

# 基于 EtherCAT 的液晶驱动测试数字化管理技术\*

刘春来 张东

(北京自动测试技术研究所 集成电路测试技术北京市重点实验室 北京 100088)

**摘要:** 液晶屏显示驱动芯片测试环节贯穿在显示驱动芯片的设计、制造与应用的全过程中,是保证芯片品质的重要手段。由于测试系统需要匹配的驱动芯片型号较多,单个型号芯片的测试项以及测试信号数量巨大,若使用人工记录的方式,则测试效率低下,管理成本高昂。有必要针对整个测试系统开发数字化管理技术,利用该技术可以将系统中所有的设备、人员、数据进行数字化管理。为实现数据交换的实时性和高效性,系统采用了工业以太网 EtherCAT 技术,实现服务器与设备客户端的紧密工作。经验证表明,通过使用这些技术,能够提高记录测试历史数据的方便性、快捷性、提高系统可扩展性,使得系统只需添加设备客户端或给客户端添加硬件模块并升级系统软件,便可方便的完成系统升级。

**关键词:** 液晶显示驱动芯片;数字化管理;芯片测试;工业以太网

**中图分类号:** TP274 **文献标识码:** B **国家标准学科分类代码:** 510.80

## Digital management technology of LCD driver chip test based on EtherCAT

Liu Chunlai Zhang Dong

(Beijing Key Laboratory of IC Test Technology, Beijing Institute of Automatic Test Technology, Beijing 100088, China)

**Abstract:** LCD drive chip testing throughout the whole design, manufacturing and application process, the chip test is an important means to ensure the quality of the drive chip. Because the test system needs to match many different models of the driver chip, the test items and test signals of a single model chip are huge, if use the way of manual record, the test efficiency will be low and management costs will be high. It is necessary to develop digital management technology for the whole test system under this situation, the test equipment, persons and data can be managed through using this new technology. In order to make the data exchange real-time and efficient, the EtherCAT technology has been used in this system. After that, the client of the equipment and server can work closely. The test of system shows that the technology can conveniently record the data in the test process; it also has strong scalability, if want to update the whole system only need to add client device or hardware module and upgrade of the system software.

**Keywords:** LCD driver chip; digital management; chip test; EtherCAT

## 1 引言

液晶屏显示驱动芯片广泛应用于数码产品领域,近年来驱动芯片的需求量大大幅度增加。驱动芯片测试贯穿在芯片的设计、制造与应用的全过程中,是保证芯片品质的重要手段。但是在测试过程中,需要面对各种不同型号的驱动芯片,单个驱动芯片有多个测试参数需要评估,例如高压模拟通道同步测试、色阶测试、特殊封装的适应性测试、功耗分析测试等<sup>[1]</sup>。单个测试项下又分为很多子项测试,每个子项测试项都会有海量的数据需要测试和记录,例如某个电压测试子项下共 645 个待测管脚,每管脚包含 128 个电压值,每次测试包含 82 560 项测试结果。如果色彩深度

高一些的话(65 535 色),数据量更大。在这样的情况下,如果依靠人工记录、人工分析的方式,则会使得测试系统的效率低下,同时也会使得管理成本和测试成本变得高昂。

在这种情况下,很有必要进行测试系统的数字化管理技术开发。通过数字化管理技术把测试系统中的测试设备、测试人员、测试数据都统一管理起来,完成自动化的记录和分析。针对测试过程中发现的问题,可以对测试数据进行回放和回溯,提高测试效率,并能达到提高芯片生产质量的目标。

