



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104126249 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 27

(21) 申请号 201380010052. 0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 02. 21

H01Q 13/08(2006. 01)

(30) 优先权数据

H01Q 9/16(2006. 01)

2012-035618 2012. 02. 21 JP

H01Q 9/27(2006. 01)

2012-147988 2012. 06. 29 JP

(56) 对比文件

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

US 2011234470 A1, 2011. 09. 29,

2014. 08. 19

审查员 陈晨

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2013/054275 2013. 02. 21

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/125618 JA 2013. 08. 29

(73) 专利权人 株式会社藤仓

地址 日本东京都

(72) 发明人 田山博育 官宁 山口佑一郎

户仓武 千叶洋

(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 舒艳君 李洋

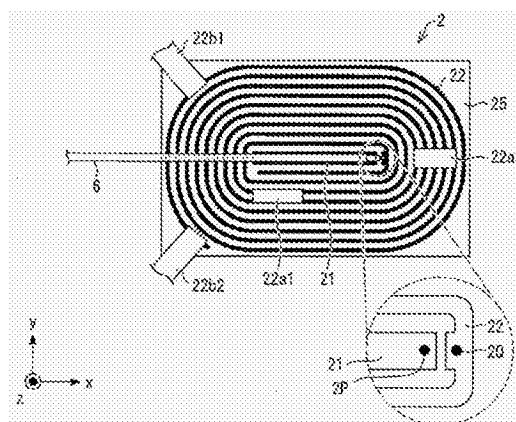
权利要求书1页 说明书19页 附图20页

(54) 发明名称

偶极天线

(57) 摘要

本发明所涉及的偶极天线(2)具备形成在2维面内的第1辐射元件(21)和第2辐射元件(22)。第1辐射元件(21)为直线状,第2辐射元件(22)为盘旋在第1辐射元件(21)的周围的螺旋状。



1. 一种偶极天线,其特征在于,具备形成在 2 维面内的第 1 辐射元件和第 2 辐射元件,其中,

上述第 1 辐射元件为直线状,

上述第 2 辐射元件为在上述第 1 辐射元件的周围盘旋的螺旋状,

在上述第 1 辐射元件设置有连接有同轴线缆的外侧导体的第 1 供电点,

在上述第 2 辐射元件设置有连接有同轴线缆的内侧导体的第 2 供电点,

上述同轴线缆沿着上述第 1 辐射元件配置于上述第 1 辐射元件上。

2. 根据权利要求 1 所述的偶极天线,其特征在于,还具备:

使上述第 2 辐射元件上的不同的点彼此短路的短路部;以及

将上述第 2 辐射元件的最外周上的点与地线连接的接地部。

3. 根据权利要求 2 所述的偶极天线,其特征在于,

上述短路部使构成上述第 2 辐射元件的区间中相互邻接的 3 个以上的区间短路。

偶极天线

技术领域

[0001] 本发明涉及偶极天线。

背景技术

[0002] 以往,使用天线作为用于将高频电流变换成电磁波或将电磁波变换成高频电流的装置。天线根据其形状,分为线状天线、面状天线、立体天线等,此外,根据其结构,分为偶极天线、单极天线、环形天线等。其中,尤其偶极天线具有由 2 个辐射元件构成的简单的结构,从而是现在也广泛地利用的天线之一。

[0003] 在这些天线中,伴随着无线通信的用途的扩大,要求在各种频带中进行动作。例如,在车载用天线中,要求在 FM/AM 广播、DAB(Digital Audio Broadcast) 等地上数字广播、3G(3rd Generation:第 3 代便携电话)、LTE(Long Term Evolution)、GPS(Global Positioning System:全球定位系统)、VICS(注册商标)(Vehicle Information and Communication System:道路交通信息通信系统)、ETC(Electronic Toll Collection:电子收费系统)等频带中进行动作。

[0004] 以往,在不同的频带中动作的天线大多是作为独立的天线装置来实现的。例如,存在如下情况,即,FM/AM 广播用的天线作为在顶部搭载的鞭状天线来实现,地面数字广播用的天线作为粘贴在挡风玻璃的薄膜天线来实现。

[0005] 但是,在汽车中能够安装天线装置的部位有限。另外,若安装的天线装置的数量增加,则产生影响外观、安装成本增加这样的问题。为了避免这样的问题,使用一体化天线装置较为有效。这里,一体化天线装置是指具备了在不同的频带动作的多个天线的天线装置。

[0006] 作为这样的一体化天线装置,例如可以列举在专利文献 1~5 中记载的天线装置。在专利文献 1 中记载的一体化天线装置是具备了 GPS 用以及 ETC 用的各天线的装置。在专利文献 2 中记载的一体化天线装置是具备了 3G 用以及 GPS 用的各天线的装置。在专利文献 3 中记载的一体化天线装置是具备了 ETC 用、GPS 用、VICS 用、电话用主天线以及电话用副天线的各天线的装置。在专利文献 4 中记载的一体化天线装置是具备了 GPS 用、ETC 用、第 1 电话用以及第 2 电话用的各天线的装置。在专利文献 5 中记载的一体化天线装置是具备了在 100kHz 以上并且 1GHz 以下的频带(FM/AM 广播、DAB 等地面数字广播、VICS 等)中动作的天线和在 1GHz 以上的频带(GPS、卫星 DAB 等)中动作的天线的装置。

[0007] 专利文献 1:日本公开专利公报“特开 2007-158957 号”(2007 年 6 月 21 日公开)

[0008] 专利文献 2:日本公开专利公报“特开 2009-17116 号”(2009 年 1 月 22 日公开)

[0009] 专利文献 3:日本公开专利公报“特开 2009-267765 号”(2009 年 11 月 12 日公开)

[0010] 专利文献 4:日本公开专利公报“特开 2010-81500 号”(2010 年 4 月 8 日公开)

[0011] 专利文献 5:美国专利 6,396,447 号说明书(2002 年 5 月 28 日授权)

[0012] 然而,在以往的偶极天线中存在难以小型化这样的问题。实际上,为了使用偶极天线来收发波长 λ 的电磁波,需要将辐射元件的全长(2 个辐射元件的长度之和)设为 $\lambda/2$ 左右。例如,为了使用偶极天线来收发 DAB 波(174MHz 以上并且 240MHz 以下),需要将辐射

元件的全长设为 75cm 左右。

[0013] 另外,为了实现适于搭载在一体化天线装置的偶极天线,还需要考虑以往的一体化天线装置所具有的如下所述的问题。

[0014] 即,在以往的一体化天线装置中,构成各天线的辐射元件被配置成相互不重叠,从而存在难以小型化这样的问题。将构成各天线的辐射元件配置成相互不重叠是为了避免各天线的天线特性不会因其他天线的存在而受损。

[0015] 例如,在专利文献 1 中记载的一体化天线装置中,采用使 ETC 用天线从构成 GPS 用天线的辐射元件的中心开口部露出的构成。因此,需要使 GPS 用天线的辐射元件大型化,以便中心开口部包括 ETC 天线。

[0016] 另外,专利文献 2 中记载的一体化天线装置是在立设于基座的天线基板的里外以相互不重叠的方式粘贴了 3G 用天线和 GPS 用天线的装置。因此,难以减小从与天线基板正交的方向观察时的尺寸,因此不能满足低背化的要求。

[0017] 另外,在专利文献 3 中记载的一体化天线是一种没有考虑占空因素,只是将 5 个天线配置成相互不重叠的装置。相对于此,在专利文献 4 中记载的一体化天线装置中能够看出将 ETC 天线与 GPS 天线的一部分重叠配置的技巧。然而,在 ETC 天线中,与 GPS 天线重叠的部分较小,其不是本质上有利于小型化的装置。

[0018] 另外,专利文献 1 ~ 4 中记载的技术均是用于将在 GHz 范围动作的天线彼此合并的装置,并且不是用于将在地面数字广播用等 MHz 范围动作的天线与在 GHz 范围动作的天线合并的装置。最近,用于接收地面数字广播的调谐器合并于导航系统中,对于在 MHz 范围动作的天线与在 GHz 范围动作的天线的合并的需求提高,但是在专利文献 1 ~ 4 中记载的技术中,存在不能够满足该需求这样的附属问题。

[0019] 在专利文献 5 中记载的天线是将在 MHz 范围动作的天线与在 GHz 范围动作的天线组合的装置,但是在 GHz 范围动作的天线是立体模块,从而难以薄型化。

[0020] 为了实现有助于解决以往的一体化天线所具有的这些问题的偶极天线,除了容易小型化之外,在与其他天线重叠的状态下发挥所期望的性能显得重要。另外,将偶极天线搭载于在汽车的顶部载置的一体化天线装置的情况下,以与汽车的车顶、一体化天线装置的金属基座等导体面平行地配置的状态发挥所期望的性能也显得重要。

发明内容

[0021] 本发明是鉴于上述的问题而完成的,其目的在于实现容易小型化的偶极天线。例如,本发明所要提供的天线是如下所述的偶极天线的例子,即,其是能够与其他天线一同搭载在一体化天线装置的偶极天线,并且有助于一体化天线装置的小型化。

[0022] 为了解决上述课题,本发明所涉及的天线的特征在于,其是具备了形成在 2 维面内的第 1 辐射元件和第 2 辐射元件的偶极天线,上述第 1 辐射元件为直线状,上述第 2 辐射元件为在上述第 1 辐射元件的周围盘旋的螺旋状。

[0023] 根据本发明,能够实现容易小型化的偶极天线。作为一个例子,能够实现能够与其他天线一同搭载在一体化天线装置的偶极天线,该偶极天线有助于一体化天线装置的小型化。

附图说明

[0024] 图 1 是本发明的一实施方式所涉及的偶极天线（作为 DAB 用天线来发挥功能的天线）的俯视图。

[0025] 图 2 是表示图 1 所示的天线的 VSWR 特性以及增益特性的图表。

[0026] 图 3 是表示图 1 所示的天线的辐射模式的图表。(a) 表示 xy 面中的辐射模式，(b) 表示 yz 面中的辐射模式，(c) 表示 zx 面中的辐射模式。

[0027] 图 4 是表示了图 1 所示的天线中省略了短路部和接地部的情况下所得到的 VSWR 特性的图表。

[0028] 图 5(a) 是表示本发明的一实施方式所涉及的偶极天线的一构成例的俯视图。(b) 是表示 (a) 所示的天线的 VSWR 特性的图表。

[0029] 图 6(a) 是表示本发明的一实施方式所涉及的偶极天线的另一构成例的俯视图。(b) 是表示 (a) 所示的天线的 VSWR 特性的图表。

[0030] 图 7(a) 是表示本发明的一实施方式所涉及的偶极天线的另一构成例的俯视图。(b) 是表示 (a) 所示的天线的 VSWR 特性的图表。

[0031] 图 8 是作为 3G/LTE 用天线发挥功能的天线（倒 F 天线）的俯视图。

[0032] 图 9 是表示图 8 所示的天线的 VSWR 特性以及增益特性的图表。

[0033] 图 10 是表示图 8 所示的天线的辐射模式的图表。(a) 表示 xy 面中的辐射模式，(b) 表示 yz 面中的辐射模式，(c) 表示 zx 面中的辐射模式。

[0034] 图 11 是比较了在图 8 所示的天线中设置了分支（整合模式）的情况下所得到的 VSWR 特性与省略了分支的情况下所得到的 VSWR 特性的图表。

[0035] 图 12 是作为 GPS 用天线发挥功能的天线（环形天线）的俯视图。

[0036] 图 13 是表示图 12 所示的天线的输入反射系数特性的图表。

[0037] 图 14 是表示图 12 所示的天线的辐射模式的图表。(a) 表示与水平右旋圆极化波 (RHCP) 和水平左旋圆极化波 (LHCP) 相关的辐射模式，(b) 表示与垂直右旋圆极化波 (RHCP) 和垂直左旋圆极化波 (LHCP) 相关的辐射模式。

[0038] 图 15(a) 是表示在图 12 所示的天线中省略了无源元件的情况下所得到的输入反射系数特性的图表。(b) 是表示在图 12 所示的天线中省略了无源元件和短路部的情况下所得到的输入反射系数特性的图表。

[0039] 图 16(a) 是表示环形天线的变形例的俯视图。(b) 是该环形天线所具备的无源元件组的等效电路。

[0040] 图 17 是表示图 16 所示的环形天线的辐射模式的图表。

[0041] 图 18 是表示图 16 所示的环形天线的 VSWR 特性的图表。

[0042] 图 19 是表示图 16 所示的环形天线的第 1 变形例的俯视图。

[0043] 图 20 是表示图 16 所示的环形天线的第 2 变形例的俯视图。

[0044] 图 21 是表示图 1、图 8 以及图 12 所示的 3 个天线的组合方法的三面图。

[0045] 图 22(a) 是表示将图 8 所示的天线配置在图 1 所示的天线的下层的组合方法的主视图。(b) 是表示将图 8 所示的天线配置在图 1 所示的天线与图 12 所示的天线之间的中间层的组合方法的主视图。

[0046] 图 23 是对采用了将图 8 所示的天线配置在图 1 所示的天线的下层的组合方法的

情况下所得到的图 8 所示的天线的 VSWR 特性与采用了将图 8 所示的天线配置在图 1 所示的天线与图 12 所示的天线之间的中间层的组合方法的情况下所得到的图 8 所示的天线的 VSWR 特性进行了比较的图表。

[0047] 图 24 是表示搭载了图 8、图 1 以及图 12 所示的 3 个天线的天线装置的构成的分解立体图。

具体实施方式

[0048] (偶极天线)

[0049] 参照图 1 ~ 图 7 来说明本发明的一实施方式所涉及的偶极天线。其中,本实施方式所涉及的偶极天线作为 DAB(Digital Audio Broadcast) 用天线发挥功能。这里,DAB 用天线是指在面向 DAB 的频带的任意频带中动作的天线。假设本实施方式所涉及的偶极天线在 174MHz 以上并且 240MHz 以下的频带(以下记载为“要求频带”)中动作。以下,对本实施方式所涉及的偶极天线赋予符号 2,记载为“天线 2”。

[0050] 《天线的构成》

[0051] 参照图 1 来说明本实施方式所涉及的天线 2 的构成。图 1 是天线 2 的俯视图。此外,在以下说明的天线 2 的各部分的尺寸是示例性的,天线 2 的各部分的尺寸并不限于这些。即,根据材料的选择、设计方法(构成方法)等,能够适当地变更在以下说明的天线 2 的各部分的尺寸。

[0052] 天线 2 是具备了第 1 辐射元件 21 和第 2 辐射元件 22 的偶极天线。在本实施方式中,采用了以 1 对电介质膜 25 来夹持构成这些的导体箔的构成。此外,在本实施方式中,使用 50mm×80mm 的聚亚酰胺膜作为电介质膜 25。

[0053] 第 1 辐射元件 21 以及第 2 辐射元件 22 均由线状或者带状的导体构成。在本实施方式中,使用宽度 3.5mm 的带状的导体箔(例如,铜箔)作为第 1 辐射元件 21,使用宽度 1.0mm 的带状的导体箔(例如,铜箔)作为第 2 辐射元件 22。

[0054] 第 1 辐射元件 21 是直线状的,其长度为 32.5mm。同轴线缆 6 的外侧导体与第 1 辐射元件 21 的右端部连接。以下,将与同轴线缆 6 的外侧导体连接的第 1 辐射元件 21 上的点 2P 称为第 1 供电点。

[0055] 第 2 辐射元件 22 为在第 1 辐射元件 21 的周围盘旋的螺旋状。在第 2 辐射元件 22 的最内周,同轴线缆 6 的内侧导体连接在与第 1 辐射元件 21 的右端部对置的部位。以下,将与同轴线缆 6 的内侧导体连接的第 2 辐射元件 22 上的点 2Q 称为第 2 供电点。

[0056] 在本实施方式中,将第 2 辐射元件 22 的形状设为直线部与四分之一圆部交替地连接的、绕逆时针方向盘旋 $9 \times 360^\circ$ 的螺旋状。这里,从内周侧的端部开始数的第 $4k+1$ 个 ($k = 0, 1, \dots, 8$) 直线部在第 1 辐射元件 21 的下方以与第 1 辐射元件 21 的长边轴平行的方式延伸,其长度为 31.5mm ($k = 0$) 或者 33mm ($k = 1, 2, \dots, 8$)。另外,从内周侧的端部开始数的第 $4k+2$ 个 ($k = 0, 1, \dots, 8$) 直线部在第 1 辐射元件 21 的右方以与第 1 辐射元件 21 的短边轴平行的方式延伸,其长度为 3.5mm。另外,从内周侧的端部开始数的第 $4k+3$ 个 ($k = 0, 1, \dots, 8$) 直线部在第 1 辐射元件 21 的上方以与第 1 辐射元件 21 的长边轴平行的方式延伸,其长度为 33mm。另外,从内周侧的端部开始数的第 $4k+4$ 个 ($k = 0, 1, \dots, 8$) 直线部在第 1 辐射元件 21 的左方以与第 1 辐射元件 21 的短边轴平行的方式延伸,其长度为 6mm。

另一方面,四分之一圆部的半径随着远离最内周(接近最外周)而逐渐变大,使得第2辐射元件22形成螺旋。其中,最内周的四分之一圆部的外周半径为2.5mm,最外周的四分之一圆部的外周半径为22.5mm。

