

文章编号:1007-5321(2017)06-0098-05

DOI:10.13190/j.jbupt.2017-050

采用寄生条带的双陷波 UWB 天线设计

杨慧春¹, 张 震¹, 毕战红²

(1. 北京邮电大学 世纪学院, 北京 102613; 2. 鼎桥通信技术有限公司, 北京 100102)

摘要: 针对超宽带通信与现有的民用通信存在频带交叠的问题, 提出一种使用共面波导馈电的具有双陷波特性的超宽带(UWB)天线. 通过在共面波导馈电线底面引入 2 条接地的寄生贴片来实现频段内的双陷波特性. 研究结果显示, 该天线在 3.1 ~ 10.6 GHz 的频带范围内具有良好的阻抗特性和辐射方向特性, 其中在 5.15 ~ 5.35 GHz 和 5.75 ~ 5.85 GHz 范围内具有陷波特性.

关 键 词: 共面波导; 陷波; 超宽带; 寄生贴片

中图分类号: TN823.15

文献标志码: A

Analysis of a Dual Band-Notched UWB Antenna Based on Parasitic Strips

YANG Hui-chun¹, ZHANG Zhen¹, BI Zhan-hong²

(1. Century College, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 102613, China;

2. TD Tech Limited Company, Beijing 100876, China)

Abstract: For solving the problem of band overlap between the ultra-wideband (UWB) communication and existing civil communication, a new type of coplanar waveguide fed UWB antenna with Dual band-notched characteristics is proposed. Two parasitic strips on earth plate was applied to realize the band-notched characteristics. The designed antenna operates on the ultra-wideband efficiently, except for the bandwidth of 5.15 ~ 5.35 GHz and 5.75 ~ 5.85 GHz for wireless local area network application. Research results show that the antenna provides perfect input impedance and pattern properties within 3.1 ~ 10.6 GHz.

Key words: coplanar waveguide; band-notched; ultra-wideband; parasitic strips

自从 2002 年美国联邦通信委员会开放了 3.1 ~ 10.6 GHz 超宽带(UWB, ultrawide band)通信无线电频段的商业许可后, 由于超宽带技术的低功耗及高传输速率成为无线通信领域中极具竞争力和发展前景的焦点. 作为超宽带系统的重要组成部分, 新型超宽带天线的设计^[1-3]成为近年来研究的热点. 考虑到超宽带通信系统的工作频段内还存在诸如 IEEE802.11a (5.15 ~ 5.35 GHz)、HiperLAN/2 (5.725 ~ 5.825 GHz)等其他窄带通信系统, 这些无线通信信号会严重干扰 UWB 系统. 很多研究者采用在天线辐射单元或者接地板上进行缝隙加载的结

构^[4-6], 设计出带有阻带抑制特性的超宽带天线来减小窄带通信对超宽带系统的影响.

笔者提出了加载 UWB 天线结构, 采用平面单极结构, 利用共面波导馈电线底面添加接地金属贴片的加载方法实现 UWB 天线针对无线局域网(WLAN, wireless local area network)系统的陷波特性, 同时在通带内, 该天线具有良好的辐射方向特性. 上述特性使该天线具有很好的应用价值.

