



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114583453 A

(43) 申请公布日 2022. 06. 03

(21) 申请号 202011380431.7

(22) 申请日 2020.11.30

(71) 申请人 京东方科技集团股份有限公司
地址 100015 北京市朝阳区酒仙桥路10号

(72) 发明人 方家 于海 郑洋

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243
专利代理师 许静 张博

(51) Int. Cl.

H01Q 3/34 (2006.01)

H01Q 1/38 (2006.01)

H01Q 1/50 (2006.01)

H01Q 1/52 (2006.01)

H01Q 21/00 (2006.01)

H01Q 23/00 (2006.01)

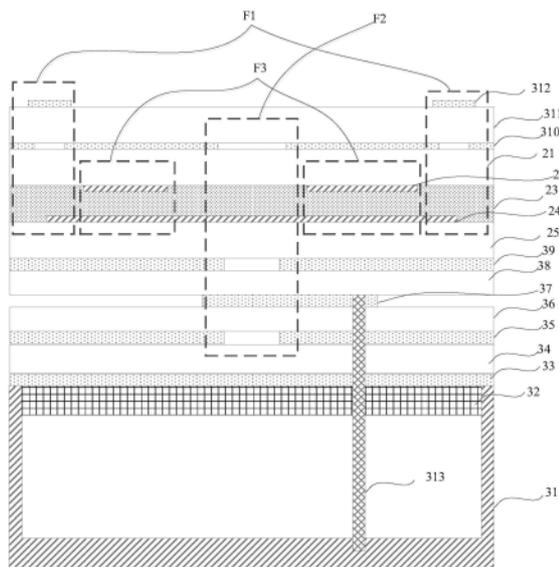
权利要求书3页 说明书15页 附图10页

(54) 发明名称

天线及其制作、驱动方法、天线系统

(57) 摘要

本公开提供了一种天线及其制作、驱动方法、天线系统,属于天线技术领域。天线,包括:至少一组天线单元;至少一组移相单元,每组移相单元均与一组天线单元对应设置,用于对微波信号进行相位调整;以及,功分传输单元;其中,每组天线单元包括第一天线单元和第二天线单元,每组移相单元包括与第一天线单元连接的第一移相单元和与第二天线单元连接的第二移相单元;功分传输单元包括至少一个第一功分器,每个第一功分器包括第一端、第二端和第三端,第一端与第一移相单元连接,第二端与第二移相单元连接,第一端传输至第三端的微波信号与第二端传输至第三端的微波信号的相位差为预设值。本公开的技术方案能够提高天线的响应速度,减少天线的体积。



1. 一种天线,其特征在于,包括:
至少一组天线单元;
至少一组移相单元,所述每组移相单元均与一组天线单元对应设置,用于对微波信号进行相位调整;
以及,功分传输单元;
其中,每组所述天线单元包括第一天线单元和第二天线单元,每组所述移相单元包括与所述第一天线单元连接的第一移相单元和与所述第二天线单元连接的第二移相单元;
所述功分传输单元包括至少一个第一功分器,每个所述第一功分器包括第一端、第二端和第三端,所述第一端与所述第一移相单元连接,所述第二端与所述第二移相单元连接,所述第一端传输至所述第三端的微波信号与所述第二端传输至所述第三端的微波信号的相位差为预设值。
2. 根据权利要求1所述的天线,其特征在于,连接每个所述第一功分器的第一端与第三端之间的走线为第一走线,连接每个所述第一功分器的第二端与所述第三端之间的走线为第二走线,所述第一走线与所述第二走线的长度差为微波信号半波长的奇数倍。
3. 根据权利要求2所述的天线,其特征在于,还包括:
与所述第一走线和所述第二走线均连接的第一电阻。
4. 根据权利要求1所述的天线,其特征在于,每一天线单元包括:
第一基底;
设置于所述第一基底一侧的第一参考电极,所述第一参考电极设置有第一过孔;
设置于所述第一基底背离所述第一参考电极一侧的辐射贴片,所述辐射贴片在所述第一基底上的正投影与所述第一过孔在所述第一基底上的正投影存在第一交叠区域。
5. 根据权利要求4所述的天线,其特征在于,每一移相单元包括:
相对设置的第二基底和第三基底;
所述第二基底设置在所述第一参考电极远离所述第一基底的一侧;
位于所述第三基底朝向所述第二基底一侧的共面波导传输线;
位于所述第二基底朝向所述第三基底一侧的加载电极;
位于所述第二基底和所述第三基底之间的液晶层;
所述共面波导传输线包括与所述第一功分器连接的第四端和与所述天线单元连接的第五端。
6. 根据权利要求5所述的天线,其特征在于,所述第一交叠区域与所述共面波导传输线靠近所述第五端的部分在所述第一基底上的正投影至少部分交叠。
7. 根据权利要求5所述的天线,其特征在于,所述第一功分器与所述共面波导传输线同层同材料设置。
8. 根据权利要求5所述的天线,其特征在于,所述加载电极与所述第二基底之间设置有第一绝缘层,所述加载电极背离所述第一绝缘层的一侧设置有第二绝缘层。
9. 根据权利要求8所述的天线,其特征在于,所有移相单元的共面波导传输线之间通过同一条信号线电连接,不同移相单元的加载电极彼此绝缘。
10. 根据权利要求9所述的天线,其特征在于,所述功分传输单元还包括:
至少一个第二功分器,每个所述第二功分器包括第六端和多个第七端,每个所述第七

端与一个所述第一功分器的第三端连接。

11. 根据权利要求10所述的天线,其特征在於,所述功分传输单元还包括:

第二参考电极,所述第二参考电极设置在所述第三基底远离所述共面波导传输线一侧。

12. 根据权利要求11所述的天线,其特征在於,所述第一参考电极设置有至少一个第二过孔;

所述第二参考电极设置有至少一个第三过孔;

所述第二过孔与所述第三过孔一一对应设置;

每个所述第二过孔在所述第三基底上的正投影均与一个所述第三过孔在所述第三基底上的正投影存在第二交叠区域,所述第二交叠区域与一个所述第三端在所述第三基底上的正投影至少部分交叠。

13. 根据权利要求12所述的天线,其特征在於,所述功分传输单元还包括:

第四基底,所述第四基底设置在所述第二参考电极与所述第二功分器之间;

第五基底,所述第五基底设置在所述第二功分器远离所述第四基底的一侧;

第三参考电极,所述第三参考电极设置在所述第五基底远离所述第二功分器的一侧。

14. 根据权利要求13所述的天线,其特征在於,所述第三参考电极设置有至少一个第四过孔;

所述第四过孔与所述第三过孔一一对应设置;

每个所述第四过孔在所述第五基底上的正投影均与一个所述第三过孔在所述第五基底上的正投影存在第三交叠区域,所述第三交叠区域与一个所述第七端在所述第五基底上的正投影至少部分交叠。

15. 根据权利要求14所述的天线,其特征在於,所述功分传输单元还包括:

第六基底,所述第六基底设置在所述第三参考电极远离所述第五基底的一侧;

背反层,所述背反层设置在所述第六基底远离所述第三参考电极的一侧。

16. 根据权利要求15所述的天线,其特征在於,所述功分传输单元还包括:

支撑架,所述支撑架设置在所述背反层远离所述第六基底的一侧;

波导器,所述波导器设置在所述支撑架远离所述第六基底的一侧。

17. 根据权利要求16所述的天线,其特征在於,所述波导器与所述第六端通过连接器连接。

18. 一种天线系统,其特征在於,包括如权利要求1-17中任一项所述的天线。

19. 一种天线的制作方法,其特征在於,包括:

形成至少一组天线单元;

形成至少一组移相单元,每组所述移相单元均与一组天线单元对应设置,用于对微波信号进行相位调整;

形成功分传输单元;

其中,每组所述天线单元包括第一子天线单元和第二子天线单元,每组所述移相单元包括与所述第一子天线单元连接的第一移相单元和与所述第二子天线单元连接的第二移相单元;

所述功分传输单元包括至少一个第一功分器,每个所述第一功分器包括第一端、第二

端和第三端,所述第一端与所述第一移相单元连接,所述第二端与所述第二移相单元连接,所述第一端传输至所述第三端的微波信号与所述第二端传输至所述第三端的微波信号的相位差为预设值。

20. 根据权利要求19所述的天线的制作方法,其特征在于,形成所述天线单元包括:

提供第一基底;

在所述第一基底一侧形成辐射贴片阵列;

在所述第一基底的另一侧形成第一参考电极。

21. 根据权利要求19所述的天线的制作方法,其特征在于,形成移相单元包括:

提供第二基底和第三基底;

在所述第三基底上形成共面波导传输线;

在所述第二基底上形成加载电极;

将所述第三基底和所述第二基底进行对盒,所述共面波导传输线和所述电极位于所述第三基底和所述第二基底之间;

在所述第三基底和所述第二基底之间填充液晶层。

22. 根据权利要求19-21任一项所述的天线制作方法,所述天线单元通过键合工艺与所述移相单元结合。

23. 一种天线的驱动方法,其特征在于,应用于如权利要求1-17中任一项所述的天线,所述驱动方法包括:

通过所述每组天线单元的第一天线单元和第二天线单元分别接收微波信号;

通过第一移相单元对所述第一天线单元接收到的微波信号进行相位调整;通过第二移相单元对所述第二天线单元接收到的微波信号进行相位调整;

通过所述第一功分器将所述第二移相单元调整后的微波信号与所述第一移相单元调整后的微波信号合并为一路;

和/或,

通过所述第一功分器将微波信号分为两路,分别传输至所述第一移相单元和所述第二移相单元;

通过所述第一移相单元对传输至所述第一移相单元的微波信号进行相位调整,通过所述第二移相单元对传输至所述第二移相单元的微波信号进行相位调整;

通过所述第一天线单元将所述第一移相单元调整后的微波信号进行发射,通过所述第二天线单元将所述第二移相单元调整后的微波信号进行发射。

天线及其制作、驱动方法、天线系统

技术领域

[0001] 本公开涉及天线技术领域,特别是指一种天线及其制作、驱动方法、天线系统。

背景技术

[0002] 基于倒置微带线结构的液晶相控阵天线结构具有低剖面、低成本、纯电控扫描的优势,但是由于其移相部分采用倒置微带线结构,因此对于液晶层厚度有一定要求,液晶层厚度通常不小于100um,由此造成移相器的响应速度较慢。

[0003] 通过引入传输线周期性并联加载可变电容的结构,改变可变电容的容值,可以实现相位的变化。当可变电容采用平板电容时,利用液晶作为介质层,则可以通过压控液晶来改变其介电常数,从而实现电容值的改变,达到移相的目的。在此结构中,液晶层的厚度可以降低至3-8um,大大的提高了移相的响应速度。但利用该结构的液晶移相器制备液晶阵列天线时,对于阵列天线之间的间距有要求,一般为 0.5λ - 0.6λ , λ 为微波信号的波长,导致天线的体积较大。

发明内容

[0004] 本公开要解决的技术问题是提供一种天线及其制作、驱动方法、天线系统,能够提高天线的响应速度,减少天线的体积。

[0005] 为解决上述技术问题,本公开的实施例提供技术方案如下:

[0006] 一方面,提供一种天线,包括:

[0007] 至少一组天线单元;

[0008] 至少一组移相单元,所述每组移相单元均与一组天线单元对应设置,用于对微波信号进行相位调整;

[0009] 以及,功分传输单元;

[0010] 其中,每组所述天线单元包括第一天线单元和第二天线单元,每组所述移相单元包括与所述第一天线单元连接的第一移相单元和与所述第二天线单元连接的第二移相单元;

