

说明书

发明名称: 光发射次模块和光模块

[0001] 本申请要求于2023年4月12日提交中国专利局、申请号为202320794991.X、发明名称为“光发射次模块和光模块”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] 本实用新型涉及射频光传输（Radio on Fiber，ROF）技术领域，特别涉及一种光发射次模块和光模块。

背景技术

[0003] 近年来，射频光传输（Radio on Fiber，ROF）技术在5G无线小站中的应用日趋热门，通过ROF技术可以实现多个基站（Base Station，BS）共享中心站（Central Station，CS）信息及控制资源的目的，从而大大缩减能源消耗及运营成本。目前一种较好的实现方式是采用数字光模块的封装形态来实现模拟光模块的功能，除了射频部分的性能参数外，其他数字光模块相关的参数有现成协议参考，提高了ROF技术与传统光通信的兼容性。但是传统模拟光的技术封装在数字光模块中，会受到带宽及封装尺寸的限制，而无法满足ROF的实际需求。

实用新型内容

[0004] 本实用新型的目的在于提供一种光发射次模块和光模块，用以优化ROF的电口反射，提高射频信号传输性能。

[0005] 本实用新型的目的采用以下技术方案实现：

[0006] 根据本实用新型的一方面，提供一种光发射次模块，包括：

[0007] 芯柱，具有相对设置的第一承载面和第二承载面，所述芯柱上连接有射频信号接入引脚和偏置信号接入引脚；

[0008] 副管柱，所述副管柱凸设于所述芯柱的所述第一承载面，所述副管柱具有第三承载面；

- [0009] 第一基板，位于所述第三承载面上，其中，所述第一基板上设置有第一导电图案层、光发射芯片和匹配电阻，所述第一导电图案层包括射频信号传输线、第一焊盘和第二焊盘，所述光发射芯片分别与所述第一焊盘和第二焊盘电连接，第二焊盘为接地焊盘，所述匹配电阻分别电连接所述射频信号传输线和所述第一焊盘；所述匹配电阻及第一焊盘均临近所述光发射芯片设置；第一级偏置器件，所述第一级偏置器件的一端与所述第一焊盘电连接，所述第一级偏置器件的另一端与所述偏置信号接入引脚电连接。
- [0010] 进一步地，所述第一级偏置器件为平面螺旋电感元件。
- [0011] 进一步地所述平面螺旋电感元件由部分所述第一导电图案层形成；
- [0012] 或者，所述光发射次模块还包括第二基板，所述第二基板位于所述芯柱的所述第一承载面一侧，所述第二基板包括第二导电图案层，所述平面螺旋电感元件由部分所述第二导电图案层形成。
- [0013] 进一步地，所述平面螺旋电感元件具有预定匝数和预定线宽。
- [0014] 进一步地，位于所述平面螺旋电感元件的中心的端部通过键合引线与所述偏置信号接入引脚电连接；
- [0015] 或者，所述第一导电图案还包括偏置信号接入焊盘，位于所述平面螺旋电感元件中心的端部通过键合引线与所述偏置信号接入焊盘电连接；
- [0016] 位于所述平面螺旋电感元件外周的端部与所述第一焊盘由所述第一导电图案层直接形成相互连接的结构。
- [0017] 在一些实施方式中，还包括：
- [0018] 柔性电路板，所述柔性电路板位于所述芯柱的第二承载面的一侧，并且所述柔性电路板分别与所述射频信号接入引脚和所述偏置信号接入引脚电连接；
- [0019] 第二级偏置器件，设置于所述柔性电路板上，所述第二级偏置器件经所述柔性电路板的线路及所述偏置信号接入引脚与所述第一级偏置器件级联。
- [0020] 在一些实施方式中，所述第二级偏置器件位于所述柔性电路板背离所述芯柱一侧临近所述偏置信号接入引脚的位置。在一些实施方式中，还包括：
- [0021] 调谐电阻，所述调谐电阻与所述第一级偏置器件并联连接；其中，所述调谐电阻具有预定电阻值。

