



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116918462 A

(43) 申请公布日 2023. 10. 20

(21) 申请号 202180094520.1

(22) 申请日 2021.12.27

(30) 优先权数据

2021-033122 2021.03.03 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.08.23

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2021/048525 2021.12.27

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/185695 JA 2022.09.09

(71) 申请人 住友电气工业株式会社

地址 日本大阪

(72) 发明人 五十岚俊 上田宏 山岸杰

桑山一郎

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

专利代理师 李丹

(51) Int.Cl.

H05K 1/11 (2006.01)

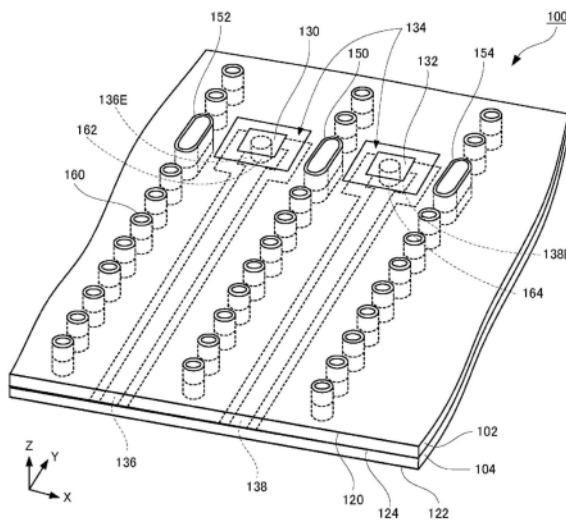
权利要求书2页 说明书16页 附图18页

(54) 发明名称

高频电路

(57) 摘要

一种高频电路,包括:第一绝缘层;第二绝缘层,直接或隔着一个或多个中间层层叠于第一绝缘层;第一接地,配置于形成第一绝缘层的两面的第一面和第二面中不与第二绝缘层相对的第一面上;第一布线和第二布线,配置于第一绝缘层与第二绝缘层之间,第一布线具有被供给第一交流信号的第一端部,第二布线具有被供给第二交流信号的第二端部;第二接地,配置于形成第二绝缘层的两面的第三面和第四面中不与第一绝缘层相对的第三面上;以及导电性的第一屏蔽过孔,位于在沿着第四面的方向上相互隔离地配置的第一端部与第二端部之间,并贯穿第一绝缘层和第二绝缘层而连接至第一接地和第二接地,第一屏蔽过孔的平行于第二面的截面内切于具有正交的长边和短边的假想的第一长方形。



1. 一种高频电路,包括:

第一绝缘层;

第二绝缘层,直接或隔着一个或多个中间层层叠于所述第一绝缘层;

第一接地,配置于形成所述第一绝缘层的两面的第一面和第二面中不与所述第二绝缘层相对的所述第一面上;

第一布线和第二布线,配置于所述第一绝缘层与所述第二绝缘层之间,所述第一布线具有被供给第一交流信号的第一端部,所述第二布线具有被供给第二交流信号的第二端部;

第二接地,配置于形成所述第二绝缘层的两面的第三面和第四面中不与所述第一绝缘层相对的所述第三面上;以及

导电性的第一屏蔽过孔,位于在沿着所述第四面的方向上相互隔离地配置的所述第一端部与所述第二端部之间,并贯穿所述第一绝缘层和所述第二绝缘层而连接至所述第一接地和所述第二接地,

所述第一屏蔽过孔的平行于所述第二面的截面内切于具有正交的长边和短边的假想的第一长方形。

2. 一种高频电路,包括:

第一绝缘层;

第二绝缘层,直接或隔着一个或多个中间层层叠于所述第一绝缘层;

第一接地,配置于形成所述第一绝缘层的两面的第一面和第二面中不与所述第二绝缘层相对的所述第一面上;

第一布线和第二布线,配置于所述第一绝缘层与所述第二绝缘层之间,所述第一布线具有被供给第一交流信号的第一端部,所述第二布线具有被供给第二交流信号的第二端部;

第二接地,配置于形成所述第二绝缘层的两面的第三面和第四面中不与所述第一绝缘层相对的所述第三面上;

第三接地,配置于所述第一绝缘层与所述第二绝缘层之间;以及

导电性的第一屏蔽过孔,位于在沿着所述第四面的方向上相互隔离地配置的所述第一端部与所述第二端部之间,并贯穿所述第一绝缘层和所述第二绝缘层中的至少一方的绝缘层,而连接至所述第一接地和所述第二接地中以所述第一端部和所述第二端部为基准位于与所述至少一方的绝缘层相同的一侧的接地和所述第三接地,

所述第一屏蔽过孔的平行于所述第二面的截面内切于具有正交的长边和短边的假想的第一长方形。

3. 根据权利要求1或2所述的高频电路,其中,

在平行于所述第二面的一个平面内,由所述第一长方形的所述长边与连结所述第一端部和所述第二端部的直线形成的锐角为45度以上。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的高频电路,其中,

在所述第一绝缘层上形成有使所述第一端部和所述第二端部露出的开口。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的高频电路,其中,所述高频电路还包括:

导电性的第一焊盘和第二焊盘,从所述第一接地隔离地分别配置于所述第一面上;

导电性的第一连接过孔,贯穿所述第一绝缘层而连接所述第一焊盘和所述第一端部;  
以及

导电性的第二连接过孔,贯穿所述第一绝缘层而连接所述第二焊盘和所述第二端部。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的高频电路,其中,

所述高频电路还包括导电性的第二屏蔽过孔,所述第二屏蔽过孔贯穿所述第一绝缘层和所述第二绝缘层中被所述第一屏蔽过孔贯穿的绝缘层,而连接至所述第一接地和所述第二接地中与所述第一屏蔽过孔连接的接地,并隔着所述第一端部而与所述第一屏蔽过孔相对,

所述第二屏蔽过孔的平行于所述第二面的截面内切于具有正交的不同长度的两条边的假想的第二长方形。

7. 根据权利要求6所述的高频电路,其中,

所述高频电路还包括导电性的第三屏蔽过孔,所述第三屏蔽过孔贯穿被所述第一屏蔽过孔贯穿的所述绝缘层而连接至所述接地,并隔着所述第二端部而与所述第一屏蔽过孔相对,

所述第三屏蔽过孔的平行于所述第二面的截面内切于具有正交的不同长度的两条边的假想的第三长方形。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的高频电路,其中,

所述高频电路还包括第三布线,所述第三布线在所述第二面上相对于所述第一布线配置于与所述第一屏蔽过孔相反的一侧,并具有被供给第三交流信号的第三端部,

所述第一交流信号和所述第三交流信号是差动信号。

9. 根据权利要求8所述的高频电路,其中,

所述高频电路还包括第四布线,所述第四布线在所述第二面上相对于所述第二布线配置于与所述第一屏蔽过孔相反的一侧,并具有被供给第四交流信号的第四端部,

所述第二交流信号和所述第四交流信号是差动信号。

10. 根据权利要求1至9中任一项所述的高频电路,其中,

所述第一屏蔽过孔配置为包含所述第一端部与所述第二端部之间的中央。

11. 根据权利要求1至10中任一项所述的高频电路,其中,

所述第一长方形的中心位于比所述第一端部与所述第二端部之间的中央更靠近存在所述第一布线和所述第二布线的一侧的位置。

12. 根据权利要求1至11中任一项所述的高频电路,其中,

所述第一长方形的所述长边的长度是所述第一长方形的所述短边的长度的1.5倍以上。

13. 根据权利要求1至12中任一项所述的高频电路,其中,

所述第一长方形的所述长边的长度是所述第一端部与所述第二端部之间的距离的1/2以上。

## 高频电路

### 技术领域

[0001] 本公开涉及高频电路。本申请要求以2021年3月3日提交的日本申请第2021-033122号为优先权的优先权,上述日本申请中记载的全部记载内容结合在本申请中。

### 背景技术

[0002] 专利文献1公开了一种具备许多电连接至电介质基板的表面接地和背面接地的屏蔽过孔的结构。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开平8-274513号公报

### 发明内容

[0006] 本公开的某个方面涉及的高频电路包括:第一绝缘层;第二绝缘层,直接或隔着一个或多个中间层层叠于第一绝缘层;第一接地,配置于形成第一绝缘层的两面的第一面和第二面中不与第二绝缘层相对的第一面上;第一布线和第二布线,配置于第一绝缘层与第二绝缘层之间,第一布线具有被供给第一交流信号的第一端部,第二布线具有被供给第二交流信号的第二端部;第二接地,配置于形成第二绝缘层的两面的第三面和第四面中不与第一绝缘层相对的第三面上;以及导电性的第一屏蔽过孔,位于在沿着第四面的方向上相互隔离地配置的第一端部与第二端部之间,并贯穿第一绝缘层和第二绝缘层而连接至第一接地和第二接地,第一屏蔽过孔的平行于第二面的截面内切于具有正交的长边和短边的假想的第一长方形。

[0007] 本公开的另一方面涉及的高频电路包括:第一绝缘层;第二绝缘层,直接或隔着一个或多个中间层层叠于第一绝缘层;第一接地,配置于形成第一绝缘层的两面的第一面和第二面中不与第二绝缘层相对的第一面上;第一布线和第二布线,配置于第一绝缘层与第二绝缘层之间,第一布线具有被供给第一交流信号的第一端部,第二布线具有被供给第二交流信号的第二端部;第二接地,配置于形成第二绝缘层的两面的第三面和第四面中不与第一绝缘层相对的第三面上;第三接地,配置于第一绝缘层与第二绝缘层之间;以及导电性的第一屏蔽过孔,位于在沿着第四面的方向上相互隔离地配置的第一端部与第二端部之间,并贯穿第一绝缘层和第二绝缘层中的至少一方的绝缘层,而连接至第一接地和第二接地中以第一端部和第二端部为基准位于与至少一方的绝缘层相同的一侧的接地和第三接地,第一屏蔽过孔的平行于第二面的截面内切于具有正交的长边和短边的假想的第一长方形。

### 附图说明

[0008] 图1是示出以往的屏蔽过孔的俯视图。

[0009] 图2是示出本公开的实施方式涉及的高频电路的简要构成的立体图。

- [0010] 图3A是示出图2所示的高频电路的第一导电层的俯视图。
- [0011] 图3B是示出图2所示的高频电路的第二导电层的俯视图。
- [0012] 图3C是示出图2所示的高频电路的第三导电层的俯视图。
- [0013] 图4是示出实施方式涉及的高频电路的焊盘附近的立体图。
- [0014] 图5是沿图2所示的V-V线剖切后的剖视图。
- [0015] 图6是示出中间层的接地和屏蔽过孔的立体图。
- [0016] 图7是将焊盘、布线和连接过孔分离示出的立体图。
- [0017] 图8是去除第一绝缘层而示出焊盘附近的俯视图。
- [0018] 图9是示出第一变形例涉及的高频电路的剖视图。
- [0019] 图10是示出第一变形例涉及的高频电路的立体图。
- [0020] 图11是沿图10所示的XI-XI线剖切后的剖视图。
- [0021] 图12是示出第三变形例涉及的高频电路的立体图。
- [0022] 图13是示出第四变形例涉及的高频电路的立体图。
- [0023] 图14是示出六层结构的高频电路的剖视图。
- [0024] 图15是示出与图14不同的六层结构的高频电路的剖视图。
- [0025] 图16是示出七层结构的高频电路的剖视图。
- [0026] 图17是示出与图16不同的七层结构的高频电路的剖视图。
- [0027] 图18是示出第一模拟结果的曲线图。
- [0028] 图19是示出第二模拟结果的曲线图。
- [0029] 图20是示出第二模拟结果的曲线图。
- [0030] 图21是示出关于第三模拟的细长的屏蔽过孔的条件的俯视图。
- [0031] 图22是示出关于第三模拟的圆柱屏蔽过孔的条件的俯视图。
- [0032] 图23是示出第三模拟结果的曲线图。
- [0033] 图24是示出第四模拟的条件的俯视图。
- [0034] 图25是示出第四模拟结果的曲线图。

### 具体实施方式

[0035] [发明要解决的技术问题]

[0036] 作为向形成于FPC(Flexible Printed Circuit:柔性印刷电路)的电路基板的内部层中的图案布线供给信号的方法,已知有垂直供电。下面,将形成于电路基板的内部层中的布线称为内部布线。在垂直供电中,例如,采用通过过孔连接形成于基板表面的焊盘和内部布线的结构,并使同轴连接器与焊盘接触而供给信号。当高频信号流过相邻的布线图案时,会产生串扰。为了防止该情况,采取了沿着布线配置屏蔽通孔或屏蔽过孔。下面,术语“屏蔽过孔”也以包括屏蔽通孔的含义进行使用。屏蔽过孔是通过在电介质基板中形成许多在电介质基板的厚度方向上贯穿的俯视观察时为圆形的孔,并在各孔内设置铜等导体而形成的。图1中示出了在具有信号传输线路902的高频电路900中,以包围信号传输线路902的方式形成有许多屏蔽过孔904的结构例子。

[0037] 在向相邻的多个内部布线垂直供电的情况下,特别是,由通往内部布线的信号供给路径间的电磁波的泄露导致的串扰会成为问题。在此,“信号供给路径”意指焊盘、连接过

孔和布线端部。作为串扰的对策,考虑在相邻的信号供给路径间配置许多如图1所示的圆柱状的屏蔽过孔904。但是,在相邻的信号供给路径的间隔窄的情况下,无法如图1所示在焊盘的周围形成许多过孔。例如,如果基板薄到厚度尺寸为0.3mm,布线宽度为0.1mm左右,布线间节距不到1mm,则需要形成 $\phi 0.1\text{mm}$ 级的细的过孔,制造困难。此外,只是在端部间形成一系列圆柱状的屏蔽过孔的话,存在由于屏蔽过孔间的间隔部分而无法抑制相邻的端部间的串扰的问题。此外,也存在易于受到制造精度的影响的问题。即,在为了抑制串扰而在端部间配置圆柱状的屏蔽过孔的情况下,当屏蔽过孔的位置偏离时,无法充分地抑制串扰。

[0038] 因此,本公开的目的在于,提供由于在用于向相邻的布线供给交流信号的信号供给路径中产生的电磁波的泄露而导致的串扰得到抑制的高频电路。

[0039] [发明效果]

[0040] 根据本公开,能够提供由于在用于向相邻的布线供给交流信号的信号供给路径中产生的电磁波的泄露而导致的串扰得到抑制的高频电路。

[0041] [本公开的实施方式的说明]

[0042] 列出本公开的实施方式的内容进行说明。也可以任意组合以下所记载的实施方式的至少一部分。

[0043] (1) 本公开的第一方面涉及的高频电路包括:第一绝缘层;第二绝缘层,直接或隔着一个或多个中间层层叠于第一绝缘层;第一接地,配置于形成第一绝缘层的两面的第一面和第二面中不与第二绝缘层相对的第一面上;第一布线和第二布线,配置于第一绝缘层与第二绝缘层之间,第一布线具有被供给第一交流信号的第一端部,第二布线具有被供给第二交流信号的第二端部;第二接地,配置于形成第二绝缘层的两面的第三面和第四面中不与第一绝缘层相对的第三面上;以及导电性的第一屏蔽过孔,位于在沿着第四面的方向上相互隔离地配置的第一端部与第二端部之间,并贯穿第一绝缘层和第二绝缘层而连接至第一接地和第二接地,第一屏蔽过孔的平行于第二面的截面内切于具有正交的长边和短边的假想的第一长方形。由此,能够抑制由于布线的端部附近的电磁波的泄露而在第一布线与第二布线之间产生的串扰。

[0044] (2) 本公开的第二方面涉及的高频电路包括:第一绝缘层;第二绝缘层,直接或隔着一个或多个中间层层叠于第一绝缘层;第一接地,配置于形成第一绝缘层的两面的第一面和第二面中不与第二绝缘层相对的第一面上;第一布线和第二布线,配置于第一绝缘层与第二绝缘层之间,第一布线具有被供给第一交流信号的第一端部,第二布线具有被供给第二交流信号的第二端部;第二接地,配置于形成第二绝缘层的两面的第三面和第四面中不与第一绝缘层相对的第三面上;第三接地,配置于第一绝缘层与第二绝缘层之间;以及导电性的第一屏蔽过孔,位于在沿着第四面的方向上相互隔离地配置的第一端部与第二端部之间,并贯穿第一绝缘层和第二绝缘层中的至少一方的绝缘层,而连接至第一接地和第二接地中以第一端部和第二端部为基准位于与至少一方的绝缘层相同的一侧的接地和第三接地,第一屏蔽过孔的平行于第二面的截面内切于具有正交的长边和短边的假想的第一长方形。由此,能够抑制由于布线的端部附近的电磁波的泄露而在第一布线与第二布线之间产生的串扰。

[0045] (3) 优选地,在平行于第二面的一个平面内,由第一长方形的长边与连结第一端部和第二端部的直线所形成的锐角为45度以上。由此,能够有效地抑制在第一布线与第二布

线之间产生的串扰。此外,能够降低制造精度对串扰抑制效果的影响。

[0046] (4)更优选地,在第一绝缘层上形成有使第一端部和第二端部露出的开口。由此,能够有效地抑制在第一布线与第二布线之间产生的串扰。此外,能够通过从单面、即从第二绝缘层侧的开孔加工来制造因布线端部处的电磁波的泄露而引起的串扰得到抑制的高频电路。

