

一种新的莫尔图及其在全息标识中的应用*

刘影, 刘守, 张向苏, 李森森, 刘川

(厦门大学物理系, 福建, 厦门 361005)

摘要: 提出一种能放大任意图案和文字的莫尔新技术。该技术可用于作为防伪全息标识的隐型密码。这种密码的防伪质量高且具有强烈的艺术效果。对其原理进行理论分析并用实验验证了它的可行性。给出了这种莫尔图作为密码在全息标识中的制作方法。

关键词: 全息防伪; 隐型密码; 莫尔

中图分类号: T1877

文献标识码: A

文章编号: 0253-2743(2004)02-0035-02

A new moiré pattern and its application in holographic marks

LIU Ying, LIU Shou, ZHANG Xiang-su, LI Sen-sen, LIU Chuan

(Department of Physics, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: A new moiré technique that can enlarge any patterns is presented. This technique can be used as concealed code in anticounterfeit of holograms. The concealed code present high quality of anticounterfeit and intensive artistic effect. Theoretical analysis and the fabrication method of this moiré pattern as concealed code in holograms are given. Experiment results identify the feasibility of this technique.

Key words: anticounterfeit of holograms; concealed; moiré

1 引言

自激光模压全息标识问世以来,其防伪功能一直受到挑战。因此,如何提高全息防伪标识的防伪质量是一个热门课题。二十世纪九十年代初已有人提出给全息标识加密的新技术^[1,2]。其中包括将经典的莫尔原理引入到该领域中的加密技术^[3-7]。莫尔原理指出,当将两组频率相同或相近的周期性图案叠加在一起,就能产生另一组放大的图案。因此该技术在全息防伪中的应用备受关注。其在全息防伪中的应用大致可分为两类:一种是对已有图形进行编码加密^[6,7]。在这种防伪标识中,一个二维图案(或文字)被一组条纹调制,显示不出原先设定的信息。当将另一组条纹置于其上,并转动一定角度时就可看到原图案。这种方法再现的图案没有动感,视觉效果差。另一种为动态莫尔图。这种全息图主要以条纹为主。当将两组频率相同或相近条纹相互叠加时,产生的莫尔条纹随夹角的改变而改变。这种标识图案变化多端,但不易控制。最初的一些此类标识只是一些没有实际意义的条纹^[3-5]。

本文提出一种利用莫尔放大技术制作全息防伪标识的新方法。我们将用户设定的图案(或文字)用计算机编成周期性阵列版,经微电子排版技术微缩后置入全息标识版面的某一部分。此时,肉眼观察不到这个图案(或文字)。当将另一块设计好的点阵反差版放于其上时,就可看到放大的该图案(或文字)。放大的图案(或文字)清晰并有动感。这实际上是一种新的莫尔图。本文给出的理论分析和得到的实验结果与以上文献及相关著作^[8,9]的不同。

2 理论分析

设定的二维周期图案的振幅透过率可用函数 $T_g(x, y)$ 表示,

$$T_g(x, y) = g(x, y) \odot \text{comb}\left(\frac{x}{a}\right) \text{comb}\left(\frac{y}{b}\right)$$

其中,“ \odot ”表示卷积, $g(x, y)$ 表示周期图案在一个周期内的强度分布。另一块版为点阵,其振幅透过率为二维梳状函数,用 $T(x)$ 表示,

$$T(x, y) = \text{comb}\left(\frac{x}{c}\right) \text{comb}\left(\frac{y}{d}\right)$$

