



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112103757 A

(43) 申请公布日 2020.12.18

(21) 申请号 202010904387.9

(22) 申请日 2020.09.01

(71) 申请人 西安电子科技大学

地址 710071 陕西省西安市雁塔区太白南路2号西安电子科技大学北校区

(72) 发明人 朱江峰 王阁阳 吕仁冲 田文龙 张大成

(74) 专利代理机构 北京慕达星云知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 11465

代理人 曹鹏飞

(51) Int. Cl.

H01S 3/042 (2006.01)

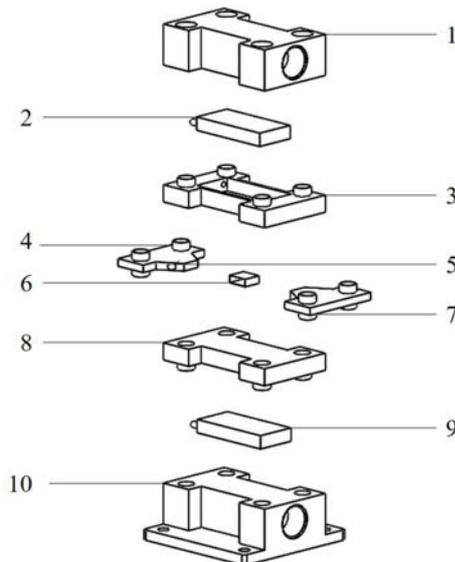
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种固体激光块材料的模块化热管理装置及其控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种固体激光块材料的模块化热管理装置及其控制方法,包括上部水冷模块、下部水冷模块、上部半导体制冷芯片,下部半导体制冷芯片、上部制冷单元、下部制冷单元、热敏电阻和双通道温度控制系统,上部水冷模块安装在上部制冷单元顶端,上部半导体制冷芯片封装在上部制冷单元内;下部水冷模块安装在下部制冷单元底端,下部半导体制冷芯片封装在下部制冷单元内;激光块材料由左右两侧限位片夹持,固定于上部制冷单元与下部制冷单元中间;热敏电阻、上部半导体制冷芯片和下部半导体制冷芯片与双通道温度控制系统电性连接。本发明有效缓解激光块材料在高功率端面泵浦下的热效应问题,改善激光器输出激光的效率和功率稳定性及光束质量。



1. 一种固体激光块材料的模块化热管理装置,其特征在于,包括:上部水冷模块、下部水冷模块、上部半导体制冷芯片,下部半导体制冷芯片、上部制冷单元、下部制冷单元、热敏电阻和双通道温度控制系统,其中,

所述上部水冷模块安装在所述上部制冷单元的顶端,所述上部半导体制冷芯片封装在所述上部制冷单元内;所述下部水冷模块安装在所述下部制冷单元底端,所述下部半导体制冷芯片封装在所述下部制冷单元内;所述上部制冷单元与所述下部制冷单元相连,所述上部制冷单元与所述下部制冷单元的中间用于安装激光块材料,所述激光块材料顶面与底面分别与所述上部制冷单元、所述下部制冷单元贴合;所述热敏电阻设置于所述激光块材料的一侧,所述热敏电阻、所述上部半导体制冷芯片和所述下部半导体制冷芯片均与所述双通道温度控制系统电性连接。

2. 根据权利要求1所述的一种固体激光块材料的模块化热管理装置,其特征在于,所述激光块材料外侧包覆有钢箔包裹层。

3. 根据权利要求2所述的一种固体激光块材料的模块化热管理装置,其特征在于,还包括左侧限位片和右侧限位片,所述左侧限位片和所述右侧限位片设置于所述钢箔包裹层的两侧,且所述上部制冷单元通过左侧限位片和所述右侧限位片与所述下部制冷单元相连;所述热敏电阻安装在所述左侧限位片的固定孔内。

4. 根据权利要求1或3所述的一种固体激光块材料的模块化热管理装置,其特征在于,所述双通道温度控制系统通过通信串口与计算机相连。

5. 根据权利要求4所述的一种固体激光块材料的模块化热管理装置,其特征在于,所述双通道温度控制系统包括温差计算PID控制器、传感数据采集器和直流驱动电源,所述传感数据采集器和所述直流驱动电源均与所述温差计算PID控制器电性连接,所述传感器数据采集器与所述热敏电阻电性连接。

