

行业标准《高纯铟》

编制说明（预审稿）

一、工作简况

1. 立项的目的及意义

铟是一种银灰色，有光泽的低熔点、高沸点易熔金属，熔点 156.61℃，沸点 2060℃，在地壳中含量极少，同时又很分散，主要伴生于铅锌矿等金属矿中。铟的质地极软且富有可塑性和延展性，具有优良的物理化学性能，在电子信息、航空航天等现代高新技术的多个领域得到了广泛的应用和飞速发展，是半导体材料、低熔点合金、轴承合金等材料合成的重要原料。铟及其化合物具有耐磨、耐腐蚀性及机械性能良好的特性，可作为各种仪器及高速发动机的轴承材料。在目前高技术电子信息材料研究中，铟作为半导体化合物及某些特种合金的重要材料，尤其是 InP、InAs、InSb 等的开发应用，广泛用于卫星通讯、移动通讯、光通讯、红外仪器及 GPS 导航等。

我国现行高纯铟的产品标准（牌号 5N、6N）为行业标准 YS/T 264-2012，该标准于 2012 年修订后至今已经 11 年。原有标准中检出杂质元素的种类较少，且杂质含量偏高。原行标 5N 高纯铟标准采用电解技术提纯，杂质铋、铅、铊等元素电位与铟接近而很难分离，纯度难以进一步提高，必然采用新技术制备超高纯铟。但是国内关于超高纯铟的制备工艺不一，如电解法、真空蒸馏法、区域熔炼法等，这些工艺对个别杂质去除效果不一，从而影响终端产品的质量和灵敏度。伴随全球终端电子产品的发展需要，主要采用物理法与化学法联合工艺，物理法主要有真空蒸馏法、区域熔炼法、提拉法；化学法主要有电解精炼法、熔盐电解精炼法、一氯化物法、金属有机物法、萃取法等。已经实现产业化批量生产的方法主要是电解精炼与真空蒸馏、区域熔炼、提拉法等方法，其中电解精炼主要用于 4N~6N 提纯，真空蒸馏、区域熔炼法、拉晶法用于 6N~8N 提纯。

现阶段，高纯铟在芯片封装、5G 通讯、光伏、太阳能薄膜等领域有着广泛应用。在铜铟镓硒薄膜电池行业，会使用纯度为 99.995%（4N5）、99.999%（5N）、99.9999%（6N）的高纯铟进行生产，同时对 Fe、Al、Pb、Zn、Sn、Mg、As、Ag、Ni、Sb、Bi 等杂质提出控制要求。在化合物半导体行业，磷化铟（InP）单晶主要用于光电子和微波器件，其中，光电子器件用的低阻 InP 单晶片，原料要求使用 6N 以上高纯铟；微波器件用半绝缘 InP 单晶片，对原料要求更高，需 7N 以上的高纯铟才能满足要求，同时对于可能影响晶片迁移率、载流子浓度的 Fe、S、Sn、Cu、Pb、Sb、Bi 等杂质的控制提出了更高要求。从下游用户使用反馈的情况来看，一些杂质含量的要求提高了一个数量级左右，用户强烈要求生产商能够以更高的标准要求规范、严格、统一的组织生产，适应下游客户更高标准的需求。能弥补解决目前市场上高纯铟产品标准缺失的问题，同时可以减少超高纯铟产品在生产、销售过程中的质量异议和贸易争端。

修订后的标准对现行高纯铟的技术要求、检验方法进行更为科学的规定，使之与客户的需求发展相适应，可作为高纯铟研制、生产单位的依据、使用单位的选用和采购依据、检验机构的检验和试验依据，促进高纯铟的推广应用。

2. 任务来源

根据中华人民共和国工业和信息化部下发的工信厅科【2022】94号《工业和信息化部办公厅关于印发2022年第一批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》，全国有色金属标准化技术委员会“有色标委【2022】102号”《关于转发2022年第一批有色金属国家、行业、协会标准制(修)订项目计划的通知》精神。全国有色金属标准化技术委员会下达了修订《高纯铟》行业标准的任务，计划编号为2022-0082T-YS，项目完成年限为2023年，技术归口单位为全国有色金属标准化技术委员会。行业标准《高纯铟》由云南锡业集团（控股）有限公司、朝阳金美镓业有限公司、广东先导稀材股份有限公司、武汉拓材科技有限公司等负责起草。

3. 标准主编单位简况

云南锡业集团（控股）有限责任公司（以下简称“云锡”）是具有集锡、锌、铜、铟等有色金属资源探采、选冶、深加工以及新材料研发、贸易纵向一体化产业格局的世界锡行业龙头企业，是中国有色金属工业协会副会长单位和锡业分会会长单位、国际锡协董事会成员，拥有锡生产、加工、出口基地和以锡为主业的上市公司；拥有世界锡行业从探采到高端研发的一体化全产业链。锡、铟资源储量世界第一，其中锡资源储量90万吨，占全球10%；铟资源储量6000吨，占全球30%。云锡研发、生产的高纯铟产品纯度从99.999%-99.99999%（5N-7N），已建成年产20吨高纯材料产线，为化合物半导体、红外探测、半导体制冷、太阳能、集成电路芯片及靶材等提供稳定可靠的核心原材料。云锡高度重视标准化建设，2000年以来先后主持或参与制、修订了122个国家标准，36个行业标准。其中，有27个标准达到国际先进水平，87个标准达到国内先进水平，5个标准分别获中国有色金属工业科学技术二等奖、三等奖，有多个标准填补了国内空白，被国家标准化委员会指定承担锡及锡合金工作组秘书处工作。

东方电气（乐山）峨半高纯材料有限公司（简称“东方峨半高纯”）是四川东树新材料有限公司的控股子公司，是国内最早从事高纯金属及化合物半导体材料研究、开发和生产的公司，拥有现代化的千级净化厂房、百级超净室以及国内领先的GDMS、ICPMS检测设备，多年来研发、生产的高纯金属及半导体材料品种数量位居国内榜首。东方峨半高纯主营产品分为单质元素、化合物以及氧化物三大类，涵盖5N~7.5N（即99.999%~99.999995%）碲、镉、铋、镓、铟、锡、锌、银、碲铋镉等九种高（超）纯材料。广泛应用于红外、光伏、新能源、热电、医学、电子制冷元件、集成电路、半导体、合金等行业，在高新技术领域发挥至关重要的作用，给大国重器提供了关键材料。武汉拓材科技有限公司成立于2015年，专注于研发、生产、销售高纯（超纯）金属/半导体材料的高新技术公司，能生产碲、铟、锗、镓、镉、铋等高纯（超纯）金属，产品纯度涵盖5N-8N。

