

激发染料激光器得到光谱线极窄, 稳定性良好的可调频输出, 为激光光谱学的研究和发展提供了有力的工具。要实现这些应用必须解决氩离子激光器长期工作的可靠性问题。为此, 我们观察了连续工作 1000 小时以上的分段玻璃态石墨激光器的气体清除效应、锆铝吸气剂对杂气的吸附作用, 石墨管及输出的变化情况。对其中的一些现象作了定性的讨论。

1. 气体清除效应

在气体放电管中随放电时间的增加气压下降的现象称为气体清除效应。

实验中观察到以下四个现象:

(1) 吸气速率并不是常数而有越来越慢的趋势。刚开始的 8 个小时吸气速率达 28 毫托·升/小时, 前 50 小时平均吸气速率为 14 毫托·升/小时, 而 1000 小时平均吸气速率只有 1.1 毫托·升/小时。(2) 除第一次充气外, 都是随气压下降吸气速率增加。在 0.6 托工作的 150 小时里观察不出明显的吸气效应。(3) 在整个 1000 小时工作中共充气 5 次, 后三次充气都出现气压上升现象。气体增加的量也一次比一次多。(4) 在吸气及气压升高的过程中也出现一些局部的反复变化。

产生气体清除效应一般认为有二个原因: 一是化学的原因, 气体与电极或管壁发生化学反应形成化合物。二是物理上由于物体表面电场对气体分子的吸引, 使气体分子以单层或多层的形式附着在放电管内某些物体的表面。对于惰性气体放电来说, 主要应该是物理吸附。根据我们的实验结果, 有两种可能的物理吸附必须考虑: (1) 阴极、阳极和石墨由于电子及离子的轰击产生严重的溅射。它的效果就象通常使用的蒸散型吸气剂一样, 使气体分子附着在溅射产生的薄层上, 因此, 溅射越严重, 气体清除效应就越明显。当气压降低时, 电子和离子的能量增高, 溅射更严重, 气体清除速率就高。另一方面, 当表面由于大量的溅射出现凹坑时, 溅射速率就降低, 相应的气体清除速率也就降低。从这里可以看出, 这种由溅射产生的气体清除速率并不是恒定的, 而可能是越来越小的。(2) 在放电管壁上电子和离子的复合产生的吸附。在氩离子激光器中, 大电流的弧光放电使电子具有很大的热运动速度, 电子很快从放电管中心向管壁扩散, 放电管壁因此就附有大量电子, 使管壁相对于管轴有一个负电位。在这个径向电场作用下, 离子以很大的速度打在管壁上, 在管壁上电子和离子复合后有一部分就聚集于其上, 形成一层或几层原子层。在这种情况下, 由于电子离子复合而形成的吸附与由于气体原子热运动而离开管壁表面的蒸发是处于动平衡状态, 当气压升高时, 离子的热运动速度及气体的离化度都下降, 打在管壁上的离子数目也减少, 所以蒸发的速度将大于吸附的速度, 这就可能会发生在充气后气压继续上升的现象。但由于溅射产生的气体清除总是存在的, 因此, 总的趋势仍然是气压逐渐下降。

2. 锆-铝吸气剂对杂气的吸附

氩离子激光器在长时间的工作中总会由于管壁被侵蚀或外界的渗漏出现一些杂气。这些杂气的存在既降低了输出又增加了管壁的破坏。所以, 在激光器里放入一些对 O_2 、 N_2 等气体有很强吸附作用的非蒸散型吸气剂是很有必要的。我们试用了冶金部有色金属研究院提供的锆-铝吸气剂对经过 1000 小时工作的激光器进行吸附杂气的试验。30 厘米²的吸气片被加热到 350°C 的工作温度, 经过 10 小时的吸附, 激光器的气压稍有下降, 输出功率提高。

从实验看出, 经过吸气剂吸附后的氩气与新加入的氩气得到相近的输出功率。可以认为这种锆-铝吸气剂基本上能起清除杂气, 保持氩气纯度的作用。

关于氩离子激光器结构的探讨

中国科学院吉林应用化学研究所 张明志 于湘洋 耿宪学 于皎路 王秀兰

本文对我们早期试制的、用环氧树脂密封、用高纯氧化铝陶瓷棒固定的分段石墨放电管结构的氩激光器进行了分析。指出其输出功率低(最高约 5 瓦)、寿命短(约 100 小时)的原因有五条: (1) 外加轴向磁场与放

