

王 绍 民

(杭州大学物理系)

若干实验已证实角反射列阵具有近似的相位共轭性质。和非线性的相位共轭相比,列阵具有明显的特点。如:它是被动元件,可使任意弱的讯号产生共轭,工作面积大,重量轻,价廉以及简单等。因此,它是相位共轭技术进入实用的可取途径。

但是,用经典光学去分析列阵的成像和共轭性质非常困难,因为它的成像不一定是高斯的。因此,人们称它《准相位共轭器》。

本报告运用和发展变换矩阵的技巧,对列阵一阶成像性质和综合成像的附加像差作了完整的推导。列阵的运转特性可用光线变换矩阵

$$\begin{pmatrix} a_1 & b_1 \\ c_1 & d_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (R+b-l)/R & b \\ (d \mp 1)/R & d \end{pmatrix}, \quad (1)$$

或等效变换矩阵

$$\begin{pmatrix} a_2 & b_2 \\ c_2 & d_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ c_1 \rho_i + \frac{d_1}{a_1} - \frac{1}{\rho_i} & 1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

描写。式中, ρ_i 是入射光束的波前曲率半径, R 是列阵输入面的曲率半径, l 是列阵的轴向厚度, $abcd$ 是构成列阵各单元的光线变换矩阵元,而“ \mp ”则分别适用于向前或向后的光学系统。如果选择 $b=0$ 和 $d=-1$ 的光学元件构成 $R=\infty$ 的列阵,则(1)式和(2)式退化为

$$\begin{pmatrix} a_1 & b_1 \\ c_1 & d_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \quad \text{和} \quad \begin{pmatrix} a_2 & b_2 \\ c_2 & d_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -2/\rho_i & 1 \end{pmatrix}. \quad (3)$$

它和由简并四波混频产生的相位共轭器具有相同的形式。

按照这一原理,我们演示了几种新的列阵型准相位共轭器。其一是自聚焦光纤列阵,另一是微珠列阵。前者的相位共轭性质优于角反射列阵,后者的结构则比角反射列阵简单。

实验验证和新型准相位共轭器的研制是和中国科学院生物物理研究所及上海交大合作完成的。