[0057] 在天线2中,为了使要求频带内持有谐振点,要求将辐射元件21~22的全长(第1辐射元件21的长度与第2辐射元件22的长度之和)设为75cm($\lambda/2$)左右。如上所述那将第2辐射元件22的形状设为螺旋状是为了将满足该要求的辐射元件21~22收纳在50mm×80mm的区域内。

[0058] 在第2辐射元件22设置有短路部22a1~22a2和接地部22b1~22b2。短路部22a1~22a2以及接地部22b1~22b2是用于防止在要求频带内形成VSWR的值超过规定值(例如,2.5)的区域的构成。

[0059] 短路部22a1~22a2是使第2辐射元件22上的不同的点彼此短路的面状的导体。进一步具体而言,第1短路部22a1是使构成第2辐射元件22的直线部中的位于第1辐射元件21的下方的2个直线部(从内周侧开始数的第3~4个直线部)短路的长方形形状的导体箔(例如铝箔)。另外,第2短路部22a2是使构成第2辐射元件22的直线部中的位于第1辐射元件21的右方的5个直线部(从内周侧开始数的第4~8个直线部)短路的长方形形状的导体箔(例如铝箔)。

[0060] 接地部22b1~22b2是将第2辐射元件22的最外周上的点接地的线状或者带状的导体。进一步具体而言,第1接地部22b1是将构成第2辐射元件22的最外周的四分之一圆部中的位于第1辐射元件21的左上方的四分之一圆部上的点接地的带状的导体箔(例如铝箔)。另外,第2接地部22b2是将构成第2辐射元件22的最外周的四分之一圆部中的位于第1辐射元件21的左下方的四分之一圆部上的点接地的带状的导体箔(例如铝箔)。

[0061] 《天线的特性、以及短路部及接地部的效果》

[0062] 接下来,参照图2~图3来说明本实施方式所涉及的天线2的特性。此外,还能够将天线2与后述的天线1(参照图8)以及天线3(参照图12)组合使用,以下所示的特性是在以特定的组合方法与天线1、3组合的状态下得到的。参照图21来后述该特定的组合方法。

[0063] 图2是表示VSWR以及效率(增益)的频率依赖性的图表。从图2的图表可以看出,在要求频带全域中VSWR的值抑制在2.5以下,即,回波损耗被抑制得足够小。另外,从图2的图表可以看出,在要求频带全域中增益的值保持在-3.5dB以上。即,从图2的图表可以看出,要求频带全域成为天线2的动作频带。

[0064] 图3表示240MHz中的辐射模式的图表。(a)表示xy面中的辐射模式,(b)表示yz面中的辐射模式,(c)表示zx面中的辐射模式。从图3的图表可以看出至少在240MHz中实现了略无方向性辐射模式。

[0065] 接下来,参照图4来确认短路部22a1~22a2以及接地部22b1~22b2的效果。图4是表示在省略了短路部22a1~22a2以及接地部22b1~22b2的情况下所得到的VSWR的频率依赖性的图表。

[0066] 从图4可以看出,在省略了短路部22a1~22a2以及接地部22b1~22b2的情况下,在要求频带内出现了VSWR值超过规定值(例如,2.5)的区域。在设置了短路部22a1~22a2以及接地部22b1~22b2的情况下,如图2所示,不出现这样的区域。即,通过比较图

2 的图表与图 4 的图表能够确认：通过设置短路部 22a1 ~ 22a2 以及接地部 22b1 ~ 22b2，能够在要求频带全域将 VSWR 的值抑制在 2.5 以下。

[0067] 此外，天线 2 如下述那样被配置成与导体板 4（参照图 21）平行的情况下，在与导体板 4 之间产生电磁耦合以及静电耦合。在该情况下，还能够将天线 2 看作微带天线。

[0068] 《关于天线的特性的补充》

[0069] 此外，本实施方式所涉及的天线 2 是一种在不与后述的天线 1（参照图 8）以及天线 3（参照图 12）组合，以单体方式利用也能够得到良好的特性的天线。以下，基于图 5 ~ 图 7 来补充说明以单体方式利用了天线 2 的情况下的特性。

[0070] 图 5(a) 是表示天线 2 的构成例的俯视图。在图 5(a) 所示的在天线 2 中，省略了短路部以及接地部。

[0071] 图 5(b) 是表示如图 5(a) 所示那样构成的天线 2 的 VSWR 特性的图表。图 5(a) 所示的 VSWR 特性是以单体方式利用了天线 2 的情况（不与天线 1 以及天线 3 组合使用的情况）下的 VSWR 特性。

[0072] 即使省略了短路部以及接地部，但是如图 5(b) 所示，天线 2 在要求频带（DAB 频带）内具有谐振点。然而，在省略了短路部以及接地部的情况下，如图 5(b) 所示、VSWR 的值在阈值（例如 4）以下的带宽较窄。

[0073] 图 6(a) 是表示天线 2 的其他构成例的俯视图。图 6(a) 所示的天线 2 具有 3 个短路部 22a1 ~ 22a3 和 2 个接地部 22b1 ~ 22b2。

[0074] 3 个短路部 22a1 ~ 22a3 均是使构成第 2 辐射元件 22 的区间中的相互相邻的 2 个区间短路的部件。进一步具体而言，第 1 短路部 22a1 使构成第 2 辐射元件 22 的直线部中的位于第 1 辐射元件 21 的下方（配置有第 2 辐射元件 22 的内周侧的端部的侧）的 2 个直线部（从内周侧开始数的第 3 ~ 4 个直线部）短路。另外，第 2 短路部 22a2 使构成第 2 辐射元件 22 的直线部中的位于第 1 辐射元件 21 的上方（与配置有第 2 辐射元件 22 的内周侧的端部的侧相反的侧）的 2 个直线部（从内周侧开始数的第 1 ~ 2 个直线部）短路。另外，第 3 短路部 22a3 使构成第 2 辐射元件 22 的直线部中的位于第 1 辐射元件 21 的上方的 2 个直线部（从内周侧开始数的第 1 ~ 2 个直线部）短路。

[0075] 2 个接地部 22b1 ~ 22b2 均是将构成第 2 辐射元件 22 的最外周的区间接地的部件。进一步具体而言，第 1 接地部 22b1 将构成第 2 辐射元件 22 的最外周的四分之一圆部中的位于第 1 辐射元件 21 的左上方的四分之一圆部上的点接地。另外，第 2 接地部 22b2 将构成第 2 辐射元件 22 的最外周的四分之一圆部中的位于第 1 辐射元件 21 的左下方的四分之一圆部上的点接地。

[0076] 图 6(b) 是表示如图 6(a) 所示那样构成的天线 2 的 VSWR 特性的图表。图 6(a) 所示的 VSWR 特性是以单体方式利用了天线 2 的情况（不与天线 1 以及天线 3 组合使用的情况）下的 VSWR 特性。

[0077] 从图 6(b) 可以确认，通过设置了短路部 22a1 ~ 22a3 以及接地部 22b1 ~ 22b2，VSWR 的值变成阈值（例如 4）以下的带宽变宽。作为如上所述那样带宽变大的因素，可以列举通过设置了短路部 22a1 ~ 22a3 而在辐射元件 22 上形成的电流路径的变化增加的结果所导致的谐振点的生成或者偏移。

[0078] 图 7(a) 是表示天线 2 的另一构成例的俯视图。图 7(a) 所示的天线 2 具有 2 个短

路部 22a1 ~ 22a2 和 2 个接地部 22b1 ~ 22b2。

[0079] 2 个短路部 22a1 ~ 22a2 均是使构成第 2 辐射元件 22 的区间中的相互相邻的 3 个以上的区间短路的部件。进一步具体而言,第 1 短路部 22a1 使构成第 2 辐射元件 22 的直线部中的位于第 1 辐射元件 21 的下方(配置有第 2 辐射元件 22 的内周侧的端部的侧)的 6 个直线部(从内周侧开始数的第 1 ~ 6 个直线部)短路。另外,第 2 短路部 22a2 使构成第 2 辐射元件 22 的直线部中的位于第 1 辐射元件 21 的上方(与配置有第 2 辐射元件 22 的内周侧的端部的侧相反的侧)的 5 个直线部(从内周侧开始数的第 4 ~ 8 个直线部)短路。

[0080] 2 个接地部 22b1 ~ 22b2 均是将构成第 2 辐射元件 22 的最外周的区间接地的部件。进一步具体而言,第 1 接地部 22b1 将构成第 2 辐射元件 22 的最外周的四分之一圆部中的位于第 1 辐射元件 21 的左上方的四分之一圆部上的点接地。另外,第 2 接地部 22b2 将构成第 2 辐射元件 22 的最外周的四分之一圆部中的位于第 1 辐射元件 21 的左下方的四分之一圆部上的点接地。其中,第 1 接地部 22b1 兼作短路部,该短路部使构成第 2 辐射元件 22 的四分之一圆部中的位于第 1 辐射元件 21 的左上方的 4 个四分之一圆部(从外周侧开始数的第 1 ~ 4 个四分之一圆部)短路。

[0081] 图 7(b) 是表示如图 7(a) 所示那样构成的天线 2 的 VSWR 特性的图表。图 7(a) 所示的 VSWR 特性是在以单体方式利用了天线 2 的情况(不与天线 1 以及天线 3 组合使用的情况)下的 VSWR 特性。

[0082] 从图 7(b) 可以确认,通过设置了短路部 22a1 ~ 22a2 以及接地部 22b1 ~ 22b2, VSWR 的值变成阈值(例如 4)以下的带宽进一步变宽。作为如上所述那样带宽变宽的因素,可以列举通过将使用短路部 22a1 ~ 22a2 来短路的第 1 辐射元件 21 的区间数量设为 3 以上而在辐射元件 22 上形成的电流路径的变化进一步增加的结果所导致的谐振点的进一步生成或者偏移。

[0083] (对一体化天线装置的搭载)

[0084] 对一体化天线装置的搭载是本实施方式所涉及的天线 2 的典型的实施例之一。作为与本实施方式所涉及的天线 2 一同搭载在一体化天线装置的天线,可以列举 3G(3rd Generation)/LTE(Long Term Evolution)用天线、GPS(Global Positioning System)用天线等。以下,依次说明 3G/LTE 用天线、GPS 用天线以及一体化天线装置。

[0085] (3G/LTE 用天线)

[0086] 参照图 8 ~ 图 11 来说明作为 3G/LTE 用天线发挥功能的天线 1。

[0087] 其中,3G/LTE 用天线是在面向 3G 的频带的任何频带和面向 LTE 的频带的任何频带双方中动作的天线。假设以下说明的天线 1 在 761MHz 以上并且 960MHz 以下的频带(以下记载为“低频侧要求频带”)和在 1710MHz 以上并且 2130MHz 以下的频带(以下记载为“高频侧要求频带”)双方中动作。

[0088] 《3G/LTE 用天线的构成》

[0089] 首先,参照图 8 来说明作为 3G/LTE 用天线来发挥功能的天线 1 的构成。其中,以下说明的天线 1 的各部分的尺寸是示例性的,天线 1 的各部分的尺寸并不限定于这些。即,根据材料的选择、设计方法(构成方法)等,能够适当地变更以下说明的天线 1 的各部分的尺寸。

[0090] 天线 1 是具备了接地板 11、辐射元件 12 以及短路部 13 的逆 F 型天线。在本实施方式中采用以 1 对电介质膜 15 夹持构成这些的导体箔的构成。此外,在本实施方式中,使用具有 $4\text{mm} \times 4\text{mm}$ 的凸部的 $5\text{mm} \times 140\text{mm}$ 的聚亚酰胺膜作为电介质膜 15。

[0091] 接地板 11 由面状的导体构成。在本实施方式中,使用 $2.0\text{mm} \times 2.0\text{mm}$ 的正方形状的导体箔(例如,铜箔)作为接地板 11。同轴线缆 5 的外侧导体与接地板 11 上的中心部连接。以下,将与同轴线缆 5 的外侧导体连接的接地板 11 上的点称为第 1 供电点 1P。

[0092] 辐射元件 12 由线状或者带状的导体构成。在本实施方式中,使用宽度 1.5mm 的带状的导体箔(例如,铜箔)作为辐射元件 12。辐射元件 12 为直线状,并且被配置成其长边轴与接地板 11 的上边平行。同轴线缆 5 的内侧导体与辐射元件 12 的右翼 12c(后述)的左端部连接。以下,将与同轴线缆 5 的内侧导体连接的辐射元件 12 上的点称为第 2 供电点 1Q。

[0093] 在辐射元件 12 形成有宽度 3mm 、深度 0.5mm 的切口 12a。切口 12a 从辐射元件 12 的下缘向上缘挖掘,接地板 11 的上端部嵌入于切口 12a。此外,本说明书中,在辐射元件 12 中,将位于比图 8 中的切口 12a 更靠左侧的位置的部分称为左翼 12b,将位于比图 8 中的切口 12a 更靠右侧的位置的部分称为右翼 12c。

[0094] 在辐射元件 12 的左翼 12b 形成有宽度 3mm 、长度 7mm 的分支 12d。分支 12d 从辐射元件 12 的左翼 12b 向下方拉出,并且以与辐射元件 12 的短边轴(与长边轴正交的轴)平行的方式延伸。通过设置分支 12d,在辐射元件 12 产生新的电流路径。其结果,天线 1 的谐振频率发生偏移。

[0095] 此外,在天线 1 中,为了在高频侧要求频带内设置谐振点,将辐射元件 12 的右翼 12c 的长度设为 33mm ,为了在低频侧要求频带内设置谐振点,将辐射元件 12 的左翼 12b 的长度设为 103mm 。因此,辐射元件 12 的全长成为加上切口 12a 的宽度 3mm 在内的 139mm 。

[0096] 短路部 13 是用于使接地板 11 与辐射元件 12 短路的部件,其由线状或者带状的导体构成。在本实施方式中,使用宽度 0.5mm 的带状的导体箔(例如,铜箔)作为短路部 13。

[0097] 在本实施方式中,使用由 4 个直线部 13a ~ 13d 构成的带状的导体箔作为短路部 13。这里,第 1 直线部 13a 从接地板 11 的下端向右方拉出,并以与辐射元件 12 的长边轴平行的方式延伸。另外,第 2 直线部 13b 从第 1 直线部 13a 的右端向上方拉出,并以与辐射元件 12 的短边轴平行的方式延伸。另外,第 3 直线部 13c 从第 2 直线部 13b 的上端向左方拉出,并以与辐射元件 12 的长边轴平行的方式延伸。另外,第 4 直线部 13d 从第 3 直线部 13c 的左端向上方拉出,并以与辐射元件 12 的短边轴平行的方式延伸。而且,第 4 直线部 13d 的上端到达辐射元件 12 的右翼 12c 的左端。

[0098] 在天线 1 中,应该关注的第 1 点是采用了如图 8 所示那样使从接地板 11 拉出的同轴线缆 5 与从辐射元件 12 拉出的分支 12d 相互交叉的构成。根据该构成,在辐射元件 12 与同轴线缆 5 的外侧导体之间产生电磁耦合。换言之,分支 12d 作为夹设在辐射元件 12 与同轴线缆 5 的外侧导体之间的感应体来发挥功能。若改变分支 12d 的形状和 / 或尺寸,则该电磁耦合的强度发生变化,其结果,天线 1 的输入阻抗发生变化。即,能够使分支 12d 作为匹配模式来发挥功能。

[0099] 此外,在本实施方式中采用使 1 个分支 12d 与同轴线缆 5 交叉的构成,但是并不限于此。即,还可以采用使以与分支 12d 相同的方式构成的 2 个以上的分支与同轴线缆 5

交叉的构成。在该情况下,能够根据变更各分支的形状和 / 或尺寸来使天线 1 的输入阻抗变化,还能够根据变更分支的数量来使天线 1 的输入阻抗变化。因此,能够使天线 1 的输入阻抗在更广的范围内变化。

[0100] 在天线 1 中,应该关注的第 2 点是采用了在如图 8 所示那样在引出了与通过分支 12d 的前端的辐射元件 12 (的长边轴) 平行的直线 M 时被该直线 M 与辐射元件 12 夹住的区域的内部配置接地板 11 的构成。根据该构成,能够将天线 1 的高度抑制为与辐射元件 12 的宽度以及分支 12d 的长度之和相同的程度。即,能够实现天线 1 的低姿势化。

[0101] 其中,能够实现上述的构成是由于使接地板 11 的尺寸小型化。如图 8 所示,在采用使接地板 11 的上部嵌入于切口 12a 的构成的情况下,通过使与辐射元件 12 的短边方向相关的接地板 11 的尺寸小于分支 12d 的长度与切口 12a 的深度之和,从而能够实现上述的构成。另外,采用未使接地板 11 的上部嵌入于切口 12a 的构成的情况下,通过使与辐射元件 12 的短边方向相关的接地板 11 的尺寸小于分支 12d 的长度,从而能够实现上述的构成。此外,如上所述那样使接地板 11 的尺寸小型化的情况下,优选沿底架等导体面铺设同轴线缆 5。这是由于,在该情况下,根据与同轴线缆 5 的外侧导体结合 (静电耦合和 / 或电磁耦合) 的底架等导体面,能够增补接地板 11 的功能。

[0102] 此外,天线 1 是被设计成如下所述的天线,即,其在折弯时发挥所期望的性能。进一步具体而言,设计为如下,即,以该端面形成 π 字 (U 字) 形的方式,在向辐射元件 12 的短边轴方向延伸的 2 个直线 $L \sim L'$ 折弯了天线 1 时,发挥所期望的性能。

