



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113632318 B

(45) 授权公告日 2024.08.02

(21) 申请号 202080023232.2

(72) 发明人 池田正和 角谷祐次 三治健一郎

(22) 申请日 2020.01.28

冈部信康

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113632318 A

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

(43) 申请公布日 2021.11.09

专利代理人 金雪梅 王秀辉

(30) 优先权数据

2019-058817 2019.03.26 JP

(51) Int.CI.

H01Q 1/40 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

H01Q 13/08 (2006.01)

2021.09.22

H01Q 25/00 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2020/002867 2020.01.28

(56) 对比文件

JP 2017005663 A, 2017.01.05

(87) PCT国际申请的公布数据

JP 2001189615 A, 2001.07.10

W02020/195110 JA 2020.10.01

JP 2018061137 A, 2018.04.12

审查员 林肖

(73) 专利权人 株式会社电装

权利要求书2页 说明书14页 附图11页

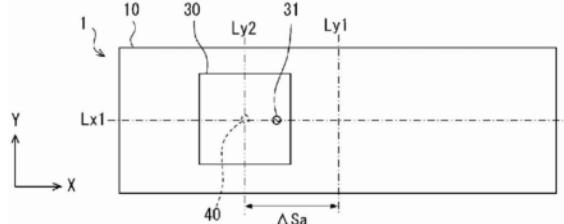
地址 日本爱知县

(54) 发明名称

天线装置

(57) 摘要

本发明提供天线装置，具备：底板(10)，是平板状的导体部件；对置导体板(30)，是与上述底板隔开规定间隔设置的平板状的导体部件，上述对置导体板设置有与供电电线连接的供电点；以及短路部(40)，设置于上述对置导体板的中央区域，电连接上述对置导体板和上述底板。构成为使用上述短路部所具备的电感、以及由上述底板和上述对置导体板形成的静电电容，以规定对象频率并联谐振。上述底板相对于上述对置导体板非对称地配置。



1.一种天线装置,具备:

底板,是平板状的导体部件;

对置导体板,是与上述底板隔开规定间隔设置的平板状的导体部件,上述对置导体板设置有与供电电线连接的供电点;以及

短路部,设置于上述对置导体板的中央区域,电连接上述对置导体板和上述底板,

上述天线装置构成为使用上述短路部所具备的电感、以及由上述底板和上述对置导体板形成的静电电容,以规定对象频率并联谐振,

上述底板相对于上述对置导体板非对称地配置,

上述底板以及上述对置导体板形成在使用树脂材料形成的支承板上,

上述天线装置还具备树脂制的外壳,该外壳收纳上述支承板,

上述外壳具备:

外壳底部,与上述底板隔开规定间隔而对置;以及

外壳侧壁部,从上述外壳底部的边缘部朝向上方直立设置,

上述外壳侧壁部形成为高于上述支承板的上表面,

在上述外壳内,以覆盖上述支承板的上表面的方式,填充有具有2.0以上的相对介电常数的树脂材料作为密封材料。

2.根据权利要求1所述的天线装置,其中,

上述底板形成为相对于相互正交的两条直线中的每条直线线对称的形状,

上述对置导体板配置为整个面与上述底板对置,并且上述对置导体板的中心不与上述底板的中心重叠。

3.根据权利要求1所述的天线装置,其中,

上述底板形成为长方形形状,

上述对置导体板的整个面与上述底板对置,并且配置于在上述底板的长边方向上从上述对置导体板和上述底板同心的位置偏移的位置。

4.根据权利要求3所述的天线装置,其中,

上述对置导体板配置于在上述底板的长边方向上从上述底板的中心偏移规定量的位置。

5.根据权利要求2所述的天线装置,其中,

上述对置导体板配置于在上述底板的长边方向以及短边方向上分别从上述底板的中心偏移规定量的位置。

6.根据权利要求1所述的天线装置,其中,

上述短路部形成在从上述对置导体板的中心偏移规定量的位置。

7.根据权利要求1所述的天线装置,其中,

上述底板形成为长方形形状,

上述对置导体板的整个面与上述底板对置,并且配置于在上述底板的长边方向上从上述底板的中心偏移的位置,并且,

上述短路部配置于在上述底板的短边方向上从上述对置导体板和上述底板同心的位置偏移规定量的位置。

8.根据权利要求7所述的天线装置,其中,

上述短路部配置于在上述底板的短边方向上从成为上述底板的中心的位置偏移规定量的位置。

9. 根据权利要求1所述的天线装置,其中,

上述对置导体板形成为相对于相互正交的两条直线中的每条直线线对称的形状。

10. 根据权利要求1~9中任一项所述的天线装置,其中,

在上述对置导体板的上侧配置有电波阻隔体,该电波阻隔体使用导体或者电介质而构成,用于阻隔电场的传播。

天线装置

[0001] 相关申请的交叉引用:本申请基于在2019年3月26日申请的日本专利申请号2019-58817号,在此引用其记载内容。

技术领域

[0002] 本公开涉及具有平板结构的天线装置。

背景技术

[0003] 专利文献1中公开了一种天线装置,该天线装置具备微带天线(换言之,贴片天线)、以及直立在该贴片天线上的单极天线。根据该天线装置,能够通过贴片天线在垂直于平板状的接地导体(以下,底板)的方向上形成指向性,并且通过单极天线在平行于底板的方向上形成指向性。根据该结构,例如,通过以成为水平的姿势使用底板,能够接收来自天顶方向的电波、和来自水平方向的电波双方。此外,所谓的来自天顶方向的电波例如是来自卫星站的电波。另外,所谓的来自水平方向的电波例如是来自地面站的电波。

[0004] 在专利文献1所公开的结构中,为了收发来自水平方向的电波,具备单极天线。由于单极天线需要作为收发对象的电波的1/4波长的长度,因此天线装置的高度(以下,搭载高度)增大。这里的所谓的搭载高度是指将天线装置以其贴片天线的平面成为水平的姿势搭载于移动体时的高度。也可以假定使用线圈等缩短作为单极天线的导体元件的结构,但若通过线圈等低背化,则性能变差。

[0005] 专利文献1:日本特开2005-20301号公报

发明内容

[0006] 本公开是基于该情况而完成的,其目的在于提供一种能够在垂直于底板的方向和平行于底板的方向中的每个方向辐射电波,且能够降低其高度的天线装置。

[0007] 根据本公开的某个方式,天线装置具备:底板,是平板状的导体部件;对置导体板,是与上述底板隔开规定间隔设置的平板状的导体部件,上述对置导体板设置有与供电电线连接的供电点;以及短路部,设置于上述对置导体板的中央区域,电连接上述对置导体板和上述底板。使用上述短路部所具备的电感、以及由上述底板和上述对置导体板形成的静电电容,以规定对象频率并联谐振。上述底板相对于上述对置导体板非对称地配置。

[0008] 在该天线装置中,通过形成于底板与对置导体板之间的静电电容、和短路部所具备的电感,在与该静电电容和电感相应的频率产生并联谐振。而且,通过伴随着并联谐振在对置导体板与对置底板之间产生的垂直电场,在沿着对置导体板的方向上收发电场的振动方向相对于底板垂直的直线偏振波。

[0009] 另外,由于底板相对于对置导体板非对称地配置,因此在底板中从短路部观察沿某一方向流动的电流量和在底板中沿相反方向流动的电流量非对称。其结果是,由从短路部向各方向流动的电流辐射的电波相互抵消的程度减少。在底板中流动的电流所辐射的电波未被抵消而剩余,从而该剩余的电波向空间传播。即,从底板中从对置导体板观察成为非

对称的区域(以下,非对称部)辐射电波。

[0010] 此外,通过模拟确认出在非对称部主要在其边缘部感应电流。底板的边缘部能够视为线状。也就是说,根据以上的结构,底板的非对称部的边缘部作为线状天线(例如极型天线)而动作。从底板的非对称部辐射的电波是电场振动方向平行于底板的直线偏振波。另外,从底板的非对称部辐射的电波在与非对称部的边缘部正交的方向上辐射。与非对称部的边缘部正交的方向也包括垂直于底板的方向。

[0011] 像这样,根据以上的结构,能够在垂直于底板的方向和平行于底板的方向中的每个方向辐射电波。并且,通过形成于底板与对置导体板之间的静电电容和短路部所具备的电感产生并联谐振,而产生向平行于底板的方向的辐射。因此,能够降低天线装置的高度。

[0012] 根据本公开的某个方式,天线装置具备:底板,是平板状的导体部件;对置导体板,是与上述底板隔开规定间隔设置的平板状的导体部件,上述对置导体板设置有与供电电线连接的供电点;以及短路部,设置于上述对置导体板的中央区域,电连接上述对置导体板和上述底板。使用上述短路部所具备的电感、以及由上述底板和上述对置导体板形成的静电电容,以规定对象频率并联谐振。上述短路部形成在从上述对置导体板的中心偏移规定量的位置。

[0013] 在该结构中,使用形成于底板与对置导体板之间的静电电容和短路部所具备的电感的并联谐振,在沿着对置导体板的方向上收发电场的振动方向相对于底板垂直的直线偏振波。

[0014] 另外,在该结构中,由于短路部配置于偏离对置导体板的中心的位置,因此在对置导体板中流动的电流分布的对称性被破坏,由从短路部向各方向流动的电流辐射的电波相互抵消的程度减少。其结果是,从对置导体板在垂直于该对置导体板的方向上辐射电波。由于对置导体板与底板对置配置,因此垂直于对置导体板的方向相当于垂直于底板的方向。也就是说,根据上述结构,能够在垂直于底板的方向和平行于底板的方向中的每个方向上辐射电波。此外,通过形成于底板与对置导体板之间的静电电容和短路部所具备的电感产生并联谐振,而产生向平行于底板的方向的辐射。因此,能够降低天线装置的高度。

附图说明

[0015] 通过参照附图进行下述的详细描述,关于本公开的上述目的以及其它目的、特征、优点变得更加明确。

[0016] 图1是表示天线装置的结构的外观立体图。

[0017] 图2是图1中的II—II线上的天线装置的剖视图。

[0018] 图3是用于说明底板与对置导体板的位置关系的图。

[0019] 图4是对对置导体板的附近的电流分布、电压分布、电场分布进行说明的图。

[0020] 图5是表示XY平面中的LC谐振模式下的辐射特性的图。

[0021] 图6是表示XZ平面以及YZ平面中的LC谐振模式下的辐射特性的图。

[0022] 图7是用于说明底板激励模式的动作原理的图。

[0023] 图8是用于说明底板激励模式的动作原理的图。

[0024] 图9是表示底板激励模式所提供的辐射特性的图。

[0025] 图10是表示天线水平方向的增益、天线上方的增益以及非对称部宽度W的关系的

图。

- [0026] 图11是表示天线装置向车辆的安装位置以及安装姿势的一个例子的图。
- [0027] 图12是表示基于图11所示的安装位置以及安装姿势的天线装置的指向性的概念图。
- [0028] 图13是用于对天线装置的更优选的安装位置进行说明的图。
- [0029] 图14是表示天线装置的变形例的图。
- [0030] 图15是表示天线装置的变形例的图。
- [0031] 图16是表示天线装置的变形例的图。
- [0032] 图17是表示在支承板上侧面形成有电路部的结构的图。
- [0033] 图18是表示天线装置的变形例的图。
- [0034] 图19是表示天线装置的变形例的图。
- [0035] 图20是表示天线装置的变形例的图。
- [0036] 图21是表示构成为能够切换对称性维持部与非对称部的连接状态的底板的结构的图。
- [0037] 图22是表示将短路部设置于偏离对置导体板的中心的位置的天线装置的图。
- [0038] 图23是表示将短路部形成于对置导体板的中心的情况下的对置导体板上的电流分布的图。
- [0039] 图24是用于说明将短路部形成于偏离对置导体板的中心的位置的情况下对置导体板上的电流分布及其动作的图。
- [0040] 图25是表示第二实施方式的天线装置的结构的外观立体图。
- [0041] 图26是用于说明底板、对置导体板以及短路部的位置关系的俯视图。

