



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104981090 B

(45)授权公告日 2019.02.05

(21)申请号 201510150562.9

(22)申请日 2015.04.01

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104981090 A

(43)申请公布日 2015.10.14

(30)优先权数据

2014-075627 2014.04.01 JP

(73)专利权人 日本奥兰若株式会社

地址 日本神奈川县

(72)发明人 加贺谷修 高桥孝佑

(74)专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

公司 11243

代理人 张敬强 严星铁

(51)Int.Cl.

H05K 1/02(2006.01)

(56)对比文件

JP 昭62-199095 A,1987.09.02,全文.

US 2009/0263140 A1,2009.10.22,全文.

CN 101877936 A,2010.11.03,全文.

JP 特开2011-192745 A,2011.09.29,全文.

审查员 郑茂梅

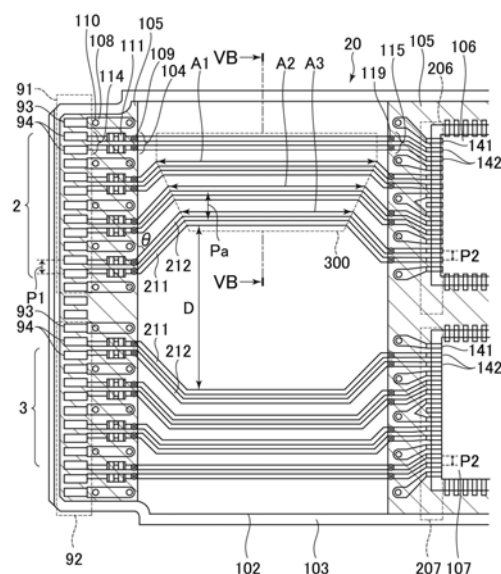
权利要求书4页 说明书15页 附图20页

### (54)发明名称

差动传送线路、光传送装置及差动传送线路的制造方法

### (57)摘要

本发明提供一种差动传送线路、光传送装置及差动传送线路的制造方法。差动传送线路具备电介质层,其在接地导体层的上方排列在同一层上而配置,埋入分别由第一右侧带状导体与第一左侧带状导体构成的多个第一带状导体对,从接地导体层上形成到多个第一带状导体对的上方,其上表面为平面,在相邻的两对第一带状导体对之间未配置导体。



1. 一种差动传送线路,其具备:

接地导体层;

多个第一带状导体对,其在上述接地导体层的上方排列在同一层上地配置,分别由第一右侧带状导体与第一左侧带状导体构成;以及

电介质层,其从上述接地导体层上埋入上述多个第一带状导体对,并且,形成到上述多个第一带状导体对的上方,其上表面为平面,

该差动传送线路的特征在于,

在相邻的两对上述第一带状导体对之间各个上未配置导体地由上述电介质层埋入,

上述多个第一带状导体对各个的长度是14mm以下,

上述多个第一带状导体对各个的上述第一右侧带状导体与上述第一左侧带状导体的内缘间的距离是0.25mm以下,

从上述接地导体层到上述多个第一带状导体对的距离与上述相邻的两对上述第一带状导体对各个的中心间距离是在使从上述接地导体层到上述多个第一带状导体对的距离为x坐标、使上述相邻的两对上述第一带状导体对的中心间距离为y坐标时,位于以(0.1mm、1.0mm)、(0.1mm、0.8mm)、(0.5mm、1.4mm)、(0.5mm、2.1mm)为顶点的矩形上或该矩形的范围的内部的组合。

2. 根据权利要求1所述的差动传送线路,其特征在于,

上述电介质层由环氧玻璃构成。

3. 根据权利要求1所述的差动传送线路,其特征在于,

上述电介质层从上述接地导体层到上述第一带状导体对的上表面由环氧玻璃构成,从上述第一带状导体对的上表面到与外部大气的界面由焊剂阻抗件构成。

4. 根据权利要求1所述的差动传送线路,其特征在于,

上述多个第一带状导体对的信号传送方向相同。

5. 一种光传送装置,其特征在于,

具备权利要求1所述的差动传送线路。

6. 根据权利要求5所述的光传送装置,其特征在于,

在上述多个第一带状导体对的一端侧,还具备在上述接地导体层的上方且在端子层上反复排列地配置的多个第一信号端子对及多个第一接地端子,

各上述第一信号端子对与对应的上述第一带状导体对各个电连接,

各上述第一接地端子与上述接地导体层电连接,

相邻的两对上述第一带状导体对各个的中心间距离比对应地相邻的两对上述第一信号端子对的中心间距离小。

7. 根据权利要求6所述的光传送装置,其特征在于,

还具备:

多个第二带状导体对,其与上述多个第一带状导体对在同一层上,且在上述多个第一带状导体对的一侧排列;以及

多个第二信号端子对及多个第二接地端子,其在上述多个第一信号端子对及上述多个第一接地端子的上述一侧排列,且在上述端子层上反复排列地配置,

各第二带状导体对由第二右侧带状导体与第二左侧带状导体构成,

在相邻的两对上述第二带状导体对之间各个上未配置导体地由上述电介质层埋入，  
各上述第二信号端子对与对应的上述第二带状导体对各个电连接，  
各上述第二接地端子与上述接地导体层电连接，  
相邻的两对上述第二带状导体对各个的中心间距离比对应地相邻的两对上述第二信号端子对的中心间距离小，  
上述多个第一带状导体对与上述多个第二带状导体对的任一方用于发送用，另一方用于接收用。

8. 根据权利要求7所述的光传送装置，其特征在于，  
还具备金属配线，其配置在上述多个第一带状导体对与上述多个第二带状导体对之间且与上述第一带状导体对及上述第二带状导体对同一层上，并且与上述接地导体层电连接。

9. 一种光传送装置，其特征在于，  
具备差动传送线路，该差动传送线路具备：  
接地导体层；  
多个第一带状导体对，其在上述接地导体层的上方排列在同一层上地配置，分别由第一右侧带状导体与第一左侧带状导体构成；以及

电介质层，其从上述接地导体层上埋入上述多个第一带状导体对，并且，形成到上述多个第一带状导体对的上方，其上表面为平面，

在相邻的两对上述第一带状导体对之间各个上未配置导体地由上述电介质层埋入，  
在上述多个第一带状导体对的一端侧，上述光传送装置还具备在上述接地导体层的上方且在端子层上反复排列地配置的多个第一信号端子对及多个第一接地端子，  
各上述第一信号端子对与对应的上述第一带状导体对各个电连接，  
各上述第一接地端子与上述接地导体层电连接，  
相邻的两对上述第一带状导体对各个的中心间距离比对应地相邻的两对上述第一信号端子对的中心间距离小，

上述光传送装置进一步具备：  
多个第二带状导体对，其与上述多个第一带状导体对在同一层上，且在上述多个第一带状导体对的一侧排列；以及

多个第二信号端子对及多个第二接地端子，其在上述多个第一信号端子对及上述多个第一接地端子的上述一侧排列，且在上述端子层上反复排列地配置，

各第二带状导体对由第二右侧带状导体与第二左侧带状导体构成，  
在相邻的两对上述第二带状导体对之间各个上未配置导体地由上述电介质层埋入，  
各上述第二信号端子对与对应的上述第二带状导体对各个电连接，  
各上述第二接地端子与上述接地导体层电连接，  
相邻的两对上述第二带状导体对各个的中心间距离比对应地相邻的两对上述第二信号端子对的中心间距离小，

上述多个第一带状导体对与上述多个第二带状导体对的任一方用于发送用，另一方用于接收用，

上述多个第二带状导体对的中心配置在比上述多个第二信号端子对的中心靠上述一

侧，

上述多个第一带状导体对的中心配置在比上述多个第一信号端子对的中心靠与上述一侧相对的另一侧。

10. 一种光传送装置，其特征在于，

具备差动传送线路，该差动传送线路具备：

接地导体层；

多个第一带状导体对，其在上述接地导体层的上方排列在同一层上地配置，分别由第一右侧带状导体与第一左侧带状导体构成；以及

电介质层，其从上述接地导体层上埋入上述多个第一带状导体对，并且，形成到上述多个第一带状导体对的上方，其上表面为平面，

在相邻的两对上述第一带状导体对之间各个上未配置导体地由上述电介质层埋入，

在上述多个第一带状导体对的一端侧，上述光传送装置还具备在上述接地导体层的上方且在端子层上反复排列地配置的多个第一信号端子对及多个第一接地端子，

各上述第一信号端子对与对应的上述第一带状导体对各个电连接，

各上述第一接地端子与上述接地导体层电连接，

相邻的两对上述第一带状导体对各个的中心间距离比对应地相邻的两对上述第一信号端子对的中心间距离小，

上述光传送装置进一步具备：

多个第二带状导体对，其与上述多个第一带状导体对在同一层上，且在上述多个第一带状导体对的一侧排列；以及

多个第二信号端子对及多个第二接地端子，其在上述多个第一信号端子对及上述多个第一接地端子的上述一侧排列，且在上述端子层上反复排列地配置，

各第二带状导体对由第二右侧带状导体与第二左侧带状导体构成，

在相邻的两对上述第二带状导体对之间各个上未配置导体地由上述电介质层埋入，

各上述第二信号端子对与对应的上述第二带状导体对各个电连接，

各上述第二接地端子与上述接地导体层电连接，

相邻的两对上述第二带状导体对各个的中心间距离比对应地相邻的两对上述第二信号端子对的中心间距离小，

上述多个第一带状导体对与上述多个第二带状导体对的任一方用于发送用，另一方用于接收用，

上述光传送装置还具备金属配线，其配置在上述多个第一带状导体对与上述多个第二带状导体对之间、且与上述第一带状导体对及上述第二带状导体对同一层上，并且与上述接地导体层电连接，

上述多个第一带状导体对的中心配置在比上述多个第一信号端子对的中心靠上述一侧，并且，配置在上述金属配线的与上述一侧相对的另一侧，

上述多个第二带状导体对的中心配置在比上述多个第二信号端子对的中心靠上述另一侧，并且，配置在上述金属配线的上述一侧。

11. 一种差动传送线路的制造方法，其特征在于，

具备下述工序：

差动传送线路基本结构形成工序,其在印刷电路板上形成接地导体层,利用第一环氧玻璃树脂在上述接地导体层上形成固化状态的第一电介质层,在上述第一电介质层上排列配置地形成分别由右侧带状导体与左侧带状导体构成的多个带状导体对,从而形成差动传送线路基本结构;

预成型电介质形成工序,其形成半固化状态的预成型电介质;

第二电介质层形成工序,其将上述预成型电介质与金属箔粘贴在上述差动传送线路基本结构的上下面,使用平面热盘并在加压状态下加热,从而形成第二电介质层;以及

金属箔除去工序,其除去上述金属箔。

12. 一种差动传送线路的制造方法,其特征在于,

具备下述工序:

差动传送线路基本结构形成工序,其在印刷电路板上形成接地导体层,利用第一环氧玻璃树脂在上述接地导体层上形成固化状态的第一电介质层,在上述第一电介质层上排列配置地形成分别由右侧带状导体与左侧带状导体构成的多个带状导体对,从而形成差动传送线路基本结构;

预成型电介质形成工序,其形成半固化状态的预成型电介质;

第二电介质层形成工序,其将上述预成型电介质与金属箔粘贴在上述差动传送线路基本结构的上下面,使用平面热盘并在加压状态下加热,从而形成第二电介质层;

金属箔除去工序,其除去上述金属箔;

第三电介质层形成工序,其通过研磨上述第二电介质层,形成在与上述多个带状导体对的上表面相同平面上具有上表面的第三电介质层;以及

焊接抗蚀层形成工序,其在上述第三电介质层及上述多个带状导体对的上方涂敷焊剂抗蚀件,从而形成焊剂抗蚀层。

## 差动传送线路、光传送装置及差动传送线路的制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及差动传送线路、光传送装置及差动传送线路的制造方法。

### 背景技术

[0002] 例如,光纤传送用的光传送装置(光收发报机模块)实现了近年的宽带网络的普及,并且高速化、小型、低成本化。在此,高速数字信号传送一般使用差动传送,在光传送装置的印刷电路板的一面上设有多个由高速数字信号用的差动传送线路(平衡传送线路)构成的波道(传送路径)。

[0003] 另一方面,在与印刷电路板接近地配置多个差动传送线路的情况下,有可能由传送线路间的顺方向串扰(Forward Crosstalk)带来影响。顺方向串扰是指,在使两对沿同方向传输的差动传送线路的一区域互相接近而平行地配置的情况下,在与信号源相反侧的远端产生的串扰。已知传送线路的串扰量随着其区域的长度变长而增大,并且,随着信号的位速率变高而增大。这样,在伴随小型化,需要配置多个差动传送线路的光收发机中,用于将串扰量抑制为最小限的技术是重要的。以往,作为减少差动传送线路间的串扰量的方法,在美国专利第7609125号说明书中公开了与接地配线连接,通过在由带状导体对构成的多个差动传送线路间与其平行地配置的金属配线,能够得到减少串扰量效果的技术。

[0004] 近年来,更要求装置的小型化,装置所具备的多个差动传送线路的串扰随着装置的小型化,成为更深刻的课题。例如,在光纤传送用的光传送装置(光收发报机模块)中,可以预想近年的宽带网络的普及,并且伴随高速化、小型、低成本化,光传送装置的规格也从现在的CFP进入CFP2、CFP4(各MSA规格)。伴随规格的改变,壳体体积的缩小化、部件数的减少化进一步发展。

[0005] 图1是表示MSA规格的光传送装置的外形的一例的图。如图1所示,按照CFP、CFP2、CFP4的顺序,壳体体积缩小化。并且,伴随光传送装置的小型化,印刷电路基板的宽度或面积的缩小也进行,印刷电路基板上的配线与搭载部件的安装密度增加。在此,首先,发明人将作为CFP4的MSA规格的光传送装置所含的印刷电路板的配线布局作为本发明的相关技术进行研究。以下,使用本发明的相关技术的印刷电路板的配线布局,对差动传送线路的串扰相关的问题进行说明。

[0006] 图2是表示本发明的相关技术的印刷电路板20的配线布局的图。图2所示的印刷电路板的配线布局是发明人研究的布局,表示作为CFP4的MSA规格的光传送装置所含的印刷电路板20的配线布局的一例。在此,在CFP4的MSA规格中,印刷电路板20的宽度是18mm~19mm左右,在印刷电路板的一端配置连接器连接用端子30,作为邻接的端子30的中心间距离的端子间距离P0是0.6mm,按照GSSGSSG... (G:接地端子,S:信号端子)的顺序配置。并且,作为位速率为100Gbit/s级的高速数字信号用的差动传送线路,需要接收侧的四波道的接收侧差动传送线路2、及发送侧的四波道的发送侧差动传送线路3全部配置在这种印刷电路板20上的一面。另外,在各个波道传送的电信号的位速率在IEEE、802.3ba准则方式的情况下,在与25.78125Gbit/s、OTN(Optical channel Transport Unit4)对应的ITU-T G.959.1

准则的方式的情况下,是27.95249339Gbit/s。

[0007] 如图2所示,配置在印刷电路板20的一端的端子30所连接的接收侧差动传送线路2及发送侧差动传送线路3在将波道间距 $P_a$ 保持为一定的状态下( $P_a=1.8\text{mm}$ )延伸,分别连接于接收用集成电路106及发送用集成电路107。并且,在各差动传送线路的波道间配置串扰降低用的金属配线40,金属配线40通过导通孔与基板内部的接地导体层(未图示)连接。这样,在图2所示的配线布局中,印刷电路板20的一端侧的区域(端子30、接收用集成电路106及发送用集成电路107之间的区域)大致只由配线构成,极难配置其他搭载部件或内层配线连接用的导通孔。

[0008] 另外,在图2所示的印刷电路板中,通过省略金属配线20与导通孔的配置,使波道间距 $P_a$ 比1.8mm窄,能够减小接收侧差动传送线路2及发送侧差动传送线路3占据的区域,但由于缩窄波道间距,存在差动传送线路间的串扰增大之类的问题。

[0009] 由此,发明人如下那样进一步对本发明的相关技术的印刷电路板20的配线布局进行研究。

[0010] 如图2所示,即使在作为CFP4的MSA规格的光收发机所含的印刷电路板20中,也能在接收侧差动传送线路2及发送侧差动传送线路3的波道间与各差动传送线路平行地配置金属配线40。

[0011] 图3是表示配置在本相关技术的印刷电路板20上的差动传送线路的波道间的串扰特性的图。图3是发明人对图2所示的印刷电路板20进行计算的串扰特性的计算结果。在此,作为波道长 $L=14\text{mm}$ ,差动传送线路的波道间距 $P_a=1.8\text{mm}$ ,计算串扰特性。另外,串扰特性使用立体电磁场解析工具进行计算。如图3所示,表示在频率从0Hz至30GHz的频率范围,串扰量为-42dB以下的良好的值。但是,如图2所示,与端子30的端子间距离(0.6mm)一致,能使波道间距 $P_a$ 为1.8mm(P0的三倍),但使波道间距 $P_a$ 比1.8mm小在金属配线40与导通孔的配置的必要上困难,难以确保其他部件的搭载区域。

## 发明内容

[0012] 本发明是鉴于上述情况而完成的,本发明的目的在于提供一种差动传送线路及光传送装置,在配置多个差动传送线路的光传送装置中,能减少差动传送线路间的串扰量,且能减小差动传送线路占据的区域,能高速化与高密度安装。

