



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111822899 B

(45) 授权公告日 2022.02.01

(21) 申请号 202010301007.2

(22) 申请日 2020.04.16

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111822899 A

(43) 申请公布日 2020.10.27

(30) 优先权数据
62/835,322 2019.04.17 US
16/440,905 2019.06.13 US

(73) 专利权人 托普莱恩公司
地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 马丁·哈特

(74) 专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理
有限公司 11205
代理人 杨贝贝 臧建明

(51) Int.Cl.

B23K 35/14 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 102738023 A, 2012.10.17
CN 1136220 A, 1996.11.20
CN 104037143 A, 2014.09.10
CN 1321784 A, 2001.11.14
US 2017013725 A1, 2017.01.12
US 7036710 B1, 2006.05.02

审查员 张健

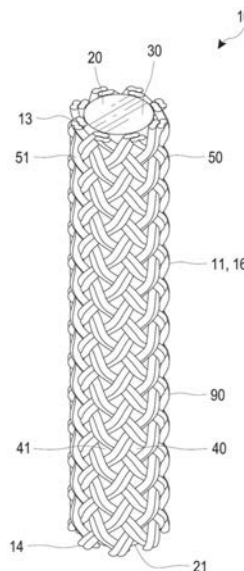
权利要求书3页 说明书13页 附图15页

(54) 发明名称

焊料柱及其制造方法

(57) 摘要

一种改进的焊料柱,具有包括焊料芯材料的焊料芯,围绕焊料芯的至少大部分外表面并且包括交织成网的多条线的外骨架套筒结构,以及形成于所述外骨架中所述多条线之间的多个空间。可以配置外骨架套筒,使得外骨架套筒将支撑焊料芯,从而防止焊料芯在超过焊料芯液相线温度的温度下塌陷。可选地,多个空间的每一个能够具有与该空间相邻的线的宽度一样大的宽度和高度,并且该空间可以配置为对焊料柱提供附加弹性。



1. 一种焊料柱,包括:
焊料芯,包括焊料芯材料;
外骨架套筒,围绕所述焊料芯的外表面的至少大部分并且包括交织成网的多条线;以及
多个空间,形成于所述外骨架套筒中所述多条线之间;
其中:
所述外骨架套筒配置为使得所述外骨架套筒将支撑所述焊料芯,以防止所述焊料芯在超过所述焊料芯的液相线温度的温度下塌陷;
所述多个空间的每一个具有至少与所述空间相邻的线的宽度同样大的宽度和高度;以及
所述空间配置为对所述焊料柱提供附加弹性,以提高所述焊料柱吸收由通过所述焊料柱相互连接的基底之间热膨胀系数的不匹配导致的应力的能力。
2. 如权利要求1所述的焊料柱,其中所述多条线形成关于所述外骨架套筒的菱形图案。
3. 如权利要求1所述的焊料柱,其中所述多条线的每一条具有0.025mm(0.001英寸)至0.076mm(0.003英寸)的宽度。
4. 如权利要求1所述的焊料柱,其中所述空间的每一个具有0.050mm(0.002英寸)至0.125mm(0.005英寸)的宽度和高度。
5. 如权利要求1所述的焊料柱,其中所述空间的每一个具有0.050mm(0.002英寸)至0.125mm(0.005英寸)的宽度和高度,并且其中所述空间的总表面积占所述外骨架套筒的总表面积的10%至20%。
6. 如权利要求1所述的焊料柱,其中所述空间的每一个具有两条线的宽度/直径至四条线的宽度/直径的宽度,以及两条线的宽度/直径至四条线的宽度/直径的高度。
7. 如权利要求1所述的焊料柱,其中所述外骨架套筒包括第一线,所述第一线以相对于第二线80°至100°的角度与所述第二线相交并从所述第二线的上面或下面穿过。
8. 如权利要求1所述的焊料柱,其中所述外骨架套筒包括第一线,所述第一线以大约90°的角度与第二线相交并从所述第二线的上面或下面穿过。
9. 如权利要求1所述的焊料柱,其中所述多条线中各条线每一条以大约90°的角度与所述多条线中的其他线相交并从所述多条线中的其他线的上面或下面穿过。
10. 如权利要求1所述的焊料柱,其中所述多条线中的各条线每一条以相对于所述多条线中的其他线80°至100°的角度与所述多条线中的其他线相交并从所述多条线中的其他线的上面或下面穿过。
11. 如权利要求1所述的焊料柱,其中所述焊料柱配置为使得当所述焊料芯材料处于熔融状态时,所述焊料芯材料将形成与连接盘网格阵列LGA/柱栅阵列CGA和/或印刷电路板的传导垫的接合而所述焊料芯不会塌陷。
12. 如权利要求1所述的焊料柱,其中所述外骨架套筒进一步配置为提高通过所述焊料柱的热传导。
13. 如权利要求1所述的焊料柱,其中所述焊料柱配置为使得当所述焊料芯的温度超过所述焊料芯的液相线温度时,来自所述焊料芯的焊料将形成与LGA/CGA和/或印刷电路板的传导垫的接合而无需使用焊膏。

14. 如权利要求1所述的焊料柱,其中至少部分厚度的所述外骨架套筒嵌入所述焊料芯。

15. 如权利要求1所述的焊料柱,其中所述外骨架套筒包括4、8、12、16、20、24、32或48股线。

16. 如权利要求1所述的焊料柱,其中一条或多条所述线包括铜、铍铜、银和金中的至少一种。

17. 如权利要求1所述的焊料柱,其中一条或多条所述线包括镀钯铜。

18. 如权利要求1所述的焊料柱,其中一条或多条所述线具有矩形截面。

19. 如权利要求1所述的焊料柱,其中一条或多条所述线具有矩形截面,在所述外骨架套筒径向上的厚度大约0.050mm(0.002英寸)或更小,宽度大约0.204mm(0.008英寸)或更小。

20. 如权利要求1所述的焊料柱,其中所述外骨架套筒围绕整个长度的所述焊料芯。

21. 如权利要求1所述的焊料柱,其中所述多个空间部分或全部由焊料填充。

22. 如权利要求1所述的焊料柱,其中所述外骨架套筒包括所述多条线之间的多个电镀连接处。

23. 如权利要求1所述的焊料柱,其中当所述焊料芯的温度高于所述焊料芯的液相线温度时,上至50%的厚度的所述外骨架套筒能够嵌入到所述焊料芯中。

24. 如权利要求1所述的焊料柱,其中所述焊料包括SAC305、Sn63/Pb37、Pb80/Sn20、Pb90/Sn10和Pb93.5/Sn5/Ag1.5中的至少一种。

25. 如权利要求1所述的焊料柱,其中所述外骨架套筒包括铜、镀钯铜和铍铜合金中的至少一种。

26. 一种焊料柱,包括:

焊料芯,包括焊料芯材料;

外骨架套筒,围绕所述焊料芯的至少部分并且包括交织成网的多条线;以及

多个空间,形成于所述外骨架套筒中所述多条线之间;

其中:

所述多条线包括多个线对,所述多个线对的每一个包括第一线和第二线,所述第二线沿所述第一线的整个长度与所述第一线相邻;

所述外骨架套筒配置为在超出所述焊料芯的液相线温度的高温下支撑所述焊料芯以及提高所述焊料柱的热传导;以及

所述空间配置为对焊料柱提供附加弹性,以提高所述焊料柱吸收由通过所述焊料柱相互连接的基底之间热膨胀系数的不匹配导致的应力的能力。

27. 如权利要求26所述的焊料柱,其中所述多条线形成关于所述外骨架套筒的菱形图案。

28. 如权利要求26所述的焊料柱,其中所述多条线的每一条具有0.025mm(0.001英寸)至0.076mm(0.003英寸)的宽度。

29. 如权利要求26所述的焊料柱,其中所述空间的每一个具有0.050mm(0.002英寸)至0.125mm(0.005英寸)的宽度和高度。

30. 如权利要求26所述的焊料柱,其中所述空间的每一个具有0.050mm(0.002英寸)至

0.125mm (0.005英寸) 的宽度和高度, 并且其中所述空间的总表面积占所述外骨架套筒的总表面积的10%至20%。

31. 如权利要求26所述的焊料柱, 其中所述空间的每一个具有两条线的宽度/直径至四条线的宽度/直径的宽度, 以及两条线的宽度/直径至四条线的宽度/直径的高度。

32. 如权利要求26所述的焊料柱, 其中所述外骨架套筒包括第一线, 其以相对于第二线 80° 至 100° 的角度与所述第二线相交并从所述第二线的上面或下面穿过。

33. 如权利要求26所述的焊料柱, 其中所述外骨架套筒包括所述第一线, 其以大约 90° 的角度与第二线相交并从所述第二线的上面或下面穿过。

34. 如权利要求26所述的焊料柱, 其中所述多条线中所述线的每一条以大约 90° 的角度与所述多条线中的其他线相交并从所述多条线中的其他线的上面或下面穿过。

35. 如权利要求26所述的焊料柱, 其中所述多条线中所述线的每一条以相对于所述多条线中的其他线 80° 至 100° 的角度与所述多条线中的其他线相交并从所述多条线中的其他线的上面或下面穿过。

36. 如权利要求26所述的焊料柱, 其中所述焊料柱配置为使得当所述焊料芯材料处于熔融状态时, 所述焊料芯材料将形成与LGA/CGA和/或印刷电路板的传导垫的接合而所述焊料芯不会塌陷。

37. 如权利要求26所述的焊料柱, 其中所述焊料柱配置为使得当所述焊料芯的温度超过所述焊料芯的液相线温度时, 来自所述焊料芯的焊料将形成与LGA/CGA和/或印刷电路板的传导垫的接合而无需使用焊膏。

38. 如权利要求26所述的焊料柱, 其中至少部分厚度的所述外骨架套筒嵌入所述焊料芯。

39. 如权利要求26所述的焊料柱, 其中所述外骨架套筒包括4、8、12、16、20、24、32或48股线。

40. 如权利要求26所述的焊料柱, 其中一条或多条所述线包括铜、铍铜、银和金中的至少一种。

41. 如权利要求26所述的焊料柱, 其中一条或多条所述线包括镀钯铜。

42. 如权利要求26所述的焊料柱, 其中一条或多条所述线具有矩形截面。

43. 如权利要求26所述的焊料柱, 其中一条或多条所述线具有矩形截面, 在所述外骨架套筒的径向上的厚度大约0.050mm (0.002英寸) 或更小, 宽度大约0.200mm (0.008英寸) 或更小。

44. 如权利要求26所述的焊料柱, 其中所述外骨架套筒围绕整个长度的所述焊料芯。

45. 如权利要求26所述的焊料柱, 其中所述多个空间部分或全部由焊料填充。

46. 如权利要求26所述的焊料柱, 其中所述外骨架套筒包括所述多条线之间的多个电镀连接处。

47. 如权利要求26所述的焊料柱, 其中当所述焊料芯的温度高于所述焊料芯的液相线温度时, 上至50%的厚度的所述外骨架套筒能够嵌入到所述焊料芯中。

焊料柱及其制造方法

[0001] 参照优先权申请的结合

[0002] 本申请要求2019年4月17日提交的、名称为焊料柱及其制造方法的62/835,322号美国专利申请,以及2019年6月13日提交的、名称为焊料柱及其制造方法的、专利申请号为16/440,905、目前美国专利号为10,477,698的美国专利的优先权,二者的内容以引用的方式结合在本文中,如同其全文在本文陈述。依据适当的法律基础要求优先权。

技术领域

[0003] 本公开的设置一般涉及焊料柱结构以及用于制造焊料柱结构的方法。

背景技术

[0004] 通常地,金属间连接形成于多个焊料柱和连接盘网格阵列(LGA)基底上的传导垫之间。初始时,使用一层焊膏覆盖LGA上的传导垫阵列。加热后,焊膏回流到传导垫上,引起焊料柱和LGA上的传导垫之间的金属间连接。LGA基底材料可以由陶瓷、塑料或硅材料组成。在回流工艺完成后,具有焊料柱的LGA在本领域中被称作柱栅阵列(CGA)或陶瓷柱栅阵列(CCGA)。一般而言,CGA器件上的焊料柱的数量范围可以是4至10000,或者随着电子器件和集成电路封装密度的持续增加而更多。