[0047] (5)进一步优选地,高频电路还包括:导电性的第一焊盘和第二焊盘,与第一接地隔离地分别配置于第一面上;导电性的第一连接过孔,贯穿第一绝缘层而连接第一焊盘和第一端部;以及导电性的第二连接过孔,贯穿第一绝缘层而连接第二焊盘和第二端部,第一屏蔽过孔贯穿第一绝缘层和第二绝缘层而连接至第一接地和第二接地。由此,能够更有效地抑制在第一布线与第二布线之间产生的串扰。

[0048] (6)优选地,高频电路还包括导电性的第二屏蔽过孔,第二屏蔽过孔贯穿第一绝缘层和第二绝缘层中被第一屏蔽过孔贯穿的绝缘层,而连接至第一接地和第二接地中与第一屏蔽过孔连接的接地,并隔着第一端部而与第一屏蔽过孔相对,第二屏蔽过孔的平行于第二面的截面内切于具有正交的不同长度的两条边的假想的第二长方形。由此,能够有效地抑制在第一布线与第二布线之间产生的串扰。此外,能够抑制存在于第一端部一侧的电路与第一布线和第二布线的串扰。

[0049] (7)更优选地,高频电路还包括导电性的第三屏蔽过孔,第三屏蔽过孔贯穿被第一屏蔽过孔贯穿的绝缘层而连接至接地,并隔着第二端部而与第一屏蔽过孔相对,第三屏蔽过孔的平行于第二面的截面内切于具有正交的不同长度的两条边的假想的第三长方形。由此,能够有效地抑制在第一布线与第二布线之间产生的串扰。此外,能够抑制存在于第二端部一侧的电路与第一布线和第二布线的串扰。

[0050] (8)进一步优选地,高频电路还包括第三布线,第三布线在第二面上相对于第一布线配置于与第一屏蔽过孔相反的一侧,并具有被供给第三交流信号的第三端部,第一交流信号和第三交流信号是差动信号。由此,能够抑制在传输差动信号的布线对、即第一布线和第三布线与第二布线之间产生的串扰。

[0051] (9)优选地,高频电路还包括第四布线,第四布线在第二面上相对于第二布线配置于与第一屏蔽过孔相反的一侧,并具有被供给第四交流信号的第四端部,第二交流信号和第四交流信号是差动信号。由此,能够抑制在传输差动信号的两组布线对间、即第一布线和第三布线与第二布线和第四布线之间产生的串扰。

[0052] (10)更优选地,第一屏蔽过孔配置为包含第一端部与第二端部之间的中央。由此,能够有效地抑制在第一布线与第二布线之间产生的串扰。

[0053] (11)进一步优选地,第一长方形的中心位于比第一端部与第二端部之间的中央更靠近存在第一布线和第二布线的一侧的位置。由此,能够更有效地抑制在第一布线与第二布线之间产生的串扰。

[0054] (12)优选地,第一长方形的长边的长度是第一长方形的短边的长度的1.5倍以上。由此,能够可靠地抑制在第一布线与第二布线之间产生的串扰。

[0055] (13)更优选地,第一长方形的长边的长度是第一端部与第二端部之间的距离的1/2以上。由此,能够更可靠地抑制在第一布线与第二布线之间产生的串扰。

[0056] [本公开的实施方式的详情]

[0057] 在以下的实施方式中,对同一部件标注相同的附图标记。它们的名称和功能也是相同的。因此,不再重复对它们的详细说明。

[0058] 参照图2,本公开的实施方式涉及的高频电路100包括相互层叠的两层绝缘层和三层导电层。在高频电路100的内部配置有布线,从外部向该内部布线供给交流信号是通过采用第一连接器200和第二连接器202的垂直供电来进行的。第一连接器200和第二连接器202各自包括传输交流信号的中心导体204和外导体206。交流信号例如包括频率为10kHz以上的高频信号。在图2中,在单点划线的椭圆内分解示出高频电路100的主要组成部分。即,高频电路100包括第一绝缘层102和第二绝缘层104、第一导电层106、第二导电层108和第三导电层110以及多个过孔112。第一导电层106层叠于第一绝缘层102的上侧。第二导电层108层叠于第二绝缘层104的下侧。第三导电层110层叠在第一绝缘层102与第二绝缘层104之间。如后所述,多个过孔112包括两种屏蔽过孔。过孔112从第三导电层110的表面和背面突出。在第一导电层106的上侧和第二导电层108的下侧也可以配置有未图示的保护用的绝缘部件。方便起见,如图2所示,设定了正交的XYZ轴。

[0059] 第一绝缘层102和第二绝缘层104由规定厚度的电介质形成。电介质例如包括氟树脂、环氧树脂、PPE(Polyphenylene ether:聚苯醚)、聚酰亚胺或LCP(Liquid Crystal Polymer:液晶聚合物)等。电介质也可以是包含氟树脂、环氧树脂、PPE和聚酰亚胺等中的任一种以及玻璃布的FRP(Fiber Reinforced Plastics:纤维增强塑料)。第一绝缘层102和第二绝缘层104可以由相同的电介质形成,也可以由不同的电介质形成。第一导电层106、第二导电层108、第三导电层110和过孔112由规定厚度的铜等导电部件形成。高频电路100例如是刚性的PCB(Printed Circuit Board:印刷电路板)或FPC等。

[0060] 参照图3A,第一导电层106包括第一接地120、第一焊盘130和第二焊盘132。在第一焊盘130和第二焊盘132各自的周边形成有隔离区域134,第一焊盘130、第二焊盘132和第一接地120相互隔离并电绝缘。图2所示的第一连接器200的中心导体204与第一焊盘130接触,第一连接器200的外导体206与第一焊盘130周围的第一接地120接触。同样地,图2所示的第二连接器202的中心导体204与第二焊盘132接触,第二连接器202的外导体206与第二焊盘132周围的第一接地120接触。第一焊盘130和第二焊盘132各自是规定厚度的一边的长度为 $L_1$ 的正方形。隔离区域134各自的外周形状是一边的长度为 $L_2$ 的正方形。 $L_2$ 大于 $L_1$ 。第一焊盘130的中心和第二焊盘132的中心相互在X轴方向上以间隔 $P_1$ 隔离。例如,第一接地120、第一焊盘130和第二焊盘132的厚度相等。参照图3B,第二导电层108包括规定厚度的第二接地122。在第一导电层106和第二导电层108中,在对应的位置形成有与形成于后述的第三导电层110的各孔相同的形状和大小的孔。即,在第一导电层106、第二导电层108和第三导电层110层叠的情况下,形成于这些导电层的对应的孔重叠。

[0061] 参照图3C,第三导电层110包括规定厚度的第三接地124以及第一布线136和第二布线138。第一布线136和第二布线138分别包括第一布线端部136E和第二布线端部138E。图3A所示的第一接地120、图3B所示的第二接地122和第三接地124经由后述的屏蔽过孔相互连接,并成为相同电位。在第一布线136和第二布线138各自的周边形成有隔离区域144,第一布线136、第二布线138和第三接地124相互电绝缘。在第三接地124中,在第一布线端部136E与第二布线端部138E之间、以及第一布线端部136E和第二布线端部138E的两侧形成有长孔140。此外,在第三接地124中,沿着在Y轴方向上延伸的第一布线136和第二布线138形

成有与长孔140一起构成三列的多个圆形孔142。在各列中,长孔140和多个圆形孔142相互以Y轴方向的间隔P2等间隔地配置。第一布线136和第二布线138各自具有宽度W1。由长孔140和圆形孔142形成的三列以及第一布线136和第二布线138以间隔P3等间隔地配置。通过第一布线136和第二布线138,向与高频电路100不同的目标电路传递交流信号。不同的目标电路也可以包括信号处理电路或天线等。

[0062] 第一布线端部136E和第二布线端部138E各自是正交的两条边的长度L3和L4不同的长方形。在本公开中,长方形意指不包括正方形的狭义的长方形。形成在第一布线136和第二布线138各自的延伸部分的周边的隔离区域144具有宽度W2。第一布线端部136E和第二布线端部138E周边的各隔离区域144具有长度为L5和L6的正交的两条边。L5大于L3,L6大于L4。

[0063] 各长孔140为细长形状,并且内切于正交的两条边的长度不同的假想的长方形。图3C中未图示假想的长方形。外切于长孔140的假想的长方形的正交的两条边的长度为L7和L8。L7大于L8。外切于长孔140的假想的长方形的长边垂直于连结第一布线端部136E和第二布线端部138E的直线。连结第一布线端部136E和第二布线端部138E的直线例如是连结第一布线端部136E和第二布线端部138E的中心间的直线。三个长孔140、第一布线端部136E和第二布线端部138E各自的中心的位置的Y坐标相同。具体而言,长孔140是长度方向的两端部为半圆、半圆的直径为长度L8、两个半圆的相对的两组端点分别由长度为L7-L8的两条线段连接的形状。下面,将长孔140的形状也称为圆角长方形。各圆形孔142是直径为D1的圆。如后所述,在长孔140和圆形孔142中配置屏蔽过孔。屏蔽过孔是筒状或柱状,并具有从第三导电层110突出的规定高度。屏蔽过孔的垂直于Z轴的截面的外形为与对应的长孔140或圆形孔142相同的形状和相同的大小。下面,将垂直于Z轴的截面称为XY截面。

[0064] 参照图4和图5,在第一绝缘层102上配置有图3A所示的第一导电层106所包括的第一焊盘130、第二焊盘132和第一接地120。在第一绝缘层102与第二绝缘层104之间配置有图3C所示的第三导电层110所包括的第一布线136、第二布线138和第三接地124。在第二绝缘层104的下侧的面即背面配置有图3B所示的第二导电层108所包括的第二接地122。第一屏蔽过孔150、第二屏蔽过孔152、第三屏蔽过孔154和多个圆筒屏蔽过孔160以贯穿层叠的五层结构的方式而配置。参照图6,第一屏蔽过孔150位于第一焊盘130与第二焊盘132之间,并形成在Z轴方向上贯穿层叠的五层结构的筒状。第一屏蔽过孔150的XY截面的外形为圆角长方形。第一屏蔽过孔150的侧面连接至第一接地120、第二接地122和第三接地124。第二屏蔽过孔152和第三屏蔽过孔154也以同样的方式形成。

[0065] 需要说明的是,并不限定于图4和图5所示的构成。例如,第一屏蔽过孔150也可以是贯穿第一绝缘层102而不贯穿第二绝缘层104地连接至第一接地120和第三接地124的构成。此外,第一屏蔽过孔150也可以是贯穿第二绝缘层104而不贯穿第一绝缘层102地连接至第二接地122和第三接地124的构成。关于第二屏蔽过孔152和第三屏蔽过孔154也是同样的。

[0066] 各圆筒屏蔽过孔160形成为在Z轴方向上贯穿层叠的五层结构的圆筒状,多个圆筒屏蔽过孔160与第一布线136和第二布线138平行地配置。圆筒屏蔽过孔160的侧面连接至第一接地120、第二接地122和第三接地124。需要说明的是,在图4至图6和后述的图7中,关于依赖于后述的制造方法而附带形成的部件,未进行图示。

[0067] 参照图5,如上所述,第一连接器200和第二连接器202的中心导体204分别与第一焊盘130和第二焊盘132接触,外导体206与第一接地120接触。参照图5和图7,第一焊盘130和第二焊盘132分别经由贯穿第一绝缘层102的第一连接过孔162和第二连接过孔164而连接至第一布线端部136E和第二布线端部138E。第一连接过孔162和第二连接过孔164各自例如形成为直径为D2的圆柱状。

[0068] 参照图3A至图3C,如上所述,第一屏蔽过孔150、第二屏蔽过孔152和第三屏蔽过孔154各自的长度方向垂直于连结第一布线端部136E和第二布线端部138E的直线。需要说明的是,第一屏蔽过孔150、第二屏蔽过孔152和第三屏蔽过孔154各自的长度方向意指外切于各自的XY截面的假想的长方形的长边方向。第一屏蔽过孔150、第二屏蔽过孔152和第三屏蔽过孔154各自在YZ平面上的正投影与第一连接过孔162和第二连接过孔164在YZ平面上的正投影重叠。由第一屏蔽过孔150和多个圆筒屏蔽过孔160构成的列与第一布线136和第二布线138平行地形成。同样地,由第二屏蔽过孔152和多个圆筒屏蔽过孔160构成的列、以及由第三屏蔽过孔154和多个圆筒屏蔽过孔160构成的列与第一布线136和第二布线138平行地形成。这三列、第一布线136以及第二布线138以图3C所示的间隔P3等间隔地配置。

[0069] 综上所述,高频电路100通过第一布线136和第二布线138将分别从第一连接器200和第一绝缘层102供给至第一焊盘130和第二焊盘132的高频信号传输到目标电路。在构成通往第一布线136的信号供给路径的第一焊盘130、第一连接过孔162和第一布线端部136E与构成通往第二布线138的信号供给路径的第二焊盘132、第二连接过孔164和第二布线端部138E之间,可能发生电磁波的泄露。但是,由于第一屏蔽过孔150配置于第一连接过孔162与第二连接过孔164之间,因而泄露的电磁波被第一屏蔽过孔150屏蔽。因此,能够抑制第一布线136与第二布线138之间的串扰。需要说明的是,配置在第二绝缘层104上的第一布线136和第二布线138的直线部分间的串扰被配置在第一布线136与第二布线138之间的多个圆筒屏蔽过孔160抑制。

[0070] 此外,从构成通往第一布线136的信号供给路径的第一焊盘130、第一连接过孔162和第一布线端部136E泄露的电磁波也被第二屏蔽过孔152屏蔽。从构成通往第二布线138的信号供给路径的第二焊盘132、第二连接过孔164和第二布线端部138E泄露的电磁波也被第三屏蔽过孔154屏蔽。因此,即使在第一布线136和第二布线138的两侧存在传输高频信号的电路,也能够抑制这些电路与通往第一布线136和第二布线138的信号供给路径的串扰。需要说明的是,第二绝缘层104上的第一布线136和第二布线138的直线部分与存在于第一布线136和第二布线138的两侧的电路的串扰被配置于第一布线136和第二布线138的两侧多个圆筒屏蔽过孔160抑制。

[0071] 为了抑制通往第一布线136和第二布线138的信号供给路径间的串扰,第一屏蔽过孔150的长度、即外切于第一屏蔽过孔150的XY截面的假想的长方形的长边的长度L7优选为短边的长度L8的1.5倍以上。此外,第一屏蔽过孔150的长度L7更优选为短边的长度L8的3倍以上。由此,能够可靠地抑制通往第一布线136和第二布线138的信号供给路径间的串扰。

[0072] 为了充分抑制通往第一布线136和第二布线138的信号供给路径间的串扰,第一屏蔽过孔150的长度L7优选为第一布线端部136E与第二布线端部138E的间隔以上、即 $2 \times P3$ 的 $1/2$ 以上。此外,第一屏蔽过孔150的长度L7更优选为第一布线端部136E与第二布线端部138E的间隔以上。由此,能够更可靠地抑制通往第一布线136和第二布线138的信号供给路

径间的串扰。

[0073] 为了抑制通往第一布线136和第二布线138的信号供给路径间的串扰,优选地,第二屏蔽过孔152和第三屏蔽过孔154各自也形成为与第一屏蔽过孔150同样的形状和尺寸。由此,能够抑制第一布线136和第二布线138与配置在它们两侧的电路的串扰。

[0074] 上面,说明了第一屏蔽过孔150、第二屏蔽过孔152和第三屏蔽过孔154的长度方向垂直于连结第一布线端部136E和第二布线端部138E的直线的情况。此外,说明了由屏蔽过孔构成的三列、第一布线136以及第二布线138等间隔地排列的情况。虽然优选以这种方式构成,但考虑到制造误差等,第一屏蔽过孔150、第二屏蔽过孔152和第三屏蔽过孔154的形状和位置具有任意性。

[0075] 例如,参照图8,用实线示出为了抑制第一布线136与第二布线138之间的串扰而最理想的第一屏蔽过孔150,并用点线示出从第一屏蔽过孔150位移而形成的第一屏蔽过孔150A。在XY平面内,第一屏蔽过孔150和150A内切于相同大小的假想的长方形,但长边相互倾斜,中心相互偏离。即,在XY平面内,第一屏蔽过孔150A的长度方向与连结第一布线端部136E和第二布线端部138E的直线所成的角度 $\theta$ 不到90度,第一屏蔽过孔150A的中心O2从第一屏蔽过孔150的中心O1向右上偏离。但是,只要 $\theta \geq 45$ (度),并且将与连结第一布线端部136E和第二布线端部138E的中心间的直线垂直的平面作为投影面,第一屏蔽过孔150A的正投影包含第一布线端部136E和第二布线端部138E的正投影即可。第一屏蔽过孔150A的正投影在Y轴方向上的长度为 $L7 \times \sin\theta$ 。如果处于这样的位置关系,则第一屏蔽过孔150A位于第一连接过孔162与第二连接过孔164之间、以及第一布线端部136E与第二布线端部138E之间。此时,第一屏蔽过孔150A配置为包含第一布线端部136E和第二布线端部138E的中心间的中央。即,第一布线端部136E和第二布线端部138E的中心间的中央位于第一屏蔽过孔150A的内部。需要说明的是,筒状的屏蔽过孔的内部意指,不限于筒的壁厚内,还包含由筒包围的空间。因此,第一屏蔽过孔150A能够屏蔽从第一连接过孔162和第一布线端部136E的电磁波的泄露、以及从第二连接过孔164和第二布线端部138E的电磁波的泄露。即,能够抑制第一布线136与第二布线138之间的串扰。因此,即使第一屏蔽过孔150A的位置从设计位置、例如第一屏蔽过孔150的位置偏离,也能够充分地抑制串扰,并能够降低制造精度对串扰抑制效果的影响。