具体实施方式

[0042] [第一实施方式]

[0043] 以下,使用附图对本公开的第一实施方式进行说明。此外,在以下对具有相同功能的部件标注相同的附图标记,并省略其说明。另外,在仅提及结构的一部分的情况下,对于其它的部分能够应用之前说明的实施方式的结构。

[0044] 图1是表示本实施方式的天线装置1的简要结构的一个例子的外观立体图。图2是图1所示的II-II线上的天线装置1的剖视图。天线装置1例如搭载于车辆等移动体来使用。

[0045] 该天线装置1构成为收发规定对象频率的电波。当然,作为其它方式,天线装置1也可以仅用于发送和接收中的任一方。由于电波的收发具有可逆性,因此能够发送某个频率的电波的结构也是能够接收该频率的电波的结构。

[0046] 在这里,作为一个例子,对象频率为2.4GHz。当然,对象频率可以适当地设计,作为其它方式,例如也可以设为300MHz、760MHz、850MHz、900MHz、1.17GHz、1.28GHz、1.55GHz、5.9GHz等。天线装置1不仅能够收发对象频率的电波,也能够收发以对象频率为基准确定的规定范围内的频率的电波。例如,天线装置1构成为能够收发属于从2400MHz到2500MHz的频带(以下,2.4GHz频带)的频率。

[0047] 也就是说,天线装置1构成为能够收发Bluetooth Low Energy (Bluetooth为注册商标)、Wi-Fi (注册商标)、ZigBee (注册商标) 等这样的在近距离无线通信中使用的频带的

电波。换言之，天线装置1构成为能够收发由国际电信联盟规定的、为了在工业、科学、医疗领域中通用地使用而分配的频带(所谓的ISM频带)的电波。

[0048] 以下的“ λ ”表示对象频率的电波的波长(以下，也记载为对象波长)。例如“ $\lambda/2$ ”以及“ 0.5λ ”是指对象波长的一半的长度，“ $\lambda/4$ ”以及“ 0.25λ ”是指对象波长的四分之一的长度。此外，真空中以及空气中的2.4GHz的电波的波长(即 λ)为125mm。

[0049] 天线装置1例如经由同轴电缆与未图示的无线设备连接，天线装置1接收到的信号依次被输出到无线设备。另外，天线装置1将从无线设备输入的电信号转换为电波并向空间辐射。无线设备利用天线装置1接收到的信号，并且对该天线装置1供给与发送信号相应的高频电力。

[0050] 此外，在本实施方式中，假定利用同轴电缆连接天线装置1和无线设备的情况来进行说明，但也可以使用馈线等其它通信电缆来连接。也可以为天线装置1和无线设备除了同轴电缆之外，还经由匹配电路、滤波电路等连接的结构。另外，天线装置1也可以与无线设备一体地构成。例如，天线装置1也可以在安装有调制解调电路等的印刷基板上来实现。

[0051] 以下，对天线装置1的具体的结构进行叙述。如图1所示，天线装置1具备底板10、支承板20、对置导体板30以及短路部40。为了方便起见，在以下，将相对于底板10设置有对置导体板30的一侧作为天线装置1的上侧来进行各部的说明。也就是说，从底板10朝向对置导体板30的方向相当于天线装置1的向上方向。另外，从对置导体板30朝向底板10的方向相当于天线装置1的向下方向。

[0052] 底板10是将铜等导体作为原材料的板状的导体部件。底板10沿着支承板20的下侧面而设置。这里的板状也包括金属箔那样的薄膜状。也就是说，底板10也可以通过电镀等图案形成于印刷布线板等树脂制的板的表面。该底板10与同轴电缆的外部导体电连接，提供天线装置1中的地电位(换言之接地电位)。

[0053] 底板10形成为长方形。底板10的短边的长度例如被设定为电气上相当于 0.4λ 的值。另外，底板10的长边的长度L被设定为电气 1.2λ 。这里的所谓的电长度是考虑了边缘电场、由电介质引起的波长缩短效应等的有效长度。此外，在使用相对介电常数4.3的电介质形成支承板20的情况下，由于作为支承板20的电介质的波长缩短效应，底板10表面上的波长成为60mm左右。因此，电气上相当于 1.2λ 的长度为72mm。

[0054] 图1等各图所示的X轴表示底板10的长边方向，Y轴表示底板10的短边方向，Z轴表示上下方向。具备这些X轴、Y轴以及Z轴的三维坐标系是用于说明天线装置1的结构的概念。此外，在作为其它方式底板10为正方形的情况下，能够将沿着任意一边的方向设为X轴。另外，在底板10为圆形的情况下，能够将平行于底板10的任意方向设为X轴。Y轴为平行于底板10且与X轴正交的方向即可。此外，在底板10为长方形、长椭圆等存在长边方向和短边方向的形状的情况下，能够将其长边方向设为X轴方向。

[0055] 此外，底板10的大小能够适当地变更。底板10的一个边的长度也可以设定为电气上小于1波长的值(例如，对象波长的 $1/3$)。另外，从上侧观察底板10的形状(以下，平面形状)能够适当地变更。在这里，作为一个例子，将底板10的平面形状设为长方形形状，但作为其它方式，底板10的平面形状也可以是正方形形状，也可以是其它多边形形状。例如底板10也可以是将一边设定为电气上相当于1波长的值的正方形形状。

[0056] 优选底板10是以相互正交的两条直线中的每条直线为对称轴而线对称的形状(以

下,双向线对称形状)。双向线对称形状是指以某条直线为对称轴线对称,并且对于与该直线正交的其它直线也线对称的图形。所谓的双向线对称形状例如相当于椭圆形、长方形、圆形、正方形、正六边形、正八边形、菱形等。优选底板10形成为比直径为1波长的圆大。所谓的某个部件的平面形状是指从上方观察该部件的形状。此外,底板10的边缘部也可以部分或整体地形成为曲折形状。双向线对称的形状也包括在双向线对称形状的边缘部设置有微小的(数mm左右的)凹凸的形状。设置于底板10的边缘部的凹凸、形成于远离底板10的边缘部的位置的缝隙只要不对天线动作产生影响,则能够忽略处理。对于点对称的形状也同样。

[0057] 支承板20是用于将底板10和对置导体板30隔开规定间隔而相互对置配置的板状部件。支承板20是矩形平板状,在俯视时支承板20的大小是与底板10大致相同的大小。支承板20例如使用玻璃环氧基树脂等具有规定的相对介电常数的电介质来实现。在这里,作为一个例子,支承板20使用相对介电常数4.3的玻璃环氧基树脂(换言之,FR4:Flame Retardant Type 4)来实现。

[0058] 在本实施方式中,作为一个例子,支承板20的厚度H1例如形成为1.5mm。支承板20的厚度H1相当于底板10与对置导体板30的间隔。通过调整支承板20的厚度H1,能够调整对置导体板30与底板10的间隔。支承板20的厚度H1的具体值可以通过模拟、试验来适当地决定。当然,支承板20的厚度H1也可以为2.0mm、3.0mm等。此外,由于电介质的波长缩短效应,支承板20上的波长成为60mm左右。因此,厚度1.5mm的值相当于电气上对象波长的四十分之一(即, $\lambda/40$)。

[0059] 此外,支承板20只要起到上述的作用即可,支承板20的形状能够适当地变更。用于将对置导体板30与底板10对置配置的结构也可以是多个柱。另外,在本实施方式中,采用底板10与对置导体板30之间填充了作为支承板20的树脂的结构,但不限于此。底板10与对置导体板30之间也可以为中空、真空。作为支承板20,也能够采用蜂窝构造等。进一步,也可以组合以上例示出的构造。在使用印刷布线板来实现天线装置1的情况下,也可以将印刷布线板所具备的多个导体层用作底板10、对置导体板30,并且将隔开导体层的树脂层用作支承板20。

[0060] 支承板20的厚度H1如后述那样也作为调整短路部40的长度(换言之,短路部40所提供的电感)的参数发挥功能。另外,间隔H1也作为调整通过底板10和对置导体板30对置而形成的静电电容的参数发挥功能。

[0061] 对置导体板30是以铜等导体作为原材料的板状的导体部件。这里的板状如上述那样也包括铜箔等薄膜状。对置导体板30配置为经由支承板20与底板10对置。对置导体板30也可以与底板10同样地图案形成于印刷布线板等树脂制的板的表面。另外,这里所说的平行不限于完全平行。也可以倾斜几度至十度左右。也就是说,可以包括大体平行的状态(所谓的大致平行的状态)。

[0062] 对置导体板30和底板10通过相互对置配置,形成与对置导体板30的面积、对置导体板30与底板10的间隔相应的静电电容。对置导体板30形成为形成与短路部40所具备的电感在对象频率并联谐振的静电电容的大小。对置导体板30的面积只要适当地设计成提供所希望的静电电容(进而以对象频率动作)即可。例如,对置导体板30形成为一边为电气上12mm的正方形。由于支承板20的波长缩短效应,对置导体板30的表面上的波长成为60mm左右,因此12mm这样的值相当于电气上 0.2λ 。当然,对置导体板30的一边的长度能够适当地变

更,也可以是14mm、15mm、20mm、25mm等。

[0063] 此外,在这里,作为一个例子,对置导体板30的形状为正方形,但作为其它结构,对置导体板30的平面形状也可以是圆形、正八边形、正六边形等。另外,对置导体板30也可以是长方形、长椭圆形等。优选对置导体板30是双向线对称形状。另外,更优选对置导体板30是圆形、正方形、长方形、平行四边形等点对称的图形。

[0064] 也可以在对置导体板30设置缝隙、或者将角部弄圆。例如,也可以在一对对角部分设置作为退缩分离元件的切口部。对置导体板30的边缘部也可以部分或整体设定为曲折形状。设置于对置导体板30的边缘部的对动作不产生影响的程度的凹凸能够忽略处理。

[0065] 在对置导体板30上,在任意位置形成有供电点31。供电点31是将同轴电缆的内部导体和对置导体板30电连接的部分。同轴电缆的内部导体相当于供电线。供电点31设置在取得同轴电缆的特性阻抗和对象频率下的与该天线装置1的阻抗匹配的位置即可。换言之,供电点31设置在回波损耗成为规定的允许水平的位置即可。供电点31例如能够配置于对置导体板30的边缘部、中央区域等任意位置。

