[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H01Q 3/04 (2006.01)
H01Q 21/20 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03822240.X

[45] 授权公告日 2008 年 11 月 5 日

[11] 授权公告号 CN 100431218C

[22] 申请日 2003.8.13 [21] 申请号 03822240.X

[30] 优先权

[32] 2002.9.20 [33] JP [31] 275488/2002

[86] 国际申请 PCT/JP2003/010282 2003.8.13

[87] 国际公布 WO2004/027926 日 2004.4.1

[85] 进入国家阶段日期 2005.3.18

[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 北森宣匡 永井智浩

[56] 参考文献

JP548316A 1993.2.26

WO02071539A1 2002.9.12

US2427005A 1947.9.9

审查员 顾莹莹

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 陈瑞丰

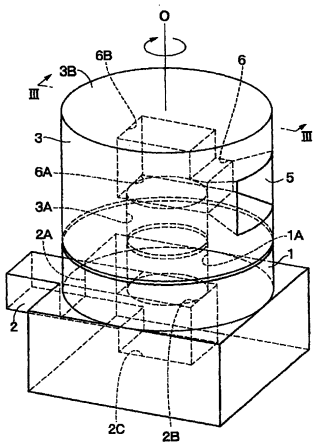
权利要求书 2 页 说明书 19 页 附图 26 页

[54] 发明名称

天线装置和发射/接收装置

[57] 摘要

每一个都具有 TM01 传播模式的两个圆形波导 1 和 3 互相共轴布置，并在该二波导之间设置波导侧扼流圈 4。矩形波导 2 连接到固定侧圆形波导 1。从而，可以从一次辐射器 5 发射自矩形波导 2 送到固定侧圆形波导 1 的高频信号，旋转侧圆形波导 3 与所述一次辐射器 5 相连。由于可将圆形波导 1 和 3 以及波导侧扼流圈 4 构造成一个旋转的联合组件，通过使一次辐射器 5 与旋转侧圆形波导 3 一起旋转，可由从一次辐射器 5 发射的高频信号实现扫描。



1.一种天线装置，它包括：

固定侧传送线路，它沿传播方向具有轴对称的电场分布或磁场分布；

转动侧传送线路，具有轴对称的电场分布或磁场分布，它与所述固定侧传送线路共轴布置，以便能够绕着固定侧传送线路的轴转动；

所述转动侧传送线路方面设置多个一次辐射器，并将多个一次辐射器自身布置成指向互不相同的方向；

设在所述固定侧传送线路与转动侧传送线路之间的传送线路侧扼流圈，用于造成该二线之间在高频下的短路；以及

被设置于转动侧传送线路内的一次辐射器处于可随该转动侧传送线路一起转动的状态，用以发出高频信号，所述高频信号沿与转动侧传送线路的旋转轴不同方向通过转动侧传送线路；

设置在所述多个一次辐射器周围的包壳，用以围绕所述多个一次辐射器；所述包壳上提供有辐射器开口，使所述多个正在转动的一次辐射器当中的任何一个顺次与该开口相连。

2.如权利要求1所述的天线装置，其中，还包括在所述多个一次辐射器与所述包壳之间设置辐射器侧扼流圈；在使多个一次辐射器之一与辐射器开口相连时，在高频条件下，其余的一次辐射器和所述包壳之间被该辐射器侧扼流圈短路。

3.如权利要求1或2所述的天线装置，其中，还包括被布置在一次辐射器的辐射方向线上的二次辐射器，并且，所述二次辐射器根据高频信号的入射位置而改变出射方向。

4.如权利要求1或2所述的天线装置，其中，由于磁场围绕传播方向轴对称地分布，由具有TM01传播模式的圆形波导制成每个固定侧传送线路和转动侧传送线路。

5.如权利要求3所述的天线装置，其中，由于磁场围绕传播方向轴对称地分布，由具有TM01传播模式的圆形波导制成每个固定侧传送线路和转动侧传送线路。

6.一种发射/接收装置，其中，采用权利要求1或2的天线装置。

7.一种发射/接收装置，其中，采用权利要求3的天线装置。

8.一种发射/接收装置，其中，采用权利要求4的天线装置。

9.一种发射/接收装置，其中，采用权利要求5的天线装置。

天线装置和发射/接收装置

技术领域

本发明涉及一种天线装置，适用于比如微波及毫米波等高频电磁波(高频信号)扫描整个预定角度区域，还涉及一种采用这种通信装置构成的发射/接收装置，如雷达和通信设备。

背景技术

一般地说，比如车载雷达所用的各种射束扫描天线装置已为众所周知。例如，第一种常规公知技术中，能往复动作的第一介电体线路和第二固定介电体线路构成一个定向耦合器，而所述第一介电体线路具有与之相连并一起运动的一次辐射器(如日本未审专利申请公开No.2001-217634)。

另外，第二种常规公知技术中，反射板反射由一次辐射器反射的射束，利用旋转机构使该板按照扫描的角度旋转，并且具有一次辐射器的天线发射/接收装置可以利用凸轮机构或链路机构用于射束的扫描(如日本未审专利申请公开No.11-27036, No.11-38132)。

此外，第三种常规公知技术中，使一个设置于发射/接收装置天线前面的介电体圆盘旋转，该圆盘随圆周角而厚度不同，并使一个中空的介电圆柱体旋转，该圆柱体具有一个被布置在波导槽阵列周围的倾斜轴(如日本未审专利申请公开No.10-300848, No.6-334426)。

然而，在上述第一种公知技术的天线装置中，问题在于附带需要一个诸如直线电机等的往复动作机构，以使所述一次辐射器往复运动；这要求随着所述一次辐射器的往复运动一起而使该一次辐射器加速/减速，从而使对往复运动机构的机械负载增大。

另外，在第二种公知技术中，由于为了射束扫描所需的凸轮机构和链路机构在机械方面是复杂的，致使整个天线装置增大尺寸，还会因所述凸轮机构等的布置而使整个天线装置的配置复杂化，同时使制造成本增加。

此外，按照所述的第三种技术，由于转动介电体圆盘或介电圆柱体，使得通过圆柱体等的射束扫描方向变化；然而，由于一次辐射器等的方向并不直接改变，所以，趋向于使介电圆柱体等的尺寸增大。于是，就产生为了旋转较大圆柱体而使电机等的负载加大，同时降低可靠性及耐用性的问题。

鉴于上述各种常规技术的问题而提出本发明，它的目的在于提供一种天线装置及其发射/接收装置，能够减小机械负载，同时，通过简化结构而降低制造成本。

发明内容

为实现上述目的，本发明的天线装置包括：固定侧传送线路，它沿传播方向具有轴对称的电场分布或磁场分布；转动侧传送线路，具有轴对称的电场分布或磁场分布，它与所述固定侧传送线路共轴布置，以便能够绕着固定侧传送线路的轴转动；设在所述固定侧传送线路与转动侧传送线路之间的传送线路侧扼流圈，用于造成该二线路之间在高频下的短路；以及被置于转动侧传送线路内的一次辐射器，处于可随该转动侧传送线路一起转动的状态，用以发出高频信号，所述高频信号沿与转动侧传送线路的旋转轴不同方向通过转动侧传送线路。

按照这种结构，固定侧传送线路与转动侧传送线路共轴布置，并且该二线路都具有轴对称的电场分布或磁场分布，因而，高频信号可以通过固定侧传送线路和转动侧传送线路按相同模式传播，而与转动侧传送线路的转动位移无关。在固定侧传送线路和转动侧传送线路之间，设置传送线路侧扼流圈，使所述二线能够扼流耦合在一起，并且利用该传送线路侧扼流圈而使二者在高频下被短路，以防止高频信号自所述两种线之间的缝隙泄漏。

此外，转动侧传送线路设有一次辐射器，沿与旋转轴不同的方向辐射高频信号，以致利用该一次辐射器可以沿着比如关于转动侧传送线路的辐射方向正交的方向以及成预定角度倾斜的方向发射高频信号。再有，由于所述一次辐射器随转动侧传送线路一起转动，所以可由高频信号关于旋转轴扫描整个周围环境，同时可以通过该一次辐射器遍及任意角度范围发射

高频信号，遮断360°范围(整个周围环境)内不必要的辐射范围。当把本发明的天线装置比如用于雷达时，由于全方位能够覆盖整个周围环境，则因可在任意角度探测，所以能够提高角分辨力。

按照本发明的优选实施例，可在转动侧传送线路中设置多个一次辐射器，并将多个一次辐射器自身布置得指向互不相同的方向。

因此，可以围绕旋转轴按辐射状布置所述多个一次辐射器。与此同时，在使多个正在转动的一次辐射器中指向一个预定方向的各个一次辐射器辐射，而使其余一次辐射器被遮断，同时转动侧传送线路正在做一次旋转时，则所述多个一次辐射器指向一个预定的方向。结果，与其上装设单独一个一次辐射器相比，可以使得在一次旋转内沿预定方向发射高频信号的时间周期增长，以便增长所述探测周期和通信周期。

另外，按照本发明的优选实施例，在所述多个一次辐射器周围设置有保护性的包壳，用以围绕所述多个一次辐射器，并在所述包壳上提供有辐射器开口，使所述多个正在转动的一次辐射器中的任何一个顺次与该开口相连。

因此，在由一个顺次与述包壳的辐射器开口相连的一次辐射器通过该开口发射高频信号的同时，其余一次辐射器被所述包壳围绕，以致可使高频信号的发射受到遮断。由于与所述转动侧传送线路正在做一次旋转的同时，所述多个一次辐射器顺次与所述辐射器开口相连，因而，与其上装有单独一个一次辐射器相比，可以使得在转动侧传送线路的一次旋转内，通过所述辐射器开口发射高频信号的时间周期得以被加长，从而增长所述探测周期和通信周期。

此外，按照本发明的优选实施例，在所述多个一次辐射器与所述包壳之间设置辐射器侧扼流圈，并且在使多个一次辐射器之一与辐射器开口相连时，在高频条件下，其余的一次辐射器和所述包壳之间被该辐射器侧扼流圈短路。

因此，当一个一次辐射器正在通过辐射器开口发射高频信号时，可以抑制这些高频信号经其余一次辐射器和包壳之间的泄漏，从而可使整个天线装置的损失受到抑制。

按照本发明的优选实施例，一种天线装置包括：固定侧传送线路，它

具有关于传播方向轴对称的电场分布或磁场分布；转动侧传送线路，具有轴对称的电场分布或磁场分布，并与所述固定侧传送线路共轴配置，以便能够绕着固定侧传送线路的轴旋转；设在所述固定侧传送线路与转动侧传送线路之间的传送线路侧扼流圈，用以在高频下在所述两线之间引起短路；以及被设置在转动侧传送线路中的一次辐射器，它可与所述转动侧传送线路一起转动，用以发出高频信号，所述高频信号沿与转动侧传送线路的旋转轴平行且不与该旋转轴共轴的方向通过转动侧传送线路。

于是，利用发射线侧扼流圈，使所述固定侧传送线路与转动侧传送线路被扼流耦合在一起，以致可使高频信号通过该二发射线传播。另外，所述转动侧传送线路设有能够与所述旋转轴平行却不与该旋转轴共轴地发射高频信号的一次辐射器，从而通过与转动侧传送线路一起旋转所述一次辐射器，可使高频信号的发射位置围绕所述旋转轴作为中心移动。

按照本发明的优选实施例，将二次辐射器布置在一次辐射器的辐射方向线上，并且，所述二次辐射器根据高频信号的入射位置而改变出射方向。

于是，特别与转动侧传送线路一起旋转一次辐射器，可以相对于由介电体透镜、双焦点透镜或抛物面反射器制成的二次辐射器移动高频信号的入射位置，以改变该二次辐射器所发射之高频信号的出射方向。结果，可由射束在水平面上横向地实现扫描，或者以圆锥形的方式实行扫描。

按照本发明的优选实施例，由具有 TM01 传播模式作为关于传播方向轴对称磁场分布的圆形波导制成所述固定侧传送线路和转动侧传送线路当中的每一种。

于是，可按比如 TE10 模式，容易地使所述固定侧传送线路或转动侧传送线路与矩形波导相连，以便容易地将高频信号馈送至固定侧传送线路，并可将固定侧传送线路沿径向连接到一次辐射器，如喇叭天线那样。

再有，可以用本发明的天线装置构成发射/接收装置，如雷达和通信设备等。

附图说明

图 1 是第一实施例天线装置的透视图；

图 2 是第一实施例天线装置的分解透视图；

图 3 是沿图 1 的箭号Ⅲ-Ⅲ方向观察所述天线装置的纵向剖面图；

图 4 是沿图 3 的箭号Ⅳ-Ⅳ方向观察旋转侧圆形波导的剖面图；

图 5 是沿图 3 的箭号Ⅴ-Ⅴ方向观察固定侧圆形波导的主视图；

图 6 是表示圆形波导的内径与遮断频率或截止频率之间关系的特性曲线图；

图 7 是表示矩形波导和固定侧圆形波导之间的反射系数与透射系数之频率特性的特性曲线；

图 8 是表示固定侧圆形波导和旋转侧圆形波导之间的反射系数与透射系数之频率特性的特性曲线；

图 9 是从图 3 的同一位置观察第一改型天线装置的纵剖面图；

图 10 是第二实施例天线装置的透视图，其中表示除去包壳的情况；

图 11 是沿图 10 的箭号Ⅺ-Ⅺ方向观察天线装置的纵剖面图；

图 12 是沿图 11 的箭号Ⅻ-Ⅻ方向观察旋转侧圆形波导和包壳的剖面图；

图 13 是从图 3 同一位置观察第三实施例天线装置的纵剖面图；

图 14 是作为一个单独单元表示的第三实施例旋转侧圆形波导的透视图；

图 15 是图 13 中旋转侧圆形波导基本部分的纵剖面图；

图 16 是沿图 13 的箭号ⅩⅥ-ⅩⅥ方向观察旋转侧圆形波导和包壳的剖面图；

图 17 是一次辐射器与旋转侧圆形波导之间的反射系数与透射系数之频率特性的特性曲线；

图 18 是作为一个单独单元表示的第二改型旋转侧圆形波导的透视图；

图 19 是作为一个单独单元表示的第三改型旋转侧圆形波导的透视图；

图 20 是在图 16 的同一位置观察第四改型的旋转侧圆形波导和包壳的剖面图；

图 21 是第四实施例天线装置的主视图；

图 22 是表示图 21 所示天线装置的射束扫描角与特性增益之间关系的

特性曲线；

图 23 是第五改型天线装置的剖面图；

图 24 是第六改型天线装置的主视图；

图 25 是第五实施例雷达的方框图；

图 26 是第七改型雷达的方框图。

具体实施方式

以下将参照附图详细描述本发明实施例的天线装置和发射/接收装置。

首先，图 1 至图 8 表示第一实施例的天线装置及其频率特性。

各图中的参考标号 1 表示固定侧圆形波导，作为圆柱形固定侧传送线路，关于轴 O 为轴对称的，而且，该固定侧圆形波导 1 设置有按圆形截面所打的圆形孔 1A，该孔沿着轴向延伸。由于关于高频信号的发射方向(轴向)为轴对称(旋转对称)的磁场分布，所以固定侧圆形波导 1 的传播模式譬如是按 TM01 模式的。

这里，将圆形孔 1A 的内径ϕ设置成它的值使得在损失足够低的情况下能够以所需的频率通过 TM01 模式，并遮断下面的更高级模式(TE21 模式)。例如，按照图 6 所示之遮断频率或截止频率与内径ϕ关系，当内径ϕ小于 3.5mm 时，可按 83GHz 或更低频率而使得 TE21 模式遮断，而当内径ϕ大于 3.3mm 时，可按 68GHz 或更高频率而能够使 TM01 模式通过。因此，可以理解，当所需的频率为车载毫米波雷达所用的 76GHz 区域时，比如作为 3.3mm 与 3.5mm 之间的中间值，将所述内径ϕ设置为 3.4mm。

参考标号 2 表示与固定侧圆形波导 1 相连的矩形波导，该矩形波导 2 的一端附着在固定侧圆形波导 1 的一端上(图 1 中的下端)，而矩形波导 2 的另一端沿中心在轴 O 处之圆的径向伸出到外面。矩形波导 2 设有一纵向(径向)延伸的矩形孔 2A，该矩形孔 2A 具有高为 L1，宽为 L2 的径向截面。矩形波导 2 还设有实质上也为矩形的连接孔 2B，该孔形成在靠一端在与固定侧圆形波导 1 之圆形孔 1A 相对的位置处，其宽为 L2，长为 L3，并且，所述矩形孔 2A 与圆形孔 1A 通过连接孔 2B 相联系。此外，在连接孔 2B 周围，形成一个背面的短部分 2C，从而包括一个比矩形孔 2A 的底面凹下深

