



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 208797170 U

(45)授权公告日 2019.04.26

(21)申请号 201821287632.0

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

(22)申请日 2017.11.29

代理人 李逸雪

(30)优先权数据

2016-231024 2016.11.29 JP

2016-255729 2016.12.28 JP

2017-082043 2017.04.18 JP

2017-104650 2017.05.26 JP

2017-158218 2017.08.18 JP

(51)Int.Cl.

H01Q 1/48(2006.01)

H01Q 1/52(2006.01)

H01Q 1/36(2006.01)

H01Q 1/44(2006.01)

(62)分案原申请数据

201721633688.2 2017.11.29

(73)专利权人 株式会社村田制作所

地址 日本京都府

(72)发明人 三川贤太郎 石塚健一 那须贵文

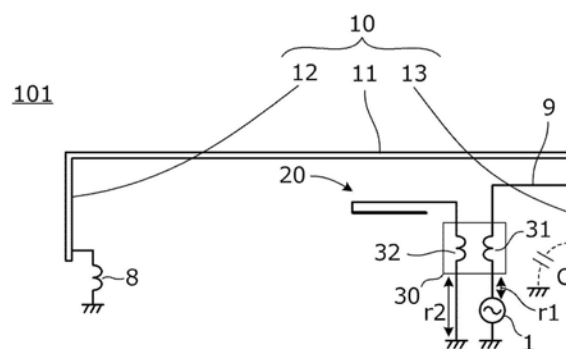
权利要求书1页 说明书23页 附图35页

(54)实用新型名称

天线装置

(57)摘要

本实用新型涉及天线装置。天线装置(101)具备:辐射元件(10)、耦合电路(30)和非辐射性谐振电路(20)。耦合电路(30)具有:连接在供电电路(1)与辐射元件(10)之间的第1耦合元件(31)以及与该第1耦合元件(31)耦合的第2耦合元件(32)。第2耦合元件(32)的一端接地,在另一端连接非辐射性谐振电路(20)。从供电电路(1)观察的辐射元件(10)的反射损耗的频率特性根据非辐射性谐振电路(20)的谐振频率特性而被调整。通过该构成,关于2个辐射元件的辐射的干扰的问题被消除。



1. 一种天线装置,具备:

辐射元件;

耦合电路,具有连接在所述辐射元件与供电电路之间的第1耦合元件以及与该第1耦合元件耦合的第2耦合元件;和

非辐射性谐振电路,与所述第2耦合元件连接,

所述耦合电路具有多个端子,

所述耦合电路具有被层叠的多个绝缘基材,

所述第1耦合元件及所述第2耦合元件包括形成于多个所述绝缘基材的多个导体图案,

所述第1耦合元件及所述第2耦合元件分别具有在多个所述绝缘基材的层叠方向上最接近的导体图案、即最接近导体图案,

所述最接近导体图案的一方具有与多个所述端子之中的一个端子连接的部分,

所述最接近导体图案的另一方具有分支的部分,在所述分支的部分具有电容形成用导体图案,

从所述层叠方向观察时所述电容形成用导体图案和与多个所述端子之中的一个端子连接的部分重叠,由此形成电容。

2. 根据权利要求1所述的天线装置,其中,

所述分支的部分是向与所述最接近导体图案的另一方延伸的方向不同的方向突出的部分。

3. 根据权利要求1所述的天线装置,其中,

所述分支的部分是相对于所述最接近导体图案的另一方延伸的方向大致垂直地突出的部分。

4. 根据权利要求1至3的任一项所述的天线装置,其中,

所述电容是所述供电电路与所述非辐射性谐振电路的阻抗匹配电路。

天线装置

[0001] 本申请是申请号为201721633688.2、申请日为2017年11月29日、发明名称为“天线装置以及电子设备”的实用新型专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本实用新型涉及对应宽频带的天线装置以及具备其的电子设备。

背景技术

[0003] 为了使频带宽频带化,或者为了对应多个频带,使用具备直接或者间接地耦合的2个辐射元件的天线装置。此外,专利文献1中表示了一种天线装置,其具备:2个辐射元件、和对针对该2个辐射元件的供电进行控制的耦合度调整电路。

[0004] 在先技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:国际公开第2012/153690号

[0007] 专利文献1所示的天线装置的第1辐射元件和第2辐射元件经由变压器而耦合,通过该耦合的设定,取得供电电路与天线装置的匹配。根据该专利文献1所示的天线装置,由于也可以不使第1辐射元件与第2辐射元件并排,因此其图案的设计上的自由度较高。此外,由于即使使第1辐射元件与第2辐射元件更加接近,也能够规定为规定的耦合度,因此供电电路与多谐振天线的匹配变得容易。

[0008] 但是,在一个辐射元件较强有助于辐射的频带,若来自另一个辐射元件的辐射对一个辐射元件的辐射有影响,则不能得到所希望的辐射特性,可能使天线的辐射特性恶化。

实用新型内容

[0009] 本实用新型的目的在于,提供一种避免了关于2个辐射元件的辐射的干扰的问题并实现了宽频带化的天线装置以及具备其的电子设备。

[0010] (1) 本实用新型的天线装置具备:

[0011] 辐射元件;

[0012] 耦合电路,具有连接在所述辐射元件与供电电路之间的第1耦合元件以及与该第1耦合元件耦合的第2耦合元件;和

[0013] 非辐射性谐振电路,与所述第2耦合元件连接,

[0014] 所述耦合电路具有多个端子,

[0015] 所述耦合电路具有被层叠的多个绝缘基材,

[0016] 所述第1耦合元件及所述第2耦合元件包括形成于多个所述绝缘基材的多个导体图案,

[0017] 所述第1耦合元件及所述第2耦合元件分别具有在多个所述绝缘基材的层叠方向上最接近的导体图案、即最接近导体图案,

[0018] 所述最接近导体图案的一方具有与多个所述端子之中的一个端子连接的部分,

[0019] 所述最接近导体图案的另一方具有分支的部分,在所述分支的部分具有电容形成用导体图案,

[0020] 从所述层叠方向观察时所述电容形成用导体图案和与多个所述端子之中的一个端子连接的部分重叠,由此形成电容。

[0021] 通过上述构成,与耦合电路的第1耦合元件连接的辐射元件和与耦合电路的第2耦合元件连接的非辐射性谐振电路不关于辐射相互干扰,辐射元件的辐射特性不受到负面影响。此外,根据非辐射性谐振电路的谐振特性,从供电电路观察的辐射元件的反射损耗的频率特性被调整,在所希望的频率带产生极点,天线的频率特性被宽频带化。

[0022] (2) 优选在从所述第1耦合元件的与所述供电电路连接的端子向与所述辐射元件连接的端子的方向上流过电流时产生的磁场的方向、与在从所述第2耦合元件的与所述非辐射性谐振电路连接的端子向与所述接地连接的端子的方向上流过电流时产生的磁场的方向相反。由此,第1耦合元件以及第2耦合元件的电感通过基于第1耦合元件与第2耦合元件的耦合的相互电感而降低,对辐射元件10的电路特性以及辐射特性的影响较小。

[0023] (3) 优选所述第1耦合元件以及所述第2耦合元件是被层叠配置的线圈导体图案,所述耦合电路构成所述第1耦合元件与所述第2耦合元件进行电磁场耦合的变压器。由此,构成第1耦合元件与第2耦合元件的耦合系数较高的耦合电路,从供电电路观察的非辐射性谐振电路的谐振特性容易显现。

[0024] (4) 优选在所述辐射元件的俯视下,所述非辐射性谐振电路的一半以上处于所述辐射元件的形成区域内。由此,非辐射性谐振电路被辐射元件遮挡,从远方观察的非辐射性谐振电路的非辐射性提高。

[0025] (5) 优选所述辐射元件由俯视下形成3边的导电性部件构成,所述非辐射性谐振电路处于所述俯视下所述3边所围起的位置。由此,非辐射性谐振电路被辐射元件遮挡,从远方观察的非辐射性谐振电路的非辐射性提高。

[0026] (6) 优选所述非辐射性谐振电路由在中途具有折回部的线状的导体图案构成。由此,非辐射性谐振电路的谐振的锐利性变缓,通过非辐射性谐振电路,包含在天线的频率特性产生的极点的较宽附近区域,能够使反射系数减少。此外,能够将非辐射性谐振电路省空间地设置。

[0027] (7) 优选所述导体图案具有:从所述耦合电路延伸的第1线状导体图案部;和在所述折回部向远离所述辐射元件的一侧折回的第2导体图案部。由此非辐射性谐振电路与辐射元件的不必要的耦合被抑制。

[0028] (8) 优选还具备移相器,所述移相器连接在所述供电电路与所述第1耦合元件之间并具有频率依赖性。由此,能够构成在宽频带阻抗匹配的天线装置。

[0029] (9) 优选所述第2耦合元件的与连接所述非辐射性谐振电路的第1端子相反的一侧的第2端子连接于所述接地,所述第1耦合元件与所述供电电路之间的线路的长度以及所述第2耦合元件的所述第2端子与所述接地之间的线路的长度小于谐振频率的 $1/8$ 波长。

[0030] 由于耦合电路主要利用磁场耦合,因此在流过的电流较强的位置插入耦合电路更强耦合。通过强耦合,能够增强通过追加耦合电路和无供电元件而导致的谐振的影响,谐振带宽扩大因此可通信的频带扩大。此外,信号强度变强,通信特性提高。

[0031] (10) 天线装置也可以具备被连接在所述第2耦合元件与所述非辐射性谐振电路之

间的电感器。由此,由于在电流较小的位置插入电感器,因此能够抑制耦合的变化(抑制阻抗的匹配性的变化),并且降低非辐射性谐振电路侧的谐振频率,能够得到所希望的通信频带。或者能够维持谐振频率并且缩短非辐射性谐振电路的长度,空间被抑制。

[0032] (11) 天线装置也可以具备被连接在所述第2耦合元件的所述第1端子与所述接地之间的电感器。由此,能够抑制由于插入耦合电路所导致的基于接地与耦合电路之间的寄生电容的电抗,能够抑制从未安装耦合电路的状态下的匹配状态起的变化。此外,能够降低非辐射性谐振电路的谐振频率,得到所希望的通信频带、通信特性。或者能够维持谐振频率并且缩短天线的长度,空间被抑制。

[0033] (12) 天线装置也可以具备被连接在所述第2耦合元件与所述非辐射性谐振电路之间的电容器。由此,能够提高非辐射性谐振电路侧的谐振频率,得到所希望的通信频带。

[0034] (13) 天线装置也可以具备被连接在所述第2耦合元件的所述第1端子与所述接地之间的电容器。由此,能够减弱基于插入耦合电路的接地与耦合电路之间的寄生电容,能够抑制从未安装耦合电路的状态下的匹配状态起的变化。此外,能够提高非辐射性谐振电路侧的谐振频率,得到所希望的通信频带、通信特性。

[0035] (14) 天线装置也可以设为如下构成:具备第2耦合电路,所述第2耦合电路具有连接在所述第1耦合元件与所述供电电路之间的第3耦合元件、和与该第3耦合元件耦合的第4耦合元件,并且具备与所述第4耦合元件连接的第2非辐射性谐振电路。由此,能够增加可追加的谐振数量,带宽扩大因此可通信的区域扩大。若谐振的频率相同则阻抗的匹配性提高。

[0036] (15) 天线装置也可以具备第2耦合电路,所述第2耦合电路具有连接在所述第2耦合元件与所述非辐射性谐振电路之间的第3耦合元件、和与该第3耦合元件耦合的第4耦合元件,并且具备与所述第4耦合元件连接的第2非辐射性谐振电路。根据该构造,能够利用多个非辐射性谐振电路,通信特性提高。

[0037] (16) 天线装置也可以还具备连接在所述非辐射性谐振电路与所述接地之间的开关。由此,能够使通过设置耦合电路和非辐射性谐振电路而追加的谐振频率变化,使匹配变化来改善阻抗的匹配性。此外,能够使谐振频率变化或者使匹配变化以使得容易与耦合电路和非辐射性谐振电路耦合,改善阻抗的匹配性。

[0038] (17) 在所述耦合电路具备寄生电容的情况下,优选天线装置具备电感器,所述电感器与所述耦合电路连接,通过与所述寄生电容的并联谐振,抑制在所述耦合电路产生的电抗成分。由此,通过插入耦合电路而赋予的电抗成分被抵消,从未安装耦合电路的状态下的匹配状态起的变化被抑制。

[0039] (18) 本实用新型的天线装置具备:

[0040] 供电电路所连接的辐射元件;

[0041] 耦合电路,具有连接在所述辐射元件与接地之间的第1耦合元件以及与该第1耦合元件耦合的第2耦合元件;和

[0042] 与所述第2耦合元件连接的非辐射性谐振电路,

[0043] 根据所述非辐射性谐振电路的谐振频率特性,来调整所述辐射元件的反射损耗的频率特性。

[0044] 通过上述构成,与耦合电路的第1耦合元件连接的辐射元件和与耦合电路的第2耦合元件连接的非辐射性谐振电路关于辐射不相互干扰,辐射元件的辐射特性不受负面影

响。此外,根据非辐射性谐振电路的谐振特性,从供电电路观察的辐射元件的反射损耗的频率特性被调整,在所希望的频率带产生极点,天线的频率特性被宽频带化。特别地,由于与接地连接的部分的电流强度较强,因此能够经由耦合电路来使辐射元件与非辐射性谐振电路耦合。此外,耦合电路以及非辐射性谐振电路的配置自由度提高。

[0045] (19) 本实用新型的电子设备具备:上述(1)至(18)的任一个所述的天线装置;与所述耦合电路连接的所述供电电路;和收容该供电电路的壳体,所述辐射元件的一部分或者全部是所述壳体的一部分。

[0046] 通过上述构成,不需要设置辐射元件专用的导电性部件或导体图案,能够实现小型化。此外,在具备金属壳体的电子设备中,也不会被金属壳体遮挡。

[0047] 根据本实用新型,能够得到避免了关于2个辐射元件的辐射的干扰的问题并实现了宽频带化的天线装置以及具备其的电子设备。

附图说明

[0048] 图1是表示第1实施方式所涉及的天线装置101和具备其的电子设备的主要构成的立体图。

[0049] 图2是天线装置101的主要部分的俯视图。

[0050] 图3是表示非辐射性谐振电路20的形成位置的俯视图。

[0051] 图4是表示耦合电路30和与其连接的电路的构成的图。

[0052] 图5(A)是高频带中的天线装置101的等效电路图。图5(B)是低频带中的天线装置101的等效电路图。

[0053] 图6是针对天线装置101和比较例的天线装置,表示其反射损耗的频率特性的图。

[0054] 图7是表示基于耦合电路的耦合强度的阻抗匹配的差异的概念图。

[0055] 图8是耦合电路30的立体图。

[0056] 图9是表示形成于耦合电路的各层的导体图案的分解俯视图。

[0057] 图10是包含4个线圈导体图案的耦合电路30的电路图。

[0058] 图11是表示第2实施方式所涉及的天线装置102的电路构成的图。

[0059] 图12是表示第3实施方式所涉及的天线装置103的电路构成的图。

[0060] 图13是表示第4实施方式所涉及的天线装置104的电路构成的图。

[0061] 图14是表示第5实施方式所涉及的天线装置105的电路构成的图。

[0062] 图15是表示第6实施方式所涉及的天线装置106A的电路构成的图。

[0063] 图16是表示第6实施方式所涉及的天线装置106B的电路构成的图。

[0064] 图17是表示第6实施方式所涉及的天线装置106C的电路构成的图。

[0065] 图18是表示第6实施方式所涉及的天线装置106D的电路构成的图。

[0066] 图19(A)是表示第7实施方式所涉及的天线装置107A的电路构成的图,图19(B)是表示第7实施方式所涉及的天线装置107B的电路构成的图。

[0067] 图20是表示形成于第7实施方式所涉及的耦合电路30的各层的导体图案的分解俯视图。

[0068] 图21是第7实施方式所涉及的耦合电路30的剖视图。

[0069] 图22是表示第7实施方式所涉及的耦合电路30的、特别是导体图案L12与导体图案

L21的重叠的俯视图。

[0070] 图23是表示第7实施方式所涉及的形成于另一耦合电路30的各层的导体图案的分解俯视图。

[0071] 图24是表示第8实施方式所涉及的天线装置108的电路构成的图。

[0072] 图25是表示第9实施方式所涉及的天线装置109的电路构成的图。

[0073] 图26是表示第10实施方式所涉及的天线装置110的电路构成的图。

[0074] 图27 (A)、图27 (B) 是表示第11实施方式所涉及的天线装置111A、111B的电路构成的图。

[0075] 图28是表示第12实施方式所涉及的天线装置112的电路构成的图。

[0076] 图29是表示第13实施方式所涉及的天线装置113的电路构成的图。

[0077] 图30是表示第14实施方式所涉及的天线装置114的电路构成的图。

[0078] 图31 (A) 是表示第15实施方式所涉及的天线装置115的电路构成的图。图31 (B) 是表示图31 (A) 所示的天线装置115、比较例的天线装置和它们的反射损耗的频率特性的图。

[0079] 图32是表示第16实施方式所涉及的天线装置116的电路构成的图。

[0080] 图33是表示第17实施方式所涉及的天线装置117的电路构成的图。

[0081] 图34是表示天线装置117的反射损耗的频率特性的图。

[0082] 图35是第18实施方式所涉及的天线装置118A的电路图。

[0083] 图36是第18实施方式所涉及的其它的天线装置118B的电路图。

[0084] 图37是第18实施方式所涉及的又一天线装置118C的电路图。

[0085] 图38是第19实施方式所涉及的天线装置119的主要部分的俯视图。

[0086] 图39是第19实施方式的耦合电路30的立体图。

[0087] 图40是表示第19实施方式的另一耦合电路30的构成的图，是表示形成于耦合电路30的各层的导体图案的分解俯视图。

[0088] 图41是供电电路1所连接的第20实施方式所涉及的天线装置120的电路图。

[0089] 图42是将第20实施方式所涉及的移相器50分为理想变压器IT和寄生电感成分来表示的等效电路图。

[0090] 图43是表示移相器50的移相量的频率特性的图。

[0091] 图44 (A) 是不具备移相器50的第1实施方式中所示的天线装置的电路图，图44 (B) 是在史密斯圆图上表示从供电电路1观察该天线装置的阻抗的阻抗轨迹。

[0092] 图45 (A) 是追加了移相器50的天线装置的电路图，图45 (B) 是在史密斯圆图上表示从供电电路1观察该天线装置的阻抗的阻抗轨迹。

[0093] 图46 (A) 是具备阻抗匹配用电容器C5的天线装置的电路图，图46 (B) 是在史密斯圆图上表示从供电电路1观察该天线装置的阻抗的阻抗轨迹。

[0094] 图47是表示图44 (A)、图46 (A) 所示的各天线装置以及比较例的天线装置的反射损耗的频率特性的图。

[0095] 图48是移相器50的外观立体图。

[0096] 图49是移相器50的各层的俯视图。

[0097] 图50是移相器50的剖视图。

[0098] 图51是表示第21实施方式所涉及的电子设备的金属壳体的一部分的俯视图。

[0099] 图52(A)、图52(B)是表示第21实施方式所涉及的分别不同的电子设备的金属壳体的一部分的立体图。

[0100] -符号说明-

[0101] C、C1...电容

[0102] C3、C4...电容器

[0103] C5...阻抗匹配用电容器

[0104] C11、C12...电容形成用导体图案

[0105] C20...电容器

[0106] Cs1、Cs2...电容器(寄生电容)

[0107] G...接地端子

[0108] GND...接地电极

[0109] GZ...接地区域

[0110] IT...理想变压器

[0111] L1A1、L1A2、L1A3、L1B1、L1B2、L1C...导体

[0112] L2A1、L2A2、L2A3、L2B1、L2B2、L2C...导体

[0113] La、Lc...串联寄生电感成分

[0114] Lb...并联寄生电感成分

[0115] Lp...第1线圈

[0116] Ls...第2线圈

[0117] L11...第1导体图案

[0118] L12...第2导体图案

[0119] L20...电感器

[0120] L21...第3导体图案

[0121] L22...第4导体图案

[0122] L21~L23...导体图案

[0123] L3...电感器

[0124] MS1...第1面

[0125] MS2...第2面

[0126] NGZ...非接地区域

[0127] PA...辐射元件连接端子

[0128] PF...供电电路连接端子

[0129] PG...接地端子

[0130] PS...非辐射性谐振电路连接端子

[0131] Ps...连接点

[0132] P1...第1端口

[0133] P2...第2端口

[0134] S1~S9...基材

[0135] S11、S12、S21、S22、S23...绝缘基材

[0136] T1、T2...端子

- [0137] V1、V2...层间连接导体
- [0138] V11、V12、V13、V14、V21、V22、V23、V24...层间连接导体
- [0139] 1...供电电路
- [0140] 5...基板
- [0141] 6...电路基板
- [0142] 7...连接器
- [0143] 8...电感器
- [0144] 9...供电线路
- [0145] 10...辐射元件
- [0146] 10A...供电辐射元件
- [0147] 10AF...供电路径
- [0148] 10AS...短路管脚
- [0149] 10B、10C...无供电辐射元件
- [0150] 10U、10V...供电辐射元件
- [0151] 10Z...辐射元件形成区域
- [0152] 11...端面部
- [0153] 12、13...侧面部
- [0154] 20...非辐射性谐振电路
- [0155] 20A...第1非辐射性谐振电路
- [0156] 20B...第2非辐射性谐振电路
- [0157] 20FB...折回部
- [0158] 21...第1线状导体图案部
- [0159] 22...第2线状导体图案部
- [0160] 30...耦合电路
- [0161] 30A...第1耦合电路
- [0162] 30B...第2耦合电路
- [0163] 31...第1耦合元件
- [0164] 32...第2耦合元件
- [0165] 33...第3耦合元件
- [0166] 34...第4耦合元件
- [0167] 35...电感器
- [0168] 36...电容器
- [0169] 37、38...开关
- [0170] 40...金属壳体主要部分
- [0171] 41...平面部
- [0172] 42、43...侧面部
- [0173] 50...移相器
- [0174] 100...层叠体
- [0175] 101~105...天线装置

- [0176] 106A~106D...天线装置
- [0177] 107A、107B...天线装置
- [0178] 108~110...天线装置
- [0179] 111A、111B...天线装置
- [0180] 112~117...天线装置
- [0181] 118A~118C...天线装置
- [0182] 119、120...天线装置。

具体实施方式

[0183] 以下,参照附图来举出几个具体的例子,表示本实用新型的多个具体实施方式。各附图中对同一位置赋予同一符号。考虑要点的说明或者理解的容易性,为了方便而分开实施方式进行表示,但能够进行不同实施方式中所示的构成的局部置换或者组合。在第2实施方式以后,省略与第1实施方式共用的事项的记述,仅对不同点进行说明。特别地,针对基于相同构成的相同的作用效果,不按照每个实施方式依次提及。

[0184] 各实施方式所示的“天线装置”能够应用于信号的发送侧、接收侧的任意侧。即使在将该“天线装置”说明为辐射电磁波的天线的情况下,也并不局限于该天线装置是电磁波的产生源。在受到通信对象侧天线装置产生的电磁波的情况下,也就是即使收发关系相反,也起到相同的作用效果。

