

使用计算机再现校正掩膜的反射全息扫描器

Y. Ishii, K. Murata

(日本北海道大学工程学院应用物理系)

全息光栅扫描器在光学扫描装置中的应用的不断增加。

本文描述一种全息扫描法,其中反射体积全息图记录在铬盐明胶板上,并以多边形的形式安置在一个圆筒的周围。这种扫描器以反射方式工作,便于做成紧凑的折叠型以及在布喇格条件下只有一级衍射。 F 是点源 P 与全息图平面之间的距离,圆筒的半径为 r 。旋转这个全息图,就会使无畸变的再现斑点沿一曲线轨迹扫描。在许多应用中都希望有一个平的扫描面。利用计算机再现全息图产生的非球面波前完成了场曲率校正工作。全息图跟平场平面间的随空间变化的成象距离 Z 由下式给出。

$$Z = (r + F)(\theta \sin \theta + \cos \theta) - r \quad (1)$$

式中 θ 是扫描角。平场扫描所需的相函数 ϕ 由如下的多项式来确定:

$$\phi = \frac{2\pi}{\lambda} \left[\left(\sqrt{F^2 + x^2 + y^2} - F \right) + \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n C_{ij} x^i y^j \right] \quad (2)$$

式中 λ 是波长(氩激光器的488毫微米), n 是偶次幂数,最高为8, x, y 坐标取在全息图平面上。系数 C_{ij} 用衰减最小的二乘法技术来确定。输入37条光线形成一个极性列阵,光线跟踪到方程(1)所指出的平扫描面上。把具有最佳化系数的方程(2)的第二项所表示的波前编码输入计算机再现全息图中去。来自计算机再现全息图的掩膜的衍射波在全息图平面上成象,在全息图平面上的这种透射全息图是由象的幅值及从 P 点附近的点源射出的球面波组成的。使用来自透射全息图的衍射波以及从平板的后侧射出的发散参考波,将所期望的反射全息图($F=470$ mm、 $r=80$ mm)记录在铬盐明胶板上。将全息板加以烘烤,以对厚度的膨胀进行校正。将平场扫描斑点与无校正的扫描器得到的扫描斑点作了比较。可以看出在角度比较大的情况下,斑点有明显的改善,其直径为 $100 \mu\text{m}$ 。