

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B42D 15/10 (2006.01)

G02B 5/32 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480031811.2

[45] 授权公告日 2009 年 9 月 2 日

[11] 授权公告号 CN 100534807C

[22] 申请日 2004.11.2

[21] 申请号 200480031811.2

[30] 优先权

[32] 2003.11.3 [33] DE [31] 10351129.6

[86] 国际申请 PCT/EP2004/012378 2004.11.2

[87] 国际公布 WO2005/042268 德 2005.5.12

[85] 进入国家阶段日期 2006.4.27

[73] 专利权人 OVD 基尼格拉姆股份公司

地址 瑞士楚格

[72] 发明人 A·希林 W·R·汤普金

[56] 参考文献

WO03055691A1 2003.7.10

WO02100654A2 2002.12.19

US5032003A 1991.7.16

审查员 曹琦

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 李玲

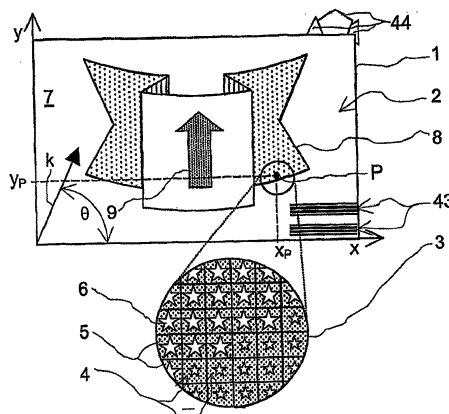
权利要求书 3 页 说明书 19 页 附图 3 页

[54] 发明名称

具有半色调图像的衍射安全元件

[57] 摘要

本发明涉及一种具有半色调图像(2)的衍射安全元件(1)，它包括位于多个层(10)所包括的反射层(13)中的衍射结构，该结构介于透明的浮雕层(11)和保护性涂层(12)之间。半色调图像(2)被分割成多个像元(4)，各像元的至少一个维度的尺寸小于1毫米。各像元(4)的表面包括背景区域(5)和图案像元(6)。像元图案(6)所占据的面积相对于像元(4)的总面积的比例决定了在像元(4)的一个点(P)中半色调图像(2)的亮度。背景区域(5)包括第一衍射结构，该结构并不以和像元图案(6)相同的方式来调节光线。宽度长达0.3毫米的图案条带(36)可进一步在半色调图像(2)的表面上延伸。上述图案条(36)占据背景区域(5)和/或像元图案(6)的一小部分表面，并在半色调图像(2)上形成彩色条带(43)。



1. 一种具有半色调图像(2)的衍射安全元件(1)，它包括由被封入复合层(10)中的精细表面结构(18; 19; 37)所占据的表面部分，所述复合层至少包括透明浮雕层(11)、保护性漆层(12)和具有所述精细表面结构(18; 19; 37)的反射层(13)，所述反射层被嵌入所述浮雕层(11)和所述保护性漆层(12)之间，具有第一表面结构(18)的表面部分形成背景区域(5)，具有在至少一个结构参数方面与所述第一表面结构(18)不同的第二表面结构(19)的表面部分形成像元图案(6)，并且所述半色调图像(2)的表面被分割成多个像元(4)，所述像元是由所述像元图案(6)和所述背景区域(5)的表面部分组成的并在至少一个维度上小于1毫米，

其特征在于，

所述像元(4)中的像元图案(6)具有相同的大小，图案条带(36)至少在所述半色调图像(2)的一部分表面之上用宽度(B)介于15微米到300微米之间的线条图案来延伸，并且部分地覆盖所述背景区域(5)和像元图案(6)，由表面条带(40)形成具有图案结构(37)且线宽介于5微米到50微米之间的线条图案，其中所述线条图案包括字母、文本、线元以及象形文字，并且所述图案结构(37)在至少一个结构参数(13)方面不同于所述第一和第二表面结构(18; 19)，所述背景区域(5)中的表面条带(40)的线宽是恒定的，并且所述像元(4)的表面亮度是用所述像元图案(6)上的表面条带(40)的线宽来控制的，使得未被所述线条图案覆盖的像元图案(6)的表面比例是在考虑到相邻像元(4)的表面亮度的情况下，根据所述像元(4)的位置处半色调图像(2)的原始图像的表面亮度来确定的。

2. 如权利要求1所述的衍射安全元件(1)，其特征在于，所述第一和第二表面结构(18; 19)是线形衍射光栅，其空间频率介于150条线/毫米到2000条线/毫米的范围中。

3. 如权利要求1或2所述的衍射安全元件(1)，其特征在于，所述表面结构(18; 19)是具有光栅矢量(k)的线形衍射光栅，在所述像元图案(6)中所述第二表面结构(19)的光栅矢量(k)是平行的，并且所述像元图案(6)的光栅矢量

(k) 的方位角 (θ) 不同于所述背景区域 (5) 中所述第一表面结构 (18) 的光栅矢量 (k)。

4. 如权利要求 3 所述的衍射安全元件 (1), 其特征在于, 其第一表面结构 (18) 在背景区域 (5) 中具有相同的光栅矢量 (k) 的方位角 (θ) 的那些像元 (4) 是根据它们的光栅矢量 (k) 的方位角 (θ) 而在所述半色调图像 (2) 上排列成行的。

5. 如权利要求 4 所述的衍射安全元件 (1), 其特征在于, 在其表面上, 所述光栅矢量 (k) 的方位角 (θ) 不相同的那些相邻的行 (26; 28; 29) 按 ABC、ABC 的顺序以循环重复方式来排列。

6. 如权利要求 1 所述的衍射安全元件 (1), 其特征在于, 所述第一表面结构 (18) 和所述第二表面结构 (19) 是曲形衍射光栅, 它们的空间频率是从 150 条线/毫米到 2000 条线/毫米的范围中选择的, 并且所述背景区域 (5) 和所述像元图案 (6) 的曲形衍射光栅至少在光栅矢量 (k) 的方位角 (θ) 方面有所不同。

7. 如权利要求 1 或 2 所述的衍射安全元件 (1), 其特征在于, 所述第一表面结构 (18) 和所述第二表面结构 (19) 是非对称的衍射光栅, 其中所述第一表面结构 (18) 的非对称衍射光栅的光栅矢量 (k) 在与所述第二表面结构 (19) 的光栅矢量 (k) 相反的方向上确定方向。

8. 如权利要求 1 所述的衍射安全元件 (1), 其特征在于, 所述像元图案 (6) 的表面中的第二表面结构 (19) 是选自下组的衍射散射体: 各向同性和各向异性的无光泽结构; 开诺全息照片 (kinoform); 具有圆形凹槽的衍射光栅, 其凹槽间距介于 1 到 3 微米之间; 以及与衍射光栅叠加在一起的无光泽结构。

9. 如权利要求 8 所述的衍射安全元件 (1), 其特征在于, 作为所述第一表面结构 (18) 的背景区域 (5) 具有选自下组的一种结构: 平面镜; 交叉光栅, 其空间频率大于 2300 条线/毫米; 以及蛾眼结构。

10. 如权利要求 8 所述的衍射安全元件 (1), 其特征在于, 作为所述第一表面结构 (18) 的背景区域 (5) 具有线形衍射光栅, 其空间频率介于 150 条线/毫米到 2000 条线/毫米的范围中并且光栅矢量 (k) 相互平行。

11. 如权利要求 1 或 2 所述的衍射安全元件 (1), 其特征在于, 所述第一表面结构 (18) 和所述第二表面结构 (19) 是线形或曲形衍射光栅, 它们的空间频率 (f) 不相同。

12. 如权利要求 2 所述的衍射安全元件(1)，其特征在于，所述图案结构(37)中的线形衍射光栅的空间频率(f)选自 800 条线/毫米到 2000 条线/毫米的范围中。

13. 如权利要求 12 所述的衍射安全元件(1)，其特征在于，所述图案结构(37)中的线形衍射光栅的空间频率(f)取决于所述半色调图像(2)上的位置。

14. 如权利要求 12 所述的衍射安全元件(1)，其特征在于，在所述图案结构(37)中线形衍射光栅的光栅矢量的方位角定向取决于所述半色调图像(2)的位置。

15. 如权利要求 1 所述的衍射安全元件(1)，其特征在于，所述图案结构(37)是衍射散射体。

16. 如权利要求 1 所述的衍射安全元件(1)，其特征在于，所述半色调图像(2)是由独立于所述半色调图像(2)的表面结构所占据的表面部分(44)的镶嵌图案部分。

17. 如权利要求 1 所述的衍射安全元件(1)，其特征在于，用黏合剂将所述复合层(10)固定到基板(17)上。

具有半色调图像的衍射安全元件

技术领域

本发明涉及具有半色调图像的衍射安全元件。

背景技术

这种安全元件可用于验证文档、钞票、护照及身份证、各种贵重物品等，尽管它们很容易检验，但是它们很难仿制。通常，这种安全元件是用粘合剂固定到要被验证的物品上的。

从 EP-A 0 105 099 中已知一种图形结构的安全图案，它像镶嵌图案那样构成衍射图像元件。当把该安全图案倾斜和/或在其平面中旋转时可以看到该安全图案的外观会有所变化。