朝阳金美镓业有限公司主营稀散金属和半导体新材料等，是中国规模最大的知名高纯镓生产企业，也是中国最早生产7N和8N高纯镓的企业。为辽宁朝阳发改委“飞地经济”产业发展专项投资计划引入，拥有国家发明专利26项，全国半导体设备和材料标准化技术委员会材料分技术委员会委员单位，辽宁省“高新技术企业”、辽宁省“专精特新中小企业”、辽宁省“雏鹰企业”、朝阳市“优秀成长型工业企业”和喀左“先锋企业”等。公司长期与东北大学、中南大学等高校进行产学研合作，在高纯稀散金属研究与应用方面，现已拥有多项具有自主知识产权的国家发明专利，并参与了相关行业标准的编制。朝阳金美镓业有限公司不断加强自身建设，提高自身科研及工程实践能力，不断为我国的高纯稀散金属生产战略

贡献自己的力量。

武汉拓材科技有限公司成立于 2015 年 10 月，专注于研发、生产、销售高纯（超纯）金属/半导体材料的高新技术企业，是国家级专精特新小巨人企业、湖北省科创物种瞪羚企业、中国有色金属工业协会稀散金属分会副会长单位。武汉拓材自有拓材品牌，能生产碲、铟、锗、镓、镉、铋等高纯（超纯）金属、碲化镉/砷化铟等化合物/氧化物材料以及其他形状规格的产品，并可以根据客户的具体需求定制开发新的高纯材料产品，产品纯度从 99.999%——99.999999%（5N-8N），已成为国内领先的化合物半导体芯片材料制备商，所提供的超高纯半导体材料是重要的进口替代品，主要为红外探测、半导体制冷、太阳能、集成电路芯片及靶材等提供稳定可靠的核心原材料。

广东先导微电子科技有限公司位于清远市国家级高新区内，是一家专门从事化合物半导体材料 MBE 及超高纯材料、微电子化学品材料等的研发、生产、销售和回收服务的综合型科技企业。公司先后通过了 ISO9001、ISO14001、ISO45001、IATF16949、GB/T29490 管理体系认证。公司专注于光电材料行业，主要从事砷化镓、锗、磷化铟及相关半导体材料和高纯材料、金属有机化合物、特气的研发、生产及销售。产品广泛应用于光电材料、IC、太阳能应用等领域。

株洲科能新材料股份有限公司成立于 2001 年 1 月，位于湖南省株洲市金山科技工业园，是一家专业从事小（稀散）金属、半导体材料、显示发光材料生产的国家级高新技术企业。其产品主要有铟、镓、铋、碲、锡及其各类制品等，以满足液晶显示器、半导体、电子、太阳能、医药等行业的不断需求。其中高纯镓质量最高可达 MBE 级别。公司通过了 ISO9001 质量体系 and ISO14001 环境体系以及 ISO45001 职业健康安全体系认证。株洲科能新材料股份有限公司生产精铟，5NIn、6NIn、7NIn、8NIn，自主开发的高纯度铟稀散金属提纯技术工艺、制备装备整体处于国际先进水平，高纯铟纯度指标达到国际领先水平，在行业内具有良好的口碑和较高的市场地位。

成都中建材光电材料有限公司系中国建材集团控股的国家级高新技术企业。公司致力于碲化镉弱光发电玻璃的研发与产业化，高纯金属半导体材料的生产与销售以及 BIPV 光伏系统的设计、安装和运营。公司是国内较早开展高纯金属材料研发、生产的企业，目前拥有年产 100 吨高纯碲、40 吨高纯铋、80 吨高纯铟、60 吨高纯锡的生产线，5-7N 碲荣获了四川省高新技术创新产品、获得四川省科技进步一等奖，建有两个四川省工程技术中心，2013 年研发团队入选四川省顶尖创新团队。

楚雄川至电子材料有限公司主要从事半导体材料、高纯材料及其化合物的科研、试制和生产，国家高新技术企业、云南省装精特新中小企业。公司产品主要用于制备 III-V 族化合物半导体、高纯合金、掺杂剂、半导体器件和集成电路等，主要产品有纯度为 99.999%~99.99999% 的高纯红磷、高纯铟、高纯镓等。

云南驰宏国际锗业有限公司为国有 A 股上市公司驰宏锌锗全资子公司，成立于 2018 年 3 月 16 日，注册资本 2.5 亿元，是驰宏锌锗战略性锗产业发展的专业公司，2022 年入选国资委“科改示范企业”，2023 年入围国资委“创建世界一流专业领军示范企业”。公司是全国最大的原生锗生产企业，市场份额约占全国 1/3、全球 1/4。已建成 30t/年光纤四氯化锗生产线，成为国内外少数掌握光纤用超高纯四氯化锗制备技术的企业。先后通过国家专精特新“小巨人”企业、国家高新技术企业、云南省知识产权优势企业、云南省科技型中小企业认定，拥有云南省锗资源综合高值利用工程研究中心、云南省企业技术中心、中铝

集团锗高纯材料及产业发展研究中心等多个研究平台。申报专利 120 项（发明 45 项），已取得授权 91 项（发明 14 项），软件著作权 2 项。

4. 主要工作过程

（1）预研立项阶段

1) 2020 年 10 月，云南锡业集团（控股）有限公司向全体委员会议提交了《高纯锗》标准项目建议书、标准草案及标准立项说明等材料，全体委员会议论证结论为同意标准修立项。

2) 2022 年 7 月，国家标准化管理委员会下达了修订《高纯锗》行业标准的任务，计划编号为 2023-0082T-YS，完成时间为 2023 年 10 月，技术归口单位为全国有色金属标准化技术委员会。第一承担单位为中锗科技有限公司，后第一单位退出修订，经半导体材料标委会协商，改为云南锡业集团（控股）有限责任公司为第一承担单位。

（2）起草阶段

1) 2022 年 10 月，由全国有色金属标准化技术委员会稀有金属分技术委员会组织召开了《高纯锗》修订任务落实与协调会议，主编单位对标准的主要技术要求以及编制进度进行了汇报，各相关单位对标准的技术指标进行了充分讨论，并确定了标准编制组云南锡业集团（控股）有限公司、朝阳金美镓业有限公司、广东先导稀材股份有限公司、武汉拓材科技有限公司。依据此次会议精神，编制组及时修改了标准文本，并与起草单位朝阳金美镓业、武汉拓材、广东先导等公司进行了充分的沟通和交流，起草人员通过对资料的收集等工作，编制了标准讨论稿，形成了《高纯锗》标准讨论稿及编制说明，于 2023 年 4 月参加标准讨论会。

2) 2023 年 4 月 12 日，由全国有色金属标准化技术委员会稀有金属分技术委员会组织，召开了稀有金属标准工作会议，对《高纯锗》标准进行了讨论，共有来自朝阳金美镓业、东方电气、武汉拓材、楚雄川至、株洲科能、云锗、中电科第十三研究所等 19 家单位的 29 名专家参加了会议，与会专家对标准技术内容进行了充分讨论。编制组根据专家的意见，对标准稿件进行了修改，于 2023 年 7 月 10 日形成了预审稿，于 2023 年 7 月参加标准预审会。

