



(12) 发明专利申请



(10) 申请公布号 CN 114901471 A

(43) 申请公布日 2022.08.12

(21) 申请号 202080090827.X

(22) 申请日 2020.12.04

(30) 优先权数据

62/944,669 2019.12.06 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.06.28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2020/063278 2020.12.04

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/113617 EN 2021.06.10

(71) 申请人 匹兹堡玻璃工厂有限责任公司

地址 美国宾夕法尼亚

(72) 发明人 D·戴

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所
有限公司 11038

专利代理师 周阳君

(51) Int.Cl.

B32B 17/06 (2006.01)

H01Q 1/12 (2006.01)

H01Q 1/32 (2006.01)

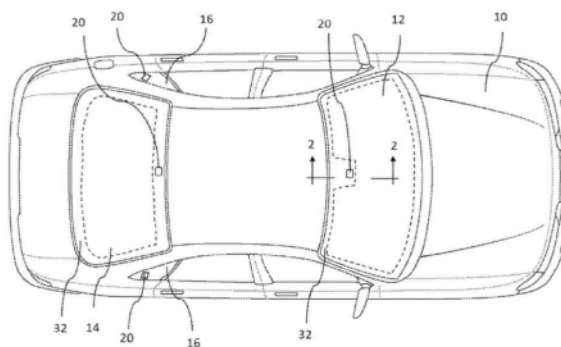
权利要求书2页 说明书5页 附图8页

(54) 发明名称

多层玻璃贴片天线

(57) 摘要

适用于5GHz WLAN/Wi-Fi和DSRC频带的天线与车窗集成在一起,车窗包括通过中间层结合在一起的外透明层和内透明层。内透明层和中间层用作天线基板。第一导电层形成在外透明层的内表面上,并且限定耦合槽的第二导电层形成在内透明层的外表面上。天线可以被穿过耦合槽的同轴电缆或微带线激发。



1. 一种包括贴片天线的窗玻璃,所述窗玻璃包括:
内透明层,具有相对部署的第一表面和第二表面;
外透明层,具有相对部署的第一表面和第二表面;
中间层,位于所述内透明层的第一表面和所述外透明层的第二表面之间;
限定外周边边缘的第一导电层,所述第一导电层位于所述外透明层的所述第二表面和所述中间层之间;

位于所述内透明层的第二表面上的第二导电层,所述第二导电层限定外周边边缘并且还定位于所述第二导电层的外周边边缘内部的开口,所述第二导电层相对于所述第一导电层横向对齐,使得所述第一导电层的外周边边缘在所述第二导电层的外周边内对齐,并且还使得所述第二导电层的开口在所述第一导电层的外周边边缘内对齐,所述第二导电层的所述开口与所述第一导电层间隔开,使得施加到所述开口的边缘的电信号电磁耦合到所述第一导电层。

2. 如权利要求1所述的窗玻璃,其中所述第一导电层是所述贴片天线的主要辐射元件。

3. 如权利要求2所述的窗玻璃,其中所述第二导电层是所述贴片天线的电接地元件。

4. 如权利要求2所述的窗玻璃,其中所述中间层和所述内透明层形成用于所述贴片天线的介电基板。

5. 如权利要求1所述的窗玻璃,其中所述第二导电层的所述开口相对于所述第一导电层横向对齐,使得所述开口的中心与所述第一导电层的中心对齐。

6. 如权利要求5所述的窗玻璃,其中所述第二导电层的所述开口中的最大电磁场出现在所述开口的中心,并且其中所述第一导电层的最大磁场出现在所述第一导电层的中心。

7. 如权利要求5所述的窗玻璃,其中能量在所述第二导电层的开口和所述第一导电层之间电磁耦合。

8. 如权利要求5所述的窗玻璃,其中所述第二导电层的开口是长度等于基本TE₁₀频率模式下的半波长的槽。

9. 如权利要求8所述的窗玻璃,其中所述槽是矩形的、L形的或U形的。

10. 如权利要求8所述的窗玻璃,其中所述槽支持一组正交定向的偶模式和奇模式。

11. 如权利要求10所述的窗玻璃,其中所述奇模式具有出现在所述槽的中心处的最大场强。

12. 如权利要求8所述的窗玻璃,其中所述贴片天线包括具有中心导体的同轴电缆,所述中心导体被外屏蔽层包围,所述同轴电缆的外屏蔽层连接到所述槽的一侧并且所述同轴电缆的中心导体连接到所述槽的相对侧。

13. 如权利要求12所述的窗玻璃,其中所述同轴电缆和所述槽将电磁能发送到所述第一导电层和从所述第一导电层接收电磁能。

14. 如权利要求1所述的窗玻璃,其中所述第一导电层的长度决定所述贴片天线的谐振频率,并且所述第一导电层的宽度影响所述贴片天线的谐振电阻。

15. 如权利要求8所述的窗玻璃,其中所述槽的长度决定所述贴片天线的耦合水平和背辐射水平。

16. 如权利要求2所述的窗玻璃,其中所述贴片天线的带宽覆盖IEEE 802.11a/ac标准下从5.18至5.85GHz的WI-FI和5.85至5.925GHz的DSRC频带。

17. 如权利要求2所述的窗玻璃,其中所述贴片天线由微带线馈电,所述微带线蚀刻在位于所述内透明层的第二侧的基板上。

18. 如权利要求17所述的窗玻璃,其中所述贴片天线通过两个耦合级被激发,一个耦合级在所述微带线和所述槽之间,并且另一个耦合级在所述槽和所述第一导电层之间。

19. 如权利要求18所述的窗玻璃,其中所述微带线的特性阻抗和所述微带线的宽度影响与所述槽的耦合。

20. 如权利要求18所述的窗玻璃,其中所述微带线定向成与所述槽的中心线成直角。

21. 如权利要求2所述的窗玻璃,其中所述贴片天线嵌入在挡风玻璃、后窗或侧窗中,以产生在地面方向上具有全向远场辐射方向图的分集天线系统。

多层玻璃贴片天线

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求于2019年12月6日提交的标题为“Multilayer Glass Patch Antenna”的美国临时专利申请No.62/944,669的优先权,其全部内容并入本文。

技术领域

[0003] 本公开的发明涉及一种贴片天线,更具体地,涉及一种嵌入在层压窗户玻璃中并且接收和/或发送用于联网 (connected) 车辆通信的电磁信号的多层贴片天线。

背景技术

[0004] 在诸如挡风玻璃和后窗的汽车窗玻璃 (glazings) 中,用于接收和/或发送诸如AM、FM、TV、DAB、RKE等的射频波的天线通常被承载或结合在窗玻璃中。此类天线是通过将诸如银或铜的导电线路印刷到窗玻璃透明体上或通过车辆窗玻璃的透明层之间层压金属线或条带而形成的。此类天线为车辆提供了空气动力学性能的优点,并为车辆提供了美观、流线型的外观。

