



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107210508 B

(45) 授权公告日 2020.12.11

(21) 申请号 201480082826.5
 (22) 申请日 2014.10.21
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 107210508 A
 (43) 申请公布日 2017.09.26
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日
 2017.04.20
 (86) PCT国际申请的申请数据
 PCT/KR2014/009887 2014.10.21
 (87) PCT国际申请的公布数据
 W02016/063997 KO 2016.04.28
 (73) 专利权人 株式会社KMW
 地址 韩国京畿道
 (72) 发明人 朴南信
 (74) 专利代理机构 余姚德盛专利代理事务所
 (普通合伙) 33239
 代理人 郑洪成

(56) 对比文件
 KR 20150010541 A, 2015.01.28
 CN 201663219 U, 2010.12.01
 CN 1144018 A, 1997.02.26
 CN 203760611 U, 2014.08.06
 CN 1717837 A, 2006.01.04
 KR 101174121 B1, 2012.08.14
 US 2013049899 A1, 2013.02.28
 Eric J. Naglich等. Intersecting Parallel-Plate Waveguide Loaded Cavities for Dual-Mode and Dual-Band Filters.《IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES》. 2013, 第1829-1838页.
 Huan Wang等. An Inline Coaxial Quasi-Elliptic Filter With Controllable Mixed Electric and Magnetic Coupling.《IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES》. 2009, 第667-673页.

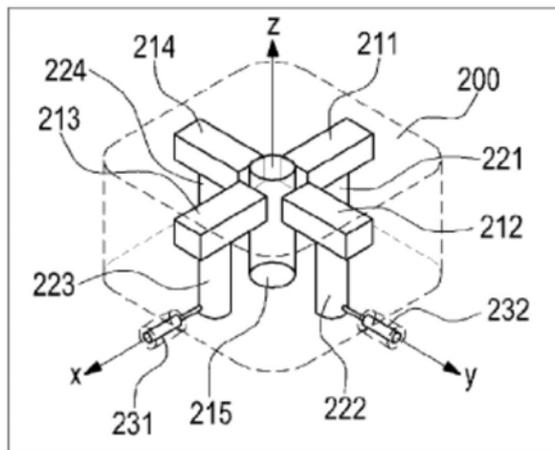
审查员 董志迪

(51) Int. Cl.
 H01P 7/06 (2006.01)

权利要求书2页 说明书12页 附图56页

(54) 发明名称
 多模谐振器

(57) 摘要
 本发明的多模谐振器包括:外壳,设置有实际上相当于一个收容空间的空腔;多个谐振臂,相互之间以预先设定的间隔配置于上述空腔的内部,借助相互之间的复合耦合来产生谐振信号;以及多个谐振支架,用于分别支撑上述多个谐振臂。



(c)

1. 一种多模谐振器,其特征在于,包括:
外壳,设置有实际上相当于一个收容空间的空腔;
多个谐振臂,相互之间以预先设定的间隔配置于上述空腔的内部,借助相互之间的复合耦合来产生谐振信号;上述多个谐振臂以分别成对并相向的方式排列,每对谐振臂以相互之间相交叉的方式排列;以及
多个谐振支架,用于分别支撑上述多个谐振臂;
其中,上述多个谐振臂具有2的倍数个,
上述多模谐振器还包括设置于上述多个谐振臂的整体配置结构的中心部位的谐振棒。
2. 根据权利要求1所述的多模谐振器,其特征在于,上述多个谐振臂中的每个都呈沿着长度方向延伸而成的长方体形状。
3. 根据权利要求1所述的多模谐振器,其特征在于,上述多个谐振臂中的一对谐振臂呈板形态。
4. 根据权利要求1所述的多模谐振器,其特征在于,上述2的倍数为4。
5. 根据权利要求4所述的多模谐振器,其特征在于,空腔中的谐振模式的数量为5种。
6. 一种多模谐振器,其特征在于,包括:
外壳,设置有实际上相当于一个收容空间的空腔;
多个谐振臂,相互之间以预先设定的间隔配置于上述空腔的内部,借助相互之间的复合耦合来产生谐振信号;上述多个谐振臂以分别成对并相向的方式排列,每对谐振臂以相互之间相交叉的方式排列;以及
多个谐振支架,用于分别支撑上述多个谐振臂;
其中,上述多个谐振臂中的每个都呈沿着长度方向延伸而成的长方体形状;
而且,上述多个谐振臂以一对谐振臂的长度方向的长度与另一对谐振臂的长度方向的长度互不相同的方式设定。
7. 根据权利要求1、2、3和6中的任一项所述的多模谐振器,其特征在于,还包括以在上述外壳的上端贯通的方式设置于上述多个谐振臂的整体配置结构的中心部位的调谐螺钉。
8. 一种多模谐振器,其特征在于,包括:
外壳,设置有实际上相当于一个收容空间的空腔;
多个谐振臂,相互之间以预先设定的间隔配置于上述空腔的内部,借助相互之间的复合耦合来产生谐振信号;上述多个谐振臂以分别成对并相向的方式排列,每对谐振臂以相互之间相交叉的方式排列;
多个谐振支架,用于分别支撑上述多个谐振臂;以及
以浮空的方式设置于上述多个谐振臂的整体配置结构的中心部位的调谐结构物。
9. 根据权利要求1、2、3、6和8中的任一项所述的多模谐振器,其特征在于,还包括输入及输出探针,其连接至上述多个谐振支架从而与上述多个谐振臂中的一对谐振臂交换输入输出信号。
10. 根据权利要求1、2、3、6和8中任一项所述的多模谐振器,其特征在于,上述空腔呈多面体形状。
11. 根据权利要求1、2、3、6和8中任一项所述的多模谐振器,其特征在于,上述多个谐振臂的配置间隔为等间隔。

12. 根据权利要求1、2、3、6和8中任一项所述的多模谐振器,其特征在于,上述多个谐振臂中的至少一个谐振臂的至少一部分边缘部分被切削。

13. 根据权利要求1、2、3、6和8中任一项所述的多模谐振器,其特征在于,在上述多个谐振臂之间设置有至少一个隔膜。

多模谐振器

技术领域

[0001] 本发明涉及实现射频滤波器的谐振器,更加详细地,涉及用于输出多模式谐振频率的多模谐振器。

背景技术

[0002] 射频滤波器等射频装置通常以多个谐振器的连接结构来构成。这种谐振器作为以等效电子电路方式通过电感器L和电容器C的组合来在特定频率下谐振的电路元件,各个谐振器具有在被导体所包围的金属圆筒或长方体等空腔(cavity)的内部设置有介质谐振元件(DR:Dielectric Resonance element)或金属谐振元件的结构。由此,各个谐振器使相应空腔内部仅存在基于处理频率频带的固有频率的电磁场,因而具有可进行超高频谐振的结构。通常,按多个空腔形成一个谐振端,多个谐振端具有依次连接的多层结构。

[0003] 图1示出以往的六极点(pole)式带通(bandpass)滤波器10的示例。参照图1,在以往的示例中,带通滤波器10具有在六面体的金属内部按规定的间隔划分的结构,例如,设置有具有6个空腔的外壳(Housing)110,并具有通过使用支撑用支撑件来将6个具有高Q值的电介质或金属谐振元件122固定在各个空腔内部的结构。并且,上述带通滤波器10包括:输入用连接器(Connector)111、输出用连接器113,安装于外壳110的一侧面;以及盖(Cover)160,用于遮蔽外壳110的开放面。其中,为了调整各个谐振器之间的耦合量,外壳110的各个空腔被形成有规定大小的多个窗户131-135的隔板130所划分,为了稳定电性能并使导电性最大化,外壳110的内部面具有经过镀银处理的结构。并且,还设置有可通过贯通上述盖160或外壳110来插入于窗户131-135内部的耦合螺钉175,因而可以微细地调整耦合量。

[0004] 并且,各个谐振元件122被以从底面直立的方式设置的支撑用支撑件所支撑,可在各个谐振元件122的上部面以通过贯通盖160来插入于空腔内部的方式设置有用于调节频率的调谐螺钉170,可通过调节调谐螺钉170来微细地调整谐振频率。

[0005] 在外壳110的一侧分别设置有输入用连接器111及输出用连接器113,上述输入用连接器111及输出用连接器113分别与输入供电线及输出供电线(未图示)相联接,输入侧供电线起到向第一端的谐振元件传递从输入连接器输入的信号的作用,输出侧供电线起到向输出连接器传递从末端谐振元件输入的信号的作用。

[0006] 作为具有如上所述的空腔结构的射频滤波器的示例,可例举由被本申请人在先申请的韩国公开专利公报第10-2004-100084号(名称:“射频滤波器”,公开日:2004年12月02日,发明人:朴钟圭,朴祥植,郑承泽)的发明。

[0007] 但是,若观察以往的带通滤波器(或带阻(band rejection)滤波器),则为了构成具有多个极点的滤波器,必须具有用于使多个空腔与各个谐振元件122之间相结合的结合单元。即,在以往的滤波器中,一个谐振元件122仅实现一种谐振模式,因而为了实现出具有多个极点的多模滤波器,则需要连接多个谐振器的结构。但在这种结构中,为了实现出多模滤波器而需要相当大的空间,从而存在造成滤波器的大型化、重量化及制造费用上升的问题。

[0008] 像这样,具有多模谐振器结构的滤波器为在多个通信设备中占最大空间的设备中的一个,为了减小这种滤波器的大小和重量而持续进行着积极的研究。尤其,为了顺应进一步加快的处理速度及得到提高的质量,最近,在移动通信市场上,各种基站呈现出向小型(或超小型)基站进化的趋势,根据如上所述的趋势,滤波器的小型化及轻量化显得更加重要。

发明内容

[0009] 技术问题

[0010] 因此,本发明的目的在于,提供可有效连接多个相同模式的谐振频率的多模谐振器。

[0011] 本发明的再一目的在于,提供小型化的多模谐振器。

[0012] 本发明的另一目的在于,提供轻量化的多模谐振器。

[0013] 本发明的还有一目的在于,提供可节减制造费用的多模谐振器。

[0014] 解决问题的方案

[0015] 为了实现上述目的,本发明的多模谐振器的特征在于,包括:外壳,设置有实际上相当于一个收容空间的空腔;多个谐振臂,相互之间以预先设定的间隔配置于上述空腔的内部,借助相互之间的复合耦合来产生谐振信号;以及多个谐振支架,用于分别支撑上述多个谐振臂。

[0016] 本发明的又一目的在于,提供可简单且有效进行频率调谐工作的多模谐振器。

[0017] 在上述多模谐振器中,还可包括以浮空(floating)的方式设置于上述多个谐振臂的整体配置结构的中心部位的调谐结构物。

[0018] 在上述多模谐振器中,还可包括通过与上述多个谐振支架相连接来与上述多个谐振臂中的一对谐振臂收发输入输出信号的输入及输出探针。

[0019] 在上述多模谐振器中,上述空腔可以呈多面体形状。

[0020] 在上述多模谐振器中,上述多个谐振臂的配置间隔可以为等间隔。

[0021] 发明的效果

[0022] 如上所述,本发明的多模谐振器具有可向一个谐振器提供多模谐振频率的优点。

[0023] 由此具有可实现滤波器的小型化、轻量化及节减制造费用的优点。

附图说明

[0024] 图1为以往的六极点式带通滤波器的示例的一部分分解立体图。

[0025] 图2为本发明第一实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图。

[0026] 图3a至图3e为表示图2的谐振器的各种多模谐振特性的图。

[0027] 图4为表示图2的谐振器的频率滤波特性的图表。

[0028] 图5为本发明第二实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图。

[0029] 图6为本发明第三实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图。

[0030] 图7为本发明第四实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图。

[0031] 图8为本发明第五实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图。

[0032] 图9为本发明第六实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图。

- [0033] 图10为本发明第七实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图。
- [0034] 图11为本发明第八实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图。
- [0035] 图12为表示图11的谐振器的频率滤波特性的图表。
- [0036] 图13为本发明第九实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图。
- [0037] 图14a至图14e为表示图13的谐振器的各种多模谐振特性的图。
- [0038] 图15为本发明第十实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图。
- [0039] 图16a至图16d为表示图15的谐振器的各种多模谐振特性的图。
- [0040] 图17为本发明第十一实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图。
- [0041] 图18a至图18d为表示图17的谐振器的各种多模谐振特性的图。
- [0042] 图19为本发明第十二实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图。
- [0043] 图20a至图20d为表示图19的谐振器的各种多模谐振特性的图。
- [0044] 图21为本发明第十三实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图。
- [0045] 图22为表示图21的谐振器的频率滤波特性的图表。
- [0046] 图23为本发明第十四实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图。
- [0047] 图24为表示图23的谐振器的频率滤波特性的图表。
- [0048] 图25为本发明第十五实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图。
- [0049] 图26为表示图25的谐振器的频率滤波特性的图表。
- [0050] 图27为本发明第十六实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图。
- [0051] 图28为表示图27的谐振器的频率滤波特性的图表。
- [0052] 图29为本发明第十七实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图。
- [0053] 图30为表示图29的谐振器的频率滤波特性的图表。
- [0054] 图31为本发明第十八实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图。
- [0055] 图32为表示图30的谐振器的频率滤波特性的图表。
- [0056] 图33为本发明第十九实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图。
- [0057] 图34a至图34d为表示图33的谐振器的各种多模谐振特性的图。
- [0058] 图35为本发明第二十实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图。
- [0059] 图36为表示图35的谐振器的频率滤波特性的图表。
- [0060] 图37为本发明第二十一实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图。
- [0061] 图38为表示图37的谐振器的频率滤波特性的图表。
- [0062] 图39为本发明第二十二实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图。
- [0063] 图40为表示图39的谐振器的频率滤波特性的图表。
- [0064] 图41为本发明第二十三实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图。
- [0065] 图42为表示图41的谐振器的频率滤波特性的图表。
- [0066] 图43为本发明第二十四实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图。
- [0067] 图44为表示图43的谐振器的频率滤波特性的图表。

具体实施方式

[0068] 以下,参照附图来详细说明本发明的优选实施例。在以下说明中,会出现具体结构元件等特定事项,但这仅仅是为了有助于进一步整体理解本发明而提供,而可以在本发明

的范围之内对这种特定事项进行变形或变更,这对于本发明所属技术领域的普通技术人员而言是显而易见的。

[0069] 本发明提出提供多种谐振模式的多重谐振模式滤波器。在以往,例如,通常为了提供4种谐振模式而会设置4个空腔以及在各个空腔分别设置一个谐振元件。但是,在本发明的多重谐振模式滤波器中,可在一个空腔内部提供4种谐振模式(Quadruple mode)或5种谐振模式。

[0070] 图2为本发明第一实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图,图2的(a)部分表示平面结构,(b)部分表示一侧面结构,(c)部分表示透射立体结构。与通常的滤波器结构相同地,图2所示的谐振器具有借助金属外壳(底盖)来形成空间的空腔200,为了便于说明,在图2中,未示出包括金属外壳的结构在内的形成于相应外壳的外部的输入输出用连接器等。

[0071] 参照图2,在本发明第一实施例的多模谐振器中,在外壳(未图示)的内部设置有实际上具有与形成有一个收容空间的方箱或方箱形态类似形态的空腔200。当然,除了上述方箱形态之外,这种空腔200结构还可具有多角柱形态或圆柱形态等多种结构。

[0072] 上述空腔200的内部设置有相互之间以预先设定的间隔来配置的多个谐振臂。此时,多个谐振臂可由金属材质形成,且能够设置为等间隔。并且,在此情况下,多个谐振臂分别成对来以相互相对的方式排列,每对谐振臂相互之间能够以相交叉的方式排列。更加详细地说明如下。如图2的第一实施例所示,例如,在空腔200的内部,相邻的多个谐振臂具有相互正交的配置结构,并设置有以各自分离的方式单独设置的4个谐振臂(arm)211、212、213、214。4个谐振臂211-214,即,第一谐振臂211至第四谐振臂214能够以整体上(平面上)呈“十”字形态的方式配置,即,4个谐振臂211-214的整体配置结构的中心位置可相当于空腔200的中心位置。4个谐振臂211-214可以呈分别沿着长度方向延伸而成的长方体的杆形状。并且,4个谐振臂211-214借助分别从空腔200的底面(外壳的内部的底端面)延伸的(或固定设置于上述底面)谐振支架,例如,可借助由金属材质形成的圆柱形态的第一谐振支架(leg)221、第二谐振支架222、第三谐振支架223、第四谐振支架224来分别被固定设置。

[0073] 并且,在图2所示的第一实施例中,4个谐振臂211-214的整体配置结构的中心位置,即在空腔200的中心位置还追加设置有具有与以往滤波器结构中的谐振元件类似结构的谐振棒215。4个谐振臂211-214与谐振棒215以相互物理隔开的方式设置,但相互之间具有适当的隔开距离,使得它们之间的信号相互复合耦合。当然,随着调整这种隔开距离,相互之间的信号耦合量得到调整。与依次耦合的以往的谐振器结构不同,可知这种4个谐振臂211-214的整体结构为4个谐振臂211-214相互复合耦合的结构。

[0074] 由于具有上述结构,在将4个谐振臂211-214和谐振棒215的配置结构代入到以相应空腔200结构的中心位置为中心来相互正交的3轴上,例如,在代入到x、y、z轴上的情况下,例如,可以看作第一谐振臂211及第三谐振臂213配置于x轴上,第二谐振臂212及第四谐振臂214配置于y轴上,谐振棒215配置于z轴上。

[0075] 另一方面,输入连接器(未图示)及输出连接器(未图示)可分别形成于x轴及y轴的一极,在上述多模谐振器设置有用于连接形成在x轴一极的输入连接器的输入探针231以及用于连接形成在y轴一极的输出连接器的输出探针223,输入探针231和输出探针232与多个谐振臂211-214中的一对谐振臂收发输入输出信号。在图2的例中,输入探针231和输出探针

232通过分别直接或间接与第三谐振支架223及第二谐振支架222相连接来传递输入输出信号,最终与第三谐振臂213及第二谐振臂212收发输入输出信号。

[0076] 在图3a至图3e中示出了具有上述结构的谐振器的多模谐振特性。图3a表示通过谐振结构的整体组合(耦合)来形成的第一谐振模式的磁场(或电场),例如,图3b表示借助第二谐振臂212及第四谐振臂214来在y轴方向形成主(dominant)谐振的第二谐振模式的磁场(或电场),例如,图3c表示借助第一谐振臂211及第三谐振臂213来在x轴方向形成主谐振的第三谐振模式的磁场(或电场),图3d表示通过第一谐振臂211至第四谐振臂214的整体组合来形成的第四谐振模式的磁场(或电场),例如,图3e表示借助谐振棒215来在z轴方向形成主谐振的第五谐振模式的磁场(或电场)。在上述图3a至图3e的各个(a)部分中示出了电场(E-field)特性,各个(b)部分示出了磁场(H-field)特性。在图3a至图3e中,各个箭头的方向表示在各个谐振臂中的相应位置中的电场或磁场的方向,各个箭头的大小表示电场或磁场的强度。

[0077] 图4为表示图2的谐振器的频率滤波特性的一示例图表。参照图4,可知根据如上述图3a至图3e所示的5种多模特性产生频率滤波特性。

[0078] 像这样,在本发明第一实施例的多模谐振器中,一个空腔200可呈现5种谐振模式,此时,在与具有相同大小的普通结构的横向电磁波(TEM)模式谐振器进行比较的情况下,在相同大小下,本发明结构的多模谐振器具有约改善30~40%的Q(Quality factor)值特性,在满足相同Q值的情况下,可将谐振器的物理尺寸减小普通结构的约30~40%。

[0079] 另一方面,在上述本发明第一实施例的结构中,可通过对第一谐振臂211至第四谐振臂214的形态、长度及宽度的尺寸以及第一谐振支架221至第四谐振支架224的长度及宽度的尺寸进行变更,并以空腔200的中心位置为基准来变更上述第一谐振支架221至第四谐振支架224的配置距离以及变更空腔的尺寸及高度等,由此使各种谐振模式的频率移动以及以适当频率的谐振模式来设定及调节。根据需要,可使谐振器仅具有4种或3种谐振模式。

[0080] 图5为本发明第二实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图,图5的(a)部分表示平面结构,(b)部分表示一侧面结构,(c)部分表示透射立体结构。如上述图2所示的第一实施例的结构类似地,图5中所示的本发明第二实施例的谐振器包括:空腔300,呈方箱形态或与其类似的形态;4个谐振臂311、312、313、314,在上述空腔300的内部以整体上呈“十”字形态的方式配置,并具有相互正交的配置结构,上述4个谐振臂311、312、313、314以各自分离的方式单独设置;第一谐振支架321、第二谐振支架322、第三谐振支架323、第四谐振支架324,用于分别支撑4个谐振臂311-314;谐振棒315,设置于4个谐振臂311-314的整体配置结构的中心位置;以及输入探针331及输出探针332,分别与上述第三谐振支架323及第二谐振支架322相连接。

[0081] 在具有上述结构的第二实施例的谐振器中,与上述图2所示的第一实施例的结构不同,如图5的(a)部分所示,各个长方形杆形态的4个谐振臂411-414的边角部分中,至少一部分通过倒角等加工方式具有被切削的形态,通过这种结构变更来调整耦合强度等特性。在图5的例中示出了4个谐振臂411-414的边角部分中的4个边角被切削的例。像这样,可通过倒角等谐振臂的边角被切削的结构变化来对相互之间的耦合强度或刻痕(notch)的发生等进行调节。