- [0022] 进一步地，所述调谐电阻的一端通过键合引线电连接至所述第一焊盘，所述调谐电阻的另一端与所述偏置信号接入引脚电连接。
- [0023] 在一些实施方式中，在所述第一基板的背离所述第一导电图案层的一侧表面设置有参考接地层，所述参考接地层上设置有镂空结构，
- [0024] 所述副管柱在所述第三承载面一侧设置有开槽；
- [0025] 其中，在所述第一基板的厚度方向上，所述平面螺旋电感元件的投影位于所述镂空结构的投影范围之内，以及位于所述开槽的投影范围之内。
- [0026] 可选地，所述副管柱和所述芯柱是一体成型的金属结构；
- [0027] 所述第三承载面与所述第一承载面之间具有夹角；
- [0028] 所述第二焊盘电连接所述参考接地层，所述参考接地层电连接所述副管柱。
- [0029] 在一些实施方式中，所述第一基板为陶瓷基板。
- [0030] 在一些实施方式中，所述第二焊盘通过多个导电过孔电连接至所述参考接地层；所述光发射芯片通过其背面的接地极电连接至所述第二焊盘上。
- [0031] 根据本实用新型的一方面，提供一种光模块，包括上述任一所述的光发射次模块，还包括模块电路板，所述模块电路板通过一柔性电路板与所述光发射次模块电连接。
- [0032] 进一步地，还包括：第三级偏置器件，所述第三级偏置器件设置在所述模块电路板上，所述柔性电路板上设有第二级偏置器件，所述第三级偏置器件电连接于所述柔性电路板和恒流源之间，偏置信号从所述恒流源依次经所述第三级偏置器件、第二级偏置器件、偏置信号接入引脚和第一级偏置器件之后传输至所述光发射芯片。
- [0033] 在一些实施方式中，还包括：滤波元件，所述滤波元件设置在所述模块电路板上的射频信号传输链路中，所述滤波元件用于阻隔所述射频信号传输链路中的直流噪声，以传输交流射频信号，所述交流射频信号经由所述柔性电路板和所述射频信号接入引脚电连接传输至所述第一基板上的射频信号传输线，并经所述匹配电阻传输至所述光发射芯片。
- [0034] 进一步地，所述滤波元件包括至少一个电容器。

[0035] 本实用新型为优化ROF的电口反射以及减少光发射次模块的封装体积提供了解决方案，其中，光发射次模块包括芯柱、副管柱以及第一基板，旨在通过在第一基板上设置有第一导电图案层、光发射芯片和匹配电阻，第一导电图案层包括射频信号传输线、第一焊盘和第二焊盘，所述光发射芯片分别与所述第一焊盘和第二焊盘电连接，所述第二焊盘为接地焊盘，所述匹配电阻分别电连接所述射频信号传输线和所述第一焊盘；并且所述匹配电阻及所述第一焊盘均临近所述光发射芯片设置。从而压缩了匹配电阻到光发射芯片之间的距离，优化了射频光传输（ROF）的电口反射，以获得最佳的阻抗匹配，从而减少了链路信号反射，优化增益平坦度，提高了射频信号传输性能；同时，也更有利于晶体管外形（Transistor-Outline，TO）的封装。

[0036] 进一步地，为提高通频带的覆盖范围和通频带频率响应的平坦度提供了解决方案，例如在第一级偏置器件上级联有第二级偏置器件和第三级偏置器件，以及在第一级偏置器件上并联有调谐电阻，利用调谐电阻来补偿第一级偏置器件和第二级偏置器件之间的反谐振，以优化频带内的增益平坦度，以及采用键合引线的方式实现高频隔离的效果，可以实现调谐与链路信号反射优化的统一。

附图说明

[0037] 为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的实施方式。

[0038] 图1为本申请实施例一提供的光发射次模块的结构示意图；

[0039] 图2为图1中提供的光发射次模块的TO封装结构示意图；

[0040] 图3为图2中提供的光发射次模块的第一基板及其封装结构示意图；

[0041] 图4为对集成有光发射次模块的TO模型及整个偏置系统级联仿真的电路结构示意图；

[0042] 图5为对集成有光发射次模块的TO模型及整个偏置系统级联仿真的结果示意图；

[0043] 图6为图1中提供的光发射次模块的发射端的柔性电路板的局部结构示意图；

- [0044] 图7为调谐电阻对光发射次模块的频率响应的影响的曲线示意图；
- [0045] 图8为调谐电阻频率响应归一化的结果示意图；
- [0046] 图9A为图1中提供的光发射次模块的第一基板的背离第一导电图案层一侧的结构；
- [0047] 图9B为图1中提供的光发射次模块的副管柱在第三承载面一侧设置有开槽的结构示意图；
- [0048] 图10为本申请实施例二提供的光模块的结构示意图；
- [0049] 图11为本申请实施例二提供的光模块的对应的频率响应曲线图。