[0005] 近年来,汽车工业已经开发出能够经由射频信号和其它通信信道进行通信的车辆。此类车辆有时被称为“联网汽车”。新车型提供了越来越多的可选特征,诸如安全性改进,以及启用专用短程通信 (DSRC) 无线电用于车辆对车辆 (V2V) 和车辆对基础设施 (V2I) 通信的特征。目前,汽车行业正从辅助驾驶向自动驾驶迈进。每个新车联网,无论是通过蜂窝、WLAN还是DSRC,都需要支持相应通信通道的天线。在一些情况下,对于蜂窝服务可能需要多达六个天线,并且对于V2V和V2I通信可能需要另外六个DSRC天线。设计可以容纳在车辆上的可用空间的天线带来了重大挑战。将天线集成在车辆窗玻璃中具有以下优点:改善美观、简化天线封装、减轻重量、防止盗窃和破坏,以及消除车辆上容易进水的孔洞和其它问题。因此,需要能够在高频 (例如,高于2GHz) 操作并且可以安装在车辆上而不从车辆外部突出或进入到内部乘客舱中的天线。

[0006] 美国专利申请US 2018/0037007 A1图示了一种贴片天线,该贴片天线附接到用于全球导航卫星系统 (GNSS) 应用的中间层玻璃的内面板的内表面。美国专利US 7,126,549 B2描述了一种贴片天线,该贴片天线附接到用于卫星数字音频无线电服务 (SDARS) 的中间层玻璃的内面板的内表面。这两种贴片天线都附接到透明体的内表面并提供贴片天线特有的窄带。此外,这些设计需要相对昂贵的低损耗基板材料,并且由于车辆窗玻璃的曲率,基板可能无法适当地固定到窗玻璃。此外,出于美观原因,天线贴片印刷在透明体的内表面之一上,被黑漆覆盖。这种设计使得天线基板和贴片的对齐对于商业量产来说更加困难。

[0007] 联网车辆通信的快速增长引起了在车辆上集成越来越多天线的需求。因此,需要DSRC、Wi-Fi、WLAN和蓝牙天线,这些天线可以安装到车辆表面,但不会从车辆外部延伸或伸入到内部乘客舱中。此外,实际需要这样的天线可以作为标准装备以最低成本被现有车辆零件容纳。还有,这种天线维持车辆的美感或外观并且只需对现有窗玻璃结构和制造工艺进行有限修改也是重要的。此外,还需要能够在整个Wi-Fi和DSRC频带上接收和发送的具有

宽带特性的单个天线。

发明内容

[0008] 本公开的发明公开了一种适用于5GHz WLAN/Wi-Fi、DSRC、V2V和V2I通信的槽耦合玻璃贴片天线。所公开的贴片天线通过多种天线馈电方法嵌入到层压车辆窗户玻璃中。该天线具有宽带阻抗匹配和频率调谐能力。

[0009] 中间层窗玻璃包括内层和外层。内层和外层通过插入层(interposed layer)结合在一起,该插入层优选为标准聚乙烯醇缩丁醛(PVB)或类似的塑料材料。外层具有限定窗玻璃外部的外表面以及内表面。内层具有在窗玻璃上面面向内部的外表面和限定窗玻璃的内部并面向车辆内部的内表面。贴片天线包括第一导电元件和第二导电元件。第二导电元件与第一导电元件间隔开并且大致平行且重叠。天线的第一导电元件部署在外层的内表面上,并且天线的第二导电元件部署在内层的内表面上。

[0010] 第一导电元件是贴片天线的辐射元件,并且第二导电元件是贴片天线的接地平面。接地平面还包括与辐射元件对齐并间隔开以限定天线馈电区域的天线耦合槽。如果耦合槽是由电磁波激发的,那么槽中的场分布可以由一组正交模式构成。对于长而细的槽,模式的电场振幅具有槽长度整数倍的正弦型周期性,并且可以优先激发这些模式中的一组模式。

[0011] 该贴片天线可以被微带馈线激发。这种天线馈电方法需要在内层下方有薄的天线馈电基板,并在馈电基板的底部蚀刻有微带馈线。该贴片天线也可以由同轴电缆馈电,其中电缆接地连接到靠近槽一侧的接地平面,并且同轴电缆的中心导体延伸穿过槽并连接到槽的另一侧。当通过同轴电缆直接馈电时,整个天线是玻璃的一部分,不需要附加的天线馈电网络。此外,贴片天线可以嵌入在窗户玻璃周边,这为车辆上的天线封装提供了更大的灵活性,以实现可靠的高速数据通信。

附图说明

[0012] 为了更完整地理解所公开的发明,现在应该参考在附图中更详细地图示并且通过本公开的示例在下面描述的实施例,其中:

[0013] 图1是具有天线的车辆的平面图,该天线实施了本公开的发明,包括在挡风玻璃、后窗玻璃和侧窗中;

[0014] 图2是图1中所示天线之一的第一实施例的沿着线2-2或图1截取的局部横截面图;

[0015] 图3是图1和图2中所示的贴片天线的实施例的分解图;

[0016] 图4是根据本公开发明的贴片天线的第二实施例的分解图;

[0017] 图5是本文公开的贴片天线的俯视图,示出了第一导电层和第二导电层,其中第二导电层包括矩形槽;

[0018] 图6图示了第二导电层中的槽中的电场分布;

[0019] 图7是识别所公开的发明的优选实施例的所选择维度的平面图;

[0020] 图8是表格,列出了图7中识别的本发明的优选实施例的维度;

[0021] 图9是车辆的俯视图,该车辆的挡风玻璃中形成了实施本公开发明的天线;

[0022] 图10是图示图7-9中所示的实施所公开发明的天线的模拟和测量频率响应的曲线

图;

[0023] 图11是图示在5GHz Wi-Fi和DSRC频率以及在 -5° 仰角下所公开的贴片天线的垂直增益方向图的曲线图;以及

[0024] 图12是图示在5GHz Wi-Fi和DSRC频率以及在 0° 仰角下所公开的贴片天线的垂直增益方向图的曲线图。

具体实施方式

[0025] 图1图示了具有挡风玻璃12、后窗玻璃14和两个侧窗玻璃16的车辆10。挡风玻璃12和后窗玻璃14可以包括通过丝网印刷不透明油墨施加在窗玻璃上并随后烧制窗户玻璃周边的隐藏带32。隐藏带32的目的是隐藏位于玻璃边缘附近的天线元件和其它装置。天线20形成在挡风玻璃12中,优选地在隐藏带32的轮廓内以最小化天线20的可见性。虽然图1的当前优选实施例示出天线20形成在挡风玻璃12中,但它也可以位于后窗玻璃14、侧窗玻璃16或车辆10上的任何其它窗玻璃或天窗中。天线20也可以形成在诸如建筑物的非车辆窗户中。

