

小型化 2.4 GHz 微带贴片天线的设计

陈 昶

(太原师范学院 物理系,山西 太原 030031)

〔摘要〕针对无线通信系统提出一种新型的工作频率为 2.4 GHz 的小型化微带天线结构,这种天线贴片采用正万字型结构设计,采用在贴片上开槽的方法,减小天线尺寸.经电磁仿真软件 HFSS 仿真,该天线可在中心频率为 2.4 GHz 频段附近实现大于 40 MHz 的工作带宽,适合在各种个人无线终端中使用.

〔关键词〕微带天线;移动通信;正万字型贴片;HFSS 仿真

〔文章编号〕1672-2027(2014)01-0066-04 〔中图分类号〕O437 〔文献标识码〕A

0 引言

近年来,随着移动通信的发展,频谱资源变得越来越紧张,为了增加信道数量常常要求扩展新的频段.目前,工作在 2.4 GHz 附近的天线越来越受到重视.由于该频段移动通信设备要求天线具备体积小、带宽较宽且易与设备共形的特点.于是微带天线以其重量轻、低剖面、造价低、易与载体共形以及能与有源电路集成等突出优点^[1-6],越来越受到广大天线研究者的青睐,并且出现了各种各样的新型微带天线.

目前,微带天线已应用于工作在大约 100 MHz~100 GHz 的宽广频域上的大量无线电设备中,特别是在飞行器上和地面便携式设备中.微带天线比通常的微波天线有更多的物理参数,它们可以有任意的几何形状和尺寸,由于移动终端越来越轻小型化的要求,传统的半波长微带贴片天线尺寸仍较大.因此,天线的小型化技术已经成为一个重要的研究课题.

天线的带宽主要受品质因数 Q 值影响,一般 Q 值越低,天线带宽越宽.在微带天线中,改变天线的 Q 值,可以通过增加辐射贴片高度、减小介质介电常数、贴片开槽、增加寄生贴片等方法实现^[6-8].为此,本文针对无线通信系统提出了一种工作频率为 2.4 GHz 的小型化微带天线结构.通过对天线参数的调整,采用在贴片开槽的小型化方法减小天线的尺寸,并利用仿真软件 HFSS^[9]的设计优化功能对天线的尺寸进行确定,得到比较理想的要求.

1 万字型贴片微带天线设计

该微带天线采用万字型结构,为实现天线的小型化,设计时采用了在贴片上开槽的方法,如图 1 所示.在接地面 (x, y, z) 为 $(0 \text{ mm}, 0 \text{ mm}, 0 \text{ mm})$ 位置开了一个直径为 1.5 mm 的圆孔作为馈电点,采用同轴线馈电,并在相同的位置加了直径为 0.5 mm 的短路探针.另外将原本的矩形贴片开了 4 个凹槽,每个凹槽的窄边为 a ,宽边为 b .使之万字型贴片表面激励电流的路径比原来的矩形贴片路径长,在同样的工作频率下,万字贴片天线的尺寸就可以减小.

当在贴片表面开不同形式的槽或细缝时,切断了原先的表面电流路径,使电流绕槽边曲折流过而路径变长,在天线等效电路中相当于引入了级联电感.由于槽很窄,它可模拟为在贴片中插入一无限薄的横向磁壁.

2 天线性能仿真优化设计

该万字型贴片天线在贴天上开出的 4 个凹槽,破坏了原来共振模式的电流路径,使天线的共振波长相对

* 收稿日期:2013-11-10

作者简介:陈 昶(1973-),男,山西太原人,硕士,太原师范学院物理系讲师,主要从事通信与嵌入式系统设计研究.

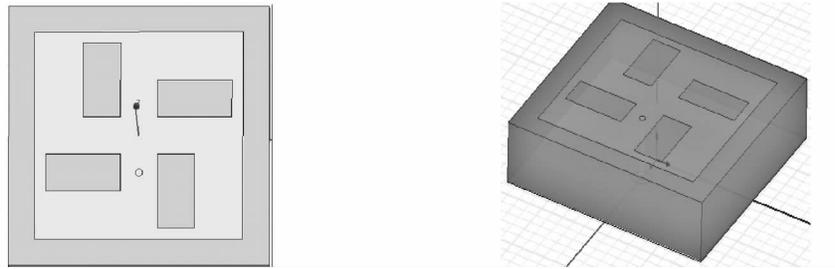


图 1 天线的正视图和侧视图

变大,因此天线的工作频率随凹槽的长短而变化.于是通过这种开槽的方法,实现了天线尺寸的小型化.经过仿真优化,天线的贴片最终尺寸定为 $28\text{ mm} \times 28\text{ mm}$,凹槽窄边 a 为 5 mm ,宽边 b 为 10 mm ,介质基板采用相对介电常数为 3.55 的 R04003,厚度为 5 mm .

图 2 给出了 HFSS 仿真后的万字型天线的回波损耗特性曲线,在 $2.395 \sim 2.44\text{ GHz}$ 频带范围内,输入反射系数可以满足小于 -10 dB ,即在 2.4 GHz 频带附近实现了大于 40 MHz 的 -10 dB 工作带宽.

