



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103260340 A

(43) 申请公布日 2013. 08. 21

(21) 申请号 201310053000. 3

(22) 申请日 2013. 02. 18

(30) 优先权数据

2012-035358 2012. 02. 21 JP

(71) 申请人 富士通株式会社

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 河合宪一

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

公司 11227

代理人 康建峰 吴琼

(51) Int. Cl.

H05K 1/02 (2006. 01)

H05K 1/11 (2006. 01)

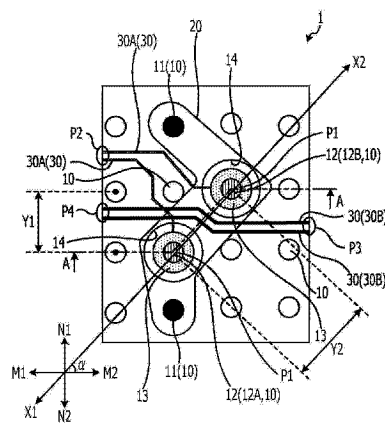
权利要求书2页 说明书12页 附图17页

(54) 发明名称

多层布线基板和电子设备

(57) 摘要

本发明公开了多层布线基板和电子设备。提供了一种包括至少一个信号层和至少一个接地层的多层布线基板。所述多层布线基板包括第一信号通孔,其在大体上垂直于所述多层布线基板的所述层的方向上延伸,所述第一信号通孔导电地连接到设置在所述信号层中的一对差分信号线中的一个并且形成在第一栅格点上;以及第二信号通孔,其在大体上垂直于所述多层布线基板的所述层的方向上延伸,所述第二信号通孔导电地连接到所述一对差分信号线的另一个上并且形成在相对于所述第一信号通孔对角地邻近定位的第二栅格点上。



1. 一种包括至少一个信号层和至少一个接地层的多层布线基板,所述多层布线基板包括:

第一信号通孔,其在大体上垂直于所述多层布线基板的所述层的方向上延伸,所述第一信号通孔导电地连接到设置在所述信号层中的一对差分信号线中的一个并且形成在第一栅格点上;以及

第二信号通孔,其在大体上垂直于所述多层布线基板的所述层的方向上延伸,所述第二信号通孔导电地连接到所述一对差分信号线的另一个并且形成在相对于所述第一信号通孔对角地邻近定位的第二栅格点上。

2. 根据权利要求1所述的多层布线基板,还包括:

差分信号线,其被排列为在所述第一信号通孔和所述第二信号通孔之间穿过。

3. 一种包括至少一个信号层和至少一个接地层的多层布线基板,所述多层布线基板包括:

第一信号通孔,其在大体上垂直于所述多层布线基板的所述层的方向上延伸并导电地连接到设置在所述信号层中的一对差分信号线的一个;以及

第二信号通孔,其在大体上垂直于所述多层布线基板的所述层的方向上延伸并导电地连接到所述一对差分信号线的另一个,

其中所述第一信号通孔和所述第二信号通孔彼此间隔开布置,以使得所述第一信号通孔的中心点与所述第二信号通孔的中心点之间的距离比导电地连接到所述信号层中的所述差分信号线的所述信号通孔的中心点之间的最短距离长。

4. 根据权利要求3所述的多层布线基板,其中所述第一信号通孔和所述第二信号通孔,在所述第一信号通孔的所述中心点与所述第二信号通孔的所述中心点之间的所述距离比连接到所述信号层中的所述差分信号线的所述信号通孔的中心点之间的所述最短距离的两倍短的范围,彼此间隔开布置。

5. 一种电子设备,包括:

多层布线基板,其设置有至少一个信号层和至少一个接地层,所述多层布线基板包括:

第一信号通孔,其在大体上垂直于所述多层布线基板的所述层的方向上延伸,所述第一信号通孔导电地连接到设置在所述信号层中的一对差分信号线中的一个并且形成在第一栅格点上;以及

第二信号通孔,其在大体上垂直于所述多层布线基板的所述层的方向上延伸,所述第二信号通孔导电地连接到所述一对差分信号线的另一个并且形成在相对于所述第一信号通孔对角地邻近定位的第二栅格点上;以及

半导体部件,其配置为安装在所述多层布线基板上。

6. 一种包括至少一个信号层和至少一个接地层的多层布线基板,所述多层布线基板包括:

第一信号通孔,其在大体上垂直于所述多层布线基板的所述层的方向上延伸并导电地连接到所述信号层;

第二信号通孔,其在大体上垂直于所述多层布线基板的所述层的方向上延伸,所述第二信号通孔形成在邻近所述第一信号通孔的位置处,并导电地连接到所述信号层;

第一接地通孔,其在大体上垂直于所述多层布线基板的所述层的方向上延伸,所述第

一接地通孔形成在邻近所述第一信号通孔的位置处,并导电地连接到所述接地层;

第二接地通孔,其在大体上垂直于所述多层布线基板的所述层的方向上延伸,所述第二接地通孔形成在邻近所述第二信号通孔的位置处,并导电地连接到所述接地层;以及

差分信号对,其被排列为在所述第一信号通孔和所述第一接地通孔之间穿过或在所述第二信号通孔和所述第二接地通孔之间穿过。

7. 根据权利要求6所述的多层布线基板,其中所述差分信号对被排列为大体上平行于所述第一信号通孔和所述第二信号通孔沿其布置的线。

8. 一种包括至少一个信号层和至少一个接地层的多层布线基板,所述多层布线基板包括:

第一信号通孔,其在大体上垂直于所述多层布线基板的所述层的方向上延伸并导电地连接到所述信号层;

第二信号通孔,其在大体上垂直于所述多层布线基板的所述层的方向上延伸,所述第二信号通孔形成在邻近所述第一信号通孔的位置处,并导电地连接到所述信号层;

第一接地通孔,其在大体上垂直于所述多层布线基板的所述层的方向上延伸,所述第一接地通孔形成在邻近所述第一信号通孔的位置处,并导电地连接到所述接地层;

第二接地通孔,其在大体上垂直于所述多层布线基板的所述层的方向上延伸,所述第二接地通孔形成在邻近所述第二信号通孔的位置处,并导电地连接到所述接地层;以及

差分信号对,其被排列为大体上平行于所述第一信号通孔和所述第二信号通孔沿其布置的线。

9. 一种电子设备,包括:

多层布线基板,其设置有至少一个信号层和至少一个接地层,所述多层布线基板包括:

第一信号通孔,其在大体上垂直于所述多层布线基板的所述层的方向上延伸并导电地连接到设置在所述信号层中的一对差分信号线的一个;以及

第二信号通孔,其在大体上垂直于所述多层布线基板的所述层的方向上延伸并导电地连接到所述一对差分信号线的另一个,

其中所述第一信号通孔和所述第二信号通孔彼此间隔开布置,以使得所述第一信号通孔的中心点和所述第二信号通孔的中心点之间的距离比导电地连接到所述信号层上的所述差分信号线的所述信号通孔的中心点之间的最短距离长;以及

半导体部件,其配置为安装在所述多层布线基板上。

多层布线基板和电子设备

技术领域

[0001] 此处讨论的实施例涉及多层布线基板和电子设备。

背景技术

[0002] 存在利用通孔(via)来连接多层布线基板中的每个层的技术。图 17 为图示了其部分被省略的多层布线基板中的信号通孔对的布置关系的示例的说明视图,图 18 为图示了信号通孔对的示例的说明视图,图 19 为其部分被省略的沿图 18 的线 D-D 截取的横截面视图。

[0003] 图 19 中图示的多层布线基板 100 具有多层结构,其中多个接地层 102 和多个信号层 103 用绝缘材料 101 顺序地分层。例如,在多层布线基板 100 中,第二接地层 102B、第三信号层 103C、第四接地层 102D、第五信号层 103E、第六接地层 102F 和第七信号层 103G 在第一信号层 103A 上以该次序顺序地分层。此外,在多层布线基板 100 中,第八接地层 102H、第九信号层 103I 和第十接地层 102J 在第七信号层 103G 上以这样的次序顺序地分层。

[0004] 多个通孔 110 以给定的节距呈栅格图案形成在多层布线基板 100 的分层表面上,并且每个通孔 110 通过用诸如铜的导电材料填充在垂直于分层表面的方向上延伸的孔(hole)而形成。每个通孔 110 被连接到多层布线基板 100 内的每个层。

[0005] 多个通孔 110 包括接地通孔 111 和差分信号通孔 112。接地通孔 111 被连接到接地层 102。差分信号通孔 112 通过信号区域 113 与信号层 103 连接。为了便于描述,在图 17 中,接地通孔 111 用黑圈表示,而差分信号通孔 112 用阴影圈表示。

[0006] 信号通孔对 120 例如包括沿着 N1-N2 轴彼此邻近的一对差分信号通孔 112 以及这对差分信号通孔 112 插入其间的一对接地通孔 111。例如,信号通孔对 120 被连接到球栅阵列(BGA)或焊盘栅格阵列(LGA)。每个信号通孔对 120 布置为从邻近信号通孔对 120 偏移例如一个或两个通孔部分。

[0007] 间隙 114 防止一对差分信号通孔 112 之间的电短路并且具有大于差分信号通孔 112 的直径的直径,间隙 114 形成在每个接地层 102 中,布置在信号通孔对 120 中的差分信号通孔 112 通过接地层 102 被插入。间隙 114 形成在不与差分信号通孔 112 接触的位置处。

[0008] 在多层布线基板 100 中,当从信号通孔对 120 的差分信号通孔 112 引出布线时,差分对 130 沿着布线被引出的方向布置,并且利用差分对 130 从差分信号通孔 112 引出布线。

[0009] 如图 17 中图示的多层布线基板 100 例如包括第一信号通孔对 120A、第二信号通孔对 120B 和第三信号通孔对 120C。多层布线基板 100 包括配置为从第三信号通孔对 120C 的差分信号通孔 112 引出布线的的第一差分对 130A 和被配置为从第二信号通孔对 120B 的差分信号通孔 112 引出布线的第二差分对 130B。如图 19 图示的,第一差分对 130A 布置在第二接地层 102B 和第四接地层 102D 之间的第三信号层 103C 中,并且例如在第一信号通孔对 120A 内的差分信号通孔 112 之间穿过。第二差分对 130B 布置在第四接地层 102D 和第六接地层 102F 之间的第五信号层 103E 中,并且例如在第一信号通孔对 120A 内的差分信号通孔 112 之间穿过。

[0010] 然而,随着近来对于布线致密化的要求,因为在信号通孔对 120 内的一对差分信号通孔 112 之间的距离在多层布线基板 100 中变短,因此在差分信号通孔 112 之间产生的电磁波的影响增大。此外,当差分对 130 在这对差分信号通孔 112 之间穿过时,串扰由于差分信号通孔 112 和差分对 130 之间的电磁波的干扰而增大。因此,差分信号通孔 112 的信号变为对于差分对 130 的信号的噪声,而差分对 130 的信号变为对于差分信号通孔 112 的信号的噪声。

[0011] 此外,在多层布线基板 100 中,从差分信号通孔 112 的桩线(stub)140 泄露的电磁波影响邻近的差分对 130。如上所述,差分信号通孔 112 的信号和差分对 130 的信号变为对于彼此的噪声,并且电磁波从差分信号通孔 112 的桩线 140 泄露,以使得差分信号通孔 112 和差分对 130 之间的串扰增大。

[0012] 下面是参考文献。

[0013] 文献 1 :日本公开专利公报 No. 60-127797

[0014] 文献 2 :国际专利申请的日本国家公开 No. 2010-506380

[0015] 文献 3 :日本公开专利公报 No. 2011-18673

[0016] 文献 4 :日本公开专利公报 No. 8-204338

[0017] 文献 5 :日本公开专利公报 No. 2001-119154

[0018] 文献 6 :日本公开专利公报 No. 2004-95614

发明内容

[0019] 根据实施例的一个方面,多层布线基板包括至少一个信号层和至少一个接地层。多层布线基板包括:第一信号通孔,其在大体上与多层布线基板的层垂直的方向上延伸,所述第一信号通孔连接到被设置在信号层中的一对差分信号布线的的一个上,并且形成在第一栅格点上;以及第二信号通孔,其在大体上与多层布线基板的层垂直的方向上延伸,所述第二信号通孔连接到所述一对差分信号布线的另一个上,并且形成在相对于第一信号通孔对角地邻近地定位的第二栅格点上。

[0020] 将借助于特别是权利要求中指出的元件和组合实现和获得本发明的目的和优点。应当理解的是,前面的总体描述和下面的详细描述都为示例性的和说明性的,而不是如所要求保护的那样的对本发明的限制。

附图说明

[0021] 图 1 为图示了其中部分省略的根据第一实施例的多层布线基板的信号通孔对的布置关系的示例的说明视图;

[0022] 图 2 为沿着图 1 的点划线 A-A 截取的横截面视图;

[0023] 图 3A 至 3D 图示了对比第一实施例和比较示例 1 之间的串扰的计算结果的说明视图;

[0024] 图 4A 至 4C 为图示了第一实施例的多层布线基板和待安装的半导体芯片的焊盘之间的位置关系的示例的说明视图;

[0025] 图 5 为图示了其中部分省略的根据第二实施例的多层布线基板的信号通孔对的布置关系的示例的说明视图;

- [0026] 图 6 为沿图 5 的线 B-B 截取的横截面视图；
- [0027] 图 7A 至 7D 图示了对比第二实施例和比较示例 2 之间的串扰的计算结果的说明视图；
- [0028] 图 8 为图示了比较示例 2 的多层布线基板的信号通孔对的布置关系的示例的说明视图；
- [0029] 图 9 为图示了其中部分省略的根据第三实施例的多层布线基板的信号通孔对的布置关系的示例的说明视图；
- [0030] 图 10A 至图 10D 图示了对比第三实施例和比较示例 2 之间的串扰的计算结果的说明视图；
- [0031] 图 11 为图示了其中部分省略的根据第四实施例的多层布线基板的信号通孔对的布置关系的示例的说明视图；
- [0032] 图 12 为图示了第四实施例的信号通孔对的示例的说明视图；
- [0033] 图 13A 至图 13D 图示了对比第四实施例和比较示例 3 之间的串扰的计算结果的说明视图；
- [0034] 图 14 为图示了其中部分省略的根据第五实施例的多层布线基板的信号通孔对的布置关系的示例的说明视图；
- [0035] 图 15 为图示了根据第五实施例的信号通孔对的示例的说明视图；
- [0036] 图 16A 至图 16D 图示了比较第五实施例和比较示例 4 之间的串扰的计算结果的说明视图；
- [0037] 图 17 为图示了其中部分省略的多层布线基板的信号通孔对的布置关系的示例的说明视图；
- [0038] 图 18 为图示了信号通孔对的示例的说明视图；以及
- [0039] 图 19 为其中部分省略的沿图 18 的线 D-D 截取的横截面视图。