[0026] 图2是挡风玻璃12中的天线20的沿着图1中的线2-2截取的部分截面图。挡风玻璃12是中间层窗玻璃,其包括内透明层34和外透明层30。透明层可以由玻璃组成。内层34和外层30通过中间层36结合在一起。优选地,中间层36由聚乙烯醇缩丁醛或类似材料制成。外层30具有限定挡风玻璃12的外侧或面向外的表面的外表面130(通常称为1号表面)。外层还限定了与外表面130相对地部署在外层30上的内表面132(通常称为2号表面)。内层34具有外表面134(通常称为3号表面),其背对车辆乘客舱并在窗玻璃12中面向内部,从而与外透明层30的内表面132相对。内透明层34还限定了内表面136(通常称为4号表面),其限定了窗玻璃12的内侧或面向内的表面,使得其内部面向车辆的乘客舱。中间层36位于表面132和134之间。

[0027] 如图1和图2中所示,窗玻璃20可以包括隐藏带32,诸如通过围绕外层30的表面132的周边丝网印刷不透明油墨然后烧制外层周边而施加到外层30的油漆带。隐藏带32具有封闭的内边缘38,其限定了窗玻璃12的采光开口(DLO)的边界。隐藏带32足够宽以覆盖所公开的挡风玻璃的天线元件以及包括在窗玻璃12的外周边附近的其它装置,如下文所示和描述的。

[0028] 窗玻璃12还包括第一导电层22和第二导电层24。第一导电层22部署在外层30的表面132上的隐藏带32上方,并且第二导电层24部署在内层34的表面136上。第二导电层24基本上平行于第一导电层22并与第一导电层22间隔开。中间层36和内层34充当第一导电层22和第二导电层24的介电基板。

[0029] 第一导电层22和第二导电层24可以以本文进一步作为示例说明的其它方式实现。导电层22和24可以由导电涂料、通过溅射或气相沉积沉积的金属膜以及与非导电面板啮合的银浆丝网组成。此外,导电层22和24可以形成在诸如钢化玻璃窗的单层非导电窗格的表面上,或者形成在玻璃或塑料层的多层层压透明体中的任何层的表面上。导电层22和24也可以结合到非导通车身面板的表面,诸如内部或外部玻璃纤维面板。

[0030] 第一导电层22有时可以被称为“贴片”。在所公开的实施例中,贴片(导电层22)是天线的主要辐射元件。第一导电层22可以具有任何给定的轮廓形状,诸如例如矩形、圆形、

三角形或椭圆形。在所公开的实施例的示例中,矩形轮廓形状是优选的。第二导电层24充当电接地平面。第一导电层22与第二导电层24、中间层36和内层34协作以限定贴片天线。第二导电层24进一步限定槽42。槽42可以具有各种轮廓形状,诸如例如直的、L形的或U形的槽。能量通过第二导电层24中的槽42电磁耦合。槽42优选地相对于第一导电层22的中心定向,因为这是贴片天线的最大磁场的位置。为了实现最大耦合,槽42优选地平行于第一导电层22的两个辐射边缘46和48,如图5中所示。所公开的具有电磁耦合槽42的贴片天线是有利的,因为它避免了在挡风玻璃12中需要用于天线馈电的孔。带孔的车辆窗玻璃和其它玻璃窗的制造在成本、产量和可靠性方面存在困难。

[0031] 当槽42被电磁波激发时,可以根据一组正交模式来描述槽42中的电场分布。当槽42相对长和窄时,模式的电场振幅根据槽长度的整数倍具有正弦型周期性,如图6中所示。对于相对长、薄(即窄)的槽,其中一组模式可以优先于其它模式被激发。操作频率也很重要。图6图示奇模式(即,TE₁₀模式和TE₃₀模式)的电场分布振幅在槽42中心达到最大值。相反,偶模式(即,TE₂₀模式和TE₄₀模式)在槽42的中心达到最小值。当槽42在中间被激发时,TE₁₀模式和TE₃₀模式处于最大值,因此对这些模式提供了强耦合。同时,TE₂₀模式和TE₄₀模式处于最小值,使得对这些模式的耦合接近于零。

[0032] 参考图3,所公开的贴片天线由蚀刻在薄基板40底部上的微带线44馈电。贴片天线被两个非常相似的耦合机构激发,一个耦合机构在微带线44和槽42之间,并且第二耦合机构在槽42和第一导电层22之间。微带线44的特性阻抗和微带线44的宽度影响槽42的电磁耦合。为了最大耦合,微带线44相对于槽42定向成使得微带线44的纵向维度定向成与槽42的纵向中心线成直角,槽42的纵向中心线被定义为槽42的长边边缘之间的中点。当微带线44相对于槽42的纵向中心线偏离直角朝向(即微带线44形成斜角)时,或当微带线44相对于相对端位于更靠近槽42的一端(即在较长边之间形成的槽42的宽度端)时,与贴片天线的基本TE₁₀模式的耦合减少。

[0033] 本公开的贴片天线包括附加的天线馈电基板40。由于挡风玻璃12的层30和34的曲率,挡风玻璃12可能不容易容纳天线馈电基板40。此外,第一导电层22嵌入在挡风玻璃12内部,并且为了改善美观,通常被隐藏带32覆盖,这使得微带线44和第一导电层22之间的优选对齐更加困难。因此,由于商业制造的成本和设施,有时可能更优选其它设计。

[0034] 图4中示出了替代的优选实施例。在图4的实施例中,贴片天线使用具有中心导体54和外屏蔽层52的同轴电缆50直接通过耦合槽42馈电。中心导体54在槽42上方延伸并且在第二导电层24上的焊盘56处电连接到槽42的最远侧。外屏蔽层52在第二导电层24上的焊盘58处电连接到槽42的近侧。同轴电缆50和槽42将电磁能发送到第一导电层22和从第一导电层22接收电磁能。本公开的发明的优点是它将天线的有利电特性与物理组件零件组合,使得天线可以更容易地结合到当前的挡风玻璃设计或使用现有制造工艺的其它透明设计中。本公开的天线的另一个优点是它通过导电连接更容易且方便地连接到天线外部的电子电路系统。

[0035] 图7图示了另一个优选的贴片天线并且包括实施例的说明性维度。第一导电层22、第二导电层24和槽42都根据图8中列出的维度来相对确定尺寸。第一导电层22的长度 L_p 决定了贴片天线的谐振频率。第一导电层22的宽度 W_p 影响贴片天线的谐振电阻,更宽的贴片产生更低的电阻。贴片天线耦合水平主要由U形耦合槽42的总长度 $L_s = L_{s1} + L_{s2} + L_{s3}$ 以及反

