

# 交流液晶光阀用于实时光信息处理

钟启明 姜颖秋 车明瑜 计荣才

(复旦大学物理系)

**提要:** 本文介绍了用自制的交流液晶光阀进行实时边缘增强、相关处理和文件全息记录方面的初步实验。

## Application of liquid crystal light valve to real-time optical data processing

Zhong Qiming, Jiang Yingqiu, Che Mingyu, Ji Rongcai

(Department of Physics, Fudan University)

**Abstract:** In this paper we report some experiments of the liquid crystal light valve (LCLV) fabricated in our laboratory for realtime optical data processing, including edge enhancement, optical correlation and holographic recording of manuscripts and documents.

### 一、引言

交流液晶光阀是七十年代前期发展起来的光-光转换器<sup>[1]</sup>。由于该器件具有许多独特的优点,成为光信息处理中很有前途的新器件,特别在实时光信息处理方面将发挥重要作用。

交流液晶光阀的基本结构如图1所示。它是由夹在两块喷有透明电极的光学玻璃之间的多层光学薄膜和液晶层组成。 $n$ 型的CdS光导膜和P型CdTe光吸收膜组成光敏异质结,它在光阀中主要起一个光控调阻器作用。

当液晶层在其承受电压超过本身的阈值电压时产生场致双折射效应,它可以调制通

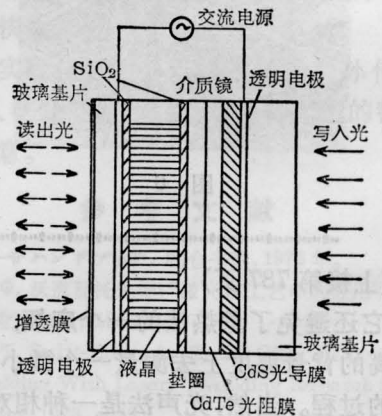


图1 交流液晶光阀

过液晶层偏振光的偏振态。当写入光是一幅图象分布时,由于各处写入强度的不同,通过

收稿日期: 1982年12月10日。

CdS/CdTe 光敏异质结对写入光阻抗响应的转换,在光阀的液晶层上得到一幅相应的电压象,再由液晶层的场致双折射效应来调制读出光的偏振态,通过光路中的检偏器,就可以在光阀的读出屏上得到一幅相应的读出象。

我们在研制得到具有初步实用价值的交流液晶光阀<sup>[9]</sup>的基础上(它的性能指标已达到:极限分辨率 32 线对/毫米,对比度 90:1,阈值光响应 2 微瓦/厘米<sup>2</sup>,光响应时间 100 微瓦/厘米<sup>2</sup>,上升时间 30 毫秒,下降时间 250 毫秒),利用光阀的实时显示和非相干图象-相干图象转换这两个特点,将普通的非相干光照明的物体实时地转换成相干光的图象分布,输入到光信息处理系统中去。用自制的快门进行了实时的边缘增强、光学相关和文件的全息记录。

## 二、实时的边缘增强

图 2 为进行实时边缘增强的光路图。用两只 50 瓦的溴钨灯光源照明一把铝制钥匙,用一块  $f=12$  厘米· $f/4.5$  的透镜将钥匙成象在光阀的 CdS 光导层上,在光阀的液晶层上就形成一幅同物体象等价的电压象。半外腔的 He-Ne 激光器输出的偏振相干光,经扩束、滤波、准直后作为读出光,由立方分束镜反射到光阀的液晶层上,被光阀内部的反射镜反射后从光阀输出。但其位相和偏振态已被写入光所调制,透过立方分束镜和检偏器,得到一幅 He-Ne 激光读出的相干象,输入到相干光处理系统中。

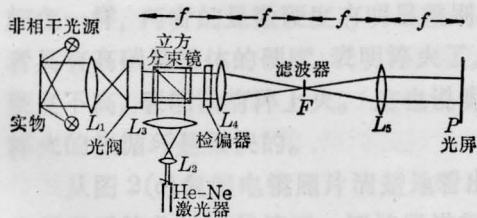
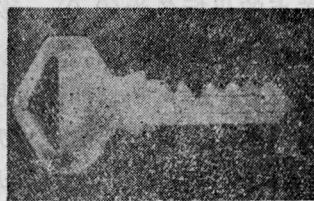


