

	$E_1^2(0)$	$E_1^2\left(\frac{\pi}{2}\right)$	$\frac{E_1^2\left(\frac{\pi}{2}\right) - E_{0p}^2}{E_1^2(0) - E_{0s}^2}$	$\frac{E_1^2\left(\frac{\pi}{2}\right) \cdot \frac{T_s}{T_p} - E_{0p}^2}{E_1^2(0) - E_{0s}^2}$	$A = \frac{E_{0p}^2}{E_0^2}$
全外腔选支 CO ₂ 激光器	5	180	36		97%
全内腔石英 CO ₂ 激光器	40	80		1.348	57%
全内腔玻璃 CO ₂ 激光器	520	1160		1.5	60%

仍为 β 。根据菲涅尔公式可知激光束经过 M_2 时 $T_p = T_s$, 偏振度不变, 而经过 M_3 时 ($\theta = 45^\circ$), $T_p \neq T_s$, 偏振度发生变化。所以用上述方法测得的激光偏振度是经过 M_3 后 E_0^2 的偏振度, 要求得激光器输出的 E_{00}^2 偏振度需对 (7) 式作如下修正:

$$A = \frac{E_{00p}^2}{E_{00p}^2 + E_{00s}^2} = \frac{E_1^2\left(\frac{\pi}{2}\right) \cdot (T_s/T_p)}{E_1^2(0) + E_1^2\left(\frac{\pi}{2}\right) \cdot (T_s/T_p)} \quad (10)$$

若 M_3 以错为材料, $n_1 \approx 4$; $n_0 = 1$; $\theta_0 = 45^\circ$; $\theta_1 = 10^\circ 11'$, 可求得 $T_p = 0.766$; $T_s = 0.516$; $\frac{T_s}{T_p} = 0.674$ 。

我们分别对自制的—个全外腔 CO₂ 激光器和两

个全内腔 CO₂ 激光器进行了测量, 得到数据如表所示。

由表可见, 全外腔选支 CO₂ 激光器, 由于两端均用布氏窗耦合, 故输出是很好的线偏振光, 而全内腔 CO₂ 激光器, 其输出光近似圆偏振光。

注意我们的测量必须在 CO₂ 激光器功率较稳定的情况下进行, 测量前后可分别在 CO₂ 激光器输出处放进一个热释电功率计监察一下功率稳定性, 只需测量前后激光输出功率不变即可。

(上海市激光技术研究所 徐顺潮
吴淑芳 1980 年 11 月 17 日收稿)

多普勒光雷达用的 CO₂ 激光器的频率稳定

Abstract: Characteristics of frequency stabilization for CO₂ laser are studied using two methods: free running and SF₆ saturation absorption. Frequency stability of better than 2×10^{-10} has been obtained.

稳定气体激光器频率的方法有很多^[1], 我们采用了自由运转稳频和 SF₆ 饱和吸收稳频法, 并研制了一些 CO₂ 稳频激光器, 性能能达到光雷达的要求, 特别是后一种稳频法更有其特点。

一、自由运转 CO₂ 激光器稳频

用膨胀系数低的熔石英管做谐振腔体, 由压电陶瓷驱动的镀金全反射镜和锗平面输出镜分别贴到石英管的两端, 构成一个结构坚固稳定的谐振腔, 并考虑到腔体的热膨胀补偿。放电长度为 50 厘米时产生的单频单模输出为 5 瓦。激光管装在铝箱内, 箱内充填玻璃纤维作为隔声和保温措施, 用温度控制器使谐振腔保持恒温, 绕在腔体上的白金丝作为热敏元件, 控制精度为 $\pm 0.03^\circ\text{C}$, 激光器的高压电源采用低通线路滤波器, 纹波系数达到 3×10^{-5} 。

在四楼普通实验室的一个简易防震台上用二台激光器外差拍频测量频率稳定量, 差频用计数时间

相对延迟 10 毫秒的二台频率计记录, 测量了六台激光器, 短期频率稳定度为:

$$2 \times 10^{-10} \geq \Delta f/f \geq 5 \times 10^{-11} \text{ (对 10 毫秒时间间隔)}$$

长期频率稳定度为:

$$4 \times 10^{-8} \text{ (8 小时)}$$

二、SF₆ 饱和吸收稳定 CO₂ 激光器

在上述工作的基础上, 采用准行波技术使在腔外的 SF₆ 分子饱和吸收产生反兰姆凹陷^[2]实现频率稳定, 实验装置示于图 1。

我们研究了吸收峰宽度 $\Delta\gamma_a$ 及幅度 $\Delta I/I$ (ΔI —吸收峰高度, I —弱反射波强度) 与饱和程度 I_0 以及吸收室的光学密度的关系。吸收峰宽度 $\Delta\gamma_a$ 和幅度 $\Delta I/I$ 随着强波饱和程度 I_0 和吸收室的光学密度的增加而增大。对于一定光学密度的吸收室, 强波饱和程度 $I_0 \approx 5$, 弱反射强度 $I_{\text{反}} = I_{\text{入}}/9$ 时, 得到吸收

