

双光束扫描激光电视系统设计

赵振明¹, 郎百和¹, 陈小云², 姚治海¹

(1. 长春光学精密机械学院, 吉林 长春 130022;

2. 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130022)

摘要: 阐述了双光束扫描激光电视系统的设计, 系统采用两束激光(每束都由红、绿、蓝三基色配比而成)通过一个扫描头同时扫描, 扫描头的行偏转采用多面转镜、场偏转采用电流计偏转实现, 与单束扫描方式相比较有如下优点: 1. 多面转镜的转速可降至 1/2, 提高了扫描装置的性能, 同时降低了光学扫描系统制作难度; 其转镜镜面尺寸和出射光束直径可以相应加大, 扫描光斑在屏幕上聚焦更好, 图像显示更清晰; 2. 两组调制器同时工作, 屏幕水平分辨率可提高 2 倍; 3. 在相同的屏幕亮度下, 单点功率密度相应降低, 提高了安全性。

关键词: 激光电视; 激光显示; 扫描; 转镜

中图分类号: TN873, TN141 文献标识码: A

1 引言

激光电视是用受调制的激光光束直接扫描屏幕显示电视图像的, 它也是获得大屏幕彩色电视图像的有力手段。传统激光电视普遍采用单束激光, 由电流计偏转器和多面转镜组成的扫描头进行扫描显示, 它对转镜角度分割误差、转镜的转速及其稳定性要求极高^[1-2], 这是实现激光显示电视图像的主要技术困难。针对上述问题, 本文提出了一种双光束扫描激光显示电视图像方案。

2 双光束扫描特点

双光束扫描激光电视系统(图 1)采用两束激光(每束都由 R、G、B 合成)扫描, 它的特点是: 屏幕分为上下两个等高度的显示区(分屏幕), 每个分屏幕都由一束光进行扫描显示, 同时系统的数字视频单元通过调制器对每束扫描光进行灰度控制(图 2)。

对 PAL 视频信号, 行频为 15625Hz, 若行扫描转镜为 45 面, 采用单束扫描时, 转镜转速为 20833r/min; 采用双光束扫描时, 转镜转速为 10417r/min。

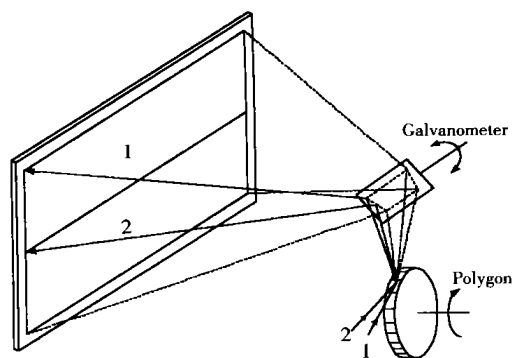


Fig. 1 Principle of two-beam scanning system

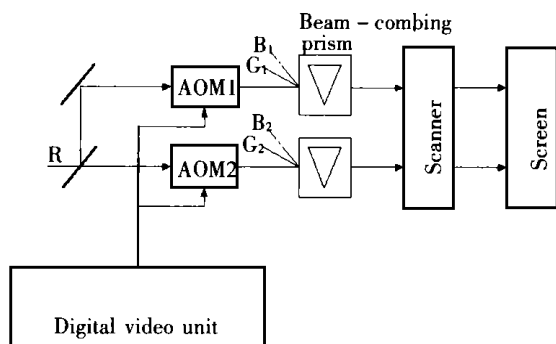


Fig. 2 Simplified schematic of the two-beam scanning (only red is illustrated)

3 数字视频及控制单元

3.1 图像信号数据写入

PAL 制每帧的有效行为 575 行, 每行正程扫描时间为 $52.2\mu s$ 。在一帧原始图像中, 建立一个取样窗(图 3)。视频信号取样频率为 $12.5MHz$ (800 倍行频), 垂直方向取 568 行, 每行取样 640 点, 则水平方向取样范围为 $51.2\mu s$ 。取样窗内每点(图像的一个像素)对应存储器的一个存储单元^[3]。视频信号奇数场的像素数据, 顺序写入存储器的行地址为奇数的存储单元; 偶数场的像素数据, 顺序写入存储器的行地址为偶数的存储单元, 像素数据在存储器内排列成逐行扫描方式的数据结构。整个存储器由 2 个子存储器构成, 分别存储分屏的像素数据(图 4)。

