

一种 5.8GHz 高效率小型化整流天线

严安 刘长军

(四川大学电子信息学院 cjliu@IEEE.org)

摘要: 本文设计了一种用于无线能量传输的 5.8GHz 整流天线。一种基于 SRR 结构的介质集成波导(SIW)背腔结构被用来提高天线的性能同时降低天线的尺寸,最终天线的增益达到 6dBi,天线的尺寸为 29×25mm。同时设计了一种基于 MA4E1317 类整流电路,最终电路的尺寸小于一枚硬币。最后整流天线的效率为 65%。此项工作适用于小型化整流天线设计。
关键词: 整流天线; SIW 背腔天线; 小型化

A 5.8GHz high conversion efficiency miniaturized rectenna

An Yan, and Changjun Liu, *Senior Member, IEEE*

School of Electronics and Information Engineering, Sichuan University

Corresponding author: cjliu@IEEE.org

Abstract: In this paper, a rectenna for wireless power transmission (MPT) at 5.8GHz is designed and fabricated. A novel SIW Cavity-Backed antenna base on SRR structure are fabricated to improve the performance of the designed antenna in terms of gain and reducing the size of the antenna. The gain of the antenna reaches 6dBi, the size of the antenna reduced to 29×25 mm. A rectifier base on MA4E 1317 has be designed, the volume is smaller than a coin. The MW-to-DC conversion efficiency of the proposed rectifier up to 65%. This work is extremely valuable in the high conversion efficiency rectenna when the space is limited.

Keywords: rectenna; SIW Cavity-Backed antenna; miniaturization

1. 引言

整流天线通常用于微波无线能量传输,它主要由天线和微波整流电路组成。实现天线的小型化以达到在有限的空间内尽可能的接收足够多的能量成为了近年来的目标[1]。通常一个开口谐振环形成了左手传输线从而来实现降低接收天线的尺寸[2]。金属背腔的结构被用来提高天线的增益同时降低天线的表面波,但是采用金属背腔的结构会导致天线的体积偏大,同时造价也昂贵[3]。采用集成介质波导(SIW)结构可以实现高增益同时设计也较为简单[4]。采用 MA4E1317 二极管以及罗杰斯 5880 板材有利于实现小型化。

2. 天线的设计

该天线设计采用 1mm 厚的 F4B-2 介质基板,相对介电常数为 2.65,损耗角为 0.003,天线的尺寸为 9mm×25mm。通过在介质基板上打 24 个金属化接地孔来产生介质集成波导(SIW)结构。圆状 SIW 腔的频率由下式决定[5]:

$$fr^{SIW} = \frac{c}{2\pi\sqrt{\epsilon_r\mu_r}} \sqrt{\left(\frac{2.4049}{r}\right)^2} \quad (1)$$

3×3 的开口谐振环(SRR)阵列结构加载在辐射天线上来实现天线的小型化。SRR 结构如图 1(a)所示, a=5mm, g=0.3mm, c=0.3mm, d=0.3mm。接收天线的结构如图 2(b)所示 r=11.3mm, k=0.25mm, l1=14.8mm, l2=15mm, D=1.4mm。天线的实物如图 2,尺寸仅仅比一枚硬币稍大。天线的 S11 仿真与测试结果如图 3。天线的 E 面和 H 面辐射方向图如图 4。