具体实施方式

[0040] 下文中,将结合附图详细描述根据本公开的多层布线基板和电子设备的实施例。本公开的技术不限于本实施例。在下面所述的实施例中,每个元件例如通孔在多层布线基板内的二维相对位置用分别由 N1 和 N2 表示的上下方向和分别由 M1 和 M2 表示的左右方向表示,如图 1 所示。图中的左下方向和右上方向由 X1 和 X2 表示。X1-X2 轴和 M1-M2 轴以 α 度的角度相交。例如, $0^\circ < \alpha \leq 45^\circ$ 。

[0041] 在图 1 中,例如,不限于 X1-X2 轴,每个元件在多层布线基板中的二维相对位置可以基于代表相对于 N1-N2 轴与 X1-X2 轴轴向对称的右下方向和左上方向的轴来表示。在下面所述的实施例中,在多层布线基板内的每个元件诸如信号通孔沿着 M1-M2 轴和 N1-N2 轴以给定的节距布置在栅格图案中。X1-X2 轴相对于给定节距成一角度。在下面所述的实施例中,差分信号通孔的直径指示差分信号通孔的水平横截面的近似最大直径。间隙直径指示间隙的水平横截面的近似最大直径。

[0042] 【第一实施例】

[0043] 图 1 为图示了其中部分省略的根据第一实施例的多层布线基板的信号通孔对的布置关系的示例的说明视图。图 2 为沿着图 1 的点划线 A-A 截取的横截面视图。

[0044] 如图 2 图示的多层布线基板 1 具有多层结构,例如包括十八(18)层的结构,其中多个接地层 2 和多个信号层 3 利用绝缘材料 91A 顺序地分层。例如,在多层布线基板 1 中,第一信号层 3A、第二接地层 2B、第三信号层 3C、第四接地层 2D、第五信号层 3E、第六接地层 2F 和第七信号层 3G 以这种次序顺序地分层。此外,在多层布线基板 1 中,第七信号层 3G、第八接地层 2H、第九信号层 3I 和第十接地层 2J 以这种次序顺序地分层。为了便于描述,省略了第十一层至第十八层的说明。第十四层、第十六层和第十八层例如被指定为信号层 3。

[0045] 通过用导电材料诸如铜来填充在垂直于接地层 2 和信号层 3 的分层表面的方向上延伸的孔形成通孔 10,但是孔不需要被完全填充并且可以被导电地连接到要被连接的层。如图 1 所示,多个通孔 10 以给定节距呈栅格图案形成在分层表面上。多层布线基板 1 内的每个层通过每个通孔 10 彼此连接。

[0046] 多个通孔 10 包括接地通孔 11 和差分信号通孔 12。差分信号通孔 12 为信号通孔的示例。接地通孔 11 被连接到接地层 2。差分信号通孔 12 通过信号区域 13 被连接到信号层 3。为了便于描述,在图 1 中,用黑圈表示接地通孔 11,用阴影圈表示差分信号通孔 12。

[0047] 信号通孔对 20 包括一对差分信号通孔 12,其由呈栅格图案布置的多个通孔 10 中如图 1 所图示的沿着 X1-X2 轴彼此邻近的一对通孔 10 和邻近这对差分信号通孔 12 的一对接地通孔 11 构成。在信号通孔对 20 内的一对接地通孔 11 由在信号通孔对 20 内邻近差分信号通孔 12 的通孔 10 构成,并因此可以适当地改变。此外,信号通孔对 20 被连接到例如球栅阵列(BGA)或焊盘栅格阵列(LGA)。一对差分信号通孔 12 由例如沿着相对于节距倾斜的轴也就是说 X1-X2 轴彼此邻近的一对通孔 10 构成。

[0048] 间隙 14 防止接地层 2 和差分信号通孔 12 之间的电短路并且具有比差分信号通孔 12 的直径大的直径,间隙 14 形成在接地层 2 中,信号通孔对 20 内的差分信号通孔 12 通过接地层 2 插入。间隙 14 形成在不会接触差分信号通孔 12 的位置处。

[0049] 当从信号通孔对 20 的差分信号通孔 12 引出布线时,差分对 30 布置在布线被引出的方向上,并且利用差分对 30 从差分信号通孔 12 引出布线。差分对 30 为信号布线的示例。

[0050] 图 2 中图示的多层布线基板 1 包括被配置为从信号通孔对 20 的差分信号通孔 12 引出布线的第二差分对 30B 和被配置为从未图示的信号通孔对 20 的差分信号通孔 12 引出布线的第二差分对 30B。如图 2 所示,第二差分对 30B 布置在第二接地层 2B 和第四接地层 2D 之间的第三信号层 3C 内,并且在信号通孔对 20 内的差分信号通孔 12 之间穿过。第一差分对 30A 布置在第四接地层 2D 和第六接地层 2F 之间的第五信号层 3E 中,并且从信号通孔对 20 内的差分信号通孔 12 被引出。

[0051] 在信号通孔对 20 内的差分信号通孔 12 包括第一差分信号通孔 12A 和第二差分信号通孔 12B。第一差分信号通孔 12A 连接到组成布置在信号层 3 中的第一差分对 30A 的电线之一并且形成在栅格图案中的第一栅格点处。第二差分信号通孔 12B 连接到组成布置在信号层 3 中的第一差分对 30A 的另一条电线并且形成在相对于第一差分信号通孔 12A 对角地定位的第二栅格点处。第一差分信号通孔 12A 的中心点和第二差分信号通孔 12B 的中心点之间的距离 Y2 比分别连接到第一差分对 30A 的信号通孔 10 的中心点之间的最短距离 Y1 长。第一差分信号通孔 12A 和第二差分信号通孔 12B 被布置为使得第一差分信号通孔 12A 的中心点与第二差分信号通孔 12B 的中心点间隔开距离 Y2。第一差分信号通孔 12A 的中心点和第二差分信号通孔 12B 的中心点之间的距离 Y2 比最短距离 Y1 的两倍的距离短。

[0052] 图 3A 至图 3D 为对比第一实施例和比较示例 1 之间的串扰的计算结果的说明视图。通孔 10 的直径被设定为大约 0.25mm, 差分信号通孔 12 的直径被设定为大约 0.2mm, 并且以栅格图案布置的通孔 10 之间的节距被设定为大约 1mm。此外, 在间隙 14 的直径大约为 0.8mm、信号层 3 的铜的厚度为 30 μ m、并且(作为理想接地)接地层 2 的厚度为零(0)的条件下实施计算。通孔 10 之间的节距为通孔 10 的中心到邻近通孔 10 的中心的距离。

[0053] 图 3 图示了对于四部分的串扰的计算结果。所述部分由端口限定, 其被如下限定。第一端口 P1 为在信号通孔对 20 内的差分信号通孔 12 的表面层(第十八信号层)。第二端口 P2 为在 M1 侧的第一差分对 30A 的端部, 如图 1 所示。第三端口 P3 为第二差分对 30B 的在 M2 侧的端部, 如图 1 所示。第四端口 P4 为第二差分对 30B 的在 M1 侧的端部, 如图 1 所示。

[0054] 由其中差分模式和共同模式混合的混合模式的 S- 参数指示串扰的 S- 参数。在比较示例 1 中, 如图 17 和图 18 所示, 使用这样的基板, 其中, 在以给定节距呈栅格图案布置的多个通孔 110 中, 差分对 130 在沿着 N1-N2 轴彼此邻近的一对差分信号通孔 112 之间穿过。

[0055] 如图 3A 中所示的 Xtalk Sdd (3, 1) 表示对于在第一端口 P1 用作输入端口且第三端口 P3 用作输出端口的第一部分中的第一端口 P1 和第三端口 P3 之间的串扰的计算结果。在所显示的大部分频带中, 在第一实施例中的第一端口 P1 和第三端口 P3 之间的串扰 S1 比在比较示例 1 中的第一端口 P1 和第三端口 P3 之间的串扰 S100 小大约 10dB。

[0056] 如图 3B 中所示的 Xtalk Sdd (3, 2) 表示对于在第二端口 P2 用作输入端口且第三端口 P3 用作输出端口的第二部分中的第二端口 P2 和第三端口 P3 之间的串扰的计算结果。在所显示的大部分频带中, 在第一实施例中的第二端口 P2 和第三端口 P3 之间的串扰 S1 比在比较示例 1 中的第二端口 P2 和第三端口 P3 之间的串扰 S100 小大约 10dB。

[0057] 如图 3C 中所示的 Xtalk Sdd (4, 1) 表示对于在第一端口 P1 用作输入端口且第四端口 P4 用作输出端口的第三部分中的第一端口 P1 和第四端口 P4 之间的串扰的计算结果。在所显示的大部分频带中, 第一实施例中的第一端口 P1 和第四端口 P4 之间的串扰 S1 比在比较示例 1 中的第一端口 P1 和第四端口 P4 之间的串扰 S100 小大约 10dB。

[0058] 如图 3D 中所示的 Xtalk Sdd (4, 2) 表示在第二端口 P2 用作输入端口且第四端口 P4 用作输出端口的第四部分中的第二端口 P2 和第四端口 P4 之间的串扰的计算结果。在所显示的大部分频带中, 第一实施例中的第二端口 P2 和第四端口 P4 之间的串扰 S1 比在比较示例 1 中的第二端口 P2 和第四端口 P4 之间的串扰 S100 小大约 10dB。

[0059] 在第一实施例中, 信号通孔对 20 的一对差分信号通孔 12 由以给定节距呈栅格图案布置的多个通孔 10 中的沿着 X1-X2 轴彼此邻近的一对通孔 10 构成。第一差分信号通孔 12A 形成在栅格内的第一栅格点上, 且第二差分信号通孔 12B 形成在相对于第一差分信号通孔 12A 对角地定位的第二栅格点上。也就是说, 信号通孔对 20 的一对差分信号通孔 12 之间的距离 Y2 比沿着 N1-N2 轴或 M1-M2 轴彼此邻近的一对差分信号通孔 12 之间的距离 Y1 长。结果, 可以降低信号通孔对 20 的一对差分信号通孔 12 之间的串扰。即使当差分对 30 在一对差分信号通孔 12 之间穿过时, 串扰可小于比较示例 1 中的串扰。

[0060] 图 4A 至图 4C 图示了示出第一实施例的多层布线基板 1 和安装的半导体芯片的焊盘之间的位置关系的说明视图。图 4A 图示了安装在多层布线基板 1 上的半导体芯片的焊盘 60。半导体芯片的第二列的焊盘 60 包括第一接地焊盘 61A、第一信号焊盘 62A、第二信号

焊盘 62B 和第二接地焊盘 61B。

[0061] 比较示例 1 的多层布线基板 100 的信号通孔对 120 包括在多个通孔 110 中的沿着 N1-N2 轴彼此邻近的一对差分信号通孔 112 和一对接地通孔 111, 如图 4B 所示。信号通孔对 120 包括第一接地通孔 111A、第一差分信号通孔 112A、第二差分信号通孔 112B 和第二接地通孔 111B。如图 4B 图所示地实施在多层布线基板 100 上安装半导体芯片。也就是说, 第一接地焊盘 61A 连接到第一接地通孔 111A, 第一信号焊盘 62A 连接到第一差分信号通孔 112A, 例如, 通过焊锡球。例如通过焊锡球, 第二信号焊盘 62B 连接到第二差分信号通孔 112B, 第二接地焊盘 61B 连接到第二接地通孔 111B。结果, 可以将半导体芯片安装在多层布线基板 100 上。

[0062] 相反, 第一实施例的多层布线基板 1 的信号通孔对 20 包括在多个通孔 10 中的沿着 X1-X2 轴彼此邻近的一对差分信号通孔 12 和一对接地通孔 11, 如图 4C 所示。信号通孔对 20 包括第一接地通孔 11A、第一差分信号通孔 12A、第二差分信号通孔 12B 和第二接地通孔 11B。如图 4C 中图所示地实施在多层布线基板 1 上安装半导体芯片。也就是说, 例如通过焊锡球, 第一接地焊盘 61A 连接到第一接地通孔 11A, 第一信号焊盘 62A 连接到第一差分信号通孔 12A。例如通过焊锡球, 第二信号焊盘 62B 连接到第二差分信号通孔 12B, 第二接地焊盘 61B 连接到第二接地通孔 11B。结果, 半导体芯片可以安装在多层布线基板 1 上。

[0063] 尽管根据第一实施例的多层布线基板 1 包括信号通孔对 20, 所述信号通孔对 20 包括沿着 X1-X2 轴彼此邻近的一对差分信号通孔 12A 和 12B, 但是半导体芯片可以利用传统的半导体芯片的焊盘位置安装在上述多层布线基板 1 之上而无需改变焊盘设计。结果, 可以提供其中半导体芯片安装在多层布线基板 1 上的电子设备。

[0064] 接下来, 下面将描述其中包括沿着 X1-X2 轴彼此邻近的第一差分信号通孔 12A 和第二差分信号通孔 12B 在内的每个信号通孔对 20 平行布置的多层布线基板 1 的示例性实施例, 作为第二实施例。

[0065] 【第二实施例】

[0066] 图 5 为图示了其中部分省略的根据第二实施例的多层布线基板的信号通孔对的布置关系的示例的说明视图。图 6 为沿图 5 的线 B-B 截取的横截面视图。

[0067] 在如图 6 图示的多层布线基板 1A 中, 第一信号层 3A、第二接地层 2B、第三信号层 3C、第四接地层 2D、第五信号层 3E、第六接地层 2F 和第七信号层 3G 以该次序顺序分层。在多层布线基板 1A 中, 第八接地层 2H、第九信号层 3I 和第十接地层 2J 在第七信号层 3G 上以该次序顺序分层。为了便于描述, 省略了第十一层至第十八层。第十四层、第十六层和第十八层例如被指定为信号层 3。

