



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103448411 B

(45) 授权公告日 2016.06.01

(21) 申请号 201210174818.6

(22) 申请日 2012.05.30

(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 张巍巍 王晓利 孙凯

(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 南毅宁

(51) Int. Cl.

B42D 25/324(2014.01)

G02B 5/18(2006.01)

(56) 对比文件

DE 102008009296 A1, 2009.08.20,

DE 102008009296 A1, 2009.08.20,

US 2007/0139744 A1, 2007.06.21,

US 2004/0081807 A1, 2004.04.29,

WO 2010/096914 A1, 2010.09.02,

US 6114018 A, 2000.09.05,

JP 2010-15022 A, 2010.01.21,

审查员 张伟

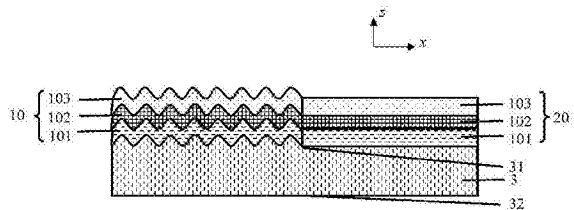
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

一种光学防伪元件及其制备方法

(57) 摘要

本发明针对现有技术中工艺复杂和两种镀层结构难以精确控制镀层厚度以实现颜色匹配的缺陷,提供一种能够克服上述缺陷的光学防伪元件及其制备方法。本发明提供一种光学防伪元件,该光学防伪元件包括基材(3),所述基材(3)包括第一表面(31)和第二表面(32),所述第一表面(31)上的部分区域为亚波长微浮雕结构、部分区域为平坦表面结构,所述亚波长微浮雕结构和所述平坦表面结构上均依次层叠有第一介质层、第二介质层和第三介质层,在特定观察角度下,亚波长微浮雕结构区域和平坦表面结构区域的颜色相同,在其他观察角度,亚波长微浮雕结构区域和平坦表面结构区域的颜色不相同。



1. 一种光学防伪元件,该光学防伪元件包括基材(3),所述基材(3)包括第一表面(31)和第二表面(32),所述第一表面(31)上的部分区域为亚波长微浮雕结构、部分区域为平坦表面结构,所述亚波长微浮雕结构和所述平坦表面结构上均依次层叠有第一介质层、第二介质层和第三介质层,在特定观察角度下,所述亚波长微浮雕结构区域和所述平坦表面结构区域的颜色相同,在其他观察角度,所述亚波长微浮雕结构区域和所述平坦表面结构区域的颜色不相同。

2. 根据权利要求1所述的光学防伪元件,其中,所述特定观察角度是0度或者大于0度的其他值,该0度为垂直观察所述亚波长微浮雕结构区域和所述平坦表面结构区域时的角度。

3. 根据权利要求1所述的光学防伪元件,其中,所述第一介质层和所述第三介质层的折射率大于或等于1.7。

4. 根据权利要求1所述的光学防伪元件,其中,所述第一介质层和所述第三介质层的厚度为10nm至300nm。

5. 根据权利要求1所述的光学防伪元件,其中,所述第一介质层和所述第三介质层的厚度为50nm至200nm。

6. 根据权利要求3至5中任一权利要求所述的光学防伪元件,其中,所述第一介质层和所述第三介质层的材料选自ZnS、TiN、TiO₂、TiO、Ti₂O₃、Ti₃O₅、Ta₂O₅、Nb₂O₅、CeO₂、Bi₂O₃、Cr₂O₃、Fe₂O₃中的任意材料或其组合。

7. 根据权利要求1所述的光学防伪元件,其中,所述第二介质层的折射率小于1.7。

8. 根据权利要求1所述的光学防伪元件,其中,所述第二介质层的厚度为50nm至1000nm。

9. 根据权利要求1所述的光学防伪元件,其中,所述第二介质层的厚度为100nm至500nm。

10. 根据权利要求7至9中任一权利要求所述的光学防伪元件,其中,所述第二介质层的材料选自SiO₂、MgF₂、Na₃AlO₆、Al₂O₃中的任意材料或其组合。

11. 根据权利要求1所述的光学防伪元件,其中,所述亚波长微浮雕结构为一维光栅且方向可变。

12. 根据权利要求1所述的光学防伪元件,其中,所述亚波长微浮雕结构的周期、槽深和槽型中的至少一者是可变的。

13. 根据权利要求12所述的光学防伪元件,其中,所述亚波长微浮雕结构在x方向和/或y方向上的周期为50nm至500nm。

14. 根据权利要求12所述的光学防伪元件,其中,所述亚波长微浮雕结构在x方向和/或y方向上的周期为200nm至400nm。

15. 根据权利要求12所述的光学防伪元件,其中,所述槽深位于10nm至500nm的范围内。

16. 根据权利要求12所述的光学防伪元件,其中,所述槽深位于50nm至200nm的范围内。

17. 根据权利要求12所述的光学防伪元件,其中,所述槽型为正弦形、矩形、锯齿形中的至少一者。

18. 根据权利要求1所述的光学防伪元件,其中,所述基材(3)为透明有色、透明无色、非透明有色或非透明无色的薄膜。

19. 根据权利要求1所述的光学防伪元件,其中,所述基材(3)的第一表面(31)上覆盖有

透明/半透明的涂层,以使光线透过。

20.根据权利要求1所述的光学防伪元件,其中,所述基材(3)的部分或全部第二表面(32)上覆盖有吸收层。

21.一种制备光学防伪元件的方法,该方法包括:

提供基材(3),所述基材(3)包括第一表面(31)和第二表面(32);

在所述第一表面(31)上形成亚波长微浮雕结构,使得所述第一表面(31)上的部分区域为所述亚波长微浮雕结构、部分区域为平坦表面结构;

在亚波长微浮雕结构区域和平坦表面结构区域上同时形成第一介质层;

在所述第一介质层上同时形成第二介质层;

在所述第二介质层上同时形成第三介质层;

其中,所述第一介质层、所述第二介质层和所述第三介质层在一次蒸镀过程中形成。

22.根据权利要求21所述的方法,其中,所述亚波长微浮雕结构通过激光双光束干涉曝光、激光直刻曝光或电子束直刻的方式形成,或者通过紫外浇注、模压、纳米压印的方式进行批量复制。

23.根据权利要求21所述的方法,其中,所述第一介质层、所述第二介质层和所述第三介质层通过物理气相沉积或化学气相沉积的方式形成。

一种光学防伪元件及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及光学防伪领域,尤其涉及一种光学防伪元件及其制备方法。

背景技术

[0002] 由于光变镀层在不同的观察角度下能够呈现不同的颜色、便于描述、易于公众识别且无法利用照相机、扫描仪、打印机等电子设备进行模仿或复制,因此光变镀层具有很高的防伪能力并被广泛用于钞票等高防伪有价证券的公众防伪。

[0003] 为了提高光变镀层的防伪能力,现有技术多是将两种光变镀层组合在一起来实现两种光变效果。例如,US5766738、US6114018以及US7729026提出了通过选择适当的光变镀层厚度与颜色来实现光变匹配特征的干涉光变防伪元件。具体地,该干涉光变防伪元件包括两个光变区域,其中一个光变区域包含第一光变结构,另一光变区域包含第二光变结构,而且在某一个观察角度下两个区域具有匹配的颜色,而在其他观察角度下两个区域都具有不同的颜色。

[0004] 为了保证良好的颜色匹配效果,需要精确控制两个区域的镀层厚度。然而,在实际生产中,通常难以精确控制上述干涉光变防伪元件的镀层厚度以达到颜色匹配的要求,从而导致在设计的匹配角度下颜色有明显差异,影响了防伪效果。另外,两种镀层不能在一次蒸镀过程中获得,从而必须增加精确的定位印刷保护胶、脱金属以及二次蒸镀光变镀层等工艺,这增加了工艺复杂度和成本。

发明内容

[0005] 本发明针对现有技术中存在的上述缺陷,提供一种能够克服上述缺陷的光学防伪元件及其制备方法。

[0006] 本发明提供一种光学防伪元件,该光学防伪元件包括基材,所述基材包括第一表面和第二表面,所述第一表面上的部分区域为亚波长微浮雕结构、部分区域为平坦表面结构,所述亚波长微浮雕结构和所述平坦表面结构上均依次层叠有第一介质层、第二介质层和第三介质层,在特定观察角度下,所述亚波长微浮雕结构区域和所述平坦表面结构区域的颜色相同,在其他观察角度,所述亚波长微浮雕结构区域和所述平坦表面结构区域的颜色不相同。

[0007] 本发明还提供一种制备光学防伪元件的方法,该方法包括:

[0008] 提供基材,所述基材包括第一表面和第二表面;

[0009] 在所述第一表面上形成亚波长微浮雕结构,使得所述第一表面上的部分区域为所述亚波长微浮雕结构、部分区域为平坦表面结构;

[0010] 在亚波长微浮雕结构区域和平坦表面结构区域上同时形成第一介质层;

[0011] 在所述第一介质层上同时形成第二介质层;

[0012] 在所述第二介质层上同时形成第三介质层。

[0013] 由于根据本发明的光学防伪元件的基材的第一表面上形成有亚波长微浮雕结构

和平坦表面结构,而且所述亚波长微浮雕结构和所述平坦表面结构上均依次层叠有第一介质层、第二介质层和第三介质层,由于由三层介质层所构成的镀层结构对入射的白光具有选择作用,这样在入射角度变化时,与之对应的光程发生变化,干涉波段也发生变化,从而使得亚波长微浮雕结构区域和平坦表面结构区域的颜色随着观察角度的变化而变化。当通过适当设计由第一介质层、第二介质层和第三介质层构成的镀层结构、亚波长微浮雕结构的参数时,可以实现在特定的观察角度下,亚波长微浮雕结构区域和平坦表面结构区域具有相同的颜色,在其他观察角度下,亚波长微浮雕结构区域和平坦表面结构区域的颜色存在明显的差异。在此说明“相同的颜色”指人眼观察感知到的颜色相同或相近,并非两者反射光谱完全相同。

[0014] 传统工艺实现两区域颜色相同的方式一般要经过“印刷——蒸镀——脱金属——蒸发”的过程,并且在上述工艺中,印刷的定位套准精度、两次蒸镀中镀层厚度的精确控制均存在很大难度。本发明中涉及的光学防伪元件的结构与制备方法则能够很好的解决上述问题。本发明中所涉及的亚波长微浮雕结构区域和平坦表面结构区域均可以通过激光直刻或电子束直刻等微加工方法获得,而激光直刻或电子束直刻等技术具有极高的精度,能够达到纳米级别,从而可以实现这两个区域的精确套准定位。当亚波长微浮雕结构的参数决定后,在亚波长微浮雕结构区域与平坦表面结构区域上同时依次蒸镀第一介质层、第二介质层和第三介质层,即可实现两区域在特定观察角度下颜色相同、其他观察角度下颜色不同的光学效果。因此能够在不需要分别精确控制两区域镀层厚度的情况下,通过设计适当的镀层厚度来实现很好的防伪效果。另外,由于根据本发明的光学防伪元件中的三层介质层能够在一次蒸镀过程中形成,所以还简化了工艺复杂度。