（3）征求意见阶段

本标准将以召开专题会议、发送标准邮件、标委会网站上公开挂网等多种形式和办法进行了广泛的征求意见。

第 1 次征求意见

2023 年 7 月，在全国有色金属标准化技术委员会主持下，高纯锗编制小组通过邮件、电话、微信等广泛向全国高纯锗生产厂商，用户及科研院所发送标准草案稿征求意见。发送征求意见稿的单位有：株洲科能新材料有限责任公司、朝阳金美镓业有限公司、广东先导稀材股份有限公司、武汉拓材科技有限公司、东方电气（乐山）峨半高纯材料有限公司、楚雄川至电子材料有限公司、云南鑫耀半导体材料有限公司、陕西钢杰半导体有限公司、中国电子科技集团公司第十三研究所等。发送“征求意见稿”的单位数：13 个，收到“征求意见稿”后，回函的单位数：13 个，收到“征求意见稿”后，回函并有建议

或意见的单位数：8个，没有意见的单位数：5个。根据征求意见稿的回函情况，针对各家反馈的意见情况，经编制组讨论研究，提出具体修改意见及采纳情况，编写了《标准征求意见稿的征求意见汇总表1》。

二、编制原则依据

1) 本标准按照 GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》给出的规则起草。

2) 本标准反映了当前国内高纯钢产品的生产水平，便于生产，并且符合高纯钢行业的市场应用需求，具有指导作用，并能规范市场。

3) 《高纯钢》产品行业标准包括三方面要求，一方面新标准应力求达到较先进的标准水平，满足和保证行业应用的技术发展需要，另一方面也应结合我国材料工业实际生产水平，同时根据产品使用者的意见反馈，正确兼顾好彼此之间的关系，追求技术的先进性、指标的合理性和严谨性的统一。本标准在制定中主要遵循以下原则：

科学性和技术先进的原则；

可行和严谨的原则；

规范法原则。

三、标准主要修订内容

(一) 修订的标准内容

1、范围

更改了原标准1范围中的适用范围。将原标准中“本文件适用于以工业粗钢为原料，经原料处理以及电解精炼等工艺制得的高纯钢。产品供制作化合物半导体、高纯合金、高级轴承及半导体材料的掺杂剂等”更改为本文件适用于纯度不小于99.999%的高纯钢的生产、检测及质量评价。产品主要用于制备化合物半导体、靶材、蒸镀、高纯合金、高级轴承及半导体材料的掺杂剂等”。主要原因：根据 GB/T1.1-2020 8.5 范围中的规定，文件的适用界限是指文件适用的领域和使用者，而不是标准化对象。

2、规范性引用文件

更改了原标准2规范性引用文件，删除了原标准中“YS/T 2594 高纯钢分析方法”引用文件，增加了“GB/T 8170-2008 数值修约规则与极限数值的表示和判定”、“YS/T 981.1 高纯钢化学分析方法 衡量杂质元素含量的测定辉光放电质谱法”、“YS/T 981.2 高纯钢化学分析方法 镁、铝、铁、镍、铜、锌、银、镉、锡、铅的测定电感耦合等离子质谱法”、“YS/T 981.2-2014 高纯钢化学分析方法 镁、铝、铁、镍、铜、锌、银、镉、锡、铅的测定 电感耦合等离子体质谱法”、“YS/T 981.3-2014 高纯钢化学分析方法 硅量的测定 硅钼蓝分光光度法”、“YS/T 981.4-2014 高纯钢化学分析方法 锡量的测定 苯芴酮-溴代十六烷基三甲胺吸光光度法”、“YS/T 981.5-2014 高纯钢化学分析方法 铊量的测定 罗丹明B吸光光度法”等文件，目前 ICP-MS 主要用于企业内部检测使用，国际上认可并广泛采用的方法使用辉光放电质谱法(GD-MS法)，除非金属元素外，绝大部分元素的检出限在1 μ g/kg及以下，可满足6N-8N产品检测要求。所以在本次修订时，In5N、In6N高纯钢的化学成分检测按YS/T 981.1-2024或YS/T 981.2/3/4/5-2014的规定进行，如需仲裁按YS/T 981.1-2024的规定进行。In6N5、In7N、In8N高纯钢的化学成分检测按YS/T 981.1-2024的规定进行。

3、进行术语和定义

增加术语和定义章节，使标准的结构更加完整。

4、要求

(1) 产品分类

增加 In6N5、In7N、In8N 牌号，将原标准 3.1 产品分类纳入 4 牌号章节中，并增加了高纯铟的牌号命名，In-05 改为 In5N、In-06 改为 In6N、增加了 In6N5、In7N、In8N 牌号。关于高纯金属的牌号命名规则，没有相应的国家标准，查阅《高纯铜》、《高纯镍》国家标准及《镓》国家标准对牌号的命名不尽相同，该命名可以直观的区分不同纯度的高纯铟。

(2) 化学成分

结合生产厂商情况及客户指标情况，对 In5N、In6N 高纯铟的杂质种类和杂质含量进行了修订，增加了检出元素种类 Bi、Sb 和其杂质含量。并根据下游客户应用情况增加了 In6N5、In7N、In8N 高纯铟标准。In7N 标准对 YS/T 143-2021 进行了杂质含量约定。具体情况如下：

In5N、In6N、In6N5、In7N 和 In8N 高纯铟修订如下：

表 1 In5N、In6N 高纯铟的修订前后化学成分杂质种类及含量

| 牌号 | | 原标准 In-05 | In5N (拟修订) | 原标准 In-06 | In6N (拟修订) |
|-------------------|----|-----------|------------|-----------|------------|
| In (质量分数), %, 不小于 | | 99.999 | 99.999 | 99.9999 | 99.9999 |
| 杂质含量, µg/g, 不大于 | Mg | 0.5 | 0.5 | 0.1 | 0.05 |
| | Al | 0.5 | 0.5 | — | 0.05 |
| | Si | 1.0 | 1.0 | 0.1 | 0.10 |
| | S | 1.0 | 1.0 | 0.1 | 0.05 |
| | Fe | 0.5 | 0.4 | 0.1 | 0.05 |
| | Ni | 0.5 | 0.5 | — | 0.05 |
| | Cu | 0.4 | 0.4 | 0.1 | 0.05 |
| | Zn | 0.5 | 0.4 | — | 0.05 |
| | As | 0.5 | 0.4 | — | 0.05 |
| | Ag | 0.5 | 0.4 | — | 0.05 |
| | Cd | 0.5 | 0.5 | 0.05 | 0.05 |
| | Sn | 1.0 | 1.0 | 0.3 | 0.10 |
| | Sb | — | 0.5 | — | 0.10 |
| | Tl | 1.0 | 1.0 | — | 0.05 |
| | Pb | 1.0 | 1.0 | 0.1 | 0.05 |
| | Bi | — | 0.5 | — | 0.10 |
| 总含量 | | | 10 | | 1.0 |