[0068] 图 5 中图示的多层布线基板 1A 包括第一信号通孔对 20A、第二信号通孔对 20B 和第三信号通孔对 20C。第一信号通孔对 20A、第二信号通孔对 20B 和第三信号通孔对 20C 平行地邻近布置。间隙 14 防止接地层 2 和差分信号通孔 12 之间的电短路并且具有比差分信号通孔 12 的直径大的直径, 间隙 14 形成在接地层 2 中, 信号通孔对 20 内的差分信号通孔 12 通过接地层 2 插入。间隙 14 形成在不会与差分信号通孔 12 接触的位置处。

[0069] 当从信号通孔对 20 的差分信号通孔 12 引出布线时, 差分对 30 布置在布线被引出的方向上, 并且利用差分对 30 从差分信号通孔 12 引出布线。

[0070] 图 5 中图示的多层布线基板 1A 包括配置为从第一信号通孔对 20A 的差分信号通

孔 12 引出布线的第二差分对 30A 和配置为从第二信号通孔对 20B 的差分信号通孔 12 引出布线的第二差分对 30B。第一差分对 30A 例如布置在第二接地层 2B 和第四接地层 2D 之间的第三信号层 3C 上。第二差分对 30B 例如布置在第四接地层 2D 和第六接地层 2F 之间的第五信号层 3E 上。

[0071] 图 7A 至 7D 图示了第二实施例和比较示例 2 之间的串扰的计算结果的对比的说明视图。通孔 10 的直径被设定为大约 0.25mm, 差分信号通孔 12 的直径被设定为大约 0.2mm, 并且呈栅格图案布置的通孔 10 之间的节距被设定为大约 1mm。在间隙 14 的直径大约为 0.8mm、信号层 3 的铜的厚度为 30 μm 并且接地层 2 的厚度为零(0) (作为理想接地)的条件下实施计算。通孔 10 之间的节距为从通孔 10 的中心至邻近通孔 10 的中心的距离。图 8 为图示了比较示例 2 的多层布线基板 100 的信号通孔对的布置关系的示例的说明视图。与图 17 的多层布线基板 100 的元件相同的元件用同一附图标记表示, 并且省略对重复的元件和操作的描述。图 8 中图示的多层布线基板 100 包括配置为从第一信号通孔对 120A 的差分信号通孔 112 引出布线的第二差分对 130C 和配置为从第二信号通孔对 120B 的差分信号通孔 112 引出布线的第二差分对 130D。

[0072] 对于第二实施例, 感兴趣的目标为第一信号通孔对 20A 和第二信号通孔对 20B, 它们每一个均由沿着多层布线基板 1A 的 X1-X2 轴彼此邻近的一对差分信号通孔 12 构成。相反地, 对于比较示例 2, 感兴趣的目标为第一信号通孔对 120A 和第二信号通孔对 120B, 它们每一个均由沿着多层布线基板 100 的 N1-N2 轴彼此邻近的一对差分信号通孔 112 构成, 如图 8 所示。

[0073] 图 7 图示了四个部分的串扰的计算结果。所述部分由端口限定, 其被如下限定。第一端口 P1 为第一信号通孔对 20A 内的差分信号通孔 12 的表面层(第十八信号层)。第二端口 P2 为第一差分对 30A 在 M1 侧的端部, 如图 5 所示。第三端口 P3 为第二信号通孔对 20B 内的差分信号通孔 12 的表面层(第十八信号层)。第四端口 P4 为第二差分对 30B 在 M1 侧的端部, 如图 5 所示。由差分模式和共同模式混合的混合模式的 S- 参数指示串扰的 S- 参数。

[0074] 如图 7A 所示的 $X_{\text{talk Sdd}}(3, 1)$ 表示对于在第一端口 P1 用作输入端口且第三端口 P3 用作输出端口的第一部分中的第一端口 P1 和第三端口 P3 之间的串扰的计算结果。在所显示的大部分频带中, 第二实施例中的第一端口 P1 和第三端口 P3 之间的串扰 S2 比在比较示例 2 中的第一端口 P1 和第三端口 P3 之间的串扰 S101 的小几 dB。

[0075] 如图 7B 所示的 $X_{\text{talk Sdd}}(3, 2)$ 表示对于在第二端口 P2 用作输入端口且第三端口 P3 用作输出端口的第二部分中的第二端口 P2 和第三端口 P3 之间的串扰的计算结果。在大约 12GHz 至 20GHz 的频带中, 第二实施例中的第二端口 P2 和第三端口 P3 之间的串扰 S2 比在比较示例 2 中的第二端口 P2 和第三端口 P3 之间的串扰 S101 小大约 20dB。

[0076] 如图 7C 中所示的 $X_{\text{talk Sdd}}(4, 1)$ 表示对于在第一端口 P1 用作输入端口且第四端口 P4 用作输出端口的第三部分中的第一端口 P1 和第四端口 P4 之间的串扰的计算结果。在大部分频带中, 第二实施例中的第一端口 P1 和第四端口 P4 之间的串扰 S2 比在比较示例 2 中的第一端口 P1 和第四端口 P4 之间的串扰 S101 小大约 15dB。

[0077] 如图 7D 所示的 $X_{\text{talk Sdd}}(4, 2)$ 表示对于在第二端口 P2 用作输入端口且第四端口 P4 用作输出端口的第四部分中的第二端口 P2 和第四端口 P4 之间的串扰的计算结果。在

所显示的大部分频带中,第二实施例中的第二端口 P2 和第四端口 P4 之间的串扰 S2 比在比较示例 2 中的第二端口 P2 和第四端口 P4 之间的串扰 S101 小大约 10dB。

[0078] 在第二实施例中,第一信号通孔对 20A 和第二信号通孔对 20B 每一个均包括在以给定节距呈栅格图案布置多个通孔 10 中沿 X1-X2 轴彼此邻近的一对差分信号通孔 12,第一信号通孔对 20A 和第二信号通孔对 20B 邻近地平行布置。第二实施例中的信号通孔对之间的距离比当信号通孔对包括沿 N1-N2 轴或沿 M1-M2 轴彼此邻近布置的一对差分信号通孔时的信号通孔对之间的距离长。结果,包括沿 X1-X2 轴彼此邻近的一对差分信号通孔 12 在内的信号通孔对 20 平行布置时的串扰可小于包括沿 N1-N2 轴或沿 M1-M2 轴彼此邻近的一对差分信号通孔的信号通孔对(比较示例 2)的串扰。

[0079] 【第三实施例】

[0080] 接下来,将描述第三实施例的多层布线基板。图 9 为图示了其中部分省略的根据第三实施例的多层布线基板的信号通孔对的布置关系的示例的说明视图。与第一实施例的多层布线基板 1 的元件相同的元件用同一附图标记表示并且省略了对于重复的元件和操作的描述。

[0081] 如图 9 中图示的多层布线基板 1B 包括第一信号通孔对 20A、第二信号通孔对 20B 和第四信号通孔对 21。第四信号通孔对 21 包括在以给定节距呈栅格图案布置的多个通孔 10 中的由沿 M1-M2 轴彼此邻近的一对通孔 10 构成的一对差分信号通孔 12、以及这对差分信号通孔 12 都插入其间的一对接地通孔 11。信号通孔对 21 内的一对接地通孔 11 由邻近信号通孔对 21 内的一对差分信号通孔 12 的通孔 10 形成,因此,可以适当地改变。第一信号通孔对 20A 和第二信号通孔对 20B 邻近地平行布置。第二信号通孔对 20B 和第四信号通孔对 21 邻近地布置。

[0082] 如图 9 所示的多层布线基板 1B 包括配置为从第二信号通孔对 20B 的差分信号通孔 12 引出布线的第三差分对 30C 和配置为从第四信号通孔对 21 的差分信号通孔 12 引出布线的第四差分对 30D。第三差分对 30C 例如布置在第二接地层 2B 和第四接地层 2D 之间的第三信号层 3C 中。第四差分对 30D 例如布置在第四接地层 2D 和第六接地层 2F 之间的第五信号层 3E 中。

[0083] 图 10A 至图 10D 为对比第三实施例和比较示例 2 之间的串扰的计算结果的说明视图。对于第三实施例,感兴趣的目标是包括沿着多层布线基板 1B 的 X1-X2 轴彼此邻近的一对差分信号通孔 12 在内的第二信号通孔对 20B 和包括沿着 M1-M2 轴彼此邻近的一对差分信号通孔 12 在内的第四信号通孔对 21。分别如图 10A 至图 10D 中所示的 Xtalk Sdd (3, 1)、Xtalk Sdd (4, 1)、Xtalk Sdd (3, 2) 和 Xtalk Sdd (4, 2) 与分别如图 7A 至 7D 中所示的那些相同。

[0084] 第一端口 P1 为第二信号通孔对 20B 内的差分信号通孔 12 的表面层(第十八信号层)。第二端口 P2 为第三差分对 30C 在 M1 侧的端部,如图 9 所示。第三端口 P3 为第四信号通孔对 21 内的差分信号通孔 12 的表面层(第十八信号层)。第四端口 P4 为第四差分对 30D 在 M2 侧的端部,如图 9 所示。

[0085] 参考图 10A,在所显示的大部分频带中,在第三实施例中的第一端口 P1 和第三端口 P3 之间的串扰 S3 比在比较示例 2 中的第一端口 P1 和第三端口 P3 之间的串扰 S101 小大约 10dB。

[0086] 参考图 10B,在所显示的大部分频带中,在第三实施例中的第二端口 P2 和第三端口 P3 之间的串扰 S3 比在比较示例 2 中的第二端口 P2 和第三端口 P3 之间的串扰 S101 小大约 10dB。

[0087] 参考图 10C,在所显示的大部分频带中,在第三实施例中的第一端口 P1 和第四端口 P4 之间的串扰 S3 比在比较示例 2 中的第一端口 P1 和第四端口 P4 之间的串扰 S101 小大约 5dB。

[0088] 参考图 10D,在所显示的大部分频带中,在第三实施例中的第二端口 P2 和第四端口 P4 之间的串扰 S3 比在比较示例 2 中的第二端口 P2 和第四端口 P4 之间的串扰 S101 小大约 5dB。

[0089] 在第三实施例中,在以给定节距呈栅格图案布置的多个通孔 10 中,包括沿 X1-X2 轴彼此邻近的一对差分信号通孔 12 在内的第一信号通孔对 20A 和包括沿 M1-M2 轴彼此邻近的一对差分信号通孔 12 在内的第四信号通孔对 21 邻近地布置。在第三实施例中的信号通孔对之间的距离比当包括沿 N1-N2 轴或沿 M1-M2 轴彼此邻近的一对差分信号通孔在内的信号通孔对邻近地布置时的信号通孔对之间的距离长。结果,当包括沿 X1-X2 轴彼此邻近的一对差分信号通孔 12 在内的信号通孔对 20 和包括沿 M1-M2 轴彼此邻近的一对差分信号通孔在内的信号通孔对 21 邻近地布置时的串扰可以小于比较示例 2。

[0090] 在第三实施例中,已经描述了第二信号通孔对 20B 和第四信号通孔对 21 邻近地布置的情况。然而,即使将第四信号通孔对 21 改变为包括沿 N1-N2 轴彼此邻近的一对差分信号通孔 12 在内的信号通孔对,也可获得相同的效果。

[0091] 【第四实施例】

[0092] 接下来,将描述第四实施例的多层布线基板。图 11 为图示了其中部分省略的根据第四实施例的多层布线基板的信号通孔对的布置关系的示例的说明视图。图 12 为图示了根据第四实施例的信号通孔对的示例的说明视图。与第一实施例的多层布线基板 1 的元件相同的元件用同一附图标记表示并省略对重复的元件和操作的描述。

[0093] 图 11 图示的多层布线基板 1C 的信号通孔对 23 包括以给定节距呈栅格图案布置的多个通孔 10 中的沿 N1-N2 轴彼此邻近的一对通孔 10 组成的一对差分信号通孔 12 和这对差分信号通孔 12 插入其间的一对接地通孔 11。可以适当地将接地通孔 11 改变为在信号通孔对 23 内邻近差分信号通孔 12 的通孔 10。

[0094] 一对差分信号通孔 12 包括第一差分信号通孔 12C 和第二差分信号通孔 12D。一对接地通孔 11 包括形成在邻近第一差分信号通孔 12C 的位置处的第一接地通孔 11C 和形成在邻近第二差分信号通孔 12D 的位置处的第二接地通孔 11D。

[0095] 多层布线基板 1C 包括第一信号通孔对 23A、第二信号通孔对 23B、第三信号通孔对 23C 和第四信号通孔对 23D。第七差分对 30G 布置在信号层 3 上,所述信号层 3 不同于第一至第四信号通孔对 23A 至 23D 布置于其上的信号层,并且在第二信号通孔对 23B 内的接地通孔 11 和差分信号通孔 12 之间穿过。第七差分对 30G 在第四信号通孔对 23D 内的接地通孔 11 和差分信号通孔 12 之间穿过。第七差分对 30G 在第三信号通孔对 23C 内的接地通孔 11 和差分信号通孔 12 之间穿过。第七差分对 30G 在第一信号通孔对 23A 内的接地通孔 11 和差分信号通孔 12 之间穿过。第一信号通孔对 23A 内的差分信号通孔 12 连接到布置在信号层 3 上的第八差分对 30H,所述信号层 3 不同于第一信号通孔对 23A 布置于其上的信号

层。

[0096] 图 13A 至图 13D 图示了第四实施例和比较示例 3 之间的串扰的计算结果的对比的说明视图。第一端口 P1 为第一信号通孔对 23A 内的差分信号通孔 12 的表面层(第十八信号层)。第二端口 P2 为第八差分对 30H 在 M1 侧的端部,如图 11 所示。第三端口 P3 为第七差分对 30G 在 M2 侧的端部,如图 11 所示。第四端口 P4 为第七差分对 30G 在 M1 侧的端部,如图 11 所示。在比较示例 3 中,使用其中差分对 30 在信号通孔对 23 内的差分信号通孔 12 之间穿过的基板。分别如图 13A 至图 13D 图示的 Xtalk Sdd (3,1)、Xtalk Sdd (4,1)、Xtalk Sdd (3,2) 和 Xtalk Sdd (4,2) 与分别如图 7A 至图 7D 图示的那些相同。

