

[11] Rooshy H. P.; *J. Soc. Glass. Technol.*, 1932, **16**, No. 63, 171.
 [12] Bigelow M. H., *J. Amer. Ceram. Soc.*, 1933, **16**, No. 5, 214.
 [13] И. М. Бужинский; *ОМП*, 1966, **2**, 25.
 [14] Бреховских С. М., Никонов. Ю. П.; *ФХС.*, 1977, **3**, №. 2, 172.

[15] G. Brct, F. Gires; *Appl. Phys. Lett.*, 1964, **4**, No. 10, 175.
 [16] М. П. Лисица, Н. Р. Кулищ; *Опт. и спектр.*, 1967, **23**, №. 6, 981.

(中国科学院上海光机所 毛锡贲 杨佩红
1980年11月21日收稿)

N₂ 激光器的紫外光预电离

Abstract: The technique and experiments of ultra-violet preionization in molecular N₂ laser and He-N₂ laser are described briefly. The experimental results showed a significant improvement in the homogeneity of laser discharge. With UV preionization, the output of atmospheric He-N₂ laser has been increased by four times and an increase of 30 torrs of the optimum working pressure of molecular N₂ laser is obtained.

1965年第一台横向N₂激光器问世以来,出现了很多横向放电的激光器,其中大多数是Blumlein型或类似Blumlein型。现已实现纯N₂在大气压或更高气压情况下的工作,一般采用电极间隙窄到几个毫米或刀口电极,放电体积较小。为了得到大体积中的快速稳定的横向放电和提高转换效率,发展了各种预电离技术。最近几年国内曾陆续报导了电晕预电离在N₂激光器中的使用情况,我们的实验观察了紫外光预电离对N₂激光输出的影响。

一、实验装置

为了避免预电离片与主电极的飞弧,我们选用了如下的网络(图1)来进行实验。

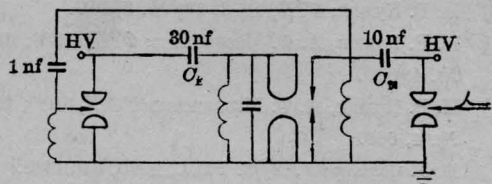


图1 等效电路

主电极为长480毫米的梯形铜电极,圆弧半径5毫米,电极间隙13毫米。

预电离火花由距主电极中轴线4厘米的18个椭圆铝片(单侧)组成的串级电弧形成的。

预电离与主放电公用一个电源,预电离球隙的开启信号经过一个固定延迟之后直接触发主球隙,实验装置简单,工作稳定。

二、实验结果

纯N₂激光器中的紫外光预电离的实验(实验中使用工业纯氮),发现单次脉冲输出能量(约3毫焦耳)没有增加,但放电均匀性得到了改善,没有预电离时放电有数条弧光,加上预电离之后弧光接近消失,最佳工作气压提高约30托(见图2和表1)。

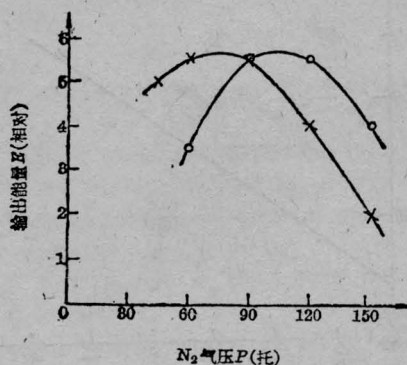


图2 N₂激光器输出与气压的关系
×—无预电离 ○—有预电离

表1 N₂激光器输出与气压的关系
(工作电压17.5千伏。)

N ₂ 气压 P (托)		45	60	90	120	152	脉宽 (毫微秒)
输出能量 E (相对)	无预电离	5	5.5	5.5	4	2	8.4
	有预电离	-	3.5	5.5	5.5	4	8.7

采用 He 做缓冲气体的 He-N₂ 激光器, 在没有紫外光预电离时, 输出能量要小很多(见表 2 和图 3)。大气压下的 He-N₂ 激光器的紫外光预电离使放电均匀性得到了明显的改善, 观察到腔内一片辉光, 工作电压 17.5 千伏时, 输出能量和不加预电离时相比, 相对提高约 4 倍, 但和纯 N₂ 激光器的最佳输出比较还略低一些。

