

梯度光纤列阵相位共轭性质的演示

王 绍 民 周 国 生 吴梅瑛 彭连惠 田丽娟

(杭州大学) (山西大学) (中国科学院生物物理研究所)

1982 年 12 月 29 日收到

提 要

本文提供了一种新的准相位共轭器件,它能补偿因折射率不均匀而引起的波前畸变。

一

Rees^[1] 在研究微型复印机的基础上,发现了梯度光纤列阵的综合成像是非高斯型的,即

$$V = -u, \quad (1)$$

像距恒等于物距。

因此,列阵的作用可用下列变换矩阵描写^[2]:

$$\begin{pmatrix} a_2 & b_2 \\ c_2 & d_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -2/u & 1 \end{pmatrix}, \quad (2)$$

这已隐含着相位共轭的性质。

在文献[3,4]中,进一步给出了光学元件列阵作为相位共轭器的条件为

$$a = d \begin{cases} \text{当 } a = d = 1 \text{ 时, } b = 0, c \neq 0; \\ \text{当 } a = d = -1 \text{ 时, } c = 0, b \neq \infty \end{cases} \quad (3)$$

$$\text{和} \quad b^+ = -(1+d)/c = b/(1-a). \quad (4)$$

这里 a, b, c, d 是组成列阵单元的光线变换矩阵元, b^+ 是参考面移动的有效距离。

二

将折射率具有如下径向二次方分布:

$$n(r) = n_0 \left(1 - \frac{1}{2} Ar^2 \right) \quad (5)$$

的光纤置于空气中,其光线变换矩阵为

$$\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(\sqrt{A}l) & \frac{1}{n_0 \sqrt{A}} \sin(\sqrt{A}l) \\ -n_0 \sqrt{A} \sin(\sqrt{A}l) & \cos(\sqrt{A}l) \end{pmatrix}, \quad (6)$$

式中 l 为光纤长度。只要 $\sqrt{A}l \neq 2n\pi$, 它便满足(3)式。按(4)式作参考面移动

$$\begin{pmatrix} a^* & b^* \\ c^* & d^* \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & b^+ \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & b^+ \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ -n_0 \sqrt{A} \sin(\sqrt{A}l) & -1 \end{pmatrix}. \quad (7)$$

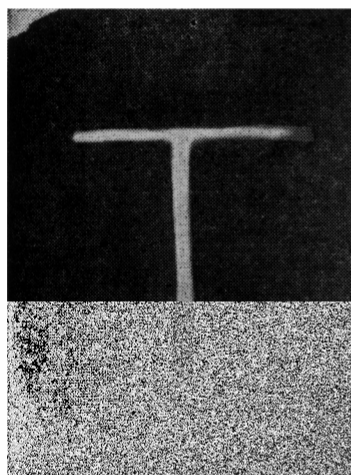
将 a^*, b^*, c^*, d^* 代入光学元件列阵的光线变换矩阵^[3,4], 并取平面型, 得

$$\begin{pmatrix} a_1 & b_1 \\ c_1 & d_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}. \quad (8)$$

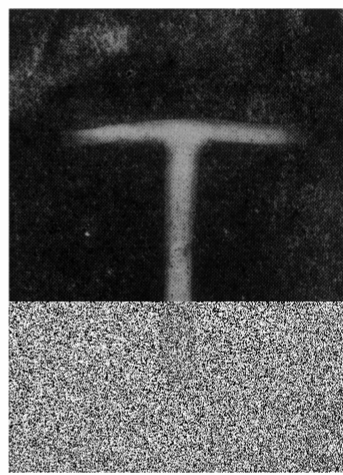
它和用四波混频形成的相位共轭器具有相同的形式^[5].

