



LD 泵浦的微型固体激光器的腔外倍频

霍玉晶* 沈德忠** 蔡金星* 马笑衍** 张爱华** 周炳琨*

(* 清华大学电子工程系, 北京 100084; ** 北京人工晶体所, 北京 100018)

Extracavity frequency doubling of LD pumped miniature solid state laser

Huo Yujing*, Shen Dezhong**, Cai Jinxing*, Ma Xiaoyan**,

Zhang Aihua**, Zhou Bingkun*

(* Department of Electronic Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084;

** Research Institute of Synthetic Crystals, Beijing 100018)

Abstract The first home-made YAG-KTP extracavity frequency doubl lasering pumped by LD was developed. The measured pump threshold, green light output power and doubling efficiency are 31.8 mW, 0.2 mW and 2%, respectively. The experimental setup and results are discussed.

Key words extracavity frequency-doubling, LD pump

LD 泵浦的 Nd : YAG-KTP 腔外倍频激光器装置如图 1 所示。它主要由激光二极管 LD (1)、聚焦系统(2)、Nd : YAG 激光晶体(3)、输入端反射镜(4)、输出端反射镜(6)、聚焦系统(7)、KTP 晶体倍频器(8)、分光镜(9)、功率计(10)组成。其中,输入端反射镜(4)是直接镀在 Nd : YAG 晶体靠近聚焦系统(2)的端面上的平面介质膜反射镜,它对波长为 $1.064 \mu\text{m}$ 的振荡激光是全反射的(反射率 $> 99.5\%$),同时对 LD 的 $0.809 \mu\text{m}$ 泵浦激光为高透射的(透射率 $\sim 75\%$)。输出端反射镜(6)是一面独立放置的介质膜球面反射镜,曲率半径为 5 cm,它对波长为 $1.064 \mu\text{m}$ 的振荡激光是高反射的(R 为 98.5%)。它和输入端介质膜反射镜(4)共同组成激光谐振腔。Nd : YAG 激光晶体是在通光方向的长度为 5 mm、直径为 3 mm 的圆棒,它远离 LD 的端面上镀有对振荡激光波长的增透膜(5),对波长为 $1.064 \mu\text{m}$ 的振荡激光的剩余反射率不大于 0.5%。聚焦系统(2)的作用是把 LD 的泵浦光会聚到 Nd : YAG 激光晶体中,其各个通光面上均镀有对 LD 的泵浦光波长的增透膜,以降低泵浦光的损耗;其每个通光界面对波长为 809 nm 的泵浦激光的剩余反射率不大于 0.5%。聚焦系统(7)的作用是改变 Nd : YAG 激光器输出光束的聚焦状态以提高它在 KTP 晶体(8)中的倍频效率,其各个通光面上均镀有对 YAG 的输出光波长的增透膜,以降低泵浦光的损耗;其每个通光界面对波长为 $1.064 \mu\text{m}$ 的泵浦激

光的剩余反射率不大于 0.5%。分光镜(9)的作用是滤除经过 KTP 晶体后剩余的基频光。

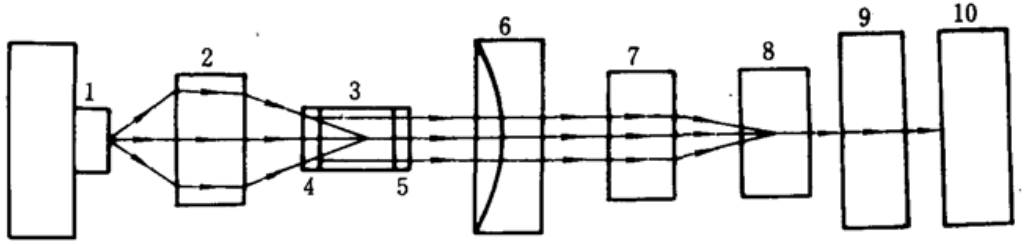


Fig. 1 Schematic diagram of experimental set-up for LD pumped Nd : YAG-KTP extra-cavity frequency doubling laser