[0082] 图6为本发明第三实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图,图6的(a)

部分表示平面结构, (b) 部分表示一侧面结构, (c) 部分表示透射立体结构。与上述图2所示的第一实施例的结构类似地, 图6所示的本发明第三实施例的谐振器包括空腔400; 4个谐振臂411、412、413、414; 第一谐振支架421、第二谐振支架422、第三谐振支架423、第四谐振支架424; 以及谐振棒415。

[0083] 在此情况下, 与上述第一实施例的结构不同, 在本发明的第三实施例中, 输入连接器(未图示)及输出连接器(未图示)可分别形成于x轴的两极, 用于使形成于x轴的两极的输入及输出连接器相连接的输入探针531及输出探针532分别直接或间接与第三谐振支架423及第一谐振支架421相连接。也可通过图6所示的第三实施例的结构形成可充分令人满意的5种谐振模式。

[0084] 图7为本发明第四实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图, 图7的(a)部分表示平面结构, (b)部分表示一侧面结构, (c)部分表示透射立体结构。与上述图2所示的第一实施例的结构类似地, 图7所示的本发明第四实施例的谐振器包括: 空腔600; 4个谐振臂611、612、613、614; 第一谐振支架621、第二谐振支架622、第三谐振支架623、第四谐振支架624; 谐振棒615; 以及输入探针631及输出探针632。

[0085] 此时, 与上述第一实施例的结构不同, 在本发明的第四实施例中, 4个谐振臂611-614的边角部分中的2个边角处于被切削的状态, 4个谐振臂611、612、613、614可在方箱形态的空腔600的内部整体上具有以“X”形态配置的结构。即, 在图2的结构中, 可以看作4个臂配置于旋转45度的位置。由此, 在空腔600的边角部分形成输入探针631及输出探针632。

[0086] 由此, 在此情况下, 与图2所示的第一实施例中通过谐振支架与谐振臂传递信号的结构不同, 输入探针631及输出探针632可具有即时向第三谐振臂623及第二谐振臂622传递信号的结构。

[0087] 图8为本发明第五实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图, 图8的(a)部分表示平面结构, (b)部分表示一侧面结构, (c)部分表示透射立体结构。与上述图2所示的第一实施例的结构类似地, 图8所示的本发明第五实施例的谐振器包括: 空腔700; 4个谐振臂711、712、713、714; 第一谐振支架721、第二谐振支架722、第三谐振支架723、第四谐振支架724; 以及输入探针731及输出探针732。

[0088] 但是, 在图8所示的第五实施例的结构中, 具有在第一实施例的结构中去除谐振棒的(即, 不具有谐振棒的)结构。这种结构适合呈现4种谐振模式。

[0089] 图9为本发明第六实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图, 图9的(a)部分表示平面结构, (b)部分表示一侧面结构, (c)部分表示透射立体结构。与上述图8所示的第五实施例的结构大致类似地, 图9所示的本发明第六实施例的谐振器包括: 空腔800; 4个谐振臂811、812、813、814; 第一谐振支架821、第二谐振支架822、第三谐振支架823、第四谐振支架824; 以及输入探针831及输出探针832。

[0090] 在此情况下, 在图9所示的第六实施例中, 例如, 在上述图8所示的第五实施例的结构上追加设置圆柱形态的金属调谐结构物841, 上述金属调谐结构物841以浮空(floating)的方式设置于4个谐振臂811-814的整体结构的中心位置, 用于4个谐振臂811-814之间的信号耦合以及由此调整谐振模式之间的耦合。

[0091] 这种调谐结构物841可借助 Al_2O_3 及特富龙等材质的支撑部件(未图示)以被固定及被支撑的方式设置于空腔800内部的外壳、盖的内部面或相邻的多个谐振臂。

[0092] 图10为本发明第七实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图,图10的(a)部分表示平面结构,(b)部分表示一侧面结构,(c)部分表示透射立体结构。大致与上述图9所示的第六实施例的结构类似地,图10所示的本发明第七实施例的谐振器包括:空腔900;4个谐振臂911、912、913、914;第一谐振支架921、第二谐振支架922、第三谐振支架923、第四谐振支架924;输入探针931及输出探针932;以及调谐结构物941。

[0093] 此时,与图9所示的第六实施例的结构不同,在图10所示的第七实施例中,4个谐振臂911、912、913、914在方箱形态的空腔900内部整体上具有以“X”字形态配置的结构。并且,除此之外,示出了整体上呈圆柱形态而并非为长方形形态的4个谐振臂911、912、913、914。

[0094] 图11为本发明第八实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图,图11的(a)部分表示透射立体结构,(b)部分表示平面结构,(c)部分表示一侧面结构。与上述图7所示的第四实施例的结构类似地,图11所示的本发明第八实施例的谐振器包括:空腔1000;4个谐振臂1011、1012、1013、1014;第一谐振支架1021、第二谐振支架1022、第三谐振支架1023、第四谐振支架1024;以及输入探针1031及输出探针1032。

[0095] 但是,图11所示的第八实施例的结构具有在图7所示的第四实施例的结构中去除谐振棒的(即,不具有谐振棒的)结构。这种结构适合呈现4种谐振模式。

[0096] 图12为表示图11的谐振器的频率滤波特性的一示例图表。参照图12,可知在如上图11所示的结构中,根据4种多模特性产生频率滤波特性。

[0097] 图13为本发明第九实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图,图13的(a)部分表示透射立体结构,(b)部分表示平面结构,(c)部分表示一侧面结构。与上述图2所示的第一实施例的结构类似地,图13所示的本发明第九实施例的谐振器可包括:空腔1100;4个谐振臂1111、1112、1113、1114;第一谐振支架1121、第二谐振支架1122、第三谐振支架1123、第四谐振支架1124;以及谐振棒1115。

[0098] 与上述图2所示的第一实施例的结构不同,在图13所示的本发明的第九实施例中,4个谐振臂1111、1112、1113、1114在方箱形态的空腔1100内部整体上可具有以“X”字形态配置的结构。即,在图2的结构中,可以看作4个臂配置于旋转45度的位置。由此,在空腔1100的边角部分形成输入及输出探针(未图示)。

[0099] 图14a至图14e示出具有上述图13所示的结构的谐振器的多模谐振特性。图14a表示通过谐振结构的整体组合(耦合)来形成的第一谐振模式的磁场(或电场),例如图14b表示借助第二谐振臂1112及第四谐振臂1114来形成谐振的第二谐振模式的磁场(或电场),例如,图14c表示借助第一谐振臂1111及第三谐振臂1113来形成的第三谐振模式的磁场(或电场),图14d表示借助第一谐振臂1111至第四谐振臂1114的整体组合来形成的第四谐振模式的磁场(或电场),图14e表示借助谐振棒1115来形成的第五谐振模式的磁场(或电场)。在上述图14a至图14e中,各个(a)部分示出电场特性,各个(b)部分示出磁场特性。

[0100] 图15为本发明第十实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图,图15的(a)部分表示透射立体结构,(b)部分表示平面结构,(c)部分表示一侧面结构。与上述图13所示的第九实施例的结构类似地,图15所示的本发明第十实施例的谐振器包括:空腔1200;4个谐振臂1211、1212、1213、1214;第一谐振支架1221、第二谐振支架1222、第三谐振支架1223、第四谐振支架1224。

[0101] 但是,图15所示的第十实施例的结构具有在图15所示的第九实施例的结构中去除

谐振棒的结构。这种结构适合呈现4种谐振模式。

[0102] 上述图15所示的谐振器的结构中的主要多模谐振特性如图16a至图16d所示。在上述图16a至图16d中的各个(a)部分示出电场特性,各个(b)部分示出磁场特性。

[0103] 图17为本发明第十一实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图,图17的(a)部分表示透射立体结构,(b)部分表示平面结构,(c)部分表示一侧面结构。与上述图15所示的第10实施例的结构类似地,图17所示的本发明第十一实施例的谐振器包括:空腔1300;4个谐振臂1311、1312、1313、1314;第一谐振支架1321、第二谐振支架1322、第三谐振支架1323、第四谐振支架1324。

[0104] 但是,与图15所示的第10实施例的结构相比较,在图17所示的第十一实施例的结构中,以相互之间尽量隔开的方式设置。即,第一谐振支架1321至第四谐振支架1324以空腔1300的中心位置为基准分别与第一谐振臂1311至第四谐振臂1314的外侧部位相结合,由此以支撑相应谐振臂的方式设置。

[0105] 像这样,在第一谐振支架1321至第四谐振支架1324相互之间以进一步隔开的方式设置的情况下,产生与第一谐振支架1321至第四谐振支架1314的整体结构的直径变长的情况类似的影响,因而产生处理频率频带得到调节的影响。

[0106] 上述图17所示的谐振器的结构中的主要多模谐振特性如图18a至图18d所示。在上述图18a至图18d中的各个(a)部分示出电场特性,各个(b)部分示出磁场特性。

[0107] 图19为本发明第十二实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图,图19的(a)部分表示透射立体结构,(b)部分表示平面结构,(c)部分表示一侧面结构。与上述图17所示的第十一实施例的结构类似地,图19所示的本发明第十二实施例的谐振器包括:空腔1400;4个谐振臂1411、1412、1413、1414;以及第一谐振支架1421、第二谐振支架1422、第三谐振支架1423、第四谐振支架1424。

[0108] 但是,与包括图17所示的第十一实施例在内的其他多个实施例的结构不同,在图19所示的第十二实施例的结构中,第一谐振臂1411至第四谐振臂1414的长度互不相同,例如,在多个谐振臂中,以一对谐振臂的长度方向的长度与另一对谐振臂的长度方向的长度互不相同的方式设定,在这一点上存在主要差异。除此之外,可以设计成第一谐振支架1421至第四谐振支架1424的直径、长度等方面存在差异。即,例如,如图19所示,第一谐振臂1411及第三谐振臂1413以长度比较短的方式形成。第二谐振臂1412及第四谐振臂1414以长度比较长的方式形成,从而使相互之间的尾部更加接近。此时,第一谐振臂1411至第四谐振臂1414之间的相向的端部中的间隔可以相同。

[0109] 这种结构用于改变传送零点(transmission zero)的位置,在以如上所述的方式构成的情况下,例如,可通过使与第二谐振臂1412及第四谐振臂1414之间相耦合的滤波器的强度及方向产生变化,来调整刻痕(notch)点。

[0110] 上述图19所示的谐振器的结构中的主要多模谐振特性如图20a至图20d所示。在上述图20a至图20d中的各个(a)部分示出电场特性,各个(b)部分示出磁场特性。

[0111] 图21为本发明第十三实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图,图21的(a)部分表示透射立体结构,(b)部分表示平面结构,(c)部分表示一侧面结构。与上述图19所示的第十二实施例的结构类似地,图21所示的本发明第十三实施例的谐振器包括:空腔1500;4个谐振臂1511、1512、1513、1514;以及第一谐振支架1521、第二谐振支架1522、第三

谐振支架1523、第四谐振支架1524。并且,第一谐振臂1511及第三谐振臂1513以长度比较短的方式形成,第二谐振臂1512及第四谐振臂1514以长度比较长的方式形成。并且,在图21中示出分别与第二谐振支架1522及第三谐振支架1523相连接的输入探针1531及输出探针1532。

[0112] 与上述图19所示的第十二实施例不同,在上述图21所示的第十三实施例中,第二谐振支架1522及第三谐振支架1523的长度以更长的方式形成。其原因在于,通过缩小被第二谐振支架1522及第三谐振支架1523所支撑的第二谐振臂1512及第三谐振臂1513与空腔1500上部面之间的距离,从而使相应的电容成分变大。由此,可从与输入探针1531及输出探针1532相连接的滤波器的输入侧及输出侧适当地调整电容成分。

[0113] 并且,如第十三实施例中的位置A或位置B,可在包括输入侧与输出侧之间在内的适当的位置追加设置隔膜或调谐螺钉。这在各个谐振臂之间引起扰动(perturbation),由此,可对传送零点的位置、刻痕形成等进行调节。

[0114] 图22为表示图21的谐振器的频率滤波特性的一示例图表。参照图22,可知与4种多模特性一同产生形成有刻痕的频率滤波特性。

[0115] 图23为本发明第十四实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图,图23的(a)部分表示透射立体结构,(b)部分表示平面结构,(c)部分表示一侧面结构。图23所示的本发明第十四实施例的谐振器具有由上述图21所示的第十三实施例的结构双重形成的结构。

[0116] 即,形成具有与上述图23所示的谐振器的结构相同的结构的第一谐振器16-1及第二谐振器16-2,第一谐振器16-1的输出侧与第二谐振器16-2的输入侧可借助耦合窗1640相连接。耦合窗1640可追加设置有在空腔的底面延伸而成的耦合结构物1642,以便进一步实现耦合。

[0117] 图24为表示图23的谐振器的频率滤波特性的一示例图表。参照图24,可知产生相当于8层滤波器的频率滤波特性。

[0118] 图25为本发明第十五实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图,图25的(a)部分表示透射立体结构,(b)部分表示平面结构,(c)部分表示一侧面结构。与上述图21所示的第十三实施例的结构类似地,图25所示的本发明第十五实施例的谐振器包括:空腔1700;4个谐振臂1711、1712、1713、1714;以及第一谐振支架1721、第二谐振支架1722、第三谐振支架1723、第四谐振支架1724。

[0119] 但是,与上述图21所示的第十三实施例不同,在第十五实施例中,第一谐振臂1711至第四谐振臂1714的长度以相同的方式形成,并且为了4个谐振臂1711-1714之间的信号耦合及由此调整谐振模式之间的耦合,例如,在4个谐振臂1711-1714的整体结构的中心位置以浮空的方式还设置有圆柱或盘形态的金属调谐结构物1741。与不存在相应调谐结构物的情况相比,这种调谐结构物1741使多个谐振臂相互之间进一步实现耦合,从而使滤波器的整体频带宽度进一步变宽。这种第十五实施例的谐振器的频率滤波特性图26所示。

[0120] 图27为本发明第十六实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图,图27的(a)部分表示透射立体结构,(b)部分表示平面结构,(c)部分表示一侧面结构。与上述图25所示的第十五实施例的结构类似地,图27所示的本发明第十六实施例的谐振器包括:空腔1800;4个谐振臂1811、1812、1813、1814;以及第一谐振支架1821、第二谐振支架1822、第三

谐振支架1823、第四谐振支架1824。

[0121] 但是,与上述图25所示的第十五实施例不同,在图27所示的第十六实施例中,不在4个谐振臂1811-1814的整体结构的中心位置设置进行浮空的调谐结构物,而是设置能够从外壳(未图示)的上端与以往类似地贯通盖等的方式设置的调谐螺钉1843。可通过这种调谐螺钉1843进行4个谐振臂1711-1714之间的信号耦合,以及由此调整谐振模式之间的耦合及进行谐振频率调谐工作。这种第十六实施例的谐振器的频率滤波特性如图28所示。

[0122] 图29为本发明第十七实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图,图29的(a)部分表示透射立体结构,(b)部分表示平面结构,(c)部分表示一侧面结构。图29所示的本发明第十七实施例的谐振器的结构为双重形成有上述图27所示的第十六实施例的结构。

[0123] 即,图29所示的第十七实施例的谐振器包括可具有与上述图27所示的谐振器的结构相同结构的第一谐振器19-1及第二谐振器19-2,第一谐振器19-1的输出侧与第二谐振器19-2的输入侧可借助耦合窗1940相连接。为了进一步实现耦合,可在耦合窗1940追加设置有耦合结构物1942。这种第十七实施例的谐振器的频率滤波特性图30所示。

[0124] 图31为本发明第十八实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图,图29的(a)部分表示透射立体结构,(b)部分表示平面结构,(c)部分表示一侧面结构。与上述图29所示的第十七实施例的结构类似地,图31所示的本发明第十八实施例的谐振器具有第一谐振器20-1与第二谐振器20-2相结合的结构。

[0125] 但是,第一谐振器20-1可具有与上述图21所示的第十三实施例相同的结构,第二谐振器20-2可具有与上述图27所示的第十六实施例相同的结构。即,第一谐振器20-1与第二谐振器20-2具有互不相同的结构。像这样,除了第十八实施例所例示的结构之外,上述实施例的多种结构的谐振器能够以双重结合的方式呈现。第十八实施例的谐振器的频率滤波特性如图32所示。

[0126] 图33为本发明第十九实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图,图33的(a)部分表示透射立体结构,(b)部分表示平面结构,(c)部分表示一侧面结构。与其他实施例的结构类似地,图33所示的本发明第十九实施例的谐振器包括上述提及的空腔2100;4个谐振臂2111、2112、2113、2114;以及第一谐振支架2121、第二谐振支架2122、第三谐振支架2123、第四谐振支架2124。

[0127] 但是,与上述其他实施例的结构不同,在图33所示的第十九实施例中,至少一对谐振臂呈板形态,在这一点上存在主要差异。例如,图33中示出4个谐振臂2111-2114均具有比较宽的板形态。此时,第一谐振臂2111、第二谐振臂2112、第三谐振臂2113、第四谐振臂2114可呈四角形的板形态,与此同时,如图33的例中所示的位置A,第一谐振臂2111至第四谐振臂2114可分别呈至少边角部分被切削的形态。并且,与此同时,如位置B所示,可在两个谐振臂之间追加设置有隔膜。

[0128] 呈宽的板形态的第一谐振臂2111至第四谐振臂2114的结构优选适用于相应滤波器具有比较大的尺寸(并且,与此同时,空腔宽的),且使用于低频频带的情况,用于使谐振臂与外壳之间的电容成分变大。并且,在此情况下,为了解决难以使各个谐振臂之间相耦合的问题,如上所述,通过使第一谐振臂2111至第四谐振臂2114呈四角形的板形态,从而可使相互之间更加顺畅地实现耦合。并且,在上述多模谐振器中,第一谐振臂2111至第四谐振臂2114分别呈一边角部分被切削的形态,由此对相互之间的耦合强度或刻痕的发生等进行调

节。

[0129] 上述图33所示的谐振器的结构的主要多模谐振特性如图34a至图34d所示。图34a至图34d的各个(a)部分示出电场特性,各个(b)部分示出磁场特性。

[0130] 图35为本发明第二十实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图,图35的(a)部分表示透射立体结构,(b)部分表示平面结构,(c)部分表示一侧面结构。与上述图33所提及的第十九实施例的谐振器的结构类似地,图35所示的本发明第二十实施例所示的谐振器包括:空腔2200;4个谐振臂2211、2212、2213、2214;以及第一谐振支架2221、第二谐振支架2222、第三谐振支架2223、第四谐振支架2224。

[0131] 但是,与上述图33所示的第十九实施例不同,在图35所示的第二十实施例中,可在4个谐振臂2211-2214的整体结构的中心位置设置可在外壳(未图示)的上端以贯通盖等的方式设置的调谐螺钉2243。这种第二十实施例的谐振器的频率滤波特性如图36所示。

[0132] 图37为本发明第二十一实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图,图37的(a)部分表示透射立体结构,(b)部分表示平面结构,(c)部分表示一侧面结构。与上述图33所提及的第十九实施例的谐振器的结构类似地,图35所示的本发明第二十一实施例的谐振器包括空腔2300;4个谐振臂2311、2312、2313、2314;以及第一谐振支架2321、第二谐振支架2322、第三谐振支架2323、第四谐振支架2324。

[0133] 但是,在图37所示的第二十一实施例中,4个谐振臂2311-2314的形态以与上述图33所示的第十九实施例的形态略微不同的方式进行变形。即,如图37所示,与上述图33所示的第十九实施例相比较,第一谐振臂2311及第四谐振臂2314可呈一部分边角部分未被切削的完整的四角形形态,第二谐振臂2312及第三谐振臂2313的被切削的部位也以与第十九实施例不同的方式设计。这种第二十一实施例的谐振器的频率滤波特性如图37所示。

[0134] 图39为本发明第二十二实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图,图37的(a)部分表示透射立体结构,(b)部分表示平面结构,(c)部分表示一侧面结构。与上述图33所提及的第十九实施例的谐振器的结构类似地,图39所示的本发明第二十二实施例的谐振器包括:空腔2400;4个谐振臂2411、2412、2413、2414;以及第一谐振支架2421、第二谐振支架2422、第三谐振支架2423、第四谐振支架2424。

[0135] 但是,在图39所示的第二十二实施例中,4个谐振臂2411-2414的形态等方面以与上述图33所示的第十九实施例略微不同的方式进行变形。即,如图39所示,与上述图33所示的第十九实施例相比较,第一谐振臂2411及第四谐振臂2414的被切削的边角部分也以与第十九实施例不同的方式设计,板形态的大小及厚度也以不同的方式设定。并且,4个谐振支架2421-2424的厚度也能够以不同的方式设计。这种第二十二实施例的谐振器的频率滤波特性如图40所示。

[0136] 图41为本发明第二十三实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图,图41的(a)部分表示透射立体结构,(b)部分表示平面结构,(c)部分表示一侧面结构。与上述所提及的其他实施例的结构类似地,图41所示的本发明第二十三实施例的谐振器包括:空腔2500;4个谐振臂2511、2512、2513、2514;以及第一谐振支架2521、第二谐振支架2522、第三谐振支架2523、第四谐振支架2524。

[0137] 此时,在图41所示的第二十三实施例中,4个谐振臂2511-2514与上述图33所示的第十九实施例类似地呈比较宽的板形态,尤其,第一谐振臂2511、第二谐振臂2512、第三谐

