



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117581343 A

(43) 申请公布日 2024. 02. 20

(21) 申请号 202280045863.3

(22) 申请日 2022.06.29

(30) 优先权数据

2021-108623 2021.06.30 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.12.27

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/026029 2022.06.29

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/277083 JA 2023.01.05

(71) 申请人 株式会社力森诺科

地址 日本东京都

(72) 发明人 森谷敏光 赤井邦彦 宫地胜将

欠畑纯一

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

专利代理师 孔博 胡玉美

(51) Int.Cl.

H01L 21/60 (2006.01)

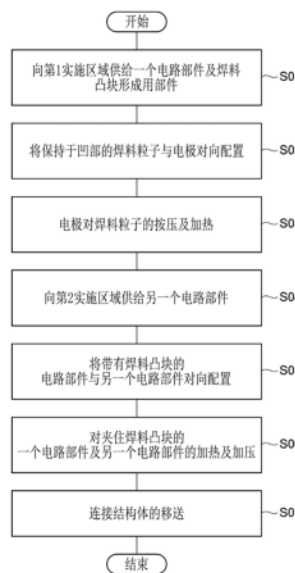
权利要求书1页 说明书11页 附图9页

(54) 发明名称

焊料凸块形成方法

(57) 摘要

本发明的焊料凸块形成方法包括:准备具有多个凹部(3)且该凹部(3)的构成部分具有在焊料粒子(S1)的熔点下能够变形的变形部(6)的焊料凸块形成用部件(1)的工序;将保持于该焊料凸块形成用部件(1)的凹部(3)的焊料粒子(S1)与电极(22)对向配置的工序;将电极(22)加热至焊料粒子(S1)的熔点以上的温度的工序;及将电极(22)按压于凸块形成用部件(1)的工序,通过使变形部(6)变形来将保持于凹部(3)的焊料粒子(S1)与电极(22)接触,并且将焊料粒子(S1)转印至电极(22)而形成焊料凸块(S2)。



1. 一种焊料凸块形成方法,其在电路部件的电极形成焊料凸块,所述焊料凸块形成方法包括:

准备具有多个凹部且该凹部的构成部分具有在焊料粒子的熔点下能够变形的变形部的焊料凸块形成用部件的工序;

将保持于所述焊料凸块形成用部件的所述凹部的焊料粒子与所述电极对向配置的工序;

将所述电极加热至所述焊料粒子的熔点以上的温度的工序;及

将所述电极按压于所述焊料凸块形成用部件的工序,

通过使所述变形部变形而使保持于所述凹部的所述焊料粒子与所述电极接触,并且将所述焊料粒子转印至所述电极而形成焊料凸块。

2. 根据权利要求1所述的焊料凸块形成方法,其中,

在将所述电极按压于所述焊料凸块形成用部件的状态下加热至所述焊料粒子的熔点以上的温度。

3. 根据权利要求1或2所述的焊料凸块形成方法,其中,

在所述多个凹部的每一个中以单体配置所述焊料粒子。

4. 根据权利要求1或2所述的焊料凸块形成方法,其中,

在所述多个凹部的每一个中配置多个所述焊料粒子。

5. 根据权利要求4所述的焊料凸块形成方法,其中,

所述焊料粒子的C.V.值为20%以下。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的焊料凸块形成方法,其中,

所述焊料粒子的平均粒径为 $1\mu\text{m} \sim 35\mu\text{m}$ 。

焊料凸块形成方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种焊料凸块形成方法。

背景技术

[0002] 近年来,作为以高密度安装电子零件的方法之一,已知有倒装芯片安装。在倒装芯片安装中,例如,在设置于一个电路部件的电极上预先形成焊料凸块,通过焊料凸块的熔融来将一个电路部件的电极与另一个电路部件的电极进行接合。由此,形成电路部件彼此的连接结构体。

[0003] 作为在电极上形成焊料凸块的技术,例如有专利文献1中记载的焊料凸块形成方法。在该现有的焊料凸块形成方法中,准备与基板的电极的相互间隔对应地形成有多个凹部的定位板,在该定位板的各凹部内分别配置焊料粒子。接着,通过在定位板的表面上滚动外周面为黏合面的转印辊来将焊料粒子转印至转印辊的黏合面。然后,通过在设置有黏合材料的基板的电极上滚动转印辊来将焊料粒子从转印辊转印至基板的电极。

[0004] 以往技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2017-157626号公报

发明内容

[0007] 发明要解决的技术课题

[0008] 在如上述专利文献1中记载的焊料凸块形成方法那样的方法中,从确保焊料粒子向电极的转印的可靠性的观点考虑,优选从定位板的凹部突出的焊球的高度一致。然而,例如,在如使用用于微米级间隔下的电极之间的连接那样的微小的焊料粒子的情况下,难以使焊料粒子的形状一致,因此存在难以确保焊料粒子向电极转印的可靠性的问题。

[0009] 本发明是为了解决上述课题而完成的,其目的在于提供一种即使不使焊料粒子的形状一致,也能够确保焊料粒子向电极转印的可靠性的焊料凸块形成方法。

[0010] 用于解决技术课题的手段

[0011] 本发明的一方面所涉及的焊料凸块形成方法,其在电路部件的电极上形成焊料凸块,该焊料凸块形成方法包括:准备具有多个凹部且该凹部的构成部分具有在焊料粒子的熔点下能够变形的变形部的焊料凸块形成用部件的工序;将保持于该焊料凸块形成用部件的凹部的焊料粒子与电极对向配置的工序;将电极加热至焊料粒子的熔点以上的温度的工序;及将电极按压于焊料凸块形成用部件的工序,通过使凹部的构成部分变形来将保持于凹部的焊料粒子与电极接触,并且将焊料粒子转印至电极而形成焊料凸块。

[0012] 在该焊料凸块形成方法中,通过将焊料粒子保持于焊料凸块形成用部件的多个凹部,并且与成为转印对象的电极一同施加热和压力而能够在电极上形成焊料凸块。在该焊料凸块形成方法中,焊料凸块形成用部件中的凹部的构成部分具有在焊料粒子的熔点下能够变形的变形部。由此,在按压电极并加热时,变形部变形,并且能够使保持于凹部的焊料

粒子向电极侧露出。因此,在该焊料凸块形成方法中,即使不使焊料粒子的形状一致,也能够确保焊料粒子向电极转印的可靠性。

[0013] 可以在将电极按压于焊料凸块形成用部件的状态下,加热至焊料粒子的熔点以上的温度。在该情况下,由于在由电极和焊料凸块形成用部件来夹持焊料粒子的状态下实施焊料粒子的熔融和变形部的变形,因此能够抑制形成于电极的焊料凸块的位置偏移。因此,能够在电极上的目标位置更高精度地形成焊料粒子。

[0014] 可以在多个凹部的每一个中,以单体配置焊料粒子。在该情况下,能够以一定的可靠性将相对较大粒径的焊料粒子转印至电极。

[0015] 可以在多个凹部的每一个中配置多个焊料粒子。在该情况下,变得容易调整保持于凹部内的焊料粒子的体积,并且变得容易将形成于电极上的焊料凸块的大小和高度调节在一定范围内。并且,能够提高电极与焊料粒子接触的概率,并且能够更可靠地实施向电极上形成焊料凸块。

[0016] 焊料粒子的C.V.值可以为20%以下。由此,在使用了焊料凸块的电路部件的连接中,能够充分地确保导通可靠性及绝缘可靠性。

[0017] 焊料粒子的平均粒径可以为 $1\mu\text{m} \sim 35\mu\text{m}$ 。在使用这种范围的微小的焊料粒子的情况下,通常难以使焊料粒子的形状一致,但通过应用上述方法,即使不使焊料粒子的形状一致,也能够确保焊料粒子向电极的转印可靠性。

[0018] 发明效果

[0019] 根据本发明,即使不使焊料粒子的形状一致,也能够确保焊料粒子向电极的转印的可靠性。

附图说明

[0020] 图1是表示本发明的一实施方式所涉及的焊料凸块形成用部件的结构的示意剖视图。

[0021] 图2中,图2(a)及图2(b)是示意性地表示焊料凸块形成装置的结构的一例的图。

[0022] 图3是表示连接结构体的结构的一例的示意剖视图。

[0023] 图4是表示焊料凸块形成方法的一例的流程图。

[0024] 图5是表示焊料凸块形成的工序的示意剖视图。

[0025] 图6是表示图5的后续工序的示意剖视图。

[0026] 图7是表示图6的后续工序的示意剖视图。

[0027] 图8是表示图7的后续工序的示意剖视图。

[0028] 图9是表示图8的后续工序的示意剖视图。

[0029] 图10中,图10(a)~图10(c)是表示焊料凸块形成用部件的变形例的示意剖视图。

[0030] 图11中,图11(a)及图11(b)是表示焊料粒子的变形例的示意主要部分扩大剖视图。

具体实施方式

[0031] 以下,一边参考附图,一边对本发明的一方面所涉及的焊料凸块形成方法的优选实施方式进行详细说明。

[0032] 在本说明书中,使用「~」表示的数值范围是将记载于「~」前后的数值分别作为最小值及最大值而包含。本说明书中阶段性记载的数值范围的上限值或下限值能够替换为另一阶段的数值范围的上限值或下限值。

[0033] [焊料凸块形成用部件的结构]

