



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104334492 B

(45) 授权公告日 2016. 08. 24

(21) 申请号 201380026772. 6

(22) 申请日 2013. 03. 18

(30) 优先权数据

13/524, 141 2012. 06. 15 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 11. 21

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/032811 2013. 03. 18

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/187987 EN 2013. 12. 19

(73) 专利权人 波音公司

地址 美国伊利诺伊州

专利权人 佛罗里达大学研究基金会

(72) 发明人 J·R·安德布林克 M·赛普拉克

D·P·亚历山大 T·N·里根

J·C·梅洛伊

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 赵蓉民

(51) Int. Cl.

B81B 7/00(2006. 01)

(56) 对比文件

DE 102008042258 A1, 2010. 04. 01,

US 2009/0020419 A1, 2009. 01. 22,

US 2008/0283991 A1, 2008. 11. 20,

CN 101346815 A, 2009. 01. 14,

审查员 杨靖

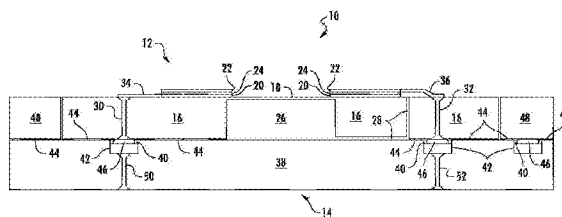
权利要求书3页 说明书10页 附图9页

(54) 发明名称

微传感器封装件及其装配的相关方法

(57) 摘要

本申请公开一种微传感器封装件 (10), 其包含微传感器 (12) 和印刷电路板 (PCB) (14), 或者包含微传感器阵列和 PCB(14)。微传感器 (12) 包含具有相对的前表面和后表面的第一衬底 (16)、在第一衬底 (16) 的前表面上的感测元件 (12) 以及设置在第一衬底 (16) 内并且电气连接到感测元件 (12) 的直通芯片通孔 (30、32)。PCB(14) 包含第二衬底 (38), 第一衬底 (16) 的后表面被键合到该第二衬底 (38)。第二衬底 (38) 限定凹部 (44), 键合焊盘 (42) 被设置在该凹部 (44) 内, 并且微传感器 (12) 的直通芯片通孔 (30、32) 电气连接到 PCB(14) 的键合焊盘 (42)。微传感器封装件 (10) 可以进一步包含垫片 (48), 该垫片 (48) 被键合到 PCB(14) 并且可以围绕微传感器 (12) 的外部边界并且具有与微传感器 (12) 大致相同的厚度。



1. 一种微传感器封装件(10), 其包括:
微传感器(12), 所述微传感器(12)包括:
第一衬底(16), 其具有相对的前表面和后表面;
在所述第一衬底(16)的所述前表面上的感测元件; 以及
直通芯片通孔(30、32), 其设置在所述第一衬底(16)内并且电气连接到所述感测元件;
印刷电路板(14), 其包含第二衬底(38), 所述第一衬底(16)的所述后表面被键合所述第二衬底(38), 所述第二衬底(38)限定凹部(40), 键合焊盘(42)被设置在所述凹部(40)内, 所述微传感器(12)的所述直通芯片通孔被电气连接到所述印刷电路板(14)的所述键合焊盘; 以及

垫片(48), 其围绕所述微传感器(12)的外部边界并且被键合到所述印刷电路板(14), 所述垫片(48)具有与所述微传感器(12)大致相同的厚度。

2. 根据权利要求1所述的微传感器封装件(10), 其中垫片(48)由导电材料构成, 并且被电气连接到传感器接地以便它可以提供防电磁干扰即EMI的保护。

3. 根据权利要求2所述的微传感器封装件(10), 其中所述导电材料是黄铜。

4. 根据权利要求1所述的微传感器封装件(10), 其中所述微传感器(12)的所述直通芯片通孔(30、32)通过设置在所述键合焊盘(42)上方的所述凹部(40)的开放体积内的导电键合剂(46)电气连接到所述键合焊盘(42), 所述开放体积大于被设置在其内的所述导电键合剂(46)的体积, 以及

其中所述第一衬底(16)的所述后表面通过围绕并且密封所述导电键合剂(46)的粘合剂(44)键合到所述印刷电路板(14)。

5. 根据权利要求4所述的微传感器封装件(10), 其中所述第二衬底(38)限定另一凹部, 另一键合焊盘(42)被设置在所述另一凹部内, 所述垫片(48)被电气连接到所述另一键合焊盘(42)。

6. 根据权利要求5所述的微传感器封装件(10), 其中所述微传感器(12)包含具有前表面和后表面的膜片(18), 所述膜片(18)的所述前表面由所述第一衬底(16)的所述前表面的一部分限定, 所述膜片(18)的所述后表面由所述第一衬底(16)的所述后表面的相应部分限定, 所述膜片(18)的所述后表面在被限定在所述第一衬底(16)内的腔体(26)内, 以及

其中所述第一衬底(16)的所述后表面通过围绕并且密封所述腔体(26)的粘合剂(44)键合到所述印刷电路板(14)。

7. 根据权利要求6所述的微传感器封装件(10), 其中所述第一衬底(16)的所述后表面进一步限定连接所述腔体(26)到所述第一衬底(16)的所述前表面的通风通道(28), 并且所述第一衬底(16)的所述后表面通过围绕并且密封所述腔体(26)和通风通道(28)的粘合剂(44)键合到所述印刷电路板(14)。

8. 根据权利要求1所述的微传感器封装件(10), 其中所述印刷电路板(14)包含设置在所述第二衬底(38)内并且电气连接到所述键合焊盘(42)的通孔, 所述键合焊盘(42)与电气连接到所述键合焊盘(42)的所述微传感器(12)的所述直通芯片通孔(30、32)相对。

9. 一种装配微传感器封装件(10)的方法, 其包括:

将微传感器(12)机械键合到印刷电路板(14), 所述微传感器(12)包含具有相对的前表面和后表面的第一衬底(16)、在所述第一衬底(16)的所述前表面上的感测元件(12)以及设

置在所述第一衬底(16)内并且电气连接到所述感测元件(12)的直通芯片通孔(30、32),所述印刷电路板(14)包含限定凹部(40)的第二衬底(38),键合焊盘(42)被设置在所述凹部(40)内,并且将所述微传感器(12)机械键合到所述印刷电路板(14)包括将所述第一衬底(16)的所述后表面键合到所述第二衬底(38);以及

将所述微传感器(12)电气键合到所述印刷电路板(14),其包括将所述微传感器(12)的所述直通芯片通孔(30、32)电气键合到所述印刷电路板(14)的所述键合焊盘(42);

将垫片(48)机械键合到所述印刷电路板(14),所述微传感器(12)和垫片(48)被机械键合到所述印刷电路板(14)使得所述垫片(48)围绕所述微传感器(12)的外部边界,所述垫片(48)具有与所述微传感器(12)大致相同的厚度。

10. 根据权利要求9所述的方法,其中所述电气键合包括通过沉积在所述直通芯片通孔(30、32)或键合焊盘(42)上的导电键合剂(46)将所述微传感器(12)的所述直通芯片通孔(30、32)电气键合到所述键合焊盘(42),在所述电气键合之后,所述导电键合剂(46)被设置在所述键合焊盘(42)上方的所述凹部的开放体积内,所述开放体积大于被设置在其内的所述导电键合剂(46)的体积,以及

其中所述机械键合和电气键合同时发生,并且所述机械键合包括通过围绕并且密封所述导电键合剂(46)的粘合剂(44)将所述第一衬底(16)的所述后表面机械键合到所述印刷电路板(14)。

11. 根据权利要求9所述的方法,其中所述微传感器(12)的所述机械键合和电气键合包括将微传感器阵列机械键合并且电气键合到所述印刷电路板(14),以及

其中所述垫片(48)的机械键合包括将阵列垫片(68)机械键合到所述印刷电路板(14),使得所述阵列垫片(68)围绕所述微传感器阵列中的所述微传感器(12)的外部边界。

12. 根据权利要求11所述的方法,其中所述垫片(48)的机械键合进一步包括将多个独立垫片(48)机械键合到所述印刷电路板(14),使得所述独立垫片(48)围绕所述微传感器(12)中的相应的微传感器的外部边界,并且使得所述阵列垫片(68)围绕所述独立垫片(48)和阵列中的微传感器(12)的外部边界。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中所述第二衬底(38)限定另一多个凹部,另一多个键合焊盘(42)被设置在所述另一多个凹部内,并且其中所述的方法进一步包括:

将所述独立垫片(48)电气键合到所述印刷电路板(14),其包括将所述独立垫片(48)电气键合到所述另一多个键合焊盘(42)中的相应键合焊盘。

14. 根据权利要求9所述的方法,其中所述微传感器(12)包含具有前表面和后表面的膜片(18),所述膜片(18)的所述前表面由所述第一衬底(16)的所述前表面的一部分限定,所述膜片(18)的所述后表面由所述第一衬底(16)的所述后表面的相应部分限定,所述膜片(18)的所述后表面在被限定在所述第一衬底(16)内的腔体(26)内,以及

