



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101944654 B

(45) 授权公告日 2013. 07. 03

(21) 申请号 201010186871. 9

审查员 李明月

(22) 申请日 2010. 05. 26

(30) 优先权数据

12/471, 691 2009. 05. 26 US

(73) 专利权人 香港城市大学

地址 中国香港九龙达之路

(72) 发明人 陆贵文 刘家良

(74) 专利代理机构 北京润平知识产权代理有限公司

公司 11283

代理人 周建秋 王凤桐

(51) Int. Cl.

H01Q 1/50 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1705164 A, 2005. 12. 07, 说明书第 13

行 - 第 4 页第 11 行以及附图 3A, 3B.

CN 2744003 Y, 2005. 11. 30, 全文.

CN 2583819 Y, 2003. 10. 29, 全文.

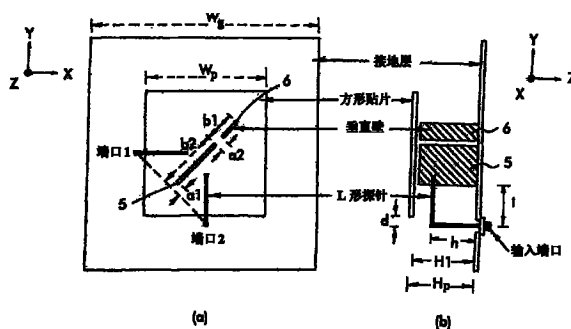
权利要求书1页 说明书6页 附图12页

(54) 发明名称

用于双极化探针馈电贴片天线的隔离增强技术

(57) 摘要

本发明提供一种贴片天线, 该贴片天线包括贴片和两个 L 形馈电探针, 该贴片与接地层分离。每个馈电探针都连接到各自的输入端口并具有平行于贴片而延伸的部分。该天线还包括从接地层向贴片延伸的至少两个壁。这些壁位于 L 形馈电探针之间, 以便允许输入端口之间的直接传播并创建输入端口之间的间接衍射路径, 所述间接衍射路径用于消除至少部分直接传播。



1. 一种贴片天线,该贴片天线包括贴片、两个 L 形馈电探针和至少两个壁,所述贴片与接地层分离,每个所述 L 形馈电探针连接到各自的输入端口并具有平行于所述贴片延伸的部分,以及所述壁从所述接地层向所述贴片延伸,所述壁位于所述 L 形馈电探针之间。

2. 根据权利要求 1 所述的天线,其中,两个垂直壁沿着与每个所述馈电探针都成 45° 而延伸的线安装。

3. 根据权利要求 2 所述的天线,其中,所述馈电探针相对于方形贴片的边而正交地延伸,以及其中所述壁沿着所述贴片的对角线而延伸。

4. 根据权利要求 2 所述的天线,其中,所述馈电探针安装在方形贴片的各个角处并沿着所述贴片的对角线延伸,以及其中所述壁沿着所述方形贴片的中心线延伸。

5. 根据权利要求 1 所述的天线,其中,每个所述壁都具有相同的高度,该高度被从所述接地层向所述贴片测量,以及其中在平行于所述接地层的方向上,一个壁长于其他的壁。

6. 根据权利要求 1 所述的贴片天线,其中,垂直壁被放置以便允许所述输入端口之间的直接传播。

7. 根据权利要求 6 所述的贴片天线,其中,所述垂直壁被放置以便创建所述输入端口之间的间接衍射路径,所述间接路径用于消除至少部分所述直接传播。

用于双极化探针馈电贴片天线的隔离增强技术

技术领域

[0001] 本发明涉及可被用于任何类型的具有馈电探针的双极化贴片天线的隔离增强技术。

背景技术

[0002] 极化分集被广泛用于基站,以解决接收天线处多径衰落的问题。通常,这可通过在接地层 (ground plane) 处使用两个偏移垂直的槽 (offset perpendicular slot) 或两个中心交叉的槽来激励正交方向上的贴片来实现,其中这些槽为矩形形状。

[0003] 对于具有偏移槽的天线而言,仅需要简单的馈电网络。然而,这种天线具有 18dB 左右的差的输入端口隔离,这不能满足移动通信应用的当前需求。实际上,双极化天线的标准是隔离大于 30dB,以提供合理的分集增益水平。

[0004] 对于具有十字槽的天线而言,通过使用一对平衡微带线来馈送每个槽,该标准是可以得到满足的。然而,这需要由空中桥 (air-bridge) 组成的复杂的馈电网络。为了用简单的馈电网络来获得高的隔离,两个偏移 H 形 (或修正的 H 形) 的槽被用于激励贴片,以进行正交极化。该天线可在 20% 左右的宽阻抗带宽上获得大于 30dB 的隔离。大部分的双极化贴片天线设计都是基于槽 / 隙缝馈电方法。由于馈电探针的垂直金属部分之间的强耦合,所以它们不涉及探针馈电方法。

[0005] 作为双极化贴片天线的替代,基于槽 / 隙缝馈电方法,采用“L 形探针”的馈电方法已经在 US6593887 中进行了描述。与槽 / 隙缝馈电方法相比,双极化 L 形探针贴片天线具有附加的特征,诸如更低的后方辐射、更宽的阻抗带宽和更高的增益。然而,由于馈电探针的垂直金属部分之间的强耦合,该天线具有更差的输入端口隔离。已经提出了一些方法来解决该问题。不幸的是,这些方法具有窄的隔离带宽或者具有复杂的结构的缺点。

[0006] 众所周知,与其他馈电方法相比,L 形馈电探针 (K. M. Luk, C. L. Mak, Y. L. Chow 和 K. F. Lee, “Broad-band microstrip patch antenna”, 电子快报, Vol. 34, (15), pp. 1442-1443, 1998.) 具有若干期望的特征,诸如非接触馈电转移以及易于制造。该设计还为具有厚基片 (厚度 $\sim 0.1 \lambda_0$) 的贴片天线提供了良好的馈电 (C. L. Mak, K. M. Luk, K. F. Lee 和 Y. L. Chow, “Experimental study of a microstrip patch antenna with an L-shaped probe”, IEEE Trans. Antennas Propag, Vol. 48, (5), pp. 777-783, 2000; Y. X. Guo, C. L. Mak, K. M. Luk 和 K. F. Lee, “Analysis and design of L-probe proximity fed-patch antennas”, IEEE Trans. Antennas Propag, Vol. 49, (2), pp. 145-149, 2001.)。为了开发具有这些特征的双极化贴片天线,一对 L 形探针被用于正交地激励方形贴片 (H. Wong, K. B. Ng 和 K. M. Luk, “A dual-polarized L-probe patch antenna”, Microwave Conference, 2001 Asia-Pacific, Vol. 2, pp. 930-933, 2001.)。然而,输入端口之间低于 30dB 的差的隔离被报道。在该文献中,提出了两种技术来使隔离大于 30dB。第一种技术采用定向耦合器 (K. L. Lau, K. M. Luk 和 D. Lin, “A wide-band dual-polarization patch antenna with directional coupler”, IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, vol. 1, (10),

pp. 186-189, 2002), 在 Wong 等人的文献中, 该定向耦合器被安装在接地层的背面以馈送这对 L 形探针。虽然该天线结构简单, 但是它具有 13% 的窄隔离带宽 ($S_{21} \leq -30\text{dB}$)。第二种技术使用两对 L 形探针来在正交方向上激励贴片 (H. Wong, K. L. Lau 和 K. M. Luk, "Design of dual polarized L-probe patch antenna arrays with high isolation", IEEE Trans. Antennas Propag, vol. 52, (1), pp. 45-52, 2004)。该技术的优点在于具有 31% 的宽隔离带宽, 但缺点是结构复杂。

发明内容

[0007] 根据本发明, 提供了一种贴片天线, 该贴片天线包括贴片、两个 L 形馈电探针和至少两个壁, 贴片与接地层分离, 每个 L 形馈电探针连接到各自的输入端口并具有平行于贴片而延伸的部分, 所述至少两个壁从接地层向贴片延伸, 所述至少两个壁位于 L 形馈电探针之间。

