

希望的 370 nm 吸收带。

YAG 的 370 nm 色心具有极好的发光性能, 图 2 是它的发光谱和激发谱。发光带的峰在 404 nm, 带宽  $2000\text{ cm}^{-1}$ , 斯托克斯位移为  $2100\text{ cm}^{-1}$ 。

我们用积分球法<sup>[8]</sup>测量了这个发光的量子效率  $\eta$ , 结果是:  $\eta=0.4\sim 1.0$  (样品到样品)。尤其是, 后处理过的样品的量子效率都近于 1。长春物理所赵福潭用 SP70 ns 荧光计和解卷积法得到了该发光的室温荧光寿命  $\tau_f$ :  $\tau_f=3.1\pm 0.5\text{ ns}$ , (单指数衰减)。

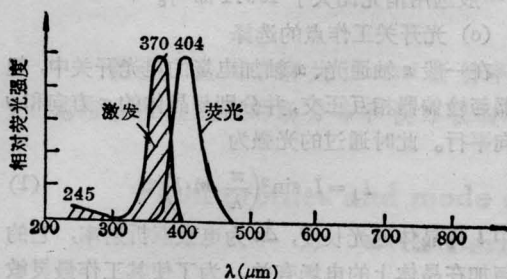


图 2 荧光谱和激发谱

从吸收谱和  $\eta$ 、 $\tau_f$  基本参数得到: 自发发射几率  $A\sim 3\times 10^8\text{ s}^{-1}$ , 辐射寿命  $\tau_r\sim 3\times 10^{-9}\text{ s}$ , 振子强度  $f\sim 0.15$ , 积分吸收系数  $\Sigma\sim 1\times 10^4\text{ cm}^{-2}$ , 色心浓度  $N_0\sim 1\times 10^{17}\text{ cm}^{-3}$ 。峰值发射截面具有

$10^{-17}\sim 10^{-16}(\text{cm}^2)$ 数量级。

YAG 单晶的生长工艺相当成熟, 色心发光性能又好, 其特点是量子效率高和荧光寿命短(3 ns), 并且具有很好的热稳定性。因此, 对于色心物理、色心激光和色心可饱和吸收体的研究和应用方面有重要意义。

## 参 考 文 献

- [1] B. Henderson; *Opt. Lett.*, 1981, **6**, 437.
- [2] Y. Chen, R. Gonzalez; *Opt. Lett.*, 1985, **10**, 276.
- [3] Sang-il Choi; *Phys. Rev. Lett.*, 1983, **50**, 1474.
- [4] K. Atobe; *Phys. Stat. Sol. (a)*, 1985, **89**, 155.
- [5] E. F. Marrynovich; *Opt. Commun.*, 1985, **53**, 254~258.
- [6] Wu G. Z.; "Luminescence of Color Center in YAG", Chinese National Conference on Lasers, Guang Zhou City, 1976. Research Reports of SIOFM. Vol. 8.
- [7] H. C. Коварева *Ван. зап.мп.*, 1981, **8**, No. 11, 2433.
- [8] 黄永楷, 吴光照; 《物理学报》, 1966, **22**, No. 8, 958.

(中国科学院上海光机所 吴光照  
张秀荣  
1986年4月5日收稿)

## LPS-II 激光稳功率仪

**Abstract:** LPS-II laser power stabilizer with  $\text{LiNbO}_3$  electro-optic modulator and high performance servo-circuit is described. The power unstability is less than  $+0.05\%$ , with the insertion loss of less than  $50\%$ . If a sinusoidal wave or a square wave signal is inputted into the modulation terminal, a stable laser beam with the same waveform as the electric signal will be obtained.

### 一、原理与结构

#### (一)仪器的工作原理

本仪器主要由 He-Ne 激光器、铌酸锂电光调制器、伺服控制电路组成, 其工作原理如图 1 所示。由于 He-Ne 激光器输出为线偏振光, 为避免增加损耗, 光路中省去了起偏器。光路中当在  $x$  轴通光的铌酸锂电光晶体的  $x$  方向加上的电压发生变化时, 由于晶体的电致双折射效应, 故使通过该晶体线偏振光的偏振度发生变化, 这样通过检偏器后的光强也就发生了变化, 本仪器中电光调制器采用如图 2 所示的正交偏光工作方式, 图中  $I$  为激光功率,  $V_x$

