

## 四、测试结果

### 1. 透射比

采用常规的测试方法测量偏振棱镜的透射比, 结果列于表2。

表 2

样品	棱镜质量	透射比(%)	消光比	视场角
1	好	99.2	$<10^{-5}$	$4^{\circ}10'$
2	有节瘤	99.2	$<10^{-5}$	$4^{\circ}$
3	好	99.2	$<15^{-5}$	$5^{\circ}14'$
4	好	98.7	$<10^{-5}$	$3^{\circ}31'$
5	有节瘤	99.2	$<10^{-5}$	$4^{\circ}40'$
6	有节瘤	98.8	$<10^{-5}$	$3^{\circ}$

### 2. 抗光损伤能力

用 Datechroom-5000 YAG/ 染料激光器、Scientech-362 型功率能量计、测长仪和高倍显微镜测量出偏振棱镜的抗光损伤阈值功率为  $900 \text{ MW/cm}^2$ 。

另外, 这种棱镜由于光的非正入射, 引起出射光束相对于入射光束有一个横向平移, 其平移量为:

$$\Delta h = L \sin(\beta_{ey} - \beta_{ex}) \quad (10)$$

$L$  的取值见图 1。

山东大学光学系刘恩泉老师为棱镜做了抗光损伤能力实验, 特致谢意。

## 参 考 文 献

- 1 小川智哉著, 崔承甲译, 应用晶体物理学(科学出版社, 1985), p.70

(收稿日期: 1987年9月7日)

# 线聚焦激光辐照靶时的离子发射特性

张燕珍 徐至展 何兴法 孙 岚

(中国科学院上海光机所)

## Ion emission characteristics in a line-focused laser produced plasma

Zhang Yanzheng, Xu Zhishan, He Xingfa, Sun Lan

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

提要: 本文研究线状聚焦激光打靶时的离子发射特性。与点状聚焦时相比, 线聚焦情况下离子发射的各向异性更为突出。当入射角  $\alpha=22^{\circ}$  时, 离子信号明显比  $\alpha=45^{\circ}$  时所发射的信号大。这主要是共振吸收的结果。

关键词: 线聚焦, 离子, Al 膜

近几年来, 由于以线状激光等离子体为 X 射线激光增益介质的方案愈来愈引起注意, 人们开始对线聚焦情况下出现的各种现象发生兴趣<sup>[1]</sup>。本文主要是报道在线聚焦激光辐照金属膜靶时观察到的离子发射特性的新结果。

我们用的器件是高功率激光实验室 6 路激光中的一路<sup>[2]</sup>。激光脉宽  $\sim 300 \text{ ps}$ ; 能量  $2\sim 6 \text{ J}$ 。打靶透镜系统由一柱面发散透镜加上一非球面会聚透镜构成。调换不同曲率半径的发散透镜可不连续地改变焦距长度  $f$ 。实验中焦距长度沿  $z$  轴方向变化(见图 1)。靶是涂在玻璃板上的金属膜, 厚度  $\sim 10 \text{ nm}\sim 1 \mu\text{m}$ , 固定在有多个自由度的靶架上, 靶的法线在  $xy$  平面内可任意旋转以改变激光的入射角。一只法拉

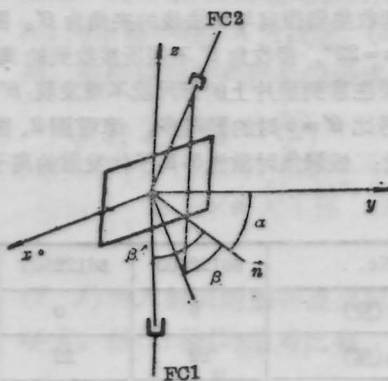


图 1 接收器排布图

第电荷收集器置于入射平面上(FC1),接收角可在 $360^\circ$ 内任意调整。另一法拉弟电荷收集器(FC2)置于入射平面的上方。接收方位也可任意改变。

先考察置于入射平面上方的法拉弟电荷收集器FC 2。令接收平面(收集器指向与 $z$ 轴所成平面)与入射平面交线跟靶法线的夹角为 $\beta$ 。激光入射角为 $\alpha$ 。表1列出几组有意义的实验数据。需要说明的是,每改变一个 $\alpha$ 角或 $\beta$ 角,我们均观察一次点聚焦情况下的离子发射情况,每次都接收到清晰的离子信号。从表1及图2不难看出,只有当 $\beta=0$ 即只有放置在与靶面垂直的接收面(通过 $z$ 轴)上的电荷收集器才可能接收到发射的离子。