表 2 In6N5 高纯铟的主要化学成分

| 牌号 | 原标准 In-6N5 | In6N5 (拟修订) |
|----|------------|-------------|
|----|------------|-------------|

| In (质量分数), %, 不小于 | | 99.99995 | 99.99995 |
|--------------------------------|----|----------|----------|
| 杂质含量, $\mu\text{g/g}$, 不大于 | Mg | — | 0.01 |
| | Al | — | 0.01 |
| | Si | — | 0.05 |
| | S | — | 0.02 |
| | Fe | — | 0.01 |
| | Ni | — | 0.01 |
| | Cu | — | 0.01 |
| | Zn | — | 0.02 |
| | As | — | 0.01 |
| | Ag | — | 0.01 |
| | Cd | — | 0.01 |
| | Sn | — | 0.08 |
| | Sb | — | 0.08 |
| | Tl | — | 0.05 |
| | Pb | — | 0.05 |
| | Bi | — | 0.02 |
| 总含量 | — | 0.50 | |

表 3 In7N 高纯钢的修订后化学成分杂质种类及含量

| 牌号 | | 原标准 In-07 | In7N |
|-----------------------------|----|-----------|----------|
| In (质量分数), %, 不小于 | | 99.99999 | 99.99999 |
| 杂质含量, $\mu\text{g/g}$, 不大于 | Na | — | 0.005 |
| | Mg | 0.005 | 0.005 |
| | Al | — | 0.005 |
| | Ca | — | 0.005 |
| | Ti | — | 0.005 |
| | V | — | 0.003 |
| | Cr | — | 0.005 |
| | Mn | — | 0.005 |
| | Fe | 0.005 | 0.005 |
| | Co | — | 0.005 |
| | Ni | 0.005 | 0.005 |
| | Cu | 0.005 | 0.005 |
| | Zn | 0.02 | 0.01 |
| | Ga | — | 0.005 |
| | Ag | 0.002 | 0.002 |
| | Cd | 0.005 | 0.005 |

表 3 In7N 高纯钢的修订后化学成分杂质种类及含量 (续)

| 牌号 | | 原标准 In-07 | In7N |
|-------------------|------|-----------|----------|
| In (质量分数), %, 不小于 | | 99.99999 | 99.99999 |
| 杂质含量, µg/g, 不大于 | Au | — | 0.005 |
| | Tl | — | 0.005 |
| | Pb | 0.01 | 0.01 |
| | 杂质总和 | 0.1 | 0.1 |

表 4 In8N 高纯钢的主要化学成分

| 牌号 | | In8N | 牌号 | In8N | |
|---------------------|-------|-----------|---------------------|-----------|-------|
| In (质量分数), % 不小于 | | 99.999999 | In (质量分数), % 不小于 | 99.999999 | |
| 杂质含量, µg/g, 小于 | Li | 0.001 | 杂质含量, µg/g, 小于 | Pd | 0.001 |
| | Be | 0.001 | | Ag | 0.001 |
| | B | 0.001 | | Cd | 0.010 |
| | F | 0.050 | | Sn | 0.010 |
| | Na | 0.005 | | Sb | 0.005 |
| | Mg | 0.001 | | Te | 0.010 |
| | Al | 0.001 | | I | 0.010 |
| | Si | 0.005 | | Cs | 0.005 |
| | P | 0.001 | | Ba | 0.001 |
| | S | 0.005 | | La | 0.001 |
| | Cl | 0.050 | | Ce | 0.001 |
| | K | 0.050 | | Pr | 0.001 |
| | Ca | 0.010 | | Nd | 0.001 |
| | Sc | 0.001 | | Sm | 0.001 |
| | Ti | 0.001 | | Eu | 0.001 |
| | V | 0.001 | | Gd | 0.001 |
| | Cr | 0.005 | | Tb | 0.001 |
| | Mn | 0.001 | | Dy | 0.001 |
| | Fe | 0.001 | | Ho | 0.001 |
| | Co | 0.001 | | Er | 0.001 |
| | Ni | 0.001 | | Tm | 0.001 |
| | Cu | 0.001 | | Yb | 0.001 |
| | Zn | 0.001 | | Lu | 0.001 |
| | Ga | 0.001 | | Hf | 0.001 |
| | Ge | 0.001 | | W | 0.001 |
| | As | 0.001 | | Re | 0.001 |
| | Se | 0.001 | | Os | 0.001 |
| | Br | 0.001 | | Ir | 0.001 |
| Rb | 0.001 | Pt | 0.001 | | |
| Sr | 0.001 | Au | 0.050 | | |

表4In8N 高纯钢的主要化学成分 (续)

| 牌号 | | In8N | 牌号 | | In8N |
|--------------------|----|-----------|--------------------|----|-----------|
| In(质量分数), % 不小于 | | 99.999999 | In(质量分数), % 不小于 | | 99.999999 |
| 杂质含量, µg/g, 小于 | Y | 0.001 | 杂质含量, µg/g, 小于 | Hg | 0.005 |
| | Zr | 0.001 | | Tl | 0.001 |
| | Nb | 0.001 | | Pb | 0.001 |
| | Mo | 0.001 | | Bi | 0.001 |
| | Ru | 0.001 | | Th | 0.001 |
| | Rh | 0.001 | | U | 0.001 |

1) 客户对高纯钢中杂质的要求:

在 5N 高纯钢杂质种类中, 更改了原标准中元素化学成分含量, 并增加了 Bi、Sb 两个元素。在铜铟镓硒薄膜电池行业, 使用纯度为 99.999% (5N) 的高纯钢进行生产时同时对 Fe、Al、Pb、Zn、Sn、Mg、As、Ag、Ni、Bi、Sb 等杂质提出控制, 要求太阳能行业中要求总杂质含量 $\leq 10\text{ppm}$, 由于该行业的发展及技术限制, 目前该行业还没有大规模试用 5N 高纯钢, 也并未对该行业使用高纯钢提出更高的杂质要求。在合金行业, 高纯钢也广泛用于低熔点合金制备, 应用于电子行业的电子封装, 导体散热, 对合金有害杂质提出杂质要求。在靶材制备中, 也会采用纯度较高的原料进行制备高品质靶材, 对杂质含量也提出更高的要求。此外, 为减少工序、降低成本高纯钢生产商往往也会选择粗钢或者 5N 高纯钢生产 6N 及以上的高纯钢, 对氮族元素电负性不大的 Bi、Sb 元素也提了更高要求。

