**国家标准《高纯镓》**

**编制说明（送审稿）**

1. **工作简况**
2. **立项目的和意义**

高纯镓（High purity gallium）主要用于制造砷化镓（GaAs）、氮化镓（GaN）、磷化镓（GaP）等化合物半导体材料和高纯合金及作为半导体材料的掺杂剂。

中国是高纯镓的主要生产和消费大国，据报道，2020年中国高纯镓的产量为220吨，占世界高纯镓产量的60%，近些年来随着LED产业、无线通讯等行业的快速发展，对砷化镓、氮化镓的需求量与日俱增（砷化镓、氮化镓等化合物半导体材料消费的高纯镓占到高纯镓总产量的65%），对高纯镓的品质也提出了更高的要求，为了与我国作为高纯镓产品大国地位相适应及满足半导体材料产业发展的需求，急需对现行的高纯镓标准作出修订。

目前现行的GB/T10118-2009高纯镓国家标准主要存在以下问题：1、原有标准中检出杂质元素的种类较少，且杂质含量偏高，如原标准中对于6N高纯镓仅规定了10种杂质，7N高纯镓规定了12种杂质，对于Al、S、K、In、Ca、Hg、As、Ag等，影响载流子浓度、迁移率的元素均未做要求；2、原标准规定的高纯镓检测方法落后于现实情况，目前对于7N和MBE级高纯镓化学成分的测试普遍采用辉光放电质谱法进行检测，原标准中对于7N和MBE级高纯镓虽然采用了GDMS方法，只提供了GDMS法测定高纯镓中杂质含量的操作规范，该检测规范过于简单，不具备可操作性。

1. **任务来源**

根据国标委的要求，由有研国晶辉新材料有限公司、朝阳金美镓业有限公司、有色金属技术经济研究院有限责任公司、峨眉山市峨半高纯材料有限公司等为起草单位，修订《高纯镓》国家标准，计划编号20214648-T-469。

1. **标准主编单位简况**

有研国晶辉新材料有限公司是有研科技集团旗下的上市公司有研新材的子公司，吸收合并了有研光电新材料有限责任公司，有研光电的前身是北京有色金属研究总院的的化合物半导体材料研究室。该研究室自上世纪70年开始从事砷化镓及磷化镓、锑化镓单晶的生产和研究工作，承担了多项国家科研项目，有研光电是国内规模较大的砷化镓和磷化镓单晶的生产厂家。

朝阳金美镓业和其前身南京金美镓业有限公司是专业生产化合物半导体前期材料的企业，年产高纯镓（5N～8N）100吨，高纯镓获得江苏省科技厅授予的高新技术产品，公司拥有多项独创的工艺和环保技术；

东方电气（乐山）峨半高纯材料有限公司是四川东树新材料有限公司控股的子公司，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。主营产品涵盖5N-7.5N碲、镉、锑、镓、铟等，

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、锑等高纯（超纯）金属，产品纯度涵盖5N-8N。

楚雄川至电子材料有限公司成立于2020年，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。公司的主要产品为高纯磷、高纯铟、高纯镓等高纯材料，广泛用于半导体材料的制备等。

株洲科能新材料股份有限公司成立于2001年1月，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8N级别。

云南锡业集团（控股）有限责任公司是具有集锡、锌、铜、铟等有色金属资源探采、选冶、深加工以及新材料研发的百年企业。主营产品涵盖5N-8N铟、锡、镓等高纯（超纯）金属。

1. **主要工作过程**

立项之后，公司成立了标准修订起草小组，小组成员都有较丰富的生产经验，对国内外本行业的发展有比较清晰的认识，并与起草单位朝阳金美镓业、东方峨半高纯、武汉拓材、楚雄川至、株洲科能、云南锡业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，首先在本公司内部进行了意见征集，修改后由公司质量管理部门向相关单位进行意见征集。2023年2月参加了标准讨论会。

2023年2月23日，在徐州召开的2022年度全国半导体材料标准工作年会上，对《高纯镓》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、中电科第十三研究所等33家单位的55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，与2023年3月20日形成了预审稿。

2023年3月28日，在东莞召开的全国半导体材料标准会议上，对高纯镓标准进行了预审，来自全国的15家单位的29名专家参加了会议，与会专家对高纯镓的试验方法等提出了修改意见，编制组根据专家的意见，对标准稿件进行了修改，与2023年4月2日形成了送审稿。

