

精密定位技术在等离子显示器精密对板中的应用

王海春, 张金龙, 潘世丽

(南京师范大学 电气与自动化工程学院, 江苏 南京 210042)

[摘要] 介绍了一种等离子显示器的自动精密检测定位装置. 采用激光莫尔信号进行高精密度位置检测. 工控机根据检测到的莫尔信号发出控制脉冲给步进电机, 驱动工作台, 实现等离子体显示器基板之间的全自动精密定位. 控制系统采用了多线程, 采用 Visual Basic 制作软件平台界面, 通过 Borland C++ 编写信号采集、定位控制、设备驱动、数据管理等功能模块, 完成系统的精密定位, 定位精度可达 $\pm 1 \mu\text{m}$.

[关键词] 等离子体显示器, 精密定位, 数据采集, 精密驱动

[中图分类号] TP274+.5 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1672-1292(2008)02-0015-04

Application of Precision Alignment Technology in Precision Boarding of Plasma Display Panel

Wang Haichun, Zhang Jinlong, Pan Shili

(School of Electrical and Automation Engineering, Nanjing Normal University, Nanjing 210042, China)

Abstract An automatic precision measuring and positioning device of a plasma display panel is presented. High-precision position measurement is implemented based on laser Moiré signal. According to the measured Moiré signal, industrial control computer sends motors control pulses to drive workbench to make the alignment device obtain high positioning accuracy automatically. Multi-thread technique is employed in the control system. Visual Basic is applied to make the software platform interface and Borland C++ is introduced to program the software control models of data collection, alignment control, device drive and data management respectively. Followed by the method proposed in this paper, the precision alignment of the system which can reach the precision of $\pm 1 \mu\text{m}$ is achieved.

Key words plasma display panel, precision alignment, data collection, precision drive

荫罩式等离子显示器是采用了近几年来高速发展的等离子平面屏幕技术的新一代显示设备. 与传统的显像管和 LCD 液晶显示屏相比, 其体积小、价格低、重量轻、图像逼真, 已逐渐成为实现高清晰度大屏幕显示的佼佼者, 尤其在 40~70 吋的大屏幕高清晰数字电视 (HDTV) 和各种多媒体显示器方面具有明显优势. 彩色 PDP 将在本世纪的高清晰度大屏幕壁挂电视、计算机工作站和多媒体显示领域占领巨大的市场, 因此已备受世界各国政府和企业集团的重视, 国内外众多厂家纷纷斥巨资发展 PDP 产业^[1-4]. 但是, 荫罩式等离子体平板显示技术的产业化也面临困难, 由于等离子显示器的生产设备需要自主研发, 而其中上下基板和荫罩的定位精度是保证显示性能的关键技术. 传统的制作样机的过程中主要采用显微镜放大然后手工调节的方法, 但是这种方法效率低, 精度也难以得到保障, 因而实现 PDP 对板的自动化, 是等离子显示器大规模产业化的必然要求. 利用激光莫尔信号进行超精密定位可以达到纳米级的精度, 本文将该技术应用到荫罩式等离子显示器的对板系统中, 研制开发自动精密定位工作台, 可实现高精度自动定位, 以大幅度提高生产效率.

1 精密定位原理

传感器组成如图 1 所示, 两片衍射光栅平行设置, 激光光束垂直入射光栅, 由光栅的衍射形成透射的

收稿日期: 2007-04-09
基金项目: 江苏省高校自然科学基金 (04KJB510073) 资助项目.
通讯联系人: 张金龙, 副教授, 博士, 研究方向: 超精密测量与定位技术. E-mail: zj0310@163.com

0次莫尔信号 $U_i(\Delta x, G)_0$ 透射的 0次莫尔信号强度, 随两片光栅间的相对位移呈周期性变化, 其理论关系由下式表示^[5-7]:

$$U(\Delta x, G)_0 = A_t \int_{W_0/2}^{W_0/2} U_1(x_b, G) dx_b, \quad (1)$$

$$U_1(x_1, G) = A_1 \sum_{l=-M/2}^{M/2} \int_{W_1/2}^{W_1/2} r^{1/2} (1 + G/r) \exp(-ikr) dx_0 \quad (2)$$

$$r = [G^2 + (x_0 - x_1 + lP)^2]^{1/2}, \quad (3)$$

式中, $k = 2\pi/\lambda$ 为波数; λ 为波长; P 为光栅的光栅常数; G 为两光栅间距; M 为激光光束所覆盖的光栅条数; W_1 为第一片光栅的光栅缝隙宽度; W_2 为第二片光栅的光栅缝隙宽度; 两片光栅之间的相对位移为 Δx 。

