

圆晶湿法刻蚀清洗工艺中采用耐腐蚀 电动针阀的流量控制解决方案

Solution of Flow Control Using Corrosion-Resistant Electric Needle Valve in Wet Etching Cleaning Process of Wafer

摘要：化学药液流量的精密控制是半导体湿法清洗工艺中的一项关键技术，流量控制要求所用调节针阀一是开度电动可调、二是具有不同的口径型号、三是高的响应速度，四是具有很好的耐腐蚀性，这些都是目前提升半导体清洗设备性能需要解决的问题。为此，本文提出了相应的解决方案，解决方案的核心是采用具有系列口径的高速和耐腐蚀的电动针阀。

1. 问题的提出

湿法蚀刻清洗工艺（如RCA清洗）是半导体制造工艺步骤中数量最多的工艺，湿法清洗的目的是去除晶圆上前一道工序的残留或者副产物，使之不进入后续工序。一般通过化学药液与晶圆表面去除物的反应，或改变不同特性化学清洗液处理以后的晶圆表面亲水性，达到去除残留物的目的。其中，化学反应强烈程度与温度、浓度、化学药液的反应量密切相关，而蚀刻量是检测此化学反应强烈程度的重要手段。因此，刻蚀量是湿法刻蚀工艺中最重要的工艺控制参数之一，而影响蚀刻量的三大因素分别是化学药液温度、化学药液浓度和化学药液流量，其中药液浓度和流量都与流量控制密切相关。典型的化学药液循环系统结构如图1所示。

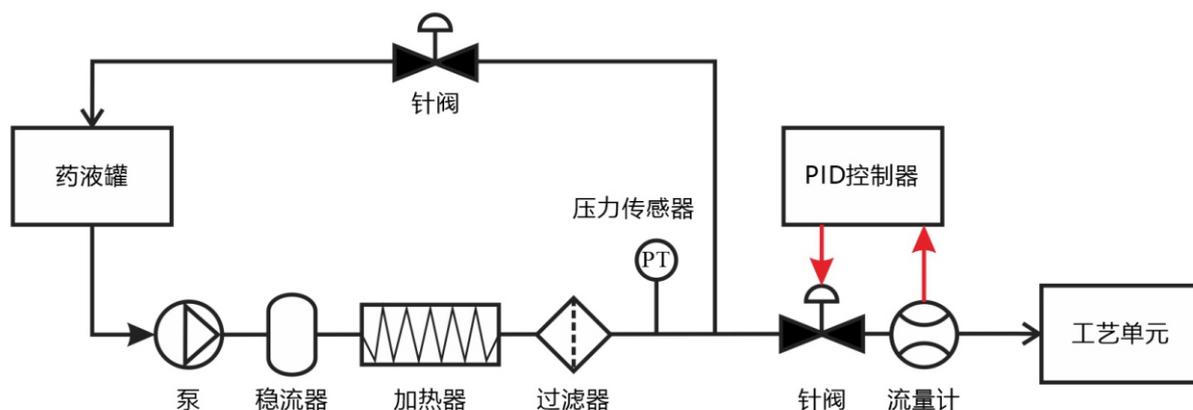


图1 化学药液循环系统结构示意图

针对当前和未来的湿法刻蚀清洗工艺，用于药液流量控制的针阀需要满足以下几方面要求：

(1) 首先针阀要求是可电控针阀，如图1所示，由电动针阀、流量计和PID控制器可组成闭环控制回路，通过电动针阀的开度精细变化，可极大保证药液流量控制的精度。

(2) 制程工艺中对药液流量有不同的要求，所以电子针阀需具有不同口径和流量范围。

(3) 电动针阀要求具有极快的响应速度，能实现快速的打开和闭合，以减少初段流量稳定时间和末端流量控制时的“水锤效应”影响。

(4) 在清洗过程中所采用的化学药液，往往具有很强的腐蚀性。尽管管路和阀门所采用的不锈钢材料具有很好的抗腐蚀性，但各种阀门密封件往往抗腐蚀性很差，所以要求电动针阀的接液密封件也需要具有很强的耐腐蚀性。

药液流量控制中上述对调节阀的要求，都是目前半导体清洗设备中需要解决的问题。为此，本文提出了相应的解决方案，解决方案的核心是采用具有系列口径的高速和耐腐蚀的电动针阀。

2. 解决方案

为了满足上述湿法清洗工艺化学药液流量控制对调节阀的需要，本文提出的解决方案是采用具有一系列不同口径、高速和耐腐蚀的电动针阀。系列电动针阀如图2所示。

用于流量调节的NCNV系列数控电动针阀将步进电机的精度和可重复性优势与针阀的线性和分辨率相结合，其结果是具有1s以内的开闭合时间，小于2%滞后、2%线性、1%重复性和0.2%分辨率的可调流量控制，是目前常用电磁比例阀的升级产品。电动针阀直接用模拟电压信号控制，与PID控制器和流量计相结合，可构成快速准确的闭环控制系统。

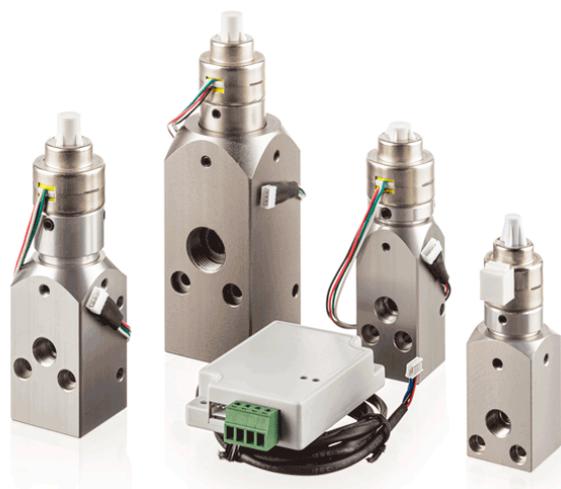


图2 NCNV系列耐腐蚀高速电动针阀

NCNV系列数控电动针阀的其他技术特点如下：

(1) 多规格节流面积：具有从低流量的直径0.9mm到高流量的直径4.10mm的多种规格针阀节流面积，可满足不同的流量控制需要。

(2) 宽压力范围：入口环境可覆盖宽泛的压力范围（5或7bar）。步进电机的刚度和功率确保针阀在相同的输入指令下打开，与压力无关。

(3) 快速响应：整个行程时间小于1秒，可提供及时快速的流量调节和控制。

(4) 耐腐蚀性：阀体采用不锈钢，密封件采用FFKM全氟醚橡胶，超强的耐腐蚀性，可用于各种腐蚀性气体和液体。

(5) 电源电压为24V，控制信号为0~10V模拟电压，也可采用RS485直接控制。

3. 总结

综上所述，通过采用上述系列的电动针阀，可以很好的实现湿法清洗中化学药液流量的精密调节。特别是与相应的流量计、压力传感器和具有串级和比值控制功能的高精度PID控制器相结合组成闭环控制系统，可实现各种药液配比流量的高精度控制。