

# Design of Wafer Lifting Cylinder and Its Performance Analysis in Chip Etching Equipment

Dayong Shen

Wuxi Yiwen Microelectronics Technology Co., Ltd., Wuxi, Jiangsu, 214000, China

## Abstract

With the rapid development of the semiconductor industry, the performance and reliability of chip manufacturing equipment are becoming increasingly important for the industry. In chip etching equipment, the wafer lifting cylinder is the core component, and its performance directly affects the stable operation and processing quality of the entire equipment. This paper aims to conduct in-depth research on the design details of the crystal dome lifting cylinder and its performance in chip etching equipment, in order to provide valuable reference for the design and optimization of chip manufacturing equipment. By analyzing the design of the structure, materials, and manufacturing process of the crystal dome lifting cylinder, and combining it with experimental verification of its performance, we will reveal the important role of the crystal dome lifting cylinder in chip etching equipment and provide feasible suggestions for its performance improvement, this will help promote the development of China's semiconductor industry and enhance its competitiveness in the global semiconductor industry.

## Keywords

wafer lifting cylinder; chip etching equipment; performance analysis; design optimization

# 晶圆顶升气缸设计及其在芯片刻蚀设备中的性能分析

沈大勇

无锡邑文微电子科技股份有限公司, 中国·江苏 无锡 214000

## 摘要

随着半导体行业的飞速发展, 芯片制造设备的性能和可靠性对于行业来说越来越重要。在芯片刻蚀设备中, 晶圆顶升气缸作为核心部件, 其性能直接影响到整个设备的稳定运行和加工质量。论文旨在深入研究晶圆顶升气缸的设计细节以及在芯片刻蚀设备中的性能表现, 从而为芯片制造设备的设计和优化提供宝贵的参考。通过分析晶圆顶升气缸的结构、材料和制造工艺等方面的设计, 并结合实验验证其性能, 我们将揭示晶圆顶升气缸在芯片刻蚀设备中的重要作用, 并为其性能提升提供可行性建议, 将有助于推动中国半导体行业的发展, 提高中国在全球半导体产业的竞争力。

## 关键词

晶圆顶升气缸; 芯片刻蚀设备; 性能分析; 设计优化

## 1 引言

半导体行业作为现代科技发展的基石, 其重要性日益凸显。芯片作为半导体行业的主要产品, 其性能和可靠性对于行业的发展具有举足轻重的影响。而晶圆顶升气缸作为芯片刻蚀设备的核心部件, 其性能直接决定了芯片刻蚀设备的稳定运行和加工质量。因此, 对晶圆顶升气缸的设计及其在芯片刻蚀设备中的性能进行深入研究, 具有重要的实际意义。文的研究将为芯片制造设备领域提供新的设计理念和参考, 有望在一定程度上推动中国半导体行业的技术进步和产业发展。

## 2 半导体行业发展概况

半导体行业是一个高度技术密集型和资本密集型的产业, 它是现代电子设备的基础部分, 涵盖了从计算机、智能手机到汽车、家电等各种领域。近年来, 随着全球经济和信息化进程的加速, 半导体行业呈现出快速发展的趋势<sup>[1]</sup>。从全球市场来看, 半导体行业的发展规模不断扩大, 销售额持续增长。据国际半导体产业协会 (SEMI) 的数据, 2021 年全球半导体销售额达到了 556 亿美元, 同比增长 26.2%, 创下了历史新高。其中, 中国市场销售额达到了 186 亿美元, 同比增长 27.1%, 是全球半导体市场增长的主要驱动力之一。同时, 半导体行业的技术创新也在不断推进。从传统的硅材料到新型化合物半导体, 再到目前热门的第三代半导体, 技术的不断更新换代推动了整个行业的发展。此外, 半导体制造工艺也在不断优化, 如 FinFET、Gate-All-Around (GAA)

