



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109937615 A

(43)申请公布日 2019.06.25

(21)申请号 201780068352.2

(74)专利代理机构 北京润平知识产权代理有限公司 11283

(22)申请日 2017.11.03

代理人 肖冰滨 王晓晓

(30)优先权数据

15/344,101 2016.11.04 US

(51)Int.Cl.

H05K 3/34(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.05.06

H05K 1/11(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2017/059948 2017.11.03

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/085667 EN 2018.05.11

(71)申请人 捷普有限公司

地址 美国佛罗里达州

(72)发明人 W·王 M·A·特德曼

M·P·桑托斯 R·K·本茨

H·李 G·方

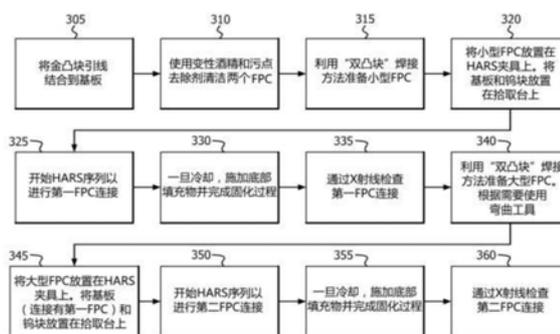
权利要求书2页 说明书10页 附图24页

(54)发明名称

用于柔性电路电缆连接的方法和装置

(57)摘要

本发明描述了一种用于多个柔性电路电缆连接的方法和装置。金凸块结合在基板的互连焊盘上,以形成柱状结构,并且焊料或导电环氧树脂被分配在柔性电缆电路上。用力或通过将重物放置在基板或柔性电路电缆上,将基板和柔性电路电缆对准并压在一起。应用适当的热量以回流焊料或固化环氧树脂。在金凸块的辅助下,焊料润湿到基板焊盘,并且由于柱状结构而具有降低的桥接风险。应用非导电底部填充环氧树脂以增加机械强度。



1. 一种用于柔性电路电缆连接的方法,所述方法包括:  
将多个金凸块结合到基板上的多个互连焊盘中的每个互连焊盘,以在每个互连焊盘处形成柱;  
在第一柔性电路电缆上分配粘合材料;  
将所述基板和所述第一柔性电路电缆对准并强制压在一起,其中所述柱限制所述粘合材料的分散;以及  
施加第一预定等级的热量组,以促进所述粘合材料在所述基板和所述第一柔性电路电缆之间结合。
2. 根据权利要求1所述的方法,还包括:  
相对于所述第一柔性电路电缆弯曲第二柔性电路电缆;  
将另外多个金凸块结合到所述基板上的另外多个互连焊盘中的每个互连焊盘,以在每个互连焊盘处形成柱;  
在所述第二柔性电路电缆上分配粘合材料;  
将所述基板和所述第二柔性电路电缆对准并强制压在一起;以及  
施加第二预定等级的热量组,以促进所述粘合材料在所述基板和所述第二柔性电路电缆之间结合。
3. 根据权利要求2所述的方法,其中所述第一柔性电路电缆和所述第二柔性电路电缆重叠。
4. 根据权利要求2所述的方法,其中所述第一预定等级的热量和所述第二预定等级的热量被控制,以在不影响电子元件的情况下,影响所述基板和所述第一柔性电缆之间以及所述基板和所述第二柔性电路电缆之间的结合。
5. 根据权利要求4所述的方法,其中所述第二预定等级的热量被控制,以在不影响电子元件和所述基板与所述第一柔性电路电缆之间的结合的情况下,影响所述基板和所述第二柔性电缆之间的结合。
6. 根据权利要求2所述的方法,其中重物被使用,以将所述基板和所述第一柔性电路电缆及所述基板和所述第二柔性电路电缆中的至少一者强制压在一起。
7. 根据权利要求5所述的方法,其中重物从至少所述第一柔性电路电缆悬臂伸出以增强压缩和结合。
8. 根据权利要求1所述的方法,其中所述粘合材料在所述第一柔性电路电缆上至少被分配两次。
9. 根据权利要求1所述的方法,还包括:  
在所述基板和所述第一柔性电路电缆之间施加底部填充物以提供机械强度。
10. 根据权利要求1所述的方法,其中所述多个金凸块以预定图案被布置在每个互连焊盘上。
11. 一种用于连接柔性电路电缆的系统,包括:  
基板,所述基板包括第一组互连焊盘,其中多个金凸块被结合到每个互连焊盘以形成柱状结构;  
至少一个柔性电路电缆,其中粘合材料被分配在所述至少一个柔性电路电缆上;  
对准装置,用于对准所述基板和所述至少一个柔性电路电缆;

重物,用于将所述基板和所述至少一个柔性电路电缆强制压在一起;以及热空气回流系统(HARS),用于施加第一预定等级的热量组,以促进所述粘合材料在所述基板和所述至少一个柔性电路电缆之间结合,其中所述柱状结构限制所述结合材料的分散。

12. 根据权利要求11所述的系统,其中另外多个金凸块结合到另外一组互连焊盘以产生另外的柱状结构,还包括:

弯曲工具;

至少另一个柔性电路电缆,其中所述弯曲工具相对于所述至少一个柔性电路电缆弯曲所述至少另一个柔性电路电缆,并且其中所述粘合材料被分配在所述至少另一个柔性电路电缆上;

所述对准装置,用于对准所述基板和所述至少另一个柔性电路电缆;

所述重物,用于将所述基板和所述至少另一个柔性电路电缆强制压在一起;以及

所述HARS,用于施加第二预定等级平的热量组,以促进所述粘合材料在所述基板和所述至少另一个柔性电路电缆之间结合。

13. 根据权利要求12所述的系统,其中所述至少一个柔性电路电缆和所述至少另一个柔性电路电缆重叠。

14. 根据权利要求12所述的系统,其中所述第一预定等级的热量和所述第二预定等级的热量被控制,以在不影响电子元件的情况下,影响所述基板和所述至少一个柔性电缆之间以及所述基板和所述至少另一个柔性电路电缆之间的结合。

15. 根据权利要求14所述的系统,其中所述第二预定等级的热量被控制,以在不影响电子部件和所述基板与所述至少一个柔性电路电缆之间的结合的情况下,影响所述基板和所述至少另一个柔性电缆之间的结合。

16. 根据权利要求12所述的系统,其中所述重物至少从所述至少一个柔性电路电缆和所述至少另一个柔性电路电缆悬臂伸出,以增强压缩和结合。

17. 根据权利要求12所述的系统,其中所述粘合材料在所述至少一个柔性电路电缆和所述至少另一个柔性电路电缆中的至少一者上至少被分配两次。

18. 根据权利要求12所述的系统,其中在所述基板和所述至少一个柔性电路电缆之间以及所述基板和所述至少另一个柔性电路电缆之间,底部填充物被施加以提供机械强度。

19. 根据权利要求12所述的系统,其中所述多个金凸块和所述另外多个金凸块以预定图案被布置。

20. 根据权利要求12所述的系统,其中所述HARS包括多个加热器,以提供所述第一预定等级的热量组和所述第二预定等级的热量组。

## 用于柔性电路电缆连接的方法和装置

### 技术领域

[0001] 本发明一般涉及柔性电路电缆,尤其涉及柔性电路电缆与基板的连接。

### 背景技术

[0002] 柔性电路电缆广泛用于芯片到印刷电路板(PCB)、芯片到基板、光学子组件到PCB、以及PCB到PCB互连。它们在有限的空间和灵活的方式下提供高密度信号路由功能。然而,先前用于连接柔性电路电缆的方法存在各种缺点。

[0003] 例如,当柔性电路电缆不重叠时,直接焊接单个柔性电路电缆或多个柔性电路电缆连接是可能的或优选的。然而,在柔性电路电缆重叠的情况下,焊料的热回流将影响已经连接在基板上的芯片或柔性电路电缆。例如,如图1所示,当尝试使用直接焊接方法连接柔性电路电缆Flex#2时,预先连接的电缆或柔性电路电缆Flex#1将受到不利影响。在顺序柔性电路电缆需要与预先连接的电缆或柔性电路电缆(Flex#1)重叠的情况下,几乎不可能润湿基板焊盘和第二柔性电路电缆(Flex#2)之间的焊料。由预先连接的电缆或柔性电路电缆(Flex#1)产生的间隙会干扰第二柔性电路电缆(Flex#2)的放置。焊料难以在柔性电路电缆和基板之间流动,以形成电连接和持久可靠的结合。

[0004] 各向异性导电膜(ACF)和/或各向异性导电膏(ACP)方法广泛用于柔性电路电缆到基板和芯片到柔性电路电缆连接,用于液晶显示器制造。这些工艺也有一些局限性。例如,这些工艺要求电焊盘从柔性电路电缆和基板的表面压印(凸起),使得ACF或ACP中的导电颗粒可以通过压缩接触以在Z方向上形成电连接。ACF工艺还需要高的热温度来固化薄膜以形成结合。这种高温会影响已经连接在基板上的芯片或柔性电路电缆,因此如果存在由先前连接的柔性电路电缆或芯片产生的间隙,则ACF和/或ACP工艺使得重叠的柔性电路电缆连接变得困难。此外,传统上用于ACP的导电颗粒填充的环氧树脂通常具有高电阻,并导致有限的射频(RF)带宽。

[0005] 也可以使用导电环氧树脂来完成柔性电路电缆连接。在放置之前,可以将导电环氧树脂分配在柔性电路电缆或基板的焊盘上。环氧树脂连接存在若干问题,包括柔性电路电缆和基板之间的变化/平面度情况、环氧树脂的体积过大/过小、适当的压力控制、有限的可再加工性、结合强度和比焊料更高的电阻。另外,由于重叠的柔性电路电缆而增加的复杂性使得导电环氧树脂更具吸引力。

[0006] 总之,将重叠的柔性电路电缆连接到基板、中介层或其他结构存在许多挑战。柔性电路电缆的连接不应影响基板或中介层上的组装芯片。任何提出的方法都需要克服1)由于先前组装的柔性电路电缆或芯片形成的间隙、或柔性电路电缆的设计而导致的柔性电路电缆和基板之间的润湿问题,和2)由柔性电路电缆预弯曲、或例如,U形、S形或开口O形柔性电路电缆等独特形状引起的共面性问题。所提出的方法必须可在有限的空间内操作,考虑信号RF带宽并实现低信号串扰,以在单个柔性电缆电路上实现高带宽和高密度信号迹线。例如,柔性电路电缆连接用于小型组件场景,例如可插拔收发器(小型可插拔收发器(SFP、SFP+、QSFP)、C型可插拔收发器(CFP、CFP2+、QSFP)、C型可插拔收发器(CFP、CFP2)等)中使用的

光学子组件 (OSA)。

## 发明内容

[0007] 本发明描述了一种用于柔性电路电缆连接的方法和装置。金凸块结合在基板和焊料的互连焊盘上,或导电环氧树脂被印刷或分配在柔性电路电缆上。可以将多个金凸块结合到每个互连焊盘上以形成柱,以限制焊料或环氧树脂的路径。用力或通过将重物放置在基板或柔性电路电缆上,将基板和柔性电路电缆对准并压在一起。应用适当的热量以回流焊料或固化环氧树脂。焊料润湿到互连焊盘(由金凸块辅助),并且降低了由互连焊盘上的多个金凸块产生的柱的桥接风险。如果在柔性电路电缆上印刷或分配导电环氧树脂,则可以应用热量、紫外(UV)光或两者,以固化柔性电路电缆和基板之间的环氧树脂。由于金凸块产生的间隙和体积,环氧树脂被挤压和涂抹到相邻焊盘的风险会降低。为了增加机械强度,可以应用不导电的底部填充环氧树脂。热量和毛细管效应将在柔性电路电缆和基板之间吸收底部填充环氧树脂。金凸块形成支座高度,有助于底部填充路径,焊料芯吸,并降低桥接风险。此外,对于高频应用,多个金凸块带来改善的射频(RF)性能。

## 附图说明

[0008] 通过结合附图以示例给出的以下描述可以得到更详细的理解,其中:

[0009] 图1是用焊料将柔性电路电缆直接焊接到基板上的侧视图;

[0010] 图2A、2B和2C是根据一个实施方式的基板、短型柔性电路电缆和长型柔性电路电缆的示例;

[0011] 图3是根据一个实施方式的将柔性电路电缆连接到基板的整体流程图;

[0012] 图4是根据一个实施方式的具有金凸块的基板的示例;

[0013] 图5是根据一个实施方式的具有一层金凸块的基板的示例;

[0014] 图6是根据一个实施方式的具有两层堆金凸块的基板的示例;

[0015] 图7是根据各种实施方式的用于将金凸块放置在基板上的不同图案的示例;

[0016] 图8是根据一个实施方式的基板上的六个金凸块图案的照片;

[0017] 图9A示出了根据一个实施方式的未清洁的柔性电路电缆的示例;

[0018] 图9B示出了根据一个实施方式的清洁的柔性电路电缆的示例;

[0019] 图10是根据一个实施方式的用于在柔性电路电缆上印刷焊料的模板的示例;

[0020] 图11是根据一个实施方式的在第一次回流之后,印刷在柔性电路电缆上的焊料的示例照片;

[0021] 图12是根据一个实施方式的在第二次回流之后印刷在柔性电路电缆上的焊料的示例照片;

[0022] 图13A示出了根据一个实施方式的连接到基板的柔性电路电缆的示例;

[0023] 图13B示出了根据一个实施方式的连接到柔性电路电缆的基板的示例;

[0024] 图14是示出根据一个实施方式的热空气返工系统的示例性示意图;

[0025] 图15是显示根据一个实施方式的底部填充物的示例照片;

[0026] 图16示出了根据一个实施方式的连接到基板的第一柔性电路电缆的示例;

[0027] 图17是示出根据一个实施方式的弯曲工具的示例性示意图;

- [0028] 图18示出了根据一个实施方式的连接到基板的第二柔性电路电缆的示例；
- [0029] 图19示出了根据具有两个层堆的金凸块的实施方式的连接到基板的第一和第二柔性电路电缆的示例；
- [0030] 图20A是示出根据一个实施方式的回流夹具的示例性示意图；
- [0031] 图20B是示出根据一个实施方式的分解的第一柔性电路电缆组件的示例性示意图；
- [0032] 图20C是示出根据一个实施方式的组装的第一柔性电路电缆组件的示例性示意图；
- [0033] 图21是示出根据一个实施方式的具有热电偶的回流夹具的示例性示意图；
- [0034] 图22A是示出根据一个实施方式的拾取台和重物的示例性示意图；
- [0035] 图22B是示出根据一个实施方式的拾取台、重物和组装的柔性电路电缆和基板的示例性示意图；
- [0036] 图23是示出根据一个实施方式的重物的示例性示意图；
- [0037] 图24是根据一个实施方式的将第一柔性电路电缆连接到基板的整体流程图；
- [0038] 图25是根据一个实施方式的针对将第一柔性电路电缆连接到基板的说明性温度曲线；
- [0039] 图26是根据一个实施方式的将第二柔性电路电缆连接到基板的整体流程图；
- [0040] 图27是根据一个实施方式的针对将第二柔性电路电缆连接到基板的说明性温度曲线；和
- [0041] 图28是根据一个实施方式的针对底部填充固化方法的说明性温度曲线。

### 具体实施方式

[0042] 应当理解,已经简化了用于柔性电路电缆连接的方法和装置的实施方式的附图和描述,以说明与清晰理解相关的元件,同时为了清楚起见,消除了典型车辆系统中的许多其他元件。本领域普通技术人员可以认识到在实现本发明时期望和/或需要其他元件和/或步骤。然而,因为这些元件和步骤在本领域中是公知的,并且因为它们不便于更好地理解本发明,所以这里不提供对这些元件和步骤的讨论。

