



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113300200 B

(45) 授权公告日 2023. 04. 18

(21) 申请号 202110374008.4

H01S 3/1123 (2023.01)

(22) 申请日 2021.04.07

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

US 2003161035 A1, 2003.08.28

申请公布号 CN 113300200 A

刘欢 等. 角抽运Nd:YAG 复合板条946nm 连续运转激光器. 物理学报. 2013, 第62卷(第14期), 第144205-1至144205-4页.

(43) 申请公布日 2021.08.24

(73) 专利权人 清华大学

审查员 孙菟

地址 100084 北京市海淀区双清路30号清华大学

(72) 发明人 王巍 杨森 赵启航 张珂

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002

专利代理师 蒋娟

(51) Int. Cl.

H01S 3/07 (2006.01)

H01S 3/102 (2006.01)

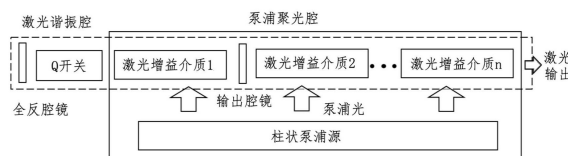
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

脉冲激光器

(57) 摘要

本发明实施例提供一种脉冲激光器,包括:泵浦源、泵浦聚光腔、激光谐振腔、以及设置在每个所述激光谐振腔内的至少一个激光增益介质、Q开关;其中,单个所述泵浦源抽运激光增益介质并在Q开关控制下产生高功率的一个或多个脉冲;所述泵浦聚光腔用于提高所述激光增益介质对抽运光的利用效率。根据本发明提供的脉冲激光器,所述至少一个激光增益介质周向排布在所述单个泵浦源周围。本发明实施例利用单个所述泵浦源抽运激光增益介质并在Q开关控制下产生高功率的一个或多个脉冲,可以显著提高激光器效率,能够产生高功率纳秒级编码的激光脉冲序列或一个高功率巨脉冲。



1. 一种脉冲激光器,其特征在於,包括:泵浦源、泵浦聚光腔、激光谐振腔、以及设置在每个所述激光谐振腔内的至少一个激光增益介质、Q开关;所述泵浦源为柱状泵浦源;

其中,单个所述泵浦源抽运激光增益介质并在Q开关控制下产生高峰值功率的一个或多个脉冲;

所述泵浦聚光腔用于提高所述激光增益介质对抽运光的利用效率;所述至少一个激光增益介质和单个泵浦源置于单个泵浦聚光腔之中,所述至少一个激光增益介质同时吸收发自泵浦源的泵浦光以及经泵浦聚光腔二次反射的泵浦光和/或泵浦残余光,以实现粒子数反转将能量抽运到至少一个激光增益介质上能级储存起来;

所述脉冲激光器实现巨脉冲输出时,所述脉冲激光器的光学元部件包括:泵浦源,KD\*P电光Q开关,由第一激光增益介质、第二激光增益介质、第三激光增益介质、第四激光增益介质、第五激光增益介质和第六激光增益介质组成的6个激光增益介质,泵浦聚光腔,由全反腔镜和输出腔镜定义的激光谐振腔,由第一光路折叠元件、第二光路折叠元件、第三光路折叠元件、第四光路折叠元件、第五光路折叠元件和第六光路折叠元件组成的6组光路折叠元件;

其中,所述泵浦源作为所述脉冲激光器泵浦结构的泵浦源产生宽谱的泵浦光;所述泵浦光直接传播以及经所述泵浦聚光腔二次反射后,注入至6个激光增益介质,6个激光增益介质以一定间距等间隔围绕所述泵浦源排列,6个激光增益介质和所述泵浦源置于所述泵浦聚光腔中;所述泵浦聚光腔内反射面依据泵浦源与激光增益介质的间距以及激光增益介质的个数进行确定,所述泵浦聚光腔的内反射面径向截面为多个椭圆腔的外轮廓线,所述椭圆腔的个数与激光增益介质的个数相等;所述泵浦源位于6个椭圆腔的中心焦点上,6个激光增益介质围绕泵浦源周向排列在6个椭圆腔的其它焦点上;所述KD\*P电光Q开关和所述第一激光增益介质位于匹配的所述激光谐振腔中构成一个激光主振荡器;其余5个激光增益介质和6组光路折叠元件组成一个折叠光路激光放大器;所述激光主振荡器和所述折叠光路激光放大器组成一个MOPA结构的激光器;所述泵浦源抽运6个激光增益介质;在泵浦驱动的末段时,打开KD\*P电光Q开关控制所述激光谐振腔运转,所述激光主振荡器产生一个高峰值功率激光脉冲经过所述折叠光路激光放大器后将储存在6个激光增益介质中的激光能量提取出来,通过所述MOPA结构的激光器产生并输出一个大能量激光脉冲。

2. 一种脉冲激光器,其特征在於,包括:泵浦源、泵浦聚光腔、激光谐振腔、以及设置在每个所述激光谐振腔内的至少一个激光增益介质、Q开关;所述泵浦源为柱状泵浦源;

其中,单个所述泵浦源抽运激光增益介质并在Q开关控制下产生高峰值功率的一个或多个脉冲;

所述泵浦聚光腔用于提高所述激光增益介质对抽运光的利用效率;所述至少一个激光增益介质和单个泵浦源置于单个泵浦聚光腔之中,所述至少一个激光增益介质同时吸收发自泵浦源的泵浦光以及经泵浦聚光腔二次反射的泵浦光和/或泵浦残余光,以实现粒子数反转将能量抽运到至少一个激光增益介质上能级储存起来;