[0066] 此外,作为向对置导体板30供电的供电方式,能够采用直接耦合供电方式、电磁耦合方式等多种方式。直接耦合供电方式是指与同轴电缆的内部导体电连接的(即,供电用的)微带线路、导体销、通孔等与对置导体板30直接连接的方式。在直接耦合供电方式中,微带线路等与对置导体板30的连接点相当于对置导体板30的供电点31。电磁耦合方式是指利用供电用的微带线路等与对置导体板30的电磁耦合的供电方式。

[0067] 如图3所示,对置导体板30以某一组的对边平行于X轴且另一组的对边平行于Y轴的姿势与底板10对置配置。但是,其中心配置为在X轴方向上从底板10的中心偏移规定量。具体而言,对置导体板30配置为其中心位于在X轴方向上从底板10的中心电偏移对象波长的二十分之一(即 0.05λ)的位置。根据其它观点,该结构相当于将底板10相对于对置导体板30非对称地配置的结构。

[0068] 此外,底板10的中心(以下,底板中心)和对置导体板30的中心在X轴方向上的距离(以下,底板偏移量 ΔSa)并不限定于 0.05λ 。底板偏移量 ΔSa 也可以是 0.08λ 、 0.04λ 、 0.25λ 等。底板偏移量 ΔSa 也可以设定为 $\lambda/8$ 。底板偏移量 ΔSa 能够在俯视时对置导体板30不会突出到底板10的外侧的范围内适当地变更。对置导体板30配置为至少整个区域(换言之整个面)与底板10对置。底板偏移量 ΔSa 相当于底板10的中心与对置导体板30的中心的偏差量。

[0069] 此外,在图3中,为了明示底板10与对置导体板30的位置关系,使支承板20透明(也就是省略图示)。图3所示的点划线Lx1表示通过底板10的中心且平行于X轴的直线,点划线Ly1表示通过底板10的中心且平行于Y轴的直线。双点划线Ly2表示通过对置导体板30的中心且平行于Y轴的直线。根据其它观点,直线Lx1相当于底板10、对置导体板30的对称轴。直线Ly1相当于底板10的对称轴。直线Ly2相当于对置导体板30的对称轴。

[0070] 由于对置导体板30从与底板10同心的位置向X轴方向偏移规定量来配置,因此点划线Lx1也通过对置导体板30的中心。也就是说,点划线Lx1相当于平行于X轴的直线且通过底板10和对置导体板30的中心的直线。直线Lx1和直线Ly1的交点相当于底板中心,直线Lx1和直线Ly2的交点相当于对置导体板30的中心(以下,导体板中心)。导体板中心相当于对置导体板30的重心。在本实施方式中,对置导体板30是正方形,因此导体板中心相当于对置导体板30的两个对角线的交点。此外,底板10和对置导体板30同心的配置方式相当于在俯视

时对置导体板30的中心和底板10的中心重叠的配置方式。

[0071] 短路部40是电连接底板10和对置导体板30的导电性的部件。短路部40可以使用导电性的销(以下,短路销)来实现。通过调整作为短路部40的短路销的直径、长度,能够调整短路部40所具备的电感。

[0072] 此外,短路部40可以是一端与底板10电连接、另一端与对置导体板30电连接的线状的部件。在使用印刷布线板作为基体材料来实现天线装置1的情况下,能够将设置于印刷布线板的通孔用作短路部40。

[0073] 短路部40例如设置为位于导体板中心。此外,短路部40的形成位置无需严格地与导体板中心一致。短路部40也可以从导体板中心偏移数mm左右。短路部40只要形成于对置导体板30的中央区域即可。对置导体板30的中央区域是指比连接将从导体板中心到边缘部以1:5内分的点的线靠内侧的区域。根据其它观点,中央区域相当于将对置导体板30相似缩小到六分之一左右的同心图形重叠的区域。

[0074] <关于天线装置1的动作>

[0075] 对这样构成的天线装置1的动作进行说明。对于天线装置1而言,对置导体板30通过设置于其中央区域的短路部40与底板10短路,并且,对置导体板30的面积成为形成与短路部40所具备的电感在对象频率并联谐振的静电电容的面积。

[0076] 因此,通过电感与静电电容之间的能量交换发生并联谐振(所谓的LC并联谐振),在底板10与对置导体板30之间产生相对于底板10及对置导体板30垂直的电场。该垂直电场从短路部40向对置导体板30的边缘部传播,在对置导体板30的边缘部,垂直电场成为具有垂直于底板10的偏振面的直线偏振波(以下,底板垂直偏振波)而在空间传播。此外,这里所谓的底板垂直偏振波是指电场的振动方向相对于底板10、对置导体板30垂直的电波。在以平行于水平面的姿势使用天线装置1的情况下,底板垂直偏振波是指电场振动方向垂直于地面的偏振波(所谓的垂直偏振波)。

[0077] 如图4所示,垂直电场的传播方向以短路部40为中心对称。因此,如图5所示,对于天线水平面的全方位具有相同程度的增益。换言之,天线装置1在对象频率,在从对置导体板30的中央区域朝向边缘部的整个方向(即天线水平方向)上具有指向性。因此,在底板10配置成水平的情况下,天线装置1作为在水平方向上具备主波束的天线发挥功能。此外,这里的天线水平面是指平行于底板10及对置导体板30的平面。另外,此外,这里的天线水平方向是指从对置导体板30的中心朝向其边缘部的方向。根据其它观点,天线水平方向是指与通过对置导体板30的中心的向底板10的垂线正交的方向。天线水平方向相当于天线装置1的横向(换言之侧方)。

[0078] 此外,由于短路部40配置于导体板中心,因此在对置导体板30中流动的电流以短路部40为中心成为对称。因此,在对置导体板30中,从导体板中心向某个方向流动的电流所发出的天线高度方向的电波被反向流动的电流所发出的电波抵消。也就是说,由对置导体板30激发的电流对电波的辐射没有贡献。因此,如图6所示,在天线向上方向不辐射电波。以下,为了方便起见,将通过形成于底板10与对置导体板30之间的静电电容和短路部40所具备的电感的LC并联谐振而动作的模式称为LC谐振模式。该LC谐振模式相当于利用对置导体板30针对底板10的电压振动的动作模式。LC谐振模式相当于零阶谐振模式。作为LC谐振模式的天线装置1相当于电压系统天线。

[0079] 另外,从对置导体板30观察,底板10形成为非对称,因此天线装置1也从底板10辐射电波。具体而言如下所述。在本实施方式的天线装置1中,对置导体板30配置为位于从与底板10同心的位置向X轴方向电偏移对象波长的二十分之一(即 $\lambda/20$)的位置。根据将底板偏移量 ΔSa 设定为 $\lambda/20$ 的方式,距X轴方向的端部 $\lambda/10$ 以内的区域成为对置导体板30的非对称部11。这里所谓的非对称部11是指在底板10中从对置导体板30观察成为非对称的区域。在图7和图8中,为了明示该区域,对非对称部11实施点图案的阴影线。为了方便起见,将底板10中从对置导体板30观察具有对称性的最大区域也记载为对称性维持部12。对称性维持部12设定为包括底板10的边缘部的一部分。从对称性维持部12的中央区域到端部的X轴方向的长度成为 $L/2 - \Delta Sa$ 。在俯视时,对称性维持部12的中心和对置导体板30的中心一致。

[0080] 图7是概念性地示出在底板10中流动的电流的图。模拟的结果是,确认了通过LC并联谐振在底板10中流动的电流主要沿底板10的边缘部流动。在图7中,箭头的大小表示电流的振幅。在图7中,使支承板20透明(即,省略图示)。

[0081] 从对置导体板30通过短路部40流入到底板10的电流从短路部40向底板10的长边方向的两侧流动。成为底板10的电流出入口的短路部40设置于对称性维持部12的长边方向中心。因此,在对称性维持部12中,从短路部40朝向X轴方向的两端流动的电流的朝向相反且大小相等。因此,因从对称性维持部12的中央向某个方向(例如,X轴正方向)流动的电流而产生的电磁波如图8所示那样被由向相反方向(例如,X轴负方向)流动的电流形成的电磁波抵消(即,消除)。因此,实质上没有从对称性维持部12辐射电波。

[0082] 但是,对于在非对称部11中流动的电流所发出的电波,没有被消除而剩余。换言之,非对称部11的边缘部作为辐射元件(实际上是线状天线)发挥作用。从底板10辐射的电波成为电场在平行于底板10的方向上振动的直线偏振波(以下,底板平行偏振波)。具体而言,从底板10辐射的电波成为电场的振动方向平行于X轴的直线偏振波(以下,X轴平行偏振波)。另外,该底板平行偏振波在与X轴正交的方向上辐射。也就是说,底板平行偏振波也向天线装置1的向上方向(以下,天线向上方向)辐射。

[0083] 以下,为了方便起见,将利用在底板10的非对称部11的边缘部中流动的线状电流的动作模式称为底板激励模式。底板激励模式相当于在垂直于该边缘部的方向上辐射电场在非对称部11和对称性维持部12相连的方向(在这里为X轴方向)上振动的直线偏振波的动作模式。作为底板激励模式的天线装置1相当于通过感应电流辐射电波的电流系统天线。在以平行于水平面的姿势使用天线装置1的情况下,底板平行偏振波相当于电场振动方向平行于地面的直线偏振波(即,水平偏振波)。图9是表示模拟将底板偏移量 ΔSa 的电长度设定为 0.05λ 的天线装置1在底板激励模式下的辐射特性的结果的图。

[0084] 如以上所述那样,本实施方式的天线装置1能够在天线水平方向形成波束的LC谐振模式、和在天线向上方向形成波束的底板激励模式这两种模式下同时进行动作。此外,模拟了非对称部11的X轴方向的长度(以下,非对称部宽度W)、天线水平方向的增益以及天线向上方向的增益的关系,确认了底板垂直方向的增益与底板平行方向的增益之比根据非对称部511的X轴方向的长度(以下,非对称部宽度W)变动。非对称部宽度W可以适当地进行调整,以得到所希望的增益比。

[0085] 但是,底板垂直方向的增益与底板平行方向的增益之比不仅受到非对称部宽度W

的影响,也受到存在于天线装置1的下侧(换言之,背面侧)的金属体亦即背面金属体与底板10的间隔的影响。图10表示在底板10的下侧4mm的位置配置有比底板10大的导体板的情况下的特性。非对称部宽度W也鉴于背面金属体与底板10的间隔,基于模拟等来设计,以获得所希望的增益比。如上述那样,在这里,将非对称部宽度W设定为 0.1λ ,但作为其它方式,也可以设定为 0.25λ 。此外,非对称部宽度W相当于底板偏移量 ΔSa 的2倍值。因此,非对称部宽度W为 0.25λ 的结构相当于将底板偏移量 ΔSa 设定为 0.125λ 的结构。

