



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104884265 B

(45)授权公告日 2017.04.12

(21)申请号 201380068328.0

(22)申请日 2013.11.06

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 104884265 A

(43)申请公布日 2015.09.02

(30)优先权数据  
102012110630.4 2012.11.06 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2015.06.26

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/EP2013/073193 2013.11.06

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02014/072358 DE 2014.05.15

(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 H·沃尔特 W·R·汤姆普金

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100  
代理人 余颖 沈端

(51)Int.Cl.  
B42D 15/00(2006.01)

(56)对比文件  
WO 2012136777 A1,2012.10.11,  
WO 2012136777 A1,2012.10.11,  
US 2010307705 A1,2010.12.09,  
WO 2011104551 A1,2011.09.01,  
US 5714231 A,1998.02.03,  
CN 102725148 A,2012.10.10,  
CN 102083632 A,2011.06.01,

审查员 张庆栋

权利要求书4页 说明书24页 附图26页

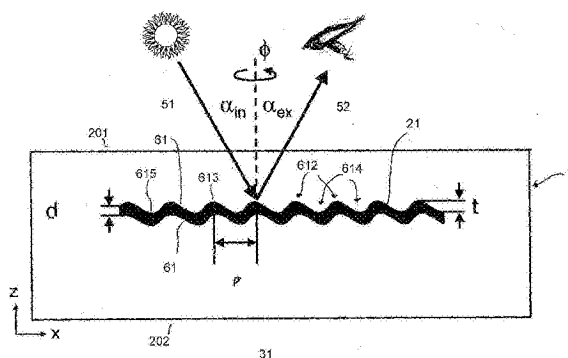
(54)发明名称

多层体和用于生产防伪元件的方法

(57)摘要

本发明涉及多层体(1,2,3)和生产防伪元件的方法。该多层体具有金属层(21)。在金属层(21)的第一表面和/或第二表面的至少多个区域形成光学活性的表面凹凸,金属层(21)的所述第一表面朝向或形成所述多层体的上侧(201),所述金属层(21)的所述第二表面朝向或形成所述多层体的下侧(202)。在多层体的至少一个第一区域(31至39)中,由第一凹凸结构(61)形成表面凹凸。在至少一个由相应的方位角确定的方向(617)上,第一凹凸结构(61)具有一系列凸起(612)和凹陷(614),其中的凸起(612)以间隔周期P互相连续,P小于可见光的波长,其中凹陷(614)的最低点在底表面上并且第一凹凸结构(61)具有凹凸深度t,其由第一凹凸结构(61)的凸起(612)的最高点到底表面在垂直于底表面的方向上的间隔确定。对第一凹凸结构(61)的轮廓形状和/或凹凸深度t进行选择,使得至少以第一入射角入射在第一区域(31至39)上并且由第一

区域中的金属层(21)直接反射或者直接透射通过金属层的光(52,53)的颜色外观发生变化,具体是通过金属层与入射光的等离振子共振来改变。



1. 具有上侧(201)和下侧(202)的多层体(1,2,3),其中所述多层体具有金属层(21),在金属层(21)的第一表面和/或第二表面的至少多个区域形成光学活性表面凹凸,金属层(21)的所述第一表面朝向或形成所述多层体的上侧(201),所述金属层(21)的所述第二表面朝向或形成所述多层体的下侧(202),在所述多层体的至少一个第一区域(31至39)中,由第一凹凸结构(61)形成所述表面凹凸,其在由分配的方位角确定的至少一个方向(617)上具有一系列的凸起(612)和凹陷(614),其中的所述凸起(612)以间隔周期P互相连续,P小于可见光的波长,其中所述凹陷(614)的最低点(615)在底表面上并且所述第一凹凸结构(61)具有凹凸深度t,所述凹凸深度t由所述第一凹凸结构(61)的凸起(612)的最高点(613)到所述底表面(616)在垂直于所述底表面(616)方向上的间隔确定,选择所述第一凹凸结构(61)的凹凸深度t和/或轮廓形状使得至少以第一入射角入射在第一区域(31至39)上并且被第一区域中的金属层(21)直接反射或者直接透射通过金属层的光(52,53)的颜色外观发生变化,其中所述第一凹凸结构(61)具有相对于底表面(616)处的镜面反射不对称的轮廓形状。

2. 如权利要求1所述的多层体(1,2,3),其特征在于,选择所述第一凹凸结构(61)的轮廓形状和/或凹凸深度t使得所述金属层(21)在以第一入射角入射的光(51)直接反射时,在第一区域(31至39),在至少50nm宽度的人眼可见的第一光谱范围内,有低于15%的反射率,并且在10nm到至多200nm宽度的人眼可见的第二光谱范围内,具有相对于所述第一光谱范围内的反射率平均值至少2倍高的反射率。

3. 如权利要求1-2中任一项所述的多层体(1,2,3),其特征在于,选择所述第一凹凸结构(61)的轮廓形状和/或凹凸深度t使得在不同于所述第一入射角的第二入射角下,在所述第一区域中由金属层直接反射或直接透射通过所述金属层的光的颜色外观有不同的变化。

4. 如权利要求1-2中任一项所述的多层体(1,2,3),其特征在于,所述第一凹凸结构(61)的凸起(612)或凹陷(614)在距底表面(616)  $t/2$  处的宽度为至少  $0.6 \times P$ 。

5. 如权利要求1-2中任一项所述的多层体(1,2,3),其特征在于,所述第一凹凸结构(61)在距底表面(616)  $t/2$  处的边缘陡度为  $60^\circ$  至  $90^\circ$ 。

6. 如权利要求1-2中任一项所述的多层体(1,2,3),其特征在于,所述第一凹凸结构(61)在距底表面(616)  $1/4 \times t$  至  $3/4 \times t$  的各距离处的边缘陡度为  $40^\circ$  至  $90^\circ$ 。

7. 如权利要求1-2中任一项所述的多层体(1,2,3),其特征在于,所述第一凹凸结构(61)在距底表面(616)  $0$  至  $1/4 \times t$  和/或  $3/4 \times t$  和  $t$  之间的各距离处的边缘陡度为  $0^\circ$  至  $50^\circ$ 。

8. 如权利要求1-2中任一项所述的多层体(1,2,3),其特征在于,与凸起最高点(613)和/或凹陷(614)最低点(615)区域的金属层的厚度相比,距底表面(616)  $t/2$  距离处所述第一凹凸结构(61)的边缘区域的金属层(21)的层厚度d减少至少30%。

9. 如权利要求1-2中任一项所述的多层体(1,2,3),其特征在于,所述第一凹凸结构(61)的周期P为200nm至500nm。

10. 如权利要求1-2中任一项所述的多层体(1,2,3),其特征在于,所述第一凹凸结构(61)的凹凸深度t为80nm至500nm。

11. 如权利要求1-2中任一项所述的多层体(1,2,3),其特征在于,在所述第一区域中,金属层(21)的层厚度为10nm至100nm。

12. 如权利要求1-2中任一项所述的多层体(1,2,3),其特征在于,在所述第一区域中,金属层(21)的层厚度d对应于0.5至2.5的光学深度。

13. 如权利要求1-2中任一项所述的多层体(1,2,3),其特征在于,所述第一凹凸结构(61)是在两个方向上具有一系列凸起和凹陷的交叉光栅。

14. 如权利要求1-2中任一项所述的多层体(1,2,3),其特征在于,由第二和/或其他凹凸结构形成一个或多个第二区域(41,42)和/或其他区域中的表面凹凸,所述第二和/或其他凹凸结构选自下组:衍射凹凸结构、全息凹凸结构、镜面、亚光结构、宏观结构、透镜、微透镜网格。

15. 如权利要求14所述的多层体(1,2,3),其特征在于,所述至少一个第一区域和所述至少一个第二区域由多个部分区域形成,其中所述第一区域的部分区域和所述第二区域的部分区域是交叉的。

16. 如权利要求14所述的多层体(1,2,3),其特征在于,所述至少一个第二区域由多个互相分离的部分区域(431)形成,并且所述第一区域(39)包围背景区域的这些部分区域。

17. 如权利要求1-2中任一项所述的多层体,其特征在于,所述第一区域或至少所述第一区域之一具有带图案的形状。

18. 如权利要求1-2中任一项所述的多层体(1,2,3),其特征在于,所述第一区域(35,36)或至少所述第一区域之一包含一个或多个第一域(351,361),其中所述第一凹凸结构(61)的一个或多个参数与在所述第一区域的一个或多个第二域(352,362)和/或一个或多个其他域(353,354)中的第一凹凸结构(61)的相应参数不同,所述参数选自:周期P、方位角、凹凸深度t、底表面积和轮廓形状。

19. 如权利要求18所述的多层体,其特征在于,所述一个或多个第一和第二域形成基本图案,其中第一域形成所述基本图案的前景区域而第二域形成所述基本图案的背景区域;或者,一个或多个第一域形成第一基本图案,一个或多个第二域形成第二基本图案。

20. 如权利要求18所述的多层体,其特征在于,各种情况中,第一、第二和/或其他域的至少一个横向尺寸低于 $300\mu\text{m}$ ,并且第一、第二和/或第三域是交叉的。

21. 如权利要求18所述的多层体,其特征在于,第一域排列成第一基本图案,第二域排列成第二基本图案;或者,第一和第二域排列产生多彩呈现或者通过额外的颜色混合产生混合的颜色。

22. 如权利要求1-2中任一项所述的多层体(2),其特征在于,在所述第一区域(38)或至少所述第一区域之一中,由粗糙结构形成所述第一凹凸结构(61)的底表面(616)。

23. 如权利要求1-2中任一项所述的多层体,其特征在于,在所述第一区域或至少所述第一区域之一中,所述第一凹凸结构的周期P在区域间是不同的。

24. 如权利要求1-2中任一项所述的多层体,其特征在于,在所述第一区域或至少所述第一区域之一中,所述第一凹凸结构的方位角在区域间不同。

25. 如权利要求1-2中任一项所述的多层体(1,2,3),其特征在于,所述第一区域或至少所述第一区域之一具有多个部分区域(30),各部分区域(30)的最小尺寸超过 $3\mu\text{m}$ 且最大尺寸低于 $300\mu\text{m}$ ,各部分区域(30)一个或多个参数在各情况为第一区域预定的变化范围内随机地变化,所述参数选自:部分区域的形状、部分区域的面积大小、部分区域的区域中心的位置、第一凹凸结构的底表面相对于底平面的倾斜角、第一凹凸结构的底表面绕垂直于底平面的轴旋转的角度、第一凹凸结构的方位角、凹凸结构的周期P。

26. 如权利要求1-2中任一项所述的多层体(1,2,3),其特征在于,所述第一区域(37)或

至少所述第一区域之一具有多个部分区域(371),并且各部分区域(371)的第一凹凸结构(61)的参数是按照伪随机选自一组预定凹凸结构组的凹凸结构选择的。

27.如权利要求1-2中任一项所述的多层体(1,2,3),其特征在于,在第一区域(31)或至少第一区域之一中,所述多层体具有设置在距离金属层(21)的第一表面和/或第二表面不到 $2\mu\text{m}$ 处的染料和/或荧光物质。

28.如权利要求1-2中任一项所述的多层体(1,2,3),其特征在于,所述多层体具有至少一个与金属层(21)的第一表面相邻的第一层(22)和一个与金属层(21)的第二表面相邻的第二层(23),第二层具有染料和/或荧光物质,其中第一和/或第二层在区域中覆盖金属层的第一表面或第二表面的多个区域或覆盖第一区域或至少第一区域之一的整个表面,第一或第二表面在所述区域形成第一凹凸结构。

29.如权利要求28所述的多层体,其特征在于,第一层和/或第二层仅施加于第一表面或第二表面的第一区域,或者第一层和/或第二层仅施加于第一表面或第二表面上第一凹凸结构于此形成第一表面或第二表面的区域。

30.如权利要求28所述的多层体(1,2,3),其特征在于,第一层(22)和/或第二层(23)的层厚度为 $20\text{nm}$ 至 $2\mu\text{m}$ 。

31.如权利要求28所述的多层体,其特征在于,第一和/或第二层距离金属层的第一或第二表面不到 $1\mu\text{m}$ 处区域中的染料或荧光物质的浓度高于在第一或第二层的其余区域中的浓度。

32.如权利要求28所述的多层体,其特征在于,所述第一层和/或第二层是清漆层。

33.如权利要求28所述的多层体,其特征在于,所述染料和/或荧光物质是溶解的。

34.如权利要求28所述的多层体,其特征在于,第一层(22)和/或第二层(23)在人眼可见的波长范围内具有至少70%的透射率。

35.如权利要求28所述的多层体(1,2,3),其特征在于,对所述第一层(22)和/或第二层(23)中的染料和/或荧光物质的浓度选定为:对人类观察者而言,在超过 $30\text{cm}$ 的观察距离处并在低于 $10000\text{LUX}$ 的照度照射下,在由镜面、衍射结构、宏观结构或亚光结构形成表面凹凸的第二区域(41)中所述染料和/或荧光物质的光学作用是不可见的。

36.如权利要求28所述的多层体,其特征在于,所述染料和/或荧光物质占第一和/或第二层的干重的重量百分比为 $0.1\%$ 至 $20\%$ 。

37.如权利要求28所述的多层体,其特征在于,选择第一和/或第二层的染料和/或荧光物质的颜色使该层的颜色或激发时的颜色对应于或不同于由特定入射角的入射光在第一凹凸结构中直接反射或透射产生的颜色。

38.如权利要求28所述的多层体,其特征在于,具有两个或更多个第一层和/或两个或更多个第二层,选择其中的染料或荧光物质使得第一层和/或第二层的染料或荧光物质的颜色互相不同。