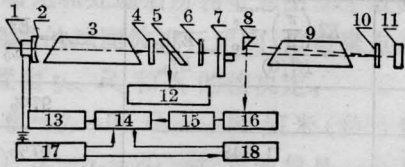


图1 SF₆饱和和吸收稳定激光器方框图

1—PZT; 2—全反镜; 3—CO₂激光器; 4—Ge输出窗; 5—分束片; 6—衰减片 I; 7—调制器; 8—棱镜; 9—SF₆吸收室; 10—衰减片 II; 11—全反镜; 12—光栅光谱仪; 13—积分放大; 14—相敏检波; 15—选放; 16—Hg—Cd—Te; 17—振荡器; 18—示波器

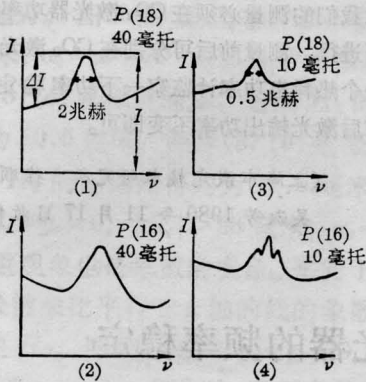


图2 CO₂激光器的 P(18)、P(16) 谱线的 SF₆ 吸收峰

峰特性如图 2 所示。

结果为:

(1) 吸收室的直径为 30 毫米,长 90 厘米,充气气压 40 毫托时,对 CO₂ 激光器的 P(18) 谱线的 SF₆ 吸收峰宽度 $\Delta\nu_a \approx 2$ 兆赫,吸收峰的幅度 $\Delta I/I \approx 40\%$ 。

(2) CO₂ 的 P(16) 谱线的 SF₆ 吸收峰宽度 $\Delta\nu_a \approx 3.5$ 兆赫,吸收峰的幅度 $\Delta I/I \approx 50\%$ 。

(3) 直径 60 毫米、长 220 厘米、充气气压 10 毫托的吸收室,采用折迭光路,CO₂ 的 P(18) 谱线的 SF₆ 吸收峰宽度压窄到 0.5 兆赫,吸收峰幅度 $\Delta I/I \approx 30\%$ 。

(4) CO₂ 的 P(16) 谱线的 SF₆ 吸收峰由三个不同强度的分量组成,已能明显分辨,分辨率达到 0.5 兆赫。

我们在(1)情况下进行稳频实验。激光器的压电陶瓷加 10 千赫的正弦波调制信号和锯齿波扫描电压,由吸收峰的一次微分信号测得监频特性为 4 伏/兆赫,如图 3 所示。

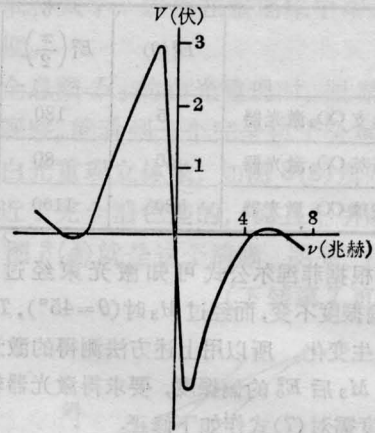


图3 监频特性曲线

伺服回路参数为:积分放大器放大倍数 50 倍,压电陶瓷的灵敏度 80 千赫/伏,故环路总增益为 16。伺服系统的带宽为 25 赫。

我们分别对 CO₂ 激光稳频管和采用光阑选频的 CO₂ 激光选频管进行环路锁定试验。对稳频管用伺服系统控制,在系统闭合后从相敏检波输出端测得输出幅度,得到控制精度优于 5 千赫,即频率稳定度优于 2×10^{-10} ,这既是短期又是长期稳定度。对选频管则得到 20 千赫的控制精度,因选频管的光栅架稳定性不够,所以在不锁定时频率不稳定度达到 300 千赫,用它作伺服环路试验可以看出环路锁定时,稳定度提高约 15 倍,这与伺服回路环路总增益一致,结果如图 4 所示:

通过对电子线路的测试分析,选频放大器噪声

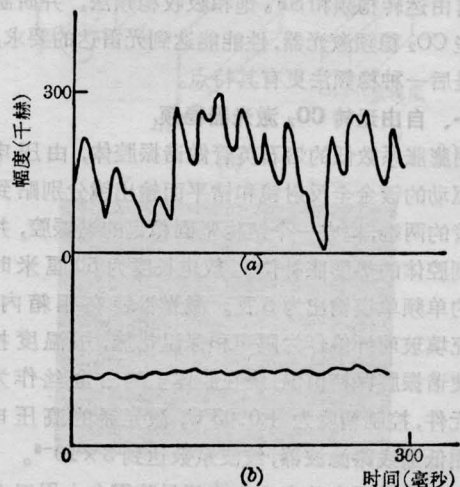


图4 伺服系统开路(a)和闭路(b)时相敏检波器的输出。

还可压低约 5 倍, 伺服系统控制精度可进一步提高, 再采用更低气压的吸收室以及把激光器安置在一楼实验室, 频率稳定度可提高一个数量级以上。

参加本项工作的还有牛振亚、冯兆新、耿秀兰等同志; 本工作还得到王乃弘同志的热情支持, 并提出了宝贵意见, 特致谢意。

参 考 文 献

- [1] A. J. Wallard; *Sci. Instr.*, 1973, **6**, 793~807.
- [2] H. P. Басов; *ЖЭТФ*, 1970, **59**, 394.

(中国科学院长春光机所 林太基
翁兆恒 1981 年 1 月 26 日收稿)

亚毫微秒 GaAlAs 双异质结激光器

Abstract: Taking advantage of relaxation of an Al_xGa_{1-x}As DH laser, light pulses of 300 ps have been obtained by driving laser with pulsed current of 500 ps duration.

当双异质结连续激光器加上大于阈值的阶跃脉冲时, 激光器的光脉冲前沿便产生张弛振荡, 振荡频率 f_r 为:

$$f_r = \frac{1}{2\pi} \left[\frac{1}{\tau_{ph}\tau_s} \left(\frac{I}{I_{th}} - 1 \right) - \frac{I^2}{4\tau_s^2 I_{th}^2} \right]^{1/2}$$

式中 I 为注入激光器的峰值电流; I_{th} 为阈值电流; τ_{ph} 为光子寿命; τ_s 为载流子自发复合寿命。当 $I/I_{th} = 2$, $\tau_s = 2$ 毫微秒, $\tau_{ph} = 1.2$ 微微秒时, $f_r = 4$ 千兆周; 当 I/I_{th} 更大时, f_r 更高。我们用一个峰值电流脉冲很高的超短电脉冲驱动激光器时, 能够把张弛振荡的第一个脉冲选出来。

实验排布如图 1 所示。

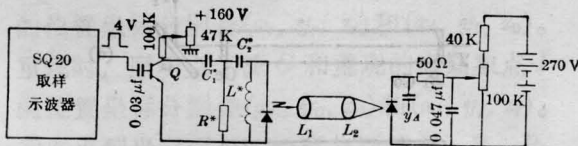


图 1

用 12.4 千兆周、上升时间为 28 微微秒的 SQ20 取样示波器的同步输出触发雪崩晶体管 Q , 获得上升时间小于 200 微微秒的脉冲经电阻、电容微分后获得宽度约为 500 微微秒的电脉冲如图 2 所示。微分的电阻、电容、电感的选择与激光器的结电容、线路分布参数有关, 如果选择不当时, 收到的光脉冲就不只一个, 而是多个。

500 微微秒的电脉冲加到激光器后产生的激光经透镜 L_1 变成平行光, 然后由透镜 L_2 聚焦到雪崩光电二极管上。用 50 欧姆取样电阻取出的光信号直接加到取样示波器的取样器上观察光脉冲。测量

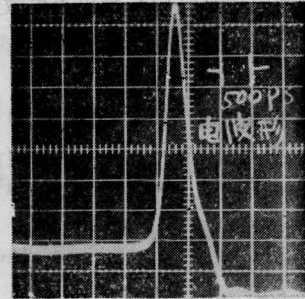


图 2 电脉冲

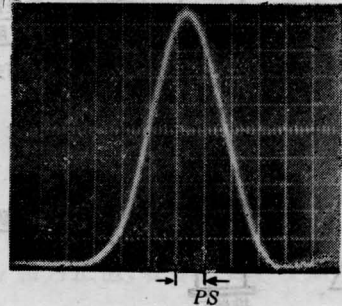


图 3

获得的光脉冲如图 3 所示。光脉冲宽度约为 300 微微秒。

根据上述原理, 当注入激光器的电流达到几倍阈值时还可以获得更短的光脉冲, 实际上只得到 300 微微秒的光脉冲, 这可能是由于探测器的响应速率不够, 或者是接收线路的带宽还不够。

(中国科学院上海光机所 张位在
1981 年 2 月 10 日收稿)