



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104037614 A

(43) 申请公布日 2014. 09. 10

(21) 申请号 201410263654. 3

(22) 申请日 2014. 06. 09

(71) 申请人 高秀敏

地址 200433 上海市杨浦区国顺路80弄5号  
202室

(72) 发明人 姜利平 李楠 张宇 高秀敏

(51) Int. Cl.

H01S 3/20(2006. 01)

H01S 3/10(2006. 01)

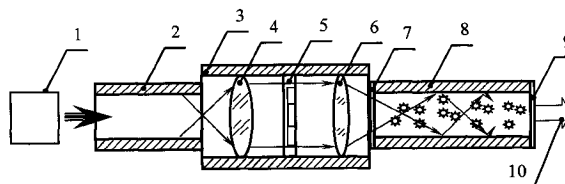
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种光纤光流体染料激光器

(57) 摘要

本发明公开了一种光纤光流体染料激光器，包括泵浦光源，在所述泵浦光源光束出射方向设有依次连接的泵浦光纤、第一反射镜、染料空芯光纤和第二反射镜，所述第一反射镜、染料空芯光纤和第二反射镜所形成的封闭空间中设置有染料作为激光增益介质，所述的泵浦光纤和所述的第一反射镜之间还设置有用于调节泵浦光束波前相位的光束整形器件。本发明的一种光纤光流体染料激光器，具有现有光流控激光器现有优点，同时具有系统结构简单、小型化程度高、制备工艺简单、轴对称式光泵浦、泵浦光能利用率高，使用范围广，光束质量好、输出光束模式可控、使用灵活等特点。



1. 一种光纤光流体染料激光器,包括泵浦光源,在所述泵浦光源光束出射方向设有依次连接的泵浦光纤、第一反射镜、染料空芯光纤和第二反射镜,所述第一反射镜、染料空芯光纤和第二反射镜所形成的封闭空间中设置有染料作为激光增益介质,其特征在于,所述的泵浦光纤和所述的第一反射镜之间还设置有用于调节泵浦光束波前相位的光束整形器件。

2. 根据权利要求 1 所述的一种光纤光流体染料激光器,其特征在于,所述的光束整形器件包括沿泵浦光束行进方向设置的准直透镜、相位调节器和会聚透镜。

3. 根据权利要求 2 所述的一种光纤光流体染料激光器,其特征在于,所述的相位调节器为相位片、液晶空间相位光调制器、微纳结构相位光调制器、光纤相位调制器的一种。

4. 根据权利要求 1 所述的一种光纤光流体染料激光器,其特征在于,所述的第一反射镜为对泵浦光束透射率大于 80%,对于激光反射率大于 90%的反射镜。

5. 根据权利要求 1 所述的一种光纤光流体染料激光器,其特征在于,所述的泵浦光纤为单模光纤、多模光纤、光子晶体光纤、渐变光纤、液芯光纤的一种。

## 一种光纤光流体染料激光器

### 技术领域

[0001] 本发明属于光学技术领域,涉及一种激光器,特别是一种光纤光流体染料激光器,主要用于激光测量、激光加工、激光打标、激光焊接、激光制导、激光医学、光谱技术、光纤通讯、无线光通信、光学微操纵、光学显微、光与物质相互作用等领域中作为激光光源。

### 背景技术

[0002] 激光器是利用受激辐射原理使光在某些受激发的物质中放大或振荡发射的器件。目前,已经存在许多种激光器,常见的有气体激光器、固体激光器、液体激光器、半导体激光器。各种激光器的工作原理基本相同,产生激光的必不可少的条件是粒子数翻转和增益大于损耗,所以装置中必不可少的组成部分有激励源、具有亚稳态能级的工作介质两个部分。激励是工作介质吸收外来能量后激发到激发态,为实现并维持粒子数反转创造条件。工作介质具有亚稳能级是使受激辐射占主导地位,从而实现光放大。激光器中常见的组成部分还有谐振腔,它可以很好地缩短工作物质的长度,还能通过改变谐振腔长度来调节所产生激光的模式。

[0003] 近些年来微流控技术得到很大的发展,将微流控技术和光学结合,形成了新兴学科光流控(Optofluidics)。而染料作为很好的激光增益介质,具有阈值低,波长调节范围广,基本覆盖整个可见光区域,利用倍频技术还可以延伸至紫外和红外区域。光纤和波导的制作工艺也得到空前的发展,光纤的应用也越来越广,将光纤应用到激光器领域的技术也日趋成熟。

