

冷冻靶激光等离子体软 X 射线源

林景全¹ 陈波¹ 曹健林¹ 潘守甫² 陈星旦¹

1, 中国科学院长春光学精密机械研究所应用光学国家重点实验室, 长春 130022

2, 吉林大学原子分子所, 长春 130022

摘 要 报道了以固态 CO₂ 作为靶材的一种新型激光等离子体软 X 射线源, 与常规金属靶激光等离子体软 X 射线源相比, 它是一种低污染的光源, 深入研究正在进行中。

关键词 激光等离子体, 冷冻靶, 软 X 射线源。

随着软 X 射线光学技术的发展, 软 X 射线投影光刻已被公认为下个世纪初更高集成度计算机芯片生产的首选方法之一。因此, 美、日和欧洲许多国家都已投入大量的人力和物力, 进行工业化软 X 射线投影光刻机研制^[1]。软 X 射线投影光刻要求光源洁净、亮度高、能连续运转。目前所采用的软 X 射线源主要有同步辐射、激光等离子体等。同步辐射具有洁净、亮度高、辐射较稳定等优点, 但其建造及运行费用昂贵、空间相干性高、出现故障须较长维修时间。常规金属靶激光等离子体软 X 射线源造价较低、结构紧凑、稳定性好、亮度高。但在强激光作用下金属靶会产生大量的高温、高速固体碎片, 这些碎片沉积在投影光刻系统中的软 X 射线多层膜聚光镜表面上, 大幅度降低其反射率。为克服常规金属靶激光等离子体产生碎片这一弊端, 作者开展了无碎片冷冻靶激光等离子体源的研究, 并成功地获得了较强的类锂离子线谱辐射。

实验以固态 CO₂ 作靶材, 采用低温气体沉积方法对 CO₂ 进行冷冻, 由高真空微调阀控制进入靶室内 CO₂ 气体流量, CO₂ 气体经毛细管导入真空靶室内, 沉积在以液氮为冷源的冷头上, 生成固态 CO₂ 靶。之后用点聚焦激光打靶产生软 X 射线辐射。激光波长 1.06 μm、脉宽 8 ns、激光单脉冲能量 1 J、焦斑直径为 100 μm、靶面功率密度 10¹² W/cm² 量级。图 1 是用透射光栅谱仪测得该光源的辐射谱图。

由图 1 可清楚地看到 11.6 nm (OVI 1s - 4p)、13.0 nm (OVI 2p - 4d)、15.0 nm (OVI 2p - 3s) 等类锂离子辐射的谱线, 这些谱线的波长恰好与软 X 射线投影光刻系统中所用多层膜元件的反射峰值相匹配^[2]。初步实验结果表明该光源在 13 nm 附近的转换效率接近金属 Cu 靶激

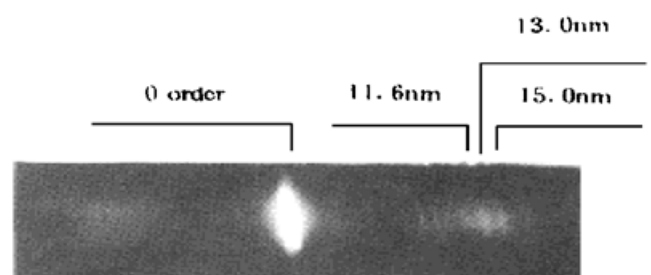


Fig. 1 Spectra of laser produced plasma with solid state CO₂ target

光等离子体源的值。

这种冷冻靶光源所需的 CO₂ 气体是从靶室外部不断地供给的, 它可实现光源长期连续运转。因采用 CO₂ 为靶材, 它在强激光脉冲作用下产生的碎片可迅速气化, 由真空泵抽出靶室, 可避免由碎片产生的污染。在靶室内放置干净的玻璃载物片对该光源进行污染情况监测, 载物片距点源 100 mm, 在打靶 10⁴ 次后未发现有污染物沉积在玻璃片上。

有关该光源的深入研究正在进行中。

参 考 文 献

- [1] Frits Zernike, David T Attwood (eds.), *OSA Proceedings on Extreme Ultraviolet Lithography*. Optical Society America, 1994, **23**
- [2] A. M. Hawryluk, N. M. Ceglio, Wavelength considerations in soft-x-ray projection lithography. *Appl. Opt.*, 1993, **32**(34) : 1669~ 1672

Laser Plasma Soft X-Ray Source with Cryogenic Target

Lin Jingquan¹ Chen Bo¹ Cao Jianlin¹ Pan Shoufu² Chen Xingdan¹

1, State Key Lab of Applied Optics, Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics,
The Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022

2, Institute of Atom and Molecule, Jilin University, Changchun 130022

(Received 1 June 1997; revised 19 December 1997)

Abstract A new type of laser plasma soft X-ray source with solid CO₂ target is reported. The laser plasma source is of low debris characteristics and very suitable for soft X-ray projection lithography in the future.

Key words laser plasma, cryogenic target, soft X-ray source.