

封断式双放电大气压 He-N₂ 激光器

刘皇凤 高正耀 刘大军

氮分子激光器输出 3371 Å 激光, 是一种简便易得的相干紫外光源, 已应用于泵浦染料激光器、医疗、农业育种及野外荧光搜索等方面。由于长的放电电极及快速放电等要求, 使得制作可靠持久的气密性放电室比较困难。而且, 工作在几十托气压下的 N₂ 激光器, 一般均采用流动气体, 但在许多不要求高重复频率的应用中, 流动气体增加设备, 操作复杂, 这是推广氮分子激光器应用(特别是在农村和野外)的一个问题。

为了简化设备和操作, 便于使用和推广, 我们试制了封断式大气压 He-N₂ 激光器。

激光器的部分结构见图 1。用 1×500×900 毫米³ 的双面印刷电路板作平行板传输线。传输线的特性阻抗为 0.8 欧姆。储能部

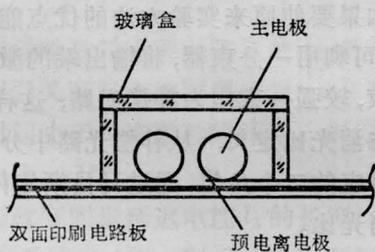


图 1 激光器部分结构示意图

分电容为 8 毫微法。为了减小电感, 火花隙键采用同轴结构, 它的两个电极直接固定在印刷电路板的一角, 并分别与印刷电路板的上、下铜箔相连。主放电电极是两根未经加工的 $\phi 10$ 毫米, 长 450 毫米的黄铜棒, 两端打圆, 直接焊在印刷电路板上的铜箔撕断处, 使上铜箔——放电通道——下铜箔三者形成

的回路面积尽量小。主放电间隙为 6.5 毫米。放电室由 5 毫米厚玻璃板用环氧树脂直接粘合在印刷电路板上。室的一端粘有镀铝反射镜, 另一端置放输出窗口。

为了改善放电均匀性, 扩大激光器工作气压范围, 采用了电晕预电离技术^[1]。两条 0.05 毫米厚的铜箔直接焊在主电极下方, 当电极对之间出现脉冲电压时, 预电离电极附近首先发生电晕放电。它发出的紫外光子在主电极上和主间隙气体中产生光电子。主间隙中这些数量足够多并空间分布均匀的初始电子, 保证了高压下主放电的均匀性。主间隙应尽量靠近预电离电极, 以增强预电离效果。预电离电极的极间距离与主电极间距及混合气体成分有关, 可在实验中调整, 其最小值以确保预电离电极间不出现火花放电为宜, 一般约为主电极间距的 1.5~2.0 倍。

采用 He 作缓冲气体的作用有二: (1) 降低击穿电压, 增大放电电极间的极间距离, 当电极长度增加时, 不致于对极间距离的公差以及对电极的加工精度提出过分苛刻的要求; (2) 进一步改善放电均匀性, 扩大工作气压范围。试验表明, 在 He-N₂ 混合气体中, 采用电晕预电离技术, 能够容易地使激光器在大气压下工作, 并在大体积内获得无电弧的均匀放电。放电均匀性对电极形状、极间距离的公差及电极表面质量等不敏感。极间距离的公差在 10% 以内即可。电极表面即使有明显的伤痕, 也不易导致电弧发生。在总气压为 1 大气压的条件下, 当 He:N₂ 比约

(下转第 50 页)

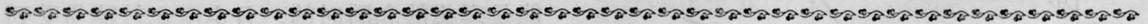
收稿日期: 1978 年 9 月 22 日

稳压可控硅, R_{26} 为泄放电阻, BG_{307} 组成快速电压比较器, 经 BG_1 、 BG_2 隔离倒相推动单稳 BG_3 、 BG_4 经 BG_5 、 BG_6 、 BG_7 作功率驱动触发 SCR_2 。本线路稳定调压范围在 $\frac{1}{3}u_0$

左右。最高重复频率 100 次/秒, 每次可达 100 焦耳以上。 u_0 为 800 伏, 此电源输出下限电压为 900 伏左右, 上限可达约 1300 伏。此线路在制作时要仔细屏蔽以抗干扰。

元件明细表

BG_0 : BG_{307}	C_1, C_6 : $100\mu/16V$	R_1 : $1.5M\Omega$	R_{12} : 120Ω
BG_1, BG_3, BG_4, BG_5 : $3DG6$	C_2 : $47\mu/16V$	R_2 : $15k\Omega$	R_{13} : $2.7k\Omega$
BG_2 : $3AK20$	C_3, C_8 : 0.047μ	R_3 : 180Ω	R_{14} : $2.2k\Omega$
BG_6 : $3DG12$	C_4 : 0.068μ	R_4, R_{22} : $1k\Omega$	R_{17} : $3k$
BG_7 : $3DD12$	C_5 : 0.22μ	R_5 : $2k\Omega$	R_{19} : $4.3k$
D_1, D_2 : $2DW7B$	C_7 : $0.47\mu/4kV$	R_6, R_{16} : $10k$	R_{20} : $1.3k$
D_3 : $2CK13$	C_f : $150\mu/2kV$	R_7, R_9, R_{18} : 620Ω	R_{23} : $200\Omega(2W)$
D_4 : $2CW15$	C_0 : $1000\mu/1kV$	R_8 : $3.3k$	R_{24} : 300Ω
D_5 : $2AP10$	SCR_1 : $3CT200A/1500V$	R_{10} : $7.5k$	R_{25} : $20\Omega/25W$
D_6 : $2AK11$	SCR_2 : $3CT200A/1500V$	R_{11}, R_{15}, R_{21} : $4.7k$	R_{26} : $1.8\Omega \times 2(10.5A)$
D_7, D_8 : $2CP20$	L_f : $6mH$ (抽头: $2.7mH, 4mH$)		W_1 : $10k\Omega; W_2$: $2.2k$
D_9 : $2DP53$	L : $1mH$		



(上接第 52 页)

为 7:1 时输出最强。工作电压 10 千伏, 重复频率 2 赫时, 单个脉冲输出能量约为 1 毫焦耳量级。

我们曾试验过封断式预电离大气压纯 N_2 激光器和低气压(几十托)纯 N_2 激光器。大气压纯 N_2 激光器极间距离小, 电极短, 输出能量小。低气压纯 N_2 激光器可以获得较大的输出, 但是, 由于可靠的大面积真空密封的困难, 激光器寿命短, 约 1~2 月。双放电大气压 $He-N_2$ 激光器克服了上述困难。一方面它有较大的输出能量, 同时, 即使有微小的气孔存在, 由于内外压力差为零, 放电室内

气体成分的变化, 只能通过缓慢的扩散交换来进行。因此, 可望有较长的寿命。已制成的一台这种结构的激光器, 4 个月后, 输出仍无明显变化。

如果用陶瓷电容器代替平行板传输线, 并采用晶体管倍压电路和高效电池作电源, 有可能使这种激光器进一步小型化, 制成可携带的轻便的相干紫外光源, 扩大它的用途。

参考文献

- [1] V. Hasson et al.; *Appl. Phys. Lett.*, 1976, **23**, No 1, 17~18.