ICS

CCS H

|  |
| --- |
|  |

团体标准

**T/CSTA XXXX—2025**

|  |
| --- |
|  |

半导体制备装置用超高纯净不锈钢管

Ultra high purity stainless steel tubes for semiconductor fabrication equipment

|  |
| --- |
|  |
|  |

XXXX-XX-XX发布

XXXX-XX-XX实施

**中关村不锈及特种合金新材料产业技术创新联盟**

发 布

版权保护文件

版权所有归属于该标准的发布机构。除非有其他规定，否则未经许可，此发行物及其章节不得以其他形式或任何手段进行复制、再版或使用，包括电子版，影印件，或发布在互联网及内部网络等。使用许可可于发布机构获取。

目  次

[目  次 I](#_Toc19880)

[1 范围 3](#_Toc24554)

[2 规范性引用文件 3](#_Toc9210)

[3 术语和定义 3](#_Toc4289)

[4 分类及代号 3](#_Toc9853)

[5 订货内容 3](#_Toc9281)

[6 制造工艺 3](#_Toc12050)

[7 技术要求 4](#_Toc23950)

[8 试验方法 5](#_Toc22847)

[9 检验规则 5](#_Toc27846)

[10 包装、标志和质量说明书 5](#_Toc3679)

前  言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本部分的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中关村不锈及特种合金新材料产业技术创新联盟标准化工作委员会提出并归口。

本文件起草单位：浙江久立特材科技股份有限公司

本文件主要起草人：

半导体制备装置用超高纯净不锈钢管

1. 范围

本文件规定了半导体制备装置用超高纯净不锈钢管的分类及代号、订货内容、制造工艺、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志和质量说明书。

本文件适用于半导体制备装置用超高纯净不锈钢无缝钢管（以下简称钢管）。

1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 222 钢及合金 成品化学成分允许偏差

GB/T 223（所有部分） 钢铁及合金化学分析方法

GB/T 226 钢的低倍组织及缺陷酸蚀检验法

GB/T 228.1 金属材料拉伸试验第1部分：室温试验方法

GB/T 241 金属材料 管 液压试验方法

GB/T 242 金属管扩口试验方法

GB/T 246 金属材料管压扁试验方法

GB/T 1979 结构钢低倍组织缺陷评级图

GB/T 2102 钢管的验收、包装、标志和质量证明书

GB/T 2975 钢及钢产品 力学性能试验取样位置及试样制备

GB/T 4162 锻轧钢棒超声检测方法

GB/T 4334-2020 金属和合金的腐蚀 奥氏体及铁素体-奥氏体（双相）不锈钢晶间腐蚀试验方法

GB/T 5777 无缝和焊接（埋弧焊除外）钢管纵向和∕或横向缺欠的全圆周自动超声检测

GB/T 6394 金属平均晶粒度测定方法

GB/T 7735 无缝和焊接（埋弧焊除外）钢管缺欠的自动涡流检测

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 10561-2023 钢中非金属夹杂物含量的测定 标准评级图显微检验法

GB/T 11170 不锈钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法（常规法）

GB/T 11261 [钢铁 氧含量的测定 脉冲加热惰气熔融-红外线吸收法](https://std.samr.gov.cn/gb/search/gbDetailed?id=71F772D7FE6BD3A7E05397BE0A0AB82A" \t "https://std.samr.gov.cn/search/stdPage?q=GB/_blank)

GB/T 20066 钢和铁 化学成分测定用试样的取样和制样方法

GB/T 20123 钢铁 总碳硫含量的测定 高频感应炉燃烧后红外吸收法（常规方法）

GB/T 20124 钢铁 氮含量的测定 惰性气体熔融热导法（常规方法）

GB/T 30062 [钢管术语](https://std.samr.gov.cn/gb/search/gbDetailed?id=71F772D7E99BD3A7E05397BE0A0AB82A" \t "https://std.samr.gov.cn/search/stdPage?q=GB/_blank)

YB/T 4395 钢 钼、铌和钨含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法

YB/T 4396 不锈钢 多元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法

1. 术语和定义

GB/T 30062 界定的术语和定义适用于本文件。

1. 分类及代号

钢管按交货状态分类和代号如下：

1. 冷加工/硬状态 +C；
2. 冷加工/软状态 +LC；
3. 消除应力退火状态 +SR；
4. 退火状态 +A；
5. 正火状态 +N。
6. 订货内容

按本文件订货的合同或订单应包括下列内容：

1. 本文件编号；
2. 产品名称；
3. 钢的牌号或统一数字代号；
4. 钢的冶炼方法；
5. 尺寸规格；
6. 订购的数量（总重量或总长度或支数）；
7. 交货状态；
8. 特殊要求。
9. 制造工艺
   1. 钢的冶炼方法