[0013] (1) 为了解决上述课题,本发明的差动传送线路具备:接地导体层;多个第一带状导体对,其在上述接地导体层的上方排列在同一层上地配置,分别由第一右侧带状导体与第一左侧带状导体构成;以及电介质层,其从上述接地导体层上埋入上述多个第一带状导体对,并且,形成到上述多个第一带状导体对的上方,其上表面为平面。在差动传送线路且相邻的两对上述第一带状导体对之间各个上不配置导体地由上述电介质层埋入。

[0014] (2) 一种上述(1)所述的差动传送线路,上述多个第一带状导体对各个的长度是14mm以下,上述多个第一带状导体对各个的上述第一右侧带状导体与上述第一左侧带状导体的内缘间的距离是0.25mm以下,从上述接地导体层到上述多个第一带状导体对的距离、上述相邻的两对的上述第一带状导体对各个的中心间距离是在使从上述接地导体层到上述多个第一带状导体对的距离为x坐标,使上述相邻的两对的上述第一带状导体对的中心间距离为y坐标时,位于以(0.1mm、1.0mm)、(0.1mm、0.8mm)、(0.5mm、1.4mm)、(0.5mm、2.1mm)

为顶点的矩形上或该矩形的范围的内部的组合。

[0015] (3) 一种上述 (1) 记载的差动传送线路, 上述电介体层由环氧玻璃构成。

[0016] (4) 一种上述 (1) 记载的差动传送线路, 上述电介体层从上述接地导体层到上述第一带状导体对的上表面由环氧玻璃构成, 从上述第一带状导体对的上表面到与外部大气的界面由焊剂阻抗构成。

[0017] (5) 一种上述 (1) 记载的差动传送线路, 上述多个第一带状导体对的信号传送方向相同。

[0018] (6) 为了解决上述课题, 本发明的光传送装置具备上述 (1) 所述的差动传送线路。

[0019] (7) 一种上述 (6) 所述的光传送装置, 在上述多个第一带状导体对的一端侧, 还具备在上述接地层的上方且在端子层上反复排列而配置的多个第一信号端子对、及多个第一接地端子, 各上述第一信号端子对与对应的上述第一带状导体对各个电连接, 各上述第一接地端子电连接于上述接地导体层, 相邻的两对上述第一带状导体对各个的中心间距离比对应地相邻的两对上述第一信号端子对的中心间距离小。

[0020] (8) 一种上述 (7) 所述的光传送装置, 还具备与上述多个第一带状导体对在同一层上、在上述多个第一带状导体对的又一侧排列的多个第二带状导体对、在上述多个第一信号端子对及上述多个第一接地端子的又一上述一侧排列且在上述端子层上反复排列配置的多个第二信号端子对及多个第二接地端子, 各第二带状导体对由第二右侧带状导体与第二左侧带状导体构成, 在相邻的两对上述第二带状导体对之间各个上, 不配置导体地被上述电介体层埋入, 各上述第二信号端子对与对应的上述第二带状导体对各个电连接, 各上述第二接地端子电连接于上述接地导体层, 相邻的两对上述第二带状导体对各个的中心间距离比对应地相邻的两对上述第二信号端子对的中心间距离小, 上述多个第一带状导体对与上述多个第一带状导体对的任一方向用于发送用, 另一方用于接收用。

[0021] (9) 一种上述 (8) 所述的光传送装置, 上述多个第二带状导体对的中心配置在比上述多个第二信号端子对的中心靠上述一侧, 上述多个第一带状导体对的中心配置在比上述多个第一信号端子对的中心靠相对于上述一侧为另一侧。

[0022] (10) 一种上述 (8) 所述的光传送装置, 还具备金属配线, 其配置在上述多个第一带状导体对与上述多个第二带状导体对之间, 且与上述第一导体对及上述第二带状导体对同一层上, 并且与上述接地导体层电连接。

[0023] (11) 一种上述 (10) 所述的光传送装置, 上述多个第一带状导体对的中心配置在比上述多个第一信号端子对的中心靠上述一侧, 并且, 配置在上述金属配线的上述另一侧, 上述多个第二带状导体对的中心配置在比上述多个第二信号端子对的中心靠相对于上述一侧为另一侧, 并且, 配置在上述金属配线的上述一侧。

[0024] (12) 本发明的差动传送线路的制造方法具备下述工序: 在印刷电路板上形成接地导体层, 在上述接地导体层上, 利用第一环氧玻璃树脂形成固化状态的第一电介体层, 在上述第一电介体层上排列配置地形成分别由右侧带状导体与左侧带状导体构成的多个带状导体对, 形成差动传送线路基本结构的差动传送线路基本结构形成工序; 形成半固化状态的预成型电介体的预成型电介体形成工序; 将上述预成型电介体与金属箔粘贴在上述差动传送线路基本结构的上下面, 使用平面热盘并在加压状态下加热, 形成第二电介体层的第二电介体层形成工序; 以及除去上述金属箔的金属箔除去工序。



[0025] (13) 本发明的差动传送线路的制造方法具备下述工序：在印刷电路板上形成接地导体层，在上述接地导体层上，利用第一环氧玻璃树脂形成固化状态的第一电介质层，在上述第一电介质层上排列配置地形成分别由右侧带状导体层与左侧带状导体层构成的多个带状导体对，形成差动传送线路基本结构的差动传送线路基本结构形成工序；形成半固化状态的预成型电介体的预成型电介质形成工序；将上述预成型电介质与金属箔粘贴在上述差动传送线路基本结构的上下面，使用平面热盘并在加压状态下加热，形成第二电介质层的第二电介质层形成工序；除去上述金属箔的金属箔除去工序；通过研磨上述第二电介质层，形成在与上述多个带状导体对的上表面相同平面上具有上表面的第三电介质层的第三电介质层形成工序；以及在上述第三电介质层及上述多个带状导体对的上方涂敷焊剂抗蚀，形成焊剂抗蚀层的焊剂抗蚀层形成工序。

[0026] 通过本发明，提供一种差动传送线路及光传送装置，在配置多个差动传送线路的光传送装置中，能够减少差动传送线路间的串扰量，并且，能减小差动传送线路占据的区域，能高速化与高密度安装。

## 附图说明

[0027] 图1是表示MSA规格的光传送装置的外形的一例的图。

[0028] 图2是表示本发明的相关技术的印刷电路板的配线布局的图。

[0029] 图3是表示配置在本发明的相关技术的印刷电路板上的差动传送线路的波道间的串扰特性的图。

[0030] 图4是本发明的第一实施方式的光传送装置的概略图。

[0031] 图5A是本发明的第一实施方式的印刷电路板的上面图。

[0032] 图5B是本发明的第一实施方式的印刷电路板的剖视图。

[0033] 图6是表示本发明的第一实施方式的相对于差动传送线路的波道长L的串扰特性的图。

[0034] 图7是表示第一现有技术的差动传送线路的结构剖视图。

[0035] 图8是表示第一现有技术的差动传送线路的串扰特性的图。

[0036] 图9是表示本发明的第一实施方式的相对于差动传送线路的波道间距Pa的串扰特性的图。

[0037] 图10是表示第二现有技术的差动传送线路的结构剖视图。

[0038] 图11是表示第二现有技术的差动传送线路的串扰特性的图。

[0039] 图12是表示本发明的第一实施方式的相对于差动传送线路的波道间距Pa的串扰特性的图。

[0040] 图13是本发明的第一实施方式的差动传送线路的相关图。

[0041] 图14是本发明的第一实施方式的差动传送线路的相关图。

[0042] 图15是表示本发明的第一实施方式的差动传送线路的波道间的串扰特性的图。

[0043] 图16A是示意地表示本发明的第一实施方式的差动传送线路的制造方法的过程的图。

[0044] 图16B是示意地表示本发明的第一实施方式的差动传送线路的制造方法的过程的图。

- [0045] 图16C是示意地表示本发明的第一实施方式的差动传送线路的制造方法的过程的图。
- [0046] 图16D是示意地表示本发明的第一实施方式的差动传送线路的制造方法的过程的图。
- [0047] 图17A是本发明的第二实施方式的印刷电路板的上面图。
- [0048] 图17B是本发明的第二实施方式的印刷电路板的剖视图。
- [0049] 图18是表示本发明的第二实施方式的差动传送线路的波道间的串扰特性的图。
- [0050] 图19A是示意地表示本发明的第二实施方式的差动传送线路的制造方法的图。
- [0051] 图19B是示意地表示本发明的第二实施方式的差动传送线路的制造方法的过程的图。
- [0052] 图20是本发明的第三实施方式的印刷电路板的上面图。
- [0053] 图21是本发明的第四实施方式的印刷电路板的上面图。
- [0054] 图22是本发明的第五实施方式的光传送装置的概略图。
- [0055] 图23是本发明的第五实施方式的印刷电路板的上面图。

## 具体实施方式

### [0056] (第一实施方式)

[0057] 下面,根据附图详细地说明本发明的第一实施方式。另外,在图中,对相同或同等的要素标注相同的符号,并省略重复的说明。

[0058] 图4是本实施方式的光传送装置1的概略图。如图4所示,本实施方式的光传送装置1构成为包括连接器10及印刷电路板20。

[0059] 连接器10例如是插销连接器、二次连接器等,物理性及电连接光传送装置1与网络装置(未图示)。

[0060] 印刷电路板20是多层结构的印刷配线基板,例如为利用积累方法的十层印刷配线基板。印刷电路板20构成为包括端子列101、DC断路容量111、接收用集成电路106、发送用集成电路107。

[0061] 端子列101是连接器连接用端子,并与连接器10连接。在本实施方式中,端子列101包括后述的接收侧端子列91及发送侧端子列92。接收侧端子列91从印刷电路板20的中心配置在一侧,发送侧端子列92配置在另一侧。并且,在接收侧端子列91及发送侧端子列92、接收用集成电路106及发送用集成电路107之间与DC断路容量111一起配置差动传送线路(未图示)。另外,端子列101可以只包括接收侧端子列91及发送侧端子列92的任一方。另外,DC断路容量111可以不配置。

[0062] 接收用集成电路106例如是接收用的CDR (Clock Data Recovery) 集成电路,通过差动传送线路及连接器10向网络装置输出高速串行数据。发送用集成电路107例如是发送用CDR集成电路,通过差动传送线路及连接器10输入来自网络装置的高速串行数据。

[0063] 图5A是本实施方式的印刷电路板20的上面图。如图5A所示,接收侧的四波道的接收侧差动传送线路2配置在接收侧端子列91与接收用集成电路106之间,发送侧的四波道的发送侧差动传送线路3配置在发送侧端子列92与发送用集成电路107之间。

[0064] 本实施方式的光传送装置1按照CFP4的MSA规格。印刷电路板20按照CFP4的MSA规

格决定尺寸。具体地说,在CFP4的MSA规格中,印刷电路板20的宽度定为在接收侧端子列91及发送侧端子列92的区域为17.85mm,在最宽的部分为导通孔119mm。印刷电路板20的厚度例如为1mm。如图5A所示,在配置在多个带状导体对104(124)的一端侧(图5A的左侧)的接收侧端子列91及发送侧端子列92,分别接地端子93(第一接地端子及第二接地端子)与一对信号端子94(第一信号端子对及第二信号端子对)反复排列且以相等的间隔配置,相邻的端子间(接地端子93与邻接的信号端子94之间、及一对信号端子94间)的中心间距离即第一端子间距离P1为等间距(例如 $P1=0.6\text{mm}$ )。并且,在与接收侧端子列91邻接的区域,接收侧差动传送线路2的带状导体对114的中心间距离即波道间距为P1的三倍,在 $P1=0.6\text{mm}$ 的情况下,为1.8mm。在与发送侧端子列92邻接的区域,发送侧差动传送线路3的波道间距也同样为1.8mm。在此,发送侧端子列92排列在接收侧端子列91的又一侧(图5A的下侧)。并且,与接收用集成电路106连接的端子列206及与发送用集成电路107连接的端子列207分别接地端子141与一对信号端子142反复排列并且以等间距配置,相邻的端子间(接地端子141与邻接的信号端子142间、及一对信号端子142间)的中心间距离即第二端子间距离P2是0.6mm以下,为等间距(在此 $P2=0.4\text{mm}$ )。另外,接收侧端子列91及发送侧端子列92各自的接地端子93及信号端子94在接地导体层102(未图示)的上方配置在同一层上(为端子层)。

[0065] 接收侧差动传送线路2由分别互相邻接的四个差动传送线路构成,从端子列206向接收侧端子列91的方向传送信号。发送侧差动传送线路3由分别互相邻接的四个差动传送线路构成,从发送侧端子列92向端子列207方向传送信号。各差动传送线路构成为包括接地导体层102、电介质层103及带状导体对104、114、115。另外,接收侧差动传送线路2所包括的各带状导体对(第一带状导体对)由朝向信号的传送方向配置在右侧的右侧带状导体211(第一右侧带状导体)及朝向信号的传送方向配置在左侧的左侧带状导体212(第一左侧带状导体)构成。即使在发送侧差动传送线路3所包括的各带状导体对(第二带状导体对)中,也将朝向信号的传送方向配置在右侧的带状导体作为右侧带状导体211(第二右侧带状导体)、将朝向信号的传送方向配置在左侧的带状导体作为左侧带状导体212(第二左侧带状导体)。其中,发送侧差动传送线路3所包括的多个带状导体对在接收侧差动传送线路2所包括的多个带状导体对的另外一侧(图5A的下侧)排列。作为成为信号的传送路径的导体,在与接收侧端子列91(或发送侧端子列92)的各端子的连接区域,使用表层的带状导体对114,在与端子列206(或端子列207)的各端子的连接区域,使用表层的带状导体对115,在其以外的区域,使用配置在电介质层103的内部且同一层上(为带状导体层)的带状导体对104。另外,在相邻的两对带状导体对104间各个上未配置金属配线等导体。

[0066] 带状导体对114与信号端子94电连接,通过导通孔109连接于带状导体对104。导通孔109例如是利用钻孔加工的导通孔,连接带状导体对114与带状导体对104。DC断路容量111配置在带状导体对114的带状导体各个上,例如是0603尺寸( $0.6\text{mm}\times 0.3\text{mm}$ 尺寸)的表面安装型电容器,容量值为 $0.1\mu\text{F}$ 。另外,DC断路容量111可以是这以外的电容器,也可以不配置。并且,带状导体对115连接于信号端子142,通过导通孔119连接于带状导体对104。配线108电连接于接地端子93,通过导通孔110与接地导体层102连接。

[0067] 并且,在表层的带状导体对114及带状导体对115的上部配置焊剂阻抗层105,但未在带状导体对104的上部配置。焊剂阻抗层105为了保护电路图案,在需要焊锡连接的端子等的表层铜箔上以成为膜状的方式涂敷形成。形成焊剂阻抗层105的材料使用热固化性环

氧树脂墨水,膜的厚度是30~50 $\mu\text{m}$ 是合适的。

[0068] 在本发明的主要特征中,在于直线区域300的差动传送线路的结构。因此,以下将带状导体对104中配置在直线区域300的部分作为带状导体对124进行说明。

[0069] 并且,本发明的差动传送线路的主要特征在于,在直线区域300,具备在接地导体层102的上方排列在同一层上而配置的多个带状导体对124、从接地导体层102上埋入多个带状导体对124且形成到带状导体对124的上方,其上表面(与外部大气的界面)为平面的电介质层103,在相邻的两对带状导体对124间各个上未配置金属配线等导体,而被电介质层103埋入。由此,能改善波道间的串扰特性,并且减少印刷电路板20的差动传送线路占据的区域。

[0070] 首先,对本实施方式的差动传送线路的结构进行说明。图5B是本实施方式的差动传送线路的剖视图,表示图5A的VB-VB线所示的剖面的一部分。图5B表示十层印刷电路板20中上层的结构。如图5B所示,差动传送线路由接地导体层102、位于接地导体层的上方的带状导体对124(右侧带状导体211及左侧带状导体212)、从接地导体层102上埋入带状导体对124且形成到带状导体对124的上方的电介质层103构成。

[0071] 带状导体对124在同一层上排列而配置。并且,多个带状导体对124未在相邻的两对带状导体对124之间各个上配置导体等地被埋入电介质层103。另外,作为形成带状导体对124及接地导体层102的材料使用铜箔。

[0072] 电介质层103使用由玻璃布基材与环氧树脂构成的环氧玻璃树脂而形成,电介质层103的比介电常数例如是3.6。并且,电介质层103的上表面与外部大气(例如空气、氮气等)的边界形成为平面。

[0073] 另外,电介质层103为比介电常数3.6的环氧玻璃树脂,但电介质层103的比介电常数未限定于此。例如,形成电介质层103的材料可以是作为由玻璃布基材与环氧树脂构成的代表的材料的、FR4或FR5,使其比介电常数为4.0~4.8。另外,为了减少由高频带来的损失,作为形成电介质层103的材料,可以使用由玻璃布基材与特氟龙(PTFE)构成的材料。该情况下的电介质层103的比介电常数为2.0~2.3。

[0074] 在此,如图5B所示,对差动传送线路的各部,将带状导体的右侧带状导体211的宽度及左侧带状导体212的宽度各个定义为带状导体宽度W,将带状导体间的间隔(右侧带状导体211的内缘与左侧带状导体212的内缘的距离)定义为带状导体间隔Gap,将从接地导体层102的上表面到带状导体的下表面的距离定义为距离H,将带状导体的厚度定义为带状导体厚度t,将从带状导体的上表面到外部大气的距离定义为距离H2。