[0076] 关于第二屏蔽过孔152和第三屏蔽过孔154,其与第一连接过孔162、第二连接过孔164、第一布线端部136E和第二布线端部138E的位置关系也与第一屏蔽过孔150A同样即可。

[0077] 对高频电路100的形成方法进行说明。准备在树脂基板的两面层叠铜箔而得到的基板和仅在另一树脂基板的两面中的单面层叠铜箔而得到的基板。下面,将在两面层叠有铜箔的基板和仅在单面层叠有铜箔的基板分别称为第一基板和第二基板。对第一基板的一个面的铜箔进行蚀刻而形成电路。即,形成具有第一布线端部136E的第一布线136、具有第二布线端部138E的第二布线138以及第三接地124。接着,在第一基板处,通过利用钻头或激光的加工,开设贯通第一布线端部136E和第二布线端部138E、并在第一基板的厚度方向上贯穿第一基板的孔,用铜电镀敷该孔。由此,形成分别连接至第一布线端部136E和第二布线端部138E的第一连接过孔162和第二连接过孔164。接着,使用接合片等粘接剂将第二基板的未层叠铜箔的面粘接到第一基板的形成有电路的面。接着,通过利用钻头或激光的加工,形成贯穿层叠的第一基板和第二基板的孔。由此,层叠于第二基板的铜箔成为第二接地122。

通过用铜镀敷贯穿孔,能够形成连接通过后续工序成为第一接地120的铜箔、第二接地122和第三接地124的第一屏蔽过孔150、第二屏蔽过孔152、第三屏蔽过孔154以及圆筒屏蔽过孔160。最后,对第一基板的露出的铜箔进行蚀刻,形成分别连接至第一连接过孔162和第二连接过孔164的第一焊盘130和第二焊盘132以及第一接地120。

[0078] 此外,作为另一种形成方法,也可以在第一基板中与第一布线端部136E和第二布线端部138E对应的部分处开设孔之前,将第二基板的未层叠铜箔的面粘接到第一基板的形成有电路的面。在该情况下,除了在如上所述层叠的第一基板和第二基板中形成贯穿孔外,还通过激光开设分别从第一焊盘130和第二焊盘132到达至第一布线端部136E和第二布线端部138E的孔,并用铜镀敷这些孔和贯穿孔即可。需要说明的是,通过用铜进行镀敷的工序,在第一接地120的露出面和第二接地122的露出面也形成有铜。即,在图4和图5等所示的构成中,在第一接地120和第二接地122各自的露出面处,与第一屏蔽过孔150、第二屏蔽过孔152、第三屏蔽过孔154和圆筒屏蔽过孔160连续地形成有铜。此外,通过增厚镀敷厚度,第一屏蔽过孔150、第二屏蔽过孔152、第三屏蔽过孔154和圆筒屏蔽过孔160可形成为实心的而形成柱状。需要说明的是,圆筒屏蔽过孔160也可以用树脂填充其圆筒的内部。

[0079] (第一变形例)

[0080] 上面,说明了第一屏蔽过孔150、第二屏蔽过孔152、第三屏蔽过孔154和多个圆筒屏蔽过孔160各自贯穿第一接地120和第二接地122地连接至第一接地120和第二接地122的情况。但是,不限于于此。参照图9,第一变形例涉及的高频电路220的各屏蔽过孔不贯穿第一接地120和第二接地122地连接第一接地120和第二接地122。

[0081] 参照图9,在高频电路220中,相比于图5的高频电路100,第一屏蔽过孔150、第二屏蔽过孔152和第三屏蔽过孔154分别被第一屏蔽过孔250、第二屏蔽过孔252和第三屏蔽过孔254替代。第一屏蔽过孔250、第二屏蔽过孔252和第三屏蔽过孔254各自是XY截面为圆角长方形的柱状,不贯穿第一接地120和第二接地122,而是上下端面与第一接地120和第二接地122接触。此外,虽然未图示,但高频电路220包括不贯穿第一接地120和第二接地122地与它们连接的圆柱状的屏蔽过孔,来替代高频电路100的圆筒屏蔽过孔160。除此之外的高频电路220的构成与高频电路100相同。由此,能够抑制在通往第一布线136和第二布线138的信号供给路径间产生的串扰。

[0082] (第二变形例)

[0083] 上面,说明了分别从第一连接器200和第二连接器202经由第一焊盘130和第二焊盘132向第一布线136和第二布线138供给作为高频信号的交流信号的情况,但不限于于此。第二变形例的高频电路的目的在于,在将供给差动信号的两个焊盘设为一组、且多组焊盘相邻的情况下,抑制它们之间的串扰。下面,将供给差动信号的两个焊盘称为焊盘对。

[0084] 参照图10和图11,第二变形例涉及的高频电路222与图4所示的高频电路100同样地包括第一绝缘层102和第二绝缘层104、以及第一导电层106、第二导电层108和第三导电层110。第一绝缘层102、第二绝缘层104、第一导电层106、第二导电层108和第三导电层110相互层叠。下面,省略重复说明,而主要对高频电路222与高频电路100的不同之处进行说明。

[0085] 在高频电路222中,代替图4所示的高频电路100的第一焊盘130和第二焊盘132,在第一绝缘层102之上形成有第一焊盘对230和第二焊盘对232。第一焊盘对230包括焊盘230A

和焊盘230B,第二焊盘对232包括焊盘232A和焊盘232B。在第一焊盘对230和第二焊盘对232的周边形成有隔离区域234。

[0086] 第三导电层110包括形成在第二绝缘层104之上的第一布线对236和第二布线对238来代替图4所示的高频电路100的第一布线136和第二布线138。第一布线对236包括布线236A和布线236B,第二布线对238包括布线238A和布线238B。在第一布线对236和第二布线对238的周边形成有隔离区域244。焊盘230A和焊盘230B分别与高频电路100同样地经由连接过孔262A和连接过孔262B而连接至布线236A的端部236EA和布线236B的端部236EB。此外,焊盘232A和焊盘232B分别经由连接过孔264A和连接过孔264B而连接至布线238A的端部238EA和布线238B的端部238EB。

[0087] 在第一焊盘对230与第二焊盘对232之间、以及与它们对应的连接过孔间配置有第一屏蔽过孔150。在第一焊盘对230和第二焊盘对232的两侧配置有第二屏蔽过孔152和第三屏蔽过孔154。此外,高频电路222包括多个圆筒屏蔽过孔160。与图4所示的高频电路100同样地,第一屏蔽过孔150、第二屏蔽过孔152、第三屏蔽过孔154和多个圆筒屏蔽过孔160与第一布线对236和第二布线对238的延伸方向平行地排列成三列。

[0088] 为了抑制通往第一布线对236和第二布线对238的信号供给路径间的串扰,对高频电路222的第一屏蔽过孔150所要求的条件与上述同样地得到。即,在图3A至图7中,通过将第一焊盘130和第二焊盘132分别作为焊盘230A和焊盘232A、将第一布线端部136E和第二布线端部138E分别作为端部236EA和端部238EA而得到。例如,第一屏蔽过孔150的长度优选为端部236EA与端部238EA之间的距离的1/2倍以上。为了抑制通往第一布线对236和第二布线对238的信号供给路径间的串扰,优选第二屏蔽过孔152和第三屏蔽过孔154各自也形成为与第一屏蔽过孔150同样的形状和尺寸。由此,能够抑制第一布线对236和第二布线对238与配置在它们两侧的电路的串扰。

[0089] 此外,高频电路222的第一屏蔽过孔150的配置在图8中只要与将第一焊盘130和第二焊盘132分别作为焊盘230A和焊盘232A、将第一布线端部136E和第二布线端部138E分别作为端部236EA和端部238EA的情况相同即可。即,在XY平面内,第一屏蔽过孔150的长度方向与连结端部236EA和端部238EA的直线所成的角度为45度以上即可。此外,将与连结端部236EA和端部238EA的中心间的直线垂直的平面作为投影面,第一屏蔽过孔150的正投影包含端部236EA和端部238EA的正投影即可。如果处于这样的位置关系,则第一屏蔽过孔150位于连接端部236EA和焊盘230A的连接过孔262A与连接端部238EA和焊盘232A的连接过孔264A之间、以及端部236EA与端部238EA之间。此时,第一屏蔽过孔150配置为包含端部236EA和端部238EA的中心间的中央。即,端部236EA和端部238EA的中心间的中央位于第一屏蔽过孔150的内部。因此,第一屏蔽过孔150能够抑制通往第一布线对236和第二布线对238的信号供给路径间的串扰。

[0090] (第三变形例)

[0091] 上面,说明了在第一绝缘层102的表面设置用于向内部布线垂直供给交流电力的焊盘并经由连接过孔连接内部布线和焊盘的情况,但不限于此。第三变形例涉及的高频电路形成为不设置焊盘而使内部布线的端部露出的状态。

[0092] 参照图12,第三变形例涉及的高频电路224包括第一屏蔽过孔270、第二屏蔽过孔272和第三屏蔽过孔274、形成在它们之上的圆筒屏蔽过孔278以及圆筒屏蔽过孔276。在高

频电路224中,相比于图5所示的高频电路100,去除了第一焊盘130、第二焊盘132、第一连接过孔162和第二连接过孔164,并去除了第一绝缘层102和第一导电层106的一部分。此外,在高频电路224中,相比于图5所示的高频电路100,第一屏蔽过孔150、第二屏蔽过孔152和第三屏蔽过孔154分别被第一屏蔽过孔270、第二屏蔽过孔272和第三屏蔽过孔274替代。因此,在高频电路224中未形成隔离区域134,第一布线端部136E和第二布线端部138E是露出的。除此之外的高频电路224的构成与图5所示的高频电路100相同。需要说明的是,在高频电路224中,与图5所示的高频电路100同样地,各屏蔽过孔形成为筒状,但在图12中,方便起见,示出了柱状的外形。下面,边参照图5所示的高频电路100的构成,边说明高频电路224的构成。

[0093] 第一屏蔽过孔270、第二屏蔽过孔272、第三屏蔽过孔274和各圆筒屏蔽过孔276贯穿第二绝缘层104、第二导电层108和第三导电层110地连接第二接地122和第三接地124。各个圆筒屏蔽过孔278贯穿第一绝缘层102和第一导电层106地连接第一接地120和第三接地124。向第一布线136和第二布线138供给交流信号是通过使图5所示的第一连接器200和第二连接器202的中心导体204分别与第一布线端部136E和第二布线端部138E接触来进行的。因此,第一绝缘层102形成为使得第一连接器200和第二连接器202的中心导体204分别与第一布线端部136E和第二布线端部138E接触即可。即,也可以不如图12所示地在大范围内去掉第一绝缘层102和第一导电层106。至少在第一布线端部136E和第二布线端部138E上方的规定区域不存在第一绝缘层102和第一导电层106即可。

[0094] 第一屏蔽过孔270、第二屏蔽过孔272和第三屏蔽过孔274与图5所示的高频电路100的第一屏蔽过孔150、第二屏蔽过孔152和第三屏蔽过孔154在高度上不同,但形成为同样的形状。第一屏蔽过孔270、第二屏蔽过孔272和第三屏蔽过孔274与第一布线端部136E、第二布线端部138E和圆筒屏蔽过孔160在XY平面内的位置关系与图5所示的高频电路100是同样的。即,第一屏蔽过孔270配置于第一布线端部136E与第二布线端部138E之间,第二屏蔽过孔272和第三屏蔽过孔274配置于第一布线端部136E和第二布线端部138E的两侧。因此,通过第一屏蔽过孔270,能够屏蔽第一布线端部136E和第二布线端部138E处的电磁波的泄露,并能够抑制第一布线136与第二布线138之间的串扰。此外,通过第二屏蔽过孔272和第三屏蔽过孔274,即使在第一布线端部136E和第二布线端部138E的两侧存在电路,也能够抑制它们与第一布线端部136E和第二布线端部138E之间的串扰。

[0095] 由此,在从层叠有第一绝缘层102、第二绝缘层104和第三导电层110的基板的两面通过开孔加工形成屏蔽过孔的情况下,在布线的端部附近,不需要从一侧即第一绝缘层102侧进行开孔加工。此外,即使在布线的端部附近难以从一侧即第一绝缘层102侧进行开孔加工的情况下,也能够制造由布线的端部处的电磁波的泄露引起的串扰得到抑制的高频电路。

[0096] (第四变形例)

[0097] 作为第三变形例示出的未设置焊盘和连接过孔的构成也能够适用于传输差动信号的高频电路。第四变形例涉及的高频电路形成为不设置焊盘而使内部布线的端部露出的状态,并传输差动信号。

[0098] 参照图13,第四变形例涉及的高频电路226包括第一屏蔽过孔280、第二屏蔽过孔282和第三屏蔽过孔284。在高频电路226中,相比于图10所示的高频电路222,去除了第一焊

盘对230、第二焊盘对232、第一连接过孔对262和第二连接过孔对264,并去除了第一绝缘层102和第一导电层106的一部分。此外,在高频电路226中,相比于图10所示的高频电路222,第一屏蔽过孔250、第二屏蔽过孔252和第三屏蔽过孔254分别被第一屏蔽过孔280、第二屏蔽过孔282和第三屏蔽过孔284替代。因此,在高频电路226中未形成隔离区域234。除此之外的高频电路226的构成与图10所示的高频电路222相同。需要说明的是,在高频电路226中,与图10所示的高频电路222同样地,各屏蔽过孔形成为筒状,但在图13中,方便起见,示出了柱状的外形。下面,边参照图10所示的高频电路222的构成,边说明高频电路226的构成。

[0099] 第一屏蔽过孔280、第二屏蔽过孔282、第三屏蔽过孔284和各圆筒屏蔽过孔286贯穿第二绝缘层104、第二导电层108和第三导电层110地连接第二接地122和第三接地124。差动的交流信号的供给是通过使四个连接器的中心导体分别与端部236EA、端部236EB、端部238EA和端部238EB接触来进行的。因此,第一绝缘层102形成为使得四个连接器的中心导体分别与端部236EA、端部236EB、端部238EA和端部238EB接触即可。即,也可以不如图13所示地在大范围内去掉第一绝缘层102和第一导电层106。至少在端部236EA、端部236EB、端部238EA和端部238EB上方的规定区域不存在第一绝缘层102和第一导电层106即可。

[0100] 第一屏蔽过孔280、第二屏蔽过孔282和第三屏蔽过孔284与图10所示的高频电路222的第一屏蔽过孔150、第二屏蔽过孔152和第三屏蔽过孔154在高度上不同,但形成为同样的形状。第一屏蔽过孔280、第二屏蔽过孔282和第三屏蔽过孔284与端部236EA、端部236EB、端部238EA、端部238EB和圆筒屏蔽过孔160在XY平面内的位置关系与图10所示的高频电路222是同样的。即,第一屏蔽过孔280配置于端部236EA与端部238EA之间,第二屏蔽过孔282和第三屏蔽过孔284配置于端部236EB和端部238EB的两侧。因此,通过第一屏蔽过孔280,能够屏蔽端部236EA和端部238EA处的电磁波的泄露,并能够抑制第一布线对236与第二布线对238之间的串扰。此外,通过第二屏蔽过孔282和第三屏蔽过孔284,即使在端部236EB和端部238EB的两侧存在电路,也能够抑制这些电路与端部236EB和端部238EB之间的串扰。

[0101] 上面,说明了在基板的表面设置焊盘并通过连接过孔连接焊盘和基板内部的布线的情况、或者使基板内部的布线的端部露出的情况,但不限于于此。也可以是在基板表面不设置焊盘而使连接过孔露出的构成。通过使供给交流信号的连接器的中心导体与露出的连接过孔的端部接触,能够向基板内部的布线供给交流信号。此外,焊盘与连接过孔也可以一体地形成。

[0102] 上面,说明了抑制通过一条布线传输交流信号的布线间、或者传输差动信号的布线对间的串扰的情况,但不限于于此。也可以抑制传输交流信号的一个布线与传输差动信号的布线对之间的串扰。即,如上所述,在传输交流信号的一个布线的端部与传输差动信号的一组布线对的端部之间配置XY截面的外形为圆角长方形的筒状或柱状的屏蔽过孔。例如,在图10所示的高频电路222中,通过用图4的第二布线138、第二连接过孔164和第二焊盘132的构成替代第二布线对238、第二连接过孔对264和第二焊盘对232的构成,能够构成高频电路。如果是这样的高频电路,则能够抑制通往第一布线对236的信号供给路径与通往替代的第二布线138的信号供给路径之间的串扰。

[0103] 上面,说明了两个布线或两组布线对在距焊盘规定的范围内平行延伸的情况,但不限于于此。在与两个焊盘或两组焊盘对各自连接的布线不平行而成规定角度、例如90度