[0008] 在本发明的优选实施方式中, 沿着与每个馈电探针都成 45° 而延伸的线提供了两个垂直壁。

[0009] 馈电探针可被设置为相对于方形贴片的边而正交地延伸, 所述壁沿着贴片的对角线延伸, 或者可替换地, 馈电探针可安装在方形贴片的各个角处并沿着贴片的对角线延伸, 而所述壁沿着方形贴片的中心线延伸。

[0010] 优选地, 每个壁都具有相同的高度, 该高度被从接地层向贴片测量, 并且在平行于接地层的方向上所测量的一个壁长于其他的壁。

[0011] 在本发明的优选实施方式中, 垂直壁被放置, 以便允许输入端口之间的直接传播。特别地, 垂直壁可以被放置, 以便创建输入端口之间的间接衍射路径, 间接路径用于消除至少部分直接传播。

附图说明

[0012] 现在通过示例的方式并结合附图来描述本发明的一些实施方式, 其中:

[0013] 图 1 示出了现有技术示例的 (a) 俯视图和 (b) 侧视图;

[0014] 图 2 示出了现有技术中探针的垂直臂之间的直接波传输;

[0015] 图 3 示出了本发明实施方式的 (a) 俯视图和 (b) 侧视图;

[0016] 图 4 示出了图 3 的实施方式中 L 形探针的垂直臂之间的直接和间接波传输;

[0017] 图 5 绘出了根据现有技术和本发明实施方式的天线的模拟的驻波比和输入端口耦合;

[0018] 图 6(a) 绘出了根据本发明实施方式的天线的端口 1 的驻波比和增益随频率的变化以及图 6(b) 绘出了根据本发明实施方式的天线的端口 2 的驻波比和增益随频率的变化;

[0019] 图 7 绘出了根据本发明实施方式的天线的输入端口耦合随频率的变化;

[0020] 图 8(a) 绘出了根据本发明实施方式的天线在 890MHz 处的端口 1 的水平面辐射方向图以及图 8(b) 绘出了根据本发明实施方式的天线在 890MHz 处的端口 2 的水平面辐射方向图;

[0021] 图 9(a) 绘出了根据本发明实施方式的天线在 890MHz 处的端口 1 的垂直面辐射方

向图以及图 9(b) 绘出了根据本发明实施方式的天线在 890MHz 处的端口 2 的垂直面辐射方向图 ; 以及

[0022] 图 10 示出了本发明的可替换实施方式。

具体实施方式

[0023] 本发明的目的是为采用探针馈电方法的双极化贴片天线提供新颖的隔离增强技术。该技术不仅可保持探针馈电方法的特征, 而且还可消除探针馈电方法的缺陷。对于具有馈电探针的双极化贴片天线阵列的设计而言, 该技术可被用于降低每个阵列单元中不同极化的馈电探针之间以及不同阵列单元之间的强耦合。因此, 可在宽的频率范围上获得高的输入端口隔离。

[0024] 因此, 本发明至少在优选实施方式中提供了可被用于采用诸如同轴探针馈电、L 形探针馈电等的探针馈电方法的任何类型的双极化贴片天线的隔离增强技术。该技术通过在接地层上安装垂直壁来实施。这些壁位于贴片的对角轴的下面、馈电探针之间。通过优化它们的尺寸和位置, 双极化贴片天线的输入端口隔离可在宽频率范围上得到显著的增强。

[0025] 为了解释该技术的工作原理, 将首先描述双极化 L 形探针馈电贴片天线的性能。根据现有技术的该天线的几何形状如图 1 所示。该天线由方形贴片 1 组成, 方形贴片 1 由方形接地层 2 上方的四个塑料杆 (未示出) 所支撑。该贴片由正交方向上设置的一对 L 形探针 3、4 激励。令 λ 为 890MHz 的自由空间波长, 从而 $\lambda = 337.1\text{mm}$ 。L 形探针的直径为 1mm ($0.003\lambda_0$)。贴片和接地层的厚度都为 2mm ($0.006\lambda_0$)。其他尺寸如下:

[0026] 典型数据: (所有尺寸都以 mm 示出) 对于中心频率为 890MHz 而言, $\lambda = 337.1\text{mm}$ 。

[0027]

H_p	W_p	h	I	d	W_g
36.3	126.5	20.6	64.9	3.1	261.6
(0.108λ)	(0.375λ)	(0.061λ)	(0.193λ)	(0.009λ)	(0.776λ)

[0028] 该天线的性能通过商业模拟软件“IE3D”(Zeland 软件公司, 版本 9.35) 来计算。驻波比和输入端口耦合由图 5 中的虚线描绘。可清楚地看出, 可在 25% 的阻抗带宽上 ($\text{SWR} \leq 1.5$) 观察到 -6.5dB 的高输入端口耦合, 该阻抗带宽范围为 780 至 1000MHz。事实上, L 形探针的垂直部分相当于短单极天线。它们将在沿着接地层的所有方向 (全方向) 上产生电磁波传播。如图 2 所示, 由于这些部分相互平行并彼此靠近, 所以输入端口耦合主要由通过不同极化的 L 形探针之间的直接路径的波传输引起。

[0029] 如图 3 所示, 通过在接地层上安装两个垂直壁 5、6, 输入端口耦合可被明显降低。这两个壁由导电材料形成。垂直壁 5 比垂直壁 6 长, 并且特别地, 垂直壁 5 的长度位于 0.14λ 和 0.20λ 之间, 而垂直壁 6 的长度位于 0.01λ 和 0.07λ 之间。这两个壁具有相同的高度, 该高度至少等于 0.01λ 但小于接地层和贴片之间的间距 (这些垂直壁不接触贴片)。垂直壁 5、6 沿着贴片的对角线延伸, 从而与每个 L 形探针都成 45° 角。

[0030] 应当注意的是, 较长的壁 5 不阻碍通过直接路径的波传输。相反地, 如图 4 所示, 它们将因其上边缘 (间接路径 7 和 9) 处和下边缘 (间接路径 8 和 10) 处的衍射而产生四

条间接路径。如果壁 5 阻碍了直接传播,则间接路径 8 和 9 将组合起来(因为它们同相)以形成类似于直接传播的总幅度,因此将具有很少的隔离增强(仅大约 2.3dB)。通过优化这两个垂直壁的位置和尺寸以及通过不阻碍直接路径,通过直接路径和间接路径所传播的波可在一定程度上相互抵消,因此输入端口耦合降低了。该天线的尺寸如下:

[0031] 典型数据:(所有尺寸都以 mm 示出)对于中心频率为 890MHz 而言, $\lambda = 337.1\text{mm}$ 。

[0032]

H_p	W_p	h	l	d	W_g	$H1$	$a1$	$b1$	$a2$	$b2$
36.3	124	23.6	57.5	4.3	261.6	34.5	16.3	74.6	10.5	24
(0.108 λ)	(0.368 λ)	(0.07 λ)	(0.171 λ)	(0.013 λ)	(0.776 λ)	(0.102 λ)	(0.048 λ)	(0.221 λ)	(0.031 λ)	(0.071 λ)

[0033] 驻波比和输入端口耦合由图 5 中的实线描绘。从图 5 可看出，在 21%的阻抗带宽 ($SWR \leq 1.5$) 上，输入端口耦合为 -30dB，该阻抗带宽的范围为 796 至 983MHz。虽然在具有这两个垂直壁的情况下，两个输入端口的阻抗带宽 ($SWR \leq 1.5$) 从 25% (780 至 1000MHz) 稍微降到了 21% (796 至 983MHz)，但是在整个阻抗带宽 ($SWR \leq 1.5$) 上，输入端口耦合明

