



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102495525 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 09

(21) 申请号 201110362663. 4

G02B 5/02(2006. 01)

(22) 申请日 2007. 05. 07

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

06113901. 0 2006. 05. 12 EP

US 2005/0287445 A1, 2005. 12. 29, 说明书第 29-51 段, 图 1-3.

(62) 分案原申请数据

200780017326. 3 2007. 05. 07

US 2005/0287445 A1, 2005. 12. 29, 说明书第 29-51 段, 图 1-3.

(73) 专利权人 罗利克有限公司

TW 200407666 A, 2004. 05. 16, 说明书第 7 页第 5 段至第 9 页第 7 段.

地址 瑞士楚格

CN 1392443 A, 2003. 01. 22, 全文.

(72) 发明人 马丁·斯托德

CN 1377399 A, 2002. 10. 30, 全文.

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所 11038

US 2005/0287445 A1, 2005. 12. 29, 全文.

审查员 汤丽妮

代理人 李镇江

(51) Int. Cl.

G03F 1/68(2012. 01)

G03F 1/80(2012. 01)

G03F 7/00(2006. 01)

B42D 15/00(2006. 01)

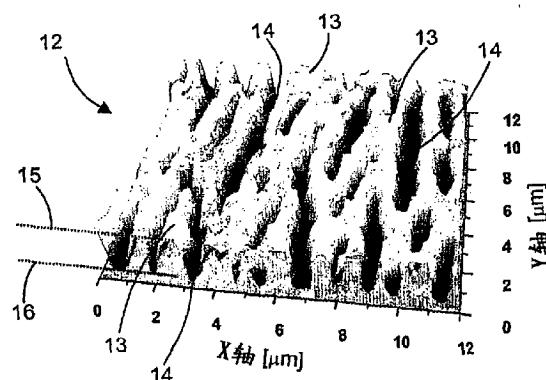
权利要求书2页 说明书15页 附图11页

(54) 发明名称

光学有效的表面起伏微观结构及其制造方法

(57) 摘要

本发明涉及包括带有特定光学有效表面起伏微观结构的表面区域的元件及制造方法。表面起伏微观结构具有底部区域和顶部区域的表面调制, 在表面区域的第一横向上, 每 20 微米内具有至少一个从顶部区域到底部区域或从底部区域到顶部区域的过渡区, 在掩模的垂直于第一方向的第二横向上, 每 200 微米内具有平均至少一个从第一区到第二区或从第二区到第一区的过渡区。在微观结构中: 在第一方向上, 过渡区的横向布置是非周期性的; 以及顶部区域基本位于相同的顶部起伏平稳段中, 底部区域基本位于相同的底部起伏平稳段中。通过散射效应, 表面起伏微观结构适于显示具有正负图像翻转的图像, 这样有利地具有独特和饱和的颜色外观, 同时不会显示任何彩虹色。



1. 一种具有透明度不同的第一区和第二区的微观结构的掩模的制造方法,该方法包括以下步骤:

将具有拓扑结构的波纹状表面结构的膜(43)淀积在掩模材料层(42)上;

减小所述膜(43)的厚度直到波纹状表面的下部区中的膜材料被清除并且露出下层掩模材料的一部分(44);以及

移除所述掩模的露出部分(44),使得层(42)具有与膜(43)的波纹状表面的下部区对应的特别的微观结构孔(44)。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,通过等离子蚀刻减小所述膜(43)的厚度。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,通过湿蚀刻所述掩模材料的所述部分(44)被去除。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述掩模材料是金属。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述掩模材料是铬或铝。

6. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述掩模材料层(42)的厚度在10纳米到50纳米的范围内。

7. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述掩模材料层(42)涂覆在玻璃板或塑料板上。

8. 根据权利要求1所述的方法,其中,通过以下步骤制造所述拓扑结构的波纹状表面结构:制造至少两种材料的混合物,其中至少一种材料可交联,而至少另一种材料不可交联;将所述混合物施加到所述掩模材料层;使所述可交联材料的至少大部分交联;并且移除所述不可交联材料的至少大部分。

9. 根据权利要求8所述的方法,其中,所述可交联材料在交联期间保持在定向状态下。

10. 根据权利要求1所述的方法,其中,利用共聚物的自组织或去湿来制造所述拓扑结构的波纹状表面结构。

11. 根据权利要求1所述的方法,其中,利用电子束写入器来制造所述拓扑结构的波纹状表面结构。

12. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述拓扑结构的波纹状表面结构是各向异性的。

13. 一种具有带有光学有效的表面起伏微观结构的至少一个表面区域的元件的制造方法,包括以下步骤:

将具有拓扑结构的波纹状表面结构的膜(43)淀积在掩模材料层(42)上;

减小所述膜(43)的厚度直到波纹状表面的下部区中的膜材料被清除并且露出下层掩模材料的一部分(44);

移除所述掩模材料的层中的露出部分(44)以获得掩模;

通过使用所获得的掩模来微观结构化树脂或光刻胶(49,55,60,66)的表面,以使得生成顶部区域(13)和底部区域(14),其中所述顶部区域基本位于顶部起伏平稳段(15,51)中,而所述底部区域基本位于底部起伏平稳段(16,52)中。

14. 根据权利要求13所述的方法,包括以下步骤:

在玻璃或塑料基板(48)上涂覆一层光刻胶(49,55);

以紫外光通过所述掩模照射所述一层光刻胶;以及

显影所述光刻胶(49,55)。

15. 根据权利要求 13 所述的方法,包括以下步骤:

提供聚合物基板或涂有可蚀刻材料的基板;

在所述基板的顶部上生成掩模 (61),其中该掩模由金属制成;以及

通过所述金属掩模的孔,干蚀刻所述聚合物基板或所述可蚀刻材料。

16. 一种制备金属垫片的方法,包括以下步骤:

将具有拓扑结构的波纹状表面结构的膜 (43) 淀积在掩模材料层 (42) 上;

减小所述膜 (43) 的厚度直到波纹状表面的下部区中的膜材料被清除并且露出下层掩模材料的一部分 (44);

移除所述掩模材料的层中的露出部分 (44) 以获得掩模;

通过使用所获得的掩模来微观结构化树脂或光刻胶 (49,55,60,66) 的表面以生成顶部区域 (13) 和底部区域 (14),从而获得具有带有光学有效的表面起伏微观结构的至少一个表面区域的元件,其中所述顶部区域 (13) 基本位于顶部起伏平稳段 (15,51) 中,而所述底部区域 (14) 基本位于底部起伏平稳段 (16,52) 中;

在所述元件的顶部沉积开始的金属薄层;以及

电沉积镍。

17. 一种制造复制品的方法,包括以下步骤:

将具有拓扑结构的波纹状表面结构的膜 (43) 淀积在掩模材料层 (42) 上;

减小所述膜 (43) 的厚度直到波纹状表面的下部区中的膜材料被清除并且露出下层掩模材料的一部分 (44);

移除所述掩模材料的层中的露出部分 (44) 以获得掩模;

通过使用所获得的掩模来微观结构化树脂或光刻胶 (49,55,60,66) 的表面以生成顶部区域 (13) 和底部区域 (14),从而获得具有带有光学有效的表面起伏微观结构的至少一个表面区域的元件,其中所述顶部区域 (13) 基本位于顶部起伏平稳段 (15,51) 中,而所述底部区域 (14) 基本位于底部起伏平稳段 (16,52) 中;

在所述元件的顶部沉积开始的金属薄层;

电沉积镍以形成金属垫片;以及

将所述金属垫片热压印至适当的薄膜聚合物材料中。

18. 一种制造复制品的方法,包括以下步骤:

将具有拓扑结构的波纹状表面结构的膜 (43) 淀积在掩模材料层 (42) 上;

减小所述膜 (43) 的厚度直到波纹状表面的下部区中的膜材料被清除并且露出下层掩模材料的一部分 (44);

移除所述掩模材料的层中的露出部分 (44) 以获得掩模;

通过使用所获得的掩模来微观结构化树脂或光刻胶 (49,55,60,66) 的表面以生成顶部区域 (13) 和底部区域 (14),从而获得具有带有光学有效的表面起伏微观结构的至少一个表面区域的元件,其中所述顶部区域 (13) 基本位于顶部起伏平稳段 (15,51) 中,而所述底部区域 (14) 基本位于底部起伏平稳段 (16,52) 中;

在所述元件的顶部沉积开始的金属薄层;

电沉积镍以形成金属垫片;以及

将所述金属垫片 UV 铸造至适当的可 UV 固化材料中。

光学有效的表面起伏微观结构及其制造方法

[0001] 本申请是申请号为 200780017326.3、申请日为 2007 年 5 月 7 日、发明名称为“光学有效的表面起伏微观结构及其制造方法”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及具有特有颜色外观的光学器件,该光学器件例如可用于保障文件和物品不被假冒和伪造。

[0003] 更具体地说,本发明涉及元件及其制造方法,所述元件具有至少一个表面区域,该表面区域带有光学有效的表面起伏微观结构。

背景技术

[0004] 一般来说,现在将光学器件用于防止假冒、非法篡改以及产品保护是一项完善的技术。

[0005] 由于日益增加的欺诈和伪造,经常需要新型的防伪手段。许多年来,全息图成为优选的安全技术。同时,该技术已经超过 30 年因此为人公知且广泛应用。现今甚至可以在每个礼品店中发现全息箔片。这种情况代表了一种安全风险,因为许多人可以接近全息图技术。由于可以利用数字全息图打印机,进一步打开了易于使用全息制版系统的途径。这些打印机可以生产许多不同类型的全息图,并且所需的全息设置或激光记录器的知识很少。这类设备可以制备母版,用于随后的金属母版制造以及大量复制成薄膜。

[0006] 因此,最理想的是通过与全息器件明显不同的新型安全特征来扩展安全器件的调色范围 (palette)。这类新器件的实例是可选的光学可变器件 (OVD)。OVD 是在改变视角或照射角时改变其外观的器件。色移 (colorshift) 器件是 OVD 的亚类。色移 OVD 在改变视角或照射角时改变它们的颜色。具有显著代表性的色移 OVD 是胆甾相膜或干涉膜,包括基于这些膜的薄片的光学器件。它们都在器件倾斜离开垂直视角时表现出明显的色移。在这类色移器件中观察不到彩虹色,彩虹色是标准批量生产的全息器件的特有特征。

[0007] 在现代薄膜元件的历史中,在光学薄膜处由于光的干涉产生的色移效果有很久的传统 (例如,1998Artechouse Boston 由 R.L. van Renesse 编辑的“Optical Document Security”中由 J.A.Dobrowolski 所著的“Optical thin-film security devices”)。分层薄膜系统的多种不同组合是可行的。例如在法线光入射时获得特有的反射光谱。在入射角增加时,反射光谱或透射光谱朝向短波长侧偏移。通常为介电层和金属层的组合的多层薄膜系统也可以仅具有介电材料。在这种情况下,需要折射率不同的薄膜。

[0008] 基于干涉薄膜或这类膜的薄片的安全器件在当今是可商业利用的。例如可以在 Flex Products 公司的美国专利 US-5084351 和 US-6686042 中找到示例。

[0009] 其它方案是散射器件。在 OVD 中利用各向同性以及各向异性的散射效果可以显著增强光学吸引力。特殊的各向异性的光散射有助于产生视角灵敏型器件。图 1.1 和 1.2 分别表示各向同性和各向异性的光散射。

