

317~320.

- [2] A.Z. Grasiuk; *Appl. Phys.*, 1980, **21**, 173~180.
- [3] H. Tashiro *et al.*; *Appl. Phys.*, 1980, **21**, 237~240.
- [4] C. Rolland *et al.*; Conference on Lasers and Electro-optics 10~12 June 1981, p. 24.
- [5] A. Z. Grasiuk, I.G. Zubarev; *Appl. Phys.*, 1978, **17**, 211~232.

- [6] P. Pinson *et al.*; *J. Appl. Phys.*, 1981, **52**, p. 2634.

(四川大学激光物理与激光化学研究室

李育德 匡一中 苟洪涛*

1985年11月14日收稿)

* 四川大学物理系 1985 年毕业实习生。

He-Ne 激光噪声的测量

Abstract. A method is reported for continuously measuring laser amplitude noise. The bandwidth is 2.0 Hz-1MHz. The minimum measurable noise power is about 0.2 μW.

一、引言

近年来利用激光进行信息处理方面的应用越来越多,如光通讯、激光高速扫描检测及激光唱盘等。这些应用中都需要低噪声激光束,并已出现低噪声的商品激光管^[1,2]。在噪声特性研究中多采用频谱分析仪方法和高响应时间的光电倍增管作为光探测器,但将此装置作为噪声的定量测量仪器显得价格昂贵,数据处理也较繁琐;另外还有光电池和光电二极管作为探测器,用毫伏表或示波器显示噪声大小^[3],但不能实时地记录下噪声值大小的变化。

这里报道一种能连续测量并实时记录下噪声值的方法,可作为工程性的噪声测量仪。本仪器有 2 Hz 至 1 MHz 的频率响应范围,本底噪声功率小于 0.2 μW,测量误差小于 10%。

二、测量原理及测量装置

文献[4]给出了非锁定的多模(个数为 M) 激光噪声大小的表达式:

$$N = \left[\frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} (\sum_i E_i^2 - \sum_i \bar{E}_i^2)^2 dt \right]^{\frac{1}{2}} / \sum_i \bar{E}_i^2 \quad (1)$$

或者

$$N = \left[\sum_i (\bar{E}_i^2 N_i)^2 + \sum_{i \neq j} C_{ij} \bar{E}_i^2 \bar{E}_j^2 N_i N_j \right]^{\frac{1}{2}} / \sum_i \bar{E}_i^2 \quad (2)$$

式中 E_i 为第 i 个模的瞬时光场振幅值; N_i 为第 i 个模的平均光电流归一化噪声有效值:

$$N_i = \left[\frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} (E_i^2 - \bar{E}_i^2)^2 dt \right]^{\frac{1}{2}} / \bar{E}_i^2 \quad (3)$$

T 为大于起伏周期的时间值; C_{ij} 为相关系数;

$$C_{ij} = \left[\frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} (E_i^2 - \bar{E}_i^2)(E_j^2 - \bar{E}_j^2) dt \right]$$

$$\times \left[\frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} (E_i^2 - \bar{E}_i^2) dt \cdot \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} (E_j^2 - \bar{E}_j^2) dt \right]^{-\frac{1}{2}} \quad (4)$$

由于模之间有相互作用, C_{ij} 不为零,这将使总噪声小于其中一个模的噪声。

光电倍增管或光电池、光电二极管的短路电流与光功率成正比,那么在同一个负载电阻上获得的交流成份电压的有效值与交直流电压的平均值的比值即为(1)式的噪声值:

$$N = \frac{W_N}{W_0} = \frac{\bar{V}_N}{V_0} \times 100\% \quad (5)$$

或
$$N = 10 \log (\bar{V}_N / V_0) \quad (\text{dB}) \quad (6)$$

噪声测量及监视分析装置框图如图 1 所示。

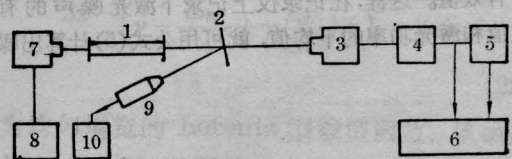
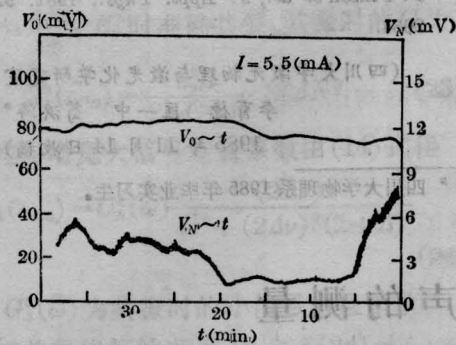