振臂2513、第四谐振臂2514可以呈盘形态。此时,为了解决难以使各个谐振臂之间相耦合的问题,在第一谐振臂2511至第四谐振臂2514形成有分别从盘结构向4个谐振臂2511-2514的整体结构的中心部延伸的适当形状的延伸结构物(在图41中以A来表示)。第一谐振臂2511至第四谐振臂2514借助这种延伸结构物相互电接近,从而可使相互之间顺畅地相耦合。

[0138] 与此同时,在图41的例中示出在4个谐振臂2511-2514的整体结构的中心位置还设置有以浮空的方式设置的调谐结构物2541。这种第二十三实施例的谐振器的频率滤波特性如图42所示。

[0139] 图43为本发明第二十四实施例的相当于带通滤波器的多模谐振器的结构图,图43的(a)部分表示透射立体结构,(b)部分表示平面结构,(c)部分表示一侧面结构。例如,在图43所示的本发明第二十四实施例的谐振器设置有由具有与上述图27所示的第十六实施例的谐振器结构相同结构的第一谐振器26-1与具有与普通结构的单一模式谐振器相同结构的第二谐振器26-2相结合的结构。即,第一谐振器26-1的输出侧与第二谐振器26-2的输入侧可借助耦合窗2640相连接,可在耦合窗2640追加设置有从空腔的底面延伸而成的耦合结构物2642。

[0140] 像这样,也可使普通单一模式结构的谐振器与本发明实施例的谐振器相结合,可以理解,在上述图44所示的例中,可以实现使本发明上述实施例的多种结构的谐振器与普通结构的谐振器相结合。第二十四实施例的谐振器的频率滤波特性如图44所示。

[0141] 本发明一实施例的多模谐振器能够以如上所述的方式构成,另一方面,在上述本发明的说明中,对具体实施例进行了说明,但在不脱离本发明范围的情况下,可实施多种变形。

[0142] 例如,在上述结构中,为了对谐振频率以及各种谐振模式之间的耦合进行调节,可在空腔内部的多个位置还追加设置多个调谐结构物。这种调谐结构物呈如上图9及图10所示的圆柱形态,同样,可借助额外的支撑物固定设置于空腔的内部,与以往的滤波器结构类似地,也可呈通过贯通外壳(或盖)来设置且插入于空腔内部的调谐螺钉的形态。

[0143] 并且,在上述说明中,以多个谐振臂的数量为4个为例进行了说明,但除此之外,还可在一个空腔的内部设置有更多数量的谐振臂。在此情况下,可将相应多个谐振臂的数量设计为2的倍数个。

[0144] 并且,在上述所说明的实施例中,公开了通过将多模谐振器的结构设置为2个以上来以双重重叠的方式相连接的结构,但在本发明的其他实施例中,能够以同样的方式设计滤波器结构,即,将上述实施例的结构以双重或三重以上的方式多重连接来获得所需特性。

[0145] 并且,在上述实施例中,以上述第一谐振臂至第四谐振臂由金属材质形成为例进行了说明,但除此之外,在本发明的其他实施例中,与电介质谐振元件类似地,上述第一谐振臂至第四谐振臂可由电介质材质形成。

[0146] 像这样,可以对本发明实施多种变形及变更,因此,本发明的范围不应以所说明的实施例而定,而是应以发明要求保护范围和与发明要求保护范围等同的范围而定。

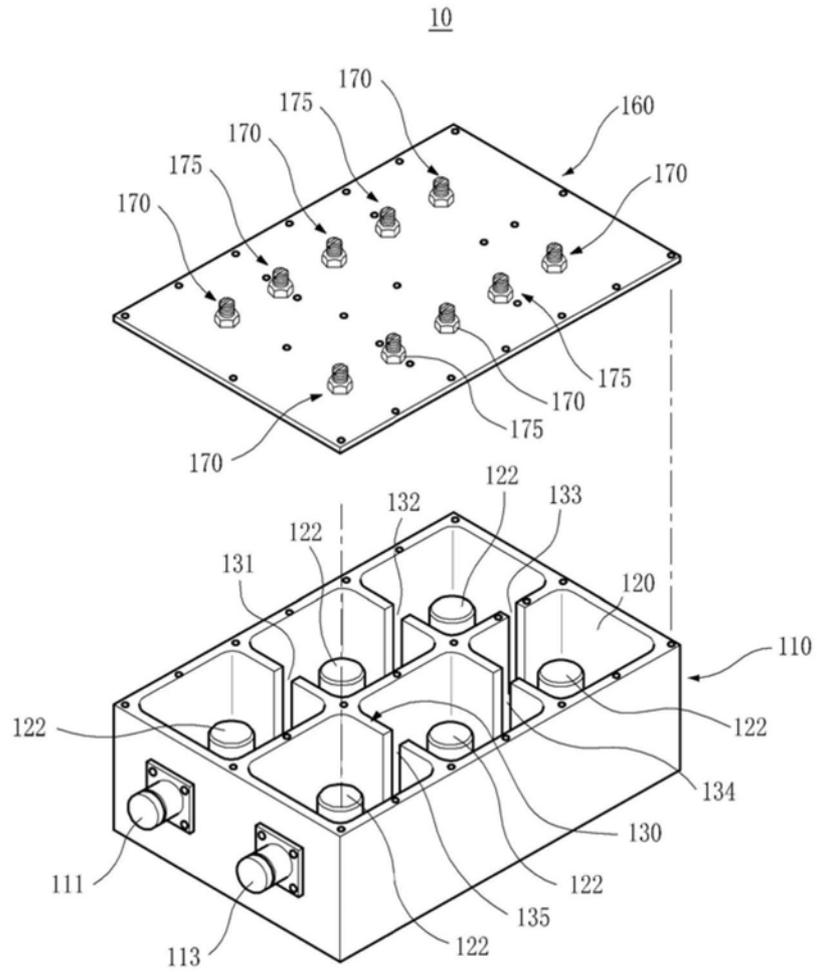


图1

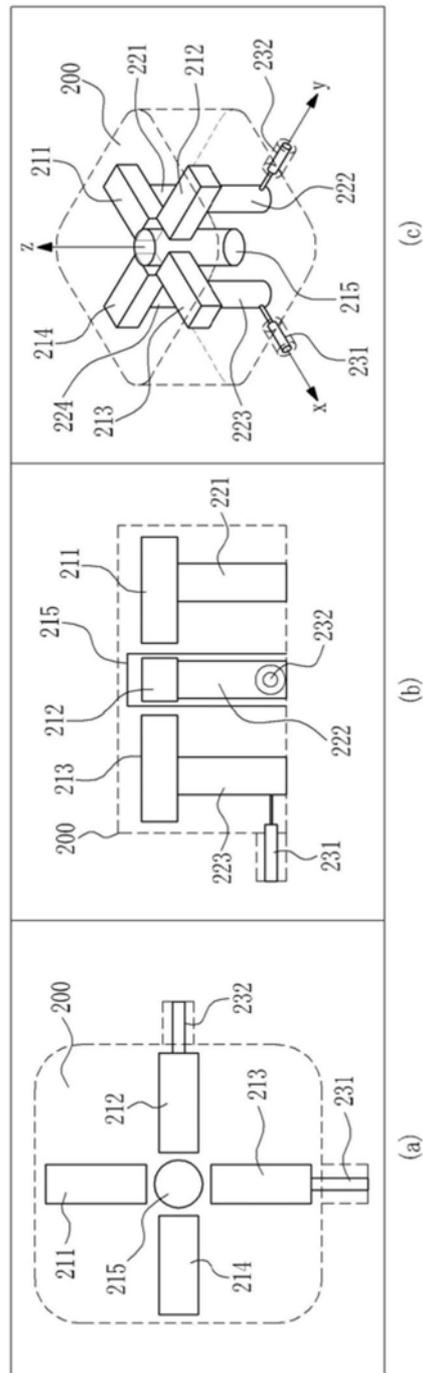


图2

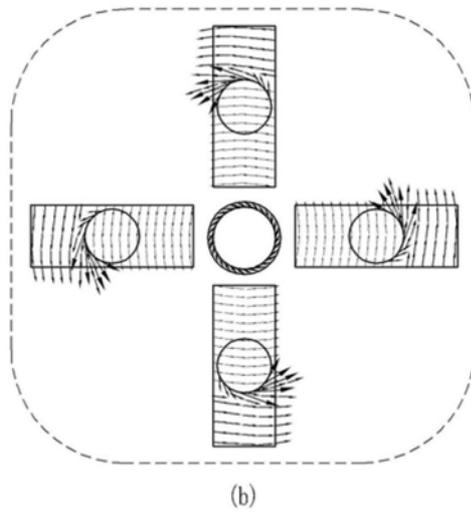
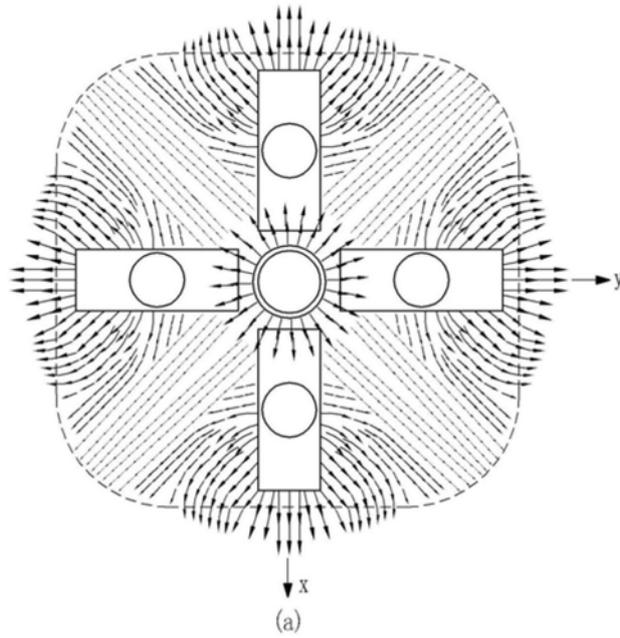
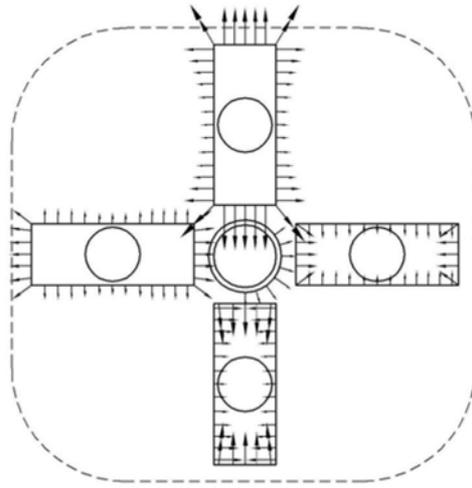
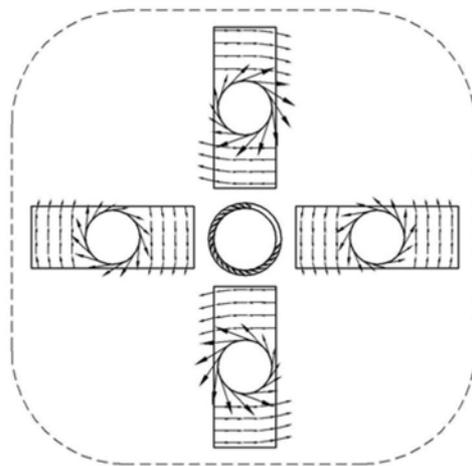


图3a

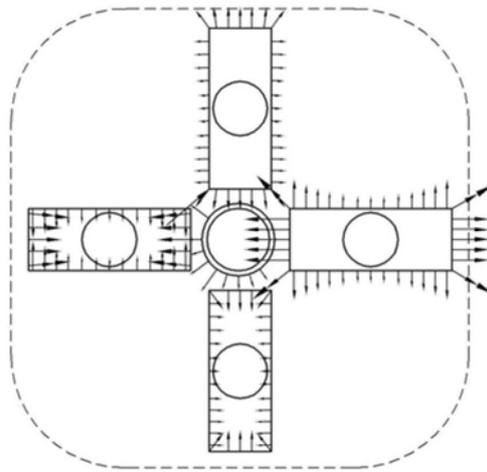


(a)

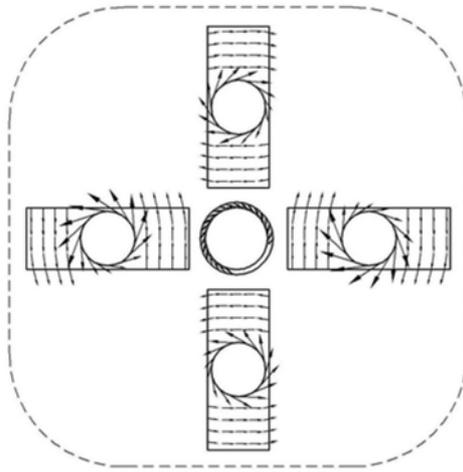


(b)

图3b



(a)



(b)

图3c

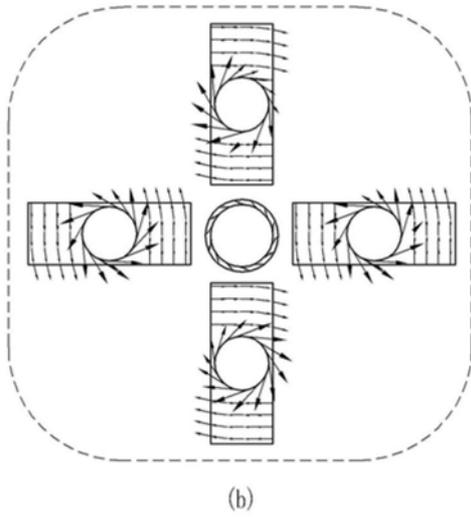
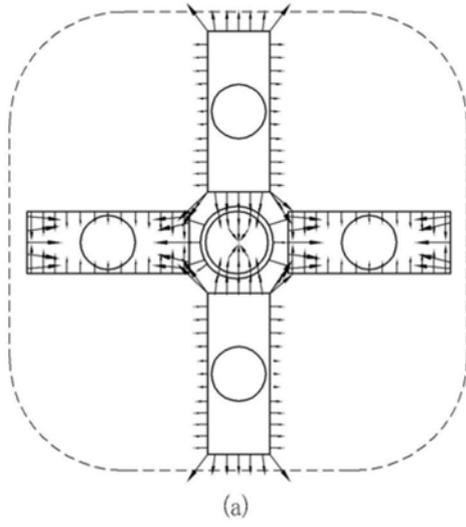
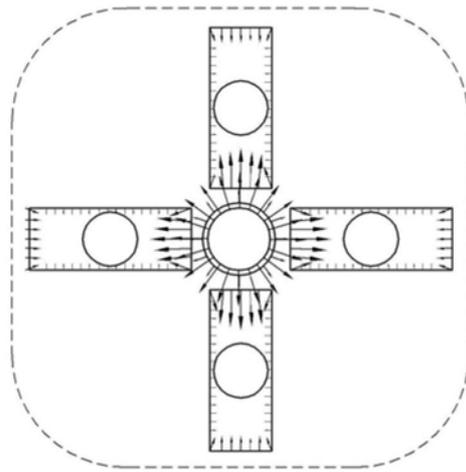
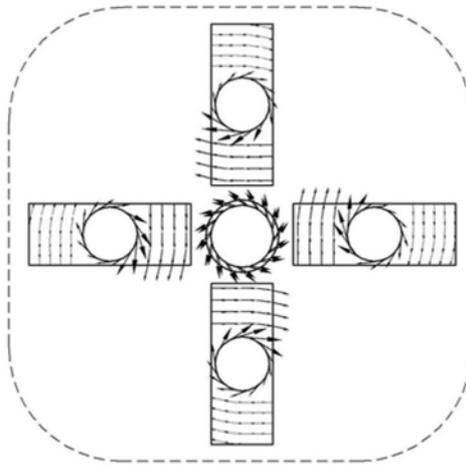


图3d



(a)



(b)