[0010] 在构造成各向同性的表面 (例如新闻纸或家用物品中遇到的大多数表面) 处的反

射使得没有优选的方位角方向。如图 1.1 所示,准直的入射光 1 在散射表面 2 处沿新的出射方向 3 重新定向,并具有特有的轴对称输出光分布以及特有的发散角 4。

[0011] 然而,构造成各向异性的表面明显地沿某些方向反射光并且抑制沿其它方向的光。在图 1.2 中,准直的入射光 1 照射在各向异性的散射表面 5 上,沿新的出射方向 6 重新定向,并具有特有的输出光分布 7,输出光分布 7 取决于对应的方位角 8、8'。

[0012] 为了表示信息,可以形成具有各向异性散射性能以及不同的各向异性方向取向的个体像素的图案。这样,对应的器件可包括构图的各向异性散射表面,该表面表示出诸如文本或图片等的图像。由于根据特定的像素取向反射或抑制沿给定方向的光,所以看到明暗像素的图像。此外,这些器件在倾斜或旋转时表现出从正视图到负视图的明显改变。这些表面构图的器件例如可如下生成。首先,光栅化相关的灰度图像,这意味着将该图像以一定的像素分辨率分成暗区和亮区。因而,暗区(像素)有助于各向异性地散射第一取向方向的区域,亮区有助于各向异性地散射不同取向方向(例如垂直于第一取向方向)的区域。图 2 中示出了具有该取向布置的 2×2 像素的方块。像素 10 和 10' 沿一个方向取向,像素 11 和 11' 与它们交叉取向。具有类似于此布置的像素图案的器件将在第一视角下显示为正,而当器件例如旋转 90° 时将翻转为负。

[0013] 制造进行各向异性构图的各向异性的散射膜的已知方法在 RolicAG 的国际专利申请 WO-01/29148 中描述,而且例如在 lbn_Elhaj 等人的“Optical polymer thin films with isotropic and anisotropic nano-corrugated surface topologies”,Nature, 2001, vol. 410, p. 796-799 中描述。为了制造表面结构,使用所谓的单体波纹(MC)技术。它依赖于这样的事实,即,通过交联作用(例如曝光于紫外线辐射)而诱发施加到基板的特殊混合剂或混合物的相分离。随后除去未交联的成分,从而留下具有特殊表面拓扑的结构。可以通过对齐下配向层或者使用构图的配向层而使拓扑各向异性,从而可以生成各向异性构图的散射表面拓扑。

[0014] 如上所述,用于多种用途,特别是用作安全器件的相关的期望特征是特殊的颜色和色移效应。在国际专利申请 WO-2006/007742 中,利用单个示例(示例 5)示出:基于 MC 技术,原理上可以到达深度足以生成粉彩色外观的调制深度。然而,尽管可通过若干措施调谐 MC 表面拓扑的平均调制深度和平均周期,但是这两个参数不能彼此独立。因此,由于 MC 技术诱发的特有表面调制形状,MC 生成的散射表面的色饱和度受限。在多种应用中必需的更多的饱和色不能利用对应的器件得到。

[0015] 在光学器件方面参照 US 2003/0072412A1。在该文献中公开了光学活性表面结构,其包括具有多层结构的基板,多层结构包括位于岸(land)间的多个槽。注意,US 2003/0072412A1 中公开的结构原理上是周期性结构,因为其特别指出在表示为 d 的每个有效周期内,岸随机分布,然而在这些周期的每一个中,使用相同的随机图案。因此在一个周期内存在随机分布,然而该随机分布在每个周期中同样地重复。从而该结构是周期性的。类似的结构在 DE 102004003984A1 以及 US 2005/0094277A1 中公开。

[0016] 在抗反射涂层方面,US 2005/0219353A1 中公开了相同的周期性表面结构。尽管在文中提到了突出的光学件的随机放置,但是没有显示这些光学件的非周期性布置。另一方面,公开的用于制造抗反射涂层结构的实际方法显然不会生成在显示中给出的具有突出光学件的结构,即调制深度恒定的结构。

[0017] US 2003/0011870A1 公开了一种具有反光膜的基板,其中形成在基部材料上的多个凸部的高度或凹部的深度被指定为基本相同。多个凸部或凹部的二维形状被指定为独立的圆和多边形或者它们中任一个的二维形状。此外,所述多个凸部或凹部沿平面的方向随机布置。利用掩模形成基板,其中以点为单元形成透光部分或不透光部分,它们的数量小于点区域的数量。在各个单元中这些点不规则布置,并且包括有多个单元。

[0018] JP 2005-215642 提供了一种用于制造具有高散射亮度的漫反射器的光掩模以及一种使用该光掩模制造漫反射器的方法。光掩模具有图案区域,其中以矩阵设置单元图案区域。图案区域具有以矩阵设置的多个矩形透光部分、包围每个透光部分规则或随机设置的大量圆形微小透光部分、以及包围透光部分的遮光部分。另外,包围透光部分的条带部分没有微小的透光部分,并且条带部分的宽度为 $1\ \mu\text{m}$ 至 $5\ \mu\text{m}$ 。

发明内容

[0019] 因此本发明的一个目的是提供表面结构,其自身(即不需要附加元件或层)同时表现出:(a) 散射效果,其适于显示图像而且显示正负图像翻转而没有彩虹色;以及(b) 独特而饱和的颜色外观。

[0020] 本发明的另一目的是提供这类表面结构的制造方法。

[0021] 从而,根据本发明的一个方面,提供了一种具有至少一个带有光学有效的表面起伏微观结构的表面区域的元件,该表面起伏微观结构具有从底部区域到顶部区域以及从顶部区域到底部区域的过渡区的表面调制,其中在所述表面区域的一(第一)横向上,每 20 微米具有(平均)至少一个从顶部区域到底部区域(反之亦然)的过渡区,并且优选另外在所述表面区域的垂直于所述第一方向的第二横向上,每 200 微米具有平均至少一个从顶部区域到底部区域(反之亦然)的过渡区,所述元件的特征在于,

[0022] (i) 在所述(第一)方向上,所述过渡区的横向布置是非周期性的,以及

[0023] (ii) 所述顶部区域基本位于相同的顶部起伏平稳段中,所述底部区域基本位于相同的底部起伏平稳段中,使得所述起伏调制深度在表面区域上基本相同。

[0024] 为了更加完全地理解本发明的以上和随后的描述,将给出一些定义。

[0025] 如同本领域技术人员公知的那样,周期性函数是在向其自变量增加某个确定时段之后重复其值的函数。与之相对,非周期性函数是不能定义重复其值的确定时段的函数。可以通过多种方法确定周期性,当中一种是确定一个或若干维度中的相关函数。

[0026] 如同本领域技术人员公知的那样,函数的平稳段是其域的一部分,在这部分中函数具有恒定值。因此在本发明的上下文中,顶部起伏平稳段和底部起伏平稳段是其中限定该表面的函数在垂直于基板平面的方向上(沿着 z 方向)具有基本恒定的值的区域。应注意,实际上在该表面结构中具有这类区域以及顶部与底部之间基本不连续或准连续(例如正弦)的过渡区是区别性特征。

[0027] 这两个平稳段的水平之间的高度差在表面区域上相等或基本相等,这意味着这两个平稳段在表面区域上沿 z 方向的高度偏差通常小于 20%,优选小于 10%,更优选小于 5%。这些平稳段的存在以及这两个平稳段的水平之间的高度差在表面区域上相等或基本相等的事实也可以利用下面更详细给出的优质函数(merit function)而量化。

[0028] 各向异性轴线是表面调制最小所沿的方向,因此通常是表面拓扑中槽或槽类结构

的方向。

[0029] 表面起伏填充因子定义为顶部区域的总面积与所有顶部区域和所有底部区域的积分面积之比。

[0030] 我们相信特征 (i) 是会产生彩虹色的一个主要原因,而特征 (ii) 主要提供了饱和的颜色外观。

[0031] 为了进一步表征本发明的元件,引入了表面起伏微观结构在至少一个方向上的平均一维自相关函数 $AC(x)$,所述方向对于各向异性表面调制而言是垂直于各向异性轴线的方向。该自相关函数限定了相关长度、自相关长度,其中自相关长度是自相关函数的包络线下降至 $x = 0$ 处的 AC 的 10% 以内的长度。在本发明的上下文中,术语非周期性通常用于自相关长度小于顶部和底部区域的相邻过渡区之间的平均横向距离的三倍的情况。

[0032] 根据一优选实施方式,过渡区的横向布置在垂直于第一方向的第二方向上也是非周期性的。

[0033] 根据另一优选实施方式,所述元件具有带有光学有效的表面起伏微观结构的多个表面区域的图案。该图案可表示诸如文本或图片等的图像,或者可以是诸如文本或图片等的图像的一部分。该图像还可以包括没有光学有效的表面起伏微观结构的区域。因此这些区域没有表现出饱和的颜色外观,而对于具有表面起伏微观结构而言饱和颜色外观是典型的。

[0034] 在另一方面中,本发明涉及包括这类元件的安全器件。

[0035] 在本发明的另一方面中,提供了一种具有带有光学有效的表面起伏微观结构的至少一个表面区域的元件的制造方法。在该方法中,首先生成一掩模,该掩模具有透明度不同的第一区和第二区的微观结构,其中在掩模沿(第一)横向的每 20 微米内存在(平均)至少一个从第一区到第二区(反之亦然)的过渡区;优选还在掩模的沿垂直于第一方向的第二横向的每 200 微米内存在平均至少一个从第一区到第二区(反之亦然)的过渡区,并且其中在所述(第一)方向上过渡区的横向布置是非周期性的。然后,借助于掩模的帮助在树脂或光刻胶的表面中产生起伏微观结构,以生成对应于掩模的第一区的顶部区域和对应于掩模的第二区的底部区域。从而,顶部区域基本位于顶部起伏平稳段内,底部区域基本位于底部起伏平稳段内,使得起伏调制深度在整个表面区域上基本相等。

[0036] 因此本方法的原理可概括为,使用透明度不同的第一区和第二区的微观结构,其中在掩模沿(第一)横向的每 20 微米内存在(平均)至少一个从第一区到第二区(反之亦然)的过渡区,优选还在掩模的沿垂直于第一方向的第二横向的每 200 微米内存在平均至少一个从第一区到第二区(反之亦然)的过渡区,并且其中在第一方向上过渡区的横向布置是非周期性的,如同通过上述 MC 技术可得到并容易达到的那样。通过在原理上仅使用存在于这类微观结构中的二维各向异性拓扑图案并且通过利用该二维各向异性拓扑图案作为用于在第三维(即,沿垂直于微观结构平面的方向)产生更加清楚和独特的结构轮廓的“模板”,从而避免该 MC 技术的缺陷或限制。该清楚和独特的轮廓意味着最终生成的结构的顶部区域基本位于顶部起伏平稳段内,底部区域基本位于底部起伏平稳段内。

[0037] 在一种极端情况下,这意味着二维各向异性拓扑图案(基本上例如可通过 MC 技术得到的这类微观结构的切口)沿着第三维突出,从而存在精确具有该二维拓扑的顶部平稳段,以及具有该二维拓扑的负像的底部平稳段,在它们之间存在垂直过渡区。仍然处于本发

明内的不太极端的情况可以例如通过沿着第三维的特定的双峰分布来表征,如同下述的优质函数 M 所表征的那样。

[0038] 根据该方法的优选实施方式,通过以下步骤生成掩模的透明度不同的第一和第二区微观结构。首先,将具有拓扑结构的波纹状表面结构的膜淀积在掩模材料层上。然后,减小膜的厚度直到波纹状表面的下部区中的膜材料被清除并且露出下层掩模材料的一部分。之后,移除掩模的露出部分。

