



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 106684698 A

(43) 申请公布日 2017. 05. 17

(21) 申请号 201510765009. 6

(22) 申请日 2015. 11. 10

(71) 申请人 中国科学院大连化学物理研究所

地址 116023 辽宁省大连市中山路 457 号

(72) 发明人 夏栩笙 郭敬为 桑凤亭 刘金波

蔡向龙 袁红

(74) 专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限公司

公司 21002

代理人 马驰

(51) Int. Cl.

H01S 3/30(2006. 01)

H01S 3/10(2006. 01)

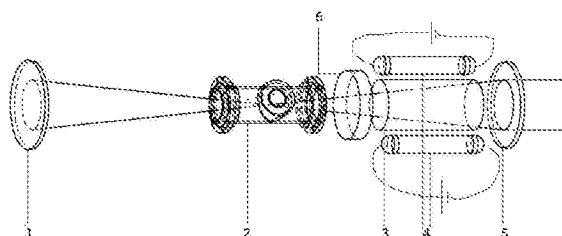
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于腔内相位共轭的改善固体激光质量方法

(57) 摘要

本发明提供了一种基于腔内相位共轭镜的改善固体激光质量方法。针对固体激光器光束热畸变严重, 现有的主动光学手段复杂昂贵等问题, 本发明提出一种带有光学相位共轭腔的固体激光器, 可以得到光束质量好的固体激光。该发明包括以下部分: 1. 输出耦合镜, 2. 泵浦源, 3. 固体增益介质, 4. 布里渊介质, 5. 后腔镜。可以包括 6. 压窄线宽装置。其中, 后腔镜和输出耦合镜组成共心腔或共焦腔, 并且使得基模光束束腰刚好位于布里渊散射介质内; 固体增益介质放在尽量靠近输出耦合镜的位置。该发明开始工作时由后腔镜起振, 当功率密度达到受激布里渊散射阈值后, 改为由布里渊介质和输出耦合镜成腔, 输出质量好的光束。



1. 一种基于腔内相位共轭的改善固体激光质量方法,其特征在于:该方法针对的是固体激光器,固体激光器包括从左至右依次同光轴设置后腔镜(1)、布里渊介质(2)、固体增益介质(3)、输出耦合镜(5),于固体增益介质(3)侧面设置有泵浦源(4);后腔镜和输出耦合镜组成共焦谐振腔或共心谐振腔,共焦谐振腔或共心谐振腔的基模光束束腰刚好位于布里渊散射介质内。

2. 根据权利要求1所述的改善固体激光质量方法,其特征在于:固体增益介质放在尽量靠近输出耦合镜的位置,从而获得最大模体积;布里渊介质的选取应当使得激光器起振以后发生高效率的后向受激布里渊散射,从而由布里渊介质和输出耦合镜构成相位共轭谐振腔。

3. 根据权利要求1所述的改善固体激光质量方法,其特征在于:在布里渊介质和输出耦合镜之间的光轴上可以放置压窄线宽装置(6),能起到提高受激布里渊散射效率进而更好的改善光束质量的作用,该压窄线宽装置可以是但不仅限于是法布里-珀罗标准具(F-P etalon)、原子线宽滤波片(Atom line filter)或磁光滤波片(magneto-optical filter)。

4. 根据权利要求1所述的改善固体激光质量方法,其特征在于:布里渊介质,可以为固体、液体或气体;增益介质可以是Nd:YAG或红宝石为代表的晶体,或也可以是钕玻璃等非晶体。

5. 根据权利要求1所述的改善固体激光质量方法,其特征在于:在输出耦合镜和布里渊介质之间可以放置其他光学元件,包括但不限于滤波片、样品吸收池或偏振器件,而不影响本发明改善光束质量的效果。

一种基于腔内相位共轭的改善固体激光质量方法

技术领域

[0001] 一种基于腔内相位共轭的改善固体激光质量方法。和传统的固体激光器件相比，它利用基于后向受激布里渊散射的光学相位共轭，通过对谐振腔腔型的设计，使光束质量得到改善，出光效率保持较高水平。

背景技术

[0002] 固体激光器指的是激光增益介质为固体而不是液体或者气体的激光器。自从激光出现以来，固体激光器就以其结构紧凑，不需要复杂的流体机械而在生产生活中得到广泛应用。国内外主流的高峰值功率 MOPA 系统也均采用固体激光介质。在固体激光的发展中，热畸变等各种热效应是影响光束质量的重大因素之一。由于固体激光增益介质没有热对流，并且 YAG 晶体、玻璃等导热系数不高，很容易出现增益介质受热不均匀的现象。温度差异导致折射率差异，就会引起光束波前的畸变。在大口径、高功率激光中，这种畸变尤其明显。