1 UWB 天线的结构设计

UWB 天线印制在相对介电常数 $\varepsilon_r = 4.4$ 的 FR4

介质基板上,介质基板尺寸长×宽×高=35 mm×26 mm×0.6 mm,采用阻抗 50 Ω 的共面波导进行馈电,天线结构左右对称,正视图如图 1 所示。

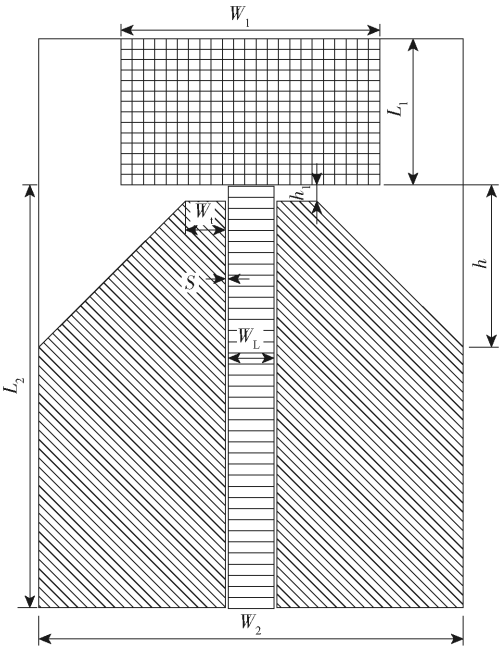


图1 UWB 天线正视图

金属导带的宽度为 $W_L = 1.4\text{ mm}$, 缝隙宽 $s = 0.2\text{ mm}$, 贴片和共面波导之间的间距为 $h_1 = 1\text{ mm}$, UWB 天线的尺寸如表 1 所示。

表 1 UWB 天线尺寸

参数	尺寸/mm
L_1	9.0
W_1	16.0
L_2	26.0
W_1	2.4
h	9.0
W_2	26.0

2 UWB 天线的陷波特性和

辐射片上开槽是实现带阻特性 UWB 天线的最常用方法,笔者未采用开槽技术,而是在 UWB 天线的基础上,采用共面波导馈电线底面添加接地金属条带的加载方法实现 WLAN 频段的陷波特性和

具有带阻特性的 UWB 天线背视图如图 2 所示,加载金属条带的尺寸计算式为^[7]

$$L = \frac{c}{4f\sqrt{\epsilon_r + 1}} \tag{1}$$

其中: c 为自由空间的光速, L 为加载条带的尺寸, ϵ_r 为介质的相对介电常数, f 为阻带中心频率。计算得到频率为 5.25 GHz 时对应的加载金属条带尺寸为

8.5 mm,考虑谐振金属边沿的电容效应,经过优化,金属条带的谐振长取值 $8\text{ mm} = W_c + L_a$;同理,5.8 GHz 时优化后金属条带的谐振长取 $7.5\text{ mm} = W_b + L_b$ 。

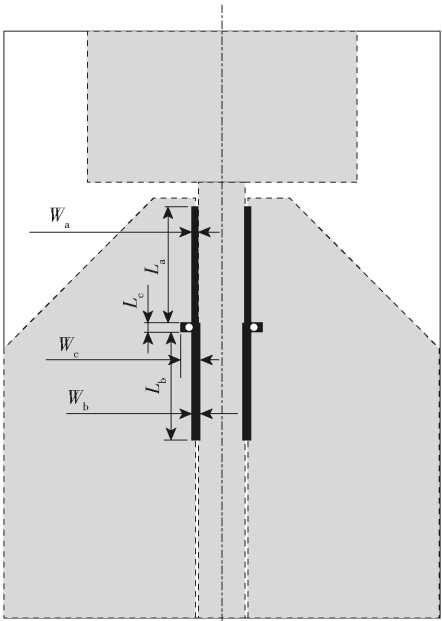
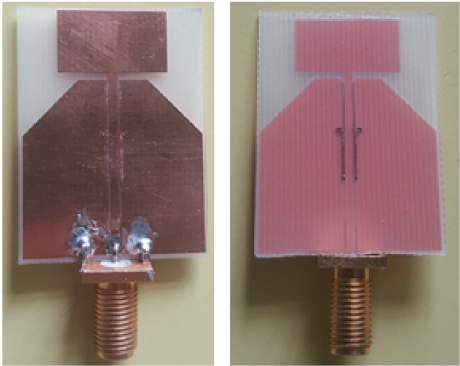


