

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510097438.7

[51] Int. Cl.

H01Q 1/22 (2006.01)

H01Q 1/38 (2006.01)

H01Q 21/00 (2006.01)

H01Q 21/24 (2006.01)

[43] 公开日 2006年8月16日

[11] 公开号 CN 1819333A

[22] 申请日 2005.12.28

[21] 申请号 200510097438.7

[30] 优先权

[32] 2005. 1. 7 [33] US [31] 11/031,660

[71] 申请人 AGC 汽车美洲研发公司

地址 美国密歇根州

[72] 发明人 S·库巴 W·维拉罗尔

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

代理人 赵蓉民

权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 7 页

[54] 发明名称

多元件射束控制天线

[57] 摘要

一种用于接收和/或发射圆极化和线性极化的射频 RF 信号的天线，其包括圆极化辐射元件和线性极化辐射元件。辐射元件被共平面地放置在玻璃板上，并且彼此间隔。线性极化辐射元件被馈给以相移信号线路。接地面被设置成平行于辐射元件，以夹入空气电介质。所述天线产生使辐射束从较高仰角向较低仰角倾斜的效果，从而在较低的仰角达到较高的增益。

- 1.一种具有整合天线的窗户，所述窗户包括：
不导电板；
5 置于所述不导电板上的圆极化辐射元件；和
线性极化辐射元件，其具有不同于所述圆极化辐射元件的几何形状，
被置于所述不导电板上，并且和所述圆极化辐射元件间隔开，用于倾斜
所述天线产生的辐射束。
- 10 2.根据权利要求1所述的窗户，其中所述辐射元件是彼此共平面的。
- 3.根据权利要求1所述的窗户，其中所述线性极化辐射元件的表面
面积小于所述圆极化辐射元件的表面面积。
- 15 4.根据权利要求1所述的窗户，进一步包括相位偏移电路，其电连
接到所述线性极化辐射元件，用于将具有相位角 β 的基底信号相位偏移
一定的角度 $\Delta\beta$ ，以实现具有相位角 $\beta + \Delta\beta$ 的相位偏移信号。
- 5.根据权利要求1所述的窗户，其中所述线性极化辐射元件和所述
20 圆极化辐射元件的间隔范围是：所述天线接收或发射的基底信号的波长 λ
的 $1/20$ 到 $1/2$ 。
- 6.根据权利要求5所述的窗户，其中所述线性极化辐射元件和所述
圆极化辐射元件间隔大约 $1/5$ 波长 λ 。
- 25 7.根据权利要求1所述的窗户，进一步包括基底信号线路，其电连
接到所述圆极化辐射元件并且传送具有相位角 β 的基底信号。
- 8.根据权利要求7所述的窗户，进一步包括相移信号线路，其电连
30 接到所述线性极化辐射元件并且传送具有相位角 $\beta + \Delta\beta$ 的相位偏移信
号。

9. 根据权利要求 8 所述的窗户, 进一步包括相位偏移电路, 其电连接到所述基底信号线路和所述相移信号线路, 用于将所述基底信号相位偏移一定的角度 $\Delta\beta$, 以实现所述相位偏移信号。

5

10. 根据权利要求 9 所述的窗户, 进一步包括 90 度偏移信号线路, 其电连接到所述圆极化辐射元件并且传送具有相位角 $\beta+90^\circ$ 的 90° 偏移信号。

10 11. 根据权利要求 10 所述的窗户, 进一步包括 90° 混合电路, 其电连接到所述基底信号线路和所述 90 度偏移信号线路, 用于将所述基底信号相位偏移 90°, 以获得所述 90° 偏移信号。

15 12. 根据权利要求 1 所述的窗户, 其中所述圆极化辐射元件为矩形形状, 并且具有第一边缘和垂直于所述第一边缘的第二边缘。

13. 根据权利要求 12 所述的窗户, 其中所述圆极化辐射元件的每个边缘大约为所述天线接收或发射的基底信号的波长 λ 的 1/2。

20 14. 根据权利要求 1 所述的窗户, 其中所述线性极化辐射元件为矩形形状, 并且具有第三边缘和垂直于所述第三边缘的第四边缘。

25 15. 根据权利要求 14 所述的窗户, 其中所述线性极化辐射元件的第三边缘大约为所述天线接收或发射的基底信号的波长 λ 的 1/20, 所述线性极化辐射元件的第四边缘大约为 1/2 波长 λ 。

16. 根据权利要求 14 所述的窗户, 其中所述线性极化辐射元件的第三边缘大约为所述天线接收或发射的基底信号的波长 λ 的 1/20, 所述线性极化辐射元件的第四边缘大约为 1/4 波长 λ 。

30

17. 根据权利要求 14 所述的窗户, 其中所述线性极化辐射元件限定

一个缝隙，该缝隙的长度大约为所述天线接收或发射的基底信号的波长 λ 的 $1/2$ 。

18. 根据权利要求1所述的窗户，其中所述不导电板被进一步限定为汽车
5 车玻璃。

19. 一种天线，其包括：
圆极化辐射元件；以及
线性极化辐射元件；其具有不同于所述圆极化辐射元件的几何形状，
10 并且与所述圆极化辐射元件间隔开，用于倾斜所述天线产生的辐射束。

20. 根据权利要求19所述的天线，其中所述辐射元件是彼此共面的。

21. 根据权利要求19所述的天线，进一步包括相位偏移电路，其电连
15 接到所述线性极化辐射元件，用于将具有相位角 β 的基底信号相位偏移一
定的角度 $\Delta\beta$ ，以获得具有相位角 $\beta+\Delta\beta$ 的相位偏移信号。

22. 根据权利要求19所述的天线，其中所述线性极化辐射元件与所述
圆极化辐射元件间隔开的距离范围大约为所述天线接收或发射的基底信号
20 的波长 λ 的 $1/20$ 到 $1/2$ 。

多元件射束控制天线

5 技术领域

本发明涉及天线，特别地涉及阵列类型配置的多元件天线，用于从卫星接收圆极化的射频（RF）信号和从地面源接收线性极化的射频信号。

背景技术

10 车辆具有长玻璃，以封闭车箱，同时保证车辆驾驶员的可视范围。汽车的玻璃典型的是淬火（或钢化）玻璃或者层压玻璃，层压玻璃是通过将两块或多块玻璃板与塑性中间层粘合在一起制造的。即使玻璃破了，中间层也可使玻璃板保持在一起。

15 近来，天线已经和车辆的玻璃整合在一起。这种整合有助于改进车辆的空气动力性能，也有助于为车辆提供赏心悦目的流线型外形。整合用于接收线性极化 RF 信号比如那些由 AM/FM 地面广播站产生的信号的天线，已经成为产业的主要焦点。