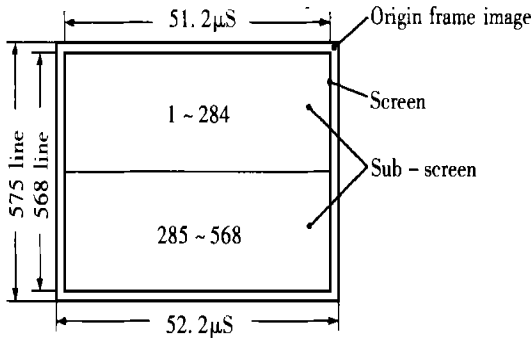


Fig. 3 Relationship between the original image and the sampling window

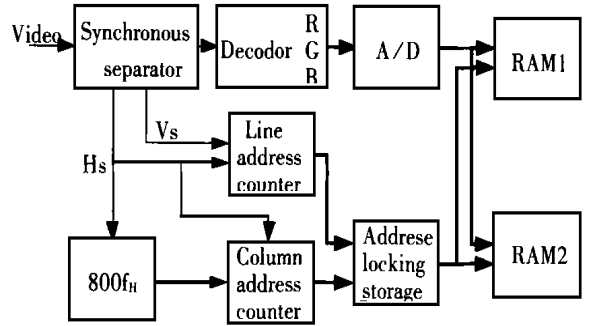


Fig. 4 Schematic of the write-in of the video signal data

3.2 图像信号数据读出

系统的电流偏转器的扫描元件是一摆镜, 由于惯性, 场扫描正程的开始段线性不好。系统的设计是: 光栅的第一、第二行仍为场消隐期间, 光栅的第三行开始显示图像。

行计数器的输出、光栅行号、行地址有如下关系:

Table 1 Relation of line of frame, line address and output of line counter

	Odd field	Field flyback	Even field	field flyback
Line of frame	13579...287		246810...288	
Line address	135...283		246...284	
Line counter	12345...144	145- 155, 0	12345...144	145- 155, 0

ERROMA 存储的是奇数场行地址; ERROMB 存储的是偶数场行地址。在转镜同步信号和编码器输出脉冲作用下, 控制单元将从存储器隔行读出像素数据^[4], 数据经 D/A 转换成电压控制光调制器调制光强(图 5)。

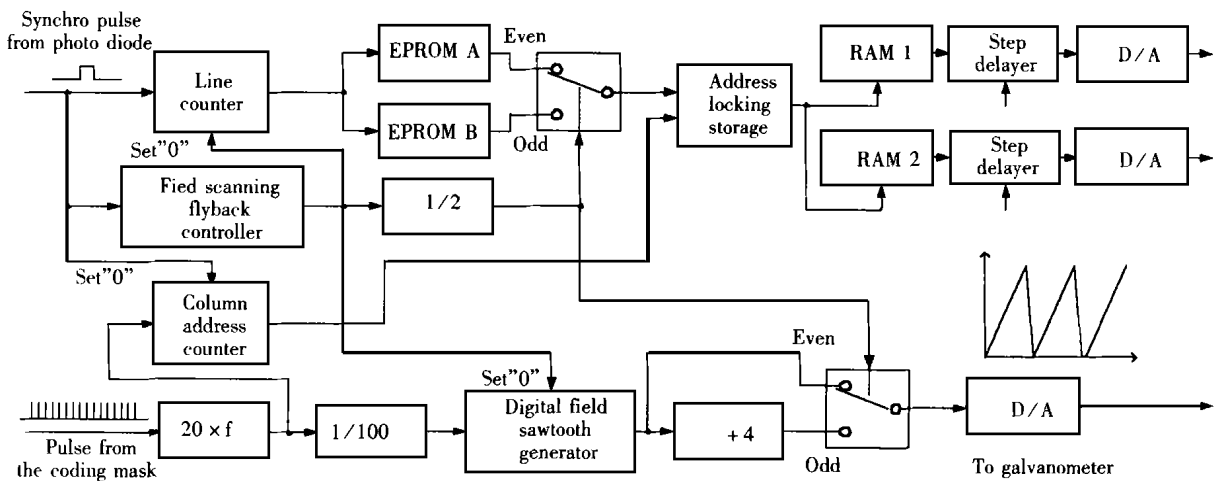


Fig. 5 Readout and control unit of the signal data of the image

为保证显示图像的每条扫描线的起始位置一致^[5], 系统设置了转镜镜面位置检测装置(图 6)。当光电二极管接收到转镜镜面反射的半导体激光器发出的光束时, 输出一个脉冲信号。该脉冲作为行计数器计数脉冲, 也作为列地址计数器的计数

