



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103532003 A

(43) 申请公布日 2014. 01. 22

(21) 申请号 201310487370. 8

(22) 申请日 2013. 10. 17

(71) 申请人 天津大学

地址 300072 天津市南开区卫津路 92 号

(72) 发明人 丁欣 盛泉 范琛 李斌 张巍

姜鹏波 刘简 史伟 姚建铨

(74) 专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代

理事务所 12201

代理人 温国林

(51) Int. Cl.

H01S 3/23(2006. 01)

H01S 3/16(2006. 01)

H01S 3/0941(2006. 01)

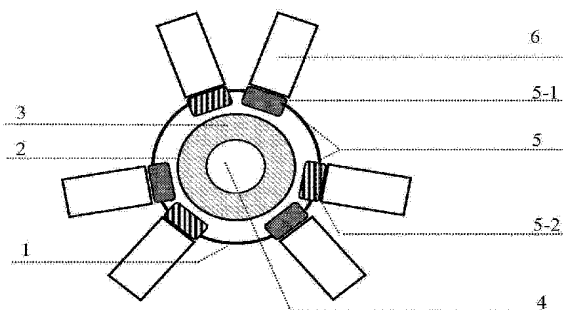
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种双波长综合泵浦的侧泵激光模块

(57) 摘要

本发明公开了一种双波长综合泵浦的侧泵激光模块,腔体内设置有石英玻管,石英玻管内设置有激光增益介质;在腔体上沿激光增益介质的通光方向等间距设置有多个通光狭缝,通光狭缝处设置有半导体激光器组,半导体激光器组设置有配套热沉;半导体激光器组包含有不同发射波长的两组半导体激光器,第一组半导体激光器和第二组半导体激光器发射的泵浦光波长分别对应激光增益介质的传统泵浦吸收带和共振泵浦吸收带,传统泵浦光和共振泵浦光同时泵浦激光增益介质,即综合泵浦;第一组半导体激光器和第二组半导体激光器的工作电流均可单独控制,从而能够对入射的综合泵浦光的功率配比进行调整。为实现高功率侧泵激光器主动的、可控的热管理提供了新途径。



1. 一种双波长综合泵浦的侧泵激光模块,其特征在于,所述侧泵激光模块包括:漫反射腔,所述漫反射腔包括腔体,

所述腔体内设置有石英玻管,所述石英玻管内设置有激光增益介质;所述激光增益介质与所述石英玻管之间形成水流通道,通冷却水对所述激光增益介质进行制冷;在所述腔体上沿所述激光增益介质的通光方向等间距设置有多个通光狭缝,所述通光狭缝处设置有半导体激光器组,所述半导体激光器组设置有配套热沉;所述半导体激光器组包含有不同发射波长的第一组半导体激光器和第二组半导体激光器;所述第一组半导体激光器和所述第二组半导体激光器发射的泵浦光波长分别对应所述激光增益介质的传统泵浦吸收带和共振泵浦吸收带,所述传统泵浦光和所述共振泵浦光同时对所述激光增益介质进行泵浦,即综合泵浦;所述第一组半导体激光器和第二组半导体激光器的工作电流均可单独控制,从而能够根据需要对入射的综合泵浦光的功率配比进行调整。

2. 根据权利要求1所述的一种双波长综合泵浦的侧泵激光模块,其特征在于,所述第一组半导体激光器和第二组半导体激光器均围绕所述激光增益介质的通光方向按角度成等间距分布,从而能够分别实现对所述激光增益介质的均匀泵浦。

3. 根据权利要求1所述的一种双波长综合泵浦的侧泵激光模块,其特征在于,所述激光增益介质为:Nd:YAG晶体时,所述第一组半导体激光器和所述第二组半导体激光器的输出波长分别为808nm和885nm。

4. 根据权利要求1所述的一种双波长综合泵浦的侧泵激光模块,其特征在于,所述激光增益介质为:Nd:YLF晶体时,所述第一组半导体激光器和所述第二组半导体激光器的输出波长分别为806nm和880nm。