附图说明

[0015] 图1是根据本发明一种实施方式的光学防伪元件的剖面图;

[0016] 图2是根据本发明的光学防伪元件的不同区域的颜色坐标随观察角度的变化情况;

[0017] 图3是根据本发明的光学防伪元件的不同区域的颜色坐标随观察角度的另一变化情况;

[0018] 图4是根据本发明一种实施方式的具有镂空结构的光学防伪元件的剖面图;

[0019] 图5是根据本发明一种实施方式的光学防伪元件的又一示意图;

[0020] 图6是根据本发明一种实施方式的制备光学防伪元件的流程图。

具体实施方式

[0021] 下面结合附图来详细描述根据本发明的光学防伪元件及其制备方法。

[0022] 如图1所示,根据本发明一种实施方式的光学防伪元件包括基材3,所述基材3包括第一表面31和第二表面32,所述第一表面31上的部分区域为亚波长微浮雕结构、部分区域为平坦表面结构。所述亚波长微浮雕结构和平坦表面结构区域上均依次层叠有第一介质层101、第二介质层102以及第三介质层103,从而分别形成位于亚波长微浮雕结构区域的干涉结构10和位于平坦表面结构区域的干涉结构20。其中,图1中的坐标 z 表示垂直方向,坐标 x 表示水平方向。

[0023] 由第一介质层101、第二介质层102和第三介质层103构成的三层介质层结构具有法布里-泊罗谐振腔结构,其对入射的白光具有选择作用,出射光线只包含某些波段的光线,形成特定的颜色;但当入射角度变化时,与之相对应的光程发生变化,干涉波段发生变化,导致呈现的颜色也随之变化,从而呈现光变效果。

[0024] 当将根据本发明的三层介质层光变结构与亚波长微浮雕结构组合时,干涉与衍射共同作用,可以得到其他波段,这种作用与光线的入射角度相关,同样获得一种光变效果。这样就通过一次蒸镀光变结构获得两种光变效果。当适当选择亚波长微浮雕结构的特征周期与介质层参数后,可以实现同色异步现象,即在一个观察角度下,亚波长微浮雕区域与无亚波长微浮雕的平面区域的反射/透射光谱不同但颜色相同或相近;当观察角度发生变化时,两者光变效果不同,各自经历不同的光变过程,产生差别。这将在下文中结合具体参数进行详细描述。

[0025] 可以利用Maxwell方程计算电场和磁场矢量经过各层和各界面处的强度和相位变化,并考虑边界条件,来获得各个介质层以及各个界面对光线产生的相位差和强度变化参数,从而实现根据本发明的光学防伪元件中的三层介质层镀层结构的参数设计。具体计算时,可将介质层各界面考虑为虚拟的等效界面,通过计算组合导纳和膜层的特征矩阵获得光线在镀层中传播的全部信息,特别是强度随波长的变化关系,即镀层的反射光谱。最后通过将反射光谱与三刺激值函数进行积分获得镀层的在CIE色彩空间中颜色坐标。

[0026] 根据本发明的亚波长微浮雕结构具有多项参数,例如周期、槽深、槽型等,在将亚波长微浮雕结构与三层介质层结构组合时,还需考虑三层介质层镀层中的各层厚度、材料折射率等参数。具体设计时,需利用严格耦合波法(RCW)、时域有限差分法(FDTD)等矢量衍射理论,结合边界条件求解麦克斯韦方程组。矢量衍射理论在浙江大学出版社出版的、杨国光编著的《微光学与系统》中有详细的论述。在设计根据本发明的光学防伪元件的结构参数时,可以从基本理论出发,根据问题的具体情况以及要实现光学特征设计算法、编程计算,最终确定各方面设计参数,例如浮雕结构的槽深、槽型、占空比以及x方向或/和y方向上的特征尺寸,根据本发明的镀层的层数以及各层厚度、金属材料、介质材料、基材材料等。然后依据光学矢量理论,根据亚波长多层结构镀层结构的边界条件编制程序:根据初始结构参数进行计算;根据计算结果优化结构参数;再根据优化后的参数进行计算、优化,直到达到满意的结果。

[0027] 在根据本发明的一个优选实施方式中,第一介质层101和第三介质层103的折射率大于或等于1.7,其材料选自例如ZnS、TiN、TiO₂、TiO、Ti₂O₃、Ti₃O₅、Ta₂O₅、Nb₂O₅、CeO₂、Bi₂O₃、Cr₂O₃、Fe₂O₃等中的任意材料或组合,而且,第一介质层101和第三介质层103的厚度可以为10nm至300nm,优选为50nm至200nm。第二介质层102的折射率小于1.7,其材料选自例如SiO₂、MgF₂、Na₃AlO₆、Al₂O₃中的任意材料或组合,而且第二介质层102的厚度可以为50nm至1000nm,优选为100nm至500nm。