[0075] 接着,对本实施方式的直线区域300的结构进行说明。为了使直线区域300为上述结构,首先,接收侧差动传送线路2所包括的多个带状导体对104中、配置在最外侧的带状导体对104(以下称为外侧带状导体对)从导通孔109直线地延伸到导通孔119。并且,以外侧带状导体对为基准,以波道间距Pa为1.1mm的方式配置各带状导体对104。具体地说,外侧带状导体对以外的带状导体对104从导通孔109向外侧带状导体对的方向以角度 $\theta$ (例如45°)弯曲,当波道间距Pa为1.1mm时,与外侧带状导体对并列地延伸。并且,外侧带状导体对以外的带状导体对104在导通孔119的附近以与导通孔119连接的方式弯曲而延伸。由此,形成接收侧差动传送线路2保持波道间距Pa=1.1mm地延伸的直线区域300。即,在直线区域300,接收侧差动传送线路2所包括的多个带状导体对124(第一带状导体对)的中心配置在比接收侧

端子列91的中心靠另一侧(图5A所示的上侧),发送侧差动传送线路3所包括的多个带状导体对124(第二带状导体对)的中心配置在比发送侧端子列92的中心靠一侧(图5A所示的下侧)。另外,在直线区域300,接收侧差动传送线路2所包括的、相邻的两对带状导体对124(第一带状导体对)的中心间距离(波道间距 $P_a$ )比对应地相邻的两对信号端子94(第一信号端子对)的中心间距离(1.8mm)小。同样,发送侧差动传送线路3所包括的、相邻的两对带状导体对124(第二带状导体对)的中心间距离(波道间距 $P_a$ )比对应地相邻的两对信号端子94(第二信号端子对)的中心间距离(1.8mm)小。这样,能减少差动传送线路间的串扰量,缩窄印刷电路板20中差动传送线路占据的区域,在接收侧差动传送线路2所包括的多个带状导体对104中、配置在最内侧的带状导体对104(以下为内侧带状导体对)的另一内侧的区域能配置其他搭载部件或内层配线连接用导通孔等。另外,即使接收侧差动传送线路3,也能为与上述接收侧差动传送线路2相同的结构。

[0076] 在此,对本实施方式的差动传送线路的特性进行说明。以下,以接收侧差动传送线路2为例对直线区域300的差动传送线路的特性进行说明,但也能适用于发送侧差动传送线路3。由此,以下说明的本实施方式的差动传送线路包括接收侧差动传送线路2与发送侧差动传送线路3。

[0077] 首先,作为差动传送线路的特性,说明波道长 $L$ 对串扰特性的影响。

[0078] 图6是表示本实施方式的差动传送线路的相对于波道长 $L$ 的串扰特性的一例的图。图6表示作为波道间距 $P_a=1.5\text{mm}$ 、带状导体间隔 $\text{Gap}=0.2\text{mm}$ 、距离 $H=0.279\text{mm}$ 、带状导体厚度 $t=35\mu\text{m}$ 及距离 $H_2=60\mu\text{m}$ ,使波道长 $L$ 在 $2\text{mm}\sim 40\text{mm}$ 的范围变化的情况下的、从频率 $0\text{Hz}$ 到 $30\text{GHz}$ 的范围的串扰的最大值。如图6所示,在从频率 $0\text{Hz}$ 到 $30\text{GHz}$ 的频率范围,串扰量伴随波道长的增加而单调增大。在本实施方式中,只要直线区域300的长度为 $7\text{mm}$ 以上,则能配置对构成光传送装置1必要的部件。因此,期望串扰量为 $-35\text{dB}$ 以下,在此,使串扰量的容许值为 $-35\text{dB}$ 。如图6所示,为了实现串扰量 $-35\text{dB}$ 以下,期望波道长为 $14\text{mm}$ 以下。在本实施方式中,对使串扰量的容许值为 $-35\text{dB}$ ,波道长 $L=14\text{mm}$ 的差动传送线路的结构进行说明。另外,即使是不同的波道长,也能以满足与波道长相应的串扰量的容许值的方式,设定差动传送线路的结构。

[0079] 接着,对波道间距 $P_a$ 相对于串扰特性的影响进行说明。首先,发明人为了进行与本实施方式的差动传送线路的对比,对以下所示的第一及第二现有技术的差动传送线路进行研究。

[0080] 图7是表示第一现有技术的差动传送线路4的结构的剖视图。图7表示印刷电路板中的上层结构。如图7所示,第一现有技术的差动传送线路4在电介质层103的一侧配置接地导体层102,在电介质层103的另一侧配置带状导体对204而构成。并且,带状导体对204未埋入电介质层103,以在电介质层103的上面与外部大气接触的方式配置。其中,当外部大气是空气时,空气的比介电常数是 $1.0$ ,比导磁率是 $1.0$ ,与图5B所示的本实施方式的电介质层103只是比介电常数不同,在磁场分布方面,两者没有差别。

[0081] 图8是表示第一现有技术的差动传送线路4的串扰特性的图。图8表示将第一现有技术的差动传送线路4配置在本实施方式的直线区域300的情况下的、相对于频率的串扰特性。在此,串扰特性作为波道长度 $L=14\text{mm}$ 、波道间距 $P_a=1.1\text{mm}$ 进行计算。如图8所示,在第一现有技术的差动传送线路4中,在从频率 $0\text{Hz}$ 到 $30\text{GHz}$ 的频率范围,串扰量最大为 $-23\text{dB}$ ,与

本实施方式的差动传送线路比较,串扰特性劣化,与后述的表示本实施方式的差动传送线路的串扰特性的图15比较可以明白,表示本发明起到特别的效果。这样,如图5B所示,通过将电介质层103形成到带状导体对124的上方,能改善串扰特性。

[0082] 图9是表示本实施方式的差动传送线路的相对于波道间距 $P_a$ 的串扰特性的图,与第一现有技术的差动传送线路4的特性一起表示。另外,图9所示的串扰特性作为波道长 $L=14\text{mm}$ 、频率范围 $0\sim 30\text{GHz}$ 、波道间距 $P_a=0.7\text{mm}\sim 3.6\text{mm}$ 计算。如图9所示,第一现有技术的差动传送线路4的情况下,随着减小波道间距 $P_a$ ,串扰量单调地增加。另一方面,本实施方式的差动传送线路的情况下,在波道间距 $P_a$ 充分宽的情况下( $P_a>2.7\text{mm}$ ),与第一现有技术的差动传送线路4的情况相比,串扰量几乎没有差异。但是,当波道间距 $P_a$ 从 $2.7\text{mm}$ 变小时,串扰量逐渐减少,经过极大值( $P_a=1.5\text{mm}$ )而急剧地减少。并且,表示在波道间距 $P_a=1.1\text{mm}$ 串扰量为极小值后,急剧地增加。并且,串扰量接近第一现有技术的差动传送线路。

[0083] 这样,相对于在第一现有技术的差动传送线路4中,越缩小波道间距 $P_a$ ,串扰量越增加,在本实施方式的差动传送线路中,当逐渐缩小波道间距 $P_a$ 时,在某个范围,串扰量急剧地减少。

[0084] 在此,当比较由于串扰而传递到邻接的波道的信号的相位与在正确的波道传递的信号相位时,在第一现有技术的差动传送线路4中,不论波道间距 $P_a$ 的值如何,由串扰产生的信号的相位都提前90度。即,在第一现有技术的差动传送线路4中,作为串扰的原因,可以说容量性结合是支配性的。并且,在本实施方式的差动传送线路中,在波道间距 $P_a$ 充分宽的情况下( $P_a>2.7\text{mm}$ ),由串扰产生的信号的相位提前90度,但在图9中,在串扰急剧增加的 $P_a=0.8\text{mm}$ 附近,由串扰产生的信号的相位滞后90度。即,在 $P_a>2.7\text{mm}$ 的情况下,串扰的原因中,可以说容量性结合是支配性的,在 $P_a=0.8\text{mm}$ 附近,可以说磁场结合是支配性的。在 $0.8\text{mm}\leq P_a\leq 2.7\text{mm}$ 的范围中,容量性结合的影响与磁场结合的影响是相同程度的大小,且分别具有反向的力,因此,产生相抵效果。由此,在本实施方式中,在 $0.8\text{mm}\leq P_a\leq 2.7\text{mm}$ 的范围,串扰量减少,产生 $P_a=1.5\text{mm}$ 的极大值与 $P_a=1.1\text{mm}$ 的极小值。

[0085] 接着,对第二现有技术的差动传送线路5的串扰特性进行说明。

[0086] 图10是表示第二现有技术的差动传送线路5的结构剖视图。图10表示印刷电路板中上层的结构。如图10所示,第二现有技术的差动传送线路5在接地导体层102的上面隔着电介质层103配置带状导体对304,在带状导体对304的上面及电介质层103的上面形成焊剂阻抗层205。焊剂阻抗层205在带状导体对304的上表面及电介质层103的上表面以成为膜状的方式涂敷形成,因此,利用带状导体对304的上表面与波道间的电介质层103的上表面的台阶形成凹凸。由此,焊剂阻抗层205与外部大气的界面不为平面。在此,例如带状导体对304的厚度为 $60\mu\text{m}$ 、焊剂阻抗层205的厚度为 $30\mu\text{m}$ 、波道长 $L=14\text{mm}$ 、波道间距 $P_a=1.1\text{mm}$ 、焊剂阻抗层205的比介电常数为4.4。

[0087] 图11是表示第二现有技术的差动传送线路5的串扰特性的图。图11表示将第二现有技术的差动传送线路5配置在本实施方式的印刷电路板20的情况下的、相对于频率的串扰特性。这与图8相同,串扰特性作为波道长 $L=14\text{mm}$ 、波道间距 $P_a=1.1\text{mm}$ 计算。如图11所示,在从频率 $0\text{Hz}$ 到 $30\text{GHz}$ 的频率范围,串扰量最大为 $-28\text{dB}$ 。这样,即使在带状导体对304的上部配置电介质(焊剂阻抗层205)的情况下,当电介质与外部大气的界面不是平面时,也不会得到串扰量的减少效果。即,为了得到串扰量的减少效果,使电介质层103的上表面为不

会感到由带状导体层的厚度产生的台阶的平面是重要的。

[0088] 在此,对满足波道长 $L=14\text{mm}$ 情况下的串扰的容许值( $-35\text{dB}$ )的差动传送线路的各部尺寸的条件进行说明。

[0089] 图12是表示本实施方式的差动传送线路的相对于波道间距 $Pa$ 的串扰特性的图。图12分别对带状导体间隔 $Gap$ 为 $0.13\text{mm}$ ( $\triangle$ )、 $1.20\text{mm}$ ( $\bullet$ )、 $0.30\text{mm}$ ( $\diamond$ )的情况进行表示。为了设定减少差动传送线路的波道间的串扰量、并且缩小差动传送线路的配置区域的差动传送线路的结构,首先求出串扰量得到极大值时的波道间距 $Pa_{\max}$ ,接着,求出串扰量得到极小值时的波道间距 $Pa_{\min}$ 。并且,波道间距 $Pa$ 从 $Pa_{\max} \leq Pa \leq Pa_{\min}$ 的范围设定是合适的。如图12所示,带状导体间隔 $Gap$ 的大小支配性地决定串扰量的大小,尤其 $Gap$ 的值大致一义地决定串扰量的极大值的大小。

[0090] 图13是本实施方式的差动传送线路的相关图。图13在多种结构的差动传送线路(使带状导体间隔 $Gap$ 、距离 $H$ 、带状导体厚度 $t$ 、带状导体宽度 $W$ 、距离 $H_2$ 任意变化的差动传送线路)中,求出串扰量的极大值,表示带状导体间隔 $Gap$ 与串扰量的极大值的相关。如图13所示,通过带状导体间隔 $Gap$ 为 $0.25\text{mm}$ 以下,能使串扰量为容许值的 $-35\text{dB}$ 以下。

[0091] 图14是本实施方式的差动传送线路的相关图。图14在将带状导体间隔 $Gap$ 限定为 $0.25\text{mm}$ 以下的差动传送线路中,求出使距离 $H$ 变化时的 $Pa_{\max}$ ( $\blacklozenge$ )及 $Pa_{\min}$ ( $\blacklozenge$ ),表示距离 $H$ 与波道间距 $Pa$ 的相关。换言之,图14表示串扰量为 $-35\text{dB}$ 以下的 $H$ 与 $Pa$ 的组合(范围)。如图14所示,为了减少波道间的串扰量,并且缩小差动传送线路的配置区域占据的区域,距离 $H$ 为 $0.1\text{mm} \leq H \leq 0.5\text{mm}$ ,波道间距 $Pa$ 从 $Pa_{\min} \leq Pa \leq Pa_{\max}$ 的范围(图14所示的斜线部分的范围)设定是合适的。例如在使距离 $H$ 为 $0.5\text{mm}$ 的情况下,波道间距 $Pa$ 从 $1.4\text{mm} \leq Pa \leq 2.1\text{mm}$ 的范围设定是合适的。另外,例如使距离 $H$ 为 $0.1\text{mm}$ 的情况下,波道间距 $Pa$ 从 $0.8\text{mm} \leq Pa \leq 1.0\text{mm}$ 的范围设定是合适的。即,将距离 $H$ 作为 $x$ 坐标,将波道间距 $Pa$ 作为 $y$ 坐标,期望( $H$ 、 $Pa$ )位于以( $0.1\text{mm}$ 、 $1.0\text{mm}$ )、( $0.1\text{mm}$ 、 $0.8\text{mm}$ )、( $0.5\text{mm}$ 、 $1.4\text{mm}$ )、( $0.5\text{mm}$ 、 $2.1\text{mm}$ )为顶点的矩形上或该矩形的范围的内部。另外,如果决定距离 $H$ 及波道间距 $Pa$ ,则能够以差动传送线路的特性阻抗为消耗值的方式决定 $W$ 等。另外,图14所示的范围不仅是 $L=14\text{mm}$ ,在 $L \geq 14\text{mm}$ 中,也能实现串扰量 $-35\text{dB}$ 以下这种情况从图6可以看出。

[0092] 由此,期望本发明的多个第一带状导体对各个的长度为 $14\text{mm}$ 以下。在此,第一带状导体对的长度是在该第一带状导体对和处于邻接位置的第一带状导体对之间不配置导体(金属配线)地由电介体层埋入的部分的长度。并且,如图13所示,多个第一带状导体对的带状导体间隔 $Gap$ 期望分别为 $0.25\text{mm}$ 以下。另外,如图14所示,距离 $H$ 与相邻的两对第一带状导体对各个的波道间距 $Pa$ 期望位于图14所示的矩形(斜线部分)上或该矩形的范围的内部。

[0093] 在此,验证上述的、将满足各部尺寸条件的差动传送线路配置在本实施方式的直线区域300的情况的串扰特性。另外,波道长 $L=14\text{mm}$ ,区域300的各波道的长度如图5A所示,距印刷电路板20的外侧 $A_1=9\text{mm}$ 、 $A_2=8\text{mm}$ 、 $A_3=7\text{mm}$ 。

[0094] 首先,印刷电路板20为根据上述CFP4的MSA规格的形状,距离 $H$ 为 $0.279\text{mm}$ ,带状导体厚度 $t$ 为 $35\mu\text{m}$ ,距离 $H_2$ 为 $60\mu\text{m}$ 。并且,波道间的接地导体层102与外部大气之间的电介体层103的厚度为 $0.374\text{mm}$ (距离 $H$ +带状导体厚度 $t$ +距离 $H_2$ )。带状导体间隔 $Gap$ 为 $0.20\text{mm}$ 。带状导体宽度 $W$ 以差动传送线路的特性阻抗率 $Z_{\text{diff}}$ 为期望值的方式设定,其中,带状导体宽度 $W$ 为 $0.2\text{mm}$ 。波道间距 $Pa$ 根据与距离 $H$ 相应的值设定,在此,相对于 $H=0.279$ , $Pa$ 设定为 $1.1\text{mm}$ 。

[0095] 图15是表示本实施方式的差动传送线路的波道间的串扰特性的图。图15表示上述的印刷电路板20的差动传送线路的波道间的串扰特性。如图15所示,在从频率0Hz到30GHz的频率范围,串扰量为-47dB以下。这样,通过使用满足上述条件的差动传送线路,能减少差动传送线路的波道间的串扰,并能缩小差动传送线路占据的区域。

[0096] 另外,本实施方式的印刷电路板20的接收侧差动传送线路2及发送侧差动传送线路3当包括满足上述条件的差动传送线路时,例如如图5A所示,能够将接收侧差动传送线路2与发送侧差动传送线路3的配线间隔D扩大到7.2mm。在此,配线间隔D为接收侧差动传送线路2与发送侧差动传送线路3的间隔。即,如图5A所示,是接收侧差动传送线路2所包括的多个带状导体中、最位于发送侧差动传送线路3侧的带状导体的发送侧差动传送线路3侧的边缘与发送侧差动传送线路3所包括的多个带状导体中、最位于接收侧差动传送线路2侧的带状导体的接收侧差动传送线路2侧的边缘之间的距离。这样,通过接收侧差动传送线路2与发送侧差动传送线路3的配线间隔扩大,起到能减少从发送侧波道向接收侧波道的反向串扰(Backward Crosstalk)的效果。在此,所谓反向串扰,指在将两对的向反向搬运的差动传送线路的一区域互相接近且并列地配置的情况下,在接近的区域产生的串扰。

[0097] 另外,在美国专利第8344821号说明书中,表示由带状导体对构成的多个差动传送线路结构,使配置在印刷电路板的一面的连接器连接用的端子的配线层开始至其下的接地配线层、其下的信号层、其下的接地配线层至少四层占据为差动传送线路用,无法与安装密度的增加对应。并且,在美国专利第8336203号说明书、美国专利第8212149号说明书及日本特开2004-304134号公报中,通过在由带状导体对构成的多个差动传送线路结构的一部分选择地配置焊剂阻抗等电介体或使电介体的厚度变化,能减少顺方向串扰量。因此,将美国专利第8336203号说明书、美国专利第8212149号说明书及日本特开2004-304134号公报所记载的结构应用于图5A所示的CFP4的MSA规格的印刷电路板20,并研究串扰特性的结果,无法得到串扰量的减少效果,或者,效果并不充分是明显的。因此,可以看出,本发明起到能减少串扰量,并且减小差动传送线路占据的区域,能进行高速化与高密封安装之类的显著效果。

