



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101820095 B

(45) 授权公告日 2013. 12. 04

(21) 申请号 201010123039. 4

US 2008/0117111 A1, 2008. 05. 22,

(22) 申请日 2010. 03. 01

WO 2006/059393 A1, 2006. 06. 08,

(30) 优先权数据

审查员 张宇

61/156, 179 2009. 02. 27 US

12/701, 778 2010. 02. 08 US

(73) 专利权人 PC-TEL 公司

地址 美国伊利诺伊州

(72) 发明人 凯文·T·勒 杰西·林

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112

代理人 陈源 张天舒

(51) Int. Cl.

H01Q 1/22 (2006. 01)

H01Q 1/52 (2006. 01)

H01Q 5/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 5440317 A, 1995. 08. 08,

US 5440317 A, 1995. 08. 08,

US 2008/0117111 A1, 2008. 05. 22,

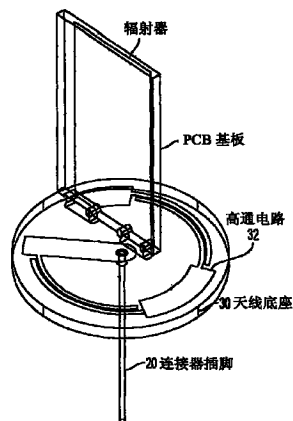
权利要求书2页 说明书6页 附图18页

(54) 发明名称

用于 MIMO 系统的高隔离多频带单极天线

(57) 摘要

本发明提供了一种高隔离多频带单极天线，其可以与 MIMO 系统一起使用。该天线包括各种组件来防止频带到频带的耦合以及提供与相邻天线的隔离。



1. 一种天线,包括:

天线底座;

连接器插脚,其沿着基本上垂直于所述天线底座的中心垂直轴从所述天线底座的顶部和底部延伸;

连接器体,其安装在带电体上,所述连接器体沿着基本上平行于所述连接器插脚的第一垂直轴和第二垂直轴延伸;

射频 (RF) 扼流圈,其安装在所述带电体上,所述射频 (RF) 扼流圈沿着基本上平行于所述连接器体的第三垂直轴和第四垂直轴延伸,其中所述连接器体提供电流来激发辐射器,使所述辐射器发射主辐射波束,所述主辐射波束散射成为多个散射波束,以及所述射频 (RF) 扼流圈防止所述多个散射波束的反射干扰所述主辐射波束。

2. 根据权利要求 1 所述的天线,还包括具有上部圆顶部分的壳体。

3. 根据权利要求 1 所述的天线,还包括置于所述连接器插脚和所述连接器体之间的绝缘材料。

4. 根据权利要求 1 所述的天线,其中所述天线不仅能发射主辐射波束,并且能接收来自至少第二天线的辐射波束。

5. 根据权利要求 4 所述的天线,其中所述射频 (RF) 扼流圈防止所述主辐射波束和来自所述第二天线的辐射波束之间的干扰。

6. 根据权利要求 1 所述的天线,其工作在大约 2.4GHz-2.5GHz 的频率。

7. 根据权利要求 6 所述的天线,其中实现了所述主辐射波束的大约 -39dB 到大约 -58dB 的隔离。

8. 根据权利要求 1 所述的天线,其工作在大约 5.15GHz-5.875GHz 的频率。

9. 根据权利要求 8 所述的天线,其中实现了所述主辐射波束的大约 -40dB 到大约 -51dB 的隔离。

10. 一种天线,包括:

天线底座;

连接器插脚,其沿着基本上垂直于所述天线底座的中心垂直轴从所述天线底座的底部延伸;

高通电路,其设置在所述天线底座的顶部上;

印刷电路板基板,其从所述天线底座的顶部延伸;以及

辐射器,其设置在所述印刷电路板上,其中所述高通电路传递至少具有预定高频的信号,用于由所述辐射器进行发射,以及所述高通电路阻止所述辐射器发射具有低于所述预定高频的频率的信号。

11. 根据权利要求 10 所述的天线,还包括具有上部圆顶部分的壳体。

12. 根据权利要求 10 所述的天线,其中所述辐射器既能够发射主辐射波束,也能够接收来自至少第二天线的辐射波束。

13. 根据权利要求 12 所述的天线,其中至少以所述预定高频发射所述主辐射波束,而以低于所述预定高频的频率接收来自所述第二天线的辐射波束。

14. 根据权利要求 13 所述的天线,其中所述高通电路防止所述主辐射波束和来自所述第二天线的辐射波束之间的干扰。

15. 根据权利要求 10 所述的天线,其中所述预定高频为大约 5GHz。

16. 根据权利要求 10 所述的天线,其工作在大约 5.15GHz-5.875GHz 的频率。

17. 根据权利要求 16 所述的天线,其中实现了由所述辐射器发射的主辐射波束的大约 -40dB 到大约 -51dB 的隔离。

18. 一种天线,包括:

天线底座;

连接器插脚,其沿着基本上垂直于所述天线底座的中心垂直轴从所述天线底座的顶部和底部延伸;

连接器体,其安装在带电体上,所述连接器体沿着基本上平行于所述连接器插脚的第一垂直轴和第二垂直轴延伸;

射频 (RF) 扼流圈,其安装在所述带电体上,所述射频 (RF) 扼流圈沿着基本上平行于所述连接器体的第三垂直轴和第四垂直轴延伸;

高通电路,其设置在所述天线底座的顶部上;

印刷电路板基板,其从所述天线底座的顶部延伸;以及

辐射器,其设置在所述印刷电路板上,其中所述连接器体发射主辐射波束,所述主辐射波束散射成为多个散射波束,以及所述射频 (RF) 扼流圈防止所述多个散射波束的反射干扰所述主辐射波束,以及

其中所述高通电路传递至少具有预定高频的信号,以及所述高通电路阻挡具有低于所述预定高频的频率的信号。

19. 根据权利要求 18 所述的天线,其工作在大约 5.15GHz-5.875GHz 的频率。

20. 根据权利要求 19 所述的天线,其中实现了所述主辐射波束的大约 -40dB 到大约 -51dB 的隔离。

用于 MIMO 系统的高隔离多频带单极天线

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求 2009 年 2 月 27 日提交的第 61/156,179 号标题为“High Isolation Multi-band Monopole Antennas for MIMO Systems.”的美国临时专利申请的优先权,其内容在此以引文方式并入此文。

技术领域

[0003] 本发明总的来说涉及天线。更具体地讲,本发明涉及能够与多输入和多输出(MIMO)系统一起使用的高隔离多频带单极天线。

背景技术

[0004] 在已知的 MIMO 系统中,希望利用该系统的多路径性能来增强系统性能。利用 MIMO 系统的多路径性能的一种方法是在发射机和接收机端都并入多个天线或者多频带天线。即,发射机从多个发射天线发送多波束,而这些波束由接收机端的多个接收天线来接收。

[0005] 希望的是从 MIMO 系统中的发射天线发送的波束较宽。因此,对于已知的 MIMO 系统来说,必须包括彼此之间以预定距离隔开的多个天线或多频带天线。天线之间的这种分隔防止多个波束之间的干扰,并且防止来自工作在不同频率的天线的波束之间的频带到频带耦合。

[0006] 然而,由于空间和尺寸限制,可能希望将 MIMO 系统的多个天线布置得彼此接近。例如,这些天线的底座的尺寸可能有限。在这种情况下,将希望保证天线的宽波束,而同时依然防止天线波束之间的干扰和频带到频带耦合。

[0007] MIMO 系统中彼此接近布置的已知天线存在几个缺点。首先,来自多个天线的相互表面辐射会彼此耦合。因此,当天线被抬高到高于大的地面反射器时,小的天线底座会使主波束辐射的反射散焦。最后,多个天线之间的低隔离会引入信号干扰。

[0008] 因此,正持续需要能与 MIMO 系统一起使用并且能布置在离第二天线很近的位置处的一种天线。优选地,这种天线是高隔离多频带单极天线。

附图说明

[0009] 图 1 是根据本发明的高隔离单极天线的侧视图;

[0010] 图 2 是根据本发明的一个实施例的天线的组件的示意图;

[0011] 图 3 是根据本发明的一个实施例的天线的组件的示意图;

[0012] 图 4A 是根据本发明的安装在天线底座集线器上的多个天线的透视图;

[0013] 图 4B 是根据本发明的安装在天线底座集线器上的多个天线的俯视图;

[0014] 图 4C 是根据本发明的安装在天线底座集线器上的多个天线的侧视图;

[0015] 图 5 是根据本发明的多个天线在其上进行发射的信道的示意图;

[0016] 图 6A 是表示左侧端口、工作在 2.45GHz 的低频天线的天线波束的三维图;

[0017] 图 6B 是表示中间端口、工作在 2.45GHz 的低频天线的天线波束的三维图;

- [0018] 图 6C 是表示右侧端口、工作在 2.45GHz 的低频天线的天线波束的三维图；
- [0019] 图 6D 是表示左侧端口、工作在 5.5GHz 的高频天线的天线波束的三维图；
- [0020] 图 6E 是表示中间端口、工作在 5.5GHz 的高频天线的天线波束的三维图；
- [0021] 图 6F 是表示右侧端口、工作在 5.5GHz 的高频天线的天线波束的三维图；
- [0022] 图 7A 是示出左侧端口、工作在 2.45GHz 的低频天线与左侧端口、工作在 5.5GHz 的高频天线之间的频带外隔离的曲线图；
- [0023] 图 7B 是示出左侧端口、工作在 2.45GHz 的低频天线与中间端口、工作在 5.5GHz 的高频天线之间的频带外隔离的曲线图；
- [0024] 图 7C 是示出左侧端口、工作在 2.45GHz 的低频天线与右侧端口、工作在 5.5GHz 的高频天线之间的频带外隔离的曲线图；
- [0025] 图 7D 是示出中间端口、工作在 2.45GHz 的低频天线与左侧端口、工作在 5.5GHz 的高频天线之间的频带外隔离的曲线图；
- [0026] 图 7E 是示出中间端口、工作在 2.45GHz 的低频天线与中间端口、工作在 5.5GHz 的高频天线之间的频带外隔离的曲线图；
- [0027] 图 7F 是示出中间端口、工作在 2.45GHz 的低频天线与右侧端口、工作在 5.5GHz 的高频天线之间的频带外隔离的曲线图；
- [0028] 图 7G 是示出右侧端口、工作在 2.45GHz 的低频天线与左侧端口、工作在 5.5GHz 的高频天线之间的频带外隔离的曲线图；
- [0029] 图 7H 是示出右侧端口、工作在 2.45GHz 的低频天线与中间端口、工作在 5.5GHz 的高频天线之间的频带外隔离的曲线图；
- [0030] 图 7I 是示出右侧端口、工作在 2.45GHz 的低频天线与右侧端口、工作在 5.5GHz 的高频天线之间的频带外隔离的曲线图。

具体实施方式

[0031] 虽然能够以多种不同形式的实施例来实现本发明，但是在附图中所示出的以及在此将详细描述的是本发明的具体实施例，应当理解的是本公开应当被认为是本发明思想的示范性体现。其目的不是将本发明限制为具体示出的实施例。

[0032] 本发明的实施例包括一种天线，其能够与 MIMO 系统一起使用，并且可以被布置在靠近至少第二天线的位置处。优选地，根据本发明的天线是高隔离多频带单极天线。在本发明的一些实施例中，能够实现 MIMO 系统中的多频带天线之间的 40dB 隔离。