[0005] 球栅阵列(BGA)器件是CGA柱栅阵列器件的一种替代。BGA器件包含由焊料球体(球)构成的阵列,以提供BGA基底上的传导垫和印刷电路板(PCB)之间的电连接。在本领域中,由陶瓷材料(诸如,氧化铝或 Al_2O_3)构成的BGA基底被称为陶瓷球栅阵列(CBGA)。在苛刻的环境下或者当过热或功率过高时,经常需要陶瓷基底。

[0006] 然而,BGA器件的一个潜在的问题是,BGA基底和PCB板之间会存在热膨胀系数(CTE)的实质差异。当大尺寸BGA基底附接到由塑料玻璃交织材料,诸如,FR-4或其他层压材料,制成的PCB板上时,该CTE差异的潜在问题通常变得更加棘手。这样的热膨胀系数差异会引起将BGA器件和PCB板相互连接的焊料球体(焊料球)的变形。随着时间推移,由于CTE不匹配的问题,在大尺寸BGA基底和塑料玻璃交织的PCB之间,焊料球和金属垫之间的电连接会断开。

[0007] CTE不匹配的问题已经通过使用圆柱状焊料柱替代焊料球体(焊料球)作为模组基底和PCB板之间的电互连而解决。传统上,在军事、航空航天和国防领域应用中趋向使用的焊料柱为圆柱状,并且通常具有大约0.50mm(0.020英寸)的直径,以及大约2.2mm(0.087英寸)的高度。然而,通常在大功率计算机服务器、人工智能(AI)、5G无线通讯和微电子领域中使用的焊料柱,直径可能小至0.10mm(0.004英寸)或者大于0.889mm(0.035英寸)。进一步地,焊料柱的长度可能短至0.15mm(0.006英寸)或者长至3.81mm(0.150英寸)或者更长。

[0008] 在将多个焊料柱附接至LGA基底之前,LGA基底上的传导垫通常覆盖有受控厚度的焊膏。在一些情况下,对于航空航天、军事和国防工业领域中的应用,可能优先考虑由铅锡合金,诸如, $Sn63/Pb37$,构成的焊膏。然而,在商业领域中,对于需要无铅材料的应用,可能使用无铅焊膏合金,诸如SAC305($Sn96.5/Ag3.0/Cu0.5$),或其他含有铋(Bi)、铟(In)或其他

添加物的无铅合金。焊料柱的另一种替代是微螺旋弹簧,通常由铍铜(Be-Cu)合金制成,并电镀有锡铅焊料(Sn60/Pb40)或其他镀层,诸如,镍金(Ni-Au)。

[0009] 焊料柱通常竖直地垂直置于LGA基底上的对应传导垫阵列上。然后,基底通常与高温焊料柱或者与替代的引脚以及低温焊膏层一起被加热,使得焊膏回流,以在焊料柱和LGA传导垫之间形成金属间倒角连接,而无需熔化或破坏焊料柱。具有附接焊料柱的完整封装,在本领域中被称作柱栅阵列(CGA)或陶瓷柱栅阵列(CCGA)封装。

[0010] 通常需要二次流程将CGA封装安装至PCB板上。将CGA封装连接至PCB板的工艺需要使CGA再次回流,而焊料柱不熔化或塌陷。可以将受控的低温熔化焊膏层涂敷于PCB板上相应的多个接触垫上。CGA封装可以放置在PCB板上的焊膏覆盖的垫上。然后,PCB板与一个或多个CGA封装(以及其他组件)可以被加热并回流,形成将CGA焊料柱固定在PCB板上的金属间倒角。

[0011] 常规工艺将重点放在通过选择具有比焊膏开始熔化时更高熔点的柱材料防止竖直放置的焊料柱在回流工艺过程中塌陷,其中,焊膏润湿并将柱连接至CGA封装上的金属垫至PCB板。

[0012] 然而,迄今为止,很少或没有注意力集中在开发能够迅速从大功率、产生热量的CGA封装的底部传导和传输热量的方案上。而是,在常规设计中,通常将散热片安装在CGA封装的顶部作为将热量传导出CGA的补救措施。

[0013] 因此,应当开发焊料柱的更好的方案来克服这些缺点和限制中的每一个。特别地,需要用于保持焊料柱的柱状形状和结构完整性的更加稳健和可靠的方法和结构。进一步地,需要柔性的套筒结构来吸收CTE不匹配引起的机械应力,以最小的失真传导信号以及使用无铅材料通过柱结构将热量从CGA基底的底部热传导至印刷电路板的接地层。本公开的设置是为前述需求提供方案。下面将对这些设置的细节进行更加详细的描述。

发明内容

[0014] 本文公开的是焊料柱结构的设置,该设置可用于避免回流过程中柱栅阵列(CGA)的灾难性塌陷,并且公开了制造这种结构的方法。本文公开的任一种焊料柱设置可以具有更大区域范围的外骨架套筒,从而可以通过柱从CGA基底的底部向印刷电路板的接地层传导更多热量。

[0015] 本文公开的改进的焊料柱的一些设置,配置为当连接半导体模组至印刷电路板时,提供机械柔性、电传导和热传导结构以用作相互连接。在任意设置中,固体焊料芯可以被外骨架套筒围绕,该外骨架套筒包括通过电镀并用可湿性焊料合金涂覆整个结构而连接在一起的4至48股小直径铜线。在正常焊接环境下回流的过程中,柱的端部可以液化而焊料柱不会塌陷。这可以与在模组的金属垫上润湿的焊膏形成扩散的金属间连接,并且其次与印刷电路板上的金属垫形成扩散的金属间连接。本文公开的任意焊料柱设置也可以由含铅材料制成或包括含铅材料。本文公开的焊料柱还可以在使用或不使用焊膏的情况下将焊料柱附接至LGA/CGA封装以及印刷电路板,可选地,仅使用粘性助焊剂(Tacky Flux)。

[0016] 本文公开的任意焊料柱设置,可以具有任意以下设置的任何组件、特征或细节的任一个或任意结合。

[0017] 设置1:一种改进的焊料柱,具有包括焊料芯材料的焊料芯,至少围绕焊料芯的大

部分外表面并且包括交织成网的多条线的外骨架套筒结构,以及在所述外骨架中在所述多条线之间形成的多个空间。

[0018] 设置2:设置1的焊料柱,其中所述外骨架套筒配置为使得所述外骨架套筒将支撑所述焊料芯,以防止所述焊料芯在超过所述焊料芯液相线温度的温度下塌陷。

[0019] 设置3:前述任一设置的焊料柱,其中所述多个空间的每一个具有至少与所述空间相邻的线的宽度同样大的宽度和高度。

[0020] 设置4:前述任一设置的焊料柱,其中所述空间配置为对焊料柱提供附加弹性。

[0021] 设置5:前述任一设置的焊料柱,其中所述多条线形成关于所述外骨架的菱形图案。

[0022] 设置6:前述任一设置的焊料柱,其中所述多条线的每一条具有大约0.025mm (0.001英寸)至大约0.076mm (0.003英寸)的宽度。

[0023] 设置7:前述任一设置的焊料柱,其中所述空间的每一个具有大约0.050mm (0.002英寸)至大约0.125mm (0.005英寸)的宽度和高度。

[0024] 设置8:前述任一设置的焊料柱,其中所述空间的每一个具有大约0.050mm (0.002英寸)至大约0.125mm (0.005英寸)的宽度和高度,并且其中所述空间的总表面积占所述外骨架套筒的总表面积的大约10%至大约20%。

[0025] 设置9:前述任一设置的焊料柱,其中所述空间的每一个具有大约两条线的宽度/直径至大约四条线的宽度/直径的宽度,以及大约两条线的宽度/直径至大约四条线的宽度/直径的高度。

[0026] 设置10:前述任一设置的焊料柱,其中所述外骨架套筒包括第一线,其以相对于第二线大约80°至大约100°的角度与所述第二线相交并从所述第二线的上面或下面穿过。

[0027] 设置11:前述任一设置的焊料柱,其中所述外骨架套筒包括所述第一线,其以大约90°的角度与第二线相交并从所述第二线的上面或下面穿过。

[0028] 设置12:前述任一设置的焊料柱,其中所述多条线中所述线的每一条以大约90°的角度与所述多条线中的其他线相交并从所述多条线中的其他线的上面或下面穿过。

[0029] 设置13:前述任一设置的焊料柱,其中所述多条线中所述线的每一条以相对于所述多条线中的其他线大约80°至大约100°的角度与所述多条线中的其他线相交并从所述多条线中的其他线的上面或下面穿过。

[0030] 设置14:前述任一设置的焊料柱,其中所述焊料柱配置为使得当所述焊料芯材料处于熔融状态时,所述焊料芯材料将形成与LGA/CGA和/或印刷电路板的传导垫的接合而所述焊料芯不会塌陷。

[0031] 设置15:前述任一设置的焊料柱,其中所述外骨架套筒进一步配置为提高通过所述焊料柱的热传导。

[0032] 设置16:前述任一设置的焊料柱,其中所述焊料柱配置为使得当所述焊料芯的温度超过所述焊料芯的液相线温度时,来自所述焊料芯的焊料将形成与LGA/CGA和/或印刷电路板的传导垫的接合而无需使用焊膏。

[0033] 设置17:前述任一设置的焊料柱,其中至少部分厚度的所述外骨架套筒嵌入所述焊料芯。

[0034] 设置18:前述任一设置的焊料柱,其中所述外骨架套筒包括4、8、12、16、20、24、32

或48股线。

[0035] 设置19:前述任一设置的焊料柱,其中一条或多条所述线包括铜、铍铜、银和金中的至少一种。

[0036] 设置20:前述任一设置的焊料柱,其中一条或多条所述线包括镀钎铜。

[0037] 设置21:前述任一设置的焊料柱,其中一条或多条所述线具有矩形截面。

[0038] 设置22:前述任一设置的焊料柱,其中一条或多条所述线具有矩形截面,在所述外骨架套筒的径向上的厚度大约0.050mm(0.002英寸)或更小,宽度大约0.200mm(0.008英寸)或更小。

[0039] 设置23:前述任一设置的焊料柱,其中所述外骨架套筒围绕整个长度的所述焊料芯。

[0040] 设置24:前述任一设置的焊料柱,其中所述多个空间部分或全部由焊料填充。

[0041] 设置25:前述任一设置的焊料柱,其中所述外骨架套筒包括所述多条线之间的多个电镀连接处。

[0042] 设置26:前述任一设置的焊料柱,其中当所述焊料芯的温度高于所述焊料芯的液相线温度时,上至大约50%的厚度的所述外骨架能够嵌入到所述焊料芯中。

[0043] 设置27:一种电子系统,包括具有多个任一前述设置的焊料柱的一个或多个印刷电路板。

[0044] 设置28:一种印刷电路板,具有多个与所述印刷电路板耦合的任一前述设置的焊料柱。

[0045] 设置29:一种连接盘网格阵列,包括多个任一前述设置的焊料柱。

[0046] 设置30:一种陶瓷柱栅阵列,包括多个任一前述设置的焊料柱。

[0047] 设置31:一种焊料柱,具有含有焊料芯材料的焊料芯,围绕所述焊料芯的至少部分并且包括交织成网的多条线的外骨架套筒结构,以及形成于所述外骨架中所述多条线之间的多个空间。

[0048] 设置32:设置27的焊料柱,其中所述多条线包括多个线对,所述多个线对的每一个包括第一线和第二线,所述第二线沿所述第一线的整个长度与所述第一线相邻。

[0049] 设置33:设置27-28的焊料柱,其中所述外骨架套筒配置为支撑所述焊料芯,特别是在超出所述焊料芯的液相线温度的高温下,以及提高所述焊料柱的热传导。

[0050] 设置34:设置27-29的焊料柱,其中所述空间配置为对焊料柱提供附加弹性,以提高焊料柱吸收由通过所述焊料柱相互连接的基底之间热膨胀系数的不匹配导致的应力的能力。