[0098] 另外,在减少差动传送线路的传送损失方面,作为电介体层103,一般选择环氧玻璃树脂等介质损耗因数小的材料。因此,当电介体层103使用焊剂阻抗等介质损耗因数高的材料时,存在传送损失无法充分降低的问题。相对于此,本实施方式的差动传送线路未配置焊剂阻抗层,因此,能将差动传送线路的传送损失抑制为最小限,起到能良好地确保信号品质的效果。

[0099] 在此,使用图16A~图16D说明本实施方式的差动传送线路的制造方法。图16A~图16D是示意地表示本实施方式的差动传送线路的制造方法的过程的图。在本实施方式的差动传送线路的制造方法中,首先,在印刷电路板20上形成接地导体层102,在接地导体层102上形成对由玻璃布基材与环氧树脂构成的材料(第一环氧玻璃树脂)进行热固化而呈固化状态的第一电介体层131。并且,形成在第一电介体层131上排列地配置的、由铜箔构成的多个带状导体对104(图16A)。如图16(A)所示,将在接地导体层102的上面形成第一电介体层131,在第一电介体层131的上面形成带状导体对104的结构作为差动传送线路基本结构(以上,为差动传送线路基本结构形成工序)。接着,形成作为半固化状态的环氧玻璃树脂的印刷电介体132(以上,为预成型电介体形成工序:图16B)。预成型电介体132通过在玻璃布基



材中浸渍环氧树脂,对其进行加热干燥而使环氧树脂为半固化状态而成。并且,如图16B所示,将预成型电介体132粘贴在差动传送线路基本结构的最上层及最下层(未图示)(即上下面)的两面。并且,在最上层的预成型电介体132的上表面与最下层的预成型电介体132的下表面粘贴厚度均匀的铜箔134。并且,使用平面热盘135从最上层与最下层的两面在加压状态下加热,使预成型电介体132热固化(图16C)。在图16C中,第二电介体层133通过使预成型电介体132热固化而形成(以上,为第二电介体层形成工序)。之后,在最上层的铜箔134与带状导体对104之间,利用激光打孔工序形成导通孔109(未图示),接着,对最外层的铜箔134进行图案蚀刻,形成带状导体对114、接收侧端子列91、金属配线108等。并且,如图16D所示,在直线区域300,除去最上层的铜箔134(金属箔除去工序)。由此,能使由第一电介体层131及第二电介体层133构成的电介体层103的上表面与外部大气的界面为平面。

[0100] (第二实施方式)

[0101] 在本发明的第二实施方式中,表示与第一实施方式的差动传送线路不同的结构的差动传送线路。

[0102] 图17A是本实施方式的印刷电路板20的上面图。图17B是本实施方式的印刷电路板20的剖视图,表示图17A的XVIIIB-XVIIIB线所示的截面的一部分。本实施方式与第一实施方式相比,除了在印刷电路板20的最上层的结构上存在差异之外,是相同的。因此,对与第一实施方式相同的结构标注相同符号,并省略重复的说明。

[0103] 如图17B所示,本实施方式的差动传送线路包括接地导体层102、位于接地导体层102的上方的带状导体对124(右侧带状导体211及左侧带状导体212)、从接地导体层102上埋入带状导体对124且其上表面与带状导体对124的上表面为相同平面的电介体层103、涂敷形成在带状导体对124的上表面及电介体层103的上方的焊剂阻抗层125。并且,焊剂阻抗层125的上表面与外部大气的界面为平面。另外,焊剂阻抗层125由电介体形成,使电介体层103与焊剂阻抗层125一起作为埋入带状导体对124的电介体层。

[0104] 本实施方式的差动传送线路的各部尺寸如下。带状导体对124是距离 $H=0.279\text{mm}$ 、带状导体厚度 $t=53\mu\text{m}$ 、距离 $H_2=50\mu\text{m}$ (在本实施方式中,距离 $H_2$ 是焊剂阻抗层125的厚度)。即,配置在波道间的接地导体层102与外部大气之间的电介层(电介体层103与焊剂阻抗层125)的厚度为 $0.382\text{mm}$ (距离 $H$ +带状导体厚度 $t$ +距离 $H_2$ )。并且,带状导体间隔 $\text{Gap}$ 为 $0.20\text{mm}$ ,带状导体宽度 $W$ 以差动传送线路的特性阻抗率 $Z_{\text{diff}}$ 为期望值的方式设定。在此,当 $W=0.2\text{mm}$ 时,特性阻抗率 $Z_{\text{diff}}$ 为接近 $100\Omega$ 的值。波道间距 $\text{Pa}$ 根据距离 $H$ 决定,在此 $\text{Pa}=1.1\text{mm}$ 。

[0105] 图18是表示本实施方式的差动传送线路的波道间的串扰特性的图。在此,将波道长 $L=14\text{mm}$ 、串扰量的容许值为 $-35\text{dB}$ 进行计算。如图18所示,在从频率 $0\text{Hz}$ 到 $30\text{GHz}$ 的频率范围,串扰量为 $-42\text{dB}$ 以下,能减少差动传送线路间的串扰量。

[0106] 这样,本实施方式的差动传送线路与第一实施方式的差动传送线路相比,能够由配线层数比较少的印刷电路板结构实现,起到特别的效果。

[0107] 在此,使用图19A及图19B说明本实施方式的差动传送线路的制造方法。图19A及图19B是示意地表示本实施方式的差动传送线路的制造方法的过程的图。另外,本实施方式的制造方法直到图16C所示的第二电介体层形成工序,与第一实施方式的差动传送线路的制造方法相同,因此,在此省略重复的说明。

[0108] 接着,利用表面研磨除去最上层的铜箔134(金属箔除去工序)。并且,通过对第二

电介质层133进一步进行表面研磨,形成在与带状导体对124的上表面相同平面上具有上表面的第三电介质层136(第三电介质层形成工序):图19A)。即,对第二电介质层133进行表面研磨,研磨到达带状导体对124的上部,通过对带状导体对124的上部进行研磨,带状导体对124的上表面与第二电介质层133的上表面形成在同一平面上。研磨到该状态的第二电介质层133是第三电介质层136。并且,如图19B所示,焊剂阻抗在电介质层103及带状导体对104的上方以成为膜状的方式涂敷,形成焊剂阻抗层125(焊剂阻抗层形成工序)。另外,图19B所示的电介质层103由图19A所示的第一电介质层131及第三电介质层136构成。作为焊剂阻抗层125的素材,使用热固化性环氧树脂墨水是有效的,利用蚀刻除去需要图案连接的端子部分,并固化。由此,在成为同一平面的、带状导体对124的上表面与第二电介质层133的上表面形成焊剂阻抗层125,能够使焊剂阻抗层125的上表面与外部大气的界面为平面。

[0109] 在本发明的差动传送线路中,使埋入多个第一带状导体对(带状导体对124)的电介质的上表面(与外部大气的界面)为平面。在此所说的平面如在第一实施方式或第二实施方式中说明的那样,是实施了使电介质层的上表面平坦化的工序的平面。换言之,如图10所示的第二现有技术的差动传送线路5那样,不包括没有平坦化工序地形成焊剂阻抗层205的情况。另外,第一实施方式及第二实施方式是使电介质层的上表面平坦化的工序的例子,当然未限定于此,也能广泛地应用于实施平坦化的工序而使上表面为平面的电介质层。

[0110] (第三实施方式)

[0111] 图20是本发明的第三实施方式的印刷电路板20的上面图。本实施方式的印刷电路板20与第一实施方式的印刷电路板20相比,配线布局不同,并且,在接收侧差动传送线路2与发送侧差动传送线路3之间配置金属配线118,除此之外,与第一实施方式相同。如图20所示,接收侧差动传送线路2所包括的带状导体对104中、配置于最内侧的内侧带状导体对从导通孔109直线延伸到导通孔119。另外,即使发送侧差动传送线路3,也能够为与上述接收侧差动传送线路2相同的结构。由此,能减少差动传送线路间的串扰量,并且确保在印刷电路板20的外侧未配置差动传送线路的区域。

[0112] 但是,接收侧差动传送线路2及发送侧差动传送线路3分别所包括的多个带状导体对均靠近印刷电路板20的内侧。因此,在接收侧差动传送线路2的内侧带状导体对与接收侧差动传送线路3的内侧带状导体对之间,从发送侧差动传送线路3向接收侧差动传送线路2(或其相反侧)的逆向串扰成为问题,但在本实施方式的印刷电路板20中,金属配线118配置在接收侧差动传送线路2所包括的多个带状导体对104与发送侧差动传送线路3所包括的多个带状导体对104之间,且与这些多个带状导体对104配置在同一层上。通过金属配线118与接地导体层102电连接,金属配线118起到作为发送侧带状导体对104与接收侧带状导体对104的保护线(Guard Trace)的作用,能减少从发送侧差动传送线路3向接收侧差动传送线路2的反向串扰。另外,接收侧差动传送线路2所包括的多个带状导体对104与发送侧差动传送线路3所包括的多个带状导体对之间是接收侧差动传送线路2所包括的多个带状导体对104的一侧(图20的下侧)端与接收侧差动传送线路3所包括的多个带状导体对104的另一侧(图20的上侧)端之间。也可以是接收侧差动传送线路2的内侧带状导体对的右侧带状导体211的一侧(图20的下侧)的边缘线与发送侧差动传送线路3的内侧带状导体对的右侧带状导体211的另一侧(图20的上侧)的边缘线之间。

[0113] 另外,在本实施方式的印刷电路板20的直线区域330中,接收侧差动传送线路2所

包括的多个带状导体对124(第一带状导体对)的中心配置在比接收侧端子列91的中心靠一侧(图20所示的下侧),并且,配置在金属配线118的另一侧(图20所示的上侧)。同样地,发送侧差动传送线路3所包括的多个带状导体对124(第二带状导体对)的中心配置在比发送侧端子列92的中心靠另一侧(图20所示的上侧),并且配置在金属配线118的一侧(图20所示的下侧)。

#### [0114] (第四实施方式)

[0115] 图21是本发明的第四实施方式的印刷电路板20的上面图。本实施方式的印刷电路板20与第一实施方式的印刷电路板20不同,配置有金属配线128,除此之外与第一实施方式相同。如图21所示,金属配线128分别配置在接收侧差动传送线路2的两侧及发送侧差动传送线路3的两侧。即,在接收侧差动传送线路2中、配置在最外侧的外侧带状导体对的另一外侧与外侧带状导体对并列地配置,在配置在最内侧的内侧带状导体对的另一内侧与内侧带状导体对并列地配置。另外,即使发送侧差动传送线路3,也能为与上述接收侧差动传送线路2相同的结构。由此,金属配线128起到作为发送侧带状导体对104与接收侧带状导体对104的保护线(Guard Trace)的作用,能进一步减少从发送侧差动传送线路3向接收侧差动传送线路2的反向串扰。

#### [0116] (第五实施方式)

[0117] 在第一至第四实施方式中,端子列101连接于连接器10,但端子列101也可以连接于挠性印刷基板(FPC:Flexible Printed Circuits)。因此,在第五实施方式中,使光传送装置为根据QSFP28的MSA规格的形状。QSFP28是100Gbit/s的光收发机的MSA规格的一种,比CFP4小型,但以与CFP4相同的位速率传送数字信号。

[0118] 图22是本实施方式的光传送装置的概略图,本实施方式的光传送装置按照QSFP28的MSA规格。如图22所示,第五实施方式的光传送装置1构成为包括印刷电路板50、ROSA506、TOSA503、第一FPC504及第二FPC505。

[0119] 印刷电路板50构成为包括第一端子列501、第二端子列502、接收用集成电路106及发送用集成电路107。第一端子列501与作为ROSA506连接用的挠性印刷基板的第一FPC504连接,第二端子列502与作为TOSA503连接用的挠性印刷基板的第二FPC505连接。

[0120] 图23是本实施方式的印刷电路板50的上面图。如图23所示,接收侧的四波道接收侧差动传送线路2连接于第一端子列501与接收用集成电路106之间,发送侧的四波道发送侧差动传送线路3连接于第二端子列502与发送用集成电路107之间。接收侧差动传送线路2由分别互相邻接的四个差动传送线路构成,从第一端子列501向接收用集成电路106的输入端子列的方向传送信号。另外,发送侧差动传送线路3由分别互相邻接的四个差动传送线路构成,从发送用集成电路107的输出端子列向第二端子列502的方向传送信号。

[0121] 在根据本实施方式QSFP28的MSA规格的光传送装置中,印刷电路板50的宽度定为16~17mm。根据该QSFP28的MSA规格的印刷电路板50比根据CFP4的MSA规格的印刷电路板小一成左右。在本实施方式中,如图22所示,在接收侧差动传送线路2的直线区域400,波道间距 $P_a$ 窄(例如 $P_a=0.5\text{mm}$ ),在其旁边配置发送用集成电路107。同样地,在发送侧差动传送线路3的直线区域410,波道间距 $P_a$ 可以窄。由此,能够减少接收侧差动传送线路2的波道间、发送侧差动传送线路3的波道间、及发送侧差动传送线路3与接收侧差动传送线路2的波道间的串扰量,并且,能减小印刷电路板50的差动传送线路占据的区域。

[0122] 这样,即使是通过挠性印刷基板与TOSA、ROSA等光模块连接的印刷电路板,也能通过使用在接地导体层的上表面配置埋入了带状导体对的电介质层,使电介质层与外部大气的界面为平面的差动传送线路,减小多个差动传送线路的波道间距 $P_a$ ,提供能高速化与高密度安装的光传送装置。

[0123] 另外,本发明未限定于上述实施方式。例如,在上述实施方式中,在印刷电路板20的直线区域300中,成为串扰特性的验证对象,但未限定于该区域,对包括在保持相同的波道间距 $P_a$ 的状态下配置的带状导体对104的45度的弯曲部与其前后的并列的直线部的区域也可以为串扰特性的验证对象。在这种、向包括弯曲部的差动传送线路输入信号的情况下,根据传送线路间的电气长的不同将信号的一部分转换为同相模式。一般地,共态信号成分与差动模式信号成分相比,普遍使串扰量较大地变化。但是,这次,在从频率0Hz到30GHz的频率范围,只要是带状导体间的距离 $Gap$ 为0.25mm以下、弯曲部的角度 $\theta$ 为45度以下的条件下,只要是本实施方式的印刷电路板20的结构,则与传送线路是直线的场合相比,几乎不会使串扰量变化,能得到与上述实施方式相同的改善效果。

