

超高纯工艺 (FC-03)

- 本规范是FITOK公司为超高纯产品生产而制定的工艺；
- 本规范对原材料、机械加工、电解抛光、清洗、焊接、装配测试和包装均做严格规定。

工艺设计

- 本工艺仅适用于不锈钢产品；
- 选用高纯净不锈钢材料加工制造，对介质接触的润湿内表面进行电解抛光处理；
- 在洁净环境中进行超高纯清洗、焊接、装配、测试、包装，确保产品不被污染；
- 产品使用聚乙烯包装袋双层包装，外层包装袋贴有工艺标识。

原材料

- AISI 316L (UNS S31603) 不锈钢作为高纯 (HP) 及超高纯 (UHP) 产品的常用材料，具有优良的耐腐蚀性及抗氧化性；
- 不锈钢材料通过氢氧脱碳 (AOD) 或真空脱碳 (VOD) 精炼，可将C、 Mn、 Si、 P、 S等有害化学元素控制到低水平。又经过真空电弧再溶解 (VAR) 处理，使得材料纯度更高，其特性更为优异。这种材料也被称为316L VAR。而采用VOD材料，先用真空感应熔炼 (VIM) ，然后再经过真空电弧再溶解 (VAR) 处理，通过这种特殊精炼方式使得材料的C、 Mn、 Si、 P、 S降到最低的材料被称为316L VIM-VAR；
- FITOK公司超高纯产品使用的不锈钢材料成份部分元素见表1：

表 1

材料	成份%		
	C	S	Mn
316L	≤0.03	≤0.01	≤1.5
316L VAR	≤0.03	≤0.005	≤1.5
316L VIM-VAR	≤0.03	≤0.005	≤0.4

- 不锈钢材料符合以下标准：
 - ✦ ASTM A479，锅炉及其它压力容器用不锈钢棒材和型材的规格
 - ✦ ASTM A484，不锈钢棒材、坯锭和锻件的通用要求规格
 - ✦ ASTM A276，不锈钢棒材和型材规格
 - ✦ SEMI F20，316L不锈钢棒材、锻件、挤压型材、板材和管材元件用于一般用途、高纯和超高纯度半导体制造应用的规范
- 材料控制标准：
 - ✦ 材料晶间腐蚀测试应遵照：ASTM A262，奥氏体不锈钢晶间腐蚀敏感度的检测规程；
 - ✦ 化学成份分析应遵照：ASTM A751，钢制品化学分析的试验方法、规程和术语；

- ✧ 材料内部缺陷超声检测应遵照：ASTM E214，通过使用脉冲纵波的反射法的浸入式超声波测试规程；
- ✧ 材料夹杂物分析应遵照：ASTM E45，测定钢材夹杂物含量的试验方法，基于评级图Ⅲ评定等级。

机械加工

- 在加工过程中，尺寸及表面质量严格控制，每个零件的加工面光洁，倒角光滑，流道平顺，焊接端口规则，最大程度减少缺陷和产生颗粒的可能性；
- 表面粗糙度符合以下标准：
 - ✧ SEMI F19，润湿表面不锈钢零件的表面状况的规范
 - ✧ SEMI F37，用于气体分配系统元件确定表面粗糙度参数的方法
- FITOK公司超高纯产品流道粗糙度可达 Ra 5 μin. (0.13 μm)以下。

电解抛光

- FITOK公司超高纯产品内表面利用电解抛光处理，以提高产品流道的平滑性，并在金属表面形成富铬层以提高耐腐蚀性，电解抛光后的产品做钝化处理以去除游离铁离子；
- 电解抛光及钝化的标准：
 - ✧ ASTM E1558，金相试样电解抛光指南”
 - ✧ ASTM A380，不锈钢零件、设备及系统的清洁、除锈和钝化规程
- FITOK公司超高纯产品电解抛光后可达到如下指标，见表2：

表 2

参数		规格	检测方法
氧化层厚度		≥15Å	SEMI F72
表面缺陷分析	在 5 个样品区域内，每个区域的最大缺陷数	≤40pcs	SEMI F73
铬铁比 (Cr/Fe)		≥1.5:1	SEMI F60
氧化铬比氧化铁 (CrO/FeO)		≥2:1	
表面粗糙度 (Ra)		≤5 μin.	SEMI F37

清洗及干燥

- 产品在按照本工艺清洗前，必须先符合FITOK《特殊清洁和包装工艺 (FC-02) 》的要求；
- 符合上述要求的产品先在洁净室使用DI水超声波震洗；
- 清洗完成后，在洁净室内，采用密闭式烘箱干燥；
- DI水的技术指标符合如下标准：
 - ✧ SEMI E49.6，用于不锈钢系统的子系统组装和测试流程的指南

表3 DI水的参数表

特性	性能
电阻率	≥17.5 MΩ ·cm (25°C /77°F)
总有机碳 (TOC)	< 20ppb
二氧化硅	< 5ppb
细菌	< 10个类群/100毫升
热去离子水温度	最小值176°F (80°C)

焊接、装配和测试

- 为防止清洗后的产品被空气中的粉尘颗粒等污染，应将清洗好的产品在洁净室内完成焊接、装配和测试；
- 洁净室符合ISO 14644-1规定的5级要求，等同于联邦标准209E 100级。

包装和标识

- 产品在储存及运输过程中，为防止碰伤及污染，应按如下要求执行：
 - ✦ 产品的功能端口，比如阳螺纹或密封面，应使用洁净保护膜并戴上保护帽；
 - ✦ 成品双层袋装防护，内层采用聚乙烯材质的无尘塑料袋真空密封，外层采用聚乙烯塑料袋充洁净干燥的氮气后密封；
 - ✦ 袋装后的成品，采用盒装防护；
 - ✦ 成品包装标识及追溯信息，在不拆包装的状态下清晰可辨。
- 产品包装符合如下标准：
 - ✦ SEMI E49.6，用于不锈钢系统的子系统组装和测试流程的指南

参考文献

ASTM

- ASTM A262，奥氏体不锈钢晶间腐蚀敏感度的检测规程
- ASTM A276，不锈钢棒材和型材规格
- ASTM A380，不锈钢零件、设备及系统的清洁、除锈和钝化规程
- ASTM A479，锅炉及其它压力容器用不锈钢棒材和型材的规格
- ASTM A484，不锈钢棒材、坯锭和锻件的通用要求规格
- ASTM A751，钢制品化学分析的试验方法、规程和术语
- ASTM E45，测定钢材夹杂物含量的试验方法
- ASTM E214，通过使用脉冲纵波的反射法的浸入式超声波测试规程
- ASTM E1558，金相试样电解抛光指南
- ASTM F1397，用于决定气体分配系统元件水分程度的标准测试方法

SEMI

SEMI F19, 润湿表面不锈钢零件的表面状况的规范

SEMI F20, 316L不锈钢棒材、锻件、挤压型材、板材和管部件用于一般用途、高纯和超高纯度半导体制造应用的规范

SEMI F37, 用于气体分配系统元件确定表面粗糙度参数的方法

SEMI E49.6, 用于不锈钢系统的子系统组装和测试流程的指南

SEMI F60, 用于钝化316L不锈钢元件润湿表面成份的ESCA评估的测试方法

SEMI F72, 用于钝化316L不锈钢元件润湿表面氧化层的俄歇发射光谱学 (AES) 的测试方法

SEMI F73, 用于不锈钢元件润湿表面状态的扫描电子显微镜 (SEM) 评估的测试方法

ISO

ISO 14644-1, 洁净室和相关控制环境