



[12] 实用新型专利说明书

[21] ZL 专利号 02207599.2

[45]授权公告日 2003 年 1 月 1 日

[11]授权公告号 CN 2529415Y

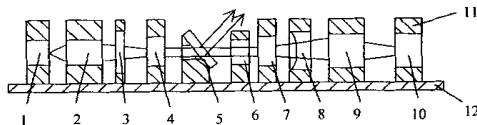
[22] 申请日 2002.03.15 [21] 申请号 02207599.2
 [73] 专利权人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所
 地址 130022 吉林省长春市人民大街 140 号
 [72] 设计人 檀慧明

权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

[54] 实用新型名称 双向端面泵浦腔内倍频激光谐振腔

[57] 摘要

本实用新型属于半导体激光泵浦全固态激光器，涉及对单向端面泵浦腔内倍频谐振腔和双向泵浦的单增益介质折叠倍频谐振腔的改进。由泵浦光源、光学耦合部件、腔镜、激光增益介质、倍频晶体、输出耦合反射镜组成，本实用新型提供的双向端面泵浦腔内倍频激光谐振腔采用了两套泵浦系统，使得一台激光器获得了两台激光器的泵浦功率，从而获得了较高的倍频光输出功率，同时保持了原单向泵浦谐振腔的可靠性、稳定性好和结构紧凑等优点。由于采用了直腔结构减少了谐振腔的总长度和复杂性，使得谐振腔的稳定性提高、装调和固定容易，本实用新型的结构既增加了耦合泵浦功率，又保持了背景技术单向端面泵浦谐振腔的优点，适用于半导体激光泵浦全固体激光器。



1、双向端面泵浦腔内倍频激光谐振腔，包括泵浦光源 1 和 10，光学耦合部件 2 和 9，其特征还在于包括：腔镜 3 和 8，激光增益介质 4 和 7，倍频晶体 6，输出耦合反射镜 5，它们通过支架 11 固定在底座 12 上，在泵浦光源 1 和 10 之间置有光学耦合部件 2 和 9，保证泵浦光源 1 和 10 发出的泵浦光耦合聚焦到激光增益介质 4 和 7 内，在光学耦合部件 2 和 9 之间置有腔镜 3 和 8，由腔镜 3 和 8 组成谐振腔，在腔镜 3 和 8 之间置有激光增益介质 4 和 7，激光增益介质 4 和 7 之间置有输出耦合反射镜 5 和倍频晶体 6，放置输出耦合反射镜 5 使其表面法线与腔镜 3 和 8 的表面法线成一定角度，以保证增益介质 4 和 7 的基频激光通过倍频晶体 6 产生的倍频光输出到谐振腔腔外。

双向端面泵浦腔内倍频激光谐振腔

技术领域：本实用新型属于半导体激光泵浦全固态激光技术领域，涉及一种对单向端面泵浦腔内倍频谐振腔和双向泵浦的单增益介质折叠倍频谐振腔的改进。

背景技术：半导体激光作为泵浦光源从端面聚焦或近贴入射耦合到激光增益介质中，可以与腔内激发的基频光模式很好的匹配，具有高的转换效率和好的光束质量。图 1 是一般单向端面泵浦腔内倍频谐振腔的主要工作方式。在图 1 中有半导体激光器 1、光学耦合系统 2、反射镜 3、增益介质 4、输出耦合镜 5、倍频晶体 6，半导体激光器发出的光束经光学耦合系统聚焦到增益介质内，增益介质的左平面与输出耦合镜的凹面组成谐振腔，腔内传播的基频光通过倍频晶体时，转换为倍频光，并通过输出耦合镜输出。该谐振腔的长度可以设计得很短，具有装调和固定容易、体积紧凑、可靠性和稳定性好等优点，已被广泛的应用于全固体倍频激光器的产品中。这类端面泵浦谐振腔的主要缺点是只能从单方向泵浦，耦合到激光增益介质内的泵浦功率不能过高。

图 2 是双向泵浦的单增益介质折叠倍频谐振腔。该谐振腔由半导体激光器 1 和 10，光学耦合系统 2 和 9，反射镜 3，增益介质 4，输出耦合镜 5，倍频晶体 6 和反射腔镜 8 组成。这种谐振腔的优点是通过增加泵浦光源，获得比单方向泵浦激光器大的耦合功率。