39.如权利要求1-2中任一项所述的多层体,其特征在于,所述多层体是转移膜、叠层膜或防伪线。

40.如权利要求1-2中任一项所述的多层体,其特征在于,所述多层体是防伪文件的防伪元件。

41.如权利要求1-2中任一项所述的多层体,其特征在于,所述多层体是防伪文件。

42. 生产防伪元件的方法,所述方法包括:生产多层体,所述多层体包括金属层(21),在第一表面和/或与所述第一表面相对的第二表面形成了光学活性的表面凹凸,其中在所述多层体的至少一个第一区域(31至39)中,由第一凹凸结构(61)形成所述表面凹凸,其在由分配的方位角确定的至少一个方向上具有一系列的凸起(612)和凹陷(614),其中的所述凸起以间隔周期 $P$ 互相连续, $P$ 小于可见光的波长,其中所述凹陷(614)的最低点(615)确定底表面(616)并且所述第一凹凸结构(61)具有凹凸深度 $t$ ,所述凹凸深度 $t$ 由所述凹凸结构的凸起(612)的最高点(613)到所述底表面(616)在垂直于所述底表面的方向上的间隔确定,选择所述第一凹凸结构(61)的凹凸深度 $t$ 和/或轮廓形状,使得至少以第一入射角入射在第一区域(31至39)上并且由第一区域中的金属层(21)直接反射或者直接透射通过金属层的光(52,53)的颜色外观发生变化,其中所述第一凹凸结构(61)具有相对于底表面(616)处的镜面反射不对称的轮廓形状。

43. 如权利要求42所述的方法,其特征在于,所述多层体以转移膜的形式形成,并且通过压印(9)形成图案的方式将具有相应图案的已形成的多层体的部分区域压印在基材(10)上。

44. 如权利要求43所述的方法,其特征在于,所述多层体压印所在基材的表面具有表面结构,并且对压印压力进行选择,使得第一凹凸结构的底表面在压印期间按照粗糙结构或亚光结构变形。

45. 如权利要求42-44中任一项所述的方法,其特征在于,在所述多层体上压制具有在压印表面中形成的粗糙结构的素压印模头,并且对压印压力进行选择,使得第一凹凸结构的底表面按照所述素压印模头的粗糙结构变形。

## 多层体和用于生产防伪元件的方法

[0001] 本发明涉及多层体,具体是用于防伪文件的防伪元件以及生产防伪元件的方法。

[0002] 已知将具有全息图或计算机生成的衍射光栅的防伪元件应用于钞票。这类防伪元件通常通过入射光在第一或更高衍射级的靶向衍射产生光学上变化的效果并且因此通常在直接反射中仅显示镜面的印象。

[0003] 此外,已知通过使用干涉滤光片在直接反射中产生颜色效果,该干涉滤光片可以例如干涉层颜料的形式加入印刷油墨中。这些干涉滤光片是基于由导电层和/或非导电(介电)层制成的多层系统,例如金属/非导体/金属或非导体/非导体/非导体,其中非导电层具有不同的折射率。

[0004] 此外,在WO 03/059643 A1中描述了具体防伪元件的结构,其具有由透明介电材料制成的集成光波导。光波导嵌埋在塑料层之间,在该塑料层中形成零级衍射光栅。在此,还通过将入射光耦合到光波导中并耦合到光波导外在直接反射中产生颜色效果。

[0005] 本发明的目的是详细说明多层体和用于产生防伪元件的方法,其特征在于针对伪造的高水平保护。

[0006] 通过具有金属层的多层体来实现该目的,其中,至少在金属层的第一表面和/或金属层的第二表面中的区域中形成光学活性的表面凹凸(relief),该金属层的第一表面朝向多层体的上侧或形成多层体的上侧,该金属层的第二表面朝向多层体的下侧或形成多层体的下侧,其中,在该多层体的至少一个第一区域中,由第一凹凸结构形成表面凹凸,处于由分配的方位角确定的至少一个方向上的该第一凹凸结构具有一系列的凸起和凹陷,其中的凸起以间隔周期 $P$ 互相连续, $P$ 小于可见光的波长,并且其中凹陷的最低点限定了底表面并且第一凹凸结构具有凹凸深度 $t$ ,其是由从底表面开始的第一凹凸结构的凸起的最高点在与底表面垂直的方向上的间隔确定的。进一步通过生产防伪元件的方法来实现该目的,其中,生产包含具有在第一表面或与第一表面相对的第二表面中形成的光学活性表面凹凸的金属层的多层体,其中,在该多层体的至少一个第一区域中,由第一凹凸结构形成表面凹凸,处于由分配的方位角确定的至少一个方向上的该第一凹凸结构具有一系列的凸起和凹陷,其中的凸起以间隔周期 $P$ 互相连续, $P$ 小于可见光的波长,并且其中凹陷的最低点限定了底表面并且第一凹凸结构具有凹凸深度 $t$ ,其是由从底表面开始的该凹凸结构的凸起的最高点在与底表面垂直的方向上的间隔确定的。在此对第一凹凸结构的轮廓形状和/或凹凸深度 $t$ 进行具体选择,以改变至少以第一入射角入射在第一区域上并且由金属层直接反射或者通过金属层直接透射的光的颜色外观,具体是通过金属层与入射光的等离子共振来改变。

[0007] 半导体、金属和绝缘体中的电荷载流密度的量子振动被称为等离子振子;量子在机械上作为准粒子处理。术语“等离子振子”是量子的等离子振动的常用缩写。光子之于电磁波,就如同等离子振子之于金属费米气体中的振动。颗粒等离子振子、表面等离子振子和体相等离子振子之间有所区别。前两者属于等离子振子偶振子(plasmon polariton),在此是电子密度振动与金属外电磁场的偶联。严格地说,表面和颗粒等离子振子因此应该被认为是辅助偶振子。本文所述的防伪元件中的等离子共振被分类为等离子振子偶振子。经典上,可将等离子振子视

作相对于正离子振动的电子。为了更好地说明,在向右取向的场中想象立方体金属块。现在游离的电子移向左侧,直至内部的场被平衡。在右侧边缘暴露出正离子。如果现在关掉外部的场,电子移回右侧,因为它们互相排斥并且被正离子吸引。由此,该电子现在以等离子频率来回振动直至摩擦或其他种类的阻尼将能量用尽。等离振子是这种天然振动的量子化。

[0008] 本发明提供了提供具有光学外观的防伪元件的优势,这种外观将其与之前已知的有银色光泽和/或彩虹色的全息图效果相分开,并且提供进一步增加针对防伪文件伪造的保护水平的新型颜色效果。此外,这些效果也不能通过通常的全息成像技术的方式来模拟,并且也不能通过点矩阵和KineMax装置的方式来复制,结果由此产生针对伪造的保护水平显著增加。此外,可以比已知的干涉滤光片(例如,Fabry-Pérot滤光片)成本更低地生产该多层体,这些滤光片通常由三层或更多层构成,有时有非常低的厚度公差。

[0009] 多层体的光学外观的特征具体在于在直接反射和/或透射中(由此在“正常”的观察条件下)可见限定(主要是单色)的颜色印象(例如,红色)。该颜色印象在较宽的倾斜角范围内是稳定的(通常至少 $10^\circ$ 至 $20^\circ$ )。在严重倾斜的情况下(例如, $30^\circ$ ),这种颜色印象变为第二种限定并稳定的颜色印象(例如,绿色),与所谓的Fabry-Pérot薄膜滤光片相似。通过这种针对轻微倾斜的稳定性,其与所谓的彩虹色效果或第一或更高级衍射光栅是明显不同的,当仅倾斜 $10^\circ$ 时,它们通常通过彩虹的整个调色盘。此外,衍射光栅的彩虹色效果并不在直接反射中而在其他角度下出现,可使用衍射公式来计算该角度。

[0010] 根据本发明的一个优选的实施方式,第一凹凸结构具有相对于底表面处的镜面反射为不对称的轮廓形状。已经令人惊讶地发现,在长期研究之后,对人类观察者而言,这类轮廓形状产生比对称的轮廓形状(例如,对称的正弦或矩形轮廓形状)可见度高得多且清晰得多的颜色印象。这个意义上对称的轮廓形状的特征是底表面的镜面对称。这些轮廓形状在镜面反射期间保持相同,凹凸结构仅仅偏移了半个周期 $P$ 。如果在金属层的两个表面中形成第一凹凸结构并且将该金属层包埋在具有相同折射率的材料的两侧,则在从两侧观察的情况中光学效果(在相同的角度并且在相同的照射条件下)与镜面对称轮廓形状情况中的光学效果相同。这个意义上的不对称轮廓形状在由底表面延伸的平面中没有这种镜面对称。当从两侧观察时,这些轮廓形状是不同的。例如,具有这种不对称轮廓形状的第一凹凸结构可由在从一侧观察时具有窄峰和宽谷的排列组成并且可由在从另一侧观察时具有宽峰和深且窄的谷组成。因此,研究还令人惊讶地显示在这种形成轮廓形状的情况中,相对于等离振子共振,凹陷像金属层中的亚波长孔那样发挥作用并且促进等离振子的产生。

[0011] 不对称轮廓形状使得激发电场更强烈地定域化(例如,在凹凸结构的窄峰处),这可导致更显著的共振,例如,吸收。而且在不对称轮廓形状的情况中,两侧的等离振子的激发是不同的。

[0012] 此外,优选对第一凹凸结构的轮廓形状进行选择,使得该第一凹凸结构(具有周期 $P$ 和凹凸深度 $t$ )的凸起和凹陷的宽度在相对于距底表面的 $t/2$ 处(即,“半峰全宽”或FWHM)为至少 $0.6x P$ ,优选至少 $0.7x P$ ,或至多 $0.4x P$ ,尤其是至多 $0.3x P$ (“ $x$ ”表示数学运算“倍数”)。因此,在与底表面平行的距离底表面半个凹凸深度 $t$ 的距离处确定凸起的宽度或凹陷的宽度,即在相对于 $t/2$ 的距离处确定第一凹凸结构的相邻边缘之间的距离,然后对此进行选择以满足上述条件。已经显示,如果第一凹凸结构的轮廓形状的这些条件符合特别强且美观,即明确限定,则对于人类观察者而言可实现颜色印象。

[0013] 根据本发明的一个优选的实施方式,在相对于距底表面 $t/2$ 处的第一凹凸结构的边缘陡度为 $60^\circ$ 至 $90^\circ$ ,优选 $70^\circ$ 至 $85^\circ$ 。

[0014] 在此第一凹凸结构的边缘陡度表示底表面与 $t/2$ 距离处的凹凸结构的边缘围成的角度,及底表面与距底表面 $t/2$ 距离处的边缘的相邻切线围成的角度。在此,在与底表面垂直的方向上确定距底表面的距离。

[0015] 研究已经显示,还可通过顺应这些条件来改善由第一凹凸结构产生的颜色印象的强度,尤其是在直接反射或直接透射中。

[0016] 优选对距底表面 $1/4x t$ 至 $3/4x t$ 的各距离的第一凹凸结构的边缘陡度进行选择,使其为 $40^\circ$ 至 $90^\circ$ ,优选 $50^\circ$ 至 $85^\circ$ 。还可由此改善由第一凹凸结构产生的颜色印象的强度。

[0017] 此外,优选选择距底表面 $0$ 至 $1/4x t$ 和/或 $3/4x t$ 至 $t$ 的各距离的第一凹凸结构的边缘陡度为 $0^\circ$ 至 $50^\circ$ ,优选 $0^\circ$ 至 $40^\circ$ 。还可由此改善由第一凹凸结构产生的颜色印象的强度。

[0018] 根据本发明的一个优选实施方式,对相对于距底表面 $t/2$ 处的第一凹凸结构边缘区域中金属层的层厚度 $d$ 进行选择,使得与凸起的最高点和/或凹陷的最低点区域中金属层的厚度相比,其减少至少 $30\%$ ,优选至少 $50\%$ ,更优选 $50\%$ 至 $100\%$ 。已经显示也可由这些测量值来进一步强化第一区域中产生的颜色印象,并因此改善了多层体的光学外观。

[0019] 根据本发明的一个优选的实施方式,第一凹凸结构的凹凸深度 $t$ 为 $80\text{nm}$ 至 $500\text{nm}$ ,尤其是 $100\text{nm}$ 至 $400\text{nm}$ 且优选 $120\text{nm}$ 至 $300\text{nm}$ 。已经具体显示,如果选择凹凸深度 $t$ 在 $150\text{nm}$ 至 $300\text{nm}$ 的范围内,则可改善第一区域中产生的颜色印象的强度。

[0020] 优选选择第一凹凸结构的周期 $P$ 小于可见光的波长(= $400\text{nm}$ 至 $700\text{nm}$ 的光谱范围),优选选为 $200\text{nm}$ 至 $500\text{nm}$ ,尤其是 $220\text{nm}$ 至 $400\text{nm}$ ,更优选 $220\text{nm}$ 至 $350\text{nm}$ 。已经显示通过调节第一凹凸结构的周期 $P$ 改变了直接反射/透射中在第一区域中对于人类观察者的颜色显示,并且因此可通过改变在上述具体区域中凹凸结构的周期 $P$ 来改变不同入射角和出射角下直接反射或透射中颜色印象或颜色效果外观的色调。

[0021] 第一凹凸结构可形成线性光栅,其具有一个方向上的一系列凸起和凹陷。该线性光栅可由直线或曲线,尤其是蛇形线(对于所谓的“蛇形光栅”)构成。然而,第一凹凸结构也可能形成交叉光栅或六角光栅或环形光栅,其具有两个方向上的一系列凸起和凹陷。在交叉光栅的情况中,优选选择两个方向上的一系列凸起和凹陷的周期 $P$ 在上述的范围内。在此,在交叉光栅的情况中,该周期可以在两个方向上相同。然而,该周期也可以不同。这也类似地适用于六角光栅和环形光栅。研究还显示,优选第一凹凸结构形成为交叉光栅或六角光栅,因为这些光栅中出现更强的颜色印象。

