

分立发光中心和复合发光中心的高场激发机理

耿 平 张新夷

(中国科学院长春物理研究所)

本文通过对 ZnS:Mn, Cu 粉末材料的发光光谱, 时间分辨发光光谱和发光衰减的研究, 对 ZnS:Mn, Cu 材料中两种不同的发光中心的激发机理作了分析。

实验所用的 ZnS:Mn, Cu 有两种类型, 一种是表面不包铜的粉末材料, 这种材料只有在 Cu 浓度大于 2×10^{-4} mol/mol ZnS, 且在交流电场作用下才发光, 因此称作交流电致发光材料。另一种是粉末颗粒表面包铜的, 用这种材料制成的发光屏可以有较大的电流通过, 因而可在直流电压激发下发光。这种材料称为直流电致发光材料。

Cu 和 Mn 两种中心在衰减初期都有一较快的 e 指数型衰减, 在衰减的中期和后期, Cu 中心和 Mn 中心分别与双曲线型和 e 指数型符合得较好。

我们发现, Mn 浓度和 Cu 浓度的增大, 都使 Mn 的发光衰减变快, 这是浓度猝灭的必然结果。对发光衰减规律的仔细分析表明, 在 Cu 中心和 Mn 中心之间不存在明显的无辐射能量传递过程。

在表面包铜的直流材料和不包铜的交流材料中, Mn 发光的亮度波形不同, 前者在每一激发脉冲周期内只有一次发光, 而后者在每一周期内有两次发光, 脉冲开始和脉冲结束后各对应一次发光。在用交流正弦电压激发时, 频率从 600 Hz 变化到 24 kHz, 发现直流材料的 Mn 发光强度随频率增大而降低, 交流材料中 Mn 的发光和 Cu 的发光都随频率增大而增强。

不包铜的交流材料是高阻的, 初电子没有补充的来源, 因此当电场达到最大稳定值后, Cu 和 Mn 的发光相继开始衰减。在脉冲结束时, 加在样品上的电场突然被撤掉, 由于电子、空穴重新分布所造成的反向电场又使电子沿与原来相反的方向加速, 又一次与发光中心相碰撞, 出现第二次激发。因此, 每一脉冲周期有两次发光出现。而 ZnS 表面包铜的结果, 使其成为低阻材料, 在整个电压脉冲过程中始终有一较大的电流流过样品, 初电子也源源不断地从电极得到补充, 这就导致了其发光亮度波形在整个脉冲中都不衰减。

我们认为, 在高电场作用下无论是分立发光中心还是复合发光中心, 无论是包铜的直流结构还是不包铜的交流结构, 其激发机理没有本质上的区别, 都是一些初电子经过高电场区的加速成为过热电子, 过热电子与 Cu 中心和 Mn 中心直接碰撞, 使 Cu 中心离化, 使 Mn 中心激发。结构上的不同只是高场区的形成方式、初电子的来源及流经样品的电流大小和途径有所不同。我们根据这两种不同材料和两种不同中心各自的长处, 建议设计出更理想的发光材料。