本实用新型的目的是解决单方向端面泵浦谐振腔结构使功率低和折叠腔结构带来的谐振腔稳定性差、增加了谐振腔的总长度与复杂性以及谐振腔的装调和固定困难等问题，提出了一种双向端面泵浦的腔内倍频激光谐振腔。

发明的详细内容：本实用新型如图 3 所示，由泵浦光源 1 和 10，光学耦合部件 2 和 9，腔镜 3 和 8，激光增益介质 4 和 7，倍频晶体 6，输出耦合反射镜 5 组成，它们通过支架 11 固定在底座 12 上，在泵浦光源 1 和 10 之间置有光学耦合部件 2 和 9，保证泵浦光源 1 和 10 发出的泵浦光耦合聚焦到激光增益介质 4 和 7 内，在光学耦合部件 2 和 9 之间置有腔镜 3 和 8，由腔镜 3 和 8 组成谐振腔，在腔镜 3 和 8 之间置有激光增益介质 4 和 7，激光增益介质 4 和 7 之间置有输出耦合反射镜 5 和倍频晶体 6，放置输出耦合反射镜 5 使其表面

法线与腔镜 3 和 8 的表面法线成一定角度, 以保证增益介质 4 和 7 的基频激光通过倍频晶体 6 产生的倍频光输出到谐振腔腔外。

本实用新型工作时: 由泵浦光源 1 和 10 发出泵浦光, 被光学耦合部件 2 和 9 分别耦合聚焦到激光增益介质 4 和 7 内; 当泵浦光源 1 和 10 发出泵浦光的功率超过谐振腔的阈值功率时, 激光增益介质 4 和 7 产生基频激光并在腔镜 3 和 8 之间传播; 当基频光束通过倍频晶体 6 时, 产生沿基频光方向传播的倍频光; 当倍频光通过输出耦合反射镜 5 时, 倍频光被输出耦合反射镜 5 反射输出到双向端面泵浦腔内倍频激光谐振腔腔外。

本实用新型提供的双向端面泵浦腔内倍频激光谐振腔采用了两套泵浦系统, 使得一台激光器获得了两台激光器的泵浦功率, 从而获得了较高的倍频光输出功率, 同时保持了原单向泵浦谐振腔的可靠性、稳定性好和结构紧凑等优点。由于采用了直腔结构减少了谐振腔的总长度和复杂性, 使得谐振腔的稳定性提高、装调和固定容易, 本实用新型的结构即增加了耦合泵浦功率, 又保持了背景技术单向端面泵浦谐振腔的优点, 适用于半导体激光泵浦全固体激光器。

附图说明:

图 1 是背景技术单向端面泵浦腔内倍频谐振腔结构图

图 2 是背景技术双向泵浦的单增益介质折叠倍频谐振腔结构图

图 3 是本实用新型的结构示意图

图 4 是全固态绿光 532nm 激光器采用本实用新型的实施例

图 5 是全固态绿光 532nm 激光器采用本实用新型的实施例

具体实施方式:

本实用新型的实施例一, 如图 3 所示: 由泵浦光源 1 和 10, 光学耦合部件 2 和 9, 腔镜 3 和 8, 激光增益介质 4 和 7, 倍频晶体 6 和输出耦合反射镜 5 组成, 它们通过支架 11 固定在底座 12 上。

泵浦光源 1 和 10 可采用 808nm 的单管半导体激光器或 808nm 半导体激光器阵列, 也可以采用从 670nm 到 980nm 其它波长的半导体激光器作为泵浦光源。光学耦合部件 2 和 9 是由球面镜、非球面镜、柱面镜、自聚焦透镜、光纤、棱镜或二元光学透镜等部分元件组成。光学耦合部件 2 和 9 作用是把泵浦光源 1 和 10 发出的椭圆象散泵浦光, 耦合聚焦到激光增益介质 4 和 7 内。腔镜 3 和 8 的靠近光学耦合部件 2 和 9 的表面镀有对泵浦光减反的介质膜, 靠近激光增益介质 4 和 7 的表面镀有对泵浦光减反和腔内谐振的基频光高反

