

二维光强度测试仪及其应用

金洪厚 许绍基

(中国科学院上海光机所)

提要: 本文简要介绍用微机控制二维图象测试装置及其在激光实验和光学检验中的应用。

Measurement of two dimensional light intensity

Jin Honghou, Xu Shaoji

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

Abstract: This paper reports a testing set up for two dimensional image measurement controlled by a microcomputer, its application to the laser experiment and the optical inspection.

最近我们研制了一种特殊的电视系统——测量电视，为二维光强度测量提供了精度高、使用方便的测试手段。这种特殊电视，除了视频信号具有动态范围大、线性好的优点之外，在图象复原显示中不是普通的平面图象，而是以光强度为Z坐标的三维投影图象。根据显示需要，旋转投影角度及平面方位角能够给出最佳的显示角度，这种显示方法对亮度来说不仅直观，而且具有立体感，

一、装置的原理及框图简介

仪器主要组成部分如图1。

图象光信号由电视摄像管转换成电信号。经低噪声、大动态范围的预放大器放大后，进行适当的控制处理，分成二路。其中一路

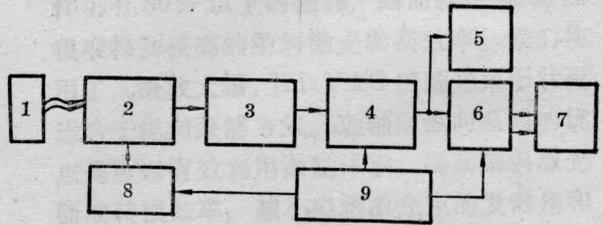


图1 电原理方框图

- 1—目标； 2—电视摄像管； 3—低噪声预放大器；
- 4—视频信号处理； 5—电视图象显示器； 6—三维图象信号组合； 7—示波器； 8—扫描系统；
- 9—Z-80 单板机(微机)

使全视频信号和测试窗口的位置信号混合，在普通工业电视显示器中以灰度形式显示电视图象，作为仪器的辅助监视。它在微机控制下，将全视场中要测试的区域(即窗口)进行加亮，为捕捉目标，寻找最佳测试位置提供方便。视频处理器输出的另一路信号在微机

收稿日期：1984年4月16日。

控制下, 将测试窗口内的视频信号转换成与二维坐标位置相关的特殊信号, 经普通示波器显示投影可以旋转的三维(亮度为 Z 坐标) 图象。

本仪器使用 SF-32 型硅靶视象管。光谱响应范围为 $0.4 \sim 1.2 \mu\text{m}$, 接收口径为 $12.8 \times 9.6 \text{mm}^2$ 。灵敏度: 连续光源为 $2 \times 10^{-9} \text{W/V}\cdot\text{mm}^2$ (6328\AA), 单次激光为 $3 \times 10^{-10} \text{W/V}\cdot\text{mm}^2$, 动态范围 >50 , 扫描非线性失真小于 3%。

二、应用举例

1. F-P 干涉图象测量

由于本装置是一个二维线性光电转换装置, 经过受控二维电子束扫描, 它又是一个空间时间的转换装置。因此它能自动快速测量光束截面的光强分布。图 2 是大家熟悉的法布里-珀罗干涉图, 这是利用 He-Ne 激光, 通过 F-P 板形成的干涉圆环的一部分。图 3 是用不同的拍摄窗口获得干涉圆的半圆图, 虽然是从不同的视场角去显示, 但强度分布的轮廓都很清楚。为了定量测试, 可适当减少在测试窗口内的显示条数(由微机控制, 任意

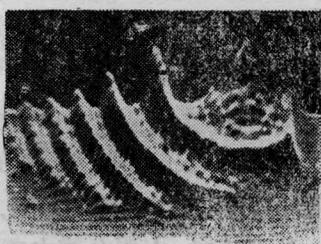


图 2 法布里-珀罗干涉图(左半部)