[0028] 在根据本发明的一个优选实施方式中,所述亚波长微浮雕结构可以为一维光栅且方向可变。而且,所述亚波长微浮雕结构的周期也是可变的,其中,所述亚波长微浮雕结构在x方向和/或y方向上的周期可以为50nm至500nm,优选为200nm至400nm。另外,所述亚波长微浮雕结构的槽深也是可变的,其中,所述槽深位于10nm至500nm的范围内,优选位于50nm至200nm的范围内。所述亚波长微浮雕结构的槽型也是可变的,例如,所述槽型可以为正弦

形、矩形、锯齿形中的至少一者。

[0029] 下面给出一些具体的结构参数来进一步描述根据本发明的光学防伪元件。

[0030] 例如,亚波长微浮雕结构为一维正弦光栅,其特征周期为340nm,沟槽深度为180nm;第一介质层101为TiN、厚度为50nm,第二介质层102为Al₂O₃、厚度为180nm,第三介质层103为TiO₂、厚度为70nm。图2给出了这种情况下根据本发明的光学防伪元件的干涉结构10和干涉结构20的颜色度坐标随着观察角度的变化情况。可以看到,在第一观察角度为0°时,干涉结构10的颜色坐标为(-3.2,67.8),呈现黄色;干涉结构20的颜色坐标为(2.4,78.1),也呈现黄色,两者的色差 ΔE 为13.2,对于人的视觉而言两者颜色相同。在第二观察角度为40°时,干涉结构10的颜色坐标为(1.9,-47.9),呈现蓝色;干涉结构20的颜色坐标为(-24.4,63.9),呈现绿色,两者颜色具有显著的区别。可见,第一观察角度为0°时,即垂直观察亚波长微浮雕结构区域和平坦表面结构这两个区域时,它们的颜色基本相同;随着观察角度的增加,两区域的颜色差别变大,成为显著不同的两种色调。这样,通过制版上的适当设计,能够使覆盖有亚波长光栅的亚波长微浮雕结构区域和平坦表面区域形成特定意义的文字、图案,实现正视观察时文字、图案隐藏于背景中,倾斜观察时文字、图案显现的光学防伪效果。亚波长微浮雕结构区域和平坦表面结构区域的颜色进行评价时,采用CIELAB色度空间。CIELAB(CIE Lab)色度空间是1976年国际照明委员会推荐的均匀颜色空间,1987年我国发布的GB792-87将LAB空间作为国家标准。目前色彩设计及复制等行业在色彩校正、计算以及DTP系统中,CIELAB空间已被普遍使用。其中+a表示红色,-a表示绿色,+b表示黄色,-b表示蓝色,L表示亮度。表1给出该示例中的干涉结构10与干涉结构20在0°与40°观察角度下的L、a、b参数,分别给出了两者颜色之间的差别 ΔE ,其中 ΔE 利用以下公式获得:

$$[0031] \quad \Delta E = ((L-L')^2 + (a-a')^2 + (b-b')^2)^{1/2}$$

[0032] 表1不同观察角度下干涉结构10与干涉结构20的CIE Lab坐标

观察角度	干涉结构 10			干涉结构 20			ΔE
	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L'</i>	<i>a'</i>	<i>b'</i>	
0°	72.2	-3.2	67.8	71.0	2.4	78.1	13.2
40°	31.3	1.9	-47.9	73.0	-24.4	63.9	122.2

[0034] 优选地,可以通过调整亚波长微浮雕结构的槽型、周期、槽深等参数与各介质层的材料、厚度等参数来获得不同的颜色匹配情况。例如,亚波长微浮雕结构为一维正弦光栅,其特征周期为280nm,沟槽深度为150nm;第一介质层101为TiO₂、厚度为55nm,第二介质层102为Al₂O₃、厚度为270nm,第三介质层103为TiO₂、厚度为85nm,在第一观察角度为0°时,干涉结构10与干涉结构20均呈现绿色;在第二观察角度为20°时,干涉结构10呈现紫色,干涉结构20呈现青色,两者颜色具有显著的区别。或者亚波长微浮雕结构为一维正弦光栅,其特征周期为250nm,沟槽深度为80nm;第一介质层101为TiO₂、厚度为100nm,第二介质层102为Al₂O₃、厚度为210nm,第三介质层103为TiO₂、厚度为100nm,则在第一观察角度为0°时,干涉结构10与干涉结构20均呈现蓝色;在第二观察角度为20°时,干涉结构10呈现紫色,干涉结构20呈现橙色,两者颜色具有显著的区别。

[0035] 图3给出了根据本发明的光学防伪元件的干涉结构10和干涉结构20的色度坐标随着观察角度的变化情况,其中,亚波长微浮雕结构为一维正弦光栅,其特征周期为340nm,沟槽深度为130nm;第一介质层101为TiO₂、厚度为100nm,第二介质层102为Na₃AlF₆、厚度为250nm,第三介质层103为ZnS、厚度为40nm。可以看到,在第一观察角度为0°时,干涉结构10的颜色坐标为(3.7,46.0),呈现黄色;干涉结构20的颜色坐标为(-44.2,-19.1),呈现蓝绿色,两者的色差 ΔE 为82.2,颜色具有明显的差异。在第二观察角度为20°时,干涉结构10的颜色坐标为(-32.3,-36.6),呈现蓝色;干涉结构20的颜色坐标为(-9.2,-38.8),也呈现蓝色,两者色差 ΔE 为23.4,颜色相近,人眼不能分辨出明显的区别。当观察角度继续增大至40°时,两者色差 ΔE 又增大为110.2,两者之间的颜色差别再次变大。可见,第一观察角度为0°时,即垂直观察两区域时,两个区域的颜色差别较大,为两种不同的色调;随着观察角度的增加,两区域颜色均向蓝色变化,当达到20°时,两者颜色均为蓝色,形成相同的颜色;当观察角度继续增加后,两者颜色再次发生变化,出现明显差异。表2给出这种情况下干涉结构10与干涉结构20在不同观察角度下的L、a、b参数。因此,通过适当的设计,可以实现图文随观察角度从显现到隐藏再到显现的过程。