[0033] 图 1 是根据本发明的高隔离单极天线 10 的外部的侧视图。如图 1 所示，根据本发明的天线 10 可包括上部圆顶部分 12 和下部连接部分 14。上部圆顶部分 12 能够容纳天线 10 的各种组件，本文中将进一步详细讨论这些组件。连接器插脚可以从上部圆顶部分 12 向下延伸到下部连接部分 14。下部连接部分 14 和相关的连接器插脚可以连接至所属领域技术人员已知的天线底座集线器 (hub)。

[0034] 期望包括上部圆顶部分 12 的天线 10 具有预定尺寸。例如，上部圆顶部分 12 必须大到足以容纳天线 10 的各种组件，但是应当小到足以适应包括天线底座集线器在内的周围区域的任何空间和尺寸限制。

[0035] 图 2 是根据本发明的一些实施例的天线的组件的示意图。如图 2 所示，天线可以

包括连接器插脚 20、连接器体 22 和射频 (RF) 扼流圈 24。图 2 中所示的组件可以由天线底座 (未示出) 来支撑。

[0036] 连接器插脚 20 可以沿着天线的中心垂直轴垂直地延伸。连接器体 22 可以安装在电外壳上并且在连接器插脚 20 的两侧上延垂直方向延伸,从而基本上与连接器插脚 20 平行。

[0037] 虽然在图 2 中未示出,但是在连接器插脚 20 和连接器体 22 之间的空间中的连接器插脚 20 的每侧上可以布置绝缘材料。绝缘材料既可以用于机械目的也用于电气目的。例如,绝缘材料可以保持图 2 所示的组件的物理隔离。绝缘材料还可以保持期望的输入阻抗水平。

[0038] 连接器体 22 可以沿着连接器插脚 20 长度的垂直方向并且以环绕连接器插脚 20 的环形波形式发射电流。图 2 的天线组件可以与用在 MIMO 系统中的天线一起使用。因此,从连接器体 22 发射的电流可以激发辐射器,正如对 MIMO 系统所期望的一样。

[0039] 从连接器体 22 发射的电流可以激发天线元件以产生辐射,根据已知的天线理论,辐射可以进行散射。射频 (RF) 扼流圈 24 可以集成到天线底座中以防止波束散射的反射干扰从天线元件发射的主波束。即,射频 (RF) 扼流圈 24 可以防止表面辐射干扰波束辐射。在本发明的实施例中,射频 (RF) 扼流圈 24 可以降低大约 25% 的反射干扰。

[0040] 当包含图 2 的组件的第一天线被布置在距离至少包含图 2 的组件的第二天线的预定距离内时,每个天线中的射频 (RF) 扼流圈 24 还可以防止每个天线的波束辐射之间的干扰。因此,根据本发明,来自相邻天线的波束之间的干扰可以被降低和 / 或基本上消除,而不会使这些天线的波束变窄。

[0041] 图 3 是根据本发明的一些实施例的天线的组件的示意图。如图 3 所示,天线底座 30 可以包括设置于其上的高通电路 32。连接器插脚 20 可以从天线底座 30 伸出来,用以连接至所属领域的技术人员已知的底座集线器。天线底座 30 还可以支撑其上设置有辐射器 36 的印刷电路板 (PCB) 基板 34。

[0042] 根据本发明,高通电路 32 仅仅允许至少具有预定频率的波束通过并且由辐射器 36 进行发送。在本发明的实施例中,高通电路 32 仅仅允许至少具有 5GHz 频率的波束通过。因此,防止辐射器 36 发送具有低于 5GHz 的频率的波束。

[0043] 当包含图 3 的组件并且工作在高频的第一天线被放置在距离至少工作在低频的第二天线的预定距离内时,第一天线的高通电路 32 可以防止高频的第一天线的波束和低频的第二天线的波束之间的干扰。因此,根据本发明,频带到频带的耦合可以被降低和 / 或被基本上消除,而不会影响天线的波束。

[0044] 图 1 所示的天线 10 可以包括关于图 2 所看到和所述的组件和 / 或关于图 3 所看到和所述的组件。而且,天线 10 可以被安装在如所属领域的普通技术人员已知的天线底座集线器上。图 4A 是根据本发明的安装在天线底座集线器 150 上的多个天线 100 的透视图,图 4B 是安装在底座集线器 150 上的多个天线的俯视图,以及图 4C 是安装在底座集线器 150 上的多个天线的侧视图。

[0045] 底座集线器 150 可以具有任意的封装 (footprint)。在本发明的一些实施例中,底座集线器 150 的长度和宽度可以由系统运营商 (system carrier) 预先确定。应当理解,在此所示和描述的天线底座集线器 150 不是对本发明的限制。

[0046] 在一些实施例中,底座的上面可以包括一个平坦的表面。在其他实施例中,底座 150 的上面可以包括一个曲面,从而底座的外部部分的高度低于中央部分。在本发明的实施例中,能够实现安装在底座集线器 150 上的多频带单极天线的波束之间的高隔离,从而防止天线波束之间的干扰。

[0047] 在本发明的实施例中,多个天线 100 可以包括六个天线 110、115、120、130、135 和 140。在进一步的实施例中,这些天线中的至少一些(例如 110、115 和 120)能够工作在低频,以及这些天线中的至少一些(例如 130、135 和 140)能够工作在高频。在再进一步的实施例中,天线 110、115 和 120 能够工作在大约 2.4GHz 的频率,而天线 130、135 和 140 能够工作在大约 5GHz 的频率。

[0048] 低频天线 110、115 和 120 能够分别在左侧端口、中间端口和右侧端口处被布置并且连接至底座集线器 150 的一侧上。类似地,高频天线 130、135 和 140 能够分别地在左侧端口、中间端口和右侧端口处被布置并且连接至底座集线器 150 的相对侧上。应当理解,多个天线的数量和布置,以及以不同带宽工作的天线的数量和布置不是对本发明的限制。例如,每个频带中的天线数量可以大于本文中所示和所述的数量,以提高系统的工作能力。

[0049] 从一个低频天线的中心到位于这个低频天线正对面的高频天线的中心的距离 D1 可以根据期望的隔离水平而改变。类似地,从一个天线的中心到相邻天线的中心的距离 D2 可以根据期望的隔离水平而改变。在一些实施例中,距离 D1 可以为大约 5 英寸到大约 10 英寸。在进一步的实施例中,距离 D1 可以为大约 7 英寸到大约 8 英寸,以及在再进一步的实施例中,距离 D1 可以为大约 7.1 英寸。在一些实施例中,距离 D2 可以为大约 1 英寸到大约 5 英寸。在进一步的实施例中,距离 D2 可以为大约 2 英寸到大约 3 英寸,以及在再进一步的实施例中,距离 D2 可以为大约 2.4 英寸。

[0050] 多个天线 100 和底座集线器 150 可以是 MIMO 系统的一部分。即,多个天线 100 既可以发射也可以接收。根据 MIMO 系统的原理,从每个天线发射出来的波束可以通过具有良好的信道隔离的矩阵信道,以及多个信道可以在相位和采样对准方面同步。

[0051] 图 5 是根据本发明的多个天线 100 在其上进行发射的信道的示意图。为了简单地表示发射波束,图 5 仅仅示出了发射波束的低频天线 110、115 和 120,以及接收发射波束的高频天线 130、135 和 140。然而,应当理解,高频天线 130、135 和 140 也可以发射波束,低频天线 110、115 和 120 也可以接收发射波束。而且,应当理解,低频天线 110、115 和 120 可以接收从低频天线 110、115 和 120 发射的波束,以及高频天线 130、135 和 140 可以接收从高频天线 130、135 和 140 发射的波束。

[0052] 如图 5 所示,天线 110 可以在信道 $h_{110-130}$ 上向天线 130 发射波束,天线 110 可以在信道 $h_{110-135}$ 上向天线 135 发射波束,以及天线 110 可以在信道 $h_{110-140}$ 上向天线 140 发射波束。类似地,天线 115 可以在信号 $h_{115-130}$ 上向天线 130 发射波束,天线 115 可以在信道 $h_{115-135}$ 上向天线 135 发射波束,以及天线 115 可以在信道 $h_{115-140}$ 上向天线 140 发射波束。天线 120 也可以分别在信道 $h_{120-130}$ 、 $h_{120-135}$ 和 $h_{120-140}$ 上向天线 130、135 和 140 发射波束。

[0053] 如在 MIMO 系统中所期望的一样,从天线 110、115、120、130、135 和 140 中的每个天线发射的波束都可以较宽。在本发明的示例实施例中,天线 110 工作在 2.45GHz,并且在底座集线器 150 上与天线 130 相对。类似地,天线 115 工作在 2.45GHz,并且在底座集线器 150 上与天线 135 相对,以及天线 120 工作在 2.45GHz,并且在底座集线器 150 上与天线 140 相

对。在本发明的这些示例实施例中,天线 130、135 和 140 工作在 5.5GHz。图 6A-6F 是表示根据本发明的这些示例实施例的来自天线 110、115、120、130、135 和 140 的天线波束的三维图。

[0054] 为了确保与相邻的低频天线 110、115 和 120 的隔离并且防止相邻的低频天线 110、115 和 120 之间的干扰,天线 110、115 和 120 可以包括连同图 2 所示和所示的包括射频 (RF) 扼流圈 24 在内的天线组件。类似地,为了确保与相邻的高频天线 130、135 和 140 的隔离并且防止相邻的高频天线 130、135 和 140 之间的干扰,天线 130、135 和 140 可以包括连同图 2 所示和所述的包括射频 (RF) 扼流圈 24 在内的天线组件。而且,为了防止低频天线 110、115 和 120 与高频天线 130、135 和 140 之间的频带到频带的耦合,高频天线 130、135 和 140 可以包括连同图 3 所示和所述的包括高通电路 32 在内的天线组件。

[0055] 图 7A-7I 是示出低频天线 110、115 和 120 与高频天线 130、135 和 140 之间的频带外隔离的示例性曲线图。在图 7A-7I 的示例性曲线图中,低频天线 110、115 和 120 工作在大约 2.4GHz,而高频天线 130、135 和 140 工作在大约 5.5GHz。

[0056] 图 7A 是示出左侧端口、工作在 2.45GHz 的低频天线 110 与左侧端口、工作在 5.5GHz 的高频天线 130 之间的频带外隔离的曲线图。如图 7A 所示,在大约 2.4GHz 的低频处,天线 110 实现了大约 -46.978dB(见点 1)的隔离,而在大约 2.5GHz 的低频处,天线 110 实现了大约 -46.175dB(见点 2)的隔离。在大约 5.15GHz 的高频处,天线 130 实现了大约 -48.902dB(见点 3)的隔离,而在大约 5.875GHz 的高频处,天线 130 实现了大约 -49.251dB(见点 4)的隔离。

[0057] 图 7B 是示出左侧端口、工作在 2.45GHz 的低频天线 110 与中间端口、工作在 5.5GHz 的高频天线 135 之间的频带外隔离的曲线图。如图 7B 所示,在大约 2.4GHz 的低频处,天线 110 实现了大约 -46.209dB(见点 1)的隔离,而在大约 2.5GHz 的低频处,天线 110 实现了大约 -45.491dB(见点 2)的隔离。在大约 5.15GHz 的高频处,天线 135 实现了大约 -46.820dB(见点 3)的隔离,而在大约 5.875GHz 的高频处,天线 135 实现了大约 -47.065dB(见点 4)的隔离。