EP-A 0 330 738 描述了具有衍射表面部分的安全图案，这些衍射表面部分小于 0.3 毫米，并且在该安全图案的结构中单独或按行排列。特别是，该表面部分形成其高度小于 0.3 毫米的文本字符。该表面部分或字母的形状可能只有借助很好的放大镜才能识别。

从 EP-A 0 375 833 中已知多种衍射安全图案，它们是由要被放置在安全元件中的多个像素构成的，其中各安全图案可以在正常阅读距离处预定的方位上用眼睛直接看到。各安全图案被分割成光栅区域的多个像素，该光栅区域是由安全元件预先确定的。安全元件的光栅区域被细分为多个衍射表面部分，对应于安全图案的数目。在各光栅区域中，与该光栅区域相关的安全图案的像素占据着它们预定的表面部分。

德国专利申请 No 1 957 475 和 CH 653 782 揭示了许多精细的具有光衍射效应的浮雕结构，它们的名称是开诺全息照片（kinoform）。开诺全息照片的浮雕结构使光线偏转到预定的立体角中。只有当用基本上相干的光来照射开诺全息照片时，才能够在显示屏上看到该开诺全息照片中所存储的信息。开诺全息照片将白光或日光散射到该开诺全息照片预先确定的立体角中，但是在该角度

之外开诺全息照片看上去是暗灰色的。

衍射安全图案被封入塑料材料的复合层中，该复合层被设计用于某一物件。美国专利 No 4 856 857 描述了该复合层的各种结构，并且适合的材料都列在其中。

另一方面，从美国专利 No 6 198 545 中得知，通过印刷过程生产出包括多个像素且具有像元或字符的半色调图像，其中在其它的白色像素背景中的黑色成分是这样选择的，使得观察者在 30 厘米到 1 米的可视距离处观察半色调图像，并且只有在非常近的距离处或使用放大镜很仔细地观察时才能够识别出像元或字符。该图像合成技术被称为“艺术筛选(artistic screening)”。随着复印技术的分辨率持续改进，对于不带有艺术筛选的半色调图像，很容易生产出优质的复制品。

发明内容

本发明的目的是提供一种衍射安全元件，该衍射安全元件可显示出半色调图案并且很难仿制或复制。

本发明提供一种具有半色调图像的衍射安全元件，包括由被封入复合层中的精细表面结构所占据的表面部分，所述复合层至少包括透明浮雕层、保护性漆层和具有所述表面结构的反射层，所述反射层被嵌入所述浮雕层和所述保护性漆层之间，其中具有第一表面结构的表面部分形成背景区域，具有在至少一个结构参数方面与所述第一表面结构不同的表面结构的表面部分形成像元图案，并且所述半色调图像的表面被分割成多个像元，所述像元是由所述像元图案和所述背景区域的表面部分组成的并在至少一个维度上小于 1 毫米，其特征在于，所述像元中的像元图案具有相同的大小，图案条带至少在所述半色调图像的一部分表面之上用宽度(B)介于 15 微米到 300 微米之间的线条图案来延伸，并且部分地覆盖所述背景区域和像元图案，由表面条带形成具有图案结构且线宽介于 5 微米到 50 微米之间的线条图案，其中所述线条图案包括字母、文本、线元以及象形文字，并且所述图案结构在至少一个结构参数方面不同于所述第一和第二表面结构，所述背景区域中的表面条带的线宽是恒定的，并且所述像元的表面亮度是用所述像元图案上的表面条带的线宽来控制的，使得未被所述线条图案覆盖的像元图案的表面比例是在考虑到相邻像

元的表面亮度的情况下,根据所述像元的位置处半色调图像的原始图像的表面亮度来确定的。

根据本发明能够达成上述指定的目的。

本发明的想法是要提供一种衍射安全元件,它具有至少两个不同的可识别的图案,其中一个图案是半色调图像,它可以在 30 厘米到 1 米的观察距离处被识别出并且是由多个像元图案构成的。像元图案排布在背景中,并且局部地(例如在一个像素中)覆盖由半色调图像中局部表面亮度所预定的一部分背景。背景表面和像元图案的表面都是旋光性元件,比如全息图、衍射光栅、无光泽结构、反射表面等,其中就衍射或反射特性而言,用于像元图案的表面和用于背景的表面是不同的。在使用或不使用帮助(例如,放大镜)的情况下,只能在小于 30 厘米的阅读距离处识别出半色调图像中的像元图案。在安全元件的另一个实施例中,宽度达 25 微米的图案条带在半色调图像的表面上扩展成更多的图案。直的和/或曲形的图案条带形成背景图案,例如,连结环图案、象形文字等。在图案条带的表面中,线元排列在背景中。每单位长度的图案条带所对应的线元的表面部分是由像元图案中的局部表面亮度所确定的,图案条带便是通过该表面部分扩展的。线元的表面由于其旋光性元件而不同于背景和/或像元图案的表面。像元图案和线形图案是由字符、线条、编织和卷结图案、字母等组成的。从 EP-A 0 105 099 和 EP-A 0 330 738 中看出,安全元件可以与本说明书的公开部分所指的衍射安全图案组合起来。

附图说明

在下文中将详细描述本发明的实施例,在附图中对各实施例进行解释说明,其中:

图 1 示出了具有放大部分的安全元件;

图 2 示出了作为像元中的像元图案的字母;

图 3 示出了安全元件的横截面;

图 4 示出了无光泽结构;

图 5 示出了旋转角 δ 处的放大部分;

图 6 示出了旋转角 δ_1 处的放大部分;

图 7 示出了旋转角 δ_2 处的放大部分；
图 8 示出了安全元件中的小尺寸图像；
图 9 示出了像元中的详细结构；以及
图 10 示出了带有图案条带的亮度控制。

具体实施方式

在图 1 中，标号 1 表示衍射安全元件，标号 2 表示图案单元的半色调图像，标号 3 表示安全元件 1 中放得很大的一部分，标号 4 表示像元，标号 5 表示背景区域，标号 6 表示像元图案。半色调图像 2 的图案单元是像像素那样的像元 4，它们构成了表面部分的镶嵌结构。根据照明和观察方向，像元 4 的表面部分中的精细表面结构调节入射到安全元件 1 上的光。具有光线调节表面结构的表面部分至少包括背景区域 5 和像元图案 6。该表面结构可具有反射层，以增强光线调节作用。

在图 1 中，为便于说明，使安全元件 1 的表面相对于具有坐标轴 x 和 y 的坐标系而定向。另外，出于涉及清楚的原因，背景区域 5 和像元图案 6 的表面分别在白色图光栅或非光栅中示出，其中与具有由印刷技术所产生的半色调图像的情形不同的是，背景区域 5 和像元图案 6 在未指定其照明和观察方向的情况下并不允许有任何与其表面亮度有关的指示。

如图 1 中经放大的部分 3 所示，在一个实施例中，安全元件 1 的表面被分割成多个像元 4，这些像元 4 至少在一个维度上是小于 1 毫米的，例如，像元 4 是方形、矩形或六角形，或者是这些表面之一的保角变换。像元 4 之间的边界在图中示出，这只是出于清楚的原因。各像元 4 的表面至少具有背景区域 5 和排列在背景区域 5 中的像元图案 6，其中像元图案 6 是连续表面部分或也包括一组表面部分。

较佳地，在考虑相邻的像元 4 所对应的半色调图像 2 中的位置的表面亮度和/或位置 P 处的表面亮度的梯度的情况下，与坐标为 (x_p, y_p) 的像元 4 相对应的位置 P 处的半色调图像 2 的表面亮度确定在坐标为 (x_p, y_p) 的像元 6 的表面中像元图案 6 的表面部分。

例如，半色调图像 2 的原始图像的位置 P 处的表面亮度越大，坐标为 (x_p, y_p)

的像元 4 中像元图案 6 的表面部分相应地就越大。所以产生了半色调图像 2，在预定的照明和观察方向上所有的像元图案 6 必须具有相同的光线调节作用，而背景区域 5 尽可能少地使光线偏转到观察方向上。

如果像元图案 6 的形状与像元 4 的形状相似，则像元 4 中的像元图案 6 的表面部分可以是在 0% 和 100% 的范围中。术语“相似的形状”是指在相应的角度方面完全一样但大小不同的形状。如果像元图案 6 的边界形状（例如星形）不同于像元 4 的形状，则像元 4 中像元图案 6 的表面部分的范围被限制在上端处，即仍然有一部分背景区域 5 存在于像元 4 中。不过，较佳地，为了在像元 4 中获得像元图案 6 的必需表面部分，在像元图案 6 的边界形状中，即便具有不同的尺寸或处于狭窄的条带（对应于表面部分），也有可能识别出各像元中的像元图案 6。半色调图像 2 的表示基于具有预定的步长的比例，该比例与像元 4 中像元图案 6 的表面部分有关，其中注意到原始图像的表面亮度通过该比例转变为半色调图像 2。