[0185] 《第1实施方式》

[0186] 图1是表示第1实施方式所涉及的天线装置101和具备其的电子设备的主要构成的立体图。图2是天线装置101的主要部分的俯视图。

[0187] 电子设备的金属壳体具备作为金属壳体端部的辐射元件10和金属壳体主要部分40。金属壳体主要部分40由平面部41、侧面部42、43构成。

[0188] 天线装置101具备:辐射元件10、非辐射性谐振电路20和耦合电路30。

[0189] 辐射元件10是金属壳体端部,由端面部11、侧面部12、13构成。侧面部12的端部经由电感器8而与电路基板6的接地连接(接地)。侧面部13的端部开放,但在该开放端与接地之间产生寄生电容C。另外,在电路基板6安装USB等连接器7,在端面部11形成用于连接器7的开口,但该连接器7不是天线装置101的构成要素。

[0190] 电路基板6具有:形成有接地电极GND的接地区域GZ、和未形成有接地电极的非接地区域NGZ。作为辐射元件10的金属壳体端部位于非接地区域的一侧。在电路基板6的非接地区域NGZ,形成基于导体图案的非辐射性谐振电路20。此外,在电路基板6的非接地区域NGZ,形成将耦合电路30与辐射元件10连接的供电线路9。

[0191] 如图2所示,非辐射性谐振电路20由在中途具有折回部20FB的线状的导体图案构成。这样,通过由在中途具有折回部的线状的导体图案构成,非辐射性谐振电路20被省空间地设置,此外,能够得到谐振所需的电长度。此外,在本实施方式中,具有从耦合电路30延伸的第1线状导体图案部21、和折回到远离辐射元件10的一侧的第2线状导体图案部22。通过该构造,接近于辐射元件10(特别是端面部11)的部分较短,并且延伸方向相互为相反方向,因此与辐射元件10(特别是端面部11)的实质的耦合较小。由此,非辐射性谐振电路20与辐射元件10的不必要的耦合被抑制。

[0192] 另外,由于第2线状导体图案部22的线宽度比第1线状导体图案部21粗,因此能够加宽谐振的带宽。

[0193] 图3是表示非辐射性谐振电路20的形成位置的俯视图。辐射元件10由俯视下形成3边的导电性部件(端面部11、侧面部12、13)构成,非辐射性谐振电路20位于俯视下辐射元件10的3边围起的辐射元件形成区域10Z内。非辐射性谐振电路20也可以其全体不位于辐射元件形成区域10Z内,优选非辐射性谐振电路20的一半以上处于辐射元件形成区域10Z内。由于非辐射性谐振电路20不利用为辐射元件,因此优选是“非辐射性”。因此,通过非辐射性谐振电路20处于俯视下导电性部件的3边围起的位置、或非辐射性谐振电路20的一半以上处于辐射元件形成区域10Z内,从而非辐射性谐振电路20被辐射元件10遮挡,因此从远处观察的非辐射性谐振电路20的非辐射性提高。

[0194] 图4是表示耦合电路30和与其连接的电路的构成的图。耦合电路30具有第1耦合元件31和与第1耦合元件31耦合的第2耦合元件32,由第1耦合元件31和第2耦合元件32构成变压器。第1耦合元件31以及第2耦合元件32的电感较小,分别为10nH以下。辐射元件10与非辐射性谐振电路20经由耦合电路30,以耦合系数0.5以上、优选以耦合系数0.8以上进行耦合。耦合元件的电感越小,对辐射元件10的电路特性以及辐射特性的影响越能够被抑制。耦合系数越大,越能够将辐射元件10与非辐射性谐振电路20电连接,仅在较大有助于非辐射性谐振电路20谐振的频率施加谐振点。这样,通过构成第1耦合元件31与第2耦合元件32电磁场耦合的变压器,从而构成第1耦合元件31与第2耦合元件32的耦合系数较高的耦合电路,从供电电路1观察辐射元件10时的非辐射性谐振电路20的谐振特性容易显现。

[0195] 第1耦合元件31被连接于辐射元件10与供电电路1之间。第2耦合元件32的第1端与非辐射性谐振电路20连接,第2端与电路基板6的接地连接(接地)。

[0196] 根据本实施方式的电子设备,由于将收容供电电路的壳体的金属部利用为辐射元件,因此不需要设置辐射元件专用的导电性部件或导体图案,能够实现小型化。此外,在具备金属壳体的电子设备中,也不会被金属壳体遮挡。

[0197] 图5(A)是高频带下的天线装置101的等效电路图。在高频带(例如1.6GHz~2.3GHz)下,电感器8(参照图2、图4)为规定的高阻抗,辐射元件10的前端等效为开放状态。在该状态下,辐射元件10作为以 $3/4$ 波长或者 $(2n+1)/4$ 波长(n 为自然数)进行谐振的单极系天线而发挥作用。

[0198] 图5(B)是低频带下的天线装置101的等效电路图。在低频带(例如700MHz~900MHz)下,电感器8表示规定的电感,辐射元件10的前端经由电感器8而接地。在该状态下,辐射元件10作为1波长或者其整数倍波长的环状天线而发挥作用。

[0199] 基于图5(A)(B)所示的电感器L20以及电容器C20的串联电路是用于表示为将非辐射性谐振电路20简单表述为集中常量电路的等效电路的元件。非辐射性谐振电路20作用为在规定频单下以 $3/4$ 波长或有 $(2n+1)/4$ 波长(n 为自然数)进行谐振的开路端短截线。因此,在图5(A)(B)中表示为电感器L20以及电容器C20。非辐射性谐振电路20例如在以2.1GHz为中心的频带下进行谐振。其中,在本实施方式中,由于非辐射性谐振电路20是线状导体图案在中途折回的形状,因此与单纯的直线状的导体图案相比,在线状导体图案不形成显著的驻波,作为谐振电路的谐振的Q值较小。

[0200] 图6是针对天线装置101和比较例的天线装置,表示其反射损耗的频率特性的图。

在图6中,反射损耗特性RL1是本实施方式的天线装置101的反射损耗,反射损耗特性RL2是比较例的天线装置的反射损耗。比较例的天线装置是不具备耦合电路30以及非辐射性谐振电路20的天线装置。在任意天线装置中,均在低频带(700MHz~900MHz)的中心频率F1产生极点。这是由于图5(B)所示的环状天线的谐振特性。此外,在频率F2(1.75GHz附近)产生极点。这是由于图5(A)所示的单极天线的3/4波长谐振。进一步地,在频率F3(2.3GHz附近)产生极点。这是由于图5(A)所示的单极天线的5/4波长谐振。

[0201] 另外,优选图4所示的第1耦合元件31与供电电路1之间的线路的长度“r1”以及第2耦合元件32的端部与接地之间的线路的长度“r2”小于谐振频率的1/8波长。所谓这里的波长,包含考虑了基于磁性体、电介质的波长缩短效果的实效波长的意思。将“1/8波长”设为阈值,是基于1/8波长电流为 $1/\sqrt{2}$ 、换言之能够传输的电力为一半、条件上实用。

[0202] 这里,针对基于上述耦合强度的阻抗匹配的差异,图7中表示概念图。在图7中,轨迹T1、T2、T3是在史密斯圆图上表示从供电电路1观察天线装置101的阻抗的阻抗轨迹。轨迹T1是不存在耦合电路30以及非辐射性谐振电路20的状态下的特性,轨迹T2是耦合电路30的第1耦合元件31与第2耦合元件32适度地耦合的状态下的特性,轨迹T3是耦合电路30的第1耦合元件31与第2耦合元件32的耦合过强的状态下的特性。

[0203] 这样,即使耦合电路30的第1耦合元件31与第2耦合元件32的耦合过强,从供电电路观察的输入阻抗也从供电电路(以及传输线路)侧的阻抗(例如50 Ω)偏离。因此,耦合电路30的第1耦合元件31与第2耦合元件32适度地耦合很重要。通过上述第1耦合元件31与供电电路1之间的线路的长度“r1”以及第2耦合元件32的端部与接地之间的线路的长度“r2”在小于谐振频率的1/8波长的范围内规定,从而能够适度地规定基于耦合电路30的耦合。

[0204] 在本实施方式的天线装置101中,在频率F0(2.1GHz附近)也产生极点。这是由于非辐射性谐振电路20的谐振特性。也就是说,由于非辐射性谐振电路20以中心频率2.1GHz的频带进行谐振,因此在从供电电路1观察的天线装置101的反射损耗的频率特性,以该2.1GHz产生极点。根据本实施方式的天线装置101,在1.6GHz~2.3GHz,高频带的应用频带被宽频带化。

[0205] 此外,在低频带中非辐射性谐振电路20不谐振,对低频带的反射损耗特性没有影响。换句话说,在从供电电路1观察的反射损耗特性,在例如1.6GHz以上的频带,非辐射性谐振电路20有影响,在低于此的频带,非辐射性谐振电路20实质没有影响。

[0206] 由于上述频率F0附近的反射损耗的特性根据非辐射性谐振电路20的谐振特性而被规定,因此根据构成非辐射性谐振电路20的导体图案的形状,能够适当地规定频率F0附近的反射损耗的特性。在本实施方式中,由于非辐射性谐振电路20由在中途具有折回部的线状的导体图案构成,因此非辐射性谐振电路20的谐振的锐利性变缓,通过非辐射性谐振电路20,包含在上述频率F0产生的极点的该附近频带,能够使反射系数较宽衰减。

[0207] 另外,由于作用为开路端短截线的非辐射性谐振电路20被与辐射元件10实质独立地设置,因此与例如在辐射元件形成短截线的情况相比,没有针对低频带的影响。

[0208] 接下来,表示耦合电路30的构成。图8是耦合电路30的立体图,图9是表示形成于耦合电路的各层的导体图案的分解俯视图。

[0209] 本实施方式的天线装置所具备的耦合电路30是被安装于电路基板6的长方体状的芯片部件。在图8中,将耦合电路30的外形和其内部的构造分离图示。耦合电路30的外形通

过双点划线来表示。在耦合电路30的外表面,形成供电电路连接端子PF、辐射元件连接端子PA、接地端子PG以及非辐射性谐振电路连接端子PS。此外,耦合电路30具备:第1面MS1、和作为与该第1面相反的一侧的面的第2面MS2。在本实施方式中,第1面MS1是安装面,该面与电路基板对置。对作为与安装面(第1面)MS1相反的一侧的面的顶面(第2面),赋予方向识别标记DDM。该方向识别标记DDM例如被利用于在针对耦合电路30通过安装机来将芯片部件安装于电路基板时,检测芯片部件的方向。

[0210] 在耦合电路30的内部,形成第1导体图案L11、第2导体图案L12、第3导体图案L21、第4导体图案L22。第1导体图案L11与第2导体图案L12经由层间连接导体V1而连接。第3导体图案L21与第4导体图案L22经由层间连接导体V2而连接。另外,在图8中,将形成有上述各导体图案的绝缘基材S11、S12、S21、S22在层叠方向上分离表示。这些绝缘基材S11、S12、S21、S22可以是由LTCC(Low Temperature Co-fired Ceramics:低温共烧陶瓷)等构成的非磁性陶瓷层叠体,也可以是由聚酰亚胺或液晶聚合物等的树脂材料构成的树脂层叠体。这样,通过基材层是非磁性体(由于不是磁性体铁氧体),从而即使是超过几百MHz的高频带也能够用作为耦合电路。

[0211] 上述各导体图案以及层间连接导体由以Ag或Cu为主成分的电阻率较小的导体材料构成。若基材层是陶瓷,则通过例如以Ag或Cu为主成分的导电性膏的丝网印刷以及烧制而形成。此外,若基材层是树脂,则通过例如Al箔或Cu箔等金属箔利用蚀刻等而被图案化而形成。

[0212] 如图9所示,从接近于安装面的层起依次形成第1导体图案L11、第2导体图案L12、第3导体图案L21、第4导体图案L22。第1导体图案L11的第1端与辐射元件连接端子PA连接,第2端经由层间连接导体V1而与第2导体图案L12的第1端连接。第2导体图案L12的第2端与供电电路连接端子PF连接。此外,第3导体图案L21的第1端与非辐射性谐振电路连接端子PS连接,第3导体图案L21的第2端经由层间连接导体V2而与第4导体图案L22的第1端连接。第4导体图案L22的第2端与接地端子PG连接。

[0213] 此外,从第1耦合元件31的供电电路连接端子PF向辐射元件连接端子PA的卷绕方向与从第2耦合元件32的非辐射性谐振电路连接端子PS向接地端子PG的卷绕方向相反。换句话说,第1耦合元件31中从供电电路连接端子PF向辐射元件连接端子PA的方向上流过电流时产生的磁场(磁通)与第2耦合元件32中从非辐射性谐振电路连接端子PS向接地端子PG的方向上流过电流时产生的磁场(磁通)相互削弱。这里,在辐射元件连接端子PA作为单极天线而谐振时,经由供电电路1以及接地电极GND而连接的耦合电路30中的第1耦合元件31与第2耦合元件32的极性相互相反,第1耦合元件31中从供电电路连接端子PF向辐射元件连接端子PA流过电流,第2耦合元件32中从非辐射性谐振电路连接端子PS向接地端子PG流过电流,产生的磁场(磁通)相互削弱。由此,第1耦合元件31以及第2耦合元件32的电感比基于第1耦合元件31与第2耦合元件32的耦合的互感低,对辐射元件10的电路特性以及辐射特性的影响较小。

[0214] 图10是包含上述4个线圈导体图案的耦合电路30的电路图。第2导体图案L12与第1导体图案L11串联连接并构成第1耦合元件31。同样地,第4导体图案L22与第3导体图案L21串联连接并构成第2耦合元件32。第2导体图案L12与第3导体图案L21在层叠方向相邻,该第2导体图案L12与第3导体图案L21的磁场耦合特别强,因此在图10中,使其相邻并描绘。当

然,第2导体图案L12以及第1导体图案L11分别与第4导体图案L22以及第3导体图案L21磁场耦合。

[0215] 在图9所示的例子中,在第2导体图案L12的一部分形成电容形成用导体图案C11,在第3导体图案L21的一部分形成电容形成用导体图案C12。因此,如图10所示,在第2导体图案L12的中途与非辐射性谐振电路连接端子PS之间构成电容C1。该电容C1作为供电电路1与非辐射性谐振电路20的阻抗匹配电路而发挥作用。

[0216] 《第2实施方式》

[0217] 图11是表示第2实施方式所涉及的天线装置102的电路构成的图。该天线装置102在耦合电路30的第2耦合元件32与非辐射性谐振电路20之间连接(插入)电感器35。其他的构成与第1实施方式中图4所示的电路相同。

[0218] 根据本实施方式,由于在电流较小的位置插入电感器35,因此能够抑制耦合电路30的耦合的变化并且降低非辐射性谐振电路20的谐振频率,能够得到所希望的通信频带。或者,能够维持谐振频率并且缩短非辐射性谐振电路20的长度,实现省空间化。

[0219] 另外,上述电感器35也可以与耦合电路30一体化。其中,优选构成为不与第1耦合元件31耦合。

[0220] 《第3实施方式》

[0221] 图12是表示第3实施方式所涉及的天线装置103的电路构成的图。该天线装置103在耦合电路30的第2耦合元件32与接地之间连接(插入)电感器35。其他的构成与第1实施方式中图4所示的电路相同。

[0222] 若对天线装置附加耦合电路30,则在接地与耦合电路30之间产生寄生电容。根据本实施方式,通过上述电感器35与上述寄生电容谐振,能够抑制电抗成分。因此,通过在对天线装置附加耦合电路30来不希望使天线特性变化的频带,插入与上述寄生电容谐振的电感的电感器35,能够抑制从未安装耦合电路30的状态下的匹配状态发生的变化。

[0223] 此外,通过电感器35的插入能够降低非辐射性谐振电路20的谐振频率,能够得到所希望的通信频带、通信特性。或者能够维持谐振频率并且缩短天线的长度,空间被抑制。

[0224] 另外,上述电感器35也可以与耦合电路30一体化。其中,优选构成为不与第1耦合元件31耦合。

[0225] 《第4实施方式》

[0226] 图13是表示第4实施方式所涉及的天线装置104的电路构成的图。该天线装置104在耦合电路30的第2耦合元件32与非辐射性谐振电路20之间连接(插入)电容器36。其他的构成与第1实施方式中图4所示的电路相同。

[0227] 根据本实施方式,能够提高非辐射性谐振电路侧的谐振频率,能够得到所希望的通信频带。

[0228] 另外,上述电容器36也可以与耦合电路30一体化。

[0229] 《第5实施方式》

[0230] 图14是表示第5实施方式所涉及的天线装置105的电路构成的图。该天线装置105在耦合电路30的第2耦合元件32与接地之间连接(插入)电容器36。其他的构成与第1实施方式中图4所示的电路相同。

[0231] 根据本实施方式,能够减弱由于插入耦合电路30所导致的接地与耦合电路30之间

的寄生电容(合成电容被减少),能够抑制从未安装耦合电路30的状态下的匹配状态起的变化。此外,能够提高非辐射性谐振电路20的谐振频率,得到所希望的通信频带、通信特性。

[0232] 另外,上述电容器36也可以与耦合电路30一体化。

[0233] 《第6实施方式》

[0234] 图15是表示第6实施方式所涉及的天线装置106A的电路构成的图。该天线装置106A在耦合电路30的第1耦合元件31与辐射元件10之间连接(插入)电感器35。其他的构成与第1实施方式中图6所示的电路相同。

[0235] 根据天线装置106A的构成,由于在作为电流比插入的电感器35强的一侧的供电侧存在第1耦合元件31,因此能够维持提供给非辐射性谐振电路20的电力比,并且改变辐射元件10的谐振频率,或者调整阻抗匹配的程度。此外,由于通过基于第1耦合元件31、第2耦合元件32的电感、第1耦合元件31与第2耦合元件32之间产生的寄生电容而规定的自谐振频率难以降低,因此自谐振频率不会对通信频带下的使用有负面影响。换句话说,在自谐振的状态下,其频带的能量将为接地并不辐射,但若自谐振频率为比通信频带高的状态,则不产生这种问题。

[0236] 图16是表示第6实施方式所涉及的天线装置106B的电路构成的图。该天线装置106B在耦合电路30的第1耦合元件31与供电电路1之间连接(插入)电感器35。其他的构成与第1实施方式中图4所示的电路相同。

[0237] 根据天线装置106B的构成,由于耦合电路30的第1耦合元件31被插入到电流比电感器35的位置弱的一侧,因此与在辐射元件10与第1耦合元件31之间插入电感器的情况相比,能够适度地调整通过耦合电路30以及非辐射性谐振电路20而附加的谐振下的(谐振频率下的)阻抗匹配的程度。具体而言,能够避免输入阻抗过度变化并且阻抗匹配偏离这一状况。

[0238] 此外,由于通过电感器35的插入,能够降低耦合电路30的自谐振频率,因此通过将上述自谐振频率规定为不希望使其辐射的频带,能够抑制不必要的辐射。

[0239] 图17是表示第6实施方式所涉及的天线装置106C的电路构成的图。该天线装置106C在耦合电路30的第1耦合元件31与辐射元件10之间连接(插入)电容器36。其他的构成与第1实施方式中图6所示的电路相同。

[0240] 根据天线装置106C的构成,能够通过插入的电容器36的电容来调整辐射元件10的谐振频率,或者调整阻抗匹配的程度。

[0241] 图18是表示第6实施方式所涉及的天线装置106D的电路构成的图。该天线装置106D在耦合电路30的第1耦合元件31与供电电路1之间连接(插入)电容器36。其他的构成与第1实施方式中图4所示的电路相同。

[0242] 根据天线装置106D的构成,能够通过插入的电容器36的电容来调整辐射元件10的谐振频率,或者调整阻抗匹配的程度。此外,由于在供电电路1与第1耦合元件31之间插入电容器36,因此成为在第1耦合元件31与第2耦合元件32之间产生的寄生电容与电容器36串联连接的构造。因此,自谐振电路系统中包含的合成电容降低,自谐振频率变高。由此,能够使自谐振频率从使用的通信频带偏离。

[0243] 《第7实施方式》

[0244] 图19(A)是表示第7实施方式所涉及的天线装置107A的电路构成的图,图19(B)是

表示第7实施方式所涉及的天线装置107B的电路构成的图。这些天线装置107A、107B的构成与第1实施方式中图4所示的电路相同。其中,在将耦合电路30的第1耦合元件31的自感应表示为 L_1 、将第2耦合元件32的自感应表示为 L_2 时,设置于天线装置107A的耦合电路30的第1耦合元件31、第2耦合元件32处于 $L_2 > L_1$ 的关系,在天线装置107B中,处于 $L_2 < L_1$ 的关系。若处于 $L_2 > L_1$ 的关系,则与 $L_1 = L_2$ 的情况相比,能够降低非辐射性谐振电路20的谐振频率。或者,若在相同的谐振频率下进行比较,则能够缩短非辐射性谐振电路20。

[0245] 此外,在 $L_2 > L_1$ 的情况下,与在耦合电路30的外侧在第2耦合元件32连接(附加)电感器的构成相比,相对较大的自感应的第2耦合元件32整体有助于与第1耦合元件31的耦合,因此能够增大提供给非辐射性谐振电路20的电力比。

[0246] 此外,在 $L_2 < L_1$ 的情况下,与在耦合电路30的外侧在第1耦合元件31连接(附加)电感器的构成相比,相对较大的自感应的第1耦合元件31整体有助于与第2耦合元件32的耦合,因此能够增大提供给非辐射性谐振电路20的电力比。

[0247] 图20是表示形成于本实施方式所涉及的耦合电路30的各层的导体图案的分解俯视图。本实施方式的天线装置所具备的耦合电路30是被安装于电路基板的长方体状的芯片部件。

[0248] 在绝缘基材 S_{11} 、 S_{12} 、 S_{21} 、 S_{22} 、 S_{23} ,分别形成导体图案 L_{11} 、 L_{12} 、 L_{21} 、 L_{22} 、 L_{23} 。导体图案 L_{11} 的第1端与辐射元件连接端子PA连接,第2端经由层间连接导体 V_1 来与导体图案 L_{12} 的第1端连接。导体图案 L_{12} 的第2端与供电电路连接端子PF连接。导体图案 L_{21} 的第1端与非辐射性谐振电路连接端子PS连接,第2端经由层间连接导体 V_{21} 来与导体图案 L_{22} 的第1端连接。导体图案 L_{22} 的第2端经由层间连接导体 V_{22} 来与导体图案 L_{23} 的第1端连接。并且,导体图案 L_{23} 的第2端与接地端子PG连接。

[0249] 图21是上述耦合电路30的剖视图。图22是特别表示导体图案 L_{12} 与导体图案 L_{21} 的重叠的俯视图。构成第1耦合元件31的导体图案 L_{11} 、 L_{12} 的线圈开口或者线圈直径比构成第2耦合元件32的导体图案 L_{21} 、 L_{22} 、 L_{23} 的线圈开口或者线圈直径小。此外,导体图案 L_{11} 、 L_{12} 与导体图案 L_{21} 、 L_{22} 、 L_{23} 的线宽度的一部分重叠。在图21、图22所示的例子中,在整周上大约仅 $1/2$ 的宽度重叠。

