

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

本身的光学不均匀性及棒的高增益特点,产生了大量的高阶模,使输出光的相干性变坏,对全息照相不利。为了提高红宝石的相干性,采用腔内小孔选横模,对6943埃波长的光,采用不同厚度、不同反射率的标准具,以不同的倾斜角进行选纵模,对这些既从理论上作了探讨,也在实验中进行检验,初步达到了最佳效果。激光脉冲序列是用一个脉冲序列电信号来控制普克尔盒的“电光调Q”(电光晶体采用KDP)形成的;在0.6毫秒内提供了等间隔的11个激光脉冲序列,脉宽25毫微秒左右。

为了增加拍摄对象的景深,本实验在全息光路上采用了等光程布局,参考光与物光两个波前的相对空间位置尽可能紧密地相匹配,参考光束与底片法线间的夹角等于物光束与底片法线间的夹角,拍摄方式采用反射式,在同一底片上进行记录。

本文最后介绍了拍摄时所用的“多脉冲调Q电源”装置及线路特点,以及氙灯泵浦与脉冲触发的延迟时间对光脉冲出现的数目和均匀性的影响,找出适合本实验的最佳延迟时间。

流场显示中的夹层全息干涉术

中国科技大学 明海 尹协振 王奎

六十年代由于激光技术的促进,全息术获得了迅速发展,并很快被引进风洞测量技术中。它不仅可以对同一张全息图进行纹影、阴影分析,而且可以克服原来马赫干涉仪要求结构精密、造价昂贵、难于调整的缺点,以取代马赫干涉仪进行流场的定量分析。

为了获得能进行定量分析的有限条纹干涉图,必须控制干涉图中未扰动区背景条纹的方向和间距。我们曾用双参光双曝光方法做到了这一点,此外还有双全息图法,气体楔或液体楔等方法。本文介绍了一种新的光学方法——夹层全息术。它在研究固体形变中已获得应用,这里我们把此方法推广到了流场显示技术中。实验证明,它具有双全息图法的优点,可以方便地控制干涉图中背景条纹的方向和间距,而且不需要十分精密的调节机构。同时对任一张试验的全息图可以进行阴影、纹影分析,对每一对试验的夹层全息图还能获得波前剪切干涉图。

夹层全息图由两块全息干板组成,其乳胶面相对,中间保持一定间隔,放在一个专门的支架上曝光和再现。试验在马赫数为2.05的超音速风洞中进行,光路由改装的纹影仪组成。光源采用了选模红宝石激光器。试验过程是:吹风前先对一组夹层进行曝光,在风洞吹风时对另一组新的夹层进行曝光。两组夹层经显影、定影后,将第一组的前板和第二组的后板组成新的夹层放在原支架上再现。旋转这组再现的夹层即可获得不同方向、不同间距的背景条纹。

文中叙述了试验过程、注意事项并讨论了夹层全息术和双全息图法、双参光双曝光法的优缺点。文章最后对一张轴对称流场的干涉图进行了密度场的定量计算,给出了计算方法、公式、曲线及结果。

一种新型的彩色全息术

中国科学院物理研究所 陈岩松 王玉堂 董碧珍

本文提出了一种彩色全息术新方法。同国外已经发表的几种彩色全息术相比较,有其特点。第一,现有的彩色全息术需要三种颜色的激光器作照相光源,全色全息干板作感光材料;而本方法只需要一种单一波长的激光器作照相光源,单色全息干板作感光片。第二,摄制对象包括室内外任何物体和景物,全息图能够用白炽灯照明,并且是透过型再现。第三,把二维照片合成全息图的技术与此方法结合起来,能够把室内外的任何物体或景物制成彩色全息图,其再现现象是彩色立体的。