

PBG 应用于双极化孔径耦合微带天线的研究

翟国华

南京电子技术研究所

南京 1313 信箱 901 室 210013

[摘要]: 本文将研究 PBG 结构在双极化孔径耦合微带天线中的应用。仿真及实验结果表明 HIGP 和地面腐蚀型两相结合的结构可以改善交叉极化(>20dB),提高增益,改善隔离度(<-20dB),对为减小重量而将两个端口放在一个平面内的贴片天线有着重要的意义,同时可以将表面电流短路,以防工作中电压太大,击穿天线。
[关键词]: PBG 结构 双极化微带天线 表面电流短路

Study of PBG in the dual-polarization slot-coupled microstrip antenna

Zhaiguohua

Nanjing Research institute of Electronic technology ,Nanjing 210013,China

Abstrut: in this paper PBG in the dual-polarization slot-coupled microstrip antenna is studied. Simulation and experimental results show that the combination of HIGP and circles on the ground can improve the gain,co-polarization, and isolation. So it has important meaning for the antenna of putting the two ports in the same plane for the weightdecreasing,and this structure could shorts the surface current.which protect the patch from the possible great voltage.

Key words: PBG structure dual-polarization microstrip antenna
surface current shorted

1. 引言

PBG 结构, 中文为光子带隙结构, 是一种人造周期结构。主要通过在一中介质中周期的加入另一种介质来获得的。它能够抑制一定频率范围的电磁波在其中的传播。近年来, PBG 的应用很广泛。在天线, 电路中得到很大的推广。在天线特别是微带天线中, 能够抑制表面波, 提高增益, 抑制背瓣和旁瓣, 在阵列中可以减小互耦。在微带天线中的应用国内外都有报道[1]~[14], 应用于双极化孔径耦合微带天线并结合天线的保护问题目前没有相关的仿真及实验报道。

本文主要是论述高阻抗表面 PBG 结构和地面腐蚀型结构相结合的方式在双极化孔径耦合天线中的应用, 提高了增益、隔离度和交叉极化, 同时将介质表面电流短路, 保护了天线使双极化孔径耦合天线能够在机载、星载雷达中更加安全的工作。

2. HIGP 结构

2.1 双极化微带天线的设计仿真

首先设计了一种双极化孔径耦合微带天线单元, 图 1

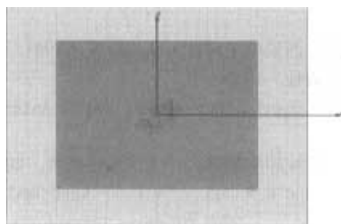


图 1

其中贴片的大小是 8.8×8.8(单位 mm),槽长是 5.2mm,仿真方向图和 S 参数如图 2 交叉极化 21.97dB,增益 6.85dB,隔离度-22.09dB,差损-31.05dB

2.2 HIGP 的 PBG 结构

PBG 结构主要有以下几种，一种是基地钻孔形，在贴片的基地钻一些周期性的孔。另一种是在地面腐蚀一些周期性的孔。还有一种就是高阻抗表面（HIGP）型，在贴片周围放一些周期性的金属片，并打孔与地面短路，从而形成高阻抗表面。还有就是现在研究出的 UC-PBG 结构，它比较紧凑，易于集成。我们这里在贴片层采用高阻抗表面性结构，它不但改善天线作用，而且还可以将介质表面的电流短路，保护天线，以防击穿。在微带线层使用地面腐蚀型结构。

2.3 结构设计

本文采用图 3 这种方式。也就是高阻抗表面性 PBG 结构。在贴片的周围放置了 3 圈金属片，每个金属片的中央打有金属孔，与下面的地板相连，这样就形成了高阻抗表面，介质表面的电流接地，相当于短路，表面波得到抑制，这样不但改善了天线的性能，而且保护了贴片天线，防止在星载、机载雷达中由于高电压而击穿贴片。

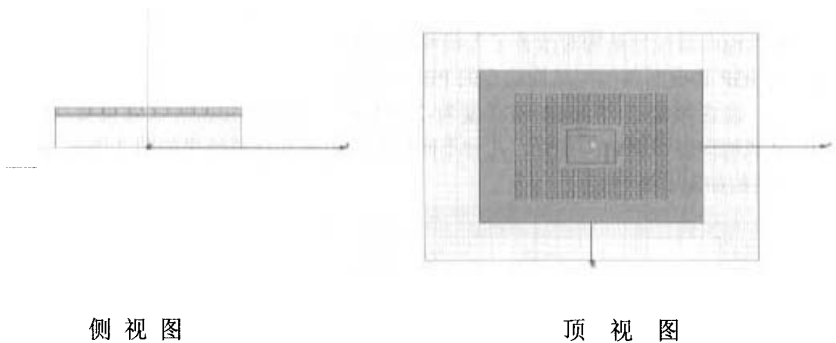


图 3

2.4 等效电路

HIGP 结构可以看成为 LC 电路，金属片之间可以等效为电容 C，而 L 主要是小金属孔与地板相连而在周围产生的电感，所以这种结构可以等效为各种 LC 电路的并联,其中 C,L 的表达式

$$C = \frac{a\epsilon_0(1+\epsilon_r)}{\pi}, L = \mu d \quad (1)$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{c}{\sqrt{1+\epsilon_r}} \sqrt{\frac{\pi}{a \arccos \frac{b}{b-a}}}, Y = \sqrt{\frac{C}{L}} \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right), BW \propto \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (2)$$

