

非线性干涉滤光片 N 形反射光 双稳器件的研究

王纳新* 孙德贵 翁兆恒

(中国科学院长春光学精密机械研究所应用光学国家重点实验室, 长春 130022)

摘 要 对 N 形反射光双稳器件的结构进行了理论设计和实验研究。对光双稳的重要参数 δI_0 、 δI_r 与初始失调量 δ 之间的关系进行了描绘, 并通过引入 ZnSe 薄膜的色散关系, 使这一理论方法具有自洽性。最后, 文章给出了通过这一方法设计的非线性干涉滤光片 N 形反射光双稳器件的实验结果。

关键词 非线性干涉滤光片, N 形反射光双稳器件, ZnSe 薄膜色散关系。

1 引 言

N 形反射光双稳的研究对于光学逻辑开关的实现具有重要意义^[1, 2]。尽管非线性干涉滤光片光双稳器件类似于一个法布里-珀罗标准具, 且它的很多特性在某种程度上可以用法布里-珀罗标准具进行研究和讨论^[3], 但这种处理方法在某些情况下是不适宜的^[4]。本文运用基于薄膜光学原理的精确的矩阵模型来研究非线性干涉滤光片的光双稳特性。基于作者已研究了透射光双稳器件的转换特性^[5]。本文主要研究其原理与透射光双稳极其类似的反射光双稳态的特性。

2 结构设计

对于不同中心层厚度和对称层厚度的非线性干涉滤光片光双稳器件, 光双稳宽度 δI_0 及其反射值 δI_r 与初始失调量 δ 之间的关系是不同的, 其中 δI_0 与 δ 之间的关系曲线在参考文献^[5]中已给出, δI_r 与 δ 之间的关系通过计算, 得到如图 1 所示的结果。

由图 1 可见, 不同的中心层厚度 m 和不同的对称层厚度 p 对光双稳器件的特性有着不同的影响。因而根据实际应用中 δI_0 、 δI_r 的不同要求, 就可以利用这些关系曲线选择光双稳器件的结构。从图 1 还可以看出,

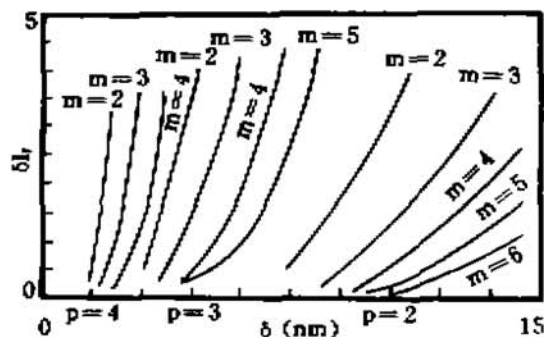


Fig. 1 Relation curves of δI_r with the initial detuning δ

* 现通信地址: 无锡轻工大学机械工程系, 无锡 214036。

收稿日期: 1994 年 11 月 28 日; 收到修改稿日期: 1995 年 4 月 2 日

对称反射层的厚度值直接影响器件产生双稳的临界初始失调量 δ 。

3 实验结果

对于一个非线性干涉滤光片光双稳器件, 其镀膜波长 λ (即弱光强下的峰值波长) 必须低于感应高折射率材料非线性的激光波长 λ_0 ($\lambda < \lambda_0$), 以便当激光引起折射率非线性变化时, 器件的峰值波长 λ' 向激光波长 λ_0 靠近。最后, 当 $\lambda' = \lambda_0$ 时, 即会出现光双稳现象。为保证非线性干涉滤光片双稳器件在弱光下能够具有所要求的初始失调量 δ , 镀膜波长必须严格计算。仍然可以类似透射光双稳那样, 通过引入 ZnSe 薄膜的色散关系^[6]来解决这个问题。镀膜波长随初始失调量 δ 的关系曲线, 如图 2 所示。根据初始失调量 δ 的值来确定镀膜波长, 进而得到所需的光双稳态。例如, 选择一反射光双稳器件, 令 $P = 3$, $m = 2$, $\delta = 6$, 则可确定 $\lambda' = 511$ nm, 得到的双稳现象如图 3 所示。实验中开启时间约为 50 μ s, 关闭时间约为 80 μ s。

