

长的、2兆瓦的单一脉冲。实验中使用了两根严格对准的、未镀银的激光棒，而耦合装置是转速为24,000转/分的旋转稜鏡。

顏紹知譯自 *New Scientist*, 1965, 27, №459, 555

光激射器的上限

苏联科学家的工作指出，光激射器——特别是半导体光激射器——能获得的辐射强度有一个上限。脉冲红宝石光激射器达到这个极限还很远，因为估计它每立方厘米能产生 10^{11} 瓦的功率，这个强度甚至不用聚焦就能使空气离化。原则上认为半导体光激射器也许能产生同样功率的光束。但是似乎半导体光激射器的最大功率至少是红宝石光激射器最大功率的千分之一。同时由于半导体光激射器的尺寸小得多，故它的最大功率可能只有红宝石光激射器的百万分之一。这个极限是由于光激射器内高强度的电磁辐射引起晶体内部的离化所造成的。这种情况下，光激射器产生电磁辐射的能力也就消失了。虽然超导光激射器似乎不适合于象长距离通讯或等离子体加热的应用，但仍将在很多方面成为有力的工具。

譯自 *R&D for Indus.*, 1965, №40, 25 (范瑞康譯 向立人校)

电子磷光体光激射器泵浦

J. O. 沃格倫德

C. W. 小 鮑

实验室中的装置证明阴极发光的光激射器泵浦是可能的，并且研制了一个連續工作器件。推导出了計算泵浦输出的公式。

电子束激发的磷光体光激射器泵浦利用一个本质上是冷的、窄谱带发射的表面辐射器，辐射表面是光耦合腔的一部分。但是，一般的光激射器泵浦是用一个热的黑体辐射器，并且是作为一个独立的单元放到耦合腔中去的。

因此，电子激发的磷光体和通常的激光泵浦在结构和特性上有很大差别。阴极发光泵浦是冷的，辐射谱是匹配的，光学耦合好，这些使它可能具有很高的总效率，并且能在很高的平均功率下连续工作。此外，栅极控制的激励提供了一种很方便的调制方法。

为了使光激射器在很高的平均功率下连续或脉冲工作，就要求泵浦效率高，并且有一个有效的冷却系统。

光激射器泵浦过程中的发热有四种原因：1) 电能转换为泵浦光，2) 无用波长的光辐照激光材料，3) 固有频率减少引起的量子能量损耗，4) 基质材料吸收相干光。

理想的光激射器泵浦只在光激射器工作物质中出现后两种损耗。在这种理想泵浦中，激光棒发热最小，并且能在尽可能高的平均功率下工作。

第3)和第4)类损耗是不可避免的。第4)类损耗决定于激光棒的光学质量，因而是固定不变的。第3)类损耗虽然不可避免，但在最接近激光发射频率的吸收带上进行泵浦，

就能使这类损耗减至最小。

在光激励器中，若滤去宽谱光源中的无用波长，则可以消除无用光引起的发热。但是装置滤光器和冷却设备使系统复杂化。因此只有两种选择余地：以充分冷却光激励器工作物质来消除附加的热量，或者研制一种仅产生有用辐射的泵浦光源。

看来后者是减小最终的发热限制和消除热梯度引起的内应力的最好方法。阴极发光磷光体是一种能满足这些要求的光源。

商店能买到的 P20 磷光体的发射谱近似地与钨玻璃光激励器的吸收谱匹配。将这种磷光体的特性稍加改变，匹配还能进一步改进。还能改变 P20 磷光体，使其 84% 的发射都处在红宝石的主吸收带内。这类磷光体的效率为 20%；掺银硫化锌磷光体的效率达 23%。利用反向散射电子，似乎可能达到更高的效率。