[0004] 在先技术中,存在基于光流控技术的染料激光光源,参见一个美国专利,美国专利名称:Mechanically tunable elastomeric optofluidic distributed feedback dye laser,专利号:US7,817,698,B2。该激光器具有相当的优点,但是,仍然存在一些本质不足:1) 系统采用光学光栅形成反馈,在三维光波导中构建光学光栅,形成分布式反馈系统,进而形成光学谐振腔,且均为微观结构,这样从本质上使得系统对制备工艺要求很高,制备激光器的工序复杂,难度大,整个系统复杂;2) 在先技术中的泵浦方式为旁轴非对称式泵浦,泵浦光束侧面照射到光增益区域,及含有染料分子的区域,影响泵浦效应的均匀性,整个受激辐射系统具有了非对称性,影响激光器输出光束质量,同时,泵浦光能利用率低;3) 系统中的光学微结构一旦形成则无法更改,光学谐振腔结构不可调节,这样,导致激光器输出光束的模式不可调节,影响了光源使用范围和应用灵活性。

### 发明内容

[0005] 本发明针对现有技术中存在的技术问题提出了一种光纤光流体染料激光器,具体方案如下:

[0006] 一种光纤光流体染料激光器,包括泵浦光源,在所述泵浦光源光束出射方向设有依次连接的泵浦光纤、第一反射镜、染料空芯光纤和第二反射镜,所述第一反射镜、染料空芯光纤和第二反射镜所形成的封闭空间中设置有染料作为激光增益介质,所述的泵浦光纤

和所述的第一反射镜之间还设置有用于调节泵浦光束波前相位的光束整形器件。

[0007] 本发明的基本构思是：基于波前相位调控聚焦光场分布机理，将染料与光纤结合，染料激光增益介质位于染料空芯光纤中，利用光纤两端反射对染料进行反复多次的同轴泵浦，最终得到激光的输出。为了得到不同模式的激光，可以通过调节泵浦光束的波前相位来实现。具体工作过程如下：泵浦光源出射泵浦光束，入射泵浦光束以一定角度入射进泵浦光纤，到达光束整形器件，并通过光束整形器件对泵浦光束的波前相位进行调节后进入由第一反射镜、染料空芯光纤和第二反射镜所构成的谐振腔，谐振腔中设置有染料作为激光增益介质；至此，泵浦光束进入谐振腔后在第一反射镜和第二反射镜上发生发射，染料空芯光纤的染料受到泵浦光激发发射荧光，在第一反射镜和第二反射镜形成的激光谐振腔之间往复传播，产生共振，然后形成稳定光学模式，从第二反射镜出射，得到稳定的输出激光光束。当需要调整激光的模式时，调节光束整形器件，使得进入谐振腔之前的泵浦光束的波前相位得到调整，从而实现对受激激光的模式控制。

[0008] 作为优选，所述的光束整形器件包括沿泵浦光束行进方向设置的准直透镜、相位调节器和会聚透镜。泵浦光源出射光束经耦合进入泵浦光纤，达到光束整形器件的准直透镜的前焦面，经过准直镜的准直作用使与光轴平行，然后经相位调节器，调节泵浦光束的波前相位分布，进而优化泵浦光斑，使泵浦光斑由椭圆趋于圆形后照射到会聚物镜，经会聚物镜会聚后进入染料区。

[0009] 作为优选，所述的相位调节器为相位片、液晶空间光相位调制器、微纳结构相位光调制器、光纤相位调制器的一种。

[0010] 作为优选，所述的第一反射镜为对泵浦光束透射率大于 80%，对于激光反射率大于 90% 的反射镜。第一反射镜针对泵浦光束的透射率大于 80%，设置的目的在于：一方面，使更多泵浦光束进入谐振腔，维持粒子束反转条件；另一方面，作为谐振腔一部分的第一反射镜同样需要具备反射受激光束的功能，从而为受激光束在谐振腔内震荡提供条件。同样，作为激光出射窗的第二反射镜在为谐振腔提供受激光束震荡条件的同时需要满足受激光束增益到一定程度后从第二反射镜出射的功能，所以第二反射镜需要有一定的透过率，从而第二反射镜针对激光反射率设为 90%。

[0011] 作为优选，所述的泵浦光纤为单模光纤、多模光纤、光子晶体光纤、渐变光纤、液芯光纤的一种。

[0012] 本发明不仅具有现有光流控激光器现有优点，同时具有系统结构简单、小型化程度高、制备工艺简单、轴对称式光泵浦、泵浦光能利用率高，使用范围广，光束质量好、输出光束模式可控、使用灵活等特点。

[0013] 与现有技术相比，本发明的优点：

[0014] 1) 在先技术中可以采用集成电路领域中的光刻机进行微纳器件加工，但是制作过程步骤多、工艺复杂；制作作用装置复杂，价格昂贵，并且对环境要求高；利用激光直接技术同样存在制备系统构建具有相当难度，并且对光机机构要求高，本发明利用光致固化原理，将焦点区域光强调控技术和光流控技术相结合，加工过程步骤少工艺简单，便于实现，制作装置简单，成本低，便于使用和推广，并且对环境和结构要求低。

[0015] 2) 在先存在的光刻机技术中微纳结构掩模版是固定的，当所需要加工图形不同时，需要对应的掩模版进行替换，不能动态实时调整；激光直写技术同样存在所加工微纳器

