

双余弦型像素光变防伪商标

杨畅, 张逸新

(江南大学, 无锡 214122)

摘要: **目的** 建立一种光变防伪商标的微镜像素模型。**方法** 基于色光反射,利用双余弦函数所构成的微镜曲面,满足反射光亮度和反射光强稳定度的雅可比行列式判据特性。**结果** 构建出了适用于商标的 RGBS 结构型印刷防伪微镜模型,模拟并分析了函数表面形状随参数变化的情况。**结论** 该模型利用余弦函数的周期性,可通过调节结构参量达到防伪的效果。

关键词: 微结构防伪; RGBS 颜色模式; 光变防伪; 反射防伪

中图分类号: TS801.1; TS896

文献标识码: A

文章编号: 1001-3563(2014)05-0009-04

Optical Variable Device of Double Cosine Pixelgrams for Anti-counterfeiting in Logo Printing

YANG Chang, ZHANG Yi-xin

(Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

ABSTRACT: **Objective** To set up a micro-mirror pixelgrams model for anti-counterfeiting in logo printing. **Methods** Based on the characteristics of double cosine micro-mirror which satisfies Jacobian determinant criterion of the micro surface reflective brightness and reflective stability and also based on light reflection. **Results** A new kind of RGBS structural printing anti-counterfeiting micro-mirror model suitable for logo printing was established. The surface structure of the model function was simulated and analyzed. **Conclusion** The model utilized the periodicity of cosine function and adjusted the structure parameters to achieve the anti-counterfeiting purpose.

KEY WORDS: anti-counterfeiting microstructure; RGBS color model; anti-counterfeiting optical variable device; anti-counterfeiting reflection

随着微结构^[1]制造和纳米防伪技术的发展,微阵列结构在防伪领域受到了广泛的关注。R. A. Lee 率先提出了像元级的光学微镜阵列(OMMA)模型^[2-3]。文献[3]以灰度光刻的调色板技术为基础,引入用于微镜像素制造的彩色调调色板的定义,对微镜阵列调色板的制造工艺及类型作了详细介绍。P. W. Leech 等人^[4]在灰度光刻基础上,对微镜阵列的制造工艺条件作了进一步讨论,分析了制造设备的旋转速度与抗蚀剂曝光厚度之间的关系,以及掩模透明度与曝光抗蚀剂厚度之间的关系,从而确定了最优制作条件。

R. A. Lee^[5]讨论了衍射光变图像的光学特征与微镜阵列光变图像光学特征之间的关系,对微镜阵列与防伪设计之间的相互关系进行了描述,同时阐明了利用电子束光刻法和照相光刻法相结合的调色板制造防伪光变微镜阵列图案的方法。P. W. Leech 等人^[6]通过电子束雕刻和阶调印刷技术,把光变水印嵌入透明基,形成了嵌入式光变水印防伪技术。薛磊等人^[7]提出了一种鲁棒性较好的数字水印嵌入算法。R. A. Lee^[8]发明了一项微镜阵列光变图案的专利,阐明了基于 RGB 颜色模式的微镜阵列防伪光变图像的设计方法以及

收稿日期: 2013-12-09

作者简介: 杨畅(1988—),女,四川南充人,江南大学硕士生,主攻印刷防伪技术等。

通讯作者: 张逸新(1956—),男,江苏无锡人,博士,江南大学教授、博士生导师,主要研究方向为微电子印刷技术和量子光通信。

制作步骤。唐铖等人^[9]在余弦函数微结构基础上,引入表面斜度加密防伪方法,并提出了印刷型定向显色防伪方案。唐梅和苗泉龙等人分别建立了 CMYK^[10]和多通道^[11]微镜阵列光变图案防伪模型。目前光变图像防伪仍大多采用微衍射光栅结构,在此情况下,对光变图像的基材的要求比较苛刻。

基于雕刻防伪^[12]以及防伪油墨^[13-14]等方面的研究,均为光变防伪技术领域拓展奠定了基础。结合商标色彩预测模型^[15]研究,文中采用旋转编码方案进行防伪码方位防伪,构建了一种适用于标签印刷的 RGBS 微镜像素模型,RGB 值决定微镜的结构轮廓,相位给出微镜细节,S 值和防伪编码色用于色彩编码。

1 RGBS 微镜像素模型

以红(R)、绿(G)、蓝(B)为3种基本色,编码色(S)为防伪色,将每种基本色和编码色的“灰度”等级定义为0%到100%,即:RGBS的取值范围为[0,100%],称有序的(R,G,B,S)4元数组的集合为RG-BS颜色模式,其主要基于色光反射色达到防伪目的。

