



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105470790 A

(43) 申请公布日 2016.04.06

(21) 申请号 201410412401.8

(22) 申请日 2014.08.21

(71) 申请人 西安慧泽知识产权运营管理有限公司

地址 710075 陕西省西安市高新区高新路一品美道A区第1幢1单元13层11303号房

(72) 发明人 何阳 米奇

(74) 专利代理机构 西安利泽明知识产权代理有限公司 61222

代理人 段国刚

(51) Int. Cl.

H01S 3/042(2006.01)

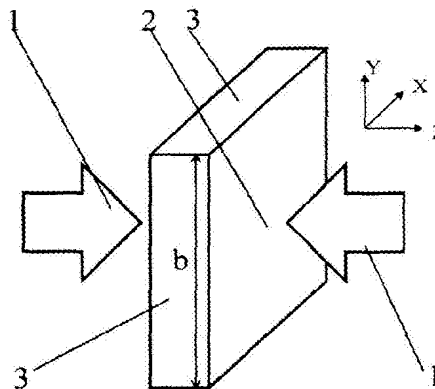
权利要求书1页 说明书2页 附图2页

(54) 发明名称

一种能实现对激光增益介质进行有效热控制的热管理方法

(57) 摘要

本发明公开一种能实现对激光增益介质进行有效热控制的热管理方法,其特征在于,抽运光和输出激光方向一致,在激光发射阶段激光增益介质非抽运面近似绝热,冷却阶段采用流速增加的常温的冷却介质进行冷却,在冷却初期,采用常温低流速的冷却介质对热的激光介质进行强迫冷却,数秒后迅速增加冷却介质的流速,所述的冷却介质的低流速的下限为维持冷却介质处于湍流状态。本发明既降低了对冷却系统的要求又降低了冷却初期与被冷却介质接触时带来的应力,同时有效缩短了冷却时间。



1. 一种能实现对激光增益介质进行有效热控制的热管理方法,其特征在于,抽运光和输出激光方向一致,在激光发射阶段激光增益介质非抽运面近似绝热,冷却阶段采用流速增加的常温的冷却介质进行冷却,在冷却初期,采用常温低流速的冷却介质对热的激光介质进行强迫冷却,数秒后迅速增加冷却介质的流速,所述的冷却介质的低流速的下限为维持冷却介质处于湍流状态。

2. 根据权利要求 1 所述的一种能实现对激光增益介质进行有效热控制的热管理方法,其特征在于,它包括有,激光介质非抽运面的绝热结构、冷却抽运面的冷却通道、冷却介质的流速控制系统,所述激光介质非抽运面的绝热结构,由压紧装置将一绝热材料层贴合于激光介质的非抽运面,所述冷却抽运面的冷却通道,冷却通道由窗口玻璃、激光介质的两抽运面及置于二者周沿的密封圈、冷却介质的入口和出口构成,所述的冷却介质为水或气体。

## 一种能实现对激光增益介质进行有效热控制的热管理方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种能实现对激光增益介质进行有效热控制的热管理方法。

### [0002] 背景技术

连续运转下的高平均功率固体激光器,激光的发射和冷却同时进行。本发明涉及的是一种 LED 抽运固体激光器,并在热容方式下工作,即激光的发射过程和对激光增益介质的冷却过程在时间上是分开的。理论计算表明,固体热容激光器 (Solid State Capacity Laser, 简称为 SSHCL) 非绝热的边界条件会导致工作介质在垂直光轴方向产生温度梯度,由此导致光束有效通光孔径的减小或将会对波面产生影响。因此在实验中应尽量采取一些措施使介质接近准绝热状态,从而保证非通光方向温度的均匀性。在 SSHCL 的激光发射阶段,激光介质的温度不断升高,在激光发射结束后,为尽快进入下一个工作周期,必须对热的激光增益介质进行强制冷却,这会导致介质内的温度分布与发射阶段截然相反,且与实时冷却方式介质的冷却有着不同的特性,主要表现在冷却初期温度梯度及瞬时应力较大。

[0003] 关于 SSHCL 热管理系统的设计方法,国内尚无公开发表的文献。国外的一些文章对工作介质的冷却方法进行了讨论:Albrecht 等人探讨了气体强迫对流冷却和相变冷却法在介质冷却中的应用,并给出了估算一维近似下板条冷却阶段最大温差和最大应力的公式 (Laser and Particle Beams, 1998, 16(4):605-225)。美国利弗莫尔实验室则提出增益介质交换的方法(采用可活动式的板条),可实现 SSHCL 的准连续运转(专利 U. S, 862, 308)。

### 发明内容

[0004] 为解决上述现有的缺点,本发明的主要目的在于提供一种实用的能实现对激光增益介质进行有效热控制的热管理方法,既降低了对冷却系统的要求又降低了冷却初期与被冷却介质接触时带来的应力,同时有效缩短了冷却时间。

[0005] 为达成以上所述的目的,本发明的一种能实现对激光增益介质进行有效热控制的热管理方法采取如下技术方案:

一种能实现对激光增益介质进行有效热控制的热管理方法,其特征在于,抽运光和输出激光方向一致,在激光发射阶段激光增益介质非抽运面近似绝热,冷却阶段采用流速增加的常温的冷却介质进行冷却,在冷却初期,采用常温低流速的冷却介质对热的激光介质进行强迫冷却,数秒后迅速增加冷却介质的流速,所述的冷却介质的低流速的下限为维持冷却介质处于湍流状态。

[0006] 它包括有,激光介质非抽运面的绝热结构、冷却抽运面的冷却通道、冷却介质的流速控制系统,所述激光介质非抽运面的绝热结构,由压紧装置将一绝热材料层贴合于激光介质的非抽运面,所述冷却抽运面的冷却通道,冷却通道由窗口玻璃、激光介质的两抽运面及置于二者周沿的密封圈、冷却介质的入口和出口构成,所述的冷却介质为水或气体。

[0007] 采用如上技术方案的本发明,具有如下有益效果:

本发明既降低了对冷却系统的要求又降低了冷却初期与被冷却介质接触时带来的应

力,同时有效缩短了冷却时间。

### 附图说明

[0008] 图 1 为本发明的激光增益介质示意图。

[0009] 图 2 为本发明热管理结构的结构原理示意简图(Y-Z 剖面图)。

### 具体实施方式

为了进一步说明本发明,下面结合附图及实施例进一步进行说明:

图 1 为本发明的激光增益介质结构示意图,激光介质 10 可以是激光玻璃,也可以是 Nd:GGG 或 Nd:YAG 或其它可工作于热容方式的激光晶体。抽运光束 1 从 Z 方向两侧入射, X-Y 面为抽运面,其它面为非抽运面。

[0010] 图 2 为本发明热管理结构的结构示意简图。本发明涉及的热管理结构由两大部分组成:

1) 压板 6、16 和绝热材料 7、17 构成绝热结构,其中绝热材料 7、17 贴合于激光介质 10,压板 6、16 分别在绝热材料 7、17 之外将所述的绝热材料 7、17 固定;

2) 窗口玻璃 4、11 分别通过密封圈 9、14 和激光介质 10 构成板条形激光介质 10 两侧的冷却通道 12、19,该通道高度 9 根据实际需要设计。只直接影响到换热系数 11,可由公式 1 进行理论估算,设计高度应保证换热系数不低于  $0.3\text{W}/\text{cm}^2\text{K}$ 。5、8 为出水管,15、18 为进水管。

[0011] 在激光发射阶段,绝热结构改善了非通光方向的温度分布,未采用绝热结构时温度分布除通光方向不均匀外,在 Y 方向也为非均匀分布;采用绝热结构后,温度分布在 Y 方向是均匀的,由此降低了输出波面的畸变。冷却系统开始运转时,通道中通以常温的冷却介质 13,初期采用低流速,数秒后迅速线性均匀提高流速,提高对流换热系数,从而达到安全快速冷却的目的。

[0012] 针对激光发射时间 10 秒钟、平均输出功率 5KW 的 Nd:GGG 板条热容激光器设计方案,冷却介质为室温水的情况下,当通道高度  $H=5\text{mm}$  时,本发明在冷却初始保持水流速  $1\text{m}/\text{s}$  (对流换热系数约  $0.4\text{W}/\text{cm}^2\text{K}$ ),约 3 秒后迅速提高流速,这样,在冷却阶段最大应力约为  $85\text{MPa}$ ,处于安全应力范围之内,且在 30 秒后板条形激光介质 10 的温度分布均匀,趋于室温  $293\text{K}$ 。