图2 带阻 UWB 天线背视图

为了减少接地销钉数量,将金属条带 a 和金属条带 b 通过金属条带 c 连接起来,短路销钉位于金属贴片 c 中。底面添加的金属贴片通过短路销钉与共面波导的地相连。带阻 UWB 天线的尺寸如下:金属贴片 a 的长度 $L_a = 6.9\text{ mm}$,宽度 $W_a = 0.4\text{ mm}$,金属贴片 b 的长度 $L_b = 6.4\text{ mm}$,宽度 $W_b = 0.5\text{ mm}$,金属贴片 c 的长度 $L_c = 0.6\text{ mm}$,宽度 $W_c = 1.1\text{ mm}$,位于金属贴片 c 中的短路销钉直径为 0.3 mm。

图 3(a)所示为带阻 UWB 天线实物正视图,图 3(b)为背视图。利用 Agilent 矢量网络分析仪 N5230C 对该天线进行了测试,仿真及测试的电压驻波比随频率变化如图 4 所示。在 2.8 ~ 10.8 GHz 的



(a) 正视图 (b) 背视图

图3 带阻 UWB 天线实物图

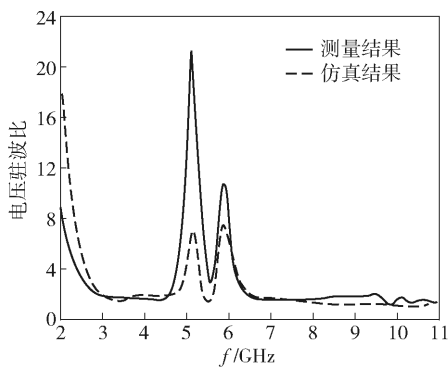


图 4 带阻 UWB 天线的电压驻波比随频率的变化

频带内,除了针对中心频点为 5.25 GHz 和 5.8 GHz

所做的阻带外,其余部分的驻波比均小于 2. 驻波比曲线也表明了该天线针对 5.25 GHz 和 5.8 GHz 所具有的陷波特性和.

仿真结果和测试结果基本吻合,同一频点处电压驻波值仿真结果与实测结果的偏差与同轴接头有关;仿真与实测的陷波频率偏差主要取决于天线尺寸加工误差.

对 UWB 天线在 3.1 GHz、7.0 GHz、10.6 GHz 的辐射方向图进行分析. 其辐射增益方向图如图 5 所示,可以看出,在这 2 个频率加载前后的方向图基本一致,天线的 H 面辐射方向图 of 全向辐射,E 面为类似 8 字形,与单极天线的辐射形式相似.