向辐射水平决定。因此,槽42的长度不应超过阻抗匹配所需的长度。槽42的宽度 W_s 也影响耦合水平,但程度远小于槽长度 L_s 。槽宽度(W_s)与长度(L_s)的优选比率通常为1/10。

[0036] 图4-7中所示的具有图8中指定维度的贴片天线的实施例制造在如图9中所示的敞篷汽车的挡风玻璃上。该贴片天线位于挡风玻璃第三个遮阳板区域的底部。图10是实际测量结果与使用FEKO模拟工具获得的模拟结果之间的回波损耗(S_{11})比较图。在传送到天线的功率中,回波损耗 S_{11} 是衡量从天线反射多少功率以及天线“接受”和辐射多少功率的量子度。图10显示,在5.1到6.1GHz的频率范围内,回波损耗低于-10dB。这意味着该天线可以用于UNII、ISM、IEEE802.11a和802.11ac、无线电局域网(RLAN)、固定无线接入系统(FWA)、从5.18至5.85GHz的WiMAX和MESH无线网络,以及5.85至5.925GHz的DSRC频带。

[0037] 车辆天线增益方向图是在室外天线范围上测量的。图11示出了分别在5.3GHz、5.6GHz和5.85GHz频率下垂直极化的车辆天线辐射方向图。仰角为 -5° 。贴片天线最大增益约为0dBi,并指向车辆的前部。方位平面中的半功率波束宽度约为 70° 。

[0038] 图12示出了在仰角 0° 下垂直极化的车辆天线辐射方向图。贴片天线最大增益约为3dBi,并指向车辆的前部。对于嵌入在挡风玻璃中的贴片天线,较高的仰角更朝具有最大增益的贴片天线的宽边,因此,仅显示了 0° 和 -5° 仰角的测量数据。天线增益和波束宽度还取决于车辆上挡风玻璃的角度。天线在垂直挡风玻璃上的性能比在倾斜远离垂直平面的挡风玻璃上的性能更好。挡风玻璃天线在前向车辆方向上提供比在后向或侧面方向上更好的覆盖范围。该天线可以嵌入在挡风玻璃、后窗和侧窗中,用于在地面方向具有全向远场辐射方向图的分集系统。

