

计算全息用于条码阅读器的研究

徐 平 高文琦

(南京大学物理系, 南京)

摘要: 本文中用计算全息方法制作的扫描器, 比传统的转镜、振镜及光学全息扫描器有更大的优越性, 用作条码阅读器的扫描器极为合适。讨论了制作原理及方法, 给出了实验结果。

Computer-generated holograms used in bar-code checkout machine

Xu Ping, Gao Wenqi

(Department of Physics, Nanjing University)

Abstract: The scanner described in this paper is fabricated by the method called computer-generated holograms. It has more advantages than conditional rotating or oscillating mirror scanner, and is suitable to be used as the scanner of bar-code checkout machine. The design principle and the fabricating method are discussed in this paper. Experimental results are also given.

一、引 言

随着光、电子及计算机技术的迅速发展, 各种自动化仪器相继问世, 大大地提高了工作效率, 条码阅读器就是其中一例。该机能通过对条形码的扫描, 获取反馈信息, 从而作出相对的反应。目前在国外, 条码阅读器已广泛用于工业/汽车业、政府/军事部门、医院及血库, 还有较为人熟知的超级市场、档案管理等处; 而在我国应用刚刚起步, 引进后主要用

*

*

*

作者简介: 郭平, 男, 1957年9月出生。硕士, 讲师。主要从事科研服务与仪器功能开发方面工作, 科研方向包括光在非线性介质中的传播效应, 非线性光学, 光学双稳态与光计算。

收稿日期: 1990年3月29日。

于邮政、图书馆等处,随着我国经济的发展,其他领域的应用势在必行。加紧对其研究,加以改进和提高,降低成本,简化工艺,无疑将大大促进其国产化进程,为“四化”建设服务^[1~3]。

本工作主要针对条码阅读器的关键部分之一,也就是其光学系统的核心——扫描器而进行的。与传统的扫描器相比,计算全息扫描器具有更大的优越性。

首先,全息片重量轻,形状可按要求调整(如制成桶型、盘型),惯量小,可用于特殊设计及高速扫描;扫描角度与面数无关,可制作组合图以覆盖更大角度;面形定位比转镜要求低,平移摆动对扫描轨迹无影响。如本文的扫描器,在与扫描轨迹垂直方向上的移动甚至不影响扫描的线性特性,具较强的抗震能力。

其次,与传统的光学全息法相比,由于计算全息图可用二元法制作,即只有黑白两个灰阶,因而有较强的抗干扰能力,易于复制和存贮(可用数学方式存贮),对制作环境、工艺及底片的线性范围要求不高,具更大的适应性。

另外,用计算全息法制作的扫描器,能很容易解决回扫问题,实现二维扫描^[4,8]。这对某些条码阅读器中使用的“X型”、“Bar-X型”及“双X型”扫描图的产生极为有利^[3]。

当然,在使用计算全息法制作扫描器时,对衍射效率的提高、背景噪声的抑制方面尚需进一步研究。利用位相式扫描器,对于反射型的,在光刻及蒸镀方面的工艺有待提高;利用透射型,也能提高衍射效率,但由于全息片对能量的吸收,入射光功率不能太大。而对条码检测而言,从安全角度出发,光能量也不能太高,故用计算全息法可满足要求。目前,已有用于大功率扫描的计算全息扫描器的报导^[5~7]。

二、原 理

用计算全息法制作扫描器,主要过程是:根据所需再现的图象的波前,转换成全息面上光强分布的数学式,经计算机处理,以透过率变化的形式输出到外设,如CRT、绘图仪或曝光在胶片上,经光学缩版(包括漂白)制成所需的全息扫描器^[6]。

本工作采用桶型扫描器,这是一种空间变频光栅。当光栅横穿激光束移动,由于空频变化,衍射光束偏转角将发生变化,从而得到扫描线(如图1)。其实质是对准直光波进行位相调制,使出射光束发生偏折。因此,制作的关键是确定位相变换函数 $\exp[j\varphi(x, y)]$ 。