显从 -6.5dB 降到了 -30dB 。该耦合降低了 23.5dB 。

[0034] 除了模拟,还测量了根据图 3 的实施方式的 antennas 的性能。端口 1 和端口 2 的驻波比和增益随频率的变化曲线分别如图 6(a) 和图 6(b) 所示。从 SWR 曲线可清楚地看出,对每个输入端口而言,该天线具有两个最小值。由于它们彼此接近,所以对这两个输入端口而言,都获得了 21% (796 至 983MHz) 的宽模拟阻抗带宽 ($\text{SWR} \leq 1.5$)。而且,对端口 1 和端口 2 而言,分别获得了 21% (794 至 977MHz) 和 20% (796 至 974MHz) 的宽测量阻抗带宽 ($\text{SWR} \leq 1.5$)。在该图形中,可观察到,对两个输入端口而言,模拟的 3dB 增益带宽为 35% (738 至 1047MHz)。此外,相应地,端口 1 的测量的 3dB 增益带宽为 33% (753 至 1047MHz),端口 2 的测量的 3dB 增益带宽为 31% (754 至 1032MHz)。对这两个端口而言,模拟的峰值增益和平均增益分别为 8.7dBi 和 8.5dBi 。测量的峰值增益和平均增益大约分别为 8.8dBi 和 8.4dBi 。输入端口耦合随频率的变化曲线如图 7 所示。可清楚地看出,模拟的和测量的隔离带宽 ($S_{21} \leq -30\text{dB}$) 分别为 22% (794 至 986MHz) 和 23% (771 至 973MHz)。

[0035] 在 890MHz 处的这两个端口的水平面辐射方向图如图 8(a) 和图 8(b) 所示。对于模拟的共极化分量而言,端口 1 和端口 2 的 3dB 波束宽度分别为 60° 和 68° 。交叉极化水平在 3dB 波束宽度上低于 -16.5dB 。对于测量的共极化分量而言,端口 1 和端口 2 的 3dB 波束宽度分别为 57° 和 66° 。它们的交叉极化水平在 3dB 波束宽度上低于 -18.3dB 。在 890MHz 处的这两个端口的垂直面辐射方向图如图 9(a) 和图 9(b) 所示。对于模拟的共极化分量而言,端口 1 和端口 2 的 3dB 波束宽度分别为 68° 和 60° 。交叉极化水平在 3dB 波束宽度上低于 -16.5dB 。对于测量的共极化分量而言,端口 1 和端口 2 的 3dB 波束宽度分别为 70° 和 56° 。它们的交叉极化水平在 3dB 波束宽度上低于 -18.1dB 。

[0036] 在上面描述的实施方式中,提供了两个垂直壁。实验结果已经表明,如果仅提供单一的垂直壁,那么假设它位于正确的位置处,则它可增强隔离,但仅改善了几个分贝。如上面描述的,采用两个垂直壁允许更明显的隔离增强(多达 $\sim 23.5\text{dB}$)。采用多于两个的垂直壁也是可能的。

[0037] 在图 3 所示的实施方式中,两个 L 形馈电探针 3、4 以适当的角度延伸到方形贴片 1 侧,并且垂直壁 5、6 沿着方形贴片 1 的对角线延伸。然而,其他的布置是可能的,如图 10 的示例。在图 10 的实施方式中,馈电探针 3、4 安装在方形贴片的两个角处并沿着两个各自的对角线延伸。然后,两个垂直壁 5、6 沿着布置在方形贴片 1 的中心的线延伸,并与贴片 1 的两个对立边平行以及与其余的边垂直,从而垂直壁 5、6 位于与两个对角线和两个馈电探针 3、4 成 45° 角的线上。

[0038] 这样,可以看出,本文提出的该新颖的隔离增强技术具有许多的特征,包括易于实施、低成本以及高效地增强隔离。该技术仅需要在接地层上安装薄而小的垂直壁即可,并且不需要馈电网络。该技术可在宽的频率范围上显著地增强任何类型的双极化探针馈电贴片天线的输入端口隔离。因此,该技术在设计具有馈电探针的各种类型的双极化贴片天线方面是非常有用的。

