



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113994552 A

(43) 申请公布日 2022. 01. 28

(21) 申请号 202080042499.6

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

(22) 申请日 2020.07.06

代理人 张劲松

(30) 优先权数据

2019-127329 2019.07.09 JP

(51) Int.Cl.

H01S 3/10 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

H01S 3/108 (2006.01)

2021.12.09

H01S 3/13 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

H01S 3/067 (2006.01)

PCT/JP2020/026352 2020.07.06

G02F 1/35 (2006.01)

(87) PCT国际申请的公布数据

G02F 1/37 (2006.01)

W02021/006236 JA 2021.01.14

(71) 申请人 株式会社金门光波

地址 日本东京都

(72) 发明人 藤本靖 保罗·比努 本越伸二

中原正盛 滨田武

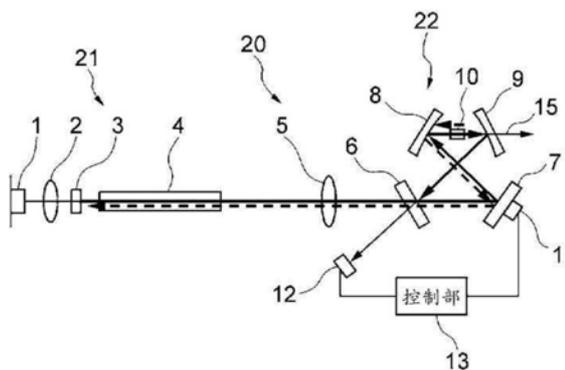
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

激光装置

(57) 摘要

本发明提供一种激光装置,通过将光学材料用作相位共轭镜,不需要复杂且高精度的控制、调整,并且能够进行稳定的激光输出。该激光装置(20)具备:激光振荡器(21),其具有反射镜(3);外部谐振器(22),其包含相对于从激光振荡器入射的激光成为光共轭镜的光学材料(10),通过由光共轭镜反射的相位共轭波到达激光振荡器的反射镜(3),反射镜和光共轭镜自动且被动地正对而进行激光振荡,被动地锁定激光振荡产生的激光的波长和相位。



1. 一种激光装置,具备:激光振荡器,其具有反射镜;外部谐振器,其包含相对于从所述激光振荡器入射的激光成为光共轭镜的光学材料,

通过由所述光共轭镜反射的相位共轭波到达所述激光振荡器的反射镜,所述反射镜和所述光共轭镜自动且被动地对正而进行激光振荡,被动地锁定由所述激光振荡产生的激光的波长和相位。

2. 如权利要求1所述的激光装置,其中,

所述光学材料具有高次谐波产生功能,所述外部谐振器兼用作所述高次谐波产生器而构成。

3. 如权利要求1或2所述的激光装置,其中,

所述光学材料由包括BBO ($\beta\text{-BaB}_2\text{O}_4$)、LBO (LiB_3O_5) 或CLBO ($\text{CsLiB}_6\text{O}_{10}$) 的非线性光学晶体构成。

4. 如权利要求1~3中任一项所述的激光装置,其中,

所述激光振荡器具备作为激励光源的半导体激光器和作为激光介质的纤维,

所述反射镜配置在所述半导体激光器与所述纤维之间。

5. 如权利要求4所述的激光装置,其中,

所述纤维由添加了Pr离子的氟化物材料构成。

激光装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于获得激光的激光装置。

背景技术

[0002] 为了获得可见区域及紫外区域的激光,除了激光振荡器之外,还广泛使用利用非线性光学晶体的高次谐波产生技术。如图2所示,激光振荡器具有用2片高反射率反射镜52、53夹持激光介质51的谐振器结构,通过高次谐波产生用非线性光学晶体54得到高次谐波55。为了高效率地获得可见及紫外区域的激光,需要进行激光谐振器的高精度的调整,并且需要进行高次谐波产生用非线性光学晶体的角度、温度等的高精度的对准调整。

[0003] 为了高效率地产生高次谐波,需要使用具有大的非线性光学常数的非线性光学晶体,并且提高激光的强度。因此,如图3所示,使用将非线性光学晶体54设置在激光谐振器内的内部谐振器型、或者仅将非线性光学晶体设置在其他谐振器内的外部谐振器型谐振器等。在内部谐振器、外部谐振器内,激光被两个或多个反射镜封闭,因此,与没有谐振器的情况相比,能够增强3位~5位左右的激光强度。

[0004] 非专利文献1介绍了在相位共轭镜中使用高压气体或透明液体材料进行激光振荡的实验例。非专利文献2介绍了通过使用从非线性光学晶体产生的相位共轭波来改善半导体激光器的振荡特性的实验例。

