

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200620043460.3

[51] Int. Cl.

H01S 3/00 (2006.01)

H01S 3/08 (2006.01)

H01S 3/091 (2006.01)

H01S 3/109 (2006.01)

[45] 授权公告日 2007 年 6 月 27 日

[11] 授权公告号 CN 2917036Y

[22] 申请日 2006.6.30

[21] 申请号 200620043460.3

[73] 专利权人 中国科学院上海光学精密机械研究所

地址 201800 上海市 800-211 邮政信箱

[72] 设计人 戎善奎 陈卫标 朱小磊 冯永伟

[74] 专利代理机构 上海新天专利代理有限公司
代理人 张泽纯

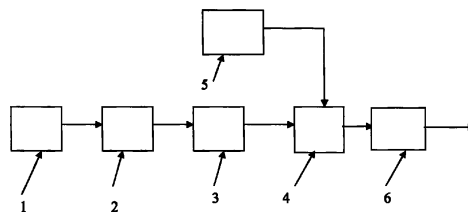
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

[54] 实用新型名称

高功率窄线宽全固态脉冲 455nm 激光器

[57] 摘要

一种适用于水下目标通信和当前监测大气状况用差分吸收雷达的高功率窄线宽全固态脉冲 455nm 激光器。其特征在于构成为：沿光束前进方向依次是：脉冲调 Q 激光器、倍频晶体、泵浦光束整形及耦合系统、钛宝石激光谐振腔和钛宝石激光的倍频晶体，一外腔种子激光注入系统的输出的种子激光注入所述的钛宝石激光谐振腔中，所述的脉冲调 Q 的激光器输出的 1064nm 激光通过倍频晶体获得 532nm 激光输出，该 532nm 激光再通过泵浦光整形及耦合系统进入所述的钛宝石激光谐振腔，外腔种子注入系统控制钛宝石激光谐振腔输出激光的线宽，钛宝石激光系统输出的激光 910nm 通过钛宝石激光的倍频晶体后获得脉冲 455nm 激光输出。本实用新型具有结构紧凑、体积小、效率高、寿命长和工作稳定的特点。



1、一种高功率窄线宽全固态脉冲 455nm 激光器，其特征在于构成为：沿光束前进方向依次是：脉冲调 Q 激光器（1）、倍频晶体（2）、泵浦光束整形及耦合系统（3）、钛宝石激光谐振腔（4）和钛宝石激光的倍频晶体（6），一外腔种子激光注入系统（5）的输出激光注入所述的钛宝石激光谐振腔（4）中，所述的脉冲调 Q 的激光器（1）输出的 1064nm 激光通过倍频晶体（2）获得 532nm 激光输出，该 532nm 激光再通过泵浦光整形及耦合系统（3）进入所述的钛宝石激光谐振腔（4），外腔种子注入系统（5）控制钛宝石激光谐振腔（4）输出激光的线宽，钛宝石激光系统（4）输出的激光 910nm 通过钛宝石激光的倍频晶体（6）后获得脉冲 455nm 激光输出。

2、根据权利要求 1 所述的全固态脉冲 455nm 激光器，其特征在于所述的钛宝石激光谐振腔（4）为其光路具有一个交叉的四镜环形腔结构，并且四个腔镜（401、402、403、404）全部为平面镜，谐振腔长为 1600mm，在所述的钛宝石激光谐振腔（4）内使用了放置在水冷支架上的两块钛宝石晶体（405），（406）串联放置，钛宝石晶体中心轴线垂直于晶轴(c)，两通光端面以布儒斯特角切割，且两通光表面的法线与晶轴(c)处于同一平面内，泵浦光与通光表面的法线成 60.4° 夹角。

3、根据权利要求 1 所述的全固态脉冲 455nm 激光器，其特征在于所述的泵浦光束整形及耦合系统（3）由望远镜系统（301）、分光镜（302）两块全反镜（303、304）构成，由倍频晶体（2）输出的泵浦光经望远镜系统（301）整形后，由分光镜（302）分光，然后由两块全反镜（303、304）反射，对所述的两块钛宝石晶体（405），（406）进行双端泵浦，确保泵浦光能量密度低于晶体的破坏阈值。