每个微镜像素都具有特定三维形状和表面曲率的微型结构,多重微镜像素组成微镜阵列,从而形成防伪光变图像,需要满足防伪光变图像的3种属性,即光亮度、图像稳定性和独特性。

文献[2]和[5]研究表明,余弦或余弦积结构组成的微镜模型均能满足防伪光变图案亮度与稳定性要求,因此采用余弦积函数^[5]建立旋转型微镜像素,即:

$$z(x,y) = ry + g \cos(Q\pi x) \cos(b\pi y) \quad (1)$$

式中: x,y 的取值范围为 $[-1.3, 1.3]$; $r=R/255$, $g=G/255$, $b=B/255$, 取值范围均为 $[0, 100\%]$ 。

$$d(x,y) = 40 \frac{s\Delta x + r\Delta y + g \{ \cos(Q\pi\Delta x) \cos[Q\pi\Delta y - b/3(\cos(Q\pi\Delta x) + \cos(Q\pi\Delta y))] \}}{sx_m + ry_m + g \{ \cos(Q\pi x_m) \cos[Q\pi y_m - b/3(\cos(Q\pi x_m) + \cos(Q\pi y_m))] \}} \quad (7)$$

式中: $\Delta x = x - x_m$, $\Delta y = y - y_m$, $x_m = y_m = 1.3$ 。每一像素位置 $x_e = 512(x_m + x)/x_m$, $y_e = 512(y_m + y)/y_m$ 。

2 RGBS 微镜像素结构模拟

由描述微镜像素结构的函数式(3)和式(5)可知,上述RGBS微镜像素是一种多余弦结构的曲面形状,微镜结构表面形状可以通过调整式(3)和(5)的

(r, g, b)值不同时,形成不同余弦积结构的微镜像素。为了提高微镜结构的防伪独特性,文中引入反映微结构倾斜、旋转和特定防伪色的因子 s_x , r 是以彩度进行防伪的防伪色密码。 r 与 s 的比值表示微镜倾斜面与 xy 平面的截线相对 y 轴夹角的正切值,即:

$$\tan \theta = s/r \quad (2)$$

式中: θ 为微镜倾斜面与 xy 平面的截线相对 y 轴的夹角。由此,可以通过变化 s 值的大小,对微镜像素倾斜面的法线进行防伪编码。

由此可知,印刷微镜模型结构函数可改写为如下形式:

$$z(x,y) = sx + ry + g \cos(Q\pi x) \cos(b\pi y) \quad (3)$$

其中, r 和 s 的变化影响式(3)中微镜像素的倾斜角度和方向, s 的取值范围为 $[0, 100\%]$ 。通过单独或组合(r, g, b, s)值的改变,可形成三维旋转型余弦结构的RGBS印刷微镜模型。

与式(3)分析类似,把文献[5]提出的微镜像素模型:

$$z(x,y) = ry + g \{ \cos(Q\pi x) \cos[Q\pi y - b/3(\cos(Q\pi x) + \cos(Q\pi y))] \} \quad (4)$$

推广到旋转方式:

$$z(x,y) = sx + ry + g \{ \cos(Q\pi x) \cos[Q\pi y - b/3(\cos(Q\pi x) + \cos(Q\pi y))] \} \quad (5)$$

为了把像素镜模型应用于常规印刷工艺,需要使像素镜具有明暗变化的功能。考虑到在印刷过程中,常采用墨层厚度改变光通过墨层反映回光信号的强弱,文献[5]建立了灰度屏模型,由此得出式(3)和(5)模型的灰度屏:

$$d(x,y) = 40 \frac{s\Delta x + r\Delta y + g \cos[Q\pi\Delta x] \cos[b\pi\Delta y]}{sx_m + ry_m + g \cos(Q\pi x_m) \cos(b\pi y_m)} \quad (6)$$

