

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01S 3/127

H01S 3/16 H01S 3/092

H01S 3/00



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02148544.5

[43] 公开日 2003 年 8 月 13 日

[11] 公开号 CN 1435924A

[22] 申请日 2002.12.11 [21] 申请号 02148544.5

[71] 申请人 中国科学院安徽光学精密机械研究所
地址 230031 安徽省合肥市科学岛

[72] 发明人 陈长水

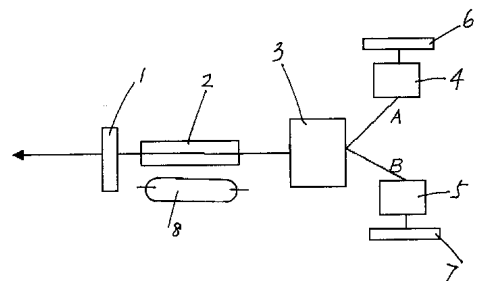
[74] 专利代理机构 合肥华信专利事务所
代理人 余成俊

权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图 1 页

[54] 发明名称 一种同光束双波长双脉冲激光的产生方法

[57] 摘要

本发明是一种同光束双波长双脉冲激光的产生方法，激光晶体为可调谐激光晶体，适合于闪光灯泵浦，可获得调 Q 脉冲输出，可用在差分吸收测污雷达、全息分子荧光诊断、卫星测距等，但过去的技术，两脉冲光束在空间是分离的或两脉冲不能在激光晶体的全波段独立可调，不便于用在测量上，本发明是用电光切换器，在一次泵浦的脉冲时间内，使激光在两路子腔内先后振荡，其两路振荡波长不同，且两脉冲均为 Q 脉冲，从而达到在同光束中有双波长、双脉冲输出。



T
S
S
N
1
0
0
8
-
4
2
7
4

1、一种同光束双波长双脉冲激光的产生方法，其特征在于使用适合于作闪光灯泵浦的可调谐激光晶体，获得调Q脉冲激光输出，利用具有调Q功能的晶体与起偏器、偏振分光镜、电控系统组成电光切换器，在一次泵浦脉冲的时间中，使激光在由前腔镜、激光晶体、起偏器、具有调Q功能的晶体与偏振分光镜、两套调谐元件和后腔镜组成的谐振腔的两路子腔内先后振荡，其两路振荡波长不同，从而达到在同一光束中有不同波长的双脉冲从前腔镜输出，如果激光晶体发光本身具有偏振特性则可省去起偏器。

2、根据权利要求1所述的同光束双波长双脉冲激光的产生方法，其特征在于电光切换器，经调Q晶体电控系统，提供给调Q晶体上不同的电压和电压时序变化，工作时靠调Q晶体上的电压变化来控制光束通过电光切换器后光束的传输方向。

3、根据权利要求1所述的同光束双波长双脉冲激光的产生方法，其特征在于电光切换器的起偏器、调Q晶体和偏振分光器的放置必须满足如下四种工作状态之一，工作状态1如下：光束通过起偏器传播到达调Q晶体时为偏振光束，并设定调Q晶体上没有电压或为全波电压时，光束低损耗通过调Q晶体和偏振分光器后沿B向传输，再设定晶体上电压为半波电压时，光束通过调Q晶体后，偏振方向旋转了90度，被偏振分光器作用，沿A向传输。在调Q晶体上的电压为1/4波电压时，则光束通过时，一半光能量沿A向传输，一半光能量沿B向传输。工作状态2如下：光束通过起偏器传播到达调Q晶体时为偏振光束，并设定调Q晶体上没有电压或为全波电压时，光束低损耗通过调Q晶体和偏振分光器后沿A向传输，再设定晶体上电压为半波电压时，光束通过调Q晶体后，偏振方向旋转了90度，被偏振分光器作用，沿B向传输。在调Q晶体上的电压为1/4波电压时，则光束通过时，一半光能量沿A向传输，一半光能量沿B向传输。工作状态3如下：光束通过起偏器传播到达调Q晶体时为偏振光束，并设定调Q晶体上没有电压或为半波电压时，则光束通过时，一半光能量沿A向传输，一半光能量沿B向传输，在调Q晶体上的电压为1/4波电压时，光束低损耗通过调Q晶体和偏振分光器后沿B向传输，再设定晶体上为3/4波电压或负1/4波电压时，光束通过调Q晶体后，偏振方向旋转了90度，被偏振分光器作用，沿A向传输。工作