[0097] 参考图 13A,在 10GHz 至 20GHz 的频带上,第四实施例中的第一端口 P1 和第三端口 P3 之间的串扰 S4 比在比较示例 3 中的第一端口 P1 和第三端口 P3 之间的串扰 S102 小大约 5dB 至 10dB。

[0098] 参考图 13B,在 2GHz 至 20GHz 的频带上,在第四实施例中的第二端口 P2 和第三端口 P3 之间的串扰 S4 比在比较示例 3 中的第二端口 P2 和第三端口 P3 之间的串扰 S102 小大约 5dB 至 10dB。

[0099] 参考图 13C,在 2GHz 至 20GHz 的频带中,在第四实施例中的第一端口 P1 和第四端口 P4 之间的串扰 S4 比在比较示例 3 中的第一端口 P1 和第四端口 P4 之间的串扰 S102 小大约 5dB 至 10dB。

[0100] 参考图 13D,在 2GHz 至 20GHz 的频带中,在第四实施例中的第二端口 P2 和第四端口 P4 之间的串扰 S4 比在比较示例 3 中的第二端口 P2 和第四端口 P4 之间的串扰 S102 小大约 5dB 至 10dB。

[0101] 在第四实施例中,当差分对 30 穿过信号通孔对 23 时,差分对 30 在信号通孔对 23 内的差分信号通孔 12 和接地通孔 11 之间穿过。例如,差分对 30 在第一差分信号通孔 12C 和第一接地通孔 11C 之间穿过,或者在第二差分信号通孔 12D 和第二接地通孔 11D 之间穿过。结果,由于差分对 30 穿过其间的信号通孔对 23 的一侧为接地通孔 11,因此串扰可小于差分对 30 在两个差分信号通孔 12 之间穿过时。

[0102] 在第四实施例中,在以给定节距呈栅格图案布置的多个通孔 10 中,信号通孔对 23 内的一对差分信号通孔 12 由沿着 N1-N2 轴彼此邻近的一对通孔 10 形成。然而,一对差分信号通孔 12 可由沿着 M1-M2 轴或沿着 X1-X2 轴彼此邻近的一对通孔 10 形成。

[0103] 【第五实施例】

[0104] 接下来,将描述第五实施例的多层布线基板。图 14 为图示了其中部分省略的根据第五实施例的多层布线基板的信号通孔对的布置关系的示例的说明视图。图 15 为图示了根据第五实施例的信号通孔对的示例的说明视图。与第一实施例的多层布线基板 1 的元件相同的元件用同一附图标记表示并且省略重复的元件和操作的描述。

[0105] 图 14 图示的多层布线基板 1D 的信号通孔对 23 包括以给定节距呈栅格图案布置的多个通孔 10 中的由沿 N1-N2 轴彼此邻近的一对通孔 10 组成的一对差分信号通孔 12 和这对差分信号通孔 12 插入其间的一对接地通孔 11。可以适当地将接地通孔 11 改变为邻近在信号通孔对 23 内的差分信号通孔 12 的通孔 10。

[0106] 多层布线基板 1D 包括第一信号通孔对 23A、第二信号通孔对 23B、第三信号通孔对 23C 和第四信号通孔对 23D。布置在信号层 3 上的第九差分对 30I 在第二信号通孔对 23B

内的接地通孔 11 和差分信号通孔 12 之间穿过,所述信号层 3 不同于第一至第四信号通孔对 23A 至 23D 布置于其上的信号层。第九差分对 30I 与第二信号通孔对 23B 的一对邻近差分信号通孔 12 平行地通过。第九差分对 30I 在第四信号通孔对 23D 内的接地通孔 11 和差分信号通孔 12 之间穿过。第九差分对 30I 在第三信号通孔对 23C 内的接地通孔 11 和差分信号通孔 12 之间穿过。第九差分对 30I 在第一信号通孔对 23A 内的接地通孔 11 和差分信号通孔 12 之间穿过。第一信号通孔对 23A 内的差分信号通孔 12 连接到布置在信号层 3 中的第十差分对 30J。

[0107] 图 16A 至图 16D 图示了第五实施例和比较示例 4 之间的串扰的计算结果的对比的说明视图。第一端口 P1 为第一信号通孔对 23A 内的差分信号通孔 12 的表面层(第十八信号层)。第二端口 P2 为第十差分对 30J 在 M1 侧的端部,如图 14 所示。第三端口 P3 为第九差分对 30I 在 M2 侧的端部,如图 14 所示。第四端口 P4 为第九差分对 30I 在 M1 侧的端部,如图 14 所示。在比较示例 4 中,使用其中差分对 30 穿过信号通孔对 23 内的差分信号通孔 12 的基板。分别如图 16A 至图 16D 所示的 Xtalk Sdd (3, 1)、Xtalk Sdd (4, 1)、Xtalk Sdd (3, 2) 和 Xtalk Sdd (4, 2) 与分别如图 7A 至 7D 所示的那些相同。

[0108] 参考图 16A,在所显示的大部分频带中,第五实施例中的第一端口 P1 和第三端口 P3 之间的串扰 S5 比在比较示例 4 中的第一端口 P1 和第三端口 P3 之间的串扰 S103 小大约 10dB 至 15dB。

[0109] 参考图 16B,在所显示的大部分频带中,第五实施例中的第二端口 P2 和第三端口 P3 之间的串扰 S5 比在比较示例 4 中的第二端口 P2 和第三端口 P3 之间的串扰 S103 小大约 10dB 至 15dB。

[0110] 参考图 16C,在所显示的大部分频带中,第五实施例中的第一端口 P1 和第四端口 P4 之间的串扰 S5 比在比较示例 4 中的第一端口 P1 和第四端口 P4 之间的串扰 S103 小大约 10dB 至 15dB。

[0111] 参考图 16D,在所显示的大部分频带中,在第五实施例中的第二端口 P2 和第四端口 P4 之间的串扰 S5 比在比较示例 4 中的第二端口 P2 和第四端口 P4 之间的串扰 S103 小大约 10dB 至 15dB。

[0112] 在第五实施例中,当差分对 30 穿过信号通孔对 23 时,差分对 30 在信号通孔对 23 内的差分信号通孔 12 和接地通孔 11 之间穿过,并且与信号通孔对 23 内的一对差分信号通孔 12 平行地通过。结果,串扰可小于当差分对 30 在两个差分信号通孔 12 之间穿过时。

[0113] 在第五实施例中,在信号通孔对 23 内的一对差分信号通孔 12 之间电磁场是耦合的。因此,当差分对 30 在一对差分信号通孔 12 之间穿过时,串扰相对较高。相反,当差分对 30 平行经过一对差分信号通孔 12 时,因为在差分信号通孔 12 之间电磁场是耦合的,所以平行通过的差分对 30 内的串扰相对较低。

[0114] 在第五实施例中,信号通孔对 23 内的一对差分信号通孔 12 由以给定节距呈栅格图案布置的多个通孔 10 中的沿 N1-N2 轴彼此邻近的一对通孔 10 形成。然而,一对差分信号通孔 12 可以由沿 M1-M2 轴或沿 X1-X2 轴彼此邻近的一对通孔 10 形成。

[0115] 在如上所述的实施例中,给定了特定数值的示例,但是本公开不限于此。

[0116] 此处记载的所有示例和条件性语言旨在帮助读者理解由发明人对促进技术所贡献的发明和概念的教学目的,并且要被理解为不限于这样具体记载的示例和条件,在说

说明书中的这种示例的组织也不与本发明的优点和劣势的示出有关。尽管已经详细描述了本发明的实施例,但是应该理解的是,在不脱离本发明的精神和范围的情况下,可以对其作出各种改变、替代和变更。