但是，此焦点正在移向整合用于接收来自卫星数字音频无线电业务（SDARS）提供商的 RF 信号的天线。SDARS 提供商使用卫星将 RF 信号，特别是圆极化 RF 信号广发送回地面。SDARS 提供商利用了同步轨道中或倾斜的椭圆星座区域中的多个卫星。各个卫星和天线之间的仰角是根据卫星的位置和天线位置而变的。在美国大陆，这个仰角可以低至 20°。SDARS 提供商也使用地面“中继器”站来再次发送它们的卫星信号。这些地面站在 0° 仰角工作，并且在城市环境中是有用的，在城市环境中，高大建筑物可阻隔来自卫星的信号。线性极化被用于这些地面的再次发送或广播。

此外，汽车制造商和车辆驾驶员要求和玻璃整合的天线不阻碍驾驶员的视线。因此，典型的要求是当天线和玻璃整合时，天线占据的面积小于一定的表面面积或“覆盖区”。

30 本领域已知的有各种天线用于既接收圆极化 RF 信号又接收线性极

化 RF 信号。这种天线的例子在授予 Hyuk-Joo 等人的美国专利 No. 6697019 (专利 '019) 和授予 Sievenpiper 等人的美国专利 No. 6545647 号中 (专利 '647) 被公开。

专利 '019 公开一种安装在车辆顶部的天线系统，其用于接收圆极化发射器和线性极化发射器产生的 RF 信号。所述天线包括围绕中心对称排列的四个线性极化辐射元件和四个圆极化辐射元件。所述天线包括用于支撑线性极化辐射元件和电介质衬底的电路板。线性极化辐射元件各个具有砖块形状，并且包括长度为 $1/4$ 波长 λ 的微带共振器。圆极化辐射元件是置于电介质衬底上的微带贴片 (microstrip patch)。圆极化辐射元件各个具有正方形形状，该形状几何上不同于线性极化辐射元件的形状。所述天线系统还包括 90 度混合电路 (90° hybrid)。该 90 度混合电路将到两个圆极化辐射元件的信号偏移 90 度，而不偏移到另两个圆极化辐射元件的信号。所述天线要求单独的馈送线路用于线性极化和圆极化信号。

由于专利 '019 的天线是安装在车辆顶部的大型、笨重的天线元件阵列，所以它不适合与车辆的窗户整合。如果专利 '019 的天线安装在窗户上，那么 8 个分开的元件会占据大的表面面积，并且阻碍车辆驾驶员的视线。此外，该天线没有显著帮助接收来自低仰角的 RF 信号。

专利 '647 公开了用于接收圆极化发射器和线性极化发射器产生的 RF 信号的天线。该天线包括围绕中心对称排列并且被置于高阻抗表面的四个辐射元件。该高阻抗表面充当接地面，并且典型地安装在大的金属物体上，比如车辆的顶部。所述辐射元件是由导电材料制造的，并且被制成电线段或金属片。相移电路到辐射元件的各种连接为天线提供其圆极化和线性极化。该天线需要独立的馈送线路用于接收器接收圆极化和线性极化信号。专利 '647 的天线没有显著帮助接收来自低仰角的 RF 信号。

仍然存在引入有助于接收来自卫星的 RF 信号的天线的需要。特别是，仍然存在引入有助于接收来自仰角低至 20° 的 RF 信号的天线的需要。而且，仍然存在引入这样一种天线的需要，这种天线不明显阻碍车辆驾驶员的视线，并且在单个馈送线路上既提供圆极化又提供线性极化信号。

发明内容

本主题发明提供一种具有整合天线的窗户。所述窗户包括不导电板。圆极化辐射元件被置于不导电板上。线性极化辐射元件也被置于该不导电板上，并且和圆极化辐射元件间隔开。线性极化辐射元件的几何形状不同于圆极化辐射元件的几何形状。

所述天线的结构在一定的仰角产生具有最高的增益部分的定向辐射束。辐射元件之间的间距影响了两个不同的辐射元件之间的相对定相 (relative phasing)。作为这种相对定相的结果，辐射束的仰角就倾斜了，因此也倾斜了辐射束的最高增益部分。在接收来自 SDARS 提供商的卫星的 RF 信号时候，这种倾斜是特别重要的。SDARS 提供商的规范要求至少在低至 20° 的仰角具有相对高的增益。本主题发明的天线即使在这些低的仰角也可以产生 RF 信号的相对高的增益。

附图说明

通过结合附图，参考下面的详细描述，本发明的其他优点将容易了解并且变得更好理解，其中附图为：

图 1 是具有天线的车辆的立体图，该天线由车辆的玻璃板支撑；

图 2 是沿着图 3 中的线 2-2 的天线的第一个实施例的横截面侧视图，显示了玻璃板、辐射元件、接地面和电路板；

图 3 是沿着图 2 中的线 3-3 的天线的第一个实施例的横截面底视图，显示了辐射元件和玻璃板；

图 4 是天线的示意块图，显示了辐射元件之间的电连接、放大器、90 度混合电路和相位偏移电路；

图 5 是天线的第二个实施例的横截面底视图，显示了辐射元件和玻璃板；

图 6 是天线的第三个实施例的横截面底视图，显示了辐射元件和玻璃板；和

图 7 是一个图表，显示了天线的第一个实施例产生的辐射模式。

具体实施方式

参考附图，其中相同的数字在几个视图中表示相同的部件，天线总体显示为 10。天线 10 被用于从卫星接收圆极化的射频（RF）信号和从地面源接收线性极化的射频信号。特别地，天线 10 的第一个实施例接收左旋圆极化（LHCP）RF 信号，像那些由 SDARS 提供商比如 XM[®] Satellite Radio 公司或 SIRIUS[®] Satellite Radio 公司产生的 RF 信号，以及它们关联的线性极化地面中继器广播。但是要理解的是天线 10 也可接收右旋圆极化（RHCP）RF 信号。而且，天线 10 也可被配置以接收垂直定向或水平定向的线性极化 RF 信号。XM[®] Satellite Radio 公司产生垂直定向的线性极化信号。此外，本领域的技术人员认识到天线 10 也可被用于传输圆极化和线性极化 RF 信号。

参考图 1，天线 10 优选地和车辆 14 的窗户 12 整合。这个窗户 12 可以是后车窗 12（后窗玻璃）、前车窗 12（挡风玻璃）或车辆 14 的任何其他窗户。天线 10 也可以在车辆的非窗户部分中实施，比如顶部或镜子中。此外，天线 10 可在与车辆 14 完全分离的其他情形中实施，比如在建筑物上或者与无线电接收器整合在一起。窗户 12 包括至少一不导电板 16。术语“不导电”指的是材料，比如绝缘体或电介质，当其被放在处于不同电势的导体之间时，只允许小或可忽略的、与施加的电压同相的电流流过材料。通常，不导电的材料具有纳西门子/米（nanosiemens/meter）量级的电导率。