为电光晶体的半波电压。从图中可以看出, 当光功率变大时, 只要降低电光晶体的工作电压, 即可使通

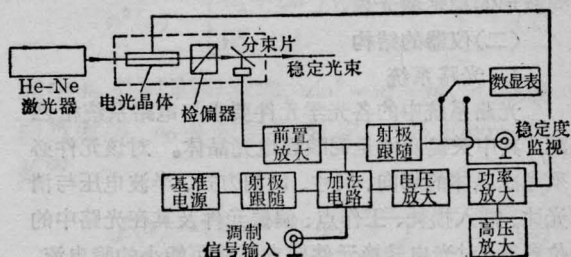


图 1 LPS-II 激光稳功率仪结构示意图

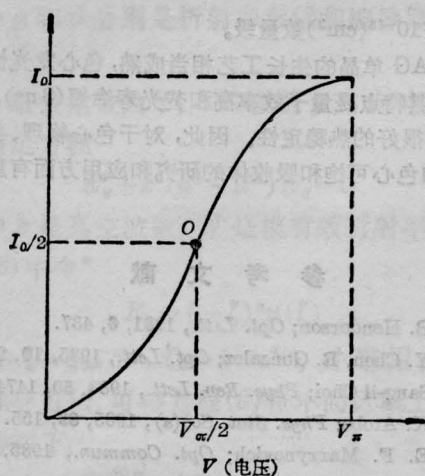


图2 铌酸锂电光调制器正交工作曲线

过电光调制器的光功率变小。 $O$ 点为电光晶体的  $\frac{V_{\pi}}{2}$  工作点,在实际工作中,工作点经常设置在大于  $\frac{V_{\pi}}{2}$  的区域,所以调制器光功率插入损耗可小于 50%。

当 He-Ne 激光器输出光功率变大时,从图 1 中可以看出在光分束片上所得到的采样光功率也变大,光电二极管将采样光变为随之变大的电信号,经过前置放大器后转换为一个变大的电压信号,这个电压信号输入到加法电路中。由基准电压源输出的基准电压经过射极跟随器输入到加法电路中,加法电路输出一个变大的电压值,这个电压值经过电压放大后输入到功率放大器,使功率放大器输出电压减小。由于晶体上的电压降低,通过调制器的光也减弱,从而达到激光功率不变。当激光器输出光功率变小时,同样经过上述过程达到激光功率的稳定。图 1 中,由前置放大器输出的电压值经过射极跟随器后,从“幅度及稳定度监视”端输出,我们可以在该端接入数压表或记录仪,测量光功率的幅度值和稳定度。当在“调制信号输入端”输入所需的正弦波、方波或其它波形电信号时,我们即可得到一个具有相同波形的稳定激光束。

## (二) 仪器的结构

### 1. 光路系统

光路系统中的各光学元件要求与电路系统相匹配,其中关键元件是铌酸锂电光晶体。对该元件必须考虑晶体的切向、尺寸、调制方式、半波电压与消光比、插入损耗、工作点、偏振元件及其在光路中的位置等,对光电转换元件要求有尽可能小的暗电流。

#### (1) 铌酸锂电光开关

#### (a) 铌酸锂晶体的切向、调制方式、尺寸的选择

我们选用  $z$  切割铌酸锂晶体制成  $z$  轴通光、 $x$  轴加电场的横向调制方式,根据输出光功率分别为 40mW、2.5mW 的 He-Ne 激光器实际光束直径,晶体的尺寸为  $x \times y \times z = 2.2 \times 2.5 \times 16$  mm。实测半波电压为 500V 左右。为了减小环境温度波动对晶体的影响,选用紫铜块作为热沉,用导电胶将晶体粘结在热沉上。

#### (b) 消光比

对铌酸锂电光开关消光比并没有特别高的要求,一般选用消光比大于 400:1 即可。

#### (c) 光开关工作点的选择

在一般  $z$  轴通光、 $x$  轴加电场的电光开关中,起偏器与检偏器相互正交,并分别与晶体的  $x$  方向和  $y$  方向平行。此时通过的光强为

$$I_{\perp} = I_0 \sin^2\left(\frac{\pi}{\lambda} \Delta n \cdot l\right) \quad (1)$$

式中  $l$  为晶体通光长度,  $\Delta n$  为电致双折射率,它的值与加在晶体上的电场有关。为了使其工作最灵敏以及线性最佳,我们选择开关工作点在  $\frac{V_{\pi}}{2}$  附近。

#### (d) 光开关在光路中的位置

考虑到光开关受温度波动的影响、光损伤以及长期工作时的漂移,我们将取样分束片置于光开关之后,这样就可将光开关引起的光强波动一起送入反馈电路进行控制,以提高稳功率仪的稳定度。

### (2) 光电转换元件

采用面积为  $3 \times 3$  mm 的硅光电二极管。由于前置放大器为直流感应器,所以光电二极管的暗电流一般应小于  $10^{-8}$  A,以提高放大器的信噪比。