除辐射谱和效率外，峰值亮度也是极其重要的。已经测出^[1]几亿呎朗伯*的磷光体亮度。

可能性实验

为了证实阴极发光光激励器泵浦的可能性，建立了一个可拆卸的泵浦，如图 1 所示。这

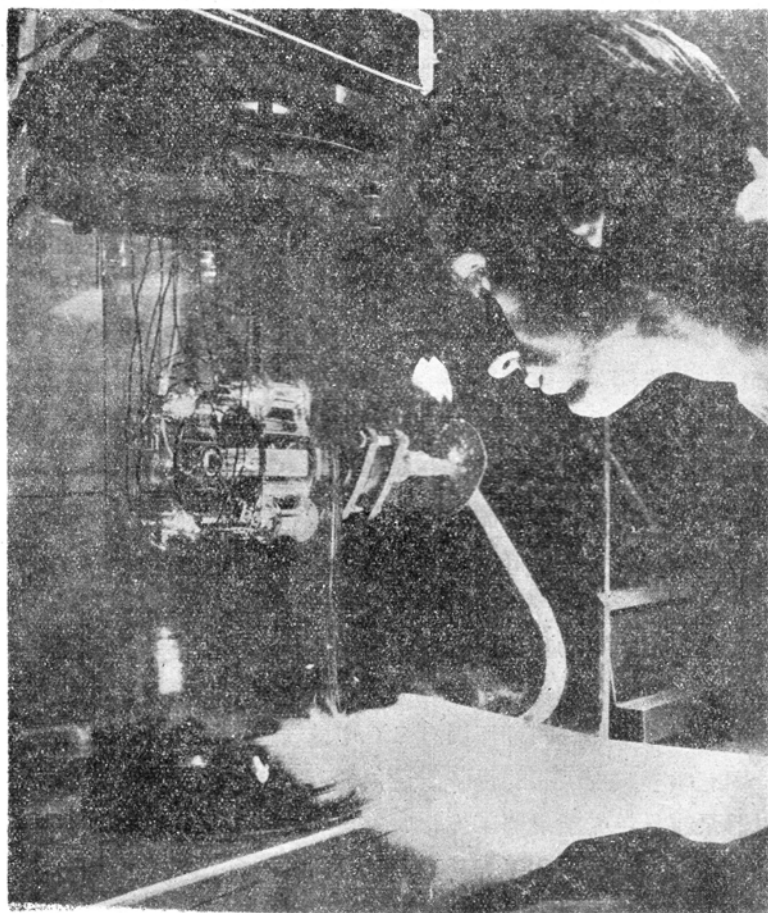


图 1 为了证实阴极发光泵浦的可能性而建立的激光泵浦，这种光谱匹配的泵浦仅是一种可拆卸的实验室模型。

* 1 呎朗伯等于 $\left(\frac{1}{\pi}\right)$ 每平方呎燭光——譯校者注

种泵浦基本上是在封闭端上涂有磷光体的石英管，石英管伸入到真空室中。四个放大器电子管改作强力电子枪，放在石英管周围，并使磷光体产生相当均匀的电子激发。磷光体表面涂上一层大约 1,000 埃厚的铝。涂层作为石英管中的陷光反射器并且提供电性联接。一根钨酸钙激光棒放在石英管中。阳极电压高达 35 千伏，射束电流用到 1.5 安培。

