光学 精密工程
OPTICS AND PRECISION ENGINEERING
核心期刊
主管：中国科学院
主办：中国科学院长春光学精密机械与物理研究所
中国仪器仪表学会
主编：曹健林

光学精密工程 2013, 21(8) 1949-1956 ISSN: 1004-924X CN: 22-1198/TH

现代应用光学

具有低空气隙敏感度的雪花单元频率选择表面

王岩松*，高劲松，陈新，赵晶丽

中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所 中国科学院光学系统先进制造技术重点实验室，吉林 长春 130033

摘要： 针对在工程研制阶段隐身雷达罩与频率选择表面（FSS）间的空气隙引起的隐身雷达罩传输性能劣化问题，设计了一种具有低空气隙敏感度的新型雪花环状单元频率选择表面以降低空气隙的影响。采用模式匹配法进行了FSS理论仿真。为了进行对比分析，针对假定技术指标分别给出新型单元FSS和Y环单元FSS的最优化设计结构，采用光刻工艺制备出等效FSS平板样件，在微波暗室中采用自由空间法测试其传输性能以验证设计。仿真和测试结果一致表明：新型雪花单元FSS在很大的空气隙内（190~6 500 μm）均满足技术指标，优于Y环FSS的最大空气隙范围（320~1 900 μm）。最后，简要分析了雪花单元FSS设计的优点。分析结果显示，新型雪花单元FSS在满足隐身雷达罩常规技术指标的前提下，具有较低的空气隙敏感度，可在工程试验阶段用于FSS的研制。

关键词： 频率选择表面（FSS） 隐身雷达罩 空气隙 雪花单元

Snow loop element frequency selective surface with low sensitivity to air gaps

WANG Yan-song*, GAO Jin-song, CHEN Xin, ZHAO Jing-li

Key Laboratory of Optical System Advanced Manufacturing Technology,
Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics
and Physics, Chinese Academy of Sciences， Changchun 130033， China

Abstract: As the transmission properties of Frequency Selective Surfaces(FSS) will get worse because of the air gaps between FSS and original radome in the experimental stages, a novel snow loop element FSS was designed to reduce the effect of air gaps. The theoretical simulation was performed by using the mode matching method. For contrast, the best FSS structure designs of the novel snow loop element and Y loop element for the assumed qualification were chosen out respectively. The equivalent FSS sample plates were fabricated by using photolithographiy, and the transmission properties were tested in a microwave dark room to check the simulation results. Both the calculating and the testing results show that the novel element FSS meets the transmission request in a quite wide air gap range (190-6 500 μm), which is much better than the best Y loop design(320-1 900 μm). Advantages of this new type snow loop element FSS were briefly analyzed. It demonstrates that the snow loop FSS has very low sensitivity to the air gaps, which provides a new method for the FSS study in the experimental stages.

Keywords: Frequency Selective Surfaces(FSS) Radome Air gaps Snow loop fss

收稿日期 2012-03-09 修回日期 2012-06-19 网络版发布日期 2013-08-20

基金项目:

武器装备探索研究项目

通讯作者: 王岩松

作者简介: 王岩松（1979-），女，吉林省吉林市人，博士，副研究员，2005年于吉林大学获得硕士学位，2008年于中国科学院长春光学精密机械与物理研究所获得博士学位，主要从事频率选择表面技术、SiCN陶瓷材料等方面的研究。
作者Email: wangyansong99@163.com