在第一个实施例中，不导电板 16 被实施为至少一块玻璃板 18。当然，窗户 12 可包括不只一块玻璃板 18。本领域的技术人员可以认识到汽车窗户 12，特别是挡风玻璃可包括夹着一层聚乙烯醇缩丁醛（PVB）的两块玻璃板 18。

玻璃板 18 优选是汽车玻璃 18，更优选地是钠钙硅玻璃 18。玻璃板 18 的厚度在 1.5mm 和 5.0mm 之间，优选为 3.1mm。玻璃板 18 也可具有 5 到 9 之间的相对电容率，优选为 7。但是本领域的技术人员可以认识到不导电板 16 可以由塑料、纤维或者其他合适的非导电材料制成。

仅仅为了描述，本主题发明下面的内容只针对最优选的不导电板 16，即汽车玻璃板 18。这不应该解释为限制，因为如上所述，天线 10 可以用

不同于玻璃板 18 的不导电板 16 来实施。

现在参考图 2，玻璃板 18 充当天线 10 的天线罩。也就是，玻璃板 18 保护天线 10 的其他组件不受潮湿、风灰尘等等车辆 14 的外部环境的影响，如以下详细描述的那样。玻璃板 18 被设置在相对于地面成 φ 度的安装角。根据车辆 12 所需的安装角 φ ，希望向上或向下倾斜辐射束的仰角，以增加卫星或地面源发射的以及由天线接收的 RF 信号的增益。天线 10 进行这种束倾斜，如下面更全面解释的。

现在参考图 3，天线 10 包括置于玻璃板 18 上的圆极化辐射元件 20。圆极化辐射元件 20 优选具有矩形形状，并且最优选地是具有正方形形状。通过使用 90° 相移，如下面详细描述，圆极化辐射元件 20 优选接收和/或发射具有圆极化的 RF 信号。通常圆极化辐射元件 20 被本领域的技术人员称为“贴片”或“贴片元件”，并且是导电材料制成的。优选地，圆极化辐射元件 20 包括作为导电材料的银膏或银浆，其被直接置于玻璃板 18 上面，并且通过本领域技术人员公知的焙烧技术被硬化。可选地，圆极化辐射元件 20 可包括一块平坦的导电金属，比如铜或铝，使用粘合剂将其粘合到玻璃板 18。

圆极化辐射元件 20 具有第一边缘 22 和第二边缘 24，第二边缘 24 垂直于第一边缘 22。第一边缘 22 限定第一宽度 W_1 ，第二边缘 24 限定第一长度 L_1 。在第一个实施例中，圆极化辐射元件 20 的第一宽度 W_1 和第一长度 L_1 各自为 (measure) 天线 10 要接收或发射的基底信号的波长 λ 的大约 1/2。由于第一宽度 W_1 和第一长度 L_1 优选是长度相等的，所以圆极化辐射元件 20 优选为正方形形状。在第一个实施例中，待接收的理想频率大约是 2338MHz，其对应于 XM[®] Satellite Radio 公司使用的中心频率。因此，在第一个实施例中，圆极化辐射元件 20 的第一边缘 22 和第二边缘 24 各自大约为 64mm。

天线 10 也包括由导电材料制成的线性极化辐射元件 26，其被置于不导电板 16 上。线性极化辐射元件 26 优选接收和/或发射具有线性极化的 RF 信号。通过利用电线段、银膏线、或者导电材料的矩形部分，可将线性极化辐射元件 26 实施为单极。可选地，线性极化辐射元件 26 可被实施为形成隙缝的一部分的导电材料。

线性极化辐射元件 26 的几何形状不同于圆极化辐射元件 20 的几何形状。如上面所提到的，圆极化辐射元件 20 优选是正方形形状。如本领域技术人员理解的，基于天线 10 的结果尺寸和阻碍驾驶员的视线，与这种圆极化辐射元件 20 组合的另一个正方形元件对于汽车制造商和驾驶员来说是不能接受的。因此，线性极化辐射元件 26 必须具有不同于圆极化辐射元件 20 的几何形状，并且应该占据更小的表面面积，以满足汽车制造商和驾驶员的需要。

在第一个实施例中，并且如图 3 所示，线性极化辐射元件 26 包括作为导电材料的银膏，其被直接置于玻璃板 18 上面，并且通过本领域技术人员公知的焙烧技术被硬化。线性极化辐射元件 26 优选为矩形形状，具有第三边缘 28 和第四边缘 30。第三边缘 28 和第四边缘 30 垂直。第三边缘 28 限定第二宽度 W_2 ，第四边缘 30 限定第二长度 L_2 。第二宽度 W_2 大约为 $1/20$ 波长 λ ，第二长度 L_2 大约为 $1/2$ 波长 λ 。因此，在 2338MHz 的理想频率，第二宽度 W_2 大约为 6mm，第二长度 L_2 大约为 64mm。线性极化辐射元件 26 与圆极化辐射元件 20 之间间隔距离 D 。距离 D 优选为 $1/20$ 波长 λ 到 $1/2$ 波长 λ 的范围。更优选地，在第一个实施例中，距离 D 大约为 $1/5$ 波长 λ ，在 2338MHz 的理想频率，其大约为 26mm。

辐射元件 20、26 优选是相互共面的。也就是，辐射元件 20、26 通常位于不导电板 16 的表面构成的单个平面中。换一种说法是，辐射元件 20、26 不是一个在另一个的上面，并且它们和玻璃板 18 的表面是共形的。

在第一个实施例中，线性极化辐射元件 26 的第三边缘 28 通常平行于圆极化辐射元件 20 的第一边缘 22。在这种排列中，线性极化辐射元件 26 产生垂直定向的线性极化。辐射元件 20、26 具有大约 4250mm^2 的组合表面面积。因此，天线 10 不会明显阻碍车辆 12 的驾驶员的视线。

再次参考图 2，天线 10 优选包括用于增强天线 10 的性能的接地面 32。接地面 32 一般是由平坦的导电材料制成的，比如像铜或铝这样的导电金属。接地面 32 和辐射元件 20、26 隔开，并且优选地和它们平行。接地面 32 优选为矩形形状，具有第一侧面 34 和第二侧面 36。第一侧面 34 面向辐射元件 20、26。本领域技术人员可以认识到接地面 32 可以是其他的形状。此外，天线 10 可在没有接地面 32 的情况下起作用。

电介质 38 被夹在接地面 32 的第一侧面 34 和辐射元件 20、26 之间。在第一个实施例中，电介质 38 是空气，其相对电容率为 1。但是，根据天线 10 的特殊性能特征，电介质 38 可由一种或多种具有可替换的相对电容率的替换材料制成。电介质的厚度 T 可以达到 $1/4$ 波长 λ ，其在
5 2338MHz 的频率是大约 32mm。