[0039] 虽然本文已经示出和描述了本公开的发明的几个优选实施例,但是本领域技术人员将认识到可以采用各种修改而不背离所附权利要求中阐述的所公开发明的精神。

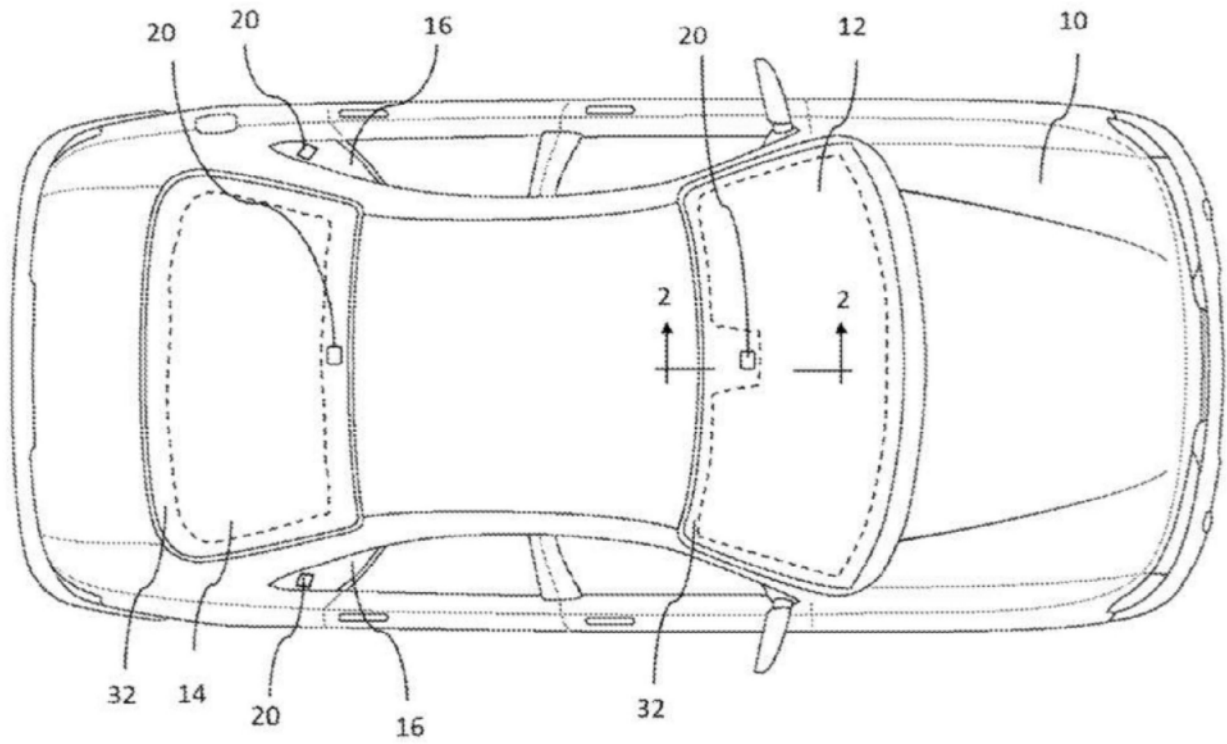


图1

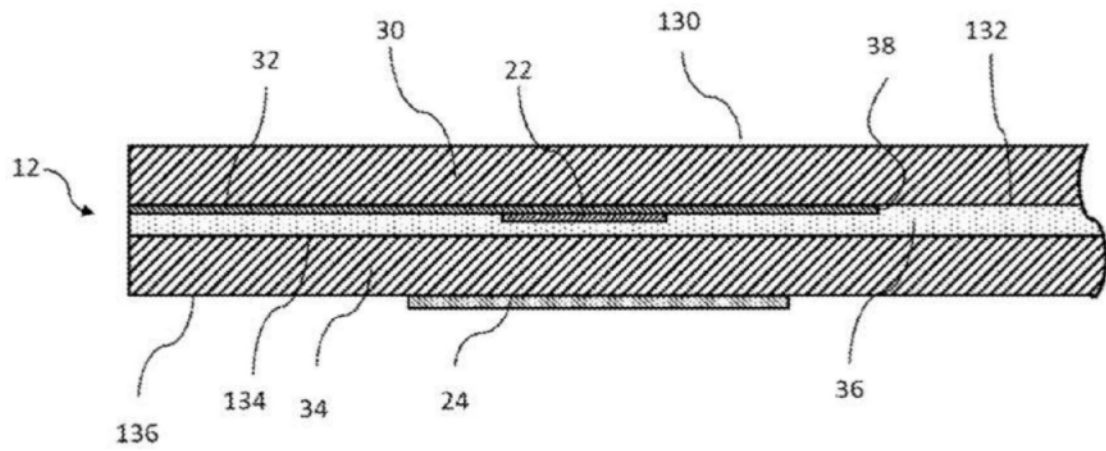


图2

