

Wideband Circular Polarization Reconfigurable Antenna

宽带可重构圆极化天线

一、 论文信息：

W. Lin and H. Wong, "Wideband Circular Polarization Reconfigurable Antenna," in *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 63, no. 12, pp. 5938-5944, Dec. 2015.

doi: 10.1109/TAP.2015.2489210

URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7295588&isnumber=7337475>

二、 论文摘要：

该文章引入了极化可重配置宽带圆极化 (CP) 天线, 其由连接到可重新配置馈电网络的四个辐射臂组成。由馈电网络激发的四个辐射臂能够在自由空间中产生具有双向辐射图案的宽带 CP 波。为了增加增益并获得宽边辐射方向图, 所提出的天线放置在金属反射器上方, 天线与反射器距离为四分之一中心频率的波长。此外, 通过在馈电传输线中使用 PIN 二极管来实现极化可重配置性, 使得可以通过控制 PIN 的 ON / OFF 状态来选择性地激励左旋圆极化 (LHCP) 和右旋圆极化 (RHCP) 模式。所提出的天线具有 80% 的宽阻抗带宽, 并且两种模式的重叠轴比 (AR) 带宽均为 23.5%。天线增益在整个工作带宽内保持稳定, 峰值增益为 4.8 dBic。该天线具有 90° 的宽 AR 波束宽度。所提出的工作适用于 GPS, CNSS 或 RFID 应用。

三、 背景：

可重构的天线在无线通信系统中越来越重要。在作者介绍到的其他文章中, 针对极化方向的重构方法主要有两种: 选用可重构的发射单元和选用可重构的馈电网络。对于可重构的发射单元, 通常用微带贴片天线作为辐射元件, 因为他们的平面结构易于与有源 RF 开关集成。但是其工作带宽通常很窄。同样的, 对于使用馈电网络来重新配置方向图、实现波束控制和极化也是可重构天线设计的重要方法, 但这些方法对于实现宽带也十分困难。

主要为了带宽不够宽的问题, 该文章提出了一种新的工作带宽很宽(23.5%)的天线, 它由四个辐射臂和一个可重构的馈电网络组成。馈电网络包含两个 1: 2 Wilkinson 功率分配器、16 个 PIN 二极管组成。为了增强方向性, 在天线下方放