的情况下,或者在两个布线向相反方向延伸的情况下,也可能发生焊盘间的串扰。因此,如上所述,如果在两个焊盘间或两组焊盘对间设置平行于基板面的截面为圆角长方形的屏蔽过孔,则能够抑制起因于布线的端部处的电磁波的泄露的串扰。

[0104] 需要说明的是,焊盘、布线端部以及它们周围的隔离区域的形状并不限定于上述的形状,而是任意的。例如,图2至图5所示的高频电路100的第一焊盘130、第二焊盘132和隔离区域134的形状也可以是圆形或相邻的两条边的长度不同的长方形。第一布线端部136E、第二布线端部138E和隔离区域144的形状也可以是正方形或圆形。此外,作为用于供给交流信号的连接器的图2的第一连接器200和第二连接器202的形状并不限定于矩形的筒状,而是任意的。第一连接器200和第二连接器202例如也可以是圆筒状。关于图10等所示的传输差动信号的高频电路也是同样的。

[0105] 上面,说明了在配置有布线的第三导电层110中在图3C的第一布线136和第二布线138等的周围配置第三接地124的情况,但不限于此。也可以不设置第三接地124。例如,在图4所示的高频电路100中,第一屏蔽过孔150、第二屏蔽过孔152、第三屏蔽过孔154和圆筒屏蔽过孔160连接至第一接地120和第二接地122。因此,能够抑制由焊盘、连接过孔和端部构成的信号供给路径间的串扰以及布线间的串扰。

[0106] 上面,说明了高频电路包括由两层绝缘层和三层导电层构成的五层的情况,但不限于此。也可以是包括六层以上的电路。例如,在图5所示的五层结构中,也可以在第一绝缘层102与第二绝缘层104之间配置有一个或多个中间层。中间层可以是绝缘层,也可以是导电层。例如,参照图14,在图5所示的五层结构中,也可以在第三导电层110与第二绝缘层104之间配置有与第二绝缘层104不同的材质的绝缘层300。不同的材质是粘接剂等。此外,参照图15,在图5所示的五层结构中,也可以在第一绝缘层102与第三导电层110之间配置有与第一绝缘层102不同的材质的绝缘层302。此外,参照图16,在图5所示的五层结构中,也可以在第一绝缘层102与第三导电层110之间配置有绝缘层304和导电层306。在图16所示的层叠结构中,分别形成有隔离区域308和310,以使第一连接过孔162和第二连接过孔164不与导电层306接触。

[0107] 需要说明的是,也可以在五层结构的外侧配置绝缘层、或者绝缘层和导电层。例如,参照图17,在图5所示的五层结构中,也可以在第二导电层108处层叠绝缘层312和导电层314。无论在图14至图17中哪一者所示的层叠结构中,都能够通过第一屏蔽过孔150抑制第一布线136和第二布线138的端部间的串扰。此外,通过第二屏蔽过孔152和第三屏蔽过孔154,能够抑制与存在于第一布线136和第二布线138的两侧的布线的串扰。

[0108] 上面,说明了第一至第三屏蔽过孔各自的XY截面的外形形状、即长孔140为圆角长方形的情况,但不限于此。第一至第三屏蔽过孔各自的XY截面的外形形状只要是内切于正交的两条边的长度不同的假想的长方形的形状即可,是任意的。例如,也可以是椭圆形或类似于椭圆形的形状。类似于椭圆形的形状例如包括泪滴形和雨滴形等。

[0109] 下面,通过示出模拟结果,来表明本公开的有效性。

[0110] (第一模拟)

[0111] 示出了使用图3A至图3C和图4所示的构成和形状的模拟结果。关于所采用的第一焊盘130、第二焊盘132、第一屏蔽过孔150、第二屏蔽过孔152、第三屏蔽过孔154、圆筒屏蔽过孔160、第一布线136、第二布线138、第一布线端部136E以及第二布线端部138E的尺寸示

于表1。在表1中,以mm为单位示出了数值。屏蔽过孔全部设为柱状。变量名如图3A至图3C和图8所示。第一焊盘130、第二焊盘132和隔离区域134设为正方形。关于第一屏蔽过孔150、第二屏蔽过孔152、第三屏蔽过孔154、第一焊盘130和第二焊盘132各自在XY平面中的中心,Y坐标的值设为相同。第一绝缘层102和第二绝缘层104各自的厚度设为0.1mm,相对介电常数设为2.2。

[0112] [表1]

[0113]	变量名	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8
	值	0.15	0.375	0.14	0.15	0.34	0.35	0.7	0.2
	变量名	D1	D2	P1	P2	P3	W1	W2	
	值	0.2	0.1	0.8	0.3	0.4	0.1	0.161	

[0114] 针对上述构成的基板,改变从图2所示的第一连接器200向第一布线136供给的高频信号的频率,并对流过第二布线138的信号进行了数值计算。此外,为了比较,设 $L7=0.2$ (mm),其他变量值使用表1的值,屏蔽过孔全部设为圆柱,同样地,对流过第二布线138的信号进行了数值计算。

[0115] 图18中示出计算结果。纵轴是FEXT值,以dB为单位表示第二布线138的信号强度相对于供给到第一布线136的信号强度的值、即电压振幅的比。FEXT值表示从图2所示的第一连接器200输入至第一布线136的高频信号从第二布线138出来的串扰的程度。横轴是所供给的交流信号的频率,横轴的单位是GHz。实线是使用表1的值得结果,点线是设 $L7=0.2$ (mm)的比较例的结果。由图18的曲线图可知,通过在布线端部附近配置平行于基板的截面为细长形状、例如圆角长方形的屏蔽过孔,相比配置截面为圆形的屏蔽过孔的情况,能够抑制串扰大约20dB,换算成电力强度的话,达到1/100。

[0116] (第二模拟)

[0117] 与第一模拟同样地,使用图3A至图3C和图4所示的构成,改变第一屏蔽过孔150、第二屏蔽过孔152和第三屏蔽过孔154的长度 $L7$ 的值,对串扰进行了评估。屏蔽过孔全部为柱状。其他变量值使用表1的值,改变从第一连接器200向第一布线136供给的交流信号的频率,并对流过第二布线138的信号进行了数值计算。

[0118] 在图19中,用实线示出使长度 $L7$ 从0.3mm到2.1mm按0.2mm的间隔变化而计算得到的结果。纵轴和横轴的含义与图18相同。作为参考,图18所示的点线的曲线图也在图19中用点线示出。由图19的曲线图可知,设置于布线端部附近的屏蔽过孔的长度 $L7$ 越长,串扰的抑制效果越大。另一方面, $L7=1.9$ 和 $L=2.1$ 的曲线图在频率约为15GHz以上时变得大致相同。图20是对应于屏蔽过孔的长度 $L7$ 标绘图19中频率为30GHz时的FEXT值而得到的图。在图20中,即使将屏蔽过孔的长度 $L7$ 增大到某种程度以上,也未观察到FEXT值的减小。因此,可知,根据传输的信号频率,屏蔽过孔的长度 $L7$ 预先限制到规定值即可。

[0119] (第三模拟)

[0120] 使用图3A至图3C和图4所示的构成以及表1所示的值,使第一屏蔽过孔150、第二屏蔽过孔152和第三屏蔽过孔154的位置从第一焊盘130和第二焊盘132偏移,并与第一模拟同样地对串扰进行了评估。具体而言,如图21所示,使第一屏蔽过孔150、第二屏蔽过孔152和第三屏蔽过孔154各自的中心相对于第一布线端部136E和第二布线端部138E各自的中心在Y轴方向上移动偏移量 $S$ (mm),并执行了数值计算。响应于第一屏蔽过孔150、第二屏蔽过孔

152和第三屏蔽过孔154的移动,圆柱屏蔽过孔166的位置也发生移动。 $S(\text{mm})$ 在 $-0.25 \leq S \leq 0.25$ 的范围内变化。向Y轴的正方向的移动量用正值表示,向Y轴的负方向的移动量用负值表示。为了比较,如图22所示,设 $L7=0.2(\text{mm})$ 、即第一至第三屏蔽过孔全部为圆柱,使这些圆柱屏蔽过孔168各自的中心与上述同样地移动偏移量 $S(\text{mm})$ ,并执行了数值计算。

[0121] 图23中示出了将所供给的交流信号的频率设为30GHz的计算结果。实线示出了图21所示的构成的计算结果,点线示出了图22所示的构成的计算结果。与图18同样地,纵轴为FEXT值。横轴为偏移量 $S(\text{mm})$ 。由图23可知,即使第一屏蔽过孔150、第二屏蔽过孔152和第三屏蔽过孔154的位置从第一布线端部136E和第二布线端部138E偏离,相比全部使用圆柱屏蔽过孔168的情况,也能够抑制串扰约10dB以上。需要说明的是,即使在最大限度地移动了第一屏蔽过孔150、第二屏蔽过孔152和第三屏蔽过孔154的情况下,即,即使 $S = \pm 0.25$ ,第一屏蔽过孔150也位于第一布线端部136E与第二布线端部138E之间。此外,第二屏蔽过孔152和第三屏蔽过孔154位于第一布线端部136E和第二布线端部138E的两侧。即,第一布线端部136E和第二布线端部138E在与连结第一布线端部136E和第二布线端部138E的中心间的线垂直的投影面上的正投影包含在第一屏蔽过孔150、第二屏蔽过孔152和第三屏蔽过孔154在该投影面上的正投影中。如果第一布线端部136E和第二布线端部138E与第一屏蔽过孔150、第二屏蔽过孔152和第三屏蔽过孔154处于这样的位置关系,则能够充分地抑制通往相邻的布线的信号供给路径间的串扰。因此,即使第一屏蔽过孔150、第二屏蔽过孔152和第三屏蔽过孔154的位置稍微偏离设计位置,也能够充分地抑制串扰,并能够降低制造精度对串扰抑制效果的影响。

[0122] 需要说明的是,图23所示的实线的曲线图的最小值并非 $S=0$ 的点,而是比其更向偏移量 $S$ 的负侧偏离。考虑这是由于第一布线136和第二布线138向Y轴的负侧延伸而导致的。因此,最优选的是,第一屏蔽过孔150、第二屏蔽过孔152和第三屏蔽过孔154各自的中心处于比第一布线端部136E和第二布线端部138E各自的中心更向布线延伸的Y轴的负方向偏离少许的位置。

[0123] (第四模拟)

[0124] 进行了用于确认配置于布线的端部间的屏蔽过孔的效果的模拟。具体而言,如图24所示,在图3A至图3C和图4所示的构成中,用与圆柱屏蔽过孔166相同的尺寸的圆柱屏蔽过孔170替代图21所示的第二屏蔽过孔152和第三屏蔽过孔154。各变量值使用表1的值。在这样的条件下,与第一模拟同样地,改变从第一连接器200向第一布线136供给的高频信号的频率,并对流过第二布线138的信号进行了数值计算。

[0125] 在图25中用虚线示出计算结果。作为参考,也在图25中示出图18所示的点线和 $L7=0.7$ 的实线。在图25中,虚线的FEXT值略大于实线的FEXT值,但充分小于点线的FEXT值。因此,如果仅将设置于第一布线端部136E与第二布线端部138E之间的屏蔽过孔设为例如圆角长方形那样的XY截面形状细长的形状,则也可得到充分地抑制通往第一布线136和第二布线138的信号供给路径间的串扰的效果。

[0126] 以上,通过说明实施方式而对本公开进行了说明,但上述实施方式是示例,本公开并不仅限于上述实施方式。本公开的范围在参考发明的详细说明书的记载的基础上,由权利要求书的各权利要求示出,并包含与其中记载的语句同等的含义和范围内的所有变更。

[0127] 附图标记说明

[0128] 100、220、222、224、226、900高频电路;102第一绝缘层;104第二绝缘层;106第一导电层;108第二导电层;110第三导电层;112过孔;120第一接地;122第二接地;124第三接地;130第一焊盘;132第二焊盘;134、144、234、244、308、310隔离区域;136第一布线;138第二布线;136E第一布线端部;138E第二布线端部;140长孔;142圆形孔;150、150A、250、270、280第一屏蔽过孔;152、252、272、282第二屏蔽过孔;154、254、274、284第三屏蔽过孔;160、276、278、286圆筒屏蔽过孔;162第一连接过孔;164第二连接过孔;166、168、170圆柱屏蔽过孔;200第一连接器;202第二连接器;204中心导体;206外导体;230第一焊盘对;230A、230B、232A、232B焊盘;232第二焊盘对;236第一布线对;236A、236B、238A、238B布线;236EA、236EB、238EA、238EB端部;238第二布线对;262第一连接过孔对;262A、262B、264A、264B连接过孔;264第二连接过孔对;300、302、304、312绝缘层;306、314导电层;902信号传输线路;904屏蔽过孔;D1、D2直径;L1、L2、L3、L4、L5、L6、L7、L8长度;P1、P2、P3间隔;S偏移量;W1、W2宽度; $\theta$ 角度。