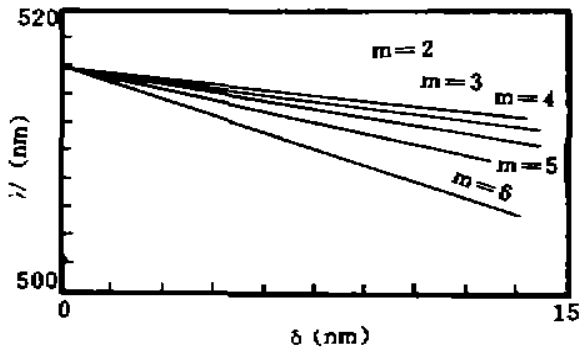


Fig. 2 Relation curves of the coating wavelength (λ') with the initial detuning δ

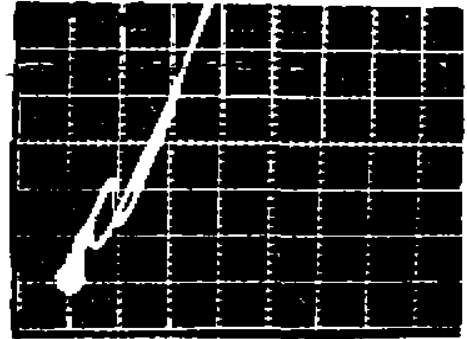


Fig. 3 Experiment result of λ -type optical bistabilities for a nonlinear interference filters

结 论 本文计算了 N 形反射光双稳器件的两个重要参数 δI_0 、 δI_1 与初始失调量 δ 的关系, 这对于设计和评价非线性干涉滤光片 N 形反射光双稳器件的性能是非常重要的。事实上, 本文给出了一种设计和研究非线性干涉滤光片具有 N 形结构的反射光双稳器件的有效而方便的方法。另外, 引入了非线性材料 ZnSe 的色散关系来确定镀膜波长, 使这种光双稳器件的设计方法具有自洽性。实验结果验证了理论的正确性及可靠性。

参 考 文 献

- [1] F. A. P. Tookey, N. C. Craft, S. D. Smith *et al.*, Experimental realization of all-optical single-gate. *Opt. Commun.*, 1987, 63(6): 365~370
- [2] A. C. Walker, F. A. P. Tookey, M. E. Prise *et al.*, InSb devices; transphasors with high gain bistable switches and sequential logic gates. *Philosoph. Trans. Royal. Soc. London*, 1984, A313(4): 240~256
- [3] S. D. Smith, J. G. H. Methew, M. R. Tachizaden *et al.*, Room temperature visible wavelength optical bistability in ZnSe interference. *Opt. Commun.*, 1984, 51(5): 357~362
- [4] B. S. Wherrett, D. Hutchings, D. Russell, Optically bistable interference filter; optimization considerations. *J. Opt. Soc. Am. (B)*, 1986, 3(2): 35~362
- [5] D. G. Sun, N. X. Wang, Z. H. Wang *et al.*, Calculation and design for bistable optical devices of nonlinear interference filter. *Opt. Engng.*, 1993, 32(1): 63~66
- [6] H. H. Li, Refractive index of ZnS, ZnSe, and ZnTe and its wavelength and temperature derivatives. *J. Phys. Chem. Ref. Data*, 1984, 13(1): 103~150

Studying for N-Type Properties of Reflected Bistable Optical Devices of Nonlinear Interference Filters

Wang Naxin* Sun Degui Weng Zhaoheng

(*State Key Laboratory of Applied Optics, Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022*)

(Received 28 November 1994; revised 2 April 1995)

Abstract The N-type properties of reflected bistable optical devices (RBODs) are studied by using the accuracy matrix formulas based on the principle of thin-film optics. The relationship between δI_0 , δI , and δ , which are all the important parameters of RBODs, is plotted. The dispersive relations of ZnSe thin-film are introduced into the method to make the theoretical method self-consistent. Finally, experimental result of a RBOD of nonlinear interference filter is given.

Key words N-type property of reflected bistable optical device, nonlinear interference filter, dispersive relation of ZnSe thin film.

* Present address, Department of Mechanic Engineering, Wuxi Light Industry University, Wuxi 214036