具体实施方式

- [0050] 上述说明仅是本申请技术方案的概述，为了能够更清楚了解本申请的技术手段，而可依照说明书的内容予以实施，并且为了让本申请的上述和其他目的、特征和优点能够更明显易懂，以下特举较佳实施例，并配合附图，详细说明如下。
- [0051] 在本申请的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接或可以相互通讯；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。本文中芯片的含义可以包括裸芯片。在涉及方法步骤时，本文图示的先后顺序代表了一种示例性的方案，但不表示对先后顺序的限定。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。
- [0052] 术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本申请的描述中，“多个”的含义是至少两个，例如两个，三个等，除非另有明确具体的限定。
- [0053] 除非另有定义，本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本申请的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本申请的说明书中所使用的术语

只是为了描述具体的实施例的目的，不是旨在限制本申请。本文所使用的术语“及/或”包括一个或多个相关的所列项目的任意的和所有的组合。

[0054] 为使本申请的目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面结合附图和具体实施方式对本申请作进一步详细的说明。

实施例

[0055] 本实施例提供了一种光发射次模块100，用于将射频信号转换为光信号，并发射光信号。

[0056] 参照图1-图3，本实施例提供的光发射次模块100包括芯柱110、副管柱120以及第一基板130，芯柱110、副管柱120和第一基板130均具有良好的导热性能，副管柱120成为芯柱110与第一基板130之间的热沉。

[0057] 其中，芯柱110具有相对设置的第一承载面110a和第二承载面110b，芯柱110上连接有接地信号引脚（图未示出）、射频信号接入引脚112和偏置信号接入引脚113，芯柱110和副管柱120通过接地信号引脚接地。一般地，可以对芯柱110在其厚度方向上进行打孔以形成对应的通孔，射频信号接入引脚112和偏置信号接入引脚113可分别通过单独的通孔贯穿芯柱110，且伸出芯柱110的第一承载面110a，通孔内壁往往会设置绝缘层，以使射频信号接入引脚112与通孔之间保持绝缘，以及偏置信号接入引脚113与通孔之间保持绝缘。

[0058] 本实施例中，射频信号接入引脚112用于接入射频信号，射频信号可以包括宽带射频信号。偏置信号接入引脚113用于接入偏置信号，偏置信号可以包括偏置电流信号。

[0059] 副管柱120凸设于所述芯柱110的所述第一承载面110a，副管柱120具有第三承载面1201，其中，所述第三承载面1201与所述第一承载面110a之间具有夹角，优选地，所述第三承载面1201与所述第一承载面110a之间相互垂直。

[0060] 第一基板130位于所述第三承载面1201上，所述第一基板130上设置有第一导电图案层、光发射芯片150和匹配电阻132，所述第一导电图案层140包括射频信号传输线、第一焊盘141和第二焊盘142，所述光发射芯片150分别与所述第一焊盘141和第二焊盘142电连接，所述第二焊盘142为接地焊盘，所述匹配电阻132分别

