

三平板环路干涉仪的特征 及其在显微术中的应用

王之江 陈守华

(中国科学院上海光学精密机械研究所)

提 要

本文表明三平板环路干涉仪中存在一个特征矢量,它完全决定了干涉仪的表现;并求出此矢量在一些情况下的值。建议用这种干涉仪形成一种新型干涉显微镜,它可能优于过去用偏光分光干涉的方式。

一、三平板环路干涉仪的某些特性

文献[1]曾指出三平板干涉仪的一些特点及其一些可能的应用,本文将导出它的另一些特性。

特性 1: 光线 OA 经过三平板系统后,成为两条光线 O_1A_1 和 O_2A_2 , O_1A_1 平行于 O_2A_2 。

这个特性是在文献[1]中已证明的。如图 1 所示,再由平面反射的成像特性, O_1, O_2 分别是 O 的两个象, A_1, A_2 是 A 的两个象,则 O_1A_1 和 O_2A_2 与 OA 等长。由此得出另一特性。

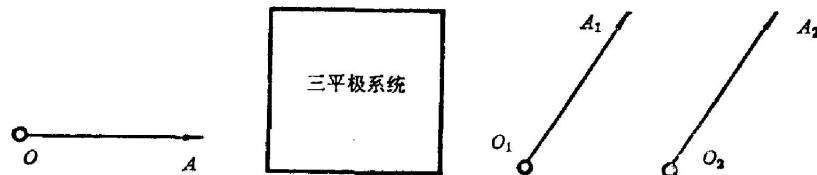


图 1

特性 2: 矢量 $\overrightarrow{O_1O_2}$ 是三平板系统的特征矢量。对给定的三平板系统而言,空间任一点形成的两点象之间相联的矢量均与此特征矢量相等。由图 1 所示的 $O_1O_2A_1A_2$ 平行四边形,可见任意点 A 的象 A_1, A_2 间矢量 $\overrightarrow{A_1A_2}$ 与 $\overrightarrow{O_1O_2}$ 相等。

从这个特性,我们就可以从某个特定的点象的情况,导出干涉仪的全部性质,下面给出两个有代表性的特例。

特性 3: 若三平板有共同交线(在图 2 中相应于三直线交于一点),则特征矢量为零。

取交点 O 作为物点,则它也就是两种反射光路所成的象,故特征矢量为零。由此可见特征矢量大小由交线不重合程度而定。

特性 4: 平板 A_0A, B_0B, C_0C 之间两两夹角都等于 θ , A_0A 和 B_0B 的交点 A 到 C_0O

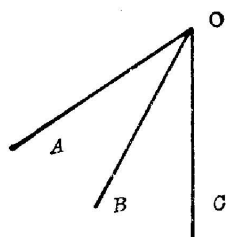


图 2

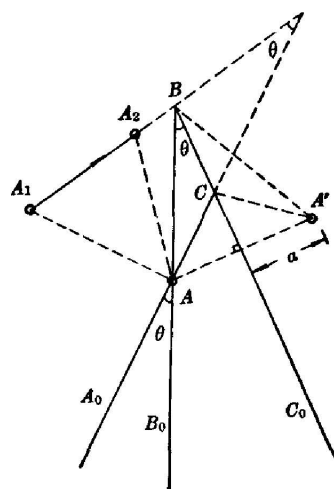


图 3

的垂线长为 a , 如图 3 所示, 则特征矢量之长为 $4a \sin \theta$; 其与 A_0A 的夹角为 θ 。

将交点 A 作为物点, 它被两种反射光路所成的象分别是 A_1 和 A_2 , 图中已作出有关的几何关系。其中 A' 和 A 相对于 CC_0 面对称, A_1 和 A' 相对于 BB_0 面对称, A_2 和 A' 相对于 AA_0 面对称。不难证明上述几何结论。

当干涉仪的特征矢量为已知, 则此干涉仪的性质也就完全确定。任意波面经过干涉仪后成为两个波面, 它们一般相对于横向位移(剪切量)和纵向位移(光程差)。在白光干涉情况下, 一般希望光程差不大, 此时应使出射波面近似与特征矢量相平行, 从而使剪切量约等于特征矢量之值, 此时可由波面和特征矢量间小夹角来控制光程差的大小。

二、干涉显微镜

关于三平板环路干涉仪, 早已有人用过, 例如参看文献[3], 但是对这种干涉仪的特点, 如上节所述, 则似乎还没有人述及, 因此用得并不广泛。Normarski 也曾将此环路剪切干涉仪用于显微术^[3]。他的这种做法要求样品不充满视场, 将未被物体占有的部分与物体相干涉, 而且要用两个相同的显微物镜。

各种干涉显微镜的技术方案中, 有相当大部分都属剪切干涉。反之, 各种剪切干涉的技术方案都有可能适当地用于显微术中, 我们这里就考虑将三平板剪切干涉仪用在显微镜目镜前光路中, 形成剪切干涉式的显微镜附件。过去也有这种目镜式附件, 如 Francon-Normarski 双折射干涉装置^[4], 用偏振元件形成剪切干涉。我们设想用两个玻璃小棱镜代替这种较复杂的装置。这也许将使干涉显微镜更为方便, 而且便宜, 如图 4 所示。

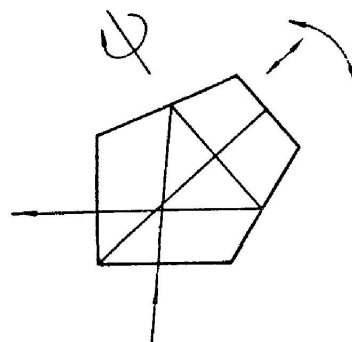


图 4

将一般的五角棱镜分解为对称的二半, 对称面作为分光的半透膜, 从而形成三平面剪切

干涉,按照上节的特性4,剪切量可以由二半部略不对称(沿交界滑移错开)而得到;而二波面间光程则可由整个棱镜相对光轴小转动而控制(例如在微差法观察样品时,为达到高灵敏度检测,使两波面间程差为 $\lambda/2$)。至于为了在视场内引入等厚干涉条纹,则可将棱镜之一绕交界面法线小转动,从而在垂直纸面的方向上形成楔角而达到。总之,这种玻璃小棱镜可以做出 Francon 在文献[3]§24中述及的应用偏振现象的干涉显微镜(也是剪切干涉)的各种效果。

参 考 文 献

- [1] 王之江;《光学学报》,1983, 3, No. 1 (Jan), 52.
- [2] M. Francon;《相衬显微镜和干涉显微镜》,(科学出版社,1966), 98.
- [3] 同上书, §24.
- [4] D. Malacara;《Optical Shop Testing》,(New York, John Wiley & Sons, 1978), 123.

Characters of three plates cyclic interferometer and their application in microscopy

WANG ZHIJIANG AND CHEN SHOUHUA

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica)

(Received 21 January 1983)

Abstract

Authors demonstrate that the three plates cyclic interferometer has a characteristic vector which determines all the behaviours of this interferometer. The value of this vector in some special cases has been derived. With this interferometer a new type of interference microscope has been proposed which may be superior to the polarized one used previously.