

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01S 3/0941

H01S 3/05

H01S 3/08

H01S 3/10



[12] 实用新型专利说明书

[21] ZL 专利号 200420012113.5

[45] 授权公告日 2005 年 7 月 20 日

[11] 授权公告号 CN 2711952Y

[22] 申请日 2004.6.18

[21] 申请号 200420012113.5

[73] 专利权人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130031 吉林省长春市东南湖大路 16 号

[72] 设计人 檀慧明 高兰兰 苏吉林 刘天红
吕彦飞

[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公司

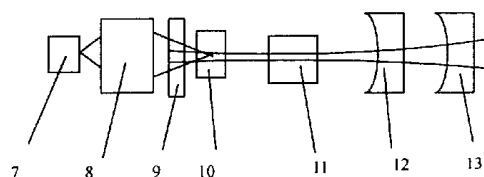
代理人 刘树清

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 1 页

[54] 实用新型名称 半导体激光泵浦腔内和频三镜谐振腔激光器

[57] 摘要

一种半导体激光泵浦腔内和频三镜谐振腔激光器，属于半导体激光泵浦固体激光技术领域涉及的一种获得和频输出的固体激光器，要解决的技术问题是“提供一种半导体激光泵浦腔内和频三镜谐振腔激光器。解决的技术方案是：包括半导体激光器，光学耦合系统，反射腔镜，激光增益介质，和频晶体，两块输出耦合镜；在半导体激光器发射的激光束传播方向的光轴上，光学耦合系统的焦面落在激光增益介质内，反射腔镜与两个输出耦合镜构成两个具有重合部分的激光谐振腔，和频晶体在两个谐振腔内，激光器工作时，激光增益介质中产生两个不同波长的跃迁，有两个基频光分别在两个谐振腔振荡，基频光通过和频晶体产生新的波长和频光并输出腔外。



1、一种半导体激光泵浦腔内和频三镜谐振腔激光器，包括半导体激光器，光学耦合系统、反射腔镜、激光增益介质、和频晶体，输出耦合镜；其特征在于在半导体激光器（7）的激光束传播方向的光轴上，依次置有光学耦合系统（8）、反射腔镜（9）、激光增益介质（10）、和频晶体（11）、输出耦合镜（12）和（13）；光学耦合系统（8）将半导体激光器（7）发出的激光束整形后，透过反射腔镜（9），成像到激光增益介质（10）内既光学耦合系统（8）的焦面落在激光增益介质（10）内，反射腔镜（9）和输出耦合镜（12）以及反射腔镜（9）和输出耦合镜（13）构成两个具有重合部分的谐振腔，和频晶体（11）在两个谐振腔内，反射腔镜（9）与输出耦合镜（12）和（13）之间的距离可调，要满足激光谐振腔稳定振荡条件。

2、一种半导体激光泵浦腔内和频三镜谐振腔激光器，包括半导体激光器、光学耦合系统、激光增益介质、和频晶体，输出耦合镜；其特征在于在半导体激光器（7）的激光束传播方向的光轴上，依次置有光学耦合系统（8）、激光增益介质（10）、和频晶体（11）、输出耦合镜（12）和（13）；光学耦合系统（8）的焦面落在激光增益介质（10）内，入射面腔镜直接制备在激光增益介质（10）的左面上，左面带有腔镜的激光增益介质（10）与输出耦合镜（12）以及左面带有腔镜的激光增益介质（10）与输出耦合镜（13）构成两个具有重合部分的激光谐振腔，和频晶体 11 在两个谐振腔内，左面带有腔镜的激光增益介质（10）与输出耦合镜（12）和（13）之间的距离可调，要满足激光谐振空稳定振腔稳定振荡条件。

3、一种半导体激光泵浦腔内和频三镜谐振腔激光器，包括半导体激光器、激光增益介质、和频晶体，输出耦合镜；其特征在于在半导体激光器（7）的激光束传播方向的光轴上，依次置有激光增益介质（10）、和频晶体（11）、输出耦合镜（12）和（13）；半导体激光器（7）发射出的泵浦激光，直接贴近耦合到激光增益介质（10）内，入射面腔镜直接制备在激光增益介质（10）的左面上，左面带有腔镜的激光增益介质（10）与输出耦合镜（12）以及左面带有腔镜的激光增益介质（10）与输出耦合镜（13）构成两个具有重合部分的激光谐振腔，和频晶体（11）在两个谐振腔内，左面带有腔镜的激光增益介质（10）与输出耦合镜（12）和（13）之间的距离可调，要满足激光谐振腔稳定振荡条件。

