



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110350310 B

(45) 授权公告日 2024. 04. 23

(21) 申请号 201810307536.6

H01Q 1/50 (2006.01)

(22) 申请日 2018.04.08

H01Q 15/24 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110350310 A

(56) 对比文件

CN 104317134 A, 2015.01.28

CN 105607379 A, 2016.05.25

CN 106299627 A, 2017.01.04

CN 107632727 A, 2018.01.26

CN 208315751 U, 2019.01.01

US 2014022029 A1, 2014.01.23

US 3478362 A, 1969.11.11

US 4737793 A, 1988.04.12

(43) 申请公布日 2019.10.18

(73) 专利权人 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

专利权人 北京京东方光电科技有限公司

审查员 王艳涛

(72) 发明人 武杰 丁天伦 孔祥忠 曹雪

王瑛 李亮 蔡佩芝 车春城

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

专利代理师 焦玉恒

(51) Int. Cl.

H01Q 1/38 (2006.01)

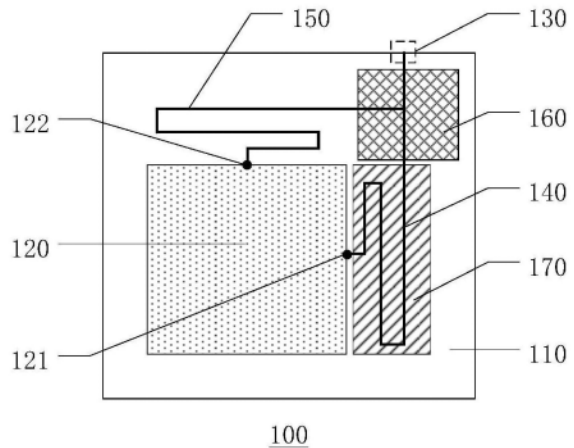
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54) 发明名称

天线结构及其调制方法

(57) 摘要

一种天线结构及其调制方法。该天线结构包括第一基板、辐射贴片、射频口、第一信号线、第二信号线、功分模块以及第一相位调制器。辐射贴片包括第一馈电点和第二馈电点；第一信号线的一端与第一馈电点相连；第二信号线的一端与第二馈电点相连；功分模块与射频口、第一信号线的另一端和第二信号线的另一端分别相连，并被配置为将射频口的电磁波分配至第一信号线和第二信号线；以及第一相位调制器，被配置为对第一信号线的电磁波的相位进行调制。由此，该天线结构可利用单一射频口实现接收和发射左旋圆极化波、右旋圆极化波、和线极化波。



1. 一种天线结构,包括:

第一基板;

辐射贴片,包括第一馈电点和第二馈电点;

射频口;

第一信号线,一端与所述第一馈电点相连;

第二信号线,一端与所述第二馈电点相连;

功分模块,与所述射频口、所述第一信号线的另一端和所述第二信号线的另一端分别相连,并被配置为将所述射频口的电磁波分配至所述第一信号线和所述第二信号线;以及

第一相位调制器,被配置为对所述第一信号线的电磁波的相位进行调制,

其中,所述第一相位调制器包括:

第二基板,与所述第一基板相对设置;

第一液晶层,夹设在所述第一基板和所述第二基板之间;以及

位于所述第一液晶层靠近所述第一基板的一侧的第一公共电极,和位于所述第一液晶层靠近所述第二基板的一侧的第一驱动电极,

所述第一信号线在所述第一基板上的正投影与所述第一液晶层在所述第一基板上的正投影至少部分重叠,

所述天线结构还包括第二相位调制器,被配置为对所述第二信号线的电磁波的相位进行调制,

所述第二相位调制器包括:

第三基板,与所述第一基板相对设置;

第二液晶层,夹设在所述第一基板和所述第三基板之间;以及

位于所述第二液晶层靠近所述第一基板的一侧的第二公共电极,和位于所述第二液晶层靠近所述第三基板的一侧的第二驱动电极,

所述第二信号线在所述第一基板上的正投影与所述第二液晶层在所述第一基板上的正投影至少部分重叠。

2. 根据权利要求1所述的天线结构,其中,所述第一信号线上的电磁波的功率与所述第二信号线上的电磁波的功率之差小于所述第一信号线上的电磁波的功率和所述第二信号线上的电磁波的功率中较大的值的50%。

3. 根据权利要求1所述的天线结构,其中,所述功分模块被配置为将所述射频口的电磁波等功率地分配至所述第一信号线和所述第二信号线。

4. 根据权利要求1所述的天线结构,其中,所述第一液晶层中液晶分子的介电常数范围包括 $\epsilon_{//1}-\epsilon_{\perp 2}$,所述第一信号线与所述第一液晶层重叠的长度 L_1 满足:

$$\frac{2\pi f_1 L_1}{c} \left| \sqrt{\epsilon_{//1}} - \sqrt{\epsilon_{\perp 2}} \right| \geq \frac{\pi}{2}$$

其中, $\epsilon_{//1}$ 为所述第一液晶层中液晶分子的平行介电常数, $\epsilon_{\perp 2}$ 为所述第一液晶层中液晶分子的垂直介电常数, c 为光速, f_1 为所述第一信号线上电磁波的频率。

5. 根据权利要求1所述的天线结构,其中,所述第二液晶层的液晶分子的介电常数范围包括 $\epsilon_{//3}-\epsilon_{\perp 4}$,所述第二信号线与所述第二液晶层重叠的长度 L_2 满足:

$$\frac{2\pi f_2 L_2}{c} \left| \sqrt{\varepsilon_{\parallel 3}} - \sqrt{\varepsilon_{\perp 4}} \right| \geq \frac{\pi}{2}$$

其中, $\varepsilon_{\parallel 3}$ 为所述第二液晶层中液晶分子的平行介电常数, $\varepsilon_{\perp 4}$ 为所述第二液晶层中液晶分子的垂直介电常数, c 为光速, f_2 为所述第二信号线上电磁波的频率。

