

# 转盘式 QFN 测试分选机的系统设计\*

皮志松, 芦俊, 刘启安, 曹盘江  
(无锡中微腾芯电子有限公司, 江苏 无锡 214035)

**摘要:** 为了满足国内对中高端测试分选设备的需求, 提高测试分选机的效率, 通过参阅大量的文献, 并且仔细研究了国外的转塔式测试分选机, 拟制了 TX900 型转盘式 QFN 测试分选机的系统设计。论述了 TX900 型 QFN 测试分选机的工作原理及运行过程, 运用模块化设计方法建立了系统结构模型, 并详细论述了各部分的结构设计; 接着介绍了设备的电气控制结构和控制软件设计, 给出了控制程序流程图; 最后讨论了该机的关键技术及解决方案。研究表明, 该机具有效率高、兼容性强、扩充性强等特点。整个系统设计为转盘式 QFN 测试分选机最后的实现奠定了基础。

**关键词:** 方形扁平无引脚封装; 测试分选机; 转盘; 系统设计

中图分类号: TH237; TH693.9; TN605

文献标志码: A

文章编号: 1001-4551(2010)12-0067-04

## System design of QFN test handler using turntable

PI Zhi-song, LU Jun, LIU Qi-an, CAO Pan-jiang  
(Wuxi CMC Electronics Co., Ltd., Wuxi 214035, China)

**Abstract:** High-end test handler with high efficiency is required in domestic. Through consulting many documents and researching test handler using turntable of import carefully, system design of TX900 quad flat no-lead package test handler was drawn up. The work principle of TX900 QFN test handler was discussed. Running process of the machine was described. The system structure model was built with modular design method. The structure design of all parts was illustrated in detail. The structure of electronic control and design of control software were introduced. The flow chart of control program was presented. At last key technologies and solutions of the machine were discussed. The machine is efficient, compatible and extensible. The whole system design lays a foundation for the realization of the QFN test handler using turntable.

**Key words:** quad flat no-lead package(QFN); test handler; turntable; system design

## 0 引言

随着集成电路封装的发展, 新的封装形式 QFN (Quad Flat No-lead Package, 方形扁平无引脚封装) 等的出现, 封装测试公司对测试分选机提出了更高要求。而国外同类高端测试分选设备的价格和维护费用相当昂贵。目前国内已有的测试分选机大都采用重力式, 存在着速度慢、品种单一等缺点, 没法满足新的需求。国内也有人进行了这方面的研究, 但只是停留在可行

性分析阶段<sup>[1]</sup>。

为了满足国内对中高端测试分选设备的需求, 本研究研制了 QFN 测试分选机。该设备采用转盘式运转方式, 克服了重力式对速度的制约, 使得电性能测试、打标检测和高速自动分选同时并行处理, 极大地提高了效率。通过更改进料方式和吸嘴, 可更换不同封装形式的电路。如加入编带部件, 可实现测编一体。该设备综合设计具有效率高、可靠性高、兼容性强等优点<sup>[2]</sup>。

收稿日期: 2010-06-22

基金项目: 江苏省科技支撑计划资助项目 (BE2009017)

作者简介: 皮志松 (1977-), 男, 江苏无锡人, 主要从事电子专用设备电气自动化控制方面的研发工作。E-mail: juve1897@sina.com

通信联系人: 芦俊, 男, 高级工程师, 博士。E-mail: luju3205@sina.com

# 1 组成及工作原理

## 1.1 组成及工艺流程

运用模块化设计方法, TX900 型 QFN 测试分选机主要由振动盘、直线送料器、大转盘机构、高速视觉识别系统、小转盘机构、4 site 测试机构、高速旋转校准机构、高速分选机构组成<sup>[3]</sup>。工艺流程图如图 1 所示。