置了一个金属反射板。

四、 内容概述：

文章第二部分详细介绍了该天线的外形尺寸。详细数据略去，这里仅结合三视图（Fig.1）对外形和构成做简要说明：

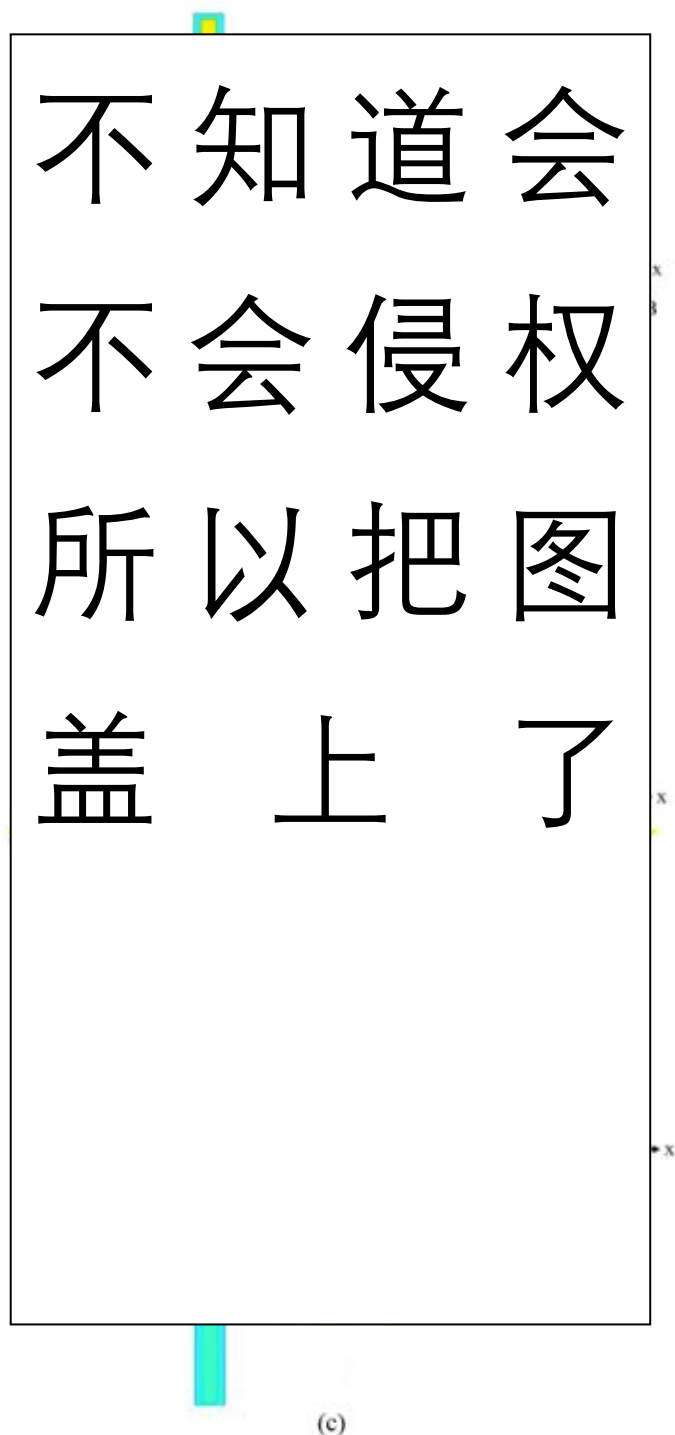


Fig. 1. Antenna configuration. (a) Top view without metallic reflector. (b) Side view with metallic reflector. (c) Bottom view without metallic reflector.

就是导通或关闭二极管，来改变辐射电磁波的极化特性。

可以清晰的看到如果不算反射板，该天线由三层构成 (Sbustrate#1~#3)，上面两层#1 和#2 每一层上有两个辐射臂，且每一层包含一个 Wilkinson 功率分配器，每一个分配器分别激励处在#1 层和#2 层的各一个辐射臂。#1 层和#2 层之间还有一层金属，作为两层的共地点。

#3 层为直流偏置层，该层有两个偏置电压 DC#1 和 DC#2，为了减少射频对于该层直流偏置的干扰，使用了铁氧体珠作为射频扼流圈 (ferrite beads as RF chokes are utilized)，摘要和背景中均提到了二极管，这些二极管主要分布在每一个辐射臂的根部附近，#3 层直流电压的作用

该二极管由中心 SMA 馈电，内导体接#1 板的功分器，外导体接#2 板的功分器，为了减少内导体对#1 和#2 之间的浮动金属层的影响，在中央打了一个孔，如图 1 中(b)的左上角所示。同时为了避免可能存在的外导体电流泄露，在接口上方放了一个 42mm 长（1.8GHz 的四分之一波长）巴伦。

二极管的放置方式 Fig.8 所示。

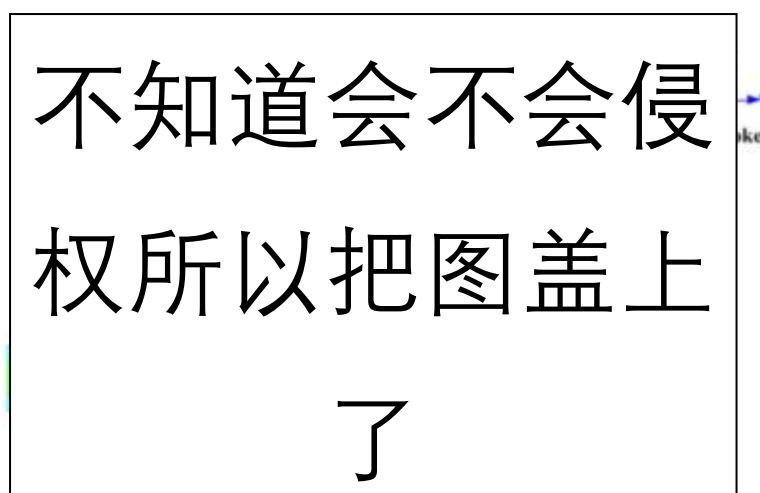


Fig. 8. Arrangement of the PIN diodes on the top Wilkinson power divider of the proposed antenna.

