

紧凑型串联短腔染料激光器与放大系统*

杨胜利

(厦门大学物理系, 厦门, 361005)

摘要: 本文报道新近研制的一个小型的两级短腔染料激光器(SCDL)串联加一级染料放大的装置。用大气压 N_2 激光($\lambda = 337.1\text{nm}$)作泵浦源,与文献[1]报道的结构比较,系统紧凑简单,长宽不到 $20\text{cm} \times 15\text{cm}$ 。采用较合理的光路,显著地减小 N_2 激光光束的弥散损耗,使系统的效率有较大的提高。第二级 SCDL 腔的结构采用了不同于文献[1]的形式,有利于抑制其泵浦发热引起的热不稳定性。

关键词: 染料激光器 放大系统

A compact cascaded ultrashort cavity dye laser oscillator-amplifier

Yang Shengli

(Department of Physics, Xiamen University)

Abstract: It is reported that a small oscillator-amplifier which consists of two cascaded ultrashort cavity dye laser(SCDL) and a dye laser amplifier. The pumping source is an atmospheric pressure N_2 laser($\lambda = 337.1\text{nm}$). The size of the system is less $20\text{cm} \times 15\text{cm}$, compared with that described in [1], for a new optical geometry is employed. The beam diffusion loss of the N_2 laser, used as the pumping source, is cut down greatly, therefore the system efficiency is raised obviously. The second SCDL cavity is constructed by using a new structure. So thermal instability of the cavity and output features of the SCDL can be reduced.

Key words: dye laser oscillator-amplifier

一、引言

短腔染料激光器(SCDL)若用毫微秒或亚毫微秒 N_2 激光脉冲泵浦,不必经过锁模及脉冲选取,就可直接得到十几个微微秒单脉冲激光,并且可单纵模或二、三个纵模等多纵模运转,波长连续可调谐^[1-3],其结构简单,价格便宜。这对超快速瞬态过程、非线性光学及激光光谱学等的研究及应用有独特的优点,因而引起一些人的兴趣^[4-7]。但是,对于单、双模等几个纵模运转的 SCDL,其腔长仅 $10\mu\text{m}$ 量级,其输出不稳定,可靠性差等问题成为其实用化的重要障碍。文献[1]中已报道了一个两级串联带一级染料放大的系统,文献[1-3]报道了其运转性能的实验研究结果。该装置第二级 SCDL 由于其结构的原因,腔长在 $10\mu\text{m}$ 量级时,其稳定性受

* 国家自然科学基金资助。

泵浦发热影响较大,输出光谱会产生较大的漂移,而且它的光路布置不合理,泵浦放大器的光束经历的光程太长,加上泵浦光源 N_2 激光束质量差,发散角大,逸散损耗大,仅 30% 的光能可到达放大器。系统不计 N_2 激光器,长宽约为 $50\text{cm} \times 35\text{cm}$,尺寸太大,元件较多。本文报道的是新近研制的一个两级 SCDL 串联加一级染料放大的系统,对上述问题作了改进,采用较合理的光路,缩短了泵浦光的光路,所用元件也较少。从而,使系统更小型紧凑,效率提高,光路调整较方便,同时又降低了造价。不计 N_2 激光器,系统长宽不到 $20\text{cm} \times 15\text{cm}$ 。第二级 SCDL 腔的结构采用了不同于文献[1]中系统第二级的形式,使系统较稳定可靠。下面介绍该装置设计的一些基本考虑及其原理与特点。

二、总体设计考虑

该装置是要用作为非线性光学实验的泵浦光源的,要求用较低的造价做成一个用 N_2 激光亚 ns 脉冲泵浦的 SCDL,可提供较高峰值功率的 ps 脉冲激光。 N_2 激光由于其超辐射运转状态及腔结构,决定它输出激光光束的质量较差,在垂直及水平两个截面的方向上发散角大且不一致,不适于用作非线性光学实验的光源。而用它作为 SCDL 的泵浦源,可产生高光束质量的 ps 单脉冲。为使脉冲有较大的压缩比,且有较高的输出脉冲峰值功率,故仍采用如文献[1]中的两级 SCDL 串联加一级染料放大的形式。SCDL 对脉冲的缩短利用的是控制共振腔的瞬态效应,须把泵浦强度控制在 SCDL 的阈值附近。这样,一方面 SCDL 输出脉冲的能量及峰值功率都较低,达不到许多应用要求;另一方面, N_2 激光用于 SCDL 泵浦 SCDL 的仅是其中很小的一部分能量,典型的不到其输出的 10%。加上一级染料放大,可充分利用 N_2 激光的剩余泵浦能量不致浪费,又可使 SCDL 的输出放大到适于许多应用的水平。两级 SCDL 串联加一级染料放大的系统已证明是非线性光学实验有效而方便的光源^[8]。仅用这样一个简单、易于操作且廉价的系统,即可输出单纵模、二个或三个以上等多纵模,有较高峰值功率(典型的可达 $\geq 1\text{MW}$)的 ps 单脉冲激光,波长又可以调谐。这是目前其它系统所不能同时达到的。

三、光 路

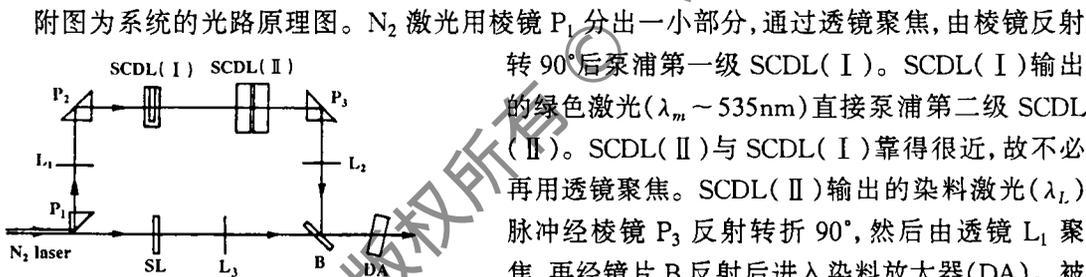


Fig. The optical geometry of the new designed SCDL oscillator-amplifier

附图为系统的光路原理图。 N_2 激光用棱镜 P_1 分出一小部分,通过透镜聚焦,由棱镜反射转 90° 后泵浦第一级 SCDL(I)。SCDL(I)输出的绿色激光($\lambda_m \sim 535\text{nm}$)直接泵浦第二级 SCDL(II)。SCDL(II)与 SCDL(I)靠得很近,故不必再用透镜聚焦。SCDL(II)输出的染料激光(λ_L)脉冲经棱镜 P_3 反射转折 90° ,然后由透镜 L_1 聚焦,再经镜片 B 反射后进入染料放大器(DA)。被激光染料放大。该脉冲到达 DA 之前, P_1 处剩余的 N_2 激光脉冲经柱透镜 SL 及透镜 L_3 聚焦,并通过 B,已先进入 DA,把激光染料泵浦到上能级,处于粒子反转状态,从而使信号光先得到有效放大。

四、串联 SCDL

第一级 SCDL(I)为一个长 1mm 没有镀膜的石英染料池,激光染料为香豆素,或其它在

版权所有 © 《激光技术》编辑部