在 6N 高纯钢杂质种类中, 更改了原标准中元素化学成分含量, 并增加了 Bi、Sb 元素, 此类高纯钢主要用于制备高纯合金和靶材。6N 高纯钢主要用合金制备, 电子封装领域一般对材料的背景纯度较高, 一般杂质元素含量 $\leq 1\text{ppm}$ 。As、Bi、Sb、Al、Hg、S、K、In、在砷化镓中均为有害元素, 必须加以控制; As 在制备高纯合金时属于有害杂质, 这一类元素需加以控制; 在靶材制备中, 也会采用纯度较高的原料进行制备高品质靶材, 对杂质含量也提出更高的要求。随着工艺技术的进步, 对于高沸点的 Sn 元素也有了更进一步的要求, 提高至 0.1ppm 以下。

在 6N5 高纯钢杂质种类中, 随着化合物半导体行业的发展, 磷化铟 (InP) 需求持续扩大, 其光电子器件用的低阻 InP 单晶片, 原料要求使用 6N 及以上高纯钢才能满足要求。同时对于可能影响晶片迁移率、载流子浓度的 S、Si、As、Zn、Li、Mg、Fe、Sn、Cu、Pb、Sb、Bi 等杂质的控制提出了更高要求。在合成磷化铟多晶过程中主要影响因素 S、Si、As、Zn、Mg、Fe、Sn 等元素; Sn 等元素在磷化铟中会引入受主能级, 起受主作用, 在 n 型磷化铟中该杂质产生补偿作用, 影响发光效率; S 元素在磷化铟中会引入施主能级, 起施主作用, 影响载流子浓度和电子迁移率。对于 In6N5 中杂质含量的控制, 参照 GB/T 36706-2018《磷化铟多晶》电化学性能标准, 对于制作磷化铟衬底, 一般要求载流子浓度在 $(10^{15}-10^{16})/\text{cm}^3$ 之间, 可以拿杂质 Zn 元素举例, Zn 元素在磷化铟中是受主杂质, 如取 1 克磷化铟晶体, 设 Zn 元素的含量为 $1\text{ng/g}(\text{ppb})$, 为计算方便, 假设电子全部电离的情况下, Zn 元素引入的载流子浓度为: $(10^{-9}/65)*6.02*10^{23}/(1/4.787)=0.44*10^{14}/\text{cm}^3$, 磷化铟的密度: 4.787, Zn 的原子量: 65, 阿氏常数为: $6.02*10^{23}$, 假如杂质 Zn 元素的含量达到 50ppb, 则引入的载流子浓度为 $2*10^{15}$, 与磷化铟中掺杂杂质的载流子浓度只差一个数量级, 加之杂质元素不止 Zn 元素, 这样杂质引入的载流子浓度与掺杂产生的载流子浓度很接近了, 会严重影响产品的质量, 所以磷化铟行业中, 一般要求杂质元素的含量

≅50ppb, 对高沸点元素 Fe、Cu、Ni 及非金属元素 Si、S 作出了更高的要求, Fe、Cu、Ni ≅10ppb, Si ≅50ppb, S ≅20ppb。

在 In7N 高纯钢中, 引用 YS/T 1413-2021 超高纯钢标准, Na、Al、Ca、Ti、V、Cr、Co、Ga、Au、Tl 十个元素作出具体限制, 由原来总杂质限定更改为各个元素的限定, 并对 Zn 元素由 0.02ppm 提高至 0.01ppm。微波器件用半绝缘 InP 单晶片, 对原料要求更高, 需 7N 以上的高纯钢才能满足要求, 对杂质元素的含量作出了更为严格的要求, 要求材料的背景纯度较高, 一般杂质元素含量 ≅5ppb, 使得载流子浓度和电子迁移率处于品级较高的磷化钢范围内。In8N 高纯钢主要用于 MBE、Mo 源用钢, 对杂质种类和含量的规定为“除基体 In 和离子源 Ta, 其它检出杂质元素的含量都低于 GD-MS 的检测极限”, 此陈述不严密, 因为即使同一种型号的 GD-MS 设备, 由于操作者和设定参数的不同, 对同一样品, 其杂质检测极限是不同的。为此我们调研了国内 In8N 产品在不同测试机构的测试结果, 最后确定了杂质的检测限, 见表 4。

从客户要求看, 新修订的标准中关于杂质元素含量的规定, 适用客户的需求。

2) 国内主要生产厂家对高纯钢中杂质的控制水平

笔者调研了云南锡业、东方电气、武汉拓材、株洲科能、广东先导、成都中建材、楚雄川至等国内主要的高纯钢生产单位在过去两年的生产中对杂质的控制情况, 在生产中对杂质的控制情况见表 5, 表 6, 表 7, 表 8

表 5 不同生产厂商 In5N 牌号高纯钢生产情况

单位: $\mu\text{g/g}$

| 生产商 | 年份 | 化学成分 (质量分数) /% | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--------|---------------------------------|--------|------|--------|-------|--------|------|--------|--------|--------|-------|------|--------|--------|-------|-------|
| | | 杂质含量/ ($\times 10^{-6}$), 不大于 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Mg | Al | Si | S | Fe | Ni | Cu | Zn | As | Ag | Cd | Sn | Sb | Tl | Pb | Bi |
| 拟修订 | In5N | 0.5 | 0.5 | 1 | 1 | 0.4 | 0.5 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 1 | 0.5 | 1 | 1 | 0.5 |
| 云南锡业 | 2021 年 | <0.005 | <0.005 | 0.44 | <0.005 | 0.01 | 0.25 | 0.31 | <0.005 | 0.01 | 0.007 | <0.05 | 0.28 | <0.005 | <0.005 | 0.34 | 0.06 |
| | 2022 年 | <0.005 | <0.005 | 0.71 | <0.005 | 0.03 | 0.34 | 0.13 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.05 | 0.23 | <0.005 | <0.005 | 0.03 | 0.01 |
| 东方电气 | 2021 年 | <0.005 | <0.005 | 0.03 | 0.2 | 0.005 | <0.005 | 0.1 | 0.01 | 0.2 | 0.005 | <0.01 | 0.2 | 0.3 | <0.01 | <0.01 | 0.04 |
| | 2022 年 | <0.005 | <0.005 | 0.01 | 0.07 | 0.005 | <0.005 | 0.05 | 0.01 | 0.3 | 0.005 | <0.01 | 0.3 | 0.2 | <0.01 | 0.01 | 0.02 |
| 武汉拓材 | 2021 年 | <0.05 | <0.05 | <0.1 | 0.2 | <0.05 | <0.05 | 0.16 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | 0.5 | 0.17 | 0.35 | 0.42 | <0.05 |
| | 2022 年 | <0.05 | <0.05 | <0.1 | <0.1 | <0.05 | <0.05 | 0.11 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | 0.21 | <0.05 | 0.11 | <0.05 | <0.05 |
| 株洲科能 | 2021 年 | 0.05 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.05 | 0.05 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.1 |
| | 2022 年 | 0.05 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.05 | 0.05 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.1 |
| 广东先导 | 2021 年 | <0.1 | <0.1 | 0.46 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.06 | 0.23 | 0.25 | <0.1 | <0.1 | 0.16 |
| | 2022 年 | <0.1 | <0.1 | 0.35 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.05 | 0.18 | 0.21 | <0.1 | <0.1 | 0.1 |
| 成都中建材 | 2021 年 | 0.01 | 0.02 | / | / | 0.36 | 0.03 | 0.18 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.11 | 0.01 | / | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| | 2022 年 | 0.10 | 0.05 | / | / | 0.02 | 0.08 | 0.27 | 0.08 | 0.02 | 0.01 | 0.20 | 0.27 | / | 0.03 | 0.08 | 0.34 |
| 检测设备: GDMS、ICP-MS | | | | | | | | | | | | | | | | | |

