099] [表2B]

No.	评价结果				
	剥落发生率 (7%以上: 0分, 小于7%且5%以上: 1分, 小于5%且1%以上: 2分, 0%: 3分)	偏芯发生率 (5%以上: 0分, 小于5%且1%以上: 1分)	低温接合性能 (5次以上: 0分, 小于5次且1次以上: 1分, 0次: 2分)	高温放置试验中的球接合部寿命 (小于500小时: 0分, 500小时以上且小于700小时: 1分, 700小时以上: 2分, 1000小时以上: 3分)	球压痕形状 (9个以上: 0分, 6个以上且小于8个: 1分, 5个以上且小于3个: 2分, 1个或2个: 3分, 0个: 4分)
49	3	1	2	3	4
50	3	1	2	3	4
51	3	1	2	3	4
52	3	1	2	3	4
53	3	1	2	1	3
54	3	1	2	1	3
55	3	1	2	1	3
56	3	1	2	1	3
57	3	1	2	1	4
58	3	1	2	1	2
59	3	1	2	1	2
60	3	1	2	1	2
61	3	1	2	1	2
62	3	1	2	1	2
63	2	1	2	1	4
64	3	1	2	1	4
65	3	1	2	1	4
66	3	1	2	1	4
67	3	1	2	1	4
68	3	1	2	1	4
69	3	1	2	1	4
70	3	1	2	1	4
71	3	1	2	1	4
72	3	1	2	1	4
73	3	1	2	1	4
74	3	1	2	1	4
75	3	1	2	1	4
76	3	1	2	1	4
77	3	1	2	1	4
78	3	1	2	1	4
79	3	1	2	1	4
80	3	1	2	1	4
81	3	1	2	1	4
82	3	1	2	1	2
83	3	1	2	1	4
84	3	1	2	1	4
85	3	1	2	1	4
86	3	1	2	1	4
87	3	1	2	1	4
88	3	1	2	1	4
89	3	1	2	1	4
90	3	1	2	1	4
91	1	1	1	1	1
92	1	1	2	1	1
93	3	1	2	1	1
94	3	1	1	1	1
比较例 1	0	0	0	1	1
比较例 2	1	0	1	1	1

[0100]

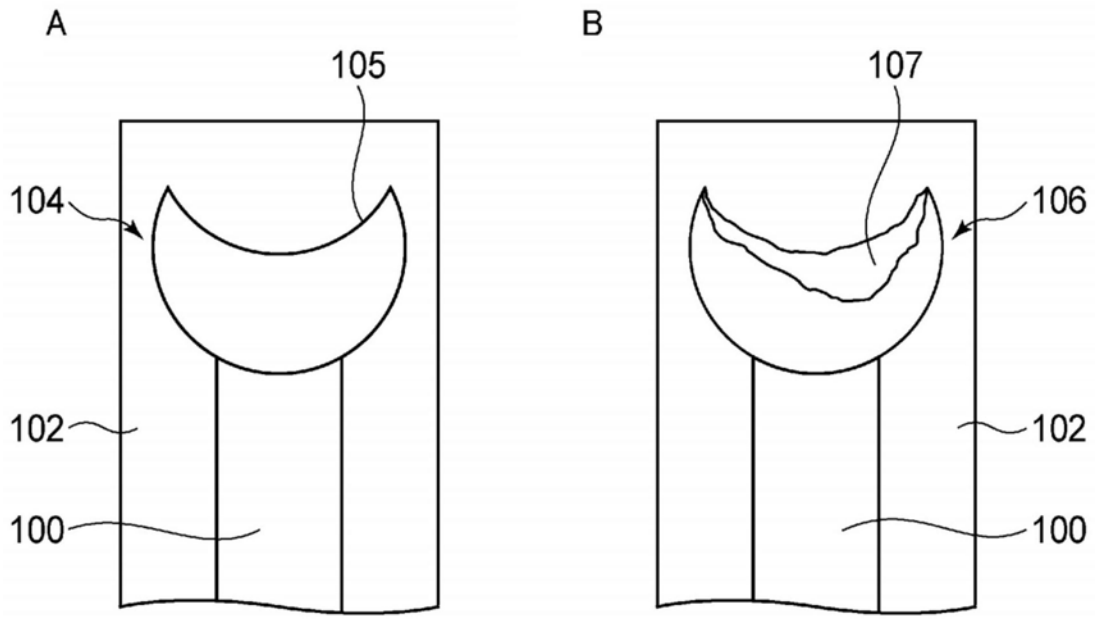


图1

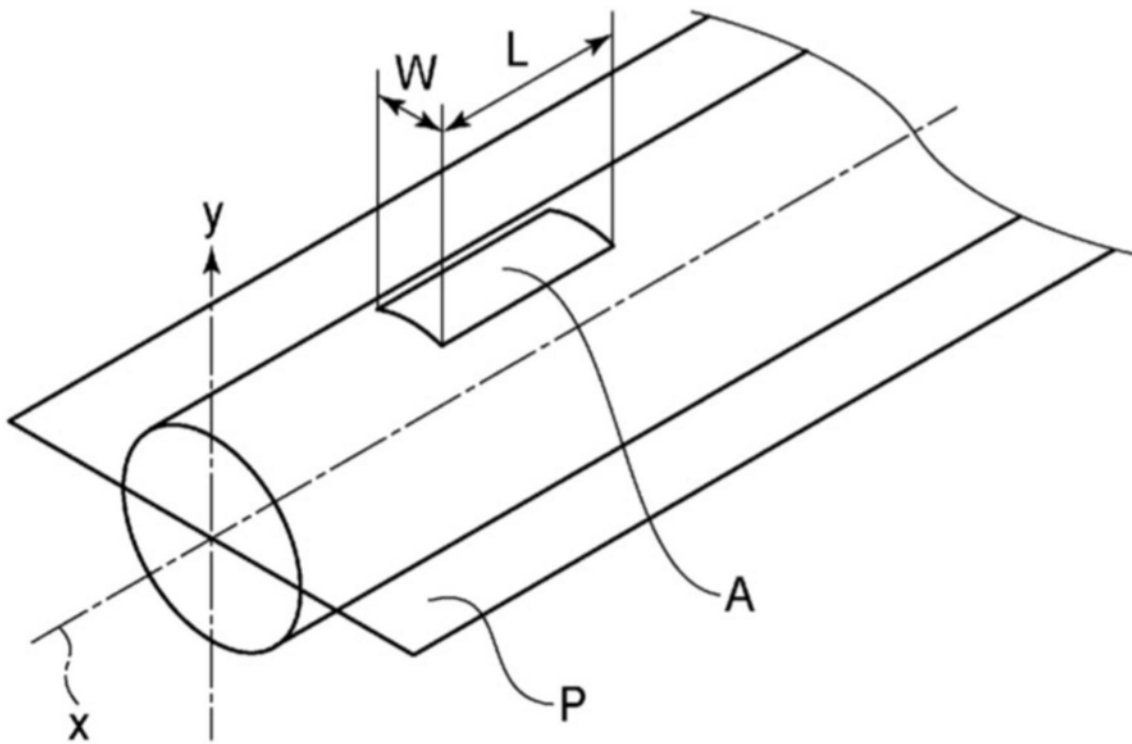


图2