的多层介质膜。腔镜 3 和 8 可以是平面，也可以是凹面。激光增益介质 4 和 7 可以是 Nd:YAG, Nd:YVO₄ 或其它掺 Nd³⁺ 的材料，激光增益介质 4 和 7 也可以是 Cr:LiSAF 或其它掺 Cr³⁺ 的材料。激光增益介质 4 和 7 的四个表面都镀有对基频光减反的介质膜，也可以把两个腔镜 3 和/或 8 去掉，把对泵浦光减反和腔内谐振的基频光高反的多层介质膜直接镀在激光增益介质 4 和/或 7 的靠近腔镜 3 和/或 8 的表面，由一个激光增益介质 4 或 7 的表面与腔镜 3 或 8 或两个激光增益介质 4 和 7 的表面形成谐振腔。在这种结构中，也可把光学耦合部件 2 和/或 9 去掉，并使半导体激光器的发光点靠近激光增益介质 4 和/或 7，直接把泵浦光近贴耦合到激光增益介质 4 和/或 7 内。倍频晶体 6 是 KTP, LBO, BBO, KN, PPKTP 或其它的二阶非线性光学材料。倍频晶体 6 的两个表面镀有对基频光和倍频光的双波长增透介质膜。输出耦合反射镜 5 的一个表面镀有对基频光减反的介质膜，另一个表面镀有对基频光减反和倍频光高反的多层介质膜。输出耦合反射镜 5 也可以去掉，把激光增益介质 4、7 或腔内倍频晶体 6 的一个表面切割成斜面，并把对基频光减反和倍频光高反的多层介质膜直接镀在斜面上，倍频光由激光增益介质 4、7 或腔内倍频晶体 6 的斜面反射输出到双向端面泵浦腔内倍频激光谐振腔腔外。

本实用新型的实施例二，半导体激光双向端面泵浦腔内倍频 532nm 绿激光的谐振腔及泵浦系统如图 4 所示。泵浦光源 1 和 10 是采用输出波长为 808nm 的半导体激光器。光学耦合部件 2 和 9 是自聚焦透镜，其四个平面镀制 808nm 波长减反的介质膜。激光增益介质 4 和 7 是 Nd:YVO₄，激光增益介质 4 的左面镀制 808nm 波长减反和 1064nm 波长高反的多层介质膜作为腔镜，激光增益介质 4 的右边镀制 1064nm 波长减反的介质膜。倍频晶体 6 是采用 KTP，以 H 类临界位相匹配角度切割，倍频晶体 6 的两个通光面镀 1064nm 和 532nm 双波长减反的介质膜。放置输出耦合反射镜 5 使其表面法线与腔镜 3 和 8 的表面法线成具有能使倍频光反射出谐振腔的夹角，输出耦合反射镜 5 的一个平面镀制 1064nm 减反的介质膜，或放置输出耦合反射镜 5 使其表面法线与腔镜 3 和 8 的表面法线成布儒特角，而在这个平面不镀膜，另一个平面镀制对 1064nm 波长减反和对 532nm 波长高反的多层介质膜。激光增益介质 7 的左边镀制 1064nm 波长减反介质膜，右边镀 1064nm 和 808nm 双波长减反膜。腔镜 8 的左面抛成凹面，凹面曲率半径在 20mm 到 1000mm 之间，

并镀制 808nm 波长减反和 1064nm 波长高反的多层介质膜，平面镀制 808nm 波长减反的介质膜。激光增益介质 4 的左平面与腔镜 8 的凹面形成谐振腔。两个 808nm 的半导体激光器 1 和 10 在半导体激光电源的驱动下发出 808nm 的泵浦光，由自聚焦透镜 2 和 9 耦合到 Nd:YVO₄ 4 和 7 内，并产生 1064nm 的基频光在腔内传播，基频光通过 KTP 时转换为倍频光，倍频光通过输出耦合反射镜 5 被反射出谐振腔。

