

# IC封装的扩晶装置控制系统的设计

何伟, 李克天, 欧阳祥波

(广东工业大学 机电工程学院, 广东 广州 510006)

**摘要:** 分析了IC封装的扩晶装置复杂多动力系统的动作需求, 提出基于AT89S52的运动控制系统的设计方案。结合各执行动作时序图, 优化程序, 实现并行控制。

**关键词:** 封装; 扩晶; 单片机; 控制

中图分类号: TB486+.3

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2009)04-0102-04

## Design of the Control System of the Wafer Expanding Device for IC Encapsulation

He Wei, Li Ketian, Ouyang Xiangbo

(College of Mechanical and Electrical Engineering, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China)

**Abstract:** Analyzes the operation demand of the multi dynamical systems of IC encapsulation wafer expansion device. Presents the design proposal of the motion control system based on AT89S52. Integrating the sequence diagram of all step's movement, optimizes the program and achieves the parallel control.

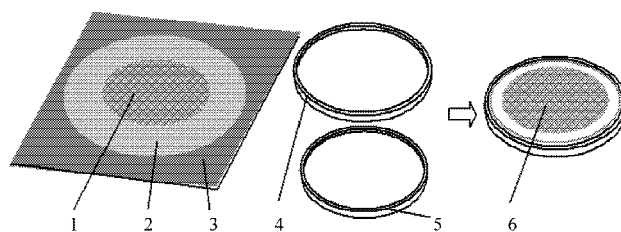
**Keywords:** encapsulation; wafer expanding; single chip computer; control

## 0 引言

晶圆是制造半导体集成电路所用的硅晶片, 在硅晶片上可加工制作成各种电路元件结构, 成为有特定电路功能的IC产品<sup>[1]</sup>。在晶圆上的每一粒芯片都要经过粘片、焊线、封装和测试等工序, 才能制作成一块IC成品<sup>[2-4]</sup>。在粘片之前, 将硅晶片横向和纵向切割成一粒粒的芯片, 由胶膜和衬架支承。接下来扩晶, 生成粘片机上可用的晶圆, 即通过设备或手工方式, 将承载硅晶片的胶膜均匀撑开, 使紧密排列的芯片间的距离适当拉大并均匀分布, 然后分别用塑料外圈和内圈从胶膜的两面相箍, 用内圈和外圈将胶膜绷紧固定, 最后沿外圈将多余的胶膜切掉, 使晶圆与衬架分离, 生成的晶圆便能进入芯片封装的下一道工序。扩晶的具体过程如图1所示。

本文根据所开发的晶圆扩晶装置的结构, 分析其机构原理。结合各执行机构的动作时序, 提出基于

AT89S52的IC封装扩晶装置的运动控制方案, 并实现并行控制。



1—硅晶片; 2—胶膜; 3—衬架; 4—外圈; 5—内圈; 6—晶圆

图1 扩晶原理

Fig. 1 Wafer expanding principle

## 1 片盒供送机构和动作

硅晶片及其衬架贮放在片盒的各个插槽里, 片与片之间不接触, 因此无摩擦, 在运输存取过程中, 芯

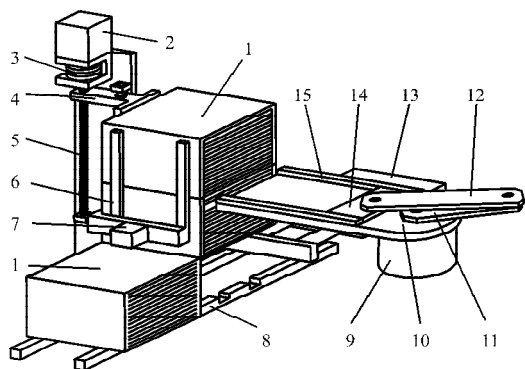
收稿日期: 2009-06-01

基金项目: 广东省科技计划基金资助项目(2006A10401003、2007A010301002), 广州市科技攻关基金资助项目(2006Z3-D9071)

作者简介: 何伟(1980-), 男, 河南信阳人, 广东工业大学硕士研究生, 主要研究方向为微电子制造技术,

E-mail: [hwjuli0@126.com](mailto:hwjuli0@126.com)

片受到保护。片盒供送机构的原理如图2所示。在步进电机的驱动下, 丝杆旋转, 使起落架沿直线导轨上下移动。每次片盒自上而下移动一格, 待取片机构取出一片硅晶片后, 再下移一格。当一个片盒供送完毕, 便从上一个片盒的最底层的一格开始供送硅晶片。当第一次从上面片盒取片时, 薄型缸7启动, 将上面的片盒卡滞而不能下降, 步进电机随之快速旋转, 带动下面的空片盒迅速下降到底面的导轨8上, 双杆气缸13启动, 推杆将空片盒推出。待双杆气缸复位后, 步进电机反转, 将起落架抬起托着上面的片盒, 然后薄型缸7复位, 起落架使片盒逐格下降, 继续供片。



