



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111716939 B

(45) 授权公告日 2021.10.26

(21) 申请号 201910209119.2

(22) 申请日 2019.03.19

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111716939 A

(43) 申请公布日 2020.09.29

(73) 专利权人 中钞特种防伪科技有限公司
地址 100070 北京市丰台区科学城星火路6号
专利权人 中国印钞造币总公司

(72) 发明人 张宝利 朱军

(74) 专利代理机构 北京润平知识产权代理有限公司 11283
代理人 肖冰滨 王晓晓

(51) Int. Cl.
G02B 27/10 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 108454265 A, 2018.08.28
- CN 108454265 A, 2018.08.28
- CN 104249597 A, 2014.12.31
- CN 101379423 A, 2009.03.04
- CN 107614281 A, 2018.01.19
- CN 108454264 A, 2018.08.28
- DE 102009058602 A1, 2011.06.22
- KR 20170015840 A, 2017.02.09
- US 2010277805 A1, 2010.11.04

审查员 李燕

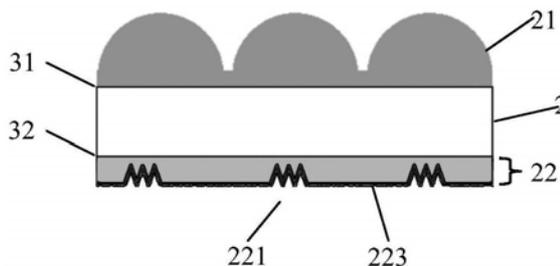
权利要求书3页 说明书9页 附图8页

(54) 发明名称

光学防伪元件及光学防伪产品

(57) 摘要

本发明实施例提供一种光学防伪元件及光学防伪产品,属于光学防伪领域。所述光学防伪元件可以包括:基材,该基材包括相互对立的所述第一表面和第二表面;形成在所述基材的第一表面的至少一分部上的采样合成层;以及形成在所述基材的第二表面的至少一分部上的微图像层,所述微图像层包括表面微结构以及至少同形覆盖所述表面微结构的反射层,所述表面微结构为干涉型表面微结构和/或光吸收型表面微结构,其中所述采样合成层能够对所述微图像层进行采样合成从而形成一个或多个宏观合成图像。所述光学防伪元件及产品具有易识别且难伪造的特点。



1. 一种光学防伪元件,该光学防伪元件包括:

基材,该基材包括相互对立的第一表面和第二表面;

形成在所述基材的第一表面的至少一分部上的采样合成层;以及

形成在所述基材的第二表面的至少一分部上的微图像层,所述微图像层包括表面微结构以及至少同形覆盖所述表面微结构的反射层,所述表面微结构包括干涉型表面微结构和光吸收型表面微结构,其中所述采样合成层能够对所述微图像层进行采样合成从而形成一个或多个宏观合成图像,

所述采样合成层由一维排列的微采样工具组成以在所述宏观合成图像中还原所述干涉型表面微结构的颜色特征,

或者所述采样合成层采用球面微透镜,所述球面微透镜与所述微图像层之间处于离焦状态,以在所述宏观合成图像中还原所述干涉型表面微结构的颜色特征。

2. 根据权利要求1所述的光学防伪元件,其中,所述干涉型表面微结构的至少一部分的深度满足以下条件:

当光束以一入射角照射所述干涉型表面微结构的至少一部分时,该光束中一波长或波长范围的光在反射光方向上干涉相长,由此所述光学防伪元件的至少一部分在反射光方向上呈现第一颜色。

3. 根据权利要求2所述的光学防伪元件,其中,所述干涉型表面微结构的至少一部分的图案为以下中的至少一种:

所述干涉型表面微结构的浮雕单元随机或伪随机分布;

所述干涉型表面微结构的浮雕单元在一个方向随机或伪随机分布;以及

所述干涉型表面微结构的浮雕单元在第一方向周期分布,在第二方向随机或伪随机分布。

4. 根据权利要求3所述的光学防伪元件,其中,在所述干涉型表面微结构的至少一部分的图案为所述干涉型表面微结构的浮雕单元随机或伪随机分布的情况下,所述干涉型表面微结构的至少一部分的特征尺寸为 $0.3\mu\text{m}$ - $6\mu\text{m}$,所述干涉型表面微结构的至少一部分深度满足以下条件:

当所述光束以一入射角照射所述干涉型表面微结构的至少一部分时,所述光学防伪元件的至少一部分在散射光方向上呈现第二颜色。

5. 根据权利要求4所述的光学防伪元件,其中,所述干涉型表面微结构的至少一部分的特征尺寸为 $0.6\mu\text{m}$ 至 $3\mu\text{m}$ 。

6. 根据权利要求3所述的光学防伪元件,其中,在所述干涉型表面微结构的至少一部分的图案为所述干涉型表面微结构的浮雕单元在第二方向随机或伪随机分布情况下,所述干涉型表面微结构的至少一部分在与所述第二方向垂直的第一方向的特征尺寸大于 $6\mu\text{m}$,在所述第二方向的特征尺寸为 $0.3\mu\text{m}$ 至 $6\mu\text{m}$,所述干涉型表面微结构的至少一部分的深度满足以下条件:

当所述光束以一入射角照射所述干涉型表面微结构的至少一部分时,如果所述光束在与所述基材所在平面垂直并包含所述第二方向的第一平面内,则所述光学防伪元件的至少一部分在该第一平面内散射光方向上呈现第二颜色。

7. 根据权利要求6所述的光学防伪元件,其中,所述干涉型表面微结构的至少一部分在

与所述第二方向垂直的第一方向的特征尺寸大于 $10\mu\text{m}$ 。

8. 根据权利要求6所述的光学防伪元件,其中,所述干涉型表面微结构的至少一部分在所述第二方向的特征尺寸为 $0.6\mu\text{m}$ 至 $3\mu\text{m}$ 。

9. 根据权利要求3所述的光学防伪元件,其中,在所述干涉型表面微结构的至少一部分的图案为所述干涉型表面微结构的浮雕单元在第一方向周期分布,在与所述第一方向垂直的第二方向随机或伪随机分布的情况下,所述干涉型表面微结构的至少一部分在所述第一方向的特征尺寸为 $0.3\mu\text{m}$ 至 $6\mu\text{m}$,在所述第二方向的特征尺寸为 $0.3\mu\text{m}$ 至 $6\mu\text{m}$,所述干涉型表面微结构的至少一部分的深度满足以下条件:

当光束以一入射角照射所述干涉型表面微结构至少一部分的时,如果所述光束在与所述基材所在平面垂直并包含所述第二方向的第一平面内,则所述光学防伪元件的至少一部分在该第一平面内散射光方向上呈现第二颜色;如果所述光束在与所述基材所在平面垂直并包含所述第一方向的第二平面内,则所述光学防伪元件的至少一部分在该第二平面内的衍射光方向上呈现随观察角度变化的+1级或-1级衍射光颜色。

10. 根据权利要求9所述的光学防伪元件,其中,所述干涉型表面微结构的至少一部分在所述第一方向的特征尺寸为 $0.6\mu\text{m}$ 至 $3\mu\text{m}$ 。

11. 根据权利要求9所述的光学防伪元件,其中,所述干涉型表面微结构的至少一部分在所述第二方向的特征尺寸为 $0.6\mu\text{m}$ 至 $3\mu\text{m}$ 。

12. 根据权利要求1至3中任一项所述的光学防伪元件,其中,所述干涉型表面微结构满足以下一者或多者:

所述干涉型表面微结构的浮雕单元的剖面形状为以下一者或多者:正弦形、锯齿形或矩形;