控制脉冲, 列地址计数器的计数脉冲为像素读出时钟, 列地址计数器的计数输出范围为 1- 800, 其中 1- 640 为读出像素的列地址, 641- 800 为行消隐时间; 行计数器的计数输出范围为 0- 155, 其中 1- 144 在 ERROM 中查行地址; 输出

为 145- 155, 0 时, 为场消隐时间。

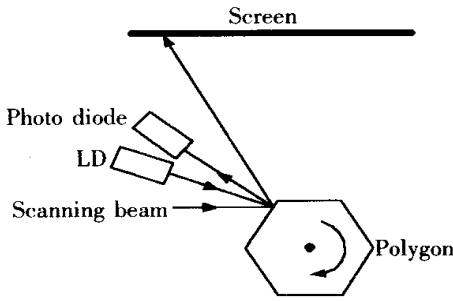


Fig. 6 Photoelectric scanning synchro

系统的像素读出时钟决定像素数据的读出、数据传输速率, 像素读出时钟是由与转镜同轴的旋转编码器输出的脉冲经 20 倍频获得, 当转镜转速出现起伏时, 图像每行长度保持不变。

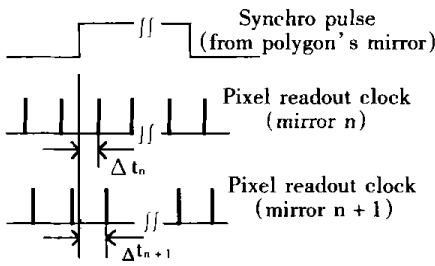


Fig. 7 Phase difference between synchro pulse and pixel readout clock

由于转镜加工的角度分割误差, 转镜各镜面位置检测脉冲(行扫描同步脉冲)与像素读出时钟脉冲相位差不一致(图 7), $\Delta t_1, \Delta t_2, \dots, \Delta t_{45}$ 是不相等的, 这就造成屏幕上像素位置误差(水平方向)。该误差量大可达一个像素间距。为了解决这个问题, 设计了步进延时器, 延时器分为八级延时, 每级延时时间为 20ns。它使各行第一个像素数据到达 D/A 时刻与行同步的时间差的不一致性小于 1/8 像素时钟周期, 屏幕上的像素水平位置误差不超过 1/8 像素间距。

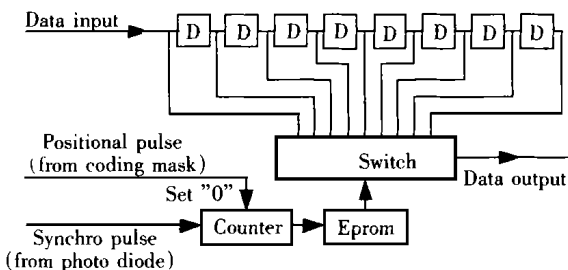


Fig. 8 Unit of step delay

场扫描锯齿波形成原理如下: 先将像素读出

时钟进行 100 分频, 分频后的脉冲在计数器累加, 累加值经 D/A 转换成电压信号, 作为电流计场扫描器的驱动信号。这种设计的优点是: 当转镜转速变化时(也就是行扫描频率变化), 场扫描的频率按同比例变化, 保证了扫描线间距不变, 避免了图像几何失真。这在高质量显示时尤为重要。

系统的场回扫控制器控制着场扫描的正程和逆程, 场回扫控制器是一个数字比较器, 当行计数器的输出为 1- 144 时, 数字场扫描锯齿波发生器输出为锯齿波的上升沿, 即场扫描正程, 当行计数器的输出为 145- 155, 0 时, 数字场扫描锯齿波发生器输出为锯齿波的下沿, 即场扫描逆程。为了保证隔行扫描光栅质量, 系统采用数字偏置的办法, 对奇数场场扫描的锯齿波电压提升半行。

考虑到转镜扫描间歇(扫描光束从转镜的一个面过渡到另一个面所需时间)有效扫描时间占全部扫描时间的 80%, 每行扫描线为 640 个像素的读出时间, 则转镜每转过一个镜面所需时间为 800 个像素读出时间。由于转镜镜面数为 45, 则转镜每旋转一周所需时间为 45×800 个像素读出时间, 像素读出时钟是由编码器的输出脉冲经 20 倍频获得, 所以编码器每转一周只需输出 $800 \times 45 \div 20 = 1800$ 个脉冲。

