(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104160555 B
(45)授权公告日 2017.05.31

(21)申请号 201380012667.7
(22)申请日 2013.02.12
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104160555 A
(43)申请公布日 2014.11.19
(30)优先权数据
2012-051951 2012.03.08 JP
2012-200301 2012.09.12 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.09.05
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2013/054055 2013.02.12
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2013/133011 EN 2013.09.12
(73)专利权人 佳能株式会社
地址 日本东京
(72)发明人 A·德布雷 井辻健明
(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所 11038
代理人 宿小猛
(51)Int.Cl.
H01Q 9/16(2006.01)
H01Q 23/00(2006.01)
(56)对比文件
JP 2006-64679 A,2006.03.09,
US 4888597 A,1989.12.19,
CN 1051828 A,1991.05.29,
EP 0858126 A2,1998.12.08,
JP 2007235199 A,2007.09.13,
CN 101118986 A,2008.02.06,
审查员 赵峻

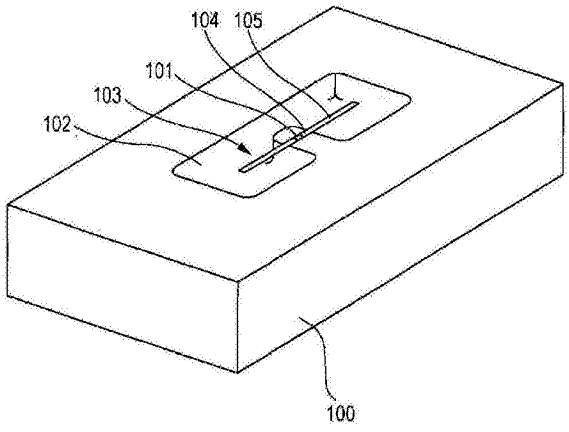
权利要求书1页 说明书11页 附图14页

(54)发明名称

用于辐射或接收电磁波的装置

(57)摘要

本发明涉及一种用于辐射或者接收电磁波的装置。该装置包括基板，该基板包括被反射所述电磁波的材料涂布的凹部、辐射或者接收所述电磁波的金属部、以及在所述基板上连接到所述金属部的电子元件。该金属部包括设置在所述凹部的开口上方的部分、以及位于所述基板上并且连接到所述电子元件的部分。



CN 104160555 B

1.一种用于辐射或者接收电磁波的装置，该装置包括：

基板，被配置用于包括凹部；

金属部，被配置用于辐射或者接收所述电磁波；以及

电子元件，被配置用于连接到所述金属部，

其中，所述金属部包括位于所述凹部上方的部分、以及位于所述基板上的部分，以及

其中，位于所述基板上的部分与所述电子元件连接，

其中，所述电子元件位于所述基板上，

其中，所述凹部具有面对位于所述凹部上方的部分的底面，以及

其中，所述底面被配置用于反射所述电磁波。

2.根据权利要求1所述的装置，其中，金属层和绝缘层的结构位于所述基板和与所述电子元件连接的位于所述基板上的部分之间。

3.根据权利要求1所述的装置，其中，所述基板具有从所述凹部的边缘延伸出的支架形状或者从所述凹部的所述底面延伸出的柱状形状，以及

其中，位于所述基板上的部分被布置在所述支架形状或柱状形状上。

4.根据权利要求1所述的装置，其中，位于所述基板上的部分的长度为所述金属部的总长度的10％或更小。

5.根据权利要求1所述的装置，其中，所述底面包括金属层。

6.根据权利要求1所述的装置，其中，所述凹部被相对介电常数低于形成所述基板的材料的相对介电常数的固体介电材料填充。

7.根据权利要求1所述的装置，其中，所述底面被侧面围绕，并且

其中，所述凹部的底面和侧面之间的连接部是弯曲的。

8.根据权利要求1所述的装置，其中，所述电子元件是整流元件。

9.根据权利要求1所述的装置，其中，所述电磁波的频率在30GHz到30THz的范围内。

10.根据权利要求1所述的装置，其中，用于连接到外部电路的连接部被提供给所述金属部中的电磁场的节点。

11.根据权利要求10所述的装置，其中，所述连接部包括分布常数滤波器。

12.根据权利要求1所述的装置，其中，支撑所述金属部的支撑部被设置在所述金属部中的电磁场的节点上，并且所述支撑部由与所述基板的材料相同的材料形成。

13.根据权利要求1所述的装置，其中，所述金属部包括用于调整电磁波的方向性的狭缝。

14.根据权利要求1所述的装置，其中，相对于工作波长所述金属部中的电磁场有至少两个节点。

15.一种图像传感器，包括：

多个根据权利要求1-14中任一项所述的装置，

其中，多个电子元件被作为阵列使用，以及

其中，所述图像传感器基于来自所述装置的信号形成图像。

用于辐射或接收电磁波的装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于辐射或接收电磁波的装置，尤其涉及一种用于辐射或接收其频率在太赫兹范围(即，30GHz到30THz的范围，下文被称为“THz范围”)中的电磁波的装置，

背景技术

[0002] 通常，用于辐射或接收电磁波的装置包括通过金属结构形成的辐射元件以及用于信号处理的电子电路。辐射元件的大小通常与要被接收的或者要被辐射的电磁波的波长相同。当电磁波的频率达到THz范围时，辐射元件的大小在亚毫米范围中，从而辐射元件可直接集成到其上已经集成有电子电路的基板上。VLSI制造技术可被用于制造辐射元件和电子电路两者。

[0003] 用于接收电磁波的装置的辐射元件的电阻需要匹配信号处理电路的电阻，以便获得高灵敏度。这里，随着有效频率能力提高，信号处理电路需要精细图案化，导致信号处理电路的电阻增大。作为结果，辐射元件的电阻需要高以便该装置以高灵敏度接收高频电磁波

[0004] 这里，信号处理电路通常使用VLSI技术被制造，从而信号处理电路被集成到半导体基板上。在此情况中，简单的用于制造天线的辐射元件的方法是通过使用相同的VLSI技术在半导体基板上制造金属图案(金属部)。但是，半导体的相对介电常数通常大。例如，硅的相对介电常数是12.1。高的相对介电常数意味着在此介质中比在具有较低相对介电常数的材料中更容易生成电场。作为结果，其中辐射元件被放置在具有高的相对介电常数的半导体上的天线的辐射电阻低于相同元件被置于具有较低相对介电常数的介质之中或之上的天线的辐射电阻。因此，一些发明已经被报告以增大集成电线的辐射效率。

[0005] Rebiez,et al.的美国专利No.4888597(PTL 1)报告了一种用于发射或接收毫米或亚毫米电磁波的集成天线。如图12所示，集成天线是通过将两个基板(35和40)相组合以形成具有棱锥形状的喇叭(horn)结构的阵列。隔膜45作为这两个基板之间的连接部在每个喇叭内扩展。此隔膜电气透明。隔膜上存在用作天线(辐射元件)54的金属图案。处理电路被安装在基板之间。此装置的目的在于通过借助于喇叭的棱锥形状来聚集电磁能量，加强通过天线生成的电磁图案。

[0006] 集成天线的第二目的是减小天线之间的电磁耦合。但是，尽管此发明改进了天线的电磁波图案并且减小了电磁耦合，但是此发明没有特别地改进天线的辐射阻抗。例如，PTL 1没有论述天线(辐射元件)与处理电路15之间的电连接。根据PTL 1，天线被置于隔膜的中心，并且处理电路被置于这两个基板之间。结果，天线和处理电路彼此远离。在被置于基板之间的处理电路与辐射元件存在连接部。此连接部特别地在基板内部辐射电磁波，从而辐射元件的辐射阻抗偏离其理想值。

[0007] 此发明的制造过程复杂。集成天线使用必须组装的两个基板。这可能需要复杂的技术，诸如晶片结合以及晶片对齐。此外，当前微制造加工技术难以准确地执行制造喇叭所需要的大深度的蚀刻。最后，最终的集成天线的形状是不均匀的(不平坦)。因此，难以集成

诸如微透镜阵列的其它元件。

[0008] 美国专利No.6061026(PTL 2)报告了单片式微波/毫米波天线装置。该装置包括基板、连同该基板一起被设置的电子电路、基板中的开口、位于该开口上方的带状线天线、连同该基板一起被设置的并且与该开口对齐的喇叭、以及在带状线天线上方的盖。在该装置中,对于喇叭可实现的形状度。但是,如果该装置的大小被减小为THz范围所需要的大小,则预计装置的制造将困难。例如,基板中的开口的深度大于被考虑的波长。实际上,在1THz的波长为300μm,但是4英寸晶片的标准厚度为525μm,并且在制造过程中较薄的厚度难以处理。此外,THz范围中的带状线天线的大小小于对于微波的大小,因此预计带状线天线和开口之间的对齐将困难。开口可能需要在沉积了带状线天线之后被蚀刻,并且此蚀刻必须从背面执行。在此情况中,适当地对齐带状线天线与在表面上显现的开口的外部形状是非常困难的。

[0009] 日本专利特开No.2006-064679(PTL 3)公开了一种用于接收或生成电磁波的装置。此装置的一个目的是通过将天线置于远离基板的支撑部上来增强天线性能。

[0010] 引文列表

[0011] 专利文献

[0012] PTL 1美国专利No.4888597

[0013] PTL 2美国专利No.6061026

[0014] PTL 3日本专利特开No.2006-064679

发明内容

[0015] 技术问题

[0016] PTL 1能够提供具有高辐射电阻的辐射元件。但是,在辐射元件的制造过程中,包含若干晶片并且当辐射元件适合于THz范围时辐射元件与开口的对齐不好。此外,基板的表面不平坦,从而制造过程变得复杂。结果,难以获得所希望的辐射元件的辐射电阻,因此除了背景技术中描述的电连接的问题之外,还难以在辐射元件和信号处理电路之间实现良好的阻抗匹配。

[0017] 问题的解决方案

[0018] 本发明提出了一种用于辐射或接收电磁波的装置,其中辐射元件的辐射电阻足够高以匹配信号处理电路的高电阻,并且基板可能具有平坦的表面。此外,本发明提供了用于辐射或接收电磁波的装置的制造方法。

[0019] 因此,作为本发明的一个方面,用于辐射或接收电磁波的装置包括包含被反射电磁波的材料涂布的凹部的基板、辐射或接收电磁波的金属部、以及在基板上连接到金属部的电子元件。金属部包括设置在凹部上方的部分以及位于基板上并且连接到电子元件的部分。

[0020] 另外,作为本发明的一个方面,用于辐射或接收电磁波的装置的制造方法包括形成辐射或接收电磁波的金属部的步骤,以及如下步骤:在基板中形成被反射电磁波的材料涂布的凹部,使得该金属部包括设置在凹部上方的部分以及位于基板上并且连接到电子元件的部分。

[0021] 由于金属部部分地被空气包围或者部分地置于与半导体基板相比具有低相对介

电常数的材料上，因此与金属部仅置于半导体基板上的情况相比更难以发射电磁辐射。结果，金属部的辐射电阻高，从而金属部的阻抗更好地匹配信号处理电阻的高阻抗。因此，如果金属部被用作传感器，则金属部提供高灵敏性，并且如果金属部被用作辐射元件，则金属部提供高辐射率。