高功率窄线宽全固态脉冲 455nm 激光器

技术领域

本实用新型涉及全固态激光器，特别是一中高功率窄线宽全固态脉冲 455nm 激光器。

背景技术

蓝绿波段是海水窗口，因此蓝绿激光在水下通信、海洋探测中应用潜力大。目前在水下激光通讯中，为了降低太阳背景，希望发射光源的波长能与铯 Cs 原子滤波器相对应的 455nm，而且激光的光束质量，能量要求都比较高。在激光对水下目标通信以及差分吸收雷达中，不要求获得符合要求波长的稳定的高效大能量激光输出，而且要求激光光源的光束发散角应尽可能小，这样才能增大激光的传输距离，尽可能减少在大气以及海水信道中的衰减。同时，要求激光光斑应尽可能均匀，这关系到通信系统的接收灵敏度。

要获得高效稳定可靠的 455nm 激光输出，可以使用 Cr:LiSAF 激光器输出的基波进行光学频率变换，但是当前用来泵浦这种晶体的二极管造价比较高，输出功率有限，而且效率较低。目前在差分吸收激光雷达（DIAL）系统中，人们通常使用的是钛宝石晶体（Ti:sapphire）。钛宝石晶体具有优良的物理与光学特性和最宽的激光范围。钛宝石激光器的可调谐范围为 700nm~1050nm，经非线性光学频率变换过程后可以获得最佳的蓝绿激光输出。在实际应用中，不仅要求输出 455nm 激光的能量，脉宽等符合要求，而且整个系统的稳定性和效率要高，易于调节。很多研究者采用将钛宝石激光和 1064nm 激光和频的方法来获得蓝光激光输出。使用和频获得蓝光的方法需要保证产生和频所需激光的两台激光器发出脉冲的同步性，系统比较复杂，调节繁琐，稳定性差，而且一般和频效率比较低。

发明内容

本实用新型为了克服上述现有技术的不足，提供一种高功率窄线宽全固态脉冲 455nm 激光器，该激光器应具有结构紧凑、体积小、效率高、寿命长、工作稳定的特点。

本实用新型技术方案是：

一种高功率窄线宽全固态脉冲 455nm 激光器，其特征在于构成为：沿光束前进

方向依次是：脉冲调 Q 激光器、倍频晶体、泵浦光束整形及耦合系统、钛宝石激光谐振腔和钛宝石激光的倍频晶体，一外腔种子激光注入系统的输出的种子激光注入所述的钛宝石激光谐振腔中，所述的脉冲调 Q 的激光器输出的 1064nm 激光通过倍频晶体获得 532nm 激光输出，该 532nm 激光再通过泵浦光整形及耦合系统进入所述的钛宝石激光谐振腔，外腔种子注入系统控制钛宝石激光谐振腔输出激光的线宽，钛宝石激光系统输出的激光 910nm 通过钛宝石激光的倍频晶体后获得脉冲 455nm 激光输出。

所述的钛宝石激光谐振腔为其光路具有一个交叉的四镜环形腔结构，并且四个腔镜全部为平面镜，谐振腔长为 1600mm，在所述的钛宝石激光谐振腔内使用了放置在水冷支架上的两块钛宝石晶体串联放置在光路中，钛宝石晶体中心轴线垂直于晶轴，两通光端面以布儒斯特角切割，且两通光表面的法线与晶轴处于同一平面内，泵浦光与通光表面的法线成 60.4° 夹角。

所述的泵浦光束整形及耦合系统由望远镜系统、分光镜和两块全反镜构成，由倍频晶体输出的泵浦光经望远镜系统整形后，由分光镜分光，然后由所述的两块全反镜反射，对所述的两块钛宝石晶体进行双端泵浦，确保泵浦光能量密度低于晶体的破坏阈值。

本实用新型具有以下优点：

1、利用钛宝石的增益波导效应，设计了四个腔镜全部为平面镜的四镜环形腔结构，可以获得高效率的钛宝石激光输出。同时如果增加泵浦光的能量，只需保证光斑面积足够大，不会超过晶体损坏阈值，就可以获得更高功率的激光输出。不必考虑泵浦光与振荡光的耦合问题。也就是说，如果提高泵浦光功率，该系统能够进一步提高输出功率。

2、使用的钛宝石激光谐振腔输出光束质量高，同时采用外腔种子注入，使得激光线宽窄，保证了下一步倍频过程的高效率，同时最终获得窄线宽，窄脉宽，高光束质量的 455nm 激光，满足实际应用的需要。