附图说明

[0051] 图1是由包括多条圆线或扁线的外骨架套筒围绕的焊料柱的设置的透视图。

[0052] 图2A是图1中所示的焊料柱和外骨架套筒设置的侧视图,示出焊料柱和外骨架套筒设置已经电镀和/或在熔融焊料浴中浸涂过之后的焊料柱和外骨架套筒设置。

[0053] 图2B是图2A的焊料柱和外骨架套筒设置的俯视图。

[0054] 图3是图1的焊料柱和外骨架套筒设置的截面侧透视图。

[0055] 图4A是没有外骨架套筒的圆柱状焊料芯(其可替代地可由其他材料制成)的设置

的透视图。

[0056] 图4B是图4A中所示的圆柱状焊料芯的设置的俯视图。

[0057] 图4C是图4A中所示的圆柱状焊料芯的正面截面图。

[0058] 图5A是在将柱的一端回流至LGA/CGA基底的传导垫之后,图1中所示的焊料柱和外骨架套筒设置的透视图。

[0059] 图5B是在将柱的另一端回流至印刷电路板上的传导垫之后,图5A中所示的焊料柱和外骨架套筒设置的透视图。

[0060] 图6A是附接至LGA/CGA基底的图5A中所示的焊料柱和外骨架套筒设置的截面图。

[0061] 图6B是图6A中所示的焊料柱和外骨架套筒设置的截面的透视图。

[0062] 图7A是图5B中所示的焊料柱和外骨架套筒设置的截面图。

[0063] 图7B是图7A中所示的焊料柱和外骨架套筒设置的截面的透视截面图。

[0064] 图8是具有空气芯(即没有内部固体圆柱状芯)的如图1中所示的外架套筒设置的透视图。

[0065] 图9A是单股圆线的设置的部分侧视图,该单股圆线可以用于本文公开的外骨架套筒的任意设置,包括但不限于图1所示的外骨架套筒设置。

[0066] 图9B是是单股扁线(其可以具有矩形或正方形截面,具有或者不具有角半径)的设置的部分侧视图,该单股扁线可以用于本文公开的外骨架套筒的任意设置,包括但不限于图1中所示的外骨架套筒设置。

[0067] 图9C是图9A中所示的线股的设置的端部视图。

[0068] 图9D是图9B中所示的线股的设置的端部视图。

[0069] 图10是外骨架套筒的部分细节视图,该外骨架套筒包括由重叠线股构成的线织带或网,该重叠线股可包括本文公开的线股的任意设置或者本文公开的线股的任意结合,包括但不限于图9A和/或图9B中所示的线股。

[0070] 图11示出可选材料和这些材料的大致温度范围的表,这些材料可用于制造和/或涂覆本文公开的焊料柱和/或外骨架的任意设置。

具体实施方式

[0071] 本文公开的是改进的焊料柱的设置以及用于制造改进的焊料柱的方法。本文公开的改进的焊料柱或者焊料柱结构能够吸收由传输电信号的配套或对接材料或组件的热膨胀系数差异导致的机械应力,并用于在计算机服务器中使用的柱栅阵列(CGA)集成电路模块之间传导热量。当将微电子封装连接至印刷电路板上相应的金属垫时,本文公开的改进的焊料柱或焊料柱结构还能够在陶瓷、有机或硅基底上以阵列图案提供相互连接。可以配置本文公开的任意设置,使得能够通过使用粘性助焊剂(Tacky Flux, TM)将焊料柱接合到LGA和印刷电路PCB板上的金属垫,而无需在回流过程中使用焊膏。

[0072] 焊料柱的第一连接通常是与LGA组件外壳基底、模组、硅模(silicon die)或硅片(silicon wafer)上的传导(金属化)垫连接,在本领域被称为“第一级”(或1级)连接。在第一级连接完成后,几天、几周、几个月或者甚至几年后,CGA电子元件外壳基底(与之前安装的焊料柱一起)被连接到PCB板。这在本领域被称为“第二级”(或2级)连接。在第二级连接过程中,柱之中和周围的焊料再次暂时液化(回流)。冷却和固化之后,柱的一端焊接至CGA基

底并且柱的另一端焊接至PCB板。以上描述了连接柱的典型的两步焊接工艺。

[0073] 本文公开的焊料柱结构还能够使用粘性助焊剂在同一加热和焊接操作过程中同时连接至CGA基底和PCB板基底。将焊料柱同时连接至CCGA基底和PCB板基底有利于提供更高的可靠性,因为对温度敏感的元件可以仅在同一焊接回流工艺中经历一次热冲击循环,而不用在1级和2级焊接操作中经历两次分开的回流循环。

[0074] 本文公开的焊料柱结构可以使用改进的材料和合金实现改进的性能,如下所述。本文所述的任意焊料柱结构及其组件可以使用无铅或含铅材料制造,包括但不限于图11的表格中所示的任意合金或材料。图11中所示的任意材料可以单独使用或与图11的表格的其他材料组合使用。另外,本文公开的焊料柱及其组件可以包括本领域已知的合金,如SAC305 (Sn96.5/Ag3.0/Cu0.5)、SAC405 (Sn95.5/Ag4.0/Cu0.5)、SAC105 (Sn98.25/Ag1.0/Cu0.5)、SAC125 (Sn98.3/Ag1.2/Cu0.5)、SN100C (Sn99.2/Cu0.7/Ni0.05/Ge<0.01)、SAC266 (Sn95.8/Ag2.6/Cu0.6)、Sn96 (Sn96.5/Ag3.5)和/或前述合金的任意组合。附加地或可替代地,焊料柱可以包括其他可用合金,包括或者包含大约大于95重量百分比的锡(Sn),小于大约5重量百分比的银(Ag),小于大约1重量百分比的铜(Cu)以及可替代地,其他添加物或掺杂物,如镍、锆、镓、铋、铟、铈或钯(Pd),的任意组合。本文公开的任意设置还可以包括重量大于80%的铅(Pb)和剩余重量(余量)的锡(Sn)合金的任意组合,例如但不限于Pb90/Sn10、Pb85/Sn15、Pb80/Sn20、Pb93.5/Sn5/Ag1.5和其他类似的材料或合金。在任意设置中,焊料柱或其任意部分或其组件可以包括SAC305、Sn63/Pb37、Pb80/Sn20、Pb90/Sn10和/或Pb93.5/Sn5/Ag1.5。

[0075] 此外,本文公开的任意焊料柱设置可以可选地具有铅(Pb)锡(Sn)合金的任意组合,铅可选地可小于40重量百分比,锡可选地可包括剩余重量(余量)的材料。非限制性的示例包括Sn63/Pb37、Sn60/Pb40或具有大约2%的银(Ag)的Sn62/Pb36/Ag2,以及其他类似材料或合金。本文公开的任意设置还可以包括玻璃、塑料、橡胶、纸、陶瓷、石墨、玻纤光缆、聚酰亚胺(以品牌名称卡普顿(Kapton)为人所知)、聚醚醚酮(在本领域中被称为PEEK)和/或弹性体的任意组合。

[0076] 本文公开的任意焊料柱设置可以具有改进的外骨架套筒,其可配置为增加焊料柱的强度和完整性,从而在柱回流至LGA的过程中以及其次当CGA基底被回流至印刷电路板时,焊料柱可以保持足够的机械、电和热的完整性而不会塌陷。进一步地,本文公开的外骨架套筒结构可以可选地配置为吸收由热膨胀系数(CTE)不匹配导致的机械应力,以最小的失真传导电信号,以及通过外骨架柱结构将热从CGA基底的底部热传导至印刷电路板的接地层。如前所述,这样的组件可以用含铅或不含铅的材料制造。

[0077] 本文公开的一些设置包括与焊料柱集成的外骨架套筒结构,配置为在回流过程中避免LGA/CGA的灾难性塌陷。本文公开的一些焊料柱设置配置为实现回流过程中已知的(例如,一定量的)受控塌陷。

[0078] 本文公开的任意设置的外骨架套筒可以配置为允许柱芯包括容易获得的合金(通常可在焊料球中获得),该合金可以在温度超过焊料芯材料的液相线温度时,被回流以通过柱结构将LGA/CGA接合至印刷电路板,而不会导致柱塌陷。不塌陷的柱避免了当LGA基底和印刷电路板之间的间隔改变时经常遇到的阻抗和工作频率(解谐)的变化。另外,本文公开的一些设置针对用于构造外骨架套筒结构的方法和装置,该外骨架套筒结构连接到焊料柱

的表皮的表面内(减少由外骨架与芯之间的氧化和污染引起的电阻增加),并且针对用于构造具有外骨架套筒的焊料柱的方法,以在回流过程中,使用焊膏,以LGA/CGA和印刷电路板之间的最大电导率和最小电阻,将CGA电连接和接合至PCB板。

[0079] 例如且不限于,图1示出由包括多条圆线和/或扁线的外骨架套筒围绕的本公开的焊料柱10的设置。在本文公开的任意设置中,柱10可以包括芯30,芯30由包括多条线11(和/或16)的外骨架套筒90围绕,多条线11(和/或16)可以具有圆形截面、扁平或长方形截面、正方形截面、多边形截面或不同截面形状的任何结合,具有或没有角半径。该外骨架套筒或结构90可以可选地包括4、8、12、16、20、24、32、48或更多股线,其可以包括铜、铍铜、银和/或金的图9A和9C中示出的圆线11和15。任意设置的线可以具有大约0.05mm(0.002英寸)或更小的直径。在包括如图9B所示的扁线16的外骨架套筒设置中,外骨架套筒90可以包括4、8、12、16、20、24、32、48或更多股,该线的图9D中所示的厚度17小于大约0.0508mm(0.002英寸)并且宽度小于大约0.204mm(0.008英寸)。线或线股可以可选地具有扁的、圆的、长方形的、正方形的或其他合适的截面形状,任意具有尖角或倒角的形状。图9A至9D中示出可用于形成外骨架套筒的任意设置的线的设置的非限制性示例。在本文公开的任意设置中,线可以由铜、铍铜、银、金或任意其他合适的材料,或其结合或合金制成。

[0080] 多条线的配置具有仅有一条线螺旋缠绕在焊料芯外表面的设置的显著效果,单线设计会具有明显的缺点。例如,平行于焊料芯的螺旋缠绕的线的单股之间会形成氧化,随着时间的推移会降低导电和导热性能。另外,较长长度的单线股会导致焊料柱更大的电阻和更差的导热性。

[0081] 更高的圆柱状焊料柱通常可以更适用于更好地吸收CGA和PCB板之间的CTE差异热膨胀率(differential thermal expansion rates)。因此,由于本文公开的一些设置的稳定性提高,任意设置可以相对于常规的焊料柱具有更高的高度。本文公开的任意焊料柱设置可以具有任意合适或所需的高度。可选地,焊料柱可以具有大约2.2mm(0.087英寸),或者从大约1.0mm(0.039英寸)或更小至大约3.8mm(0.150英寸)或更大的高度。柱可以被配置为在结构上更加稳定,以支撑重且大的CGA基底的负重。可以通过CGA封装上的传导垫的间距(间隔)以及PCB板上的传导垫的直径限制焊料柱的直径。

[0082] 外骨架网或套筒可以以不同的组合编织,这取决于总共使用多少线。半负载图案,其中编织机器配置为用8股线在50%的能力下运行,这种图案允许单线交替地从下然后从上穿过另一条单线,使线11(或16)增加的附加厚度最小化。可替代地,全负载图案,其中编织机器配置为用16条线在100%的能力下运行,可被使用,其将一条单线放置在两条线之下,然后越过以相反方向旋转的两条线。还有具有32股线的另一种图案,在本领域中被称作菱形图案,将两条线并排从两条线的下面穿过,然后以越过相反方向的两条线。这样的设置可以增加外骨架中金属的有效厚度,从而允许以更低的电阻从柱的一端至另一端传导更多的热量,同时使外骨架层的厚度最小化。