[0124] 另外,本发明未限定于上述实施方式的光传送装置,能适用于具备差动传送线路的光传送装置、个人计算机等信息处理装置。

[0125] 本发明未限定于上述实施方式,本领域技术人员当然明白,能在不脱离其主旨的范围内任意地进行改变。

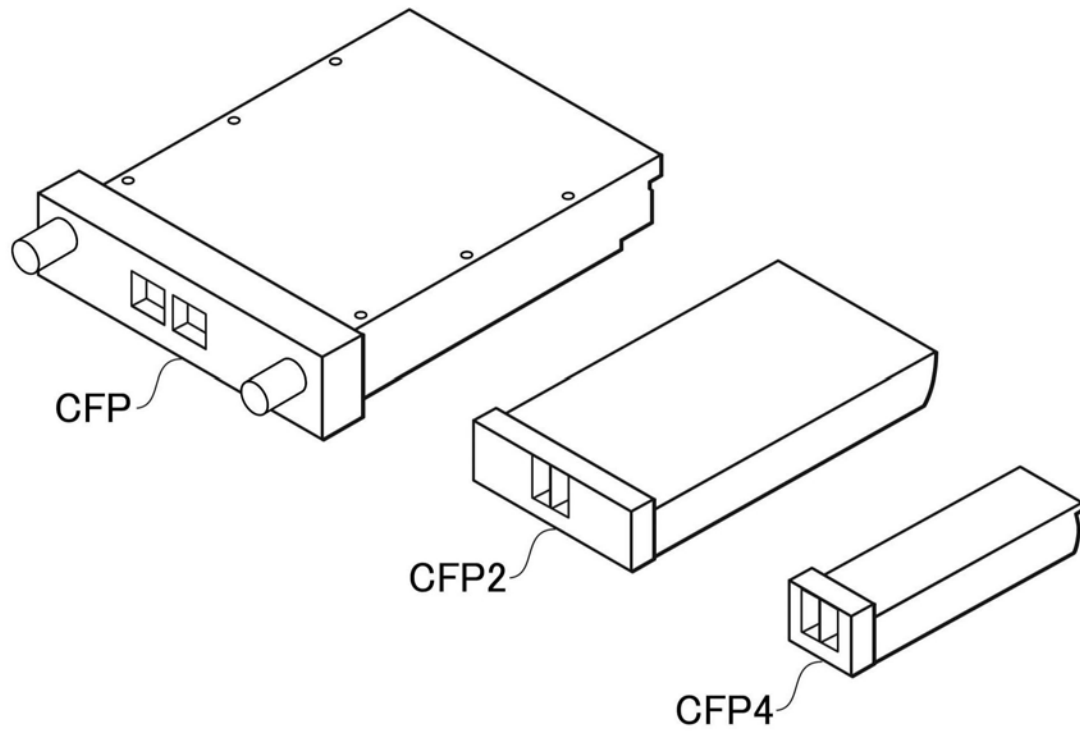


图1



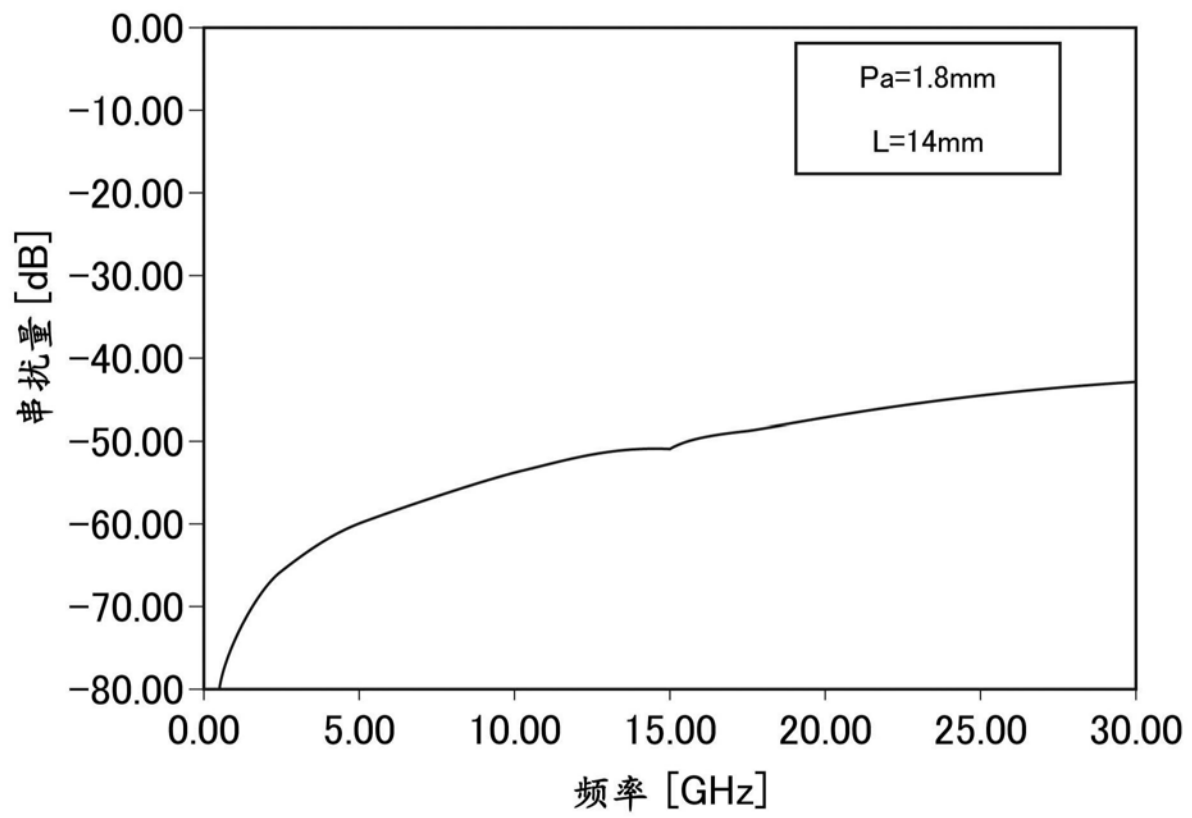


图3

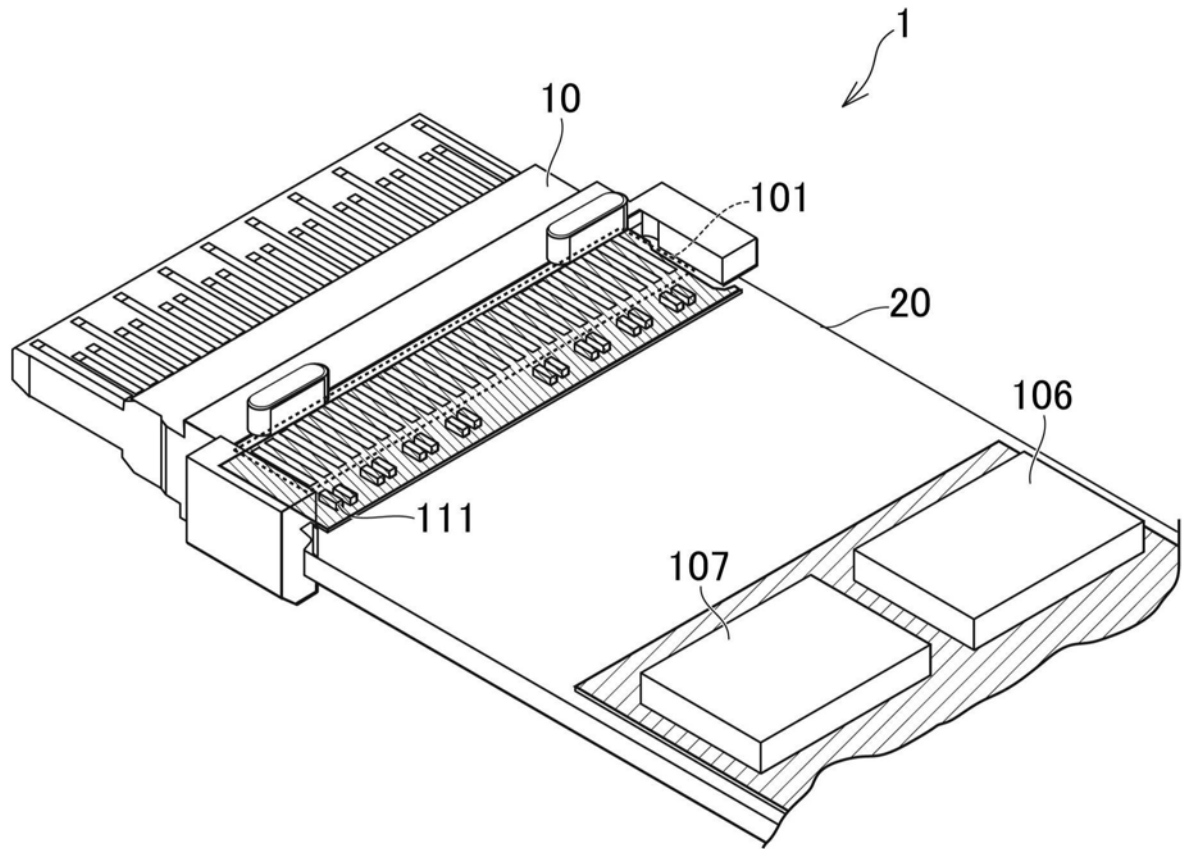


图4



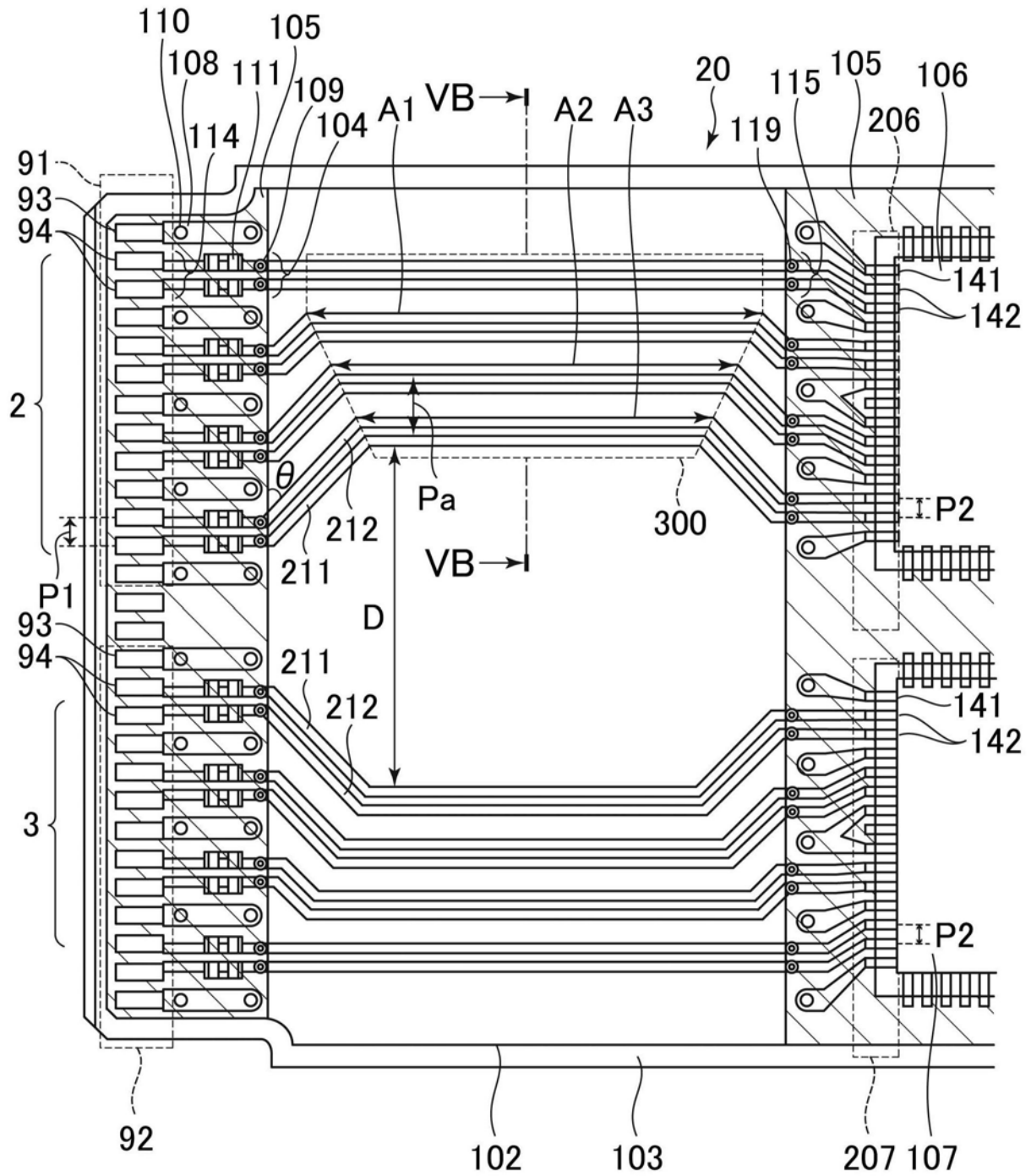


图5A

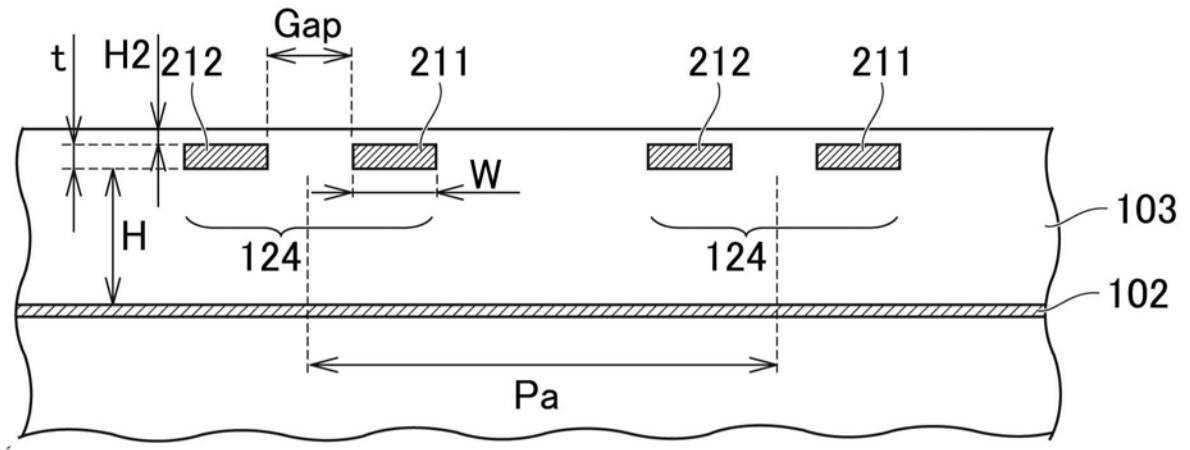


图5B