所述干涉型表面微结构中凸起部分的面积为所述干涉型表面微结构的总面积的20%至80%;以及

所述干涉型表面微结构的深度为 100nm 至 $5\mu\text{m}$ 。

13. 根据权利要求12所述的光学防伪元件,其中,所述干涉型表面微结构中凸起部分的面积为所述干涉型表面微结构的总面积的35%至65%。

14. 根据权利要求12所述的光学防伪元件,其中,所述干涉型表面微结构的深度为 200nm 至 $3\mu\text{m}$ 。

15. 根据权利要求1所述的光学防伪元件,其中,

所述光吸收型表面微结构的特征尺寸小于 $10\mu\text{m}$;和/或

所述光吸收型表面微结构的深度与特征尺寸的比值大于0.3。

16. 根据权利要求15所述的光学防伪元件,其中,所述光吸收型表面微结构的特征尺寸小于 $1\mu\text{m}$ 。

17. 根据权利要求15所述的光学防伪元件,其中,所述光吸收型表面微结构的深度与特征尺寸的比值大于0.8。

18. 根据权利要求1所述的光学防伪元件,其中,

所述光吸收型表面微结构由周期性排列的多个下凹微观结构组成;或者

所述光吸收型表面微结构由随机性排列的多个下凹微观结构组成;或者

所述光吸收型表面微结构由具有随机性深度的多个下凹微观结构组成;或者

所述光吸收型表面微结构由具有随机性特征尺寸的多个下凹微观结构组成。

19. 根据权利要求1所述的光学防伪元件,其中,所述微图像层包括由第一干涉型表面微结构组成的第一区域、由第二干涉型表面微结构组成的第二区域、由第一光吸收型表面微结构组成的第三区域、由第二光吸收型表面微结构组成的第四区域、由第三光吸收型表面微结构组成的第五区域、以及由第四光吸收型表面微结构组成的第六区域。

20. 根据权利要求19所述的光学防伪元件,其中,所述第一干涉型表面微结构的组成材料的折射率为1.5、深度为1528.8nm,所述第二干涉型表面微结构的组成材料的折射率为1.48、深度为600nm,所述第一光吸收型表面微结构的深度为100nm、特征尺寸为300nm,所述第二光吸收型表面微结构的深度为180nm、特征尺寸为345nm,所述第三光吸收型表面微结构的深度为300nm、特征尺寸为250nm,所述第四光吸收型表面微结构的深度在50nm至150nm范围内随机分布、特征尺寸在500nm至1000nm范围内随机分布。

21. 根据权利要求1所述的光学防伪元件,其中,所述采样合成层为微透镜阵列层。

22. 根据权利要求1所述的光学防伪元件,其中,所述采样合成层满足以下一者或者多者:

所述采样合成层具有周期为10 μm 至200 μm 的周期性或局部周期性;

所述采样合成层的加工深度小于15 μm ;

所述采样合成层的焦距为10 μm 至200 μm ;

所述基材的厚度与所述采样合成层的焦距之差小于10 μm 。

23. 根据权利要求22所述的光学防伪元件,其中,所述采样合成层满足以下一者或者多者:

所述采样合成层具有周期为15 μm 至50 μm 的周期性或局部周期性;

所述采样合成层的加工深度为0.5 μm 至10 μm ;

所述采样合成层的焦距为为15 μm 至40 μm ;

所述基材的厚度与所述采样合成层的焦距之差小于3 μm 。

24. 根据权利要求1所述的光学防伪元件,其中,所述反射层包括以下镀层中的一者或者多者:单层金属镀层;多层金属镀层;由吸收层、低折射率介质层和反射层依次堆叠形成的镀层;以及由吸收层、高折射率介质层和反射层依次堆叠形成的镀层。

25. 根据权利要求1所述的光学防伪元件,其中,

所述微图像层还包括对所述反射层进行图案化镂空的图像;和/或

所述微图像层还包括编码图像。

26. 根据权利要求1所述的光学防伪元件,所述光学防伪元件还包括形成于所述基材中、所述基材的第一表面上、所述基材的第二表面上、所述采样合成层中、所述微图像层的表面上的至少一者中的衍射光变特征、干涉光变特征、微纳结构特征、印刷特征、部分金属化特征以及用于机读的磁、光、电、放射性特征中的一种或多种特征。

27. 一种光学防伪产品,包括根据权利要求1至26中任一项所述的光学防伪元件。

光学防伪元件及光学防伪产品

技术领域

[0001] 本发明涉及光学防伪领域,具体地,涉及一种光学防伪元件及光学防伪产品。

背景技术

[0002] 为了防止利用扫描和复印等手段产生的伪造,钞票、证卡和产品包装等各类高安全或高附加值印刷品中广泛采用了光学防伪技术,并且取得了非常好的效果。

[0003] 公开号为CN1271106A、CN1552589A的中国专利申请或者《Properties of moire magnifiers》(Optical Engineering 37(11)3007-3014)、《微透镜阵列显示技术研究》(微纳电子技术2003年第6期)等文献中公开了在基材的两个表面上分别带有微透镜阵列和微图文阵列的微光学元件,其中,微图文阵列位于微透镜阵列的焦平面附近,通过微透镜阵列对微图文阵列的莫尔放大作用来再现具有一定景深或呈现动态效果的图案。

[0004] 目前此类公开文献中均采用周期性微图文阵列,所形成的光学效果为随着观察视角的改变,特定宏观图像在某一维度上简单平移或切换。虽然容易设计和加工,但是在防止破解伪造方面难以满足包装品、印刷品、有价证券等产品对防伪技术不断提高的要求。

[0005] 如果能够提供具有一定复杂度的微图文阵列,同时还能够提供新颖的光学防伪效果,那么将大大提高相应光学防伪产品的难伪造且易识别的水平,然而具有一定复杂度的微图文阵列对微图文的制作提出了挑战。通常的微图文阵列是由印刷工艺完成的,而印刷微图文难以避免的会出现油墨的拓展、笔画粗糙、精细程度差等问题,从而导致微图文阵列出现笔画模糊,且无法实现小于2微米的笔画。此外,印刷的微图文无法实现多色的微米级套印,从而使得防伪产品的光学效果选择受限,防伪能力亟需提升。

发明内容

[0006] 本发明实施例的目的是提供一种具有易识别且难伪造特点的光学防伪元件及光学防伪产品。

[0007] 为了实现上述目的,本发明实施例提供一种光学防伪元件,该光学防伪元件包括:基材,该基材包括相互对立的第一表面和第二表面;形成在所述基材的第一表面的至少一分部上的采样合成层;以及形成在所述基材的第二表面的至少一分部上的微图像层,所述微图像层包括表面微结构以及至少同形覆盖所述表面微结构的反射层,所述表面微结构为干涉型表面微结构和/或光吸收型表面微结构,其中所述采样合成层能够对所述微图像层进行采样合成从而形成一个或多个宏观合成图像。

[0008] 相应地,本发明还提供一种光学防伪产品,包括上述的光学防伪元件。

[0009] 通过上述技术方案,采用带有干涉型和/或光吸收型表面微结构的微图文阵列,使得微图像以及宏观合成图像具有高清晰度和对比度,同时能够实现多种颜色特征的微观尺度和宏观视觉上的精准对位,增强了光学防伪元件及产品的防伪能力。另外,本发明所述的光学防伪元件可利用本领域通用设备进行批量生产。

[0010] 本发明实施例的其它特征和优点将在随后的具体实施方式部分予以详细说明。

附图说明

[0011] 附图是用来提供对本发明实施例的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与下面的具体实施方式一起用于解释本发明实施例,但并不构成对本发明实施例的限制。在附图中:

[0012] 图1a示出了根据本发明一实施方式的光学防伪元件的剖面图;

[0013] 图1b示出了干涉型表面微结构的示例分布图,图1c和图1d示出了干涉型表面微结构的示例剖面图;

[0014] 图1e示出了干涉型表面微结构的另一示例分布图,图1f示出了干涉型表面微结构的另一示例剖面图;

[0015] 图1g示出了干涉型表面微结构的又一示例分布图,图1h和图1i示出了干涉型表面微结构的又一示例剖面图;

[0016] 图2a示出了根据本发明另一实施方式的光学防伪元件的剖面图;

[0017] 图2b示出了光吸收型表面微结构的示例俯视图,图2c至图2f分别示出了光吸收型表面微结构的四种示例剖面图;

[0018] 图3a和图3b分别示出了对采样合成层对微图像层采样合成过程的物理原理进行解释时采用的宏观图像和对应的微图像层示意图;

[0019] 图4a示出了根据本发明又一实施方式的光学防伪元件的剖面图;

[0020] 图4b、图4c和图4d分别示出了图4a示出的光学防伪元件中微图像层所提供的宏观图像效果、采样合成层和微图像层的局部;

[0021] 图5a示出了根据本发明的光学防伪元件中采样合成层采用柱面微透镜的示意图,图5b示出了根据本发明的光学防伪元件中采样合成层采用球面微透镜的示意图;

[0022] 图6a示出了根据本发明的光学防伪元件中采样合成层采用离焦球面微透镜的示意图,图6b示出了根据本发明的光学防伪元件中采样合成层采用聚焦球面微透镜的示意图。

