

# 说明书

发明名称: 柔性电路板、光收/发组件、光模块以及连接方法

[0001] 本申请要求于2023年5月17日提交中国专利局、申请号为202310557974.9、发明名称为“柔性电路板、光收/发组件、光模块以及连接方法”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

## 技术领域

[0002] 本发明属于光通信元件制造技术领域，具体涉及一种柔性电路板、具有该柔性电路板的光收/发组件和光模块，以及柔性电路板与光器件的连接方法。

## 背景技术

[0003] 随着光通信技术的不断发展，和数据中心流量的不断上升。光模块已从25G NRZ快速的变迁到50G PAM4，甚至100G PAM4。然而对于成本的不断降低以及可靠性要求的不断提高，对光模块的设计来说，面临着巨大的挑战。针对5G市场的应用，需要模块能做到完全气密，对可靠性要求、成本要求都非常高。

[0004] 常规的TO封装的光模块，其包括印刷电路板、柔性电路板和TO-CAN。柔性电路板的一端与印刷电路板电连接，另一端与TO-CAN的引脚电连接，由此，在印刷电路板和TO-CAN之间经由柔性电路板形成高速链路。

[0005] 然而，常规的柔性电路板的结构设计中，高速信号线在柔性电路板的TOP面走线并且设置有高速信号过孔焊盘，GND参考在柔性电路板的BOTTOM面走线。TO-CAN的高速引脚与柔性电路板的高速信号过孔焊盘插针焊接之后，TO-CAN的高速引脚以及柔性电路板的高速信号线均与GND参考间隔很远，导致高速链路周围GND参考缺失，阻抗会出现突变而不稳定，带宽下降，进而影响整个模块的可靠性。

## 发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种柔性电路板、具有该柔性电路板的光收/发组件和光模块，以及柔性电路板与光器件的连接方法，以解决现有技术中高速链路周围GND参考缺失的问题。

- [0007] 为实现上述目的，一实施方式提供了一种柔性电路板，包括于厚度方向依次层叠的顶金属层、基板和底金属层，所述底金属层形成有接地区，所述顶金属层形成有高速信号线；
- [0008] 所述高速信号线具有位于所述柔性电路板的一端、并且与外部高速引脚相电性连接的高速信号过孔焊盘；
- [0009] 所述顶金属层还形成有位于所述高速信号线周围的辅助接地参考，所述辅助接地参考与所述高速信号线临近设置，并与所述接地区层叠设置，所述辅助接地参考通过辅助导电孔电连接于所述接地区，所述辅助接地参考和/或所述接地区设置有与外部接地引脚相电性连接的接地过孔焊盘。
- [0010] 作为一实施方式的进一步改进，所述柔性电路板具有前端金手指区、设有所述高速信号过孔焊盘的后端焊接区、连接所述金手指区和所述焊接区的中部区；
- [0011] 所述辅助接地参考跟随所述高速信号线从所述金手指区延伸至所述焊接区。
- [0012] 作为一实施方式的进一步改进，所述辅助导电孔包括位于所述中部区沿所述高速信号线排布的多个第一导电孔。
- [0013] 作为一实施方式的进一步改进，所述高速信号线的相对两侧均设置有所述辅助接地参考以及所述第一导电孔。
- [0014] 作为一实施方式的进一步改进，至少部分所述第一导电孔在所述高速信号线的相对两侧对称分布。
- [0015] 作为一实施方式的进一步改进，前后相邻两个所述第一导电孔的间距，在所述中部区的前端处小于在所述中部区的后端处。
- [0016] 作为一实施方式的进一步改进，所述柔性电路板具有前端金手指区、以及设有所述高速信号过孔焊盘和所述接地过孔焊盘的后端焊接区；
- [0017] 所述辅助导电孔包括位于所述焊接区的一个、两个或更多个第二导电孔；所述第二导电孔与所述高速信号过孔焊盘之间的距离小于所述接地过孔焊盘与所述高速信号过孔焊盘之间的距离。
- [0018] 作为一实施方式的进一步改进，所述高速信号线的末端的一侧或两侧设置有所述第二导电孔。

- [0019] 作为一实施方式的进一步改进，多个所述第二导电孔围绕所述高速信号过孔焊盘分布，所述辅助接地参考围绕所述高速信号过孔焊盘从所述高速信号线的一侧延伸至另一侧。
- [0020] 作为一实施方式的进一步改进，所述第二导电孔的中心具有中空孔腔。
- [0021] 作为一实施方式的进一步改进，所述第二导电孔设置为圆形，且其中心孔腔的直径不小于0.1mm；或者，
- [0022] 所述第二导电孔设置为椭圆形或腰形，其长轴大致上与相近的高速信号线或者与相近的高速信号过孔焊盘的切线相平行，且其中心孔腔的短轴不小于0.1mm。
- [0023] 作为一实施方式的进一步改进，所述接地过孔焊盘相较于所述高速信号过孔焊盘更靠近所述柔性电路板的金手指区。
- [0024] 作为一实施方式的进一步改进，所述柔性电路板还包括覆盖所述顶金属层的顶绝缘覆膜，以及/或者，覆盖所述底金属层的底绝缘覆膜；
- [0025] 在所述焊接区，所述底绝缘覆膜具有开窗以裸露所述第二导电孔。
- [0026] 为实现上述目的，一实施方式提供了一种光收/发组件，光收/发组件包括柔性电路板，柔性电路板包括于厚度方向依次层叠的顶金属层、基板和底金属层，所述底金属层形成有接地区，所述顶金属层形成有高速信号线；
- [0027] 所述高速信号线的末端设置有高速信号过孔焊盘；
- [0028] 所述顶金属层还形成有位于所述高速信号线周围的辅助接地参考，所述辅助接地参考通过辅助导电孔电连接于所述接地区，所述辅助接地参考和/或所述接地区设置有接地过孔焊盘；
- [0029] 光收/发组件还包括光器件，光器件包括密封壳体 and 位于所述密封壳体内部的光发射元件或光接收元件，所述密封壳体的接地底座凸伸有高速引脚和接地引脚；所述高速引脚、所述接地引脚分别从所述柔性电路板的底面一侧插置并焊接于所述高速信号过孔焊盘、所述接地过孔焊盘。
- [0030] 作为一实施方式的进一步改进，所述柔性电路板具有金手指区、以及设有所述高速信号过孔焊盘和所述接地过孔焊盘的焊接区；
- [0031] 所述辅助导电孔包括位于所述焊接区的一个、两个或更多个第二导电孔；