[0022] 此外，作为本发明的另一方面的用于辐射或接收电磁波的装置的制造方法仅需要一个基板，从而制造方法具有可容易地制造该装置的优点。

[0023] 参照附图阅读示例性实施例的以下描述，本发明的其它特征将变得清晰。

附图说明

[0024] 图1是示出本发明的第一实施例的装置的透视图。

[0025] 图2是根据第一实施例的装置的截面图，该装置具有凹部，在该凹部中侧面和底面相互垂直。

[0026] 图3是根据第一实施例的装置的截面图，该装置具有凹部，在该凹部中侧面和底面之间的连接部是弯曲的。

[0027] 图4是根据第二实施例的装置的截面图，在该装置中凹部被用与基板的材料不同的材料涂布。

[0028] 图5是示出本发明的第三实施例的装置的透视图。

[0029] 图6是示出通过HFSS仿真的根据第三实施例的装置的辐射阻抗的示图。

[0030] 图7是根据本发明的第四实施例的装置的九传感器阵列的透视图。

[0031] 图8是示出通过HFSS仿真的根据第四实施例的装置的九传感器阵列的S参数的示图。

[0032] 图9是示出通过HFSS仿真的根据第四实施例的装置的二传感器阵列的S参数的对于辐射阻抗和凹部深度的依赖性的示图。

[0033] 图10是示出通过HFSS仿真的根据第四实施例的装置的二传感器阵列的S参数的对于辐射阻抗和凹部宽度的依赖性的示图。

[0034] 图11是示出根据本发明的第四实施例的具有环形(doughnut)凹部的装置的透视图。

[0035] 图12是示出根据背景技术的装置的示图。

[0036] 图13A和13B是用于解释第五实施例中描述的装置的配置的示图。

[0037] 图14A和14B是用于解释第五实施例中的用于分析的装置配置的示图。

[0038] 图15A、15B和15C是与第五实施例的装置的方向性有关的分析结果。

[0039] 图16是与第五实施例的装置的辐射阻抗有关的分析结果。

[0040] 图17A和17B是用于解释第六实施例的装置的配置的示图。

[0041] 图18A和18B是用于解释第七实施例的装置的配置的示图。

具体实施方式

[0042] 第一实施例

[0043] 图1示出了装置的透视图。该装置基于基板100被配置，该基板包括作为信号处理电路的电子元件101。例如，基板由半导体晶片形成。晶片可由硅、GaAs、InP或另一半导体材

料制成。电子元件101可通过使用VLSI技术将电子元件101集成在半导体基板上而被制造。

[0044] 电子元件101没有被设置在凹部102上而是被设置在基板上。但是，考虑到与用作辐射元件的金属部103的位置关系，希望电子元件101被设置在接近凹部的位置处。因此，希望在凹部内形成基板的凸起部并且在基板的凸起部上形成电子元件101。

[0045] 被反射电磁波的材料涂布的凹部102被设置在基板中。例如，当基板由硅制造时，凹部102可通过使用来自SF6气体的等离子体通过干蚀刻被制造，使用KOH或TMAH通过湿蚀刻被制造或者使用XeF2通过化学蚀刻被制造。另外，凹部102可通过使用喷砂或者激光消融被制造。上述技术中的一些技术还可被用于蚀刻由其它材料形成的基板。作为结果，被反射电磁波的材料涂布的凹部可由各种材料以各种形状被制造。此时，凹部102在基板中具有如图1所示的壁，并且形成介电常数的不连续表面，从而凹部102具有反射要被辐射或者要被接收的电磁波的表面。可仅仅是该基板表面，或者如稍候描述的，可通过用金属膜覆盖基板表面来提高反射率。如图1中所示，典型地用于反射电磁波的整个壁被涂布。但是，原则上，该表面仅必须反射要被激活的电磁波，并且即使当存在具有小于或者等于电磁波的波长的1/20的大小(在THz范围中，数十微米)的间隙、突出部、孔、网格、布线结构等时，表面在本发明中仍可被定义为反射表面。在电磁场理论中，通常，大小为λ/20或更小的结构对于反射、折射和散射具有极小的影响，并且该影响在计算机仿真(诸如有限元方法)中被标记为网格大小。这些对于本领域技术人员是公知的。换句话说，在覆盖凹部的壁中不存在不反射电磁波并且电磁波可从中通过的孔等。

[0046] 金属部103与电子元件101物理和电气连接。金属部用作辐射元件或接收元件。金属部接收或辐射在空气中传播的电磁波，并且将电磁波的信号和能量发送至电子元件。金属部可通过使用薄膜技术制造。例如，在基板中形成凹部，然后用材料临时再填充该凹部。此后，将金属层沉积在基板上，并且通过光刻和金属蚀刻来将对金属层进行构图，从而形成金属部。在形成金属部之后，填充凹部的材料通过熔融、蚀刻或欠蚀刻被去除。金属部还可通过使用从载体基板的结构移动或者诸如流体自装配的自装配来制造。金属部包括两个部分。一个部分104位于基板上并且连接到电子元件101。另一部分105位于凹部102的开口上方。此时，如果电子元件具有两个电极(附图中未示出)，则形成辐射元件103的金属部可具有在电子元件101所处的位置处包括小间隙110的配置。尽管位于基板上的金属部的部分104需要连接到电子元件101，但是就辐射元件103的特性而言，希望地是部分104的量尽可能小，这是因为部分104的量越小，则辐射元件的不连续性的影响就越小。在基板上的金属图案的部分104的长度典型地是5μm到10μm，并且优选地为2μm，但是长度依赖于形成金属图案的光刻过程。假定该装置用作发射器。作为辐射元件的金属部103部分地辐射到基板100中并且部分地辐射到填充凹部102的空气中。如果金属部仅辐射到基板中，则金属部的辐射电阻被认为小，这是因为基板的相对介电常数大。金属部部分地辐射到凹部提供的空气中，从而金属部具有更大的辐射电阻，这是因为空气的相对介电常数小。由此，金属部的辐射电阻可匹配电子元件的辐射电阻。

[0047] 将描述第一实施例的一些修改示例。

[0048] 为了有助于制造过程并且进一步加强位于凹部的开口上方的辐射元件的部分，希望凹部被填充固体材料。例如，凹部可被填充BCB(苯并环丁烯)。BCB通常用于MEMS并且是在THz范围中具有约2.4的低相对介电常数的介电材料。凹部可通过使用旋涂、喷涂或者微分

配被填充适当的材料。如果需要，填充凹部的材料的上表面可通过使用化学或者机械平坦化技术被平坦化。在此情况中，填充凹部的材料的上表面的水平可与基板的上表面的水平基本相同。因此，形成辐射元件的金属部可通过使用金属沉积以及VLSI技术(诸如光刻法以及通过金属蚀刻进行构图)而被制造。由于在其上形成金属部的表面是平的，因此对于光刻法可使用旋涂以及常规的掩模对准器。作为上述过程获得的装置的表面基本是平的，从而例如，可通过使用VLSI技术进一步集成微透镜。

[0049] 在第一实施例的另一修改示例中，凹部的壁是弯曲的。图2示出作为本发明的第一实施例的示例的装置的截面图，其中，连接凹部的侧面和底面的部分相互垂直。作为另一示例，图3示出了作为本发明的第一实施例的示例的装置的截面图，其中，凹部的壁是弯曲的。使凹部的壁弯曲具有两个优点。首先，可有助于制造过程。例如，当凹部填充材料时，如果在凹部的底面不具有尖锐拐角，则更容易用介电常数低于基板的介电常数的材料填充凹部。其次，当凹部的壁弯曲时，可防止在凹部中存在驻波，从而辐射元件可容易地向上辐射。如果基板由硅形成，则可通过使用各向同性蚀刻(诸如基于SF6的等离子蚀刻或者XeF2蚀刻)容易地在基板中制造凹部的弯曲壁。如果基板由另一种材料形成，则可通过使用激光消融容易地制造凹部的弯曲壁。

[0050] 在第一实施例的另一修改示例中，凹部的整体形状是被划界的。尽管已经公开了辐射元件的各种形状，但是出于设计的目的，希望选择包括一个或多个丝状金属形状的辐射元件。更具体而言，辐射图案是偶极子或线圈。在此情况中，已知通过辐射元件生成的电磁场根据安培定则围绕该元件旋转。结果，如果凹部的形状类似于辐射元件的形状并且凹部的大小大于辐射元件的大小以便包围辐射元件，则可更有效地辐射电磁波。在此情况中，突出到凹部中以便保持电子元件的基板的一部分被提供，并且电子元件和辐射元件的一部分被置于基板的突出部上。基板上的辐射元件的部分以及位于凹部的开口上方的辐射元件的部分需要相互靠近。

[0051] 尽管可考虑各种电子元件以处理通过辐射元件生成的信号，但是可使用整流元件，这是因为整流元件可被容易地制造并且可在高于1THz的频率操作。在整流元件之中，在THz范围中已经对肖特基势垒二极管进行了数十年的研究，因此希望本发明的结构被用于使得肖特基势垒二极管作为接收装置操作以改进其特性。THz范围是从30GHz到30THz的范围。特别地，从0.1THz到10THz的频率范围是有效的。这里，如在本实施例以及图1-3中所示的，凹部并不意图穿透基板。典型地，辐射元件被凹部包围，该凹部的大小小于工作波长。凹部的具体大小将在以下描述的实施例中被阐明。

[0052] 第二实施例

[0053] 在空气和凹部的界面处，存在介电常数和磁导率的不连续性。作为此不连续性的结果，从辐射元件辐射的电磁波被部分反射并且部分透射到基板中。依赖于使用情况，透射到基板中的电磁波可能干扰基板上集成的其它组件。例如，当在同一基板上以阵列形式形成若干装置以便感测图像时，一个装置接收电磁波，并且在接收期间，由该装置再次辐射的电磁波被透射到基板中。再次辐射的电磁波被另一装置接收，并且可能生成假像。

[0054] 本发明的第二实施例解决了此问题。图4示出了根据第二实施例的装置的截面图。金属层400被设置在凹部102的壁上。由于存在金属层400，因此从辐射元件103的位于凹部上方的部分105辐射的放射线被金属层反射，从而放射线没有进入基板。另一方面，在基板

和辐射元件103的位于基板上的部分104之间不存在金属层，从而电磁波的一部分被透射到基板中。因此，相对于整个辐射元件尽可能地减小辐射元件的位于基板上的部分104以便减小噪声分量是重要的。尽管依赖于制造方法，但可通过在基板和辐射元件的部分104之间设置金属层和绝缘层的结构以进一步减小电磁波在基板中的传播。在此情况中，绝缘层被插入以使得辐射元件的位于基板上的部分104不与金属层接触。

[0055] 如果凹部102的壁完全被金属层400覆盖，则金属层在辐射元件的部分105和部分104之间的边界处与辐射元件103接触。如果金属层与辐射元件103接触，则存在辐射元件103的辐射特性改变的风险。因此，希望在辐射元件的部分105和部分104之间的边界附近在凹部102的壁上提供不被金属层400覆盖的部分401(或者，在该处基板表面形成凹部结构中的侧壁的部分)。换句话说，希望在基板中的凹部的壁的边缘与金属层相互接触的部分处形成不被金属层覆盖的部分。