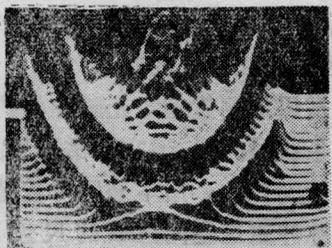


图 3 法布里-珀罗干涉图(下半圆)

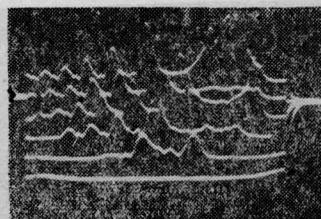


图 4 图 2 中六条截面的强度分布

选择)。图 4 为选用 6 条曲线显示, 它反映 y 方向的 6 个等距截面随 x 方向变化的强度分布。

2. 光谱幅频特性的测量

图 5 是干涉条纹经本装置处理后所得的照片。如果选择一条显示曲线, 则可以很明显地看到二个峰峰的间隔即为光谱宽度(或对应为某个波长), 峰值即为某一波长的强度^[1]。

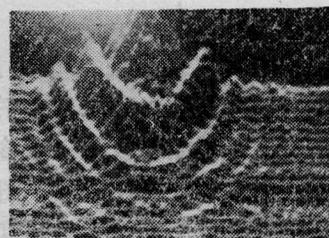


图 5 平板干涉条纹

3. 全息干涉图与复原象的光强分布

利用电视二维图象显示的方法可以直接获得光源象点的强度分布, 图 6 是用激光光源拍摄的全息相片经一束平行光复原后的照片。它反映了原拍摄光源在象平面上的强度分布。图 7 是用普通照相法记录的象平面照片。图 6、图 7 更直观地重现了原拍摄光源的强度分布。

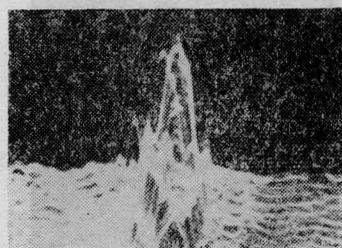


图 6 照片复原

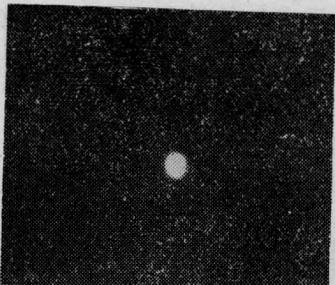


图7 普通照相法获得的光强度

4. 利用实时显示光路调整

三平板干涉信号仅是一种简单的光路, 要获得理想的(象点最小)干涉图却是一件麻烦的事。按常规的调试, 通常用眼睛来监视干涉条纹图形, 在弱光条件下人眼的极限角分辨力下降^[2], 如照度为 10^{-2}lx 时人眼极限角分辨力为 9 分。当干涉圆环直径为 $\phi 4 \text{mm}$ 时, 按最小观察的距离为 300 mm 计算, 在最密环距处已超过人的极限角分辨力, 很难分辨这些环。而使用本装置在 10^{-2}lx 照度计时反应清晰, 图 8 是激光束经过三平板环路干涉仪后拍摄的普通激光波面全息诊断干涉图, 图 9 是用本仪器拍摄的照片。图 8 的干涉条纹虽然清楚, 但不如图 9 的强度投影图直观。有一些光路调整, 即使增加光源亮度, 用眼睛观察或照相方法也无法获得理想的效果。例如试图用列阵透镜改善激光光束强度均匀性的效果是很困难的, 但用本装置却能获得满意的结果。图 10 是改善前的象平面强度分布, 通过列阵透镜能获得起伏较小的强度分布。图 11 是用通过列阵透镜后的强度分布照片。图 12 是正好落在象平面上的照片, 照片中虽然光斑直径较小, 但由于干涉条

