

## PbWO<sub>4</sub> 闪烁晶体缺陷研究进展

冯锡洪

(中国科学院上海硅酸盐研究所, 上海 200050)

### Progresses on Studies of Lattice Defects in PbWO<sub>4</sub> Scintillation Crystals

Feng Xihong

(Shanghai Institute of Ceramics Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200050, China)

钨酸铅(PbWO<sub>4</sub>)闪烁晶体是拟使用于西欧大型强子对撞机(LHC)中精密电磁量能器最有希望的候选者。本文介绍近年来钨酸铅晶体缺陷研究方面的进展, 这些结果表明了钨酸铅晶体闪烁性能研究中考虑晶体缺陷影响的重要性。根据钨酸铅晶体的特点, 就闪烁性能与非化学计量配比、晶体结构/多型性、杂质效应以及氧组分等因素的关系进行了简略的讨论。

关键词: PbWO<sub>4</sub> 晶体, 晶体缺陷, 闪烁性能

Key words: PbWO<sub>4</sub> crystals, lattice defects, properties of scintillator

## Bridgman 法生长的 PbWO<sub>4</sub> 晶体开裂的探讨

胡关钦 张明荣 徐力 李培俊 殷之文

(中国科学院上海硅酸盐研究所, 上海 201800)

### Study on the Cracking of PbWO<sub>4</sub> Crystals Grown with Bridgman Method

Hu Guanqin Zhang Mingrong Xu Li Li Peijun Yin Zhiwen

(Shanghai Institute of Ceramics Chinese Academy of Sciences, Shanghai 201800, China)

PbWO<sub>4</sub> 闪烁晶体由于兼具成本低廉和性能优良的特点, 已被确定为建造西欧大型强子对撞机的首选晶体, 95 年至 98 年为其 R & D 阶段。根据有关的设计要求, PbWO<sub>4</sub> 晶体冷加工后的尺寸应为 20.5×20.5×230×23.8×23.8mm<sup>3</sup>。为此, 生长的晶体毛坯尺寸应不小于 φ35×250mm<sup>3</sup>。生长如此大尺寸的 PbWO<sub>4</sub> 晶体, 首先遇到的问题便是大尺寸晶体的开裂问题。

PbWO<sub>4</sub> 晶体较其它晶体(如 Bi<sub>4</sub>Ge<sub>3</sub>O<sub>12</sub>)容易开裂, 有的被溅上少许冷水时便会开裂, 甚至有的放于室内也会自然开裂。PbWO<sub>4</sub> 晶体的开裂, 主要发生在下降和冷却过程中, 此外, 冷加工(尤其是切割)过程中也常发生开裂现象。PbWO<sub>4</sub> 晶体开裂的表现有 4 种: (1)横向层状似的断裂; (2)纵向长裂纹; (3)沿解理面[ (101)和或(011)面] 的开裂; (4)无规则的碎裂。

PbWO<sub>4</sub> 是 PbO 和 WO<sub>3</sub> 摩尔比为 1:1 的反应产物。PbWO<sub>4</sub> 是固液同成分化合物, 容许的组分偏离量很小, 约 ±0.005, 若原料配比或熔体局部偏离化学计量比时, 晶体易包容另相物——Pb<sub>2</sub>WO<sub>5</sub> 或 WO<sub>3</sub>。冷却过程中另相物发生多次相变(Pb<sub>2</sub>WO<sub>5</sub>: β→α; WO<sub>3</sub>: δ→γ→β→α), 使晶体中出现微裂纹, 从而使晶体变得易于开裂。组分偏离较大时, 将使晶体碎裂。

PbWO<sub>4</sub> 晶体属体心四方结构, 各向异性显著, *a* 向的热膨胀系数仅为 *c* 向的一半, 两个方向的导热系数存在较大的差异。这是不同取向生长时开裂情况明显不同的原因。*c* 向生长时晶体的开裂多为横向层状似断裂, 偏 *a* 向生长时晶体的开裂多为纵向裂纹。但当生长炉内温度分布合理时, 无论 *a* 向生长还是 *c* 向生长都可得到不开裂的晶体。

通过准确配料、充分熔料、合理构造炉膛, 我们成功地生长出了 310mm 长、直径为 35mm 且无色透明的 PbWO<sub>4</sub> 晶体。晶体不另行退火也可切割, 即使在冷水中研磨也不开裂。

关键词: 钨酸铅晶体, 闪烁晶体, 布里奇曼法, 晶体开裂

Key words: PbWO<sub>4</sub> crystal, scintillation crystal, Bridgman method, crystal cracking

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>