

从 10 吋电源可能获得 20 万焦耳的激光输出

一台约高 10 吋、直径 6 吋、重 200 磅的电源，可以提供足够的能量，使气体激光器产生 20 万焦耳的输出。

以上是美帝射电光学公司对其最近获得专利的光泵发明的公开介绍。该专利包括通过磷光转换体将核能转换为激光能的全部技术。

关于这一方法的可能性的初期实验早在 1963 年即已开始，当时的实验是按照国防部关于研制高功率、小体积激光系统的合同进行的。由于政府投资削减，该公司自 1963 年为此申请专利以来，很少再作工作。

现在该公司已获得这项专利权。如能获得投资并搞到核反应堆以便进一步进行材料研究，公司还打算进行更多的工作。他们的最终目的是研制高度紧凑且无需外加能源的

高能激光器，供空间或地面通讯与军事装置使用。

专利所包含的技术为使用脉冲核反应堆所发射的 γ 与中子辐射。 γ 辐射与气体激光器同用效率最高。以固体闪烁体泵浦时，此种激光器可从 350 万焦耳的核能源发射 20 万焦耳的激光。

以中子流使荧光转换器产生闪烁作用时，掺 U^{235} 的氟化钙棒可产生约 27,000 焦耳的能量。但正如使用红宝石一样，辐射对激光器的损害是相当大的。

自身即带能源的激光系统的典型形状可能是圆柱形。以碘化钠围绕红宝石，再将若干宝石棒置于含有诸如 U^{235} 或 Pu^{239} 等裂变材料的脉冲核反应堆周围。

译自 *Laser Focus*, 1969(Nov.), 5, №21, 20

核激光器——永远产生兆焦耳/呎³

裂变驱动的闪烁溶液中的同时存在的激光阈和核反应堆的临界性能够使一立方呎的激光反应堆几乎无限期地发射一百万焦耳的激光脉冲。欲判断这种纯粹的脉冲式核激光器是否切实可行，约须花费十万美元。

“纯粹性”是指在同一介质中组合了裂变与激光作用，而不是指以激光器之外的反应堆泵浦来激励的那种激光器。美帝的北美罗克韦耳公司首次进行了这种纯粹系统的实

验，用的是掺铀的反应堆。

下阶段实验中非常吸引人的工作是使 U^{235} 的重水溶液与在强酸中过硝化了的硝酸铀构成络合物。这种系统中的过程多半是这样的： U^{235} 的蜕变能量经过硝酸根与铀离子耦合，铀便进行其特有的激光跃迁。这种具有硝酸盐的重水方式不过是几百种待选系统中的一种。

最近在 Autonetics 进行的实验中，为了

降低费用,只采用了一些普通的技术。这种“首次运转组远非最佳的系统”,仅将裂变碎片动能的4%转换成6150埃的光谱输出,其增益约为0.033/厘米。

在此系统中大部分能量的损失是由于铈螯合物有机部分中的量子机构所致,这种铈螯合物把铈离子激光跃迁所需的能量分走了。

取自 *Microwaves*, 1968, 7, №11, 19

脉冲式纯核激光器

如果脉冲式溶液型反应堆除包含可裂变物质外还包括能产生激光作用的窄谱线闪烁溶质,那末这种反应堆所能产生的高脉冲能量就可用来直接转换成激光。其原理是,捕获热中子之后, U^{235} (通常的形式是可溶解的盐,如 UO_2SO_4) 就分裂成二个高度带电的裂变碎片,他们之间分配180兆电子伏的动能。这些碎片同溶剂碰撞,产生一高能电子簇射,这样逐步降低到较低能量水平(约5电子伏),这能量共振式地传递给闪烁溶质。由于最后的荧光跃迁有适当的量子参数,裂变密度也足够高,激光作用应能产生。

达到激光阈所需要的热中子通量为:

$$T = N_{u(t)} E_n / N_{U^{235}} \sigma \psi E_f \tau,$$

式中 E_n 和 E_f 分别代表光子能量和裂变能量, σ 是 U^{235} 的裂变截面 (5.45×10^{-22} 厘米²), ψ 是能量产额,即裂变与位于激光谱线上的荧光之比,而 τ 是激光跃迁的天然寿命(测得的)。例如,以铈- β 二酮螯合物的有机溶液作激光工作物质,其参量为 $n=1.4$, $\tau=545$ 微秒, $\Delta\lambda=40$ 埃, $\lambda=6150$ 埃, $L=0.02$ /厘米,由此得 $N_{u(t)}=5.9 \times 10^{17}$ /厘米³。设 $\psi=0.01$, 则激光阈值所需要的热中子通量 ($N_{U^{235}}=3 \times 10^{20}$ /厘米³) 为 $T=7.35 \times 10^{15}$ n_阈/厘米²·秒。用脉冲式反应堆能够达到此热中子通量的水平,如试验性沸腾式反应堆动力学研究装置,这是一个18升的装置,能

产生 10^{16} n_阈/厘米²·秒的中心流,同时产生 $\sim 10^7$ 焦耳、长 10^{-3} 秒的能量脉冲。

进一步考虑,具有互溶闪烁体的反应堆的临界条件可由下述“四因子”公式得出:

$$K_{\infty} = n \epsilon p f$$

其中 K_{∞} 是无限大反应堆的再生因子(临界标准是 $K_{\infty} > 1$), n 是每次裂变的有效中子生成率(对 U^{235} 是2.06), ϵ 是快速裂变因子(对均匀反应堆为1.00), p 是中子逃脱共振俘获几率(对试验性沸腾式反应堆动力学研究装置为0.063),而 f 是反应堆临界系统的热中子利用系数,或裂变截面与整个中子吸收截面之比。如果我们用一浓度十倍于阈值数的“激光闪烁体”或 $N(E_{\beta^+})=5.9 \times 10^{18}$ /厘米³,例如苯减速剂和浓度为 3×10^{20} /厘米³ 的 U^{235} ,我们得到在 $f=0.81$, $K_{\infty} \geq 1.05$ (对试验性沸腾式反应堆动力学研究装置的大小而言)。换言之,在均匀裂变驱动的闪烁溶液中,同时存在的激光阈和反应堆临界性是一定可能的。

实验操作如下:将铈氧和噻吩甲酰三氟丙酮-磷酸三丁脂的络合物与铈和噻吩甲酰三氟丙酮-嘧啶的络合物溶解到甲苯中,用充分浓缩过的(98% U^{235}) $UO_2(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ 作原材料。溶液的线宽和寿命用一般方法测定,采用紫外激励。

用0.3兆电子伏的X射线激励溶液,由此确定闪烁产额。在90°C温度下($\Delta\lambda=30$