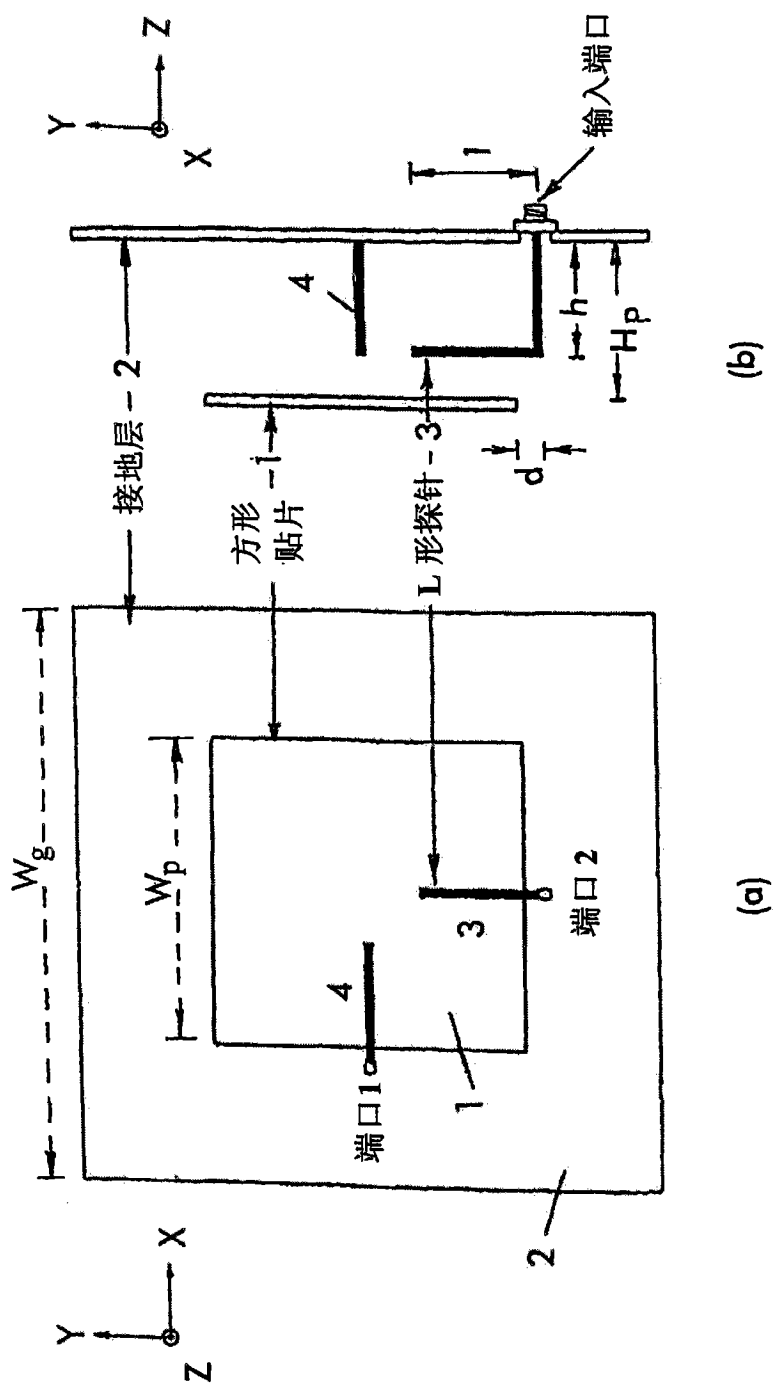


图 1



图 2

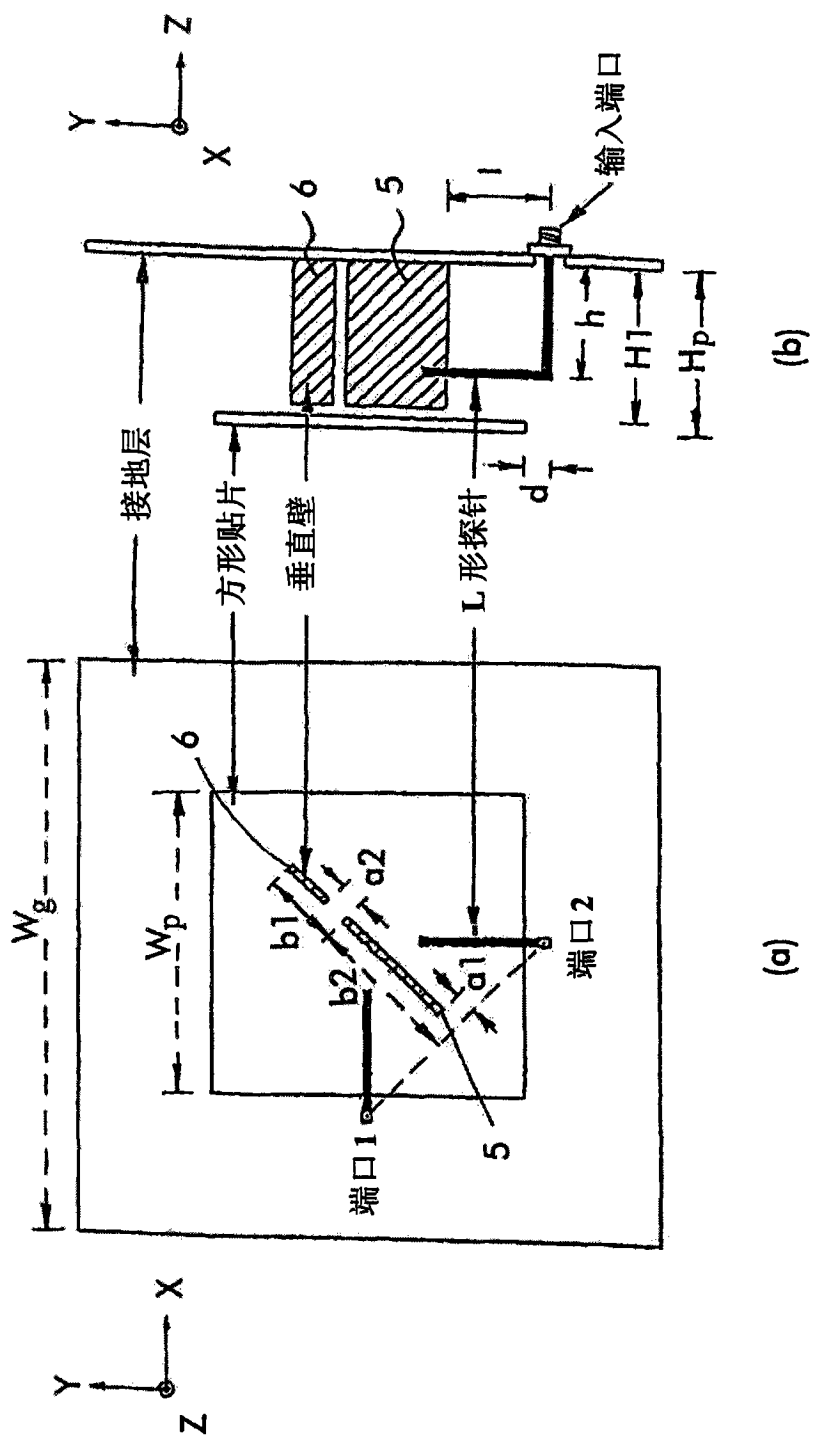


图 3

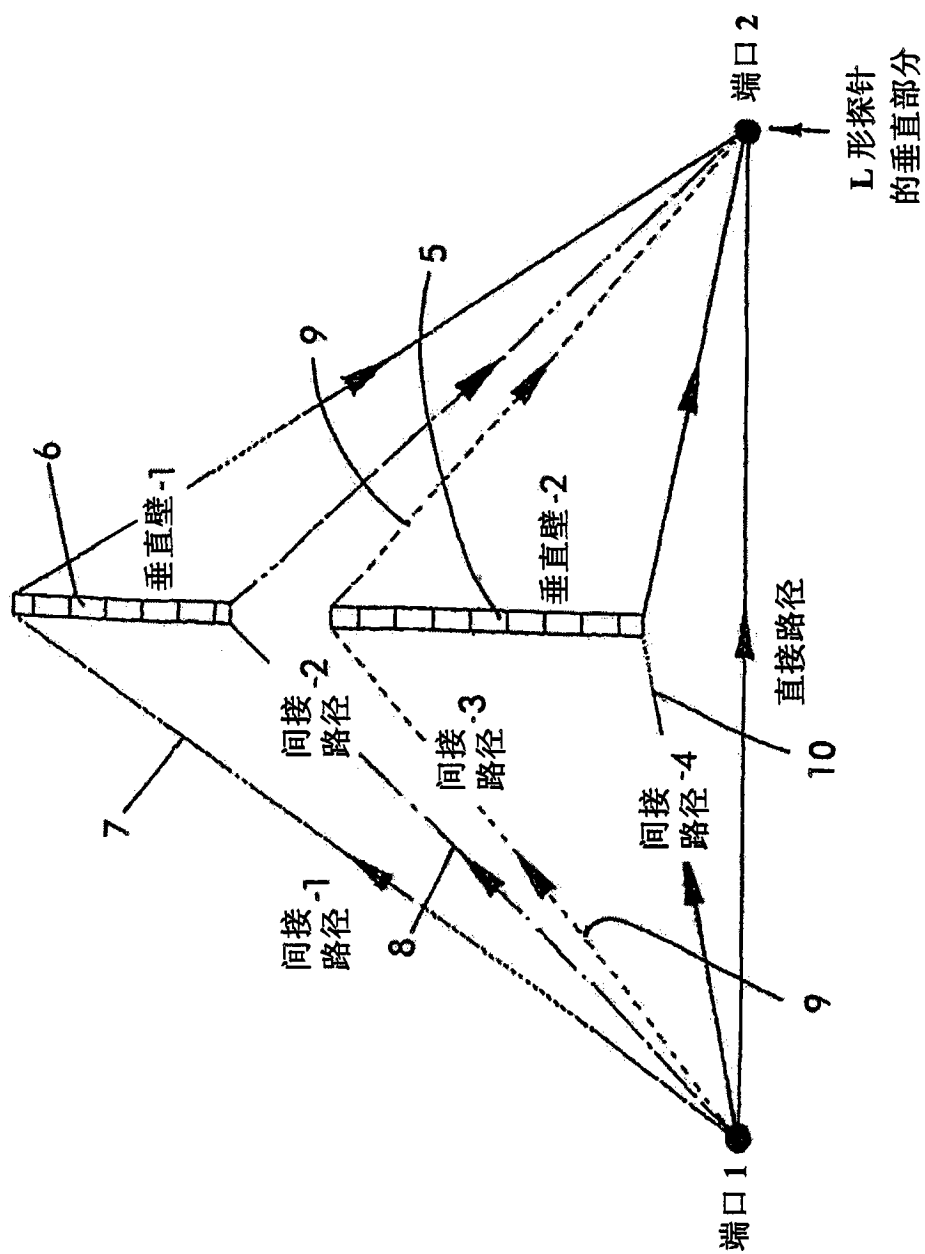


