

# $\beta$ -PbF<sub>2</sub>: Tb 晶体的光谱性质

沈定中 刘建成 任国浩 邓群 殷之文

(中国科学院上海硅酸盐研究所, 上海 201800)

## Spectral Properties of $\beta$ -PbF<sub>2</sub>: Tb Crystals

Shen Dingzhong Liu Jiancheng Ren Guohao Deng Qun Yin Zhiwen

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

近 20 多年以来,  $\beta$ -PbF<sub>2</sub> 晶体一直是作为 Cherenkov 辐射材料而深受实验高能物理学界的重视。随着新一代电磁量能器对闪烁晶体性能要求的不断提高, 人们希望它在未来能够成为优质的闪烁晶体候选者。但纯的  $\beta$ -PbF<sub>2</sub> 晶体的发光性能仅存在于液氦温度下, 当温度上升到室温时则完全猝灭。本文采用脱氧剂非真空环境下的 Bridgman 法生长出了掺 Tb 的  $\beta$ -PbF<sub>2</sub> 晶体, 并在室温下分别测试了该晶体的透射光谱、X 射线激发光谱和紫外荧光光谱。结果表明,  $\beta$ -PbF<sub>2</sub>: Tb 晶体的吸收边为 245nm, 具有很宽的透光范围, 透光率最高可达 75%。在 X 射线激发下, 观察到八个强弱不等、多呈带状分布的发光峰, 具有典型的分立发光中心特征。它们分别对应于 Tb<sup>3+</sup> 离子不同能级之间的能级跃迁, 见下表。

Transition	Wavelength (nm)	Wavenumber (cm <sup>-1</sup> )	Half-width (nm)	Relative intensity (%)
<sup>5</sup> D <sub>3</sub> → <sup>7</sup> F <sub>6</sub>	380.2	26178	9.1	95
<sup>5</sup> D <sub>3</sub> → <sup>7</sup> F <sub>5</sub>	415.9	24044	9.7	38
<sup>5</sup> D <sub>3</sub> → <sup>7</sup> F <sub>4</sub>	438.5	22805	9.2	50
<sup>5</sup> D <sub>3</sub> → <sup>7</sup> F <sub>3</sub>	460.0	21739		7
<sup>5</sup> D <sub>3</sub> → <sup>7</sup> F <sub>2</sub>	471.3	21218		9
<sup>5</sup> D <sub>4</sub> → <sup>7</sup> F <sub>6</sub>	489.6	20425		17
<sup>5</sup> D <sub>4</sub> → <sup>7</sup> F <sub>5</sub>	543.4	18403	10.8	49
<sup>5</sup> D <sub>4</sub> → <sup>7</sup> F <sub>4</sub>	585.4	17082		6

当我们分别用波长为 274、285、319、353、362 和 380nm 的紫外光为激发源激发  $\beta$ -PbF<sub>2</sub>: Tb 晶体时, 所得发射光谱的形状都很相似, 且随激发波长的增加, 发射光的强度不断增加, 当激发波长为 380nm 时, 发射光的强度达到最大。与 380nm 激发光相对应的发射光为 418nm 和 438nm, 这两个发光峰叠加在一起构成  $\beta$ -PbF<sub>2</sub>: Tb 晶体的主要发光带。此外还有一个强度较弱、峰值波长为 382nm 的次要发光带, 与它对应的激发波长为 285nm。

$\beta$ -PbF<sub>2</sub>: Tb 晶体的紫外荧光光谱与 X 射线激发的发射光谱之间存在很好的对应关系, 说明这些发光峰具有相同的起源, 即它们被分别归属于 Tb<sup>3+</sup> 离子的 <sup>5</sup>D<sub>4</sub>→<sup>7</sup>F<sub>j</sub> 和 <sup>5</sup>D<sub>3</sub>→<sup>7</sup>F<sub>j</sub> (j=0, 1, 2, ..., 6) 能级跃迁。同时也说明, 掺入 Tb<sup>3+</sup> 离子后, 可以使  $\beta$ -PbF<sub>2</sub> 这个仅在液氦温度下发光的晶体在室温下也能够出现一定的强度的荧光, 从而为探索该晶体在室温下发光的可能性开辟了一条新途径。

关键词: 掺铽  $\beta$ -氟化铅晶体, 布里奇曼法, 光谱性质

Key words: Tb:  $\beta$ -PbF<sub>2</sub> crystal, Bridgman method, spectral properties

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