

Fizeau 激光波长计测量脉冲激光波长

于占海

(中国科学院长春光学精密机械研究所 长春 130022)

摘要 详细讨论了采用单片机控制的 Fizeau 波长计测量脉冲激光波长的两种方法,包括脉冲激光同步测量方法与软件判别捕捉方法,文章最后给出了系统的测量结果,其测量精度与测量连续激光相同,即绝对精度 $< 10^{-6}$,分辨率 $< 10^{-7}$ 。

关键词 脉冲激光 单片机 波长计

1 引言

Fizeau 激光波长计比采用 Fabry-Perot 激光波长计测量激光波长更为简单。典型的 Fizeau 激光波长计采用未镀膜的 Fizeau 劈尖在其反射光中产生正弦的干涉条纹,波长通过干涉条纹的周期和位相计算出来。对于重复频率高的准连续激光波长的测量, Fizeau 激光波长计的处理方法与测量连续激光相同,这里主要介绍低重复频率脉冲激光波长的测量方法。

2 同步测量方法

同步测量是指,利用产生脉冲激光的电同步信号来同步 Fizeau 激光波长计的测量方法,图 1 给出了测量系统的组成框图。来自激光器的脉冲激光,经过分束器分出 1mW-10mW 的激光入射到 Fizeau 干涉仪,干涉仪的干涉信号成像到 CCD 接收器上。与脉冲激光同步的 TTL

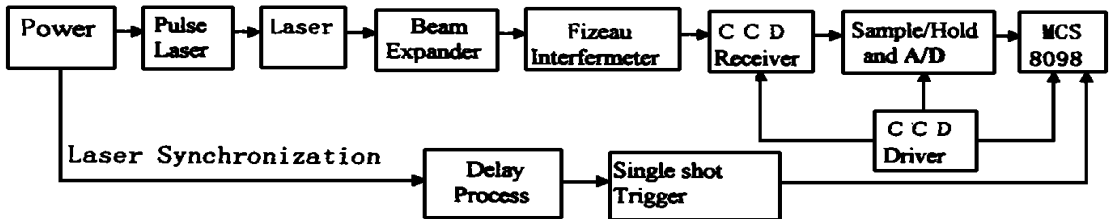


Fig. 1 Component of system

电脉冲信号经过延时处理去触发单片机采集系统进行采集。

2.1 同步信号的处理

由于激光脉冲的重复频率不确定, Fizeau 激光波长的 CCD 驱动采用固定积分时间, 即固定时钟频率, 所以激光脉冲的周期可能大于 CCD 积分时间, 也可能小于 CCD 积分时间, 当用激光电同步去触发 CCD 驱动器时, 对于前一种情况不需作特别的处理, 对于后一种情况必须进行相应的逻辑处理, 以保证在 CCD 积分时间内, CCD 驱动器不被激光电同步脉冲多次触发, 影响测量精度。为避免这种情况, 采用单片机查询激光同步脉冲的方法来同步 CCD 信号的采集。

2.2 单片机采集系统的软件处理

软件要求, 经过单稳态触发器处理的激光同步信号具有足够的宽度, 以便于单片机的查询; 图 2 给出了采集子程序的程序框图。

2.3 存在的优缺点

这种方法对极低重复频率的脉冲激光不易出现漏测; 但对激光电同步脉冲的需求给使用者带来诸多不便。

3 软件采集捕捉测量方法

软件捕捉就是, 单片机控制系统连续采集 CCD 的整场信号, 对采集的信号进行判断, 看是否有激光脉冲入射到 Fizeau 干涉仪, 如果有, 则对整场 CCD 数字信号进行卷积、滤波, 计算出波长; 如果没有则继续进行采集。

3.1 硬件组成

系统的硬件组成与测量连续激光的系统完全相同。

3.2 软件设计

软件设计需解决干涉信号的识别问题, 通过识别判断才能捕捉到激光脉冲, 这里采用差值法进行判断; 在 Fizeau 激光波长计中, 当没有激光入射时, CCD 输出的视频信号为接近 0V 的直流电平, 对应数字信号为小于 5 的整数; 当有激光入射时, 激光经 Fizeau 干涉仪成像在 CCD 上的干涉信号近似为正弦波, 对应数字信号的最大值与最小值具有相应的差值。因此, 通过计算整场 CCD 数字信号的最大值与最小值之差, 即可判断是否有脉冲激光入射。图 3 给出了当有激光入射时 CCD 输出的视频信号图和无入射激光时 CCD 输出的视频信号图, 依据这一方法的数据采集子程序如图解所示。在子程序中把数据采集与识别判断合为一体, 为加快软件判别的速度, 只取 CCD 整场数字信号中间相当于 3 个正弦周期的数字信号计算其最大值与最小值的差。考虑入射光的强度, 取差值的门限为 7。