三

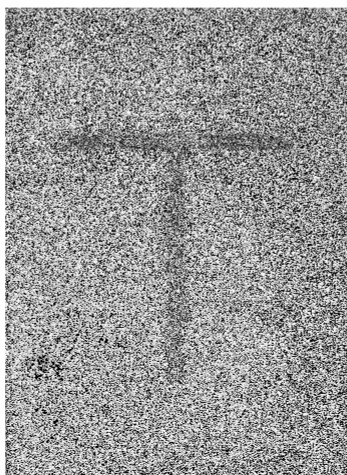
在我们原有实验^[6]的基础上, 观察了综合像的位置, 见图 1. 它确实是非高斯型的.



(a) $V = -u = -11\text{mm}$



(b) $V = -u = -18\text{mm}$



(c) $V = -u = -5\text{mm}$

(单元主平面)

图 1 梯度光纤列阵的非高斯型成像

四

进一步, 我们观察了补偿因折射率不均匀而引起波前畸变的能力, 见图 2.

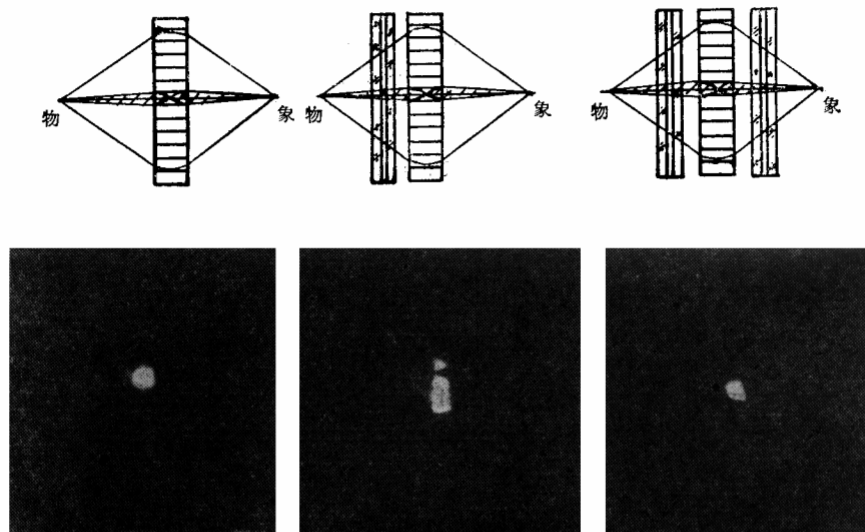


图 2 梯度光纤阵列的补偿能力

所用的畸变物是 $\phi_{\text{外}} = 5.3\text{mm}$, $\phi_{\text{内}} = 1.9\text{mm}$ 的毛细玻璃管.

五

本演示验证了文献[3,4]所提出的原理; 同时也提供了一种新型的向前作用的准相位共轭器, 它不同于迄今已取得的实验结果^[7,8].

参 考 文 献

- [1] J. D. Rees, *Appl. Opt.*, **21**(1009), 1982.
- [2] Wang Shaomin (王绍民), H. Weber, *Opt. Comm.*, **41**(1982), 360.
- [3] 王绍民, «光学元件阵列的非高斯成像性质, I. 基础理论», 光学学报待发表.
- [4] 王绍民, «光学元件阵列的非高斯成像性质, II. 相位共轭», 光学学报待发表.
- [5] Yeung, Au, J. D. FeKete, D. M. Pepper, A. Yariv, *IEEE*, JQE-15(1979), 1180.
- [6] 中国科学院生物物理研究所昆虫复眼光学信息加工组, 生物化学与生物物理进展, (3) (1979), 51.
- [7] T. R. O'Meara, *Opt. Eng.*, **21**(1982), 271.
- [8] S. F. Jacobs, *Opt. Eng.*, **21**(1982), 281.

DEMONSTRATION FOR A GRIN FIBER ARRAY AS A PSEUDO-CONJUGATOR

WANG SHAO-MIN

(*Hangzhou University*)

ZHOU GUO-SHENG

(*Shanxi University*)

WU MEI-YING PENG LIAN-HUI TIAN LI-JUAN

(*Institute of Biophysics Academia Sinica*)

ABSTRACT

In this article, we describe a new type of pseudo-Conjugator, it can be used for Compensating the wave front distortion due to index inhomogeneities.