其中 ω_0 是谐振频率，Y(ω)为导纳，a 为金属片的大小，d 是介质厚度，Bw 代表带宽

2.5 仿真结果

由于计算量很大，我们是在外边有 2 圈的情况下得到的结果，有文献[4]的实验结果可以知道圈数 N 越多，改善的性能越好。结果在图 2 中。
现在增益是 7.4dB,比原来提高了 0.55dB,隔离度提高了 0.2dB.所以可以知道当 N 增大时增益提高会更大，效果会更好的

3. 地面腐蚀型 PBG 结构

地面腐蚀型 PBG 结构是在反射地板上腐蚀出一些周期性的孔结构，利用这种光子晶体结构所产生的覆盖天线工作频率范围的禁带，抑制由贴片激励的表面波，从

而改善天线的性能。

在原来的双极化单元中加这种结构，其结构如图 3

其中要考虑到在地板中原来就有两个辐射槽，不应该改变原来的双极化孔径耦合的性质，所以我们选择部分小圆孔在孔径中，这样不改变耦合性质，也保持了 PBG 结构，结果如图在增益只增加 0.03dB 的情况下，差损现在是-39.65dB,比原来降低了 8.6dB。交叉极化为 22.38dB,比原来提高了 0.3dB，隔离度也是<-20dB.

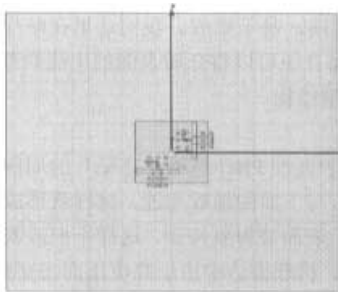


图 4

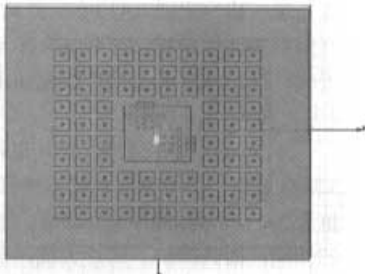


图 5

所以地面腐蚀型结构对改善了差损和交叉极化。

4. HIGP 和地面腐蚀型结构结合的 PBG 结构

现在增益是 7.46dB,隔离度为-23.82dB,差损-42.05dB,所以效果要比单存使用 HIGP 或地面腐蚀型结构要好。几种不同结构的差损和增益结果如图 2 所示

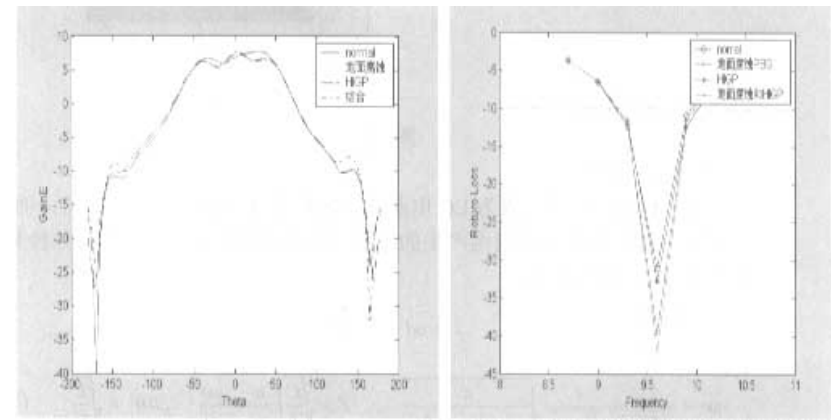


图 2

交叉极化

Normal	21.97dB
HIGP	22.08dB
地面腐蚀	22.54dB
地面腐蚀和 HIGP 结合	23.09dB
隔离度(dB)	
Normal	-22.09
HIGP	-22.37
地面腐蚀	-22.38
地面腐蚀和 HIGP 结合	-23.82

两种结构的结合效果要比单使用每种的效果要好的, 所以在我们设计孔径耦合双极化中就采用这种方式, 隔离度和交叉极化都得到改善, 更适合为了满足信息要求而使用双极化天线。同时增益提高, 效率也得到了提高。