电连接所述射频信号传输线和所述第一焊盘141，通过设置匹配电阻132降低链路阻抗突变，有利于降低链路信号的反射，优化增益平坦度。

- [0061] 在一些实施方式中，在芯柱110的第一承载面110a上还可以设置有监控探测器（Monitor PD，MPD）170，该MPD位于所述光发射芯片150的背光方向的下方，即作为所述光发射芯片150的背光探测器，用以监控所述光发射芯片150的出光情况。第三承载面1201与第一承载面110a之间相互垂直时，光发射芯片150的出光端面朝上，直接向垂直于芯柱第一承载面的方向输出光信号，光路最简化，方便与外部器件光耦合。
- [0062] 本实施例提供的光发射次模块100还包括第一级偏置器件133，所述第一级偏置器件133的一端与所述第一焊盘141电连接，所述第一级偏置器件133的另一端与所述偏置信号接入引脚113电连接。该第一焊盘141作为第一级偏置器件133和光发射芯片150的连接点，从而使得匹配电阻132的一端电连接于第一级偏置器件133和光发射芯片150的连接点，匹配电阻132的另一端与射频信号接入引脚112电连接。射频信号和偏置信号分别经所述第一焊盘141传输至所述光发射芯片150，以在所述偏置信号的作用下将射频信号转换为光信号并发射所述光信号。
- [0063] 示例性地，在一些实施方式中，所述第一级偏置器件133同所述光发射芯片150一样，均设置于所述第一基板130上。可选地，在其他实施方式中，所述第一级偏置器件133也可以设置在其他基板上，例如，与所述光发射芯片150和匹配电阻132所在的基板分离。
- [0064] 采用本实施例提供的技术方案，旨在通过在第一基板上设置有第一导电图案层、光发射芯片和匹配电阻，所述第一导电图案层包括射频信号传输线、第一焊盘和第二焊盘142，并且匹配电阻及第一焊盘均临近光发射芯片设置。从而压缩了匹配电阻到光发射芯片之间的距离，优化了射频光传输（ROF）的电口反射，以获得最佳的阻抗匹配，从而减少了链路信号反射，优化增益平坦度，提高了射频信号传输性能；同时，也更有利于晶体管外形（Transistor-Outline，TO）的封装。

- [0065] 在一些实施例中，所述副管柱120和所述芯柱110是一体成型的金属结构，所述第三承载面与所述第一承载面之间具有夹角，优选地，所述第三承载面与所述第一承载面之间相互垂直。
- [0066] 在一些实施例中，位于TO内部的第一基板130采用陶瓷基板，该陶瓷基板例如包括ALN材料，与其它陶瓷材料相比，ALN显示出较佳的导热性，使得所述第一基板130具有较佳的散热性能、插入损耗低等特点。另外，第一基板130可通过粘接或者其他方式与第三承载面1201进行固定连接。
- [0067] 示例性地，在本实施例中，所述光发射芯片150包括激光器芯片，也即激光二极管，该激光二极管的功耗相对较低，热量散发较少的直调激光器芯片，如DFB芯片等。所述光发射芯片150包括第一电极和第二电极，第一电极为激光二极管的阳极，第二电极为激光二极管的阴极。光发射芯片150还可以包括其他能够实现电转换光的激光信号发射器件。具体地，所述光发射芯片150的第一电极通过引线键合（Wire Bonding）的方式与所述第一焊盘141电连接。所述光发射芯片150的第二电极接地。示例性地，如图2所示，在所述第一基板130上设置若干导电过孔162（例如，金属化钻孔，孔内用金属填充），所述第二焊盘142通过若干导电过孔162电连接至所述第一基板130的背离所述第一导电图案层一侧的参考接地层上；并且所述光发射芯片150通过其背面的接地极（第二电极）电连接至所述第二焊盘142上。
- [0068] 具体地，在本实施例中，副管柱120可以为导热副管柱，激光器芯片工作产生的热量经第一基板130（采用陶瓷基板，导热性能良好）传导至副管柱120（热沉），经副管柱120传导到芯柱110，再由芯柱110传导光模块外壳进行散热。
- [0069] 故，采用本实施例提供的技术方案，相比于常用技术，在第一基板130与副管柱120的第三承载面1201之间不再设置额外的热电致冷器件，故不仅避免了由于热电致冷器件的存在所导致的功耗增加的问题，同时也节省了光发射次模块整体的制造成本。
- [0070] 在本实施例中，由于压缩了匹配电阻132与光发射芯片150之间的距离之后对RF-chokes（射频扼流圈）的尺寸及布局提出较高的要求，如果采用传统的磁珠电感作为第一级偏置器件，受限器件封装体积，则无法将匹配电阻132和光发射

