



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204925836 U

(45) 授权公告日 2015. 12. 30

(21) 申请号 201520719472. 2

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2015. 09. 16

(73) 专利权人 盐城工学院

地址 224051 江苏省盐城市希望大道中路 1 号

(72) 发明人 王如刚 周六英 周锋 袁鑫 郑都民

(74) 专利代理机构 南京苏高专利商标事务所 (普通合伙) 32204

代理人 徐莹

(51) Int. Cl.

G05D 23/24(2006. 01)

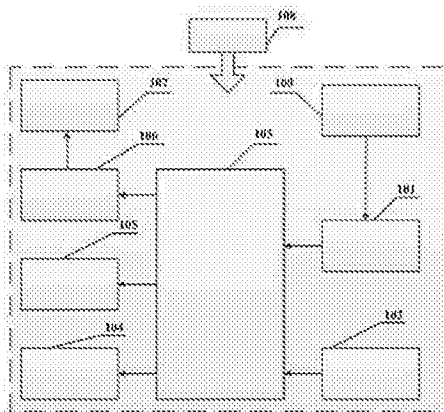
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 实用新型名称

一种半导体激光器温度控制系统

(57) 摘要

本实用新型公开了一种半导体激光器温度控制系统,包括连接半导体激光器的温度采样电路、与温度采样电路相连的 A/D 转换器、键盘控制、显示模块、报警模块、单片机系统以及相连接的 TEC 温度控制芯片和 TEC 驱动电路,单片机系统其上连接有 A/D 转换器、键盘控制、报警模块、显示模块和 TEC 驱动电路。本实用新型温度采样电路采集到被控物体的温度信息后通过 A/D 转换器传递给单片机系统,单片机系统处理温度信息,输出 PWM 信号占空比并传递给 TEC 驱动电路产生所需的控制信息驱动 TEC 温度控制芯片工作,利用温度采样电路和 TEC 驱动电路获得高精度快速温度控制系统,实现自动温度的自动采集与控制,本实用新型自动化程度高,速度快测量效率高,误差小,操作方便。



1. 一种半导体激光器温度控制系统,其特征在于:包括连接半导体激光器的温度采样电路、与温度采样电路相连的 A/D 转换器、键盘控制、显示模块、报警模块、单片机系统以及相连接的 TEC 温度控制芯片和 TEC 驱动电路,所述单片机系统其上连接有 A/D 转换器、键盘控制、报警模块、显示模块和 TEC 驱动电路。

2. 根据权利要求 1 所述的半导体激光器温度控制系统,其特征在于:所述单片机系统为 ARM 控制器、DSP 控制器或普通单片机控制器,所述显示模块为液晶显示或 LED 显示,所述 A/D 转换器为普通数模转换器或高精度数模转换器。

3. 根据权利要求 1 所述的半导体激光器温度控制系统,其特征在于:还包括为整个系统供电的电源模块,所述电源模块为线性稳压电源。

4. 根据权利要求 1 所述的半导体激光器温度控制系统,其特征在于:所述温度采样电路包括放大器芯片、电源和若干电阻、电容:

电阻 R1 的一端连接电源,另一端通过电阻 R4 接地,同时另一端通过电阻 R3 连接放大器芯片的第 2 引脚,放大器芯片的第 2 引脚通过电阻 R2 连接第 6 引脚,第 3 引脚通过电阻 R5 接地,第 4 引脚连接电源,同时第 4 引脚通过电容 C1 接地,放大器芯片的第 7 引脚连接电源,同时第 7 引脚通过电容 C3 接地,第 7 引脚通过电容 C2 与第 4 引脚连接,第 6 引脚通过电阻 R6 接地,同时,第 6 引脚连接所述 A/D 转换器,A/D 转换器的另一端连接所述单片机系统。

5. 根据权利要求 1 所述的半导体激光器温度控制系统,其特征在于:所述 TEC 驱动电路包括光电耦合器、第一驱动芯片、第二驱动芯片、电源和若干电阻、电容:

所述光电耦合器的第 2 和第 3 引脚连接到单片机系统,第 1 引脚连接电源,第 4 引脚通过电阻 R7 连接电源,第 5 引脚连接地线,第 8 引脚连接电源,第 6 和第 7 引脚分别通过电阻 R9 和 R8 连接电源,此外,第 6 引脚还通过电阻 R10 连接到所述第一驱动芯片的第 2 引脚,第 7 引脚通过电阻 R14 连接所述第二驱动芯片的第 2 引脚;

