



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101404376 B

(45) 授权公告日 2010.04.14

(21) 申请号 200810194920.6

(22) 申请日 2008.10.27

(73) 专利权人 无锡市中兴光电子技术有限公司
地址 214028 江苏省无锡市新区科技产业园
93-C

(72) 发明人 徐相国

(74) 专利代理机构 无锡市大为专利商标事务所
32104

代理人 曹祖良

(51) Int. Cl.

H01S 3/04 (2006.01)

G05D 23/20 (2006.01)

G05D 23/24 (2006.01)

(56) 对比文件

US 2008/0089699 A1, 2008.04.17, 全文.

JP 特开 2007-300009 A, 2007.11.15, 全文.

JP 特开 2001-168439 A, 2001.06.22, 全文.

CN 1866067 A, 2006.11.22, 全文.

CN 1975480 A, 2007.06.06, 全文.

US 2007/0035741 A1, 2007.02.15, 全文.

审查员 郭凯

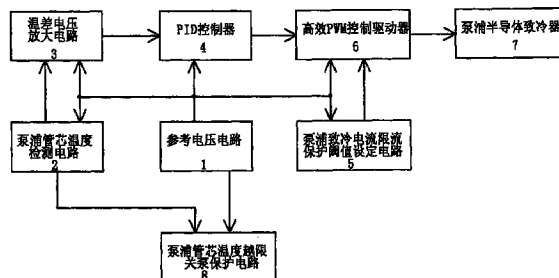
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 3 页

(54) 发明名称

ASE 宽带光源用泵浦激光器的温度自动控制装置

(57) 摘要

本发明设计了一款控制精准、稳定可靠,保护措施完备的温度自动控制电路,用于 ASE 宽带光源中对泵浦激光器的管芯温度进行实时有效的控制。该控制装置采用了基于比例积分微分 PID 控制和脉冲宽度调制 PWM 动机制的温度控制系统的设计方案,采用纯硬件电路实现设计,它包括:参考电压电路、泵浦管芯温度检测电路、温差电压放大电路、比例积分微分 PID 控制器、泵浦致冷电流限流保护阈值设定电路、高效 PWM 控制驱动器、泵浦半导体致冷器,泵浦管芯温度越限关系保护电路。整个电路设计简单紧凑,可靠性高,加热制冷效率高,自身发热非常少,极大地降低了泵浦温度控制器的功耗和体积,具有完善的保护功能,当泵浦管芯温度超出设定的工作温度范围时,电路发出联动控制信号,自动的关断泵浦的驱动电路。泵浦致冷电流限流保护电路会将致冷电流限制在预先设定的最大致冷电流范围之内,以保护泵浦不被损坏。



1. 一种 ASE 宽带光源用泵浦激光器的温度自动控制装置,用于在 ASE 宽带光源中对泵浦激光器的管芯温度进行实时有效的控制,其特征在于:

所述控制装置采用基于比例积分微分控制和脉冲宽度调制驱动机制的温度控制系统的设计方案,包括:

- 参考电压电路 (1);
- 泵浦管芯温度检测电路 (2);
- 温差电压放大电路 (3);
- 比例积分微分控制器 (4);
- 泵浦致冷电流限流保护阈值设定电路 (5);
- 高效脉冲宽度调制控制驱动器 (6);
- 泵浦半导体致冷器 (7);
- 泵浦管芯温度越限关泵保护电路 (8);

参考电压电路 (1) 提供整个泵浦管芯温度控制电路的工作基准电压,它输出到其它所有的需要该基准电压的功能电路中,这些功能电路包括:泵浦管芯温度检测电路 (2)、温差电压放大电路 (3)、比例积分微分控制器 (4)、泵浦致冷电流限流保护阈值设定电路 (5)、高效脉冲宽度调制控制驱动器 (6)、泵浦管芯温度越限关泵保护电路 (8);

泵浦管芯温度检测电路 (2) 将泵浦管芯温度信号转换成电压信号后,输出到温差电压放大电路 (3);温差电压放大电路 (3) 把接收到的该泵浦管芯温度的电压信号与预先设定的泵浦目标温度电压信号进行比较后的电压差放大后,将输出电压传送到比例积分微分控制器 (4) 的输入端,经过比例积分微分控制器 (4) 运算处理后,生成高效脉冲宽度调制控制驱动器 (6) 所需要的控制电压,该控制电压被加载到高效脉冲宽度调制控制驱动器 (6);泵浦致冷电流限流保护阈值设定电路 (5) 的作用是将加载到高效脉冲宽度调制控制驱动器 (6) 的控制电压限制在预先计算好的电压范围之内,保证泵浦不会被过大的制冷电流或加热电流损坏;受到泵浦致冷电流限流保护阈值设定电路 (5) 约束的比例积分微分控制器 (4) 输出的控制电压,经过高效脉冲宽度调制控制驱动器 (6) 调理变换后生成脉冲宽度调制驱动输出电压,然后加载到泵浦半导体致冷器 (7) 上,产生一定方向和大小的制冷电流或加热电流,使泵浦管芯温度降低或升高;泵浦管芯温度越限关泵保护电路 (8) 设置了泵浦管芯温度的两个保护门限,即高温门限和低温门限,它受控于泵浦管芯温度检测电路 (2) 输出的泵浦管芯温度检测电压信号。

2. 如权利要求 1 所述的温度自动控制装置,其特征在于:

参考电压电路 (1) 提供温度控制电路的所有工作电压基准到其他所有需要基准电压的功能电路中,包括:

电阻 R28 和稳压二极管 VD3 组成的稳压电路;

电阻 R28 的一端接电源 VCC,另一端和稳压二极管 VD3 的负极相连,稳压二极管 VD3 的正极接地,运算放大器 D4 被设计成射极跟随器的形式,同相输入端与稳压二极管 VD3 的负极相连接,反相输入端与输出端相连。

3. 如权利要求 2 所述的温度自动控制装置,其特征在于:

泵浦管芯温度检测电路 (2) 是一种电桥式温度检测电路,将泵浦的管芯温度信号转换成电压信号,并产生泵浦激光器目标管芯温度的给定电压信号,其包括两部分:管芯温度检

测部分和管芯温度给定部分。

4. 如权利要求 3 所述的温度自动控制装置,其特征在于:

管芯温度检测部分由热敏电阻 RT、电阻 R1 组成,具体连接关系是:电阻 R1 的一端接工作电压基准 (Vref),另一端与热敏电阻 RT 的一端相连接,热敏电阻 RT 的另一端接地,热敏电阻 RT 的对地电压就是泵浦管芯温度的检测电压 (Vtmp);

管芯温度给定部分由电阻 R2、电阻 R4 组成,电阻 R2 的一端接工作电压基准 (Vref),另一端与电阻 R4 的一端相连接,电阻 R4 的另一端接地,电阻 R4 的对地电压就是泵浦目标管芯温度的给定电压 (Vset)。

5. 如权利要求 4 所述的温度自动控制装置,其特征在于:

温差电压放大电路 (3) 把泵浦管芯温度的检测电压信号与预先设定的泵浦目标管芯温度给定电压信号进行比较,并把比较后的电压差放大后,输出到比例积分微分控制器 (4);电阻 R10、电阻 R11、电阻 R12、电阻 R13 与运算放大器 D1 组成了一个差动放大电路,电阻 R10 一端连接泵浦管芯温度的检测电压 (Vtmp),另一端与电阻 R12 的一端连接后再与运算放大器 D1 的反相输入端相连接,电阻 R12 的另一端与运算放大器 D1 的输出端连接,电阻 R11 的一端连接泵浦管芯温度的给定电压 (Vset),另一端与电阻 R13 的一端连接后再与运算放大器 D1 的同相输入端相连接,电阻 R13 的另一端与工作电压基准 (Vref) 相连接。

6. 如权利要求 5 所述的温度自动控制装置,其特征在于:

比例积分微分控制器 (4) 接受来自温差电压放大电路输出的电压信号,此电压信号与比例积分微分控制器 (4) 的工作电压基准 (Vref) 相比较,产生压差信号,此压差信号经过比例积分微分运算后,生成控制电压信号,输出到高效脉冲宽度调制控制驱动器 (6)。

7. 如权利要求 6 所述的温度自动控制装置,其特征在于:

泵浦致冷电流限流保护阈值设定电路 (5) 包括两个部分:最大加热电流阈值设定电路、最大制冷电流阈值设定电路,电阻 R26、电阻 R27、运算放大器 D9、肖特基二极管 VD2 组成了最大加热电流阈值设定电路;电阻 R8、电阻 R25、运算放大器 D8、肖特基二极管 VD1 组成了最大制冷电流阈值设定电路。

ASE 宽带光源用泵浦激光器的温度自动控制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种温度自动控制装置,特别是涉及一种 ASE(amplifiedspontaneous emission,放大的自发辐射) 宽带光源用泵浦激光器的温度自动控制装置。

背景技术

[0002] 21 世纪,光通信技术得到了飞速的发展。光传输系统经历了准同步数字系列(PDH) 系统,同步数字系列(SDH) 系统,再到目前非常热门的密集波分复用(DWDM) 系统的发展过程,特别的,DWDM 技术的出现极大地提高了系统传输数据的容量和速度。光通信技术的进步带动了光通信产业的全面发展,各种相关的光无源器件厂商、光有源器件厂商、掺铒光纤放大器(EDFA) 厂商、系统集成商以及测试设备生产商如雨后春笋般迅速的崛起。

[0003] ASE 光源是一种高稳定性、高功率输出的宽带光源,目前波长可以覆盖 C+L 波段。作为一种非常关键的装置,ASE 宽带光源在光无源器件的生产和测试,光纤传感,EDFA 的测试和生产,SDH、DWDM 系统测试,以及实验室测试等诸多光通信领域中得到了广泛的应用,与白光源和可调谐激光光源相比,ASE 宽带光源具有低相干性,覆盖的波长范围宽,输出光功率大,稳定性高等优点。

[0004] 作为 ASE 宽带光源的核心部件之一的泵浦激光器,它提供着光源输出光功率所需的能量,作为光源用泵浦激光器,多数是用半导体激光器,按照有无致冷器又可分为无致冷泵浦激光器和有致冷泵浦激光器两种,无致冷泵浦激光器由于输出功率比较小,不需要温控,一般用于制作小输出功率的 ASE 光源。本发明涉及的 ASE 光源是一种输出比较大的宽带光源,使用的是有致冷泵浦激光器。它对管芯工作温度要求很高,只有在一个合适的工作温度范围内,泵浦激光器才能安全可靠的工作,任何过大温度变化,都会导致泵浦激光器的中心工作波长漂移,工作效率明显下降,甚至会损坏泵浦激光器,而且这种损坏是不可恢复的。因此设计一款控制精准、稳定可靠的泵浦激光器管芯温度自动控制电路尤为重要。

发明内容

[0005] 本发明设计了一款控制精准、稳定可靠,保护措施完备的温度自动控制电路,用于 ASE 宽带光源中对泵浦激光器的管芯温度进行实时有效的控制。

[0006] 所述控制装置采用了基于 PID(即比例积分微分) 控制和脉冲宽度调制 PWM 驱动机制的温度控制系统的设计方案,采用纯硬件电路实现设计,它包括:参考电压电路、泵浦管芯温度检测电路、温差电压放大电路、比例积分微分 PID 控制器、泵浦致冷电流限流保护阈值设定电路、高效 PWM(即脉冲宽度调制) 控制驱动器、泵浦半导体致冷器,泵浦管芯温度越限关泵保护电路;

[0007] 参考电压电路提供整个泵浦管芯温度控制电路的工作基准电压,它输出到其它所有的需要该基准电压的功能电路中,这些功能电路包括:泵浦管芯温度检测电路、温差电压放大电路、比例积分微分控制器、泵浦致冷电流限流保护阈值设定电路、高效脉冲宽度调制控制驱动器、泵浦管芯温度越限关泵保护电路;