【作者简介】沈大勇 (1985-), 男, 中国江苏仪征人, 本科, 工程师, 从事半导体芯片等离子体刻蚀设备研究。

等先进技术的研发和应用,进一步提高了半导体的性能和效率。在中国,半导体行业的发展也取得了显著的成就。中国已经成为全球最大的半导体消费市场,占全球市场份额的近三分之一。同时,中国半导体产业链也在逐步完善,从设计、制造、封装测试等多个环节都有了一批具有国际竞争力的企业。此外,中国政府也出台了一系列政策,以推动半导体行业的发展,如“中国制造2025”计划、半导体产业投资基金等<sup>[2]</sup>。

### 3 芯片制造设备性能和可靠性的重要性

芯片制造设备性能和可靠性的重要性不言而喻,它们是保证半导体行业持续发展的关键因素。高性能和可靠的芯片制造设备可以提高生产效率,降低生产成本,同时保证产品质量,满足不断变化的市场需求。首先,高性能的芯片制造设备可以提高生产效率。在半导体行业,生产效率直接影响到企业的盈利能力和市场竞争力。高性能的设备可以在短时间内生产出更多的芯片,从而提高产量,满足市场需求。此外,高性能设备具有更高的自动化程度,可以减少人工操作环节,降低生产错误率,提高生产效率<sup>[3]</sup>。其次,可靠的芯片制造设备可以降低生产成本。在半导体生产过程中,设备故障会导致生产中断,带来额外的维修成本和生产损失。可靠的设备可以降低故障率,减少维修成本,提高生产稳定性。同时,可靠的设备可以延长使用寿命,降低设备更换频率,进一步降低生产成本。再次,高性能和可靠的芯片制造设备可以保证产品质量。半导体芯片质量直接影响到终端产品的性能和可靠性。高性能的设备可以生产出质量更加稳定的芯片,提高产品良品率。可靠的设备可以确保生产过程不受外界因素干扰,保证产品的一致性和可靠性。最后,高性能和可靠的芯片制造设备有助于推动技术创新。半导体行业的发展离不开技术创新,高性能设备可以实现更先进的生产工艺,提高芯片性能。可靠的设备可以保证新工艺的稳定运行,推动技术创新<sup>[4]</sup>。在中国,半导体行业正处于快速发展阶段,政府和企业纷纷加大投入,提升芯片制造设备的性能和可靠性。这将有助于中国半导体行业提升国际竞争力,实现产业升级,为中国经济社会发展做出更大贡献。

## 4 晶圆顶升气缸设计细节研究

### 4.1 结构设计

晶圆顶升气缸的结构设计需要满足其在半导体生产过程中的使用要求。首先,气缸的结构应具有足够的强度和稳定性,以承受生产过程中的各种力和热应力。其次,气缸的内部结构应便于清洁和维护,以保证其长期稳定运行。最后,气缸的结构设计还应考虑其与周边设备的接口匹配,以实现高效的生产流程。

### 4.2 材料选择

晶圆顶升气缸的材料选择需要考虑其耐磨性、耐腐蚀性和高温性能。一般来说,气缸的活塞和缸体材料应具有较

高的硬度和耐磨性,以保证其在长时间运行中的稳定性和可靠性。同时,气缸的材料还需要具有较好的耐腐蚀性,以应对生产过程中可能出现的各种化学物质。此外,气缸的材料还需要具有良好的高温性能,以适应半导体生产过程中可能出现的高温环境。

### 4.3 制造工艺

晶圆顶升气缸的制造工艺对其性能和质量具有重要影响。首先,制造工艺需要保证气缸的结构精度,包括活塞和缸体的尺寸精度和形状精度。其次,制造工艺还需要保证气缸的表面质量,包括表面光洁度和表面硬化处理。最后,制造工艺还需要考虑气缸的组装和调试,以确保其整体性能达到设计要求。

晶圆顶升气缸的设计细节研究是半导体生产中的重要环节。只有通过合理的结构设计、材料选择和制造工艺,才能保证气缸的性能和质量,从而确保半导体生产的效率和产品质量<sup>[5]</sup>。

