

## 硅片涂胶及软烘自动设备的研究

詹玉峰 陈跃骅 方勇华 方小明 赵纪平  
浙江旭盛电子有限公司, 浙江 衢州 324300

**[摘要]** 为了提高硅片光刻工艺中单次镀膜和精细干燥的实验效率。尽量减少可能污染芯片表面的手动操作。该系统使用机械手来完成不同工位之间硅片的自动转移。仪表部分采用 PLC 作为主要控制元件, 由步进电机、接近开关、光电开关、热敏电阻、电磁阀等组成。详细介绍了实现硅片微转移、光刻胶剂量控制、精细干燥温度检测等功能的程序控制方法。

**[关键词]** 硅片涂胶; 软烘自动设备; 软烘自动设备; 涂胶

DOI: 10.33142/aem.v4i7.6435

中图分类号: TN405.2

文献标识码: A

### Research on Automatic Equipment For Silicon Wafer Gluing and Soft Baking

ZHAN Yufeng, CHEN Yuehua, FANG Yonghua, FANG Xiaoming, ZHAO Jiping  
Zhejiang Xusheng Electronics Co., Ltd., Quzhou, Zhejiang, 324300, China

**Abstract:** In order to improve the experimental efficiency of single coating and fine drying in silicon wafer lithography. Minimize manual operations that may contaminate the chip surface. The system uses a manipulator to complete the automatic transfer of silicon wafers between different stations. The instrument part adopts PLC as the main control element, which is composed of stepping motor, proximity switch, photoelectric switch, thermistor, solenoid valve, etc. The program control methods for realizing the functions of micro transfer, photoresist dose control and fine drying temperature detection are introduced in detail.

**Keywords:** silicon wafer gluing; soft coax automatic equipment; automatic soft drying equipment; gluing

#### 引言

在我国, IC 工业已成为我国信息化的重要组成部分。IC 生产设备是我国 IC 工业发展的核心, 也是我国 IC 工业发展的一个主要推动力。在此背景下, 我国的半导体工业发展面临着两大挑战: 生产技术与工艺的更新以及先进的 IC 生产设备。高效能 IC 生产装置。所以, 在发展 IC 工业时, 必须从研制符合 IC 产品需求的 IC 加工装备开始, 逐渐使 IC 加工过程自动化、智能化, 以满足高精度、高卫生的需要。

#### 1 硅片自动处理设备的定义

如今, 自动化设备广泛应用于半导体行业, 但光刻工艺的实验仍采用人工涂布和软干燥硅片。所以, 硅橡胶的表层会被各种各样的污染物所腐蚀, 并且频繁地与化学物质打交道, 高温的高温会对身体产生损害。本实验系统采用了两套单独的实验装置, 即均匀装置和加热垫片。晶圆通过各个工作站的微机精确传送, 硅光刻胶及软干燥工序, 为接下来的硅暴露和显影做好充分的预备。80 年代以后, 随着 IC 工业的快速发展, 在 IC 生产流程中引进了机械化技术。IC 器件的生产必须依靠镀膜机、真空热板、光刻机等工艺, 以及集成电路芯片之间的转移与组装。高精度、高速度、高卫生的集成电路生产线, 是集成电路生产线的自动化、高质量、高卫生的关键环节。因而, 在芯片生产中, 超净真空条件下的芯片自动化处理已经是芯片生产中的重要器件。