具体实施方式

[0023] 下面将结合附图来详细说明根据本发明的光学防伪元件及包括该光学防伪元件的光学防伪产品。应当理解,所述附图和具体实施方式只是对本发明优选实施方式的描述,并非以任何方式来限制本发明的范围。

[0024] 如图1a所示,根据本发明一种实施方式的光学防伪元件1可以包括:基材2,该基材2包括相互对立的第一表面31和第二表面32;形成在所述基材2的所述第一表面31的至少一分部上的采样合成层21;形成在所述基材2的所述第二表面32的至少一分部上的微图像层22,微图像层22包括有表面微结构及至少同形覆盖表面微结构的反射层223,其中,微图像层22与采样合成层21相对应,即采样合成层21能够对所述微图像层22进行采样合成从而形成一个或多个宏观合成图像。在本实施例中所述表面微结构为干涉型表面微结构221。

[0025] 可选地,采样合成层21可以为微透镜阵列层或者能够对微图像层22进行成像的其他微采样工具。其中,微透镜阵列层可以由多个微透镜单元构成的非周期性阵列、随机性阵列、周期性阵列、局部周期性阵列或它们的任意组合,同时微透镜单元可以为折射型微透镜、衍射型微透镜或它们的组合,其中折射型微透镜可以选取球面、抛物面、椭球面微透镜、

柱面微透镜、或其它任意几何形状的基于几何光学的微透镜或它们的任意组合,衍射型微透镜可以选取衍射微透镜、平面衍射微透镜、菲涅尔波带片。其中,除菲涅尔波带片外,其它微透镜的具体形式可以选择为连续曲面型或阶梯型透镜作为微透镜单元。例如,图1a中的采样合成层21可以是由多个矩形、蜂窝、菱形、三角形等排列方式的球面微透镜单元组成的周期性阵列,也可以是柱面微透镜沿着某个方向的周期性排列。

[0026] 可选地,根据本发明的光学防伪元件中的周期性或局部周期性采样合成层21的周期可以为 $10\mu\text{m}$ 至 $200\mu\text{m}$,优选为 $15\mu\text{m}$ 至 $70\mu\text{m}$;采样合成层(例如微透镜阵列层)21的焦距可以为 $10\mu\text{m}$ 至 $200\mu\text{m}$,优选为 $15\mu\text{m}$ 至 $40\mu\text{m}$;采样合成层(例如微透镜阵列层)21的加工深度优选小于 $15\mu\text{m}$,更优选为 $0.5\mu\text{m}$ 至 $10\mu\text{m}$ 。另外,基材2的厚度与采样合成层21的焦距之差优选小于 $10\mu\text{m}$,更优选地所述差值小于 $3\mu\text{m}$ 。

[0027] 可选地,采样合成层21可以通过光学曝光、电子束曝光等微纳加工方式获得,还可以结合热熔回流等工艺来实现,通过紫外浇铸、模压、纳米压印等加工方式进行批量复制。

[0028] 可选地,微图像层22可以是依据采样合成层21及所需实现的效果而定义的由多个微图像单元构成的非周期性阵列、随机性阵列、周期性阵列、局部周期性阵列或它们的任意组合,保证所述采样合成层21能够对处于其对立面的微图像层22进行采样合成从而形成宏观合成图像。所形成的图像特征可以为下沉、上浮、动感、缩放、旋转、多通道转换、连续景深变化图形、三维图形、连续多帧动画等之一或多个效果的组合特征。

[0029] 根据上述采样合成放大过程可知,宏观合成图像的颜色特征来自于微图像层22,那么所述微图像层22能够区域化地提供的颜色特征数量,则决定了所述宏观合成图像的颜色特征数量。在图1a所示的实施例中,提供了微图像层22中的特定区域选择了干涉型表面微结构221的方案。

[0030] 所述干涉型表面微结构221被定义成当光束以一入射角照射所述干涉型表面微结构221时,该光束中一波长或波长范围的光在反射光方向上干涉相长。

[0031] 干涉型表面微结构221区域提供了不同的观察角度分别呈现两种互为补色的颜色特征,而微图像层22的其余区域无法提供该颜色特征,从而实现不同区域间颜色特征的对比和反差。进一步地,宏观合成图像提供了不同区域间贡献的颜色对比和反差,从而获得具有易识别、难伪造的特征的独特的光学防伪元件。

[0032] 为了便于描述干涉型表面微结构221,定义 $x-y-z$ 空间坐标系。如图1b所示,干涉型表面微结构221可以位于 xoy 平面(或与 xoy 平面平行的平面),且在 x 轴、 y 轴方向的特征尺寸可以例如是 $0.3\mu\text{m}$ 至 $6\mu\text{m}$,优选为 $0.6\mu\text{m}$ 至 $3\mu\text{m}$,且干涉型表面微结构221可以是微浮雕结构的浮雕单元的随机或伪随机分布。干涉型表面微结构221中凸起部分的面积可以占干涉型表面微结构221总面积的20%至80%,优选为35%至65%。干涉型表面微结构221的浮雕单元的剖面形状可以是正弦形。如图1c所示,干涉型表面微结构221的浮雕单元的剖面形状可以是锯齿形。如图1d所示,干涉型表面微结构221的浮雕单元的剖面形状可以是矩形。本领域技术人员可以理解的是,干涉型表面微结构221的浮雕单元的剖面形状还可以是其他形状。干涉型表面微结构221的深度 d 可以满足以下条件,即当自然光(白光)以入射角 α 照射干涉型表面微结构221时,光束通过干涉型表面微结构221后,波长为 λ (或者一波长范围)的光在反射光方向上干涉相长,从而使得在反射光方向观察干涉型表面微结构221时,呈现第一颜色,而在散射光方向上观察干涉型表面微结构221时,呈现与第一颜色不同的第二颜色(如

图1c所示),相同的颜色特征将反映在光学防伪元件上。

[0033] 干涉型表面微结构221的深度 d 通常在100nm至5 μm 之间,优选为200nm至3 μm 。可以通过以下的方法来确定深度 d 。

[0034] ①表示干涉型表面微结构221的复振幅透过率 τ_g , τ_g 为深度 d 、设计波长 λ 、干涉型表面微结构221的槽型、材料折射率分布 n 以及位置 (x,y) 的函数;②对复振幅透过率 τ_g 进行傅利叶变换;③找出波长为 λ 的反射光(即零级衍射光)最大的条件;④根据反射光最大的条件计算干涉型表面微结构221的深度 d 。

[0035] 举例来说,设计波长 $\lambda=600\text{nm}$,干涉型表面微结构221材料的折射率 $n=1.5$,干涉型表面微结构221的剖面形状为正弦形,外部介质为空气,则 $d=1528.8\text{nm}$ 时,干涉型表面微结构221区域在反射光方向上呈现红色,在散射光方向呈现蓝绿色。若 $d=2668.8\text{nm}$,由于此时波长为410.8nm的光也满足反射光干涉相长条件,所以干涉型表面微结构221区域在反射光方向上呈现洋红色,散射光方向上呈现绿色。

[0036] 干涉型表面微结构221可以通过激光刻蚀、电子束刻蚀、离子刻蚀等方式制成母版,然后通过电铸、模压、UV复制等工艺复制到基材上。更为常用的工艺是在基材的表面涂布成像层,将干涉型表面微结构复制到成像层上,目的是提高干涉型表面微结构的复制质量和提高复制效率。

[0037] 干涉型表面微结构221的材料可以例如为ZnS、ZnO、Ta₂O₅、SnO₂、Nb₂O₅、HfO₂、In₂O₃、CeO₂、Dy₂O₃、Bi₂O₃、MgF₂、Al₂O₃、AlF₃、CaF₂、SiO₂、SrF₂、YbF₃、NaF、Na₃AlF₆、PET、PVC、PE、聚酯胶、聚氨酯胶等。