[0036] 表2不同观察角度下干涉结构10与干涉结构20的L、a、b参数

观察角度	干涉结构 10			干涉结构 20			ΔE
	L	a	b	L'	a'	b'	
0°	69.6	3.7	46.0	54.8	-44.2	-19.1	82.2
20°	41.3	-32.3	-36.6	44.8	-9.2	-38.8	23.4
40°	20.2	44.4	-67.7	60.2	24.0	33.0	110.2

[0038] 当然,为了构成文字、标识等图案,根据本发明一种实施方式的光学防伪元件还可以具有镂空结构5。如图4所示,在该光学防伪元件的基材3的第一表面31上具有第一区域1和第二区域2,其中第一区域1为亚波长微浮雕结构,其上覆盖有干涉结构10;第二区域2为平坦表面结构,其上覆盖有干涉结构20,其中,干涉结构10和干涉结构20可以采用上述的各种结构。在基材3的第二表面32上选择性地涂布或印刷吸收层4(例如,黑墨或其他彩色吸收型涂料),从而形成镂空区域5,其中可以通过适当地选择以使镂空区域5形成文字、标识、图案。这样,当从第一表面31观察时,涂布吸收层4之上的干涉结构10和20只有反射光谱,呈现明亮、易于辨识的颜色,镂空区域5之上的干涉结构10和20呈现透明状态,特别是附着在纸张等载体上时,主要呈现出纸张等载体的颜色。特别地,当在干涉结构10与干涉结构20呈现相同颜色的观察角度下进行观察时,通过镂空区域5可以增加一种图文效果,提升该防伪元件的视觉捕捉力,增强防伪效果。这样,当采取反射观察方式时,吸收层4将透射光线吸收,加强人眼对反射光线的识别,增强根据本发明的光学防伪元件的视觉效果。

[0039] 图5给出了根据本发明的光学防伪元件的又一实施方式。其中基材3的第一表面31上至少覆盖有两种方向相互垂直的亚波长光栅,并且所述亚波长光栅上覆盖有如上所述的多层介质层镀层结构,从而形成干涉结构10、干涉结构20和干涉结构30,其中干涉结构10、干涉结构30分别覆盖在两种相互垂直的亚波长光栅上,干涉结构20位于平坦表面上。通过

适当调节亚波长光栅的参数与镀层结构的参数,可以获得如下效果:在垂直观察时,干涉结构10、干涉结构20和干涉结构30的颜色相同;一定角度倾斜观察时,干涉结构10颜色保持颜色不变,干涉结构20与干涉结构30的颜色发生变化且变化后得到的颜色不同;此时 90° 旋转该光学防伪元件,干涉结构10与干涉结构30发生颜色交换,干涉结构20的颜色仍保持该角度下原有颜色不变。利用该特点可以实现垂直观察时隐藏,倾斜和旋转时图文显现的光学特征。作为示例,例如,亚波长微浮雕结构为一维正弦光栅,其特征周期为340nm,沟槽深度为130nm,在基材3的第一表面31上具有相互垂直的两个亚波长光栅区域,从而形成干涉结构10、干涉结构20和干涉结构30,其中干涉结构10、干涉结构30分别覆盖在两种相互垂直的亚波长光栅上,干涉结构20位于平坦表面上,并且所述亚波长光栅上覆盖有如上所述的多层介质层镀层结构,其中第一介质层101为TiN、厚度为50nm,第二介质层102为 Al_2O_3 、厚度为180nm,第三介质层103为 TiO_2 、厚度为70nm。则在第一观察角度为 0° 时,干涉结构10、干涉结构20与干涉结构30的颜色均为黄色;当倾斜该光学防伪元件使第二观察角度为 40° 时,干涉结构10颜色变为蓝色,干涉结构20变为绿色,干涉结构30颜色保持黄色不变;当在该倾斜角度下旋转该光学防伪元件 90° 时,干涉结构20颜色仍为绿色,干涉结构10颜色变为蓝色,干涉结构30颜色变为黄色,实现干涉结构10与干涉结构30的颜色互换。

[0040] 应当理解的是,图4和图5仅是示例,实际上,根据实际需要,可以对亚波长微浮雕结构的各项参数、排列方式进行优化、组合,并在其上覆盖相应的介质层,并与镂空相结合来形成高防伪的光学防伪元件。

[0041] 优选地,上述的基材3可以为透明或非透明、有色或无色的薄膜。例如可以是聚对苯二甲酸二醇酯、聚氯乙烯、聚乙烯、聚碳酸酯、聚丙烯、金属、玻璃和纸张等,并且其厚度可以为5微米至500微米,优选为10微米至100微米。

[0042] 在根据本发明的一个实施方式中,当采用透光观察方式时,基材3可以不做任何处理或者涂布透明/半透明的涂层,以使光线透过。

[0043] 另外,应该理解,本文中的颜色匹配是指颜色达到一定程度的相似,并非意指颜色必须完全相同。

[0044] 另外,根据本发明的光学防伪元件可以制作成开窗安全线、贴条,贴标等产品形式。为了方便在产品上应用,该光学防伪元件的一面或者两面涂有粘结胶,以便通过烫印或粘贴等工艺附着在承载物上。而且,根据本发明的光学防伪元件可以应用于钞票、证卡和高档商品等高安全或高附加值的产品上。