[0250] 图23是表示第7实施方式所涉及的形成于另一耦合电路30的各层的导体图案的分解俯视图。各导体图案的形状和大小与图20所示的例子不同。图23所示的耦合电路的各导体图案之中,构成第1耦合元件31的导体图案 L_{11} 、 L_{12} 的线圈外径比构成第2耦合元件32的导体图案 L_{21} 、 L_{22} 、 L_{23} 的线圈内径小。

[0251] 根据图20~图23所示的构成,在构成第1耦合元件31的导体图案(L_{11} 、 L_{12})与构成第2耦合元件32的导体图案(L_{21} 、 L_{22} 、 L_{23})之间产生的寄生电容被抑制。因此,通过基于第1耦合元件31、第2耦合元件32的电感和上述寄生电容而规定的自谐振频率变高,能够将自谐振频率从使用通信频带偏离。此外,即使存在构成第1耦合元件31的导体图案(L_{11} 、 L_{12})与构成第2耦合元件32的导体图案(L_{21} 、 L_{22} 、 L_{23})的面方向(图22所示的X-Y面方向)的位置偏移,第1耦合元件31的线圈开口与第2耦合元件32的线圈开口重叠的部分也保持一定,因此第1耦合元件31与第2耦合元件32的磁场耦合的耦合度相对于构成第1耦合元件31的导体图案(L_{11} 、 L_{12})与构成第2耦合元件32的导体图案(L_{21} 、 L_{22} 、 L_{23})的面方向的位置偏移的变化较小。

[0252] 图20、图23的任意例子均为处于上述 $L1 < L2$ 的关系的耦合电路的例子。在设为 $L1 > L2$ 的情况下,由线圈开口相对较大的导体图案构成第1耦合元件31即可。

[0253] 另外,在图20、图23中,表示了缓和针对构成第1耦合元件31的导体图案($L11$ 、 $L12$)与构成第2耦合元件32的导体图案($L21$ 、 $L22$ 、 $L23$)的位置偏移的影响的例子,同样地,也能够缓和针对构成第1耦合元件31的各导体图案彼此的面方向的位置偏移的影响、针对构成第2耦合元件32的各导体图案彼此的面方向的位置偏移的影响。例如,也可以在层叠方向相邻的导体图案 $L11$ 、 $L12$ 的线圈开口或者线圈直径相互不同,设为其线宽度的一部分重叠的构造。同样地,例如,也可以在层叠方向相邻的导体图案 $L21$ 、 $L22$ 、 $L23$ 的线圈开口或者线圈直径交替相互不同,设为其线宽度的一部分重叠的构造。

[0254] 《第8实施方式》

[0255] 图24是表示第8实施方式所涉及的天线装置108的电路构成的图。该天线装置108具备:第1耦合电路30A、第2耦合电路30B、第1非辐射性谐振电路20A以及第2非辐射性谐振电路20B。第2耦合电路30B具有:相互耦合的第3耦合元件33以及第4耦合元件34。在第1耦合元件31与供电电路1之间连接第2耦合电路30B的第3耦合元件33。在第2耦合元件32连接第1非辐射性谐振电路20A,在第4耦合元件34连接第2非辐射性谐振电路20B。其他的构成与第1实施方式中图4所示的电路相同。

[0256] 通过将第1非辐射性谐振电路20A与第2非辐射性谐振电路20B的谐振频率设为不同,从而产生与其谐振频率相应的多个极点,通信带宽扩宽。此外,若使第1非辐射性谐振电路20A与第2非辐射性谐振电路20B的谐振频率实质相等,则二个非辐射性谐振电路中产生的极点变深,其频带处的阻抗的匹配性提高。

[0257] 《第9实施方式》

[0258] 图25是表示第9实施方式所涉及的天线装置109的电路构成的图。该天线装置109具备:第1耦合电路30A、第2耦合电路30B、第1非辐射性谐振电路20A以及第2非辐射性谐振电路20B。第2耦合电路30B具有相互耦合的第3耦合元件33以及第4耦合元件34。

[0259] 在第2耦合元件32与第1非辐射性谐振电路20A之间连接第3耦合元件33。在第2耦合元件32连接第1非辐射性谐振电路20A,在第4耦合元件34连接第2非辐射性谐振电路20B。其他的构成与第1实施方式中图6所示的电路相同。

[0260] 在本实施方式中,通过使第1非辐射性谐振电路20A与第2非辐射性谐振电路20B的谐振频率实质相等,从而二个非辐射性谐振电路中产生的极点变深,其频带处的阻抗的匹配性提高。

[0261] 《第10实施方式》

[0262] 图26是第10实施方式所涉及的天线装置110的电路图。该天线装置110具备在非辐射性谐振电路20与接地之间连接的开关37。此外,在辐射元件10与接地之间具备开关38。其他的构成与第1实施方式中图4所示的电路相同。

[0263] 上述开关37、38独立或者连动地被切换。根据开关37的状态,使通过设置耦合电路30和非辐射性谐振电路20而产生的极点的频率变化,或者使匹配状态变化,从而能够改善阻抗的匹配性。此外,使非辐射性谐振电路20的谐振频率变化,或者使与基于耦合电路30以及非辐射性谐振电路20的电路的阻抗匹配状态变化,以使得容易经由耦合电路30来将供电电路1与非辐射性谐振电路20耦合,从而能够改善阻抗的匹配性。

[0264] 此外,根据开关38的状态,能够使通过辐射元件10的谐振来产生的极点的频率变化。

[0265] 《第11实施方式》

[0266] 图27(A)、图27(B)是表示第11实施方式所涉及的天线装置111A、111B的电路构成的图。图27(A)、图27(B)的任意例子中,都在耦合电路30的第1耦合元件31与第2耦合元件32之间,具备通过电容器Cs1、Cs2等来表示的寄生电容。此外,耦合电路30具备在第1耦合元件31与第2耦合元件32之间连接的电感器L3。

[0267] 上述电感器L3与基于寄生电容的电容器Cs1、Cs2并联谐振。因此,在耦合电路30中产生的电抗成分在该并联谐振频带被抑制。由此,通过插入耦合电路30而被赋予的电抗成分被抵消,从未安装耦合电路30的状态下的匹配状态起的变化被抑制。

[0268] 《第12实施方式》

[0269] 图28是表示第12实施方式所涉及的天线装置112的电路构成的图。

[0270] 本实施方式的天线装置112具备:供电电路1所连接的辐射元件10、具有在辐射元件10与接地之间连接的第1耦合元件31以及与该第1耦合元件31耦合的第2耦合元件32的耦合电路30、和与第2耦合元件32连接的非辐射性谐振电路20。此外,在该例子中,在第1耦合元件31与接地之间插入电感器35。

[0271] 通过上述构成,辐射元件10与非辐射性谐振电路20关于辐射不相互干扰,辐射元件10的辐射特性不受到负面影响。此外,通过非辐射性谐振电路20的谐振特性,从供电电路1观察的辐射元件10的反射损耗的频率特性被调整,在所希望的频带产生极点,天线的频率特性被宽频带化。特别地,由于与接地连接的部分的电流强度较强,因此能够经由耦合电路30来使辐射元件10与非辐射性谐振电路20耦合。此外,耦合电路30以及非辐射性谐振电路20的配置自由度提高。

[0272] 《第13实施方式》

[0273] 图29是表示第13实施方式所涉及的天线装置113的电路构成的图。

[0274] 本实施方式的天线装置113具备耦合电路30以及非辐射性谐振电路20分别通过导体图案而形成的基板5。其他的构成与第1实施方式中图4所示的电路相同。

[0275] 上述基板5由树脂多层基板或者陶瓷多层基板构成。在是树脂多层基板的情况下,例如是在表面形成铜箔的图案的多个热塑性树脂基材被层叠并加热冲压的基板。在是陶瓷多层基板的情况下,则是在表面形成导体膏的图案的多个陶瓷生片被层叠并烧制的基板。

[0276] 另外,在将耦合电路30与非辐射性谐振电路20独立构成的情况下,非辐射性谐振电路20也可以由上述树脂多层基板或者陶瓷多层基板构成。

[0277] 根据本实施方式,由于耦合电路30与非辐射性谐振电路20被一体化,因此省空间化。

[0278] 《第14实施方式》

[0279] 在第14实施方式中,表示具备PIFA(planar inverted-F antenna,平面倒置F型天线)和无供电辐射元件的天线装置。

[0280] 图30是表示第14实施方式所涉及的天线装置114的电路构成的图。本实施方式的天线装置114具备:供电辐射元件10A、供电路径10AF、无供电辐射元件10B和耦合电路30。在供电路径10AF与接地之间连接供电电路1。耦合电路30的构成以及作用如上述各实施方式

中所示。

[0281] 耦合电路30的第1耦合元件31在供电辐射元件10A与供电路径10AF的连接点Ps和接地之间连接。由该供电辐射元件10A、供电路径10AF和第1耦合元件31构成PIFA。换句话说,耦合电路30的第1耦合元件31被设置于PIFA的短路管脚的位置。这里所谓的短路管脚是将连接点Ps与接地之间连接的部件。也可以在该部分具备电容器或电感器。

[0282] 无供电辐射元件10B是单极型的无供电辐射元件。在该无供电辐射元件10B的接地端附近插入耦合电路30的第2耦合元件32。

[0283] 在上述供电辐射元件10A的开放端与第1耦合元件31的接地端之间流过供电辐射元件的谐振电流 i_A 。此外,在无供电辐射元件10B的开放端与第2耦合元件32的接地端之间流过谐振电流 i_B 。流过供电辐射元件10A的电流 i_A 与流过无供电辐射元件10B的电流 i_B 的相位不同。

[0284] 一般地,若供电辐射元件的谐振与无供电辐射元件的谐振为相同相位,则在天线装置的频率特性中,在这两个谐振频率之间插进陷波。因此,即使设置无供电辐射元件也不能宽频带化。换句话说,在以宽频带化为目的的情况下,无供电辐射元件不能相对于供电辐射元件相邻配置。

[0285] 与此相对地,在本实施方式中,由于流过耦合电路30的第1耦合元件31的电流与流过第2耦合元件32的电流存在相位差,因此基于供电辐射元件10A的谐振与无供电辐射元件10B的谐振不为相同相位,这两个谐振频率之间不能插进陷波。第1耦合元件31与第2耦合元件32的相位差最大为 180° ,通过寄生成分,产生 180° 以下的相位差。换句话说,通过第1耦合元件31与第2耦合元件32的寄生电容的作用,流过第1耦合元件31的电流与流过第2耦合元件32的电流的相位差超过 0° ,小于 180° 。

[0286] 如图30所示,在PIFA中,在其开放端与短路位置之间流过谐振电流 i_A ,因此流过供电电路1的电流的相位与谐振电流 i_A 的相位不同。因此,假设在供电路径10AF中插入耦合电路30的第1耦合元件31并在第2耦合元件32连接无供电辐射元件10B的情况下,流过无供电辐射元件10B的电流 i_B 的相位与流过供电辐射元件10A的电流 i_A 的相位不相关,因此如上所述,存在基于供电辐射元件10A的谐振与无供电辐射元件10B的谐振为相同相位的可能性,在该情况下,插进上述陷波。在本实施方式中,能够在不产生这种问题的情况下,将无供电辐射元件10B与供电辐射元件10A相邻配置。

[0287] 另外,本实施方式是将供电辐射元件构成为PIFA的例子,但供电辐射元件并不局限于PIFA,也可以是一般的逆F型天线,起到相同的作用效果。

[0288] 《第15实施方式》

[0289] 在第15实施方式中,表示具备多个无供电辐射元件的天线装置的例子。

[0290] 图31(A)是表示第15实施方式所涉及的天线装置115的电路构成的图。本实施方式的天线装置115具备:供电辐射元件10A、供电路径10AF、无供电辐射元件10B、10C和耦合电路30。在供电路径10AF与接地之间连接供电电路1。

[0291] 无供电辐射元件10C的接地端附近主要与向供电辐射元件10A的供电路径10AF耦合。其他的构成与图30所示的天线装置114相同。

[0292] 图31(B)是针对图31(A)的天线装置115与比较例的天线装置,表示其反射损耗的频率特性的图。在图31(B)中,反射损耗特性RL1是本实施方式的天线装置115的反射损耗,

反射损耗特性RL2是比较例的天线装置的反射损耗。比较例的天线装置是不具备耦合电路30以及无供电辐射元件10B、且将第1耦合元件31设为PIFA的仅仅短路管脚的天线装置。在任意的天线装置中,都在低频带的中心频率F1产生极点。这是由于供电辐射元件10A的1/4波长谐振。此外,在频率F2产生极点。这是由于供电辐射元件10A的3/4波长谐振。进一步地,在频率F3产生极点。这是由于单极型的无供电辐射元件10C的1/4波长谐振。

[0293] 在本实施方式的天线装置115中,在频率F0也产生极点。这是由于无供电辐射元件10B的谐振特性。这样,也能够构成具备与耦合电路30连接的无供电辐射元件10B、和不经由基于耦合电路30的耦合的无供电辐射元件10C的天线装置。

[0294] 另外,在本实施方式中,供电辐射元件也并限于PIFA,也可以是一般的逆F型天线,起到相同的作用效果。

[0295] 《第16实施方式》

[0296] 在第16实施方式中,表示具备多个无供电辐射元件的天线装置的例子。

[0297] 图32是表示第16实施方式所涉及的天线装置116的电路构成的图。本实施方式的天线装置116具备:供电辐射元件10A、供电路径10AF、短路管脚10AS、无供电辐射元件10B、10C和耦合电路30。供电辐射元件10A是PIFA的辐射元件。

[0298] 在本实施方式中,耦合电路30的第1耦合元件31被插入到无供电辐射元件10B的接地端附近,耦合电路30的第2耦合元件32被插入到无供电辐射元件10C的接地端附近。无供电辐射元件10B的接地端附近主要与向供电辐射元件10A的供电路径10AF耦合。

[0299] 如本实施方式这样,也可以构成为二个无供电辐射元件10B、10C经由耦合电路30而耦合。

[0300] 另外,在本实施方式中,供电辐射元件并限于PIFA或逆F型天线,例如也可以是单极型的辐射元件。换句话说,只要是与无供电辐射元件10B等耦合的供电辐射元件即可,起到相同的作用效果。

[0301] 《第17实施方式》

[0302] 图33是表示第17实施方式所涉及的天线装置117的电路构成的图。本实施方式的天线装置117具备:供电辐射元件10U、10V、供电路径10AF、无供电辐射元件10B、无供电辐射元件10C以及耦合电路30。在供电路径10AF与接地之间连接供电电路1。耦合电路30的构成以及作用如上述各实施方式中所示。

[0303] 由供电辐射元件10U、10V以及供电路径10AF构成分支供电的单极天线或者分支供电的PIFA。无供电辐射元件10C主要与供电路径10AF耦合,作用为单极型或者逆L型的天线。

[0304] 图34是表示天线装置117的反射损耗的频率特性的图。在图34中,频率F1所示的极点基于在供电辐射元件10U、10V、基于供电路径10AF的分支天线之中主要在供电辐射元件10U以及供电路径10AF产生的基本波。以频率F2所示的极点是基于在无供电辐射元件10C产生的基本波。以频率F3所示的极点主要基于在供电辐射元件10U以及供电路径10AF产生的例如3/4波长高次谐波。以频率F4所示的极点基于在无供电辐射元件10B产生的基本波。以频率F5所示的极点基于在供电辐射元件10U、10V、基于供电路径10AF的分支天线之中主要在供电辐射元件10V产生的谐振。

[0305] 另外,通过在供电辐射元件10V与无供电辐射元件10B之间积极地产生寄生电容,能够使供电辐射元件10V与无供电辐射元件10B的谐振电流的相位差为大约90°。由此,产生

以频率F4所示的基于供电辐射元件10V的极点和以频率F5所示的基于无供电辐射元件10B的极点。

[0306] 在本实施方式的天线装置中,通过具备包含供电辐射元件10V的分支天线,能够覆盖扩展到2700MHz的通信频带,能够构成覆盖700MHz~900MHz的低频带和1700MHz~2700MHz的高频带的宽频带天线。

[0307] 《第18实施方式》

[0308] 图35是第18实施方式所涉及的天线装置118A的电路图。该天线装置118A在金属壳体的侧面部构成无供电辐射元件10B。耦合电路30的第2耦合元件32与无供电辐射元件10B连接。其他的构成与第1实施方式中图4所示的电路相同。

[0309] 根据天线装置118A的构造,能够将无供电辐射元件10B从辐射元件10分离,能够以通过耦合电路30以及无供电辐射元件10B而追加的谐振频率得到良好的辐射特性。进一步地,不会以该谐振频率以外的频率使辐射元件10所具有的辐射特性劣化。

[0310] 图36是第18实施方式所涉及的其它的天线装置118B的电路图。该天线装置118B在金属壳体的侧面部构成无供电辐射元件10B。无供电辐射元件10B的端部经由电感器8而与电路基板等的接地连接(接地)。该无供电辐射元件10B作用为1/2波长谐振型的天线。

[0311] 根据天线装置118B的构造,通过金属壳体的侧面部的前端接地,能够抑制基于周边环境的变化的天线特性的变动。此外,即使在金属壳体的侧面部的前端的端部存在夹着狭缝而接地的其他金属壳体的侧面部的情况下,通过金属壳体的侧面部的前端接地,从而电场最大位置从无供电辐射元件10B的前端向中央方向移动,因此能够以通过耦合电路30而追加的谐振频率得到良好的辐射特性。进一步地,通过电感器8的电感,能够容易地调整谐振频率。

[0312] 图37是第18实施方式所涉及的又一天线装置118C的电路图。该天线装置118C从金属壳体的端面到侧面部构成供电辐射元件10A。同样地,从金属壳体的端面到侧面部构成无供电辐射元件10B。这样无供电辐射元件10B的主要部分也可以处于金属壳体的端面。此外,无供电辐射元件10B也可以接近于供电辐射元件10A的接地端。通过该构造,由于供电辐射元件10A的电场最大位置从接地端向中央方向移动,因此能够抑制供电辐射元件10A与无供电辐射元件10B的不必要的干扰。

[0313] 《第19实施方式》

[0314] 图38是第19实施方式的天线装置119的主要部分的俯视图。

[0315] 电子设备的金属壳体具备作为金属壳体端部的辐射元件10。与第1实施方式中图2所示的天线装置101相比,供电线路9相对于辐射元件10的连接位置以及非辐射性谐振电路20的位置不同。

[0316] 在本实施方式中,在电路基板6的俯视下,在辐射元件10的左侧的侧面部13连接供电线路9。伴随于此,在耦合电路30的右侧配置非辐射性谐振电路20。这些的位置关系与图2所示的例子相比,左右相反(左右对称关系)。其他的构成如第1实施方式中所示。

[0317] 图39是本实施方式的耦合电路30的立体图。该耦合电路30的外形通过双点划线来表示。在耦合电路30的外表面,形成供电电路连接端子PF、辐射元件连接端子PA、接地端子PG以及非辐射性谐振电路连接端子PS。该耦合电路30是与第1实施方式中图1所示的耦合电路30实质相同的元件。其中,第2面MS2是安装面,该面与电路基板对置。对与安装面(第2面)

MS2相反的一侧的面即顶面(第1面)赋予方向识别标记DDM。因此,与图1所示的耦合电路30相比,俯视下的各端子的位置不同。在图1所示的耦合电路30中,俯视下,从辐射元件连接端子PA起向顺时针旋转地,依次形成接地端子PG、供电电路连接端子PF以及非辐射性谐振电路连接端子PS。在第19实施方式中,如图39所示,从辐射元件连接端子PA向逆时针旋转地,依次形成接地端子PG、供电电路连接端子PF以及非辐射性谐振电路连接端子PS。

[0318] 如上所述,通过在第1面MS1、第2面MS2这两面,形成第1耦合元件的第1端、第2端以及第2线圈的第1端、第2端,从而第1面、第2面均能够设为安装面。因此,能够将耦合电路30的第1面MS1、第2面MS2的任意选择地作为安装面而安装于电路基板,以使得在适合于形成于该耦合电路30的第1耦合元件以及第2线圈的连接对象的电路或元件的位置的位置配置各端子。

[0319] 另外,在图8、图39所示的例子中,表示了将形成于第1面MS1的4个端子与形成于第2面MS2的4个端子连接的层间连接导体形成在层叠体的端面的例子,但也可以在层叠体的内部形成多个通孔导体,经由这些通孔导体,将形成于第1面MS1的4个端子与形成于第2面MS2的4个端子连接。

[0320] 此外,也可以形成上述通孔导体,并且在耦合电路30的安装面形成LGA(Land Grid Array)型的端子。

[0321] 图40是表示本实施方式的另一耦合电路30的构成的图,是表示形成于耦合电路30的各层的导体图案的分解俯视图。

[0322] 如图40所示,在绝缘基材S11形成第1导体图案L11,在绝缘基材S12形成第2导体图案L12,在绝缘基材S21形成第3导体图案L21,在绝缘基材S22形成第4导体图案L22。绝缘基材S11、S12、S21、S22被层叠,以使得这些线圈导体图案从接近于安装面的层起依次配置第1导体图案L11、第2导体图案L12、第3导体图案L21、第4导体图案L22。

[0323] 第1导体图案L11的第1端与辐射元件连接端子PA连接,第2端经由层间连接导体V1而与第2导体图案L12的第1端连接。第2导体图案L12的第2端与供电电路连接端子PF连接。此外,第3导体图案L21的第1端与非辐射性谐振电路连接端子PS连接,第3导体图案L21的第2端经由层间连接导体V2而与第4导体图案L22的第1端连接。第4导体图案L22的第2端与接地端子PG连接。

[0324] 图40所示的各层的导体图案处于与图9所示的导体图案左右对称的关系。因此,具备这些导体图案的耦合电路在俯视下,从辐射元件连接端子PA向逆时针旋转地,依次形成接地端子PG、供电电路连接端子PF以及非辐射性谐振电路连接端子PS。

[0325] 如本例这样,耦合电路30也可以在适合于形成于其的第1耦合元件以及第2线圈的连接对象的电路或元件的位置的位置配置各端子。

[0326] 《第20实施方式》

[0327] 在第20实施方式中,表示还具备移相器的天线装置。

[0328] 图41是供电电路1所连接的第20实施方式所涉及的天线装置120的电路图。该天线装置120在供电电路1与耦合电路30的第1耦合元件31之间连接移相器50。该移相器50是移相量根据频率而变化(具有频率依赖性)的移相器。移相器50具备相互耦合的第1耦合元件 L_p 、第2线圈 L_s 以及电容器 C_3 。

[0329] 另外,在本例中,在供电电路1与移相器50之间连接阻抗匹配用的电容器 C_4 、 C_5 。

[0330] 耦合电路30、辐射元件10、非辐射性谐振电路20的构成与第1实施方式中所示的相同。

[0331] 图42是将上述移相器50分为理想变压器IT与寄生电感成分(串联寄生电感成分 L_a 、 L_c 、并联寄生电感成分 L_b)来表示的等效电路图。

[0332] 图41所示的第1线圈 L_p 与第2线圈 L_s 的耦合系数比一般的高频变压器小,伴随于此,串联寄生电感成分 L_c 较大。但是,通过电容器 C_3 的电容也较大,能够确保阻抗匹配。此外,通过电容器 C_3 的电容较大,高频带的信号与基于第1线圈 L_p 和第2线圈 L_s 的变压器相比,将电容器 C_3 分流的的比例较大,基于变压器的移相作用较小。另一方面,低频带的将电容器 C_3 分流的量相对较小,基于变压器的移相作用较大。由此,耦合系数被规定,以使得相对于低频带的信号的移相量几乎为 180° ,相对于高频带的信号的移相量几乎为 90° 。