1. **标准编制的原则和主要内容的确定依据**

**1、编制原则**

1. 标准的编写格式按国家标准GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的统一规定和要求进行编写。
2. 根据高纯镓最新的产品分类编写。
3. 根据需求厂家对高纯镓的最新要求进行编写。

**2、主要内容的确定依据**

本标准主要内容如下：

1. 更改了原标准1范围中文件的适用范围界限，将原标准中“本文件适用于以纯度不小于99.99%的工业镓为原料，经电解精炼、拉制单晶或其他提纯工艺制得的纯度不小于99.9999%的镓”，改为“本文件适用于纯度不小于99.9999%的高纯镓的生产、检测及质量评价”，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. 更改了原标准1范围中的产品用途，将原标准中“产品供制备化合物半导体材料和高纯合金”更改为“产品主要用于制备化合物半导体材料、高纯合金以及半导体材料的掺杂剂”。增加了作为半导体材料掺杂剂的用途，高纯镓作为半导体材料的掺杂剂被广泛采用，如在锗单晶中掺杂镓可以制作成p型锗单晶，被用于制作空间太阳能电池衬底，来制备三结太阳能电池，具有抗辐射、发光效率高等优点，被广泛用于空间飞行器的电源；在硅单晶掺杂镓元素可以制作成p型硅单晶，制作的光伏电池会减少光衰和提高发光效率。
3. 更改了原标准2 规范性引用文件，增加了“GB/T 8170数值修约规则与极限数值的表示和判定”，根据数值修约规则，对测试数据的修约处理提供了明确的依据，减少了供需双方的争议。增加了GB12463危险货物运输包装通用技术条件、GB/T15428化学品安全标签编写规定、GB/T16483化学安全技术说明书内容和项目顺序等三个引用文件，主要原因：在2015年颁布的《危险化学品目录》中，镓被列入其中，所以高纯镓的包装、运输等都要严格的按照相应的国家标准和法律法规执行。增加了“YS/T 38.3高纯镓化学分析方法”文件，原标准中规定：对于7N及MBE级高纯镓的试验方法采用GDMS法，仅提供了资料性附录，附录中提及的GDMS法测定高纯镓中杂质元素含量的操作规范过于简单，不具备可操作性，目前采用辉光放电质谱法测定高纯镓中杂质元素含量的测试方法已经制定，即将颁布，故本次标准修订对于7N、8N高纯镓的试验方法采用YS/T38.3规定的方法。
4. 增加3 术语和定义章节，使标准的结构更加完整。
5. 增加4 分类章节，将原标准3.1 产品分类纳入4 分类章节中，并更改了高纯镓的命名，Ga-06改为Ga6N,Ga-07改为Ga7N,MBE级改为Ga8N。关于高纯金属的命名规则，没有相应的国家标准，查阅《高纯铜》、《高纯镍》国家标准及《镓》国家标准对类别的命名不尽相同，参考了现行《镓》国家标准中对产品的命名规则，该命名可以直观的区分不同纯度的高纯镓。
6. 增加5 要求章节，将原标准3.2 化学成分章节纳入5 要求章节中，并对Ga6N、Ga7N、Ga8N高纯镓的杂质种类和杂质含量进行了修订，具体情况如下：

一、Ga6N和Ga7N高纯镓：

表1：Ga6N修订前后杂质种类及含量

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 杂质种类 | 杂质含量（原标准）(ng/g) | 杂质含量（拟修订）(ng/g) |
| Fe | 30 | 20 |
| Si | 50 | 20 |
| Pb | 30 | 20 |
| Zn | 30 | 20 |
| Sn | 30 | 20 |
| Mg | 30 | 20 |
| Cu | 20 | 15 |
| Mn | 30 | 20 |
| Cr | 30 | 20 |
| Ni | 30 | 20 |
| Al | - | 20 |
| Na | - | 30 |
| Hg | - | 20 |
| Ca | - | 30 |
| S | - | 20 |
| K | - | 20 |
| In | - | 30 |
| As | - | 20 |

表2：Ga7N修订前后杂质种类及含量

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 杂质种类 | 杂质含量（原标准）(ng/g) | 杂质含量（拟修订）(ng/g) |
| Fe | 5 | 5 |
| Si | 5 | 5 |
| Pb | 5 | 5 |
| Zn | 5 | 3 |
| Sn | 5 | 5 |
| Mg | 5 | 5 |
| Cu | 2 | 2 |
| Mn | 3 | 3 |
| Cr | 5 | 5 |
| Ni | 5 | 5 |
| Na | 5 | 5 |
| Ca | 5 | 5 |
| Al | - | 5 |
| Hg | - | 5 |
| S | - | 5 |
| K | - | 5 |
| In | - | 5 |
| As | - | 5 |