[0083] 在本文公开的任意设置中,结构或套筒90可以包括一条或多条线,该一条或多条线相对于套筒90的纵轴形成大约45°的角度,或者相对于套筒90的纵轴形成大约30°至大约60°或更大的角度。在图10中示出的设置中,网包括多个线对,线对包括沿着线对的整体长度彼此相邻的两条线11(或16)。本文公开的任意设置的外骨架套筒可以包括第一线,其以相对于第二线大约90°的角度,或者以相对于第二线大约70°或更小至大约110°或更大的角

度,或者以相对第二线大约 80° 至大约 100° 的角度,与第二线相交并从第二线的上面或下面穿过。任意设置可以具有多条线,该多条线以相对于相交线大约 90° 的角度,或者以相对于相交线大约 70° 或更小至大约 110° 或更大的角度,或者以相对相交线大约 80° 至大约 100° 的角度,与其他线相交并从其他线的上面或下面穿过。

[0084] 两个或多个重叠连接处50形成多个重叠连接处51。通过将柱结构电镀和/或浸入液化焊料的熔融浴中,51处可以形成全连接的电和机械连接。在浸入热熔融焊料浴的过程中,开放空间40可以部分和/或全部由一定体积的焊料材料填充。当热焊料浴包括大约38至大约42重量百分比的铋(Bi)以及大约58至大约62重量百分比的锡(Sn)时,无铅热焊料浴可以在大约 170°C 至大约 190°C 之间的温度下液化,该热焊料浴可以包括添加物,以降低Sn/Bi脆性以及优化延展性,从而得到可以经受更多次跌落冲击试验循环的延性柱。

[0085] 可替代地,当热焊料浴包括大约58重量百分比的铋(Bi)以及大约42重量百分比的锡(Sn)时,无铅热焊料浴可以在大约 138°C 液化,该热焊料浴可以包括添加物,以降低Sn/Bi脆性以及优化延展性,从而得到可以经受更多次跌落冲击试验循环的延性柱。可替代地,当热焊料浴包括SAC305或SN100C时,无铅热焊料浴可以在大约 217°C 至 260°C 的温度下液化,该热焊料浴可以包括添加物,以优化延展性,从而得到可以经受更多次跌落冲击试验循环的延性柱。含铅熔融焊料浴优选地可以包括熔融温度在大约 183°C 至大约 220°C 之间的共熔合金Sn63/Pb37。可替代地,其他含铅熔融焊料浴可以包括熔融温度在大约 179°C 至大约 220°C 之间的非共熔合金Sn62/Pb36/Ag2.0。进一步地,高温含铅熔融焊料浴可以可选地包括高熔点(HMP)焊料,诸如,Pb93.5/Sn5/Ag1.5或Pb90/Sn10等,熔融温度在 296°C 至 330°C 之间。

[0086] 图2A以放大视图示出本公开的焊料柱10的设置,其更好地示出外骨架套筒90的设置的图案和结构的细节。套筒可以包括4、8、12、16、20、24、32、48或更多的多股圆线11,或者可替代地,扁线16,或者本文公开的线类型的任意组合。当线11(或16)与另一线11(或16)重叠并相交时,可以在外骨架结构90中形成连接处50。两个或多个开放空间40形成多个开放空间41。在浸入热熔融焊料浴中的过程中,开放空间41将由一定体积的材料全部和/或部分填充。线11(或16)的自由端在图2A、图2B和图3中被指定为13。位于柱顶部的平端在图2B中被指定为20。柱底部的平端在图2A中被指定为21。在一些设置中,可以优化空间的尺寸以保证在空间41处或与空间41相邻的焊料的合适润湿,并使得可能在熔融的焊料中形成或存在的气泡可以从该空间通过或释放,以避免或最少化焊料中的空隙。

[0087] 在本文公开的任意设置中,每一个空间40可以优化尺寸以提供上述有益效果,尺寸不用太大使得当焊料芯材料处于熔融或液化状态时,来自焊料芯的焊料芯材料(或大量焊料芯材料)从该空间渗漏或通过。可选地,本文公开的任意设置的空间40可以具有大约 0.025mm (0.001 英寸)或更小至大约 0.125mm (0.005 英寸)或更大的宽度(在图2A中被指定为 W_s)和/或高度(在图2A中被指定为 H_s)。可选地,本文公开的任意设置的空间40可以具有从大约一个线直径/宽度或更小至大约五个线直径/宽度或更大,或者在这些范围内的任意值之间的宽度 W_s 和/或高度 H_s 。在任意设置中,高度 H_s 可以大于、等于或小于宽度 W_s 。

[0088] 附加地或可替代地,本文公开的任意设置中的多个空间41的总组合面积可以是外骨架套筒90的总表面积的大约10%至大约20%,或者介于这个范围内的任意值之间。本文公开的外骨架套筒的任意设置可以具有本文公开的任意尺寸或尺寸范围,结合本文公开的总表面积的任意值或范围。

[0089] 图3是图2A的套筒设置的截面图,由外骨架90围绕的芯30。通过将柱结构电镀和/或浸入熔融焊料芯液浴中,可以接合重叠连接处51。

[0090] 图4A是没有外骨架结构的芯30的设置透视图。图4B是圆柱状芯30的俯视图20。图4C是图4A的正面视图。在本文公开的任意设置中,芯30可以包括任意范围的无铅导电合金,诸如但不限于SAC305 (Sn96.5/Ag3.0/Cu0.5)、SAC405 (Sn95.5/Ag4.0/Cu0.5)、SAC105 (Sn98.25/Ag1.0/Cu0.5)、SAC125 (Sn98.3/Ag1.2/Cu0.5)、SN100C (Sn99.2/Cu0.7/Ni0.05/Ge<0.01)、SAC266 (Sn95.8/Ag2.6/Cu0.6)、Sn96 (Sn96.5/Ag3.5)和/或大于大约95重量百分比的锡(Sn)、大约小于5重量百分比的银(Ag)、小于大约1重量百分比的铜(Cu)的任意组合以及可替代地,其他添加物或掺杂物,诸如镍、锆、镓、铋、铟或铟。

[0091] 可替代地,芯30的任意设置可以包括大于大约80重量百分比的铅(Pb)和剩余重量(余量)的锡(Sn)的任意组合的高温熔融的含铅焊料合金(例如,Pb90/Sn10、Pb85/Sn15、Pb80/Sn20、Pb93.5/Sn5/Ag1.5等)。进一步地,芯30的任意设置可以包括小于大约40重量百分比的铅(Pb)和剩余重量(余量)的锡(Sn)的任意组合的低温熔融的含铅焊料合金(例如,Sn60/Pb40、Sn63/Pb37、Sn62/Pb36/Ag2.0等)以及可替代地,其他添加物或掺杂物,诸如银、铋、铟或铟。

[0092] 另外,芯(诸如但不限于芯30)的任意设置可以包括玻璃、塑料、橡胶、纸、陶瓷、石墨、玻纤光缆、聚酰亚胺(以品牌名称卡普顿(Kapton)为人所知)、聚醚醚酮(在本领域中被称为PEEK)和/或弹性体的任意组合。

[0093] 图5A是在将柱的一端回流并连接至LGA/CGA基底上的传导垫之后具有倒角60的图1中所示的焊料柱和外骨架套筒设置的透视图。可以通过将受控厚度的焊膏涂敷在传导垫70上,然后在高于垫70上焊膏的液相线温度的温度下回流柱结构形成倒角60。

[0094] 图5B是在将柱的另一端回流至印刷电路板上的传导垫71之后具有倒角61的图5A中所示的焊料柱和外骨架套筒设置的透视图,其中倒角61将柱结构连接至印刷电路板上的传导焊盘71。可以通过将受控厚度的焊膏涂敷于传导垫71上,然后在高于垫71上焊膏的液相线温度的温度下回流柱结构形成倒角61。

[0095] 可替代地,通过使用普通的丝网印刷工艺将可从市场上获得的粘性助焊剂(Tacky Flux)应用在垫70和/或71上的方式,倒角60和/或61可以将包括焊料芯30的柱结构连接至传导垫70和/或71,而不使用焊膏。将粘性助焊剂(Tacky Flux)涂覆至垫60和/或61,并在高于包含于芯30中包含的焊料材料的液相线温度的最佳温度下加热LGA/CGA和/或PCB板,然后受控体积的焊料将从焊料芯材料30流至垫70和/或71上形成倒角,与BGA焊料球(由与焊料芯30相同的焊料材料组成)在相同的回流温度下进行的方式大致相同。在回流过程中,由于毛细管作用,额外的焊料将从空间41流出并在倒角60和/或61的形成过程中与焊料芯30结合。在回流过程中,外骨架套筒90的设置将保持它的结构高度,并且可以继续支撑LGA/CGA基底,距印刷电路板的距离与焊膏已经被涂敷于传导垫70和/或71的情况下的距离大致相同。

[0096] 图6A是连接至图6A中所示的LGA/CGA基底80的图5A中所示的焊柱和外骨架套筒设置的截面图。图6B(为了清楚未示出LGA/CG基底80)是图6A中所示的焊柱和外骨架套筒设置的截面的透视图。

[0097] 图7A是与LGA/CGA基底80和印刷电路板81耦合的图5B中所示的焊柱和外骨架套筒

设置的截面图。图7B(为了清楚未示出LGA/CGA基底80和印刷电路板81)是图7A的透视图。在图7A中,LGA/CGA基底以80示出以及印刷电路板以81示出。

[0098] 图9A是可用于本文公开的外骨架套筒的任意设置的单股圆线11的设置的部分侧视图,包括但不限于图1中所示的外骨架套筒设置。图9C是图9A中所示的线股11的配置的端部视图。如前所述,线股11可以具有大致圆形的截面15。在其他设置中,线股或线11可以具有卵形或拉长的截面,或者其他形状的截面。

[0099] 图9B是单股扁线16(其可以具有矩形或正方形截面,具有或者不具有角半径)的设置的部分侧视图,该单股扁线可以用于本文公开的外骨架套筒的任意设置,包括但不限于图1中所示的外骨架套筒设置。图9D是图9B中所示的线股16的设置的端部视图。

[0100] 图10是外骨架套筒的部分细节视图,该外骨架套筒包括由重叠线股构成的线织带或网,该重叠线股可包括本文公开的线股的任意设置或者本文公开的线股的任意组合,包括但不限于图9A和/或图9B中所示的线股。图10的套筒可以具有重叠的连接处50和多个电镀或浸焊的连接处51以及重叠线之间的开放区域40。由LGA/CGA基底和PCB板之间的CTE不匹配导致的应力可以在开放空间41中被吸收,加上焊料柱结构10固有的弹性,导致系统的工作寿命延长。

[0101] 本文公开的任意焊柱设置可以具有外骨架套筒,该外骨架套筒包括4、8、12、16、20、24、32、48或更多股铜、铍铜、银或金的圆线,线的直径大约0.05mm(0.002英寸)或更小,在上述芯材料的任意组合,包括本文公开的空气芯设置,之外。另外,本文公开的任意焊料柱设置可以具有外骨架套筒,该外骨架套筒包括4、8、12、16、20、24、32、48或更多股铜、铍铜、银或金的扁线,在上述芯材料的任意组合,包括空气,之外。

[0102] 任意前述设置的线股可以具有,但不要求具有,小于大约0.051mm(0.002英寸)的线厚度和/或小于大约0.204mm(0.008英寸)的宽度。可选地,本文公开的任意焊料柱的外骨架套筒可以具有圆的或扁的铜(Cu)线。线可以由电镀有小于大约2重量百分比的钯(Pd)和小于大约0.1重量百分比的金(Au)的铜制成,在本领域中被成为镀钯铜(PCC)。进一步地,在本文公开的任意设置中,外骨架套筒可以具有圆线或扁线的任意组合,圆线或扁线具有铍铜(Be-Cu)、金(Au)和银(Ag)的任意组合。