- [0032] 所述光收/发组件还包括自所述第二导电孔溢散至所述密封壳体的接地底座与所述接地区之间的焊锡结构，所述焊锡结构将所述密封壳体的接地底座与所述接地区电连接。
- [0033] 作为一实施方式的进一步改进，所述接地引脚的底端设置有凸出于所述接地底座的凸台。
- [0034] 作为一实施方式的进一步改进，所述密封壳体内部还可以容纳有温控器，该温控器固定安装于所述密封壳体的接地底座并导热连接所述光发射元件或光接收元件。
- [0035] 为实现上述目的，一实施方式提供了一种光模块，其包括所述光收/发组件。
- [0036] 作为一实施方式的进一步改进，所述柔性电路板具有金手指区、以及与所述光收/发组件相连接的焊接区；
- [0037] 所述光模块还包括与所述金手指区电连接的印刷电路板；
- [0038] 所述柔性电路板具有靠近所述焊接区的弯曲形变位置，所述接地过孔焊盘相较于所述高速信号过孔焊盘更靠近所述弯曲形变位置。
- [0039] 为实现上述目的，一实施方式提供了一种柔性电路板与光器件的连接方法，其特征在于，包括：
- [0040] 提供柔性电路板；所述柔性电路板包括于厚度方向依次层叠的顶金属层、基板和接地区，所述顶金属层形成有高速信号线和位于所述高速信号线周围的辅助接地参考，所述辅助接地参考通过辅助导电孔电连接于所述接地区，所述柔性电路板还设置有高速信号过孔焊盘以及接地过孔焊盘；
- [0041] 在所述辅助导电孔中加入锡焊料；
- [0042] 将光器件的高速引脚、接地引脚分别自柔性电路板的接地区一侧插置于所述高速信号过孔焊盘、所述接地过孔焊盘中；
- [0043] 将所述锡焊料进行加热熔融，锡焊料将接地区和光器件壳体的接地底座电连接。
- [0044] 为实现上述目的，一实施方式提供了一种柔性电路板与光器件的连接方法，其特征在于，包括：

- [0045] 提供柔性电路板；所述柔性电路板包括于厚度方向依次层叠的高速信号线、基板和接地区，并具有辅助导电孔、高速信号过孔焊盘以及接地过孔焊盘，所述辅助导电孔与所述高速信号过孔焊盘之间的距离小于所述接地过孔焊盘与所述高速信号过孔焊盘之间的距离；
- [0046] 在所述辅助导电孔中加入锡焊料；
- [0047] 将光器件的高速引脚、接地引脚分别自柔性电路板的接地区一侧插置于所述高速信号过孔焊盘、所述接地过孔焊盘中；
- [0048] 将所述锡焊料进行加热熔融，锡焊料将接地区和光器件壳体的接地底座电连接。
- [0049] 与现有技术相比，本发明的有益效果至少在于：通过在基板的顶面一侧，在高速信号线的周围设置辅助接地参考，并且将辅助接地参考与基板底面一侧的接地区通过辅助导电孔进行电连接，从而保证了高速链路周围的充分接地，形成了共面波导，提升了阻抗的稳定性，消除阻抗突变带来的不稳定现象，进而提升带宽，改善整个模块的可靠性。

附图说明

- [0050] 图1是本发明一实施方式中的柔性电路板的底面的正视图；
- [0051] 图2是本发明一实施方式中的柔性电路板的顶面的正视图；
- [0052] 图3是沿图2中C-C线的局部剖面视图；
- [0053] 图4是图2中虚线A区域的局部放大图；
- [0054] 图5是本发明一实施方式中的光器件的结构示意图。

具体实施方式

- [0055] 以下将结合附图所示的具体实施方式对本发明进行详细描述。但这些实施方式并不限制本发明，本领域的普通技术人员根据这些实施方式所做出的结构、方法、或功能上的变换均包含在本发明的保护范围内。
- [0056] 参看图1至图4，本发明一实施方式提供一种柔性电路板100。
- [0057] 该柔性电路板100的至少一部分区域（例如后面所述的中部区100b）可以于厚度方向弯曲形变。例如，参图1，柔性电路板100大致可以分成金手指区100a、焊

接区100c、以及连接金手指区100a和焊接区100c的中部区100b；其焊接区100c可以与外部构件（例如后文所述的光器件600，标号参图5）进行焊接电连接，金手指区100a可以与另一外部构件（例如印刷电路板）进行电连接，而中部区100b可以进行弯曲形变以实现两个所述外部构件（例如印刷电路板、光器件600）的整体位置布局。

[0058] 从结构上来讲，柔性电路板100包括于厚度方向依次层叠的顶金属层（例如图3中标号22、21所指示的一层）、基板10和底金属层（例如图3中标号30所指示的一层）。

[0059] 其中，基板10为柔性电路板100的支撑结构层，其具体可以设置为单层板结构或多层板结构。本实施例的图3中，基板10示例为单层的绝缘板，材质为液晶聚合物、聚亚酰胺、聚丙烯或铁氟龙；当然，基板10也可以为包括至少两层绝缘板的多层板，每层绝缘板的材质为液晶聚合物、聚亚酰胺、聚丙烯或铁氟龙，且相邻两层绝缘板之间可以通过接着剂（如热固胶）粘结固定或者夹持有内层线路。基板10的这些变形实施方式均未脱离本发明记忆宗旨，而可见的，基板10设置为单层绝缘板即可达成本申请的发明目的，无需复杂的多层板结构，制造成本低。