件的形状受限制,不能灵活加工任意形状微纳器件。本发明可以通过对入射光束进行调制产生各种所需微纳器件形状,并且可实现动态调控,所以发明装置可以加工不同形状微纳器件,并能够进行不同微纳器件动态实时调整,拓展了加工灵活性。

[0016] 3) 另外,本发明可以利用光流控技术,加工成型的微纳器件在流体带动下自动进入下一个流程,因此,便于微纳器件进行后续自组装处理,可以实现液体环境中微纳器件加工制备。

## 附图说明

[0017] 图 1 为本发明实施例的一种光纤光流体染料激光器的结构示意图。

## 具体实施方式

[0018] 下面结合附图对本发明作进一步详细描述。

[0019] 如图 1 所示为本发明实施例的一种光纤光流体染料激光器结构示意图,其为旋转轴对称结构,在入射泵浦光束的光路上同光轴依次设置有泵浦光源 1、泵浦光纤 2、光束整形器件 3、第一反射镜 7、染料空芯光纤 8、第二反射镜 9;第一反射镜 7、染料空芯光纤 8 和第二反射镜 9 构成谐振腔,谐振腔内设置有作为激光增益介质的染料;光束整形器件 3 在泵浦光束传播方向上依次设置有准直透镜 4、相位调节器 5 和会聚透镜 6,准直透镜 4 将泵浦光纤 2 出射光束进行准直,准直泵浦光束经过相位调节器 5 进行波前相位调控后出射,并在出射光束光路上设置有会聚透镜 6,会聚透镜 6 将波前相位调控的泵浦光束进行聚焦,聚焦点区域位于染料空芯光纤 8 的染料增益区域。

[0020] 本发明装置的工作过程为:泵浦光源 1 出射泵浦光束并通过泵浦光纤 2 进入系统,然后经过光束整形器件 3 中的准直透镜 4 形成准直泵浦光束,准直泵浦光束经过相位调节器 5 进行波前相位调控后出射,出射光束光路上设置有会聚透镜 6,会聚透镜 6 将波前相位调控后的泵浦光束进行聚焦,聚焦点区域位于染料空芯光纤 8 的染料增益区域。染料空芯光纤 8 的染料受到泵浦光激发发射荧光,在第一反射镜 7 和第二反射镜 9 之间往复传播,产生共振,然后形成稳定光学模式,从第二反射镜 9 出射,得到稳定的输出激光光束 10。当需要调整输出激光的模式时,可以通过改变光束整形器件 3 中的相位调节器 5 使得泵浦光束的波前相位得到调整,从而实现出射激光的模式控制。

[0021] 本发明装置中染料分子及其使用、波前相位调控技术、矢量光场聚焦原理、光纤光波导器件制作与集成均是成熟技术。本发明的创新点在于基于波前相位调控聚焦光场分布机理,将染料与光纤结合,染料激光增益介质位于空心光纤中,提供一种具有现有光流控激光器现有优点,同时具有系统结构简单、小型化程度高、制备工艺简单、轴对称式光泵浦、泵浦光能利用率高,使用范围广,光束质量好、输出光束模式可控、使用灵活等特点的光纤光流体染料激光器。

[0022] 以上所述的具体实施方式对本发明的技术方案和有益效果进行了详细说明,应理解的是以上所述仅为本发明的最优选实施例,并不用于限制本发明,凡在本发明的原则范围内所做的任何修改、补充和等同替换等,均应包含在本发明的保护范围之内。

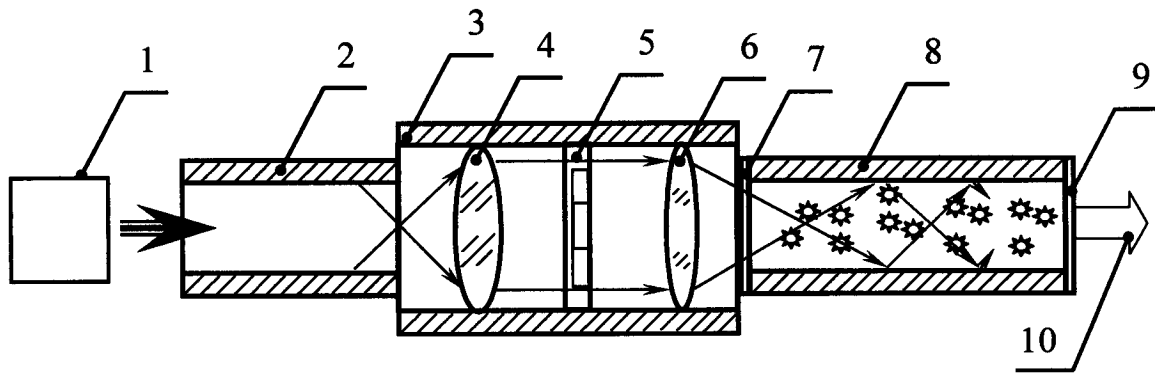


图 1