文章的第三部分介绍了宽带机理和可重构的实现原理（左旋和右旋极化波的切换）。

在所提出的天线中，由顺序相位延迟馈电网络激励的四个顺序旋转的辐射臂产生宽带 CP 辐射。 Fig.2 示出了在一段时间内具有馈电网络的四个辐射器的电流分布。两个 Wilkinson 功率分配器的差分激励能够提供具有相同幅度的四个输出，具有连续的 90° 相位延迟。因为馈电网络的输出相在该状态下顺时针延迟，四个臂上的合成电流形成顺时针旋转。四个辐射器的辐射相当于两个正交放置的偶极子的辐射，具有 90° 相位差，因此，产生了宽带圆偏振。

而要实现 LHCP 和 RHCP 的切换，只要通过改变第#3 层板子上的两个直流电压 DC#1 和 DC#2 的相对大小，来改变二极管的导通方式即可。TableII 介绍了电压和辐射的极化波方向的关系， Fig.9 显示了在 LHCP 和 RHCP 模式下的表面电流分布。

不知道会不会侵权所以把图盖上了

(c)

(d)

Fig. 2. Current distribution of the proposed antenna within a period (LHCP^z mode as red diodes are ON). (a) $t = 0$. (b) $t = 1/4T$. (c) $t = 2/4T$. (d) $t = 3/4T$.

TABLE II
POLARIZATIONS BY DIFFERENT STATUS OF PIN DIODES

不知道会不会侵权所以把图盖上了

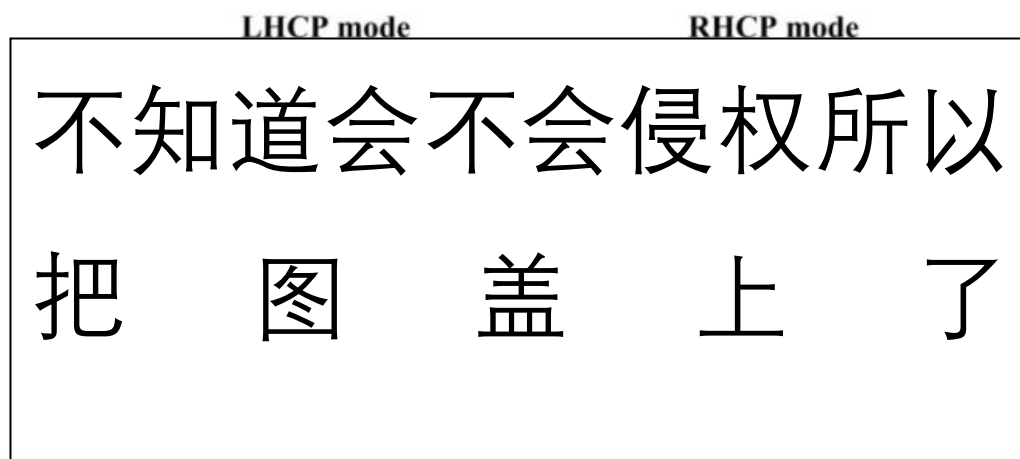


Fig. 9. Demonstration of reconfigurable polarizations realization by controlling PIN diodes.

文章最后通过仿真和实测介绍了该天线的性能在所关心的频段内达到了设计要求。如阻抗和轴比带宽、四条辐射臂的相位延迟、反射系数等，还有些我没有看懂的指标，比如 Transmission、二极管的 Isolation 等。具体的图就不贴了，总之在 1.0GHz~2.5GHz 范围内，其天线增益稳定、反射系数小、加上反射板后其方向性改善等。

五、 个人体会：

读到反射器 reflector 和 Balun 的时候觉得没白听课，自己还是懂一点天线的，记得在介绍阿基米德螺旋天线的时候也说了这个反射器，但为了增强方向性，就要牺牲一点带宽，因为反射器到天线的距离只能是距离为中心频率的四分之一波长，这样在其他频率甚至可能存在相消的情况。这个巴伦好像原作者好像最开始没有加，在致谢部分写到：“one of the reviewers to incorporate a Balun in order to reduce the asymmetry of the radiation patterns”，虽然不知道这个 reviewer 是审稿人还是他们团队里面读他文章的人，但这体现出了团队和思维碰撞的重要性。

还有一点是实测和仿真的结果并不完全一致，有的点甚至相差很多，虽然比较两者的结果之后比较容易分析出原因，但是如果只进行仿真，还是很难分析出相对实测结果应该如何修正。因此动手很重要。