作为示例，半色调图像 2 的原始图像在底面 7 上具有一个折叠的条带 8 和一个箭头 9，箭头 9 位于条带 8 的中心。半色调图像 2 被分割成多个像元 4。根据图案单元（例如，底面 7、条带 8、箭头 9 等等），原始图像的表面亮度是与像元 4 相关联的。如图 1 所示，底面 7、箭头 9 和条带 8 的可见表面（在不同的光栅中示出）由于其表面亮度而在原始图像中有所不同。在安全元件 1 上，观察者至少识别出在不同的表面亮度等级中的原始图像的半色调图像 2。因为像元 4 相对较大，所以为了较好地识别半色调图像 2，要从约为 0.3 米的最小观察距离或更远处来观察安全元件 1。在小于 30 厘米的阅读距离处，观察者仍然可以直接用眼睛或用简单的放大镜识别出预定的像元图案 6。例如，在图 1 中，像元图案 6 是星形。在安全元件 1 的其它结构中，相邻的像元图案 6 是不同的。在小于 30 厘米的阅读距离处，像元图案 6 的粗糙光栅会干扰半色调图像 2 的识别。

在半色调图像 2 的一个实施例中，像元图案 6 与所有的像元 4 相似。在图 1 所示的示例中，在部分 3 中，像元 4 中的星形像元图案 6 被显示得很小，有些部分包括很低的表面亮度等级，并在此对应于底面 7。如果具有更高表面亮度等级且不同于底面 7 的部分条带 8 要被表现出来，则像元图案 6 的表面部分

在像元 4 中相应地大一些。背景区域 5 和像元图案 6 的结构都具有一般的衍射表面结构,这种衍射表面结构具有反射层。背景区域 5 和像元图案 6 相比,其不同之处至少在于表面结构的一个结构参数,比如方位角、空间频率、剖面形状、剖面深度、凹槽曲率等等,或者背景区域 5 或像元图案 6 是透明的,例如作为局部除去反射层的结果,或被彩色层(白色或黑色)覆盖。由此,背景区域 5 的表面与像元图案 6 的表面相比,不同之处在于它们表面结构的光线调节作用。在半色调图像的一个实施例中,在背景区域 5 和/或像元图案 6 的表面中,表面结构具有依赖于坐标(x,y)的附加结构参数。

除了那个简单的半色调图像 2 的示例以外,特别是,已知著名人物的代表(例如肖像)适合由于半色调图像 2,其中注意到像元图案 6 有利地具有所示著名人物的参照,例如,由著名人物所写的连续文本的字母和/或用音符所写的音调。

在图 2 中,在背景区域 5 的背景中,像元 4 包括各自的形状为单独字母的像元图案 6。像元 4 排列成行,其方式使像元图案 6 中的字母包括文本所对应的序列。通过改变字母的厚度和/或大小,可实现字母在像元 4 的区域中的表面比例,该表面比例是由半色调图像 2 预先确定的。在字母内,厚度连续或按步变化,如果那样可为半色调图像 2 提供更好的分辨率的话。如图 2 所示,示出了字母 S 和 E、U 的情形。带有字母的像元 4 的大小相应地保持很小,使得当离得很近观察时可以读出字母,即,在正常的阅读距离处,但是在所示观察距离处它们将不再能够被读出。在另一个实施例中,像元 4 是很微小的,其中字母或符号只能通过显微镜来识别。只能通过放大至少 20 倍才能被识别的文本在下文中被称为“纳米文本”。图 2 是简化的情形,并未示出像元 4 的大小,例如,当像元 4 中成比例的手稿或纳米文本包括具有连续的手稿文本的细长矩形时,该图适合字母。

图 3 示出了安全元件 1 的典型横截面。安全元件 1 是复合层 10 的一部分,复合层 10 包括半色调图像 2(图 1)。复合层 10 至少包括浮雕层 11 和保护性漆层 12。两个层 11 和 12 包括塑料材料并在它们中间装入反射层 13。在另一个实施例中,抗划伤的、坚韧且透明的聚乙烯保护层 14 覆盖浮雕层 11 的全部侧面,浮雕层 11 离反射层 13 很远。对于入射光 15 而言,至少浮雕层 11 和可

能存在的保护漆层 14 是至少部分透明的。保护性漆层 12 本身或位于保护性漆层 12 侧面（该侧面远离反射层 13）上的可选的黏合剂层 16 适合用于将安全元件 1 连接到基板 17。基板 17 是要用安全元件 1 对其加以验证的贵重物件、文档、钞票等。在上述美国 No 4 856 857 中描述了复合层 10 另外的结构。该文档总结了适合于复合层 10 的结构的材料以及适合于反射层 13 的材料。反射层 13 是金属（该金属选自铝、银、金、铬、铜、镍、碲等）薄层的形状，并由包括无机电介质（比如， MgF_2 、 ZnS 、 $ZnSe$ 、 TiO_2 、 SiO_2 等）的薄层构成。反射层 13 也可以包括不同的无机电介质的多层部分或金属与电介质层的组合。反射层 13 的层厚度和反射层 13 的材料选择取决于安全元件 1 是否纯粹是反射式的，像上文提到的只在表面部分中透明，即部分透明，或具有预定的透明度的透明。特别是，碲反射层 13 适合用于使单个安全元件 1 具有特色，因为反射碲层在当纤细的激光束在照射位置处通过复合层 10 的塑料层的效应下会变得透明，并且在不损坏复合层 10 的情况下产生了一个窗口。以这种方式形成的透明窗口 46 形成了一个单独的代码。同样，如果要产生单独的半色调图像 2，则分别在背景区域 5 或像元图案 6 的表面中去除反射层 13。

半色调图像 2 的区区域中的反射层 13 具有精细的表面结构，该结构用于使入射光 15 发生衍射。背景区域 5 的结构是由第一表面结构 18 占据的，并且第二表面结构 19 被定形为像元图案 6 的表面。通过使用衍射表面结构，可提供中心结构 18、19，这些结构选自衍射光栅、全息图、无光泽结构、开诺全息照片、蛾眼结构以及反射表面。反射表面包括平的、无色的反射镜表面以及像彩色镜面那样使用的衍射光栅。那些彩色反射衍射光栅是线形光栅或交叉光栅的形状并包括大于 2300 条线/毫米的空间频率 f ，并且在依赖于其旋光性结构深度 T 的情况下根据反射定律选择性地反射入射光的各颜色组分。如果旋光性结构深度 T 在约 50 纳米的数值以下，则入射光被部分地无色地反射。与复合层 10 的表面平行的平镜面也要作为一个单一的浮雕结构与精细表面结构组相关联，其中注意到平的、无色反射镜表面的特征在于，空间频率 $f = \infty$ 或 0 并且结构深度 $T = 0$ 。在上述德国专利申请 No 1 957 475 和 CH 653 782 中描述了开诺全息照片。

作为示例，上述表面结构之一作为背景区域 5 在为半色调图像 2 所提供的

整个表面上延伸。随后用预定的颜色来覆盖像元图案 6 的表面。在复合层 10 的自由面上,通过墨水喷射印刷或凹板印刷,便在像元图案 6 的表面上实现了在 45 处所示的颜色应用。安全元件 1 的最简单的结构已经提供了这样的优点,即用复制装置产生的安全元件 1 的复制品与原始的明显不同。在另一种结构中,在背景区域 5 和像元图案 6 的表面中的颜色应用 45 分别直接位于浮雕层 11 和反射层 13 之间。与图 3 所示相反,颜色应用 45 在背景区域 5 或像元图案 6 的全部表面上扩展。同样地,通过上述去除反射层 13 的操作而产生的窗口 46 具有背景区域 5 和像元图案 6 的全部表面。

作为示例,作为第一表面结构 18 的背景区域 5 中的反射层 13 具有反射表面,其形状为平镜面或像彩色镜面那样的衍射光栅。当用日光或多色的人造光线来照射时,入射光 15 以入射角 α 照射到复合层 10 上,其中入射角 α 是在入射光线 15 的方向和复合层 10 的法线 20 之间测得的。在第一表面结构 18 处反射的光线 21 以反射角 β 离开复合层 10,该反射角 β 是相对于法线 20 测得的并根据反射定律等于入射角 α 。只有当观察者以很近的立体角直接看到反射光 21 中时,背景区域 5 才能一起给出光印痕,在这种情况下平面镜不加改变地反射日光(即无色地),而空间频率 f 大于 2300 条线/毫米的衍射光栅反射混合的颜色,该混合的颜色是它们中的典型。在复合层 10 上的半个空间中的其它方向上,背景区域 5 实际是黑的。

