

# Research on the Application of Vacuum Pressure Control System in Semiconductor Chip Plasma Etching Equipment

Dayong Shen

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

## Abstract

In plasma etching equipment, the vacuum pressure control system has a decisive impact on the operation and etching effect of the entire equipment. In order to achieve precise pressure control, the vacuum pressure control system adopts various technologies and equipment, such as vacuum pumps, pressure sensors, and control valves. The precise combination of these devices and technologies enables plasma etching equipment to maintain stable and precise pressure control in extreme process environments, thereby ensuring the stability and accuracy of the etching process. This paper studies the application of vacuum pressure control system in semiconductor chip plasma etching equipment, analyzes its impact on the etching process, and explores the optimization strategy of pressure control system.

## Keywords

vacuum pressure control system; plasma etching; semiconductor chip; pressure control

# 真空控压系统在半导体芯片等离子体刻蚀设备中的应用研究

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

在等离子体刻蚀设备中, 真空控压系统对于整个设备的运行和刻蚀效果具有决定性的影响。为了实现精确的压力控制, 真空控压系统采用了多种技术和设备, 如真空泵、压力传感器和控制阀等。这些设备和技术的精确配合, 使得等离子体刻蚀设备能够在极端的工艺环境下保持稳定和精确的压力控制, 进而保证刻蚀过程的稳定性和精度。论文研究了真空控压系统在半导体芯片等离子体刻蚀设备中的应用, 分析了其对刻蚀过程的影响, 探讨了控压系统的优化策略。

## 关键词

真空控压系统; 等离子体刻蚀; 半导体芯片; 压力控制

## 1 引言

在半导体芯片制造过程中, 等离子体刻蚀技术是一种关键的工艺技术, 它对于形成精确且一致的电路图案和结构至关重要。等离子体刻蚀设备中的压力控制对刻蚀过程的稳定性和精度起着决定性的作用。为了实现精确的压力控制, 真空控压系统在等离子体刻蚀设备中扮演着重要的角色。该系统通过使用多种技术和设备, 如真空泵、压力传感器和控制阀等, 精确地控制反应室内的压力。这些设备和技术的精确配合有助于确保等离子体刻蚀设备在极端工艺环境下保持稳定和精确的压力控制, 从而保证刻蚀过程的稳定性和精度。论文旨在研究真空控压系统在半导体芯片等离子体刻蚀设备中的应用。通过深入探讨真空控压系统的设计和运作原理, 我们可以更好地理解其对刻蚀过程稳定性和精度的影

响。此外, 论文还将讨论真空控压系统的优化策略, 以进一步提高刻蚀效果和生产效率。随着半导体行业的不断发展, 真空控压系统在等离子体刻蚀设备中的应用将为推动半导体技术的进步做出更大的贡献。

## 2 真空控压系统原理

真空控压系统是一种精密的设备, 能够通过对反应室内压力的精确控制, 确保等离子体刻蚀过程的稳定性和精度。这种系统通常由以下几个主要组成部分构成: 真空泵是整个系统的关键部分。它的主要功能是有效地抽出反应室内的空气, 从而降低反应室内部的压力。真空泵的选型和性能直接影响到系统的抽气效果和稳定性。根据具体应用需求, 可以选择不同类型的真空泵, 如旋片式真空泵、罗茨式真空泵或分子泵等。这些不同类型的真空泵具有各自的优势和特点, 可以根据实际需求进行选择。压力传感器在系统中扮演着重要的角色。它被用来监测反应室内部压力的变化, 并将这些信息实时传输给控制系统。压力传感器的精度直接影响

【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。

到系统的控压精度。为了确保精确的压力测量,通常会选择高精度的压力传感器,并将其安装在反应室内,以便能够实时监测压力变化。控制阀是系统中另一个重要的组成部分<sup>[1]</sup>。它的作用是根据压力传感器的信号,自动调整真空泵的工作状态,以保持反应室内部的压力在设定的范围内。控制阀通常采用电气或气动控制方式,可以根据实际需求进行选择。通过控制阀的调节作用,可以确保反应室内部压力的稳定,从而保证等离子体刻蚀过程的顺利进行。真空控压系统通过精确控制真空泵、压力传感器和控制阀的工作,能够实现对反应室内部压力的精确控制。这种精确控制可以确保等离子体刻蚀过程的稳定性和精度,从而提高整体刻蚀效果和生产效率。真空控压系统是一种高度精密的设备,通过对关键组成部分的精确控制,能够实现对反应室内部压力的精确控制。这种精确控制对于确保等离子体刻蚀过程的稳定性和精度具有重要的意义。