[0022] 在第一区域中,如果将多层体设计成在反射光中进行观察,则优选以 $10\text{nm}$ 至 $100\text{nm}$ ,优选 $15\text{nm}$ 至 $80\text{nm}$ 并且更优选 $20\text{nm}$ 至 $50\text{nm}$ 的层厚度 $d$ 形成金属层。

[0023] 所述的效果可能已经仅由一个金属层实现,因为核心效果并不基于薄膜干涉。

[0024] 在至少一个第一区域中,多层体优选仅有一个金属层,即在形成第一凹凸结构的第一和/或第二表面中的金属层。

[0025] 在第一区域中,除了金属层以及与具有形成的该金属层第一凹凸结构的一个或多个表面毗邻的一个或多个层以外,多层体优选没有另外的其中形成第一凹凸结构的层。由具有第一凹凸结构的金属层产生的效果可由此防止与干涉效应发生叠加,并防止光亮受损。



[0026] 此外,还可以通过与另外的薄层组合来实现基于另一种功能原理的其他效果,尤其是干涉效果。因此,任选地,可将另一种HRI层,或者HRI和LRI 层的层顺序,例如LRI然后HRI层,用于金属层(HRI=高折射率;LRI=低折射率)。HRI层优选由ZnS或TiO<sub>2</sub>形成。HRI层的层厚度优选为20nm至500nm并且更优选在50nm至200nm的范围内。LRI层可以是例如SiO<sub>2</sub>或MgF<sub>2</sub>的聚合物。LRI层的厚度优选为20nm至1000nm并且更优选在50nm至500nm的范围内。

[0027] 等离子共振还取决于金属层周围的材料折射率。因此,例如,具有高折射率的HRI层改变了共振并由此改变颜色印象。

[0028] 此外,在金属层的层厚度的相应设计中,已经显示本发明的多层体不仅在反射光中产生颜色效果,也在透射光中产生颜色效果。在此已经显示,优选选择用于此的金属层的光学深度(OD)为0.5至2.5,优选0.7至2.3,更优选1.0至2.0。本文中的光学深度(OD)单位是基于金属层相对于无结构并因此光滑的表面的透射率,并且与透射率T具有以下的关系:

$$[0029] \quad T=10^{-(OD)}$$

[0030] 因此,在透射率T和光学深度OD之间存在算法关系。1.0的光学深度对应于10%的透射率,并且2.0的光学深度对应于1%的透射率。因此,0.5至2.5的光学深度对应于6nm至34nm厚度的铝层,0.7至2.3的光学深度对应于8nm至31nm厚度的铝层,并且1.0至2.0的光学深度对应于13nm至27nm厚度的铝层。

[0031] 已经令人惊讶地显示在金属层中形成第一凹凸结构的区域中,透射光谱以及由此在透射中看到的颜色发生变化,并且此处特定波长的光的透射比镜面情况高。在第一凹凸结构的区域中透射增加的原因可能在于由入射光激发等离子体。在金属层的上层“边界表面”处的等离子体激发在下层“边界表面”处的等离子体,并且通过这种耦合,增加了该波长范围的透射光的强度。在本文中金属层的毗邻处,形成具有超高场强度的电场,这使得等离子体可能“引导”光通过金属层。

[0032] 因此,可能通过本发明的层状体的方式提供金属化的防伪特征,其用上述的相应设计,上侧在反射光观察下显示第一光学可变效果,当从下侧(具有上述的相应凹凸形状设计)观察时,类似地在透射光观察中显示不同的第二光学 效果(取决于金属的调节的光学密度OD)。另外,在透射光观察中,巨大的优势也导致(与使用第一或更高级透射衍射结构时不同)还能在直接透射中看到相应的光学效果,即还能在垂直角观察中看到,并且因此提供了防伪特征,其对于仅使用现有的技术模拟而言存在巨大困难。

[0033] 优选对多层体进行设计,使得形成的可能在金属层上面提供的该多层体的一层或多层和/或可能在金属层下面提供的该多层体的一层或多层是透明或半透明的,在第一区域的至少部分区域中具体具有超过15%,尤其是超过50%,更优选超过90%的透射率。从而确保从上侧的反射光观察中,从下侧的反射光观察中和/或在透射光观察中,由金属层和第一凹凸结构产生的光学效果是可见的。该部分区域从而也可能形成图案并且该部分区域周围的第一区域的部分区域也可能有至少一个形成的不透明层,结果由金属层和第一凹凸结构产生的光学效果仅在由第一部分区域的形状确定的区域中可见。在此,多层体中、金属层上面和/或金属层下面也可能提供掩模层,掩模层具有对应于第一部分区域的凹陷(recess)并且在金属层上面提供的掩模层和在金属层下面提供的掩模层的凹陷可以有不同的形状,结果在从上侧和下侧的反射光观察中,可看到不同的信息。

[0034] 此外,优选金属层的第一表面被有第一介电层并且金属层的下侧被有第二介

电层,其中第一介电层和第二介电层的折射率相差至少0.1,更优选相差至少0.2。从而可实现上侧的反射光观察和/或透射光观察中的第一区域的光学外观不同于下侧的反射光观察和/或透射光观察中的相应外观。

[0035] 此外,优选金属层的第一表面和/或金属层的第二表面在一定区域中覆盖有具有不同折射率的透明介电层,并且由于这种介电层的不同折射率,第一区域的不同部分区域中多层体的光学外观因此是不同的。

[0036] 优选对第一凹凸结构的轮廓形状和/或凹凸深度 $t$ 进行选择,使得对于在第一区域中第一入射角的入射光在直接反射中,金属层在至少50nm宽度的人眼可见的第一光谱范围内有低于15%,优选低于10%的反射率,并且在10nm到至多200nm,尤其是20nm至150nm宽度的人眼可见的第二光谱范围内,具有相对于第一光谱范围内的反射率平均值至少2倍高,此外至少2.5倍,优选至少3倍并且尤其是至少4倍高的直接反射率。

[0037] 这导致由人类观察者确定的颜色印象或有颜色的外观并且是相对稳定的。对于透射中确定并相对稳定的颜色印象,透射率值可比反射中的低得多,并且可能甚至在几个百分点的范围内。在此重要的是,在10nm到至多200nm,尤其是20nm至150nm宽度的人眼可见的第二光谱范围中,存在相对于具有至少50nm宽度的第一光谱范围中的透射率平均值至少2倍高,优选至少2.5倍,优选至少3倍并且更优选至少4倍高的直接透射率。第一光谱范围的宽度更优选为至少100nm。

[0038] 优选对第一凹凸结构的轮廓形状和/或凹凸深度进行进一步选择,使得在与第一入射角不同的第二入射角下,在第一部分区域中直接反射或直接透射通过金属层的光的有色外观经过不同的改变,并且具体而言,在反射光观察或透射光观察中人类观察者在这些入射角下看到不同的相对稳定的颜色(例如,在几乎垂直观察下是红色的,并且在例如30°倾斜下是绿色的)。这对应于在倾斜期间确定的颜色变化。第一入射角优选与第二入射角相差10°至45°的值。

[0039] 为了简单地识别颜色变化,优选第一区域的横向伸展为至少10mm<sup>2</sup>,更优选至少20mm<sup>2</sup>,并且从而人肉眼能清楚地识别为表面区域。

[0040] 根据本发明的一个优选实施方式,在第一区域或至少第一区域之一中,多层体具有至少一种染料和/或荧光物质,其设置在距离金属层的第一表面和/或第二表面不到2 $\mu\text{m}$ ,具体不到1 $\mu\text{m}$ ,优选不到500nm,更优选不到300nm处。已经令人惊讶地显示这种靠近具备第一凹凸结构的金属层的表面设置的染料和/或荧光物质与这些物质的通常情况(例如,在接近镜面或“正常”衍射结构的设置中)相比具有大幅强化的吸收或荧光。这种效果可能是由于由第一凹凸结构导致的等离振子激发产生增加的场强度。这种增加的场强度存在于附近的场中,即高达大约激发光的一个波长的距离上。这种增加的场强度造成染料或荧光物质的吸收或荧光增加。

[0041] 例如,在所谓的表面增强拉曼散射法(SERS)的分析中使用类似的效果。如果分子位于靠近金属表面处(在全部的银和金上),可极大地增强拉曼信号。这种电磁强化是基于金属中的表面等离振子激发,其可在表面上或颗粒中的峰处局部产生非常高的场。这种场与入射光一起激发分子并且由此产生增强的拉曼散射。这种效果在表面外迅速降低,但是分子不必结合于表面。

[0042] 这背后的增强机制被称为表面等离振子偶振子(或SPP)增强吸收和表面等离振子

耦合发射 (SPCE)。

[0043] 如下所述,这种发现的染料层和/或荧光物质层的效果可以多种方式使用以提供显著的防伪特征,该特征难以模仿。

[0044] 第一和/或第二层在此优选以一定区域施用于第一金属层的第一或第二表面或施用于第一区域的整个表面,并且因此以一定区域覆盖第一表面或第二表面或覆盖第一区域中的整个表面。因此,第一和/或第二层以一定区域直接毗邻金属层的表面或表面区域,其中在金属层中形成第一凹凸结构。因此第一凹凸结构优选在一定区域中被第一或第二层覆盖,或完全被第一或第二层覆盖。此外,还优选第一或第二层仅在第一区域中施用于金属层,并且因此仅提供金属层与第一凹凸结构毗邻之处,并且因此产生上述的效果。

[0045] 该多层体优选具有与金属层的第一表面毗邻的至少一个第一层和/或与金属层的第二表面毗邻的至少一个第二层,其中第二层具有至少一种染料和/或至少一种荧光物质。本文中,术语“荧光物质”具体包括荧光或磷光物质。

[0046] 至少一个第一层和/或至少一个第二层的层厚度优选为20nm至2 $\mu$ m,尤其是50nm至1 $\mu$ m,尤其是100nm至500nm。通过相应地选择第一层和/或第二层的层厚度,可确保先前所述的效果在至少一个第一层和/或第二层覆盖第一区域的区域中占主导,其导致在至少一个第一层和/或至少一个第二层覆盖第一区域的区域中以及在至少一个第一层和/或第二层不覆盖第一区域的区域中产生明显不同的光学印象。

[0047] 在距离金属层的第一或第二表面不到1 $\mu$ m,优选不到500nm,更优选不到300nm的第一和/或第二层的区域中染料或荧光物质的浓度优选高于在第一或第二层的其余区域中的浓度。从而可进一步强化上述的作用。

[0048] 例如,可通过印刷方法直接将至少一个第一层和/或第二层施用于金属层,并且至少一个第一层和/或第二层具体可由其中已经加入至少一种染料或荧光物质的清漆层或保护性清漆层组成。此外,还可以通过复制清漆层或施用于复制清漆层的层形成至少一个第一层和/或第二层并且通过例如真空气相沉积将金属层沉积到该复制清漆层或施用于复制清漆层的层上。

[0049] 至少一种染料和/或荧光物质优选是可溶性染料或荧光物质。或者,也考虑纳米颗粒,如量子点(QD),或混合材料,如染料加载的沸石晶体(如EP1873202A1中所述)。优选使用来自以下物质组的染料作为染料:金属络合物染料,尤其是含Cr<sup>3+</sup>或Co<sup>2+</sup>作为中心原子。示例是来自巴斯夫(BASF)的Neozapon染料和来自巴斯夫(BASF)的Orasol染料(前汽巴公司)。优选使用来自以下物质组的荧光物质:香豆素、若丹明和花青。

[0050] 至少一个第一层和/或至少一个第二层在人眼可见的波长范围内优选具有至少70%,优选至少90%的透射性。具体地,如果在整个表面上施用染料,优选带颜色层的透射率仅受到染料的最小影响,结果在第一区域外没有可识别的色彩。

[0051] 根据本发明的一个优选实施方式,对在至少一个第一层和/或至少一个第二层中的至少一种染料和/或荧光物质的浓度进行选择,使得在由镜面、衍射结构、宏观结构或亚光结构形成表面凹凸的第二区域中其光学作用在超过30cm的观察距离处并且在具有至少100lux,优选至少500lux并同时低于10000lux的照度的白光(D65)照射下对于人类观察者是不可见的,但是由于前述的吸收强化或荧光,在第一区域中发生光学上可识别的作用。

[0052] 或者,仅在已经复制第一区域的结构之处尤其以更高的浓度施用染料,或者第一

区域的这些结构在存在染料之处复制(具有通常的记录容差(register tolerance))。从而能对颜色效果产生更强的影响而不需要同时对入眼可识别的第一区域外的区域进行染色。

[0053] 除了在第一区域中部分施用染料以外,还可以在第一时间内外以不同的浓度施用染料或者在第一区域内外施用两种不同的染料。

[0054] 至少一种染料或荧光物质占第一和/或第二层的干重的重量百分比优选为0.1%至20%,尤其是0.5%至10%。

[0055] 染料或荧光物质占第一和/或第二层的干重的重量比例优选为 $1\text{mg}/\text{m}^2$ 至 $200\text{mg}/\text{m}^2$ ,进一步为 $2\text{mg}/\text{m}^2$ 至 $50\text{mg}/\text{m}^2$ 并且优选为 $3\text{mg}/\text{m}^2$ 至 $30\text{mg}/\text{m}^2$ 并且特别优选为 $3\text{mg}/\text{m}^2$ 至 $15\text{mg}/\text{m}^2$ 。已经证明这对于实现上述的具体效果是有优势的。

[0056] 优选对至少一个第一层和/或至少一个第二层的至少一种染料或荧光物质的颜色进行选择,使其颜色,或其激发时的颜色,对应于在直接反射或透射中的特定入射角的入射光由第一凹凸结构产生的颜色,或与该颜色不同。根据颜色,在直接反射和直接透射中可由相应的颜色混合物在不同的观察角度下产生不同的颜色效果,由此至少非常难以仅通过其他技术模仿并且因此增加了针对伪造的保护水平。

