

文章编号: 1001-5078 (2006) 10-0963-04

基于光栅衍射原理的星阵码光存储研究

周 望

(苏州大学现代光学技术研究所, 江苏 苏州 215006)

摘 要: 文章提出了一种基于光栅衍射原理的光存储方法。这种光存储包含信息编码、光栅元阵列形成及解码过程。结合实例, 介绍了基于硬件和无需硬件的两种星阵码识别方法, 揭示了星阵码的光存储应用前景。

关键词: 星阵码; 光栅元; 码识别

中图分类号: O436.1; TP333.4 **文献标识码:** A

Study on Optical Storage of Star Array Code Based on the Principle of Grating Diffraction

ZHOU Wang

(Institute of modern optical technology of Soochow University, Suzhou 215006, China)

Abstract: In the paper a optical storage method based on the principle of grating diffraction is presented. The optical storage process consists of information coding, grating unit matrix building and decoding. The grating units are referred to as STAR ARRAY, in which the stored light information is like shining stars. Combined with examples, the paper introduces two code recognition ways both with and without corresponding facilities and brings forth the application foreground of this storage technique.

Key words: star array code, grating unit, code recognition

1 引 言

当今社会的各类信息的剧增可以用“信息爆炸”来加以形容, 特别是信息的数字化技术更促进了信息的输入、编码、保存、传输、分析等相关技术的迅速发展。科学界、工程技术界时刻关注着信息处理系统的发展动态, 新的信息编码管理不断出现。信息管理系统首先从对信息的数字化(编码)开始, 到数据的集成化管理。业界已经研究、制定出许多行之有效的信息处理系统。目前最流行的编码信息系统有条形码, 这在日常生活中处处可见, 几乎所有的商品都拥有自己的条形代码, 它给商品的流通、管理带来了极大的方便。条形码是利用一组不同宽度

的、不同反射率的条和空, 按编码的规则, 形成一组能表示原信息含义的疏密条纹图案^[1]。虽然, 条形码的应用如此广泛。但条形码中的信息读取还必须依赖条形码专用识读装置。因此, 识读装置成为必备的基本设备。条形码的识读装置价格比较昂贵, 使用场合有一定的要求。技术的应用与其使用成本(性价比)有着很大的关联。条形码对于一般人而言, 在没有专用阅读装置情况下, 要想获知条形码中

作者简介: 周 望 (1958 -), 男, 高级工程师, 1982年毕业于东南大学计算机科学与技术专业, 现在苏州大学现代光学技术研究所工作, 主要从事光电仪器、光信息处理、微弱光检测领域的研究与教学。

收稿日期: 2006-06-05

的信息是不可能的,也不现实的^[1]。所以,条形码确实在应用中存在不足和不便。星阵码研究正是由于这种现状和光栅衍射的可视性以及相关技术可行性,提出一种基于光栅衍射技术的信息编码系统^[2],该编码系统包含了从信息到编码的转换规则、信息的储存原理、信息的读取和识别。这无疑是对信息处理技术的一种拓展和补充,具有相当广阔的应用前景。

星阵码是一个以二维阵列的信息集合体,取名“星阵”是寓意时隐时现的星空。在信息阵列中,衍射光栅元是星阵码信息的基本载体。不同闪烁的光谱色代表着各自的信息含义,这正是本研究的兴趣所在。

2 原理

星阵码基于光栅衍射(色散)的光学原理,将在信息与衍射光栅元之间建立起相互对应的关系。制定出星阵码信息编码的方法,根据光栅衍射的基本原理,设计相应的识读装置和操作方法,从而形成一个完整的信息光存储的全新理念。

设计原理如下:首先将储存的信息转化成星阵码中的反射型光栅元。根据光栅衍射原理,当一束光直射到光栅上,在垂直光栅槽的方向上获得入射光的多级衍射,而在平行于光栅槽的方向上是没有衍射光的。如果在一个指定角度,采用不同光栅常数的反射型光栅元,可观察到入射的全色光中不同的光谱色。用不同光栅常数的反射型光栅元作为信息的基本单元,构成一个两维的阵列。在这个两维的光栅元阵列中,相邻光栅元的光栅槽取向设计成互为正交的结构。如此设计的目的,既可使得二维阵列中的两维信息之间互不相关,又使得接收到的相邻彩色光点的轮廓能更为分明、视觉上互不干扰,从而,增强了光栅点色差的观察效果。在全色光的照射下,在预定视角可观察到不同光栅常数的光谱色衍射,如图 1 所示,当 A 列受光后得到 A' 列的实际效果。