[0003] 当前实际应用中，修复激光波前畸变的主要方法是自适应光学。具体做法是，使用一块可以变形的镜面。可变形镜面后装有数百到数千个控制镜面变形的机械装置，通过一套复杂的机电系统迅速调整后腔镜的形状，补偿热畸变、重力畸变带来的波前改变。自适应光学系统造价昂贵，系统复杂，而且镜面需要承受迅速变化的应力，对镜子的材料要求很高。因此，这不是一个修正畸变的理想方法；使用相位共轭可以克服自适应光学修正畸变的缺点。

[0004] 本发明利用光学相位共轭的方法实现对固体激光光束质量的改善。相位共轭技术是非线性光学的一个重要研究领域。相位共轭指的是，使得光波传播方向反向，但是波幅和相位不变；相位共轭的过程也可以看作是对光波的时间反演。因此，热畸变的光波通过相位共轭镜反射再次通过增益介质时，畸变会被抵消，恢复较好的波前。附图 1 给出了利用相位共轭方法改善畸变的原理图。

发明内容

[0005] 本发明针对的是采用固体增益介质的激光器，利用腔内布里渊散射介质来改善其光束的输出质量。本发明具体内容见附图 2 所示，包括：后腔镜，布里渊介质，泵浦源，固体增益介质，输出耦合镜；其中输出耦合镜，固体增益介质，布里渊介质和后腔镜同光轴依次放置，腔镜参数选取应当使得后腔镜和输出耦合镜组成共焦谐振腔或共心谐振腔，并且使得谐振腔基模光束的束腰刚好位于布里渊散射介质内以获得高功率密度；固体增益介质放在尽量靠近输出耦合镜的位置，从而获得最大模体积；布里渊介质的选取应当使得激光器起振以后发生高效率的后向受激布里渊散射，从而由布里渊介质和输出耦合镜构成相位共轭谐振腔。

[0006] 在布里渊介质和输出耦合镜之间的光轴上可以放置压窄线宽装置，能起到提高受激布里渊散射效率进而更好的改善光束质量的作用，该压窄线宽装置可以是但不仅限于是

法布里-珀罗标准具 (F-P etalon)、原子线宽滤波片 (Atom line filter) 和磁光滤波片 (magneto-optical filter)。在实焦点处放置的布里渊介质, 可以为固体、液体或气体; 增益介质可以是 Nd:YAG、红宝石为代表的晶体, 也可以是钕玻璃等非晶体。

[0007] 在输出耦合镜和布里渊介质之间适当位置可以放置其他光学元件, 包括但不限于滤波片、样品吸收池、偏振器件, 而不影响本发明改善光束质量的效果。

[0008] 本发明的工作过程为, 泵浦源将固体增益介质泵浦到布居数反转, 在谐振腔内产生激光起振; 由于布里渊散射介质位于光束的焦点处, 功率密度很大, 会发生较强的后向布里渊散射, 并且抽空泵浦激光的能量。此时后腔镜实际不工作, 由布里渊散射介质充当后腔镜的作用; 由输出耦合镜、布里渊介质组成一个谐振腔。经过增益介质发生波前畸变的光束被布里渊介质反射, 再次通过增益介质时畸变得到纠正, 从输出耦合镜输出。因此, 和传统固体激光器相比, 可以得到质量好的光束。

[0009] 本发明中压窄线宽装置的目的在于, 利用窄线宽激光增强后向布里渊散射的效率。本发明中固体增益介质靠近输出耦合镜的目的在于, 在增益介质内获得尽量大的激光模体积。

[0010] 调 Q 元件、锁模元件、布儒斯特窗、腔内倍频晶体、腔内吸收样品池等光学元件也可以加入到输出耦合镜和布里渊介质之间, 不影响本发明的运转。

附图说明

[0011] 图 1 为利用相位共轭方法改善畸变的原理图, 子图 a 为普通反射波经过畸变介质, 子图 b 为相位共轭波经过畸变介质。

[0012] 图 2 为本发明装置的示意图和实施例 1 的示意图, 其组成部分为: 1. 后腔镜, 2. 布里渊散射介质, 3. 增益固体介质, 4. 泵浦源, 5. 输出耦合镜, 6. 线宽压缩装置。

[0013] 图 3 为本发明实施例二的装置示意图, 其组成部分为: 1. 后腔镜, 7. 液体布里渊介质池, 6. 线宽压窄装置, 8. Q 开关, 4. 泵浦源, 3. 固体增益介质, 9. 倍频晶体, 5. 输出耦合镜。