半导体激光泵浦腔内和频三镜谐振腔激光器

一、技术领域

本实用新型属于半导体激光泵浦固体激光技术领域涉及的一种获得和频输出的半导体激光泵浦固体激光器。

二、技术背景

半导体激光作为泵浦光源从端面或近贴耦合到激光增益介质内，可以与腔内激发的基频光模式很好的匹配，通过腔内倍频、和频、并差频等非线性光学混频效应，获得其它波长的激光器。

半导体激光泵浦固体激光器与传统的灯泵浦激光器相比，具有高的转换效率和好的光束质量。目前半导体激光泵浦腔内混频激光器的主要应用是腔内倍频激光器，该技术已被广泛应用半导体激光泵浦腔内倍频红、绿和蓝光激光器产生中，而其它腔内混频激光器，如和频激光器的应用较少，很少有报导。

与本实用新型最为接近的已有技术，是美国的专利（NO.5.802.086）提出的采用一个双镜直腔式谐振腔和频激光器的结构。该结构如图1所示，是由半导体激光器1、光学耦合系统2、反射腔镜3、激光增益介质4、和频晶体5和输出耦合镜6组成的。

该专利采用一块具有两个跃迁波长的激光增益介质4，输出耦合镜6凹面的膜系制备要求是对激光增益介质的两个跃迁波长高反，和频晶体5产生的和频光增透。通过和频晶体5的腔内和频产生的新的波长的和频光，

由输出耦合镜 6 输出。

图 1 所示的和频激光器存在的主要问题是：为了获得两个波长在腔内传播，输出耦合镜 6 需要对两个跃迁波长都具有高反射率，使得谐振腔内两个跃迁都在谐振腔内传播，通过和频晶体 5 产生和频光。但是同一种激光晶体不同跃迁波长的受激发射截面差别很大，通过输出耦合镜 6 对不同跃迁波长的不同反射率也很难控制腔内和频晶体内的功率密度相同。而且在和频晶体两个不同波长的光束直径也不同，不能获得最佳的光束重叠。影响和频效率。

三、发明内容

为了克服已有技术存在的缺陷，本实用新型的目的在于将输出耦合镜改为由两个输出耦合镜组成，每个对应不同的高反射波长，通过选取两个不同输出耦合镜的曲率半径及其两者之间的距离，使得和频晶体两个不同波长的功率密度相同和光束直径相近，以获得优化和频效率。

本实用新型要解决的技术问题是：提供一种半导体激光泵浦腔内和频三镜谐振腔激光器。解决技术问题的技术方案如图 2 所示，由半导体激光器 7、光学耦合系统 8、反射腔镜 9、激光增益介质 10、和频晶体 11、输出耦合镜 12 和 13 组成；在半导体激光器 7 的激光束传播方向的光轴上，依次置有光学耦合系统 8、反射腔镜 9、激光增益介质 10、和频晶体 11、输出耦合镜 12 和 13；光学耦合系统 8 将半导体激光器 7 发出的激光束整形后，透过反射腔镜 9，成像到激光增益介质 10 内，反射腔镜 9 和输出耦合镜 12 以及反射腔镜 9 和输出耦合镜 13 构成两个具有重合部分的谐振腔，和频晶体 11 在两个谐振腔内。反射腔镜 9 与输出耦合镜 12 和 13 之间的距