天线 10 还优选包括电路板 40。电路板 40 被连接到接地面 42 的第二侧面 36。电路板 40 的位置便于连接到天线 10 的辐射元件 20, 26, 并且用于整个天线 10 的紧凑性。本领域技术人员认识到电路板 40 的位置可以远离辐射元件 20, 26。或者替代地，天线 10 可以没有电路板 40。

10 现在参考图 4，天线 10 还包括基底信号线路 42，90 度偏移信号线路 44 和相移信号线路 46。基底信号线路 42 邻接圆极化辐射元件 20 的第一边缘 22 被电连接到元件 20，优选地靠近第一边缘 22 的中心。90 度偏移信号线路 44 邻接第二边缘 24 被电连接到圆极化辐射元件 20，优选地靠近第二边缘 24 的中心。基底信号线路 42 传送相位角为 β 的基底信号。
15 90 度偏移信号线路 44 传送从基底信号偏移 90° 的信号，并因此具有 $\beta + 90^\circ$ 的相位角。优选地，但不是必要的， 90° 偏移是由 90° 混合电路 54 完成的，下面将进一步描述。

将基底信号和 90 度偏移信号的组合输入垂直的边缘 22 和 24 就使得圆极化辐射元件 20 具有圆极化。本领域技术人员可以认识到不使用 90
20 度偏移信号线路 44 而产生圆极化的替代技术。这些技术包括，但是不限于具有两个截平的相对角落 90° (corner)的正方形辐射元件、具有十字缝隙 (slot) 的辐射元件，该缝隙的腿部长度不相等，具有 45° 偏移馈送 (offset feed) 和微调调整片 (trim tab) 的辐射元件和具有微调调整片的正方形辐射元件。但是，这些技术可能或不能有效地用线性极化辐射元件 26 工作
25 来实现所希望的束倾斜，如下面将更详细描述。

相移信号线路 46 电连接到线性极化辐射元件 26。优选地，相移信号线路 46 邻接第三边缘 28，优选地靠近第三边缘 28 的中心被电连接。相移信号线路 46 传送从基底信号 β 偏移一定角度 $\Delta\beta$ 的相位偏移信号。因此相位偏移信号的相位角是 $\beta + \Delta\beta$ 。优选地，但不是必要的，相位偏移
30 是由相位偏移电路 56 完成的，下面将进一步描述。

天线 10 产生的圆极化和线性极化辐射束被倾斜（或被控转换方向），既被辐射元件 20 和 26 之间的间距，也就是距离 D 倾斜，也被馈送线性极化辐射元件 26 的相位偏移信号倾斜。这两种技术的结合增强了束倾斜效应。如前面提到的，这个倾斜在从 SDARS 提供商的卫星接收 RF 信号广播时特别重要。倾斜量基于圆极化辐射元件 20 和线性极化辐射元件 26 之间的相对相位角 γ 。相对相位角 γ ，又由相移信号线路 46 上的一定相位偏移角 $\Delta\beta$ 和辐射元件 20 和 26 之间的间距确定。

信号线 42、44、46 各自是由导电材料制造的。在第一个实施例中，信号线 42、44、46 被实施为电路板 40 上的微带线。多个管脚 48 将各个信号线 42、44、46 电连接到它们在辐射元件 20、26 上的各自位置。管脚 48 是由导电材料制造的，比如导电金属。接地面 32 和电路板 40 各自形成多个通孔 50。当管脚 48 从辐射元件 20、26 垂直延伸到电路板 40 上的信号线 42、44、46 时，通孔 50 容纳管脚 48。优选地，管脚 48 既和辐射元件 20、26 又和信号线 42、44、46 焊接在一起。这样，管脚也可支撑电路板 40 和接地面 32。替代地，天线 10 的整个包装也支撑电路板 40 和接地面 32。当然，将信号线 42、44、46 连接到辐射元件 20、26 的其他替代技术对于本领域技术人员是明显的。虽然优选是将信号线 42、44、46 直接电连接到辐射元件 20、26，但是电连接可通过将信号线 42、44、46 耦合到辐射元件 20、26 来完成。

优选地，放大器 52 被电连接到基底信号线路 42，用于放大基底信号来产生放大的信号。在天线 10 被实施为接收 RF 信号的配置中，放大器 52 优选是低噪声放大器（LNA）。放大器 52 优选是置于电路板 40 上。单信号馈送线路 53 电连接到放大器 52，以将放大的信号传给接收器。由信号馈送线路 53 传送的放大信号为 RF 信号提供了单一来源，所述 RF 信号是由线性极化和圆极化辐射元件 20、26 接收的。本领域技术人员可以认识到在天线 10 被用于发射 RF 信号的配置中时，放大器 52 就以功率放大器的形式来实施。

上面提到的 90° 混合电路 54 在基底信号线路 42 和 90° 偏移信号线路 50 之间被电连接，用于将基底信号相位偏移 90° ，以获得 90° 偏移信号。 90° 混合电路 54 也优选地置于电路板 40 上。

上面提到的相位偏移电路 56 在基底信号线路 42 和相移信号线路 36 之间被电连接。相位偏移电路 56 将基底信号偏移一定的角度 $\Delta\beta$ ，以实现具有相位角 $\beta + \Delta\beta$ 的相位偏移信号。相位偏移电路 56 优选地置于电路板 40 上。

5 辐射元件 20、26 的其他尺寸、对齐和配置是可能的，取决于天线 10 所希望的性能和维面积或尺寸面积要求。在第二个实施例中，如图 5 所示，圆极化辐射元件 20 的尺寸和第一个实施例中的相同。但是线性极化辐射元件 26 限定了缝隙 58。缝隙 58 的长度 L_3 被限定为 $1/2$ 波长 λ 。线性极化辐射元件 26 的第四边缘 30 平行于圆极化辐射元件 20 的第一边缘
10 22。相移信号线路 36 到线性极化元件的电连接邻接缝隙 58 的中心。元件之间的间隔距离 D 仍然在最优选的 $1/5$ 波长 λ 。

图 6 显示了第三个实施例。这个实施例类似第一个实施例，除了线性极化元件 26 的第二长度 L_2 是 $1/4$ 波长 λ 。同样，元件之间的间隔距离 D 仍然在最优选的 $1/5$ 波长 λ 。第三个实施例进一步减少了天线 10 占据
15 窗户 12 的表面面积。

也许通过查看第一个实施例的天线 10 的计算机模拟结果最能理解辐射束的倾斜。图 7 显示了本发明的 LHCP 和垂直线性极化的辐射束。辐射束的最高增益部分被倾斜大约 20° 。传统的非束控制天线不提供这样的倾斜，在大约 0° 具有它们的最高增益部分。这样，根据本发明的天线
20 为从在相对低仰角的卫星接收的 RF 信号产生了比传统非束控制天线更高的增益。