[0008] 泵浦管芯温度检测电路将泵浦管芯温度信号转换成电压信号后,输出到温差电压放大电路;温差电压放大电路把接收到的该泵浦管芯温度的电压信号与预先设定的泵浦目标温度电压信号进行比较后的电压差放大后,将输出电压传送到比例积分微分控制器的输入端,经过比例积分微分控制器运算处理后,生成高效脉冲宽度调制控制驱动器所需要的控制电压,该控制电压被加载到高效脉冲宽度调制控制驱动器;泵浦致冷电流限流保护阈值设定电路的作用是将加载到高效脉冲宽度调制控制驱动器的控制电压限制在预先计算好的电压范围之内,保证泵浦不会被过大的制冷电流或加热电流损坏;受到泵浦致冷电流限流保护阈值设定电路约束的比例积分微分控制器输出的控制电压,经过高效脉冲宽度调制控制驱动器调理变换后生成 PWM 驱动输出电压,然后加载到泵浦半导体致冷器上,产生一定方向和大小的制冷电流或加热电流,使泵浦管芯温度降低或升高;泵浦管芯温度越限关系泵保护电路设置了泵浦管芯温度的两个保护门限,即高温门限和低温门限,它受控于泵浦管芯温度检测电路输出的泵浦管芯温度检测电压信号。

[0009] 传统的泵浦温控电路通常采用功率三极管或达林顿管驱动,这种驱动方式的缺点是,在对泵浦管芯温度实施控制的过程中,有很大一部分能量消耗在三极管或达林顿管上并转化为热量释放出去,为了使电路能够可靠的工作,三极管需要较大面积的散热片,这样不仅增加了电路的体积和重量,而且,系统的效率低下,浪费了能源。为实现特定功能,外围的器件增多,这样也降低了系统的可靠性。

[0010] 发明电路采用集成度很高的一体化的高效 PWM 控制驱动器,其特点是,整个电路设计简单紧凑,可靠性高,加热制冷效率高,自身发热非常少,极大地降低了泵浦温度控制器的功耗和体积。与那些采用单片机外加 A/D(模数)转换器、D/A(数模)转换器的所谓的数字控制方式相比,本发明采用纯硬件电路方式实现设计,使用硬件 PID 控制方式,温控迅速、准确,使泵浦激光器能够可靠稳定的工作在一个合适的温度范围内,不会出现因单片机程序跑飞或死机而引发的系统失控的可怕后果。其特征在于,整个电路还具有完善的保护功能,当泵浦管芯温度超出设定的工作温度范围时,电路发出联动控制信号,自动的关断泵浦的驱动电路。泵浦致冷电流限流保护电路会将致冷电流限制在预先设定的最大致冷电流范围之内,以保护泵浦不被损坏。

附图说明

- [0011] 图 1 是 ASE 宽带光源用泵浦激光器的管芯温度自动控制装置的原理方框图。
- [0012] 图 2 是参考电压电路原理图。
- [0013] 图 3 是泵浦管芯温度检测电路原理图。
- [0014] 图 4 是温差电压放大电路原理图。
- [0015] 图 5 是比例积分微分 (PID) 控制器原理图。
- [0016] 图 6 是泵浦致冷电流限流保护阈值设定电路原理图。
- [0017] 图 7 是高效 PWM 控制驱动器原理图。
- [0018] 图 8 是泵浦管芯温度越限关系泵保护电路原理图。
- [0019] 图 9 是泵浦半导体致冷器的原理示意图。

具体实施方式

[0020] ASE 宽带光源用泵浦激光器的温度自动控制装置的原理方框图如图 1 所示。

[0021] 它包括：参考电压电路 1、泵浦管芯温度检测电路 2、温差电压放大电路 3、比例积分微分 PID 控制器 4、泵浦致冷电流限流保护阈值设定电路 5、高效 PWM 控制驱动器 6、泵浦半导体致冷器 7、泵浦管芯温度越限关系泵保护电路 8。

[0022] 连接关系及工作原理如下：

[0023] 参考电压电路 1 提供整个泵浦管芯温度控制电路的工作基准电压。它输出到其他所有的需要该基准电压的功能电路中，这些功能电路包括：泵浦管芯温度检测电路 2、温差电压放大电路 3、比例积分微分 PID 控制器 4、泵浦致冷电流限流保护阈值设定电路 5、高效 PWM 控制驱动器 6、泵浦管芯温度越限关系泵保护电路 8。

[0024] 泵浦管芯温度检测电路 2 将泵浦管芯温度信号转换成电压信号后，输出到温差电压放大电路 3。温差电压放大电路 3 把接收到的该泵浦管芯温度的电压信号与预先设定的泵浦目标温度电压信号进行比较后的电压差放大后，将输出电压传送到 PID 控制器 4 的输入端，经过 PID 控制器 4 运算处理后，生成 PWM 驱动所需要的控制电压，被加载到高效 PWM 控制驱动器 6。泵浦致冷电流限流保护阈值设定电路 5 的作用是将加载到高效 PWM 控制驱动器 6 的控制电压限制在预先计算好的电压范围之内，保证泵浦不会被过大的制冷电流或加热电流损坏。受到泵浦致冷电流限流保护阈值设定电路 5 约束的 PID 控制器 4 输出的控制电压，经过高效 PWM 控制驱动器 6 调理变换后生成 PWM 驱动输出电压，然后加载到泵浦半导体致冷器 7 上，产生一定方向和大小的制冷电流或加热电流，使泵浦管芯温度降低或升高。泵浦半导体致冷器 7 与泵浦温度传感器集成在泵浦激光器内部，经过温度传感器反馈以后，最终达到一个动态平衡的状态，泵浦管芯温度被维持在设定的工作点上。