离可调，要满足激光谐振腔的稳定条件。

工作原理说明：半导体激光器 7 为和频激光器的泵浦源，光学耦合系统 8 的作用是把半导体激光器 7 发射出的泵浦光耦合到 激光增益介质 10 内，激光增益介质 10 至少可发射两条不同的激光跃迁谱线，分别对应波长为 λ_1 和 λ_2 ，反射腔镜 9 与输出耦合镜 12 和 13 分别对应波长为 λ_1 和 λ_2 ，反射腔镜 9 与输出耦合镜 12 和 13 分别组成对应两个激光跃迁波长的激光谐振腔。激光增益介质 10 与频晶体 11 都在两个激光谐振腔的重合部分内，由和频晶体 11 产生的和频光 λ_3 通过输出耦合镜 12 和 13 输出到谐振腔外，其中波长 λ_1 、 λ_2 和 λ_3 要满足关系 $1/\lambda_3=1/\lambda_2+1/\lambda_1$ 。反射腔镜 9 的膜系制备要求对波长 λ_1 和 λ_2 两个波长都具有高反射率，同时对半导体激光器 7 发射出的泵浦光波长具有高透过率。输出耦合镜 12 的凹面膜系制备要求对波长 λ_1 具有反射率，对波长 λ_2 具有高透过率，对和频光的波长 λ_3 具有高透过率；输出耦合镜 13 的凹面膜系制备要求对波长 λ_2 具有反射率，对和频光的波长 λ_3 具有高透过率；输出耦合镜 13 的平面膜系制备要求对 和频光的波长 λ_3 具有高透过率。本实用新型的和频激光器工作时，作为泵浦光源的半导体激光器 7 发射出的泵浦光，被光学耦合系统 8 耦合到激光增益介质 10 内，当泵浦光功率超过和频激光器谐振腔对波长 λ_1 和 λ_2 在谐振腔内振荡的阈值功率时，激光增益介质 10 产生了波长 λ_1 和 λ_2 两个不同波长的基频光，分别在反射腔镜 9 与输出耦合镜 12 之间和在反射腔镜 9 与输出耦合镜 13 之间传播振荡在激光增益介质 10 内放大，当基频光通过和频 晶体 11 时，产生了不同于波长 λ_1 和 λ_2 的波长为 λ_3 的和频光，通过输出耦合镜 12 和 13 输出到激光谐振腔外。

本实用新型的积极效果：该和频激光器是在一个和频晶体内产生两个以上波长的基频光，并在谐振腔内经过非线性光学和频，获得了不同于倍频激光器频率的新型激光光源，使其应用领域增加了新的波长选择。与已有技术相比，本实用新型可以通过选取两个不同输出耦合镜的曲率半径和之间的距离，使得和频晶体内两个不同波长的功率密度相同和光束直径相近，可以获得优化和频效率与和频光输出功率。增加了应用领域。

四、附图说明

图 1 是已有技术的结构示意图，图 2 是本实用新型的结构示意图，图 3 是本实用新型的第二种实施例入射面腔镜直接制备在激光增益介质左面上的半导体激光泵浦腔内和频三镜谐振空激光器的结构示意图，图 4 是本实用新型第三种实施例省略光学耦合系统，入射面镜直接制备在激光增益介质左面上，半导体激光近贴耦合到激光增益介质内。形成了半导体激光光源泵浦腔内和频三镜谐振空激光器的结构示意图，摘要附图亦采用图 2。

五、具体实施方式

本实用新型按图 2 所示的结构实施，其中的半导体激光器 7 采用光纤输出半导体激光器列阵，光学耦合系统 8 采用两个平凸球面镜，反射腔镜 9 采用平凹镜，口径 $\phi=13\text{mm}$ ，激光增益介质 10 采用掺钕钒酸钇 Nd: YVO₄ 激光晶体，其激光跃迁波长为 1342nm 和 1064nm，所对应的能级跃迁分别为 $^4F_{3/2}$ 到 $^4I_{13/2}$ 和 $^4F_{3/2}$ 到 $^4I_{11/2}$ ；Nd: YVO₄ 激光晶体的两个通光面膜系制备对 1342nm 和 1064nm 双波长增透膜，透过率大于 99%。反射腔镜 9 的凹面膜系制备对波长 1342nm 和 1064nm 的反射率大于 99.5%，对波长 808nm 的透过率大于 90%的多层介质膜；反射腔镜 9 的平面膜系制备对波长 808nm

的透过率大于 99%的增透膜。输出耦合镜 12 采用平凹透镜，口径 $\phi=6\text{mm}$ ，凹面膜系制备对波长 1342nm 的反射率大于 99.5%，波长 1064nm 的透过率大于 95%，波长 593.5nm 的透过率大于 90%的多层介质膜；平面膜系制备对波长 1064nm 和波长 593.5nm 的透过率大于 99%的多层介质膜。输出耦合镜 13 采用平凹透镜，口径 $\phi=6\text{mm}$ ，凹面膜系制备对波长 1064nm 的反射率大于 99.5%，对波长 593.5nm 的透过率大于 90%的增透膜，平面膜系制备对波长 593.5nm 的透过率大于 99%的多层介质膜。和频晶体 11 采用 LBO、KTP 或其它非线性晶体，其中 LBO 和 KTP 分别按波长 1342nm 和 1064nm 的和频 I 类相位匹配和 II 类相位匹配方向切割，该晶体的两个通光面都制备对波长 1342nm、1064nm 和 593.5nm 的三个波长增透膜，透过率大于 99%。当半导体激光器 7 工作时，随着泵浦功率的增加，在激光增益介质 Nd:YVO₄ 内产生 1342nm 和 1064nm 两个波长的基频光，在谐振腔内振荡，通过和频晶体 LBO 或 KTP 时，和频产生 593.5nm 的黄色激光，由输出耦合镜 12 和 13 输出。