[0060] 所述顶金属层和所述底金属层分别覆盖于基板10在厚度方向上的相对两表面，二者形成有导电图案以实现柔性电路板100的电气功能。在一具体实施例中，所述顶金属层和所述底金属层可以分别设置为铜层。也即柔性电路板100为双面覆铜结构。

[0061] 参图1，所述底金属层形成有接地区30，具体可以通过蚀刻工艺加工出接地区30。接地区30设置有位于焊接区100c的接地过孔焊盘302、提供电源的电源过孔焊盘及其它一些过孔焊盘，该接地过孔焊盘302也即中心具有过孔的焊盘结构，其可以供外部构件的接地引脚（例如图5中光器件600的接地引脚63）插置其中并与之进行焊接电连接，从而实现柔性电路板100与外部构件之间接地。

[0062] 参图2，所述顶金属层形成有高速信号线21。

[0063] 高速信号线21具有位于柔性电路板100的两端（该两端比如金手指区100a、焊接区100c）、并且与外部引脚相电性连接的电连接端。其中，在柔性电路板100

的两端其中之一处的所述电连接端（比如在焊接区100c处的电连接端）设置为高速信号过孔焊盘211，该高速信号过孔焊盘211也即中心具有过孔的焊盘结构，其可以供外部构件的高速引脚（例如图5中光器件600的高速引脚62）插置其中并与之进行焊接电连接，从而实现柔性电路板100与外部构件之间建立高速信号通道。

[0064] 如背景技术所提，由于高速信号线21和接地区30分布在基板10的两侧，两者相隔太远，若仅依靠高速信号线21和接地区30与外部构件进行电连接并建立高速链路，则会导致高速链路周围GND参考缺失，阻抗会出现突变而不稳定，带宽下降，进而影响整个模块的可靠性。

[0065] 为了解决这一技术问题，本申请中，继续参图2，所述顶金属层除了形成有高速信号线21之外，还进一步形成有辅助接地参考22。辅助接地参考22位于高速信号线21周围，辅助接地参考22与高速信号线21临近并与接地区30层叠设置，并且，辅助接地参考22通过辅助导电孔221电连接于接地区30。如此，通过在基板10的顶面一侧，在高速信号线21的周围设置辅助接地参考22，并且将辅助接地参考22与基板10底面一侧的接地区30通过辅助导电孔221进行电连接，从而保证了高速链路周围的充分接地参考，形成了共面波导，提升了阻抗的稳定性，消除阻抗突变带来的不稳定现象，进而提升带宽，改善整个模块的可靠性。

[0066] 当然，所述顶金属层还可以形成有其它信号线，比如提供电源的电源信号线及其它。

[0067] 其中，所述的辅助导电孔221，沿厚度方向导通基板10并将辅助接地参考22和接地区30电连接。具体地，参图3可见，辅助导电孔221可以设置为内壁具有镀金层2210的孔结构。当然，辅助导电孔221的导电功能并不局限于通过镀金层2210予以实现，也可以通过在过孔结构中填充其它导电材料来实现。

[0068] 进一步地，本实施例中，辅助接地参考22也设置有位于焊接区100c的接地过孔焊盘222，其可以供外部构件的接地引脚（例如图5中光器件600的接地引脚63）插置其中并与之进行焊接电连接，从而实现柔性电路板100与外部构件之间接地。

- [0069] 其中，附图中可见，本实施例的辅助接地参考22的接地过孔焊盘222与接地区30的接地过孔焊盘302共用同一个过孔。也即，本实施例采用双面接地焊盘结构来与外部构件的一个接地引脚进行配接。换个角度讲，通过一个过孔连通辅助接地参考22和接地区30、并且辅助接地参考22围绕该过孔形成接地过孔焊盘222、以及接地区30围绕该过孔形成接地过孔焊盘302。当然，在变化实施例中，也可以采用单面接地焊盘结构来与外部构件的一个接地引脚进行配接，例如，仅辅助接地参考22设置接地过孔焊盘222而省略接地区30的接地过孔焊盘302，或者反过来，仅接地区30设置接地过孔焊盘302而省略辅助接地参考22的接地过孔焊盘222。
- [0070] 如前所述，柔性电路板100具有位于其一端的金手指区100a和位于其另一端的焊接区100c，在本申请中，为了便于说明和理解，以柔性电路板100展平状态时（即非弯曲变形状态）金手指区100a和焊接区100c的相对位置限定前后方向，焊接区100c相对于金手指区100a定义出方向“后”，反之金手指区100a相对于焊接区100c定义出方向“前”。如此，柔性电路板100的前端为金手指区100a，后端为焊接区100c。
- [0071] 如前文所述，对于高速信号线21而言，在柔性电路板100的两端其中另一处的所述电连接端（比如在金手指区100a处的电连接端），设置为金手指端子，在柔性电路板100与外部构件（例如印刷电路板）进行电连接时，高速信号线21的该金手指端子与该外部构件（例如印刷电路板）建立高速信号通道；并且结合前面所述，高速信号线21的高速信号过孔焊盘211位于焊接区100c，并与另一外部构件（例如光器件）建立高速信号通道。如此，高速信号线21从金手指区100a向后经过中部区100b延伸至焊接区100c，从而形成高速链路。
- [0072] 辅助接地参考22跟随高速信号线21从金手指区100a延伸至焊接区100c，可见其至少分布在中部区100b并位于高速信号线21的侧方。在此前常规的柔性电路板中，中部区100b的高速信号线21距离参考地非常远，存在带宽低的问题，而本实施例中，通过在中部区100b布置辅助接地参考22，如此，使得高速信号线21位于中部区100b的部分可以离辅助接地参考22非常近，从而形成充分的接地参考，进一步保证共面波导，提升阻抗的稳定性，进而保证带宽。