[0034] 图1是表示本发明的一实施方式所涉及的焊料凸块形成用部件的结构示意剖视图。图1中示出的焊料凸块形成用部件1例如是在电路部件的电极上形成焊料凸块时使用的部件。如图1所示,焊料凸块形成用部件1具备主体部2。在俯视观察主体部2时,例如,呈矩形,具有第1面2a及与第1面2a相反侧的第2面2b。

[0035] 在主体部2的第1面2a侧设置有保持焊料粒子S1的多个凹部3。这些凹部3例如能够使用压印法、光刻法、机械加工、激光加工等公知的方法来形成。尤其,在使用纳米压印法的情况下,通过按压所希望的模具,能够以较短的工序精度良好地形成凹部3。

[0036] 凹部3的尺寸(宽度、容积、深度等)根据焊料粒子S1的尺寸来适当设定。凹部3的平面形状例如成为圆形。凹部3的平面形状除了圆形以外,也可以为椭圆形、三角形、四边形、多边形等各种形状。在图1的例子中凹部3的剖面形状成为矩形。凹部3的剖面形状可以呈开口面积从底面3b侧朝向开口面侧(第1面2a侧)扩大的锥形。凹部3的底面3b并不限于平坦面,例如,可以为凹状的弯曲面等。

[0037] 并且,主体部2的第1面2a侧可以设置有对准标记4。对准标记4例如通过设置于主体部2的第1面2a的凹凸形状、基于油墨或颜料的印刷、基于镀敷或溅射的无机物的印刷、基于激光的烧结等来形成。对准标记4在俯视观察时,例如,呈圆形、双重圆形、多重圆形、三角形、矩形、多边形、这些的多重多边形等。对准标记4可以由磁性体、伴随电磁波的吸收·反射·衍射的材料构成,此时的形状并无特别限定。

[0038] 通过用相机等摄像装置15A,15B检测对准标记4,在形成焊料凸块时,使成为形成对象的电极与凹部3内的焊料粒子S1的位置对准变得容易。由此,能够精度良好地实施焊料粒子S1向电极的转印。对准标记4只要在第1面2a侧设置1处以上即可,但通过设置多个,能够进一步提高位置对准的精度。并且,例如,主体部2为透明的情况下,对准标记4可以进一步设置于主体部2的第2面2b侧。

[0039] 主体部2也可以构成为具备包含该第1面2a而构成的变形部6及构成第2面2b侧的基体部7。变形部6是构成凹部3的至少第1面2a侧的部分,可以从第1面2a沿凹部3的深度方向以该凹部3的深度D的1/3以上的厚度设置,也可以以1/2以上的厚度设置,也可以以2/3以上的厚度设置。在图1的例子中,变形部6的厚度T与凹部3的深度D相等。由此,相邻的凹部3和隔开3的分隔壁部8的整体成为变形部6,凹部3的内壁面3a由变形部6构成,另一方面,凹部3的底面3b由基体部7构成。

[0040] 分隔壁部8的宽度(相邻的凹部3,3之间的相隔距离)并无特别限制,例如,能够设为保持于凹部3的焊料粒子的平均粒径的0.1倍以上。分隔壁部8的宽度可以为保持于凹部3的焊料粒子的平均粒径的0.2倍以上,也可以为0.3倍以上。凹部3,3之间的相隔距离例如由一个凹部3的开口边缘与另一个凹部3的开口边缘之间的最短距离规定。

[0041] 变形部6例如由在保持于凹部3的焊料粒子S1的熔点下能够变形的弹性体9形成。因此,变形部6在形成焊料凸块时,通过成为形成对象的电极被按压而能够沿压缩方向弹性变形。其中的焊料粒子S1的熔点是指在使用DSC(示差扫描热量仪)以升温速度10°C/min进

行He气体流量中的DSC测定时,最初产生吸热峰的温度。从提高焊料粒子S1的转印性的观点考虑,焊料粒子S1的熔点下的弹性体9的体积模量例如可以成为0.5GPa以上且5GPa以下。焊料粒子S1的熔点下的弹性体9的体积模量例如可以为0.5GPa以上且3GPa以下,也可以为0.8GPa以上且2GPa以下。

[0042] 作为构成变形部6的弹性体9,例如,可以举出光固化性物质、热固性物质、热塑性物质等。并且,作为构成变形部6的弹性体9,例如,可以举出树脂、聚合物、橡胶、弹性体、它们的混合物等。焊料粒子S1的构成材料为SnBi(熔点:139℃)的情况下,作为构成变形部6的弹性体9,例如,能够使用聚对苯二甲酸乙二醇酯(熔点下的体积模量:0.6GPa)、丙烯酸(熔点下的体积模量:1GPa)、PMMA(熔点下的体积模量:1GPa)。焊料粒子S1的构成材料为SnAgCu(熔点:217℃)的情况下,作为构成变形部6的弹性体9,例如,能够使用聚酰亚胺(熔点下的体积模量:1GPa)。

[0043] 基体部7是构成主体部2的第2面2b侧的部分。基体部7由在焊料粒子S1的熔点下具有比变形部6高的体积模量的材料形成。因此,基体部7有助于形成焊料凸块时的焊料凸块形成用部件1的保形性。焊料粒子S1的熔点下的基体部7的体积模量例如成为1GPa以上。焊料粒子S1的熔点下的基体部7的体积模量例如可以为3GPa以上,也可以为5GPa以上。

[0044] 作为基体部7的构成材料,例如,可以举出硅酮、各种陶瓷、玻璃、不锈钢等无机材料、各种树脂等有机材料。并且,基体部7的构成材料可以是透光性高的材料。作为这种材料,例如,可以举出聚对苯二甲酸乙二醇酯、透明(无色)聚酰亚胺、聚酰胺等。基体部7的构成材料可以是在焊料粒子S1的熔点下不变质的具有耐热性的材料。基体部7的构成材料可以是不会与构成焊料粒子S1的材料合金化或反应而变化的材料。

[0045] 作为基体部7的构成材料,例如,只要是具有挠性的膜状,则能够使用聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚萘二甲酸乙二醇酯、氯乙烯树脂、聚苯乙烯、聚乙烯聚苯硫醚、聚碳酸酯等。并且,从提高基体部7的操作性的观点考虑,能够通过增加前面例举的材料厚度来抑制变形。并且,从提高在电极上转印焊料粒子S1时的位置精度的观点考虑,能够使用工程塑料、超级工程塑料、将填料或纤维复合到前面例举的通用塑料的材料、无机材料。例如,能够使用聚酰胺、聚缩醛、聚碳酸酯、聚苯硫醚、聚酰亚胺、聚醚酰亚胺、聚酰胺酰亚胺、聚砜、聚醚酰亚胺等。

[0046] 焊料粒子S1的构成材料是SnBi(熔点:139℃)的情况下,作为基体部7的构成材料,例如,能够使用玻璃(熔点下的体积模量:40GPa)、硅晶片(熔点下的体积模量:40GPa)、不锈钢(熔点下的体积模量:165GPa)。焊料粒子S1的构成材料是SnAgCu(熔点:217℃)的情况下,作为基体部7的构成材料,例如,能够使用玻璃(熔点下的体积模量:40GPa)、硅晶片(熔点下的体积模量:40GPa)、不锈钢(熔点下的体积模量:165GPa)、铝(熔点下的体积模量:75GPa)。

[0047] 若基体部7具有比变形部6高的体积模量,则变形部6与基体部7可以由相同的材料系统构成。例如,树脂材料的情况下,能够通过交联度的不同或填料或纤维等增强材料的添加、其他材料的捏合来调整体积模量。例如,变形部6由热固性环氧系树脂构成,基体部7可以由将玻璃纤维添加到所述热固性环氧系树脂来增强了体积模量的材料构成。

[0048] 变形部6由光固化性丙烯酸系树脂构成,基体部7可以由聚对苯二甲酸乙二醇酯构成。在该情况下,在具有凸部形状的压模上涂布未固化的光固化性丙烯酸树脂,在一边按压聚对苯二甲酸乙二醇酯一边照射光之后,剥离压模,由此能够在光固化性丙烯酸树脂上形

成凹部3。通过该方法可获得连续地具有辊状的凹部3的主体部2。并且,能够通过调整光照度、固化时间及光固化性丙烯酸树脂的开始材料的量来调整交联度,并且调整体积模量。

[0049] 基体部7可以是无机材料。例如,变形部6可以由光固化性丙烯酸系树脂(体积模量:0.1GPa)构成,基体部7可以由玻璃(体积模量:40GPa)构成。在该情况下,能够充分地确保基体部7的熔点下的体积模量,并且能够提高利用对准标记4来将焊料粒子S1转印至电极时的位置精度。并且,即使转印到电极上时,将焊料粒子S1加热至其熔点以上,基体部7也不易变形,因此能够抑制主体部2整体的变形和伸长。并且,还能够重复使用主体部2。

[0050] 若基体部7由硅晶片构成,并且在变形部6的形成中使用感光性材料,则凹部3的形成变得容易。在该情况下,作为感光性材料,例如,能够使用丙烯酸系、环氧系、聚酰亚胺系、它们的混合物。

[0051] 若将材料的杨氏模量设为E、将泊松比设为 ν ,则能够由 $K=E/3(1-2\nu)$ 求出变形部6及基体部7的体积模量K。变形部6及基体部7的体积模量K例如能够通过机械试验法、共振法、超声波脉冲法来测定。在测定时,例如使用纳米压痕仪、表面硬度计。例如,在表面硬度计(FISCHER INSTRUMENTS K.K.制造)上安装加热工作台,将变形部6及基体部7放置于加热工作台并加热工作台,将变形部6及基体部7升温至规定的温度。然后,通过使压头与测定对象的表面接触并获得压力-应变(Stress-Strain)曲线,能够算出体积模量。

