

可调谐环形染料激光器的微机控制

于 占 海

摘要: 本文论述了可调谐单模环形染料激光器微型计算机控制系统的设计与实现, 包括硬件设计与软件设计。文章最后给出了可能达到的实验结果。

一、引 言

单频可调谐环形染料激光器具有高效、单频窄线宽、波长连续可调等优点; 在高分辨率激光光谱学、激光化学、原子和分子物理等领域具有广泛的应用。自美国光谱物理公司于1979年研制出第一台商用单频可调谐环形染料激光器以来, 到目前该公司已生产出SP-380A、B、C、D系列产品。美国相干公司也研制并生产出了699系列产品, 并于1982年制成微型计算机控制的699-29型环形染料激光器。此产品代表了当今染料激光器的先进水平。我国也开展了这方面的研制工作。长春光机所于1982年在国内首次研制成功801A、B、C型产品, 并达到了国外同档产品的水平。为提高我国染料激光器的应用水平, 使染料激光器达到调谐自动化、扫描自动化、便于准确地获取、分析和处理数据, 有必要把微型计算机控制引入到环形染料激光器。对控制提出以下指标: 波长监视稳定度: $<10^{-6}$; 自动扫描范围: 10^4 GHz; 光谱线宽: <20 MHz; 工作波长范围: $5700\sim 6200\text{\AA}$ (用R6G染料) 如更换光学元件和染料可扩展波段。

二、单频可调谐环形染料激光器的调谐原理

连续波可调谐环形染料激光器的调谐是采用双折射滤光片, 薄片标准具、空气隙标准具和检流计板来完成的。用双折射滤光片进行波长大范围粗调谐。如下式所示

$$\delta = \frac{2\pi(n_o - n_e)d_1 - \cos^2\phi \cos^2\eta}{\lambda \sin \eta}$$

当光通过双折射滤光片时, O光和e光产生位相差 δ , 当 δ 为 2π 的整数倍时有最大透过率。由上式可知 δ 与 ϕ 有关(ϕ 为光轴与入射平面的夹角; η 为入射角), ϕ 角不同时具有最大透过率的线偏振光的波长也不同, 这样, 改变 ϕ 角就可调谐波长。

双折射滤光片不能获得可靠的单模振荡, 而且调谐较粗, 为获得单模振荡和连续可调, 还要插入薄片标准具和空气隙标准具。标准具的透过率随波长改变由标准具的透过率公式:

注: 本文作者的导师为许凤明。

$$T = \frac{1}{1 + \frac{4R}{(1-R)^2} \sin^2\left(\frac{2\pi nd \cos\theta}{\lambda}\right)}$$

给出, 由上式可知: 通过改变入射角 θ 或标准具的有效厚度 nd (对于空气隙标准具即改变空气隙间隔) 可实现对波长的连续调谐。波长连续扫描是使空气隙标准具的间隔同检流计板 (调有效腔长) 同步扫描。

三、硬件设计

为了实现自动调谐, 除了要能实时、高精度测量波长外, 还必须有控制调谐元件的执行元件, 驱动电路及其与计算机的接口电路。我们主要选用并设计了以下元件及电路: 1. 用于调节双折射滤光片和薄片标准具的步进电机及其驱动电路; 2. 用于驱动调节空气隙标准具厚度的压电陶瓷的高压放大电路和驱动检流计板偏转的驱动电路; 3. 用于对数字开关输入信号进行整形, 去抖动的辅助电路; 4. 微型机与以上电路的接口, 包括两路数字输出通道, 一路数字输入通道, 两路模拟输出通道。(一路模拟输出通道用于对波长的定点调节, 另一路用于对波长的扫描)。另外计算机还配备有两个磁盘驱动器, 图形显示终端 (用于光谱图形显示), 打印机, X-Y 记录仪 (用于记录光谱曲线)。

四、软件设计

软件设计力求其通用性与可靠性。为满足用户的不同需要, 我们采用模块化程序设计方法, 并使用 FORTRAN 语言和汇编语言交叉调用的方法, 把 FORTRAN 语言计算方便、精度高同汇编语言接口控制功能强等优点结合起来。软件主要有以下模块: 1. 波长测量子程序模块; 2. 激光器各调谐元件, 透射峰值的调节模块, 用于调节各调谐元件使其最大透射波长对应到一个波长值; 3. 两个步进电机的驱动子程序模块; 4. 压电陶瓷驱动子程序模块; 5. 单次及调节子程序模块; 6. 调谐并控制波长子程序模块; 7. 波长连续扫描子程序模块; 8. 一些辅助的调试子程序模块。这些子程序模块用户可以根据自己的不同需要进行调用编程, 应用非常方便。

五、结束语

实验结果表明, 这些软件、和硬件能够完成: 当给定波长时计算机控制激光器自动调节波长到给定波长并稳定到此波长, 其波长控制精度小于 10^{-6} 。输出激光线宽小于 20 MHz, 如加上稳频控制系统输出激光的短期和长期稳定度则更高。达到了设计指示要求。连续波可调谐环形染料激光器采用微型计算机控制属国内首创。一旦投入生产能够取得很大的经济效益。

参考文献

[1] J. V. V Kasper, C. R. Pollock, R. F. Curl, Jr., and F. K. Tittel, Applied Optics, 21 No2/15 January 1982

[2] G. Litfin, C. R. Pollock, IEEE Journal of Quantum Electronics, QE-16, 1154, No11 November 1980.

[3] C. R. Pollock, J. Kasper, Applied Optics 18 No12, 907 15 June 1979

Microcomputer Control of Tunable Ring Dye Laser

Yu Zanhai

Abstract

In this paper design and realization of microcomputer controlled single-mode cw ring dye laser are described simply, including hardware and software design. Experimental results are given in the last of this paper.



1982年11月15日收到
 作者地址：北京理工大学