图 4

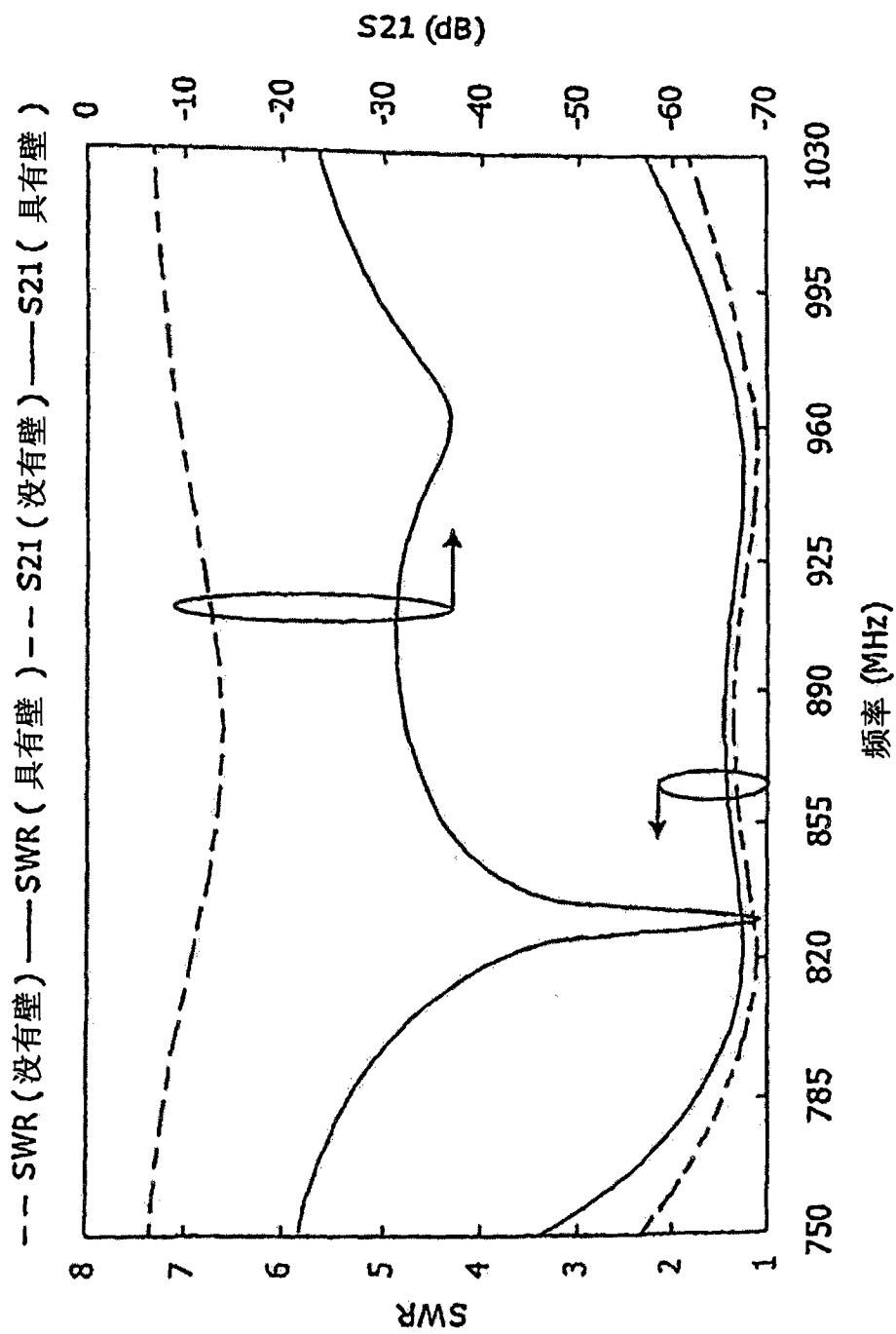


图 5

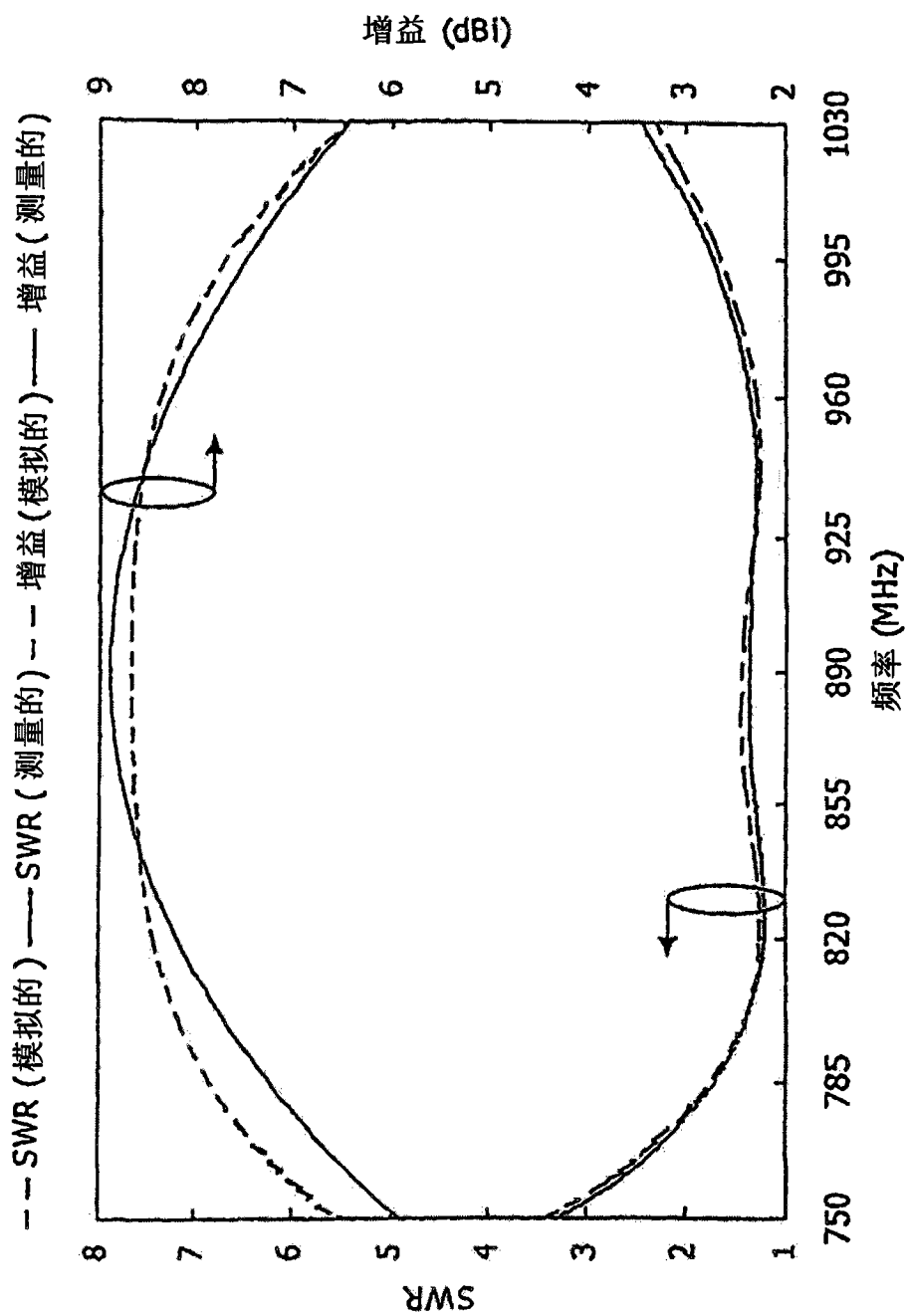


图 6(a)