芯片150之间的距离做足够小，同时传统磁珠电感电极采用镀锡工艺很难跟TO内部的陶瓷器件可靠的焊接在一起。

- [0071] 进一步地，采用平面螺旋电感元件作为第一级偏置器件133，将其连接到第一焊盘141，以起到阻碍来自射频信号传输链路上的RF（射频）信号的阻流器的作用，同时将偏置信号通过螺旋电感传输至光发射芯片150。通过平面螺旋电感来制作第一级偏置器件133（高频电感），能够使得匹配电阻132与光发射芯片150之间的距离做到极致，进一步地降低链路信号的反射，而且相比于传统的磁珠电感电极采用镀锡工艺很难跟TO内部的陶瓷器件可靠的焊接在一起，本实施例提供的平面螺旋电感元件易于与TO内部的陶瓷器件焊接或者集成，因此，可靠性相对较高。
- [0072] 示例性地，为了提高集成密度，可基于在第一基板130上制作形成第一导电膜层（图未示出），如镀导电金属膜层，然后对第一导电膜层进行图案化刻蚀以形成第一导电图案层，其中，部分所述第一导电图案层形成射频信号传输线、第一焊盘141和第二焊盘142，部分所述第一导电图案层形成平面螺旋电感元件以及其它打线焊盘等，也即，在所述第一基板130上设置有第一导电图案层，第一导电图案层的一部分形成所述平面螺旋电感元件。
- [0073] 可选地，在另一些实施例中，所述光发射次模块100还包括第二基板，所述第二基板位于所述芯柱110的所述第一承载面110a一侧，所述第二基板包括第二导电图案层，所述平面螺旋电感元件由部分所述第二导电图案层形成。
- [0074] 进一步地，所述平面螺旋电感元件具有预定匝数和预定线宽。例如，假设平面螺旋电感元件在由其中心朝向外部的方向上，各个螺旋电感的线宽相等，相邻两根螺旋电感之间的间隙相等，则可以根据理想电感的偏置效果进行模拟运算，得到对应的线圈匝数；或可以模拟所述平面螺旋电感元件在预定匝数的情况下，所能达到的电感值，以更好的起到阻碍来自射频信号传输线上的RF信号的阻流器的作用。
- [0075] 在本实施例中，在所述第一基板130上设置有偏置信号接入焊盘114，偏置信号接入引脚113与该偏置信号接入焊盘114导电连接。例如，金锡焊接或者引线键合的方式连接。示例性地，位于所述平面螺旋电感元件的中心的端部通过引线键

合的方式（即键合引线）与偏置信号接入焊盘114电连接，以与所述偏置信号接入引脚113电连接，在一些实施例中，位于中心的端部也可通过键合引线直接电连接至偏置信号接入引脚113，即直接在位于中心的端部与偏置信号接入引脚113之间打线。位于所述平面螺旋电感元件外周的端部由所述第一导电图案层直接形成相互连接的结构，即位于外周的端部直接与第一焊盘141相连。

[0076] 在所述第一基板130上还设置有调谐电阻135，调谐电阻135一端电连接上述偏置信号接入焊盘114，另一端电连接一打线焊盘134，该打线焊盘134与第一焊盘141之间通过打线的方式电连接，以实现调谐电阻135到第一焊盘141之间的电连接。具体地，该调谐电阻的两端分别与打线焊盘134和偏置信号接入焊盘114之间电连接。

[0077] 图4为对集成有光发射次模块的TO模型及整个偏置系统级联仿真的电路结构示意图，图5为对集成有光发射次模块的TO模型及整个偏置系统级联仿真的结果示意图。

[0078] 如图4所示，在本实施例中，光发射次模块还包括：第二级偏置器件233，所述第二级偏置器件233与所述第一级偏置器件133级联。

[0079] 表1为基于陶瓷基板在不同频率下对应的波导波长

[0080] [表1_sm_0001]

Freq	波导波长
10G	10.1
9G	11.22
8G	12.63
7G	14.43
6G	16.84
5G	20.21
4G	25.26
3G	33.68

