

分别作缓冲气体时获得的电压-能量关系曲线。用 Ar(88%)+He(6%)作缓冲气体,放电电压为 36kV 时,最大输出能量超过 160 mJ。但在较低电压下输出要小得多。而 Ne 在不同电压下输出变化不大。其主要原因是 Ar 的电离电位比 Ne 低,高电压下虽然其电离速率增大,输出提高,但其放电稳定性差,易导致弧光的产生,因而能量很快下降。由于该结构的预电离效率高,因而用 Ne 作缓冲气体时,在 20~25 kV 时也可正常运转。

4. 气体循环流动对放电稳定性的影响

在实验中分别测量了激光器的循环系统在静态和动态情况下的输出能量和激光次数,所得结果示于图 5。显而易见,该循环装置作用较明显,当配以循环流动时,一次充气寿命为 3×10^4 次以上。

参加本工作的有戎春华、邓国杨、魏磊等同志。顾之玉、王绍英同志给予了指导,特此致谢。

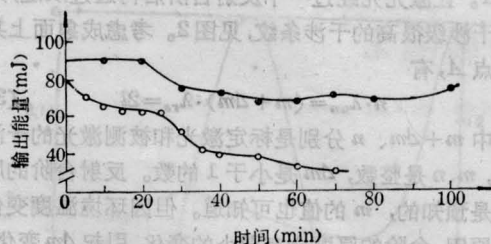


图 5 激光器在动态和静态时的输出稳定性比较

●—动态; ○—静态; 总气压: 2.5 atm;
放电电压: 30 kV; 重复率: 3次/s

参 考 文 献

[1] 王华胜等;《应用激光》,1985, 5, No. 5, 198.

(中国科学院安徽光机所 王华胜 余吟山
吴文洲 1985年12月23日收稿)

杨氏干涉法监测激光波长

Abstract. In the paper we describe the experimental monitor by comparing the Young's interference fringes of lasers. The monitor range is 200~1000 nm with an accuracy of 2×10^{-6} .

一、引言

在使用调谐激光的激光光谱及其应用,往往需要精确地监测激光波长的变化。原则上任何摄谱仪或单色光计都可用来监测激光波长的变化,但是都不能直读,且精度难以提高。现在常用一个 F-P 标准具来监测激光波长,但这个方法有二个缺点:

1. F-P 标准具的自由光谱区较小,激光波长变化的范围超出自由光谱区后就无法监测了。

2. F-P 标准具成本较高。

我们提出一个用改进的双缝,通过比较杨氏干涉条纹来监测激光波长的实验方案。实验结果表明,在普通的实验条件下,监测精度达 2×10^{-6} 左右,监测范围为 200~1000 nm。

二、原理

1. 工作原理

标定激光和被测激光通过双缝后产生干涉条纹,二种干涉条纹的关系为

$$\lambda_{un} = \frac{P_{un}}{P_{re}} \lambda_{re} \quad (1)$$

式中 λ_{re} 、 P_{re} 、 λ_{un} 、 P_{un} 分别为标定激光和被测激光的波长和干涉条纹周期。测出 P_{re} 、 P_{un} 后就求出 λ_{un} , 得到

$$\lambda_{un} = \lambda_0 \pm \Delta\lambda \quad (2)$$

式中 λ_0 为被测激光波长的准确值, $\Delta\lambda$ 为测量误差。为了提高测量精度,我们设计了一种改进的双缝,见

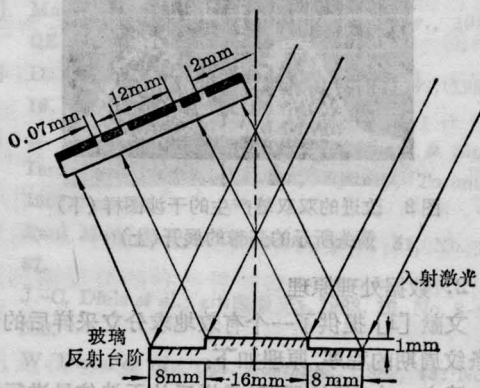


图 1 改进的双双缝

图1。让激光先经过一个反射台阶后再通过双缝,形成干涉级很高的干涉条纹,见图2。考虑成象面上某一点A,有

$$n \cdot \lambda_{un} = (m + \Delta m) \cdot \lambda_{ro} = 2l \quad (3)$$

式中 $m + \Delta m$ 、 n 分别是标定激光和被测激光的干涉级, m 、 n 是整数, Δm 是小于1的数。反射台阶的厚度是预知的, m 的值也可知道。但因环境温度变化等原因,台阶的厚度会有微小的变化,引起 Δm 变化,每次测量时都要求出 Δm 。