6. 根据权利要求1所述的天线结构, 其中, 所述第一信号线位于所述第二基板与所述第一驱动电极或所述第一公共电极之间。

7. 根据权利要求1所述的天线结构, 其中, 所述第二信号线位于所述第三基板和所述第二驱动电极或所述第二公共电极之间。

8. 根据权利要求1所述的天线结构, 其中, 所述辐射贴片位于所述第二基板远离所述第一液晶层的一侧。

9. 根据权利要求1所述的天线结构, 其中, 所述辐射贴片位于所述第二基板靠近所述第一液晶层的一侧, 并与所述第一信号线同层。

10. 根据权利要求1-3中任一项所述的天线结构, 其中, 所述第一馈电点和所述辐射贴片的中心的第一连线垂直于所述第二馈电点与所述辐射贴片的中心的第二连线。

11. 根据权利要求1-3中任一项所述的天线结构, 其中, 所述第一相位调制器在所述第一基板上的正投影与所述辐射贴片在所述第一基板上的正投影间隔设置。

12. 一种天线结构的调制方法, 其中, 所述天线结构包括根据权利要求1所述的天线结构, 所述调制方法包括:

在所述射频口输入线极化波;

所述功分模块将所述线极化波分配至所述第一信号线和所述第二信号线;

所述第一相位调制器对所述第一信号线的线极化波的相位进行调制以使所述第一信号线上的线极化波的相位发生改变并与所述第二信号线上的线极化波正交。

13. 根据权利要求12所述的天线结构的调制方法, 其中,

所述第一信号线上的电磁波的功率与所述第二信号线上的电磁波的功率之差小于所述第一信号线上的电磁波的功率和所述第二信号线上的电磁波的功率中较大的值的50%。

14. 根据权利要求12所述的天线结构的调制方法, 其中, 所述功分模块将所述线极化波分配至所述第一信号线和所述第二信号线包括:

所述功分模块将所述射频口的电磁波等功率地分配至所述第一信号线和所述第二信号线。

15. 根据权利要求12-14中任一项所述的天线结构的调制方法, 其中, 所述天线结构还包括第二相位调制器, 被配置为对所述第二信号线的电磁波的相位进行调制, 所述第一相位调制器对所述第一信号线的线极化波的相位进行调制以使所述第一信号线上的线极化波的相位发生改变并与所述第二信号线上的线极化波正交还包括:

第二相位调制器还对所述第二信号线的线极化波的相位进行调制以使所述第二信号线上的线极化波的相位发生改变。

天线结构及其调制方法

技术领域

[0001] 本公开的实施例涉及一种天线结构及其调制方法。

背景技术

[0002] 随着通信技术的不断发展,天线已经逐渐向着小型化、宽频带、多波段以及高增益的技术方向发展。与传统的喇叭天线、螺旋天线和阵子天线等相比,液晶天线是一种更适合当前技术发展方向的天线。

[0003] 另外,天线的极化特性是以天线辐射的电磁波在最大辐射方向上的电场强度矢量的空间取向来定义的。通过电场强度矢量矢端的运动轨迹划分极化的种类。天线的极化特性可分为线极化、圆极化和椭圆极化。线极化又分为水平极化和垂直极化;圆极化分为左旋圆极化和右旋圆极化。

[0004] 当天线辐射的电磁波的极化面与大地法线面之间的夹角从 $0 \sim 360^\circ$ 周期的变化,即电场大小不变,方向随时间变化,电场矢量末端的轨迹在垂直于传播方向的平面上投影是一个圆时,称为圆极化。在电场的水平分量和垂直分量振幅相等,相位相差 90° 或 270° 时,可以得到圆极化。圆极化,若极化面随时间旋转并与电磁波传播方向成右螺旋关系,称右旋圆极化;反之,若成左螺旋关系,称左旋圆极化。

发明内容

[0005] 本公开实施例提供一种天线结构及其调制方法。该天线结构包括第一基板、辐射贴片、射频口、第一信号线、第二信号线、功分模块以及第一相位调制器。辐射贴片包括第一馈电点和第二馈电点;第一信号线的一端与第一馈电点相连;第二信号线的一端与第二馈电点相连;功分模块与射频口、第一信号线的另一端和第二信号线的另一端分别相连,并被配置为将射频口的电磁波分配至第一信号线和第二信号线;以及第一相位调制器,被配置为对第一信号线的电磁波的相位进行调制。由此,该天线结构可通过功分模块将来自同一射频口的电磁波分配至第一信号线和第二信号线,并且通过第一相位调制器对第一信号线上的电磁波的相位进行调制,从而可实现利用单一射频口实现接收和发射左旋圆极化波、右旋圆极化波、和线极化波。

[0006] 本公开至少一个实施例提供一种天线结构,其包括:第一基板;辐射贴片包括第一馈电点和第二馈电点;射频口;第一信号线,一端与所述第一馈电点相连;第二信号线,一端与所述第二馈电点相连;功分模块,与所述射频口、所述第一信号线的另一端和所述第二信号线的另一端分别相连,并被配置为将所述射频口的电磁波分配至所述第一信号线和所述第二信号线;以及第一相位调制器,被配置为对所述第一信号线的电磁波的相位进行调制。

[0007] 例如,在本公开一实施例提供的天线结构中,所述第一信号线上的电磁波的功率与所述第二信号线上的电磁波的功率之差小于所述第一信号线上的电磁波的功率和所述第二信号线上的电磁波的功率中较大的值的50%。

[0008] 例如,在本公开一实施例提供的天线结构中,所述功分模块被配置为将所述射频

口的电磁波等功率地分配至所述第一信号线和所述第二信号线。

[0009] 例如,在本公开一实施例提供的天线结构中,所述第一相位调制器包括:第二基板,与所述第一基板相对设置;第一液晶层,夹设在所述第一基板和所述第二基板之间;位于所述第一液晶层靠近所述第一基板的一侧和所述第一液晶层靠近所述第二基板的一侧的第一公共电极和第一驱动电极,所述第一信号线在所述第一基板上的正投影与所述第一液晶层在所述第一基板上的正投影至少部分重叠。

[0010] 例如,本公开一实施例提供的天线结构还包括:第二相位调制器,被配置为对所述第二信号线的电磁波的相位进行调制。

[0011] 例如,在本公开一实施例提供的天线结构中,所述第二相位调制器包括:第三基板,与所述第一基板相对设置;第二液晶层,夹设在所述第一基板和所述第三基板之间;以及位于所述第二液晶层靠近所述第一基板的一侧和所述第二液晶层靠近所述第三基板的一侧的第二公共电极和第二驱动电极,所述第二信号线在所述第一基板上的正投影与所述第二液晶层在所述第一基板上的正投影至少部分重叠。

