

半导体生产后工序设备的自动化改造方案

钟雪灵¹, 鲍苏苏²

(1. 广东金融学院 计算机系, 广东 广州 510520;

2. 华南师范大学 计算机系, 广东 广州 510631)

摘要:针对国内半导体生产后工序设备中的焊机一人一机手动的现状, 提出对手动焊机改造的方案, 重点分析图像识别系统可以利用的两种方法, 即硬件型图像处理系统和软件型图像处理系统, 并结合实际情况选择采用后一种方法。同时具体设计了自动焊机的硬件系统和软件系统。该方案可以实现在原有设备基础上, 用少量的资金, 将原有的设备改造成自动设备, 大大提高了人均生产率和产品的合格率。

关键词:自动焊机; 图像处理系统; 硬件构成; 软件设计

中图分类号: TP273⁺.5

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2006)06-0065-03

Scheme on Automatic Reconstruction in the Later Working Procedure of Semiconductor Production

ZHONG Xue-ling¹, BAO Su-su²

(1. Department of Computer Science, Guangdong University of Finance, Guangzhou 510520, China;

2. Department of Computer Science, South China Normal University, Guangzhou 510631, China)

Abstract: In semiconductor production, there is one person operating one machine by hands in the later process of bonder. According to this situation, in this paper, the reconstruction proposal is brought forward, and two schemes that can be used are analyzed with emphasis, that is, the hardware image processing system and the software image processing system. Compared with these two schemes, decide to adopt the latter combining with the actual condition. At the same time, the hardware system and software system of automatic bonder are specifically designed. This scheme can be realized to automatic reconstruction on the base of the present equipments with little cost, and the proposed design can considerably improve the productivity and up-to-standard efficiency of products.

Key words: automatic bonder; image processing system; hardware construction; software design

0 引言

半导体生产过程分成前后两道工序, 前工序指芯片的生产过程, 后工序是指对芯片进行检测和封装过程。它们都涉及精密工具和设备。由于中国的丰富人力资源, 在半导体生产的后工序中, 具有非常强的竞争力, 但有一点值得注意的是, 在生产过程中占主导地位的是中小型企业。这些企业目前使用的超声波铝丝焊接机与超声波金丝球焊接机多数还靠手工操作, 手工操作工作效率和产品合格率都很低下。解决的办法就是提高设备的全自动化、自动化或半自动化率。但是, 国外进口的全自动化设备价格昂贵, 一般每台都在 70 到 100 万元人民币, 对于中小型企业而言, 根本无法承受^[1~4]。

项目的目标就是针对上述中小企业目前现有的手动

超声铝丝焊机和超声金丝球焊机设备改造而进行的。在原有的设备基础上, 增加一些计算机控制设备、控制软件、伺服电机、工作平台以及机械设备等, 花少量的资金, 将原有的设备改造成自动设备, 不但大大提高人均生产率, 还可以提高产品的合格率。

文中介绍了半导体生产后工序中手动设备自动化改造的思想以及其中的关键技术。系统设计包括硬件和软件两方面的内容。一方面由于项目完成的自动焊机是基于手动焊机基础之上, 必须合理设计硬件系统, 利用现有的手动设备, 适当添加设备, 为实现所要求的功能提高支撑平台; 另一方面由于系统对精度和速度的要求很高, 图像识别定位的设计成为关键部分。

1 超声波焊接的工作过程

超声波金丝球焊机的工作过程是高压打火器将直径为 20~30 μ m 的金丝 (Bond wires) 烧成球, 然后通过超声波热压焊接方法将其焊接到芯片 (Chip) 的电路引出端的焊盘 (Pad) 上, 在系统 XYZ 三维运动控制下拉出设定的金

收稿日期: 2005-10-09

基金项目: 广东省教育厅自然科学基金 (Z03021)

作者简介: 钟雪灵 (1980-), 男, 广东龙川人, 硕士研究生, 研究方向为图形与图像处理、模式识别; 鲍苏苏, 博士, 教授, 硕士研究生导师, 研究方向为图形与图像处理、模式识别。

丝线形,并将金丝焊接到引脚框架上(Lead Frame)上,拉断金丝完成一条电路引线的焊接过程。如此往复,直到整个芯片封装引脚全部焊接完毕,完成一只芯片的焊接过程^[2,5]。图 1 所示的是芯片焊接示意图。

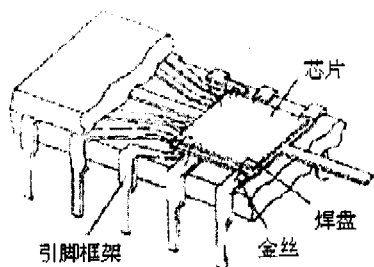


图 1 芯片焊接示意图

2 图像处理系统的选择

(1) 图像处理系统的类型^[5~9]。

图像处理系统一般分为两大类型:

① 软件型图像处理系统。

在计算机中插入一个图像采集卡,图像采集卡中有刷新图像存储器等专用硬件,而软件型图像处理系统是指在完成图像采集工作后,图像处理工作由计算机利用相应的软件完成。这种系统的建立只需购买一块通用视频采集卡,便能迅速展开工作,大大缩短了开发周期,节约了生产成本,开发的成功率也很高。但这种系统往往只对静态图像或处理数量不多的图像的应用领域较适合。

② 硬件型图像处理系统。

硬件型图像处理系统是指系统利用专门硬件进行图像处理,而主机仅发布命令或进行小部分处理,图像硬件处理可以脱机进行。此方案具有很强的处理速度优势。但也存在一定的缺点,开发图像计算机的成本高,开发周期长,开发难度大,不利于产品快速投放市场。这对开发周期短的项目也是一个致命的弱点。

(2) 该项目选择的图像处理系统。

硬件型图像处理系统虽然能取得很好的处理速度,但图像计算机一般是针对某一应用场合开发的,专用性较强。目前,市场上没有适合于全自动焊机图像识别系统的专用 DSP。这样开发周期势必拉长,不利于产品的快速上市。另外专用图像计算机的开发难度很大,需要专业的图像处理软硬件开发人员。所以,这个方案不可取。

虽然软件图像处理系统的实时性不高,但开发简单,成功率高,可以选用高档主机和开发先进的快速算法来弥补处理速度的不足。另外有鉴于该系统开发周期短、资金少等特点。权衡利弊后采用了软件图像处理系统方案。

3 自动焊机的硬件构成

自动焊机是由计算机控制,集光、电、气及机械为一体的高精度自动化设备。由于是要对手动的焊机进行自动化改造,其硬件部分是在手动焊机的基础之上,添加步进

电机、无闪烁光源、CCD 摄像头、视频采集卡、显微镜、工业 PC 机、多轴步进电机运动控制器、焊接控制板、XYθ 平台等组成。

由于焊机中的剪刀占据了 XYθ 平台中心的正上方,所以 CCD 摄像头只能置于 XYθ 平台中心的斜上方。手动焊机与信息处理的计算机通过串口连接起来。

自动焊机的硬件构成如图 2 所示。

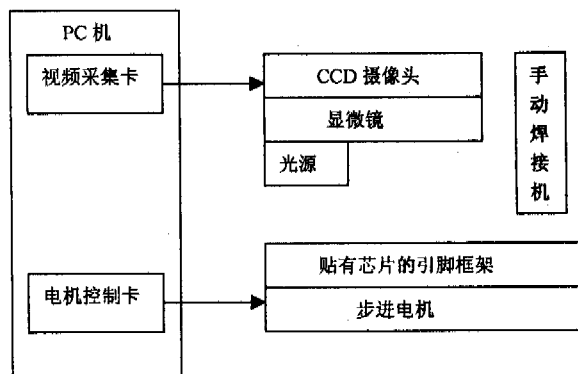


图 2 超声波自动焊机硬件构成图

系统协作过程是这样的:从 CCD 摄像头输出的芯片与引线框架图像的视频流通过视频线传输到视频采集卡(采集卡在计算机内的 PCI 插槽内),系统自动在一定时间间隔从视频采集卡捕获一幅图像数据到内存缓冲区,然后利用模板匹配识别芯片,修正预存的焊点坐标为精确的焊点的坐标。按次序发信号给步进电机运动控制器,控制器再驱动步进电机,调整 X - Y 平台,将芯片上的某一焊盘对准 Z 轴(焊接头)正下方,之后通过串口通信焊接头下落到预定高度进行焊接。这样就完成了一块芯片的引线键合。当完成一个芯片的焊接时,系统先根据芯片间距计算下一芯片的粗略位置,在到达预定位置后再进行图像抓取。这样系统形成了一个闭环控制。当然整个过程的实现需要实时和协调的进行。

可见,系统的硬件由照明系统、图像采集系统、控制系统组成。在整个控制系统中,图像处理起着重要作用,所有的反馈量都是经图像处理得出的。

(1) 照明系统。

过去,许多工业用的机器视觉系统用可见光作为光源,这主要是因为可见光容易获得,价格低,并且便于操作。可见光光源的一个最大缺点是光能不能保持稳定,而且可见光将改变这些光源照射到物体上的总光能,使输出的图像数据存在噪声,一般采用加防护屏的方法,减少环境光的影响。在此系统中,光源系统采用加过滤镜的白炽冷光源和 LED 互换的方式,以提高光源系统的稳定性。