多个天线 10 可作为天线 10 的分集系统 (diversity system) 的一部分实施。例如第一个实施例的车辆 14 可包括挡风玻璃上的第一个天线 10 和后窗玻璃上的第二个天线 10。这些天线各自具有电连接到车辆 14 内的
25 接收器的单独放大器 52。本领域技术人员认识到可以使用几种处理技术来实现分集接收。在一个这样的技术中，开关被用于选择当前正在从卫星或地面源接收最强的 RF 信号的天线 10。

显然，根据上面的描述，本发明的许多修改和变化是可能的。可在所附权利要求的范围内，以不同于其中的特定描述来实践本发明。

30

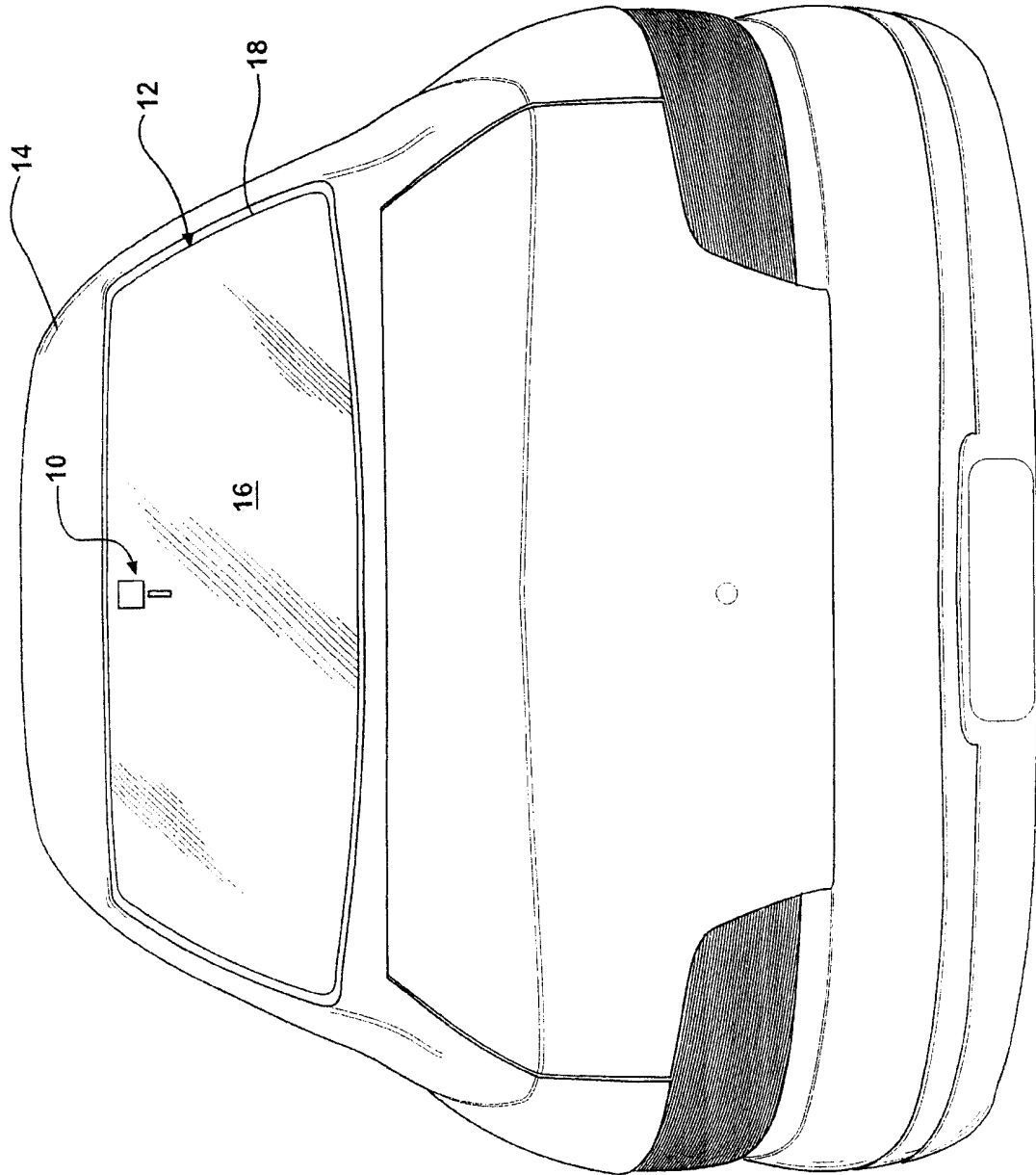


