

准直激光束高斯强度的均匀化

Han Changyuan

(中国科学院长春光学精密机械研究所)

Kazumi Murata

(日本北海道大学工程学院应用物理系)

在激光的许多应用中,常常希望将一准直激光束的高斯强度分布转换成一均匀强度分布。为此目的, Rhodes 等和 Shafer 发表了一远焦透镜系统,但在他们的文章中没有给出实验结果,我们设计和组装了一台带有二个全息滤光片的强度转换系统,并在实验上证实了它的可行性,

假如一高斯激光束入射到第一个全息板 P_1 上并在离开第二个全息板 P_2 时形成一均匀光束,若在中心处入射强度 $i(r)$ 是归一化的, $i(0)=1$; 而全息图的半径 r_0 是取得使其边缘处的束强的 $i(r_0)=e^{-2}$, 于是

$$i(r) = e^{-2r^2/r_0^2} \quad (1)$$

设在全息板 P_1 处半径为 r 的圆束斑到达全息板 P_2 处是在一半径为 R 的圆内, 其均匀强度是 σ , 在这个两圆内的积分强度可看作相等

$$2\pi \int_0^r i(r) r dr = \sigma \pi R^2. \quad (2)$$

设两全息板 P_1 和 P_2 间的距离是 z , 则离开板 P_1 的波前 $W_1(r)$ 和到达板 P_2 的波前 $W_2(R)$ 可由以下微分方程确定

$$\left. \begin{aligned} \frac{dW_1(r)}{dr} = \frac{R-r}{Z}, \quad \frac{dW_1(r)}{dr} \Big|_{r=0} &= 0 \\ \frac{dW_2(r)}{dR} = \frac{R-r}{Z}, \quad \frac{dW_2(R)}{dR} \Big|_{R=0} &= 0 \end{aligned} \right\} (3)$$

可用数值积分法解这些方程。在波前 $W_1(r)$ 和 $W_2(R)$ 确定以后就可分别综合出计算机求得的全息图 CGH_1 和 CGH_2 。最后, 由这些计算机求得的全息图求得随载波增长用光学方法记录的全息图 H_1 和 H_2 , 结果改善了衍射系数并减小了相干噪声。

实验将全息图 H_1 和 H_2 分别放在 P_1, P_2 处。

文章将输入的高斯分布曲线和输出的均匀分布曲线作了比较, 并将均匀化后的光束经一干涉仪获得干涉图以表明均匀化的结果。