### 3 真空控压系统在等离子体刻蚀设备中的应用

真空控压系统在等离子体刻蚀设备中发挥着重要的作用。等离子体刻蚀是一种常用的微制造工艺,广泛应用于微电子、纳米科技、光电子等领域。在等离子体刻蚀过程中,反应室内部压力的稳定性和精度直接影响到刻蚀的效果和效率。因此,真空控压系统对于整个刻蚀过程的顺利进行至关重要<sup>[2]</sup>。首先,真空控压系统可以确保反应室内部压力的稳定性。在等离子体刻蚀过程中,反应室内部压力的变化可能会引起刻蚀速率的不稳定,从而影响刻蚀效果和效率。而真空控压系统可以通过对真空泵、压力传感器和控制阀的精确控制,保持反应室内部压力的稳定,从而为等离子体刻蚀提供了一个稳定的操作环境。其次,真空控压系统可以提高刻蚀的精度和均匀性。在等离子体刻蚀过程中,如果反应室内部压力不均匀,可能会导致刻蚀速率的不均匀,从而影响到整个工艺的质量。而真空控压系统可以通过对反应室内部压力的精确控制,确保刻蚀速率的均匀性,从而提高整体刻蚀效果和效率。此外,真空控压系统还可以提高生产效率。通过对反应室内部压力的精确控制,可以减少因压力波动而引起的停机时间,从而提高了设备的利用率和生产效率。真空控压系统在等离子体刻蚀设备中发挥着重要的作用。通过对反应室内部压力的精确控制,可以确保刻蚀过程的稳定性和精度,从而提高整体刻蚀效果和效率。

#### 3.1 压力对刻蚀过程的影响

在等离子体刻蚀过程中,压力的大小是一个关键参数,它直接影响到刻蚀速率、刻蚀均匀性和刻蚀选择性。适当的压力可以保证刻蚀过程的稳定性和精度,进而提高整体刻蚀效果和效率。压力的大小对刻蚀速率有着显著的影响。一般来说,随着压力的增加,刻蚀速率也会相应增加。这是因为高压环境下,等离子体中的粒子碰撞更加频繁,从而增加了反应概率。但是,如果压力过大,可能会造成刻蚀速率

的波动,反而影响到刻蚀效果的稳定性。因此,选择适当的压力可以保持刻蚀速率的稳定,从而提高整体刻蚀效果。压力的大小还会影响到刻蚀的均匀性。在等离子体刻蚀过程中,如果压力分布不均,可能会导致刻蚀速率的不均匀,从而影响到整个工艺的质量。而通过控制压力的大小和分布,可以确保刻蚀速率的均匀性,从而提高整体刻蚀效果和效率<sup>[3]</sup>。此外,压力的大小还会影响到刻蚀的选择性。在等离子体刻蚀过程中,我们通常会选择性地刻蚀掉不需要的材料,而保留需要的材料。通过控制压力的大小,可以调整不同材料与等离子体之间的反应速率,从而实现选择性刻蚀。适当提高压力可以增强刻蚀的选择性,从而提高整体刻蚀效果和效率。等离子体刻蚀过程中,压力的大小对刻蚀速率、刻蚀均匀性和刻蚀选择性都有重要影响。通过选择适当的压力大小和分布,可以确保刻蚀过程的稳定性和精度,从而提高整体刻蚀效果和效率。在实际操作中,需要根据具体的工艺要求和材料特性来调整压力参数,以达到最佳的刻蚀效果。

#### 3.2 真空控压系统的优势

真空控压系统在等离子体刻蚀设备中发挥了重要的作用。除了能够实现对反应室内部压力的精确控制,从而保证刻蚀过程的稳定性和精度之外,该系统还有效地抽取了反应室内的气体。在等离子体刻蚀过程中,反应室内的气体成分和压力直接影响到刻蚀的效果和效率。如果反应室内存在过多的杂质和副反应气体,会导致刻蚀速率的波动和表面污染,从而影响到刻蚀的质量和效率。而真空控压系统可以通过对反应室内部气体的精确抽取,减少这些污染和副反应的影响。此外,真空控压系统还可以通过优化反应室内的气体流动,提高刻蚀的均匀性和效率。在等离子体刻蚀过程中,反应室内气体的流动情况对刻蚀效果有着重要的影响。通过精确控制气体的流动,可以确保刻蚀速率的均匀性,并减少因气流不稳定而引起的刻蚀不均匀现象。真空控压系统在等离子体刻蚀设备中发挥着重要的作用。除了实现对反应室内部压力的精确控制之外,该系统还可以有效抽取反应室内的气体,减少污染和副反应的影响,并优化气体的流动,提高刻蚀的均匀性和效率。这些优点使得真空控压系统成为等离子体刻蚀设备中的重要组成部分,为提高整体刻蚀效果和效率发挥了重要的作用。

### 4 真空控压系统的优化策略

#### 4.1 真空泵的选择

选择合适的真空泵对于真空控压系统来说至关重要。合适的真空泵不仅可以提高抽气效率,降低系统噪音,还可以提高整个系统的稳定性和可靠性。选择合适的真空泵需要考虑其抽气性能和压力范围。不同的真空泵有不同的抽气性能和压力范围,需要根据实际需求进行选择。一般来说,对于要求高抽气速度的应用场景,需要选择大流量的真空