[0038] 所述基材可以例如为PET、PVC、PE等透明材料,也可以是纸张、印刷品、包装等载体。所述基材也可以是加工过程中的载体,而在后期应用时被剥离。

[0039] 图1e和图1f示出了干涉型表面微结构221的另外一种优选形式。定义 $x-y-z$ 空间坐标系,如图1e所示,干涉型表面微结构221可以位于 xoy 平面(或与 xoy 平面平行的平面)。干涉型表面微结构221在 x 轴方向的特征尺寸可以大于6 μm ,优选大于10 μm ,由此干涉型表面微结构221在该方向上没有衍射效果。干涉型表面微结构221在 y 轴方向上的特征尺寸可以为0.3 μm 至6 μm ,优选为0.6 μm 至3 μm ,且干涉型表面微结构221可以是微浮雕结构的浮雕单元的随机或伪随机分布。干涉型表面微结构221中凸起部分的面积可以占微浮雕结构202总面积的20%至80%,优选为35%至65%。图1f是干涉型表面微结构221在 yoz 平面(或与 yoz 平面平行的平面)的剖面示意图。如图1f所示,干涉型表面微结构221的浮雕单元的剖面形状可以是正弦形。但是本领域技术人员可以理解,干涉型表面微结构221的浮雕单元的剖面形状可以是锯齿形、矩形或者其他形状。干涉型表面微结构221的深度 d 可以满足下述条件,即自然光(白光)以入射角 α 照射干涉型表面微结构221时,光束通过干涉型表面微结构221后,波长为 λ (或者一波长范围)的光在反射光方向上干涉相长,从而在反射光方向上观察到第一颜色。此外,如果光束在 yoz 平面(或与 yoz 平面平行的平面)内,在 yoz 平面(或与 yoz 平面平行的平面)内散射光方向上观察到与第一颜色不同的第二颜色,相同的颜色特征将反映在光学防伪元件上。

[0040] 图1g至图1i示出了干涉型表面微结构221的又一种优选形式。定义 $x-y-z$ 空间坐标系,如图1g所示,干涉型表面微结构221位于 xoy 平面(或与 xoy 平面平行的平面),在 y 轴方向上的特征尺寸可以例如是0.3 μm 至6 μm ,优选为0.6 μm 至3 μm ,干涉型表面微结构221的浮雕单

元可以是随机或伪随机分布的,在x轴方向上的特征尺寸可以例如是 $0.3\mu\text{m}$ 至 $6\mu\text{m}$,优选为 $0.6\mu\text{m}$ 至 $3\mu\text{m}$,干涉型表面微结构221的浮雕单元在x方向上周期分布,即图案可以例如是周期性结构。干涉型表面微结构221中凸起部分的面积可以占干涉型表面微结构221总面积的20%至80%,优选为35%至65%。图1h是干涉型表面微结构221在yoz平面(或与yoz平面平行的平面)的剖面示意图,其为正弦形。图1i是干涉型表面微结构221在xoz平面(或与xoz平面平行的平面)的剖面示意图,其为正弦形。干涉型表面微结构221的浮雕单元的剖面形状可以是正弦形、锯齿形、矩形或者其他形状。干涉型表面微结构221的深度d可以满足下述条件,即自然光(白光)以入射角 α 照射干涉型表面微结构221时,波长为 λ (或者一波长范围)的光在反射光方向上干涉相长,从而在反射光方向上观察到第一颜色。此外,如果光束在yoz平面(或与yoz平面平行的平面)内,在yoz平面(或与yoz平面平行的平面)内散射光方向观察到与第一颜色不同的第二颜色;如果光束在xoz平面(或与xoz平面平行的平面)内,在衍射光方向上观察到光栅的+1或-1级衍射光颜色随观察角度变化,相同的颜色特征将反映在光学防伪元件上。

[0041] 图2a示出了根据本发明另一实施方式的光学防伪元件的剖面图。图2a与图1a所述的光学防伪元件的不同之处在于,图2a中表面微结构可可选地采用了光吸收型表面微结构224,其可以是选择性光吸收型表面微结构。图2b示出了该光学防伪元件1中使用选择性光吸收型表面微结构224作为微图像笔画的微图像层片段的俯视图。

[0042] 该实施例中所述选择性光吸收型微结构224可由多个下凹的微观结构222组所成,所述下凹微观结构222的宽度即为选择性光吸收型表面微结构224的特征尺寸,该特征尺寸可为 $1\mu\text{m}$,其深度为可 $0.8\mu\text{m}$ 。同时,在下凹的微观结构222表面覆盖有40纳米厚的金属A1层作为反射层223。

[0043] 此时,不论通过显微镜观察微图像层22抑或观察由采样合成层21对微图像层22采样合成后形成的宏观图像,图像笔画均为黑色。

[0044] 其原理在于下凹微观结构222与反射层223共同提供了具有光吸收作用的光陷阱,其能够对可见光波段进行全谱的吸收,抑制反射光。从而使其覆盖的微图像层22的笔画为黑色。通过选择下凹的微观结构222的深度和特征尺寸以及排列形式能够控制选择性光吸收型表面微结构224的光谱吸收特性,包括吸收的颜色和效率以及反射的颜色和效率,从而决定微图像层22的图像笔画的颜色。

[0045] 可选地,所述光吸收型表面微结构的俯视形状为圆形、多边形等任意几何形状,其截面可以为圆形、正弦形、矩形、三角形等任意曲面。

[0046] 可选地,所述光吸收型表面微结构的特征尺寸小于 $10\mu\text{m}$,所述光吸收型表面微结构的特征尺寸优选小于 $1\mu\text{m}$ 。

[0047] 可选地,所述光吸收型表面微结构的深度与特征尺寸的比值大于0.3,所述光吸收型表面微结构的深度与特征尺寸的比值优选大于0.8。

[0048] 在另外一个实施方式中,图2a所示的选择性光吸收型表面微结构224的下凹微观结构222的特征尺寸可为 330nm ,其深度可为 180nm 。此时,不论通过显微镜观察微图像层22亦或观察由采样合成层21对微图像层22采样合成后形成的宏观图像,图像笔画均为棕色。

[0049] 图2c至图2f示出了所述选择性光吸收型表面微结构224的下凹微观结构222的不同排列形式。其中图2c采用了周期性排列的下凹微观结构222;图2d采用了随机性排列的下

凹微观结构222;图2e采用了具有随机性深度的下凹微观结构222;图2f采用了随机性特征尺寸的下凹微观结构222。

[0050] 图2c的周期性排列的下凹微观结构222不可避免地会产生对入射光的衍射作用,从而在选择性吸收和反射的基础上同时包含了衍射光。如果该衍射光不符合用户的需要,那么图2d所示的随机性排列的下凹微观结构222即能够解决这一问题,随机性排列能够将周期性排列的下凹微观结构222带来的衍射效应排除,从而纯粹地提供选择性光吸收特征。

[0051] 图2e的随机性深度的下凹微观结构222以及图2d的随机性特征尺寸的下凹微观结构222所起的作用之一是控制选择性光吸收和光反射的比例,从而控制微图像层的笔画的颜色的灰度。当然,通过控制下凹微观结构222的排列密度也可以达到类似的目的。

[0052] 可选地,本发明任意实施例所述的反射层223可以包括下述各种镀层中的任意一种或其组合:单层金属镀层;多层金属镀层;由吸收层、低折射率介质层和反射层依次堆叠形成的镀层;以及由吸收层、高折射率介质层和反射层依次堆叠形成的镀层。在根据本发明中,高折射率介质层指的是折射率大于等于1.7的介质层,其材料可以是ZnS、TiN、TiO₂、TiO、Ti₂O₃、Ti₃O₅、Ta₂O₅、Nb₂O₅、CeO₂、Bi₂O₃、Cr₂O₃、Fe₂O₃、HfO₂、ZnO等,低折射率介质层指的是折射率小于1.7的介质层,其材料可以是MgF₂、SiO₂等。金属镀层或反射层的材料可以是Al、Cu、Ni、Cr、Ag、Fe、Sn、Au、Pt等金属或其混合物和合金;吸收层材料可以是Cr、Ni、Cu、Co、Ti、V、W、Sn、Si、Ge等金属或其混合物和合金。需要说明的是,虽然上述反射层223由于材料的选择从而使自身就具备特定的颜色,例如Al层的银白色和Au的黄色。但是微图像层22所反映的是表面微结构224和上述反射层223共同作用形成的颜色特征,该颜色特征不同于所选择的反射层的颜色特征,例如图2a对应实施例中形成的黑色与Al层的银白色完全不同。

[0053] 可选地,本发明任意实施例中,带有表面微结构的微图像层22的原版可以通过光学曝光、电子束曝光等微纳加工方式获得,通过紫外浇铸、模压、纳米压印等加工方式进行批量复制。以上的通用加工过程中表面微结构覆盖的区域确定性地由原版所决定,而不受批量加工的过程所影响,相比较常见的油墨印刷构成的微图像层具有独特的优势,例如笔画完全还原设计尺寸,无油墨成型过程中的浸润拓展等缺陷,具有较高的对比度和清晰度,并且光学微结构的精细度取决于表面微结构的特征尺寸,该特征尺寸可以是微米级甚至更小,相较于油墨印刷构成的10微米量级线宽的微图像具有更高的分辨率。