其中所述机械键合包括通过围绕并且密封所述腔体(26)的粘合剂(44)将所述第一衬底(16)的所述后表面机械键合到所述印刷电路板(14)。

15. 根据权利要求14所述的方法,其中所述第一衬底(16)的所述后表面进一步限定连接所述腔体(26)到所述第一衬底(16)的所述前表面的通风通道(28),并且所述机械键合包括通过围绕并且密封所述腔体(26)和通风通道(28)的粘合剂(44)将所述第一衬底(16)的所述后表面机械键合到所述印刷电路板(14)。

16. 根据权利要求9所述的方法, 其中所述垫片(48)由导电材料构成, 并且被电气连接到传感器接地以便它可以提供防电磁干扰即EMI的保护。

17. 根据权利要求16所述的方法, 其中所述导电材料是黄铜。

微传感器封装件及其装配的相关方法

背景技术

[0001] 本公开总体涉及传感器,并且特别涉及传感器封装件及其装配的相关方法。

[0002] 物理量的测量常常被执行以确定和理解物理现象的特性。例如,通常执行噪声的测量和噪声的来源或起因来理解在噪声的生成背后的物理现象。例如,可以执行测量以识别噪声来源于何处。

[0003] 可以在设备的测试中执行这种类型的分析。例如,可以针对飞行器发动机(例如喷射式发动机)来收集噪声数据。所收集的噪声数据可以被分析以确定该喷射式发动机内部和外部的什么组件产生了噪声。这些不同的组件也可以被称为组件噪声源。

[0004] 在喷射式发动机或由喷射式发动机产生的喷射排气中,不同的结构或组件可以以不同频率产生不同噪声。例如,喷射式发动机的导管和入口内的不同表面可能在喷射式发动机的运行期间产生噪声。例如,喷射式发动机的高速排气流可以在发动机的运行期间产生噪声。

[0005] 可以用各种化合物或组件对表面进行处理以尽力减少噪声。在该类型的示例中,可以用不同类型的表面对喷射式发动机进行测试,以便确定借助不同的处理方法是否降低了这些表面所产生的噪声。

[0006] 目前,扩音器阵列可以被用于收集噪声数据。这种噪声数据可以被处理以产生噪声来源于何处的“图像”,并且确定辐射噪声的强度。在获得该数据的过程中,声音传感器单元(例如,扩音器)可以被放置在不同的位置。借助目前的阵列设计,需要成百上千的阵列位置来覆盖所有的声音传播路径,这些声音传播路径通过将数百个候选噪声源位置连接到几十个感兴趣的测量点而形成。

[0007] 多种不同类型的扩音器已经被研究以便用于其中这些扩音器应该满足多种需求的空气声学应用中。微机电系统(MEMS)扩音器正在最近类型的扩音器中崭露头角。但是,目前没有已知的方法来成本有效地封装符合空气声学应用要求的MEMS传感器。因此,可能期望的是具有将上述问题中的至少一些以及可能的其他问题考虑在内的微传感器封装件及其制造的相关方法。

发明内容

[0008] 本公开的示例实施例总体定向于微传感器封装件及其装配的相关方法。示例实施例的微传感器可以被封装以实现强健的、抗EMI(电磁干扰)以及(如果需要)对于单个传感器或传感器群组而言是超薄的超平齐(ultra-flush)安装。该技术问题的解决方案可以实现众多的传感器部署方案,由此实现目前不可用的独立传感器和传感器阵列的若干应用。例如,在扩音器的背景下,这些部署方案可以包含风洞测试段中的先前难以到达的位置处的大通道计数、高保真度噪声源位置阵列的部署和/或用于飞行测试和测量方案的飞机机身的外表面上的相似阵列的部署。示例实施例提供的测量保真度可以是在先前能力之上的基本改进。示例实施例可以解决若干技术挑战以实现所期望的传感器封装结果。

[0009] 示例实施例的微传感器封装件及其装配的相关方法可以解决多个技术挑战。例

如,示例实施例可以创建传感器的超平齐安装,使得其感测元件在最小化地破坏表面光滑性的情况下成为光滑表面的一部分,这包括将感测元件定位在光滑表面的平面中并且用表面和传感器之间的微小间隙来定位感测元件。示例实施例也可以建立抗EMI封装件,该抗EMI封装件对于通常对EMI脆弱的高阻抗传感器设计来说可能是特别重要的。

[0010] 示例实施例可以进一步解决直通芯片通孔(through-chip via)附接问题,该问题包含密封传感器背侧腔体和通风通道的同时将传感器键合到PCB(印刷电路板)。示例实施例也可解决上述多传感器封装件的技术挑战,包括相对于彼此精确定位传感器。此外,示例实施例可以创建合并前面提到的抗EMI特性和直通芯片通孔附接以及后表面密封的独立传感器封装件。并且示例实施例可以解决制造微传感器封装件的方法中的技术挑战。

[0011] 根据示例实施例的一个方面,提供一种微传感器封装件,其包含微传感器和印刷电路板(PCB)。微传感器包含具有相对的前表面和后表面的第一衬底、在第一衬底的前表面上的感测元件以及设置在第一衬底内并且电气连接到感测元件的直通芯片通孔。PCB包含第二衬底,第一衬底的后表面被键合到该第二衬底。第二衬底限定凹部,键合焊盘被设置在该凹部内,并且微传感器的直通芯片通孔被电气连接到PCB的键合焊盘。在一个示例中,PCB可以包含设置在第二衬底内并且电气连接到键合焊盘的通孔,该键合焊盘与电气连接到键合焊盘的微传感器的直通芯片通孔相对。

[0012] 在一个示例中,微传感器封装件可以进一步包含被键合到PCB的垫片,并且该垫片可以围绕微传感器的外部边界并且具有与微传感器大致相同的厚度。在该示例中,第二衬底可以限定另一键合焊盘被设置在其中的另一凹部,并且垫片可以电气连接到该另一键合焊盘。

[0013] 在一个示例中,微传感器的直通芯片通孔可以通过设置在键合焊盘上的凹部的开放体积内的导电键合剂电气连接到键合焊盘。在该示例中,开放体积可以大于设置在其中的导电键合剂的体积。同样在该示例中,第一衬底的后表面可以通过围绕并且密封导电键合剂的粘合剂键合到PCB。

[0014] 在一个示例中,微传感器可以包括具有前表面和后表面的膜片,其中前表面由第一衬底的前表面的一部分限定,并且后表面由第一衬底的后表面的相应部分限定,腔体被限定在第一衬底内。在该示例中,第一衬底的后表面可以进一步限定将腔体连接到第一衬底的前表面的通风通道。并且第一衬底的后表面可以通过围绕并且密封腔体或围绕并且密封腔体和通风通道的粘合剂键合到PCB。

[0015] 在文本和附图中,公开一种微传感器封装件10,其包含:微传感器12,其包含具有相对的前表面和后表面的第一衬底16、第一衬底16的前表面上的感测元件,以及设置在第一衬底16内并且电气连接到感测元件的直通芯片通孔30、32;以及印刷电路板14,其包含第二衬底38,第一衬底16的后表面键合到该第二衬底38,第二衬底38限定键合焊盘42被设置在其中的凹部40,微传感器12的直通芯片通孔电气连接到印刷电路板14的键合焊盘。

[0016] 有利地,微传感器封装件10可以包含其中微传感器12的直通芯片通孔30、32通过设置在键合焊盘42上的凹部40的开放体积内的导电键合剂46电气连接到键合焊盘42,开放体积大于设置在其中的导电键合剂46的体积,并且其中第一衬底16的后表面通过围绕并且密封导电键合剂46的粘合剂44键合到印刷电路板14。

[0017] 有利地,微传感器封装件10可以进一步包含围绕微处理器12的外部边界并且被键

合到印刷电路板14的垫片48,垫片48具有与微传感器12大致相同的厚度。有利地,微传感器封装件10可以包含其中第二衬底38限定另一键合焊盘42被设置在其中的另一凹部,垫片48电气连接到其它诸如该另一键合焊盘42。

[0018] 有利地,微传感器封装件10可以包括其中微传感器12包含具有前表面和后表面的膜片18,其中该前表面由第一衬底16的前表面的一部分限定,并且该后表面由第一衬底16的后表面的相应部分限定,腔体26被限定在第一衬底16内,并且其中第一衬底16的后表面通过围绕并且密封腔体26的粘合剂44键合到印刷电路板14。

[0019] 有利地,微传感器封装件10可以包括其中第一衬底16的后表面进一步限定将腔体26连接到第一衬底16的前表面的通风通道28,并且第一衬底16的后表面通过围绕并且密封腔体26和通风通道28的粘合剂44键合到印刷电路板14。

