

并联式横向激励大气压氮分子激光器

Abstract: The characteristics are described of a simple transversely-excited atmospheric N_2 laser in which Blumlein circuit and ceramic type capacitors are connected in parallel. The experimental results for the laser operating at 3371 \AA have been obtained. The effects of various material electrodes and capacitors on discharge and laser output power are also studied.

横向激励大气压氮分子激光器是继低压氮分子激光器发展起来的一种激光器件,它具有如下特点:①结构比低压氮分子激光器简单(激光介质在大气压下工作无需真空装置和反射与出射镜片);②在很小的激光腔体中能获得较强的激光能量;③激光脉冲宽度较小(约1毫微秒左右);④输出脉冲峰值功率高(能达到兆瓦数量级);⑤输出波长 3371 \AA 又能在很高的重复率下工作;⑥激光器件工作可靠、寿命长、造价低。

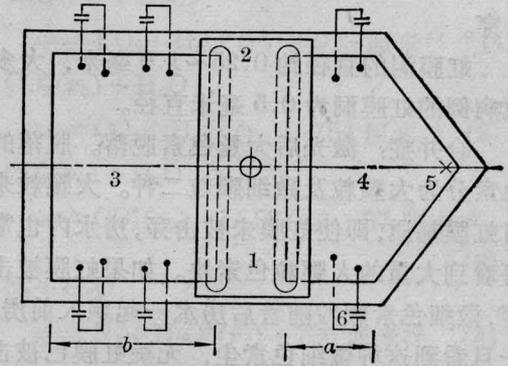
一、实验装置

我们的实验采用了一个简单的 Blumlein 放电电路,并在此电路上并联陶瓷电容器,以增加脉冲形成线电容器和贮能电容器的电容量。

激光器的结构如图1所示。

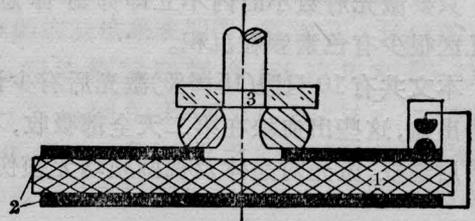
激光腔: 我们采用直径为18毫米、长430毫米的金属圆棒,在棒的上下各刨去2.5毫米,使截面成矩形(两侧为圆弧面,另两侧为平面),作激光腔的放电电极。两个电极紧压在传输线上,在电极的上面紧压一块厚为10毫米的有机玻璃板,在板中间开一个8毫米直径的圆孔,氮气从孔进入激光腔内向两端自由流出,这样能有效并连续地净化激光腔中任何可能出现的污物。

传输线: 我们选用平板传输线作为脉冲形成网络和储能电容,它是由一块厚1毫米,宽460毫米的环氧树脂介质的双面印刷板制成。在板的左边 b 长400毫米处剥去20毫米宽的铜箔。整个印刷板分成两部分,左边为储能电容,右边为脉冲形成电容。在脉冲形成电容三角形的顶点*处装火花隙开关。 α 角为 100° , a 长为140毫米。据计算它的电容量约4000微微法。储能电容的面积为 430×400 毫米²,电容量为6000微微法,背面的铜膜整块相



(a)

1—电极; 2—有机玻璃盖板; 3—贮能电容; 4—脉冲形成电容; 5—火花隙连接处; 6—并联电容器(六个)



(b)

1—电介质; 2—铜箔; 3—进气孔

图1 并联电容横向激励大气压氮分子激光器结构示意图

连。两电容之间用漆包线绕制20圈的电感相连接。

陶瓷电容: 为了便于材料的获得,我们采用商品陶瓷电容,电容量为1000微微法,耐压为14千伏。由于电容器耐压不高,限制了激光器的工作电压,使输出能量受到很大限制。

激光器在大气压条件下运转,在激光器脉冲形成电容上并联电容量为2000微微法,同时在储能电容上并联电容量为4000微微法,当工作电压取15

表 1 不同材料的电极对放电特性的影响

材 料	放 电 特 性					
	极 距 (毫米)					
	4.2	3.5	2.8	2.1	1.4	0.7
铝	有少量弧光	无 弧 光	无 弧 光	有少量弧光	有 弧 光	弧光严重
黄 铜	有少量弧光	无 弧 光	无 弧 光	有少量弧光	有 弧 光	弧光严重
紫 铜	有 弧 光	无 弧 光	无 弧 光	有少量弧光	弧光较严重	弧光严重