测试系统中往往设备数目众多,区域分散不集中,且环境复杂,存在一定的干扰<sup>[2]</sup>。这就要求用于数字化管理技

收稿日期:2016-02

\* 基金项目:北京市科学技术研究院科技创新工程项目(PXM2015\_178102\_000004)资助

术的通信技术必须具有可靠性高、实时性好、布线方便以及组网灵活等特点<sup>[3]</sup>。

比较常用的通信方式早期有 RS485 串行总线、GPIB 总线,随着技术发展有 CAN 总线<sup>[4]</sup>、工业以太网、ZigBee<sup>[5-6]</sup>、Wifi 以及 3G<sup>[7]</sup>等常用通信技术。基于这些通信技术、应用于不同技术领域并且性能更优、速度更快的测试系统也不断推陈出新,为器件和设备的设计、生产提供了强有力的技术支持<sup>[8]</sup>。工业以太网 EtherCAT 因其具有很好的实时性,很强的可靠性以及极高的传输速度,在全世界范围内的工业制造业内越来越受到重视。因此本系统的通信方式采用的是工业以太网 EtherCAT。

国内已经有相关研究人员就数字化管理进行了一定的研究和探索<sup>[9-11]</sup>。但这些研究所搭建的系统功能都比较单一,并且基本没有在液晶驱动芯片测试方面的应用。在本系统中结合计算机作技术和现场总线 EtherCAT 网络作为数据交换的通信手段,从而实现服务器与设备客户端的紧密合作。以网络技术作为连接的纽带,将测试设备作为独立节点并整合到同一个数字化管理平台中。

## 2 系统设计

在数字化管理系统中,子管理系统将测试设备的信号数据采集过来并进行一定的处理,然后把相关信息数据通过 TCP/IP 协议经过路由器传给了中心服务器 PC,中心服务器能够把接收到的数据进行处理判断再发管理指令给子管理系统。各子管理系统在网络上并行的结构,子管理系统能够在一定范围内可以自由添加的,具有可扩展性。由于不论是中心服务器还是子管理系统的核心单元都是 PC,因此其开放性可以得到保证的。

中心服务器是处于整个管理系统的网络中最高级,具有最高级使用权限,它通过接入局域网路由器加入整个管理系统的网络,通过 TCP/IP 协议,实现与子管理系统的交换。

子管理系统工业 PC 带有两个网口,一个是直接通过网线连接整个管理服务器的路由器,另一个是连接信号采集的 I/O 模块,这些模块支持 EtherCAT 协议。由于所针对的每个测试设备的类别、型号及所要求采集的测试过程中参数的不同,每个子管理系统将有所不同。不同参数的采集所用的传感器会不同,无论子管理系统的如何地构成,都可以通过局域网的扩展,接入相应的路由,从而加入整个管理系统的网络,配合软件的升级,完成系统的扩展,因此具有比较好的可扩展性。

数据采集单元是系统的数据来源,测试设备通过数据端口连接数据采集单元。数据采集对测试数据有一定的存储时间,可以确保设备即使断网后数据也能保持完整性。数据采集单元,通过本身或外加数据转换器,可对不同品牌、不同型号的测试设备进行数据采集并实时传输,并保证采集数据的一致性。

## 3 子管理系统

子管理系统主要有 4 部分组成:工业 PC、总线耦合器、信号采集器和测试设备。工业 PC 作为子系统的管理核心,通过总线耦合器连接到信号采集器,信号采集器则可以采集测试设备的相关信号。

子系统的组成框图如图 1 所示。系统中工控 PC 是子系统管理中的核心单元,通过 RJ45 接口, TCP/IP 协议(虚线)经过路由器与中心服务器相连,实现数据交换。工控 PC 的另一个接口(线 1~4)与总线耦合器 EK1100 相连,运行 EtherCAT 工业以太网协议;串口通信模块 EL6021 可以直接插在 EK1100 的右端,两者间通过 E-bus 协议(实质上也是 EtherCAT)实现报文上下传递,同时该模块通过串口信号与 IC 卡刷卡器相接,这就构成了 IC 卡刷卡单元;开关量输出模块 EL2004 可以作为 EtherCAT 从站继续插在上个块的右端,该模块有开关量信号时,可以告知设备的运行状态,也能输出控制信号,完成对设备的控制动作。模块 EL3064 是个模拟量输入模块,接收来自测试数据信号采集盒的范围为 0~10 V 的模拟量信号,构成测试过程数据采集单元。