[0039] 本发明还涉及如上所述的元件的优选用途。优选地,这类元件用作安全器件中的安全元件。该安全器件可应用或结合在安全文件中。安全文件例如是钞票、护照、许可证、股票和债券、息票、支票、信用卡、证书、票证等等。安全器件还可应用或结合在商标或产品保护器件中,或者用于包装的器件中,比如包装纸、包装盒、封套等等。有利的是,安全器件可呈标记、安全条、标签、纤维、线、分层或补丁等的形式。

[0040] 本发明的重要方面是,可利用适当的复制技术复制光学有效的表面起伏微观结构,因为相关的光学效应源自表面起伏调制界面。因此一旦已经可用到母版,就可以应用标准复制技术以适当成本大批量制造这类器件。今天,两种流行和节省成本的复制技术是 UV 压花和热压花(例如见 1997 年 Micro-electronic Engineering 第 34 卷第 321 页的 M. T. Gale: “Replication techniques for diffractive optical elements”)。

[0041] 根据一优选实施方式,光学有效的表面起伏微观结构由单一材料制成,然而,为了获得强烈的颜色反射,根据本发明的表面起伏微观结构通常涂覆有诸如铝、金、铬、铜等的反射材料。

[0042] 具体地针对安全应用,表面起伏微观结构必须被密封,从而保护器件不受机械冲击和污染,并且防止这类器件被未经许可地非法复制。适当的保护膜和钝化膜是透明的介电材料或具有特定吸收性能的材料,它们可进一步增强器件的颜色外观。

[0043] 根据本发明的元件还可以保持高分辨率图像、几何成分、微型文本和类似特征。一般颜色外观是对视角敏感的,并且可在较大视角处转变为无色图像。可以调节图像像素的散射特性,使得在预定方向上产生标记的散射。如果产生从而布置具有这类性能的像素,那么在倾斜和转动该器件时将产生明显的正负图像翻转。

[0044] 另外,可以例如从对黄色、橙色、玫瑰色、紫罗兰色、蓝色和绿色的更低更深的调制获得宽调色范围。对于更深的结构,可以显出色阶更高的颜色。

附图说明

[0045] 通过附图进一步说明本发明。要强调的是各个特征不是一定按比例绘制。

[0046] 图 1.1 是在各向同性结构的表面处的光反射的图示。

[0047] 图 1.2 类似于图 1.1,只是示出了在各向异性的散射表面处由反射生成的特有输出光分布。

[0048] 图 2 示出了具有不同的各向异性方向取向的像素。

[0049] 图 3 表示根据本发明的表面起伏微观结构的三维视图(AFM 图像)。

[0050] 图 4.1、图 4.2 和图 4.3 给出了可能的各向异性表面起伏图案的示意性图示示例。

[0051] 图 5.1 表示现有技术的表面全息图微观结构的 AFM 图像。

[0052] 图 5.2 表示图 5.1 的 AFM 图像的二维自相关函数。

- [0053] 图 5.3 给出了与各向异性轴线垂直的图 5.1 的 AFM 图像的平均水平一维自相关函数。
- [0054] 图 6.1 表示根据本发明的各向异性表面起伏微观结构的 AFM 图像。
- [0055] 图 6.2 表示图 6.1 的 AFM 图像的二维自相关函数。
- [0056] 图 6.3 给出了与各向异性轴线垂直的图 6.1 的 AFM 图像的平均水平一维自相关函数。
- [0057] 图 7.1 是图 3 所示的微观结构的 AFM 图像。
- [0058] 图 7.2 给出了图 3 和图 7.1 所示的微观结构的高度柱状图。
- [0059] 图 8.1 至 8.5 示出了掩模的生成,该掩模适用于根据本发明用于制造具有表面起伏微观结构的元件的方法。
- [0060] 图 9.1 至 9.3 示出了将根据图 8.5 的掩模用于接触光刻法,用以制造具有带有根据本发明的光学有效表面起伏微观结构的表面区域的元件。
- [0061] 图 10.1 至 10.4 示出了制造根据本发明的元件的光刻法的不同方案。
- [0062] 图 11.1 和 11.2 示出了制造根据本发明的元件的通过金属掩模直接蚀刻的另一方案。
- [0063] 图 12.1 至 12.4 概括示出了用于制造具有两个带有不同表面起伏微观结构的区域的元件的方法。
- [0064] 图 13.1 和 13.2 示出了根据本发明的表面起伏微观结构的制成为反射或部分反射的示例。
- [0065] 图 14.1 和 14.2 表示根据本发明的微观结构反射绿光的元件的非镜面反射光谱和镜面反射光谱。
- [0066] 图 15.1 和 15.2 表示根据本发明的另一微观结构反射橙光的元件的非镜面反射光谱和镜面反射光谱。

具体实施方式

[0067] 根据本发明的表面起伏微观结构 12 的示例在图 3 中示出为 12 微米 × 12 微米的原子力显微镜 (AFM) 图像的三维视图。该微观结构根据以下描述的方法制造。

[0068] 表面调制建立了从顶部区域 13 到底部区域 14 的过渡区。顶部区域 13 和底部区域 14 的宽度 (因此平稳段的宽度) 通常位于从 200 纳米到约 20 微米的范围内。表面调制可以是各向异性的,这对于许多应用都是先决条件。例如图 3 所示的微观结构的情况也是如此。微观结构具有槽状底部区域,该槽状底部区域基本沿着 Y 轴延伸,使得表面调制具有平行于 Y 轴的各向异性轴线。对于各向异性调制,根据本发明的表面起伏微观结构的顶部区域和底部区域的横向尺寸可以描述为:在表面区域的沿第一横向的每 20 微米内存在平均至少一个从底部区域到顶部区域 (反之亦然) 的过渡区;沿垂直于第一横向的第二横向,在每 200 微米内存在平均至少一个从顶部区域到底部区域 (反之亦然) 的过渡区。

[0069] 在图 3 中,第一方向对应于与槽成直角的方向,第二方向对应于沿槽的方向。在所述第二方向,例如平行于槽的另一横向上,过渡区的间距可以宽得多,或者对于在整个微观结构上延伸的槽甚至没有过渡区。

[0070] 表面起伏微观结构可形成反射面。反射面例如可由覆盖微观结构的诸如铝、铬等

薄金属膜制成。可选地,可通过过渡到具有不同折射率的材料而引起反射。微观结构的表面可以面向空气,或者例如可覆盖有介电材料。覆盖介质还可以吸收某些颜色以增强器件的颜色外观。

[0071] 在根据本发明的表面起伏微观结构的优选实施方式中,沿表面区域的第一横向,从顶部区域到底部区域(反之亦然)的相邻过渡区之间的平均横向距离位于从 0.5 微米到 10 微米的范围内。有利的是,平均横向距离位于从 0.5 微米到 5 微米的范围内。有利的是,沿垂直于第一横向的第二横向,从顶部区域到底部区域的过渡区之间的平均距离小于 100 微米,更有利地小于 50 微米。

[0072] 光学调制深度优选位于从 100 纳米到 1000 纳米的范围内,更优选位于从 100 纳米到 500 纳米的范围内。在本发明的上下文中,光学调制深度是机械起伏调制深度和填充表面调制的材料的折射率之积。

[0073] 根据本发明的表面起伏微观结构的特征在于非常特殊的表面调制。

[0074] 首先,从顶部区域到底部区域和从底部区域到顶部区域的过渡区的横向布置是非周期性的。这与例如光栅以及全息图表面结构形成鲜明对比。

[0075] 其次,顶部区域基本位于相同的顶部起伏平稳段上,底部区域基本位于相同的底部起伏平稳段上,使得起伏调制深度在整个表面区域上基本相同。在图 3 中,顶部和底部起伏平稳段在前部用虚线 15 和 16 表示。在所示示例中,起伏调制深度(或平稳段与平稳段的距离)约为 290 纳米。该第二特征,所谓的“二元”调制与在以上背景技术部分所述的之前公知的基于 MC 技术的微观结构形成鲜明对比。

[0076] 本领域技术人员公知的是,存在多种具有不同的各向同性和各向异性散射性质的自然和人造表面。各向同性散射表面的常见示例是例如用于照明系统的毛玻璃。这类散射玻璃透射或反射光而不有助于某个方位的散射方向。

[0077] 基于各向异性表面起伏结构的光学器件有助于沿优选方位方向的光散射或衍射。一维漫射器属于这类光学器件。它们的表面起伏 $z(x, y)$ 仅取决于一个横向坐标,例如 x 。从而表面起伏各向异性轴线平行于另一横向坐标,例如 y 。在 $z-x$ 平面中传播的光将在 $z-y$ 平面中散射。各向异性光学散射器件的其它示例在上述 WO-01/29148 和 WO-2006/007742 中描述。这些各向异性散射器件具有各向异性的表面槽或图案,并且主要散射垂直于长细槽或图案轴线的光。

[0078] 大多数各向同性和各向异性的漫射器用于照明系统,从而保持高度的消色差性。与之相对的是,根据本发明的光学器件保持颜色外观并且基于在两个散射表面起伏平稳段处的散射和干涉。

[0079] 表面起伏的各向异性可以增强器件的明亮度并且可以产生鲜明的诸如正负翻转的图形设计,或者根据视角或照明角移动图形元件。

[0080] 作为根据本发明的起伏微观结构的示意性示例的可能的各向异性表面起伏图案的示例在图 4.1、图 4.2 和图 4.3 中示出。在每个图中,分别示出有两个各向异性表面起伏像素 20/20'、21/21' 和 22/22', 它们的各向异性轴线彼此旋转 90° 。各向异性轴线在左像素中垂直,在右像素中水平。根据图 4.1 的各向异性图案是细长的矩形槽 23。根据图 4.2 的各向异性图案是细长的圆角矩形隆起 24。根据图 4.3 的各向异性图案是细长的线槽。可见光在细槽或隆起处基本上被散射或衍射。根据本发明的其它各向异性表面起伏图案可从

以下给出的示例收集。

[0081] 为了进一步描述这类结构,在本发明的上下文中将术语表面起伏纵横比 (SRAR) 定义为各向异性表面起伏图案的平均长度与宽度的比。SRAR 很大程度上确定了在表面起伏微观结构处散射的光的方位光学外观。SRAR = 1 时,其对应于表面起伏图案在至少两个横向上表现出平均相同的延伸,此时入射光的散射性质几乎与光的方位入射角无关。因此,当包含该表面起伏微观结构的元件沿着垂直于该元件表面的轴线旋转时,从 SRAR = 1 的起伏微观结构的表面反射的光的光强几乎不变。

[0082] 对于各向异性起伏结构,意味着 $SRAR > 1$,反射光的光强取决于光的方位入射角。为了能够视觉上识别与方位入射角的相关性,SRAR 应大于 1.1。为了增加具有不同各向异性轴线的表面起伏结构的图案的图像设置的可视对比度,大于 2 的 SRAR 值是优选的。更加优选的是大于 5 的 SRAR 值。

[0083] 对于很大的 SRAR 值,大量光散射的方位角的范围变小,这样更加难以从表面起伏图案形成的图像识别反射光。因此,本发明的一个目的是提供一参数,该参数可被调节以设计表面起伏结构,使得从它们的表面反射的光的光学外观在对比度和可见性的方位角范围方面优化。因此在一个优选实施方式中,SRAR 小于 50,更优选 SRAR 小于 20。