[0020] 有利地,微传感器封装件10可以包含其中印刷电路板18包含设置在第二衬底38内并且电气连接到键合焊盘42的通孔,该键合焊盘42与电气连接到键合焊盘42的微传感器12的直通芯片通孔30、32相对。

[0021] 在一个方面,微传感器封装件10包含微传感器阵列,其中每个微传感器包含具有相对的前表面和后表面的第一衬底16、第一衬底16的前表面上的感测元件12以及设置在第一衬底16内并且电气连接到感测元件12的直通芯片通孔30、32;以及印刷电路板14,其包含第二衬底38,第一衬底16的后表面键合到该第二衬底38,第二衬底38限定凹部40的阵列,键合焊盘42的相应阵列被设置该凹部40的阵列内,微传感器阵列的每个微传感器12的直通芯片通孔30、32电气连接到键合焊盘42的阵列中的各个键合焊盘42。

[0022] 有利地,微传感器封装件10可以包括其中对于微传感器阵列的每个微传感器12,直通芯片通孔30、32通过设置在各个键合焊盘42上的凹部40的开放体积内的导电键合剂46电气连接到各个键合焊盘42,并且第一衬底16的后表面通过围绕并且密封导电键合剂46的粘合剂44键合到印刷电路板14。

[0023] 有利地,微传感器封装件10可以进一步包括围绕微传感器阵列中的微传感器的外部边界的阵列垫片68,该阵列垫片68被键合到印刷电路板并且具有与微传感器大致相同的厚度。

[0024] 有利地,微传感器封装件10可以进一步包含包围微传感器12的相应微传感器的外部边界并且被键合到印刷电路板14的多个独立垫片48,独立垫片48具有与微传感器12大致相同的厚度,其中阵列垫片68围绕独立垫片48和阵列中的微传感器的外部边界。

[0025] 有利地,微传感器封装件10可以包括其中第二衬底38限定另一多个凹部40,另一多个键合焊盘42设置在该另一多个凹部40内,独立垫片48被电气连接到其他诸如该另一多个键合焊盘48的相应键合焊盘。

[0026] 有利地,微传感器封装件10可以包括其中对于微传感器阵列的每个微传感器12,微传感器12包括具有前表面和后表面的膜片18,该前表面由第一衬底16的前表面的一部分限定,并且该后表面由第一衬底16的后表面的相应部分限定,腔体被限定在第一衬底16内,并且其中对于微传感器阵列的每个微传感器12,第一衬底16的后表面通过围绕并且密封腔体26的粘合剂44键合到印刷电路板18。

[0027] 有利地,微传感器封装件10可以包括其中第一衬底16的后表面进一步限定将腔体26连接到第一衬底16的前表面的通风通道28,并且对于微传感器阵列的每个微传感器12,

第一衬底16的后表面通过围绕并且密封腔体26和通风通道28的粘合剂44键合到印刷电路板14。

[0028] 有利地,微传感器封装件10可以包括其中对于微传感器阵列中的一个或多个微传感器12中的每个,印刷电路板14包含设置在第二衬底38内并且电气连接到键合焊盘42的通孔,该键合焊盘42与电气连接到键合焊盘42的微传感器12的直通芯片通孔30、32相对。

[0029] 在一个方面,公开了装配微传感器封装件10的一种方法,该方法包括将微传感器12机械键合到印刷电路板14,微传感器12包含具有相对的前表面和后表面的第一衬底16、在第一衬底16的前表面上的感测元件12,以及设置在第一衬底16内并且电气连接到感测元件12的直通芯片通孔30、32,印刷电路板14包含第二衬底38,该第二衬底38限定键合焊盘42被设置在其中的凹部40,并且将微传感器12机械键合到印刷电路板14包括将第一衬底16的后表面键合到第二衬底38;以及将微传感器12电气键合到印刷电路板14,这包括将微传感器12的直通芯片通孔30、32电气键合到印刷电路板14的键合焊盘42。

[0030] 有利地,该方法可以包括其中电气键合包括用沉积在直通芯片通孔30、32或键合焊盘42上方的导电键合剂46将微传感器12的直通芯片通孔30、32电气键合到键合焊盘42,电气键合后,导电键合剂46被设置在键合焊盘42上方的凹部的开放体积内,该开放体积大于被设置在其中的导电键合剂46的体积,并且其中机械键合和电气键合同时发生,并且机械键合包括通过围绕并且密封导电键合剂46的粘合剂44将第一衬底16的后表面机械键合到印刷电路板14。

[0031] 有利地,该方法可以进一步包括将垫片48机械键合到印刷电路板14,微传感器12和垫片48被机械键合到印刷电路板14,使得垫片48围绕微传感器12的外部边界,垫片48具有与微传感器12大致相同的厚度。

[0032] 有利地,该方法可以进一步包含其中微传感器12的机械和电气键合包括将微传感器阵列机械并且电气键合到印刷电路板14,并且其中垫片48的机械键合包括将阵列垫片68机械键合到印刷电路板14,使得阵列垫片68围绕微传感器阵列中的微传感器12的外部边界。

[0033] 有利地,该方法可以进一步包括其中垫片48的机械键合进一步包括将多个独立垫片48机械键合到印刷电路板14,使得独立垫片48围绕微传感器12的中的相应微传感器的外部边界,并且使得阵列垫片68围绕独立垫片48和阵列中的微传感器12的外部边界。

[0034] 有利地,该方法可以进一步包含其中第二衬底38限定另一多个凹部,另一多个键合焊盘42设置在该另一多个凹部内,并且其中该方法进一步包括将独立垫片48电气键合到印刷电路板14,这包括将独立垫片48电气键合到其他诸如该另一多个键合焊盘42的相应键合焊盘。

[0035] 有利地,该方法可以进一步包括其中微传感器12包括具有前表面和后表面的膜片18,该前表面由第一衬底16的前表面的一部分限定,该后表面由第一衬底16的后表面的相应部分限定,腔体26被限定在该第一衬底16内,并且其中机械键合包括通过围绕并且密封腔体26的粘合剂44将第一衬底16的后表面机械键合到印刷电路板14。

[0036] 有利地,该方法可以进一步包括其中第一衬底16的后表面进一步限定将腔体26连接到第一衬底16的前表面的通风通道28,并且机械键合包括通过围绕并且密封腔体26和通风通道28的粘合剂44将第一衬底16的后表面机械键合到印刷电路板14。

[0037] 在示例实施例的其他方面,提供了包含微传感器阵列的微传感器封装件和装配微传感器封装件的方法。本文所论述的特征、功能以及优点可以在各种示例实施例中被独立或在其他的示例实施例中被组合。参考以下描述和附图可以获知其进一步的细节。

附图说明

[0038] 在已经以一般术语描述了本公开的示例实施例之后,现将参考附图,附图不一定按比例绘制,并且在附图中:

[0039] 图1a、图1b以及图1c(统称“图1”)是根据一个示例实施例的微传感器封装件的四分之一切割图、俯视图、以及放大的横截面图;

[0040] 图2和图3是根据一个示例实施例的图1的微传感器封装件在装配的各种阶段中的放大的横截面图;

[0041] 图4是根据一个示例实施例说明装配微传感器封装件的方法中的各种步骤的流程图;

[0042] 图5a和图5b(统称“图5”)是根据示例实施例的包含传感器阵列的微传感器封装件的透视图;

[0043] 图6是示例飞行器生产和维护方法的流程图;以及

[0044] 图7是示例飞行器的框图。

具体实施方式

[0045] 现将参考附图在其后对本公开的一些实施例进行更加全面的描述,其中示出一些但并非本公开的所有实施例。事实上,本公开的不同实施例可以以多种不同的形式体现并且不应该被解释为限于本文所阐述的实施例;相反,提供这些示例实施例使得本公开将是透彻和完整的,并且将向本技术领域内的技术人员全面地表达本公开的范围。例如,可以参考本文中可能涉及的组件的尺寸。那些和其他的相似关系可以是绝对的或近似的以便对可能发生的变化(例如,由于工程公差等引起的变化)作出解释。相同的参考编号在全文中指代相同的元件。

[0046] 在本文中参考针对特定应用(例如,空气声学应用)制造的MEMS传感器描述示例实施例。但是,应该理解的是,示例实施例可以同等地应用于航空航天工业以内和以外的其他应用。也应该理解的是,示例实施例可以同等地应用于基于MEMS的扩音器之外的微传感器。

[0047] 参考图1,包括图1a、图1b以及图1c,其说明根据本公开的示例实施例的微传感器封装件10。图1a和图1b是微传感器封装件的四分之一切割图和俯视图。图1c(以及同样地,下文描述的图2和图3)是相对于图1a和图1b的放大的横截面图,以便捕捉到不能以其他方式通过真实横截面图捕捉到的封装件的多个组件。

[0048] 如显示的,微传感器封装件可以包含具有相对的前表面和后表面的MEMS传感器12(在该情况下为扩音器),其中后表面被键合或者以其它方式被固定到印刷电路板(PCB)14。同样地,如上所示,所示的扩音器只是示例实施例的传感器封装件和装配方法与之相关的许多传感器的一个示例。同样要注意,在图1中以简化的形式示出PCB,没有示出PCB通常包括的其它迹线或电气组件。