[0025] 本发明的泵浦管芯温度自动控制装置除了具有泵浦致冷电流限流保护功能以外，还具备泵浦管芯温度越限关系泵保护功能。泵浦管芯温度越限关系泵保护电路 8 设置了泵浦管芯温度的两个保护门限，即高温门限和低温门限，它受控于泵浦管芯温度检测电路 2 输出的泵浦管芯温度检测电压信号。当泵浦管芯温度低于低温门限或者高于高温门限时，该电路会输出一个 TTL 低电平，该电平输出到泵浦开关泵控制电路，用来完成泵浦管芯温度越限关系的保护操作，避免泵浦激光器因管芯温度超出工作范围而损坏。

[0026] 下面根据原理方框图 1 和所述的工作原理，对各部分功能电路做详细的描述。

[0027] (1) 参考电压电路

[0028] 参考电压电路原理图如图 2 所示。

[0029] 参考电压电路提供了整个泵浦管芯温度控制电路的工作电压基准。它输出到其他所有的需要该基准电压的功能电路中。

[0030] 图 2 中，VCC 表示电源电压。电阻 R28 和稳压二极管 VD3 组成了稳压电路。电阻 R28 的一端接电源电压 VCC，另一端和稳压二极管 VD3 的负极相连，稳压二极 VD3 的正极接地，运算放大器 D4 被设计成射极跟随器的形式，同相输入端与稳压二极 VD3 的负极相连接，反相输入端与输出端相连，稳压二极 VD3 的负极输出电压经过射极跟随器阻抗匹配和提高驱动能力后，由运算放大器 D4 输出脚输出电压 Vref，Vref 就是整个电路的工作基准电压。

[0031] (2) 泵浦管芯温度检测电路

[0032] 泵浦管芯温度检测电路原理图如图 3 所示。

[0033] 泵浦管芯温度检测电路 2 的作用是：将泵浦的管芯温度信号转换成电压信号，该电路还产生泵浦激光器目标管芯温度的给定电压信号。

[0034] 图 3 中，泵浦管芯温度检测电路是一种电桥式温度检测电路。包括两部分：管芯温度检测部分和管芯温度给定部分。 V_{ref} 是工作电压基准，来自于参考电压电路 (1)。电阻 R_T 是泵浦激光器的管芯温度传感器，集成于泵浦激光器的内部，它是一种具有负温度系数的热敏电阻，其阻值随着温度的升高而降低。

[0035] 热敏电阻 R_T 、电阻 R_1 组成了管芯温度检测部分。具体连接关系是：电阻 R_1 的一端接 V_{ref} ，另一端与热敏电阻 R_T 的一端相连接，热敏电阻 R_T 的另一端接地。热敏电阻 R_T 的对地电压 V_{tmp} 就是泵浦管芯温度的检测电压。其检测原理是：电流由 V_{ref} 流经电阻 R_1 和热敏电阻 R_T 到地，泵浦管芯温度的变化带来热敏电阻 R_T 阻值的变化，根据电阻分压的原理，热敏电阻 R_T 阻值的变化又引发电压 V_{tmp} 的变化，具体地讲，当泵浦管芯温度升高时，热敏电阻 R_T 阻值变小，电压 V_{tmp} 变小，当泵浦管芯温度降低时，热敏电阻 R_T 阻值变大，电压 V_{tmp} 变大。因此，检测电压 V_{tmp} 随着泵浦管芯温度的改变而改变。

[0036] 电阻 R_2 、电阻 R_4 组成了管芯温度给定部分。具体连接关系是：电阻 R_2 的一端接 V_{ref} ，另一端与电阻 R_4 的一端相连接，电阻 R_4 的另一端接地。电阻 R_4 的对地电压 V_{set} 就是泵浦管芯温度的给定电压，或者称为泵浦目标管芯温度的给定电压。

[0037] 电压 V_{set} 和 V_{tmp} 将被送到温差电压放大电路 (3) 进行放大处理。

[0038] 另外，泵浦管芯温度的检测电压 V_{tmp} 还要输出泵浦管芯温度越限关泵保护电路 8。

[0039] (3) 温差电压放大电路

[0040] 温差电压放大电路原理图如图 4 所示。

[0041] 温差电压放大电路的作用是：把泵浦管芯温度的检测电压信号与预先设定的泵浦目标管芯温度给定电压信号进行比较，并把比较后的电压差放大后，输出到 PID 控制器 4。

[0042] 图 4 中， V_{ref} 是工作电压基准，来自于参考电压电路 1。电阻 R_{10} 、 R_{11} 、 R_{12} 、 R_{13} 与运算放大器 D_1 组成了一个差动放大电路。具体连接关系是：电阻 R_{10} 一端连接泵浦管芯温度的检测电压 V_{tmp} ，另一端与电阻 R_{12} 的一端连接后再与运算放大器 D_1 的反相输入端相连接，电阻 R_{12} 的另一端与运算放大器 D_1 的输出端连接，电阻 R_{11} 一端连接泵浦管芯温度的给定电压 V_{set} ，另一端与电阻 R_{13} 的一端连接后再与运算放大器 D_1 的同相输入端相连接，电阻 R_{13} 的另一端与工作电压基准 V_{ref} 相连接。

[0043] 电压 V_{set} 和 V_{tmp} 之间的压差被称为温差电压，表示为

[0044] V_{err} , $V_{err} = V_{set} - V_{tmp}$,

[0045] V_{err} 被温差电压放大电路 3 进行放大处理后输出到 PID 控制器 4。

[0046] 运算放大器要选用低温漂、低失调电压的器件。一般情况下，电阻的选择是这样的，要求， $R_{10} = R_{11}$, $R_{12} = R_{13}$ 。

[0047] (4) 比例积分微分 PID 控制器

[0048] 比例积分微分 PID 控制器原理图如图 5 所示。

[0049] PID 控制器的作用是：接受来自温差电压放大电路输出的电压信号，此电压信号与 PID 控制器的控制给定信号 V_{ref} 相比较，产生压差信号，此压差信号经过比例积分微分运算后，生成控制电压信号，输出到高效 PWM 控制驱动器 6。