[0103] 《3G/LTE 用天线的特性以及分支的效果》

[0104] 参照图 9 ~ 图 10 来说明作为 3G/LTE 用天线来发挥功能的天线 1 的特性。其中,天线 1 是假设与上述的天线 2 (参照图 1) 以及后述的天线 3 (参照图 12) 组合使用而设计的天线,以下所表示的特性是在以特定的组合方法与天线 2 ~ 3 组合了的状态下所得到的。参照图 21 来后述该特定的组合方法。

[0105] 图 9 是表示 VSWR (Voltage Standing Wave Ratio, 电压驻波比) 以及效率 (增益) 的频率依赖性的图表。从图 9 的图表可以看出,在低频侧要求频带与高频侧要求频带双方中 VSWR 的值被抑制在 3 以下,即,回波损耗被抑制得足够小。另外,从图 9 的图表可以看出,在低频侧要求频带与高频侧要求频带双方中,增益的值被保持在 -3.5dB 以上。即,从图 9 的图表可以看出低频侧要求频带与高频侧要求频带双方成为天线 1 的动作频带。

[0106] 图 10 是表示 787MHz 中的辐射模式的图表。(a) 表示 xy 面中的辐射模式,(b) 表示 yz 面中的辐射模式,(c) 表示 zx 面中的辐射模式。从图 10 的各图表可以看出至少在 787MHz 实现了略无方向性辐射模式。

[0107] 接下来,参照图 11 来确认分支 12d 的效果。图 11 是表示设置了分支 12d 的情况下所得到的 VSWR 的频率依赖性和省略了分支 12d 的情况下所得到的 VSWR 的频率依赖性的图表。

[0108] 从图 11 可以看出,通过设置分支 12d,从而谐振频率向高频侧偏移,并且实现了阻抗匹配,动作频带的带宽扩大。例如,在将 VSWR 成为 3 以下的频带看作天线 1 的动作频带的情况下,通过设置分支 12d,天线 1 的动作频带的带宽扩大成约 1.5 倍。

[0109] (GPS 用天线)

[0110] 以下,参照图 12 ~ 图 14 来说明作为 GPS 用天线发挥功能的天线 3。其中, GPS

用天线是指在面向 GPS 的频率的任何频率中动作的天线。假设以下说明的天线 3 在 1575.42MHz (以下,记载为“要求频率”)动作。

[0111] 《GPS 用天线的构成》

[0112] 参照图 12 来说明作为 GPS 用天线发挥功能的天线 3 的构成。图 12 是天线 3 的俯视图。此外,以下说明的天线 3 的各部分的尺寸是示例性的,天线 3 的各部分的尺寸并不限定于这些。根据材料的选择、设计方法(构成方法),能够适当地变更以下说明的天线 3 的各部分的尺寸。

[0113] 如图 12 所示,天线 3 是具备辐射元件 31、2 个短路部 32a ~ 32b、无源元件 33 的环形天线。在本实施方式中,采用将构成这些的导体箔用 1 对电介质膜 35 夹持的构成。其中,在本实施方式中,将 50mm×80mm 的聚亚酰胺膜用作电介质膜 35。

[0114] 辐射元件 31 由线状或者带状的导体构成。在本实施方式中,使用通过短轴 42mm、长轴 70mm 的椭圆上且最小宽度 2mm、最大宽度 5mm 的带状的导体箔(例如,铜箔)作为辐射元件 31。从上述椭圆的中心观察时,辐射元件 31 的两端位于 6 点方向,从上述椭圆的中心观察时,辐射元件 31 的宽度在 0 点方向以及 6 点方向中最小,在 3 点方向以及 9 点方向中最大。

[0115] 在辐射元件 31 的始端部(沿顺时针追寻辐射元件 31 时成为始点的端部)形成有向上述椭圆的中心突出的第 1 突出部 31a。第 1 突出部 31a 为 L 字状,并由从辐射元件 31 的始端部向上方延伸的第 1 直线部和从该第 1 直线部的上端向右方延伸的第 2 直线部构成。另外,在辐射元件 31 的终端部(沿顺时针追寻辐射元件 31 时成为终点的端部)形成有向上述椭圆的中心突出的第 2 突出部 31b。第 2 突出部 31b 为 L 字状,并由从辐射元件 31 的终端部向上方延伸的第 1 直线部和从该第 1 直线部的上端向左方延伸的第 2 直线部构成。第 1 突出部 31a 与第 2 突出部 31b 组合成第 1 突出部 31a 的第 2 直线部进入辐射元件 31 的终端部与第 2 突出部 31b 的第 2 直线部之间。

[0116] 同轴线缆 7 的内侧导体与第 1 突出部 31a(进一步具体而言,是第 1 突出部 31a 的第 2 直线部)连接。以下,将连接有同轴线缆 7 的内侧导体的第 1 突出部 31a 上的点 3P 称为第 1 供电点。另一方面,同轴线缆 7 的外侧导体与第 2 突出部 31b(进一步具体而言,是上述第 4 直线部)连接。以下,将连接有同轴线缆 7 的外侧导体的第 2 突出部 31b 上的点 3Q 称为第 2 供电点。从第 2 供电点 3Q 向上方拉出的同轴线缆 7 通过设置在电介质膜 35 的中心的贯通孔向天线 3 的背面引导,并向 3 点方向拉出。

[0117] 2 个短路部 32a ~ 32b 是用于使天线 3 的输入阻抗变化以便使天线 3 的谐振频率向要求频率偏移并且实现阻抗匹配的构成。

[0118] 第 1 短路部 32a 由线状或者带状的导体构成,并使辐射元件 31 上的不同的 2 个点短路。具体而言,使从上述椭圆的中心观察时位于 0 点方向的辐射元件 31 上的点(以下记载为“0 时点”)与从上述椭圆的中心观察时位于 9 点方向的辐射元件 31 上的点(以下记载为“9 时点”)短路。在本实施方式中,使用具有从辐射元件 31 的 0 时点向下方延伸的第 1 直线部与从辐射元件 31 的 9 时点向右方延伸的第 2 直线部的带状的导体箔(例如铜箔)作为第 1 短路部 32a。

[0119] 第 2 短路部 32b 由线状或者带状的导体构成,并使辐射元件 31 上的不同的 2 个点短路。具体而言,使从上述椭圆的中心观察时位于 6 点方向的辐射元件 31 上的点(以下还

记载为“6 时点”)与从上述椭圆的中心观察时位于 3 点方向的辐射元件 31 上的点(以下还记载为“3 时点”)短路。在本实施方式中,使用具有从辐射元件 31 的 6 时点向上方延伸的第 1 直线部与从辐射元件 31 的 3 时点向左方延伸的第 2 直线部的带状的导体箔(例如铜箔)作为第 2 短路部 32b。

[0120] 无源元件 33 是用于使天线 3 的输入阻抗变化以便实现阻抗匹配的构成。

[0121] 无源元件 33 由具有沿辐射元件 31 的外周的外缘的面状的导体构成。在本实施方式中,使用具有除了沿辐射元件 31 的外周的外缘之外还沿电介质膜 35 的外周的外缘的略 L 字形的导体箔(例如,铜箔)作为无源元件 33。其中,无源元件 33 与辐射元件 31 相隔开,在无源元件 33 与辐射元件 31 之间不存在直流的导通。

[0122] 另外,由于环形天线具有增益集中在天线形成面的法线方向的辐射模式,所以适于接收 GPS 波。这是由于,若将天线形成面保持为水平,则无论何时都能以较佳的灵敏度接收从位于顶点方向的卫星发过来的 GPS 波。然而,若这样的增益的集中过于极端,则存在在卫星位于顶点以外的方向的情况、未将天线形成保持为水平的情况下发生接收故障的可能性。上述的无源元件 33 除了具有实现阻抗匹配的功能之外,还具有缓和这样的增益的集中的功能。因此,通过将无源元件 33 追加在环形天线,从而起到降低产生这样的接收故障的可能性这样的效果。

[0123] 其中,如后所述,在天线 3 与导体板 4(参照图 21)平行地配置的情况下,在与导体板 4 之间产生电磁耦合以及静电耦合。该情况下,还能够将天线 3 看作微带天线。

[0124] 《GPS 用天线的特性、以及短路部以及无源元件的效果》

[0125] 接下来,参照图 13~图 14 来说明作为 GPS 用天线发挥功能的天线 3 的特性。其中,天线 3 是假设与上述的天线 1(参照图 8)以及天线 2(参照图 1)组合使用而设计的天线,以下所表示的特性是在以特定的组合方法与天线 1~2 组合了的状态下所得到的。参照图 21 来后述该特定的组合方法。

[0126] 图 13 是表示天线 3 的输入反射系数 $S_{1,1}$ 的大小的频率依赖性的图表。从图 13 的图表中可以看出要求频率中的输入反射系数 $S_{1,1}$ 的大小被抑制在 -20dB 以下。即,要求频率包含在天线 3 的动作频带中,另外,从图 13 的图表中可以看出要求频率中的回波损耗被抑制得足够小。

[0127] 图 14 是表示 1575.42MHz 中天线 3 的辐射模式的图表。(a) 表示与水平右旋圆极化波(RHCP:Right Handed Circularly Polarized Wave)和水平左旋圆极化波(LHCP:Left Handed Circularly Polarized Wave)相关的辐射模式,(b) 表示与垂直右旋圆极化波和垂直左旋圆极化波相关的辐射模式。从图 14 所示的图表中可以看出对于 $\theta = 0^\circ$ 能够得到 0dBi 以上的增益。另外,从图 14 可以看出对于 $\theta \leq 60^\circ$ 能够得到 -10dBi 以上的增益。这样,对于在比较广的角度域能够得到比较高的增益是由于无源元件 33 具有缓和向天线形成面的法线方向集中增益的功能。

[0128] 接下来,参照图 15 来确认短路部 32a~32b 以及无源元件 33 的效果。图 15 是表示输入反射系数 $S_{1,1}$ 的大小的频率依赖性的图表。(a) 表示省略了无源元件 33 的情况下的结果,(b) 表示省略了短路部 32a~32b 以及无源元件 33 的情况下的结果。

[0129] 若将图 15(a) 的图表与图 13 的图表比较,则可知通过省略无源元件 33,要求频率中的输入反射系数 $S_{1,1}$ 的大小变大。这意味着通过设置无源元件 33,实现阻抗匹配,其结

果,要求频率中的回波损耗降低。

[0130] 另外,若将图 15(b) 的图表与图 15(a) 的图表进行比较,则可知通过省略短路部 32a ~ 32b,谐振频率从要求频率偏离,谐振频率中的输入反射系数 $S_{1,1}$ 的大小变大。这意味着,通过设置第 1 短路部 32a,在辐射元件 31 产生新的电流路径,其结果,谐振频率偏移。另外,意味着,通过设置第 2 短路部 32a,实现阻抗匹配,其结果,谐振频率中的回波损耗降低。

[0131] (环形天线的变形例)

[0132] 参照图 16 ~ 图 20 来说明上述的环形天线的变形例。

[0133] 《环形天线的构成》

[0134] 首先,参照图 16 来说明本变形例所涉及的环形天线 50 的构成。图 16(a) 是表示环形天线 50 的构成的俯视图。图 16(b) 是表示环形天线 50 所具备的无源元件 54 ~ 55 的等效电路的电路图。

[0135] 如图 16 所示,环形天线 50 具备辐射元件 51、1 对供电部 52a ~ 52b、1 对短路部 53a ~ 53b、第 1 无源元件 54、第 2 无源元件 55。在本变形例中,辐射元件 51、供电部 52a ~ 52b 以及短路部 53a ~ 53b 由 1 张导体箔(例如,铜箔)一体成形。另外,第 1 无源元件 54 由从构成辐射元件 51 等的导体箔孤立的其他导体箔构成。另外,第 2 无源元件 55 由从构成辐射元件 51 等的导体箔和构成第 1 无源元件 54 的导体箔均孤立的另外的其他导体箔构成。

[0136] 辐射元件 51 由在闭合曲线上配置的线状或者带状导体构成。在本变形例中,使用在短轴 45mm、长轴 52mm 的椭圆上配置的宽度 1mm 的带状的导体箔(例如,铜箔)作为辐射元件 51。辐射元件 51 的一方的端部 51a 经由从上述椭圆的中心向 0 点方向延伸的直线,与辐射元件 51 的另一方的端部 51b 对置。

[0137] 供电部 52a 是在从辐射元件 51 的一方的端部 51a 到上述椭圆的中心附近的线段上配置的线状或者带状导体。在本变形例中,使用宽度 1mm 的带状的导体箔作为供电部 52a。在供电部 52a 的前端设置有与同轴线缆的外侧导体连接的供电点 P。因此,辐射元件 51 的一方的端部 51a 经由该供电部 52a 与同轴线缆的外侧导体连接。

[0138] 供电部 52b 是在从辐射元件 51 的另一方的端部 51b 到上述椭圆的中心附近的线段上配置的线状或者带状导体。在本变形例中,使用宽度 1mm 的带状的导体箔作为供电部 52b。在供电部 52b 的前端设置有与同轴线缆的内侧导体连接的供电点 Q。因此,辐射元件 51 的另一方的端部 51b 经由该供电部 52b 与同轴线缆的内侧导体连接。

[0139] 短路部 53a 是用于使从上述椭圆的中心观察时位于 9 点方向的辐射元件 51 上的点 51c 与供电点 P 短路的构成。在本变形例中,使用在从辐射元件 51 上的点 51c 到上述椭圆的中心附近的线段上配置的宽度 1mm 的带状的导体箔作为短路部 53a。

[0140] 短路部 53b 是用于使从上述椭圆的中心观察时位于 3 点方向的辐射元件 51 上的点 51d 与供电点 P 短路的构成。在本变形例中,使用在从辐射元件 51 上的点 51d 到上述椭圆的中心附近的直线上配置的宽度 1mm 的带状的导体箔作为短路部 53b。

[0141] 此外,在供电部 52b 的前端设置有向供电部 52a 侧突出的突出部。而且,供电部 52a 的前端以沿该突出部的方式弯曲。另外,位于上述椭圆的中心的上方的供电部 52a 的前端与位于该中心的左方的短路部 53a 的前端经由在四分之一圆弧上配置的带状导体(宽度

2mm) 相互连接。而且,位于上述椭圆的中心的上方的供电部 52b 的前端与位于该中心的右方的短路部 53b 的前端经由在四分之一圆弧上配置的带状导体(宽度 2mm)相互连接。在本变形例中,通过采用这样的构成,从而能够在从上述椭圆的中心向 0 点方向延伸的直线上配置供电点 P 以及供电点 Q 双方。由此,向从供电点 P 以及供电点 Q 沿该直线拉出的同轴线缆施加的压力减小。

[0142] 第 1 无源元件 54 由主要部 54b、第 1 延长部 54a、第 2 延长部 54c 构成。主要部 54b 是具有从上述椭圆的中心观察时从 6 点方向到 9 点方向沿辐射元件 51 的外周的外缘的略 L 字型的面状导体。第 1 延长部 54a 是从上述椭圆的中心观察时从位于 9 点方向的主要部 54b 的端部向 0 点方向以直线状延伸的带状导体。第 2 延长部 54c 是从上述椭圆的中心观察时从位于 6 点方向的主要部 54b 的端部向 3 点方向以直线状延伸的带状导体。

[0143] 在环形天线 50 中,第 1 无源元件 54 的第 2 延长部 54c 具有使右旋圆极化波的增益变成最大的方向(以下,记载为“最大增益方向”)的倾斜度变化这样的功能。即,若缩短第 2 延长部 54c 的长度,则右旋圆极化波的最大增益方向的倾斜度变小,若使第 2 延长部 54c 的长度变长,则右旋圆极化波的最大增益方向的倾斜度变大。

[0144] 第 2 无源元件 55 由主要部 55b、第 1 延长部 55a、第 2 延长部 55c 构成。主要部 55b 是具有从上述椭圆的中心观察时从 0 点方向向 3 点方向沿辐射元件 51 的外周的外缘的略 L 字型的面状导体。第 1 延长部 55a 是从上述椭圆的中心观察时位于 0 点方向的主要部 55b 的端部向 9 点方向以直线状延伸的带状导体。第 2 延长部 55c 是从上述椭圆的中心观察时从位于 3 点方向的主要部 55b 的端部向 6 点方向以直线状延伸的带状导体。

[0145] 在环形天线 50 中,第 2 无源元件 55 的第 2 延长部 55c 具有使谐振频率变化这样的功能。即,若缩短第 2 延长部 55c 的长度,则谐振频率向高频侧偏移,若使第 2 延长部 55c 的长度变长,则谐振频率向低频侧偏移。另外,若使第 2 延长部 55c 的长度变化,则环形天线 50 的相位角发生变化。

[0146] 第 1 无源元件 54 的第 1 延长部 54a 的前端与第 2 无源元件 55 的第 1 延长部 55a 的前端电容耦合。即,第 1 无源元件 54 的第 1 延长部 54a 的前端与第 2 无源元件 55 的第 1 延长部 55a 的前端之间的间隙 56 具有电容。