参考文献：

[1]徐念喜,冯晓国,梁凤超, 等. 对称双屏Butterworth型频率选择表面的设计[J].光学 精密工程, 2011,19(7):1486-1494. XU N X, FENG X G, LIANG F CH, et al.. Design of symmetric dual Butterworth-type of frequency selective surface [J]. Opt. Precision Eng.,2011, 19(7):1486-1494. (in Chinese) [2]王珊珊,高劲松,冯晓国, 等. Y孔分形频率选择表面的设计[J]. 光学 精密工程, 2011,19(5):959-966. WANG SH SH, GAO J S, FENG X G, et al.. Design methods of Y aperature fractal FSS[J]. Opt. Precision Eng.,2011, 19(5): 959-966. (in Chinese) [3]陈新,高劲松,王岩松, 等. 叠加Y环单元频率选择表面的设计[J].光学 精密工程, 2011, 19(9):2043-2049. CHEN X, GAO J S, WANG Y S, et al.. Design of overlapping Y loop element FSS [J]. Opt. Precision Eng., 2011,19(9): 2043-2049. (in Chinese) [4]CHAHARMIR M R, SHAKER J, LEGAY H. Dual-band Ka/X reflectarray with broadband loop elements[J].IET Microw.Antennas Propag., 2010, 4(2):225-231. [5]ILBEOM C, JIN G K, DAI G L, et al.. Aramid/epoxy composites sandwich structures for low-observable radomes[J].Composites Science and Technology, 2011,71:1632-1638. [6]PO C K, DAI G L, II S S, et al.. Low-observable radomes composed of composite sandwich constructions and frequency selective surfaces[J].Composites Science and Technology, 2008,68(9):2163-2170. [7] MITTRA R.Techniques for analysis frequency selective surfaces-a review[J].Pro. IEEE,1988,76(12):1593-1615. [8]蒙志军, 吕明云,武哲,等. 单层带通FSS结构中空气间隙的影响[J].电波科学学报，2008,23(6):1123-1128. MENG ZH J, L M Y, WU ZH, et al.. Influence of air gaps in single-layer bandpass FSS structures [J].Chinese Journal of Radio Science,2008,23(6):1123-1128.(in Chinese) [9]卢俊,张靓,孙连春. Y形和Y环形单元特性的试验对比研究[J]. 光学 精密工程, 2005,13(2):219-224. LU J, ZHANG J, SUN L CH. Experimental comparison of the characteristics of Y element and Y loop element[J]. Opt. Precision Eng., 2005,13(2):219-224.(in Chinese) [10]约翰.克劳斯, 章文勋译. 天线（第三版）[M].北京:电子工业出版社, 2005. KRAUS J D.Antenna[M].ZHANG W X trans.,Beijing:Publishing House of Electronic Industry,2005.(in Chinese) [11]CHEN C C. Diffraction of electromagnetic waves by a conducting screen perforated periodically with circular holes[J]. IEEE Trans.

Microwave Theory & Tech., 1971,19(5):475-481. [12]刘小涵,冯晓国,赵晶丽,等. 球面旋涂光刻胶工艺[J]. 光学 精密工程, 2011,19(8):1810-1815. LIU X H, FENG X G, ZHAO J L, et al.. Process of spherical photoresist spin coating[J]. Opt. Precision Eng., 2011,19(8): 1810-1815.(in Chinese)

本刊中的类似文章

1．陈新, 高劲松, 王岩松, 冯晓国, 梁凤超.叠加Y环单元频率选择表面的设计[J]. 光学精密工程, 2011,19(9): 2043-2049

2．徐念喜, 冯晓国, 梁凤超, 王岩松, 高劲松.对称双屏Butterworth型频率选择表面的设计[J]. 光学精密工程, 2011,19(7): 1486-1494

3．王珊珊, 高劲松, 冯晓国, 赵晶丽.Y孔分形频率选择表面的设计[J]. 光学精密工程, 2011,19(5): 959-966

4．蒙志君,吕明云,武哲,祝明.频率选择表面A夹层雷达罩的传输特性[J]. 光学精密工程, 2010,18(5): 1175-1181

5．梅东牧,吕明云,蒙志君,武哲.单层带通FSS的带内传输损耗机理[J]. 光学精密工程, 2009,17(8): 1958-1963

6．蒙志君,黄俊,武哲.即贴型单层带通FSS的传输特性[J]. 光学精密工程, 2008,16(7): 1247-1252

7．贾宏燕.一种新型单元的频率选择表面[J]. 光学精密工程, 2008,16(11): 2076-2080

8．贾宏燕[1,2];冯晓国[1];高劲松[1].改变Y孔单元排列方式对FSS极化稳定性的影响[J]. 光学精密工程, 2007,15(6): 978-982

Copyright by 光学精密工程