

一种高灵敏度相位调制单模光纤传感器的 信号处理系统

叶玉堂 彭远旺

(电子科技大学, 成都 610054)

雷肇棣

(西南技术物理所, 成都 610051)

陈梅

(中电研究所, 北京 100846)

提要 报道一种高灵敏度相位调制单模光纤传感器的信号处理系统。简述了系统的传感原理, 讨论了辨向检测电路和信号的计算机处理。

关键词 单模光纤, 相位调制, 传感器, 信号处理

Signal processing of single-mode optical fiber phase-modulated temperature sensors

YE Yutang, PENG Yuanwang

(University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610054)

LEI Zhaodi

(South-West Institute of Technical Physics, Chengdu 610051)

CHEN Mei

(Institute of China Tron. Corp., Beijing 100846)

Abstract A signal processing system for single-mode optical fiber phase-modulated sensors is reported. The principle of operation is outlined, the direction-distinguishing circuit is discussed and the signal processing with a computer is described.

Key words sensor, single-mode optical fiber, phase-modulation, signal processing

1 引言

对灵敏度极高的相位调制光纤传感器, 各国均进行了广泛的研究^[1,2]。近几年国内已有相位调制传感器的报道^[3,4]。本文报道一种直接式相位调制单模光纤温度传感器的信号处理系统。它由干涉条纹的辨向检测单元及计算机信号处理单元组成, 加上马赫-陈德尔(Mach-Zehnder)干涉型相位调制温度传感器, 构成一套可直接应用于温度的自动检测、显示和控制的

完整的传感设备。该系统具有很强的通用性,有广阔的应用前景。

2 传感设备的原理和结构

传感设备的结构如图 1 所示。

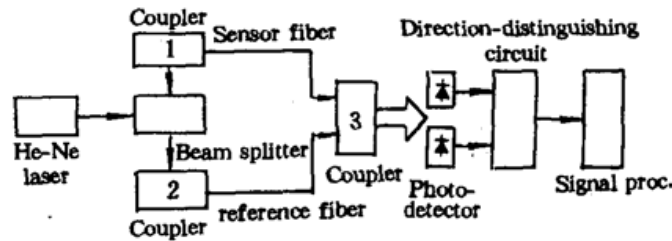


Fig. 1 Schematic configuration of the fiber temperature sensor

由 He-Ne 激光器发出的激光束经光分束器分成强度相等的两束光,各自经耦合器 1,2 之后分别进入作为传感臂和参考臂的两单模光纤,光纤臂长 20 m。光纤尾端在耦合器 3 相互靠近并成一小角度,两输出光束在其相交区产生 Mach-Zehnder 干涉。当传感臂的环境温度发生变化时,两束光的相位差会发生变化,干涉条纹会发生移动,相位差每变化 2π ,干涉条纹就移动相当于一个条纹间隔的距离。用信号处理系统测量干涉条纹移动的距离,即测定移经干涉区一固定点的条纹数目,即可推算出相应的温度变化量,实现温度的精确传感和实时显示。

3 Mach-Zehnder 干涉条纹的辨向检测

单个光电元件只能判明一固定点的明暗变化,而不能判明条纹移动的方向,也就不能判明温度的升降,我们研制成图 2 所示的辨向检测电路。

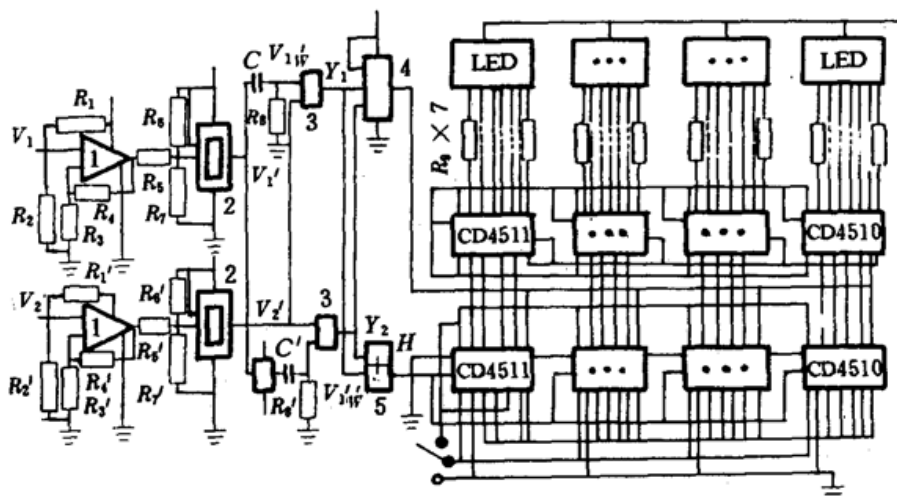


Fig. 2 Direction-distinguishing circuit

1—F324; 2—CD4093; 3—CD4081; 4—CD4043; 5—CD4071

将两只硅光二极管置于 Mach-Zehnder 干涉条纹中,其距离为 $\Delta X = (4K + 1)(B/4)$, K 为整数, B 为干涉条纹间隔。温度变化引起条纹移动时,两光探测器输出脉动电信号 V_1, V_2 , 当温度升高,条纹正向移动时, V_1 之相位较 V_2 超前 $\pi/2$ 。分别将 V_1, V_2 送到 F324 通用型集成放大器,再送到 CMOS 施密特触发器 CD4093 进行整形,得方波信号 V_1', V_2' , 将 V_1' 分成两路,一路直

