



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102548193 B

(45) 授权公告日 2016. 02. 24

(21) 申请号 201110350820. X

US 2010/0015822 A1, 2010. 01. 21,

(22) 申请日 2011. 08. 25

CN 1624980 A, 2005. 06. 08,

US 5823830 A, 1998. 10. 20,

(30) 优先权数据

12/868, 370 2010. 08. 25 US

审查员 李巧芬

(73) 专利权人 泰科电子公司

地址 美国宾夕法尼亚州

(72) 发明人 M·郑 A·S·泰勒 J·J·康索利

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 吴艳

(51) Int. Cl.

H05K 1/02(2006. 01)

H05K 1/11(2006. 01)

H01R 12/58(2011. 01)

(56) 对比文件

US 2002/0195271 A1, 2002. 12. 26,

US 2002/0195271 A1, 2002. 12. 26,

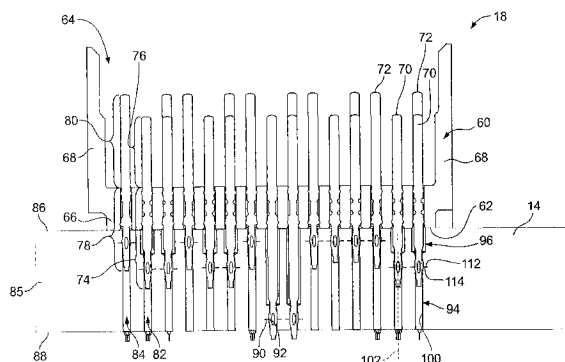
权利要求书1页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

电连接器组件

(57) 摘要

本发明涉及一种电连接器组件,其包括电路板(14),其中该电路板包括具有第一和第二表面(86,88)的电路板本体(85)以及在第一和第二表面之间钻设的通孔(82)。所述电路板具有位于电路板的内部层上的信号迹线(90)。该信号迹线与第一和第二表面大致平行。电连接器(18)安装在电路板上。该电连接器包括壳体(62)和由该壳体固持的信号端子(70)。信号端子被接收在电路板上的对应通孔中。通孔中的电路板本体的部分被蚀刻掉,以使信号迹线的部分暴露超出电路板本体而位于相应的通孔中,并且信号端子与相应通孔内的信号迹线接合。



1. 一种电连接器组件,包括:

电路板(14),所述电路板包括具有第一表面和第二表面(86,88)的电路板本体(85),所述电路板本体在第一和第二表面间钻设有通孔(82),所述电路板具有位于所述电路板的内部层上的信号迹线(90),所述信号迹线与所述第一和第二表面大致平行,和

安装在所述电路板上的电连接器(18),所述电连接器包括壳体(62)和由所述壳体固持的信号端子(70),所述信号端子被接收在所述电路板上的对应通孔中,

其特征在于:

所述通孔内的电路板本体的部分被蚀刻掉,以使所述信号迹线的部分暴露超出所述电路板本体而位于相应的通孔中,并且所述信号端子与相应通孔内的信号迹线接合;

其中,所述信号端子具有被接收在所述电路板的对应通孔中的顺从插针,所述顺从插针具有顺从部,所述顺从部包括平行于相应通孔的轴线取向的、相反的、平行的接口边缘,所述接口边缘与相应的信号迹线接合,且所述接口边缘沿着其一部分是凹入的。

2. 根据权利要求1的电连接器组件,其中,所述接口边缘具有形成在其上的沟槽,且每一个沟槽具有基部和从该基部向外延伸的侧部。

3. 根据权利要求1的电连接器组件,其中,所述信号迹线具有暴露在相应通孔中的上表面(112)、下表面(114)和内缘(92)。

4. 根据权利要求1的电连接器组件,其中,所述通孔未被镀覆,使得所述信号迹线直接与所述电连接器的相应的信号端子接合。

5. 根据权利要求1的电连接器组件,其中,邻近所述信号迹线的壁的部分具有第一直径(94),并且所述信号迹线具有小于该第一直径的第二直径。

6. 根据权利要求1的电连接器组件,其中,所述信号端子构成不同深度的信号端子,所述不同深度的信号端子被配置成向所述电路板的对应通孔中延伸不同深度,所述信号端子布置成携带差分对信号的对,每对信号端子在所述电路板的对应通孔中延伸相同深度。

电连接器组件

技术领域

[0001] 本发明涉及一种安装在电路板上的电连接器。

背景技术

[0002] 为了满足数字多媒体需求,经常希望当前的数字通信设备有更高的数据吞吐量。由此将电路板互连的电连接器必须在不断增加的信号密度条件下应对不断增加的信号速度。采用这些电连接器的一种应用环境是高速差分电连接器,例如那些在电信或计算环境中常见的电连接器。在传统的方式中,两个电路板通过背板和子板构造彼此互连。然而,在电路板上连接电连接器的占用面 (footprint) 处,可能难以在维持电性能和 / 或合理制造成本的同时提高密度。例如,在已知电路板中,电路板中的通孔被镀覆,生成了与电路板中的相应迹线电连接的镀覆通孔 (PTH)。为了有效镀覆,必须维持过孔 (via) 直径与过孔长度的一定长宽比。从电连接器延伸出的触头使用针眼触头连接至 PTH,并由此连接至迹线。

[0003] 已知的具有镀覆通孔的电连接并非没有缺点。例如,镀覆通孔产生电故障,例如贯穿电路板的低阻抗和高串扰。改善这些占用面的方法之一是,对 PTH 的一部分扩孔,以去除恰好在电路板相应迹线附近区域的镀层。然而,在留下来用于使触头与迹线接口 (interface) 的未扩孔的 PTH 的短长度内依旧存在相同的问题。这些区域虽然很短但仍然具有低阻抗,在更高传输速度下会变得更成问题。为了实现更高的系统密度和速度,必须在已知途径之上对电路板占用面和至电路板的连接做进一步改进。