以上两图案均假设周期与坐标轴平行。由于两函数均可分离变量,为简便起见我们对一维情况进行讨论。则有:

$$T_g(x) = g(x) \odot \text{comb}\left(\frac{x}{a}\right)$$

$$T(x) = \text{comb}\left(\frac{x}{c}\right)$$

将两者叠加,总振幅透过率 $T(x)$ 为:

$$\begin{aligned} T(x) &= T_g(x) T(x) = g(x) \odot \text{comb}\left(\frac{x}{a}\right) \cdot \text{comb}\left(\frac{x}{c}\right) \\ &= g(x) \odot \sum_{n=-\infty}^{\infty} e^{j2\pi n \frac{x}{a}} \cdot \sum_{m=-\infty}^{\infty} e^{j2\pi m \frac{x}{c}} \end{aligned}$$

其中, a, c 分别为两图案的周期, m, n 为整数。根据傅里叶变换定理可知:

$$T(x) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \sum_{m=-\infty}^{\infty} G\left(\frac{n}{a}\right) \cdot e^{j2\pi \left(\frac{n}{a} + \frac{m}{c}\right)x} \quad (1)$$

$$\text{其中, } G\left(\frac{n}{a}\right) = \int_{-\infty}^{\infty} g(x) e^{-j2\pi \frac{n}{a}x} dx$$

由(1)式可以看出振幅透过滤函数 $T(x)$ 也是一个周期函数。其中 (k_1, k_2) 莫尔图为^[10]:

$$m_{k_1, k_2}(x) = \sum G_n e^{j2\pi n(k_1 f_1 + k_2 f_2)x}$$

当 (k_1, k_2) 取 $(1, -1)$ 时为所需的莫尔图。其频率,

$$f_m = |f_1 - f_2| = \left| \frac{1}{a} - \frac{1}{c} \right| = \left| \frac{c-a}{ac} \right| \quad (2)$$

收稿日期: 2003-12-28

基金项目: 福建省科委国际合作重点项目(20021009), 厦门市科委重点项目(35022002-1053)

作者简介: 刘影(1978-), 女, 2001年毕业于河北师范大学物理教育专业, 现厦门大学物理系, 研究生。

可见,(1)式表示间隔为 c 的函数被函数 g 振幅调制,调制的周期为:

$$m = \frac{1}{f_m} = \left| \frac{ac}{c-a} \right| \quad (3)$$

即间隔为 c 的点组成了一个放大的图案。该图案与原先设定的图案的形式相同。当点之间的间隔很小时,放大的图案就会很清晰。

上述讨论的是仅当两周期图案频率夹角为零时的情况。如果转动其中一个图案,放大的图案(莫尔图)也随之转动。放大率随角度的改变而改变。两图案夹角为零时放大最大,

$$= \left| \frac{c}{a-c} \right|。$$

比如设定的图形的振幅透过率函数为正弦函数,另一为

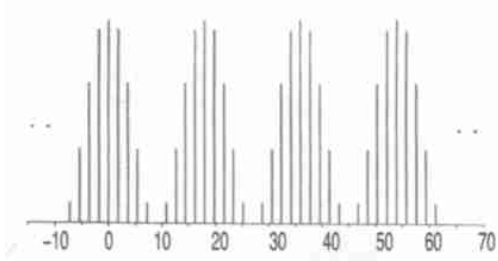


图1 余弦函数与梳状函数叠加示意图

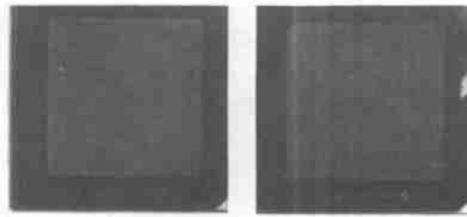


图2 2A为90×90点阵列黑白照片
2B为100×100点阵列黑白照片

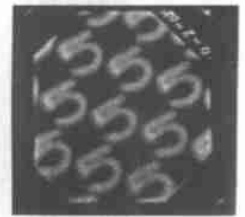


图3 A、B两版叠加产生的莫尔图的黑白照片

3 实验

我们的实验取阿拉伯数字“5”作为密码。经计算机排版制成二维的“5”字90×90阵列,称其为密码版。另一块是二维圆点的100×100阵列,称为解码版。然后用微电子制版技术,将两块阵列版以相同倍数精缩到衍射条件。如图2照片A、B所示。这是按1:1拍摄的。