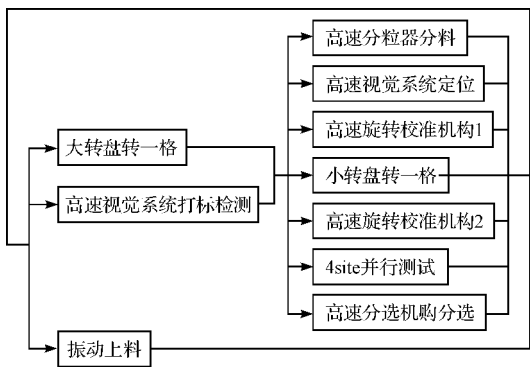


图 1 工艺流程图

## 1.2 工作原理及运行过程

首先把 QFN 电路导入振动盘内, 经振动料盘把字符向上的 QFN 电路输入到直线送料器, 直线送料器末端的高速分粒器分出一颗电路送到对应的大转盘吸嘴下面。随着大转盘转一格的同时高速视觉系统完成电路的打标检测。接着在大转盘上的吸头被压下的同时完成以下步骤: 分粒器上的电路被吸出; 高速视觉系统根据 QFN 电路背面的金属触点完成电路的定位; 高速旋转校准机构 1 根据定位的结果校准电路方向; 小转盘转一格, 把未检测打标的电路送入小转盘, 把打标检测过的电路送入大转盘; 高速旋转校准机构 2 校准电路的固有角度偏差; 4 site 测试机构完成电路电性能测试; 高速分选机构根据打标检测和电性能测试结果完成电路分选<sup>[4]</sup>。

# 2 主要部件设计

## 2.1 振动盘和直线送料器

振动盘的桶壁上有从底到顶的螺旋形料道, 电路在圆形振动盘振动的作用下, 沿料道形成连续、整齐的安排并做匀速运动, 最终到达振动盘出口, 进入到直线送料器<sup>[5]</sup>。为了保证进入到直线送料器的电路的正反面一致, 振动盘里装有反射式传感器, 剔除反面朝上的电路。直线送料器末端有一个前后移动的分粒器, 由电机直接驱动, 而且装有真空吸嘴, 倒数第二颗电路上面有个挡针, 以用来压住电路, 这样可分出一颗电路

到大转盘工位处吸头的正下方, 如图 2 所示。

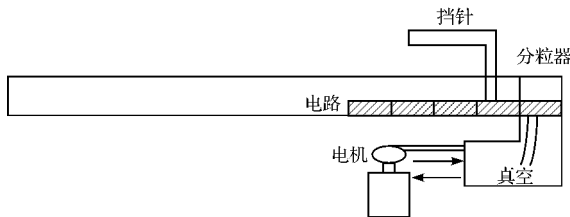


图 2 直线送料器

## 2.2 大转盘机构

大转盘是整个设备的核心部件, 影响着设备的速度、精度和稳定性。大转盘如图 3 所示。大转盘结构采用的是 16 个工位, 每个工位都装有吸头, 16 个吸头样式相同, 均装有弹簧缓冲。大转盘 360°可旋转, 每步转 22.5°<sup>[6]</sup>。大转盘中间是个真空腔, 产生的负压连到每个吸头, 用以吸附电路。由于电路要在多个工位进行测试、旋转及分选, 并且器件引脚间距最小 0.5 mm, 同时电路的触点很小, 这对吸头的精度定位要求很高, 定位误差不得超过 0.01 mm。电路定位精度不够会使电路不能够准确放入工位, 造成器件损坏。为了保证工位定位的精准, 使用专用转台伺服电机系统和定位传感器组成精确的定位控制系统。由于速度很高, 为避免过冲, 转盘采用质量轻、强度好的铝合金材料加工, 减小惯量避免产生过冲。每个吸头为了获得更快的速度, 吸头采用专用定制的小惯量伺服电机驱动上下动作, 该电机具有起/停速度快、惯量小、定位准确等特点。



图 3 大转盘

## 2.3 高速视觉系统

本设备由一个工控机带两个工业用高速 CCD 相机来组成高速视觉系统。根据检测的精度和速度需要, 本研究选用了高速、高分辨率的摄像头。由于直线送料器出来的电路方向不确定, 而在测试工位时电路的方向是唯一的, 需要在工位的下面装一个高速摄像头用来定位电路的方向, 该摄像头功能主要是通过通过对 QFN 封装底部中央位置大面积裸露的有缺口的正方形焊盘运用模式匹配方法, 获得当前在测电路的方向<sup>[7]</sup>; 此外, 为了避免混批现象的发生, 设备安装了另外一个摄像头用于检测字符, 该摄像头采用较先进的字符

识别技术,对电路表面印字进行检测,从而杜绝了混批、印字不良等质量问题的发生。为了和控制中心进行高速可靠的通讯,本研究选用了简单快速的 TTL 接口。

### 2.4 高速旋转校准机构

由于定位电路和从小转盘出来的电路都需要旋转一定角度,安装高速旋转校准机构用于电路角度校准。选用电机来带动高速旋转校准机构,高速旋转校准机构的旋转方向和旋转角度都可以编程控制。高速旋转校准机构 1 根据定位摄像头的结果旋转对应角度。小转盘出来的电路偏差了  $72^\circ (360^\circ/5)$ ,所以高速旋转校准机构 2 旋转固定的  $72^\circ$ 。

