

W. J. Witteman

(荷兰特文特技术大学应用物理系, 恩斯赫德)

作者通过对 KrF 系统动力学性质的分析并研制一种高功率密度的同轴二极管成功地获得了一种高功率密度的小型化激光器。本文报道了对该系统的理论和实验研究结果。介绍一种 KrF 激光器, 其激活介质长 20cm, 直径为 1cm; 它可以在 50ns 内释放出 0.4 焦耳的能量 (80MW)。

本激光系统由一个用低电感十级 Marx 发生器所直接驱动的圆筒形真空二极管所组成。除了第一个火花隙由外触发器触发外, 其余的火花隙均由紫外触发。每级 Marx 发生器由 8 对容量为 1.8nf 的 BaTiO₃ 电容器组成, 每级总电容是 7.2nf。每级发生器火花隙的紫外辐射都可以达到下一个火花隙。利用以上装置, 可以获得一个快速、抖动很小的 Marx 发生器。该发生器被装入一个高 1 米, 直径为 0.25 米的圆筒内, 圆筒用 4 个大气压的 SF₆ 隔离火花。这种紧凑的装置保证系统具有很小电感和快速的上升时间。充电和接地电阻是两个可弯曲的塑料管, 内充硫酸铜溶液, 这些电阻在每级 Marx 发生器处分岔。每级的电阻约为 1kΩ。因此, 火花隙的内放电回路的时间常数约为 7μs。这些电阻既具有高功耗能力, 而且又富有弹性, 以适应发生器电应力的需求。该 Marx 发生器在最大电压为 600kV 时, 能发出 100 J 的能量。火花隙以干空气流通。电压由一个差分电压传感器监视; 而电流由自积分 Rogowski 线圈记录; 上述两者均安装在二极管附近。

二极管之阴极是一个 20cm 长、直径为 5cm 的圆筒。它的两端为圆形以防止场发射或火花跳到真空室的壁上。在圆筒内, 安装了二片平行于轴的石墨片。这种阴极结构是由多次试验确定的, 它具有很好的阻抗匹配。我们观察到电流的脉宽约为 50ns, 且随充电电压的增加而增加。初始电流峰值与充电二极管的电容有关, 该电容约为 20pf, 我们观察到沿管子的均匀激发, 电流密度约为 100A/cm²。

圆筒形的阳极长 20cm, 直径为 1cm, 是由 25μm 厚的钛箔用激光焊接工艺制成的。它形成激光谐振腔。为了获得最佳的激光工作状态, 初始充气成份是 Ar: 4 大气压; Kr: 100 Torr; F₂: 8 Torr。为了获得高输出功率, 同时为了能以同样的气体混合物进行连续多次触发; 该系统必须首先经过钝化处理: 将系统按下列比例充气: Ar: 3 大气压; F₂: 40 Torr; 同时加上几次电子束脉冲。上述过程重复三遍。

在实验中观察到: 氟及在放电过程中产生的氟的化合物与激光辐射一起对大多数反射镜造成严重损伤。我们曾尝试使用以下三种全反射器, 即在铝反射镜上复盖一层 MgF₂; 石英屋脊棱镜; 背面涂铝膜的 MgF₂ 平板。以涂膜石英反射器、平行平面石英干板和 MgF₂ 窗片作为输出耦合器。在所有研究过的元件中, 我们发现 MgF₂ 窗口的抗氟及其化合物的能力最强。同时观察到: 上述元件的损伤是由光和气体的混合作用造成的, 因为在光束外石英受的影响相对地少些。当我们使用 MgF₂ 元件和上文提到的最佳配方气体时, 用 Gentec T-500 探测器观测到 0.4 焦耳的能量输出。系统的气体总容积是 16cm³。使用快速光敏二极管, 测

到脉宽为 50ns。通过对同一气体的重复触发，我们观察到：经过 10 次触发后，输出就多少稳定一些，其值约为第一次输出的 80% 左右。输出耦合反射镜是反射率为 10% 的平行平面 MgF_2 平板。全反射镜与此类似，不同之处是在外表面上涂了一层铝膜。本系统的高激发密度使我们能采用这种大输出耦合方式。使用具有更高反射率的反射镜时，例如平行平面石英平板或衬底上涂膜的元件，输出实际上并不增加。

王升山 刘永荣 李立新

F. K. 穆格勒 M. L. 史密斯 M. C. 斯梅特
 (中国科学院安徽光学精密机械研究所)
 (美国圣路易大学)

迄今为止， Br_2^* 分子激光器都是在 $Br-Ar$ 混合物中实现的。我们在长 15cm, $\phi 18mm$ 的激光腔中，用 1MeV, 6kA, 25ns 的相对论性电子束泵浦，第一次在 $HBr-Ar$ 混合物中 ($HBr:Ar=7:Tom:3$ atm) 实现了 Br_2^* 分子激光。总气压为 3-5 atm。激光能量约 1.12mJ。

研究了激光输出特性：(1) 在恒定激光条件下，激光强度和 Ar 压力的关系，并测得最佳 Ar 压力为 2 atm；(2) 在恒定 Ar 压力下，激光强度和 HBr 分压的关系，测得最佳 HBr 压力为 7Tom 左右。用 2 米光谱仪得到的 Br_2^* 分子激光光谱的更详细曲线，见图 1。谱线：2916.18 Å, 2920.21 Å, 2924.80 Å, 其中 2916.18 Å 是 Bwing 在 Br_2^* 体系中所得到的。

Br_2^* 主要由激发 Ar^*, Ar_2^* 通过能量转移产生。形成 Br_2^* 分子的途径有：(1) 离子复合通道： $Br^+ + Br \rightarrow Br_2^+$ ；(2) 分子通道： $Br + Br_2 \rightarrow Br_2^+$ ；(3) 原子通道： $Br + Br + Br \rightarrow Br_2^+$ 。

在 $HBr-Ar$ 体系中， Br_2^* 分子激光器运转的主要损耗是 HBr 对腔壁的污染。适当增加 HBr 浓度，可以降低腔壁污染和激光效率。

至今， $XeBr$ 激光器都是在二个大气压以下运转的。我们用同样装置，以 1MeV 电子束泵浦，在 2-atm 压力范围内，在 $HBr:Xe:Ar=2:Tom:84:Tom:Ar$ 的混合物中，实现了高压 $XeBr$ 2atm 激光。激光能量约 1.7mJ。

$XeBr$ 主要通过 $Br + Xe \rightarrow XeBr^+ + Br$ 的反应形成。

由于 $XeBr$ 激光器在离子束泵浦下运转，虽然在高压下增加了一部分 Xe_2^+, Xe_3^+ 的吸收损耗，但在一定 Xe 压力下，产生 $Xe_2^+ + e \rightarrow Xe^+ + Xe$ 反应，也会导致 $XeBr$ 的形成，从而实现高压运转。