具体实施方式

[0014] 为了对本发明的技术特征、目的和有益效果有更加清楚的理解, 现对本发明的技术方案进行以下详细说明, 但不能理解为对本发明的可实施范围的限定。

[0015] 实施例 1

[0016] 例 1 使用的装置如图 2 所示。用两个 $f = 1\text{m}$ 的球面反射镜, 组成距离为 1m 的共心腔。其中标号为 1 的后腔镜具体为镀银全反射镜, 而标号为 5 的输出耦合镜具体为耦合率 55% 的半透半反镜。在腔内从前往后依次放置有:

[0017] 两盏氙灯作为泵浦源 4。

[0018] 钕玻璃作为固体增益介质 3; 其直径为 10mm , 长度为 9cm ; Nd 掺杂浓度为 1%。

[0019] 厚度为 0.7mm , 双面反射率均为 70% 的法布里-珀罗标准具作为线宽压窄装置 6。

[0020] 布里渊介质气体池作为布里渊介质 2。使用不锈钢为主体材料, 以熔融石英为窗口片, 内部充 SF_6 或全氟碳等高压气体; 可以充有适当的缓冲气体。介质池侧面留有一个观察窗。

[0021] 该例的工作过程为,氙灯激发 Nd 离子布居数反转,在谐振腔内产生激光振荡;焦点处功率密度超过高压气体的受激布里渊散射阈值,发生后向散射抽空泵浦激光的能量。发生散射后后腔镜不起作用,由高压气体池充当后腔镜的作用;由输出耦合镜、气体池组成一个谐振腔。经过 YAG 棒发生波前畸变的光束被布里渊介质反射,再次通过增益介质时畸变得到纠正,输出质量较好的 1064nm 近红外激光。

[0022] 实施例二

[0023] 例二的装置示意图如附图 3 所示。用两个反射镜,组成距离为 1.2m 的实共焦腔。其中后腔镜 1 具体为 $f = 300\text{mm}$ 镀银高反镜,输出耦合镜 5 具体为 $f = 900\text{mm}$,HR@1064nm,HT@532nm 的镀膜反射镜。

[0024] 谐振腔内从后往前有:

[0025] 液体介质池 7 作为布里渊介质使用,内充有布里渊介质液体如 CS_2 , CCl_4 等。通过两个活塞外接泵,池内液体可以流动。

[0026] 厚度为 0.7mm,双面反射率均为 70% 的法布里-珀罗标准具作为线宽压窄装置 6。

[0027] 利用电光晶体和布儒斯特窗做的 Q 开关 8,以便形成高峰值功率的脉冲激光。

[0028] 两盏氙灯作为泵浦源 4。

[0029] 掺钕离子的钇铝石榴石 (Nd:YAG) 晶体作为固体增益介质 3;其直径为 10mm,长度为 9cm;Nd 掺杂浓度为 1%。

[0030] 倍频晶体 9,采用 BBO 晶体,靠近腔内的一面镀 532nm 高反,1064nm 高透膜。

[0031] 该例的工作过程为,氙灯激发 Nd 离子布居数反转,在谐振腔内产生调 Q 的激光振荡;焦点处功率密度超过高压气体的受激布里渊散射阈值,发生后向散射抽空泵浦激光的能量。发生散射后后腔镜不起作用,由高压气体池充当后腔镜的作用;由输出耦合镜、气体池组成一个谐振腔产生 1064nm 的近红外激光;红外激光在 BBO 晶体处产生倍频后的 532nm 绿色激光。由于输出耦合镜不输出 1064nm 的激光,只输出 532nm 的激光,因此可以获得很高的倍频效率。

[0032] 在晶体背面镀 532 高反膜是为了防止倍频后的 532nm 光打坏 YAG 晶体;镀膜和输出耦合镜单独构成一个无源的倍频腔。

[0033] 由于 1064nm 的 $1/4$ 波片刚好相当于 532nm 的半波片,所以 1064nm 的 Q 开关无论处于何种状态,对 532nm 的绿光均可正常通过,不会产生影响。