因此,特别是,一种浮雕(它吸收入射光 15,被称为“蛾眼结构”,并且其规则排列的、钉形浮雕结构单元在该浮雕的底面之上 200 纳米到 500 纳米处投射)适合用于第一表面结构 18。浮雕结构单元彼此间隔 400 纳米或更少些。具有这种蛾眼结构的表面对从任何方向入射的光线 15 的反射都小于 2%,并且对于观察者而言就是黑的。

在像元图案 6 中定形的是第二表面结构 19,该结构使入射光 15 基本上偏移到反射光 21 的方向以外。空间频率 f 在 100 条线/毫米到 2300 条线/毫米的范围内的线形衍射光栅的精细浮雕满足该条件。对于无色衍射光栅而言,空间频率 f 是从 $f=100$ 条线/毫米到 $f=250$ 条线/毫米的范围中选择的。将入射光 15 分解成多种颜色的衍射光栅具有与空间频率 f ($f=500$ 条线/毫米到 $f=2000$ 条线/毫米的范围中)相关的较佳数值。在相对于坐标轴 x (图 1)成方位角 θ 的

情况下，建立光栅矢量 k （图 1）的定向。关于线形衍射光栅的特殊情形是由那些凹槽曲径形成的，但其形成方式是曲径凹槽平均地看是遵循直线的。那些衍射光栅在方位角方面具有更大的范围，与方位角相关的是，对于观察者而言它们是可视的。

根据反射光的方向上的波长，入射光 15 在第二表面结构 19 处发生衍射，并以光波 22、23 的形式偏移到低的第一衍射级中，并以光波 24、25 的形成偏移到高衍射级中，其中蓝紫光波 23、24 以最小衍射角 $\pm\epsilon$ 被衍射到反射光 21 的方向以外。波长更大的光波 22、25 相应地以更大的衍射角偏转。

入射光 15 和法线 20 定义了一个观察面，在图 3 中该观察面与该图所在平面一致并平行于坐标轴 y 。当观察方向和法线 20 包括反射角 β 时，观察者的观察方向在该观察平面中，并且观察者的眼睛接收反射背景区域 5 的反射光 21。

如果衍射光栅的光栅矢量 k 与观察平面平行（在这种情况下观察平面与衍射平面完全相同），则衍射光栅具有最佳的作用。

在这种情况下，衍射光束 21 到 24 在观察平面中，并且根据观察方向，在观察者的眼睛中产生预定的彩色印象。如果光栅矢量 k 不在观察平面中，即它在相对于观察平面约 $\pm 10^\circ$ 的观察角以外，或者光束 21 到 24 不在观察方向上，则观察者观察到作为暗灰表面的衍射光栅或像元图案 6 的表面，因为在第二表面结构 19 处只有很少的光被散射。关于半色调图像 2 的内容的结构参数做出聪明的选择，因此衍射光栅之一也可以用作背景区域 5 的第一表面结构 18。另一方面，在下文中会描述，衍射光栅与无光泽结构之一的叠加会使像元图案 6 的观察角增大。

在图 3 中，第二表面结构 19 的剖面是作为示例示出的，它具有周期性光栅的对称锯齿形剖面。特别是，其它已知剖面之一适合用于表面结构 18、19，例如，非对称的锯齿形剖面、矩形剖面、正弦剖面、类正弦剖面等等，它们形成周期性光栅，并具有直凹槽、曲凹槽或以另外的方式弯曲的或圆形凹槽。由于浮雕层 11 的材料（折射率 n 在 1.5 左右）填入结构 18、19，旋光性结构深度 T 是定形的几何结构深度的 n 倍。用于结构 18 和 19 的周期性光栅的旋光性结构深度 T 在 80 纳米到 10 微米的范围之内，其中出于技术方面的原因，具有大结构深度 T 的浮雕结构包括与空间频率 f 有关的一个较低的值。

如果像元图案 6 的第二表面结构 19 必须使入射光 15 偏移到复合层 10 上面半个空间的大立体角区域中, 则无光泽结构 (例如, 开诺全息照片)、各向同性或各向异性的无光泽结构等是有利地适合的。作为光线表面, 在无光泽结构所确定的立体角内所有的方向上都可以看到像元图案 6。那些精细的浮雕的浮雕结构单元并不像衍射光栅那样规则地排布。用统计参数 (比如, 平均粗糙度值 R_a 、关联长度 l_c 等等) 来实现无光泽结构的描述。适用于安全元件 1 的无光泽结构的精细浮雕结构单元具有与平均粗糙度值 R_a 相关的数值, 这些数值在 20 纳米到 2500 纳米的范围中。较佳的数值是在 50 纳米到 1000 纳米之间。至少在一个方向上, 关联长度 l_c 介于 200 纳米到 50000 纳米的范围中, 较佳地介于 1000 纳米到 10000 纳米之间。如果精细浮雕结构单元并不具有任何方位角偏好的方向, 则无光泽的结构是各向同性的, 出于该原因, 在所有的方位角方向上, 其强度大于视觉可识别性所预先确定的限值的散射光均匀地分布在无光泽结构的散射能力所预先确定的立体角中。立体角是一个锥, 其顶端在复合层 10 的部分之上, 该复合层 10 被入射光 15 所照射, 并且其轴与反射光 21 的方向一致。与弱散射无光泽结构相比, 强散射无光泽结构使散射光分布在更大的立体角中。如果情况相反, 精细浮雕结构单元具有方位角方面较佳的方向, 则有一种各向异性的无光泽结构, 它各向异性地散射入射光 15, 其中由各向异性的无光泽结构的散射能力所预先确定的立体角包括形状为椭圆形的横截面, 该椭圆形较大的主轴与浮雕结构单元较佳的方向相垂直。与非无色衍射光栅相反, 该无光泽结构无色地散射入射光 15, 即不管其波长, 所以散射光的颜色基本上对应于入射到该无光泽结构上的光线 15 的颜色。对于观察者而言, 在日光中, 无光泽结构的表面具有很高的表面亮度等级, 并且不管该无光泽结构的方位角定向都可以实际地观察到, 就像白纸一样。

图 4 示出了作为示例的、通过无光泽结构之一的横截面, 该无光泽结构作为第二表面结构 19 被封入浮雕层 11 和保护性漆层 12 之间。根据衍射光栅的结构深度 T (图 3), 无光泽结构的剖面是平均粗糙度数值 R_a , 但是在无光泽结构的精细浮雕结构单元之间有非常大的差别, 其高度 H 可以约为平均粗糙度数值 R_a 的 10 倍。无光泽结构中的高度差值 H 对于定形操作很重要, 因此对应于与周期性衍射光栅有关的结构深度 T 。无光泽结构的高度差 H 的值是在上述

与结构深度 T 有关的范围中。

无光泽结构的特别实现方式与“弱作用衍射光栅”叠放在一起。因为介于 60 纳米到 70 纳米的较小的结构深度 T ，弱作用衍射光栅具有较低的衍射效率。适宜使用的空间频率介于 $f=800$ 条线/毫米到 1000 条线/毫米。

周期为 0.5 微米到 3 微米并具有螺旋形或圆形凹槽的圆形衍射光栅也可以用于像元图案 6。在下文中用术语“衍射散射体”来总结增大观察角的衍射结构。术语“衍射散射体”被用来表示一种结构，该结构选自：各向同性和各向异性的无光泽结构；开诺全息照片；具有圆形凹槽的衍射光栅，其凹槽间距为 0.5 微米到 3 微米；以及与弱作用衍射光栅叠放在一起的无光泽结构。

回到图 3：在第一表面结构中，半色调图像 2（图 1）是静止的，即在与空间定形有关的宽角度中，在通常的观察条件下，以指定的观察距离并用白色入射光 15 来照射的时候，该半色调图像 2 并不变化。只有当近距离观察时观察者才能够注意到该半色调图像被分割成许多像元 4（图 1）并且像元图案 6 具有预定的形状。背景区域 5 中的第一表面结构 18 反射或吸收入射光 15。像元图案 6 的第二表面结构 19 是衍射散射体之一。第二表面结构 19 散射或衍射入射光 15，使得像元图案 6 在衍射散射体所预先确定的大立体角中是可见的。当用白光 15 来照明安全元件 1 时，观察者在规定的观察距离处看到所排列的某一灰度中的半色调图像 2，因为观察者观察到具有高表面亮度等级中的像元图案 6 的大表面部分的像元 4 以及具有更高表面亮度等级的像元图案 6 的小表面部分的像元 4。半色调图像 2 的可见性基本上就像印在纸上的黑白半色调图像。不过，如果观察方向位于散射或衍射光的立体角之外，则半色调图像 2 很难识别或者无法被识别或者也可能发生半色调图像的对比颠倒。如果第一表面结构 18 具有反射特性，则如果安全元件 1 精确地定向使得在与反射光 21 的方向相反的方向上可精确地观察到半色调图像 2，则对比度也可以改变。在使安全元件 1 倾斜之前是明亮的那些像元 4 现在比之前很暗的像元 4 更暗，而之前很暗的那些像元 4 现在在反射光 21 中明亮了许多，反之亦然。安全元件 1 绕着与观察面垂直并与安全元件 1 的平面平行的那个轴实现倾斜移动。