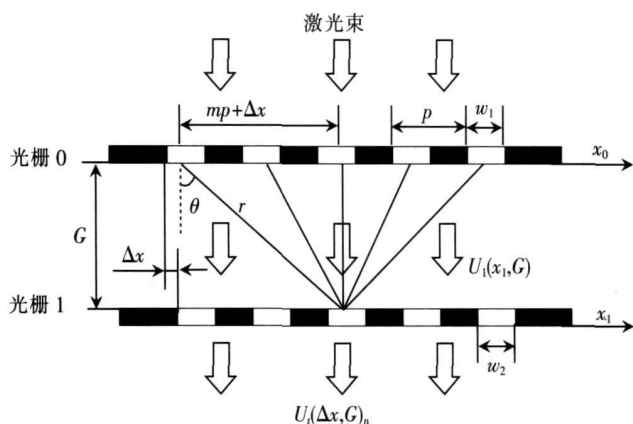


图 1 透射型双光栅

Fig.1 Incident arrangement of gratings

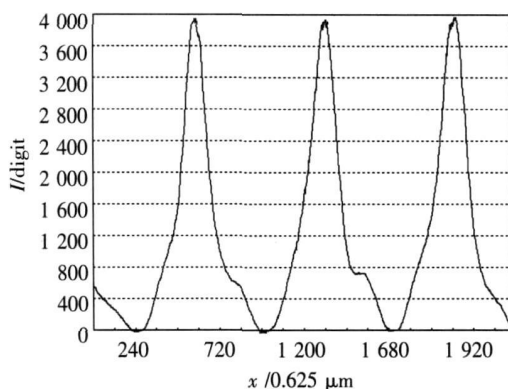


图 2 零次透射衍射实验曲线

Fig.2 Zeroth incident experimental figure

对式(1)(2)(3)进行数值计算分析可知,莫尔信号强度随两片光栅的相对位移呈周期性变化^[8-9],图实验测得的莫尔信号曲线,与理论分析相符.

根据上述关系,通过检测零次莫尔光信号强度,确定两片光栅间的相对位移偏差 Δx ,再由计算机控制实现精密定位。

2 精密对板系统

2.1 硬件系统

精密对板系统示意图如图 3 所示,精密定位装置由图像采集装置、激光光栅检测系统、精密机械定位机构、电机驱动系统及计算机控制系统等组成。上基板和下基板是玻璃板,上面分别布满了垂直方向和水平方向的金电极线,在四角分别刻有垂直方向和水平方向的光栅。荫罩板是一块薄铁片,上面则布满了等间隔的碗状网孔,四角刻有 8 片光栅分别与上、下基板的光栅组成光栅对。显示屏的生产工艺要求上基板的电极线和下基板的电极线两两垂直交叉于荫罩板上的相应网孔。定位前,首先将下基板放置在驱动台(工作台)上,并使下基板的中心和驱动台中心重合,然后将荫罩放置到下基板上,最后再将上基板放置上方。定位时,通过上磁铁吸附装置将荫罩吸附到上基板上,荫罩与下基板之间留有 1 mm 的间隙,计算机驱动下基板作相应移动,完成下基板与荫罩的定位。下基板与荫罩定位后,再接通下磁铁吸附装置,下部的磁力克服上部的磁力,将荫罩吸附到下基板上,计算机再次驱动下基板,使荫罩作相应移动,实现上基板与荫罩的精密定位。定位结束之后,将 3 块板用夹子固定在一起取出。

2.2 软件系统

系统的软件控制如图 4 所示, 通过主程序调用输入采集模块、定位控制模块、设备驱动模块、数据管理模块等实现定位系统的全自动控制。定位系统进行精密定位主要采用 8 路衍射光莫尔信号光强值, 8 路激光衍射光强信号经过光电检测电路之后通过 PCL-818L 数据采集卡输入工控机。因此输入采集模块的主要功能便是对光强信号进行实时的采集并显示输出。定位控制模块是整个定位软件的关键所在, 主要实现直线定位、角度定位和 $x-y-\theta$ 三自由度平面定位 3 种定位的控制算法, 另外包括光栅光强检测、衍射特性测试及光栅标定等必要的功能。直线定位和角度定位是实现平面定位的基础, 分别按照光栅衍射的直线