[0049] 传感器12的各种特征在本文中被示出和描述以便于理解示例实施例,但是该传感

器可以包含额外的或替换的特征。在一个示例中,该传感器可以包含具有相对的前表面和后表面的衬底16(第一衬底),并且可以包含衬底16的前表面上的感测元件。如在扩音器背景中所示的,感测元件可以是或者以其它方式包含围绕膜片18(例如,圆形膜片)的外部边界的层的堆叠(例如,层的环形堆叠)。该层的堆叠可以包含底部电极20和顶部电极22以及插入压电材料24。在一个示例中,随后,该膜片可以被配置为响应于传入声压而偏转,该偏转进而可以使层的堆叠产生相应的输出电压。

[0050] 膜片18可以具有由衬底的前表面的一部分限定的前表面和由衬底的后表面的相应部分限定的后表面,腔体26被限定在衬底内。在一个示例中,衬底的后表面可以进一步限定将腔体连接到衬底的前表面的通风通道28,以使膜片的两个表面可以暴露于相同的静态压力。这可允许该传感器(扩音器)测量动态压力而免于感测静态压力。

[0051] 为了捕获由感测元件产生的输出电压,可以将其电气连接到其他电子器件。然后,在一个示例中,传感器12可以包含设置在衬底内并且电气连接到感测元件的一个或多个直通芯片通孔。在一个示例中,传感器可以包含通过相应的迹线34、36电气连接到底部电极20和顶部电极22中相应的一个的两个直通芯片通孔30、32。在衬底由硅形成的一个示例中,直通芯片通孔可以是直通硅通孔(TSV)。这些通孔可以实现到传感器特别是到传感器的感测元件的后表面电气连接,而不是更一般的前表面电气连接。示例实施例因此可以避免前表面电气连接通常需要的引线键合,并且引线键合对于传感器封装件10的光滑前表面可能是脆弱且破坏性的。

[0052] 同样应该注意的是,可能存在未在本文中示出或描述并且在本公开的范围之外的传感器12的细节。也应该注意的是,图1不是按比例绘制的。衬底16的前表面上的感测元件,特别是在一个示例中底部电极20和顶部电极22以及插入压电材料24实际上可以相对于衬底的厚度薄的多。在一个示例中,相对于厚度大致为7微米的膜片18,以及厚度大致为400微米的衬底,感测元件可以具有大致2微米的厚度。因此,在期望的粗糙度大致为10微米或更少的传感器封装件10中,包括感测元件的传感器的前表面可以具有小于几微米的粗糙度。因此,感测元件可以很薄以至于包含膜片的传感器的前表面可以被认为是光滑的。

[0053] 传感器封装件10的挑战可以是通孔30、32连接到为传感器12提供动力并且调整其输出所需的电子器件,并且使传感器的前表面与将成为传感器前表面的一部分的传感器封装件的前表面平齐。在密封腔体26和通风孔28的同时实现上述挑战可能是更大的挑战。根据示例实施例,PCB 14可以包含可以限定一个或多个凹部40的衬底(第二衬底)38,相应的键合焊盘42可以被设置在该一个或多个凹部40内。凹陷的键合焊盘可以位于PCB上以允许传感器或其组件与PCB之间的一个或多个电气连接。这些凹陷的键合焊盘使得与密封的腔体/通风孔平齐的传感器封装件能够实现。

[0054] 传感器12可以通过合适的粘合剂44(例如环氧树脂)机械地键合到PCB14,并且可以通过导电键合剂46电气连接到PCB。合适的导电键合剂的示例包含焊料、导电(例如,银的)环氧树脂等。作为另一示例,导电键合剂可以包含金凸块或螺柱以及合适的环氧树脂。在一个示例中,导电键合剂可以更特别地电气连接通孔30、32和可以相互对齐的各个键合焊盘42。导电键合剂可以被设置在包含键合焊盘的凹部40内,并且可以以不超过其中的键合焊盘上方的各个凹部的开放体积的量被设置。粘合剂可以围绕PCB前表面处的腔体26和通风孔28。粘合剂可以由此密封由导电键合剂产生的电气连接,并且密封腔体和通风孔,并

且它可以进一步提供传感器和PCB之间的强健的键合。

[0055] 在传感器12的前表面和PCB14之间的边界处可能存在阶梯。为了对该阶梯进行解释并且创建带有总体相对光滑表面的传感器封装件10,传感器封装件可以进一步包含围绕传感器的外部边界并且被键合到PCB(例如通过合适的粘合剂44)的垫片48。垫片可以具有与传感器大致相同的厚度以便整个传感器封装件在其包含传感器膜片18的前表面上可以具有光滑的表面。垫片可以由导电材料(如,黄铜)构成,并且可以被电气连接到传感器接地以便它可以提供防电磁干扰(EMI)的保护。垫片因此可以被设置在PCB的凹陷的键合焊盘42上方,并且通过导电键合剂46被电气连接到键合焊盘。在一个示例中,各个凹部40、键合焊盘以及导电键合剂可以如上所说明地相对于将传感器的通孔30、32电气连接到各个凹陷的键合焊盘来布置。同样与上述相似,粘合剂可以密封由导电键合剂产生的电气连接,并且可以提供垫片和PCB之间的强健的键合。

[0056] 在一个示例中,传感器12可以被完整地封装为独立单元,其中其腔体/通风孔26、28被密封。在这方面,PCB 14可以在其衬底38内进一步包含一个或多个通孔,两个示例通孔50、52被示出。PCB通孔可以靠近一个或多个凹陷的键合焊盘42来设置,并且可以被电气连接到一个或多个凹陷的键合焊盘42,该键合焊盘42与电气地连接到各个凹陷的键合焊盘的传感器的通孔30、32相对。传感器封装件10因此可以通过PCB通孔被电气连接到另一电子组装件。尽管未显示,但在一个示例封装件中,垫片48所电气连接到的键合焊盘和传感器接地之间的电气连接可以由PCB上的迹线建立。

[0057] 现在参考图2和图3,并且返回到图1c,根据一个示例实施例,图2和图3以及图1c涉及到包含传感器12、PCB 14和垫片48的传感器封装件10的装配。在一个示例中,传感器封装件的装配之前可以是传感器、PCB以及垫片的制造,其中每个可以根据多种不同工艺中(例如沉积和去除微机械工艺)的任何工艺来制造。更特别的,例如,传感器的制造可以包含制造通过衬底16的一个或多个直通芯片通孔30、32,以及制造衬底的前表面上的感测元件,以及电气连接感测元件到通孔。更特别地,制造一个示例的感测元件可以包含图案化和蚀刻该传感器的前表面以形成底部电极20和顶部电极22以及插入压电材料24。传感器的后表面可以被蚀刻以限定腔体26和通风孔28。如图2和图3中所示,虚线54表示在传感器被制造之后可以在封装期间产生的边界,以密封腔体和通风孔。关于传感器制造的其他的细节没有与示例实施例密切相关,并且因此从本公开中省略。

[0058] 在一个示例中,PCB 14的制造可以包括在衬底38中制造一个或多个通孔50、52,以及图案化和蚀刻PCB的前表面以形成一条或多条迹线或其他电气组件(未显示)。PCB的前表面可以被进一步蚀刻以限定键合焊盘42可以被沉积在其中的一个或多个凹部40。与传感器相似,关于PCB制造的其他细节没有与示例实施例密切相关,并且因此从本公开中省略。

[0059] 装配传感器12、PCB 14以及垫片48可以包括将导电键合剂46沉积在一个或多个通孔30、32、键合焊盘42和/或垫片上以便于它们的电气连接,如上所说明的。如图2和图3中所示,在一个示例中,导电键合剂可以被沉积为球体,该球体可以被粘附(如,通过合适的环氧树脂)到传感器衬底16的后表面上的通孔上以便于它们电气连接到各个PCB键合焊盘,并且可以被粘附到PCB键合焊盘的另一者上以便于其电气连接到垫片。在图2中,垫片可以同时通过导电键合剂电气键合到PCB以及通过适当的粘合剂44机械键合到PCB。如显示的,沉积为球体的导电键合剂可以在凹部40中被压缩(例如,以形成凸块或螺柱),该凹部40具有稍

微大于导电键合剂的体积的开放体积。

[0060] 在一个示例中,垫片48和传感器12可以同时被键合到PCB 14。在另一示例中,垫片可以先于传感器被键合。在该另一示例中,通过首先将垫片键合到PCB,垫片可以提供引导以便将传感器键合到PCB。与垫片相似,在图3中,传感器可以同时通过导电键合剂电气键合到PCB并且通过适当的粘合剂44机械键合到PCB,这可以产生图1c所示的传感器封装件。同样与上文类似,被沉积为球体的导电键合剂可以在各个凹部40内被压缩,该各个凹部40中的每个可以具有稍微大于导电键合剂的体积的开放体积。