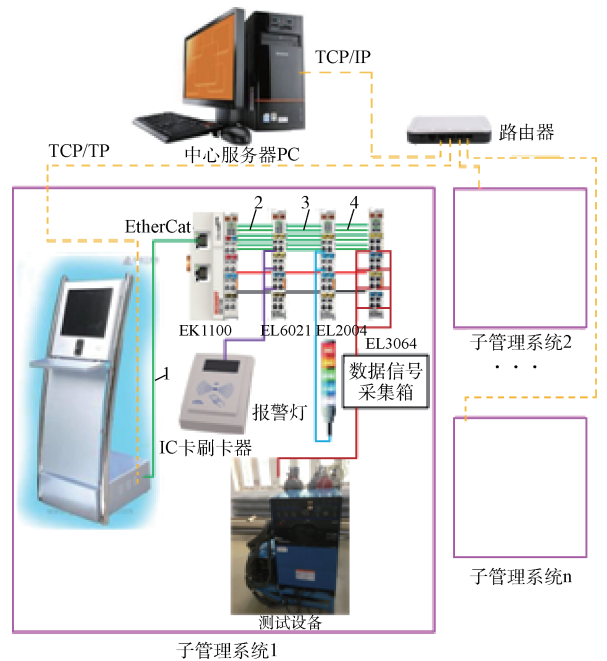


图 1 子系统 1 组成框图

在测试过程中,需要采集的参数是驱动芯片管脚上的电流、电压。测试机设备如图 2 所示,这个测试台采用 OTS 光学自动对准,提供优异的移动精度,操作方便灵活、提供 inkless map、multi site 测试等功能。测试机接口信息包括器件电源、精密测量单元、数字 I/O、基准电压源、供电电源等信号。根据 PCB 设计形式,所有信号输出至探卡,通过探针与被测管芯连接。探卡实物图如图 3 所示。通过



图 2 测试机实物

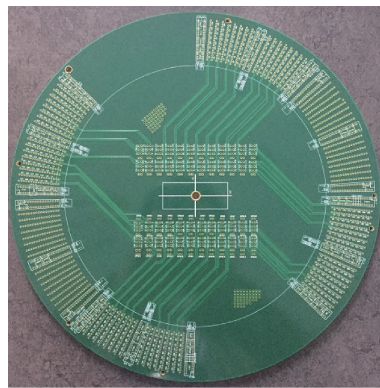


图 3 探卡实物

探卡,系统可以测量到所有的待测信号,并通过数据采集器将相关信号转化为数据,通过总线耦合器经由工业以太网上报到子系统的 PC。

子系统除了采集和收集系统的测试数据外,还需要接受中心服务器的指令。在针对多管脚高速器件,测试中如

何实现多信号同步是一项技术难点,因此本系统中还要接受相关控制信号,用于同步多路信号的测量。多路信号同步模块的实现框架如图 4 所示。系统中的数字量信号便来自于中心服务器,通过中心服务器的控制以及相关硬件的配合,便可以实现多路信号的同步。