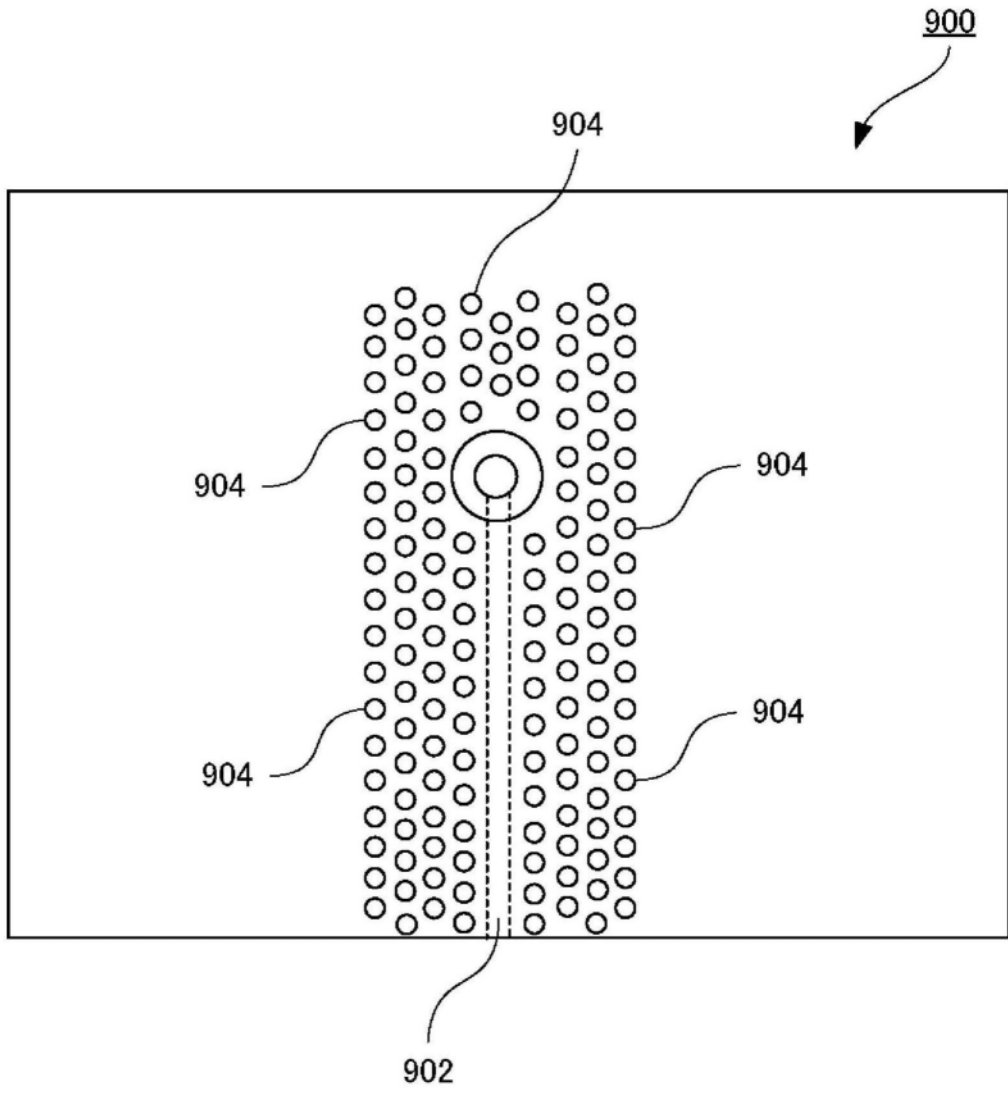


图1

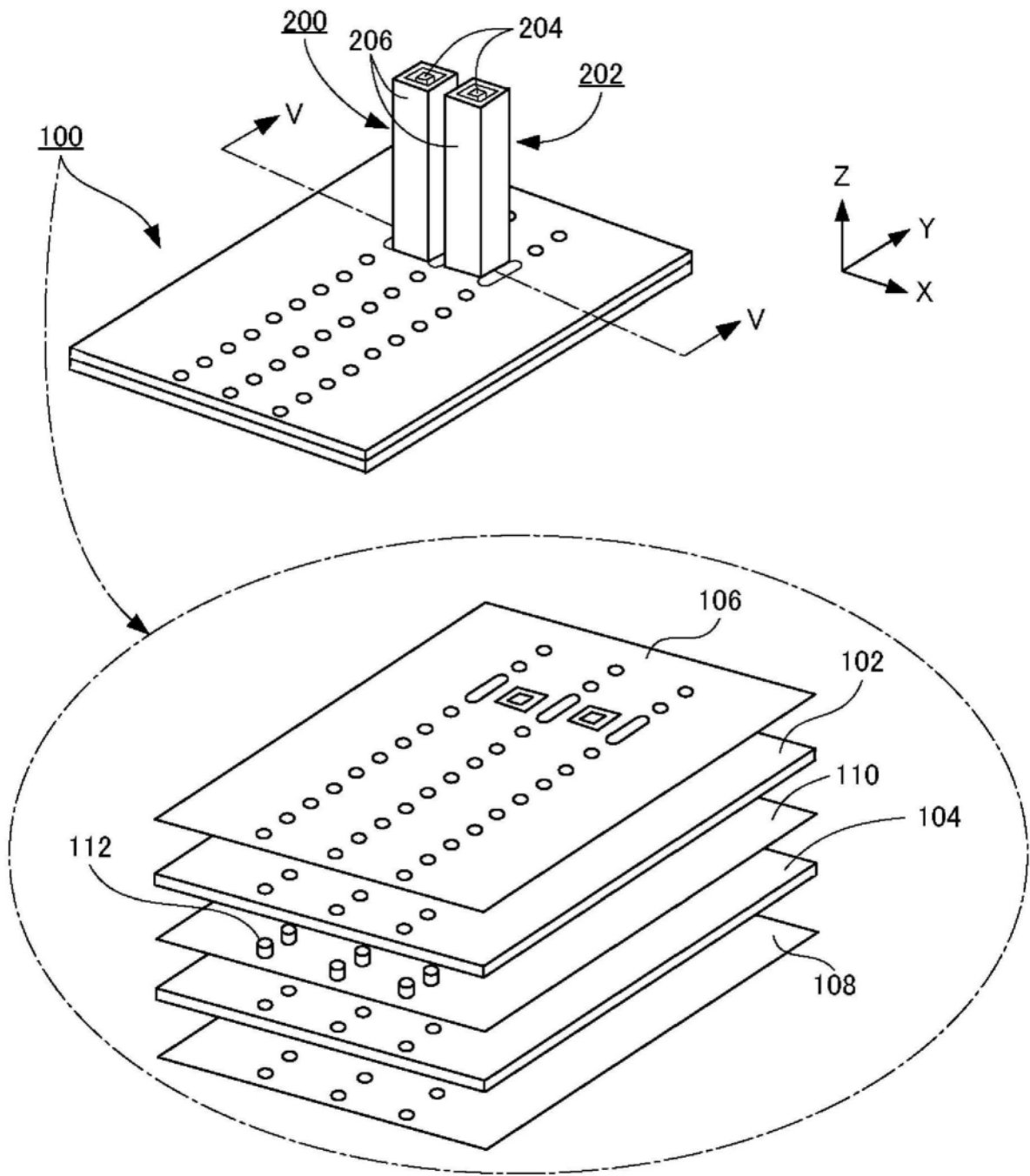


图2

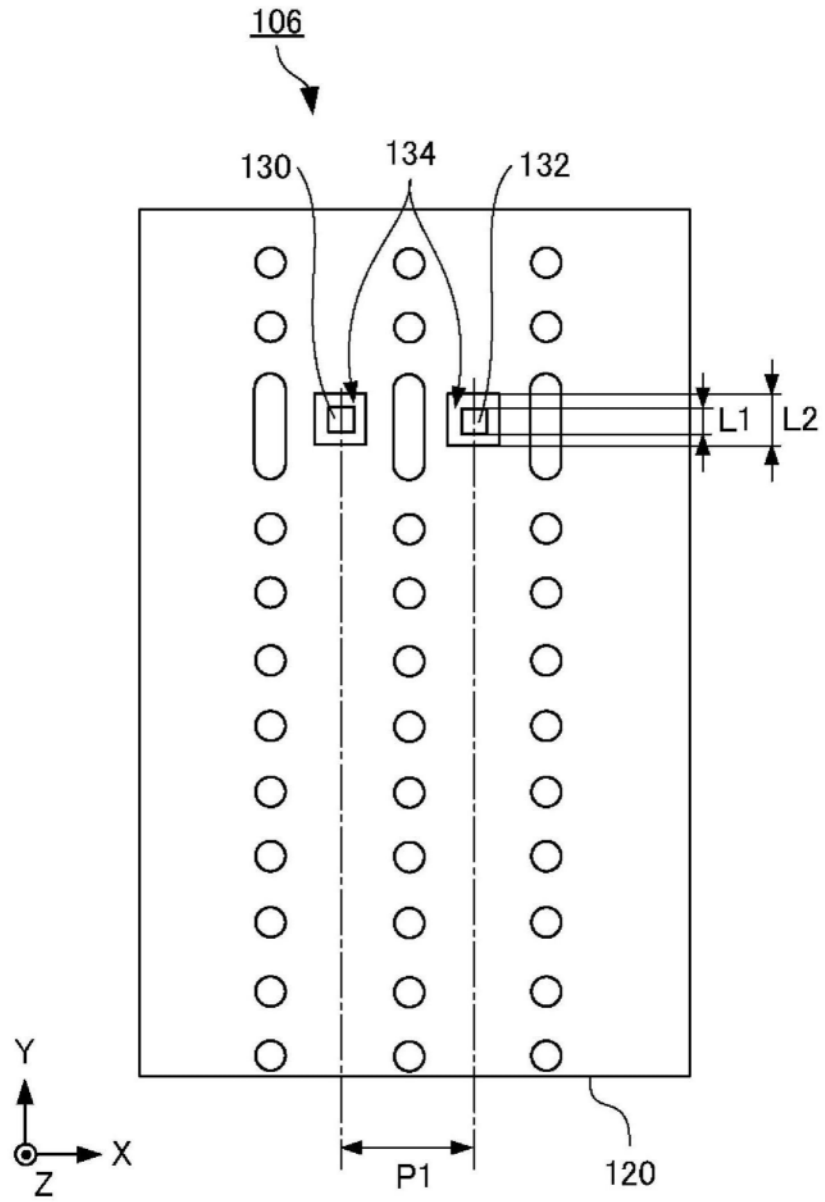


图3A

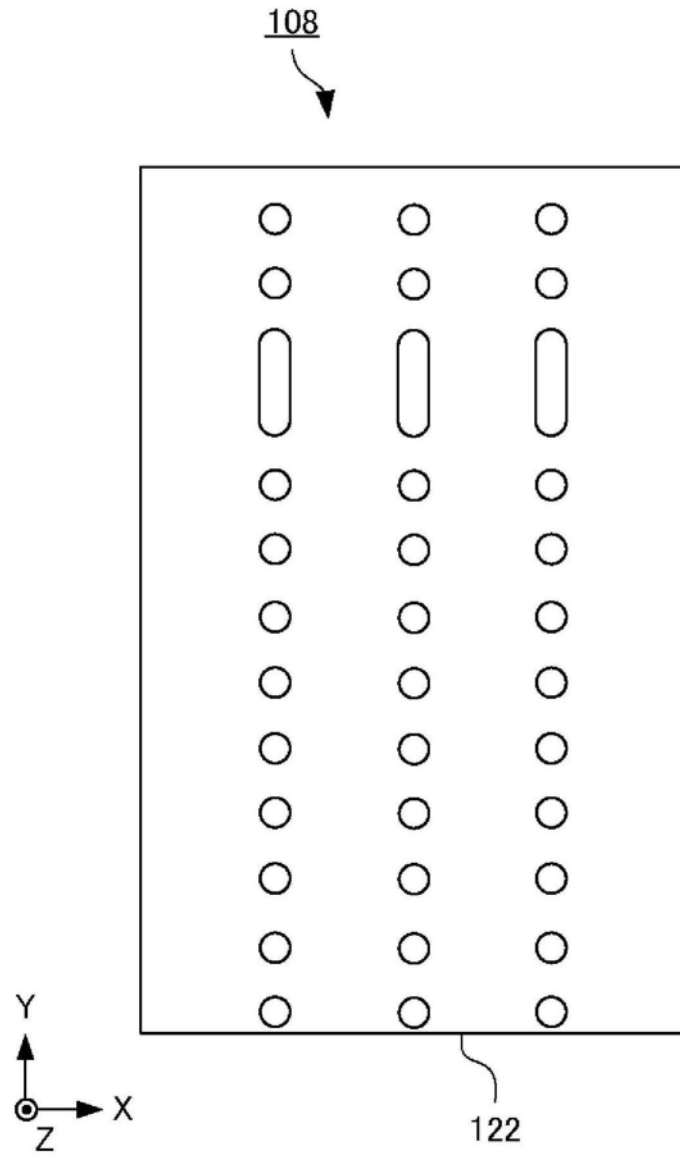


图3B

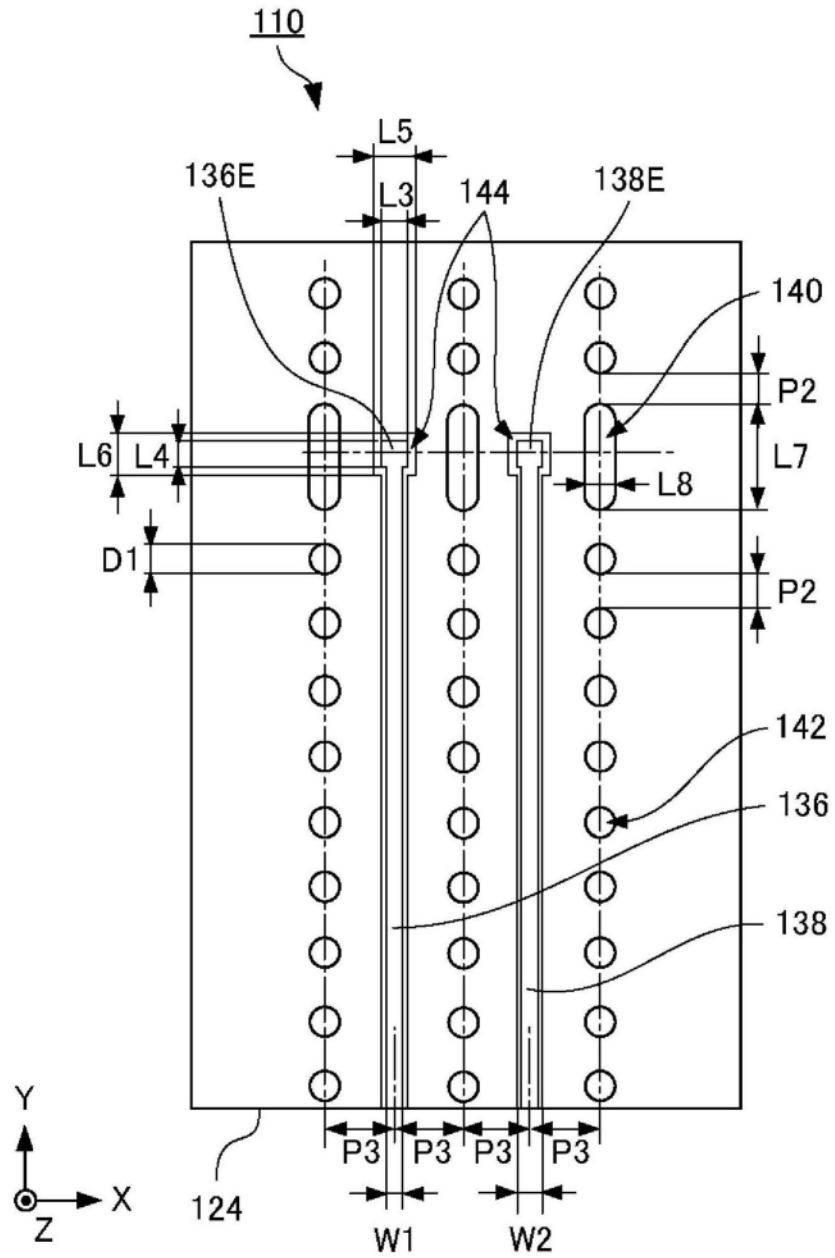


图3C

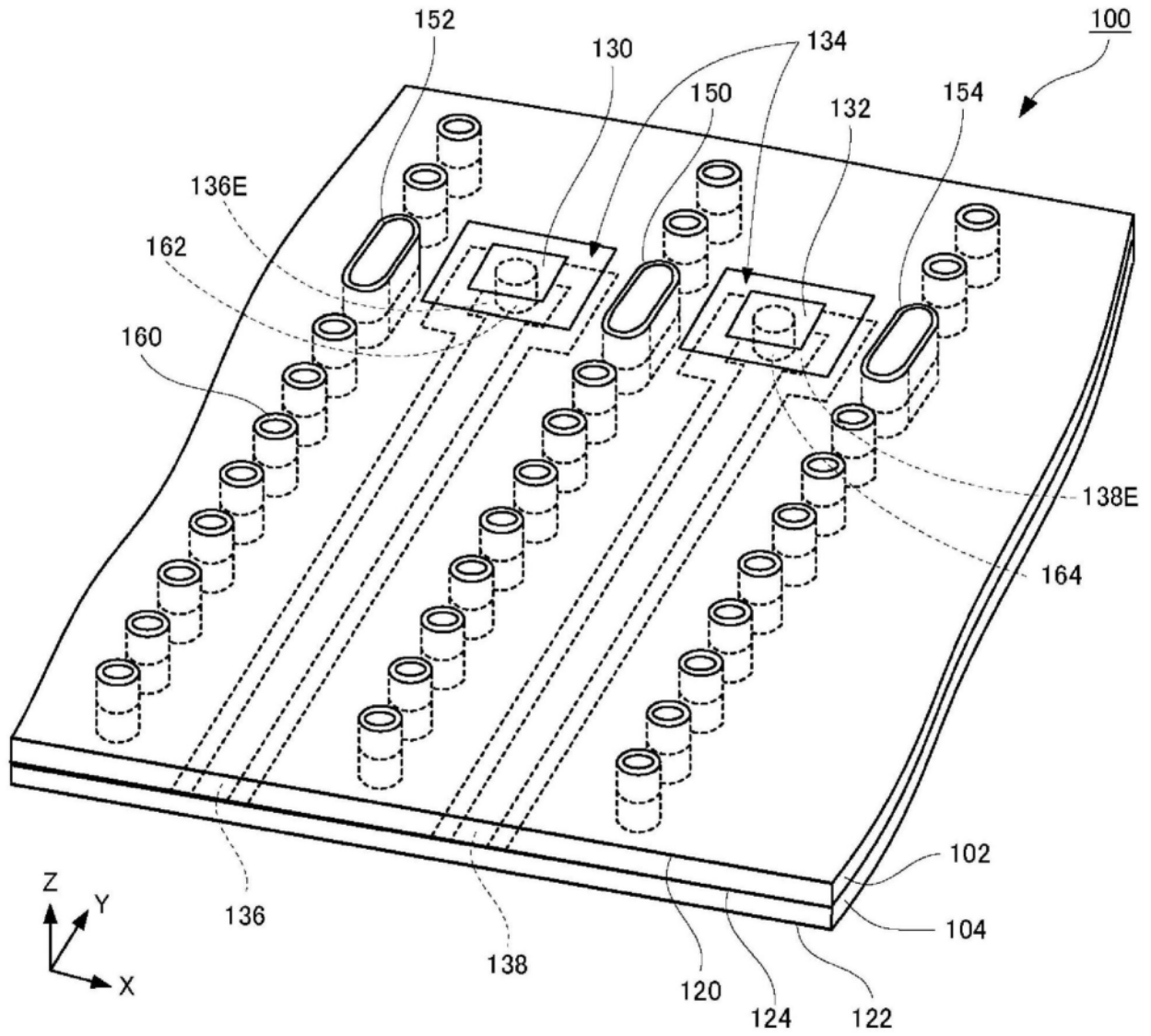


图4

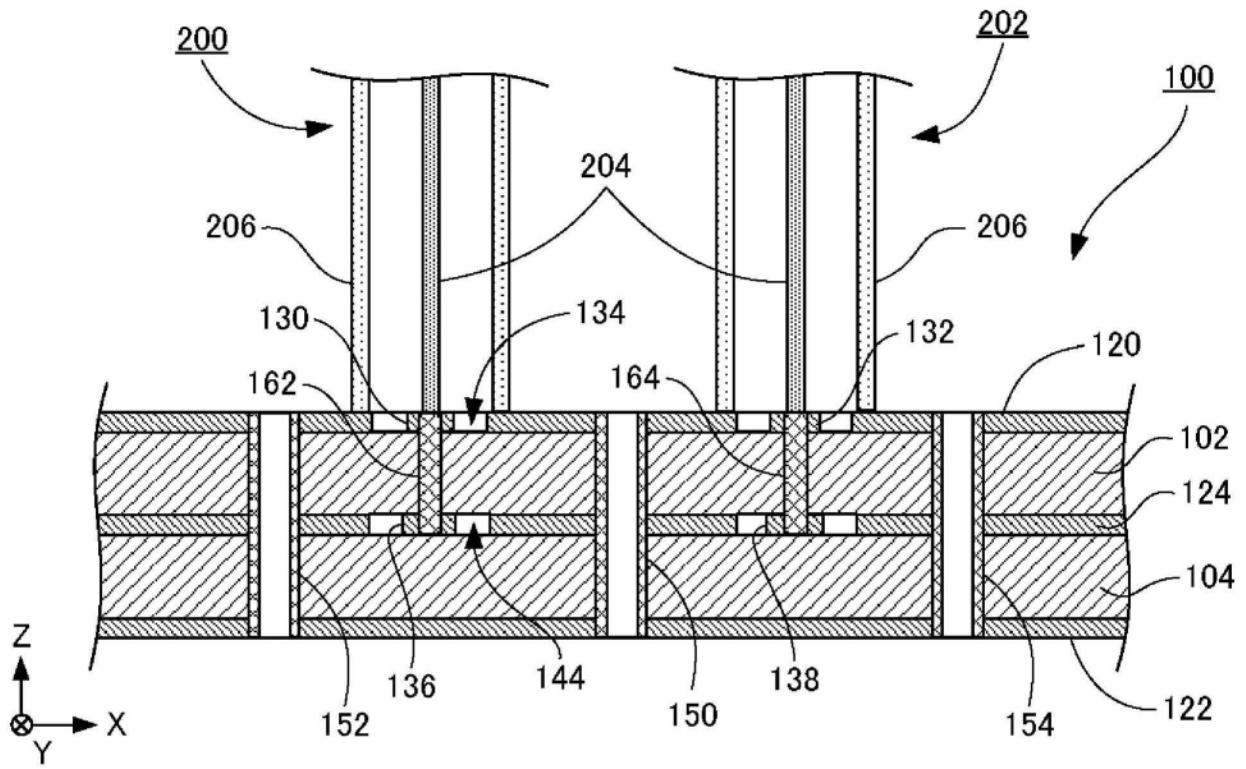