[0043] 这里描述的非限制性实施方式是关于用于柔性电路电缆连接的方法和装置。在保持在权利要求的实质和范围内的同时,可以修改用于柔性电路电缆连接的方法和装置以用于各种应用和用途。这里描述的和/或附图中示出的实施方式和变型仅作为示例呈现,并且不限制范围和实质。这里的描述可适用于柔性电路电缆连接的方法和装置的所有实施方式,包括例如但不限于芯片到印刷电路板(PCB)互连、芯片到基板互连,光学子组件到PCB互连、PCB与PCB互连。

[0044] 现在参照附图,其中相似的附图标记表示跨越若干视图的类似元件,描述了用于柔性电路电缆连接的方法和装置。这里描述的实施方式提供了用于连接柔性电路电缆的解决方案,并且在一些实施方式中,例如当多个柔性电路电缆重叠时。

[0045] 这里描述的是一种说明性方法,其在位于基板上的互连焊盘上提供多个金凸块。当多个柔性电路电缆连接到基板上时,特别是当柔性电路电缆重叠时,金凸块克服了基板和柔性电路电缆之间的间隙或变化。此外,金凸块提供了从柔性电路电缆到基板的焊料的

增加的润湿性,桥接或涂抹的降低的风险以及最小的焊接间隙,这允许使用底部填充来增加机械强度。在一些实施方式中,柔性电路电缆还利用双焊料凸块来增加焊料量,并有助于补偿柔性电路电缆和基板之间的间隙。重物用于在回流期间保持柔性电路电缆与基板紧密接触,并降低开口焊点或枕形不良的风险。如本文所述设计和开发多个夹具。

[0046] 通常并且如下文进一步描述的,基板上的互连焊盘设置有一个或多个金(或铜)凸块。例如,每个互连焊盘可具有3至9个金(或铜)凸块。出于说明的目的,凸块可以是互连焊盘上的圆形形式或形状。注意,对基板的类型没有限制,它可以是硅或玻璃中介层、LCD玻璃或常规PCB、另一个柔性电路、或者甚至是具有可以镀金(铜)的焊盘的芯片。模板印刷用于在要连接的柔性电路电缆上沉积焊料或分配导电环氧树脂。柔性电路电缆和基板彼此对齐并放置在一起。通过基板或柔性电路电缆顶部(无论哪个位于顶部)的力或重物施加压力。

[0047] 应用热量以回流焊料或固化环氧树脂。焊料将通过金凸块辅助润湿流到基板,并且具有降低的由基板上的多个金(或铜)凸块产生的柱的桥接风险。如果在柔性电路电缆上印刷导电环氧树脂,则可以应用热量、紫外(UV)光或两者以固化柔性电路电缆和基板之间的环氧树脂。由于金(或铜)凸起产生的间隙,环氧树脂被挤压和涂抹到相邻焊盘的风险降低。一旦冷却,为了增加机械强度,应用不导电的底部填充环氧树脂。热量和毛细管效应将在柔性电路电缆和基板之间吸收底部填充环氧树脂。在适当地固化底部填充环氧树脂后,除去施加的重物和/或压力。

[0048] 对于要连接到基板上的每个柔性电路电缆,可以重复上述步骤。附加的柔性电路电缆可以用弯曲夹具预弯曲,以降低下游组件的复杂性。基板或柔性电路电缆上的金凸块可以补偿由第一柔性电路电缆产生的支座高度,有助于底部填充路径,焊料芯吸,并降低桥接的风险。可以执行X射线成像、连接测试以及剪切和拉伸测试,以验证多个柔性电路电缆附件的机械完整性。

[0049] 图2A是基板200的说明性示例。基板200可以包括部件205和互连焊盘210。基板可以是但不限于单熔融硅(Si)玻璃基板或任何其他类型的类似材料。虽然这里的描述是关于基板,但是该方法可以应用于中介层、硅或玻璃中介层、液晶显示器(LCD)玻璃、印刷电路板(PCB)、另一个柔性电路、具有镀金(铜)的焊盘和其他接口模块的芯片。

[0050] 图2B是柔性电路电缆220的说明性示例,并且特别是短型柔性电路电缆。柔性电路电缆220具有互连焊盘225。图2C是另一个柔性电路电缆230的说明性示例,并且特别是长型柔性电路电缆。柔性电路电缆230具有互连焊盘235。图2B和2C中所示的柔性电路电缆是说明性的,并且可以使用其他形式和形状而不脱离权利要求的范围。

[0051] 图3是根据一个实施方式的将柔性电路电缆连接到基板的整体流程图300。金凸块被引线结合到基板(305)。在一个实施方式中,凸块可以超声连接到基板。可以使用任何连接方法,其导致凸块材料扩散到基板中。尽管这里的描述是关于金凸块的,但是也可以使用其他材料,例如铜和铝。图4示出了根据一个实施方式的在互连焊盘410上具有金凸块405的基板400。图5是根据一个实施方式的具有一层堆金凸块505的基板500的示例。图6是根据一个实施方式的具有两层堆金凸块600的基板的示例。第一层堆金凸块605被引线结合到互连焊盘,其对应于第一和第二柔性电路电缆的放置,第二层堆金凸块610被引线结合互连接合,其对应于第二柔性电路电缆的放置。如本文所述,金凸块提供额外的体积、支座高度以帮助提供底部填充路径、焊料芯吸并降低互连焊盘之间的桥接风险。另外,凸块可用于在基

板和柔性电路电缆之间设定“支座高度”，以确保焊料在连接压力下不被挤出。

[0052] 图7示出了根据各种实施方式的用于将金凸块放置在基板上的不同图案，包括但不限于一个金凸块、两个金凸块、三个金凸块、四个金凸块、五个金凸块和六个金凸块。金凸块可以以各种图案和形状布置，包括但不限于圆形图案。金凸块的数量是说明性的，并且可取决于基板的性质、可用面积、互连焊盘尺寸和其他类似的考虑因素。图8是根据一个实施方式的基板上的六个金凸块图案的照片。

[0053] 返回参考图3，清洁柔性电路电缆(310)。将每根柔性电路电缆放置或浸入变性酒精中，持续适当的时间以清除污染物。例如，在变性酒精中的放置可以持续约15秒。然后，将柔性电路电缆置于污点去除剂中，持续适当的时间。例如，在污点去除剂中的放置可以持续约3分钟。可以搅动具有柔性电路电缆的污点去除剂以促进清洁过程。然后，将柔性电路电缆放入变性酒精袋中，然后将包含柔性电路电缆的袋放置在超声波浴中，持续适当的时间。例如，在超声波浴中的放置可以持续大约10分钟。然后，移除柔性电路电缆并使其风干。图9A示出了未清洁的柔性电缆电路的示例，图9B示出了根据一个实施方式的清洁的柔性电路电缆的示例。

[0054] 返回参考图3，焊料凸块印刷在第一柔性电路电缆上(315)。仅出于说明的目的，第一柔性电路电缆是小型柔性电路电缆。在一个实施方式中，焊膏是锡-铋，其具有低温熔点。可以使用各种焊膏，因为焊膏的选择取决于应用和其他类似因素。尽管这里的描述是关于双凸块焊接方法，但是焊料凸块的数量(包括使用单个焊料凸块)，取决于面积、尺寸和其他类似因素。在另一个实施方式中，如果使用诸如热压缩或超声波焊接的扩散结合工艺，则不需要焊料或导电环氧树脂。

[0055] 使用模板将焊膏施加到柔性电路电缆上。图10是根据一个实施方式的用于在柔性电路电缆上印刷焊料的模板的示例。然后将具有焊膏的柔性电路电缆放置在预定温度的加热板上。例如，预定温度可以是250℃。一旦焊膏完全回流(即熔化)并允许冷却，就可以从加热板上移除柔性电路电缆。将柔性电路电缆放入变性酒精和超声波浴中，持续预定或适当的时间。例如，预定或适当的时间可以是10分钟。在需要双凸块的实施方式中，使用模板将焊膏施加在回流的焊膏上以增加焊料量。图11是根据一个实施方式的在第一次回流之后，印刷在柔性电路电缆上的焊料的示例照片，图12是根据一个实施方式的在第二次回流之后，印刷在柔性电路电缆上的焊料的示例照片。

[0056] 返回参考图3，将第一柔性电路电缆放置在热空气回流系统(HARS)夹具上(320)。将基板和重物被放置在拾取台上。柔性电路电缆和基板被定位，如图13A或13B所示。具体地，图13A示出了柔性电路电缆1300连接到基板1305的示例，其中柔性电路电缆1300在基板1305上方。夹具1310和1315分别用于支持柔性电路电缆1300和基板1305，并将其压在一起。图13B示出了连接到柔性电路电缆1325的基板1320的示例，其中基板1320在柔性电路电缆1325上方。夹具1330和1335分别用于支持柔性电路电缆1320和基板1325，并将其压在一起。在一个实施方式中，重物从柔性电路电缆悬臂伸出(cantilevered off)以增加压缩和结合。在适当放置之后，然后启动第一柔性电路电缆和基板的HARS序列(325)。关于图24给出了HARS过程的更详细描述。

[0057] 图14是示出根据实施方式的HARS夹具1400的示例示意图。通常，并且如下文进一步描述的，HARS夹具1400被设计成控制预定温度范围内的温度，使得在不影响任何电子部

件或基板的完整性的情况下,第一柔性电路电缆和基板结合在一起。

[0058] 特别地,在使用焊料的实施方式中,HARS序列将使用如下所述的适当的热量来回流焊料,并且焊料将通过金凸块流到基板,并且被基板上的多个金凸块形成的柱包含。

[0059] 尽管这里的描述是关于焊料,但是可以使用导电环氧树脂。如果导电环氧树脂印刷或分配在柔性电路电缆上,则可以施加热量、紫外(UV)光或两者,以固化柔性电路电缆和基板之间的环氧树脂。由于金凸块产生的间隙,环氧树脂被挤压和涂抹到相邻焊盘的风险降低。也就是说,环氧树脂由基板上的多个金凸块形成的柱包含。

[0060] 在完成HARS序列之后,允许第一柔性电路电缆和基板冷却,然后,施加底部填充物并使其固化,以增加机械稳定性(330)。在一个实施方式中,底部填充物是非导电底部填充环氧树脂。底部填充物被施加至靠近基板的柔性电路电缆边缘。热和毛细管效应吸收在柔性电路电缆和基板之间的底部填充环氧树脂。如果在柔性电路电缆的边缘周围形成圆角,则停止施加底部填充环氧树脂。通过内置于夹具中的加热块或通过常规加热来施加热量。图15是显示根据一个实施方式的底部填充物的示例照片。然后,可以使用例如X射线检查与基板的第一柔性电路电缆连接(335)。

[0061] 图16示出了根据一个实施方式的连接到基板的第一柔性电路电缆的示例。特别地,第一柔性电路电缆1600使用单排金凸块1610连接到基板1605的部分。

[0062] 返回参考图3,焊料凸块印刷在第二柔性电路电缆上(340)。仅出于说明的目的,第二柔性电路电缆是大型柔性电路电缆。在一个实施方式中,焊膏是锡-铋,尽管可以使用各种焊膏,但焊膏的选择取决于应用和其他类似因素。使用模板将焊膏施加到柔性电路电缆上。然后将具有焊膏的柔性电路电缆放置在预定温度的加热板上。例如,预定温度可以是250°C。一旦焊膏完全回流(即熔化)并允许冷却,就可以从加热板上移除柔性电路电缆。将柔性电路电缆放入变性酒精和超声波浴中,持续预定或适当的时间。

[0063] 第二柔性电路电缆需要相对于互连焊盘和第二柔性电路电缆的其余部分,以预定角度弯曲。该预定角度足以相对于第一柔性电路电缆或其他组件承载模块,清除第二柔性电路电缆电路。在一个实施方式中,预定角度可以是35°。在另一个实施方式中,预定角度在35°和60°之间。这可以使用如图17所示的弯曲工具1700来完成。特别地,将柔性电路电缆1705放置在弯曲工具1700中。然后,将柔性电路电缆和弯曲工具放入预定温度的烘箱中,持续预定的时间。在说明性示例中,预定温度是60°C并且预定时间是1小时。如前所述,如果需要双凸块,则使用模板将焊膏施加在回流焊膏上以增加焊料量。如前所述,焊膏是示例性的并且可以使用导电环氧树脂。

[0064] 返回参考图3,将第二柔性电路电缆放置到热空气回流系统(HARS)夹具中(345)。将基板和重物放置在拾取台上。柔性电路电缆和基板被定位,如图13A或13B所示。图18示出了根据一个实施方式的连接到基板1805的第二柔性电路电缆1800的示例。特别地,夹具1810放置在第二柔性电路电缆1800的顶部上,并且使用夹具1815支持和挤压基板1805。

[0065] 在适当放置之后,然后启动第二柔性电路电缆和基板的HARS序列(350)。关于图26给出了HARS过程的更详细描述。如上所述,在完成HARS序列之后,允许第二柔性电路电缆和基板冷却,然后施加底部填充物并使其固化以增加机械稳定性(355)。然后,可以使用例如X射线检查至基板的第二柔性电路电缆连接(360)。

[0066] 图19示出了根据一个实施方式的连接到基板的第一和第二柔性电路电缆的示例。

特别地,第一柔性电路电缆1900使用单层堆金凸块1910连接到基板1905的部分,并且第二柔性电路电缆1915使用双层堆金凸块1920连接到基板1905的部分。

[0067] 返回参考图14并且还参考图20-23,这里描述的是HARS夹具1400,以及实现针对第一和第二柔性电路电缆的HARS过程所需的各种夹具。HARS夹具1400包括顶部加热器1405、底部加热器1410、夹具支撑腿1415、金属板1420和聚酰亚胺胶带1425。聚酰亚胺胶带1425用于覆盖底部加热器1405上的除了靠近中央的所有气孔。这迫使所有空气流向底部加热器1405的中心。金属板1420通过产生烟囱型效应包含热空气,并将空气导向还包括柔性电路电缆的回流夹具1430。回流夹具1430由夹具支撑腿1415支撑,夹具支撑腿1415是垂直梁,其悬挂在底部加热器1410上方。顶部加热器位于回流夹具1430上方的预定距离处,并提供热N<sub>2</sub>气体。顶部加热器1405的高度和温度是控制焊料温度所必需的,并且N<sub>2</sub>有助于焊料润湿。顶部加热器1405的预定距离可以根据应用和材料而变化,并且仅出于说明的目的,可以是25mm。

[0068] 图20A是示出根据一个实施方式的回流夹具2000的示例性示意图。此外,图20A示出了第一柔性电路电缆2005和第二柔性电路电缆2010如何定位在回流夹具2000上。回流夹具2000具有真空线2015,其用于在回流期间固定第一柔性电路电缆2005和第二柔性电路电缆2010。制作各种孔2020以辅助从底部加热器进行夹具预热。回流夹具2000可以由许多合适的材料制成,出于说明的目的,包括铝。阻止基板接触所有加热气流,以最小化回流期间的移位。回流夹具2000还被设计成适合HARS夹具位置夹钳(即图14中的夹具支撑腿1415),以确保一致的放置和位置,如图14所示。图20B是示出根据一个实施方式的分解的第一柔性电路电缆组件2030的示例性示意图。第一柔性电路电缆组件2030包括如上所述的回流夹具2035、柔性电路电缆2040、基板2045和重物2050。图20C是示出根据一个实施方式的使用上述元件组装的第一柔性电路电缆组件2060的示例性示意图。