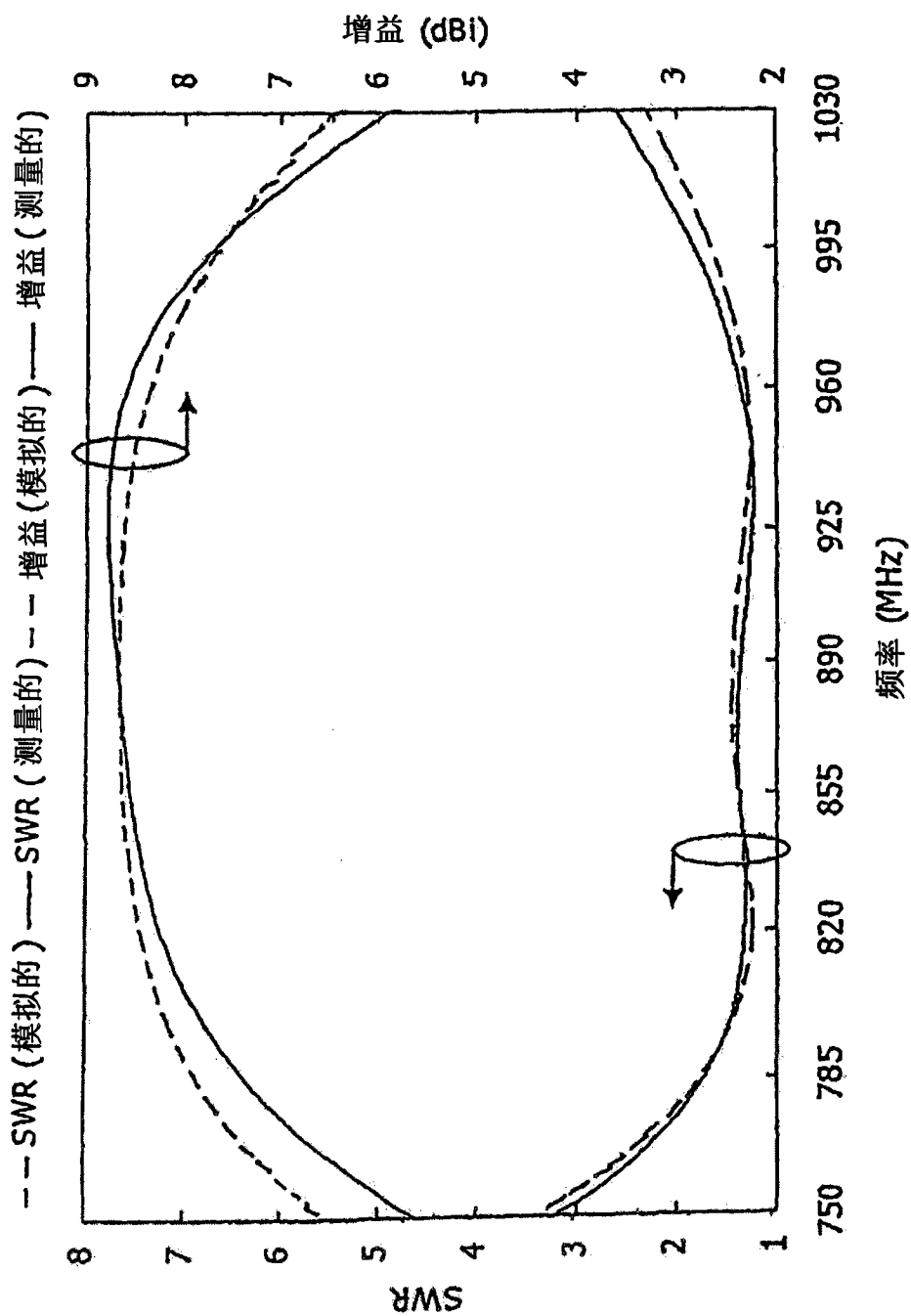
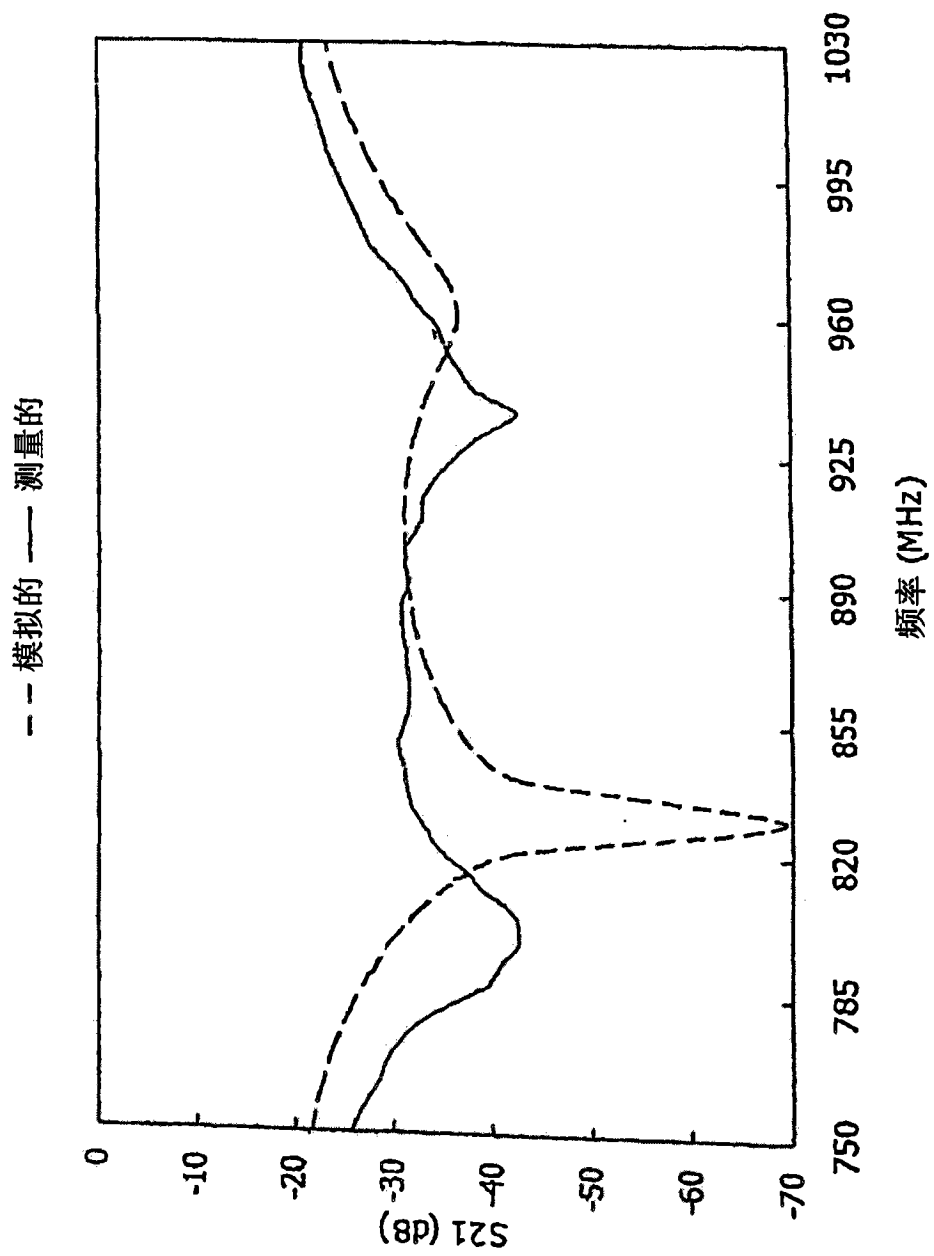


图 6(b)