3.3 光束指向误差校正器

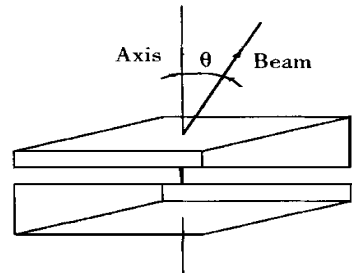


Fig. 9 Beam direction corrector

系统采用双光束扫描组合显示, 光束指向误差会造成两个分屏幕图像的起始位置不齐, 或分屏幕间出现重叠或衔接不上的问题。为此, 本系统专门设计了光束指向校正器来校正光束指向, 光束指向校正器由两个楔形透镜组成(图 9), 每个透镜都可绕公共轴进行调节, 通过旋转两个透镜可以校正光束指向, 这样两个分屏幕就拼成了一个完整的大屏幕。彩色激光显示时, 红、绿、兰三色图像的精密叠加也采用此办法。

为了克服光束指向漂移, 系统采用了多级棱镜偏转器(图 10)。它还可以纠正转镜镜面倒角误差。

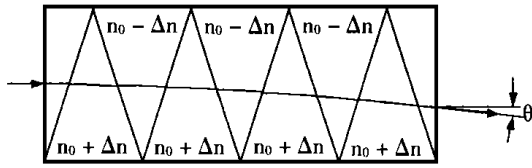


Fig. 10 Multiple-prism deflector comprising a series arrangement of E-O prism

4 结束语

双光束激光显示系统为保证每个像素在屏幕上的位置精确再现,在系统设计上采用两束光扫描,降低了对转镜高转速的要求;采用了图像存

- 参考文献:
- [1] Ketabchi Mehrdad et al. Polygonal scanner subsystem for laser display[J]. Proc. SPIE, 1997, 3131: 20- 29.
 - [2] Risse Stefan et al. Design of a fast high precision polygonal scanner for HDTV[J]. Proc. SPIE, 1997, 3131: 11- 19.
 - [3] 李德志. A/D 高速转换器 CA3318 的特性及应用[J]. 光学 精密工程, 1998, 6(1): 101- 104.
 - [4] 董莉莉,熊经武,万秋华. 光电轴角编码器的发展动态[J]. 光学 精密工程, 2000, 8(2): 198- 202.
 - [5] Marshall Gerald F. Laser beam scanning[M], New York: Marcel Dekker Inc. 1985.

Laser television with two-beam scanning

ZHAO Zhen-ming¹, LANG Bai-he¹, CHEN Xiao-yun², YAO Zhi-hai¹

(1. Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics, Changchun 130022, China;

2. Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics,
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022, China)

Abstract: The design and principles of a laser television with two-beam scanning are described. The system employs 2 laser beams, each being composed of red, green and blue components. The two beams from one scanner are scanned simultaneously by a rotating polygonal mirror for horizontal deflection and by a galvanometer for vertical deflection. Compared with conventional signal-beam scanning, the new design has the following advantages: (1) The rotational speed of the polygonal mirror can be reduced by a factor of 2, which will improve the system performance and decrease the difficulty of the manufacture of the system. The size of the polygonal facet and, therefore, the laser beam diameter can be increased, which will decrease the pixel diffusion. (2) The simultaneous operation of the 2 modulators will improve the horizontal resolution by a factor of 2. (3) For the same screen brightness, the single pixel power density can be reduced by a factor of 2, which will decrease the hazardous laser radiation.

Key words: laser television; laser display; scan; polygon

作者简介: 赵振明(1965-),男,辽宁朝阳人。1988年毕业于长春光学精密机械学院光学物理系并获得学士学位。一直从事激光技术、显示技术研究工作。

储、转镜镜面位置检测和动态时钟(扫描显示时钟由与转镜同轴的编码器脉冲倍频获得),降低了对转镜转速稳定性要求;采用步进延时器降低了对转镜镜面角度分割误差的要求;为了保证光栅质量,设计了光束指向校正器。

系统扫描显示时,输入的视频信号转换成像素数据按帧写入存储器。当光束扫描到每个像素位置时,电子系统将对应存储单元的像素数据读出,经 D/A 变成电压信号,控制光调制器调制扫描光束强度,这样扫描显示和输入信号间没有同步要求;扫描头转镜的转速起伏不再影响显示效果,对扫描系统的行频和场频没有严格要求。