

变形双棱镜的一种加固设计方法

常扬燕 阮 玉 陈海清

(华中理工大学, 武汉)

摘要: 本文叙述了一种变形双棱镜的加固设计方法, 它能够完全消除温度变化与激光波长漂移对光束输出方向的影响, 适于对二极管激光束进行变形。

A ruggedized design method of anamorphic double-prism

Chang Yangyan, Ruan Yu, Chen Haiqing

(Huazhong University of Science and Technology)

Abstract: A ruggedized design method for shaping diode laser beams, which can totally eliminate the effects caused by the temperature change or laser wavelength shift on output beam direction, is described.

一、引言

变形棱镜在光束整形方面应用相当广泛。用它来对光束进行整形, 结构简单, 成本低, 然而, 温度改变以及激光波长的漂移, 对其光束的输出方向有较大的影响。为了减小光束输出方向的过大变化(例如在光盘驱动器中, 对光束的输出方向要求非常高), 人们对变形系统进行过优化讨论^[1,2], 但均过于复杂, 并且不能完全维持光束输出方向的稳定。

本文介绍的一种变形双棱镜的加固设计方法, 它能够解决上面指出的问题, 为加固型光盘驱动器的设计提供了一单元技术, 同时, 还可应用到其它领域的二极管激光器系统中。

有效地克服了以往实验的盲目性, 解决了以前无法解决的问题。

总之, 上面的实验技巧是我们长期实验中的经验总结, 对于从事全息技术工作的人员是难得的宝贵经验。利用这些技巧和方法可以解决以往难以解决甚至不能克服的困难, 节省了大量时间, 提高了实验成功率, 加速了实验进程, 使全息工作者事半功倍地完成实验工作。

参 考 文 献

- [1] 王典民, 哈流柱, 王民革. 激光技术, 1990, 14 (4): 55
- [2] 于美文, 哈流柱, 王民革. 光学全息及信息处理. 北京: 国防工业出版社, 1984: 296
- [3] 于美文, 哈流柱, 王民革. 光学全息及信息处理. 北京: 国防工业出版社, 1984: 120

收稿日期: 1991年1月15日。

二、设计方法

图1为通常所使用的变形双棱镜光学系统。其中，两块棱镜完全相同， θ_1 为入射角， θ_2 为折射角， n 为棱镜的折射率。图中实线光路方向为设计方向(温度为 T_0 ，激光波长为 λ_0)。

显然，光学材料的折射率 n 是温度 T 与光波波长的函数，即：

$$n = n(T, \lambda) \quad (1)$$

由于温度的改变与波长 λ 的漂移，均会改变光学材料的折射率 n 。若温度 T 与波长 λ 存在一小量改变(ΔT 与 $\Delta \lambda$)，那么 n 值就存在一小量改变 Δn ，其关系式如下：

$$\Delta n = m \Delta T + k \Delta \lambda \quad (2)$$

式中， m 与 k 分别为材料折射率的温度系数与光波波长系数。

如图1所示，虚线光路即为温度为 $T_0 + \Delta T$ ，波长为 $\lambda_0 + \Delta \lambda$ 时的情况。后面的计算表明，采用常规的双棱镜系统不可能消除这种光束出射方向(从变形系统输出)的改变。而这种改变，在光盘驱动器中，特别是军用光盘驱动器中，是必须加以充分校正的，原因是军用环境条件苛刻，有别于一般商用环境条件。

下面，我们来求完全校正光束方向的双棱镜结构，为此，选用二块参数不同的单直角棱镜来构成变形双棱镜。如图2所示， θ_1 与 θ_3 为入射角， θ_2 与 θ_4 为折射角，二片棱镜均选用同种玻璃，其折射率为 n ，由折射定律有：

$$\sin \theta_1 = n \sin \theta_2 \quad (3)$$

$$\sin \theta_3 = n \sin \theta_4 \quad (4)$$

对(3)式两边全微分，并令 $d\theta_1 = 0$ ，有：

$$d\theta_2 = - (dn/n) \cdot \operatorname{tg} \theta_2 \quad (5)$$

式中， dn 为 n 值的改变量， $d\theta_2$ 为 θ_2 角改变量，负号表示 dn 与 $d\theta_2$ 反号。

对(4)式两边全微分，并令 $d\theta_4 = 0$ ，有

$$d\theta_3 = (\sin \theta_4 / \cos \theta_3) \cdot dn \quad (6)$$

式中， $d\theta_3$ 为 θ_3 角改变量。参考图2光路，由光线折射定律有：

$$n |d\theta_2| = |d\theta_3| \quad (d\theta_2, d\theta_3 \text{ 很小}) \quad (7)$$