Freq	波导波长
2G	50.53
1G	101.06

- [0081] 一般地，如表1所示，要使得走线的电气引入的分布参数效应足够小，对应频率的波导波长要远长于走线的电长度，这里取10倍比率，对比上表格，可知理想情况下，第二级偏置器件233的高频截止频率至少要高于2GHz。
- [0082] 同样地，为了防止第一级偏置器件与第二级偏置器件之间的高低频截止频率不匹配导致的反谐振，同时要求第一级偏置器件低频截止小于2GHz。
- [0083] 具体地，如图6所示，所述光发射次模块还包括柔性电路板300，所述柔性电路板300位于所述芯柱110的第二承载面110b的一侧，并且所述柔性电路板300分别与所述射频信号接入引脚112和所述偏置信号接入引脚113电连接；第二级偏置器件233设置于所述柔性电路板300上，所述第二级偏置器件233经所述柔性电路板300的线路及所述偏置信号接入引脚113与所述第一级偏置器件133级联，以作为中频电感，弥补第一级偏置器件133（高频电感）的低频截止，提高低频频率覆盖范围，优化幅频特性，同时也节省了制造成本，提高了可靠性。在图6中柔性电路板300中部位置还示出了接地信号引脚180，具体地，芯柱110和副管柱120通过该接地信号引脚180接地。
- [0084] 仿真结果如图5所示，可见相比理想情况下的结果，实际偏置器件由于寄生效应及第二级偏置器件233的电长度影响，会导致第一级偏置器件133的低频截止与第二级偏置器件233的高频截止存在一个反谐振点（对应图中画圈的位置）。
- [0085] 为了克服上述的反谐振问题，在本实施例中，所述第一基板130上还设置有调谐电阻135，所述调谐电阻135与所述第一级偏置器件133并联连接；其中，所述调谐电阻135具有预定电阻值。图7为调谐电阻对光发射模块的频率响应的影响的曲线示意图，图8为调谐电阻频率响应归一化的结果示意图。经图8的验证表明不同电阻值的调谐电阻对光发射模块的频域响应具有一定的影响。
- [0086] 具体地，调谐电阻135的一端与一打线焊盘电连接，该打线焊盘通过引线键合的方式再电连接至第一焊盘141以实现调谐电阻135与第一焊盘141电连接，调谐电阻135的另一端电连接至偏置信号接入焊盘114上，以与偏置信号接入引脚113

电连接，使得调谐电阻135与平面螺旋电感元件采用并联的方式连接。同时利用调谐电阻来补偿第一级偏置器件和第二级偏置器件之间的反谐振，以优化频带内的增益平坦度，以及采用引线键合的方式实现高频隔离的效果，可以实现调谐与链路信号反射优化的统一。

[0087] 需要说明的是，如果对第一级偏置器件133增加一个并联的调谐电阻135，可以看出，虽然一定程度上光发射模块的插损会受到影响，但是整个通频带的增益也是跟着线性变化的，如图8所示，对增益做归一化处理后，可以看出低频截止得到了扩展，说明可以通过增加并联至少一个调谐电阻实现对增加第二级偏置器件的电路进行调谐，这里根据谐振峰值及第一级偏置器件、第二级偏置器件的频率截止点，调谐电阻的阻值通常在50~200欧姆（ohm）范围。

[0088] 图9A为图1中提供的光发射次模块的第一基板的背离第一导电图案层一侧的结构；图9B为图1中提供的光发射次模块的副管柱在第三承载面一侧设置有开槽的结构示意图。

[0089] 结合图9A、9B所示，示例性地，在所述第一基板130的背离所述第一导电图案层的一侧表面整面设置有参考接地层80，所述参考接地层80上设置有镂空结构81，示例性，参考接地层80为铜层，将对应平面螺旋电感元件的位置处的铜层去除，以形成镂空结构81。所述副管柱120在所述第三承载面1201一侧设置有开槽128；在所述第一基板130的厚度方向上，所述平面螺旋电感元件的投影位于所述镂空结构81的投影范围之内，以及位于所述开槽128的投影范围之内。也即，副管柱120的第三承载面1201上做相应的开槽（或者挖洞、挖孔）处理，使之具有一定的深度，从而能够减少平面螺旋电感到地的耦合，并且提高平面螺旋电感的各匝数之间的互感量，提高Q值。

[0090] 实施例二

[0091] 图10为本申请实施例二提供的光模块的结构示意图。

[0092] 参照图10，本实施例提供了一种光模块，包括如实施例一所提供的光发射次模块100。关于光发射次模块100的具体描述可参见实施例一中的相关记载，在此不再赘述。