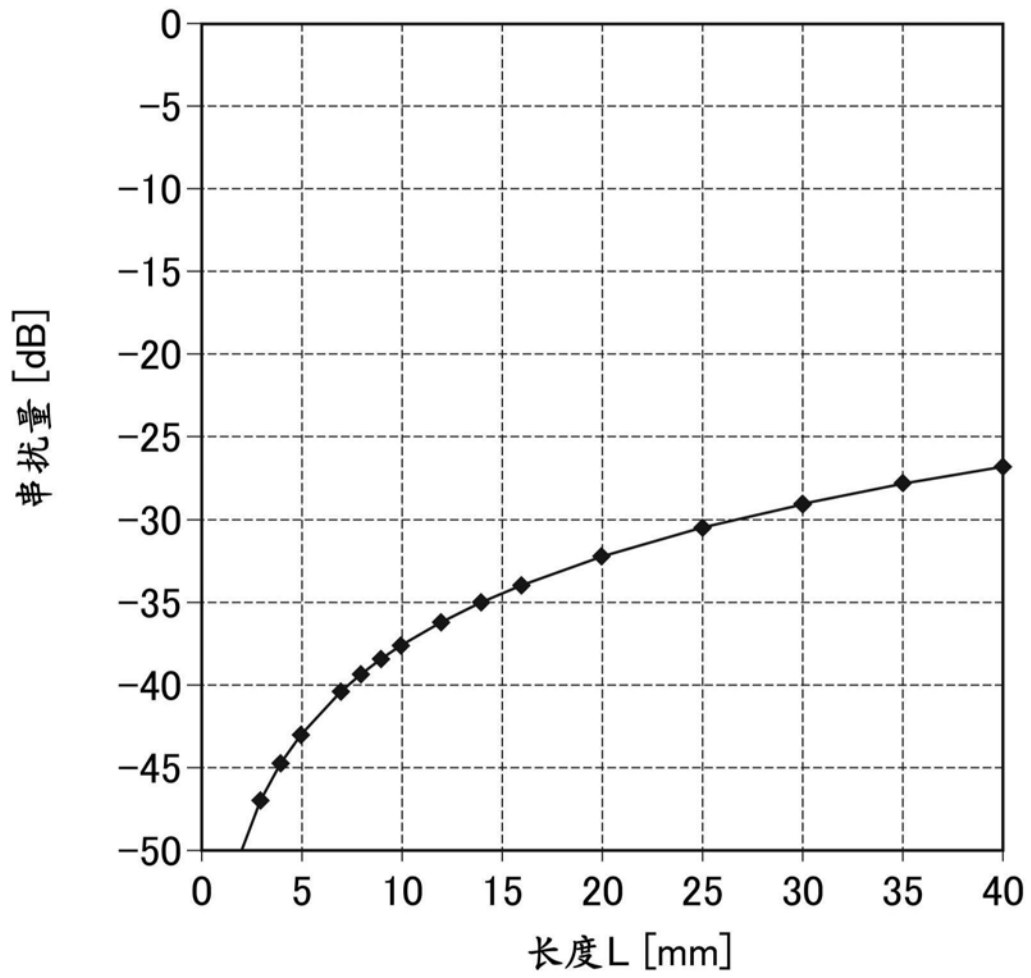


图6

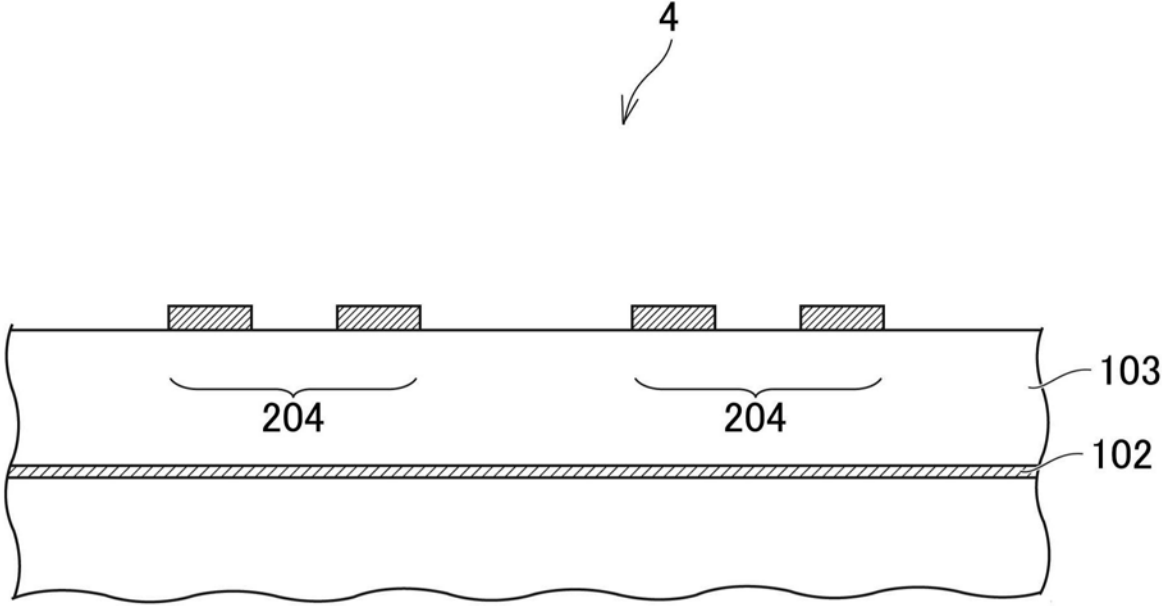


图7

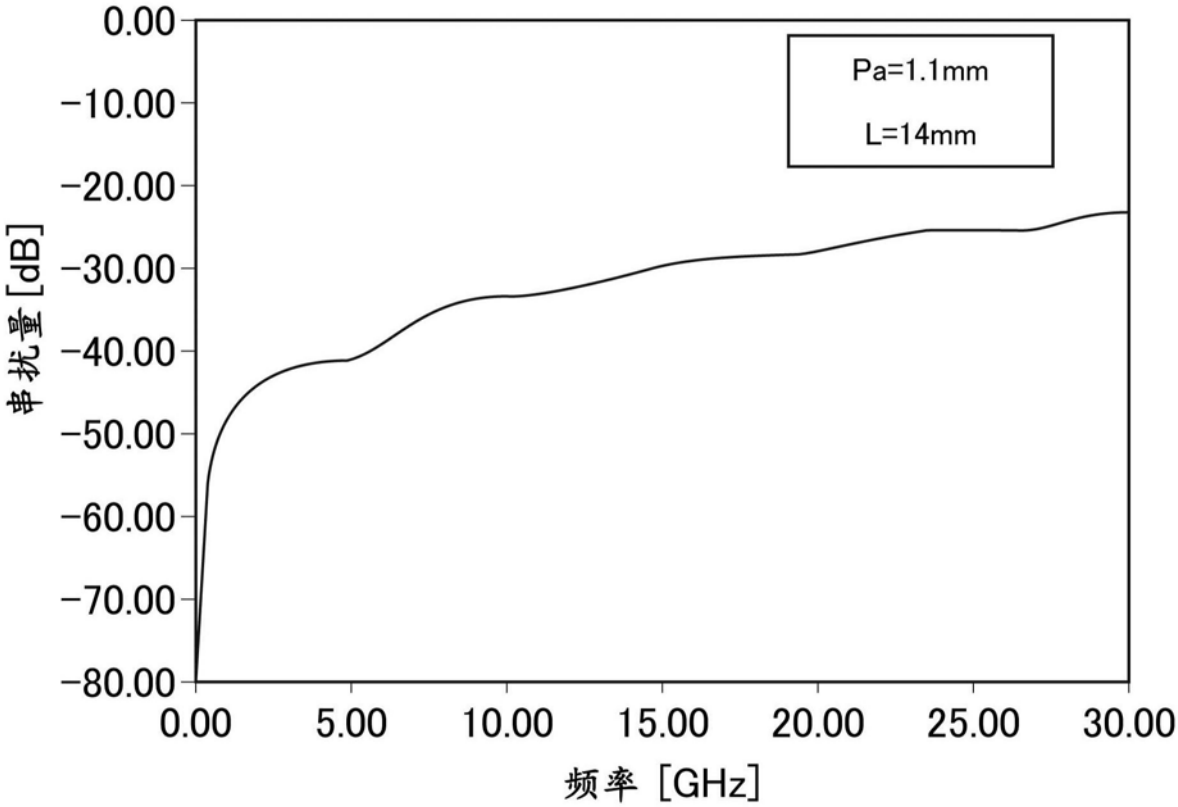


图8

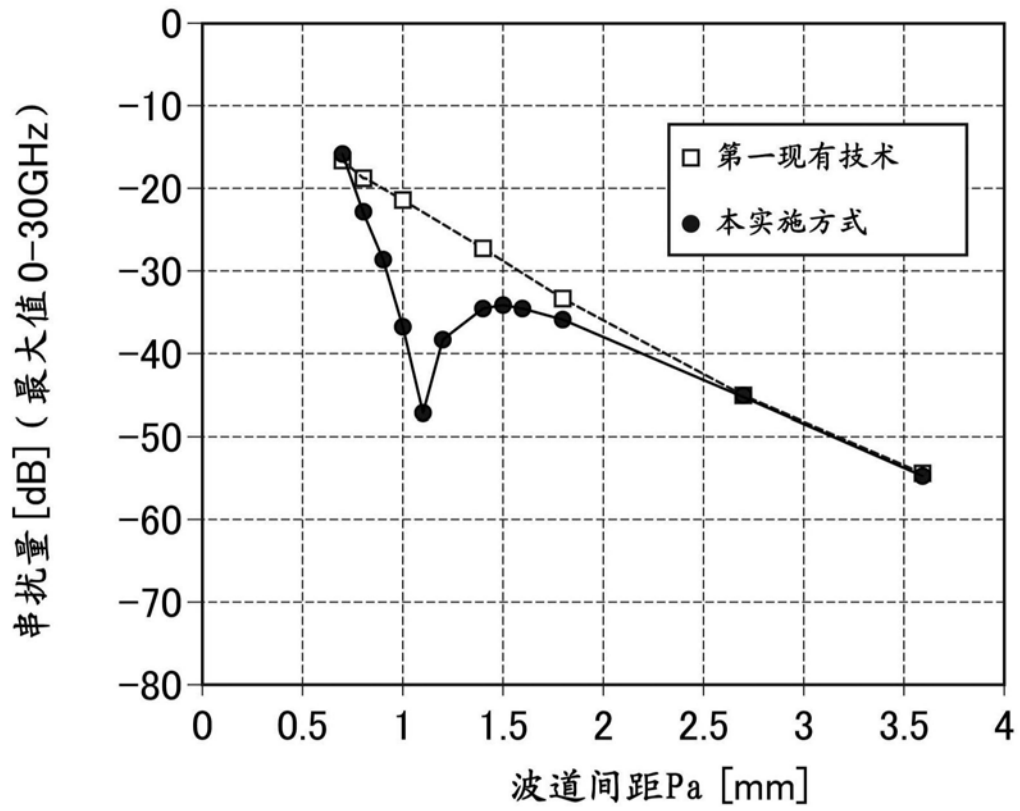


图9

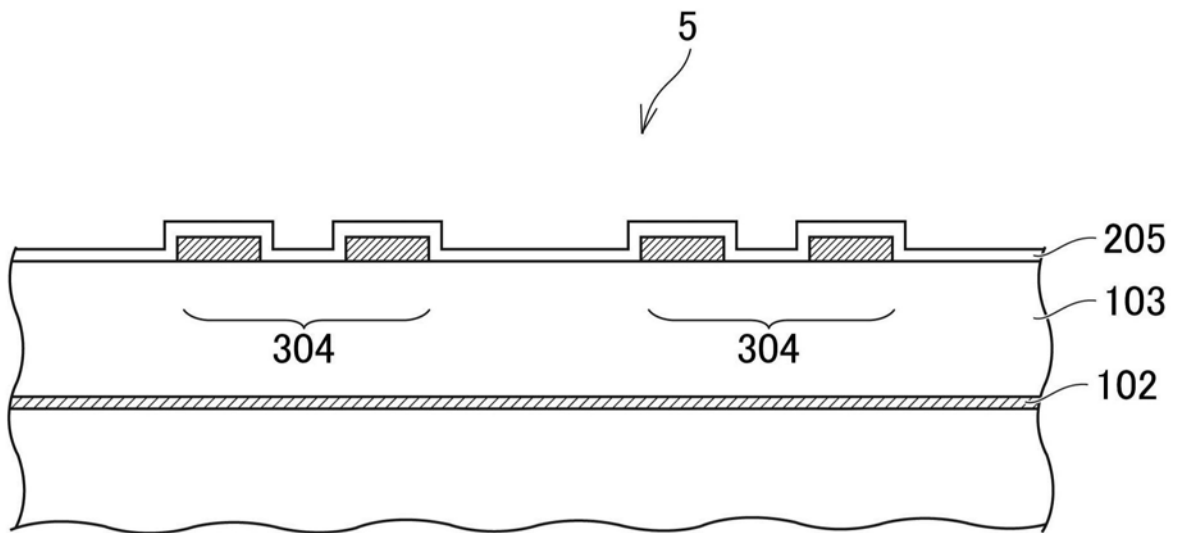


图10

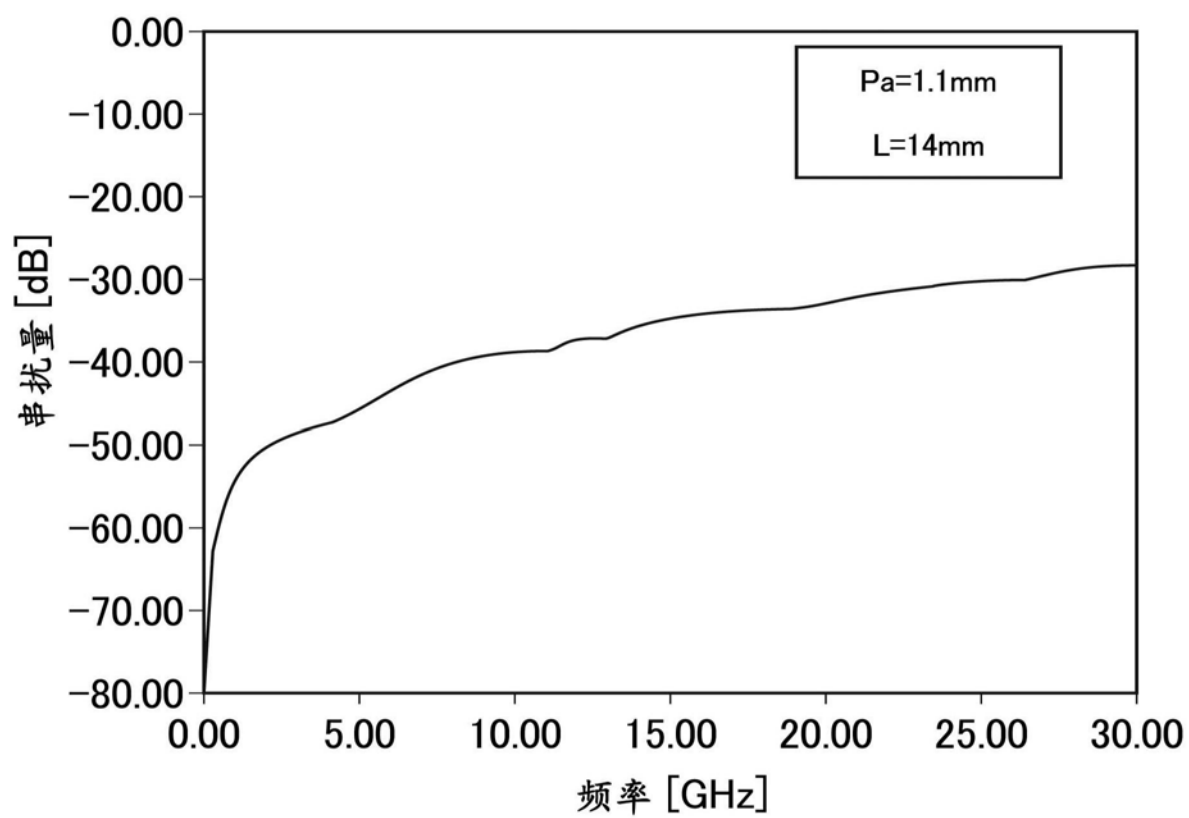


图11

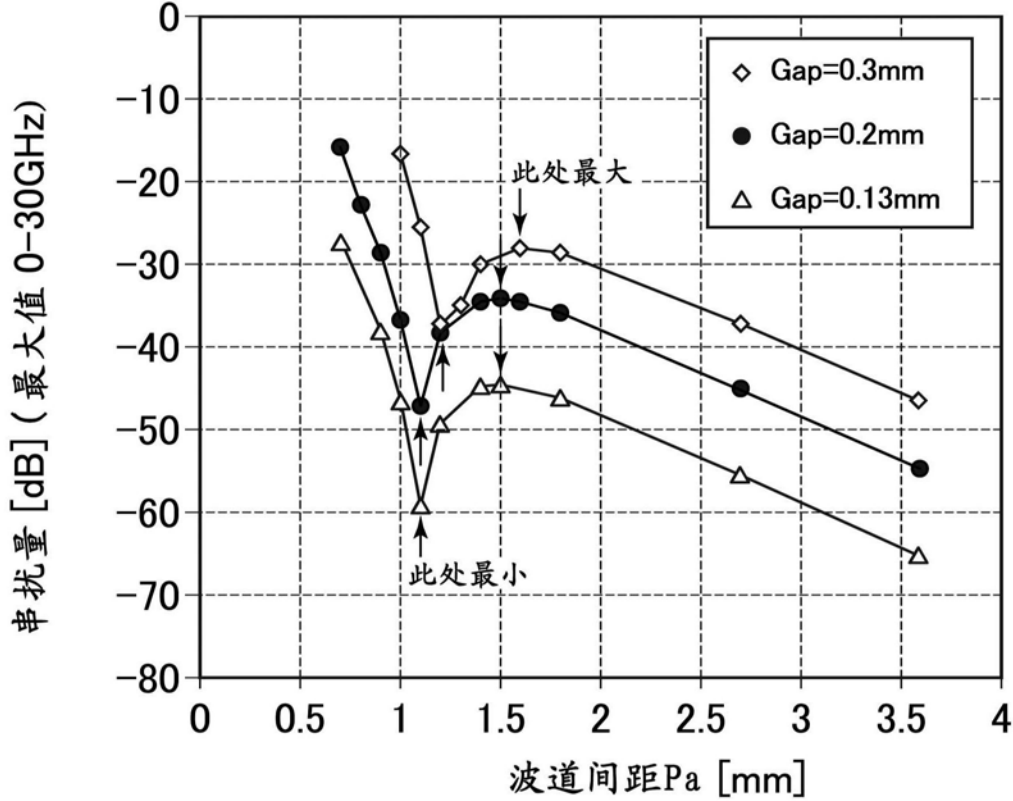


图12

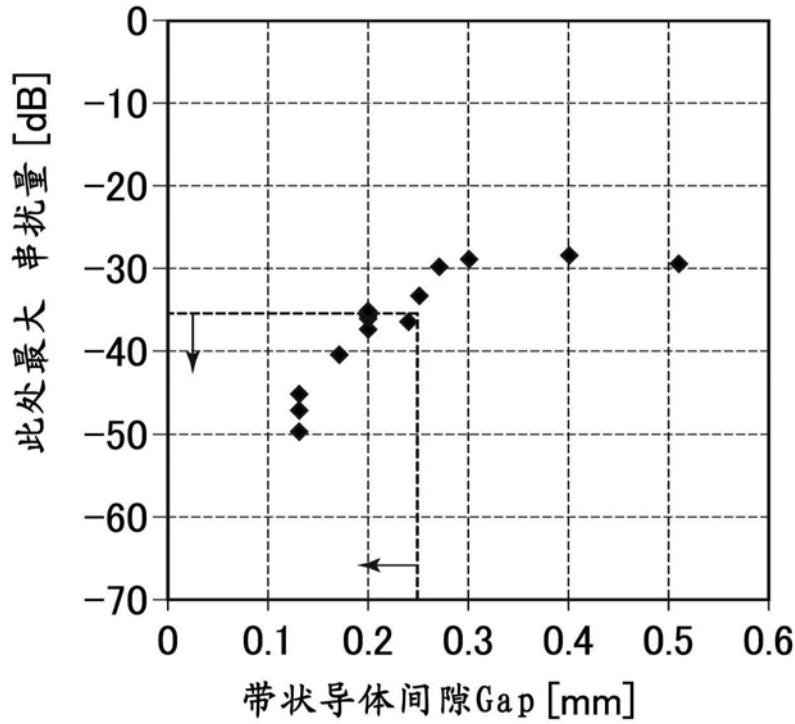