[0011] 所述功分传输单元包括至少一个第一功分器,每个所述第一功分器包括第一端、第二端和第三端,所述第一端与所述第一移相单元连接,所述第二端与所述第二移相单元连接,所述第一端传输至所述第三端的微波信号与所述第二端传输至所述第三端的微波信号的相位差为预设值。

[0012] 一些实施例中,连接每个所述第一功分器的第一端与第三端之间的走线为第一走线,连接每个所述第一功分器的第二端与所述第三端之间的走线为第二走线,所述第一走线与所述第二走线的长度差为微波信号半波长的奇数倍。

[0013] 一些实施例中,还包括:

[0014] 与所述第一走线和所述第二走线均连接的第一电阻。

[0015] 一些实施例中,每一天线单元包括:

- [0016] 第一基底；
- [0017] 设置于所述第一基底一侧的第一参考电极，所述第一参考电极设置有第一过孔；
- [0018] 设置于所述第一基底背离所述第一参考电极一侧的辐射贴片，所述辐射贴片在所述第一基底上的正投影与所述第一过孔在所述第一基底上的正投影存在第一交叠区域。
- [0019] 一些实施例中，每一移相单元包括：
- [0020] 相对设置的第二基底和第三基底；
- [0021] 所述第二基底设置在所述第一参考电极远离所述第一基底的一侧；
- [0022] 位于所述第三基底朝向所述第二基底一侧的共面波导传输线；
- [0023] 位于所述第二基底朝向所述第三基底一侧的加载电极；
- [0024] 位于所述第二基底和所述第三基底之间的液晶层；
- [0025] 所述共面波导传输线包括与所述第一功分器连接的第四端和与所述天线单元连接的第五端。
- [0026] 一些实施例中，所述第一交叠区域与所述共面波导传输线靠近所述第五端的部分在所述第一基底上的正投影至少部分交叠。
- [0027] 一些实施例中，所述第一功分器与所述共面波导传输线同层同材料设置。
- [0028] 一些实施例中，所述加载电极与所述第二基底之间设置有第一绝缘层，所述加载电极背离所述第一绝缘层的一侧设置有第二绝缘层。
- [0029] 一些实施例中，所有移相单元的共面波导传输线之间通过同一条信号线电连接，不同移相单元的加载电极彼此绝缘。
- [0030] 一些实施例中，所述功分传输单元还包括：
- [0031] 至少一个第二功分器，每个所述第二功分器包括第六端和多个第七端，每个所述第七端与一个所述第一功分器的第三端连接。
- [0032] 一些实施例中，所述功分传输单元还包括：
- [0033] 第二参考电极，所述第二参考电极设置在所述第三基底远离所述共面波导传输线一侧。
- [0034] 一些实施例中，所述第一参考电极设置有至少一个第二过孔；
- [0035] 所述第二参考电极设置有至少一个第三过孔；
- [0036] 所述第二过孔与所述第三过孔一一对应设置；
- [0037] 每个所述第二过孔在所述第三基底上的正投影均与一个所述第三过孔在所述第三基底上的正投影存在第二交叠区域，所述第二交叠区域与一个所述第三端在所述第三基底上的正投影至少部分交叠。
- [0038] 一些实施例中，所述功分传输单元还包括：
- [0039] 第四基底，所述第四基底设置在所述第二参考电极与所述第二功分器之间；
- [0040] 第五基底，所述第五基底设置在所述第二功分器远离所述第四基底的一侧；
- [0041] 第三参考电极，所述第三参考电极设置在所述第五基底远离所述第二功分器的一侧。
- [0042] 一些实施例中，所述第三参考电极设置有至少一个第四过孔；
- [0043] 所述第四过孔与所述第三过孔一一对应设置；
- [0044] 每个所述第四过孔在所述第五基底上的正投影均与一个所述第三过孔在所述第

五基底上的正投影存在第三交叠区域,所述第三交叠区域与一个所述第七端在所述第五基底上的正投影至少部分交叠。

[0045] 一些实施例中,所述功分传输单元还包括:

[0046] 第六基底,所述第六基底设置在所述第三参考电极远离所述第五基底的一侧;

[0047] 背反层,所述背反层设置在所述第六基底远离所述第三参考电极的一侧;

[0048] 一些实施例中,所述功分传输单元还包括:

[0049] 支撑架,所述支撑架设置在所述背反层远离所述第六基底的一侧;

[0050] 波导器,所述波导器设置在所述支撑架远离所述第六基底的一侧。

[0051] 一些实施例中,所述波导器与所述第六端通过连接器连接。

[0052] 本公开实施例还提供了一种天线系统,包括如上所述的天线。

[0053] 本公开实施例还提供了一种天线的制作方法,包括:

[0054] 形成至少一组天线单元;

[0055] 形成至少一组移相单元,每组所述移相单元均与一组天线单元对应设置,用于对微波信号进行相位调整;

[0056] 形成功分传输单元;

[0057] 其中,每组所述天线单元包括第一子天线单元和第二子天线单元,每组所述移相单元包括与所述第一子天线单元连接的第一移相单元和与所述第二子天线单元连接的第二移相单元;

[0058] 所述功分传输单元包括至少一个第一功分器,每个所述第一功分器包括第一端、第二端和第三端,所述第一端与所述第一移相单元连接,所述第二端与所述第二移相单元连接,所述第一端传输至所述第三端的微波信号与所述第二端传输至所述第三端的微波信号的相位差为预设值。

[0059] 一些实施例中,形成所述天线单元包括:

[0060] 提供第一基底;

[0061] 在所述第一基底一侧形成辐射贴片阵列;

[0062] 在所述第一基底的另一侧形成第一参考电极。

[0063] 一些实施例中,形成移相单元包括:

[0064] 提供第二基底和第三基底;

[0065] 在所述第三基底上形成共面波导传输线;

[0066] 在所述第二基底上形成加载电极;

[0067] 将所述第三基底和所述第二基底进行对盒,所述共面波导传输线和所述电极位于所述第三基底和所述第二基底之间;

[0068] 在所述第三基底和所述第二基底之间填充液晶层。

[0069] 一些实施例中,所述天线单元通过键合工艺与所述移相单元结合。

[0070] 本公开实施例还提供了一种天线的驱动方法,应用于如上任一项所述的天线,所述驱动方法包括:

[0071] 通过所述每组天线单元的第一天线单元和第二天线单元分别接收微波信号;

[0072] 通过第一移相单元对所述第一天线单元接收到的微波信号进行相位调整;通过第二移相单元对所述第二天线单元接收到的微波信号进行相位调整;

[0073] 通过所述第一功分器将所述第二移相单元调整后的微波信号与所述第一移相单元调整后的微波信号合并为一路；

[0074] 和/或，

[0075] 通过所述第一功分器将微波信号分为两路，分别传输至所述第一移相单元和所述第二移相单元；

[0076] 通过所述第一移相单元对传输至所述第一移相单元的微波信号进行相位调整，通过所述第二移相单元对传输至所述第二移相单元的微波信号进行相位调整；

[0077] 通过所述第一天线单元将所述第一移相单元调整后的微波信号进行发射，通过所述第二电线单元将所述第二移相单元调整后的微波信号进行发射。

[0078] 本公开的实施例具有以下有益效果：

[0079] 上述方案中，移相单元接收对应组天线单元输入的微波信号，对微波信号进行相位调整，功分传输单元包括第一功分器，分别与所述第一移相单元和所述第二移相单元连接，将所述第二移相单元输出的微波信号移相预设值后与所述第一移相单元输出的微波信号合并为一路，通过第一功分器使第一移相单元输出的微波信号与第二移相单元输出的微波信号的相位差为预设值，能够提高相邻移相单元之间的隔离度，在满足天线镜像馈入的需求的同时，能够在极小空间内完成移相单元的布局，可以极大利用天线内部空间，减少天线的体积。

附图说明

[0080] 图1为现有倒置微带线结构的液晶天线的结构示意图；

[0081] 图2和图3为基于CPW传输线的液晶移相单元的结构示意图；

[0082] 图4a-图4f为本公开实施例天线的结构示意图；

[0083] 图4g为本公开实施例移相单元的等效模型示意图；

[0084] 图4h至图4j为本公开实施例移相单元的结构示意图；

[0085] 图4k为本公开实施例的移相单元不同弯折情况下的移相单元性能变化仿真示意图；

[0086] 图5为本公开实施例移相单元的平面示意图；

[0087] 图6和图7为本公开实施例第一功分器的性能示意图。

具体实施方式

[0088] 为使本公开的实施例要解决的技术问题、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图及具体实施例进行详细描述。

[0089] 基于倒置微带线结构的液晶相控阵天线结构如图1所示，包括衬底11和衬底15，位于衬底11和衬底15之间的液晶层13，位于衬底11朝向液晶层13一侧的馈线12，位于衬底15朝向液晶层13一侧的地极14。该液晶相控阵天线具有低剖面、成本低、纯电控扫描的优势，但是由于其移相部分采用倒置微带线结构，因此对于液晶层厚度有一定要求，通常不小于100 μm ，由此造成移相器的响应速度较慢。

[0090] 图2和图3为基于共面波导(Coplanar Waveguide, CPW)传输线的液晶移相单元的结构示意图，其中，图3为图2在AA'方向上的截面示意图，该液晶移相单元包括衬底21和衬

底25,位于衬底21上的电极22,位于衬底25上的CPW传输线,CPW传输线包括共面波导传输线24和位于信号线两侧的两条基底电极26,位于衬底21和衬底25之间的液晶层23。该液晶移相单元引入传输线周期性并联加载可变电容的结构(其中虚线框内部分为可变电容),改变可变电容的容值,可以实现相位的变化。当可变电容采用平板电容时,利用液晶作为介质层,则可以通过压控液晶来改变其介电常数,从而实现电容值的改变,达到移相的目的。在此结构中,液晶层的厚度可以降低至3-8um,大大的提高了移相的响应速度。但当利用该结构的液晶移相单元制备液晶阵列天线时,为了保证相邻液晶移相单元之间的隔离度,对于阵列天线之间的间距有要求,一般为 $0.5\lambda-0.6\lambda$, λ 为微波信号的波长,每个天线单元下的液晶移相单元的可布局面积仅为 $0.5*0.5\lambda^2$,且考虑到封装、天线耦合区域等,其可布局范围会进一步降低。由于CPW传输线周期加载并联可变电容结构本质上是以CPW传输线为传输结构,而两侧的基底电极26与共面波导传输线24位于同一个平面上,因此在 $0.5*0.5\lambda^2$ 范围内布局移相单元会比较困难,即虽然基于CPW传输线周期加载可变电容的液晶移相单元具有液晶盒厚薄的特点,但其较大的物理尺寸使得整体的布局显得非常的紧凑。

[0091] 本公开的实施例提供一种天线及其制作、驱动方法、天线系统,能够提高天线的响应速度,减少天线的体积。

[0092] 本公开的实施例提供一种天线,包括:

[0093] 至少一组天线单元,天线单元可以接收外界的微波信号和/或向外界发送微波信号;

[0094] 至少一组移相单元,所述每组移相单元均与一组天线单元对应设置,用于对微波信号进行相位调整;每组移相单元均与一组天线单元对应设置即移相单元的组数与天线单元的组数相同,每一组移相单元与一组天线单元对应,不同组移相单元对应的天线单元不同,每一组移相单元可以接收对应组天线单元输入的微波信号,并对所述微波信号进行相位调整,还可以将相位调整后的微波信号经天线单元发送出去;

[0095] 功分传输单元,可以将所述多组移相单元输出的多路相位调整后的微波信号合并为一路微波信号并输出;