### 2.5 小转盘机构

由于电路上面有个吸嘴吸着,没法直接检测电路的打标,吸嘴把电路放入有 5 个位置的小转盘,小转盘临近的两个工位与大转盘临近的两个工位对接。在小转盘的上面放置检测打标的摄像头,检测完字符后再把电路送回大转盘。

### 2.6 4 site 测试机构

由于 QFN 电路一般管脚比较多而且功能比较复杂,测试时间比较长,如果采用单 site 测试,会影响整机效率,本研究采用了 4 site 并行测试,缩短了测试周期,提高了整机的运行速度。为了保证测试的可靠性和稳定性,避免受到电磁干扰,本研究采用耐用的专用 QFN 测试插座,制作专门的 PCB 板,采用 Kelvin 接线方式<sup>[8]</sup>。并且在测试工位附近流出足够的空间放置测试仪,尽量缩短测试线路。为了适应各种测试仪的接口,设备开发了 TTL 和 GPIB 两种接口。

### 2.7 高速分选机构

在分选机构工位,由压缩气体把电路吹入分料轨道,总共留有 8 个坏料管,1 个好料管。坏料通过分料梭分选到所对应的坏料管,好料直接进入好料管,好料管采用机器自动上下料管,以减少工人工作量。

## 3 电气控制

整台设备的关键是要让各工作部件协调运行,因此设备的电气控制是很重要的<sup>[9]</sup>。设备的速度很高,要求每一个输入/输出位有很高的响应速度,而采用工控机加控制卡或者 PLC 来控制,响应时间都在毫秒级,不能满足设备高速运行的要求。所以本研究采用了 FPGA 作为控制的核心部件,FPGA 具有低功耗、高性能、低成本、高可靠性,开发过程投资小、周期短,可反复编程修改,保密性能好,开发工具智能化等优点。

把复杂的控制逻辑写入 FPGA 芯片中,由 FPGA 处理所有的输入,通过高速的运算处理,控制对应的输出,响应时间在毫秒级以下。控制系统如图 4 所示。FPGA 和高速视觉系统通过简单、快速的 TTL 接口进行通讯,传送电路的角度信号和打标的好坏信号。人机交互界面 PC 用来显示设备的各个部件的运行状态,设置设备的各种参数和设备的诊断功能,FPGA 通过总线与人机交互界面 PC 交互输入/输出位状态,人机交互界面 PC 通过 TTL 或者 GPIB 接口和测试仪进行通讯,完成电路分 Bin 信号的交互。

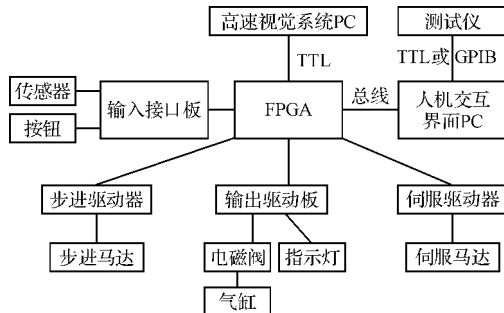


图 4 系统控制框图

## 4 软件设计

### 4.1 FPGA 逻辑

FPGA 是控制的核心,所以设备的效率、性能、可靠性通过高效,容错性强的程序才能实现,本研究选用了性价比高的 Altera 的 Cyclone 器件族的 EP1C6<sup>[10]</sup>。FPGA 程序流程图如图 5 所示。由图可见设备运行时

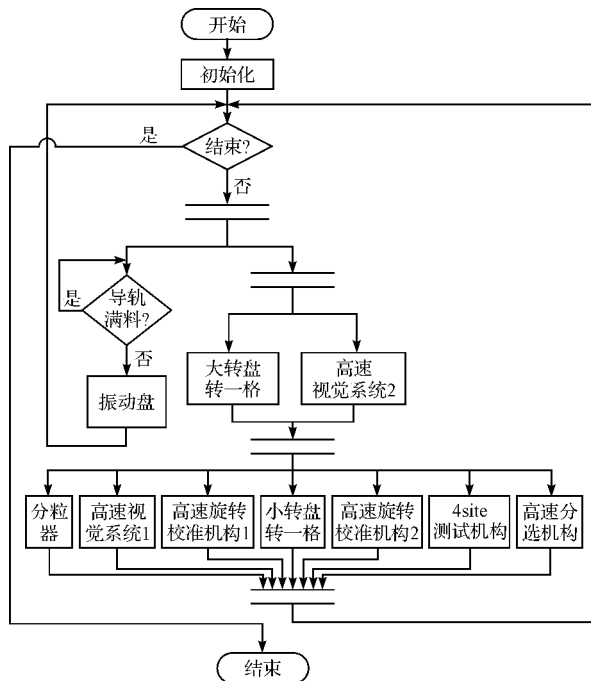


图 5 FPGA 程序流程图

各部分高度并行化,电路上料后,大转盘转一格的同时完成打标的检测,接着同时完成下面 7 个步骤:直线送料器末端的分粒器完成送一个电路,定位摄像头完成电路的定位,两个高速旋转校准机构完成电路角度的校准,小转盘机构完成旋转一格,测试机构给测试仪发送开始测试信号完成 4 site 测试,高速分选机构根据测试结果把电路分入对应的料管。