- [0093] 光模块包括模块电路板400，所述模块电路板400可通过一柔性电路板300与光发射次模块100电连接。光模块还可以包括光接口（图未示出），光接口与外部光纤头连接，用于接收和发射光信号。
- [0094] 进一步地，光模块还包括第三级偏置器件333，所述第三级偏置器件333设置在所述模块电路板400上，所述柔性电路板300上设有第二级偏置器件233，所述第三级偏置器件333电连接于所述柔性电路板300和恒流源之间，偏置信号从所述恒流源依次经所述第三级偏置器件333、第二级偏置器件233、偏置信号接入引脚113和第一级偏置器件133之后传输至所述光发射芯片。
- [0095] 进一步地，光模块还包括滤波元件420，所述滤波元件420设置在所述模块电路板400上的射频信号传输链路中，所述滤波元件420的一端与所述模块电路板400上的金手指410电连接，用于阻隔所述射频信号传输链路中的直流噪声，传输交流射频信号，该交流射频信号经由所述柔性电路板300和所述射频信号接入引脚112电连接传输至所述第一基板130上的射频信号传输线，并经所述匹配电阻132传输至所述光发射芯片。
- [0096] 可选地，所述滤波元件420包括至少一个电容器，以作为隔直电容，隔绝外界的干扰直流信号。
- [0097] 图11为本申请实施例二提供的光模块的对应的频率响应曲线图。
- [0098] 如图11所示，采用本实施例提供的技术方案，经优化的通频带可以获得较低的反射损耗，通频带的覆盖范围可以达到9GB以上的裕量，并且通频带内频率响应平坦无谐振异常，可满足ROF的带宽要求：通频带要求为低频截止1MHz，高频截止8GHz，链路信号的反射损耗全频带小于-8dB。
- [0099] 本实用新型为优化光发射次模块的ROF的电口反射提供了解决方案，其中，光发射次模块包括芯柱、副管柱以及第一基板，旨在通过在第一基板上设置有第一导电图案层、光发射芯片和匹配电阻，第一导电图案层包括射频信号传输线、第一焊盘和第二焊盘142，所述光发射芯片分别与所述第一焊盘和第二焊盘142电连接，所述第二焊盘142为接地焊盘，所述匹配电阻分别电连接所述射频信号传输线和所述第一焊盘；并且所述匹配电阻及所述第一焊盘均临近所述光发射芯片设置。从而压缩了匹配电阻到光发射芯片之间的距离，优化了射频

光传输 (ROF) 的电口反射, 以获得最佳的阻抗匹配, 从而减少了链路信号反射, 优化增益平坦度, 提高了射频信号传输性能; 同时, 也更有利于晶体管外形 (Transistor-Outline, TO) 的封装。

- [0100] 进一步地, 为提高通频带的覆盖范围和通频带频率响应的平坦度提供了解决方案, 例如在第一级偏置器件上级联有第二级偏置器件和第三级偏置器件, 以及在第一级偏置器件上并联有调谐电阻, 利用调谐电阻来补偿第一级偏置器件和第二级偏置器件之间的反谐振, 以优化频带内的增益平坦度, 以及采用引线键合的方式实现高频隔离的效果, 可以实现调谐与链路信号反射优化的统一。
- [0101] 上文仅为本实用新型的较佳实施例而已, 并非用来限定本实用新型实施的范围, 凡依本实用新型权利要求范围所述的形状、构造、特征及精神所为的均等变化与修饰, 均应包括于本实用新型的权利要求范围内。

权利要求书

- [权利要求 1]

一种光发射次模块，其特征在于，包括：

芯柱，具有相对设置的第一承载面和第二承载面，所述芯柱上连接有射频信号接入引脚和偏置信号接入引脚；

副管柱，所述副管柱凸设于所述芯柱的所述第一承载面，所述副管柱具有第三承载面；

第一基板，位于所述第三承载面上，其中，所述第一基板上设置有第一导电图案层、光发射芯片和匹配电阻，所述第一导电图案层包括射频信号传输线、第一焊盘和第二焊盘，所述光发射芯片分别与所述第一焊盘和第二焊盘电连接，所述第二焊盘为接地焊盘，所述匹配电阻分别电连接所述射频信号传输线和所述第一焊盘；所述匹配电阻及所述第一焊盘均临近所述光发射芯片设置；

第一级偏置器件，所述第一级偏置器件的一端与所述第一焊盘电连接，所述第一级偏置器件的另一端与所述偏置信号接入引脚电连接。
- [权利要求 2]

如权利要求1所述的光发射次模块，其特征在于，

所述第一级偏置器件为平面螺旋电感元件。
- [权利要求 3]

如权利要求2所述的光发射次模块，其特征在于，

所述平面螺旋电感元件由部分所述第一导电图案层形成；

或者，所述光发射次模块还包括第二基板，所述第二基板位于所述芯柱的所述第一承载面一侧，所述第二基板包括第二导电图案层，所述平面螺旋电感元件由部分所述第二导电图案层形成。
- [权利要求 4]