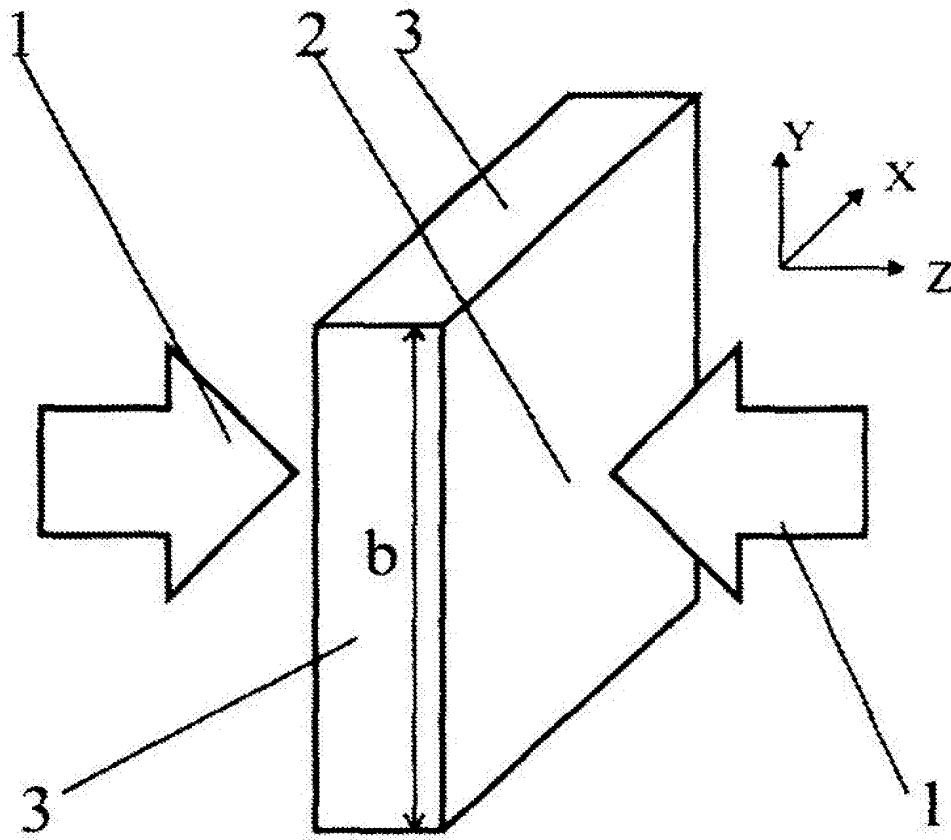


图 1

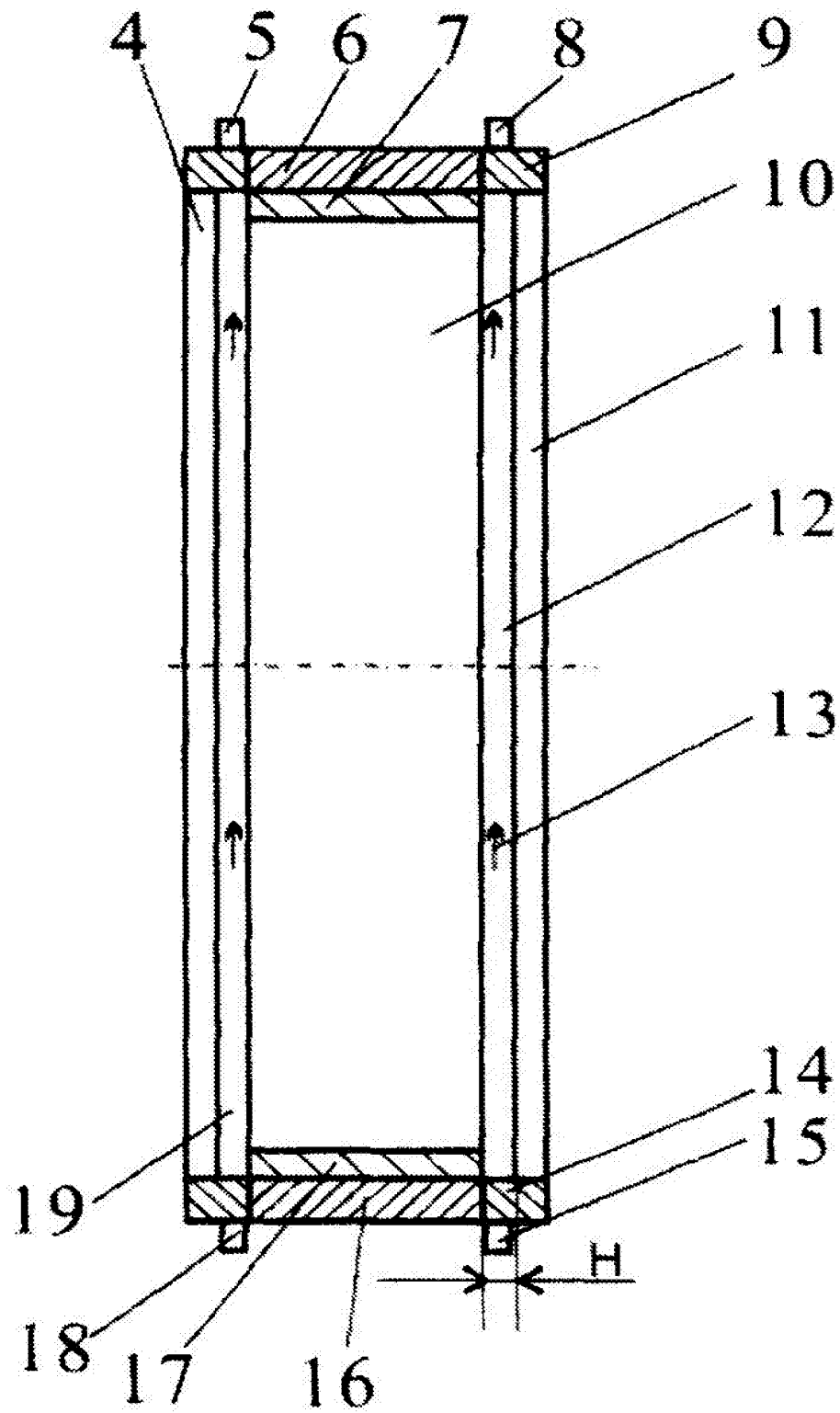


图 2