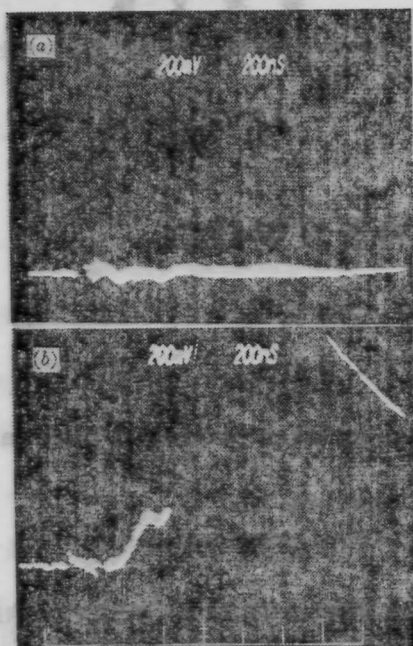


图2 接收角 $\beta$ 不同的离子波形照片(Al膜靶 $f=2\text{mm}$ )  
(a)  $\beta=22^\circ$ ; (b)  $\beta=0^\circ$

再考察水平放置的法拉弟电荷收集器FC 1。令接收角即收集器指向与靶法线的夹角为 $\beta'$ 。图3为入射角 $\alpha=22^\circ$ ,接收角 $\beta'$ 不同所接收到的离子波形。只要注意到照片上的标尺就不难发现: $\beta'=22^\circ$ 时的信号比 $\beta'=0$ 时的弱得多。综观图2、图3可得出结论:线聚焦时激光等离子体发射的离子各向

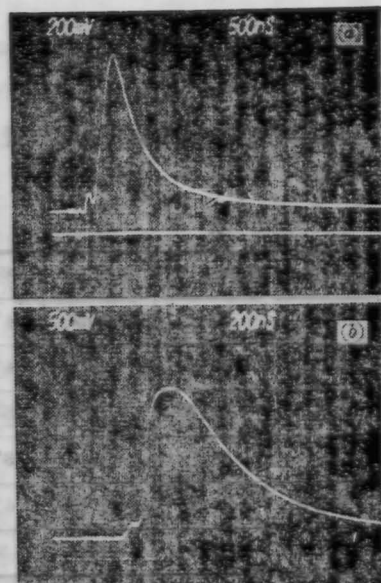


图3 接收角 $\beta'$ 不同的离子波形  
(Al膜靶 $\alpha=22^\circ, f=4\text{mm}$ )

(a)  $E=3.1\text{J}, \beta'=22^\circ$ ; (b)  $E=3.5\text{J}, \beta'=0^\circ$

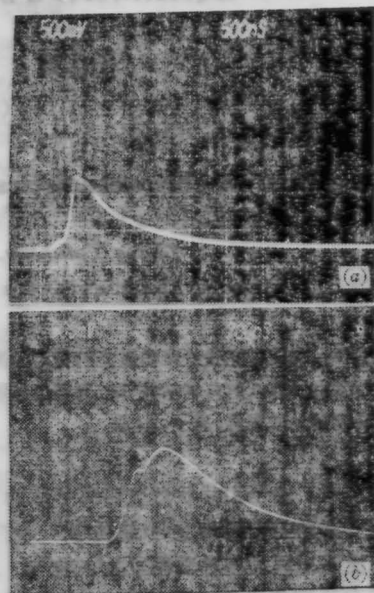


图4 改变入射角时离子发射的典型照片  
(Al膜靶 $\beta'=0, f=4\text{mm}$ )

(a)  $E=2.6\text{J}, \alpha=45^\circ$ ; (b)  $E=2.5\text{J}, \alpha=22^\circ$

表 1

No.	86122503	86122505	86120906	86121006	87010907	86121607	86121705
$\beta$ (度)	0	0	0	0	0	22	22
$\alpha$ (度)	22	22	45	45	45	22	22
离子讯号	有	有	有	有	有	无	无

异性更为明显。

改变不同的入射角  $\alpha$ , 得典型的照片如图 4。当  $\alpha=22^\circ$  时离子信号明显比  $\alpha=45^\circ$  时大。

