

二极管泵浦的微型绿光激光器*

巩马理

(西南技术物理研究所新激光技术实验室, 成都, 610041)

摘要: 本文介绍一种二极管泵浦的 Nd: YAG + KTP 微型绿光激光器, 单纵模 $532\mu\text{m}$ 的绿色激光输出 5.6mW , 无“绿色噪声”, 器件体积为 $36\text{mm} \times 32\text{mm} \times 26\text{mm}$ 。

关键词: 倍频 二极管泵浦 固体激光器 微型激光器

Micro green laser by diode pumping*

Gong Mali

(Southwest Institute of Technical Physics, Chengdu, 610041)

Abstract Diode-pumped micro green laser with Nd: YAG + KTP, operating at 532nm with 5.6mW single longitudinal mode output, is described. The feature of the laser is that the output is single longitudinal mode and has no “green noise”. The dimensions of the laser are $36\text{mm} \times 32\text{mm} \times 26\text{mm}$.

Key words: SHG diode pump solid-state laser micro laser

微型蓝绿光固体激光器是如今激光与光电技术的研究、开发热点之一。由于这类激光器可大量、广泛地应用于光信息存储, 激光打印照相、全息、信息处理、高密度平板显示、娱乐等领域, 市场需求强烈。采用二极管泵浦的 Nd: YAG 固体激光器, 产生二次谐波振荡, 则是这一技术途径中最受重视和最有效的方法。

Nd: YAG 激光, 虽属均匀展宽, 但由于空间烧孔效应的影响, 基波激光 (1064nm) 振荡通常仍然为多纵模, 即使在微型器件中采用短腔结构, 其基波激光振荡也仍然是多纵模。这种多纵模基波在产生绿光二次谐波 (532nm) 的过程中, 各纵模间相互耦合, 导致二次谐波输出不稳定, 呈现出严重的“绿光噪声”。为克服这噪声, 应抑制多纵模振荡, 使基波激光实现单纵模运转。主要的方法是在腔内加入各种纵模选择元件, 但腔内附加元件将增加腔内损耗, 大大降低激光输出。为此, MIT 的 T. Y. Fan 提出了将 Nd: YAG 切割成布儒斯特角, 同时利用非线性倍频晶体的自身双折射效应, 形成一个双折射滤波器, 实现纵模的选择, 获得单纵模的激光输出。理论计算表明, 对于 Nd: YAG 的倍频激光器, 实现单纵模的垂直偏振方向最佳透过率为 $T_{\text{opt}} = 94\%$, 原设计中 Nd: YAG 激光晶体切磨成双布儒斯特角, 相应的双折射滤光器的垂直分量透过率为 $T_{\text{B}} = 51\%$, 距最佳透过率相差较远。如果将 Nd: YAG 晶体切割成单布儒斯特角, 则 $T_{\text{B}} = 72\%$, 比较接近于最佳透过率, 有利于实现单纵模运转。据此, 我们设计了微型绿光激光器如图 1 所示。图中, 1 是用作泵浦源的宽条激光二极管 ($100\mu\text{m} \times 1\mu\text{m}$, 输出功率 1W); 2 是自聚焦透镜 ($1/4$ 周期, $i = 2\text{mm}$, $N.A = 0.45$), 5 是布儒斯特角面, 7 是空间滤波器, 6 是与布氏角入射面成 45° 角设置的 KTP 激光晶体, 8 是对 1064nm 高反射 ($R > 99.6\%$) 对 532nm 高透过 ($T > 93\%$) 的激光耦合输出镜。Nd: YAG 棱镜 4 的底面 3 镀有高反射 1064nm ($R >$

* 本课题为四川省青年科技基金资助。

99.6%) 和高透过泵浦二极管激光 810nm ($T > 92\%$) 的双色膜。激光谐振腔由 Nd:YAG 的底面 3 和耦合镜 8 组成。双折射滤光器则由 Nd:YAG 的布氏角和 KTP 晶体构成。激光耦合镜 8 的曲率半径为 50mm。

激光谐振腔为准半共焦腔,基膜束腰为 3,半径约为 100 μ m。这样大小的基模尺寸是基于泵浦光模式耦合、KTP 相位匹配与聚焦的最佳二次谐波产生的考虑。为达到较好的高阶模抑制效果并且同时避免较大的腔内损耗,将空间滤波器的尺寸选取为基模束腰的 5~6 倍。

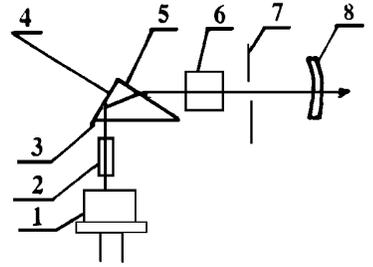


Fig. 1 Principle of micro green laser

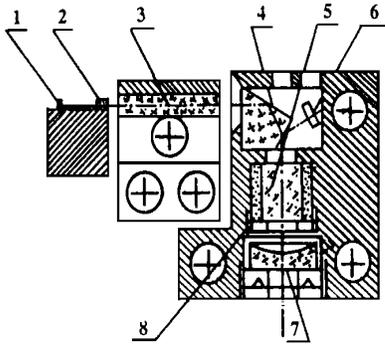


Fig. 2 Structure of micro green laser

采取自行研制的 ALT-2 型 TEC 温控仪,最大输出温控电功率为 58W,控温精度: $< \pm 0.1^\circ\text{C}$ 。

图 2 为具体器件结构示意图。图中,1 是 LD 的后向探测器,2 是 LD,3 是自聚焦透镜,4 是 Nd:YAG 激光晶体,5 是 KTP 晶体,6 是功率监测 PIN,7 是输出镜,8 是空间滤波器。激光器外形尺寸为 36mm \times 32mm \times 26mm。输出测量结果:初步实测绿光激光输出 5.6mW,长时工作(> 4h)时激光输出稳定,经高速探测器监测,没有观察到明显的“绿色噪声”波动。初步表明本器件为单纵模振荡。阈值电流为 640mA。最大工作电流为 0.9A。本器件的纵模特性的深入分析尚待进行。

上述设计的主要优点在于:(1) 双折射滤波器的垂直方向透过率接近于最佳透过率,(2) 器件形成折迭光路,有利于器件的小型化。

在实际器件中,二极管激光器的激光波长通过电致冷器进行温度控制,使其位于 Nd:YAG 介质的吸收峰。为达到最低损耗的双折射滤波条件,还应对 KTP 晶体进行温度控制。同时为获得较低噪声的激光输出,还须进行腔长控制。故将全部激光器件置于电致冷器上进行整体控温。温度传感器为 AD590 电流型温度传感 IC。控温仪

参考文献

1 Fan T Y. IEEE J Q E, 1991; 27(9): 2091

作者简介: 巩马理,男,1959 年出生。博士,副研究员。从事二极管泵浦固体激光技术,可调谐光参量激光技术研究。

收稿日期: 1996-09-10

• 产品简讯 •

小型图象摄谱仪

芬兰光谱图象公司推出的 ImSpector 图象摄谱仪适用于专用棱镜/光栅/棱镜光学结构的全息传输光栅,以装配小型、耐震、轻型的图象质量好的管型摄谱仪。该装置很容易连接于标准的 C 型管脚的黑白 CCD 摄谱仪。带独立仪表的多种测量方式可使用任意的光纤附件。其应用包括二维彩色和荧光测量,用于化学分析仪的研究和发展以及原制造厂的工业市场应用。

中尧,三松 供稿