[0012] 例如,在本公开一实施例提供的天线结构中,所述第一液晶层中液晶分子的介电常数范围包括 $\epsilon_{//1}-\epsilon_{\perp 2}$,所述第一信号线与所述第一液晶层重叠的长度 L_1 满足:

$$[0013] \quad \frac{2\pi f_1 L_1}{c} \left| \sqrt{\epsilon_{//1}} - \sqrt{\epsilon_{\perp 2}} \right| \geq \frac{\pi}{2}$$

[0014] 其中, $\epsilon_{//1}$ 为所述第一液晶层中液晶分子的平行介电常数, $\epsilon_{\perp 2}$ 为所述第一液晶层中液晶分子的垂直介电常数, c 为光速, f_1 为所述第一信号线上电磁波的频率。

[0015] 例如,在本公开一实施例提供的天线结构中,所述第二液晶层的液晶分子的介电常数范围包括 $\epsilon_{//3}-\epsilon_{\perp 4}$,所述第一信号线与所述第一液晶层重叠的长度 L_2 满足:

$$[0016] \quad \frac{2\pi f_2 L_2}{c} \left| \sqrt{\epsilon_{//3}} - \sqrt{\epsilon_{\perp 4}} \right| \geq \frac{\pi}{2}$$

[0017] 其中, $\epsilon_{//2}$ 为所述第二液晶层中液晶分子的平行介电常数, $\epsilon_{\perp 2}$ 为所述第二液晶层中液晶分子的垂直介电常数, c 为光速, f_2 为所述第二信号线上电磁波的频率。

[0018] 例如,在本公开一实施例提供的天线结构中,所述第一信号线位于所述第二基板与所述第一驱动电极或所述第一公共电极之间。

[0019] 例如,在本公开一实施例提供的天线结构中,所述第二信号线位于所述第三基板和所述第二驱动电极或所述第二公共电极之间。

[0020] 例如,在本公开一实施例提供的天线结构中,所述辐射贴片位于所述第二基板远离所述第一液晶层的一侧。

[0021] 例如,在本公开一实施例提供的天线结构中,所述辐射贴片位于所述第二基板靠近所述第一液晶层的一侧,并与所述第一信号线同层。

[0022] 例如,在本公开一实施例提供的天线结构中,所述第一馈电点和所述辐射贴片的中心的第一连线垂直于所述第二馈电点与所述辐射贴片的中心的第二连线。

[0023] 例如,在本公开一实施例提供的天线结构中,所述第一相位调制器在所述第一基板上的正投影与所述辐射贴片在所述第一基板上的正投影间隔设置。

[0024] 本公开至少一个实施例还提供一种天线结构的调制方法,所述天线结构包括上述的天线结构,所述调制方法包括:在所述射频口输入线极化波;功分模块将所述线极化波分

配至所述第一信号线和所述第二信号线；第一相位调制器对所述第一信号线的线极化波的相位进行调制以使所述第一信号线上的线极化波的相位发生改变并与所述第二信号线上的线极化波正交。

[0025] 例如,在本公开一实施例提供的天线结构的调制方法中,所述第一信号线上的电磁波的功率与所述第二信号线上的电磁波的功率之差小于所述第一信号线上的电磁波的功率和所述第二信号线上的电磁波的功率中较大的值的50%。

[0026] 例如,在本公开一实施例提供的天线结构的调制方法中,所述功分模块将所述线极化波分配至所述第一信号线和所述第二信号线包括:所述功分模块将所述射频口的电磁波等功率地分配至所述第一信号线和所述第二信号线。

[0027] 例如,在本公开一实施例提供的天线结构的调制方法中,所述天线结构还包括第二相位调制器,被配置为对所述第二信号线的电磁波的相位进行调制,所述第一相位调制器对所述第一信号线的线极化波的相位进行调制以使所述第一信号线上的线极化波的相位发生改变并与所述第二信号线上的线极化波正交还包括:第二相位调制器还对所述第二信号线的线极化波的相位进行调制以使所述第二信号线上的线极化波的相位发生改变。

附图说明

[0028] 为了更清楚地说明本公开实施例的技术方案,下面将对实施例的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅涉及本公开的一些实施例,而非对本公开的限制。

[0029] 图1为根据本公开一实施例提供的一种天线结构的平面示意图;

[0030] 图2A为根据本公开一实施例提供的一种天线结构中第一相位调制器的剖面示意图;

[0031] 图2B为根据本公开一实施例提供的另一种天线结构中第一相位调制器的剖面示意图;

[0032] 图3为根据本公开一实施例提供的另一种天线结构的平面示意图;

[0033] 图4为根据本公开一实施例提供的一种天线结构的工作示意图;

[0034] 图5为根据本公开一实施例提供的另一种天线结构的工作示意图;

[0035] 图6为根据本公开一实施例提供的另一种天线结构的工作示意图;

[0036] 图7A为根据本公开一实施例提供的一种天线结构中第二相位调制器的剖面示意图;

[0037] 图7B为根据本公开一实施例提供的另一种天线结构中第二相位调制器的剖面示意图;以及

[0038] 图8为根据本公开一实施例提供的一种天线结构的调制方法的流程图。

具体实施方式

[0039] 为使本公开实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本公开实施例的附图,对本公开实施例的技术方案进行清楚、完整地描述。显然,所描述的实施例是本公开的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于所描述的本公开的实施例,本领域普通技术人员在无需创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本公开保护的范围。

[0040] 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。

[0041] 本申请的发明人注意到:随着通信技术的不断发展,无线通信的应用场景原来越多;有的通信设备需要接收或发送线极化信号,有的通信设备需要接收或发送左旋圆极化信号,有的通信设备需要接收或发送右旋圆极化信号。然而,现在某些应用场景和设备对天线的尺寸要求严苛,不能同时安装单一极化的多种天线。

[0042] 因此,本公开实施例提供一种天线结构及其调制方法。该天线结构包括第一基板、辐射贴片、射频口、第一信号线、第二信号线、功分模块以及第一相位调制器。辐射贴片包括第一馈电点和第二馈电点;第一信号线的一端与第一馈电点相连;第二信号线的一端与第二馈电点相连;功分模块与射频口、第一信号线的另一端和第二信号线的另一端分别相连,并被配置为将射频口的电磁波分配至第一信号线和第二信号线;以及第一相位调制器,被配置为对第一信号线的电磁波的相位进行调制。由此,该天线结构可通过功分模块将来自同一射频口的电磁波分配至第一信号线和第二信号线,并且通过第一相位调制器对第一信号线上的电磁波的相位进行调制,从而可实现利用单一射频口实现接收和发射左旋圆极化波、右旋圆极化波、和线极化波。

