

氧退火对 PbWO_4 闪烁晶体性能的影响

张明荣 胡关钦 李培俊 徐力 殷之文*

(中国科学院上海硅酸盐研究所, 上海 201800)

Influence of Oxygen Annealing on Properties of PbWO_4 Scintillating Crystals

Zhang Mingrong Hu Guanqin Li Peijun Xu Li Yin Zhiwen

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

以纯度不低于 99.99% 的 PbO 和 WO_3 为原料, 采用铂坩埚下降法生长 PbWO_4 晶体。生长炉的升温、恒温、降温采用 84-I 程控仪和 702 温度控制器进行监控。对生长出的晶体或经氧退火后的晶体进行切割、研磨、抛光后进行性能测试。

透射光谱测定结果表明, PbWO_4 晶体的吸收边(截止波长)在未退火时约为 325nm, 在氧退火后稍稍蓝移。420nm 附近的透光率在氧退火后降低, 严重时呈现一平台。370nm 处的透光率在氧退火后增加。晶体在氧退火前为无色透明, 富氧退火后略带浅黄色。

光致发光光谱测定结果表明, 氧退火前, 晶体的最强发射峰为 420nm (半高宽约为 110nm), 对应的最有效激发峰为 320nm (半高宽至少为 100nm); 氧退火后, 晶体的最强发射峰为 487nm (半高宽约为 105nm), 对应的最有效激发峰为 310nm (半高宽约为 19nm)。无论退火与否, PbWO_4 晶体都有两个共同的发射峰, 即主峰为 403nm 的蓝光带和主峰为 625nm 的红光带(极弱), 其最有效激发峰分别为 450nm 和 237nm。不过, 晶体的 625nm 发射峰的有效激发峰, 除 425nm 带外, 在氧退火后还有稍弱的 390nm 带以及极弱的 310nm 带; 而在氧退火前这两个激发带是不存在的, 只是在 350nm 附近有一个很弱的谱带。

X 射线激发发射光谱显示, 晶体未退火时发射主峰波长约为 440nm, 强度较弱, 氧退火后发射主峰红移至 500nm 左右, 强度增加, 同时 405nm 处新出现一个弱峰(较为明显)。

γ 射线脉冲高度谱表明, 氧退火后晶体的光输出增加; γ 辐照实验结果表明, 富氧退火后晶体的抗辐照能力提高。

对富氧退火前后的 PbWO_4 晶体进行 X 射线光电子能谱(XPS)分析, 结果表明: (1) 氧退火前后, Pb、W 未显示出明显的价态变化; (2) Pb、W 在氧退火前存在两种配位环境, 富氧退火使 Pb、W 的配位环境更加单一化; (3) 氧化火也使 Pb/W 值减小。据此, 我们认为, 氧退火前后, PbWO_4 闪烁晶体的性能之所以不同, 是因为富氧退火使氧进入晶格, 减少了氧的空位, 此外, Pb 的缺失也是一个可能的原因。

关键词: 闪烁晶体, 钨酸铅晶体, 布里奇曼法, 退火, 晶体性能

Key words: scintillation crystal, PbWO_4 crystal, Bridgman method, annealing, crystal properties

* 参加实验工作的还有李敏、张佳尧、苏伟堂。