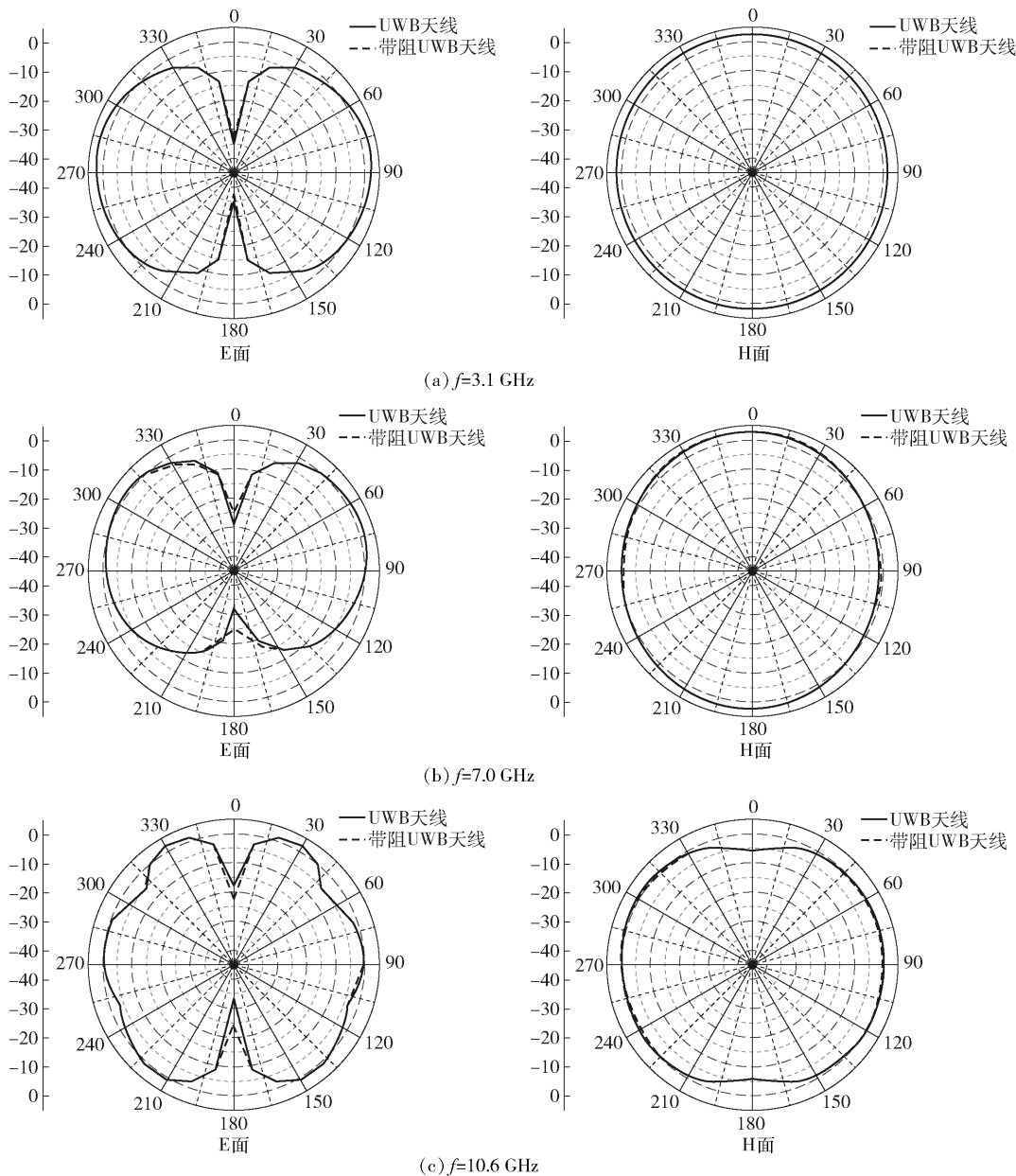


图 5 带阻 UWB 天线的辐射特性

图 1 所示的 UWB 天线与图 2 所示的背面添加寄生条带的带阻 UWB 天线,在 5.25 GHz 和 5.8 GHz

的辐射特性如图 6 所示,8 字为 E 面辐射方向图,圆形为 H 面方向图。

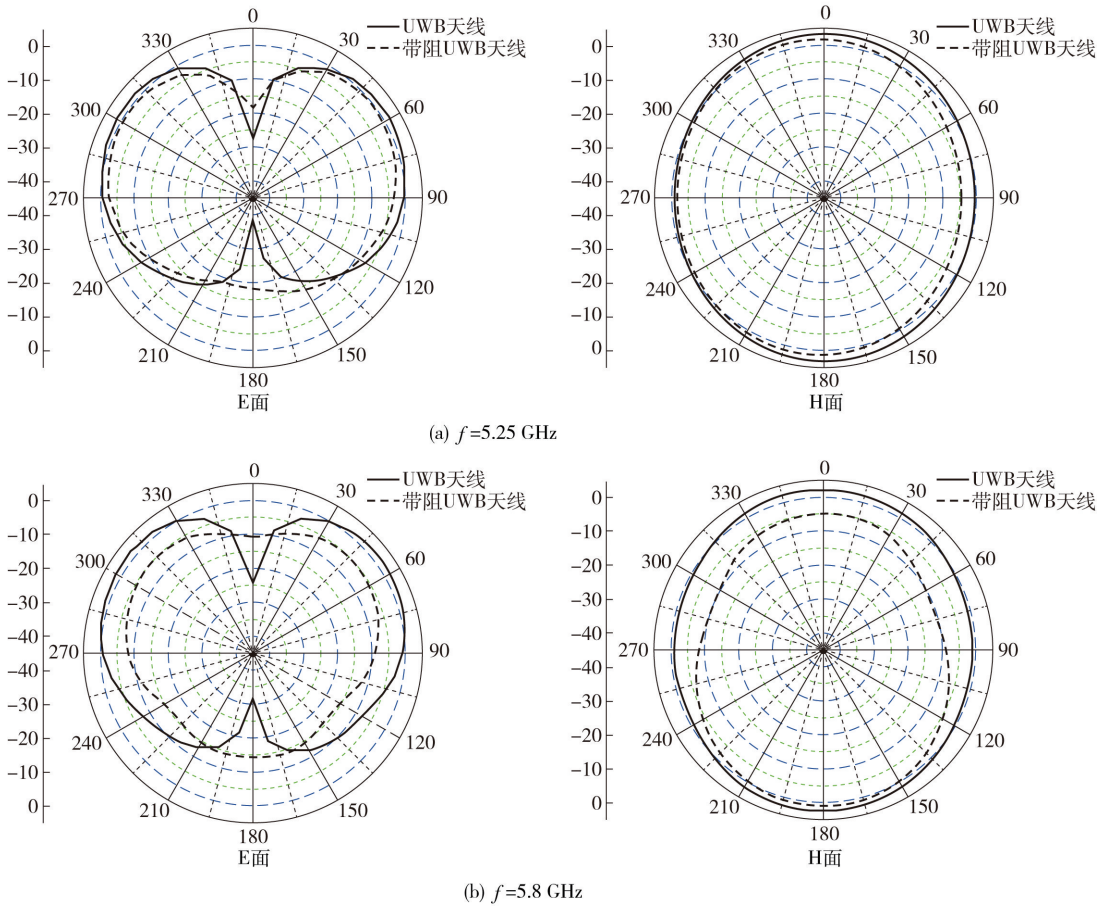


图 6 带阻频点,天线辐射特性对比

在陷波频段,天线的 H 面增益方向图在各个方向上均呈现出辐射能力减弱的特征:在 5.25 GHz,H 面辐射减小了 1~5 dB,在 5.8 GHz,H 面辐射减小了 2~10 dB. E 面增益方向图除了在天线的上顶部和下底部,其余部分也均呈现出辐射能力较弱的特征。

带阻 UWB 天线在 5.25 GHz 和 5.8 GHz 时,表面的电流分布如图 7 所示. 可见,以 5.25 GHz 工作时,电流主要集中在金属贴片 a 上,以 5.8 GHz 工作时,电流集中在金属贴片 b 上。

