

六路激光中的可见光探针装置

激光与等离子体相互作用的研究中需要测定等离子体冕区密度、感生磁场强度等参数的时间空间分布。光探针是进行这项工作的重要诊断工具^[1]。实验中要求探针光脉冲避开激光等离子体的谐波发射区，其脉冲宽度要足够窄以获取瞬态电子密度分布信息，且探针光与主激光要有较高的时间同步精度。在六路激光系统中我们成功地建立了这样的装置。

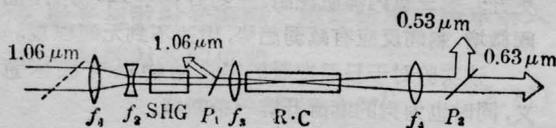


图 1

该装置主要由倍频器 SHG 和 Raman 盒 R. C. 组成，具体排布见图 1。倍频器为一块长 3cm、窗口 2×2cm 的 II 类相位匹配的 KDP 晶体。它将 1.06 μm 波长的红外激光脉冲转换成 0.53 μm 的绿光脉冲。Raman 盒中盛有无水乙醇 C₂H₅OH 的液体。通过乙醇 2928cm⁻¹ 模的正向受激 Raman 散射 Stokes 频移作用，可将绿光脉冲转换成 0.63 μm 的红光脉冲，作光探针使用。为了阻止波长不是 0.63 μm 的光进入探针光路，装置中设置了 1.06 μm、0° 全反射与 0.53 μm、45° 全反射膜片 P₁、P₂。图 1 中 f₁ 和 f₂ 构成了 3:1 的缩孔望远镜。会聚透镜 f₃ 和 f₄ 共焦设置，能 1:2 扩束，具有准直探针光束的作用。当 1.06 μm 输入光束直径为 50mm 时，通过这四块透镜，输出的 0.63 μm 光束直径约 25mm。

装置使用时，须避开 ps 光脉冲峰值高功率倒空产生的倍频脉冲平顶化的加宽效应，须仔细选择 f₃ 在 Raman 介质中的焦点位置。在我们的装置中 f₃ 焦距取作 20cm，Raman 盒长为 20cm，而 Raman 盒输入端与 f₃ 距离选定 5cm。f₃ 焦距过长对 Raman 能量转换不利，在我们的装置中盒长 20cm 已经足够了，理由如下：

平行光束经透镜会聚后，它产生的正向受激 Raman 散射饱和增益长度为^[2]

$$L = \frac{1}{n} \cdot \left[\frac{1}{35 \cdot (c/g \cdot I_0)} + \frac{1}{f} \right]^{-1}$$

式中乙醇折射率 n 约 1.37，乙醇 Raman 增益系数 g 为 $5.1 \times 10^{-9} \text{cm/W}$ ，光速 c 为 $3 \times 10^{10} \text{cm/s}$ ，0.53 μm 泵浦光强度约 $1.8 \times 10^7 \sim 1.8 \times 10^8 \text{W/cm}^2$ ，会聚透镜焦距 f 为 20cm，此时 L 计算值仅 10~15cm 而已。

该装置插在六路激光的某一路中，利用六路系统已有的成套光路调整设备及技术，探针光与主激光在靶样品上的空间调焦共焦精度可优于 5 μm，时间同步精度可优于 10 ps。