（一）、客户对高纯镓中杂质的要求：

在6N高纯镓杂质种类中，增加了Al 、Hg 、S、 K、 In、 As、Na、Ca等8个元素，主要原因是：以砷化镓为例，K、Hg、Na、Ca 元素在砷化镓中会引入受主能级，起受主作用，在n型砷化镓中该杂质产生补偿作用，影响发光效率；S元素在砷化镓中会引入施主能级，起施主作用，影响载流子浓度和电子迁移率；对于Ga6N中杂质含量的控制，我们以光电器件用砷化镓举例进行计算,对于制作红外LED的n型砷化镓衬底，一般要求载流子浓度在（1016-1017）/cm3之间，可以拿杂质Zn元素举例，Zn元素在砷化镓中是受主杂质，如取1克砷化镓晶体，设Zn元素的含量为1ng/g(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\*1023/（1/5.3）=0.5\*1014/cm3，砷化镓的密度：5.3，Zn的原子量：65，阿氏常数为：6.02\*1023，假如杂质Zn元素的含量达到20ppb,则引入的载流子浓度为1\*1015，与砷化镓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，所以砷化镓行业中，一般要求杂质元素的含量≦20ppb。

在Ga7N高纯镓中，增加了Al 、Hg 、S、 K、 In、 As、 等6个元素，Ga7N高纯镓主要用于制备半绝缘砷化镓单晶和高纯合金，Al 、Hg 、S、 K、 In、在砷化镓中都为有害元素，必须加以控制； As在制备高纯合金时属于有害杂质。半绝缘砷化镓单晶主要用于微电子行业，制备高速、高频器件，要求材料的背景纯度较高，一般杂质元素含量≦5ppb。

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。

（二）、国内主要生产厂家对高纯镓中杂质的控制水平

笔者调研了朝阳金美镓业有限公司、东方电气、武汉拓材、楚雄川至、株洲科能、云南锡业等国内主要的高纯镓生产单位在过去两年的生产中对杂质的控制情况：

1、Ga6N中杂质的控制情况：

1）朝阳金美镓业： 表3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | Ga不小于 | 化学成分（质量分数）/% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 杂质含量/（×10-6），不大于 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ga6N | 99.9999 | Fe | Al | Si | Pb | Zn | Sn | Mg | Cu | Mn | Cr | Ni | Na | Hg | Ca | S | K | In | As |
| 2021年 | 最大值 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 2 | 2 | <0.5 | <0.1 | 2 | <0.1 | <0.1 | 0.2 | <0.1 | <0.5 | <0.3 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| 最小值 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.3 | <0.5 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.5 | <0.3 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| 2022年 | 最大值 | 0.2 | <0.1 | <0.1 | 0.7 | 0.5 | <0.5 | <0.1 | 2 | <0.1 | <0.1 | 0.3 | <0.1 | <0.5 | <0.3 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| 最小值 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.3 | <0.5 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.5 | <0.3 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| 注 1：表中杂质含量数值修约按GB/T 8170的有关规定进行，修约后保留两位有效数字。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 检测设备： GDMS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

2）东方电气：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 |  | 化学成分（质量分数）/% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | Ga不小于 | 杂质含量/（×10-6），不大于 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ga6N | 99.9999 | Fe | Al | **Si** | Pb | Zn | Sn | Mg | Cu | Mn | Cr | Ni | Na | **Hg** | Ca | **S** | **K** | **In** | **As** |
| 2021年 | 最大值 | 0.43 | 0.36 | **＜0.**5 | 0.33 | 0.19 | 0.27 | 0.17 | 0.15 | 0.16 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | **＜0.5** | 0.22 | **＜0.5** | **＜0.5** | **＜0.5** | **＜0.5** |
| 最小值 | 0.32 | 0.29 | **＜0.**5 | 0.29 | 0.085 | 0.16 | 0.12 | 0.11 | 0.09 | 0.13 | 0.19 | 0.11 | **＜0.5** | 0.15 | **＜0.5** | **＜0.5** | **＜0.5** | **＜0.5** |
| 2022年 | 最大值 | 0.42 | 0.31 | **＜0.**5 | 0.31 | 0.18 | 0.29 | 0.16 | 0.16 | 0.16 | 0.26 | 0.26 | 0.21 | **＜0.5** | 0.23 | **＜0.5** | **＜0.5** | **＜0.5** | **＜0.5** |
| 最小值 | 0.22 | 0.25 | **＜0.**5 | 0.24 | 0.08 | 0.20 | 0.11 | 0.12 | 0.1 | 0.15 | 0.17 | 0.10 | **＜0.5** | 0.12 | **＜0.5** | **＜0.5** | **＜0.5** | **＜0.5** |
| 注 1：表中杂质含量数值修约按GB/T 8170的有关规定进行，修约后保留两位有效数字。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 检测设备： 加粗数据为ICP-MS检测；其它为GDMS检测。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