正好在发射阈值以下的荧光增长如图 2A 所示，图 2B 表示刚超过阈值时的激光脉冲。

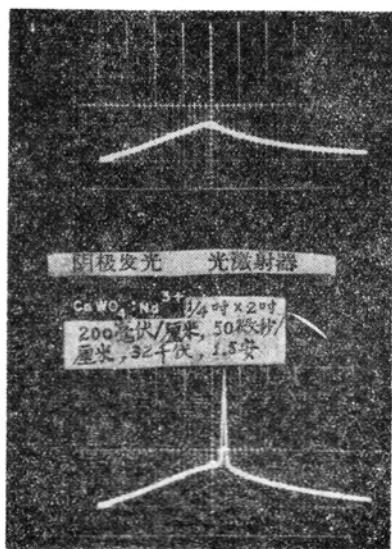


图 2A

图 2B

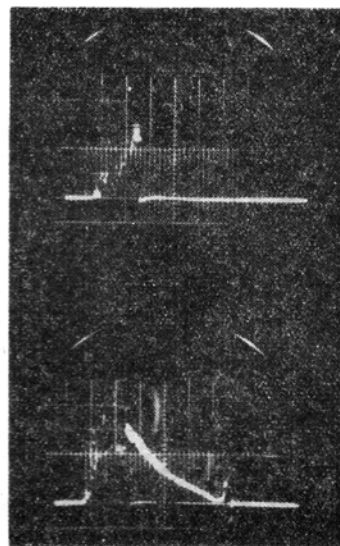


图 3A

图 3B

图 3A 和 3B 分别表示两个较长的脉冲：一个 300 微秒，另一个 700 微秒。最初出现几个尖峰之后，接着是一个连续激光脉冲输出。输出下降主要是由磷光体温度上升引起的，但阻尼电压倾斜也有一定程度的影响。每秒 1,000 个脉冲的重复工作的情况如图 4 所示。脉冲宽度为 150 微秒。

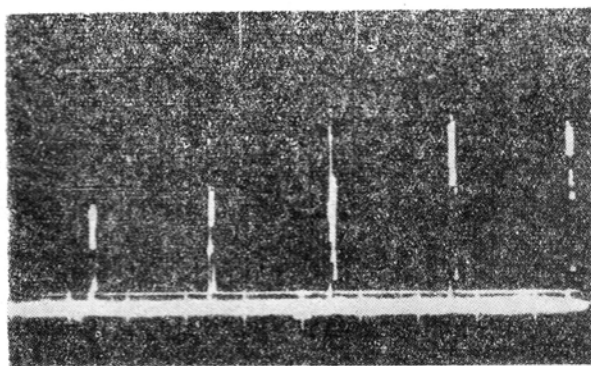


图 4

建立可拆卸泵浦的目的不过是想通过实验去证实磷光体能放射出激光作用所需的足够强的辐射，因此并不要求磷光体具有能适合连续或高功率工作的特点。

連續工作泵浦

磷光体有一个独特的性能，那就是，其反射光损耗很小，即使在电子激发作用下同时发光时也如此。图 5 所示的结构就利用了这种特性。

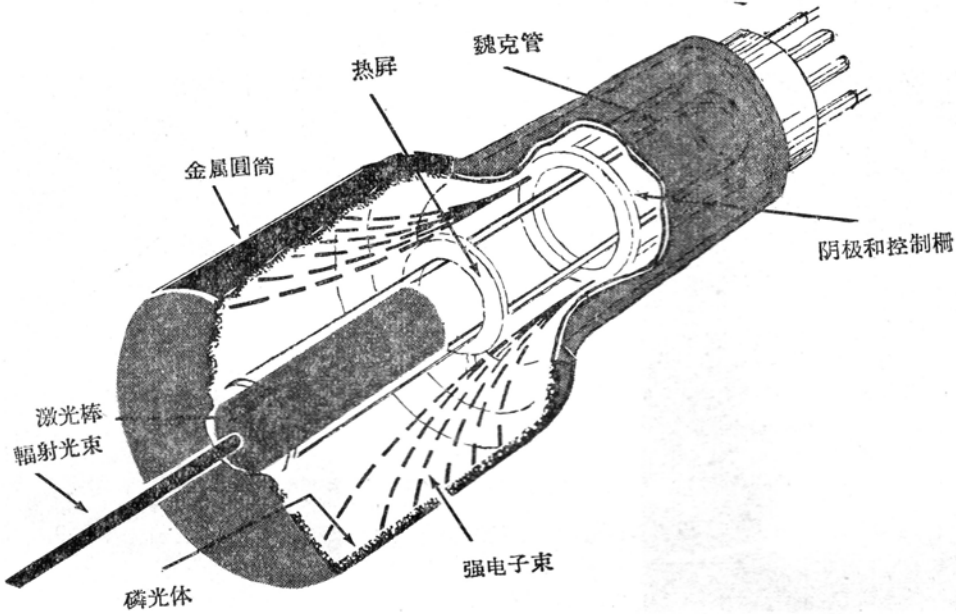


图 5 連續工作的阴极发光光激光器泵浦的设计图

磷光体具有黑体或热气体辐射器所没有的性能。磷光体同时发射和反射光的性能使我们能利用比激光棒表面大得多的磷光体面积而仍能保持很好的光学耦合。另外，磷光体与激光棒之间取一定距离可以避免热量传入光激光器工作物质。