5. 根据权利要求1所述的一种双波长综合泵浦的侧泵激光模块,其特征在于,所述激光增益介质为钕玻璃时,所述第一组半导体激光器和所述第二组半导体激光器的输出波长分别为802nm和880nm。

6. 根据权利要求1所述的一种双波长综合泵浦的侧泵激光模块,其特征在于,所述半导体激光器组的数量为三组、四组或五组。

7. 根据权利要求1所述的一种双波长综合泵浦的侧泵激光模块,其特征在于,所述腔体的形状为椭圆、三角、五角或矩形。

一种双波长综合泵浦的侧泵激光模块

技术领域

[0001] 本发明涉及激光器领域,特别涉及一种双波长综合泵浦的侧泵激光模块。

背景技术

[0002] 热效应是限制全固态激光器高功率、高光束质量运转的最主要因素,减少进入工作介质的无用热被认为是缓解热效应最根本、最直接的办法(周寿桓,固体激光器中的热管理,量子电子学报,2005,22(4):497-499)。

[0003] 共振泵浦方式,或称直接泵浦方式,采用特定波长的泵浦光把基态粒子直接泵浦到激光上能级($\text{Nd}^{3+}; ^4\text{I}_{9/2} \rightarrow ^4\text{F}_{3/2}$),消除了由激发态 $^4\text{F}_{5/2}$ 至激光上能级 $^4\text{F}_{3/2}$ 无辐射跃迁的热弛豫过程,有效降低了泵浦光和振荡光之间的量子亏损,提高了量子效率,从根本上减少进入工作介质的无用热,从而实现缓解工作介质中的热效应的有益效果,近年来得到了广泛的关注。

[0004] 然而,共振泵浦方式的一个明显劣势在于激光增益介质对于泵浦光的吸收系数较低,例如,Nd:YVO₄晶体对于880nm共振泵浦光的吸收系数只有808nm传统泵浦光的1/3(High efficiency 165W near-diffraction-limited Nd:YVO₄ slab oscillator pumped at 880nm, Opt. Lett., 2008, 33(17):1930-1932),1.1-at.%掺杂的Nd:YAG晶体对于885nm共振泵浦光的吸收系数也仅有1.4-1.8cm⁻¹(Thermally boosted pumping of neodymium lasers, Appl. Opt., 2000, 39(18):3093-3098),较低的泵浦吸收系数使得激光增益介质难以对入射泵浦光充分利用,限制了激光器总的光-光转换效率;即便通过提高掺杂浓度和温度等方式改善激光增益介质对于共振泵浦光的吸收,也由于伴随而来的上能级寿命和受激发射截面的衰退等负面影响难以实现光光效率的提高。

发明内容

[0005] 本发明提供了一种双波长综合泵浦的侧泵激光模块,本发明将双波长综合泵浦技术应用于高功率侧泵激光器中,能够根据效率和热负载方面的限制条件改变双波长泵浦光的功率配比,使激光器工作在允许的最佳工作点,实现高功率侧泵激光器主动、可控的热管理,详见下文描述:

[0006] 一种双波长综合泵浦的侧泵激光模块,所述侧泵激光模块包括:漫反射腔,所述漫反射腔包括腔体,

[0007] 所述腔体内设置有石英玻管,所述石英玻管内设置有激光增益介质;所述激光增益介质与所述石英玻管之间形成水流通通道,通冷却水对所述激光增益介质进行制冷;在所述腔体上沿所述激光增益介质的通光方向等间距设置有多个通光狭缝,所述通光狭缝处设置有半导体激光器组,所述半导体激光器组设置有配套热沉;所述半导体激光器组包含有不同发射波长的两组半导体激光器,即第一组半导体激光器和第二组半导体激光器;所述第一组半导体激光器和所述第二组半导体激光器发射的泵浦光波长分别对应所述激光增益介质的传统泵浦吸收带和共振泵浦吸收带,所述传统泵浦光和所述共振泵浦光同时对所

