

文章编号:1005-5630(2001)5/6-0134-04

高精度光学薄膜的制造

王明利、增田清志

(京浜光膜工业株式会社,日本神奈川县秦野市 259-1304)

摘要:论述了 DWDM、GFF、CWDM 等薄膜的制造,特别给出了 100GHz DWDM 的设计和误差分析。

关键词:DWDM;GFF;CWDM;光学薄膜

中图分类号:O484.4 **文献标识码:**A

Production of high precise optical coatings

WANG Ming-li, MASUDA Kiyoshi

(Kinhin Optical Products Co., Ltd., Hadano Kanagawa 259-1304, Japan)

Abstract: This paper describes the production of high precise optical coatings. DWDM, GFF, CWDM filter be fabricated by IAD system.

Key words: DWDM; GFF; CWDM; optical coating

1 介 绍

随着光学薄膜在光通讯领域的广泛运用,对光学薄膜提出了极高的要求,DWDM、GFF、CWDM 等作为光通讯不可缺少的薄膜器件,要求具有极高的精度和严格的环境稳定性。

目前能完成良好的环境稳定性的技术如 Ion plating、APS、IBS、ECR、IAD 等各种手段^[1],本文叙述了采用 IAD 的方法制作的薄膜器件,能得到损失小于 0.1dB,波纹小于 0.03dB,稳定的 100GHz 4 腔的 DWDM 滤光片,及 Error Function 小于 0.3dB 的 GFF 滤光片,插入损失小于 0.2dB 的 CWDM 滤光片。环境稳定性小于 1pm/°C。

2 成膜装置

薄膜的制作采用 Optorun 的 NBPF-2 超多层薄膜形成装置,此系统具有 RF 离子辅助系统,λ/4 光学膜厚系统,基板的高速回转是 1000rpm,两个电子枪和 6 个水晶厚度控制系统。

3 设计与分析、结果

100GHz 的 DWDM 要求 3dB 处的相对宽度小于 0.8nm,0.5dB 处的相对宽度大于 0.4nm,25dB 处的相对宽度小于 1.1nm,透过率的插入损失小于 0.5dB,通带区域内波纹小于 0.3dB。