3、由于采用了对钛宝石激光器输出的 910nm 激光进行倍频获得 455nm 激光的方案，最终该系统结构简单紧凑，效率较高，工作稳定，易于调节。

以下结合附图与实施例对本实用新型做进一步的说明。

附图说明

图 1 为本实用新型高功率窄线宽全固态脉冲 455nm 激光器的总体框图。

图2为本实用新型钛宝石激光谐振腔以及泵浦光整形及耦合系统结构示意图。

具体实施方式

请参阅图1和图2，图1为本实用新型高功率窄线宽全固态脉冲455nm激光器的总体框图。图2为本实用新型钛宝石激光谐振腔以及泵浦光整形及耦合系统结构示意图。由图可见，本实用新型高功率窄线宽全固态脉冲455nm激光器的构成为：沿光束前进方向依次是：脉冲调Q激光器1、倍频晶体2、泵浦光束整形及耦合系统3、钛宝石激光谐振腔4和钛宝石激光的倍频晶体6，一外腔种子激光注入系统5的激光输出注入所述的钛宝石激光谐振腔4中，所述的脉冲调Q的激光器1输出的1064nm激光通过倍频晶体2获得532nm激光输出，该532nm激光再通过泵浦光整形及耦合系统3进入所述的钛宝石激光谐振腔4，外腔种子注入系统5注入的激光控制钛宝石激光谐振腔4输出激光的线宽，钛宝石激光系统4输出的激光910nm通过钛宝石激光的倍频晶体6后获得脉冲455nm激光输出。

所述的钛宝石激光谐振腔4为其光路具有一个交叉的四镜环形腔结构，并且四个腔镜401、402、403、404全部为平面镜，谐振腔长为1600mm，在所述的钛宝石激光谐振腔4内使用了放置在水冷支架上的两块钛宝石晶体405和406串联放置在光路中，钛宝石晶体中心轴线垂直于晶轴c，两通光端面以布儒斯特角切割，且两通光表面的法线与晶轴c处于同一平面内，泵浦光与通光表面的法线成 60.4° 夹角。

所述的泵浦光束整形及耦合系统3由望远镜系统301、分光镜302和两块全反镜303、304构成，由倍频晶体2输出的泵浦光经望远镜系统301整形后，由分光镜302分光，然后由两块全反镜303和304反射，对所述的两块钛宝石晶体405和406进行双端泵浦，确保泵浦光能量密度低于晶体的破坏阈值。

本实用新型采用四镜环形钛宝石激光谐振腔，并且四个腔镜全部为平面镜，选取了1600mm的谐振腔长，在保证足够的激光输出功率的前提下，确保了输出激光脉宽17ns，满足使用要求。

所述的钛宝石激光谐振腔内使用了由水冷装置冷却的两块晶体串联放置，钛宝石晶体中心轴线垂直于晶轴(c)，两通光端面以布儒斯特角切割，且两通光表面的法线与晶轴(c)处于同一平面内，泵浦光与通光表面的法线成 60.4° 夹角。利用钛宝石晶体的增益波导效应，可以充分利用激活介质，保证足够的输出功率；泵浦光

经过望远镜系统整形后，对两块晶体进行双端泵浦，确保泵浦光能量密度低于晶体的破坏阈值。

所述的钛宝石激光谐振腔内使用了放置在水冷支架上的两块晶体串联放置。对晶体有效的冷却以及采用两块相同的晶体串联放置并且从相反的方向进行泵浦能够有效的降低和弥补系统运行时晶体的热透镜效应，保证高效稳定的激光输出。