[0069] 图21是示出根据一个实施方式的具有热电偶2105的回流夹具2100的示例性示意图。特别地,图21中用“X”标记的每个位置表示用于热曲线控制的热电偶位置。为了模拟组件的热质量,在确定热分布图时,放置基板和钨块(其用作重物并在下文中进一步描述), (如图20B和20C所示)。将热电偶放置在回流夹具2100上作为调节标记,以触发底部加热器和顶部加热器的变化。

[0070] 图22A是示出根据一个实施方式的HARS拾取台2200、重物2205和基板2210的示例性示意图。HARS拾取台2200被设计成准备基板2210和重物2205(例如,钨块)以同时拾取并处于一致的位置。图22B是示出根据一个实施方式的拾取台2250、重物2255和组装的柔性电路电缆2265和基板2260的示例性示意图。

[0071] 图23是示出根据一个实施方式的重物2300的示例性示意图。除了将柔性电路电缆固定到回流夹具的真空通道之外,在热空气回流工艺期间将重物施加到基板上。重物2300的主要部分可以是但不限于钨块。根据应用可以使用其他金属。重物2300由交替的双面聚酰亚胺2305和聚四氟乙烯(PTFE) 2310层组成,它们被添加以在钨块2315和基板之间提供热绝缘。外层由单面聚酰亚胺层2320组成。为了提供抽吸,穿过钨块2300和绝缘层2305、2310和2320钻出孔2325。孔可以是但不限于2mm的孔。这允许重物2300和基板被HARS拾取管(未示出)同时拾取和放置,这是众所周知的。在一个实施方式中,重物2300可具有33g钨块、0.14mm厚的双面聚酰亚胺带(2x)、0.14mm厚的PTFE(2x)和0.03mm厚的单面聚酰亚胺(1x)。

[0072] 图24是根据一个实施方式的将第一柔性电路电缆连接到基板的整体流程图2400。从HARS拾取台拾取基板和重物(2405)。将基板和柔性电路电缆(例如,小型柔性电路电缆)对准并放置在HARS夹具(2410)中。现在还参照图14,底部加热器1410和顶部加热器1405分别接通并稳定在225°C和150°C(2415)。温度是说明性的,取决于应用的其他温度可能是合适的。当回流夹具1430达到预定温度时(为了说明的目的,这可以是166°C,但可以根据应用而变化),底部加热器1410的温度下降并稳定在另一个预定温度(该预定温度可以是178°C,但可根据应用而变化)(2420)。定时器设置为两分钟以增加液相线时间(2425)。定时器时间是说明性的,并且可以基于所使用的应用和材料使用其他时间。在定时器到期之后,底部加热器1410和顶部加热器1405被设定为室温,并且从顶部加热器1405引起冷却增压(2430)。当回流夹具1430的温度达到138°C时,打开外部冷却风扇(2535)。当回流夹具1430的温度达到80°C时,关闭外部冷却风扇、底部加热器1410和顶部加热器1405(2440)。

[0073] 图25是根据一个实施方式的针对将第一柔性电路电缆连接到基板的说明性温度曲线。本文所述的温度和温度范围允许在助焊剂在焊料中燃烧之前快速达到回流温度。助焊剂减少氧化物,氧化物需要很低以实现足够的结合。而且,如图25所示,这里描述的方法允许在窄的热窗口中操作,以便在不损坏元件的情况下实现结合。本文实施方式中所述的温度是本文所用的应用和材料的说明。在不脱离权利要求的范围的情况下,可以使用其他温度。

[0074] 图26是根据一个实施方式的将第二柔性电路电缆连接到基板的整体流程图2600。从HARS拾取台拾取基板和重物(2605)。将基板和柔性电路电缆(例如,大型柔性电路电缆)对准并放置在HARS夹具(2610)中。现在还参照图14,底部加热器1410和顶部加热器1405分别接通并稳定在225°C和150°C(2615)。温度是说明性的,取决于应用,其他温度可能是合适的。当回流夹具1430达到预定温度时(为了说明的目的,这可以是162°C,但可以根据应用而变化),底部加热器1410的温度下降并稳定在另一个预定温度(可以是182°C,但可根据应用而变化)(2620)。定时器被设置为两分钟,以增加液相线时间(2625)。定时器时间是说明性的,并且可以基于所使用的应用和材料使用其他时间。在定时器到期之后,底部加热器1410和顶部加热器1405被设定为室温,并且从顶部加热器1405引起冷却增压(2630)。当回流夹具1430的温度达到138°C时,打开外部冷却风扇(2535)。当回流夹具1430的温度达到80°C时,关闭外部冷却风扇、底部加热器1410和顶部加热器1405。图27是根据一个实施方式的用于将第二柔性电路电缆连接到基板的说明性温度曲线。本文实施方式中所述的温度是本文所用的应用和材料的说明。可以使用其他温度而不脱离权利要求的范围。

[0075] 如上所述,在每个柔性电路电缆连接之后,立即施加环氧树脂底部填充物以增加机械强度。环氧树脂底部填充物可以在安装在HARS夹具上时固化,以降低第二柔性电路电缆连接的柔性电路电缆连接的风险。对于第一或小型柔性电路电缆组件,可以使用单独一滴底部填充材料,对于第二或大型柔性电路电缆组件,可以使用两滴。液滴的数量是说明性的,并且可以根据使用的应用和材料而变化。返回参考图15,箭头表示固化后的底部填充材料。在说明性实施方式中,底部填充物是球栅阵列(BGA)底部填充物,其可以在80°C下被施加,并在130°C下固化超过8分钟。材料、时间和温度是说明性的,并且在不脱离权利要求的范围的情况下,可以使用其他值。应注意,底部填充物固化可能不需要顶部加热器。

[0076] 即使当柔性电路电缆具有不规则形状时,本文描述的方法和装置也可以实现柔性

电路电缆连接。例如,当柔性电路电缆上的互连焊盘位于U形区域上时。如果柔性电路电缆被预弯曲并且失去共面性,这些方法克服了柔性电路电缆上的焊盘的共面性问题。这些方法提供多个柔性电路电缆连接,并且柔性电路电缆可以彼此重叠。而且,该方法可以克服由预先连接的芯片或柔性电路电缆产生的空隙。

[0077] 连接温度低,且不会影响预先连接的芯片或柔性电路电缆。这些方法降低了柔性电路电缆和具有多个金凸块(或铜柱)的基板之间的连接电阻,因此与其他连接技术相比,提供了更宽的RF带宽和更好的互连信号完整性。例如,可焊接的导电环氧树脂SMT138E的电阻为 $1030\mu\Omega\cdot\text{cm}$ ,比 $2.44\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 的金电阻大约10倍。

[0078] 代替通过单根柔性电路电缆的路由信号,这些方法可以通过使用多根柔性电路电缆来帮助提高串扰性能。当高速信号在柔性电路电缆上彼此太靠近时,将发生相同柔性电路电缆上的信号通道之间的串扰。因此,使用更柔性的电路电缆来传输需要非常低串扰的信号是有利的,例如用于驱动光发射器的高速信号和来自光接收器的高速信号。这些方法从小型基板或中介层提供高密度、高吞吐量、宽带宽信号扇出解决方案。这些方法可以减小基板和柔性电路电缆上的焊盘尺寸和间距,因此比任何现有的柔性电路电缆连接解决方案,可更大地增加互连密度。

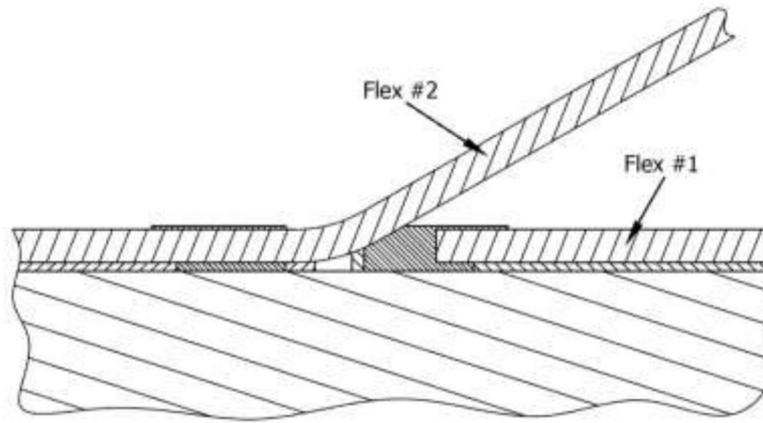
[0079] 这些方法提高了连接可靠性,因为焊料或导电环氧树脂被金凸块包含,并且不会涂抹到相邻的焊盘中。这些方法减少了连接处理时间,因为焊接和底部填充可以同时进行。

[0080] 总之,金凸块允许:1) 具有有限共面性的柔性电路电缆连接;2) 不规则形状的柔性电路电缆的连接;3) 多个柔性电路电缆连接到同一基板(克服通过堆叠柔性电路电缆产生的间距);4) 可以使用低温高压工艺;5) 降低基板和柔性电路电缆之间的电阻;6) 提高设计灵活性;7) 提高高频应用的射频性能。

[0081] 通常,用于柔性电路电缆连接的方法包括:将多个金凸块结合到基板上的多个互连焊盘中的每个互连焊盘,以在每个互连焊盘处产生柱。将粘合材料分配在第一柔性电路电缆上。将基板和第一柔性电路电缆对齐并强制压在一起,其中柱限制粘合材料的分散。施加第一预定等级的热量组,以促使粘合材料在基板和第一柔性电路电缆之间结合。在一个实施方式中,该方法包括:相对于第一柔性电路电缆弯曲第二柔性电路电缆;将另外多个金凸块结合到基板上的另外多个互连焊盘中的每个互连焊盘,以在每个互连焊盘处产生柱;在第二柔性电路电缆上分配粘合材料;将基板和第二柔性电路电缆对准并强制压在一起;以及施加第二预定等级的热量组,以促进粘合材料在基板和第二柔性电路电缆之间结合。在一个实施方式中,第一柔性电路电缆和第二柔性电路电缆重叠。在一个实施方式中,控制第一预定等级的热量和第二预定等级的热量,以在不影响电子元件的情况下,影响基板和第一柔性电缆之间以及基板和第二柔性电路电缆之间的结合。在一个实施方式中,第二预定等级的热量被控制,以在不影响电子元件和基板与第一柔性电路电缆之间的结合的情况下,影响基板和第二柔性电缆之间的结合。在一个实施方式中,使用重物至少将基板和第一柔性电路电缆强制压在一起,或将基板和第二柔性电路电缆强制压在一起。在一个实施方式中,重物从至少第一柔性电路电缆悬臂伸出以增强压缩和结合。在一个实施方式中,粘合材料在第一柔性电路电缆上至少被分配两次。在一个实施方式中,方法包括在基板和第一柔性电路电缆之间施加底部填充物以提供机械强度。在一个实施方式中,多个金凸块以预定图案布置在每个互连焊盘上。

[0082] 通常,用于连接柔性电路电缆的系统包括:基板,该基板包括第一组互连焊盘,其中多个金凸块结合到每个互连焊盘以形成柱状结构。该系统包括:至少一个柔性电路电缆,其中粘合材料被分配在至少一个柔性电路电缆上;对准装置,用于对准基板和至少一个柔性电路电缆;重物,用于将基板和至少一个柔性电路电缆强制压在一起;和热空气回流系统(HARS),用于施加第一预定等级的热量组以促使所述粘合材料在所述基板和所述至少一个柔性电路电缆之间结合,其中所述柱状结构限制粘合材料的分散。在一个实施方式中,另外多个金凸块结合到另外一组互连焊盘,以产生附加的柱状结构。在一个实施方式中,该系统还包括:弯曲工具;至少另一个柔性电路电缆,其中弯曲工具相对于至少一个柔性电路电缆弯曲所述至少另一个柔性电路电缆,并且其中粘合材料被分配在所述至少另一个柔性电路电缆上;对准装置,用于对准基板和至少另一个柔性电路电缆;重物,用于强制地将基板和至少另一个柔性电路电缆压在一起,以及HARS,用于施加第二预定等级的热量组以促进粘合材料在基板和至少另一个柔性电路电缆之间结合。在一个实施方式中,至少一个柔性电路电缆和至少另一个柔性电路电缆重叠。在一个实施方式中,第一预定等级的热量和第二预定等级的热量被控制,以在不影响电子元件的情况下,影响基板和至少一个柔性电路电缆之间以及基板和至少另一个柔性电路电缆之间的结合。在一个实施方式中,第二预定等级的热量被控制,以在不影响电子部件和基板与至少一个柔性电路电缆之间的结合的情况下,影响基板和至少另一个柔性电路电缆之间的结合。在一个实施方式中,重物从至少一个柔性电路电缆和至少另一个柔性电路电缆悬臂伸出,以增强压缩和结合。在一个实施方式中,粘合材料在至少一个柔性电路电缆和至少另一个柔性电路电缆中的至少一个上至少被分配两次。在一个实施方式中,在基板和至少一个柔性电路电缆之间以及基板和至少另一个柔性电路电缆之间,施加底部填充物以提供机械强度。在一个实施方式中,多个金凸块和另外多个金凸块以预定图案布置。在一个实施方式中,HARS包括多个加热器以提供第一预定等级的热量组和第二预定等级的热量组。

[0083] 应当理解,本发明不限于上述实施方式,而是包括所附权利要求范围内的任何和所有实施方式。另外,尽管在示例实施方式中以特定组合描述了本申请的特征和元件,但是每个特征或元件可以单独使用(不具有示例性实施方式的其他特征和元件),或者以具有或不具有本申请的其他特征和元件的各种组合使用。