[0058] 图 7C 是示出左侧端口、工作在 2.45GHz 的低频天线 110 与右侧端口、工作在 5.5GHz 的高频天线 140 之间的频带外隔离的曲线图。如图 7C 所示,在大约 2.4GHz 的低频处,天线 110 实现了大约 -52.575dB(见点 1)的隔离,而在大约 2.5GHz 的低频处,天线 110 实现了大约 -50.235dB(见点 2)的隔离。在大约 5.15GHz 的高频处,天线 140 实现了大约 -47.509dB(见点 3)的隔离,而在大约 5.875GHz 的高频处,天线 140 实现了大约 -44.691dB(见点 4)的隔离。

[0059] 图 7D 是示出中间端口、工作在 2.45GHz 的低频天线 115 与左侧端口、工作在 5.5GHz 的高频天线 130 之间的频带外隔离的曲线图。如图 7D 所示,在大约 2.4GHz 的低频处,天线 115 实现了大约 -42.517dB(见点 1)的隔离,而在大约 2.5GHz 的低频处,天线 115 实现了大约 -44.516dB(见点 2)的隔离。在大约 5.15GHz 的高频处,天线 130 实现了大约 -42.258dB(见点 3)的隔离,而在大约 5.875GHz 的高频处,天线 130 实现了大约 -48.439dB(见点 4)的隔离。

[0060] 图 7E 是示出中间端口、工作在 2.45GHz 的低频天线 115 与中间端口、工作在 5.5GHz 的高频天线 135 之间的频带外隔离的曲线图。如图 7E 所示,在大约 2.4GHz 的低

频处,天线 115 实现了大约 -39.947dB (见点 1) 的隔离,而在大约 2.5GHz 的低频处,天线 115 实现了大约 -39.697dB (见点 2) 的隔离。在大约 5.15GHz 的高频处,天线 135 实现了大约 -42.029dB (见点 3) 的隔离,而在大约 5.875GHz 的高频处,天线 135 实现了大约 -45.723dB (见点 4) 的隔离。

[0061] 图 7F 是示出中间端口、工作在 2.45GHz 的低频天线 115 与右侧端口、工作在 5.5GHz 的高频天线 140 之间的频带外隔离的曲线图。如图 7F 所示,在大约 2.4GHz 的低频处,天线 115 实现了大约 -44.3dB (见点 1) 的隔离,而在大约 2.5GHz 的低频处,天线 115 实现了大约 -43.866dB (见点 2) 的隔离。在大约 5.15GHz 的高频处,天线 140 实现了大约 -40.629dB (见点 3) 的隔离,而在大约 5.875GHz 的高频处,天线 140 实现了大约 -45.484dB (见点 4) 的隔离。

[0062] 图 7G 是示出右侧端口、工作在 2.45GHz 的低频天线 120 与左侧端口、工作在 5.5GHz 的高频天线 130 之间的频带外隔离的曲线图。如图 7G 所示,在大约 2.4GHz 的低频处,天线 120 实现了大约 -53.482dB (见点 1) 的隔离,而在大约 2.5GHz 的低频处,天线 120 实现了大约 -57.291dB (见点 2) 的隔离。在大约 5.15GHz 的高频处,天线 130 实现了大约 -46.739dB (见点 3) 的隔离,而在大约 5.875GHz 的高频处,天线 130 实现了大约 -42.646dB (见点 4) 的隔离。

[0063] 图 7H 是示出右侧端口、工作在 2.45GHz 的低频天线 120 与中间端口、工作在 5.5GHz 的高频天线 135 之间的频带外隔离的曲线图。如图 7H 所示,在大约 2.4GHz 的低频处,天线 120 实现了大约 -47.003dB (见点 1) 的隔离,而在大约 2.5GHz 的低频处,天线 120 实现了大约 -46.245dB (见点 2) 的隔离。在大约 5.15GHz 的高频处,天线 135 实现了大约 -46.284dB (见点 3) 的隔离,而在大约 5.875GHz 的高频处,天线 135 实现了大约 -42.896dB (见点 4) 的隔离。

[0064] 图 7I 是示出右侧端口、工作在 2.45GHz 的低频天线 120 与右侧端口、工作在 5.5GHz 的高频天线 140 之间的频带外隔离的曲线图。如图 7I 所示,在大约 2.4GHz 的低频处,天线 120 实现了大约 -45.530dB (见点 1) 的隔离,而在大约 2.5GHz 的低频处,天线 120 实现了大约 -43.804dB (见点 2) 的隔离。在大约 5.15GHz 的高频处,天线 140 实现了大约 -50.390dB (见点 3) 的隔离,而在大约 5.875GHz 的高频处,天线 140 实现了大约 -48.131dB (见点 4) 的隔离。

[0065] 根据以上描述,在不脱离本发明的思想和范围的情况下,可以想到各种变型和变化。应当理解,本发明不限于在此所述的特定系统或方法。其旨在由所附的权利要求来覆盖落入权利要求的思想和范围内的所有变型。