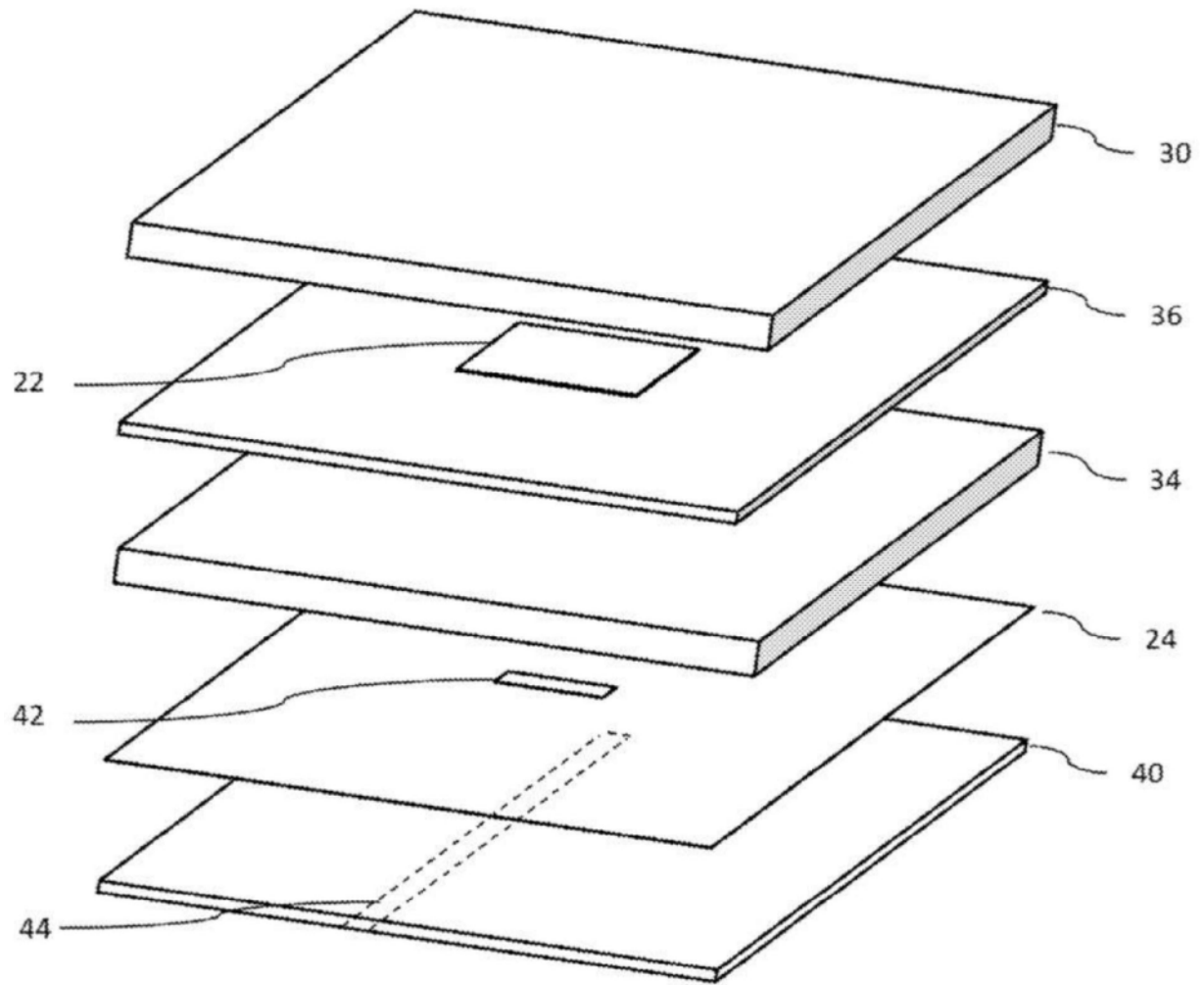


图3

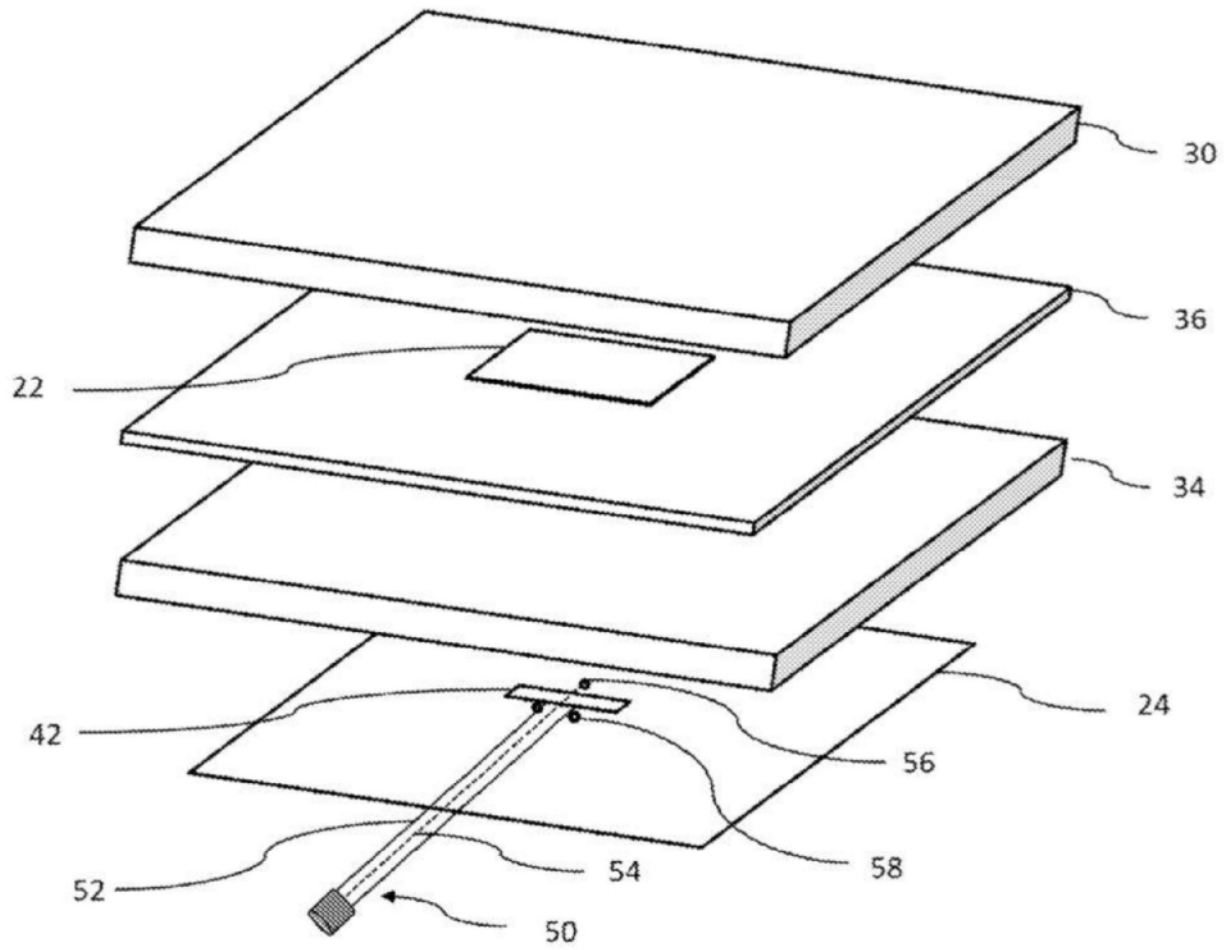


图4

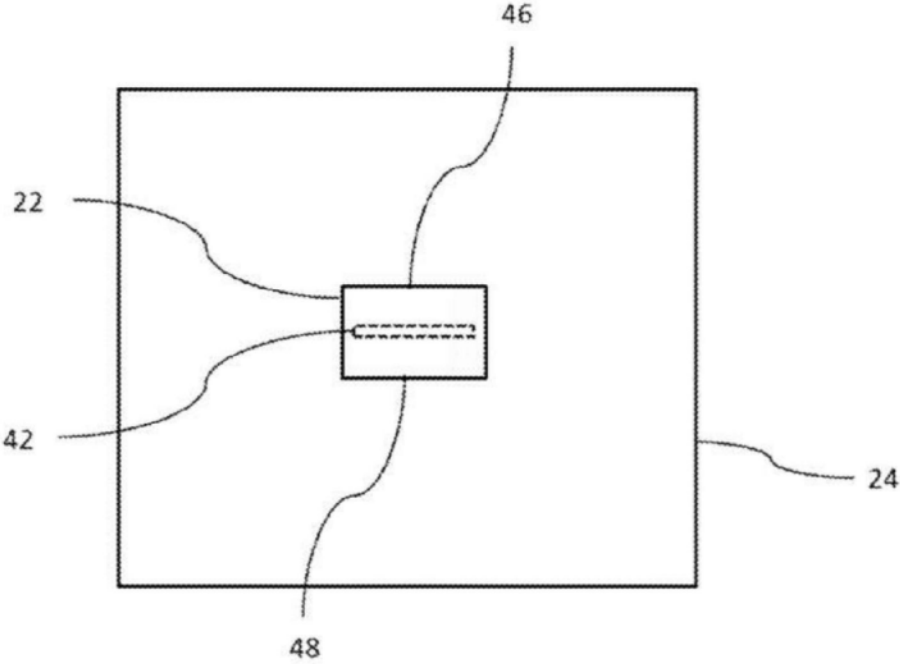


图5

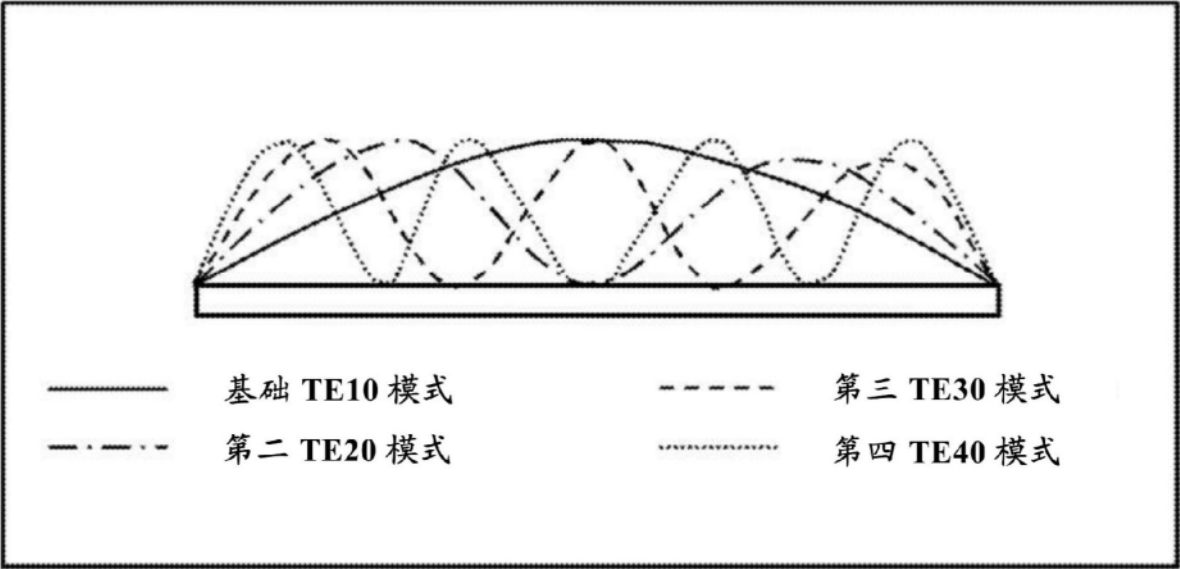


图6