现有技术

图1

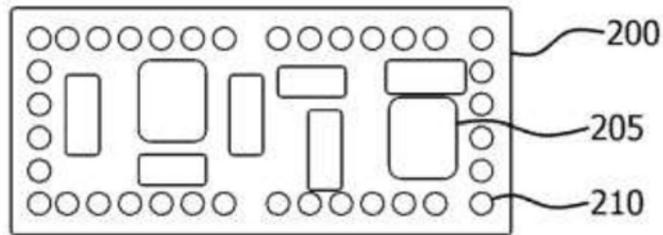


图2A

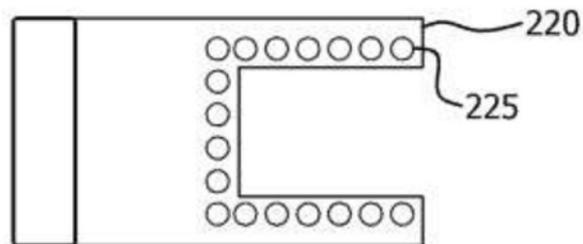


图2B

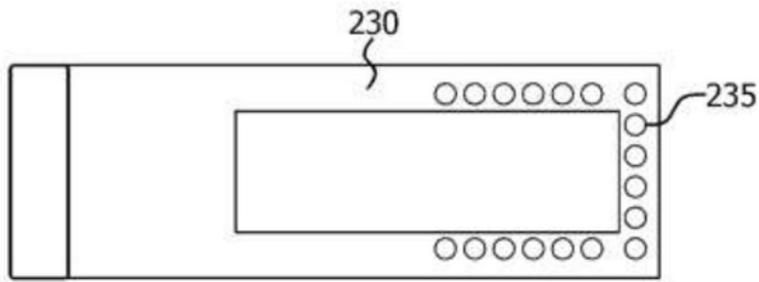


图2C

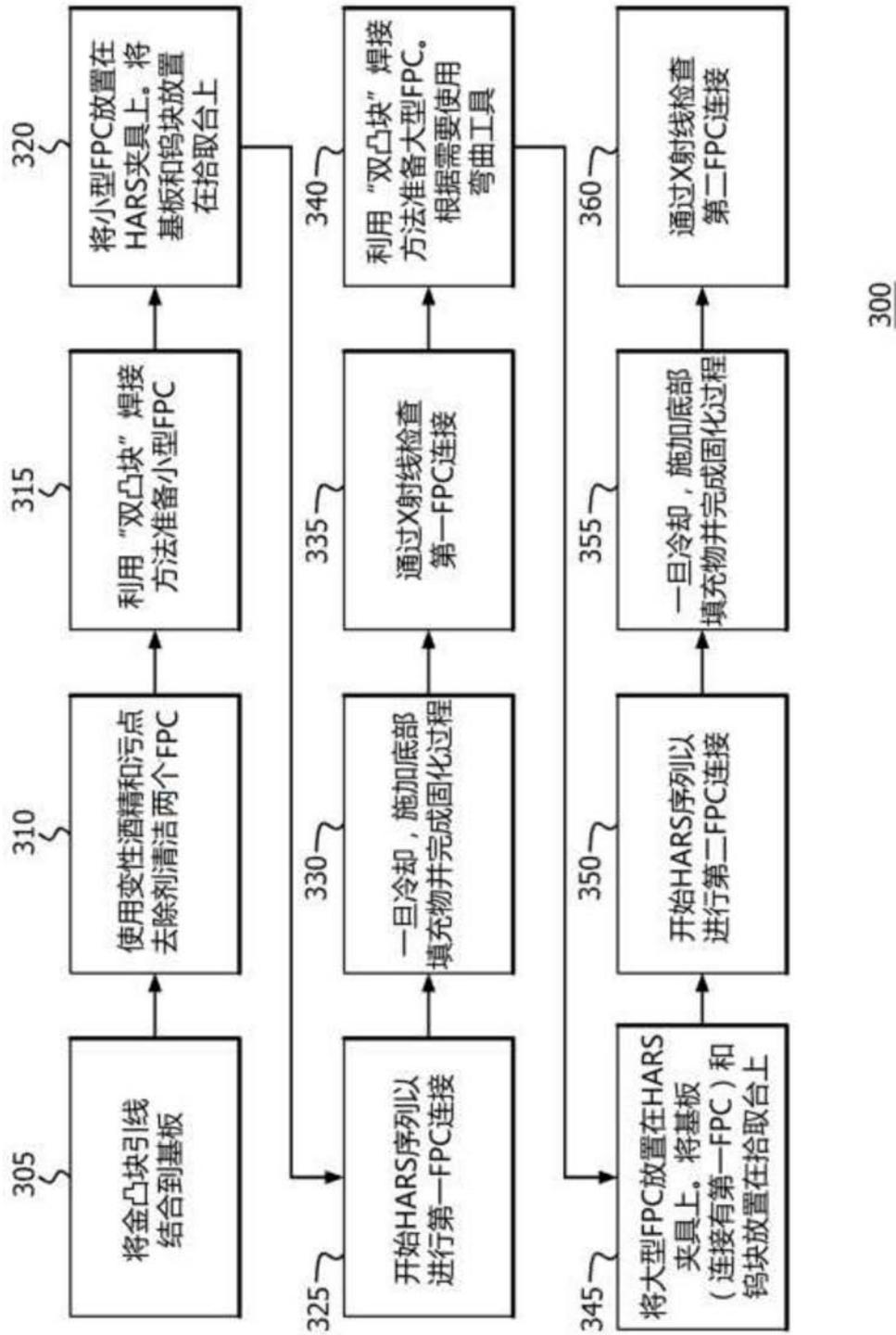


图3

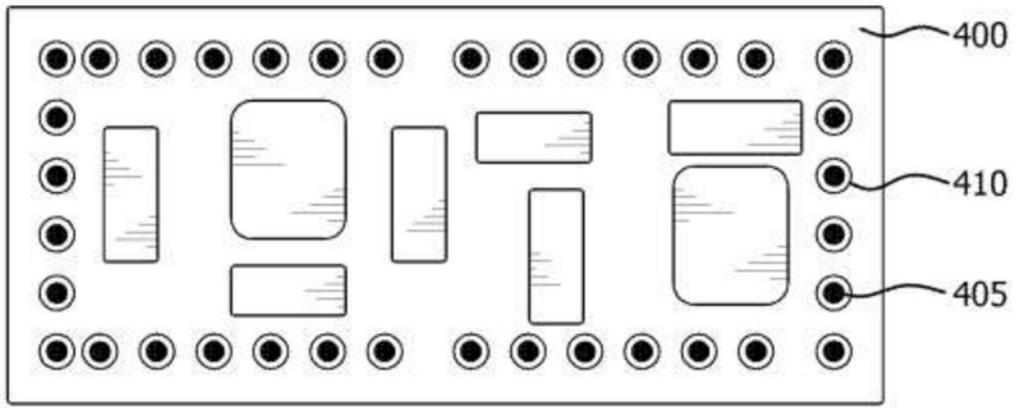


图4

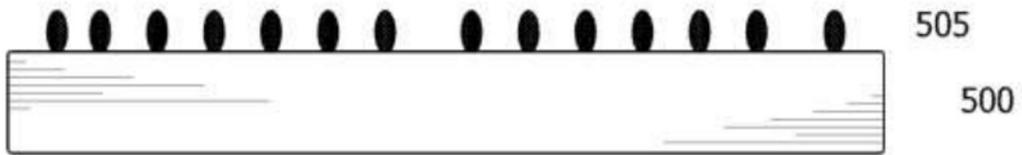


图5

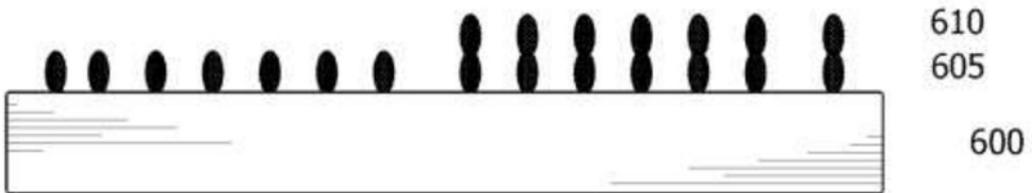


图6