[0056] 金属层400可通过使用通常的金属沉积技术和利用光刻法以及金属蚀刻的构图被制造。如果凹部过深以至于使用旋涂进行光刻，则可使用喷涂法。不被金属层覆盖的部分401可通过正常的光刻、必要情况下的3D光刻或者激光消融被划界。在此实施例中，已经描述了金属层。但是，如果凹部以电磁波绝不会在其中传播的导电材料形成，则不必须使用金属层。这即为例如基板由高掺杂半导体制成的情况。

[0057] 第三实施例

[0058] 已知线圈天线可操作以便具有大的辐射电阻。因此将描述如下实施例，其中被设计为在THz范围中具有匹配电子处理电路的高电阻的辐射电阻的辐射元件是线圈形状。这是第三实施例的目的。

[0059] 图5示出了根据本发明的第三实施例的装置的透视图。以与第一实施例相同的方式，基板500包括电子元件501。特别地，电子元件501集成在基板上。例如，基板500是硅基板，其中使用肖特基势垒二极管作为电子元件501。肖特基势垒二级管集成在基板上并且通过使用VLSI技术被制造。以与第一实施例相同的方式，金属部503被提供并且用作辐射元件。金属图案具有生成高于具有其它形状的天线的辐射电阻的辐射电阻的线圈形状。例如，Ti、Au等可被用作金属材料。但是这并不局限于此。凹部502也可被设置在基板500中。以与第一实施例相同的方式，当基板500由硅形成时，凹部502可通过各种技术(诸如硅蚀刻、喷砂或者激光消融)被制造。金属部503的一个部分505位于基板500中设置的凹部502的开口上方，以便进一步增加金属部503的辐射电阻。以与第一实施例相同的方式，凹部502可被其相对介电常数低于基板500的材料的相对介电常数的材料填充。例如，凹部502可被填充BCB(苯并环丁烯)。此材料可提供对于金属部503的部分505的机械支撑并且有助于制造过程。金属部503也包括另一部分504，其位于基板上并且机械(物理)连接和电连接到电子元件501。

[0060] 图6示出通过商用仿真器HFSS执行的本发明的第三实施例的示例的计算结果。图6示出了作为1THz附近的频率的函数的辐射阻抗(实部和虚部)。在此示例中，线圈的半径为50μm，并且线圈的线的宽度为4μm。凹部的深度为15μm。除了线圈附近的部分之外，凹部如在第二实施例中描述地由薄金属层涂布以便避免金属涂层与线圈之间的电接触。在整个凹部502被填充BCB并且线圈位于凹部502上方的状态中执行仿真。线圈与凹部的外缘之间的距离为约45μm。基板由硅形成，并且在仿真中用作发射器的电子元件集成在基板上。仿真指示

可在0.9THz附近可实现大于1000Ω的辐射电阻。在本实施例中，已经描述了辐射元件主要在0.9THz附近操作的示例。放射线的波长为约333μm(自由空间)，并且凹部的大小(深度、外周半径等)小于波长，从而实现了本发明预期的效果。当辐射元件以高于本实施例中例示说明的频率的频率操作时，凹部可通过使用HFSS等以与本实施例中的方式相同的方式被设计，并且凹部的大小可根据要被辐射或接收的电磁波的波长改变。

[0061] 该装置的结构相对简单并且仅由一个基板形成。此外，辐射元件、电子电路和凹部可在基板的同一表面上被制造，从而可实现精确对齐。最后，基板的最终表面是平的，从而例如可实现集成微透镜的制造过程。

[0062] 这里，将描述基本制造过程的示例。如上所述，通过使用VLSI技术等在Si基板上形成电子元件(这里，肖特基势垒二级管)。如在图5中所示的，除了设置有电子元件的部分之外，通过光刻法以及上述方法将半径为95μm的圆形凹部结构蚀刻至15μm的深度。此时，电子元件被设置在该电子元件可在不改变下文描述的圆形(线圈)金属部的形状的情况下被连接的位置处。接下来，诸如Ti或Au的金属膜被沉积在Si基板中形成的凹部的壁上。在此情况中，金属膜被沉积在整个表面上，并且然后执行光刻以便仅在凹部上形成抗蚀剂图案，并且最终通过蚀刻去除平坦部分上的金属膜。BCB通过旋涂等被沉积在基板的整个表面上，并且执行回蚀刻以便基板的平坦部分被暴露。当整个表面被平坦化时，半径为50μm并且宽度为4μm的圆形金属部在BCB和包括电子元件的基板之上形成，从而圆形金属部的圆心对应于通过凹部的外缘形成的圆的圆心。此时，金属部被形成为连接到电子元件的电极。当然，被形成为不使得电子元件的电极之间构成短路的金属部包括间隙(图2中的间隙110)。这里，圆形金属部的半径为50μm，从而圆形金属部的长度为约314μm。从在第一实施例中描述的制造的要求来看，位于基板上的圆形金属部的长度为约2到10μm，从而具有两个电极的本实施例中位于基板上的圆形金属部的长度为4到20μm。换句话说，可以说基板上的金属部的比率为约10％或更小，优选地为1％。

[0063] 尽管已经描述了凹部仅具有外缘的结构，但是，包括内缘的环形凹部可被用作金属部以希望的距离与凹部的两侧分离的结构。这将在第四实施例中被描述。

[0064] 第四实施例

[0065] 公知的是电磁传感器的阵列可被用作图像传感器的一部分。特别地，图像传感器可集成成像光学系统、快门、信号处理装置等等。通常，电磁传感器的阵列放置在成像光学系统的像面上，并且已知为焦平面阵列。该阵列的每个元件形成图像传感器的一个像素。

[0066] 第四实施例涉及其中以阵列形式设置多个像素的装置，每个像素包括凹部上的电子元件和金属部。特别地，第四实施例可被用作在THz范围中操作的图像传感器中使用的焦平面阵列。THz图像传感器预计被应用于制造、医学图像诊断和安全性。

[0067] 图7示出了单个基板700包括多个电子元件701a和701b、多个凹部702a和702b以及多个金属部703a和703b的情况。图7示出了9个像素的3×3阵列。阵列与CMOS开关等、成像光学系统、快门以及其它元件相组合，并且作为图像传感器被提供。为了通过图像传感器提供准确的图像，每个像素必须仅接收针对该像素的信息，而不接收针对其它像素的但是由于电磁波在基板内传播而到达该像素的电磁波的信息。信息没有被传送至应接收该信息的像素而传送至其它像素的现象已知为串扰。在本实施例中，凹部包括被金属层覆盖的壁，从而即使像素被设置为阵列，仍可提供串扰被显著降低的阵列。

[0068] 图8示出了在中心像素被用作发射器时每个像素的相对于中心像素的作为1THz附近的频率的函数的S参数(散射参数)。S参数是通过使用商用仿真器HFSS来计算的。

[0069] 在图7中,像素被从左至右并且从上至下赋予数字1到9。例如,S(5,1)对应于像素数1,并且指示图7中包括电子元件701b、凹部702b和金属部703b的像素。S(5,3)对应于像素数3,并且指示图7中包括电子元件701a、凹部702a和金属部703a的像素。除了像素S(5,5)之外,S参数表征了两个像素之间的串扰。

[0070] S参数(5,5)评估天线与电子元件之间的阻抗匹配。在此仿真中,电子元件的电阻被设定为100Ω。尽管每个像素的凹部以及放射元件的大小和组成与第三实施例中的那些基本相同,但是每个像素具有环状凹部1102。在此情况中,凹部的内缘与金属部1103相距45μm。环的内部部分的半径被设定为5μm。环的宽度W被设定为90μm。基板由硅形成,并且两个相邻像素之间的距离为300μm。此仿真指示,无论接收像素与发射像素相比的相对位置如何,在约1THz串扰低于-30dB。

[0071] 此外,S参数(5,5)指示尽管电子元件为高阻抗,但是在约1THz辐射元件与电子元件之间有良好阻抗匹配。作为结果,本发明可对于THz图像传感器带来重要的影响。凹部的大小影响阻抗和串扰。图9和10示出了在两个元件被集成在一个基板上时通过商用仿真器HFSS计算的、辐射阻抗与S(1,2)分别对于凹部的深度和宽度的依赖性。如上所述,宽度在这里被定义为当单个元件的形状如图11所示为环形(电极位于W的中心)的形状时的W的大小。凹部的深度越大,则由于辐射的电磁波与被凹部的底部反射的电磁波之间的干扰,辐射阻抗越低。认为由于凹部越深,辐射的电磁波相对于凹部的密度越小,因此由S(1,2)表示的串扰增加。另一方面,当凹部的深度减小时,保持高的辐射阻抗。当凹部的深度减小时,电磁波集中在基板表面上,从而串扰减小。但是,如果凹部过浅,则电磁波的能量的大部分被辐射到基板中,从而灵敏度劣化。当凹部的宽度减小时,串扰减小,但是辐射阻抗减小。当凹部的宽度增大时,装置的大小增加。因此,存在对于宽度的限制以使得装置不变得过大。仿真提供了特定的示例,该示例示出凹部的大小影响操作,即根据被辐射或者接收的电磁波的频率(波长)的凹部的大小对于高辐射阻抗以及低串扰(它们是希望的特性)而言是重要的。

[0072] 本实施例进一步示出了在第三实施例中描述的凹部的壁的希望的位置。具体而言,从图10可见,已知凹部的宽度希望小于或者等于100μm,即,金属部与凹部之间的距离希望为50μm或更小。在本示例性实施例中,设计成使得在0.9THz获得高效率。对应于该频率的波长为约333μm(自由空间),并且当凹部填充有介电常数为约2.5的BCB时,有效波长(波长/BCB的折射率)为约333/√2.5≈210μm。因此,可以说从金属部到凹部的反射壁的希望的距离为有效波长的约1/4。

[0073] 第五实施例

[0074] 将描述本发明的另一实施例。在本实施例中,与上文描述的装置与外部电路之间的连接有关的形式将被描述。上文已经描述的组件的描述将被省略。

[0075] 图13A和13B是用于解释本实施例中的装置的配置的示图。在图13A中,基板1300、电子元件1301、凹部1302、和金属部1303与上文所述的那些相同。在基板1300中,支撑位于基板上的并且连接到电子元件的上述部分104的部分在本实施例中被称为第一支撑部1306。与上文所述的实施例的不同之处在于本实施例的装置通过连接部1307连接到外部电路1308,该连接部1307连接到金属部1303。例如,外部电路1308是施加信号以驱动电子元件

1301或者调整或处理来自电子元件1301的信号的电路。连接部1307是在与金属部1303相同的过程中形成的金属线。

[0076] 如上所述，当金属部1303用作天线时，凹部1302具有调整电子元件1301与金属部1303之间的阻抗匹配的作用。当外部电路连接到该装置时，希望装置的阻抗匹配被保持以便保持该装置的特性。因此，本实施例的连接部1307连接到在金属部1303中分布的电磁场的节点1319。此外，金属部1303和外部电路1308通过连接部1307相互连接。

[0077] 这里，电磁场的节点1319是金属部1303中分布的电磁场的阻抗可相对于工作波长λ被假定为0的位置。在图13A中，当1.5λ的线圈天线被选作金属部1303时，电磁场的节点1319位于距被取作起点的电子元件1301 1/4λ、3/4λ和5/4λ的位置处。用作金属部1303的天线的形状不限于此。连接到电磁场的节点1319的连接部1307以及外部电路1308被假定为并行连接到阻抗为零的电路的电路。因此，外部电路1308可在电子元件1与金属部1303之间的阻抗匹配被保持的状态中被连接。结果，外部电路1308可被容易地连接。