- [0073] 进一步的，参图2，辅助接地参考22自金手指区100a经由中部区100b持续延伸至焊接区100c，如此，辅助接地参考22在前后方向上的持续跨度大，至少从前到后跨越了中部区100b，从而保证高速信号线21在前后方向尽可能的更多区域都可以近距离靠近参考地。
- [0074] 辅助导电孔221包括位于中部区100b的第一导电孔221(a)。如此，中部区100b的辅助接地参考22除了通过前文所述的接地过孔焊盘222接地之外，还可以通过第一导电孔221(a)，使得中部区100b的辅助接地参考22直接沿厚度方向电连接于柔性电路板100底面的接地区30而实现接地，保证中部区100b的辅助接地参考22的充分接地，利于阻抗的稳定性，提升带宽。
- [0075] 其中，第一导电孔221(a)的数量可以设置为一个、两个或更多个。在图中示例为多个，在该实施例中，当数量越多时，接地越充分，阻抗的稳定性越强。
- [0076] 在中部区100b的前端处前后相邻两个第一导电孔221(a)的间距H1，小于在中部区100b的后端处前后相邻两个第一导电孔221(a)的间距H2。如此，在中部区100b的前端处的第一导电孔排布更紧密，而在中部区100b的后端处的第一导电孔排布相对稀疏，从而在使得接地更充分、阻抗稳定性更强的同时，避免中部区100b的后端处硬度增大而影响到柔性电路板100的弯折性能。
- [0077] 进一步地，高速信号线21的相对两侧均设置有辅助接地参考22以及第一导电孔221(a)。如此，辅助接地参考22对高速信号线21从两侧呈夹持之势，并且，每一侧的辅助接地参考22都可以通过所在侧的第一导电孔221(a)就近电连接于底面的接地区30，从而使得接地更充分，保证信号参考地的完整性，形成更优益的共面波导，阻抗稳定性更强，进而使得带宽大幅度提升。
- [0078] 在本实施例中，至少部分第一导电孔221(a)在高速信号线21的相对两侧对称分布。例如，如图所示，两个第一导电孔221(a)在前后方向上与金手指区100a的距离基本一致，并且这两个第一导电孔221(a)分别位于高速信号线21的相对两侧。其中，第一导电孔221(a)在前后方向上与金手指区100a的距离，可以是第一导电孔221(a)的内壁的镀金层2210（或所述的其它导电材料）的外边沿至金手指区100a的最小距离。

- [0079] 各个第一导电孔221(a)到高速信号线21的最小距离基本相一致，这样可以获得更优的阻抗稳定性。其中，此处的“最小距离”可以由第一导电孔221(a)的内壁的镀金层2210（或所述的其它导电材料）的外边沿与高速信号线21的最小间距限定而出。
- [0080] 再者，如图所示，第一导电孔221(a)的形状设置为圆形，当然，本申请不限于此，还可以设置为椭圆形、腰形、多边形或者其它异形，这些形状变化均未脱离本申请的技艺宗旨。
- [0081] 另外，参图3中，第一导电孔221(a)示例为中心具有中空孔腔，也即镀金层2210（或所述的其它导电材料）未完全填满第一导电孔221(a)。而可以理解的是，本申请中第一导电孔221(a)也可以中心无中空孔腔而完全填满镀金层2210（或所述的其它导电材料），这些变化并未脱离本申请技艺宗旨。
- [0082] 在一实施方式中，辅助导电孔221包括位于焊接区100c的第二导电孔221(b)。如此，在高速信号过孔焊盘211周围形成更充分的参考地，进而在高速信号过孔焊盘211与外部构件的高速引脚（例如光器件600的高速引脚62）进行电连接之后，该外部构件的高速引脚周围也相应形成更充分的参考地，由此降低了阻抗的突变，同时还降低电磁场的泄漏，提升了链路带宽、降低了EMI的辐射、减少了信号串扰（例如柔性电路板100应用于光模块时，减少收发信号之间的串扰）。
- [0083] 其中，鉴于辅助导电孔221沿厚度方向电连接辅助接地参考22和底面的接地地区30，因此，第二导电孔221(b)也是沿厚度方向电连接辅助接地参考22和底面的接地地区30；而第二导电孔221(b)如前所述位于柔性电路板100的焊接区100c，因而，辅助接地参考22也相应分布在柔性电路板100的焊接区100c。
- [0084] 进一步地，第二导电孔221(b)与高速信号过孔焊盘211之间的距离小于接地过孔焊盘222（以及接地过孔焊盘302）与高速信号过孔焊盘211之间的距离。也就是说，第二导电孔221(b)离高速信号过孔焊盘211更近。由此使得高速回流地更短，进一步降低阻抗的突变，提升了链路带宽。
- [0085] 其中，第二导电孔221(b)与高速信号过孔焊盘211之间的所述距离，由二者之间的最小距离所限定，例如，第二导电孔221(b)的内壁的镀金层2210（或所述的其它导电材料）的外边沿与高速信号过孔焊盘211之间的距离即为两者之间的最小

距离；类似的，接地过孔焊盘222（以及接地过孔焊盘302）与高速信号过孔焊盘211之间的所述距离，由二者之间的最小距离所限定。

[0086] 第二导电孔221(b)的数量具体可以设置为一个、两个或更多个。

[0087] 在该实施例中，第二导电孔221(b)设置为多个，且这些第二导电孔221(b)围绕高速信号过孔焊盘211分布，相应的，辅助接地参考22围绕高速信号过孔焊盘211从高速信号线21的一侧延伸至另一侧，如此，可以对高速信号过孔焊盘211（以及插置于其中的高速引脚）形成包围，进一步地降低了阻抗的突变，同时还降低电磁场的泄漏，提升了链路带宽、降低了EMI的辐射、减少了信号串扰（例如柔性电路板100应用于光模块时，减少收发信号之间的串扰）。