6. 根据权利要求1-5任一项所述的一种固体激光块材料的模块化热管理装置的控制方法,其特征在于,采用双通道温度控制系统设定激光块材料处的控温参数,并采集热敏电阻的实时温度,通过实时温度监测计算温差,调整加载在上部半导体制冷芯片与下部半导体制冷芯片的直流电压参数,实现反馈控温。

一种固体激光块材料的模块化热管理装置及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于激光块材料热管理技术领域,更具体的说是涉及一种固体激光块材料的模块化热管理装置及其控制方法。

背景技术

[0002] 固体激光块材料是激光技术领域研究超强超快激光产生的一种重要增益介质形态,但其相对表面积(介质表面积和体积之比)较小,自散热效果有限。在高功率泵浦下,晶体处的废热积聚导致的热透镜和热致应力双折射效应会严重影响激光腔的模式稳定,还会导致发光激活离子的荧光谱线加宽和量子效率降低,致使激光器的阈值升高。因此,低效、不均匀的热管理方案会严重限制此类固体激光器输出高平均功率、高光束质量超短脉冲的潜力。针对上述问题,光纤、薄片和板条等形态激光工作物质的出现,在不同程度增大了增益介质的相对表面积,改善了高功率泵浦下增益介质处的热问题,有效提升了超快激光光源的平均功率,但受到光纤芯径、色散管理和适用增益介质发射带宽等因素的限制,很难直接从上述激光器获得高功率的激光输出。相较而言,固体激光块材料工艺简单,在理想吸收系数下具有十分平坦的发射光谱和较高的激光效率,可在中等平均功率下直接输出周期量级的飞秒激光,峰值功率超过百兆瓦量级,在驱动高次谐波和太赫兹产生等方面具有广阔的应用前景,是发展紧凑型相干极紫外光源和太赫兹光源的理想前端。实现固体激光块材料在高功率泵浦下高效、均匀的热管理是提升其产生激光的平均功率、直接获得高功率飞秒激光的关键。

[0003] 因此,如何提供一种固体激光块材料的模块化热管理装置及其控制方法是本领域技术人员亟需解决的问题。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明提供了一种固体激光块材料的模块化热管理装置及其控制方法,有效缓解了激光块材料在高功率端面泵浦下的热效应问题,与现有散热方式相比显著改善了激光器输出激光的效率和功率稳定性及光束质量。

[0005] 为了实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0006] 一种固体激光块材料的模块化热管理装置,包括:上部水冷模块、下部水冷模块、上部半导体制冷芯片,下部半导体制冷芯片、上部制冷单元、下部制冷单元、热敏电阻和双通道温度控制系统,其中,

[0007] 所述上部水冷模块安装在所述上部制冷单元的顶端,所述上部半导体制冷芯片封装在所述上部制冷单元内;所述下部水冷模块安装在所述下部制冷单元底端,所述下部半导体制冷芯片封装在所述下部制冷单元内;所述上部制冷单元与所述下部制冷单元相连,所述上部制冷单元与所述下部制冷单元的中间用于安装激光块材料,所述激光块材料顶面与底面分别与所述上部制冷单元、所述下部制冷单元贴合;所述热敏电阻设置于所述激光块材料的一侧,所述热敏电阻、所述上部半导体制冷芯片和所述下部半导体制冷芯片均与

所述双通道温度控制系统电性连接。

[0008] 优选的,所述激光块材料外侧包覆有铝箔包裹层。

[0009] 优选的,还包括左侧限位片和右侧限位片,所述左侧限位片和所述右侧限位片设置于所述铝箔包裹层的两侧,且所述上部制冷单元通过左侧限位片和所述右侧限位片与所述下部制冷单元相连;所述热敏电阻安装在所述左侧限位片的固定孔内。

[0010] 优选的,所述双通道温度控制系统通过通信串口与计算机相连。

[0011] 优选的,所述双通道温度控制系统包括温差计算PID控制器、传感数据采集器和直流驱动电源,所述传感数据采集器和所述直流驱动电源均与所述温差计算PID控制器电性连接,所述传感器数据采集器与所述热敏电阻电性连接。

[0012] 一种固体激光块材料的模块化热管理装置的控制方法,采用双通道温度控制系统设定激光块材料处的控温参数,并采集热敏电阻的实时温度,通过实时温度监测计算温差,调整加载在上部半导体制冷芯片与下部半导体制冷芯片的直流电压参数,实现反馈控温。