[0333] 图43是表示移相器50的移相量的频率特性的图。在本例中,在低频带(从700MHz到900MHz频带),移相量几乎为 180° ,在高频带(从1.7GHz到2.7GHz频带),移相量几乎为 90° 。

[0334] 接下来,表示基于设置了上述耦合电路30以及移相器50的作用效果。图44(A)是不具备上述移相器50的第1实施方式中所示的天线装置的电路图,图44(B)是在史密斯圆图上表示从供电电路1观察该天线装置的阻抗的阻抗轨迹。

[0335] 图45(A)是追加了上述移相器50的天线装置的电路图,图45(B)是在史密斯圆图上表示从供电电路1观察该天线装置的阻抗的阻抗轨迹。该天线装置是在图41所示的电路中不具备电容器 C_5 的电路。

[0336] 图46(A)是具备阻抗匹配用电容器 C_5 的天线装置的电路图(与图41所示的相同),图46(B)是在史密斯圆图上表示从供电电路1观察该天线装置的阻抗的阻抗轨迹。

[0337] 在图44(B)中,轨迹T0是未设置耦合电路30以及非辐射性谐振电路20的比较例的天线装置的阻抗轨迹,轨迹T1是图44(A)所示的天线装置的阻抗轨迹。均为从1.7GHz到2.7GHz扫描的结果。根据该图44(B)可知,通过具备耦合电路30以及非辐射性谐振电路20,如已经所述那样,在天线的频率特性产生极点(圆图上为小环状),此外,伴随于此,谐振频带向圆图的中心方向移动。其中,可知更高频率区域未处于圆图的周边部,高频率区域难以匹配。

[0338] 在图45(B)中,轨迹T2是具备移相器50、耦合电路30以及非辐射性谐振电路20的天线装置的阻抗轨迹,轨迹T1与图44(A)所示的轨迹T1相同。均为从1.7GHz到2.7GHz扫描的结果。根据该图45(B)可知,通过具备移相器50,在低频带大约提前 180° 相位,在高频带大约提前 90° 相位。由此,高频率区域也向圆图的中心方向移动。

[0339] 在图46(B)中,轨迹T3是图46(A)所示的天线装置的阻抗轨迹,是从1.7GHz到2.7GHz扫描的结果。与图45(B)所示的轨迹T2相比可知,通过分流连接的电容器 C_5 的作用,高频率区域顺时针旋转。由此,在整个频率区域更加匹配。

[0340] 图47是表示图44(A)、图46(A)所示的各天线装置以及比较例的天线装置的反射损耗的频率特性的图。在图47中,反射损耗特性RL1是不具备耦合电路30以及非辐射性谐振电路20的比较例的天线装置的反射损耗的特性,反射损耗特性RL2是图44(A)所示的天线装置的反射损耗的特性,反射损耗特性RL3是图46(A)所示的天线装置的反射损耗的特性。图47中的反射损耗特性RL1、RL2与图6所示的相同。若对反射损耗特性RL2与RL3进行比较,可知在整个区域,反射损耗较小,使用相同的辐射元件,也能够将高频带扩展到例如从1.4GHz到

2.6GHz的宽频带。

[0341] 图48是移相器50的外观立体图,图49是移相器50的各层的俯视图。此外,图50是移相器50的剖视图。

[0342] 基材S1的上表面相当于层叠体100的安装面(下表面)。在基材S1形成作为第1端口P1的端子T1、作为第2端口P2的端子T2、接地端子G、空闲端子NC。

[0343] 层叠体100的各基材层可以是由LTCC等构成的非磁性陶瓷层叠体,也可以是由聚酰亚胺或液晶聚合物等树脂材料构成的树脂层叠体。这样,通过基材层是非磁性体(由于不是磁性铁氧体),从而即使在超过几百MHz的高频带也能够用作为规定电感、规定耦合系数的变压器以及移相器。

[0344] 上述导体图案以及层间连接导体由以Ag或Cu为主成分的电阻率较小的导体材料构成。若基材层是陶瓷,则例如通过以Ag或Cu为主成分的导电性膏的丝网印刷以及烧制而形成。此外,若基材层是树脂,则例如通过Al箔或Cu箔等金属箔利用蚀刻等而被图案化而形成。

[0345] 移相器50具备多个绝缘性的基材S1~S9。在基材S1~S9形成各种导体图案。在“各种导体图案”中,不仅包含形成于基材的表面的导体图案,也包含层间连接导体。层间连接导体不仅包含通孔导体,也包含形成于层叠体的端面的端面电极。

[0346] 基材S1的上表面相当于层叠体的安装面(下表面)。在基材S1形成作为第1端口P1的端子T1、作为第2端口P2的端子T2、接地端子G、空闲端子NC。

[0347] 在基材S5、S4分别形成导体L1A1、L1A2。在基材S3形成导体L1A3、L1B1。在基材S2形成导体L1B2、L1C。

[0348] 导体L1A1的第1端与第1端口的端子T1连接。导体L1A1的第2端经由层间连接导体V11而与导体L1A2的第1端连接。导体L1A2的第2端经由层间连接导体V12而与导体L1A3的第1端连接。导体L1A3的第2端与导体L1B1的第1端连接。导体L1A3的第2端以及导体L1B1的第1端经由层间连接导体V13而与导体L1B2的第1端连接。导体L1B1的第2端经由层间连接导体V14而与导体L1B2的第2端连接。导体L1B2的第2端与导体L1C的第1端连接。导体L1C的第2端与接地端子G连接。

[0349] 在基材S6、S7分别形成导体L2A1、L2A2。在基材S8形成导体L2A3、L2B1。在基材S9形成导体L2B2、L2C。

[0350] 导体L2A1的第1端与第2端口的端子T2连接。导体L2A1的第2端经由层间连接导体V21而与导体L2A2的第1端连接。导体L2A2的第2端经由层间连接导体V22而与导体L2A3的第1端连接。导体L2A3的第2端与导体L2B1的第1端连接。导体L2A3的第2端以及导体L2B1的第1端经由层间连接导体V23而与导体L2B2的第1端连接。导体L2B1的第2端经由层间连接导体V24而与导体L2B2的第2端连接。导体L2B2的第2端与导体L2C的第1端连接。导体L2C的第2端与接地端子G连接。

[0351] 由上述导体L1A1、L1A2、L1A3、L1B1、L1B2、L1C以及层间连接导体V11、V12、V13、V14构成第1线圈Lp。此外,由上述导体L2A1、L2A2、L2A3、L2B1、L2B2、L2C以及层间连接导体V21、V22、V23、V24构成第2线圈Ls。第1线圈Lp、第2线圈Ls都为矩形螺旋状的线圈。

[0352] 《第21实施方式》

[0353] 在第21实施方式中,表示与第1实施方式中所示的辐射元件不同构造的辐射元件。

[0354] 图51是表示电子设备的金属壳体的一部分的俯视图。电子设备的金属壳体具备作为金属壳体端部的辐射元件10和金属壳体主要部分40。在第1实施方式中,表示了将俯视下具有3边的金属壳体端部用作为辐射元件10的例子,但也可以如图51所示,辐射元件10由平板状的金属壳体端部构成。

[0355] 图52 (A) (B) 是表示分别不同的电子设备的金属壳体的一部分的立体图。在图52 (A) 所示的例子中,作为金属壳体端部的辐射元件10具有与X-Y面平行的一个面和与Y-Z面平行的一个面。在图52 (B) 所示的例子中,作为金属壳体端部的辐射元件10具有与X-Y面平行的一个面、与Y-Z面平行的一个面、与X-Z面平行的二个面。

[0356] 如图52 (A) (B) 所示,金属壳体端部的形状能够采用各种形态。

[0357] 《其他实施方式》

[0358] 在以上所示的实施方式中,表示了将金属壳体端部利用为辐射元件的例子,但辐射元件也可以是一部分或者全部形成于电路基板等的导体图案。此外,也可以是与壳体不同的部件。

[0359] 此外,在图4所示的例子中,图示了在辐射元件10的一端与接地之间产生寄生电容,但也可以通过在该位置积极地设置高频带且低阻抗的电容,来使辐射元件10作用为PIFA。此外,也可以将上述电容产生的位置与接地连接,来构成PIFA。

[0360] 非辐射性谐振电路20并不局限于线状导体图案在中途折回的形状,也可以单向地延伸。此外,可以折弯为L字状,也可以弯曲。进一步地,也可以具有分支为多个的导体图案。由此,产生多个极点。

[0361] 此外,非辐射性谐振电路20也可以将线状导体图案的前端与接地连接,构成与短路短截线类似的电路。

[0362] 在以上所示的例子中,主要说明了利用非辐射性谐振电路20的基本波谐振的例子,但也可以利用非辐射性谐振电路20的2倍波谐振(2次谐振)、3倍波谐振(3次谐振)、3/2倍波谐振等的高调波谐振。此外,也可以利用基本波谐振和高调波谐振这两个,还可以利用多个高调波谐振。

[0363] 此外,针对辐射元件10也同样地,也可以利用2倍波谐振(2次谐振)、3倍波谐振(3次谐振)、3/2倍波谐振等的高调波谐振。此外,也可以利用基本波谐振和高调波谐振这两个,还可以利用多个高调波谐振。

[0364] 在以上所示的实施方式中,表示了所谓的智能手机或者与其相同形状的电子设备,但也能够同样应用于功能手机等移动电话、智能手表或智能眼镜等可穿戴终端、笔记本PC、平板终端、照相机、游戏机、玩具等各种电子设备。

[0365] 最后,上述的实施方式的说明在全部的方面为示例,并不是限制性的。对于本领域的技术人员来说能够适当地进行变形以及变更。本实用新型的范围并不由上述的实施方式表示,而由权利要求书来表示。进一步地,在本实用新型的范围中,包含从与权利要求书等同的范围内的实施方式的变更。

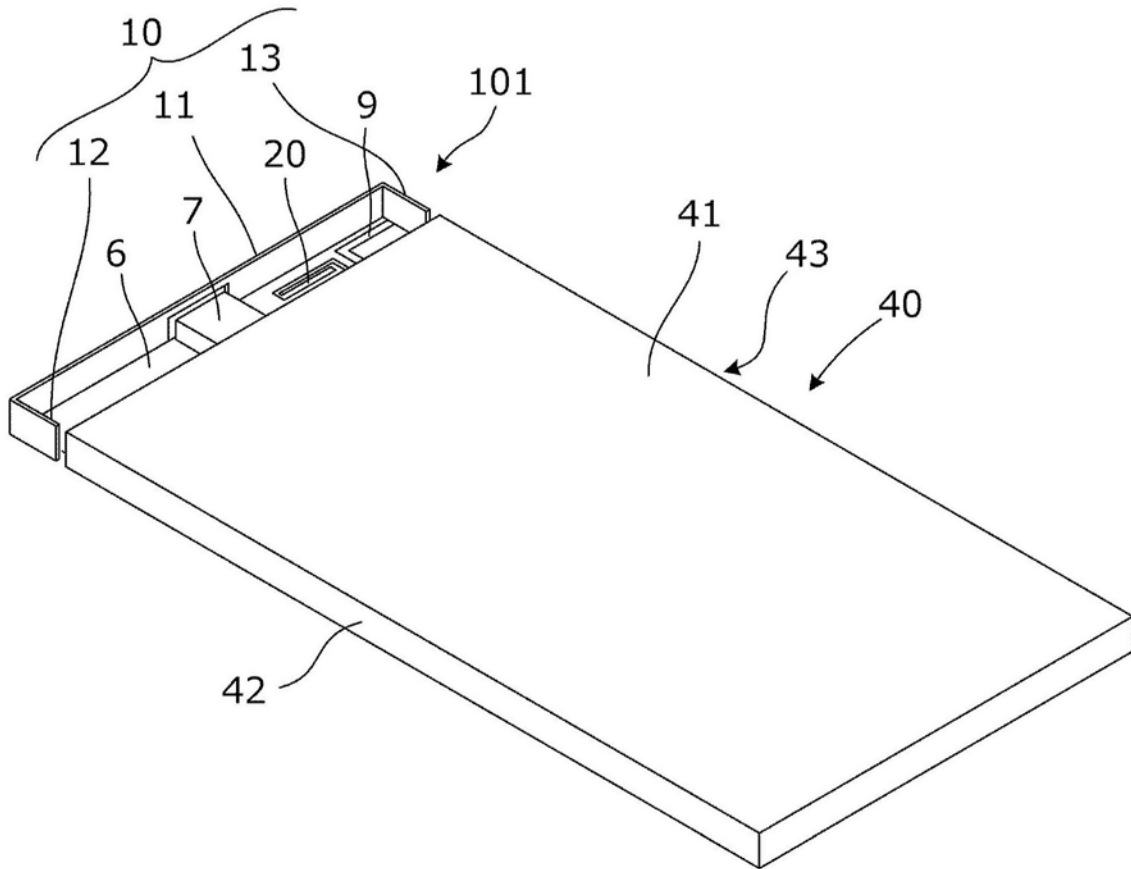


图1

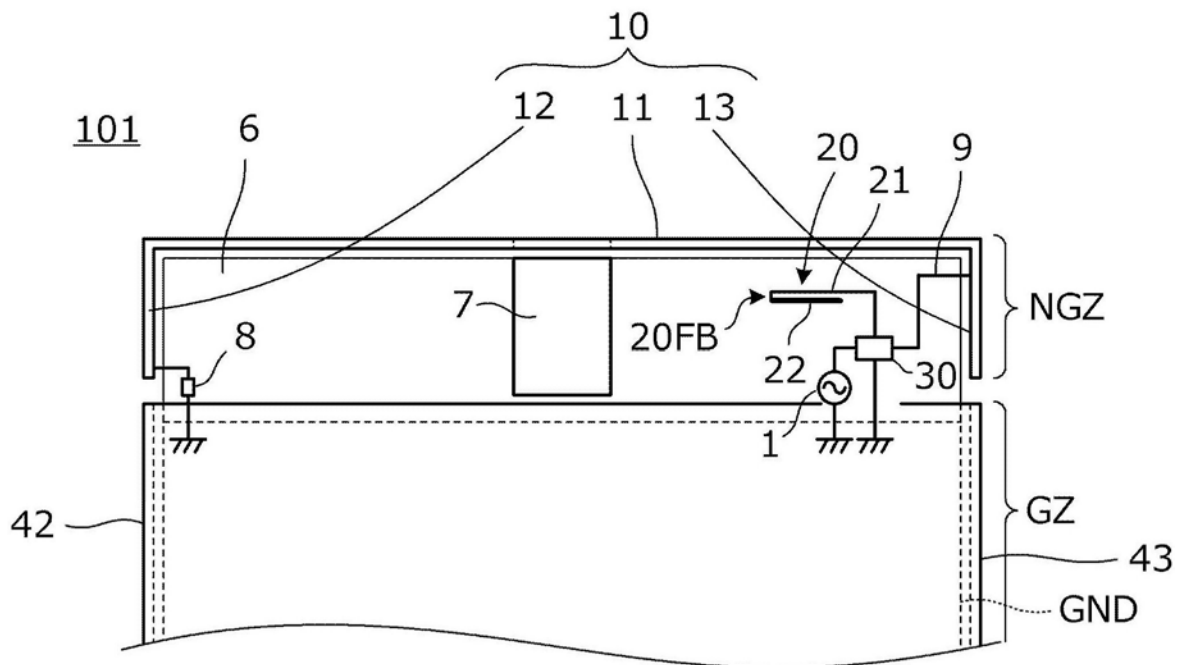


图2

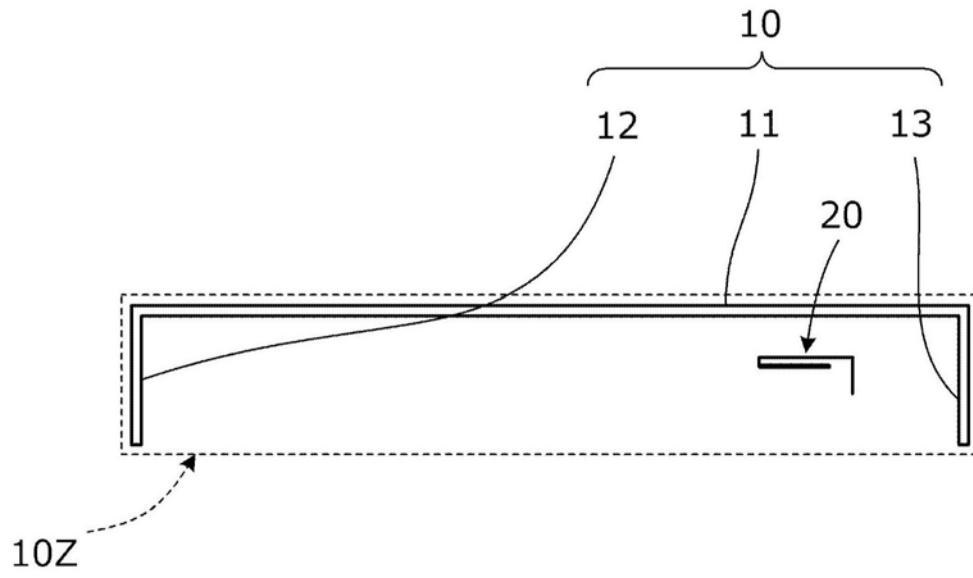


图3

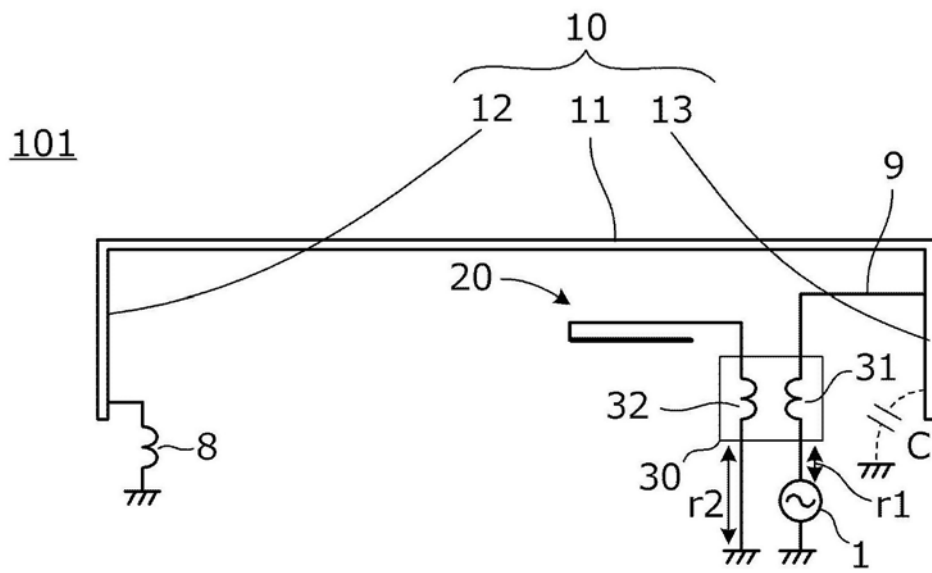


图4

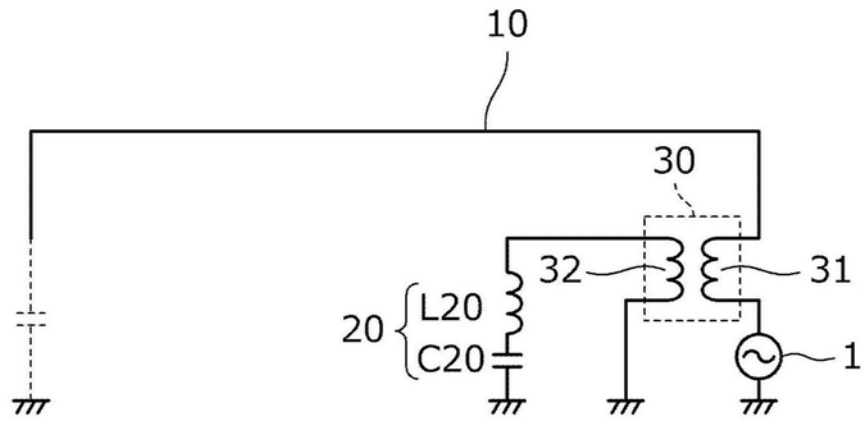


图5 (A)

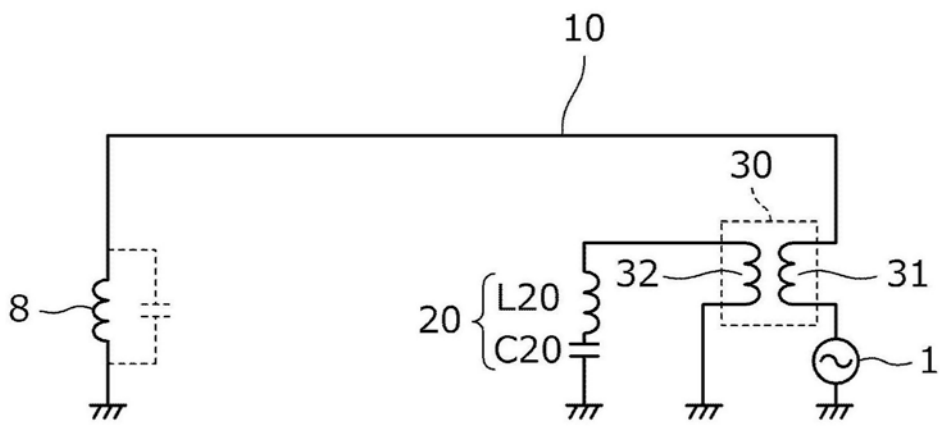


图5 (B)