信息识读是将一线型的白光(全色)光源垂直入射到星阵码上。观察者可在一个特定的角度看到一行由彩色光点组成的信息条码,当移动光源时,可以观察到一个方向上的全部信息。同样可将码阵作 90 的旋转,以同样方式观察到另一维的信息,形成

了一种二维阵列的信息集合。

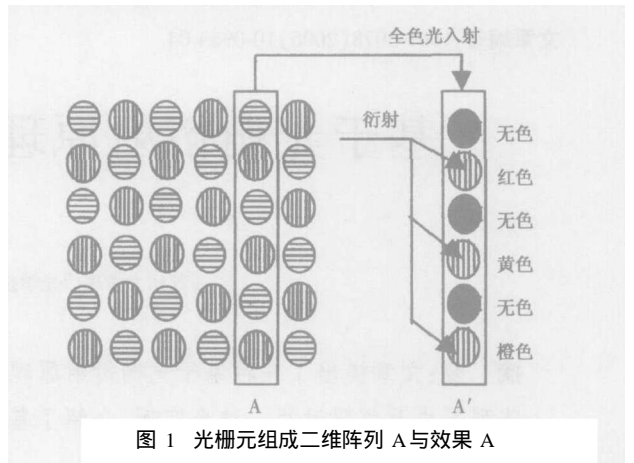


图 1 光栅元组成二维阵列 A 与效果 A'

星阵码不但拥有条形码的应用优点,它更具有信息存储量大,并实现了无油墨印刷,无需训练即可直接了解星阵码中所储存的信息。

3 信息编码的制定

建立信息与光点的对应关系。本研究选取了对人眼比较敏感的光谱色如:红、橙、黄、绿、蓝、紫(R、O、Y、G、B、P)作为标准,将每种光谱色对应一个值(数字或字母),制定成编码规则。信息与光点对应关系的制订可以自由定义,随着该技术的发展和完善,完全有可能制订出一个国家标准、甚至国际标准。

如果用 6 种光谱色的 10 个光栅元进行全排列组合,可获得 6^{10} 组信息,如此巨大的信息存储量远比黑白的条形码或二进制编码要丰富得多。这也是本研究的意义所在。

在设计好信息点与颜色点的对应关系后,根据衍射公式计算出各点的光栅常数。首先通过激光全息照相、缩微光刻、激光束或电子束直写工艺、加工、制作成二维光栅元阵列,再经电铸、薄膜转移、真空镀铝等工艺,制成最终的星阵码。

4 光栅元及识读标志

星阵码中的衍射光栅元是一种刻有一系列等距的平行划痕的反射平面镜,划痕的间距 d 称为光栅常数,它的倒数 $1/d$,即为每单位长度所含的划痕数量,常称为光栅的划痕密度^[3],当平行光束射到平面光栅上时,它的每条划痕都起着衍射的作用。衍射角的正弦与波长成正比,所以,一束白光经过光栅反射在不同的角度可观察到色散的现象。观察光谱色的排序结构来获取其中的信息。

因此,全色光的入射角度、光点的颜色(波长)和接收角度是光衍射的三个基本条件。因此,只要在特定的入射角度,就能在特定的观察角度,观察到特定的颜色。如果把入射角度定为垂直方向,并指定某一观察角度,则按以下计算公式建立起光谱色与光栅常数 d 的关系^[3]。

$$d \cdot \sin \theta = n \cdot \lambda \quad (1)$$

其中, $n=0, \pm 1, \pm 2, \dots$

通过上述公式,在确定了观察角度和指定了波长、 $n=1$ 后,就可以计算出光栅元的光栅常数 d 。

在研究观察信息可靠性和准确性方面,在光栅信息条的二端各设计了一个识读标志点,用指定光谱色(波长)来定义识读标志点。如此设计,使得只有当二个端点的标识点符合设计光谱色时,观察到标识点间的光点信息才有效、准确。