[0004] 因此需要一种能够改善电路板占用面的密度和 / 或电性能以达到更高的系统密度和 / 或更高的系统速度的电连接器。

发明内容

[0005] 根据本发明,一种电连接器组件包括电路板,其中该电路板包括具有第一和第二表面的电路板本体以及在第一和第二表面之间钻设的通孔。所述电路板具有位于电路板的内部层上的信号迹线。该信号迹线与第一和第二表面大致平行。电连接器安装在电路板上。该电连接器包括壳体 and 由该壳体固持的信号端子。信号端子被接收在电路板上的对应通孔中。通孔中的电路板本体的部分被蚀刻掉,以使信号迹线的部分暴露超出电路板本体而位于相应的通孔中,并且信号端子与相应通孔内的信号迹线接合。

附图说明

[0006] 图 1 示出了根据示例性实施例的电连接器组件。

[0007] 图 2 是图 1 中示出的电连接器组件的横截面图。

[0008] 图 3 示出了处于一个制造阶段的、用于图 2 中所示的电连接器组件的电路板的一部分。

[0009] 图 4 示出了处于另一个制造阶段中的电路板。

[0010] 图 5 示出了电连接器组件的一部分,其中电连接器处于电路板中的未装载位置。

- [0011] 图 6 示出了电连接器组件的一部分,其中电连接器处于电路板中的装载位置。
- [0012] 图 7 是用于电连接器组件的可替代信号端子的侧视图。
- [0013] 图 8 是沿着线 8-8 剖开的图 7 中所示信号端子的横截面图。

具体实施方式

[0014] 图 1 示出了电连接器组件 10。电连接器组件 10 包括一对电路板 12 和 14,插座连接器 16 和头元件连接器 18。插座连接器 16 安装在电路板 12 上,头元件连接器 18 安装在电路板 14 上。插座连接器 16 和头元件连接器 18 连接在一起从而电连接电路板 12 和 14。

[0015] 在图 1 的示例性实施例中,插座连接器 16 和头元件连接器 18 被定向成使得连接器 16 和 18 在电路板 12 和 14 之间形成大致直角连接。或者,插座连接器 16 和头元件连接器 18 也可以定向成使得电路板 12 和 14 相对于彼此呈任意其它角度,例如但不限于大致平行。

[0016] 插座连接器 16 包括介电壳体 20,在所示实施例中,该介电壳体 20 固持有多个平行触头模块 22。每个触头模块 22 包括固持触头引线框(未示出)的介电触头模块壳体 24。该触头引线框包括多个信号端子(未示出)和多个接地端子(未示出)。所述信号和接地端子可以端接至电路板 12,并被配置成与头元件连接器 18 的相应端子电连接。或者,除了固持触头引线框外,该触头模块壳体 24 也可以固持单独的信号端子和接地端子。在可替代实施例中,触头模块 22 可以具有其它类型的触头,例如电源触头。

[0017] 图 2 是所述电连接器组件的一部分的横截面图,示出了安装到电路板 14 上的头元件连接器 18。该头元件连接器 18 包括介电壳体 60,介电壳体 60 接收插座连接器 16(图 1 示出)。壳体 60 具有安装表面 62,用于将头元件连接器 18 安装至电路板 14 上。壳体 60 包括用来接收插座连接器 16(图 1 示出)的腔 64。腔 64 由底壁 66 和自底壁 66 延伸出的侧壁 68 限定。

[0018] 壳体 60 固持了多个信号端子 70 和多个接地端子 72。信号端子 70 可选地以差分对的形式排列。信号端子 70 和接地端子 72 穿过底壁 66 延伸到腔 64 中。底壁 66 安装到电路板 14 上。

[0019] 每个信号端子 70 包括位于信号端子 70 的一个端部的安装触头 74 和位于信号端子 70 的相对端部的匹配触头 76。类似地,每个接地端子 72 包括位于接地端子 72 的一个端部的安装触头 78 和位于接地端子 72 的相反端部的匹配触头 80。匹配触头 76、80 设置在腔 64 中,用于与插座连接器 16 的信号和接地端子(未示出)相匹配接合。

[0020] 安装触头 74 被接收在电路板 14 的相应信号通孔 82 中。可选地,信号端子 70 的一些安装触头 74 从头元件连接器 18 的安装表面 62 延伸出与其它安装触头 74 不同的长度。安装触头 78 被接收在电路板 14 的相应接地通孔 84 中。

[0021] 电路板 14 包括在第一表面 86 和第二表面 88 之间延伸的电路板本体 85。信号通孔 82 延伸穿过位于第一表面 86 和第二表面 88 之间的电路板本体 85。信号通孔 82 延伸穿过,并露出设置在电路板 14 的其中一层上的相应的信号迹线 90。电路板 14 的厚度是层数的函数,且层的数量至少部分取决于连接到电路板 14 的元件的数量。例如,背板电路板可以比子卡电路板显著更厚,因为与子卡电路板相比,背板电路板连接更多的电气元件,因此需要采用更多的层来在电路板上布设迹线。

[0022] 在示例性实施例中,信号通孔 82 未被镀覆,因此相比于镀覆通孔具有更小的直径,为了进行高效镀覆,必须在所述通孔直径和板的厚度之间保持一定的长宽比。由于与镀覆通孔相比信号通孔 82 可以具有更小的直径,所以信号通孔 82 可以彼此间隔得更近,从而增加电路板 14 的密度。此外,由于信号通孔 82 未被镀覆,所以信号通孔 82 不包括镀覆通孔通常所具有的任何低阻抗区域。