[0005] 专利文献1中,在共振系统内的振荡激光或波长变换光的往复光路内插入由具有光折射性效果的非线性介质构成的相位共轭光产生元件,并且在其附近设置光纤的一端,将振荡激光或波长变换光作为泵浦光,并且相对于从其一端入射到相位共轭光产生元件的引导光,产生正确地沿着相反方向的路径的相位共轭光,以高能量密度注入光纤的一端,从其另一端取出。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:(日本)特开平4-342182号公报

[0009] 非专利文献

[0010] 非专利文献1:吉田国雄·吉田英次“YAG激光构成法的复兴”(激光研究第21卷第8号8~15页)平成5年8月

[0011] 非专利文献2:尾松孝茂“使用光折变相位共轭镜的高输出半导体激光的光束品质控制”(激光研究第30卷第4号177~181页)平成14年4月

[0012] 但是,以往那样的使用了内部谐振器、外部谐振器的高次谐波产生激光装置,为了稳定且高输出地动作,除了非线性光学晶体的精密对准之外,还需要谐振器的光轴及谐振器长度的高精度的控制、调整,要求复杂且高精度的控制及调整。

[0013] 专利文献1的激光装置是相位共轭光产生元件包含在激光谐振系统中的结构(图1),仅有助于激光振荡,另外,相位共轭光产生元件和波长变换用的非线性光学晶体分别配置,相位共轭光产生元件是不有助于激光振荡的结构(图3)。

[0014] 另外,如非专利文献1、2那样,使用相位共轭镜的激光谐振器仅有助于激光谐振器内的激光振荡。

发明内容

[0015] 鉴于上述现有技术的问题,本发明的目的在于提供一种激光装置,通过将光学材料用作相位共轭镜,不需要复杂且高精度的控制、调整,并且能够进行稳定的激光输出。

[0016] 为了实现上述目的,本发明基于本发明人等进行了深入研究、探讨的结果所得到的见解而完成的。即,使激光入射到光学材料,在内部形成与激光的波长相当的周期的疏密分布,由此产生相位共轭波,这是公知的,但该疏密分布形成的原理作为光声效应、光折变效应、受激光散射等非线性光学效应进行说明,相位共轭波相对于入射到光学材料的一个激光产生。该相位共轭波的特征在于,被动地产生具有使入射激光的空间相位分布反转的相位分布,且与入射激光的光轴正相反地传播的光。因此,形成相位共轭波的光学材料被称为相位共轭镜,但通过将该相位共轭镜用于激光谐振器的一反射镜,被动地调整光轴,其结果是,不需要光学材料的精密的对准调整或谐振器的光轴或谐振器长度的控制、调整,并且能够期待稳定的激光输出,从而完成了本发明。

[0017] 用于实现上述目的中的至少一个,反映本发明的一方面的激光装置具有:激光振荡器,其具有反射镜;以及外部谐振器,其包含相对于从所述激光振荡器入射的激光成为光共轭镜的光学材料,通过由所述光共轭镜反射的相位共轭波到达所述激光振荡器的反射镜,由此,所述反射镜和所述光共轭镜自动且被动地正对而进行激光振荡,被动地锁定所述激光振荡产生的激光的波长及相位。

[0018] 根据该激光装置,由外部谐振器内的光学材料构成的光共轭镜反射的相位共轭波在从激光谐振器入射的激光的光轴上正相反地传播,被动地调整光轴直至到达激光振荡器的反射镜为止,光共轭镜和激光振荡器的反射镜自动且被动地正对而进行激光振荡,因此,被动地锁定由激光振荡器振荡的激光的波长和相位。由此,即使没有光学材料的精密的对准和谐振器的光轴等的高精度的控制、调整,也能够稳定地输出激光。这样,通过在由配置在外部谐振器内的光学材料构成的光共轭镜和激光振荡器内的反射镜之间进行激光振荡,能够输出稳定的激光。

[0019] 在上述的激光装置中,上述光学材料由非线性光学晶体构成,除了相位共轭波产生功能之外,还兼具高次谐波产生功能,从而能够通过简单的结构得到稳定的高输出的可见区域和紫外区域的激光。

[0020] 发明效果

[0021] 根据本发明的激光装置,通过将光学材料用作相位共轭镜,不需要复杂且高精度的控制、调整,并且能够实现稳定的激光输出。

附图说明

[0022] 图1是概略地表示本实施方式的激光装置的光路图。

[0023] 图2是概略地表示现有的激光振荡器的谐振器结构的光路图。

[0024] 图3是概略地表示将用于产生高次谐波的非线性光学晶体设置在激光谐振器内的现有例的光路图。

具体实施方式

[0025] 以下,使用附图说明用于实施本发明的方式。图1是概略地表示本实施方式的激光装置的光路图。

[0026] 如图1所示,本实施方式的激光装置20具备激励用半导体激光器1、聚光透镜2、反射镜3、激光介质4、匹配透镜5、平面镜6、7、凹面镜8、9、非线性光学晶体10、压电元件11、受光元件12和控制部13。