[0057] 优选提供两个或更多个第一层和/或第二层,对其染料或荧光物质进行选择,使得这些层的染料的颜色或这些层的荧光物质在激发时的颜色彼此不同。因此,例如,可能在第一区中向金属层的第一表面上施用含第一染料的第一层,该第一区与第一区域部分重叠,可能在第二区中向金属层的第一表面上施用含第二染料的第一层,该第二区在一定区域中与第一区域重叠,并且可能在第三区中向金属层的第二表面上施用含第三染料的第二层,该第三区在至少一定区域中与第一区域重叠,并且在一定区域中与第一和第二区重叠,其中第一、第二和第三染料的颜色不同。其一,通过对第一层和第二层的层厚度进行相应选择,从而产生了上述的效果,第一、第二和第三染料的作用在这些层与第一区域重叠的区域中比在区域外强得多。另外,相应颜色混合效果和由金属层的第一凹凸结构产生的光学效果导致,在前侧和后侧的反射光观察以及在透射光观察的情况中,在各情况中也带来了相应的不同的光学效果。

[0058] 此外,一个或多个第一层或一个或多个第二层还可以在区域中重叠。还可通过以下来实现有趣的光学效果:如上所述,染料的滤光片作用和荧光物质的荧光取决于这些物质距金属层的第一或第二表面的距离,因此根据这些层互相堆叠的顺序,其导致发生不同的颜色作用,这与在颜色层上堆叠另一个颜色层的通常颜色混合相反,这种情况下其顺序对所得的混合颜色没有影响。

[0059] 根据本发明的一个优选实施方式,由在一个或多个第二区域和/或其他区域中的第二和/或其他凹凸结构形成表面凹凸。第二和/或其他凹凸结构是优选由衍射凹凸结构、全息凹凸结构、亚光凹凸结构、镜面、折射、几乎非彩色的宏观结构(即,具有超过 $5\mu\text{m}$ 周期的结构)、透镜、微透镜网格或这类凹凸结构的组合形成的凹凸结构。

[0060] 衍射凹凸结构表示具体的凹凸结构,其具有200至2000线条(lines)/mm的空间频率并且具体通过以第一或更高衍射级的入射光的衍射来产生光学可变的的效果。其示例是线性或交叉光栅。此外,也可由计算机生成的全息图,例如由开诺全息照片形成衍射凹凸结构。

[0061] 各向同性或各向异性的亚光结构可用作亚光结构。亚光结构表示具有光散射性质

的结构,其优选具有随机的亚光表面轮廓。亚光结构优选具有100nm至5000nm,更优选200至2000nm的凹凸深度(峰-谷=P-V)。亚光结构优选具有50nm至2000nm,更优选100nm至1000nm的表面粗糙度(R<sub>a</sub>)。亚光效果可以是各向同性的,即在所有方位角上相同,或者各向异性的,即在不同的方位角上变化。宏观结构表示空间频率小于100线条(lines)/mm并且主要通过折射产生光学效果的结构。该效果因此几乎是非彩色的。透镜可以模塑成折射作用的透镜,或者也可以是衍射透镜。优选通过微透镜(例如柱面透镜或球面透镜)的一维或二维排列来形成微透镜的网格。微透镜网格的网格宽度优选为300 $\mu$ m至50 $\mu$ m。

[0062] 优选由至少在一个结构参数上不同并由此产生不同的光学效果的凹凸结构形成第二和其他凹凸结构。

[0063] 在各种情况中,优选通过多个部分区域形成至少一个第一区域或一个第一区域以及至少一个第二区域。在此,这些部分区域优选的至少一个横向尺寸小于300 $\mu$ m。

[0064] 第一区域的部分区域和第二区域的部分区域还优选在网格中互相排列(交叉)。这种交叉优选以低于人眼分辨限的部分区域的尺寸发生,即,具体小于300 $\mu$ m。

[0065] 因此,例如,第一区域的部分区域和第二区域的部分区域可能在一个方向上或在两个方向上交替互相堆叠。从而对人类观察者而言可能实现由第一区域中的第一凹凸结构产生的光学效果与由第二区域中的第二凹凸结构产生的光学效果叠加的效果。因此,例如,对于在多层体的一个和相同位置的人类观察者,在第一视角下由第一凹凸结构产生的光学效果是可见的并且在第二观察角度下由第二凹凸结构产生的光学效果是可见的。优选地,至少在第一区域和第二区域的部分区域交叉的区域中,选择第一区域的部分区域的总表面积与第二区域的部分区域的总表面积的面积比为超过5:1,优选超过10:1。这种高比例的第一区域有助于确保可见性非常高的颜色效果。

[0066] 此外,优选由多个互相分离的部分区域形成至少一个第二区域并且第一区域作为背景区域包围这些部分区域。因此,例如,可以伪随机地排列第二区域的部分区域或选择其表面取向,例如其纵轴的取向是伪随机的,并且包围这些部分区域,由此伪随机地排列和/或取向,以第一区域作为背景区域。在此,例如,可由镜面或非彩色的结构形成第一凹凸结构,由此实现具有闪烁效果或微光效果的第一区域的光学外观的叠加。在此,第二区域的部分区域的横向表面尺寸优选为50 $\mu$ m至300 $\mu$ m。

[0067] 根据本发明的另一个实施方式,第一区域或至少第一区域之一具有图案化的形状并且因此形成例如字母、数字、符号或基本图案的形式。这种第一区域可以被第二区域的轮廓框定,该第二区域具有第二结构,例如亚光结构。这也使第一区域的轮廓突出。

[0068] 在此,还优选对第一区域或至少第一区域之一的形状进行选择,使得该形状含有仅在使用辅助工具下变得可见的信息。因此,例如,可能以纳米文字的形式形成第一区域或至少第一区域之一,人类观察者仅能在放大装置的辅助下看到该纳米文字。此外,可能以莫尔波纹的形式形成第一区域或至少第一区域之一,莫尔波纹中编码的隐藏信息通过微透镜网格或相应的模塑掩模层,例如线性网格变得可见,网格或层同样可以是多层体的部分。

[0069] 根据本发明的一个优选实施方式,第一区域或至少第一区域之一具有一个或多个第一域和一个或多个第二域,其中第一凹凸结构的一个或多个参数不同。第一域(zone)中的第一凹凸结构优选与第二域中的第一凹凸结构在以下的一个或多个参数上不同:周期P、方位角、凹凸深度t、底表面积和轮廓形状。因此,例如,一个或多个第一域中的第一凹凸结

构与一个或多个第二域中的第一凹凸结构在方位角取向上不同,以例如编码仅可通过偏振器识别的信息,或者还在周期、凹凸深度或底表面相对于底平面的倾斜上不同,以例如产生动作效果或3D效果。

[0070] 此外,第一区域或至少第一区域之一还可以包含另一个或多个第三或其他域,其与第一域和第二域的区别在于,选择在这些域中的第一凹凸结构的一个或多个上述参数从而不同于第一域和第二域中的那些参数。

[0071] 相邻的第一和第二和/或第一、第二、第三和其他域优选互相隔开不到 $10\mu\text{m}$ ,优选不到 $1000\text{nm}$ 。

[0072] 优选对第一凹凸结构的参数进行选择以与第一域中相同,与第二域中相同,与第三域中相同和/或与其他域中相同。

[0073] 根据一个优选的实施方式,各种情况中的第一和第二域的横向尺寸超过 $300\mu\text{m}$ ,具体地,各种情况中的宽度和长度超过 $500\mu\text{m}$ 并且更优选超过 $2\text{mm}$ 。更优选将一个或多个第一和第二域形成一个基本图案,其中,第一域形成基本图案的前景区域而第二域形成基本图案的背景区域。此外,还可以将一个或多个第一域形成第一基本图案并且将一个或多个第二域形成第二基本图案。

[0074] 根据一个优选的实施方式,第一、第二和/或第三域的至少一个横向尺寸低于 $300\mu\text{m}$ ,尤其是低于 $150\mu\text{m}$ ,优选低于 $80\mu\text{m}$ 。此外,至少在一定区域中,第一、第二和/或第三域是交叉排列的。因此,例如,可以在一个或两个方向上交替互相排列第一、第二和第三域。

[0075] 第一、第二和第三域的这种形成和排列可能例如产生动作效果、变形效果(变态效果)、由额外的颜色混合产生的多颜色表现或带颜色表现。因此,例如,可以排列交叉的第一域来表现第一基本图案,排列交叉的第二域来表现第二基本图案以及排列交叉的任意的第三域来表现第三基本图案,其中各种情况中的第一、第二和第三基本图案在分配的视角下对观察者是可见的。此外,例如,对第一、第二和第三域中的第一凹凸结构的参数进行选择,使得在特定观察角度下,在第一、第二和第三域中产生不同的颜色,例如红色、绿色和蓝色。通过对在分配到成像点的区域中的第一、第二和第三域的排列进行相应选择,然后可通过额外的颜色混合来产生在该视角下产生的成像点的颜色。

[0076] 根据本发明的一个优选实施方式,在第一区域或至少第一区域之一中,由粗结构或亚光结构形成第一凹凸结构的底表面。因此,底表面并不以平坦表面的形式形成,而是按照粗结构或亚光结构形成。在此,粗结构表示其周期大于第一凹凸结构的周期 $P$ 至少5倍,10倍,并且具体为 $1\mu\text{m}$ 至 $10\mu\text{m}$ 的结构。粗结构的凹凸深度优选为 $50\text{nm}$ 至 $5000\text{nm}$ ,优选 $100\text{nm}$ 至 $2000\text{nm}$ 。因此,粗结构可具有在一定区域中不同倾斜的表面,结果由第一凹凸结构在直接反射/透射中产生的效果相应地在其角度范围内偏移并且因此在不同的观察角度下在第一区域的不同部分区域中可见,或者如果使用亚光结构进行相应的随机排列,在更宽的观察角度范围中可见。

[0077] 根据本发明的一个优选实施方式,在第一区域或至少第一区域之一中,第一凹凸结构的周期 $P$ 在区域之间变化。在此,第一凹凸结构的周期 $P$ 的变化优选达到10%,更优选达到5%。第一凹凸结构的周期 $P$ 优选在第一区域的一个或多个边缘区域中增加/减少或者根据距离第一区域的区域中心的距离增加或减少。已经显示,可由此产生有趣的光学可变效果并且可产生例如“滚动条”效果。或者,或除此以外,第一凹凸结构的方位角还可在区域中

(轻微)变化。

[0078] “滚动条”效果通常表示与反射圆柱透镜相似的光学效果。在该过程中,在观察者方向上反射光的圆柱透镜的区域比在其他方向上反射光的区域看上去更亮。因此,这种功能产生了一种“光带”,当多层体在视角的方向上倾斜时,这种“光带”看上去是移动通过圆柱透镜。在本文件中所要求权利的结构中,稍有差异的“滚动条”效果导致,“颜色带”现在代替“光带”移动通过圆柱透镜。例如,当多层体在视角的方向上倾斜时,圆柱透镜(具有微黄色或微绿色的圆柱透镜外区域)的微红色核可移动。

[0079] 根据本发明的另一个优选实施方式,第一区域或至少第一区域之一具有多个部分区域。部分区域各自的最小尺寸超过 $3\mu\text{m}$ 且最大尺寸不到 $300\mu\text{m}$ 。一个或多个选自下组的参数对于相应的部分区域在第一区域的各种情况中预定的变化范围内伪随机地变化:部分区域的形状、部分区域的面积大小、部分区域的区域中心位置、第一凹凸结构的底表面相对于底平面的倾斜角、第一凹凸结构的底表面绕垂直于底平面的轴的旋转角、第一凹凸结构的方位角、凹凸结构的周期P。

[0080] 对于上述的参数,优选选择以下的变化范围:

[0081] 1) 部分区域的形状:矩形、正方形、圆形、椭圆形、六边形、八边形、菱形。

[0082] 2) 部分区域的面积大小: $5\mu\text{m}^2$ 至 $6000\mu\text{m}^2$ ,优选 $5\mu\text{m}^2$ 至 $300\mu\text{m}^2$ 。如果部分区域的面积大小是伪随机变化的,则变化范围优选是部分区域的平均面积大小的10%至50%。

[0083] 3) 部分区域的区域中心位置:在本文中,已经证明选择 $+D/2$ 至 $-D/2$ 的随机偏移的变化范围是特别有价值的,其中D是在x轴或y轴方向上部分区域的尺寸,并且将网格在x轴和/或y轴方向上的网格宽度固定在部分区域在x轴或y轴方向上的尺寸D的 $3/2$ 倍。

[0084] 4) 第一凹凸结构的底表面相对于底平面的倾斜角:优选地,部分区域的倾斜角,尤其是倾斜角 $A_x$ 和/或 $A_y$ 在 $-45^\circ$ 至 $+45^\circ$ ,优选 $-30^\circ$ 至 $+30^\circ$ ,特别优选 $-15^\circ$ 至 $+15^\circ$ 的变化范围内伪随机地变化,以具体实现闪烁效果。本文中,底平面由x轴和y轴延伸并且倾斜角 $A_x$ 表示在旋转中绕x轴的倾斜角而倾斜角 $A_y$ 表示在旋转中绕y轴的倾斜角。

[0085] 5) 第一凹凸结构的底表面绕垂直于底平面的轴的旋转角:优选该部分区域的旋转角在 $-90^\circ$ 至 $+90^\circ$ ,优选 $-45^\circ$ 至 $+45^\circ$ 并且特别优选 $-15^\circ$ 至 $+15^\circ$ 的变化范围内伪随机地变化。

[0086] 6) 第一凹凸结构的方位角:变化范围为 $-90^\circ$ 至 $+90^\circ$ ,优选 $-45^\circ$ 至 $+45^\circ$ 并且特别优选 $-15^\circ$ 至 $+15^\circ$ 。