[0043] 下面结合附图对本公开实施例提供的天线结构及其调制方法进行详细的说明。

[0044] 图1为根据本公开一实施例提供的一种天线结构的平面示意图。如图1所示,该天线结构100包括第一基板110;辐射贴片120包括第一馈电点121和第二馈电点122;射频口130;第一信号线140,一端与第一馈电点121相连;第二信号线150,一端与第二馈电点122相连;功分模块160,与射频口130、第一信号线140的另一端以及第二信号线150的另一端分别相连,并可将射频口130的电磁波分配至第一信号线140和第二信号线150;以及第一相位调制器170,可对第一信号线140的电磁波的相位进行调制。例如,第一相位调制器170在第一基板110上的正投影与所述第一信号线140在第一基板110上的正投影至少部分重叠,从而第一相位调制器170可对第一信号线140上的电磁波的相位进行调制。需要说明的是,第一信号线与第一馈电点的相连可为电连接也可为耦合连接;第二信号线与第二馈电点的相连可为电连接也可为耦合连接。

[0045] 在本公开实施例提供的天线结构中,当射频口130的电磁波为线极化波时,功分模块160将来自射频口130的线极化波分配至第一信号线140和第二信号线150;也就是说,第一信号线140和第二信号线150上的电磁波为线极化波;然后,第一相位调制器170对第一信号线140上的电磁波的相位进行调制;当经过第一相位调制器170调制的第一信号线140上的第一线极化波与第二信号线150上的第二线极化波的相位差例如为 ± 90 度时,第一信号线140上的第一线极化波和第二信号线150上的第二线极化波可在辐射贴片120形成圆极化波,并从辐射贴片120进行接收和发射。当经过第一相位调制器170调制的第一信号线140上的第一线极化波与第二信号线150上的第二线极化波的相位差为0度时,第一信号线140上的第一线极化波和第二信号线150上的第二线极化波可在辐射贴片120形成线极化波,并从辐射贴片120进行发射。当本公开实施例提供的天线结构接收圆极化波(包括左旋圆极化波

和右旋圆极化波)时,圆极化波可在辐射贴片120分解为两个正交的线极化波,并分别通过第一信号线140和第二信号线150传输到射频口130。由此,可通过控制第一相位调制器170使得该天线结构利用单一射频口实现接收和发射左旋圆极化波、右旋圆极化波、和线极化波。需要说明的是,上述的圆极化波包括正圆极化波和椭圆极化波;当圆极化波的轴比为1时,为正圆极化波;当圆极化波的轴比大于1时,为椭圆极化波。

[0046] 值得注意的是,当第一信号线140上的第一线极化波与第二信号线150上的第二线极化波的相位差不为 ± 90 度且不为0度时,辐射贴片120上形成的为椭圆极化波。当第一信号线140上的第一线极化波与第二信号线150上的第二线极化波的功率不相等时,辐射贴片120上形成的也为椭圆极化波。当第一信号线140上的第一线极化波与第二信号线150上的第二线极化波的功率相等,且相位差为 ± 90 度时,辐射贴片120上形成的也为正圆极化波。

[0047] 例如,在一些示例中,第一信号线上的电磁波的功率与第二信号线上的电磁波的功率之差小于第一信号线上的电磁波的功率和第二信号线上的电磁波的功率中较大的值的50%。从而可保证形成的圆极化波的轴比较小,更利于信息的传播与接收。

[0048] 例如,在一些示例中,功分模块被配置为将射频口的电磁波等功率地分配至第一信号线和第二信号线。即第一信号线上的第一线极化波和第二信号线上的第二线极化波为等功率的线极化波。从而形成的圆极化波为正圆极化波,从而可进一步利于信息的传播与接收。需要说明的是,上述的“等功率地分配”是指将射频口的电磁波信号分为两个电磁波信号,且这两个电磁波信号的功率相等。

[0049] 例如,在一些示例中,如图1所示,第一馈电点121和辐射贴片120的中心的第二连线垂直于第二馈电点122与辐射贴片120的中心的第二连线。由此,可保证第一馈电点121和第二馈电点122的线极化波正交,从而便于形成圆极化波。

[0050] 图2A为根据本公开一实施例提供的一种天线结构中第一相位调制器的剖面示意图。如图2A所示,第一相位调制器170包括与第一基板110相对设置的第二基板171、夹设在第一基板110和第二基板171之间的第一液晶层172、以及设置在第一基板110靠近第一液晶层172的一侧和第二基板171靠近第一液晶层172的一侧的第一公共电极173和第一驱动电极174。第一信号线140在第一基板110上的正投影与第一液晶层172在第一基板110上的正投影至少部分重叠。第一相位调制器170可通过第一公共电极173和第一驱动电极174上的电压调节第一液晶层172中的液晶分子的取向,从而改变第一液晶层172的有效介电常数,从而对第一信号线140上的电磁波的相位进行调制。并且,采用液晶天线结构的第一相位调制器还具有体积小、轻薄等优点,更有利于本公开实施例提供的天线结构的小型化。需要说明的是,图2A中也示出了辐射贴片120(图中虚线框所示),辐射贴片120与第一液晶层172并不交叠,因此通过虚线框进行表示。

[0051] 例如,如图2A所示,第一公共电极173可设置在第一基板110靠近第一液晶层172的一侧,第一驱动电极174可设置在第二基板171靠近第一液晶层172的一侧。当然,本公开实施例包括但不限于此,第一驱动电极174也可设置在第一基板110靠近第一液晶层172的一侧,第一公共电极173可设置在第二基板171靠近第一液晶层172的一侧。

[0052] 例如,在一些示例中,如图2A所示,第一信号线140位于第二基板171与第一驱动电极174之间。当然,本公开实施例包括但不限于此,当第一公共电极位于第二基板靠近第一液晶层的一侧时,第一信号线位于第二基板与第一公共电极之间。