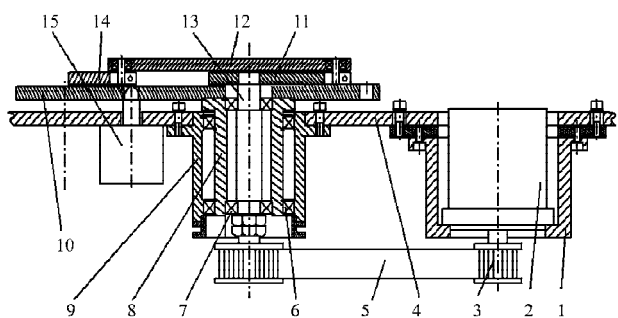
1—片盒; 2—步进电机; 3—联轴器; 4—起落架; 5—滚珠丝杆;  
6—支架; 7—薄型缸; 8—导轨; 9—主轴座; 10—旋转板;  
11—曲柄; 12—连杆; 13—双杆气缸; 14—滑块; 15—导轨

图2 片盒供送机构和取片机构原理图

Fig. 2 The structural diagram of magazine convey and wafer picking

## 2 取片送片和扩晶机构

取片机构的侧视图如图3所示。



1—电机支架; 2—电动机; 3—皮带轮; 4—基板; 5—齿形带;  
6—外轴承; 7—内轴承; 8—内轴承座; 9—主轴座; 10—旋转板;  
11—曲柄; 12—连杆; 13—主轴; 14—滑块; 15—电磁铁

图3 取片机构侧视图

Fig. 3 The side view of wafer picking structure

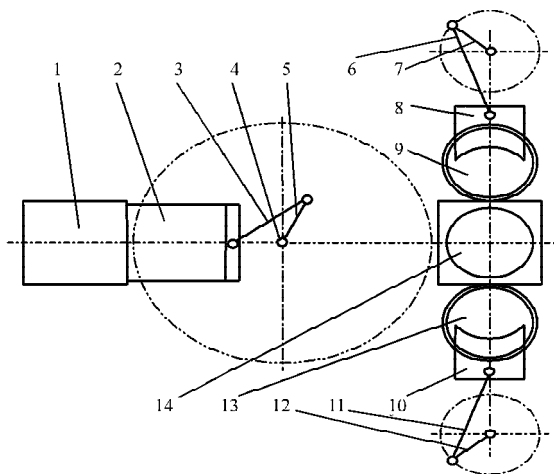
当电磁铁15未通电时, 衔铁伸出并插进旋转板10的定位孔中, 使旋转板固定不可以转动。电动机2通过齿形带5带动主轴13旋转。一周中的前半周通过曲柄11和连杆12, 使滑块14向外伸出, 夹具伸进片盒夹持硅晶片的金属衬架。后半周滑块回程运动, 将夹

持着的硅晶片取出。取片结束后, 电磁铁15通电, 衔铁从旋转板定位孔中退出, 使得旋转板能够在电动机的带动下旋转, 即硅晶片不但能从片盒中取出(主轴转动), 而且能沿主轴旋转 $180^\circ$ (内轴承座转动), 传递到扩晶站前。此时旋转板另一端的定位孔来到电磁铁附近, 电磁铁断电, 衔铁伸出并插进定位孔中使旋转板停止旋转。主轴继续转动一周, 带动滑块往复运动一次, 把硅晶片送进扩晶站内。然后电磁铁又通电, 旋转板又可转动, 并回到初始位置。此过程周而复始, 不断地取片、传片和递片。

滑块14和导轨之间设计了即滚珠阻尼机构。当电磁铁插进旋转板定位孔时, 旋转板不能运动, 滑块和导轨之间产生相对滑动力, 把滚珠压进滑块的安装孔内, 不起阻尼作用。当滑块动作完成, 在弹簧的作用下,  $1/3$ 球体进入导轨的配合孔中, 对滑块与导轨的运动产生阻滞, 而此时电磁铁动作, 旋转板可以轻松回转。当旋转板回转到位, 再次受到电磁铁的卡滞不能转动, 主轴动力使滑块和导轨之间产生较大的运动作用力, 使产生阻尼作用的滚珠再次退出导轨的配合孔, 阻尼状态消失, 滑块继续下一个周期的往复运动。

在取片机构中, 通过电磁铁动作时序的配合, 可以使取晶机构实现仅由一个电动机提供动力, 完成取片、传片和递片的整套动作。

图4为扩晶装置俯视图, 其中的9和13分别是外圈和内圈的贮圈筒, 外圈和内圈分别由上面的开口自上而下放入贮圈筒内。筒底开有通槽, 槽宽等于圈的外径, 槽高等于圈的厚度。通过相应的曲柄滑块机构内外圈均可被推出圈筒并送入扩晶站14。