[0078] 图13A示出了外部电路1308具有两个端子的示例。这里，金属部1303包括防止外部电阻1308的端子短路的狭缝1310。许多电路具有两个或更多个端子，诸如基准电极和信号线。因此，希望金属部1303具有电磁场的两个或更多个节点1319。

[0079] 图13B示出了连接部1307具有分布常数滤波器的示例。这里，柱脚(stub)1309被用作分布常数滤波器。柱脚1309是在与金属部1303和连接部1307相同的过程中形成的金属线。可通过调整柱脚1309的形状以及柱脚1309连接的位置对于连接部1307提供分布常数滤波器。例如，关于工作频率λ，具有1/4λ的长度的柱脚1309被设置在距电磁场的节点13191/4λ的位置处，从而可形成波长为λ的陷波滤波器。尽管图13B示出了矩形柱脚1309的示例，其中金属线弯曲的各种形状(诸如扇形和L形)的柱脚可被应用。由于分布常数滤波器被提供，因此包括电子元件1301、金属部1303和凹部1302的电路以及外部电路1308可容易地相互隔离，从而可容易地保持阻抗匹配状态。特别地，如图13B所示，当分布常数滤波器通过设置在连接部1307上的柱脚1309被形成时，柱脚1309的形状可在后端过程中被调整。因此，可准确地调整分布常数滤波器相对于工作频率λ的特性，从而装置的产率提高。

[0080] 接下来，将描述本实施例的装置的分析结果。图14A和14B示出了分析中使用的模型，并且图15A、15B、15C以及16示出了分析结果。图14A和14B中所示的装置通过与上述实施例中的装置的过程相同的过程被制造，从而制造过程的详细描述将被省略。

[0081] 在图14A和14B中，基板1300是硅基板，并且电子元件1301是肖特基势垒二级管。基板1300中设置的凹部1302具有150μm的直径以及10μm的深度。凹部1302的底部和侧壁彼此相交的部分具有半径为10μm的弯曲表面。如图14A和14B所示，凹部1302包括沿连接部1307的长度为40μm并且宽度为30μm的凹陷部。凹陷部的深度为10μm，并且底部和侧壁彼此相交的部分具有半径为10μm的圆形形状。如图14A和14B中所示，凹部1302在基板1300中形成，而第一支撑部1406保留。尽管图13A中所示的第一支撑部1306具有从凹部1302的边缘延伸出的支架形状，但是图14A中所示的第一支撑部1406具有从凹部1302的底部延伸出的柱状形状。金属被涂布在凹部1300的表面上。凹部1302被填充BCB(苯并环丁烯)，并且金属部1303被BCB和第一支撑部1306支撑。金属部1303是内径为80μm并且外径为100μm的电导体，并且用作1.5λ的线圈天线。电子元件1301连接到金属部1303的一部分。在图14A中，假定在金属部1303中流动的电流在金属部1303中在顺时针方向上流动，并且此方向被定义为正。此时，

电磁场的节点1319(图14A和14B中未示出)位于在正方向上距被取作起点的电子元件1301 1/4λ、3/4λ和5/4λ的位置处。在图14A中,连接部1307被设置在3/4λ和5/4λ的位置处。连接部1307的线宽度是4μm。连接部1307的线长度为500μm。L形柱脚1409在距金属部1303和连接部1307之间的交点50μm的位置处形成。L形柱脚1409的线宽度为4μm,并且L形柱脚1409的总长度为50μm。L形柱脚1409在距连接部1307和L形柱脚1409之间的交点4μm的位置处被弯曲,从而L形柱脚1409的端部面对金属部1303。这里,50μm对应于工作波长λ的1/4λ,并且L形柱脚1409用作分布常数滤波器。连接部1307和L形柱脚1409是金属导体,并且在与金属部1303相同的过程中制造。由于附图中未示出的外部电路1308假定为具有两个端子的电路,因此狭缝1310在金属部1303中形成以便将两个连接部1307相互电气分离。

[0082] 图15A、15B和15C是与图14A和14B中所示的装置的电磁场的方向性有关的分析结果。具体而言,仅装置中包含的金属部被提取和分析。分析的气氛在这里是真空。图15A是仅包括金属部1303的装置的分析结果,并且不包括连接部1307和L形柱脚1409。图15B是包括金属部1303和连接部1307的装置的分析结果。图15C是包括金属部1303、连接部1307和柱脚1409的装置的分析结果。柱脚1409的形状与图14A中所示的装置的形状相同。由于分析的目的在于检查天线的方向性,分析是在不使用基板1300和凹部1302的情况下执行的。在图15A、15B和15C中,在连接部1307设置在金属部1303上的装置的天线的方向性中观察到小的旁瓣和展宽。这是由在连接部1307附近分布的电磁场的影响导致的。连接部1307中分布的电磁场的影响可由用作分布常数滤波器的柱脚1309控制。特别地,通过对于柱脚1309的形状的深入研究,发现图14A中所示的L形柱脚1409对于连接部1307中分布的电磁场的影响展现出高抑制效果。当将图15A和15C进行比较时,已知这两个天线的方向性彼此相似。其原因如下:L形柱脚1409的端部面对金属部1303,从而在连接部1307和L形柱脚1409中分布的电流的方向彼此相反。结果,从连接部1307和L形柱脚1409泄露的电磁场相互抑制。可通过调整图14A中的狭缝1310的角度和形状精细调谐金属部1303内部和外部分布的电磁场,从而图15A、15B和15C中所示的天线的方向性被调整。

[0083] 图16是图14A和14B中所示的装置的阻抗的分析结果。当观察图16时,已知即使当连接部分1307被设置时,仍可在0.97到0.98THz的工作频率范围中获得约700Ω的高阻抗。

[0084] 第六实施例

[0085] 将描述本发明的另一实施例。具体而言,本实施例是与上文所述的用于支撑金属部的配置有关的修改示例。与上文所述的组件相同的组件的描述将被省略。

[0086] 图17A和17B是用于解释本实施例的装置的配置的示图。与上文所述的装置的不同之处在于本实施例的装置包括第二支撑部1706,其用于在金属部1303中分布的电磁场的节点1319上支撑金属部1303。通过在电磁场的节点1319处支撑金属部1303来控制由于支撑部导致的装置的阻抗的变化。图17A示出了如下的配置示例,其中第二支撑部1706具有与第一支撑部1306相同的支架形状。这里,上述连接部1307被设置在第二支撑部1706上。图17B示出了第二支撑部1706具有柱状形状的配置示例。第二支撑部1706被以与第一支撑部1306相同的方式由与基板1300相同的材料形成。

[0087] 金属部1303可通过使用第二支撑部1706在空气中被支撑。结果,可抑制由于材料导致的损耗,并且提高从该装置产生的电磁波的效率以及检测电磁波的效率。

[0088] 希望在三个点处支撑金属部1303,以在保持金属部1303的姿态的同时可靠地支撑

金属部1303。因此，希望存在两个或更多个第二支撑部1706。因此，希望金属部1303具有如下形式，即用作在工作频率λ包括电磁场的两个或更多个节点1319的天线。

[0089] 第七实施例

[0090] 将描述本发明的另一实施例。具体而言，本实施例是与第五实施例中描述的分布常数滤波器有关的修改示例。与上文所述的组件相同的组件的描述将被省略。

[0091] 图18A和18B是用于解释本实施例的装置的配置的示图。尽管上文所述的分布常数滤波器通过设置在连接部1307上的柱脚1309形成，但是本实施例的分布常数滤波器通过基板1300上设置的周期性结构形成。具体而言，其周期相对于工作波长λ为1/2λ的结构被沿连接部1307设置以作为周期性结构。在图18A中，周期性结构是通过沿连接部1307交替布置由与基板1300相同的材料形成的桥接部1810以及第二凹部1802而实现的。当凹部1302具有如图14A中所示的凹陷部时，周期性结构可具有如图18B中所示的配置。在图18B中，周期性结构通过在凹部1302的凹陷部中周期性布置由与基板1300相同的材料形成的柱状部分1811来实现。根据上述配置，在连接部307中传播的电磁波具有周期性折射率变化。结果，分布常数滤波器阻隔了工作波长为λ的电磁波。

[0092] 如上所述，设置在连接部1307上的分布常数滤波器通过在基板1300上形成的周期性结构来实现，因此无需对新的金属材料进行图案化。因此，该装置的安装空间可小。

[0093] 虽然已参照示例性实施例说明了本发明，但应理解，本发明不限于公开的示例性实施例。以下的权利要求的范围应被赋予最宽的解释以包含所有这样的变更方式和等同的结构和功能。

[0094] 本申请要求2012年3月8日提交的日本专利申请No.2012-051951、2012年9月12日提交的日本专利申请No.2012-200301的优先权，这两个日本专利申请通过引用全文并入此。