钢应采用真空电弧重熔（VAR）或真空感应熔炼和真空电弧重熔（VIM-VAR）或真空感应熔炼和两次真空电弧重熔（VIM-VAR-VAR）方法冶炼。经供需双方协商，并在合同中注明，可采用其他更高要求的方法冶炼。

* 1. 钢管的加工方法

钢管应采用冷轧（拔）无缝方法制造。需方指定某一种制造方法时，应在合同中注明。

* 1. 交货状态

钢管应以表1所列其中一种状态交货。

1. 钢管的交货状态

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 交货状态 | 代号 | 说明 |
| 1 | 冷加工／硬 | +C | 最终冷加工之后钢管不进行热处理 |
| 2 | 冷加工／软 | +LC | 最终热处理之后进行适当的冷加工 |
| 3 | 冷加工后消除应力退火 | +SR | 最终冷加工后，钢管在控制气氛中进行去应力退火 |
| 4 | 退火 | +A | 最终冷加工之后，钢管在控制气氛中进行完全退火 |
| 5 | 正火 | +N | 最终冷加工之后，钢管在控制气氛中进行正火 |

1. 技术要求
   1. 牌号和化学成分
      1. 钢的牌号和化学成分（熔炼分析）应符合表2的规定。根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可供应表2以外牌号或化学成分的钢管。
      2. 需方要求进行成品分析时，应在合同中注明。成品钢管的化学成分允许偏差应符合GB/T 222的规定。
      3. 根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，供方可分析并报告钢中气体元素氢、氧的含量。
2. 牌号和化学成分（熔炼分析）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 冶炼方法 | 化学成分（质量百分比）% | | | | | | | | | |
| C | Si | Mn | S | Cr | Ni | Mo | Cu | Al | Ti |
| 316L | VAR | 0.010~0.020 | 0.10~0.30 | 0.30~1.00 | 0.005~0.010 | 16.00~17.00 | 11.00~14.00 | 2.00~3.00 | ≤0.30 | ≤0.01 | ≤0.02 |
| VIM-VAR | 0.005~0.015 | 0.10~0.30 | 0.10~0.50 | 0.002~0.005 | 16.00~17.00 | 12.00~15.00 | 2.00~3.00 | ≤0.30 | ≤0.01 | ≤0.02 |
| VIM–VAR-VAR | 0.005~0.010 | 0.10~0.30 | 0.035~0.10 | 0.001~0.005 | 16.00~17.00 | 14.00~15.00 | 2.00~3.00 | ≤0.30 | ≤0.01 | ≤0.02 |

* 1. 力学性能

钢管交货状态下室温拉伸性能和热处理温度应符合表3的规定。

1. 钢管室温拉伸性能和热处理温度

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 冶炼方法 | 室温 | | | 热处理温度（T）  ℃ | 冷却方式 |
| 抗拉强度（Rm）  MPa | 规定塑性延伸  强度（Rp0.2）  MPa | 断后伸长率（A）  % |
| 不小于 | | | |
| 316L | VAR | 485 | 170 | 35 | 1020 | 水冷 |
| VIM-VAR | 485 | 170 | 35 | 1020 |
| VIM–VAR-VAR | 520 | 205 | 35 | 1040 |

* 1. 液压
     1. 钢管应进行液压试验。液压试验压力按式（1）计算，最大试验压力为50MPa。在试验压力下，稳压时间应不少于10s，钢管应不出现渗漏现象。

（1）

式中：

*p* ——试验压力，单位为兆帕（MPa）；

*S* ——钢管的公称壁厚，单位为毫米（mm）；

*R* ——允许应力，按表3中规定塑性延伸强度最小值的70%，单位为兆帕（MPa）；

*D* ——钢管的公称外径，单位为毫米（mm）。

* + 1. 根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可采用其他试验压力进行液压试验。
    2. 供方可用超声检测或涡流检测代替液压试验。用超声检测时，对比样管人工缺陷应符合GB/T 5777中验收等级U3的规定；用涡流检测时，对比样管人工缺陷应符合GB/T 7753中验收等级E4H或E4的规定。
  1. 工艺性能
     1. 压扁试验
        1. 根据需方要求，经供需双方协商，钢管可进行压扁试验。试验时，将试样压至两平板间距离为*H*，试样不应出现裂缝或裂口。*H*按式（2）计算：

（2）

式中：

*H* ——两平板间的距离，单位为毫米（mm）；

*a* ——单位长度变形系数，取0.13；

*S* ——钢管的公称壁厚，单位为毫米（mm）；

*D* ——钢管的公称外径，单位为毫米（mm）。

* + - 1. 下述情况不应作为压扁试验合格与否的判定依据：

1. 试样表面缺陷引起的裂缝或裂口；
2. 当*S / D*＞0.1时，试样6点钟（底部）和12点钟（顶部）位置处内表面的裂缝或裂口。
   * 1. 扩口

根据需方需要，经供需双方协商，钢管可进行扩口试验。扩口试验的顶芯锥度为60°，扩口后外径的扩口率应不小于18%，扩口后试样不应岀现裂缝或裂口。

* 1. 气密性

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，钢管可进行气密性试验，气密性试验推荐压力值为0.1MPa～1.0MPa。