图 1 是 127 层 4 个共振腔的 127 层 DWDM 100GHz 滤光片的设计光谱。

图 2 是给出相对标准偏离误差为 1×10^{-4} 的模拟结果。

• 收稿日期:2001-08-30

作者简介:王明利(1965-),男,湖南衡阳人,助研,硕士,从事光学薄膜技术研究。

图3是相对标准偏离误差为 1×10^{-5} 的模拟结果。

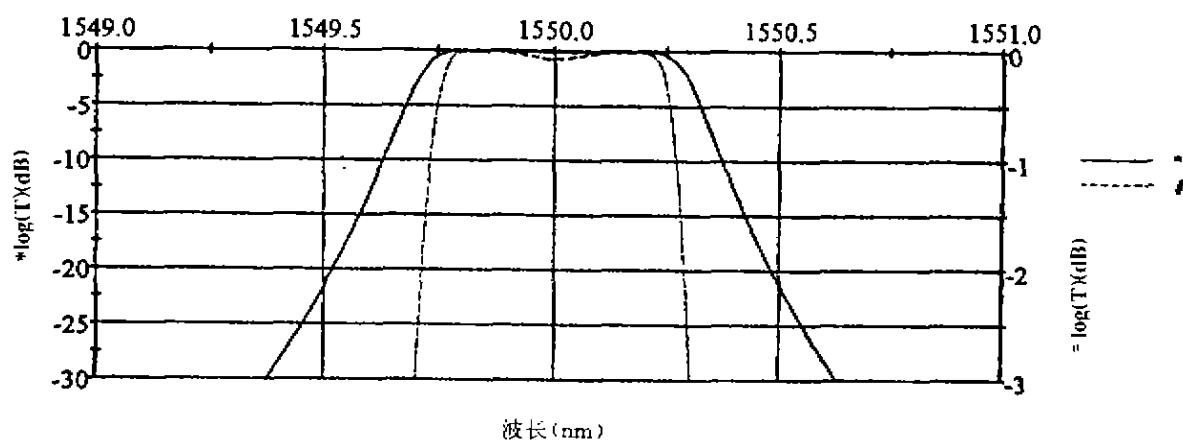


图1 4层结构100GHzDWDM滤光片的设计曲线

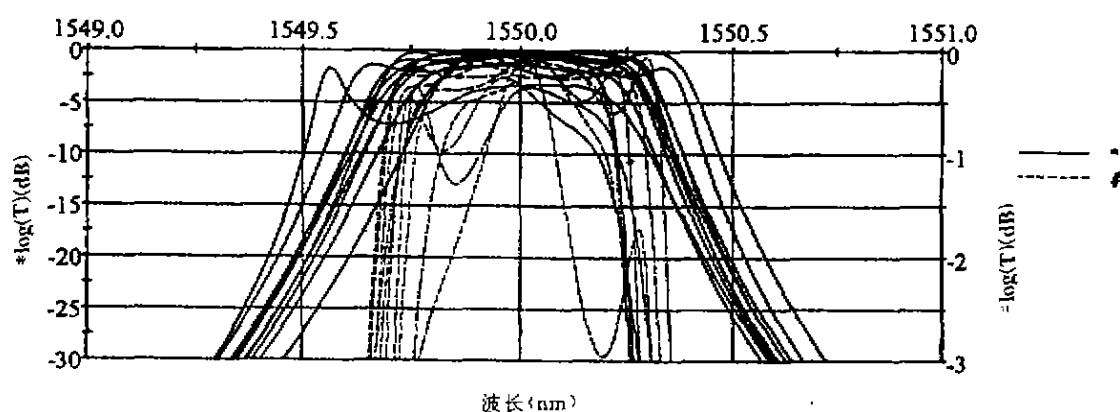


图2 膜厚误差的标准方差为 1×10^{-4} 时的结果

图3是相对标准偏离误差为 1×10^{-5} 的模拟结果。

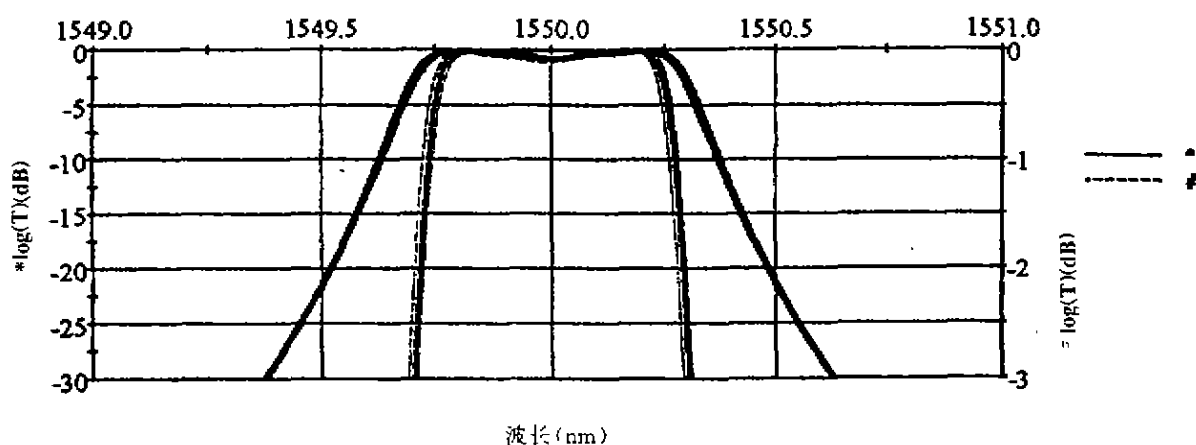


图3 膜厚误差的标准方差为 1×10^{-5} 时的结果

从上图可以看出相对标准偏离误差为 1×10^{-4} 时100GHz DWDM的成功率为0,而要达到100%成功率,相对标准偏离误差少于 1×10^{-5} ,而实际上我们采用的 $1/4\lambda$ 光学厚度极值控制方法,它具有相邻两层膜误差互补的特点,可以使相对标准偏离误差要求降低为 1×10^{-4} 时就可达到100%成功率。