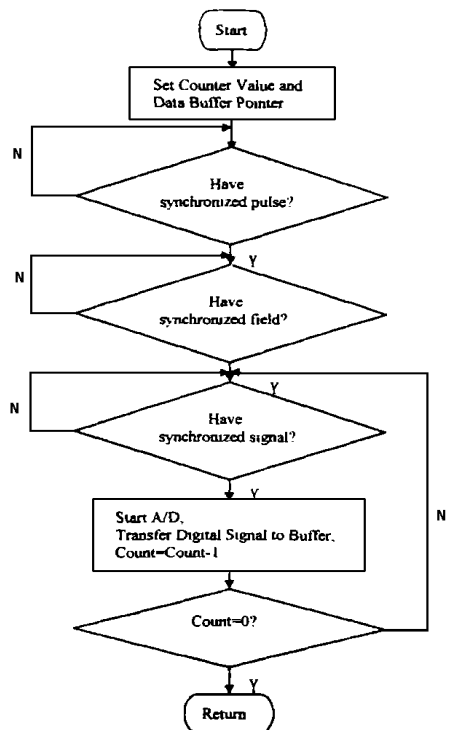
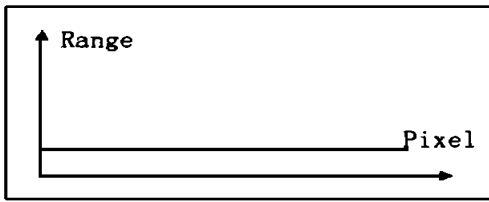
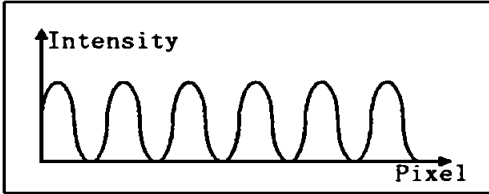


Fig. 2 Process of synchronizing measurement



(a)



(b)

Fig. 3 (a) With laser signal, (b) without laser signal

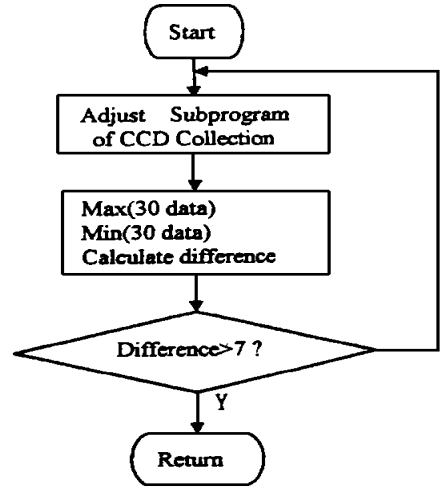


Fig. 4 Subprogram of capture

3.3 存在的缺点

这种方法, 由于对激光信号识别需要一定的软件判别时间, 如果激光脉冲恰巧在此其间入射, 就会出现漏测。

3 结 束 语

在所设计的“8098 单片机控制的 Fizeau 激光数字波长计控制系统”中, 同时兼顾了两种方法, 当激光同步信号容易获取时, 采用第一种方法; 否则采用第二种方法。通过对调制的染料激光波长和准分子激光泵浦的脉冲染料激光波长的测量, 其测量指标完全达到测量连续激光的指标, 即: 绝对精度 $< 10^{-6}$; 分辨率 $< 10^{-7}$ 。

参 考 文 献

- 1 方建淳. MCS-96 系列 8098 单片机原理与应用技术. 天津: 天津科学技术出版社, 1990
- 2 王泰峰. 微机 C 语言基础与应用. 北京: 中国铁道出版社, 1991
- 3 叶欣. TURBOC2.0 参考手册. 北京: 中国科学院希望高级电脑技术公司, 1990

The Method of Measuring Pulse Laser with Fizeau Laser Wavemeter

YU Zhan Hai

(*Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics,
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022*)

Abstract

This paper discusses in detail the two methods of how to use single chip computer to control Fizeau wavemeter measuring pulse, the synchronous measurement, software judging and snapping method of pulse laser. At the end of this section, it describes the measuring consequence of the system. Its measuring precision is the same as that of continuous laser. That is, its absolute precision $< 10^{-6}$, distinguishability $< 10^{-7}$.

Key words: Pulse laser, Single chip processor, Wavemeter

于占海 男, 1963年12月出生。1985年毕业于吉林工业大学电子工程系, 获得学士学位, 1988年毕业于长春光学精密机械研究所, 获硕士学位, 毕业后一直从事染料激光器控制、激光波长测量控制、CO₂激光器控制及激光切割数控系统等方面的工作。