1—片盒; 2—取片夹; 3—连杆; 4—主轴; 5—曲柄;  
6—连杆; 7—曲柄; 8—推圈板; 9—外圈筒; 10—推圈板;  
11—连杆; 12—曲柄; 13—内圈筒; 14—扩晶站

图4 扩晶装置俯视图

Fig. 4 The planform of wafer expanding device

扩晶机构是一复合模具, 完成内圈、外圈以及晶圆片的定位、扩晶、衬架的切除, 并完成使扩晶的晶

圆成品和切割后的废衬架从扩晶站同一个方向不同的高度被分别推出。复合模的主动力由主气缸提供,扩晶前的晶圆片的压紧力由压紧气缸提供。

### 3 运动控制系统设计

运动控制系统共有5个传感器,分别是步进电机最高位和最低位的限位传感器,直流电机1、2、3转1周或半周的光电传感器。电机的控制信号集中在 $P_0$ 口,汽缸动作的控制信号集中在 $P_1$ 口。为增加系统的抗干扰能力,输入/输出采用24V电路控制,各路均增加了光电耦合隔离电路。运动控制系统图见图5。步进电机采用细分驱动器驱动,运行平稳。加减速通过改变脉冲频率实现。

### 4 IC封装扩晶装置动作时序图

扩晶装置的动作时序见图6,执行动作流程如图7所示。

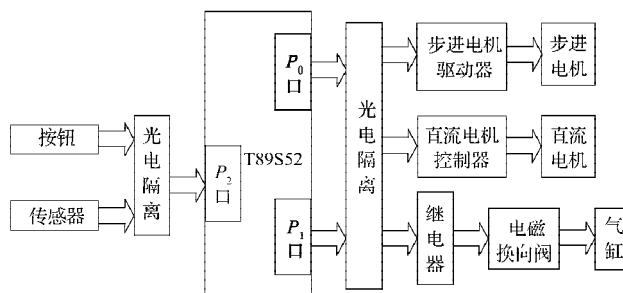


图5 控制系统图

Fig. 5 Control system diagram



图6 动作时序图

Fig. 6 The chart of operation sequence

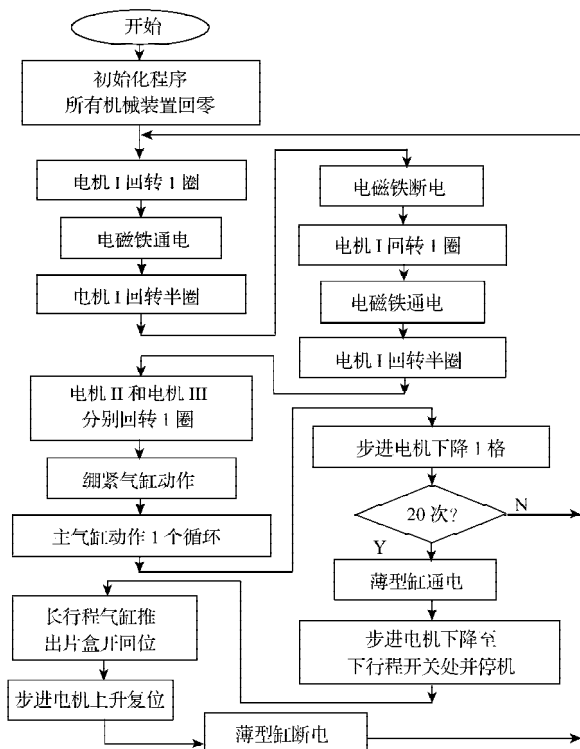


图7 执行动作流程图

Fig. 7 Chart of the operation flow

AT89S52单片机振荡脉冲频率范围 $f_{osc} = 0 \sim 33 \text{ MHz}$ ,若单片机外接晶振频率12 MHz,机器周期为1  $\mu\text{s}$ 。执行一条控制信号需时1~4  $\mu\text{s}$ ,时间很短,但气缸、电机和电磁铁的执行动作需要一定时间,协调各工序,除去不必要的等待时间,实现并行控制,能最大限度提高工作节拍和速度。各动作中,扩晶站最为耗时,是个瓶颈。故以此循环为基础,按执行动作流程图设计各部分动作时序图。图6上面的刻度为时间标号,表示加工一个产品各部分执行动作分配的时间及触发时刻,标号0~15表示正常运行时的一个生产循环。定时器工作在模式1,定时100 ms,溢出发生中断,中断程序为定时器赋初值,寄存器 $R_2$ 用来标识已执行中断,通过查询 $R_2$ 执行子程序。 $R_1$ 记录时间标尺的标号,通过查询,相应执行子程序发出控制信号。电机的停止、电磁铁的触发还有电机位置传感器的状态,通过查询实现。特别地,供片中,下降1格的时间在时序图上的标号为14~15及下一循环的0(15)~1,完成后计数寄存器 $R_0$ 计数,并执行判断是否到达设定数值,即判断一个整片盒是否取完,从而更换片盒。若需换片盒则执行另一并行程序段。程序初始启动从时序图标号12开始,扩晶从标号0开始。

