

中华人民共和国建材行业标准

JC/T XXXXX—XXXX

铽镓石榴石（TGG）磁光晶体

Terbium Gallium Garnet (TGG) Magneto-optical Crystal

（报批稿）

（本稿完成日期：2020-12-25）

20 - XX - XX 发布

20 - XX - XX 实施

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。

请注意本文件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。

本文件由中国建筑材料联合会提出。

本文件由全国人工晶体标准化技术委员会（SAC/TC 461）归口。

本文件起草单位：中国科学院福建物质结构研究所、闽都创新实验室、福建福晶科技股份有限公司、中国计量大学材料科学和工程学院。

本文件主要起草人：郑熠、吴少凡、蒋丽丽、秦来顺、王帅华、徐刘伟、王昌运、李雄、黄鑫等。

铽镓石榴石磁光晶体

1 范围

本文件规定了高性能磁光晶体的技术要求、检测方法、检测规则以及标志、包装、运输和贮存。本文件适用于铽镓石榴石磁光晶体，其他同类高性能磁光晶体产品可参考本文件。

2 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本必不可少的条款。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 2828.1-2012 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划

GB/T 11293 固体激光材料名词术语

GB/T 11297.1 激光棒波前畸变的测量方法

GB/T 11297.12 光学晶体消光比的测量方法

GB/T 22453-2008 硼酸盐非线性光学单晶元件质量测试方法

3 术语和定义

GB/T 11293界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

磁光晶体 magneto-optical crystal

具有磁光效应的晶体。

3.2

磁光效应 magneto-optic effect

线偏振光在光学介质中传播时在磁场作用下偏振方向发生旋转的现象。

3.3

铽镓石榴石晶体 terbium gallium garnet crystal

一种化学式为 $Tb_3Ga_5O_{12}$ 的磁光晶体。

3.4

维尔德常数 Verdet constant

维尔德常数是描述晶体磁光效应的特性常数，用于表征磁光晶体磁致旋光率的大小。

3.5

消光比 extinction ratio

光通过平行偏光系统与正交偏光系统时，分别得到最大输出光强与最小输出光强，它们的比值称消光比。

3.6

光学不均匀性 optical heterogeneity

单晶元件内单位长度（厘米）最大折射率和最小折射率的差值。

3.7

透射波前畸变 transmitted wave front distortion

平行光束的波面透过被检单晶元件后相对于标准参考波面的畸变。

3.8

激光损伤阈值 laser damage threshold

激光照射某种材料，能使其表面或内部发生局部破坏或光学性质发生变化的最低激光功率密度。

3.9

有效通光孔径 effective clear aperture

晶体元件的通光表面扣除四周倒角后的可用面积与整个通光面面积的比值。

3.10

角度偏差 angle tolerance

角度偏差用 $\Delta\theta$ 和 $\Delta\varphi$ 表示。

$\Delta\theta$ 是单晶元件通光面的法线和Z轴之间的夹角实际切割角度与设计切割角度之间的偏差。

$\Delta\varphi$ 是单晶元件通光面的法线在X-Y平面内的投影与X轴之间的夹角实际切割角度与设计切割角度之间的偏差。

4 技术要求

4.1 加工质量

4.1.1 外形尺寸

4.1.1.1 长方体晶体尺寸公差应符合以下要求： $W_{-0.1}^{+0.1}\text{mm}\times H_{-0.1}^{+0.1}\text{mm}\times L_{-0.1}^{+0.5}\text{mm}$

上式中W为单晶元件通光面的宽度，H为单晶元件通光面的高度，L为单晶元件通光方向的长度。

4.1.1.2 圆柱体晶体尺寸公差应符合以下要求： $\varphi_{-0.1}^{+0.1}\text{mm}\times L_{-0.1}^{+0.5}\text{mm}$

上式中 ϕ 为单晶元件通光面的直径，L为单晶元件通光方向的长度。

4.1.2 角度偏差

晶体元件的切割角度偏差要求： $-0.5^{\circ} \leq \Delta\theta \leq 0.5^{\circ}$ ， $-0.5^{\circ} \leq \Delta\varphi \leq 0.5^{\circ}$ 。

4.1.3 平行度值

晶体元件两个通光面的平行度值应不大于 $1'$

4.1.4 垂直度值

晶体元件的通光面与侧面之间的垂直度值应不大于 $30'$ 。

4.1.5 有效通光孔径

有效通光孔径应不小于85%。

4.1.6 表面疵病

晶体抛光元件有效通光孔径内，S/D应不大于20/10；镀膜元件，S/D应不大于60/40。

4.1.7 倒角

晶体倒角的宽度应不大于0.2 mm。

4.1.8 崩边、崩口及崩裂

沿边缘向内侧方向延伸宽度（径向）崩边应不大于0.2 mm。

沿边缘方向，崩口宽度之和应不大于0.5 mm。

角的崩裂应不大于0.2 mm。

4.2 物理性能指标

4.2.1 维尔德常数

在波长为1064nm的连续激光照射下，维尔德常数应大于 $30 \text{ rad} \cdot \text{T}^{-1} \text{ m}^{-1}$ 。