所述脉冲激光器实现6脉冲编码输出和6脉冲同步输出时,光学元部件包括:泵浦源,由第一KD\*P电光Q开关、第二KD\*P电光Q开关、第三KD\*P电光Q开关、第四KD\*P电光Q开关、第五KD\*P电光Q开关和第六KD\*P电光Q开关组成的6路Q开关,由第一激光增益介质、第二激光增益介质、第三激光增益介质、第四激光增益介质、第五激光增益介质和第六激光增益介质组

成的6个激光增益介质,所述泵浦聚光腔,由第一激光谐振腔、第二激光谐振腔、第三激光谐振腔、第四激光谐振腔、第五激光谐振腔和第六激光谐振腔组成的6个激光谐振腔;

所述激光谐振腔包含全反腔镜和输出腔镜,其中第一全反腔镜和第一输出腔镜定义了第一激光谐振腔、第二全反腔镜和第二输出腔镜定义了第二激光谐振腔、第三全反腔镜和第三输出腔镜定义了第三激光谐振腔、第四全反腔镜和第四输出腔镜定义了第四激光谐振腔、第五全反腔镜和第五输出腔镜定义了第五激光谐振腔、第六全反腔镜和第六输出腔镜定义了第六激光谐振腔;每个激光谐振腔还包括1个KD\*P电光Q开关和1个激光增益介质,其中第一激光谐振腔包含第一KD\*P电光Q开关和第一激光增益介质、第二激光谐振腔包含第二KD\*P电光Q开关和第二激光增益介质、第三激光谐振腔包含第三KD\*P电光Q开关和第三激光增益介质、第四激光谐振腔包含第四KD\*P电光Q开关和第四激光增益介质、第五激光谐振腔包含第五KD\*P电光Q开关和第五激光增益介质、第六激光谐振腔包含第六KD\*P电光Q开关和第六激光增益介质;6个激光谐振腔、6个KD\*P电光Q开关和6个激光增益介质构成了6个独立的激光振荡器;分别独立地控制6个KD\*P电光Q开关以实现6脉冲编码输出和6脉冲同步输出;

其中,所述泵浦源位于泵浦聚光腔中6个椭圆腔的中心焦点上,六个激光增益介质围绕泵浦源周向排列在6个椭圆腔的其它焦点上;

KD\*P电光Q开关由起偏器、KD\*P电光晶体以及四分之一波片组成,通过对电光晶体加四分之一波长电压实现调Q,保证激光的调Q脉冲输出;所述泵浦源同时抽运6个激光谐振腔中的6个激光增益介质;在泵浦驱动的末段时,如果根据编码逻辑产生调Q时序控制6个KD\*P电光Q开关的开启来独立控制6个激光振荡器的分时运转,以实现多脉冲激光的脉冲编码输出;如果6个KD\*P电光Q开关在一个触发信号下同步开启,则控制6个激光振荡器实现同步运转,以实现6个高峰值功率脉冲的同步输出。

3. 根据权利要求1或2所述的脉冲激光器,其特征在于,所述柱状泵浦源的形状包括圆柱、柱状多面体中的一种。

4. 根据权利要求1或2所述的脉冲激光器,其特征在于,所述泵浦源的种类包括闪光灯、由激光二极管阵列组成的泵源中的一种。

5. 根据权利要求1或2所述的脉冲激光器,其特征在于,所述泵浦聚光腔包括漫反射腔、聚焦腔中的一种。

## 脉冲激光器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及激光器领域,尤其涉及一种脉冲激光器。

### 背景技术

[0002] 提升激光器效率是激光器面临的最主要问题。通常采用的方法包括在材料方面寻找高效激光储能介质、设计高效的泵浦耦合装置、在残余泵浦光利用方面采用泵浦聚光腔、设计上保证腔模匹配以增大激光提取效率、激光器的散热设计和高效激光电源设计等等。

[0003] 另外,激光器作为激光探测和空间光信息处理的光源,在应用上面面临的一个问题是如何产生高峰值功率纳秒级编码的激光脉冲序列。

### 发明内容

[0004] 本发明提供一种脉冲激光器,用以解决现有技术中存在的技术缺陷。

[0005] 本发明提供一种脉冲激光器,包括:泵浦源、泵浦聚光腔、激光谐振腔、以及设置在每个所述激光谐振腔内的至少一个激光增益介质、Q开关;

[0006] 其中,单个所述泵浦源抽运激光增益介质并在Q开关控制下产生高峰值功率的一个或多个脉冲;

[0007] 所述泵浦聚光腔用于提高所述激光增益介质对抽运光的利用效率。

[0008] 根据本发明提供的脉冲激光器,所述至少一个激光增益介质周向排布在所述单个泵浦源周围。

[0009] 根据本发明提供的脉冲激光器,所述至少一个激光增益介质和单个泵浦源置于单个泵浦聚光腔之中,所述至少一个激光增益介质同时吸收发自泵浦源的泵浦光以及经泵浦聚光腔二次反射的泵浦光和/或泵浦残余光,以实现粒子数反转将能量抽运到至少一个激光增益介质上能级储存起来。

[0010] 根据本发明提供的脉冲激光器,所述泵浦源为柱状泵浦源,所述柱状泵浦源的形状包括圆柱、柱状多面体中的一种。

[0011] 根据本发明提供的脉冲激光器,所述泵浦源的种类包括闪光灯、由激光二极管阵列组成的泵源中的一种。

[0012] 根据本发明提供的脉冲激光器,所述泵浦聚光腔包括漫反射腔、聚焦腔中的一种。

[0013] 根据本发明提供的脉冲激光器,所述激光谐振腔包括全反腔镜、输出腔镜和折叠光路光学元件。

[0014] 根据本发明提供的脉冲激光器,所述折叠光路光学元件包括直角棱镜、反射镜和偏振分束片中的至少一种。

[0015] 根据本发明提供的脉冲激光器,在至少一个激光增益介质中,其中一个激光增益介质和一个Q开关在所述激光谐振腔中构成一个激光振荡器;其它激光增益介质共同组成一个激光放大器。

