

# 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<sup>[1,2]</sup>, 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， $\theta_1$ 为入射角， $\theta_2$ 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 $\lambda_0$ )。

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 $\lambda$ 的漂移，均会改变光学材料的折射率 $n$ 。若温度 $T$ 与波长 $\lambda$ 存在一小量改变( $\Delta T$ 与 $\Delta \lambda$ )，那么 $n$ 值就存在一小量改变 $\Delta n$ ，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， $\theta_1$ 与 $\theta_3$ 为入射角， $\theta_2$ 与 $\theta_4$ 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 $\theta_2$ 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 $\theta_3$ 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<sup>[3]</sup>：

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

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 $\theta_1$ 、 $\theta_3$ 、 $\theta_4$ 可按下列公式求出：

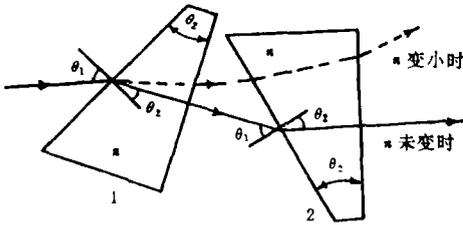


图1 变形双棱镜光学系统

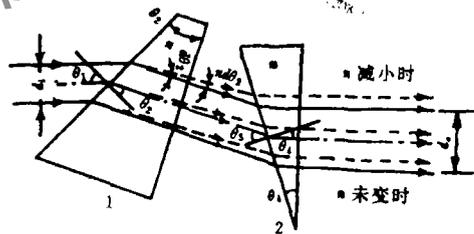


图2 加固型变形双棱镜光学系统

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

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

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

### 三、数值分析与讨论

(1) 当  $tg\theta_2 = 1/n$  时,  $\theta_1$  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<sup>[4]</sup>:

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

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:

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

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,  $\theta_2$  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  $\theta_2$  的关系曲线, 并给出了不同折射率  $n$  时所对应的最大  $\theta_2$  角。

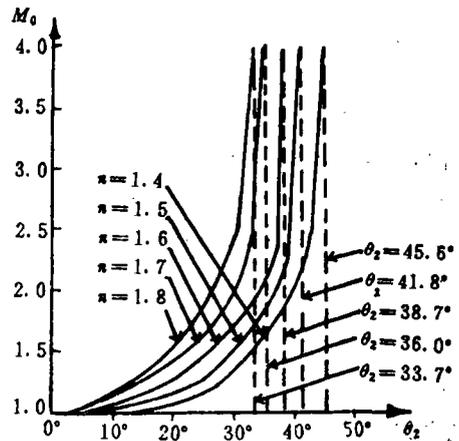


图3 变形比曲线

### 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、超分辨率成像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。