第一和第二表面结构 18 和 19 的组合（在表格 1 中有所总结）较佳地用于表示半色调图像 2。

调图像 2 在预定的倾斜角处呈现出彩色图像, 该彩色图像对应于原始图像的颜色。

在图 1 的修改的第二和第三实施例中, 背景区域 5 的第一表面结构 18 (图 3) 包括光栅矢量 k 所对应的不同方向, 即它们具有的方位角介于 $-80^\circ \leq \theta \leq 80^\circ$ 的范围中, 所以在复合层 10 的旋转期间, 在安全元件 1 暗的无对比度的图像中, 那些结构 18 (其光栅矢量 k 精确平行于观察平面) 的表面在该方位角范围中带有彩色地被点亮。

在图 1 的另一个较佳的实施方式中, 在背景区域 5 中使线形衍射光栅定形, 使得衍射光栅排列成使其光栅矢量 k 平行于像元 4 的行。不过, 在像元 4 的两个相邻的行中, 一行与背景区域 5 的光栅矢量 k 的方位角 θ 不同。例如, 有三行 A、B 和 C 都具有预定的方位角值。对于像元图案 6 的光栅矢量 k 而言, 背景区域 5 的光栅矢量 k 都不与坐标轴 y 平行。因此, 如果半色调图像 2 的坐标轴 y 在观察平面中, 则观察者会按正确的对比度来观察半色调图像 2。像元图案 6 是亮的, 而背景区域 5 是暗的。当绕法线 20 (图 3) 旋转时, 如果在与图 1 相同的照明和观察条件下观察复合层 10 (图 1), 则安全元件 1 改变其外观。半色调图像 2 变为暗的无对比度的图像, 其中在行 A、B 和 C 中, 背景表面 5 (其光栅矢量 k 精确地平行于观察平面) 带有彩色地点亮。

图 5 示出了图 1 中的部分 3 在旋转 δ 角之后的样子。在指定的观察距离处, 半色调图像 2 会出现暗的无对比度的表面, 在该表面上排布着点亮的条带, 这些条带是由像元 4 (图 1) 的 A 行 26 所构成的, 其背景区域 5 的光栅矢量 k (图 1) 在旋转角 δ 处与复合层 10 的平面上的观察面的痕迹 27 平行。

图 6 示出了一旦 B 行 28 中背景区域 5 的光栅矢量 k (图 1) 与痕迹 27 平行, 在对比度中角度 δ_1 处, B 行 28 的背景区域 5 就会点亮。A 行 26 的背景区域 5 现在形成安全元件 1 (图 1) 的无对比度暗表面的一部分, 因为 A 行 26 的光栅矢量 k 已旋转到观察平面以外。出于同样的原因, 在图 7 中, 当旋转角为 δ_2 时, C 行 28 的背景区域 5 是亮的并且其它行 26、28 的背景区域是暗的。换句话说, 如果在安全元件 1 (图 1) 上循环重复地排列顺序为 ABC……ABC……等的行 26、28、29, 则当安全元件 1 旋转时, 彩色条带状的光 (这些条带依赖于在背景区域 5 中所用的第一表面结构 18 (图 3) 的空间频率 f) 在安全元件 1

调图像 2 在预定的倾斜角处呈现出彩色图像, 该彩色图像对应于原始图像的颜色。

在图 1 的修改的第二和第三实施例中, 背景区域 5 的第一表面结构 18 (图 3) 包括光栅矢量 k 所对应的不同方向, 即它们具有的方位角介于 $-80^\circ \leq \theta \leq 80^\circ$ 的范围中, 所以在复合层 10 的旋转期间, 在安全元件 1 暗的无对比度的图像中, 那些结构 18 (其光栅矢量 k 精确平行于观察平面) 的表面在该方位角范围中带有彩色地被点亮。

在图 1 的另一个较佳的实施方式中, 在背景区域 5 中使线形衍射光栅定形, 使得衍射光栅排列成使其光栅矢量 k 平行于像元 4 的行。不过, 在像元 4 的两个相邻的行中, 一行与背景区域 5 的光栅矢量 k 的方位角 θ 不同。例如, 有三行 A、B 和 C 都具有预定的方位角值。对于像元图案 6 的光栅矢量 k 而言, 背景区域 5 的光栅矢量 k 都不与坐标轴 y 平行。因此, 如果半色调图像 2 的坐标轴 y 在观察平面中, 则观察者会按正确的对比度来观察半色调图像 2。像元图案 6 是亮的, 而背景区域 5 是暗的。当绕法线 20 (图 3) 旋转时, 如果在与图 1 相同的照明和观察条件下观察复合层 10 (图 1), 则安全元件 1 改变其外观。半色调图像 2 变为暗的无对比度的图像, 其中在行 A、B 和 C 中, 背景表面 5 (其光栅矢量 k 精确地平行于观察平面) 带有彩色地点亮。

图 5 示出了图 1 中的部分 3 在旋转 δ 角之后的样子。在指定的观察距离处, 半色调图像 2 会出现暗的无对比度的表面, 在该表面上排布着点亮的条带, 这些条带是由像元 4 (图 1) 的 A 行 26 所构成的, 其背景区域 5 的光栅矢量 k (图 1) 在旋转角 δ 处与复合层 10 的平面上的观察面的痕迹 27 平行。

图 6 示出了一旦 B 行 28 中背景区域 5 的光栅矢量 k (图 1) 与痕迹 27 平行, 在对比度中角度 δ_1 处, B 行 28 的背景区域 5 就会点亮。A 行 26 的背景区域 5 现在形成安全元件 1 (图 1) 的无对比度暗表面的一部分, 因为 A 行 26 的光栅矢量 k 已旋转到观察平面以外。出于同样的原因, 在图 7 中, 当旋转角为 δ_2 时, C 行 28 的背景区域 5 是亮的并且其它行 26、28 的背景区域是暗的。换句话说, 如果在安全元件 1 (图 1) 上循环重复地排列顺序为 ABC……ABC……等的行 26、28、29, 则当安全元件 1 旋转时, 彩色条带状的光 (这些条带依赖于在背景区域 5 中所用的第一表面结构 18 (图 3) 的空间频率 f) 在安全元件 1

上传播，直到在旋转角 $\delta = 180^\circ$ 和 0° 处半色调图像 2 再一次变得可见而没有彩色条带为止，因为像元图案 6 中的第二表面结构 19（图 3）的坐标轴 y 和光栅矢量 k （图 1）与痕迹 27 平行。

如果第二表面结构 19 是衍射散射体之一，则半色调图像 2 是可见的并基本上不依赖于旋转角 δ ，其中当安全元件 1 旋转时，行 26、28、29 的彩色条带开始在半色调图像 2 上穿行。

当在阅读距离以内观察时，像元 4 的行 26、28、29 被分解，并且在与上述相同的条件下，背景区域 5 和像元图案 6（图 1）分别是可以识别的。

在图 8 中，半色调图像 2 具有一个像标记一样的分界线，其中由边界线 30 划界的条带 8 排列在底面 7 上。和用于底面 7 的相比，在放大部分 3 中可以可见的像元 4 包括用于条带 8 的像元图案 6 的更大的表面部分。像元图案 6 的表面是由衍射散射体之一占据的，并且背景区域 5 的表面是由衍射结构之一占据的。背景区域 5（其第一表面结构（图 3）具有相同的空间频率 f 并且相互地平行于光栅矢量 k （图 1），即包括相同的方位角 $\theta \neq 90^\circ$ 和 270° （图 1））并不是以像元 4 的简单直条纹 26（图 7）、28（图 7）、29（图 7）排列的，而是使得具有那些背景区域 5 的像元 4 形成这样一个小图像 31，以预定的观察角可以观察到该小图像 31。如图 8 所示，小图像 31 到 35 表示圆环部分。小图像 31 到 35 是由与光栅矢量 k （图 1）的空间频率 f 和方位角 θ （图 1）有关的数值来区分的，这些值用于背景区域 5 的第一表面结构 18。并不用于小图像 31 到 35 的背景区域 5 具有反射面或蛾眼结构。在指定的观察距离处，观察者看到灰色调的半色调图像 2，而不管旋转角 δ （图 5）。在安全元件 1（图 1）的表面上，观察者识别出那些小图像 31、32、33、34、35，当安全元件 1 旋转时，它们的光栅矢量在观察面中随意出现，其中可见的小图像 31 到 35 的颜色是由空间频率 f 和安全元件 1 的倾角来确定的。