[0023] 信号迹线 90 与第一表面 86 和第二表面 88 大致平行地设置。信号迹线 90 可以沉积在形成电路板本体 85 的其中一层上。与作为第一表面 86 上的表面安装垫相反,信号迹线 90 设置在距离第一表面 86 一定深度处,以使得信号迹线 90 位于电路板内部。信号迹线 90 设置在电路板 14 的某特定层内或特定层上。可选地,信号迹线 90 可以通往电路板 14 的不同层上远离相应的信号通孔 82 的位置。一些信号通孔 82 的信号迹线 90 距离电路板 14 的第一表面 86 的深度不同于其它信号通孔 82 的信号迹线 90。

[0024] 可选地,信号迹线 90 的外周在形状上是圆的,其中信号通孔 82 延伸穿过中间,由此例如在信号迹线 90 的端部限定出环形定位垫 (capture pad)。平面线性迹线元件可以沿着电路板 14 的层中一个或多个从圆环状垫到电路板 14 的其它部分。信号迹线 90 至少局部暴露在信号通孔 82 内。例如,信号迹线 90 可以通过钻孔工艺进行暴露,露出信号迹线 90 的内缘 92。信号迹线 90 可以通过蚀刻工艺暴露,露出信号迹线 90 的顶侧、底侧和 / 或内侧。例如,蚀刻工艺可以沿着信号通孔 82 去除位于信号迹线 90 上方和下方的一些电路板本体 85,使得信号迹线 90 的顶部和底部暴露在信号通孔 82 内。

[0025] 一些信号通孔 82 沿其长度可以是分阶段的,以包括小直径部分 94 和一个或多个大直径部分 96。小直径部分 94 构成限制区域。小直径部分 94 被设置成邻近信号迹线 90。大直径部分 96 设置在所述限定区域上方,可被称作上部大直径部分或上部通孔。可选地,另一大直径部分还可以被设置在所述限定区域下方,且可被称为下部直径部分或下部通孔。每个信号通孔 82 包括限定信号通孔 82 的壁 100。壁 100 向外形成台阶以限定出大直径部分 96。大直径部分 96 通过对信号通孔 82 的一部分扩孔以从电路板本体 85 的一层或多层去除材料而形成。

[0026] 大直径部分 96 的增加的直径沿着信号通孔 82 的轴线 102 向信号通孔 82 中引入空气。空气影响对间 (interpair) 和对内 (intrapair) 耦合,例如通过降低与相邻信号迹线 90 之间的串扰和 / 或增加信号端子 70 的阻抗。在示例性实施例中,与可以为介电常数约 4.3 的 FR-4 的电路板本体 85 材料相反,大直径部分 96 充有空气,该空气的介电常数约为 1.0。围绕信号端子 70 的空气例如通过影响相邻信号端子 70 之间的相互作用,和 / 或通过影响信号端子 70 和与之邻近的信号迹线 90 之间的相互作用,影响信号端子 70 的电气特性。

[0027] 大直径部分 96 还在信号端子 70 和相应的壁 100 之间提供空隙,如此使得信号端子 70 不会在大直径部分 96 处与壁 100 连接。信号端子 70 可以更为容易地插入到信号通孔 82 中,因为信号端子 70 不会摩擦壁 100,这可以降低接触磨损和 / 或减少弯曲的发生或对信号端子 70 的其它损伤。

[0028] 图 3 示出了处于某个制造阶段例如钻孔过程后的电路板 14 的一部分。电路板 14 通过层压工艺制造,其中沉积多个层以形成电路板本体 85。信号迹线 90 沉积在特定的层上,且平行于第一表面 86 和第二表面 88 设置。

[0029] 在示例性实施例中,接地通孔 84 例如是在初始钻孔过程中通过在电路板 14 中形成开口而形成。接地通孔 84 随后被镀覆。镀覆材料与电路板 14 的一个或多个接地层电连接。

[0030] 接地通孔 84 被钻孔和镀覆后,通过例如在钻孔过程中在电路板 14 内形成开口,从而形成信号通孔 82。钻孔过程钻孔穿过相应的信号迹线 90 从而露出信号迹线 90 的内缘 92。在示例性实施例中,信号通孔 82 未镀覆。此后,例如在扩孔过程中,大直径部分 96 从第一表面 86 向下形成到信号迹线 90 附近。扩孔操作去除电路板本体 85 的一部分至扩孔深度。扩孔过程在小直径部分 94 的顶部限定出一介于小直径部分 94 和上部大直径部分 96 之间的上肩部 110。可选地,采用与上部大直径部分 96 类似的方式,通过类似的扩孔工艺,可以形成下部大直径部分。

[0031] 图 4 示出了处于另一制造阶段例如蚀刻过程后的电路板 14 的一部分。信号通孔 82 被钻孔后,壁 100 被部分蚀刻掉,以露出信号迹线 90 的局部。例如,信号通孔 82 可以被等离子蚀刻或化学蚀刻,从而沿着轴线 102 的长度去除壁 100 的一个薄层。

[0032] 当被蚀刻时,信号通孔 82 的直径增加。例如,蚀刻去除了电路板本体 85 的环氧和玻璃纤维,使得铜信号迹线 90 突伸到信号通孔 82 内。只蚀刻掉了电路板本体 85,而保留了信号迹线 90,且信号迹线 90 未被蚀刻工艺去除。蚀刻过程后比蚀刻过程前有更多的信号迹线 90 露出。例如,除了暴露在信号通孔 82 内的内缘 92,上表面 112 和下表面 114 也可以暴露在信号通孔 82 内。上表面 112 和下表面 114 限定出从壁 100 径向向内延伸的上缘 116 和下缘 118。信号迹线 90 的露出部分可以是环形的,限定出从壁 100 径向向内延伸的环形凸缘,其径向内表面限定了内缘 92。内缘 92 可以是具有第一直径的圆周边缘,第一直径小于邻近信号迹线 90 的信号通孔 82 的直径。可选地,信号迹线 90 可以在蚀刻过程中被去污,以从信号迹线 90 的露出部分去除杂质,从而使信号迹线 90 成为更加导电的接口。