度 L4 的凹窝，作为沿固定侧圆形波导 1 的轴向比其它部分大的间隔距离。

矩形波导 2 的传播模式比如为 TE10 模式，具有平行于固定侧圆形波导 1 轴向电场分布和垂直的环形磁场分布。于是，矩形波导 2 通过连接孔 2B 与固定侧圆形波导 1 磁耦接，使 TE10 模式转换成 TM01 模式。所述波导 1 和 2 之间的部分，以所述背面的短部分 2C 作为模式转换部分。

作为举例，当矩形孔 2A 的高 L1 为 1.27mm，宽 L2 为 2.54mm，而连接孔 2B 背面的短部分 2C 的长 L3 为 3.4mm；以及背面的短部分 2C 的深度 L4 为 1.0mm 时，矩形波导 2 与固定侧圆形波导 1 之间的反射系数和透射系数的频率特性被示于图 7 中。于是，可以理解，可按低反射态发射 76GHz 区域周围的高频信号。

参考标号 3 表示旋转侧圆形波导，与所述固定侧圆形波导 1 同样为轴对称的，它设有圆形孔 3A，其圆形截面具有与固定侧圆形波导 1 的圆形孔 1A 实质上为相同的内径ϕ，并沿轴向延伸，而且，该圆形孔 3A 沿轴向延伸至半途的位置。旋转侧圆形波导 3 与固定侧圆形波导 1 间隔$\delta 1$，并沿固定侧圆形波导 1 的轴 O 共轴布置，利用电机 7 可以沿着整个周圆绕轴 O 旋转，这将在后面有述。

在圆形孔 3A 与圆形孔 1A 相对的情况下，旋转侧圆形波导 3 的一端(图 1 中的下端)与固定侧圆形波导 1 的的另一端相对。另一方面，在其中设置一次辐射器 5 的情况下，由圆盘形的盖 3B 封闭旋转侧圆形波导 3 的另一端(图 1 中的上端)，这将在后面有述。

这里，旋转侧圆形波导 3 的传播模式是按比如关于高频信号的发送方向(轴向)磁场轴对称分布 TM01 模式，有如与固定侧圆形波导 1 同样的传播模式。从而，使旋转侧圆形波导 3 与固定侧圆形波导 1 磁耦接，通过它按 TM01 模式发射高频信号。

参考标号 4 表示波导侧扼流圈，设在固定侧圆形波导 1 中，在固定侧圆形波导 1 与旋转侧圆形波导 3 之间的位置处，作为传送线路侧扼流圈。波导侧扼流圈 4 被制成实质上为呈环形的圆槽。波导侧扼流圈 4 还与所述圆形孔 1A 的最外周缘隔开一个间隔 L5。

另外，波导侧扼流圈 4 的宽为 L6，深为 L7，它被凹入地形成在与旋转侧圆形波导 3 相对之固定侧圆形波导 1 的一个开口端面上。从而，所述

波导侧扼流圈 4 实际上短路所述圆形波导 1 和 3 之圆形孔 3A 最外周缘附近的多个部分(图 3 中的部分“a”)。

作为示例，当圆形波导 1 和 3 之间的间隔δ1 为 0.15mm，间隔 L5 为 0.5mm，波导侧扼流圈 4 的宽度 L6 为 1.0mm，而其深度 L7 为 1.5mm 时，所述圆形波导 1 和 3 之间的反射系数和透射系数的频率特性被示于图 8 中。结果，可以理解，可在低反射的情况下发射 76GHz 区域处的高频信号。

参考标号 5 表示按内置状态下被装附于旋转侧圆形波导 3 上的一次辐射器。一次辐射器 5 比如具有四角形的截面，由通常沿径向延伸到外面去的波导喇叭状天线制成。这里，一次辐射器 5 的末端开口于旋转侧圆形波导 3 的侧面上。从而，一次辐射器 5 能沿比如与轴 O 正交的方向，即与旋转轴(轴 O)不同的方向辐射高频信号射束。另一方面，所述一次辐射器 5 的基端侧与由矩形伸展具有矩形截面之矩形孔所形成的矩形波导部件 6 相连。

矩形波导部件 6 设有实质上为矩形的连接孔 6A，该孔形成于与旋转侧圆形波导 3 的圆形孔 3A 相对的位置，并具有比如与矩形波导 2 的矩形孔 2A 类似的形状，而且延伸到旋转侧圆形波导 3 的圆形孔 3A 的另一端(图 1 中的上端)。矩形波导部件 6 通过所述连接孔 6A 与圆形孔 3A 连通。另外，在连接孔 6A 的周围设置有背面的短部分 6B，其间隔大于旋转侧圆形波导 3 轴向上的其它部分，从而具有比如与所述背面短的部分 2C 相似的形状。

矩形波导部件 6 的传播模式比如为 TM01 模式，并通过连接孔 2B 与旋转侧圆形波导 3 磁耦接，并由所述背面的短部分 6B 在矩形波导部件 6 与旋转侧圆形波导 3 之间保持匹配的状态。

参考标号 7 表示安装在旋转侧圆形波导 3 的盖 3B 上的电机。电机 7 与固定侧圆形波导 1 一起被固定在包壳等上(未示出)，以使所述旋转侧圆形波导 3 围绕着轴 O 沿各种方向连续地旋转。

本实施例的波导具有上述结构，下面将描述它的工作情况。

首先，在将比如毫米波类的高频信号输入矩形波导 2 时，所述高频信号按 TE10 模式传播通过矩形波导 2，从而到达连接孔 2B。与此同时，矩形波导 2 通过连接孔 2B 与固定侧圆形波导 1 耦接，以致使高频信号从 TE10

模式被变换成 TM01 模式，并通过固定侧圆形波导 1 传播。由于固定侧圆形波导 1 与旋转侧圆形波导 3 共轴布置，处于轴对称的 TM01 模式的高频信号传播通过旋转侧圆形波导 3，而与旋转侧圆形波导 3 的转动位移无关。另外，由于旋转侧圆形波导 3 通过矩形波导部件 6 与一次辐射器 5 连接，所以，高频信号从一次辐射器 5 被辐射到外面。

再有，按照本实施例，固定侧圆形波导 1 与旋转侧圆形波导 3 共轴布置，并且，该二波导具有按 TM01 模式的轴对称传播模式，以致高频信号能够传播通过固定侧圆形波导 1 和旋转侧圆形波导 3，而与旋转侧圆形波导 3 的转动位移无关。

在固定侧圆形波导 1 与旋转侧圆形波导 3 之间，设置波导侧扼流圈 4，以使该二波导被扼流耦合在一起，并在高频下由该波导侧扼流圈 4 使它们短路，从而防止高频信号从该二波导之间的缝隙泄漏。

另外，由于旋转侧圆形波导 3 设有一次辐射器 5，它能沿旋转轴与不同的方向发射高频信号，利用一次辐射器 5 可沿与旋转侧圆形波导 3 的传播方向正交的方向发射高频信号。因为一次辐射器 5 被构造成与旋转侧圆形波导 3 一起旋转，同时，可用高频信号关于旋转轴扫描整个周围环境，所以，通过遮断不必要的辐射区域，同时使用包壳，就可以通过该一次辐射器遍及任意角度范围发射高频信号，比如半圆形的范围，只要所说的范围在 360°以内(整个周围环境)。

还有，在将本发明的天线装置用于雷达，同时能够对整个周围环境做宽角度探测的情况下，由于是在任意角度下探测，所以可以提高角度分辨能力。

此外，按照本实施例，利用电机 7，使旋转侧圆形波导 3 沿着预定的方向旋转(恒定的速度旋转)，致与常规技术不同，不需要比如往复运动等的恒定加速度旋转，从而减少了对驱动系统(电机 7)的机械负载，提高了可靠性和耐用性。

再有，整个天线装置的结构简单，只由两个圆形波导 1 和 3 构成，从而易于通过切割和注塑成型来制造，降低了制造的成本。

此外，由于采用具有 TM01 模式之传播模式的圆形波导 1 和 3，可以易于使固定侧圆形波导 1 或者旋转侧圆形波导 3 按比如 TE10 模式与矩形

波导 2 连接，从而易于将高频信号馈送至固定侧圆形波导 1，而可使旋转侧圆形波导 3 沿着径向与比如喇叭形天线的一次辐射器 5 连接。

另外，按照第一实施例，通过圆形波导 1 和 3 按 TM01 模式传播高频信号；然而，在一种模式下可以传播的任何高频信号(其中电场分布或磁场分布为轴对称)，这些高频信号也可以在各种其它模式，如 TE01 模式和共轴 TEM 模式下被传播。

再有，按照第一实施例，波导侧扼流圈由波导侧扼流圈 4 构成，其中波导侧扼流圈 4 由围绕圆形孔 1A 的环形槽构成；然而，本发明并不限于此，以致也可由任何由多角形槽，如三角形槽或方形槽构成的扼流圈构成所述波导侧扼流圈，只要这种槽围绕着所述圆形孔。

按照第一实施例，所述波导侧扼流圈 4 被布置在固定侧圆形波导 1 的开口端面上；作为选择，也可将该波导侧扼流圈布置在旋转侧圆形波导 3 的开口端面上，或者还可将多个波导侧扼流圈既设在固定侧圆形波导 1 上也设在旋转侧圆形波导 3 上。

按照第一实施例，一次辐射器 5 沿着与旋转侧圆形波导 3 的旋转轴(轴 O)正交的方向发射高频信号射束；然而，本发明并不限于此，如果可使高频信号射束从旋转轴沿径向向外发射，则通过将所述一次辐射器安装得使之倾斜，也可沿相对于旋转轴倾斜一个角度的方向发射高频信号射束，如图 3 所示。

按照第一实施例，由具有径向截面的波导喇叭形天线构成所述一次辐射器 5；不过，本发明也不限于此，所述一次辐射器可有其它截面形状，比如圆形的或椭圆形的，用以响应各种需要，适宜地建立天线特性，比如天线增益、侧瓣等级以及射束宽度等。此外，所述一次辐射器也不限于波导喇叭形天线，以致也可使用其它天线装置，如微带天线。

另外，按照第一实施例，借助矩形波导部件 6 使旋转侧圆形波导 3 与一次辐射器 5 连在一起；然而，本发明并不限于此，也可以像图 9 所示的第一种改型中那样，使一次辐射器 8 直接连接到圆形孔 3A'的中途。

此外，按照第一实施例，使一次辐射器 5 在内置状态下被装到旋转侧圆形波导 3 上；作为选择，可将一次辐射器 5 装在旋转侧圆形波导 3 的侧面，以便通过将矩形波导部件 6 突出到旋转侧圆形波导 3 的侧面(外周面)

从那里突出。

继而，图 10-12 表示本发明第二实施例的天线装置。本实施例的特征在于旋转侧圆形波导上装设两个一次辐射器。另外，按照本实施例，同样的参考标号表示与第一实施例同样的部件，并省略对他们的描述。

参考标号 11 表示第二实施例的旋转侧圆形波导。与第一实施例的旋转侧圆形波导 3 同样地，将所述旋转侧圆形波导 11 制成具有轴对称并呈圆柱形。再有，旋转侧圆形波导 11 设有以圆形截面打出的圆形孔 11A，具有实质上与固定侧圆形波导 1 的圆形孔 1A 相同的内径，并沿轴向延伸。圆形孔 11A 沿轴向延伸到中途位置，使得能以 TM01 模式传播高频信号。

旋转侧圆形波导 11 与固定侧圆形波导 1 间隔约 0.15mm 的缝隙，同时以固定侧圆形波导 1 的轴 O 被共轴布置，并由电机 16 可绕着轴 O 遍及整个周围环境旋转。

旋转侧圆形波导 11 的一端(图 10 中的下端)与固定侧圆形波导 1 的另一端相对，旋转侧圆形波导 11 的另一端(图 10 中的上端)靠近圆盘形的盖 11B。旋转侧圆形波导 11 与固定侧圆形波导 1 磁耦接，并按 TM01 模式在该二波导之间传播。

参考标号 12 表示两个一次辐射器，它们以内置状态被装在旋转侧圆形波导 11 上。按与第一实施例的一次辐射器 5 同样的方式，由波导喇叭状天线制成每个一次辐射器 12。两个一次辐射器 12 沿着与作为中心的旋转轴(轴 O)互不相同的方向，比如互相相对的方向，被径向地布置着。一次辐射器 12 的末端被开口在旋转侧圆形波导 11 的侧面上。另一方面，一次辐射器 12 的基端沿径向延伸，以 TE10 模式的传播模式与矩形波导部件 13 相连。

矩形波导部件 13 设有实质上为矩形的连接孔 13A，它形成于与旋转侧圆形波导 11 的圆形孔 11A 相对并且延伸到旋转侧圆形波导 11 的圆形孔 11A 另一端(图 10 中的上端)的位置处。此外，围绕着连接孔 13A，形成一个背面的短部分 13B，沿着旋转侧圆形波导 11 的轴向它具有比其它部分更大的间隔。

参考标号 14 表示被设置在圆形波导 1 和 11 周围的包壳。包壳 14 包括被固定在固定侧圆形波导 1 和矩形波导 2 上的圆柱形部分 14A，用以覆

盖旋转侧圆形波导 11 的外部周缘，还包括设在圆柱形部分 14A 上端的顶部挡板 14B，用以盖住旋转侧圆形波导 11 的盖 11B。所述圆柱形部分 14A 设置有在内部形成的容纳孔 14C，使旋转侧圆形波导 11 容纳于其中，与旋转侧圆形波导 11 的外表面具有约 0.15mm 的缝隙δ2。

参考标号 15 表示在圆柱形部分 14A 内形成的辐射器开口，而且，有如图 12 所示的那样，所述辐射器开口 15 开在与一次辐射器 12 相应的位置(可以是相对的位置)。辐射器开口 15 的面积大于一次辐射器 12 开口的面积，并且围绕旋转侧圆形波导 11 的旋转轴(轴 O)开在整个成角度β的范围。该二辐射器随旋转侧圆形波导 11 一起旋转的同时，辐射器开口 15 顺次地与两个一次辐射器 12 当中的任一个连接，。

参考标号 16 表示电机，它被固定在包壳 14 的所述顶部挡板 14B 上。电机 16 的旋转轴装附在旋转侧圆形波导 11 的盖 11B，以便由电机 16 使旋转侧圆形波导 11 绕着轴 O 沿任何方向连续地旋转。

按照这样的方式，本实施例也能得到与第一实施例同样的效果和优点。不过，按照本实施例，在旋转侧圆形波导 11 中设置两个一次辐射器 12，它们按彼此相反的方向被布置着，随着旋转侧圆形波导 11 旋转，每个一次辐射器 12 顺次与包壳 14 的辐射器开口 15 连接，以致在一个一次辐射器 12 正在辐射高频信号时，另一个就被包壳 14 围绕着，为的是能够遮断高频信号的辐射。从而在旋转侧圆形波导 11 做一次旋转的同时，两个一次辐射器 12 与辐射器开口 15 连接，辐射高频信号，从而与其上装有单独一个一次辐射器相比，可使一次旋转中沿预定方向通过辐射器开口 15 辐射高频信号的时间周期增长，从而增大检测时间周期和通信联系的时间周期。

特别是当把辐射器开口 15 的角度β建立为 180°时，跨过作为中心的旋转轴沿彼此相反方向设置的两个一次辐射器 12 中的任一个总会与辐射器开口 15 相连，从而总能实现检测或通信联系。

按照本实施例，把两个一次辐射器 12 安装在旋转侧圆形波导 11 上，作为选择，也可以安装三个或更多一次辐射器。当围绕作为中心的旋转侧圆形波导旋转轴、沿圆周方向按相等间隔安装多个一次辐射器时(比如有三个一次辐射器时，则为 120°的间隔)，可以按这些间隔建立所述包壳的

辐射器开口的角度范围(比如一次辐射器为三个时,为 120°的间隔)。另外,也可围绕作为中心的旋转侧圆形波导旋转轴、沿圆周方向按不同的间隔布置多个一次辐射器。

此外,按照本实施例,围绕作为中心的旋转侧圆形波导 11 的旋转轴沿径向设置两个一次辐射器,但也可以沿彼此不同的方向布置它们,比如可以涡旋的方式布置它们。

接下去,图 13-17 表示本发明第三实施例的天线装置,以及关于这种天线装置的频率特性。本实施例的特点在于,当在旋转侧圆形波导上装设两个一次辐射器时,每个一次辐射器的开口端周围设置一个辐射器侧扼流圈。另外,按照本实施例,类似的参考标号表示与第一实施例同样的部件,并省略对它们分描述。

