2. 光照特性

图3示出了器件的光照特性,它表征入 射光功率对器件关态下伏安特性的影响。入 射光源为带光穿的 GaAs/GaAlAs 室温 连续

可调谐紫翠宝石激光器 张贵芬 张守都 许世忠 马笑山 范勤儒* (中国科学院上海光机所)

提要:用三元石英双折射滤光片对紫翠宝石激光进行调谐,已得到从735.7~796.1nm间60.4nm的连续调谐输出。用LiF被动晶体Q开关工作时激光线宽约为0.001nm。调谐时输出能量无明显下降,振荡阈值只增加了5%。

A tunable alexandrite laser

Zhang Guifeng, Zhang Shouduo, Xu Shizhong, Ma Xiaoshan, Fan Qingru

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica)

Abstract: Continuously tunable laser output at 60.4 nm in the range of 735.7 nm to 796.1 nm has been obtained in an alexandrite laser with a three-element quartz birefringent filter. The laser linewidth is about 0.001 nm when a LiF crystal as passive Q-switch is used for single pulse operation. The output energy does not decrease obviously while the oscillating threshold increases by only 5%.

到目前为止,紫翠宝石(Alexandrite)仍 是性能最优良的宽带可调谐激光工作物质之 一。近几年来,我们通过对晶体生长习性及 工艺流程的研究改进,经过对激光器参数最 佳化的选择,使紫翠宝石激光性能有了大幅 度提高,初步达到了实用化程度^[1]。

,引

三元双折射滤光片调谐紫翠宝石激光器

 M:
 BeAl₂O₃:Cr³⁺
 M2
 F-P

 BF
 SP

 BF
 SP

 图1 实验装置示意图

M₁、M₂—谐振腔镜; BeAl₂O₃:Cr³⁺—紫翠宝石晶体
 φ5×70mm; BF—双折射滤光片; S—分光板;
 F-P—测量标准具; SP—1m 光阑光谱仪

的实验结构如图 1 所示。曲率半径 2 m 的凹 面镜 M₁(宽带全反射膜)和平面镜 M₂(宽带 _{收稿日期: 1985}年6月 25日。 *成都电讯工程学院应届毕业生。

中国语言

第13卷 第7期

部分反射膜,反射率为72%)构成谐振腔,腔 长为56 cm。晶体棒为 ϕ 5×70 mm,端面未 镀增透膜,调整到和激光轴垂直。*BF* 为三 元双折射滤光片,对激光轴成布儒斯特角放 置。*S* 为分光板。F-P 为10.04 mm 厚的测 量标准具。*SP* 为1m 光栅光谱仪,用来测量 调谐范围。

石英双折射滤光片是沿光轴方向切割下 来的,光轴处在石英片内。线偏振 TM 波在 石英片中分成 o 光和 e 光。二者由于折射率 不同产生相位差,只有满足全波条件的波长 经过石英片后才有最大的透过,能够实现激 光振荡,其它波长受到不同程度的衰减而不 能振荡,由此实现选择波长。D. R. Preass 等 入导出了透射光强的表示式^[2]:





$$\begin{split} I_{TM} &= 1 - \sin^2(2\phi) \frac{n_0^4 - n_0^2 \cos^2\theta}{(n_0^2 - \cos^2\theta \cos^2\phi)^2} \\ &\times \sin^2\left\{\frac{\pi t}{\lambda}\right. \\ &\times \left[\frac{n_e(1 + \cos^2\theta \cos^2\phi/n_e^2 - \cos^2\theta \cos^2\phi/n_0^2)}{(1 - \cos^2\theta \sin^2\phi/n_e^2 - \cos^2\theta \cos^2\phi/n_0^2)^{1/2}} \\ &- \frac{n_0}{(1 - \cos^2\theta/n_0^2)^{1/2}}\right] \end{split}$$
(1)

式中 ϕ 是石英晶体光轴和入射面间的夹 角, θ 是入射角的余弦。入射角取布儒斯 特角, 石英在 0.75 μ m 处的布儒斯特角为 57.2°, 因此 θ =32.8°。t 为石英片的厚度。 n_{o} 和 n_{o} 为石英片的主折射率。从公式可知, 对 固定的 θ 角,透射强度是波长和 ϕ 角的函数, 改变 ϕ 角就可以使不同波长有透射极大值, 实现连续调谐。

紫翠宝石激光输出偏振度近于 1, 偏振 方向 E // a 轴。转动棒使偏振处 在 TM 波方 向上,选取石英片的厚度比近似为1:2:9。最 薄一片的厚度是考虑到调谐范围,取d1= 0.06 cm, 光谱自由程 Δλ=103.3 nm。最厚 一片是考虑到调谐线宽,计算出的线宽约为 0.3nm。实际上由于模间竞争, 线宽要小于 该值。为达到好的调谐结果,要求三块石英 片彼此平行,三条光轴也要平行。为此,三片 的装校是在激光腔内用激光反复调整达到实 验要求后用软胶固定在一个整体架上。图2 是按(1)式计算出的调谐曲线,它给出了调谐 范围。对应每一个 \$ 角,有一个相应透射极 大的波长。图3是用计算机计算的三块石英 片的透过率曲线,其中选定 $\phi = 40^{\circ}$ 。图3(d) 是三片组合总的透过率曲线。 从图可知, 最 薄一片决定了调谐范围,最厚一片决定了输 出线宽。