[0103] 本文公开的任意设置的外骨架套筒可以具有重叠线股之间的电镀连接处,除其他作用以外,可以减少套筒的相交线之间氧化的增加并使套筒强度更大。这样的设置可以通过柱从CGA基底的底部向印刷电路板的接地层传导更多热量。将更多热量传导出CGA基底的有益效果可以包括但不限于,通过在与周围环境相比更小的温度差下工作,延长容纳于CGA中的硅芯片系统的寿命。通常,过热会导致硅芯片的寿命缩短。通过柱的外骨架套筒从CGA封装的底部传导出热量,可以潜在地减少传统上安装在常规CGA封装顶部的沉重的散热器的尺寸、质量和重量。

[0104] 在一些设置中,方法和装置可以包括在大约170°C至190°C之间的温度下使用热焊浸浴工艺连接至富锡(Sn)焊料柱芯(可以是无铅的)的外骨架套筒。热焊料浴包括大约38至大约42重量百分比的铋(Bi)和大约58至大约62重量百分比的锡(Sn),以及添加物,以降低Sn/Bi脆性以及优化延展性,从而得到可以经受更多次跌落冲击试验循环的延性柱。在另一设置中,热焊浸浴工艺可以在大约138°C,热焊料浴包括大约58重量百分比的铋(Bi)和大约42重量百分比的锡(Sn),以及添加物,以降低Sn/Bi脆性以及优化延展性,从而得到可以经

受更多次跌落冲击试验循环的延性柱。在另一设置中,热焊浸浴工艺可以在大约217°C至260°C,热焊料浴包含SAC305或SN100C,具有或不具有铋(Bi),以及其他添加物,以优化延展性,从而得到可以经受更多次跌落冲击试验循环的延性柱。

[0105] 根据本公开的设置的另一方面,大约0.007mm至大约0.015mm(0.0003~0.0006英寸)的熔融SnBi合金可以覆盖整个柱,并且在热锡-铋焊料浴工艺过程中,外骨架直径的至少大约10%部分地嵌入焊料芯材料的外表皮。然后,在将柱附接至CGA基底的过程中,以及其次在被提高至高于焊料芯液相线温度的回流温度下将CGA连接至印刷电路板时,外骨架直径或厚度的上至大约50%嵌入焊料芯表皮。

[0106] 进一步地,对于高铅含量柱(Pb80~Pb95),可以可选地在大约183°C至大约220°C之间的温度下使用锡-铅热焊料浸浴,将外骨架套筒连接至富铅(Pb)焊料柱芯。热焊料浴可以包括具有大约63重量百分比的锡(Sn)和大约37重量百分比的铅(Pb)的Sn63/Pb37,以及添加物,以优化延展性,得到可以经受更多次跌落冲击试验循环的延性柱。可替代地,高熔点焊料(HMP)热焊料浴可以包括Pb93.5/Sn5/Ag1.5,或其他熔融温度高于296°C的高铅含量焊料(Pb80~Pb95)。

[0107] 根据本文公开的一些设置的另一方面,在锡-铋热焊料浴工艺中,大约0.007mm至大约0.015mm(0.0003~0.0006英寸)的熔融Sn63/Pb37或高铅含量焊料(Pb80~Pb95)合金可以覆盖整个柱,并且外骨架直径的至少大约10%部分地嵌入焊料芯材料的外表皮。然后,在一些设置中,焊料柱结构可以被配置,使得在将柱附接至CGA基底的过程中,以及其次在被提高至高于焊料芯液化温度的回流温度下将CGA连接至印刷电路板时,外骨架直径或厚度的上至大约50%嵌入焊料芯表皮。

[0108] 进一步地,在本文公开的另—设置中,对于低铅含量的柱(Pb36~Pb40),可以在大约138°C,使用锡-铋热焊料浸浴,将外骨架套筒连接至低温铅(Pb)焊料柱芯。热焊料浴可以包括Bi58/Sn42,具有大约58重量百分比的铋(Bi)和大约37重量百分比的锡(Sn),以及包括但不限于铟(In)的添加物以及其他添加物,以优化延展性,得到可以经受更多次跌落冲击试验循环的延性柱。可替代地,热焊料浸浴可以在大约183°C至220°C包括Sn63/Pb37,或在大约179°C至220°C包括Sn62/Pb36/Ag2。

[0109] 根据本文公开的一些设置的另一方面,大约0.007mm至大约0.015mm(0.0003~0.0006英寸)的熔融Bi58/Sn42合金可以覆盖整个柱,在锡-铋热焊料浴工艺中,外骨架直径的至少大约10%部分地嵌入焊料芯材料的外表皮。然后,在一些设置中,在将柱附接至CGA基底的过程中以及其次在被提高至高于焊料芯液化温度的回流温度下将CGA连接至印刷电路板时,外骨架直径或厚度的上至大约50%可以嵌入焊料芯表皮。

[0110] 本文公开的柱的任意设置还可以具有无芯结构(即没有内部固体圆柱状芯),不使用芯30的物理材料,其可以被称作空气芯31,例如但不限于如图8所示。无芯(空气芯)版本可以具有由多条线11(或16)形成的外骨架,被指定为90。线50的重叠连接处可以电镀和/或浸涂于焊料液浴中,从而形成多个连接处51。线11(或16)的自由端被指定为13和14。本文公开的任意设置中的线11可以包括铜、铍-铜合金、镀铍铜、银和/或金,并且可以是圆的、方的或本文公开的其他形状的,可以是本领域已知的,或者是后来开发的。本文公开的任意设置可以具有线,诸如图9A和9C中所示的线,直径大约0.0508mm(0.002英寸)或更小。扁线16的设置可以包括铜、铍铜、银和/或金的9B和9D中所示的扁线17,具有小于大约0.0508mm

(0.002英寸)的厚度和小于大约0.204mm(0.008英寸)或其他尺寸的宽度。用于线11(或16)的铍铜合金,诸如,C172000或C173000,展现出的弹性的有益效果以提供用于吸收由LGA/CGA基底和PCB板之间CTE不匹配导致的应力的机械柔性。

[0111] 本文公开的任意设置可以包括前述方法、器件、组件、材料以及前述设置或设置的各方面的任意其他细节的任意结合。

[0112] 虽然本发明的某些设置已经被描述,但这些设置仅以示例的方式呈现,而不意为限制本公开的范围。事实上,本文描述的新的方法和系统可以各种其他方式体现。进一步地,可以在本文描述的系统和方法中作出各种省略、替代和改变,而不会脱离本公开的精神。所附权利要求及其等同物意在覆盖将落入本公开的范围和精神的形式或修改。因此,仅参考所附权利要求对本发明的范围进行限定。

[0113] 与特定方面、设置或示例共同描述的特征、材料、特性或群组应当理解为可应用于本部分或本说明书其他地方描述的任何其他方面、设置或示例,除非与其不兼容。本说明书(包括任意所附权利要求书、摘要和附图)中公开的所述有特征,和/或公开的任意方法或工艺的所有步骤,可以任意组合形式组合,至少有一些特征和/或步骤相互排斥的组合除外。保护不限于任意前述设置的细节。保护延伸至本说明书(包括任意所附权利要求书、摘要和附图)中公开的任一新的特征或特征的任意新的组合,或者延伸至公开的任意方法或工艺的任一新的步骤或者步骤的任意新的组合。

[0114] 进一步地,本公开中在不同实施方式的上下文中描述的某些特征还可以在单个实施方式中组合实施。相反地,单个实施方式的上下文中描述的各个特征也可以分开地在多个实施方式中实施或者在任意合适的子组合中实施。此外,虽然特征可能在上文被描述为以某些组合起作用,来自所声明组合的一个或多个特征,在一些情况下,可以从组合中除去,并且该组合可以被称为子组合或子组合的变形。

[0115] 此外,操作可能以特定的顺序在附图中被示出或在说明书中被描述,这样的操作不必以示出的特定顺序或相继顺序执行,或者不是所有的操作均要被执行以实现期望的结果。其他未示出或未描述的操作可以在示例的方法和过程中结合。例如,可以在任意所述操作之前、之后、同时或之间执行一个或多个附加操作。进一步地,操作可以在其他实施方式中重新设置或重新排序。本领域的技术人员会理解,在一些设置中,在示出或公开的过程中的实际步骤可能与图中示出的这些不同。根据设置,可以移除上述某些步骤,也可以增加其他步骤。进一步,上述特定设置的特征和属性可以以不同的方式结合以形成额外的设置,所有这些均落入本公开的范围。同样地,上述实施方式中的各系统部件的分离不应当被理解为在所有的实施方式中均要求这样的分离,而应当被理解为描述的部件和系统通常集成在单个产品或封装在多个产品内。

[0116] 出于本公开的目的,本文描述了某些方面、优点和新特征。并非根据任意特定设置一定可以实现所有这些优点。因此,例如本领域的技术人员将认识到,公开可以实现本文教导的一个优点或一组优点的方式体现或实施,而并非一定要实现本文可能教导或提出的其他优点。

[0117] 条件用语,例如“能够”“可能”“也许”“可以”,除非特别地另有声明,或者在所用的上下文中另有理解,通常意在传达某些设置包括,而其他设置不包括,某些特征、元件和/或步骤。因此,这样的条件用语通常不意在暗示特征、元件和/或步骤对于一个或多个设置以

任何方式是必须的,或者一个或多个设置必需包括逻辑用于在有或没有用户输入或提示的情况下决定是否要在任意特定的设置中包括或要执行这些特征、元件和/或步骤。

[0118] 连接用语,诸如,短语“X、Y和Z的至少一个”,除非特别地另有声明,通常与所用的上下文一起理解为传达项目、术语等可以是X,或者Y,或者Z。因此,这样的连接用语通常并不意为暗示某些设置需要至少一个X,至少一个Y和至少一个Z。

[0119] 本文使用的程度用语,诸如本文所用的术语“大约”“大概”“通常”“实质上”代表接近于所声明的数值、数量或特征且仍执行期望的功能或实现期望的结果的数值、数量或特征。例如,术语“大约”“大概”“通常”和“实质上”可能指比所声明的数量少10%、少5%、少1%、少0.1%、少0.0.1%之内的数量。作为其他示例,在某些设置中,术语“大致平行”和“实质平行”指的是离完全平行小于或等于15度、10度、5度、3度、1度或0.1度的数值、数量或特征。

[0120] 本公开的范围不意在限制于本部分或本说明书其他地方的优选设置的特定公开,并且可以由本部分或本说明书其他地方呈现的,或未来呈现的权利要求所定义。权利要求书的用语基于权利要求书中使用的语言被广泛解释,并不限制于本说明书中或本申请审查过程中描述的示例,这些示例应当被解释为是非排他的。