参考标号 21 表示第三实施例的旋转侧圆形波导。将旋转侧圆形波导 21 制成为与第一实施例的旋转侧圆形波导 3 同样地具有轴对称的圆柱形形状。另外,旋转侧圆形波导 21 设置具有被钻成圆形截面的圆形孔 21A,该孔具有与固定侧圆形波导 1 的圆形孔 1A 实质上相同的内径,并沿轴向延伸。所述圆形孔 21A 沿轴向延伸到中途位置。

旋转侧圆形波导 21 与固定侧圆形波导 1 间隔约 0.15mm,同时与固定侧圆形波导 1 以轴 O 共轴布置,并绕轴 O 旋转。旋转侧圆形波导 21 的一端具有从该端开口的圆形孔 21A,而旋转侧圆形波导 21 的另一端具有被圆盘形的盖 21B 封闭。另外,由包壳 25 围绕旋转侧圆形波导 21,这将在后面有述,并与该包壳 25 有间隔δ2。旋转侧圆形波导 21 与固定侧圆形波导 1 磁耦接,并以 TM01 模式在该二波导之间传送高频信号。

参考标号 22 表示以内置状态被装设于旋转侧圆形波导 21 上的两个一次辐射器。每个一次辐射器 22 由波导喇叭状天线制成,所述天线以与第一实施例的一次辐射器 5 同样的方式,按伸展角ψ逐渐伸展。两个一次辐射器 22 在圆周方向(彼此相反的方向)等间隔的情况下按与作为中心的旋转轴(轴 O)互不相同的方向径向布置。每个一次辐射器 22 的端部被开口于旋转侧圆形波导 21 的侧面上。另一方面,一次辐射器 22 的基端沿径向伸展,以 TE10 传播模式连接到矩形波导部件 23。

矩形波导部件 23 设有实质上为矩形的连接孔 23A,形成于与旋转侧

圆形波导 21 的圆形孔 21A 相反的位置，以具有与第一实施例的矩形波导 2 的矩形孔 2A 的尺寸实质上相同的尺寸，并延伸到旋转侧圆形波导 21 的圆形孔 21A 的另一端。此外，在连接孔 23A 的周围，形成背面的短部分 23B，用于以矩形波导部件 23 与旋转侧圆形波导 21(圆形孔 21A)相配。

参考标号 24 表示辐射器侧扼流圈，它设置于旋转侧圆形波导 21 内，围绕一次辐射器 22 的的开口端，而且，在旋转侧圆形波导 21 的外表面上形成两个辐射器侧扼流圈 24，分别与两个一次辐射器 22 对应，并由多个实质上为椭圆形(或实质上为矩形)的槽组成该二扼流圈。另外，所述辐射器侧扼流圈 24 被布置在与一次辐射器 22 端部中心间隔 L8 的位置处。

此外，所述辐射器侧扼流圈 24 的宽度为 L9，深度为 L10，并且被凹入地布置在旋转侧圆形波导 21 的外表面上。于是，辐射器侧扼流圈 24 在一次辐射器 22 的附近与包壳 25 之间是短路的，这将在后面有述。

作为举例，当一个一次辐射器 22 与包壳 25 相对(遮断)，而另一个开放(能够辐射)时，另一个一次辐射器 22 与旋转侧圆形波导 21 之间反射系数和透射系数的频率特性被示于图 17 中。其中，一次辐射器 22 的延伸角 ψ是 0°；旋转侧圆形波导 21 与包壳 25 之间的间隔δ2 是 0.15mm；间隔 L8 是 1.7mm；辐射器侧扼流圈 24 的宽度 L9 为 1.0mm；深度 L10 是 1.2mm；从所述旋转轴到一次辐射器 22 的开口端的距离 L11 是 4.5mm；所述背面的短部分 23B 的长度 L12 是 3.4mm；而所述背面的短部分 23B 的高度 L13 是 0.8mm。于是，可以理解，可使约在 76GHz 频带的高频信号在低反射的状态下被传送。

参考标号 25 表示设置于圆形波导 1 和 21 周围的包壳，所述包壳 25 由固定到所述固定侧圆形波导 1 和矩形波导 2 上的圆柱形部分 25A 组成，用以盖住旋转侧圆形波导 21 的外周，设在圆柱形部分 25A 上端的顶部挡板 25B，用以盖住旋转侧圆形波导 21 的盖 21B。圆柱形部分 25A 内部形成有容纳孔 25C，使旋转侧圆形波导 21 容纳于其中。

参考标号 26 表示在圆柱形部分 25A 内形成的辐射器开口，而且有如图 16 所示的那样，所述辐射器开口 26 被钻孔于与一次辐射器 22 相应的位置(相对的位置)处。辐射器开口 26 的面积大于一次辐射器 22 的开口面积，并且，所述辐射器开口 26 围绕着旋转侧圆形波导 21 的旋转轴(轴 O)

整个被开在一个预定的角度范围。辐射器开口 26 顺次与两个一次辐射器 22 当中的任一个相连，所述两个一次辐射器 22 随旋转侧圆形波导 21 一起旋转。

参考标号 27 表示电机，它被固定在包壳 25 的所述顶部挡板 25B 上。电机 27 的旋转轴装附在旋转侧圆形波导 21 的盖 21B 处，以便由电机 27 使旋转侧圆形波导 21 绕着轴 O 沿任何方向连续地旋转。

按照这样的方式，本实施例也能得到与第一和第二实施例同样的效果和优点。不过，按照本实施例，在旋转侧圆形波导 21 中设置两个一次辐射器 22，它们按彼此相反的方向布置着，随着旋转侧圆形波导 21 旋转，每个一次辐射器 22 顺次与包壳 25 的辐射器开口 15 连接，以致在一个一次辐射器 22 正在辐射高频信号时，另一个就被包壳 25 围绕着，以便能够遮断高频信号的辐射。

由于在旋转侧圆形波导 21 的外表面上设置辐射器侧扼流圈 24，特别是为了围绕一次辐射器 22 的开口端，两个一次辐射器 22 之一的开口端被包壳 25 所围绕，利用辐射器侧扼流圈 24 可在高频下使包壳 25 被短路。于是，在一个一次辐射器 22 通过辐射器开口 26 辐射高频信号时，可以抑制高频信号通过另一个一次辐射器 22 与包壳 25 之间被泄漏，从而能够使整个天线装置的损失受到抑制。

按照第三实施例，所述辐射器侧扼流圈 24 设在旋转侧圆形波导 21 的外表面上，从而围绕每个一次辐射器 22 的开口端；然而，本发明并不限于此，而是也可以形成两个呈环形的凹槽 31A，以在旋转侧圆形波导 21 的外表面上在两个一次辐射器 22 的上面和下面(沿着轴向的两侧)构成辐射器侧扼流圈 31，就像图 18 中所示的第二实施例那样。

有如图 19 所示的第三实施例，可在旋转侧圆形波导 21 的外表面上两个一次辐射器 22 的上面和下面(沿着轴向的两侧)形成两个第一环形凹槽 32A，同时，可在各一次辐射器 22 的左侧和右侧(沿圆周方向的两侧)形成与第一凹槽 32A 交叉的第二直线凹槽 32B，以便构成第一和第二凹槽 32A 和 32B 的辐射器侧扼流圈 32。在这种情况下，可将第二直线凹槽 32B 从第一凹槽 32A 的凸起长度 L14 建立为约$\lambda/4$($L14=\lambda/4$)，其中λ是在所用频带下的真空波长。

此外，按照第三实施例，在圆柱形旋转侧圆形波导 21 的外表面上设置辐射器侧扼流圈 24，不过，本发明并不限于此，以致有如图 20 中所示的第四改型那样，一次辐射器 22′可以在外部形状实质上为正方形的旋转侧圆形波导 21′的一面上开口，而辐射器侧扼流圈 24′可以形成在与一次辐射器 22′开口的同一个面上。在这种情况下，包壳 25′具有容纳孔 25C′，具有方形截面的旋转侧圆形波导 21′可在其内旋转。于是，辐射器侧扼流圈 24′可以成形于一个平面上，从而方便辐射器侧扼流圈 24′的制造。

按照第三实施例，辐射器侧扼流圈 24 形成于旋转侧圆形波导 21 的外表面上，作为选择，可将它们形成于包壳 25 的容纳孔 25C 上，或者同时形成于旋转侧圆形波导 21 和包壳 25 上。

接下去，图 21 表示本发明第四实施例的天线装置。本实施例的特点在于沿一次辐射器的辐射方向设置第二辐射器，这个第二辐射器能够根据高频信号的入射方向来改变辐射方向。另外，按照本实施例，类似的参考标号表示与第一实施例同样的部件，并省略对它们的描述。

参考标号 41 表示由直径为φ1、厚度为 T 的介电体线路制成的第二辐射器，它布置在一次辐射器 5 的辐射方向线上。第二辐射器 41 被布置成与旋转侧圆形波导 3 间隔距离 L15 的状态。

作为示例，研究当旋转侧圆形波导 3 转过旋转角θ1 时，由第二辐射器 41 辐射的射束的扫描角度θ2 与天线增益之间的关系。图 22 表示各种结果。其中，将第二辐射器 41 的直径φ1 确定为 90mm；厚度 T 为 18mm，距离 L15 为 27mm。旋转角θ1 从 0°变到 60°，当它为 0°时，一次辐射器 5 最接近（面向）第二辐射器 41。于是，当旋转角θ1 从-30°变到+30°(θ1=-30°-+30°) 时，射束扫描角度θ2 可从 -10° 变到+10°(θ2=-10°-+10°)，随之获得明显的天线增益，从而可以理解将所述设备用于 ACC(自适应漫游控制－adaptive cruise control)雷达。

按照这种方式，本实施例可以取得与第一实施例同样的效果和优点。另外，由于第二辐射器 41 设置于辐射方向线上，通过与旋转侧圆形波导 3 一起旋转一次辐射器 5，可使高频信号的入射位置相对第二辐射器 41 移动，从而改变从第二辐射器 41 发射的高频信号的出射方向。结果，可由高频信号实现在一个水平面上的横向扫描，从而可将本设备应用于 ACC 雷

达。

另外，按照第四实施例，采用介电体线路作为第二辐射器 41；作为选择，有如图 23 所示的第五改型，可以采用抛物面反射器作为第二辐射器 41′。在这种情况下，当一次辐射器 5′的辐射方向关于旋转侧圆形波导 3 的旋转轴倾斜一个角度α（比如α=10°-80°）时，高频信号可以更容易进入第二辐射器 41′。

此外，按照第四实施例，沿与旋转侧圆形波导 3 的旋转轴方向不同的方向设置一次辐射器 5；作为选择，有如图 24 所示第六改型所示那样，也可以采用沿旋转轴平行而不与旋转轴共轴方向设置的一次辐射器 5″。在这种情况下，可由射束由第二辐射器实现扫描，并且当采用由双焦点线组成的第二辐射器 41″时，可由射束以圆锥方式实行扫描。

接下去，图 25 表示本发明的第五实施例。本实施例的特点在于使用本发明的天线装置，将雷达构造成发射/接收装置。

参考标号 51 表示雷达，该雷达 51 实际上由压控振荡器 52、经放大器 53 和循环电路 54 与压控振荡器 52 相连的第一至第四实施例的天线装置 55，以及与循环电路 54 相连的混频器 56 组成，所述混频器 56 用以将从天线装置 55 所接收的信号下变频成中间频率的信号 IF。放大器 53 和循环电路 54 之间连接有定向耦合器 57，由该定向耦合器 57，使功率分配信号作为本地信号进入混频器 56。

按照本实施例的雷达具有上述结构，由压控振荡器 52 产生的振荡信号被放大器 53 放大，并作为发送信号经定向耦合器 57 和循环电路 54 从天线装置 55 被发送出去。另一方面，从天线装置 55 接收的信号经循环电路 54 被送入混频器 56，同时利用来自定向耦合器 57 的本地信号被下变频，以便产生中间频率的信号 IF。

按照这种方式，本实施例由于利用天线装置 55 构成雷达，通过转动天线装置 55 的一次辐射器，可沿所有方向发送或接收高频信号。

另外，按照第五实施例，所述天线装置 55 具有发射与接收共用的结构；作为选择，类似于图 26 所示的第七改型，可以采用一种结构，其中分开设置发射天线装置 61 与接收天线装置 62。

按照上述第五实施例，雷达与本发明的天线装置结合在一起；作为选

择，也可将所述天线装置作为发射/接收装置应用于通信设备。

有如上面所详细描述的那样，按照本发明，固定侧传送线路与旋转侧传送线路被共轴布置，并且两种发射线具有轴对称的电场分布或磁场分布，以致可以通过固定侧传送线路和旋转侧传送线路以同样模式传播高频信号，而与旋转侧传送线路的旋转位移无关。在固定侧传送线路与旋转侧传送线路之间设置传送线路侧扼流圈，以使两种发射线能被扼流耦合在一起，并利用该传送线路侧扼流圈使两种发射线在高频下被短路，从而避免高频信号从该两种发射线之间的缝隙泄漏。此外，旋转侧传送线路设有沿与旋转轴不同的方向辐射高频的信号的一次辐射器，从而利用该一次辐射器，可沿比如垂直方向和相对于旋转侧传送线路的发射方向倾斜预定角度的方向发射高频信号。

由于将一次辐射器构造成随旋转侧传送线路一起旋转，同时可以实现广角检测和高的角灵敏度，所以可使整个通信设备结构得以被简化，同时降低制造成本。由于可沿预定方向与旋转侧传送线路一起按恒定速度驱动所述一次辐射器，所以可以减小一次辐射器对驱动系统的负载，提高可靠性和耐用性。

如果在旋转侧传送线路方面设置多个一次辐射器，并将多个一次辐射器自身布置得彼此指向不同的方向，与装设单独一个一次辐射器相比，当多个旋转的一次辐射器中任何指向预定方向的一次辐射器能够发射信号，并且其余一次辐射器被遮断时，可以使在一次旋转内沿预定方向发射高频信号的时间周期增长，从而增长检测周期和通信联系的周期。

此外，与装设单独一个一次辐射器相比，当在多个一次辐射器周围设置包壳，以围绕这些一次辐射器，并使所述包壳上形成有辐射器开口，使多个旋转的一次辐射器当中任何一个顺次与该开口相连时，可使在旋转侧传送线路的一次旋转内，通过所述辐射器开口发射高频信号的时间周期得以被增长，从而增长检测周期和通信联系的周期。

再有，当在多个一次辐射器与包壳之间设置辐射器侧扼流圈时，同时，一个一次辐射器通过所述辐射器开口发射高频信号，可以使高频信号从其余一次辐射器与包壳之间的泄漏受到抑制，从而可使整个通信设备的损失受到抑制。

此外，当旋转侧传送线路设有一次辐射器，能够沿与旋转轴平行而不与旋转轴共轴的方向发射高频信号时，通过与旋转侧传送线路一起旋转所述一次辐射器，可使高频信号的发射位置绕着旋转轴作为中心移动。从而，通过在所述一次辐射器的发射方向线上设置第二辐射器，可由高频信号射束实现扫描，以使得能够把所述通信设备应用于 ACC 雷达。

进而，当在所述一次辐射器的发射方向线上设置依高频信号的入射方向改变出射方向的第二辐射器时，通过与旋转侧传送线路一起旋转所述一次辐射器，可以相对于第二辐射器移动高频信号的入射位置，以改变从第二辐射器发射的高频信号的出射方向。结果，可由射束在一个水平面上沿横向实现扫描，或者按圆锥方式实行扫描。

再有，当由具有按 TM01 传播模式的圆形波导制成每个固定侧传送线路和旋转侧传送线路时，可以在比如 TE10 模式下容易地使固定侧传送线路或旋转侧传送线路与一矩形波导相连，以便容易把高频信号送至固定侧传送线路，同时，易于使旋转侧传送线路与诸如喇叭天线类的一次辐射器相连。

另外，当利用本发明的天线装置构成发射/接收装置时，使整个天线装置的结构简化，以便降低制造成本，同时减小对一次辐射器的驱动系统的负载，提高可靠性和耐用性。

工业上应用的可能性

如上所述，在本发明的天线装置中，由于能够实现广角检测和较高的角灵敏度，所以，可使整个天线装置的结构被简化，从而降低制造成本。于是，本设备适于用作雷达，比如用微波和毫米波类的高频电磁波(高频信号)对整个预定的角度范围扫描。