三、实验结果及分析

我们设计的三元双折射滤光片没有引起 输出能量明显降低,在中等光泵下可以输出 200~300mJ的能量。插入调谐元件后,激 光振荡阈值只升高了5%。图4(b)为振荡阈 值随调谐波长变化时的情况。图4(a)为输出 能量与调谐波长的关系曲线。由于增益曲线 边缘降低而引起阈值升高及输出能量减小。 增益曲线的不对称性使短波比长波变化更显 著。





图 5 紫翠宝石激光调谐谱(a)及输出谱宽(b)

我们通过螺旋测微器微调 6 角,已经实现从 735.7 nm 到 796.1 nm 间的连续调谐。 图 5(a)为由 1 m 光栅 光谱 仪 拍 下的 调谐 谱。最左边一条为长波 796.1 nm,最右边为 短波 735.7 nm。定标是用 Ne 灯的 667.6 nm 谱线的一级谱和 396.47 nm 紫外线的二级 谱(图 5(a)上最亮的长线),色散率为 0.814 nm/mm。输出线宽是用 10.04 mm 标准具 测量的。自由振荡条件下,光泵能量在阈值 上 10% 时,线宽约为 0.02 nm,小于计算 值。当用 LiF 被动调Q实现单脉冲时,输出 线宽约为 0.001 nm,如图 5(b)所示。被动 开关的这种选择纵模性能在[3]中已证实过。 在调谐过程中,我们发现在某一特定 ϕ 角下出现二个波长同时振荡,这是由模式竞 争引起的。从图 3(*d*)可以看出,对给定 ϕ 角 下,除透射极大峰之外,还有次峰存在,它大 约是主峰的 70% 左右。激光能在哪个 波长 上振荡,除和透射率有关外,还和介质的增益 大小即处在增益曲线上的位置有关。设主峰 透过率为 T_1 ,次峰为 T_2 。增益曲线峰值处 增益为 G_1 ,边缘某处的增益为 G_2 ,当满足 $T_1G_2 \approx T_2G_1$ 时,则可发生二个波同时振荡现 象,即出现双线。在长波和短波区各存在这 样一个 ϕ 角。抑制这种双波同时振荡的方法 是在腔内再放入检偏玻璃片堆,这样可进一 步降低边带的透过率,达到单一波长振荡。这 种方法的缺点是引起线宽变宽。此外,由于 三片的厚度比不是严格的整数比,峰值透过 率彼此间有一相对移动,也使次峰的透过增 大,严格控制三片的厚度比是必要的。

参考文献

- [1] 张守都等; 《中国激光》, 1984, 11, No. 4, 44.
- [2] D. R. Preuss et al.; Appl. Opt., 1980. 19, No. 5, 702,
- [3] 张贵芬; 《中国激光》, 1983, 10, No. 10,702.

(上接第 413 页)

染料脉冲的前沿超前于增益曲线的前沿,这 时尽管染料脉冲后沿饱和反转粒子数,使后 沿变陡而缩窄,但它的前沿由于遇到的增益 区域窄,没能获得相对足够的增益,使上升沿 变得延缓,因此总的效果还是使脉冲宽度增 宽。

北京工业大学殷宝璐老师、刘志明同志, 西安光机所张洁、王贤华等同志,中国科学院 电子所关大威、王立文同志在工作中给予热 情的帮助和合作;中国科学院物理所叶佩弦 同志对此工作的大力支持作者在此表示深切 谢意。 [1] D. Ricard et al.; Chem. Phys. Lett., 1972, 16, p. 617.

文

献

- [2] T. R. Royt et al.; Appl. Phys. Lett., 1974, 25, No. 9, 514.
- [3] L. S. Goldberg, C. A. Moore; Appl. Phys. Lett., 1975, 27, 217.
- [4] T. A. Driscoll et al.; Rev. Sci. Instru., 1982, 53, 1547.
- [5] K. Azuma et al.; Japan J. Appl. Phys., 1979, 18, 209.
- [6] Hiroshi et al.; Japan J. Appl. Phys., 1984, 23, No. 1, 40.
- [7] A. Seimeiner, B. Kopainsky; Proc. 3rd Int. Conf. Picosecond Phenomena, 1982.

puntied by the stond intrinents pulse train from an actively passively mode to bed repetitive pulsed Md. YAG laser. A broadly tunable, high-power mode tocked dye laser source has been achieved. Real time experimental investigation was made of armo relationship governing the output the rotoristics of the dye laser with a 5.443-5K high resolution streak camera. Brief and set and das usion are given concerning the experimental results.

主动领控由规军合成器产生频率为 51.530 MG 稳定度不低于10°。由于把与光 在带振鹿中的往返时间同步的调制规范引入 谐振腔中,使得非同步产主的亚版冲引电册 耗,从面把制亚账单的产生,提高锁院传输定