[0033] 露出的上表面 112 和下表面 114 的数量可取决于蚀刻过程所去除的电路板材料的量。例如,蚀刻过程可以去除大约 0.001"至 0.003"的电路板材料。或者,在可替代实施例中,可以去除更多或更少的材料。可选地,蚀刻过程后信号迹线 90 暴露的表面积是蚀刻过程前暴露表面积的至少两倍。

[0034] 返回图 2,当头元件连接器 18 安装到电路板 14 上时,信号端子 70 各自被接收在相应的信号通孔 82 中,如此使得信号端子 70 的配合端 74 与对应的信号迹线 90 电连接。与具有与信号迹线 90 电连接的镀覆材料相反,信号迹线 90 与信号端子 70 直接连接。当信号端子 70 被载入信号通孔 82 中时,信号端子 70 与上表面 112、内缘 92 和 / 或下表面 114 接合。信号迹线 90 有更大的表面积与信号端子 70 连接,这比信号端子 70 只与内缘 92 连接,例如如果壁 100 未被内蚀刻 (etch back) 的情形相比,会使得电连接更可靠。

[0035] 信号通孔 82 不包括任何沿着轴线 102 纵向延伸任意长度的导电表面。这样,信号通孔 82 便不包括任何低阻抗和 / 或高串扰区域。尽管这里示出安装触头 74 为压配合触头,但是安装触头 74 各自可以是允许安装触头 74 像这里描述的那样工作的任意适合类型的电触头,如刀片型触头或其它类型触头。

[0036] 图 5 示出电连接器组件 10 的一部分,示出了其中一个信号端子 70 被装载到电路板 14 中。图 6 示出了处于电路板 14 中的装载位置的信号端子 70。在组装过程中,当头元件连接器 18 (图 2 所示) 耦接至电路板 14 时,信号端子 70 的安装触头 74 被载入到信号通

孔 82 中。安装触头 74 被配置成直接与信号迹线 90 接合。如图 5 所示,信号迹线 90 至少局部暴露在信号通孔 82 中。例如,内缘 92 以及上表面 112 和下表面 114 暴露超出信号通孔 82 的壁 100。

[0037] 信号端子 70 沿着端子轴线 120 延伸。信号端子 70 沿着端子轴线 120 被载入到信号通孔 82 中。延伸超出壳体 60(图 2 所示)的安装表面 62 的信号端子 70 的那部分是安装触头 74。安装触头 74 延伸至末端部 122。安装触头 74 具有颈部 124 和介于颈部 124 和末端部 122 之间的顺从部 126。可以改变颈部 124 的长度来控制信号端子 70 延伸到信号通孔 82 内的深度。

[0038] 顺从部 126 包括两个相对的臂 130、132。臂 130、132 间隔开以在其间限定出一开口 134。在所示实施例中,顺从部 126 构成针眼触头。两个臂 130、132 分别包括接口边缘 136、138。接口边缘 136、138 位于顺从部 126 的相反侧,彼此大致平行延伸。接口边缘 136、138 大致平行于端子轴线 120 定向。当信号端子 70 被载入信号通孔 82 中时,接口边缘 136、138 与信号迹线 90 接合。在装配过程中,当信号端子 70 被载入信号通孔 82 中时,臂 130、132 的接口边缘 136、138 与信号迹线 90 的露出部分接合,例如内缘 92、上表面 112 和 / 或下表面 114。接口边缘 136、138 与信号迹线 90 的导电材料之间的接合使得信号端子 70 电连接至信号迹线 90。

[0039] 在示例性实施例中,臂 130、132 各自包括刚性部 140 和位于刚性部 140 的两相反侧的弹性部 142、144。刚性部 140 与弹性部 142、144 相比宽度增加。接口边缘 136、138 沿着臂 130、132 的刚性部 140 的外表面被限定出。如图 6 所示,当信号端子 70 被载入信号通孔 82 中时,臂 130、132 例如沿着小直径部分 94 与壁 100 接合,这使得顺从部 126 压缩。刚性部 140 彼此相对被向内挤压,使得开口 134 变小。当刚性部 140 被向内挤压时,弹性部 142、144 向内偏转。沿着刚性部 140 的接口边缘 136、138 彼此保持平行。当顺从部 126 被压缩时,弹性部 142、144 向内转向 (angle)。

[0040] 刚性部 140 在接口边缘 136、138 处提供一长竖直接口。该长竖直接口吸收信号端子 70 和信号迹线 90 之间的 Y 轴公差。该长竖直接口在例如冲击、震动、热冲击等严峻环境情况下可提供稳定的接口。在示例性实施例中,刚性部 140 的长度可以是顺从部 126 总长度的约三分之一。该长度可以更长或更短,取决于 Y 轴公差所需要的竖直接口的长度。接口边缘 136、138 提供一长竖直接口,用于接合相对较薄的信号迹线 90。在示例性实施例中,信号迹线 90 具有沿信号通孔 82 的轴线的宽度,该宽度比沿信号通孔 82 的轴线的接口边缘 136、138 的宽度的约 10% 小。与具有非平行接口边缘的插针相比,接口边缘 136、138 平行定向可以提供长的接口区域。