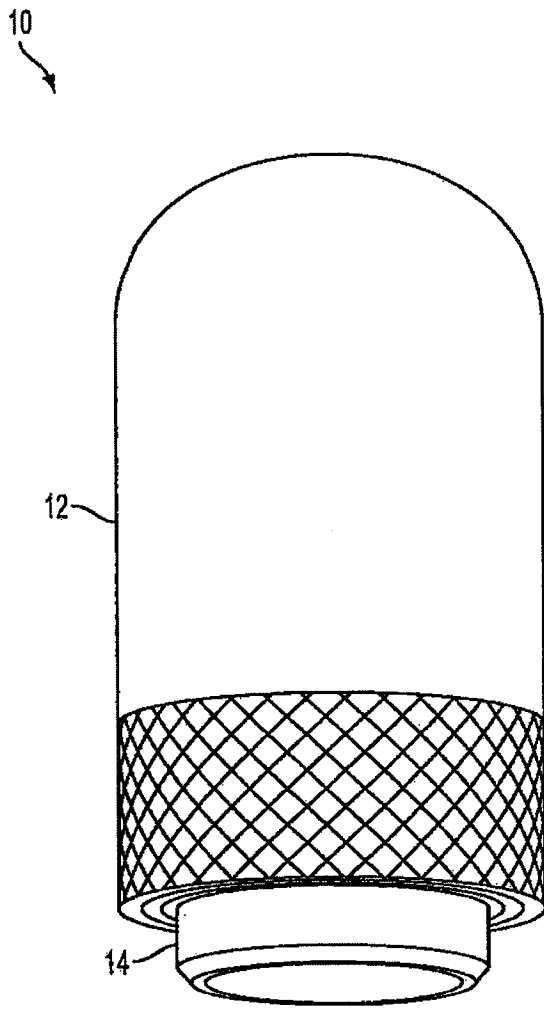


图 1

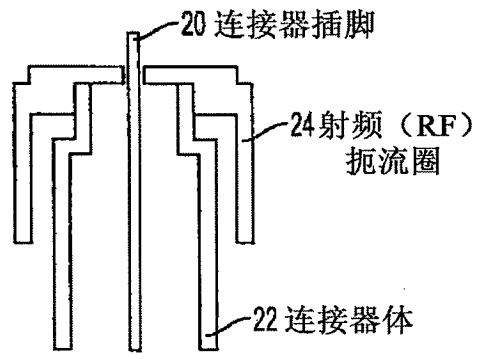


图 2

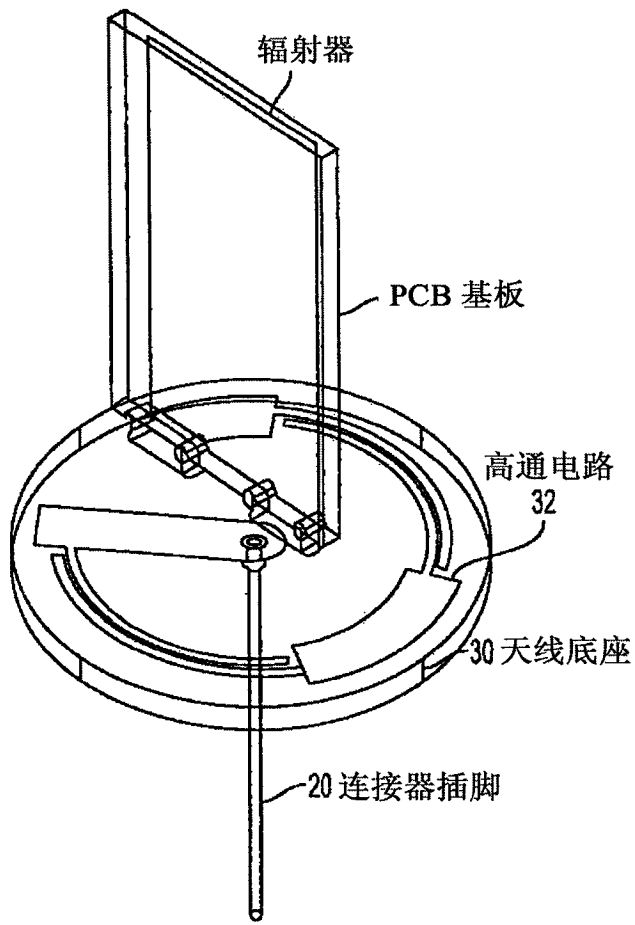


图 3

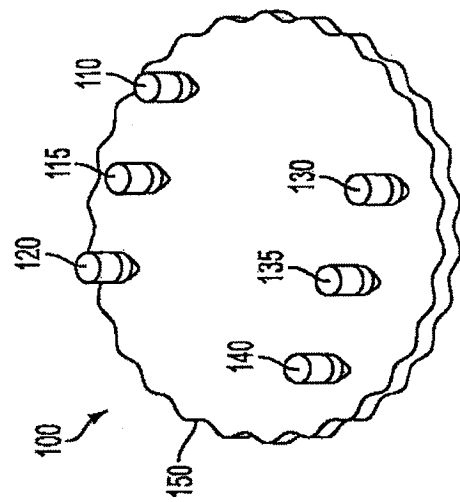


图 4A

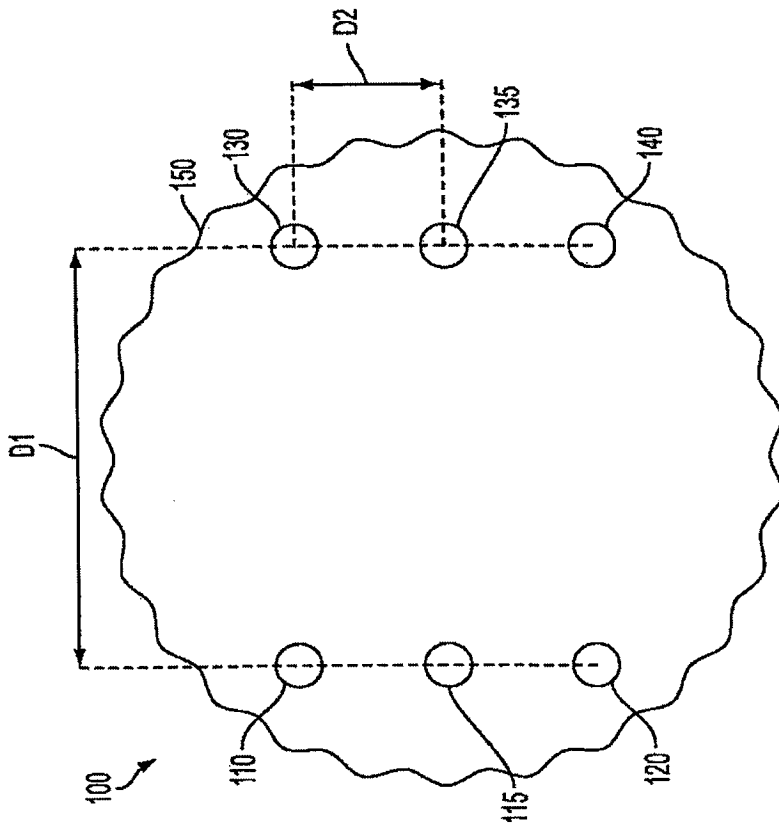


图 4B

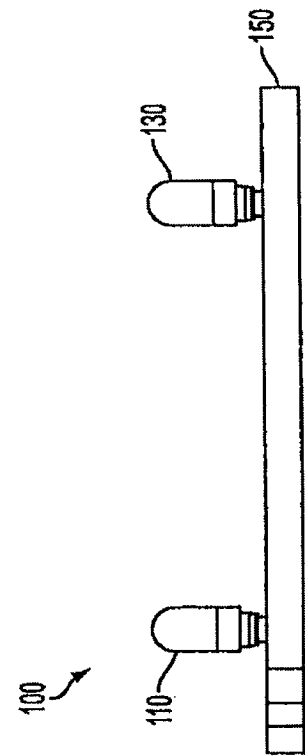


图 4C

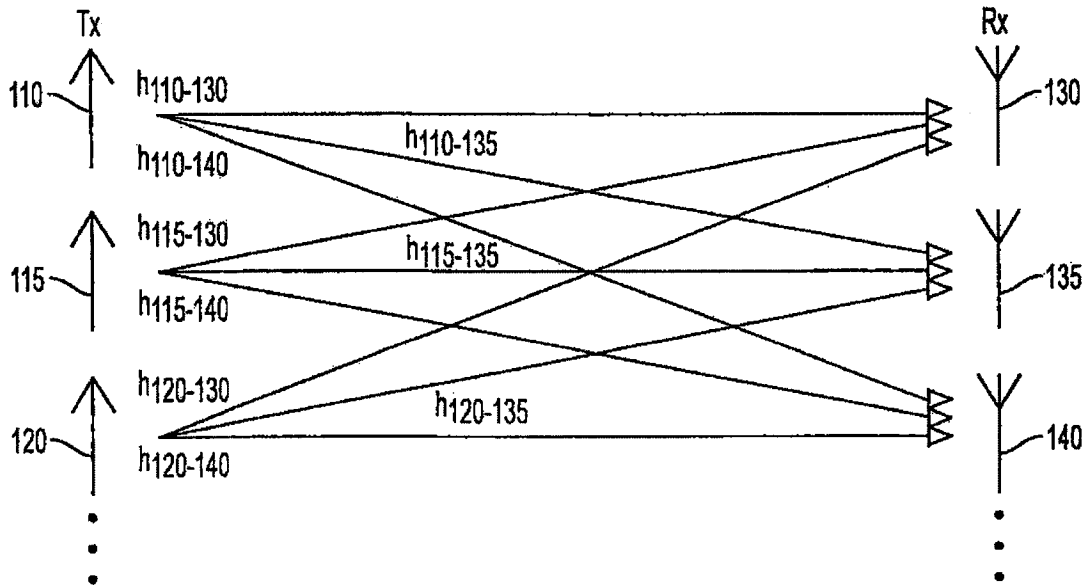


图 5

2.45GHz 的 3D 图（左侧端口）

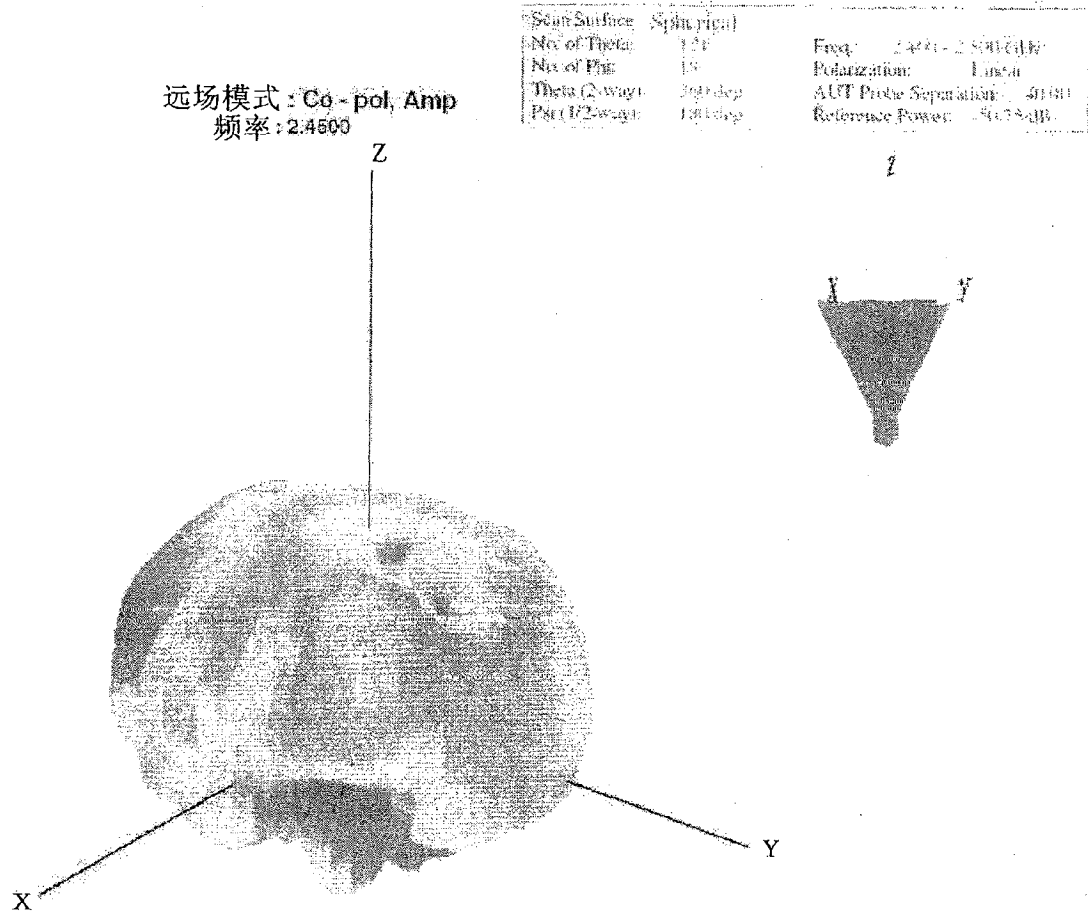


图 6A

2.45GHz 的 3D 图 (中间端口)

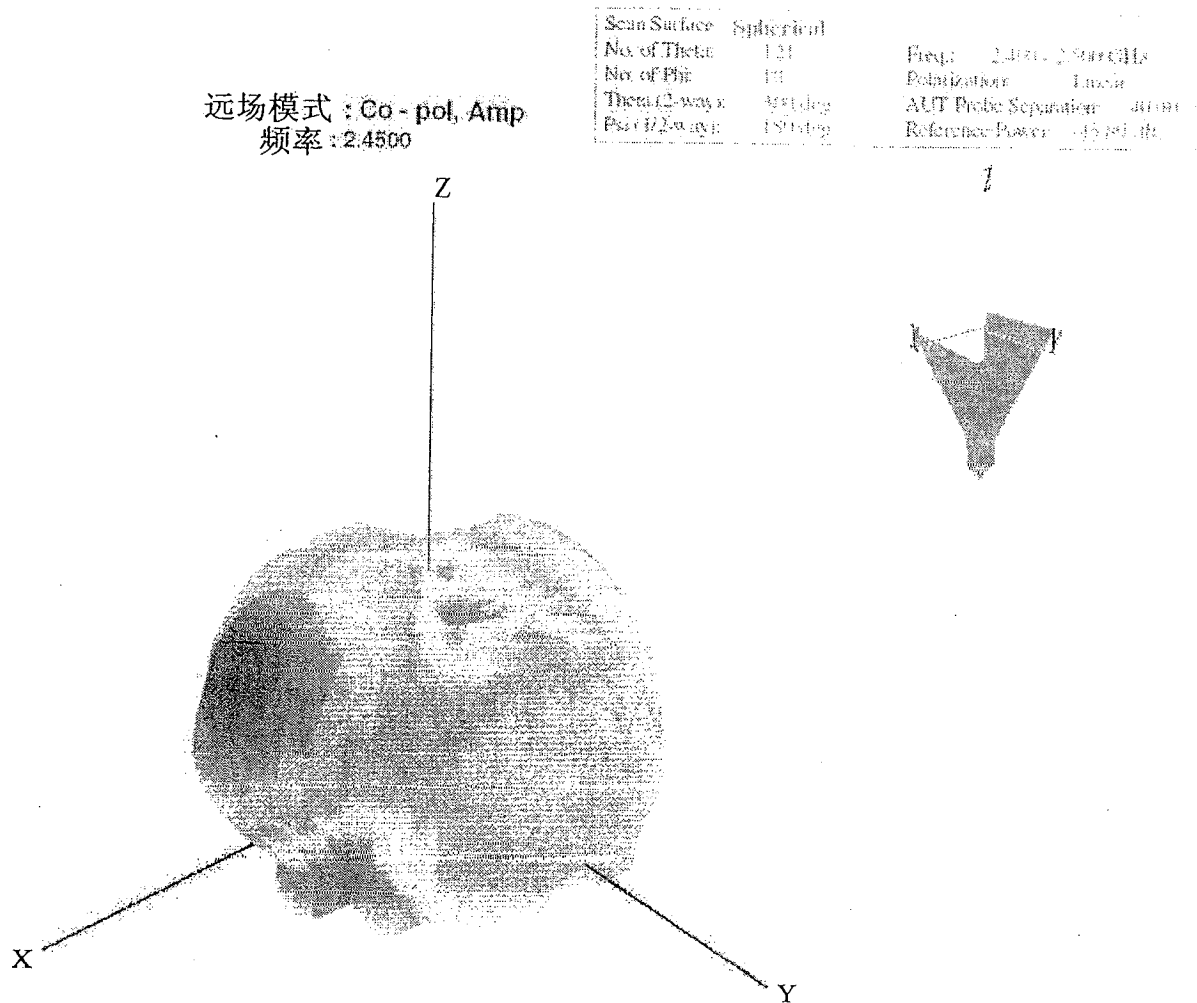


图 6B

2.45GHz 的 3D 图 (右侧端口)