[0052] 在图1的例子中,在多个凹部3的每一个中,以单体保持有焊料粒子S1。凹部3内的焊料粒子S1至少成为与凹部3的底面3b接触的状态。凹部3内的焊料粒子S1可以与凹部3的内壁面3a接触。并且,在图1的例子中,所有的焊料粒子S1位于凹部3内,焊料粒子S1的顶部成为不比凹部3的开口面向外侧突出的状态。即,在将凹部3的深度设为D,将焊料粒子S1的高度(距底面3b的高度)设为H的情况下,满足 $D>H$ 。

[0053] 焊料粒子S1的高度相对于凹部3的深度D之比并无特别限制,但考虑到变形部6的压缩方向的变形量,例如,可以为0.3~1.5。通过将比设为0.3以上,在按压电极时能够使电极与焊料粒子S1更可靠地接触。通过将比设为1.5以下,能够优选地抑制焊料粒子S1从凹部3脱落。并且,能够抑制转印时焊料粒子S1从凹部3漏出,并且能够抑制在相邻的凹部3,3之间焊料粒子S1彼此键合。焊料粒子S1的高度相对于凹部3的深度D之比可以为0.5~1.2,也可以为0.6~1。

[0054] 焊料粒子S1例如包含锡或锡合金来构成。作为锡合金,例如,可以举出In-Sn合金、In-Sn-Ag合金、Sn-Au合金、Sn-Bi合金、Sn-Bi-Ag合金、Sn-Ag合金、Sn-Ag-Cu合金、Sn-Cu合金等。焊料粒子S1可以包含铟或铟合金。作为铟合金,例如,可以举出In-Bi合金、In-Ag合金等。

[0055] 焊料粒子S1可以包含选自Ag、Cu、Ni、Bi、Zn、Pd、Pb、Au、Sb、Ge、Mn、Co、Si、Al、P及B中的一种以上的元素。从获得良好的导通可靠性的观点考虑,焊料粒子S1在所述元素中,可以包含Ag或Cu。通过焊料粒子S1包含Ag或Cu,能够使焊料粒子S1的熔点降低至220℃左右,并且能够提高与电极的接合强度。

[0056] 焊料粒子S1的平均粒径例如为35 μm 以下。焊料粒子S1的平均粒径可以为30 μm 以下、25 μm 以下、20 μm 以下、15 μm 以下。焊料粒子S1的平均粒径例如为1 μm 以上。焊料粒子S1的平均粒径可以为2 μm 以上、3 μm 以上、5 μm 以上。

[0057] 焊料粒子S1的平均粒径能够使用符合尺寸的各种方法来测定。作为测定方法,例

如,可以举出动态光散射法、激光衍射法、离心沉降法、电检测带法、共振式质量测定法等。作为其他测定方法,可以举出基于通过光学显微镜或电子显微镜等而获得的图像来测定粒子尺寸的方法。作为具体装置,可以举出流式粒子图像分析装置、微跟踪仪、库尔特计数器。焊料粒子S1的平均粒径能够基于从相对于焊料凸块形成用部件1的第1面2a垂直的方向观察焊料粒子S1时的投影面积当量圆直径(具有与粒子的投影面积相等的面积的圆直径)来算出。在多个凹部3的每一个中焊料粒子S1以单体配置的情况下,焊料粒子S1的大小(平均粒径)可以一致。

[0058] 焊料粒子S1的C.V.值是通过将用所述方法测定的粒径的标准偏差除以平均粒径而得的值上乘以100来算出的值。在多个凹部3的每一个中配置多个焊料粒子S1的情况下,从能够实现更优异的导电可靠性及绝缘可靠性的观点考虑,焊料粒子S1的C.V.值可以成为20%以下。焊料粒子S1的C.V.值可以为10%以下,也可以为7%以下。焊料粒子S1的C.V.值的下限并无特别限定。例如,焊料粒子S1的C.V.值可以为1%以上,也可以为2%以上。

[0059] 以上,对焊料凸块形成用部件的一实施方式进行了说明,但本发明的焊料凸块形成用部件并不限定于上述实施方式。

[0060] [焊料凸块形成装置]

[0061] 图2(a)及图2(b)是表示焊料凸块形成装置的结构的一例的示意图。图2(a)是侧视图,图2(b)是俯视图。同图中示出的焊料凸块形成装置11是将保持于上述焊料凸块形成用部件1的凹部3的焊料粒子S1转印至电路部件21的电极22而形成带有焊料凸块的电路部件21A(参考图9)的装置。

[0062] 如图2(a)及图2(b)所示,焊料凸块形成装置11具备:能够沿水平方向应变的工作台12;供给焊料凸块形成用部件1的第1供给部13;供给电路部件21的第2供给部14;摄像装置15A,15B;及加热加压头16。在本实施方式中,焊料凸块形成装置11作为形成焊料凸块S2(参考图9)的工序的后工序,具有通过将形成有焊料凸块S2的电路部件21电连接至另一电路部件31而形成连接结构体41(参考图3)的功能。焊料凸块形成装置11进一步具备供给另一电路部件31的第3供给部17。焊料凸块形成装置11的动作通过未图示的控制部控制。形成连接结构体41的功能不必与焊料凸块形成装置11一体化,也可以构成为独立的装置。

[0063] 在工作台12中设置有载置有由第2供给部14供给的电路部件21的载置区域R1、实施焊料凸块S2的形成的第1实施区域(实施区域)R2及实施连接结构体41的形成的第2实施区域R3。摄像装置15A,15B是读取焊料凸块形成用部件1的对准标记4及电路部件21,31的对准标记(未图示)的部分。摄像装置15A配置于工作台12的表面侧(第1实施区域R2,第2实施区域R3的设定面侧),摄像装置15B配置于工作台12的背面侧。摄像装置15B可以组装于工作台12。工作台12根据基于摄像装置15A,15B的对准标记的读取结果来应变,并且实施焊料凸块形成用部件1与电路部件21的位置对准及带有焊料凸块的电路部件21A与电路部件31的位置对准。

[0064] 加热加压头16是进行第1实施区域R2及第2实施区域R3中的加热加压的部分。加热加压头16具有吸附功能,实施将电路部件21从载置区域R1向第1实施区域R2的移送、及将带有焊料凸块的电路部件21A从第1实施区域R2向第2实施区域R3的移送,所获得的连接结构体41的移送。加热加压头16构成为能够相对于工作台12上下移动,通过朝向工作台12下降而实施形成焊料凸块S2时的加热加压及形成连接结构体41时的加热加压。

[0065] 以上,对焊料凸块形成装置的一实施方式进行了说明,但本发明的焊料凸块形成装置并不限定于上述实施方式。

[0066] [连接结构体]

[0067] 图3是表示连接结构体的结构的一例的示意剖视图。如图3所示,连接结构体41通过将一电路部件21的电极22与另一电路部件31的电极32经由焊料凸块S2电连接而构成。在本实施方式中,在一个电路部件21与另一电路部件21之间的空间中,例如,填充有以环氧树脂作为主剂的底部填充材料42。底部填充材料42例如形成为覆盖电极22,32及电极22,32之间的焊料凸块S2。

[0068] 作为连接结构体41的具体例,可以举出半导体存储器、半导体逻辑芯片等连接部、半导体封装件的一次安装及二次安装的连接部、CMOS图像元件、激光元件、LED发光元件等接合体、使用这些的相机、传感器、液晶显示器、个人计算机、移动电话、智能手机、平板电脑等装置。

[0069] 作为电路部件21,31的具体例,可以举出IC芯片(半导体芯片)、电阻器芯片、电容器芯片、驱动器IC等芯片零件、刚性封装基板等。这些电路部件具备电路电极,通常具备多个电路电极。作为在表面具有多个电极的基板的其他例子,可以举出具有金属配线的挠性带基板、挠性印刷线路板、蒸镀有铟锡氧化物(ITO)的玻璃基板等配线基板。

[0070] 作为电极22,32的具体例,可以举出铜、铜/镍、铜/镍/金、铜/镍/钯、铜/镍/钯/金、铜/镍/金、铜/钯、铜/钯/金、铜/锡、铜/银、铟锡氧化物等电极。电极22,32例如能够使用无电解镀敷、电解镀敷、溅射、金属箔的蚀刻等方法来形成。

[0071] 以上,对连接结构体的一实施方式进行了说明,但本发明的连接结构体并不限定于上述实施方式。

[0072] [焊料凸块形成方法]

[0073] 图4是表示焊料凸块形成方法的一例的流程图。同图中示出的流程图表示使用上述焊料凸块形成装置11来进行焊料凸块S2的形成时的工序,关于还包括焊料凸块S2的形成之后形成连接结构体41的工序的各工序的详细内容,适当参考图5~图9进行说明。

[0074] 在该焊料凸块形成方法中,首先,向第1实施区域R2供给一电路部件21及焊料凸块形成用部件1(工序S01)。在工序S01中,以凹部3朝上的方式从第1供给部13向第1实施区域R2供给焊料凸块形成用部件1。并且,以电极22朝下的方式从第2供给部14向载置区域R1供给电路部件21。