表 6 不同生产厂商 In6N 牌号高纯钢生产情况

单位: $\mu\text{g/g}$

| 生产商 | 年份 | 化学成分(质量分数)/% | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-------|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
| | | 杂质含量/ $(\times 10^{-6})$, 不大于 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Mg | Al | Si | S | Fe | Ni | Cu | Zn | As | Ag | Cd | Sn | Sb | Tl | Pb | Bi |
| 拟修订 | In6N | 0.05 | 0.05 | 0.1 | 0.1 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.1 | 0.1 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| 云南锡业 | 2021年 | <0.001 | <0.005 | 0.04 | 0.05 | 0.004 | <0.001 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.05 | <0.01 | <0.005 | <0.005 | 0.008 | 0.04 |
| | 2022年 | <0.001 | <0.005 | 0.03 | <0.005 | 0.002 | 0.004 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.05 | 0.05 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 |
| 东方电气 | 2021年 | <0.005 | <0.005 | 0.06 | 0.1 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | 0.005 | 0.05 | 0.005 | 0.02 | 0.06 | 0.02 | <0.005 | 0.002 | 0.005 |
| | 2022年 | <0.005 | <0.005 | 0.04 | 0.08 | 0.005 | <0.005 | 0.005 | <0.005 | 0.05 | 0.005 | 0.04 | 0.06 | 0.02 | <0.005 | <0.005 | 0.005 |
| 武汉拓材 | 2021年 | <0.001 | <0.001 | <0.005 | <0.005 | <0.001 | <0.001 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.002 | <0.005 | <0.01 | 0.07 | <0.01 | <0.005 | <0.01 |
| | 2022年 | <0.001 | <0.001 | <0.005 | <0.005 | <0.001 | <0.001 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.002 | <0.005 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.005 | <0.01 |
| 株洲科能 | 2021年 | 0.01 | 0.02 | 0.1 | 0.1 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.005 | 0.01 | 0.02 | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.005 |
| | 2022年 | 0.01 | 0.01 | 0.1 | 0.1 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.005 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.005 |
| 广东先导 | 2021年 | <0.005 | 0.04 | 0.14 | <0.005 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | <0.005 | <0.001 | <0.01 | 0.1 | 0.18 | <0.001 | 0.03 | 0.073 |
| | 2022年 | <0.005 | 0.02 | 0.07 | <0.005 | 0.01 | 0.015 | 0.01 | 0.01 | <0.002 | <0.001 | 0.01 | 0.08 | 0.15 | <0.001 | 0.025 | 0.038 |
| 成都中建材 | 2021年 | 0.024 | 0.027 | / | / | 0.018 | 0.018 | 0.037 | 0.014 | 0.013 | 0.004 | 0.032 | 0.018 | / | 0.001 | 0.009 | 0.002 |
| | 2022年 | 0.010 | 0.020 | / | / | 0.030 | 0.003 | 0.022 | 0.003 | 0.009 | 0.001 | 0.011 | 0.002 | / | 0.001 | 0.004 | 0.001 |
| 楚雄川至 | 2021年 | <0.001 | <0.001 | <0.005 | <0.005 | 0.002 | <0.003 | 0.005 | <0.001 | <0.005 | <0.001 | <0.001 | 0.02 | 0.01 | <0.005 | <0.005 | <0.001 |
| | 2022年 | <0.001 | <0.001 | <0.005 | <0.005 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.005 | <0.001 | <0.001 | 0.01 | 0.01 | <0.005 | <0.005 | <0.001 |
| 检测设备: | | GDMS、ICP-MS | | | | | | | | | | | | | | | |

表 7 不同生产厂商 In6N5 牌号高纯钢生产情况

单位: $\mu\text{g/g}$

| 生产商 | 年份 | 化学成分 (质量分数) /% | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|--------|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
| | | 杂质含量/ ($\times 10^{-6}$), 不大于 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Mg | Al | Si | S | Fe | Ni | Cu | Zn | As | Ag | Cd | Sn | Sb | Tl | Pb | Bi |
| 拟修订 | In6N5 | 0.01 | 0.01 | 0.05 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.05 | 0.01 | 0.08 | 0.08 | 0.05 | 0.05 | 0.02 |
| 云南锡业 | 2021 年 | <0.001 | <0.005 | 0.01 | <0.005 | <0.001 | <0.001 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.05 | <0.01 | <0.005 | <0.005 | 0.008 | 0.02 |
| | 2022 年 | <0.001 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | 0.003 | <0.001 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.05 | 0.02 | 0.01 | <0.005 | <0.005 | <0.005 |
| 东方电气 | 2021 年 | <0.005 | <0.005 | 0.01 | 0.02 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | 0.01 | 0.005 | 0.05 | <0.005 | <0.005 | 0.01 |
| | 2022 年 | <0.005 | <0.005 | 0.01 | 0.02 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | 0.005 | 0.01 | 0.005 | 0.07 | <0.005 | <0.005 | 0.01 |
| 武汉拓材 | 2021 年 | <0.001 | <0.001 | <0.005 | <0.005 | <0.001 | <0.001 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.002 | <0.005 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.005 | <0.01 |
| | 2022 年 | <0.001 | <0.001 | <0.005 | <0.005 | <0.001 | <0.001 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.002 | <0.005 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.005 | <0.01 |
| 株洲科能 | 2021 年 | 0.003 | 0.001 | 0.005 | 0.01 | 0.008 | 0.005 | 0.005 | 0.01 | 0.005 | 0.001 | 0.005 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.005 |
| | 2022 年 | 0.002 | 0.002 | 0.01 | 0.01 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.002 | 0.005 | 0.01 | 0.02 | 0.005 | 0.008 | 0.005 |
| 广东先导 | 2021 年 | <0.005 | 0.0067 | 0.036 | <0.005 | 0.008 | 0.0043 | <0.005 | 0.006 | <0.005 | <0.001 | <0.01 | 0.06 | 0.08 | <0.001 | 0.054 | 0.027 |
| | 2022 年 | <0.005 | 0.0042 | 0.018 | <0.005 | 0.007 | <0.005 | <0.005 | 0.002 | <0.005 | <0.001 | <0.01 | 0.045 | 0.06 | <0.001 | 0.036 | 0.015 |
| 成都中建材 | 2021 年 | 0.006 | 0.001 | / | / | 0.005 | 0.007 | 0.008 | 0.003 | 0.009 | 0.001 | 0.011 | 0.02 | / | 0.045 | 0.025 | 0.001 |
| | 2022 年 | 0.01 | 0.004 | / | / | 0.009 | 0.005 | 0.007 | 0.01 | 0.008 | 0.002 | 0.01 | 0.06 | / | 0.037 | 0.021 | 0.001 |
| 楚雄川至 | 2021 年 | <0.001 | <0.001 | <0.005 | <0.005 | 0.002 | <0.003 | 0.005 | <0.001 | <0.005 | <0.001 | <0.001 | 0.02 | 0.01 | <0.005 | <0.005 | <0.001 |
| | 2022 年 | <0.001 | <0.001 | <0.005 | <0.005 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.005 | <0.001 | <0.001 | 0.01 | 0.01 | <0.005 | <0.005 | <0.001 |