所述第一驱动芯片的第 3 引脚通过电阻 R11 连接电源,第 6 引脚通过电阻 R12 连接地线,第 5 引脚分别通过电容 C4 和电阻 R13 连接地线,第 7 引脚连接电源,第 1 引脚连接地线,第 8 和 4 引脚同时连接到所述 TEC 温度控制芯片的一端;

所述第二驱动芯片的第 3 引脚通过电阻 R15 连接电阻 R11 的接电源端,第 6 引脚通过电阻 R16 连接地线,第 5 引脚通过并联的电容 C5 和电阻 R17 连接地线,第 7 引脚连接电源,第 1 引脚连接地线,第 8 和 4 引脚同时连接到 TEC 温度控制芯片的另一端。

## 一种半导体激光器温度控制系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种温度控制系统,具体涉及一种半导体激光器的温度控制系统。

### 背景技术

[0002] 随着信息技术的迅速发展,半导体激光器已经广泛地应用于光纤通信、光纤传感和激光雷达等领域。由于激光器的输出波长随着器件温度的升高逐渐向长波长方向漂移,此外,在高度集成化的器件结构中,过高的温度将会降低元器件的性能,甚至烧毁元器件,在很大程度上降低了电子器件的稳定性和可靠性。因此,必需对半导体激光器或系统采用合适的温度控制技术,从而保证半导体激光器或系统能够正常工作。为此,研究人员在温度控制系统方面做了研究工作,获得了一定的进展。2007年,楼祺洪等人提出的申请号为200710045711.0的实用新型专利“半导体激光器温度控制系统”,利用电桥驱动芯片L298设计了热电制冷器的驱动电路,实现了半导体激光器的温度控制;2014年,朱俊提出的申请号为201410480407.9的实用新型专利申请“半导体激光器自动温度控制系统”,采用惠斯通电桥和运算放大器设计的温度检测放大电路,实现半导体激光器温度的控制。

[0003] 以上现有技术具有一定的使用价值,但是,这些系统的温度采集电路的温度采集精度不高,主要是由于温度采集电路利用的是电桥电路造成的,同时没有高精度的算法进行控制,使得在控温过程中会出现温度的过冲以及在恒温控制中的温度波动现象,同时系统的响应速度较慢,因此,这些系统和方法的应用面较窄,限制其在高精度半导体激光器的温度控制系统中的应用。

### 实用新型内容

[0004] 实用新型目的:本实用新型的目的在于针对现有技术的不足,提供一种半导体激光器温度控制系统。

[0005] 技术方案:本实用新型提供了一种半导体激光器温度控制系统,包括连接被控物体的温度采样电路、与温度采样电路相连的A/D转换器、键盘控制、显示模块、报警模块、单片机系统以及相连接的TEC温度控制芯片和TEC驱动电路,所述单片机系统上连接有A/D转换器、键盘控制、报警模块、显示模块和TEC驱动电路。

[0006] 优选的,所述单片机系统为ARM控制器、DSP控制器或普通单片机控制器,所述显示模块为液晶显示或LED显示,所述A/D转换器为普通数模转换器或高精度数模转换器。

[0007] 进一步,还包括为整个系统供电的电源模块,所述电源模块为线性稳压电源。

[0008] 进一步,所述温度采样电路包括放大器芯片、电源和若干电阻、电容:

[0009] 电阻R1的一端连接电源,另一端通过电阻R4接地,同时另一端通过电阻R3连接放大器芯片的第2引脚,放大器芯片的第2引脚通过电阻R2连接第6引脚,第3引脚通过电阻R5接地,第4引脚连接电源,同时第4引脚通过电容C1接地,放大器芯片的第7引脚连接电源,同时第7引脚通过电容C3接地,第7引脚通过电容C2与第4引脚连接,第6引

脚通过电阻 R6 接地,同时,第 6 引脚连接所述 A/D 转换器,A/D 转换器的另一端连接所述单片机系统。

[0010] 进一步,所述 TEC 驱动电路包括光电耦合器、第一驱动芯片、第二驱动芯片、电源和若干电阻、电容:

[0011] 所述光电耦合器的第 2 和第 3 引脚连接到单片机系统,第 1 引脚连接电源,第 4 引脚通过电阻 R7 连接电源,第 5 引脚连接地线,第 8 引脚连接电源,第 6 和第 7 引脚分别通过电阻 R9 和 R8 连接电源,此外,第 6 引脚还通过电阻 R10 连接到所述第一驱动芯片的第 2 引脚,第 7 引脚通过电阻 R14 连接所述第二驱动芯片的第 2 引脚;

[0012] 所述第一驱动芯片的第 3 引脚通过电阻 R11 连接电源,第 6 引脚通过电阻 R12 连接地线,第 5 引脚分别通过电容 C4 和电阻 R13 连接地线,第 7 引脚连接电源,第 1 引脚连接地线,第 8 和 4 引脚同时连接到所述 TEC 温度控制芯片的一端;

[0013] 所述第二驱动芯片的第 3 引脚通过电阻 R15 连接电阻 R11 的接电源端,第 6 引脚通过电阻 R16 连接地线,第 5 引脚通过并联的电容 C5 和电阻 R17 连接地线,第 7 引脚连接电源,第 1 引脚连接地线,第 8 和 4 引脚同时连接到 TEC 温度控制芯片的另一端。

[0014] 有益效果:本实用新型温度采样电路采集到被控物体的温度信息后通过 A/D 转换器传送给单片机系统,单片机系统处理温度信息,输出 PWM 信号占空比并传递给 TEC 驱动电路产生所需的控制信息驱动 TEC 温度控制芯片工作,利用温度采样电路和 TEC 驱动电路获得高精度快速温度控制系统,实现自动温度的自动采集与控制,本实用新型自动化程度高,速度快测量效率高,误差小,操作方便。

## 附图说明

[0015] 图 1 为本实用新型的系统连接框图;

[0016] 图 2 为实施例中温度采集电路示意图;

[0017] 图 3 为实施例中 TEC 驱动电路示意图;

[0018] 图 4 为实施例中双 PID 串联算法流程图;

[0019] 图 5 为实施例获得的控温数据图。

## 具体实施方式

[0020] 下面对本实用新型技术方案进行详细说明,但是本实用新型的保护范围不局限于所述实施例。

[0021] 实施例:一种半导体激光器温度控制系统,如图 1 所示,包括温度采样电路 100、A/D 转换器 101、键盘控制 102、单片机系统 103、报警模块 104、显示模块 105、TEC 驱动电路 106、TEC 温度控制芯片 107 和电源模块 108。单片机系统 103 上连接有 A/D 转换器 101、键盘控制 102、报警模块 104、显示模块 105 和 TEC 驱动电路 106;温度采样电路 100 一端连接半导体激光器,另一端连接 A/D 转换器 101,TEC 驱动电路 106 一端连接 TEC 温度控制芯片 107,另一端连接单片机系统 103,电源模块为整个系统供电。

[0022] 其中,单片机系统 103 包含飞思卡尔单片机 MC9S12XS128MAL 芯片、时钟电路、复位电路和 JTAG 结构。报警模块 104 为无源蜂鸣器模块 5V 低电平触发发声模块,当半导体激光器的温度超过报警阈值时,该蜂鸣器发出报警声音。TEC 温度控制芯片 107 选用的是半

导体制冷片 TEC1-12706, A/D 转换器采用的是 AD 公司高精度转换器 LTC1859, 电源模块 108 选用的是绿扬 YB1732A 直流稳压电源。

[0023] 具体的, 如图 2 所示, 温度采样电路 100 包括电阻 R1(10K 欧姆)、R2(470 欧姆)、R3(82 欧姆)、R4(10K 热敏电阻)、R5(68 欧姆) 和 R6(50 欧姆)、电容 C1(10  $\mu$ F)、C2(0.1  $\mu$ F)、C3(10  $\mu$ F) 以及放大器芯片, 放大器芯片采用的是 TI 公司的 OPA842 放大芯片, 共有 8 个引脚。电阻 R1 的一端连接电源, 另一端通过电阻 R4 连接地线, 同时另一端通过电阻 R3 连接放大器芯片的第 2 引脚, 放大器芯片的第 2 引脚通过电阻 R2 连接第 6 引脚, 放大器芯片的第 3 引脚通过电阻 R5 连接地线, 放大器芯片的第 4 引脚连接电源, 同时第 4 引脚通过电容 C1 连接地线, 第 7 引脚连接电源, 同时第 7 引脚通过电容 C3 接地, 第 7 引脚通过电容 C2 与第 4 引脚连接, 第 6 引脚通过电阻 R6 连接地线, 同时, 第 6 引脚连接 A/D 转换器 LTC1859, A/D 转换器的另一端连接单片机系统。