图5

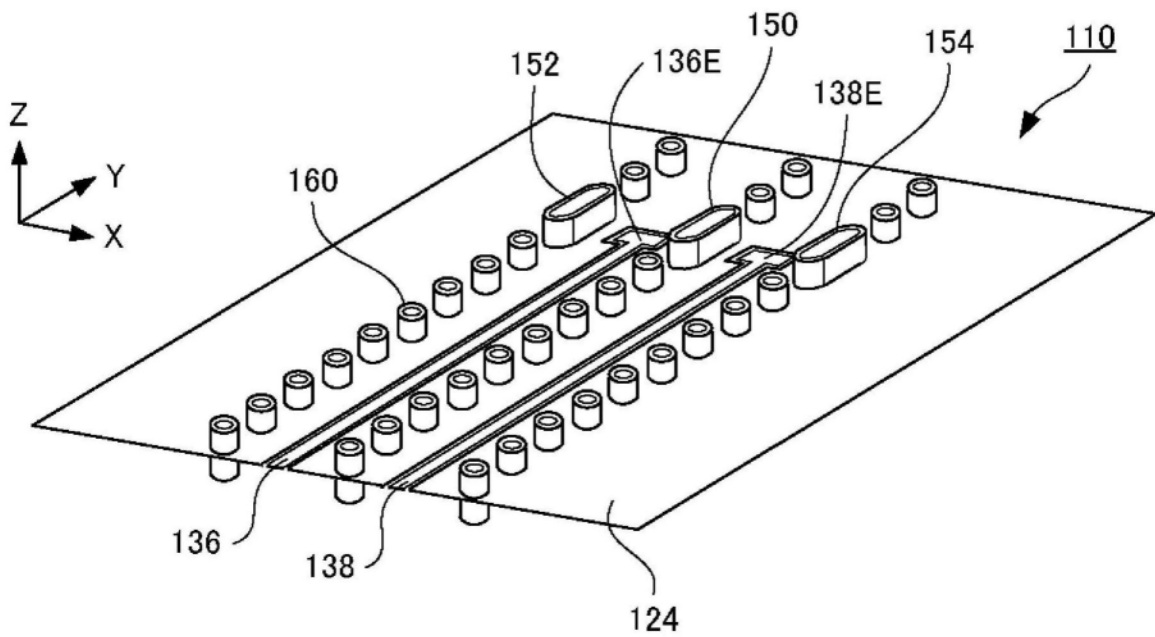


图6

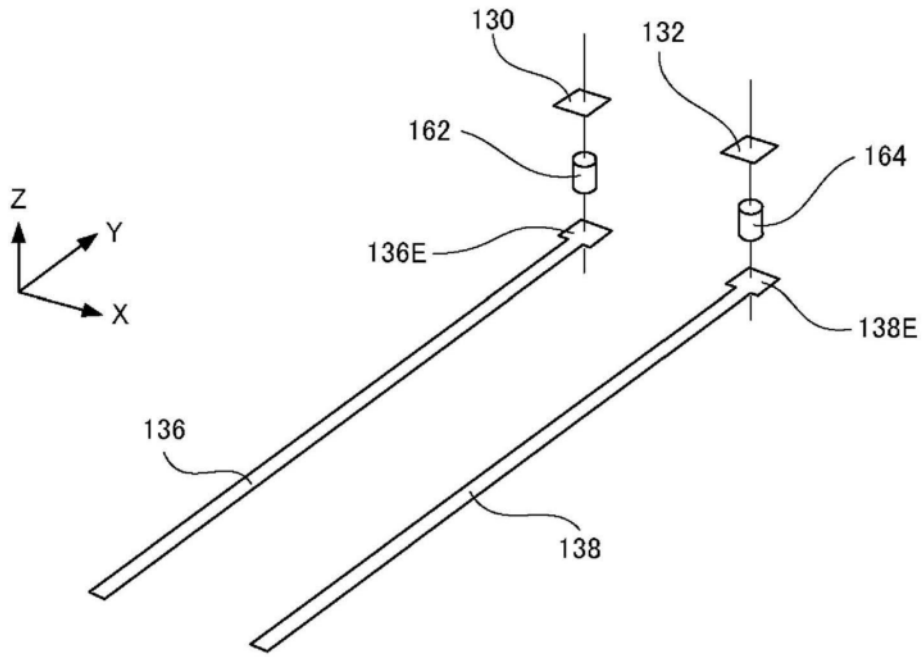


图7

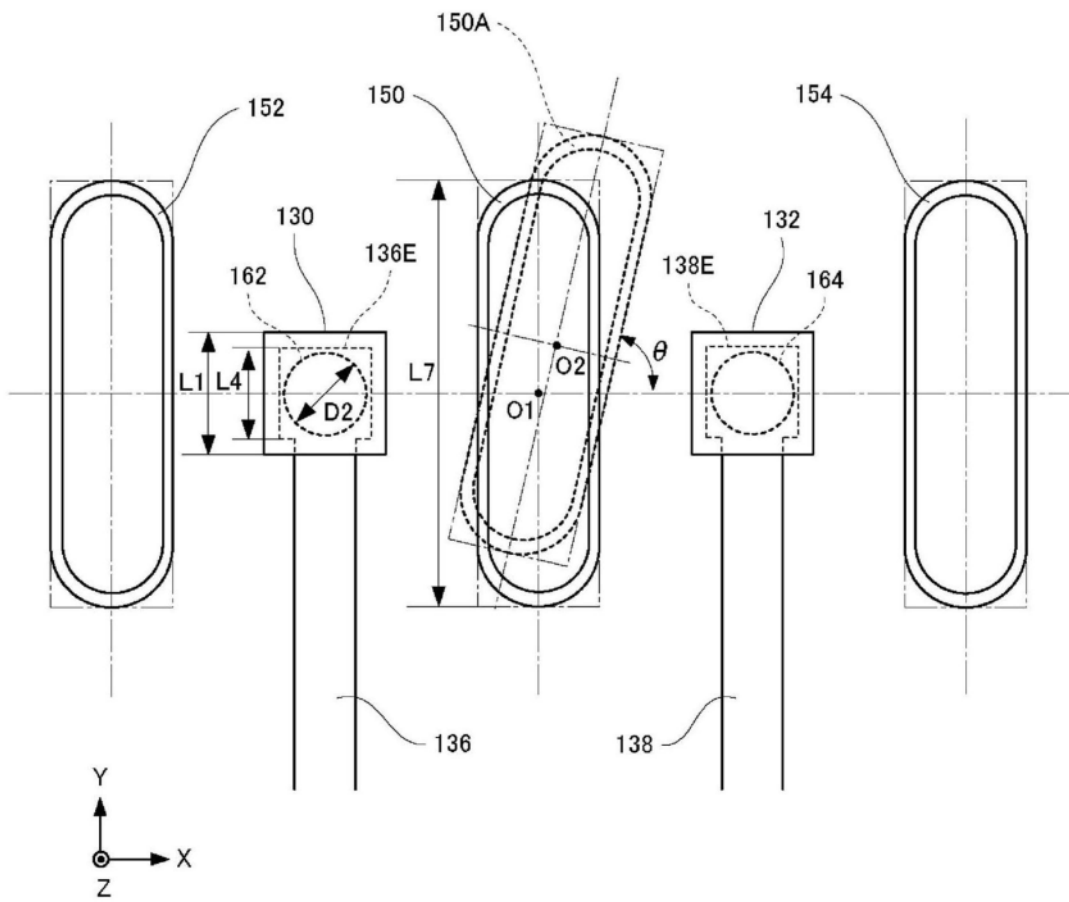


图8

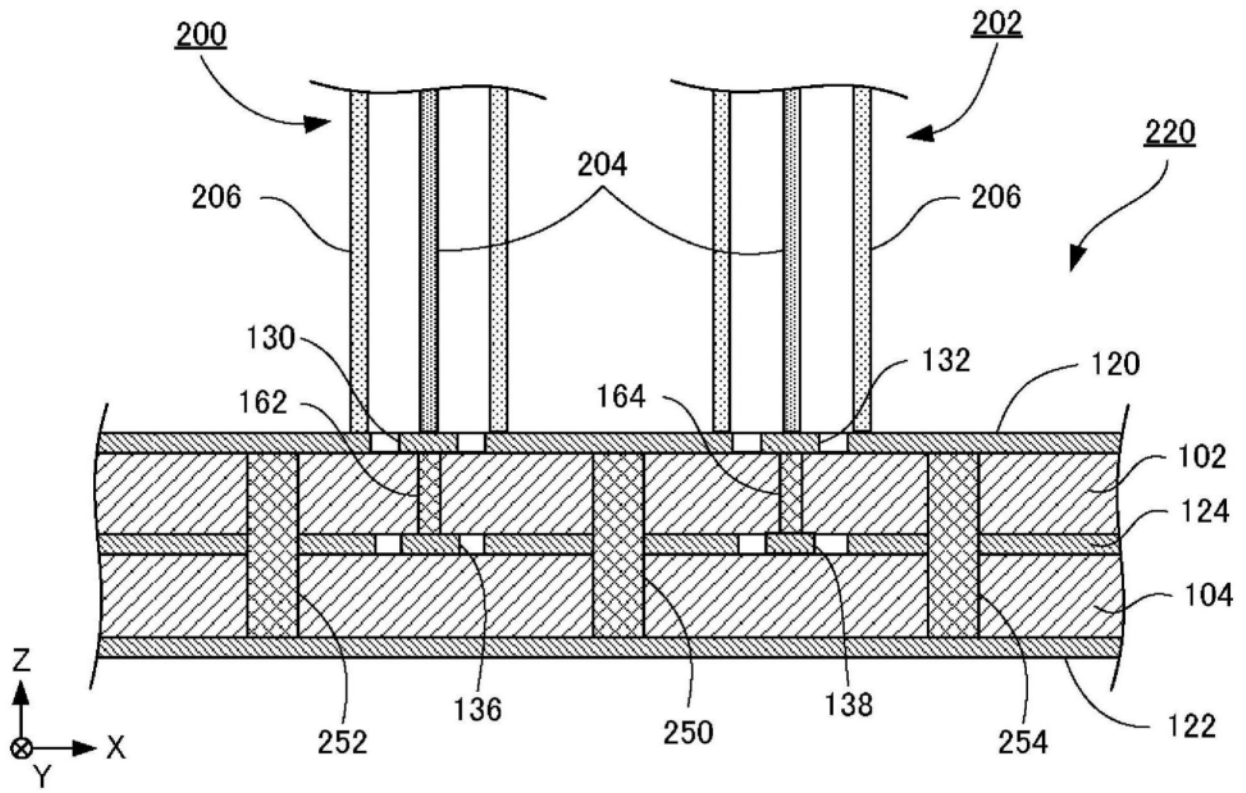


图9

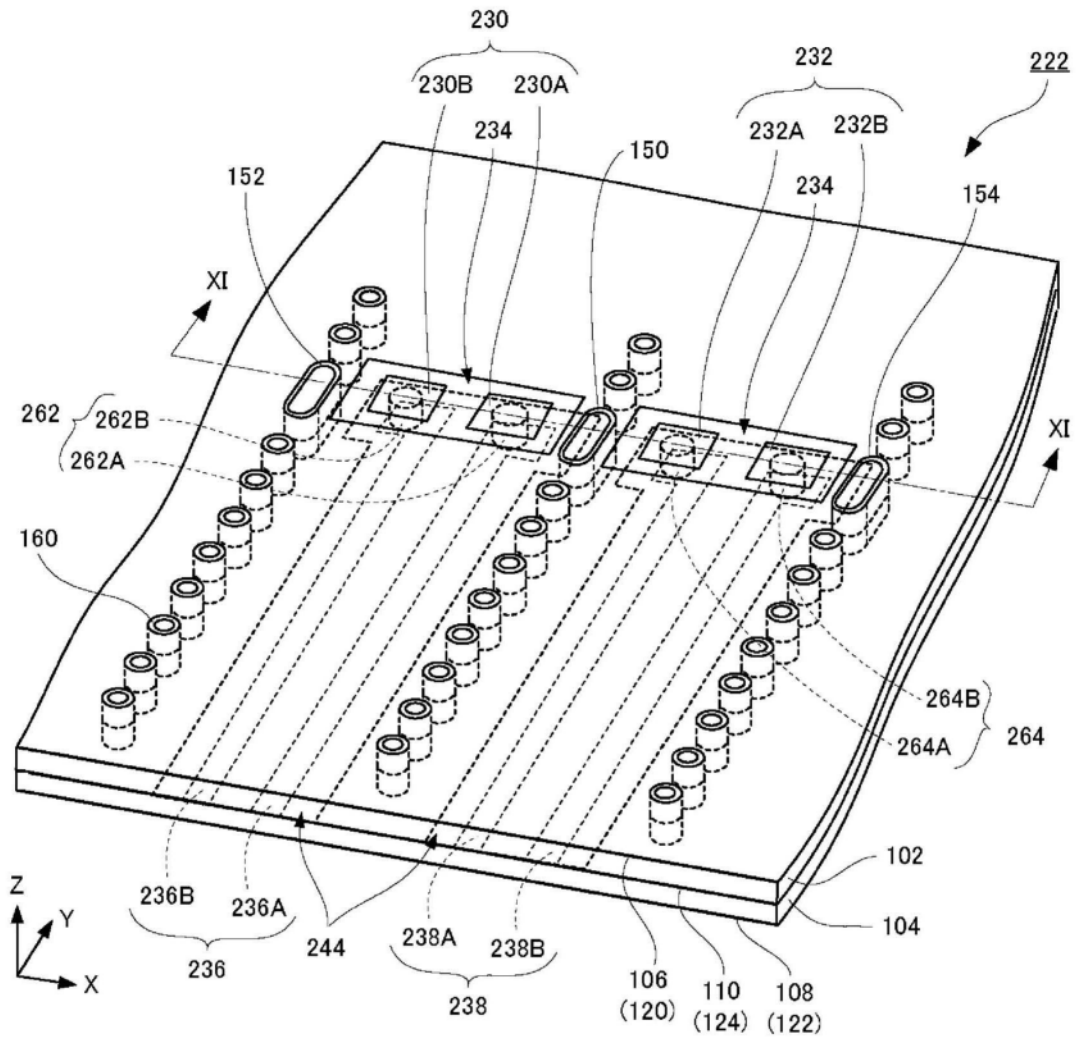


图10

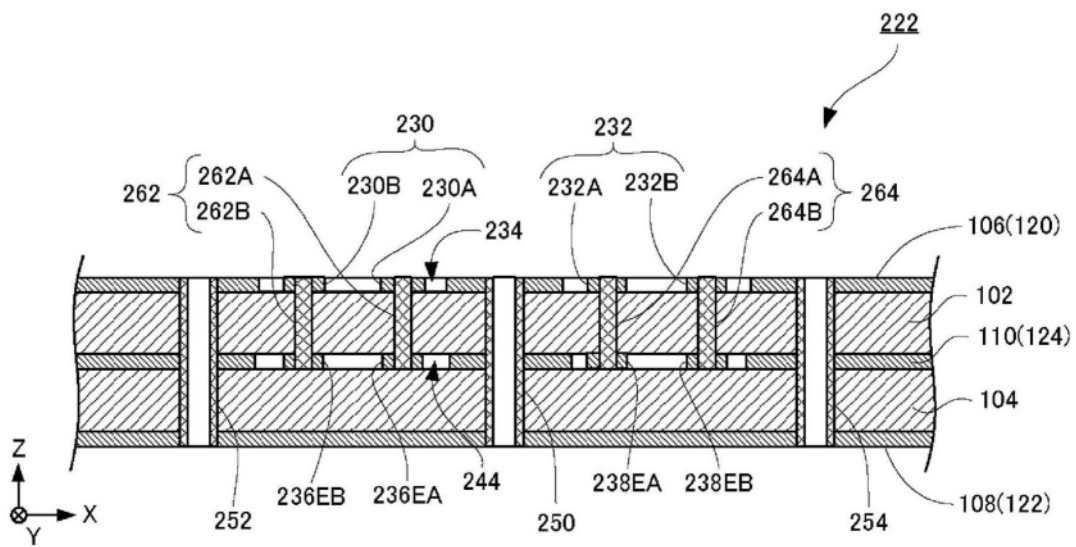


图11

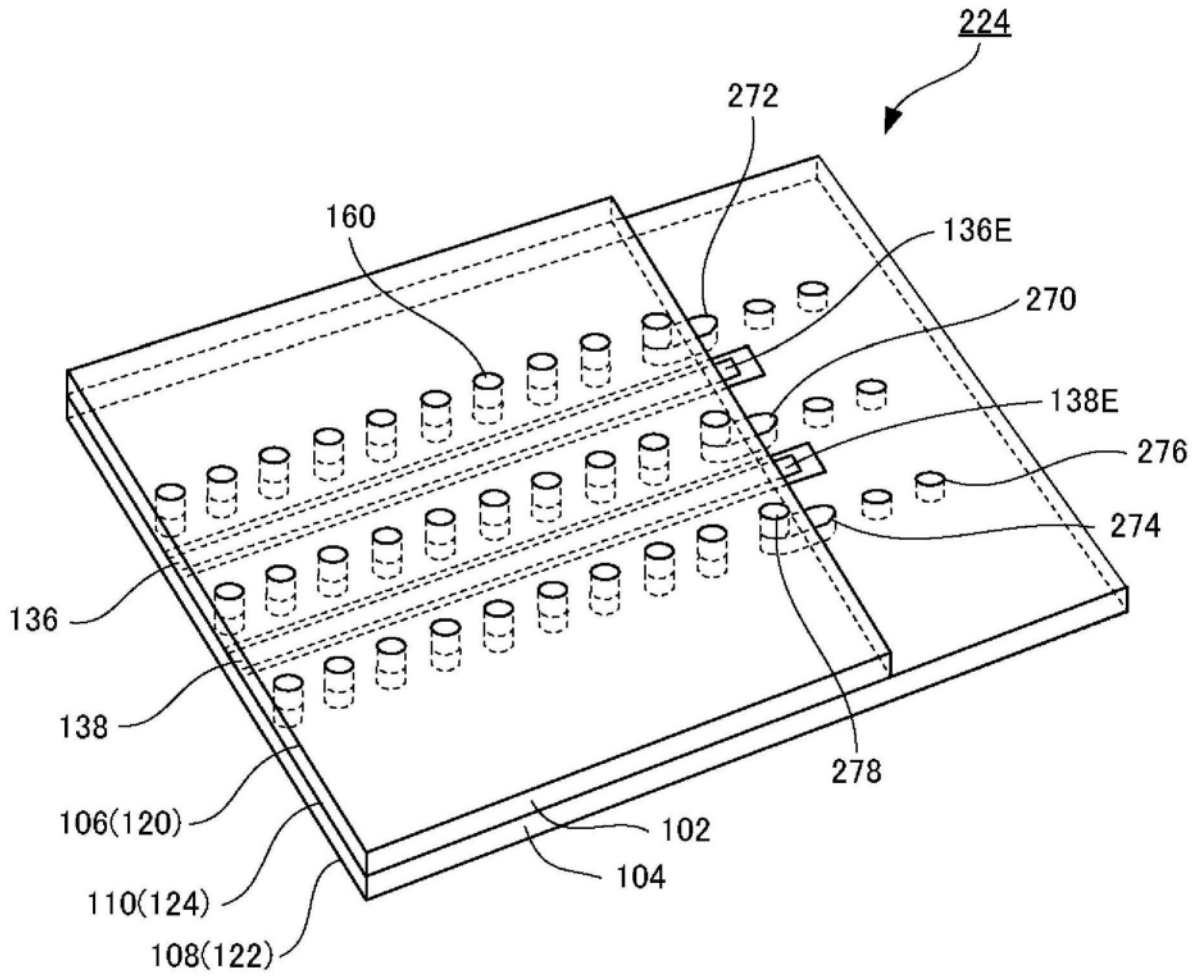


