

激光的自注入调频放大

我们提出了一种激光调频放大新原理——自注入原理,可将选模、调频元件对激光输出功率的影响降到最小,即有可能使调频效率接近1。

激光自注入调频放大原理见图1,反射镜 M_1-M_3 组成放大腔, M_1-M_2 组成调频腔,它们的阈值反转粒子数分别为 n_0 和 n'_0 ,由于调频元件对调频腔造成的高插入损耗,势必有 $n'_0 \gg n_0$ 。设激活介质被激发初期,换腔开关关闭放大腔而令调频腔运转,待被选模式的振荡达到一定强度后,启动换腔开关使放大腔运转,此时激活介质的反转粒子数 $n \gg n'_0 \gg n_0$,即远处于放大腔阈值反转粒子数之上,所以放大腔随即产生高倍率放大效应。由于启动换腔开关时被选模式的光子数已在总光子数中占绝大多数,以致在放大腔运转时仍一直占优势,其他模式的光子数由于这种模式竞争效应始终不能获得足够增长,结果激光输出几乎全由被选模式构成。

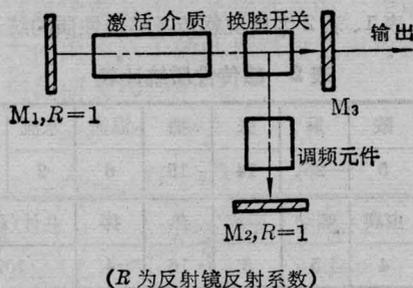


图 1

理论分析表明:激活介质以低自发辐射的四能级体系为宜,换腔开关可用电光开关、声光开关或饱和吸收自透明开关等,激光器以脉冲方式或连续波斩为脉冲方式运转。

用我们理论研究获得的速率方程组,对闪光灯泵浦的若丹明6G染料激光器和电光开关组成的自注入调频放大激光器进行了单频运转的数值处理,结果如图2。只须在所选模的光子数足够多时(例如大于其他模光子数总和100倍以上)启动换腔开关,即可获得单频放大输出,杂散模的强度比所选模强度低几个量级。而单频输出的峰值功率约和放大

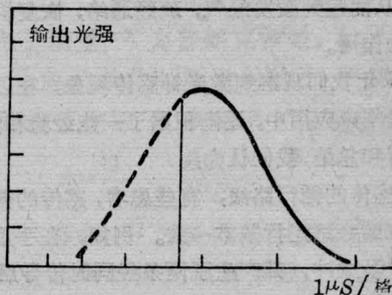


图2 虚线为放大腔宽带(100Å)振荡输出
实线为调频放大输出(单频)

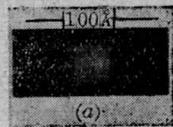


(a) 调频放大输出波形, 线宽0.025Å。
(0.5微秒/格)

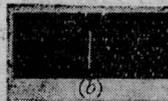
(b) 放大腔宽带振荡输出
波形,线宽100Å。
(0.5微秒/格)



(c) 调频腔输出波形,
线宽0.025Å。
(0.5微秒/格)



(d) 放大腔宽带振荡输出
谱线(用0.5米光栅
光谱仪测得)



(e) 调频放大输出谱线
(用0.5米光栅光
谱仪测得)



(f) 调频放大输出线宽测量,
线宽0.025Å(用间距6
毫米F-P标准具测得)

图 3

腔宽带振荡时相等。

相应的实验结果示于图3,与图2比较可知,理论和实验符合较好。

(中国科学院物理研究所
许祖彦 潘少华 邓道群
郭东升 李秀芳)