[0024] 如图 3 所示, TEC 驱动电路 106 中采用的是英飞凌公司的集成高电流半桥驱动芯片 BTN7971 作为 TEC 驱动电路的主要驱动芯片, 该芯片有 16 个引脚, 它带有一个 P 沟道的高边 MOSFET、一个 N 沟道的低边 MOSFET 和一个驱动 IC。BTN7971 集成的驱动 IC 具有逻辑电平输入、电流诊断、斜率调节、死区时间产生和过温、过压、欠压、过流及短路保护的功能。设计的 TEC 驱动电路如图 3 所示, 该电路采用两片 BTN7971 构成一个全桥驱动, 由于 BTN7971 是大电流驱动芯片, 因此, 在单片机控制信号的输出和 BTN7971 的输入端之间加入了双通道逻辑输出高速光耦 HCPL-2630 电路起到隔离保护的作用, 防止电路出现过流、短路等故障时, 大电流流入单片机使单片机损坏。从两个 BTN7971 输出的两个 PWM 波的高低电平控制 TEC 的加热或者制冷, 当其中一个 BTN7971(IC2) 的 PWM 波电压高于另一个 BTN7971(IC1) 的 PWM 波电压时, 电流从 TEC+ 流向 TEC-, 同理也可提供从 TEC- 流向 TEC+ 的电流, 能够为 TEC 提供双向电流。该电路还包括电阻 R7(390 欧姆)、R8(390 欧姆)、R9(390 欧姆)、R10(10K 欧姆)、R11(1K 欧姆)、R12(10K 欧姆)、R13(10K 欧姆)、R14(10K 欧姆)、R15(10K 欧姆)、R16(10K 欧姆)、R17(10K 欧姆), 电容 C4(0.1  $\mu$ F)、C5(0.1  $\mu$ F)。光电耦合器 HCPL-2630 第 2 和 3 引脚连接到单片机系统, 第 1 引脚连接电源, 第 4 引脚通过电阻 R7 连接电源, 第 5 引脚连接地线, 第 8 引脚连接电源, 第 6 和 7 引脚分别通过电阻 R9 和 R8 连接电源, 第 6 引脚通过电阻 R10 连接到第一驱动芯片 BTN7971 的第 2 引脚, 第一驱动芯片 BTN7971 的第 3 引脚通过电阻 R11 连接电源, 第 6 引脚通过电阻 R12 连接地线, 第 5 引脚分别通过电容 C4 和电阻 R13 连接地线, 第 7 引脚连接电源, 第 1 引脚连接地线, 第 8 和 4 引脚同时连接到 TEC 温度控制芯片的一端; 光电耦合器的第 7 引脚通过电阻 R14 连接第二驱动芯片 BTN7971 的第 2 引脚, 第二驱动芯片的第 3 引脚通过电阻 R15 连接电阻 R11 的接电源端, 第 6 引脚通过电阻 R16 连接地线, 第 5 引脚通过并联的电容 C5 和电阻 R17 连接地线, 第 7 引脚连接电源, 第 1 引脚连接地线, 第 8 和 4 引脚同时连接到 TEC 温度控制芯片的另一端。

[0025] 上述半导体激光器的双 PID 串联控制算法的温度控制方法, 温度采样电路采集到半导体激光器的温度信息后传送给 A/D 转换器, A/D 转换器传输至单片机系统, 单片机系统启动温度控制系统通过双 PID 串联控制算法处理温度信息并输出 PWM 信号占空比, 传递给 TEC 驱动电路继而产生所需的控制信息驱动 TEC 温度控制芯片工作, 并且经显示模块进行显示。