检测设备: GDMS

表 8 不同生产厂商 In7N 牌号高纯钢生产情况

单位: $\mu\text{g/g}$

| 生产商 | 年份 | 化学成分(质量分数)/% | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-------|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| | | 杂质含量/ ($\times 10^{-6}$), 不大于 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Na | Mg | Al | Ca | Ti | V | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | Ga | Ag | Cd | Au | Tl | Pb |
| 拟修订 | In7N | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.003 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.01 | 0.005 | 0.002 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.01 | |
| 云南锡业 | 2021年 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.005 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.003 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.01 | <0.001 | <0.001 | <0.005 | |
| | 2022年 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.01 | <0.001 | <0.001 | <0.005 | |
| 东方电气 | 2021年 | <0.005 | <0.001 | <0.005 | <0.005 | <0.001 | <0.001 | <0.005 | <0.001 | <0.005 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.005 | <0.001 | <0.005 | <0.05 | <0.001 | |
| | 2022年 | <0.005 | <0.001 | <0.005 | <0.005 | <0.001 | <0.001 | <0.005 | <0.001 | <0.005 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.005 | <0.001 | <0.005 | <0.05 | <0.001 | |
| 武汉拓材 | 2021年 | <0.005 | <0.001 | <0.001 | <0.01 | <0.001 | <0.001 | <0.005 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.005 | <0.002 | <0.005 | <0.05 | <0.005 | |
| | 2022年 | <0.005 | <0.001 | <0.001 | <0.01 | <0.001 | <0.001 | <0.005 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.005 | <0.002 | <0.005 | <0.05 | <0.005 | |
| 株洲科能 | 2021年 | 0.005 | 0.002 | 0.002 | 0.005 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.001 | 0.003 | 0.001 | 0.003 | 0.002 | 0.006 | 0.002 | 0.001 | 0.002 | 0.001 | 0.003 | |
| | 2022年 | 0.005 | 0.002 | 0.001 | 0.005 | 0.001 | 0.001 | 0.003 | 0.001 | 0.002 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.001 | 0.003 | |
| 广东先导 | 2021年 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.002 | <0.005 | <0.005 | <0.001 | <0.005 | 0.0036 | <0.005 | <0.002 | <0.005 | 0.008 | <0.002 | <0.001 | <0.01 | <0.01 | <0.001 | |
| | 2022年 | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.002 | <0.005 | <0.005 | <0.001 | <0.005 | 0.0012 | <0.005 | <0.002 | <0.005 | <0.005 | <0.002 | <0.001 | <0.01 | <0.01 | <0.001 | |
| 成都中建材 | 2021年 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.001 | / | 0.001 | 0.001 | 0.005 | 0.001 | 0.001 | 0.005 | 0.003 | 0.001 | 0.002 | 0.005 | / | 0.002 | |
| | 2022年 | 0.004 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.001 | / | 0.001 | 0.001 | 0.005 | 0.001 | 0.003 | 0.002 | 0.014 | 0.001 | 0.001 | 0.005 | / | 0.005 | |
| 楚雄川至 | 2021年 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.002 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.002 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.01 | <0.001 | <0.001 | <0.005 | |
| | 2022年 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.01 | <0.001 | <0.001 | <0.005 | |

检测设备: GDMS

从生产厂家生产数据看,修改后的标准中关于杂质元素种类及含量的符合生产厂家的实际情况。从供需双方典型高纯钢产品的测试时情况看,拟修订的杂质含量的要求的 In5N、In6N、In6N5、In7N、In8N 能达生产商及客户需求。

（3）规格

增加了规格描述，高纯钢分为锭状、棒状、粒状、饼装、条状等。具体规格尺寸要求由供需双方商定。近年来，由于下游客户工艺的改进及设备不同需求，对原料高纯钢的规格也提出了锭状、棒状、粒状、饼装等需求，在此对外观规格进行要求，并删除了锭形和锭重，最终以由供需双方商定，不同厂家要求不一致。

5、试验方法

更改了化学成分的检验方法，In5N、In6N 高纯钢的化学成分检测按 YS/T 981.1-2024 或 YS/T 981.2/3/4/5-2014 的规定进行，如需仲裁按 YS/T 981.1-2024 的规定进行。In6N5、In7N、In8N 高纯钢的化学成分检测按 YS/T 981.1-2024 的规定进行。修订原因在 2 中已经提到，此处不再赘述。

6、检验规则

（1）检验和验收

更改了检查和验收的内容。原标准规定“高纯钢由供方技术监督部门进行检验，保证产品质量符合本标准或（订货合同）的规定，并填写质量证明书”。更改为“产品由供方或第三方进行检验，保证产品质量符合标准或订货单（或合同）规定，并出具质量证明”。补充了除供方之外的第三方检验。其次原标准规定“需方可对收到的产品按本标准的规定进行检验，如检验结果与本标准（或订货合同）的规定不符时，应在收到产品之日起 3 个月内向供方提出，由供需双方协商解决。如需仲裁，仲裁取样由供需双方共同委托仲裁机构在产品所在地进行”。更改为“需方应对收到的产品按本文件的规定进行检验，如检验结果与本文件或订货单（或合同）的规定不符时，属于外观质量的异议，应在收到产品之日起 1 个月内提出，属于化学成分的异议，应在收到产品之日起 3 个月内提出。如需仲裁，仲裁取样应由供需双方共同进行。”一般的，客户收到产品后，通常先进行外观和质量检验，属于外观质量的异议，1 个月内即可提出，属于化学成分的异议，3 个月内提出，其次仲裁相关事项以双方协商确定。