[0061] 图4根据本公开的一个示例实施例说明装配微传感器封装件10的方法56中的各种步骤。如方框58和方框60所示,该方法可以包括将微传感器12机械键合和电气键合到印刷电路板14,这在一个示例中可以同时发生。微传感器可以包含具有相对的前表面和后表面的第一衬底16、第一衬底的前表面上的感测元件以及设置在第一衬底内并且电气连接到感测元件的直通芯片通孔30、32(一个或多个)。在一个示例中,在期望的粗糙度约为10微米或更少的传感器封装件中,微传感器可以具有粗糙度小于几微米的前表面。印刷电路板可以包含限定凹部40的第二衬底38,键合焊盘42被设置在凹部40内。

[0062] 将微传感器12机械键合到印刷电路板14可以包括将第一衬底16的后表面键合到第二衬底38。并且将微传感器电气键合到印刷电路板可以包括将微传感器的直通芯片通孔30、32电气键合到印刷电路板的键合焊盘42。

[0063] 在一个示例中,电气键合可以包括用沉积在直通芯片通孔或者键合焊盘上的导电键合剂46将微传感器12的直通芯片通孔30、32电气键合到键合焊盘42,其后导电键合剂被设置在键合焊盘上方的凹部的开放体积内。接着,机械键合可以包括通过围绕并且密封导电键合剂的粘合剂44将第一衬底16的后表面机械键合到印刷电路板14。

[0064] 在一个示例中,如方框62和方框64中所示,该方法可以进一步包含将垫片48机械键合并且电气键合到印刷电路板14,该过程可以发生在将传感器12键合到印刷电路板之前、之后或者与其同时发生。在该示例中,微传感器和垫片可以被机械键合到印刷电路板,使得垫片围绕微传感器的外部边界,并且垫片可以具有与微传感器大致相同的厚度。同样在该示例中,第二衬底可以限定另一凹部,另一键合焊盘被设置在该另一凹部内。随后,电气键合可以包括将垫片电气键合到第二衬底的另一键合焊盘。

[0065] 在一个示例中,微传感器12可以包含具有前表面和后表面的膜片18,该前表面由第一衬底16的前表面的一部分限定,并且该后表面由第一衬底的后表面的相应部分限定,腔体26被限定在第一衬底16内。在该示例中,第一衬底的后表面可以进一步限定连接腔体到第一衬底的前表面的通风通道28。随后,机械键合可以包括通过围绕并且密封腔体和通风通道的粘合剂44将第一衬底的后表面机械键合到印刷电路板14。

[0066] 现在转向图5,虽然传感器封装件10可以包含被键合到PCB 14的单个传感器12,但是在另一示例中,可以将传感器阵列键合到PCB。在该另一示例中的PCB可以包含凹陷的键合焊盘42的阵列(包含键合焊盘的相应阵列的凹部40的阵列)以便于到各个传感器的电气连接。同样在该另一示例中,封装件可以包含围绕阵列中的传感器的一个或多个垫片。例如,如图5a所示,封装件可以包含围绕阵列中的各个传感器的多个独立垫片48,并且可以额外地包含单个阵列垫片66,如果不是围绕所有的独立垫片和各个传感器,则该阵列垫片66围绕其中的至少一些。在另一示例中,如图5b中所示,封装件可以包含单个阵列垫片68,在没

有各个独立垫片的情况下,如果不是围绕阵列中的所有传感器,则该单个阵列垫片围绕其中的至少一些。

[0067] 在一个示例中,如图5a所示,阵列垫片66可以被制造成包含具有独立垫片48和各个传感器12的形状的切口,并且垫片和传感器可以被设置在该切口中。在另一示例中,如图5b所示,在没有独立垫片的情况下,阵列垫片68可以被制造成包含具有传感器的形状的切口,并且传感器可以被布置在该切口中。包含传感器阵列的传感器封装件可以用与上述类似的方式装配,并且可以包括同时或者逐个地将所有的传感器键合到PCB。在一个示例中,阵列垫片可以在传感器阵列和任何独立垫片之前被键合。阵列垫片可以因此提供引导以便于将传感器和任何独立垫片键合到PCB 14。在更特别的示例中,阵列垫片可以提供引导以便于键合独立垫片,这进而可以提供引导以便于键合传感器。但是,在任何情况下,通过包括使用穿过传感器的通孔的背侧电气连接,阵列中的传感器可以相对于彼此更精确地定位。

[0068] 本公开的示例实施例可以在各种潜在应用中获得使用,特别是在运输工业,包含诸如航空航天应用、海运应用以及汽车应用。因此,现在参考图6和图7,示例实施例可以被使用在如图6中所示的飞行器制造和维护方法70和如图7中所示的飞行器86的背景中。在预生产期间,示例方法可以包含飞行器的规格和设计72以及材料采购74。在一个示例中,飞行器的规格和设计可以包含技术开发和产品定义,这进而可以包含示例实施例可以被运用在其中的测试和评估组件。示例实施例也可以在技术和产品开发测试期间被运用在诸如测试设施(例如,风洞)的测试模型和/或墙壁或其它可安装位置上的模型比尺测试中。

[0069] 在生产期间,进行飞行器的组件和子配件制造76和系统整合78。之后,飞行器可以经过校验和交付80以便于投入使用82。当由顾客使用时,飞行器定期进行日常维修和维护84(也可以包含改进、重新配置、翻新等等)。

[0070] 方法70的每个过程可以由系统集成商、第三方和/或操作者(如,顾客)来执行或完成。为了本说明书的目的,系统集成商可以包含不限于任何数量的飞行器制造商以及主系统承包商;第三方可以包含但不限于任何数量的销售商、转包商以及供应商;并且操作者可以是航空公司、租赁公司、军事实体、服务组织等等。

[0071] 如图7所示,由示例方法70生产的飞行器86可以包含带有多个系统90和内部92的机身88。高级系统的示例可以包含推进系统94、电气系统96、液压系统98或环境系统100中的一个或多个。还可以包含任何数量的其他系统。虽然显示的是航空航天示例,但是本公开的原理可以被应用到其他的工业,如汽车工业。

[0072] 如上建议的,本文呈现的装置和方法在制造和维护方法70的任何一个或多个阶段中被采用。例如,对应于生产过程76的组件或子配件可以按照与飞行器86在使用时生产的组件或子配件类似的方式被生产或制造。同样地,一个或多个装置实施例、方法实施例或者其组合可以在生产阶段76和78中使用,例如,以充分加快飞行器的装配或者降低飞行器的成本。类似地,装置实施例、方法实施例或者其组合中的一个或多个可以在飞行器使用时被利用,例如但不限于,以便维修和维护84。

[0073] 受益于上述说明和相关附图所呈现的教导内容的本发明所属领域的技术人员将想得到本文所阐述的发明的许多修改和其它实施方式。因此,应当理解,本发明不限于所公开的具体实施方式,并且所附权利要求的范围旨在将修改和其它实施方式包括在内。此外,

虽然上述说明和相关附图描述了在元件和/或功能的某些示例性组合的背景中的示例性实施方式,然而,应当认识到在不偏离所附权利要求的范围的情况下,可以由可替换的实施方式来提供元件和/或功能的不同组合。在这方面,例如,不同于上述明确描述的元件和/或功能的不同组合也是可预期的,其可能在一些所附权利要求中被阐述。虽然本文采用了具体的术语,但是其仅用于通用和描述性意义,并非为了限制的目的。