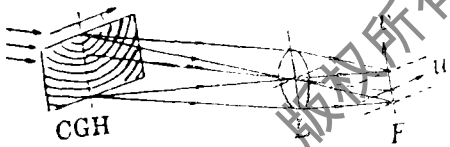


图 1

在圆桶型扫描器中,位相变化可取下式^[8,9]:

$$\varphi(x, y) = 2\pi y/d + \psi(x, y) = 2\pi n \quad (n \text{ 为整数}) \quad (1)$$

第一项为载波,取在 y 方向。因为扫描取在 x 方向,在 y 方向只取一级衍射波, x 方向取零级,而将其余衍射级滤掉。 d 为载频。

由(1)式可知,在 x 方向空频为:

$$\nu_x(x, y) = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{\partial \psi(x, y)}{\partial x} \quad (2)$$

光栅如按图1所示方向移动,则偏折角 θ 随 ν_x 的变化为:

$$\theta = \sin^{-1}[\lambda \nu_x(x, y)] \quad (3)$$

直线扫描器中, 希望 v_x 与 x 成线性, 则有(1)式中 ψ 必须满足

$$\frac{\partial \psi(x, y)}{\partial x} = kx \quad (4)$$

则有

$$\psi(x, y) = k'x^2 + g(y) \quad (5)$$

若取

$$g(y) = 0 \quad (6)$$

$$k' = \frac{\pi}{\omega \Delta x} \quad (7)$$

式中, ω 为全息图宽度; Δx 为沿扫描线方向, 激光束由上一扫描点到下一扫描点时全息图所需移动的距离^[6, 7]。

于是, 由(5)~(7)式可得:

$$\psi(x, y) = \frac{\pi}{\omega \Delta x} x^2 \quad (8)$$

$$\varphi(x, y) = 2\pi y/d + \pi x^2/(\omega \Delta x) = 2\pi n \quad (n=0, \pm 1, \pm 2 \dots) \quad (9)$$