述激光增益介质进行泵浦,即综合泵浦;所述第一组半导体激光器和第二组半导体激光器的工作电流均可单独控制,从而能够对入射的综合泵浦光的功率配比进行调整。

[0008] 所述第一组半导体激光器和第二组半导体激光器均围绕所述激光增益介质的通光方向按角度成等间距分布,从而能够分别实现对所述激光增益介质的均匀泵浦。

[0009] 所述激光增益介质为:Nd:YAG 晶体时,所述第一组半导体激光器和所述第二组半导体激光器的输出波长分别为 808nm 和 885nm。

[0010] 所述激光增益介质为:Nd:YLF 晶体时,所述第一组半导体激光器和所述第二组半导体激光器的输出波长分别为 806nm 和 880nm。

[0011] 所述激光增益介质为钕玻璃时,所述第一组半导体激光器和所述第二组半导体激光器的输出波长分别为 802nm 和 880nm。

[0012] 所述半导体激光器组的数量为三组、四组或五组。

[0013] 所述腔体的形状为椭圆、三角、五角或矩形。

[0014] 本发明提供的技术方案的有益效果是:通过双波长综合泵浦的方式,能够根据激光器运转过程中对于光光效率的要求和热负载的限制条件等方面的具体情况调整传统泵浦光和共振泵浦光的功率配比,发挥传统泵浦与共振泵浦各自优势,使激光器运转在所需的最佳状态下。采用双波长综合泵浦的侧泵激光模块,为实现高功率侧泵激光器主动的、可控的热管理提供了新途径。

附图说明

[0015] 图 1 为双波长综合泵浦的侧泵激光模块的结构示意图。

[0016] 1:腔体;

2:石英玻管;

[0017] 3:水流通道;

4:激光增益介质;

[0018] 5:半导体激光器组;

6:热沉;

[0019] 5-1:第一组半导体激光器;

5-2:第二组半导体激光器。

具体实施方式

[0020] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明实施方式作进一步地详细描述。

[0021] 为了实现高功率侧泵激光器主动、可控的热管理,提高光光效率,本发明实施例提供了一种双波长综合泵浦的侧泵激光模块,参见图 1,详见下文描述:

[0022] 传统泵浦方式泵浦吸收好,易于实现高光光效率,但热效应严重,限制激光器的高功率、高光束质量运转;而共振泵浦方式具有热效应较轻的优点,但较差的泵浦吸收限制了激光器的光光效率。因此,可以考虑利用传统泵浦光和共振泵浦光同时对激光增益介质进行泵浦,根据具体限制条件灵活调整泵浦光的功率配比,即能够实现允许条件下所需的最佳运转状态。

[0023] 该侧泵激光模块包括:漫反射腔,其中,漫反射腔包括腔体 1,腔体 1 内设置有石英玻管 2,石英玻管 2 内设置有激光增益介质 4。在腔体 1 上沿激光增益介质的通光方向等间距设置有多通光狭缝(图中未示出),激光增益介质 4 与石英玻管 2 之间形成水流通道 3,通冷却水对激光增益介质 4 进行制冷;通光狭缝处设置有半导体激光器组 5 以及配套热沉

6。所述半导体激光器组 5 中包括：不同发射波长的第一组半导体激光器 5-1 和第二组半导体激光器 5-2（发射波长由激光增益介质 4 决定），第一组半导体激光器 5-1 和第二组半导体激光器 5-2 发射的泵浦光分别对应激光增益介质 4 的传统泵浦吸收带和共振泵浦吸收带，两种泵浦光可同时对激光增益介质 4 进行泵浦，即综合泵浦；第一组半导体激光器 5-1 和第二组半导体激光器 5-2 的工作电流均可单独控制，即对两种波长的泵浦光功率分别控制，从而调整入射的综合泵浦光的功率以及配比；第一组半导体激光器 5-1 和第二组半导体激光器 5-2 均围绕所述激光增益介质的通光方向按角度成等间距分布，从而能够分别实现对所述激光增益介质的均匀泵浦。第一组半导体激光器 5-1 和第二组半导体激光器 5-2 发射波长在激光增益介质 4 吸收带内的泵浦光，泵浦光通过通光狭缝、石英玻管 2、水流通道 3 到达激光增益介质 4，未被完全吸收的泵浦光穿过激光增益介质 4 后，被漫反射腔的腔体 1 反射，进而使得泵浦光匀化并在反射后再次到达激光增益介质 4 被吸收，如此反复反射和吸收，从而实现对激光增益介质 4 的有效泵浦，为其提供形成粒子数反转，产生激光辐射所需的能量。