[0088] 例如图4中所示，第二导电孔221(b)的数目设置为6个，分别区别标示为第二导电孔221(b)-1、221(b)-2、221(b)-3、221(b)-4、221(b)-5、221(b)-6。其中，第二导电孔221(b)-1、221(b)-2位于高速信号线21的末端210的两侧；第二导电孔221(b)-5、221(b)-4则位于高速信号过孔焊盘211远离高速信号线21的末端210的一侧；第二导电孔221(b)-3位于第二导电孔221(b)-4和第二导电孔221(b)-2之间，第二导电孔221(b)-6位于第二导电孔221(b)-1和第二导电孔221(b)-5之间。当然，如前文所述，在相较于附图示例而较劣的实施例中，可以减少第二导电孔221(b)的数量，例如，仅设置第二导电孔221(b)-1，或者仅设置第二导电孔221(b)-1、221(b)-2；当然，也可以相较于附图示例进一步增加第二导电孔221(b)的数量，以提升参考地包围效果。

[0089] 进一步地，第二导电孔221(b)的中心具有中空孔腔。如此，通过设置改中空孔腔，在柔性电路板100与外部构件（例如光器件600）进行组装连接时，通过该中空孔腔可以进行预加焊锡，并通过该焊锡实现第二导电孔221(b)、辅助接地参考22、接地区30与外部构件（例如光器件600）之间的充分连接，避免组装间隙所引起的寄生电容问题，大大提升带宽。

[0090] 在本实施例中，如附图，第二导电孔221(b)的形状可以设置为腰形或者椭圆形，其长轴大致上与相近的高速信号线21或者与相近的高速信号过孔焊盘211的切线相平行。例如，第二导电孔221(b)-1、221(b)-2与高速信号线21的末端210相近，二者的长轴均大致平行于高速信号线21的末端210；第二导电孔221(b)-5

与高速信号过孔焊盘211相近，其长轴大致平行于高速信号过孔焊盘211的切线T5，类似的，第二导电孔221(b)-3、221(b)-4、221(b)-6的长轴各自大致平行于高速信号过孔焊盘211的切线T3、T4、T6。如此，既可以避免第二导电孔221(b)在远离高速信号线21或高速信号过孔焊盘211的方向上尺寸过大而造成短路，也可以增加参考地的包围效果，降低阻抗突变，提升带宽。

[0091] 当然，本申请不限于此，第二导电孔221(b)还可以设置为圆形，这些形状变化均未脱离本申请的技艺宗旨。

[0092] 其中，如图所示，第二导电孔221(b)设置为腰形或者椭圆形时，其中空孔腔的短轴W不小于0.1mm；若变化实施为圆形时，其中空孔腔的直径不小于0.1mm。如此，可以保证在组装连接时焊锡的添加量以及充分流动能力，进而保证连接效果，例如提升带宽。

[0093] 进一步地，接地过孔焊盘222、接地过孔焊盘302相较于高速信号过孔焊盘211更靠近柔性电路板100的金手指区100a。也就是说，接地过孔焊盘222、接地过孔焊盘302相对靠前，而高速信号过孔焊盘211相对靠后。这样，在柔性电路板100应用时（例如后文所述应用于光模块中时），其中部区100b发生弯曲形变，接地过孔焊盘222、接地过孔焊盘302可以更靠近弯曲形变位置，而高速信号过孔焊盘211相对地远离弯曲形变位置，从而避免高速信号过孔焊盘211处发生功能线路折断（例如插置于该处的高速引脚不会断裂），而即使接地过孔焊盘222、接地过孔焊盘302处发生折断（例如插置于该处的接地引脚发生断裂），鉴于第二导电孔221(b)的设置，依然可以保证柔性电路板100与外部构件（例如光器件600）之间的充分接地，提升可靠性。

[0094] 另外，参图1和图3，柔性电路板100还包括覆盖所述顶金属层的顶绝缘覆膜40以及/或者覆盖所述底金属层的底绝缘覆膜50，二者可以对柔性电路板100的顶金属层和底金属层起到绝缘防护的作用。

[0095] 在本实施例中，在焊接区100c，底绝缘覆膜50具有开窗以裸露第二导电孔221(b)，这样，可以保证在柔性电路板100与外部构件进行组装连接时，第二导电孔221(b)处可以和外部构件进行充分接地。其中，所述开窗可参图1中虚线50A所围成的区域（图中该区域打斜划线以示意），而在虚线50A以外的区域则是底

绝缘覆膜50（为了展示所述底金属层的结构，在图1中将底绝缘覆膜50透明化处理）。

[0096] 另外，所述开窗还裸露了高速信号过孔焊盘211的中心过孔，以便于后续组装时高速引脚插置于高速信号过孔焊盘211中；并且，所述开窗还裸露了接地过孔焊盘302，以便于后续组装时接地引脚插置于接地过孔焊盘302中并与之焊接连接。

[0097] 结合上述，本实施例中，辅助接地参考22自金手指区100a向后持续延伸至焊接区100c，并且自高速信号线21的一侧围绕高速信号过孔焊盘211持续延伸至高速信号线21的另一侧。如此，对高速信号线21及高速信号过孔焊盘211呈包围状，从而提升信号参考地的完整性，利于带宽提升。

[0098] 接下来，本发明一实施方式还提供一种光收/发组件，参图1至图4，结合图5，该光收/发组件包括前文所述的柔性电路板100以及与该柔性电路板100组装连接的光器件600。

细则 91,  
22.07.2024

[0099] 其中，光器件600包括密封壳体61和位于该密封壳体61内的光电元件。密封壳体61的接地底座610凸伸有高速引脚62和接地引脚63。

[0100] 高速引脚62从柔性电路板100的底面一侧插置并焊接于柔性电路板100的高速信号过孔焊盘211，也即，接地底座610位于柔性电路板100的底面一侧，且高速引脚62插置于高速信号过孔焊盘211的过孔内并与该焊盘焊接电连接，焊接方式具体例如是在柔性电路板100的正面一侧锡焊的方式。由此实现高速引脚62与柔性电路板100的固定连接，并在高速引脚62和高速信号过孔焊盘211之间形成高速信号通道的电连接。