[0016] 根据本发明提供的脉冲激光器,当所述脉冲激光器包括n个激光谐振腔、n个激光

增益介质以及n个Q开关时,每个激光谐振腔包括1个Q开关和1个激光增益介质,n大于1,所述脉冲激光器具有分时工作模式和同步工作模式,其中:

[0017] 在分时工作模式下,利用所述泵浦源对n激光增益介质同时进行泵浦,在泵浦末端根据调节n个Q开关的逻辑时序对各个激光谐振腔的运转进行分时控制,实现多脉冲激光的脉冲编码输出;

[0018] 在同步工作模式下,利用n个Q开关控制所有激光谐振腔的同步运转,实现多脉冲激光的同步输出。

[0019] 本发明还提供一种电子设备,包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述程序时实现如上述任一种所述脉冲激光器的步骤。

[0020] 本发明还提供一种非暂态计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该计算机程序被处理器执行时实现如上述任一种所述脉冲激光器的步骤。

[0021] 本发明提出了脉冲激光器,通过设置泵浦源泵浦与多个增益介质,利用单个所述泵浦源抽运激光增益介质并在Q开关控制下产生高峰值功率的一个或多个脉冲,可以显著提高激光器效率,结构简单降低激光器复杂度,能够产生高峰值功率纳秒级编码的激光脉冲序列或一个高峰值功率巨脉冲。

## 附图说明

[0022] 为了更清楚地说明本发明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一简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,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,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0023] 图1是本发明一实施例提供的脉冲激光器的原理示意图;

[0024] 图2是本发明一实施例提供的又一脉冲激光器的原理示意图;

[0025] 图3是本发明实现巨脉冲输出的具体实施例示意图;

[0026] 图4为本发明的具体实施例中泵浦结构安排示意图;

[0027] 图5为本发明实现脉冲编码输出和脉冲同步输出的具体实施例示意图;

[0028] 图6为本发明的具体实施例中实现脉冲编码的泵浦、调Q逻辑和输出时序示意图。

## 具体实施方式

[0029] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明中的附图,对本发明中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例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作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。

[0030] 本发明实施例公开了一种脉冲激光器,参见图1,包括:

[0031] 泵浦源、泵浦聚光腔、激光谐振腔、以及设置在每个所述激光谐振腔内的至少一个激光增益介质、Q开关;

[0032] 其中,单个所述泵浦源抽运激光增益介质并在Q开关控制下产生高峰值功率的一个或多个脉冲;

[0033] 所述泵浦聚光腔用于提高所述激光增益介质对抽运光的利用效率。

[0034] 所述的柱状泵浦源泵浦多个增益介质的脉冲激光器实现巨脉冲输出、多脉冲编码运转和多脉冲同步运转的方法如下:单个柱状泵浦源同时抽运激光谐振腔中的n个激光增益介质并在Q开关控制下产生高峰值功率的多个脉冲或一个巨脉冲。若激光谐振腔为一个时,单个柱状泵浦源同时抽运n个激光增益介质并在激光谐振腔中的Q开关控制下产生一个高峰值功率巨脉冲;

[0035] 若激光谐振腔为多个时,单个柱状泵浦源同时抽运多个激光谐振腔中的激光增益介质,泵浦末段根据调Q逻辑时序对各个激光谐振腔的运转分时进行控制,实现多脉冲激光的脉冲编码输出;单个柱状泵浦源同时抽运多个激光谐振腔中的激光增益介质并在Q开关同步控制下实现多个高峰值功率脉冲的同步输出。

[0036] 本发明提出了脉冲激光器,通过设置泵浦源泵浦与多个增益介质,利用单个所述泵浦源抽运激光增益介质并在Q开关控制下产生高峰值功率的一个或多个脉冲,可以显著提高激光器效率,结构简单降低激光器复杂度,能够产生高峰值功率纳秒级编码的激光脉冲序列或一个高峰值功率巨脉冲。

[0037] 按上述方案,可实现一种柱状泵浦源泵浦多个增益介质的脉冲激光器的巨脉冲输出、多脉冲分时编码输出和多脉冲同步输出。

[0038] 为了进一步说明本发明实施例的原理,下面结合附图1和附图2详细阐述所述泵浦源泵浦多个增益介质的脉冲激光器的工作原理、实现步骤和方法,但并不用以局限本发明。

[0039] 附图1是说明柱状泵浦源泵浦多个增益介质的脉冲激光器实现巨脉冲输出发明思想的示意图。主要光学元器件包括1个激光谐振腔、1个Q开关、由激光增益介质1、激光增益介质2、直至激光增益介质n组成的n个激光增益介质、1个柱状泵浦源和1个泵浦聚光腔。

[0040] 其中,一个全反腔镜和一个输出腔镜定义了一个激光谐振腔,在所述的一个激光谐振腔中包含1个但不限于1个激光增益介质。在附图1中,激光增益介质1和一个Q开关在所述的激光谐振腔中构成一个激光振荡器。其它n-1个激光增益介质即激光增益介质2、直至激光增益介质n组成一个激光放大器。所述的激光振荡器和激光放大器组成一个MOPA结构的激光器。MOPA是指主控振荡器的功率放大器(Master Oscillator Power-Amplifier)。

[0041] 所述n个激光增益介质周向排列在一个柱状泵浦源的柱面外侧,n个激光增益介质和1个柱状泵浦源置于1个泵浦聚光腔之中,n个激光增益介质同时吸收发自柱状泵浦源的泵浦光以及经聚光腔二次反射的泵浦光/泵浦残余光实现粒子数反转将能量抽运到激光上能级储存起来。