图3e

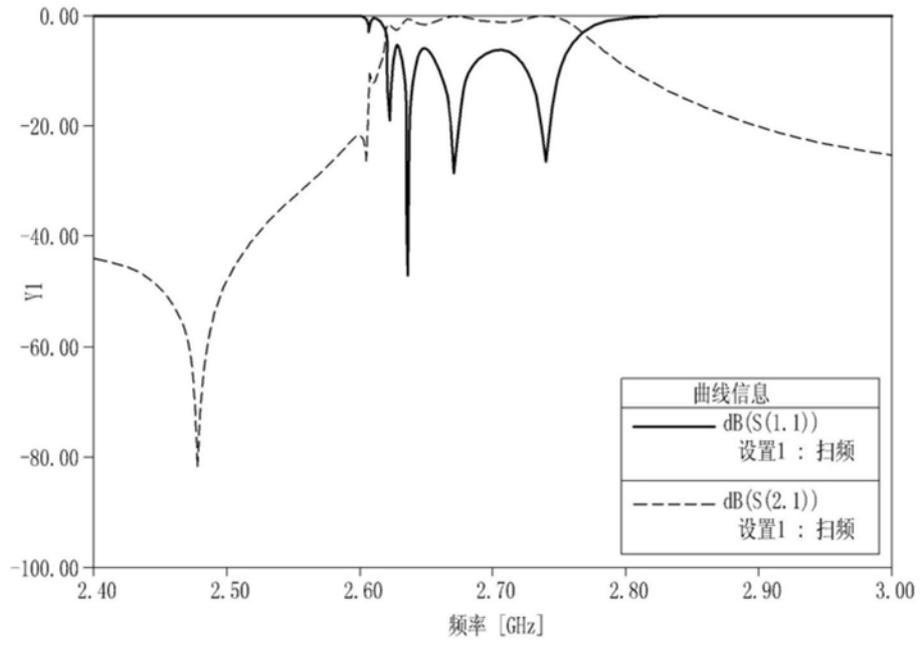


图4

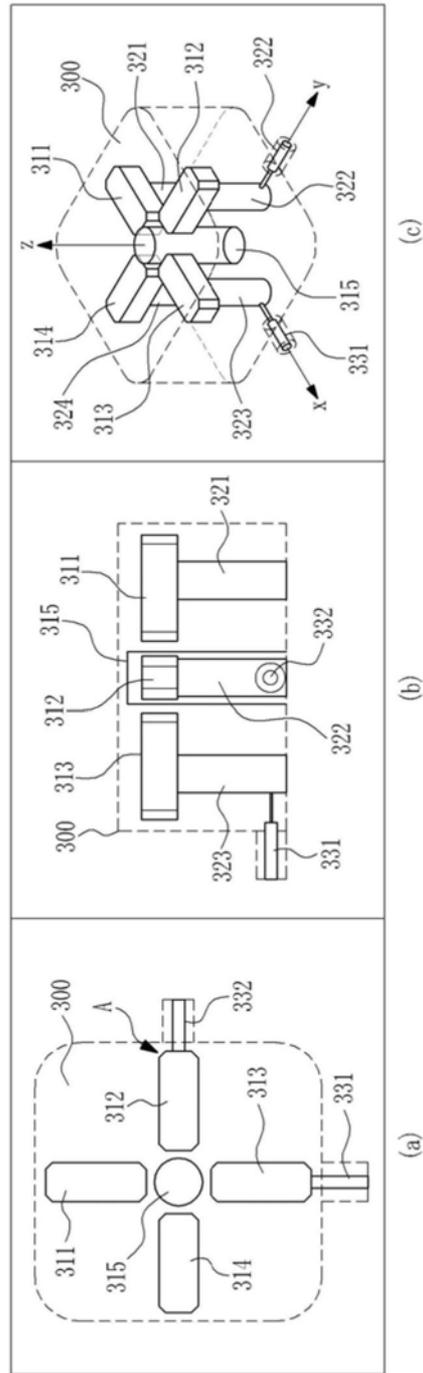


图5

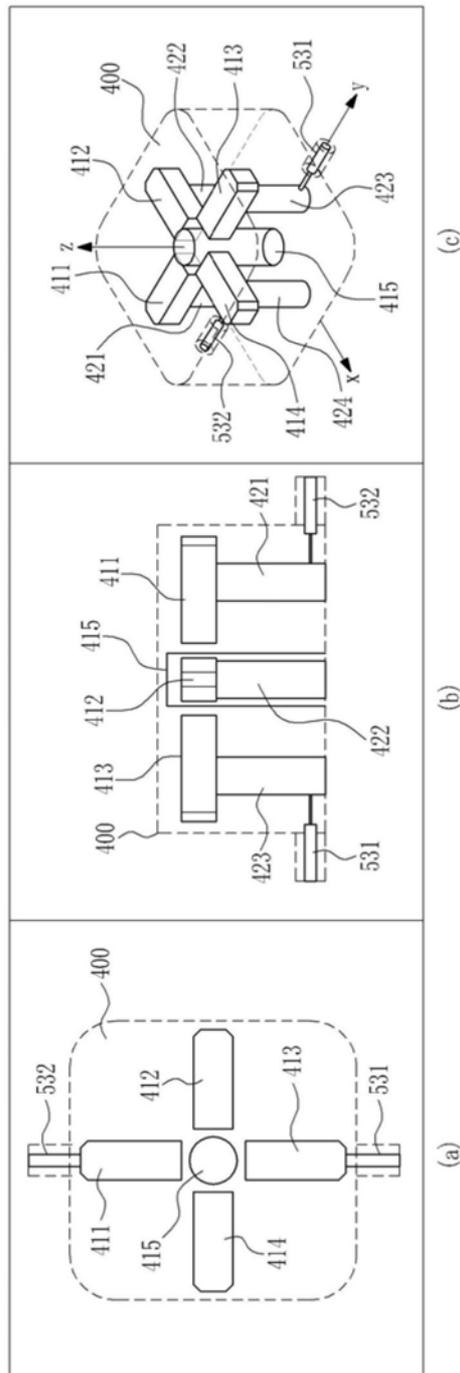


图6

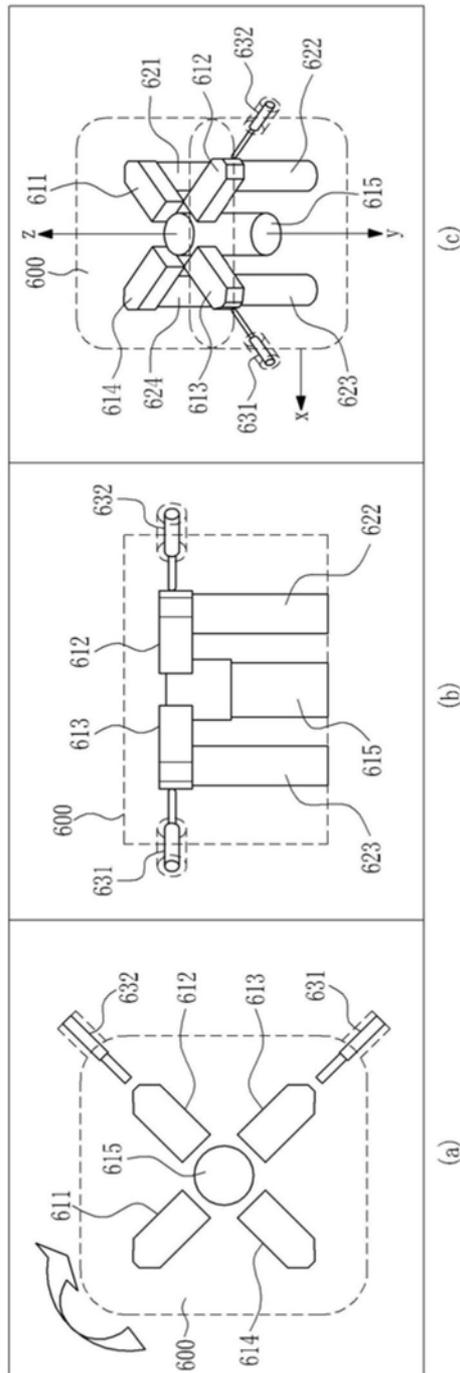


图7

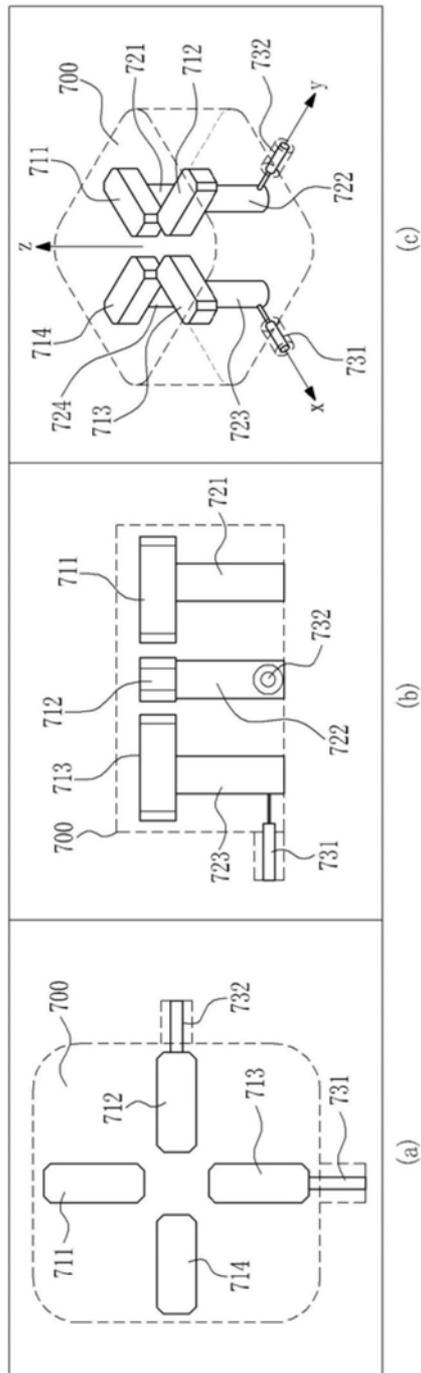


图8

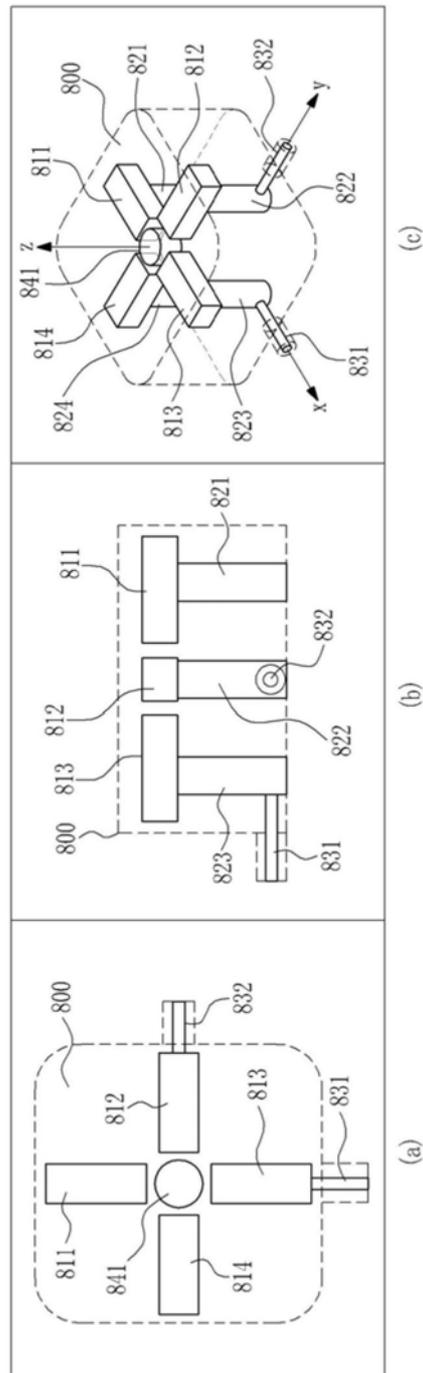


图9

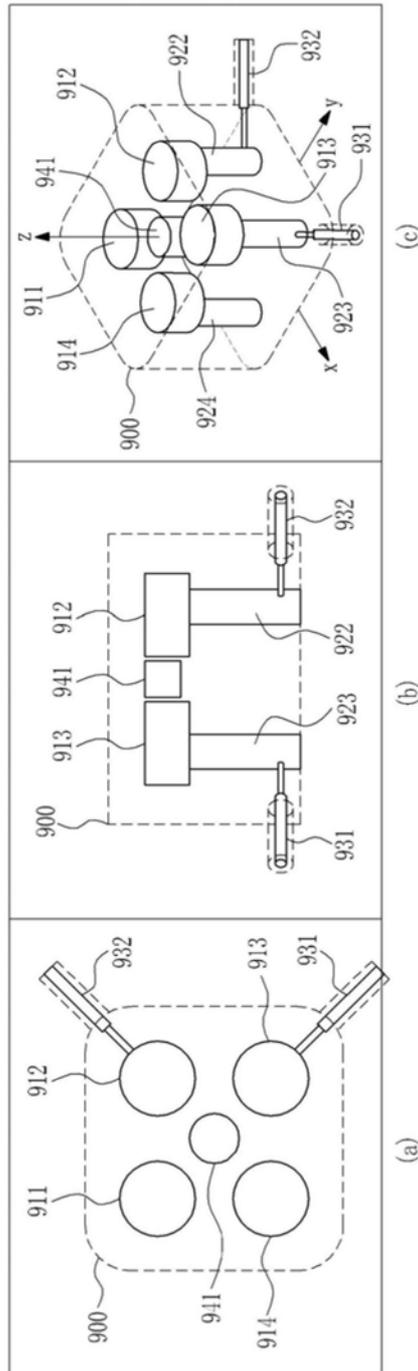


图10

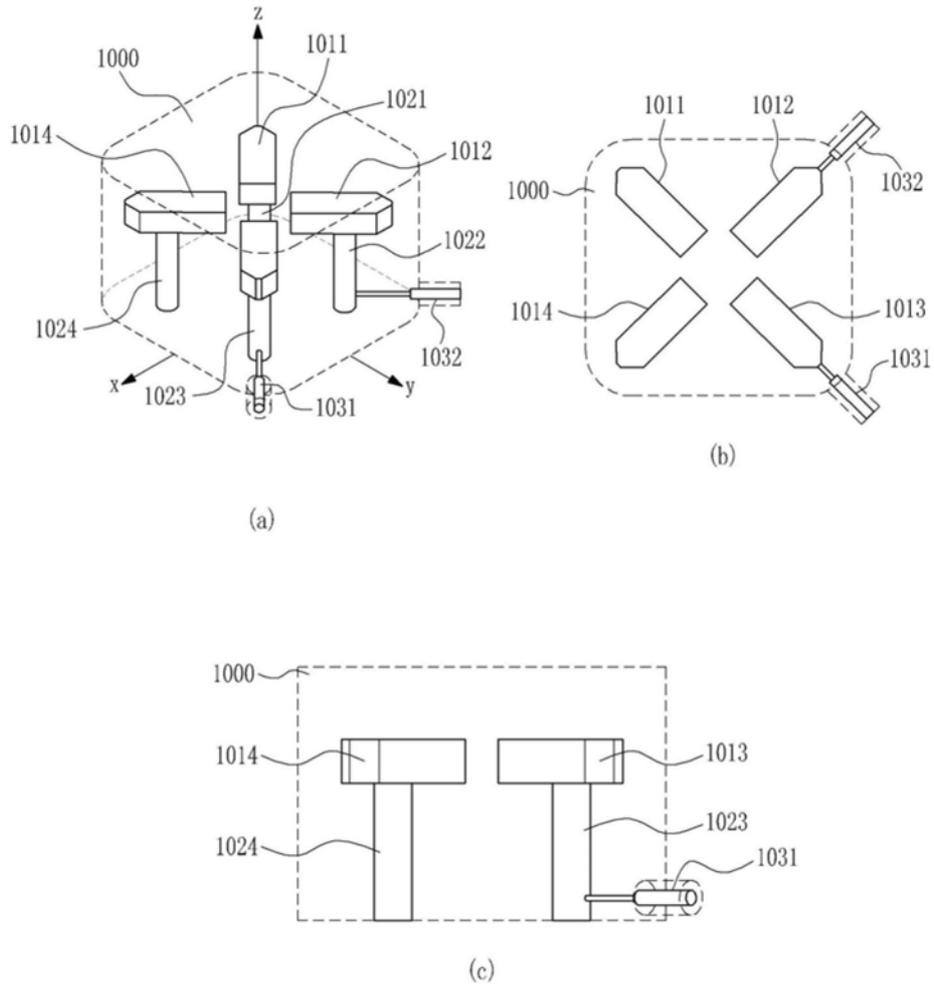


图11

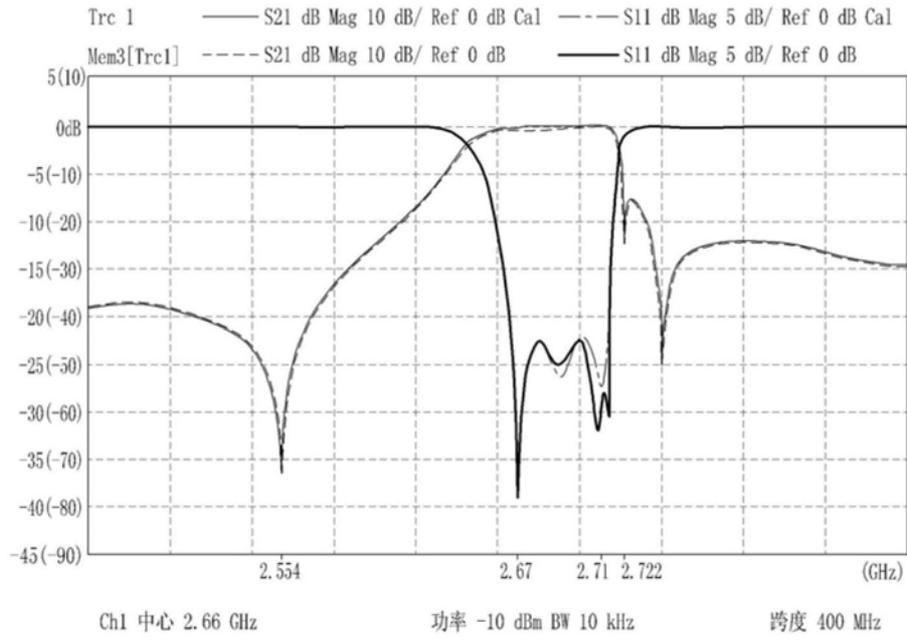


图12

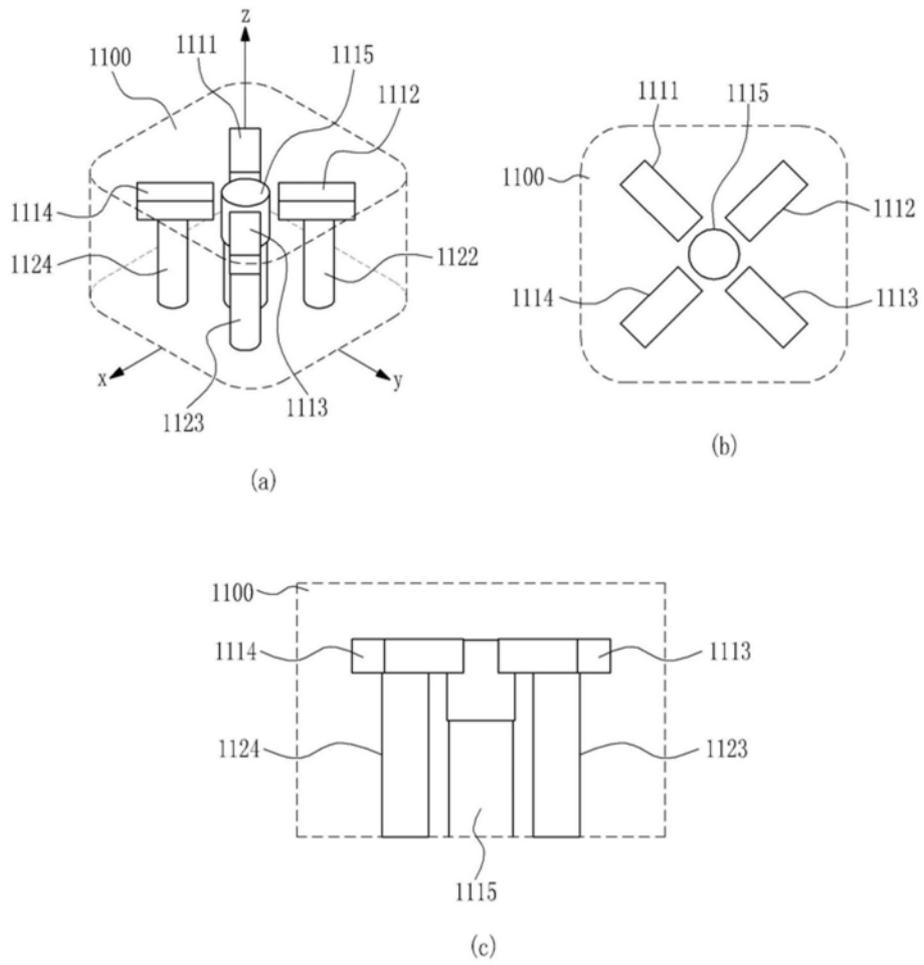
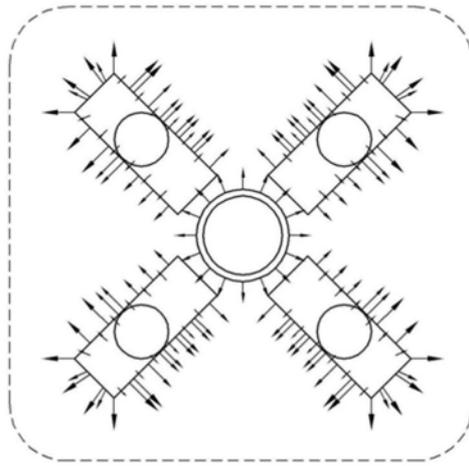
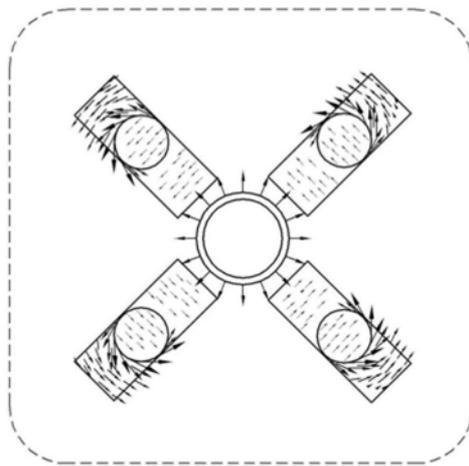


图13

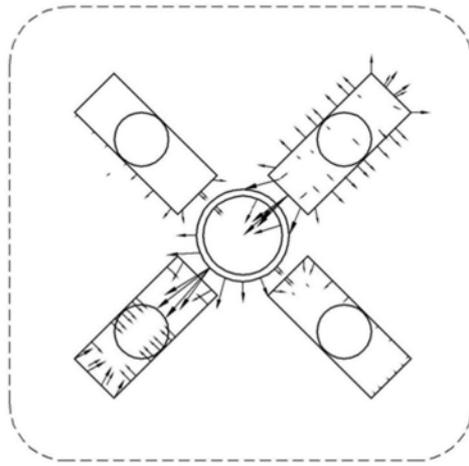


(a)



(b)

图14a

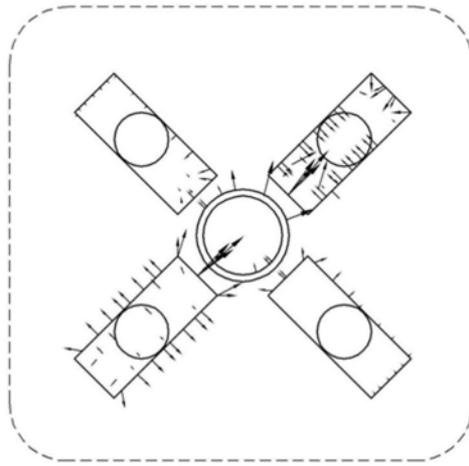


(a)



(b)

图14b

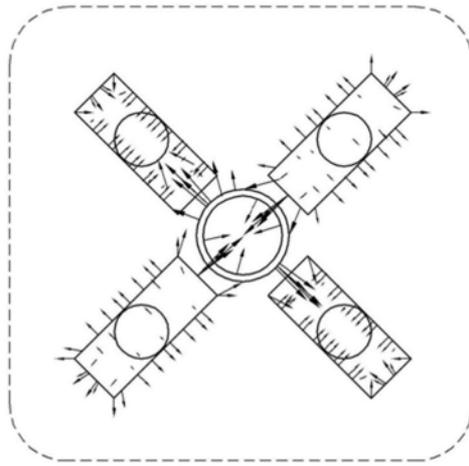


(a)



(b)

图14c

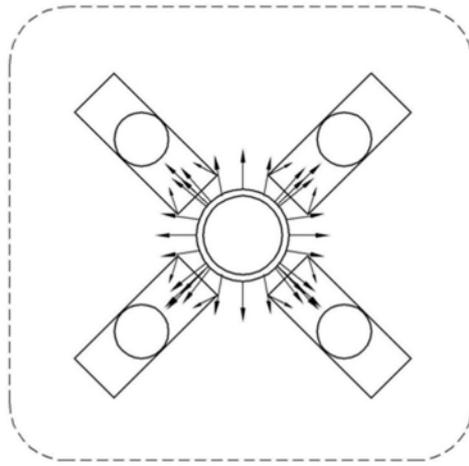


(a)

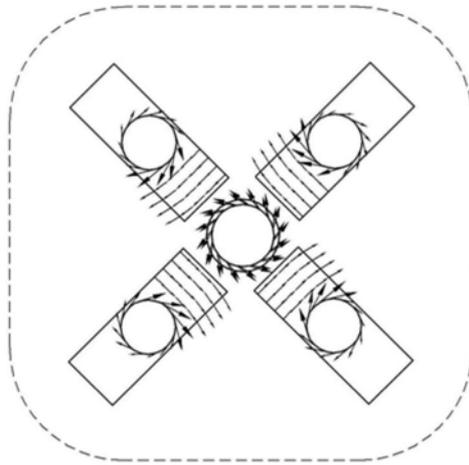


(b)

图14d



(a)



(b)