系数 b 来达到。

下面仅以函数(3)为例,在 $Q=1$ 的情况下分析微镜像素随 r, g, b 和 s 的变化。式(3)中的RGB微镜像素的表面形状变化见图1。

式(3)中的RGBS微镜像素的表面形状变化见图2。

由图1和2中微镜像素表面形状可知, g 和 b 值不同,微镜像素表面形成的曲面结构不相同。 r 值影

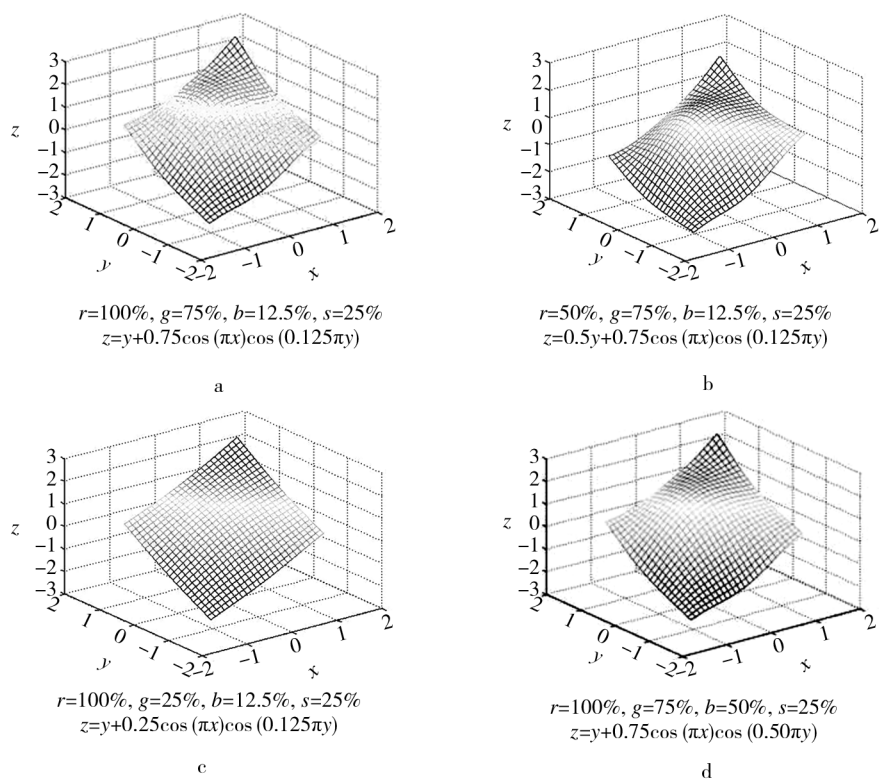


图 1 RGB 微镜像素表面形状与 (r, g, b, s) 值变化的关系

Fig. 1 The relationship between the shape of RGB micro-mirror pixelgrams and different (r, g, b, s) value

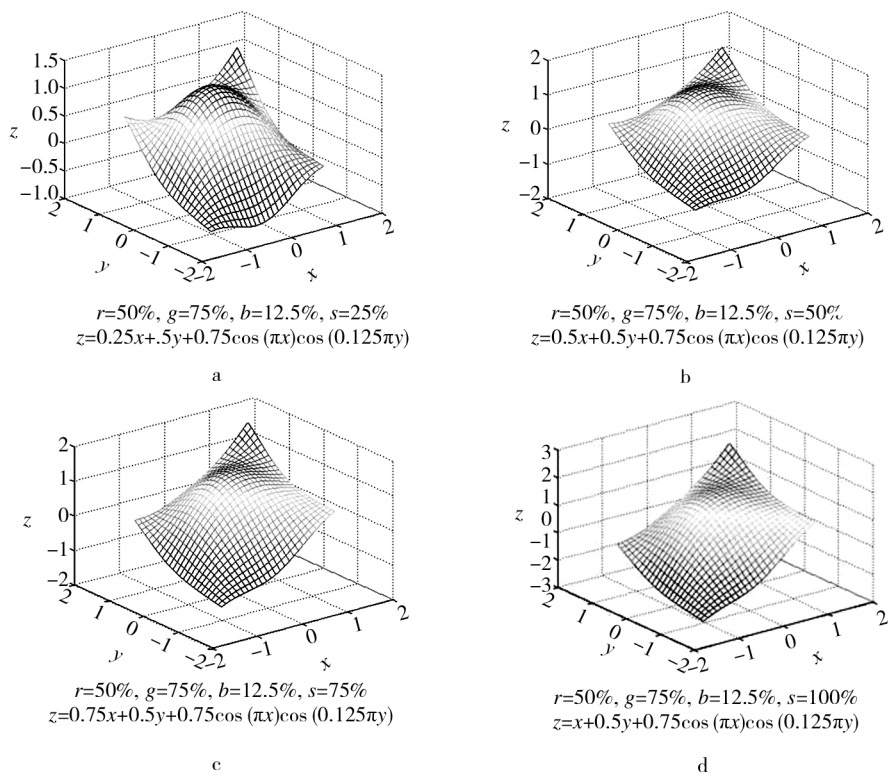


图 2 RGBS 微镜像素表面形状与 (r, g, b, s) 值变化的关系

Fig. 2 The relationship between the shape of RGBS micro-mirror pixelgrams and different (r, g, b, s) value