[0084] 另外,发现根据本发明的表面起伏微观结构的优选实施方式的几何特征在于适当地选择表面起伏的横向和深度性质。这些性质将在以下描述。它们可优选地基于 AFM 图像从任何实际表面确定。

[0085] 一个性质是,表面起伏在很大程度上不相关,从而特征在于自相关长度短。

[0086] 表征非周期性或非确定性表面轮廓的一个有用参数是自相关函数和关联的自相关长度。表面轮廓的一维或二维自相关函数可理解为针对平面中空间间隔距离 x 的两个点可预测表面轮廓的措施。

[0087] 诸如表面起伏微观结构轮廓的函数 $P(x)$ 的自相关函数 $AC(x)$ 定义为

$$[0088] \quad AC(x) = \int P(x') \cdot P(x' + x) \cdot dx' .$$

[0089] 关于自相关函数和对应的编程问题的更多细节可以在例如“Numerical recipes in C:the art of scientific computing/William H.Press;Saul A.Teukolsky;William T.Vetterling;Brian P.Flannery.-Cambridge;New York:Cambridge University Press,1992”中找到。将自相关函数应用于图像处理中的图案识别例如在“Digital image processing/William K.Pratt.-New York:Wiley,2001”中得以讨论。

[0090] 对于非周期性或非确定性表面轮廓,自相关函数随着 x 的增加而迅速下降。另一方面,对于例如在光栅中发现的确定性表面轮廓,自相关函数不会下降。然而在光栅的情况下,自相关函数受到周期性函数的调制。对于近似周期性的光栅,包络线也随着 x 的增加而下降。

[0091] 在一维自相关函数的帮助下,可限定单个特征数,即自相关长度 L 。它是自相关函数的包络线下降至某个阈值的长度。为此, $AC(x = 0)$ 的 10% 的阈值被证明是适当的。

[0092] 为了指定自相关长度 L ,限定另一参数,即槽与槽的平均距离 P 。根据本发明的微观结构的自相关长度必须小于以 P 为单位的某个值。

[0093] 从而,根据本发明的表面起伏微观结构的优选实施方式的特征在于,沿着至少一个方向(对于各向异性表面调制是垂直于各向异性轴线的方向)的表面起伏的平均一维自

相关函数 $AC(x)$ 的包络线在自相关长度内下降为 $x = 0$ 处 AC 的 10%，其中自相关长度小于顶部区域和底部区域的相邻过渡区之间的平均横向距离的三倍。

[0094] 在更优选的表面起伏微观结构中，自相关长度小于顶部区域和底部区域的相邻过渡区之间的平均横向距离的两倍。在甚至更优选的表面起伏微观结构中，自相关长度小于顶部区域和底部区域的相邻过渡区之间的平均横向距离的一倍。

[0095] 在另一优选实施方式中，自相关长度 (L) 大于顶部区域和底部区域的相邻过渡区之间的平均横向距离的一百倍。

[0096] 对于根据本发明的具有各向异性散射表面调制的表面起伏微观结构，例如可基于适当的 AFM 图像或导出的自相关函数而发现各向异性轴线。然后沿着垂直于各向异性轴线的线估算一维自相关函数并将其最终平均，从而生成平均一维自相关函数。根据该平均一维自相关函数，确定包络线和自相关长度 L 。

[0097] 表面起伏微观结构的上述几何特征通过以下两个示例进一步说明。第一示例是现有技术公知的表面全息图的表面起伏微观结构；在图 5.1、5.2 和 5.3 中给出了对应的 AFM 图像和自相关函数。第二示例是根据本发明的表面起伏微观结构，在图 6.1、6.2 和 6.3 中给出了对应的 AFM 图像和自相关函数。

[0098] 图 5.1 表示表面全息图的表面起伏微观结构的 $15\mu\text{m} \times 15\mu\text{m}$ 的 AFM 图像。在图 5.2 中，给出了图 5.1 的 AFM 图像的二维自相关函数。显然，在 AFM 图像中看到的扰乱的可视光栅在整个图像区域和所有方向上相关。可以根据 AFM 图像或二维自相关函数确定各向异性轴线。

[0099] 沿着垂直于各向异性轴线的线估算的平均水平一维自相关函数在图 5.3 中示出。自相关函数 30 的包络线由阴影曲线 31 表示。可以看到在图中所示的七个横向槽与槽距离（自相关函数的峰值）内，包络线没有下降至位置 0 处的自相关函数的 10% 以下。从而由包络线下降至 10% 定义的自相关长度对于图 5.1 所示的表面全息图而言明显大于七个横向槽与槽距离。

[0100] 现在，图 6.1 中示出根据本发明的表面起伏微观结构的 $15\mu\text{m} \times 15\mu\text{m}$ 的 AFM 图像，在图 6.2 中给出了对应的二维自相关函数。有趣的是从图 6.2 的中心的自相关函数的迅速下降注意到，根据本发明的微观结构几乎不相关。

[0101] 从图 6.1 的 AFM 图像看到，根据本发明的微观结构的底部区域呈沿垂直方向延伸的槽的形式。因此各向异性轴线垂直。

[0102] 在图 6.3 中，曲线 34 代表图 6.1 的表面起伏微观结构沿着垂直于各向异性轴线的线估算的平均水平一维自相关函数。与前述示例的现有技术微观结构对比，这种情况下的一维自相关函数急剧下降并且其包络线实际上与函数本身重合。从而，包络线迅速下降至 10% 以下并且对应的自相关长度 L 小于一个横向槽与槽距离。

[0103] 根据本发明的表面起伏微观结构的另一性质是两个明显的表面起伏平稳段。针对优选实施方式可以通过基于表面起伏的高度（或深度）柱状图来量化这些平稳段的品质。

[0104] 理想上，根据本发明的元件是由隔开特有的平稳段与平稳段距离的平坦的顶部区域和底部区域构成的纯粹的两个高度水平系统。在该光学元件处散射的光将产生两种散射光束：一种在顶部区域散射，另一种在底部区域散射。这两种光束将干涉从而产生最终的颜色效果。

[0105] 然而实际上,制造过程导致希望或不希望的不规则性,从而破坏了顶部和底部区域以及平稳段与平稳段的距离。因此,表面起伏微观结构上的高度柱状图可以作为良好的统计手段来表征表面起伏并使所希望的平稳段可见。柱状图例如可由适当的 AFM 图像导出。涉及的数学运算包含在大多数数学软件或任何现代图像处理软件中。

[0106] 由于根据本发明的表面起伏微观结构保持有两个明显的表面起伏平稳段,所以在柱状图中将发现两个明显的峰值。这在图 7.1 和 7.2 中进一步示出。

[0107] 图 7.1 中是图 3 已经示出的根据本发明的微观结构的 AFM 图像,图 7.2 给出了对应的柱状图。两个明显的峰值清晰可见。

[0108] 为了量化表面起伏微观结构的另一性质,引入了表面起伏填充因子。在本发明的上下文中,将表面起伏填充因子定义为顶部区域的总面积与所有顶部区域和所有底部区域上的积分面积之比。为了优良和最好的光学性能,通常当顶部区域和底部区域近似具有相同的总面积时是有利的。换言之,顶部区域和底部区域彼此平衡,这意味着表面起伏填充因子应接近 0.5。这对应于具有两个相同尺寸的峰值的柱状图。对于图 7.1 所示的微观结构,在图 7.2 中给出的柱状图中有略微不对称;底部区域的总面积略小于顶部区域的总面积。

[0109] 通常,根据本发明的表面起伏微观结构的表面起伏填充因子可位于相当宽的范围内。优选的是,表面起伏填充因子在 0.05 与 0.95 之间,优选在 0.2 和 0.8 之间。更优选的是,表面起伏填充因子位于 0.3 与 0.7 之间或位于 0.4 和 0.6 之间。

[0110] 另外,基于高度柱状图的优质函数可有助于表征明显的表面起伏平稳段。可行的优质函数 M 如下:

$$[0111] \quad M = \frac{d}{\sqrt{(\Delta x_1)^2 + (\Delta x_2)^2}}.$$

[0112] 优质函数 M 使用峰值宽度与起伏调制深度的关系。顶部区域和底部区域在它们平稳段周围的偏差范围应位于起伏调制深度的某个限定分数内。 Δx_1 和 Δx_2 是在全峰值高度的 $1/e$ 高度处测量的两个柱状图峰值的宽度,其中 e 是自然对数的底数 ($e \approx 2.72$), d 是两个峰值的距离(对应于平均平稳段与平稳段距离或者起伏调制深度)。 Δx_1 、 Δx_2 和 d 在图 7.2 中示出。

[0113] 通常为了估算这类高度柱状图,选择第三维度中的取样宽度,取样宽度比 d 值小至少 50 倍,优选地比 d 值小至少 100 倍。

[0114] 根据本发明的表面起伏微观结构的优选实施方式的优质函数 M 大于 2。更优选地, M 大于 3.5。

[0115] 图 7.1 和 7.2 的微观结构例如具有近似 4.0 的优质函数 M。

[0116] 本发明还涉及一种如上所述具有表面起伏微观结构的元件的制造方法。

[0117] 通常,该方法采用两个主要步骤。在第一步骤中,生成具有第一区和第二区透明度不同的微观结构的掩模,其中至少在该掩模的一个横向上每 20 微米内存在至少一个从第一区到第二区(反之亦然)的过渡区,并且其中过渡区的横向布置是非周期性的。

[0118] 在第二步骤中,借助掩模将树脂或光刻胶的表面构造起伏微观结构,以产生与掩模的第一区对应的顶部区域和与掩模的第二区对应的底部区域,其中顶部区域基本上位于顶部起伏平稳段中,底部区域基本位于底部起伏平稳段中,使得起伏调制深度在整个表面区域上基本相等。

[0119] 通常,掩模是金属掩模,可用于构造曝光过程,例如光刻或蚀刻过程。

[0120] 通常,该掩模的第一区和第二区中的一种是完全透明的,例如是掩模中的孔,另一种是不透明的,例如由金属掩模的不透明材料制成。然而,技术人员会知道根据特定的曝光过程,还可以使用具有透明度不同的区域的掩模(例如半色调掩模或灰度掩模)。

[0121] 掩模的透明度较高和较低的区域布置在制造各向同性表面起伏微观结构时为各向同性,在制造各向异性表面起伏微观结构时为各向异性。

[0122] 在制造用于所述方法的第一步骤的掩模的优选方法中,利用对于制造拓扑结构的波纹表面结构已知的技术生成透明度不同的第一区和第二区的微观结构。

[0123] 一种这类技术基于可交联和不可交联的材料的混合物的相分离和交联作用。可通过制造至少两种材料(其中至少一种为可交联材料,至少另一种为不可交联材料)的混合物,将该混合物施加至基板,将可交联材料的至少大部分交联,并移除不可交联材料的至少大部分,从而获得拓扑结构的波纹表面结构。对于各向异性的微观结构,可交联材料能在交联期间例如通过定向下层或者定向基板表面保持在定向状态下。

