

全息红宝石激光器及景深问题

中国科学院上海光机所 刘立人

本文主要叙述全息红宝石激光系统, 附带讨论全息景深与记录和再现激光的相干性、纵模结构、光波形等之间的关系。

(1) 红宝石激光器用于全息照相必须具备高度的空、时相干性。一般而言需以单一纵横模工作(这一问题在(2)中详细分析和质疑)。

为此进行了腔内 F-P 选模器、多片共振反射器及其组合的纵模选择实验, 腔内小孔选横模实验。配合慢速 Q 开关及阈值泵浦可取得脉宽 40 毫微秒的 10 毫焦耳单一纵横模输出。设计了一级三折指数放大器 and 一级线性功率放大器, 得到焦耳级能量。为了能做高速动态干涉计量, 除染料 Q 开关外也给出了双单块电光晶体的分腔式双脉冲输出结构。

本文采用了几种测量相干性的干涉法和全息法实验装置。重点是以短程和长程全息法测量相干长度。结果表明上述振荡器的相干长度达 6 米以上。

研制了一套各种间距的空气间隔的 F-P 标准具和固体 F-P 标准具。实验测定总锐度约大于 20, 测试激光纵模性能良好。给出了设计参数和使用方法。

用这台激光器进行了一般全息摄影, 采用两次曝光法作了氙灯放电过程中的等离子体密度分布的测定。

(2) 在实验过程中发现全息照相景深与记录激光的纵模数目之间不一定存在如文献中所说那样的倒数关系, 或所说出现周期性景深问题。我们的分析和结论简述如下:

在全息记录过程中, 物体被记录的景深取决于记录激光的相干长度, 它不仅与纵模数目有关, 而且与纵模之间的相互位相关系有关。这些模大致有: 相互随机无关、相互锁定或介于二者之间等情况。同时发光波形也与纵模结构有关。考虑到脉冲和连续激光, 根据经典相关度公式计算, 发现激光的相干长度与其输出波形相应, 就是说单纵模的相干性最好, 且由其带宽决定, 随机多模的相干长度由其中任一个模决定, 锁定多模由于模之间的干涉而出现两倍腔长的周期性相干长度。

在全息再现过程中, 上述三种全息图中能被记录下的景物是否能再现出还需深入研究。对于随机多模连续再现激光, 分析计算表明用单纵模或锁定多模记录的照片能够再现出已记录的景深。而以 N 个随机多模记录下来的照片实质上再现出 N 个景物, 由于记录波长的差别而产生像的位移, 所以这些物象之间的干涉, 称为物象干涉作用。再现景深也出现与腔长有关的周期性。

综上所述, 只有单纵模能记录并再现相应带宽截止景深, 锁定多模由于记录时的干涉作用, 随机多模由于再现时的干涉作用而周期性截止景深。但是物象干涉只在非常苛刻条件下才会发生, 因此以随机多模作记录时一般没有再现时的物象干涉从而能得到由其中单一模带宽决定的景深。对此都用上述器件在实验上作了相应验证。这一点指明, 能不用复杂的选模技术, 对于全息应用有相当大的实际意义。

利用红宝石激光器进行高速叶片的多幅全息摄影

中国科学院西安光机所二室全息组

为了用全息照相的方法记录一些快速运动物体的瞬时运动状态, 以及一些物理变化的瞬时现象, 获得三维立体图象, 需要在足够短的曝光时间内使瞬变现象处于“冻结”状态, 必须采用高速全息摄影。

本文叙述了以多脉冲红宝石激光器作光源的整个拍摄装置及所获得的 11 幅立体全息图象。由于红宝石