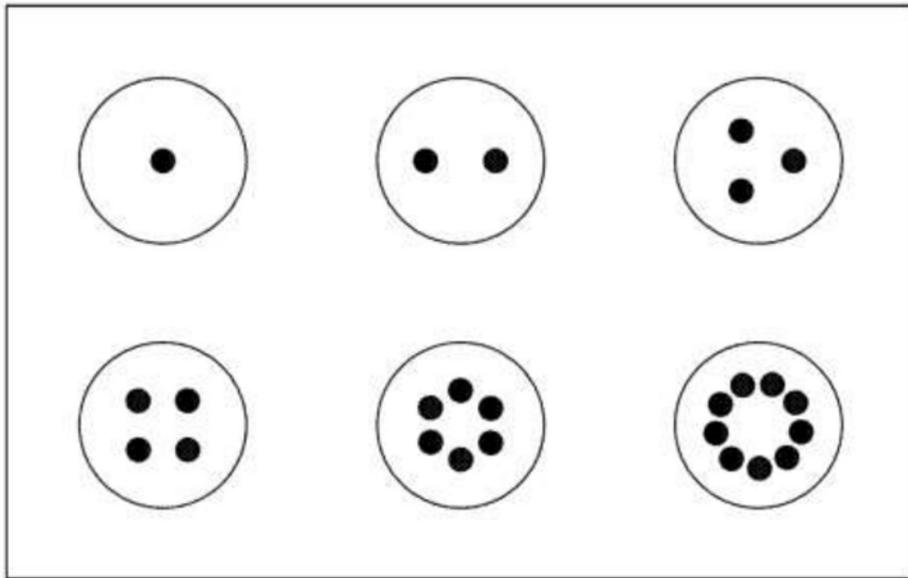


图7

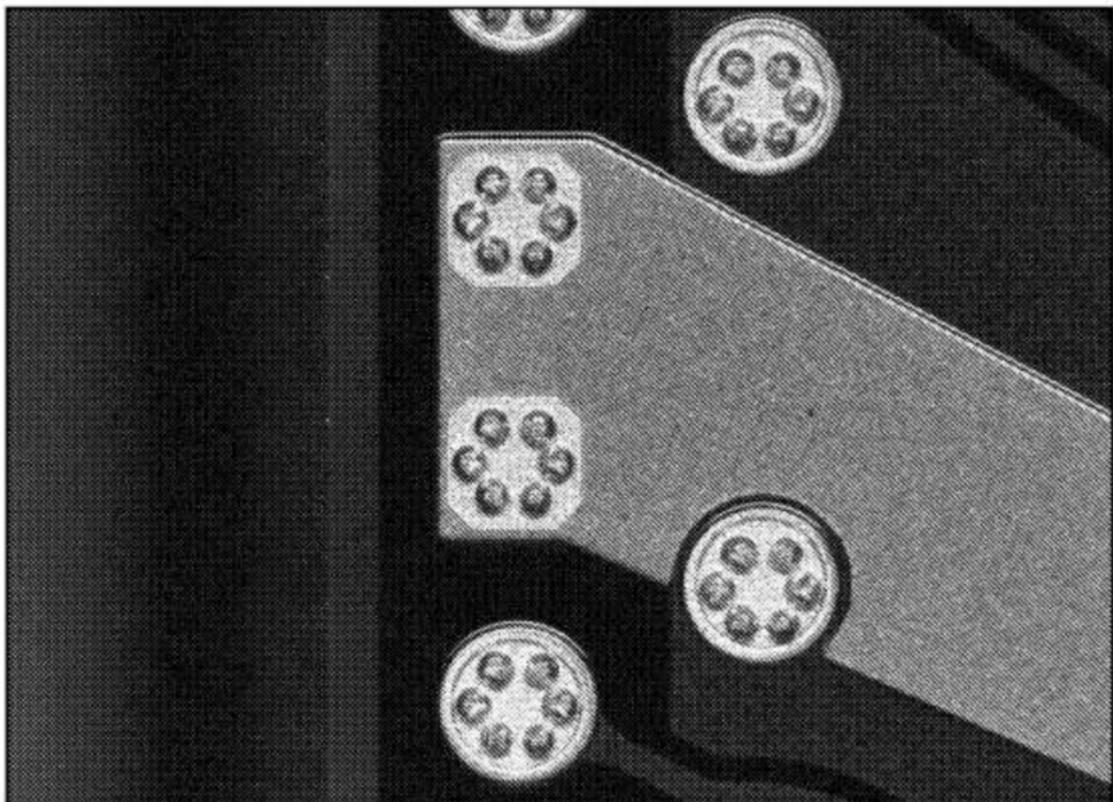


图8

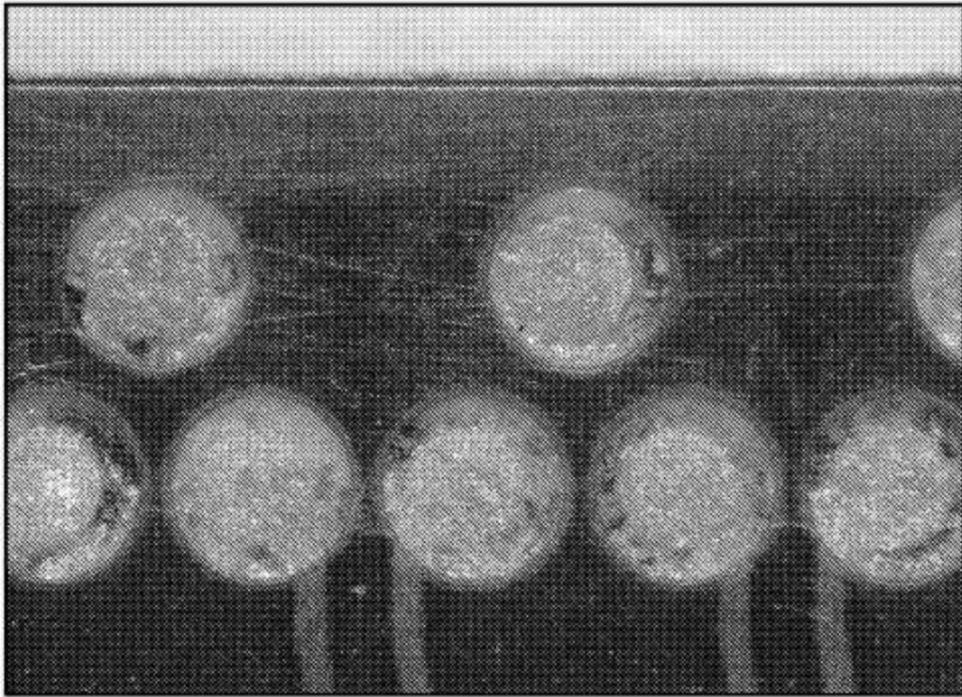


图9A

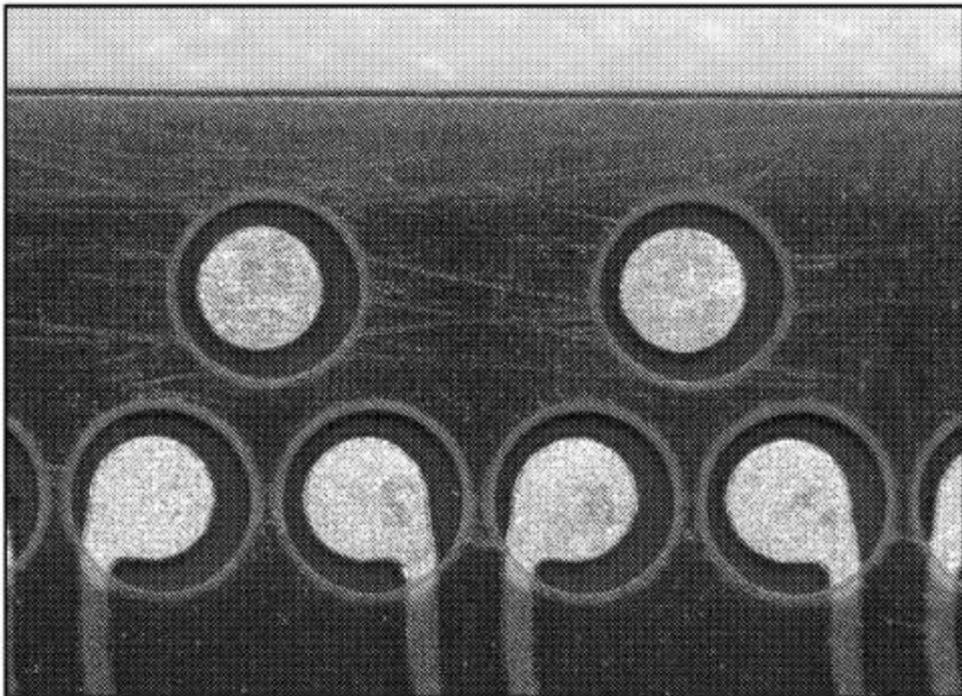


图9B

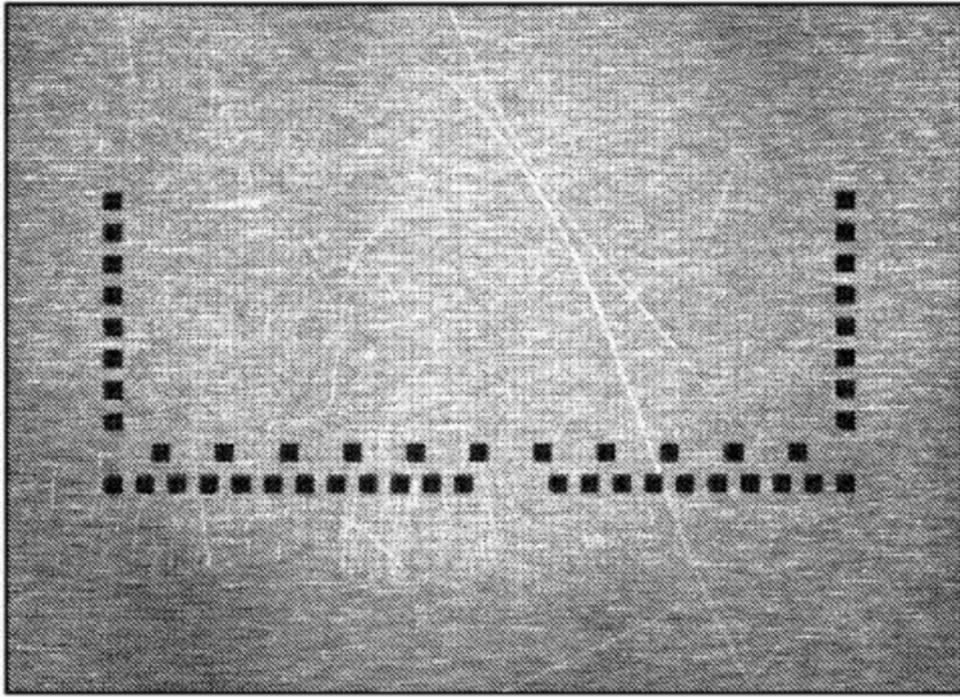


图10

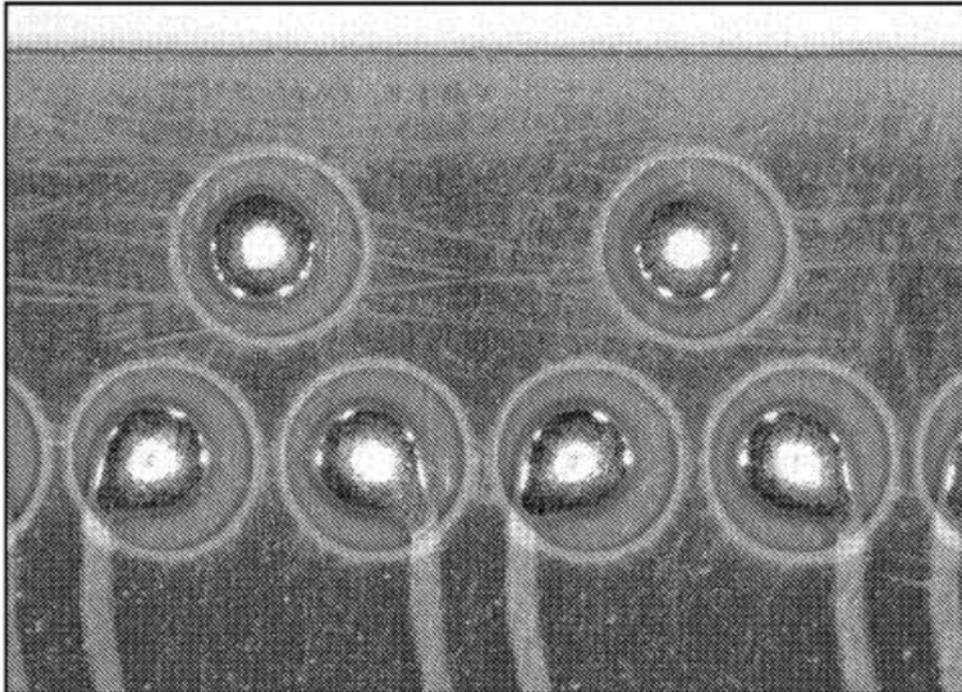


图11

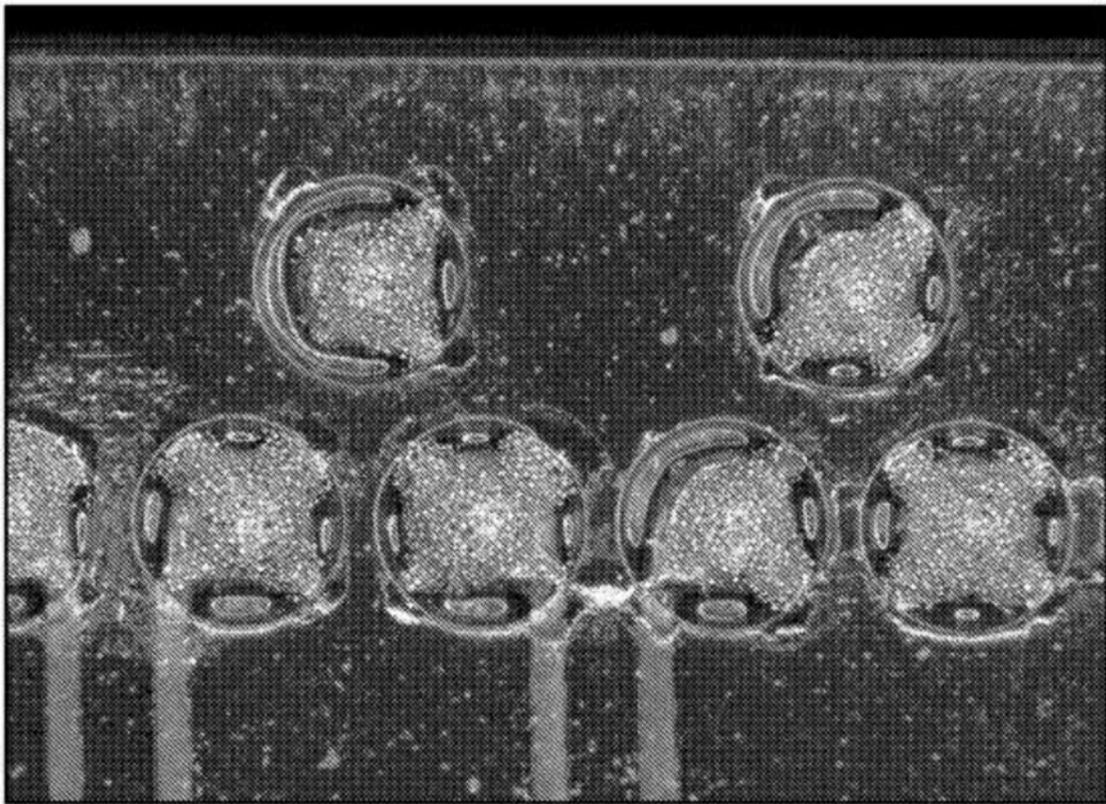


图12

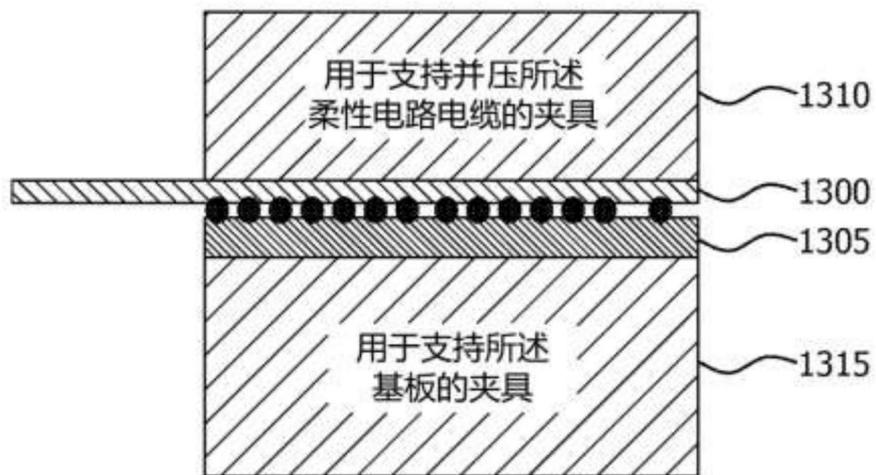