[0054] 下面将结合图3a、图3b对采样合成层21对微图像层22的采样合成原理进行说明。图3a、图3b示出微图像层的设计与形成过程,其中对应的采样合成层为柱面微透镜阵列,且柱面微透镜(未示出)的延伸方向为y方向。图3a中图文1、2、3...k分别对应各个角度下设定的观察者希望看到的宏观图像,对应的宏观图像依次以A、B、C...Y表示。将每个宏观图像均按照矩阵排列方式进行切割,例如A被切割为像素A₁₁、A₁₂...A_{mm}构成的矩阵,其它宏观图像同样处理。

[0055] 图3b与图3a相对应,其中每一个矩阵单元代表一个柱面微透镜下方的像素集合,按照该配置每个柱面微透镜单元都分配到图3a所示的各预先设定的宏观图像的一部分,当某个柱面微透镜以一定的观察角度采样到某个宏观图像的像素单元时,其它柱面微透镜会同时采样到该宏观图像的其它像素单元,从而呈现给观察者该宏观图像的内容,而当观察角度改变时,以上采样过程将相应地作用于其它宏观图像。因此,对于柱面微透镜阵列可以自由地设定不同观察角度上的宏观图像。对于其它上述提到的采样合成层形式,以上原理

同样有效,例如对于矩形排列的球面微透镜阵列,可以看作为在柱面微透镜阵列基础上增加了与之垂直的维度用于进一步增加所需的宏观图像,其它采样合成层形式可以同理推而广之。

[0056] 尽管上述所描述的物理原理是目前所认为的对于本发明所涉及的光学防伪元件所产生的物理现象的一种理解和描述,但并不意味所述光学防伪元件被当前用于解释这一现象的所述物理原理所限制。所述光学防伪元件是由该光学防伪元件的基本结构和具体实施方式所决定的。

[0057] 虽然图1a或图2a对应的实施例中示意性地描述了微图像层22的图像笔画等区域处设置表面微结构,但事实上可以根据需求,在微图像层的任意位置设置所述表面微结构,甚至可以在不同区域通过调整表面微结构的特征尺寸、深度、排列形式,反射层223的种类、结构来实现含有多种颜色的微图像层22,最终实现本发明的光学防伪元件的彩色化。下面结合图4a至图4d的实施例分别对本发明的彩色化的光学防伪元件进行说明。

[0058] 如图4a至图4d所示,将图1a所示的实施例中的下表面32上的微图像层22进行区域划分(图中所述区域划分仅为示意性的,实际应用中需要考虑所述被划分的区域与采样合成层21的对应关系以形成符合用户需求的宏观合成图像)。选择电子束蒸镀的40nm厚的Al层为反射层223,微图像层22中的表面微结构划分区域为:

[0059] (1) 区域一为干涉型表面微结构2211,其设计波长 $\lambda=600\text{nm}$,干涉型表面微结构2211材料的折射率 $n=1.5$,干涉型表面微结构2211的剖面形状为正弦形,外部介质为空气,则深度 $d=1528.8\text{nm}$ 时,干涉型表面微结构2211区域在反射光方向上呈现红色,在散射光方向上呈现蓝绿色。

[0060] (2) 区域二为干涉型表面微结构2212,折射率 $n=1.48$,干涉型表面微结构2212的剖面形状为矩形,外部介质为空气,则深度 $d=600\text{nm}$,所以干涉型表面微结构2212在反射光方向上呈现绿色,散射光方向上呈现洋红色。

[0061] (3) 区域三为选择性光吸收型表面微结构2213,其深度为100nm,宽度为300nm,对应肉眼观察的红色;

[0062] (4) 区域四为选择性光吸收型表面微结构2214,其深度为180nm,宽度为345nm,对应肉眼观察的棕色;

[0063] (5) 区域五为选择性光吸收型表面微结构2215,其深度为300nm,宽度为250nm,对应肉眼观察的黑色;

[0064] (6) 区域六为选择性光吸收型表面微结构2216,其深度在50nm至150nm范围内随机排布,宽度在500nm至1000nm范围内随机排布,对应肉眼观察的白色。

[0065] 图4b示出的是周期性排列的微图像层所提供的宏观图像效果,图中仅示意性选择了5行5列宏观图像,其中沿着x轴正方向改变观察视角的过程中,宏观图案沿着x轴正方向平行移动,这是一种能够形成上浮景深感的平移的效果,同时在y轴方向具有同样的正向改变视角时宏观图案正向平移的效果。图4c示出了所采用的采样合成层21为矩形排列的球面微透镜阵列的俯视图,所述微透镜阵列排列周期为 $25\mu\text{m}$,微透镜底面直径为 $23\mu\text{m}$ 。图4d示出了对应的微图像层的局部,并以灰度示意性地标出了区域一至区域六,即2211至2216的分布,在本实施例中具有该配置的数字“50”的周期性微观排列所形成的图4b所示的宏观合成图像效果具备上述六种颜色特征。

[0066] 在实施过程中,本发明人发现采样合成层21的各种优选方案中,一维排列的微采样工具更加有利于宏观合成图像颜色特征的识别,例如柱面微透镜、一维菲涅尔透镜、一维波带片,而非采用二维排列的微采样工具,例如球面微透镜、菲涅尔透镜、波带片。

[0067] 下面结合图5加以说明,图5a示出了采用周期性排列的柱面微透镜作为采样合成层21的情形,图5b示出了采用矩形且周期性排列的球面微透镜作为采样合成层21的情形。

[0068] 由于采样过程涉及将微图像层22的局部进行各个角度的出射光线的收集的过程,柱面微透镜仅沿x轴收集各个角度的出射光线,而在y方向仅收集单一方向,相对的,球面微透镜则同时收集x轴和y轴的各个角度的出射光线。这对于选择性光吸收型表面微结构来说并不影响宏观合成图像的颜色特征识别,而对于干涉型表面微结构来说则有明显的影响,其原因在于干涉型表面微结构存在不同出射角度上的颜色差异,即互补色,如果采样过程涉及某个维度(x轴或y轴)上的各个出射方向的光线,那么作为干涉型表面微结构提供的一对互补色将同时被收集,而一对互补色的合成颜色为白色,从而失去了该采样维度上的预期颜色特征。由于所述柱面微透镜在y轴上的仅收集单一方向的出射光,因此在y轴上将可还原干涉型表面微结构的颜色特征。

[0069] 优选地,采用离焦的微采样工具作为采样合成层22也有利于解决宏观合成图像颜色特征的识别问题,下面结合图6a和图6b加以说明,图6a中的球面微透镜与图6b的球面微透镜的相同之处在于采样合成层21的底部与微图像层22的距离是相同的并且球面微透镜的底面直径是相同的,但是由于球面微透镜的高度或曲率不同,使得聚焦的焦点位置不同。图6a中的球面微透镜的焦点在微图像层22的下方,因此图6a中球面微透镜为离焦状态,而图6b中的球面微透镜的焦点在微图像层22附近,因此图6b中球面镜为大致聚焦的状态。在这种配置下,图6a中的球面微透镜虽然聚焦的分辨率较低,但其在微图像层22中收集出射光的角度范围相对图6b中的球面微透镜要小,从而在微图像层22采用干涉型表面微结构时能够在宏观合成图像中还原干涉型表面微结构的颜色特征。

[0070] 可选地,本发明的光学防伪元件中微图像层22中还包含对反射层223图案化镂空的图像,所述图案化镂空的图像是与采样合成层21对应的微观镂空图像(未示出),所述图案画镂空的图像能够被采样合成层21采样合成为宏观合成图像。

[0071] 可选地,本发明的光学防伪元件中微图像层22中还可包含对反射层223图案化镂空的图像,所述图案化镂空的图像23并非与采样合成层21对应,其可以为宏观镂空图像,也可是为微观镂空图像。

[0072] 可选地,还可在所述微图像层22中加入编码图像,该编码图像无需所述采样合成层21进行采样合成。所述编码图像可以是宏观的编码图像,也可以是微观的通过放大镜、显微镜来识别的隐藏图像,还可以是通过白光或单色入射光进行再现的图像。所述编码图像可以与微图像层一次加工完成,也可以采用上述微图像层的加工范围中的方法进行二次添加。