[0124] 更具体地说,用于制造合适掩模的拓扑结构的波纹表面结构可例如按以下方式制造。在第一步骤中,在合适的基板上涂覆光配向薄膜。借助于构图的线偏振 UV 光,例如使用一个或多个光掩模和重复的曝光(或者在一个步骤中利用形成构图辐射的多个光掩模或偏振掩模进行单次曝光,或者激光扫描方法等等),在该光配向薄膜中写入潜在图案或图像。该光配向技术的更详细描述例如可以在美国专利 US-5389698 中找到。曝光的光聚合物能够将液晶混合物和可交联的液晶预聚物对齐。在第二步骤中,构图的配向层涂覆有可交联和不可交联的液晶材料的混合物。然后优选通过将该液晶混合物曝露于光化辐射(UV 光)而使其交联。该过程诱发了液晶预聚物的相分离和交联。随后,例如使用充足的溶剂除去未交联的材料,从而产生具有各向异性表面结构的波纹薄膜。微波纹薄膜的基本制造原理和光学性能例如在国际专利申请 WO-A-01/29148 和 WO-A-2004/027500 中公开。关于制造具有各向异性表面结构的该波纹薄膜,这里明确地包括文献 WO-A-01/29148 和 WO-A-2004/027500 的公开。

[0125] 例如通过上述过程生成的具有拓扑结构的波纹表面结构的膜可用于产生透明度不同的第一区和第二区的掩模微观结构。为此,将该膜沉积在诸如铬的掩模材料层上。然后,例如通过等离子蚀刻减小膜的厚度,直到在波纹表面的下区域中的膜的材料被清除并且下层掩模材料部分露出。最终,例如通过湿刻除去掩模的露出部分。

[0126] 除了上述方法之外,其它技术可用于制造根据本发明的方法的掩模,以制造具有表面起伏微观结构的元件。

[0127] 作为对制备微波纹薄膜的上述过程的替代,还可使用已知的其它自组装微观结构技术和纳米结构技术。在它们当中例如有共聚物的自组织或者去湿。

[0128] 可行的方案是使用电子束写入器。这类写入器的束直径导致光刻胶曝光面积很窄,并且即使在纳米光栅上也可以定位。

[0129] 另外,金属或半导体(例如铝或硅)的电解质蚀刻也产生多孔的微观结构表面和纳米结构表面。

[0130] 下面将描述进一步例示本发明的一些实施例。

[0131] 在所有实施例中,使用金属掩模作为具有透明度不同的第一区和第二区的微观结

构的掩模。生成这类掩模用作光刻掩模或干刻掩模。

[0132] 实施例 1：

[0133] 图 8.1 至 8.5 表示掩模的生成,该掩模具有透明度不同的第一区和第二区的微观结构,适用于根据本发明的制造具有表面起伏微观结构的元件的方法。

[0134] 涂覆有金属层 42 的玻璃板或塑料板 41 用作基板。对于金属层,有利地使用涂层厚度为 10 至 50 纳米的铝、铬等金属。

[0135] 在金属层 42 上,沉积具有拓扑结构的波纹表面结构的膜 43(图 8.2)。膜 43 根据上述过程制造并在 W0-A-01/29148 和 W0-A-2004/027500 中公开。局部地,微观结构可以是各向同性或各向异性。通过构图配向,可以在膜的波纹表面中记录图像、几何构图、缩微文本等。

[0136] 然后等离子蚀刻膜 43,使得下层金属膜的部分露出(图 8.3)。可以利用标准的氧等离子体进行该处理。结果,膜 43 的厚度减小,直到金属层 42 仅被初始膜 43 的上区 43' 的材料部分覆盖。

[0137] 在下一步骤中,使用适当的蚀刻溶液将部分露出的金属层 42 湿刻(图 8.4)。通过该过程,金属层 42 设有与膜 43 的波纹表面的下区对应的特别的微观结构孔 44。从而建立了可用于根据本发明的用于制造具有表面起伏微观结构的元件的方法的掩模。在必要时,膜 43 在其余层顶部上的剩余材料 43' 可例如通过氧等离子体除去(图 8.5)。

[0138] 实施例 2：

[0139] 在图 9.1 至 9.3 中,示出了在下一步骤中实施例 1 的微观结构掩模如何用于制造根据本发明的具有带有光学有效的表面起伏微观结构的表面区域的元件。

[0140] 玻璃基板或塑料基板 48 涂覆以正性光刻胶层 49(图 9.1)。例如,Shipley 的 S1800 系列光刻胶非常合适。涂覆的光刻胶层 49 的厚度确定表面起伏微观结构最终产生的颜色。典型的光刻胶厚度在 100 纳米与 500 纳米之间,但是更厚的层也是可行的。根据光刻胶的类型,烘烤可能是必要的,例如在 110°C 下热板上烘烤一分钟。

[0141] 然后,将板 41 上的制备的微观结构金属掩模 42 压靠在光刻胶层 49 上并曝露于紫外光源 50(图 9.2)。对于该光源,例如可使用德国 Dr. **Hönle** 的紫外设备“Bluepoint 2”。

[0142] 以这样的方式调节曝光时间,使得在显影之后出现优良的二元表面轮廓,也就是说,具有两个明显的表面起伏平稳段 51 和 52 的轮廓(图 9.3)。

[0143] 应理解,在类似过程中也可使用负性光刻胶来代替正性光刻胶。

[0144] 已经利用该技术获得根据本发明的优良的表面起伏微观结构,并且可以快速制造,因为金属掩模可多次使用并且包括显影的光刻步骤为大约几分钟。微观结构自身可用作光学元件,但优选用作复制技术的母版。

[0145] 为了可以在根据现有技术(根据 W0-A-01/29148 和 W0-A-2004/027500)的拓扑结构的波纹表面结构与根据实施例 2 所制造的结构之间进行定性总体比较,将和根据现有技术的拓扑结构的波纹表面结构对应的上述膜 43 的光学性质与实施例 2 的最终结果比较,如表 1 所示。

[0146] 表 1

[0147]

性质	膜 43(根据现有技术)	实施例 2 (根据本发明)
颜色饱和	一般没有颜色; 对于特殊的适应性结构可有弱粉彩色	饱和, 深色
颜色可调节性	有限	容易并且有效
不同区域中的颜色可 变性	几乎不可能	可能
图像分辨率	优良	优良

[0148] 实施例 3 :

[0149] 已经测试了其它方案作为实施例 2 中所述方法的替代。可通过将光刻胶层直接涂覆在具有适当膜厚的金属掩模上而获得优良的效果。

[0150] 在图 10. 1 中, 再次示出板 41 上的制备的微观结构金属掩模 42, 这次金属掩模 42 涂覆以光刻胶层 55, 如图 10. 2 所示。通过利用顶上具有微观结构金属掩模的基板的背侧进行 UV 曝光。

[0151] 在下一步骤中, 进行光刻胶显影, 从而出现微观结构的光刻胶。而且在这种情况下, 可使用正性光刻胶或负性光刻胶用于光刻过程。图 10. 3 表示生成的具有正性光刻胶的微观结构的光刻胶层 55, 图 10. 4 表示生成的具有负性光刻胶的微观结构的光刻胶层 55。

[0152] 实施例 4 :

[0153] 参照图 11. 1 和 11. 2 描述根据本发明的具有带有光学有效的表面起伏微观结构的表面区域的元件的另一制造方法。

[0154] 作为基板的玻璃板 59 涂覆以诸如可交联的预聚物的可蚀刻材料层 60。可选地, 可直接使用诸如树脂玻璃的聚合物基板而不用进一步涂覆。

[0155] 然后, 根据实施例 1 中所述的方法在基板的顶部上生成微观结构金属掩模 61 (图 11. 1)。

[0156] 在下一步骤中, 器件被干刻, 使得等离子体通过金属掩模的孔蚀刻。氧气是合适的等离子体介质。聚合物和金属的蚀刻选择性很高。因此, 即使纳米级厚的金属区也不会被氧等离子体攻击, 并且可生成微米槽或纳米槽。等离子体蚀刻的持续时间确定了底部区域的深度, 因此确定了最终的颜色外观。如果选择玻璃作为基板, 那么玻璃也可用作蚀刻的停止材料。

[0157] 最后利用适当的湿刻溶液进行湿刻而除去金属掩模。

[0158] 实施例 5 :

[0159] 如前所述, 根据本发明的具有带有光学有效的表面起伏微观结构的表面区域的元件可用作复制技术的母版。例如, 根据实施例 1 至 4 的方法制备的元件是适当的。在制备后, 元件可暂时曝露于湿刻浴, 从而除去在母版表面的残余金属区。

[0160] 然后微观结构的母版准备生成金属垫片。这是通过沉积开始的诸如金、银等的金属薄层, 随后电沉积镍而进行的。然后镍垫片用于通过热压印至适当的薄膜聚合物材料中

或通过 UV 铸造至适当的可 UV 固化的材料中而制造复制品。

[0161] 另外,微观结构的复制品可以是涂覆有铝或类似材料的金属,从而制造优良的反射表面。在该复制品用作安全器件时尤其如此。

[0162] 最后,该器件可用介电钝化膜保护或直接涂覆适于随后施加在产品上的胶水。这样,微观结构的表面调制填充有介电材料。

[0163] 基于上述方法的反射器件基本上表现出单色反射。根据该制备,在样本倾斜时有时可观察到颜色改变。但是这些器件的一个特征在于观察不到彩虹颜色,从而它们与标准全息图有明显区别。

[0164] 实施例 6:

[0165] 当然,还可以在一个元件中将两个以上的区域与不同的表面起伏微观结构组合或混合。该类型更加复杂的元件例如可以生成多色图像,并且由于它们的复杂性而还可使安全水平提高。

[0166] 在图 12.1 至 12.4 中,概述了根据本发明的具有带有不同表面起伏微观结构的两个区域的元件的制造方法。

[0167] 在包括玻璃板或塑料板 65 和可蚀刻材料层 66 的基板上,根据上述处理步骤涂覆微观结构的金属膜 67(图 12.1)。同样可使用具有适当的诸如 PMMA(树脂玻璃)的聚合物涂层或聚合物板的玻璃板或塑料板。

[0168] 然后,向制备的基板的表面采用第一等离子体蚀刻。蚀刻深度确定了第一最终显现颜色(图 12.2)。

[0169] 接着,使这样生成的表面起伏微观结构涂覆有正性光刻胶层 68,并在某个区域 69 中曝露于 UV 光下。通过使光刻胶显影,在区域 69 中曝光的光刻胶材料被清除(图 12.3)。

[0170] 现在,区域 68 中已经存在的微观结构可在第二蚀刻步骤中进一步蚀刻(图 12.4)。附加的蚀刻步骤增加了深度并确定了区域 68 中的微观结构的颜色。结果,该元件设有具有不同的光学有效的表面起伏微观结构的两个区域 69 和 70。

[0171] 在需要时,覆盖一些区域并蚀刻其余的露出区域的所述步骤可重复,以提供三个以上的具有不同微观结构的区域。

[0172] 所用的掩模可实现保持分辨率非常高的远低于 10 微米的像素尺寸。因此颜色和像素布置的适当选择还可以基于附加颜色混合生成图像。

[0173] 实施例 7:

[0174] 根据本发明的表面起伏微观结构还可以为反射或部分反射。在图 13.1 和 13.2 中示出了对应实施例。

[0175] 对于强烈的颜色反射,微观结构通常涂覆有诸如铝、金、铬、铜等的反射材料薄层 71。该膜 71 的厚度确定了反射和透射程度,从而可获得高度反射器件或部分反射器件。

[0176] 对于层 71,还可使用折射率高或低的涂层来代替使用部分反射的金属膜。高折射率材料的示例有 ZnS、ZnSe、ITO 或 TiO_2 。包括高折射率材料的纳米颗粒的复合材料也是合适的。