5 识读方法与装置

通过寻找上述标识点,来确立全色光的入射角度和观察角度,准确识读到星阵码的信息。识读方法可分为机读和徒手(无须使用专用装置)识读。

图 2 为一个星阵码机读光电装置。

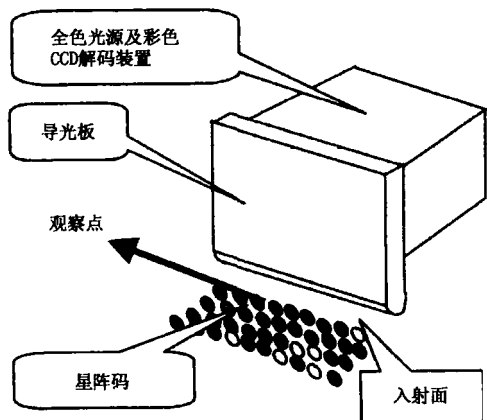


图 2 星阵码机读光电装置

星阵码机读光电装置由电源、发光器件、导光板、彩色线阵 CCD 等器件组成。其中电源由电池或电源适配器提供,为装置提供工作电源;微型电珠作为入射光的光源;导光板为一种将原光源整形成线光源的光学元件,它的工作原理是:将原光源通过折、反射方法,将光照整形成均匀线光源,从导光板具有弧形聚光作用的端面汇聚射出,形成一道均匀且增强的线型全色光线。依据标识点的设计思路,

导光板入射角与星阵码之间的夹角定位垂直方向上,在这特定的角度,线光束在星阵码的上方垂直入射。在观察到两端的标识点时,就可以同时获得标识点中间的一行存储信息。采用这种取样方法所得到的信息是唯一、可靠的。利用线阵彩色 CCD 作为传感器,以非接触方式将光谱色读入,通过计算机的信息解码处理,形成一种全新的具有自动识别技术的计算机星阵码信息管理系统。

本研究还专门设计了一种徒手识读星阵码的方法,该方法无须使用任何装置,甚至不需要专用光源,就能够观察、读取星阵码中的信息,这样信息数据的读取变得简便、大众化。根据二个标识点的设计思路,将载有星阵码的纸张或薄膜向上凸起,弯曲成一定弧度,移至普通白炽灯光源下识读,反复调整入射和衍射的角度来寻找二端的标识点。在确定了二端标识点后,二标识点间的光谱色即代表所要寻找的存储信息。这种方法读出的信息光谱色是准确的。再将星阵码旋转 90°,以同样方法可获取另一维的全部信息。

6 应用实例

在了解了星阵码设计的方法和识别原理后,将该技术应用到某一商品的防伪的实用标识中。假设一种酒类商品有以下 11 组基本信息需要编码,每组项目用 3 个光栅元,信息容量为 $6^3 = 216$ 种。加上两端的黄色 Y 标识线,形成一个 $(3+2) \times 2 = 10$ 的星阵码阵列,红、橙、黄、绿、蓝、紫分别用字母 R、O、Y、G、B、P 来代表。

- 商品名称 (R、R、Y);
- 酒精含量 (G、B、B);
- 生产日期 (B、G、G);
- 生产下线时间 (O、P、G);
- 生产批次 (B、B、G);
- 容量 (O、Y、R);
- 小写字母为列向信息
- 麦芽等级 (g、p、o);
- 生产厂商 (r、y、r);
- 联系地址 (b、g、c);
- 电话 (b、r、g);
- 商品代码 (y、p、g)。

见图 3。

在本示例中,每行(列)二端的“Y(y)”黄点作为星阵码的标志点,每行(列)含有 3 个信息位。

y	Y	y	R	y	R	y	Y	y	Y
Y	y	G	y	B	y	B	y	Y	y
g	Y	b	B	y	G	N	G	N	Y
Y	r	0	b	P	N	G	N	Y	N
c	Y	g	B	p	B	N	G	N	Y
Y	y	0	r	Y	N	N	N	Y	N
m	Y	c	N	g	N	N	N	M	Y
Y	r	N	g	N	N	N	N	Y	N
y	Y	y	N	y	N	y	N	y	Y
Y	y	N	y	N	N	N	y	Y	y