[0045] 如图6所示,本发明还提供一种制备光学防伪元件的方法,该方法包括:

[0046] S61、提供基材,所述基材包括第一表面和第二表面;

[0047] S62、在所述第一表面上形成亚波长微浮雕结构,使得所述第一表面上的部分区域为所述亚波长微浮雕结构、部分区域为平坦表面结构;

[0048] 其中,所述亚波长微浮雕结构可以通过激光双光束干涉曝光、激光直刻曝光或电子束直刻的方式形成,或者通过紫外浇注、模压、纳米压印的方式进行批量复制。例如,亚波长微浮雕结构可以通过全息干涉法、激光直刻技术、电子束刻蚀技术等方法制作母版,通过电铸工艺制成工作版、再通过模压、UV复制等生产工艺转移到基材上。

[0049] S63、在亚波长微浮雕结构区域和平坦表面结构区域上同时形成第一介质层;

[0050] S64、在所述第一介质层上同时形成第二介质层;

[0051] S65、在所述第二介质层上同时形成第三介质层。

[0052] 其中,所述第一介质层、所述第二介质层和所述第三介质层可以通过热蒸发、电子束蒸发、磁控溅射等物理气相沉积或化学气相沉积的方式形成。

[0053] 综上所述,根据本发明的介质层结构可以通过一次蒸镀过程形成,而通过激光直刻或电子束直刻等微纳加工工艺可以在微米甚至纳米级别上控制亚波长微浮雕结构的位置和特征尺寸,所以,根据本发明的光学防伪元件不仅提高了防伪性能,而且降低了工艺难度,节约了成本。

[0054] 应当理解,上面仅参照优选实施方式描述了根据本发明的光学防伪元件,但是本领域技术人员将意识到,在不背离本发明的精神和范围的前提下,可以对本发明做出各种变形和修改。