图1

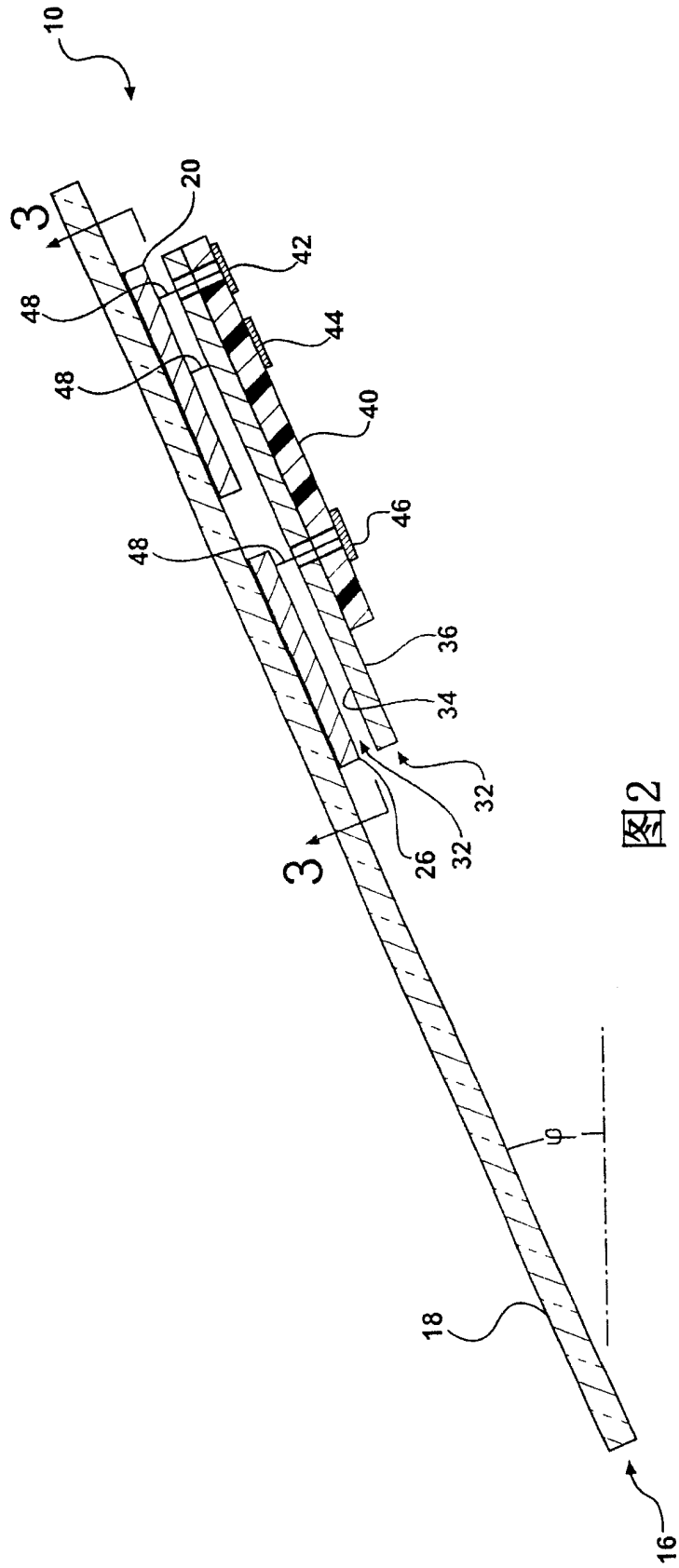


图2

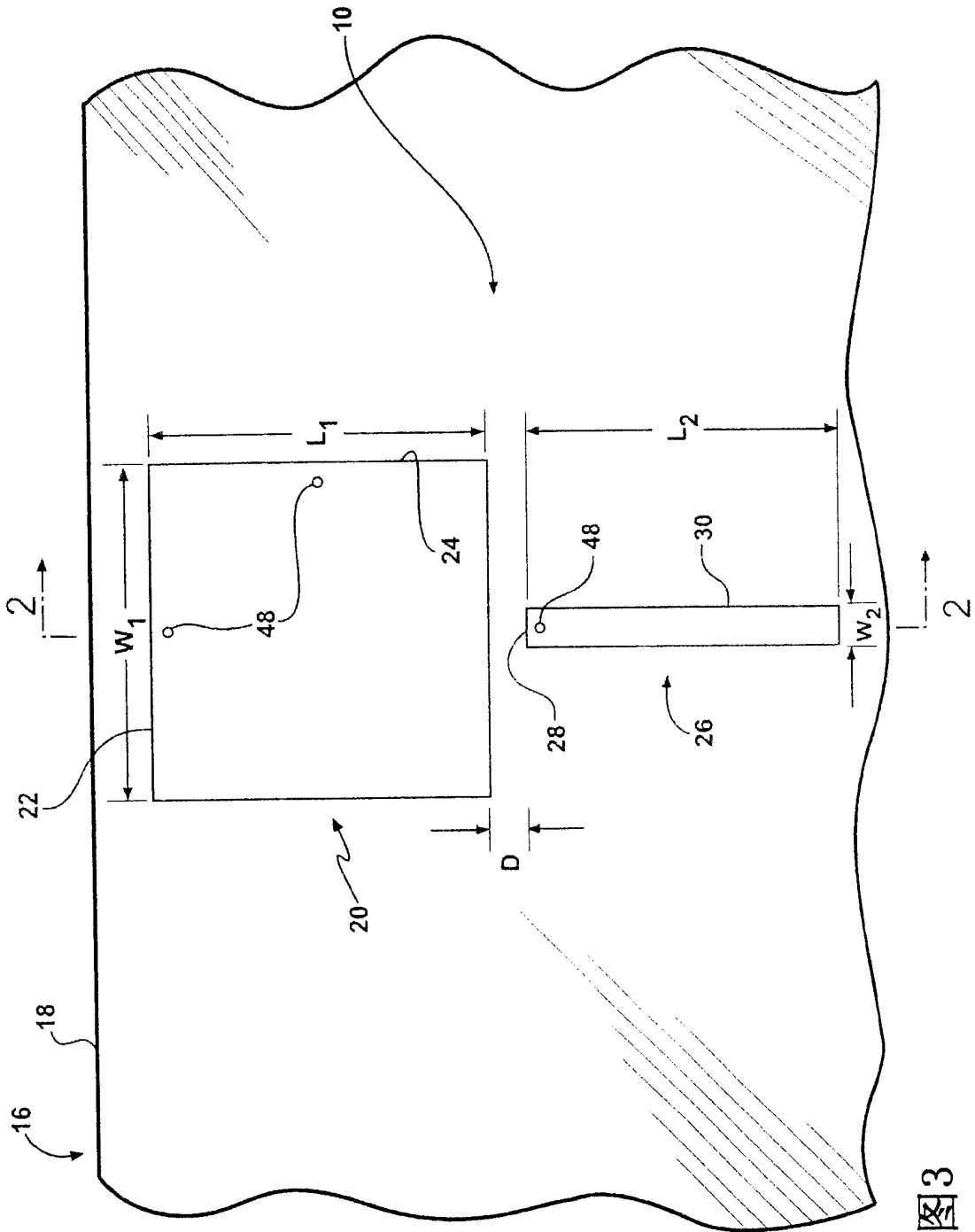


图 3

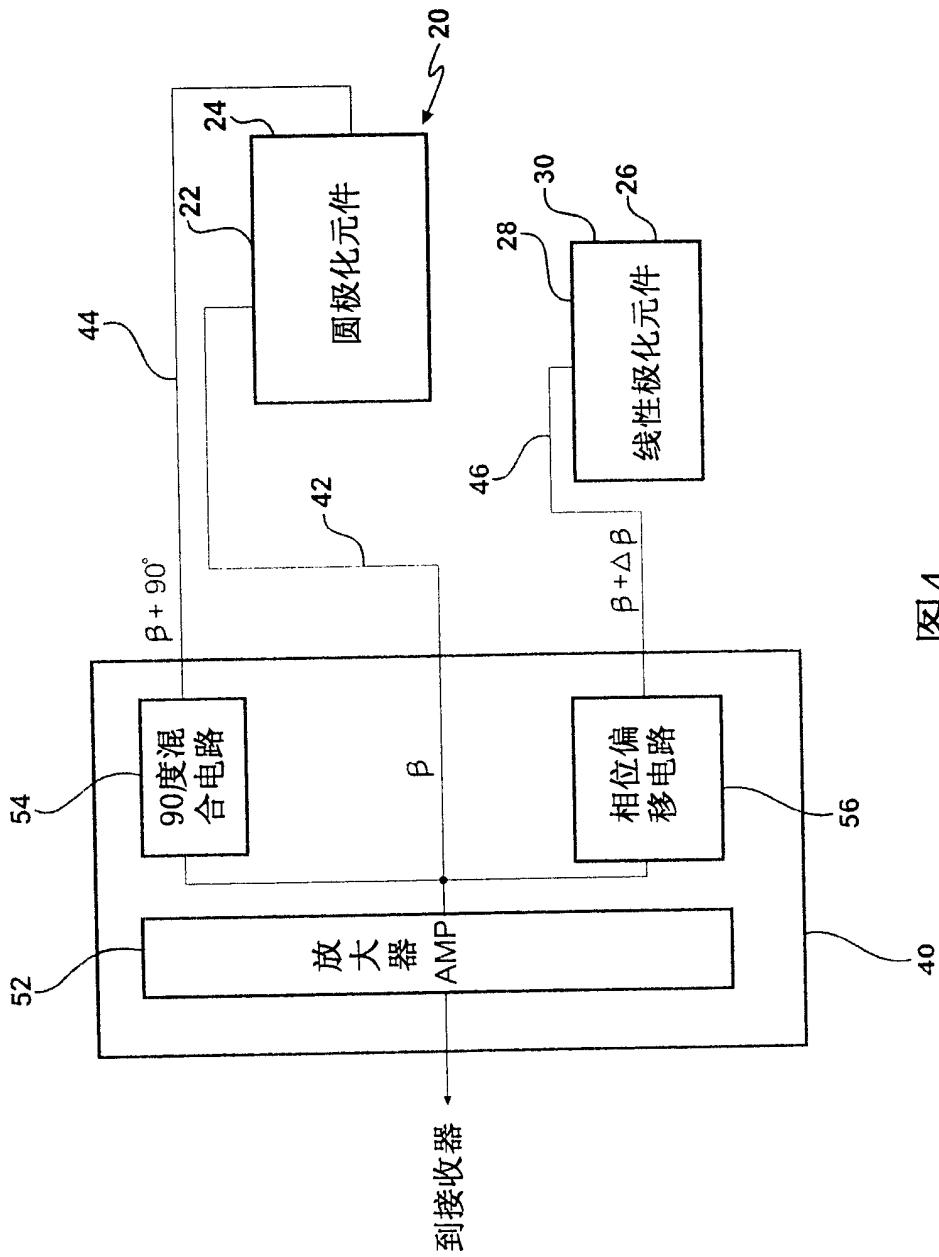


