

新型 WLAN 双频微带贴片天线的设计*

钟期洪, 李元新, 龙云亮

(中山大学电子与通信工程系, 广东 广州 510275)

摘要: 提出了一种适用于宽带 WLAN 的新型双频微带贴片天线结构, 即在圆形贴片上开四段对称弧形环槽, 再在各槽口处向外凸出小矩形槽。该结构具有良好的双谐振特性, 其中心频率分别为 2.44 GHz 和 5.25 GHz, 带宽在 $V_{SWR}=2$ 时能够全覆盖 ISM 双波段, 并且在工作波段具有良好的增益特性, 均在 5 dB 以上。

关键词: WLAN; 微带贴片天线; 双频

中图分类号: TN820.1⁺5 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2004) 01-0029-03

随着无线局域网的发展, 部署兼容 IEEE802.11a、IEEE802.11b 和 IEEE802.11g 的多规范、多模式的无线网络将是一种趋势, 这将需要一个双频带的无线电或两个无线电发射机, 分别工作于 2.4 GHz 频段和 5 GHz 频段。

微带天线具有体积小, 重量轻, 低剖面, 能与载体共型, 制造简单, 成本低, 易集成, 容易实现双频、多频段工作等诸多优点, 因此近十几年微带天线得到了广泛的研究和发展^[1-5]。适用于宽带 WLAN 的双频、多频段工作微带天线也正在得到研究和开发。文献 [6] 在圆形微带贴片上开偏心非闭合环获得了 ISM 双段工作天线, 在 $V_{SWR}=2.5$ 时, 其带宽分别达到了 90 MHz (2.4 GHz ISM 频段) 和 240 MHz (5.2 GHz ISM 频段), 增益偏小, 分别为 2.9 dBi 和 1.9 dBi。文献 [7] 则设计了适合 WLAN 的多频段环形微带缝隙天线, 其谐振频率分别在 2.4 GHz、5.2 GHz 和 6.8 GHz。

本文提出了一种适用于宽带 WLAN 的新型双频微带贴片天线结构, 即在圆形贴片内部开四段对称弧形环槽, 再在各槽口处向外凸出小矩形槽。仿真结果表明, 该结构具有很好的大频比双谐振特性, 其中心频率分别为 2.44 GHz 和 5.25 GHz, 带宽在 $V_{SWR}=2$ 时能够全覆盖 ISM 双波段。并且在工作波段具有良好的增益特性, 均在 5 dB 以上。相对于文献 [9], 本文提出的双频微带贴片天线结构圆形贴片尺寸进一步减小, 带宽和增益特性改善明显。

1 天线结构及设计

本文提出的适用于宽带 WLAN 的新型双频微

带贴片天线结构如图 1 所示。为了加强各段弧形环槽之间的耦合, d_1 取得相当小, 这样在预设计时我们可以近似的把该结构看成是半径为 R 和 r_1 的两个圆形贴片共面配置, 其尺寸是本设计中的关键参数, 因为它们基本上决定了双谐振频率, 可以根据经典的微带天线腔膜理论预估算。

根据圆形微带天线的腔膜理论^[8-10], 圆形贴片计入边缘效应后的等效半径:

$$R_e = \frac{c\chi'_{nm}}{2\pi f_{nm}\sqrt{\epsilon_r}}$$

或

$$R_e = \frac{15c\chi'_{nm}}{\pi f_{nm}\sqrt{\epsilon_r}} \quad (1)$$

其中, f_{nm} 是工作频率, χ'_{nm} 是贝塞尔函数的导数的第 m 个零点。等效半径 R_e 与物理半径 R 的关系如下:

$$R_e = R \left[1 + \frac{2h}{\pi R \epsilon_r} \left(\ln \frac{\pi R}{2h} + 1.7726 \right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

当工作于 TM_{11} 时, $\chi'_{11}=1.841$, 由 (1) 式得 $R_e=2.43$ cm, 代入 (2) 式, 可得 $R=2.18$ cm。