[0095] 工业应用性

[0096] 使用根据本发明的装置的图像传感器预期被用作可被用于制造应用、医疗图像诊断以及安全应用的传感器。

[0097] 尽管已经描述了本发明的实施例，但是本发明不限于那些实施例，并且可在不背离本发明的范围的情况下作出各种修改和改变。

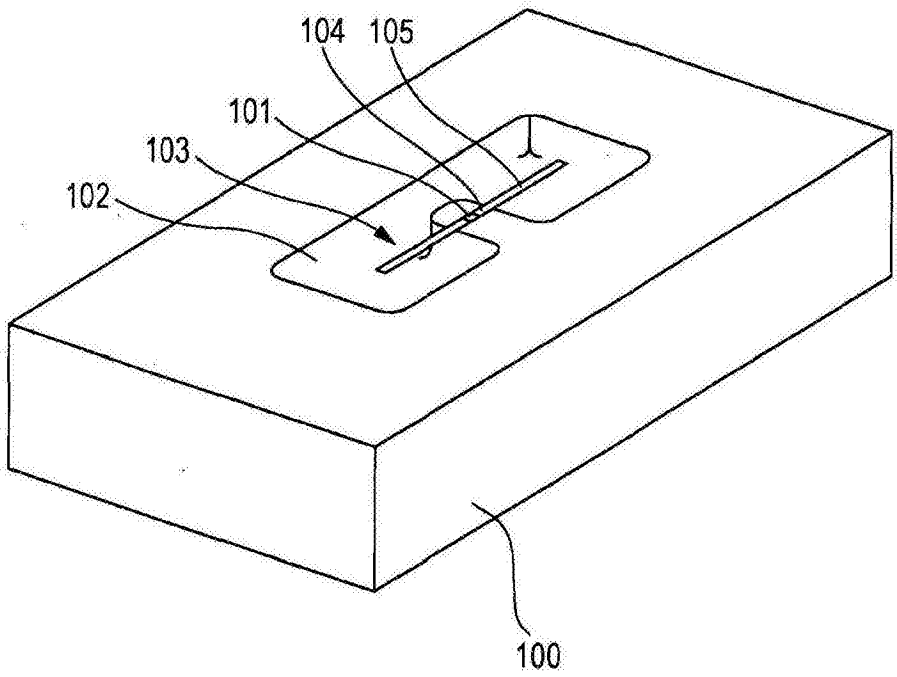


图1

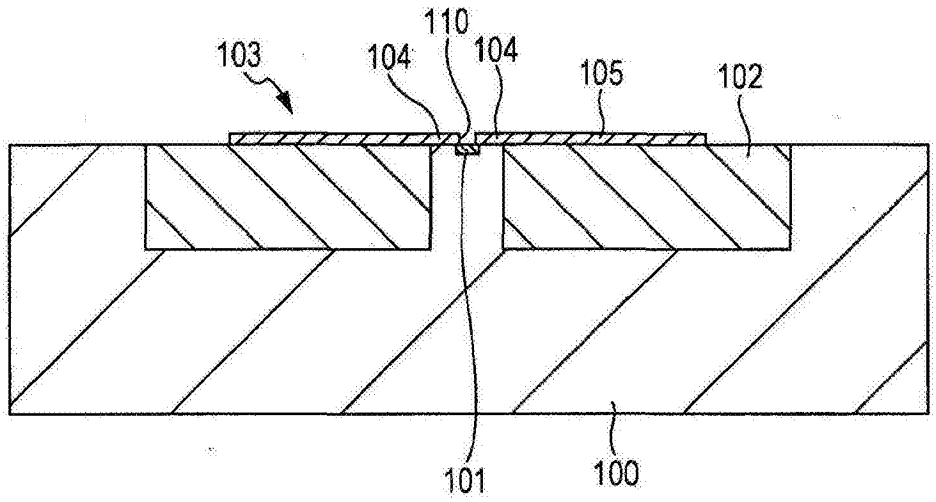


图2

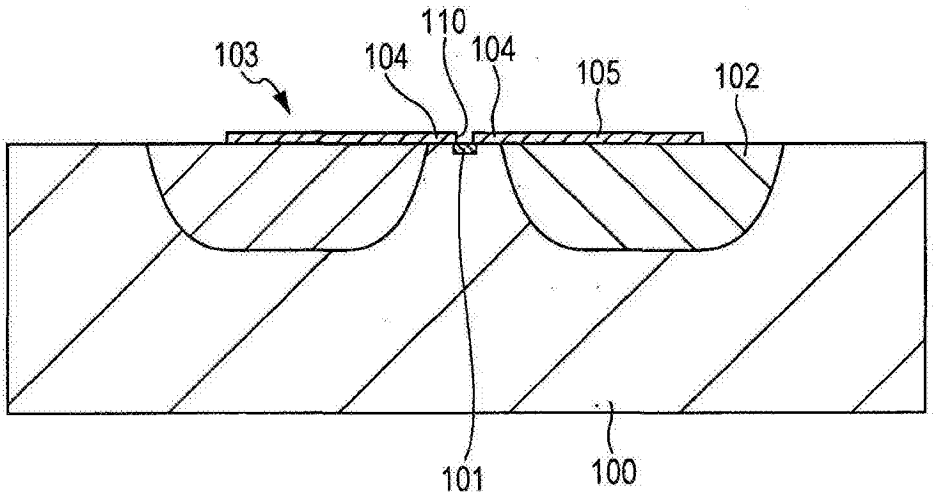

110
103
104
104
105
102
101
100

图3

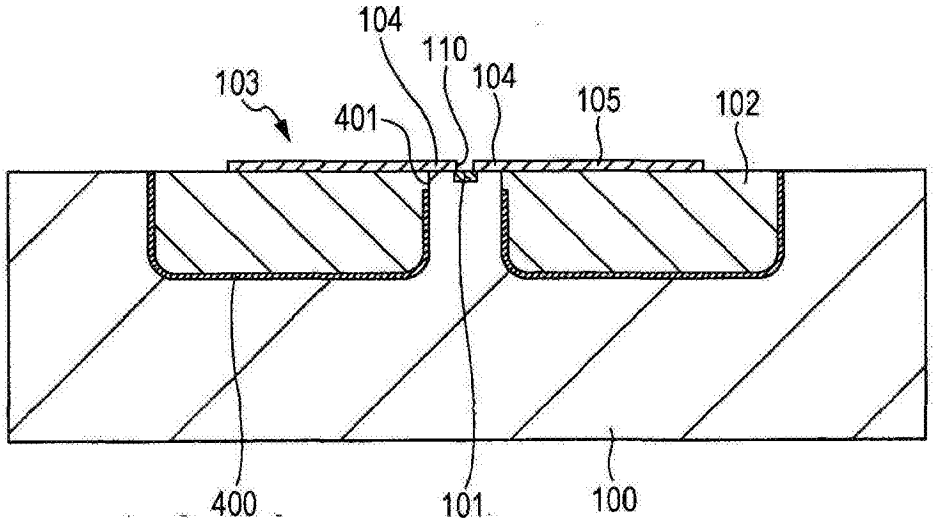

104
110
103
104
401
105
102
400
101
100

图4

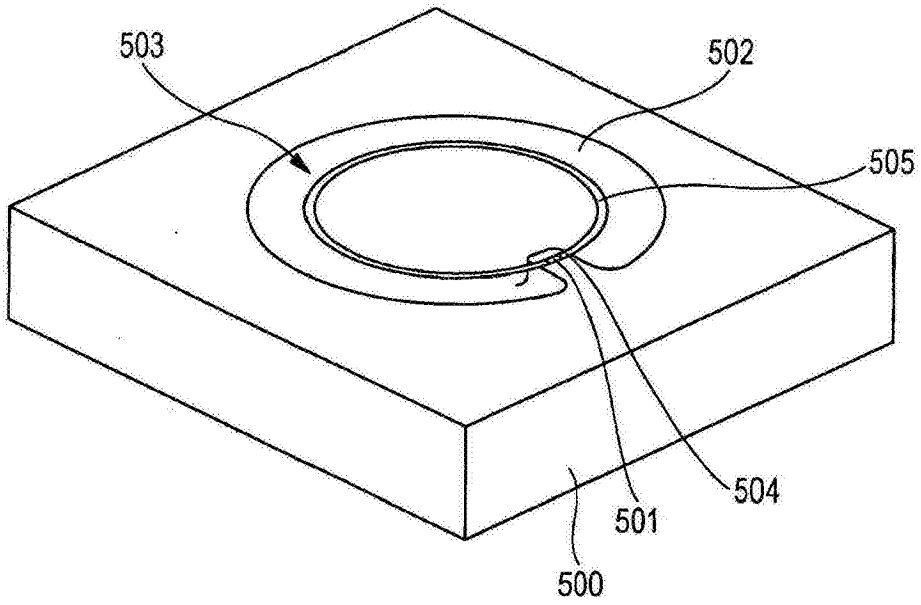

503
502
505
504
501
500

图5

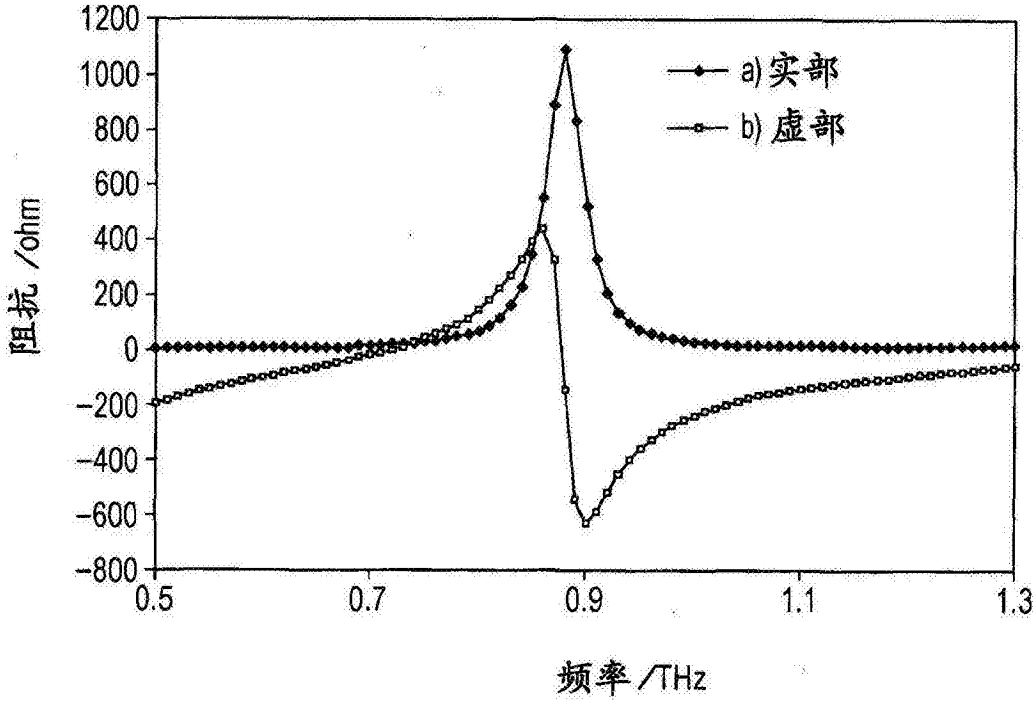

1200
1000
800
600
400
200
0
-200
-400
-600
-800
0.5
0.7
0.9
1.1
1.3
阻抗 /ohm
频率 /THz
a) 实部
b) 虚部

