

用于准分子激光器的大面积 X 光源及其预电离特性

楼祺洪 王润文 成序三 霍芸生 魏运荣 丁爱臻 郑承恩

(中国科学院上海光机所)

提要: 实验研究了一台大面积冷阴极二极管 X 光源的工作特性、X 光剂量沿激光管长度方向的分布、X 光强度对激光输出的影响。

A large area X-ray source and its preionization characteristics for XeCl excimer laser

Lou Qihong, Wang Renwen, Cheng Xushan, Huo Yunsheng, Wei Yunrong
Ding Aizhen, Zheng Chengen

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica)

Abstract: A large area cold cathode diode X-ray source and its performances, dosage distribution along with the laser tube and the effects of X-ray intensity on the laser output energy have been investigated experimentally.

本文研究一台长度为 80 厘米的大面积 X 光源的工作特性。在以往的工作中, X 光预电离和激光主放电之间的时间延迟是固定的, 对于延迟时间对准分子激光输出的影响尚没有充分的研究^[1, 2]。本文采用改变延迟时间的方法研究了 XeCl 激光体系中不同混合比下, 延迟时间对激光输出的影响。实验结果表明最佳延迟时间与激光混合气体的成份有关。

一、大面积 X 光源结构及其工作特性

实验所用的 X 光源是由一台冷阴极二

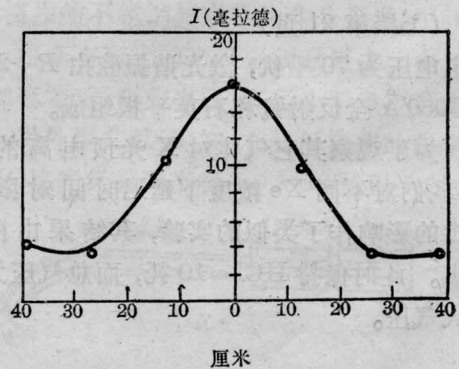


图1 X 光剂量沿长度方向的分布

极管型电子枪所组成。电子枪阴极由刀片状钛箔组成, 阳极是兼作 X 射线靶材的钽箔。

收稿日期: 1984年1月9日。

阴极和阳极之间距离可调,一般为 20 毫米左右,电子枪由三级麦克斯发生器供电,总电压约为 100 千伏左右。用 CuSO_4 热释光剂量片测量了 X 光沿长度方向的分布,在离开阳极 16 厘米处的分布由图 1 给出,其数值是 50 个脉冲的平均值。从图中我们可以看到中心部份的最大剂量比二端约大四倍左右。实验结果表明,这种剂量差别对激光输出不会引起很大的影响。还进行了 X 光源的寿命试验,在经过 10^4 个脉冲后, X 光剂量无明显下降。

二、X 射线源的预电离特性

早期的 X 射线预电离脉冲雪崩放电准分子激光器件,在预电离和激光主放电之间采用固定的延迟时间^[1,2],对于延迟时间对激光输出的影响尚未进行详细的研究。我们采用图 2 所示的线路,对 X 射线源和激光主放电之间的时间延迟对激光输出能量的影响作了实验研究。如前所述, X 射线源由三级麦克斯发生器供电,而激光脉冲雪崩放电由二级麦克斯发生器对水传输线组成的脉冲形成网络(P. F. N.)进行脉冲充电,并通过多通道轨道开关 RG 来驱动。其中 T 表示触发器,而 D_1 和 D_2 分别表示时间可调的延迟线路。根据 OK-19 示波器上对触发延迟时间的定标, X 光预电离和激光主放电之间的时间延迟可从 0.1~3 微秒之间连续可调,其最大抖动为 90 毫微秒。图 2 中 L 和 E 分别

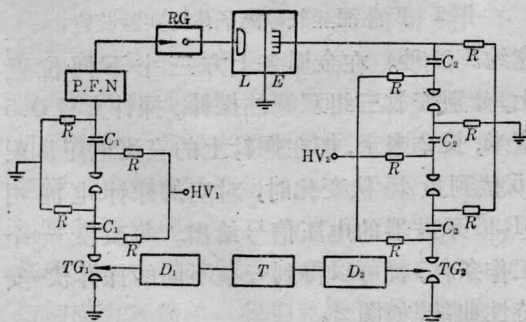


图 2 测量 X 射线源预电离特性的实验装置示意图

表示激光室及产生 X 射线的电子枪。

首先对混合比为 $989:10:1 = \text{Ne}:\text{Xe}:\text{HCl}$, 总气压为 4 个大气压的混合气体作改变延迟时间的研究。发现延迟时间在 1~3 微秒范围内,激光输出能量几乎不受延迟时间的影响。但是当 HCl 浓度增加时,激光输出能量首先随延迟时间的增加而增加,直到最佳延迟时间 t_{op} , 激光输出能量达最大值,当延迟时间 $t > t_{op}$, 激光输出能量会再次下降。实验结果表明,当 HCl 浓度从 0.17% 增加到 0.67%, t_{op} 从 0.9 微秒下降到 0.35 微秒。图 3 给出当 HCl 浓度分别为 5、10、15 和 20 托时激光输出能量 E 和延迟时间 t 之间的关系,此时保持 Xe=30 托,总气压为 4 个大气压。电子枪的电压为 100 千伏左右,激光主