[0041] 图 7 是用于电连接器组件 10 的可替代信号端子 170 的侧视图。图 8 是沿图 7 中示出的线 8-8 剖开的信号端子 170 的横截面图。信号端子 170 包括末端部 172、颈部 174 和介于末端部 172 和颈部 174 之间的顺从部 176。顺从部 176 包括两个相对的臂 180、182。臂 180、182 间隔开,以在其间限定出一开口 184。当信号端子 170 被接收在相应的信号通孔 82(图 2 所示)中时,臂 180、182 与壁 100 和 / 或信号迹线 90(均在图 2 中示出)接合,且朝着彼此向内偏转。顺从部 176 的臂 180、182 和信号迹线 90 的导电材料之间的接合使信号端子 170 电连接至信号迹线 90。

[0042] 臂 180、182 包括沿着其外表面的接口边缘 186、188。接口边缘 186、188 位于顺从

部 176 的相反侧。接口边缘 186、188 彼此大致平行,且与相应的信号通孔 82 的轴线大致平行定向。接口边缘 186、188 与相应的信号迹线 90 接合。在示例性实施例中,如图 8 所示,接口边缘 186、188 沿其部分是凹入的。例如,接口边缘 186、188 具有形成在其上的沟槽 190。沟槽 190 具有基部 192 和从基部 192 向外延伸的侧部 194、196。沟槽 190 的基部 192 彼此平行。

[0043] 在所示性实施例中,侧部 194、196 为平面的,且相对于彼此呈一定角度。或者,侧部 194、196 可以是弯曲的,并且在基部 192 相遇。如图 7 所示,侧部 194、196 沿顺从部 176 从基部 192 延伸不均一的距离。例如,靠近顺从部 176 的中点处,侧部 194、196 从基部 192 延伸出第一距离 198,该距离可以是侧部 194、196 从基部 192 延伸出的最大距离。靠近基部 192 的顶部和底部处,侧部 194、196 可以从基部 192 延伸出第二距离 200。第二距离 200 可以小于第一距离 198。可选地,侧部 194、196 可以向内渐缩,直至第二距离 200 大致为零。

[0044] 当信号端子 170 被载入到信号通孔 82 中时,顺从部 176 与相应的信号迹线 90 接合。当顺从部 176 被载入到信号通孔 82 中时,臂 180、182 可以被向内压缩。可选地,暴露在信号通孔 82 内的信号迹线 90 可以被压入到沟槽 190 中,如此使得信号迹线 90 与基部 192 和侧部 194、196 接合。底部 192 和侧部 194、196 提供了用于与暴露的信号迹线 90 接合的较大表面。可选地,当顺从部 176 被载入到信号通孔 82 中时,侧部 194、196 可以至少局部变形或偏转。例如,侧部 194、196 可以至少局部向外变平,以提供更大的表面区域用于接合信号迹线 90。接口边缘 186、188 的基部 192 彼此平行,这为接口边缘 186、188 限定出一长竖直接口用于接合信号迹线 90。该长竖直接口吸收 Y 轴公差,且可以在例如冲击、震动、热冲击等严峻环境情况下保持稳定的接口。