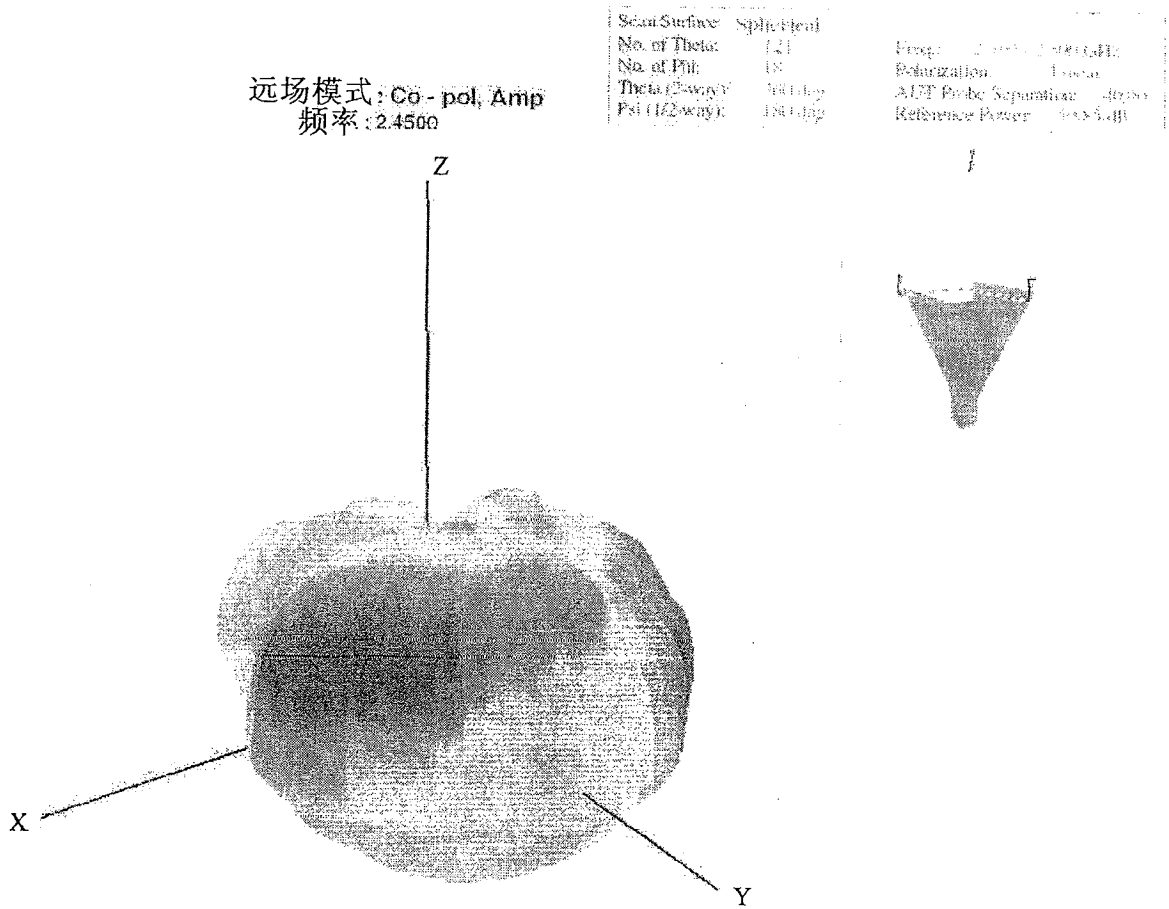


图 6C

5.5GHz 的 3D 图（左侧端口）

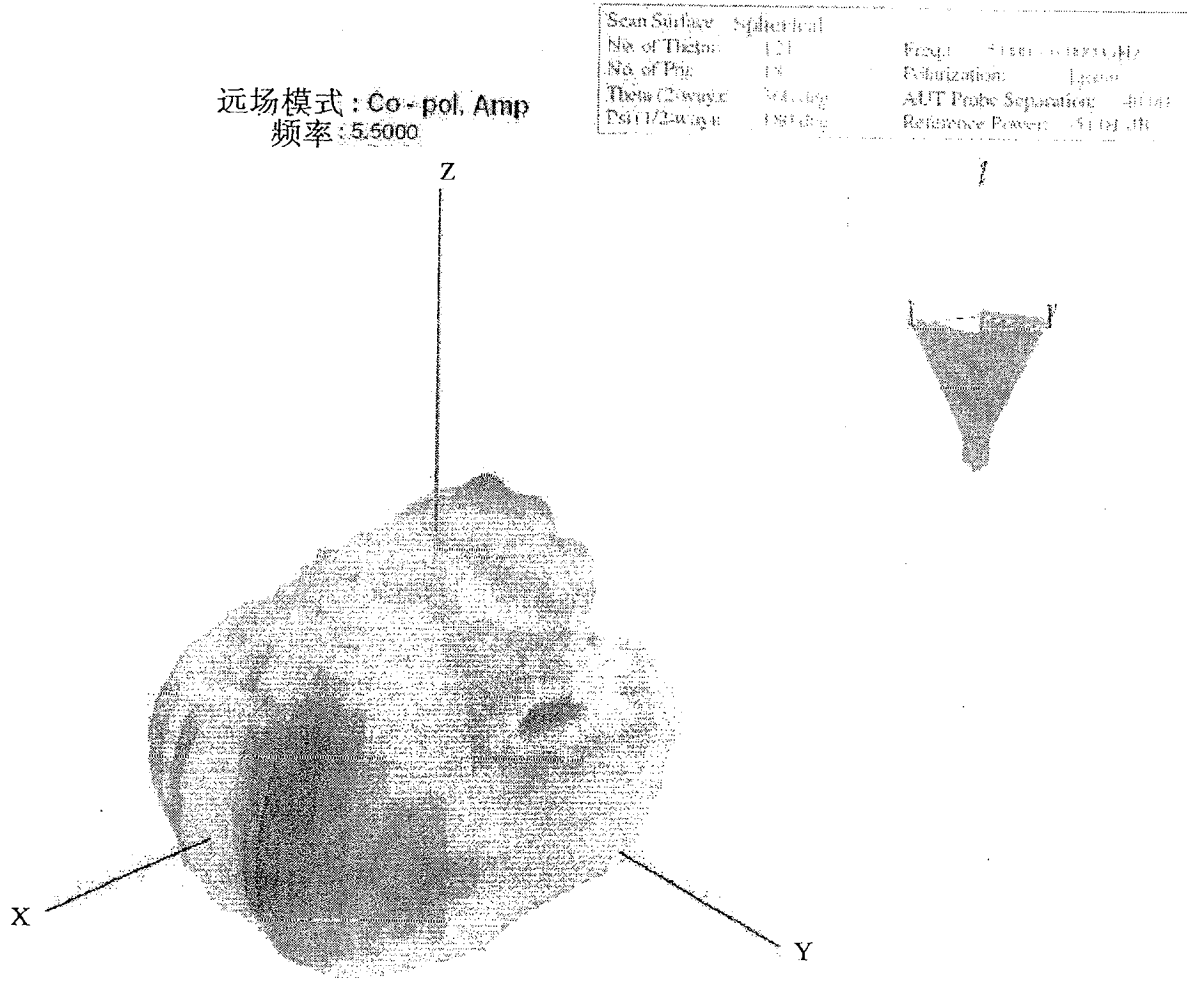


图 6D

5.5GHz 的 3D 图 (中间端口)