[0096] 其中,每组所述天线单元包括第一天线单元和第二天线单元,每组所述移相单元包括与所述第一天线单元连接的第一移相单元和与所述第二天线单元连接的第二移相单元,其中,上述“连接”为耦合连接,即第一天线单元与第一移相单元之间为耦合连接,第二天线单元与第二移相单元之间为耦合连接;

[0097] 所述功分传输单元包括至少一个第一功分器,每个所述第一功分器包括第一端、第二端和第三端,所述第一端与所述第一移相单元连接,所述第二端与所述第二移相单元连接,所述第一端传输至所述第三端的微波信号与所述第二端传输至所述第三端的微波信号的相位差为预设值。

[0098] 其中,第一功分器的第一端与第一移相单元直接电连接,第一功分器的第二端与第二移相单元直接电连接。

[0099] 上述预设值可以为 180° ,当然,上述预设值并不局限为 180° ,还可以根据需要调整第一功分器的结构,使得预设值为其他取值。

[0100] 本实施例中,移相单元接收对应组天线单元输入的微波信号,对微波信号进行相位调整,功分传输单元包括第一功分器,分别与所述第一移相单元和所述第二移相单元连

接,将所述第二移相单元输出的微波信号移相预设值后与所述第一移相单元输出的微波信号合并为一路,通过第一功分器使第一移相单元输出的微波信号与第二移相单元输出的微波信号的相位差为预设值,能够提高相邻移相单元之间的隔离度,在满足天线镜像馈入的需求的同时,能够在极小空间内完成移相单元的布局,可以极大利用天线内部空间,减少天线的体积。

[0101] 图4a为本公开实施例天线的结构示意图,如图4a所示,本实施例的天线包括多组天线单元F1、多组移相单元F3和功分传输单元。

[0102] 如图4a-图4c所示,天线单元F1包括第一基底311,设置于第一基底311 一侧的第一参考电极310,设置于所述第一基底311背离所述第一参考电极310 一侧的辐射贴片312。如图4c所示,所述第一参考电极310设置有第一过孔 3101,第一参考电极310还可以设置有过孔3102,其中,第一参考电极310 作为微带天线的地极及带状线传输线(即共面波导传输线24)的地极,通过开孔,使得带状线传输线上的能量可以通过辐射的方式来激励辐射贴片312。如图4c所示,过孔3101和过孔3102可以为矩形或圆角矩形,当然,过孔3101 和过孔3102并不局限为矩形或圆角矩形,还可以为其他形状。其中,过孔3101 用于向天线耦合能量;过孔3102用于带状线传输线上的能量通过辐射的方式来激励辐射贴片312。过孔3101在第一基底311上的正投影与辐射贴片312 在第一基底311上的正投影存在第一交叠区域,过孔3101的中心可与辐射贴片312的中心重合,也可以不重合。

[0103] 如图4b所示,第一基底311上阵列排布有多个辐射贴片312,能够接收和/或发送外界的微波信号,辐射贴片312可以为矩形或圆角矩形,当然,辐射贴片312并不局限为矩形或圆角矩形,还可以为其他形状,辐射贴片312 的宽度可以为天线工作频率的半波长,辐射贴片312的长度越长天线增益越高,但过长会造成相邻天线单元之间耦合增加,因为,辐射贴片312可为正方形。天线单元F1可以将接收到的微波信号传输至移相单元F3,移相单元F3通过功分传输单元的下耦合结构F2将移相后的微波信号传输给金属的连接器 313,由金属的连接器313将微波信号传输给波导器31,波导器31将微波信号合成一路输出。

[0104] 其中,每组天线单元F1包括对称的两个天线单元:第一天线单元和第二天线单元;每组移相单元F3包括两个移相单元:第一移相单元和第二移相单元,移相单元与天线单元一一对应,第一天线单元与第一移相单元耦合连接,第二天线单元与第二移相单元耦合连接,每一移相单元可以接收对应天线单元的微波信号,天线单元F1采用镜像馈入的方式将微波信号传输至移相单元F3。辐射贴片312将接收到的微波信号通过空间耦合的方式传输给共面波导传输线24,这样不需要再在天线单元和移相单元之间设置走线来传输微波信号,能够省去打孔和制作走线的工艺,简化天线的结构和制作工艺。

[0105] 如图4a和图5所示,天线包括多组阵列排布的移相单元M,每组移相单元M包括两个移相单元N1和N2,如图2-图5所示,每一移相单元包括:相对设置的第二基底21和第三基底25;所述第二基底21设置在所述第一参考电极310远离所述第一基底311的一侧;位于所述第三基底25朝向所述第二基底21一侧的共面波导传输线24;位于所述第二基底21朝向所述第三基底 25一侧的加载电极22;位于所述第二基底21和所述第三基底25之间的液晶层23;所述共面波导传输线24包括与所述第一功分器连接的第四端P4和与所述天线单元连接的第五端P5。

[0106] 本实施例的移相单元中,共面波导传输线24周期性并联加载可变电容,通过改变

可变电容的容值,可以实现相位的变化,其等效模型如图4g所示。其中, L_t 、 C_t 为共面波导传输线24等效的线电感和线电容,取决于共面波导传输线24及基底的特性。可变电容 C_{var} (V)可以通过MEMS电容、可变二极管电容等来实现。目前,通过压控液晶来实现平板电容的电容值改变,从而制备液晶移相单元。

[0107] 在利用CPW周期加载可变电容移相单元制备液晶阵列天线时,由于阵列天线之间的间距有要求,一般为 0.5λ - 0.6λ ,为了满足该要求,每个天线单元下的液晶移相单元的可布局面积仅为 $0.5*0.5\lambda^2$,同时移相单元需达到 360° 的移相角度,所以需要将共面波导(CPW)传输线进行一定的弯折排布,然而,不同的弯折方式对移相单元的移相性能会产生一定的影响。

[0108] 为解决上述问题,本发明实施例提供如下技术方案。在介绍本发明实施例的技术方案之前,需要说明的是,以下所提供的移相单元中的介质层包括但不限于液晶层23,在下述实施例中以介质层为液晶层23为例进行说明。

[0109] 如图4h至图4j所示,本发明实施例提供一种移相单元,其包括:相对设置的第一基板和第二基板,以及设置在第一基板和第二基板之间的液晶层23。其中,图4i为图4h在AA'方向上的截面示意图。

[0110] 其中,所述第一基板包括:第三基底25,设置在所述第三基底25靠近液晶层23一侧的基底电极26和共面波导传输线24;所述共面波导传输线24包括:主体结构241和连接在主体结构长度方向上的多个分支结构242;

[0111] 所述第二基板包括:第二基底21,设置在第二基底21靠近液晶层23一侧的多个加载电极22;多个加载电极22与多个分支结构242一一对应设置,形成多个可变电容 C_{vra} (V);且每一所述加载电极22与基底电极26在第三基底25上的正投影至少部分重叠。

[0112] 其中,如图4j所示,多个可变电容 C_{vra} (V)呈线性排布,限定出可变电容区A;可变电容区A具有至少一个子拐角区B,所述共面波导传输线24在子拐角区B具有多个弯折角 θ ,且多个弯折角的角度之和为 90° 。通过将信号电极弯折 90° ,减小了CPW周期加载可变电容移相单元在相控阵天线中的占用面积,通过设置共面波导传输线24在子拐角区B具有多个弯折角 θ ,提高了CPW周期加载可变电容移相单元的移相性能。

[0113] CPW周期加载可变电容移相单元的共面波导传输线24可以呈U型、环形、S型等结构,当为U型结构时,具有2个子拐角区B;当为环形结构时,具有四个子拐角区B;当为S型结构时,具有多个子拐角区B。本公开实施例中以共面波导传输线24为U型结构进行说明。

[0114] 在一些实施例中,共面波导传输线24在子拐角区B具有多个弯折角 θ ,多个子弯折角 θ 的角度均相等,且多个子弯折角 θ 的角度之和为 90° 。例如,当有六个弯折角,每个弯折角 θ 为 15° ($6*15^\circ$);当有三个弯折角,每个弯折角 θ 为 30° ($3*30^\circ$);当有两个弯折角 θ ,可以是两个弯折角 θ 均为 45° ($2*45^\circ$)。

[0115] 图4k为本发明实施例的移相单元不同弯折情况下的移相单元性能变化仿真示意图,如图4k所示,其中,S1代表信号线弯折六个 15° 弯折角 θ 的移相单元的曲线,S2代表信号线弯折三个 30° 弯折角 θ 的移相单元的曲线,S3代表信号线弯折两个 45° 弯折角 θ 的移相单元的曲线,S4代表信号线弯折 90° 弯折角 θ 的移相单元的曲线,S5代表信号线弯折一个 60° 和一个 30° 弯折角 θ 的移相单元的曲线,如图4k所示,当介电常数为2.8时,曲线S3(弯折两个 45° 弯折角 θ)对应的传输损耗最小,曲线S3的波动最小,因此,当信号线弯折两个 45° 时,移相单

元的性能最优。

[0116] 在一些实施例中,如图4h-图4j所示,基底电极26包括第一子基底电极 261和第二子基底电极262;第一子基底电极261和第二子基底电极262分别位于主体结构241长度方向的两相对侧,且分别与分支结构242一一对应设置;第一子基底电极261和所述第二子基底电极262的弯折角(α 、 β)与共面波导传输线24的弯折角 θ 一一对应设置。

[0117] 在一些实施例中,为了使得微波信号传输平稳,在上述结构的基础上,可以将分支结构242贯穿主体结构241设置。在一些实施例中,分支结构242 和主体结构241可以设计为一体成型结构,分支结构242和主体结构241同层设置,且材料相同;这样一来,方便分支结构242和主体结构241的制备,且降低工艺成本。当然,分支结构242和主体结构241也可以是通过任何方式电连接在一起,在本发明实施例中并不对此做出任何限定。此时,在给主体结构 241输入微波信号时,通过加载电极22与分支结构242的电压存在一定的压差,而使得加载电极22和共面波导传输线24交叠所形成的液晶电容中的液晶层23的介电常数发生改变,以改变微波信号的相位。

[0118] 在一些实施例中,任意两相邻所述可变电容 C_{vra} (V)之间的间距相同。此时,可以将各个加载电极22之间的间距设置为相同间距,同时将各个分支结构242之间的间距也设置为相同间距。当然,也可以将各个可变电容 C_{vra} (V)(或者说各个加载电极22、各个分支结构242)之间的间距设计为按照一定规律单调增或者单调减;也可以将各个可变电容 C_{vra} (V)(或者说各个加载电极 22、各个分支结构242)之间的间距设计为不同,且不具有一定的排布规律,在本发明实施例中对此不做限定。

[0119] 在一些实施例中,第三基底25和第二基底21可以采用厚度为100-1000 微米的玻璃基板,也可采用蓝宝石衬底,还可以使用厚度为10-500微米的聚对苯二甲酸乙二酯基板、三聚氰酸三烯丙酯基板和聚酰亚胺透明柔性基板。具体的,第三基底25和第二基底21可以采用介电损耗极低的高纯度石英玻璃。相比于普通玻璃基板,第三基底25和第二基底21采用石英玻璃可以有效减小对微波的损耗,使移相单元具有低的功耗和高的信噪比。