[0101] 接地引脚62则是从柔性电路板100的底面一侧插置并焊接于柔性电路板100的接地过孔焊盘，在附图实施例中，如前文所述，辅助接地参考22的接地过孔焊盘222与接地区30的接地过孔焊盘302共用同一个过孔，如此，接地引脚62插置并焊接于接地过孔焊盘222（同时也是插置并焊接于接地过孔焊盘302），焊接方式具体例如是在柔性电路板100的正面一侧向所述接地过孔焊盘内加锡焊料并加热焊接的方式。当然，如前面所述的变化实施例中，若接地过孔焊盘222和接地过孔

焊盘302仅保留其中之一而省略其中另一个，则接地引脚62与该保留的接地过孔焊盘进行插置并焊接。

- [0102] 以上，所述的光收/发组件，其柔性电路板100通过在基板10的顶面一侧，在高速信号线21的周围设置辅助接地参考22，并且将辅助接地参考22与基板10底面一侧的接地区30通过辅助导电孔221进行电连接，在从光器件600的高速引脚62、经由高速信号过孔焊盘211至柔性电路板100的高速信号线21所形成的高速链路的周围，具有充分的参考地，并形成了共面波导，提升了阻抗的稳定性，消除阻抗突变带来的不稳定现象，进而提升带宽，改善可靠性。
- [0103] 其中，光器件600设置为同轴密封光器件，本领域通常可以称之为TO-CAN。其密封壳体61的接地底座610设置为导电金属座结构；该接地底座610及其负载的各个引脚（包括高速引脚62和接地引脚63）作为光器件600的电连接端子以与柔性电路板100进行电学连通；而密封壳体61的与接地底座610相对设置的另一侧形成有光口，光器件600内部的光路通过该光口与外界实现光学连通。
- [0104] 所述光收/发组件具体可以设置为光发射组件，相应的，光器件600设置为光发射器件，其内部的所述元件设置为激光芯片（LD），该激光芯片用于将高速引脚62从柔性电路板100所接收来的电信号转换为光信号，该光信号可通过所述光口发射出光器件600外。或者，所述光收/发组件具体也可以设置为光接收组件，相应的，光器件600设置为光接收器件，其内部的所述元件设置为光探测芯片（PD），该光探测芯片用于将所述光口接收到的光信号转换为电信号，并且该电信号通过高速引脚62传输至柔性电路板100。
- [0105] 另外，在该密封壳体61内部还可以容纳有光学构件，所述光学构件位于所述元件与所述光口之间的光路中，光学构件的具体设置以本领域已知的可行方式实施，在此不再赘述。
- [0106] 进一步地，如前文所述，柔性电路板100的辅助导电孔221包括位于焊接区100c的一个、两个或更多个第二导电孔221(b)；所述光收/发组件还包括焊锡结构，所述焊锡结构自第二导电孔221(b)溢散至密封壳体61的接地底座610与柔性电路板100的接地区30之间，并且，所述焊锡结构将接地底座610与接地区30电连接。由此，通过该第二导电孔221(b)的设置，使得经由第二导电孔221(b)来形成所述

焊锡结构，进而相较于常规技术可以在高速引脚62周围形成更充分的参考地，降低了阻抗的突变，提升了链路带宽。另外还可以避免信号劣化和短路问题，具体地：一方面，在常规技术中，柔性电路板100和光器件600之间仅通过接地过孔焊盘222、302与接地引脚63之间焊接连接，例如接地引脚63插置于接地过孔焊盘222、302中，在柔性电路板100正面一侧加锡焊料并加热以实现焊接，所加的锡焊料需要穿过接地过孔焊盘222、302的内壁与接地引脚63之间的间隙流动到柔性电路板100的底面一侧，然而，这一过程极容易出现透锡不充分（即，锡焊料无法充分流动到柔性电路板100的底面一侧），从而导致信号劣化，而本实施例中，经由第二导电孔221(b)来形成所述焊锡结构来实现充分接地，即使接地引脚63处透锡不充分，也可以避免信号劣化问题，保证高速引脚62周围阻抗的稳定性，提升了链路带宽；再一方面，在常规技术中，为了避免前述透锡不充分的问题，有时会将接地过孔焊盘222、302的过孔尺寸增大，以增加接地过孔焊盘222、302的内壁与接地引脚63之间的间隙，而这样就极易导致接地引脚63与其它功能引脚（例如高速引脚62）之间发生溢锡短路，而本实施例中，在经由第二导电孔221(b)来形成所述焊锡结构来实现充分接地的情况下，无需将接地过孔焊盘222、302的过孔尺寸增大，避免溢锡短路问题。

[0107] 进一步地，光器件600的接地引脚63的底端设置有凸出于接地底座610的凸台631。通常，该凸台631大于接地过孔焊盘222、302的过孔尺寸，会导致柔性电路板100的接地区30无法充分贴合接地底座610而形成GAP寄生电容，产生谐振，造成带宽下降，而本实施例中，通过自第二导电孔221(b)溢散至密封壳体61的接地底座610与柔性电路板100的接地区30之间的所述焊锡结构，实现充分接地互连，可以消除GAP寄生电容，大大提升了带宽，而且还不会增加成本，更无需为消除GAP寄生电容而将接地过孔焊盘222、302的过孔尺寸增大（例如，增大至可供凸台631穿过），进而避免由于该种尺寸增大的设计所导致的溢锡短路风险。

[0108] 另外，光器件600的密封壳体61内部还可以容纳有温控器（TEC），该温控器可以固定安装于密封壳体61的接地底座610并导热连接所述元件（尤其是激光芯片），以对所述元件进行温控，保证所述元件在适宜温度下工作。而在设置所述温控器的实施例中，通过设置第二导电孔221(b)及所述焊锡结构，在保证充分