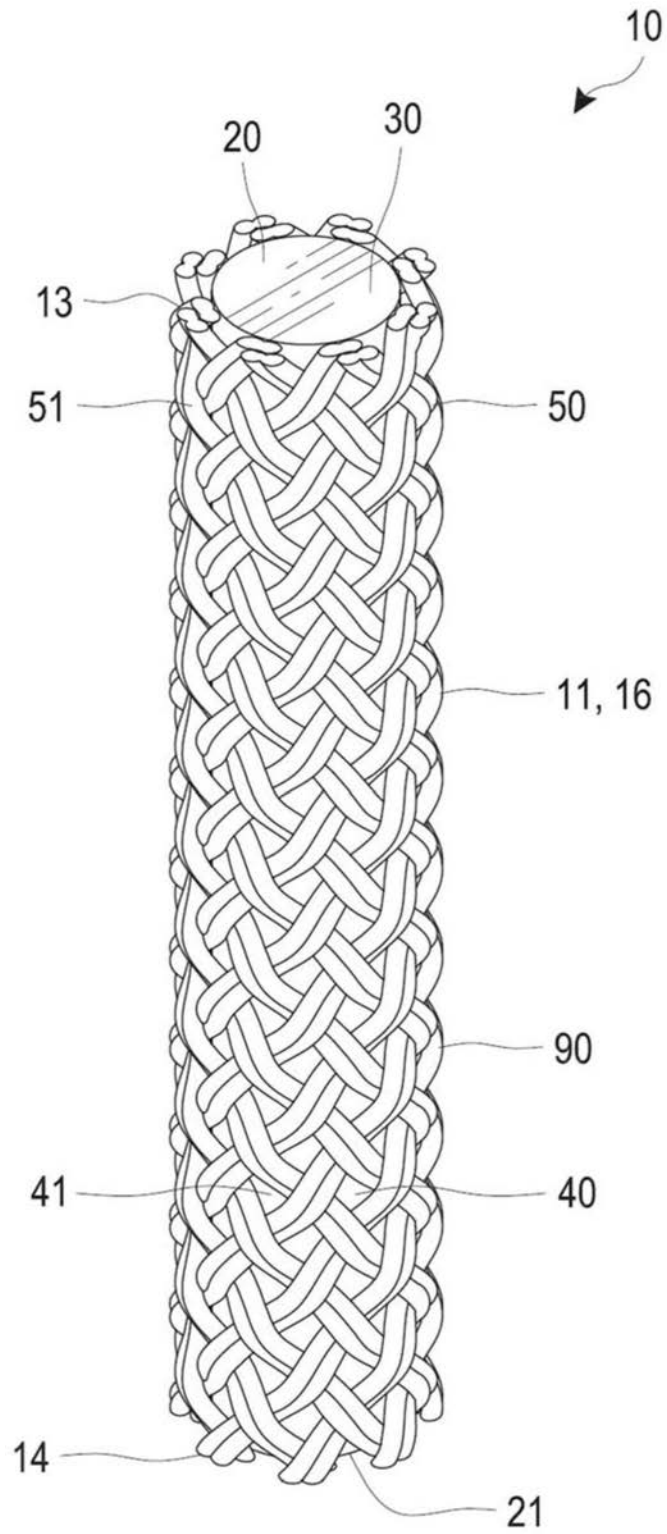


图1

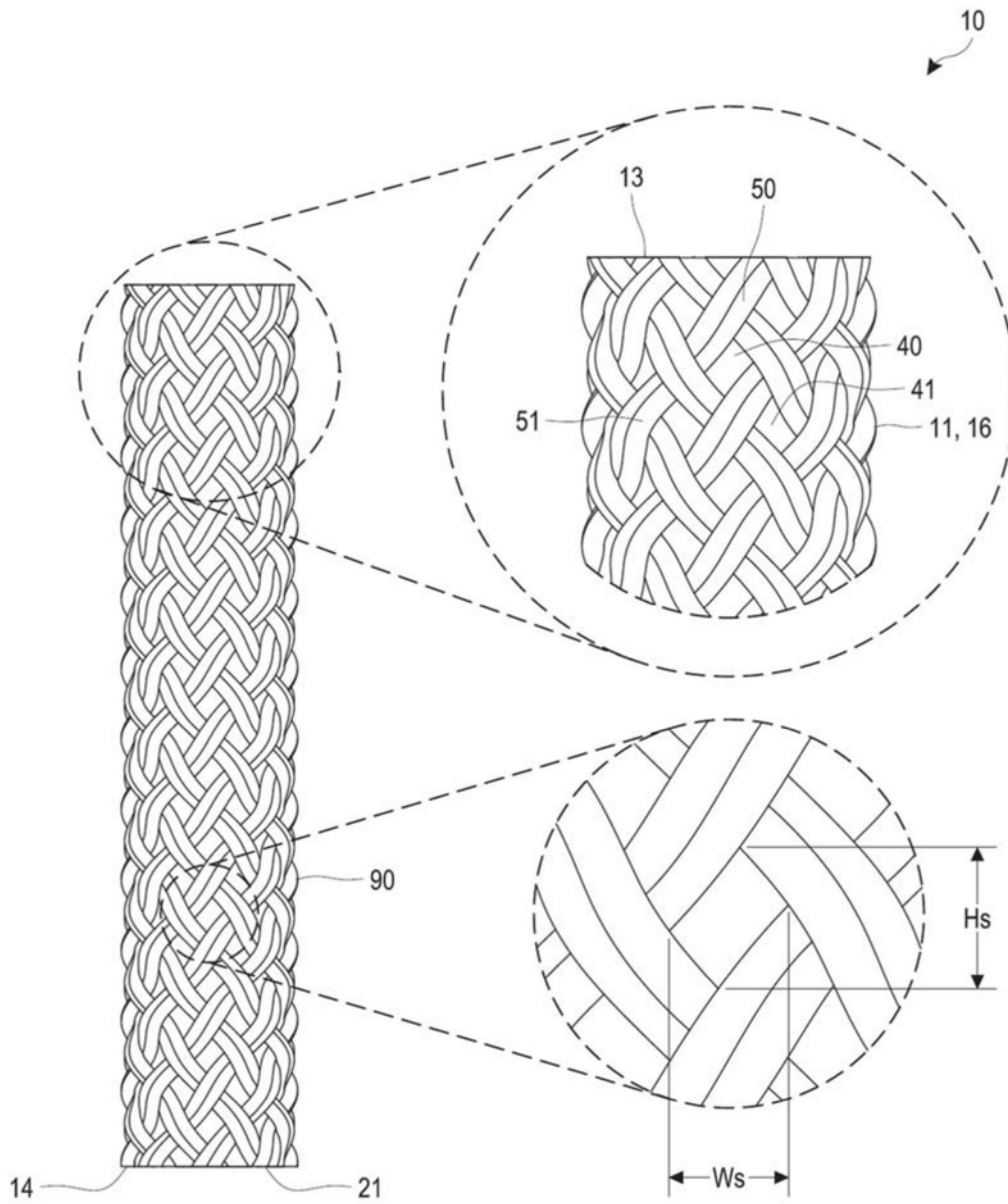


图2A

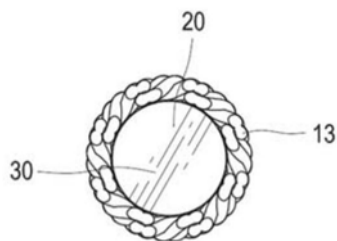


图2B

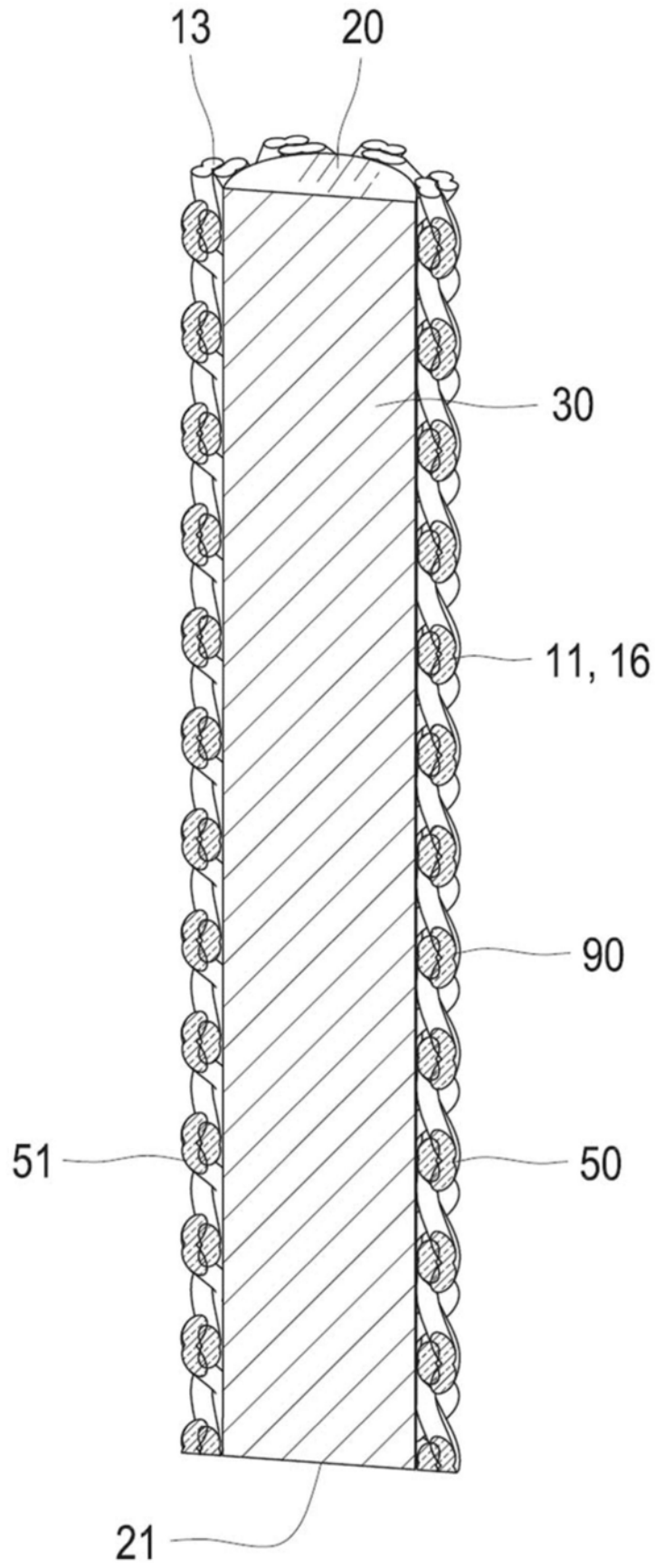


图3

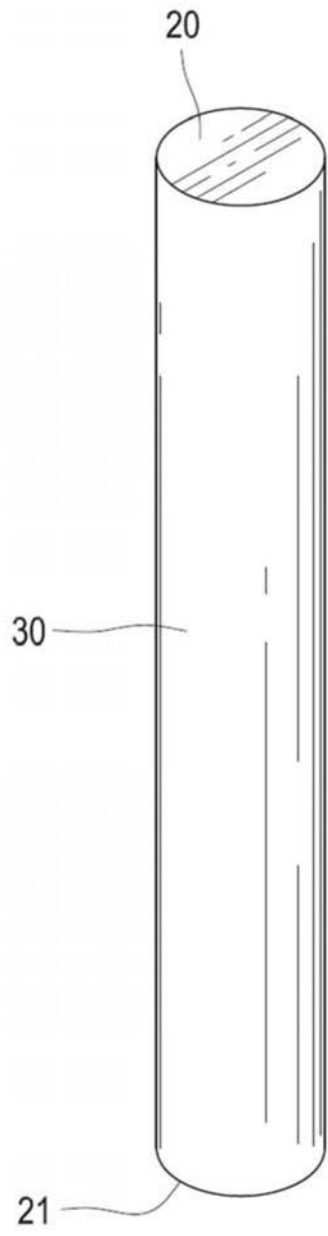


图4A

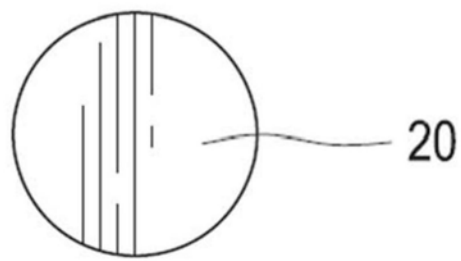


图4B

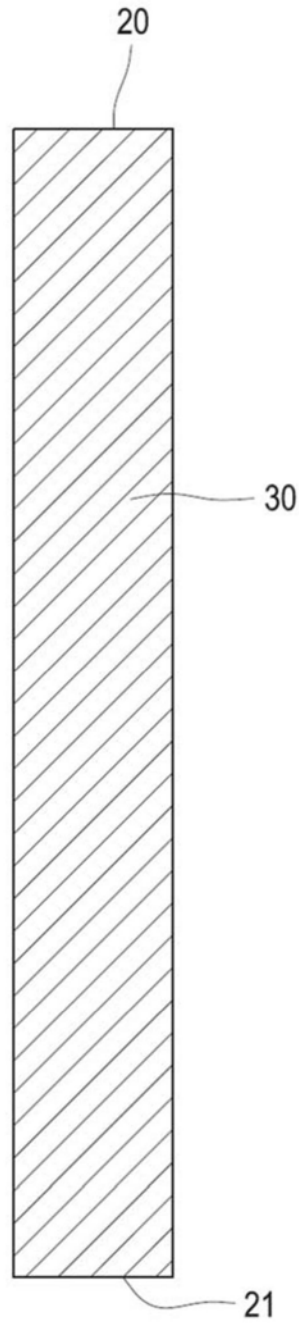


图4C

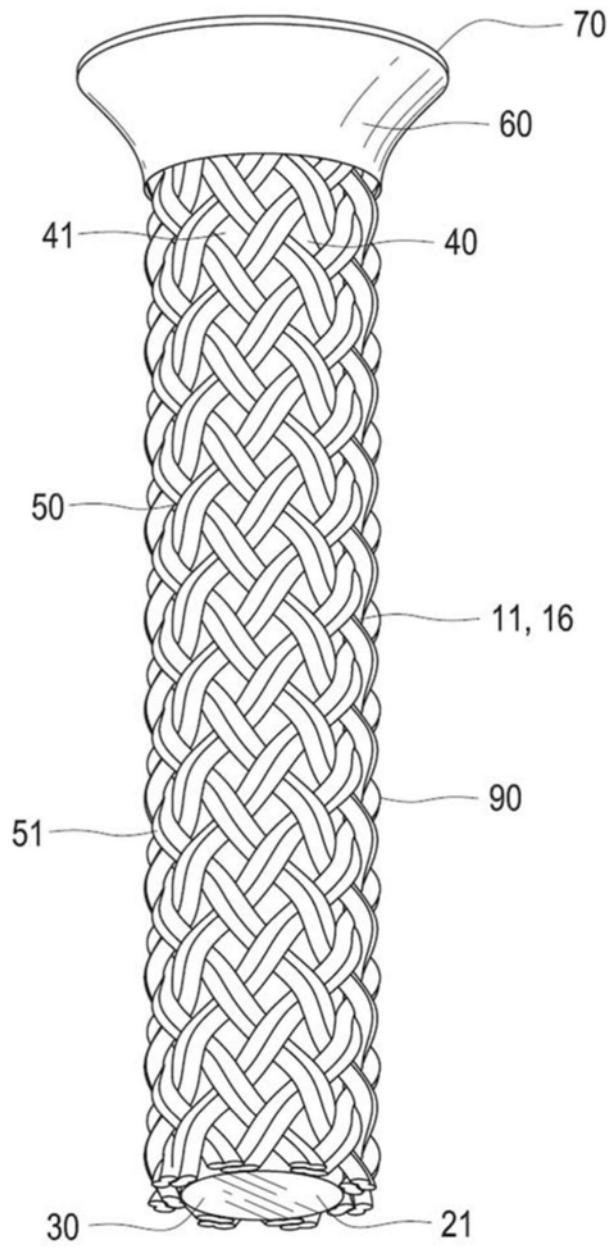


图5A

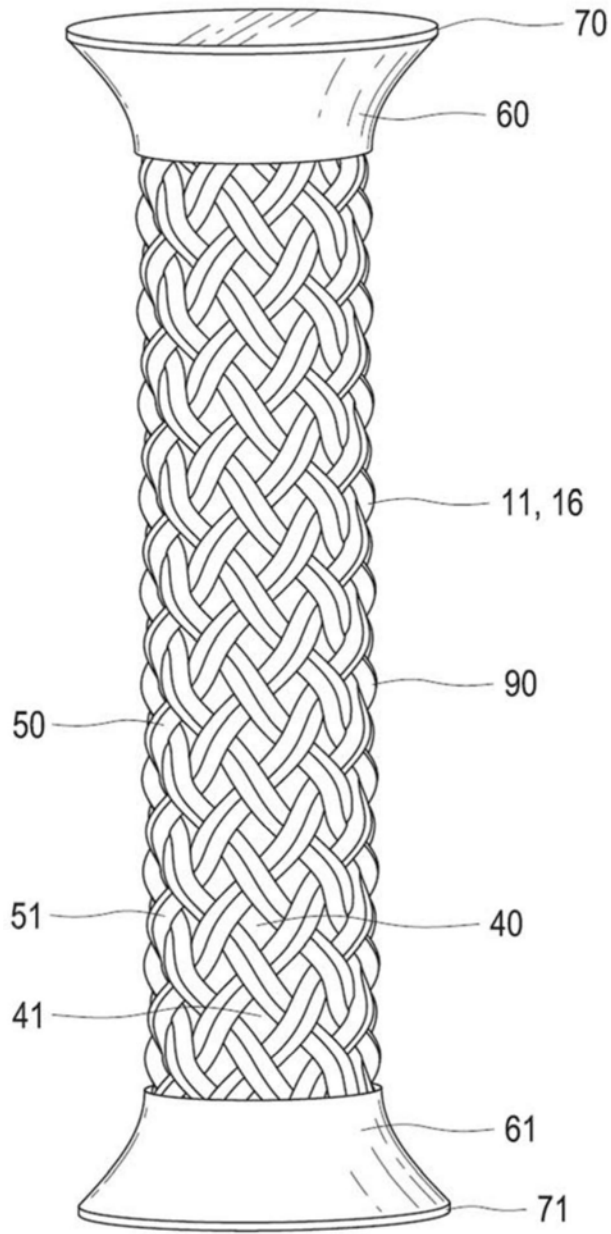


图5B

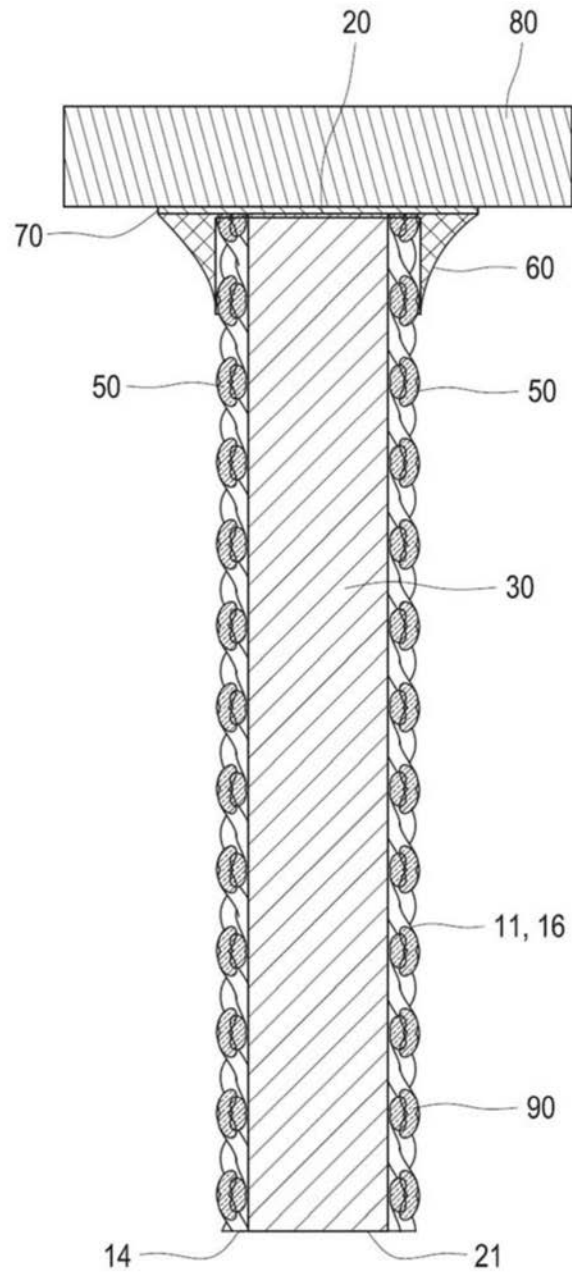


图6A

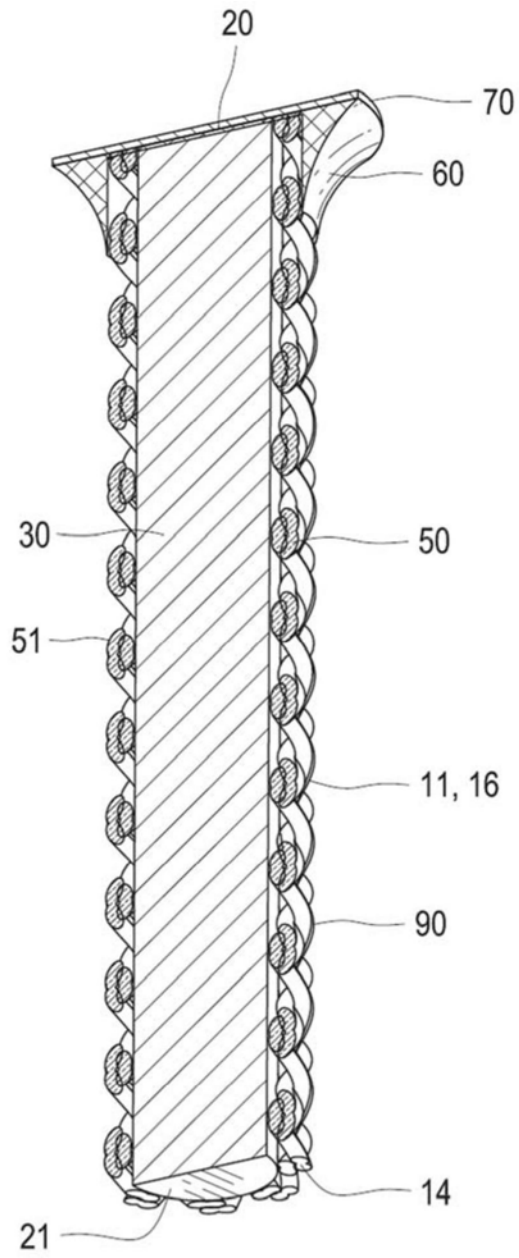


图6B