小圆形贴片半径 r_1 估算时无需再考虑边缘效应, 直接由 (1) 式计算可得 $r_1=1.13$ cm。

当然, 由于弧形槽及各弧形槽口的小矩形槽的引入, 从等效电路来看, 槽呈现的感性对大圆形贴片相当于串加了级联电感, 从而使低端谐振频率将会降低; 而对小圆形贴片来说则相当于并联了该感抗, 从而使高端谐振频率将会上升。通过大量的仿真, 我们找到了比较合适的设计参数: 基片介质采用常用合成材料 RT/duriod 5880, 其相对介电常数 $\epsilon_r=2.2$, 损耗正切 $\tan \delta=0.0009$, 基片厚度 $h=$

* 收稿日期: 2003-06-13

基金项目: 广东省自然科学基金资助项目 (001171)

作者简介: 钟期洪 (1976 年生), 男, 硕士研究生; 通讯联系人: 龙云亮; E-mail: isslyl@zsu.edu.cn

5.00 mm。圆形贴片半径 $R = 20.68$ mm, 槽内半径 $r_1 = 12.48$ mm, 外半径 $r_2 = 13.00$ mm, 即槽宽为 0.52 mm 且是均匀的。弧形槽口向外凸出的矩形槽长 $d_2 = 2.5$ mm, 宽即为弧形槽宽 0.52 mm。各弧形槽是完全对称的, 槽口处间距 $d_1 = 3.1$ mm。反馈采用简单的 50 Ω 单同轴探针反馈, 反馈点 p 位于圆形垂直下方 10 mm 处。

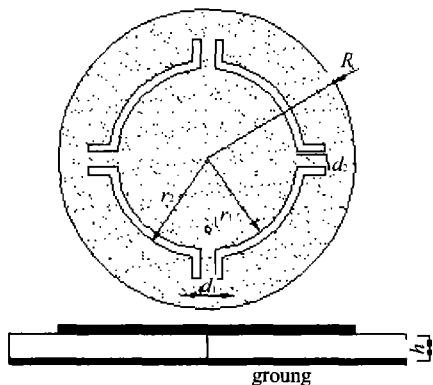


图 1 双频微带贴片天线设计结构图

Fig.1 Layout of proposed dual-frequency microstrip patch antenna

2 仿真结果及分析

借助于大型电磁场仿真软件 ENSEMBLE8.0, 我们可以得到该天线结构的谐振特性、带宽特性如图 2 所示。可见, 其双频谐振中心频率分别为 2.44 GHz 和 5.25 GHz, 没有激励起除 TM_n 模以外的其它谐振工作模式, 双频特性很好。同时在 $VSWR = 2$ 时, 带宽分别达到了 84 MHz 和 215 MHz, 完全覆盖了 2.4 GHz ISM 波段 (2.400 0 ~ 2.483 5 GHz) 和 5.2 GHz ISM 波段 (5.15 ~ 5.35 GHz)。

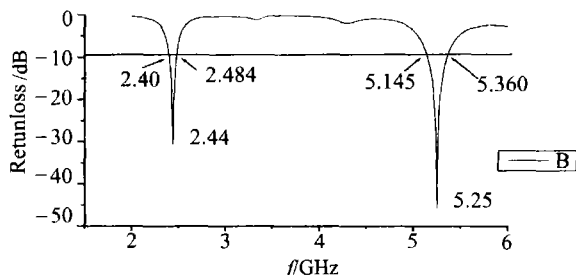


图 2 双频微带贴片天线谐振特性、带宽特性

Fig.2 Return loss against frequency of the dual-band microstrip patch antenna

双频工作时天线的归一化方向图如图 3 和图 4 所示。可见, 它们具有基本一致的宽边辐射特性和类似的交叉极化特性, 而且双频段交叉极化特性 H 面均明显好于 E 面, 5.2 GHz 频段 E 面的交叉极化略差。