[0087] 7) 凹凸结构的周期P:周期P变化优选达到平均值上下10%,更优选达到上下5%。

[0088] 此外,第一区域或至少第一区域之一还优选具有多个部分区域,并且根据凹凸结构选择各部分区域中的第一凹凸结构的参数,该凹凸结构根据相应的部分区域伪随机地选自一组预定的凹凸结构。

[0089] 通过该过程,可产生有趣的光学变化效果,例如带颜色移动、闪烁、微光和3D效果。

[0090] 该多层体优选作为转移膜、叠层膜或防伪线形成。除了金属层以外,该多层体优选还具有一个或多个选自下组的其他层:复制层、清漆层、增粘层、粘合剂层、保护性清漆层、载体层和装饰层。因此,该多层体具有例如载体膜,优选透明塑料膜,例如,由PET、PC、PE、BOPP制成,厚度为 $10\mu\text{m}$ 至 $500\mu\text{m}$ ;透明复制层,例如由热塑性或紫外可固化清漆制成;以及粘合剂层,例如,冷粘合剂层、热熔化粘合剂层或紫外可固化粘合剂层。

[0091] 优选地,该多层体还作为防伪文件(尤其是钞票或ID文件)的防伪元件形成,并且

因此形成例如贴片或条的形式。此外,多层体还可以形成防伪文件,例如钞票、卡片(例如,信用卡、ID卡)或ID文件。防伪文件还可以是标签,其包装于商品、票据、证明或印花税票。

[0092] 如果多层体作为转移膜形成,则该多层体的部分区域优选通过压印形成图案的方式压印在基材上。如果多层体具有例如均匀的第一凹凸结构,其产生上述颜色效果之一,例如在旋转中从红色到绿色的颜色变换,则通过用相应的形状(例如钻石形状)压印,就能在目标基材上产生具有这种颜色效果的该形状(例如钻石)的元件。此外,在这种情况下,还可以通过非特异性层叠辊的方式将多层体施用于基材的整个表面上。此外,在本文中,特别优选多层体压印的基材的表面具有表面结构,尤其是具有粗结构或亚光结构,并且对压印压力进行选择,使得第一凹凸结构的底表面在压印期间按照粗结构或亚光结构变形。

[0093] 此外,还可以并优选在一个操作中用素压印模头在形成粗结构的压印表面中加工多层体。在此对压印压力进行选择,使得在素压印模头压制时,第一凹凸结构的底表面按照素压印模头的粗结构变形。该方法还可以通过对第一凹凸结构的底表面的相应变形在后续工作步骤中随后对多层体进行定制,并且从而将如上所述的其他光学效果引入防伪元件或防伪文件中。

[0094] 通过参考附图辅助下的几个实施方式的以下实施例来解释本发明。

[0095] 图1a显示了具有防伪元件的防伪文件的俯视图。

[0096] 图1b显示了图1a的防伪文件的截面图。

[0097] 图2显示了防伪元件切割断面的截面图。

[0098] 图3显示了防伪元件切割断面的截面图。

[0099] 图4a显示了凹凸结构的示意图。

[0100] 图4b显示了图4a的凹凸结构的俯视图。

[0101] 图4c显示了凹凸结构的截面图。

[0102] 图4d显示了凹凸结构的截面图。

[0103] 图4e显示了表示表面中形成了凹凸结构的金属层的反射特性的图。

[0104] 图4f和4g各自显示了凹凸结构的截面图。

[0105] 图5a至5g显示了表示表面中形成了凹凸结构的金属层的反射特性或透射特性的图。

[0106] 图6a显示了防伪元件切割断面的截面图。

[0107] 图6b显示了防伪元件切割断面的截面图。

[0108] 图6c显示了表示图6a的防伪元件的反射性质的图。

[0109] 图6d显示了防伪元件切割断面的截面图。

[0110] 图6e和图6f显示了表示防伪元件的反射性质的图。

[0111] 图7a显示了防伪元件的俯视图。

[0112] 图7b显示了在施加两个含染料或荧光物质的层后图7a的防伪元件的俯视图。

[0113] 图8a和图8b显示了防伪元件的区域的俯视图。

[0114] 图9a和图9b显示了防伪元件的区域的俯视图。

[0115] 图9c显示了表示图9a和b的防伪元件的反射性质的图。

[0116] 图10a和图10b显示了防伪元件的区域的俯视图。

[0117] 图11显示了包含由几个部分区域形成的第二区域,和第一区域的防伪元件的切割



断面的俯视图。

[0118] 图12a显示了转移膜的截面图。

[0119] 图12b显示了用于将图12a的转移膜压印到基材上的排布的截面图。

[0120] 图12c显示了图12a的转移膜的转移层的切割断面的俯视图。

[0121] 图12d显示了在压印后图12b的基材的切割断面的俯视图。

[0122] 图13显示了防伪元件切割断面的截面图。

[0123] 图14a显示了其中用由几个部分区域形成的凹凸结构覆盖一定区域的防伪元件的切割断面的示意图。

[0124] 图14b显示了表示具备图14a的部分区域的凹凸结构的底表面的取向的示意图。

[0125] 图1a和1b显示了防伪文件1。防伪文件1优选是钞票。然而，防伪文件1还可以是例如ID文件、产品保证的标签、ID卡或信用卡、预付卡、商品的吊牌或证明，尤其是软件证明。

[0126] 防伪文件1具有载体基材10和施用于载体基材10的防伪元件2。

[0127] 载体基材10优选是纸质基材，例如，层厚度为50至500 $\mu\text{m}$ 。然而，基材10也可能是塑料基材或由一个或多个塑料和/或纸质层组成的基材。此外，除了防伪元件2以外，还可以将一种或多种其他防伪元件施用于基材10或整合到基材10的层结构或层中。因此，基材10具有例如一个或多个作为其他防伪元件的以下元件：水印、防伪印、防伪线、具有一个或多个起到例如全息或衍射光学结构作用的防伪特征的贴片。

[0128] 在图1a和图1b的实施方式中，防伪元件2具有条状形状并且延伸至防伪文件1的整个宽度或长度。此外，防伪元件2覆盖基材10的窗口区域12，其中基材10具有凹陷或通孔或透明形成。因此，在该区域中，从防伪文件1的前侧观察和从后侧观察时防伪元件2都是可见的。然而，防伪元件2也可能具有另一种形状，例如，形成贴片，或没有排列在防伪文件1的窗口区域而是完全施用于基材10的不透明区域上。

[0129] 防伪元件2优选是具有载体基材、金属层、一种或多种任选的装饰层和粘合剂层的叠层膜，叠层膜通过粘合剂层固定于基材10。载体基材优选是具有10 $\mu\text{m}$ 至500 $\mu\text{m}$ ，尤其是15 $\mu\text{m}$ 至150 $\mu\text{m}$ 的层厚度的透明塑料膜，例如由BOPP或PET或PC（聚碳酸酯）制成。粘合剂层优选是热熔化粘合剂层、冷粘合剂层或紫外可固化粘合剂层，或热固化或热交联粘合剂层，或具有热塑性和热和/或辐射固化组分的混合粘合剂层。

[0130] 此外，防伪元件2也可能作为转移膜或转移膜的转移层形成。在这种情况下，还在载体层和金属层之间提供脱模层，或者不提供载体膜。此外，防伪元件2也可能作为防伪线形成并且如图1b所示，不施用于基材10的表面，而是至少包埋在基材10的区域中或者交替排列在基材10的上侧和下侧。在这种情况下，防伪元件2优选由载体膜、金属层、一个或多个任选的装饰层和任选的增粘层组成，在防伪元件2的上侧和/或下侧提供增粘层。

[0131] 此外，也可能由基材10的层来提供防伪元件2，尤其是如果防伪文件1是卡片形式的防伪文件。在这种情况下，防伪元件由金属层和一个或多个任选的起到下述功能的装饰层组成。

[0132] 防伪元件2优选具有至少在区域中提供金属层的一个或多个区域31、32、41和42。至少在一定区域中在金属层的朝向防伪文件的上侧的表面中和/或在金属层的朝向防伪文件1的下侧的表面中形成光学活性的表面凹凸。在一个或多个区域31和32中，在本文中由第一凹凸结构形成该表面凹凸，在由分配的方位角确定的至少一个方向上，其具有一系列的

凸起和凹陷,其中的凸起以间隔周期 $P$ 互相连续, $P$ 小于可见光的波长。在下文中再次参考多个实施方式解释该第一凹凸结构的更精确结构。在一个或多个区域41和42中,由选自下组的第二和/或其他凹凸结构形成表面凹凸:衍射凹凸结构、全息凹凸结构、镜面、亚光结构、宏观结构、透镜或微透镜网格。此外,还可以不在一个或多个区域41和42中的金属层的表面中形成第二和/或其他凹凸结构,而是在防伪元件2的两个透明层之间形成,它们的折射率相差超过0.2,或者在具有高或低折射率介电层(例如ZnS层)的表面中形成。

[0133] 在本文中,区域32和42至少在一定区域中与窗口区域12重叠,结果至少在一定区域中能从防伪文件1的上侧和下侧看到区域32和42中的防伪元件2。在区域32和42中,在从防伪文件1的上侧观察的情况中、在从防伪文件1的下侧观察的情况中和/或在透射光的观察中,由第一或第二凹凸结构产生的光学效果因此是可见的。区域31和41优选没有排列在窗口区域12中。因此,优选仅在从防伪文件1的前侧观察反射光的情况中能看到由区域31或41中的第一凹凸结构或第二凹凸结构形成的光学效果。

[0134] 此外,防伪文件2也可能具有其他防伪特征,例如具有防伪印、一个或多个含光学可变颜料的层、一个或多个含荧光或磷光物质的层或者一个或多个提供机器可读防伪特征的层,例如,条形码、磁条、机器可读颜料、特征物质或标签。

[0135] 也如图1a和图1b所示,区域31、32、41和42代表防伪文件1或防伪元件2的区域,其产生防伪元件2的俯视观察,即,形成垂直于由防伪文件1或防伪元件2的上侧或下侧所定义平面的方向观察的区域。这也适用于本文所述的其他区域、域和部分区域。

[0136] 此外,以图1a的示例表示区域31、32、41和42的数字及其形成类型,结果区域31、32、41和42可具有另一种形状,可以另一种数字提供,并且此外,如果仅在防伪元件2中提供一个区域31或一个区域32也是足够的。

[0137] 在下文中参考图2通过示例的方式解释部分区域31中的防伪元件2的结构。

[0138] 图2显示了防伪元件1的切割断面,其具有上侧201和下侧202。此外,防伪元件2具有金属层21—其任选地也仅仅部分提供—在朝向上侧201的表面中形成凹凸结构61和/或在朝向向下侧202的表面中形成凹凸结构61。如图2所示,在本文中,凹凸结构61优选在金属层21的两个表面中形成。

[0139] 除了金属层21以外,防伪元件2优选也具有一个或多个图2中未显示的层,例如复制清漆层、一个或多个清漆层、一个或多个增粘层和一个或多个其他装饰层。

[0140] 金属层21的上表面优选形成防伪元件2的上侧201,或者在上侧201和金属层21之间提供的防伪元件2的一个或多个层至少在区域31中形成(透明或半透明),并且至少在区域31中,优选在人眼可见的波长范围中具有超过30%,尤其是超过50%,优选超过80%的透射性。

[0141] 在防伪元件2的生产过程中,向例如优选透明的载体膜上施用优选透明的复制清漆层,任选地在之间具有优选透明的增粘层。然后通过紫外复制或通过热/压力的方式在至少一定区域中在复制清漆层中形成表面凹凸。凹凸结构61在此作为区域31和32中的第一凹凸结构形成,并且任选地在区域41和42中形成上述第二凹凸结构。然后通过例如真空气相沉积的方式施用金属层21,并且任选地通过脱金属方法的方式结构化图案化。然后,任选地施用优选透明的保护性清漆层和/或粘合剂层。此外,如上所述,还可以在防伪元件2的生产期间将另一个或多个其他层引入防伪元件2中。

[0142] 在由分配的方位角确定的至少一个方向上,凹凸结构61具有一系列的凸起612和凹陷614,其中的凸起以间隔周期P互相连续,P小于可见光的波长。凹凸结构61具有在垂直于底表面的方向上由凹凸结构61的凸起612的最高点613到底表面的间隔确定的凹凸深度t,底表面由凹凸结构61的凹陷614的最低点615确定。

[0143] 从衍射公式中得到以下的关系,其中m代表衍射级 ( $m=0,+1,+2,\dots$ ), $\theta_m$ 代表衍射角并且 $\theta_{inc}$ 代表入射光的角度:

$$[0144] \quad \frac{m\lambda}{P} = \sin\theta_m + \sin\theta_{inc}$$

[0145] 如果 $P < \lambda$  (并且m不等于0),则从垂直入射光的情况中由此得到以下结果:

$$[0146] \quad |\sin\theta_m| = \left| \frac{m\lambda}{P} \right| > 1$$

[0147] 可以看出在周期P落入 $\lambda$ 至 $\lambda/2$ 的情况中,在几乎全部的观察情况中,不再发生较高衍射级的光的衍射,并且如果 $P < \lambda/2$ ,不会以其他角度发生较高衍射级的衍射,结果“经典”衍射现象仅仅是次重要的。

[0148] 现在对凹凸结构61进行选择,使得周期P选择落在200nm至500nm,具体是220nm至400nm并且优选220nm至350nm的范围内。优选选择凹凸结构61的深度t为80nm至500nm,尤其是100nm至400nm并且特别优选150nm至300nm。

