

实验简报

Monarc 系统

标题

使用传统扫描电子显微镜 (SEM) 的光谱时间分辨阴极荧光

使用的 Gatan 设备

Monarc® Pro 系统提供完整的阴极发光 (CL) 发射分析, 使所有用户, 无论是新手还是专家, 都能采集更高质量的数据。

背景

半导体材料、荧光粉和地质样品发光的时间演变可以揭示发光机理的重要性质。可以测量发光衰减常数 τ , 其通常随发射波长变化。 τ 的测定可以揭示与应力和应变、迁移率和扩散长度相关的复合动力学。在电子显微镜中, 由于需要具有超快开/关切换的脉冲电子束, 因此对 τ 的研究在实验上具有挑战性; 可能的解决方案包括超快电子束遮挡和光发射诱导电子脉冲。然而, 这些方案适用于非常有限的专用显微镜。

材料和方法

在此研究中, 我们使用 SEM 的电子束激发市售的 ZnS: Cu, Al 基无机荧光粉颗粒, 并使用电子束的位置作为开/关激发开关。在电子束扫描期间, 当电子束位于颗粒处时, 样品被激发, 当电子束移动到非发光基板上时, 激发被关闭。使用 Monarc Pro CL 系统和 DigiScan™ 3 测量颗粒的发光衰减, 时间分辨率为 ≥ 100 ns (基于电子束扫描中定义的每个像素的停留时间)。使用 DigitalMicrograph® 软件在 400 - 700 nm 波长范围内采集 60 帧 5 nm 带通切片的波长过滤光谱图像, 如图1。光谱衰减提取自 0 - 185 μ s, 使用双分量衰减常数 τ , 强度 I 的衰减可根据下式作为时间 t 和波长 λ 的函数:

$$I(\tau_1, \tau_2, \lambda) = I(\lambda)_1 \exp(-t/\tau_1(\lambda)) + I(\lambda)_2 \exp(-t/\tau_2(\lambda)) + C$$

衰减常数 τ_1 和 τ_2 (如图2所示) 在峰值发射 515 nm 时分别约为 12 和 45 μ s。

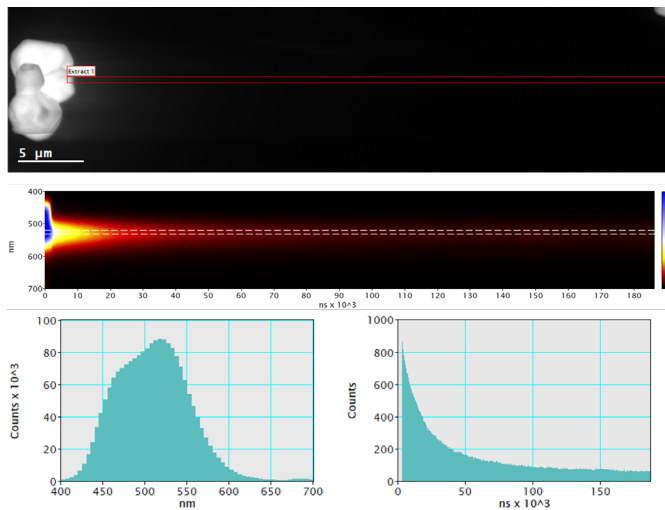


图 1. (上) 未滤波 CL 图像, 衰减提取区域由红色矩形指出。(中) 来自发光荧光粉颗粒的发光衰减条纹图。(左下) 累积 CL 光谱和 (右下) 525±10 nm 波段的发光衰减。

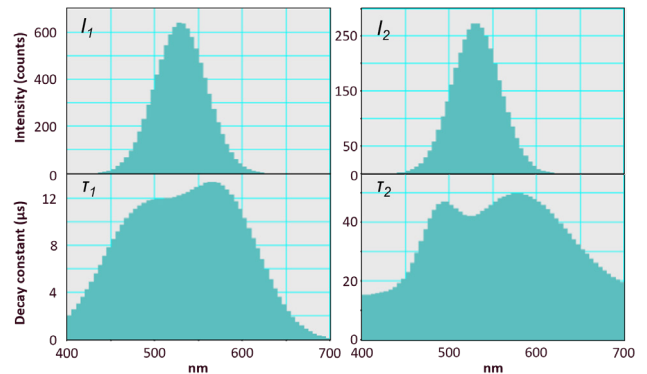


图 2. 拟合结果, (左上) $I_1(\lambda)$ 、(右上) $I_2(\lambda)$ 、(左下) $\tau_1(\lambda)$ 和 (右下) $\tau_2(\lambda)$ 。

小结

使用 PMT 探测器以 ≥ 100 ns 的分辨率对市售的 ZnS: Cu, Al 基无机荧光粉的发光衰减进行了光谱观察。这种方法可以对两个寿命分量进行光谱测定, 在峰值发射下分别为大约 12 和 45 μ s。这表明光谱 CL 成像能够扩展应用到磷光寿命的发光衰减评估。

Gatan, Inc. 是世界领先的用于增强和扩展电子显微镜的仪器和软件制造商之一——从样品制备操作到成像分析。

