

文章编号: 1001 - 2486(2003)05 - 0073 - 03

一种新型微带贴片天线及其分析*

吴锋涛, 尹家贤, 刘克诚

(国防科技大学电子科学与工程学院, 湖南长沙 410073)

摘要:从普通微带贴片天线效率低的事实出发,提出了一种易于制作的新型微带贴片天线,对其进行仿真,并对仿真结果进行分析,与普通贴片天线进行比较,实测和仿真结果表明该天线的增益比普通天线约高0.3dB。该天线由于制作简单性能优良而具有一定的实用价值。

关键词:微带天线;PBG;增益;高次模

中图分类号:TN817 **文献标识码:**B

A Novel Microstrip Patch Antenna and It's Analysis

WU Feng-tao, YIN Jia-xian, LIU Ke-cheng

(College of Electronic Science and Engineering, National Univ. of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract:Based on the low efficiency of the microstrip patch antenna, a novel easily-fabricated microstrip antenna is presented. The simulation and theoretical analysis is made on the antenna. The measurement of novel antenna's gain is about 0.3dB higher than that of the conventional one. The new antenna is worth using owing to its easy fabrication and good qualities.

Key words:microstrip antenna;PBG;gain;higher order mode

微带天线具有结构简单,易于制作,成本低,体积小,重量轻,低剖面,能与载体共形,能和有源器件、电路集成为统一的整体^[1]等优点。近二十多年来,这种天线有着广泛的应用。但由于表面波、高次模、馈线损耗和介质损耗的影响,微带天线也存在着效率低的缺点。对于如何减小损耗,提高增益,以往的研究较少,通常的方法仅局限于采用较低的损耗介质,因材料的限制提高效率的手段十分有限。

近年来,微波与毫米波领域的PBG结构越来越引起人们的关注,许多学者致力于把PBG结构用于微带天线之中。文献[2]运用介质穿孔的PBG结构来压制表面波,提高天线的效率,文献[3]运用UC-PBG结构来达到相同的效果。文献[4,5]提出了一种新的PBG结构,运用于单个微带贴片,和普通微带天线相比,能抑制高次模。运用光子晶体的禁带特性来压制表面波,由于表面波得到压制而对提高天线的增益起到一定的作用。但形成禁带特性至少需要3个周期^[6],由布鲁渊定理可知,禁带中心频率对应的波长约等于相应的波导波长的1/2,所以底衬介质相对微带贴片而言就很庞大,故这种形式的光子晶体微带贴片天线仅限于试验室产品,距离实用化还有一段距离。

1 天线结构

为了比较新型微带贴片天线的性能,我们把它和相同条件下的普通微带天线作比较(电尺寸大小相当),具体尺寸为:普通天线如图1所示,其中 $W = 20.00\text{mm}$, $L = 13.92\text{mm}$, $W_1 = 2.70\text{mm}$, $\epsilon_r = 2.65$, $W_1 = 4.6\text{mm}$, $W_2 = 3.86\text{mm}$, 介质厚度 $h = 1.00\text{mm}$ 。新型天线是在普通天线的基础上,在金属底板上开正方形环缝,如图2所示,其中 $W = 20.00\text{mm}$, $L = 15.00\text{mm}$, $W_1 = 2.70\text{mm}$, $\epsilon_r = 2.65$, $W_1 = 4.6\text{mm}$, $W_2 = 4.10\text{mm}$, 介质厚度 $h = 1.00\text{mm}$ 。大正方形的边长 $a = 6.00\text{mm}$, 小正方形的边长 $b = 3.00\text{mm}$ 。其中谐振边长度不同是为了使谐振点一致,从而在电长度一致的情况下进行比较。

* 收稿日期:2003 - 06 - 17

作者简介:吴锋涛(1977-),男,硕士生。

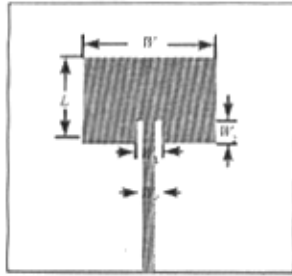


图1 普通微带贴片天线
Fig.1 Conventional microstrip antenna

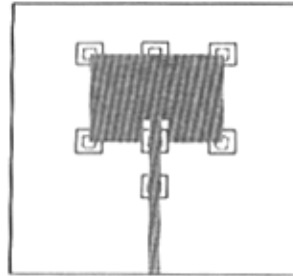


图2 新型微带贴片天线
Fig.2 Novel microstrip antenna

2 模拟结果及分析

由图3的回波损耗可看出新型天线的高次模被部分抑制掉了。这是因为新型天线在金属底板上开孔,根据腔模理论^[1]可知,破坏了 TM_{00} 和 TM_{20} 模的存在条件,从而该模式被抑制了。数值试验表明高次模的抑制程度和缝的大小有关:缝越大,对高次模的抑制越强。但缝越大,背向辐射也越强,太大的缝不一定能够提高新型天线的增益,故缝的大小需优化设计。对于图1侧边中心馈电的普通微带天线,由于会激励起 TM_{00} 和 TM_{20} 模,又该天线是开放式的结构,必然会向外辐射该模式的电磁波,该高次模的辐射对主极化方向没有贡献,只是使主模(TM_{10})的方向图产生畸变,从而使天线的辐射能力变弱。