图 2 实时边缘增强光路

光学滤波处理系统为一般的  $4f$  相干光处理系统。由两块  $f=240$  毫米· $f/4.5$  的照相物镜组成  $4f$  系统。直径为 0.6 毫米的高通滤波器  $F$  位于透镜  $L_4$  的后焦面上。容易算出物体二级频谱分量位于  $x_1^2+y_1^2=0.304$  毫米处,二级以上的频谱分量都可通过该高通滤波器。因此在透镜  $L_5$  后面的  $P$  平面上所得到的象中,物体的细节和边框的对比度提高了,空间频率较高的部分显得突出了。图 3(a)、(b) 分别为经光阀转换但未经滤波处理的钥匙象和经滤波处理后边缘增强的照片。



(a)



(b)

图 3 实时的边缘增强

## 三、实时相关处理

用交流液晶光阀进行相关实验的光路图如图 4 所示,基本上同边缘增强的光路相似。实验分两步进行,首先制作匹配滤波器。两只 50 瓦的溴钨灯照明一把可作二维移动的钥匙。激光束经  $L_3$  准直后,部分光束透过立方分束镜,经反射镜  $M$  反射作为参考光。光阀的读出象经透镜  $L_4$  ( $f=240$ · $f/4.5$ ) 傅里叶变换,同参考光一起被记录在频谱面处的全息干板上。经过显影、定影等处理后,便可制得一块 Vander Lngt 滤波器。第二步切

断参考光,使钥匙读出像的频谱同V-L滤波器重叠,再经透镜 $L_6$ 傅里叶变换,在象平面上形成一个自相关亮点。

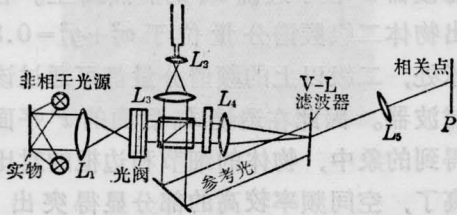


图4 用光阀作相关实验的光路

在物空间和相空间建立对等的坐标,当物体仍处于制作V-L滤波器的位置时,物体和自相关点的坐标各为(0,0)。移动物体,则相关点的位置也跟着移动。用测微目镜测出相关点的位置,测量结果如图5所示。它表明相关空间坐标线性地依赖于物体的坐标。这同相关线性位移定理是一致的。通过对相关点坐标的测量,就可求得实物的位置坐标,达到对实物寻迹的目的。

若在相空间用具有适当间隔的光电二极管阵列进行探测,就可很方便地对运动物体进行追踪寻迹<sup>[3]</sup>。

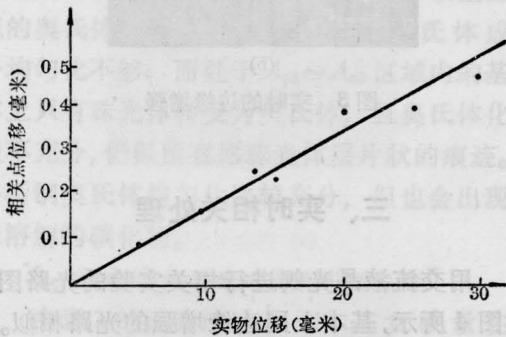


图5 相关点和实物的线性关系

#### 四、文件的全息记录

由于光阀的实时转换,可以方便地将实物文件记录在全息干板上。实验光路如图6所示。全息干板放在透镜 $L_4$ 的频谱面处。为了克服胶片的有限动态范围,使全息干板对 $L_4$ 的焦平面偏离 $\Delta f$ 的距离。实物文件被非相干光照明,由 $L_1$ 成像透镜成像在光阀的写入面上,光阀的读出象经 $L_4$ 傅里叶变换同参考光一道记录在全息干板上。再现时,用一束参考光照明全息片,即可得到再现象。

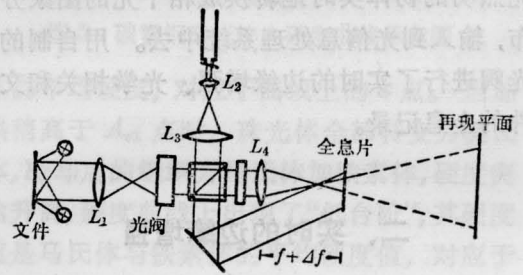


图6 文件的全息记录

当然比较再现象和经光阀转换后的相干象,再现象引进了一定的背景噪声。这种噪声主要是由于光阀的不均匀性和记录处理过程中不够细致引起的。

以上工作是在章志鸣教授,贾玉润、赵焕卿副教授的指导下进行的。

#### 参 考 文 献

- [1] W. P. Bieha et al.; *Opt. Eng.* 1978, 17, 871.
- [2] 钟启明等;《物理学报》(待发表)。
- [3] A. D. Gara; *Appl. Opt.*, 1979, 18, 172.