

腔内含有多量子阱饱和吸收体的 自启动锁模钛宝石激光器研究

阮双琛 侯 洵

(中国科学院西安光学精密机械研究所 710068)

摘 要 本文报道了腔内含有多量子阱饱和吸收体的自启动锁模钛宝石激光器。该激光器输出最短光脉冲为 180fs。

关键词 多量子阱吸收体; 自启动; 锁模; 钛宝石激光器

0 引言

进入 80 年代后期, 由于高质量的宽带可调谐固体激光晶体的问世, 使得固体激光器的研究发生了革命性的变化, 相继取得了一系列的突破性的进展。使一度发展缓慢的固体激光器增添了新的生命力, 成为当前激光学术界的研究热点之一。在这中间受到人们重视的有: Ti:Sapphire¹, Cr:LiSAF², Cr:YAG³, Gr:Forsterite⁴ 等。在这些材料中, 都实现了自锁模运转, 得到了 fs 光脉冲输出。但是, 一般来讲, 这种自锁模是不能自启动的, 即在失去锁模状态后, 如果没有外界的激发或者扰动(主动或被动), 该激光系统将处于连续波运转状态, 而不能恢复到原光的锁模状态。这种运转状态对于实际应用带来诸多不便。为此研究锁模状态的自启动和长时间稳定性是人们迫切需要解决的问题。目前在钛宝石激光器中, 应用染料⁵、声光调制器⁶、非线性玻璃⁷ 等来获得自启动的锁模运转。本文介绍应用多量子阱饱和吸收体的自启动锁模钛宝石激光器。

1 多量子阱饱和吸收体的结构

多量子阱饱和吸收体的结构如图 1 所示。它是由 100 个周期 7.0nm 厚的 GaAs 势阱和 10nm 的 AlGaAs 阻挡层组成。在室温下, 它的吸收峰是 822nm, 其表面镀有单层抗反射膜, 并且放在镀银的硅片上。硅片放在铜块上, 并用水冷却铜块, 温度控制在 5℃。关于多量子阱的详细报道见文献 8。

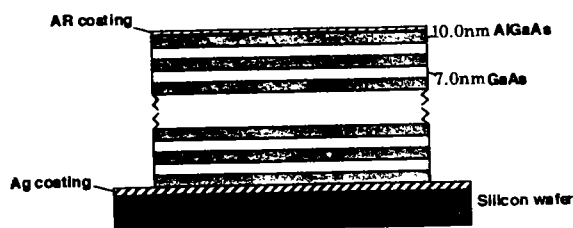
2 实验研究及其结果

整个实验装置如图 2 所示。谐振腔由标准的, 象散补偿的四镜腔组成。钛宝石棒为 $\Phi 6 \times 20\text{mm}$, 两端布儒斯特角切割, 浓度为 0.1%。 M_1 、 M_2 为 $R=100\text{mm}$ 的全反射镜, M_4 为透过度为 1% 的平面输出镜, M_3 为 $R=50\text{mm}$ 的全反射镜, P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 为 SF_{10} 棱镜, L 为焦距为 10cm 的透镜, 用氩离子激光器的全谱线泵浦。

在没有多量子阱饱和吸收体的情况下(在多量子阱饱和吸收体处用全反射镜), 连续波运转的阈值为 1.7W。当引入多量子阱饱和吸收体后, 连续运转的阈值为 5W。当泵浦功率超过 6W 时, 得到了稳定的自启动锁模运转。在泵浦功率为 7.2W 时, 锁模输出功率为 12mW。这种低的锁模输出功率部分原因是由于钛宝石棒的质量不是太好。

收稿日期: 1994-08-23

MQW saturable absorber



100 periods of 70 nm GaAs wells with 100 nm AlGaAs barriers, Carrier lifetime ~ 150 ps