本实用新型实施例三与实施例一类似，只是把腔镜 3 和 8 去掉，而将腔镜直接镀制在激光增益介质 4 和 7 的右面，激光增益介质 7 的右面可抛光成平面或凸面。

本实用新型实施例四与实施例一或三类似，只是在倍频晶体 6 的右面放一个与平面输出耦合镜 5 相同的输出耦合镜 12，如图 5 所示，这样可获得两个方向传播的倍频光输出。

本实用新型实施例五也与实施例一或三类似，但去掉输出耦合镜 5，而把倍频晶体 6 的一个面或两个面切割成斜面，斜面法线与腔镜法线的夹角能使倍频光能反射出谐振腔。倍频晶体 6 的斜面镀与输出耦合反射镜 5 的输出反射面相同的多层介质膜。当 1064nm 的基频激光通过倍频晶体 6 时，基频光被转换成倍频光，通过腔内倍频晶体 6 的斜面反射输出。

本实用新型实施例六与实施例五类似，但是把激光增益介质 4/或 7 的一个面或激光增益介质 4 和 7 的各一个面切割成斜面，斜面镀与平面输出耦合镜 5 的输出反射面相同的多层介质膜。当倍频光通过激光增益介质 4 和 7 的斜面时被反射输出。

本实用新型实施例七与实施例二类似，但是把光学耦合部件 2 和 9 换为由棱镜和球面镜等组成的对半导体输出的椭圆光束圆化的耦合系统，提高输出光束的光束质量，增加耦合效率。

本实用新型实施例八，半导体激光双向端面泵浦腔内倍频 473nm 波长蓝激光的谐振腔及泵浦系统与图 4 的实施例二类似。但激光增益介质 4 和 7 采用 Nd:YAG 材料。激光增益介质 4 的左边镀 946nm 波长高反，1064nm、1320nm 和 808nm 三个波长减反的多层介质膜腔镜，激光增益介质 4 的右平面镀 946nm 波长减反的介质膜，输出耦合反射镜 5 的一个面镀 946nm 波长减反的介质膜，另一个面镀 946nm 波长减反和 473nm 波长高反的多层介质膜。腔内倍频晶体 6 是 LBO，以 I 类临界位相匹配的角度切割，双面镀 946nm 和 473nm

的双波长减反介质膜。激光增益介质 7 的左边镀 946nm 波长减反的介质膜，右边镀 946nm 和 808nm 双波长减反膜。腔镜 8 的凹面镀 946nm 波长高反，1064nm，1320nm 和 808nm 三波长减反的介质膜，平面镀 808nm 波长减反的介质膜。工作原理与实施例二相同，但输出 473nm 波长的蓝光。本实施例也可采用与实施例三、四、五、六和七类似的结构，只是选用不同的材料和膜层设计。

本实用新型实施例九，半导体激光双向端面泵浦腔内倍频 457nm 波长蓝激光的谐振腔及泵浦系统与图 4 的实施例二类似。激光增益介质 4 和 7 仍采用 Nd:YVO₄ 材料，但激光增益介质 4 的左边镀 914nm 波长高反，1064nm、1342nm 和 808nm 三个波长减反的多层介质膜腔镜，激光增益介质 4 的右平面镀 914nm 波长减反的介质膜，输出耦合反射镜 5 的一个面镀 914nm 波长减反的介质膜，另一个面镀 914nm 波长减反和 457nm 波长高反的多层介质膜。腔内倍频晶体 6 是 LBO，以 I 类临界位相匹配的角度切割，双面镀 914nm 和 457nm 的双波长减反介质膜。激光增益介质 7 的左边镀 914nm 波长减反的介质膜，右边镀 914nm 和 808nm 双波长减反膜。腔镜 8 的凹面镀 914nm 波长高反，1064nm，1342nm 和 808nm 三波长减反的介质膜，平面镀 808nm 波长减反的介质膜。工作原理与实施例二相同，但输出 457nm 波长的蓝光。本实施例也可采用与实施例三、四、五、六和七类似的结构，只是选用不同的材料和膜层设计。

