

关于气体激光管着火电压机理的讨论

马有年

(国防科技大学二系)

提要: 本文提出关于降低气体激光管着火电压的一些不同看法。

On the mechanisms of breakdown voltage of gas laser tubes

Ma Younian

(Second Department National Defence University of Science and Technology)

Abstract: This paper presents different views on the mechanism of lowering breakdown voltage of gas laser tubes.

关于 He-Ne 激光管着火电压降低的机理,《激光》杂志先后发表了两篇文章^[1,2]。我们就这个问题提出一些粗浅的看法。

我们认为使气体激光管着火电压降低的主要因素是加强了的双极性扩散效应。

由等离子体物理可知^[3], 气体辉光放电的正柱区, 由于电子的质量小, 且具有较高的热速度, 它将以比正离子快的速率向管壁扩散, 使管壁内表面呈负电位, 与运动慢的正离子建立径向电场 E_r 。 E_r 将阻止电子扩散而增加正离子的扩散, 结果使电子和正离子以中等速率一起向管壁扩散, 二者在管壁处复合成中性原子, 这就叫横向双极性扩散。

着火电压低的激光器新结构, 其毛细管处于正电位中, 使毛细管内表面附着更多的电子。因而使 E_r 得到加强, 也必然导致横向双极性扩散效应的加强。在放电着火的瞬间管轴附近的电子浓度 n_e 与正离子浓度 n_i 相应地降低。电子的平均自由程 $\bar{\lambda}_e$ 增大, 电离几率增加, 使电离系数 α 增大。同时正离子的平均自由程 $\bar{\lambda}_i$ 也增加, 正离子从电场得到的能量也增多, 使二次电子发射系数 γ 增大。

辉光放电自持放电的条件是: $\gamma(e^{\alpha d} - 1) = 1$ 。由于新结构的 α 及 γ 均增加, 满足上述条件的着火电压 V_b 就降低。

对相同结构尺寸, 相同实验条件的新旧两种结构进行实验还发现, 新结构放电的伏安特性曲线比旧结构的伏安特性曲线低 (见图 1)。这个现象也可用加强了横向双极性扩散效应来解释。由于新结构毛细管内 n_e 和 n_i (二者近似相等) 降低; 为了维持较低的 n_e 和 n_i , 必须使轴向电场强度 E_z 减弱, 此时管压降就降低。

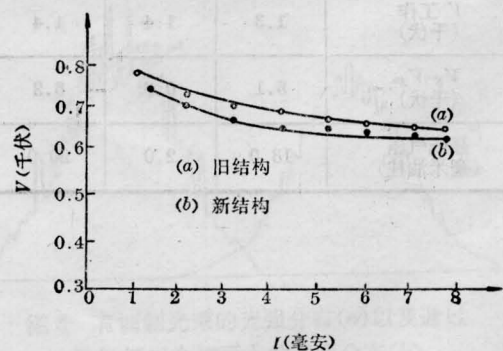


图 1

收稿日期: 1982年3月29日。

文献[2]指出,“毛细管内表面均匀分布的电荷,对毛细管内部的带电粒子的运动是没有影响的,或者影响极其轻微(毛细管两端的一小段区域除外)”。从以上对等离子体区的分析可知,上述提法显然是不恰当的。

顺便提一句,即文献[1]对旧结构分析时认为旧结构内表面被正离子所占据,这个提法也不确切。因为从一些实验得知,毛细管内表面只能带有负电荷。对旧结构只能认为由于毛细管处在负电位区,削弱了横向双极性扩散效应。

国内有人曾指出,新结构激光管“阴极附近的电场强度改变最大”,这是导致着火电压低得多的主要原因。这个提法,我们也是不能同意的。我们曾做了下述实验(图2)。将电池组(电压为600伏)分别接到外电极1、2、3上,测得 \bar{V}_c 分别为1.6、1.8、1.8千伏。若把放电管阳极分别与外电极1、2、3连接,测得 \bar{V}_a 分别为1.4、1.5、1.5千伏。若外电极悬空,测得 $\bar{V}_c = -2.2$ 千伏。若电池组接线改为图3所示,当电池组分别接到外电极上,测得 \bar{V}_c 分别为2.2、2.3、2.4千伏。若把放电管阴极分别接到外电极上,测得 \bar{V}_a 为2.2、2.4、2.3千伏。各外电极悬空,测得 \bar{V}_c 为2.2千伏。

由上述实验可知,影响着火电压降低的

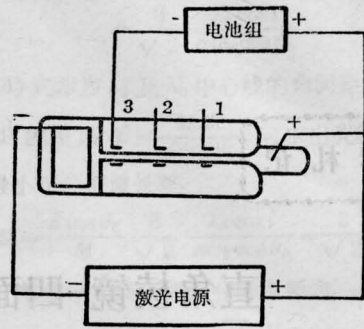


图 2

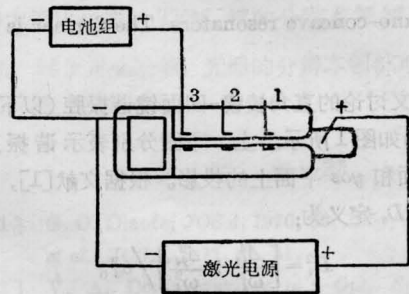


图 3

主要因素是由于毛细管处在正电位区,引起的附加径向电场所造成的。

参 考 文 献

- [1] 高全生等;《激光》,1980,7, No. 9, 19.
- [2] 殷一贤等;《激光》,1981,8, No. 12, 44.
- [3] 曹思勤;《等离子体物理》,(讲义)p. 148.

简 讯

喷油嘴激光打孔科研鉴定会 在吉林省长春市举行

1982年10月9日至11日,吉林省科协在长春市召开鉴定吉林工业大学和吉林柴油机厂共同完成的喷油嘴激光打孔机会议。参加鉴定会的有机械工业部、长春光机学院等25个单位计33人。

打孔机使用的是固体脉冲钕玻璃激光器,能够在18CrNiWa材料上打孔径为 $\phi 0.25 \pm 0.02$ 、孔深2.3毫米的小孔。曾将用这台激光打孔机加工的喷油嘴安置在贝拉斯784车,经过跑车实验表明运行情况良好。采用激光打孔与传统的电火花加工相比,

生产率提高14倍,节约占地面积3/4,操作人员减少了一半,单件工艺成本降低40%。孔壁光洁度可达 $\Delta_9 \sim 10$,换角4~5级,出入口可形成圆角,因此可提高喷油嘴的使用性能。

与会代表对激光打孔机的性能进行了测试并作了认真的审查,认为鉴定的资料齐全完整,测试项目符合要求。

(李冠冰)