

非对称 Blumlein 电路在铯离子复合 激光器中的作用*

姚志欣 潘佰良 金永兴 马涛

(浙江大学物理系, 杭州 310027)

提要 脉冲放电 Sr⁺ 离子复合激光器使用非对称 Blumlein 电路, 得到的放电电流脉冲后沿陡峭, 且没有起伏。极大激光平均功率高达 524 mW。

关键词 铯离子复合激光器, 非对称 Blumlein 电路

集中参量的模拟 Blumlein 型电路源自于双成型传输线电路, 广泛应用于高功率脉冲电源。迄今为止, 文献中见到铯离子复合激光器中的 Blumlein 型电路, 2 个电容器的电容量都是相等的, $C_1 = C_2$, 我们称之为对称 Blumlein 电路。实验表明, 在我们的实验条件下, 采用非对称 Blumlein 电路, $C_1 > C_2$, 不仅容易实现陡峭下降的放电脉冲后沿, 且干净利落, 电流不再起伏。

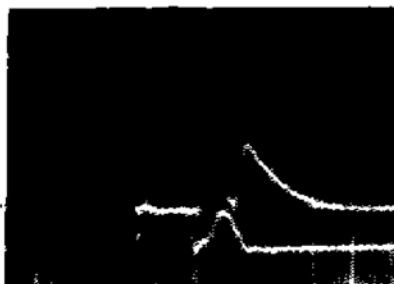


图1 对称 Blumlein 电路时的电流脉冲波形和激光脉冲波形

Fig. 1 A photograph shows the current and lasing waveforms when a symmetrical Blumlein circuit is used



图2 非对称 Blumlein 电路时的电流脉冲波形和激光脉冲波形

Fig. 2 A photograph shows the current and lasing waveforms when a non-symmetrical Blumlein circuit is used

实验布置类同文献[1], 采用的激光放电管内径 $\phi 12.9$ mm, 电极间距 54 cm, 电极间沿石英放电管底部布置了共 13 个浅凹穴, 相邻间隔 4 cm, $L_1 = 3 \mu\text{H}$, 绝缘加热带 BQ-14A 电功率 480 W, 控制维持放电管内壁温度约 600°C 。图 1 用对称 Blumlein 电路, $C_1 = C_2 = 2$ nF, 图 2 用非对称 Blumlein 电路, $C_1 = 2$ nF, $C_2 = 1$ nF, 在相同的宏观控制参量条件下, 从示波器上分别拍摄到的电流脉冲波形和同时显示的激光脉冲波形。宏观控制参量指的是封闭的氦气压强 30 kPa, 电源电压 5.8 kV, 平均电流 0.18 A, 考虑到储能电容量的差异, 前者的脉冲重复频率是 3

* 国家自然科学基金和浙江省自然科学基金资助项目。

收稿日期: 1996—02—21; 收到修改稿日期: 1996—06—03

kHz,后者的是 4 kHz,正好与它们的电容量成反比,为的是得到相同的平均电流,维持同样的温度环境。测量放电电流脉冲的 Model 110 线圈套在放电管阳极引线上,示波器的横标均是 200 ns/div,领先的电流脉冲的纵标是 20 A/div,紧接着的激光脉冲的标度是任意的,但两张照片之间可作相对比较。为了图形清晰起见,示波器上电流脉冲波形和激光脉冲波形的零电平基线是特意分开的。

图 1 的放电电流波形明显表现出双峰结构,电流的第一个峰值约 110 A,当其下降至零时,激光开始出现并迅速增强,约 40 ns 后,激光强度达到峰值,随着二次放电电流的上升,激光强度随即下降,并在第 2 个电流峰值约为 20 A 过后不久处被完全遏止,随着二次放电电流的结束,激光再次出现,结果激光波形也出现双峰结构。目前我们已经消除了二次放电,不仅导致激光波形双峰之间的凹陷被填充,而且峰值增长,图 1,图 2 表明了这些差异。图 2 放电电流的峰值仅为 75 A,略低于图 1 第一个峰值的 3/4,这是因为其电容量,从而脉冲放电能量仅及前者的 3/4,但其激光脉冲能量反而增大,加上脉冲重复频率的提高,故激光平均功率大幅度提高。实测表明,图 1 双峰结构下激光平均功率 150 mW 而图 2 单峰状态下 300 mW。

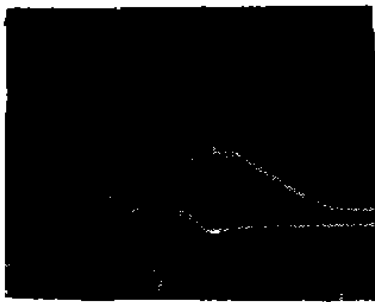


图 3 电波振荡和激光波形图

Fig. 3 Current oscillation and lasing waveform photograph

当进一步增加氮气压强到 40 kPa,并快速提升电源电压至 6.2 kV,激光输出最大平均功率达到 524 mW,但维持时间不长,显然由于放电管过热所致。我们还曾将非对称 Blumlein 电路倒过来布置, $C_1 = 1$ nF, $C_2 = 2$ nF,效果不好。我们的实验表明,电容器 C_1 和 C_2 的量值和配比在很大程度上影响放电脉冲波形,但并不是唯一重要的参量,除了小电感 L_1 的取值也有相当的影响外^[1],氮气的压强也有大的作用。我们曾在图 2 的条件下,仅仅抽去一半氮气,在 15 kPa 气压下稳定运转,但激光平均功率从 300 mW 下降到 100 mW 水平。图 3 给出了相应的电光照片,从图中可以看出脉冲放电波形出现振荡,这是由于放电管等效阻抗降低,放电回路负失配的结果,相应于图 2 中激光脉冲的前半部分被反向电流所遏止^[1]。

参 考 文 献

- 1 姚志欣,潘佰良,王军营等. 放电激励的锶离子复合激光器. 中国激光,1996,A23(7): 600~602

The Effect of the Non-symmetrical Blumlein Circuit on Sr^+ Recombination Laser

Yao Zhixin Pan Boliang Jin Yongxing Ma Tao

(Department of Physics, Zhejiang University, Hangzhou 310027)

Abstract A non-symmetrical Blumlein circuit was used in a pulsed discharge Sr^+ recombination laser for the first time. The discharge current with a fast trailing edge and without ringing has been realized. The maximum laser average power up to 524 mW was obtained.

Key words strontium-ion recombination laser, non-symmetrical Blumlein circuit