[0147] 由第 1 无源元件 54 与第 2 无源元件 55 构成的无源元件组与图 16(b) 所示的 LC 电路是等效的。在图 16(b) 所示的 LC 电路中,L1 表示第 1 无源元件 54 的自电感,L2 表示第 2 无源元件 55 的自电感。另外,C1 表示第 1 无源元件 54 与地面之间的电容,C2 表示第 2 无源元件 55 与地面之间的电容。另外,C3 表示上述的间隙 56 的电容。由第 1 无源元件 54 与第 2 无源元件 55 构成的无源元件组具有作为图 16(b) 所示的 LC 电路的谐振频率。

[0148] 若在辐射元件 51 流过电流,则在无源元件组中也流过感应电流。因此,环形天线 50 所辐射的电磁波成为将从辐射元件 51 辐射的电磁波与从无源元件组辐射的电磁波重叠的波。通过适当地变更间隙 56 的间隔,使无源元件组的谐振频率与辐射元件 51 的谐振频率一致,从而能够使在该谐振频率中从环形天线 50 辐射的电磁波的强度比在该频率中从辐射元件 51(单体)辐射的电磁波的强度大。即,通过适当地变更间隙 56 的间隔,使无源元件组的谐振频率与辐射元件 51 的谐振频率一致,从而能够使包含该谐振频率的频带中的环形天线 50 的 VSWR 值小于该频带中的辐射元件 51(单体)的 VSWR 值。

[0149] 如上所述,在环形天线 50 中,第 1 无源元件 54 的第 2 延长部 54c 具有使右旋圆极

化波的最大增益方向变化这样的功能。关于这一点,参照图 17 来进行说明。

[0150] 图 17 是表示环形天线 50 的辐射模式的图表。(a) 表示未追加延长部 54c 的情况下的辐射模式,(b) 表示追加了延长部 54c 的情况下的辐射模式。在各图表中,RHCP 表示右旋圆极化波的辐射模式,LHCP 表示左旋圆极化波的辐射模式。

[0151] 在未追加延长部 54c 的情况下,如图 17(a) 所示,右旋圆极化波的最大增益方向是与天线形成面(图 16 中的 xy 面)正交的方向(图 16 中的 z 轴方向)。相对于此,在追加了延长部 54c 的情况下,如图 17(b) 所示,右旋圆极化波的最大增益方向倾斜约 30 度。

[0152] 该最大增益方向的倾斜度通过使延长部 54c 的长度变化而发生变化。具体而言,若缩短延长部 54c 的长度,则最大增益方向的倾斜度变小,若使延长部 54c 的长度变长,则最大增益方向的倾斜度变大。因此,通过包含一边测量右旋圆极化波的最大增益方向一边调节延长部 54c 的长度的工序,从而能够制造右旋圆极化波的最大增益方向的倾斜度成为期望的值的环形天线 50。

[0153] 如上所述,在环形天线 50 中,对于第 1 无源元件 54 与第 2 无源元件 55 之间的间隙 56,通过适当地调节其间隔,能够使 VSWR 值降低。关于这一点,参照图 18 来进行说明。

[0154] 图 18 是表示在 1.575GHz 附近的环形天线 50 的 VSWR 特性的图表。在图 18 中,VSWR0 表示除去了第 1 无源元件 54 以及第 2 无源元件 55 双方的情况下的 VSWR 特性,VSWR1 表示追加了第 1 无源元件 54 以及第 2 无源元件 55 双方后的 VSWR 特性,VSWR1 表示追加第 1 无源元件 54 以及第 2 无源元件 55 双方并且还调节了间隙 56 的间隙间隔以便使 1.575GHz 的 VSWR 值最小化之后的 VSWR 特性。

[0155] 如图 18 所示,通过追加第 1 无源元件 54 以及第 2 无源元件 55 双方,1.5GHz 以下的频带中的 VSWR 值降低,进而,通过调节间隙 56 的间隙间隔,1.575GHz 处的 VSWR 值降低。

[0156] 如上所述那样,通过调节间隙 56 的间隙间隔,能够使期望的频率中的 VSWR 值变化。因此,通过包含一边测量期望的频率中的 VSWR 值一边调节间隙 56 的间隙间隔的工序,能够制造期望的频率中具有低 VSWR 值的环形天线 50。

[0157] 在环形天线 50 中,将辐射元件 51 配置在椭圆的外周上,但并不限于此。例如,辐射元件 51 还可以是如图 19 所示那样曲折化,也可以如图 20 所示那样在长方形的外周上配置。另外,在环形天线 50 中,还可以如图 20 所示那样省略短路部 53a ~ 53b。

[0158] (天线的组合方法)

[0159] 参照图 21 来说明上述的 3 个天线 1 ~ 3 的组合方法。图 21 是表示这些 3 个天线 1 ~ 3 的组合方法的三面图。这些 3 个天线 1 ~ 3 是假设以如图 21 所示那样组合的状态在导体板 4 的附近使用而设计的天线(在图 21 中,仅在主视图以及侧视图中图示了导体板 4,而在俯视图中省略图示导体板 4)。此外,在作为实施例来后述的一体化天线装置 100(参照图 24)中,一体化天线装置 100 所具备的金属基座 101 和 / 或载置一体化天线装置 100 的汽车的车顶相当于导体板 4。

[0160] 如图 21 所示,天线 1 被配置成其主面垂直于导体板 4 的主面。另外,如俯视图所示,天线 1 被折弯成其端面形成コ字型。

[0161] 如图 21 所示,天线 2 被配置成其主面与导体板 4 的主面平行。此时,如俯视图所示,天线 2 的主面在三个方向被天线 1 的端面环绕。另外,如主视图以及侧视图所示,天线 2 的端面与天线 1 的主面的上端(与导体板 4 侧相反侧的端)重叠。

[0162] 如图 21 所示,天线 3 被配置成其主面与导体板 4 的主面平行。此时,如俯视图所示,天线 3 的主面被天线 1 的端面环绕,并与天线 2 的主面重叠。另外,如主视图以及侧视图所示,天线 3 的端面被配置成位于比天线 1 的主面的上端靠上方。

[0163] 关于图 21 所示的组合应该关注的第 1 点是采用了按照如下所述的方式配置的构成,即,以导体板 4 的主面作为基准面,将天线 1 配置成其主面垂直于上述基准面,将天线 2 配置成其主面与上述基准面平行并且其端面与天线 1 的主面的上端重叠。根据该构成,在垂直于上述基准面的方向上几乎不追加配置时所需的空間,就能够将天线 2 组合在天线 1 上。

[0164] 另外,在图 21 中采用了从侧方观察时天线 2 的端面与天线 1 的主面的上端重叠的构成,但是并不限于这些。即,以从侧方观察时天线 2 的端面位于比天线 1 的主面的上端靠下方的位置并且比天线 1 的主面的下端靠上方的位置的构成,也能够得到与图 21 所示的构成相同的效果。总之,只要是从侧方观察时天线 2 的端面与天线 1 的主面重叠的构成,就能够得到与图 21 所示的构成相同的效果。

[0165] 但是,在天线 2 是如 DAB 用天线那样接收从地面发射站发送的电磁波的部件的情况下,如图 21 所示,从侧方观察时天线 2 的端面与天线 1 的主面的上端重叠的构成是最佳的。这是由于,从侧方观察时天线 2 的端面位于比天线 1 的主面的上端靠下方的位置的情况下,从侧方过来的电磁波被天线 1 屏蔽。

[0166] 关于图 21 所示的组合应该关注的第 2 点是,将天线 1 折弯成从上方观察时天线 1 的端面沿天线 2 的主面的外缘。根据该构成,在关于与上述基准面平行的方向上几乎不追加配置时所需的空間,就能够将天线 1 组合在天线 2 上。

[0167] 此外,在图 21 中采用了将天线 1 在 2 个部位以从上方观察时天线 1 的端面沿向天线 2 的主面的 3 个边的方式折弯的构成,但是并不限于这些。即,将天线 1 在 1 个部位以从上方观察时天线 1 的端面沿天线 2 的主面的 2 个边的方式折弯的构成,或者将天线 1 在 4 个部位以从上方观察时天线 1 的端面沿天线 2 的主面的 4 个边的方式折弯的构成,也得到与图 21 所示的构成相同的效果。

[0168] 在图 21 所示的构成中应该关注的第 3 点是采用了将天线 3 配置成其主面与上述基准面平行的构成。由此,与采用了将天线 3 配置成其主面垂直于上述基准面的构成的情况相比,能够缩小将天线 3 组合在天线 1 ~ 2 时产生的在垂直于上述基准面的方向上的空間的增加。

[0169] 将接收 DAB 波的天线 2 配置在比接收 GPS 波的天线 3 更靠近上述基准面的一侧的构成的优点在于以下的 2 个方面。

[0170] 首先, GPS 波的标准电场强度比 DAB 波的标准电场强度弱,是 $-130 \sim -140\text{dBm}$ 左右。因此,若根据配置在更靠上层的其他平面天线的屏蔽作用而发生衰减,则后续发生接收故障的可能性高。另一方面, DAB 波的标准电场强度比 GPS 波的标准电场强度高,是 -60dBm 左右。因此,即使根据配置在更靠上层的其他平面天线的屏蔽作用而发生衰减,后续发生接收故障的可能性低。因此,为了使发生接收故障的可能性最小化,优选将接收标准电场强度弱的 GPS 波的天线 3 配置在比接收标准电场强度高的 DAB 波的天线 2 靠上层(远离上述基准的侧)。

[0171] 此外,显然,无论层叠的平面天线的数量是多少,将接收标准电场强度较弱的电磁

波的平面天线配置在比接收标准电场强度较强的电磁波的平面天线更靠上层的位置这样的设计方针均有效。

[0172] 另外, GPS 波是从顶点方向过来的电磁波。因此, 若根据配置在更靠上层的位置的其他平面天线的屏蔽作用而发生衰减, 则后续发生接收故障的可能性高。另一方面, DAB 波是从水平方向过来的电磁波。因此, 即使根据配置在更靠上层的位置的其他平面天线的屏蔽作用而发生衰减, 后续发生接收故障的可能性低。因此, 为了使发生接收故障的可能性最小化, 优选将接收从顶点方向过来的 GPS 波的天线 3 配置在比接收从水平方向过来的 DAB 波的天线 2 更靠上层 (远离上述基准的侧) 的位置。

[0173] 此外, 显然, 无论层叠的平面天线的数量是多少, 将接收从顶点方向过来的电磁波的平面天线层叠在最上层这样的设计方针均有效。

[0174] 此外, 若从空间的有效利用这样的观点考虑, 则与图 22(a) 的主视图所示那样将天线 1 配置在比天线 2 靠下层的构成相比, 图 22(b) 的主视图所示那样将天线 1 配置在天线 2 与天线 3 之间的中间层的构成更有利。然而, 在采用了后一构成的情况下, 如以下的说明, 天线 1 不能发挥所期望的性能。

[0175] 图 23 是表示采用了前一构成的情况下所得到的天线 1 的 VSWR 特性 (以灰色线表示) 和采用了后一构成的情况下所得到的天线 1 的 VSWR 特性 (以黑色线表示) 的图表。如上所述, 对天线 1 要求在低频侧要求频带 (761MHz 以上并且 960MHz 以下) 和在高频侧要求 (1710MHz 以上并且 2130MHz 以下) 双方中动作。然而, 从图 23 的图表可以看出, 在采用了后一构成的情况下, 在高频侧要求频带的一部分中 VSWR 的值超过 -3dB。由此可以了解, 将天线 1 配置在比天线 2 靠下层的构成是兼顾空间的有效利用和天线 1 的 VSWR 特性的最佳的构成。

[0176] (一体化天线)

[0177] 接下来, 参照图 24 来说明组合了 3 个天线 1 ~ 3 的一体化天线装置 100。图 24 是一体化天线装置 100 的分解立体图。

[0178] 一体化天线装置 100 是适于搭载在汽车的车顶的车载用天线装置, 如图 24 所示, 除了 3 个天线 1 ~ 3 外, 还具备金属基座 101、电路基板 102、橡胶基座 103、隔离物 104、天线罩 105。

[0179] 金属基座 101 是圆角矩形的板状部件, 其材料是铝 (Al)。在金属基座 101 的上表面设置有 4 个隔离物 101a。这些 4 个隔离物 101a 夹设于与天线 2 的下表面之间, 用于使天线 2 从金属基座 101 相隔离。在本实施方式中, 隔离物 101a 的高度被设定为 5mm。由此, 天线 2 自金属基座 101 相隔离 5mm。

[0180] 电路基板 102 是长方形的板状部件, 其被夹持在上述的金属基座 101 与后述的橡胶基座 103 之间。在电路基板 102 形成有 2 个放大电路。一方的放大电路用于放大在 DAB 用天线 2 中生成的电信号, 另一方的放大电路用于放大在 GPS 用天线 3 中生成的电信号。

[0181] 橡胶基座 103 是与金属基座 11 大致相同的形状的板状部件, 其材料为橡胶。在橡胶基座 103 的外缘设置有向下方突出的裙部, 上述的金属基座 101 镶入在被该裙包围的橡胶基座 103 的下侧的空间。另外, 在橡胶基座 103 设置有用于使在金属基座 101 的上表面设置的隔离物 101a 贯穿的贯穿孔。由此, 在将金属基座 101 镶入到树脂基座 103 的下侧的空间时, 在金属基座 101 的上表面设置的隔离物 101a 向橡胶基座 103 的上侧露出。

[0182] 隔离物 104 是夹设在天线 2 与天线 3 之间的板状部件,其材料是被模具成型的树脂。隔离物 104 通过其厚度而使天线 2 与天线 3 相隔开。在本实施方式中,隔离物 104 的厚度被设定为 5mm。由此,天线 2 自天线 3 相隔开了 5mm。

[0183] 天线罩 105 是船底形的圆顶状部件,其外缘与橡胶基座嵌合。由此,得到了被橡胶基座 103 与天线罩 105 密封的用于收容天线 1~3 的空间。只要保持该密封,则不必担心在室外环境中天线 1~3 被暴露在雨水中。另外,天线罩 105 的材料是树脂。因此,不必担心到达天线装置 100 的电磁波的电场强度因天线罩 105 而发生衰减。

[0184] 在一体化天线装置 100 搭载 3 个天线 1~3。这些 3 个天线 1~3 的构成以及这些 3 个天线 1~3 的组合方法与上述的说明相同。

[0185] (总结)

[0186] 在本说明书中至少记载了以下的发明。

[0187] 即,在本说明书中记载了一种天线,该天线的特征在于,该天线是具备了在 2 维面内形成的接地板、辐射元件、短路部的倒 F 天线,上述辐射元件为直线状,在上述辐射元件设置有与从上述接地板拉出的同轴线缆交叉的分支,上述接地板形成在通过上述分支的前端并与上述辐射元件平行的直线与上述辐射元件之间的区域。

[0188] 根据上述的构成,通过设置了上述分支,在上述辐射元件产生新的电流路径,从而该倒 F 天线的谐振频率发生变化。另外,通过使上述分支与上述同轴线缆交叉,在上述辐射元件与上述同轴线缆的外侧导体之间产生电磁耦合,从而该倒 F 天线的输入阻抗发生变化。即,根据上述的构成,通过适当变更分支的形状、尺寸、数量等,从而能够实现在要求的频带中动作并且在要求的频带中回波损耗小的倒 F 天线。

[0189] 而且,根据上述的构成,能够将在上述 2 维面中与上述辐射元件正交的方向上的该倒 F 天线的尺寸抑制成与上述辐射元件的宽度和上述分支的长度之和相同的程度。因此,在将该倒 F 天线搭载在一体化天线装置的情况下,若将该倒 F 天线配置成垂直于一体化天线装置的台座,则能够将与台座正交的方向上的一体化天线的尺寸抑制得较小。

[0190] 另外,在本说明书中记载了一种天线,该天线的特征在于,该天线是具备了在 2 维面内形成的第 1 辐射元件和第 2 辐射元件的偶极天线,上述第 1 辐射元件为直线状,上述第 2 辐射元件为在上述第 1 辐射元件的周围盘旋的螺旋状。

[0191] 根据上述的构成,虽然将上述第 1 辐射元件的长度与上述第 2 辐射元件的长度之和设为用于在要求的频带中使该偶极天线动作时所需的长度,但是也能够将上述第 1 辐射元件与上述第 2 辐射元件配置在具有要求的尺寸的区域中。因此,在将该偶极天线搭载在一体化天线装置的情况下,若将该偶极天线配置成与一体化天线装置的台座平行,则能够使与台座平行的方向上的一体化天线的尺寸抑制得较小。

[0192] 优选地,上述偶极天线还具备:使上述第 2 辐射元件上的不同的点彼此短路的短路部;以及将上述第 2 辐射元件的最外周上的点接地的接地部。

[0193] 根据上述的构成,能够实现在要求的频带中不出现 VSWR 的值超过规定值的区域的偶极天线。

[0194] 另外,在本说明书中记载了一种天线,该天线的特征在于,该天线是具备了在椭圆上通过的辐射元件的环形天线,该环形天线具备:在上述椭圆的内部配置的短路部,上述短路部使上述辐射元件上的 2 个点之间短路。

[0195] 根据上述的构成,通过设置了上述短路部,在上述辐射元件产生新的电流路径,从而该环形天线的谐振频率发生变化。另外,通过设置了上述短路部,从而该环形天线的输入阻抗发生变化。即,根据上述的构成,通过适当地变更短路部的形状和/或尺寸,从而能够实现在要求的频带中动作并且在要求的频带中回波损耗小的环形天线。