即

$$y = nd - x^2 d / (2\omega \Delta x) \quad (10)$$

此为抛物线方程, 此时全息图由一系列等间距的抛物线组成, 但在 x 和 y 方向具有不同的聚焦能力, 因此可用柱面透镜置于全息图后以校正象差。

三、实验结果

图2为本工作所制全息图的局部放大。原图长140cm, 宽20cm, $d=1.5\text{mm}$, $\Delta x=$

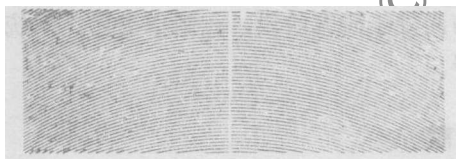


图 2

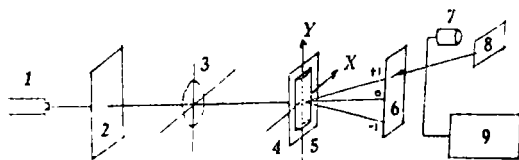


图 3

1—激光 2—光栏 3—透镜 4—全息图 5—柱透镜 6—光栏 7—探测器 8—条形码 9—记录设备

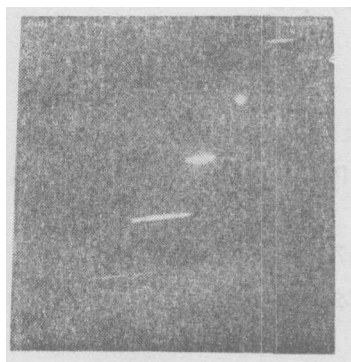


图 4

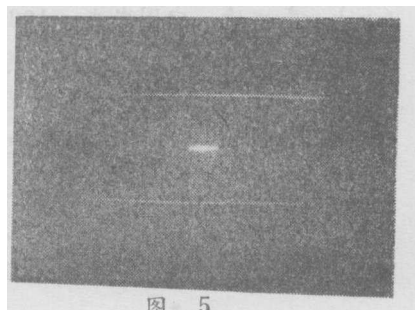


图 5

2.625mm, 经光学缩版100倍, 再经漂白得到所需计算全息扫描器。漂白使用 R_{10} 漂白剂^[10]。

实验光路图如图3所示。当全息图静止时, 产生的图案如图4, 而全息图移动产生的扫描线如图5, 利用光栏取 x 方向零级, y 方向一级。

以此扫描器对条形码进行扫描, 由光电池接收其漫反光。所用条形码如图6, 对应结果如图7所示。接收在通常室内光下进行, 光电接收器前加滤色片。



图 6

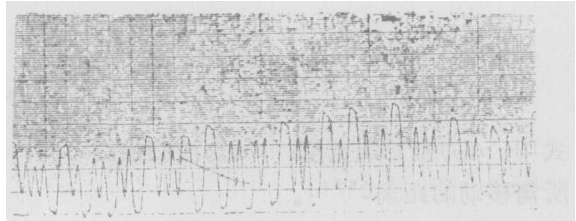


图 7

记录结果令人满意。对此信号进行放大、整形等电路处理, 再与计算机接口进行数据处理, 即可完成所需功能^[3,9,11]。

四、讨 论

在制作扫描器时, 我们采用的是绘图仪。由于其精度及尺寸的限制 (绘图仪步进为 0.1mm, 绘图尺寸为 A_2 , 采用的绘图笔尖尺寸为 $\phi = 0.5\text{mm}$), 影响到扫描器性能的进一步提高。如果采用激光束和电子束曝光, 可使扫描点的分辨率更为提高 (一般全息光栅的扫描能力大约和旋转多面镜扫描器相近), 且能使全息图各部分透光均匀, 直线性效果更佳。如能严格控制缩版、漂白及光刻工艺, 也能更好地提高衍射效率, 抑制噪声, 我们也在进行进一步探索。

计算全息法制作的扫描器用于条码阅读器, 目前尚处于研究阶段, 在制作工艺、系统小型化、实用化上正在努力, 欢迎同行加以合作、指导。

参 考 文 献

- [1] 邓鸿林, [激光与红外, 1988; 18 (4) :15
- [2] 图书馆现代技术。武汉: 武汉大学出版社, 1986
- [3] Paul S Wu, Opt.Engng., 1981; 20 (1) :15
- [4] 叶权书, 光学学报, 1983; 4 (4) :313
- [5] 高文琦, 中国激光, 1989; 16 (8) :483
- [6] 金国藩等, 计算机制全息图。北京: 清华大学出版社, 1984
- [7] Olof Bryngdahl, Wai Hon Lee, Appl.Opt., 1976; 15 (1) :183
- [8] 高文琦, 激光与光学, 1981; 1:8
- [9] Wai Hon Lee, Progress in Optics, 1978; 16:121
- [10] 于美文, 光学全息及信息处理。北京: 国防工业出版社, 1984
- [11] Stan Reich, SPIE, 1976; 84:47

* * *

SCDL振荡放大系统单模及双模运转的特性

杨胜利

(厦门大学物理系, 厦门)

摘要: 本文报道对短腔染料激光 (SCDL) 振荡放大系统单模工作及双模工作时输出的光谱特性和运转性能的研究, 观测了放大器放大自发发射 (ASE) 及系统调谐特性, 讨论了系统ASE及其不稳定性等问题及其解决的措施。

Features of SCDL oscillator-amplifier performance in single and double longitudinal modes

Yang Shengli

(Department of Physics, Xiamen University)

Abstract: The experimental research on the spectral properties of the output and the performance of the short cavity dye laser (SCDL) and its dye amplifier operating in single and double modes respectively is reported. The problems on amplified spontaneous emission (ASE) from the amplifier, and instability of the ASE are discussed. The solution of the problems are proposed.

前 言

用ns脉冲泵浦的短腔染料激光器 (SCDL) 作为压缩短激光脉冲, 产生ps单脉冲的一种方便的手段, 已受到一些研究者的注意, 并已有一些文章报道了它的工作原理^[1]及其有关的实验结果^[2~5]。由于SCDL的腔长很短, 输出的脉冲能量很低, 一般都需要经过放大才能达到实际应用的水平。在许多工作中要求激光器为单纵模输出, 而另一些场则需要双频的光源。可见, 深入地研究SCDL及其放大器分别在单(纵)模及双(纵)模工作状态下的

作者简介: 徐平, 男, 1965年出生。研究生。从事光电子及光信息处理。

高文琦, 女, 1934年出生。副教授。从事激光及光信息处理。

收到修改稿日期: 1990年3月29日。