[0042] 单个柱状泵浦源抽运n个激光增益介质,在泵浦驱动的末段时,打开Q开关控制激光谐振腔运转,将储存在n个激光增益介质中的激光能量提取出来,通过MOPA的主振放大结构产生并输出一个大能量激光脉冲。

[0043] 按附图1所示方案,能够实现柱状泵浦源泵浦多个增益介质的脉冲激光器的巨脉冲输出。

[0044] 附图2是说明柱状泵浦源泵浦多个增益介质的脉冲激光器实现多脉冲编码输出和多脉冲同步输出的示意图。主要光学元部件包括由激光谐振腔1、激光谐振腔2、直至激光谐振腔n组成的n个激光谐振腔,由Q开关1、Q开关2、直至Q开关n组成的n个Q开关,由激光增益介质1、激光增益介质2、直至激光增益介质n组成的n个激光增益介质、1个柱状泵浦源和1个

泵浦聚光腔。

[0045] 所述的激光谐振腔包括全反腔镜和输出腔镜,即全反腔镜1和输出腔镜1定义了激光谐振腔1、全反腔镜2和输出腔镜2定义了激光谐振腔2、直至全反腔镜n和输出腔镜n定义了激光谐振腔n。每个激光谐振腔还包括1个Q开关和1个激光增益介质,即激光谐振腔1还包含Q开关1和激光增益介质1、激光谐振腔2还包含Q开关2和激光增益介质2、直至即激光谐振腔n还包含Q开关n和激光增益介质n。

[0046] 所述n个激光增益介质同样周向排列在1个柱状泵浦源的柱面外侧,n个激光增益介质和1个柱状泵浦源置于1个泵浦聚光腔之中,n个激光增益介质同时吸收发自柱状泵浦源的泵浦光以及经聚光腔二次反射的泵浦光/泵浦残余光实现粒子数反转将能量抽运到激光上能级储存起来。

[0047] 单个柱状泵浦源抽运n个激光谐振腔中的n个激光增益介质,在泵浦驱动的末段时,如果根据编码逻辑产生调Q时序控制n个Q开关的开启则可对n个激光谐振腔的运转进行分时控制,从而实现多脉冲激光的脉冲编码输出;如果n个Q开关在一个触发信号下同步开启,则可控制n个激光谐振腔实现同步运转,从而实现n个高峰值功率脉冲的同步输出。

[0048] 按附图2所示方案,能够实现柱状泵浦源泵浦多个增益介质的脉冲激光器的多脉冲编码输出和多脉冲同步输出。

[0049] 按上述方案,能够实现柱状泵浦源泵浦多个增益介质的脉冲激光器。

[0050] 根据本发明提供的脉冲激光器,所述至少一个激光增益介质周向排布在所述单个泵浦源周围。

[0051] 根据本发明提供的脉冲激光器,所述至少一个激光增益介质和单个泵浦源置于单个泵浦聚光腔之中,所述至少一个激光增益介质同时吸收发自泵浦源的泵浦光以及经泵浦聚光腔二次反射的泵浦光和/或泵浦残余光,以实现粒子数反转将能量抽运到至少一个激光增益介质上能级储存起来。

[0052] 根据本发明提供的脉冲激光器,所述泵浦源为柱状泵浦源,所述柱状泵浦源的形状包括圆柱、柱状多面体中的一种。

[0053] 根据本发明提供的脉冲激光器,所述泵浦源的种类包括闪光灯、由激光二极管阵列(LD阵列)组成的泵源中的一种。

[0054] 根据本发明提供的脉冲激光器,所述泵浦聚光腔包括漫反射腔、聚焦腔中的一种。

[0055] 根据本发明提供的脉冲激光器,所述激光谐振腔包括全反腔镜、输出腔镜和折叠光路光学元件。

[0056] 根据本发明提供的脉冲激光器,所述折叠光路光学元件包括直角棱镜、反射镜和偏振分束片中的至少一种。

[0057] 根据本发明提供的脉冲激光器,在至少一个激光增益介质中,所述单个泵浦源周围一个激光增益介质和一个Q开关在所述激光谐振腔中构成一个激光振荡器;其它激光增益介质共同组成一个激光放大器。

[0058] 根据本发明提供的脉冲激光器,当所述脉冲激光器包括n个激光谐振腔、n个激光增益介质以及n个Q开关时,每个激光谐振腔包括1个Q开关和1个激光增益介质,n大于1,所述脉冲激光器具有分时工作模式和同步工作模式,所述单个泵浦源周围:

[0059] 在分时工作模式下,利用所述泵浦源对n激光增益介质同时进行泵浦,在泵浦末段

根据调节n个Q开关的逻辑时序对各个激光谐振腔的运转进行分时控制,实现多脉冲激光的脉冲编码输出;

[0060] 在同步工作模式下,利用n个Q开关控制所有激光谐振腔的同步运转,实现多脉冲激光的同步输出。

[0061] 下面为本发明采用氙灯泵浦6个Nd:YAG激光棒的脉冲激光器的具体应用实施例:

[0062] 本发明的具体实施例是用来阐述单灯泵浦多个增益介质的多输出激光器的思想;并不用以局限本发明及本发明的应用方向。凡在本发明的精神和原则之内所做的任何修改、等同替换等,均应包含在本发明的保护范围之内。以下结合附图对本发明的具体实施过程作进一步的说明。

[0063] 附图3是详细阐述氙灯泵浦6个Nd:YAG激光棒的脉冲激光器实现巨脉冲输出的具体实施例示意图。主要光学元部件包括:泵浦源氙灯001, KD\*P电光Q开关Q1, 由激光棒101、激光棒102、激光棒103、激光棒102、激光棒105和激光棒106组成的6个Nd:YAG激光增益介质, 泵浦聚光腔201, 由全反腔镜401和输出腔镜501定义的激光谐振腔301, 由光路折叠元件601、光路折叠元件602、光路折叠元件603、光路折叠元件604、光路折叠元件605和光路折叠元件606组成的6组光路折叠元件。