[0120] 在一些实施例中,加载电极22、分支结构242、主体结构241、基底电极 26的材料均可以采用铝、银、金、铬、钼、镍或铁等金属制成。

[0121] 在一些实施例中,液晶层23中的液晶分子为正性液晶分子或负性液晶分子,需要说明的是,当液晶分子为正性液晶分子时,本发明具体实施例液晶分子长轴方向与第二电极之间的夹角大于0度小于等于45度。当液晶分子为负向液晶分子时,本发明具体实施例液晶分子长轴方向与第二电极之间的夹角大于45度小于90度,保证了液晶分子发生偏转后,改变液晶层23的介电常数,以达到移相的目的。

[0122] 一些实施例中,所述第一交叠区域与所述共面波导传输线24靠近所述第五端P5的部分在所述第一基底311上的正投影至少部分交叠。

[0123] 通过向共面波导传输线24和加载电极22施加电压,可以使得液晶层23 中的液晶进行偏转,改变其介电常数,达到对微波信号进行移相的目的。本实施例中,液晶层23的厚度可以为3-8 μm ,可以使得移相单元的响应速度比较快。

[0124] 其中,共面波导传输线24用于传输微波信号,一些实施例中,对于第一移相单元N1,共面波导传输线24在第四端P4输出微波信号。

[0125] 如图5所示,连接每个所述第一功分器的第一端P1与第三端P3之间的走线为第一

走线,连接每个所述第一功分器的第二端P2与所述第三端P3之间的走线为第二走线,所述第一走线与所述第二走线的长度差为微波信号半波长的奇数倍,从而能够将第二移相单元输出的微波信号移相 180° 后与第一移相单元输出的微波信号合并为一路输出,本实施例通过第一功分器使第一移相单元输出的微波信号与第二移相单元输出的微波信号具有 180° 输出相位差,能够提高相邻移相单元之间的隔离度,这样无需将相邻移相单元的间距设置的过大,在满足天线镜像馈入的需求的同时,能够在极小空间内完成移相单元的布局,可以极大利用天线内部空间,减少天线的体积。

[0126] 一些实施例中,第一功分器可以与共面波导传输线24同层同材料设置,这样可以通过一次构图工艺同时形成第一功分器和共面波导传输线24,能够简化天线的制作工艺,缩短天线的制作时间,降低天线的制作成本。

[0127] 一些实施例中,所述加载电极22与所述第二基底21之间设置有第一绝缘层,所述加载电极22背离所述第一绝缘层的一侧设置有第二绝缘层。其中,第一绝缘层可以采用氮化硅或氧化硅,厚度在150nm左右,用于缓冲加载电极22加工过程中产生的应力,避免应力集中引起第二基底21破碎;第二绝缘层可以采用氮化硅或氧化硅,厚度在50nm左右,用于对加载电极22进行保护。

[0128] 为了进一步提高相邻移相单元之间的隔离度,如图5所示,本实施例的天线还包括:与所述第一走线和所述第二走线均连接的第一电阻G。所述第一电阻可以采用ITO、ZnO:Al和ZnO:B中的至少一种高电阻薄膜材料,可以采用磁控溅射、热蒸发、电镀等方法制备。第一电阻可以与第一功分器同层设置。

[0129] 由于功分传输单元的引入,相邻移相单元的共面波导传输线24连接在一起,电位保持一致;为了保证不同的移相单元具有不同的移相能力,本实施例中采用反向施加电压的方式,如图5所示,所有移相单元的共面波导传输线24通过走线L1连接在一起,即所有移相单元的共面波导传输线之间通过同一条信号线电连接,可以向所有的共面波导传输线24施加同一电压值,例如0.1V;但不同移相单元的加载电极22相互独立,彼此绝缘,通过走线L2向每个移相单元单独供电,这种施加电压的方式可以避免CPW传输线设置为接地时与实际的地极变为等电位,影响射频信号的传输的问题。

[0130] 本实施例中,如图4d所示,所述功分传输单元还包括:

[0131] 至少一个第二功分器37,每个所述第二功分器37包括第六端P6和多个第七端P7,每个所述第七端P7与一个所述第一功分器的第三端P3连接。第二功分器可以将M个所述第一功分器输出的微波信号合并为N路微波信号,并将所述N路微波信号输出至波导器,M具体可以为大于1的整数,N可以小于M。其中,上述连接为耦合连接。

[0132] 随着射频及微波技术的发展,小型化成为一个重要的发展趋势,这就要求尽可能的提高微波电路的集成度。因此微波多层板技术是解决该问题的关键,以实现微波电路的小型化、低成本、高性能。但由此带来的问题是微波线路的走线更加的复杂,需要微波信号在不同传输线之间进行传输。其中,可利用金属能够对信号屏蔽的作用,实现不同层传输线的信号隔离。

[0133] 此外,信号在不同层的传输线之间传播的时候,需要引入合适的过渡结构,该结构需要良好的匹配,这样才能避免信号的反射、激发高次模等影响,从而使得信号以最小的损耗传输到另一层传输线。因此,研究传输线之间的过渡结构显得尤为关键。

[0134] 通常情况下,传输线之间的过渡结构有两种:一种是垂直金属过孔的方式,该结构通过对介质基板打孔,并对过孔进行金属化,实现信号的互连。该结构相当于使不同层的传输线实现物理连接,通过尺寸优化,可以获得较小的传输损耗,但对工艺要求较高。另一种是电磁耦合,不同层传输线之间通过微波空间耦合的方式实现能量的传输。电磁耦合对于工艺的要求较低,但不同层传输线之间的耦合通常会引起较大的传输损耗。

[0135] 对于玻璃基板的微波器件:例如移相单元、天线、滤波器等,由于玻璃打孔技术不成熟,且玻璃易碎的特点,金属过孔的方式并不适用于不同层传输线之间的能量传输。

[0136] 为解决上述问题,如图4a所示,本实施例的功分传输单元包括依次层叠的第一PCB、第二PCB和第三PCB,第一PCB包括第六基底34,第二PCB包括第五基底36,第三PCB包括第四基底38,在第六基底34两侧设置有背反层33和第三参考电极35,在第五基底36两侧设置有第二功分器37和第三参考电极35,在第四基底38两侧设置有第二功分器37和第二参考电极39,第二参考电极39设置在第三基底25远离共面波导传输线24的一侧。通过第二功分器可以将M个所述第一功分器输出的微波信号合并为N路微波信号。

[0137] 如图4a所示,一些实施例中,所述功分传输单元还包括:

[0138] 支撑架32,所述支撑架32设置在所述背反层33远离所述第六基底34的一侧;

[0139] 波导器31,所述波导器31设置在所述支撑架32远离所述第六基底34的一侧。所述波导器31,与N个所述第二功分器的第六端P6连接,N为正整数,波导器31可以将所述N路微波信号合并为一路微波信号并输出。

[0140] 举例而言,上述各电极的厚度可为 $0.1\mu\text{m}$ 至 $100\mu\text{m}$,但不限于此;一般情况下,各电极的厚度可为 $18\mu\text{m}$ 或 $35\mu\text{m}$;本实施例中,可以将各电极的厚度设计为大于或等于 $0.1\mu\text{m}$,一方面可降低加工难度,降低成本,另一方面可保证各电极的屏蔽性能;通过将各电极的厚度设计为小于或等于 $100\mu\text{m}$,可避免电极厚度太大而导致功分传输单元过厚的情况,即:可便于实现功分传输单元的轻薄化、小型化,从而可扩大功分传输单元的的适用范围;但不限于此,各电极的厚度也可在其他数值范围内,视具体需求而定。

[0141] 各基底的厚度可为 0.1mm 至 10mm ,本实施例中,通过将各基底的厚度设计为大于或等于 0.1mm ,一方面可降低加工难度,降低成本,另一方面可保证各基底的支撑强度,通过将各基底的厚度设计为小于或等于 10mm ,还可避免各基底厚度太大而导致功分传输单元过厚的情况,即:可便于实现功分传输单元的轻薄化、小型化,从而可扩大功分传输单元的适用范围,但不限于此,各基底的厚度也可在其他数值范围内,视具体需求而定。

[0142] 其中,第一参考电极310、第二参考电极39和第三参考电极35可以作为屏蔽结构;第三参考电极35可以将第三参考电极35下方的干扰信号进行屏蔽;第二参考电极39可以将第二参考电极39上方的干扰信号进行屏蔽。

[0143] 为了实现信号的耦合,需要将第一参考电极310、第二参考电极39和第三参考电极35进行开槽,此开槽在厚度方向上贯穿电极形成过孔。

[0144] 图4f为第二参考电极39的平面示意图,所述第二参考电极39设置有至少一个第三过孔3901(一般称为耦合缝隙);如图4c所示,所述第一参考电极310设置有至少一个第二过孔3102(一般称为耦合缝隙);所述第二过孔3102与所述第三过孔3901一一对应设置;

[0145] 每个所述第二过孔3102在所述第三基底25上的正投影均与一个所述第三过孔3901在所述第三基底25上的正投影存在第二交叠区域,所述第二交叠区域与一个所述第三

端P3在所述第三基底25上的正投影至少部分交叠。

[0146] 图4e为第三参考电极35的平面示意图,第三参考电极35设置有至少一个第四过孔3501(一般称为耦合缝隙),所述第四过孔3501与所述第三过孔3901一一对应设置;每个所述第四过孔3501在所述第五基底36上的正投影均与一个所述第三过孔3901在所述第五基底36上的正投影存在第三交叠区域,所述第三交叠区域与一个所述第七端P7在所述第五基底36上的正投影至少部分交叠。这样能够实现能量从第一功分器的第三端P3向第二功分器37的第七端P7辐射耦合。

[0147] 应当理解的是,为了提高第一功分器和第二功分器之间的耦合效率,本实施例中的第一功分器的第三端P3和第二功分器的第七端P7应断开,即:不与其同层的其他导电结构连接,以减少能量在同层之间传递,使得更多的能量经第三参考电极35和第二参考电极39的过孔向不同层传输结构辐射耦合。

[0148] 为了得到更好的耦合效果,第三参考电极35和第二参考电极39为对称的,第三参考电极35和第二参考电极39上的过孔的尺寸和位置相同,位置相同是指第三参考电极35上的过孔3501在第五基底36上的正投影与第二参考电极39上的过孔3901在第五基底36上的正投影完全重合。第二功分器37在第五基底36上的正投影可以经过第三参考电极35上的过孔3501在第五基底36上的正投影的中心,这样设计不但可以使得第一功分器和第二功分器37向两侧辐射的能量基本相同,还可降低加工成本。即第三参考电极35和第二参考电极39的过孔可以采用同一掩模板进行加工。

[0149] 第一参考电极310、第二参考电极39和第三参考电极35的过孔的形状可以均为圆形或矩形,以便于加工;但不限于此,也可为其他形状,视具体情况而定。需要说明的是,本公开的实施例不对第一参考电极310、第二参考电极39和第三参考电极35的过孔尺寸进行具体限定,第一参考电极310、第二参考电极39和第三参考电极35的过孔尺寸可根据功分传输单元的工作频率、各基底的厚度及介电常数而定。

[0150] 可选地,本实施例中第一功分器的第三端P3的宽度可与第二参考电极39的过孔的宽度相同,第二功分器的第七端P7的宽度可与第三参考电极35的过孔的宽度相同,需要说明的是,此处提到的宽度为在第一方向X上的尺寸。

[0151] 一些实施例中,第一功分器的第三端P3在第五基底36上的正投影与第二参考电极39的过孔在第五基底36上的正投影在第一方向X上完全重合;即:第一功分器的第三端P3在第五基底36上的正投影为第一正投影,第二参考电极39的过孔在第五基底36上的正投影为第二正投影,第一正投影在第一方向X上相对的两边界分别与第二正投影在第一方向X上相对的两边界相重合。第二功分器的第七端P7在第五基底36上的正投影与第二参考电极39的过孔在第五基底36上的正投影在第一方向X上完全重合;即:第二功分器的第七端P7在第五基底36上的正投影为第三正投影,第二参考电极39的过孔在第五基底36上的正投影为第二正投影,第三正投影在第一方向X上相对的两边界分别与第二正投影在第一方向X上相对的两边界相重合;这样设计可保证第一功分器、第二功分器37之间的耦合面积足够大,从而提高耦合效率及降低传输损耗。