接经微分电路得到 V_{1w}' , 另一路以 CC4069 倒相后再微分, 得 V_{1w}'' 。 V_{1w}' 与 V_2' , V_{1w}'' 与 V_2' 分别经 CD4081 相与, 分别得 Y_1, Y_2 。各点电压波形如图 3 所示。由于 V_{1w}'' 处于高电平时, V_2' 总处于低电平, 故 Y_1 输出为零; 而 V_{1w}' 处于高电平时, V_2' 也处于高电平, 故 Y_2 输出为 1。 Y_1, Y_2 又都分成两路, 其中一路分别送到 CD4071 进行或运算, 得到计数脉冲 H ; 另一路分别送到 CD4043 触发器的 R, S 两输入端, 其输出信号送至 CD4510 加减计数器的 U/D 端, 以实现计数器的加减控制, 现由于 S 置 1, R 置零, CD4043 输出为 1, 控制 CD4510 作加计数。反之, 当温度降低, Mach-Zehnder 条纹反向移动时, V_2 比 V_1 超前 $\pi/2$, Y_1 置 1, Y_2 置零, CD4043 输出为零, 控制 CD4510 作减计数。从 CD4510 输出的 BCD 码分别送到七段译码/驱动器 CC4511, 再经限流电阻分别接入 LED 数码管进行实时显示。

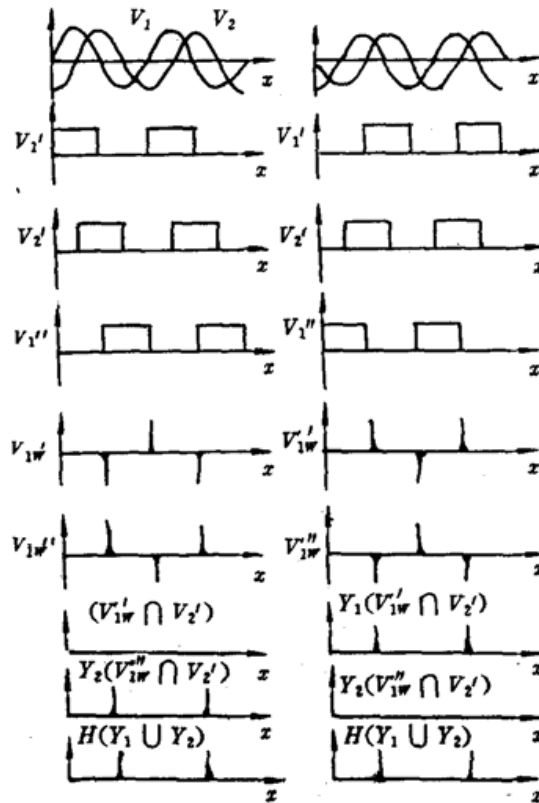


Fig. 3 Voltage waveform at different points

我们研制的上述辨向电路既能辨别 Mach-Zehnder 干涉条纹的移动方向, 又能直接显示条纹数量, 具有清零、预置数、正向移动时作加计数、反向移动时作减计数等多种功能。

4 单片机信号处理单元

在实际的科研和生产中, 只测出移动经过的干涉条纹数量是不够的, 人们更需要了解的是这些条纹数量所相应的温度变化。为此, 我们研制了图 4 所示的单片机信号处理单元。

该单元采用 8031 单片机芯片作主机, 外接 EPROM2732 用于存放编好的程序。系统含四片 8243 I/O 扩展接口芯片, 分别用于读前级计数器值、读预置温度 T_0 及预置的温度变化一度所对应的移动条纹数 ΔP 。编制适当的程序(本文略), 该单元可以预置温度 T_0 , 自动计算与移动经过的条纹数量相对应的温度变化 ΔT 及实际温度 $T = T_0 + \Delta T$, 并进而准确无误地实时显示

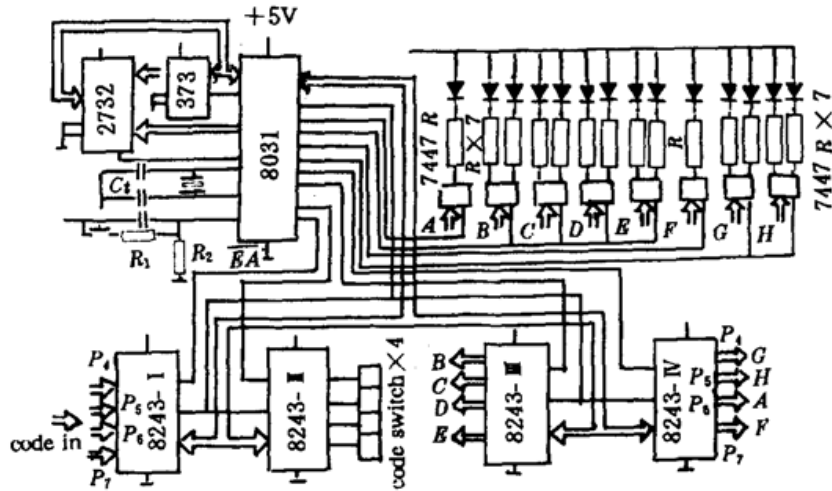


Fig. 4 Schematic configuration of the signal processing system

温度 T , 同时还可以接入自动控制线, 实现温度的精确自动控制。

中国科学院成都光电所的谭理、西南技术物理研究所的屈坤红、电子科技大学光电子技术的廖云、康礼仁等同志曾给本课题的研究以热情帮助, 作者谨此表示诚挚的谢意。

参 考 文 献

- 1 D. Rugar, H. J. Mamin *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, **55**, 2588(1989)
- 2 D. M. Dagenais, F. Bucholtz *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, **53**, 1474(1988)
- 3 谢海明, 光学学报, **8**, 332(1988)
- 4 程玉琪, 邹 昆, 光学学报, **11**, 1120(1991)