[0075] 接着,在第1实施区域R2中,将保持于凹部3的焊料粒子S1与电路部件21的电极22对向配置(工序S02)。在工序S02中,以将电路部件21吸附于加热加压头16的状态使工作台12应变,如图5所示,将电路部件21从载置区域R1移送至第1实施区域R2上。此时,例如,通过用摄像装置15A确认焊料凸块形成用部件1侧的对准标记4的位置,并且用摄像装置15B确认电路部件21侧的对准标记的位置来实施保持于凹部3的焊料粒子S1与电路部件21的电极22之间的位置对准。

[0076] 接着,进行电极22对焊料粒子S1的按压及加热(工序S03)。在工序S03中,如图6所示,使吸附于加热加压头16的电路部件21朝向工作台12上的焊料凸块形成用部件1下降,进行电极22对焊料粒子S1的按压及加热。其中,在使电路部件21的电极22与焊料凸块形成用部件1的第1面2a接触之后,在将电极22按压于焊料凸块形成用部件1侧的状态下,可以将加

热加压头16加热至焊料粒子S1的熔点以上的温度(例如,130℃~260℃左右),也可以加热至焊料粒子S1的熔点以下的温度。并且,可以将加热加压头16加热至焊料粒子S1的熔点以上的温度(例如,130℃~260℃左右)之后,将电极22按压于焊料凸块形成用部件1侧。通过使电极22与焊料凸块形成用部件1的第1面2a密合而能够仅在电极22上形成焊料凸块S2,并且能够抑制基于相邻的电极22,22之间的焊料的桥接的形成。

[0077] 基于加热加压头16的电极22对焊料凸块形成用部件1的按压力例如为0.1MPa~600MPa。该按压力可以为1MPa~300MPa,也可以为10MPa~100MPa。

[0078] 在本实施方式中,在焊料凸块形成用部件1的多个凹部3的每一个中保持的焊料粒子S1可以成为不比凹部3的开口面向外侧突出的状态。因此,在使电极22与焊料凸块形成用部件1的第1面2a接触的时刻,电极22与不比凹部3的开口面向外侧突出的凹部3内的焊料粒子S1不接触。在该状态下,若将加热加压头16加热至焊料粒子S1的熔点以上的温度,则如图6所示,焊料凸块形成用部件1的主体部2中,变形部6(凹部3,3之间的分隔壁部8)向压缩方向变形。由此,电极22进入到凹部3内而焊料粒子S1与电极22接触,并且通过焊料粒子S1的熔融而焊料凸块S2被转印至电极22上。

[0079] 另外,在弹性体9的体积模量小的情况下,或者在电极22的总面积小且推入压力相对于加热加压头16的推力变高的情况下等,即使在不加热加热加压头16的状态下,弹性体9也变形,并且也能够使电极22与焊料粒子S1接触。在使电极22与焊料粒子S1接触之后,通过将加热加压头16加热至焊料粒子S1的熔点以上的温度,从而通过焊料粒子S1的熔融而将焊料凸块S2转印到电极22上。

[0080] 在电极22上转印焊料凸块S2之后,停止基于加热加压头16的加热及加压。然后,如图7所示,使加热加压头16与电路部件21一同上升,在使电路部件21与焊料凸块形成用部件1分离的状态下冷却电路部件21的电极22及电极22上的焊料凸块S2。由此,电极22与焊料粒子S1熔融而形成的焊料凸块S2粘着,两者被电连接。通过电极22与焊料凸块S2的电连接而获得带有焊料凸块的电路部件21A。

[0081] 如上所述,该焊料凸块形成方法包括:准备具有多个凹部且该凹部的构成部分具有在焊料粒子的熔点下能够变形的变形部的焊料凸块形成用部件的工序;将保持于该焊料凸块形成用部件的凹部的焊料粒子与电极对向配置的工序;将电极加热至焊料粒子的熔点以上的温度的工序;及将电极按压于焊料凸块形成用部件的工序。在该焊料凸块形成方法中,在按压电极并加热时,变形部变形,并且能够使保持于凹部的焊料粒子向电极侧露出。因此,即使不使焊料粒子的形状一致,也能够确保焊料粒子向电极的转印的可靠性。

[0082] 认为焊料粒子S1在大气中通过加热而急剧进行氧化,阻碍向电极22上的润湿扩展。因此,工序S03中的加热加压时的氛围气可以为脱氧氛围气。脱氧氛围气例如可以为使用了氮、氩等的惰性气体氛围气、真空氛围气。作为炉,能够利用焊料的接合工序中通常使用的回流炉(氮氛围气下)、真空回流炉。并且,能够利用氮氛围气下的传送式回流炉、间歇式(腔室式)回流炉等。使用这些回流炉时,若在焊料熔融之后实施设为真空的工序,则能够去除焊料凸块S2内的气泡(空隙)。

[0083] 并且,由于氧化被膜的影响,焊料粒子S1具有即使以熔点以上的温度进行加热也不熔融的情况,或不发生润湿扩展的情况。因此,在工序S02之前或在工序S02与工序S03之间,可以进一步包括将焊料粒子S1及电极22中的至少一者暴露于还原氛围气的工序。通过

还原焊料粒子S1的表面的氧化被膜或者电极22的表面的氧化被膜而能够有效地进行在电极22上的焊料粒子S1的熔融及润湿扩展。可以设为在还原氛围气下实施工序S03的工序的方式。在形成还原氛围气时,例如,能够使用氢气、氢自由基、甲酸气体等。作为炉,能够使用氢还原炉、氢回流炉、氢自由基炉、甲酸炉、它们的真空炉、连续炉、传送炉等。

[0084] 在形成了带有焊料凸块的电路部件21A之后,进行连接结构体41的形成。首先,向第2实施区域R3供给另一个电路部件31(工序S04)。在工序S04中,以电极32朝上的方式从第3供给部17向第2实施区域R3供给电路部件31。在供给到第2实施区域R3的电路部件31中,可以以覆盖电极32的方式配置底部填充材料42。

[0085] 接着,在第2实施区域R3中,将带有焊料凸块的电路部件21A与电路部件31对向配置(工序S05)。在工序S05中,如图8所示,以将带有焊料凸块的电路部件21A吸附于加热加压头16的状态使工作台12应变,将带有焊料凸块的电路部件21A配置于第2实施区域R3上。此时,例如,通过用摄像装置15A确认电路部件31侧的对准标记的位置,并且用摄像装置15B确认带有焊料凸块的电路部件21A侧的对准标记的位置,实施带有焊料凸块的电路部件21A的电极22与电路部件31的电极32之间的位置对准。

[0086] 接着,对夹住焊料凸块S2的电路部件21及电路部件31进行加热及加压(工序S06)。在工序S06中,如图9所示,可以通过使吸附于加热加压头16的带有焊料凸块的电路部件21A朝向工作台12上的电路部件31下降,并且由带有焊料凸块的电路部件21A的电极22与电路部件31的电极32夹持焊料凸块S2,将加热加压头16加热至焊料粒子S1的熔点以上的温度(例如,130℃~260℃左右)而在电极22,32之间,使焊料凸块S2熔融。并且,可以在将加热加压头16加热至焊料粒子S1的熔点以上的温度(例如,130℃~260℃左右)之后,通过由带有焊料凸块的电路部件21A的电极22和电路部件31的电极32夹持焊料凸块S2而在电极22,32之间使焊料凸块S2熔融。基于加热加压头16的对电路部件21及电路部件31的按压力能够设为与在工序S03中使用的按压力相等。

[0087] 然后,停止基于加热加压头16的加热及加压,不吸附电路部件21而使加热加压头16上升。在该状态下,冷却电路部件21的电极22、电路部件31的电极32及电极22,32之间的焊料凸块S2。由此,电极22,32与焊料凸块S2粘着,电路部件21,31彼此被电连接。通过电路部件21,31彼此的电连接而获得图3中示出的连接结构体41。最后,将所获得的连接结构体41吸附于加热加压头16并移送至规定的载置区域,结束处理(工序S07)。

[0088] 在工序S06中,也可以进一步包括将焊料凸块S2及电极22,32中的至少一者暴露于还原氛围气的工序。在形成还原氛围气时,与工序S03相同地,例如,能够使用氢气、氢自由基、甲酸气体等。作为炉,与工序S03相同地,能够使用氢还原炉、氢回流炉、氢自由基炉、甲酸炉、它们的真空炉、连续炉、传送炉等。

[0089] 作为形成还原氛围气的方法,还能够利用具有还原作用的材料。例如,能够将助熔剂材料或含有助熔剂成分的材料配置于焊料凸块S2及电极22,32的附近。在助熔剂材料及含有助熔剂成分的材料中,能够使用含有这些材料的糊剂、薄膜等。含有助熔剂成分的糊剂及薄膜可以含有热固性材料。由此,在焊料凸块S2溶解的同时热固性成分固化,能够将电路部件21,31彼此固定。关于热固性材料的固化,与焊料凸块S2的溶解加热无关地可以通过在后工序进行再次加热来实施。

[0090] [本发明的作用效果]

[0091] 如以上说明,在该焊料凸块形成方法中,通过将焊料粒子S1保持于焊料凸块形成用部件1的多个凹部3,并且与成为转印对象的电极22一同施加热和压力而能够在电极22上形成焊料凸块S2。在该焊料凸块形成方法中,焊料凸块形成用部件1中的凹部3的构成部分由在焊料粒子S1的熔点下能够变形的变形部6形成。由此,在按压电极22并加热时,变形部6变形,并且能够使保持于凹部3的焊料粒子S1在电极22侧露出。因此,在该焊料凸块形成方法中,即使不使焊料粒子S1的形状一致,也能够确保焊料粒子S1向电极22的转印的可靠性。