[0073] 可选地,根据本发明的光学防伪元件1还可以包括形成于所述基材2中、所述基材2的所述第一表面31上和所述第二表面32上、所述采样合成层21中、所述微图像层22的表面上的至少一者中的衍射光变特征、干涉光变特征、微纳结构特征、印刷特征、部分金属化特征以及用于机读的磁、光、电、放射性特征中的一种或多种特征。例如,可以在本发明的光学防伪元件1中添加荧光材料(未示出),从而使其带有荧光特征。该荧光材料可以通过例如印刷方

式形成荧光图案。例如,将作为颜色功能层的液晶光变材料替换为荧光材料,将实现荧光图案能够满足采样合成的条件,从而形成采样合成荧光图案。

[0074] 此外,所述基材2可以是至少局部透明的,也可以是有色的介质层。在一种优选方案中,所述基材2可以是一层单一的透明介质薄膜,例如PET膜、PVC膜等,当然也可以是表面带有功能涂层(比如压印层)的透明介质薄膜,还可以是经过复合而成的多层膜。

[0075] 根据本发明的光学防伪元件特别适合制作成开窗安全线。所述安全线的厚度不大于50 μm 。带有所述开窗安全线的防伪纸用于钞票、护照、有价证券等各类高安全产品的防伪。

[0076] 根据本发明的光学防伪元件也可用作标签、标识、宽条、透明窗口、覆膜等,可以通过各种粘附机理粘附在各种物品上。例如转移到钞票、信用卡等高安全产品和高附加值产品上。

[0077] 本发明另一方面提供了带有所述光学防伪元件的光学防伪产品,所述产品包括但不限于钞票、信用卡、护照、有价证券等各类高安全产品及高附加值产品,以及各类包装纸、包装盒等。

[0078] 以上结合附图详细描述了本发明实施例的可选实施方式,但是,本发明实施例并不限于上述实施方式中的具体细节,在本发明实施例的技术构思范围内,可以对本发明实施例的技术方案进行多种等同变换或修改,这些等同变换或修改均属于本发明实施例的保护范围。

[0079] 另外需要说明的是,在上述具体实施方式中所描述的各个具体技术特征,在不矛盾的情况下,可以通过任何合适的方式进行组合。为了避免不必要的重复,本发明实施例对各种可能的组合方式不再另行说明。