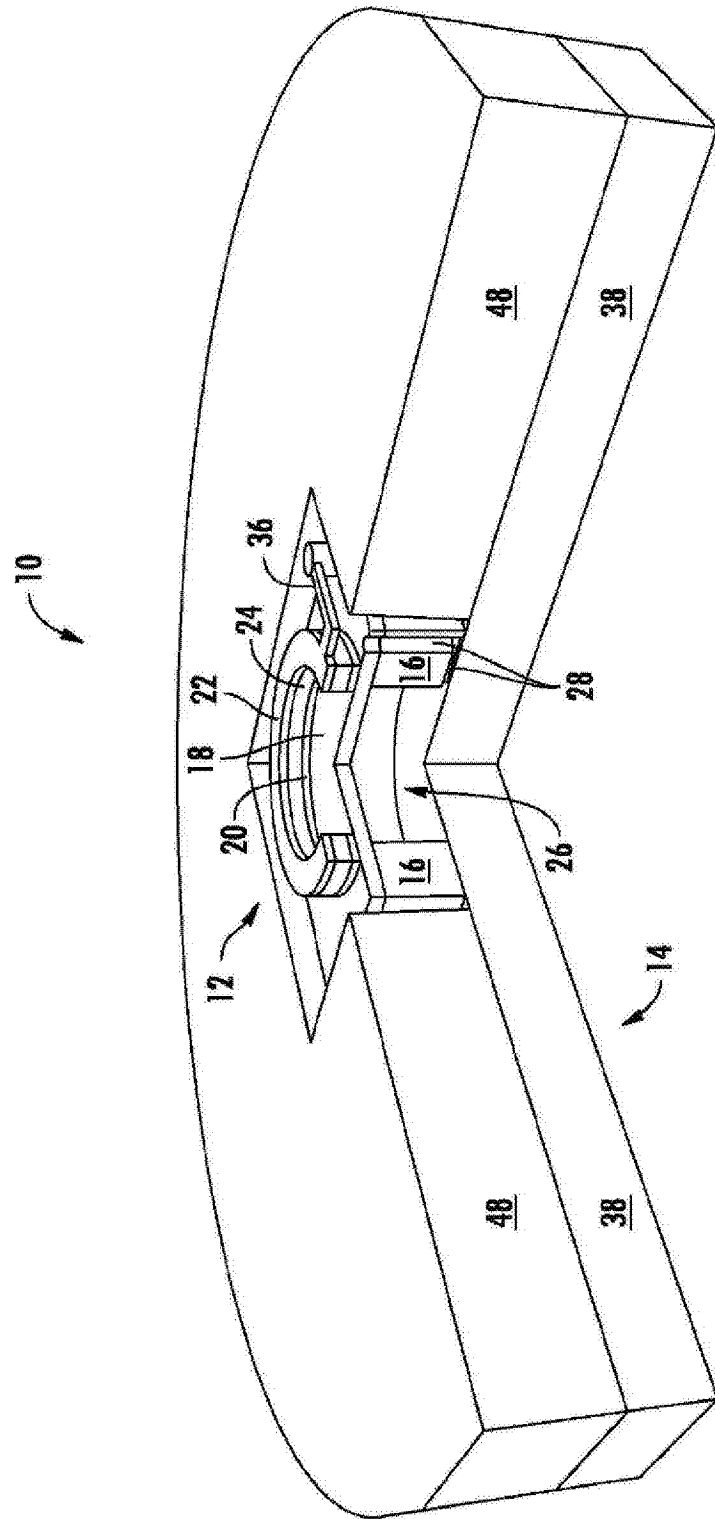


图1a

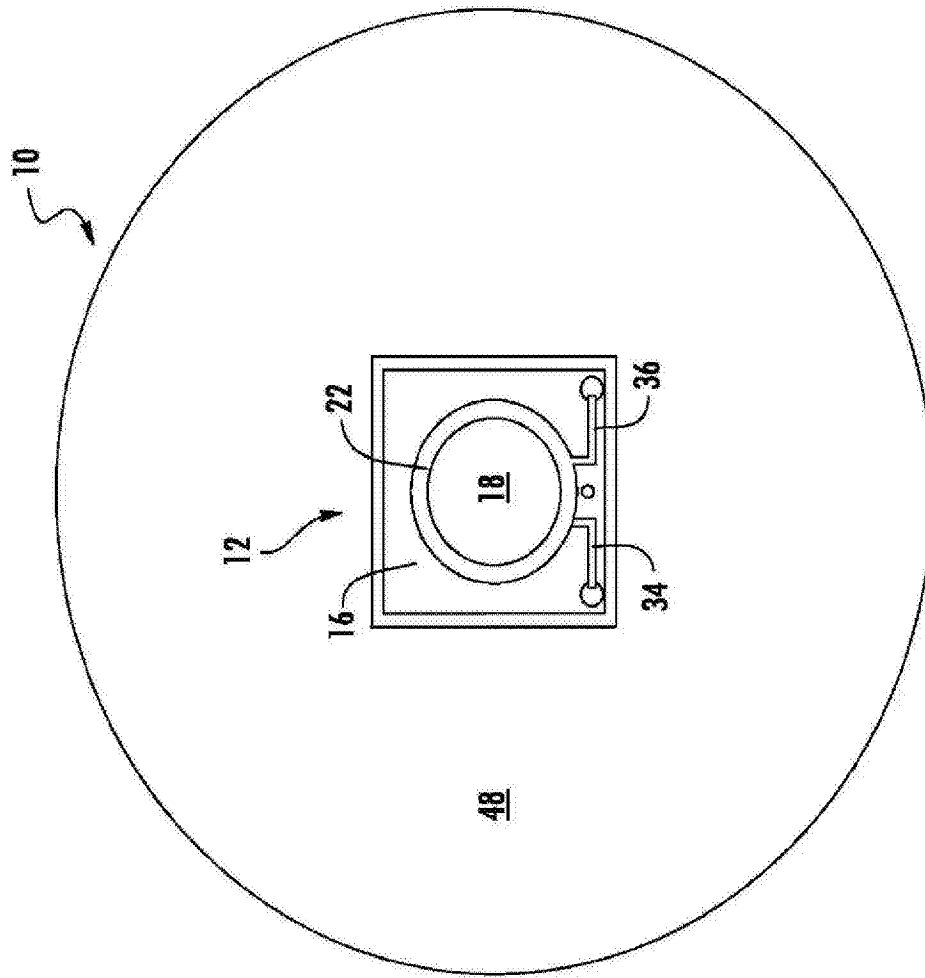


图1b

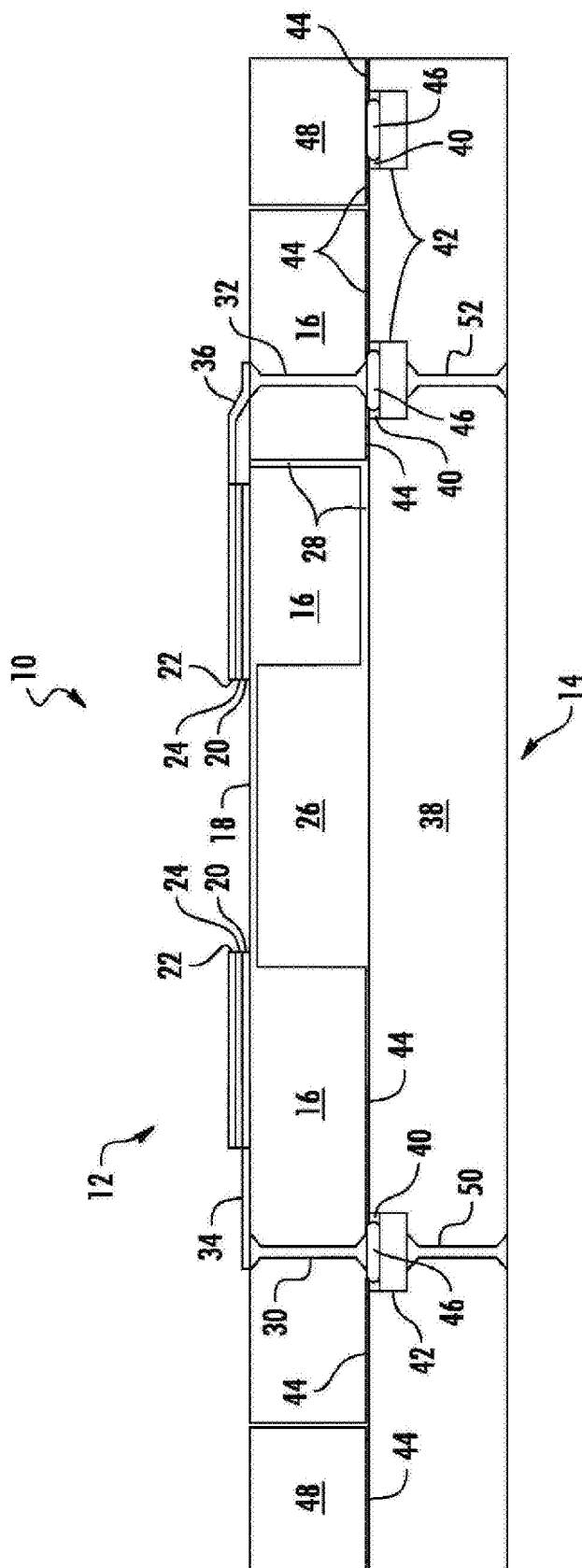


图1c