[0050] 图 5 中, V_{ref} 是工作电压基准, 来自于参考电压电路 1。电阻 R3、R5、R14、电容 C1 与运算放大器 D2 组成了 PID 控制电路。具体连接关系是: 电阻 R3 的一端连接温差电压放大电路输出的电压 V_{con} , 另一端与电阻 R14 的一端连接后, 再与运算放大器 D2 的反相输入端相连接。电阻 R14 的另一端与电容 C1 的一端连接, 电容 C1 的另一端与运算放大器 D2 的输出端连接。电阻 R5 的一端与 V_{ref} 相连接, 另一端与运算放大器 D2 的同相输入端相连接。运算放大器 D2 的输出电压假设为 V_{pid} , 该电压输出到高效 PWM 控制驱动器 6。

[0051] (5) 泵浦致冷电流限流保护阈值设定电路

[0052] 泵浦致冷电流限流保护阈值设定电路原理图如图 6 所示。

[0053] 泵浦致冷电流限流保护阈值设定电路根据要限定的泵浦最大制冷电流和最大加热电流的大小, 预先设置了两个独立的保护阈值电压, 并将这两个电压信号以肖特基二极管组合的方式加载到高效 PWM 控制驱动器 6 的输入端。该电路的作用是: 将泵浦致冷电流限制在最大制冷电流和最大加热电流的范围之内, 防止泵浦激光器因致冷电流超过泵浦所能承受的最大极限值而损坏。

[0054] 泵浦致冷电流限流保护阈值设定电路包括两个部分: 最大加热电流阈值设定电路、最大制冷电流阈值设定电路。图 6 中, V_{ref} 是工作电压基准, 来自于参考电压电路 1。电阻 R26、R27、运算放大器 D9、肖特基二极管 VD2 组成了最大加热电流阈值设定电路。其电路形式为一同相电压放大器。具体的连接关系: 电压 V_{ref} 接运算放大器 D9 的同相输入端, 电阻 R26 一端接地, 另一端与电阻 R27 的一端相连后再与运算放大器 D9 的反相输入端相连, 电阻 R27 的另一端与运算放大器 D9 的输出端以及肖特基二极管 VD2 的负极相连。电阻 R8、R25、运算放大器 D8、肖特基二极管 VD1 组成了最大制冷电流阈值设定电路。其电路形式为电阻分压器 + 电压射极跟随器的组合。具体的连接关系: 电阻 R8 的一端与 V_{ref} 相连, 另一端与电阻 R25 的一端相连后与运算放大器 D8 的同相端连接, 电阻 R25 的另一端接地, 运算放大器 D8 的反相输入端与输出端以及肖特基二极管 VD1 的正极相连, 肖特基二极管 VD1 的负极与 VD2 的正极相连接。

[0055] 该功能电路的工作原理如下:

[0056] 图 6 中, 假设, 运算放大器 D9 的输出电压为 V_h , 运算放大器 D8 的输出电压为 V_1 , 肖特基二极管 VD1 的负极电压为 V_{limit} 。根据最大加热电流计算电压 V_h , 通过匹配电阻 R26、R27, 获得电压 V_h , 而且 $V_h > V_{ref}$ 。根据最大制冷电流计算电压 V_1 , 通过匹配电阻 R8、R25, 获得电压 V_1 , 而且 $V_1 < V_{ref}$, 所以, $V_1 < V_{ref} < V_h$ 。如果泵浦致冷电流小于最大制冷电流, 并且也小于最大加热电流, 则电压 $V_1 < V_{limit} < V_h$, 此时的二极管 VD1、VD2 全部因反相偏置而截止, 泵浦致冷电流限流保护阈值设定电路不起作用。当泵浦致冷电流大于最大制冷电流时, $V_{limit} < V_1$, 同时 $V_{limit} < V_h$, 二极管 VD1 因正向偏置而导通, 二极管 VD2 因反相偏置而截止, 电压 V_{limit} 被 VD1 钳制在电压 V_1 的位置, 这样, 泵浦致冷电流就被钳制在最大制冷电流的位置。当泵浦致冷电流大于最大加热电流时, $V_{limit} > V_h$, 同时 $V_{limit} > V_1$, 二极管 VD1 因反向偏置而截止, 二极管 VD2 因正相偏置而导通, 电压 V_{limit} 被 VD2 钳制在电压 V_h 的位置, 这样, 泵浦致冷电流就被钳制在最大加热电流的位置。从而保护了泵浦激光器, 避免因制冷电流或加热电流过大而造成损坏。

[0057] (6) 高效 PWM 控制驱动器

[0058] 高效 PWM 控制驱动器的原理图如图 7 所示。

[0059] 高效 PWM 控制驱动器的作用是：它接受来自于 PID 控制器输出的控制电压 V_{pid} ，并在泵浦致冷电流限流保护阈值设定电路设置的两个保护阈值电压值的约束下，产生一定方向和大小的 PWM 驱动电压信号，经过滤波处理以后，加载到泵浦半导体致冷器 7 的两端，在致冷器中形成合适的致冷电流，使泵浦管芯温度升高或降低。

[0060] 与其他的泵浦致冷驱动装置相比，本发明的特点是：采用了一颗高集成度、高可靠性的 PWM 控制驱动芯片，它内部集成了固定增益差动放大器、PWM 信号发生器、MOS 管驱动电路、大功率 MOS 管驱动电桥、温度越限保护电路、限流保护电路、电源启动保护电路、TTL 电平输入缓冲电路、IC 失效指示电路等等。该 IC 的工作电压范围宽 ($2.8V \sim 5.5V$)，输出电流大，最大可输出 +3A 的电流，工作效率高，芯片自身发热少，具备过温过流保护，两种工作频率选择，低电磁干扰 (EMI) 等优点。由于该 IC 将大功率 MOS 管集成到芯片内部，但 IC 本身发热又很少，基本不需要散热片，极大的减小了泵浦致冷驱动电路的体积，降低电磁干扰。外围只需配置少量的几个元件，即可组成一个高效的泵浦致冷驱动电路。