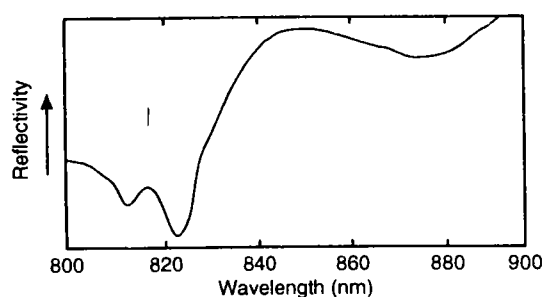


图 1 多量子阱饱和吸收体的结构及其线性反射率

Fig. 1 MQW saturable absorber structure and its linear reflectivity

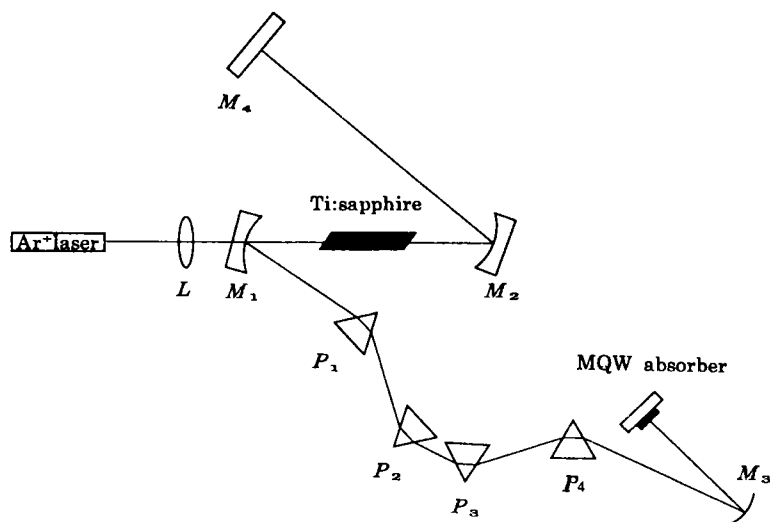


图 2 含有多量子阱饱和吸收体的钛宝石激光器腔结构

Fig. 2 Schematic of Ti:Sapphire laser with intracavity MQW saturable absorber

在调节腔内最佳补偿后,一般情况下光脉冲宽度为 200fs,得到的最短光脉冲宽度为 180fs. 图 3 是用二次谐波自相关仪测量的 180fs 的自相关曲线.

3 实验分析

从上面的结果来看,尽管得到了自启动锁模运转,但是光脉冲宽度是比较宽的,似乎是没有进入自锁模状态. 造成光脉冲宽度较宽的原因主要有两个:其一是在钛宝石激光系统中的多量子阱饱和吸收体的损耗太大. 使腔的阈值增大. 这一点可以从连续波运转的腔的阈值的变化看出来,阈值增大了 3W 多,这对于自启动锁模是不利的. 其二是多量子阱饱和吸收体的引入,使腔内的色散量增大,难以用棱镜对进行补偿. 实验中要得到好的多量子阱饱和吸收体样品是比较困难的.

总之,本文验证了用多量子阱饱和吸收体在上述腔结构中,可以实现自启动锁模运转,得到稳定的 fs 光脉冲输出.

对 J. R. Taylor 博士在实验中的指导和帮助,表示衷心的感谢.



图 3 180fs 光脉冲强度自相关曲线

Fig. 3 Intensity autocorrelation of 180fs optics pulse.

参考文献

- 1 Evans, J M, Spence D E, Burns D, Sibbett W. Opt Lett, 1993, 18(13): 1074~1076
- 2 Rizvi N H, French P M W, Taylor J R. Opt Lett, 1992, 17(11): 877~879
- 3 Conlon P J, Tong Y P, French P M W, Raylor J R, Shestakov A V. Elec Lett. 30(9): 709~710
- 4 Seas A, Petricevic V, Alfano R R. Opt Lett, 1993, 18(11): 891~893
- 5 Sarukura N, Ishida Y, Nakono H, Yamamoto Y. Appl phys Lett, 1990, 56(4): 814~817
- 6 Lemoff B E, Barty C P J. Opt Lett, 1992, 17(6): 1367~1369
- 7 Rodzewicz, C Pearson G W, Krasinski J S. Opt Comm, 1993, 102(3): 464~468
- 8 Delfvett P J, Florez L T, et al. IEEE J Quan Elec, 1992, 28(10): 2203~2219