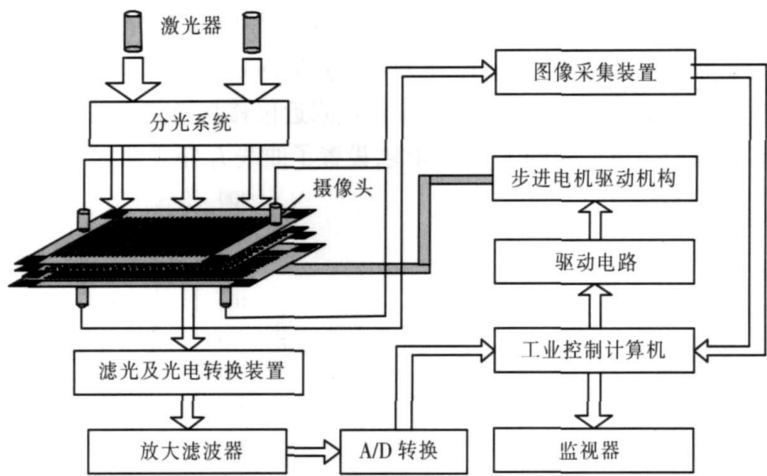


图 3 精密对板系统

Fig.3 Precision positioning system

位移特性和角度位移特性提出特定的控制算法来实现,平面定位则是在综合直线定位和角度定位的基础上完成的.设备驱动模块主要负责发送驱动控制信号,即实现对执行机构的操作,具体来说分别是上、下基板的前后、左右平移和顺、逆时针旋转. DM C1000四轴运动控制卡分别控制主台的上下、左右、前后和正反转 4个自由度的移动,由主台带动下基板相对于上基板运动.由于整个软件涉及到大量实时数据、定位曲线和各种相关参数,需要对这些不同的数据进行保存和查询、分析等操作.因此数据管理模块的主要任务是把定位、测试或标定时的各项检测信号数据和曲线在完成相关动作后分别加以保存,注明对应必要参数,以便在系统驱动或采集数据之前加载主要参数,继而完成对应的操作.

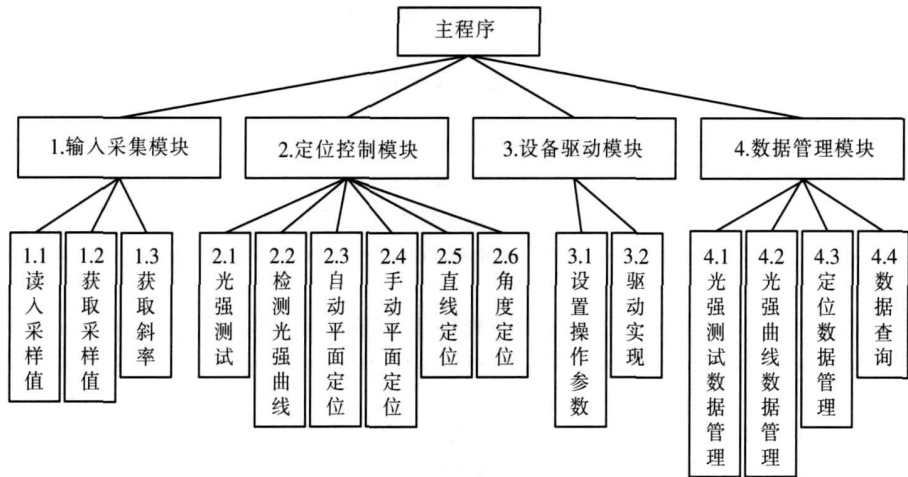


图 4 软件系统模块

Fig.4 Software system model

完成自动定位的软件平台由 Visual Basic制作界面作为前端显示,由 Borland C++编写信号采集、定位控制、设备驱动、数据管理等功能模块,采用动态链接库的方式将两者结合起来.由于数据量十分庞大、实时性要求较高,控制系统采用了多线程控制.

3 精密对板的实验研究

精密对板时,首先采用基于计算机视觉检测系统来实现荫罩板与上、下基板的粗定位,使其定位精度达到 $\pm 222\text{ }\mu\text{m}$.然后使用基于光栅衍射信号的精密检测装置实现微米级的精密定位.精密定位时,激光器发出的激光束经过分光镜分光被分成 8束,垂直透过头栅副,产生透射的 0次莫尔信号,由 8个光电二极管转换为 8路微弱的电流信号,再经过电流电压转换电路,低通滤波电路,调零及放大电路,并由 A/D转换器转换为数字信号,输入到工业控制计算机,工控机根据莫尔信号的大小和极性发出相应的驱动脉冲信号,使步进电机驱动微动台达到所要求的位置精度范围,完成精密定位.

图 5 为上基板与荫罩板平面定位的实验曲线. 图中曲线 I_1 和曲线 I_2 分别为屏板上、下两定位点的定位曲线, 当两定位曲线全部进入误差带内时, 上、下对应两点同时定位, 即完成了上基板与荫罩板 $x-y-\theta$ 三自由度平面定位. 图中定位误差带为 ± 100 digit 定位点附近位移与光强关系为: $1\mu\text{m}=100\text{ digit}$ 则定位精度为 $\pm 1\mu\text{m}$ 为了在误差带内更清晰的区分两曲线, 设置了曲线 I_1 粗于曲线 I_2 .