[0013] 本发明的有益效果在于:

[0014] 本发明随着激光块材料泵浦中心区域热量的积聚,热敏电阻将实时温度数据迅速导入双通道温控系统进行预设差值计算,通过控制加载在上部半导体制冷芯片、下部半导体制冷芯片处的直流电压参数,实现实时的反馈控温,而上部半导体制冷芯片、下部半导体制冷芯片产热面处的热量分别由上部水冷模块和下部水冷模块及时带走,可在泵浦功率超过100W的情况下高效、稳定运行,有效缓解了激光块材料在高功率端面泵浦下的热效应问题,与现有散热方式相比显著改善了激光器输出激光的效率和功率稳定性及光束质量。

附图说明

[0015] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0016] 图1附图为本发明的结构示意图。

[0017] 图2附图为图1的分解图。

[0018] 图3附图为本发明的控制原理图。

[0019] 其中,图中:

[0020] 1-上部水冷模块;2-上部半导体制冷芯片;3-上部制冷单元;4-左侧限位片;5-热敏电阻;6-铝箔包裹层;7-右侧限位片;8-下部制冷单元;9-下部半导体制冷芯片;10-下部水冷模块。

具体实施方式

[0021] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0022] 请参阅附图1-3,本发明提供了一种固体激光块材料的模块化热管理装置,包括:

上部水冷模块1、下部水冷模块10、上部半导体制冷芯片2,下部半导体制冷芯片9、上部制冷单元3、下部制冷单元8、热敏电阻5和双通道温度控制系统,其中,所述上部水冷模块1安装在所述上部制冷单元3的顶端,所述上部半导体制冷芯片2封装在所述上部制冷单元3内;所述下部水冷模块10安装在所述下部制冷单元8底端,所述下部半导体制冷芯片9封装在所述下部制冷单元8内;所述上部制冷单元3与所述下部制冷单元8相连,所述上部制冷单元3与所述下部制冷单元8的中间用于安装激光块材料,所述激光块材料顶面与底面分别与所述上部制冷单元3、所述下部制冷单元8贴合;所述热敏电阻5设置于所述激光块材料的一侧,所述热敏电阻5、所述上部半导体制冷芯片2和所述下部半导体制冷芯片9均与所述双通道温度控制系统电性连接,所述双通道温度控制系统通过通信串口与计算机相连。

[0023] 所述激光块材料外侧包覆有铝箔包裹层6,本发明模块化热管理装置还包括左侧限位片4和右侧限位片7,所述左侧限位片4和所述右侧限位片7设置于所述铝箔包裹层6的两侧,且所述上部制冷单元3通过左侧限位片4和所述右侧限位片7与所述下部制冷单元8相连;所述热敏电阻5安装在所述左侧限位片4的固定孔内。

[0024] 上部水冷模块1与下部水冷模块10,用于上部半导体制冷芯片2与下部半导体制冷芯片9的散热,通过大功率激光水冷机进行控温。材质为紫铜,与上部半导体制冷芯片2、下部半导体制冷芯片9接触表面的面型精度误差小于0.02mm,预留螺丝装配孔和去应力弹簧孔,由大功率激光水冷机控制,温度设定范围为 5° - 25° 可调,温控精度为 0.1° 。

[0025] 上部半导体制冷芯片2与下部半导体制冷芯片9,用于反馈制冷,实现与激光块材料的高效热交换。上部半导体制冷芯片2与下部半导体制冷芯片9的外形尺寸均为:长25mm,宽12mm,高3.8mm;最大控制电流为1.9A,电压为8V,制冷功率为10.4W,由双通道温度控制系统根据激光块材料处的实测温度与预设温度的差值,计算、调整加载在上部半导体制冷芯片2与下部半导体制冷芯片9上的直流电压值实现精确制冷。

[0026] 上部制冷单元3与下部制冷单元8,用于半导体制冷芯片的封装,实现与激光块材料的高效热传导。材质为紫铜,与上部半导体制冷芯片2、上部半导体制冷芯片2的制冷面和激光晶体接触表面的面型精度误差小于0.02mm,热传导结构厚度为1mm,预留直管螺纹孔、去应力弹簧孔和限位孔。