如权利要求3所述的光发射次模块，其特征在于，

所述平面螺旋电感元件具有预定匝数和预定线宽。
- [权利要求 5]

如权利要求2所述的光发射次模块，其特征在于，

位于所述平面螺旋电感元件的中心的端部通过键合引线与所述偏置信号接入引脚电连接；

或者，所述第一导电图案还包括偏置信号接入焊盘，位于所述平面螺旋电感元件中心的端部通过键合引线与所述偏置信号接入焊盘电连接；

位于所述平面螺旋电感元件外周的端部与所述第一焊盘由所述第一导电图案层直接形成相互连接的结构。

[权利要求 6] 如权利要求1所述的光发射次模块，其特征在于，还包括：
柔性电路板，所述柔性电路板位于所述芯柱的第二承载面的一侧，并且所述柔性电路板分别与所述射频信号接入引脚和所述偏置信号接入引脚电连接；
第二级偏置器件，设置于所述柔性电路板上，所述第二级偏置器件经所述柔性电路板的线路及所述偏置信号接入引脚与所述第一级偏置器件级联。

[权利要求 7] 如权利要求6所述的光发射次模块，其特征在于，所述第二级偏置器件位于所述柔性电路板背离所述芯柱一侧临近所述偏置信号接入引脚的位置。

[权利要求 8] 根据权利要求1所述的光发射次模块，还包括：
调谐电阻，所述调谐电阻与所述第一级偏置器件并联连接；
其中，所述调谐电阻具有预定电阻值。

[权利要求 9] 如权利要求8所述的光发射次模块，其特征在于，
所述调谐电阻的一端通过键合引线电连接至所述第一焊盘，所述调谐电阻的另一端与所述偏置信号接入引脚电连接。

[权利要求 10] 如权利要求2所述的光发射次模块，其特征在于，
在所述第一基板的背离所述第一导电图案层的一侧表面设置有参考接地层，所述参考接地层上设置有镂空结构，
所述副管柱在所述第三承载面一侧设置有开槽；
其中，在所述第一基板的厚度方向上，所述平面螺旋电感元件的投影位于所述镂空结构的投影范围之内，以及位于所述开槽的投影范围之内。

- [权利要求 11] 如权利要求10所述的光发射次模块，其特征在于，
所述副管柱和所述芯柱是一体成型的金属结构；
所述第三承载面与所述第一承载面之间具有夹角；
所述第二焊盘电连接所述参考接地层，所述参考接地层电连接所述副管柱。
- [权利要求 12] 如权利要求1所述的光发射次模块，其特征在于，
所述第一基板为陶瓷基板。
- [权利要求 13] 如权利要求10所述的光发射次模块，其特征在于，
所述第二焊盘通过多个导电过孔电连接至所述参考接地层；
所述光发射芯片通过其背面的接地极电连接至所述第二焊盘上。
- [权利要求 14] 一种光模块，其特征在于，包括如权利要求1至5、8至13中任意一项所述的光发射次模块；
模块电路板，所述模块电路板通过一柔性电路板与所述光发射次模块电连接。
- [权利要求 15] 如权利要求14所述的光模块，其特征在于，还包括：
第三级偏置器件，所述第三级偏置器件设置在所述模块电路板上，
所述柔性电路板上设有第二级偏置器件，所述第三级偏置器件电连接于所述柔性电路板和恒流源之间，偏置信号从所述恒流源依次经所述第三级偏置器件、第二级偏置器件、偏置信号接入引脚和第一级偏置器件之后传输至所述光发射芯片。
- [权利要求 16] 如权利要求15所述的光模块，其特征在于，还包括：
滤波元件，所述滤波元件设置在所述模块电路板上的射频信号传输链路中，所述滤波元件用于阻隔所述射频信号传输链路中的直流噪声，以传输交流射频信号，所述交流射频信号经由所述柔性电路板和所述射频信号接入引脚传输至所述第一基板上的射频信号传输线，并经所述匹配电阻传输至所述光发射芯片。
- [权利要求 17] 如权利要求16所述的光模块，其特征在于，还包括：
所述滤波元件包括至少一个电容器。