[0149] 金属层21优选由铝、铜、金、银、铬或含这些金属的合金组成。

[0150] 优选选择金属层的厚度d为10nm至100nm,尤其是15nm至80nm并且特别优选20nm至50nm。

[0151] 凹凸结构61优选由线性光栅、交叉光栅、六角光栅、圆形光栅或更复杂的光栅形状形成。

[0152] 如图2所示,相对于底表面616的表面法线,凹凸结构61的颜色印象或颜色效果在直接反射中是可见的,即在镜面反射或 $\alpha_{in} = \alpha_{ex}$ 的条件下, $\alpha_{in}$ 是入射光51的角度并且 $\alpha_{ex}$ 是直射光52的角度。优选地,通过对凹凸结构61的凹凸深度t和轮廓形状的相应选择,如果入射角和出射角同时从例如 $10^\circ$ 变为 $30^\circ$ ,则还产生可清楚识别的颜色变化。这种颜色变化也易于由非专业人员证实并且特别易于在衍射光中识别。有时发生从一种颜色(例如,红色)到另一种颜色(例如,绿色)的变化,有时发生从具体具有高颜色饱和度的深色(例如,深黄色)到具体具有低颜色饱和度的浅色(例如,浅黄色)的变化,并且有时颜色变为银色,具体是非彩色的颜色印象。

[0153] 优选对凹凸结构61的轮廓形状进行选择,使得反射光谱的边缘较强,尤其是在50nm的波长范围上具有超过10%,优选超过15%的反射率变化。反射光谱中的至少一个边缘或侧翼的平均间距因此优选在至少50nm的波长范围上超过2%/10nm。此外,反射光谱优选具有宽度为至少50nm的第一区域,其具有低于15%,优选低于10%的反射率,以及具有宽度为至少10nm,至多200nm(反射边缘)的第二区域,其具有第一区域中至少2倍高,优选2.5倍高的反射率。此外,第二区域为至少20nm宽,优选至多150nm宽。

[0154] 在本文中,100%反射优选定义为金属层在光滑表面(即,无结构的边界表面)上除另有说明以外相同的框架条件测量的反射率(例如,包埋或表面上的金属层等)。

[0155] 现在已经惊讶地发现,凹凸结构61的轮廓形状对于在直接反射中实现清晰可见的

颜色印象而言是非常重要的。现在参考图4a至图4g在下文中更详细地解释了这点：

[0156] 图4a显示了在x方向上和与x方向垂直的y方向上在例如各种情况中周期P为350nm并且例如凹凸深度为200nm的交叉光栅形式的凹凸结构61的3D示意图。因此，图4a中显示的凹凸结构61在x方向和y方向上具有一系列的凸起612和凹陷614。在本文中，凸起612的最高点613和凹陷614的最低点615之间的距离确定了凹凸深度。在本文中，凸起612的最高点613在各种情况中表示最高点，如果凸起在其最高点处存在平坦表面，则表示凸起612的几个最高点。在各种情况中，凹陷的最低点615表示凹陷的最低点或凹陷的几个最低点。

[0157] 在本文中，低和高是相对于对其中形成凹凸结构61的金属层21的表面的俯视观察，即，在本文中是相对于从防伪元件2的上侧观察。在此意义上，图4a显示了防伪元件2的金属层21的上侧的俯视图。

[0158] 如图4a所示，图4a所示的情况中是平坦表面的底表面616由凹陷的最低点615进一步限定。然而，如下文所述，底表面616也可能不由平坦表面形成，而由例如粗结构或亚光结构或弯曲或扭曲的表面形成。

[0159] 图4b显示了具有凸起612、凹陷614、凸起612的最高点613和凹陷614的最低点615的图4a的凹凸结构61的俯视图。此外，在图4b中，在x和y的坐标轴上，画出描述了互相连续的凸起612和凹陷614的方向。

[0160] 图4c和4d以及图4f和4g现在显示了沿着图4b所示的切割线S-S'通过图4a和4b的凹凸结构61的切割。

[0161] 在图4c和4d中，以及图4f和4g中，在各种情况中，在与底表面616垂直并且沿着线S-S'延伸的切割平面中，显示了具有多个凸起612和凹陷614的图4a和图4b的凹凸结构61的切割断面。

[0162] 如图4c和4d所示，凸起612具有最高点613并且凹陷614具有最低点615。此外，在图4c中，在相对于底表面616距离t/2处绘出凸起612的宽度618，并且在图4d中，在距离t/2处绘出凸起614的宽度618。两者都对应于“半峰全宽”(FWHM)。

[0163] 令人惊讶的是，现在已经显示相对于底表面616处的镜反射不对称的轮廓形状，并且因此，具体地，如上所述，在底表面反射的轮廓形状的差别超过一个相偏移，对于人眼而言产生比对称轮廓形状强得多的美观的颜色印象。这个意义上的对称轮廓形状的特征是在底表面616中的镜面对称，即在图4a至4d的实施方式中在x/y平面中的镜面对称。在具有这种镜面反射的凹凸结构的情况中轮廓形状也是一样的，该凹凸结构仅仅偏移半个周期(参见图4c和4d中的正弦轮廓A)。因此，如果在具有相同折射率的材料的两侧包埋金属层21，则在这些对称轮廓形状的情况中，两侧观察的光学效果是相同的(在相同角度和照度条件下)。这种意义上的不对称轮廓形状在底表面616或x/y平面中没有这种镜面对称。在两侧观察中轮廓形状明显不同(例如，参见图4c和4d中的轮廓E)。例如，当从一侧观察时，这种凹凸结构由具有宽谷的窄峰排列组成，并且当从另一侧观察时，这种凹凸结构由具有窄深谷的宽峰组成。令人惊讶地，已经显示由此形成的“平台”在产生等离子子方面与金属层中的孔有相似的作用，这可能是实现相对于对称轮廓形状的优势的原因。为了确定凹凸结构的对称性，由此在底表面616或x/y平面处反射凹凸结构并检查该凹凸形状是否仍然相同，即对应于未反射的轮廓形状，并且检查除了偏移半个周期以外该凹凸结构是否仍然相同。实验和理论(基于所谓的严格衍射计算)已经显示当从两侧观察光栅时，这类不对称光

栅的光学性质不同。

[0164] 此外,优选凹凸结构的凸起612或凹陷614在相对于距底表面 $t/2$ 处的宽度为至少 $0.6x P$ ,优选至少 $0.7x P$ ,或至多 $0.4x P$ ,尤其是至多 $0.3x P$ 。这在图4c和4d的具有几种轮廓形状A-E的凹凸结构61中得到解释。

[0165] 现在图4c表示凸起612在与相对于底表面616距离 $t/2$ 处的宽度618。如图所示,在一系列凸起612和凹陷614的方向上确定此处的凸起612在距底表面616距离 $t/2$ 处的宽度618。轮廓形状A具有 $0.5P$ 的宽度618,轮廓形状B具有 $0.57x P$ 的宽度,轮廓形状C具有 $0.63x P$ 的宽度,轮廓形状D具有 $0.69x P$ 的宽度,并且轮廓形状E具有 $0.75x P$ 的宽度。轮廓形状A表示相对于底表面616或 $x/y$ 平面处的镜面反射成镜面对称的轮廓形状,并且如上所述,在本文中并非优选。轮廓形状B-E表示在上述意义中非对称的轮廓形状并且是优选的。

[0166] 图4d显示了具有轮廓形状A-E的凹凸结构61的相应形成,在此,由凹陷614在相对于底表面616距离 $t/2$ 处的相应宽度618确定轮廓形状A-E。

[0167] 现在已经显示,优选选择宽度618为 $\geq 0.6x P$ 或 $\leq 0.4x P$ ,尤其是 $\geq 0.7x P$ 或 $\leq 0.3x P$ ,以产生在美学上对人眼特别清晰的颜色印象和/或颜色效果。此外,宽度618的优选选择范围为 $0.9x P$ 至 $0.6x P$ 或 $0.1x P$ 至 $0.4x P$ ,更优选 $0.85x P$ 至 $0.7x P$ ,或 $0.15x P$ 至 $0.3x P$ 。

[0168] 对图4c的轮廓形状A-E基于所谓的严格衍射的计算产生图4e中所示的反射光谱,例如具有以下参数和照射条件的交叉光栅: $P=300\text{nm}$ , $t=150\text{nm}$ , $\alpha=30^\circ$ , $\phi=45^\circ$ 。

[0169] 由此可以看出,对称轮廓形状A的反射率几乎在整个可见光谱范围中都明显高于10%。这产生浅的、低反差的黄色印象。此外,在约550nm处形成非常窄的反射峰。颜色印象是较浅的黄色。

[0170] 随着轮廓形状的宽度618的增加,以及由此不对称性的增加,反射光谱显著变化。反射峰变得更宽并且反射最低点变得更低(反射率 $<10\%$ ),这对于高反差的黄色而言是必须的。轮廓形状C显示例如在约550nm处的峰的两侧仅达到3%反射率的反射最低点,这产生清晰并且更强的绿色颜色印象。因此优选不对称轮廓形状。

[0171] 图4f和4g也各自显示不对称轮廓形状变体(虚线和实线),轮廓形状F、G、H和I的另两个示例。虚线轮廓形状F和H已经在 $z$ 方向上偏移以获得更好的清晰度。图4f显示在凸起612处具有显著峰的轮廓形状F和G的示例。图4g显示在凸起612处具有窄平台的不对称轮廓形状。

[0172] 此外,还令人惊讶地显示也可通过在金属层中形成凹凸结构61的方式在透射中实现可清晰识别的颜色印象和/或颜色效果。这在下文中参考图3显示。

[0173] 图3显示了区域32中的防伪元件2的切割断面。像图2中的防伪元件2那样构成防伪元件2并且由此具有金属层21和在金属层21的上表面和/或下表面中形成的凹凸结构61,并且如上所述参考图2和图4a-4d,由一系列的凸起612和凹陷614组成。

[0174] 与图2的实施方式相反,在此对金属层21进行选择,使得金属层的光学深度OD的范围为0.5至2.5,尤其是0.7至2.3并且特别优选1.0至2.0。

[0175] 在本文中相对于无结构并因此平滑的表面(对应于镜面)确定光学深度(OD)的单位。在本文中,在光学深度OD和透射率T之间存在以下关系:

[0176]  $T=10^{-(OD)}$

[0177] 因此,在光学深度和透射率 $T$ 之间存在算法关系。1.0的光学深度对应于10%的透射率,并且2.0的光学深度对应于1%的透射率。

[0178] 已经令人惊讶地发现凹凸结构61的颜色印象或颜色效果可以在直接透射中可见,即在 $\alpha_{in}=\alpha_{ex}$ 或入射光和反射光在一条线上(忽略防伪元件2内的光折射)的情况中可见,其中 $\alpha_{in}$ 是入射光51相对于底表面616的表面法线的角度并且 $\alpha_{ex}$ 是透射光53相对于底表面的表面法线的角度。

[0179] 在此,也优选对凹凸深度 $t$ 和轮廓形状进行选择,使得当入射角和出射角同时变化(例如从 $0^\circ$ 变为 $20^\circ$ )时可识别清晰可辨的颜色变化。这类颜色变化也易于被非专业人员证实。

[0180] 令人惊讶地,这种效果发生在金属层的透射中,并且因此与具有镜面或也具有“正常”全息光栅的区域相比,在入射光光谱中有更多的光透射通过被凹凸结构61覆盖的金属层21的区域。即使所有区域中金属的质量密度相同,也会发生这种透射率上的差异。凹凸结构61具有以下效果,即可见光谱区域优选(即以较高的强度)透射通过金属层21,透射光从而显示出颜色。在此的透射光谱取决于周期 $P$ 和凹凸深度 $t$ 、轮廓形状以及照射角和观察角。在防伪元件2倾斜(即,绕由多层体延伸的平面中的轴旋转的情况)和旋转的情况中,透射光谱以及颜色印象都会变化,从而产生上述易于证实的效果。

[0181] 在凹凸结构61的区域32中透射选择性增加的原因可能在于由入射光激发等离子振子。从而在金属层的毗邻处形成具有增加的场强度的电场。在金属层21的“上层边界表面”处的等离子振子激发了在“下层边界表面”处的等离子振子,并且通过这种耦合,增加了透射光的透射。通过对金属层的层厚度的相应选择,其带来的结果是发生这种耦合并且因此能将光“引导”通过金属层21。

[0182] 在透射和反射中,在此已经显示可通过对凹凸结构61的参数的调整实现以下效果:

[0183] 已经知晓在直接反射或透射中产生的颜色和颜色效果主要取决于凹凸结构61的周期 $P$ 。随着周期 $P$ 的增加,反射峰或反射边缘或透射峰和透射边缘在反射光谱或透射光谱中向更大的波长偏移。

[0184] 图5a和图5b显示基于所谓的严格衍射分别对反射( $R^0$ )和透射( $T^0$ )强度计算的随着波长 $\lambda$ 和周期 $P$ 变化的模拟数据。该模拟数据对TE和TM偏振进行平均并且因此对应于未偏振的照射和观察的情况。使用对称轮廓形状A。(较缓慢增加的)反射高通边缘与透射中的峰相关。在图5a和图5b中,高强度表示为亮处而低强度表示为暗处。对于反射,亮度标尺表示为0-70%而对于透射表示为0-10%。

[0185] 图5c现在显示周期 $P=250\text{nm}$ 、 $P=300\text{nm}$ 和 $P=350\text{nm}$ 的三个模拟反射光谱的相应图谱。如图5c中所列的三个反射光谱所示,在3个表示的周期中的反射边缘在可见光谱范围中移动并且偏移约80nm(从周期250nm到周期350nm)。然而,光谱的形状也随着周期的增加而变化。

[0186] 因此,周期 $P$ 可以用于设定具体的颜色印象。然而,可改变轮廓形状和光栅深度以对各周期的颜色对比度进行优化。这没有在图5c中进行,以仅变化一个参数并显示峰偏移。

[0187] 在图5d至5f中,参考几个实施例进一步显示凹凸结构61的参数选择对反射中出现的光学效果的影响。图5g显示透射中的光学效果。图5d至5g和6c中的数据是测量的膜模型