## 5 程序算法流程图

根据动作时序图, 设计程序算法流程图。主程序流程图见图8。子程序通过判断寄存器 $R_0$ 和 $R_1$ 的值, 执行相应动作。共分两层判断, 第一层 $R_0$ 标识, 表示是否为换片盒模式, 第二层 $R_1$ 标识, 表示0~15标号对应的周期动作。主程序执行判断标号 $R_2$ 的循环, 若有中断则执行。执行定时溢出中断,  $R_2$ 置1, 则跳出判断循环执行子程序。执行子程序会将 $R_2$ 置0, 等子程序返回后继续执行判断循环。

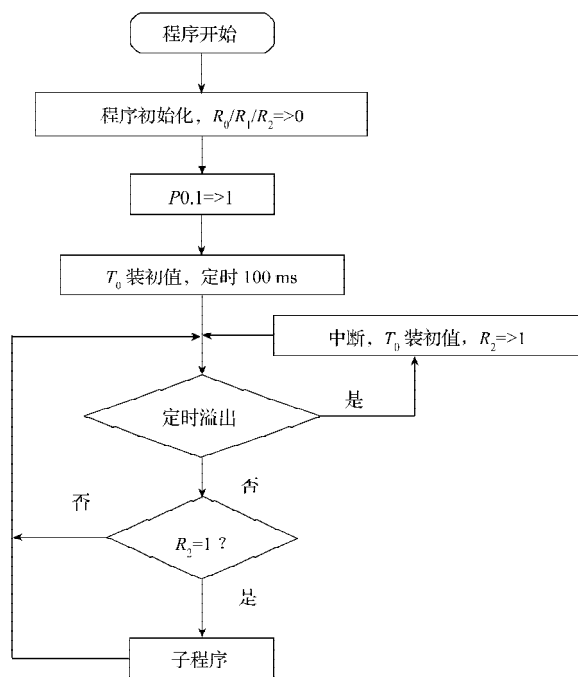


图8 主程序流程图

Fig. 8 Flow chart of the main program

## 6 结语

本文分析了IC封装的扩晶装置复杂多动力系统的动作需求, 提出基于AT89S52的IC封装扩晶装置的控

制系统。试验证明, 本系统稳定, 结合时序图的并行控制算法, 相对传统的顺序控制算法, 缩短了运动周期时间。

### 参考文献:

- [1] 王晓临, 李克天. IC封装扩晶装置结构设计[J]. 包装工程, 2007, 28(9): 18-20.  
Wang Xiaolin, Li Ketian. Structural Design of Wafer Expansion Device for IC Encapsulation[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(9): 18-20.
- [2] 李克天, 陈新, 高健, 等. 全自动IC芯片键合机的结构设计及原理[J]. 包装工程, 2006, 27(4): 73-76.  
Li Ketian, Chen Xin, Gao Jian, et al. Design and Principle of the Mechanical Structure of the Automatic Die-Bonder[J]. Packaging Engineering, 2006, 27(4): 73-76.
- [3] 李克天, 陈新, 吴小洪, 等. 粘片机引线框架的空间凸轮供送机构设计[J]. 中国机械工程, 2005, 16(1): 54-56.  
Li Ketian, Chen Xin, Wu Xiaohong, et al. 3D Cam Conveyor Structure Design of Die Bonder Leadframe[J]. China Mechanical Engineering, 2005, 16(1): 54-56.
- [4] 李克天, 陈新, 吴小洪, 等. 粘片机斜面四连杆焊头运动机构设计[J]. 机械科学与技术, 2005, 24(5): 570-571, 608.  
Li Ketian, Chen Xin, Wu Xiaohong, et al. Moving Structure Design of the Bonding Head for a Die Bonder with Oblique Plane and Quadrilateral Connecting Rods[J]. Mechanical Science and Technology, 2005, 24(5): 570-571, 608.
- [5] 何卫锋, 刘吉安, 阳曼, 等. 两轴驱动并联机构的运动分析[J]. 包装工程, 2006, 27(5): 139-141.  
He Weifeng, Liu Ji'an, Yang Man, et al. Motion Analysis of Paralleled Mechanism with Two Axles Driving[J]. Packaging Engineering, 2006, 27(5): 139-141.

(责任编辑: 廖友媛)