

一种用多束参考光实现多通道全息干涉计量的方法

陈 颜

(北京工业大学应用物理系)

提要: 提出一种用多束参考光进行编码记录实现多通道全息干涉计量的技术, 并给出实验结果。

A multiplexing technique using multiple reference beams for holographic inteferometry

Chen Yan

(Applied Physics Department, Beijing Polytechnic University, Beijing)

Abstract. A multiplexing technique for holographic interferometry is proposed which uses multiple reference beams to encode and record holograms. The experimental results are presented.

前 言

自从1965年 E. N. Leith 等人提出多通道全息术以后^[1], 多通道全息术在彩色全息^[2]、全息存贮^[3]、全息干涉计量^[4, 5]及光学信息处理^[6]等领域中都获得了应用。这种技术是利用全息记录的冗余性和全息记录的多重性而实现的, 按其记录方式可分为两类: 一类是利用全息记录的冗余性对记录介质采取区域分割记录; 另一类是利用全息记录的多重性用多路光束进行全息记录。

在全息干涉计量领域中, 多通道技术的引入, 为同一物体多种状态的记录与比较以及对动态物体进行抽样记录与比较提供了良

好的途径。1973年 P. Hariharan 等人提出了对记录介质进行区域编码曝光的多通道全息干涉计量技术, 这种技术的优点是装置简单、易操作, 缺点是不适于对透明物体进行全息干涉计量; 再现时, 观察干涉条纹有定位误差。1981年 V. G. Kulkarni 等人提出了多参考光记录双光束再现的多通道全息干涉计量技术, 这种技术的优点是可判别物体纵向位移的方向, 缺点是装置复杂, 再现时需要有高精度的复位装置和调整装置, 光能利用率很低。本文提出一种采用多路参考光编码记录的多通道全息干涉计量技术, 这种技术可以避免上述两种技术的缺点。

收稿日期: 1986年1月13日。

(9)式中的第三项就是(8)式的运算结果。用一束振幅为1的相干准直光照射全息图时,(9)式中第三项就是所需要的 S 个再现光波。由(2)式可知,每个再现光波都沿着不同方向传播,可以单独分离出来。这样在一张全息图可得到物体 K 种状态中任意两种状态之间的干涉再现现象。

实 验

用多束参考光对物体进行多光束编码记录实现多通道全息干涉计量的记录装置如图2(a)。参考光路由正交光栅 G 、傅里叶变换透镜 L_2 和可移动小孔光阑 M_2 组成。光栅 G 用来产生不同方向的参考光。用一束相干的准直光束照射光栅 G ,在透镜 L_2 的后焦平面上产生光栅 G 的傅里叶频谱,每一个谱点便是一束参考光的光源(图3)。移动小孔光

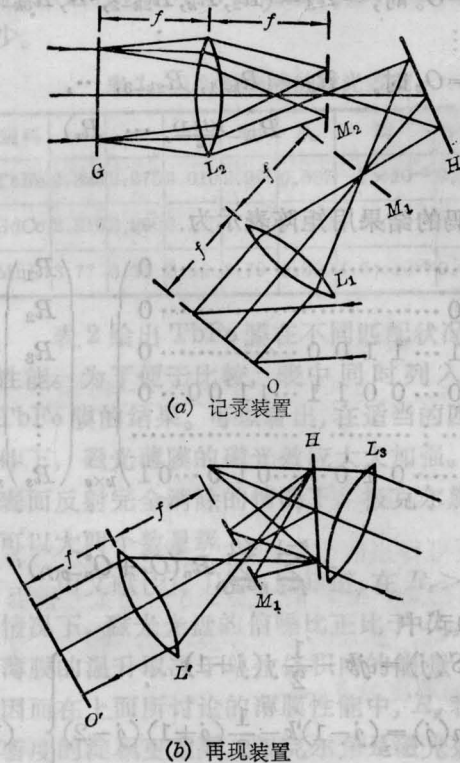


图2 用多束参考光进行编码记录实现多通道全息干涉计量的记录和再现装置

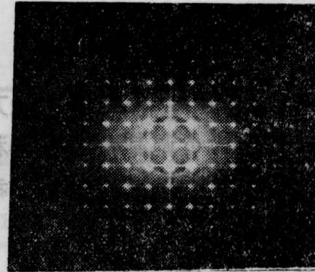


图3 光栅 G 的傅里叶频谱

阑 M_2 ,只让某一频谱的光通过,实现对物光的编码。物光路由物体 O 、傅里叶变换透镜 L_1 和小孔光阑 M_1 组成。小孔光阑 M_1 放在透镜 L_1 的后焦平面上,用一束相干光照射物体,物体反射的光经过透镜 L_1 和光阑 M_1 后到达干版,与参考光 R_n 相干涉。按照(8)式对干版进行编码曝光,然后进行适当的显影处理,便可得到所需要的全息图。

再现时,将全息图放回原光路中,用一束与光栅 G 的零级频谱所产生的参考光相共轭的光波照射全息图 H (图2(b)),沿着原来物光波传播的相反方向将再现 S 束物光波。这些再现光波在光阑 M_1 上各自形成相互分离的小光斑,移动光阑 M_1 ,只让某一束再现光通过,经过透镜以后,在原来物体的位置上将得到一个带有干涉条纹的物体的象。

实验结果

用图2所示的装置(光栅 G 为光栅常数 $d=0.01\text{mm}$ 的正交矩形光栅)对一块连续四次加载,产生不同形变的钢板进行多通道全息记录,将钢板每次加载前后的状态全部记录在一块干版上,共记录了五种状态,制得的全息图有十个通道。在图4显示了每个通道的再现现象。图象从左至右:上面第一行为 O_1+O_2 、 O_1+O_3 、 O_1+O_4 、 O_1+O_5 的再现象;第二行为 O_2+O_3 、 O_2+O_4 、 O_2+O_5 的再现象;第三行为 O_3+O_4 、 O_3+O_5 的再现象;第四行为 O_4+O_5 的再现象。

由于照相乳胶的动态范围^[7],本文所提

