

光全息照相实验*

兰州大学物理系激光小组

光全息照相是光学领域的新成就。它在工业生产,科学技术的许多方面得到很有前途的应用。在批林批孔运动深入发展的大好形势下,为了更好地培养工农兵学员分析问题和解决问题的能力,我们探讨了在学员的物理实验中安排全息照相的可能性。现将初步结果介绍如下。

一、仪器装置

记录全息图的装置较多,我们选择了目前使用比较广泛的分光束记录装置,它的示意光路如图1。实

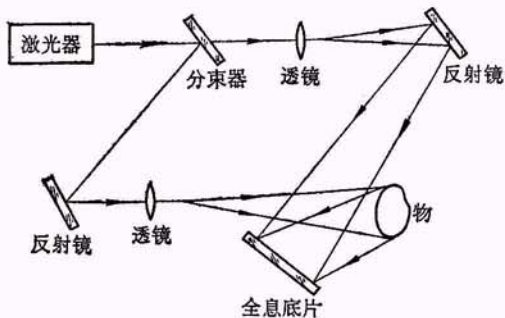


图1 拍摄全息图的光路示意图

际装置的照片如图2。考虑到大量学员作实验的需要,同时又为了提高仪器的使用率,在满足全息照相要求的前提下,所需元件尽可能从现有设备中选用。例如,



图2 实际装置的照片

扩展光束用的透镜是原有显微镜 $20\times$ 物镜,它们的支架是卸去了本身的目镜和物镜的读数显微镜架;平面反射镜是F550平行光管的附件;光源是He-Ne激光管,输出功率约1毫瓦,横模是 TEM_{01} 。使用 TEM_{01} 在相干性方面未遇到困难,但当拍摄物不是单个物体时,画面更疏,而不显得拥挤。

二、装置的稳定性

记录装置必须放置在具有足够稳定性的工作台上,是成功地进行拍摄的关键。这种台子一般是专门设计建造的,具有良好的防震性。另外,拍摄过程中,装置附近的环境条件,如温度变化、气流都会对全息图的质量带来不利的影响。可是这些要求看来与学员实验的特点是对立的。例如,为了同时容纳更多的人做实验,就要求装置对实验室的适应性强。最好装置连同工作台都是可拆卸、能挪动的。为此我们决定在现有实验室开始试验。我们实验室所在的楼房两面靠近马路。实验室位于三楼。因此,装置稳定性的检查应

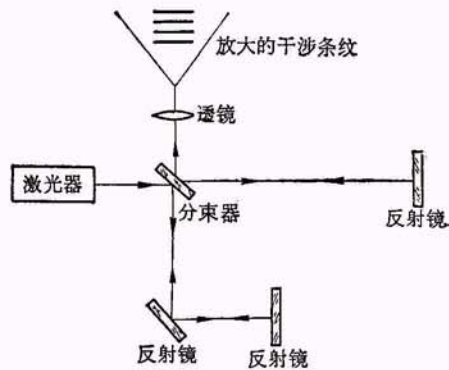


图3 干涉条纹的放大观察

慎重。为此用图3的光路观察了放大后的干涉条纹的变动情况;另外又按图4的光路用显微镜进行了观察。经过对几种布置方案的检查比较表明,图2的装置在2—3分钟的时间内,条纹变动的幅度不超过条纹间距

* 1974年9月29日收到。

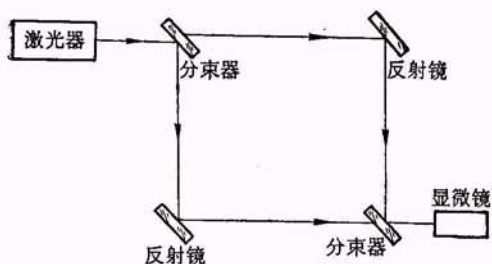


图4 干涉条纹的显微镜观察

的1/6。用600倍的显微镜观察到的两束光的干涉条纹是清晰的,但有点闪烁;用指甲轻弹台面,条纹立即模糊消失,但很快又呈稳定。根据兄弟学校和我们的经验,起码的条件是要在显微镜下能看到条纹,而不是模糊一片,只要能满足这个条件,一般最后是能再现出东西来的。