[0177] 可选地,还可通过用高度反射材料仅部分涂覆微观结构(例如首先涂覆整个微观结构,然后部分移除涂层,使得仅一部分微观结构覆盖有反射材料)而获得部分反射器件。这在图 13.2 中示出,其中反射材料层 71' 在某些部分 72 中中断。

[0178] 而且在图 13.1 和 13.2 中示出了保护钝化膜 73, 其例如是透明的介电材料或者具有特定吸收性能的材料从而进一步改善器件的颜色外观。

[0179] 实施例 8:

[0180] 为了说明根据本发明的表面起伏微观结构的光学性能, 在图 14.1 和 14.2 中示出了实施例元件的反射光谱。该元件根据实施例 4 的方法制造(通过微观结构金属掩模蚀刻), 包括约 20 纳米的最终薄膜铝涂层, 并且通过折射率约为 1.5 的透射钝化膜测量。

[0181] 该元件的非镜面散射反射颜色最好地表征了光学性能, 该颜色在这种情况下为绿色。

[0182] 通过以不同的照射角和检测器角获取反射光谱来表征各种制造的实施例元件。所用的分光计是配备有Pela 1030选项的Perkin Elmer Lambda 900, 其可以利用可调节的样本角和可调节的检测器角测量反射光谱。典型的反射光谱在 300 至 800 纳米之间的波长范围内进行测量。所述测量不用特殊的偏振设备。对于所述镜面反射存在特殊的照明和检测器情况, 该情况对应于镜面反射几何结构(输入角等于输出角, 或者检测器角等于样本角的两倍)。

[0183] 图 14.1 中给出了实施例元件的反射光谱。照射角或样本角 SA 为 30° 。该角度是基板表面与照射法平面的偏角, 如图的左上插入部所示。检测器角 DA 是照射方向与检测器方向之间的角度, 如左上插入部所示。

[0184] 反射光谱示出了在 525 纳米处的最强反射, 350 纳米处的另一最强反射以及 400 纳米处的最弱反射。这些明显的最强和最弱反射是反射光优良的颜色饱和的起因。最强反射在检测器角为 40° (偏离镜面反射 20°) 时实现。对于 30° 和 50° 的检测器角, 可以看到反射光强度减弱, 并且在这种情况下伴随的波长偏移很大。

[0185] 镜面反射光与非镜面反射不同。镜面反射表现为饱和的洋红色。图 14.2 中示出了对应的反射光谱。在镜面测量的情况下, 检测器角 DA 是样本角 SA 的两倍。在图中同样看到明显的调制, 该调制近似对应于图 14.1 中看到的散射反射的补充光谱。注意到在图 14.1 的测量中给出散射发生的最大部分而理解以上这点。如果不存在主要的色敏散射或吸收通道, 那么为镜面反射留下补充光谱。约 4% 的背景对应于在器件的保护钝化层处的无色反射, 在本示例中该层为玻璃。从图 14.2 中看到, 镜面光的颜色光谱对于器件的倾斜也非常得不敏感。

[0186] 实施例 9:

[0187] 图 15.1 和 15.2 表示根据本发明的元件的另一实施例的反射光谱。该元件根据实施例 4 的方法制造。其散射颜色为橙色。

[0188] 参照图 15.1, 照射角或样本角 SA 为 30° 。反射光谱示出了在 583 纳米处的最强反射, 380 纳米处的另一最强反射以及 453 纳米处的最弱反射。这些最强和最弱反射是明亮的橙色反射的起因。最强反射在检测器角 DA 为 40° (偏离镜面反射 20°) 时实现。对于 50° 的检测器角, 观察到反射光强的减弱, 并且伴随的波长偏移约为 30 纳米。

[0189] 图 15.2 中示出了同一实施例元件的镜面反射。同样看到明显的调制, 该调制近似对应于图 15.1 中看到的散射反射的补充光谱。然而, 586 纳米处的最弱反射并不非常明显, 这意味着反射光的饱和度不是很高。可视的器件颜色是未饱和的蓝色。