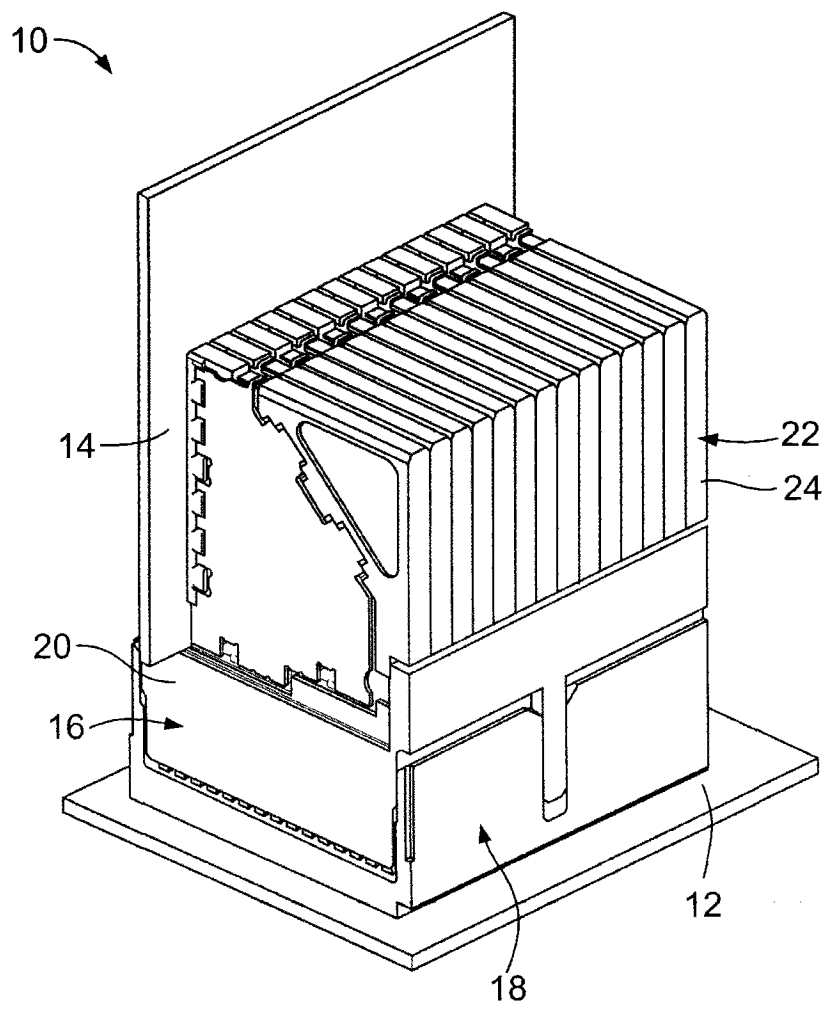


图 1

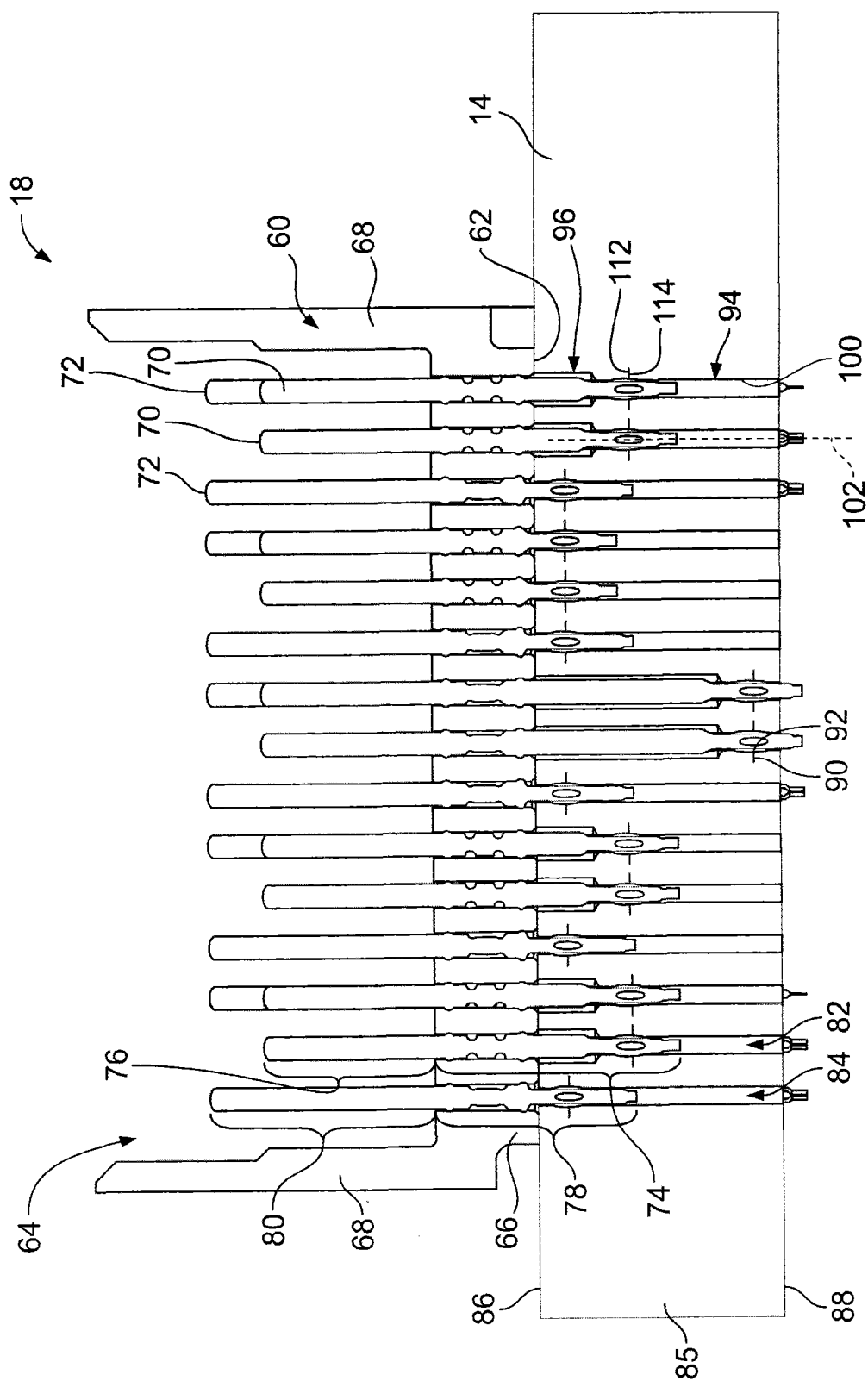


图 2

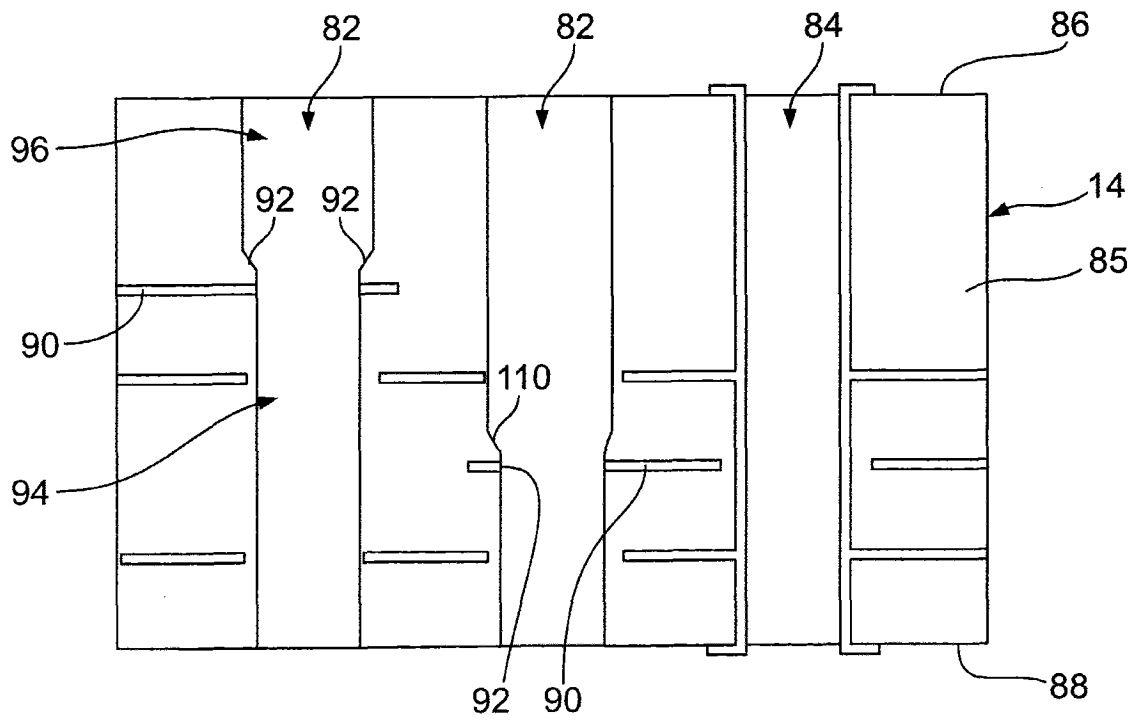