图14e

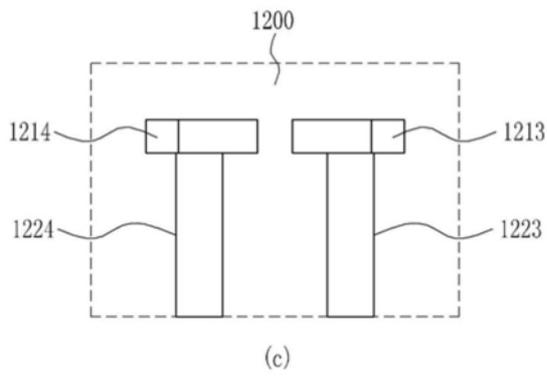
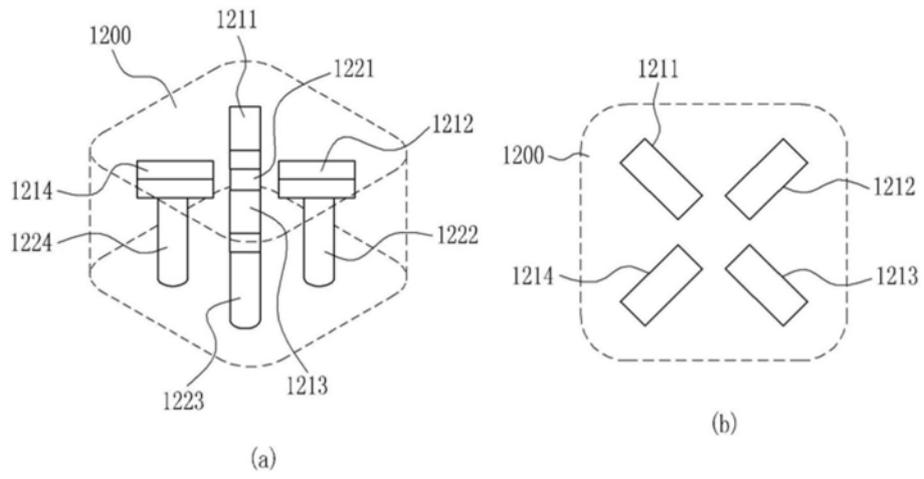
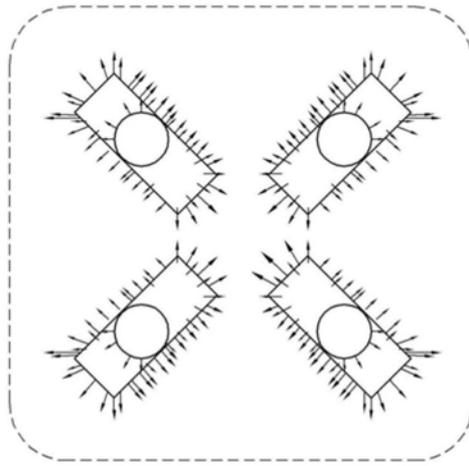
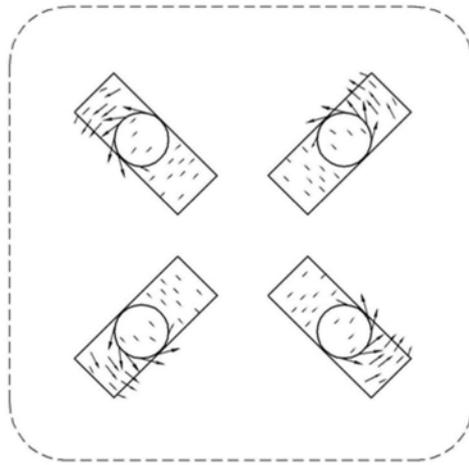


图15

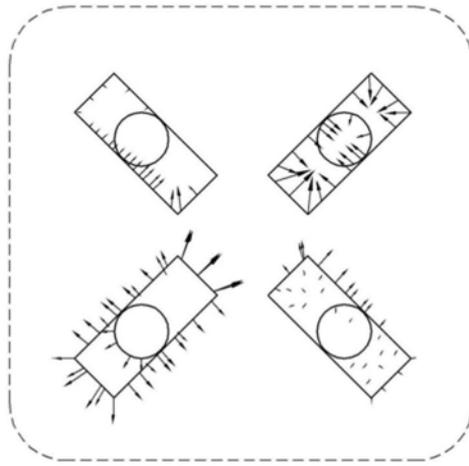


(a)

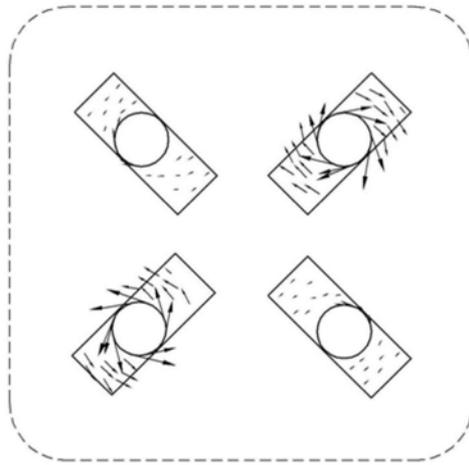


(b)

图16a

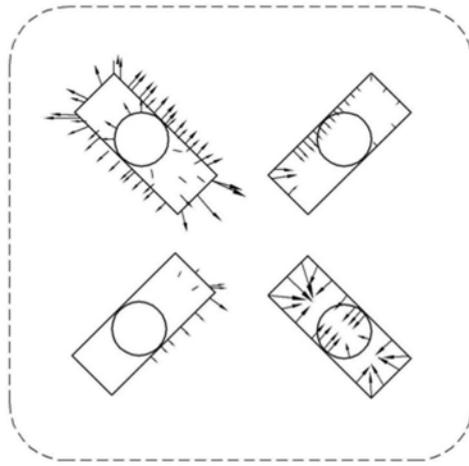


(a)

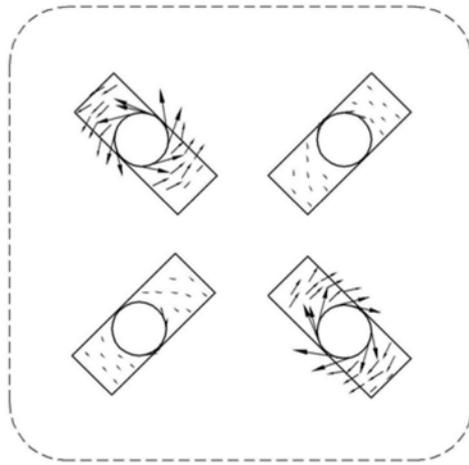


(b)

图16b

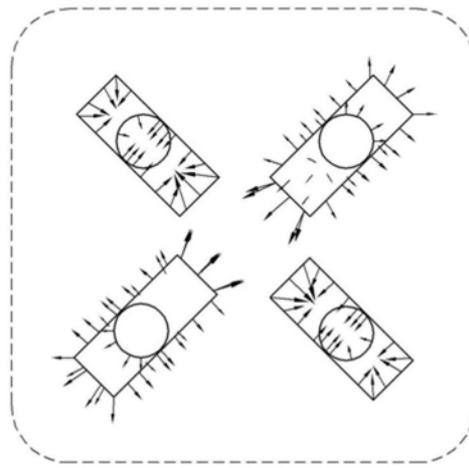


(a)

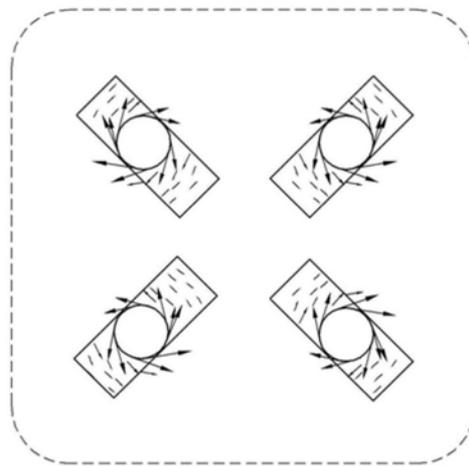


(b)

图16c



(a)



(b)

图16d

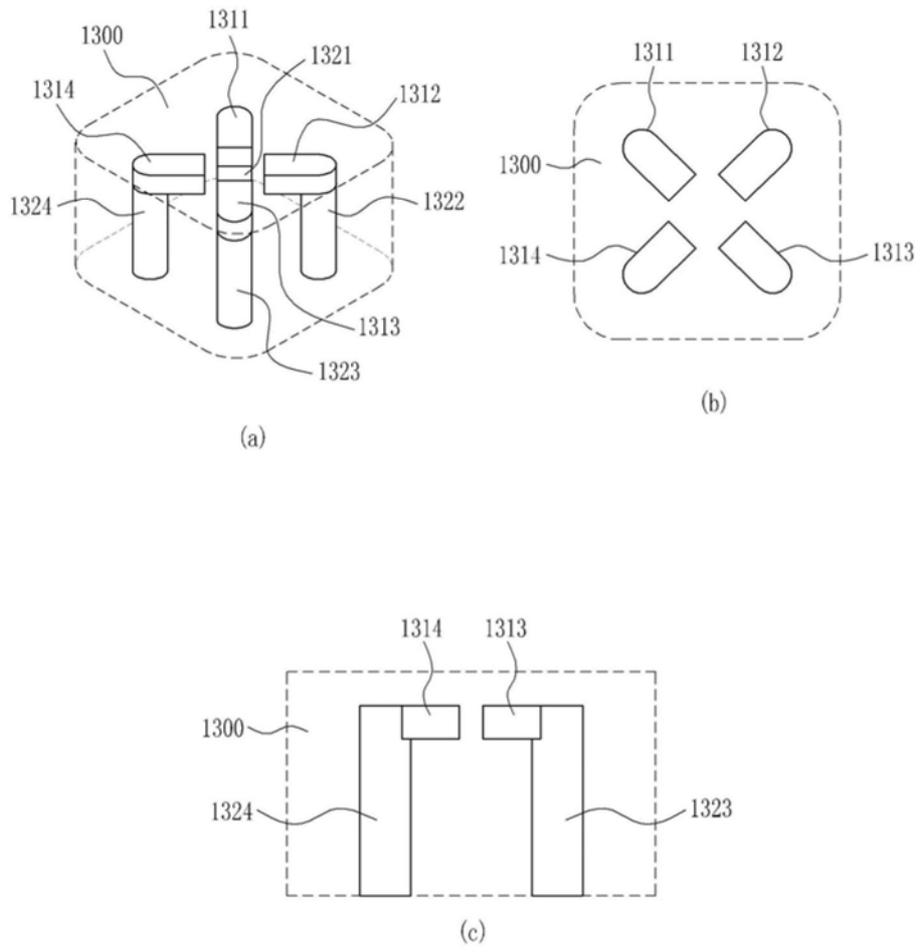
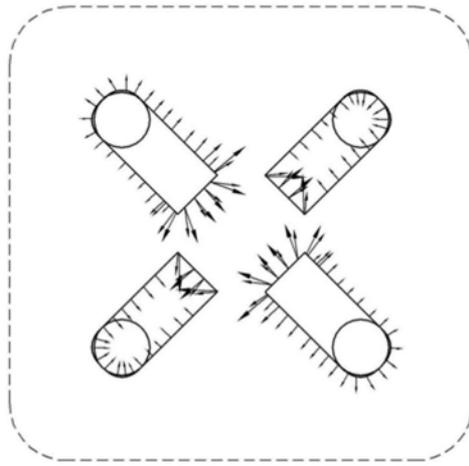
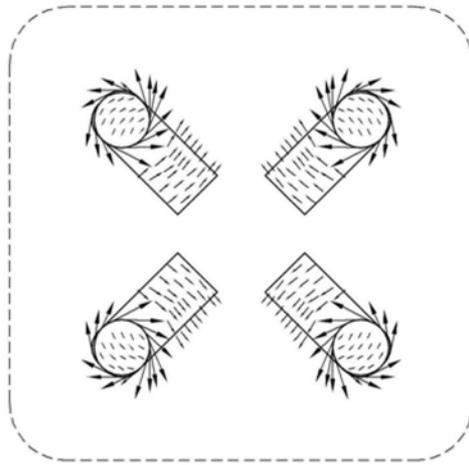


图17

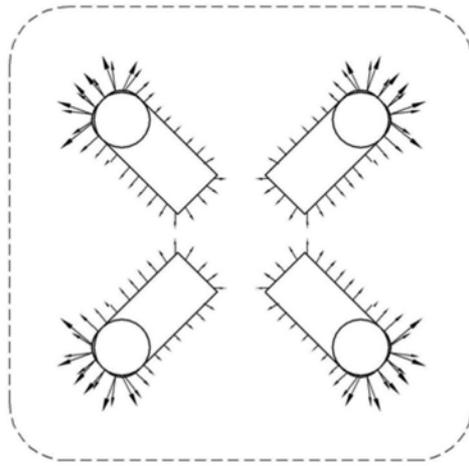


(a)

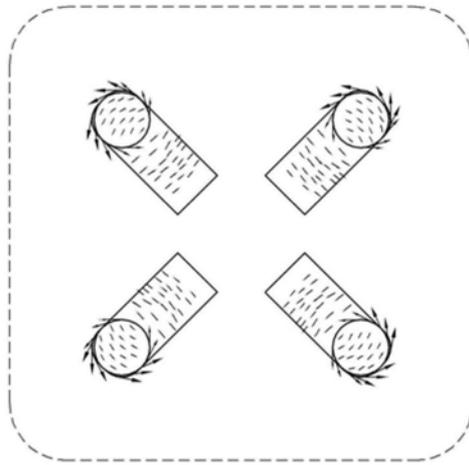


(b)

图18a

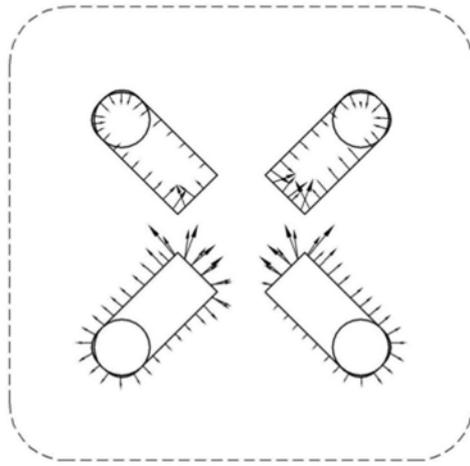


(a)

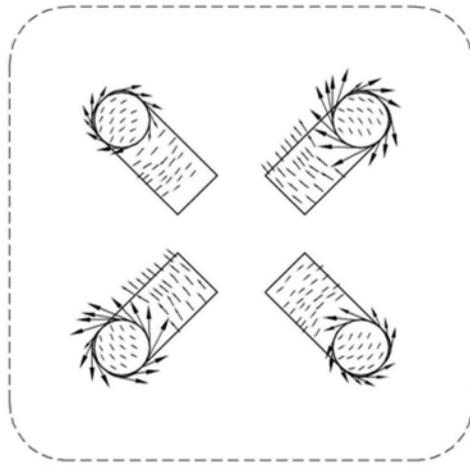


(b)

图18b

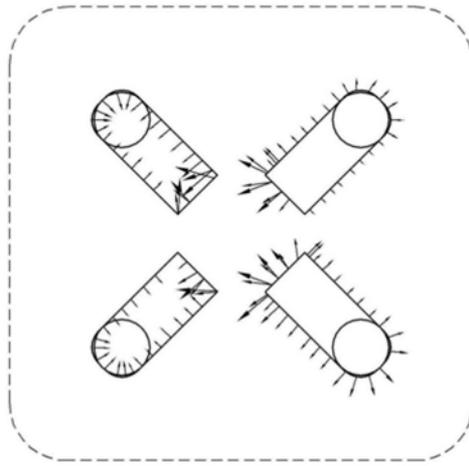


(a)

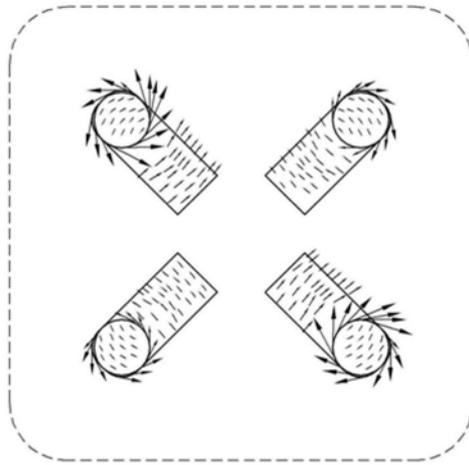


(b)

图18c



(a)



(b)

图18d

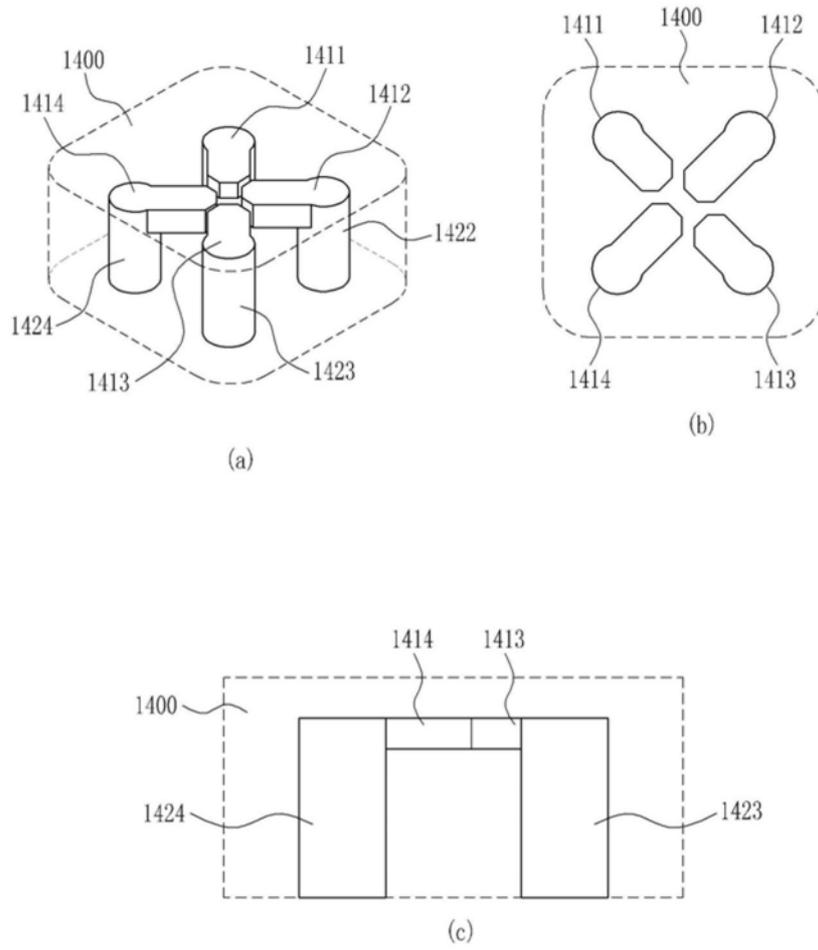
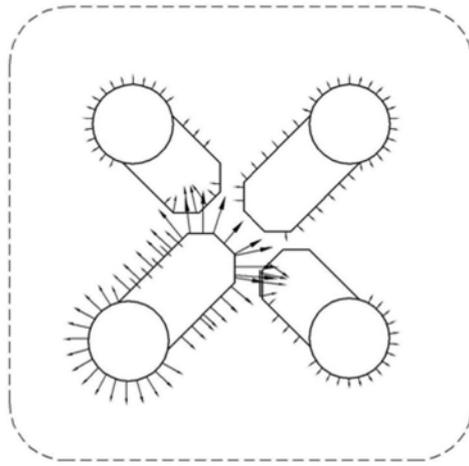
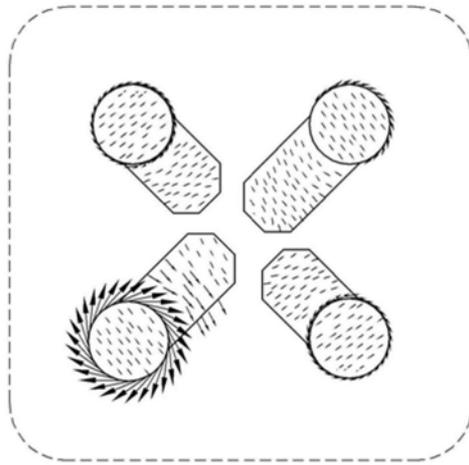


图19

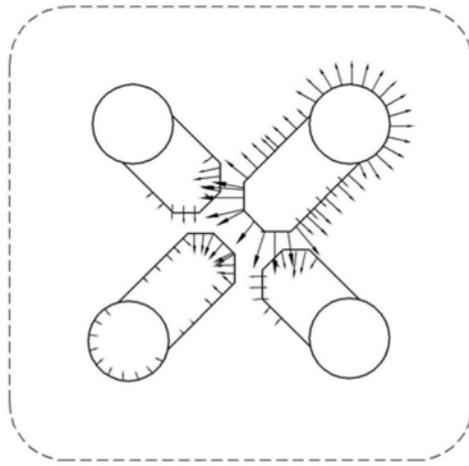


(a)

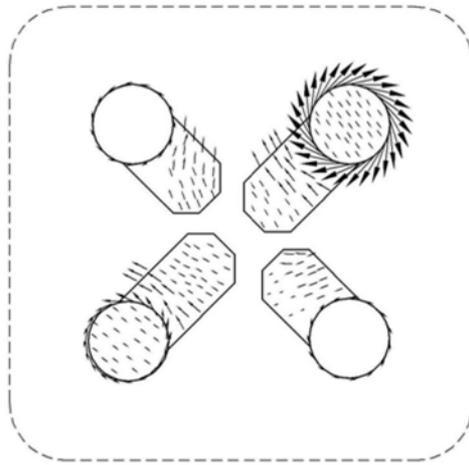


(b)