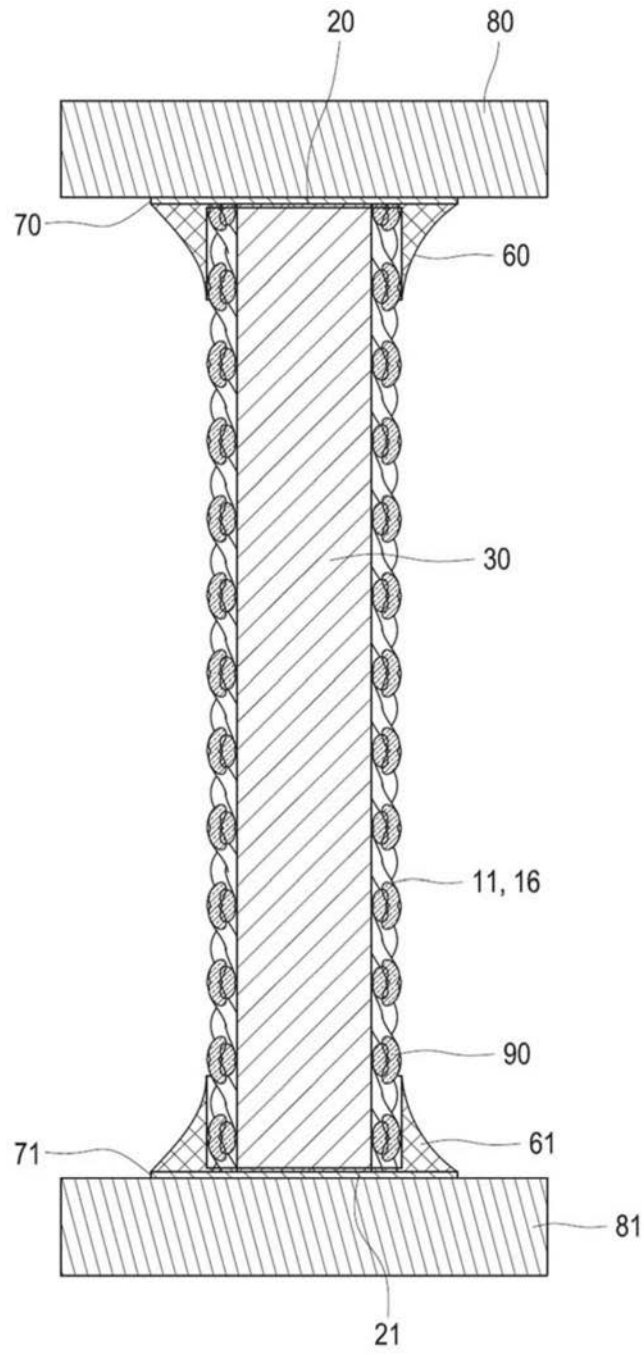


图7A

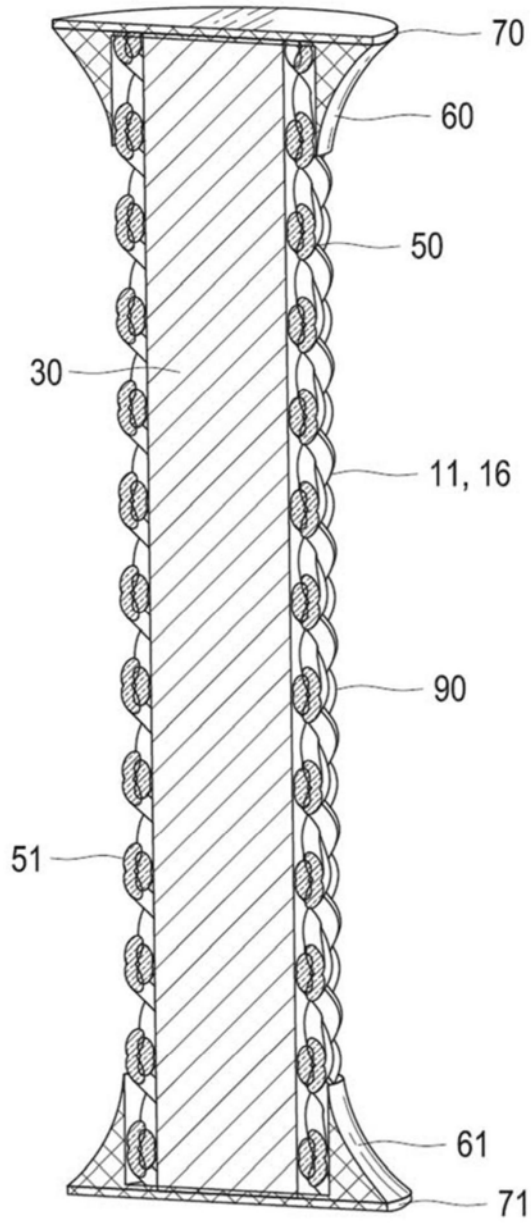


图7B

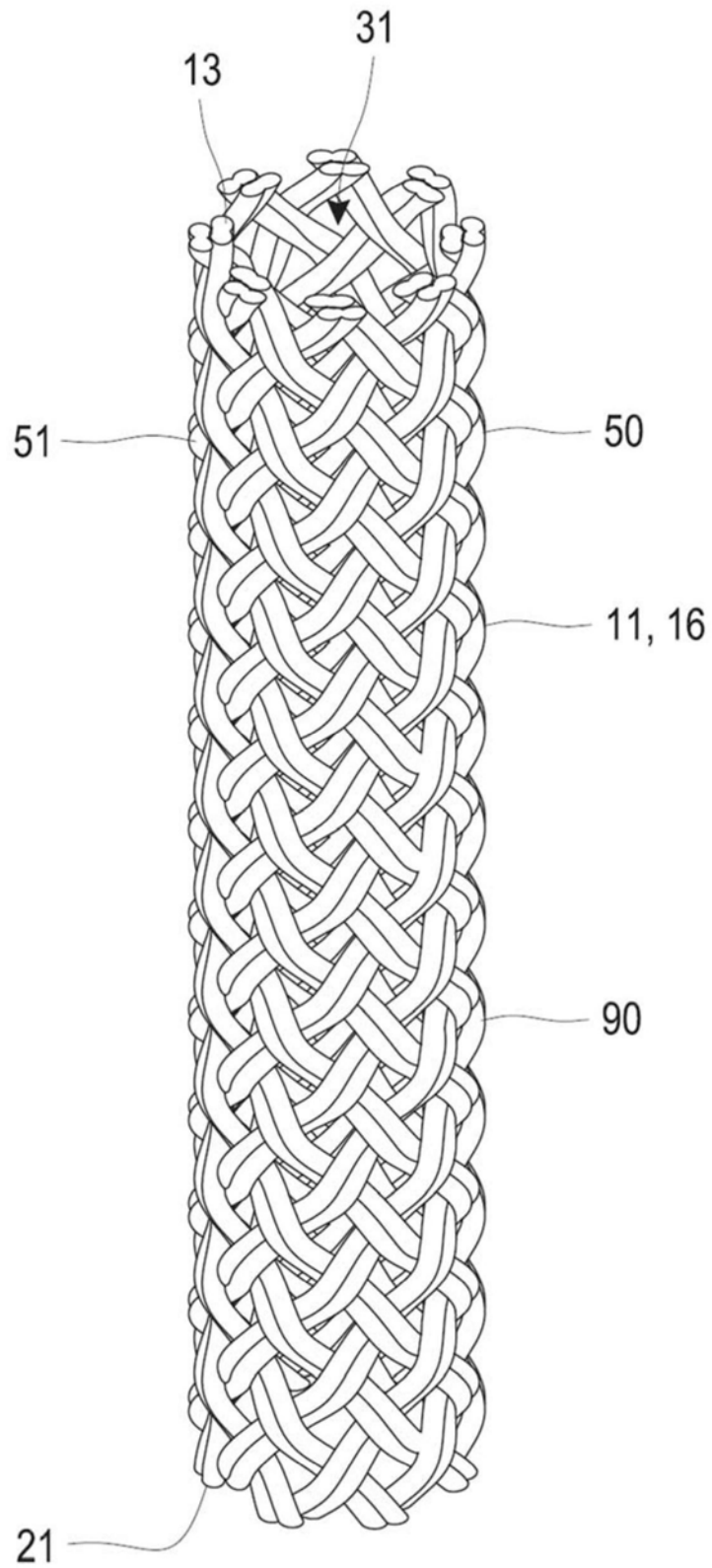


图8

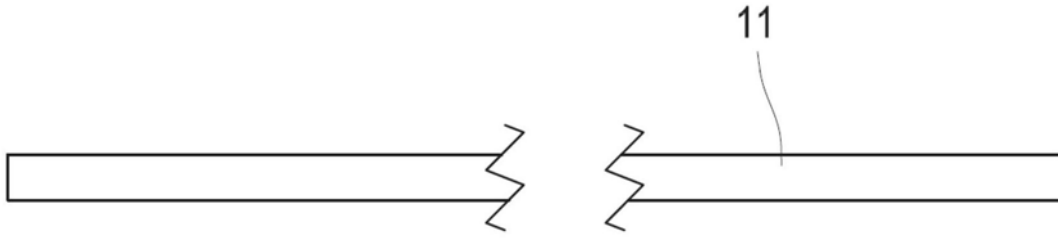


图9A

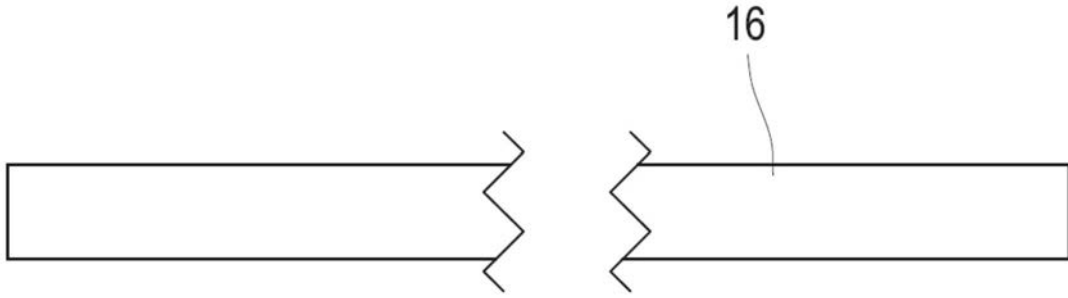


图9B



图9C



图9D

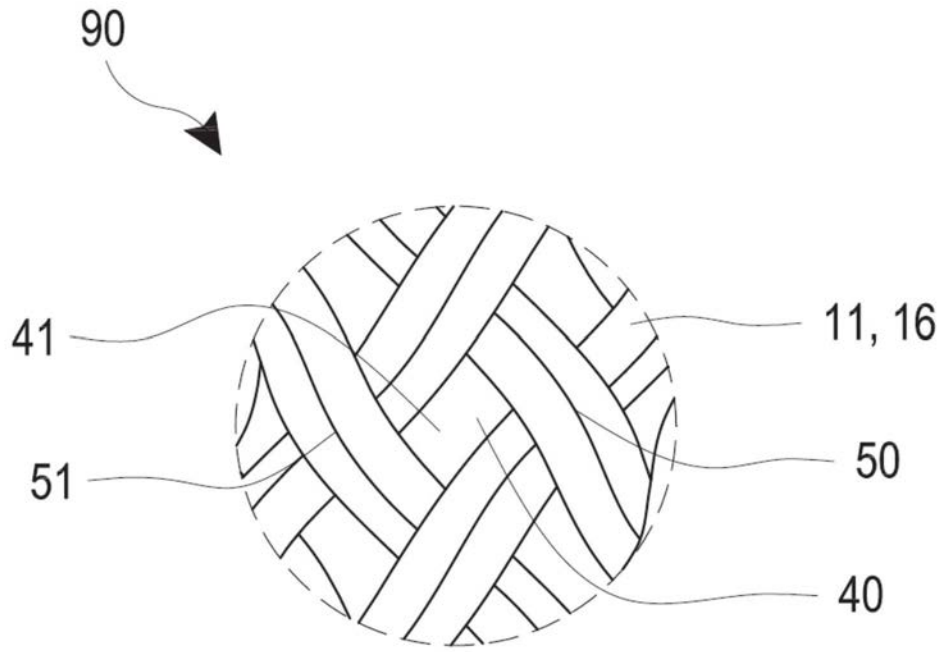


图10

材料		大致温度范围		
芯	热焊料 浴合金	热焊料 浴涂覆	使用焊膏回 流焊柱至PCB	使用粘性助焊剂 回流焊柱至PCB
无铅 SAC305、SAC405、 SAC105、SAC125、 SAC266、SN100C、 Sn96和其他	Bi40/Sn60	170 ~ 190°C	SAC305 焊膏 217 ~ 260°C	无焊膏 230 ~ 260°C
	Bi58/Sn42	138°C		
	SAC305 SN100C	217 ~ 260°C		