图 3

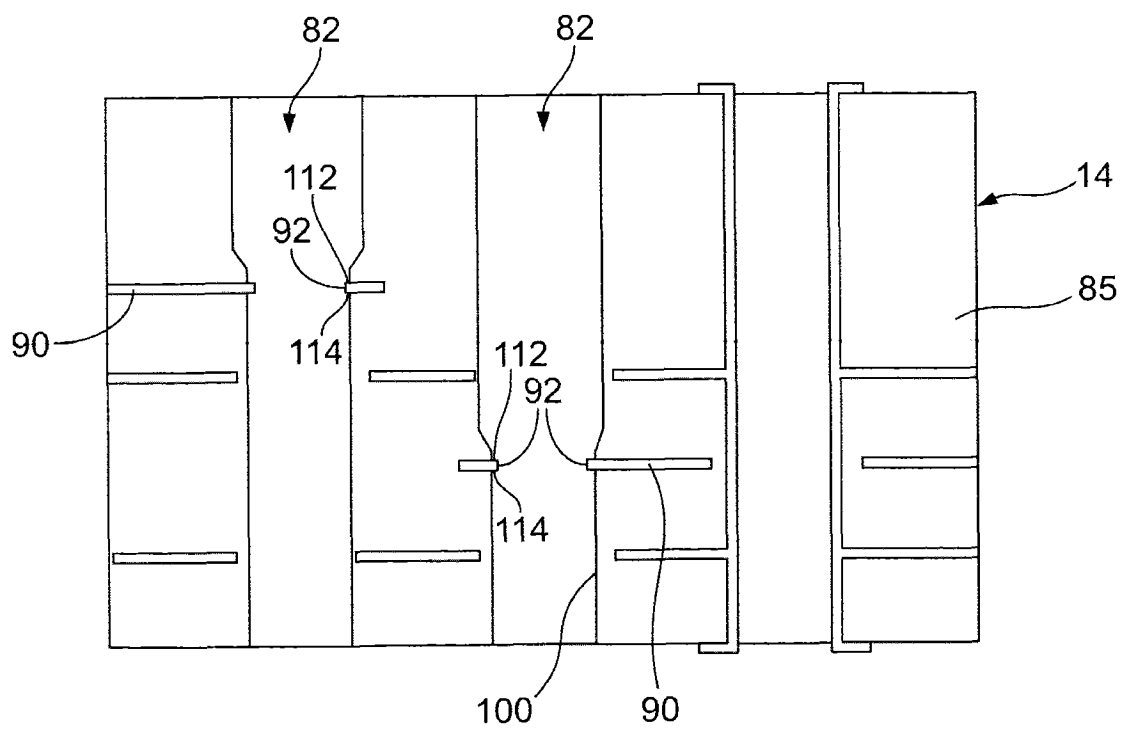


图 4

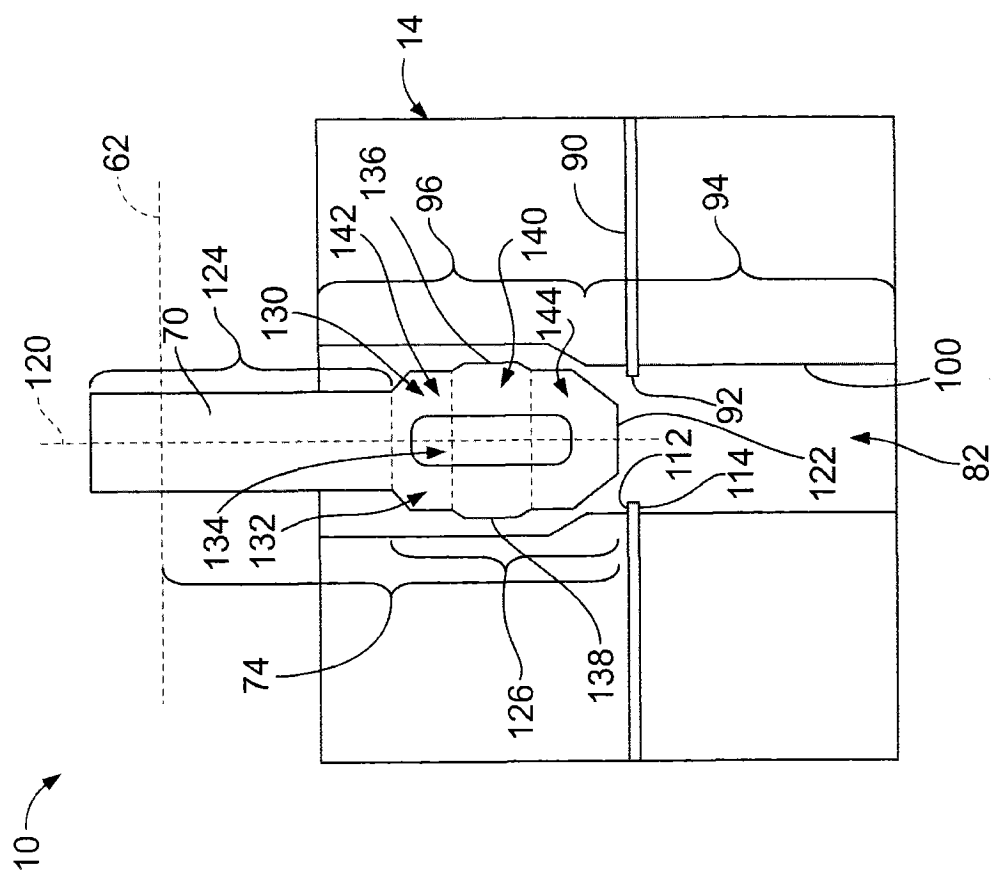


图 5