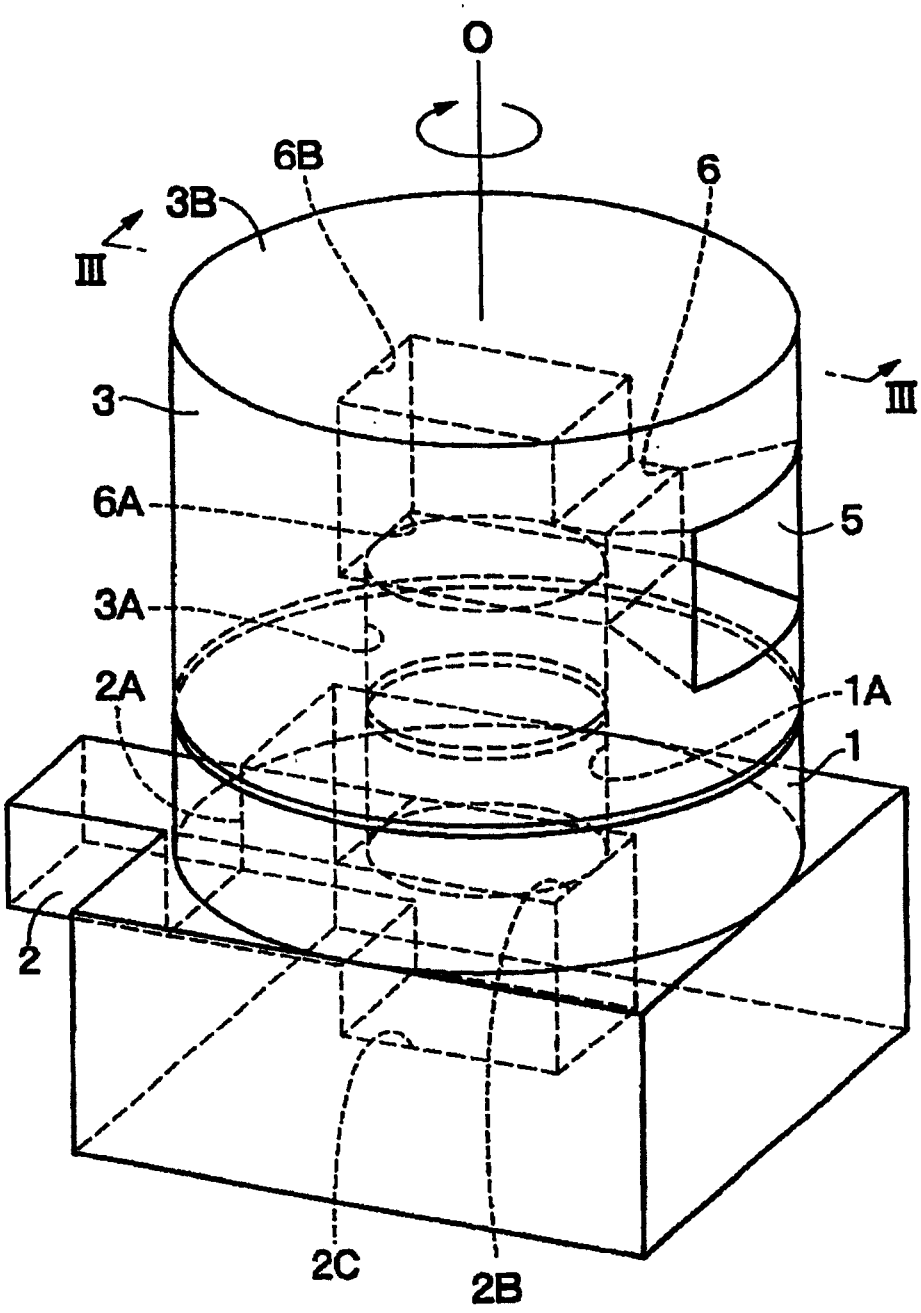


图 1

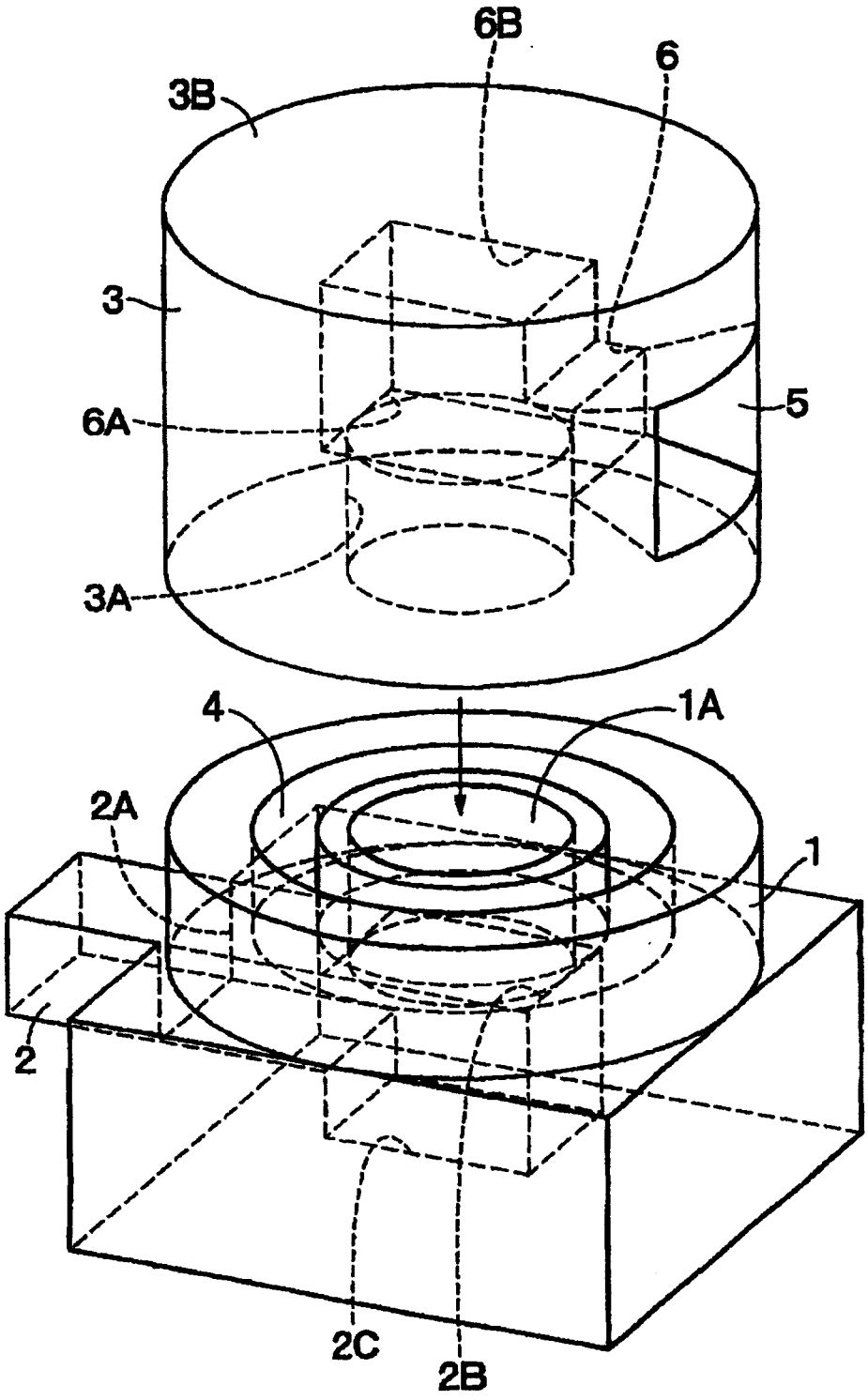


图 2

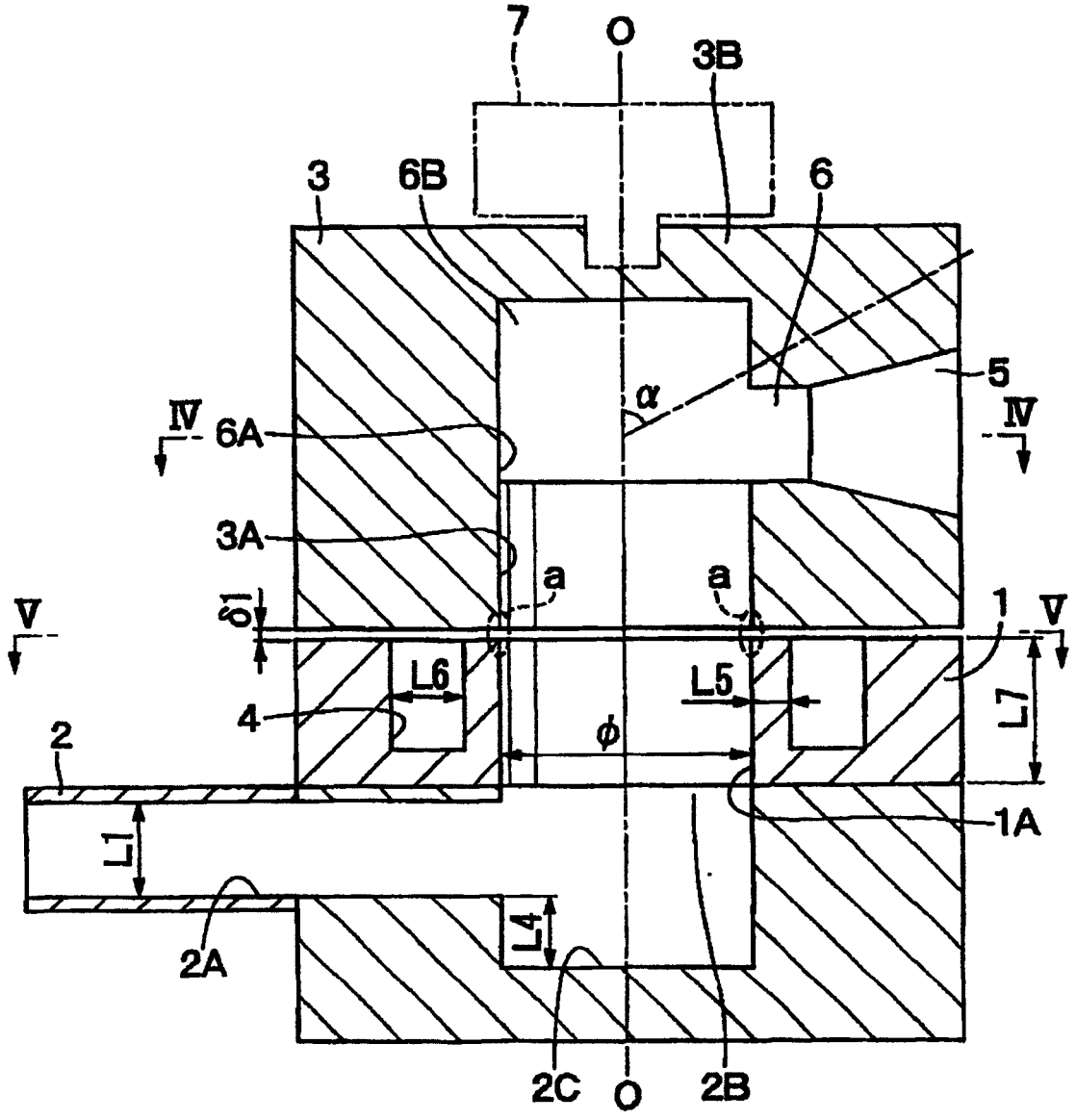


图 3

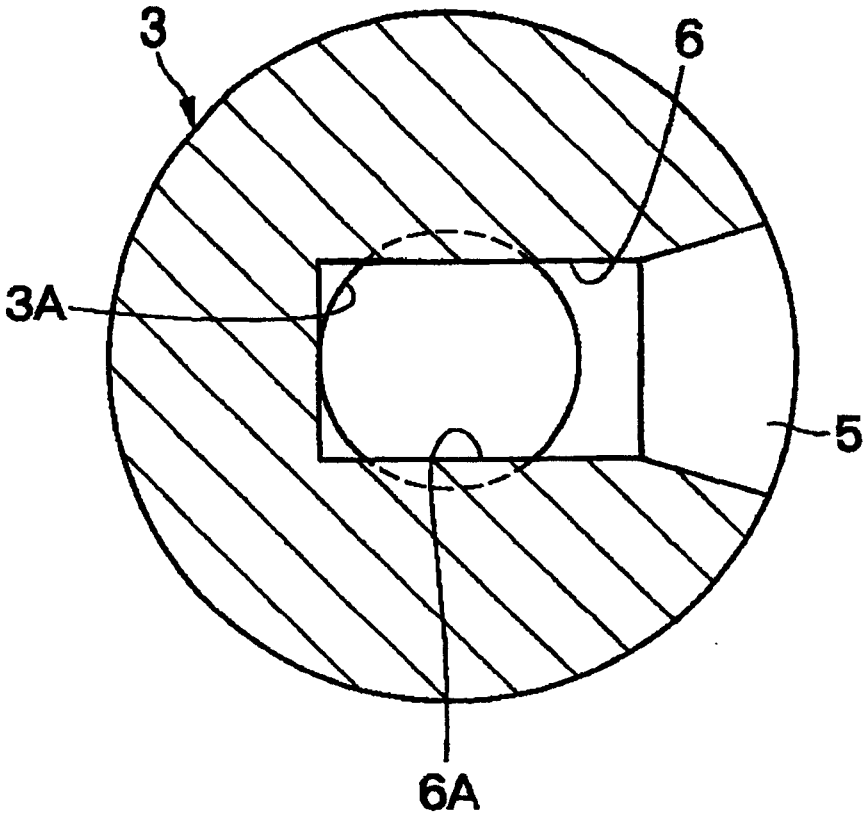


图 4

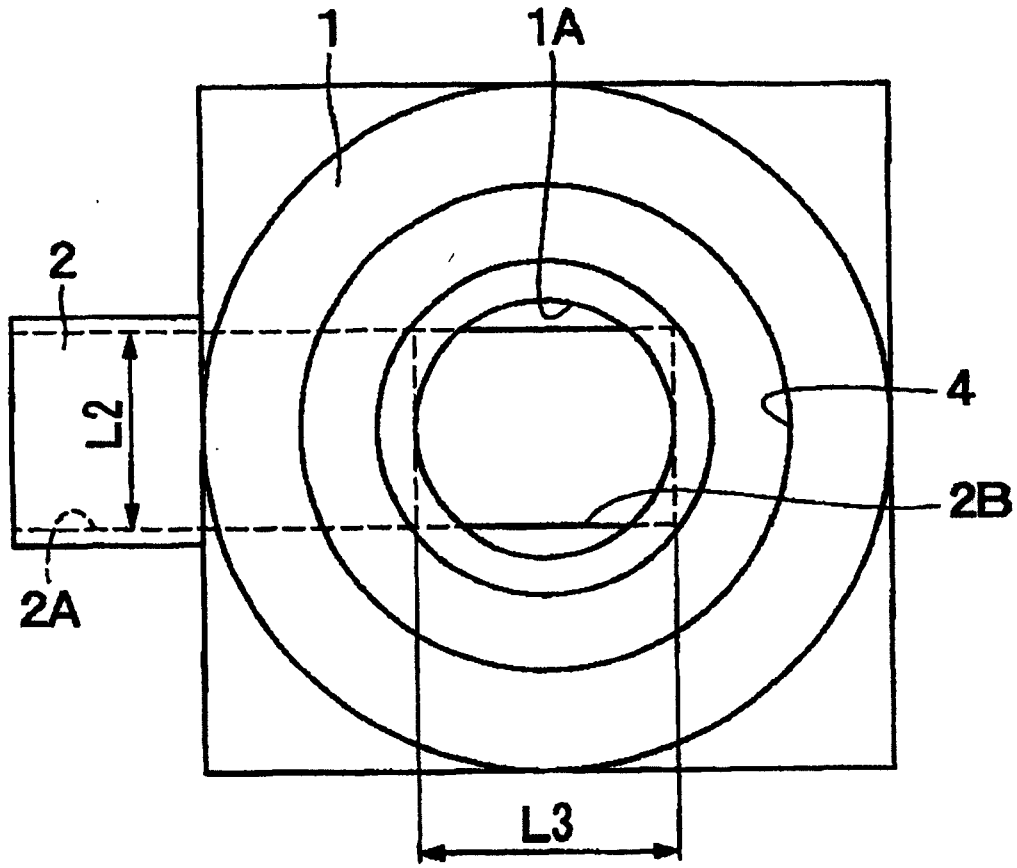


图 5

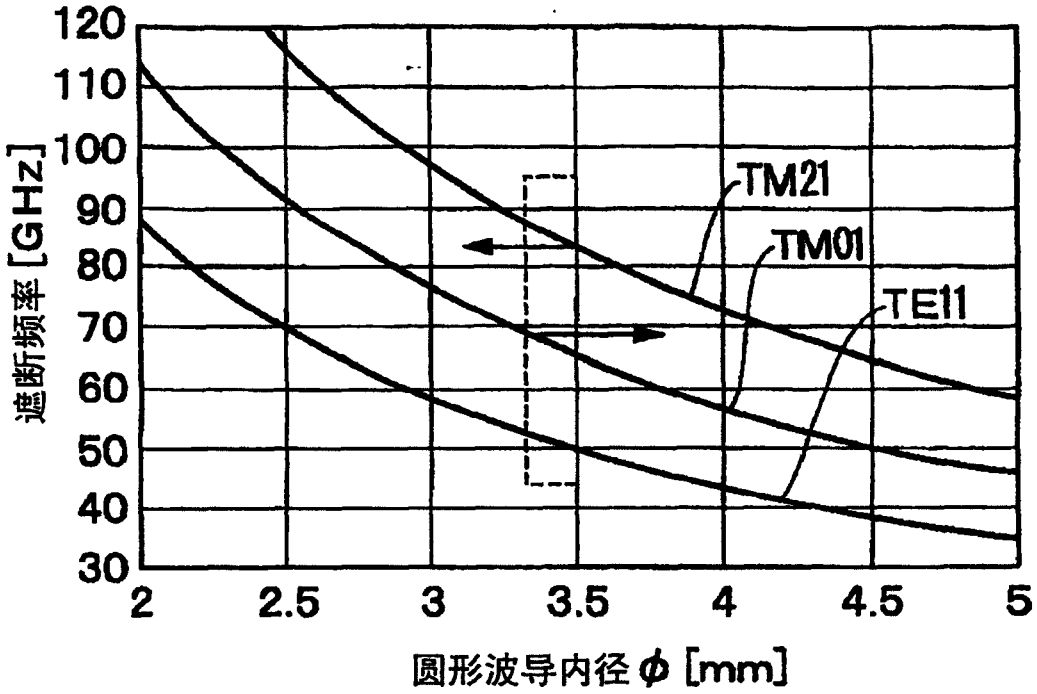

120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
截断频率[GHz]
TM21
TM01
TE11
2
2.5
3
3.5
4
4.5
5
圆形波导内径φ[mm]