3）武汉拓材

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | Ga不小于 | 化学成分（质量分数）/% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 杂质含量/（×10-6），不大于 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ga6N | 99.9999 | Fe | Al | Si | Pb | Zn | Sn | Mg | Cu | Mn | Cr | Ni | Na | Hg | Ca | S | K | In | As |
| 2021年 | 最大值 | 0.7 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| 最小值 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| 2022年 | 最大值 | 0.2 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| 最小值 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| 注 1：表中杂质含量数值修约按GB/T 8170的有关规定进行，修约后保留两位有效数字。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 检测设备： GD-MS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

（4）楚雄川至：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | Ga不小于 | 化学成分（质量分数）/% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 杂质含量/（×10-6），不大于 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ga6N | 99.9999 | Fe | Al | Si | Pb | Zn | Sn | Mg | Cu | Mn | Cr | Ni | Na | Hg | Ca | S | K | In | As |
| 2021年 | 最大值 | 0.7 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| 最小值 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| 2022年 | 最大值 | 0.2 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| 最小值 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| 注 1：表中杂质含量数值修约按GB/T 8170的有关规定进行，修约后保留两位有效数字。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 检测设备： GD-MS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

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。

2、Ga7N中杂质的控制情况

1）金美镓业：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | Ga不小于 | 化学成分（质量分数）/% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 杂质含量/（×10-6），不大于 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ga7N | 99.99999 | Fe | Al | Si | Pb | Zn | Sn | Mg | Cu | Mn | Cr | Ni | Na | Hg | Ca | S | K | In | As |
| 2021年 | 最大值 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.4 | <0.5 | <0.1 | 0.2 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.5 | <0.3 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| 最小值 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.3 | <0.5 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.5 | <0.3 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| 2022年 | 最大值 | 0.5 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.3 | <0.5 | <0.1 | 0.2 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.5 | <0.3 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| 最小值 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.3 | <0.5 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.5 | <0.3 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| 注 1：表中杂质含量数值修约按GB/T 8170的有关规定进行，修约后保留两位有效数字。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 检测设备： GD-MS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

2）东方电气：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | Ga不小于 | 化学成分（质量分数）/% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 杂质含量/（×10-6），不大于 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ga7N | 99.99999 | Fe | Al | **Si** | Pb | Zn | Sn | Mg | Cu | Mn | Cr | Ni | Na | **Hg** | Ca | **S** | **K** | **In** | **As** |
| 2021年 | 最大值 | 0.28 | 0.21 | **＜0.5** | 0.31 | 0.09 | 0.07 | 0.12 | 0.15 | 0.06 | 0.08 | 0.06 | 0.15 | **＜0.5** | 0.32 | **＜0.5** | **＜0.5** | **＜0.5** | **＜0.5** |
| 最小值 | 0.13 | 0.11 | **＜0.5** | 0.24 | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.08 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.08 | **＜0.5** | 0.09 | **＜0.5** | **＜0.5** | **＜0.5** | **＜0.5** |
| 2022年 | 最大值 | 0.28 | 0.11 | **＜0.5** | 0.21 | 0.06 | 0.09 | 0.06 | 0.08 | 0.09 | 0.03 | 0.06 | 0.04 | **＜0.5** | 0.09 | **＜0.5** | **＜0.5** | **＜0.5** | **＜0.5** |
| 最小值 | 0.17 | 0.05 | **＜0.5** | 0.08 | 0.04 | 0.04 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.01 | 0.05 | 0.02 | **＜0.5** | 0.03 | **＜0.5** | **＜0.5** | **＜0.5** | **＜0.5** |
| 注 1：表中杂质含量数值修约按GB/T 8170的有关规定进行，修约后保留两位有效数字。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 检测设备： 加粗数据为ICP-MS检测；其它为GDMS检测。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