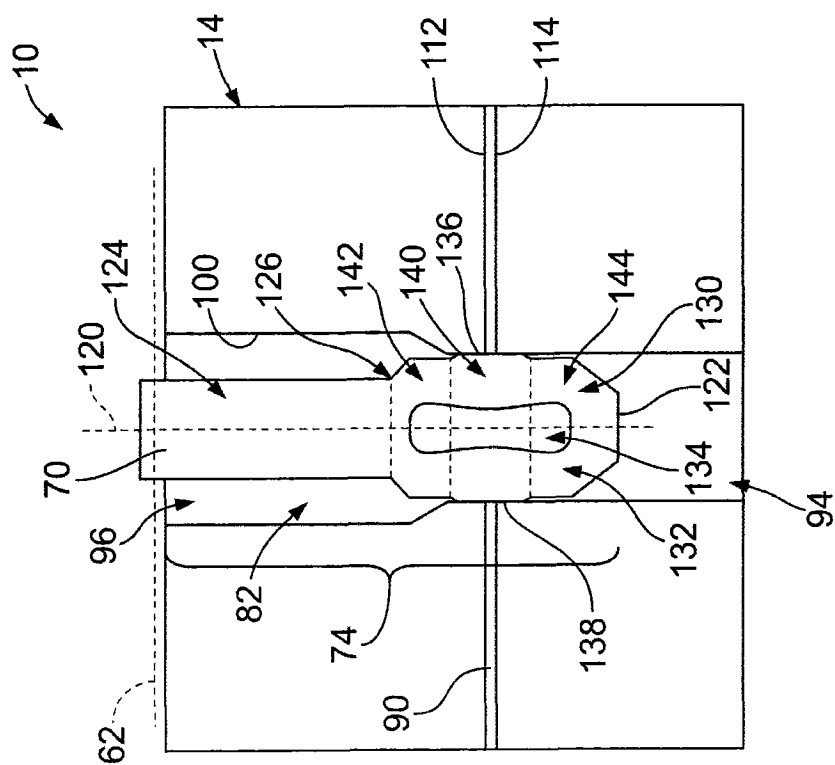


图 6

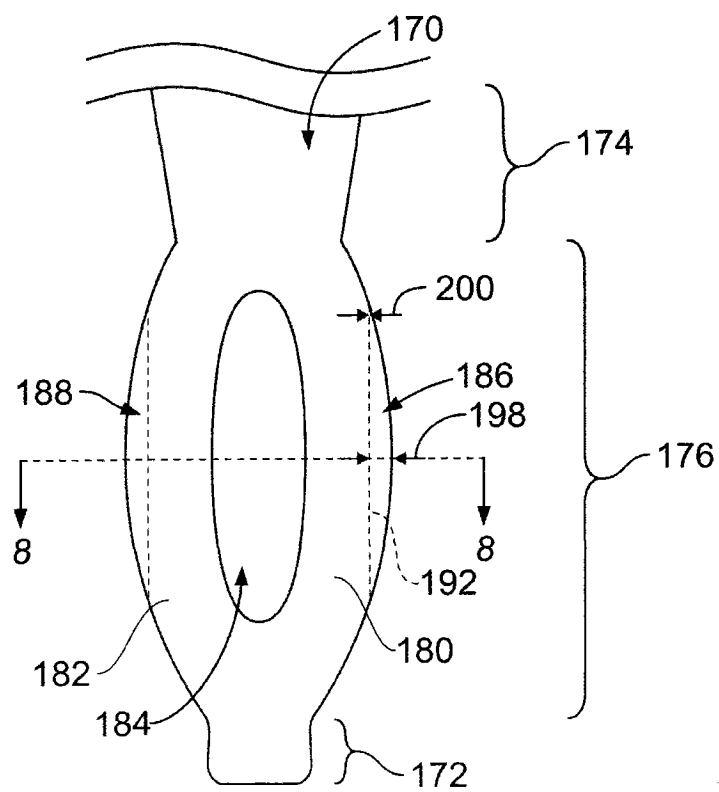


图 7

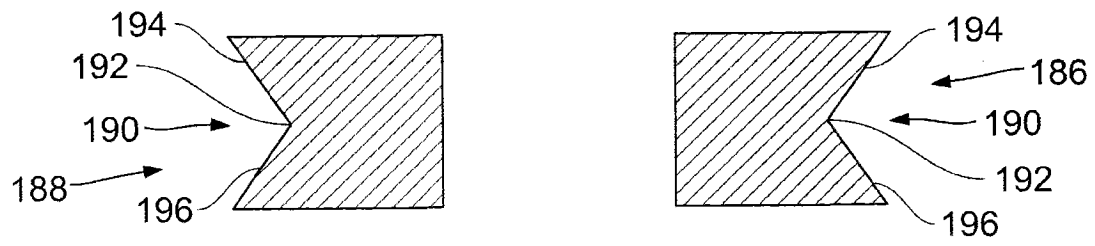


图 8