实施例二如图 3 所示，与图 2 比较，去掉了反射腔镜 9，入射面腔镜直接制备在激光增益介质 10 的左面上，结构的其它部分与图 2 相一致，在半导体激光器 7 的激光束传播方向的光轴上，依次置有光学耦合系统 8、激光增益介质 10、和频晶体 11、输出耦合镜 12 和 13、光学耦合系统 8 将半导体激光器 7 发出的激光束整形后直接耦合成像到激光增益介质 10 内，左面带有腔镜的激光增益介质 10 与输出耦合镜 12 以及左面带有腔镜的激光增益介质 10 与输出耦合镜 13 构成两个具有重合部分的谐振腔，和频晶体 11 在两个谐振腔内。左面带有腔镜的激光增益介质 10 与输出耦合镜 12

和 13 之间的距离可调，要满足激光谐振腔的稳定条件。

实施例三如图 4 所示，与图 2 比较，去掉光学耦合系统 8 和反射腔镜 9，入射面腔镜直接制备在激光增益介质 10 的左面上，结构的其它部分与图 2 相一致，在半导体激光器 7 的激光束传播方向的光轴上，依次置有激光增益介质 10、和频晶体 11、输出耦合镜 12 和 13；半导体激光器 7 发射出的泵浦激光直接近贴耦合到激光增益介质 10 内，入射面腔镜直接制备在激光增益介质 10 的左面上，左面带有腔镜的激光增益介质 10 与输出耦合镜 12 以及左面带有腔镜的激光增益介质 10 与输出耦合镜 13 构成两个具有重合部分的谐振腔，和频晶体 11 在两个谐振腔内，左面带有腔镜的激光增益介质 10 与输出耦合镜 12 和 13 之间的距离可调，要满足激光谐振腔的稳定条件。

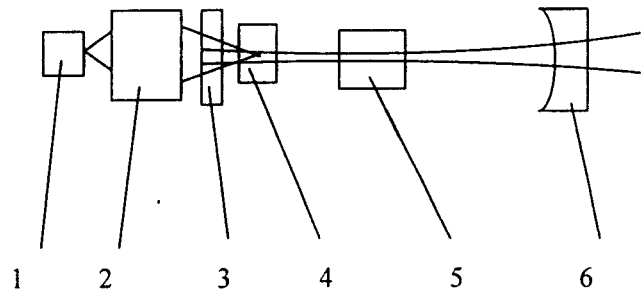


图 1

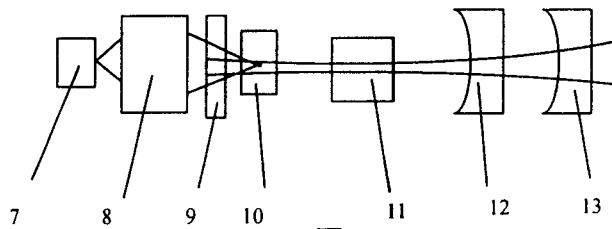


图 2

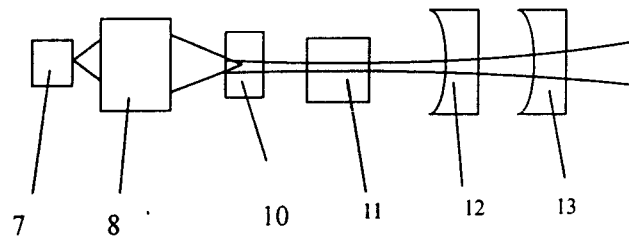


图 3

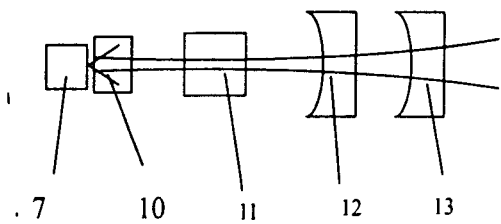


图 4