硅芯片自动化加工是一类以机械手为核心的 IC 加工技术 (与工业机械手是一个概念, ISO 标准组织将其界定为: 自动化、现场可控制、可编程、多功能机械手, 可多个轴线加工各种材料、零件、工具和特殊的工具, 并具备可编程的加工能力, 完成各种工作。该工艺采用机械、电子、光学、计算机等技术, 以高精度、高洁净度、高可靠性为一体, 对各类 IC 生产过程进行了全面的监控, 并在各个工艺单位间实现了芯片的迅速传输与定位。根据工艺精确度及 IC 生产的需要, 利用工业机器人及工业试验自动技术, 将硅晶圆在真空下进行各种工艺处理。所以, 硅转换处理机是一项重要的技术, 它包含了很多单机生产装置, 例如涂布机、热板机、光刻机、显影机、清洗机等。目前, 硅晶圆的自动化处理装置按其工作条件可分成两大类。一种是应用于真空环境设备的自动硅片加工, 由 SCARA 晶圆传送机器人和预对准装置组成。在这种类型的加工设备中, 各种加工设备和晶圆带放置在 SCARA 蛙人周围。SCARA 机器人通过在真空环境中绘制路径并在每个过程之间定位和转移来完成芯片。另一类是用于超洁净环境的自动晶圆加工设备, 由 R-e 晶圆输送机器人、预对准装置或末端执行器校准器组成。该设备也是目前使用范围最大的全自动芯片加工设备<sup>[1]</sup>。

#### 2 涂胶原理

最常见的涂布方法是旋涂。将基板安装在真空垫上, 在衬底上涂上一定数量的刻胶滴。紧接着, 光刻胶的速度

就开始加快。在高速转动时,利用离心作用力,使光刻胶在衬底上均匀的涂布,从而在衬底上形成一种光阻剂。在分发时,粘液由中间向四周扩展,并持续地将大量的粘液排出。由于溶液中的溶剂会持续地被蒸发,膜会慢慢干燥,最终会变成一层固态的膜。不同的涂布工艺要求的旋转工艺也不尽相同,涂层厚度通过旋转涂布速率和涂布时间而减小。光刻胶在衬底上的扩散是由于衬底的固定或转动很慢。转动的扩散。把衬底的旋转速度提高到一个特定的速度,使得光刻胶在离心力的推动下扩展并扩展到整个衬底的表面。将该速率恢复到  $i$  的常数  $S$ ,以除去更多的阻抗剂,并且在衬底上得到一个均一的光刻胶层。汽化。将被涂覆的衬底以不变的速率转动,直至溶液汽化。控制部分采用工业控制计算机,伺服马达,机械手,电磁阀,传感器等控制,实现上料、涂布、精细干燥和收料的全过程。该涂层装置在横向设置的金属薄板上均匀地涂敷光刻胶,利用薄板的真空吸附作用,在金属薄板上产生一种光刻胶薄膜。本机的工作原理是将多个工作站进行衬底传输,以提升涂布工序的自动化、缩短运输时间、降低人力介入、防止晶片在运输期间破损,提升工作效能及晶片的精确度、改善整个设备的关机及保证加工环境的洁净<sup>[2]</sup>。

针对硅片生产过程中的工艺和运行需求,从可行的观点出发,阐述了硅薄膜涂层及柔性自动装置的作用。根据已有技术的研究结果,给出了整个系统的整体设计。该体系的开发应遵循以下几个方面:全面地分析运行目标与技术需求,制订出一套符合其运行性能和运行环境的科学规程;依据工程需要,确定正确的传送点定位,并决定正确的抓取和移动。通过对机械性能、尺寸、质量等因素的分析,得出机械构造和操作控制的需求。在进行设计时,应尽可能选用质量较高的标准零件,以便在系统发生失效时迅速进行替换。所以,在兼顾通用和专一性的前提下,应该简单地进行产品的开发与生产;由于该系统工作在超洁净室内,对其自身的清洁程度也有较高的需求。为了更好的使用洁净室的空间,方便对超清洁的环境进行维修。所以,在装备体系中应合理选用抗氧化性物质如不锈钢、铝合金等,或采用高效的抗腐蚀抗氧化剂。