[0080] 此外,本发明实施例的各种不同的实施方式之间也可以进行任意组合,只要其不违背本发明实施例的思想,其同样应当视为本发明实施例所公开的内容。

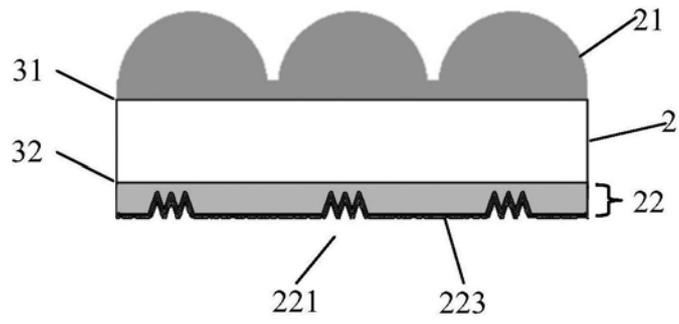


图1a



图1b

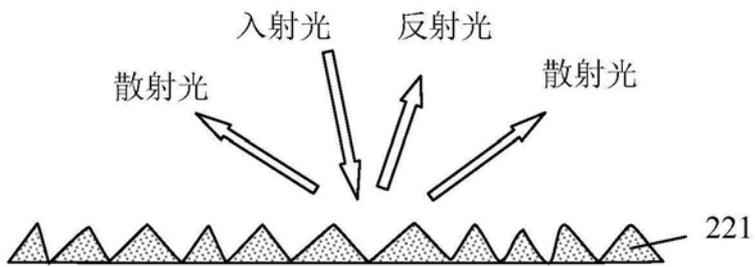


图1c



图1d

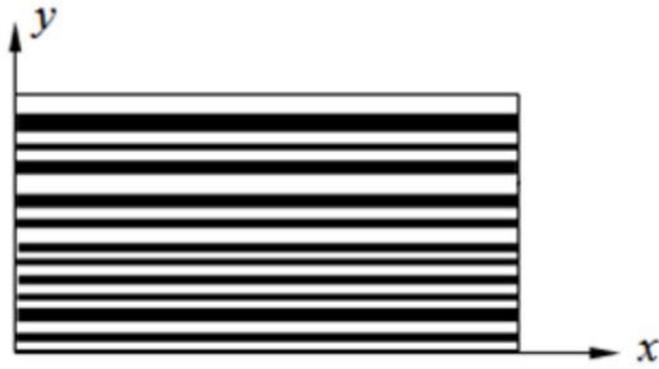


图1e

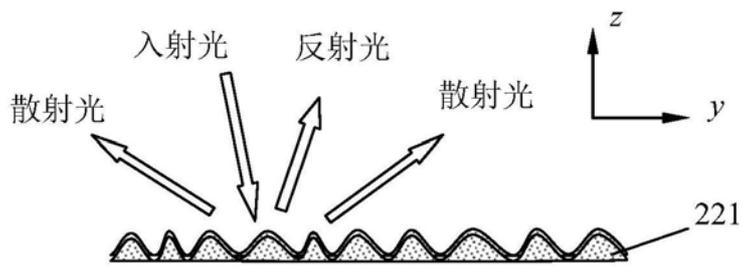


图1f

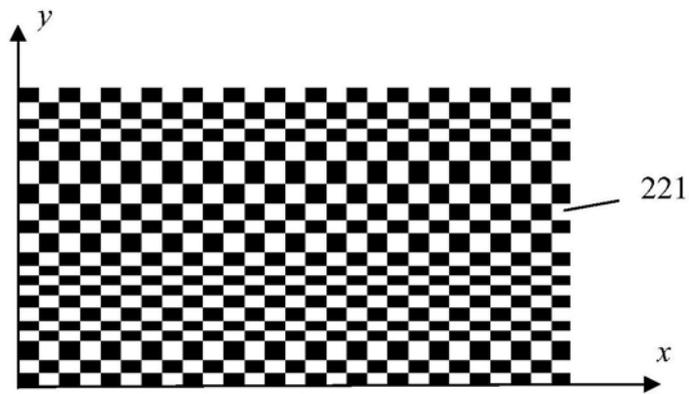


图1g

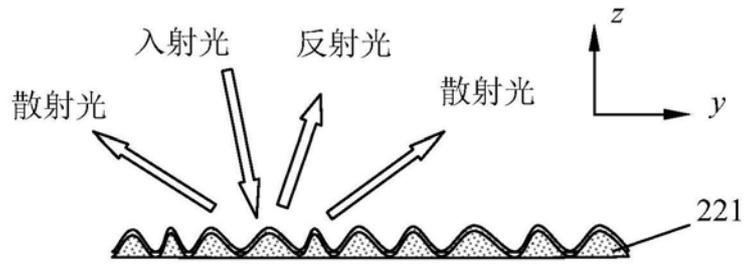


图1h

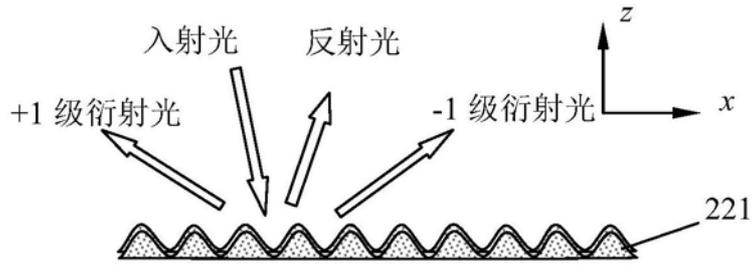


图1i

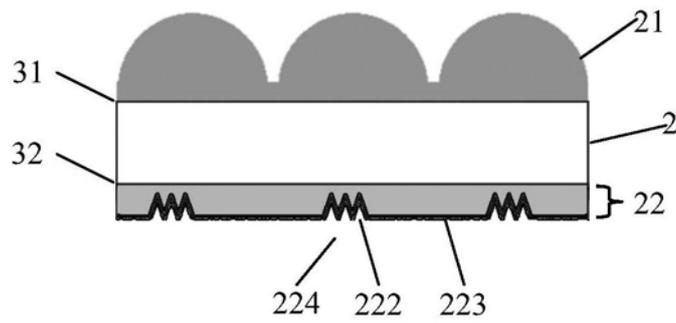


图2a

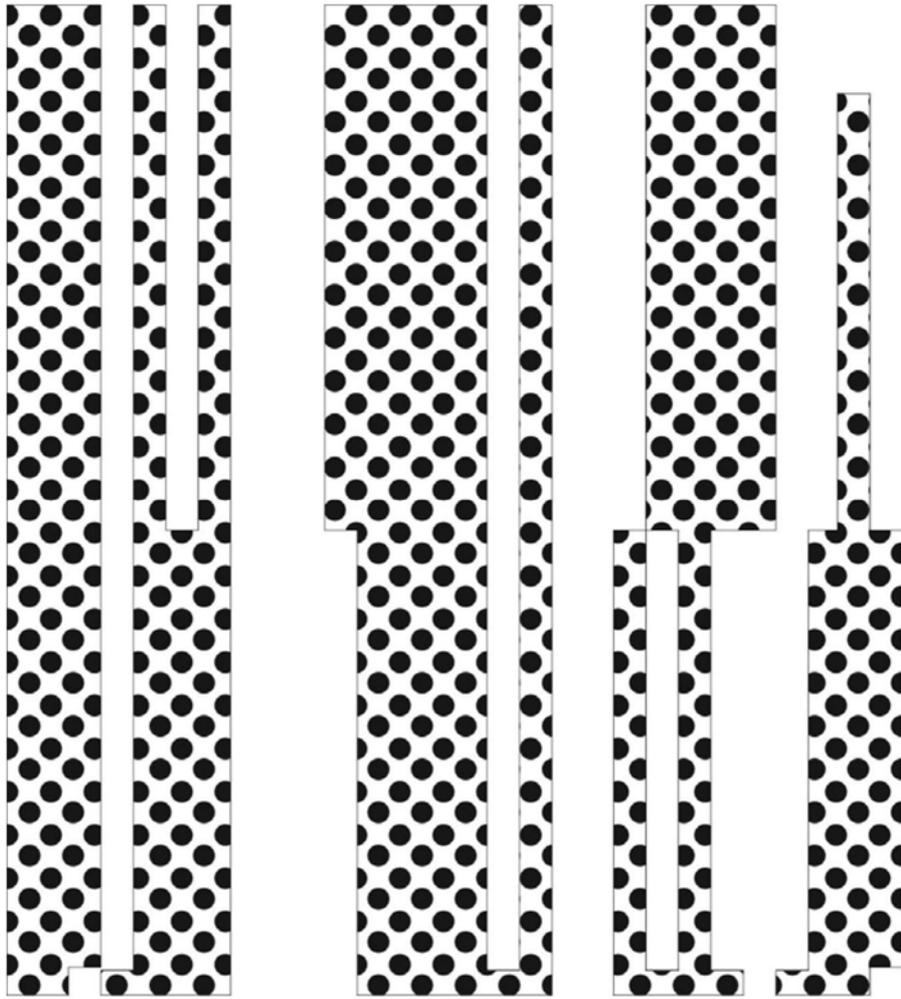


图2b

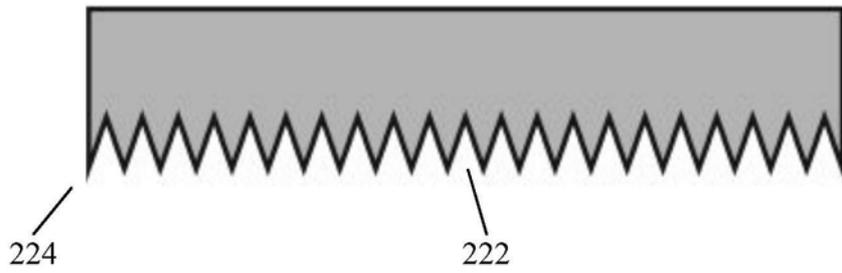


图2c

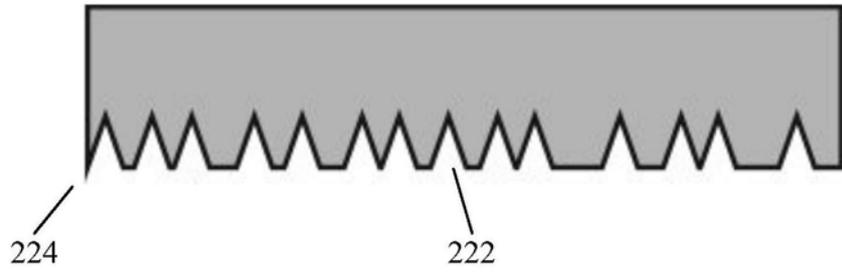


图2d

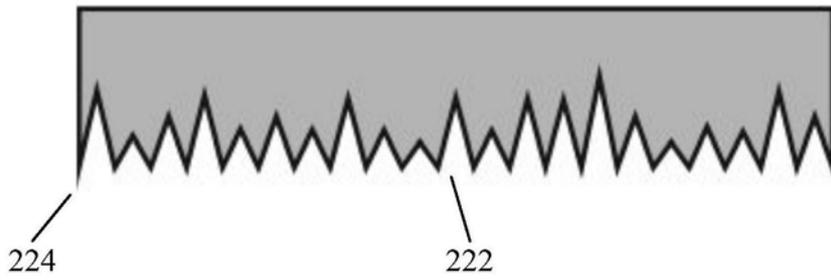


图2e

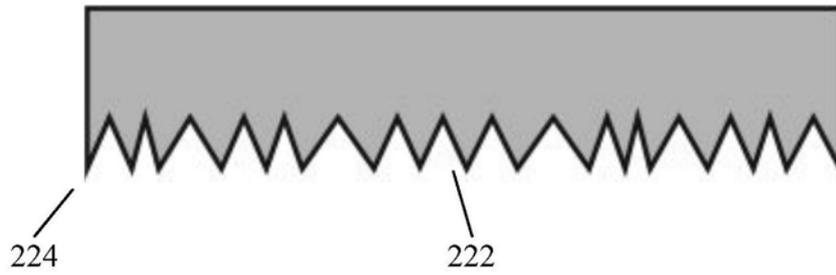


图2f

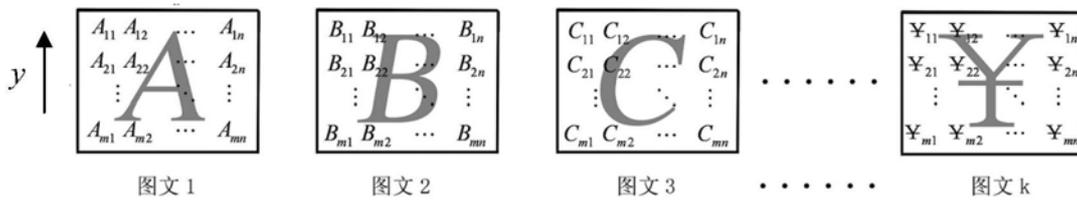


图3a

$$\begin{bmatrix} A_{11} & B_{11} & C_{11} & \dots & Y_{11} \\ A_{21} & B_{21} & C_{21} & \dots & Y_{21} \\ A_{31} & B_{31} & C_{31} & \dots & Y_{31} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{m1} & B_{m1} & C_{m1} & \dots & Y_{m1} \end{bmatrix}
 \begin{bmatrix} A_{12} & B_{12} & C_{12} & \dots & Y_{12} \\ A_{22} & B_{22} & C_{22} & \dots & Y_{22} \\ A_{32} & B_{32} & C_{32} & \dots & Y_{32} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{m2} & B_{m2} & C_{m2} & \dots & Y_{m2} \end{bmatrix}
 \begin{bmatrix} A_{13} & B_{13} & C_{13} & \dots & Y_{13} \\ A_{23} & B_{23} & C_{23} & \dots & Y_{23} \\ A_{33} & B_{33} & C_{33} & \dots & Y_{33} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{m3} & B_{m3} & C_{m3} & \dots & Y_{m3} \end{bmatrix}
 \dots
 \begin{bmatrix} A_{1n} & B_{1n} & C_{1n} & \dots & Y_{1n} \\ A_{2n} & B_{2n} & C_{2n} & \dots & Y_{2n} \\ A_{3n} & B_{3n} & C_{3n} & \dots & Y_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{mn} & B_{mn} & C_{mn} & \dots & Y_{mn} \end{bmatrix}$$