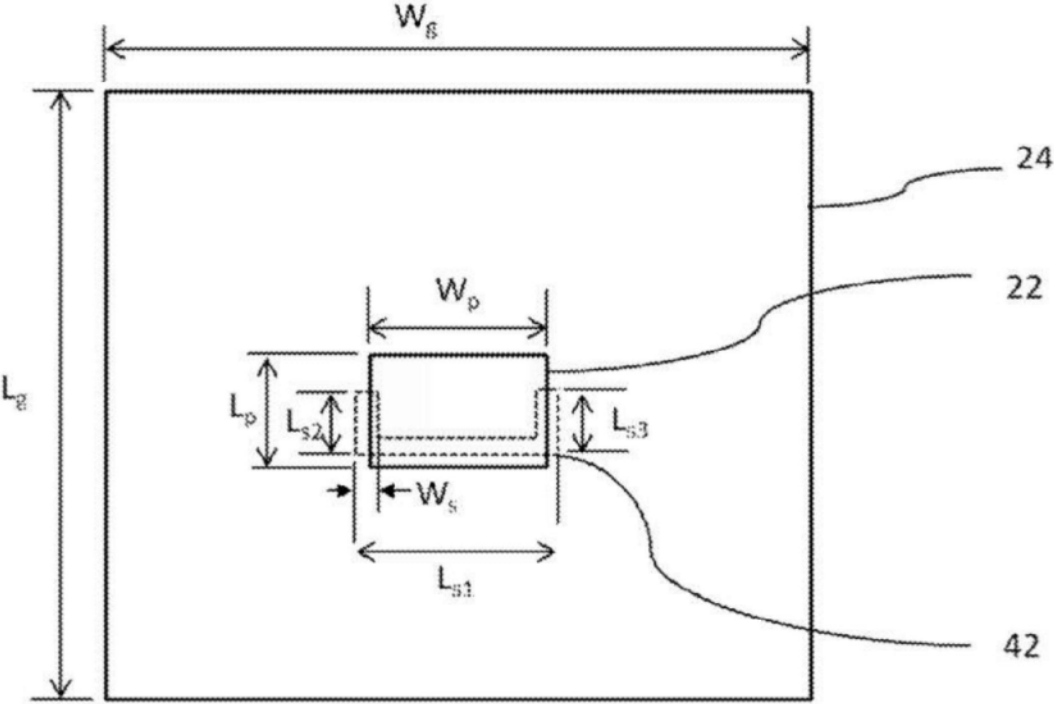


图7

参数	尺寸 (mm)	描述
W_p	11	第一导电层的宽度
L_p	8	第一导电层的长度
W_g	38	第二导电层的宽度
L_g	38	第二导电层的长度
L_{s1}	12	槽长度-部分 1
L_{s2}	3	槽长度-部分 2
L_{s3}	3	槽长度-部分 3
W_s	1.5	槽宽度