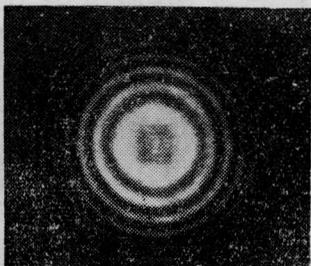


图8 用普通照相法获得的三平板干涉图

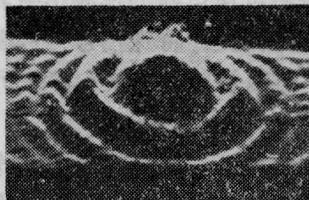


图9 用本仪器观察到的干涉强度分布图



图10 某一光源的强度分布
(未经过列阵透镜)

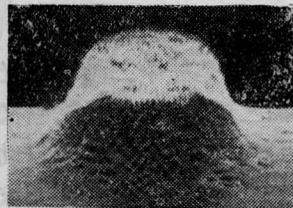


图11 光源经列阵透镜改善后的光强度分布

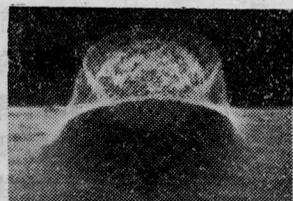


图12 光源在列阵透镜焦平面上的强度分布

纹叠加, 出现了小的起伏, 这为准确的光路调整提供了新的测试手段。

对于复杂的光路调整采用电视监视效果更加突出, 如 $1.06 \mu\text{m}$ 的多级钹玻璃激光器件的调整若用可见光作为调整光源, 因为光路损耗大, 光强减弱, 人眼分辨力差, 难于达到预期效果。如采用本装置无论可见光还是 $1.06 \mu\text{m}$ 作为调整光源都会得到满意的效果。

5. 超短激光脉宽的测量

现在常用的测量超短光脉冲的方法有: 一种是用条纹照相机, 但它非常昂贵; 另一种是双光子荧光技术。用本装置可较精确地测得双光子脉冲重迭空间区域的尺度 ΔW , 用

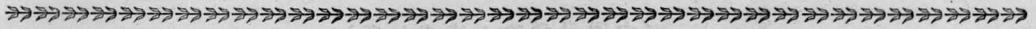
(下转第 301 页)

须加热吸收体,使吸收盘温度高于参考盘时,才能发生自补偿作用。

自补偿技术用于 $\phi 20\text{ mm}$ 小口径灵敏卡计,仅需调整反馈加热量。经初步实验,得到了良好的结果。

参 考 文 献

[1] S. R. Gunn *et al.*; *Rev. Sci. Inst.*, 1977, **48**, No.



(上接第 304 页)

简单数学计算即可获得脉冲宽度;再一种方法是利用非线性光学晶体产生二次谐波^[3],用本装置可测得二次谐波光束的空间宽度 d ,直接给出了入射光的脉冲宽度。

本装置除了上述几种典型应用外,同样具备工业电视所应用的范围,在这里就不再赘述。

本工作得到邓锡铭教授、余文炎副教授的指导,在工作过程中与范滇元、邱佩华、王

11, 1375.

[2] 王瑞华,林文青;《激光》,1980, **7**, No. 8, 51.
 [3] 王瑞华;《激光》,1981, **8**, No. 3, 55.
 [4] 林康春等;《核聚变与等离子体物理》,1983, **3**, No. 1, 41.
 [5] 林康春等;《中国激光》,1983, **10**, No.3, 186.
 [6] Volume Absorbing Calorimeters, Apollo Laser. INC, USA.

桂英等同志进行了有益的讨论,李建成、毛建昌、王建等同志参加本装置工作,张明科同志协助参加实验、照相等工作,作者谨表谢意。

参 考 文 献

[1] 余文炎,王桂英;《光学学报》,1982, **2**, No. 4, 349.
 [2] [美]无线电公司编,史斯伍译校;《电光学手册》,国防工业出版社,1978年。
 [3] C. Kolmedr *et al.*; *Opt. Commun.*, 1979, **30**, No, 3, 453.

