

# 显微全息的一种光路设计

华 家 宁

(南京师范大学物理系, 210024)

## Design of optical path for microscopic holography

*Hua Jianing*

(Department of Physics, Nanjing Normal University, Nanjing 210024)

**Abstract:** In this paper, design consideration of optical path for microscopic holography is presented. It doesn't need a big shockproof installation and a special holography microscope. Using a conventional bio-microscope and low power He-Ne laser, a clear microscopic hologram can be obtained.

**Key words:** microscopic holography

### 一、引 言

显微全息术是显微和全息相结合的技术,其特点是将微小物体通过显微技术进行放大,通过全息技术进行三维信息贮存,这两种技术的先后次序是可以互换的,因此显微全息术分两种类型<sup>[1]</sup>,一种是用显微术将标本图像放大再记录其全息图称预放大;另一种是先拍摄标本的全息图再用显微镜进行观察称后放大。显微全息术最突出的优点是可以拍摄生物活标本的瞬态全息图,便于进行三维观察或“冻结”它的某个瞬态进行长期保存。这种情况通常需使用脉冲激光器或高功率连续激光器,这些光源价格昂贵,而且由于照射在活标本上的激光束功率密度高,往往会影响到甚至破坏它的正常生长。本文介绍的一种显微全息光路,它无需庞大的防震设备和专门的全息显微镜,仅使用一般的生物显微镜和小功率 He-Ne 激光器就能拍摄清晰的生物活标本的瞬态显微全息图。这种方法一般不影响活标本原来的生长状态,而且设备简单,成本低廉。

### 二、实 验 装 置

我们设计使用的是一般生物显微镜,通过物镜、目镜拍摄标本物体的全息图,其记录光路见图 1。

我们设计的光路由于曝光时间短无需放置在防震台上。图 1(a)中照明标本  $O$  的激光束不扩束,经小孔  $S$  滤波后直接照射标本,无需使用聚光镜,参考光也不扩束,这种设计虽然视场照度不够均匀,但用 2.5 mW 的小功率 He-Ne 激光器也能拍得清晰的全息照片。图 1(b)是由

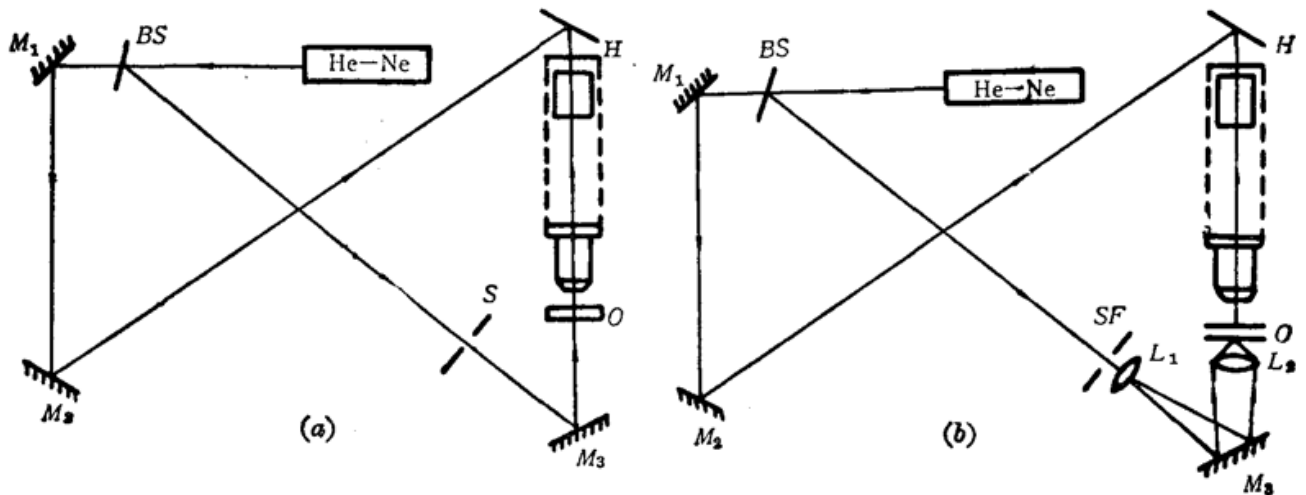


Fig.1 Optical schematic of the microscopic holography

(a) The illuminating light is not expanded; (b) The illuminating light is expanded

$L_1$  透镜扩束后的 He-Ne 激光束经聚光镜  $L_2$  照明标本  $O$ , 参考光仍不扩束。这种光路设计视场照度比较均匀, 但在没有防震隔震的实验台上, 2.5 mW 的小功率激光器难以拍得清晰的全息图像。

上述两种设计, 全息干板  $H$  均置于显微镜系统的出射光瞳处。再现全息像时用原参考光照明, 无需原来的显微镜, 由全息片直接再现放大的虚像。

### 三、实验结果

利用上述实验装置, 我们拍摄了三组显微全息照片。本文中的图 2 是用照相机拍得全息片再现虚像的放大照片。

### 四、实验分析

已知显微镜系统出射光瞳半径  $r$  由下列公式给出<sup>[2]</sup>:

$$r = 250 \frac{NA}{\Gamma} \text{ (mm)}$$

其中  $NA$  为显微镜物镜的数值孔径  $\Gamma$  为显微镜的放大率。本文实验中:  $NA = 0.3$ ,  $\Gamma = 10 \times 6 = 60$ , 得  $r = 1.25 \text{ (mm)}$ , 由实验观察知: 出射光瞳处物光实际范围半径不到 1 mm, 由于本实验全息干板置于出瞳处, 因此物光照射面积很小, 光强很强。使用 30 mW 连续输出 He-Ne 激光器, 出瞳处平均光功率密度为

$$J = \frac{30 \times 10^{-3}}{\pi(0.125)^2} \approx 0.6 \text{ (W/cm}^2\text{)}$$