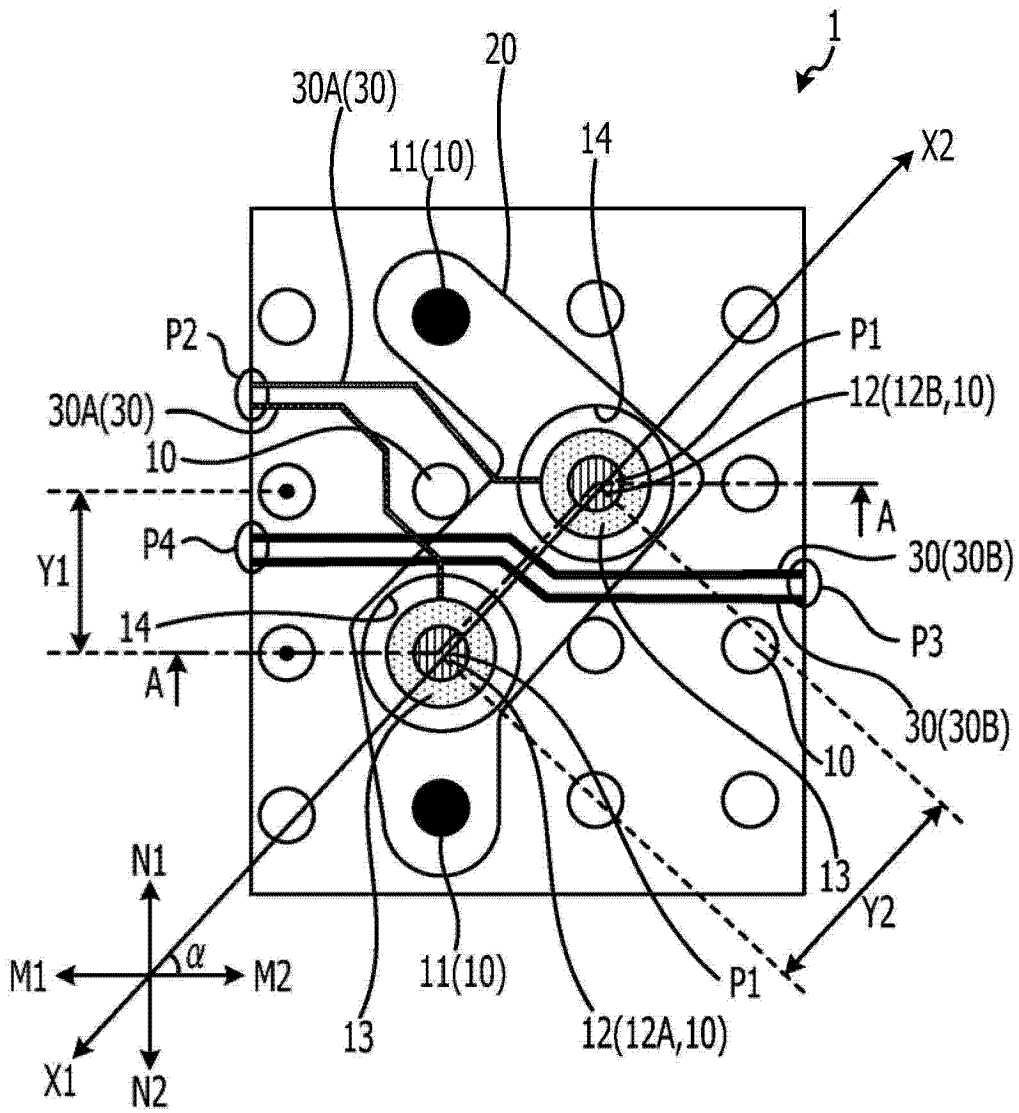


图 1

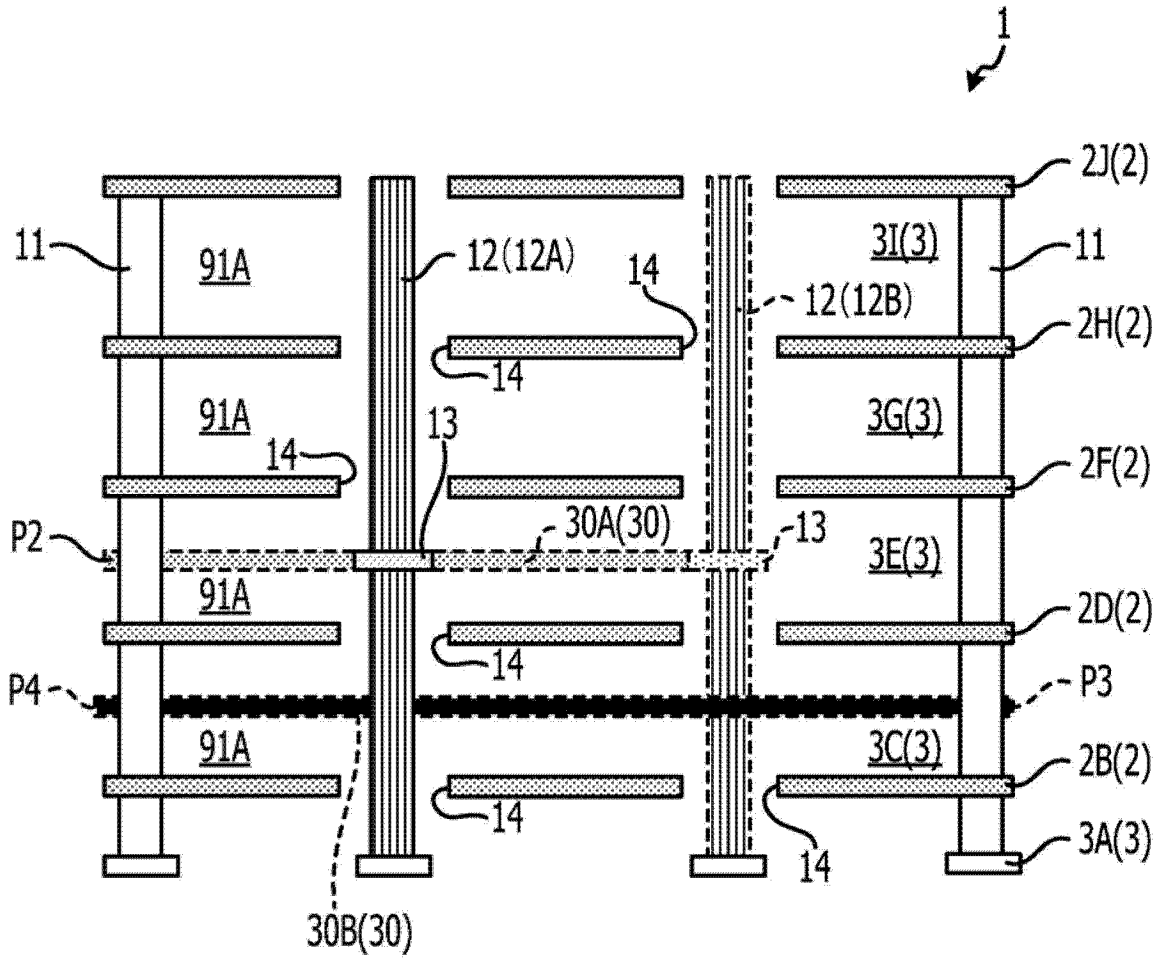


图 2

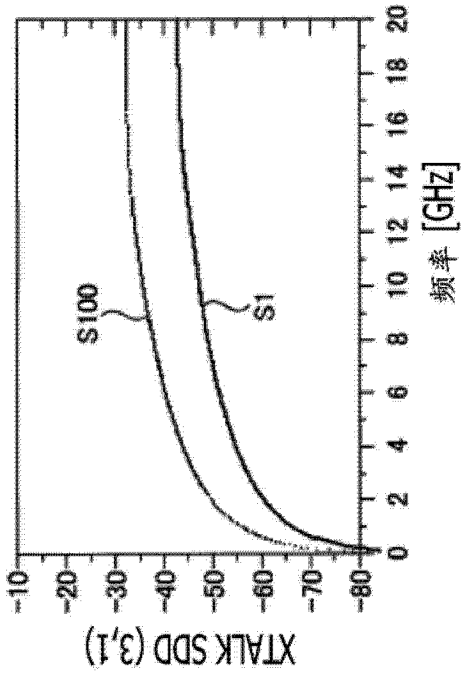


图 3A

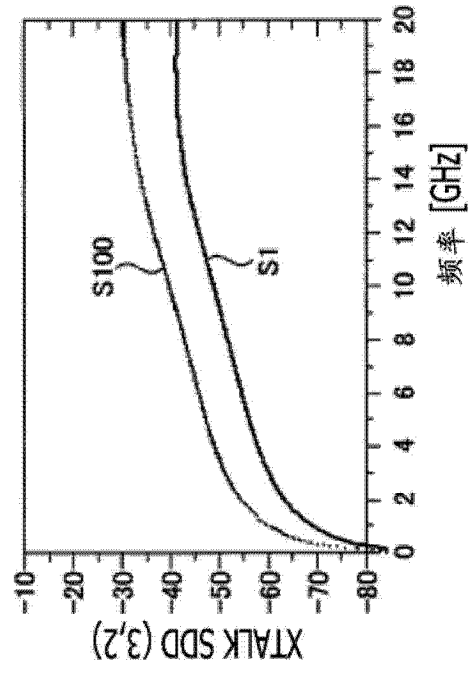


图 3B

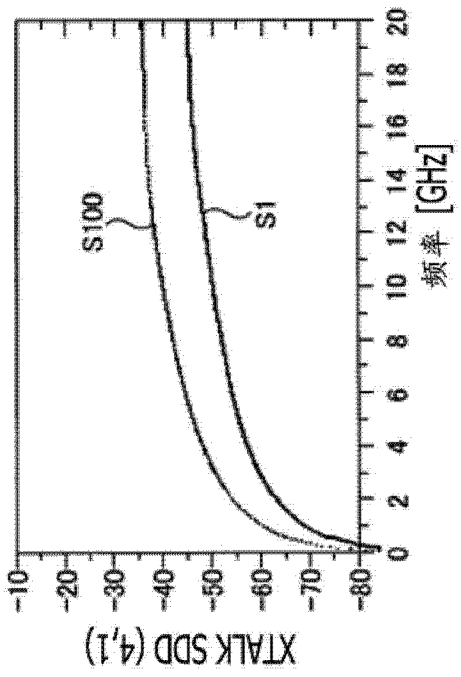


图 3C

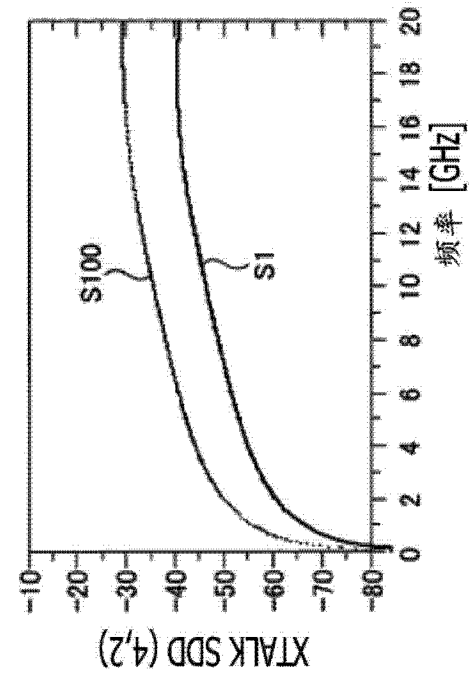


图 3D

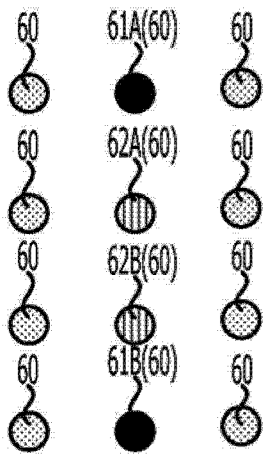


图 4A

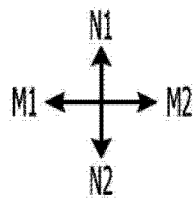
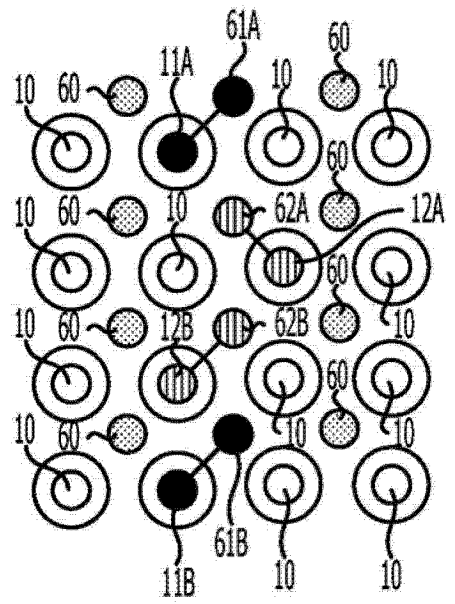
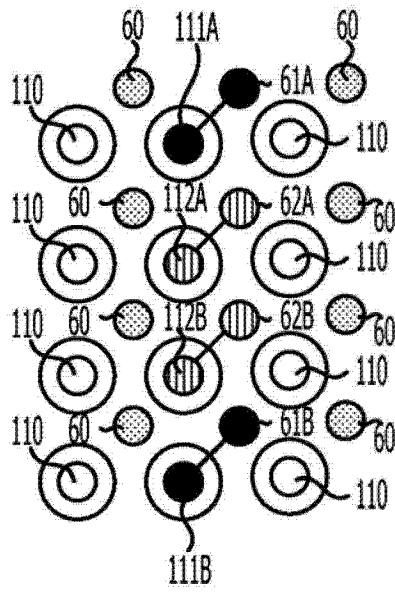