[0026] 如图 4 所示, 具体的温度控制系统的流程为: 通过开机自检后, 从单片机系统中的

数据处理单元的EEPROM存储芯片中读取上次关机时存储的TEC温度控制器芯片的温度,若上次关机时没有存储温度,则读取当前的TEC温度控制器芯片的温度,再进入模块初始化,通过键盘设置待控温度 $x$ 后,启动温度控制程序,温度控制程序读取温度采样电路第一次测量的半导体激光器的温度 $y_1$ ,第一次测量的温度 $y_1$ 和设定温度 $x$ 进行比较,得到比较误差 $e_1 = x - y_1$ ,然后通过单片机系统内部数据处理单元采用PID控制算法1(增量PID控制算法)输出控制量 $u_1$ ,此时,再次启动温度控制程序,温度控制程序第二次测量的半导体激光器的温度 $y_2$ ,第二次测量的温度 $y_2$ 和输出控制量 $u_1$ 进行比较,得到比较误差 $e_2 = u_1 - y_2$ ,然后通过单片机系统的数据处理单元采用PID控制算法2(增量PID控制算法)输出控制量 $u_2$ ,经控制量 $u_2$ 转换成PWM信号后驱动TEC温度控制芯片工作,经温度采样电路采集半导体激光器的温度,最后通过单片机系统在显示模块上显示设定的温度 $x$ 和半导体激光器的温度 $y$ 。当半导体激光器的温度 $y$ 超过报警阈值时,蜂鸣器发出报警声音。

[0027] 本实施例开始时半导体激光器的温度为 $26.6^{\circ}\text{C}$ ,设定的温度为 $10^{\circ}\text{C}$ 时,利用单片机的温度控制系统对半导体激光器进行温度控制,半导体激光器的温度与时间的关系如图5所示,可以看出,双PID控制器的调节时间约为 $60\text{s}$ ,系统无超调;系统的误差为 $\pm 0.05^{\circ}\text{C}$ 。

