

新型印刷平面对数周期天线*

綦凌飞 姚德森 毛钧杰

(国防科技大学电子工程学院 长沙 410073)

摘要 本文在分析现有的印刷平面对数周期天线结构的基础上,提出了一种新的印刷平面对数周期天线结构。该结构克服了原有结构存在的缺点,使天线的性能得到了改进。设计了工作在0.4~2GHz的新型印刷平面对数周期天线。测出了整个频带内的驻波、增益和E、H面方向图。可以看出,该结构形式的印刷平面对数周期天线具有良好的宽带特性。

关键词 对数周期天线,印刷,宽带特性

分类号 TN823.31

A New Type Printed Planar log-Periodic Antenna

Qi Lingfei Yao Demiao Mao Junjie

(Institute of Electronic Engineering, NUDT, Changsha, 410073)

Abstract On the basis of the old printed planar log-periodic antenna, a new type is proposed. Overcoming the shortcomings the old one has, the new one has better properties. 0.4~2GHz new type antennas are manufactured, VSWR, gain, E plane and H plane far field patterns over the entire frequency range are measured, showing very good broadband properties.

Key words log-periodic antenna, printed, broadband properties

对数周期天线作为宽带天线的基本形式之一,自50年代后期开始迅速发展。自由空间中对数周期天线的性能已有许多文献作过报导^[1~2]。随着大规模集成电路的发展,出现了重量轻、易于制作、易于集成的印刷型平面对数周期天线^[3,4]。这种天线的结构如图1所示,它是把交叉馈电的振子分别印刷在两块介质片上,集合线为平行双线,馈电线为两板间的带状线,在短振子端,它与天线的一面集合线相接,称之为双片印刷对数周期天线。用静态场分析可以得到带状线与天线的馈电端之间有1:4的阻抗变换作用。这种天线的结构具有以下三个缺点:(a) 两块板的胶接比较困难。(b) 受带状线特性的限制,天线的驻波特性不可能做得很好,如2XV的工作频带内的驻波小于或等于1.9^[3,4]。(c) 考虑到天线的驻波特性,作为馈电线的带状线不可能比两边接地的集合线窄很多,因此馈电线将会产生辐射。

本文在上面双片结构形式的基础上,提出了一种新的改进结构,称之为单片印刷平面对数周期天线。该结构形式的天线克服了上述天线的缺点,具有良好的驻波特性,在5:1或更宽的工作频带内的驻波小于1.5。

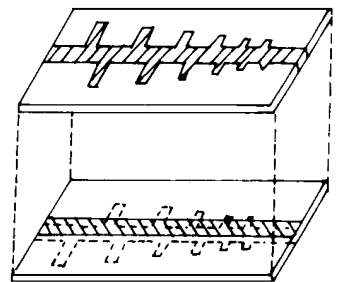


图1 双片结构

1 天线设计

单片印刷对数周期天线的结构如图2所示,把交叉馈电的振子分别印刷在同一块介质板的两面,集合线为平行双线,用同轴线直接从短振子端馈电。天线的几何形状由参数

* 1998年2月24日收稿
第一作者:綦凌飞,女,1966年生,讲师

α 、比例因子 τ 和间距因子 σ 表示。用 d 表示相邻振子间的距离, a 表示振子的半径, R 和 L 的定义如图3所示。则 α 、 τ 、 σ 与 d 、 L 、 R 、 a 的关系为

$$\frac{1}{\tan\alpha} = \frac{R_i}{L_i}, \quad (i = 1, 2, 3, \dots, N) \quad (1a)$$

$$\tau = \frac{L_i}{L_{i-1}} = \frac{R_i}{R_{i-1}} = \frac{a_i}{a_{i-1}}, \quad (i = 2, 3, \dots, N) \quad (1b)$$

$$\sigma = \frac{d_i}{4L_i} = \frac{1 - \tau}{4 \tan\alpha} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, N - 1) \quad (1c)$$

