

# 掺铬高电价阳离子化合物的荧光光谱及其作为红外可调谐声子终端激光材料的探索

罗遵度 陈继明 陈涛

(中国科学院福建物质结构研究所)

自从金绿宝石( $\text{Cr}^{3+}:\text{BeAl}_2\text{O}_4$ )实现了声子终端激光发射,并在约  $7000\sim 8000\text{ \AA}$  范围实现了激光可调谐以来,固体红外可调谐激光晶体的研究吸引了许多科学工作者的注意。近来,又在一系列晶胞参数较大的掺铬的石榴石晶体上实现了可调谐声子终端的激光发射。根据三价铬离子的晶格场能级图的特点,弱晶场能使  ${}^4\text{T}_2$  能级接近  ${}^2\text{E}$  能级。这样一来  $R$  线相对于声子边带的强度减弱了,而且声子边带的峰值波长向长波方向移动。因此 Kenyon 提出以大晶胞参数的晶体作为络离子的基质,是寻找红外可调谐激光晶体的方向。我们曾指出晶胞参数大了之后,黄昆-里斯数  $S$  因子变小了,声子边带的峰值强度和宽度都将减少(实际上沿着这一方向,所能找到的氧化物材料中,峰值波长向红外方向扩展并不明显)。我们认为若考虑以络离子为中心的多面体,在其顶点上的氧离子可能被邻近的基质阳离子(特别是高价阳离子)极化,这种极化有利于络离子晶格场的减弱。根据  $S$  因子与晶胞参数的关系图可以预期这样一种途径可以得到晶格场强度弱,  $S$  因子大的材料。我们做了  $\text{Cr}^{3+}:\text{KAl}(\text{M}_0\text{O}_4)_2$  (空间群  $D_{2d}^3$ ),  $\text{Cr}^{3+}:\text{AlTaO}_4$  (空间群  $D_{4h}^{14}$ ),  $\text{Cr}^{3+}:\text{AlNbO}_4$  (空间群  $C_{2h}^3$ ) 和  $\text{Cr}^{3+}:\text{Al}_2(\text{WO}_4)_3$  等样品\*的荧光光谱测定。

光谱是在自建的荧光光谱系统中测定的。

激发中心波长  $\lambda_e = 5461\text{ \AA}$ , 荧光缝宽  $\Delta\lambda_f = 32\text{ \AA}$ 。

从上述样品与目前已实现激光发射的终端声子激光晶体的声子边带峰值波长的比较可以看出,  $\text{KAl}(\text{M}_0\text{O}_4)_2$  等四个样品的声子边带有一个明显的特点,即其峰值波长均比  $800\text{ nm}$  长,这与我们预计的完全一致。

从我们所得到的谱图可以看出,在  $\text{KAl}(\text{M}_0\text{O}_4)_2$  和  $\text{Al}_2(\text{WO}_4)_3$  中  $\text{Cr}^{3+}$  的  $R$  线不出现,这是由于在这些材料中  $\text{Cr}^{3+}$  的点群对称包含有对称心(例如第一种情况下,  $\text{Cr}^{3+}$  的点群为  $D_{2d}$ ),电偶极跃迁是宇称禁戒的。

我们知道,在所有这类材料中,  ${}^4\text{T}_2$  能级比较靠近  ${}^2\text{E}$  能级(其间距  $\Delta E$  较小),  ${}^2\text{E}$  能级上的粒子靠热激发容易分布到  ${}^4\text{T}_2$  上,我们测量荧光寿命时测量到的是这两个能级的有效寿命。这就是  $\text{Cr}^{3+}:\text{GGG}$  的情况,它已获得连续可调谐激光输出。可以看出  $\text{KAl}(\text{M}_0\text{O}_4)_2$  中  $\text{Cr}^{3+}$  的情况与此相似。

总之,以上四个粉末样品的光谱研究表明,提出高价阳离子化合物掺铬作为红外声子终端可调谐激光材料的探索方向的设想是经得起光谱实验的考验的。

\* 样品由王国富、张国芳同志制备。