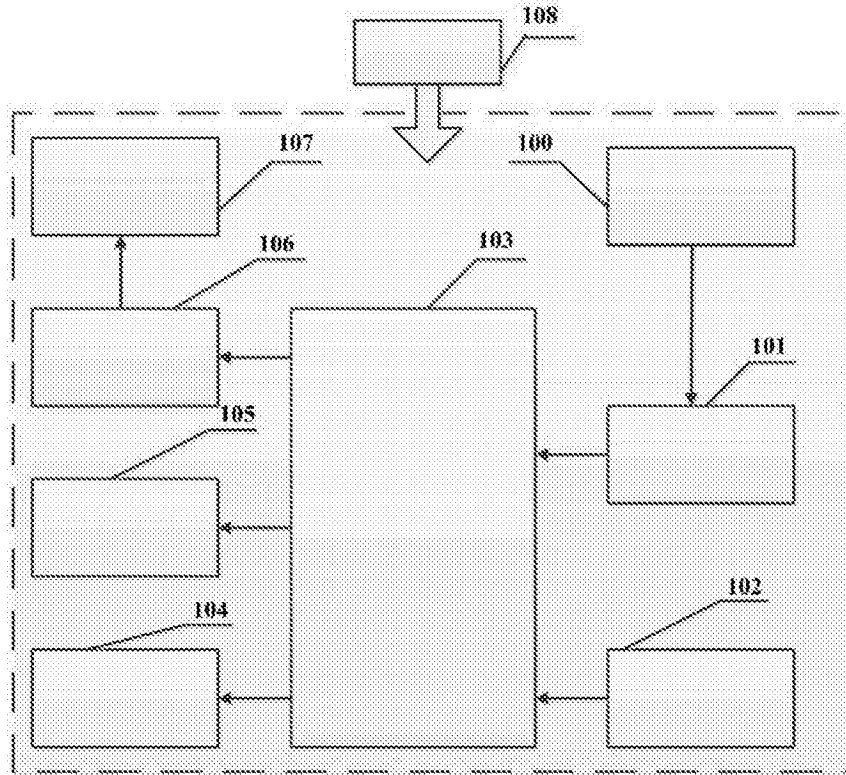


图 1

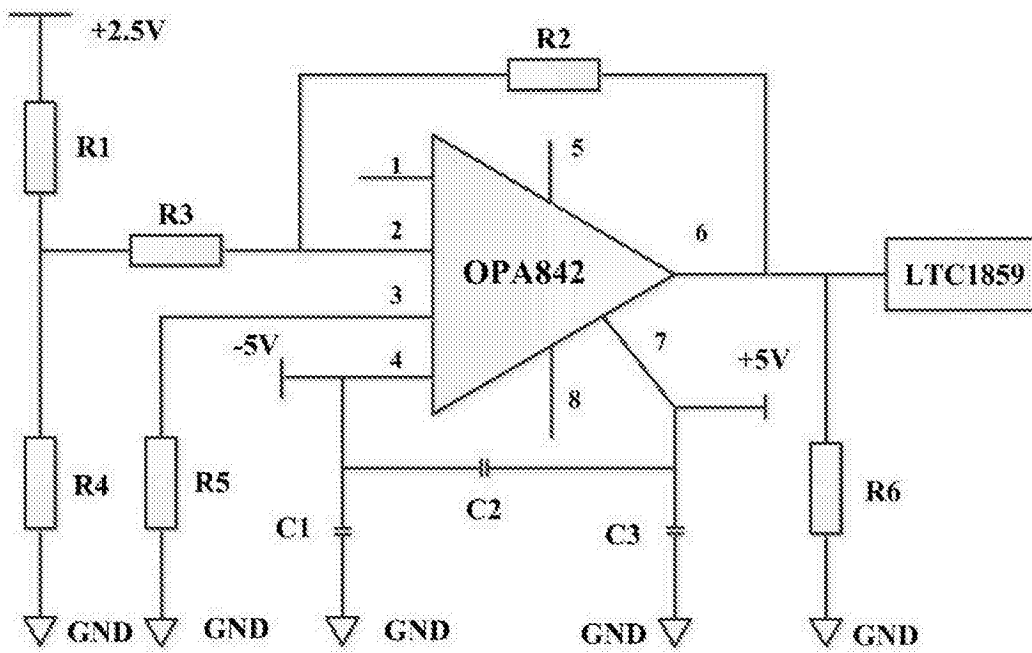


图 2

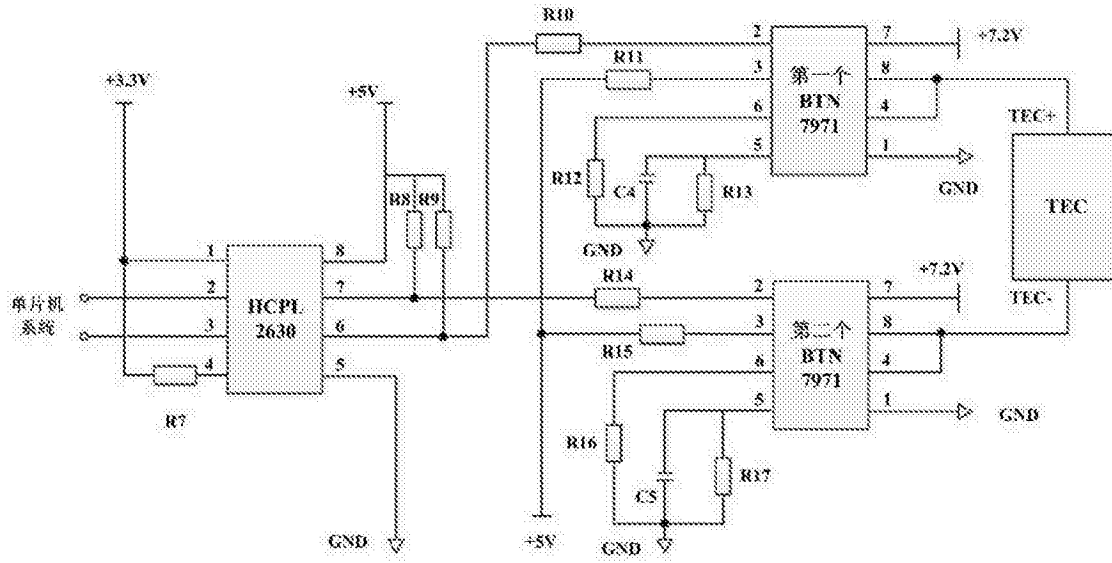