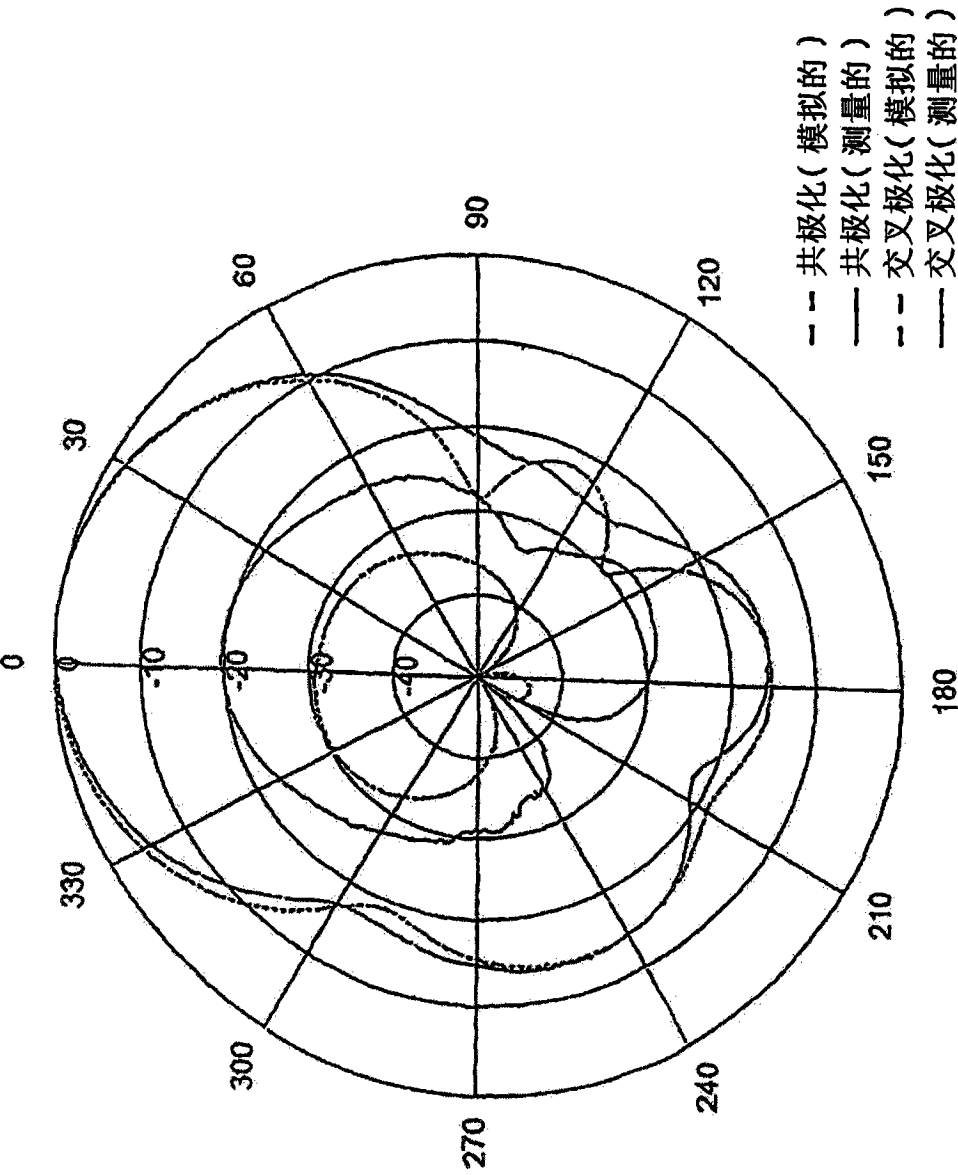


图 8(a)

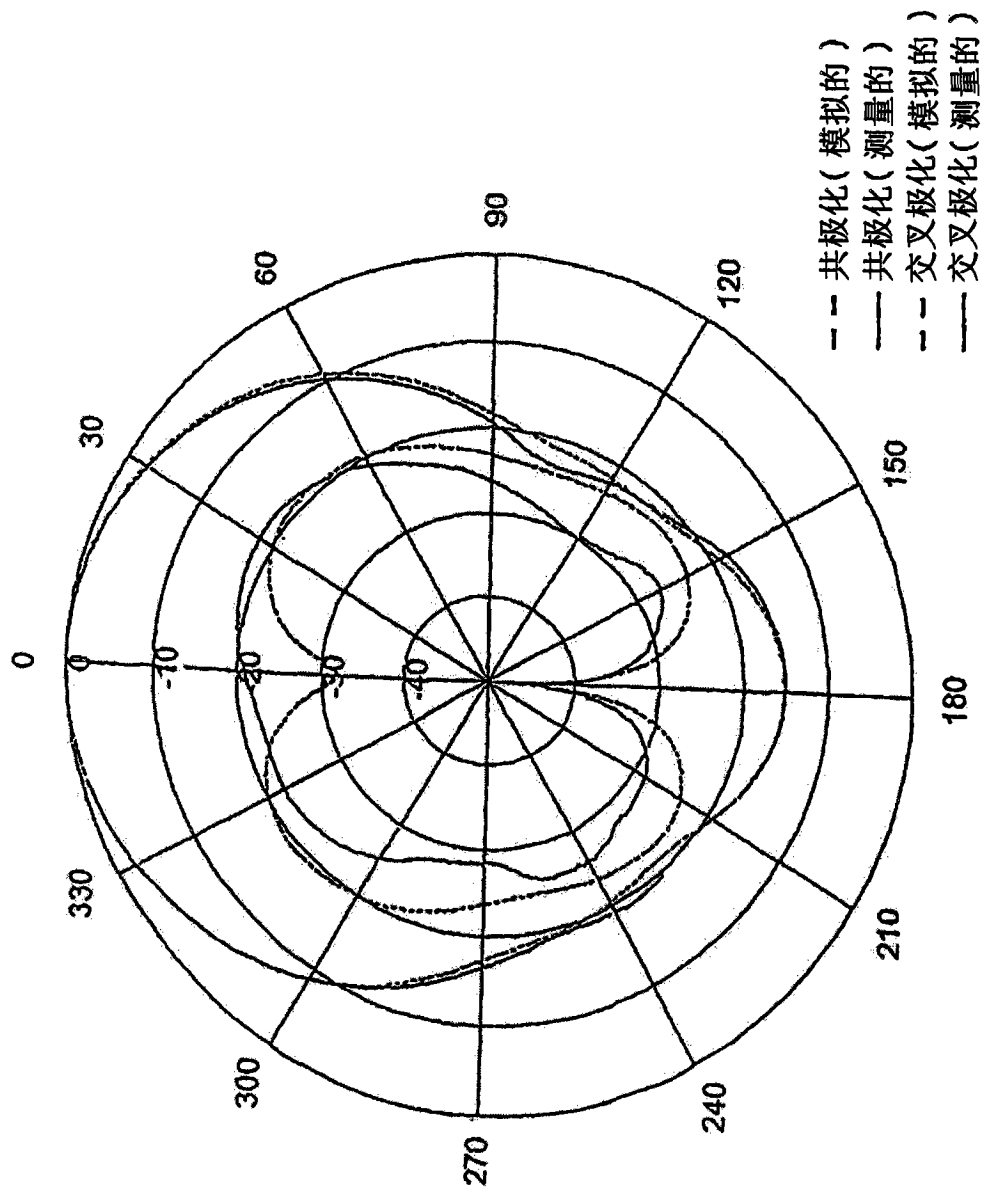


图 8(b)