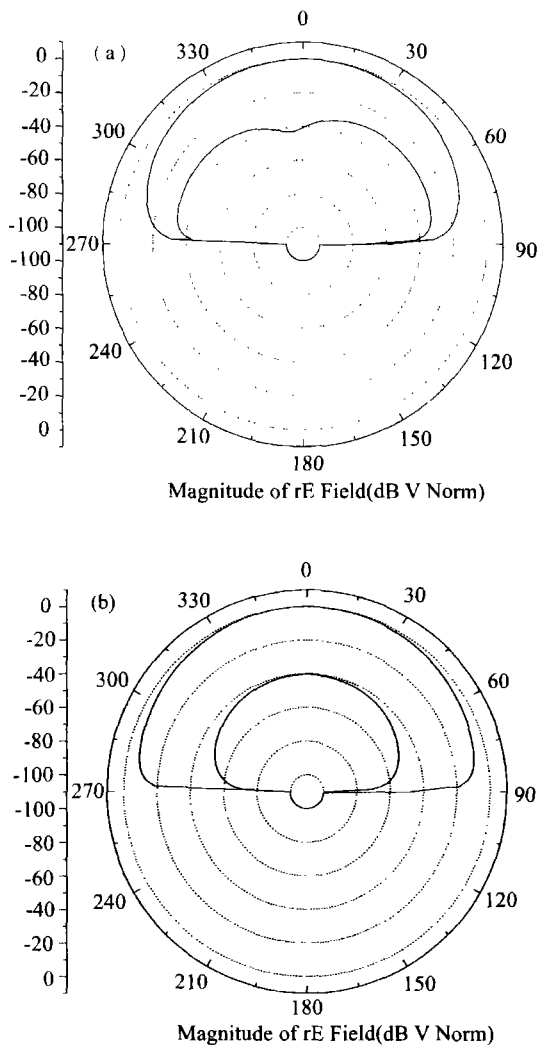


图 3 2.4 GHz 频段天线 E 面 (a) 和 H 面 (b) 方向图

Fig.3 E-plane (a) and H-plane (b) radiation patterns of the dual-band antenna at $f = 2.4$ GHz

天线双频工作时的增益特性如图 5 所示。可见, 天线在工作波段具有良好的增益特性, 发射增益和接受增益均在 5 dB 以上。

3 结 论

本文中提出的新型双频微带贴片天线结构, 即在圆形贴片上开四段对称弧形环槽, 再在各槽口处向外开平行矩形槽, 具有很好的双谐振特性, 其中心频率分别为 2.44 GHz 和 5.25 GHz, 带宽在 $VSWR = 2$ 时能够全覆盖 ISM 双波段并略有盈余, 同时天线在工作波段具有良好的增益特性和交叉极化特性, 能够适应新一代宽带 WLAN 的频段、带宽要求。