[0027] 激励用半导体激光器1、聚光透镜2、反射镜3、激光介质4构成激光振荡器21。聚光透镜2将来自激励用半导体激光器1的光经由反射镜3聚光到激光介质4内。

[0028] 另外,平面镜6、7和凹面镜8、9构成作为用于进行波长变换的外部谐振器的环形谐振器22。非线性光学晶体10以配置在凹面镜8、9的共焦点的位置的方式设置在环形谐振器22内,例如由BBO(β -BaB₂O₄)、LBO(LiB₃O₅)或CLBO(CsLiB₆O₁₀)构成,产生高次谐波,并且产生相位共轭波。

[0029] 从激光介质4发射的基波激光沿图1中实线所示的箭头方向行进,并通过匹配透镜5被引导至包括非线性光学晶体10的环形谐振器22。匹配透镜5被配置为使得入射激光的模式与环形谐振器22中的模式重叠,并进行位置调整,使光聚焦在凹面镜8、9的共焦点的位置,并使光强度在非线性光学晶体10的位置最大。

[0030] 另外,为了提高环形谐振器22中的光强度,构成环形谐振器22的平面镜6、7以及凹面镜8、9相对于基波激光的波长具有99.9%以上的高反射率。通过使该高光强度的激光入射到非线性光学晶体10,非线性光学晶体10利用非线性光学效应产生相位共轭波,作为相位共轭镜发挥作用。

[0031] 在非线性光学晶体10产生的相位共轭波准确地沿与入射到非线性光学晶体10的激光相反的方向行进,沿图1的虚线所示的箭头方向,由凹面镜8、反射镜7反射,透过反射镜6,并经过匹配透镜5、激光介质4,到达反射镜3。因此,成为相位共轭镜的非线性光学晶体10和反射镜3自动且被动地正对,进行激光谐振直至激光振荡。这样,激光振荡的基波激光的波长和相位被动地被锁定,并且通过非线性光学晶体10产生第二高次谐波,从凹面镜9沿着光路15向外部射出。由此,输出基于第二高次谐波的紫外区域的激光,并且输出基于未波长转换波的可见区域的激光。

[0032] 另外,在环形谐振器22中,来自凹面镜9的反射光的一部分透过反射镜6,受光元件12接受该一部分透过光。在环形谐振器22的谐振器长度是基波波长的倍数的条件下,为此使用Pound-Drever-Hall法或Hansch-Couillaud法等,用受光元件12测量环形谐振器22内的基波的偏振光的差,基于该测量结果,控制部13对压电元件11发送电信号,压电元件11驱动平面镜7来控制谐振器长度,由此,相对于外部气温等环境的变化,使波长变换输出稳定化。

[0033] 根据本实施方式的激光装置,通过在外部谐振器(环形谐振器)22内配置成为光共轭镜的非线性光学晶体10,能够输出稳定的激光,即使不进行非线性光学晶体的精密的对准调整或激光谐振器21的光轴等的高精度的控制、调整,也能够稳定地输出激光。

[0034] 另外,通过使用兼具高次谐波产生和相位共轭波产生这两种功能的非线性光学晶体,紫外区域和可见区域的激光稳定地高输出,伴随于此,能够实现装置的简单化、低成本化。此外,由于抑制了由外部空气温度的环境变化引起的环形谐振器的变动,所以可以实现

稳定且高输出的激光动作。

[0035] 进一步说明本实施方式的激光装置的作用效果。为了在环形谐振器内产生高次谐波而配置非线性光学晶体是公知的,但其结构构成光共轭镜在本申请的申请前并不是公知的。况且,完全不能预想到从环形谐振器内的光共轭镜反射的光精密且正确地返回到作为激光介质的光纤的芯。即,本申请首次明确了在图1的激光装置20中,光自动地从由环形谐振器22内的非线性光学晶体10构成的光共轭镜经由激光振荡器21内的激光介质4的光纤正确且精密地返回到反射镜3。

[0036] 另外,连续波激光或微弱的脉冲激光不能构成光共轭镜,或者其构成不容易,但通过在环形谐振器内得到高光强度的激光,能够可靠地构成光共轭镜。进而,尽管不能保证环形谐振器中的多重反射光通过同一光路,但是可以自动地选择这些光路中具有效果最高的光路。