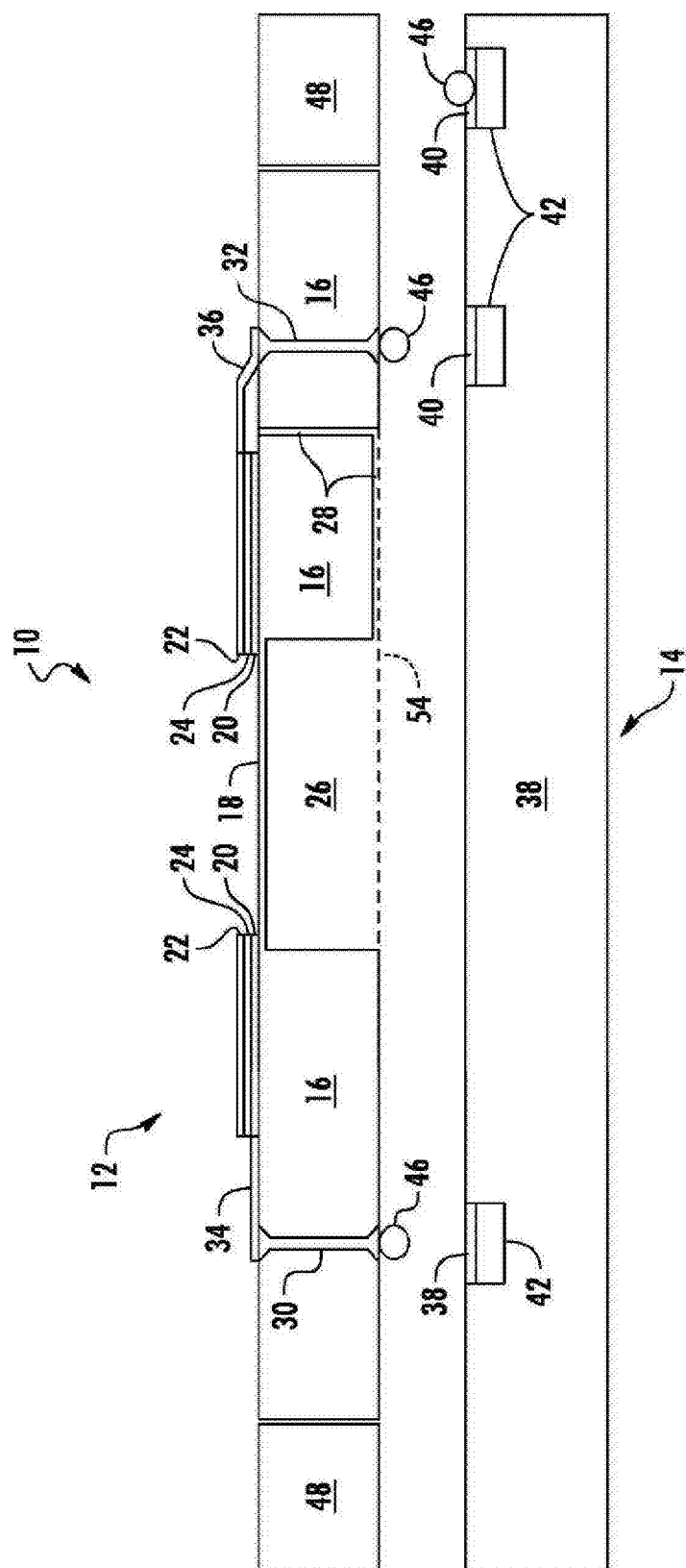


图2

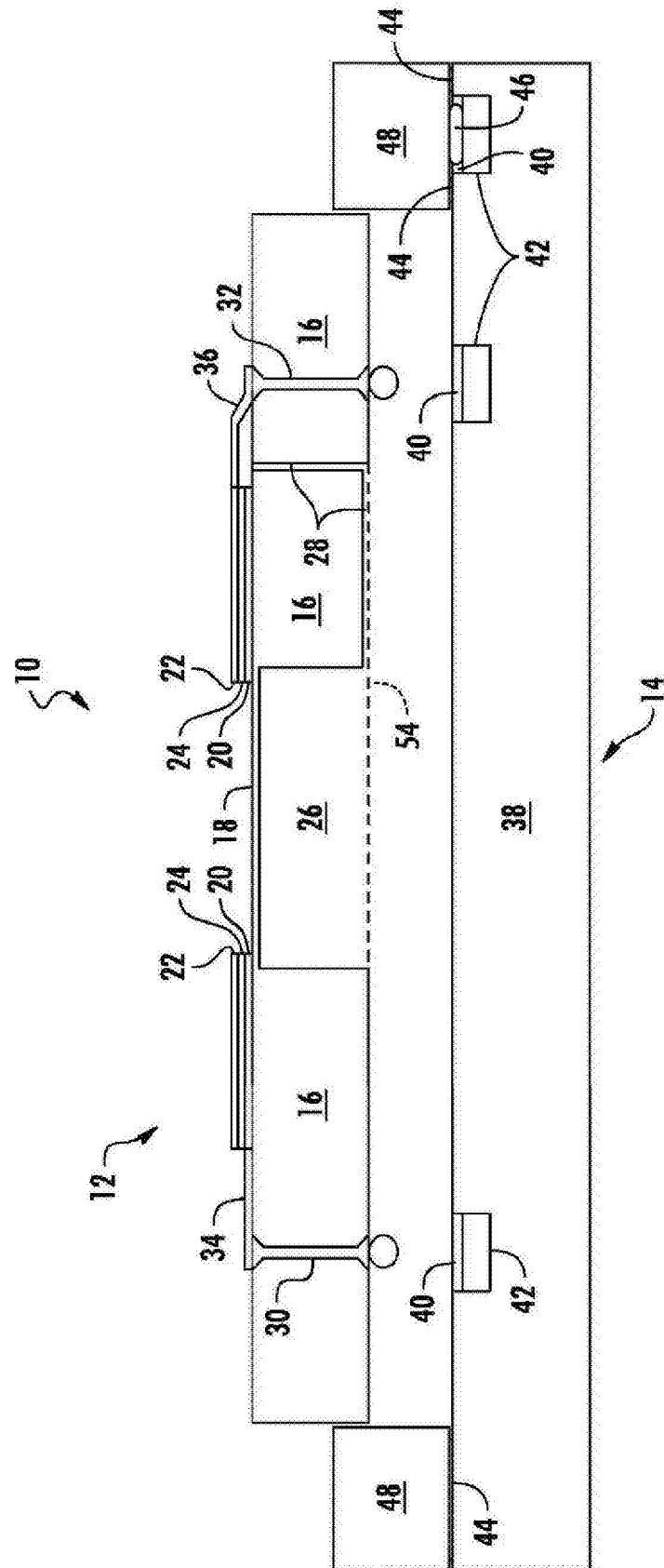


图3

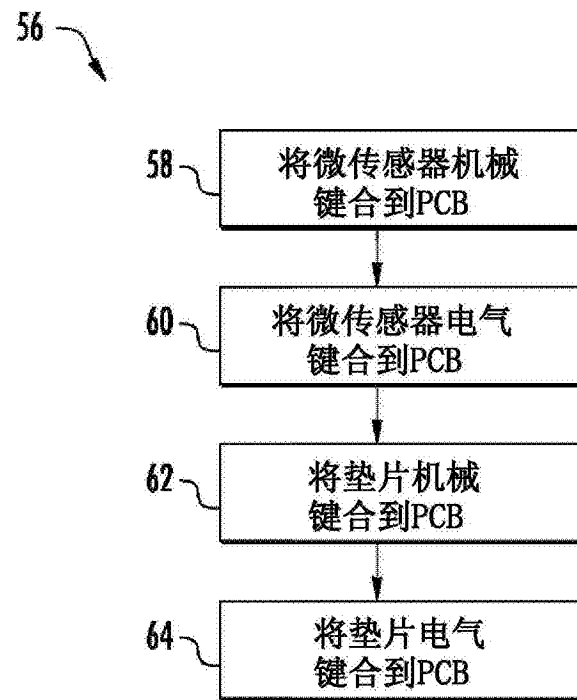


图4

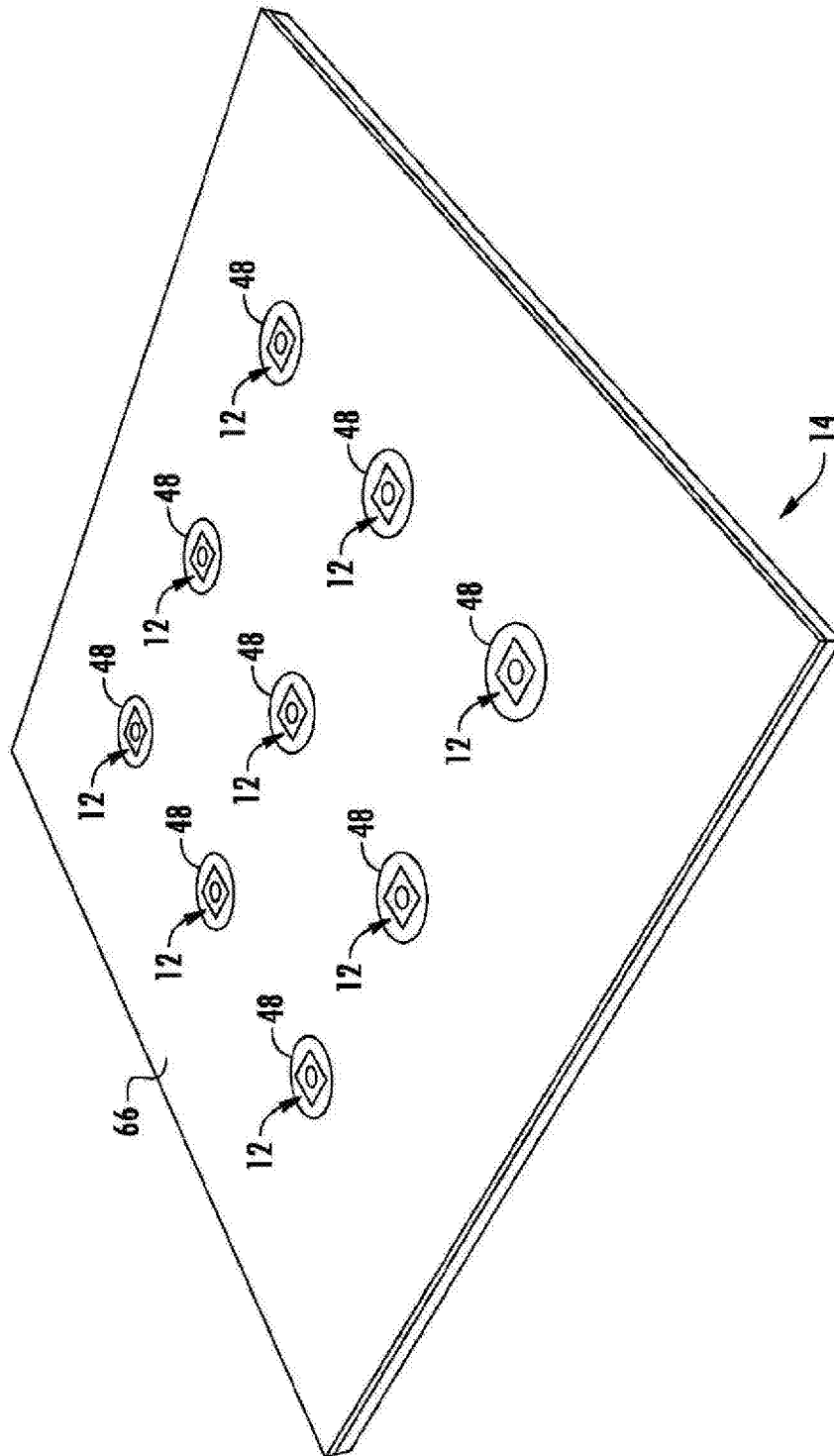