[0061] 按照图 7 所示，高效 PWM 控制驱动器电路包括核心 IC 调理芯片 D5 (型号 DRV591)，RC 振荡电路，LC 滤波电路，致冷电流限流保护电路工作电阻 R15。电阻 R21、电容 C8 分别与调理芯片 D5 的 ROSC、COSC 脚相连，组成调理芯片 D5 的振荡电路。电感 L1 的一端连接到调理芯片 D5 的 OUT- 端，L1 另一端与电容 C5、C6 的一端相连，再与泵浦半导体致冷器 7 的 TEC- 端相连接，电容 C6 的另一端接地。电感 L2 的一端连接到调理芯片 D5 的 OUT+ 端，L2 另一端与电容 C5 的另一端、电容 C7 的一端相连，再与泵浦半导体致冷器 7 的 TEC+ 端相连接，电容 C7 的另一端接地。电阻 R15 一端连接 PID 控制器的输出端 V_{pid} ，另一端连接调理芯片 D5 的 IN- 脚和泵浦致冷限流电路的输出端 TEC LIMIT，调理芯片 D5 的 IN+ 脚与参考电压 V_{ref} 相连。

[0062] 该功能电路的工作原理如下：

[0063] 图 7 中，假设，调理芯片 D5 的 IN- 脚的电压为 V_{in-} ，调理芯片 D5 的 OUT- 端的电压为 V_{out-} ，调理芯片 D5 的 OUT+ 端的电压为 V_{out+} 。当泵浦致冷电流小于最大制冷电流，并且也小于最大加热电流时，泵浦致冷电流限流保护阈值设定电路不起作用，此时，电压 $V_{in-} = V_{pid}$ ，电压 V_{in-} 与 V_{ref} 比较后产生的压差，经 PWM 控制调理芯片 D5 内部的固定增益差动放大器放大后，生成 PWM 控制信号，去调理芯片 D5 内部的 PWM 信号发生器，产生一组一定脉冲宽度的 PWM 信号，该 PWM 信号经 MOS 管驱动电路转换放大后，加载到大功率 MOS 管驱动电桥上，电桥的两个输出端即为调理芯片 D5 的 OUT- 端和 OUT+ 端，OUT- 端和 OUT+ 端输出的 PWM 驱动电压经过后面的 LC 滤波电路的滤波以后，得到一平滑的电压，加载到泵浦半导体致冷器两端，在致冷器中产生致冷电流，使泵浦管芯温度升高或降低。如果泵浦处于制冷状态，那么 $V_{out+} > V_{out-}$ ，根据调理芯片 D5 的工作机制， $V_{ref} > V_{in-}$ ，而且，制冷电流越大， V_{out+} 与 V_{out-} 的压差就越大， V_{ref} 与 V_{in-} 之间的压差也越大，因此 V_{in-} 就越小，随着制冷电流的增大， V_{in-} 逐渐降低，直到 V_{in-} 被图 6 中二极管 VD1 钳制在电压 V_1 处，此时的电压 V_{in-} 受制于二极管 VD1，而不会再随着电压 V_{pid} 的降低而降低，于是泵浦致冷电流被钳制在最大制冷电流的位置。如果泵浦处于加热状态，那么 $V_{out+} < V_{out-}$ ，根据调理芯片 D5 的工作机制， $V_{ref} < V_{in-}$ ，而且，加热电流越大， V_{out+} 与 V_{out-} 的压差就越大， V_{ref} 与 V_{in-} 之间的压差也越大，因此 V_{in-} 就越大，随着加热电流的增大， V_{in-} 逐渐升高，直到 V_{in-} 被图 6 中二极管 VD2 钳制在电压 V_h 处，此时的电压 V_{in-} 受制于二极管 VD2，而不会再

随着电压 V_{pid} 的增大而增大,于是泵浦致冷电流被钳制在最大加热电流的位置。

[0064] (7) 泵浦半导体致冷器

[0065] 泵浦半导体致冷器的原理示意图如图 9 所示。

[0066] 泵浦半导体致冷器(又称 TEC)被封装在泵浦激光器内,是一种利用帕尔帖(Peltier)效应进行制冷或加热的半导体器件。在泵浦致冷器两端的陶瓷电极 9 施加一直流电压,就会产生一直流电流,该电流使得泵浦致冷器的一面制热,另一面制冷,改变电压的方向,会使得原先制热的一面制冷,而原先制冷的一面制热,泵浦激光器的管芯温度就会随着致冷器的加热或制冷而升高或降低。图中的 10 是位于陶瓷电极 1 间的半导体材料。

[0067] (8) 泵浦管芯温度越限关系泵保护电路

[0068] 泵浦管芯温度越限关系泵保护电路原理图如图 8 所示。

[0069] 泵浦管芯温度越限关系泵保护电路的作用是:该电路提供了泵浦管芯温度的两个保护门限,即高温门限和低温门限,它受控于泵浦管芯温度检测电路(2)输出的温度电压信号。当泵浦管芯温度高于低温门限,且低于高温门限时,该电路输出一开泵控制电平信号,使泵浦打开,能够正常工作;当泵浦管芯温度低于低温门限或者高于高温门限时,电路立即发出一关泵控制电平信号,来关闭泵浦激光器的驱动电路,防止泵浦激光器因管芯温度超出最大工作范围而损坏。

[0070] 泵浦管芯温度越限关系泵保护电路的实质是一窗口电压比较器。图 8 中,比较器 D6、D7 是具有集电极开路输出的电压比较器。 V_{ref} 是工作电压基准,来自于参考电压电路 1。电阻 R17 的一端接参考电压 V_{ref} ,另一端与电阻 R24 的一端相连后再与比较器 D6 的同相输入端相连接,电阻 R24 的另一端与电阻 R19 的一端相连后再与比较器 D7 的反相输入端相连接,电阻 R19 的另一端接地。泵浦管芯温度电压信号 V_{tmp} 连接着比较器 D6 的反相输入端和比较器 D7 的同相输入端。比较器 D6 和 D7 的输出端相连接后再与电阻 R18 的一端相连接,并输出到泵浦开关控制电路中,在图 8 中,标示为 Pump colse,电阻 R18 的另一端接电源端。