[0037] 例如,在使用同样的直径、焦距10mm的透镜,在4 μ m芯的光纤上聚光的情况下,如果估计大有2 μ m的聚光横向偏移(50%以上的损耗),则不能进行激光振荡。如果设焦距为f,光束的倾斜角为 θ ,则用 $f\theta$ 表示横向偏移量,相当于2 μ m的横向偏移的光束的倾斜角为0.2mrad(1度为17.5mrad),即,也不允许大约1/100度的倾斜误差,但该1/100度以下的角度调整也不用特别的操作而自动地执行。

[0038] (实施例)

[0039] 在本实施例中,图1的激光介质4由添加了Pr离子的氟化物纤维构成,但也可以使用其他的激光介质。作为激发用半导体激光器1,使用振荡波长445nm的半导体激光器。振荡波长根据激光介质4的吸收波长适当选择。非线性光学晶体10使用BBO。

[0040] 来自图1的半导体激光器1的振荡波长445nm的光由透镜2聚光,入射到激光介质4而激励,从激光介质4射出波长638nm的基波激光,该基波激光经由匹配透镜5入射到环形谐振器22,从反射镜9输出波长319nm的第二高次谐波。相对于半导体激光器1的功率为4097mW,得到波长转换后的波长319nm的激光的输出功率为413mW。

[0041] 以上说明了用于实施本发明的方式和实施例,但本发明不限于此,在本发明的技术思想的范围内可以进行各种变更。本发明的范围通过后述的请求项表示。

[0042] 产业上的可利用性

[0043] 根据本发明,由于能够以简单的结构稳定地输出激光,因此,能够实现激光装置的简单化、低成本化。

[0044] 符号说明

[0045] 1:激励用半导体激光器

[0046] 2:聚光透镜

[0047] 3:反射镜

[0048] 4:激光介质

[0049] 5:匹配透镜5

[0050] 6、7:平面镜

[0051] 8、9:凹面镜

[0052] 10:非线性光学晶体

[0053] 20:激光装置

- [0054] 21:激光振荡器
- [0055] 22:环形谐振器、外部谐振器

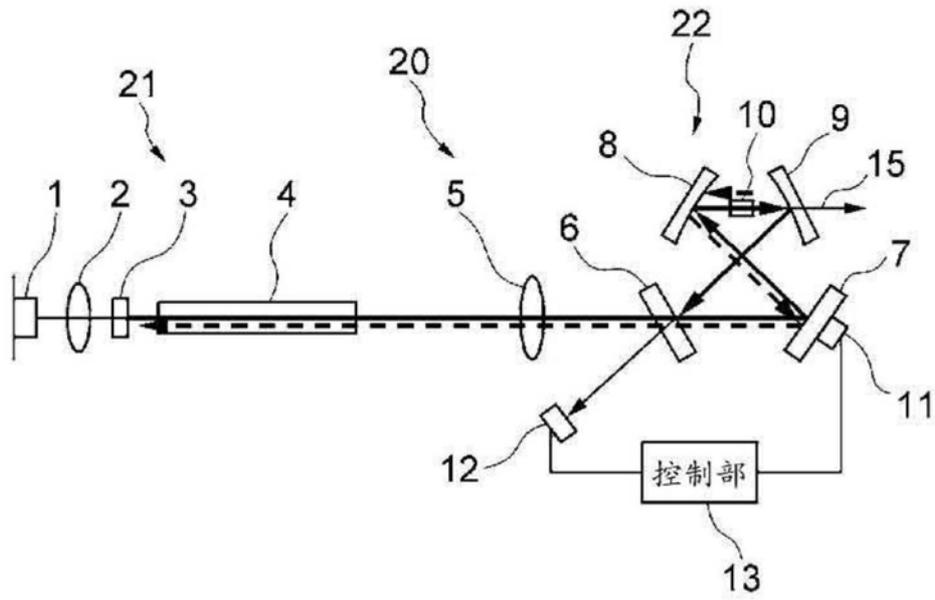


图1

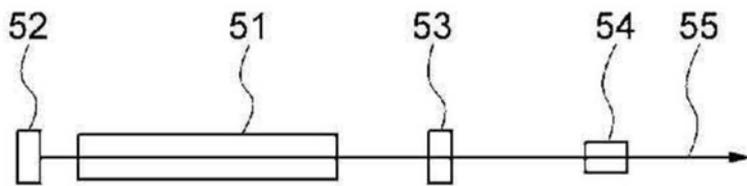


图2

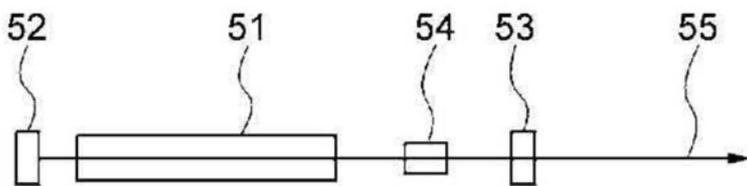


图3