[0086] 此外,天线装置1发送(辐射)电波时的动作和接收电波时的动作相互具有可逆性。也就是说,根据上述天线装置1,能够接收从天线水平方向到来的底板垂直偏振波,并且能够接收从天线向上方向到来的底板平行偏振波。

[0087] 天线装置1以LC谐振模式动作,从而能够在天线水平方向的整个方向上收发底板垂直偏振波。另外,与此同时,天线装置1以底板激励模式动作,从而能够在天线向上方向上收发底板平行偏振波。这样,天线装置1能够在相互正交的方向上分别收发具有不同的偏振面的电波。

[0088] 并且,天线装置1利用形成于底板10与对置导体板30之间的静电电容和短路部40所具备的电感的并联谐振产生向天线水平方向的垂直偏振波。在专利文献1所公开的结构中,为了收发向天线水平方向的垂直偏振波需要 $\lambda/4$ 的电长度,与此相对在天线装置1中,能够以 $\lambda/100$ 左右的高度(换言之,厚度)来实现。也就是说,能够使天线装置1的高度方向的大小型。

[0089] 另外,该天线装置1通过在对称性维持部12的旁边配置(实际上是延伸设置)非对称部11,而作为底板激励模式动作。也就是说,作为用于对作为LC谐振天线的天线装置1进一步附加天线向上方向的指向性的结构,将底板10设置在相对于对置导体板30成为非对称的位置即可。上述的非对称部11能够引用LC谐振天线所具备的底板10的一部分来实现。因此,根据本实施方式的结构,与将水平偏振波用的天线与垂直偏振波用的天线分别设置的情况相比,能够减少制造所需的成本。

[0090] <关于天线装置1的使用方法>

[0091] 例如,如图11所示,上述的天线装置1在车辆的B柱51的车室外侧的面,以底板10与B柱51的表面对置且X轴方向沿着B柱51的长边方向(换言之,车辆高度方向)的姿势安装并使用即可。或者,也可以以上述的姿势在门板内部安装于与B柱51重叠的部分。

[0092] 根据以上的安装姿势,天线装置1的Z轴方向(换言之,天线向上方向)相当于与车辆的侧面正交的方向(即,车宽方向),天线水平方向成为沿着车辆侧面部的(换言之,平行的)方向。根据该安装姿势,如图12所示,能够在平行于车辆侧面部的方向和车宽方向这两个方向上形成指向性。

[0093] 此外,天线装置1的安装位置以及安装姿势并不限定于上述的例子。天线装置1能够安装于A柱52、C柱的车室外侧的面、门槛部(换言之,侧梁)54、外门把手55的内部/附近等车辆外表面部的任意位置。例如,天线装置1也可以以X轴方向沿着把手的长边方向且Y轴沿着车辆高度方向的姿势收纳于外门把手55的内部。

[0094] 但是,优选天线装置1以底板10与车辆金属体50对置的姿势安装于车辆所具备的平坦的金属制车身部分(以下,车辆金属体50)。根据在车辆金属体50上安装天线装置1的方式,如图13所示,车辆金属体50作为底板10的底板(以下,母底板)发挥作用,使天线装置1的

动作稳定。

[0095] 以上,对本公开的第一实施方式进行了说明,但本公开并不限于上述的第一实施方式,以下所述的各种变形例也包含于本公开的技术范围。并且,除了下述方式以外,也能够在不脱离主旨的范围内进行各种变更来实施。例如,下述的各种变形例能够在不产生技术上的矛盾的范围内适当地进行组合来实施。另外,在第一实施方式及其变形例中记载的结构能够应用于后述的作为第二实施方式公开的结构。

[0096] [变形例1]

[0097] 如图13所示,天线装置1也可以在底板10的下侧具备比底板10大的母底板50a。优选母底板50a是在X轴方向、Y轴方向中的任一方向上具有1波长以上的长度的导体部件。如果将底板10设为第一底板,则母底板50a相当于第二底板。作为母底板50a的导体部件只要是与底板10对置的表面大体平坦的部件即可。

[0098] 母底板50a与底板10隔开规定间隔对置配置。例如,如图14的(A)所示,母底板50a配置于天线装置1的树脂制的外壳60的内侧底面部。此外,如图14的(B)所示,母底板50a也可以配置于天线装置1的外壳60的外侧底面部。外壳60和母底板50a也可以一体地形成。另外,外壳60的底部也可以由金属实现。在该情况下,金属制的外壳底部相当于母底板50a。另外,作为母底板50a,也能够引用车辆金属体50。

[0099] [变形例2]

[0100] 如变形例1中提及那样,天线装置1也可以具备收纳底板10、对置导体板30、形成有短路部40的支承板20的外壳60。外壳60例如通过组合构成为能够在上下方向上分离的上外壳和下外壳而构成。外壳60例如使用聚碳酸酯(PC: polycarbonate)树脂而构成。此外,作为外壳60的材料,能够采用在PC树脂中混合了丙烯腈丁二烯苯乙烯共聚物(所谓的ABS)的合成树脂、聚丙烯(PP: polypropylene)等多种树脂。外壳60具备外壳底部61、外壳侧壁部62以及外壳顶部63。外壳底部61是提供外壳60的底的结构。外壳底部61形成为平板状。在外壳60内,电路基板100以底板10与外壳底部61对置的方式来配置。优选将外壳底部61与底板10的间隔设定为 $\lambda/25$ 以下。

[0101] 外壳侧壁部62是提供外壳60的侧面的结构,从外壳底部61的边缘部朝向上方直立设置。外壳侧壁部62的高度例如设计成外壳顶部63的内表面与对置导体板30的间隔成为 $\lambda/25$ 以下。外壳顶部63是提供外壳60的上表面部的结构。本实施方式的外壳顶部63形成为平板状。此外,作为外壳顶部63的形状,另外能够采用圆顶型等多种形状。外壳顶部63构成为内表面与支承板20的上表面(进而对置导体板30)对置。

[0102] 如上述结构那样,在外壳顶部63存在于对置导体板30的附近的情况下,能够抑制通过LC谐振模式辐射的垂直电场从对置导体板30的边缘部绕到上侧,提高向天线水平方向的辐射增益。这里的对置导体板30的附近是指例如距对置导体板30的距离在电气上成为对象波长的二十五分之一以下的区域。另外,如上述结构那样,在外壳底部61存在于底板10的附近的情况下,能够抑制通过LC谐振模式辐射的垂直电场从底板10的边缘部绕到下侧,提高向天线水平方向的辐射增益。

[0103] 另外,在天线装置1具备外壳60的情况下,优选在外壳60的内部填充有硅等密封材料70。密封材料70相当于密封材料。根据在外壳60内填充有密封材料70的结构,位于对置导体板30的上方的密封材料70抑制底板垂直偏振波从对置导体板30的端部绕到上侧,起到提

高向天线水平方向的辐射增益的效果。外壳60的至少侧面部以及上表面部由具有规定相对介电常数的树脂或者陶瓷形成即可。另外,根据在外壳60内填充了密封材料70的结构,也能够提高防水性、防尘性、耐振动性。

[0104] 另外,如图15所示,也可以在外壳顶部63形成与对置导体板30的边缘部抵接的上侧肋631。上侧肋631是在外壳顶部63的内侧面朝向下方形成的凸状的结构。上侧肋631设置为与对置导体板30的边缘部抵接。上侧肋631固定外壳60内的支承板20的位置,并且抑制底板垂直偏振波从对置导体板30的端部绕到上侧,起到提高向天线水平方向的辐射增益的效果。也可以在上侧肋631在与对置导体板30的边缘部连接的垂直面(即,外侧面)施加铜箔等金属图案。

[0105] 此外,由于外壳60和母底板50a是独立的结构,因此也能够仅导入某一方。例如,天线装置1也可以不具备母底板50a而具备外壳60。天线装置1具备外壳60的情况下密封材料70的填充也不是必需的要素。上侧肋631也是任意要素。此外,作为密封材料70,能够采用聚氨酯预聚物等聚氨酯树脂。当然,作为密封材料70,此外,能够采用环氧基树脂、硅树脂等多种材料。外壳顶部63、上侧肋631、密封材料70相当于承担抑制通过LC谐振模式辐射的垂直电场从对置导体板30的边缘部绕到上侧的作用的结构(以下,电波阻隔体)。作为变形例2公开的结构相当于在对置导体板30的上侧配置了使用导体或者电介质而构成的电波阻隔体的结构。

[0106] 此外,优选包含上侧肋631的外壳60、密封材料70的相对介电常数较高,且介质损耗角正切较小。例如,优选相对介电常数为2.0以上,并且,介质损耗角正切为0.03以下。若介质损耗角正切较高,则辐射能量作为热损失而损失的量增大。因此,优选外壳60、密封材料70使用介质损耗角正切更小的材料来实现。另外,外壳60、密封材料70以介电常数越高越抑制电场的进入的方式发挥作用。换言之,外壳60、密封材料70的介电常数越高,天线水平方向的增益改善效果越提高。因此,作为外壳60、密封材料70的材料,优选使用介电常数较高的电介质来实现。

[0107] 也可以省略外壳60所具备的外壳底部61以及外壳顶部63中的任一方。在省略外壳60的上侧或者下侧中的任一方的情况(即,成为开口部的情况)下,优选密封材料70使用在假定为使用天线装置1的环境温度的范围(以下,使用温度范围)内维持固态的树脂来实现。使用温度范围例如能够设为-30°C ~ 100°C。

[0108] [变形例3]

[0109] 如图16所示,也可以在支承板20中配置有对置导体板30的一侧的面(以下,支承板上侧面20a)形成包含调制解调电路、电源电路等的电路部80。电路部80是IC、模拟电路元件、连接器等多种部件的电集合体。该结构相当于在作为支承板20的印刷基板上配置底板10、对置导体板30、短路部40、电路部80来实现天线装置1的结构。图16中所示的81表示用于向对置导体板30供电的微带线路。电路部80例如在支承板上侧面20a形成在位于非对称部11的上方的区域等即可。

[0110] [变形例4]

[0111] 对置导体板30相对于底板10的配置方式并不限于作为实施方式公开的结构。对置导体板30只要配置在偏离与底板10同心的位置的位置即可。作为对置导体板30相对于底板10的配置方式,能够采用如图17~图20所例示的多种配置方式。在图17~图20中,为了明

示底板10与对置导体板30的位置关系,而使支承板20透明(即省略图示)。在各图中相当于非对称部11的区域与图7同样地施加点图案的阴影线。各图的尺寸是一个例子,能够适当地变更。

[0112] 此外,图18所示的Lx2表示通过对置导体板30的中心且平行于X轴的直线。图18所公开的结构相当于将对置导体板30从与底板10同心的位置在Y轴方向上偏离规定量而配置的结构。对置导体板30相对于底板10的偏移配置的方向亦即导体板偏移方向未必限定于底板10的长边方向(即,X轴方向)。导体板偏移方向也可以是底板10的短边方向。此外,导体板偏移方向相当于从对置导体板30观察存在底板10的非对称部11的方向。在图19中,例示了将对置导体板30形成为圆形的方式。如上述那样,底板10、对置导体板30的形状也能够采用多种形状。