图4

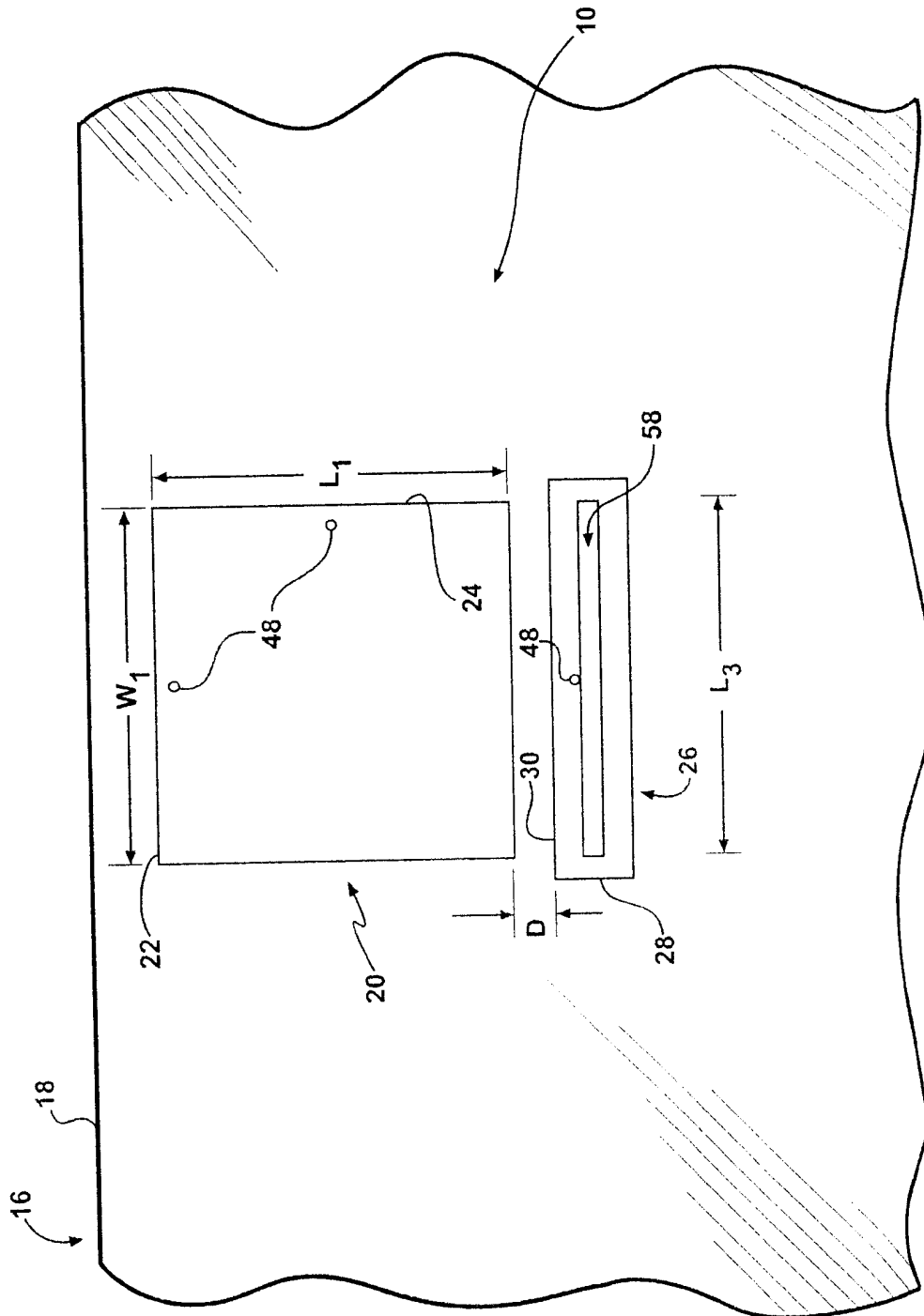


图5

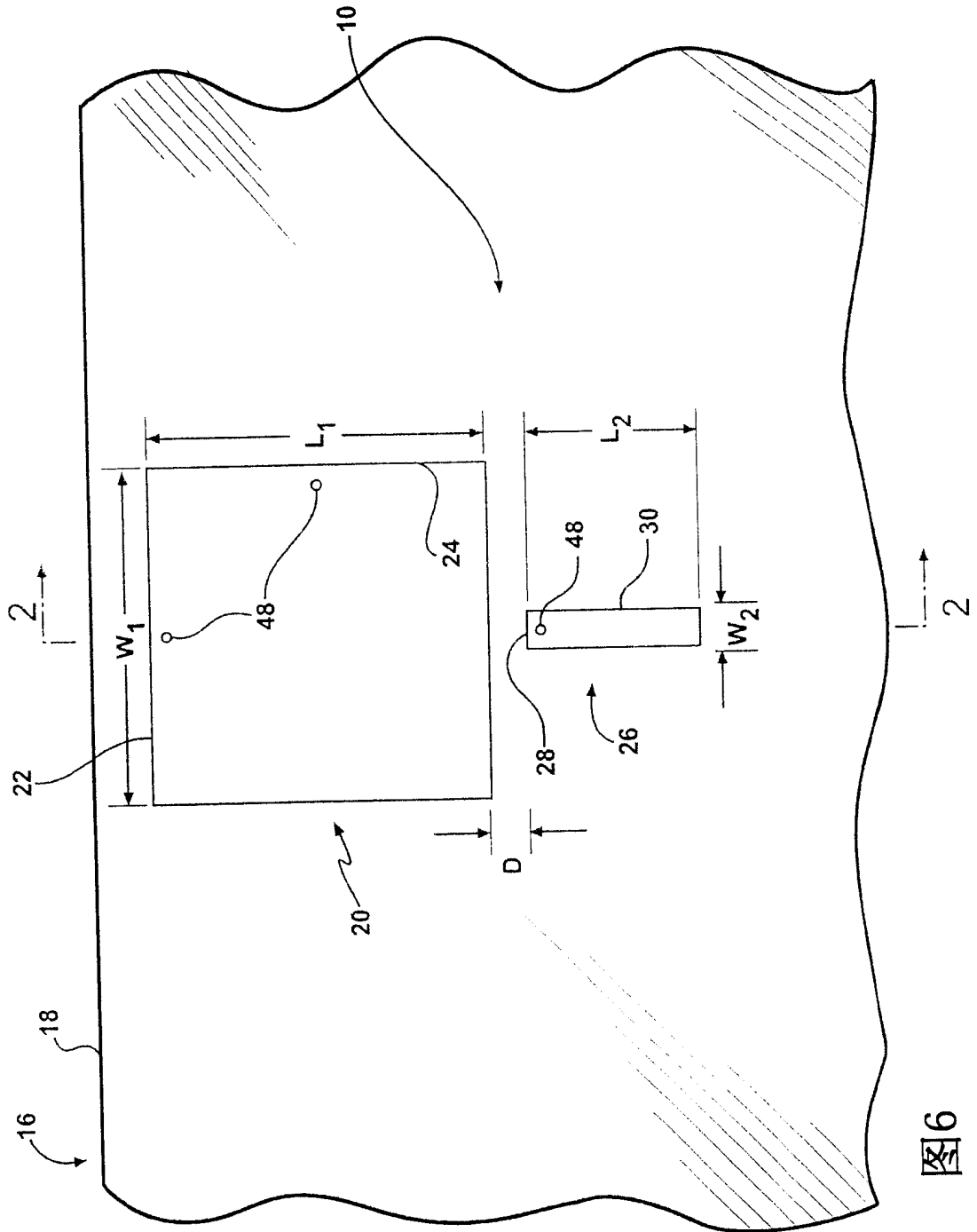


图6

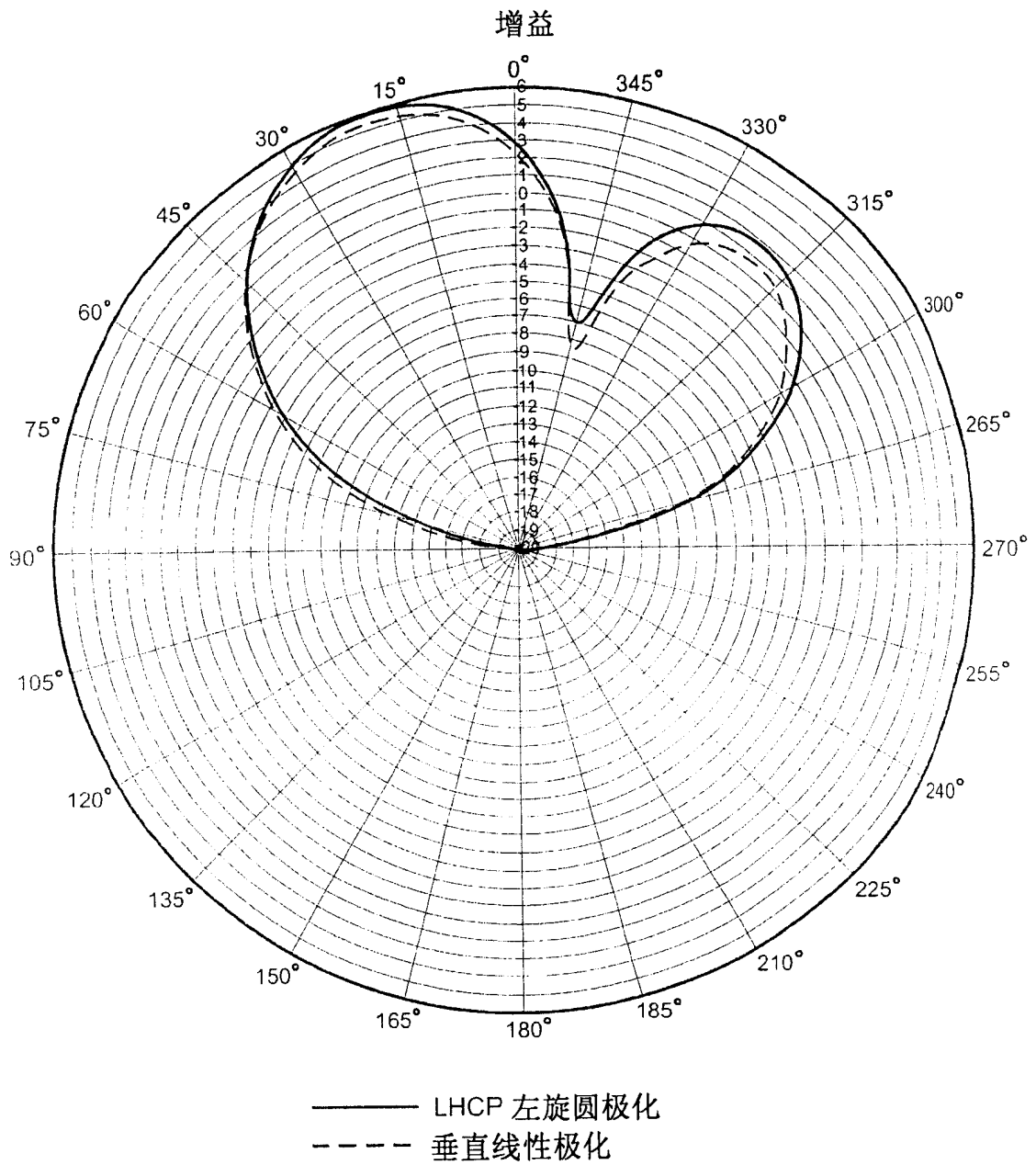


图7