3）武汉拓材：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | Ga不小于 | 化学成分（质量分数）/% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 杂质含量/（×10-6），不大于 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ga7N | 99.99999 | Fe | Al | Si | Pb | Zn | Sn | Mg | Cu | Mn | Cr | Ni | Na | Hg | Ca | S | K | In | As |
| 2021年 | 最大值 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.1 | 0.3 | <0.1 | <0.1 | 0.5 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.1 | <0.1 | <0.5 | <0.5 |
| 最小值 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.1 | <0.1 | <0.5 | <0.5 |
| 2022年 | 最大值 | 0.2 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.1 | 0.3 | <0.1 | <0.1 | 0.4 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| 最小值 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.1 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| 注 1：表中杂质含量数值修约按GB/T 8170的有关规定进行，修约后保留两位有效数字。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 检测设备：GD-MS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

4）楚雄川至

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | Ga不小于 | 化学成分（质量分数）/% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 杂质含量/（×10-6），不大于 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ga7N | 99.9999 | Fe | Al | Si | Pb | Zn | Sn | Mg | Cu | Mn | Cr | Ni | Na | Hg | Ca | S | K | In | As |
| 2021年 | 最大值 | 0.3 | ＜0.1 | ＜0.1 | 0.2 | ＜0.5 | ＜0.1 | ＜0.1 | 0.1 | ＜0.1 | ＜0.1 | 0.2 | ＜0.1 | ＜0.5 | ＜0.5 | ＜0.1 | ＜0.5 | ＜0.5 | ＜0.5 |
| 最小值 | ＜0.1 | ＜0.1 | ＜0.1 | ＜0.1 | ＜0.5 | ＜0.1 | ＜0.1 | ＜0.1 | ＜0.1 | ＜0.1 | ＜0.1 | ＜0.1 | ＜0.5 | ＜0.5 | ＜0.1 | ＜0.5 | ＜0.5 | ＜0.5 |
| 2022年 | 最大值 | 0.1 | ＜0.1 | ＜0.1 | 0.1 | ＜0.5 | ＜0.1 | ＜0.1 | 0.1 | ＜0.1 | ＜0.1 | 0.2 | ＜0.1 | ＜0.5 | ＜0.5 | ＜0.1 | ＜0.5 | ＜0.5 | ＜0.5 |
| 最小值 | ＜0.1 | ＜0.1 | ＜0.1 | ＜0.1 | ＜0.5 | ＜0.1 | ＜0.1 | ＜0.1 | ＜0.1 | ＜0.1 | ＜0.1 | ＜0.1 | ＜0.5 | ＜0.5 | ＜0.1 | ＜0.5 | ＜0.5 | ＜0.5 |
| 注 1：表中杂质含量数值修约按GB/T 8170的有关规定进行，修约后保留两位有效数字。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 检测设备： GD-MS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

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。

二、Ga8N高纯镓

原标准中对于Ga8N高纯镓（原标准中称为MBE级高纯镓）中杂质种类和含量的规定为“除基体Ga和离子源Ta，其他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用，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Ga8N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，如下表：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | | Ga8N | 牌号 | | Ga8N |
| Ga(质量分数），% | | 99.999999 | Ga(质量分数），% | | 99.999999 |
| 不小于 | | 不小于 | |
| 杂质含量，ng/g 不小于 | Li | <1 | 杂质含量，ng/g 不小于 | Ag | <50 |
| Be | <1 | Cd | <40 |
| B | <1 | In | <5 |
| F | <10 | Sn | <5 |
| Na | <1 | Sb | <5 |
| Mg | <1 | Te | <5 |
| Al | <1 | I | <1 |
| Si | <1 | Cs | <1 |
| P | <1 | Ba | <1 |
| S | <1 | La | <1 |
| Cl | <1 | Ce | <10 |
| K | <5 | Pr | <1 |
| Ca | <3 | Nd | <1 |
| Sc | <1 | Sm | <1 |
| Ti | <1 | Eu | <1 |
| V | <1 | Gd | <1 |
| Cr | <1 | Tb | <1 |
| Mn | <1 | Dy | <1 |
| Fe | <1 | Ho | <1 |
| Co | <1 | Er | <1 |
| Ni | <1 | Tm | <1 |
| Cu | <1 | Yb | <1 |
| Zn | <3 | Lu | <1 |
| Ga | Matrix | Hf | <1 |
| Ge | <10 | Ta | Source |
| As | <5 | W | <5 |
| Se | <5 | Re | <1 |
| Br | <5 | Os | <1 |
| Rb | <1 | Ir | <1 |
| Sr | <10 | Pt | <10 |
| Y | <50 | Au | <10 |
| Zr | <1 | Hg | <5 |
| Nb | <5 | Tl | <1 |
| Mo | <5 | Pb | <1 |
| Ru | <1 | Bi | <5 |
| Rh | <50 | Th | <1 |
| Pd | <50 | U | <1 |