[0064] 所述泵浦源氙灯001, 作为整个激光器泵浦结构的泵浦源产生宽谱泵浦光;所述的泵浦聚光腔201采用陶瓷聚焦腔;所述泵浦光直接传播以及经陶瓷聚光腔201二次反射后, 注入至多个激光增益介质Nd:YAG棒101-106;所述激光增益介质101-106为棒状结构Nd:YAG晶体, 以一定间距等间隔围绕泵浦源氙灯001排列。所述的激光棒101-106和泵浦源氙灯001置于陶瓷泵浦聚光腔201中。

[0065] 所述陶瓷聚光腔201内反射面依据氙灯与增益介质间距以及增益介质棒101-106个数进行设计, 如图4所示陶瓷聚光腔201的内反射面径向截面为多个椭圆腔的外轮廓线, 所述椭圆的个数与激光棒101-106的个数相等。泵浦源氙灯001位于6个椭圆的中心焦点上, 激光棒101-106围绕泵浦源氙灯001周向排列在6个椭圆的其它焦点上。按所述激光棒101-106、泵浦源氙灯001和陶瓷泵浦聚光腔201的结构安排可以提高泵浦光的利用效率, 将能量分散存储在激光棒101-106的低阶模中从而提高光束质量并降低热透镜效应等热光危害。

[0066] 所述的KD\*P电光Q开关Q1和激光棒101位于匹配的激光谐振腔301中构成一个激光主振荡器。其它5个Nd:YAG激光棒即激光棒102-106和6组光路折叠元件601-606组成一个折叠光路激光放大器。所述的激光主振荡器和折叠光路激光放大器组成一个MOPA结构的激光器。

[0067] 所述激光谐振腔301可按输出激光需求选择稳定腔或非稳腔;所述KD\*P电光Q开关Q1由起偏器, KD\*P电光晶体以及四分之一波片组成, 通过对电光晶体加四分之一波长电压实现调Q, 保证激光的调Q脉冲输出。

[0068] 氙灯泵浦6个Nd:YAG激光棒的脉冲激光器实现巨脉冲输出的工作流程如下: 泵浦源氙灯001抽运6个Nd:YAG激光棒101-106, 在泵浦驱动的末段时, 打开KD\*P电光Q开关Q1控制激光谐振腔301运转, 主振荡器产生一个高峰值功率激光脉冲经过激光放大器后将储存在6个Nd:YAG激光棒101-106的激光能量提取出来, 通过MOPA的主振放大结构激光器能够产生并输出一个大能量激光脉冲。

[0069] 按附图3所示方案, 能够实现氙灯泵浦6个Nd:YAG激光棒的脉冲激光器的巨脉冲输



出。

[0070] 附图5是详细阐述氙灯泵浦6个Nd:YAG激光棒的脉冲激光器实现6脉冲编码输出和6脉冲同步输出的具体实施例示意图。主要光学元部件包括:泵浦源氙灯001,由KD\*P电光Q开关Q1、KD\*P电光Q开关Q2、KD\*P电光Q开关Q3、KD\*P电光Q开关Q4、KD\*P电光Q开关Q5和KD\*P电光Q开关Q6组成的6路Q开关,由激光棒101、激光棒102、激光棒103、激光棒104、激光棒105和激光棒106组成的6个Nd:YAG激光增益介质,泵浦聚光腔201,由激光谐振腔301、激光谐振腔302、激光谐振腔303、激光谐振腔304、激光谐振腔305和激光谐振腔306组成的6个激光谐振腔。

[0071] 所述的激光谐振腔包括全反腔镜和输出腔镜,即全反腔镜401和输出腔镜501定义了激光谐振腔301、全反腔镜402和输出腔镜502定义了激光谐振腔302、直至全反腔镜406和输出腔镜506定义了激光谐振腔306。其中,全反腔镜402至全反腔镜406和输出腔镜502至输出腔镜506在附图3中未完全示出。每个激光谐振腔还包括1个Q开关和1个Nd:YAG激光棒,即激光谐振腔301还包含KD\*P电光Q开关Q1和激光棒101、激光谐振腔302还包含KD\*P电光Q开关Q2和激光棒102、直至激光谐振腔306还包含KD\*P电光Q开关Q6和激光棒106。因此,激光谐振腔、KD\*P电光Q开关和激光棒构成了6个独立的激光振荡器。按所述方案,可分别独立地控制KD\*P电光Q开关Q1~Q6实现6脉冲编码输出和6脉冲同步输出。

[0072] 所述的泵浦聚光腔201同样采用陶瓷聚焦腔;与附图3方案相同,所述泵浦源氙灯001也位于陶瓷聚光腔201中6个椭圆的中心焦点上,激光棒101-106同样围绕泵浦源氙灯001周向排列在6个椭圆的其它焦点上。按上述方案,可以提高泵浦光的利用效率,将能量分散存储在激光棒101-106的低阶模中从而提高光束质量并降低热透镜效应等热光危害。

[0073] 所述激光谐振腔301-306可按输出激光需求选择稳定腔或非稳腔,每个激光谐振腔匹配一个Nd:YAG棒。

[0074] 所述KD\*P电光Q开关同样由起偏器,KD\*P电光晶体以及四分之一波片组成,通过对电光晶体加四分之一波长电压实现调Q,保证激光的调Q脉冲输出。

[0075] 氙灯泵浦6个Nd:YAG激光棒的脉冲激光器实现6脉冲编码输出和6脉冲同步输出的工作流程为:单泵浦源氙灯001同时抽运激光谐振腔301-306中的6个Nd:YAG激光棒101-106。在泵浦驱动的末段时,如果根据编码逻辑产生调Q时序控制6个KD\*P电光Q开关Q1~Q6的开启则可独立控制6个激光振荡器的分时运转,从而实现多脉冲激光的脉冲编码输出;如果6个KD\*P电光Q开关Q1~Q6在一个触发信号下同步开启,则可控制6个激光振荡器实现同步运转,从而实现6个高峰值功率脉冲的同步输出。