* 1. 晶间腐蚀

钢管应进行晶间腐蚀试验。晶间腐蚀试验方法应符合GB/T 4334-2020中方法E的规定，试验后试样不应出现腐蚀倾向。经供需双方协商，并在合同中注明，可采用其他晶间腐蚀试验方法。

* 1. 低倍组织
     1. 管坯（棒材）的横截面按GB/T 226进行酸浸检验，按GB/T 1979进行评级，低倍试片上不允许有目视可见的缩孔、气泡、裂纹、翻皮、夹杂、夹渣、白点、分层等，一般疏松、中心疏松、偏析应符合表4的规定。
     2. 经供需双方协商，并在合同中注明，允许按照GB/T 4162的规定采用超声波探伤法或其它无损探伤法代替低倍检验。

1. 低倍组织合格级别

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 一般疏松 | 中心疏松 | 偏析 |
| ≤1.0 | ≤1.0 | ≤1.0 |

* 1. 晶粒度

钢管的平均晶粒度应为5级或更细。

* 1. 非金属夹杂物

管坯（棒材）应按GB/T 10561-2023的A法进行非金属夹杂物检测，其合格级别应符合表5的规定。

1. 非金属夹杂物要求

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 冶炼方法 | 夹杂物类型 | | | | | | | | | | |
| A类 | | B类 | | C类 | | D类 | | A+B+C+D | | DS类 |
| 细系 | 粗系 | 细系 | 粗系 | 细系 | 粗系 | 细系 | 粗系 | 细系 | 粗系 |
| VAR | ≤1.0 | ≤1.0 | ≤1.0 | ≤1.0 | ≤1.0 | ≤1.0 | ≤1.0 | ≤1.0 | ≤4.0 | ≤4.0 | ≤1.0 |
| VIM+VAR | <0.5 | <0.5 | ≤1.0 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | ≤1.0 | ≤1.0 | ≤2.0 | ≤1.0 | ≤0.5 |
| VIM+VAR+VAR | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | ≤0.5 | <0.5 | ≤0.5 | <0.5 | <0.5 |

* 1. 无损检测
     1. 根据需方要求，经供需双方协商，钢管可进行超声检测或涡流检测。超声检测时，对比样管人工缺陷应符合GB/T 5777中验收等级U3的规定；涡流检测时，对比样管人工缺陷应符合GB/T 7753中验收等级E4H或E4的规定。
     2. 根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，钢管可采用其他标准规定的方法进行超声检测或涡流检测。
  2. 表面质量
     1. 钢管外表面以抛光态交货。交货时表面应洁净，不应有油污、灰尘和碎屑等异物，不应有残留的酸液或碱液等腐蚀性介质。
     2. 钢管的内外表面不应有裂纹、折叠、轧折、离层和结疤。这些缺陷应完全清除，清除深度应不超过壁厚的10%，缺陷清除处的实际壁厚应不小于壁厚所允许的最小值。缺陷清除处不准许焊补，且应圆滑过渡。
     3. 公称壁厚小于1.4 mm的钢管内外表面的直道深度应不大于0.05 mm，其余钢管应不大于壁厚的4%且不大于0.30 mm。
     4. 钢管外表面粗糙应不大于0.8 μm；若内表面有粗糙度特殊要求的，应在合同中注明。
  3. 尺寸、外形、重量
     1. 尺寸及允许偏差
        1. 钢管通常按公称外径（*D*）和公称壁厚（*S*）交货。钢管的公称外径和公称壁厚的允许偏差应符合表6和表7的规定。

1. 公称外径的允许偏差 单位为毫米

|  |  |
| --- | --- |
| 公称外径  （*D*） | 允许偏差 |
| 6.35 | ±0.05 |
| 9.525 | ±0.05 |
| 12.70 | ±0.05 |
| 19.05 | ±0.05 |
| 25.4 | ±0.05 |

1. 公称壁厚的允许偏差 单位为毫米

|  |  |
| --- | --- |
| 公称壁厚  （*S*） | 允许偏差 |
| 0.89 | ±0.05 |
| 1.24 | ±0.05 |
| 1.65 | ±0.05 |
| 2.0 | ±0.05 |

* + - 1. 根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可供表6和表7规定以外尺寸允许偏差的钢管。
    1. 长度
       1. 通常长度
       2. 钢管的通常长度范围为3000 mm~8000 mm。
       3. 经供需双方协商，并在合同中注明，可交付长度短于3000 mm但不短于500 mm的钢管。
       4. 定尺、倍尺长度