适当选择反射台阶的厚度 l , 使下面二式成立

$$\frac{m + \Delta m}{n_0 + 1} \lambda_{ro} < \lambda_0 - \Delta\lambda \quad (4)$$

$$\frac{m + \Delta m}{n_0 - 1} \lambda_{ro} > \lambda_0 + \Delta\lambda \quad (5)$$

就能得到一个和(2)式不矛盾的值 n_0 。例如: 取 $2l = 2 \text{ mm} = 2 \times 10^6 \text{ nm}$, $\lambda_0 = 500 \text{ nm}$, $\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = 10^{-4}$ 即 $\Delta\lambda = 0.05 \text{ nm}$, 从(1)式得到

$$500 \text{ nm} - 0.05 \text{ nm} \leq \lambda_{un} \leq 500 \text{ nm} + 0.05 \text{ nm}.$$

$$\text{而 } \frac{2l}{n_0 + 1} = \frac{2 \times 10^7}{4001} = 499.875 \text{ nm},$$

$$\frac{2l}{n_0} = \frac{2 \times 10^7}{4000} = 500 \text{ nm},$$

$$\frac{2l}{n_0 - 1} = \frac{2 \times 10^7}{3999} = 500.125 \text{ nm},$$

可以发现, 只有取 $n = n_0 = 4000$ 得到的结果 $\lambda_{un} = 500 \text{ nm}$ 符合(2)式。取定 l 后不再变化。正式测量时, 先求出 P_{ro} 、 P_{un} 代入(1)式求出 λ_{un} 的粗略值, 再求出 Δm 代入(3)式求出 $2l$, 再通过(4)、(5)式找出正确的 n 值代入(3)式求出 λ_{un} 。 λ_{un} 的精度由 n 、 $m + \Delta m$ 的有效位数决定。

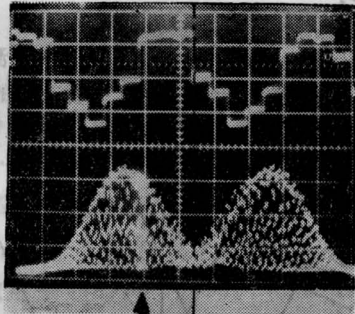


图2 改进的双缝产生的干涉图样(下) 箭头所示的亮带的展开(上)

2. 数据处理原理

文献 [1] 提供了一个有效地求分立采样后的干涉条纹周期的程序, 原理如下:

建立一个“滤波器”对采样后的干涉信号进行滤波, 可求得一系列干涉波形的中点坐标, 再用最小二

乘法处理, 就可得到 P_{ro} 、 P_{un} 、 Δm 、精度优于 10^{-4} 。 n 、 m 的数量级是 1000, 这样, n 、 $m + \Delta m$ 可提供 7 位有效数字, 原理上测量精度可达 10^{-7} 。

三、实验装置和实验结果

在实验中, 我们发现震动是引起误差的主要因素。为了消除震动误差, 我们设计了一种光学上对称的双缝, 见图1。使用双双缝可得到二套并列的干涉条纹, 分别接收和处理这两套干涉条纹, 可得到带有等值反向震动误差的二种实验结果, 取平均值, 就可消去震动误差。

实验安排见图3。标定激光和被测激光经过一块分束板和一个扩束器后共线地照在改进的双缝上。用以 RETICON-1024S 系列光电二极管阵列接收器的组合式一维光学多道分析仪 [2,8] 接收干涉信号并进行数据处理。列阵接收器的光谱响应范围为 $200 \sim 1000 \text{ nm}$ 。用一块柱透镜会聚干涉信号以增

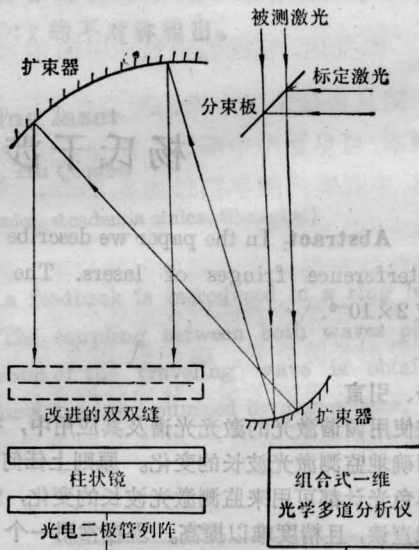


图3 激光波长检测实验原理图

表1 监测氦-氖激光波长的结果

次数	测量结果 (nm)	精度 (10^{-6})
1	632.818	1.6
2	632.819	3.2
3	632.817	6
4	632.818	1.6
5	632.818	1.6
平均值	632.818	1.6
准确值	632.817[4]	