[0053] 例如,在一些示例中,如图2A所示,第一相位调制器170还包括第一封框胶177,位于第一基板110和第二基板171之间并被配置为限定第一液晶层172。由此,第一基板110、第二基板171和第一封框胶177可形成一个液晶盒,以容纳液晶分子以形成第一液晶层172。

[0054] 例如,在一些示例中,如图2A所示,辐射贴片120位于第二基板171远离第一液晶层172的一侧。当然,本公开实施例包括但不限于此。图2B为根据本公开一实施例提供的另一种天线结构中第一相位调制器的剖面示意图。如图2B所示,辐射贴片120位于第二基板171靠近第一液晶层172的一侧,并与第一信号线140同层。

[0055] 需要说明的是,在图2B所示的方案中,辐射贴片120可与第一液晶层172交叠。此时,由于辐射贴片120与第一液晶层172交叠,因此可进一步减小该天线结构所占的面积。

[0056] 图3为根据本公开一实施例提供的另一种天线结构的示意图。如图3所示,该天线结构还包括第二相位调制器180。第二相位调制器180可对第二信号线150上的电磁波的相位进行调制。由此,第一相位调制器170对第一信号线140上的电磁波的相位进行调制;第二相位调制器180对第二信号线150上的电磁波的相位进行调制;当经过第一相位调制器170调制的第一信号线140上的第一线极化波与经过第二相位调制器180调制的第二信号线150上的第二线极化波的相位差为 ± 90 度时,第一信号线140上的第一线极化波和第二信号线150上的第二线极化波可在辐射贴片120形成圆极化波,并从辐射贴片120进行接收和发射。当经过第一相位调制器170调制的第一信号线140上的第一线极化波与经过第二相位调制器180调制的第二信号线150上的第二线极化波的相位差为0度时,第一信号线140上的第一线极化波和第二信号线150上的第二线极化波可在辐射贴片120形成线极化波,并从辐射贴片120进行发射。当本公开实施例提供的天线结构接收圆极化波(包括左旋圆极化波和右旋圆极化波)时,圆极化波可在辐射贴片120分解为两个正交的线极化波,并分别通过第一信号线140和第二信号线150传输到射频口130。由此,可通过控制第一相位调制器170和第二相位调制器180使得该天线结构利用单一射频口实现接收和发射左旋圆极化波、右旋圆极化波、和线极化波。

[0057] 例如,在一些示例中,如图3所示,第一馈电点121和辐射贴片120的中心的第二连线垂直于第二馈电点122与辐射贴片120的中心的第二连线。由此,可保证第一馈电点121和第二馈电点122的线极化波正交,从而便于形成圆极化波。

[0058] 例如,在一些示例中,如图3所示,第一相位调制器170在第一基板110上的正投影位于辐射贴片120在第一基板110上的正投影的第一馈电点121所在的一侧,第二相位调制器180在第一基板110上的正投影位于辐射贴片120在第一基板110上的正投影的第二馈电点122所在的一侧。由此,当该天线结构包括两个相位调制器,即第一相位调制器和第二相位调制器时,可充分利用空间,进一步减小该天线结构的体积。

[0059] 例如,在一些示例中,如图3所示,第一相位调制器170在第一基板110上的正投影与辐射贴片120在第一基板110上的正投影间隔设置,第二相位调制器180在第一基板110上的正投影与辐射贴片120在第一基板110上的正投影间隔设置。

[0060] 例如,在一些示例中,第一液晶层中液晶分子的介电常数为 $\epsilon_{\parallel 1}-\epsilon_{\perp 2}$,第一信号线与第一液晶层重叠的长度 L_1 满足:

$$[0061] \quad \frac{2\pi f_1 L_1}{c} \left| \sqrt{\epsilon_{\parallel 1}} - \sqrt{\epsilon_{\perp 2}} \right| \geq \frac{\pi}{2}$$

[0062] 其中, $\varepsilon_{//1}$ 为第一液晶层中液晶分子的平行介电常数, $\varepsilon_{\perp 2}$ 为第一液晶层中液晶分子的垂直介电常数, c 为光速, f_1 为第一信号线上电磁波的频率。

[0063] 例如, 在一些示例中, 第二液晶层中液晶分子的介电常数范围包括 $\varepsilon_{//3}$ - $\varepsilon_{\perp 4}$, 第二信号线与第二液晶层重叠的长度 L_2 满足:

$$[0064] \quad \frac{2\pi f_2 L_2}{c} \left| \sqrt{\varepsilon_{//3}} - \sqrt{\varepsilon_{\perp 4}} \right| \geq \frac{\pi}{2}$$

[0065] 其中, $\varepsilon_{//2}$ 为第二液晶层中液晶分子的平行介电常数, $\varepsilon_{\perp 2}$ 为第二液晶层中液晶分子的垂直介电常数, c 为光速, f_2 为第二信号线上电磁波的频率。

[0066] 图4为根据本公开一实施例提供的一种天线结构的工作示意图。如图4所示, 第二相位调制器180不对第二信号线150上的电磁波的相位进行调制; 第一相位调制器170对第一信号线140上的电磁波的相位进行调制, 使第一信号线140上电磁波的相位产生-90度的相位差; 第一信号线140上的第一线极化波和第二信号线150上的第二线极化波可分别通过第一馈电点121和第二馈电点122传输到辐射贴片120, 并可在辐射贴片120形成左旋圆极化波, 并从辐射贴片120进行接收和发射。

[0067] 图5为根据本公开一实施例提供的另一种天线结构的工作示意图。如图5所示, 第二相位调制器180不对第二信号线150上的电磁波的相位进行调制; 第一相位调制器170对第一信号线140上的电磁波的相位进行调制, 使第一信号线140上电磁波的相位产生90度的相位差; 第一信号线140上的第一线极化波和第二信号线150上的第二线极化波可分别通过第一馈电点121和第二馈电点122传输到辐射贴片120, 并可在辐射贴片120形成右旋圆极化波, 并从辐射贴片120进行接收和发射。

[0068] 图6为根据本公开一实施例提供的另一种天线结构的工作示意图。如图6所示, 第一相位调制器170不对第一信号线140上的电磁波的相位进行调制; 第二相位调制器180不对第二信号线150上的电磁波的相位进行调制; 第一信号线140上的第一线极化波和第二信号线150上的第二线极化波可分别通过第一馈电点121和第二馈电点122传输到辐射贴片120, 并在辐射贴片120形成线极化波, 并从辐射贴片120进行接收和发射。