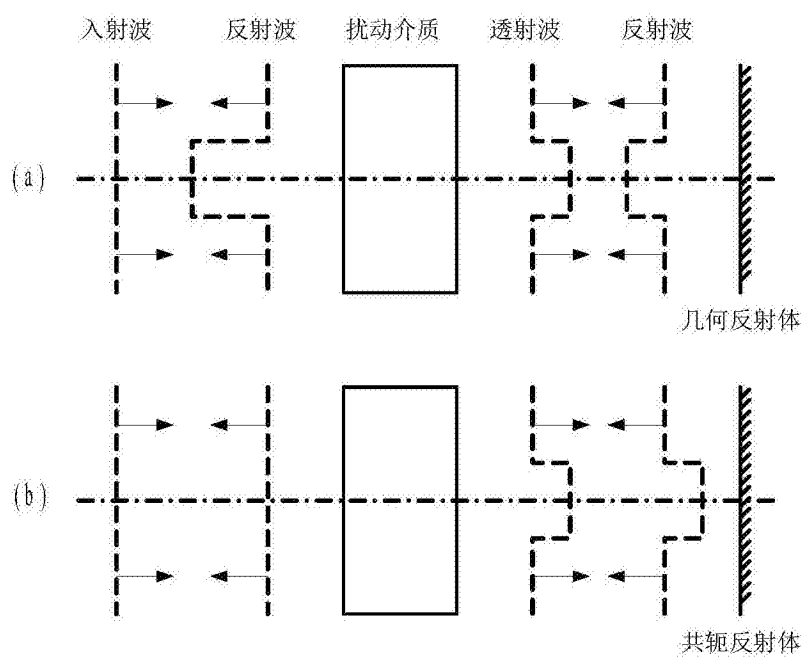


图 1

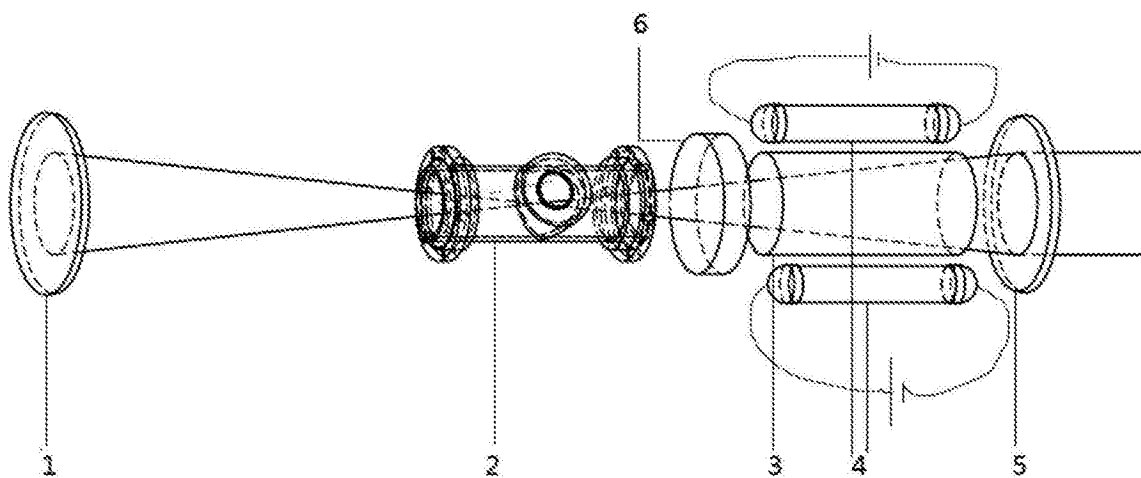


图 2

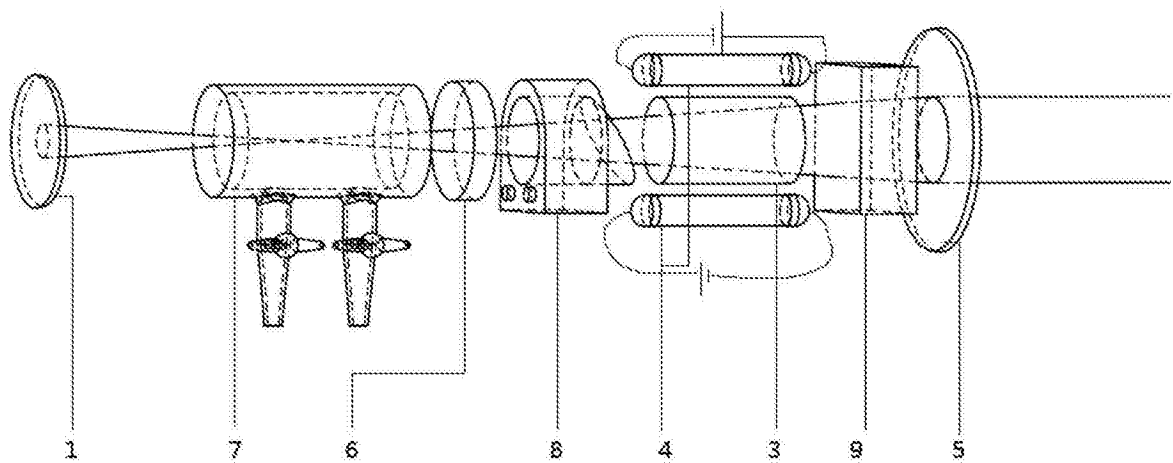


图 3