图 6

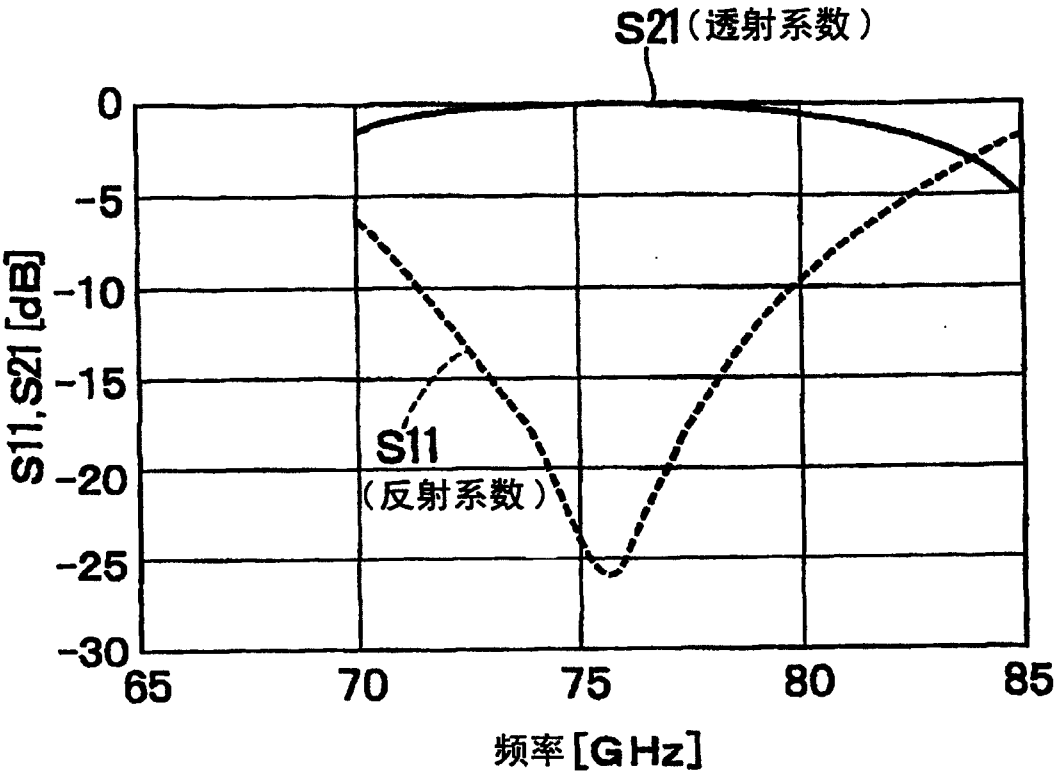


图 7

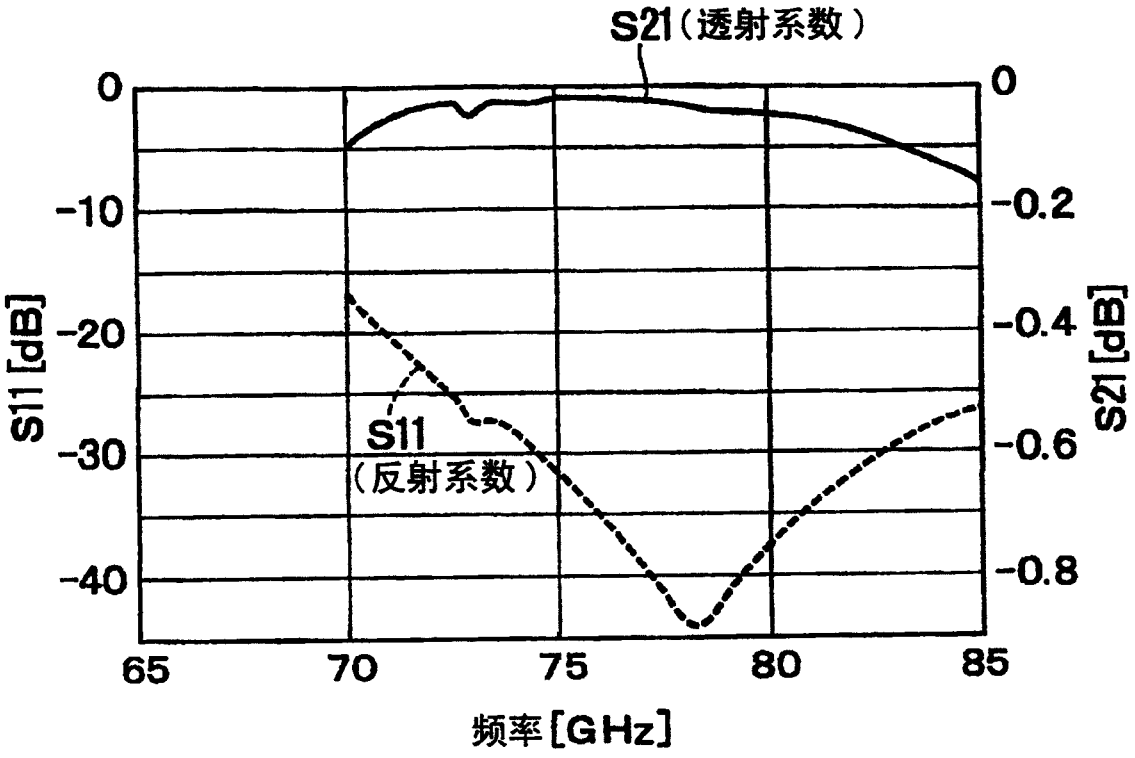

S21(透射系数)
0
-10
-20
-30
-40
S11 [dB]
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
S21 [dB]
S11
(反射系数)
65
70
75
80
85
频率[GHz]