图13

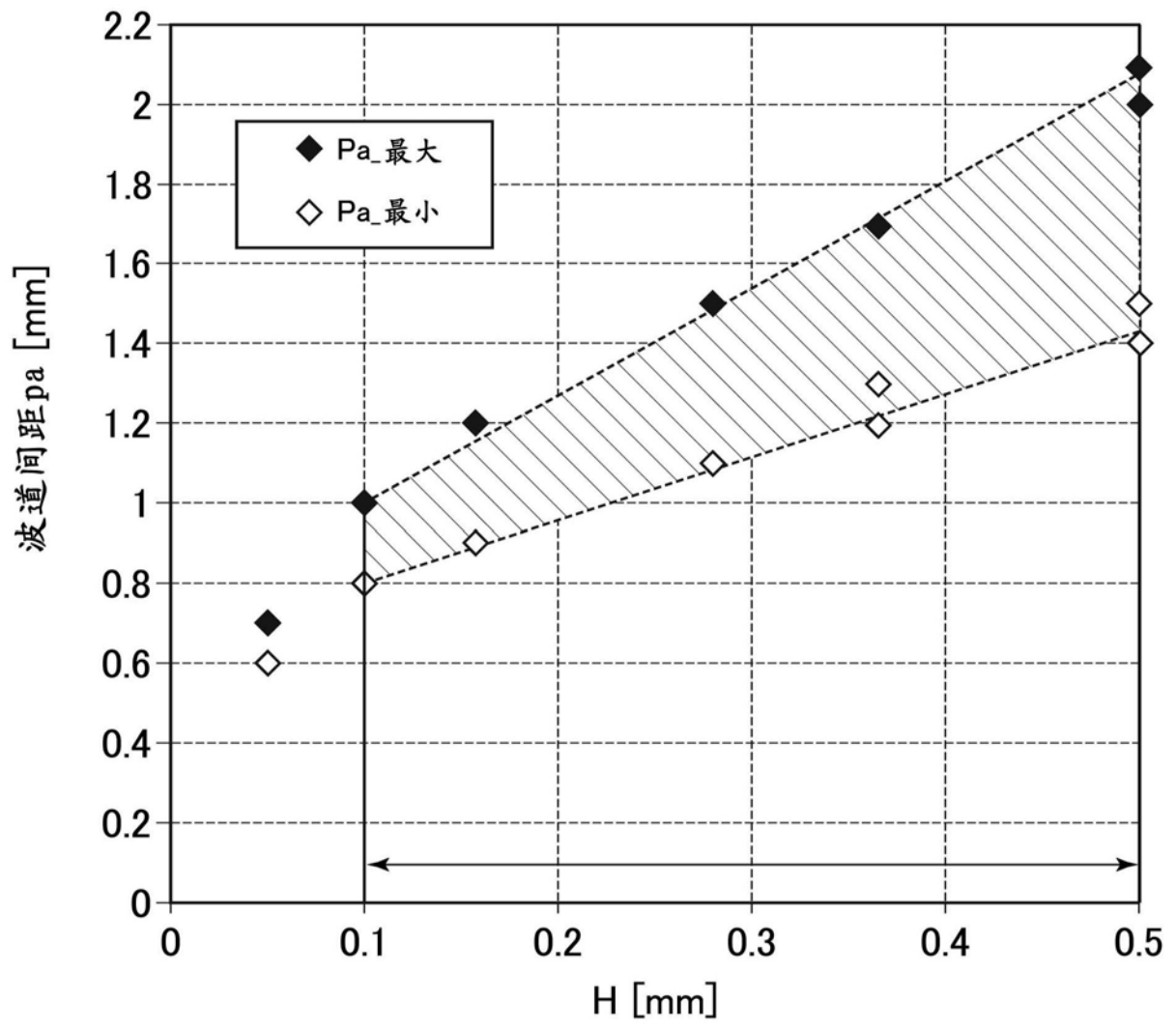


图14

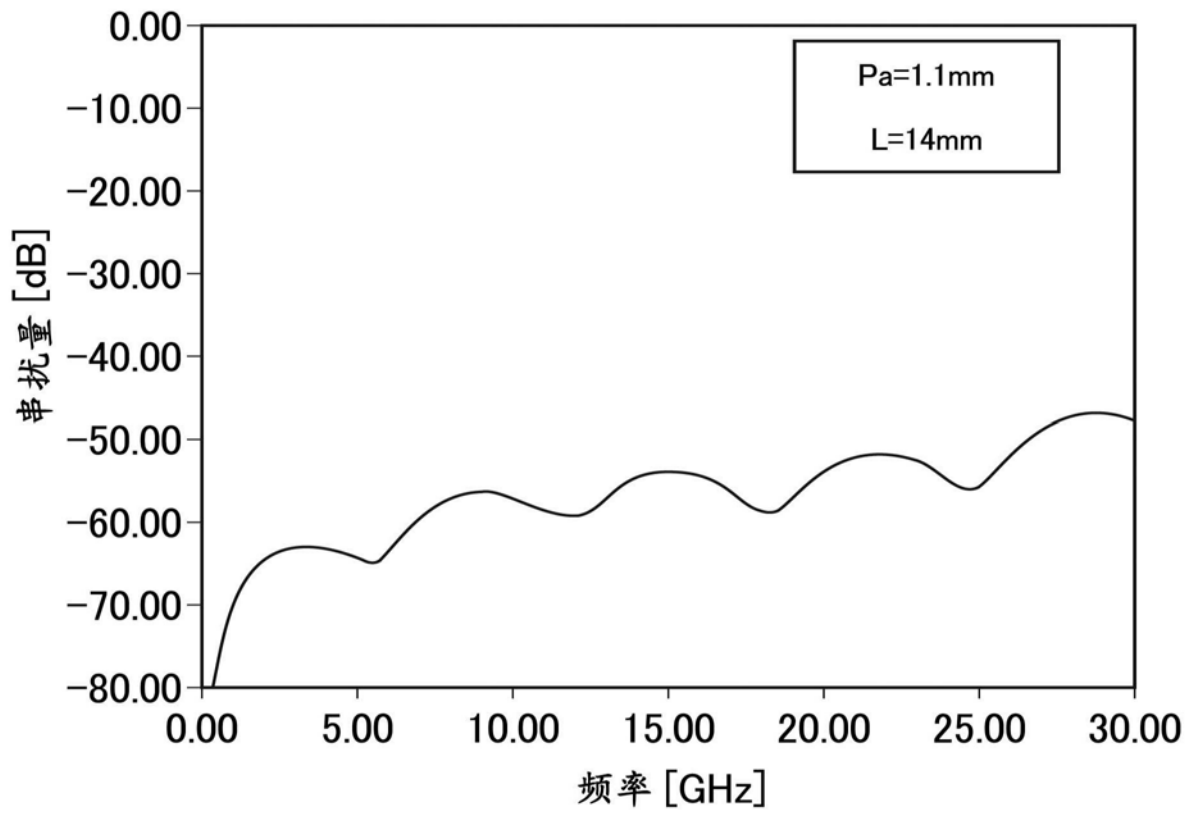


图15

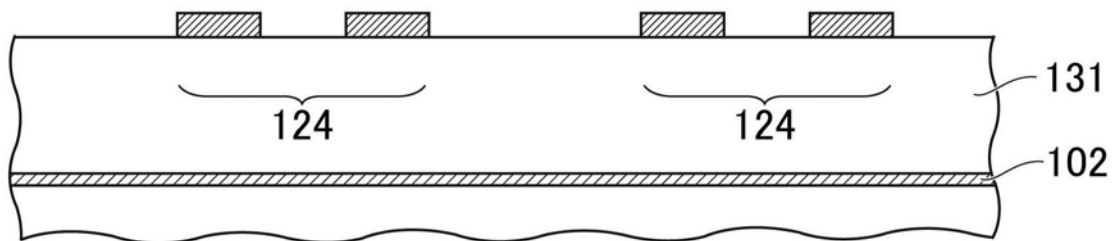


图16A

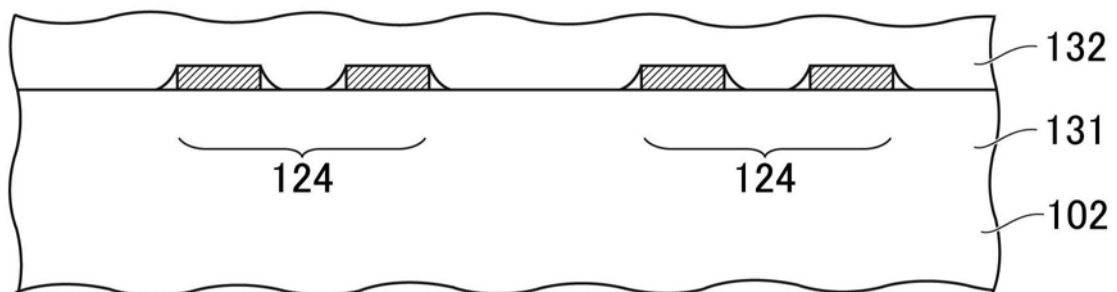


图16B



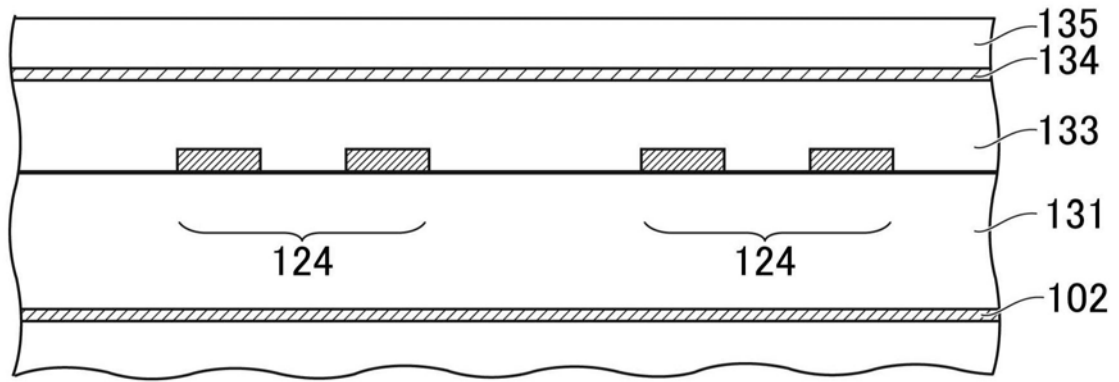


图16C

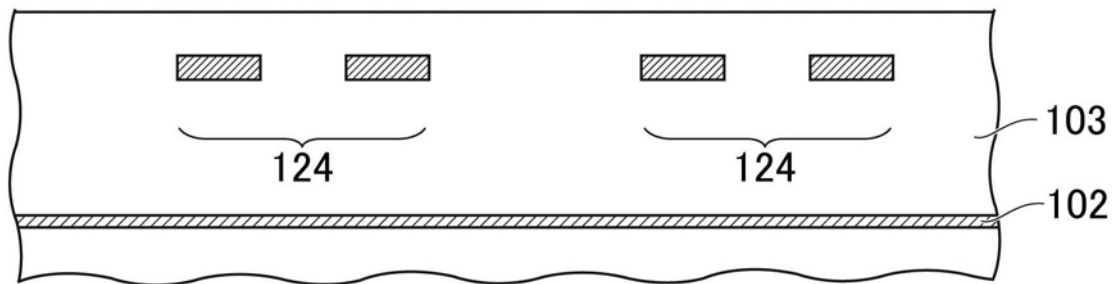


图16D

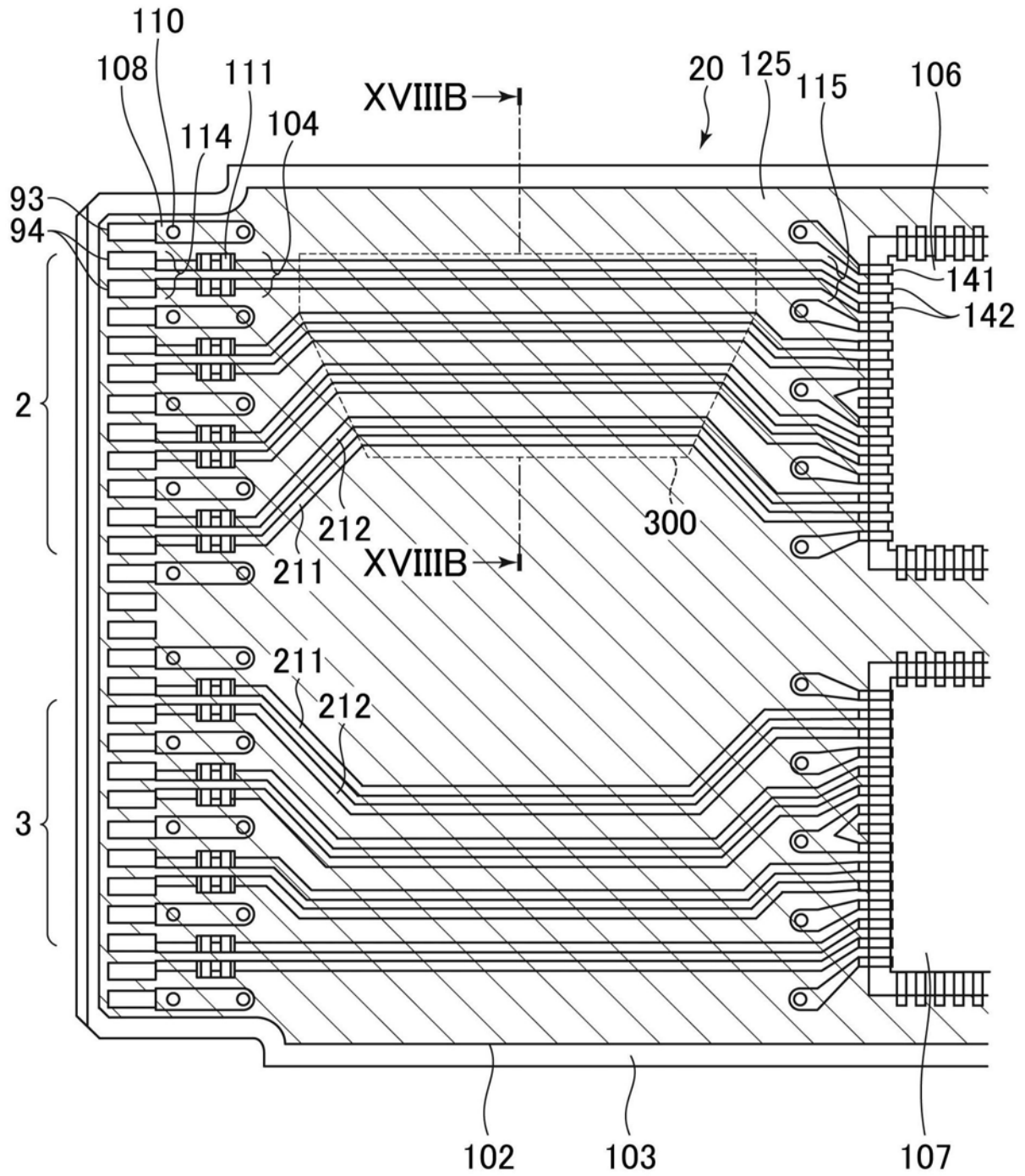


图17A