[0069] 需要说明的是, 本公开实施例提供的天线结构的工作状态不仅限于图4-图6所描述的几种情况, 还可根据实际情况分别利用第一相位调制器和第二相位调制器分别对第一信号线和第二信号线上的电磁波进行相位调制。

[0070] 例如, 在一些示例中, 第二相位调制器180也可采用与第一相位调制器170相似的结构。图7A为根据本公开一实施例提供的一种天线结构中第二相位调制器的剖面示意图。如图7A所示, 第二相位调制器180包括与第一基板110相对设置的第三基板181、夹设在第一基板110和第三基板181之间的第二液晶层182以及设置在第一基板110靠近第二液晶层182的一侧和设置在第三基板181靠近第二液晶层182的一侧的第二公共电极183和第二驱动电极184。第二信号线150在第一基板110上的正投影与第二液晶层182在第一基板110上的正投影至少部分重叠。第二相位调制器180可通过第二公共电极183和第二驱动电极184上的电压调节第二液晶层182中的液晶分子的取向, 从而改变第二液晶层182的有效介电常数, 从而对第二信号线150上的电磁波的相位进行调制。并且, 采用液晶天线结构的第二相位调制器还具有体积小、轻薄等优点, 更有利于本公开实施例提供的天线结构的小型化。需要说明的是, 图7A中也示出了辐射贴片120 (图中虚线框所示), 辐射贴片120与第二液晶层182并

不交叠,因此通过虚线框进行表示。

[0071] 例如,如图7A所示,第二公共电极183可设置在第一基板110靠近第二液晶层182的一侧,第二驱动电极184可设置在第三基板181靠近第二液晶层182的一侧。当然,本公开实施例包括但不限于此,第二驱动电极184也可设置在第一基板110靠近第二液晶层182的一侧,第二公共电极183可设置在第二基板181靠近第二液晶层182的一侧。

[0072] 例如,在一些示例中,如图7A所示,第二相位调制器180还包括第二封框胶187,位于第一基板110和第三基板181之间并被配置为限定第二液晶层182。由此,第一基板110、第三基板181和第二封框胶187可形成一个液晶盒,以容纳液晶分子以形成第二液晶层182。

[0073] 例如,在一些示例中,如图7A所示,第二信号线150位于第三基板181和第二驱动电极184之间。当然,本公开实施例包括但不限于此,当第二公共电极位于第三基板靠近第二液晶层的一侧时,第二信号线位于第三基板与第二公共电极之间。

[0074] 例如,在一些示例中,第二基板和第三基板可为同一基板;第一液晶层和第二液晶层可同层设置。也就是说,图2A中的第二基板171和图7A中的第三基板181可利用同一基板形成;图2A中的第一液晶层172和图7A中的第二液晶层182可同层设置。

[0075] 例如,在一些示例中,第二基板和第三基板为同一基板,第一公共电极和第二公共电极为在第一基板上的同一公共电极。也就是说,图2A中的第二基板171和图7A中的第三基板181可利用同一基板形成;图2A中的第一公共电极173和图7A中的第二公共电极183可利用同一电极层形成。

[0076] 例如,在一些示例中,如图7A所示,辐射贴片120位于第三基板181远离第二液晶层182的一侧。当然,本公开实施例包括但不限于此。图7B为根据本公开一实施例提供的另一种天线结构中第二相位调制器的剖面示意图。如图7B所示,辐射贴片120位于第二基板171靠近第一液晶层172的一侧,并与第二信号线150同层。

[0077] 本公开一实施例提供一种天线结构的调制方法。该天线结构包括上述的天线结构。图8为根据本公开一实施例提供的一种天线结构的调制方法的流程图。如图8所示,该调制方法包括步骤S801-S803。

[0078] 步骤S801:在射频口输入线极化波;

[0079] 步骤S802:功分模块将线极化波分配至第一信号线和第二信号线。

[0080] 步骤S803:第一相位调制器对第一信号线的线极化波的相位进行调制以使第一信号线上的线极化波的相位发生改变并与第二信号线上的线极化波正交。

[0081] 在本公开实施例提供的天线结构的调制方法中,功分模块将来自射频口的线极化波分配至第一信号线和第二信号线;也就是说,第一信号线和第二信号线上的电磁波为线极化波;然后,第一相位调制器对第一信号线上的电磁波的相位进行调制;当经过第一相位调制器调制的第一信号线上的第一线极化波与第二信号线上的第二线极化波的相位差例如为 ± 90 度时,第一信号线上的第一线极化波和第二信号线上的第二线极化波可在辐射贴片形成圆极化波,并从辐射贴片进行接收和发射。当经过第一相位调制器调制的第一信号线上的第一线极化波与第二信号线上的第二线极化波的相位差为0度时,第一信号线上的第一线极化波和第二信号线上的第二线极化波可在辐射贴片形成线极化波,并从辐射贴片进行接收和发射。由此,可通过控制第一相位调制器使得该天线结构利用单一射频口实现接收和发射左旋圆极化波、右旋圆极化波、和线极化波。

[0082] 值得注意的是,当第一信号线上的线极化波的相位发生改变并与第二信号线上的线极化波正交时,如果第一信号线上的第一线极化波与第二信号线上的第二线极化波的相位差不为 ± 90 度且不为 0 度时,辐射贴片上形成的为椭圆极化波;如果第一信号线上的第一线极化波与第二信号线上的第二线极化波的功率不相等时,辐射贴片上形成的也为椭圆极化波;如果第一信号线上的第一线极化波与第二信号线上的第二线极化波的功率相等,且相位差为 ± 90 度时,辐射贴片上形成的为正圆极化波。

[0083] 例如,在一些示例中,第一信号线上的电磁波的功率与第二信号线上的电磁波的功率之差小于第一信号线上的电磁波的功率和第二信号线上的电磁波的功率中较大的值的 50% 。从而可保证形成的圆极化波的轴比较小,更利于信息的传播与接收。

[0084] 例如,在一些示例中,功分模块将线极化波分配至第一信号线和第二信号线包括:功分模块将射频口的电磁波等功率地分配至第一信号线和第二信号线,即第一信号线上的第一线极化波和第二信号线上的第二线极化波为等功率的线极化波。从而形成的圆极化波为正圆极化波,从而可进一步利于信息的传播与接收。