图 8

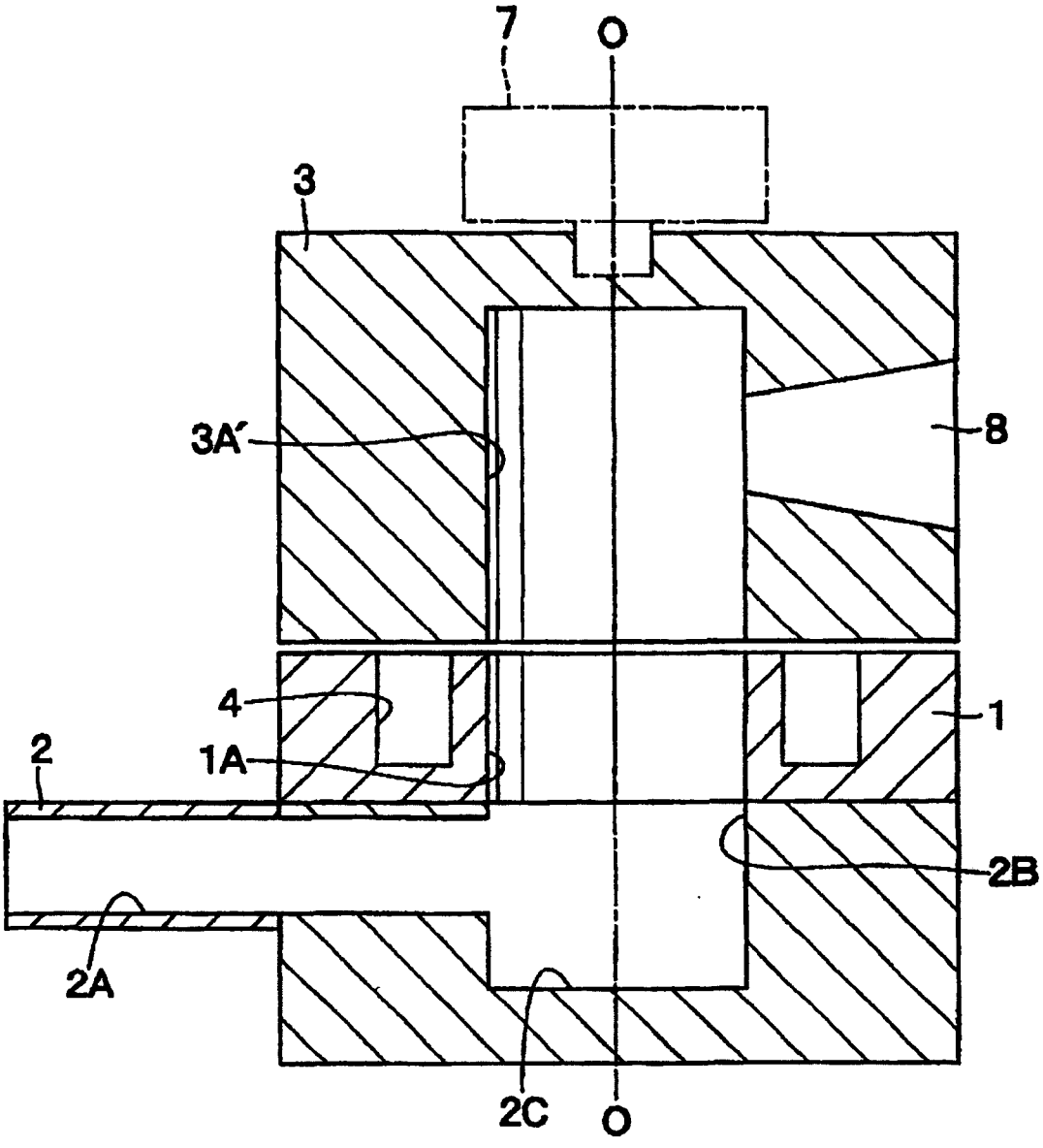


图 9

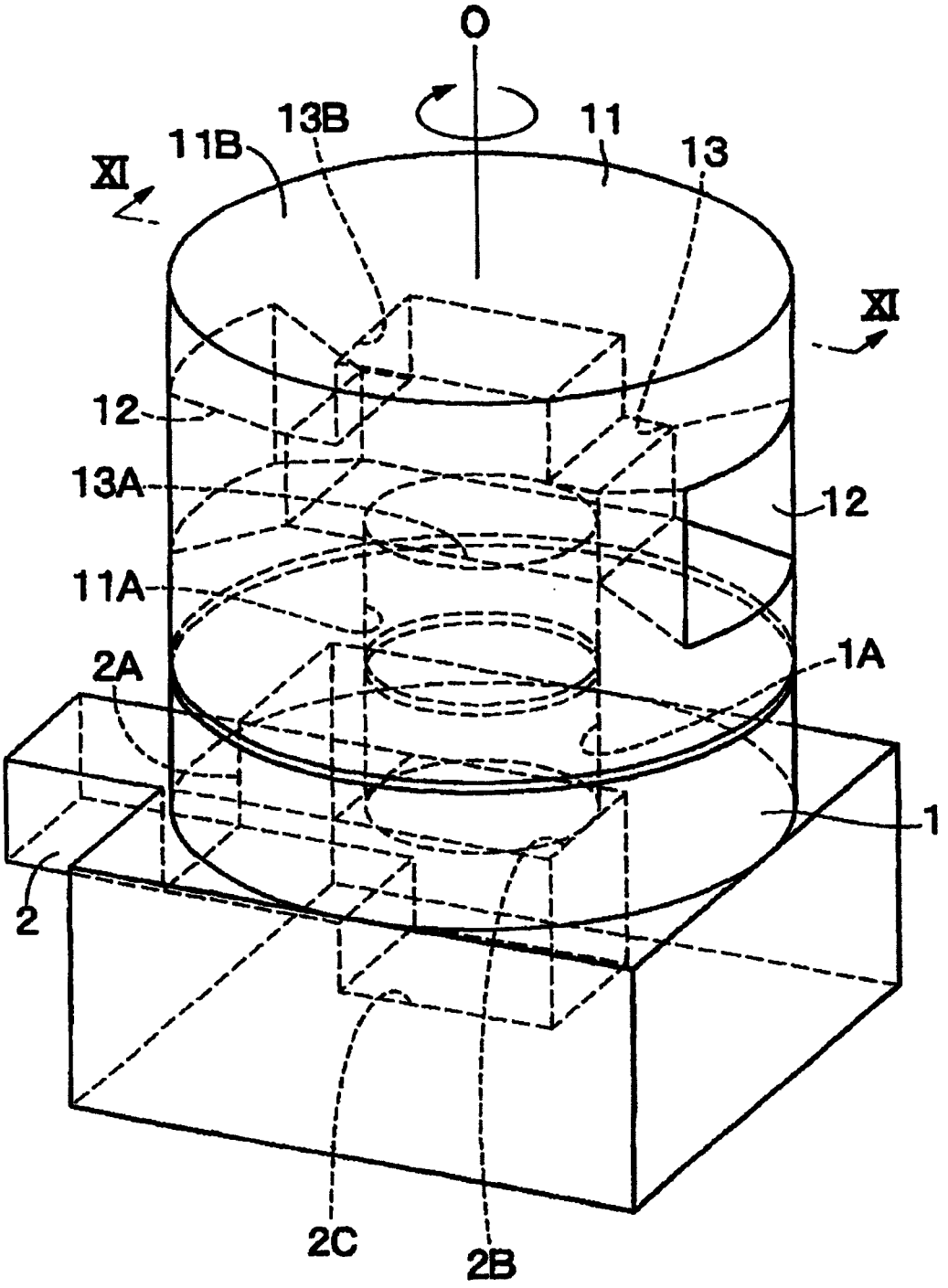


图 10

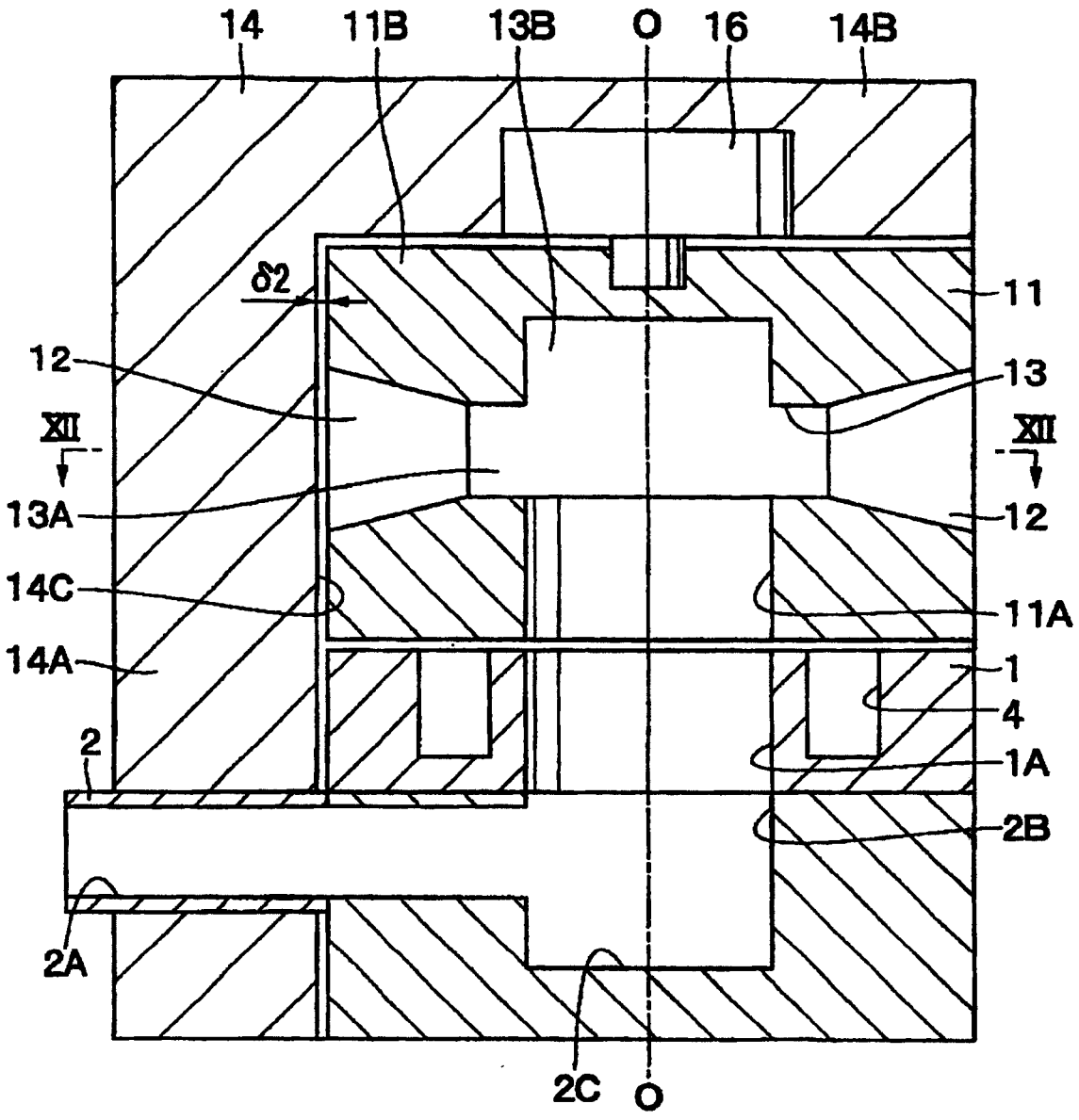

14
11B
13B
O
16
14B
δ2
11
12
13
XII
XII
13A
12
14C
11A
14A
1
4
2
1A
2B
2A
2C
O

图 11

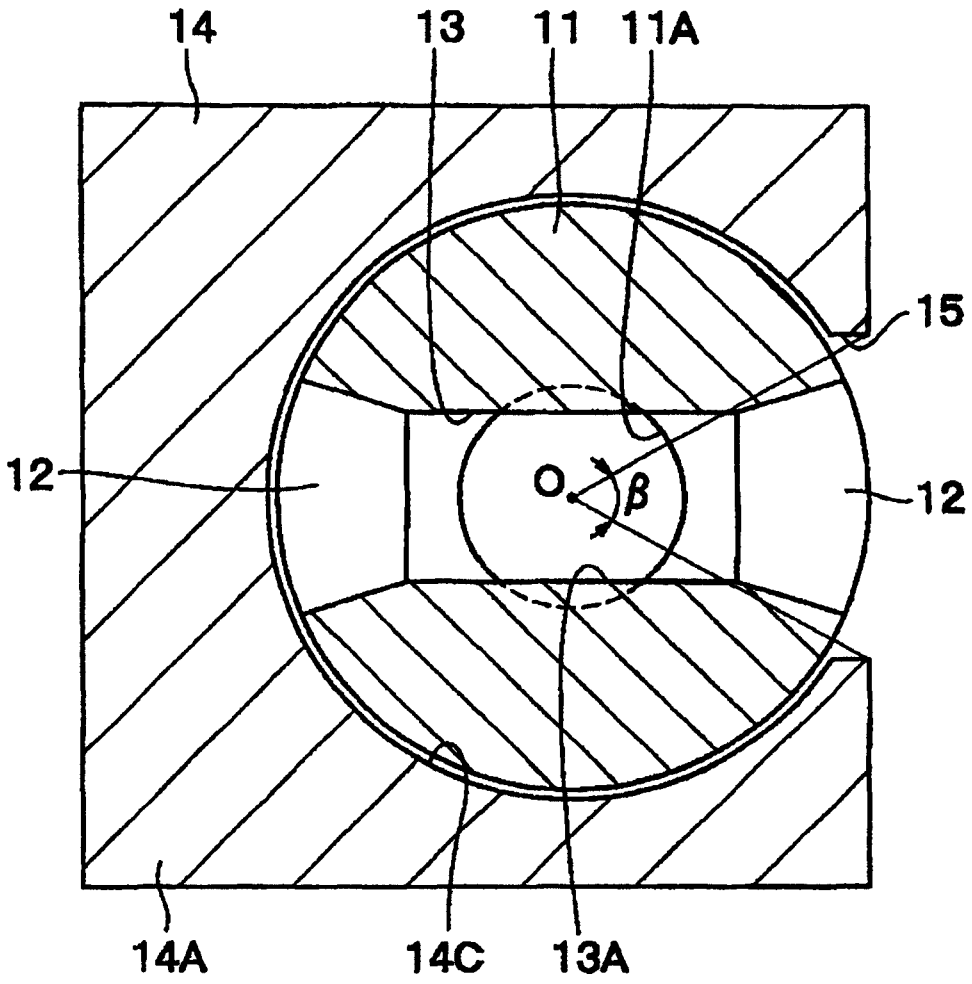


图 12

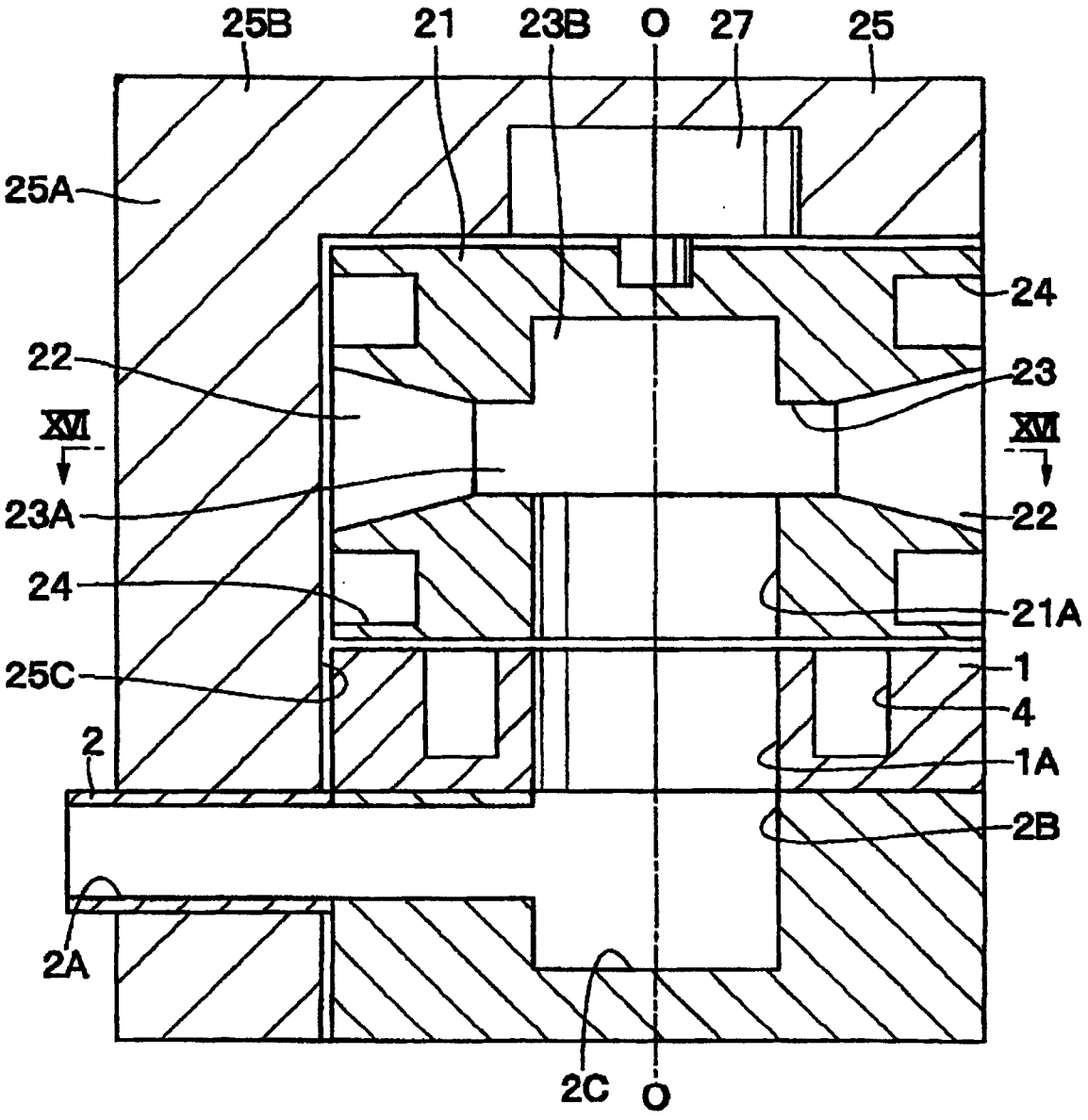

25B
21
23B
O
27
25
25A
24
22
23
XVI
XVI
23A
22
24
21A
25C
1
4
2
1A
2B
2A
2C
O

图 13