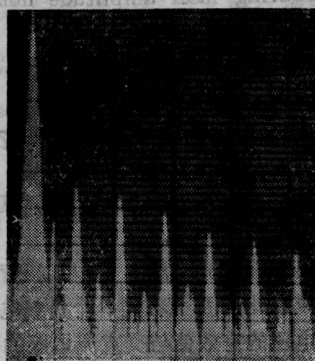
图 1 噪声测量及监视分析系统

在图 1 中 1 为待测激光管; 2 为半反镜; 3 为光电探测器,本装置中采用小面积的光电池; 4 为小阻值负载; 5 为改装的交流微伏表,能同时显示和输出噪声电压有效值,最小显示值为 1 μV,频率范围为 2 Hz 至 1 MHz,电压测量误差为 ±4%; 6 为双笔记录仪; 7 为光电倍增管; 8 为频谱分析仪; 9、10 为扫描干涉系统。

许多研究表明,单模 He-Ne 激光器 1MHz 以下的噪声占总噪声的绝大部分^[5,6],本文所述的光电探测系统经实测有 1 MHz 频宽, 10 μV 的本底噪声。在测量中用微伏表的显示值标定记录仪上显示的噪



(a)



(b)

横坐标: 130 Hz/div
纵坐标: 10 dB/div

图2 普通 He-Ne 激光管噪声变化及其低频频谱 (因噪声被放大且未标定, 分贝值只有相对意义, 与 (6) 式所示的分贝值意义不相同)

声有效值。这样, 在记录仪上记录下激光噪声的有效值和激光功率的平均值, 就可用公式(5)计算出噪

声值。若用激光功率计标定记录的平均电压值, 那么就可以换算出激光噪声功率值 W_N :

$$W_N = N\beta V'_0$$

式中 β 为电压功率换算系数, V'_0 为记录仪上的实际平均电压值。10 μ V 大约相当于 0.2 μ W。

三、测量结果及特性分析

图 2(a)、(b) 是用这种方法测量在使用不同的激光电源时产生的噪声, 结果与文献[3]一致。

本装置也可用于 He-Cd, Ar⁺ 及半导体激光器 etc 等低频(1MHz 以下)振幅噪声的测量; 若改换其他波段的光探测器可以用于更广范围的噪声测量。

本工作得到董孝义同志的帮助和支持, 在此表示感谢。

参 考 文 献

- [1] K.G.Hernqvist; *RCA Review*, 1969, 30, No. 3, 429~434.
- [2] Taizo Oikado et al.; *NEC Research & Development*, 1977, No. 44, 10~15.
- [3] 徐顺潮等;《应用激光》, 1984, No. 1, 33~35.
- [4] T. Svzniki et al.; *Japanese J. Appl. Phys.*, 1971, 10, No. 9, 1238~1243.
- [5] A. Waksberg et al.; *Rev. Scient. Instrum.*, 1969, 40, No. 10, 1306~1313.
- [6] 吕可诚等;《中国激光》, 1983, 10, No 10, 709~710.

(南开大学现代光学研究所 刘志国 巴恩旭

吕可诚 王立军 刘立新

1985年10月16日收稿)

磁调制氦-氖激光器的研究

Abstract. By changing the shape of the middle part of a He-Ne laser rectangular capillary tube, the discharge plasma can be partly bended under the action of alternative magnetic field. Thus a new type of magnetically modulated laser can be obtained. The glow shrinking effect is studied and some experimental results are presented.

为了利用磁场强度变化改变激光增益区长度而进行调制的激光器, 需在毛细管加粗的情况下, 得到不再充满整个光学通道的低气压、小电流收缩正柱。而在现有的 He-Ne 激光管中这是不可能的。为此, 我们将普通同轴式 200 mm He-Ne 激光管放电通道改为圆形、矩形组合的通道, 即中部为扁窄矩形, 两头为

圆形的通道。矩形通道尺寸为高 1.5 mm, 宽 8 mm。圆通道内径为 1.5 mm。其结构如图 1 所示。

改进后正柱区不因放电空间扩大而充满整个通道, 而是处于收缩状态, 放电情况保持与普通 He-Ne 管相同, 输出功率基本上也不受影响。功率稳定情况如图 2 所示。