4.2.2 消光比

消光比应大于30dB。

4.2.3 特定波长单程损耗

在波长为1064nm的连续激光照射下，单程损耗应小于0.3%/cm。

4.2.4 激光损伤阈值

激光损伤阈值应大于 300 MW/cm^2 。

4.2.5 散射

在波长为632.8 nm的氦氖激光照射下，单晶元件单位体积（ cm^3 ）内直径大于 $20 \mu\text{m}$ 的散射点不得多于10个。

4.2.6 光学不均匀性

在波长为632.8 nm的氦氖激光照射下，单晶元件内单位长度（cm）最大折射率和最小折射率的差值应不大于 $1 \times 10^{-5}/\text{cm}$ 。

4.2.7 透射波前畸变

在波长为632.8 nm氦氖激光的照射下，被测元件的透射波前畸变干涉图“峰-谷”值偏差应不大于 $\lambda/4$ 。

5 检测方法

5.1 测试的环境要求

洁净等级：优于10000级；温度： $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ ；相对湿度： $(55 \pm 5)\%$ 。

5.2 加工质量

5.2.1 尺寸公差

尺寸公差的测试方法按GB/T 22453-2008中5.8的规定执行。

5.2.2 角度偏差

角度偏差的测试方法按GB/T 22453-2008中5.9的规定执行。

5.2.3 平行度值

平行度值的测试方法按GB/T 22453-2008中5.10的规定执行。

5.2.4 垂直度值

垂直度值的测试方法按GB/T 22453-2008中5.12的规定执行。

5.2.5 有效通光孔径

有效通光孔径的测试方法按GB/T 22453-2008中5.13的规定执行。

5.2.6 表面疵病

表面疵病的测试方法按GB/T 22453-2008中5.14的规定执行。

5.2.7 倒角

倒角的测试方法按GB/T 29420-2012中5.3.7的规定执行

5.2.8 崩边、崩口及崩裂

崩边、崩口及崩裂的测试方法按GB/T 29420-2012中5.3.8的规定执行

5.3 物理性能

5.3.1 维尔德常数

5.3.1.1 测试原理

维尔德常数按公式（1）计算：

$$V = \frac{\theta}{BL} \quad (1)$$

式中：

V ——晶体特定波长下的维尔德常数，单位为 $\text{rad} \cdot \text{T}^{-1} \text{m}^{-1}$ ；

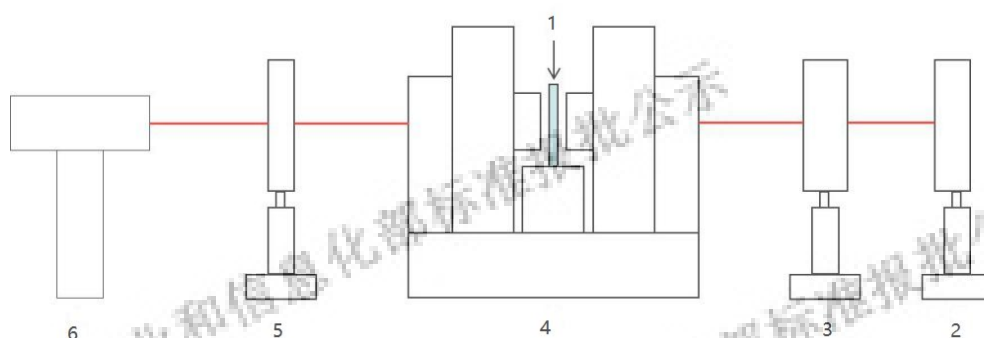
B ——作用在磁光晶体上的外磁场强度，单位为特斯拉（T）；

L ——光经过磁光介质的长度，单位为米（m）；

θ ——外磁场作用下光偏振面旋转的角度，单位为rad。

5.3.1.2 测试系统

维尔德常数测试装置的光路如图1所示：



标引序号说明：

1——TGG磁光晶体；

2——测量探测器；

3——检偏器；

4——电磁铁；

5——起偏器；

6——连续激光光源。

图1 维尔德常数测量光路示意图

5.3.1.3 测量装置

测量装置应符合以下要求：

- 激光器的波长为1064nm；
- 激光输出功率在300~400mW；
- 测量探测器在线性区内工作；
- 激光器功率的波动小于或等于1.0%；
- 起偏器和检偏器的消光比大于10⁶；
- 电磁铁磁场调节范围为（0~2）T。

5.3.1.4 测量步骤

测量按以下步骤进行：

- 用游标卡尺测量被测TGG晶体的长度 L ；
- 打开激光器，使激光器达到热稳定状态，调整光路，使激光经过起偏器、检偏器中心和电磁铁磁极的穿孔，达到测量探测器；