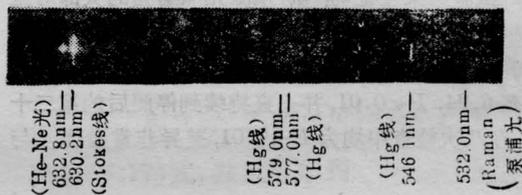


图 2

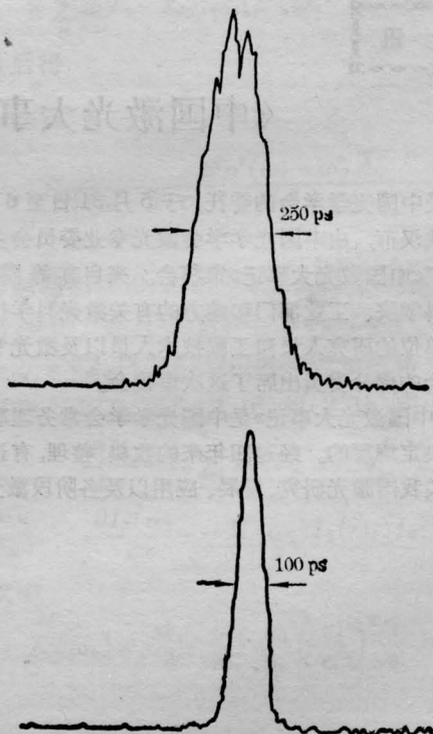


图 3

实验结果表明,当 $1.06\ \mu\text{m}$ 光脉冲输入能量约 $0.1\ \text{J}$ 、脉宽为 $0.25\ \text{ns}$ 时,本装置输出的 $0.63\ \mu\text{m}$ 光探针能量可达 $1\ \text{mJ}$,脉宽约 $100\ \text{ps}$,能量转换效率是 1% ,脉宽压缩率是 $2.5:1$ 。图 2、图 3 分别给出了用半米光栅光谱仪拍摄的探针光谱以及用时间分辨率达 $10\ \text{ps}$ 的光电装置测得的 $1.06\ \mu\text{m}$ 和 $0.53\ \mu\text{m}$ 光脉冲的时间强度波形。

参加本工作的还有毕无忌、何兴法、戴美兰、施阿英、樊根良、韦小春等同志。

参 考 文 献

- [1] R. Sigel; *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, 1980, **A298**, 407.
- [2] H. Gruhl, R. Sigel; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1984, **QE-20**, No. 9, 1065.

(中国科学院上海光机所 谷忠民 谢梓铭
孟绍贤 林尊琪 王笑琴 林康春 江志明 章辉煌
1985年10月9日收稿)

兆瓦级 TEA 氮分子激光器及其输出特征

我们研制了一种电容转换式电路的大气压氮分子激光器,其储能电容是一个改进的 Marx 发生器,可以产生约三倍于充电电压的放电电压。用条纹相机观测了输出激光的脉冲波形,并用快速响应的能量计对其输出脉冲能量进行了测量,测得输出的脉冲宽度为 $0.7\ \text{ns}$,峰值功率达 $1.46\ \text{MW}$ 。

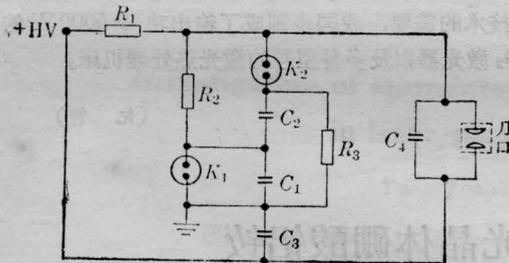


图 1 氮激光器电路图

图 1 是氮分子激光器的电路图。图中元件的参数为 $C_1=C_2=C_3=4000\ \text{pF}$, $R_1=R_2=R_3=10\ \text{k}\Omega$, $C_4=680\ \text{pF}$ 。显而易见,这种电路将高压发生器 and 电容转换式电路的优点结合起来,因而比常用的 Blumlein 电路和电容转换式电路要优越。

储能电容器 C_1 、 C_2 、 C_3 是在钢板中间夹以聚脂薄膜制成,采取一些措施后,每个电容器稳定在 $4000\ \text{pF}$ 左右。这三个电容器和两个火花隙装在一个有机玻璃盒中。 C_4 和激光器放电刀口装在另一个盒中,由于采用这种分立结构,便于更换不同长度的放电刀口以获得不同的脉冲输出,并且当储能电容器击穿时,更换薄膜不致移动整个光路。

激光器放电刀口是用合金铝精细加工而成, C_4 是复钢板电容,利用铜箔边缘产生的电晕放电做成预电离(图 2)。

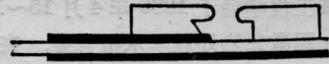


图 2 电晕预电离装置

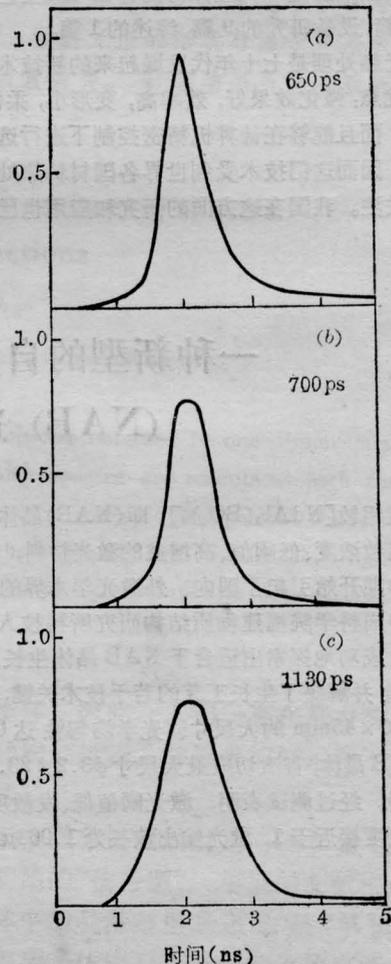


图 3 用条纹相机测得的激光脉冲波形