[0092] 在本实施方式中,变形部6由焊料粒子S1的熔点下的体积模量为0.5GPa以上且5GPa以下的弹性体9构成。通过将变形部6的体积模量设为5GPa以下,在将电极22按压于第1面2a侧并加热时,变形部6充分地变形,能够使保持于凹部3的焊料粒子S1更可靠地向电极侧露出。另一方面,通过将变形部6的体积模量设为0.5GPa以上,能够维持凹部3的保形性,并且能够确保转印中的焊料粒子S1的保持性能。由此,能够在电极22上的目标位置高精度地形成焊料粒子S1。并且,在由弹性体9构成变形部6的情况下,将焊料粒子S1转印至电极22之后,能够使变形部6恢复到原来的形状。由此,能够再利用焊料凸块形成用部件1。

[0093] 在本实施方式中,在将电极22按压于焊料凸块形成用部件1的第1面2a的状态下加热至焊料粒子S1的熔点以上的温度。由此,由于在由电极22和焊料凸块形成用部件1夹持焊料粒子S1的状态下实施焊料粒子S1的熔融和变形部6的变形,因此能够抑制形成于电极22的焊料凸块S2的位置偏移。因此,能够在电极22上的目标位置更高精度地形成焊料粒子S1。

[0094] 在本实施方式中,在多个凹部3的每一个中,以单体配置有焊料粒子S1。由此,能够以一定的可靠性将较大粒径的焊料粒子S1转印至电极22。

[0095] 在本实施方式中,焊料粒子S1的平均粒径成为 $1\mu\text{m} \sim 35\mu\text{m}$ 。在使用这种范围的微小的焊料粒子S1的情况下,通常难以使焊料粒子S1的形状一致,但通过应用上述方法,即使不使焊料粒子S1的形状一致,也能够确保焊料粒子S1向电极22转印的可靠性。

[0096] [变形例]

[0097] 本发明并不限于上述实施方式。例如,在图1的例子中,变形部6从第1面2a朝向第2面2b侧以与凹部3的深度对应的厚度设置,但变形部6的厚度并不限于此。例如,如图10(a)中示出的焊料凸块形成用部件1A,变形部6的厚度T可以小于凹部3的深度D。在该情况下,仅隔开相邻的凹部3,3的分隔壁部8的第1面2a侧由变形部6构成。因此,凹部3的内壁面3a的第1面2a侧由变形部6构成,另一方面,凹部3的内壁面3a的第2面2b侧及凹部3的底面3b由基体部7构成。

[0098] 如图10(a)的例子那样,将变形部6的厚度T设为小于凹部3的深度D的情况下,保持于凹部3的焊料粒子S1可以比变形部6与基体部7的界面更向第1面2a侧突出。即,焊料粒子S1的高度H相对于凹部3的深度D及变形部6的厚度T,可以满足 $H > D - T$ 。由此,能够确保变形部6变形时的焊料粒子S1与电极22的可靠的接触。

[0099] 并且,从充分地确保变形部6的变形量的观点考虑,即使将变形部6的厚度T设为小于凹部3的深度D的情况下,变形部6也可以从第1面2a沿凹部3的深度方向以该凹部3的深度D的1/2以上的厚度设置。在该情况下,变形部6可以从第1面2a沿凹部3的深度方向以该凹部3的深度D的3/5以上的厚度设置,也可以以4/5以上的厚度设置。

[0100] 并且,例如,如图10(b)中示出的焊料凸块形成用部件1B,变形部6的厚度T可以大于凹部3的深度D。在该情况下,隔开相邻的凹部3,3的分隔壁部8的整体成为变形部6,凹部3

的内壁面3a及底面3b均由变形部6构成。变形部6与基体部7的界面能够设定在凹部3的底面3b与第2面2b之间的任意位置。例如,如图10(c)中示出的焊料凸块形成用部件1C,可以不设置基体部7,由变形部6构成主体部2的整体。

[0101] 在上述实施方式中,所有的焊料粒子S1成为不比凹部3的开口面向外侧突出的状态,但在本发明中,由于即使不使凹部3内的焊料粒子S1的高度一致,也发挥焊料粒子S1向电极22转印的可靠性,因此,可以成为一部分或所有的焊料粒子S1比凹部3的开口面向外侧突出的状态。即,如图11(a)所示,一部分或所有的焊料粒子S1的高度H相对于凹部3的深度D,可以满足 $H>D$ 。

[0102] 在上述实施方式中,例示出在多个凹部3的每一个中,以单体配置有焊料粒子S1的结构,但也可以在多个凹部3的每一个中配置多个焊料粒子S1。在该情况下,例如,如图11(b)所示,可以在凹部3内配置多个平均粒径比图1的例子小的焊料粒子S1。在该情况下,变得容易调整保持于凹部3内的焊料粒子S1的体积,并且变得容易将形成于电极22的焊料凸块S2的大小和高度调节在一定范围内。并且,能够提高电极22与焊料粒子S1接触的概率,并且能够更可靠地实施向电极22上的焊料凸块S2的形成。在凹部3配置多个焊料粒子S1的情况下,如上所述,焊料粒子S1的C.V.值可以成为20%以下。由此,在使用焊料凸块S2连接电路部件21,31时,能够充分地确保导通可靠性及绝缘可靠性。

[0103] 在凹部3内配置多个焊料粒子S1的情况下,也认为在焊料粒子S1与分隔壁部8之间作用的力(例如,如范德华力的分子间力)比作用于焊料粒子S1的重力大。因此,即使设为凹部3朝向下方的姿势的情况下,焊料粒子S1也能够滞留在凹部3内。焊料粒子S1的外表面具有平坦部分,该平坦部分与凹部3的内壁面3a或者底面3b接触的情况下,能够更良好地防止焊料粒子S1从凹部3的脱落。