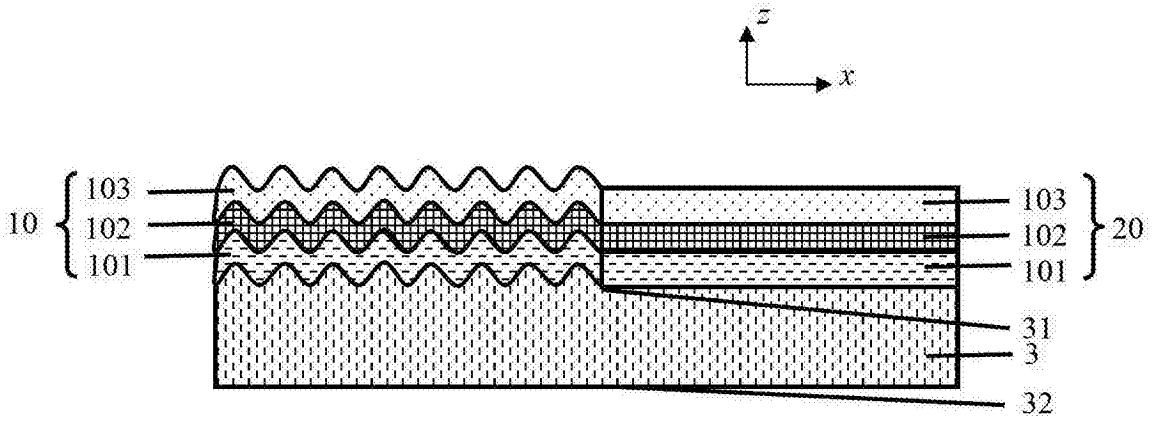


图1

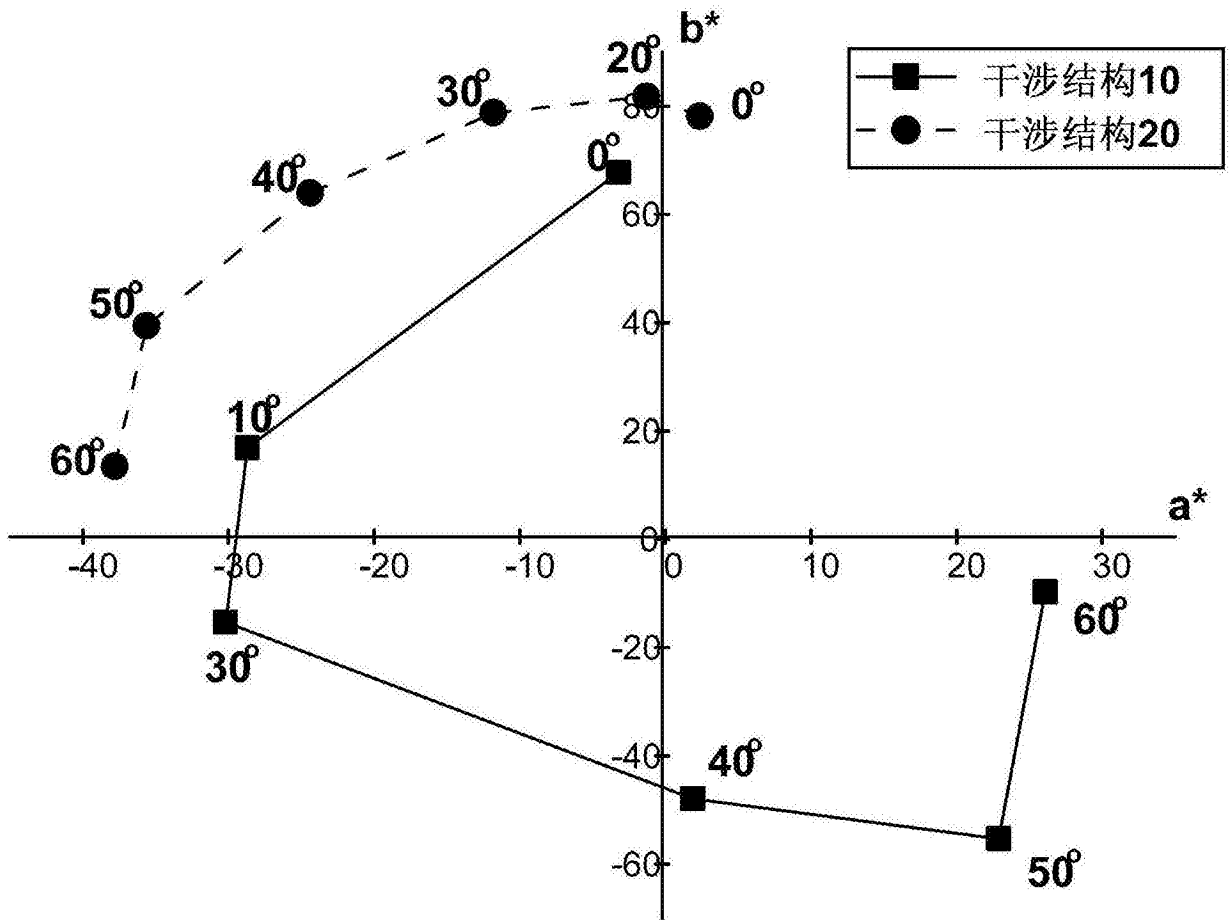


图2

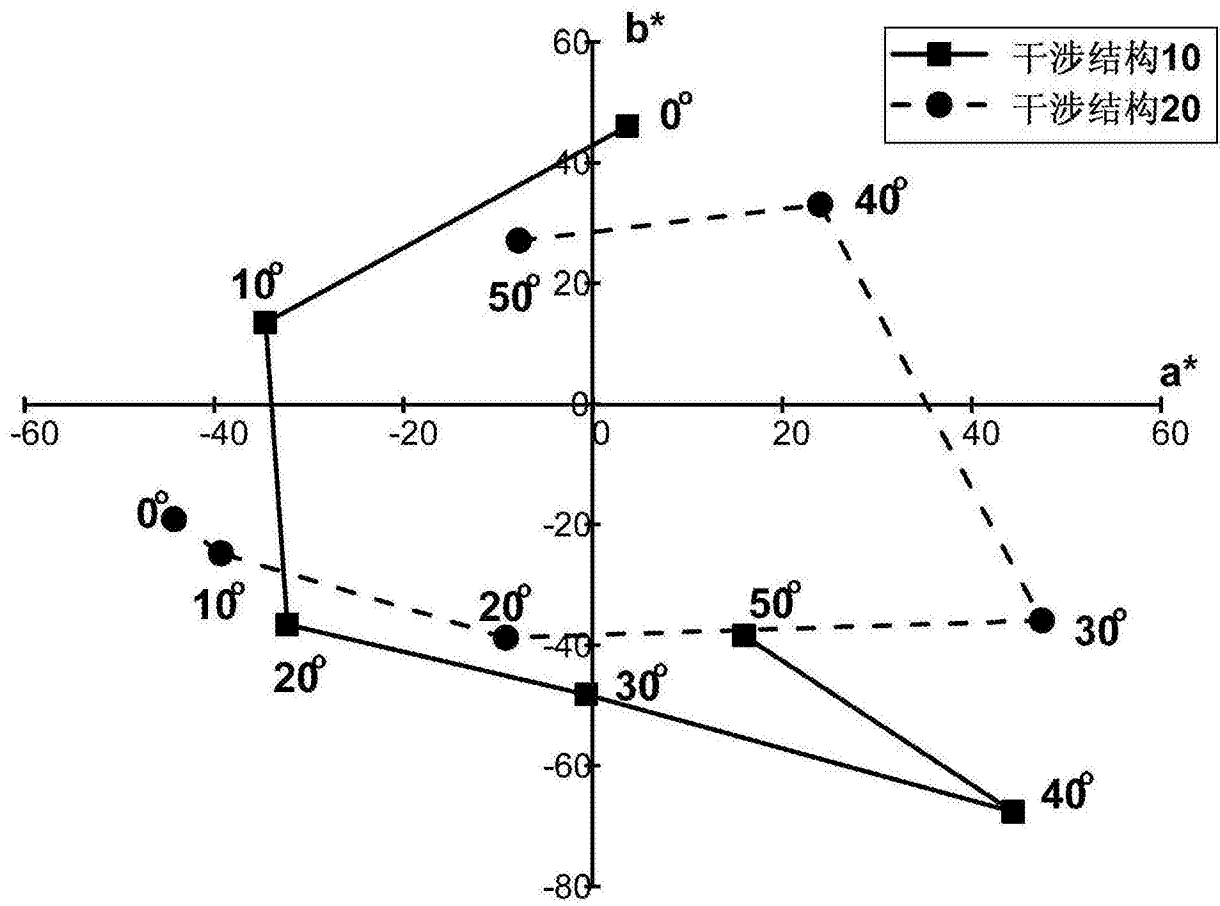


图3