[0196] 而且,根据上述的构成,由于将上述短路部配置在上述辐射元件所通过的椭圆的内部,所以不会伴随着设置了上述短路部而上述环形天线的尺寸变大。因此,在将该环形天线搭载在一体化天线装置的情况下,若将该环形天线配置成与一体化天线装置的台座平行,则能够将在与台座平行的方向上的一体化天线的尺寸抑制得较小。

[0197] 其中,上述“椭圆”并不是指不包含圆的狭义上的椭圆,而是指包含圆的广义上的椭圆。

[0198] 优选地,上述环形天线还具备无源元件,该无源元件具有沿上述辐射元件的外周的外缘。

[0199] 根据上述的构成,通过设置了无源元件,从而不需要使谐振频率变化,就能够减小在要求的频带中的输入反射系数。即,能够实现在要求的频带中回波损耗更小的天线。

[0200] 优选构成为,上述辐射元件由在上述椭圆上通过的环部和在上述椭圆的中心观察时从位于0点方向的上述环部的两端向上述椭圆的中心附近延伸的1对供电部构成,上述短路部由从上述1对供电部的前端向9点方向以及3点方向延伸的1对短路部构成,上述无源元件由第1无源元件和第2无源元件构成,其中,上述第1无源元件将面状导体作为主要部,并且具有在上述椭圆的中心观察时从位于9点方向的该主要部的端部向0点方向延伸的延长部,上述面状导体具有从上述椭圆的中心观察时从6点方向到9点方向沿上述环部的外周的外缘,上述第2无源元件将面状导体作为主要部,并且具有在上述椭圆的中心观察时从位于0点方向的该主要部的端部向9点方向延伸的延长部,上述面状导体具有从上述椭圆的中心观察时从0点方向到3点方向沿上述辐射元件的外周的外缘,上述第1无源元件的上述延长部的前端与上述第2无源元件的上述延长部的前端电容耦合。

[0201] (附加内容)

[0202] 本发明并不限于上述的实施方式,在权利要求书所示的范围内能够对本发明进行各种变更。即,将在权利要求书所示的范围内适当地变更的技术单元组合而得的实施方式也包含在本发明的技术范围内。

[0203] 工业上的可用性

[0204] 本发明能够广泛地适用于偶极天线。例如,能够优选用作搭载在移动体或者移动终端的天线装置或者搭载在那样的天线装置的天线。作为移动体的例子,可以列举汽车、铁路车辆、船舶等。作为移动终端的例子,有便携电话终端、PDA(Personal Digital Assistance)、平板型PC(Personal Computer)等。

[0205] 附图标记说明

[0206] 1... 天线(3G/LTE用、倒F天线);11... 接地板;12... 辐射元件;12d... 分支;13... 短路部;2... 天线(DAB用、偶极天线);21... 辐射元件;22... 辐射元件;22a1... 短路部;22a2... 短路部;22b1... 接地部;22b2... 接地部;3... 天线(GPS用、环形天线);31... 辐射元件;32a... 短路部;32b... 短路部;33... 无源元件;100... 天线装置(车载用);101... 金属基座;102... 电路基板;103... 橡胶基座;104... 隔离物;105... 天线