图 4B

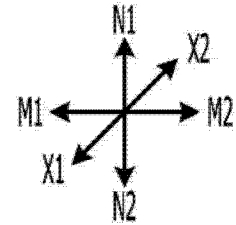


图 4C

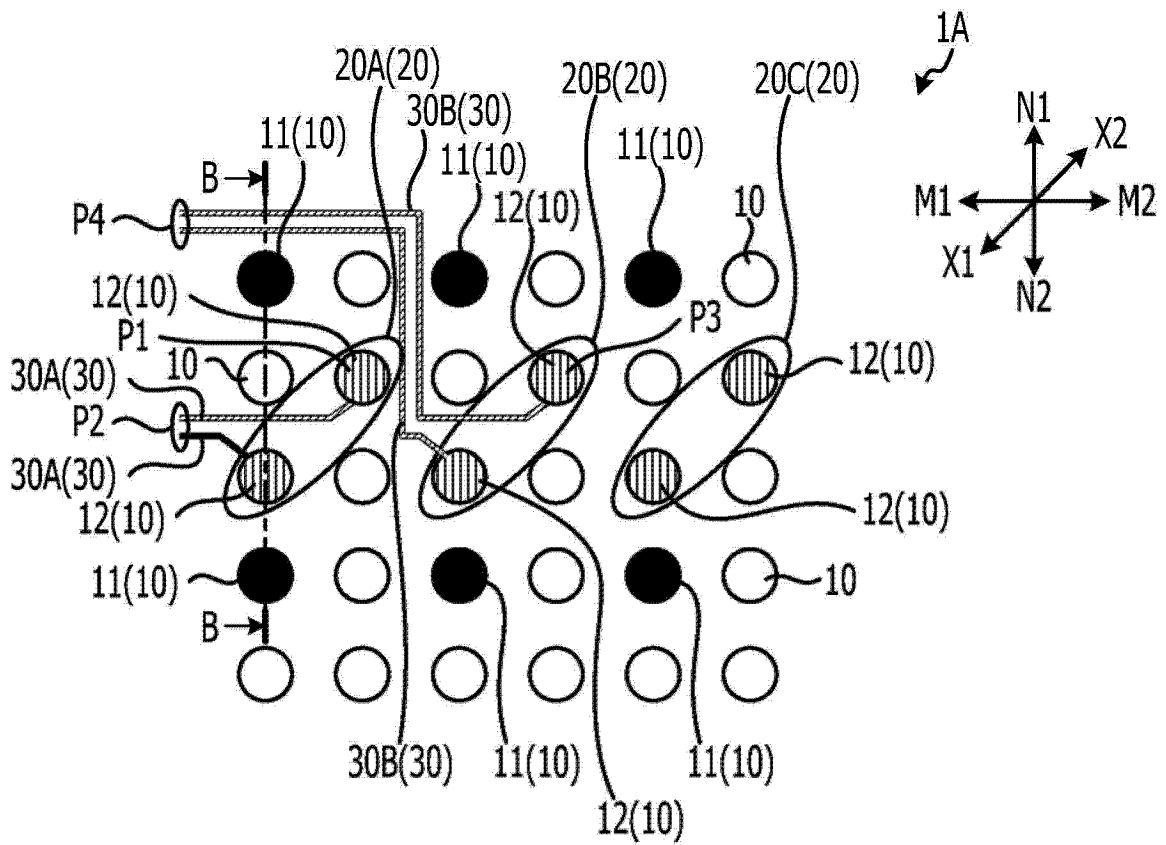


图 5

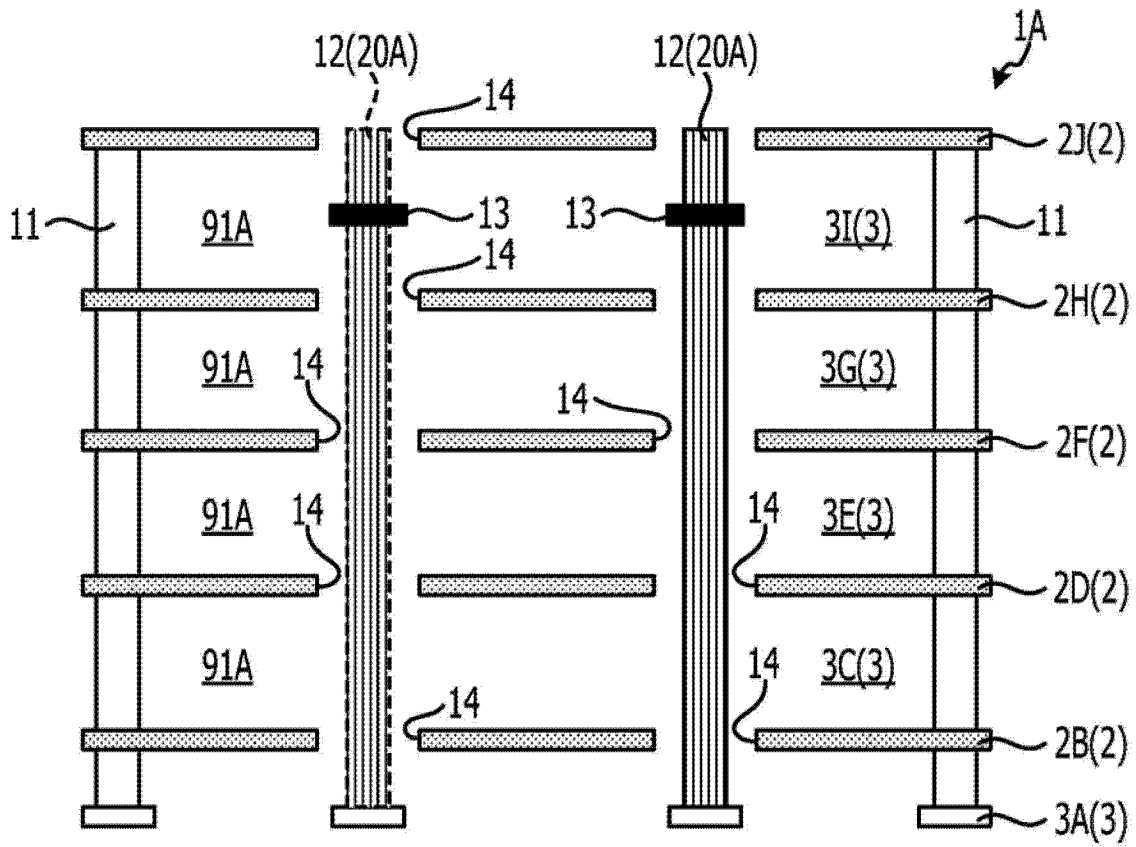


图 6

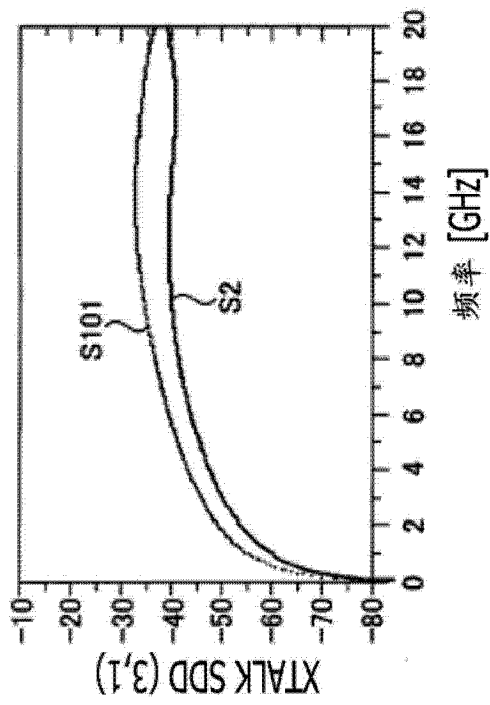


图 7A

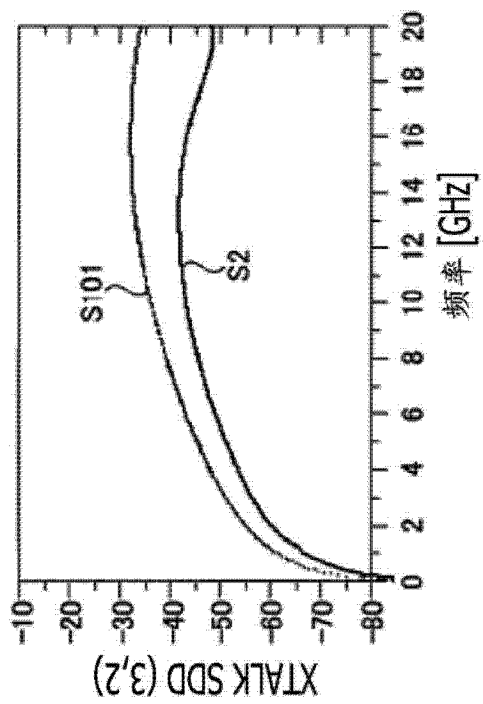


图 7B

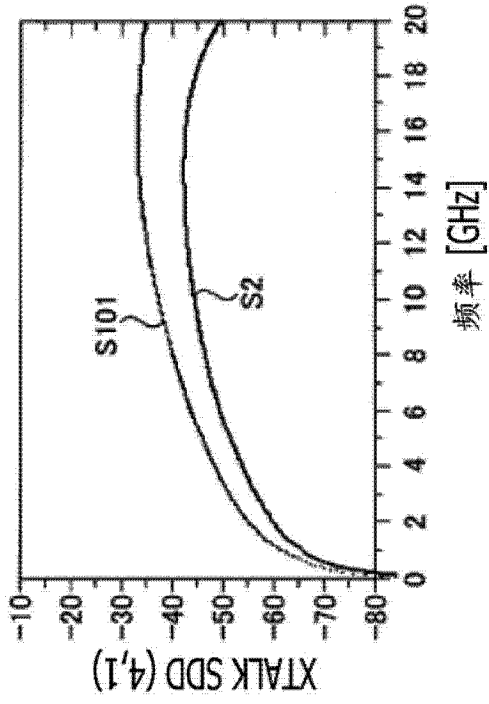


图 7C

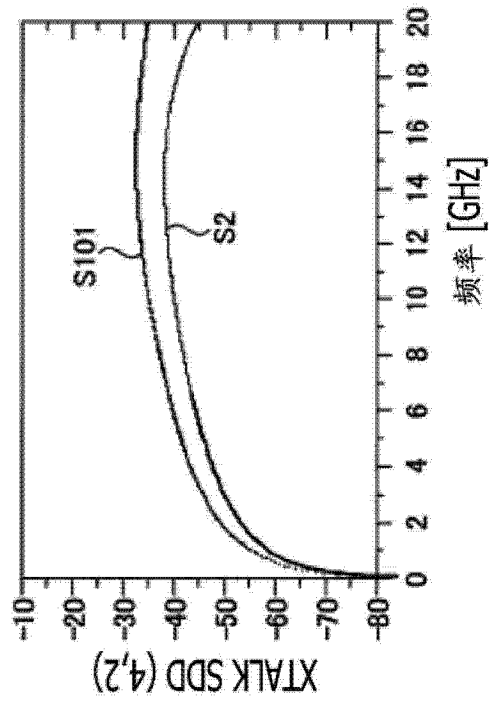


图 7D

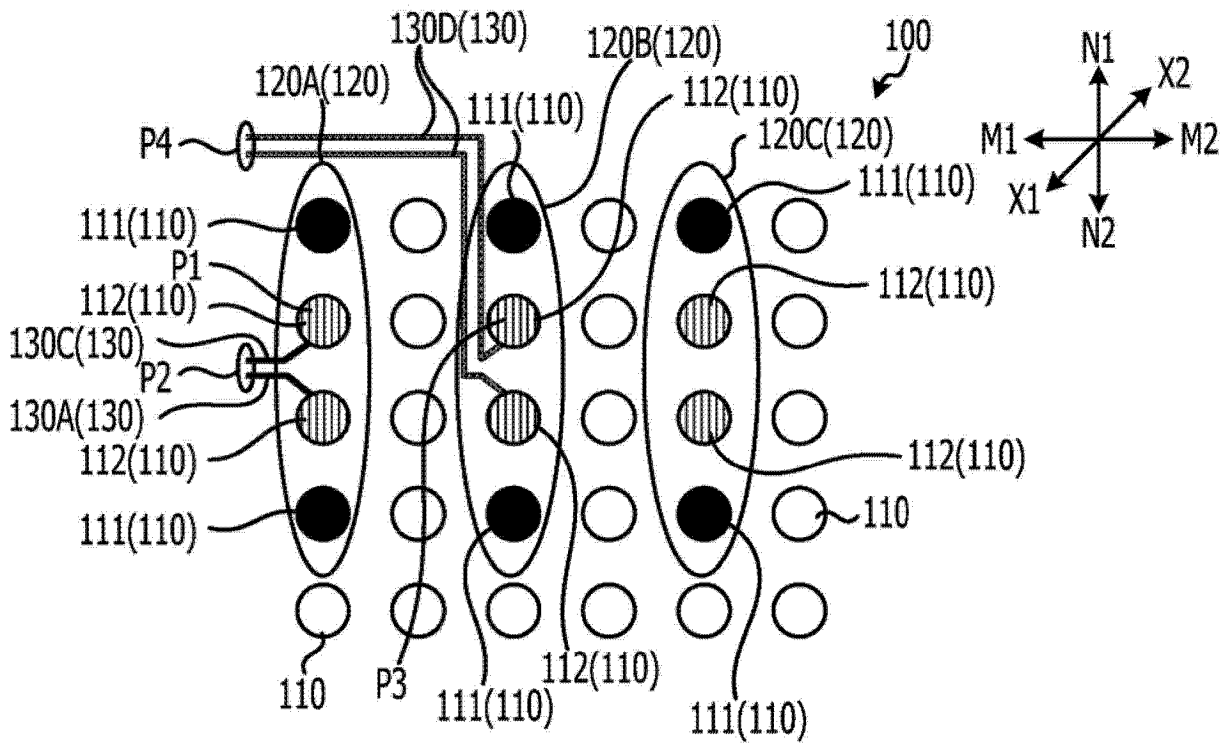


图 8

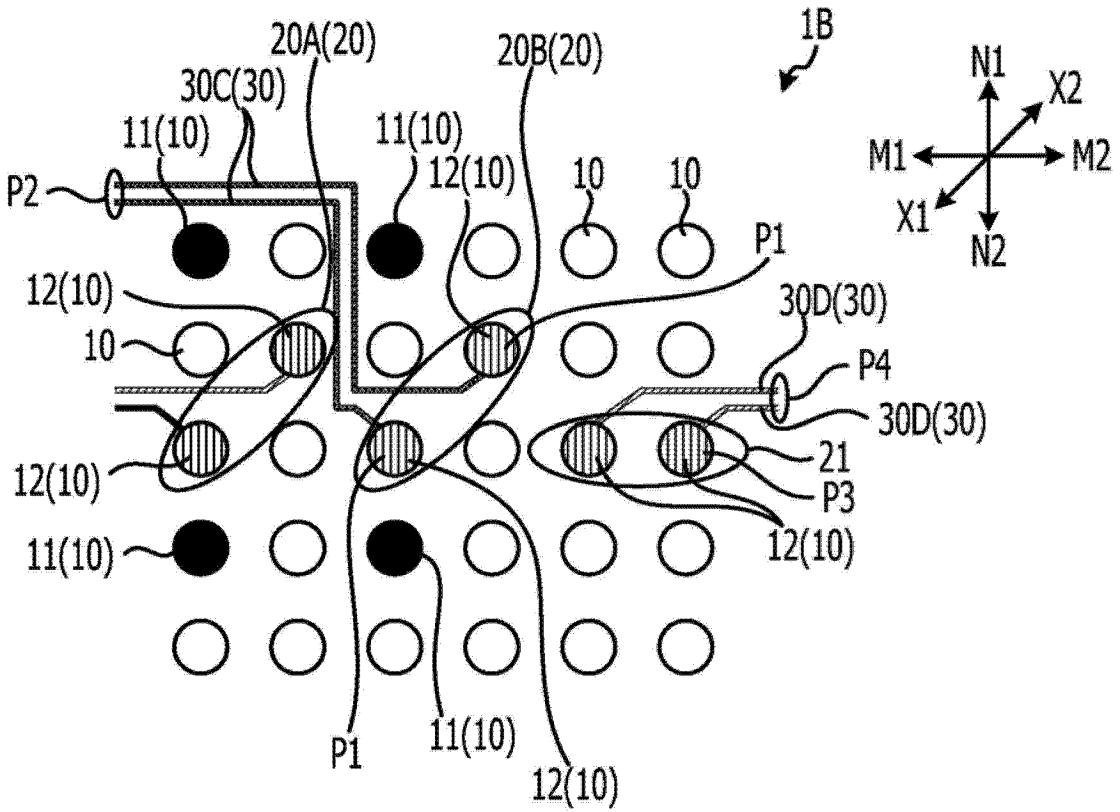


图 9