将A版和B版叠放在一起,并让其中一块转过45°,就可以看到放大的“5”字阵列。如图3的照片所示(1:1拍摄)。其结果与以上的理论分析完全一致。

这项技术我们将应用于全息防伪中。即将密码版用光栅调制方法或计算机点阵法置入全息标识或全息防伪包装材料中,解码版用塑封方法制成振幅“解码器”。人们从模压全息标识或全息包装材料上看到的“密码区”只是一个彩虹全息图。当将“解码器”置于“密码区”上时,就解出原用户设定的图案(或文字)。从而提高了模压全息标识或模压全息包装材料的防伪功能。相对于其他加密技术,本技术有较好的视觉效果和强烈的艺术效果。

4 讨论

在理论分析中,我们是以梳状函数与另一函数叠加进行推导的。而在实际的应用中,使用梳状函数是没有实际意义的。因为点越小光的透过滤就越低,图象就会暗淡不清。而如果点过大,莫尔图的分辨率就会降低。所以要选择大小合适的点。在全息标识的应用中,本技术将受到面积大小的限制。即面积太小,达不到好的效果。因此对于小于10mm的

梳状函数,周期分别为 $T_1, T_2, T_1 = a, T_2 = b$ 总振幅透过率为:

$$T = T_1 T_2 = \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos 2\pi \frac{x}{a} \right) \cdot \text{comb} \left(\frac{x}{b} \right)$$

设由 $a = 2, b = 1.8$ 由(3)式可知放大的图形的周期为:

$$= \frac{ab}{|b-a|} = \frac{2 \times 1.8}{2-1.8} = 18$$

如图1所示,周期为2的余弦函数和周期为1.8的函数叠加,交点的连线是一个周期为18的余弦函数。

由以上分析可以看出,任意一个周期变换的图案都可被与其周期相同或相近的梳状函数放大。这个放大的图案就是莫尔图。

全息标识是不适用的。从实验中我们发现“密码区”大于10mm以上才适用。因此,这项技术更适用于全息防伪包装材料及大的全息标识中。

感谢中国电子科技集团55所吴会龙高工提供的精缩版。

参考文献

- [1] S Liu, X S Zhang and H K Lai. Anti-counterfeit holographic marks with secretcodes [J]. Proc. SPIE, 1996, 2000: 315-317.
- [2] 利用傅立叶变换频谱制作全息密码的装置 [Z]. 实用新型 2L 94 2 23597.5, 1996.
- [3] S Liu, X S Zhang and H K Lai. Artistic effect and application of Moiré patterns in security holograms [J]. Appl. Opt., 1995, 34(22): 4700-4702.
- [4] X S Zhang, E Dalsgaard, S Liu, H K Lai and J Z Chen. Concealed holographic coding for security application using Moiré technique [J]. Appl. Opt., 1997, 36(31): 8096-8097.
- [5] 刘守,陈锦贞,陈朋.莫尔技术用于制作隐型全息密码的应用研究 [J]. 光学技术, 1999, 135(1): 14-16.
- [6] 哈涌刚,哈流柱,王涌天,霍桂林.再现二维图像的“莫尔锁” [J]. 中国激光, 1999, 26(9): 829-832.
- [7] Yeh, Sheng-Lie, Lan, et al. Dot matrix hologram for hiding a moiré pattern [Z]. United States Patent: 2001, 6, 317, 226.
- [8] 于美文. 光全息及信息处理 [M]. 北京: 国防工业出版社, 1984, 193-197.
- [9] 母国光, 占元令. 光学 [M]. 北京: 人民教育出版社, 1978, 359-361.
- [10] Isaac Amidror. The Theory of the Moiré Phenomenon. Kluwer Academic Publishers, 2000, 154.