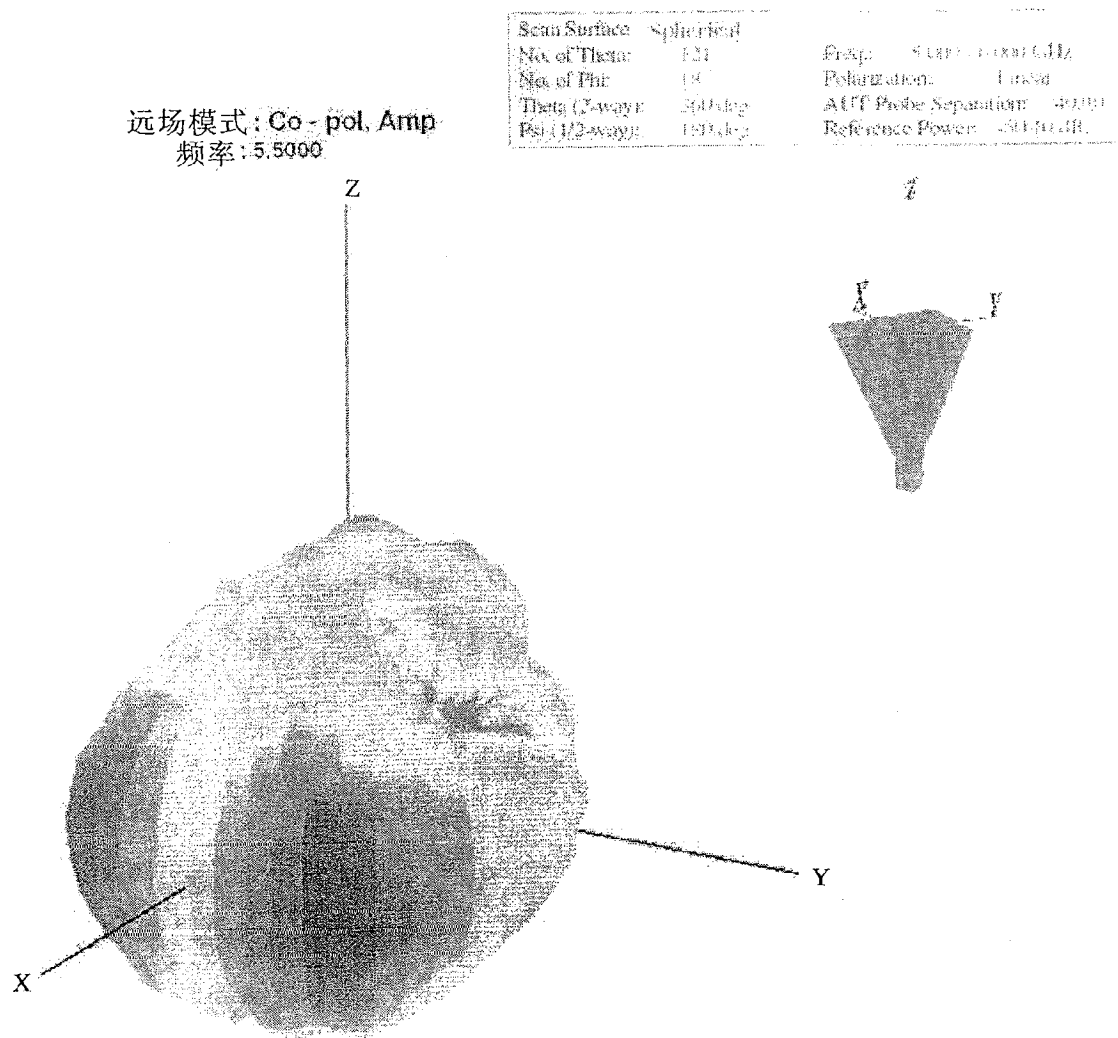


图 6E

5.5GHz 的 3D 图（右侧端口）

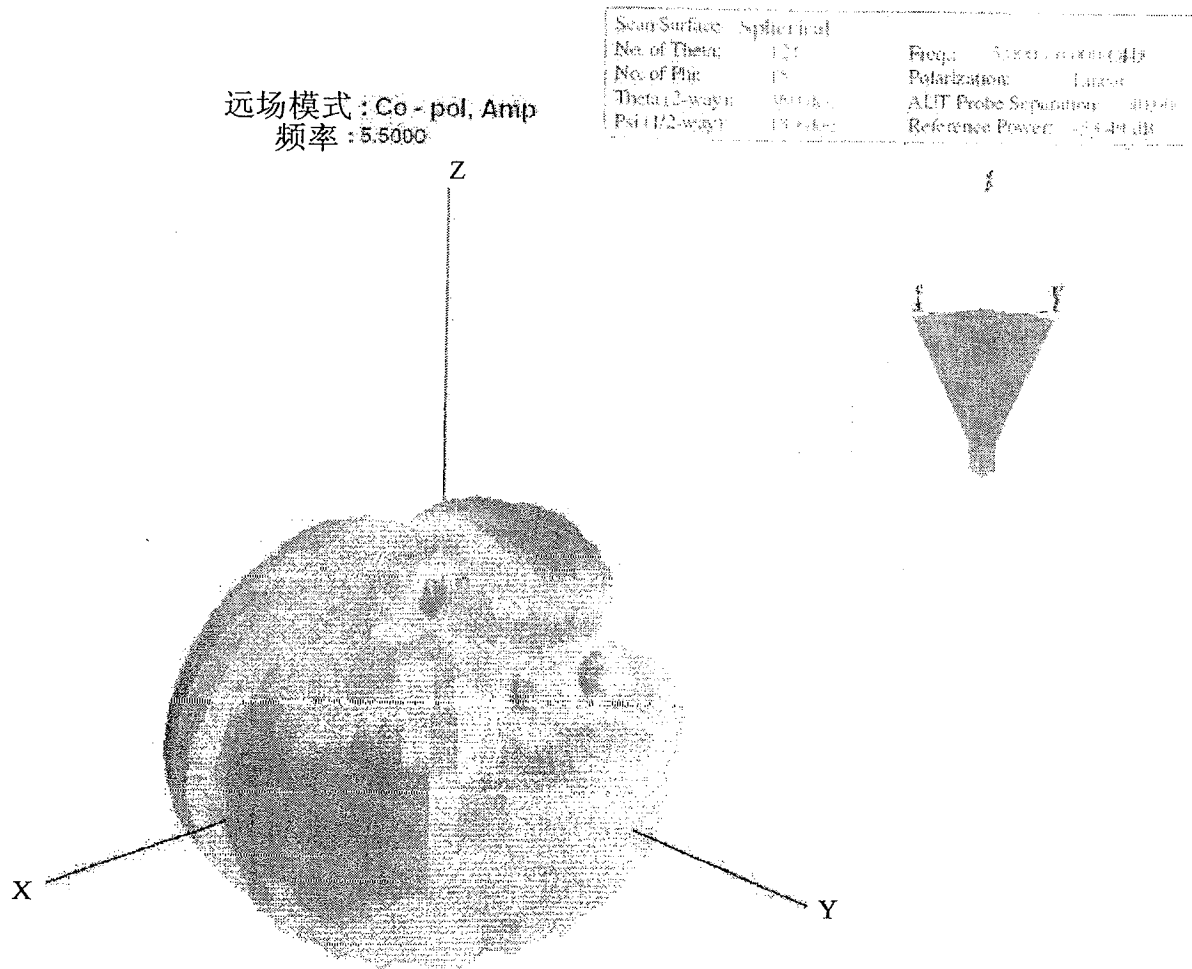


图 6F

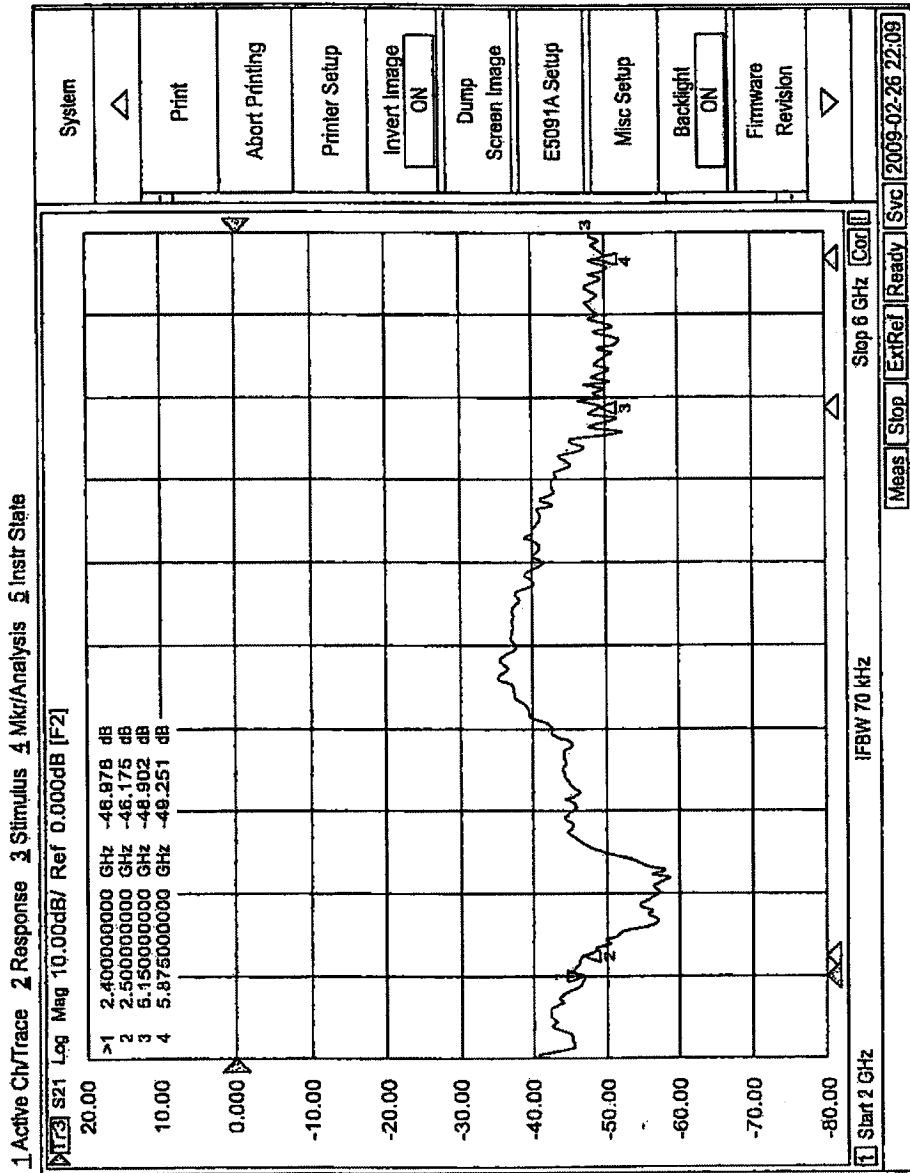


图 7A