[0024] 例如：激光增益介质 4 为 Nd:YAG 时，其传统泵浦和共振泵浦波长分别为 808nm 和 885nm，在腔体 1 上沿激光增益介质的通光方向等间距设置有多个通光狭缝，激光增益介质 4 与石英玻管 2 之间形成水流通道 3，通冷却水对激光增益介质 4 进行制冷；通光狭缝处设置有半导体激光器组 5 和配套热沉 6。

[0025] 第一组半导体激光器 5-1 和第二组半导体激光器 5-2 发射的 808nm 和 885nm 泵浦光分别对应激光增益介质 4 的传统泵浦吸收带和共振泵浦吸收带，对 Nd:YAG 进行综合泵浦；第一组半导体激光器 5-1 和第二组半导体激光器 5-2 均围绕所述激光增益介质的通光方向按角度成等间距分布，以对 Nd:YAG 形成均匀的泵浦；第一组半导体激光器 5-1 和第二组半导体激光器 5-2 的工作电流可分别单独控制，以调节综合泵浦光的功率配比。

[0026] 实际应用中，热效应是限制激光器性能的主要因素，为了降低激光器的热负载比可减少 808nm 传统泵浦光而增加 885nm 共振泵浦光；当热效应影响不大，希望提高光光效率时，则可增加 808nm 传统泵浦光而减少 885nm 共振泵浦光。

[0027] 具体实现时，激光增益介质除 Nd:YAG 晶体外，也可以为 Nd:YLF 晶体、Nd:YAG 陶瓷和钕玻璃等常用激光增益介质。相应地，如激光增益介质 4 为 Nd:YLF 晶体，则两种波长的半导体激光器输出波长分别为 806nm 和 880nm；如激光增益介质为 Nd:YAG 陶瓷，则两种波长的半导体激光器输出波长分别为 808nm 和 885nm；如激光增益介质为钕玻璃，则两种波长的半导体激光器输出波长分别为 802nm 和 880nm；在此不做赘述。

[0028] 具体实现时，半导体激光器组 5 的数量可以为三组（即图 1 中所示的三向泵浦）、亦可采用四向、五向以至多向泵浦。腔体 1 的形状除图 1 中的圆形腔体外，亦可采用椭圆、三角、五角、矩形等其他形状。

[0029] 本领域技术人员可以理解附图只是一个优选实施例的示意图，上述本发明实施例序号仅仅为了描述，不代表实施例的优劣。

[0030] 以上所述仅为本发明的较佳实施例，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

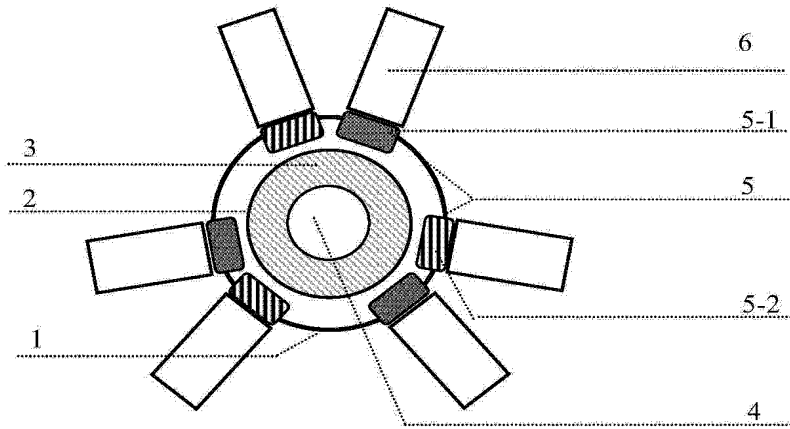


图 1