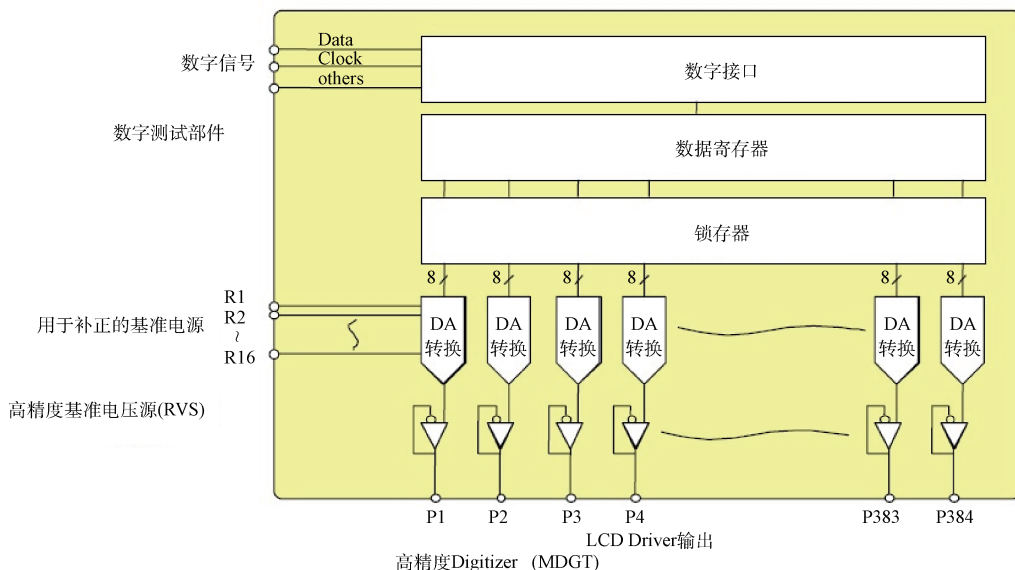


图 4 多路信号同步框图

子系统中除了完成对设备的管理之外也需要对测试人员信息进行录入和管理,因此系统中加入了 IC 刷卡设备,通过该设备可以自动录入测试人员的信息。

#### 4 网络系统

本管理系统的网络主要分为 2 个部分:1)以太网,2)工业以太网 EtherCAT。以太网主要用于子系统和中心系统之间的通信,利用现有的技术和协议可以方便的进行扩展和搭建。工业以太网主要用于车间服务器与测试设备客户端之间的通信。其特点主要有:

- 1)几乎支持任何拓扑类型,包括线型、树型、星型等。
- 2)由于连接的设备数量可高达 65 535 个,网络的容量

几乎没有限制。

3)1 000 个 I/O 的更新时间只需 30  $\mu$ s。根据以太网协议,以太网帧长度在 64~1 518 Byte。当以最长帧格式进行数据传输时,可几乎同时传输 12 000 个二进制数据,而传输时间仅仅为 300  $\mu$ s,具有极高的带宽。

4)可达到 SIL3 安全集成级别。

子系统过网线连接 EtherCAT 从站耦合器 EK1100,而 EK1100 能够接相应的 I/O 模块,I/O 模块能够连接 IC 卡刷卡器、报警装置、测试信号采集盒等单元。测试的信号采集盒依据所使用的测试设备而不同,主要包括被测试芯片的电流、电压等。

各个子系统采集的数据系统向中心服务器进行上报,

在中心服务器上可以进行数据的存储和分析。可以直接操作中心服务器对各测试设备的使用和运行现况进行观察、测试工艺数据的浏览和打印。中心服务器的主要功能如下：

1) 远程程监视功能: 提供用户远程登录的 WEB 服务, 让用户可以自由配置、查看所有的自动化测试设备, 并监视其工作状态和测试过程的参数数据

2) 授权管理功能: 提供不同账户组, 对客户端进行鉴权(以帐户和密码为依据), 根据鉴权结果向监控客户端传送匹配信息

3) 数据库服务功能: 提供人员管理数据查询、生产管理查询、测试数据查询与分析

4) 历史数据存储服务: 存储原始的测试生产数据文件的备份, 以保证测试生产过程数据的可查询可追溯  
该管理系统中的数据流程图如图 5 所示。

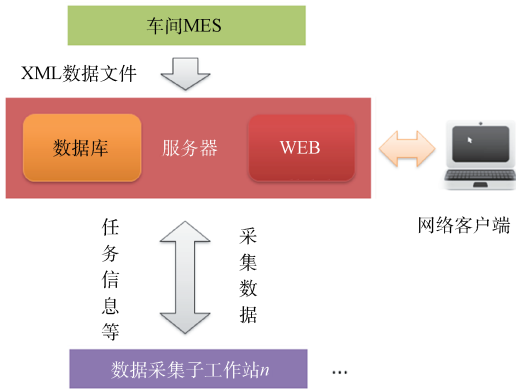


图 5 网络系统数据流程

## 5 软件系统

软件系统主要是提供用户操作界面, 便于人机交互。同时对系统中的所有子系统和所有设备进行管理, 对系统上报的数据建立数据库。

软件系统的开发主要是基于微软的 Visual Studio (VS) 集成开发工具进行开发和管理。这个集成开发工具为用户提供了众多辅助开发的工具包, 如代码管理、控制工具、脚本开发工具、集成开发环境等等。