响镜面倾斜程度,增加特定防伪色 s 后,同时可以从空间中多角度观察,丰富了光变效果,而且可进行隐蔽性编码加密,从而满足防伪光变图像的要求。

3 结语

文中以 RGB 三原色加防伪色 S 为基础,建立了一种适用于商标印刷型 RGBS 显色微镜模型。与参考文献[8]中 RGB 显色微镜模型相比,文中提出的模型增加了特定防伪色,并采用余弦函数积的方式构成带有防伪信息的光变微镜像素,可在印刷同色异谱显色规律范围内,通过选择合适的 s 和 rgb 值进行色度和像素镜结构双重加密。

参考文献:

- [1] 龚晔,张逸新,王凯.微结构加网防伪应用[J].包装工程,2008,29(3):62—68.
GONG Ye, ZHANG Yi-xin, WANG Kai. Anti-counterfeiting of Microstructure Screens[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(3): 62—68.
- [2] LEE R A. OVD Microstructures for Direct Printing Applications [C]//INTERGRAF - XVIIIth International Security Printers Conference, Italy: Sorrento, 2001: 90—95.
- [3] LEE R A. Colourtone Lithography [J]. Microelectronic Engineering, 2002, 61: 105—111.
- [4] LEECH P W, ZEIDLER P H. Microrelief Structures for Anti-counterfeiting Applications [J]. Microelectronic Engineering, 2003, 65: 439—446.
- [5] LEE R A. Micro Mirror Array Nanostructures for Anti-counterfeiting Applications [J]. Optical Security and Counterfeit Deterrence Techniques V, 2004, 5310: 350—368.
- [6] LEECH P W, LEE R A, DAVIS T J. Printing Via Hot Embossing of Optical Variable Images in Thermoplastic Acrylic Lacquer [J]. Microelectronic Engineering, 2006, 83: 1961—1965.
- [7] 薛磊,张逸新,刘春林.数字水印技术在印刷品防伪中的应用[J].包装工程,2008,29(2):96—97.
XUE Lei, ZHANG Yi-xin. Application of Digital Watermark Technology in Forgery Detection of Printed Material [J]. Packaging Engineering, 2008, 29(2): 96—97.
- [8] LEE R A. Optical Device and Methods of Manufacture; US, 7281810B2 [P]. 2007-10-16.
- [9] 唐铨,张逸新,吴光远. CMYK 防伪印刷微镜阵列 [J]. 光学技术, 2012, 38(5): 619—623.
TANG Cheng, ZHANG Yi-xin, WU Guang-yuan. Anti-counterfeiting of CMYK Printing Micro-mirror Array [J]. Optical Technique, 2012, 38(5): 619—623.
- [10] TANG M, MIAO Q, WU Z, et al. Angle Coder of Anti-counterfeiting Color in Optical Micro-mirror arrays [J]. Optik, 2013, 124: 6146—6148.
- [11] MIAO Q, ZHANG Y, TANG C, et al. Multi-channel Optical Anti-counterfeiting of Micro-mirror Arrays [J]. Optik, 2014, 125: 583—586.
- [12] 臧冬娟,张逸新.雕刻防伪技术[J].包装工程,2007,28(1):53—55.
ZANG Dong-juan, ZHANG Yi-xin. Application of Engraving Technology in Anti-counterfeiting Printing [J]. Packaging Engineering, 2007, 28(1): 53—55.
- [13] 王凯,张逸新,龚晔,等.同色异谱在防伪油墨中的应用[J].包装工程,2008,29(3):59—61.
WANG Kai, ZHANG Yi-xin, GONG Ye, et al. Application of Metamerism Phenomenon in Security Ink [J]. Packaging Engineering, 2008, 29(3): 62—68.
- [14] 徐遵燕,张逸新,陈杰,等.光学变色防伪油墨的颜色预测模型[J].包装工程,2011,32(5):94—96.
XU Zun-yan, ZHANG Yi-xin, CHEN Jie, et al. Color Prediction Model of Optically Variable Anti-forgery Ink [J]. Packaging Engineering, 2011, 32(5): 94—96.
- [15] 王麒,张逸新.商标印刷色彩预测 Clapper-Yule 模型[J].包装工程,2013,34(15):131—134.
WANG Qi, ZHANG Yi-xin. Clapper-Yule Model for Color Prediction in Logo Printing [J]. Packaging Engineering, 2013, 34(15): 131—134.
- [16] CURCIO S, AVERSA M, GALABRIN V, et al. Simulation of Food Drying: FEM Analysis and Experimental Validation [J]. Journal of Food Engineering, 2008, 87(4): 541—553.
- [17] MATTHEW W, PETER S. Development of Packaging and Products for Use in Microwave Ovens [M]. UK: Woodhead Publishing, 2009.
- [18] MAIRABITO C, NAREYANAN A, PEREZ D, et al. FEM-LAB Model of a Coupled Electromagnetic-thermal Boundary Value Problem [R]. MA: Worcester Polytechnic Institute, 2005.

(上接第4页)