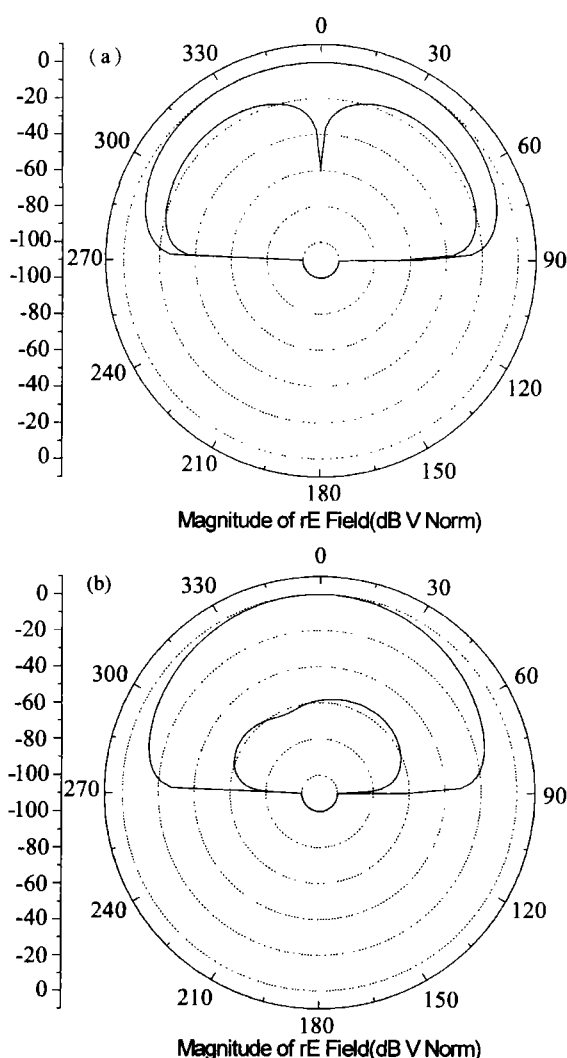


图 4 5.2 GHz 频段天线 E 面 (a) 和 H 面 (b) 方向图

Fig.4 E-plane (a) and H-plane (b) radiation patterns of the dual-band antenna at $f = 5.2$ GHz

参考文献:

- [1] 陈雅娟, 龙云亮. 小型宽带微带天线的研究进展[J]. 系统工程与电子技术, 2000(7): 20-24.

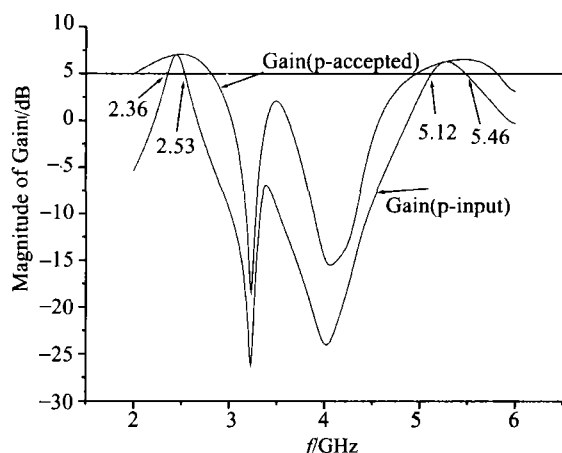


图 5 双频微带贴片天线增益特性

Fig.5 Magnitude of gain against frequency of the dual-band microstrip patch antenna

- [2] DEEPUKU MAR M, GEORGE J, et al. Broadband dual frequency microstrip antenna[J]. Electron Lett, 1996, 32(17): 1531-1532.
- [3] MACI S, GENTILI G B. Dual-frequency patch antennas[J]. IEEE Antennas and Propagation Magazine, 1997, 39(6): 13-19.
- [4] JAN J Y, WONG K L. Single-feed dual-frequency circular microstrip antenna with an open-ring slot[J]. Microw Opt Technol Lett, 1999, 22: 157-160.
- [5] HSIEH K B, CHEN M H. Single-feed dual-band circularly polarized microstrip antenna[J]. Electron Lett, 1998, 34: 1170-1171.
- [6] JAN J Y. Low-profile dual-frequency circular microstrip antenna for dual ISM bands[J]. Electronics Letters, 2001, 37(16): 999-1000.
- [7] BOLZER F, LOUZIR A. Multi-band annular slot antenna for WLAN applications[J]. IEE International Conference on Antennas and Propagation, 2001, 480: 529-531.
- [8] 林昌禄. 天线工程手册[M]. 北京: 电子工业出版社, 2002.
- [9] 钟顺时. 微带天线理论与应用[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 1991.
- [10] RAMESH G, PRAKASH B. Microstrip antenna design handbook[M]. Artech House INC., 2001.

Design of a Novel Dual-frequency Microstrip Patch Antenna for WLAN Applications

ZHONG Qi-hong, LI Yuan-xin, LONG Yun-liang

(Department of Electronics & Communication Engineering, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: A novel dual-frequency microstrip patch antenna for WLAN applications is presented and demonstrated. By embedding two pairs of arc shaped slots with a narrow slot protruding at each side, dual-band operation centered at 2.4 GHz and 5.2 GHz has been obtained. The proposed antenna has good gain and its impedance bandwidths defined at $VSWR = 2$ can meet the requirements of dual ISM bands.

Key words: WLAN; microstrip patch antenna; dual-frequency