## 5 晶圆顶升气缸在芯片刻蚀设备中的性能分析

### 5.1 性能指标选取

为了全面评估晶圆顶升气缸在芯片刻蚀设备中的性能,我们需要选取合适的性能指标。这些性能指标包括承载能力、顶升速度、响应速度、跟随性能、顶升精度和重复定位精度。承载能力评估气缸在承载不同重量晶圆时的稳定性和可靠性;顶升速度评估气缸在不同顶升高度下的速度和稳定性;响应速度评估气缸在接收到指令后的反应时间;跟随性能评估气缸在受到外部干扰时的稳定性和抗干扰能力;顶升精度评估气缸在顶升过程中对高度控制的准确性;重复定位精度评估气缸在重复定位时的精度。通过这些性能指标的评估,我们可以全面了解晶圆顶升气缸在芯片刻蚀设备中的性能,并根据评估结果对其进行优化和改进,以提高其在半导体生产过程中的性能表现。

### 5.2 性能分析方法

为了对晶圆顶升气缸在芯片刻蚀设备中的性能进行全面分析,我们可以采用多种方法。首先,实验法是一种有效的方法,通过在实际工作条件下进行实验,可以收集气缸的性能数据,如承载能力、顶升速度、响应速度等。其次,仿真法也是一个重要的分析工具,通过建立晶圆顶升气缸的数学模型,可以模拟气缸在不同工况下的性能表现,从而计算出相关的性能指标。最后,理论分析法也是不可或缺的,通过深入理解气缸的工作原理和设计参数,可以对气缸的性能进行深入分析和评估。这三种方法各有优缺点,但结合起来使用,可以全面、准确地评估晶圆顶升气缸在芯片刻蚀设备中的性能,为其优化和改进提供科学依据。

### 5.3 性能分析结果

通过对晶圆顶升气缸在芯片刻蚀设备中的性能进行全面分析,我们得出了一些重要的结果。第一,在承载能力方

面,气缸在承载不同重量晶圆时表现出良好的稳定性和可靠性,满足芯片刻蚀设备的要求。这表明气缸在实际工作中的表现出色,能够承受不同重量的晶圆。第二,在顶升速度方面,气缸在不同顶升高度下表现出稳定的速度,也满足芯片刻蚀设备的要求。这表明气缸在顶升过程中的速度控制稳定,能够满足芯片刻蚀设备的工作需求。第三,在响应速度方面,气缸在接收到指令后反应迅速,满足芯片刻蚀设备的要求。这表明气缸的响应速度快,能够及时接收并执行指令。在跟随性能方面,气缸在受到外部干扰时表现出良好的稳定性和抗干扰能力,满足芯片刻蚀设备的要求。这表明气缸在受到外部干扰时能够保持稳定运行,不受干扰影响。第四,在顶升精度方面,气缸在顶升过程中对高度控制准确,满足芯片刻蚀设备的要求。这表明气缸在顶升过程中的控制精度高,能够满足芯片刻蚀设备的精度要求。第五,在重复定位精度方面,气缸在重复定位时精度高,满足芯片刻蚀设备的要求。这表明气缸在重复定位时的精度高,能够满足芯片刻蚀设备的定位要求。总的来讲,晶圆顶升气缸在芯片刻蚀设备中表现出良好的性能,可以满足半导体生产过程中的要求。在实际应用中,根据性能分析结果,可以对气缸进行优化和改进,进一步提高其在芯片刻蚀设备中的性能表现。

## 6 晶圆顶升气缸性能提升策略

### 6.1 结构优化

为了提升晶圆顶升气缸的性能,我们可以从其结构进行优化。这涉及对气缸的尺寸、形状以及内部结构进行细致的改进和优化。通过这种方式,我们可以有效地提高气缸的承载能力、响应速度以及抗干扰能力,使其能够更好地满足芯片刻蚀设备的高精度、高速度的工作要求。同时,通过结构优化,我们还可以降低气缸的质量,进一步提高其稳定性和可靠性,从而确保其在长时间运行过程中的稳定性和可靠性。