图13A

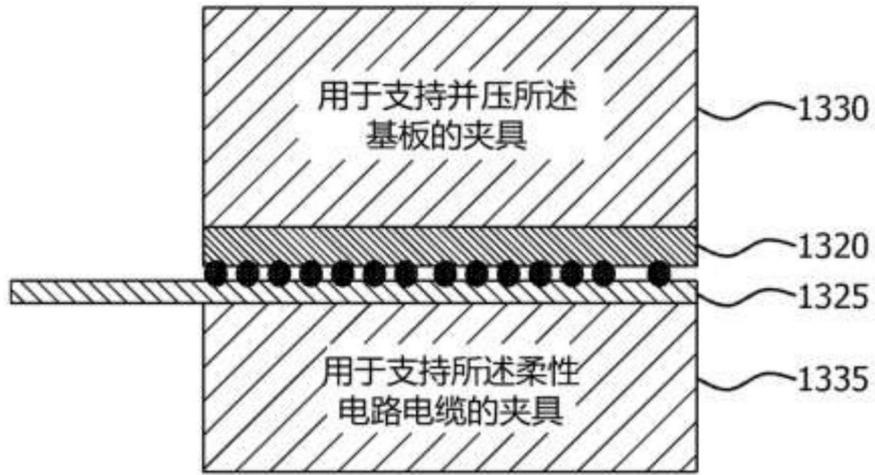


图13B

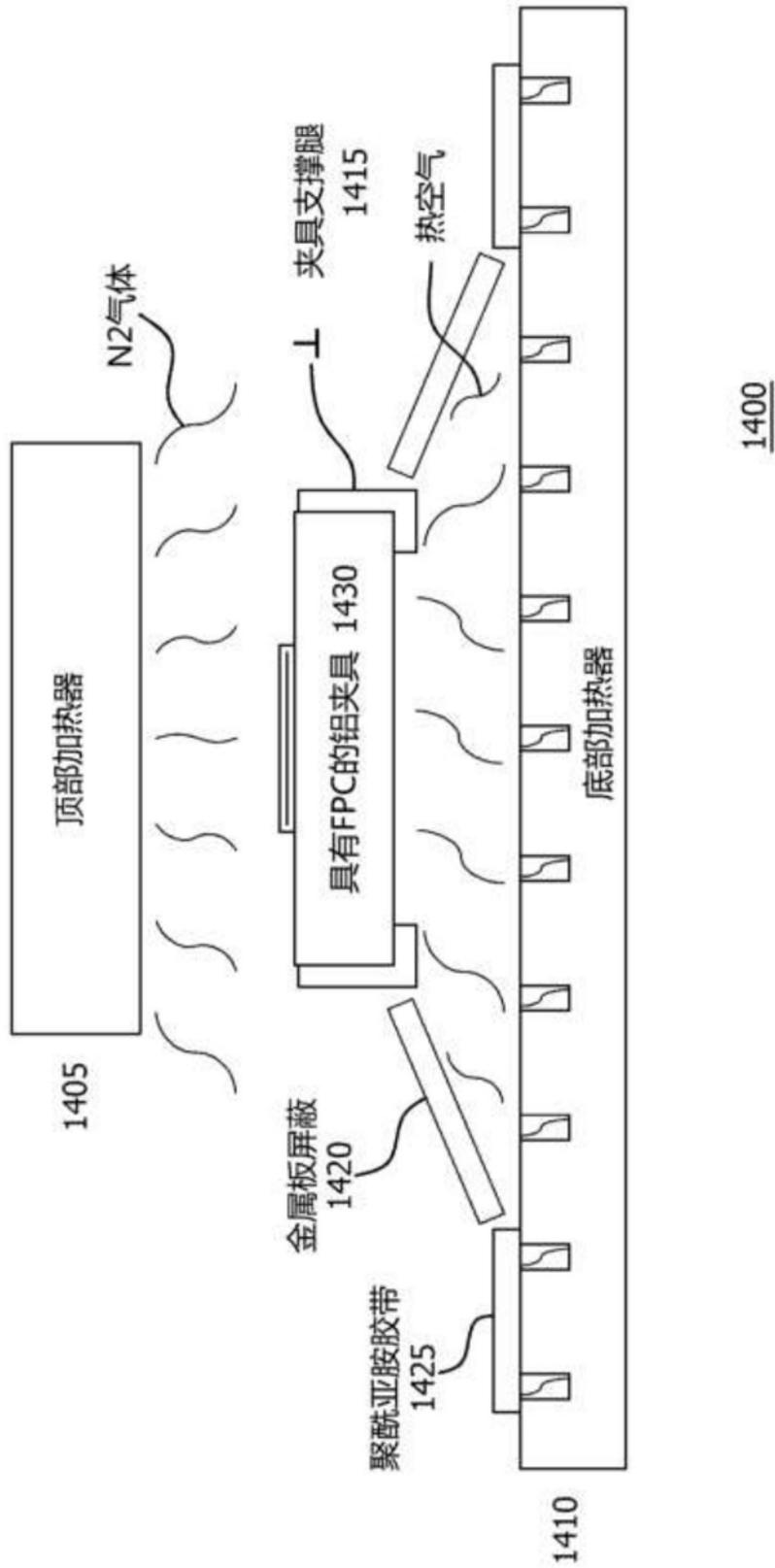


图14

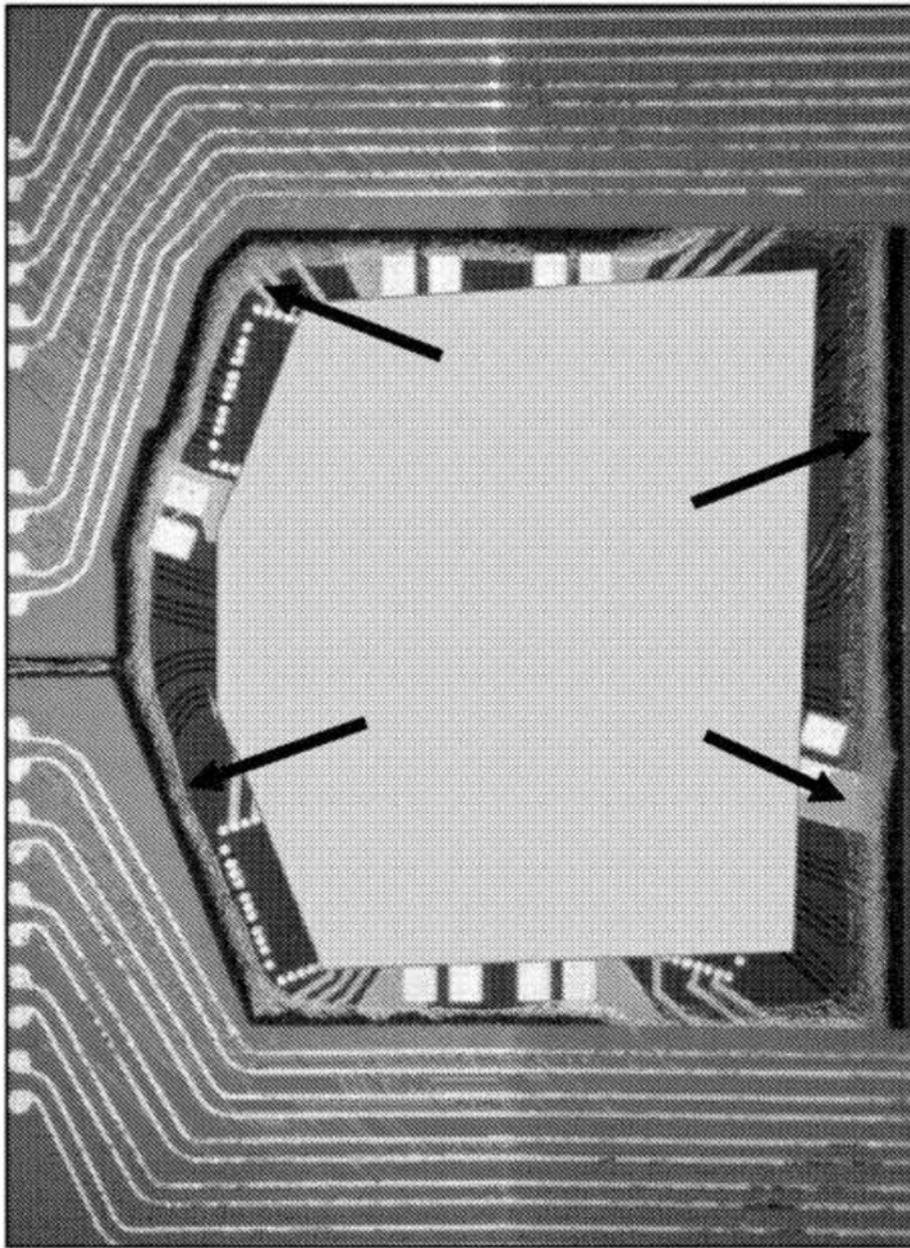


图15

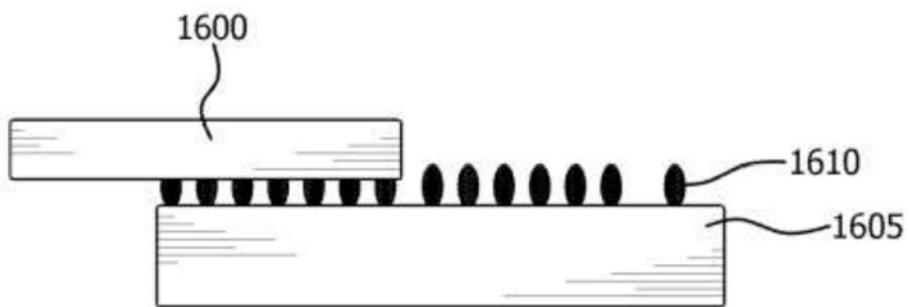


图16

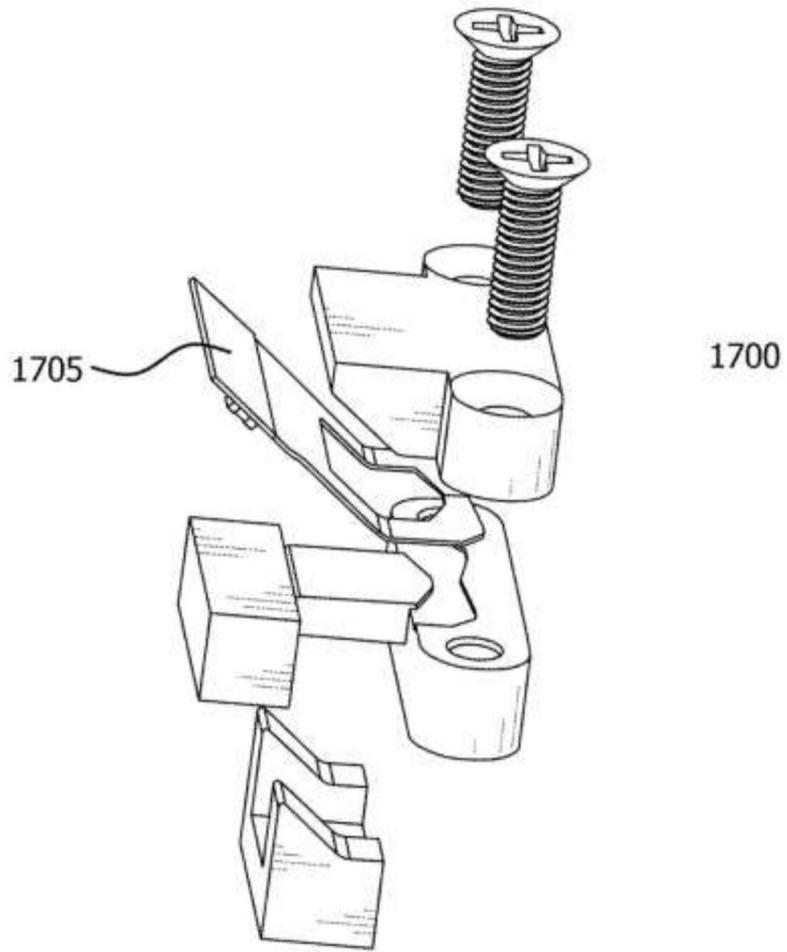


图17

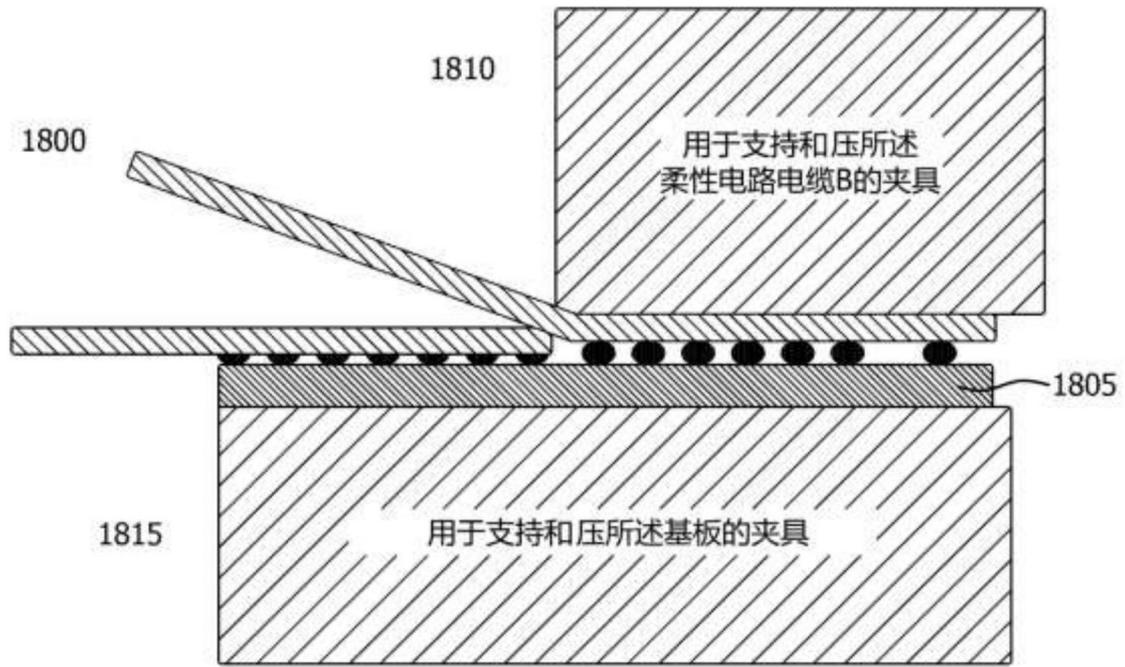


图18

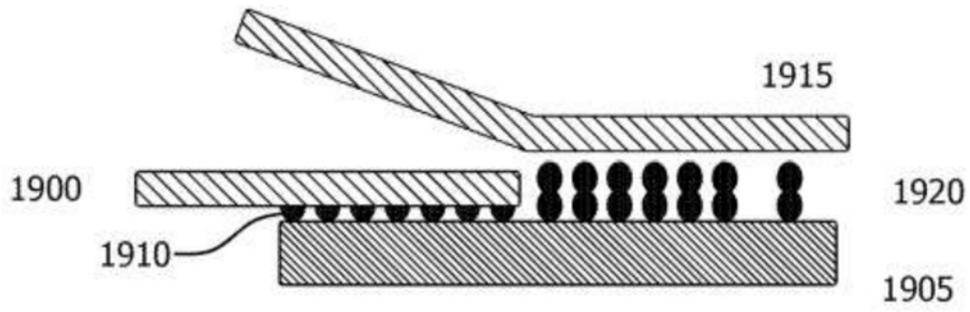