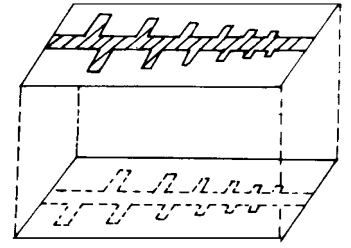


图2 单片结构

天线的工作带宽 B_o 与结构带宽 B_s 的关系由经验式给出:

$$B_o = B_s / B_a, \quad B_a = 1.1 + 30.7\sigma(1 - \tau) \quad (2a)$$

则所需的振子数 N 为
$$N = 1 - \ln B_s / \ln \tau \quad (2b)$$

所设计的天线的工作频率范围为0.4~2GHz, 取 $\tau = 0.85$, $\sigma = 0.12$, $L_1 = \lambda_{\max} / 4 = 18.75\text{cm}$, $L/a = 125$ 。由 (2) 式得到 $N = 16$, 由 (1) 式可以确定天线的几何参数。将天线印刷到厚为1.5mm、介电常数为2.65的介质板的两面, 各振子的印刷宽度近似取 πa , 集合线宽为3mm, 由文献[3]所给的方法算得输入阻抗 Z_{in} 63.5 Ω 。取特性阻抗为 $Z_0 = 50\Omega$ 的同轴线, 得天线的驻波近似为1.27。查文献[3]中所给的计算曲线, 则设计的天线的方向性系数理论值在6.5dB左右。

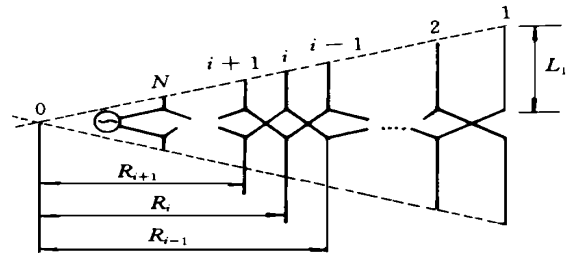


图3 几何参数的定义

2 实验结果

在5447A 标网上测得天线的驻波如图4所示, 天线的驻波 1.4, 与设计预估值相接近。

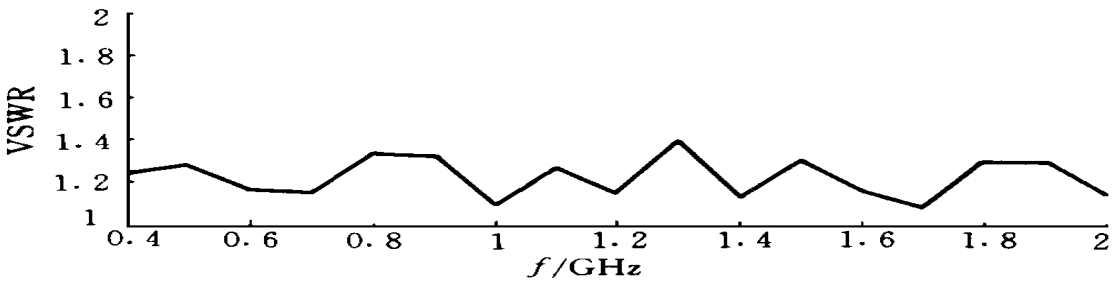


图4 f (GHz)

在微波暗室, 用8672A 扫频信号源, 采用相同天线法测得天线的增益如图5所示, 其范围为2.9~6.0dB, 加上馈线损耗 (< 1dB) 和测量误差, 与理论计算的方向性系数值也相接近。

在微波暗室测得天线的 E、H 面方向图, 图6给出0.4、0.8、1.5和2.0GHz 四个频率点的方向图。

3 结束语

本文给出了新型印刷平面对数周期天线的分析和设计过程。实测结果和理论值基本一致, 表明文中所提出的印刷平面对数周期天线是一种易于制作, 并且有良好宽带特性的天线。

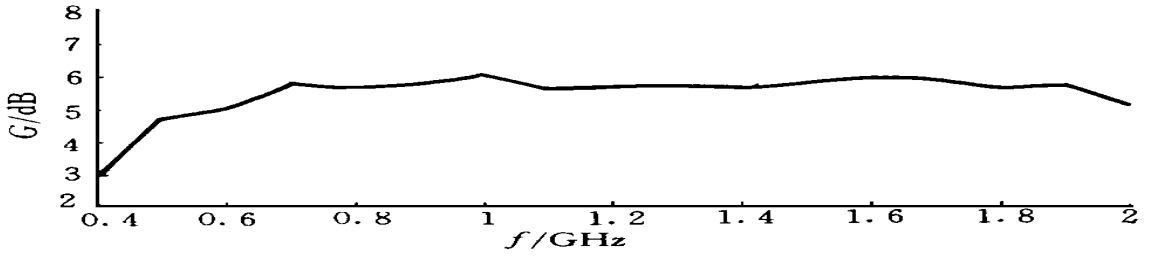


图5 F (GHz)