图6

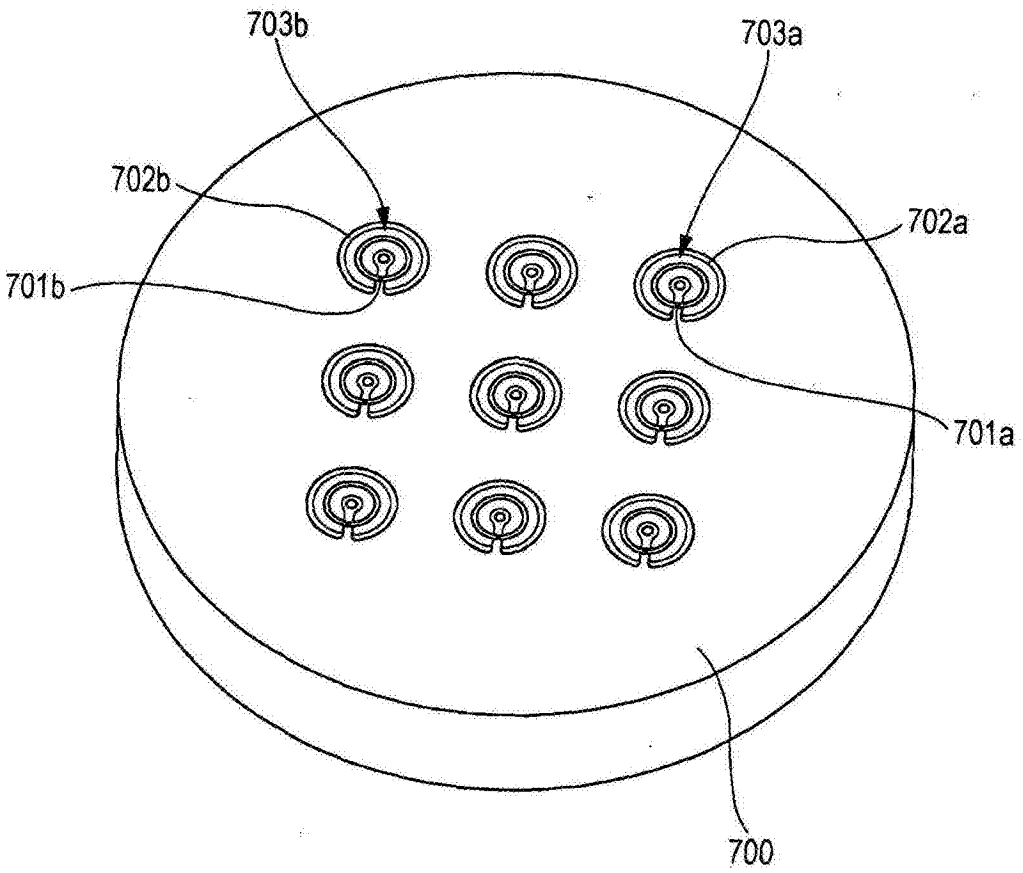


图7

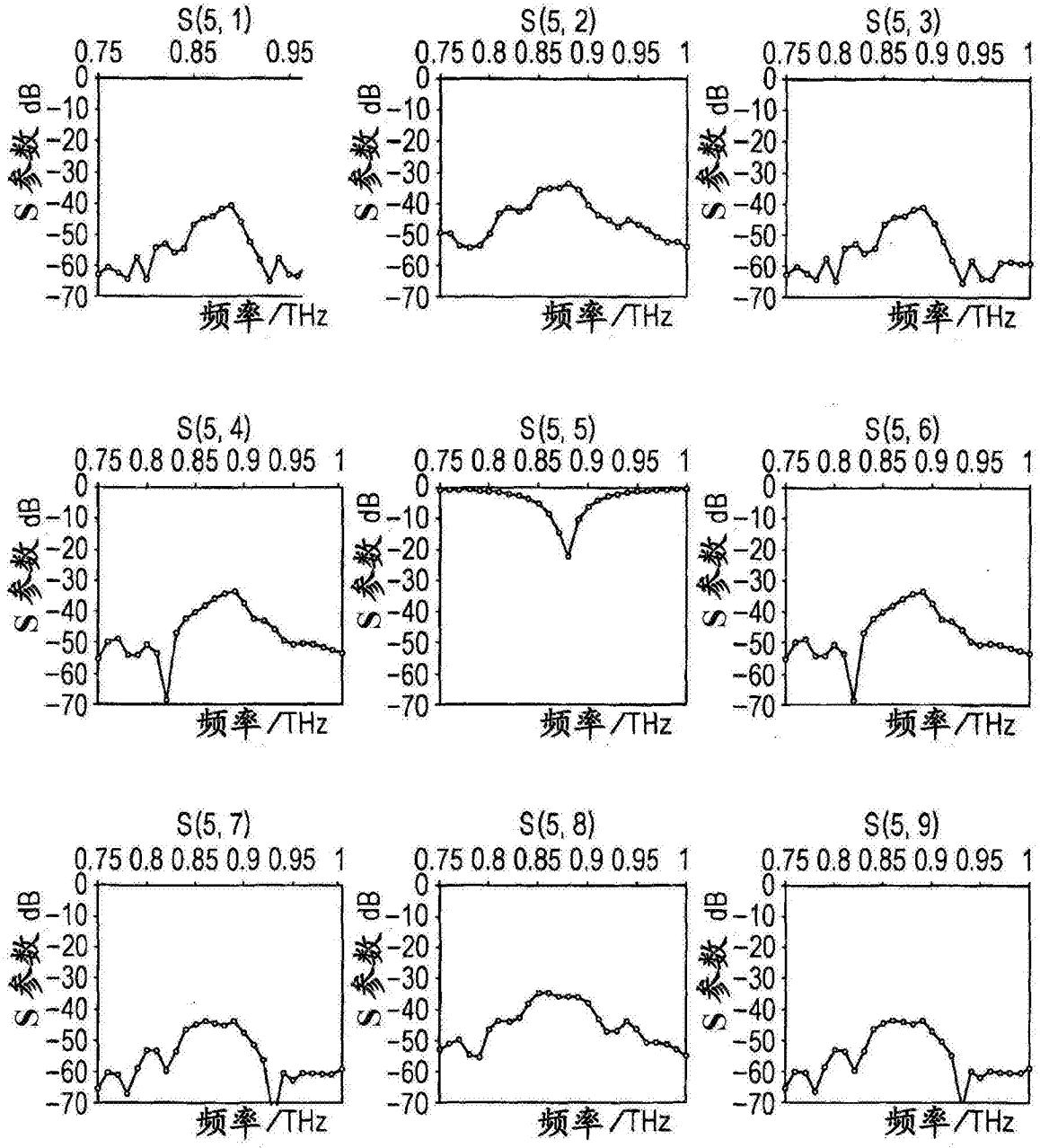

S(5, 1)
S(5, 2)
S(5, 3)
S(5, 4)
S(5, 5)
S(5, 6)
S(5, 7)
S(5, 8)
S(5, 9)
S 参数 dB
频率 /THz
0.75 0.8 0.85 0.9 0.95 1
0 −10 −20 −30 −40 −50 −60 −70

图8

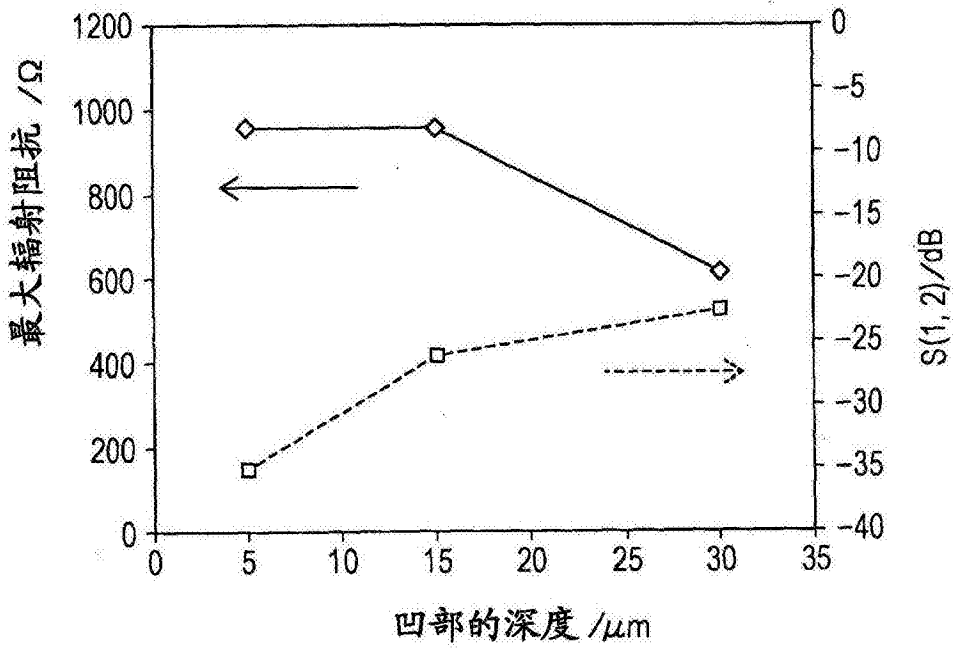

最大辐射阻抗 /Ω
S(1,2)/dB
凹部的深度 /μm
1200
1000
800
600
400
200
0
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
0
5
10
15
20
25
30
35

图9

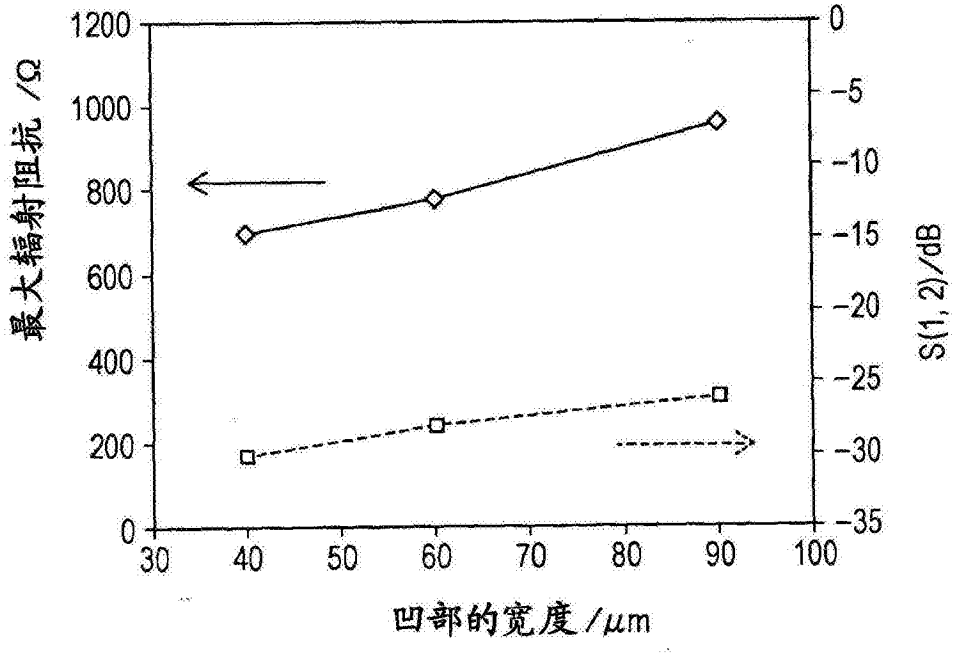

最大辐射阻抗 /Ω
S(1,2)/dB
凹部的宽度 /μm
1200
1000
800
600
400
200
0
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
30
40
50
60
70
80
90
100