高含量铅 Pb80/Sn20、Pb85/Sn15、 Pb90/Sn10、Pb95/Sn5 Pb93.5/Sn5/Ag1.5	Sn63/Pb37 Sn60/Pb40	183 ~ 220°C	Sn63/Pb37焊膏 183 ~ 230°C	无焊膏 280 ~ 315°C
	Sn62/Pb36/ Ag2	179 ~ 220°C		
	Pb93.5/Sn5/ Ag1.5	296 ~ 330°C	Pb93.5/Sn5/Ag1.5 焊膏 296 ~ 330°C	无焊膏 296 ~ 330°C
低含量铅 Sn63/Pb37、Sn60/Pb40、 Sn62/Pb36/Ag2	Bi58/Sn42	~ 138°C	Sn63/Pb37焊膏 183 ~ 230°C	无焊膏 183 ~ 230°C
	Sn63/Pb37	183 ~ 220°C		
	Sn62/Pb37/ Ag2	179 ~ 220°C		
无焊料空气芯、 玻璃、陶瓷、石墨、 聚酰亚胺、PEEK	SAC305	217 ~ 260°C	SAC305焊膏 217 ~ 260°C	不可用
无焊料橡胶、弹性体、 塑料、光纤	Bi58/Sn42	~ 138°C	Bi58/Sn42焊膏 ~ 138°C	不可用

图11