图19

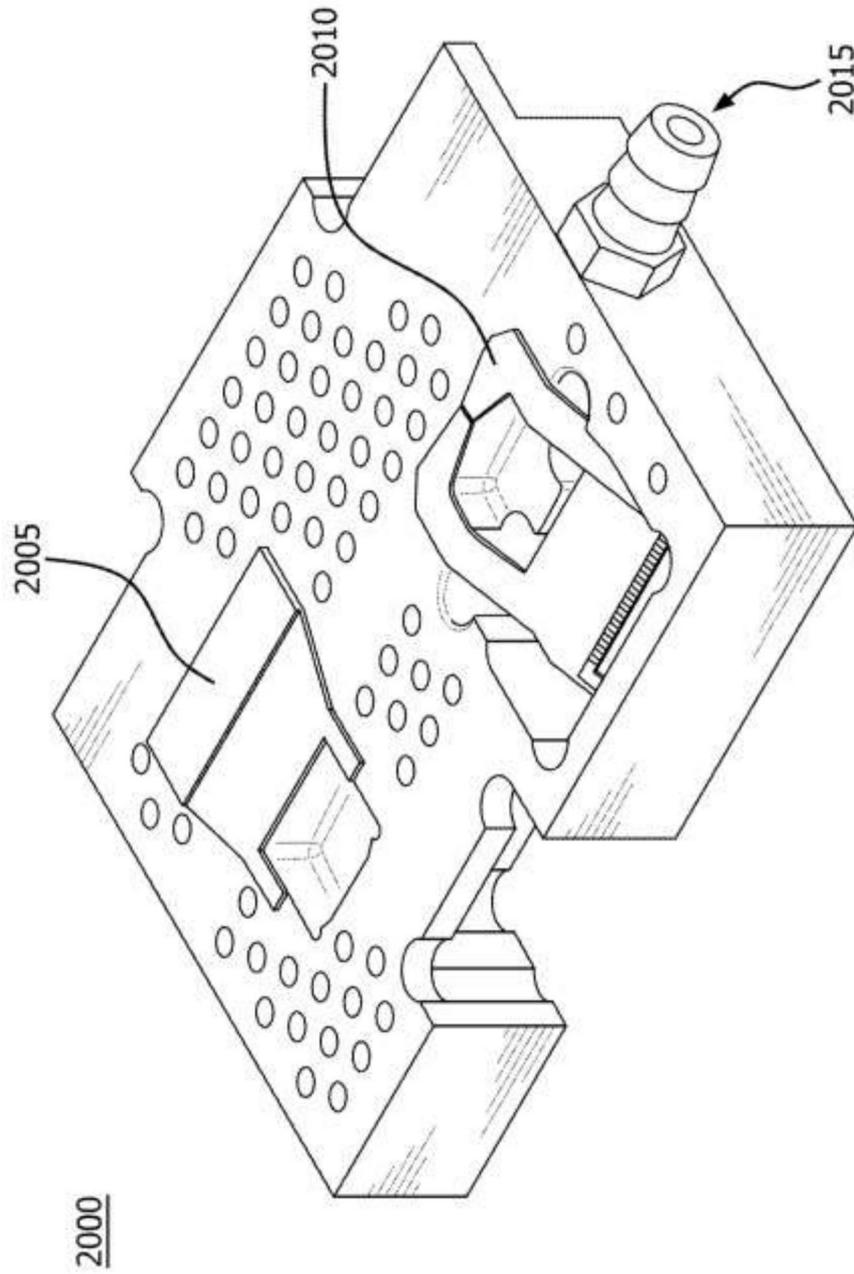


图20A

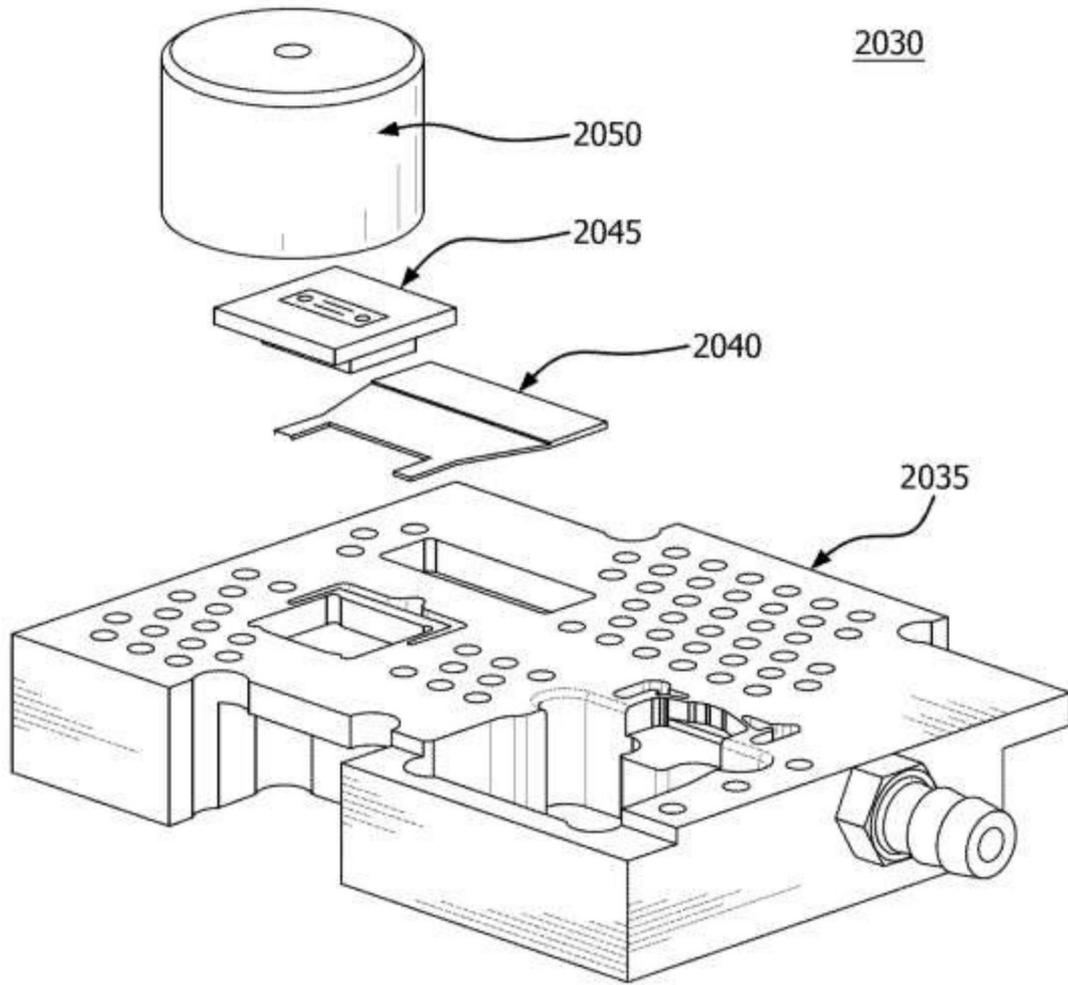


图20B

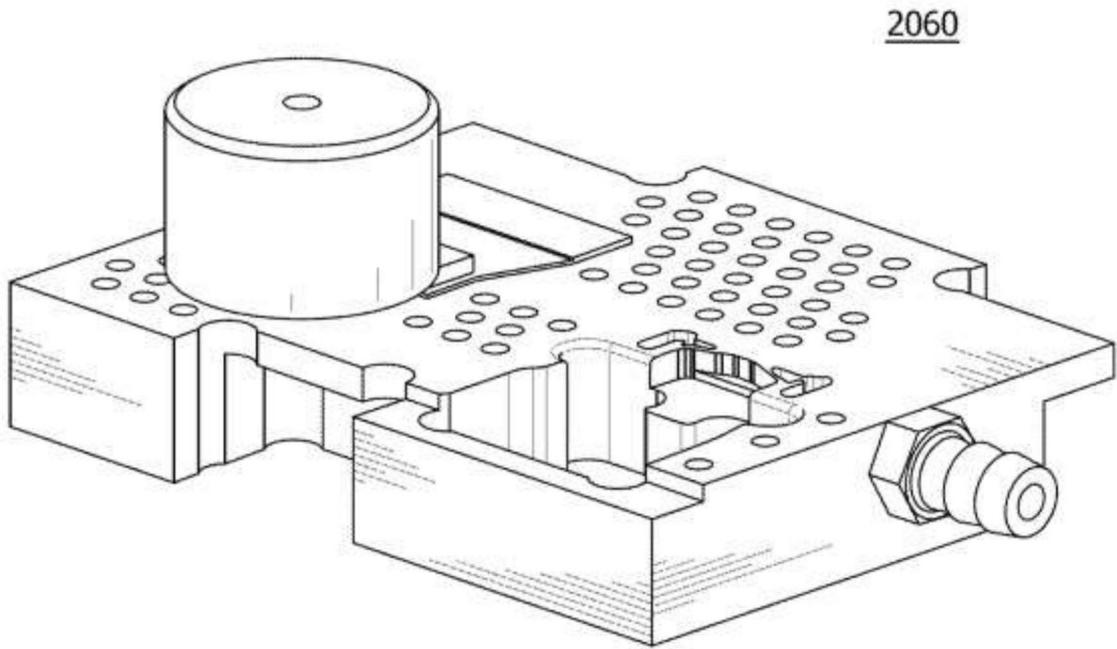


图20C

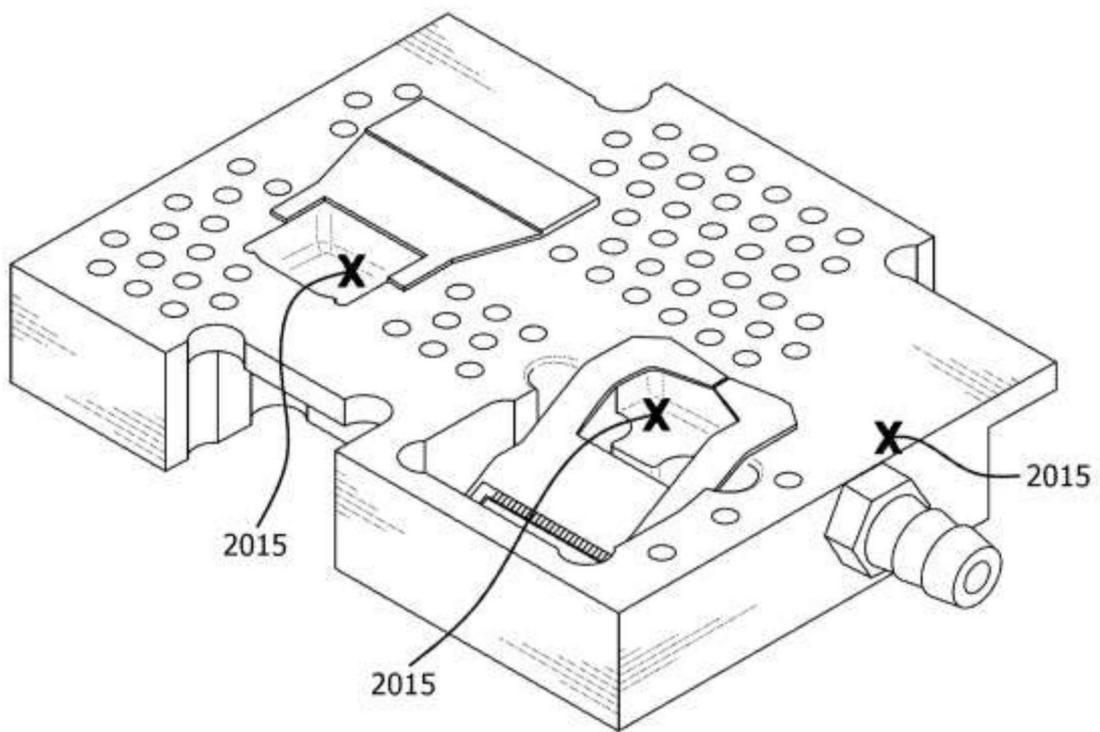


图21

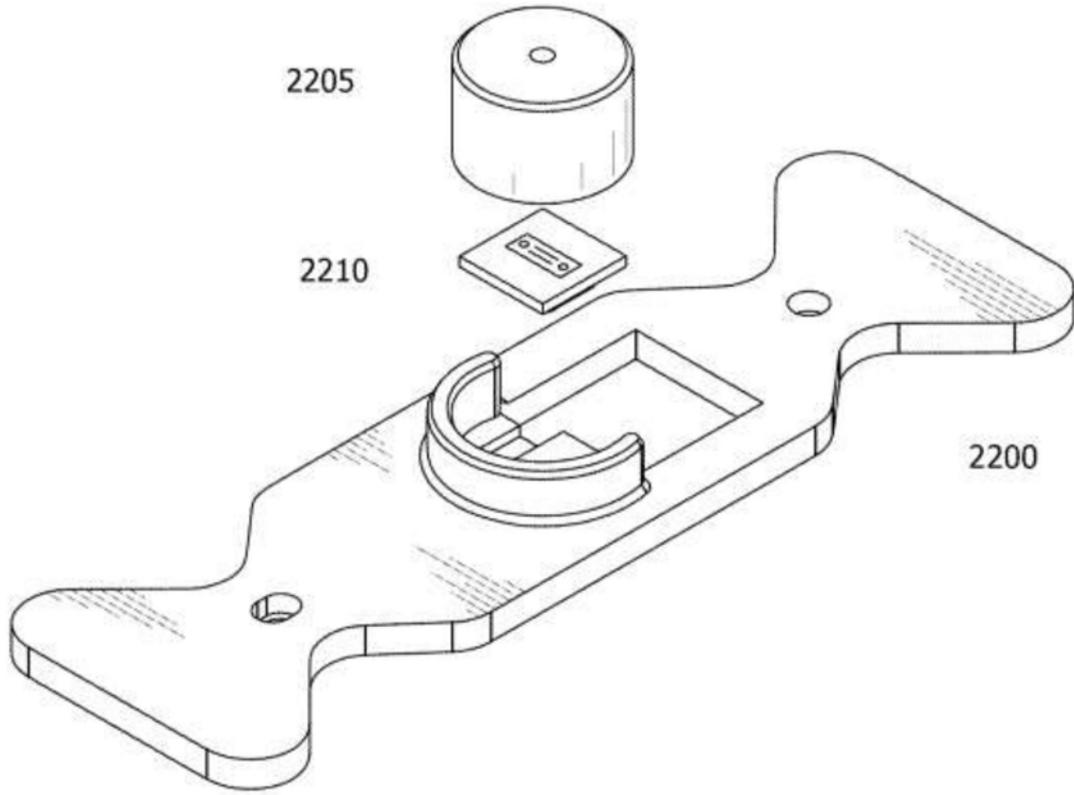


图22A

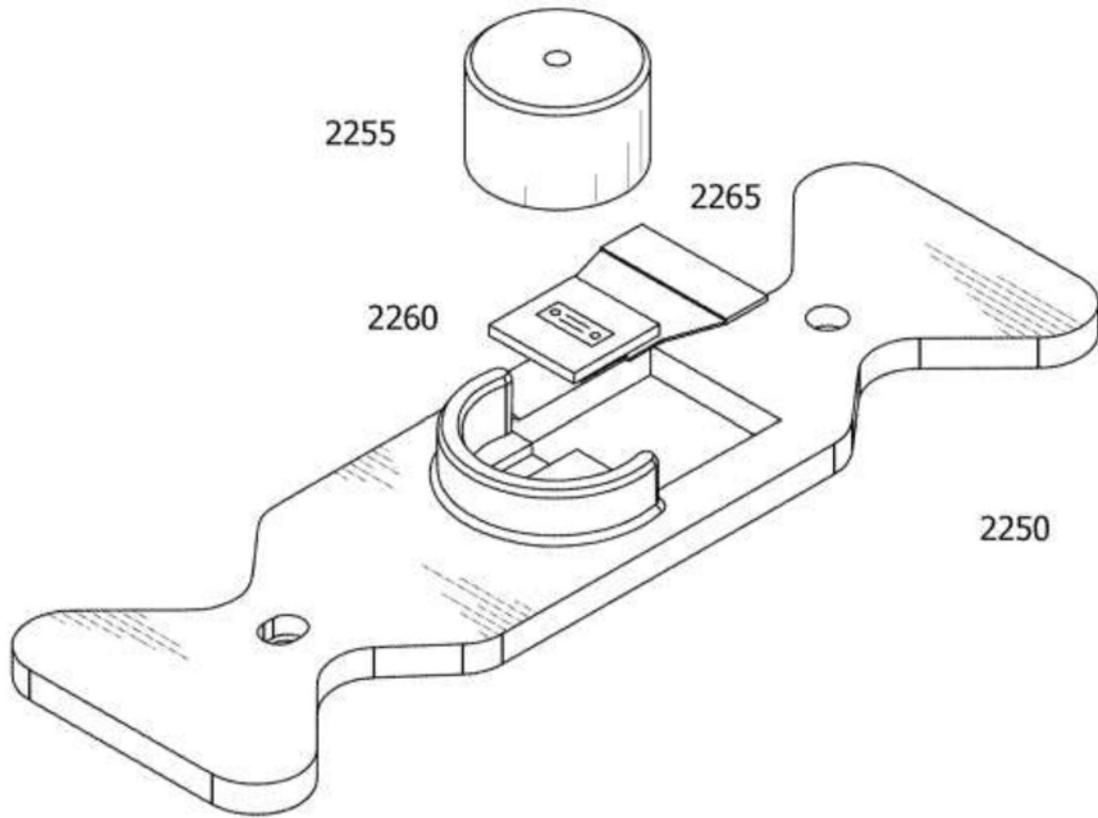


图22B

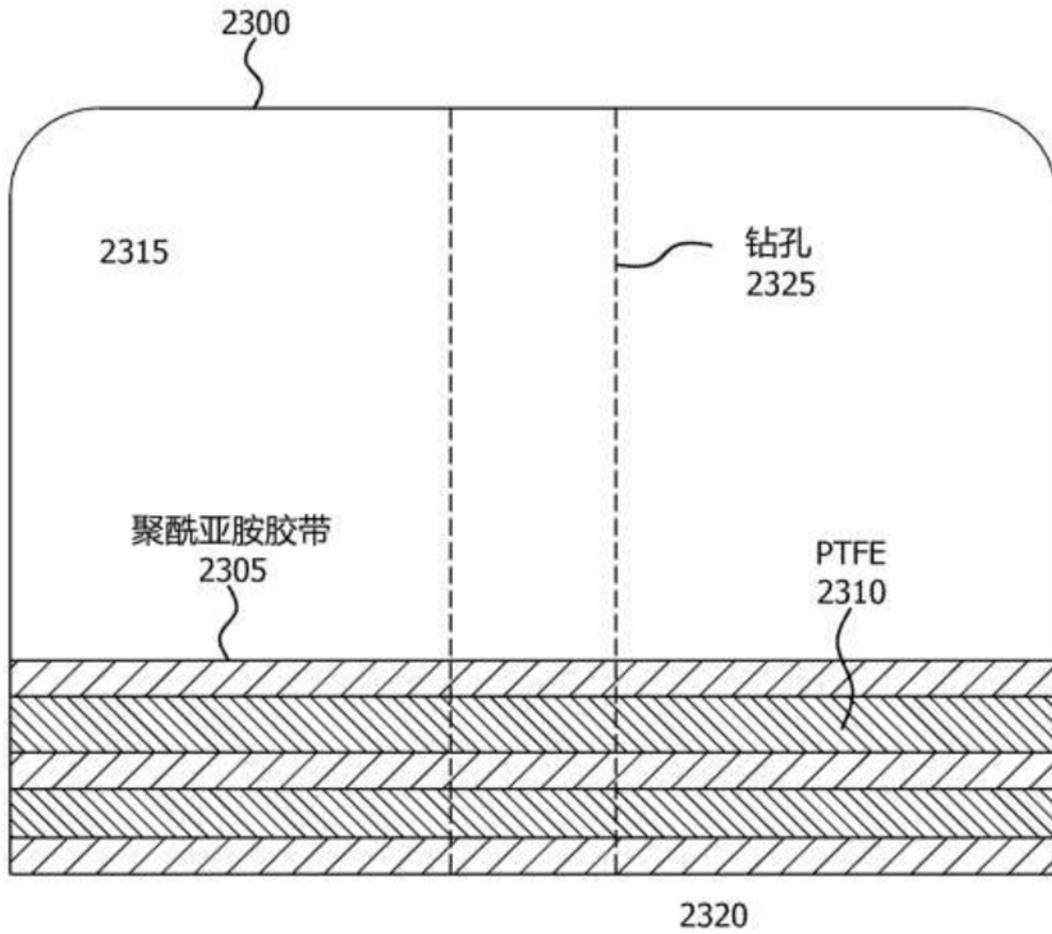


图23