[0027] 左侧限位片4与右侧限位片7,用于激光块材料的装配、铝箔焊接以及热敏电阻5的固定,保证激光块材料与上部制冷单元3、下部制冷单元8的良好接触。材质为紫铜,上、下表面的面型精度误差小于0.02mm,厚度与铝箔包裹后的激光块材料尺寸高度匹配,预留直管螺纹孔、去应力弹簧孔、热敏电阻5固定孔和限位环。

[0028] 铝箔包裹层6,用于激光块材料与上部制冷单元3、下部制冷单元8的热传导,减少空气隙带来的热阻,选用材料为铝箔和纳米银焊膏。由厚度为0.1mm的高纯度铜片制成,在 160° 真空高温条件下,可使激光块材料与左侧限位片4、右侧限位片7及上部制冷单元3、下部制冷单元8紧密贴合。或者高热导率的纳米银焊膏通过 280° 的高温真空烧结也可作为固体激光块材料与紫铜热沉间的界面导热材料。

[0029] 热敏电阻5,用于测量激光块材料处的实时温度,为双通道温度控制系统提供温差计算标准。直径为2mm,可安装在左侧限位片4上的固定孔中,测量激光块材料处的实时温度,测量精度为 0.01° 。

[0030] 所述双通道温度控制系统包括温差计算PID控制器、传感数据采集器和直流驱动

电源,所述传感数据采集器和所述直流驱动电源均与所述温差计算PID控制器电性连接,所述传感器数据采集器与所述热敏电阻5电性连接。双通道温度控制系统的控温精度为 0.05° 。

[0031] 本发明还提供了一种固体激光块材料的模块化热管理装置的控制方法:采用双通道温度控制系统设定激光块材料处的控温参数,并采集热敏电阻5的实时温度,通过实时温度监测计算温差,调整加载在上部半导体制冷芯片2与下部半导体制冷芯片9的直流电压参数,实现反馈控温。

[0032] 本发明随着激光块材料泵浦中心区域热量的积聚,热敏电阻将实时温度数据迅速导入双通道温控系统进行预设差值计算,通过控制加载在上部半导体制冷芯片、下部半导体制冷芯片处的直流电压参数,实现实时的反馈控温,而上部半导体制冷芯片、下部半导体制冷芯片产热面处的热量分别由上部水冷模块和下部水冷模块及时带走,可在泵浦功率超过100W的情况下高效、稳定运行,有效缓解了激光块材料在高功率端面泵浦下的热效应问题,与现有散热方式相比显著改善了激光器输出激光的效率和功率稳定性及光束质量。此外,模块化的设计可以根据激光器块材料的外形尺寸、类型以及泵浦强度及时调整热管理装置的结构,可以实现对不同激光块材料在高功率泵浦下的高效热管理。

[0033] 本发明设计了一种固体激光块材料的模块化热管理装置,为固体激光块材料的散热提供了主动反馈控温的新方案,可有效避免激光块材料泵浦中心区域热量积聚导致的光光转换效率降低和光束质量变差等问题,为进一步提升固体激光器的输出功率稳定性和光束质量解决了热效应的难题。

[0034] 本发明实用性强,结构设计紧凑,对不同激光块材料具有良好的兼容性,在100W量级的连续泵浦下能有效控制激光晶体处的温度,保证输出激光的效率和光束质量,且设计的合理性能保证系统长期、可靠运行,可广泛应用于固体飞秒激光器领域,具有很好的应用前景和商业价值。

[0035] 本发明固体激光块材料的模块化热管理装置的具体实施过程是:

[0036] 第一步,将左侧限位片4、下部制冷单元8通过限位孔依次装配至下部水冷模块10;第二步,使用厚度为0.1mm的高纯度铜片包裹激光块材料;第三步,将具有铜箔包裹层6的激光块材料紧靠在左侧限位片4内侧,并使用右侧限位片7夹持填装;第四步,将去应力弹簧放入安装孔后,依次将上部制冷单元3和上部水冷模块1通过限位孔安装在激光块材料上方,使用M3圆柱头内六角螺钉进行固定。第五步,将上述结构放入设定温度为 160° 的真空干燥箱中加热1个小时,冷却后取出;第六步,将上部半导体制冷芯片2、下部半导体制冷芯片9分别封装进上部制冷单元3、下部制冷单元8后,重新固定,并与双通道控温系统进行连接;第七步,将热敏电阻5放置在左侧限位片4的固定孔中,并与双通道温度控制系统进行连接;第八步,通过通信串口将双通道温度控制系统与计算机进行连接,设置激光块材料的控温参数;第九步,对位于激光腔内的激光块材料进行实时反馈控温测试。