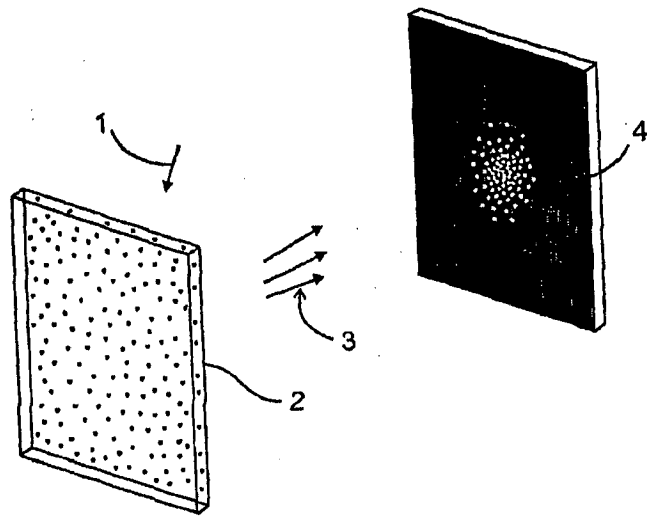


图 1.1

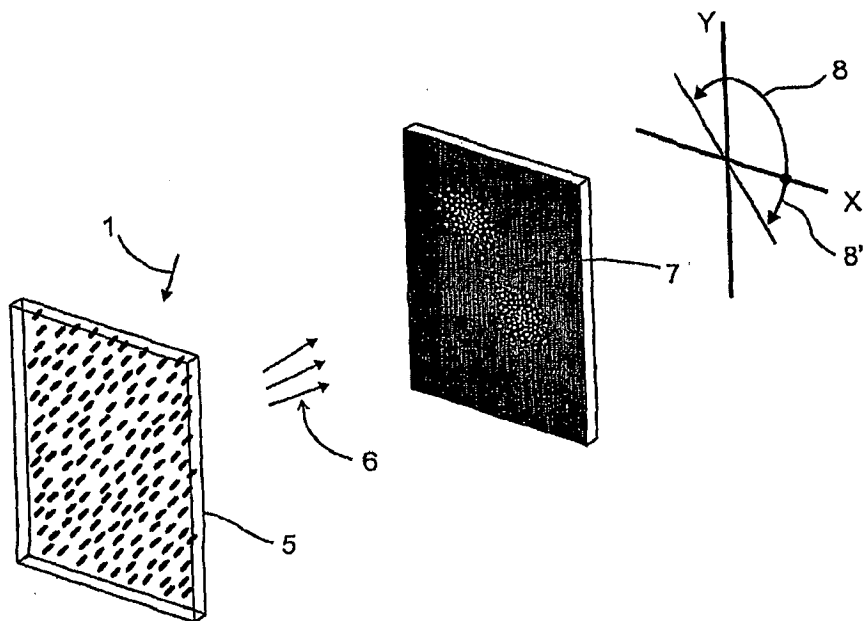


图 1.2

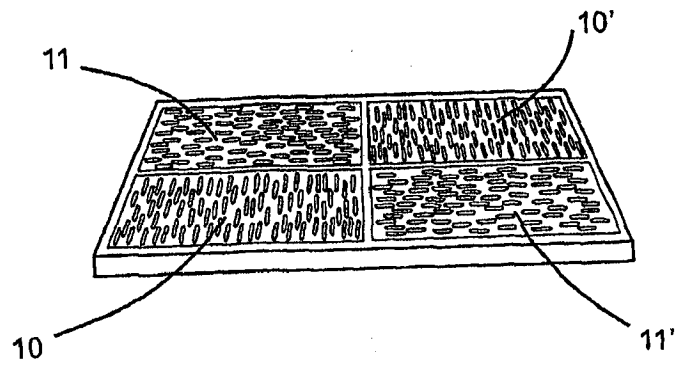


图 2

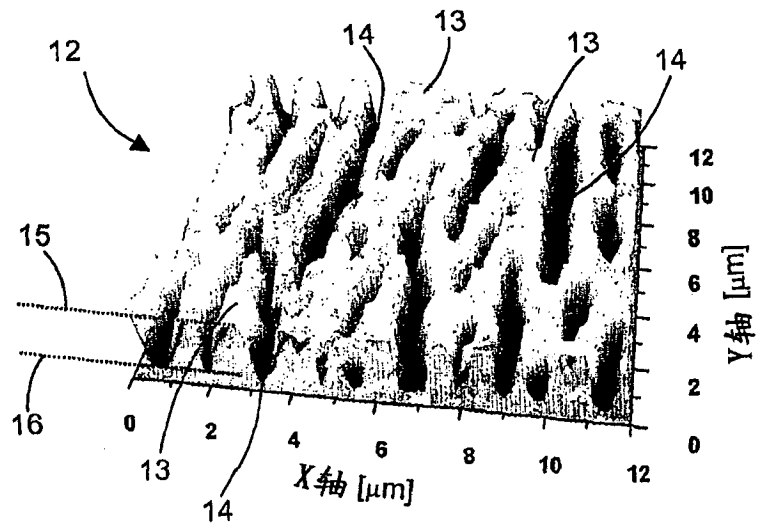


图 3

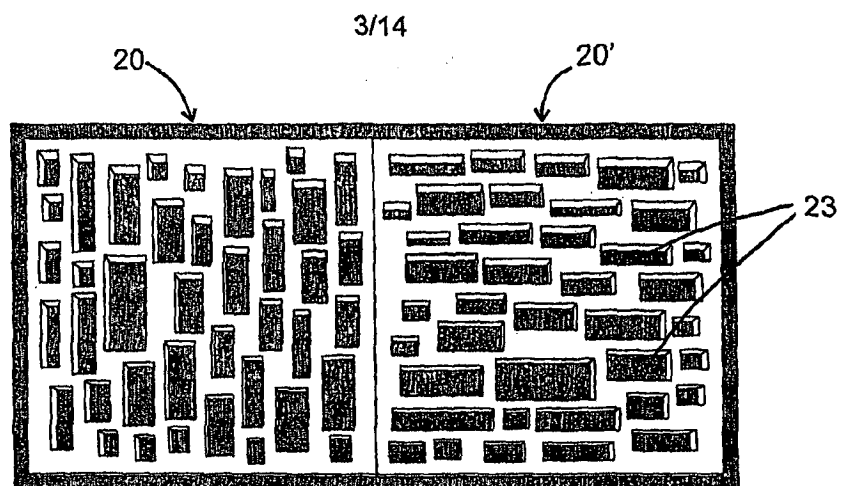


图 4.1

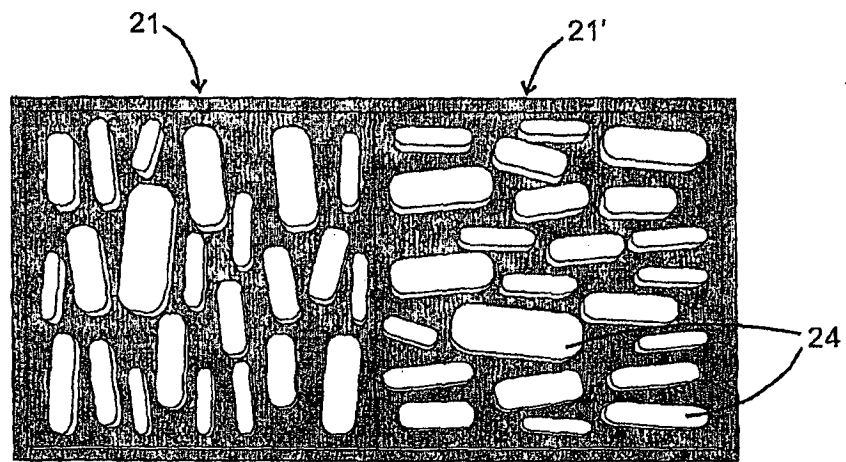


图 4.2

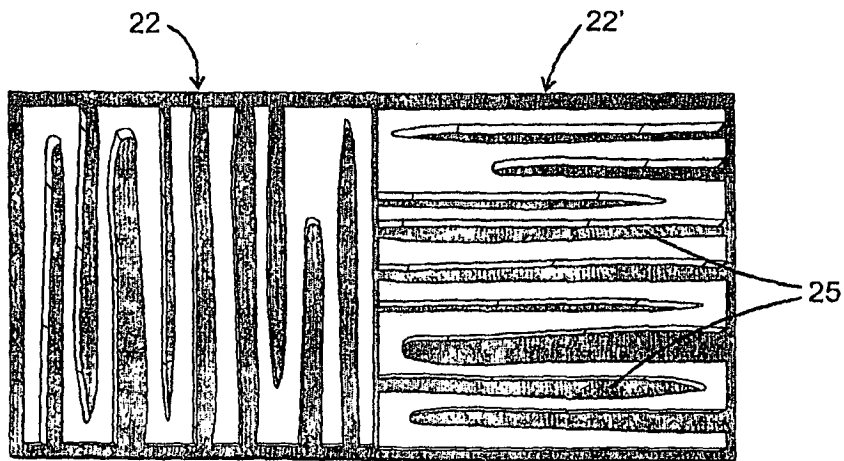


图 4.3

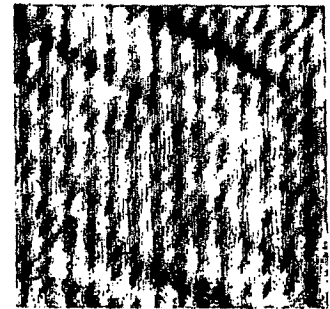


图 5.1(现有技术)

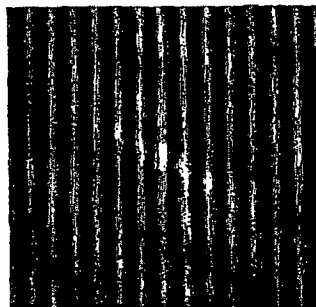


图 5.2(现有技术)

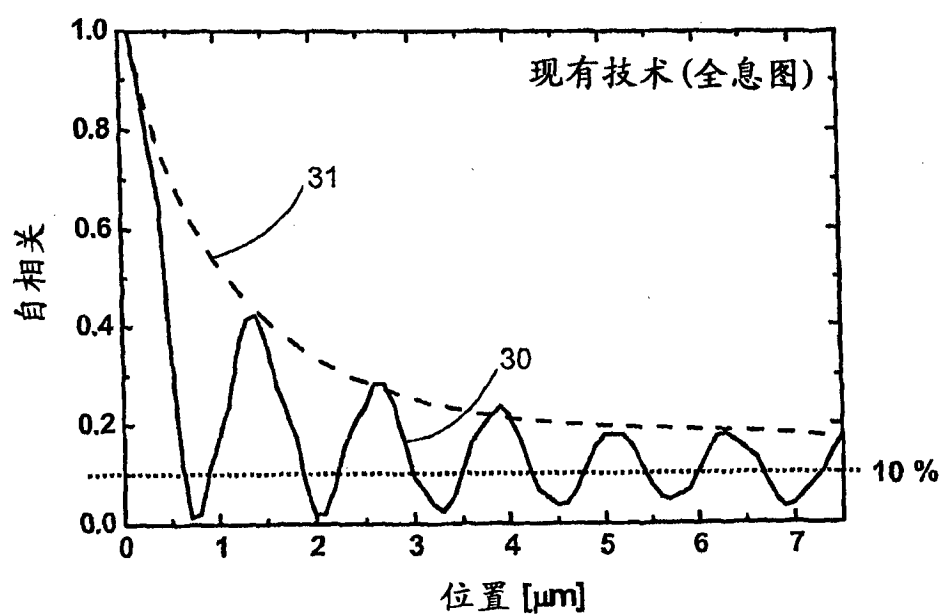


图 5.3(现有技术)