[0076] 附图6是按附图5方案输出多路6脉冲编码的泵浦、调Q逻辑和输出时序实施例示意图。在泵浦脉冲230 $\mu$ s的驱动末段229 $\mu$ s处,所述KD\*P电光Q开关Q1开启控制激光谐振腔301的运转输出第1个激光脉冲,KD\*P电光Q开关Q2~Q5的前后开启延迟时序为700ns、750ns、790ns、830ns和960ns,按此逻辑控制时序可实现脉冲间隔依次为700ns、750ns、790ns、830ns和960ns的纳秒级6脉冲编码输出。

[0077] 按附图5所示方案,能够实现氙灯泵浦6个Nd:YAG激光棒的脉冲激光器的6脉冲编码输出和6脉冲同步输出。

[0078] 按上述方案,能够实现一个氙灯泵浦6个Nd:YAG激光棒的脉冲激光器。

[0079] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管

参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

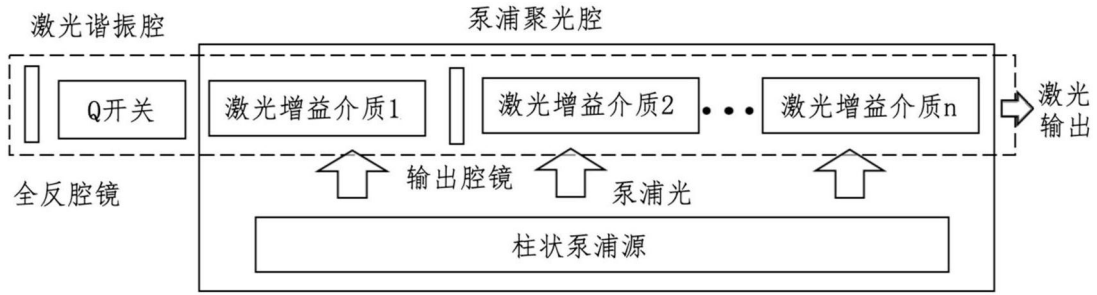