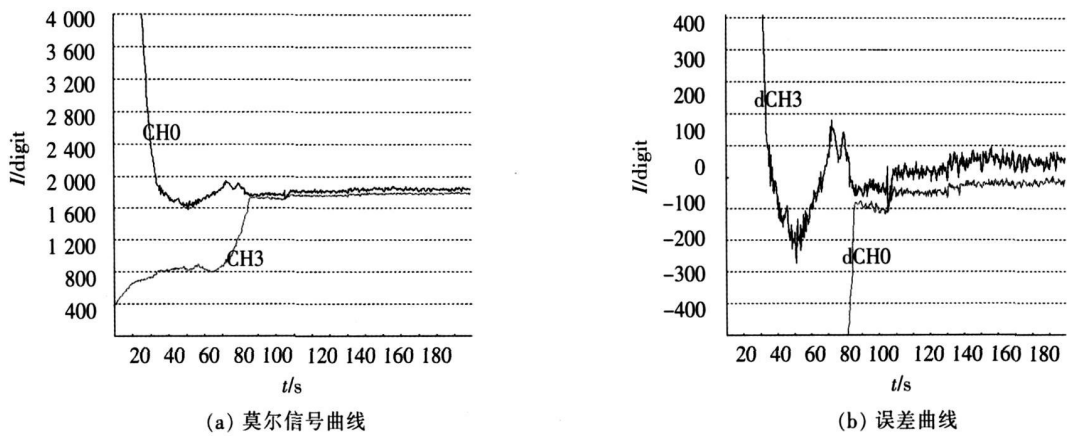


图 5 自动平面定位曲线

Fig.5 Automatic plane positioning figure

4 结论

采用激光莫尔信号传感器设计的全自动精密平面定位装置, 可以实现高精度位置检测及 $x-y-\theta$ 三自由度平面高精度定位. 整个定位系统由软件控制, 数据量十分庞大、实时性要求较高, 控制系统采用了多线程, 有效地提高了生产效率和定位精度, 对等离子显示器大规模产业化具有重要的实用价值.

[参考文献] (References)

- [1] 童林凤. 彩色 PDP 技术现状与发展 [J]. 现代显示, 2005(2): 4-9
Tong Linsu. The present status and development of PDP technologies [J]. Advanced Display, 2005(2): 4-9. (in Chinese)
- [2] 徐济仁, 王可人. 离子显示器 (PDP) 的应用与发展 [J]. 电子技术应用, 2003(5): 6-8
Xu Jiren, Wang Keran. Application and development of plasma display panel (PDP) [J]. Application of Electronic Technique, 2003(5): 6-8. (in Chinese)
- [3] 朱伟长, 王露. 彩色等离子显示器用红色荧光粉的研究现状 [J]. 安徽工业大学学报, 2007, 24(2): 137-139.
Zhu Weichang, Wang Lu. Developments of red phosphors for color plasma display panels [J]. Journal of Anhui University of Technology, 2007, 24(2): 137-139. (in Chinese)
- [4] 宋国栋, 郑姚生, 吴忠. SM-PDP 老炼系统设计 [J]. 电子器件, 2006 29(1): 58-61
Song Guodong, Zheng Yaosheng, Wu Zhong. The aging system design for SM-PDP [J]. Chinese Journal of Electron Device, 2006, 29(1): 58-61. (in Chinese)
- [5] 张金龙. 激光莫尔传感器在精密定位中的应用 [J]. 南京师范大学学报: 工程技术版, 2004, 4(1): 35-37.
Zhang Jinglong. Application of laser moiré sensors to precision positioning [J]. Journal of Nanjing Normal University: Engineering and Technology Edition, 2004, 4(1): 35-37. (in Chinese)
- [6] Kanjilal A K, Nair R, Sharma R, et al. Automatic mask alignment without a microscope [J]. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 1995, 44(3): 806-809
- [7] Zhang JL, Liu JN. Ultra-precision alignment technique based on modified moiré signals [J]. Journal of Southeast University, 2005, 21(1): 16-19.
- [8] Akhito M, Furuhashi H, Liu J, et al. Influences of the inclination of gratings for the alignment accuracies in moiré alignment systems [J]. Electrical Engineering in Japan, 2002, 139(2): 46-51.
- [9] Zhou L Z, Furuhashi H, Uchida Y. Sensing characteristics of a precision aligner using Moiré gratings for precision alignment system [J]. Chinese Journal of Lasers B, 2001, 10(4): 257-262

[责任编辑: 刘 健]