

彩色莫尔等高术*

刘立人

(中国科学院上海光学精密机械研究所)

提 要

本文提出了用棱镜色散产生莫尔等高线条纹假彩色编码的方法。研究了单棱镜和互补双棱镜两种典型系统。给出了实验验证。

关键词：莫尔等高术；假彩色编码；色散。

莫尔等高术是一种很简单实用的光学测量方法，具有广泛的应用。为了提高细节的分辨，并使观察更为舒适，我们在这里提出用棱镜色散产生条纹假彩色编码的新方法。

莫尔等高术有着许多具体结果^[1]。这里取两种代表性结构进行说明。一种是同光栅点光源投射和小口径成像，它可得到尽可能大的物面尺寸，但等高剖面的间隔不相等。另一种是平行光投射和滤波成像观察，它能得到等间隔的平面等高剖面，但使用口径不能太大^[2]。

同光栅点光源投射结构见于图1。若光栅周期为 T ，则等高剖面距光栅的距离为^[3]

$$h_N = Nl / \left(\frac{d}{T} - N \right) \quad (1)$$

在点光源前放置色散棱镜，将等效地产生线状分布的、可视波长 λ_{\max} 到 λ_{\min} 的单色点光源，见图，令宽度为 Δd ， $\Delta\lambda = \lambda_{\max} - \lambda_{\min}$ ，棱镜角色散率为 K ，则

$$\Delta d = K S \Delta\lambda \quad (2)$$

以最小可视波长 λ_{\min} 为参考。为简单起见，假设光栅为无限窄开口。则这时的等高剖面间的间隔为

$$\Delta h_N(\lambda_{\min}) = h_N(\lambda_{\min}) - h_{N-1}(\lambda_{\min}) = h_N / \left[1 - \frac{T}{d}(N-1) \right] N \quad (3)$$

而最大可视波长 λ_{\max} 上的等高剖面相对 $h_N(\lambda_{\min})$ 的距离为

$$\Delta h_N(\Delta\lambda) = h_N(\lambda_{\max}) - h_N(\lambda_{\min}) = h_N \Delta d / (d + \Delta d - NT) \quad (4)$$

显然，如图所示，在 $h_N(\lambda_{\min})$ 和 $h_N(\lambda_{\max})$ 之间产生彩色等高条纹。彩色变化类似色散颜色分

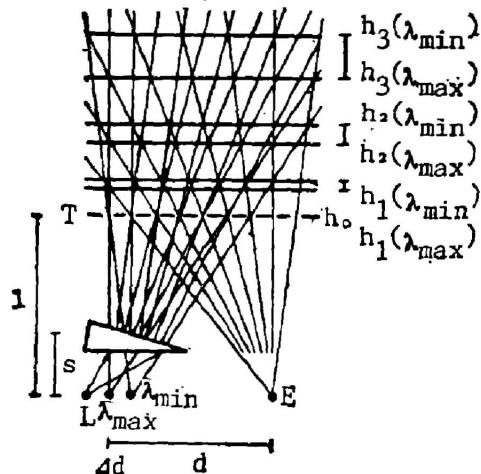


Fig. 1 Schematic diagram of the color-coding principle of the point-illumination

收稿日期：1987年7月15日

* 本工作由国家自然科学基金资助。

布。但是由于 $\Delta h_N(\Delta\lambda)/\Delta h(\lambda_{\min})$ 随 N 而变化,不是恒值,彩色编码是不均匀的。如在某 N 值上 $\Delta h_N(\Delta\lambda)/\Delta h(\lambda_{\min})=1$, 则在此 N 等高面上可产生从 λ_{\min} 到 λ_{\max} 的全波长彩色条纹,其它 N 值上或者是彩色有重叠,或者出现彩色空缺的黑条纹。当然调整系统结构参数使 $\Delta h(\lambda_{\min})$ 接近不变,可减除这种编码色不均匀效应。

图 2 所示的平行光投射结构能得到完全均匀的彩色条纹。这是由于加入一组互补棱镜使得色散光栅仍为平行光投射。

这种结构的等高剖面间距为

$$\Delta h = T / 2 \sin \frac{\theta}{2} \quad (5)$$

以 λ_{\min} 为参考,则 λ_{\max} 上产生的投射光栅的色散位移为

$$\Delta T(\Delta\lambda) = KS\Delta\lambda \quad (6)$$

因此如图所示,最大和最小可视波长产生的等高剖面间距为

$$\Delta h(\Delta\lambda) = \Delta T / 2 \sin \frac{\theta}{2} \quad (7)$$

显然在 $\Delta h(\Delta\lambda)$ 内产生彩色等高条纹。使 $\Delta h(\Delta\lambda) = \Delta h$, 即 $T = KS\Delta\lambda$, 将产生最佳的周期性连续彩色等高条纹。