[0152] 移相后的微波信号经由第一功分器传输至第二功分器37,第二功分器37的第六端P6可以通过金属的连接器313与波导器31连接,将N路微波信号输出至波导器31,通过金属的连接器313传输微波信号可以降低对微波信号的损耗。波导器31具体可以采用铝波导,

在波导器31和第二功分器37之间设置有金属的支撑架32,使得波导器31与第二功分器之间保持一定间距。其中,由于需要通过接头来连接波导器31与第二功分器,所以需要波导器31与第二功分器之间保持一定间距,预留出接头所占的空间。其中,背反层33 可以与金属的支撑架32为一体结构。

[0153] 本实施例中,为了降低对电压信号以及微波信号的损耗,所述CPW传输线、走线、电极可以采用以下至少一种低电阻、低损耗金属制作:铜、金、银,可以采用磁控溅射、热蒸发、电镀等方法制备。

[0154] 所述天线单元、所述移相单元和/或所述功分传输单元中的基底可以采用聚四氟乙烯玻璃纤维压板、酚醛纸层压板、酚醛玻璃布层压板等绝缘基板制作,也可以采用石英、玻璃等具有较低微波损耗的硬质基板制作,厚度可以为100 微米至10毫米。

[0155] 图6和图7为本公开实施例第一功分器的性能示意图,第一功分器有一个输入端口(1)、两个输出端口(2,3),S11、S22、S33分别表示这三个端口的反射和输入比,值越负表示反射越小,即能量馈进走线的越多;S21、S31表示能量从1端口到2端口以及从1端口到3端口的损耗值,如果完全没有能量损耗,则值为0dB,值越负表示能量损失越大;S32表示端口2和端口3的隔离度,意味着两个端口能量的互相串扰能力,值越负表示串扰越小。Cang21表示1端口馈入能量后,2端口相位与1端口相位的差值,Cang31表示1端口馈入能量后,3端口相位与1端口相位的差值,因为本实施例中采用的是180 度输出相差的功分器,因此希望Cang21和Cang31值差180度。

[0156] 本公开实施例还提供了一种天线的驱动方法,应用于如上所述的天线,所述驱动方法包括:

[0157] 通过所述每组天线单元的第一天线单元和第二天线单元分别接收微波信号;

[0158] 通过第一移相单元对所述第一天线单元接收到的微波信号进行相位调整;通过第二移相单元对所述第二天线单元接收到的微波信号进行相位调整;

[0159] 通过所述第一功分器将所述第二移相单元调整后的微波信号与所述第一移相单元调整后的微波信号合并为一路;

[0160] 和/或,

[0161] 通过所述第一功分器将微波信号分为两路,分别传输至所述第一移相单元和所述第二移相单元;

[0162] 通过所述第一移相单元对传输至所述第一移相单元的微波信号进行相位调整,通过所述第二移相单元对传输至所述第二移相单元的微波信号进行相位调整;

[0163] 通过所述第一天线单元将所述第一移相单元调整后的微波信号进行发射,通过所述第二天线单元将所述第二移相单元调整后的微波信号进行发射。

[0164] 本实施例中,在天线接收信号时,天线单元的辐射贴片312将接收到的微波信号通过空间耦合的方式传输给移相单元的共面波导传输线24,共面波导传输线24传输微波信号;通过向共面波导传输线24和加载电极22施加电压,可以使得液晶层23中的液晶进行偏转,改变其介电常数,达到对微波信号进行移相的目的。

[0165] 如图5所示,连接每个所述第一功分器的第一端P1与第三端P3之间的走线为第一走线,连接每个所述第一功分器的第二端P2与所述第三端P3之间的走线为第二走线,所述第一走线与所述第二走线的长度差为微波信号半波长的奇数倍,从而能够将第二移相单元

输出的微波信号移相 180° 后与第一移相单元输出的微波信号合并为一路输出。

[0166] 由于功分传输单元的引入,相邻移相单元的共面波导传输线24连接在一起,电位保持一致;为了保证不同的移相单元具有不同的移相能力,本实施例中采用反向施加电压的方式,如图5所示,所有移相单元的共面波导传输线24通过走线L1连接在一起,即所有移相单元的共面波导传输线之间通过同一条信号线电连接,可以向所有的共面波导传输线24施加同一电压值,例如0.1V;但不同移相单元的加载电极22相互独立,彼此绝缘,通过走线L2向每个移相单元单独供电,这种施加电压的方式可以避免CPW传输线设置为接地时与实际的地极变为等电位,影响射频信号的传输的问题。

[0167] 本实施例通过第一功分器使第一移相单元输出的微波信号与第二移相单元输出的微波信号具有 180° 输出相位差,能够提高相邻移相单元之间的隔离度,这样无需将相邻移相单元的间距设置的过大,在满足天线镜像馈入的需求的同时,能够在极小空间内完成移相单元的布局,可以极大利用天线内部空间,在极小空间内完成天线耦合结构、液晶移相单元、功分传输单元的排布,在此基础上引入反向输入电压的方式,通过将CPW内传输线部分均设置为固定电压,每个移相单元的电极分别施加可变电压,由此实现压控,该天线结构及电压控制方案可以极大的方便基于CPW传输线或其他传输线类型的天线的布局以及压电控制。

[0168] 另外,本实施例在天线发射信号时,通过所述第一功分器将微波信号分为两路,分别传输至所述第一移相单元和所述第二移相单元;通过所述第一移相单元对传输至所述第一移相单元的微波信号进行相位调整,通过所述第二移相单元对传输至所述第二移相单元的微波信号进行相位调整;通过所述第一天线单元将所述第一移相单元调整后的微波信号进行发射,通过所述第二电线单元将所述第二移相单元调整后的微波信号进行发射。如图5所示,连接每个所述第一功分器的第一端P1与第三端P3之间的走线为第一走线,连接每个所述第一功分器的第二端P2与所述第三端P3之间的走线为第二走线,所述第一走线与所述第二走线的长度差为微波信号半波长的奇数倍,从而能够将其中一路微波信号移相 180° 后传输至第二移相单元。

[0169] 由于功分传输单元的引入,相邻移相单元的共面波导传输线24连接在一起,电位保持一致;为了保证不同的移相单元具有不同的移相能力,本实施例中采用反向施加电压的方式,如图5所示,所有移相单元的共面波导传输线24通过走线L1连接在一起,即所有移相单元的共面波导传输线之间通过同一条信号线电连接,可以向所有的共面波导传输线24施加同一电压值,例如0.1V;但不同移相单元的加载电极22相互独立,彼此绝缘,通过走线L2向每个移相单元单独供电,这种施加电压的方式可以避免CPW传输线设置为接地时与实际的地极变为等电位,影响射频信号的传输的问题。

[0170] 本实施例通过第一功分器使传输至第一移相单元的微波信号与传输至第二移相单元的微波信号具有 180° 相位差,能够提高相邻移相单元之间的隔离度,这样无需将相邻移相单元的间距设置的过大,在满足天线镜像馈入的需求的同时,能够在极小空间内完成移相单元的布局,可以极大利用天线内部空间,在极小空间内完成天线耦合结构、液晶移相单元、功分传输单元的排布,在此基础上引入反向输入电压的方式,通过将CPW内传输线部分均设置为固定电压,每个移相单元的电极分别施加可变电压,由此实现压控,该天线结构及电压控制方案可以极大的方便基于CPW传输线或其他传输线类型的天线的布局以及压电

控制。

[0171] 本公开的实施例提供了一种天线系统,包括如上所述的天线。本实施例的天线系统可以应用在通信设备中。

[0172] 本公开的实施例提供了一种天线的制作方法,包括:

[0173] 形成至少一组天线单元;

[0174] 形成至少一组移相单元,每组所述移相单元均与一组天线单元对应设置,用于对微波信号进行相位调整;

[0175] 形成功分传输单元;

[0176] 其中,每组所述天线单元包括第一子天线单元和第二子天线单元,每组所述移相单元包括与所述第一子天线单元连接的第一移相单元和与所述第二子天线单元连接的第二移相单元;

[0177] 所述功分传输单元包括至少一个第一功分器,每个所述第一功分器包括第一端、第二端和第三端,所述第一端与所述第一移相单元连接,所述第二端与所述第二移相单元连接,所述第一端传输至所述第三端的微波信号与所述第二端传输至所述第三端的微波信号的相位差为预设值。

[0178] 本实施例中,移相单元接收对应组天线单元输入的微波信号,对微波信号进行相位调整,功分传输单元包括第一功分器,分别与所述第一移相单元和所述第二移相单元连接,将所述第二移相单元输出的微波信号移相预设值后与所述第一移相单元输出的微波信号合并为一路,通过第一功分器使第一移相单元输出的微波信号与第二移相单元输出的微波信号的相位差为预设值,能够提高相邻移相单元之间的隔离度,在满足天线镜像馈入的需求的同时,能够在极小空间内完成移相单元的布局,可以极大利用天线内部空间,减少天线的体积。

[0179] 一些实施例中,形成所述天线单元包括:

[0180] 提供第一基底;

[0181] 在所述第一基底一侧形成辐射贴片阵列;

[0182] 在所述第一基底的另一侧形成第一参考电极。

[0183] 其中,第一基底可以采用以下至少一种:聚四氟乙烯玻璃纤维压板、酚醛纸层压板、酚醛玻璃布层压板、石英、玻璃,在基底上形成一层金属层,对金属层进行构图即可形成辐射贴片阵列。

[0184] 一些实施例中,形成移相单元包括:

[0185] 提供第二基底和第三基底;

[0186] 在所述第三基底上形成共面波导传输线;

[0187] 在所述第二基底上形成加载电极;

[0188] 将所述第三基底和所述第二基底进行对盒,所述共面波导传输线和所述电极位于所述第三基底和所述第二基底之间;

[0189] 在所述第三基底和所述第二基底之间填充液晶层。

[0190] 一些实施例中,在将天线单元与移相单元结合时,可以通过键合工艺将天线单元与移相单元结合。

[0191] 一些实施例中,在将所述天线单元、所述移相单元和所述功分传输单元进行贴合

时,可以通过对盒设备或对位贴合设备实现各单元之间的精确对位,之后可以利用OCA光学胶或者其他的紫外光胶将各单元粘贴在一起。

[0192] 在本公开各方法实施例中,所述各步骤的序号并不能用于限定各步骤的先后顺序,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,对各步骤的先后变化也在本公开的保护范围之内。

[0193] 需要说明,本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述,各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。尤其,对于实施例而言,由于其基本相似于产品实施例,所以描述得比较简单,相关之处参见产品实施例的部分说明即可。

[0194] 除非另外定义,本公开使用的技术术语或者科学术语应当为本公开所属领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本公开中使用的“第一”、“第二”以及类似的词语并不表示任何顺序、数量或者重要性,而只是用来区分不同的组成部分。“包括”或者“包含”等类似的词语意指出现该词前面的元件或者物件涵盖出现在该词后面列举的元件或者物件及其等同,而不排除其他元件或者物件。“连接”或者“相连”等类似的词语并非限定于物理的或者机械的连接,而是可以包括电性的连接,不管是直接的还是间接的。“上”、“下”、“左”、“右”等仅用于表示相对位置关系,当被描述对象的绝对位置改变后,则该相对位置关系也可能相应地改变。