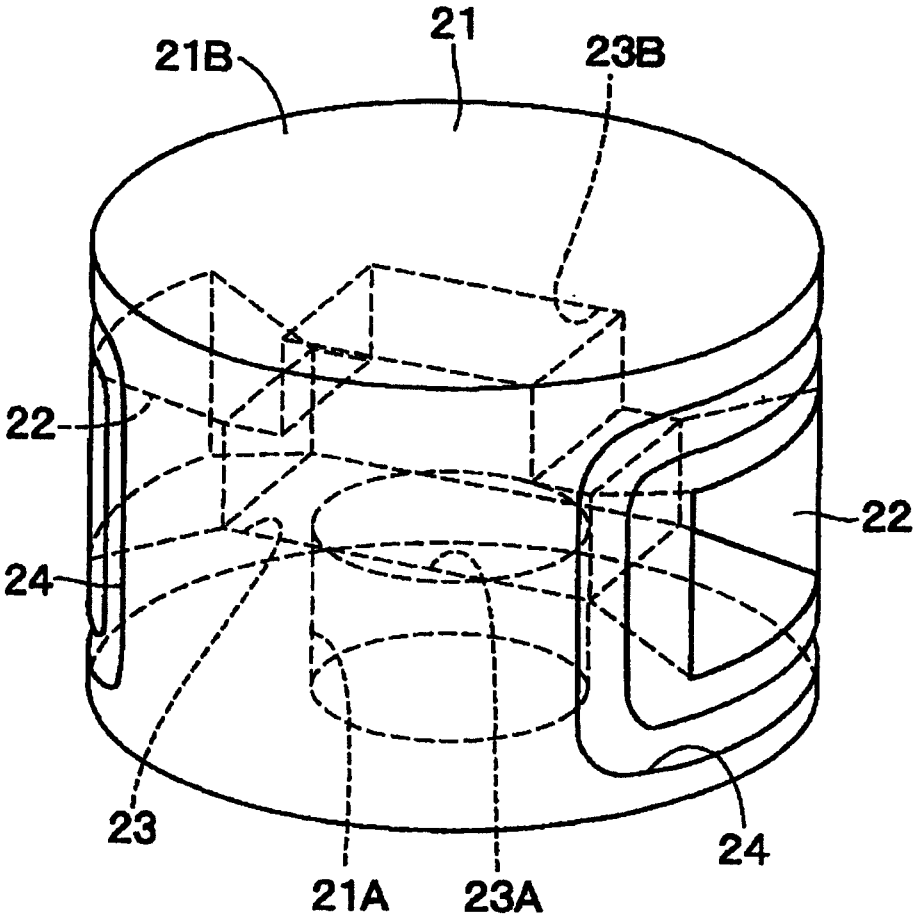


图 14

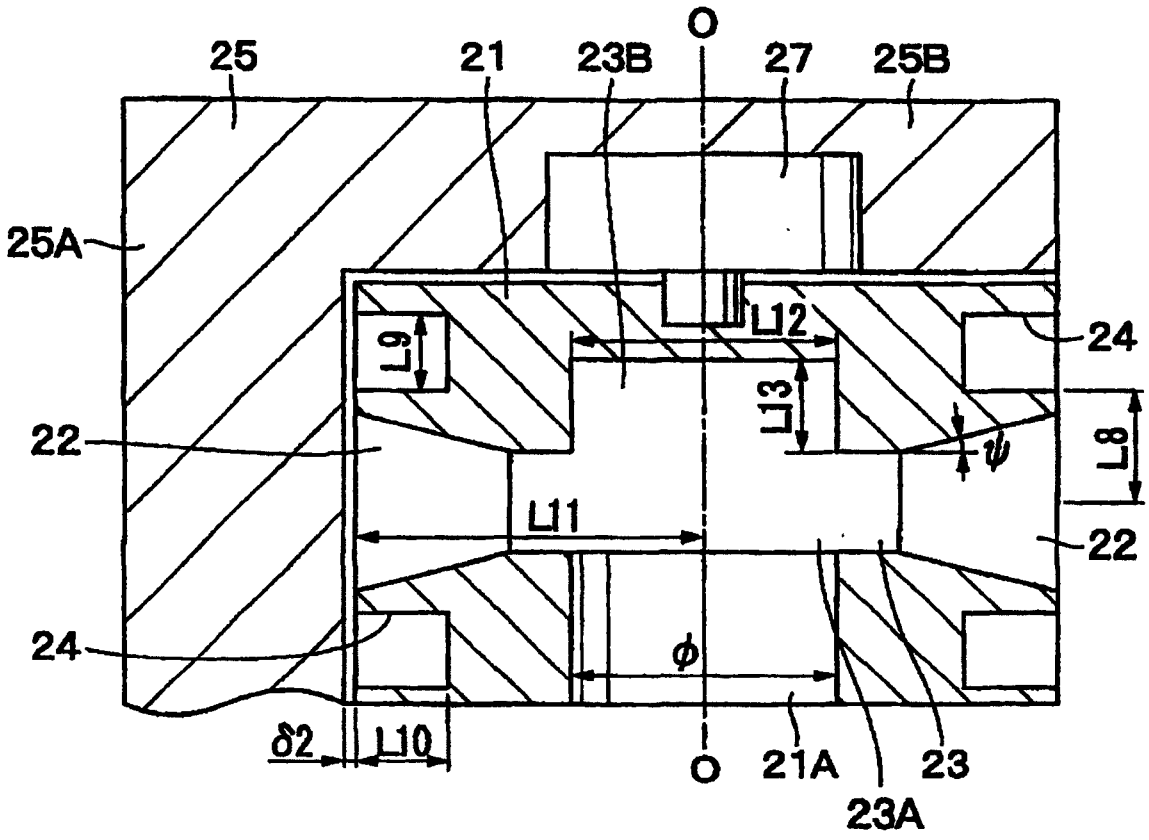

O
25
21
23B
27
25B
25A
L9
L12
24
L13
ψ
L8
22
L11
22
24
ϕ
δ2
L10
O
21A
23
23A

图 15

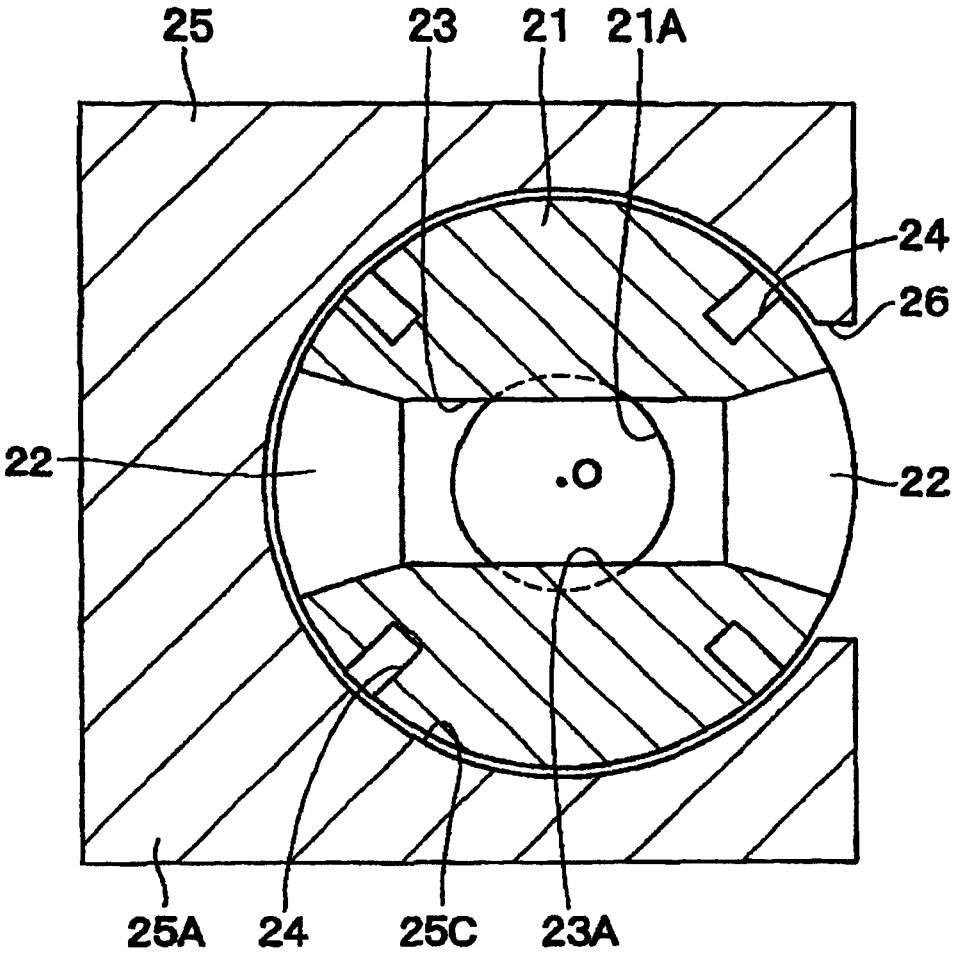


图 16

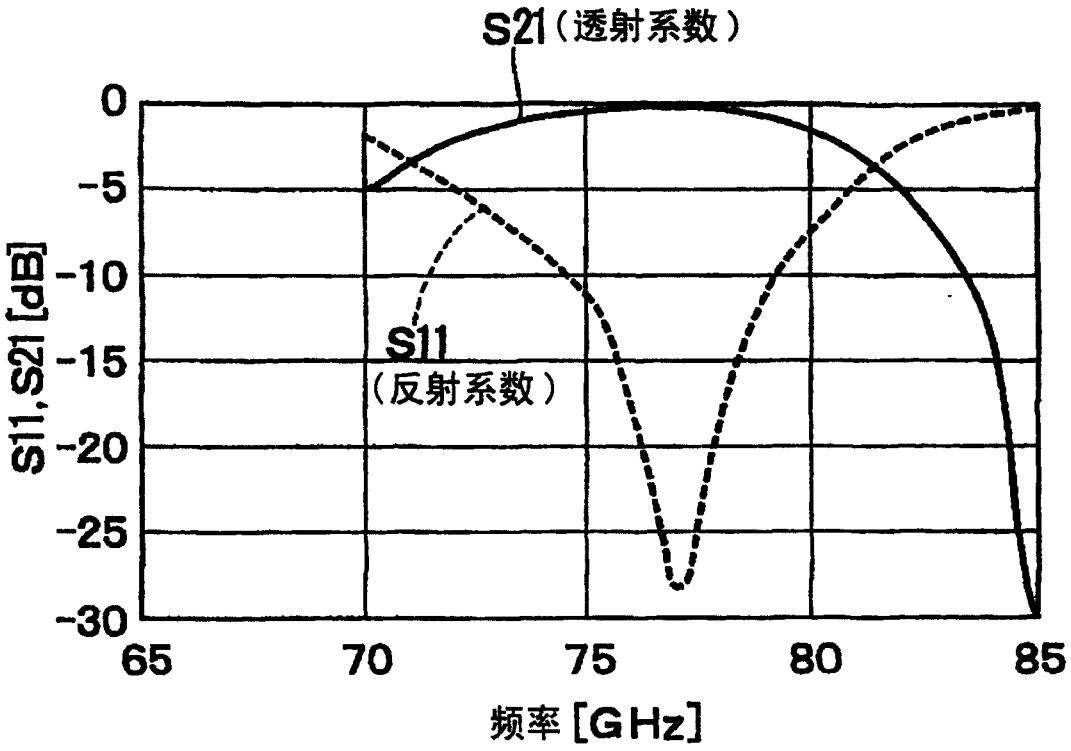


图 17

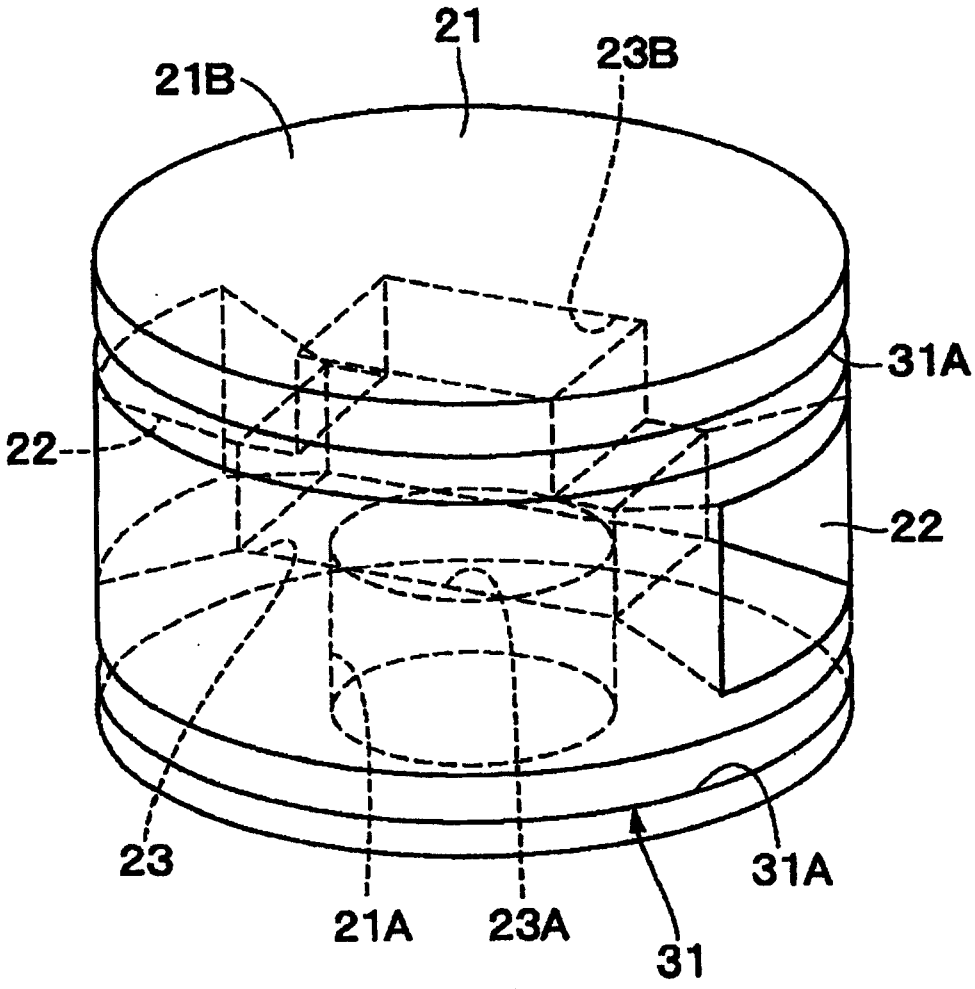


图 18

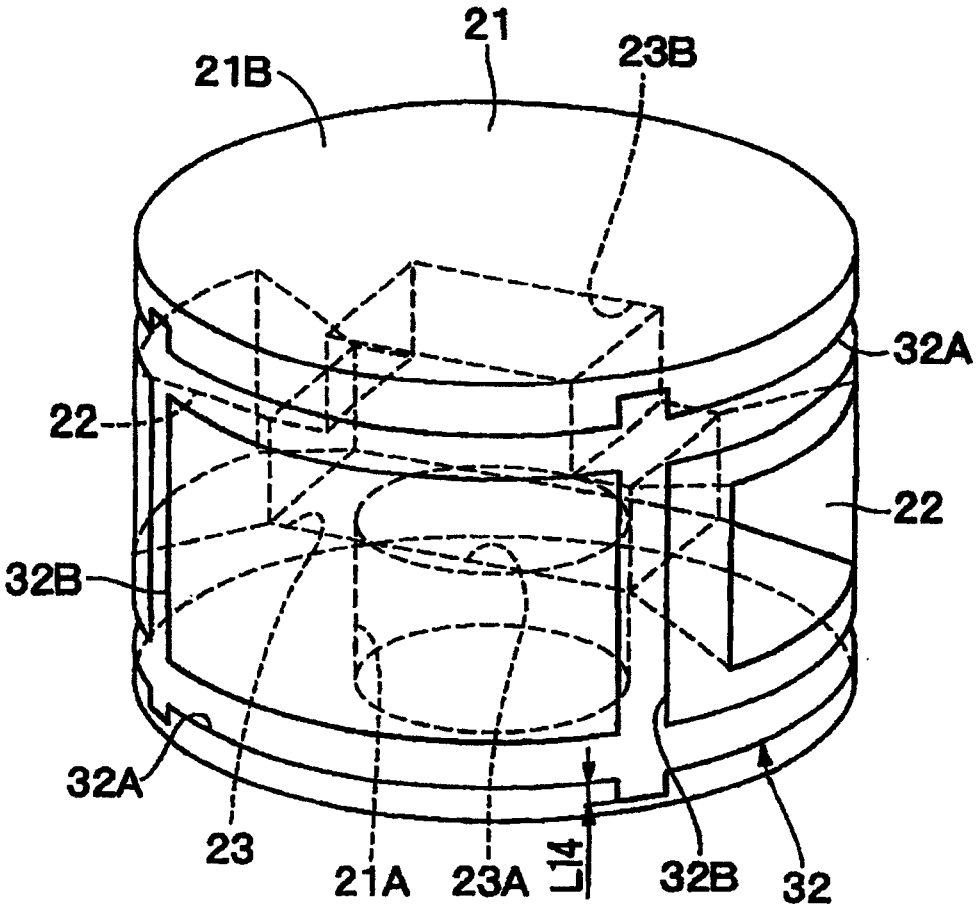


图 19

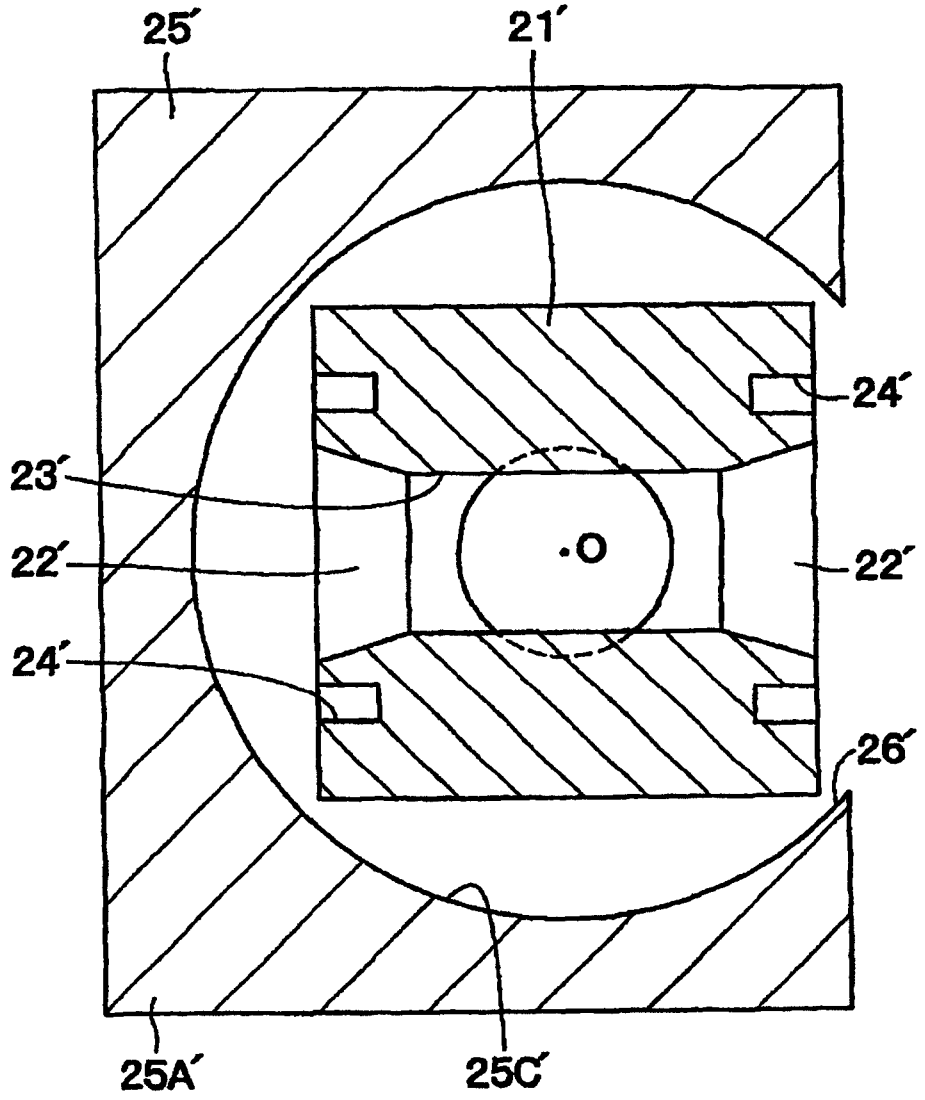


图 20