图10

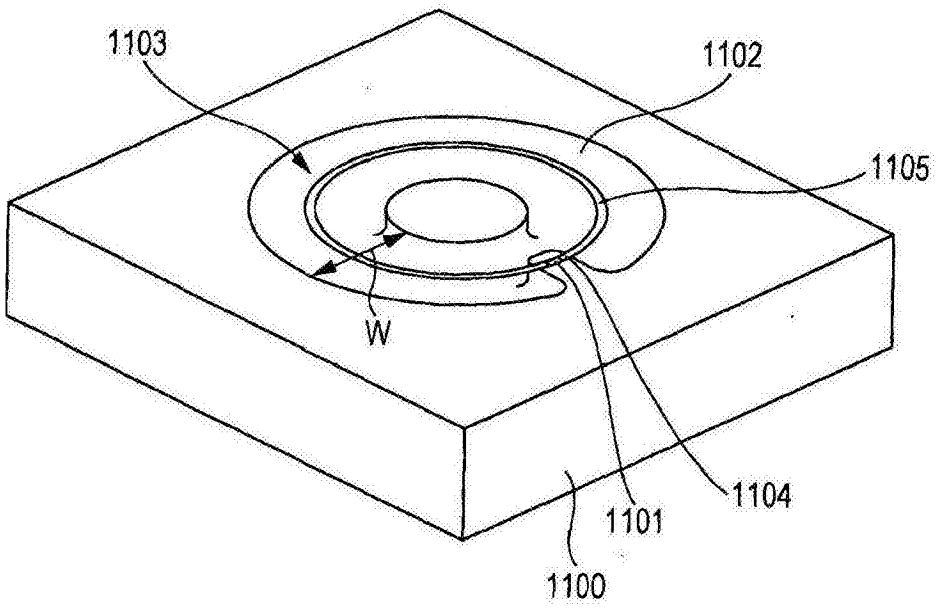


图11

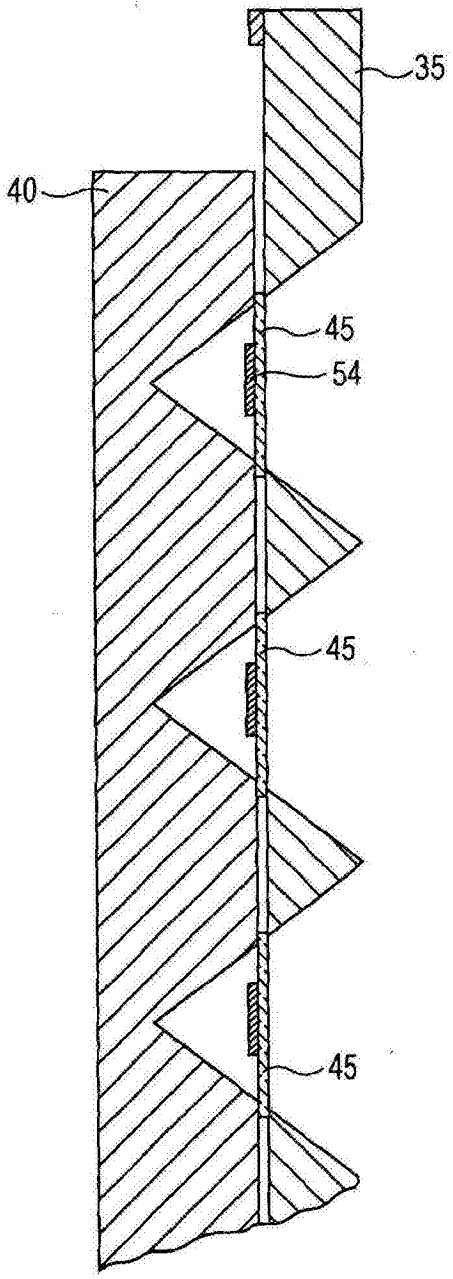


图12

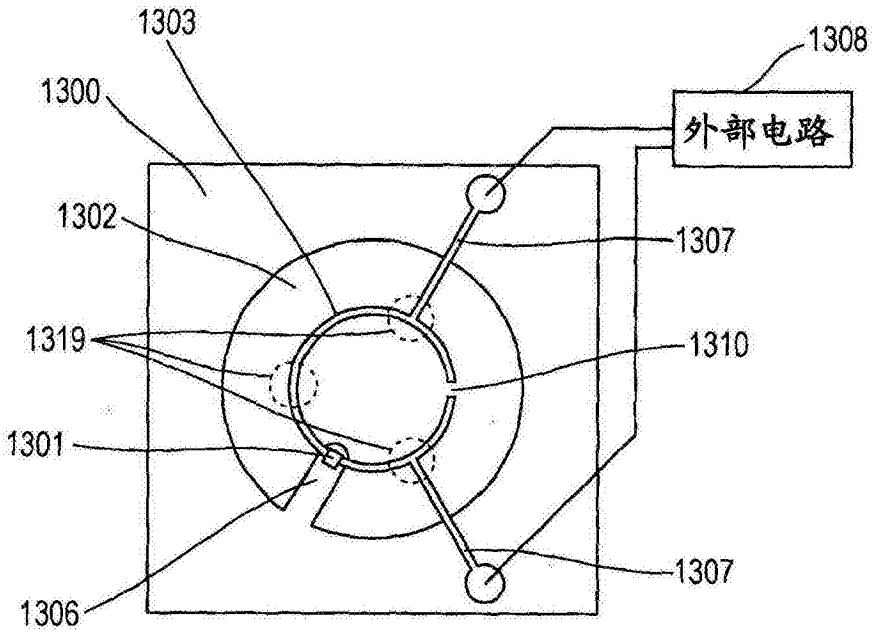

1303
1308
1300
外部电路
1302
1307
1319
1310
1301
1307
1306

图13A

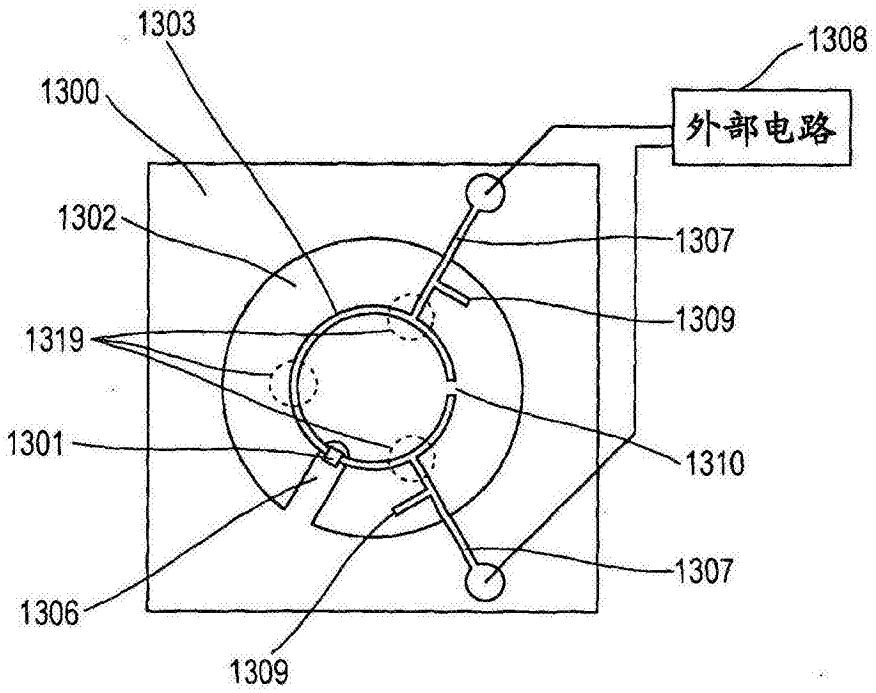

1303
1308
1300
外部电路
1302
1307
1309
1319
1310
1301
1307
1306
1309

图13B

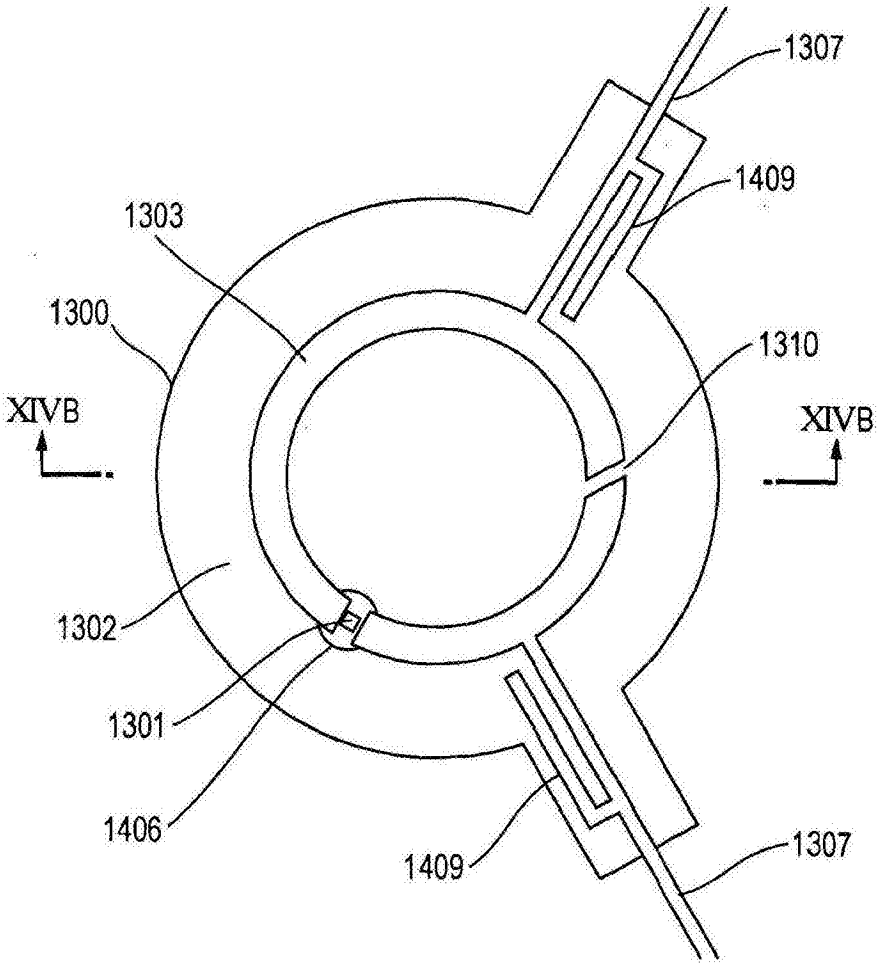

1307
1409
1303
1300
1310
XIVB
XIVB
1302
1301
1406
1409
1307

图14A

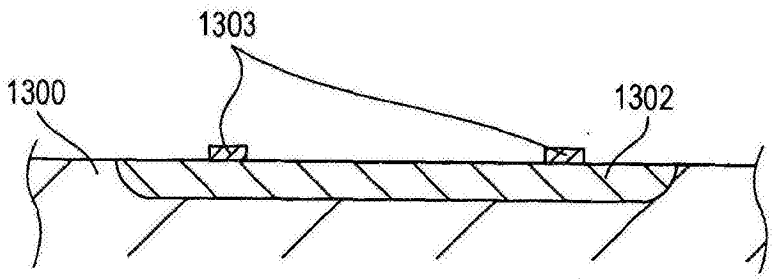

1303
1300
1302

图14B

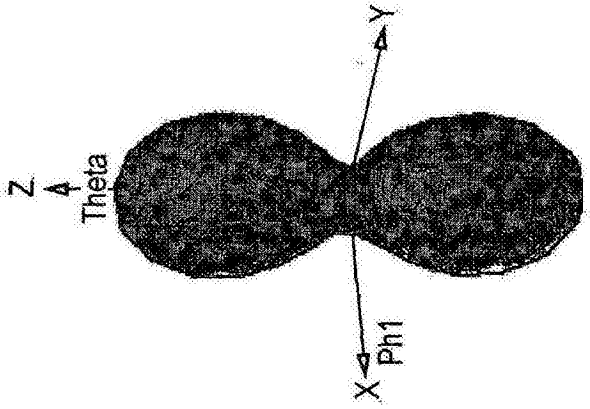