状态 4 如下：光束通过起偏器传播到达调 Q 晶体时为偏振光束，并设定调 Q 晶体上没有电压或为半波电压时，则光束通过时，一半光能量沿 A 向传输，一半光能量沿 B 向传输，在调 Q 晶体上的电压为 1/4 波电压时，光束低损耗通过调 Q 晶体和偏振分光器后沿 A 向传输，再设定晶体上为 3/4 波电压或负 1/4 波电压时，光束通过调 Q 晶体后，偏振方向旋转了 90 度，被偏振分光器作用，沿 B 向传输。

4、根据权利要求 1 所述的同光束双波长双脉冲激光的产生方法，其特征在于电光切换器的电控系统控制调 Q 晶体上的电压的变化和电压变化的时序，进而控制光束的传输方向和相应的工作时序，电光切换器位于谐振腔内，且在谐振腔内沿 A 和 B 向传输的光束的波长有选择性，以实现谐振腔内的振荡波长的切换，完成多波长多脉冲的输出。

5、根据权利要求 1、3 所述的同光束双波长双脉冲激光的产生方法，其特征在于将电光切换器放在谐振腔内，且谐振腔内沿 A 和 B 向传输的光束的波长有选择性，在电光切换器工作状态为状态 1 或状态 2 时，当调 Q 晶体上没有电压或为全波电压时，系统获得一路激光输出；当调 Q 晶体上电压为半波电压时，系统获得另一路激光输出；当调 Q 晶体上的电压为 1/4 波电压时，光束在系统内的单向传输，损耗一半能量，往返一次将损失 75%的能量，使谐振腔的 Q 值较低，再通过控制谐振腔的增益，可以无输出。在电光切换器工作状态为状态 3 或状态 4 时，当调 Q 晶体上的电压为 1/4 波电压时，系统获得一路激光输出；当调 Q 晶体上电压为 3/4 波电压或负 1/4 波电压时，系统获得另一路激光输出；当调 Q 晶体上没有电压或为 3/4 波电压时，光束在系统内的单向传输，损耗一半能量，往返一次将损失 75%的能量，使谐振腔的 Q 值较低，再通过控制谐振腔的增益，可以无输出。

6、根据权利要求 1 所述的同光束双波长双脉冲激光的产生方法，其特征在于激光晶体为适合作闪光灯泵浦的可调谐激光晶体，可以是掺铬氟化铽铝 Cr:LiSAF 或掺铬氟化钙铝 Cr:LiCAF 晶体。

7、根据权利要求 1 的一种同光束双波长双脉冲激光的产生方法，其特征在于两脉冲的输出波长均分别在激光晶体的荧光线宽内独立可调，且两波长不为同一波长，当可调谐晶体为掺铬氟化铽铝 Cr:LiSAF 激光晶体时，能够获得 900nm 附近的双波长双脉冲激光束，经谐波后，为差分吸收雷达的有效波段。

8、根据权利要求1所述的同光束双波长双脉冲激光的产生方法，其特征在于在一次泵浦的脉冲时间内，产生两个跟进的激光脉冲，每一个激光脉冲均为调Q脉冲，其脉冲宽度均小于100ns。

9、根据权利要求1所述的一种同光束双波长双脉冲激光器的产生方法，其特征在于两路脉冲的调谐元件的放置必须与光束的偏振方向匹配，当调谐元件所在的一路作为一路输出时，调谐元件在谐振腔内必须是损耗最小的放置方式。