接地的情况下，还可以避免常规技术中为了保证充分接地而长时间高温加热所造成的温控器损毁，提升温控器的使用寿命。

[0109] 接下来，本发明一实施方式还提供了一种柔性电路板与光器件的连接方法，例如用于连接前文所述的柔性电路板100以及光器件600。下面对所述连接方法结合附图1至5予以介绍，而柔性电路板100和光器件600的具体结构可参前文描述，不再赘述。

[0110] 所述连接方法包括以下步骤：

[0111] 提供柔性电路板100和光器件600；

[0112] 在辅助导电孔221中加入锡焊料；

[0113] 将光器件600的高速引脚62和接地引脚63分别自柔性电路板100的接地区30一侧插置于高速信号过孔焊盘211和接地过孔焊盘222、302中；

[0114] 将所述锡焊料进行加热熔融，锡焊料将接地区30和接地底座610电连接。

[0115] 如此，通过柔性电路板100设置辅助导电孔221（具体例如前文所述的第二导电孔221(b)），通过在该辅助导电孔221中预加锡焊料，通过加热使得这部分锡焊料熔融而形成出将接地区30和接地底座610电连接的所述焊锡结构，进而，进而相较于常规技术可以在高速引脚62周围形成更充分的参考地，降低了阻抗的突变，在不增加成本的情况下，还可以避免信号劣化、短路、GAP寄生电容以及温控器受热损毁等问题，大大提升了链路带宽，保证了整体的稳定性和可靠性。

[0116] 其中，步骤“在辅助导电孔221中加入锡焊料”中，锡焊料可以自柔性电路板100的底面一侧加入辅助导电孔221中；而步骤“将所述锡焊料进行加热熔融”中，可以于柔性电路板100的顶面一侧对所述锡焊料加热。这样，方便易操作。

[0117] 进一步地，所述连接方法还包括：

[0118] 在步骤“将光器件600的高速引脚62和接地引脚63分别自柔性电路板100的接地区30一侧插置于高速信号过孔焊盘211和接地过孔焊盘222、302中”之后，自柔性电路板100的顶面一侧向高速信号过孔焊盘211和接地过孔焊盘222、302中加焊

锡，以使得高速引脚62焊接于高速信号过孔焊盘211、接地引脚63焊接于接地过孔焊盘222、302中。

[0119] 另外，可以理解的，步骤“在辅助导电孔221中加入锡焊料”中，所加锡焊料的量，以能够保证所得焊锡结构充分连接接地区30和接地底座610、并尽可能靠近高速引脚62而不会接触高速引脚62（也即不会造成短路）为执行准则。

[0120] 接下来，本发明一实施方式还提供一种光模块，所述光模块包括前文所述的光收/发组件，相应的，也即包括了前文所述的柔性电路板100，该柔性电路板100与光器件600的连接结构也可以如前文所述。相较于现有技术，所述光模块相应也具有前文所提到的各种有益效果，不再赘述。

[0121] 进一步地，所述光模块还包括与柔性电路板100的金手指区100a电连接的印刷电路板（PCBA）。具体例如，所述印刷电路板与金手指去100a的高速信号线21实现电连接以形成高速信号通道，所述印刷电路板与金手指去100a的接地区30以及/或者辅助接地参考22实现电连接以形成接地。如此，可以建立从印刷电路板经柔性电路板100至光器件600的高速链路和回流地，而结合前文可知，本实施例的光模块的高速链路的阻抗稳定性强，带宽大大提高，光模块整体的可靠性强、成本低。

[0122] 进一步地，柔性电路板100在印刷电路板和光器件600之间弯曲设置，其具有靠近焊接区100c的弯曲形变位置，该弯曲形变位置大致位于中部区100b的中后段，接地过孔焊盘222、302相较于高速信号过孔焊盘211更靠近所述弯曲形变位置。从而避免高速信号过孔焊盘211处发生高速引脚62折断，而即使接地过孔焊盘222、302处的接地引脚63发生折断，鉴于第二导电孔221(b)的设置，依然可以保证柔性电路板100与光器件600之间的充分接地，提升可靠性。

[0123] 应当理解，虽然本说明书按照实施例加以描述，但并非每个实施例仅包含一个独立的技术方案，说明书的这种叙述方式仅仅是为清楚起见，本领域技术人员应当将说明书作为一个整体，各实施例中的技术方案也可以经适当组合，形成本领域技术人员可以理解的其他实施方式。

[0124] 上文所列出的一系列的详细说明仅仅是针对本发明的可行性实施方式的具体说明，它们并非用以限制本发明的保护范围，凡未脱离本发明技艺精神所作的等效实施方式或变更均应包含在本发明的保护范围之内。

## 权利要求书

- [权利要求 1] 一种柔性电路板，包括于厚度方向依次层叠的顶金属层、基板和底金属层，所述底金属层形成有接地区，所述顶金属层形成有高速信号线；
- 所述高速信号线具有位于所述柔性电路板的一端、并且与外部高速引脚相电性连接的高速信号过孔焊盘；其特征在于，
- 所述顶金属层还形成有位于所述高速信号线周围的辅助接地参考，所述辅助接地参考与所述高速信号线临近设置，并与所述接地区层叠设置，所述辅助接地参考通过辅助导电孔电连接于所述接地区，所述辅助接地参考和/或所述接地区设置有与外部接地引脚相电性连接的接地过孔焊盘。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的柔性电路板，其特征在于，所述柔性电路板具有前端金手指区、设有所述高速信号过孔焊盘的后端焊接区、连接所述金手指区和所述焊接区的中部区；
- 所述辅助接地参考跟随所述高速信号线从所述金手指区延伸至所述焊接区。
- [权利要求 3] 根据权利要求2所述的柔性电路板，其特征在于，所述辅助导电孔包括位于所述中部区沿所述高速信号线排布的多个第一导电孔。
- [权利要求 4] 根据权利要求3所述的柔性电路板，其特征在于，所述高速信号线的相对两侧均设置有所述辅助接地参考以及所述第一导电孔。
- [权利要求 5] 根据权利要求4所述的所述的柔性电路板，其特征在于，至少部分所述第一导电孔在所述高速信号线的相对两侧对称分布。
- [权利要求 6] 根据权利要求3所述的所述的柔性电路板，其特征在于，前后相邻两个所述第一导电孔的间距，在所述中部区的前端处小于在所述中部区的后端处。
- [权利要求 7] 根据权利要求1所述的所述的柔性电路板，其特征在于，所述柔性电路板具有前端金手指区、以及设有所述高速信号过孔焊盘和所述接地过孔焊盘的后端焊接区；