### 3 系统总体方案设计

有机硅涂层和软干燥机制是在有机硅相关实验中设计和应用的自动化设备。它的主要作用是晶片的稳定,微转移和加工参数的调控。硅薄膜软化涂覆装置能够实现如下工作:夹紧作用是该装置的重要作用,它确保了在搬运时不会打滑或刮花。因为硅芯片在不同的加工单位中是横向排列的,所以在搬运时要尽可能地横向摆放,避免对硅板造成污染;精确传送是一种能够在某种程度上完成的装置的基础。在一定的距离上,多个点的驱动要尽量平滑,没有震动。该系统响应于控制部件的命令,利用芯片传送处理器,完成夹持、提升和旋转两个轴向运动。通过在终

端驱动器上安装的预调机构,实现了芯片从芯片托盘的软烘台起始位置到芯片托盘起始点和芯片贴纸台的起始点的微动。工艺参数的控制主要是控制涂层和精细干燥过程。整平机首次只需设置整平时间、速度等参数即可。系统控制部分发出指令信号,完成点胶机对硅胶片的吸附,启动点胶机,按要求分配胶水,然后取出硅胶片。涂装完成后应进行软干燥,测试系统的热板温度在工艺要求范围内(800~1200℃)。如果满足工艺要求的温度范围,就可以进行精细干燥工艺。当运行时间达到1分钟时,立即握住硅片以完成软干燥过程<sup>[3]</sup>。

(1) 系统总体功能概述。设备系统由以下三个交互部分组成:执行器(硅转移处理器)、加工设备、系统控制部分等,其中安装了硅转移处理器和工艺设备(均质器、热板)在系统设备的工作平台上,有机地组合成一个整体一个集成的。芯片传送处理器作为整个设备系统中最重要的一部分,安装在设备平台上,可以完成工作空间中的芯片传送和安装任务。硅胶机械手的传动运动可分为水平旋转和垂直起升,由两个步进电机驱动。定位传感器安装在机械臂末端,以确保处理机在水平旋转方向上的准确定位。该定位装置还安装在机器人的垂直升降机构中,保证上下垂直方向定位准确,防止切屑移动过大造成损坏。手的握持或放置由气压触发,通过手上装置的光电开关检测硅片是否已成功抓取。

(2) 系统主要组成概述。装置的优点是可以设定两种转速和平衡时间,即启动后低速旋转,一定时间后加速到高速。涂层均匀性保证 $\pm 3\%$ 。根据自旋速度与膜厚曲线的对应关系,从19J开始(从附录A的8个数据集可以看出自旋速度与膜厚的关系,自旋速度加速度与膜层均匀性的关系)可以获得所需的涂层。开机后层厚,按控制键;设置合适的缩放时间和速度参数;释放硅胶,特别注意卫生(浓度越高,成膜的最终均匀性越好);硅晶片被压力晶片吸附。开关牢固地固定在芯片座上;按开始键,硅片低速旋转,一定时间后加速到最大速度;光刻必须以较低的速度完成;搅拌机停止旋转后,再次按下泵。通过转动均质机的控制面板,利用控制单元发出的开关信号,将原来的手动开关操作改为对均质机的自动/半自动控制。当需要批量处理硅片以获得相同的厚度时,机器处于自动模式。您只需手动设置一次速度和粘合时间,一切都会自动完成。当需要多片不同膜厚的硅片时,设备处于半自动工作模式,即在每次加工前手动改变转速和施胶时间的设定值。

(3) 控制部分。通常,该系统的控制部件是工业计算机。其中心与基础是一个类似于人类的脑的伺服马达与控制装置。这是一个重要的装置。它经常需要一个由一个微处理机作为中心,接收不同的信号(以及开关或模拟),并按照控制过程的工作需求(运行状况和周围情况),生成一个用于驱动机械系统执行多种运行工作的控制信号(开关、动作或模拟)。该控制装置的核心工作是把芯片

精确地传送到不同的位置,所以必须采用软件编程、路径设计和控制策略分析等方法来控制整个控制过程。根据控制软件所规定的路线图来传输该控制信号。并通过在物体上设置位置传感器,从而达到准确的定位与传递<sup>[4]</sup>。