的反射光谱。使用的分光仪AvaSpec-2048来自爱万提斯公司(Avantes)。使用来自海洋光学公司(Ocean Optics)的具有3100°K色温的白光源LS-1通过可用于不同入射角和出射角(特别是 $\alpha=8^\circ$ 和 $\alpha=30^\circ$ )的测量头和光纤产生照射。针对亚光(mat)黑色表面测量深色参比。针对铝镜面测量反射的光参比(定义为100%)。对于透射,使用直接从照射光纤到测量光纤的入射光作为光参比。

[0188] 在此,选择周期P为300nm、光栅深度为150nm和凹陷614的宽度618为 $0.7x$  P的不对称交叉光栅作为凹凸结构61,关于这点也参见图4a至图4d的陈述。使用厚度 $d=24$ nm的铝层作为金属层21。

[0189] 在x/z平面中,即方位角 $\Phi=45^\circ$ 处进行反射光谱的照射和测量。对于轴的定义,参考图4a至图4d。实线显示在 $\alpha=8^\circ$ 处的直接反射中测得的反射光谱,虚线显示在 $\alpha=30^\circ$ 处的直接反射中测得的反射光谱。

[0190] 可从图5d中看到,在 $\alpha=8^\circ$ 处,随着波长增加,在约530nm波长处的光反射更强,而低于530nm的反射大多低于10%。这导致了即使在通常的观察条件下也有良好的微红色颜色印象。相反, $30^\circ$ (虚线)的入射角下测量的反射光谱显示在约535nm波长处的反射峰和600nm以上的反射边缘。这种光谱产生金属绿色颜色印象。

[0191] 此外,具有这种凹凸结构61的防伪元件也显示x/y平面中旋转情况下的颜色效果,即当方位角 $\Phi$ 变化时。这显示于图5e中。图5e显示在 $30^\circ$ 的照射和观察角 $\alpha$ 处测量的反射光谱,其中虚线显示由方位角 $\Phi=45^\circ$ 取向的光栅处的光谱,即,对应于x/z平面,并且实线显示在转过 $45^\circ$ 后(即 $\Phi=0^\circ$ )的光谱。

[0192] 如图5e所示,可识别从535nm至约600nm的反射峰的清晰偏移。反射边缘也偏移至较大的波长。颜色印象从金属绿色变为淡黄色。

[0193] 由于如上设定的凹凸结构61是不对称的,在上侧201(偏振1)和下侧202(偏振2)观察中产生的颜色印象也是不同的。这显示于图5f中。

[0194] 图5f显示在照射和观察角 $\alpha=8^\circ$ 处以及在x/z平面( $\Phi=45^\circ$ )视图方向中的两个测量光谱。实线表示从前侧观察的反射光的光谱(对应于图5d的观察情况)而虚线表示从后侧观察的光谱(偏振2)。虚线在约490nm处有清晰的反射峰。此外,反射边缘偏移约25nm至较高的波长并且陡峭程度明显降低。由于反射峰,从后侧观察的颜色印象是比从前侧观察到的强烈程度较低的红色颜色印象(即浅红色)。在该示例中优选偏振1。

[0195] 图5g显示透射中的3个测量的光谱。在方位角 $\Phi=0^\circ$ 处发生照射以及透射光谱的测量。对于轴的定义,参考图4a至图4d。实线显示在角度 $\alpha=0^\circ$ 处的直接透射中测量的透射光谱,虚线显示在 $\alpha=25^\circ$ 处的直接透射中测量的透射光谱并且点线显示 $\alpha=45^\circ$ 处的直接透射中测量的透射光谱。识别到从512nm通过587nm至662nm的清晰的透射峰偏移。还通过其他光谱特征来改变这些透射峰产生的颜色印象,例如450nm至500nm的峰或平台。总之,这些透射光谱导致从浅绿色( $\alpha=0^\circ$ )通过浅灰色( $\alpha=25^\circ$ )到浅红色( $\alpha=45^\circ$ )的颜色偏移。

[0196] 可通过额外的HRI层显著改变反射和透射中的颜色印象。因此,图5d的模型显示,与 $\alpha=8^\circ$ 处的红色颜色印象不同,如果约60nm厚的由例如ZnS制成的HRI层毗邻观察侧的铝层,则为深绿色颜色印象。这种HRI层的厚度优选在20nm至80nm的范围内。

[0197] 图6a显示防伪元件2的另一种形成方式,其中在金属层21的毗邻处设置染料和/或荧光物质。

[0198] 图6a显示具有金属层21的防伪元件2。在区域31中,在金属层21中形成凹凸结构61,并且在区域41中形成第二凹凸结构62或镜面(未显示)。在金属层21以及防伪元件2的凹凸结构61和层结构的设计中,参考图1至图5f的前述内容。图6a的防伪元件2还具有含一种或多种染料和/或荧光物质的另一个层22。

[0199] 已经令人惊讶地显示,如果染料和/或荧光物质位于金属层21的毗邻处,也可显著地强化并具体地改变由前述凹凸结构61产生的颜色印象和/或颜色效果。本文中,毗邻处表示距离不到 $2\mu\text{m}$ ,尤其是不到 $1\mu\text{m}$ ,更优选不到 $500\text{nm}$ 并且更优选不到 $300\text{nm}$ 。在本文中,优选在直接毗邻金属层21的防伪元件2的介电层中提供染料和/或荧光物质,如图6a所示,通过参考层22的示例的方式。在本文中,介电层22可以是施用于金属层21的层,尤其是形成了图案的层。然而,也可以在施用于金属层21之前在引入防伪元件2的层中含有染料或荧光物质。因此,层22可以是例如复制清漆层或施用于复制清漆层的层。复制清漆层也可能由两个或更多个层的堆叠组成,其中只有形成与金属层21的边界表面的顶层具备染料和/或荧光物质。其优势在于,可以选择非常薄的层22并且复制清漆层的总厚度落在通常的厚度范围内,如已经在生产中证明有价值的那些。或者,层22也可以经真空施用,例如,气相沉积或通过PECVD的方式沉积。

[0200] 优选使用溶解的染料和/或荧光物质作为染料和/或荧光物质。具体地,使用金属复合染料被证明是有价值的。或者,也考虑纳米颗粒,如量子点(QD),或混合材料,如染料加载的沸石晶体(如EP 1873202 A1中所述)。此外,使用以下荧光物质已经被证明是有价值的:香豆素、若丹明和花青。

[0201] 其中加入一种或多种染料或荧光物质的层22优选以非常透光的形式形成。其优选在 $400$ 至 $700\text{nm}$ 的波长范围内具有至少 $70\%$ ,尤其是 $90\%$ 的透射性。对于许多应用而言,重要的是带颜色的层22的透明度非常高以至于在具有结构62的区域中没有可识别的染料效果。

[0202] 在本文中特别优选染料或荧光物质大部分设置在其中形成了凹凸结构61的金属层21的表面毗邻处。这显示于图6a中。已经令人惊讶地显示在其中形成了凹凸结构61的金属层21的表面毗邻处设置有荧光物质和染料,染料的吸收或荧光物质的荧光明显增加。这可能是由于在邻近场(即在高至激发光的约一个波长的距离上)中增加的场强度是由凹凸结构61产生的等离子体产生的。如图6a所示,电场(E场)随着与表面的距离(即z方向)呈指数下降。如上所述,如果将这些设置在其中形成了凹凸结构61的金属层21的表面毗邻处,则这可能导致染料或荧光物质的吸收/荧光的明显增加。如果如图6a所示,由此相应地设计薄的层22或者对层22中染料的浓度分布进行选择,使得对于设置在金属层毗邻处的大部分,层22的大部分染料或荧光物质产生上述的效果增强,从而它们使得在下文中解释的效果以特别显著的方式实现。图6b显示了图6a的防伪元件,差异在于在此选择较厚的层22。即使选择图6a和6b的实施例中的层22中染料的总量相同,在图6b的实施例中,在具有增加的距离上设置少得多的染料或荧光物质,并且增强的吸收或荧光仅以低程度出现,原因在于与金属层21的表面相差超过一个波长的距离处的染料主要起到“正常”滤色器的作用。在图6a和图6b的实施例中,反射光54或55相应地受到染料或荧光物质的不同影响。

[0203] 优选选择层22的层厚度在 $20\text{nm}$ 至 $2\mu\text{m}$ ,尤其是 $50\text{nm}$ 至 $1\mu\text{m}$ 并且尤其优选 $100\text{nm}$ 至 $500\text{nm}$ 的范围内。

[0204] 可通过采用上述的效果实现多种显著并令人惊讶的光学效果。



[0205] 如果使用具有与凹凸结构61相似颜色印象的染料,则可实现以下效果:例如如果在具有凹凸结构61的区域中对金属层21施用红色染料,该凹凸结构61(不含染料)在几乎垂直观察中有红色颜色印象并且在倾斜观察(例如,30°)中有绿色颜色印象,则明显加强了红色颜色印象。如果层22中的红色染料浓度足够低,则绿色颜色印象保持几乎不变。总之,这导致了从红色到绿色的更强的可见颜色倾斜效果。对此,已经显示红色染料的浓度非常低以至于类似地用颜色层涂覆的金属镜显示几乎不变,即没有其他颜色效果或色泽。优势在于可在整个表面上而不需要部分地施用颜色层并且相对于具有凹凸结构61的区域是记录精确的。

[0206] 或者,黄色染料也可带来对红色和绿色颜色印象的加强。另外,如果染料的浓度足够高,则这种在整个表面上施用的黄色染料可在没有凹凸结构61的区域中产生金箔的印象。

[0207] 根据染料的选择,由此可以靶向的方式改变颜色印象。

[0208] 任选地,染料还可具有其他功能。例如,染料可具有荧光性质,其可使用简单的激光笔来检测。例如,如果使用Lumogen红作为染料并且用532nm波长的激光笔辐射多层体,则光点的颜色从绿色(不含染料的区域)变为黄色(含染料的区域)。

[0209] 或者,具体地,仅在已经复制了第一区域的结构之处以更高的浓度施用染料,或者仅在存在染料之处复制第一区域的这些结构(具有通常的记录容差)。从而能对颜色效果产生更强的影响而不需要同时对人眼可识别的第一区域外的区域进行染色。

[0210] 这以图6d的示例的方式显示。图6d显示了防伪元件2,其具有金属层21和几个任选的其他层,尤其是在金属层21下面的复制清漆层,尤其是透明的复制清漆层,一个或多个其他层,尤其是透明的其他层,例如复制清漆层,一个或多个清漆层和增粘层。在区域31中,在金属层21中形成凹凸结构61,并且在区域41中形成第二凹凸结构62或镜面。在金属层21以及防伪元件2的凹凸结构61和层结构的设计中,参考图1至图5f的前述内容。图6a的防伪元件2还具有含一种或多种染料和荧光物质的层22。在层22的设计方面,参考前述内容,尤其是关于图6a至图6c。如图6d所示,层22仅施用于区域31中的金属层21并且因此仅施用于其中在金属层21中形成了凹凸结构61的区域中的金属层21。

[0211] 除了在第一区域中部分施用染料以外,还可以在第一区域内外以不同的浓度施用染料或者在第一区域内外施用两种不同的染料。

[0212] “记录精度”或“记录精确度”表示表面和/或层的连个区域互相之间的位置精度。这种位置精度是例如通过所谓的记录标记或记录标记物或其他技术辅助,例如光学传感器设定的。根据使用的方法,位置精度的容差,即记录容差的大小不同,并且可在例如几微米至几毫米的范围内。

[0213] 如果选择的浓度高得多,则也大幅加强了凹凸结构61的红色颜色印象。然而,在倾斜观察中,也存在红色颜色印象。这对应于仅在凹凸结构61的区域中可见的稳定的红色颜色,从而相对于凹凸结构61的区域记录精度。因此,例如,可同时在区域31和区域41中在整个表面上施用层22。如上所述,如果在层22中选择相应较低的染料和/或荧光物质的浓度,人类观察者就不会或几乎不会在区域41中看到红色颜色印象,但在区域31中由于上述增强效果是可见的。因此,例如,可以比通过印刷方法可能达到的记录精度高得多的记录精度构成红色颜色印象,并且可相对于例如由第二或第一凹凸结构产生的光学上可变的绝对

记录精确地设置。

[0214] 例如,如果使用具有与凹凸结构61不同的颜色印象的染料,则不仅加强,同时也改变了防伪元件2的颜色印象。如果,例如,对显示红色的凹凸结构施用蓝色染料,则可产生强紫色颜色印象。

[0215] 此外,还可以对染料的颜色进行选择,使其匹配在较大的反射角度(例如 $\alpha_{in}=\alpha_{ex}=30^\circ$ )上产生的凹凸结构61的颜色。从而可带来以下特征:例如,如果凹凸结构61带来颜色变化,其中两种颜色具有非常不同的反射率(其中,例如,在 $\alpha_{in}=\alpha_{ex}=0^\circ$ 处的颜色具有比 $\alpha_{in}=\alpha_{ex}=30^\circ$ 处出现的颜色强得多的反射率),则可选择染料的颜色,使其匹配两种颜色中的较弱者。可由此改善较弱颜色印象的可见度。此外,可以标志、文字或图像的形式施用带图案的层21并且对染料的颜色进行选择,使其匹配当防伪元件2旋转时出现的颜色。通过这种方式,例如,可实现在防伪元件2旋转时,标志或图像以较高的发光强度突然出现。

