

## “移动激活介质”的激光器

固态激光器的辐射出现下列三种现象：

(1)同时振荡许多频率很接近的光波；(2)振荡光谱的强度分布无规律性，特别在钕玻璃激光器较宽的振荡光谱的情况下，更为明显地显示出来；(3)于连续激发激活介质时，激光辐射强度随时间的延续，出现间断的现象即出现尖峰，同时分割尖峰的时间间隔和尖峰强度本身的大小也是无规律地变化着。

固态激光器振荡的多模性降低了辐射的相干性和方向性。如对激活中心消除模场的空间不均匀性，应该导致光谱变窄并且提高辐射的方向性。有某些方法可用来提高固态激光器的辐射的相干性：(1)采用保证单向传播电磁波的整流器，将驻波变为行波；(2)设法建立一种单模的、或其他模随频率改变高度衰减的共振腔；(3)在激活中心振荡过程中，它可由模的结点迅速移动到模的腹点，其迅速的程度致使其他模不可能依靠这些激活中心进行振荡。

激光器的激活中心相对于驻波在共振腔轴向实现运动者，称之为“移动激活介质”的激光器。原则上，实现激活中心相对于轴向的电磁波驻波运动的最简单的方法是，将共振腔内的激活材料的棒作轴向的机械位移。

从具有平面共振腔的“移动激活介质”的激光器的动力学理论的基本结果得出：为了获得单模振荡，在空间反转的粒子数的迁移应该进行得越快，则由结点到腹点的距离就越大，在振荡模的腹点，反转的粒子数的“烧尽”速度就越大，考虑到各种纵向指数的

模数，邻近模的竞争也就越强烈。

文中有“移动激活介质”的激光器的实验装置的照片。由照片可以看出，在共振腔的反射镜之间，放置着连同装在其内的泵浦脉冲灯和激活棒的发光器，这些东西都可沿共振腔的轴向移动。

图1中所示为由法布里-珀罗标准具上得到的激光辐射干涉图，a)是红宝石晶体不动的情况，b)是以40厘米/秒的速度运动的情况。从这些干涉图可以看出，在一般激光器的情况下多模的振荡，于“移动激活介质”的激光器情况下变成单模振荡(对纵向指数)。这就用实验直接证明了，在形成激光辐射光谱中模的空间不均匀性所起的决定性的作用。

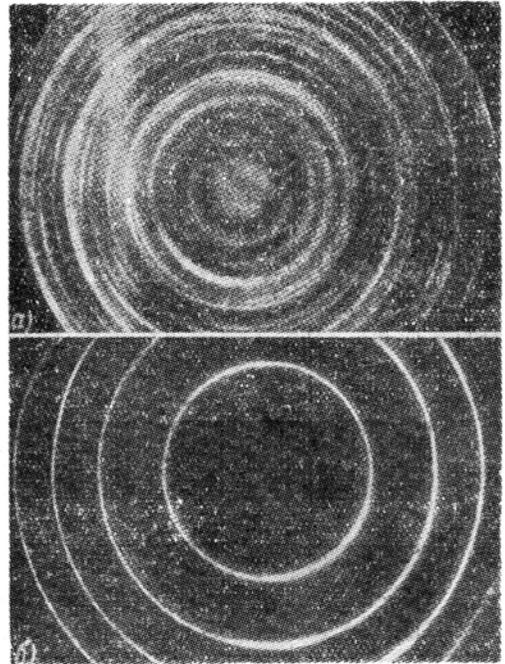


图 1

图 2 表示钹玻璃激光器的振荡光谱, a) 玻璃棒不动, 辐射光谱特点是, 振荡光谱的频率和强度的不规则分布; б) 玻璃棒移动, 对频率和强度都是规则分布的结构。

象由理论得出的那样, 在所给定的模中, 激光器辐射强度由它的放大系数以及损

耗系数来确定。故辐射光谱依赖于放大和损耗曲线的形状, 为模的频率的函数。假如这些曲线是光滑的, 则激光辐射光谱应该具有平滑的形状。图 2 所示的结果说明相对于共振腔的驻波(模)移动激活介质, 使放大和损耗二种曲线平滑了。