例如，当安全元件 1 绕法线 20（图 3）旋转时，小图像 31 到 35 中的一个或多个按预定的顺序点亮并产生运动学的印象，即当绕法线 20（图 3）旋转时，小图像 31 到 35 的位置（它们是可见的）在安全元件 1 的表面上传播。当绕坐标轴 x 倾斜时，小图像 31 到 35 的颜色（它们是可见的）会改变。在一个实施例中，那些小图像 31 到 35 是这样排布的，使得它们中的某些（标号为 31 和

32) 在旋转角 δ 和倾斜角所确定的安全元件 1 的定向处形成预定的字符, 即小图像 31 到 35 有利地用于在空间中建立安全元件 1 的预定的定向。

小图像 31 到 35 并不仅限于简单字符, 在一个实施例中, 可以是基于像素的图像, 比如缩得很小的半色调图像 2 的复制品或者包括线条和/或表面单元的图。

在半色调图像 2 的另一个实施例中, 小图像 31 的背景区域 5 具有反射交叉光栅, 它包括空间频率 $f \geq 2300$ 条线/毫米, 像第一表面结构 18 那样。只有当观察者直接看到反射光 21 (图 3) 中并识别出混合颜色 (这是高频衍射光栅的特征) 的小图像 31 时, 观察者才能看到小图像 31, 或者当考虑到较大的衍射角 ε (图 3) 时, 该观察者以相应的倾斜角看到小图像 31, 并在安全元件 1 的暗区域中识别出明亮的、蓝绿色的小图像 31。

在另一个实施例中, 背景区域 5 具有方位角 $\theta = 0^\circ$ 的衍射光栅, 它将入射光 15 (图 3) 分解成各种颜色。衍射散射体被定形为像元图案 6。在彩色亮度级 (该彩色亮度级具有颠倒的对比度并在在那些灰度旋转角以外, 这些灰度具有原始图像的对比度) 中, 半色调图像 2 在 $\delta = 90^\circ$ 和 270° 的旋转角处是可见的。

在另一个实施例中, 作为第一表面结构 18 的背景区域 5 具有非对称的衍射光栅, 其方位角 $\theta = 0^\circ$, 其凹槽平行于坐标轴 y 。像元图案 6 是由相同的非对称衍射光栅占据的, 但第二表面结构 19 (图 3) 的光栅矢量 k 在与第一表面结构 18 的光栅矢量 k 相反地定向, 即方位角的直 $\theta = 180^\circ$ 。仅在旋转角 $\delta = 0^\circ$ 和 180° 处才能够看到半色调图像 2, 其颜色依赖于空间频率 f 和观察条件, 或者在无色非对称衍射光栅的情况下其颜色为入射光 15 (图 3) 的颜色, 其中在旋转 180° 之后, 半色调图像 2 的对比度反转。在那两个旋转角以外, 半色调图像 2 中的对比度消失了。

表格 2 列出了用于背景区域 5 和像元图案 6 的衍射结构的组合, 它包括在预定的旋转角数值 δ 处具有彩色效果的对比度反转或对比度损失。

图 9 示出了像元 4 的另一个示例。像元图案 6 是条带形状的, 并呈现出图案的轮廓, 此处是星星的结构。如果条带形的像元图案 6 在其本身中是闭合的, 背景区域 5 被分割成至少两个表面部分。像元图案 6 的宽度确定像元 4 中像元

图案 6 的表面部分。所以半色调图像 2 (图 8) 并不包括不必要的亮度调制, 因为像元 4 和背景区域 5 分别过分规则地排列, 相邻像元 4 的像元图案 6 由于它们相对于坐标系统 x 、 y 的定向而彼此不同。在观察距离处, 观察者看到半色调图像 2, 它仅在阅读距离处分解成在像元 4 中排布的像元图案 6。

在安全元件 1 的另一个示例中, 如图 9 所示的放大部分 3, 排列在半色调图像 2 的表面中的是图案条带 36, 它们在半色调图像 2 的部分表面上延伸。图案条带 36 是介于 15 微米到 300 微米范围中的宽度 B 。为了简便, 图 9 示出了互相平行的图案条带 36, 它们包括线形图案, 这种图案包括表面条带 40 (图 10), 例如希腊式的卷结, 这在部分 3 中可以看到。在另一个实施例中, 图案条带 36 中的线形图案是纳米文本的形式, 其字母的高度小于图案条带 36 的宽度 B 。线形图案的其它实施例包括简单直线或曲线、象形文字序列等等。简单、直的或弯曲的线元的排列也可单独形成线形图案, 或与卷结和/或纳米文本和/或象形文字组合起来。线形图案的表面是由衍射图案结构 37 占据的, 并且线宽为 5 微米到 50 微米。在图案条带 36 的表面以内, 线形图案只部分地覆盖背景区域 5 和/或像元图案 6, 所以由第一和第二表面结构 18 (图 3)、19 (图 3) 所产生的半色调图像 2 (图 1) 并未被显著地弄乱。图案结构 37 在至少一个结构参数方面不同于第一和第二表面结构 18、19。较佳地, 衍射光栅 (它们将入射光 15 (图 3) 分解成各种颜色并且包括空间频率 f , f 介于 800 条线/毫米到 2000 条线/毫米) 适宜用于微型结构 37。如果第一和/或第二表面结构 18、19 并不被衍射散射体所占据, 则衍射散射体也适用于图案结构 37。在图案条带 36 的实施例中, 至少图案结构 37 的光栅矢量的结构参数空间频率 f 和/或方位角定向是根据位置来选择的, 即指定的结构参数是坐标轴(x, y)的函数。

图 10 详细示出了具有图案条带 36 的像元 4。图案条带 36 在背景区域 5 和像元图案 6 上延伸。作为示例, 为了简便, 像元图案 6 是带有分支 38、39 的 U 形, 两个分支是由连接部分连接的。通过图案条带 36 的线形图案的表面部分, 在像元图案 6 内, 表面亮度是受控的。如图 10 所示, 通过增大图案条带 36 中线形图案的表面条带 40 的宽度, 在像元图案 6 内表面亮度会有变化。由于表面条带 40 的宽度的增大, 与连接部分相比, 左手分支 38 中的像元图案 6 的表面亮度有所减小。为增大与连接部分的亮度相关的像元图案 6 的亮度, 可减小

表面条带 40 的宽度。为了更为有效,衍射光栅必须在表面条带 40 中包括至少 3 到 5 个凹槽,表面条带 40 的线宽可以小于依赖于空间频率 f 和光栅矢量 k (图 1) 的方向的一个最小值。像元图案 6 的亮度的进一步增大使表面条带 40 分解成多个小点 41,所以较大的区域贡献了像元图案 6 增大的亮度。关于背景区域 5 的调制可应用相同的内容,例如在线形区域 42 中。

在图 9 所示的像元 4 的实施例中,例如,背景区域 5 中的表面条带 40 的线宽在整个半色调图像 2 的表面上都是相等的,同时通过图案条带 36 中表面条带 40 的线宽,便可根据半色调图像 2 的原始图像的线宽来控制像元图案 6 的表面亮度。因为观察者在没有帮助(例如,放大镜、显微镜等等)的情况下用眼睛是无法辨析表面条带 40(图 10)和斑点 41(图 10)的小尺寸的,像元图案 6 的表面亮度正比于具有第二表面结构 19(图 13)的剩余部分。

如果图案条带 36 包含纳米文本的字母,则如图 2 所描述的那样,通过增大或减小字母的厚度或通过增大字母间距,来实现表面亮度的控制。

不管图 10 的结构如何,观察者的眼睛在小于 30 厘米的正常阅读距离处并且在适宜的观察条件下将图案条带 36 识别为简单的光线条,因为图案条带 36 中的图案仅能通过放大镜或显微镜来辨析。当倾斜和/或旋转图案条带 36 时,从观察者的视点看,改变颜色和/或点亮或者再次黯然失色。关于图案结构 37(图 9)的结构参数做出合适的选择,半色调图像 2(图 1)是用日光照明的并排列在指定的观察距离处,它具有彩虹颜色的彩色条带 43(图 1),该彩色条带是由多个图案条带 36 在倾斜或旋转时产生的,该条带 43 改变颜色和/或看起来要在安全元件 1 的表面上移动。

在一个实施例中,半色调图像 2 是镶嵌图案的一部分,该镶嵌图案包括表面单元 44,它被独立于半色调图像 2 的衍射光栅所占据,表面单元 44 根据上述 EP-A 0 105 099 使用光学效应。特别是,在一个实施例中,图案条带 36 是镶嵌图案的部分,该镶嵌图案包括在半色调图像 2 上延伸的表面单元 44。