图15A

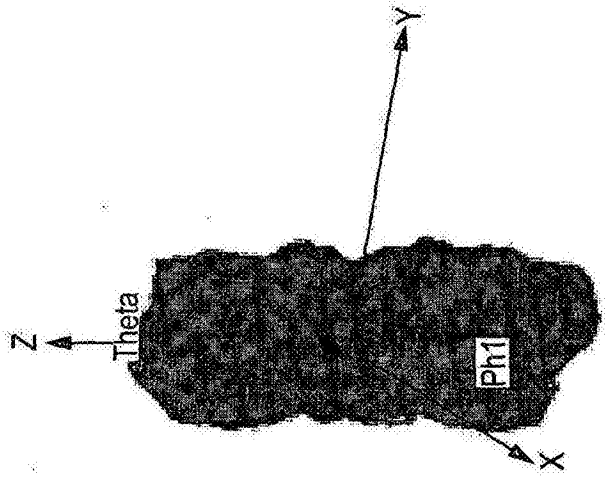


图15B

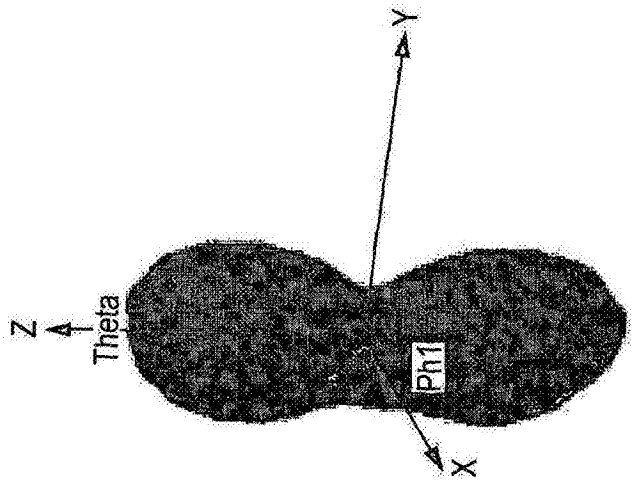


图15C

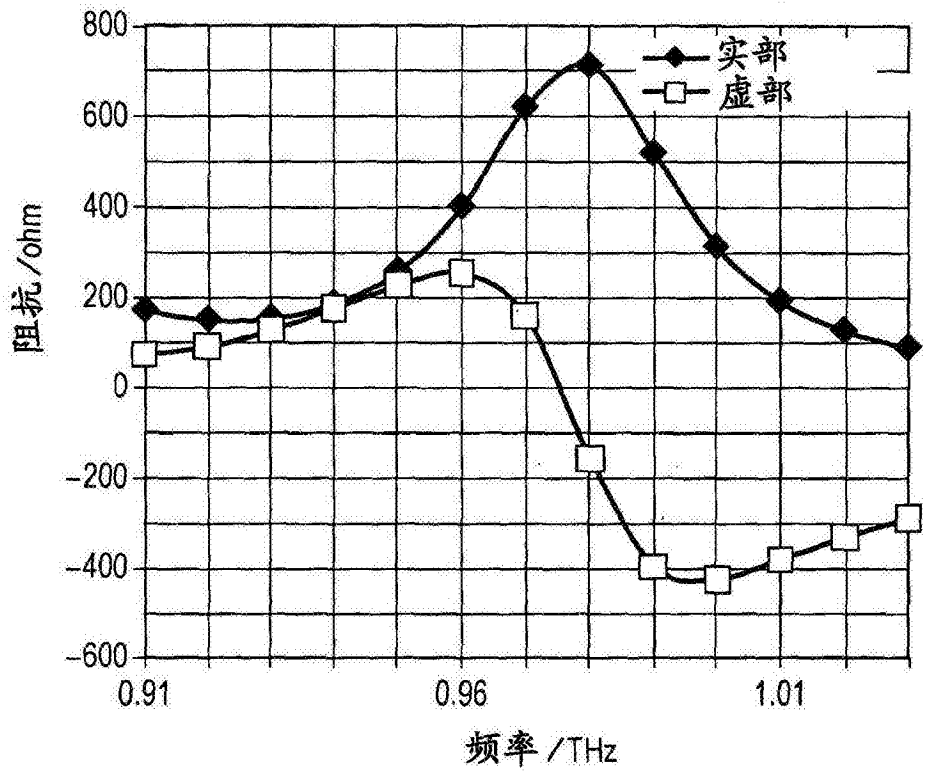

800
600
400
200
0
-200
-400
-600
阻抗/ohm
0.91
0.96
1.01
频率/THz
实部
虚部

图16

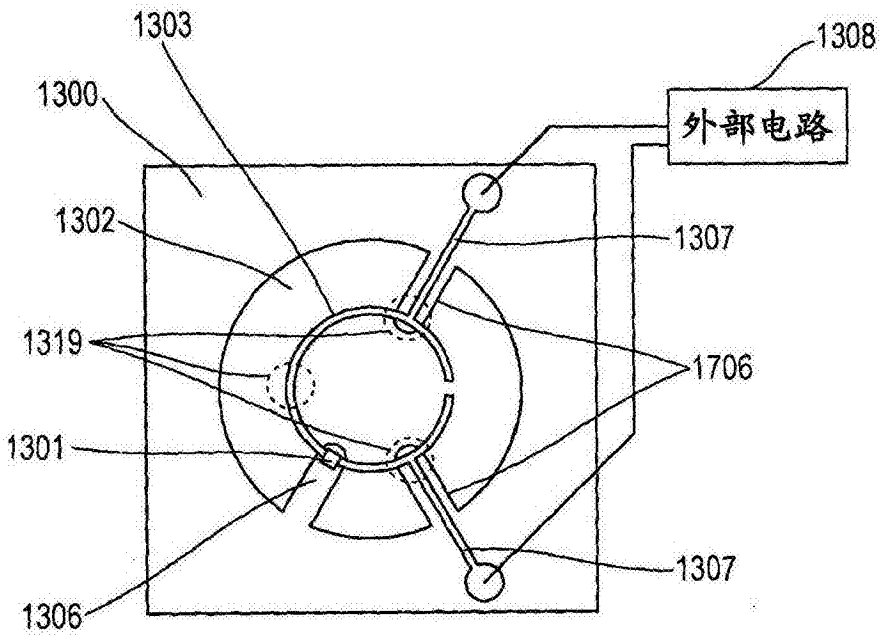

1303
1300
1302
1319
1301
1306
1308
外部电路
1307
1706
1307

图17A

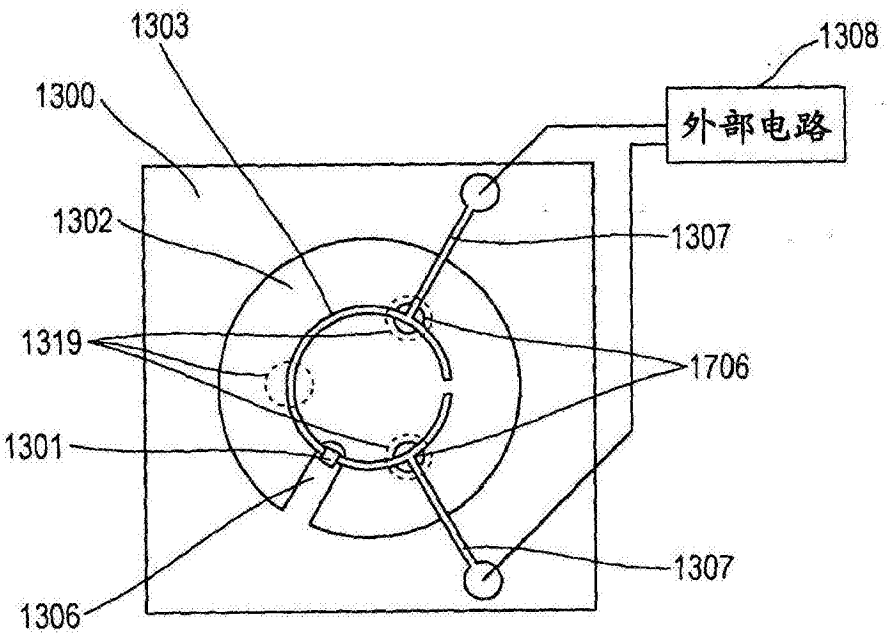


图17B

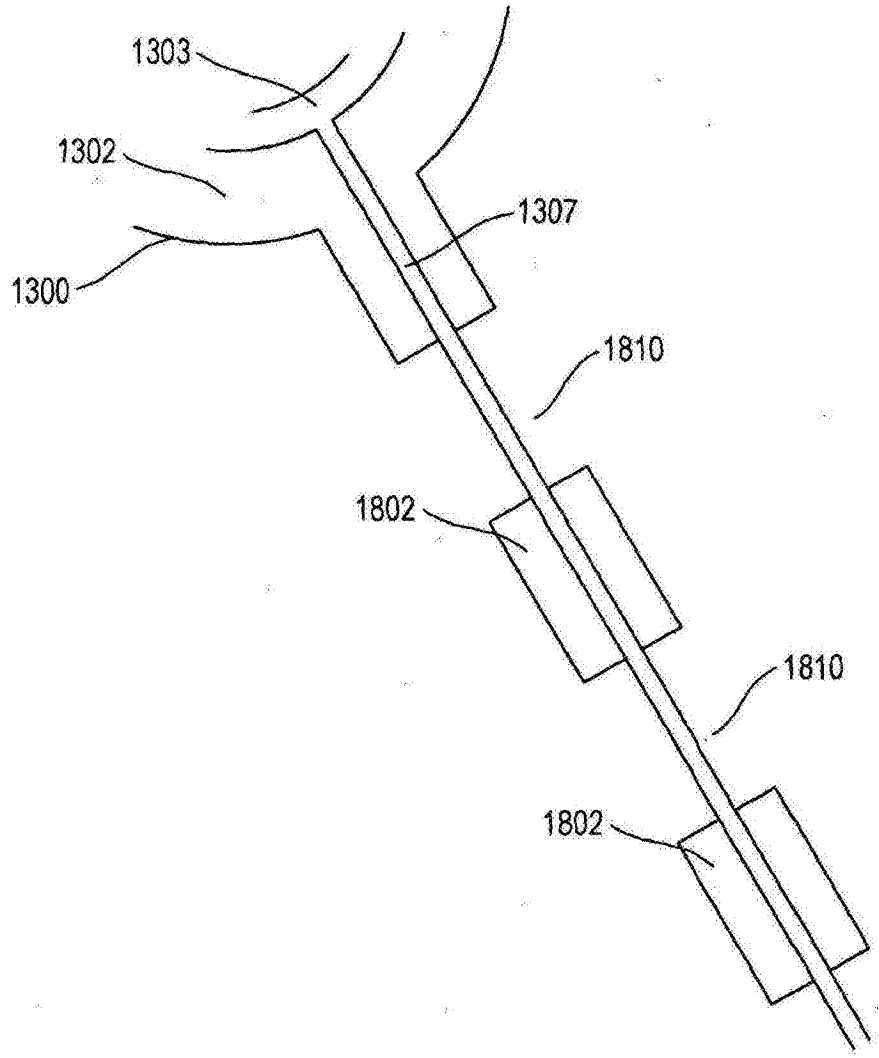

1303
1302
1307
1300
1810
1802
1810
1802

图18A

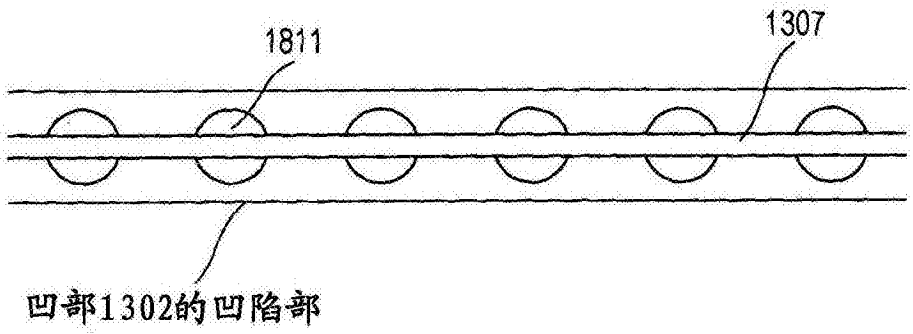

1811
1307
凹部1302的凹陷部

图18B