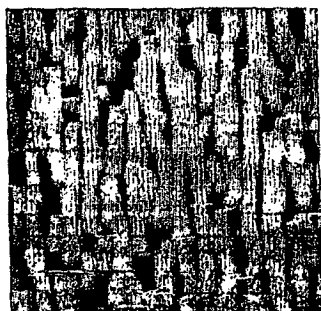


图 6.1



图 6.2

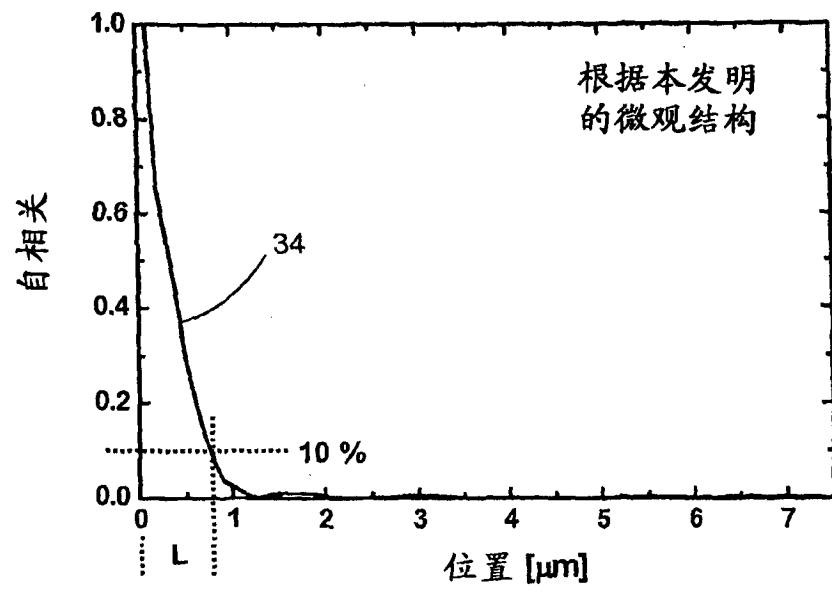


图 6.3

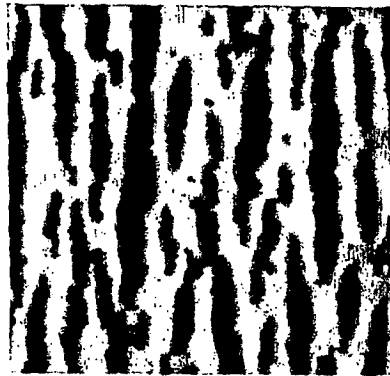


图 7.1

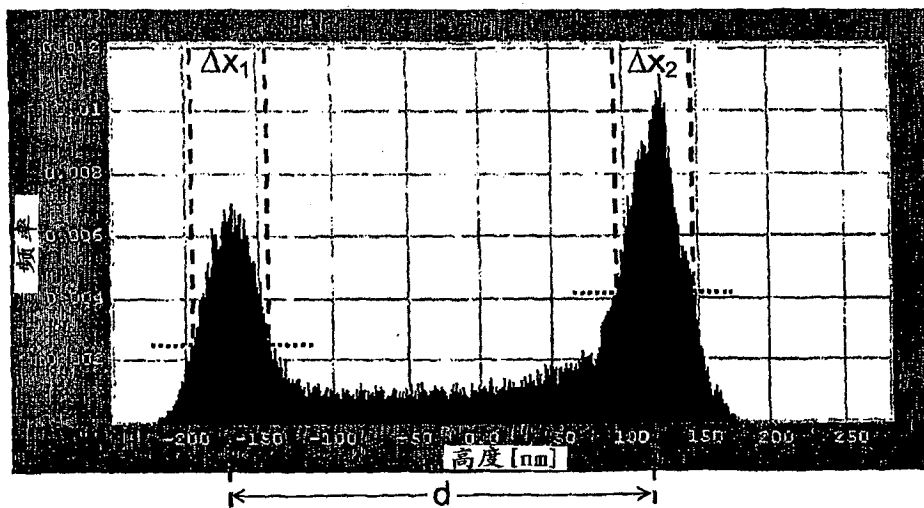


图 7.2

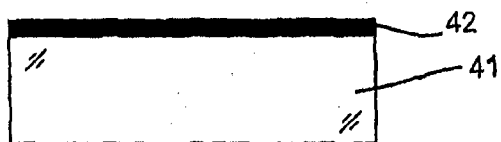


图 8.1

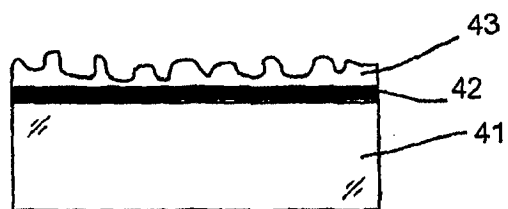


图 8.2



图 8.3

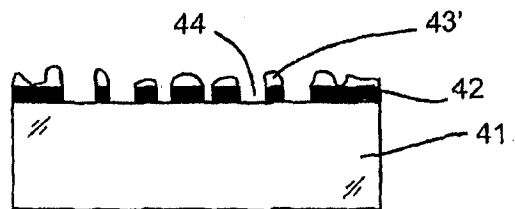


图 8.4

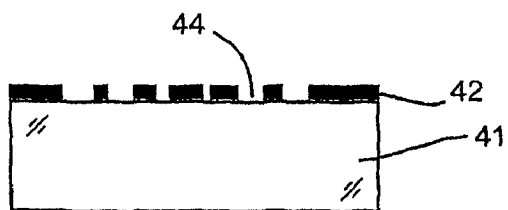


图 8.5

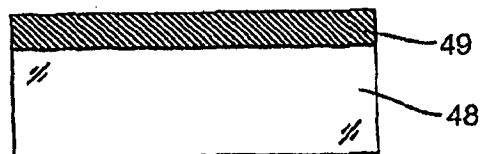


图 9.1

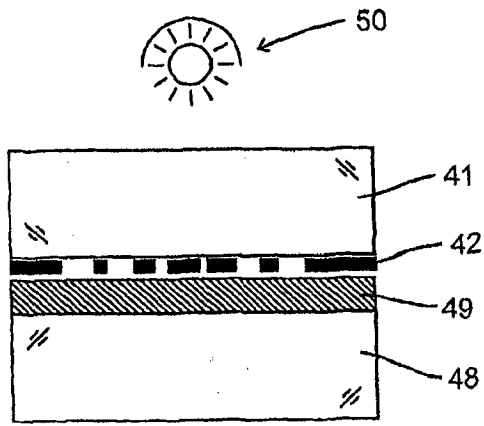


图 9.2

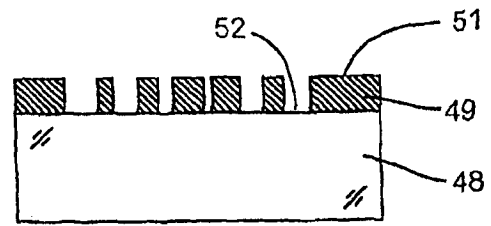


图 9.3

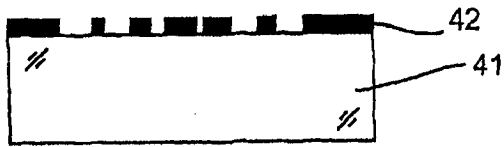


图 10.1

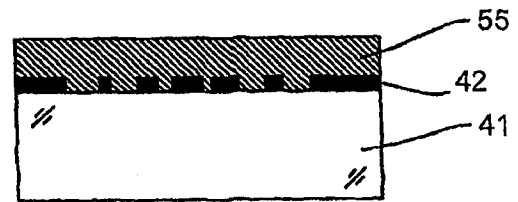


图 10.2

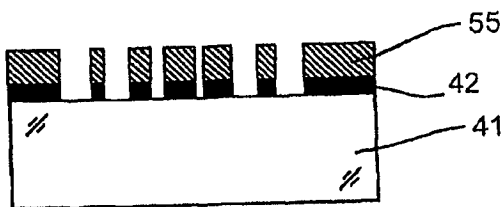


图 10.3

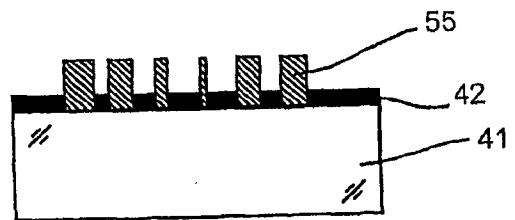


图 10.4

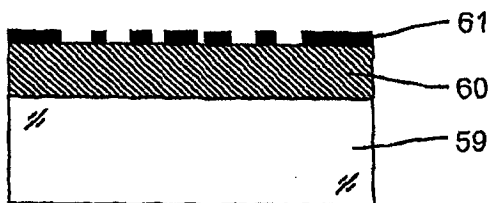


图 11.1

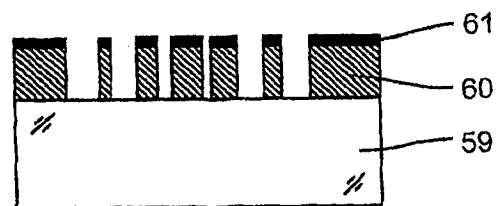


图 11.2

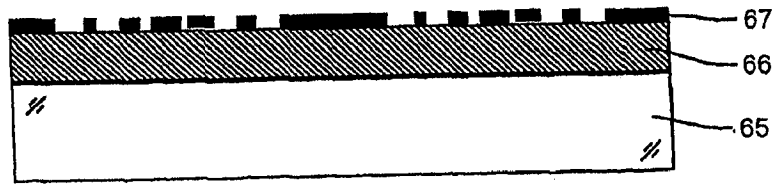


图 12.1



图 12.2

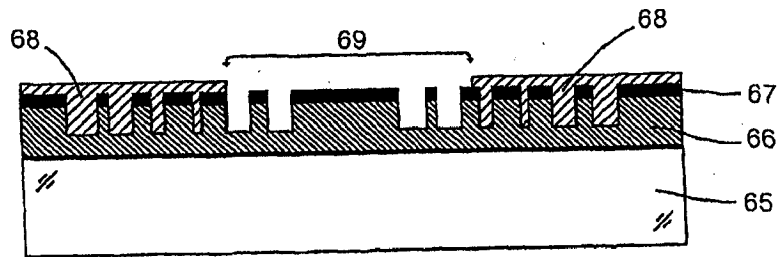


图 12.3

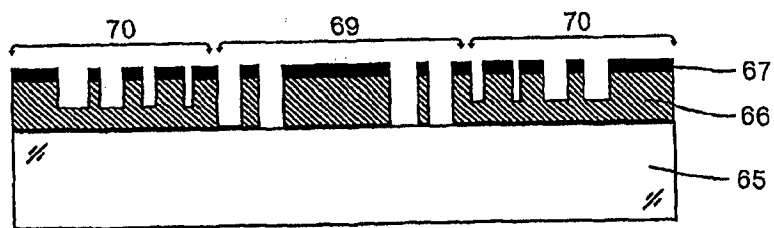


图 12.4

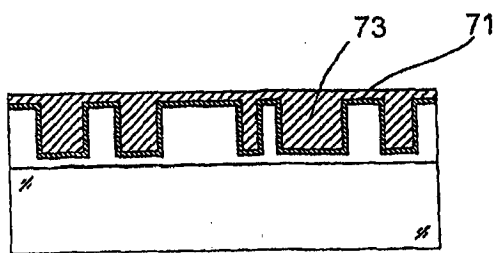


图 13.1

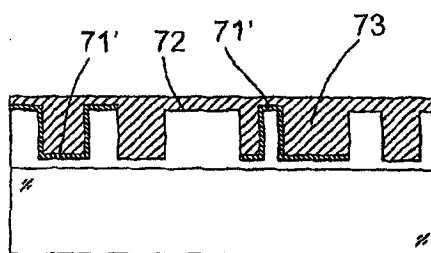


图 13.2

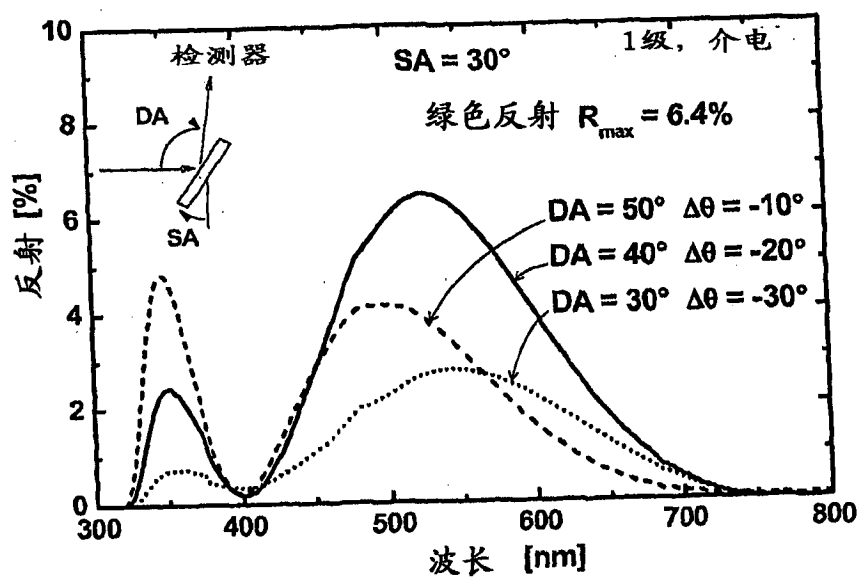


图 14.1

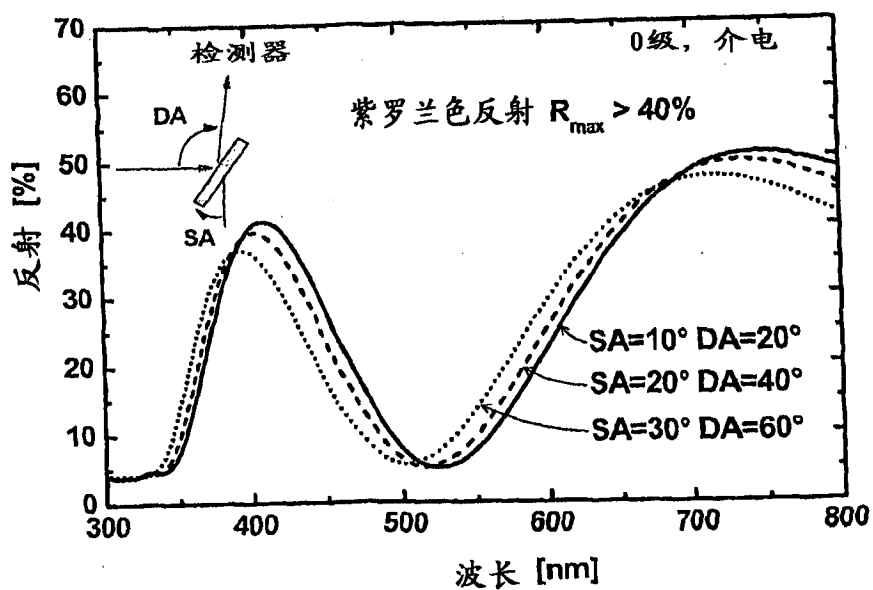


图 14.2

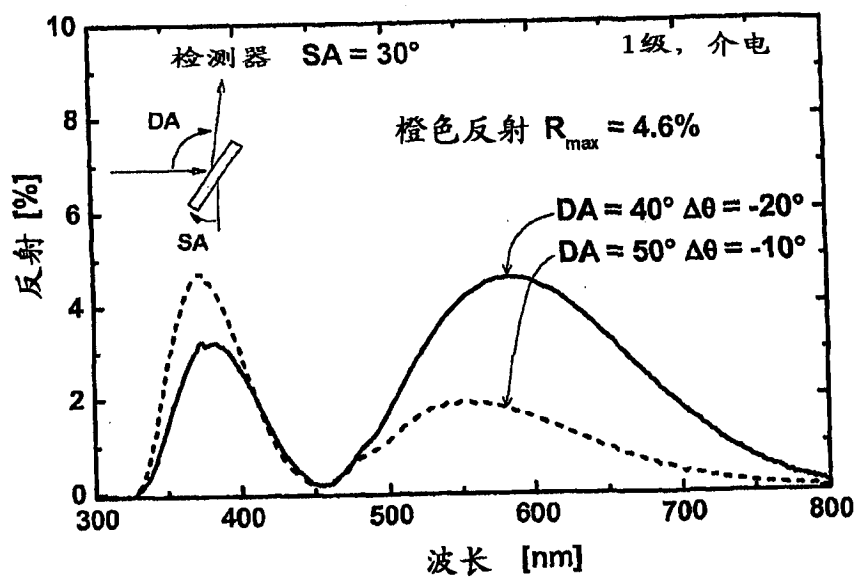


图 15.1

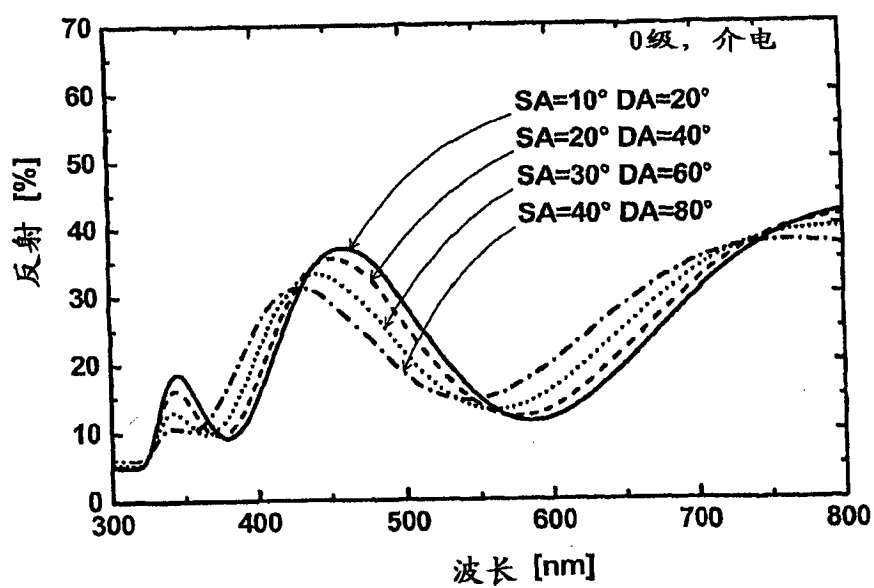


图 15.2