* NSFC 基金号: 61271074

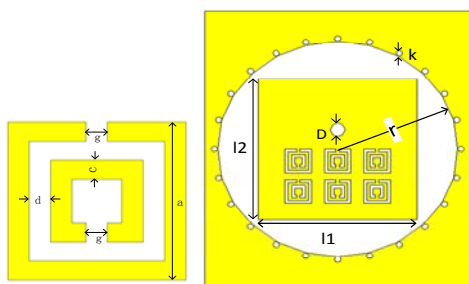


图 1. SRR 结构和天线结构图

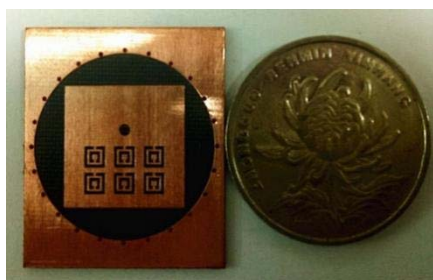


图 2. 天线实物图

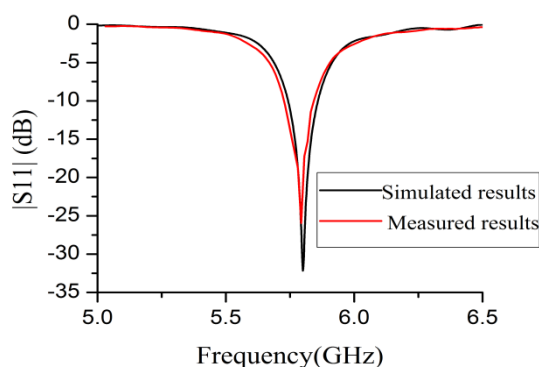
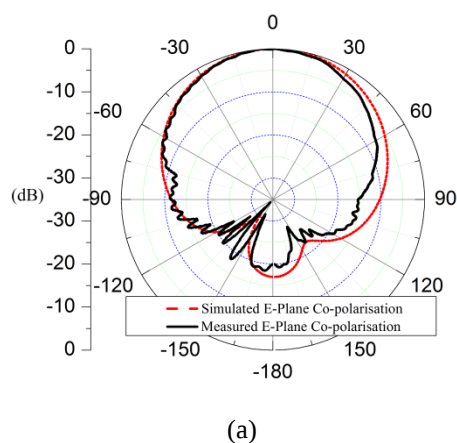
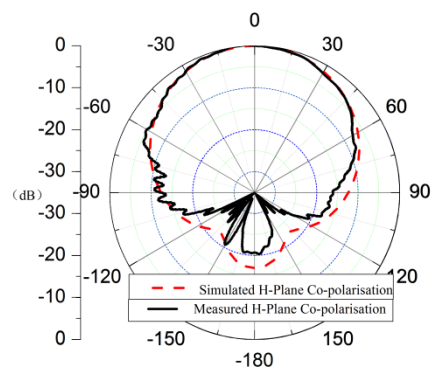


图 3. 天线的 S 参数图



(a)



(b)

图 4. 天线的辐射方向图 (a) E 面 (b) H 面

3. 整流电路的设计

先在介质基板上开一个槽，再在底部铺上导电胶用来安放二极管。采用金丝键合技术用来二极管和微带线的连接。整流电路的实物图如图 5。

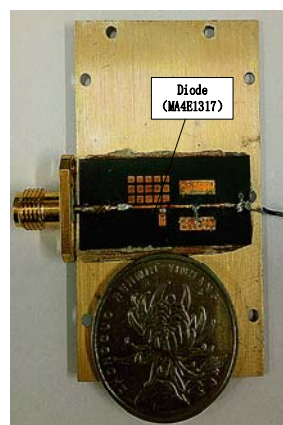


图 5 整流电路实物图

4. 整流天线的测试

接收天线的尺寸为 $29 \times 25 \text{ mm}$ ，整流电路的尺寸为 $38 \times 18 \text{ mm}$ 。发射天线采用喇叭天线，天线接收的能量由下式表示：

$$P_r = S_{avg} \times A_e = P_t \frac{G_t G_r \lambda^2}{(4\pi R)^2} \quad (2)$$

整流天线的效率由下式表示：

$$\eta = \frac{P_{DC}}{P_r} \times 100\% \quad (3)$$

整流天线的效率曲线图如图 6，最终当接收天线的接收功率为 21dBm 时，整流天线获得了最大效率，该效率为 65%。

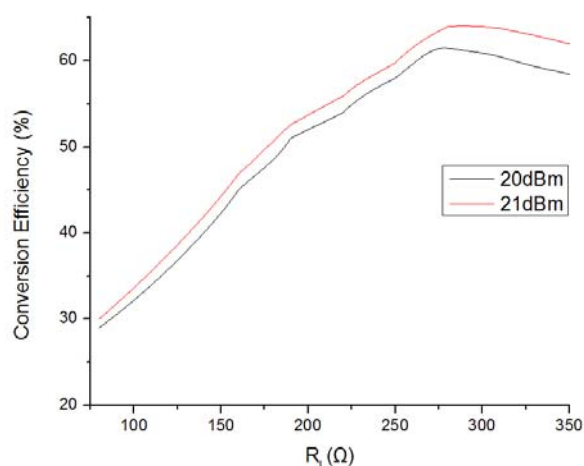


图 6 整流天线效率曲线图

5. 结论

本文设计了一种新型的基于 SRR 结构的 SIW 背腔天线。实现了小型化的同时天线的增益高达 6dBi。一种基于 MA4E1317 小型化整流电路被设计用来进行整流，最终当接收天线的接收功率为 21dBm 时整流效率达 65%。本工作对于整流天线的小型化设计有着重要的价值。

参考文献

- [1] L Zhang, BJ Gao, WU Han-Dong, YH Ren "A miniaturized microwave rectenna with high efficiency" in Journal of Northwest University, Feb,2013,p.27
- [2] B. Pendry, A. J. Holden, D. J. Robbins, and W. J. Stewart, "Magnetism for conductors and enhanced nonlinear phenomena", IEEE Trans. Microwave Theory Tech., vol. 47, no. 11, pp. 2075-2084, Nov. 1999.
- [3] M. Mazanek, P. Pechac, and M. Polivka, "Cavity-Backed Patch Antennas," Tenth International Conference on Antennas and Propagation (Conf. Publ. No. 436), Vol. 1, pp. 126-129, April 1997.
- [4] Hizamel M. Hizan, Ian C. Hunter, Alaa I. Abunjaileh Integrated SIW Filter and Microstrip Antenna" Proceedings of the 40th European Microwave Conference, 28-30 September 2010, Paris, France.
- [5] Hizamel M. Hizan, Ian C. Hunter, Alaa I. Abunjaileh Integrated SIW Filter and Microstrip Antenna Proceedings of the 40th European Microwave Conference, 28-30 September 2010, Paris, France.