[0113] 另外,如图20所示,根据在X轴方向以及Y轴方向中的每个方向上设置非对称部11的结构,平行于X轴的边缘部和平行于Y轴的边缘部分别能够作为辐射元件发挥功能。图20中的 ΔSa_1 表示X轴方向的底板偏移量 ΔSa , ΔSa_2 表示Y轴方向的底板偏移量 ΔSa 。 ΔSa_1 和 ΔSa_2 可以是相同的值,也可以是不同的值。

[0114] 根据图20所示的结构,能够在天线向上方向上辐射X轴平行偏振波和电场振动方向平行于Y轴的直线偏振波(以下,Y轴平行偏振波)双方。具体而言,能够辐射将与 ΔSa_1 相应的X轴平行偏振波和与 ΔSa_2 相应的Y轴平行偏振波合成而成的倾斜偏振波。通过调整 ΔSa 和 ΔSa_2 的比率,能够任意地调整构成倾斜偏振波的X轴平行偏振波和Y轴平行偏振波的比率。此外,图20所示的结构相当于将对置导体板30从与底板10同心的位置在X轴方向偏移规定量且进一步在Y轴方向偏移规定量而配置的结构。

[0115] [变形例5]

[0116] 对称性维持部12和非对称部11也可以构成为如图21所示那样被物理地分割,能够使用开关13切换两者的电连接状态。对称性维持部12和非对称部11的间隔基于模拟设定为两者在对象频率下不会电磁耦合的程度的值即可。在开关13设定为关闭的情况下,天线装置1仅在LC谐振模式下动作。在开关13设定为打开的情况下,天线装置1在LC谐振模式和底板激励模式双方下动作。根据该结构,通过打开和关闭开关13,能够控制天线装置1是否在底板激励模式下动作。此外,在本变形例的结构中,优选非对称部宽度W被设定为 $\lambda/4$ 、 $\lambda/2$ 等 $\lambda/4$ 的整数倍。根据那样的设定,能够提高作为底板激励模式的增益。

[0117] [变形例6]

[0118] 如图22所示,短路部40也可以配置在从对置导体板30的中心在Y轴方向偏移规定量(以下,短路部偏移量 ΔSb)的位置。根据该结构,对置导体板30上的电流分布的对称性被破坏,从对置导体板30辐射平行于Y轴方向的直线偏振波。具体而言如下所述。

[0119] 在如第一实施方式的天线装置1那样将短路部40配置于对置导体板30的中心的结构中,在对置导体板30中流动的电流如图23所示那样以短路部40为中心对称。因此,在对置导体板30中,从短路部40与对置导体板30的连接点(以下,短路部位)观察在某个方向流动的电流所发出的电波被反向流动的电流所发出的电波抵消。

[0120] 与此相对,在将短路部40配置在从对置导体板30的中心在Y轴方向偏移规定量的位置的结构中,如图24的(A)所示,在对置导体板30中流动的电流分布的对称性被破坏。因此,如图24的(B)所示,由Y轴方向的电流成分辐射的电波没有被抵消而剩余。也就是说,在

将短路部40配置在从对置导体板30的中心沿Y轴方向偏移规定量的位置的结构中,电场在与Y轴平行的方向上振动的直线偏振波从对置导体板30朝向上方辐射。此外,由于X轴方向的电流成分维持对称性,因此电场在X轴方向上振动的直线偏振波相互抵消。也就是说,不从对置导体板30辐射电场在X轴方向上振动的直线偏振波。

[0121] 当然,根据上述的结构,通过形成于对置导体板30与底板10之间的静电电容和短路部40所提供的电感的并联谐振,向天线水平方向辐射底板垂直偏振波。也就是说,根据上述的结构,能够分别同时辐射向天线水平方向的底板垂直偏振波、向天线向上方向的X轴平行偏振波、以及向天线向上方向的Y轴平行偏振波。此外,向天线向上方向的X轴平行偏振波的辐射由底板10的非对称部11提供。向天线向上方向的Y轴平行偏振波的辐射通过短路部40的向Y轴方向的偏移配置来提供。

[0122] 此外,相对于对置导体板30的中心偏移短路部40的方向(以下,短路部偏移)只要成为与导体板偏移方向正交的方向即可。根据该结构,作为向天线向上方向辐射的直线偏振波,能够辐射电场振动方向相互正交的两种直线偏振波。

[0123] 短路部40只要形成于对置导体板30的中央区域内即可。为了维持向天线水平方向的全指向性(换言之,无指向性),短路部偏移量 ΔS_b 优选设定为 0.04λ 以下。另外,优选短路部偏移量 ΔS_b 设定为例如 $0.004\lambda (=0.5\text{mm})$ 、 $0.008\lambda (=1.0\text{mm})$ 、 $0.012\lambda (=1.5\text{mm})$ 等 $0.02\lambda (=2.5\text{mm})$ 以下的值。通过变更短路部偏移量 ΔS_b ,能够调整Y轴平行偏振波向天线向上方向的辐射增益。另外,即使变更短路部偏移量 ΔS_b ,动作频率也不变化。此外,在将供电点31的位置设为一定的情况下,根据短路部偏移量 ΔS_b ,电压驻波比(VSWR:Voltage Standing Wave Ratio)可能变动。但是,由于供电点31能够设为任意位置,因此通过在与短路部偏移量 ΔS_b 相应的位置设置供电点31,能够将对象频率中的VSWR抑制在应用电平(例如,3以下)。也就是说,通过根据短路部40的位置调整供电点31的位置,能够将回波损耗抑制在所希望的允许水平。

[0124] [第二实施方式]

[0125] 在上述的第一实施方式中,公开了以将对置导体板30配置在偏离底板10的中心的位置为前提的结构,但天线装置1的结构并不限于此。在天线装置1具备变形例6所公开的结构的情况下,如图25和图26所示,对置导体板30也可以配置在与底板10同心的位置。换言之,在将短路部40配置在偏离对置导体板30的中心的位置的结构中,底板10也可以不具备非对称部11。图25所示的Lx2、Ly2表示对置导体板30的对称轴。图26所示的Lx1、Ly1表示底板10的对称轴。

[0126] 如第一实施方式、第二实施方式中所公开那样,底板平行偏振波向天线向上方向的辐射可以使用将短路部40从对置导体板30的中心向沿着对称轴的方向偏移配置的结构、和在底板10上附加非对称部11的结构中的至少任一方来实现。此外,作为其它方式,如日本特开2016-15688号公报所公开的那样,也考虑通过在对置导体板30的对称轴上配置第二供电点而使对置导体板30作为贴片天线进行动作的结构(以下,比较结构)。但是,在该比较结构中,由于需要两个供电点,因此电路复杂化。与此相对,根据第一实施方式、第二实施方式的结构,对置导体板30应具备的供电点为一个即可,因此能够简化电路结构。

[0127] 本公开以实施例为基准进行了描述,但应理解为本公开并不限于该实施例、构造。本公开也包含各种变形例、等同范围内的变形。其中,各种组合、方式,进一步仅包含它