罩。

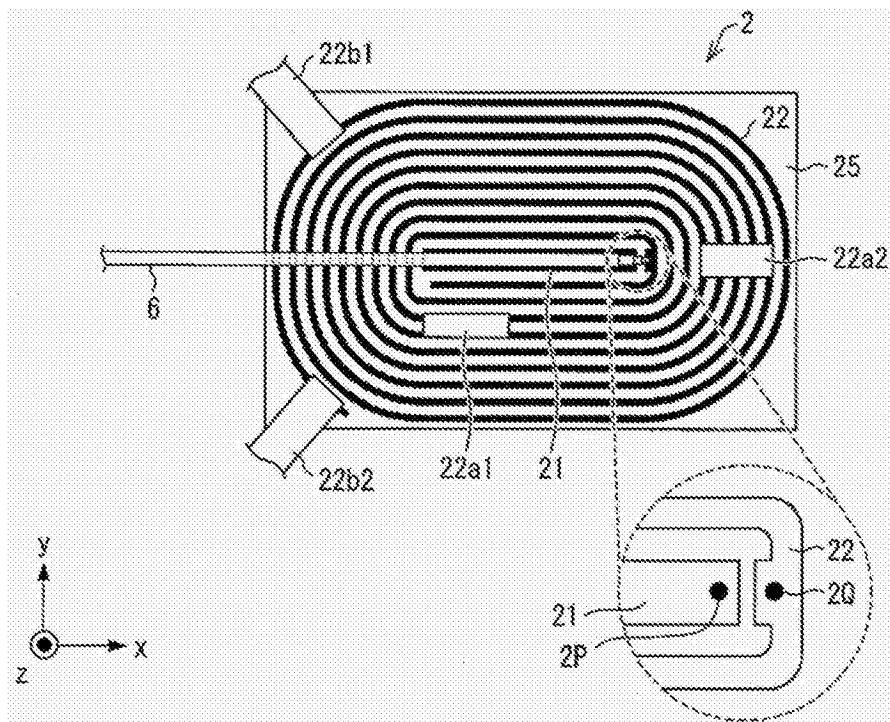


图 1

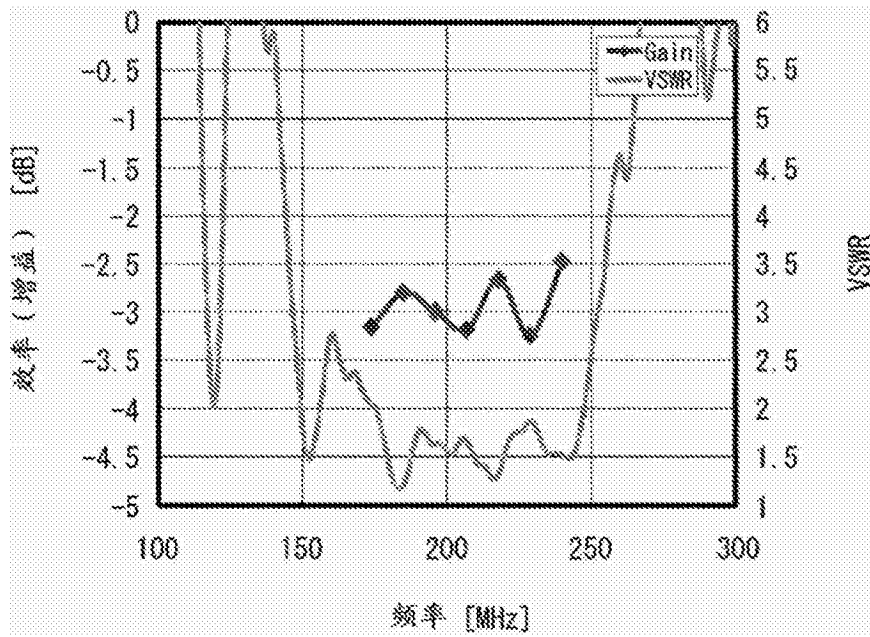


图 2

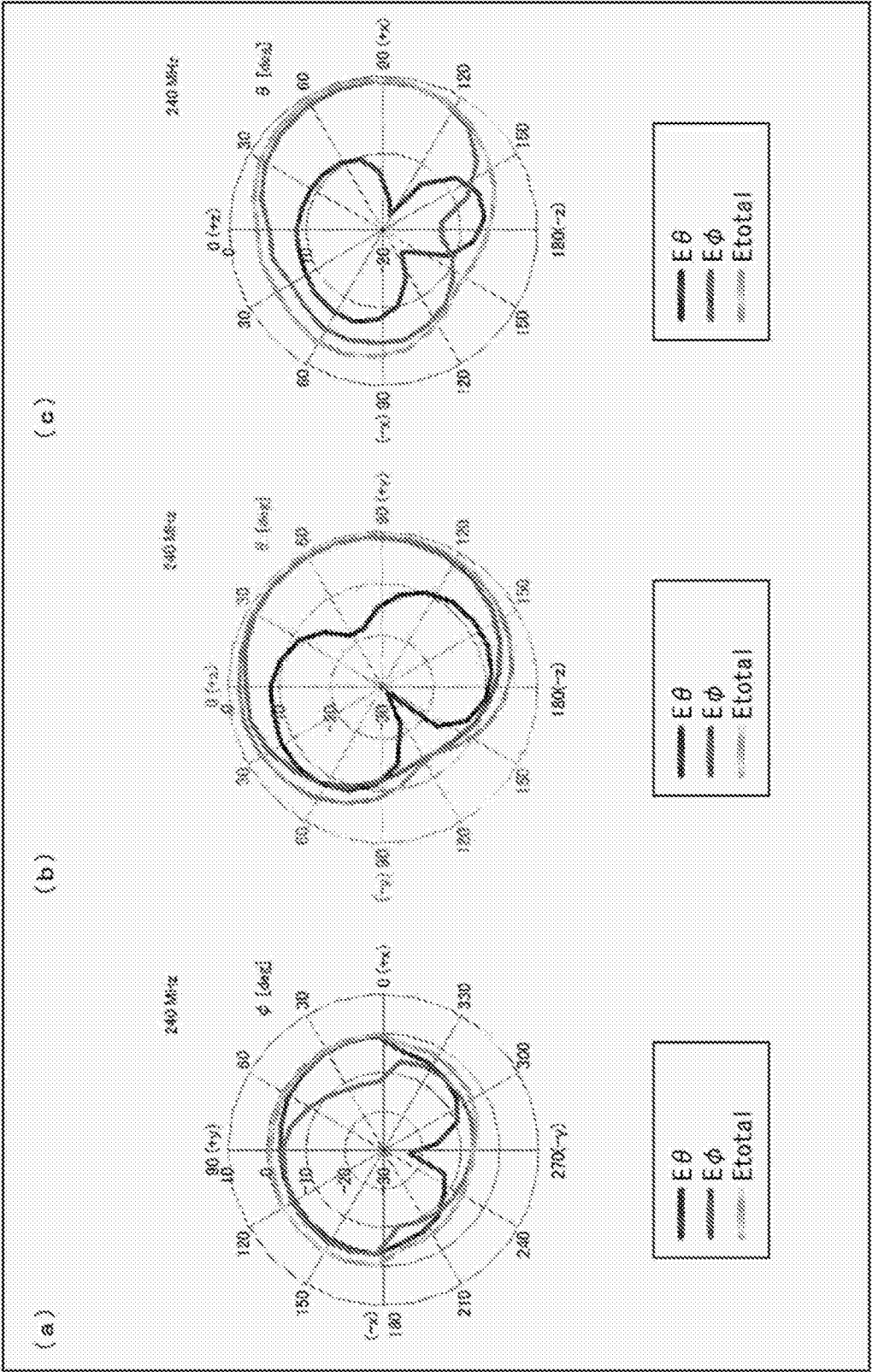


图 3

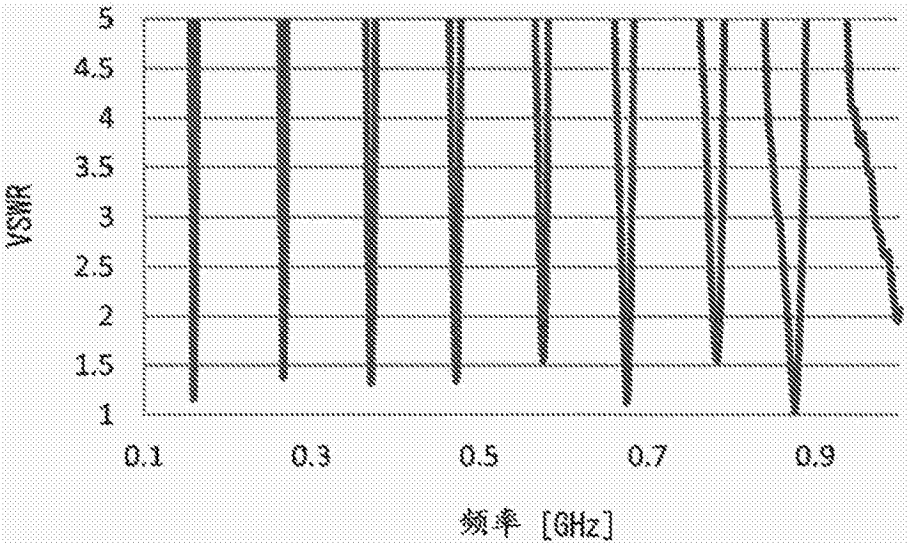


图 4

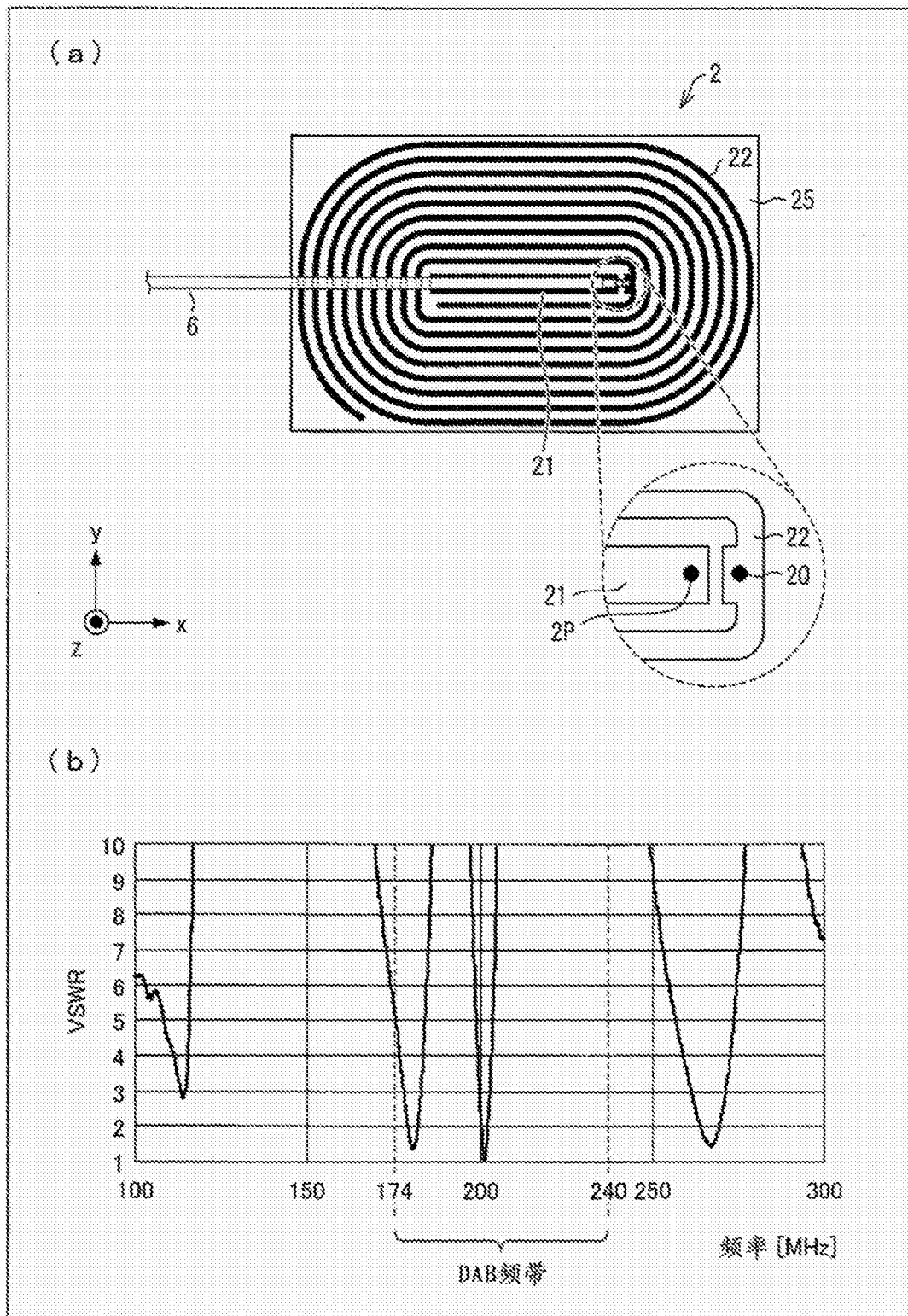


图 5

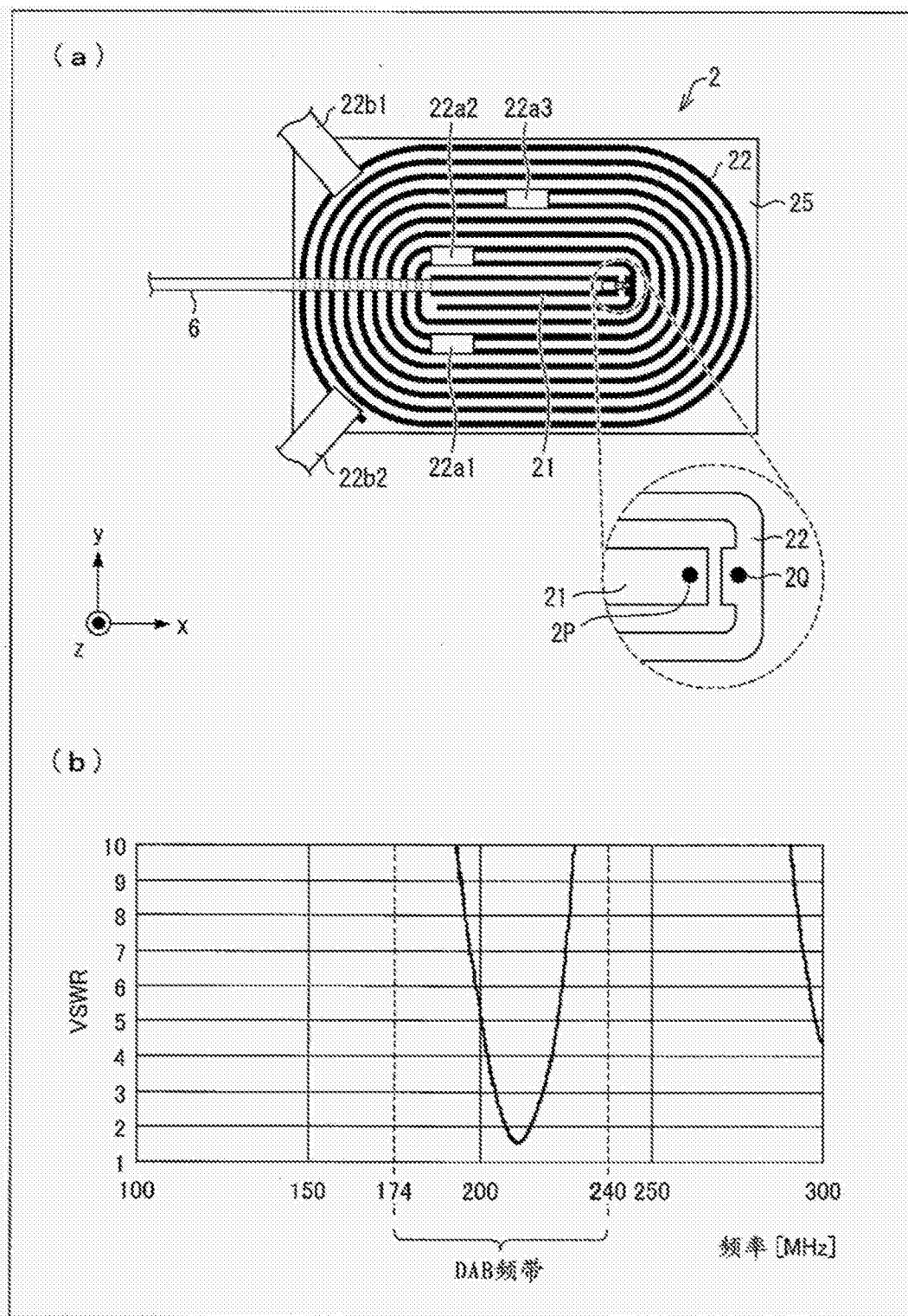


图 6

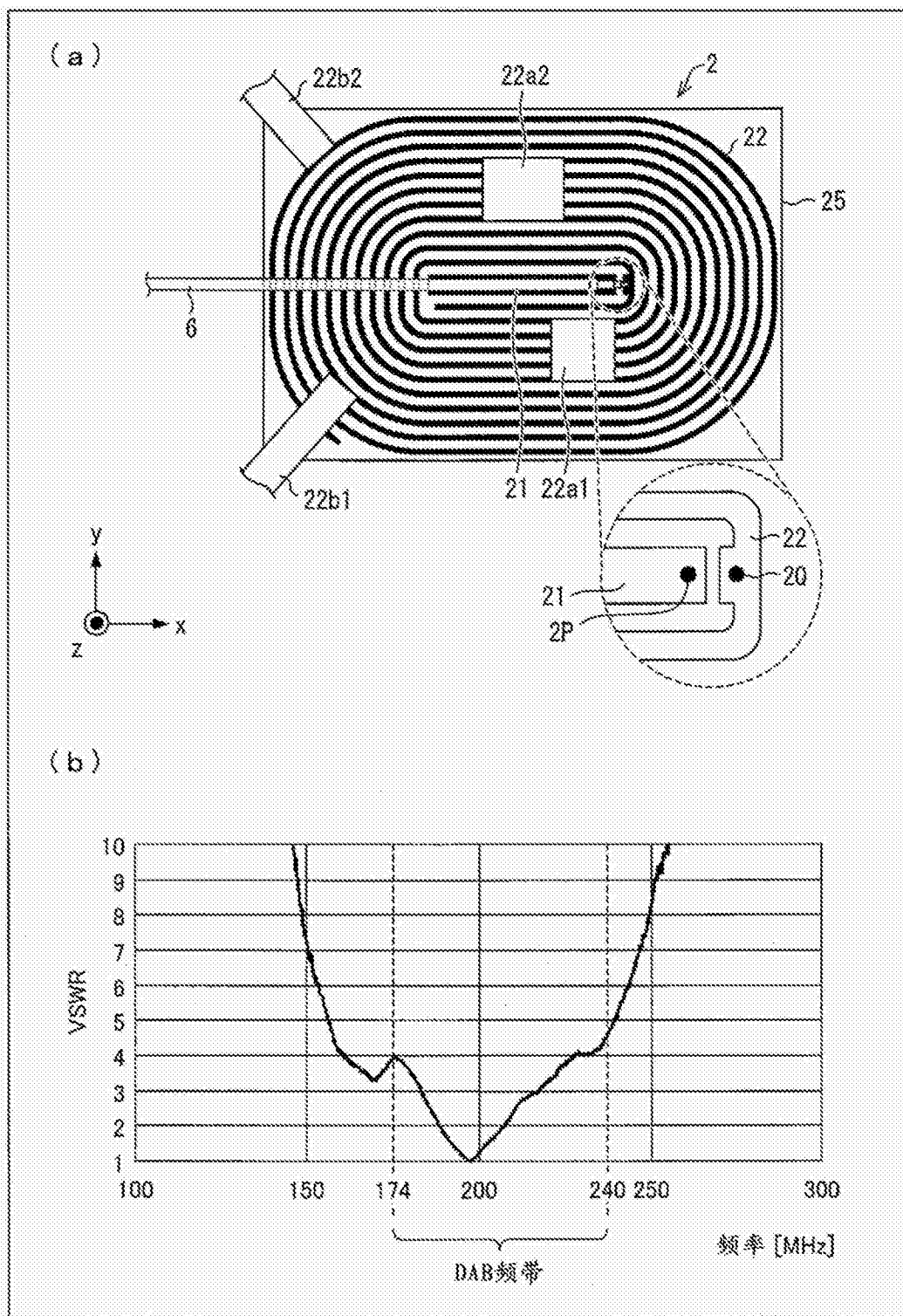


图 7

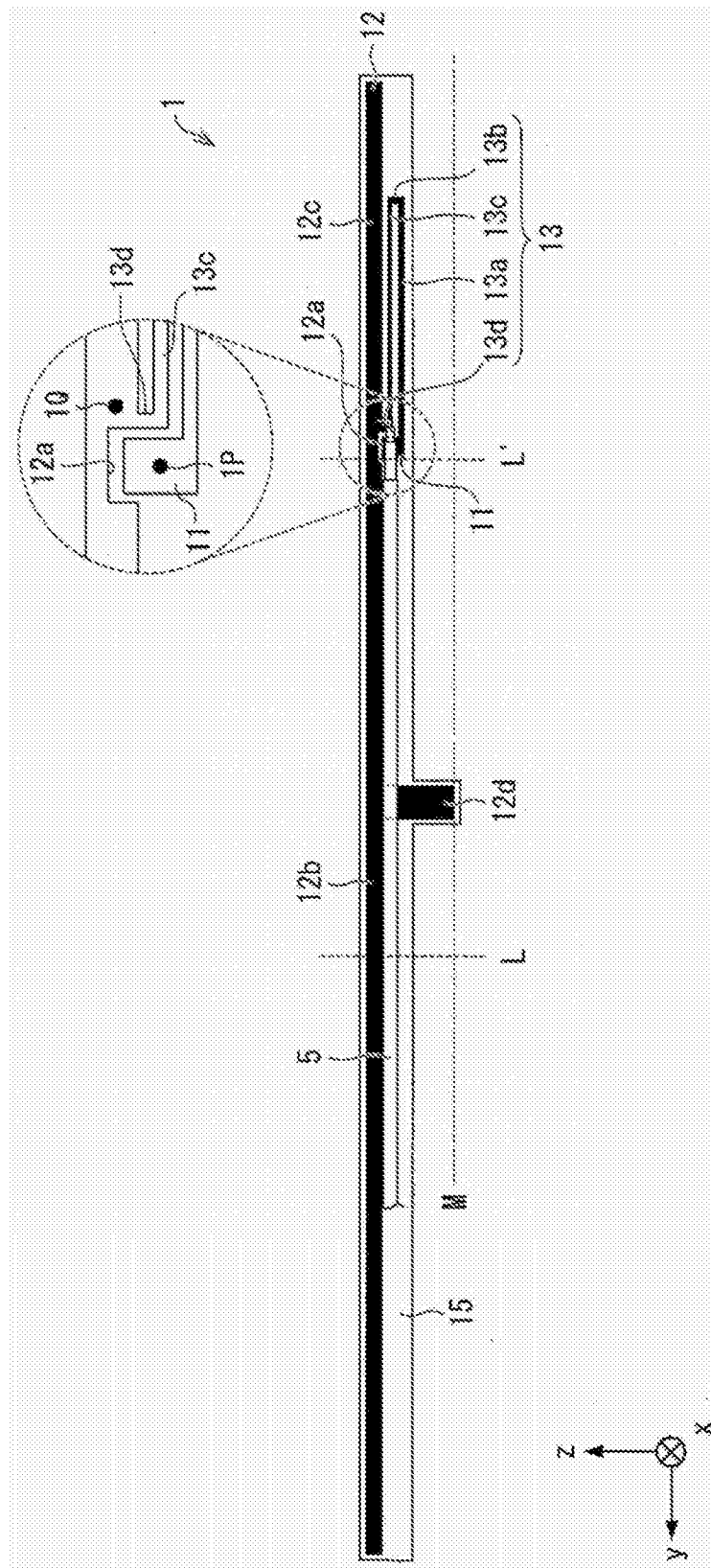