表格 3 总结了用于背景区域 5 的结构 18(图 3)、19(图 3)与 37、像元图案 6 以及图案条带 36 的较佳组合。

此处所描述的各种实施例的特征可以组合起来。特别是在说明书中,名称“背景区域 5”和“像元图案 6”或者“第一表面结构 18”和“第二表面结构

19”是可以互换的。

表格

表格 1

	用于背景区域 5 的第一表面结构	用于像元图案 6 的第二表面结构 19
1.1	空间频率 $f > 2300$ 条线/毫米的平面镜或交叉光栅或蛾眼结构	衍射散射体
1.2	蛾眼结构	各向同性的无光泽结构
1.3	蛾眼结构	非对称的无色衍射光栅
1.4	重叠的衍射光栅	各向异性的无光泽结构

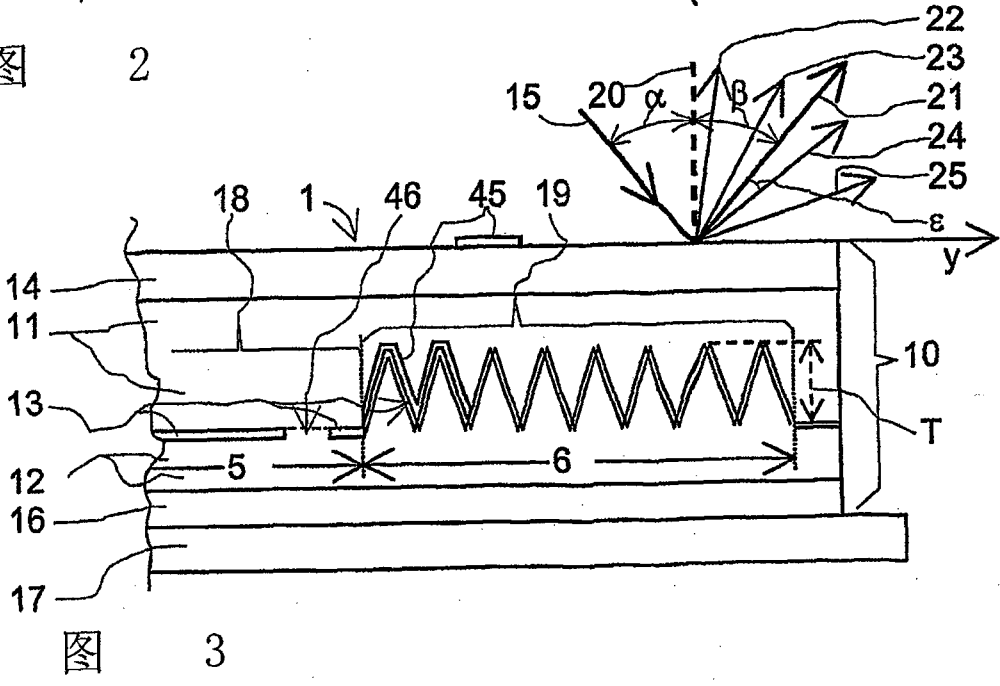
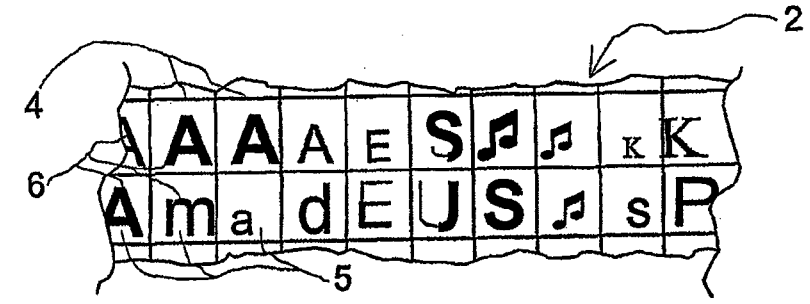
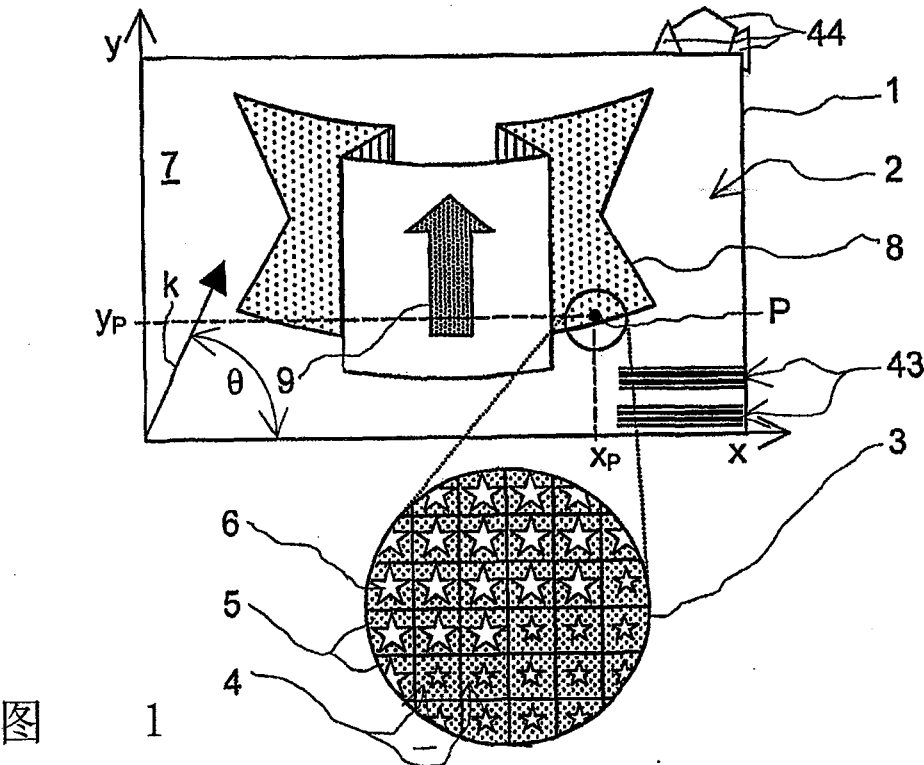
表格 2

	用于背景区域 5 的第一表面结构 18	用于像元图案 6 的第二表面结构 19
2.1	方位角 $\theta = 0^\circ$ 的线形衍射光栅	衍射散射体
2.2	$\theta = 0^\circ$ 且第一空间频率为 f_1 的线形衍射光栅	$\theta = 0^\circ$ 且第二空间频率为 f_2 的线形衍射光栅
2.3	方位角为 θ_1° 且第一空间频率为 f_1 的线形或曲形衍射光栅	方位角为 θ_2° 且第二空间频率为 f_2 的线形或曲形衍射光栅
2.4	方位角为 $\theta_1^\circ = 90^\circ$ 且第一空间频率为 f_1 的线形或曲形衍射光栅	方位角为 $\theta_1^\circ = 0^\circ$ 且第一空间频率为 f_1 的线形或曲形衍射光栅或者各向异性的无光泽结构
2.5	方位角为 $\theta_1^\circ = 180^\circ$ 的非对称衍射光栅	方位角为 $\theta_2^\circ = 0^\circ$ 的非对称衍射光栅

表格 3

	用于背景区域 5 的第一表面结构 18	用于像元图案 6 的第二表面结构 19	用于图案条带 36 的图案结构 37
--	---------------------	---------------------	--------------------

3.1	镜面空间频率 $f > 2300$ 条线/毫米的交叉光栅	衍射散射体	位置相关的方位角为 θ 的线形衍射光栅
3.2	具有用于方位角和空间频率 f_1 的位置相关函数的线形衍射光栅	方位角 $\theta = 0^\circ$ 且空间频率为 f_2 的线形衍射光栅	衍射散射体
3.3	具有位置相关方位角并且第一空间频率为 f_1 的线形或曲形衍射光栅	具有方位角 θ° 并且第二空间频率为 f_2 的线形或曲形衍射光栅	衍射散射体
3.4	方位角 $\theta_1^\circ = 0^\circ$ 的线形或曲形衍射光栅或各向异性的无光泽结构	方位角 $\theta_1^\circ \neq 0^\circ$ 的线形或曲形衍射光栅或各向异性的无光泽结构	具有位置相关空间频率的线形衍射光栅