们中一个要素、一个以上、或一个以下的其它组合、方式也纳入到本公开的范畴、思想范围。

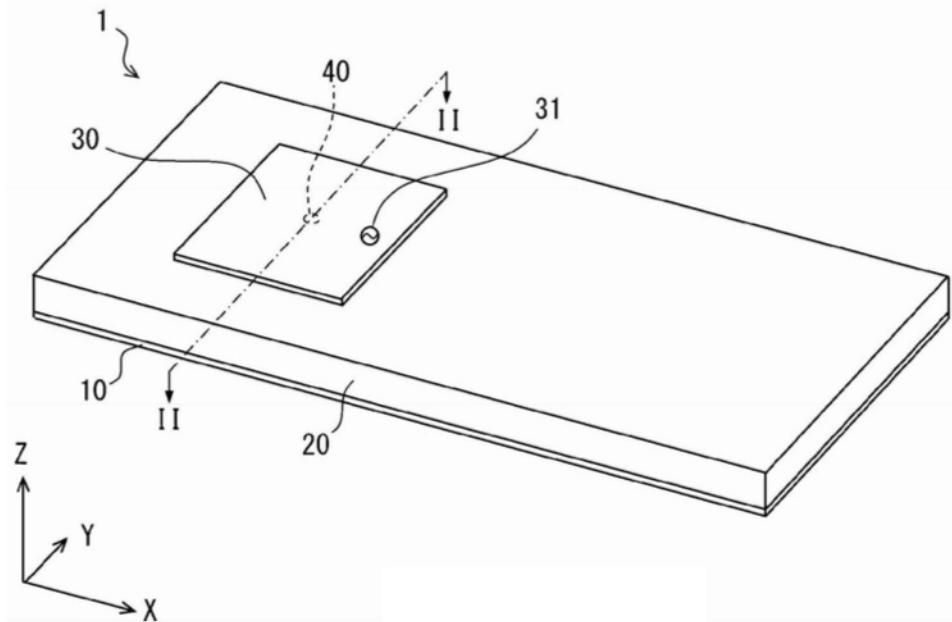


图1

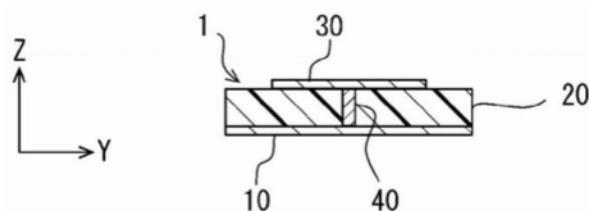


图2

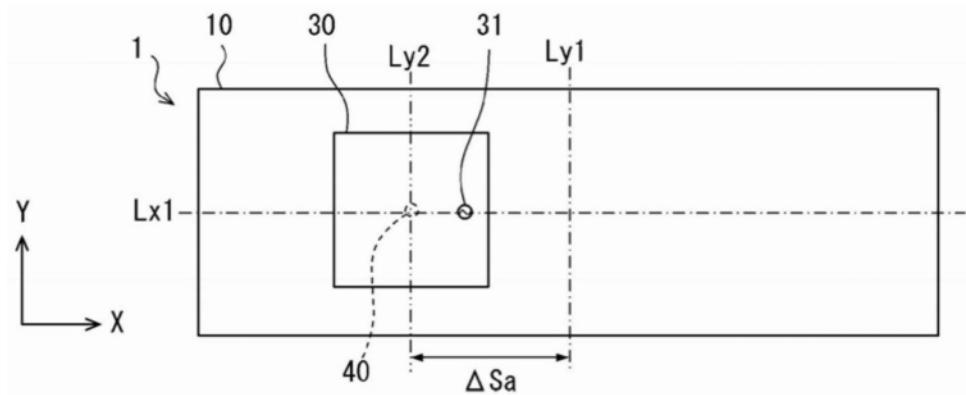


图3

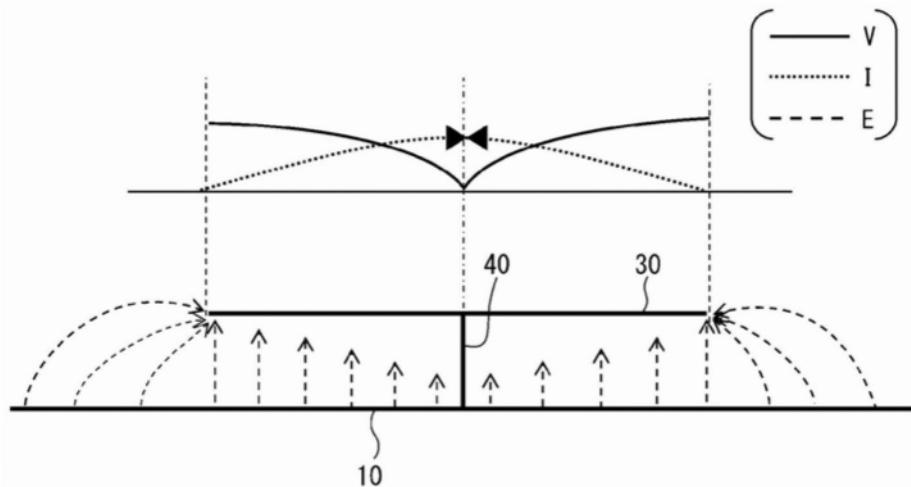


图4

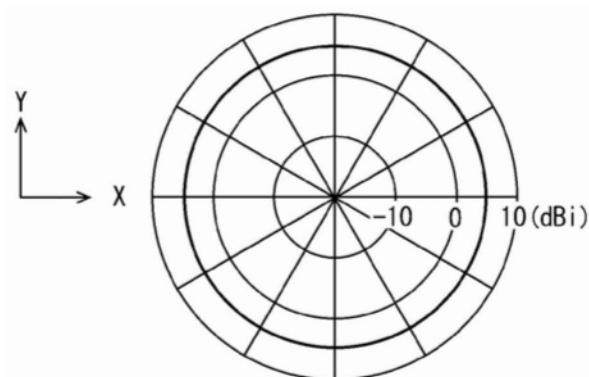


图5

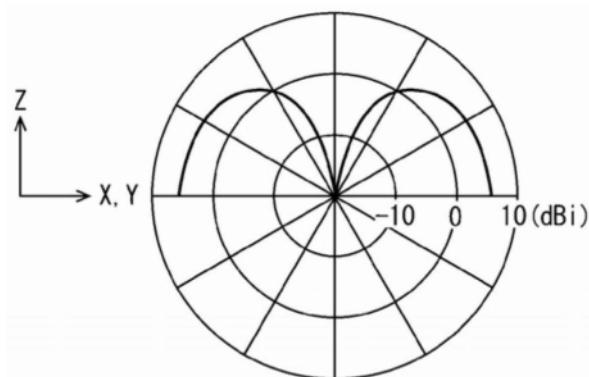


图6

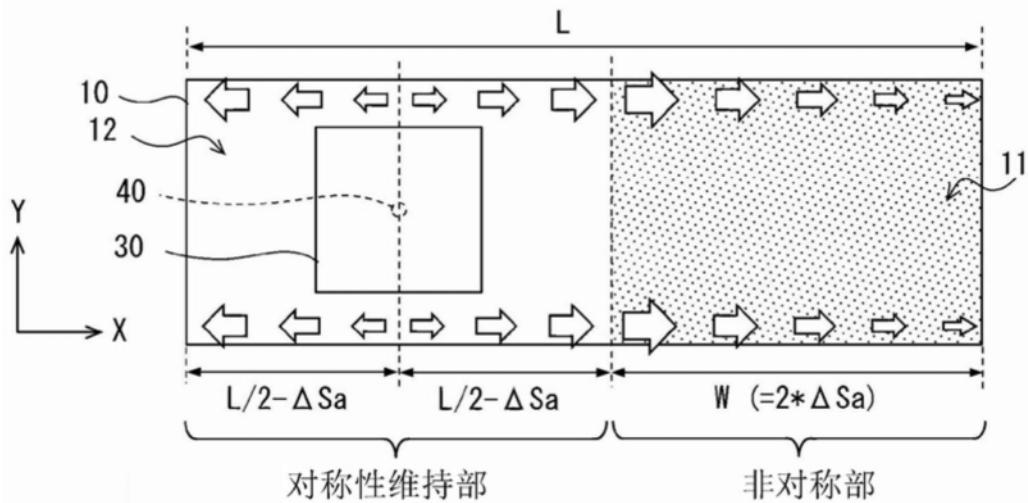


图7

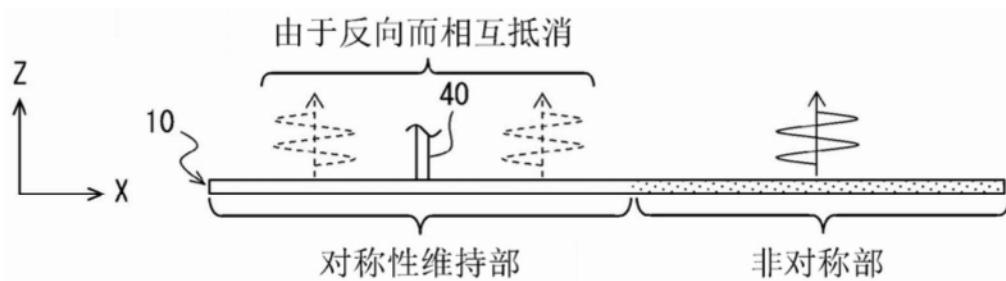


图8