图8

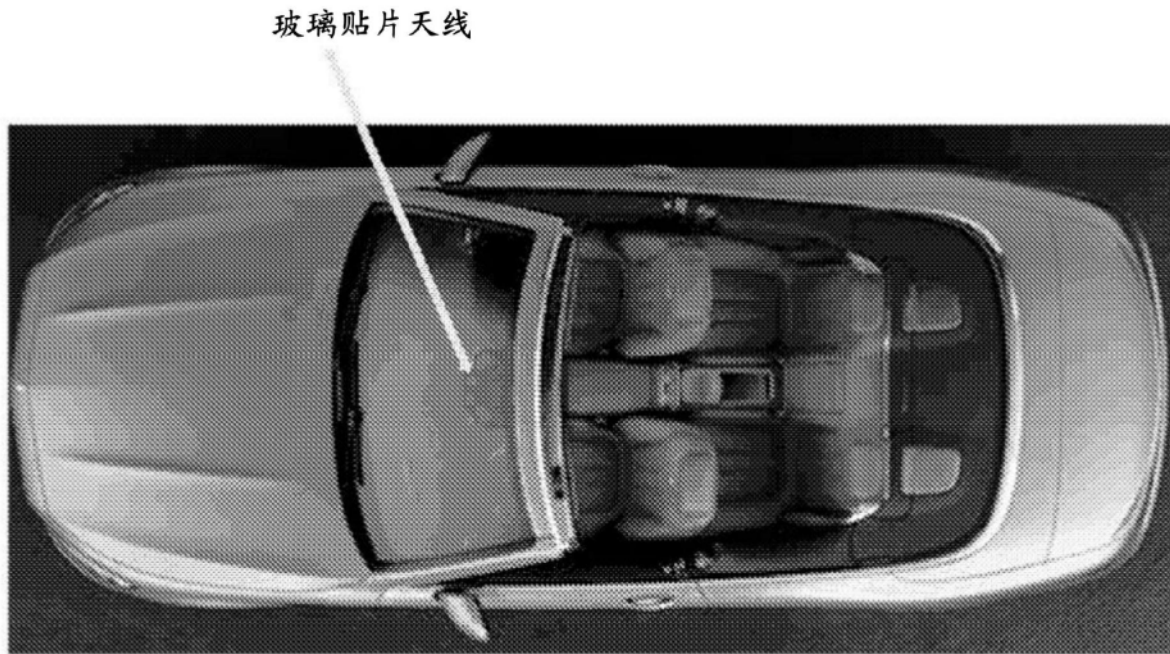


图9

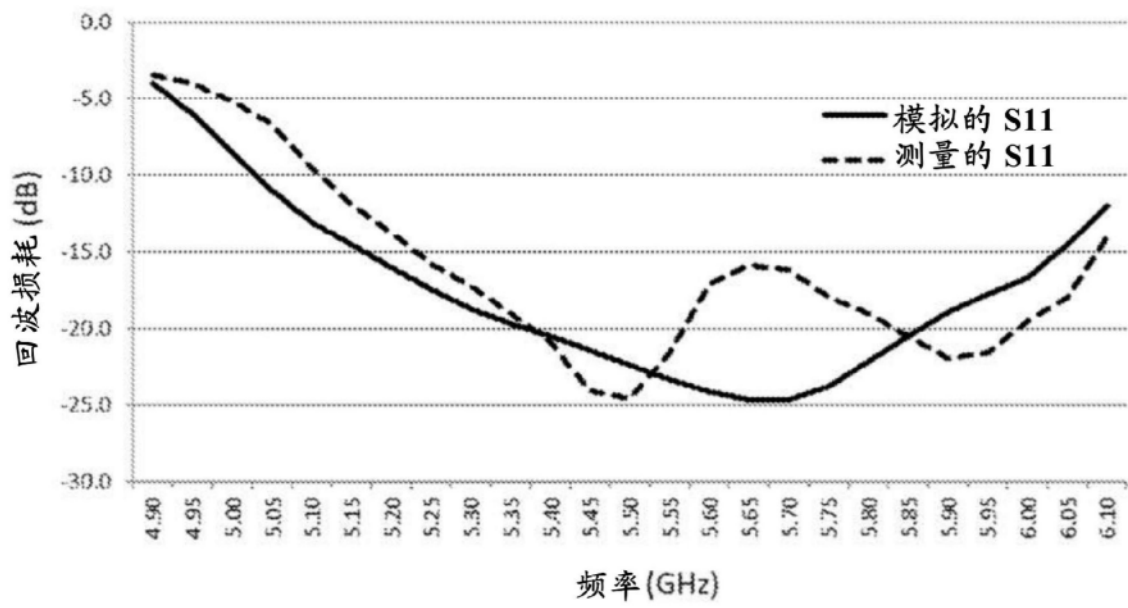


图10

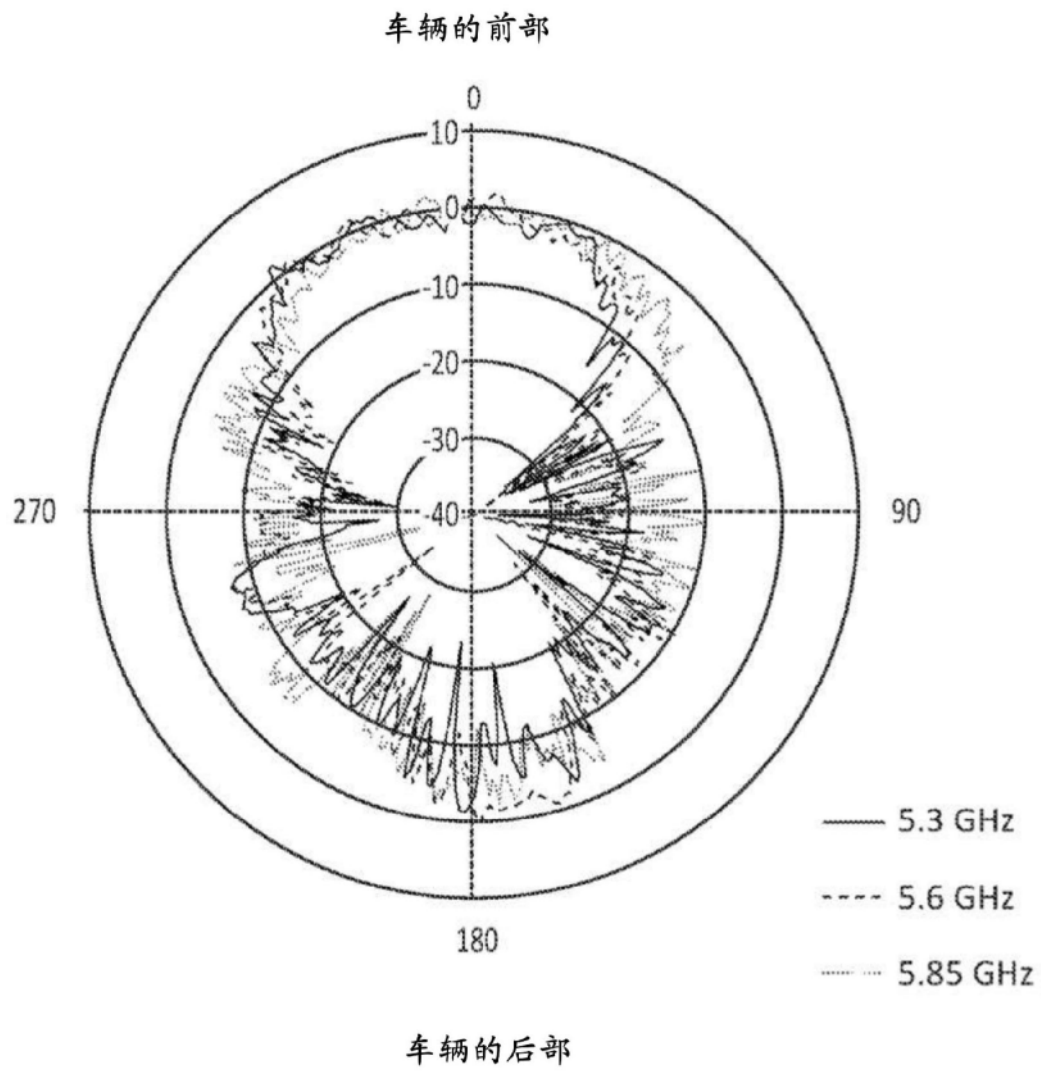


图11

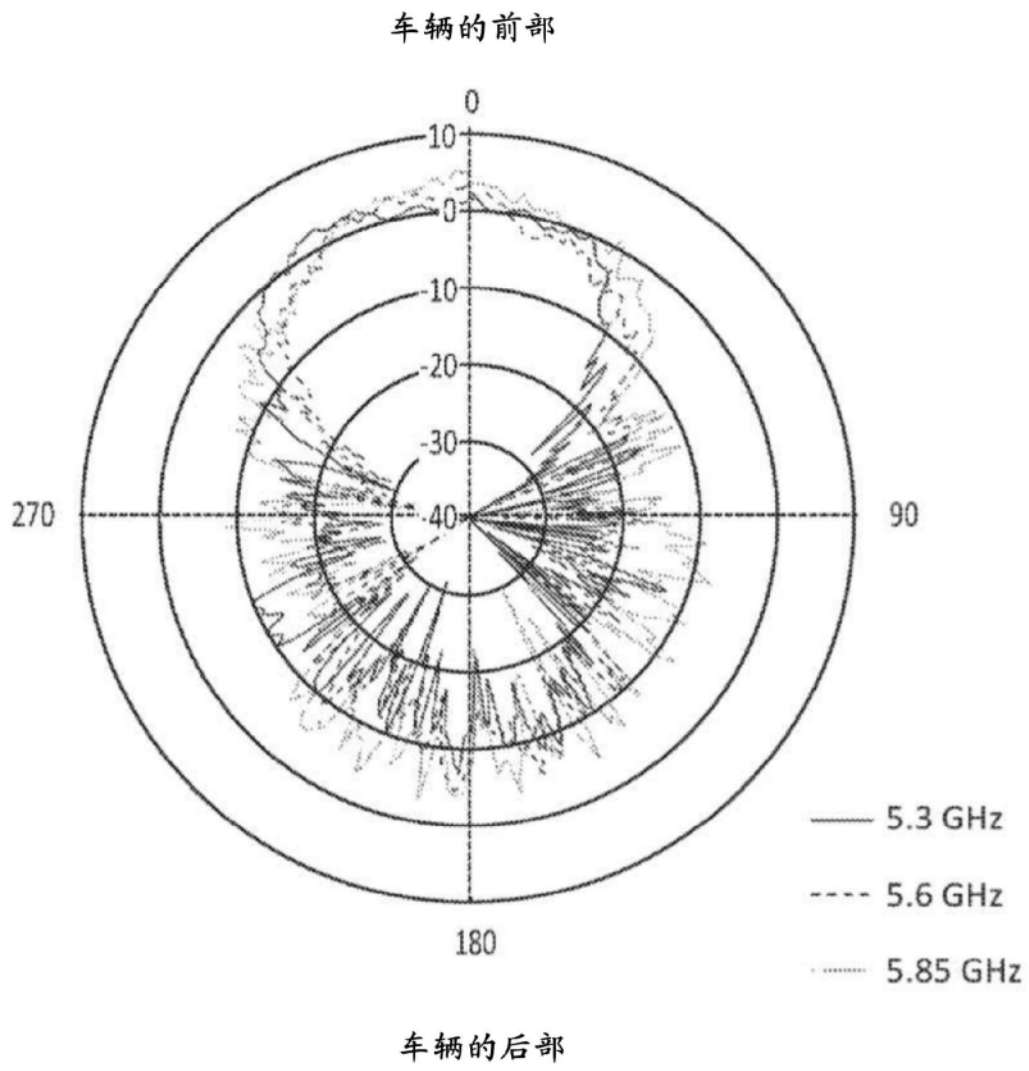


图12