

鈹激活玻璃的熒光与受激发射

П. П. 菲阿菲洛夫, А. М. 邦奇—布魯叶維奇

В. В. 瓦尔金, Я. А. 依瑪斯, Г. О. 卡拉別奇揚,

Я. Э. 克雷斯, М. Н. 托尔斯泰。

一、吸收和熒光光譜

为获得受激发射, 在决定玻璃組分时, 我們从下列考虑出发, 即玻璃除了要有高的熒光效率和长的激发态寿命外, 还要有良好的光学質量——条紋少和气泡少以及在受激发射波长区域有不大的光吸收。

本文研究了用不同鈹浓度(从0.1%到10%重量百分比)的各种不同系統(磷酸鹽, 硅酸鹽, 硼酸鹽), 已确定鈹浓度約4%重量百分比或更高一些的鈹冕多元系統玻璃, 具有最良好的特性。

鈹玻璃的吸收光譜(用分光光度計 CФ-4 或 CФ-2M 測量)由一系列在近紅外, 可見和紫外区域的很窄的吸收帶組成。改变組分时吸收峰位置改变1—3毫微米, 相对强度則改变很大。

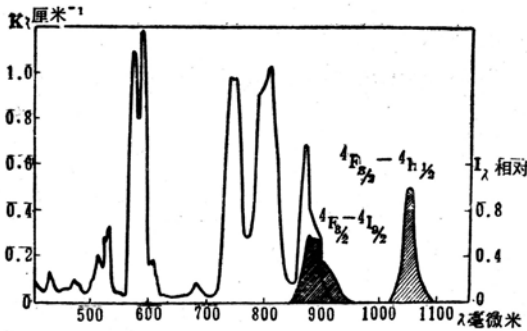


圖1. 掺鈹玻璃(重量百分比2%)的吸收光譜和熒光光譜(划有阴影綫者)

二、受激发射研究

为了观察受激发射采用了长70毫米直径0.1毫米到1.0毫米的玻璃絲及长70毫米直径为2.0、3.0和5.0毫米的玻璃棒。棒端面平行度为10秒, 光潔度为0.1波長, 一端鍍不透明銀膜, 另一端面鍍透过1~2%的膜。灯用圓柱形反射器围住并浸沒在水里, 或者將棒放在螺旋灯中再將它們泡在裝液氮的杜瓦瓶里。灯的供电采用电容电源(500微法), 其电压可在4千伏范圍內調节。

鈹玻璃的熒光光譜由0.9微米($4F_{3/2}-4I_{9/2}$)和1.06微米($4F_{3/2}-4I_{11/2}$)二个帶組成(圖1)。

所研究的玻璃的熒光寿命具有从 10^{-3} 秒到 10^{-4} 秒的数量級。随着浓度的增加, 熒光寿命单值地下降(圖2)。 τ 值对两个熒光峰均相同。

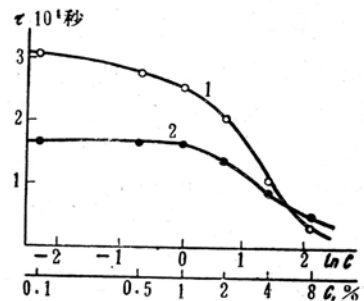


圖2. 熒光寿命对鈹浓度的依賴关系: 曲綫1是以硅酸鹽为基质的玻璃, 曲綫2是以磷酸鹽为基质的玻璃。

研究結果表明同种玻璃棒的閾值比玻璃絲要高。玻璃絲的閾值又超过文献(1)中类似的样品的几倍。当冷却到 77°K 时, 振蕩閾值降低到接近原来的 $\frac{2}{3}$ 。

为了研究受激发射振蕩特性, 可將受激光对准光栅单色光計的入射狭縫, 在其出射狭縫上放上光电倍增管ФЭУ-28。光电倍增管的輸出加到双綫示波器ДЭСО-1的一个輸入端扭。示波器的另一輸入端用来輸入激发灯的脉冲。

在室溫下, 不仅从均匀性好的玻璃样品, 而且从玻璃絲中也观察到受激发射振蕩。随着灯能量的增加, 振蕩数目增加, 起始振蕩時間縮短。

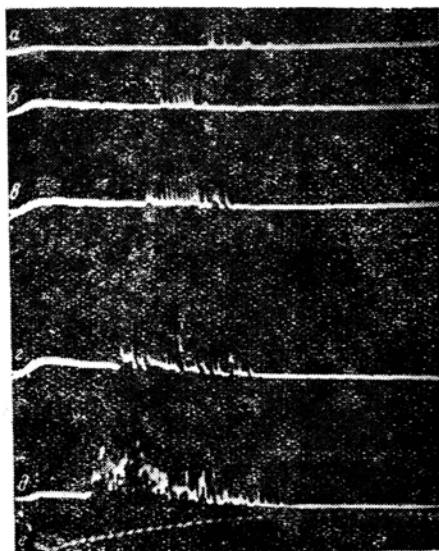


圖3. 在温度为 300°K 时从同一玻璃样品获得的受激发射示波圖形。灯的能量从1.5千焦耳(a)变到2.6千焦耳(d)。在照片下面的是灯脉冲示波圖(e)。时标为5微秒。