[0071] 该电路的工作原理如下:

[0072] 图 8 中,假设,比较器 D6 的同相输入端电压为 V_{th} ,比较器 D7 的反相输入端电压为 V_{t1} ,比较器 D6 的输出端电压为 V_{pcls} 。根据电阻分压原理, $V_{th} > V_{t1}$ 。因为作为泵浦管芯温度传感器的热敏电阻具有负温度系数,泵浦管芯温度越高,管芯温度检测电压 V_{tmp} 就越低。用 V_{t1} 表示高温门限电压, V_{th} 表示低温门限电压。根据泵浦管芯温度的高温门限,计算 V_{t1} ,根据泵浦管芯温度的低温门限,计算 V_{th} 。通过匹配电阻 R17、R24、R19 获得电压 V_{th} 和 V_{t1} 。当泵浦管芯温度正常时,泵浦管芯温度高于低温门限,且低于高温门限,电压 $V_{t1} < V_{tmp} < V_{th}$,此时比较器 D6、D7 均因同相输入端电压高于反相输入端电压而输出高阻态(Z),被电阻 R18 上拉后 V_{pcls} 呈高电平(H)状态。此高电平信号作为泵浦驱动电路的开泵控制信号,使泵浦正常工作。如果泵浦管芯温度低于低温门限,则, $V_{tmp} > V_{th}$,同时 $V_{tmp} > V_{t1}$,比较器 D7 因同相输入端电压高于反相输入端电压而输出高阻态(Z),而比较器 D6 因同相输入端电压低于反相输入端电压而输出低电平(L)状态,此时 V_{pcls} 呈低电平状态。如果泵浦管芯温度高于高温门限,则, $V_{tmp} < V_{t1}$,同时 $V_{tmp} < V_{th}$,比较器 D6 因同相输入端电压高于反相输入端电压而输出高阻态(Z),而比较器 D7 因同相输入端电压低于反相输入端电压而输出低电平(L)状态,此时 V_{pcls} 也呈低电平状态。此低电平信号可以作

为泵浦驱动电路的关系泵控制信号,关闭泵浦激光器,防止泵浦激光器因管芯温度超出最大工作范围而损坏。

[0073] 本发明经过验证,具有设计简单紧凑,可靠性高,温控精准,加热制冷效率高,安全保护设施完备等诸多优点,已在产品上全面使用。

[0074] 虽然本发明已经详细地示出和并描述了一个相关的特定的实施例参考,但本领域的技术人员能够应该理解,在不背离本发明的精神和范围内可以在形式上和细节上作出各种改变。这些的改变都将落入本发明的权利要求所要求保护的范围内。