### 2. 伺服控制电路

在本仪器中,伺服控制电路是一个关键组成部分,它的结构如图 3 所示。

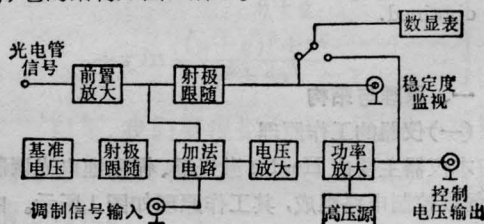


图3 伺服控制电路方框图

前置放大器采用高输入阻抗运算放大器组成的电流电压转换器,它用来对采样光信号进行放大。基准电压的稳定度将直接影响本仪器的精度,这里采用的基准电压源的长期稳定度优于 0.01%。功率放

(下转第 316 页)

当干扰函数作用于双路检测系统时, 根据公式(6),

$$P = \frac{E_0^2 \sin 2\Omega [1 + Mf(t)]}{E_0^2 [1 + Mf(t)]} \quad (18)$$

其中分子项中只包含一项干扰项  $\sin 2\Omega \cdot Mf(t)$ , 这是一高阶项, 可忽略不计, 若电路中加入一带通滤波器, 效果更好。分母项中所包含的干扰项  $Mf(t)$ , 可通过低通滤波器消除。和单路检测方案相比, 双路检测方案, 其双路的共模抑制作用, 使分子中不包含  $Mf(t)$  干扰项, 提高了系统的抗干扰能力。这对于检测 50 Hz 的工频电流是非常重要的。

#### 4. 交流及直流大电流的探测

若用单路检测方案测量直流电流, 由于其交流项为零(根据公式 3), 而不能实现。所以它仅适用于交流电流的测量。双路检测方案既适用于交流电流, 也适用于直流电流的测量。

## 四、结 论

在光纤电流传感系统上, 用两种方案进行了测试。在输入光功率 0.5 mW, 交流电

流为 1000 A 条件下, 双路检测系统的测量精度为 0.3%, 信噪比达 83 dB; 单路检测系统的测量精度 0.5%, 信噪比为 45 dB。以上分析表明, 双路检测系统有较高的信噪比、较强的抗干扰能力, 不仅可以探测交流大电流, 也可用于测量直流大电流, 是目前光纤电流传感器信号检测的较好方案之一。单路检测系统则具有结构简单, 调整方便, 对光电接收器和放大器无特殊要求等优点。在其它类型的光纤传感器中(如光纤电压计)有实用意义。我们认为对于利用光的偏振面变化来感知某些物理量的光纤或光学传感器, 这两种检测方案都具有实用意义。

## 参 考 文 献

- [1] A. M. Smith; *Optics and Laser Technology*, Feb. 1980, p. 25~29.
- [2] H. Aulich et al.; *Applied Optics*, 1980, 19, No. 22, p. 3735.
- [3] Shik-Chin Lin, T. G. Giallorenzi; *Applied Optics*, 1979, 18, No. 6, p. 916~919.
- [4] W. K. Platt; *Laser Communication Systems*, Wiley New York, 1969, Chaps. 8 and 10.
- [5] 范崇澄, 廖延彪; 《北京光学》, 1982, No 3, 17~24.

(上接第 320 页)

大器采用高压的三极管对管组成, 以消除由于温度起伏带来的影响。高压电源的输出电压为 450 V 左右, 长期稳定度优于 0.1%。

#### 二、稳定度的测试

采用由图 4 所示的装置测试功率稳定度。用 OPM-100 激光功率计(日本 ANDO 公司产品)测量仪器输出功率。经光功率计前置放大器(调制型)和射极跟随器, 把光信号转换成相应电压值输入到减法电路中去, 去除直流分量把变化量取出, 经放大后

输入记录仪或数压表, 以测量稳定光束的稳定度; 上述测量系统的不稳定度实测优于  $\pm 0.005\%$ 。同时从仪器“幅度及稳定度监视端”输出一个由采样光经仪器前置放大器放大的电压信号, 该电压信号的变化与采样光信号的变化有良好的对应关系, 而测量采样光的稳定度即是测量稳定光束的稳定度, 所以我们将仪器前置放大器的输出电压经射极跟随器后输入到数字电压表。把上述两种方法进行比较, 测量结果基本相符。由于后一种方法可避免激光功率计中光电接收器、运算放大器的温度漂移及非线性引起的误差, 提高了测量精度。测量时间为激光器开启预热半小时后, 任意取一小时进行测量。经大量实验表明, 仪器输出激光功率稳定度可优于  $\pm 0.05\%$ /小时。

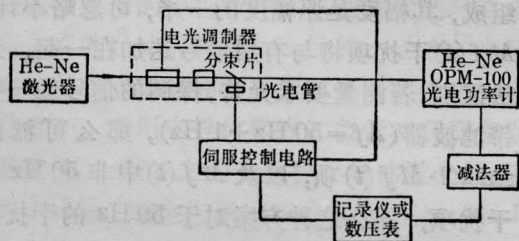


图 4 稳定度测试装置图

(上海市测试技术研究所 袁海林 金承谦  
1986年1月14日收稿)