一种同光束双波长双脉冲激光的产生方法

技术领域

本发明涉及激光技术领域，具体涉及双波长双脉冲激光的产生方法。

背景技术

1995年1月，德国“光学和光电子学新闻”遥感专集中发表了一篇题为“车载全固化激光雷达系统的三维大气污染监测”的论文（J.P.wolf，“3-D monitoring of air pollution using mobile All-Solid-State lidar system”，optics photonics news, Jan, 1995, P27），文中公开了一种使用具有平行表面的棱镜旋转的方法来实现两个波长切换的方法，并用于差分吸收测污系统。1992年美国国家航空和宇宙航行局 Langley 研究中心在固体激光器的国际会议上发表了一篇题为“Nd：YAG 双脉冲激光系统的特性”（J.A.Williams-Byrd et al NASA Langley Reserch Center Hampton Virginia 23665; C, Banziger, rt al, STX Corporation, 28 Reseorch Drive, Hampton , VA23666“Characterization of a Nd : YAG Double Pulsed Laser System” , SPIE Vol , 1627 solid state lasers 3 1992, P74）的论文，文中描述了用于差分吸收激光雷达的钛宝石双波长激光器。1996年光子学报刊登了阮双琛等“双波长掺铬氟化锂锆铝激光器”光子学报 V01.25, N08, 768（1996），是用氩离子激光泵浦 Cr：LiSAF 激光晶体，获得了连续的双波长激光器输出。由中国科学技术大学于1999年3月提出的名称为《具有棱镜分束器的双脉冲双波长激光器》也同样是传播方向相同而不同波长的脉冲光束在空间上是分离的，不便于差分吸收激光雷达的使用，对于同一次闪光灯泵浦中，同一光束中输出双波长双调Q脉冲可调谐激光器还未见报导。

发明内容

本发明的目的是在闪光灯产生的一次泵浦脉冲中,利用具有电光切换器,使激光在两路子腔内先后振荡,产生两个跟进的激光脉冲,每路通过各自的调谐元件和后腔镜,使其两路振荡波长不同,从而达到在同一光束中有两不同波长的脉冲输出。

一种同光束双波长双脉冲激光的产生方法,其特征在于使用适合于作闪光灯泵浦的可调谐激光晶体,获得调Q脉冲激光输出,利用具有调Q功能的晶体与起偏器、偏振分光镜、电控系统组成电光切换器,在一次泵浦脉冲的时间中,使激光在由前腔镜、激光晶体、起偏器、具有调Q功能的晶体与偏振分光镜、两套调谐元件和后腔镜组成的谐振腔的两路子腔内先后振荡,其两路振荡波长不同,从而达到在同一光束中有不同波长的双脉冲从前腔镜输出,如果激光晶体发光本身具有偏振特性则可省去起偏器。

其特征在于电光切换器,经调Q晶体的电控系统,提供给调Q晶体上不同的电压和电压时序变化,工作时靠调Q晶体上的电压变化来控制光束通过电光切换器后光束的传输方向。

其特征在于电光切换器的起偏器、调Q晶体和偏振分光器的放置必须满足如下四种工作状态之一,工作状态1如下:光束通过起偏器传播到达调Q晶体时为偏振光束,并设定调Q晶体上没有电压或为全波电压时,光束低损耗通过调Q晶体和偏振分光器后沿B向传输,再设定晶体上电压为半波电压时,光束通过调Q晶体后,偏振方向旋转了90度,被偏振分光器作用,沿A向传输。在调Q晶体上的电压为1/4波电压时,则光束通过时,一半光能量沿A向传输,一半光能量沿B向传输。工作状态2如下:光束通过起偏器传播到达调Q晶体时为偏振光束,并设定调Q晶体上没有电压或为全波电压时,光束低损耗通过调Q晶体和偏振分光器后沿A向传输,再设定晶体上电压为半波电压时,光束通过调Q晶体后,偏振方向旋转了90度,被偏振分光器作用,沿B向传输。在调Q晶体上的电压为1/4波电压时,则光束通过时,一半光能量沿A向传输,一半光能量沿B向传输。工作状态3如下:光束通过起偏器传播到达调Q晶体时为偏振光束,并设定调Q晶体上没有电压或为半波电压时,则光束通过时,一半光能量沿A向传输,一半光能量沿B向传输,在调Q晶体上的电压为1/4波电压时,光束低损耗通过调Q晶体和偏振分光器后沿B向传输,再设定晶体上为3/4波电压或负1/4波电