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，钢管可按定尺或倍尺长度交货。定尺长度和倍尺总长度在通常长度范围内，定尺全长（L）允许偏差应为 mm；每个倍尺长度留出切口余量5 mm~10 mm。

* + 1. 弯曲度

钢管每米的弯曲度应不大于1.5 mm，全长弯曲度应不大于总长的0.12%。其它特殊弯曲度要求应在合同中注明。根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，钢管的每米弯曲度和全长弯曲度可采用其它规定。

* + 1. 端头外形
       1. 钢管两端应垂直平切，并应清除切口毛刺。
       2. 根据需方要求，经供需双方协商，钢管两端可加工坡口，坡口型式由供需双方协商确定。
    2. 不圆度和壁厚不均

根据需方要求，经供需双方协商，钢管的不圆度和壁厚不均应分别不超过外径公差和壁厚公差的80%。

* + 1. 重量
       1. 钢管按实际重量交货。经供需双方协商，钢管可采用理论重量交货。钢管每米理论重量按式（3）计算：

（3）

式中：

*W*——钢管每米理论重量，单位为千克每米（kg/m）；

*π*——3.1416；

*ρ*——钢的密度，7.93kg/dm3；

*S*——钢管的公称壁厚，单位为毫米（mm）；

*D*——钢管的公称外径，单位为毫米（mm）。

* + - 1. 按最小壁厚交货时，应采用平均壁厚计算理论重量。按公称内径交货钢管，应采用计算外径计算理论重量。
      2. 钢管按理论重量交货时，供需双方可协商重量允许偏差，并在合同中注明。

1. 试验方法
   1. 钢的化学成分一般按GB/T 223（所有部分）、GB/T 11170、GB/T 11261、GB/T 20123、GB/T 20124、YB/T 4395、YB/T 4396或通用的化学分析方法进行，仲裁时由供需双方协商确定。
   2. 钢管的检验项目、取样方法及试验方法应符合表8的规定。
2. 检验项目、取样数量、取样方法及试验方法

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | 取样数量 | 取样部位及方法 | 试验方法 |
| 1 | 化学成分 | 每炉取1个试样 | GB/T 20066 | 8.1 |
| 2 | 拉伸 | 每批在两根钢管上各取1个试样 | GB/T 2975 | GB/T 228.1 |
| 3 | 液压 | 逐根 | — | GB/T 241 |
| 4 | 超声 | 逐根 | — | GB/T 5777 |
| 5 | 涡流 | 逐根 | — | GB/T 7735 |
| 6 | 压扁 | 每批在两根钢管上各取1个试样 | GB/T 246 | GB/T 246 |
| 7 | 扩口 | 每批在两根钢管上各取1个试样 | GB/T 242 | GB/T 242 |
| 8 | 气密性 | 逐根 | — | 7.5 |
| 9 | 晶间腐蚀 | 每批在两根钢管上各取1个试样 | GB/T 4334-2020中方法E | GB/T 4334-2020中方法E |
| 10 | 低倍组织 | 每炉取2个试样 | 在相当于合金锭端部的棒材上截取片样 | GB/T 226、GB/T 1979 |
| 11 | 晶粒度 | 每批在两根钢管上各取1个试样 | GB/T 6394 | GB/T 6394 |
| 12 | 非金属夹杂物 | 每炉取2个试样，  每批在两根钢管上各取1个试样 | GB/T 10561-2023 | GB/T 10561-2023 |
| 13 | 表面质量 | 逐根 | — | 目视 |
| 14 | 尺寸、外形 | 逐根 | — | 目视 |

1. 检验规则
   1. 检查和验收

钢管的检查和验收由供方质量检验部门进行。

* 1. 组批规则

钢管应按批进行检查和验收。每批应由同一牌号、同一炉号、同一规格和同一热处理制度（炉次）的钢管组成，每批钢管支数不得超过200支，其总长度不超过2000米。

* 1. 取样数量

钢管的取样数量应符合表8的规定。

* 1. 复验和判定规则

钢管的复验与判定规则应符合GB/T 2102的规定。

* 1. 重新热处理
     1. 如果一批钢管由于一项或几项力学性能、工艺性能不合格时，则该批钢管可进行重新热处理。
     2. 重新热处理后应重新进行除化学成分和非金属夹杂物检验外的所有检验和试验。
     3. 重新热处理应在质量证明文件中注明。
     4. 重新热处理只允许进行一次。
  2. 数值修约

数值判定采用修约值比较法，数值修约按GB/T 8170规定执行。

1. 包装、标志和质量说明书

钢管的包装、标志和质量证明书应符合GB/T 2102的规定。

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_