图20a

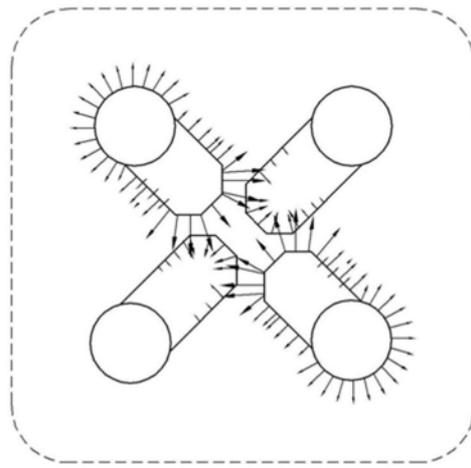


(a)

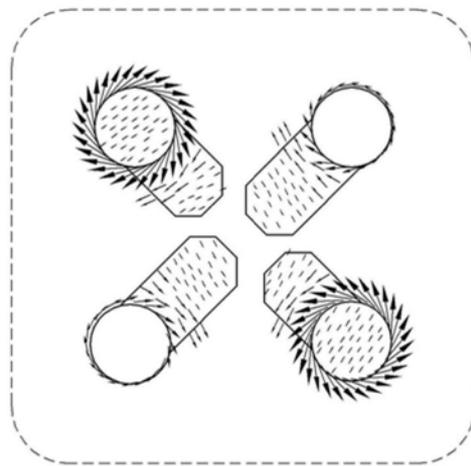


(b)

图20b

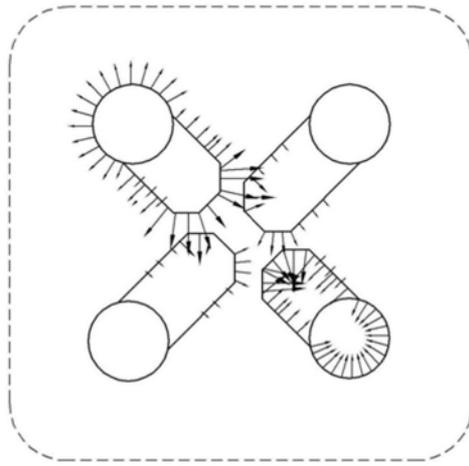


(a)

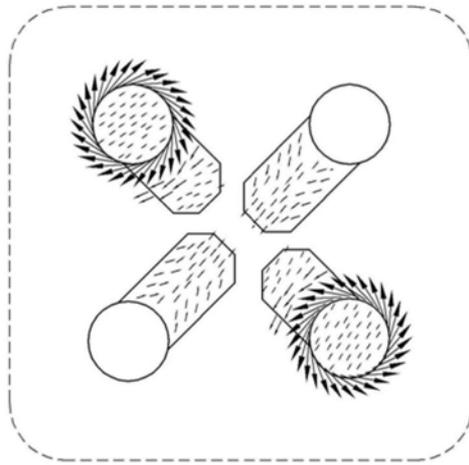


(b)

图20c



(a)



(b)