把(5)、(6)两式代入(7)式，即有：

$$\operatorname{tg} \theta_2 = \sin \theta_4 / \cos \theta_3 \quad (8)$$

此式便是双棱镜结构的限制条件。

双棱镜的变形比 M_D 可表示为^[3]：

$$M_D = d_o / d_i = \cos \theta_2 \cos \theta_4 / \cos \theta_1 \cos \theta_3 \quad (9)$$

利用(3)、(4)、(8)式对(9)式进行整理，有：

$$M_D = \sqrt{[1 + (n^2 - 1) \operatorname{tg}^2 \theta_2] / [1 - (n^2 - 1) \operatorname{tg}^2 \theta_2]} \quad (10)$$

或

$$\theta_2 = \arcsin \sqrt{(M_D^2 - 1) / (n^2 - 1)(M_D^2 + 1)} \quad (11)$$

则 θ_1 、 θ_3 、 θ_4 可按下列公式求出：

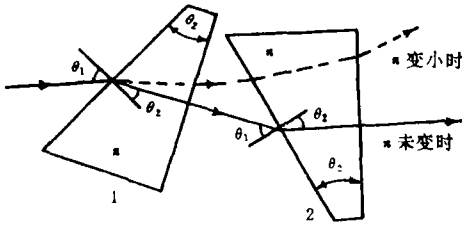


图1 变形双棱镜光学系统

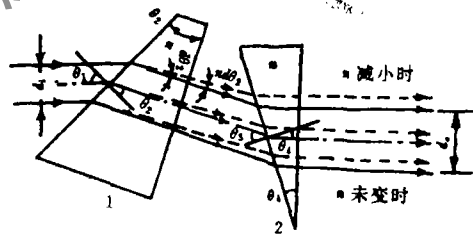


图2 加固型变形双棱镜光学系统

$$\theta_1 = \arcsin(n \sin \theta_2) \quad (12)$$

$$\theta_3 = \arctg(ntg\theta_2) \quad (13)$$

$$\theta_4 = \arcsin(\sin\theta_3/n) \quad (14)$$

三、数值分析与讨论

(1) 当 $tg\theta_2 = 1/n$ 时, θ_1 角为布儒斯特角, (10) 式可简化为:

$$M_D = \sqrt{2n^2 - 1} \quad (15)$$

若取 $n = 1.4$ (最小) 和 $n = 1.8$ (最大), 则 M_D 的大小为 $M_D = 1.71$ (最小) 和 $M_D = 2.34$ (最大)。显然这种型式特别适用于 M_D 取值位于 2 附近的情况。这种结构的系统有一个明显的特点: 第一块棱镜工作在布儒斯特角, 变形面可省去镀膜, 而对 P 光的透过率可达 100%。

(2) 对单棱镜而言 (不妨讨论第一块), 变形面的 P 光反射系数 r_P 可表示为^[4]:

$$r_P = (n \cos \theta_1 - \cos \theta_2) / (n \cos \theta_1 + \cos \theta_2) \quad (16)$$

若令 $M_S = \cos \theta_2 / \cos \theta_1$, 则 (16) 式可化为:

$$r_P = (n - M_S) / (n + M_S) \quad (17)$$

显然, M_S 就是单直角棱镜的变形比。由 (17) 式可看出, 只有 $M_S = n$ 时, $r_P = 0$ 。这说明一旦 n 确定后, 变形面的反射率强烈依据此面所担当的变形比 M_S 大小。当 M_S 偏离 n 值过大, 此面的光能损失过大, 就要求镀增透膜, 而若 $|r_P|^2 \leq 0.5\%$, 便可省去这个工艺流程。