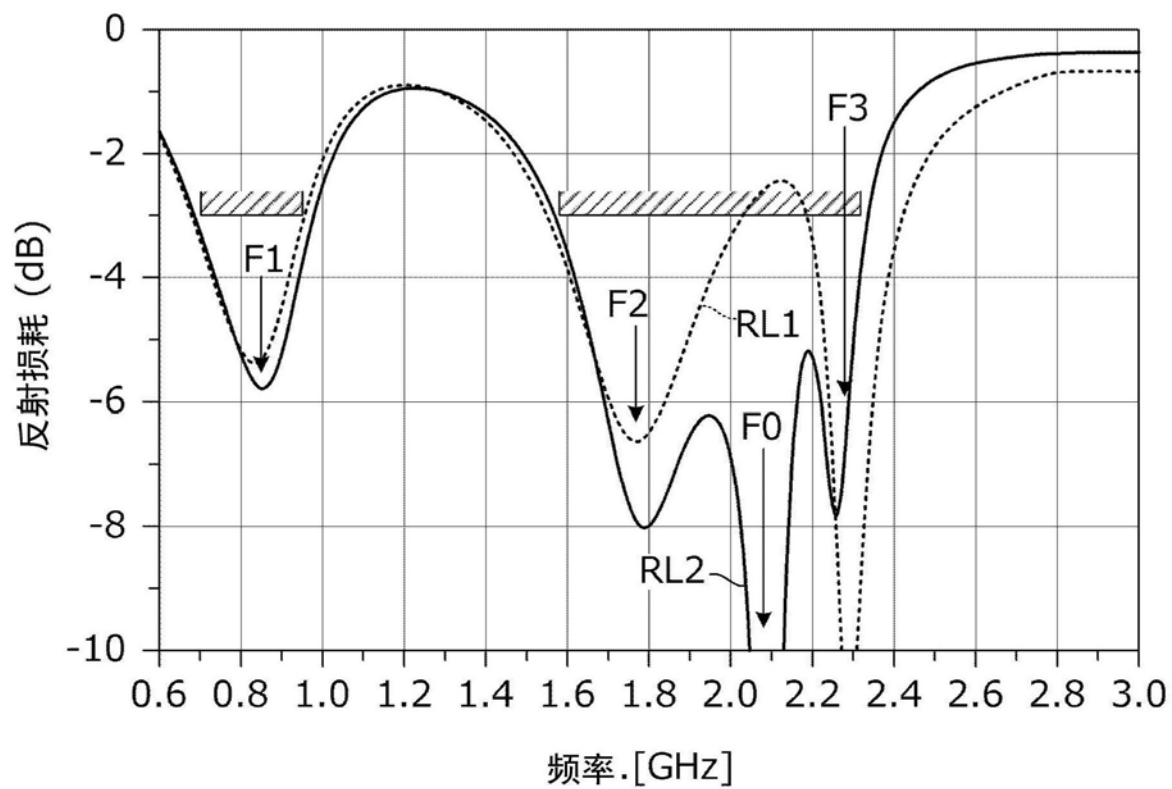


图6

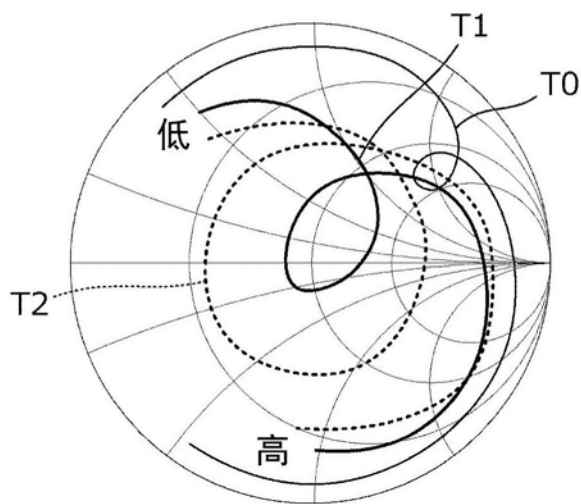


图7

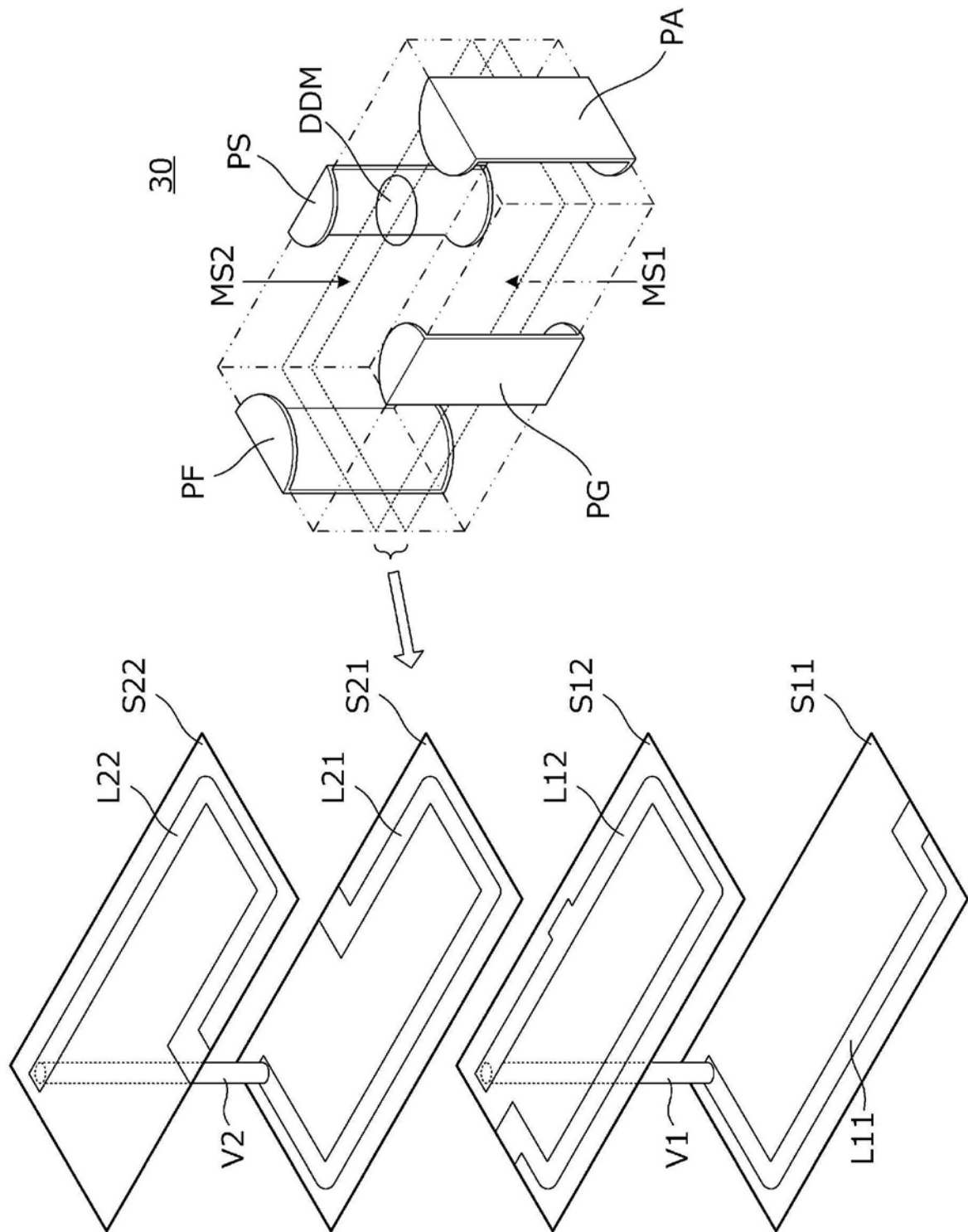


图8

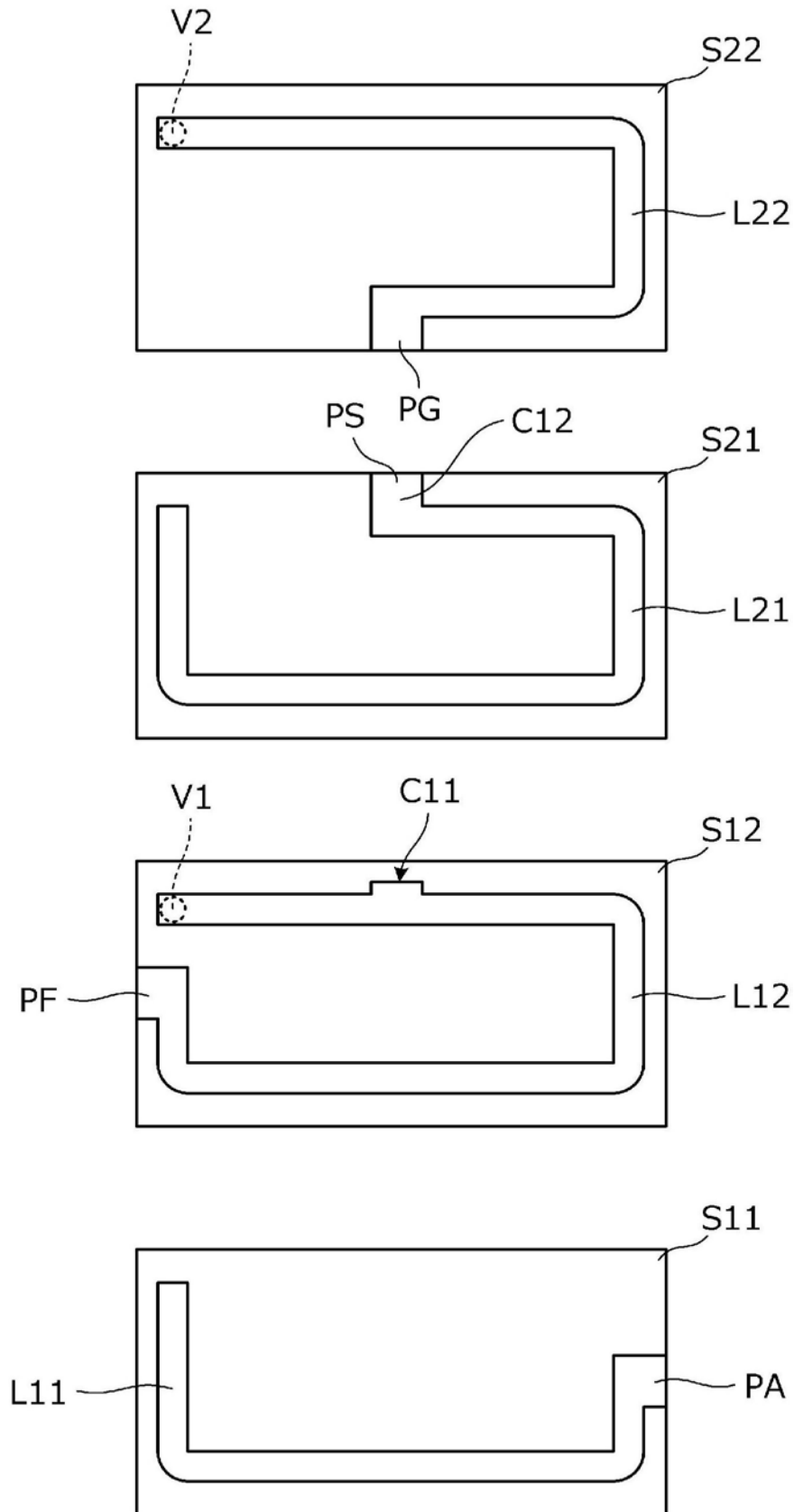


图9

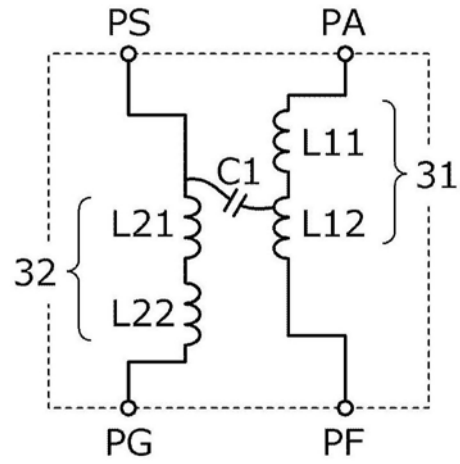
30

图10

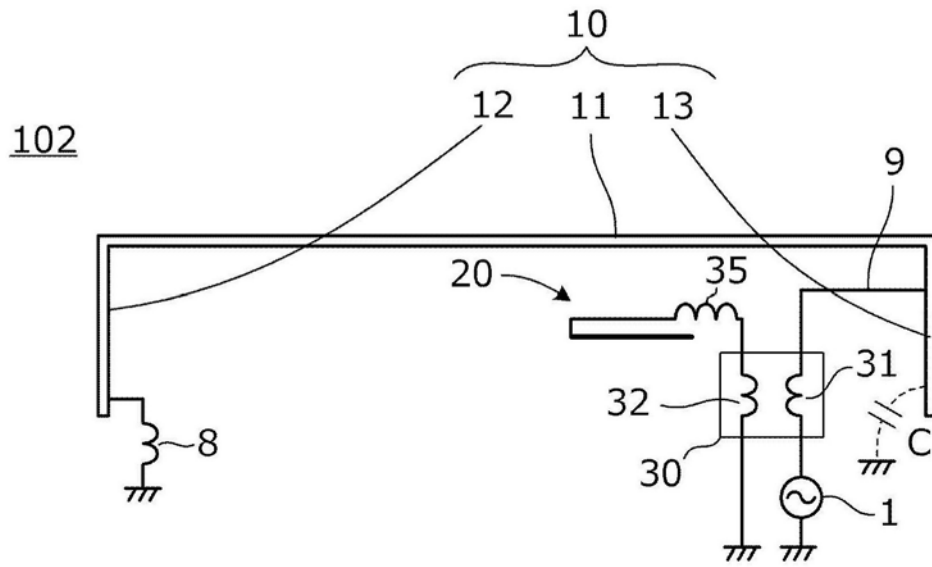


图11

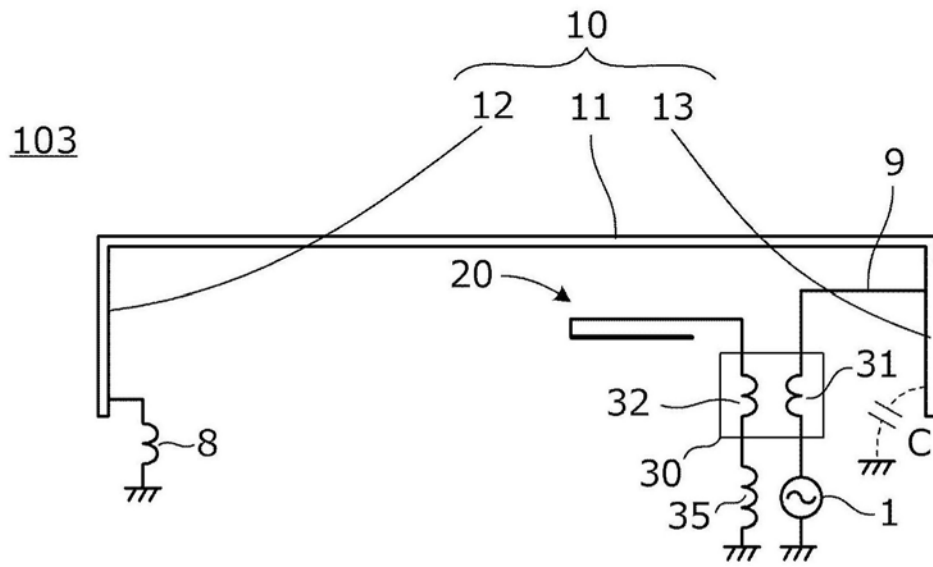


图12

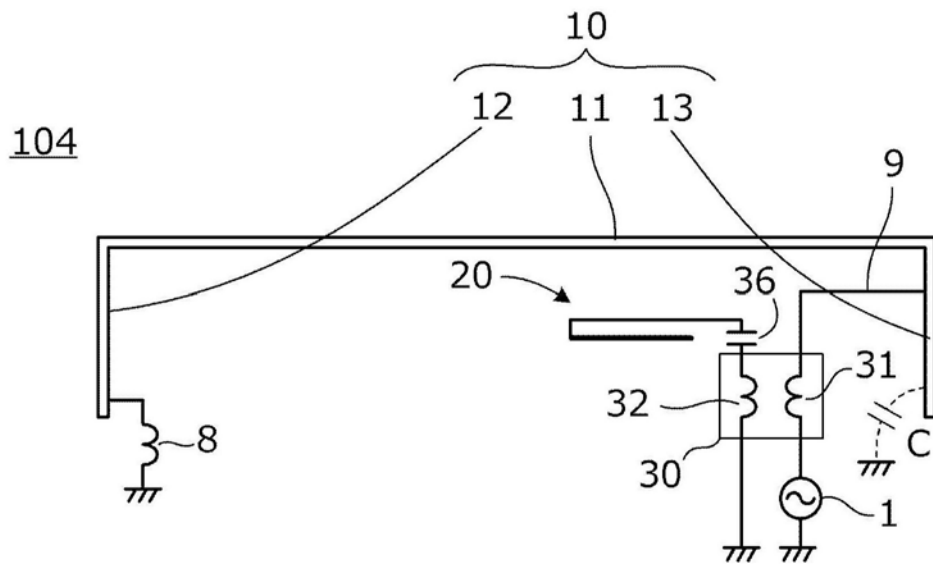


图13

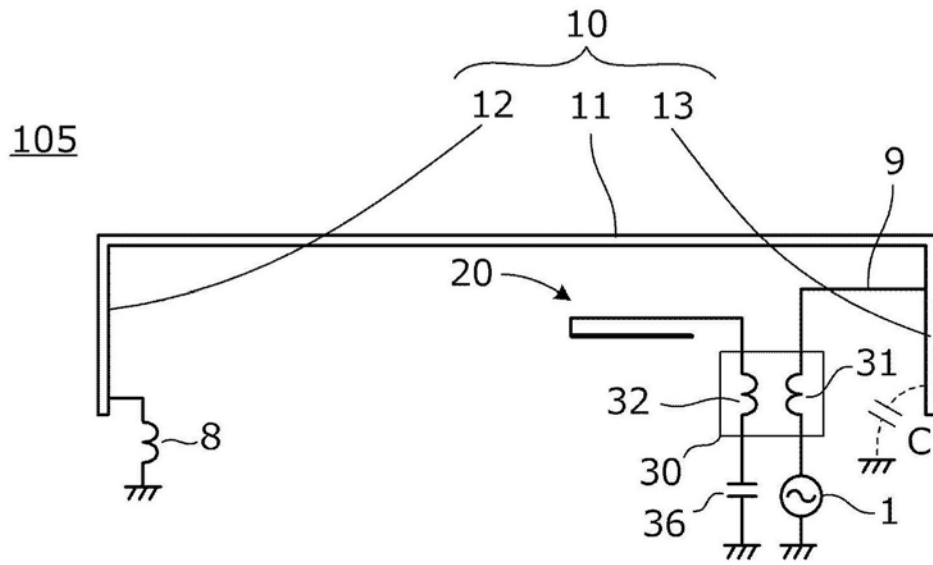


图14

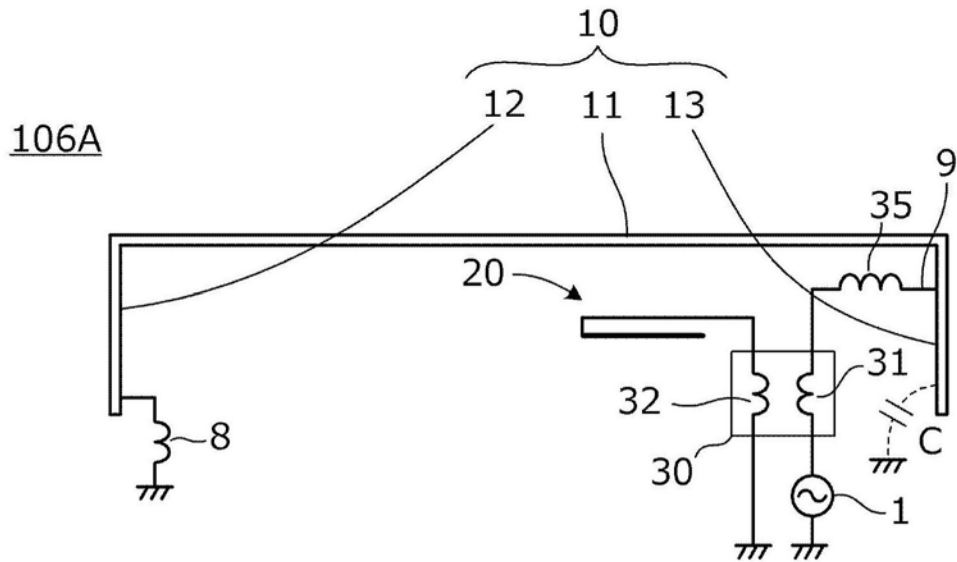


图15

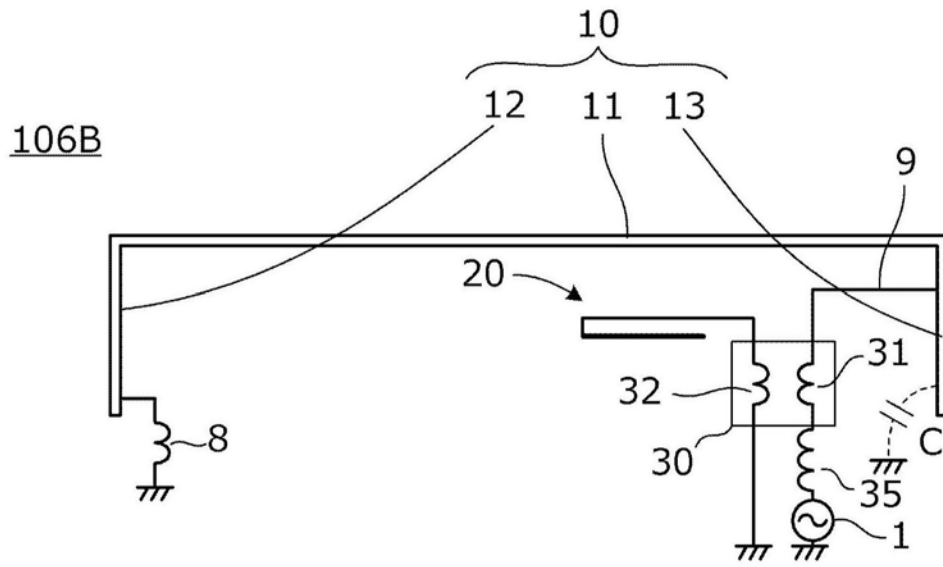


图16

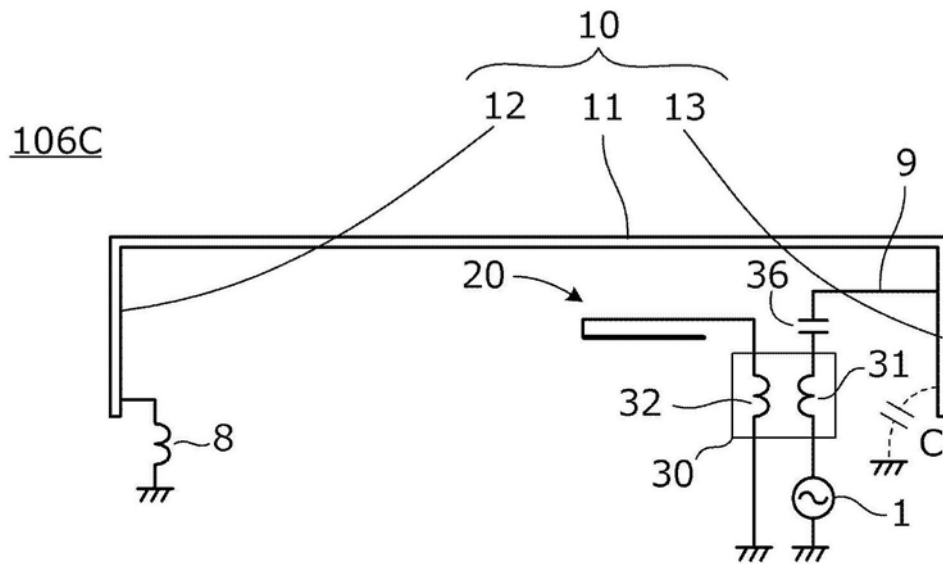


图17

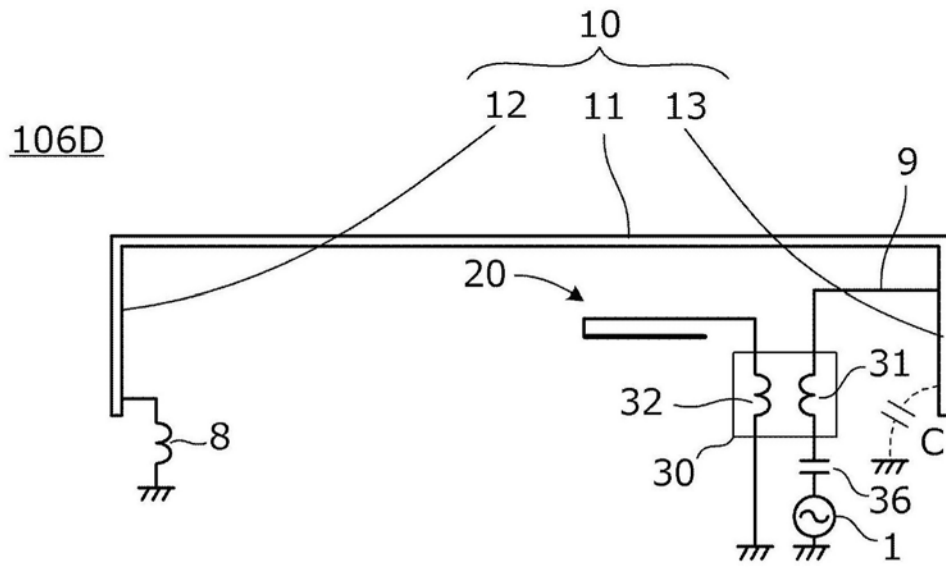


图18

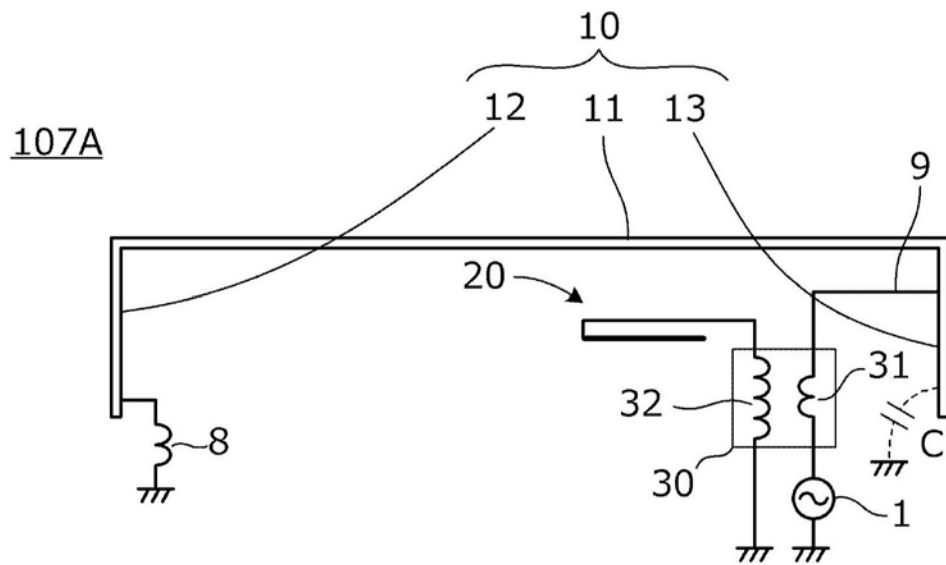


图19 (A)

