

文章编号:0253-2239(2008)11-2243-02

光分插复用 3-skip-1 100 GHz 滤波器的最优化设计

段玉华 井西利 宋超群

(燕山大学 理学院,河北 秦皇岛 066004)

摘要 将模拟退火遗传算法应用于 3-skip-1 滤波器膜系的优化设计中,并在多腔后叠加补偿膜层来减小通带的波纹。通过一系列的遗传操作,优化出的膜系各项指标均满足分插复用 3-skip-1 100 GHz 滤波器的要求。

关键词 光通信;光学薄膜;薄膜窄带滤波器;优化设计

中图分类号 O484 **文献标识码** A **doi**: 10.3788/AOS20082811.2243

Optimized Design of 3-Skip-1 Filter for 100 GHz Used in Optical Add-Drop Multiplexing

Duan Yuhua Jing Xili Song Chaoqun

(College of Sciences, Yanshan University, Qinhuangdao, Hebei 066004, China)

Abstract An optimized algorithm based on simulated annealing and genetic algorithm was provided for designing films of 3-skip-1 filters. Two antireflection layers were added to the exterior of the stack to deminish the ripple of passband. The optimized multilayer film meets the design demand of 3-skip-1 filter of 100 GHz.

Key words optical communication; optical film; narrow-band film filter; optimized design

光滤波器是光分插复用(OADM, Optical Add-Drop Multiplexing)节点的核心器件,光学介质薄膜窄带滤波器因其插损小、易封装、隔离度高、优良的热能和环境稳定性等优点^[1],得到了广泛应

用。一般情况下,OADM 选择分插复用的通道为 100 GHz^[2],本文所设计的介质薄膜 3-skip-1 滤波器通道也是 100GHz。具体设计指标见表 1。

表 1 3-skip-1 滤波器的透射/反射特性

Table 1 optical transmission/reflection characteristics of 3-skip-1 filter

Parameters	Operating wavelength range	Central wavelength	Pass bandwidth	Pass band region	Max. insertion loss over	Pass band ripple within	Stop bandwidth (-25 dB from 0 dB)
Unit	nm	nm	nm	nm	dB	dB	nm
Specification	C Band	1550.12	≥2.04	CW ±1.02	≤0.6	≤0.3	≤3.62

膜材料分别选择性能比较稳定^[3]的 Ta₂O₅、SiO₂,折射率分别为 $n_{\text{Ta}_2\text{O}_5} = 2.16$, $n_{\text{SiO}_2} = 1.45$;基

底为 BK7 玻璃 $n_{\text{glass}} = 1.52$;入射介质为空气。利用模拟退火遗传算法优化出的膜系为

收稿日期:2008-05-27;收到修改稿日期:2008-06-18

作者简介:段玉华(1983-),女,硕士研究生,主要从事光学薄膜设计方面的研究。E-mail: duanyuhua2008@126.com

导师简介:井西利(1964-),男,教授,博士生导师,主要从事计算物理方面的研究。E-mail: sljingxl@ysu.edu.cn

$$\left. \begin{array}{l} \text{HLHL3H3L3H3L10H3L3H3L3HLHLHL} \\ \text{3HLHLHLHLH3L10H3HLHLHLHLH3L3HL} \\ \text{H3LHL3H3L3H3L10H3L3H3L3HLH3LHL} \\ \text{3H3LHLHLHLHL3HL10H3LHLHLHLHL3HL} \\ \text{HLHL3H3L3H3L10H3L3H3L3HLHLHL} \\ \text{0.2995H1.3716L} \end{array} \right\} \text{Air}$$