通过对钛宝石激光谐振腔进行外腔种子注入获得了窄线宽的 910nm 激光输出，保证了最终输出激光的窄线宽。

所述的钛宝石激光的倍频晶体将钛宝石激光谐振腔输出的 910nm 激光进行倍频，工作稳定，效率较高。

下面本实用新型一个具体实施例的具体参数：

泵浦用 1064nm 激光器输出单脉冲输出能量 2000mJ，重复频率 10Hz，脉宽约 8ns。使用 KTP (KTiPO₄，即钛氧磷酸钾) 晶体倍频，获得 532nm 绿光脉冲能量 1000mJ。两块规格为 $\phi 10 \times 20mm$ 的钛宝石晶体串联放置，激光上能级寿命 $\tau_0 = 3.2\mu s$ ，晶体对泵浦光的吸收系数 $\alpha = 1.0cm^{-1}$ ，量子效率 90%，掺杂浓度 $N_0 = 3.33 \times 10^{19} cm^{-3}$ 。泵浦光通过泵浦耦合系统调整的适合的光斑尺寸后从两面泵浦晶体。谐振腔采用四镜环形腔，四个腔镜全部为平面镜，腔长 $L = 1600mm$ 。使用 910nm 单纵模激光器作为种子光源进行外腔种子注入。根据四能级激光系统的速率方程分析计算，可以得出，在能量为 1000mJ 的 532nm 绿光泵浦时，可以获得此时谐振腔可以输出 212.3mJ，脉宽为 17.0ns 的 910nm 脉冲激光输出，输出镜的最佳耦合输出率为 48.1%。谐振腔输出激光使用 LBO (LiB₃O₅，即三硼酸锂) 晶体倍频，获得脉冲能量超过 100mJ 的 455nm 激光输出。

综上所述，本实用新型具有结构紧凑、体积小、效率高、寿命长，工作稳定等特点，特别适合于装置于地面及空间移动设备中，在空间技术、大气污染检测及军事领域内有广泛的应用前景。

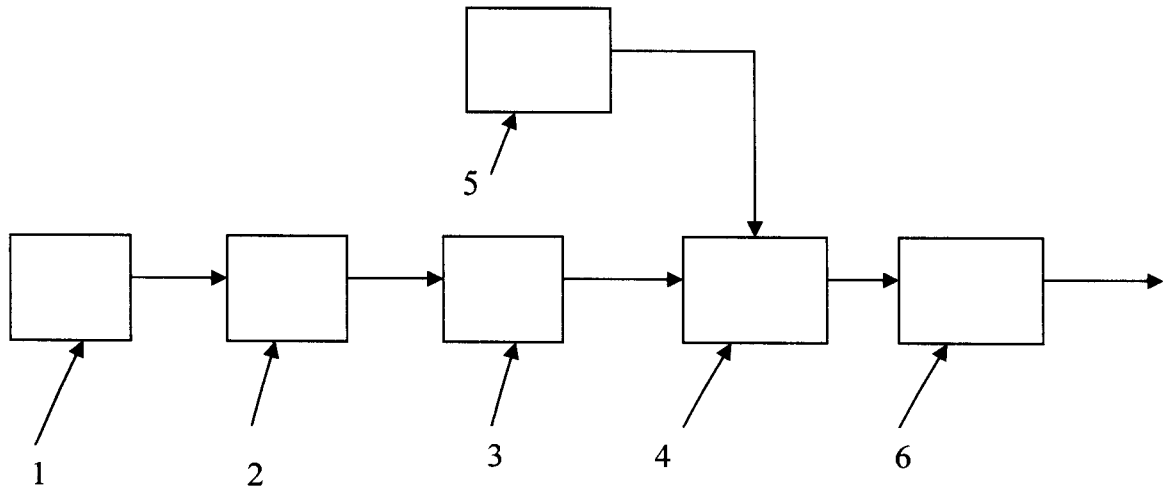


图 1

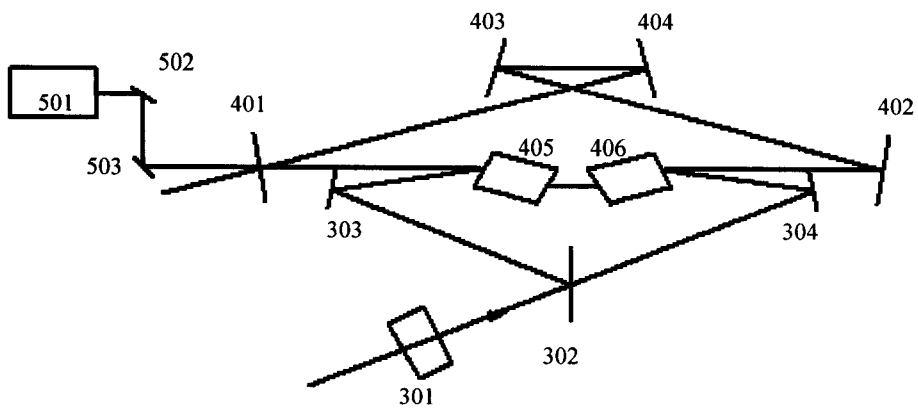


图 2