利用这种原理，将磷光体淀积在圆柱状金属壳的内表面，并用散布在它上面的圆柱状电子束均匀地激发。图中没有画出对着阴极的腔封闭端壁。壁上有一个会聚光束的很窄的环状开口，因而只有很少的光漏出来。

激光棒装在一根石英管中，而石英管又穿在整个泵浦管中。采用这种结构能最有效地利用磷光体。金属腔具有高度的反射性能，漏出光已减到最小。磷光体对着激光棒的一面被激发，并能有效地进行冷却而与激光棒无关。此外，磷光体的面积比激光棒的表面大很多，腔和棒的直径之比约为 12。

耦合与功率的考虑

磷光体激发受到的限制是单位面积的能量或功率。因而大磷光体面积能容许大的辐射输出。这种输出的有用范围与光学腔和激光棒之间的耦合因子有关。假定腔的反射性能很好，则在磷光体发射的光中，入射到中心激光棒中的百分数即使在直径比很大的情况下也是很高的。即是说，每次反射的损耗很低，由于反射性能好，入射到棒上的总光量随腔和棒的直径

比的增加而增加，并且比将磷光体直接涂在激光棒上时所能得到的总光量多，再者，还没有热量从磷光体传到激光棒上。

适用的磷光体的反射率高达 95% 到 99%。磷光体在极高亮度下，以及它在电子激发下同时发光时还能保持这样高的反射率。在更高温度下反射率是否会降低的问题已经考虑到了。测量表明，在高达 200°C 的温度下，发射波长的反射率曲线的变化都可以忽略。

如上所述，泵浦能力的极限是磷光体单位面积上容许的最大激发。根据电子穿透深度，热容量和导热率计算出了温升。但是，计算得到的温度比从效率-温度实验曲线的下降推算出的温度还高。看来，在强电子激发下导热率增加，因而可能会有更高的负载因子。这方面的研究还在进行，尚不能得出最后的数据。

曾分析过磷光体发射和激光棒吸收之间的耦合所包括的各种因素。其中包括影响棒的辐射的诸因素以及光激励器工作物质的各种参量，如折射率、吸收与波长的关系和厚度。

已推导出阴极发光泵浦的总耦合因子的公式^[2]。

利用这些公式、磷光体容许的负载因子(用电压表示)以及选定的电子光学参数，就能预知所设计的泵浦系统的输出。就目前正在建立的系统而论，计算指出，输入电功率转换为入射到激光棒上的光谱匹配辐射的总泵浦效率为 5.4%。为了建立电子光学系统，制作了几种玻璃管型器件。目前正在改成金属外壳。已调制的平均或连续波激光输出功率可望达 25 瓦。

参 考 文 献

[1] P. A. Einstein, *British Journal of Applied Physics*, 8 (1957), pp. 192, 190~194.

[2] P. F. Pincoffs, Private Communications.

譯自 *R&D*, 1965, 16, №. 8, 22~25 (向立人譯 顏紹知校)

用于激光裝置的紅外光电二極管

已制成一连串对红外光很敏感的光电二极管，用于研究光激励器性质以及激光通讯和雷达系统。

三只光电管有不透明的、光谱响应与 S1 型相同的光阴极。F4018 型的直径为 1.25 吋(32 毫米)，F4000 为 2.25 吋(57 毫米)，而 F4015 为 5 吋(127 毫米)。上升时间短于 5×10^{-10} 秒、数值分别超过 0.5、5 和 30 安培的峰值线性输出能直接与 50 欧姆的同轴电缆耦合。平面平行电极有高的额定电压和低的暗电流。

0.75 吋(19 毫米)的 F4014 型光电管有一不透明的光阴极，其光谱响应与 S4 型相同。这种光电管的输出为 0.1 安培，上升时间为 1×10^{-10} 秒。FW114A 型光电管的光谱灵敏度与 S20 相同，特别适合于高能量脉冲红宝石光激励器。

顏紹知譯自 *Electr. Comm.*, 1965, 40, №2, 161~162