若用 2.5 mW 激光器则出瞳处平均光功率密度为

$$J = \frac{2.5 \times 10^{-3}}{\pi(0.125)^2} \approx 0.05 \text{ (W/cm}^2\text{)}$$

已知天津 I 型全息干板曝光量约为  $30 \mu\text{J/cm}^2$ <sup>[3]</sup>, 如果使用 30 mW He-Ne 激光器, 在这种情况下所需曝光时间为  $5 \times 10^{-5} \text{ s}$ ; 用 2.5 mW He-Ne 激光器, 所需曝光时间为  $6 \times 10^{-4} \text{ s}$ 。

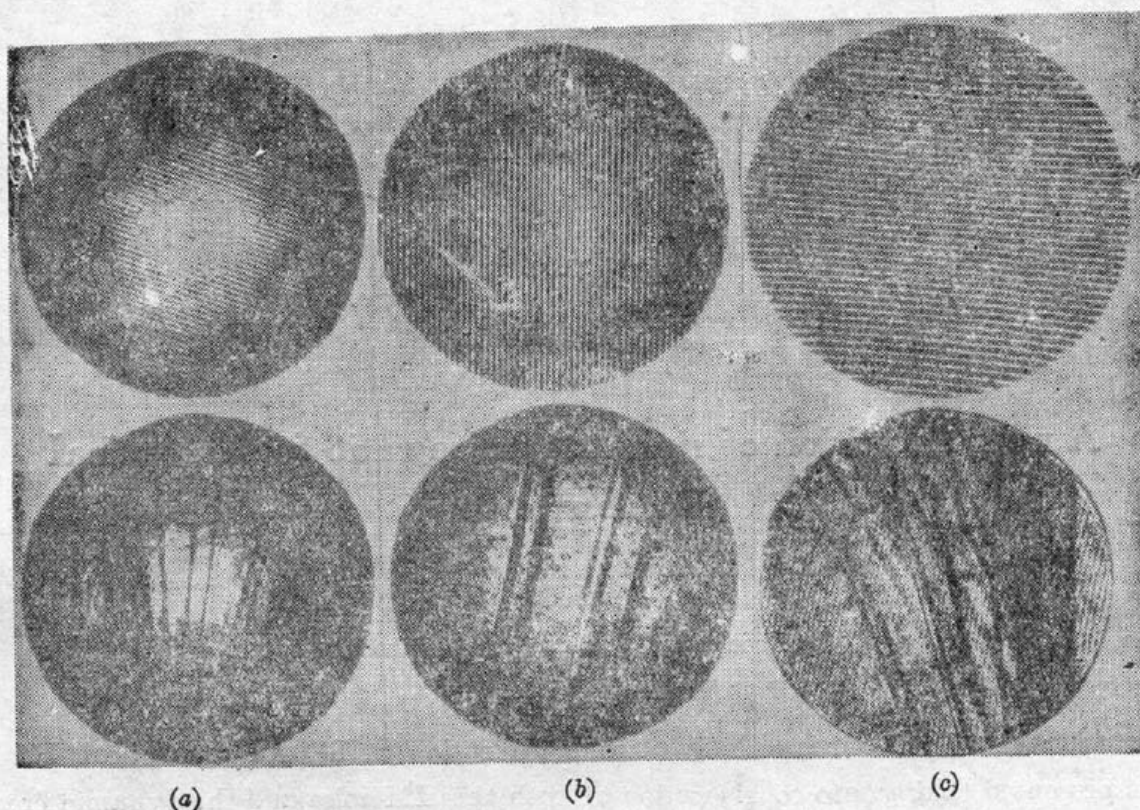


Fig.2 Enlarged photographs of reconstructed images of microscopic holography

(a) 2.5 mW He-Ne laser, unexpanded beam; (b) 30 mW He-Ne laser, expanded beam;  
(c) 30 mW He-Ne laser, expanded beam

这样短的曝光时间完全可以甩掉防震台，还可以进行瞬态显微全息摄影。如果考虑激光的分束、吸收等，出瞳处平均光功率密度要比这个理论值小，但由于物光实际上并未充满出射光瞳，此处物光强比所计算的平均值要大些。此外若将显微镜放大率增加一倍，出射光瞳半径就为原来的二分之一，此时出瞳处平均光功率密度为原来的四倍，曝光时间则为原来的四分之一。

由于这种光路，全息干板上物光照射范围极小，因此参考光无需扩束准直，只要将分束后的参考光直接射在干板上就可将物光全部覆盖，这样大大简化了实验装置，减小了光路调节的难度，便于在生物、医学领域中使用推广。

### 参 考 文 献

- 1 于美文 *et al.*, 光学全息及信息处理, (国防工业出版社, 1984), p.226
- 2 张以谟 *et al.*, 应用光学(下册), (机械工业出版社, 1983), p. 13
- 3 于美文 *et al.*, 光学全息及信息处理, (国防工业出版社, 1984), p. 121

(收稿日期: 1989年1月20日)