如果选用情况 (1) 的结构, 第二块棱镜所承受的变形比 M_S 为:

$$M_S = M_D / n = \sqrt{2 - (1/n^2)} \quad (18)$$

把 (18) 式代入 (17) 式有:

$$R_P = |r_P|^2 = [(n^2 - \sqrt{2n^2 - 1}) / (n^2 + \sqrt{2n^2 - 1})]^2 \quad (19)$$

若要求 $R_P \leq 0.5\%$, 则 $n \leq 1.42$, $M \leq 1.74$ 。

(3) 由公式 (10) 可知, θ_2 必须满足下式:

$$1 - (n^2 - 1) tg^2 \theta_2 > 0$$

$$\text{即 } \theta_2 < \arctg(1/\sqrt{n^2 - 1}) \quad (20)$$

图3给出了 M_D 、 n 与 θ_2 的关系曲线, 并给出了不同折射率 n 时所对应的最大 θ_2 角。

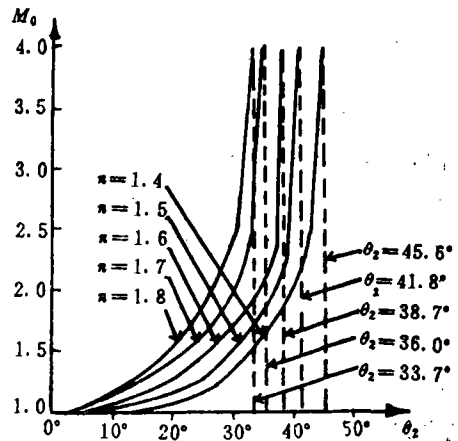


图3 变形比曲线

四、小 结

本文所介绍的变形双棱镜的设计方法, 由于采用了同种玻璃材料和特殊的棱镜结构, 能够使此双棱镜应用于条件恶劣的环境中, 特别有益于军用光盘驱动器的加固设计。

参 考 文 献

[1] 张平. 华中理工大学学报, 1990, 18 (3): 83

[2] 有本昭. 光学 (日文), 1984, 13 (2): 127

半导体激光器特性微机测量系统*

高 放 张济础

(上海电视大学嘉定分校, 上海)

单振国 符祖良

(中国科学院上海光学精密机械研究所, 上海)

摘要: 建立了一个微机控制的LD特性测量系统。本文重点介绍了系统设计、各部件的功能和有关软件, 并且给出了若干实验结果。实验表明, 微机测试技术比原有的测试技术好得多, 在半导体激光器的制造和应用领域有着广泛的用途。

Computer-controlled testing system for diode laser characteristics

Goa Fang, Zhang Jichu

(Jiading Branch of Shanghai T.V. University)

Shan Zhenguo, Fu Zhuliang

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica)

Abstract: A computer controlled system for measuring diode laser characteristics is built up. In this paper, the system design, component function, software design, etc. are emphasized. A series experimental results are given. The results show that the computer testing technique is much better than previous testing technique and very useful for diode laser manufacture and application.

* 本工作为国家自然科学基金项目中间成果, 并曾在“第六届全国化合物半导体, 微波和光电器件学术会议”上报告。

[3] Rick Trebinc. Appl Opt, 1985, 24 (8): 1130

[4] 玻恩 M, 沃耳夫 E著. 光学原理. 北京: 科学出版社, 1978: 90

*

*

*

作者简介: 常扬燕, 男, 1966年5月出生。硕士研究生。现从事光盘存贮技术、光盘光学头设计与检测技术、超分辨率成象技术及光盘机的加固技术研究。

阮 玉, 女, 1935年10月出生。光电子学教授。现从事光盘存贮技术、光盘测试技术以及全自动光刻技术的研究。

陈海清, 男, 1947年9月出生。副教授。现从事光盘存贮技术和激光检测技术的研究。

收稿日期: 1990年10月31日。 收到修改稿日期: 1991年2月10日。