千伏, 氮气流量为 3 升/分时, 电极极距在 1.4 到 4.9 毫米范围内变化均有激光输出。在实验过程中观察到, 当两电极极距相等时, 激光腔两端均有相等的激光能量输出; 两电极极距不相同, 极距大的一端输出能量大, 而小的一端输出小, 同时在小的一端出现较严重的弧光放电。在进行脉冲功率相对幅度测量时, 我们采用 GD-5 型光电管作为光电转换器件, 取光电管的负载为一积分电路, 在积分电路中电容并联一个适当数值电阻, 用显示仪器测量脉冲的峰值电压。由于 GD-5 型光电管对波长为 2000~6000 埃的光波都灵敏, 尤其对波长为 3800 到 4100 埃的光波最灵敏。在实验中对可见光采用了严格滤波措施, 实验表明这样作是必要的。

二、不同材料的电极对放电特性和输出的影响

我们采用直径为 18 毫米的铝、黄铜和紫铜三种材料作电极, 在棒的上下各刨去 2.5 毫米, 电极高 13 毫米、长 430 毫米。在脉冲形成电容上并联 2000 微微法的陶瓷电容。在储能电容上并联 4000 微微法电容。氮气流量为 3 升/分, 每种材料取不同的电极极距, 在相同的重复频率下进行观察, 实验结果如表 1 和图 2 所示。

放电均匀与否对输出能量影响极大。出现严重弧光时, 输出功率下降非常厉害, 而弧光的出现与电极加工精度及电极极距调节有很大的关系。为不减少产生弧光放电的几率, 我们将刨好后的电极进行了仔细校正。

表 1 和图 2 的结果表明, 三种材料中以铝电极为最佳; 黄铜次之; 紫铜最差。其原因我们认为和电极材料的电阻率有关。三种材料中紫铜的电阻率最低, 容易引起弧光放电; 黄铜电阻率最大, 影响放电电流的上升速率; 铝电阻率介于两者之间, 放电均匀性和输出能量都比铜好。此外, 铝电极抗溅射能力

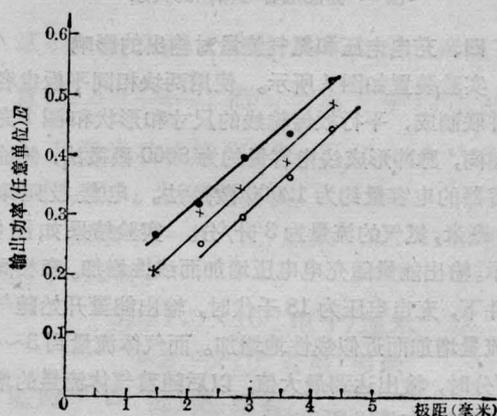


图 2 电极极距与输出的关系

●—铝; ×—黄铜; ○—紫铜

也比铜好, 放电时间长, 不易出现凹凸不平的斑点, 有利于工作性能稳定和延长激光器件的寿命。

三、并联陶瓷电容大小对输出能量的影响

采用增加平行板的面积增大电容量这种办法不理想, 因增加传输线的面积势必增加传输线的长度, 这样阻抗也随之增加, 会影响放电电流上升速率, 输出不但不能增加还会降低。我们的实验是在平行板电容器上再并联陶瓷电容器来增加电容量, 在脉冲形成电容和储能电容分别并联不同量值的电容 (2000 微微法、4000 微微法、6000 微微法)。由于并联的陶瓷电容器耐压不高, 在不同量值电容中都选择阈值电压作工作电压。电极极距为 3.5 毫米, 氮气流量为 3 升/分。实验结果如图 3 所示。

从图 3 可见激光器输出能量随电容量增加而线性增加。其原因, 我们认为在脉冲形成电容和储能电容上再并联电容后, 电容量增大, 但是放电电容的分布电感并未增加, 所以随着储能的增大而输出也增大。