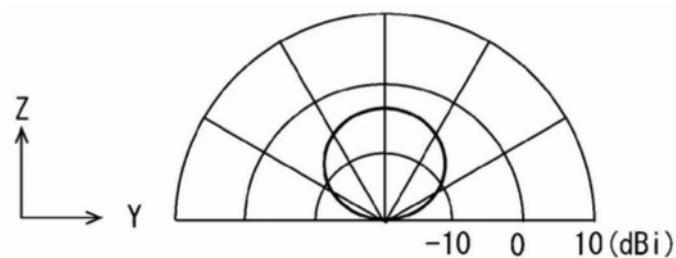


图9

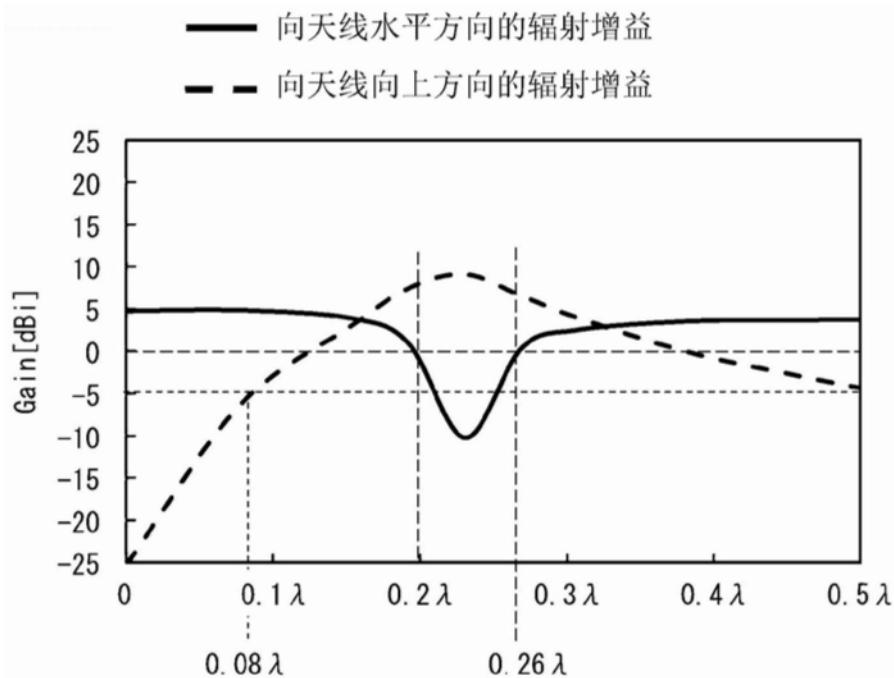


图10

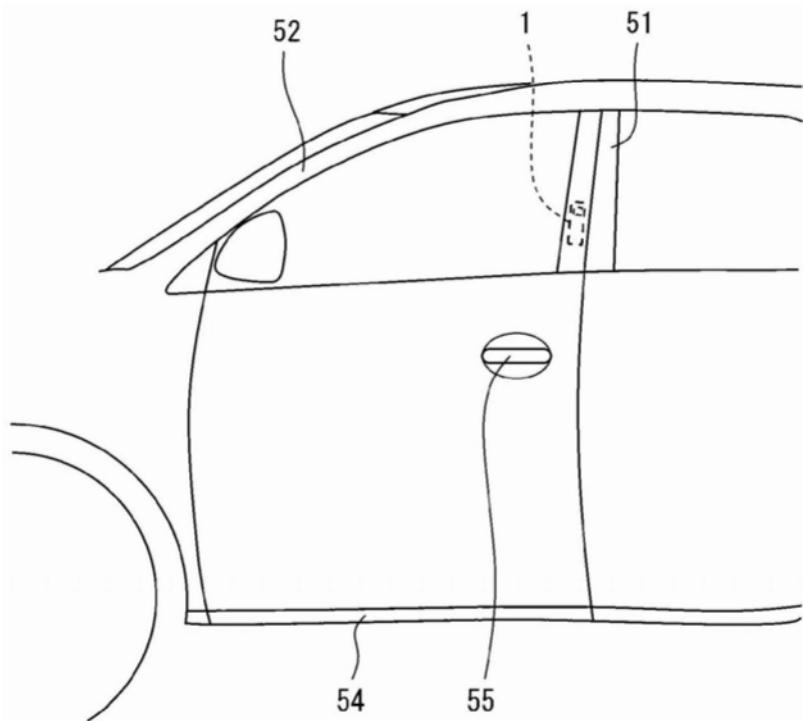


图11

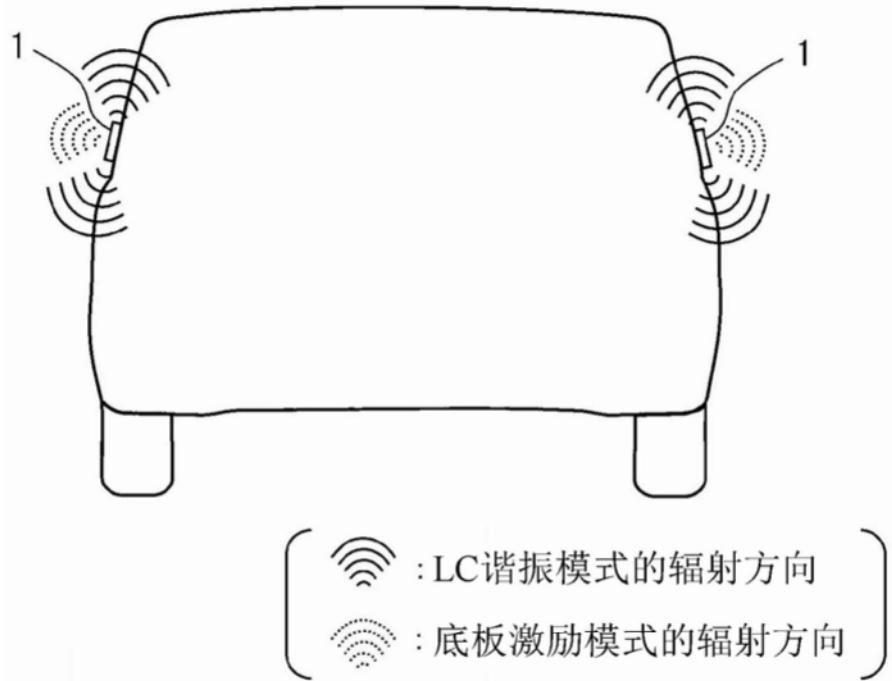


图12

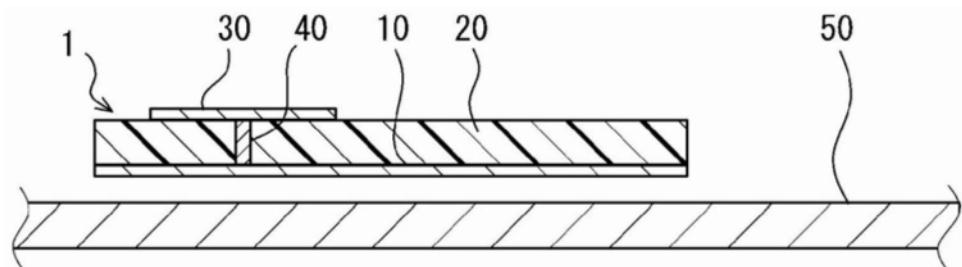


图13

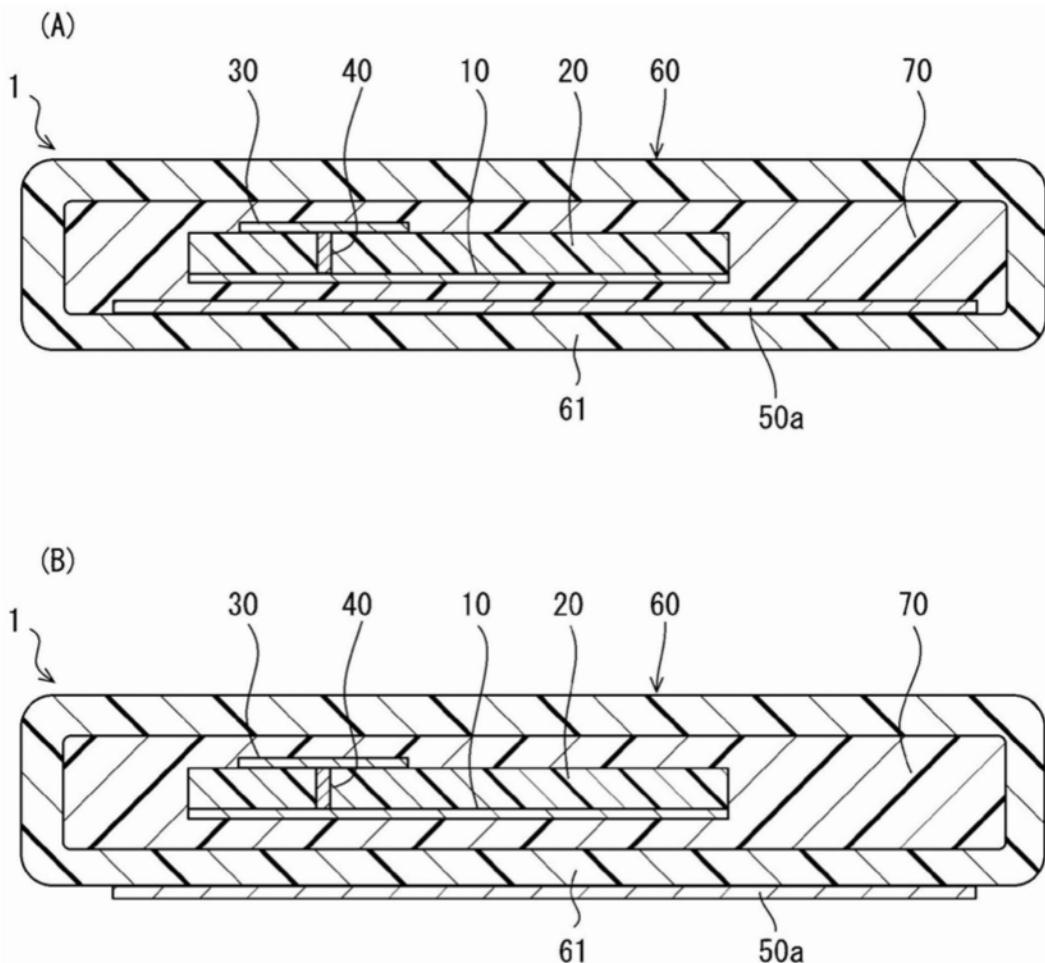


图14

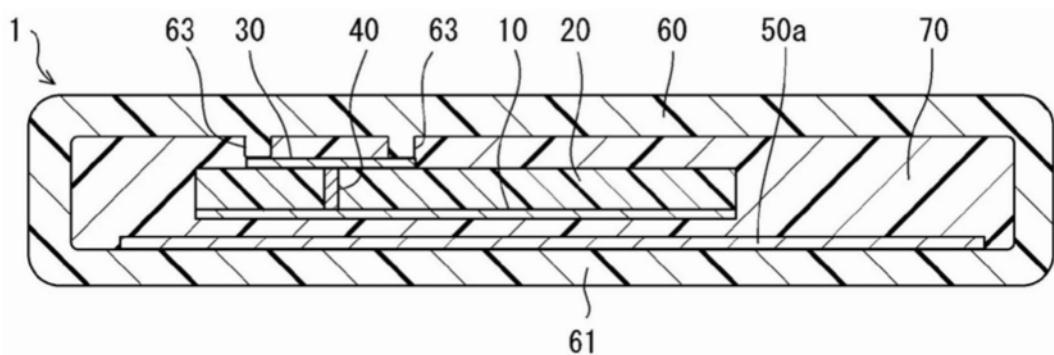


图15

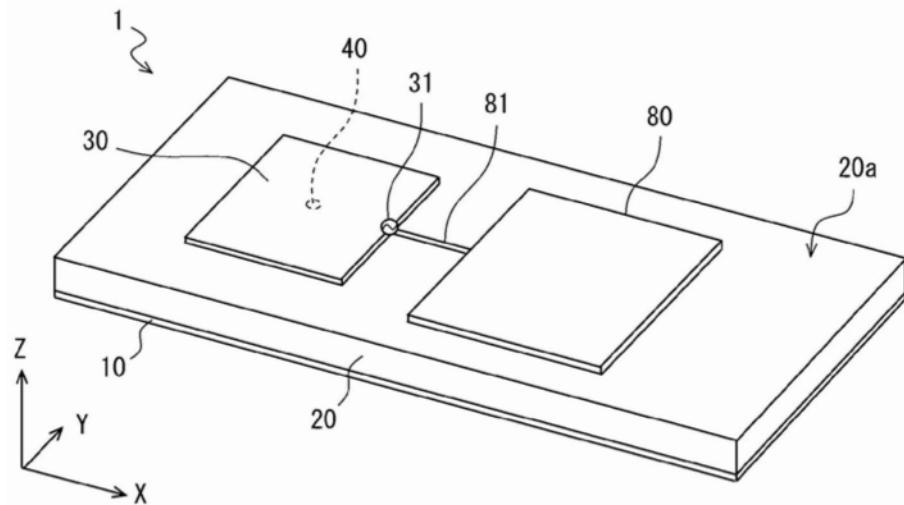


图16

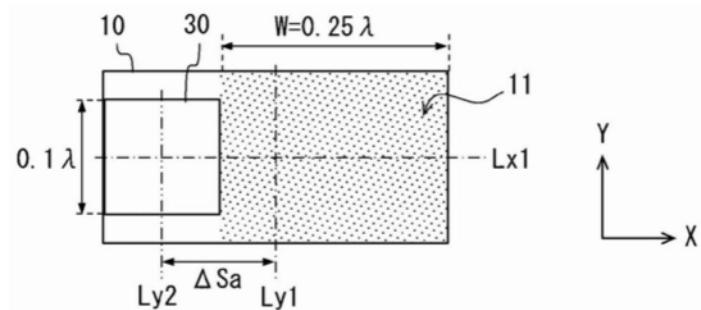


图17