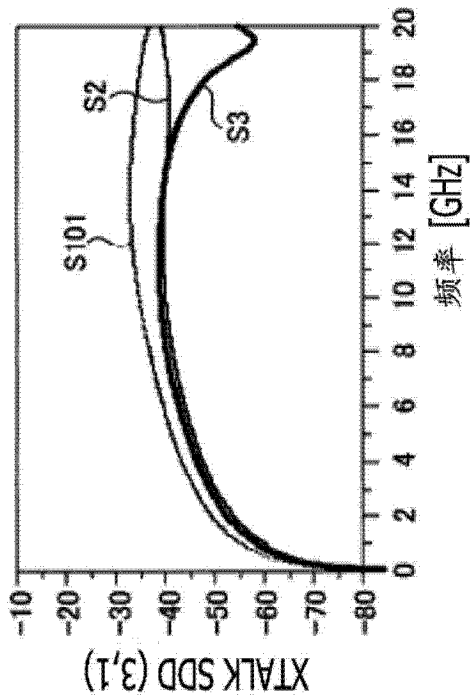


图 10A

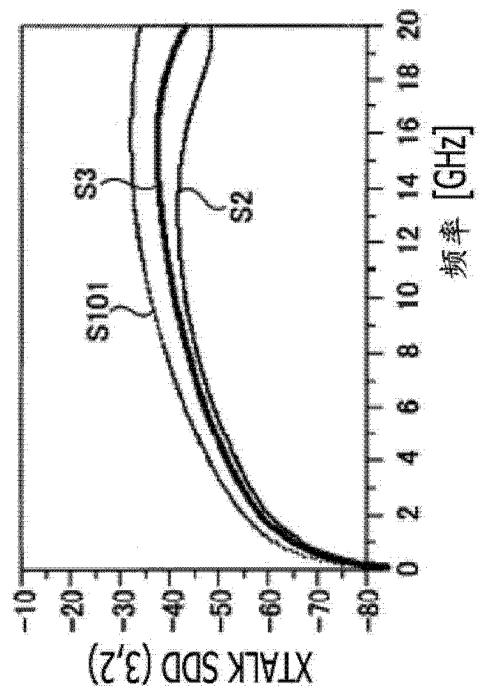


图 10B

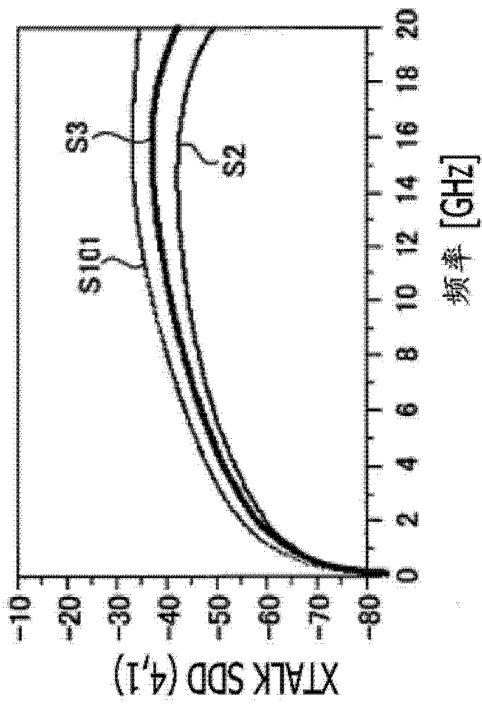


图 10C

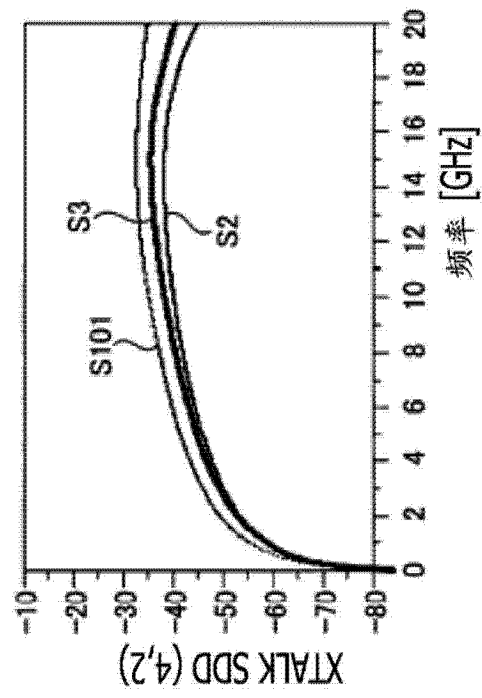


图 10D

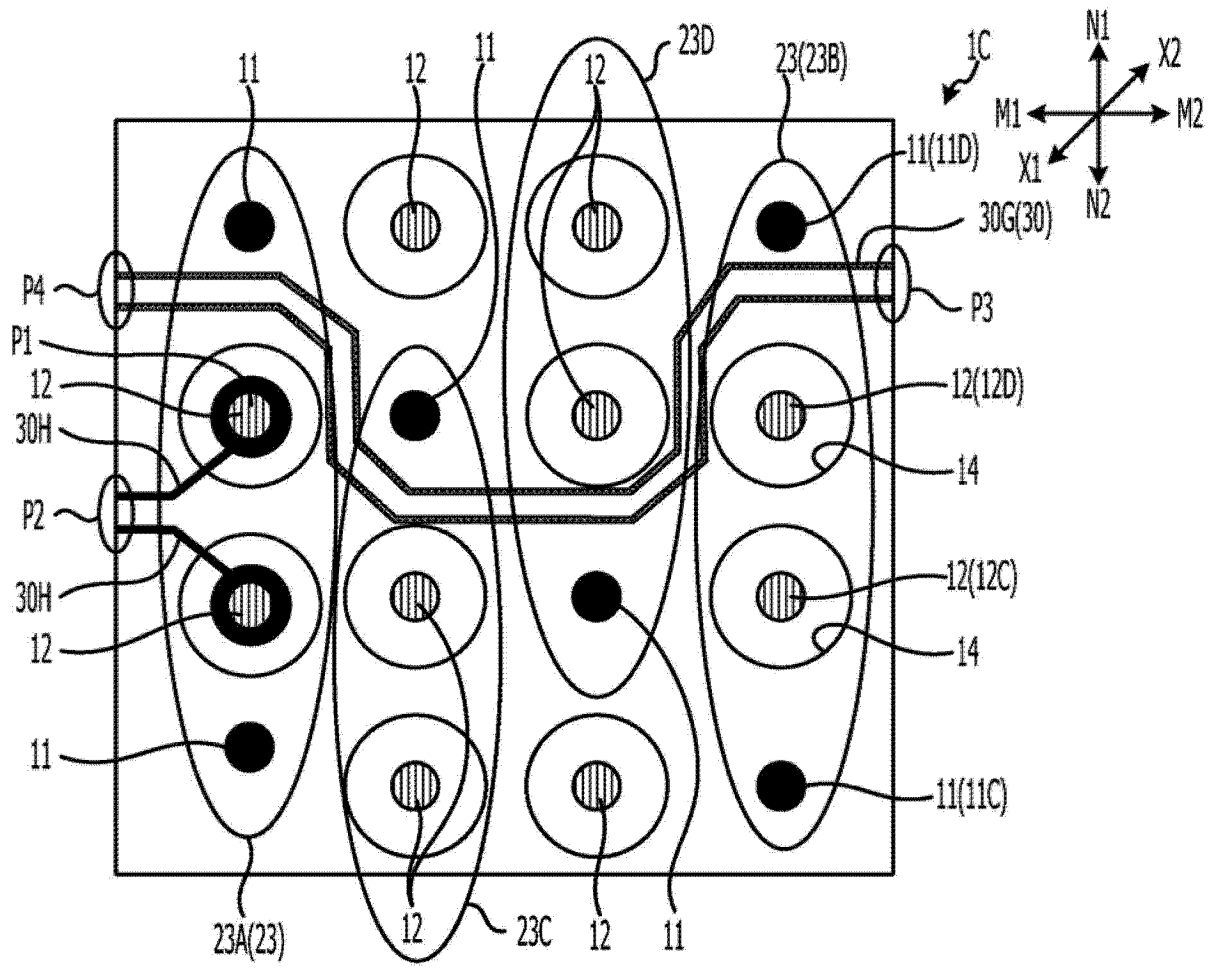


图 11

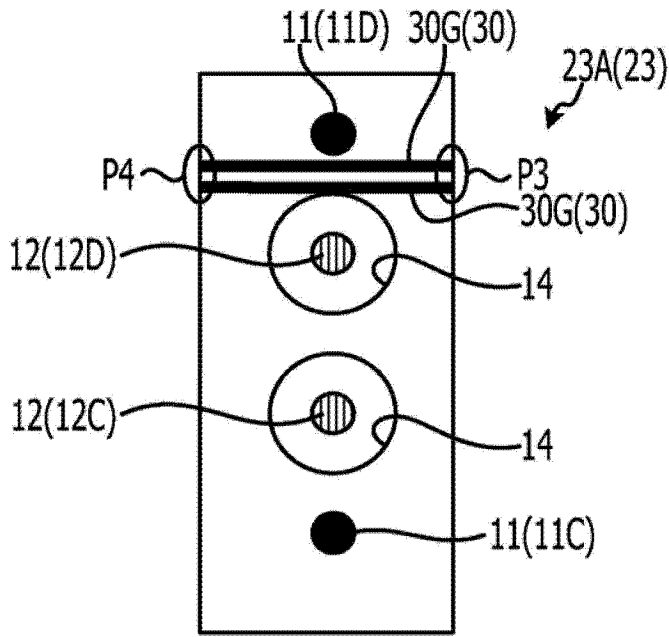


图 12

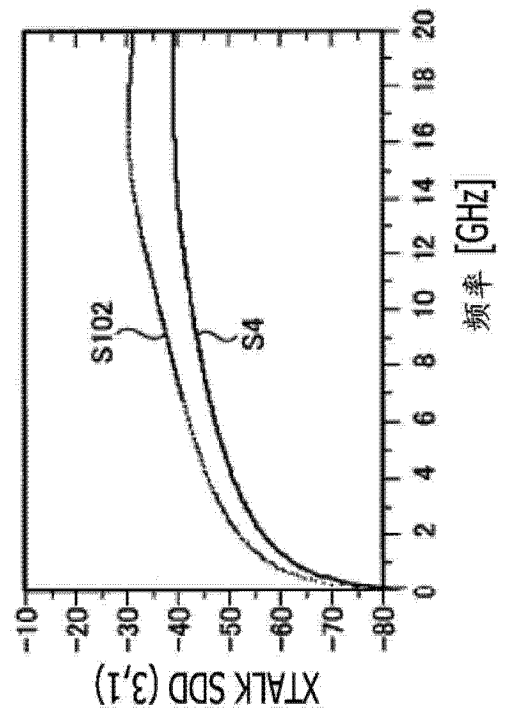


图 13A

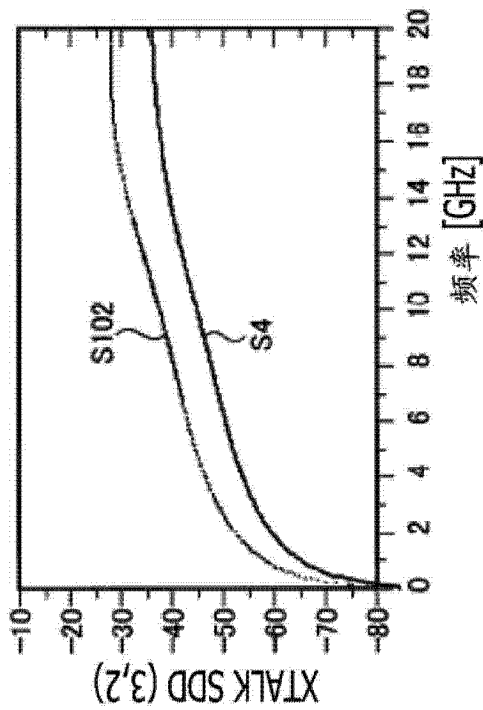


图 13B

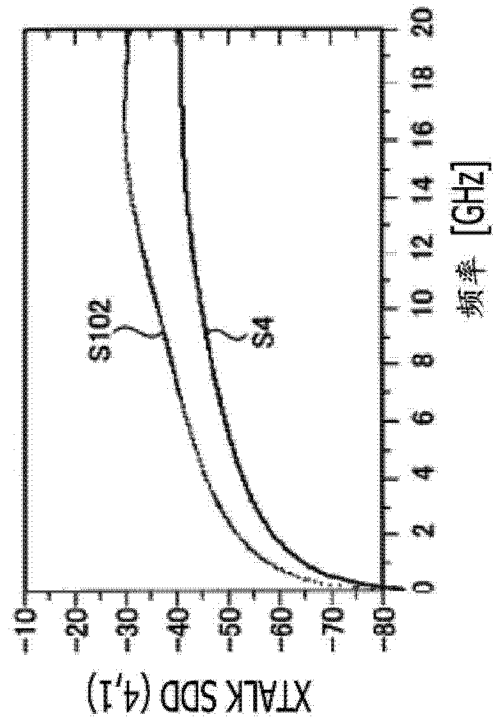


图 13C

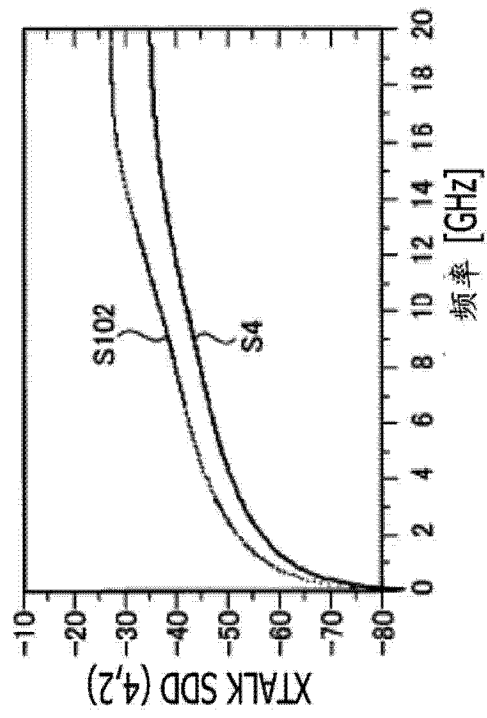