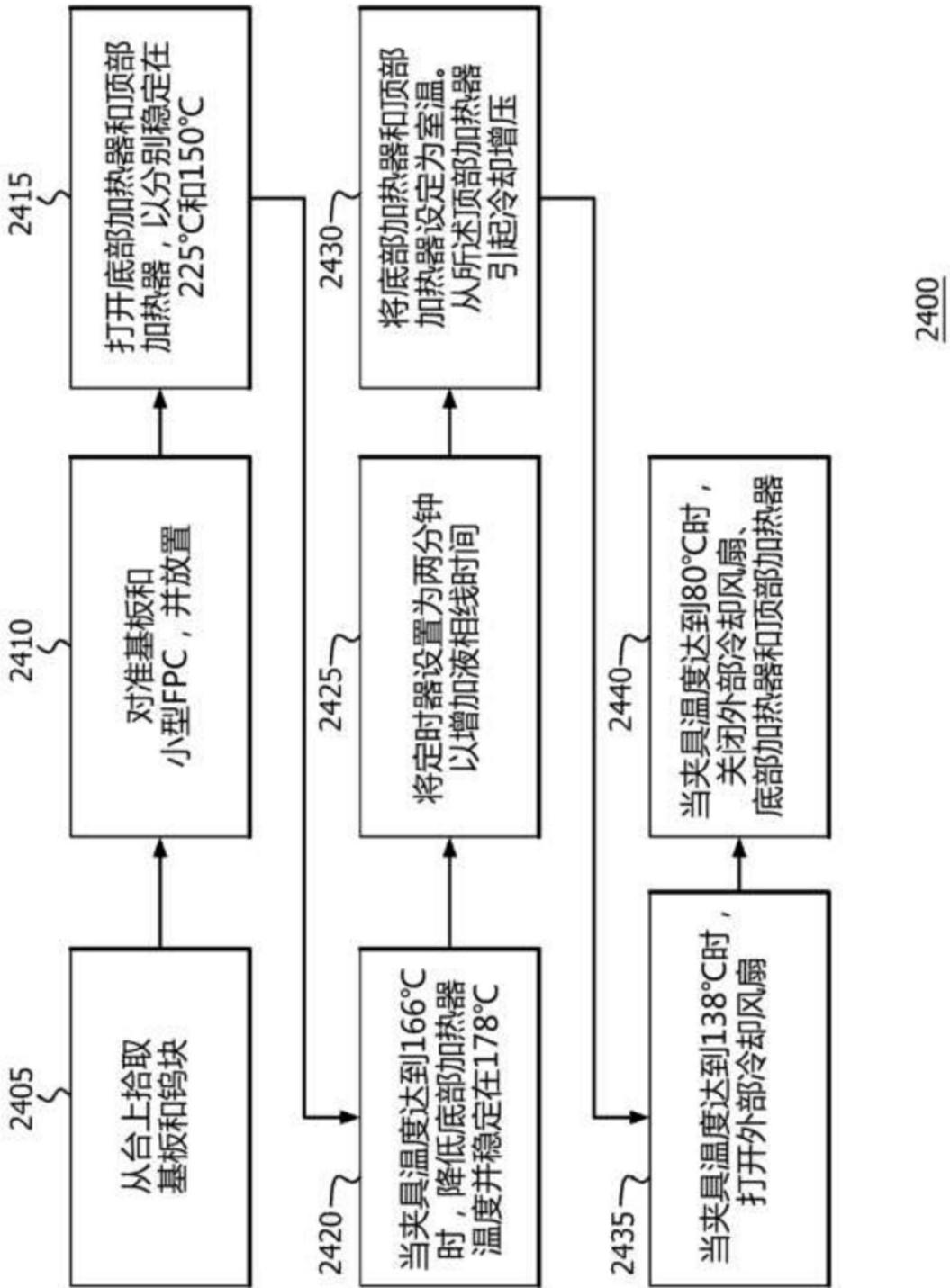
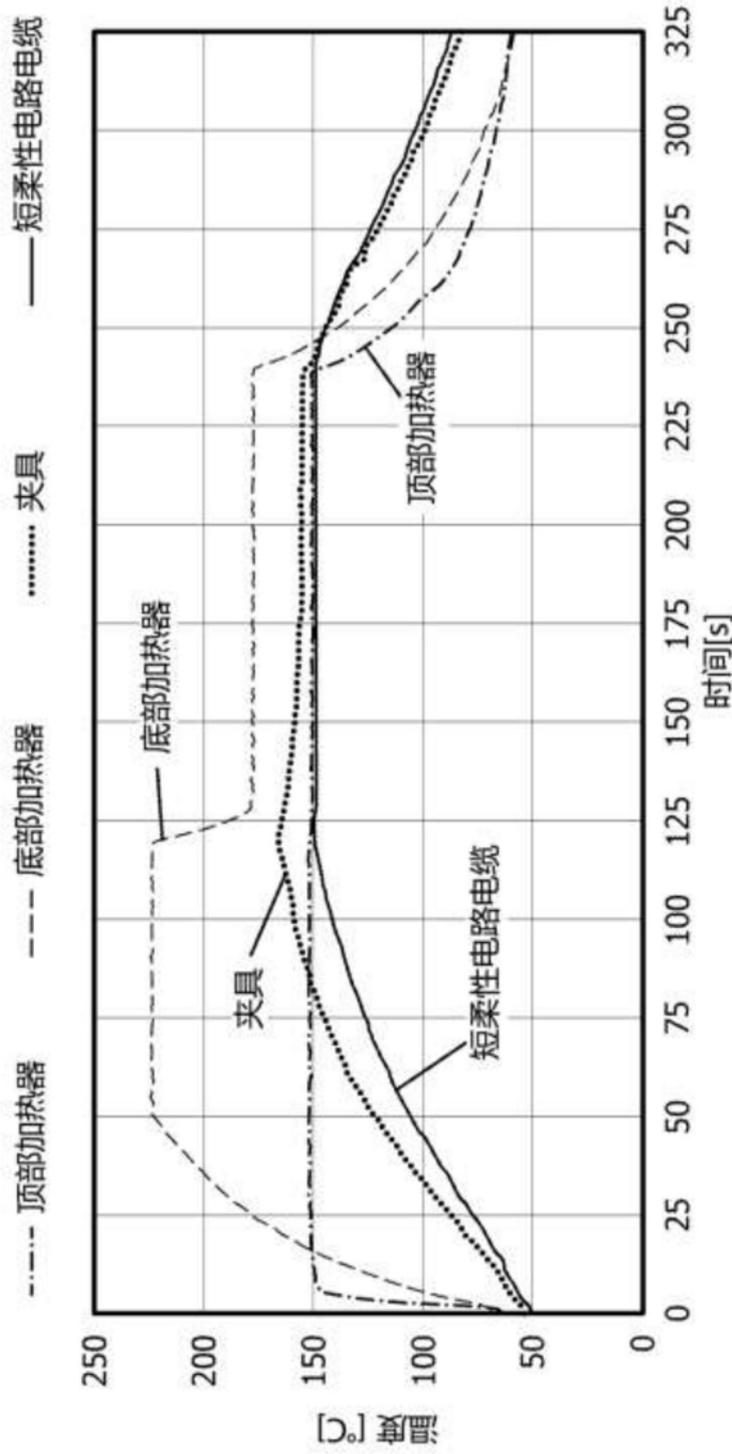


图24

短柔性电路电缆连接的热分布图



斜坡保持 ( 室温至138°C )	0.9°C/s
峰值温度	150 °C
液相线上时间 (138°C)	166秒 ( 2.77分钟 )

图25

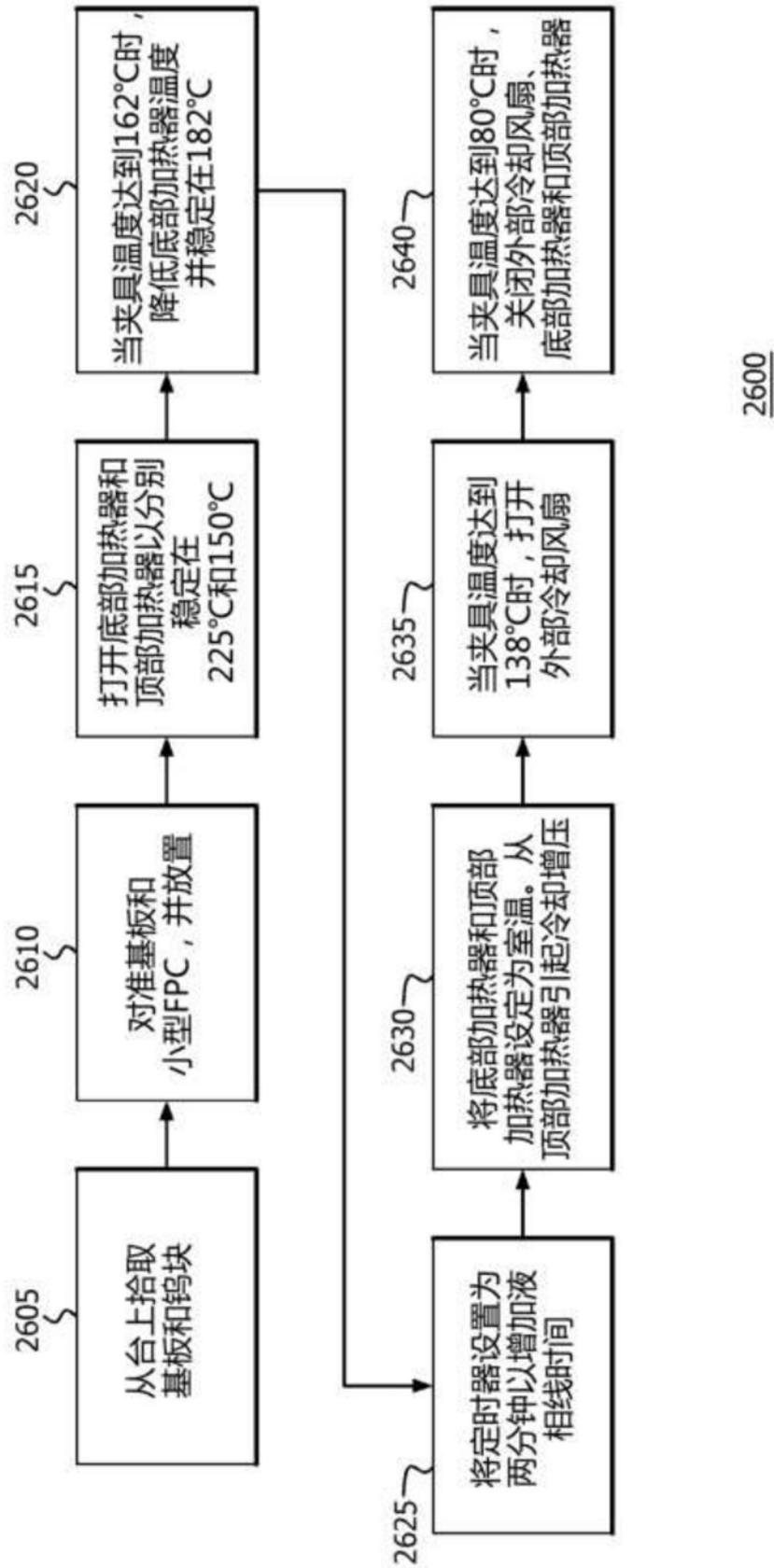


图26

### 长柔性电路电缆连接的热分布图

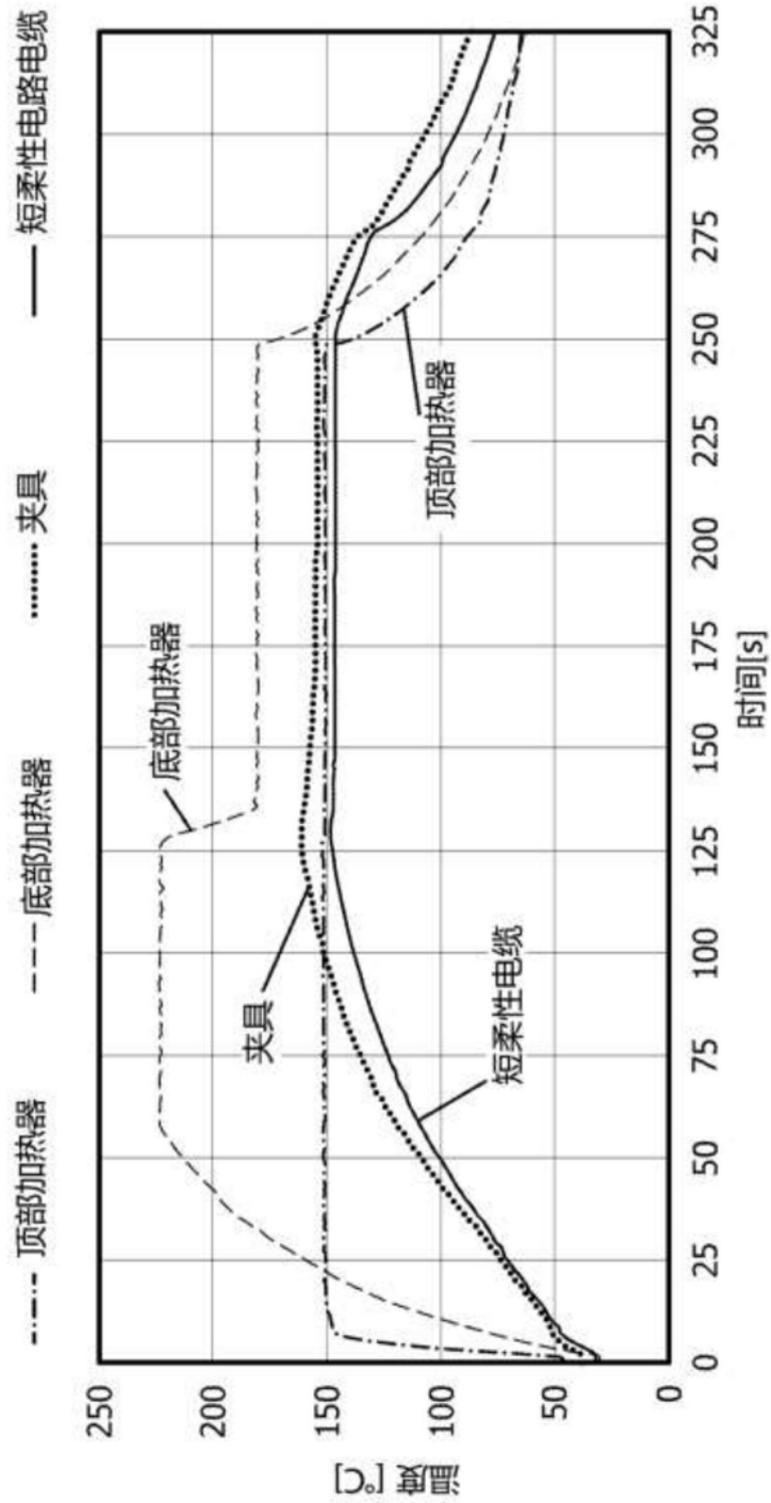


图27

底部填充物固化过程的热分布图

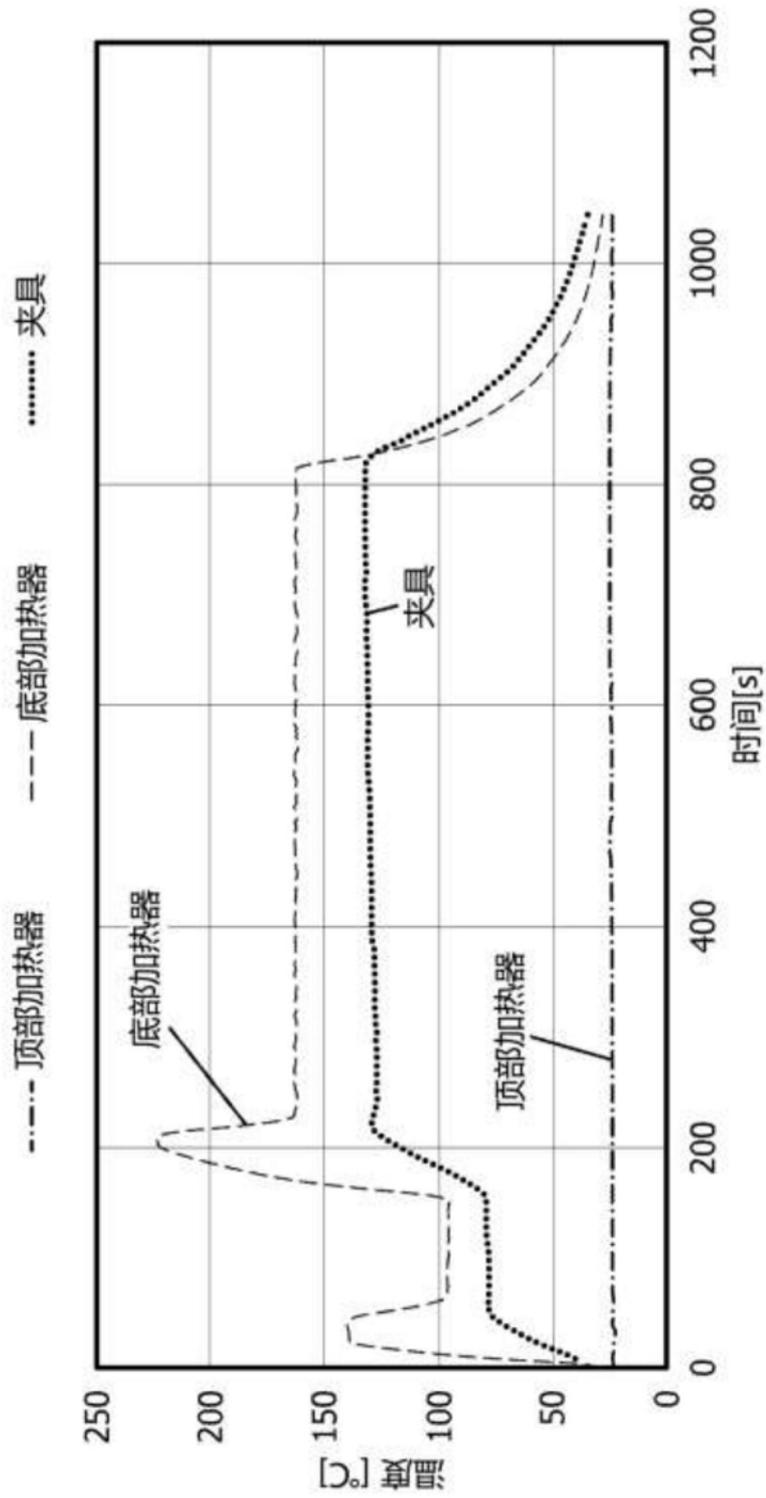


图28