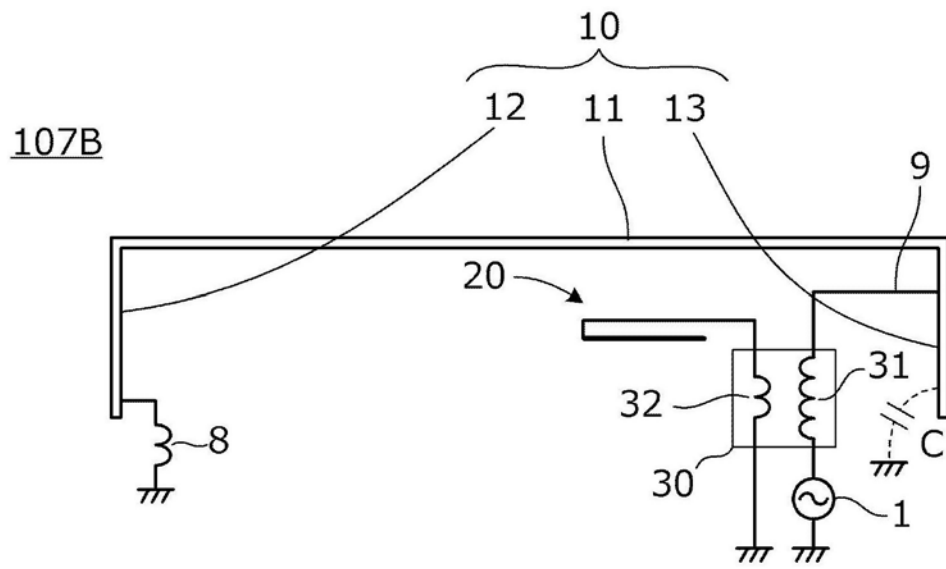


图19(B)

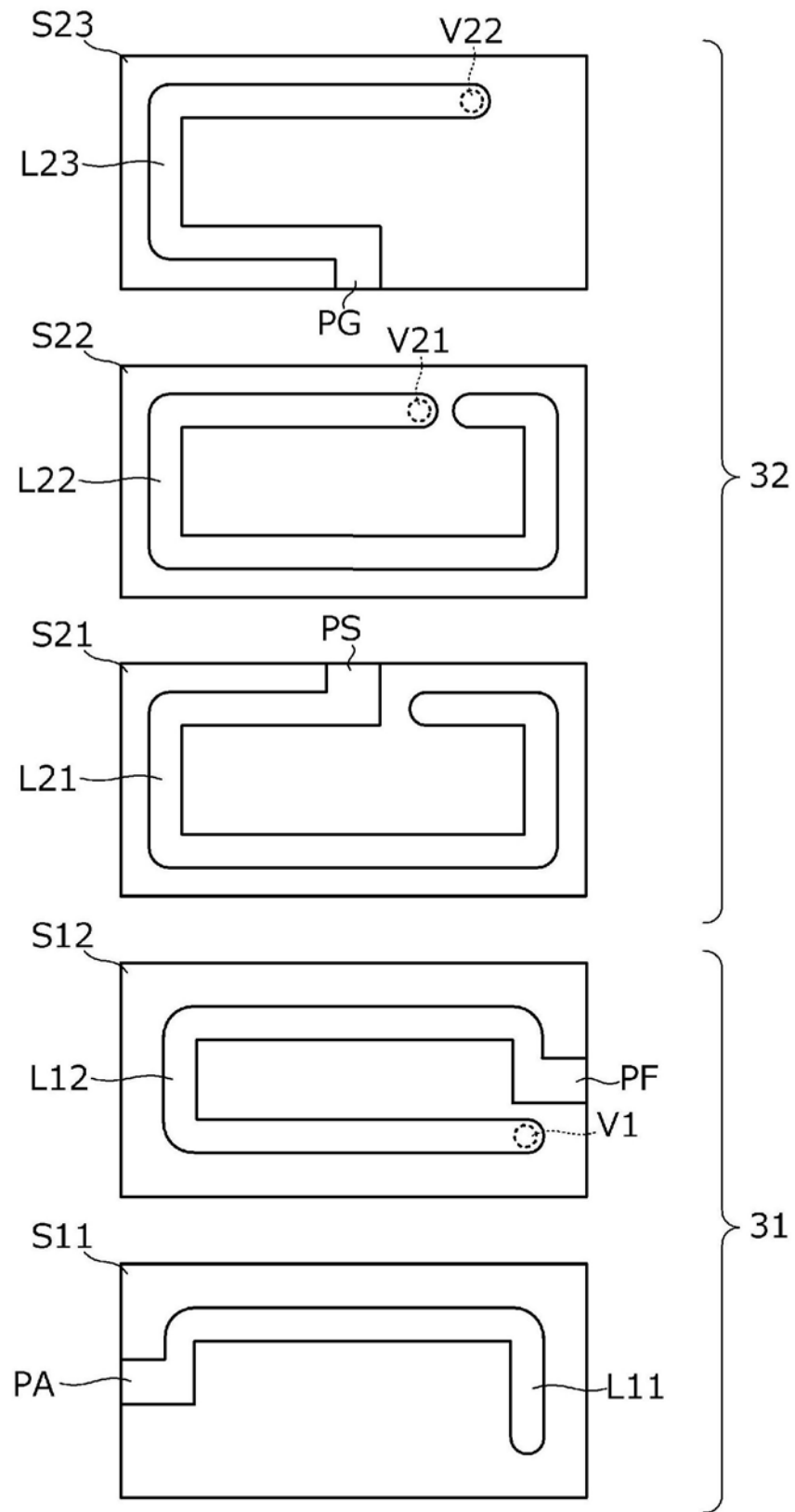


图20

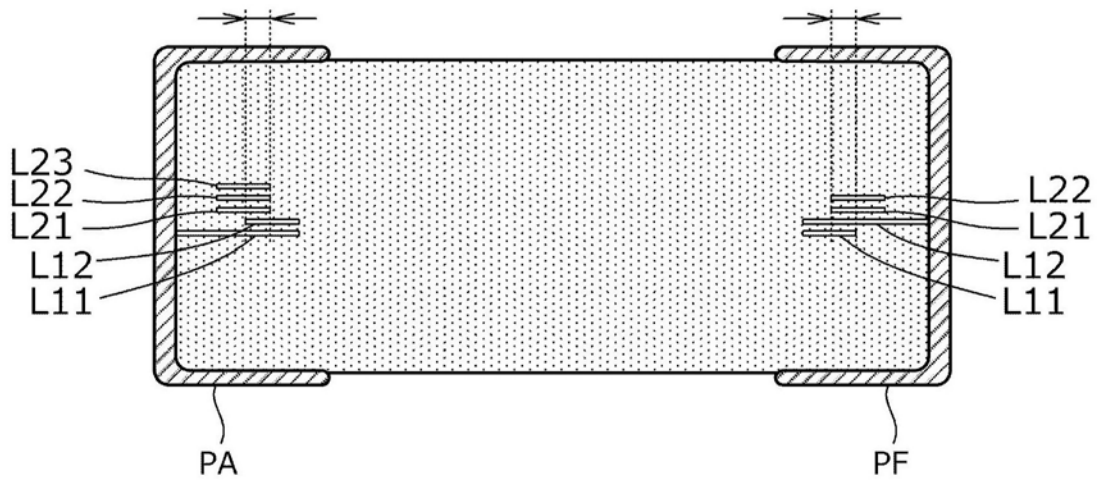


图21

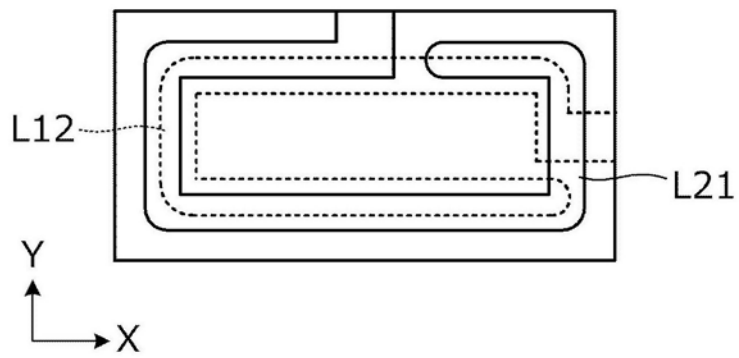


图22

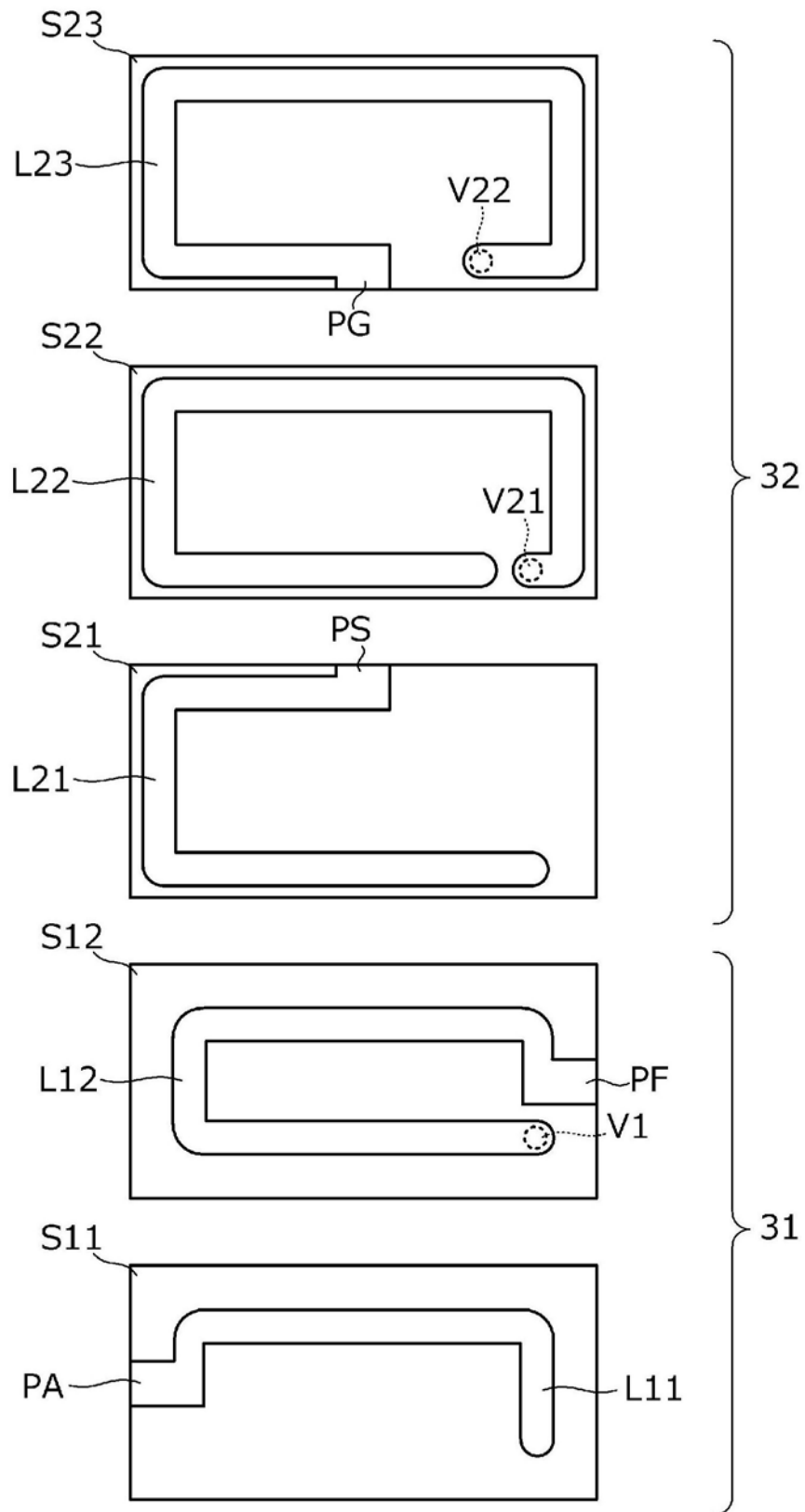


图23

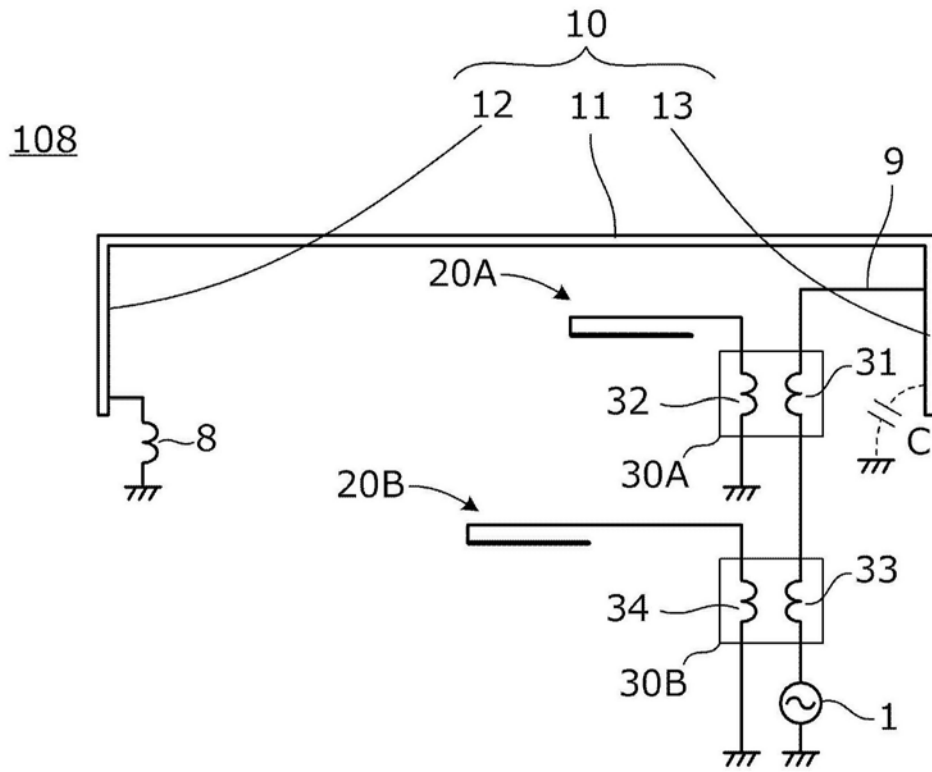


图24

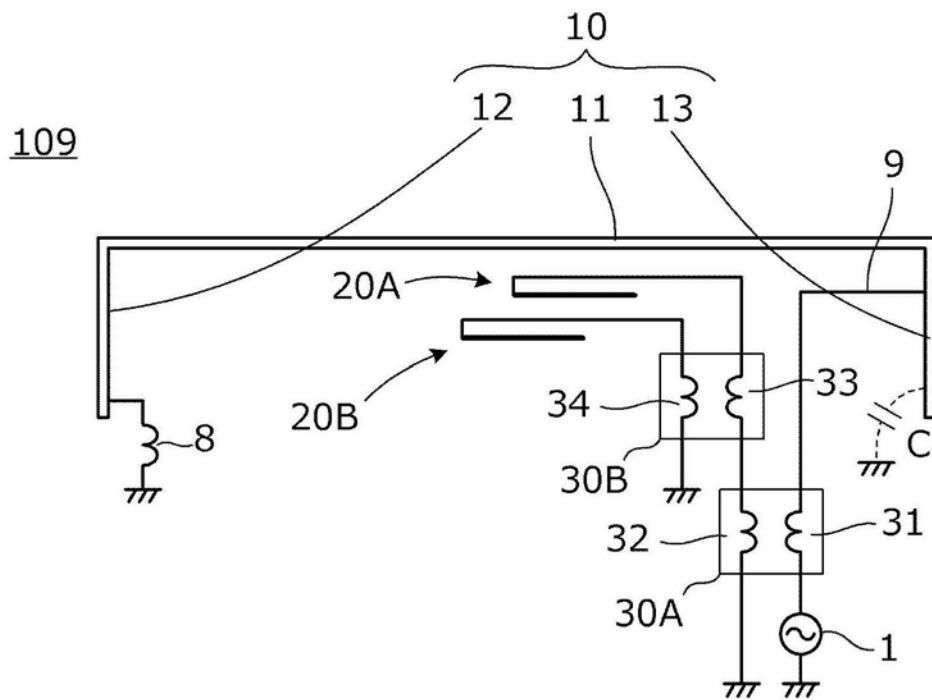


图25

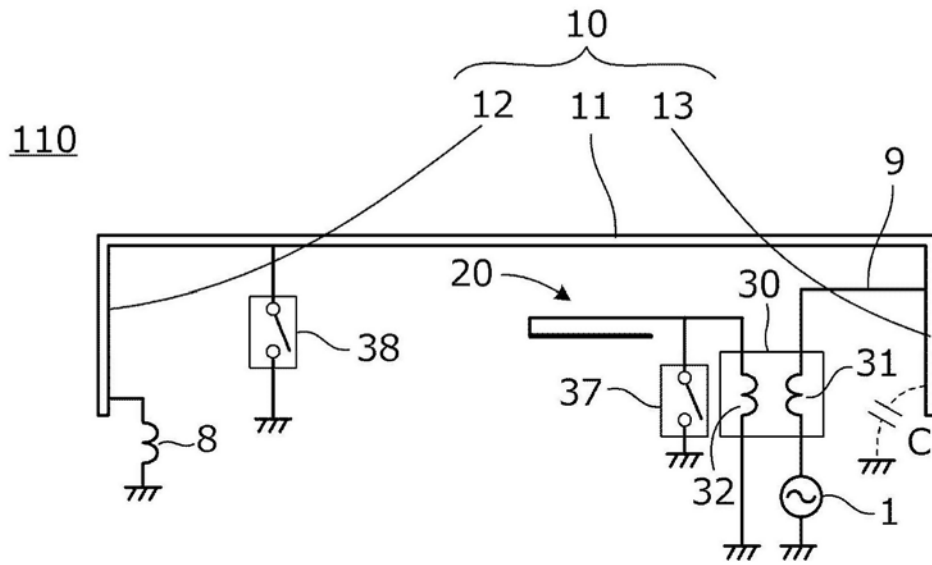


图26

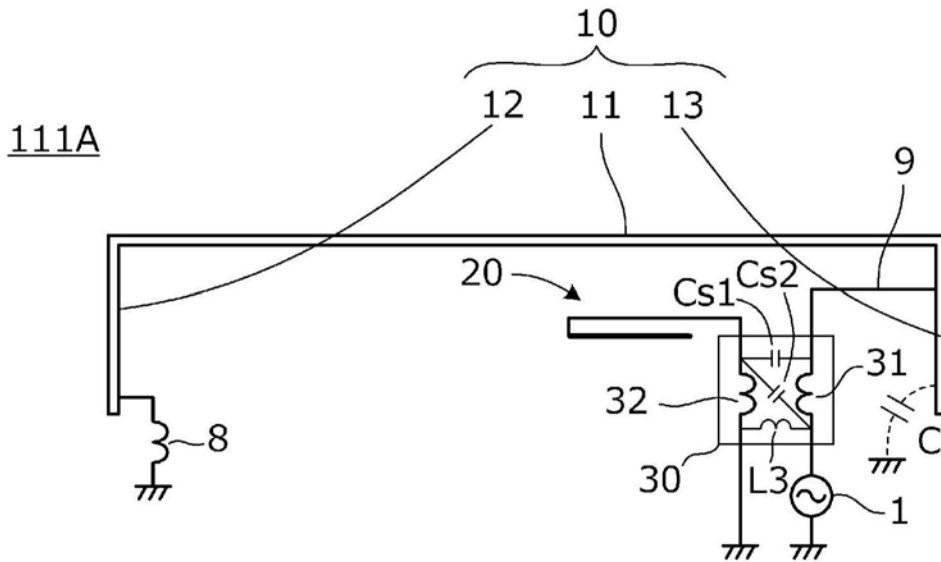


图27 (A)