图 13D

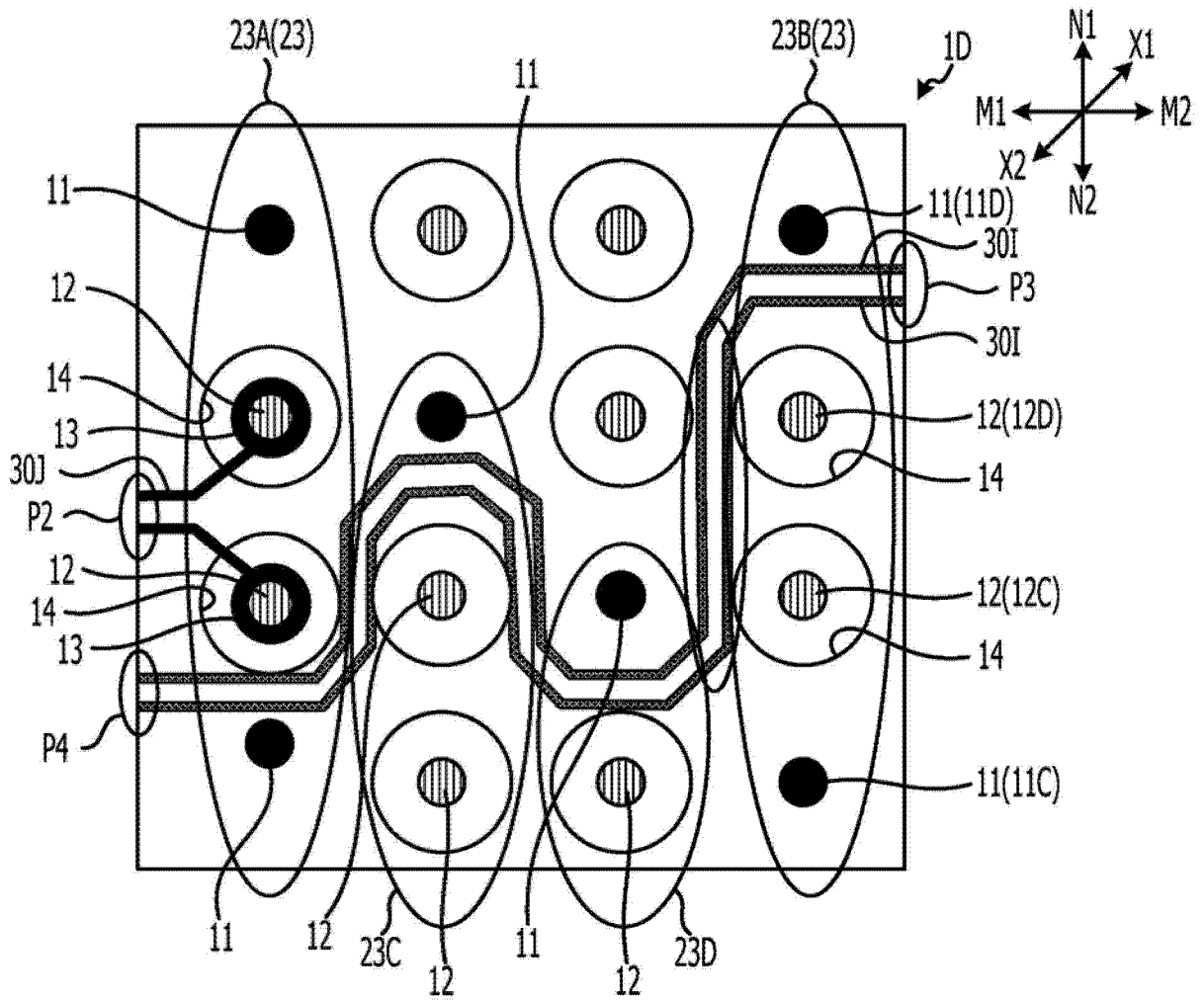


图 14

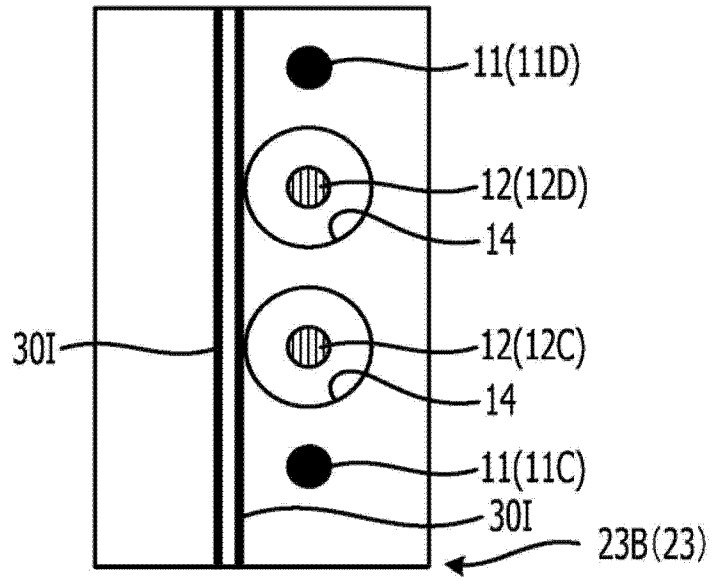


图 15

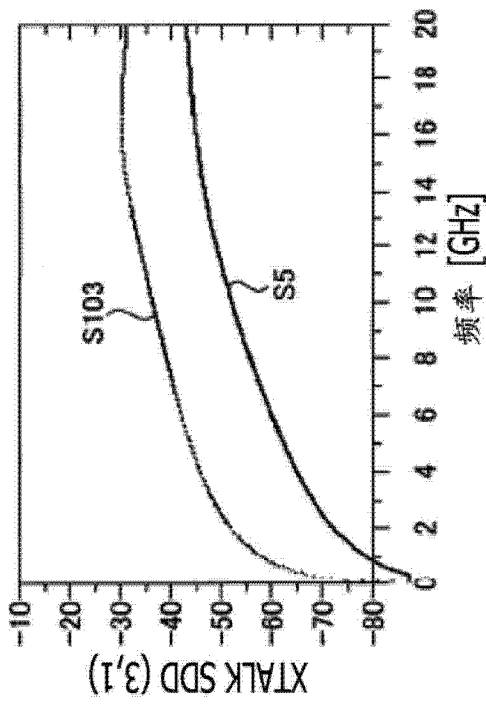


图 16A

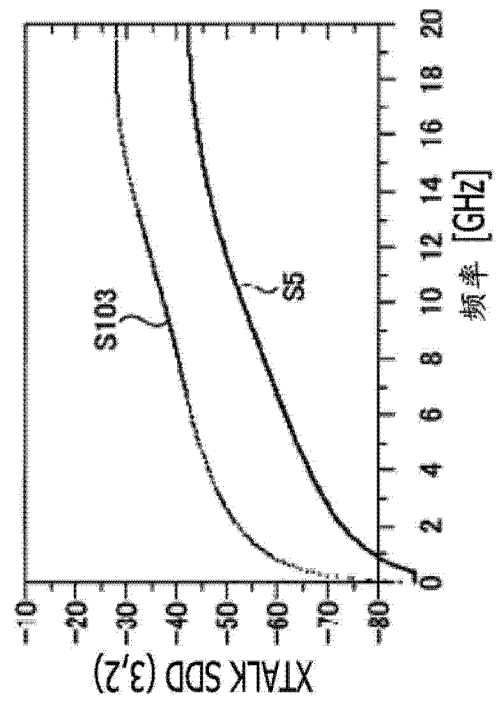


图 16B

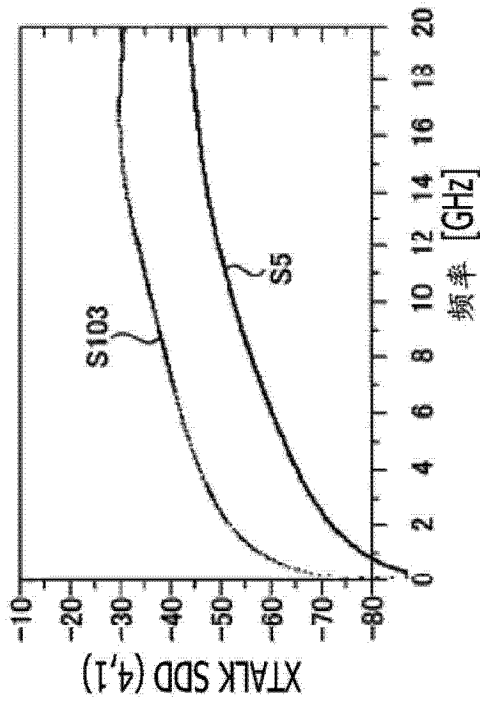


图 16C

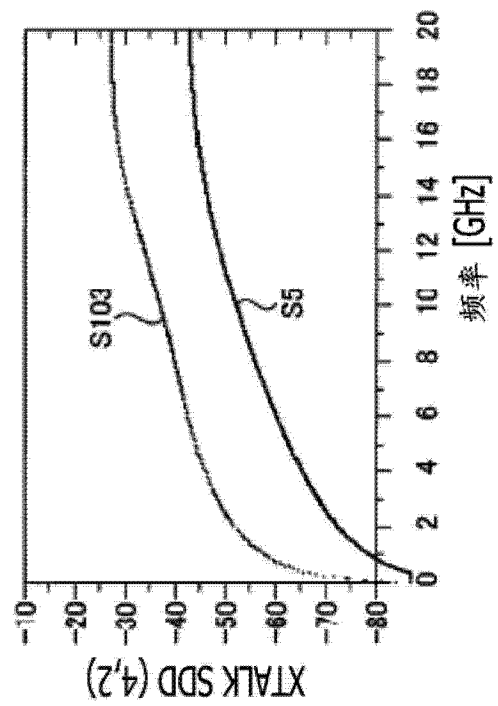


图 16D

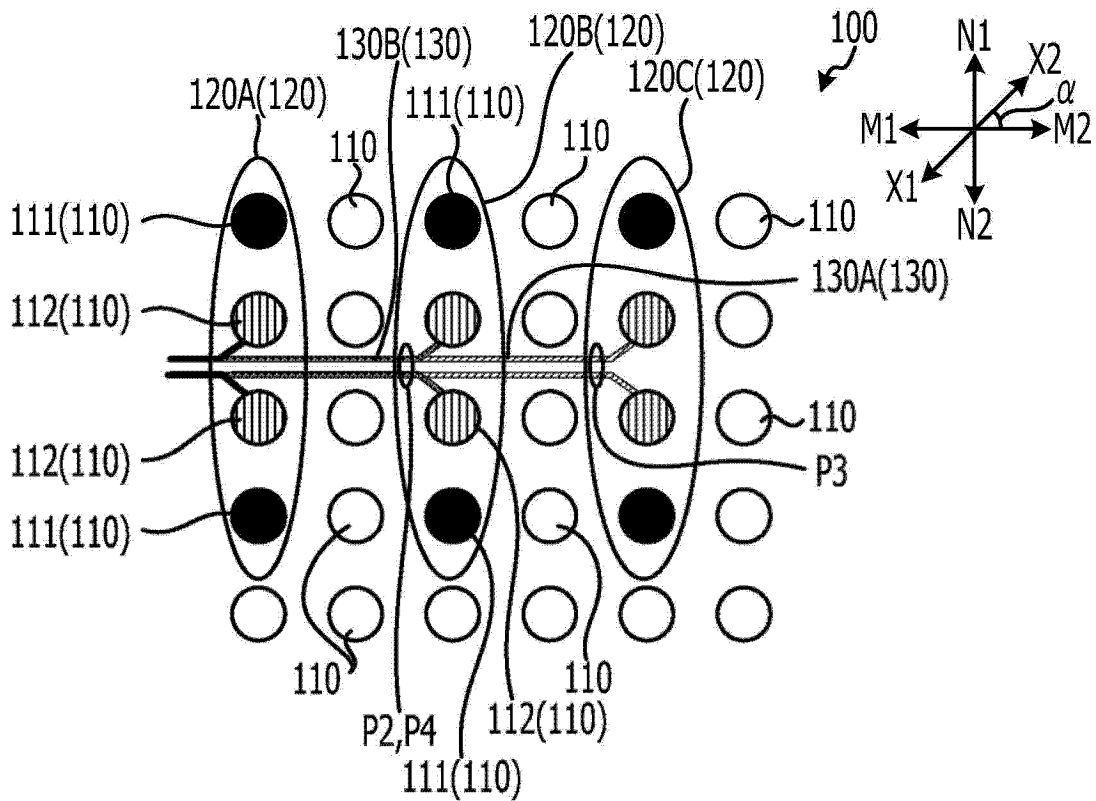


图 17

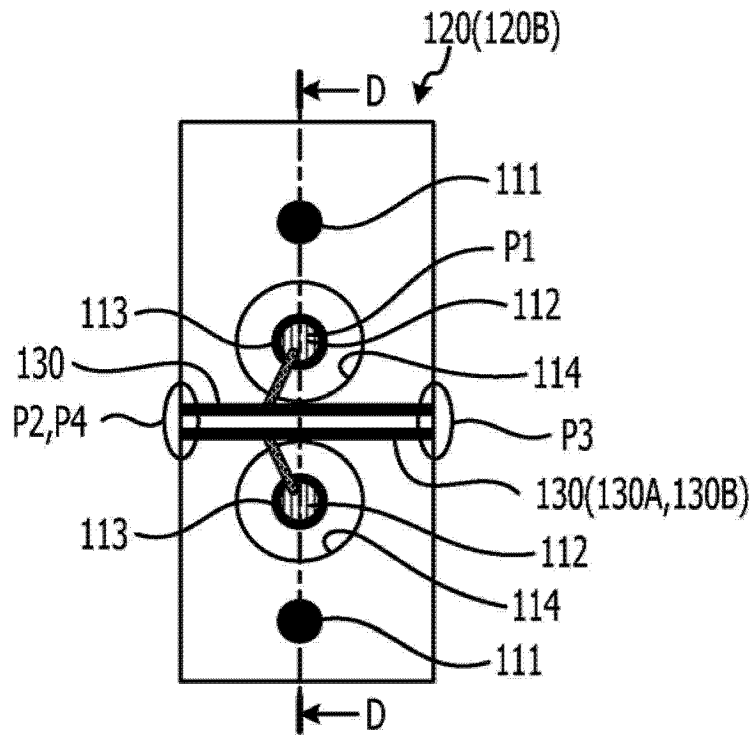


图 18

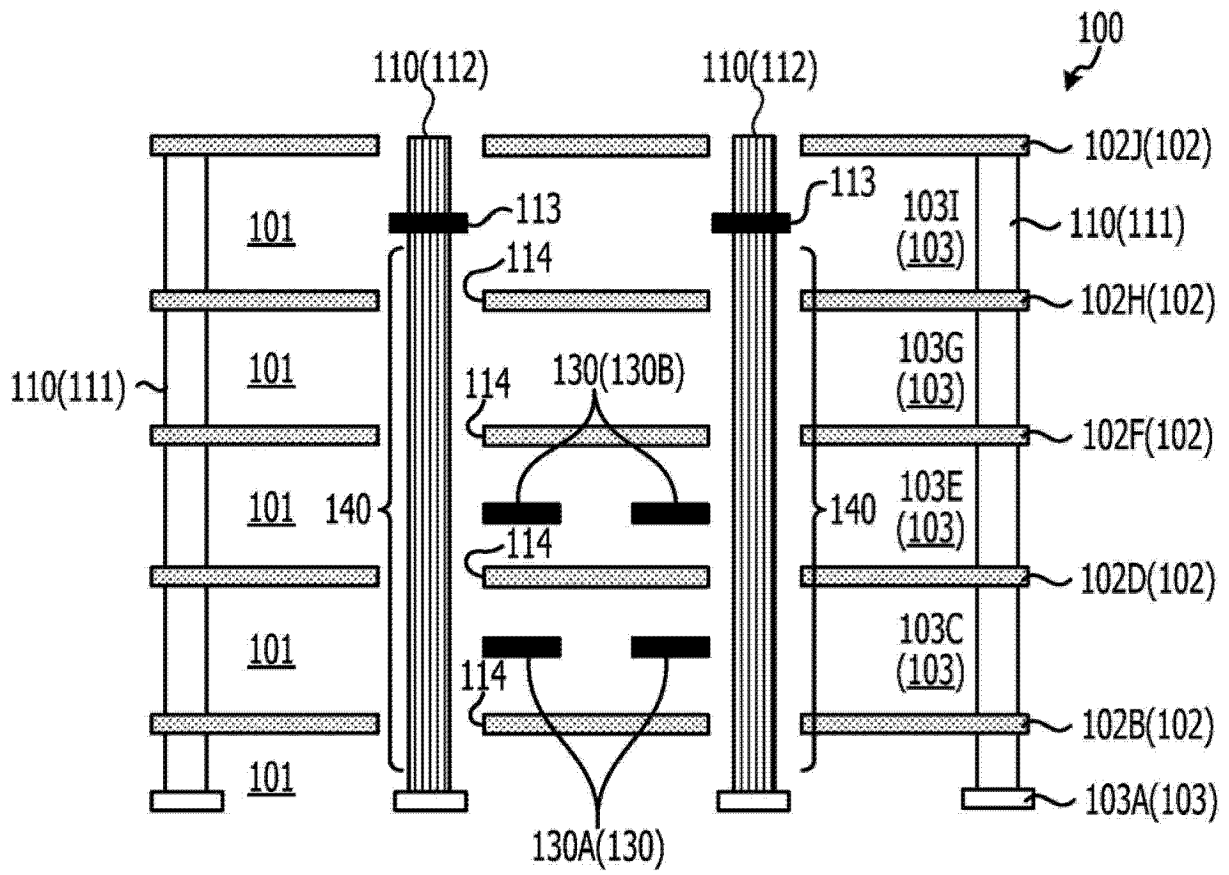


图 19