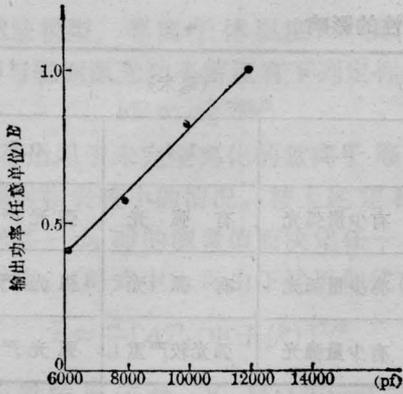


图3 储能电容与输出的关系

四、充电电压和氮气流量对输出的影响

实验装置如图4所示。使用两块相同平板电容器并联制成，平行板传输线的尺寸和形状和图1完全相同，脉冲形成线电容量约为8000微微法，储能电容器的电容量约为12000微微法。电极极距取3.5毫米，氮气的流量为3升/分。实验结果如图5所示。输出能量随充电电压增加而线性增加。在相同条件下，充电电压为18千伏时，输出能量开始随气体流量增加而近似线性地增加。而气体流量到3~4升/分时，输出达到最大值，以后随着气体流量的增加而降低，如图6所示。

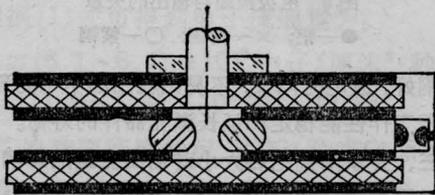


图4 两块平行板并联式激光器结构示意图

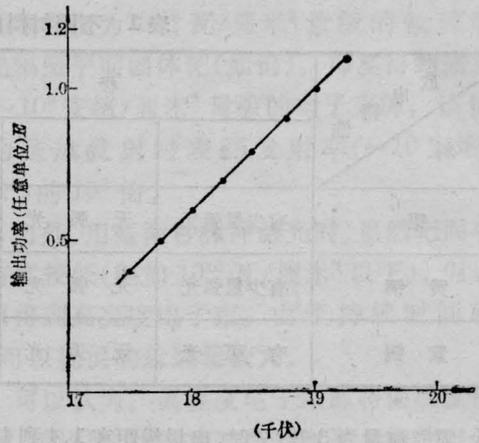


图5 不同电压对输出的影响

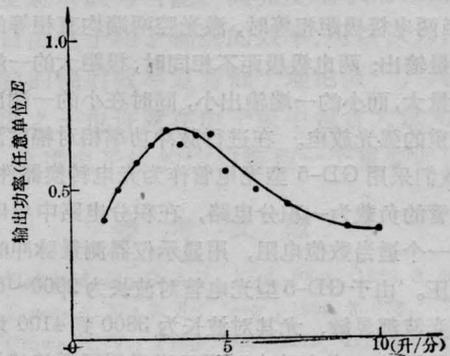


图6 氮气流量与输出的关系
(工作电压: 18 千伏)

参 考 文 献

- [1] 金耀根等;《激光》, 1979, 6, No. 7, 42。
(兰州大学物理系 郑克全 张思五
靳玉玲 1981年2月27日收稿)

Nd³⁺:YAG 脉冲激光器输出能量的似饱和现象

Abstract: A quasi-saturation phenomenon of Nd³⁺:YAG pulsed laser output energy is reported and the methods for suppressing the phenomenon are discussed.

用氙灯泵浦的 YAG:Nd³⁺ 静态脉冲激光器, 在泵浦能量从几个焦耳一直加到几百焦耳的条件下, 研究了激光器的泵浦能量和输出能量的关系。实验结果如图1。其中:

AB 段——特征模扩展到整个棒;

BC 段——保持模式不变, 损耗也不变, 泵浦功

率转为特征模的输出, 输出功率直线增加;

CD 段——由于高损耗模竞争, 内耗增大, 使曲线上升变慢, 也许使用选模装置可以得到理想的直线上升。很多文献指出, 三级级红宝石限制在基模时(加