图4是制造过程中光量变化的过程。从图上我们可以看出,在靠近spacer层时具有极为敏感的特点。

因此在控制 spacer 层的厚度时,可以需要采用特别的方法。

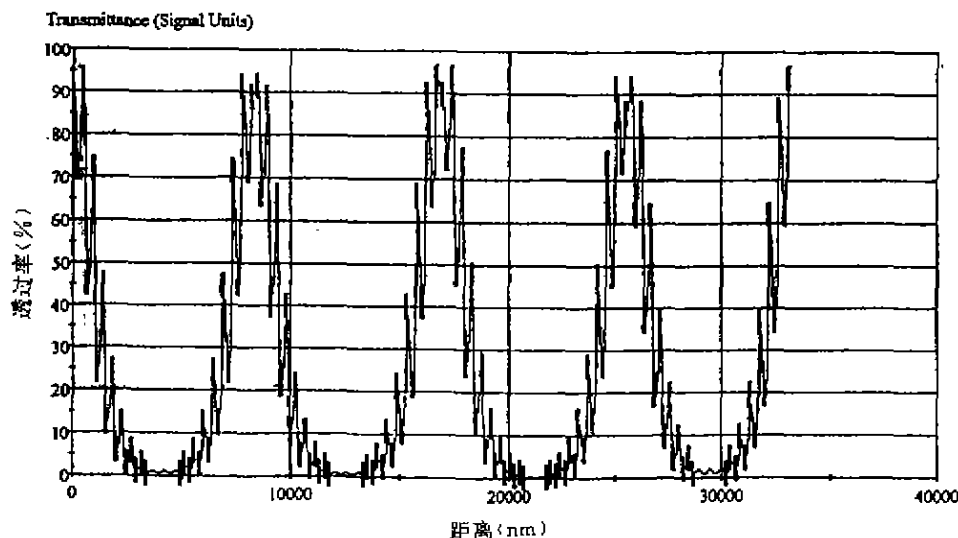


图 4 直接监控信号模拟

图 5 是 4 个共振腔的 127 层 DWDM 100GHz 滤光片的实测曲线。

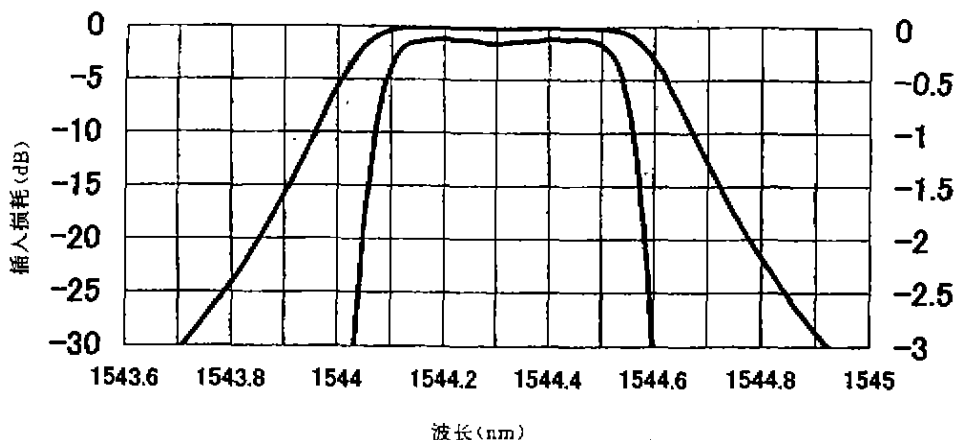


图 5 4 腔结构 100GHz DWDM 滤光片的实测曲线

掺 Er^{3+} 光纤放大器是光纤通讯系统的一个关键元件,由于光纤放大器的放大增益随着波长变化,GFF 就是使放大增益平衡而设计。GFF 的设计一般是多腔滤光片的基础膜系,在一个给定的目标函数条件下进行优化,得到一个控制误差容差大的膜系。

图 6 是一个 GFF 的实测曲线和目标曲线。由于 GFF 具有无数的目标函数,所以 GFF 的设计也有存在无数个,同时每一个目标曲线也具有无穷解。因此 GFF 的设计和制造具有很大艺术性。如何设计 GFF 膜系与工艺是薄膜工程师所必须考虑的。

图 7 是宽带的滤光片(CWDM)实测曲线,一般 CWDM 的制作时间为 10h 左右,要求在 10h 的时间内,保持相对的稳定性和良好控制精度,由此才能保证 CWDM 具有很少波纹(小于 0.3dB),因为相邻两层的误差补偿不能减少通带波纹。