据初步体会,在学校实验室中,在一块厚度约6厘米的塑料海绵上,安置一个水泥方槽,槽内添加沙子和小块重物,可改进其稳定性能,再在上面盖一块厚10厘米以上的水泥板作工作台,是能达到要求的,拆卸和挪动均较方便。

三、全息底片的曝光

用的是天津产的全息底片,为了对这种底片的感光性能有所了解,可用晒光电池和检流计联结,组成一个简单的测量光强的仪器。当光电池的受光面全部被激光束照射时,检流计的偏转格数可作为光束平均强度的量度。底片在一定光强下,在一定时间内的曝光量可用“检流计偏转格数×时间”(简称“格秒”)数表示。用激光曝光的底片都经过同一的显、定影处理,然后用上述仪器测量其平均的强度透过率,并取其平方根作为振幅透过率。透过率的粗略测定是用普通白炽灯泡作光源进行的,若用激光源则更合适。测量结果如图5所示。

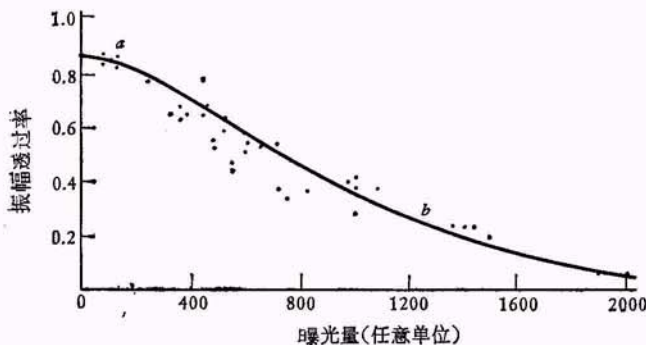


图5 一种全息底片的T-E曲线

对吸收全息图,要得到高的象再现效率,全息图的平均透过率应取在0.5附近^[1],相应的曝光量约为650格秒。拍摄全息图时,测量了底板所在处参考光和物光的平均强度,就可根据它们的和来确定合适的曝光时间。利用这个方法,我们在实际曝光时间为十几秒到二百多秒的范围内都得到了预期的结果。

合适的物光和参考光的强度比,也是影响全息图质量的一个重要因素。例如,取物光强度/参考光强度=1/3,由图5可估计出,干涉条纹的反差所确定的曝光量的变化约在曲线上a、b两点所对应的范围。可见,这样的强度比是充分利用了曲线的直线部分,但两端都进入非线性部分,这会造成再现时的某些噪声(在成象方向的杂散光)和再现现象的畸变。就我们所拍摄的那些物体的再现现象来看,未觉察出明显的畸变。

四、实验结果

主要摄制了漫反射物体的全息图。图6是所得结果的再现虚像的照片。



图6 再现虚像的照片

在我们的实验中,被摄物体距底片较近(约10厘米),所得的全息图片用60瓦的白炽灯照明时,可看到亮白的、周围及细节有些模糊和彩色的再现现象^[2]。而比较成功的漂白片子,白天在一般实验室内,对着较亮处(如窗角)就可隐约地看到再现现象的轮廓。这些对较多的人作实验时初步检查各人的实验结果可能有帮助。

摄制了准备漂白的全息图,漂白^[3]结果效率有显著提高。据初步试验,将一块全息片(吸收的或漂白的都行),和一块红色滤光片(红玻璃片或红色赛璐珞片)重叠在一起,周围用胶布粘住,最好将全息片的药膜面夹在中间,就可成为一种方便、耐用的教具,在教室中学员就可对着阳光和白炽灯光观察全息再现现象。图7a是这种教具用白炽灯再现的虚像照片,图7b是同一全息片(去掉滤光片)用激光再现的虚像。

(下转203页)