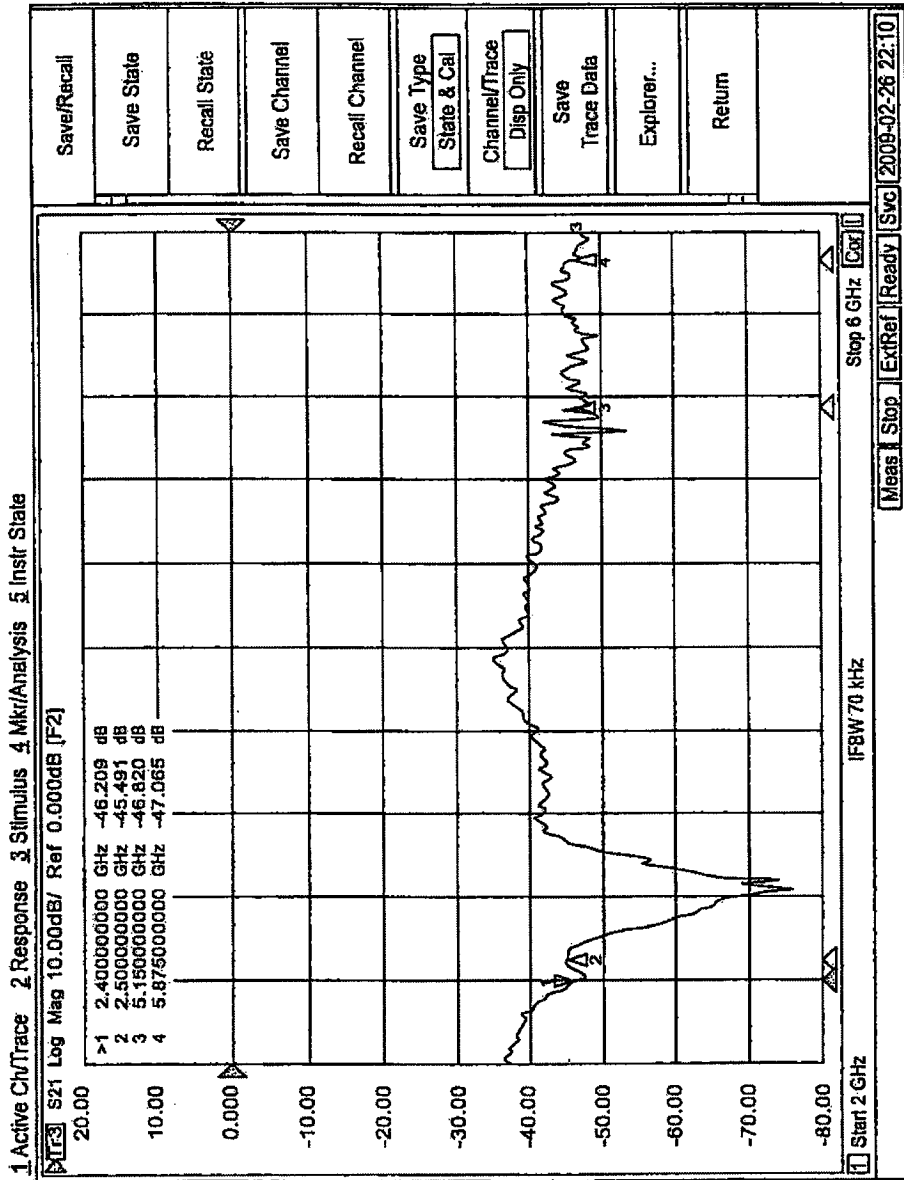


图 7B

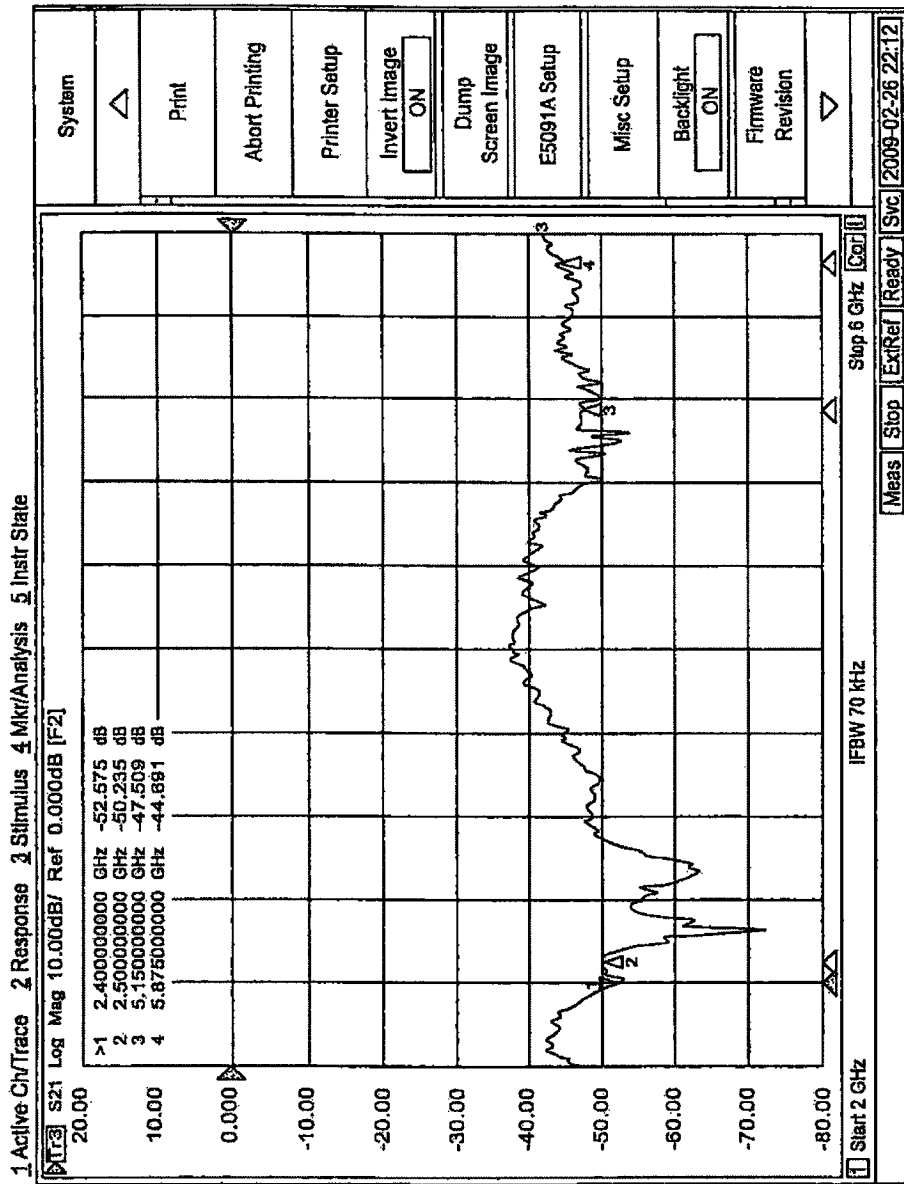


图 7C

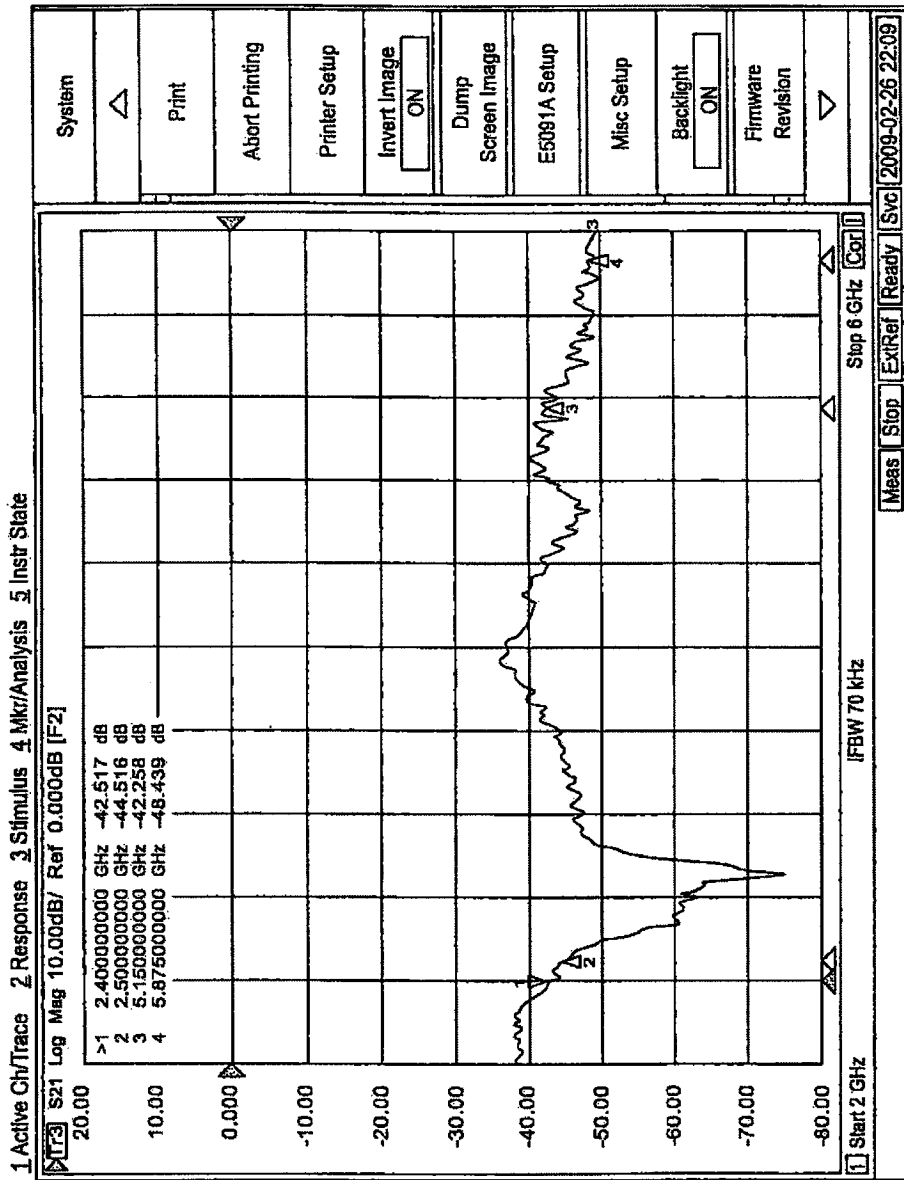


图 7D

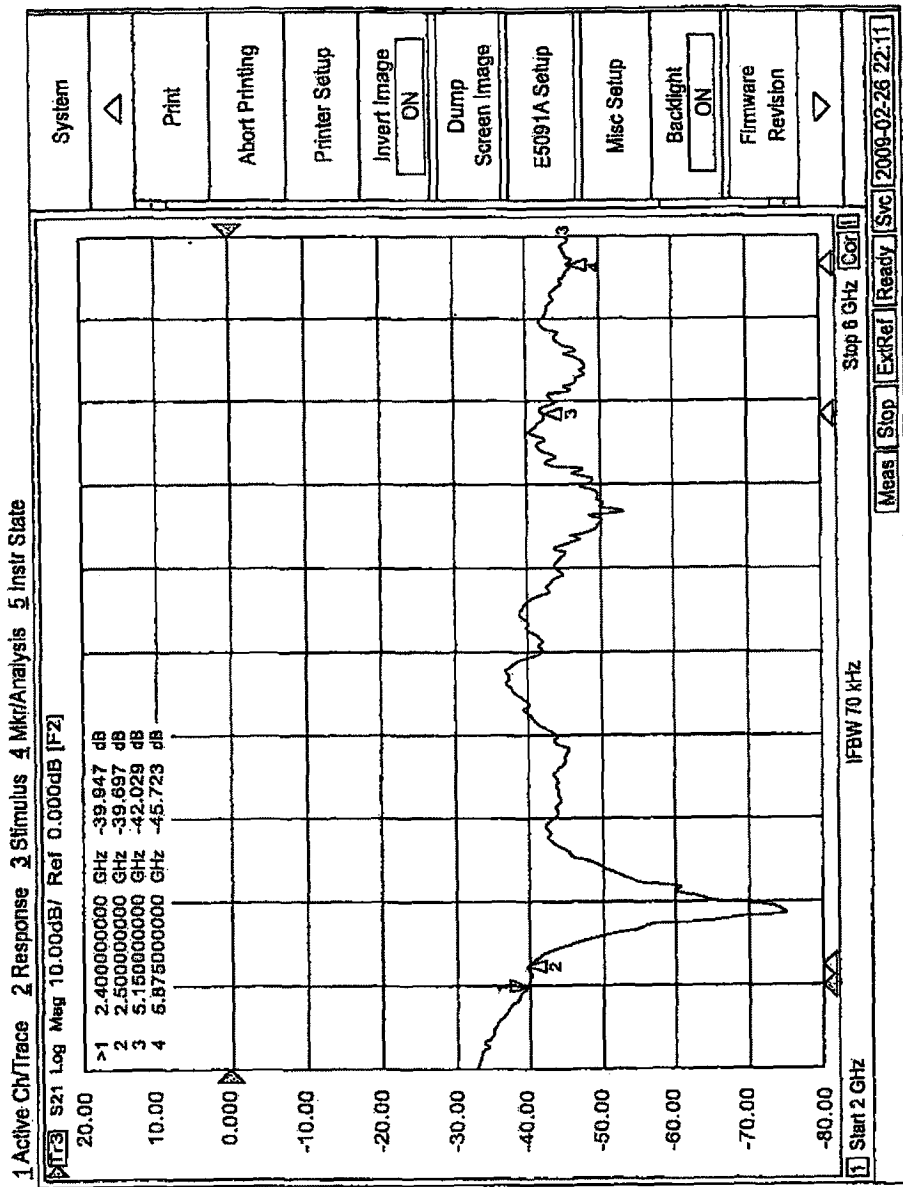


图 7E