压时, 光束通过调 Q 晶体后, 偏振方向旋转了 90 度, 被偏振分光器作用, 沿 A 向传输。工作状态 4 如下: 光束通过起偏器传播到达调 Q 晶体时为偏振光束, 并设定调 Q 晶体上没有电压或为半波电压时, 则光束通过时, 一半光能量沿 A 向传输, 一半光能量沿 B 向传输, 在调 Q 晶体上的电压为 $1/4$ 波电压时, 光束低损耗通过调 Q 晶体和偏振分光器后沿 A 向传输, 再设定晶体上为 $3/4$ 波电压或负 $1/4$ 波电压时, 光束通过调 Q 晶体后, 偏振方向旋转了 90 度, 被偏振分光器作用, 沿 B 向传输。

其特征在于电光切换器的电控系统控制调 Q 晶体上的电压的变化和电压变化的时序, 进而控制光束的传输方向和相应的工作时序, 电光切换器位于谐振腔内, 且在谐振腔内沿 A 和 B 向传输的光束的波长有选择性, 以实现谐振腔内的振荡波长的切换, 完成多波长多脉冲的输出。

其特征在于将电光切换器放在谐振腔内, 且谐振腔内沿 A 和 B 向传输的光束的波长有选择性, 在电光切换器工作状态为状态 1 或状态 2 时, 当调 Q 晶体上没有电压或为全波电压时, 系统获得一路激光输出; 当调 Q 晶体上电压为半波电压时, 系统获得另一路激光输出; 当调 Q 晶体上的电压为 $1/4$ 波电压时, 光束在系统内的单向传输, 损耗一半能量, 往返一次将损失 75% 的能量, 使谐振腔的 Q 值较低, 再通过控制谐振腔的增益, 可以无输出。在电光切换器工作状态为状态 3 或状态 4 时, 当调 Q 晶体上的电压为 $1/4$ 波电压时, 系统获得一路激光输出; 当调 Q 晶体上电压为 $3/4$ 波电压或负 $1/4$ 波电压时, 系统获得另一路激光输出; 当调 Q 晶体上没有电压或为 $3/4$ 波电压时, 光束在系统内的单向传输, 损耗一半能量, 往返一次将损失 75% 的能量, 使谐振腔的 Q 值较低, 再通过控制谐振腔的增益, 可以无输出。

其特征在于激光晶体为适合作闪光灯泵浦的可调谐激光晶体, 可以是掺铬氟化铽铝 Cr: LiSAF 或掺铬氟化钙铝 Cr: LiCAF 晶体。

其特征在于两脉冲的输出波长均分别在激光晶体的荧光线宽内独立可调, 且两波长不为同一波长, 当可调谐晶体为 Cr: LiSAF 激光晶体时, 能够获得 900nm 附近的双波长双脉冲激光束, 经谐波后, 为差分吸收雷达的有效波段。

其特征在于在一次泵浦的脉冲时间内, 产生两个跟进的激光脉冲, 每一个激光脉冲均为调 Q 脉冲, 其脉冲宽度均小于 100ns。

其特征在于两路脉冲的调谐元件的放置必须与光束的偏振方向匹配,当调谐元件所在的一路作为一路输出时,调谐元件在谐振腔内必须是损耗最小的放置方式。

本发明在 O₃、N₀、N₀₂、S₀₂ 等气体浓度的测量,在双波长全息术,分子荧光诊断、卫星测距等研究领域均有重要的应用价值。

附图说明

图 1 为本发明的结构原理示意图。

图 2 为电光切换器结构示意图。

具体实施方式

参见图 1、2。其中 1、前腔镜,2、激光晶体,3、电光切换器,4、5、调谐元件,6、7、后腔镜,8、闪光灯,9、起偏器,10、调 Q 晶体,11、偏振分光镜,12、调 Q 晶体的电控系统,A 向和 B 向分别为偏振方向互相垂直的分光后的光束传输方向。

本发明一种同光束双波长双脉冲激光的产生方法,使用闪光灯 8 泵浦可调谐激光晶体 2,利用起偏器 9、具有调 Q 功能的晶体 10 与偏振分光镜 11 (如薄膜偏振片)组成的电光切换器 3,在一次泵浦脉冲的时间中,使激光在前腔镜 1、激光晶体 2、电光切换器 3,两套调谐元件 4 和 5 与后腔镜 6 和 7 组成的两路子腔内先后振荡,其两路振荡波长不同,从而达到在同一光束中有两不同波长的调 Q 脉冲从前腔镜 1 输出。

