

横向激发氮分子激光器的 3159Å 受激发射

横向放电激光器由于它结构简单,使用方便而且波长较短,功率较高,已经取得广泛的应用。近期的研究侧重于提高氮分子激光功率和能量,很少注意横向放电氮分子激光的波段扩展。我们用改进的 Blumlein 快放电装置掺杂适量的 SF₆ 气体,获得 3159Å 的激光输出,它相应于氮分子第二正带系(C³Π_u-B³Π_g)中的(1-0)带跃迁。

我们的行波双放电装置是以直角三角形平板电容作为脉冲成形网络电容的 Blumlein 快放电装置,在放电区间接近阴极的部位引入第三电极(我们称之为诱导电极),使之在行波放电开始时,阴极首先和诱导电极放电,放电产生的紫外光可以使放电区域的气体电离,起预电离作用,其次是使阴极表面形成一层等离子体,变固体阴极电子发射为等离子体电子发射,可望有更高的泵浦速率和更宽的激活区域。实验结果表明这样的改进是有效的。激活长度为 1 米,阳极和阴极间隔为 1 厘米,其中插入的诱导电极位于阴极尖端的边缘且伸入放电区 1 毫米。以曲率半径为 3 米的镀铝全反射镜和石英布儒斯特角窗密封器件。对器件用较好的机械泵进行排气(~10⁻³托)之后充以适量的工作气体,再进行放电激发。产生的激光通过石英布儒斯特角窗,被二块低劣的铝反射镜反射转向,再经 3 米左右的光程直接照明摄影狭缝,进行分光摄谱记录。本实验中所用的是北京第二光学仪器厂生产的 WPG-100 型一米平面光栅光谱仪,1200/毫米光栅色散率为 8Å/毫米,闪耀波长为 3000 埃。

开始以纯氮为工作介质,在各种气压下进行横向行波双放电激发,但没有出现波长 3159Å 的激光。充以 10 托左右六氟化硫和 15 托左右的纯氮气,再用 15~18 千伏起始电压进行行波双放电激发时就能够取得相当强的 3159 埃受激发射。此发射线增益甚高,在上述条件下可以超辐射的形式出现。

图 1 是 N₂:SF₆ 为 3:2,总气压为 25 托,用 15 千伏行波双放电激发时所产生的激光一次脉冲曝光拍摄的光谱照片。

用适量的空气代替氮气而保持 SF₆ 的含量不变,进行行波双放电激发,发现能够有强的 3371 埃和 3577 埃受激发射而没有 3159 埃激光输出。这可

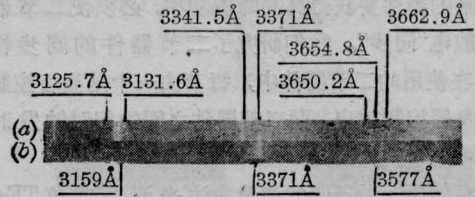


图 1 光谱照片

(a) Hg 光谱灯谱线和 N₂ 分子激光 3371Å 谱线透摄照片 (b) 行波双放电激发氮气和六氟化硫混合物的氮激光光谱

能是由于空气中杂质气体如 O₂、CO₂、H₂O 蒸气等对(1-0)发射带有猝灭作用。这些杂质气体分子使 C³Π_u(ν=1) 能级上的粒子数在碰撞中很快地弛豫到 ν=0 的能级上去,因此(0-0)及(0-1)带激射仍然能较强而(1-0)带发射被抑制住了。

从实验结果看到 3159 埃激光产生在气压比较低的范围内,这是由于下列两个原因所致,其一是 C³Π_u(ν=1) 能级位于 C³Π_u(ν=0) 能级之上大约 0.33 电子伏左右,为此要把氮分子激发到 C³Π_u(ν=1) 能级上去所需要的电子能量也要高,也就是需要较高的 E/P 值,才有较佳的激发截面,因此在一定的电压下要有较低的气压;另一个原因是气压低可以减少 C³Π_u(ν=1) 能级上的分子和其它分子的碰撞频率,从而降低由于碰撞能量转移导致 C³Π_u(ν=1) 能级上粒子数减少的几率。

掺入适量的六氟化硫能够改变放电中的电子能量分布,从而提高氮分子 C³Π_u(ν=1) 能级激发几率。实验表明 SF₆ 的掺入对(0-0)、(0-1)带激发同样有增强作用,这说明 SF₆ 在放电中对整个 C³Π_u 能级的粒子累积是有贡献的,而且作用速率极快,详细机理尚不明确。

(中国科学院上海光机所 王福敦 周慧芬)