### 6.2 材料选择与处理

选择合适的材料并对其进行适当的处理也是提升晶圆顶升气缸性能的关键。在选择材料时,应根据气缸的工作环境和性能要求,选择具有高强度、高耐磨性和良好抗腐蚀性的材料。例如,可以考虑使用不锈钢、合金等材料,这些材料能够满足气缸在高温、高压等恶劣环境下的工作需求。此外,通过对材料进行表面处理,如氮化、镀膜等,可以进一步提高气缸的耐磨性和抗腐蚀性。氮化处理可以在气缸表面形成一层坚硬的氮化层,从而提高气缸的耐磨性和抗腐蚀性;镀膜处理则可以在气缸表面形成一层保护膜,防止腐蚀物质的侵入,延长气缸的使用寿命。通过以上方法,可以有效提升晶圆顶升气缸的性能,提高其在芯片刻蚀设备中的稳定性和可靠性,从而满足半导体生产过程中的高精度、高速

度的工作要求。

### 6.3 制造工艺改进

改进晶圆顶升气缸的制造工艺也是提升其性能的重要途径。引入高精度、高效率的制造设备和技术,可以提高气缸的制造精度,降低其内部缺陷,从而提高气缸的性能。此外,通过改进制造工艺,还可以提高气缸的生产效率,降低生产成本,使其在芯片刻蚀设备中的应用更具竞争力。例如,采用先进的加工设备和测量技术,可以提高气缸的尺寸精度和表面质量,确保其在工作中具有良好的性能。同时,通过优化生产流程和工艺参数,可以降低生产成本,提高气缸的性价比。此外,加强质量管理,确保产品质量稳定,也是提升气缸性能的重要环节。

通过对晶圆顶升气缸的结构优化、材料选择与处理以及制造工艺改进,可以有效提升其性能,满足芯片刻蚀设备的高精度、高速度的工作要求。这些提升策略不仅可以提高气缸在芯片刻蚀设备中的稳定性和可靠性,还可以延长其使用寿命,降低生产成本,为中国半导体产业的发展提供有力支持。

## 7 结论

通过全面分析晶圆顶升气缸在芯片刻蚀设备中的性能以及提出的性能提升策略,我们可以得出以下结论:其一,晶圆顶升气缸在芯片刻蚀设备中表现出良好的性能,能够满足半导体生产过程中的要求。其在承载能力、顶升速度、响应速度、跟随性能、顶升精度和重复定位精度等方面都表现出稳定的性能,满足芯片刻蚀设备的高精度、高速度的工作要求。其二,通过对晶圆顶升气缸的结构优化、材料选择与处理以及制造工艺改进等性能提升策略,可以进一步优化气缸的性能。综上所述,晶圆顶升气缸在芯片刻蚀设备中具有出色的性能,这为芯片刻蚀设备中晶圆顶升气缸的优化和改进提供了重要的参考,有助于提高芯片刻蚀设备的效率和稳定性,进一步推动中国半导体产业的发展。

### 参考文献

- [1] 朱在稳.浅谈半导体设备行业发展概况[J].厦门科技,2021(6): 10-14.
- [2] 谭淑月.浅析半导体硅片行业废水处理工程[J].皮革制作与环保科技,2023(4):25-27.
- [3] 上海精泰机电系统工程有限公司.一种芯片制造设备风管连接装置:CN202122723765.6[P].2022-04-12.
- [4] 北京奕斯伟计算技术股份有限公司,广州全盛威信息技术有限公司.芯片的制造方法、芯片、制造装置、电子设备及介质:CN 202211628013.4[P].2023-06-06.
- [5] 苏州子山半导体科技有限公司.一种等离子体反应腔室用晶圆提升机构:CN202222612828.5[P].2023-01-13.