泵；而对于要求高真空度的应用场景，需要选择具有高真空度的真空泵。需要考虑真空泵的噪音水平。真空泵的噪音也是衡量其性能的一个重要指标<sup>[4]</sup>。如果噪音过大，不仅会影响操作人员的舒适度，还可能对设备周围的环境产生不良影响。因此，在选择真空泵时，需要选择低噪音的型号，以减少对环境对人的干扰。此外，还需要考虑真空泵的可靠性和稳定性。真空泵在使用过程中难免会出现故障，如果故障率过高或者维护频繁，将会影响到整个系统的稳定性和可靠性。因此，在选择真空泵时，需要选择品质可靠、维护简单的型号，以确保系统的稳定性和可靠性。选择合适的真空泵可以提高抽气效率，降低系统噪音，提高系统的稳定性和可靠性。在选择时，需要根据实际需求进行综合考虑，选择具有优良性能和可靠性的真空泵，以确保整个真空控压系统的正常运行。

#### 4.2 压力传感器的选用

在各种工业和实验室应用中，压力测量是一个重要的环节。压力传感器是用来检测和测量流体（如气体或液体）压力的一种设备。选用高精度的压力传感器可以显著提高压力测量的准确性和稳定性，进而保证设备的正常运行和数据的可靠性。首先，高精度压力传感器的优势体现在其测量结果的准确性上。这种传感器可以检测到非常小的压力变化，并将这些变化转换为电信号，以便于后续的信号处理和解析。这种高精度的测量结果对于需要严格控制工艺参数的场合尤为重要，例如在化工行业中，精准的压力控制能够保证产品的质量和产率。其次，高精度压力传感器的稳定性也非常重要。在长时间运行过程中，传感器可能会受到各种因素的影响，如温度变化、湿度、灰尘等，这些都可能导致传感器的性能发生变化。而高精度压力传感器在设计和材料选择上更为严格，能够更好地抵抗这些影响，保持稳定的测量性能。另外，高精度压力传感器的响应速度快，能够准确捕捉到压力瞬间的变化，这对于需要快速响应和处理的系统来说非常关键。同时，这种传感器的抗干扰能力强，能够在复杂的工业环境中稳定工作，保证数据的准确性。选用高精度的压力传感器可以提高压力测量的准确性和稳定性，为工业生产提供可靠的数据支持，保证生产过程的稳定性和产品的

质量。

#### 4.3 控制阀的选用

在等离子体刻蚀过程中，压力的控制是一个非常关键的环节。合适的控制阀可以帮助我们实现对压力的精确控制，保证整个刻蚀过程的稳定性和精度。首先，合适的控制阀可以提供稳定的压力输出。在等离子体刻蚀过程中，压力的大小会直接影响到刻蚀的效果和速度。如果压力不稳定，会导致刻蚀效果的不稳定，影响产品的质量和效率。而通过精确控制阀门的开度，我们可以精确控制压力的大小，提供稳定的压力输出。合适的控制阀可以实现对压力的精确控制。在等离子体刻蚀过程中，压力的大小可能会因为各种原因发生变化，如温度、流量等。通过精确控制阀门的开度，我们可以及时调整压力的大小，保持压力的稳定，从而保证刻蚀过程的稳定性和精度。另外，合适的控制阀还可以提高等离子体刻蚀的效率。通过精确控制压力的大小，我们可以使等离子体更好的发挥作用，提高刻蚀的速度和效果。选用合适的控制阀对等离子体刻蚀过程的压力进行精确控制，不仅可以保证刻蚀过程的稳定性和精度，还可以提高刻蚀的效率，提高产品的质量和效率。

### 5 结语

真空控压系统在半导体芯片等离子体刻蚀设备中的应用具有重要的意义。通过精确控制反应室内压力，该系统可以保证刻蚀过程的稳定性和精度。针对现有问题，论文提出了相应的优化策略，以期提高真空控压系统在等离子体刻蚀设备中的应用效果。

#### 参考文献

- [1] 张博涵,杨军,黄乾坤,等.基于吸收光谱和激光干涉技术的气体压力测量方法研究[J].光谱学与光谱分析,2022,42(12):3692-3696.
- [2] 殷宇豪,沈阳,王虎,等.TiN/Hf<sub>x</sub>Zr<sub>1-x</sub>O<sub>2</sub>/TiN铁电电容器的原位生长与表征[J].物理化学学报,2022,38(5):89-96.
- [3] 郭松杰,周月婷,吴永前,等.基于自制超稳定F-P腔压窄632.8nm外腔半导体激光线宽的实验研究[J].光谱学与光谱分析,2021,41(2):339-344.
- [4] 唐玄玄.基于PLC的真空控制系统设计[J].今日自动化,2023(5):10-13.