表2 监测氦-镉激光波长的结果

次数	测量结果(nm)	精度(10^{-6})
1	441.571	2.3
2	441.570	0
3	441.572	4.6
4	441.569	2.3
5	441.569	2.3
平均值	441.570	2.3
准确值	441.570 ^[4]	

加信噪比。用长 250 mm 的氦-氖激光器作标定激光

光源。

我们做了监测氦-氖激光和氦-镉激光波长的实验,实验结果见表 1、表 2。

参 考 文 献

- [1] J. J. Snyder; *Appl. Opt.*, 1980, 19, 1223.
- [2] 梁培辉等;《中国激光》,1983, 10, 117.
- [3] 梁培辉等;《中国激光》,1984, 11, 310.
- [4] “光谱线波长表”,中国工业出版社,北京,1971年3月, p. 66, 207.

(中国科学院上海光机所 孙海音 梁培辉
王之江

1985年10月30日收稿)

一种实现多通道全息干涉计量的简易方法

Abstract: A simple method for multiplexing holographic interferometry is proposed by means of angular orientation-Fourier holography.

目前对于多通道全息术已经作了比较充分的研究^[1~3]。这种技术对多种不同物体的记录和比较或对同一物体的多种状态的记录与比较是十分有用的。已经成功地用于干涉计量的多通道全息术有对记录干板进行区域编码记录^[1]和采用多路参考光进行编码记录技术^[2],实时全息术^[4]和夹层全息术^[5]也可以进行多状态全息干涉计量,但需要有精确的复位装置和特殊的编码装置,技术上也很复杂。这里提出一种实现多通道全息干涉计量的简易方法。

用 ϕ 调制傅里叶全息术实现多通道全息干涉计量的记录装置如图 1。图中 H 为记录干板,放在一个可绕水平轴 s 转动的架子上;参考光 $R(x, y)$ 为位于

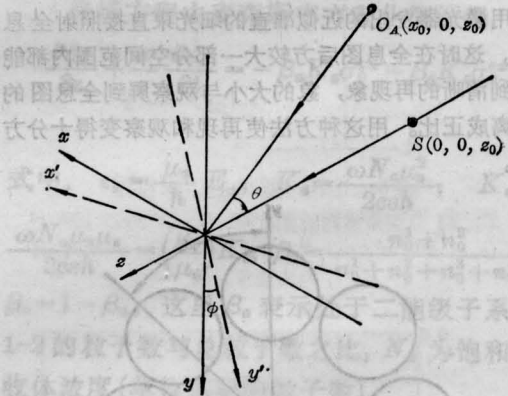


图2 转动干板实现 ϕ 调制的全息编码

s 轴上的点光源 S 所发出的球面光波, S 与 H 的距离为 z_0 , 物体 O 与干板 H 的垂直距离等于参考光源 S 到干板 H 的距离, 物体中心 O_A 到干板中心的连线与 s 轴夹角为 θ 。记录时,通过转动干板来实现 ϕ 调制全息编码(图 2)。干板每转动 ϕ 角后进行两次曝光,在两次曝光之间使物体的状态发生一次变化。如果对同一物体的 n 种状态进行记录与比较,记录时要使干板转动 $n-2$ 次,每次转动的角度 ϕ 为

$$\phi = \frac{\pi}{n-1} \quad (1)$$

并对干板进行 $2(n-1)$ 次曝光。这时干板记录的光强分布为:

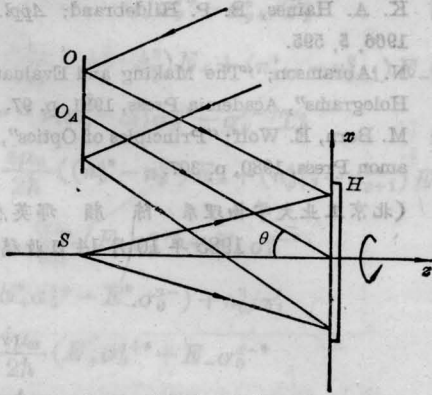


图1 傅里叶全息编码系统