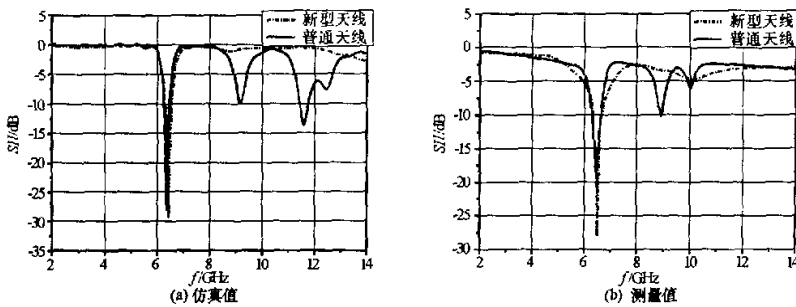


图3 普通天线和新型天线的回波损耗
Fig.3 Return loss of novel antenna and conventional antenna

由表1可看出,仿真结果和实测结果有很好的—致性,仿真的天线增益比实测约小1dB,这是由于仿真建模时没设计入介质损耗、馈线和辐射贴片上的导体损耗所导致的误差。仿真所得天线谐振点的值和测量值有0.1GHz多的误差是由于微带贴片存在加工误差和介电常数值存在公差引起的。新型天线的辐射能力强于普通天线,实测增益比普通天线的高0.31dB,故新型天线的效率较普通天线的高。仿真和实测结果证实了分析的正确性。

表1 普通天线和新型天线比较

Tab.1 Comparison of novel antenna and conventional antenna

	普通天线 (计算值)	普通天线 (测量值)	新型天线 (计算值)	新型天线 (测量值)
回波损耗(dB)	-28.18	-21.08	-29.51	-27.75
谐振点(GHz)	6.36	6.47	6.42	6.51
增益(dB)	7.64	6.66	8.00	6.97

由于在天线测量中产生误差是不可避免的,为了使测量结果可信,测量时使用同一发射源,该源位置不变,输出功率大小恒定,在同一测量系统中在同一时间依次测量,故测得的增益值的相对大小是可信的。从图4可看出新型微带贴片天线方向图的最大值比普通天线的,辐射能力比普通天线强,由于

微带天线馈线的影响,方向图的对称性不是很好。由于底板开缝,背向辐射较普通天线强。

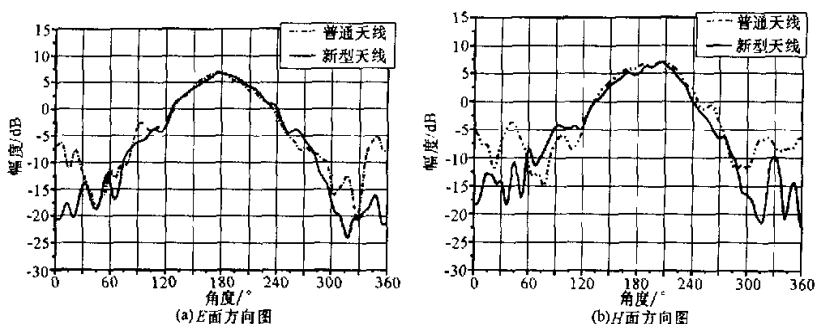


图4 普通天线和新型天线实测方向图
Fig.4 Measured radiation pattern of novel antenna and conventional antenna

3 新型天线和光子晶体天线的比较

光子晶体在微带天线主要有两种应用:一是抑制高次模^[4,5],二是压制表面波^[2,3,6,7]。文献[4]从回波损耗方面抑制高次模。文献[5]从回波损耗和方向图两方面来证明光子晶体可以抑制谐波辐射,但所开的圆孔的背向辐射特别强,该天线的增益是否比普通微带天线的高还未见报道。文献[2]采用介质穿孔的方法形成禁带,压制表面波,该光子晶体天线的方向图较普通天线平滑,但该光子晶体微带天线难于制作。文献[3,7]分别采用 UC-PBG 和高阻表面来压制表面波,不但能解决制作难题,而且天线增益比普通天线有较大的提高,方向图较平滑,背向辐射也比普通天线的小。但这些光子晶体天线共同的缺点是其面积相对于辐射贴片过于庞大,而且这些性能的改善仅局限于表面波影响较强的微带天线,即具有厚基板、大介电常数的微带天线,但这样的天线不是很常用。新型天线在金属底板上开缝,容易制作,其面积和普通天线一样,对介电常数和基片厚度没有特殊要求,而且增益有一定的提高,该天线易于组阵,而光子晶体微带天线在组阵方面还存在一定的困难。

4 结论

新型微带天线克服了光子晶体微带天线面积比其谐振贴片的面积庞大的缺点,且增益高于普通贴片天线,不足之处是底面开缝,背向辐射比普通天线的强。该天线制作简单,性能优良,具有一定的工程应用价值。

参考文献:

- [1] 张均,刘克成.微带天线理论与工程[M].北京:国防工业出版社,1988.
- [2] Gonzalo Ramon. Enhanced Patch-antenna Performance by Suppressing Surface Waves Using Photonic-bandgap Substrates[J]. IEEE Trans. Microwave Theory Tech., 1999,47:2131 - 2138.
- [3] Coccioli Roberto. Aperture-coupled Patch Antenna on UC-PBG Substrate[J]. IEEE Trans. Microwave Theory Tech., 1999,47:2123 - 2130.
- [4] Kim Taesun, Seo Chulhun. A Novel Photonic Bandgap Structure for Low-pass Filter of Wide Stopband[J]. IEEE Microwave and Guided Wave Letters,2000,10:13 - 15.
- [5] Horii Yasushi, Tsutsumi Makoto. Harmonic Control by Photonic Bandgap on Microstrip Patch Antenna[J]. IEEE Microwave and Guided Wave Letters,1999,9:13 - 15.
- [6] Joseph S C. Patch Antennas on Externally Perforated High Dielectric Constant Substrates[J]. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 1999,47:1785 - 1994.
- [7] Qian Yongxi, Coccoli R, et al. A Microstrip Patch Antenna Using Novel Photonic Bandgap Structures[J]. Microwave J,1999,42(1):66 - 76.

