

激光激发掺 Cr^{3+} 无机玻璃的荧光光谱和时间分辨谱

千福熹 刘慧民

(中国科学院上海光学精密机械研究所)

由于玻璃结构的远程无序及掺杂离子与基质强烈的相互作用,导致顺磁离子荧光谱线的严重加宽。实际得到的谱线是处于不同格位上离子发光谱线的包络。为了研究不同格位离子的发光性质以及它与基质的相互作用,作了各种玻璃如磷酸盐、氟磷酸盐、硅酸盐和硼酸盐玻璃中掺杂 Cr^{3+} 离子的激光激发荧光光谱及时间分辨谱。实验在液氮温度和室温下进行。所用激发光源为 5106 \AA 、 5782 \AA (铜蒸气激光器)、 5912 \AA 、 6114 \AA (闪光灯泵浦染料激光器) 和 6328 \AA (He-Ne 激光器)。

激光激发的荧光光谱表明,随着激发波长的变化,荧光峰值和线宽也发生变化。与宽带激发相比,线宽变窄。本文用扩展的 Tanabe-Sugano 能级图阐述了玻璃中 Cr^{3+} 的格位分布,并解释了荧光峰值和线宽的变化。

激光激发后,随着延迟时间增加,荧光峰值都移向短波。77K 时,线宽随延迟时间增加而变窄。室温下相反,谱线加宽。当延迟时间为 $37 \mu\text{s}$ 时,室温下长波 $1.048 \mu\text{m}$ 处出现了一个附加的发射峰。说明体系中存在着复杂的能量转移过程。

本文还报道了不同玻璃中 Cr^{3+} 的荧光光谱。随着基质的变化,荧光性质有明显的差异。

根据实验结果可以得出如下结论:

(1) 激光的窄线激发可以在一定程度上选择激发某一部分格位离子,光谱性质上表现出明显的差异。

(2) 不同格位的 Cr^{3+} 离子有不同的辐射和无辐射弛豫速率。 ${}^4T_{2g}$ 与 ${}^4A_{2g}$ 能级间隔较大或 D_q 较大的 Cr^{3+} 离子比 D_q 小的离子有较长的荧光寿命。

(3) 玻璃中由于电-声子强烈的相互作用,伴随着声子的吸收和发射,发生能量传递和激发迁移。它们导致发光中心扩展,发射频率弥散,并引起长波边带附加峰的出现。

(4) 不同玻璃基质中顺磁离子与配位体间化学键的性质不同,光谱性质也不同。键的共价性成分愈高,离子-声子的耦合就愈强,无辐射跃迁和能量转移也愈强。