[0195] 可以理解,当诸如层、膜、区域或基板之类的元件被称作位于另一元件“上”或“下”时,该元件可以“直接”位于另一元件“上”或“下”,或者可以存在中间元件。

[0196] 在上述实施方式的描述中,具体特征、结构、材料或者特点可以在任何一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0197] 以上所述,仅为本公开的具体实施方式,但本公开的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本公开揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本公开的保护范围之内。因此,本公开的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

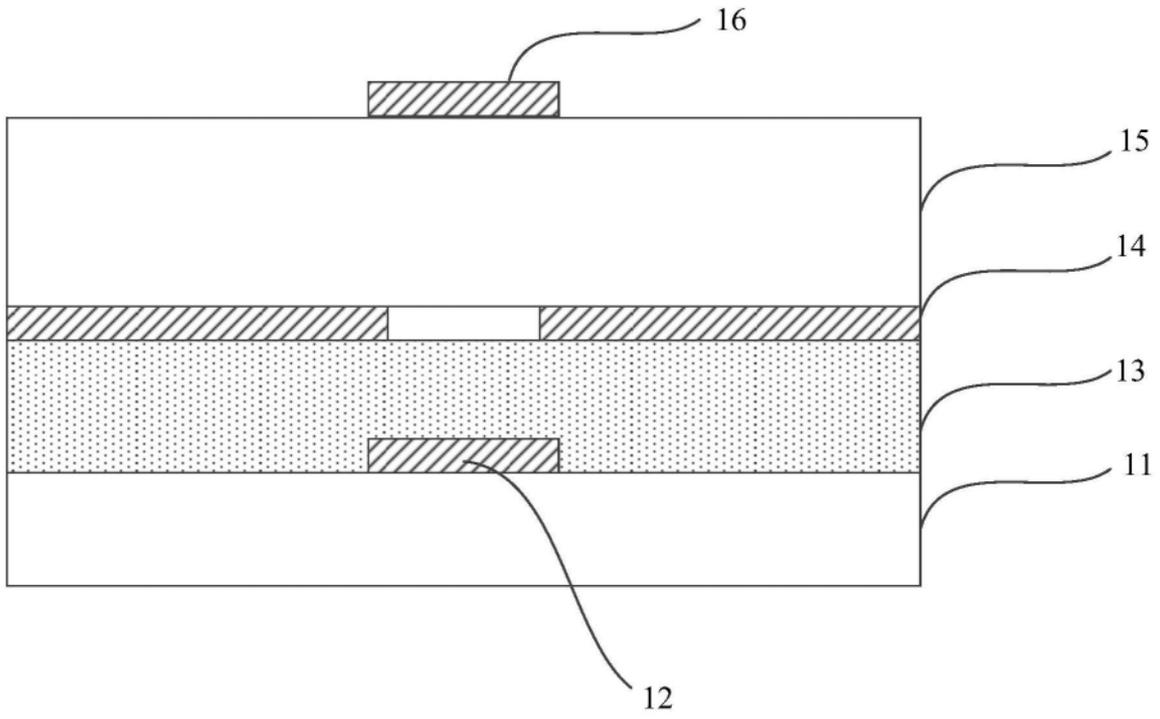


图1

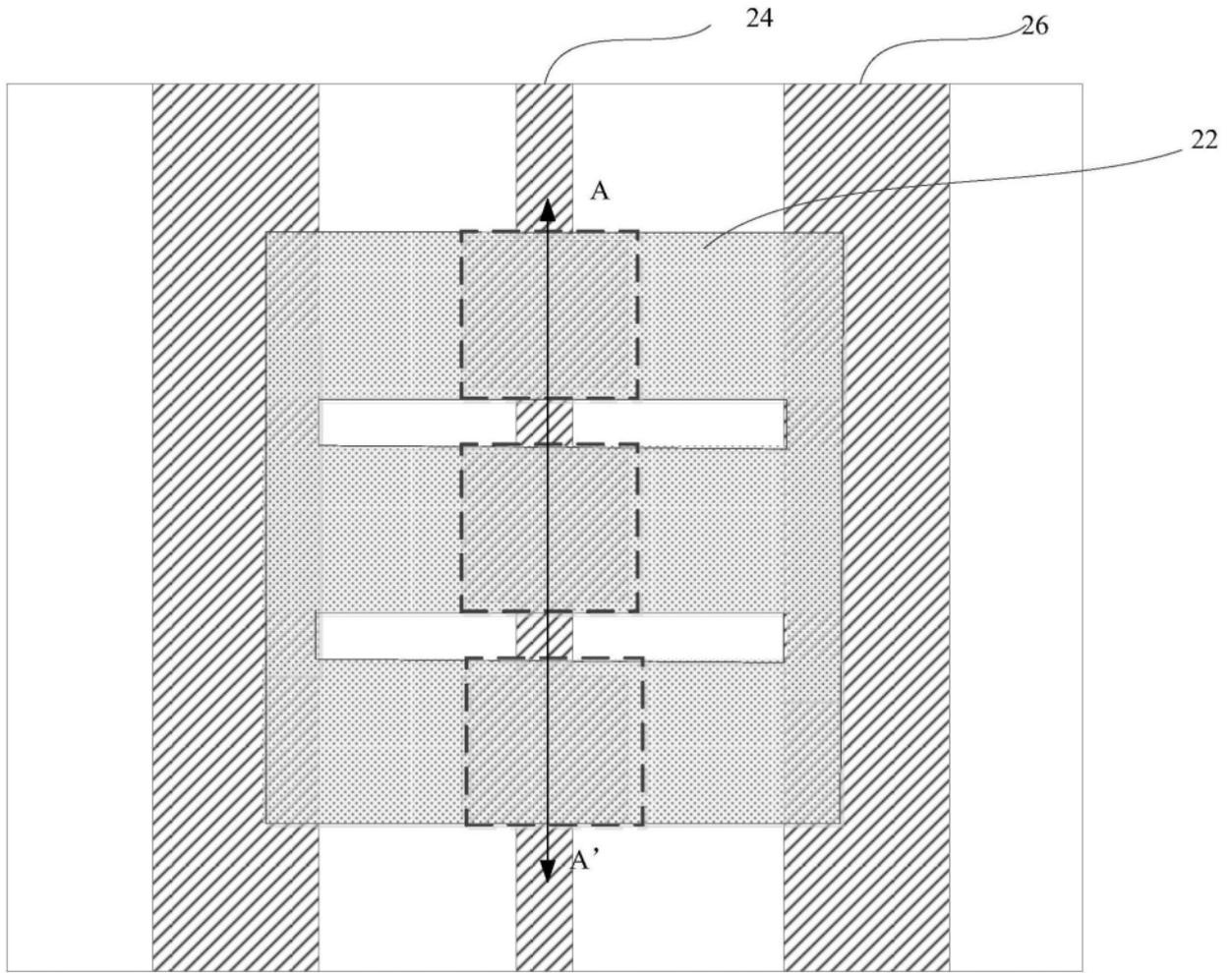


图2

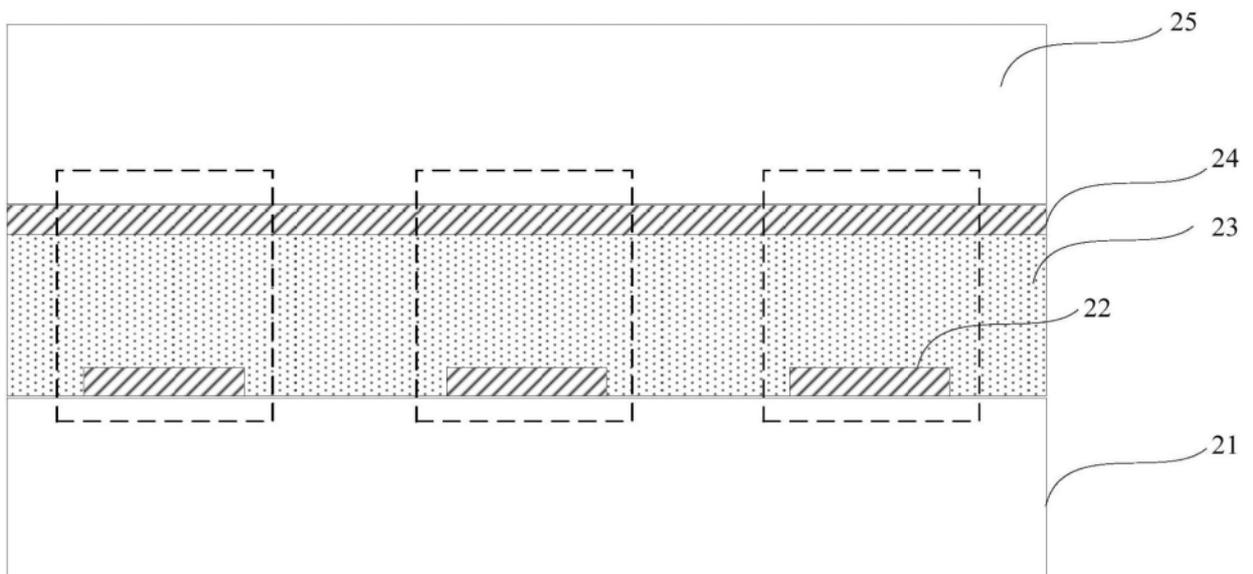


图3

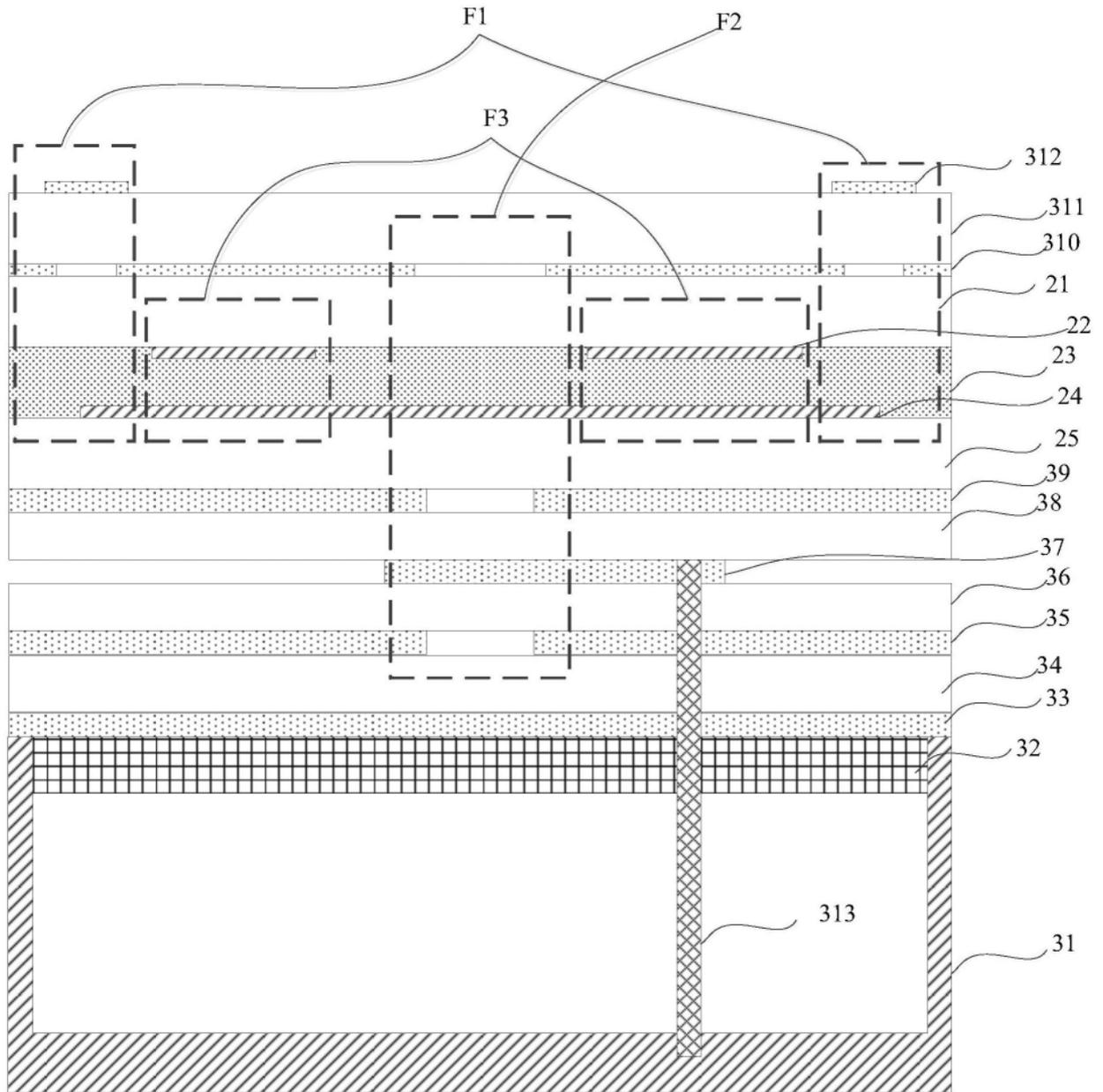


图4a

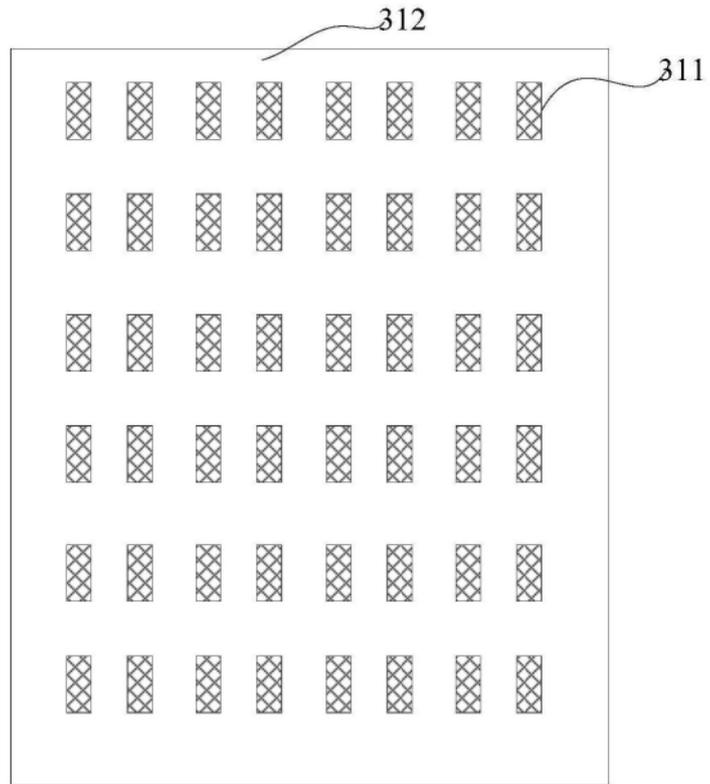


图4b

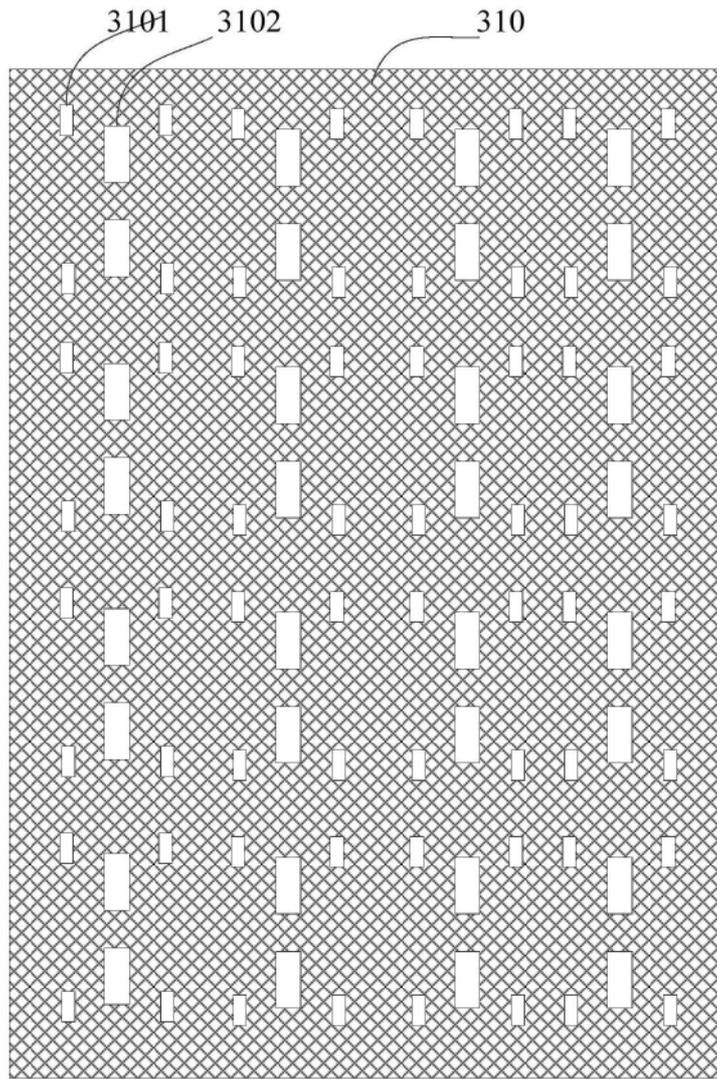


图4c

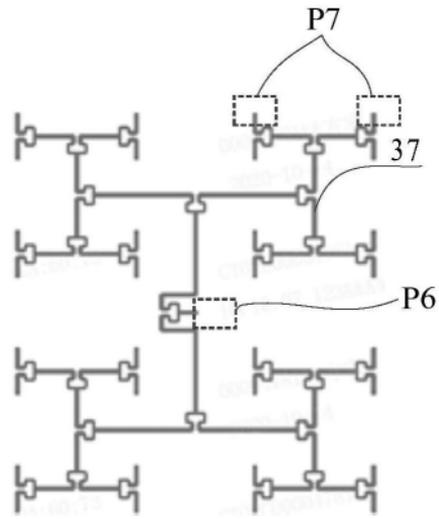


图4d

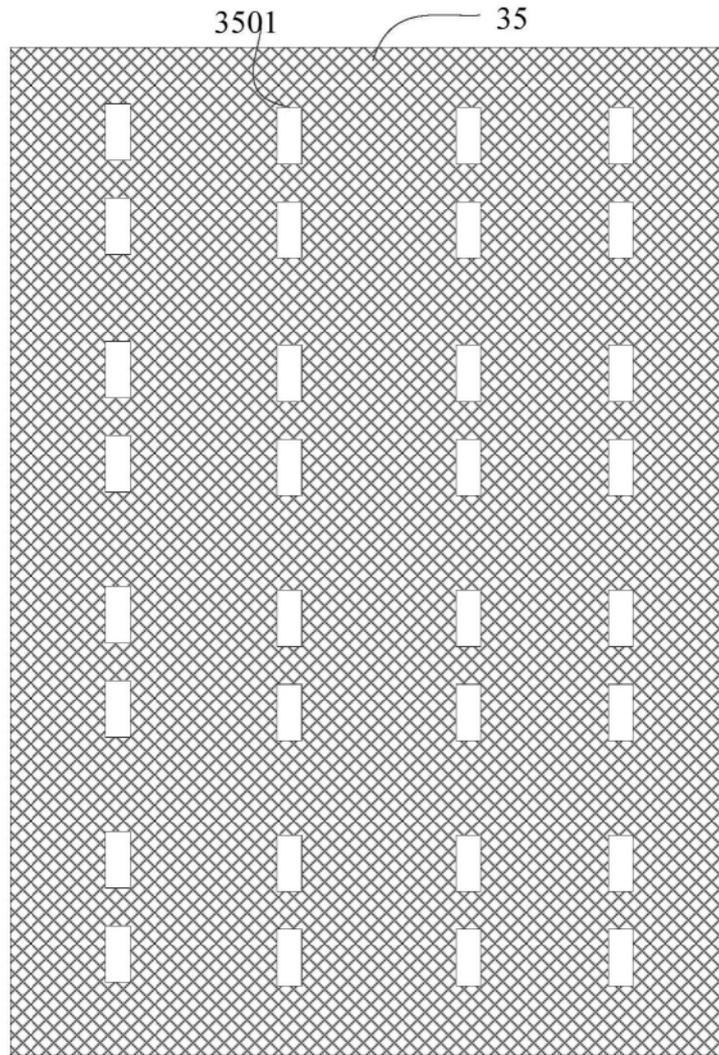


图4e

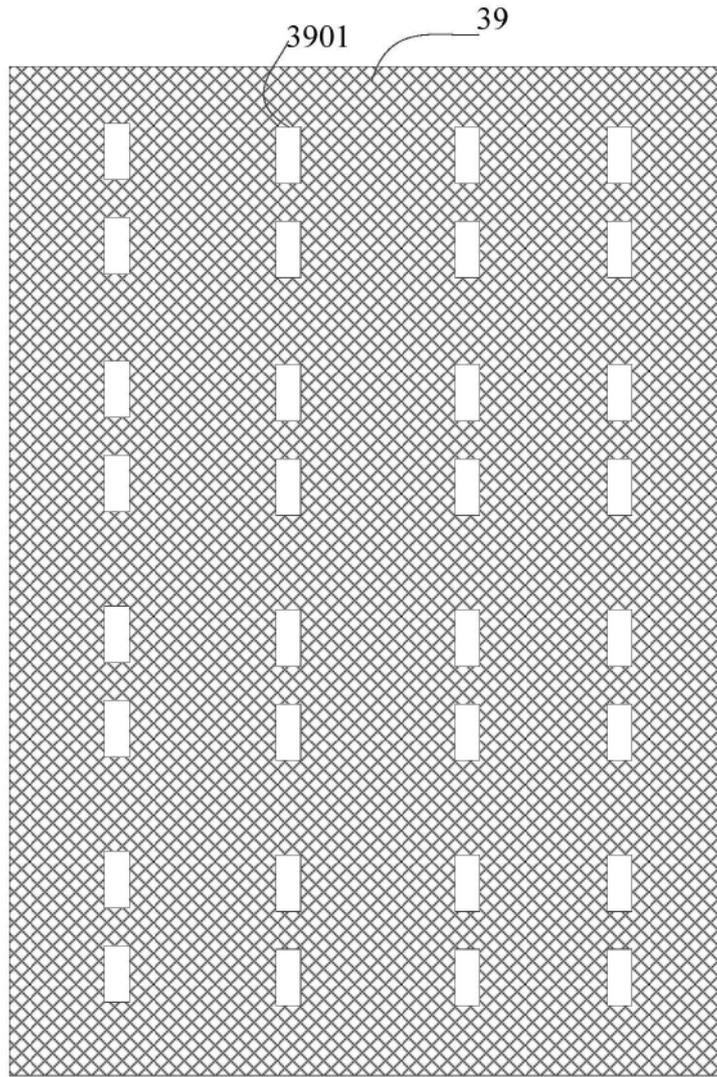