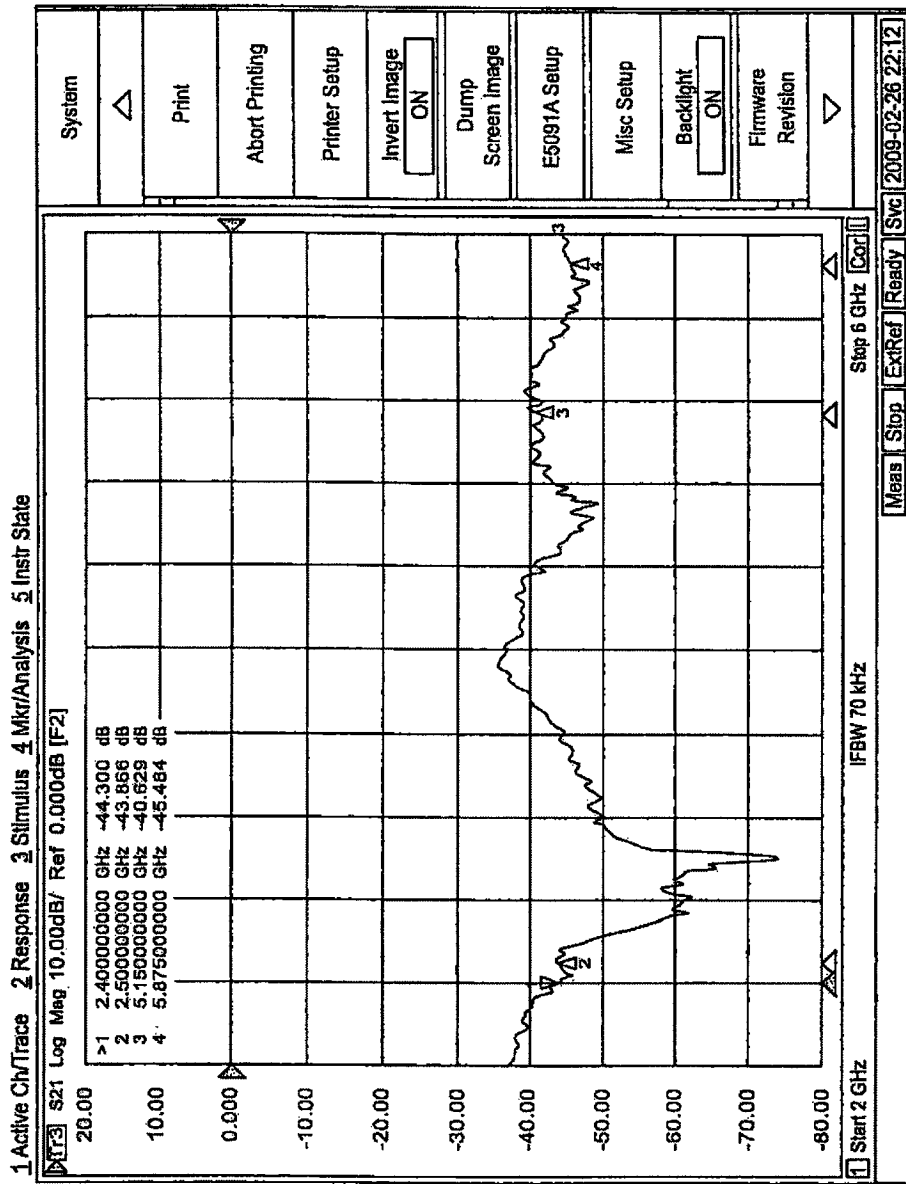


图 7F

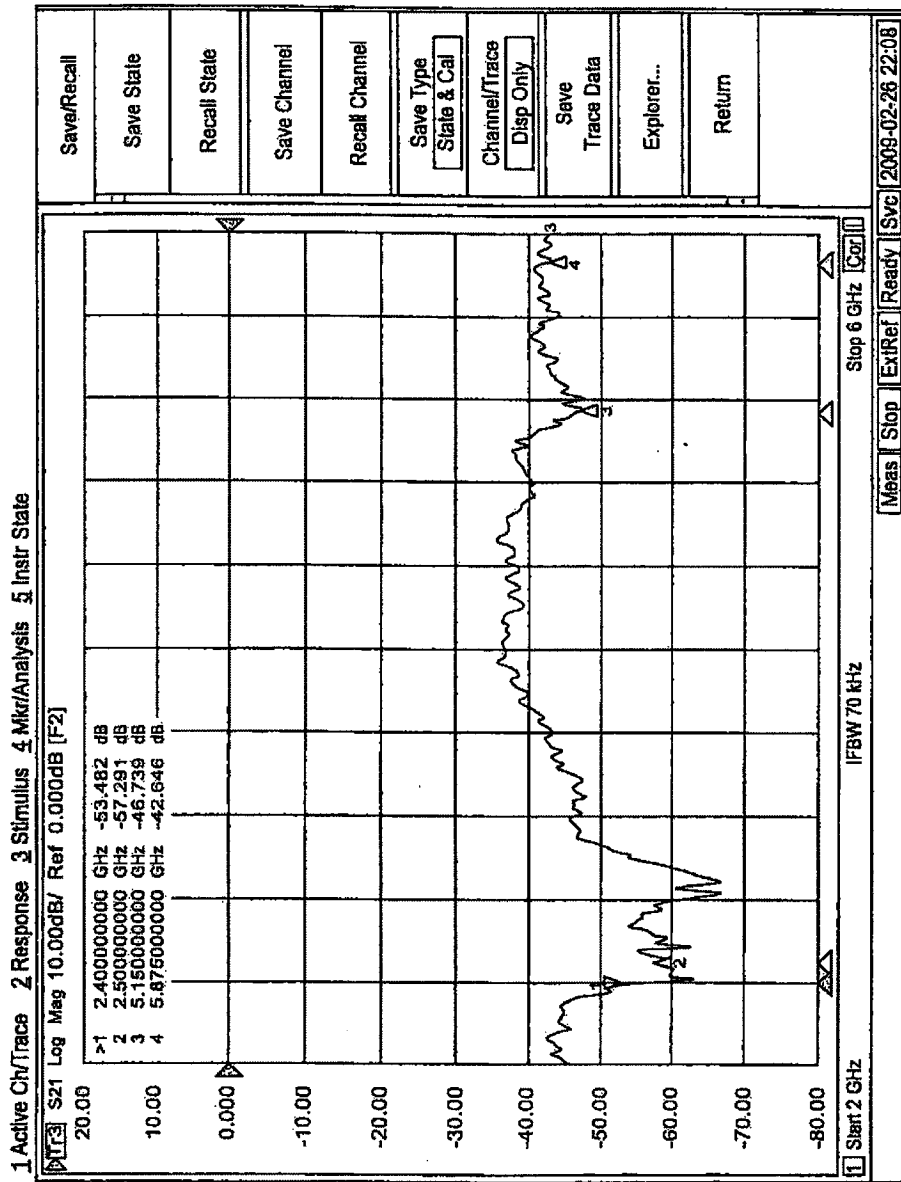


图 7G

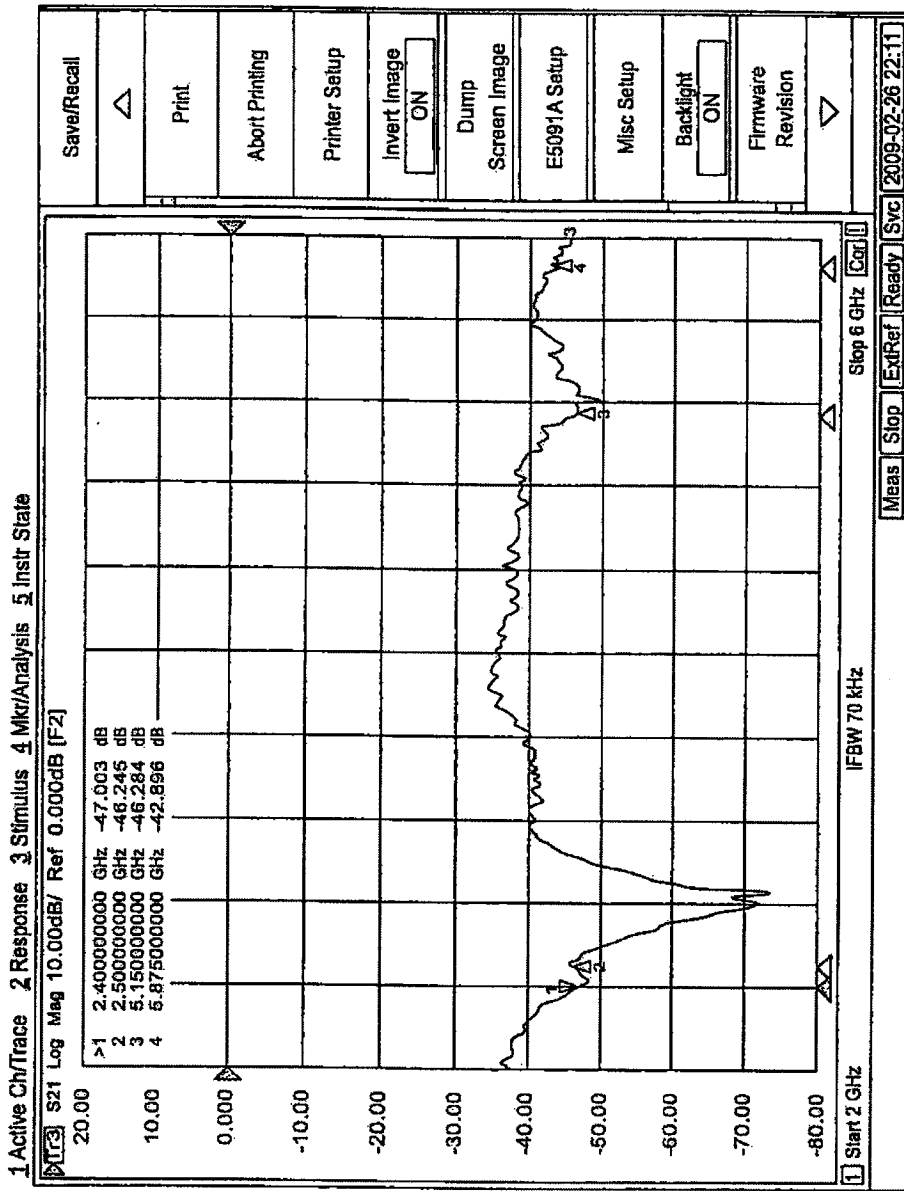


图 7H

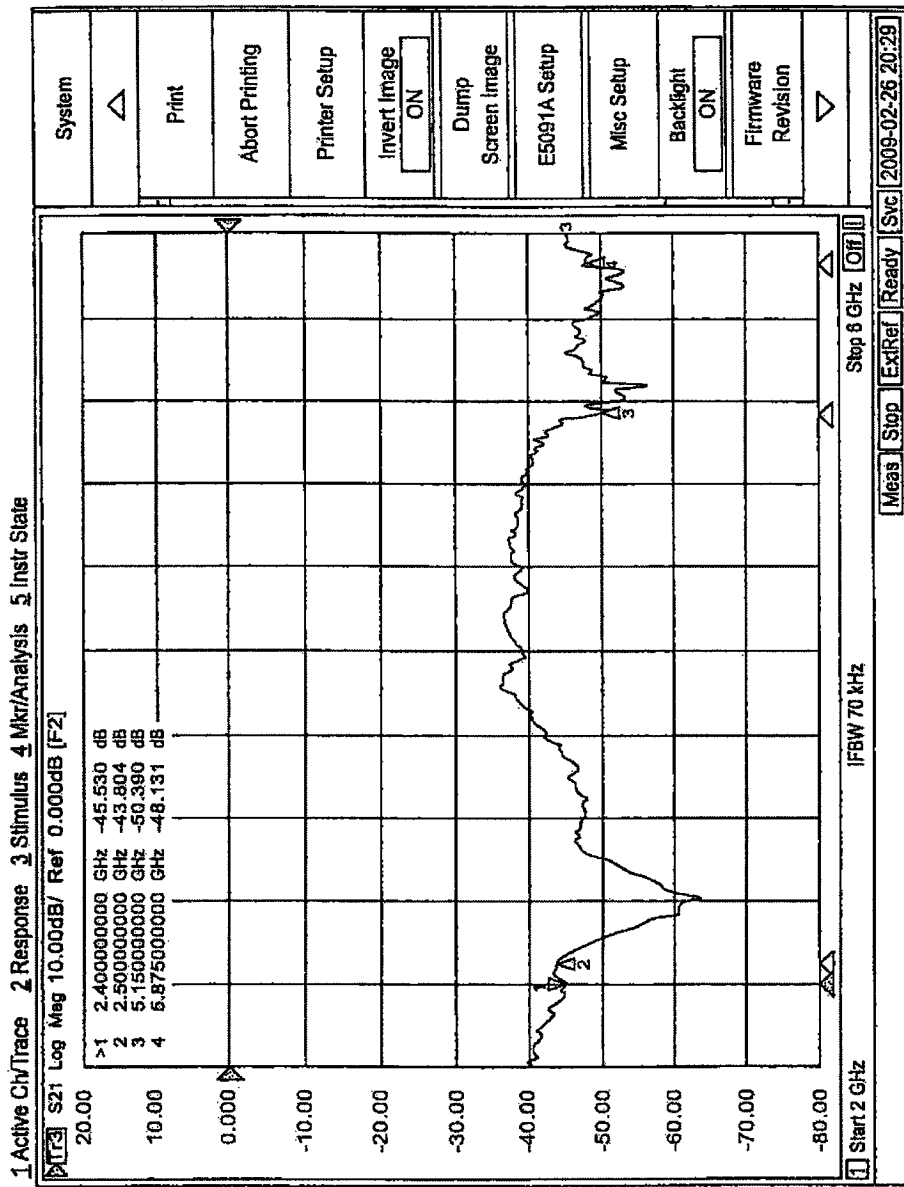


图 71