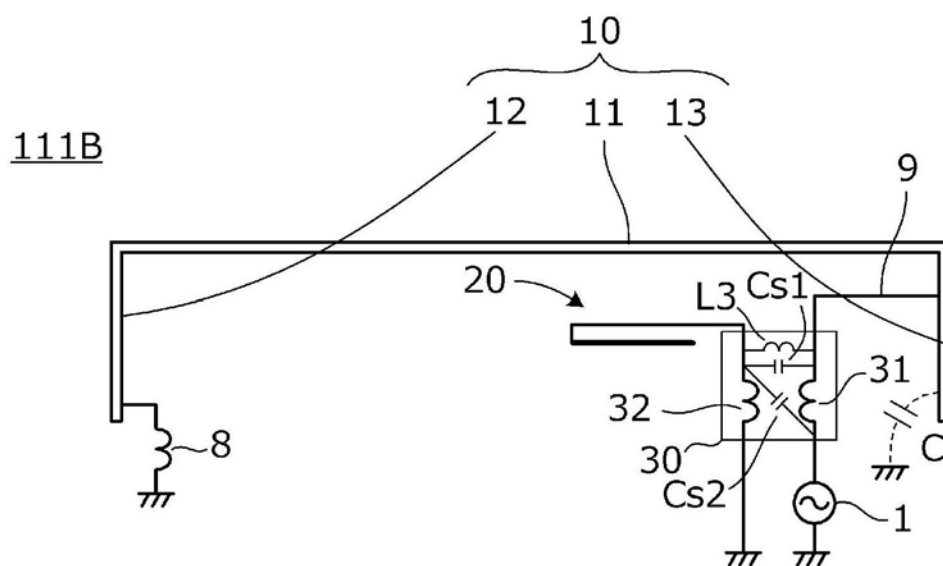


图27 (B)

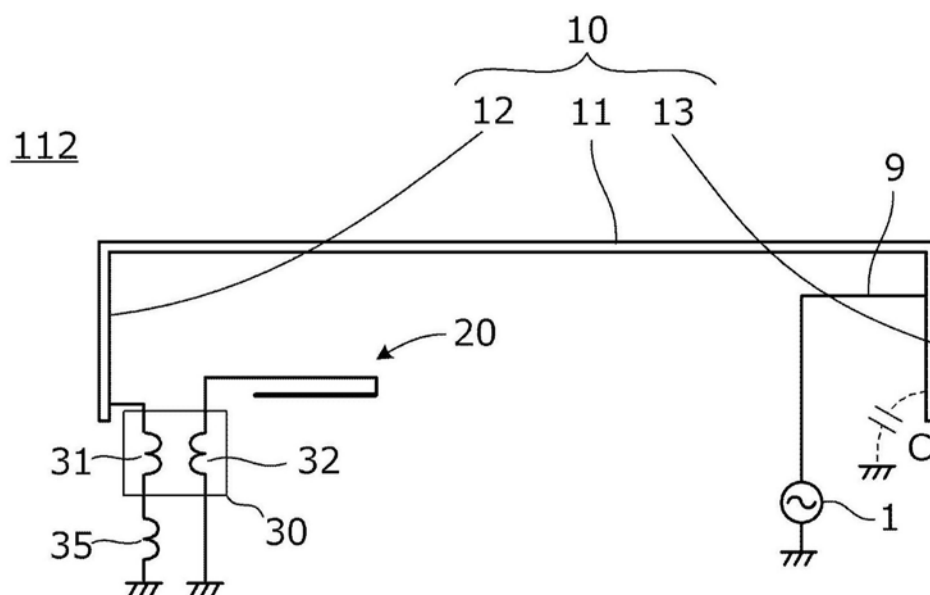


图28

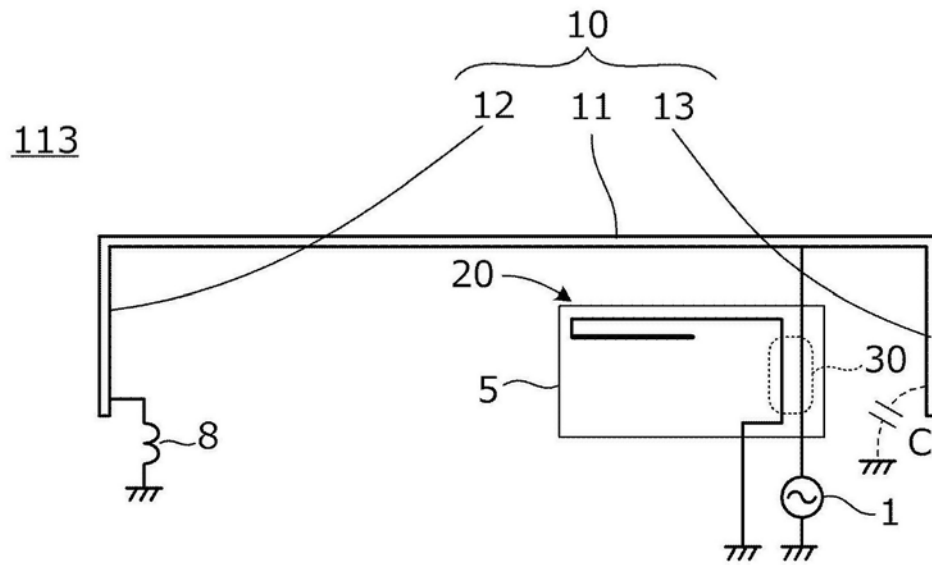


图29

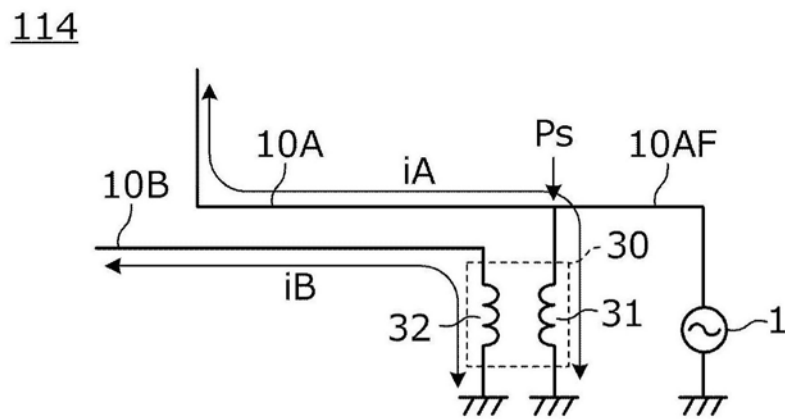


图30

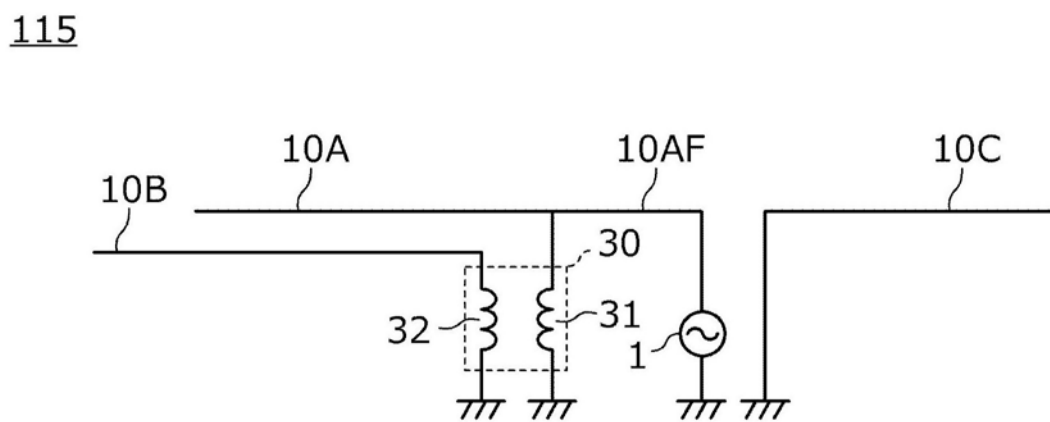


图31 (A)

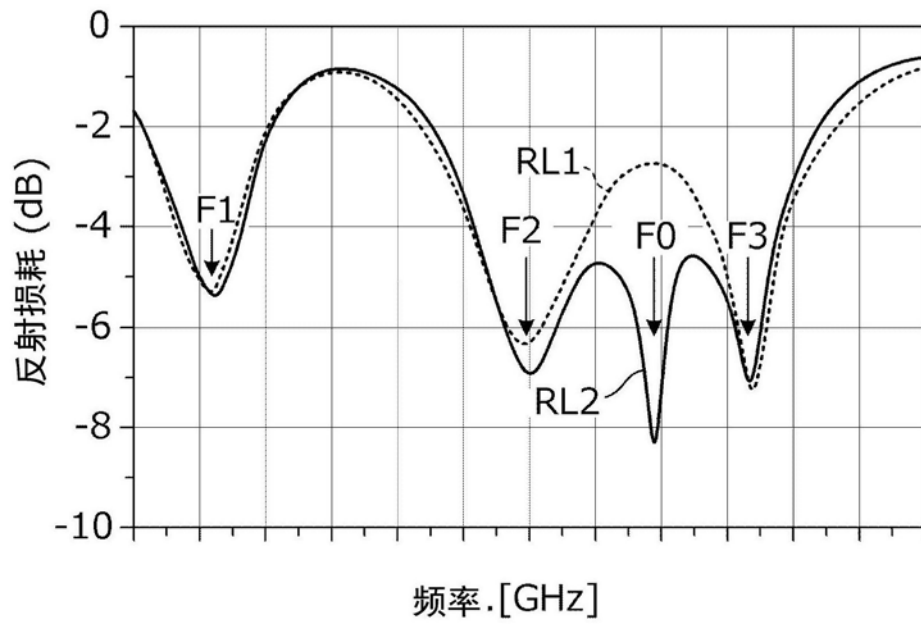


图31 (B)

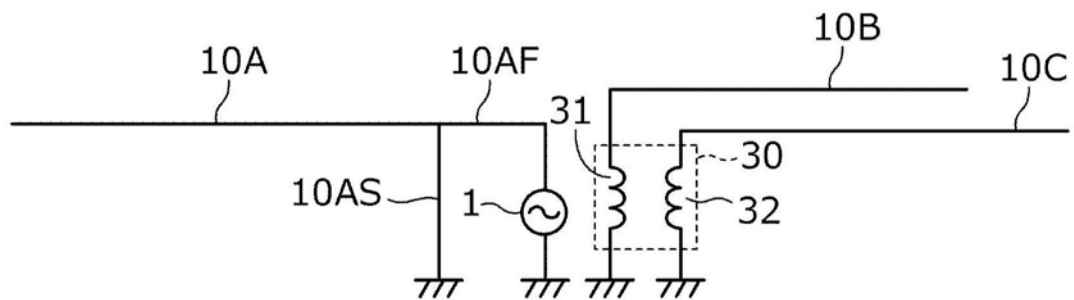
116

图32

117

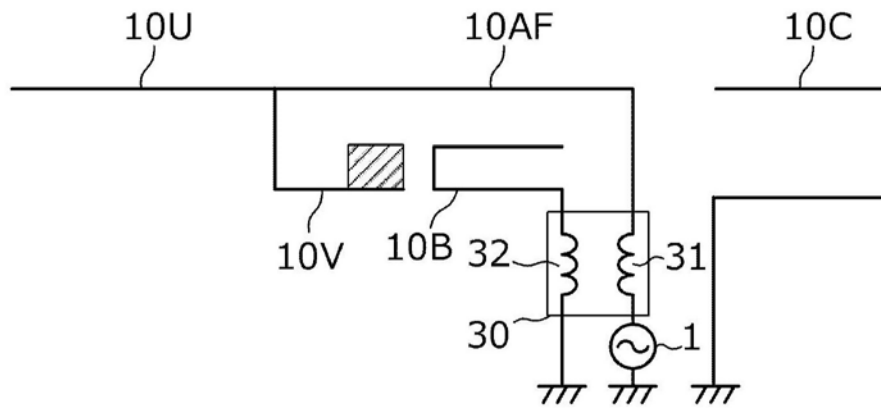


图33

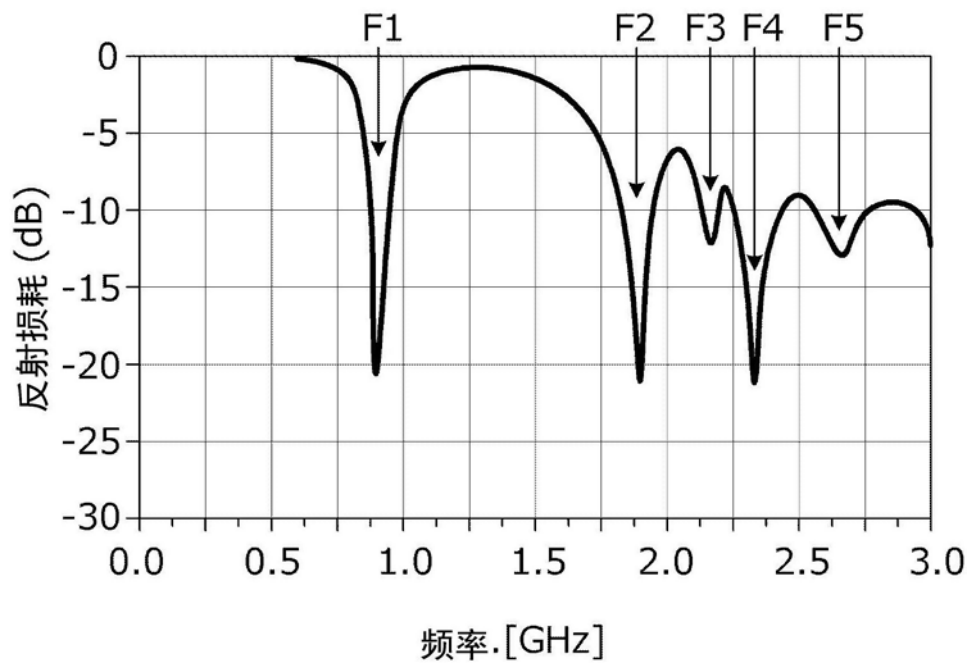


图34

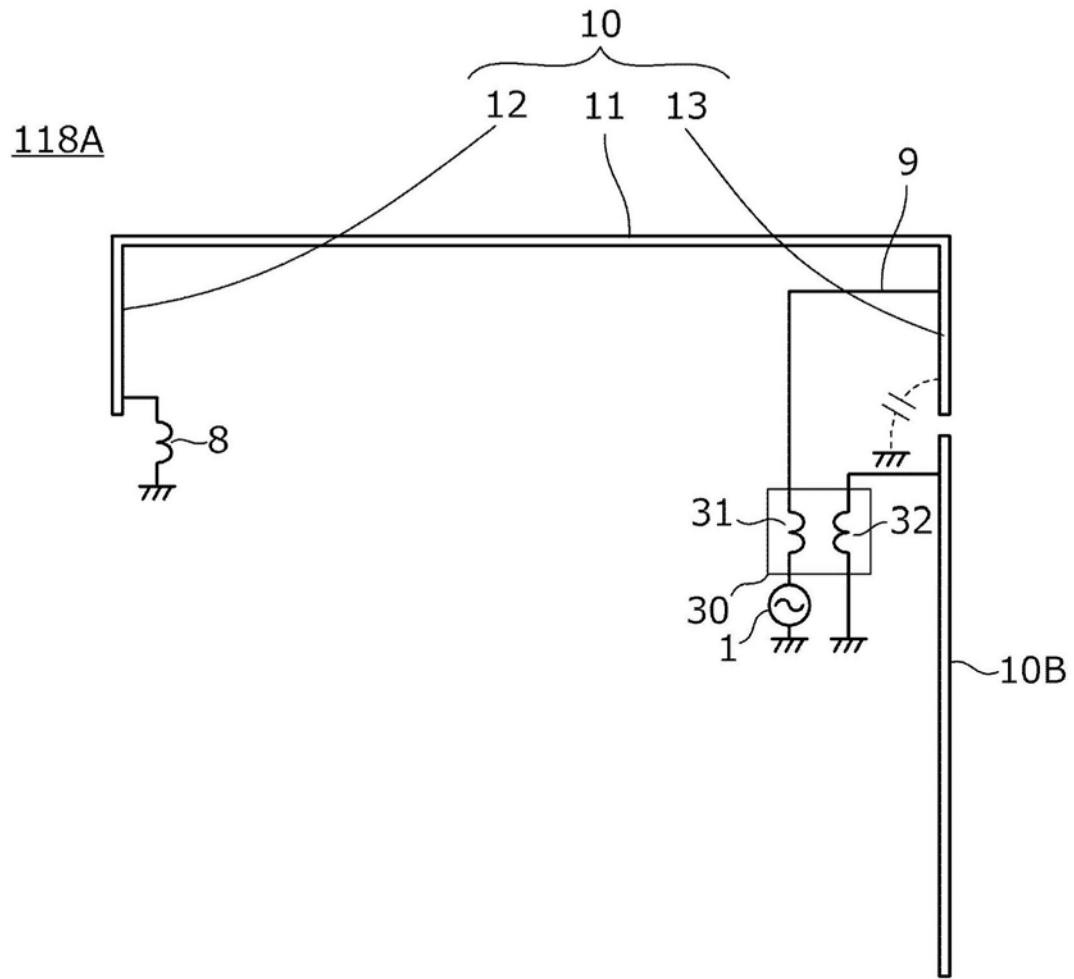


图35

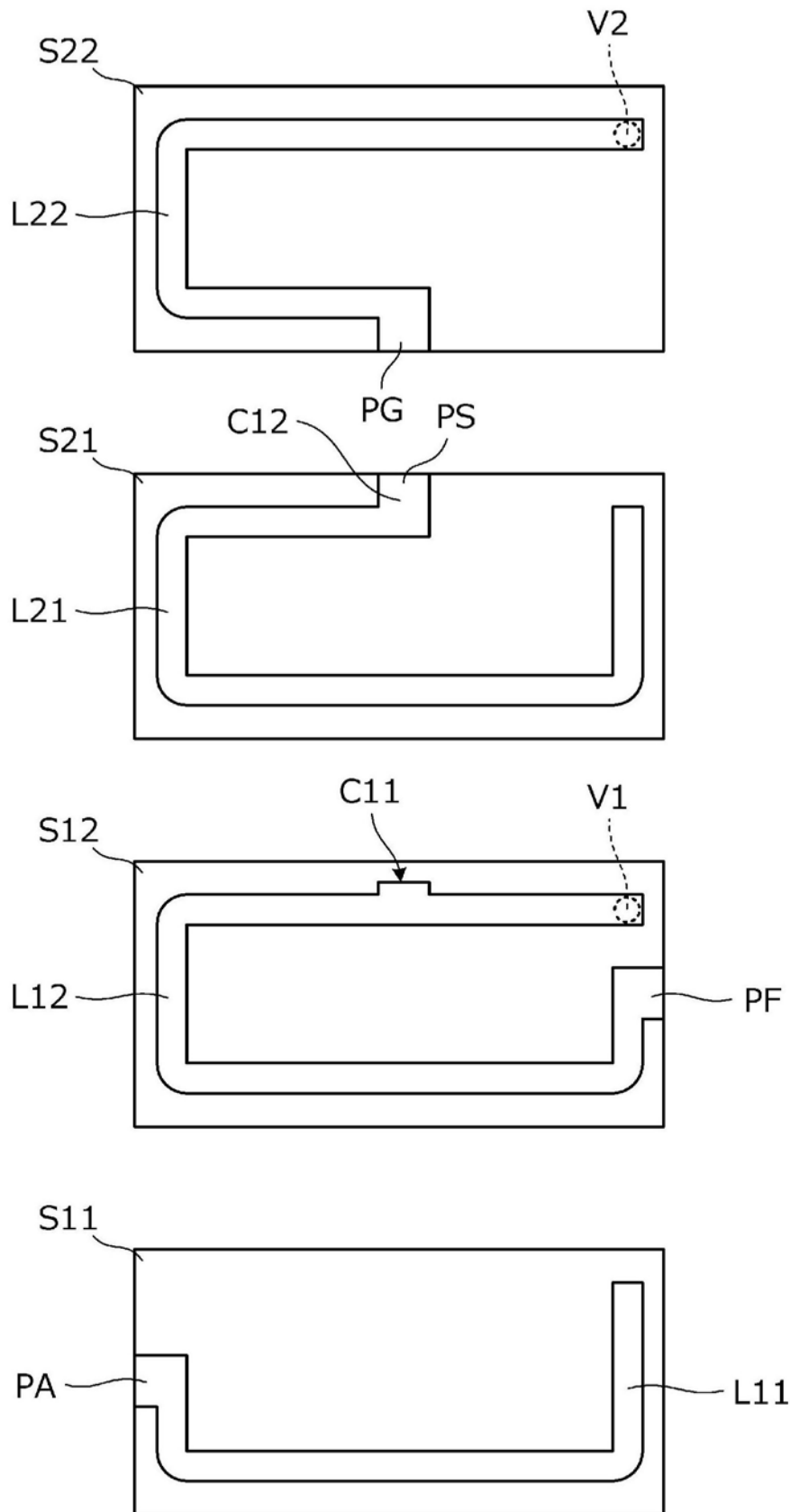


图40

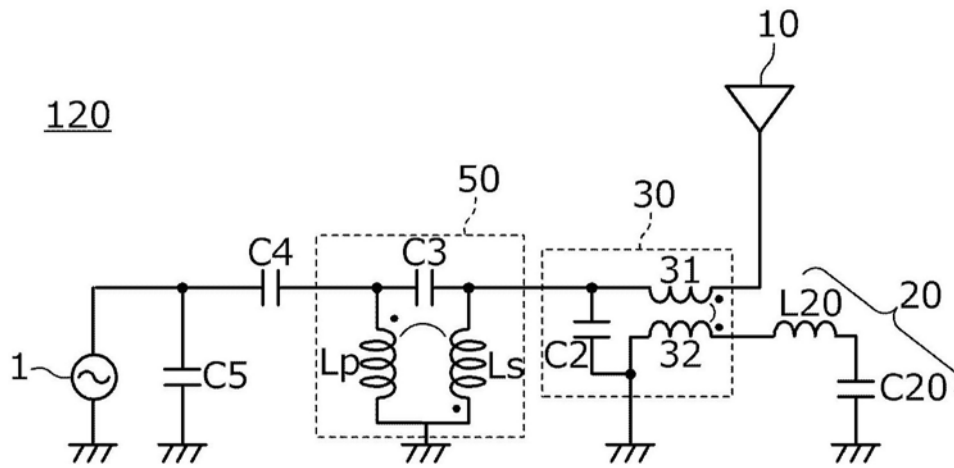


图41

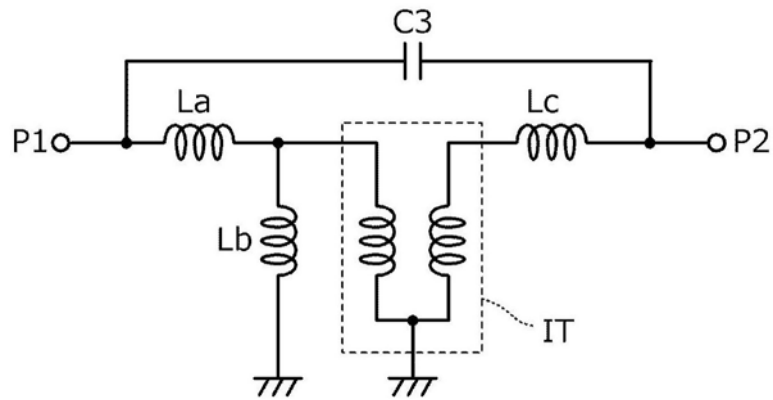


图42

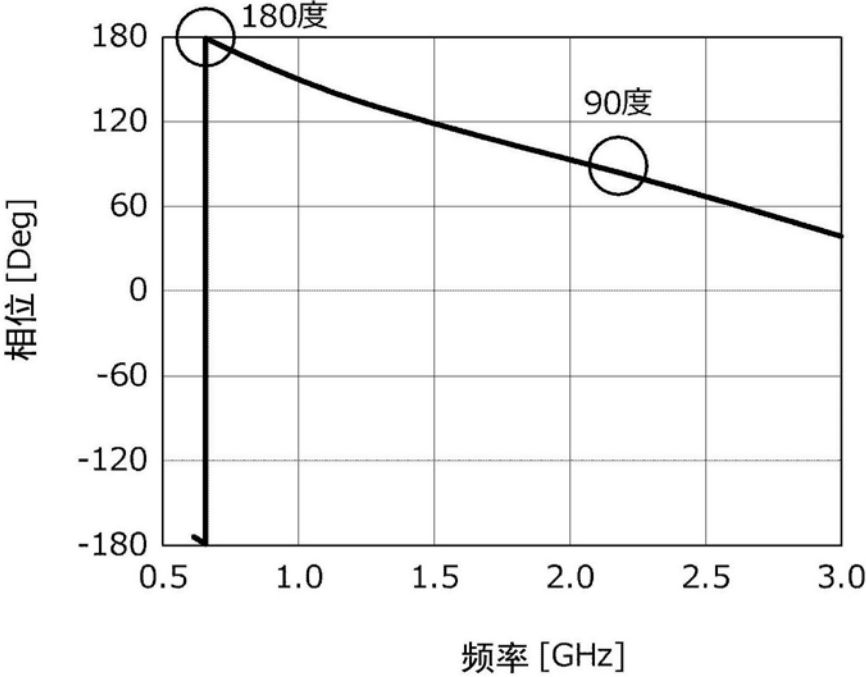


图43

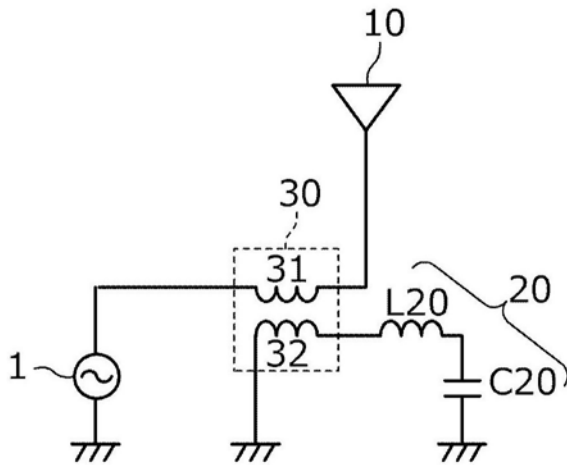


图44 (A)