软件系统主要完成的功能有:

1) 设置用户管理权限: 不同的测试人员和不同的测试项目给予不同的管理权限, 确保系统的信息安全。

2) 文件输出: 接入局域网的电脑, 通过客户端登陆自己的用户名, 可查看所有测试设备的历史数据, 可提取不同格式的报表, 文件可以输出格式为 Excel。

3) 显示界面: 在相关界面完成用户的各种输入, 查看历史波形, 数据曲线的显示等。其中数据曲线显示如图 6 所示。

4) 系统设置的主要功能是: 对测试信号设置, 包括测

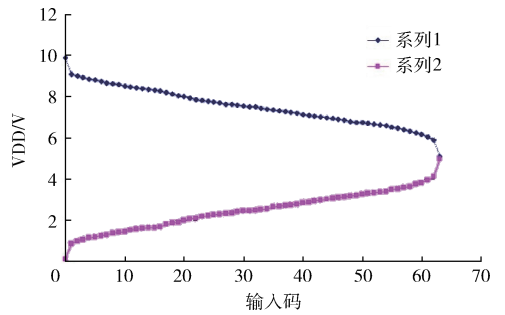


图 6 数据曲线界面

试信号的幅值、频率、波形、测试时间等; 对设备信息进行设置, 包括使用时间、相关告警门限和测试项目信息等;

5) 数据采集: 通过数据采集单元采集各种设备数据和过程数据, 完成对采集数据的存储并保证数据的完整性。

6) 统计报表输出: 系统可以对所有的测试数据进行保存, 统计、分析、筛选, 对这些数据以报表的形式存档。报表主要有日报表、月报表、故障报表和设备信息报表等。其中设备信息报表如图 7 所示。

序号	设备编号	安装位置	IP	设备日期	责任人	累计使用时间	设备使用量	设备故障数 (次)	设备次数	状态
1	1		1	2011-10-21	null	00:00:00	0	500	0	正常
2	2		2	2011-10-21	null	00:00:00	0	500	0	正常
3	3		3	2011-10-21	null	00:00:00	0	500	0	正常
4	4		4	2011-10-21	null	079:00:40	0.7097	600	1	报警故障
5	5		5	2011-10-21	null	00:00:00	0	500	0	正常
6	6		6	2011-10-21	张三	00:00:00	0	500	0	正常
7	7		7	2011-10-21	张三	00:00:00	0	500	0	正常
8	8		8	2011-10-21	张三	00:00:00	0	500	0	正常
9	9		9	2011-10-21	null	00:00:00	0	500	0	正常
10	10		10	2011-10-21	null	00:00:00	0	500	0	正常

图 7 设备信息报表

7) 测试数据质量分析: 可对所有数据进行质量分析, 得到一定时间段内所有被测芯片的测试状况, 以报表或柱状图的形式查看, 查看之后的数据可以输出成文件存档。其中的数据分布分析界面如图 8 所示。

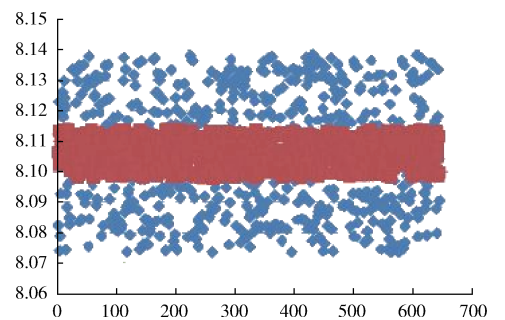


图 8 数据分布分析界面

## 6 结 论

本文采用以太网和工业以太网 EtherCAT 相结合的方式,配合中心服务器和子系统的形式,搭建了液晶驱动芯片测试系统数字化管理平台,通过该平台可以对所有的测试设备及人员进行数字化自动化管理。通过该平台可以对测试过程进行监测及数据回放,有利于分析测试问题和提高驱动芯片生产质量。同时通过该数字化管理平台大大提高了生产效率,节省了生产成本,验证了数字化管理技术的有效性。