4 结 论

光学薄膜在通讯领域的运用,对薄膜的制备提出了新的挑战。长时间的沉积,要求设备具有极好的稳定性和极高的控制精度、良好的设计和可行的工艺。本文报告采用 IAD 的技术得到损失小于 0.1dB,波纹小于 0.03dB,100GHz 4 腔的 DWDM 滤光片及 Error Function 小于 0.3dB 的 GFF 滤光片,插入损失小于

0.2dB 的 CWDM 滤光片。环境稳定性小于 $1 \text{ pm}/^\circ\text{C}$ 。

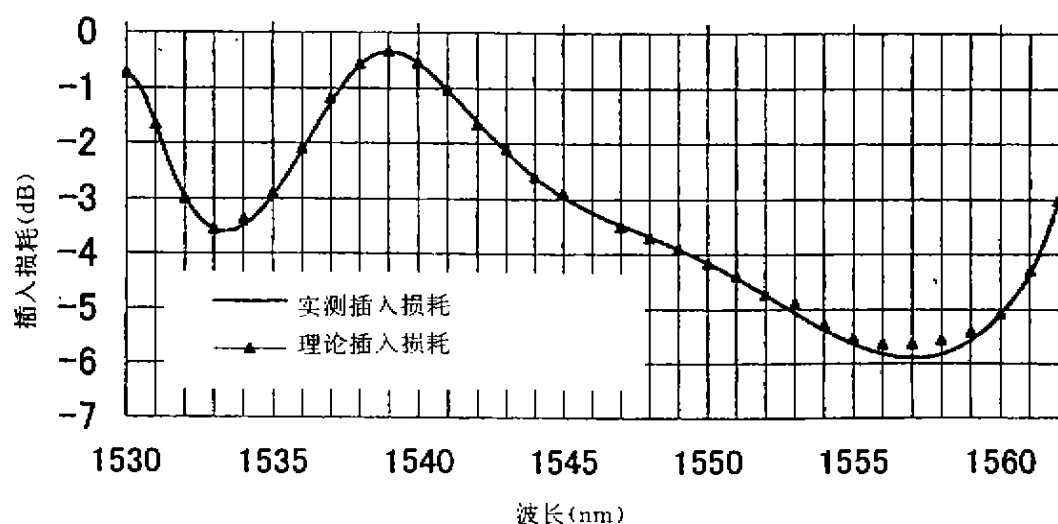


图 6 增益平坦滤光片曲线

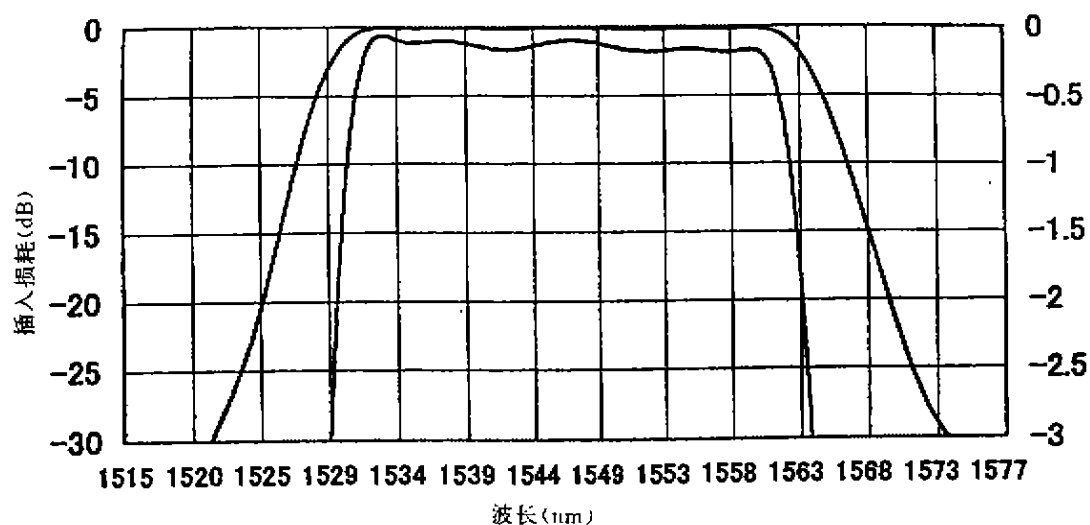


图 7 CWDM 的滤光片曲线

本文所叙述的超多层、高精度光学薄膜的制造均由 OPTORUN 提供的 NBPF-2 完成。

5 参考文献(略)