适合作闪光灯泵浦的激光晶体 2 为可调谐激光晶体 (如掺铬氟化铽铝 Cr:LiSAF、掺铬氟化钙铝 Cr:LiCAF)。电光切换器 3 的作用是在闪光灯 8 一次泵浦中,在谐振腔的腔内分时调 Q、在同一光束中能产生双波长双脉冲输出,其具体结构是利用具有调 Q 功能的晶体 10、起偏器 9、偏振分光镜 11 和调 Q 晶体的电控系统 12 组成,若可调谐激光晶体 2 本身具有偏振特性,起偏器 9 则可省略,调 Q 晶体的电控系统 12 提供给调 Q 晶体 10 不同的调控电压和电压时序变化,工作时,在闪光灯 8 泵浦中,靠调 Q 晶体 10 上的电压变化来控制腔内光束的起振、停振和多脉冲的产生。调 Q 晶体的电控系统 12 在调 Q 晶体 10 上施加电压的变化

和同束双波长双脉冲的产生为如下几个过程（以电光切换器为工作状态 1 为例，其它状态类似）：

1、在闪光灯 8 工作前，在调 Q 晶体 10 上加四分之一波电压（或为四分之一波电压的正、负奇数倍电压），这时，光通过 9、10、11 元件后，沿 A、B 向各一半传输，在谐振腔中，由于两路的振荡波长不同，所以，两路均处于低 Q 值状态，通过调整谐振腔内的增益（可通过控制可调谐激光晶体 2 的闪光灯 8 泵浦电压），两路均不能起振，没有激光输出；

2、在闪光灯 8 闪光后，延时一定时间（此时间可根据实际需要确定，一般为延时到闪光灯的泵浦峰值附近），利用闸流管或其它电技术将调 Q 晶体 10 上的电压改为零电压或正、负全波电压，这时由元件 1、2、3、5、7 组成的一路系统处于高 Q 值，而由 1、2、3、4、6 组成的另一路系统处于低 Q 值，不振荡，输出由元件 1、2、3、5、7 组成的一路的谐振波长的调 Q 激光脉冲；

3、再延时 100ns 以上到数微秒（其最长值以激光晶体 2 的泵浦特性和实验结果为主要确定参数，以在此时间间隔内由元件 1、2、3、5、7 组成的一路只能输出一个调 Q 脉冲为限），利用 12 将 10 上电压快速改为四分之一波电压（或为四分之一波电压的正、负奇数倍电压），这时光通过 9、10、11 元件后，沿 A、B 向各一半传输，由于两路子腔振荡波长不同，所以两路均处于低 Q 值状态，通过调整谐振腔内的增益（可通过控制可调谐激光晶体 2 的闪光灯 8 泵浦电压），两路均不能起振，没有激光输出。

4、再延时一段时间（本延时时间间隔的起点为过程 2 的结果处计算，如果闪光灯 8 泵浦脉冲的半宽度大于激光晶体 2 的上能级寿命，则延时的时间约为激光晶体的上能级寿命，否则延时的上限为激光晶体 2 的上能级寿命），利用闸流管或者其它电技术将调 Q 晶体 10 上的电压改为二分之一波电压或负二分之一波电压，这时由元件 1、2、3、4、6 组成的一路系统处于高 Q 值，由 1、2、3、4、6 组成的一路输出其谐振波长的调 Q 激光脉冲；

5、然后在振荡结束后到闪光灯 8 下次泵浦前，调 Q 晶体 10 上的电压恢复到四分之一波电压，准备进行下一个周期。

同时，两路输出的激光波长均在激光晶体 2 的调谐范围内独立可调，可见，在一次泵浦的脉冲时间内，激光在两路子腔内先后振荡，其两路振荡波长不同，且两

脉冲均为 Q 脉冲，从而达到在同光束中有双波长、双脉冲输出。

两脉冲的输出波长均分别在激光晶体 2 的荧光线宽内独立可调(但两波长不能为同一波长)。特别对能够获得 900nm 附近的双波长双脉冲激光束，经谐波后，为差分吸收雷达的有效波段。

在一次泵浦的脉冲时间内，产生两个跟进的激光脉冲，每一个激光脉冲均为调 Q 脉冲，其脉冲宽度均小于 100ns。