样品冷却到 77°K 时振蕩特性发生变化。提高灯的强度时从均匀的玻璃棒振蕩上并未观察到某种明显的規律性, 有时增加, 有时突然变得很大, 有时又下降。

在低温下玻璃絲样品有三种类型的振蕩:

1. 平滑的脉冲, 按其形状接近于灯脉冲而相当于准連續的振蕩状态;

2. 衰减振蕩;

3. 以連續脉冲为背景的衰减振蕩。

受激发射光譜是借助于色散为13埃/毫米的衍射摄譜仪用И-1050号干板拍摄的。用单次閃光曝光足够使干板变黑。为了用肉眼观察荧光和受激发射光譜, 可通过有氧铯光阴极的电子光学轉換器对准摄譜仪的焦面进行观察。

靠近閾值处的致玻璃的受激发射光譜由少量的在1.06微米附近寬度約10埃的一些銳綫組成。当提高輸入能量时, 光譜区域明显的变寬, 而且可达50

到60埃。在这种情况下譜綫数目大大增加(圖4)。和(1)所获得的結果不同, 我們观察到玻璃受激发射光譜本質的变化, 这情况不仅发生在从一个样品到另一个样品过渡之时, 而且也发生在激发光的强度相当大地改变之时。玻璃棒和玻璃絲的光譜都具有同样的特性, 但前者所占的寬度較窄。当用最强的光激发时, 光譜綫的数目是如此大的增加, 以致光譜几乎成为准連續的。但是它所占据的光譜区域(50埃到60埃)要比荧光帶的半寬度(約250埃)窄許多倍。

振蕩脉冲的积分能量用已标定过的真空氧铯光电倍增管来測量, 在測量时使用了滤光片(TC-3, 2毫米厚)作减光器。圖5指出包含在振蕩脉冲內的平均能量对灯的电能的依賴性。从1.7千焦耳开始, 輸出能量按直綫規律

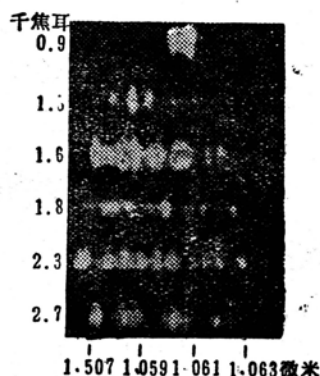


圖4. 致玻璃样品在灯的不同能量下的受激发射光譜

很快地上升。

光束的发散度根据距样品 4 米的屏上的光斑大小来确定，而通过一个电子光学转换器来加以研究。玻璃絲的光束收斂性較差，約成 15° 角。

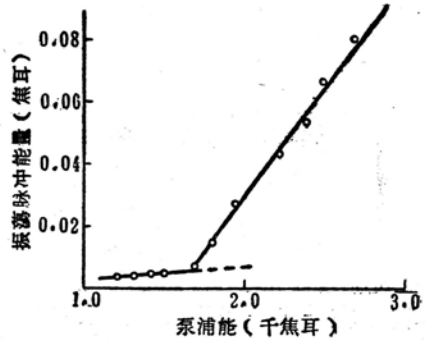


圖 5. 受激发射积分能量对灯的能量的依賴关系

三、小 結

所得的結果表明釹激活玻璃是受激发射极有前途的工作物質。本工作还为今后对負吸收介質中的过程。对稀土离子的光譜在玻璃介質中的发散等方面的研究工作提供了极为有用的資料。

参 考 文 献

- (1) Snitzer, E., Phys. Rev. Lett. 7, 444 (1961).
- (2) Weyliw, Colored Glass, Sheffield.
- (3) Феофилов, Л. Л., Изв. АН, СССР. Сер. физ. 26, 435. (1962).
- (4) Толстой, Н. А. и Др. Опт. и Спектр. 4, 279. (1958); 6, 659, (1959); 13, 291 (1962).
- (5) Johnson, L. F., Nassau K., Proc. IRE. 49, 1704. (1961).
- (6) Johnson, R. E., Mevahan, W. H. et al. Proc. IRE. 49, 1942 (1961).

譯自 Изв АН, СССР. Сер Физ. 27; 4, 466 (1963).

蕭誥延摘譯 李錫善校