[0085] 例如,在一些示例中,上述天线结构还包括:第二相位调制器,可对第二信号线的电磁波的相位进行调制。此时,上述的步骤803还可包括:第二相位调制器还对第二信号线的线极化波的相位进行调制以使第二信号线上的线极化波的相位发生改变。

[0086] 例如,在一些示例中,第一相位调制器对第一信号线的线极化波的相位进行调制以使第一信号线上的线极化波的相位发生改变并与第二信号线上的线极化波正交包括:第一相位调制器对第一信号线的线极化波的相位进行调制以使第一信号线上的线极化波的相位与第二信号线上的线极化波相差 90 度。由此,第一信号线上的第一线极化波和第二信号线上的第二线极化波可分别通过第一馈电点和第二馈电点传输到辐射贴片,并可在辐射贴片形成右旋圆极化波,并从辐射贴片进行接收和发射。

[0087] 例如,在一些示例中,第一相位调制器对第一信号线的线极化波的相位进行调制以使第一信号线上的线极化波的相位发生改变并与第二信号线上的线极化波正交包括:第一相位调制器对第一信号线的线极化波的相位进行调制以使第一信号线上的线极化波的相位与第二信号线上的线极化波相差 -90 度。由此,第一信号线上的第一线极化波和第二信号线上的第二线极化波可分别通过第一馈电点和第二馈电点传输到辐射贴片,并可在辐射贴片形成左旋圆极化波,并从辐射贴片进行接收和发射。

[0088] 有以下几点需要说明:

[0089] (1) 本公开实施例附图中,只涉及到与本公开实施例涉及到的结构,其他结构可参考通常设计。

[0090] (2) 在不冲突的情况下,本公开同一实施例及不同实施例中的特征可以相互组合。

[0091] 以上,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权利要求的保护范围为准。

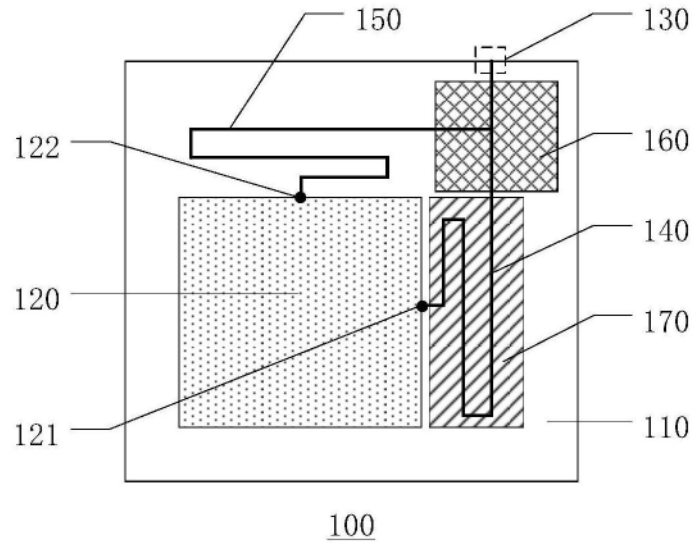


图1

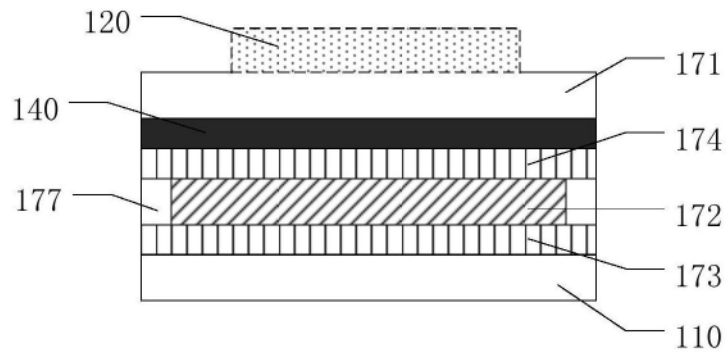


图2A

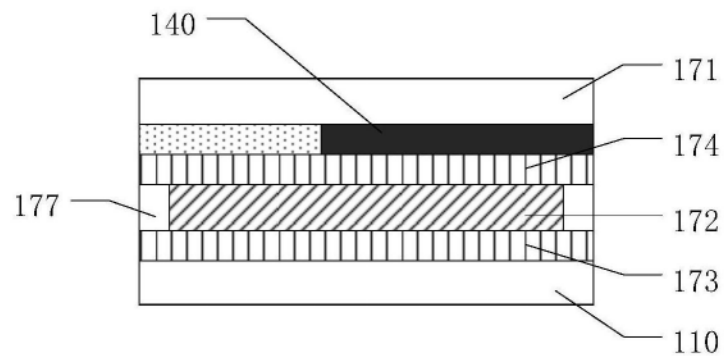


图2B

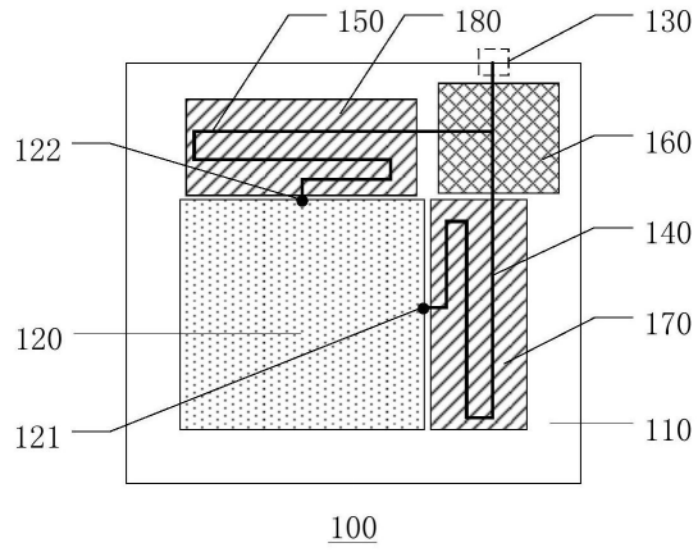


图3

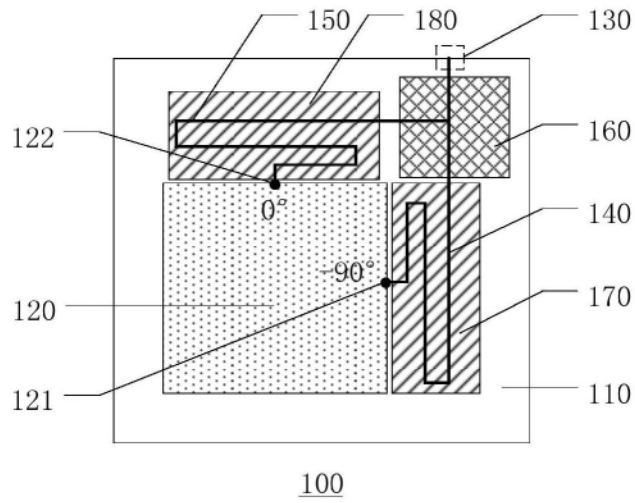


图4

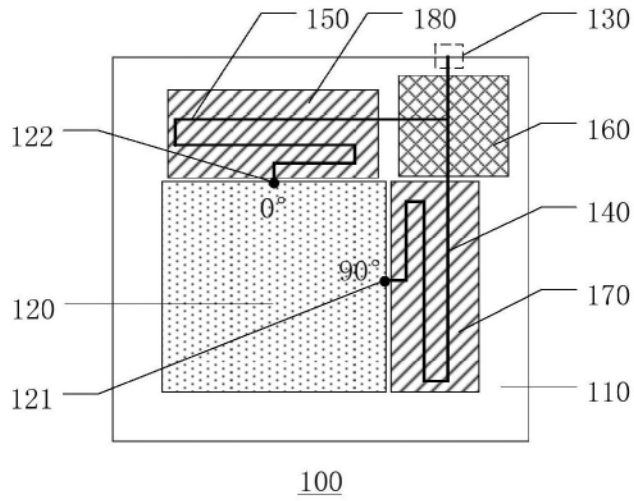


图5

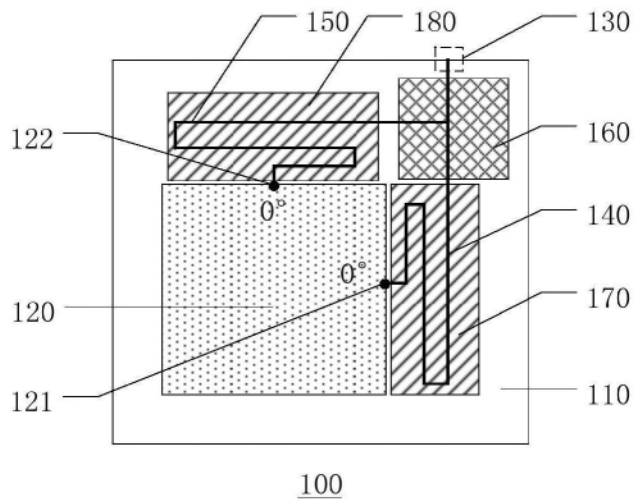


图6

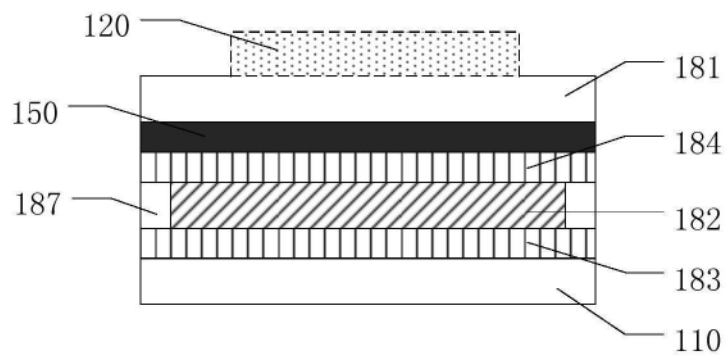


图7A

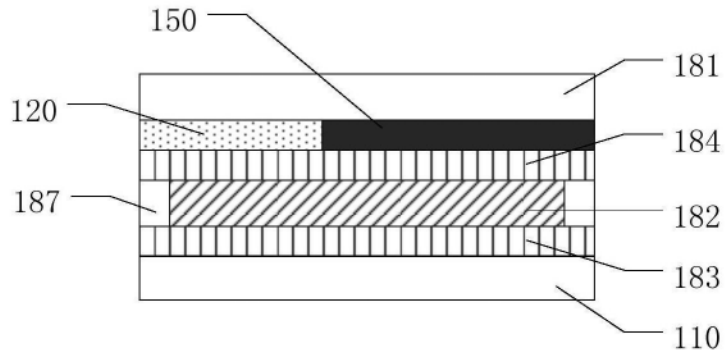


图7B

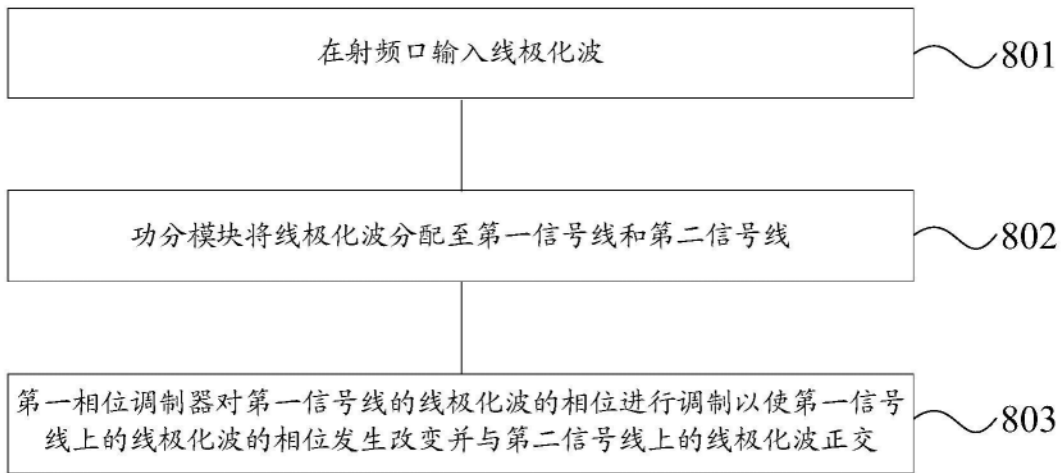


图8