

CaS: Eu²⁺, Sm³⁺ 中 Eu²⁺ 的辐射寿命

范文慧 王永昌 侯 洵*

西安交通大学理学院现代物理研究所 西安 710049

中国科学院西安光学精密机械研究所 西安 710068

采用电子俘获材料(ETM—Electron Trapping Material)是由带隙宽为 4~5eV 的碱土金属硫化物(AES)和掺入其中的两种稀土离子组成的一类新型光学功能材料,即 AES: D₁, D₂, 其中作为主激活剂的稀土离子 D₁ 起发光中心作用,而作为辅助激活剂的稀土离子 D₂ 在基质材料 AES 中形成陷阱能级。由于稀土元素具有未充满的 4f 壳层和 4f 电子被外层 5s²、5p⁶ 电子屏蔽的特性,使其具有相当复杂的类线状光谱和奇特的光学性能。研究表明^[1-3], ETM 具有两个重要特性:(1)室温下的快速红外→可见;(2)将光信息以陷阱电子形式长期存储。近年来,随着激光和光存储技术的飞速发展,这类材料愈来愈引起人们的重视,其应用涉及红外探测、红外上转换成像、光存储、光信息处理、辐射剂量测定等多方面。

与 f-f 跃迁不同,稀土离子 4fⁿ⁻¹5d→4fⁿ 跃迁属不同组态间的跃迁,这种跃迁是宇称选择规则允许的,因此,稀土离子 5d→4f 跃迁不仅较强,而且具有跃迁几率高、辐射寿命短的特点。这种具有快速衰减特性的发光现象已被广泛用于新材料研究开发中。

作者在波长 1.064μm、脉宽 19.2ps 的超短脉冲激光作用下,利用皮秒条纹相机首次测得电子俘获材料 CaS:Eu²⁺, Sm³⁺ 红外上转换发光的 FWHM 优于 14.3ps 的结果^[4]。通过对 ETM 光谱测试和电子俘获机理的分析,认识到由于晶体场作用而使电子俘获材料 CaS:Eu²⁺, Sm³⁺ 的发光中心 Eu²⁺ 的 5d 轨道发生能级分裂,其发射光谱产生于 4f⁶ (⁷F)态和 5d (t₂ 或 e)态之间;利用 5d 和 4f 能级波函数对立方晶体场中 Eu²⁺ 的 4fⁿ⁻¹5d→4fⁿ 跃迁的辐射跃迁几率进行了研究,计算了电子俘获材料 CaS:Eu²⁺, Sm³⁺ 发光中心 Eu²⁺ 的 4fⁿ⁻¹5d→4fⁿ 跃迁的辐射寿命,并分析了影响其辐射跃迁几率的因素和稀土离子间可能存在的能量传输方式。尽管计算值与实验值间存在一定差距,说明理论计算中仍有一些未知因素没能充分考虑,但我们相信,本文工作将对进一步深入了解稀土离子的发光特性有所帮助。

参 考 文 献

- 1 范文慧,王永昌,龚平等,一类电子俘获型红外可激发材料的制备和光学性质,光子学报,1997,26(9):803—808
- 2 范文慧,王永昌,刘英等,电子俘获型薄膜材料的结构与光学性能,光学学报,1998,18(5):591—595
- 3 范文慧,王永昌,杜力等,红外上转换及光存储材料光学性能研究,光子学报,1998,18(6):813—817
- 4 范文慧,王永昌,侯洵等,电子俘获材料的皮秒红外脉冲激励发光,中国激光,1999,26(1)