[0037] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的装置而言,由于其与实施例公开的方法相对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。

[0038] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。

对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

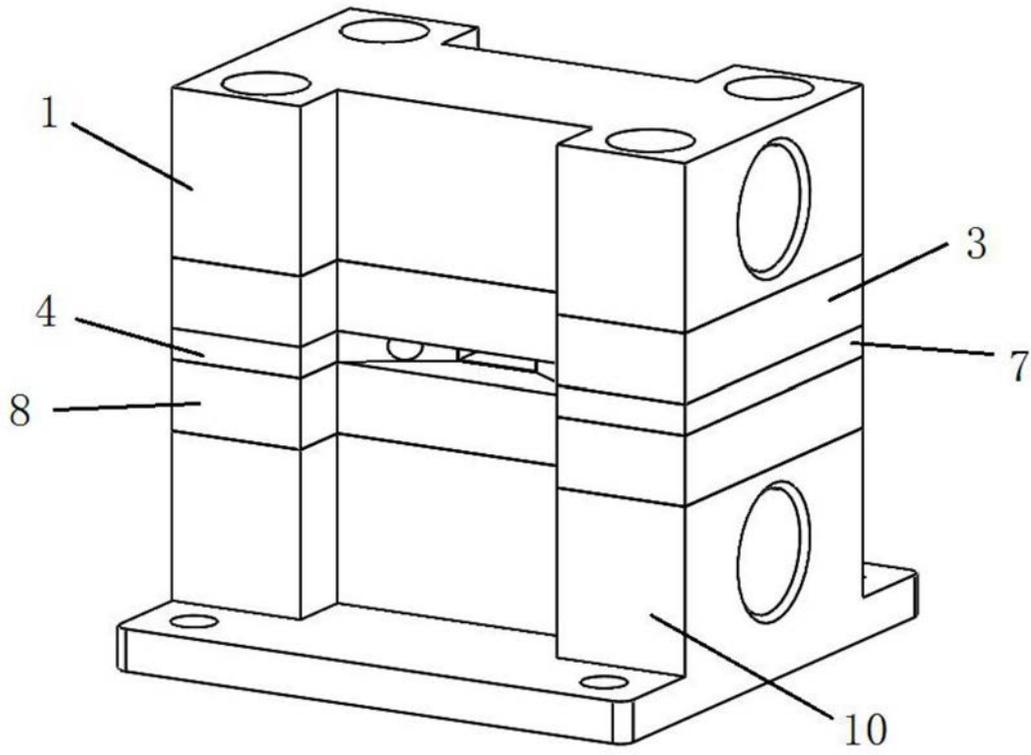


图1

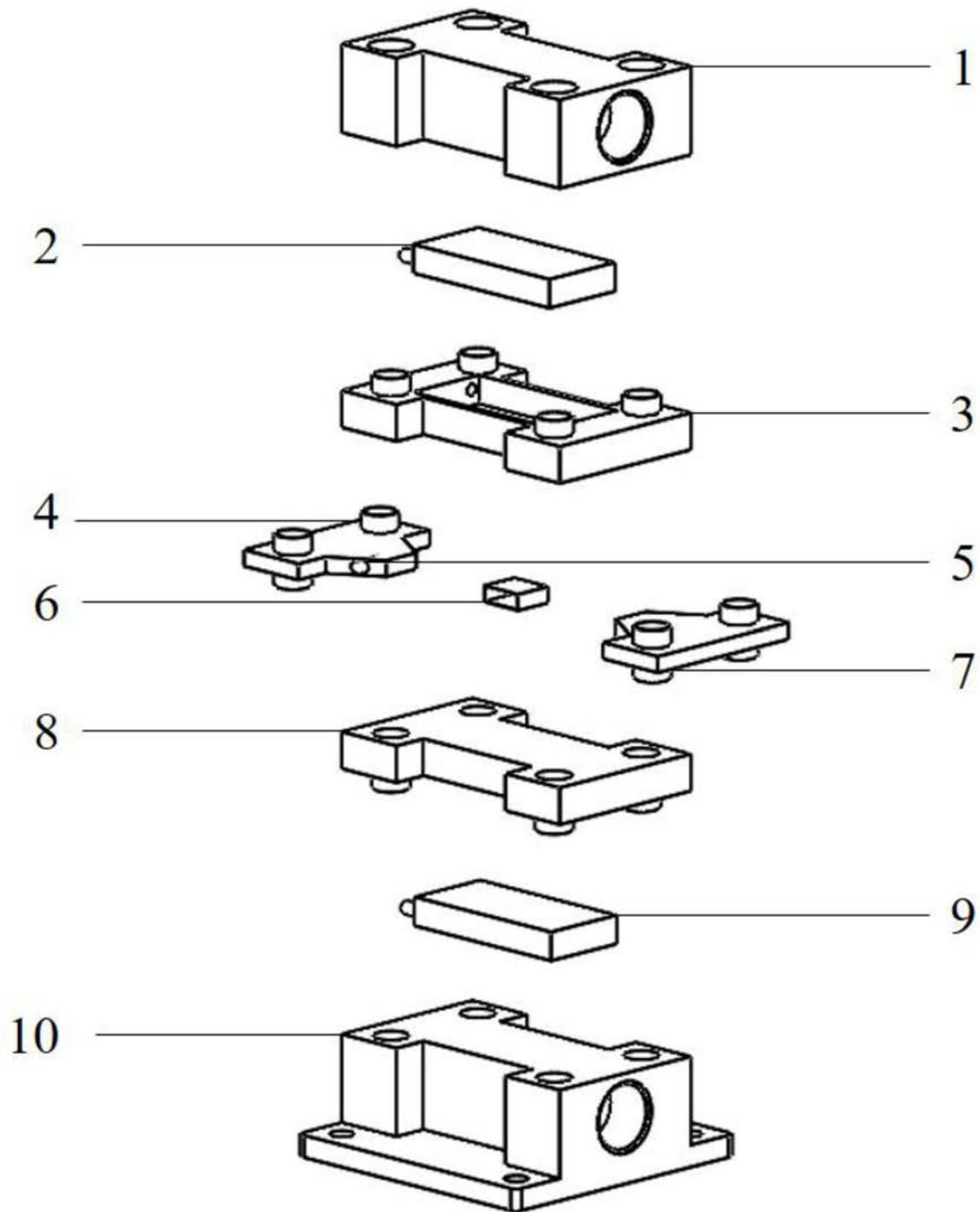


图2

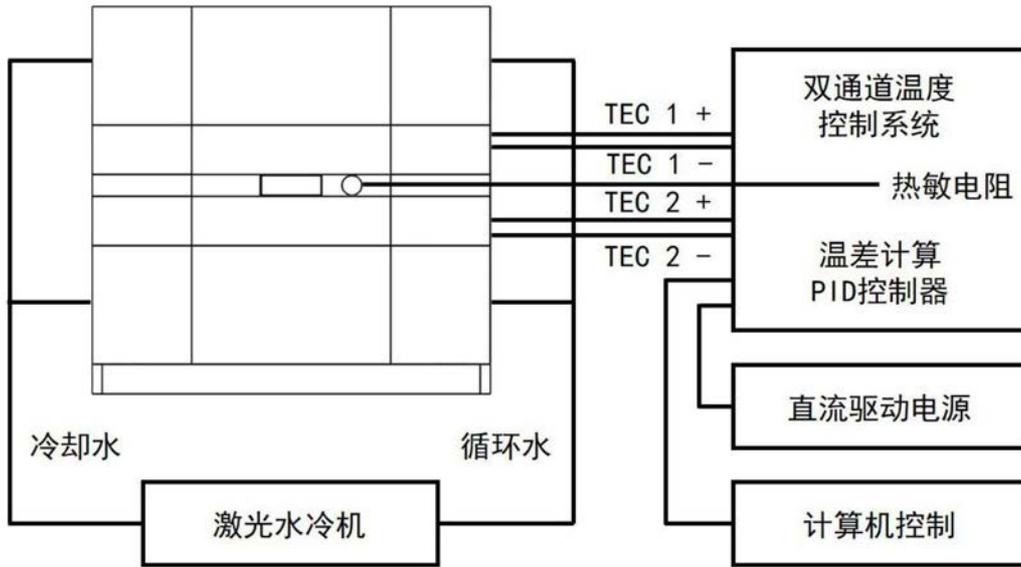


图3