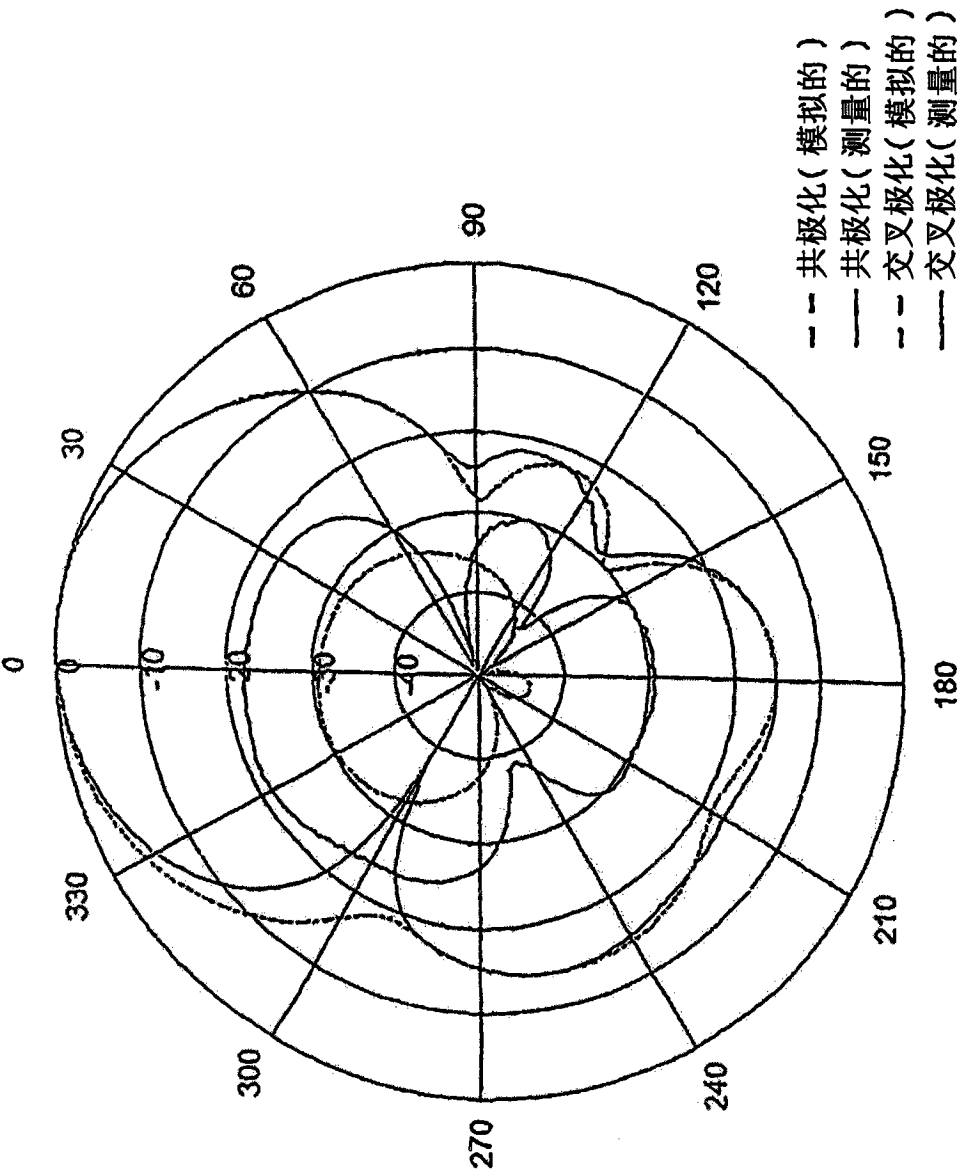


图 9(a)

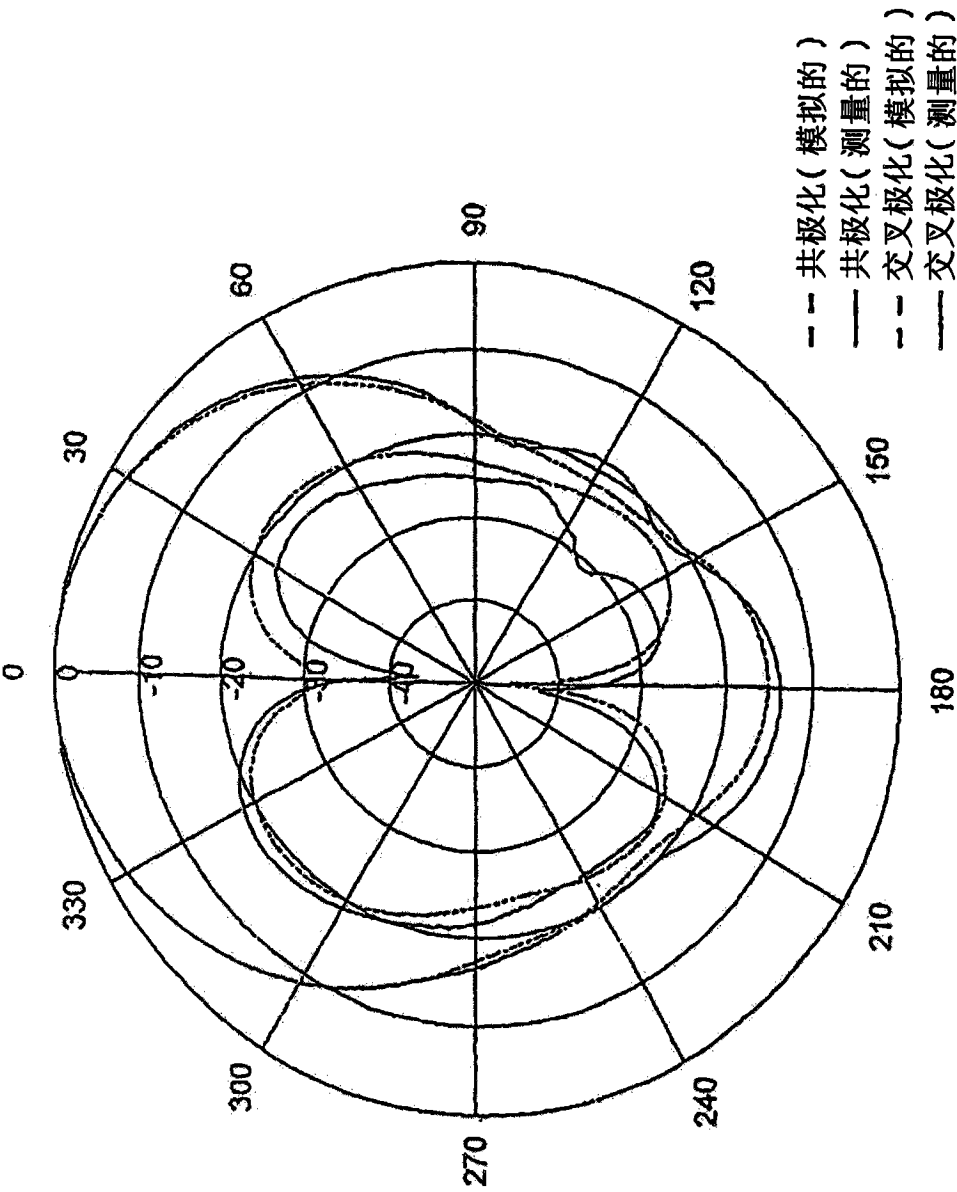


图 9(b)

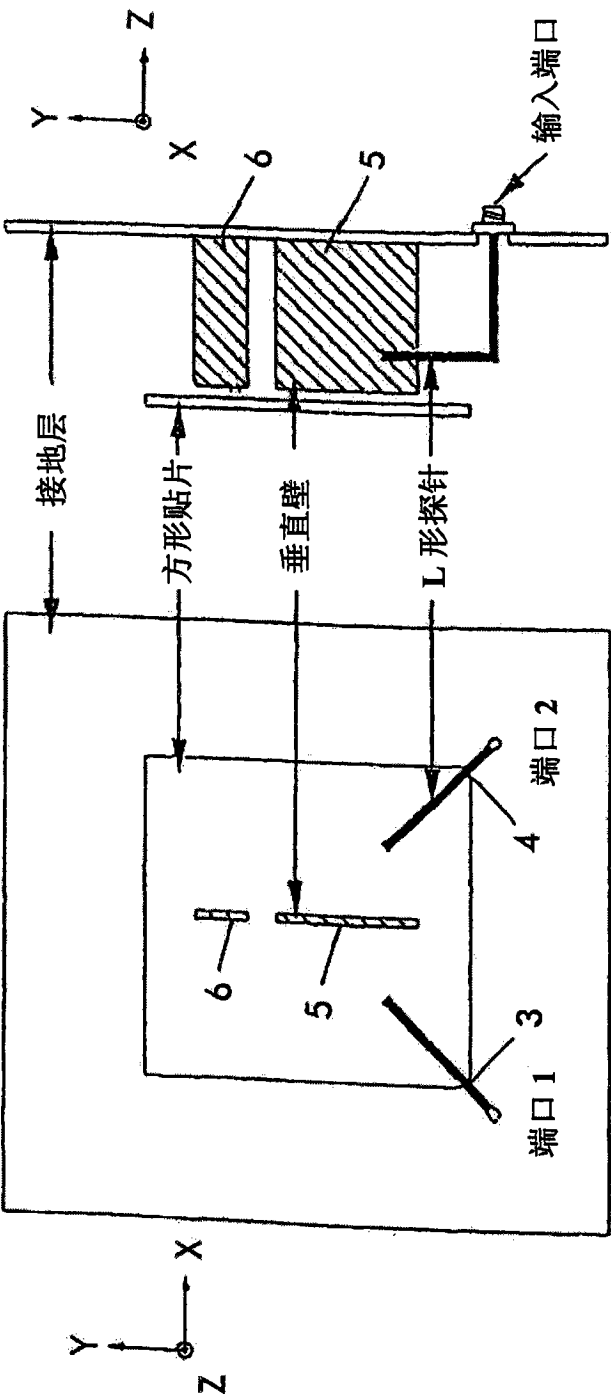


图 10