图12

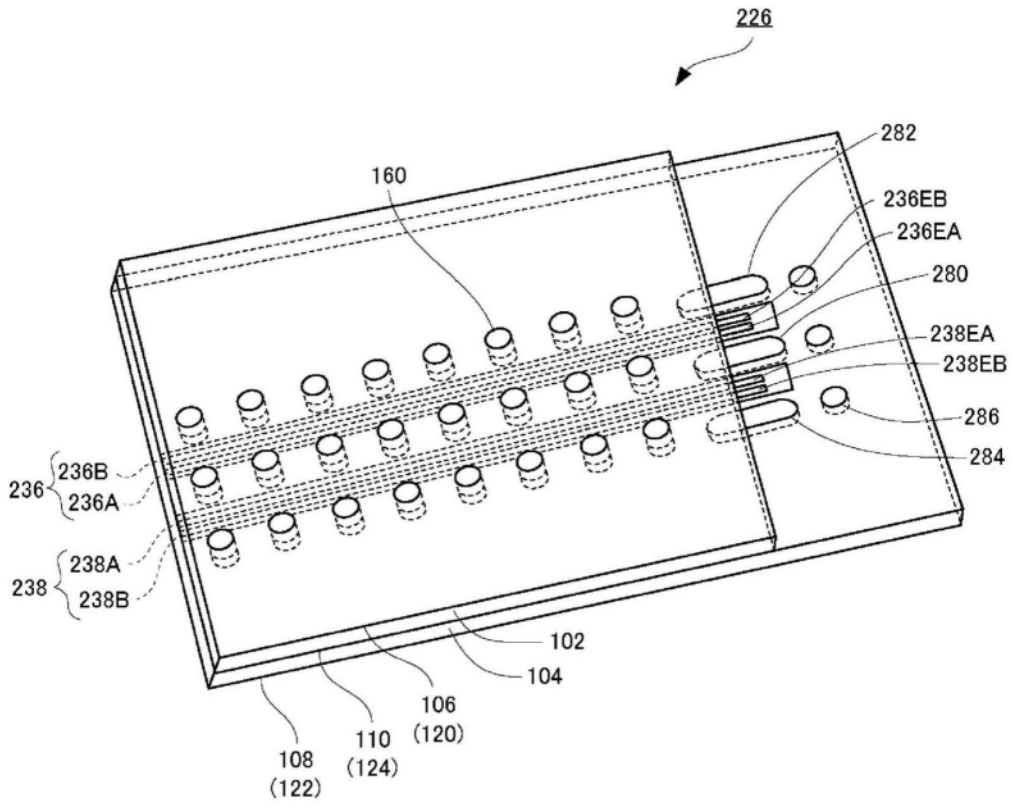


图13

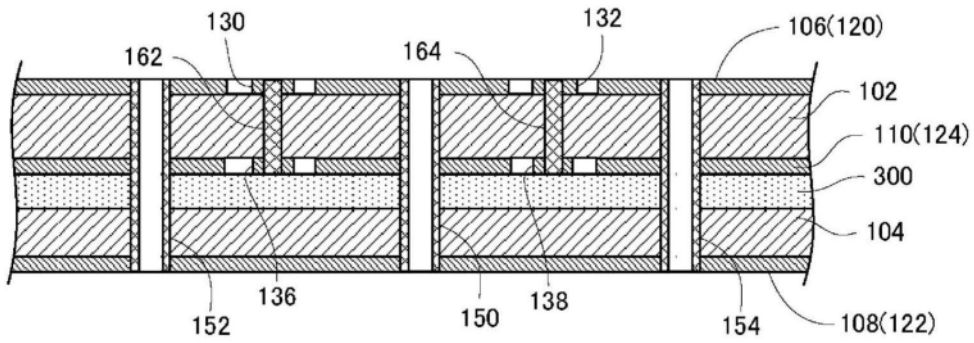


图14

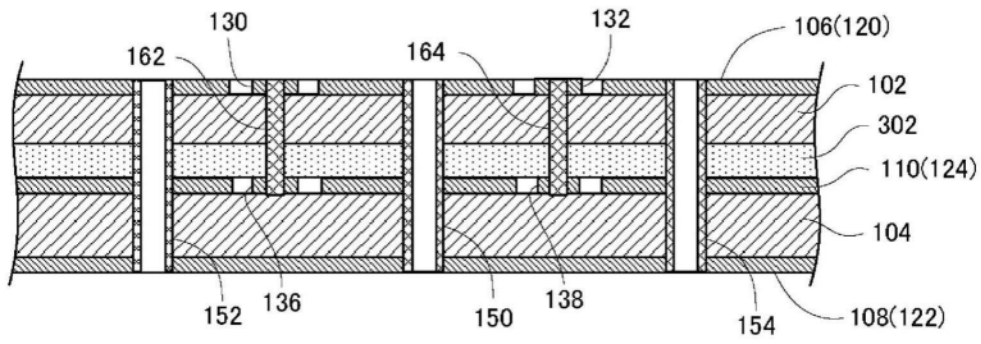


图15

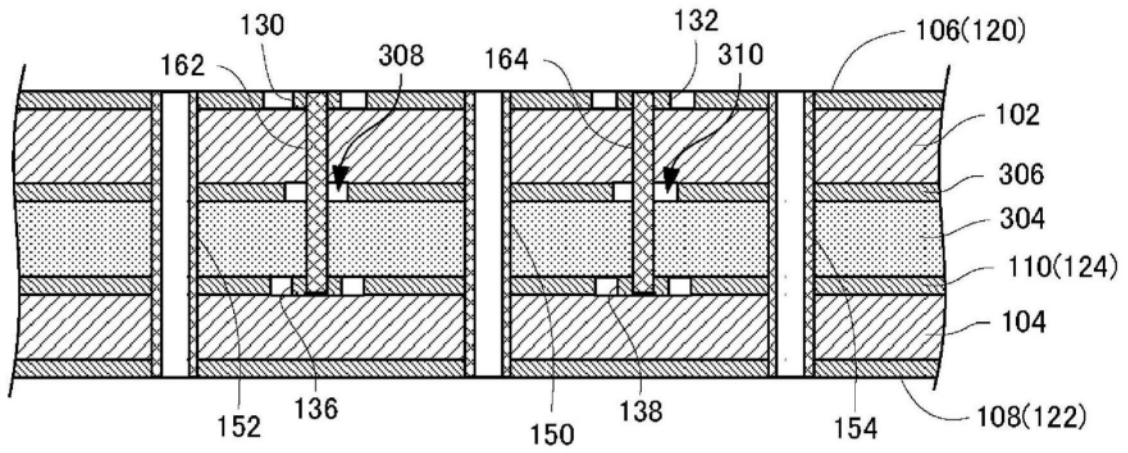


图16

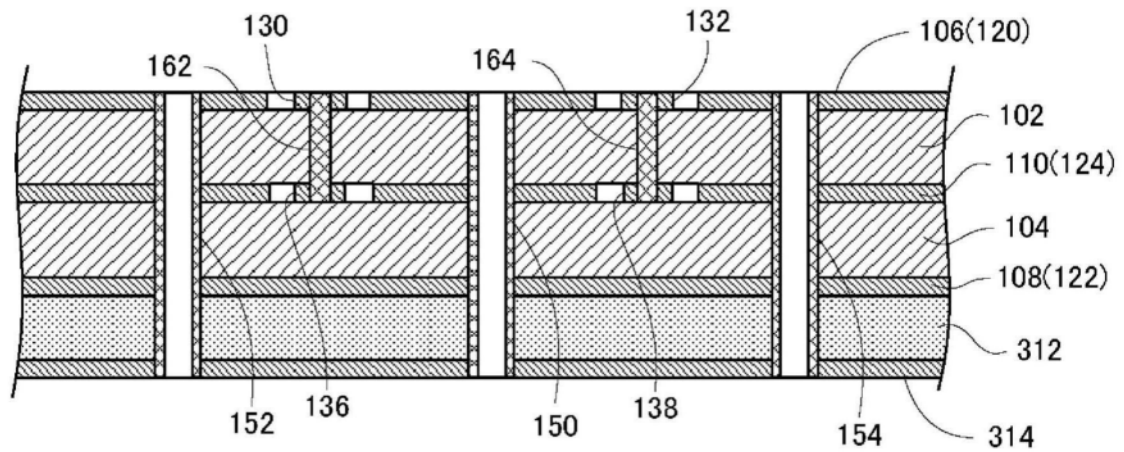


图17

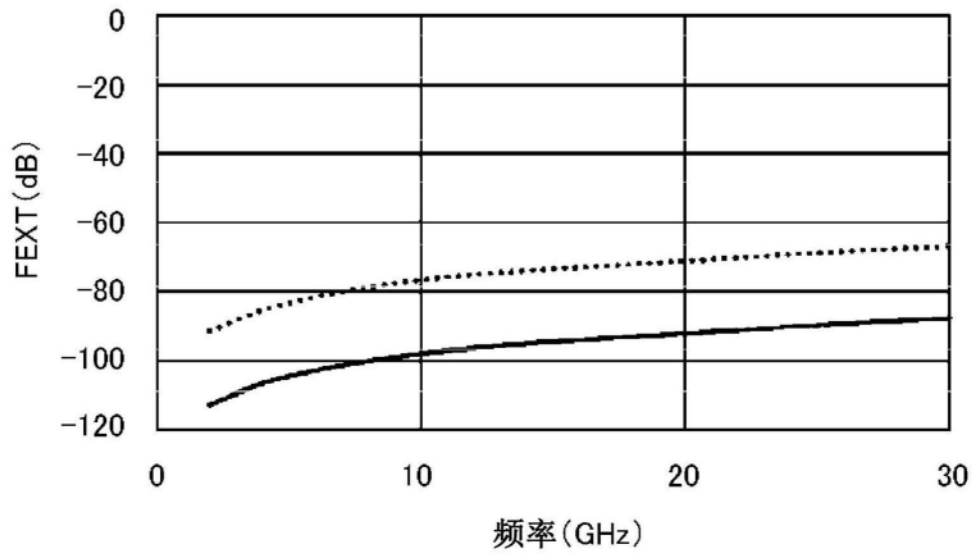


图18