5. 表面电流的短路

在使用 PBG 结构时, 从图 2 中的 S11 参数中就可以反映出表面波得到抑制, 在结构设计中由于在贴片层与中间地板用金属孔相连, 相当于短路, 这样保护了天线, 以防电压过大, 而击穿天线。

6 .结论:

通过研究 HIGP 和地面腐蚀结构相结合 PBG 结构在双极化孔径耦合微带天线的应用, 可以知道在贴片层采用 HIGP 结构, 在微带线层采用地面腐蚀型的 PBG 结构可以更好的改善天线的特性, 同时可以将贴片表面的电流短路, 保护了天线, 这对双极化天线在星载、机载雷达中的应用提供了实际参考价值。

参考文献:

- [1] 朱方明 林青春, 新型电磁(光子)晶体贴片天线的研究进展 电波科学学报 2002 Vol 17 (2)
- [2] N.C.Karmakar Back Radiation Suppression of aperture coupled microstrip antenna using photonic bandgap back shield 2003IEEE 863~866
- [3] D.Pavlickovski and R.B.Waterhouse shorted Patches Mounted on High Impedance Ground Planes 2004 IEEE 3836~3839
- [4] Dan Sievenpiper,Lijun Zhang ,Nicholas Galexipolous and Eli Yabolonovitch High-Impedance Electromagnetic Surface with a Forbidden Frequency Band 1999 IEEE 2059~2074
- [5] Roberto Coccioli Fei-Ran Yang Kuang-ping Ma Tatsuo Aperture-Coupled Patch Antenna on UC-PBG Substrate 1999IEEE 2123~2130
- [6] Guo-hua Zhang ,Yun-Qi Fu,Chang Zhu,Dun-Bao Yan,and Nai-Chang Yuan A Circular Waveguide Antenna Using High-Impedance Groude Plane 2003IEEE 86~88
- [7] Y.Hao and C.G Paini Isolation Enhancement of Anisotropic UC-PBG Microsreip Diplexer Patch Antenna 2002IEEE 136~137
- [8] Yasushi Horii and makoto Tsutsumi Harmonic Control by Phitonic Bandgap on Microstrip Patch Antenna 1999IEEE 13~15
- [10] Guo-hua Zhang ,Yun-Qi Fu,Chang Zhu,Dun-Bao Yan,and Nai-Chang Yuan A Circular Waveguide Antenna Using High-Impedance Groude Plane 2003IEEE 86~88
- [12] Yasushi Horii and makoto Tsutsumi Harmonic Control by Phitonic Bandgap on Microstrip Patch Antenna 1999IEEE 13~15
- [13] Zhengwei Du , Ke Gong A Compact Planar Inverted-F Antenna with a PBG_Type Ground Plane for Mobol Communication 2003IEEE 483~488
- [14] Yongxi Qian,Dan Sievenpiper,Vesna Radisic ,Eli Yablonovith A Novel Approach for Gain and Bandwidth Enhancement of Patch antenn 1998IEEE 221~224

如何学习天线设计

天线设计理论晦涩高深, 让许多工程师望而却步, 然而实际工程或实际工作中在设计天线时却很少用到这些高深晦涩的理论。实际上, 我们只需要懂得最基本的天线和射频基础知识, 借助于 HFSS、CST 软件或者测试仪器就可以设计出工作性能良好的各类天线。

易迪拓培训(www.edatop.com)专注于微波射频和天线设计人才的培养, 推出了一系列天线设计培训视频课程。我们的视频培训课程, 化繁为简, 直观易学, 可以帮助您快速学习掌握天线设计的真谛, 让天线设计不再难...



HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书, 课程从基础讲起, 内容由浅入深, 理论介绍和实际操作讲解相结合, 全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程, 可以帮助你快速学习掌握如何使用 HFSS 软件进行天线设计, 让天线设计不再难...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

CST 天线设计视频培训课程套装

套装包含 5 门视频培训课程, 由经验丰富的专家授课, 旨在帮助您从零开始, 全面系统地学习掌握 CST 微波工作室的功能应用和使用 CST 微波工作室进行天线设计实际过程和具体操作。视频课程, 边操作边讲解, 直观易学; 购买套装同时赠送 3 个月在线答疑, 帮您解答学习中遇到的问题, 让您学习无忧。

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/cst/127.html>



13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程, 培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合, 全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作, 同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习, 可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试...

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>



关于易迪拓培训:

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,一直致力和专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;后于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com),现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年, 10 多年丰富的行业经验
- ※ 一直专注于微波射频和天线设计工程师的培养,更了解该行业对人才的要求
- ※ 视频课程、既能达到了现场培训的效果,又能免除您舟车劳顿的辛苦,学习工作两不误
- ※ 经验丰富的一线资深工程师主讲,结合实际工程案例,直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>