电管同心度差；(2)氧化铝棒在高频除气和激光器使用时严重变形，使放电孔直线性变坏；(3)环氧树脂密封，会有水气等浸入，需经常换气；(4)我们用的氧化铝棒高频处理时放出杂质污染放电管；(5)布氏窗的污染。

针对上述原因，我们先做了如下改进：(1)去掉氧化铝棒，石墨片之间用石英环隔离；(2)用玻璃封接代替环氧树脂密封；(3)以绕磁场线圈的铝管兼做激光器水冷套，保证轴向磁场与放电管同心。去年下半年试制了四支这种结构的激光器，没经最佳调试，最高输出（按试制时间顺序）分别达 4.5、5.8、6.0、7.5 瓦（非长时间正常使用功率）。由于布氏窗没加针电极辉光放电保护装置，功率衰减比较快。最近我们又试制了两支带有针电极的这种结构的激光器，最高输出分别为 7.2、8.5 瓦。实验证明，改进后的氩激光器输出功率提高了一大步。由于时间短、条件差、还没有做寿命测量。

氩激光器中工作气体的温度是影响激光器输出功率和使用寿命的一个重要因素。温度高，则工作气体密度小，使输出降低。同时离子平均自由程长，对放电管壁轰击严重，使寿命变短。前两种激光器，石墨片与石英管接触面积小，影响放电管中热量向外传递，工作气体温度高。为解决此问题，我们试制了一种新结构氩激光器。它用特定的工艺将石英套管烧熔，使其将石墨片包住而将石墨片固定，石英套管和石墨片接触面积比原来增大两倍，提高了冷却水对放电管的冷却效果，降低了工作气体的温度。我们对它的加工工艺进行了探讨，并试制了一支这种结构的氩激光器。但是，因为没有合适的加工设备，使放电孔的直线性没有达到预想的程度。又因石墨片质量太差，石墨粉严重地污染了布氏窗。在这种情况下，输出功率仍达到了七百多毫瓦（我们以前用到最后输出下降到一瓦左右的激光器的窗片还比它要干净得多）。为提高放电孔的直线性，我们正在设计和加工实验装置。

综上所述，可以看出：新结构氩激光器的加工工艺如能得到理想的解决，它将是一种较好的分段石墨放电管结构的氩离子激光器。

长寿命氩离子激光器和紫外离子激光器

中国科学院电子学研究所 陈振庭 黄振国 沈高志 高振基 梅其初 杨世治 成毓秀

1. 长寿命氩离子激光器

众所周知，氩离子激光器的寿命问题是影响它广泛应用的主要障碍。在氩离子激光器中，影响其寿命的主要因素是：(1)在分段石墨放电管中，由于石墨的气体清除速率为 0.4~3 毫托·升/小时，在工作一段时间以后，放电管中的氩气压会逐渐降低，偏离最佳气压，使输出功率下降，甚至不能触发放电。这种气体清除现象主要是由于物理吸收作用造成的。(2)布儒斯特窗片的沾污，使光学损耗增加，输出功率严重下降。相应地说，激光器的性能退化了，则认为其寿命也将終了。

为了提高氩离子激光器的工作寿命，在放电管的结构和工艺处理等方面，采取了如下措施：(1)设置一个电磁真空充气阀和热电偶气压检测器。根据热电偶气压检测器的测量，用电磁真空充气阀，不定期地给放电管补充一定数量的氩气，使放电管永远在最佳气压下工作。(2)在放电管阳极端和阴极端的布氏窗片附近，各设置一个辉光放电的针状电极，利用针状电极和阴极或阳极间的辉光放电所产生的电场，阻止放电中的带电粒子向窗片方向运动，达到保护窗片使之清洁的目的。(3)布氏窗片用高质量的光学熔融石英制作，它的密封忌用环氧树脂等有机物封接，而改用光胶方法封接。同时，在放电管的高频真空烘烤时，使布氏窗片区域维持在 300~500°C 的高温下，防止有机物及其他杂质附着在窗片上。

采用了上述措施以后，氩离子激光器可以在输出功率为 5 瓦的水平上，连续地工作 3500 小时以上。配上高稳定的谐振腔和稳流的激光电源以后，则这种激光器可以得到广泛的应用。

2. 紫外离子激光器

稀有气体离子激光器除了有可见光的激光输出以外，尚有二次电离的紫外离子激光跃迁。例如，氩离子激光器可以有 3336、3344、3358、3511 和 3638 埃等紫外波长，氦离子激光器可以有 3375、3507 和 3564 埃