图 1、图 2(a)为优化出的膜系的光谱曲线。从图 1、图 2(a)可以看出,利用模拟退火遗传算法^[4]优

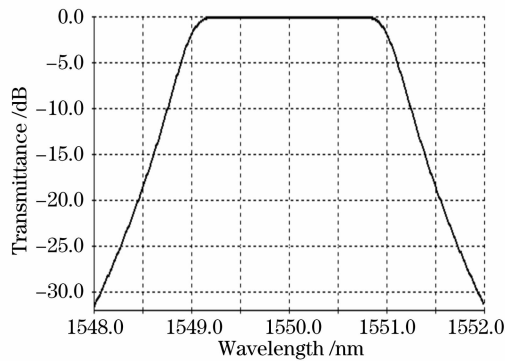
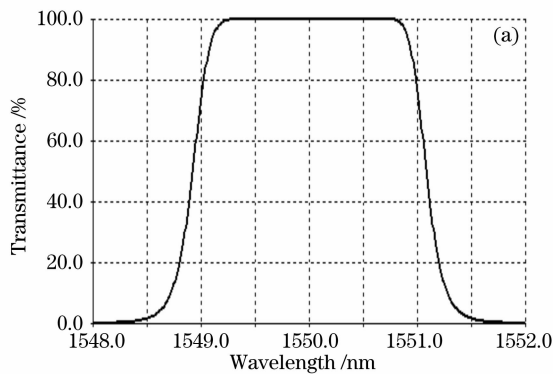


图 1 3-skip-1 100 GHz 滤波器的光谱曲线

Fig. 1 Transmittance curve of 3-skip-1 filter for 100 GHz

化出的膜系顶带平坦,截止度高,通带宽度和截止带宽度均满足设计要求。采用较少的腔优化出了理想



的膜系,降低了制备的难度。同时补偿层的有效设计也起到了很好的作用,通过对最后两层非规整膜层的优化提高了通带波纹的平坦度,达到了膜系与周围介质相匹配和提高透射率的目的。图 2(a)、(b)分别为叠加补偿层和不加补偿层优化出的光谱曲线。

通过对比可以看出,不加补偿层对通带宽度没有影响,但顶带不平坦,且峰值透过率明显降低。补偿层的设计有效地减小了通带的波纹,达到了与周围介质的良好匹配。

设计结果表明,通过对膜系中的各参数进行编码,并建立有效的适应度函数,用模拟退火遗传算法优化设计的 3-skip-1 100 GHz 滤波器满足设计指标的要求。模拟退火遗传算法依靠其强稳健性能优化出符合各种指标的光学薄膜。因而这种算法用于优化薄膜窄带滤波器是可行和有效的。

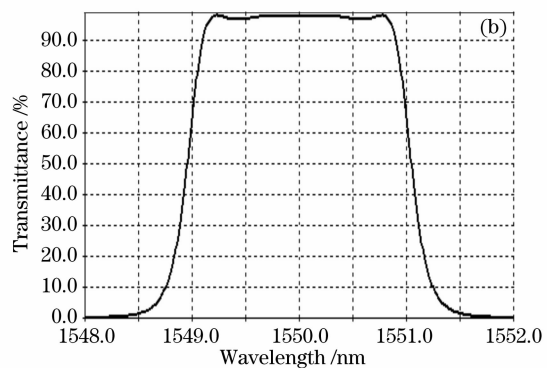


图 2 图 2 (a) 有补偿层的透射光谱曲线; (b) 未叠加补偿层的透射光谱曲线

Fig. 2 (a) Transmittance curve of 3-skip-1 filter with two antireflection layers; (b) transmittance curve of 3-skip-1 filter without antireflection layers

参 考 文 献

- 1 GuPeifu, Bai Shengyuan, Li Haifeng *et al.*. Design of DWDM thin-film interference filters [J]. *Acta Optica Sinica*, 2002, **22**(7): 794~797
- 2 Willey R R. Achieving narrow bandpass filters which meet the requirement for DWDM[J]. *Thin Solid Films*, 2001, **398-399**: 1~9
- 3 Wang Chong, Luo Bin, Pan Wei. Algorithm of see king precise

refractive index value of spacer for controlling angle-tuned filter' polarization characteristics[J]. *Acta Optica Sinica*, 2005, **25**(5): 707~711

王 仲, 罗 斌, 潘 炜. 角度调谐滤光片偏振控制的间隔层折射率寻优算法[J]. *光学学报*, 2005, **25**(5): 707~711

4 Xu Jiangfeng, Chen Qiuling. Anti-reflection coating designed by genetic algorithm[J]. *Chin. J. Lasers*, 2007, **34**(9): 1271~1275

徐江峰, 陈秋灵. 增透膜的遗传算法设计[J]. *中国激光*, 2007, **34**(9): 1271~1275