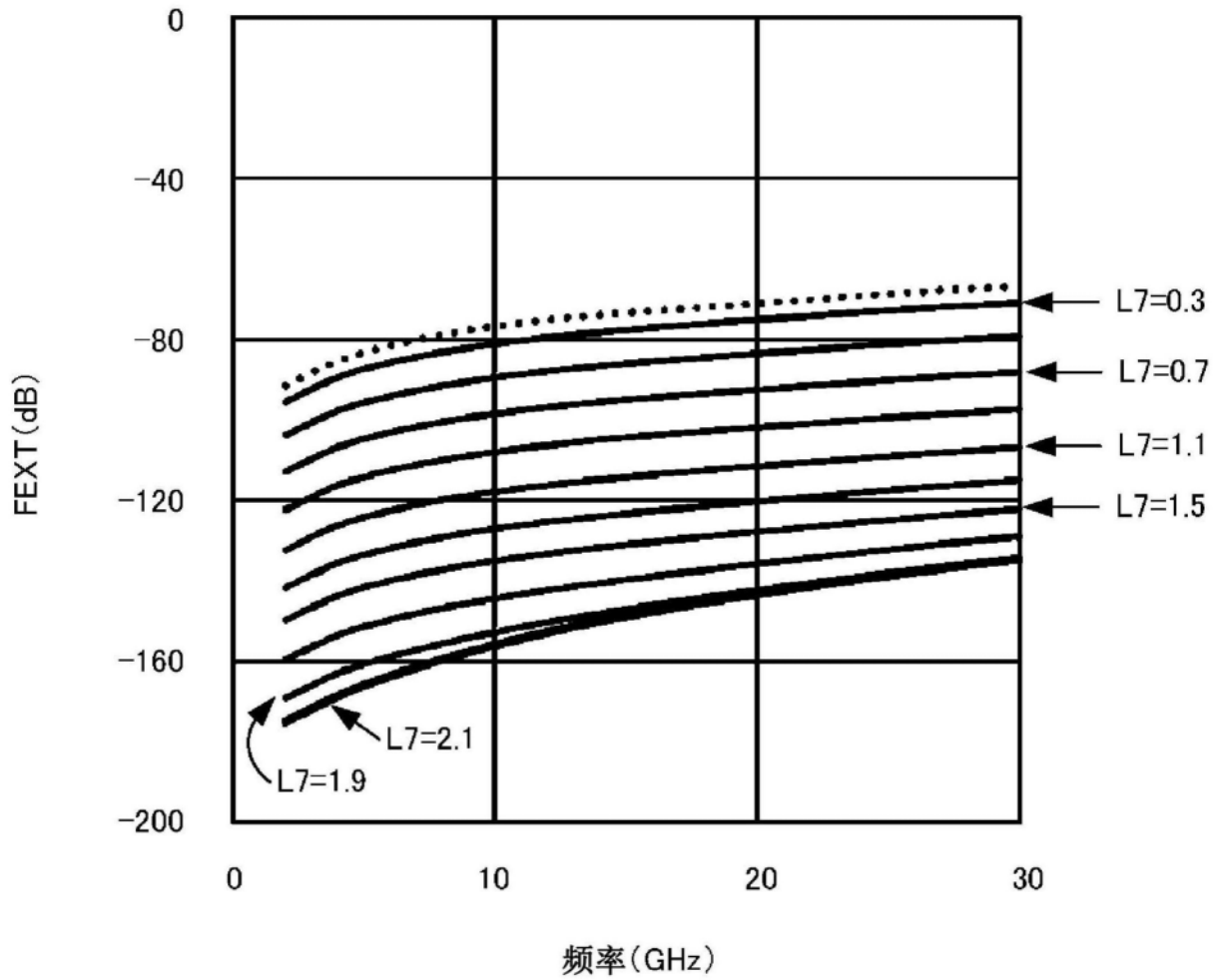


图19

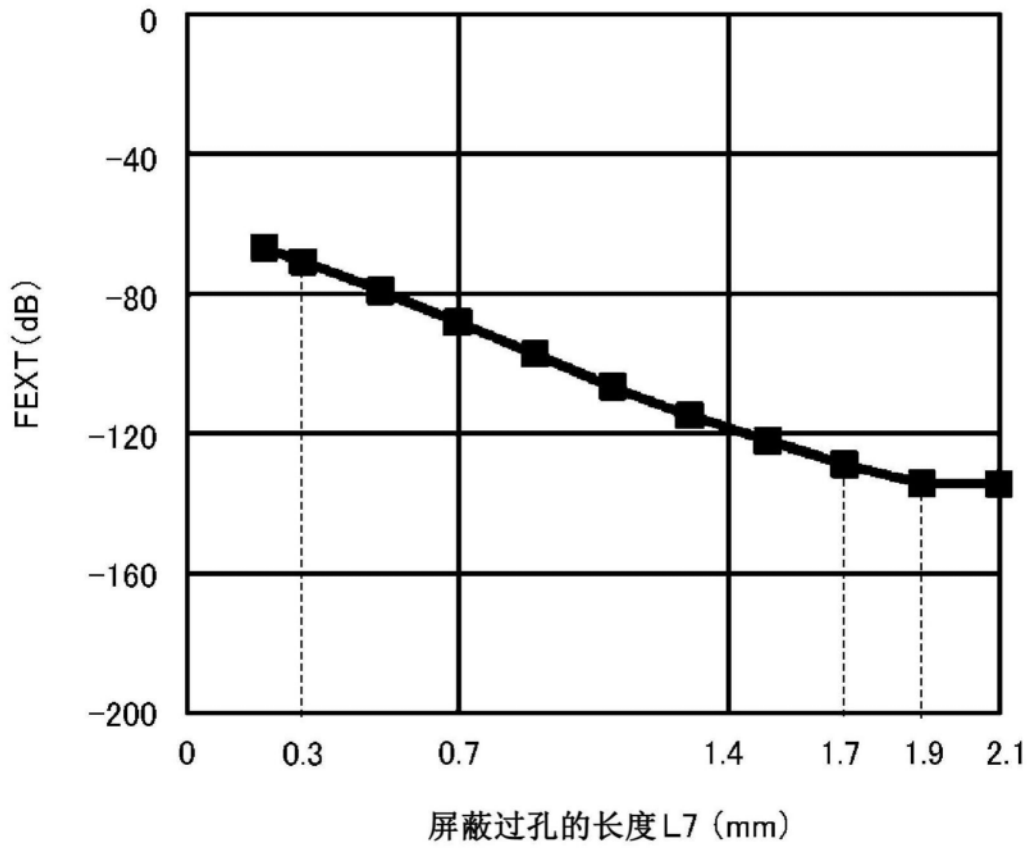


图20

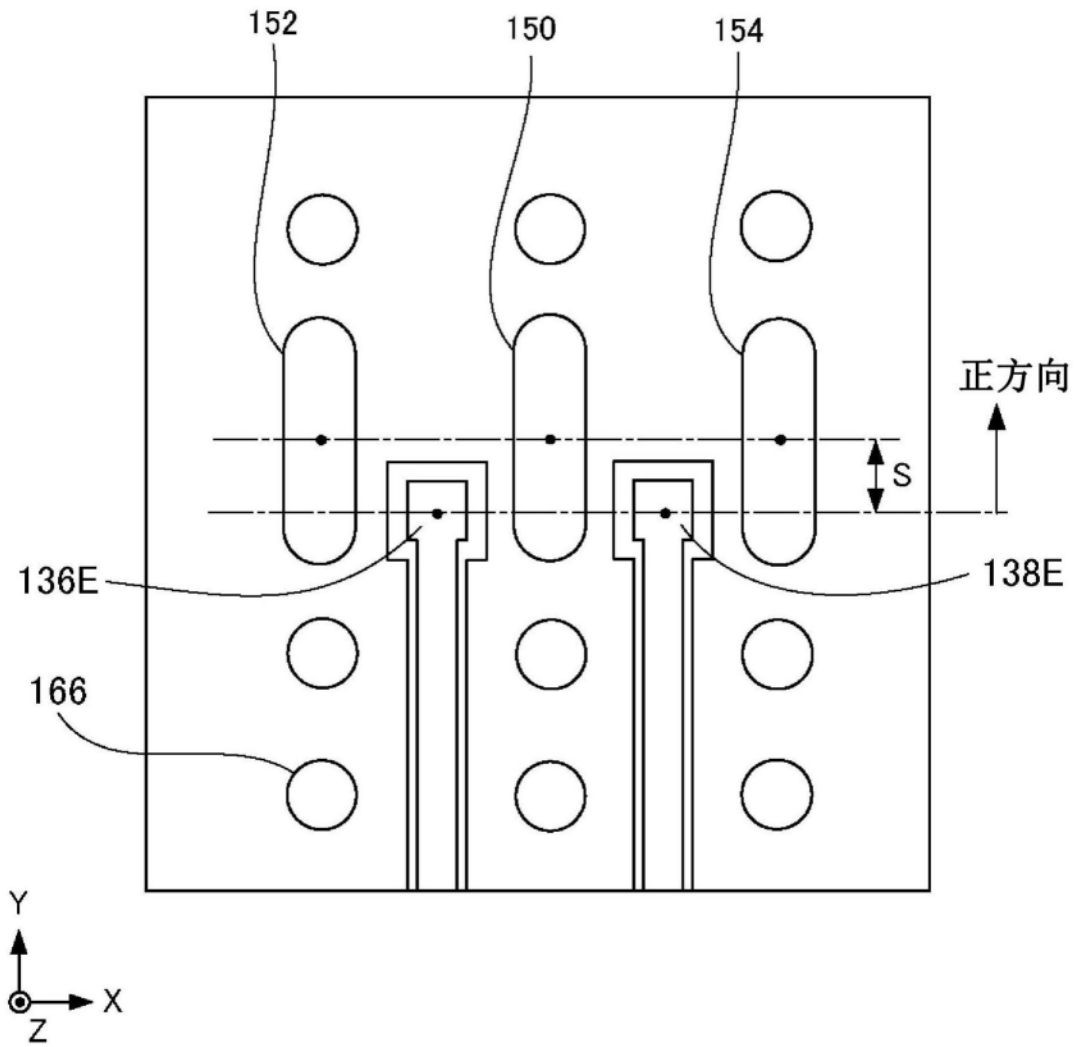


图21

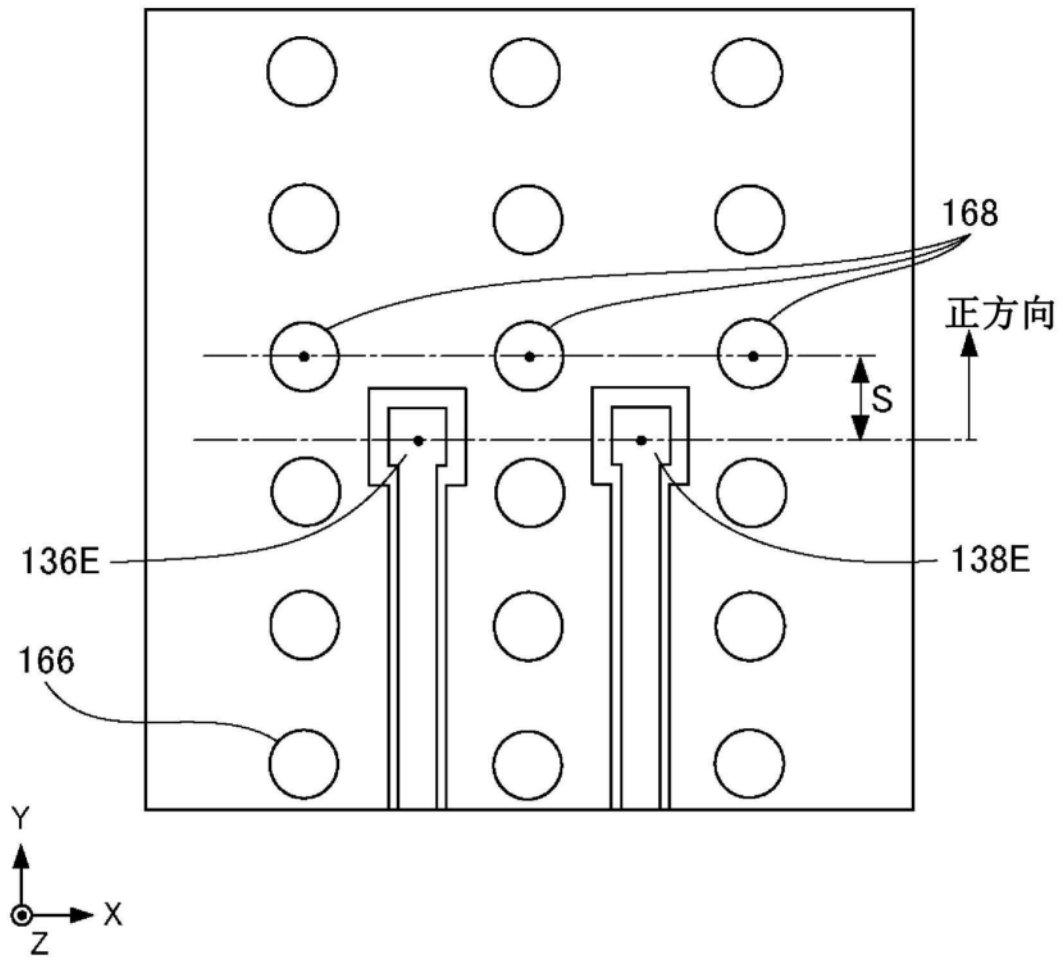


图22

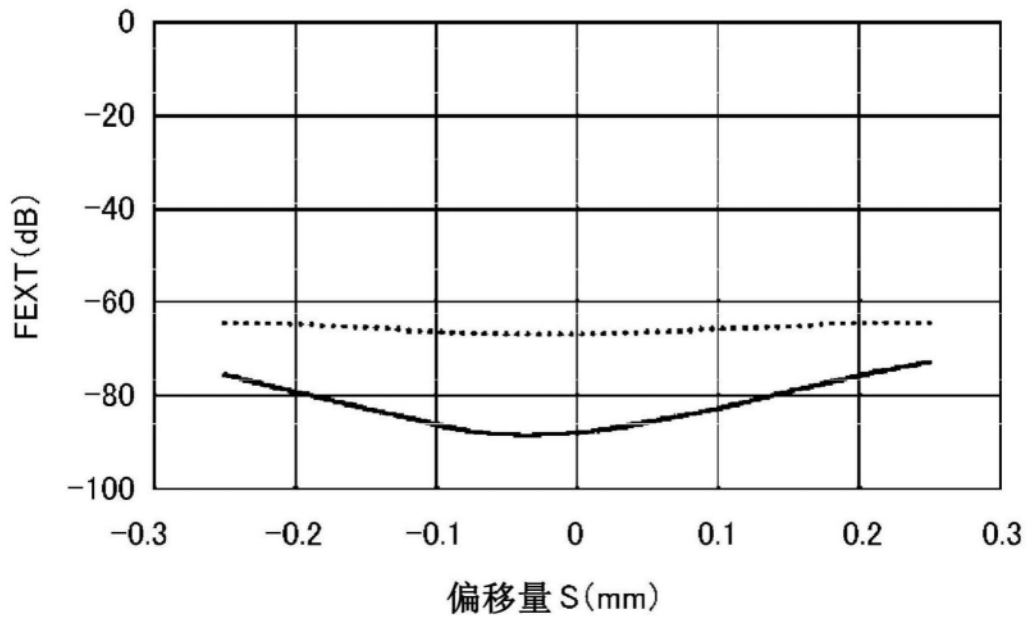


图23

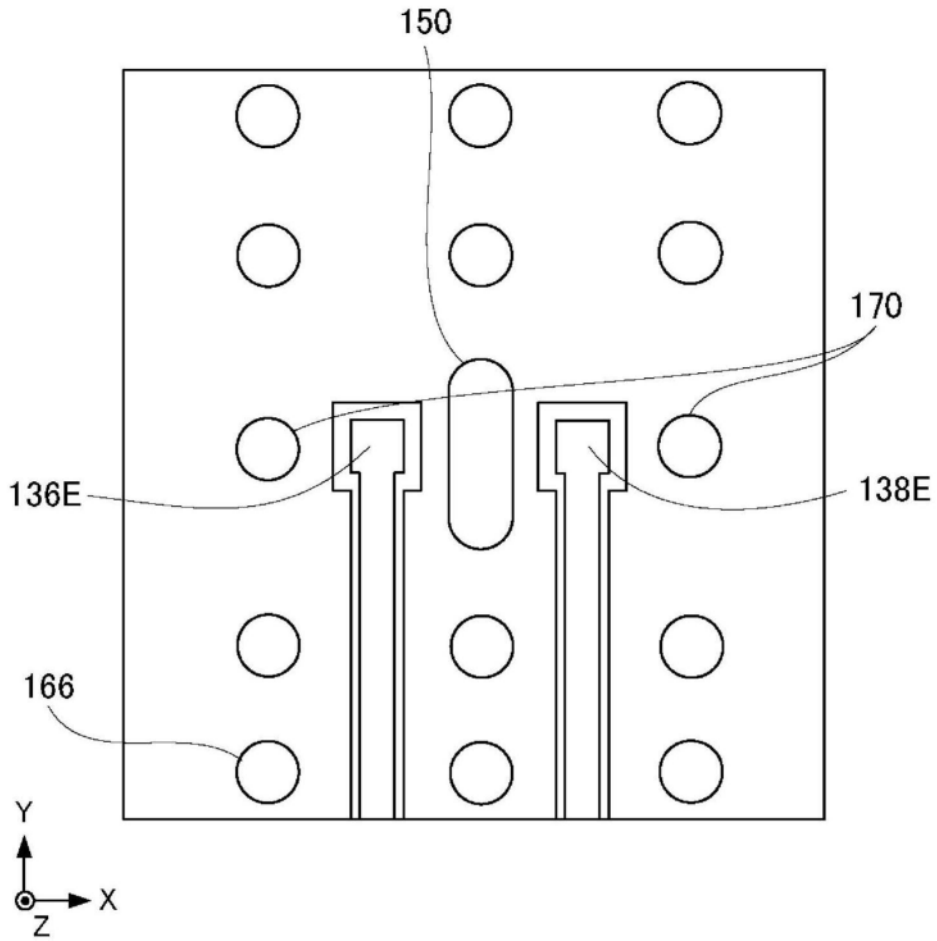


图24

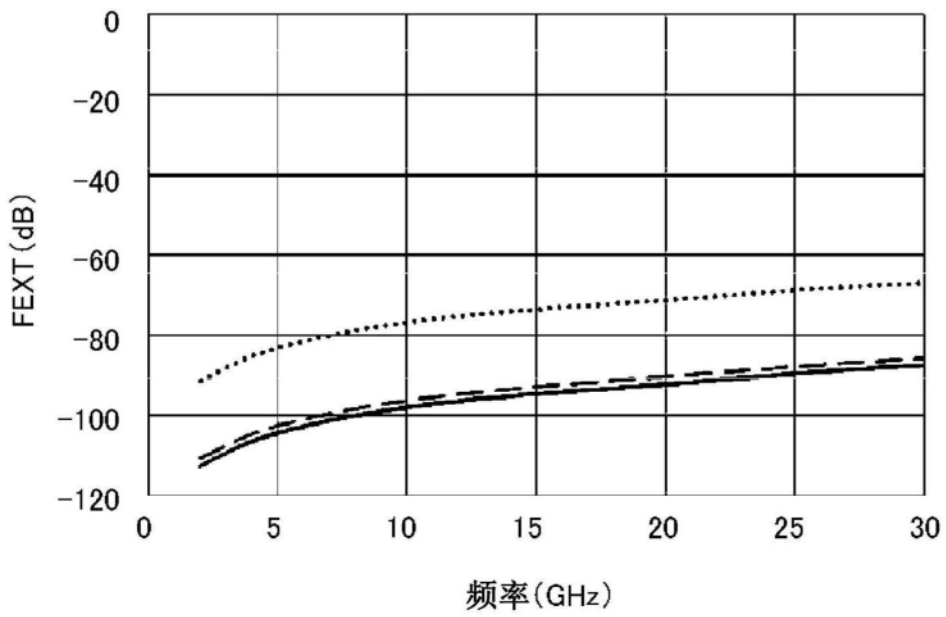


图25