图 8

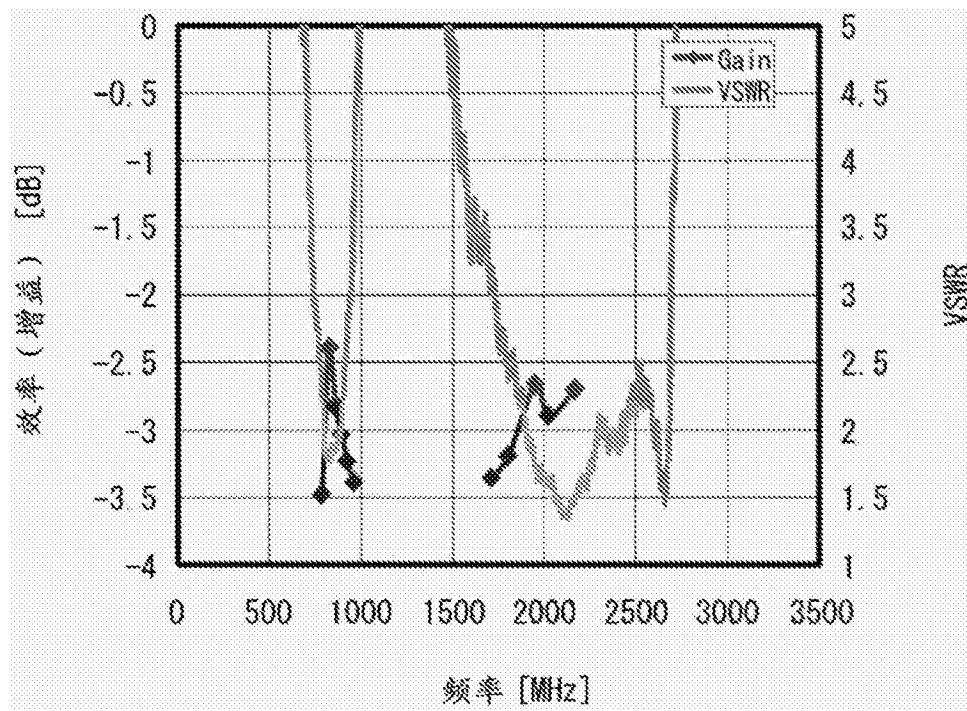


图 9

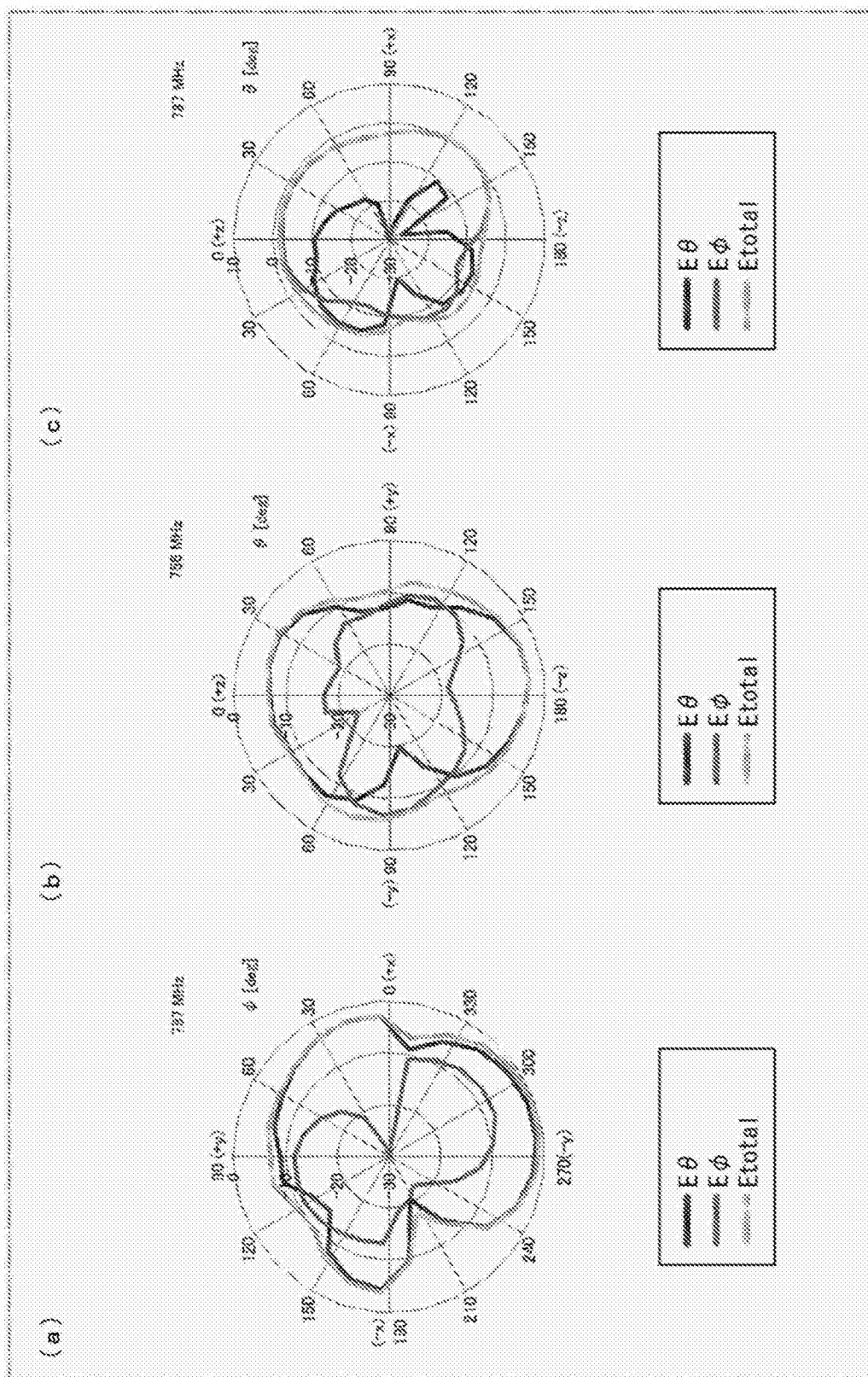


图 10

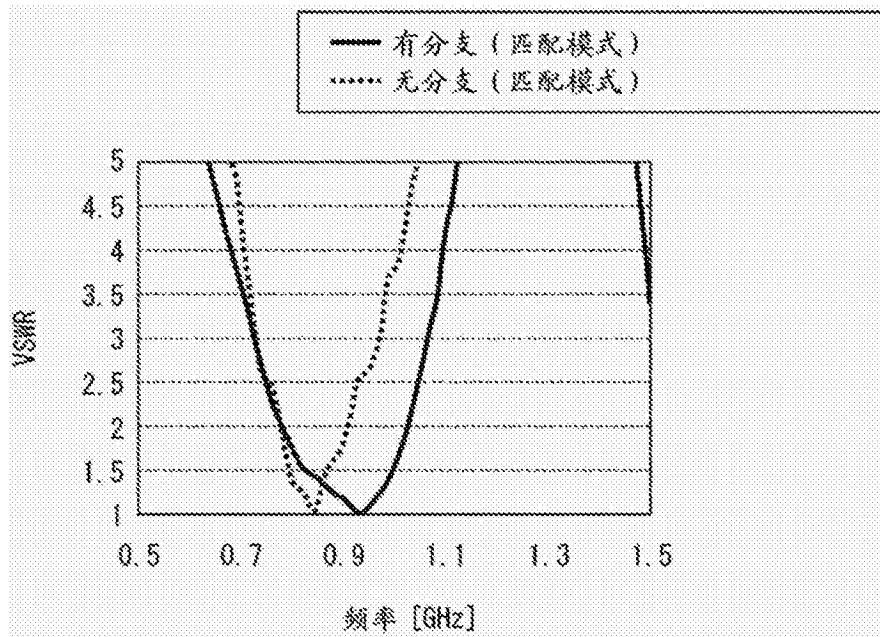


图 11

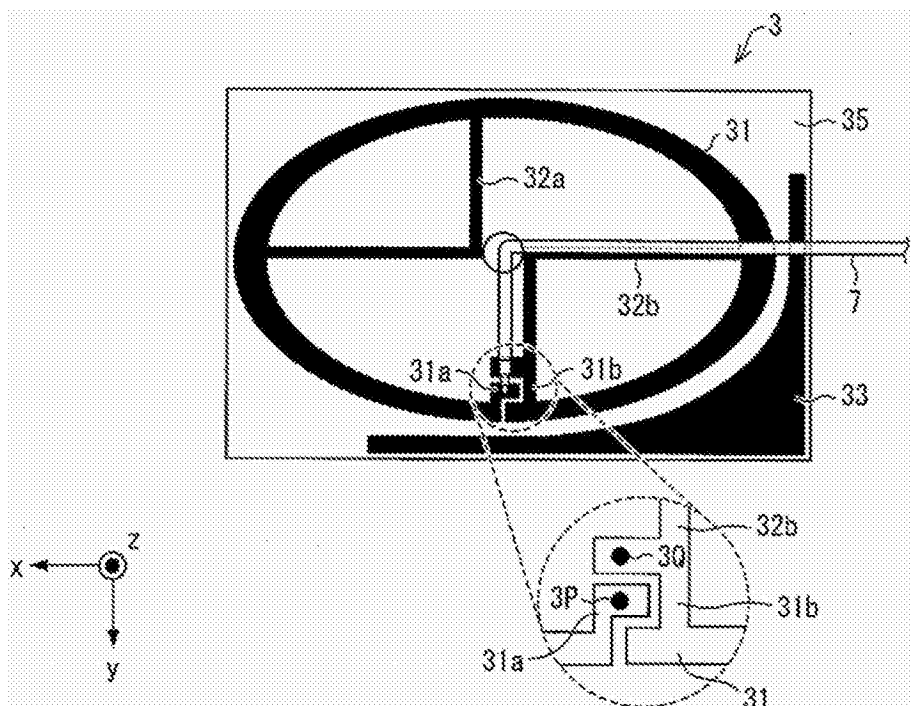


图 12

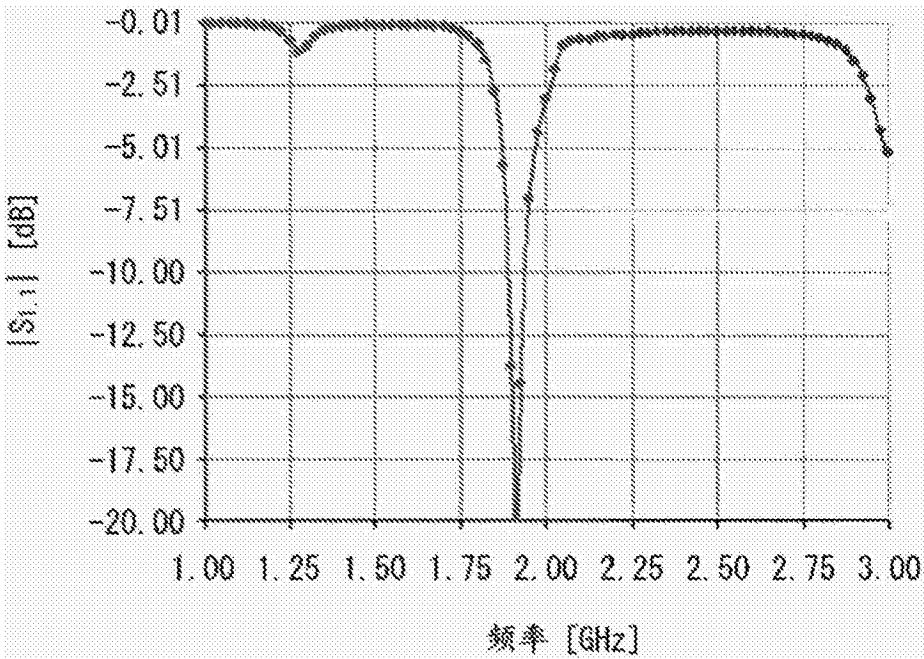


图 13

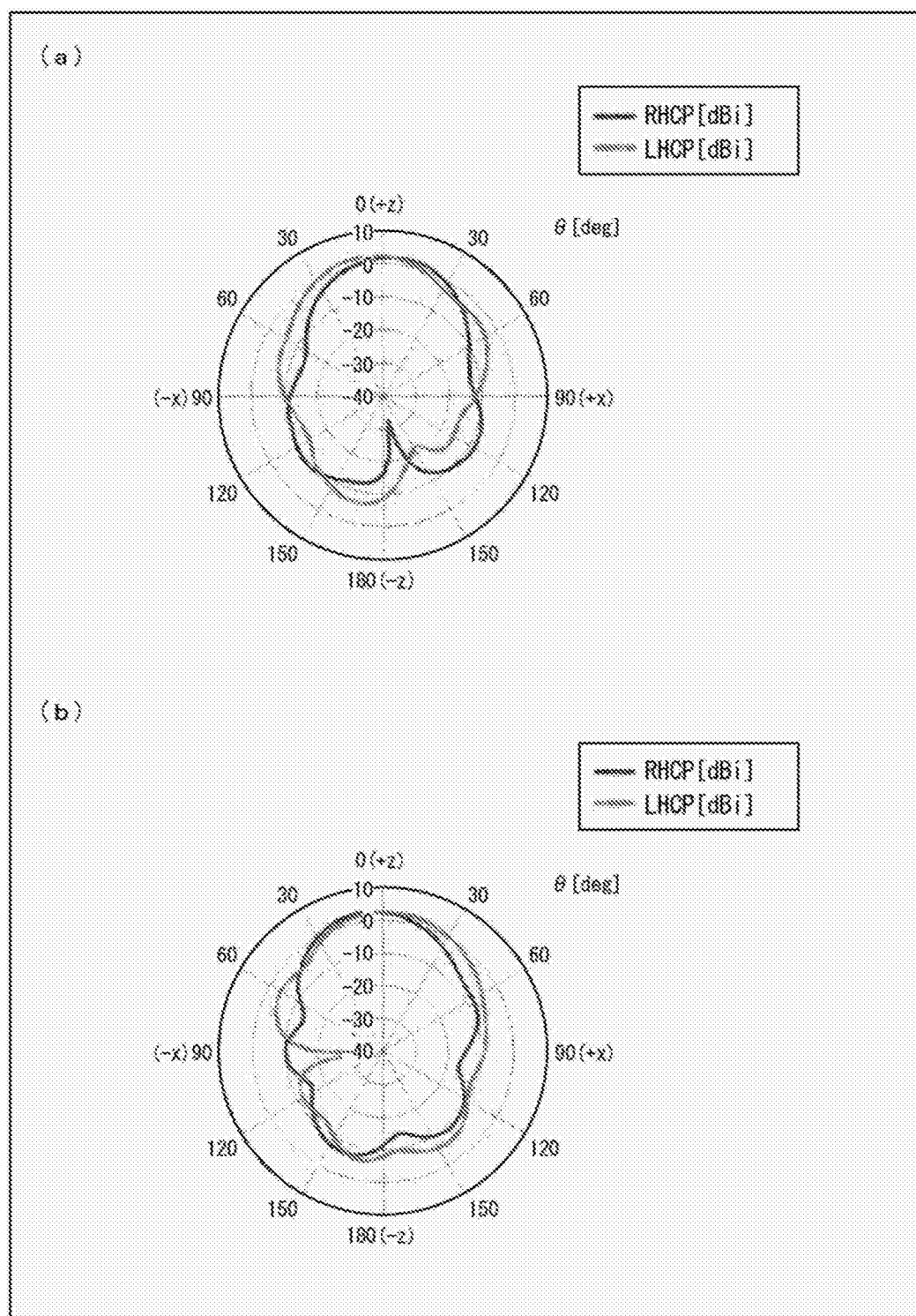


图 14

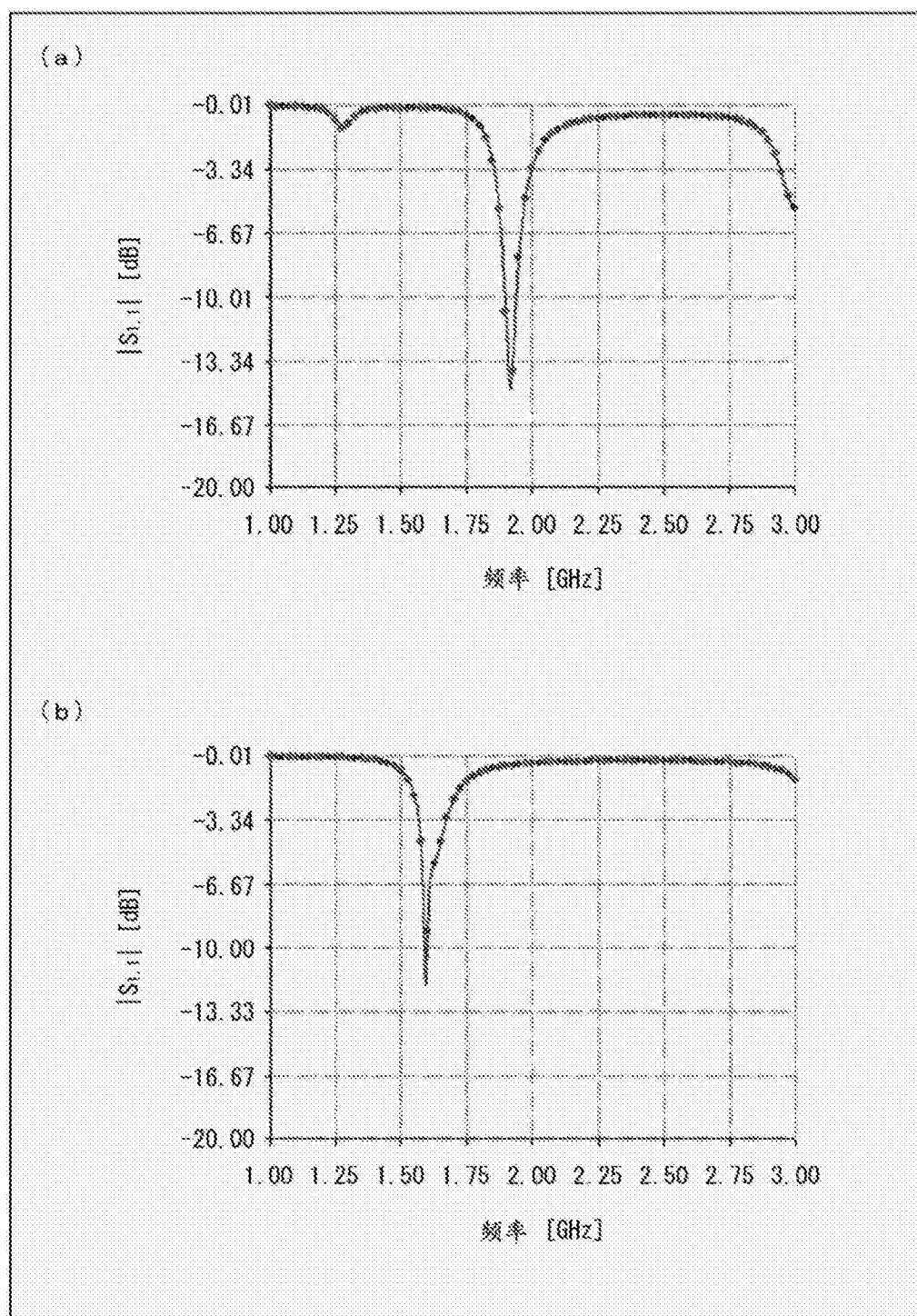


图 15