调换不同曲率半径的发散柱面镜打靶, 得到不同聚焦长度下离子的发射波形图 (图 5)。与点状聚焦时 ( $f=0$ ) 相比, 在所使用的功率条件下, 无论取这几种聚焦长度的哪一种状态辐照靶材都可看出, 在线聚焦情况下离子波形有如下几个特色: ① 波形的全宽较点聚焦时的宽度宽得多; ② 结构较为复杂; ③ 主峰强度一般都不如点状聚焦时高, 有的可差达一

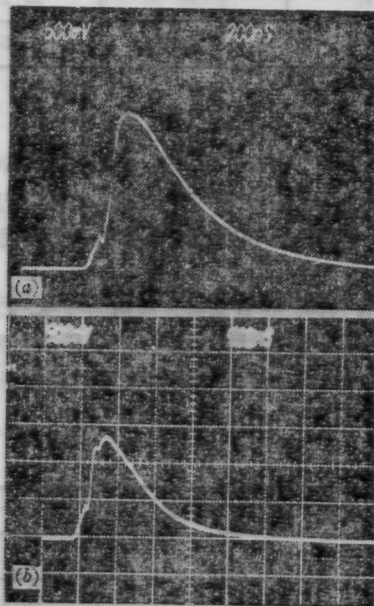


图 5 不同聚焦长度  $f$  的离子波形  
(Al 膜靶,  $\alpha=45^\circ, \beta'=0$ )

(a)  $E=2.6\text{J}, f=0\text{mm}$ ; (b)  $E=2.2\text{J}, f=2\text{mm}$ ;

半左右, ④ 主峰相应的漂移速度较点聚焦时的慢得多, 如  $f=2\text{mm}$  时的速度甚至可低于  $f=0$  时的  $1/2$  倍; ⑤ 剥离的离子数一般多于点聚焦时的情况, 甚至达 1 至 2 个量级。

上述现象可以这样理解: 在线聚焦时落在靶面上的功率密度较低 ( $\text{几} \times 10^{12} \text{ W/cm}^2 \sim 1 \times 10^{13} \text{ W/cm}^2$ ), 激光能量的吸收以经典的逆韧致辐射和共振吸收为主。特别是激光作用之初, 经典吸收会随电子密度的增加而增加。然而, 随着时间的推移, 在临界密度面附近, 等离子体的温度越来越高, 经典吸收便减少。很多实验工作和理论工作已经证明, 经典吸收系数  $K_{ff} \propto n_e T^{-3/2} [3]$ 。所以当等离子体温度达到某一值时共振吸收将起主要作用。这时激光电场与电子密度梯度相互作用, 向密度梯度减小的方向加速电子, 导致离子在这个方向上进一步发射。以往的实验已证明, 共振吸收在  $\alpha \approx 20^\circ$  附近达到极大值。这与我们观察结果是一致的。另外, 线聚焦激光本身就是无数个点聚焦激光在  $x$  方向密集排列的结果, 所以在线聚焦情况下共振吸收也理应在  $\alpha \approx 20^\circ$  附近到达极大值, 而线状等离子体激发源本身尖锐的各向异性自然导致发射离子的明显各向异性。

实验中得到张伟清、陆海鹤、曹金洲以及 6 路实验室诸同志的热情帮助, 在此表示深切的感谢。

### 参 考 文 献

- 1 M. D. J. Burgess *et al.*, *Phys. Rev. A*, **32**, 289 (1985)
- 2 徐至展 *et al.*, 物理学报 **29**, 429 (1980)
- 3 Balman *et al.*, *Phys. Rev. Lett.*, **39**, 1084 (1977)

(收稿日期: 1988 年 1 月 7 日)

## Nd:YAG 激光治疗中晚期牙周病的探讨\*

王培杰

(湖北医学院附属第一医院)

### Treating middle and later periodopathy with Nd:YAG laser light

Wang Peijie

(First Affiliated Hospital of the Hubei Medical College, Wuhan)

提要: 本文报道了作者用 Nd:YAG 激光治疗中晚期牙周病, 方法简便, 易于推广, 取得良好效果, 在 397 例行激光手术患者中, 89.4% 痊愈, 10.1% 好转, 0.5% 无效。临床应用证明此方法可以取代传统的牙龈切除术和牙龈翻瓣术。

关键词: Nd:YAG 激光, 牙周病

牙周病是口腔疾病的一种常见多发病, 从青少年到老年均可罹患此病。牙周病开始时牙龈出血,

以后反覆发生牙龈炎、牙周脓肿、牙槽骨萎缩、牙齿

\* 第一届全国激光医学发展研讨会(武汉)入选论文。