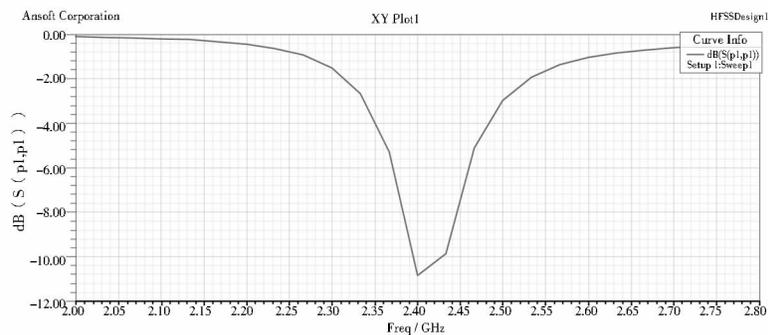


图 2 天线回波损耗特性仿真曲线

图 3 给出了 HFSS 仿真后的万字型天线的驻波比特性曲线,从图中可以看出 $2.396\text{ GHz} \sim 2.433\text{ GHz}$ 的位置,天线的驻波比 $VSWR < 2$.

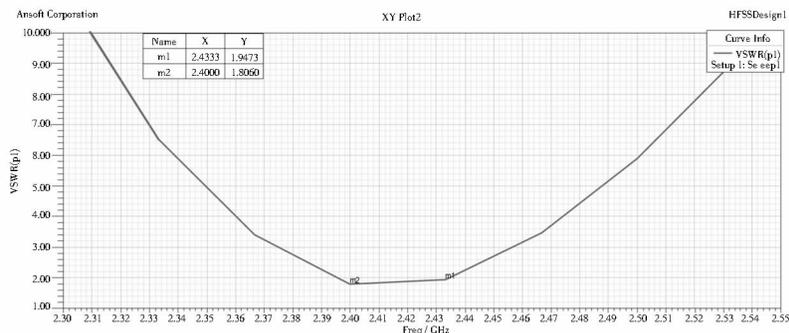


图 3 天线驻波比特性仿真曲线

图 4 给出了 HFSS 仿真后的万字型天线的 Smith 圆图结果,从图中可以看出 2.4 GHz 的位置,天线的归一化输入阻抗为 $(1.8057 + j0.0174)\Omega$.

图 5 给出了 HFSS 仿真后的万字型天线的三维增益方向图,从三维增益方向图中可以看出该微带贴片天线最大辐射方向是微带贴片的法向方向,及 Z 轴正向,最大增益约为 4.9 dB .

图 6 和图 7 分别给出了 HFSS 仿真后的万字型天线的 E 平面和 H 平面的主极化和交叉极化方向图,从天线的 E 平面和 H 平面主极化和交叉极化方向图中可以看出由于天线结构的不对称性,交叉极化相对较大.

3 结论

本文主要针对无线通信系统提出一种新型的工作频率为 2.4 GHz 的小型化微带天线结构.这种天线贴

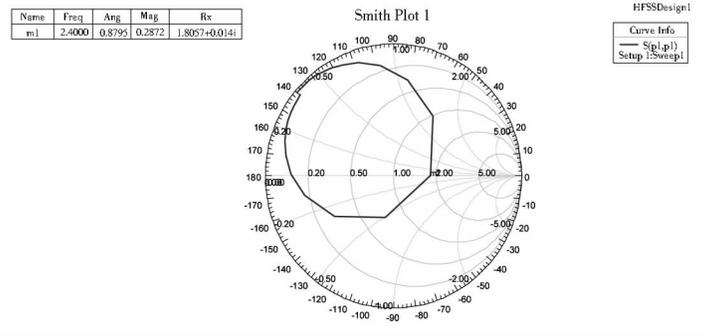


图 4 天线的 Smith 圆图



图 5 天线的三维增益方向图

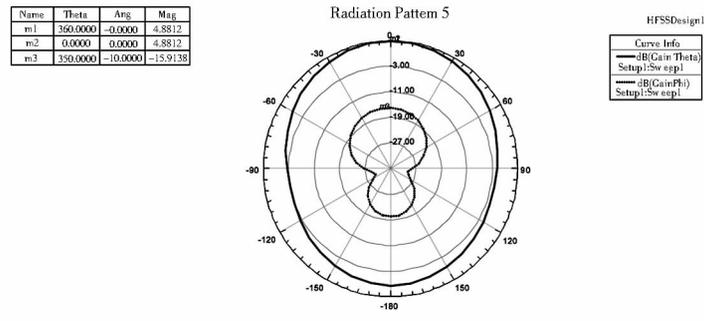


图 6 天线的 E 平面主极化和交叉极化方向图

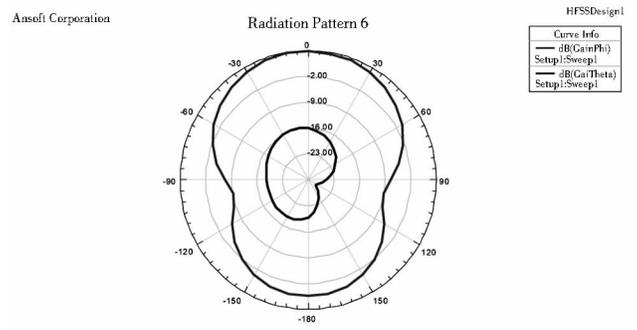


图 7 天线的 H 平面主极化和交叉极化方向图

片采用正万字型结构设计,并通过对天线参数的调整,采用在贴片上开槽的方法,减小天线的尺寸,最终利用仿真软件 HFSS 的设计优化功能对天线的尺寸进行了确定.经过仿真,该天线可在中心频率为 2.4 GHz 频段附近实现大于 40 MHz 的工作带宽,得到了比较理想的要求,适合在各种个人无线终端中使用.

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,2000,22(7):20-24
 [2] 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