[0104] 符号说明

[0105] 1、1A~1C-焊料凸块形成用部件,3-凹部,6-变形部,9-弹性体,21-电路部件,22-电极,S1-焊料粒子,S2-焊料凸块。

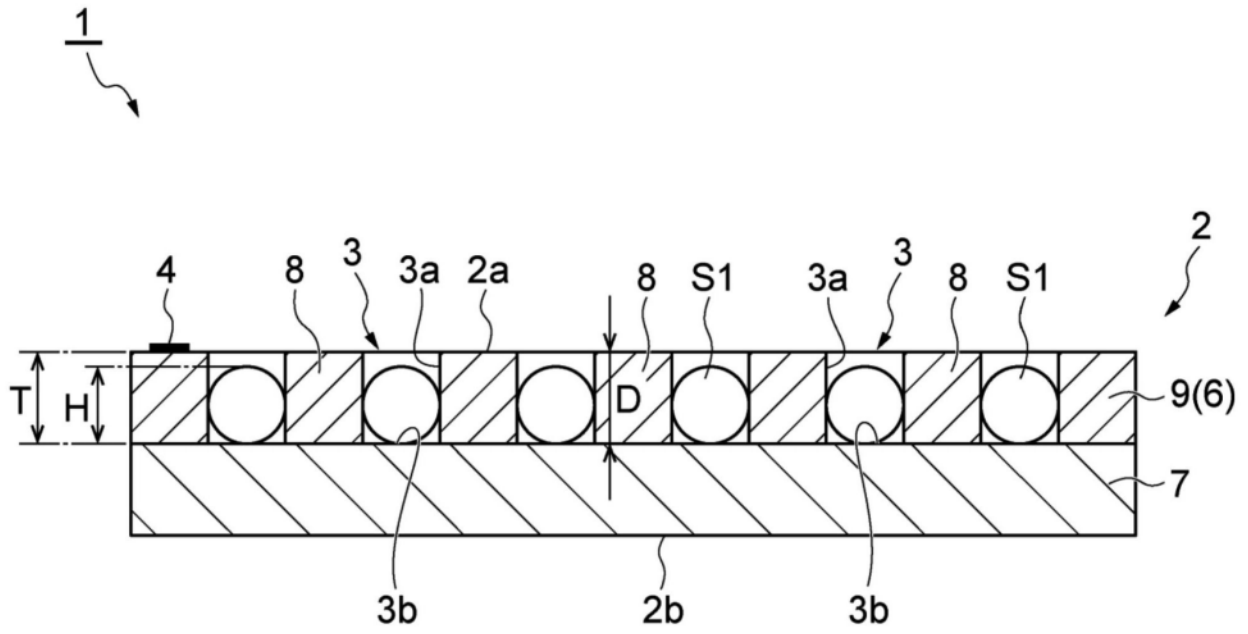


图1

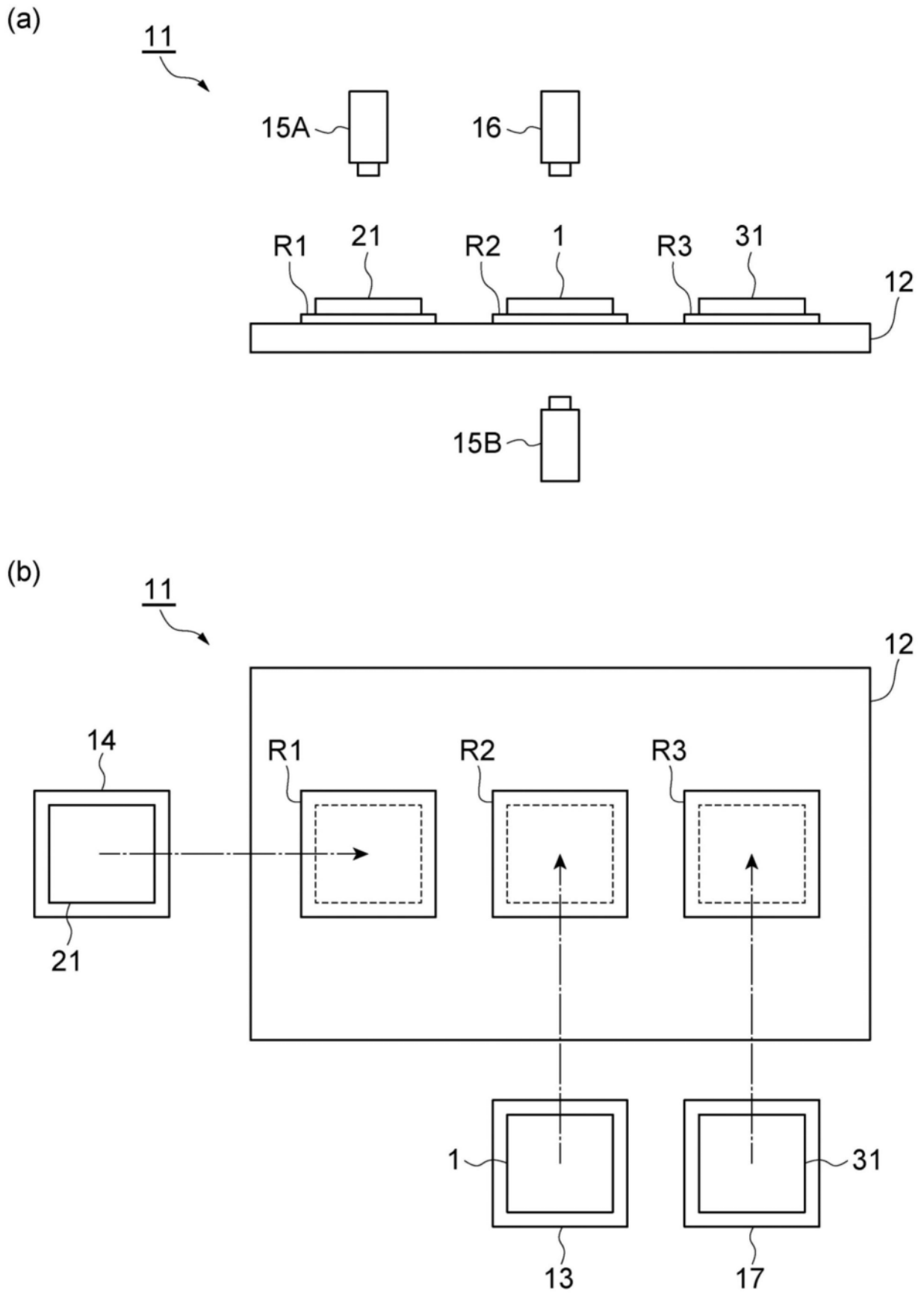


图2

41