本实用新型实施例十，半导体激光双向端面泵浦腔内倍频 671nm 波长红激光的谐振腔及泵浦系统与图 4 的实施例二类似。激光增益介质 4 和 7 仍采用 Nd:YVO₄ 材料，但激光增益介质 4 的左边镀 1342nm 波长高反，1064nm 和 808nm 波长减反的多层介质膜腔镜，激光增益介质 4 的右平面镀 1342nm 波长减反的介质膜，输出耦合反射镜 5 的一个面镀 1342nm 波长减反的介质膜，另一个面镀 1342nm 波长减反和 671nm 波长高反的多层介质膜。腔内倍频晶体 6 是 LBO，以 I 类临界位相匹配的角度切割，双面镀 1342nm 和 671nm 的双波长减反介质膜。激光增益介质 7 的左边镀 1342nm 波长减反的介质膜，右边镀 1342nm 和 808nm 双波长减反膜。腔镜 8 的凹面镀 1342nm 波长高反，1064nm 和 808nm 三波长减反的介质膜，平面镀 808nm 波长减反的介质膜。工作原理与实施例二相同，但输出 671nm 波长的蓝光。本实施例也可采用与实施例三、四、五、六和七类似的结构，只是选用不同的材料和膜层设计。

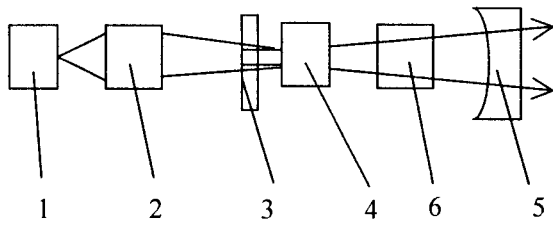


图 1

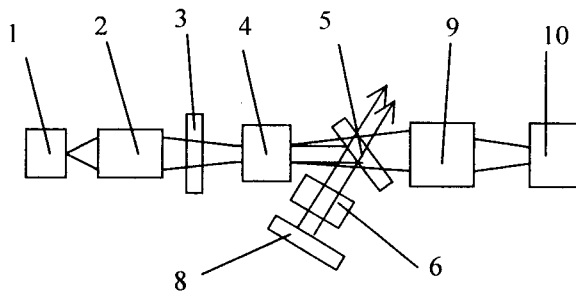


图 2

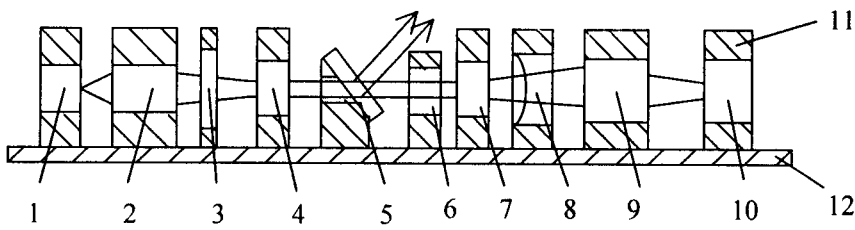


图 3

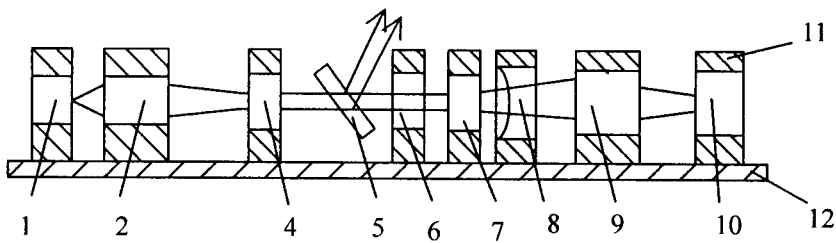


图 4

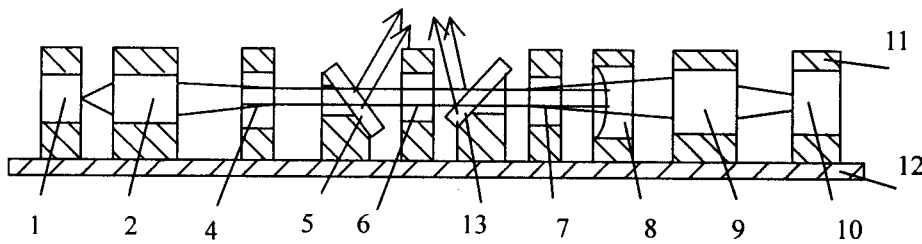


图 5