

关于全息图“多个”再现现象问题的探讨

在文献[1]中,对透射全息图经透射与反射再现时,共得八个再现象的成因、成象位置进行了分析与计算,并认为与实验结果相符合。我们认为,当重现光束与全息照片相对位置不变的条件下,在透射光中实际只存在原始物的重现波和其共轭波,而不存在特定的四个重现波。亦就是说,实际上只存在一个物的原始象和一个共轭象。在透射全息图的反射再现中,亦是如此。

一、激光发散宽光束重现

如图1所示,用 He-Ne 激光的发散宽光束(与拍摄时的参考光全同)进行重现时,很容易观察到一个虚象(*a*) (即原始象) 和一个实象(*b*) (即共轭象)。但无论如何观察不到另一个实象(*d*),这是因为根本不存在对应于(*d*)的会聚波的缘故。为了进一步验证这一点,我们采用焦距为 9.5 厘米的正透镜 *L* 在全息图后进行成象实验。在屏幕上能观察到标尺的

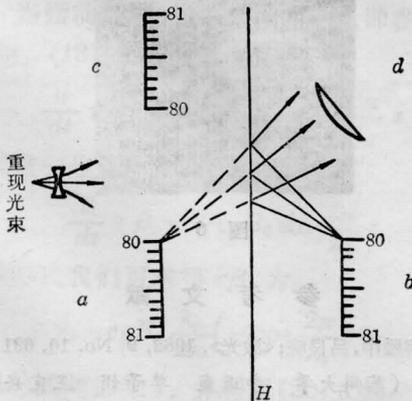


图 1

实象。图2是一张比原标尺放大的实象(正片)。而且该象和原标尺(即虚象(*a*))的位置完全符合该正透镜的成象公式。至此,我们证实了只存在一束原始发散波。

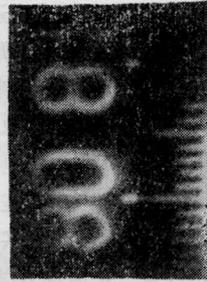


图 2

现在来说明在全息图的重现中,并不存在独立的虚象(*c*)。当观察者的眼睛位于实象(*b*)与全息图之间,便可以在沿会聚波(*b*)的方向上观察到一个模糊象(*c*)。而且眼睛靠近全息图时,该模糊象显得较清晰些,但始终是不完全清晰的。其实,模糊象(*c*)与实象(*b*)同属于一个会聚波。由于该会聚波对眼睛的光学系统来说,相当于会聚在眼睛视网膜后面的虚物成象,又因眼睛的远点在无穷远,故它不能在视网膜上成一个清晰的象,而只能成一个模糊的象。为了进一步验证,我们在(*b*)与全息图之间放置一适当焦距的负透镜,使该会聚光束成为发散光束,眼睛便可见到一清晰的标尺象。再之,如移去负透镜,而放置一个正透镜,在(*b*)与全息图之间便成另一个实象。该实象与原实象(*b*) (相当于正透镜的虚物)的位置,完全符合该正透镜的成象公式。如果真的存在一个独立的发散波所对应的虚象(*c*),便可用正透镜找到另一个实象。实验否定了这一点。显然,所谓虚象(*c*)与真正的实象(*b*)同属一个会聚波。

二、激光发散细光束重现

我们用未经扩束的 He-Ne 激光束再现全息图,激光束在全息图上的照明光斑直径约为 2 毫米。此时可用屏幕接收到两个实象(图3)。其中实象(*b*)是全息图的真实实象(正片)(图4),它就是原始象

(a) 的共轭象 (b)。由于用细光束重现, 象具有一定的“焦深”。重现光束越细, 象的“焦深”越长。值得注意的是, 用细光束重现时, 可用屏幕接收到另一个实象, 即所谓实象 (d), 而且在很大的深度范围内都可以用屏幕接收到实象。不过与全息图的共轭象 (b) (图 4) 相比, 象的清晰度要差些。图 5 就是在照明光束的光斑直径为 2 毫米时, 由屏幕所接收到的所谓实象 (d) (正片)。从图 5 可以看出, 标尺的细刻线显得模糊。该象容易使人误认为是全息图的一个独立实象。而实际上不难判断, 该象是由虚象 (a) (在这里可看作实物) 经过 2 毫米直径的“针孔”所成的倒立实象。亦即是重现原始发散细光束还能成一定清晰度的实象。随着屏幕离全息图愈远, 所成的实象愈大。如果使重现激光束通过直径为 0.4 毫米的光阑照明全息图, 这相当于用更小的针孔成像。此时, 标尺的细刻度 [图 6 (正片)] 比图 5 上的细刻度要清晰些, 但仍然比真正的实象 (b) 的清晰度差些。显然, 当用很宽的重现光束照明时, 便接收不到实象了。当然, 在细光束重现时, 如放置一正透镜 L (参照图 1), 该透镜 L 仍可成一个对应于虚象 (a) (看作实物) 的实象。由此可见, 在细光束重现时, 沿 (a) 方向用屏幕接收到的实象 (d), 并不是全息图独立的实象, 而是和虚象 (a) 同属于一个发散波。

总而言之, 透射全息图在透射光中再现时, 只存在一发散光波和一汇聚光波, 并不存在特定的四个光波。同理, 对于透射全息图的反射再现时, 仅存在两个光波, 而不存在四个特定的光波。

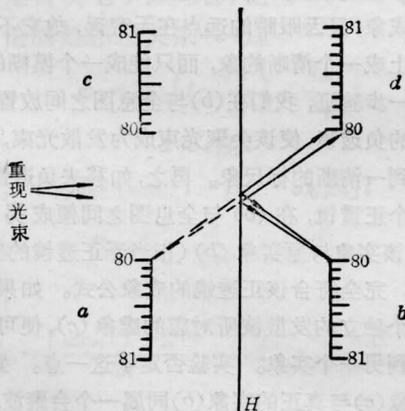


图 2

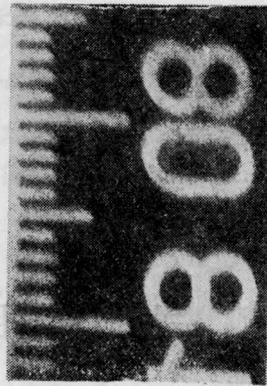


图 4



图 5

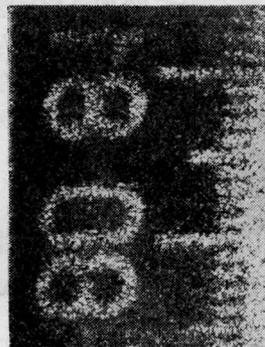


图 6

参 考 文 献

- [1] 蔡履中, 吕良晓;《激光》, 1982, 9, No. 10, 621.
(苏州大学 李正直 单子娟 王定兴
1983年1月26日收稿)