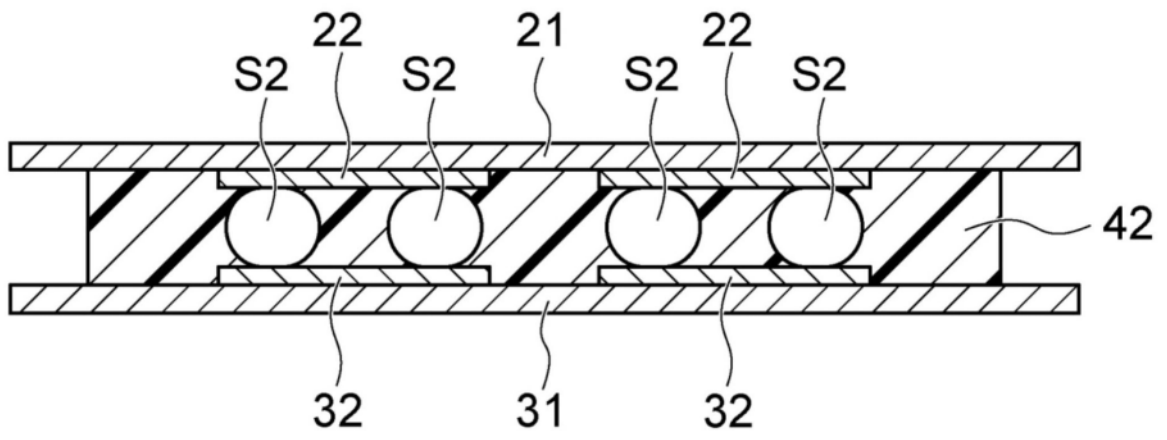


图3

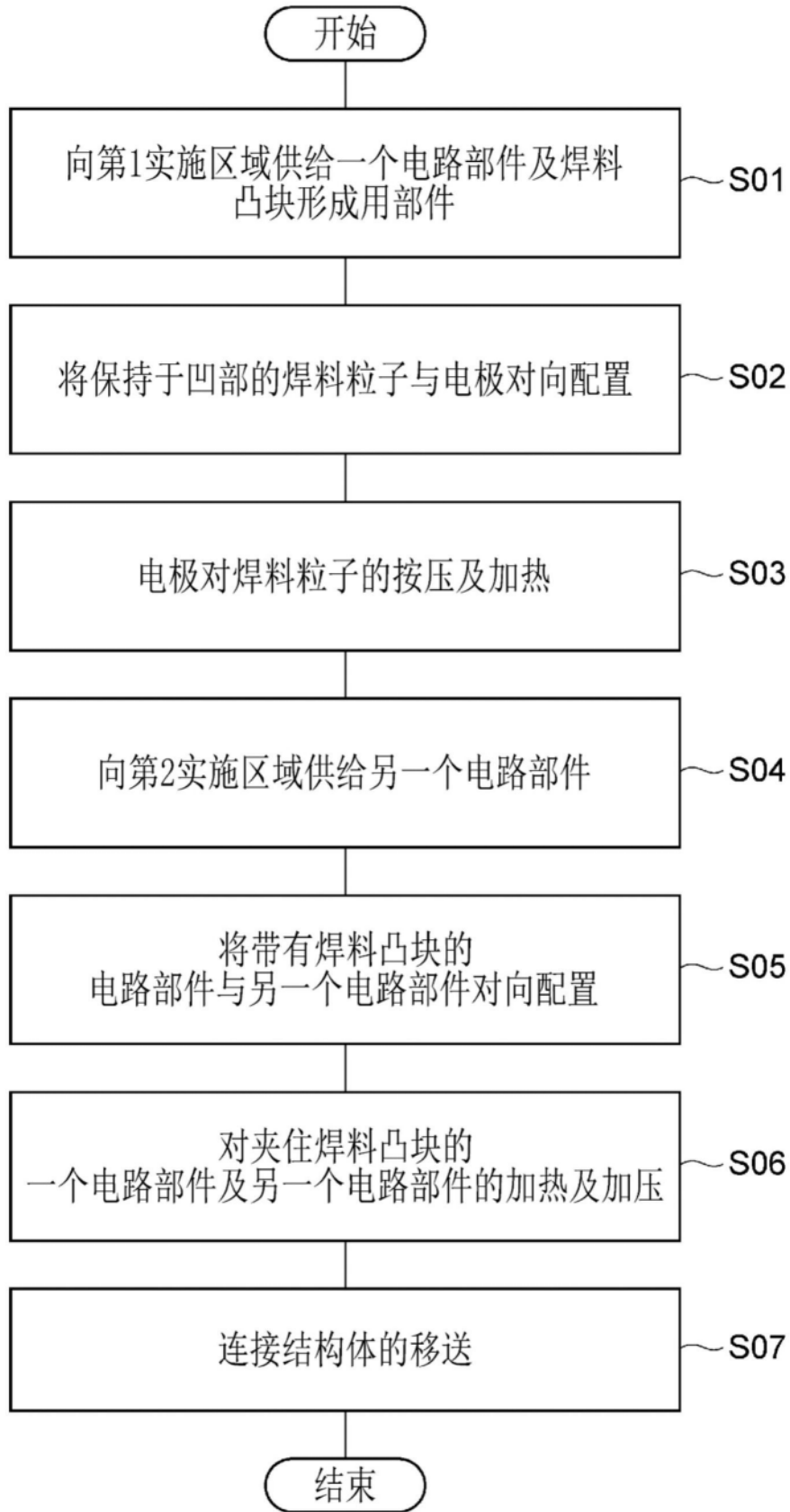


图4

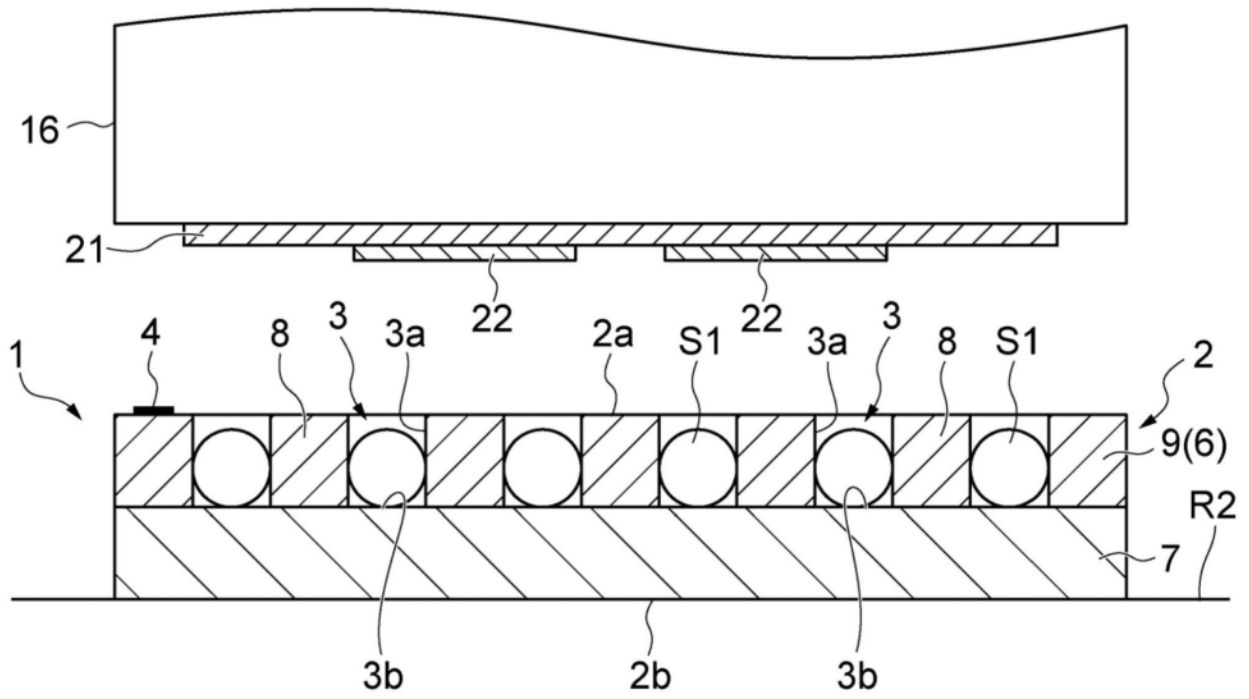


图5

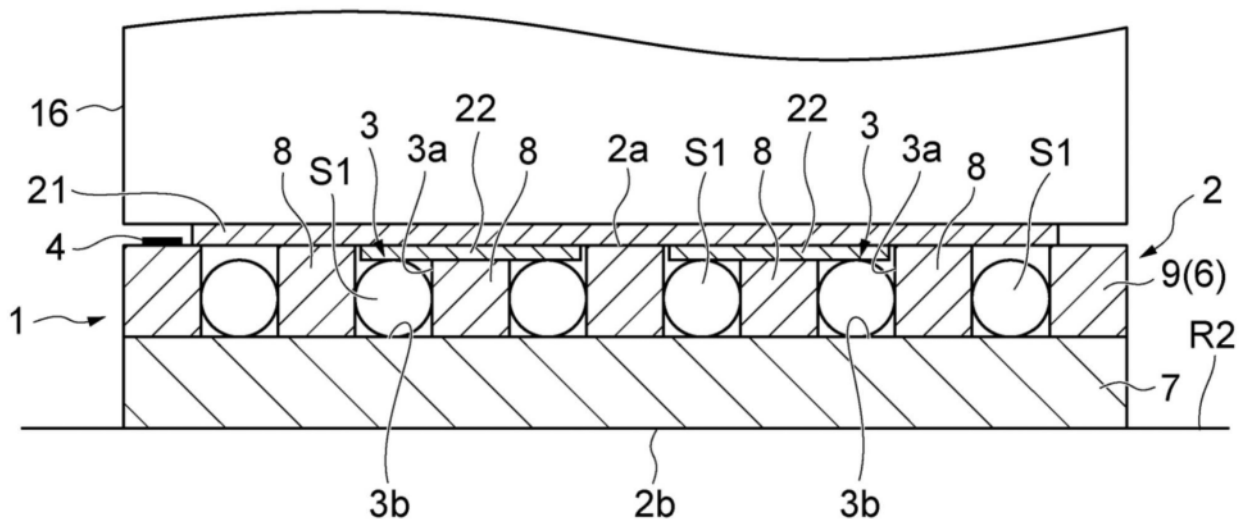


图6

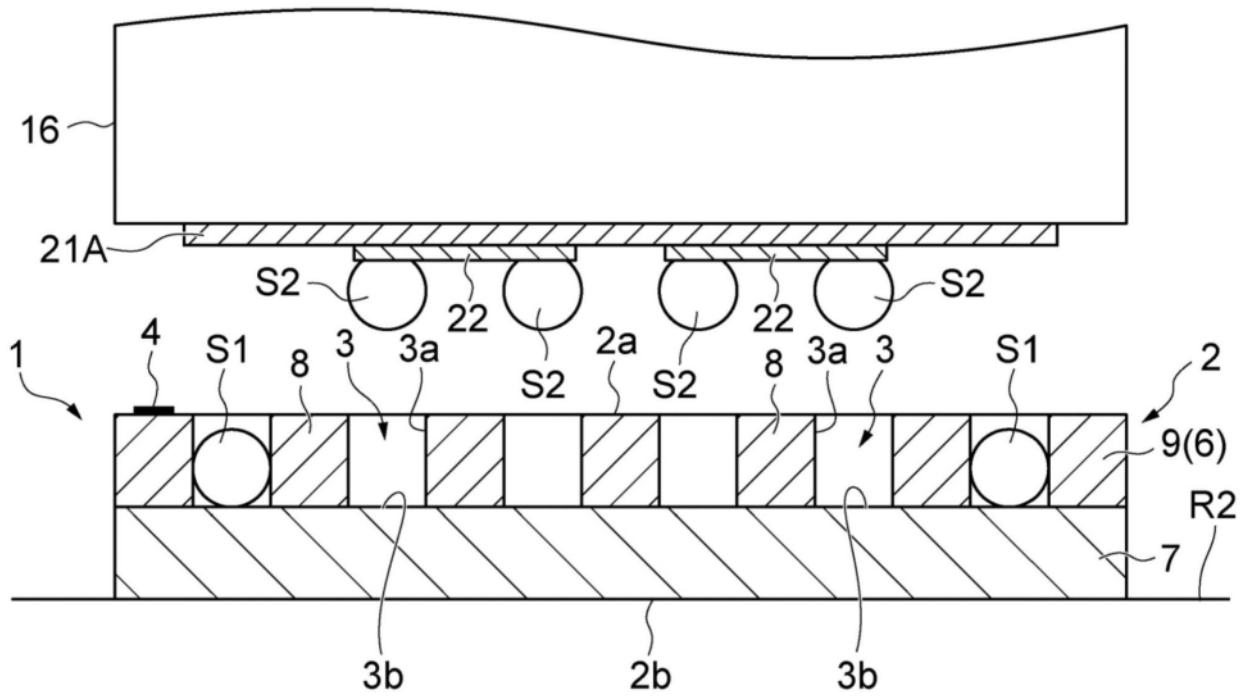