## 参考文献

- [1] 尹东辉,任彦楠,岳超,等.一种 1024 级灰度大电容负载的 LCD 驱动芯片设计[J].液晶与显示,2011,26(1):78-82.
- [2] 王征宇,章少云.基于数字测试系统的 LCD 控制驱动电路测试方法[J].电子与封装,2013(2):11-13.
- [3] 严栋,韩二阳,郑博,等.焊接测试生产监控中的通信技术[J].电焊机,2015,45(4):17-20.
- [4] 邓婕.CAN 总线通信原理分析[J].电子工程设计,2012,20(7):104-107.
- [5] 杜军,马俊,周亚强.基于 ZigBee 和 GPRS 的班级考勤系统设计[J].国外电子测量技术,2015,34(9):

81-87.

- [6] 张大伟,陈佳品,冯洁,等.面向准危重病病人的区域化无线监护系统研制[J].仪器仪表学报,2014,35(1):74-81.
- [7] 庾志成.全球 3G 发展现状及趋势分析[J].现代电信科技,2009(2):2-5.
- [8] 薛睿超,吕毅军,高玉琳,等.基于 Delphi 的 LED 实时光谱测试系统[J].电子测量与仪器学报,2014,28(5):566-572.
- [9] 冯娟,李玉建.城市轨道交通数字化管理技术方案研究[J].计算机应用与软件,2014(5):99-102.
- [10] 吴长伟,杨茹,石磊.混合数字条码技术在林业木材数字化管理中的应用[J].黑龙江工程学院学报:自然科学版,2010,24(1):64-66.
- [11] 侯炜,严伟,石铁洪.基于数字化技术的火电厂电气监控管理系统方案[J].电力系统自动化,2013,37(3):93-97.

## 作者简介

刘春来,1978 年出生,学士,工程师,主要研究方向为自动测试设备设计开发。

E-mail:shl0829@163.com

## 泰克推出 Keithley S540 功率半导体测试系统

全自动高速晶圆级参数测试解决方案面向最新的功率半导体器件,包括高达 3 kV 的 SiC 和 GaN

2016 年 10 月 27 日,泰克科技公司日前推出 Keithley S540 功率半导体测试系统,这是为高达 3 kV 的功率半导体器件和结构提供的一种全自动 48 针参数测试系统。全集成 S540 是为用于最新复合功率半导体材料而优化的,包括金刚砂(SiC)和氮化镓(GaN),可以在一个探头接入中执行所有高压测试、低压测试和电容测试。

随着对功率半导体器件的需求不断提高,同时也随着 SiC 和 GaN 日益商业化,制造商正在生产工艺中采用晶圆级测试,以优化良品率,改善盈利能力。对这些应用,S540 最大限度地缩短了测试时间和测试设置时间,减少了占用空间,同时实现了实验室级高压测量性能,降低了拥有成本。

为提供生产级性能,S540 可以在最多 48 针上执行参数测量,而不用改变电缆或探头插件设施。它还可以执行高达 3 kV 的晶体管电容测量,如 Ciss、Coss 和 Crss,而无需手动重新配置测试引脚。S540 还提供了 pA 级测量性能,可以在不到 1 秒内执行全自动高压泄漏电流测试,进一步提升了测试产出。

作为标准商业产品,S540 提供了可以全面追踪的系统指标,满足安全规范,并提供了诊断功能及全球服务和支持,而内部开发或定制的系统经常会缺失这些功能。S540 秉承吉时利 30 余年的半导体参数测试经验,把行业领先的半导体测试仪器与高低压开关矩阵、线缆、探头插件适配器、探头驱动器和测试软件整合在一起。