图20d

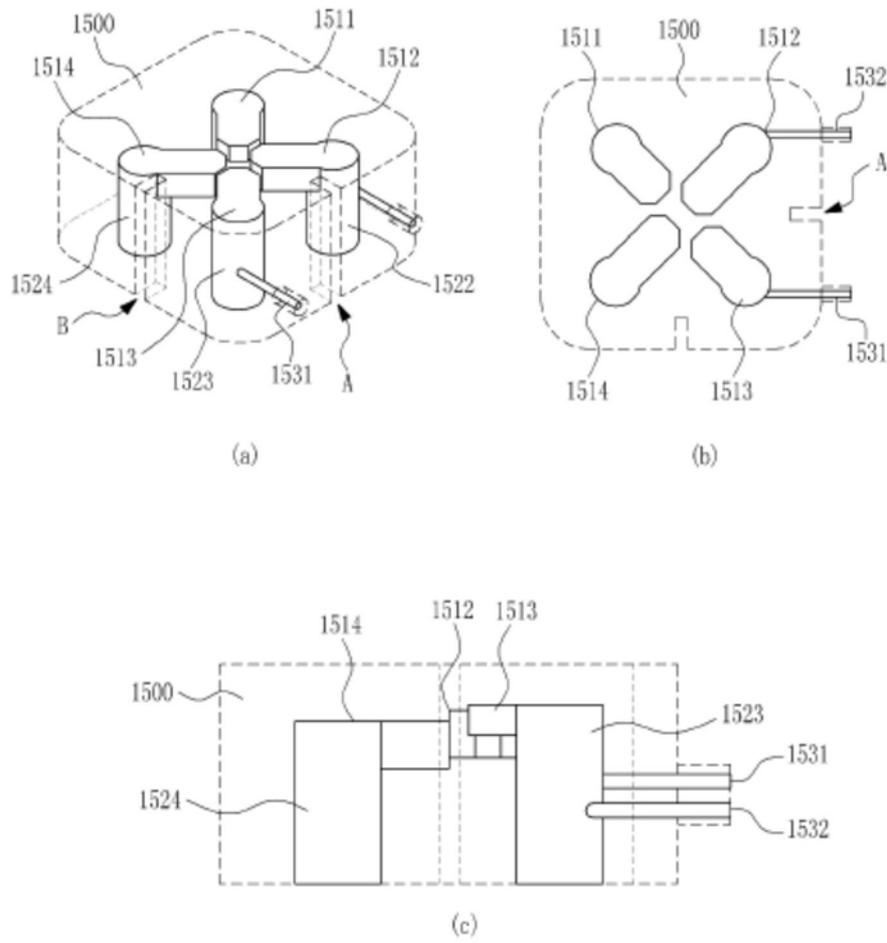


图21

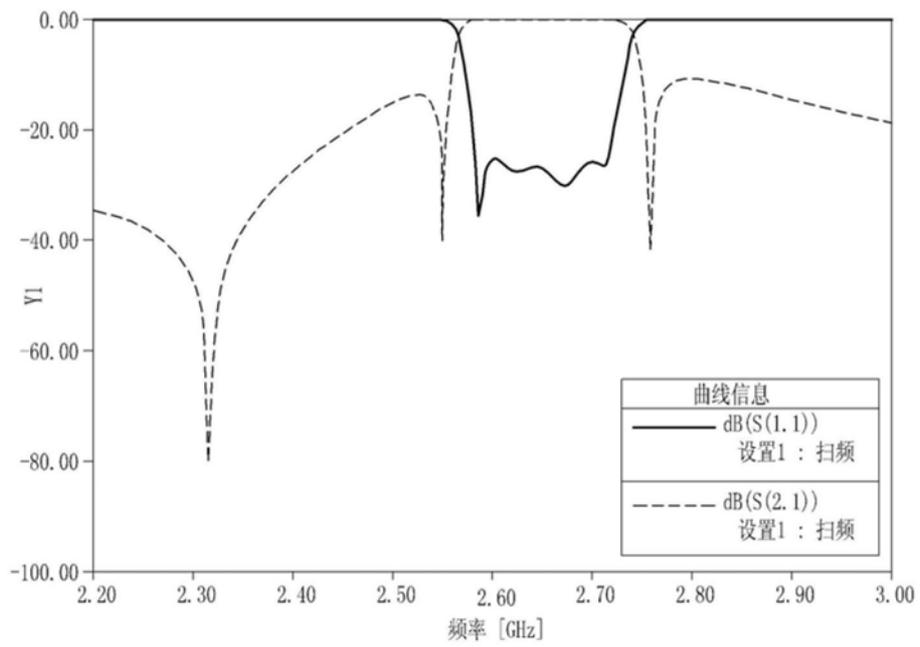


图22

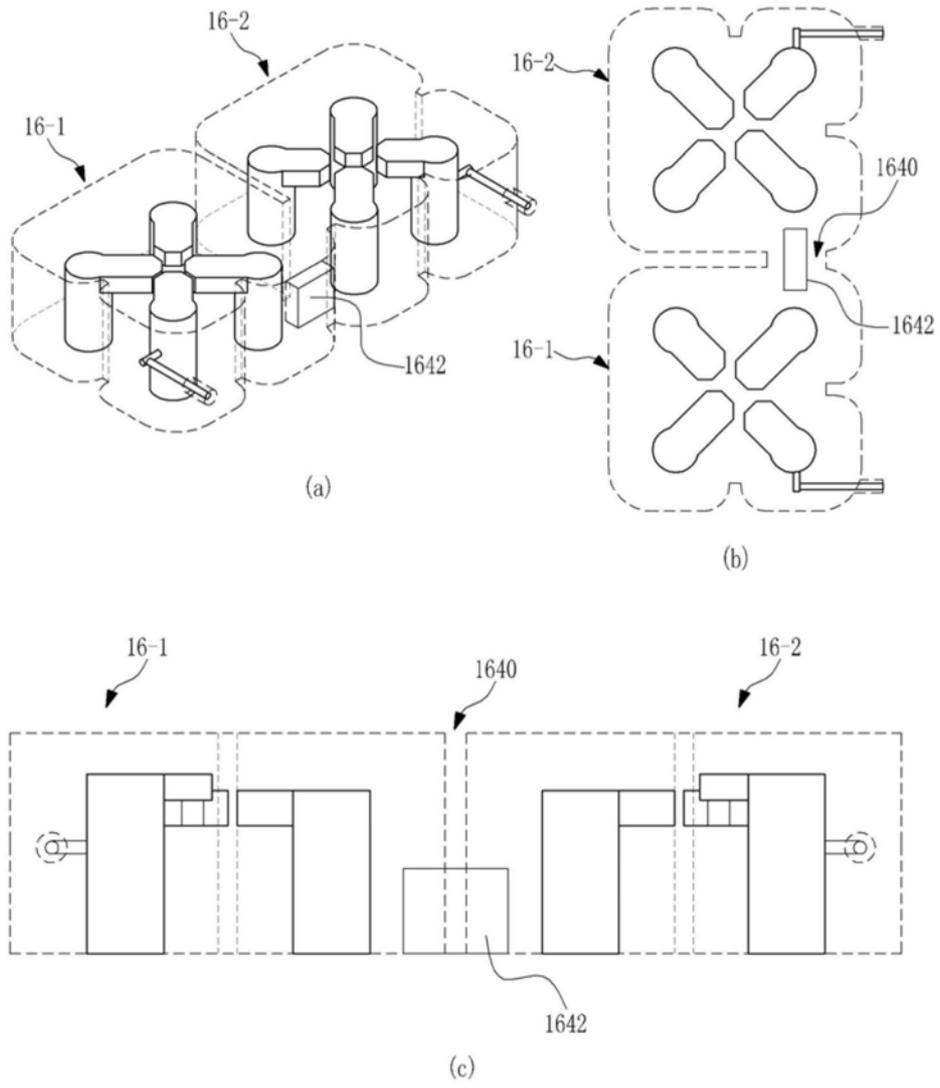


图23

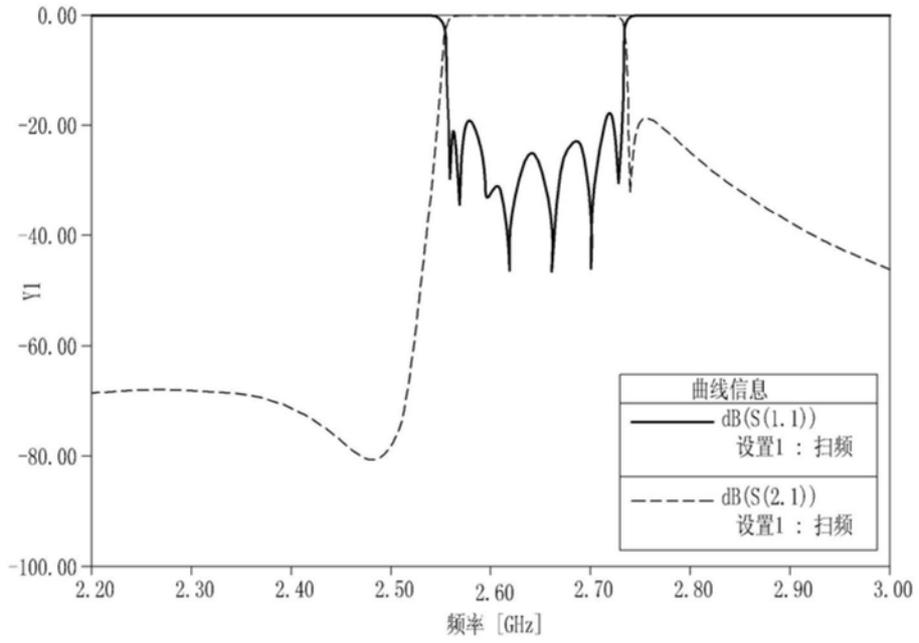


图24

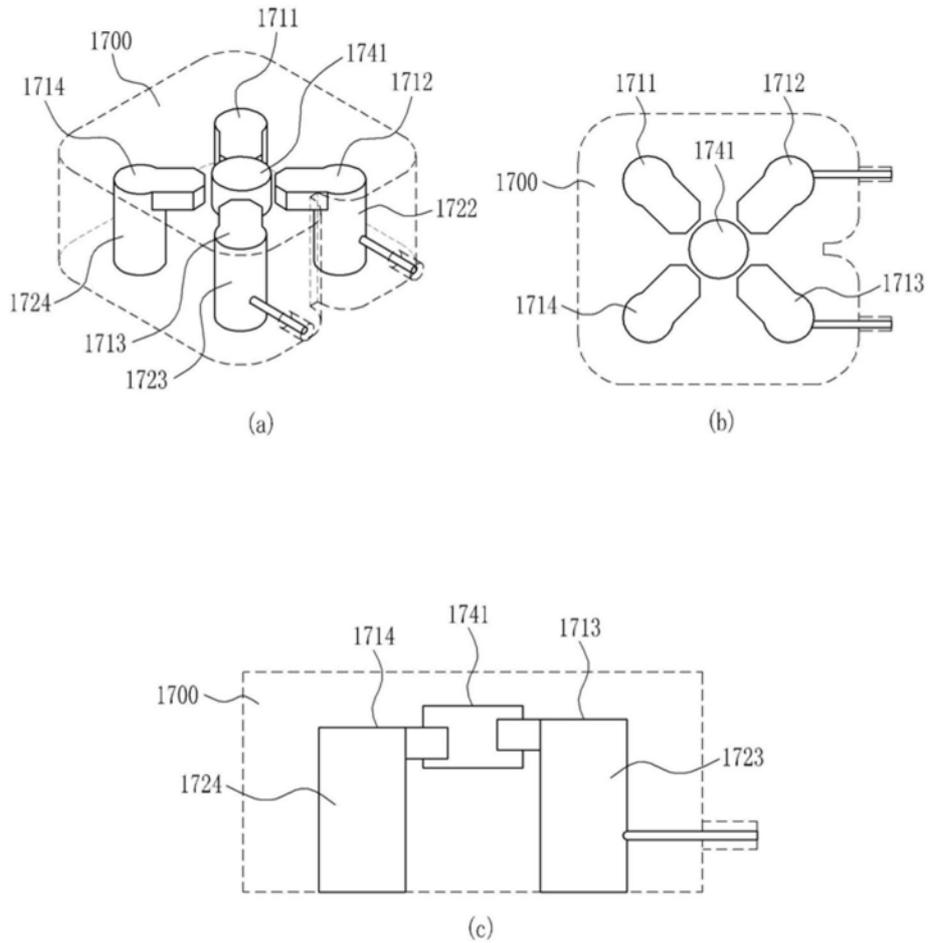


图25

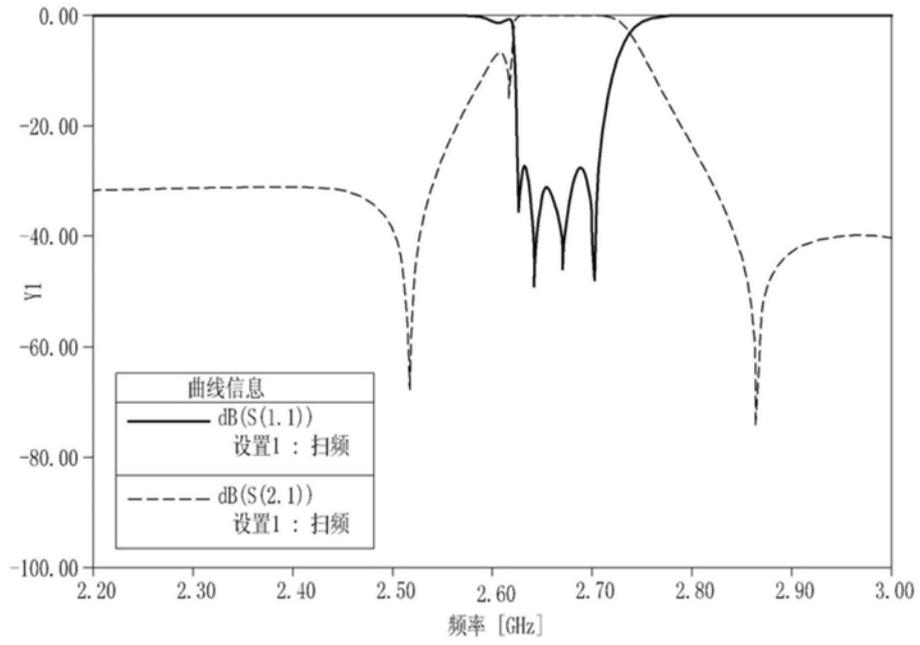


图26

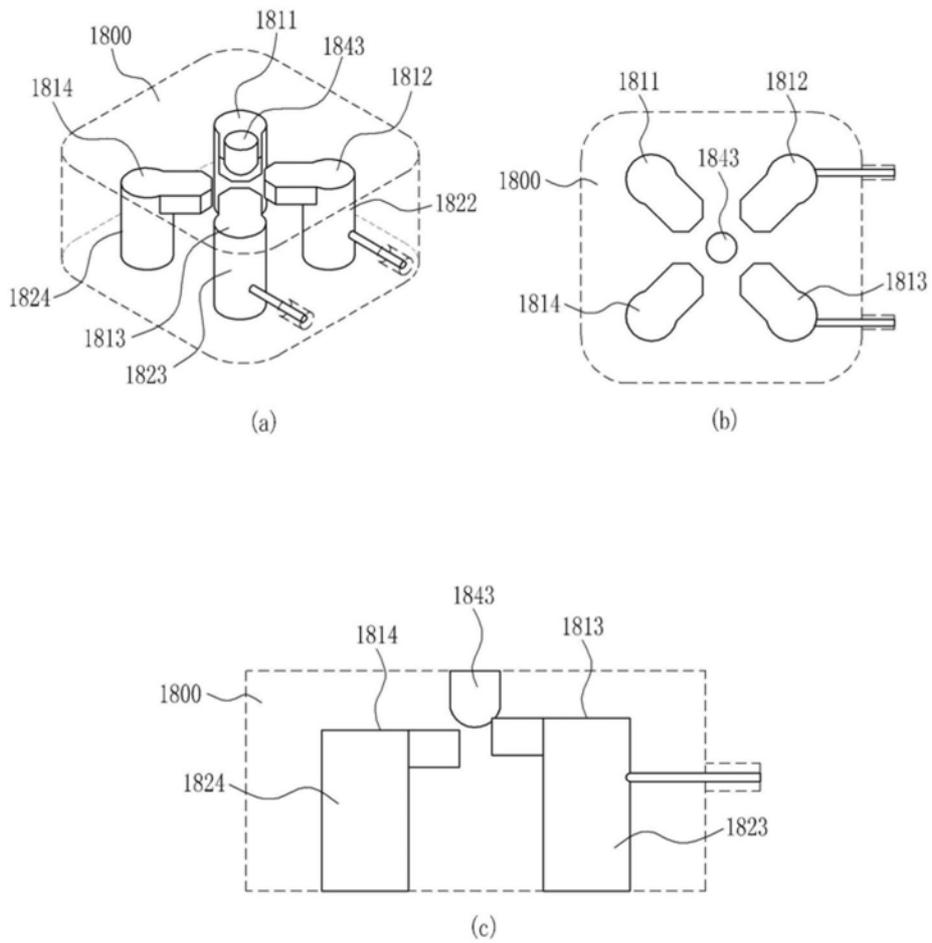


图27

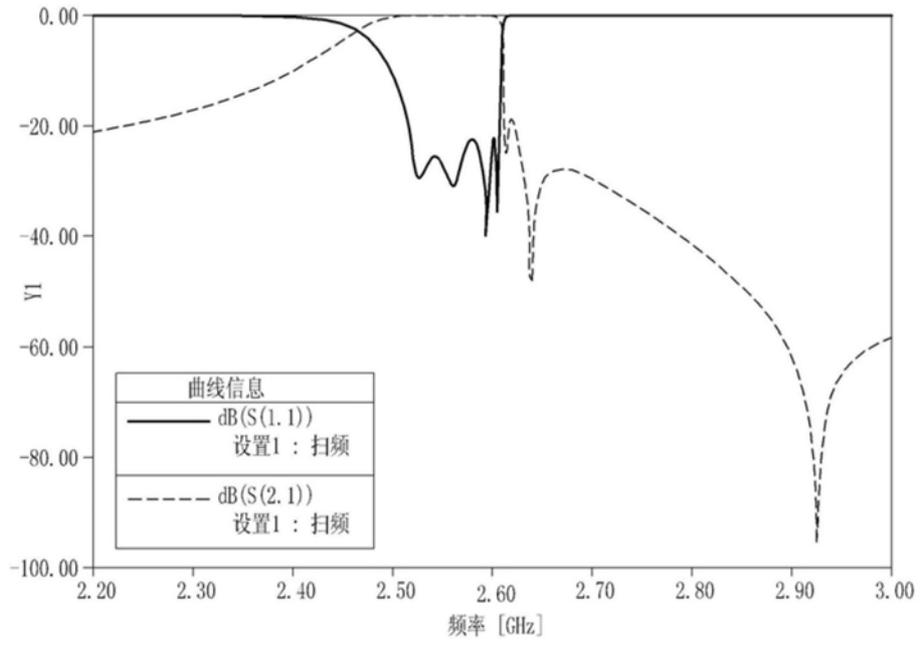


图28

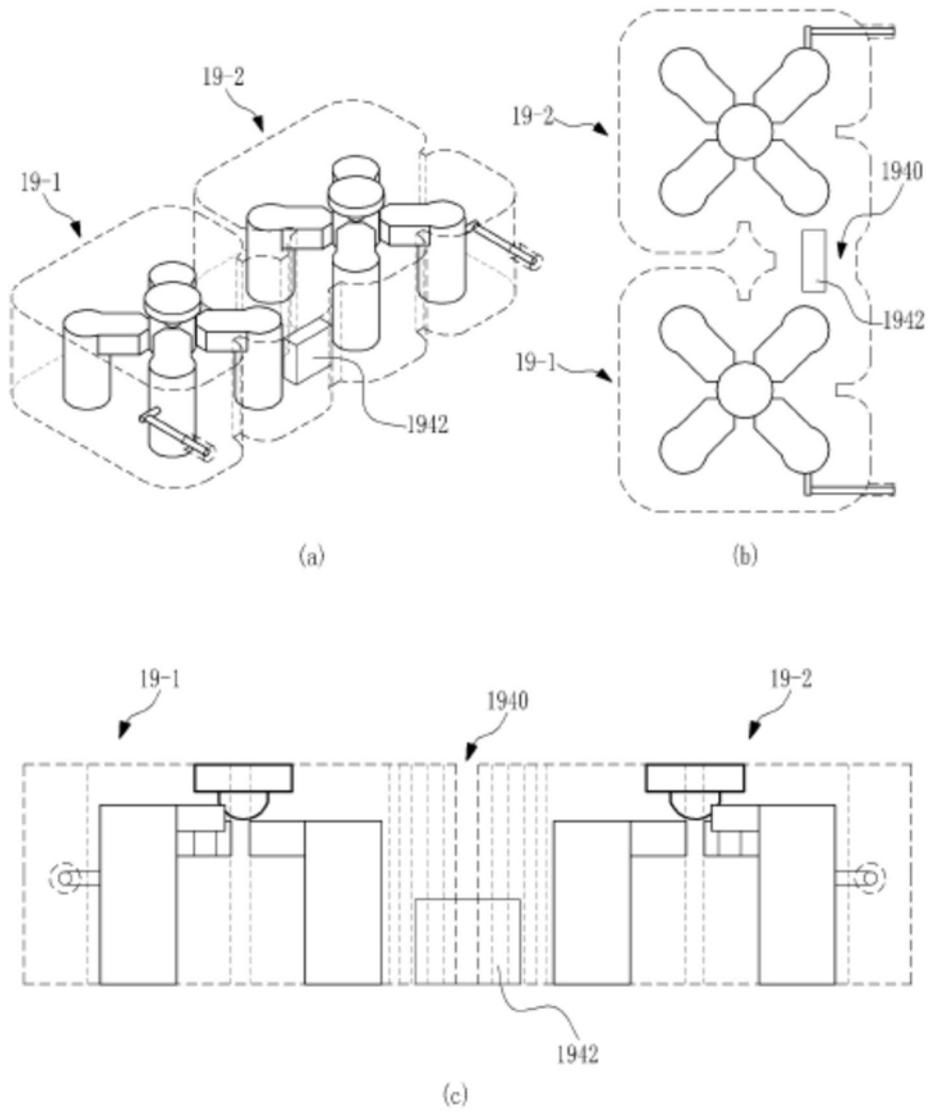


图29

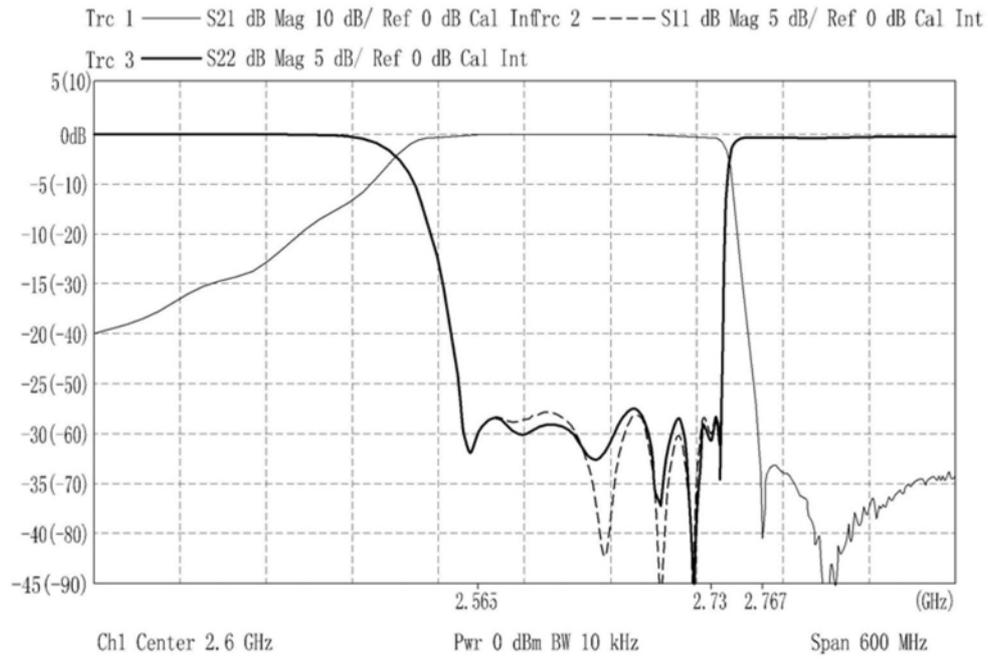


图30

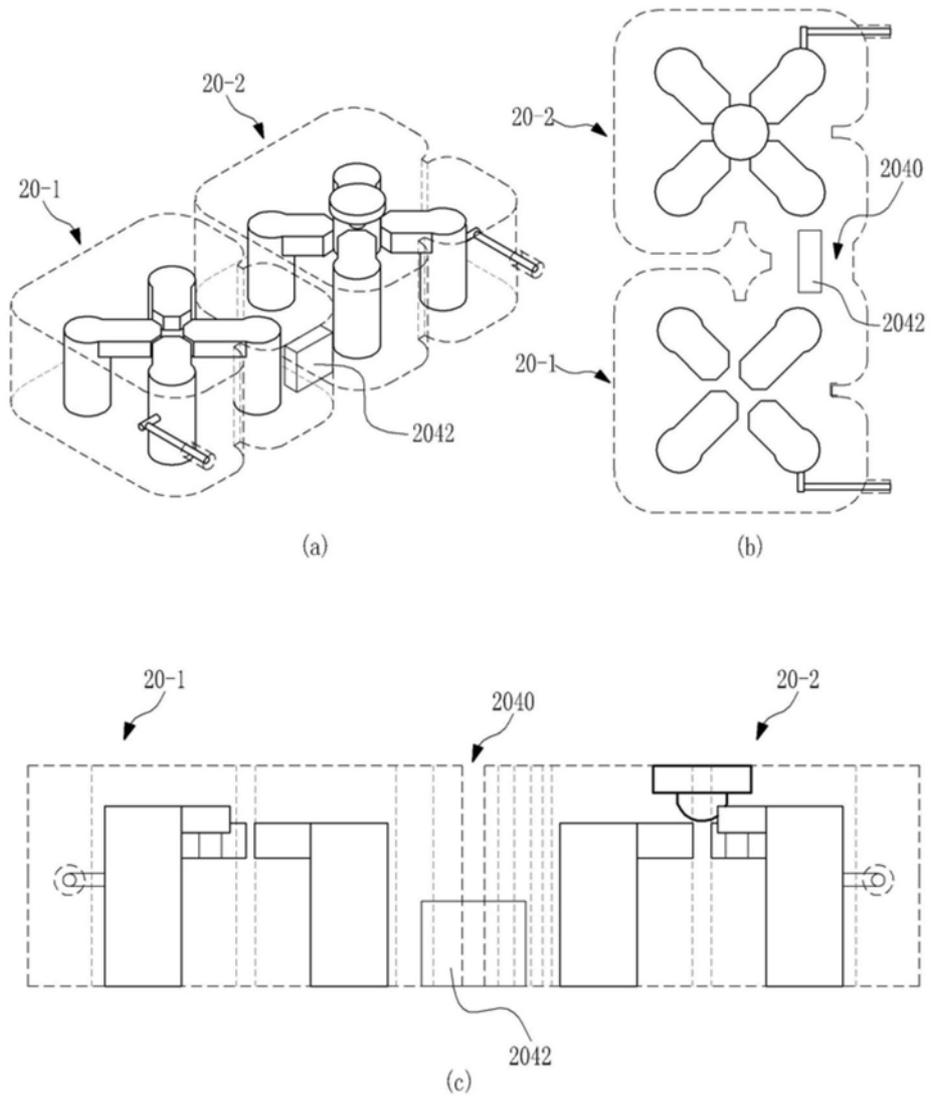


图31

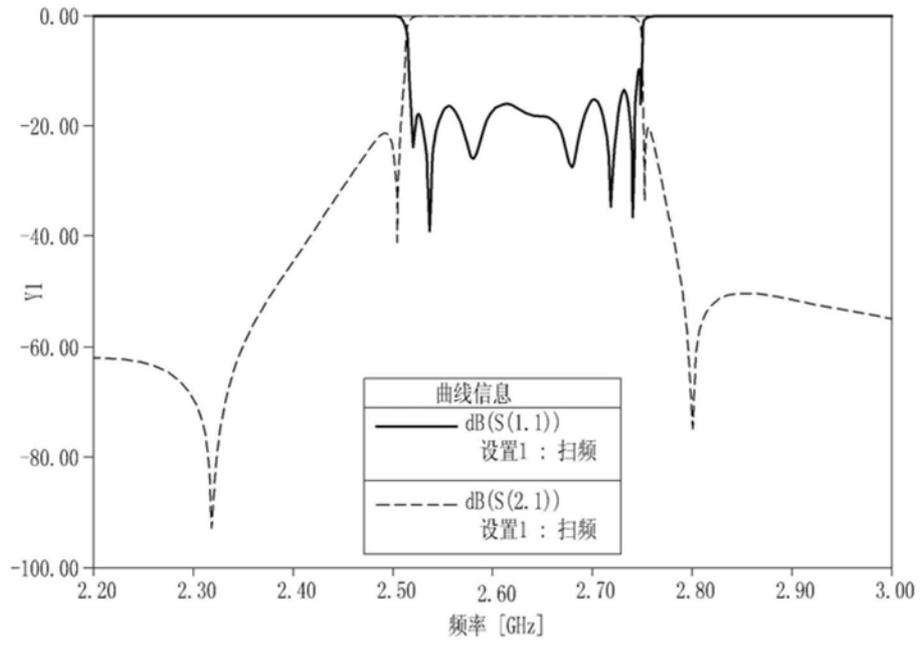


图32

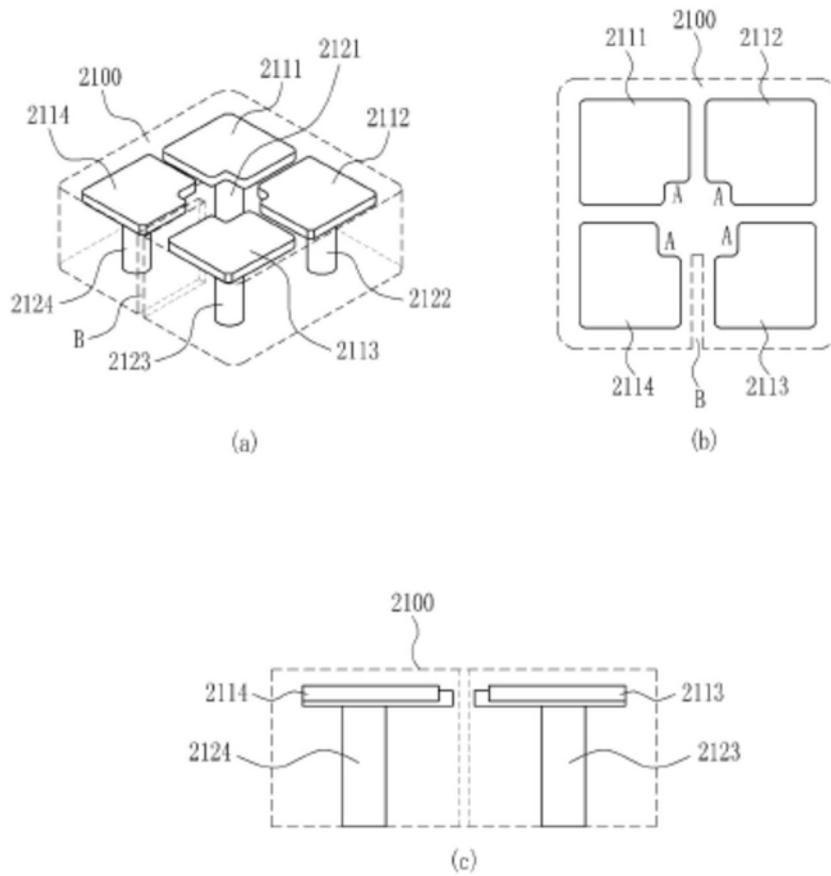
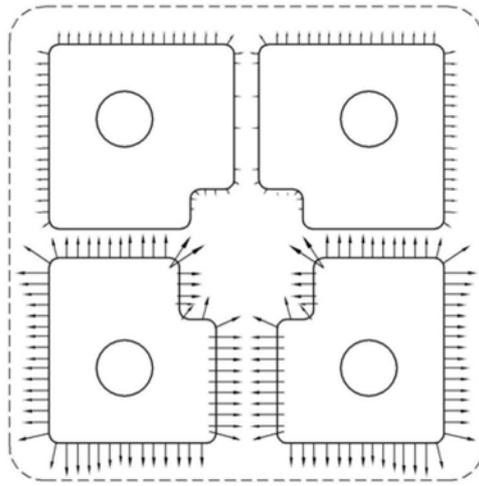
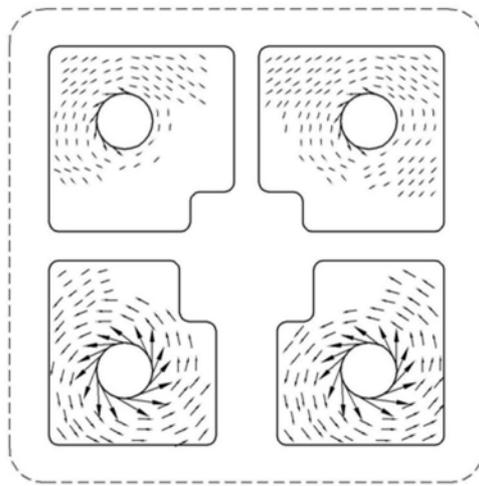


图33



(a)



(b)

图34a

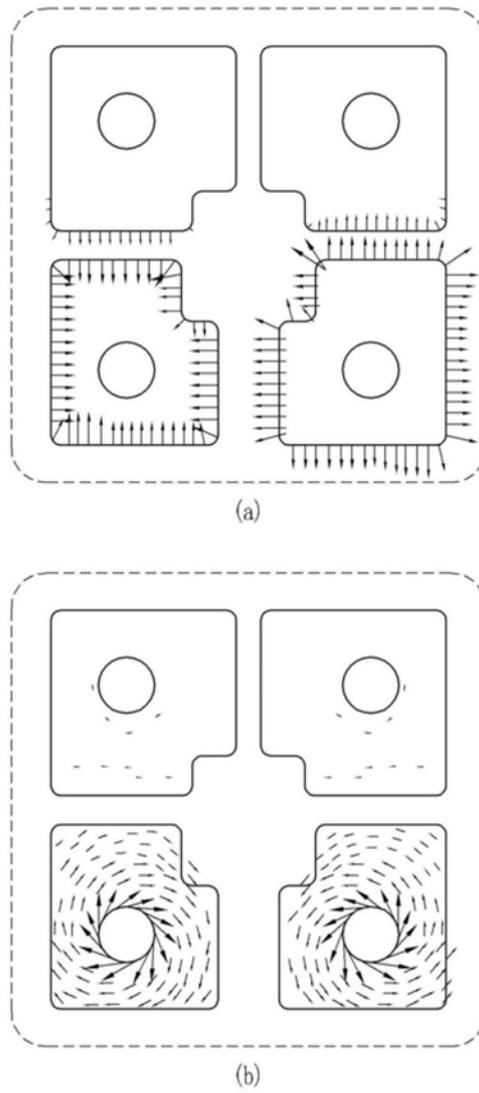
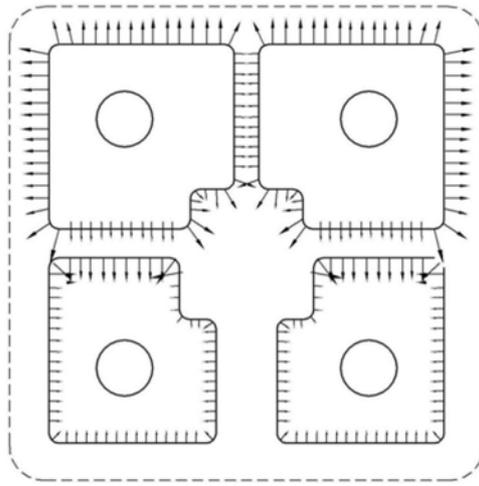
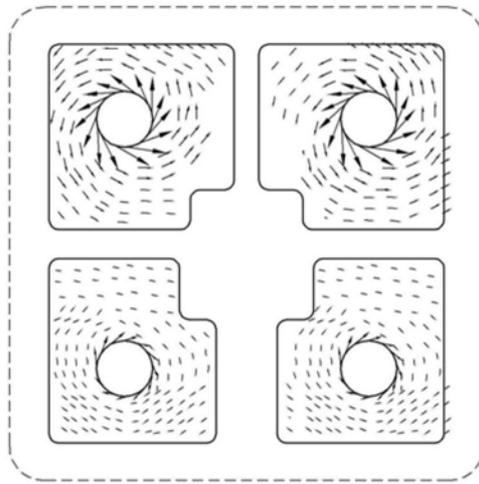


图34b

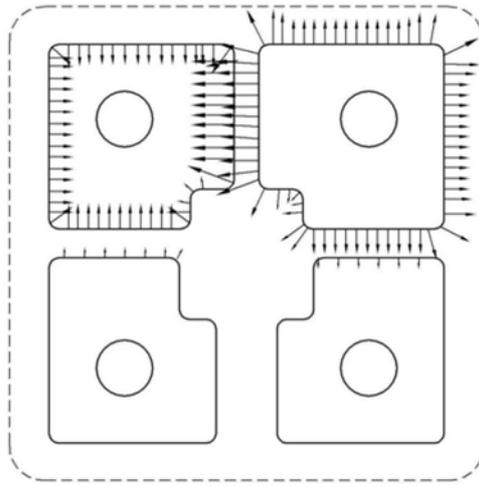


(a)

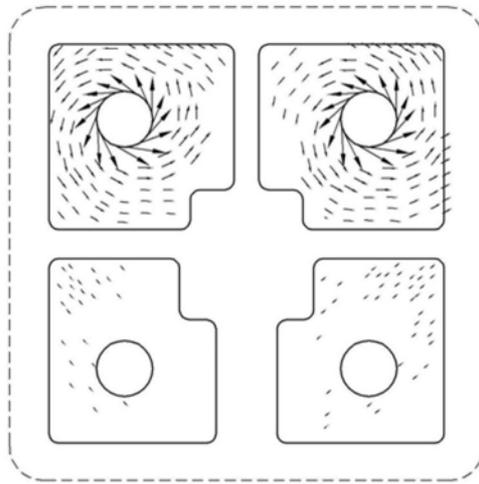


(b)

图34c



(a)



(b)