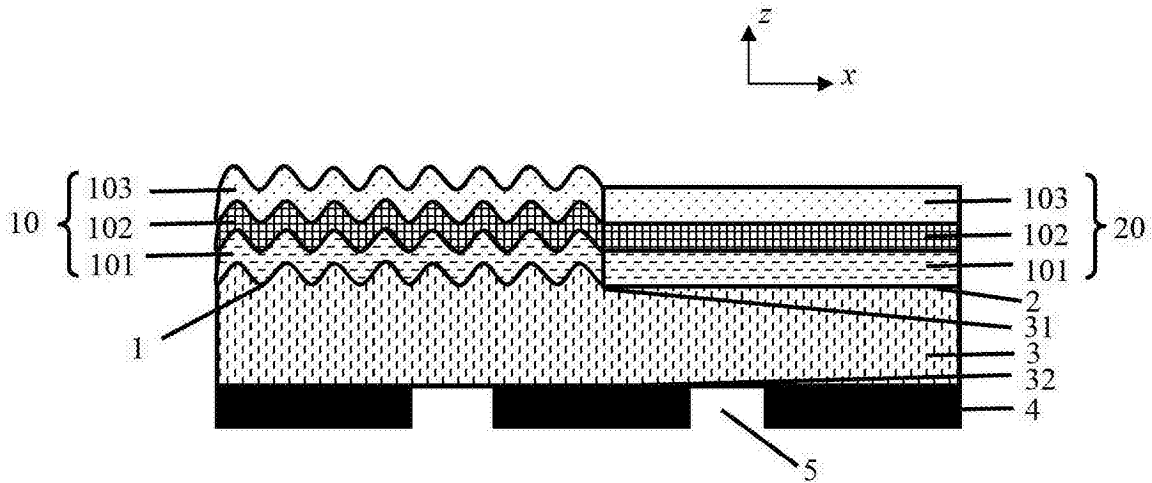


图4

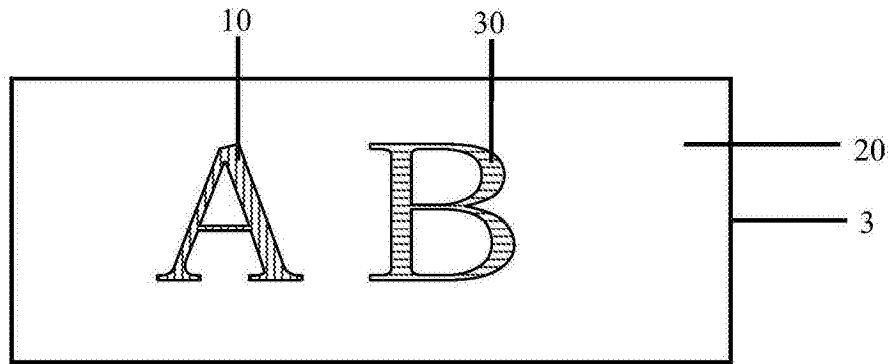


图5

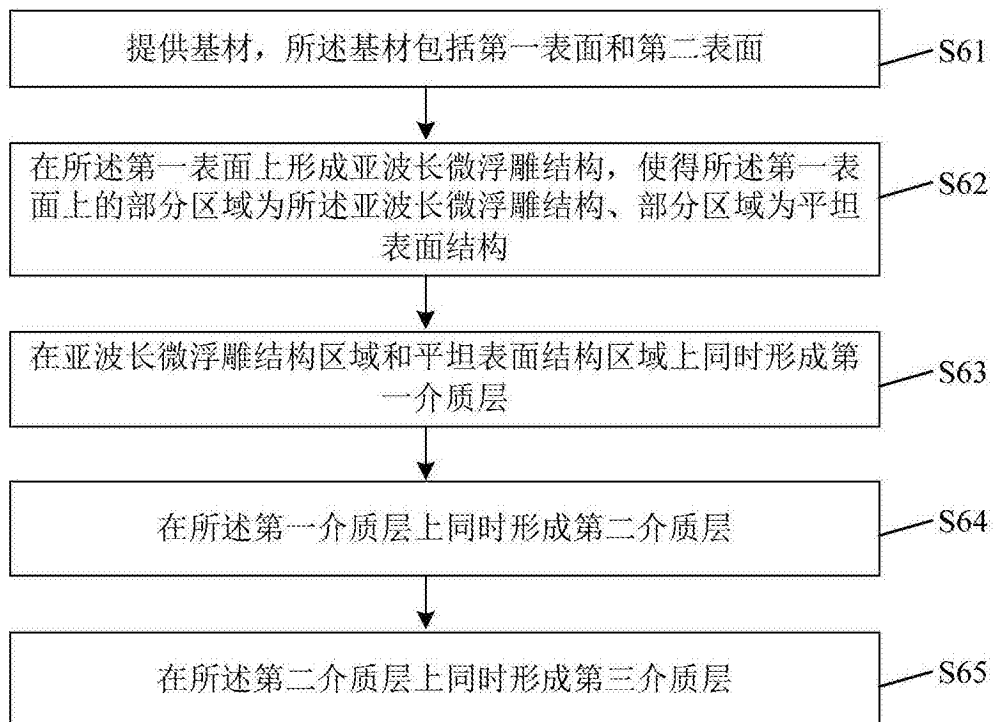


图6