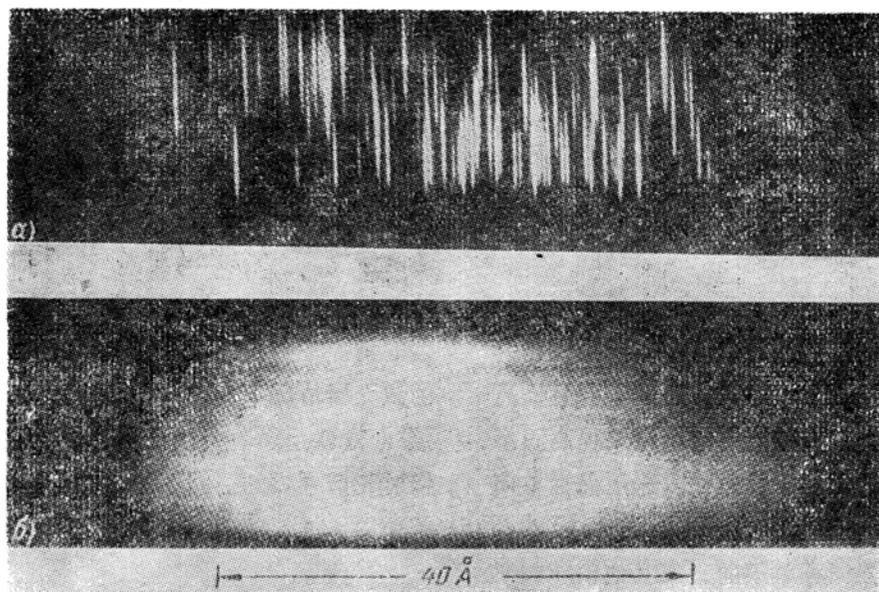


图 2

用高速光电自动记录器记录连续运转的红宝石激光辐射表明, 不动红宝石晶体的激光振荡出现尖峰特征(图 3a), 而在“移动激活介质”的情况下, 出现连续激光振荡(图 3б), 在二种情况下, 共振腔内都有直径为 1 毫米的圆形光栏(是为了限制激活介质工作

部分的截面, 因为“移动激活介质”的办法, 并未消除横向上模的空间不均匀性), 实验证明要使辐射连续不出现尖峰, 光栏的大小是有选择性的, 对红宝石激光器来说, 应该小于 0.7~1 毫米, 钹玻璃——小于 1.5 毫米, 掺钹  $\text{CaWO}_4$ ——小于 1.0~1.1 毫米。

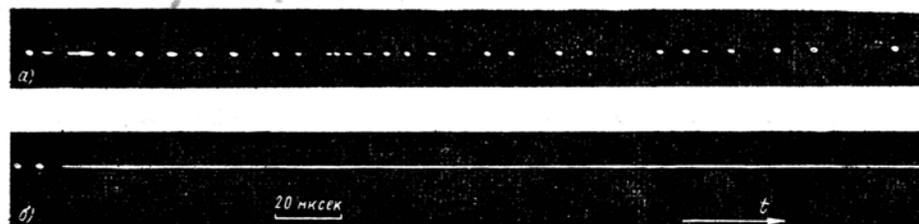


图 3

使激活介质在激光器的轴向运动，并且在横截面方向上用光栏遮拦，使辐射光谱和振荡随时间的展开的统计起伏作用平均化。激光器的振荡系统在纵向和横向上都随时间稳定下来，模的不均匀性也被均匀了，振荡变成连续而且不出现尖峰了，激光辐射的光

谱和强度的空间分布不再随时间起伏，而是变规则了，至此由实验说明了。振荡尖峰起因于激光系统参量的统计起伏。

取自 B. A. АИВШИЦ; УФН, 1969, 98, №2, 393~398

## 适合空间使用的激光器制成

在 69 年 5 月的激光工程和应用会议上，描述并表演了第一台经设计、制造和试验，能满足运转中的宇宙装备的严格要求的激光器。

新装置——5 毫瓦的 He-Ne 装置——的设计细节由美帝休斯公司的布里季斯 (W. B. Bridges) 和科耳布 (W. P. Kolb) 介绍。

激光器与能源组包含在一个铝包中，紧凑而轻便，经得起卫星发射时所要求的环境的应力。

这设计还能避免使用高压连接器，并缩短激光器和电源之间的导线的长度，因而减少了寄生电容，同时在使用最小的稳定器电阻器时得到了最大的放电稳定性。

下述三点设计特色表征着激光器结构的重要改进：管壁全用金属和陶瓷；高温窗密封；高效率、全固体调整电源。

激光放电管装在铍圆筒内，通过可调支架使内反射镜与圆筒固结，形成光学谐振腔。由于在维持偏振输出时，能简化防尘密封的要求，因而内反射镜能减少光学谐振腔的损失。支撑结构采用适当的材料和几何结构，补偿了热梯度、振动和外部机械应力的影响，因而性能较理想。

利用二个阳极和一个公用的冷阴极构成分支放电柱。冷阴极放电的优点是工作效率

高，发热少。

He-Ne 激光器失败的主要原因是由于阴极区发生的喷溅所引起的气体清除问题。这问题在休斯的设计中由于使用大圆柱钽阴极而减轻。氧化之后，圆筒表面生成一层氧化钽薄层，其喷溅率极低。

种种寿命试验指出，采用这种阴极的激光器在高效率下的工作寿命超过 8000 小时而性能无变化。事实上，有一台经历 13000 小时之后还在运转。

输出反射镜的曲率半径为 200 厘米，在 6328 埃处的透过率为 1.0%。涂层在运转 5000 小时之后无变质的迹象，同时高温运转下也无变化。

反射镜间隔为 33 厘米；当阳-阴极电压为直流 1000 伏时，放电电流是每一截面 8.0 毫安。用布儒斯特角棱镜完成了 3.39 微米线的偏振和抑制。

激光器外壳是用熔接法封闭的，其中有一个大气压的氦，以便消除因高度变化而在光腔和支架结构上引起的应力，促进部件冷却并消除电晕放电问题。用乙丁橡胶“O”环来密封包装罐、输出窗和气压安全阀。

取自 *Electro-Technology*, 1969, June, 83, №6, 39