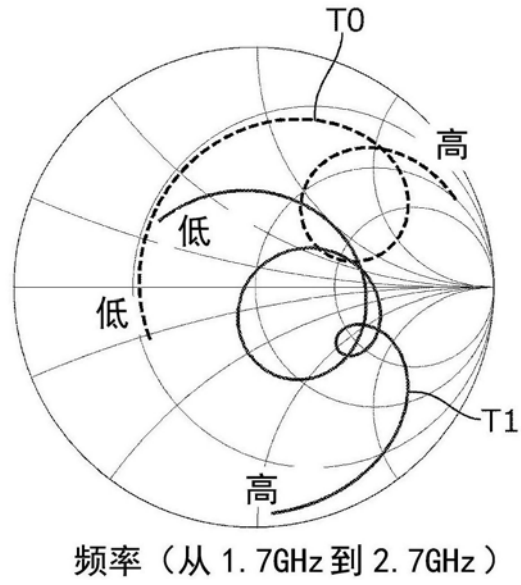


图44 (B)

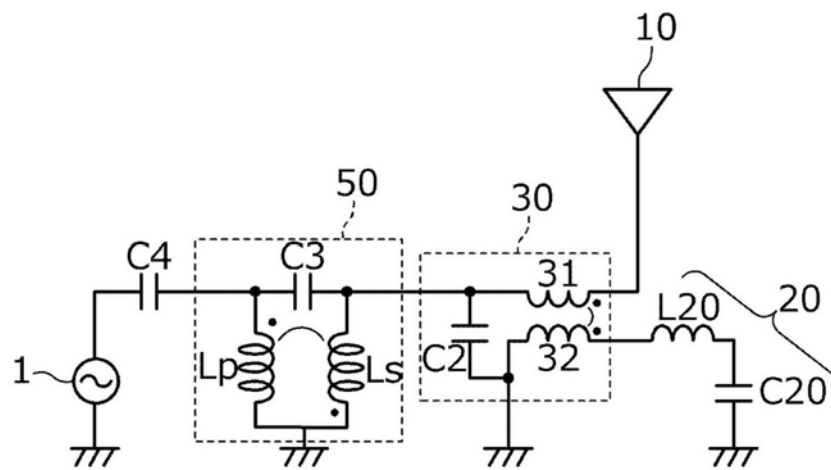


图45 (A)

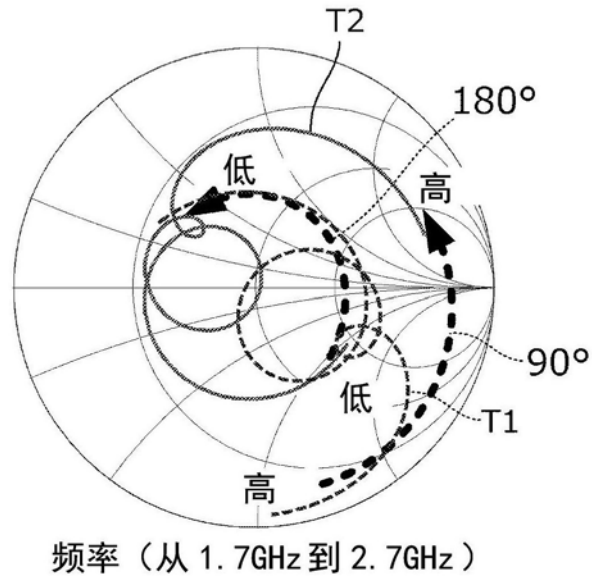


图45 (B)

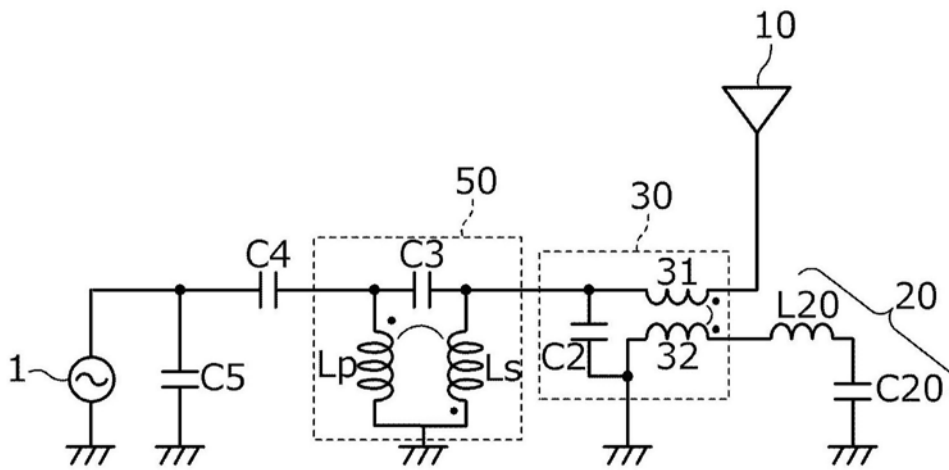


图46 (A)

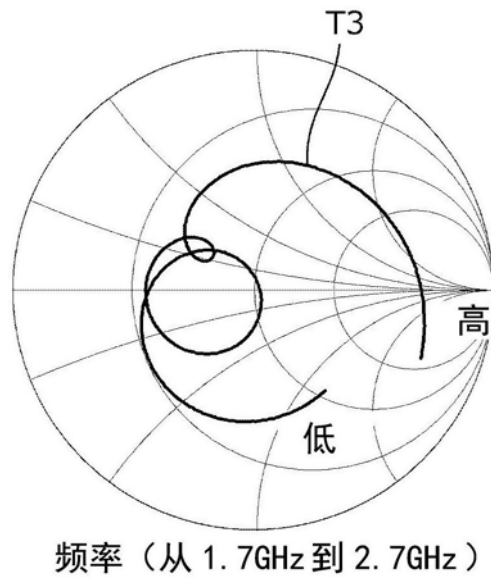


图46 (B)

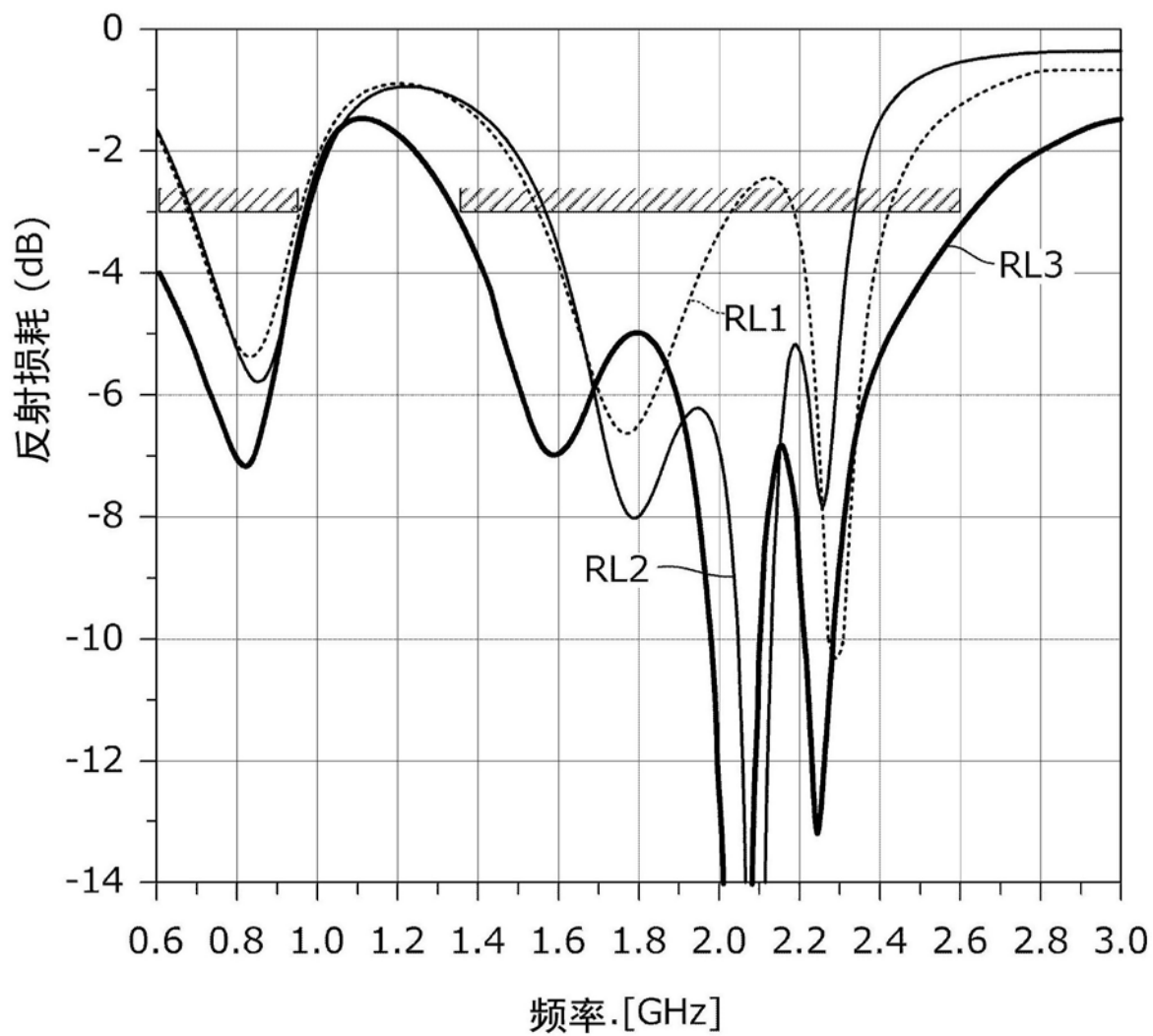


图47

50

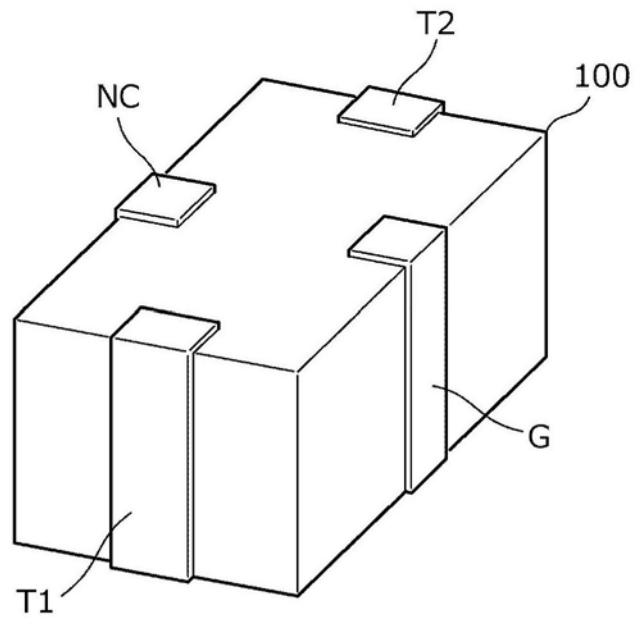


图48

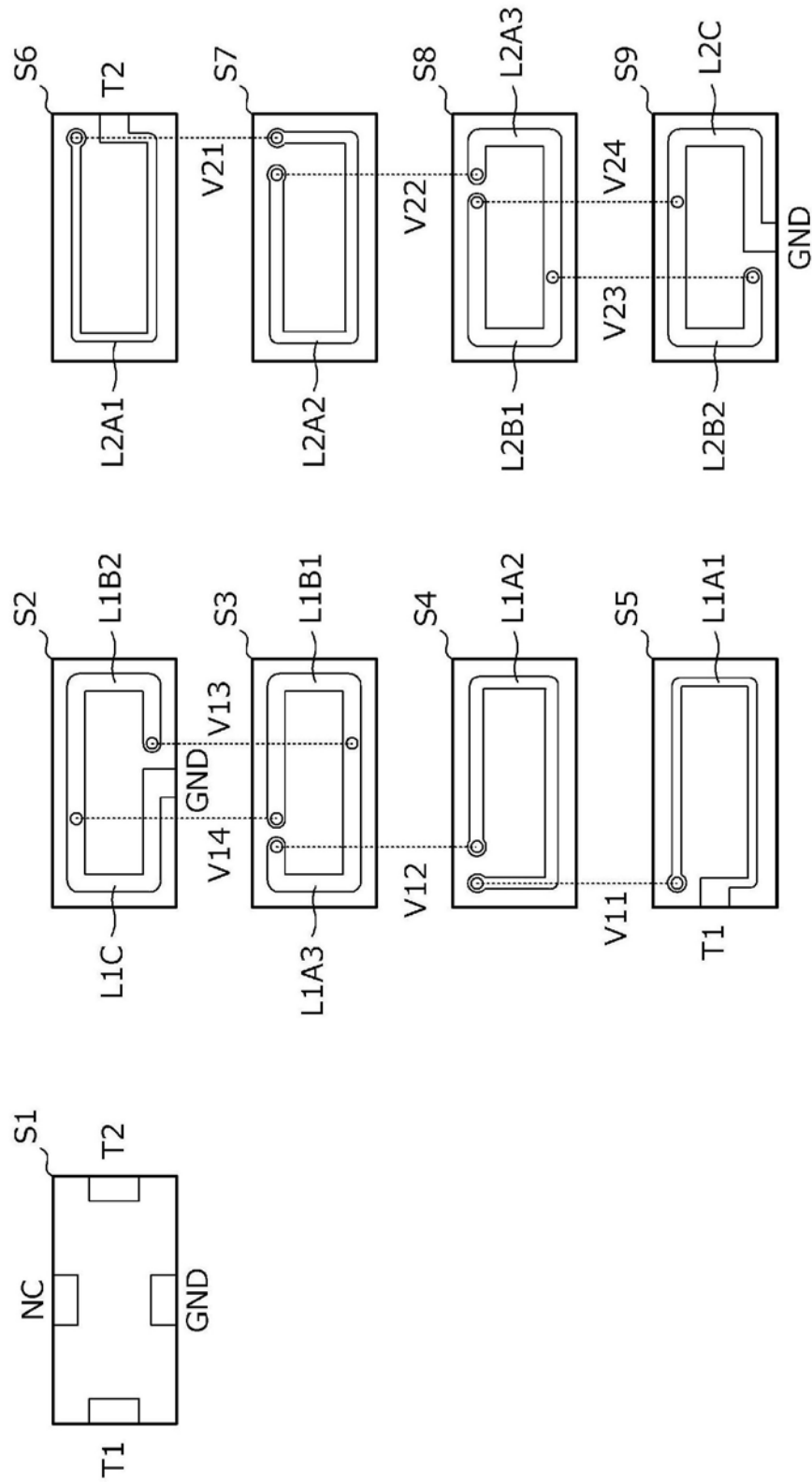


图49

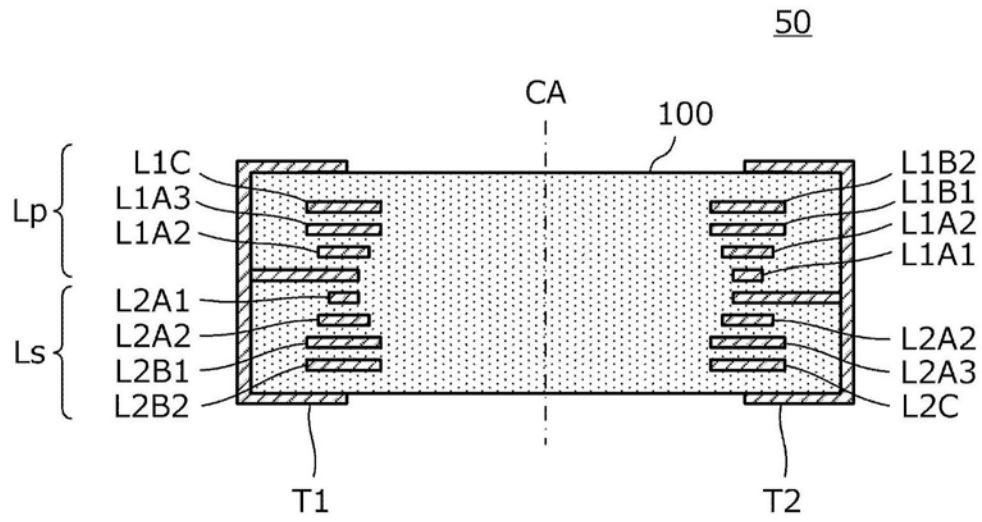


图50

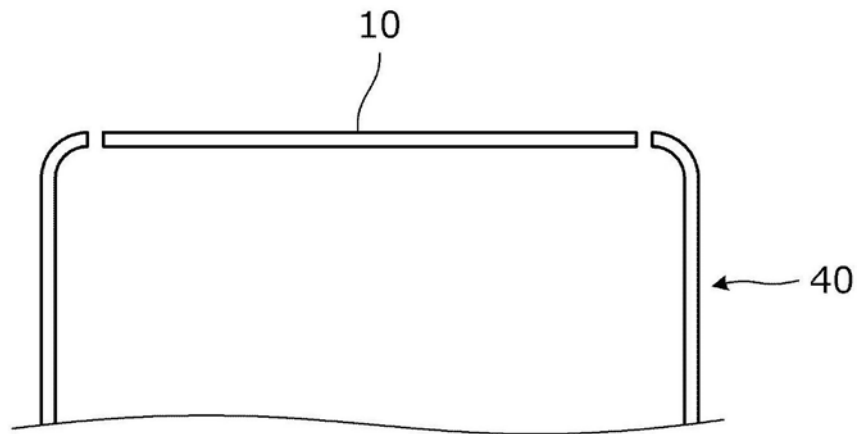


图51

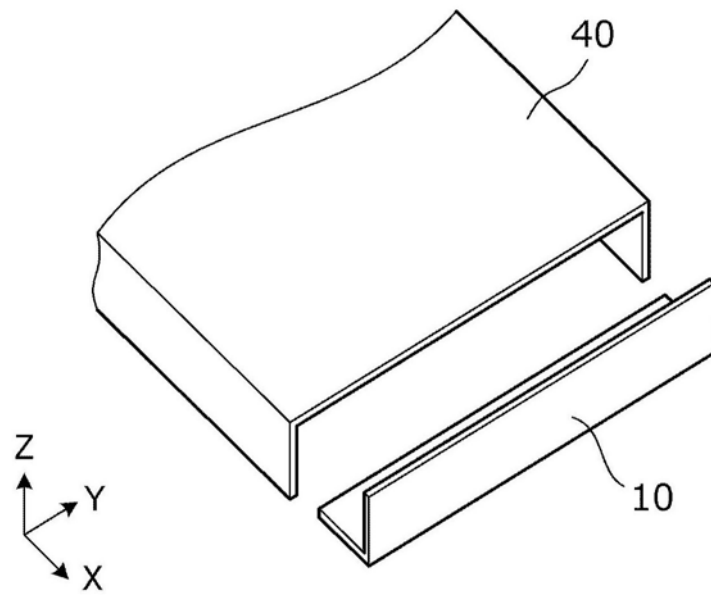


图52 (A)

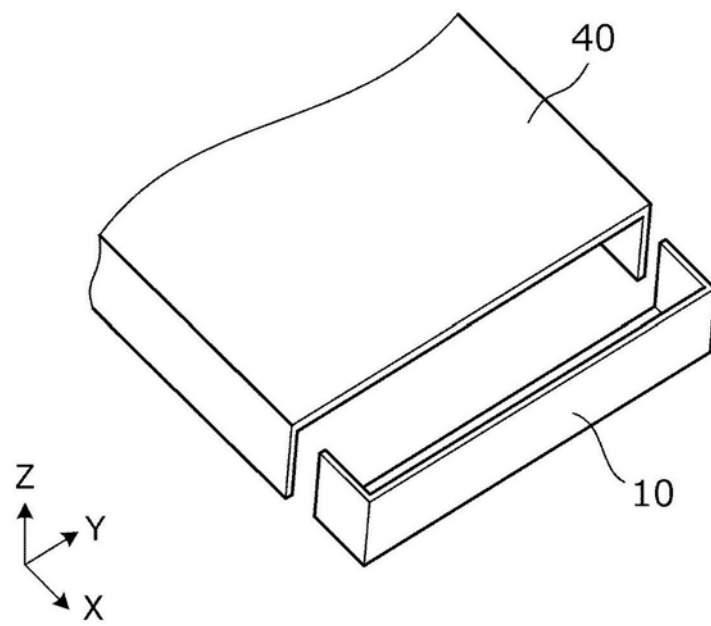


图52 (B)