（2）组批

更改了组批的规定。原标准规定“高纯钢应成批提交检验，每批应由同一牌号、同一熔次、同一锭形及规格的产品组成，批重不超过 100kg”更改为“产品应成批提交检验，每批应由同一原料、同一周期、同一工艺、同一类别生产高纯钢产品组成，牌号为 In5N、In6N 和 In6N5 的每批高纯钢产品的重量不超过 300kg，牌号为 In7N、In8N 每批高纯钢产品的重量不超过 100kg”。对每批作了重新定义，组成为同一原料和同一周期、同一工艺、同一类别生产批次。此外，现今各家单位的熔铸容器及技术均能保证每批熔不超过 300kg 的高纯钢，为考虑节约成本的原则，提高了每批高纯钢产品重量，每批高纯钢产品的重量不超过 300kg。

（3）取样和制样

更改了取样和制样要求。更改为“化学成分检验时，每批产品中任取不少于5%且不少于5个最小包装单元，每个包装单元取5g~10g，然后熔化混合均匀后进行取样。”、“外观质量检验逐个最小包装单元进行”。简化了取样程序，抽样总量不低于5%又满足取样的代表性和广泛性要求。此外，制样按GDMS检测要求，样品质量在5~15g对饼状和棒状的样品要求，满足检测需求，同时减少制样成本。

(4) 检验结果判定

更改了检验结果判定。由本标准对高纯钽的规格进行了补充描述（见4.3），原标准“表面质量和重量的检验结果不符合本标准规定时，按锭判不合格”更改为“化学成分的分析结果与不合格时，判该批产品为不合格。分析数值的判定采用修约比较法，数值修约规则按GB/T 8170的有关规定进行，修约数位应与表1规定或供需双方协商的极限数位一致”。“外观质量检验结果不合格时，判该包装单元产品为不合格，也可由供需双方协商解决”，使得描述更为准确合理，化学成分不合格时，该批产品不合格；外观不合格时，判该包装单元产品为不合格，也由供需双方协商解决。

7、标志、包装、运输、贮存和随行文件

(1) 标志

更改高纯钽每袋、每箱的注明内容。原标准“产品应有防氧化措施，采取抽真空包装或充氩气保护包装后封口，并在包装袋上贴上标签，注明：生产厂名称、商标、产品名称牌号、产品编号净重、执行标准及包装日期。高纯钽应包装成箱，每箱上注明：a)供方名称；b)产品名称和牌号；c)批号；d)毛重、净重；e)防潮、轻放。”更改为“产品包装单元应逐个张贴标签，并注明：a)产品名称；b)牌号；c)产品重量；d)其他。高纯钽应包装成箱，每箱上注明：a)供方名称；b)产品名称；c)批号；d)件数；e)出厂日期；f)其他。”以实际客户及厂家需求为出发点，进行了补充删减，使标志更直观清晰，符合实际需要。

(2) 包装、运输、贮存、随行文件

对包装方式进行更改。更改为“采用以下两种方式之一进行包装：a)高纯钽内层用免清洗塑料袋真空封装，外层用铝箔袋真空或惰性气体封装，装入符合环保要求的包装箱内，箱内空隙用填料塞紧。每箱重量不大于25kg，包装箱外用包扎带捆紧。b)按双方认可的包装规格和包装方式进行包装。”目前高纯钽的包装方式就是以该方式包装，但是对于特殊的要求，可以按双方认可方式包装，完善了产品的包装方式。并且产品的运输贮存方面进行了更为完善全面的描述，运输更改为“高纯钽在运输过程中应防潮，不得与酸碱等腐蚀性物质混装和混运，不得剧烈碰撞”。贮存更改为“高纯钽应贮存在阴凉、干燥、清洁、无酸碱气氛之中”。随行文件为原标准质量证明书内容，更改为“每批产品应附有随行文件，其中除应包括供方信息、产品信息、本文件编号、生产日期或包装日期外，还宜包括：a)产品质量证明书；b)产品使用说明；c)牌号；d)各项分析检验结果；

检验部门印记及检验员签章。e) 其他。”

8、订货单（或合同）内容

补充了所列产品的合同（或订货单）重量、规格、包装要求内容。原标准规定的“本标准所列材料的订货单(或合同)应包括下列内容：a)产品名称；b)牌号；c)锭型等特殊要求；d)产品数量；e)本标准编；f)其他需要协商或增加的标准以外的内容。”更改为需方可根据自身需要，在订购本文件所列产品的合同（或订货单）内，列出如下内容：a) 产品名称；b) 牌号；c) 规格；d) 产品数量；e) 化学成分及检测方法的特殊要求；f) 包装要求；g) 本文件编号；h) 其他需要协商或增加的标准以外的内容。根据先今客户的要求，合同或订货单还涉及到包装方式、规格以及化学成分及检测方法的特殊要求等方面内容，可根据需求进行约定。

四、标准水平分析

本标准拟代替 YS/T 264-2012《高纯钢》，作为高纯钢生产、检验、贸易的依据，经过本次修订，标准内容更加贴合实际，反应客户真实需求和产品现阶段质量，达到领先水平。

五、与现行法律、法规、强制性国家标准及相关标准协调配套情况

本标准是对 YS/T 264-2012《高纯钢》的修订和补充，仅修订了产品的技术要求和标准格式，与现行的法律、法规及国家标准、行业标准没有冲突。新修订的《高纯钢》条文精炼表述清楚，化学成分要求全面、准确、科学、合理；标准的格式和表达方式等方面完全执行了现行的国家标准和有关法规，符合 GB/T 1.1-2020 的有关要求。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无重大分歧意见。

七、贯彻标准的要求和建议

暂无。

八、标准作为强制性或推荐性国家（或行业）标准的建议

本标准为高纯钢的产品标准，符合目前国内高纯钢行业的发展需求，具有较好的适用性和科学性，因此建议将此标准推荐为行业标准。

九、贯彻标准的要求和措施的建议

建议将本标准作为推荐性行业标准发布实施。

十、废止现行有关标准的建议

在本标准发布实施之日起，代替 YS/T 264-2012《高纯钢》。

十一、其他应予说明的事项

经标准编制组对 YS/T 264-2012 进行修订后，规定的高纯钢化学成分作了更高的标准要求规范、更具适用性，使修订后的本标准更加先进、合理。

本标准发布实施后，将使我国高纯钢的整体质量水平可以达到国际先进水平，在满足国内需求的同时提高了在国际市场上的竞争实力，对促进我国高纯材料发展将产生深远的影响。