由于原来的黑白一组等高条纹变成了一组彩色条纹,大大地提高了细节的分辨率。应当注意,当光栅有一定开口宽度时,编码色与一个开口中的色散谱线色总和有关,颜色将被冲淡。

实验采用图 1 结构,被测物是高 25 厘米的石膏头像。光栅为 1 line/mm, 开口宽度比为 1:3。点光源用卤钨灯聚焦滤波产生。 S 约 10 cm, l 约 30 cm, 并用焦距 28 mm 的照相机镜头摄像。色散棱镜顶角 40° , 材料为 ZF₆ 玻璃,角色散率 $K \approx 0.0159 \text{ mrad}/\text{\AA}$ 。图 3 显示了实验所得彩色莫尔条纹,这里也用了运动光栅技术消除光栅载频。由于光栅开口较大,彩色的色纯度不高。同样,采用图 2 的平行投射结构也得到相同的结果。

[图 3, 请见本期彩色插页——3]

Fig. 3 Colored contour moire fringes of a sculpture

[Please see colour plate——3]

参 考 文 献

- [1] H. Takasaki; *Holography in Medicine and Biology*, (Ed. G. Von Bally, Springer, New York, 1979), 45~59.
- [2] 刘立人;《中国光学学会 1985 年年会论文摘要汇编》, (1985, 光学学报编辑部编印, 上海), 359.
- [3] 植村恒义;《图像测量入门》, (计量出版社, 北京, 1983), 89~95.

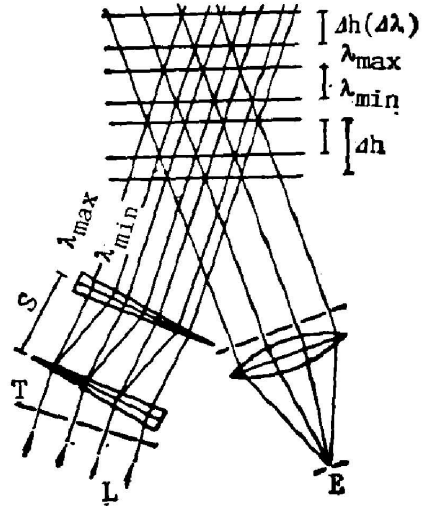


Fig. 2 Schematic diagram of the color-coding principle of the parallel-illumination

Colored Moiré topography

LIU LIREN

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

(Received 15 July 1987)

Abstract

Based on the dispersion of prism, a new method is proposed for pseudocolor-coding the fringes of Moiré topography. Two typical systems with a single prism and a pair of complementary prisms are discussed. The experimental of demostroation is given too.

Key words: Moiré topography; pseudocolor coding; dispersion.

第一届全国 LB 膜研究讨论会在上海复旦大学召开

由上海复旦大学物理系和中国科技大学应用化学系共同发起召开的第一届全国 LB 膜研究讨论会于一九八七年六月一日至三日在上海复旦大学举行。出席会议的有来自全国 20 个单位的代表 56 人,会议交流了论文报告 30 篇,内容涉及 Langmuir 槽的设计和制作,成膜材料和制膜方法, LB 膜在非线性光学、微电子学、信息光学、生物、医学、环境科学、分子电子器件等方面应用,会议代表专题讨论了我国 LB 膜科研工作的现状和如何进一步推进该项科研工作的发展。

LB 膜是 Langmuir-Blodgett 膜的简称,利用 Langmuir-Blodgett 技术(LB 技术)可以把在空气-水界面上展开的单分子层沉积在一定的基片上,并可得到多层单分子膜即 LB 膜。LB 膜虽然已有近 50 年历史,但对它在高技术方面的重要潜在应用前景只是在最近几年才有了深入认识,国际上的研究工作十分活跃,83 年、85 年连续召开了两次国际 LB 膜学术会议,第三次国际会议也在 87 年 7 月举行。科学家已能“随心所欲”地排布原子或化学键,合成出各种新化合物,而要人为地排列分子或范得华键,目前唯一可行的办法就是 LB 技术,通过 LB 技术得到的 LB 膜具有严格规整的分子排列,分子水准上的平整性和可控的厚度。以新型材料重新出现的 LB 膜是一个多种学科交叉的分支学科而受到各方面人员的重视,譬如: LB 膜有望制成新型非线性光学材料和波导材料,以绝缘层形式出现在 MIS 法构器件中,可以作为传感器探头的薄膜和新型光刻蚀剂制备超大规模集成电路。分子的有控排列也为分子电子器件制备提供了可能性,特别是许多生物膜都是双分子膜,其在生物和医学研究中也具有重要意义,会议代表认为积极开展 LB 膜的研究工作在我国是十分必要的。会议交流的资料表明 80 年代以来我国的高等院校和科研单位就先后开展了 LB 膜的科研工作。为了推动 LB 膜研究工作的进展,今后每二年召开一次全国 LB 膜学术讨论会,第二届全国 LB 膜研究讨论会将于 1989 年在长春召开。会议成立“LB 膜研究会”,研究会办事机构设在北京感光化学研究所内。