- c) 打开电磁铁电源，固定电流为 I ，使用特斯拉计测量放置样品位置的磁场，记录为 B ；
- d) 关闭电磁铁电源，将TGG晶体放入样品夹，使样品通光面垂直光路，调整起偏器和检偏器，使测量探测器探测到的光强度值最小，记录此时的检偏器刻度为 θ_1 ；
- f) 再次打开电磁铁电源，固定电流为 I ，使电磁铁产生的磁场作用在磁光晶体上，磁场大小为 B ，调整检偏器，再次使测量探测器探测到的光强度值最小，记录此时的检偏器刻度为 θ_2 。
- g) 在磁场强度为 B 条件下，光经过长度为 L 的磁光晶体，光沿偏振方向旋转角度为 $\theta = \theta_2 - \theta_1$ ，根据式1计算出TGG晶体的维尔德常数。

5.3.2 消光比

消光比的测试方法按GB/T 11297.12的方法执行。

5.3.3 特定波长单程损耗

特定波长损耗系数的测试方法按GB/T 29420-2012中5.2.3的规定执行。

5.3.4 激光损伤阈值

激光损伤阈值的测试方法按GB/T 16601.4-2017的方法执行。

5.3.5 散射

散射的测试方法按GB/T 22453-2008中5.1的规定执行。

5.3.6 光学不均匀性

光学不均匀性的测试方法按GB/T 22453-2008中5.2的规定执行。

5.3.7 透射波前畸变

透射波前畸变的测试方法按GB/T 11297.1的方法执行。

6 检验规则

6.1 检验分类和检验项目

检验分为出厂检验和型式检验，检验项目见表1。

表1 检验项目

检验顺序	检验项目	要求条款号	试验方法条款号	型式检验	出厂检验
1	尺寸公差	4.1.1	5.2.1	√	√
2	角度偏差	4.1.2	5.2.2	√	□
3	平行度	4.1.3	5.2.3	√	□
4	垂直度	4.1.4	5.2.4	√	□
5	有效通光孔径	4.1.5	5.2.5	√	□
6	表面疵病	4.1.6	5.2.6	√	√
7	倒角	4.1.7	5.2.7	√	□
8	崩边、崩口及崩裂	4.1.8	5.2.8	√	√

9	维尔德常数	4.2.1	5.3.1	√	√
10	消光比	4.2.2	5.3.2	√	√
11	特定波长单程损耗	4.2.3	5.3.3	√	√
12	激光损伤阈值	4.2.4	5.3.4	√	□
13	散射	4.2.5	5.3.5	√	√
14	光学不均匀性	4.2.6	5.3.6	√	□
15	透射波前畸变	4.2.7	5.3.7	√	√
注1: 表中“√”表示必检项目; “□”表示选检项目。					

6.2 出厂检验

6.2.1 组批

由同一组成同一批原料在同一条生产线上经相同工艺连续生产的产品组成。

6.2.2 抽样方案

在同一加工工艺条件制成的产品中随机抽取, 抽样标准按GB/T 2828.1-2012的方法执行。

6.2.3 合格判定

检验结果符合本标准要求的, 则判定该批产品为合格。如有不合格项, 可自同批产品中加倍抽样, 对不合格项进行复检。复检结果如全部合格, 则该批产品为合格; 复检结果如仍有不合格, 则判定该批产品为不合格。

6.3 型式检验

6.3.1 检验时机

有下列情况之一时, 应进行型式检验:

- 产品定型鉴定或产品转厂生产时;
- 正式生产后, 如设备、原材料、工艺有改变, 可能影响产品的质量时;
- 停产12个月及以上, 恢复生产时;
- 批量生产时, 每隔12个月进行一次。

6.3.2 抽样方案

在同一加工工艺条件制成的产品中随机抽取, 抽样标准按GB/T 2828.1-2012的方法执行。

6.3.3 合格判定

每个试样的各项检验项目均符合要求, 则判型式检验合格; 若有一项不符合要求, 则判型式检验不合格。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 包装

7.1.1 内包装

采用包装盒包装。包装时，产品应在超净室内擦拭干净后装入包装盒，通光面不得直接接触包装物。包装应密封、洁净、防潮、防震、防静电和防冲击等。

7.1.2 外包装

包装箱内应有装箱单和使用说明书。装箱单应标明：磁光晶体名称、数量、尺寸、切割角度及生产厂家等。

7.2 标识

产品外包装上应标明：

- a) 生产厂家、厂址；
- b) 产品名称、数量；
- c) 执行标准编号；
- d) 生产日期、保质期；
- e) “小心轻放”、“防潮”、“易碎”等图标。

7.3 运输

产品在运输过程中应轻装轻卸，不得挤压，并采取防震、防潮等措施。

7.4 贮存

产品存放在洁净等级优于10000级、温度（23±5）℃、相对湿度应不大于50%的环境中。产品保质期自生产之日起1年。