图 8 所示为天线加入寄生条带后的增益特性曲线. 由图可见,天线在整个工作频段内增益特性良

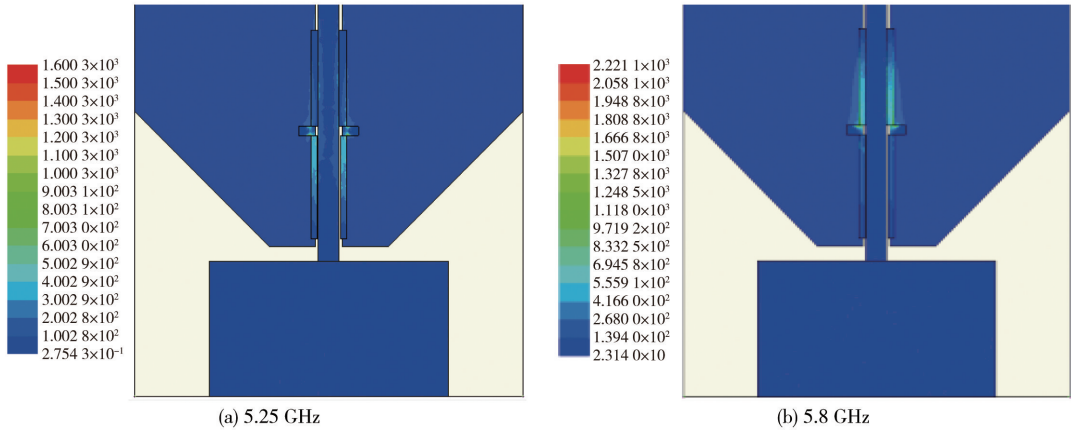


图 7 带阻 UWB 天线,表面的电流分布

好,在陷波频段增益显著下降,表明天线具有明显的陷波特性,能够有效地对中心频率为 5.25 GHz 和 5.8 GHz 的潜在干扰频段进行抑制.

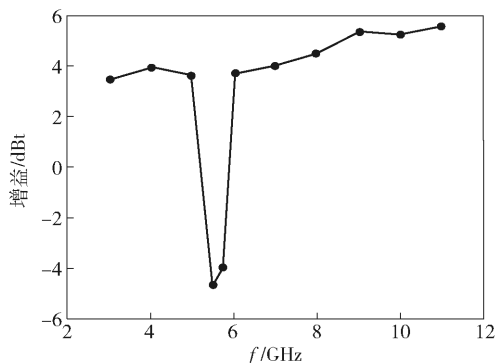


图8 带阻 UWB 天线的增益特性

3 结束语

在传统平面单极天线基础上提出了一种新型 UWB 天线,利用在共面波导馈电线底面添加接地金属条带的加载方法,实现 WLAN 频段的陷波特性,结果验证了这种新型结构可以满足 3.1 ~ 10.6 GHz 的 UWB 信号频段,同时可以带阻这一通信频段中的 5.15 ~ 5.35 GHz 和 5.75 ~ 5.85 GHz,实现了在超宽带内对无线局域网的陷波要求. 该天线具有结构简单、尺寸小、易于集成的优点.

参考文献:

[1] Bozdağ G, Kuştepe A. Wideband planar monopole antennas for GPS/WLAN/WiMAX/UWB and X-band

applications [J]. Microwave and Optical Technology Letters, 2016, 58(2): 257-261.

- [2] Chechi D P, Khanna R. Multiband rectangular-shaped ring antenna embedded with inverted S-and C-shaped strips for WLAN/WiMAX/UWB applications [J]. International Journal of Microwave & Wireless Technologies, 2015, 7(1): 81-86.
- [3] Kumar R, Chaubey P N. On the design of tree-type ultra wideband fractal antenna for DS-CDMA system [J]. Journal of Microwaves, Optoelectronics and Electromagnetic Applications, 2012, 11(1): 107-121.
- [4] Beigi P, Nourinia J, Mohammadi B, et al. Bandwidth enhancement of small square monopole antenna with dual band notch characteristics using U-Shaped slot and butterfly shape parasitic element on backplane for UWB applications [J]. Applied Computational Electromagnetics Society Journal, 2015, 30(1): 78-85.
- [5] Bozdağ G, Kuştepe A. Wideband printed planar monopole antenna for PCS, UWB and X-band applications [J]. Progress in Electromagnetics Research C, 2015 (60): 95-103.
- [6] Adam A A, Rahim S K, Tan K G. Design of 3.1 ~ 12 GHz printed elliptical disc monopole antenna with half circular modified ground plane for UWB application [J]. Wireless Personal Communications, 2013, 69(2): 535-549.
- [7] Fan S T, Zheng S F, Cai Y M, et. al. Design of a novel wideband loop antenna with parasitic resonators [J]. Progress in Electromagnetics Research Letters, 2013 (37): 47-54.