图3b

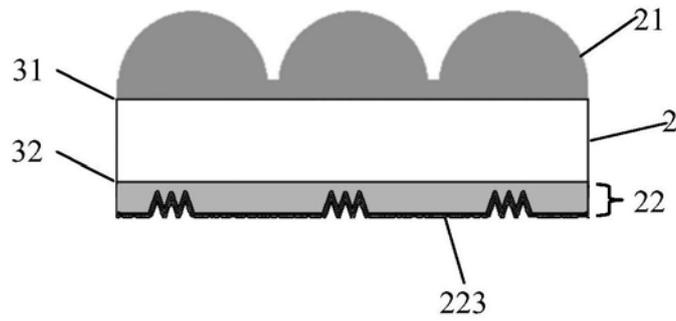


图4a

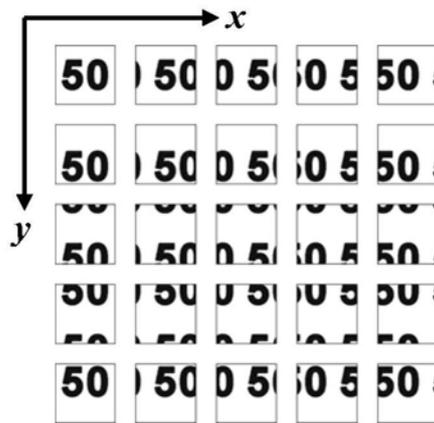


图4b

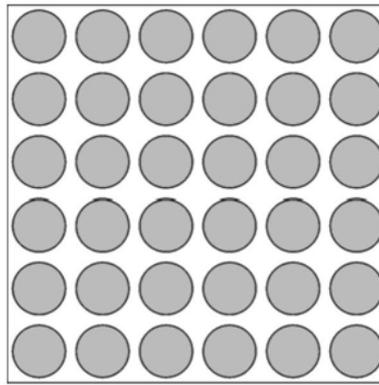


图4c

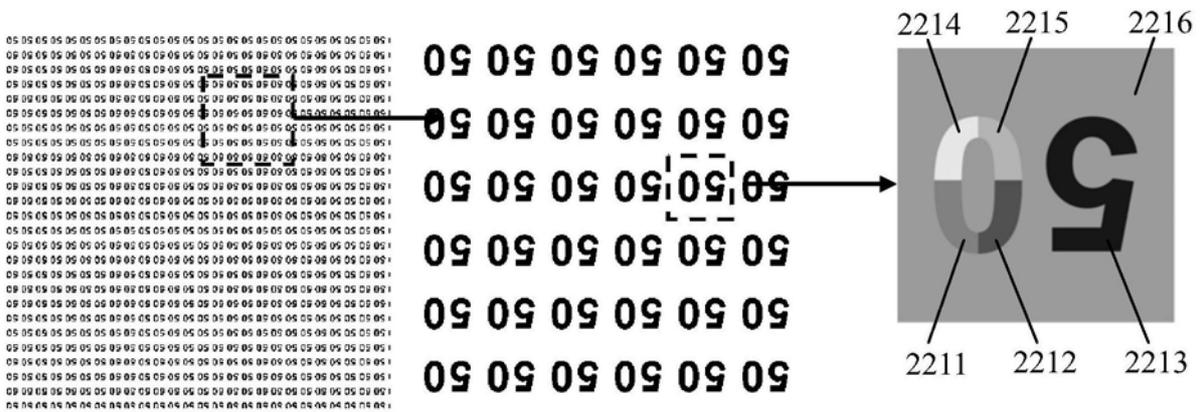


图4d

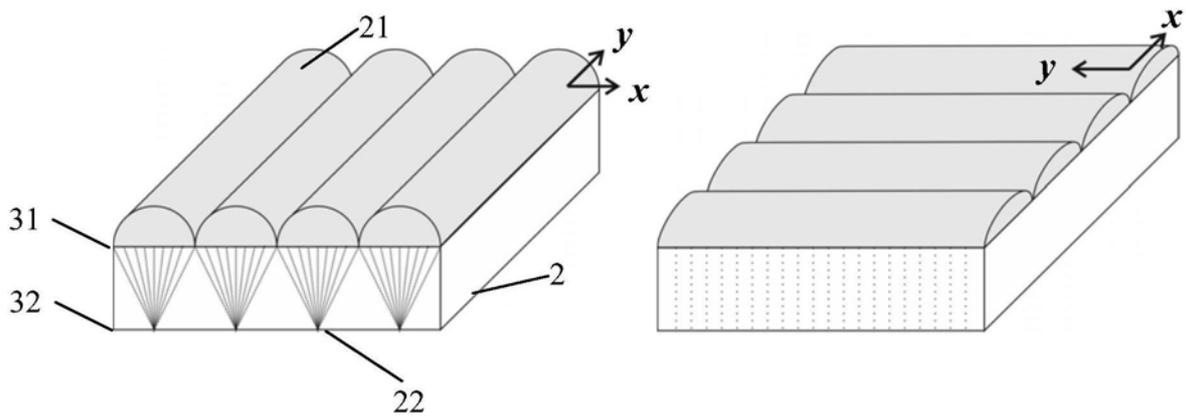


图5a

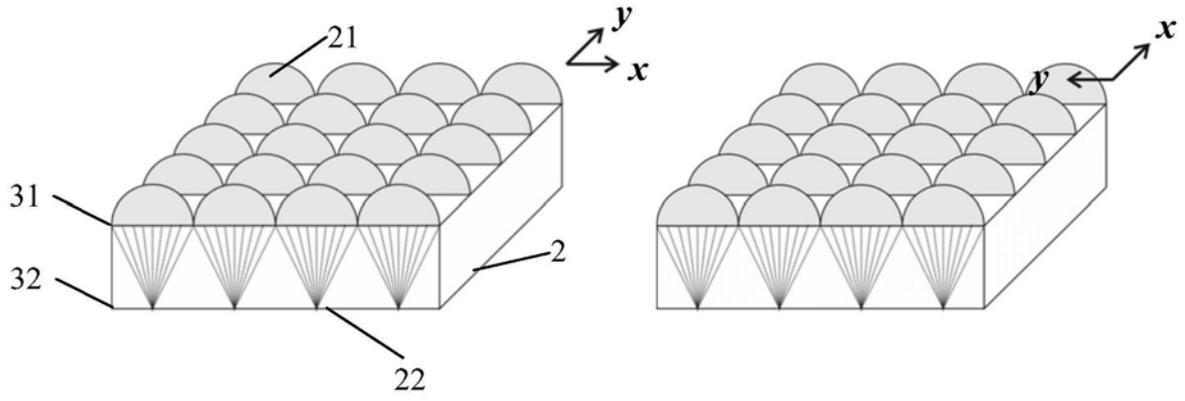


图5b

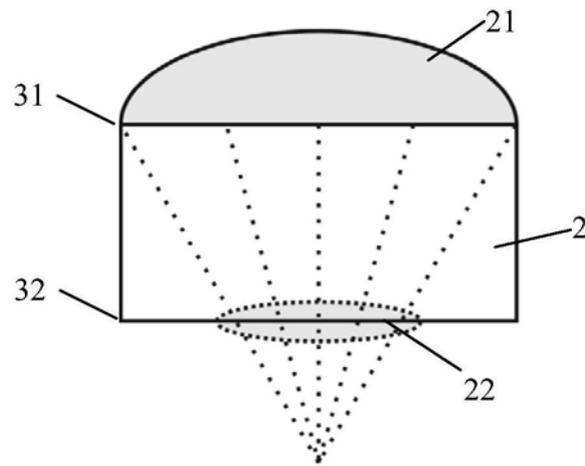


图6a

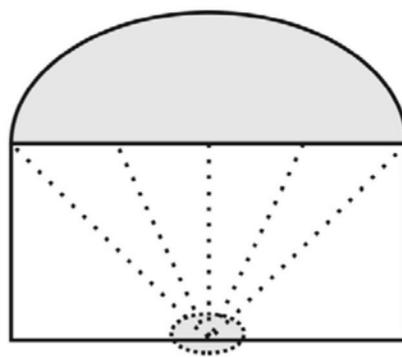


图6b