#### 4 系统其他部分设计

(1) 系统的机构构造。机械的结构是整个装备体系中的一个重要环节,它的好坏将会影响到装备的整体效能。合理地分割和凸起的机械机构,是改善设备总体可靠度和真实可靠度的关键,同时也是降低制造成本、缩短开发周期的一种行之有效的方法。本章重点对硅片传动机械手的设备系统、运动学和动力学、数学模型、结构组成、传动形式和驱动源选择等最重要的算子进行详细的图解演示和验证分析。执行器(硅胶传输处理器)是整个设备系统中最重要的部分,也是操作最多的部分。该装置系统由操作人员完成不同工位之间硅片的精确传输和定位,合理协调不同操作之间的操作时间和时间分配。该执行器的设计应该具有如下特征:通用性是一种能够进行身体上的工作,能够执行多种简单的工作。要指出,在使用过程中,通过引入自由度可以增强系统的普遍性,但要根据具体的作业方式和条件来调整终端的性能;适应性是对周围的情况的适应。而在工业机械手中,其适应能力是指在工件尺寸、位置、工作条件等方面的要求和要求。

(2) 系统控制部分设计。系统控制部分不仅控制芯片传送机器人实现芯片的稳定安装和准确传送位置,还控制镀膜和精细干燥工艺的相关工艺参数。由于操作最频繁的设备也是硅胶传动机械手,所以本章也重点介绍了硅胶传动机械手控制图的设计和呈现。该系统使用开关设备在预定位置或状态发送反馈信号以启动或停止一个过程。这种伺服控制系统适用于运行比较稳定、程序简单、精度要求不是特别高的场合。它更适合点对点的控制,只要精度保持在目标位置或状态以满足过程的质量要求,就不会修改和控制操作过程。系统利用传感器不断检测运行对象的实时状态,对反馈信号进行比较放大后重新进入执行器,

纠正实时控制误差。本系统具有较高的准确率,适合于高性能、多功能的工业自动装置。但是,它的运行方式复杂,造价昂贵,尤其在一些场合,其运行的稳定性没有开环伺服系统好,而且维修起来也很麻烦。相对于传统的连续跟踪,终端操纵杆需要精确跟踪预定的运动轨道和转速。按照整体的设计需要,利用切换回路控制的伺服控制能够达到控制的需要。其主要功能是: PTP 控制模式采用了主要的反馈控制;单轴独立移动,双轴连杆,精确的位置;具备输入/输出开关,动作和数字/模数的控制;软件开发的良好条件及资源的充足;适合于工业生产,具有较高的稳定性、易于装配和降低生产费用<sup>[5-6]</sup>。

#### 5 结语

在国内外先进技术的基础上,完成了自动涂装设备系统的设计。根据产品的应用方向,研究了该设备的合适操作,进行了大量的涂装工艺试验,得出了符合客户要求的加工工艺条件。经过现场使用,经用户的技术检验,系统运行稳定、可靠,能够达到实际应用的需要。

#### [参考文献]

- [1]陈丁. 硅片涂胶及软烘自动设备的研究[D]. 陕西: 西安工业大学, 2009.
  - [2]郑卓韬,张健,林秋宇,等. 多工位平底自立袋自动成型机的研制[J]. 轻工机械, 2019, 37(5): 19-24.
  - [3]艾博,周占福,吕磊. 全自动涂胶设备及涂胶工艺的研究[J]. 电子工业专用设备, 2019, 48(3): 56-59.
  - [4]陈焱,程金胜. 全自动平板涂胶机的研制及应用[J]. 电子工业专用设备, 2005, 34(9): 49-51.
  - [5]申易,王阳明. 双工位自动涂胶系统的研制[J]. 机电一体化, 2009, 15(9): 89-92.
  - [6]陈丁,徐昌杰,陈大川,等. 硅片涂胶及软烘自动设备的研制[J]. 微计算机信息, 2009(25): 3.
- 作者简介:詹玉峰(1977.4-)男,衢州学院,大专,机电一体化专业,目前就职于浙江旭盛电子有限公司,担任总经理职务10年,职称为工程师。