图4f

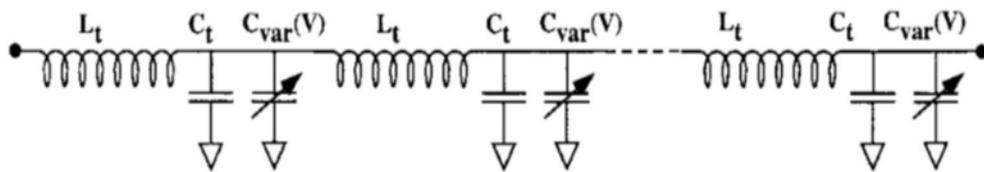


图4g

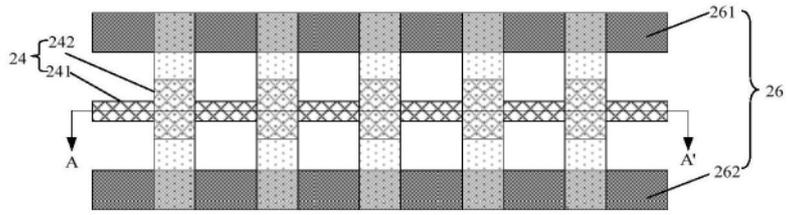


图4h

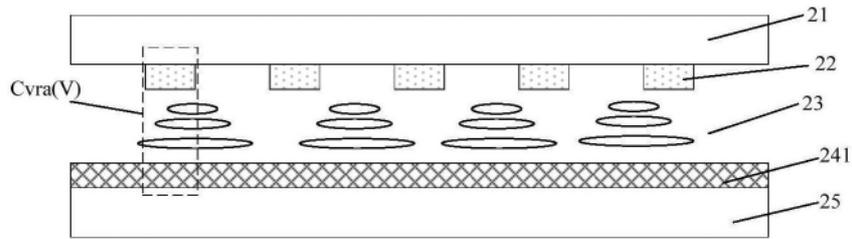


图4i

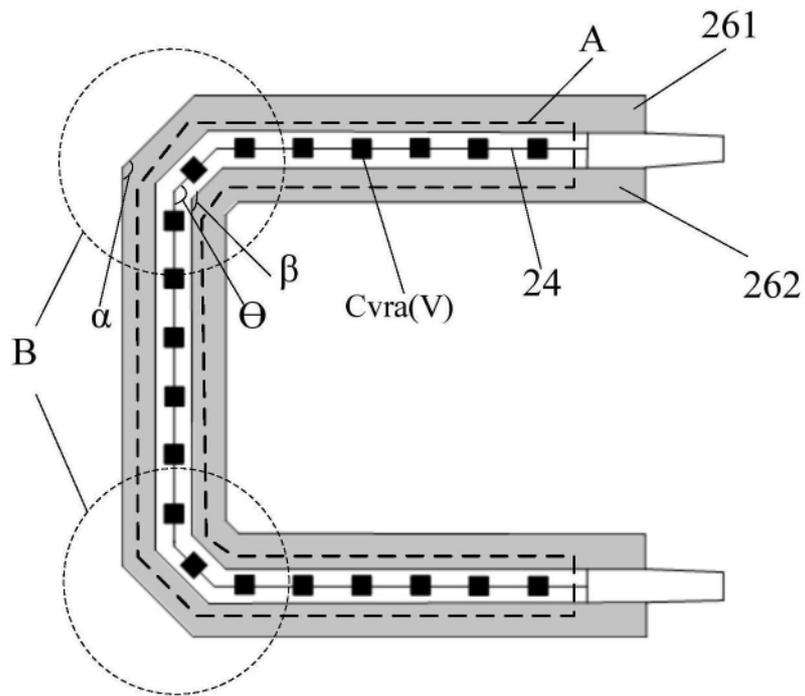


图4j

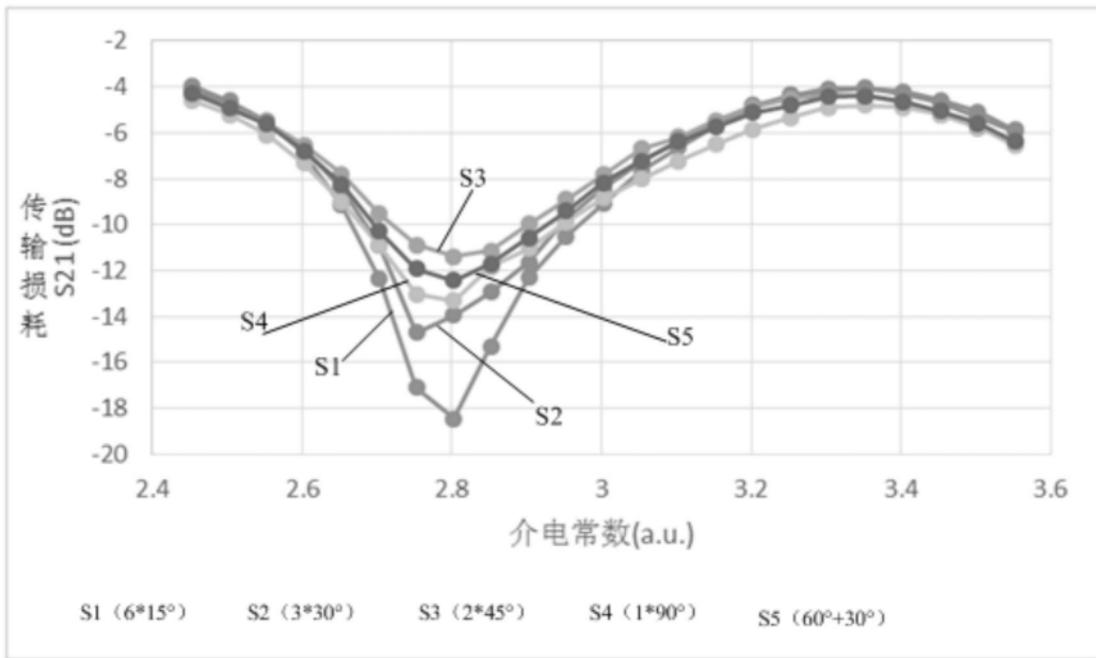


图4k

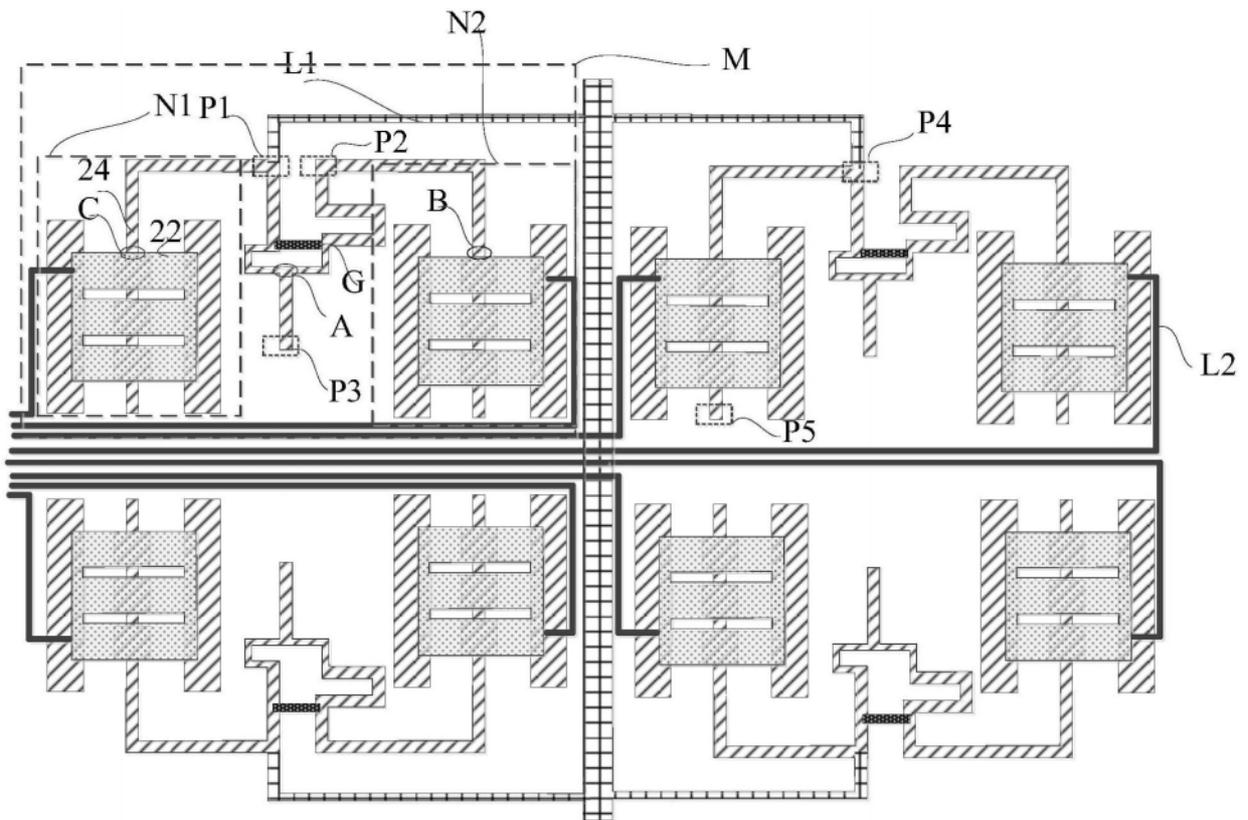


图5

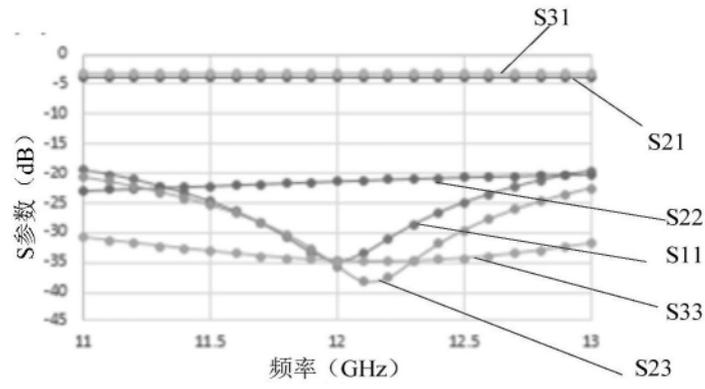


图6

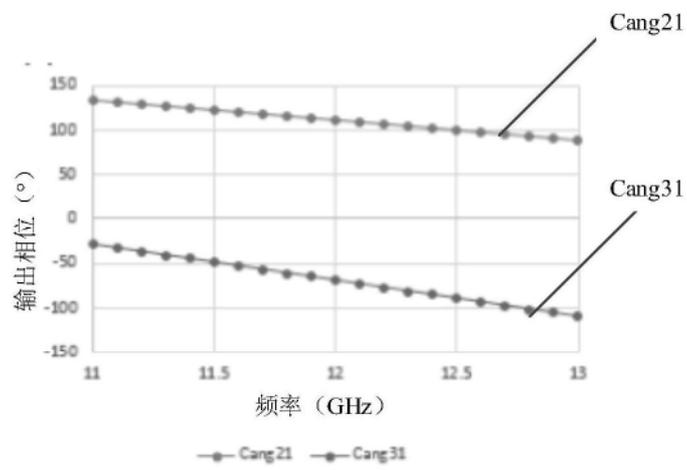


图7