## 4.2 人机界面软件

好的界面可以一目了然地看到设备的运行状态,操作人员可以方便地操作机器,维修人员能快速地确定故障的原因。为了获得美观、高效的界面,人机界面软件使用 VC 编程,主要实现以下功能:

(1) 设备状态显示:包括大转盘及各个吸头的位置,小转盘的状态等;

(2) 设备参数设置:包括各个动作的延时,马达速度和位置设置等;

(3) 设备诊断功能:包括显示各个传感器的状态,手动控制各个运动部件等;

(4) 设备报警显示:根据设备停机的各种原因,显示对应故障信息及图片,提示操作人员如何处理;

(5) 批次管理功能:包括在测电路品名、周记号、批号、批号数量、操作员号等的设置,显示各个批次电路数量、成品率等功能。

## 5 关键技术及解决方案

(1) 要实现一颗电路的水平方向的高速分离是该设备的关键技术之一。本研究采用了马达驱动直线送料器末端的分粒器作水平前后运动,并且分粒器中心有真空吸附功能。

(2) 大转盘影响着设备的精度和速度,是设备的关键部件。本研究采用了专用转台伺服电机和定位传感器组成精确的定位控制系统,而且采用质量轻、强度较好的铝合金材料加工。

(3) 因为电路被吸嘴吸着没法直接检测打标,巧妙地使用小转盘把电路导出,检测后再导回大转盘。

(4) 因为控制软件的运行效率、响应时间至关重要的,本研究采用了 FPGA 作为控制的核心。

(5) 因为振动盘无法振出方向一致的电路,本研究采用定位摄像头确定电路方向,高速旋转校准机构

校准电路方向。

(6) 因为吸头上下运动的速度制约着整机的效率,本研究不使用气缸驱动吸头,而采用专用定制的小惯量伺服电机驱动吸头上下动作,可以获得极高的速度。

## 6 结束语

本研究在前人系统分析的基础上,进行了系统设计,建立了可行性结构模型,为转盘式 QFN 测试分选机最后的实现打下了基础。目前国内 IC 市场在对中高端电路产品需求增加的同时,对中高端集成电路测试分选设备的需求也在显著增加。因此积极开发中高端测试分选设备,逐步缩小与国际先进测试分选设备间的差距是很有必要的。TX900 型 QFN 测试分选机采用转盘式运转方式,可大大提高生产效率,满足封装测试公司对测试分选机的需求。

### 参考文献 (References):

- [1] 王晓东. 半导体测试分选编带机的简单系统工程分析与评价[J]. 电子工业专用设备, 2009(6): 24-28.
- [2] MIAO H K, SRIDHARAN N. CAD—CAM integration using machining features [J]. *Int. Jour. Computer Integrated Manufacturing*, 2002, 15(4): 296-318.
- [3] 靳建鼎. 适用于高电压测试的电容器分选机[J]. 电子工业专用设备, 2006, 35(4): 39-42.
- [4] 郑海红, 辛伟, 荆萌, 等. CSFX-120 薄膜电容测试分选机的结构设计[J]. 太原科技, 2009(6): 95-96.
- [5] 周圣军, 郭顺生, 缪来虎. 表面贴装 LED 光电参数测试分选系统的研制[J]. 仪表技术与传感器, 2008(8): 107-109.
- [6] 丁鹏飞, 潘建根, 沈海平, 等. 大功率 LED 全自动分选机的设计[J]. 照明工程学报, 2008(1): 65-68, 73.
- [7] LUM T, CORNEY J. Optimizing tool selection[J]. *International Journal of Production Research*, 2001, 39(6): 77-83.
- [8] 张素枝. 基于 PLC 控制技术的电容测试分选机[J]. 电子工业专用设备, 2009(10): 46-48.
- [9] 林伟强. 片式独石电容器耐压绝缘测试分选机的研制[J]. 电子工艺技术, 2002, 23(3): 118-121.
- [10] 王诚. Altera FPGA—CPLD 设计: 基础篇[M]. 2 版. 北京: 人民邮电出版社, 2005.

[编辑: 李辉]