图5a

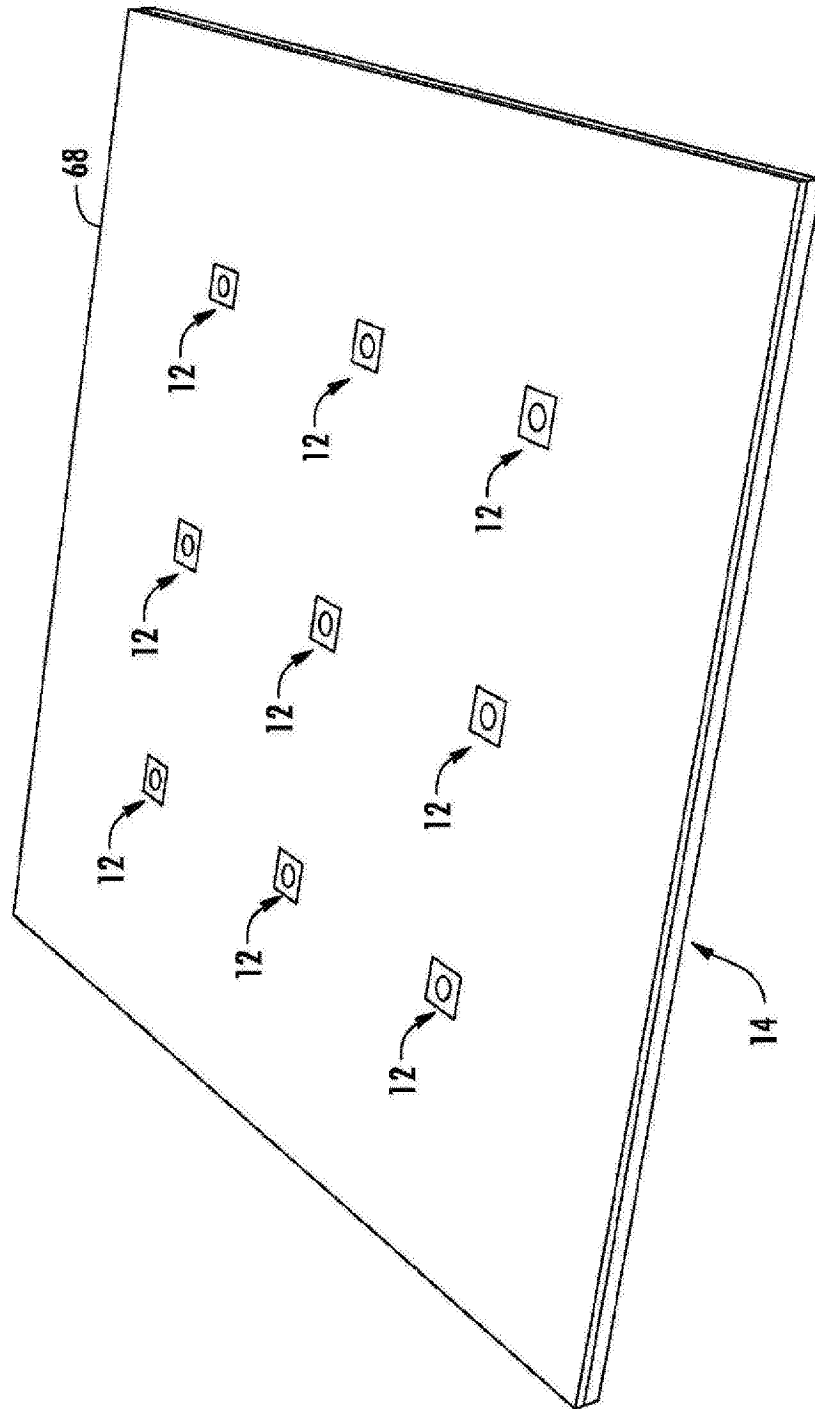


图5b

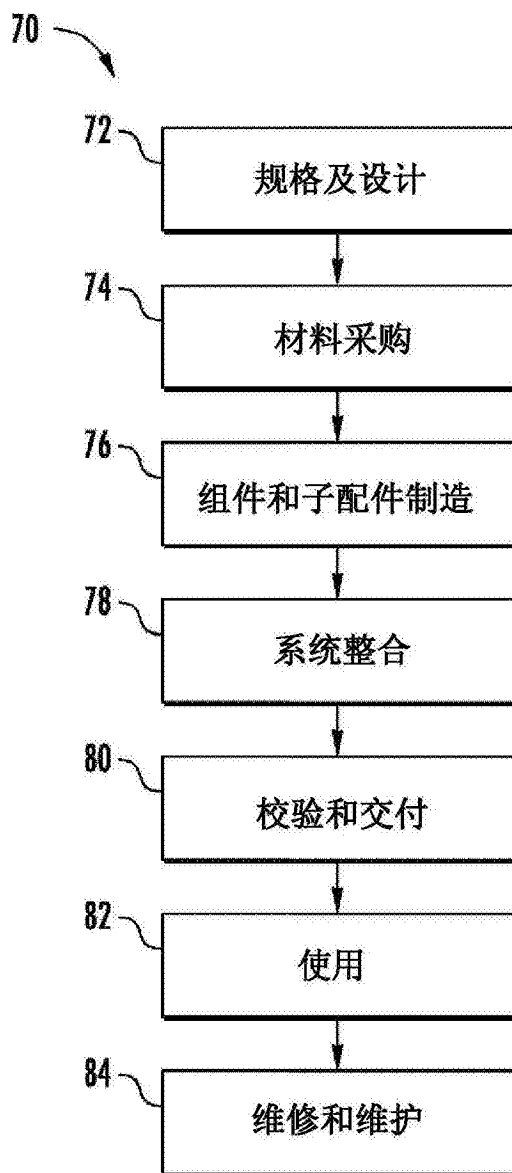


图6

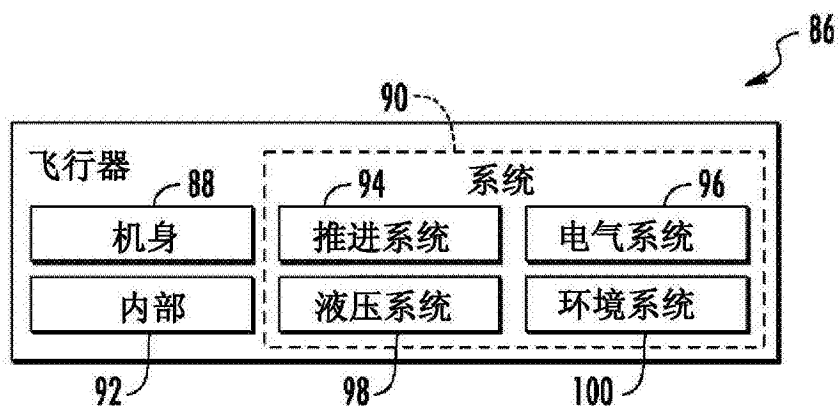


图7