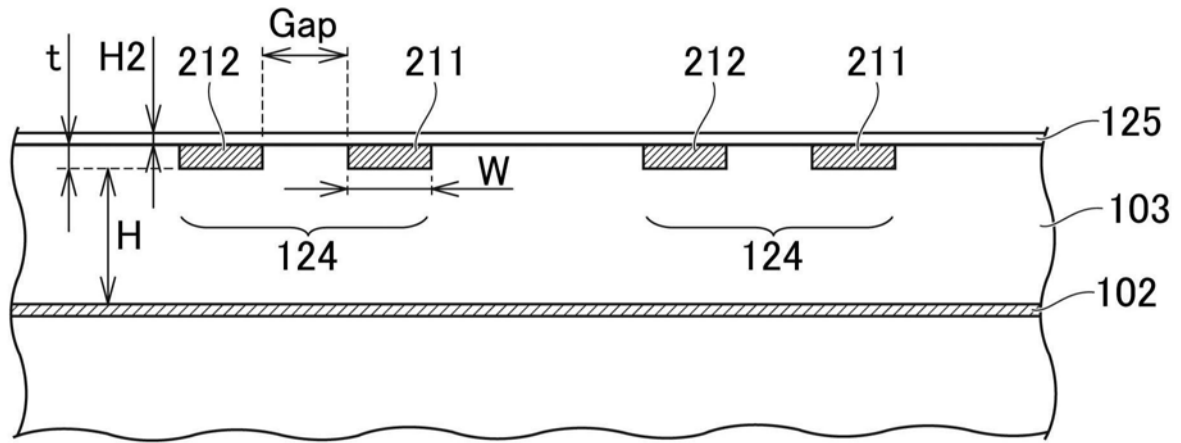


图17B

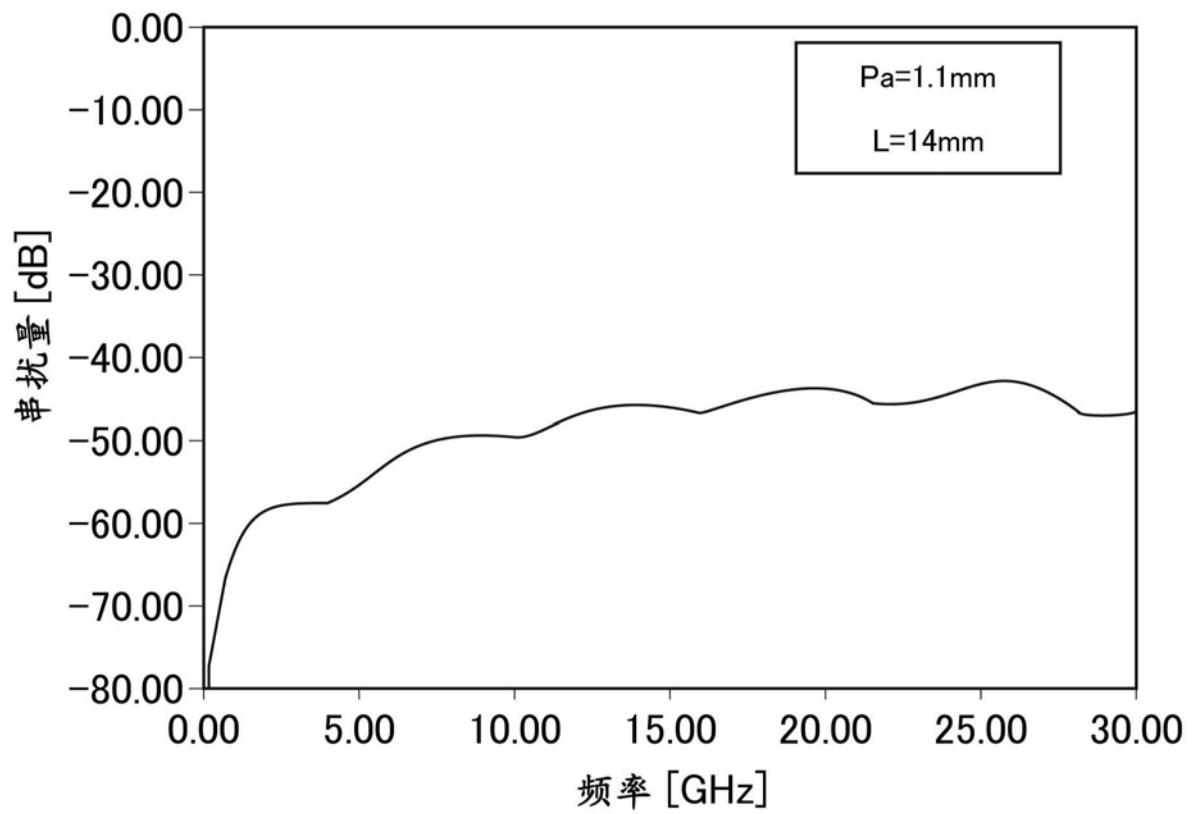


图18

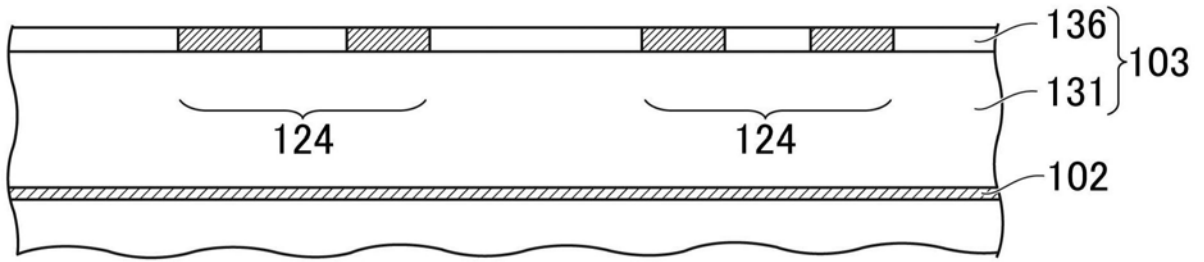


图19A

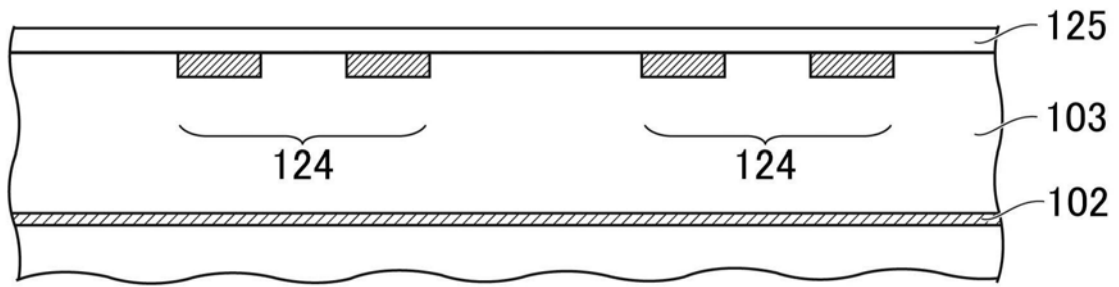


图19B

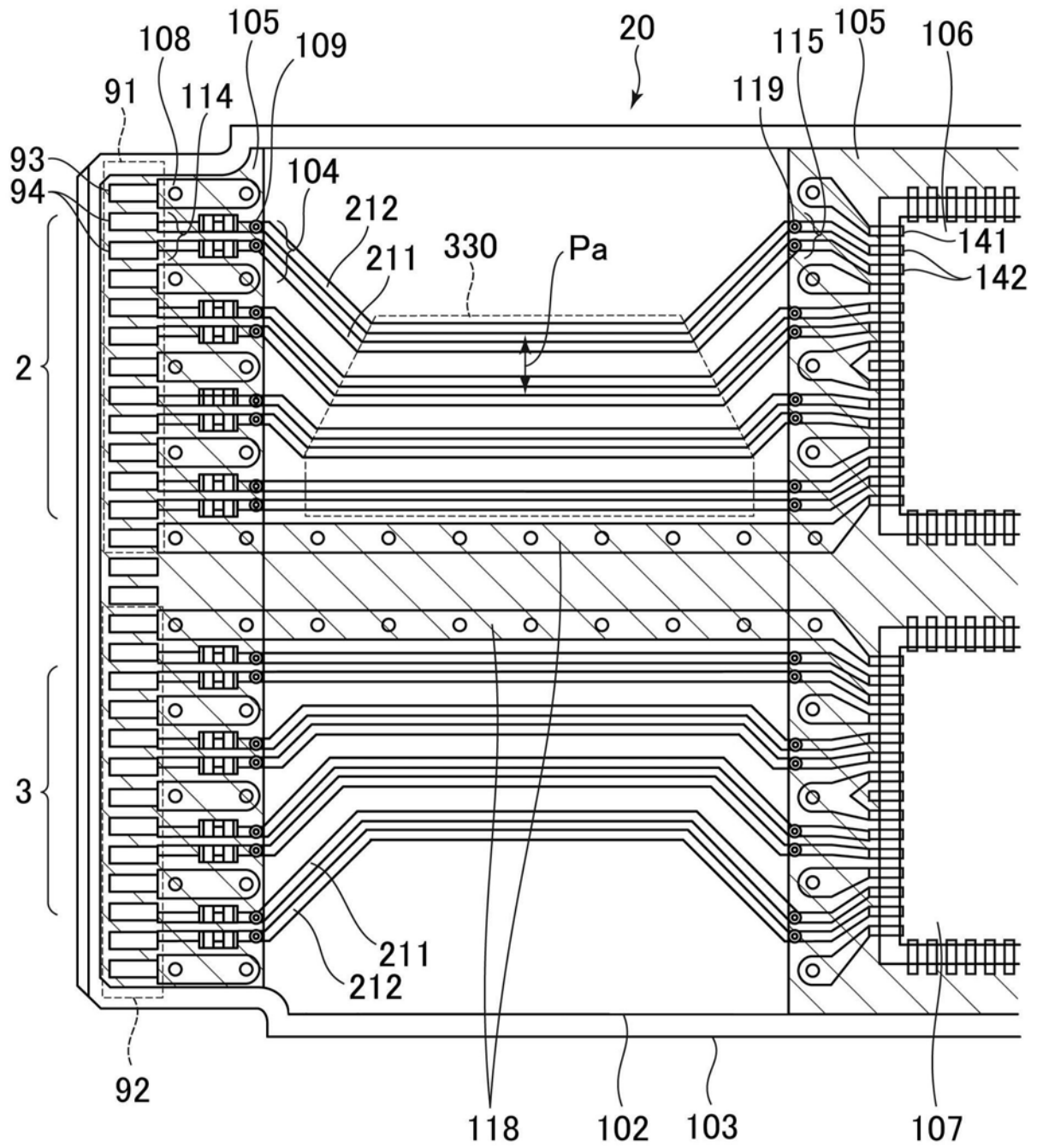


图20

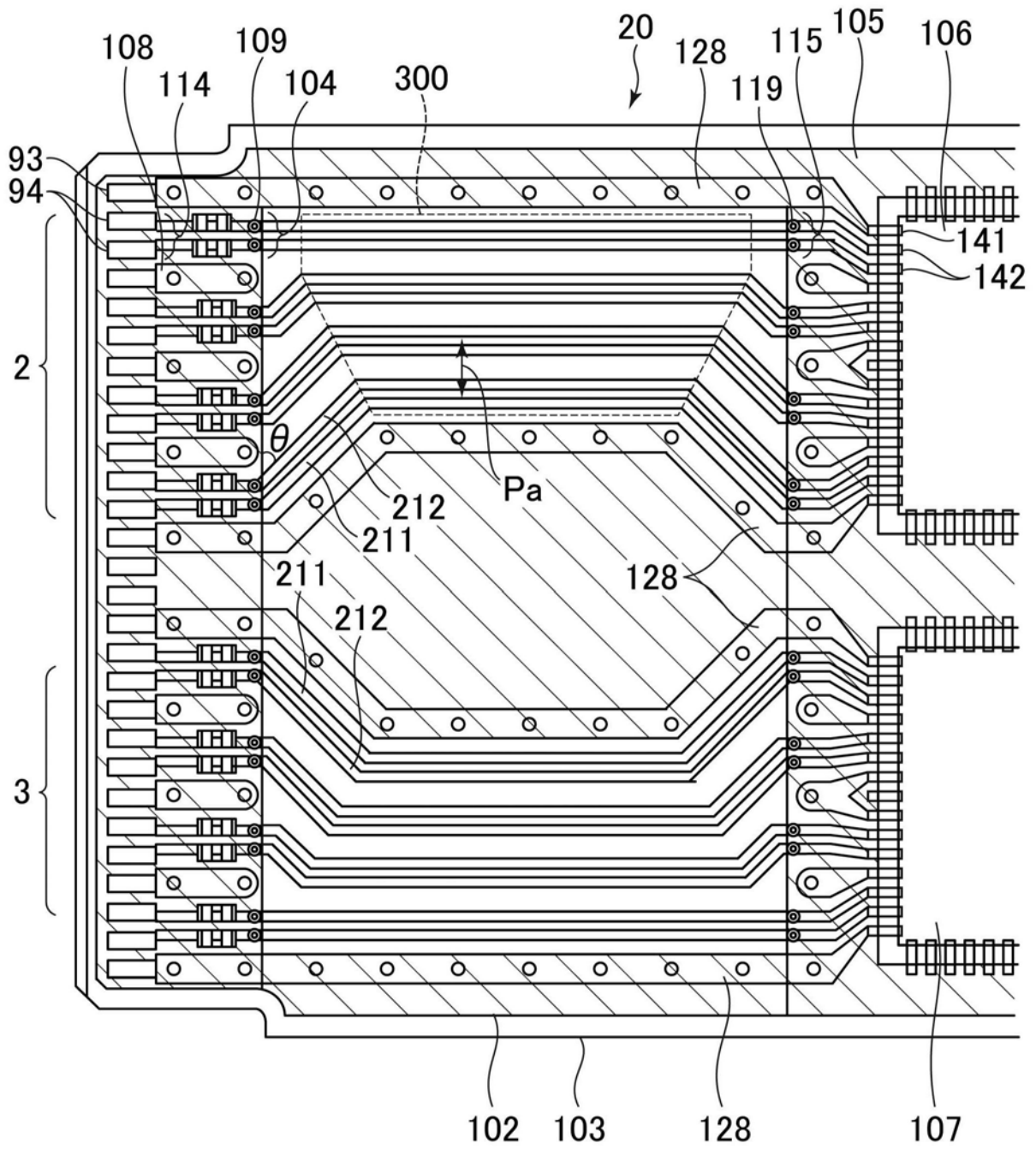


图21

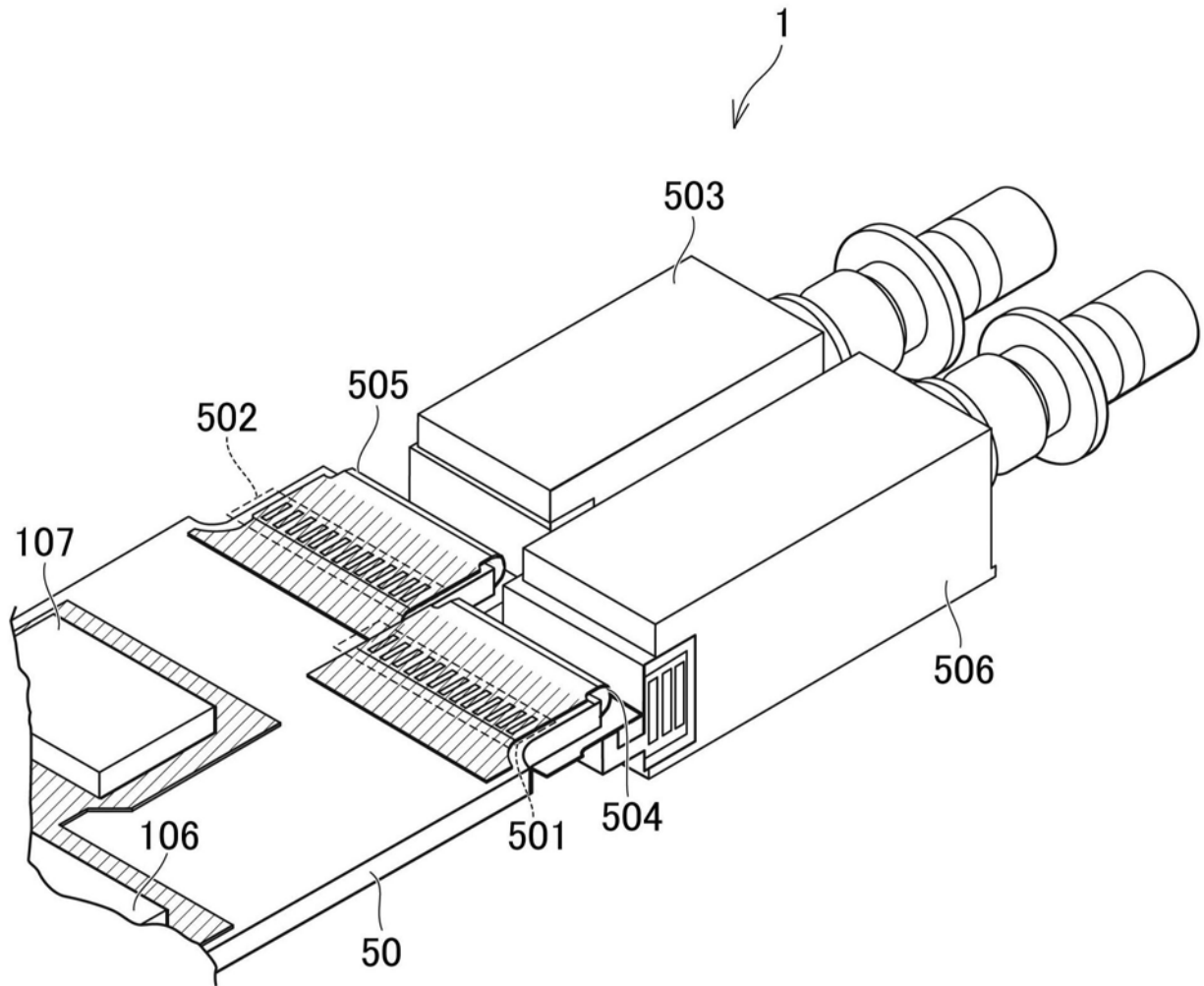


图22

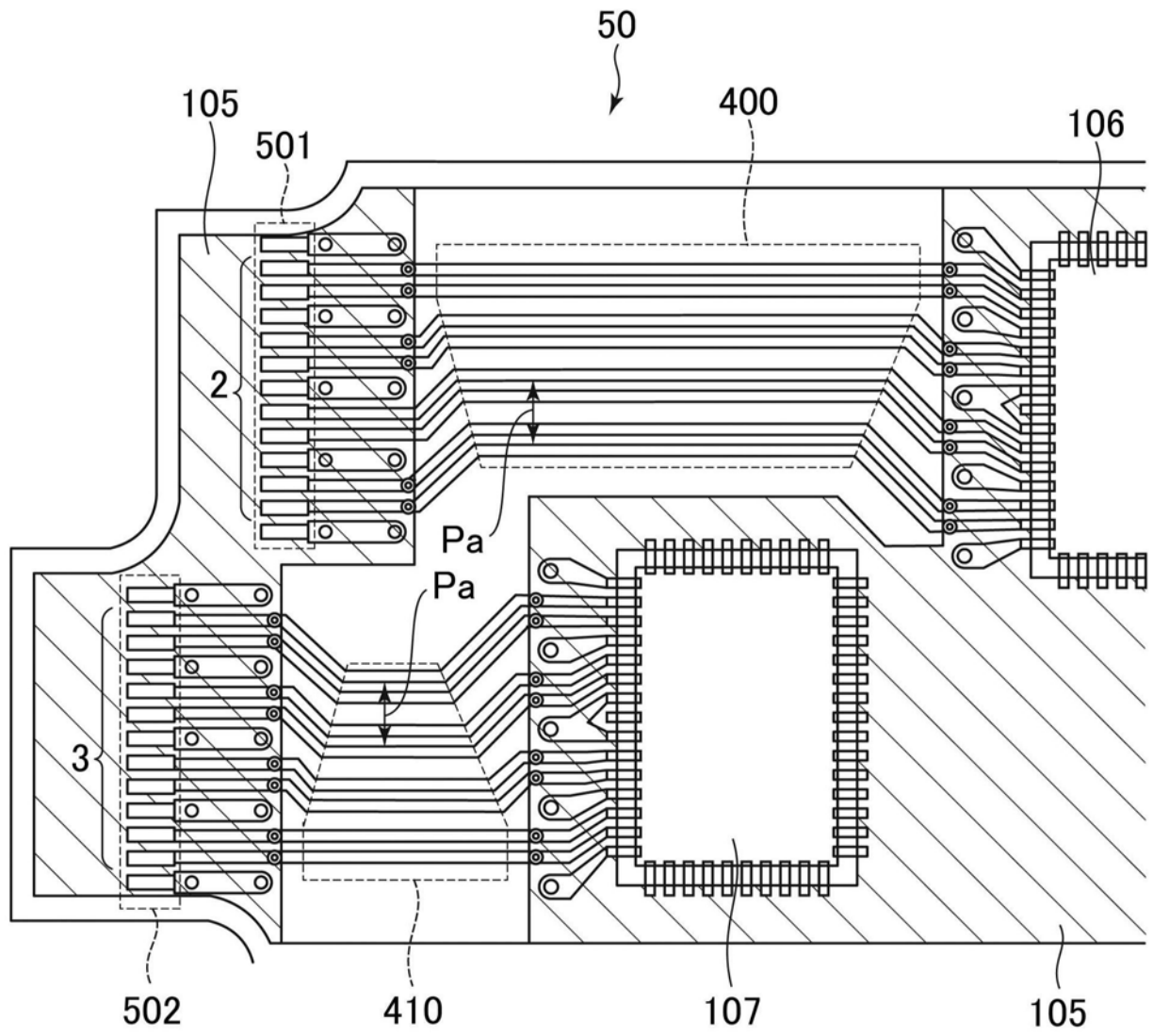


图23