图1

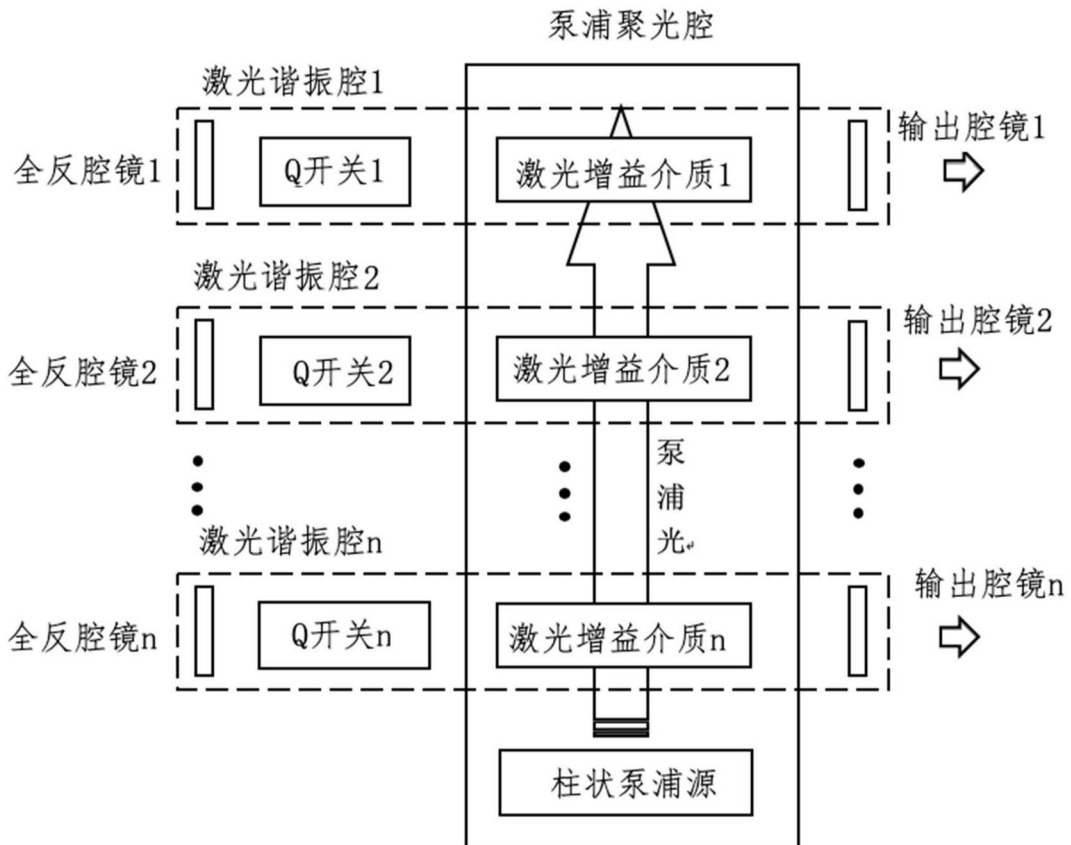


图2

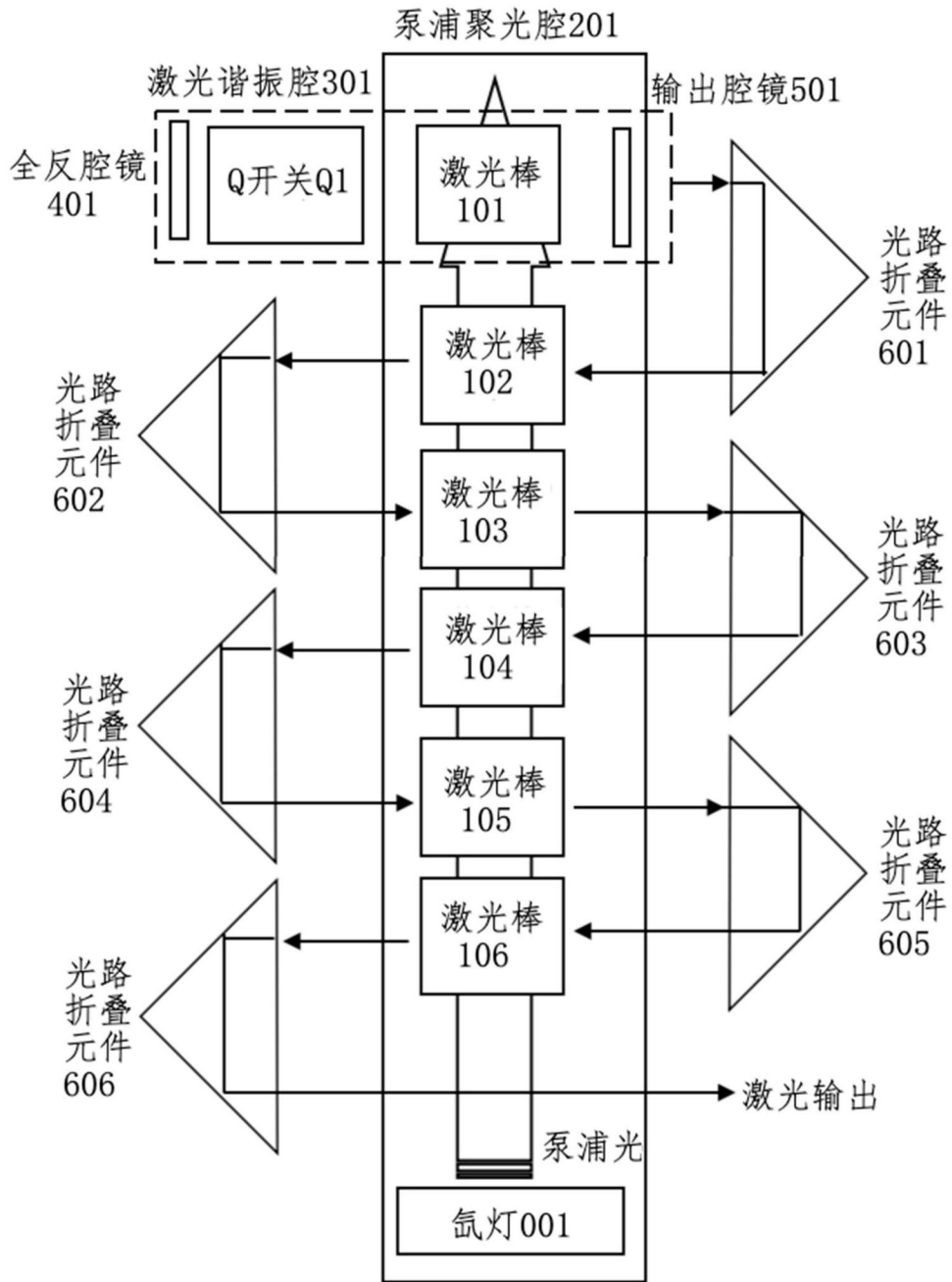


图3

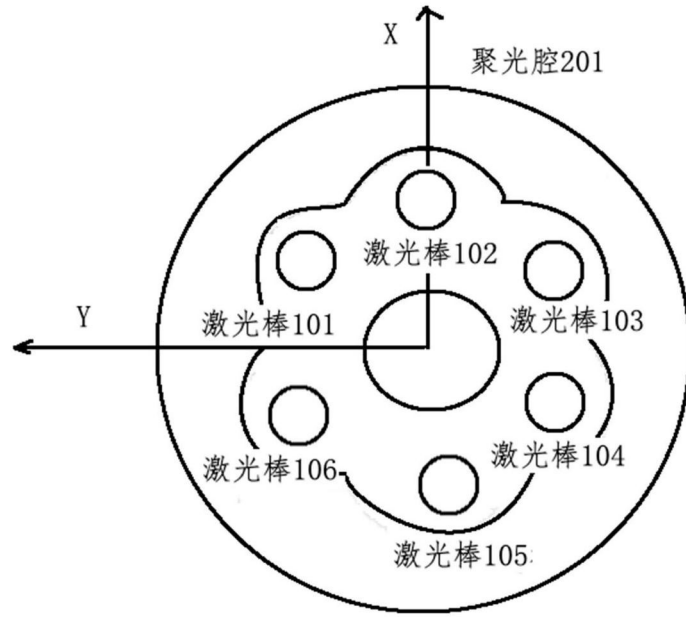


图4

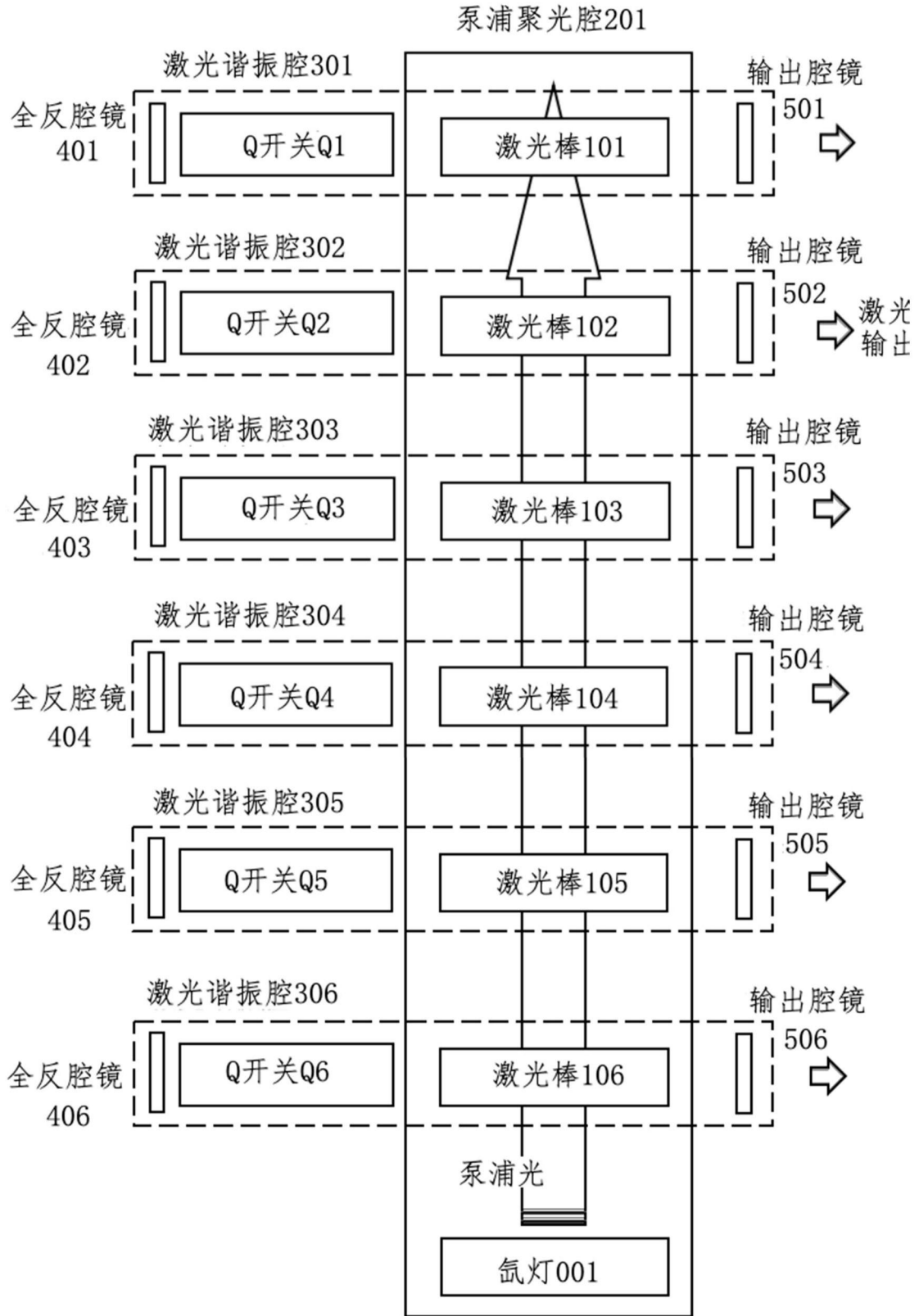


图5

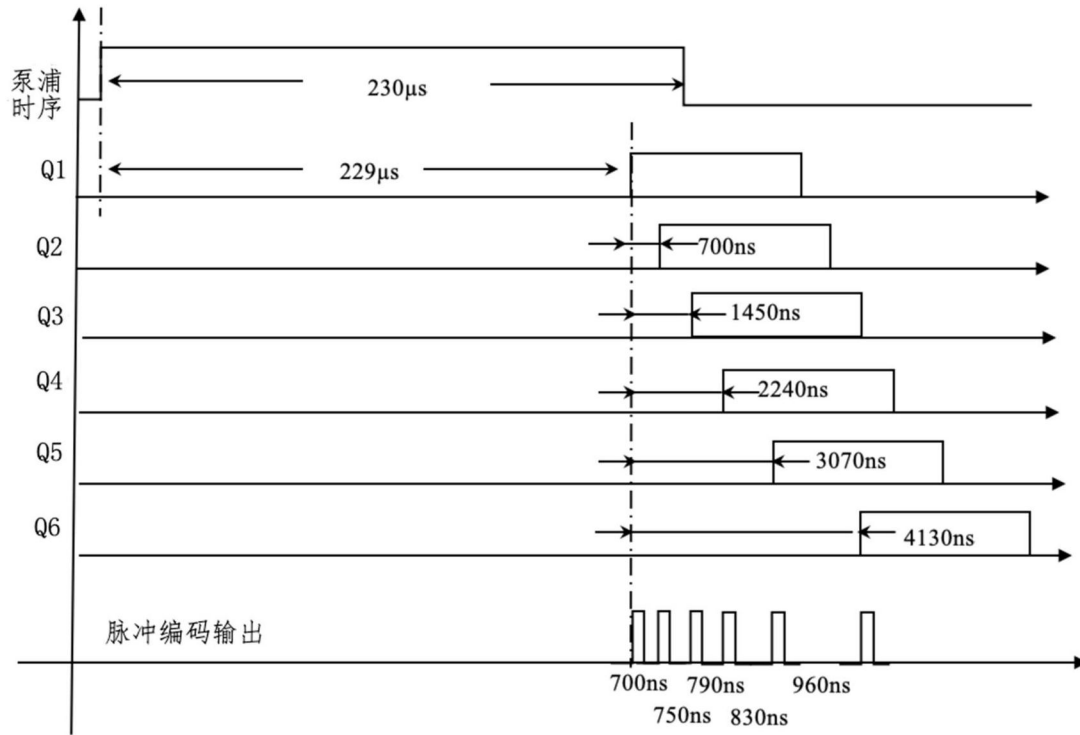


图6