图 3

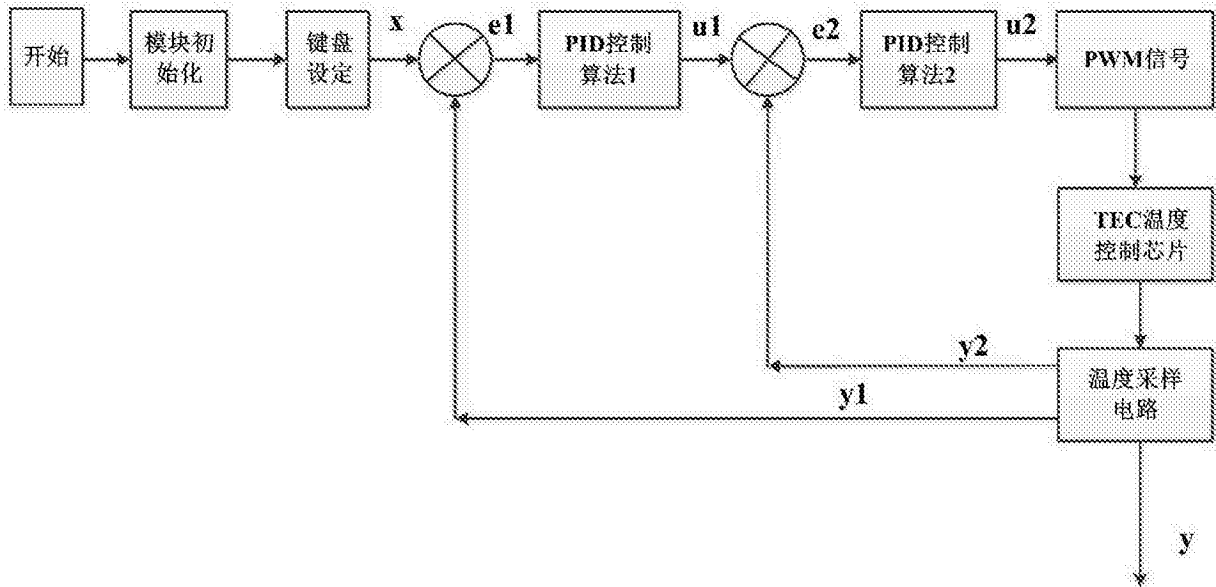


图 4



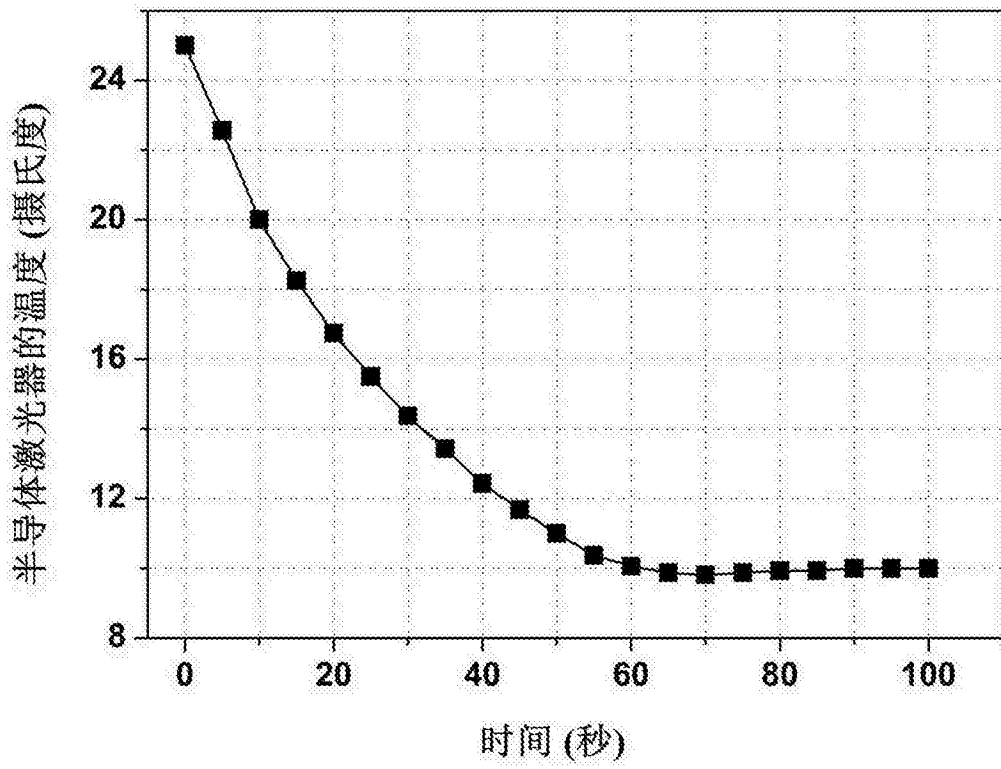


图 5