1. 修改原标准“3.3 外观质量 产品呈银白色，块状，结晶致密，无氧化色斑。”为“5.2 外观质量 高纯镓通常以固态出厂，固态产品呈蓝白色，表面具有金属光泽，无氧化色斑和夹杂物”。明确不同状态高纯镓的颜色。
2. 修改了原标准4 试验方法，原标准4.1中规定“Ga-06牌号高纯镓的化学成分分析按YS/T474的规定进行”。YS/T474中的检测方法，所用的样品必须做成溶液，其分析结果的准确性严重依赖于分析试剂纯度和环境的洁净度，其检测结果有时不可靠，但该方法检测精度比较高，很多元素的检测限低于10ppb,且检测费用比较低，是一种性价比较高的方法，该方法被很多高纯镓厂家用于Ga6N中杂质元素含量的检测，鉴于目前的实际情况，所以本次标准修订规定：“Ga6N高纯镓化学成分测定按YS/T474的规定进行，如需仲裁按YS/T38第3部分的规定进行”。对于Ga7N、Ga8N高纯镓的试验方法修改为YS/T38.3高纯镓化学分析方法，修订原因在3）中已经提到，此处不再赘述。
3. 修改了原标准5.1.1内容，原标准规定“产品由供方技术监督部门进行检验，保证产品符合本标准的规定，并填写质量保证书”更改为“产品由供方和第三方进行检验，保证产品质量符合本文件及订货单的规定。”产品到达需方后，一般如果需方有能力测试会自己测试，如果需方不具备测试条件，会让具有测试资质的第三方进行测试，让技术监督部门进行检验不符合实际流程，也不现实。
4. 修改了原标准5.1.2内容，原标准规定“需方可对收到的产品进行检验，如检验结果与本标准规定的不符合时，在收到产品之日起三个月内向供方提出，双方协商解决。”更改为“需方可对收到的产品按照本文件的规定进行检验。如检验结果与本文件或订货单的规定不符，应以书面形式向供方提出，由供需双方协商解决。属于外观质量的异议，应在收到产品之日起一个月内提出，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。”对产品不同的质量原因反馈设置了期限，一般的，客户收到产品后，通常先进行外观检验，外观没问题就直接验收了，一个月的期限适用；产品用于制备晶体，从晶体生长、电学参数测试大约需要1个月的时间，3个月的期限适用。
5. 修改了增加了7.3 检验项目，规定了“每批产品应对化学成分、外观质量进行检验”。原标准在5.4 检验结果判定中规定了化学成分和外观质量作为检测项目，但没有明确，本次修订单设条目。
6. 修改原标准5.4 检验结果的判定，原标准规定“化学成分和外观质量检验不合格时，则判定该产品为不合格”，高纯镓化学成分是否合格直接影响到利用其制备的产品质量的优劣，对于化学成分不合格的高纯镓，一定是不合格的。对于外观质量，高纯镓暴露在空气中易造成氧化，表面有氧化膜，对于特定用途如制备光电器件用砷化镓单晶，制备过程中有脱氧处理，不会影响后续的产品，是可以接受的。所以本次修改规定，化学成分不合格时，该批产品不合格；外观不合格时，由供需双方协商解决。

**三、标准水平分析**

本标准拟代替GB/T 10118-2009高纯镓，作为高纯镓生产、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×××水平。

**四、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GB/T 10118《高纯镓》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、法规没冲突，与现行的国家标准GB/T1475-2022《镓》有重叠部分，但没有冲突。

**五、重大分歧意见的处理经过和依据**

在本标准修订过程中，没有出现重大分歧意见。

**六、贯彻标准的要求和建议**

本标准发布后建议由归口单位和标准编制单位组织宣贯，促进本标准的实施。

**七、废止现行有关标准的建议**

本标准颁布后，将代替GB/T 10118-2009高纯镓，原标准建议废止。

**八、标准作为强制性或推荐性标准的建议**

建议将本标准作为推荐性国家标准发布实施。

**九、其他应予以说明的情况**

本标准作为推荐性国家标准供大家使用，若对结果有疑义，以供需双方协商。本标准将根据技术的发展和产业的进步进行适时修订，以满足当前产品对标准的需求。