图34d

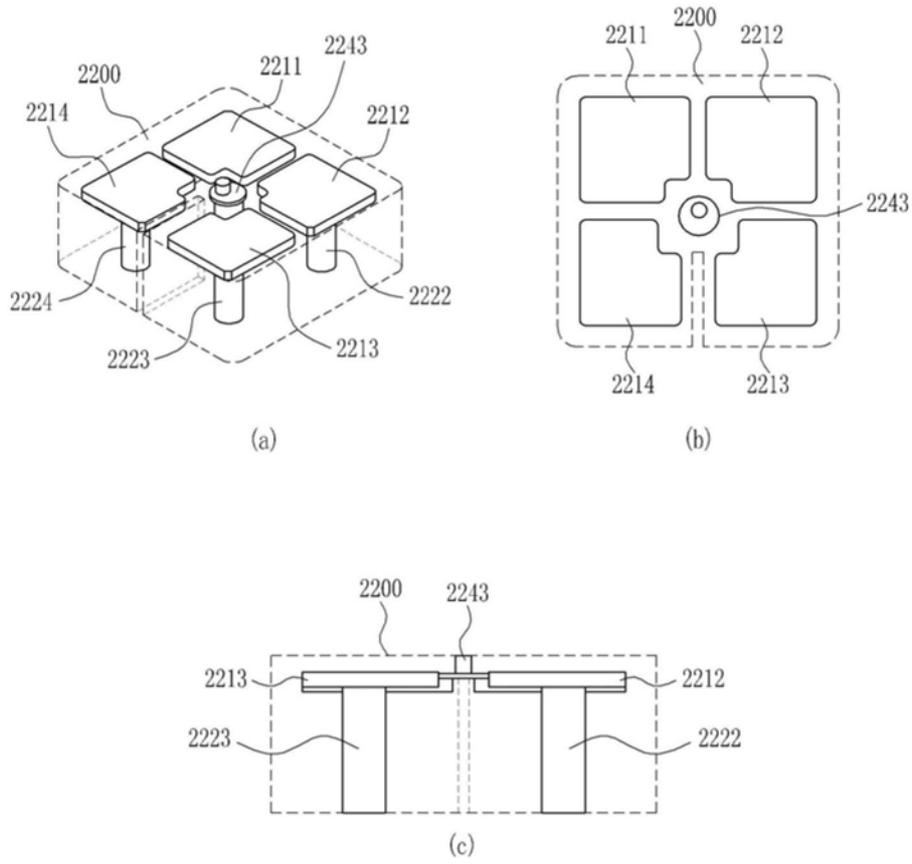


图35

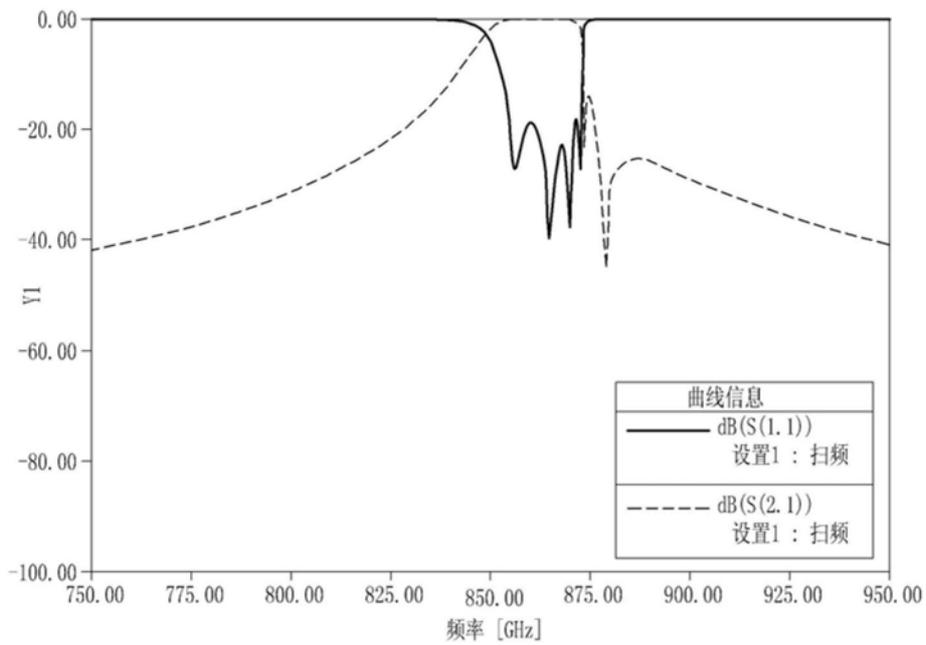


图36

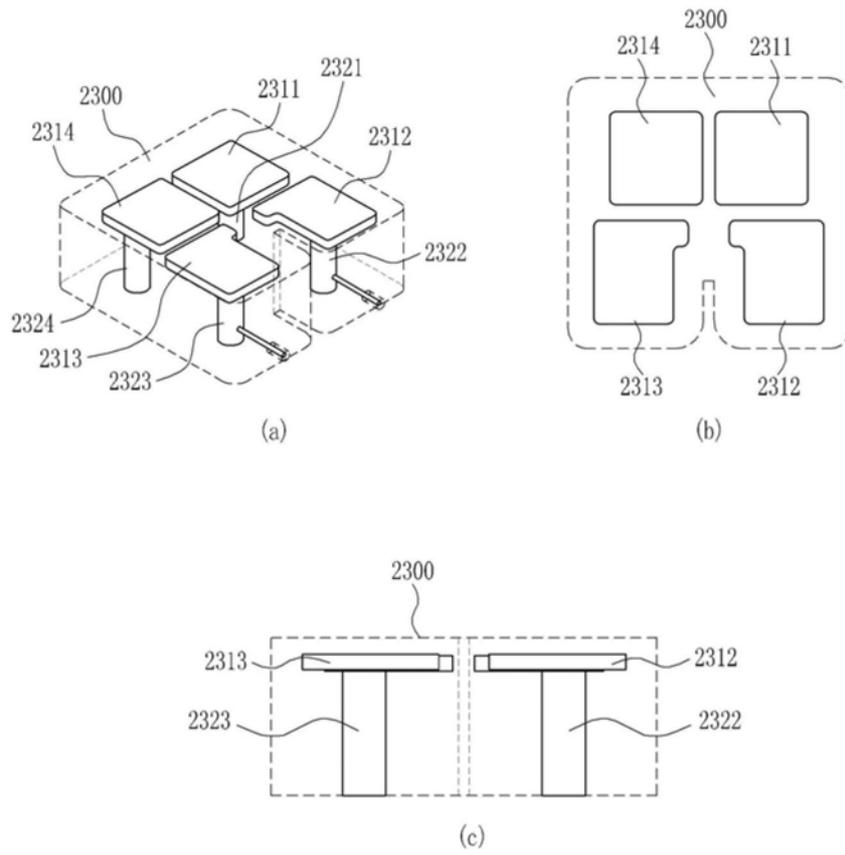


图37

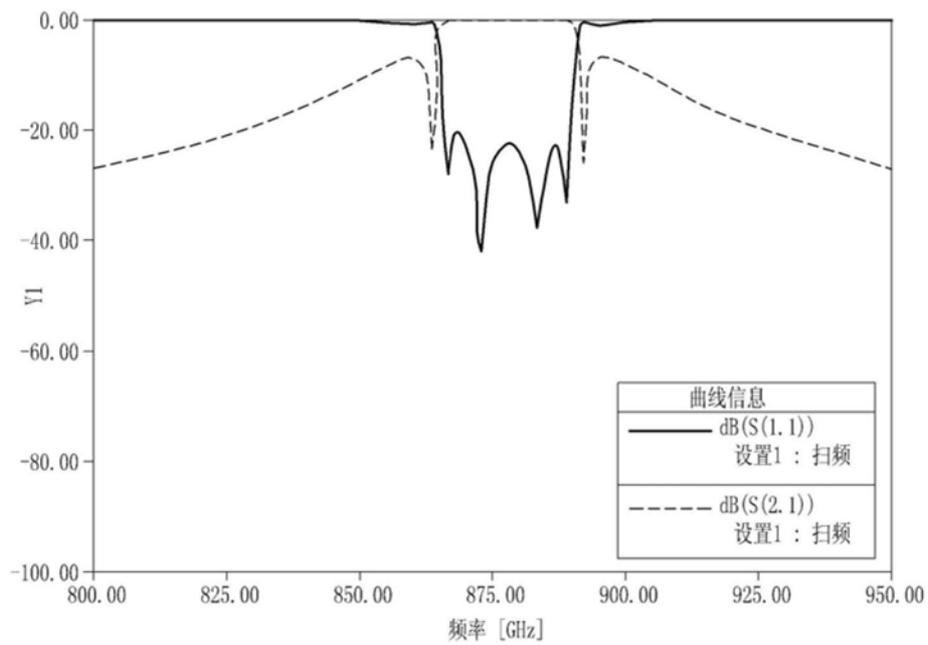


图38

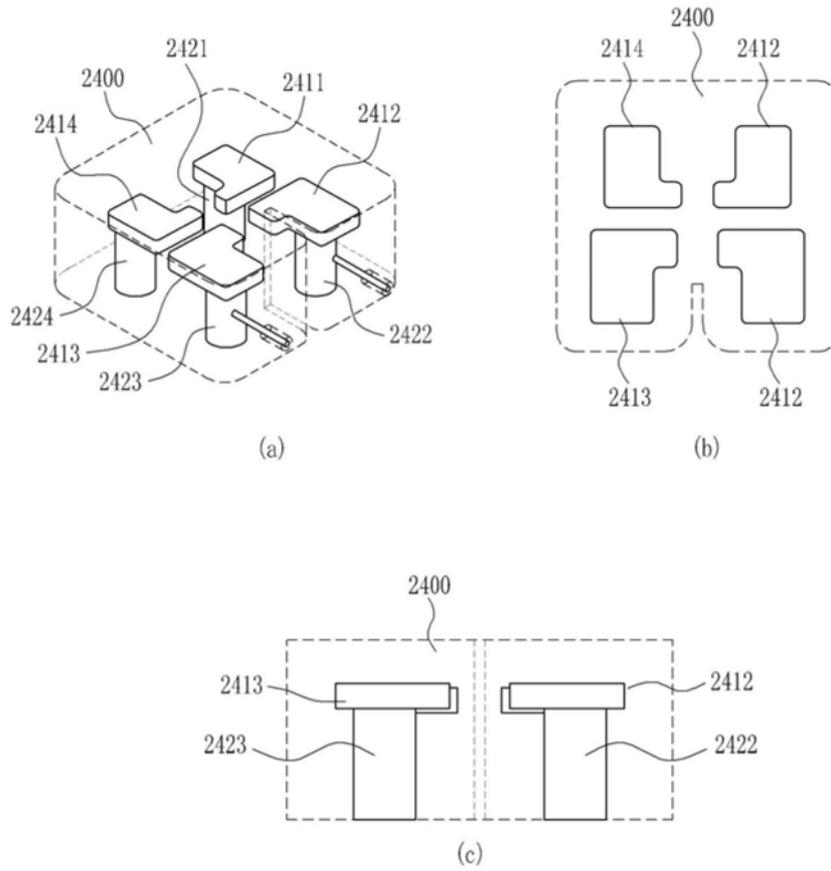


图39

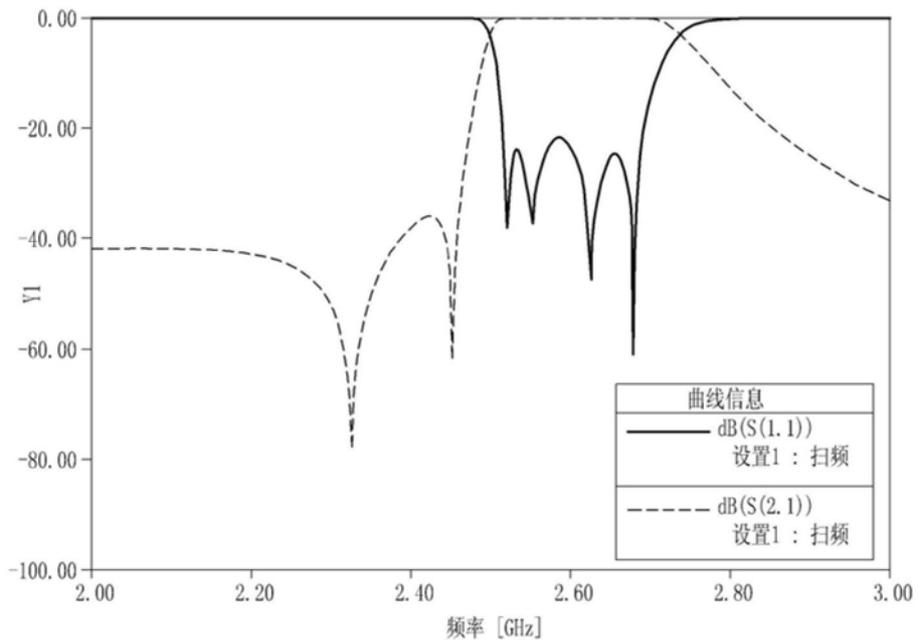


图40

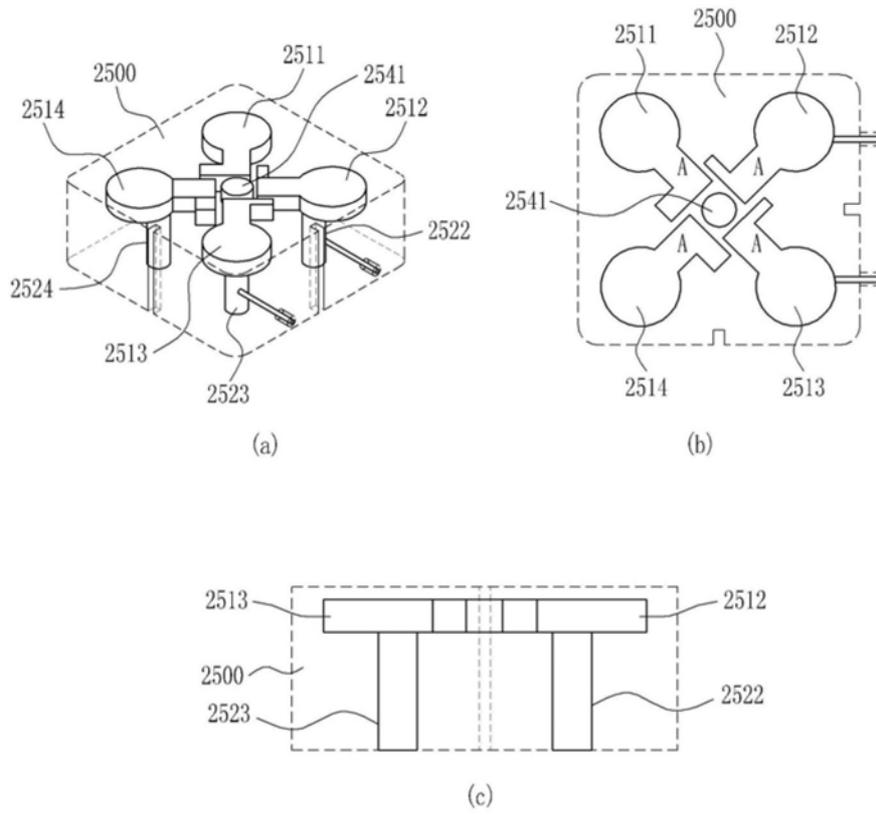


图41

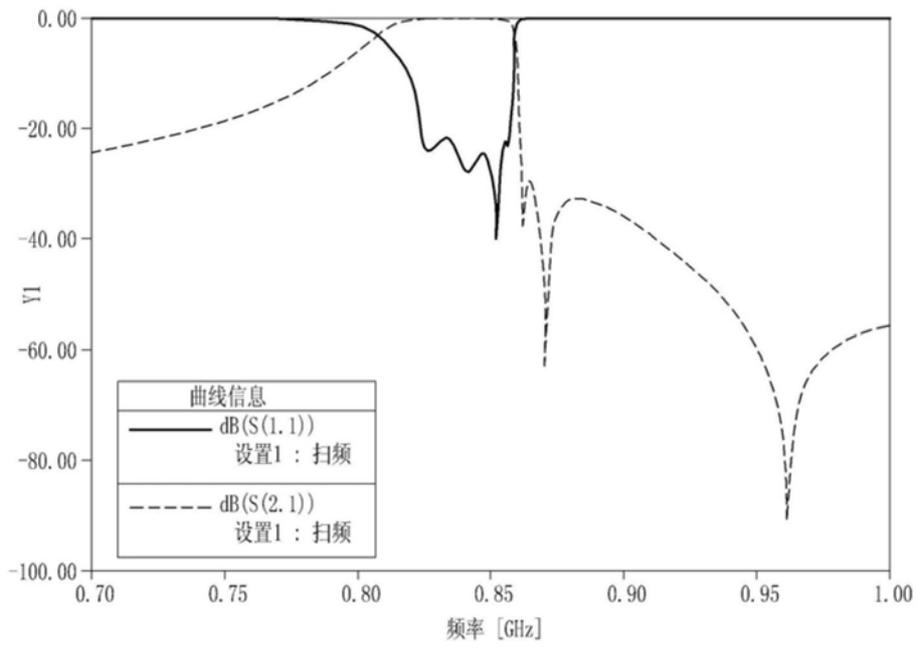


图42

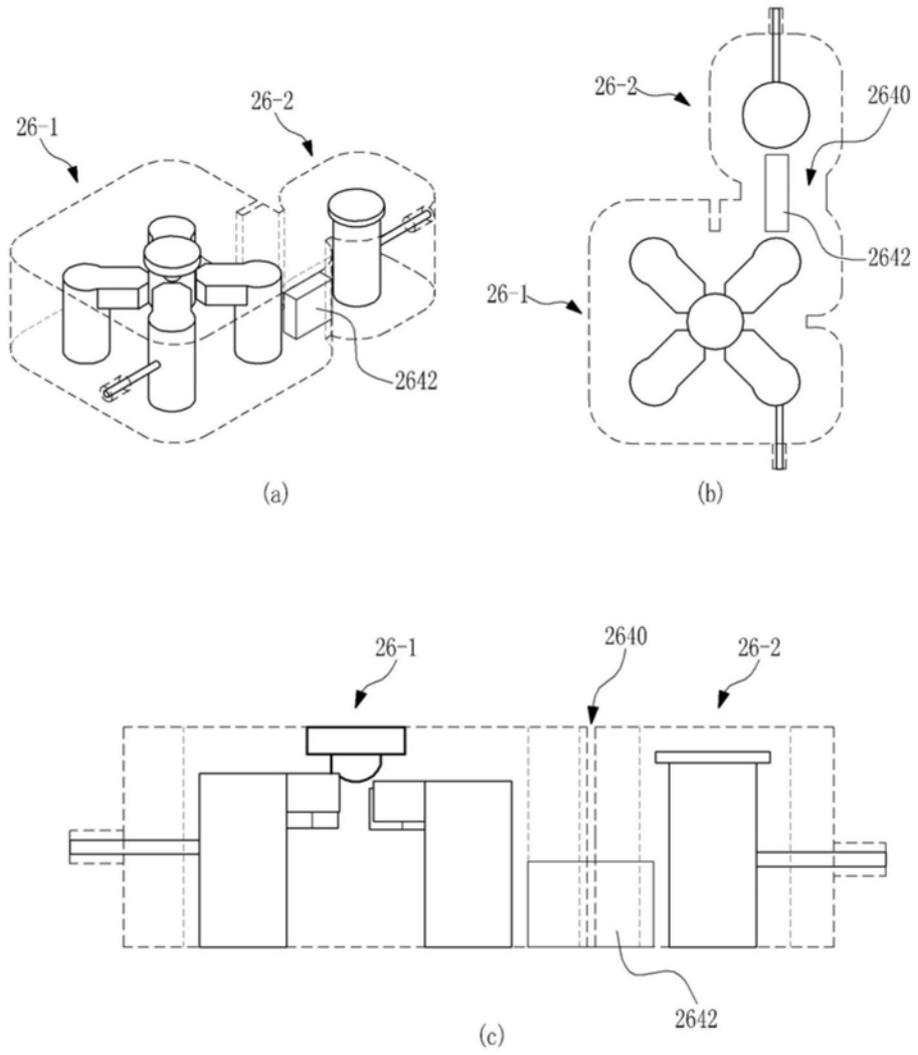


图43

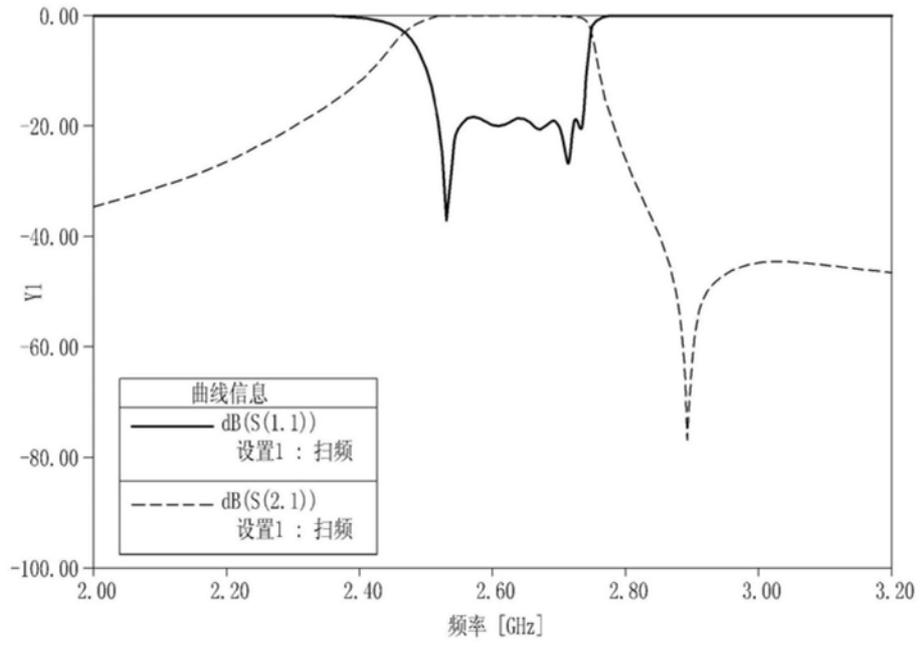


图44