- 所述辅助导电孔包括位于所述焊接区的一个、两个或更多个第二导电孔；所述第二导电孔与所述高速信号过孔焊盘之间的距离小于所述接地过孔焊盘与所述高速信号过孔焊盘之间的距离。
- [权利要求 8] 根据权利要求7所述的柔性电路板，其特征在于，所述高速信号线的末端的一侧或两侧设置有所述第二导电孔。
- [权利要求 9] 根据权利要求7所述的柔性电路板，其特征在于，多个所述第二导电孔围绕所述高速信号过孔焊盘分布，所述辅助接地参考围绕所述高速信号过孔焊盘从所述高速信号线的一侧延伸至另一侧。
- [权利要求 10] 根据权利要求7所述的柔性电路板，其特征在于，所述第二导电孔的中心具有中空孔腔。
- [权利要求 11] 根据权利要求10所述的柔性电路板，其特征在于，所述第二导电孔设置为圆形，且其中心孔腔的直径不小于0.1mm；或者，所述第二导电孔设置为椭圆形或腰形，其长轴大致上与相近的高速信号线或者与相近的高速信号过孔焊盘的切线相平行，且其中心孔腔的短轴不小于0.1mm。
- [权利要求 12] 根据权利要求7所述的所述的柔性电路板，其特征在于，所述接地过孔焊盘相较于所述高速信号过孔焊盘更靠近所述柔性电路板的金手指区。
- [权利要求 13] 根据权利要求7所述的柔性电路板，其特征在于，所述柔性电路板还包括覆盖所述顶金属层的顶绝缘覆膜，以及/或者，覆盖所述底金属层的底绝缘覆膜；  
在所述焊接区，所述底绝缘覆膜具有开窗以裸露所述第二导电孔。
- [权利要求 14] 一种光收/发组件，其特征在于，包括：  
柔性电路板，其为权利要求1至13任一项所述的柔性电路板；以及，  
光器件，其包括密封壳体 and 位于所述密封壳体内部的光发射元件或光接收元件，所述密封壳体的接地底座凸伸有高速引脚和接地引

- 脚；所述高速引脚、所述接地引脚分别从所述柔性电路板的底面一侧插置并焊接于所述高速信号过孔焊盘、所述接地过孔焊盘。
- [权利要求 15] 根据权利要求14所述的光收/发组件，其特征在于，所述柔性电路板具有金手指区、以及设有所述高速信号过孔焊盘和所述接地过孔焊盘的焊接区；
- 所述辅助导电孔包括位于所述焊接区的一个、两个或更多个第二导电孔；
- 所述光收/发组件还包括自所述第二导电孔溢散至所述密封壳体的接地底座与所述接地区之间的焊锡结构，所述焊锡结构将所述密封壳体的接地底座与所述接地区电连接。
- [权利要求 16] 根据权利要求15所述的光收/发组件，其特征在于，所述接地引脚的底端设置有凸出于所述接地底座的凸台。
- [权利要求 17] 根据权利要求15所述的光收/发组件，其特征在于，所述密封壳体内部还可以容纳有温控器，该温控器固定安装于所述密封壳体的接地底座并导热连接所述光发射元件或光接收元件。
- [权利要求 18] 一种光模块，其特征在于，包括权利要求14至17任一项所述的光收/发组件。
- [权利要求 19] 根据权利要求18所述的光模块，其特征在于，所述柔性电路板具有金手指区、以及与所述光收/发组件相连接的焊接区；
- 所述光模块还包括与所述金手指区电连接的印刷电路板；
- 所述柔性电路板具有靠近所述焊接区的弯曲形变位置，所述接地过孔焊盘相较于所述高速信号过孔焊盘更靠近所述弯曲形变位置。
- [权利要求 20] 一种柔性电路板与光器件的连接方法，其特征在于，包括：
- 提供柔性电路板；所述柔性电路板包括于厚度方向依次层叠的顶金属层、基板和接地区，所述顶金属层形成有高速信号线和位于所述高速信号线周围的辅助接地参考，所述辅助接地参考通过辅助导电孔电连接于所述接地区，所述柔性电路板还设置有高速信号过孔焊盘以及接地过孔焊盘；

在所述辅助导电孔中加入锡焊料；  
将光器件的高速引脚、接地引脚分别自柔性电路板的接地区一侧插置于所述高速信号过孔焊盘、所述接地过孔焊盘中；  
将所述锡焊料进行加热熔融，锡焊料将接地区和光器件壳体的接地底座电连接。

[权利要求 21]

一种柔性电路板与光器件的连接方法，其特征在于，包括：  
提供柔性电路板；所述柔性电路板包括于厚度方向依次层叠的高速信号线、基板和接地区，并具有辅助导电孔、高速信号过孔焊盘以及接地过孔焊盘，所述辅助导电孔与所述高速信号过孔焊盘之间的距离小于所述接地过孔焊盘与所述高速信号过孔焊盘之间的距离；  
在所述辅助导电孔中加入锡焊料；  
将光器件的高速引脚、接地引脚分别自柔性电路板的接地区一侧插置于所述高速信号过孔焊盘、所述接地过孔焊盘中；  
将所述锡焊料进行加热熔融，锡焊料将接地区和光器件壳体的接地底座电连接。