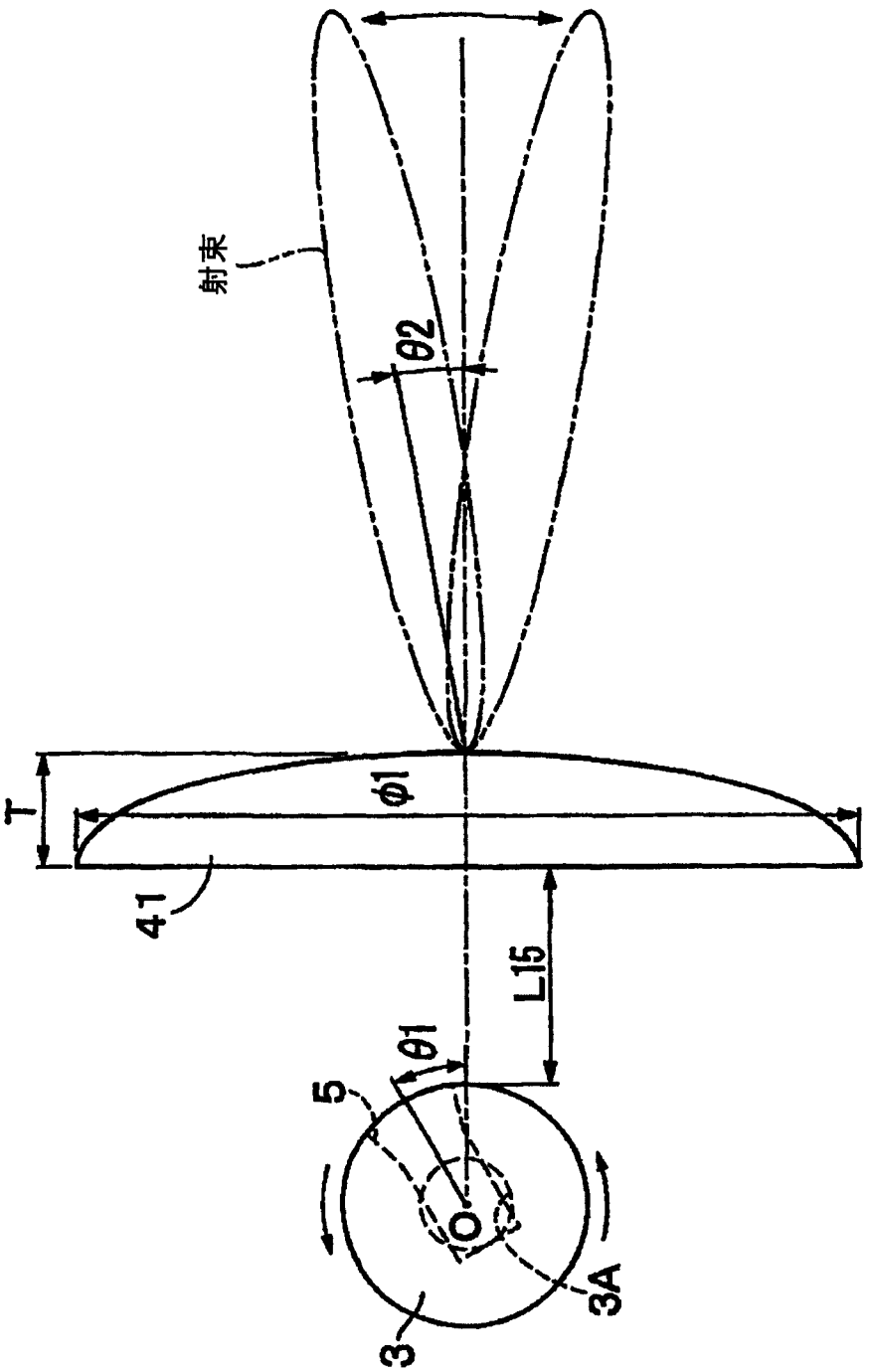


图 21

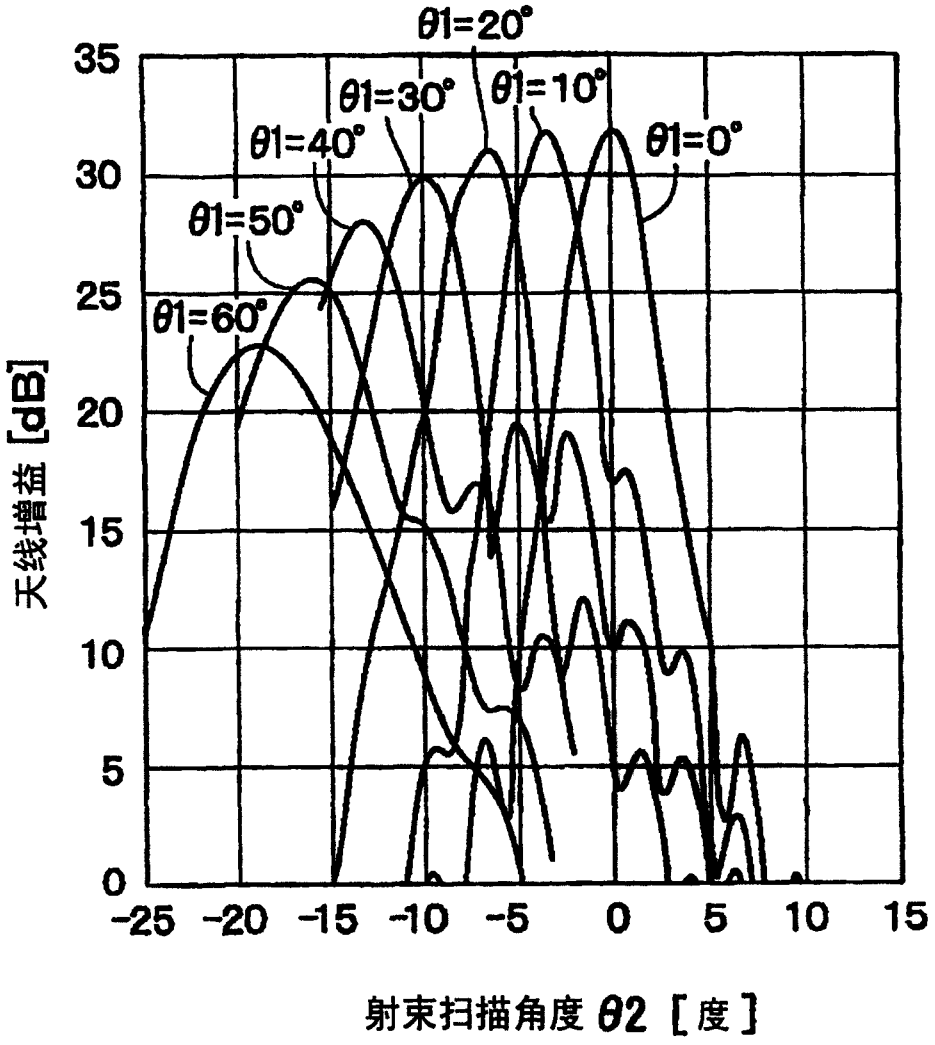

θ1=20°
θ1=30°
θ1=10°
θ1=40°
θ1=0°
θ1=50°
θ1=60°
35
30
25
20
15
10
5
0
-25 -20 -15 -10 -5 0 5 10 15
天线增益 [dB]
射束扫描角度 θ2 [度]

图 22

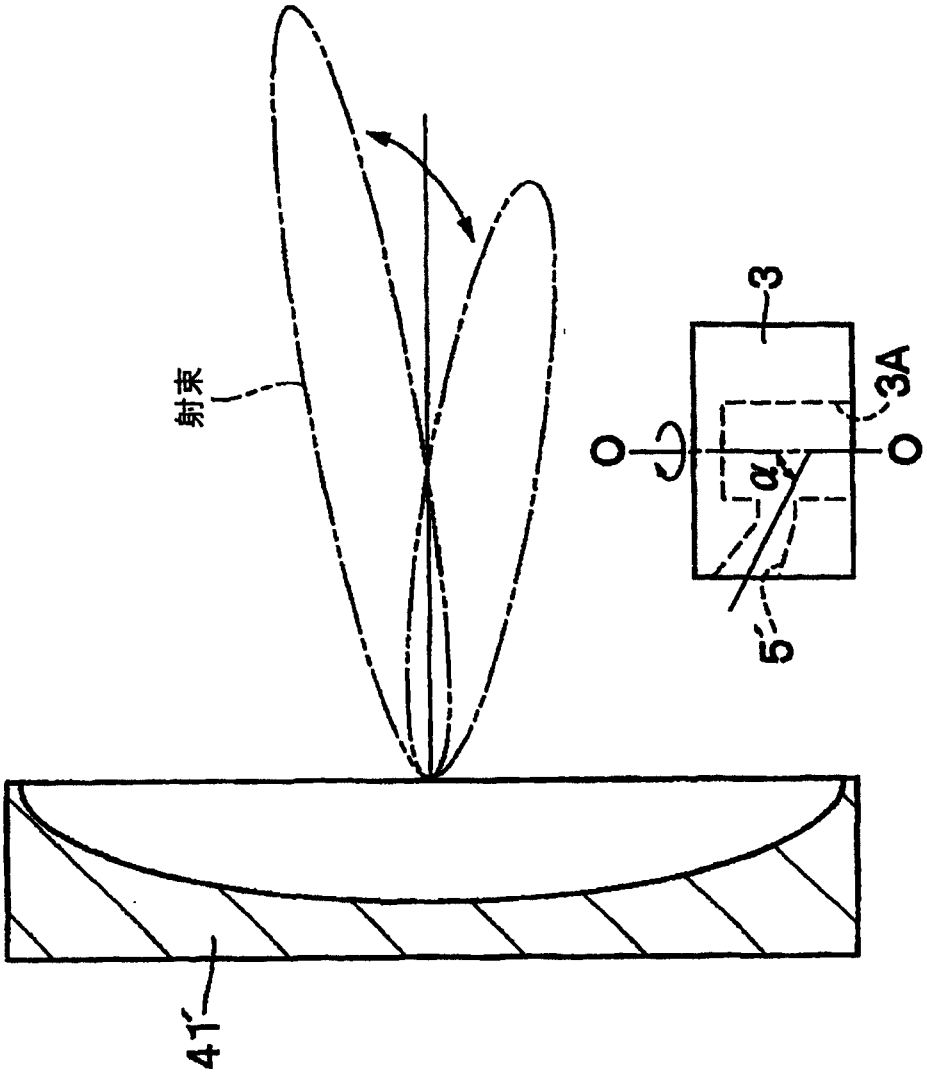


图 23

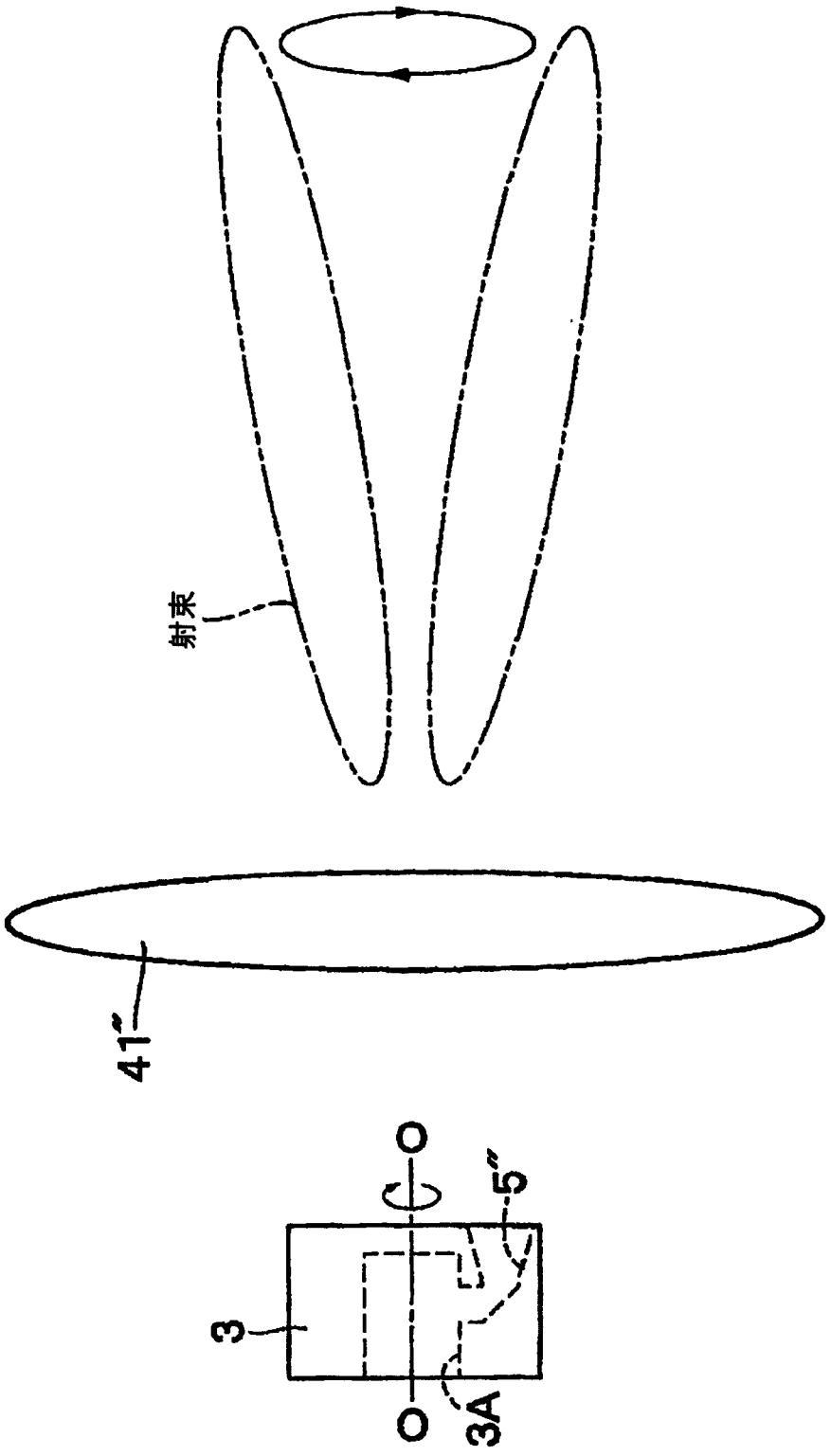


图 24

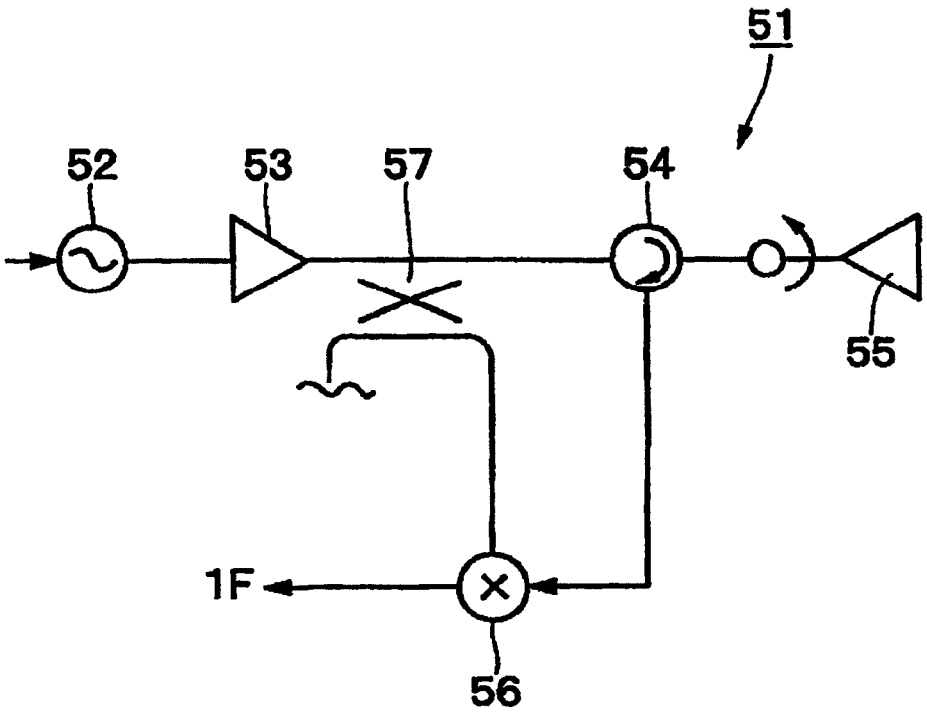


图 25

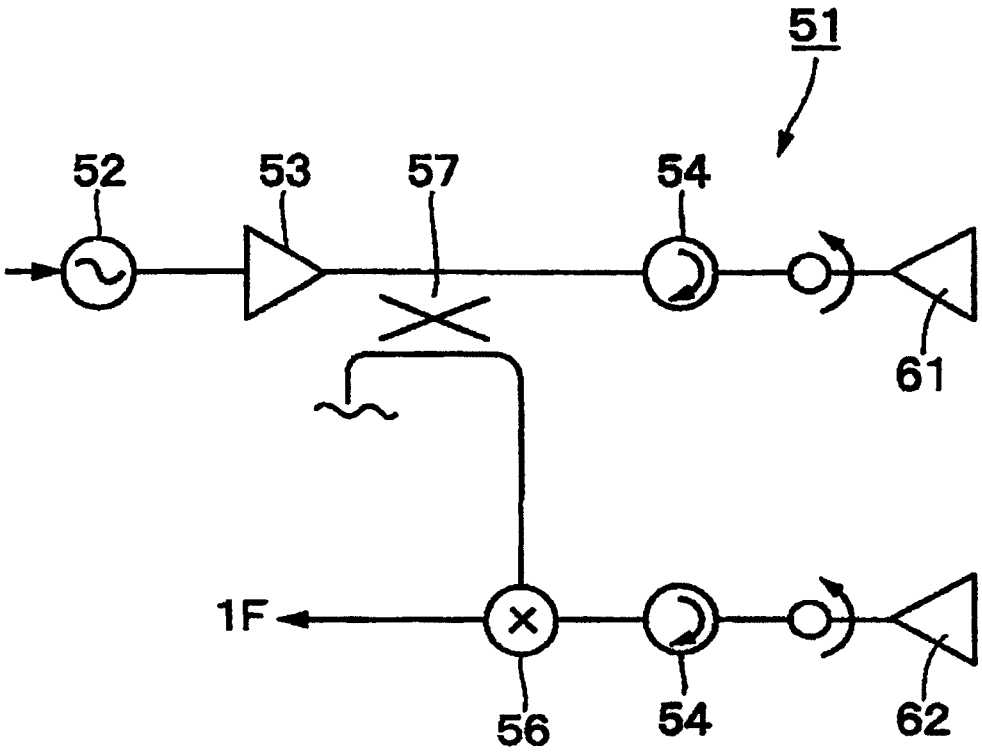


图 26