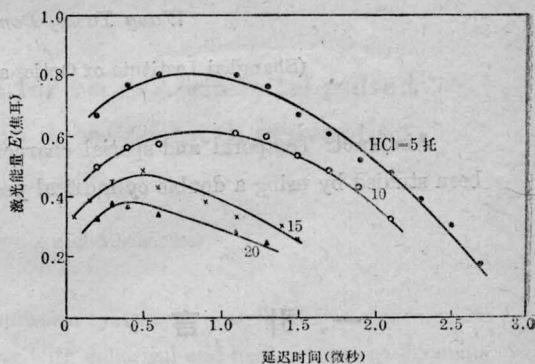


图 3 不同 HCl 浓度下激光能量随延迟时间的变化

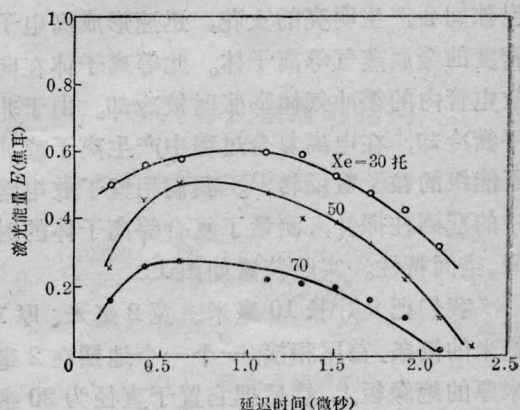


图 4 不同 Xe 浓度下激光输出能量随延迟时间的变化

(下转第 19 页)

四、讨 论

1. 从图 6 可见, 速冷法能使已形成的 F 心冻结并有效地抑制 F_2 (吸收峰在 810 毫微米左右) 等 F 聚心。这对于 $F \rightarrow F_B(\text{II})$ 转型是有利的。

2. 图 8 表明, 转型后晶体吸收带加宽, 峰值下降, 即在转型过程中 F 心减少, 其他色心出现。在 LNT 低温下, 晶体吸收带呈现三个吸收峰, 峰值位置分别为 535、580、635 毫微米, 这说明 $F \rightarrow F_B(\text{II})$ 转型过程中同时产生了 F_A 、 $F_B(\text{I})$ 、 F_C 等心。535 毫微米峰主要由 $F_{B2}(\text{II})$ (516 毫微米)、 F_{A2} (530 毫微米)、 $F_{B2}(\text{I})$ (514 毫微米)、 F_{C2} (530 毫微米) 和 F (540 毫微米) 等吸收叠加而成; 580 毫微米峰由 $F_{B1}(\text{II})$ (580 毫微米) 和 F_{A1} (585 毫微米) 等吸收叠加而成; 635 毫微米峰则由 $F_{B2}(\text{I})$ (636 毫微米) 和 F_{C1} (620 毫微米) 等吸收叠加而成。

3. 图 10 中荧光的激发光谱峰值位置在 580 毫微米左右, 与 $F_B(\text{II})$ 吸收谱基本一致。但图 10 未能明显地显示出 $F_{B1}(\text{II})$ 和 $F_{B2}(\text{II})$ 的双峰结构, 我们认为这是由于荧光光谱仪的激发光单色仪狭缝较宽所致。

4. 已获得的 $F_B(\text{II})$ 心 LNT 荧光发射光谱带 (580 毫微米激发), 其范围从 2.1 微米至 2.8 微米, 峰值位置为 2.5 微米, 与文献 [1, 2] 对比基本一致。

我校黄木贞老师为本文 LNT 吸收光谱做了许多工作, 在此表示衷心感谢。

参 考 文 献

- [1] L. F. Mollenauer *et al.*; *J. Appl. Phys.*, 1975, **46**, 3109.
- [2] L. Litfin *et al.*; *Appl. Phys. Lett.*, 1977, **31**, 381.
- [3] K-P. Koch *et al.*; *Opt. Lett.*, 1979, **4**, 387.
- [4] Nishimaki *et al.*; *J. Phys. Soc. Jpn.*, 1972, **33**, 424.
- [5] I. Schneider; *Phys. Rev.*, 1969, **177**, 1324.
- [6] C. Z. van Doorn; *Philips Res. Rept. Suppl.*, 1962, 4.



(上接第 21 页)

放电电压为 70 千伏, 激光谐振腔由 $R=2$ 米的 3080 Å 全反射镜和石英平板组成。

为了观察其它气体对 X 光预电离的影响, 我们对不同 Xe 浓度下延迟时间对激光输出的影响作了类似的实验, 其结果由图 4 给出。此时保持 $\text{HCl}=10$ 托, 而总气压为 4 个大气压。

作者对本所姜阅清等同志提供延迟触发器表示感谢。

参 考 文 献

- [1] J. I. Levatter, S. C. Lin; *J. Appl. Phys.*, 1980, **51**, 40.
- [2] 郑承恩等;《电子学报》1983, **11**, 110.