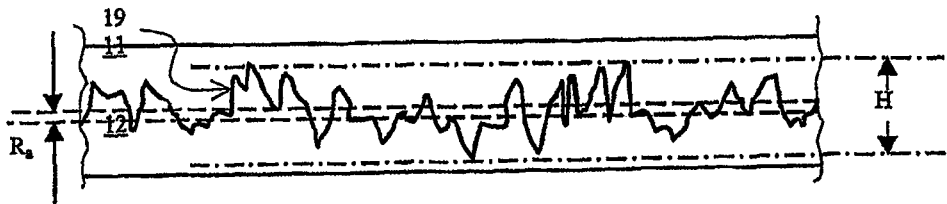


图 4

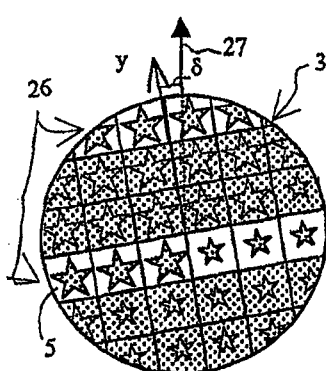


图 5

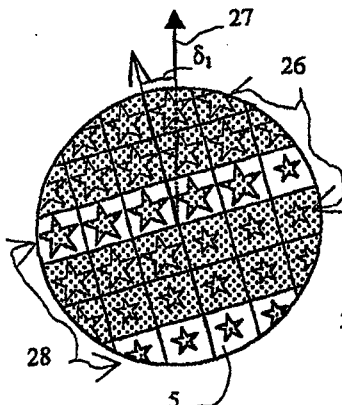


图 6

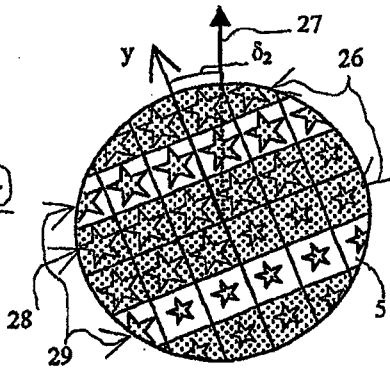


图 7

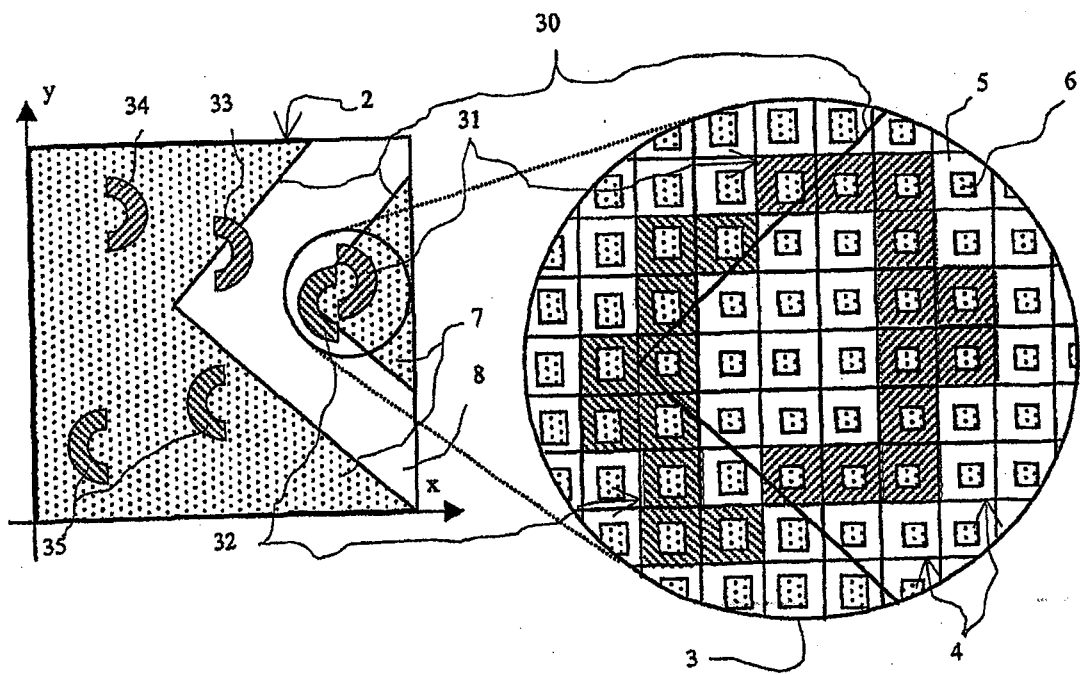


图 8

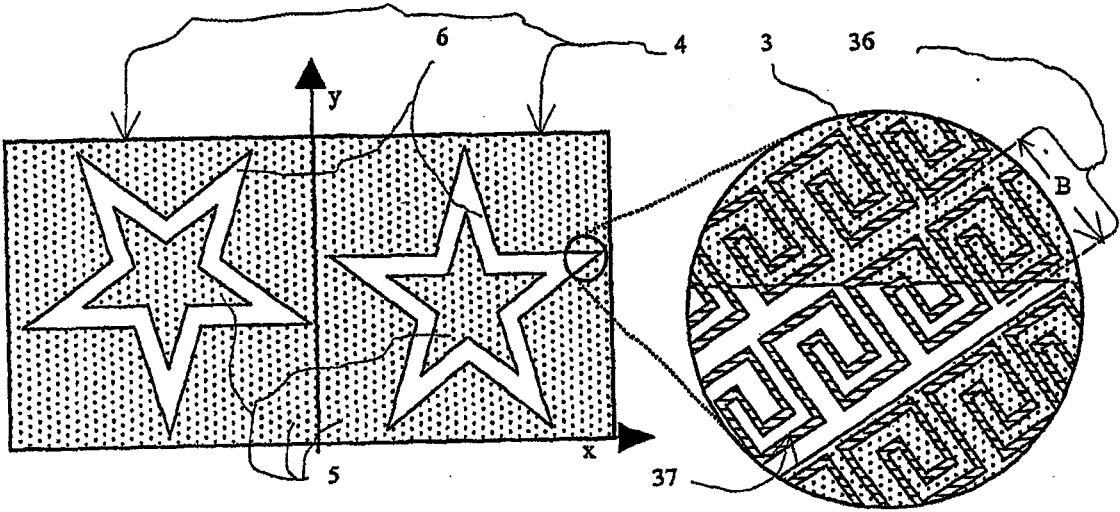


图 9

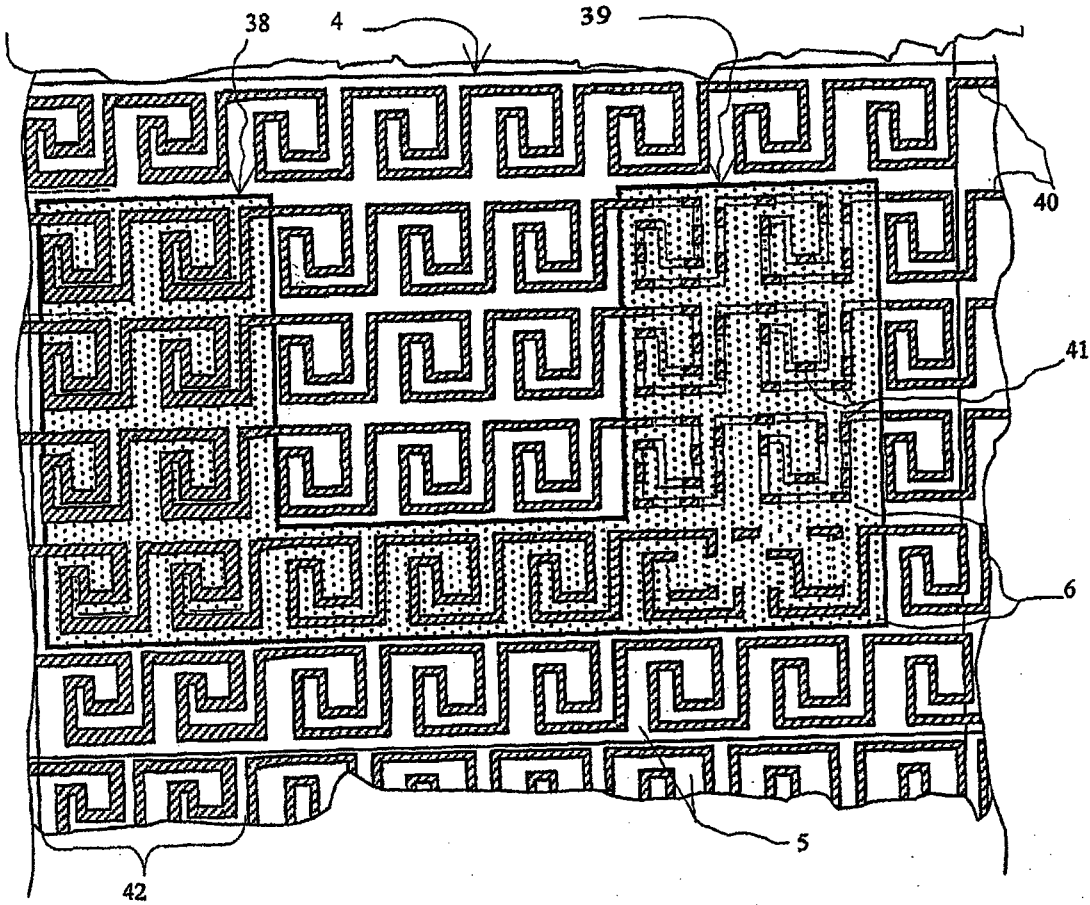


图 10