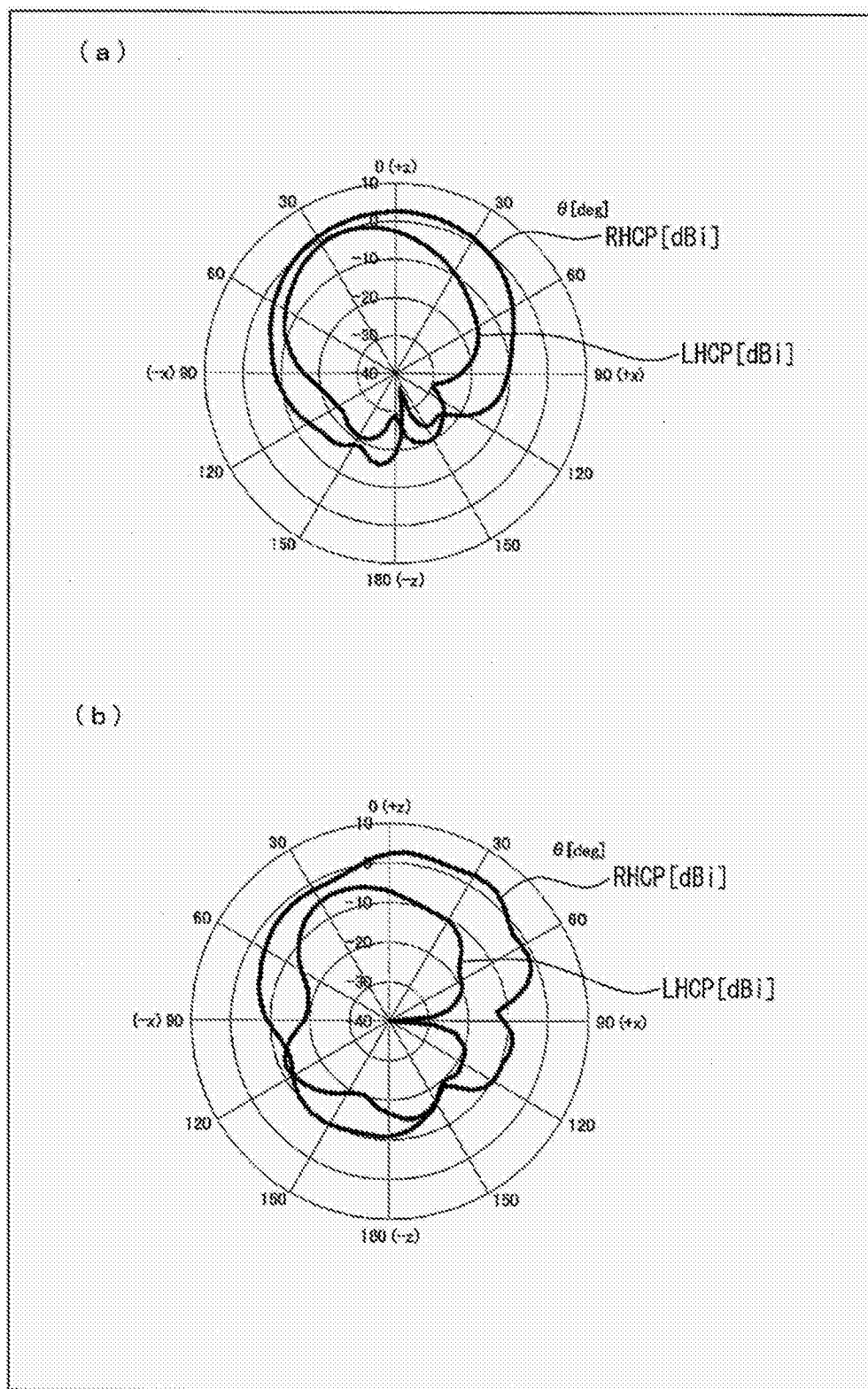


图 17

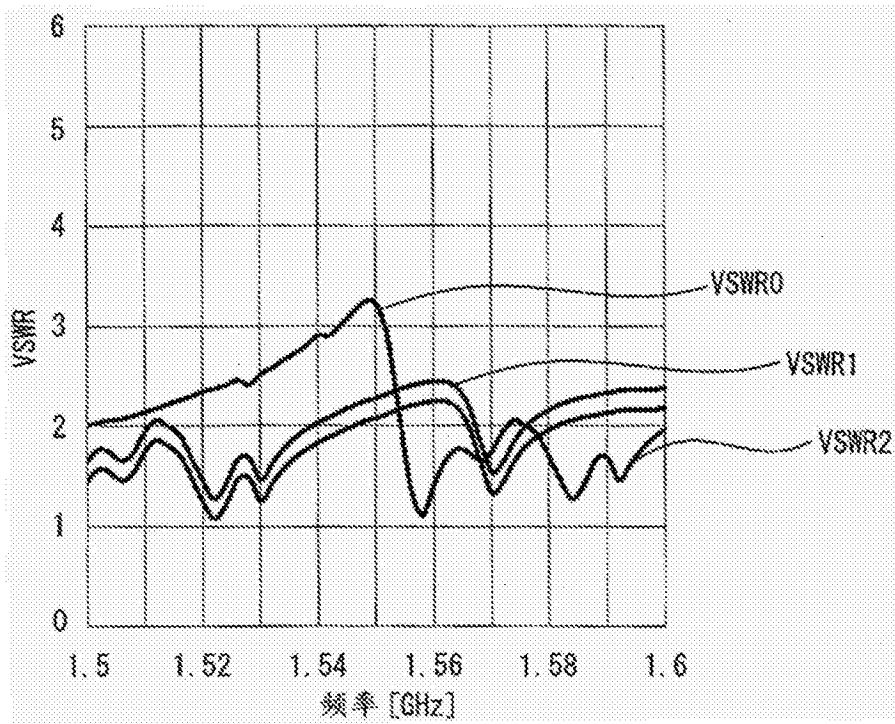


图 18

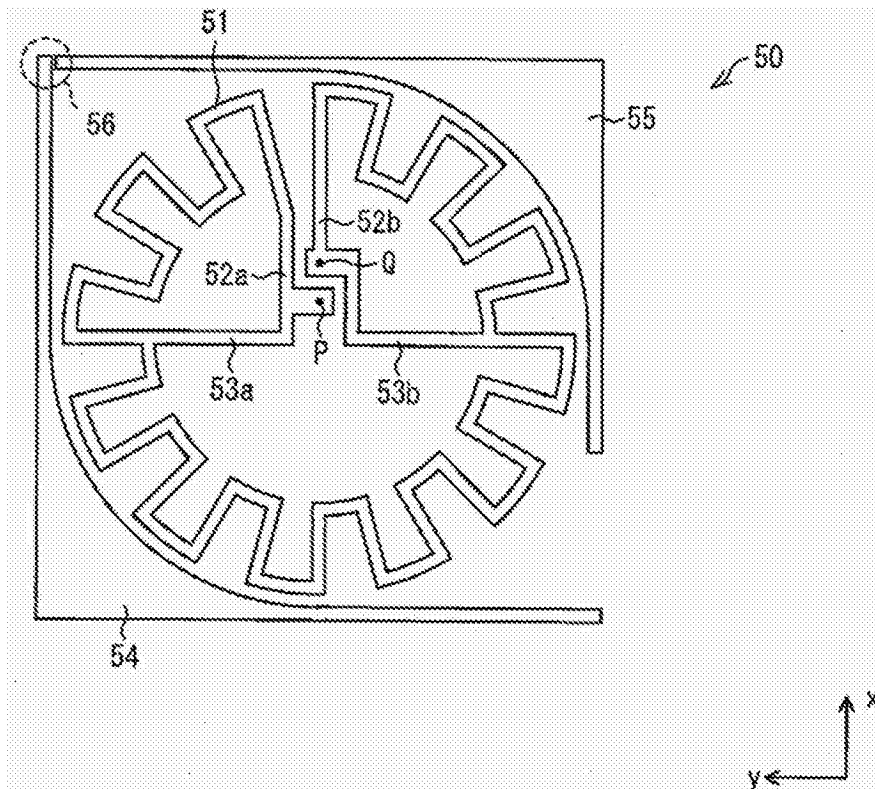


图 19

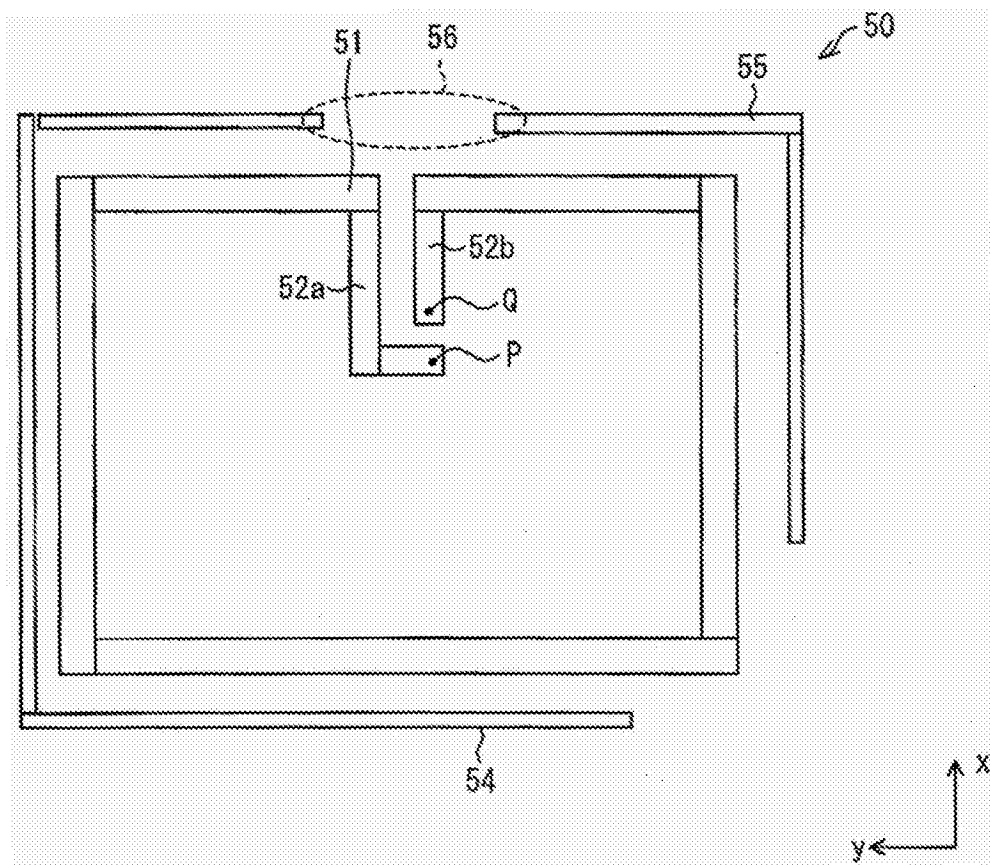


图 20

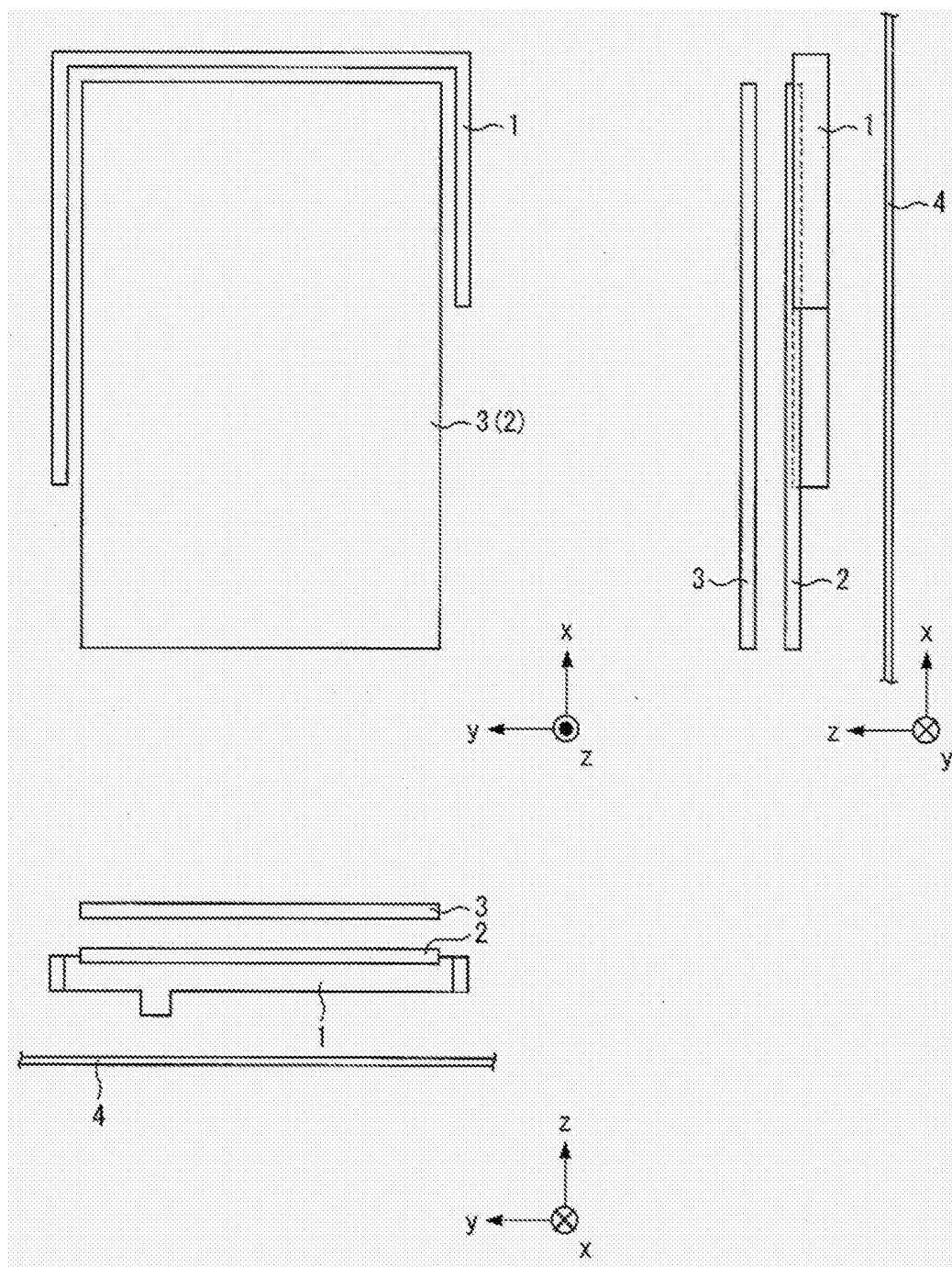


图 21

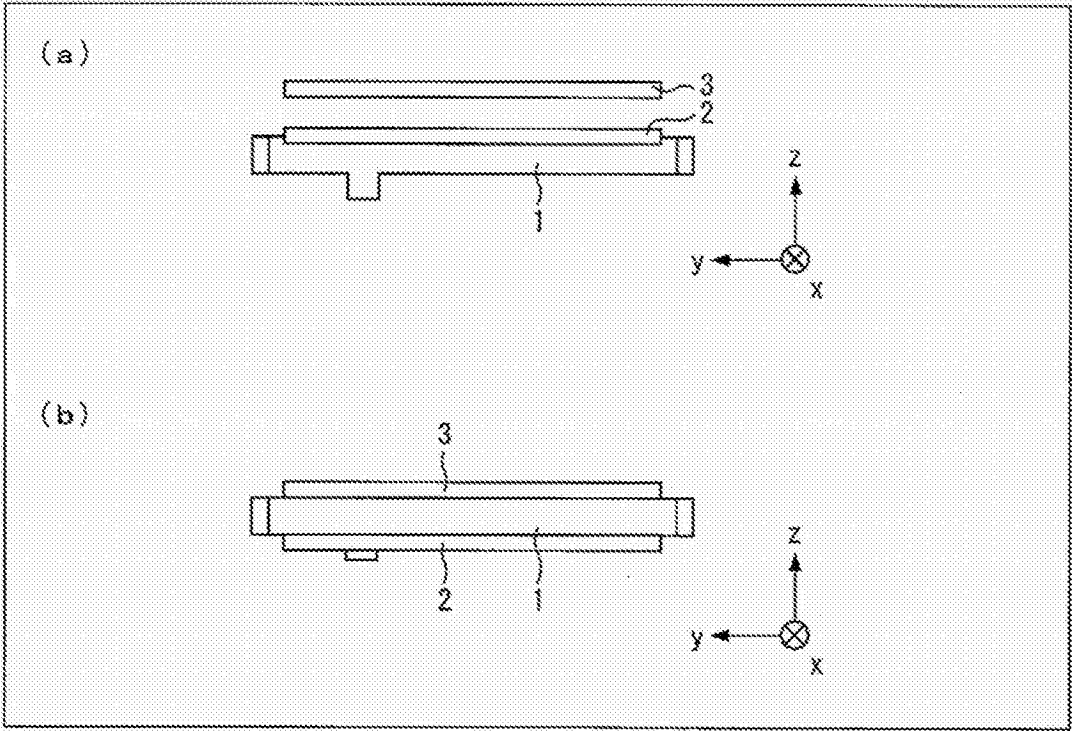


图 22

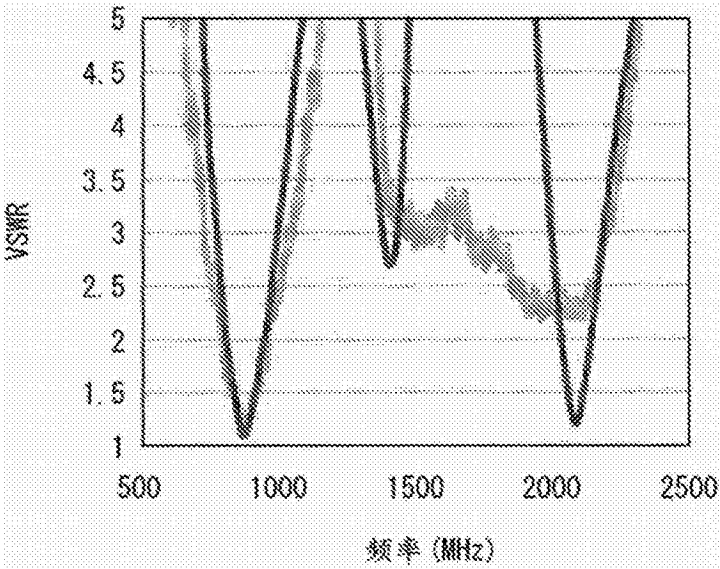


图 23

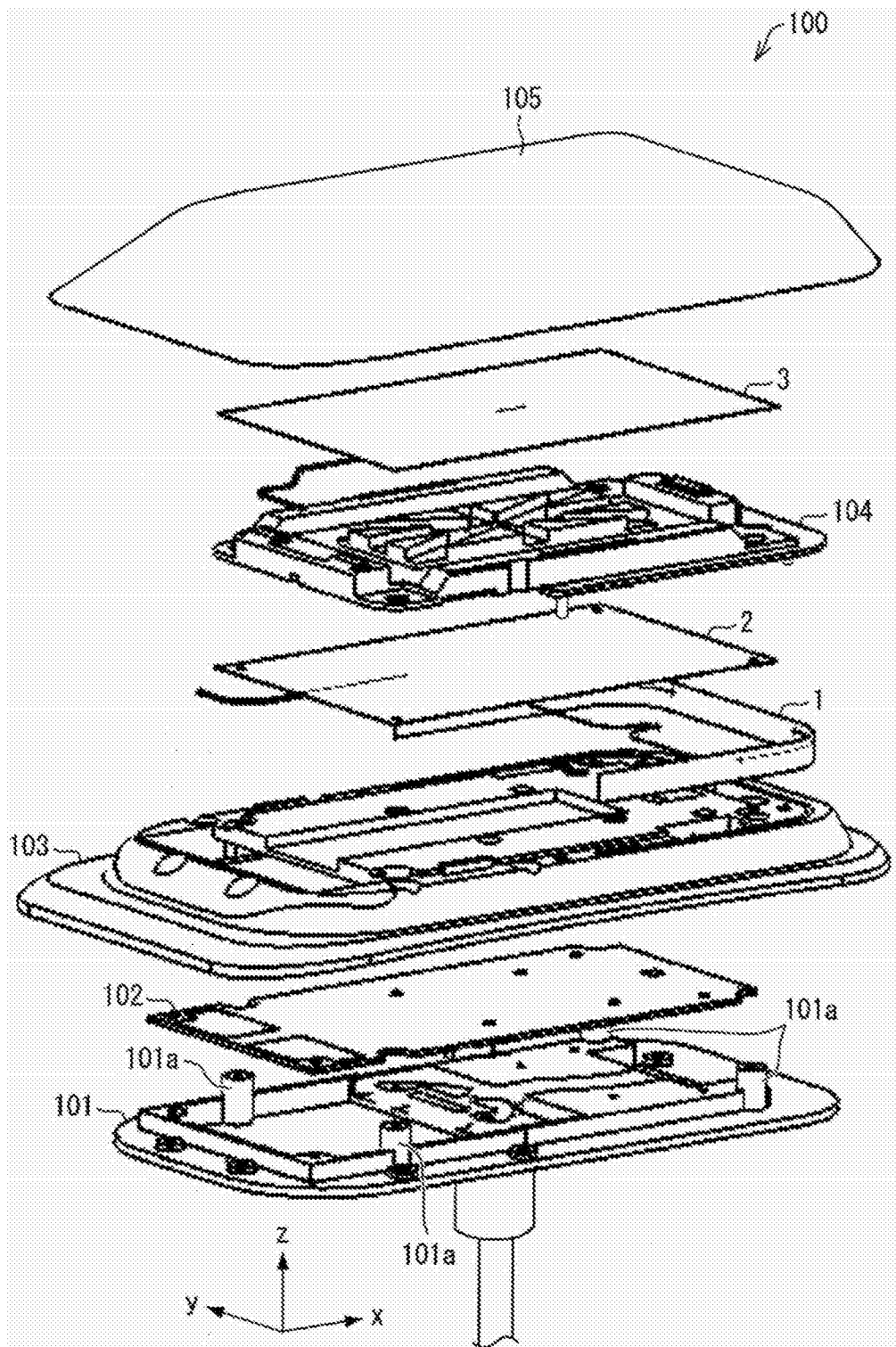


图 24