其中:N为 Null

图 3 星阵码例图

首先,将该类商品的一些基本信息与光谱色点建立起对应关系,这是一种人为定义的编码关系,通过公式(1),将信息逐点转换成相应的光栅常数 d ,形成 d 的数组,然后采用激光干涉的工艺,在光刻胶版表面形成星阵码浮雕型光栅点阵列,点的形状、大小可以按照视觉实际效果而确定。经过下述加工工艺^[4]:电铸制成镍版,制作出星阵码的母版,通过滚压技术将母版的光栅转移至薄膜表面,经真空镀膜、涂胶、分切,最终制成载有商品信息的星阵码标贴。当客户需要验证该商品真伪时,只需通过上述介绍的识读方式,并依据厂商提供的标准,一一对比后便可方便地识读商品的相关信息以及鉴别商品的真伪。由于信息的光谱色是自我确定的,而光栅无法简单复印、复制。所以,星阵码具有一定的保密性和随机性,增加了仿冒制假的难度和成本,起到了商品自我保护的作用。而这样的应用仅仅是把星阵码添加到已有的“全息”商品标贴上去,并未增加它的成本。一旦把信息与光谱色之间的关系标定成一个公认的国家标准或企业标准,星阵码便形成了一个通用的信息光存储技术。再结合计算机信息处理技术,一定会产生一种全新的计算机信息管理系统。

7 结论与展望

结论如下:

一、用不同光栅常数的光栅元对信息进行编码,与常见的二进制编码方法、黑、白条形码编码方法相

比,星阵码把信息储存量提高数百倍;

二、识读方法简单、直观。既可以使用简单的光电装置,甚至可以徒手操作,技术推广成本极低,无需专业知识就可识读星阵码的信息,与条形码的识读方法相比,更具有实用价值。如果将 CCD、CMOS、CIS 技术作为星阵码的输入手段,结合计算机信息管理系统,应该可能取代条形码;

三、设计中的标识线(点)的设计,把一个原来比较复杂的对准步骤变得十分简单,并且确保了信息组的准确性和唯一性。

星阵码光存储技术具有上述明显的应用优势,可应用于商品的标识码、货币的防伪标识。特别推荐应用在烟、酒、药品行业,起到了商品防伪标贴的功能。目前这三大商品的假货泛滥,生产厂和国家有关部门已采用全息防伪技术进行扼制造假行为,现有的全息防伪技术需要一定的专业识别知识,信息的解读方法又不可能作到人人皆知。但是用星阵码完全可以做到简学易懂,操作简单。还可以将该技术直接嫁接到现有的全息防伪标贴技术中去,必定成为新一代的商品防伪标贴技术,推广、应用的前景十分广阔。

另一种更有诱惑的应用前景设想是,利用星阵码信息存储的高密度和能够直接识读的特点,制作光存储体“ROM”(只读存储器),作为货币、身份证件的新标志。甚至可以设想,采用星阵码的基本设计思路,用光栅元来替代目前光盘的二进制信息,到时光盘的信息存量会将现有光盘的信息容量提高几百倍,甚至上千倍。

本研究所设计的星阵码信息编码方法以“一种信息存储的方法及识别装置”名称,已在 2005 年申请国家知识产权局的发明专利,并已获得国家知识产权局的专利申请受理通知书 200510095005.8、7。

参考文献:

- [1] 黄以群,董湘陵.条形码技术[M].北京:国防工业出版社,1991.
- [2] 周望,沈卫民.一种信息存储的方法及识别装置[P].北京:中华人民共和国国家知识产权局,发明专利申请书,2005.
- [3] 吴国安.光谱仪器设计[M].北京:科学出版社,1978.
- [4] 陈家壁,苏显渝.光学信息技术原理及应用[M].北京:高等教育出版社,2002.