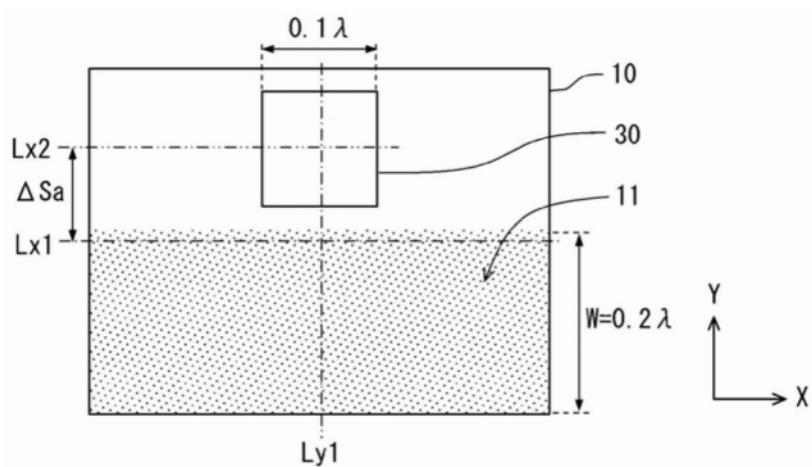


图18

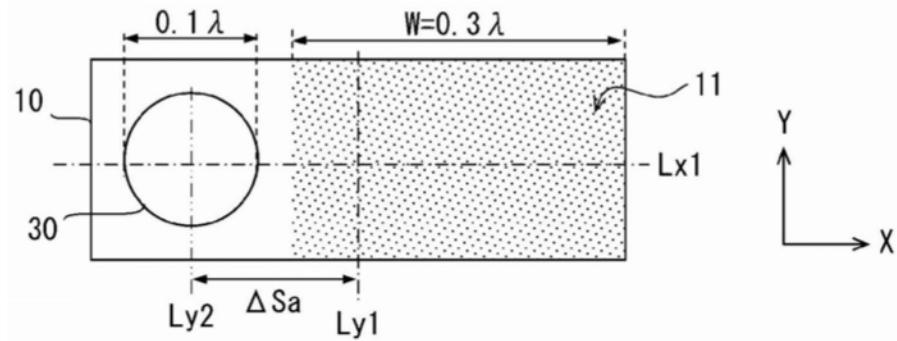


图19

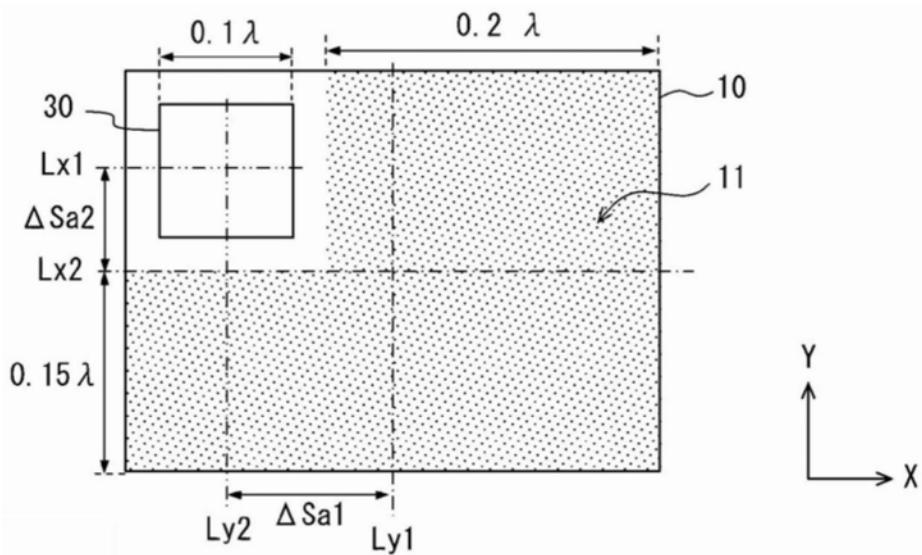


图20

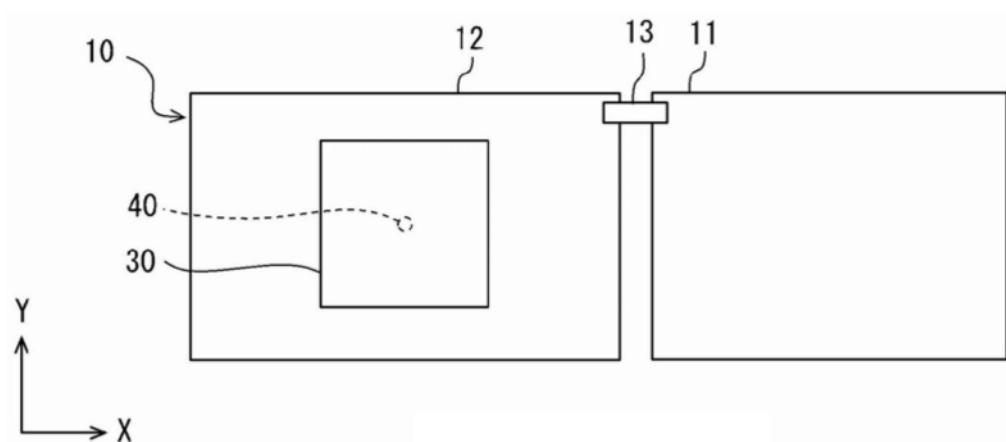


图21

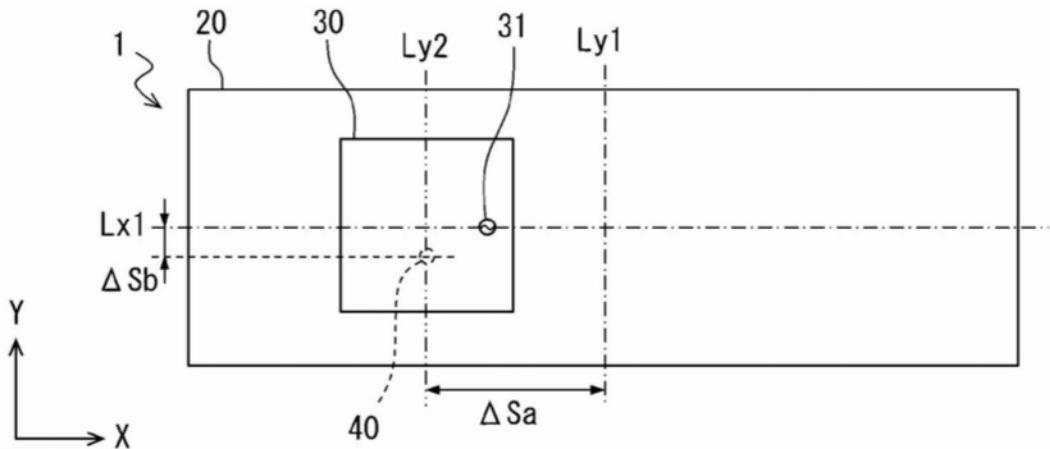


图22

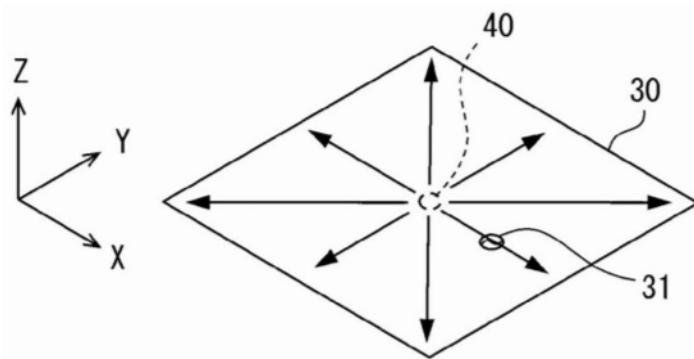


图23

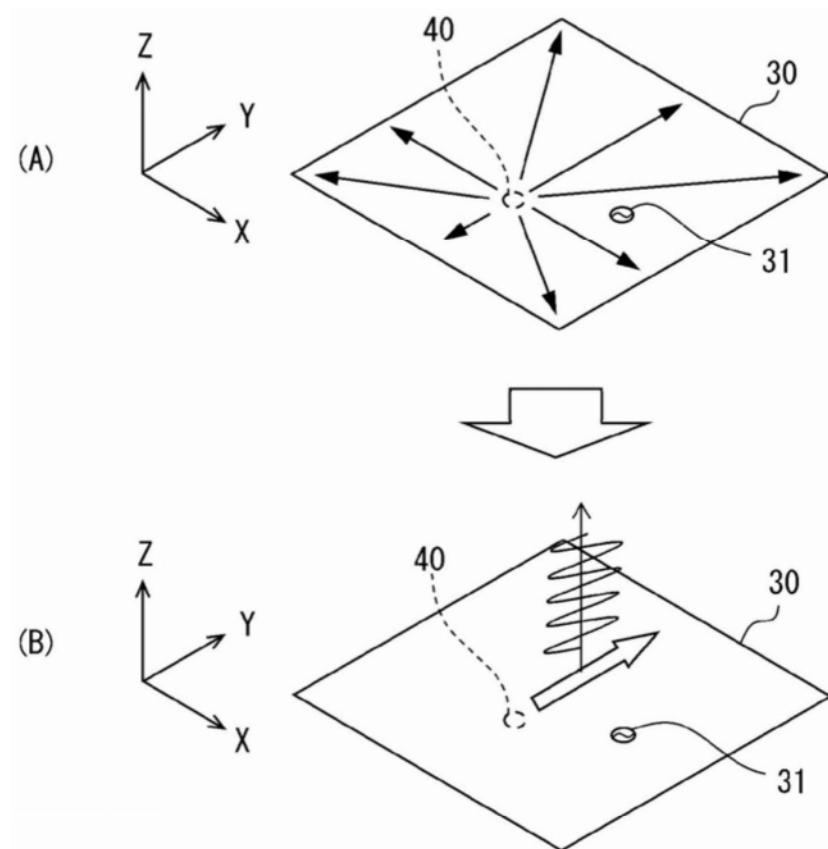


图24

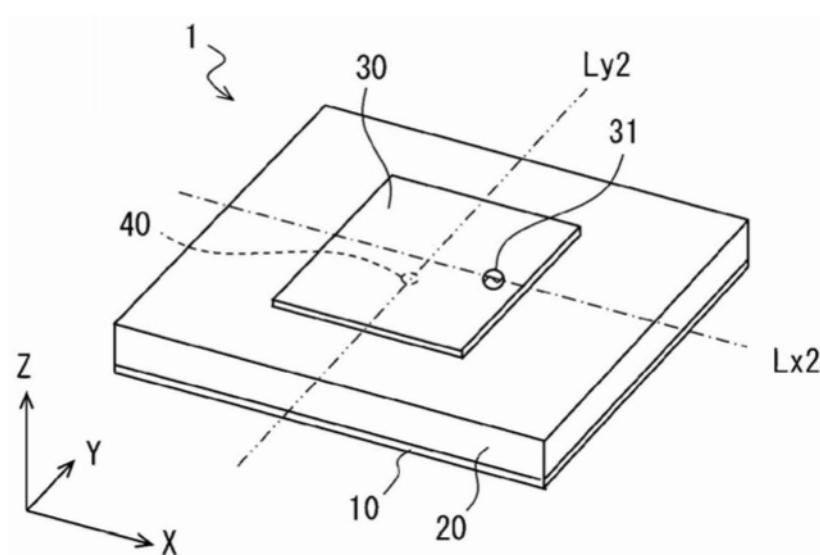


图25

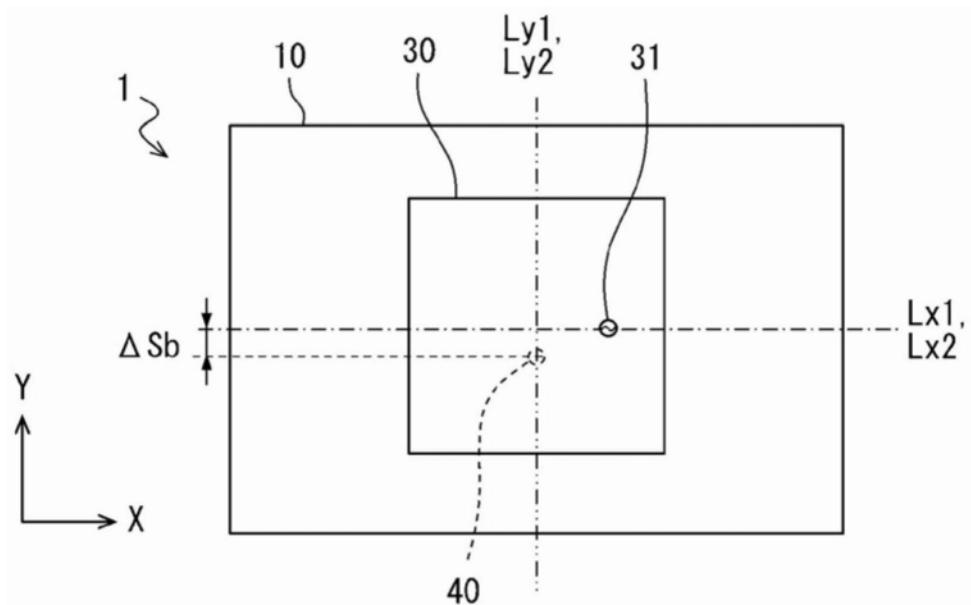


图26