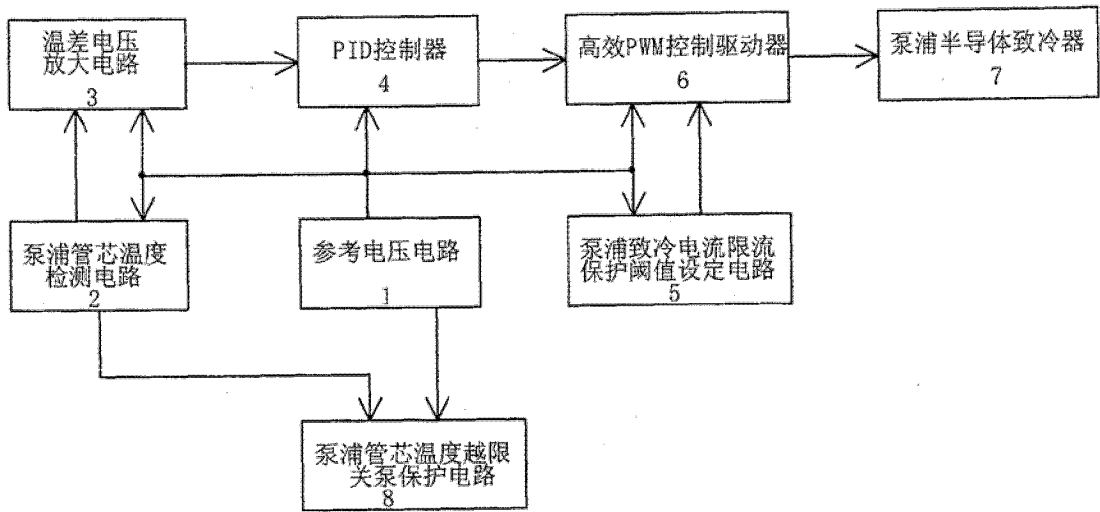


图 1

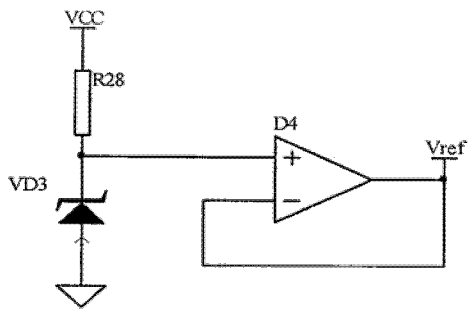


图 2

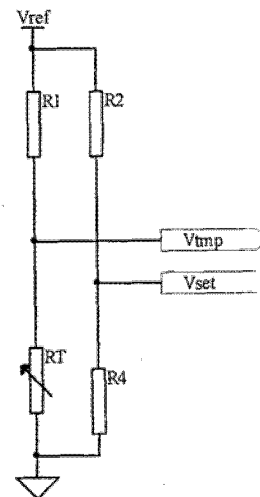


图 3

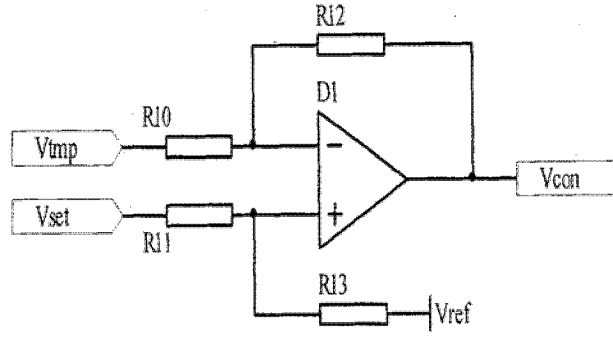


图 4

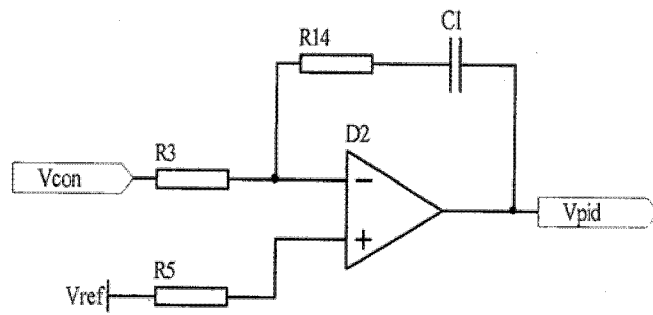


图 5

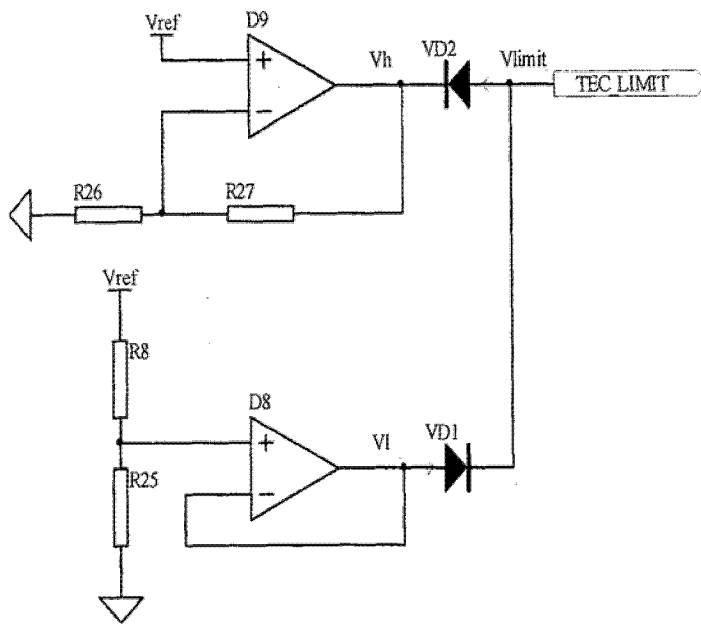


图 6

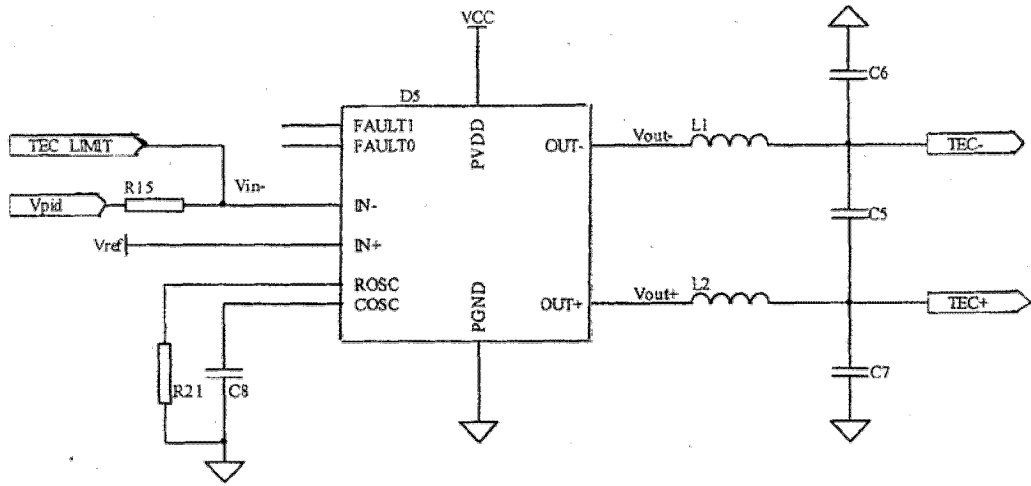


图 7

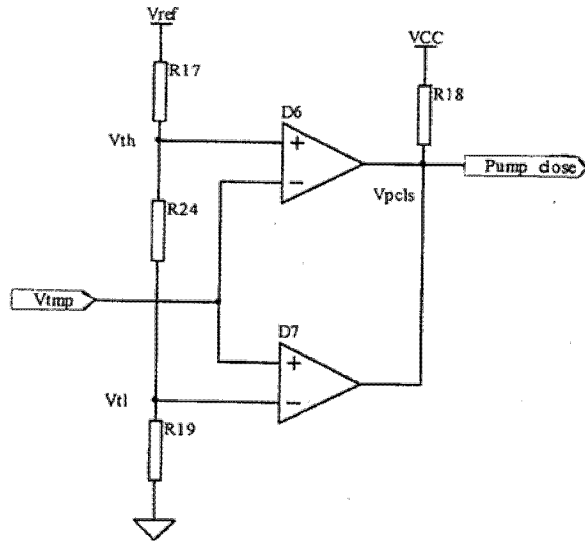


图 8

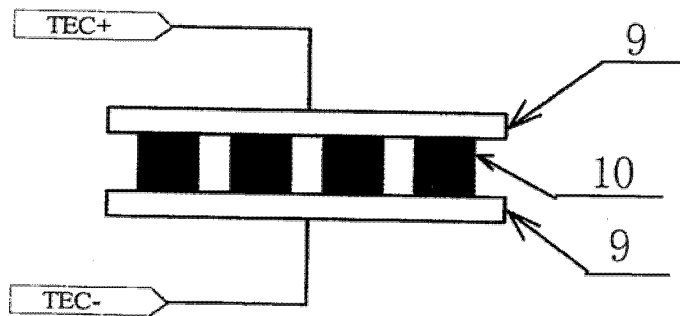


图 9