图7

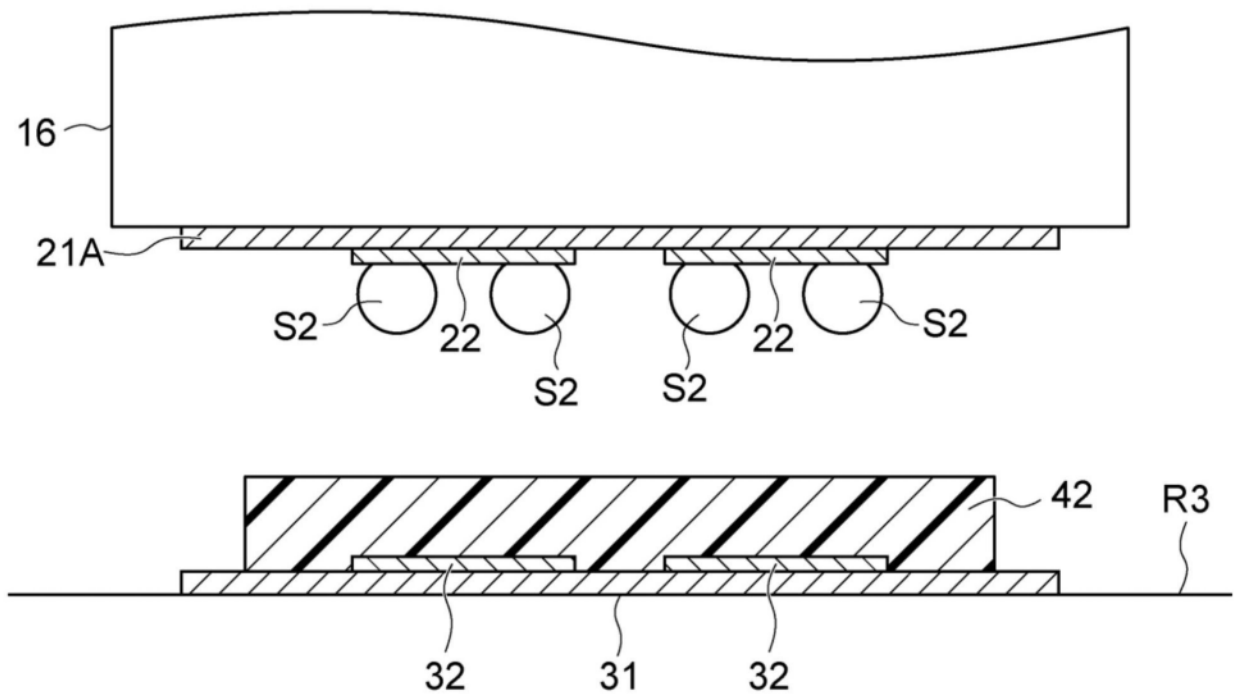


图8

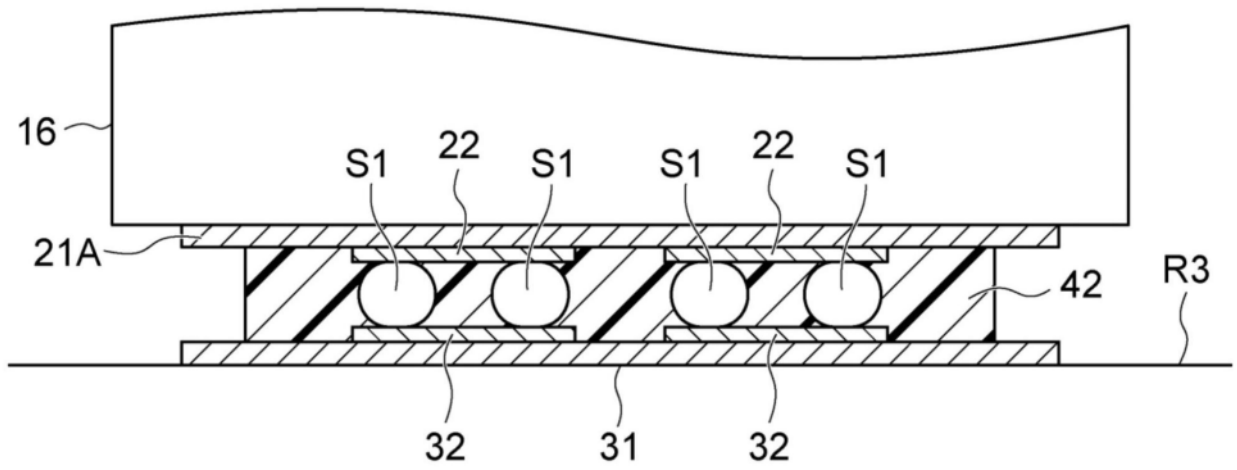


图9

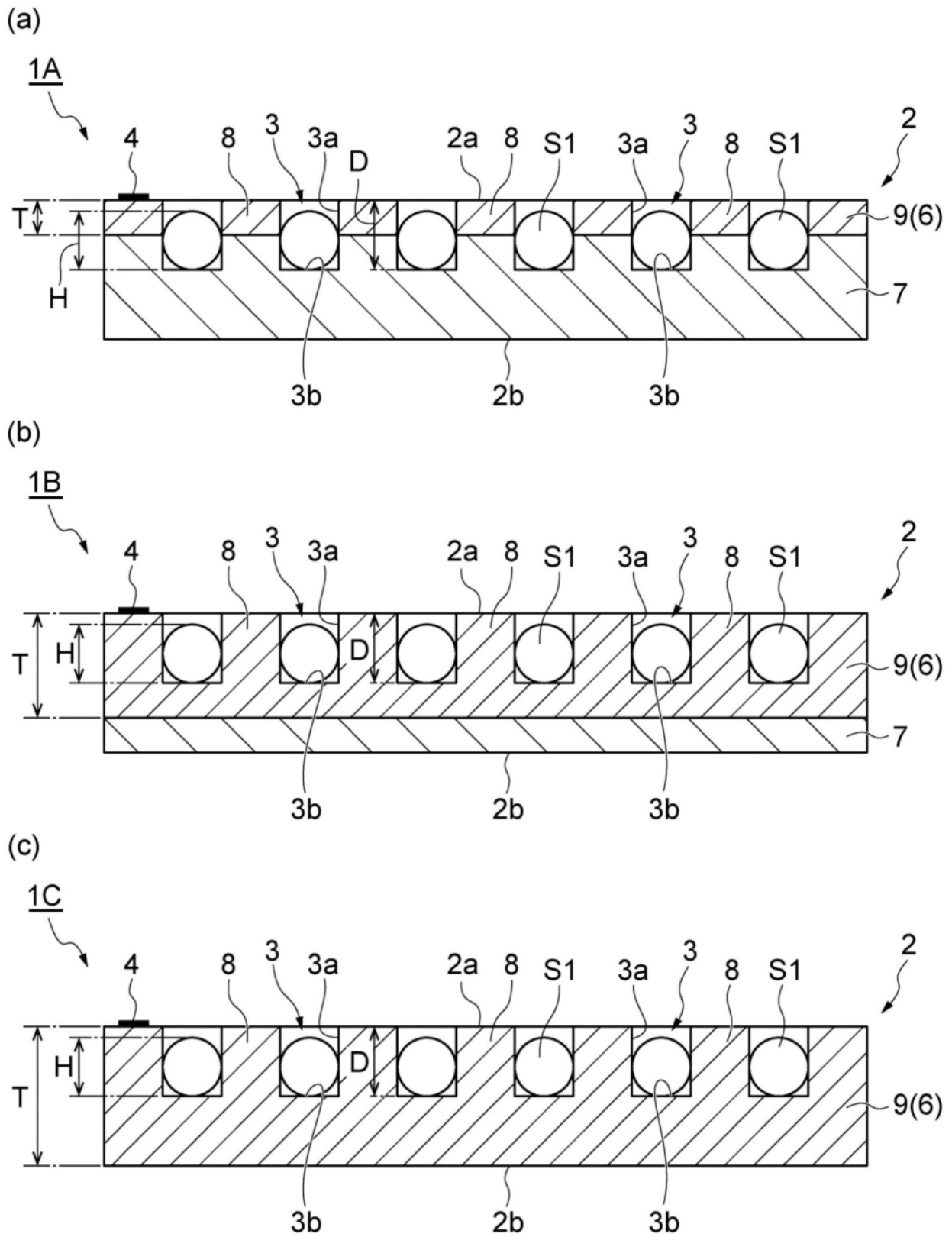


图10

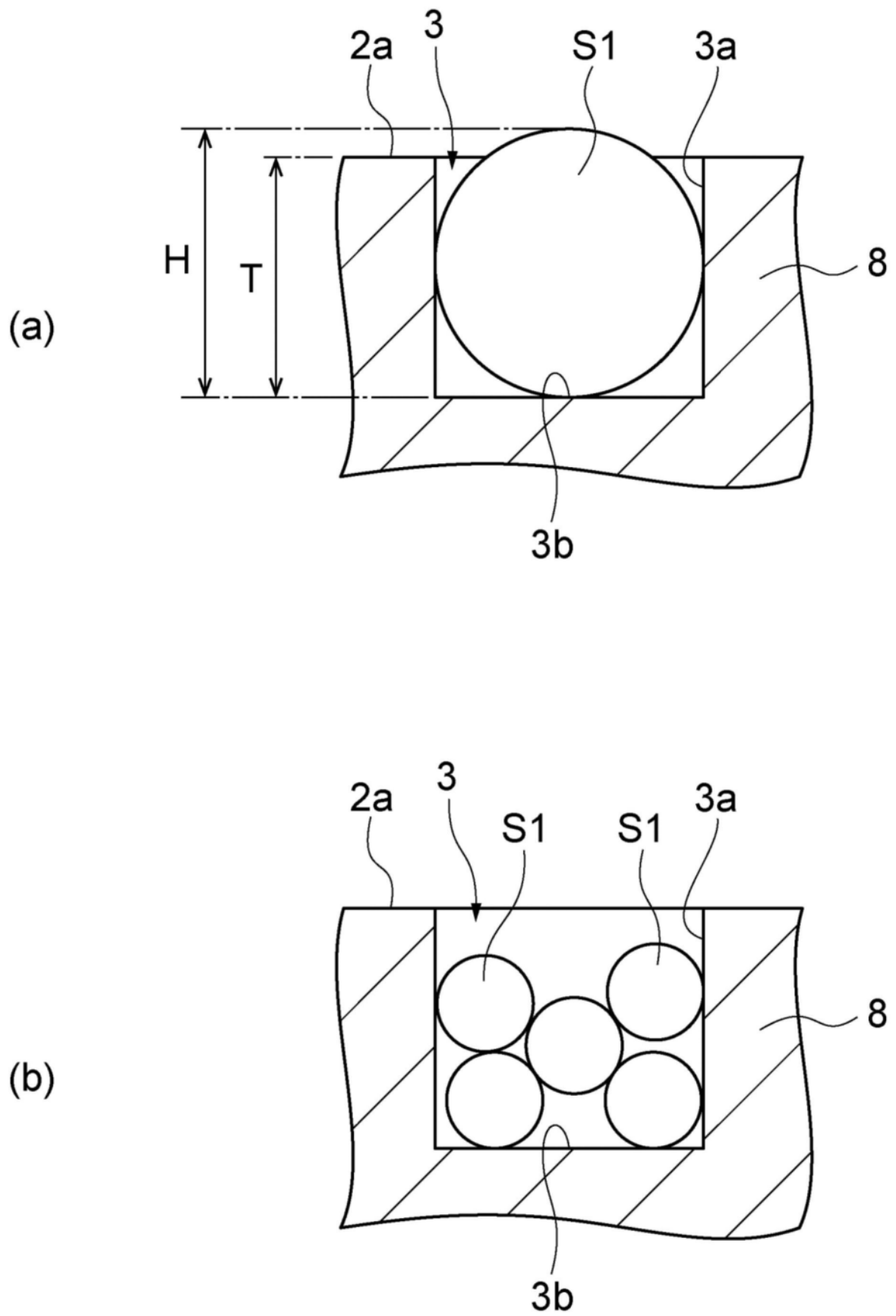


图11