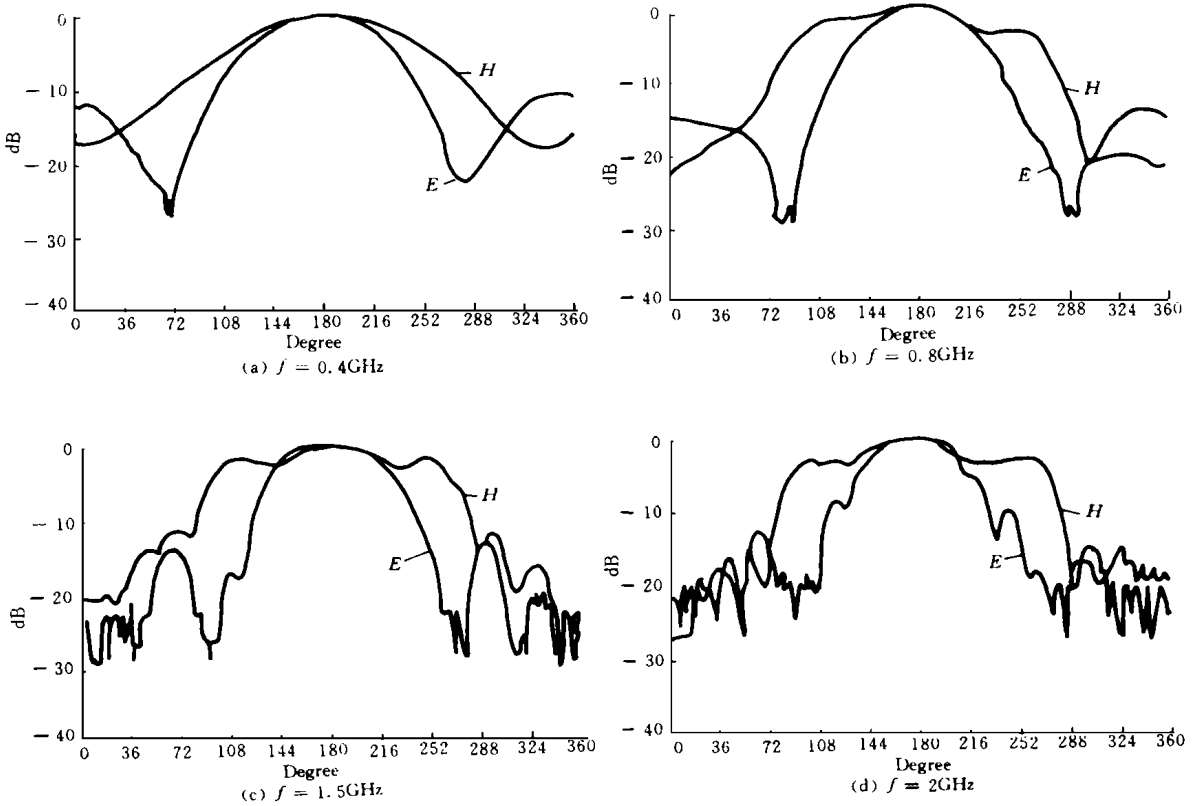


图6

参考文献

- 1 Vito G D, Stracca G B. Comments on the design of log-periodic dipole antenna. IEEE Trans. A. P., Vol. AP- 21, May 1973
- 2 Bantin C C, Balmain K G. Study of compressed log-periodic dipole antennas. IEEE Trans. A. P. March 1970, AP- 18
- 3 Campbell C K, Traboulay I, Suthers M S, Kneve H. Design of a stripline log-periodic diopole antnna. IEEE Trans. A. P. Sept. 1977, AP- 25
- 4 Pantoja R R, Sapienza A R, Medeiros F C. A Microwave Printed Plannar log-periodic diopole Array antnna. IEEE Trans. A. P., Octo. 1987, AP- 35