

掺钛蓝宝石激光器实现飞秒级 自聚焦锁模运转

王清月 戴建明 向望华 邢岐荣 张伟力
(天津大学精仪系, 天津 370071)

自1989年 Goodbellt 等人利用被动锁模方式第一次实现了掺钛蓝宝石激光锁模以来,人们利用多种锁模方式实现了掺钛蓝宝石激光器的锁模运转,其中特别引起广泛兴趣的是利用激活介质自聚焦效应实现掺钛蓝宝石激光器的自锁模,并于1991年达到了几十飞秒至几百飞秒的锁模运转,成为当今超快激光领域研究的前沿和热点.天津大学超快激光研究室经过几个月的研究于最近在我国首次实现了掺钛蓝宝石自聚焦锁模运转,脉冲宽度达到184 fs.

该激光器为“N”形结构,如图1所示.在两个曲率半径为22 cm的全反射镜间放轩长为2 cm的掺钛蓝宝石,激光器的一端为透射率3%的输出镜,另一端为平面全反镜.在输出镜与曲面镜之间轩有直径为1.5 mm的小孔,用以实现自聚焦锁模.在全反镜与曲面镜之间放有用以进行啁啾补偿的高折射率棱镜对,并在第二棱镜与全反镜之间放有进行频谱选择的可移动狭缝.激光器腔长为1.7 m.与国外采用高达8~15 W的氩离子激光器作为泵浦源相比,本文实现了掺钛蓝宝石自聚焦锁模的低泵浦功率运转,泵浦功率为3.5~4.5 W.

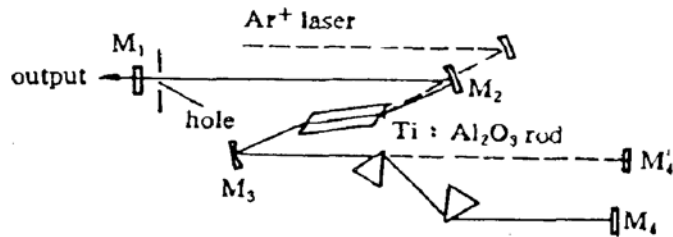


Fig. 1 Generation of self-mode-locked $Ti:sapphire$ laser by self-focusing with low pump power

作者在实现中首次发现了该种激光器锁模运转状态与色散量有着极为敏感的关系.当激光器运转在较大负色散值时,该激光器可以自启动(self-starting)、自维持和自恢复,并能处于十分稳定的锁模运转状态(振幅起伏在1%),但该种锁模状态对应着较宽的脉冲宽度1~2 ps和较大的 $\Delta t \Delta \nu$ 值,该值高出傅里叶变换极限的几倍至十几倍.随着正色散量的增加,脉冲宽度迅速变窄, $\Delta t \Delta \nu$ 值变小并趋向傅里叶变换极限.但运转的稳定性变差,并失去了自启动和自恢复的特性,必须在外界微扰的情况下(如振动反射镜)才能出现和恢复锁模运转.

与国外文献报导的自聚焦锁模出现的光谱蓝移现象所不同的是,本文首次观察到自聚焦锁模中心波长 775 nm 的频谱红移现象.

图 2 和图 3 分别给出该激光器锁模动转的相关函数曲线和相应的光谱曲线,它们对应的脉冲宽度和频谱宽度分别为 184 fs 和 4.5 nm, $\Delta t \Delta \nu = 0.406$. 图 4 为锁模脉冲序列照片.

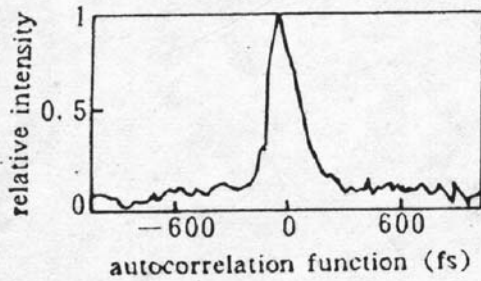


Fig. 2 The curve of Autocorralation function

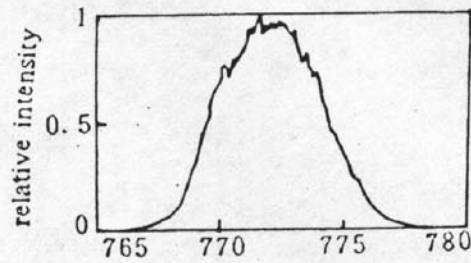


Fig. 3 The spectrum for mode-locking

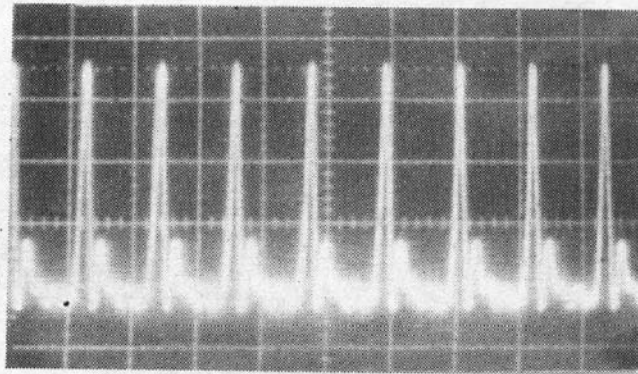


Fig. 4 The mode-locking pulse train.

参 考 文 献

- [1] D. E. Spence, W. Sibbett, Femtosecond pulse generation by a dispersion-compensated coupled-cavity, mode-locked Ti : sapphire laser. *J. O. S. A. (B)*, 1991, 8(10) : 2053-2060
- [2] N. H. Rizvi, P. M. W. French, J. R. Taylor, Continuously self-mode-locked Ti : sapphire laser that produces sub-50 fs pulses, *Opt. Lett.*, 1992, 17(4) : 279-281
- [3] G. Gabetta, D. Huang, J. Jacobson *et al.*, Femtosecond pulse generation in Ti : Al₂O₃ using a microdot mirror mode locker, *Opt. Lett.*, 1991, 16(22) : 1756-1758