1-LD; 2,7-Focus systems; 3-Nd-YAG crystal; 4-Input mirror; 5-Antireflecting film; 6-Output mirror; 8-KTP frequency-doubler; 9-Filter; 10-Powermeter

LD 发出的激光经过聚焦系统聚焦,经过激光器输入端反射镜的中心耦合到谐振腔内。调整聚焦系统,改变泵浦光束的聚焦状态,使得泵浦光在激光介质中传播时的平均截面最小。调整激光谐振腔的两面反射镜的相对位置使腔内损耗最小;调整激光谐振腔的方位和位置,使泵浦光与振荡光的模式很好地匹配。当 LD 发出的激光功率高于泵浦阈值功率时,便可在输出端得到 $1.064 \mu\text{m}$ 的激光输出。在得到激光输出之后,在保持 $1.064 \mu\text{m}$ 激光继续产生振荡的条件下,逐渐降低 LD 的泵浦光功率,并反复仔细微调各个元件之间的相互位置,找到使阈值泵浦功率降到最低的位置。再提高 LD 的泵浦功率以使 Nd : YAG 激光器产生最大输出功率,调整聚焦系统(7)和 KTP 晶体(8)的相对位置,使倍频光的功率达到最大值。此时整个器件的调整达到了最佳状态,可以进行器件参数的测量。

首先测量 LD 泵浦的 YAG 激光器的阈值泵浦功率 P_{YTH} 、最大输出功率 P_{YM} 和斜效率 S_Y 。先把功率计直接放在 YAG 激光器输出反射镜的后面测量 YAG 激光器输出功率。把 LD 的泵浦激光功率调到最大,测得 YAG 激光器的最大输出功率 P_{YM} 后,把功率计放在聚焦系统(2)的后面测量相应的 LD 泵浦光功率 P_{1M} ,用输入反射镜对泵浦光的透射率 K_Y 乘 P_{1M} 即可得到激光晶体吸收的最大的泵浦光功率 P_{LM} 。用同样的方法可以测得和刚刚能产生基频激光时相应的 LD 泵浦的 YAG 激光器的阈值泵浦功率 P_{YTH} 。它的斜效率 $S_Y = P_{YM} / (P_{LM} - P_{YTH})$ 。然后测量 LD 泵浦的 YAG-KTP 倍频激光器的阈值泵浦功率 P_{TH} 、最大输出功率 P_{MAX} 和倍频效率 S 。先把功率计放在分光镜(9)的后面测量倍频光的最大输出功率 P_{KM} ,用分光镜(9)对倍频光的透射率 K_1 除 P_{KM} ,即可以得到倍频光的最大输出功率 P_{MAX} ,与 P_{MAX} 对应的是最大泵浦功率 P_{LM} 。把功率计放在 YAG 激光器输出反射镜的后面测量与刚刚能产生倍频光时的 YAG 激光器输出功率 P_Y 。与 P_Y 相应的 YAG 晶体吸收的 LD 泵浦功率就是产生倍频光的阈值泵浦功率 P_{TH} 。显然有 $P_{TH} = P_{YTH} + P_Y / S_Y$ 。LD 泵浦的 YAG-KTP 腔外倍频激光器的倍频效率由 $S = P_{MAX} / (P_{YM} - P_Y)$ 给出。

经过对 LD 泵浦的 YAG-KTP 腔外倍频激光器参数的测量,得到如下结果:激光横模 TEM_{00} ;中心波长 $\lambda_0 = 0.532 \mu\text{m}$;泵浦功率阈值 $P_{TH} = 31.8 \text{ mW}$;最大输出功率 $P_{MAX} = 0.2 \text{ mW}$;倍频效率 $S = 2\%$ 。

(收稿日期:1991年9月4日;收到修改稿日期:1992年7月8日)