(2) 图像采集系统。

图像采集是图像处理的第一个环节,它的主要工作是将视频图像信号转化为数字图像信号,将每一帧视频图像存入预置的内存缓冲区,等待计算机的处理。

本系统采用 CCD 摄像头,图像采集的过程如图 3 所示。

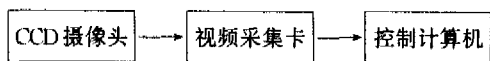


图3 图像采集示意图

(3)控制系统。

控制系统是自动焊机中的执行部分,在完成对焊点的精确定位后,控制具体的焊接过程,如图4所示。

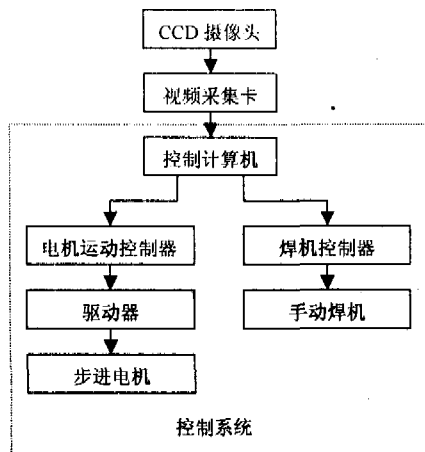


图4 控制系统示意图

考虑到图像处理的数据量相当大,处理的复杂性也很高,因此必须选择一个速度高、内存容量大的计算机进行图像处理。

4 系统的软件设计

自动焊接系统中图像识别子系统的主要目的是识别芯片与引脚框架,图像定位子系统主要目的是定位芯片及外引脚框架上焊点的精确位置,提供给焊接机构实现焊接。

在精度上,焊接指标要求芯片定位精度为 $6 \pm 1 \mu\text{m}$ 。在速度上,焊接指标要求为 4 线/s,除芯片传送和焊头移动时间,实际焊接度为 250ms/线。主要时间分配为 4 部分:焊盘识别定位、焊盘焊接、线形拉线、引脚框架焊接。其中中间两项是由焊接工艺决定的,共约需 100ms,因此,要求焊盘识别定位时间不能超过 75ms/线。

可见,为实现准确而可靠的焊接,需要一个精确而高速的图像识别定位软件支持,实际上焊盘相对于芯片来说比较小,成像质量较差,人眼也往往不易辨别,对计算机来说判断难度更大,引脚框架同样也如此。但是,对每种型号的芯片而言焊盘相对芯片的位置是固定的,引脚框架也固定。因而可以首先人工引导测定各个焊点在芯片坐标(以芯片中心为原点)中的坐标,并保存下来,然后利用模板匹配识别芯片,而后修正预存的焊点坐标为精确的焊点的坐标。一方面,可以保证较高的识别准确率;另一方面,只要识别出芯片就可以定位芯片上和对应的引脚框架上焊点的位置。

识别也需要建立或发现各种内部表达式之间的联系。匹配就是建立这些联系的技术和过程,因此,为了要准确

识别芯片,项目选用了模板匹配的方法。系统的软件设计如图5所示。

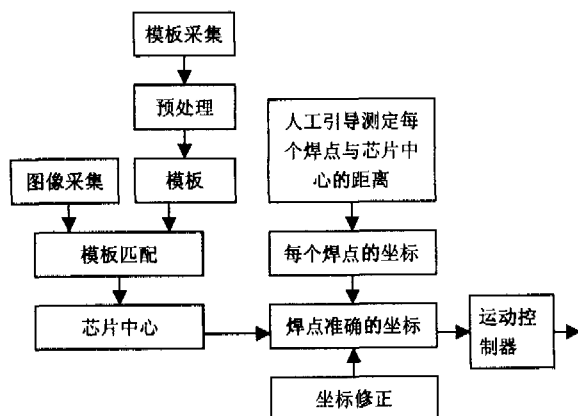


图5 软件设计示意图

5 结束语

半导体生产后工序设备是非常复杂的机电一体化系统。除借鉴国外已有的技术外,必须自主研究和解决其中的关键技术问题。文中介绍的焊机自动控制系统,采用人工视觉自动识别技术,不需要每片都人工干预,同类工件只需要进行一次检测识别,以后无需再人工操作焊接,人工只需要上下工件即可。可以做到一人多机,在生产效率上有较大幅度的提高。可以说在今后相当一段时间内,是中小企业所希望装备的产品。但是如何进一步的提高其精度和效率,仍是今后不断努力的方向。

参考文献:

- [1] 胡跃明,吴忻生,戚其丰,等. 半导体生产后工序设备中的若干视觉检测与伺服系统设计技术[J]. 广东自动化与信息工程, 2003, 24(1): 7-9.
- [2] 王延凤,何惠阳,孙宝玉,等. 全自动金丝球焊机的 CAD/CAE 设计研究[J]. 光学精密工程, 2002, 10(5): 466-470.
- [3] 刘立峰,汤建华. 全自动金丝球焊机焊接定位系统设计研究[J]. 光学精密工程, 2002, 10(6): 70-74.
- [4] 姜凯. 全自动金丝球焊机中芯片图像实时定位方法研究[D]. 北京:中国科学院, 2003.
- [5] 何斌. Visual C++ 数字图像处理[M]. 北京:人民邮电出版社, 2001.
- [6] Banks S. Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition[M]. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1996.
- [7] Sung-Hyuk C. Efficient Algorithms for Image Template and Dictionary Matching[J]. Journal of Mathematical Imaging and Vision, 2000, 12: 81-90.
- [8] Castleman K R. Digital Image Processing[M]. [s.l.]: Prentice Hall, 1996.
- [9] 郑南宁. 计算机视觉与模式识别[M]. 北京:国防工业出版社, 1998.