表 2 He-N₂ 激光器输出与 N₂ 分压的关系
(充 He 至 1 大气压; 工作电压 17.5 千伏)

N ₂ 分压 P _{N₂} (托)	45	54	70	100	125	
输出能量	0.5	—	1	0.5		偶有输出
电离	偶有输出	0.5	0.5	偶有输出		
E(相对)	3.5	—	4	1	0.5	
有预电离	3	4	4	1.5	0.5	

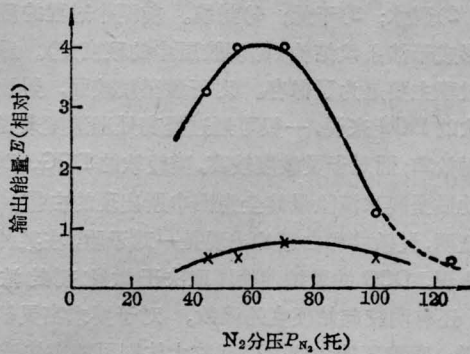


图 3 He-N₂ 激光器输出与 N₂ 分压的关系
×—无预电离; ○—有预电离

在我们的实验中, 输出能量相对值是用“探斗——检流计”测量的, 脉宽是用“染料激光增益法”^[1]测量的, 其误差范围为 ±0.5 毫微秒。

三、讨论

3371 Å N₂ 激光需要高的电子温度(≥5 电子伏)和大的电流密度(≥1 千安/厘米²), 为此 E/P 值需要足够大。通常采用可以达到几个毫微秒的 Blumlein 快速放电网络。我们用的 LC 网络虽然会带来放电的不均匀性, 但可以使我们观察到紫外光预电离对放电均匀性的贡献。

紫外光预电离对 N₂ 激光器输出的影响可以做如下解释:

光电离气体分子的临阈波长 λ₀ 与气体分子的电离电位 U_i 的关系^[2]为

$$\lambda_0 = \frac{1}{U_i} \left(\frac{hc}{e} \right)$$

N₂ 的电离电位是 15.3 电子伏, 若考虑单光子离子化(也有多光子离子化的可能), 则需光波长 < 800 Å。N₂ 火花预电离的辐射频谱主要是由 > 1000 Å^[2-4] 组成, 因此 N₂ 的光致电离是比较微弱的, 在主放电之前预电离提供的初始电子数目也是有限的, 它虽然使主放电的均匀性得到了改善, 但输出却未见明显的变化, 因对电子密度迅速雪崩的贡献不明显。

在较高的气压下, N₂ 的高激发态的衰减时间变得更短, 因此, 在较高气压下没能看到纯 N₂ 激光的输出(尽管有预电离)。

但在 He-N₂ 大气压器件中, 考虑到 He、N₂ 混合气体中的潘宁效应, 电离的有效截面大为增加。预电离提供的初始电子密度和不加预电离时相比, 大大提高了放电形成的速率而使输出明显增加, 但输出能量和纯 N₂ 激光器的最佳输出比较, 还略低一些, 其主要原因是 E/P 值低了。

我们认为, 如能在 He-N₂ 介质中添加低光电离阈值的种子气体, 并进一步提高预电离的强度和网络电压上升速率, 有可能在高压和较大体积的 N₂ 激光器中获得均匀的预电离, 从而使 N₂ 激光器成为较大能量的方便的紫外光源。

参 考 文 献

- [1] 马树森等; “激光增益法测 N₂ 激光脉宽”, 《安徽光机所科研成果集》, 1979 年, p. 11.
- [2] O. P. Judd et al.; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1974, **QE-10**, No. 1, 12.
- [3] H. Sequin et al.; *Appl. Phys. Lett.*, 1976, **28**, No. 9, 487.
- [4] L. Burlamacchi et al.; *Appl. Phys. Lett.*, 1979, **34**, No. 1, 33.

(中国科学院安徽光机所 于宜君 姚国洪
善新新 蔡连新 1980 年 11 月 13 日收稿)