

氩-氟激光管的寄生振荡

上海船舶科学研究所 郑克明

提 要

本文叙述了氩-氟激光管出现寄生振荡的现象,产生这种振荡的原因并探讨了它的性质,最后附带说明简单的防止方法。

氩-氟激光管在电气上属于气体放电管。各种气体放电管均有类似的放电伏安特性,如图1所示。在 OA 线段里,管内气体导电率很低,没有辉光,是暗放电区。在 AB 段内,出现辉光,称汤生放电区。 B 点是着火点,这时候的相应电压称着火电压。这个电压一般取决于气体类型、气压和管子的结构。过了 B 点,管内电流迅速增加,管压突然下降。放电管在这区域内,表现为负电阻特性, BC 段称过渡区域。由 C 到 D 一段放电电流虽然增加,但是两极间的电压增加极微,几乎恒定不变。这一段称为正常辉光区。过了正常辉光区以后,还将出现异常辉光区和弧光放电区,因为激光管工作不到这些区域,所以我们不去讨论它。氩-氟管工作在正常辉光区的适当点上。通常这一点的选择,与激光管的设计有关,在使用时则以激光功率输出最大时为准。

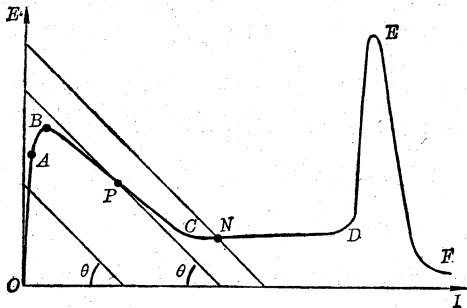


图1 气体放电伏安特性

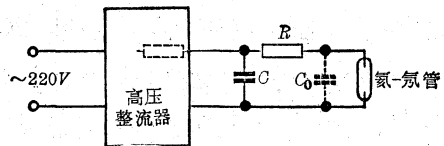


图2 激光管电源电路图

在启动氩-氟激光管时,首先接通电源(见图2),开始高压整流器输出的直流电对电容 C 进行充电,电压由零渐次上升,此时激光管内电流很小,可视为开路。 R 为稳流电阻,在图1上可画出 R 的负载线来说明激光管的启动过程。负载线的斜率为 $\tan \theta = E/I = R$ 。在电容 C 充电时,负载线平行地向上移动,它和放电管伏安特性相交的一点,就是放电管的瞬时工作点。当这一点到达 B 点时,激光管即行“着火”;管内电流突增。电源电压继续上升,工作点越过负

阻区, 进入正常辉光区, 直到最佳工作点 N 为止。这就是激光管在正常工作情况时的启动过程。

有时激光管良好, 但工作起来则不正常。不正常的现象是激光管时亮时灭, 有时在电路里某些元件上伴有尖刺的超声波, 激光管内不在放电电路内的氮-氖气体也发生电离。图 3 为普通小型氮-氖管的结构图。 a 为阳极, K 为阴极, M_1 、 M_2 分别为两端的反射镜, b 为毛细管。放电电路是从阳极 a 通过毛细管 b 而到达阴极 K 。在正常工作时, 只有这部分出现辉光现象。但在不正常情况下, 毛细管的外层玻璃腔内, 如图中的 H 部分也有辉光发生。出现这种现象后, 伴随着的是管子激光输出微弱或者根本不出光。这时候我们就可以考虑到可能是产生了寄生振荡,

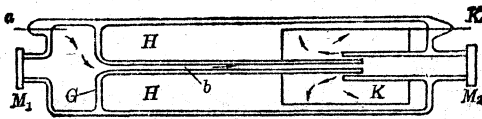


图 3 普通氮-氖激光管结构

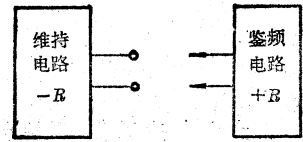


图 4 负电阻振荡器的基本组成部分

由于放电管伏安特性中有负阻区, 这就有组成负电阻振荡器的可能。负电阻振荡器必须由两部分组成, 如图 4 所示。就是有源维持电路和鉴频电路。维持电路的特性由伏安特性曲线呈负电阻性质的有源二端网络表出, 把一个鉴频电路接在维持电路上, 就可能得到持续的振荡。振荡的性质有二种: 一种是正弦振荡, 鉴频电路多为 LC 谐振电路组成; 另一种是弛张振荡, 鉴频电路多为 RC 或 RL 所组成。如果把接到激光管的馈线视作 LC 谐振电路, 根据一般使用时馈线的长度来考虑, 要产生正弦式的寄生振荡的话, 则振荡频率将在超短波范围内, 根据分析, 这种寄生振荡产生的可能性不大。

其次是弛张振荡。由电压控制的负阻特性, 只有和电感耦合, 才能产生振荡; 而由电源控制的负阻特性, 只有和电容耦合, 才能产生振荡。气体放电管的伏安特性, 电压是多值的, 电流是单值的, 所以它是电流控制的。如果要产生振荡, 必然是 RC 弛张振荡。普通结构的氮-氖管的两端, 提供了一个小容量的电容。如图 3 中的 H 部分电离时, 则从阳极起, 通过玻璃隔层 G 到达 H , 再由 H 直接到达阴极, 这是一个电容支路, 电容器的介质就是隔层 G 的玻璃本身。这个电容的容量很小, 一般情况下, 难以产生振荡, 但如果馈线增长, 线间分布电容和管子本身的电容相加, 这样产生寄生振荡的可能性就增大了。一只 250 毫米的激光管, 使用的馈线长达三公尺以上, 就可能产生周期约为 20 微秒 ($f=1/T=\frac{1}{20 \times 10^{-6}}=50,000$ 赫) 的弛张振荡; 如果在激光管两端再并接 510 微微法的电容器, 振荡周期增到 60 微秒 ($f=16,700$ 赫)。当然寄生振荡产生的情况和电源线路与结构也直接有关, 因为它们对鉴频电路参数有直接影响。

寄生振荡的产生, 轻则使工作不稳定, 严重的则完全不能工作。解决的办法, 可以用改变电路参数的方法来破坏其振荡条件。最简单的方法就是在激光管的阳极或阴极上串接一只电阻, 然后再接馈线。电阻的数值可由试验决定, 一般有 10 千欧的电阻即可。严重的需增加到 50 千欧左右; 特殊情况, 如由于馈线的平行线段过长, 则在激光管的阴阳极需同时串接 50 千欧的电阻, 才能有效地防止振荡的产生。