[0216] 在图6c中还显示了层22对防伪元件2的颜色印象的影响。图6c现在显示了按照图5a至图5f的凹凸结构61的设计,不含染料(实线)和含染料(虚线)的防伪元件2在反射中的颜色印象。照射角和观察角为 $8^\circ$ 。在此,向铝制的金属层21施用150nm厚的染色聚合物层。该聚合物层含有名为Arcotest测试墨42mN的红色染料,其包埋在聚丙烯酸的基质中并且被大幅稀释以至于金属层的无结构区域,即镜面区域对人类观察者而言几乎不变。此外,选择聚合物层的透射率使得在400nm至700nm波长范围内至少90%的入射可见光通过聚合物层。然而,如图6c所示,含和不含染料的两个测量的反射光谱明显不同。染料与具有形成的凹凸结构61的金属层的相互作用其一导致,如图6c所示高通边缘偏移约60nm至较高的波长。同时,反射的强度在600nm波长以上增加。总之,形成更宽的反射最低点和更强的明显反射边缘,其产生更强的红色调。在 $\alpha=30^\circ$ (未显示),反射边缘类似地由于染料而偏移至更大的波长。同时,在约535nm处的反射峰的强度降低。

[0217] 图6e和6f显示一个防伪元件2示例的测量的反射光谱,该防伪元件2具备层22,其具有高浓度的染料以至于防伪元件2看上去被染色。图6e和6f现在显示了按照图5a至图5f的凹凸结构61的设计,不含染料(实线)和含染料(点线)的防伪元件2在反射中的颜色印象。在图6e中,照射角和观察角是 $8^\circ$ ,而在图6f中,照射角和观察角是 $30^\circ$ 。在此,向铝制的金属层21施用约240nm厚的染色聚合物层。聚合物层具有黄色染料,尤其是溶剂黄82,其包埋在聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)的基质中。黄色染料的浓度非常高使得防伪元件2在不含凹凸结构61的区域中看似所谓的“金箔”。为了进行比较,在 $8^\circ$ 条件下在不含凹凸结构的区域中测量的染色防伪元件2(即,仅在铝上有染料)的反射光谱在两张图中都以细虚线显示。

[0218] 如图6e所示,黄色染料与具有形成的凹凸结构61的金属层的相互作用在一个方面导致在560nm波长以上大幅升高的反射强度。反射光谱的边缘也陡峭得多。在另一个方面,将低于500nm的反射强度压低至低于10%反射。在 $8^\circ$ 的观察角下,都产生更强并且对比度更强的红色颜色印象。在 $30^\circ$ 的观察角下,在这种情况下有更强并且对比度更强的绿色颜色印象(图6f)。与绿色颜色印象相关的反射峰稍稍偏移至较高的波长并且,最重要的是,具有更陡峭的边缘。

[0219] 通过使用含一种或多种染料和/或荧光物质的一个或多个层22,例如,因此可实现参照图7a和图7b解释的效果:

[0220] 图7a和图7b在各种情况中显示防伪元件2的切割断面,其具有几个区域31和包围

它们的背景区域41。在区域31中,如上所述,在金属层21中形成凹凸结构61并且在区域41中形成与此不同的凹凸结构62,例如全息结构,或镜面。对于周期P而言,凹凸结构61可以在区域31中相同,或者可以不同。

[0221] 如图7b所示,还在区域81中设置第一层22并且在金属层21附近设置第二层22,例如,在区域82中打印在金属层21上。在此在区域81中提供的层22具有第一染料并且在区域82中提供的层22具有第二染料,其中第一染料和第二染料是不同的染料,其具有不同的颜色。通过区域31中的凹凸结构61与在区域81和82中设置的层22的染料之间的相互作用得到两种不同的颜色印象,然而,这两种不同的颜色印象确切地限定在凹凸结构61的区域中,即区域31。在图7b中,这种强颜色印象的出现限于鉴定为黑色的表面区域。防伪元件2的其他区域,例如区域41上覆盖着没有用层22的染料加以控制的凹凸结构,结果在这些区域中,颜色效果层22不可见或几乎不可见。为此,优选如上所述对层22的染料浓度进行选择,使得由这些层印刷并且没有形成像凹凸结构61的凹凸结构的区域几乎不变,即看上去没有带颜色。或者,可证明具有染料的区域81和82小于区域31。在记录精确的复制到这些区域81和82的情况中,因而能确保染料仅存在于具有凹凸结构的区域31中。

[0222] 此外,上述的染料或荧光物质与凹凸结构61的相互作用也出现在透射中,结果上述的图6a至7b的实施方式也可相应转移至图3的防伪元件的设计中。

[0223] 可选择凹凸结构61的参数,具体是周期P、方位角、凹凸深度t、底表面积和轮廓形状以在区域31或32的整个区域中恒定。因此,例如,以字母“A”的形式形成的区域31可能在长方形的区域作用被凹凸结构61覆盖,其在垂直观察中显示红色并且在倾斜观察中显示绿色。此外,提供以字母“B”的形式形成的区域32,其被不同的凹凸结构61覆盖,其在垂直观察中显示黄色并且这种颜色在倾斜时消失。此外,提供了背景区域41,其中由亚光结构形成凹凸结构。在垂直观察的情况中,由此在灰色背景上显示红色的“A”和黄色的“B”。

[0224] 此外,这些参数中的一个或多个也可能在区域31或32中变化。因此,例如,凹凸结构61的周期可能从边缘向区域31或32的中心稍稍增加,并且然后向相反的边缘再次稍稍减少。在此周期的变化应低于 $\pm 10\%$ ,更好低于 $\pm 5\%$ ,尤其是应该在10nm和50nm之间。通过这一过程,可以实现移动效果。已经显示凹凸结构61的反射或透射光谱中的陡峭边缘和峰随着增加的光栅周期移向更大的波长。这种峰偏移或边缘偏移用于上述命名的移动效果。此外,也设想通过方位角 $\Phi$ 的变化来模仿移动效果。然而,在交叉光栅的情况中,考虑到方位角仅在 $0^\circ$ 和 $45^\circ$ 之间变化,在六角光栅的情况中,方位角仅在 $0^\circ$ 和 $30^\circ$ 之间变化。

[0225] 此外,区域31和32还可以包含一个或多个域,其中选择第一凹凸结构61的一个或多个参数是不同的。

[0226] 因此,在各种情况中,图8a和图8b显示分别以“I”和“F”的形式形成并且在各种情况中被分为几个域351、352、353和354的区域35。在域351、352、353和354中,在各种情况中,选择凹凸结构61的一个或多个参数是不同的,尤其是凹凸结构61的周期P、凹凸深度t或方位角。此外,一个或多个上述的参数也可能在相应的域351、352、353和354中有不同的变化,如之前所述的那样。

[0227] 域351、352、353和354的至少一个横向尺寸还优选低于 $300\mu\text{m}$ ,例如低于 $300\mu\text{m}$ 的宽度和低于2mm的长度。例如,在这种方式中,也可在区域35中实现相反方向上的移动效果。

[0228] 在图8a的“I”的情况中,“滚动条”效果导致颜色条显示在“I”上移动。例如,当多层

体在视角的方向上倾斜时，“I”的微红色核(具有微黄色或微绿色的外区域)可移动。

[0229] 在图8b的“F”的情况中，甚至可以设计“滚动条”效果使其在“F”的竖条方向上从左向右移动并且在“F”的横条方向上从上到下移动。这些甚至对于非专业人员而言是非常明显的效果。

[0230] 图9a和图9b还显示了防伪元件2的区域36，其由两个域361和362组成。在域361和362中，对凹凸结构61的参数进行选择，使得这些参数在其偏振性质方面不同。因此，图9c显示具有300nm的周期和150nm的深度的交叉光栅对反射光的TE-偏振组分和反射光的TM-偏振组分的反射率(在25°的观察角下)。当观察TE-偏振组分时，出现基本为黄色的颜色印象。如果偏振器转过90°，则看到显示红色的TM组分。平均光谱TE和TM被看作未偏振的。当不用偏振器观察时，在x/y平面中旋转的情况中，即与方位角无关，凹凸结构61的颜色印象通常是非常相似乃至几乎相同的。这特别适用于交叉光栅。当通过偏振器分解时，不一定是这种情况，也可以实现以下设计：当不用偏振器观察时，具有单色表面，但是当在另一方面用偏振器观察时，显示了其他信息条目。

[0231] 为此，对域361和362中的凹凸结构61进行选择，使得凹凸结构61的方位角 $\Phi$ 在域361和362中不同，例如，选择域362中的方位角 $\Phi$ 相对于域361转过至少15°。优选地，当使用交叉光栅时，域361和362中的方位角 $\Phi$ 互相之间设置为转过约45°。

[0232] 通过这一过程，由此可实现防伪特征，其中，在不用偏振器观察的情况中，区域(例如，区域36)以均匀的颜色显示，但是在通过偏振器观察的情况中，由于不同的颜色变得可见，出现信息条目，例如域361显示黄色而域362显示红色。

[0233] 此外，通过对凹凸结构61的相应设计，还可以将闪烁效果或微光效果整合到带颜色的外观中。这在下文中参考图10a至图10b说明。

[0234] 图10a和图10b显示区域37，其由多个部分区域371组成。部分区域371优选具有尽可能不规则的形状。在各部分区域371中，按照预定的凹凸结构选择凹凸结构61的参数，预定的凹凸结构选自一组对相应的部分区域371伪随机的预定凹凸结构。几种凹凸结构，例如凹凸结构G1、G2、G3和G4是预定的，其在例如方位角取向和/或其周期及其凹凸深度上不同。从这组凹凸结构G1至G4中，对于各部分区域371，然后伪随机地选择凹凸结构G1至G4之一并且形成相应的凹凸结构作为各部分区域371中的凹凸结构61。

[0235] 此外，也可通过图11所示的区域排列的方式实现这种闪烁效果。

[0236] 图11显示了防伪元件2的切割断面，其具有由多个部分区域431和区域39组成的区域，在部分区域431中形成了凹凸结构62，在区域39中形成了凹凸结构61并且其形成部分区域431的背景区域。凹凸结构62优选由镜面或非彩色结构组成，例如，闪耀光栅，随机选择其方位角取向。此外，优选在区域39的背景前侧随机排列和/或在其取向(例如其纵向边缘的取向)方面伪随机地选择部分区域431。从而为颜色表面添加金属闪烁，其具有与汽车金属漆相似的高品质效果。

[0237] 关于在区域39中形成凹凸结构61的方面，参考前述内容。

[0238] 此外，还可以在部分区域431中形成凹凸结构61并且在区域39中形成凹凸结构62。

[0239] 此外，还可以通过压印转移膜的转移层的部分区域的方式来提供防伪元件2。图12a由此显示了，例如，具有载体膜25、脱模层24、保护性清漆层23、复制清漆层27、金属层21、保护性清漆层28和粘合剂层26的转移膜3。在金属层21中形成凹凸结构61。关于金属层

21和凹凸结构61的设计方面,在此参考前述内容,尤其是图1至图11。

[0240] 如图12b所示,然后通过压印模头9的方式在基材(例如防伪文件1的基材10)的表面上形成转移膜3。在压印之后,然后将载体膜25与转移层中未经压印模头9抵靠基材10进行过压制的区域一起剥去。从而可以实现两种不同的效果:在此,首先,在转移膜3的整个表面上在区域33中提供的具有凹凸结构61的金属层21(参见图12c)没有完全转移到基材10上,而仅仅是在压印模头抵靠基材10压制转移膜3的区域中转移图案。在压印之后,例如,由此产生图12d中显示的具有凹凸结构61的金属层21的设计,即在基材10上的区域34中提供具有凹凸结构61的金属层21,其以例如数字“50”的形式形成。此外,根据基材的类型,产生以下的效果:如图12b所示,基材10的表面优选没有光滑和平坦的表面,而是具有拥有一定表面粗糙度的表面,例如,显示亚光外观,或者其中已经形成粗结构。现在优选对压印模头9现在抵靠基材10压制转移膜3的压印压力进行选择,使得凹凸结构61的底表面616根据基材10的表面的凹凸结构变形,例如,像亚光结构或粗结构的形式那样变形。已经显示,通过这一过程,例如可显著增加能看到区域34中凹凸结构61的颜色效果的视角,或者可以这种方式通过对粗结构的相应选择向防伪元件2中引入其他动作、形状变化(变形)或3D效果。

[0241] 或者,还可以通过素压印模头的方式在形成粗结构或亚光结构的压印表面中在其他操作中加工具有金属层21和其中形成的凹凸结构61的防伪元件2。在此,同样,优选对素压印模头抵靠防伪元件2压制的压印压力进行选择,使得凹凸结构61的底表面根据素压印模头的粗结构或亚光结构变形,从而也可通过该过程实现上述优势。

[0242] 此外,甚至在防伪元件2的生产中也可能设计凹凸结构61,使得凹凸结构61的底表面没有平坦表面的形式,而是具有粗结构或亚光结构的形状。然而,这种结构的深度通常比可在素压印情况中实现的深度要小得多。图13显示,例如,具有其中形成了凹凸结构61的金属层21的防伪元件2的切割断面。在防伪元件2的设计方面,参考图1至图11的前述内容。在区域38中,如图13所示,凹凸结构61的底表面616现在并非作为平面形成,而是粗结构的形式,从而可实现上述的效果。

[0243] 此外,还可以通过以下过程提供移动效果和闪烁效果:防伪元件2的一个或多个区域具有多个部分区域,其中各部分区域具有 $3\mu\text{m}$ 的最小尺寸和低于 $300\mu\text{m}$ 的最大尺寸。图14a显示,例如,这种具有多个部分区域30的防伪元件2的区域的切割断面。

[0244] 在部分区域30中,现在金属层21中形成凹凸结构61。对于各部分区域30,凹凸结构61和/或部分区域30的一个或多个参数进一步伪随机变化。在此特别优选在各预定变化范围内伪随机地改变以下参数中的至少一种:部分区域的形状、部分区域的区域尺寸、部分区域的区域中心的位置、凹凸结构61的底表面616相对于底平面的倾斜角、凹凸结构61的底表面616绕与底平面垂直的轴旋转的角度、凹凸结构61的方位角、凹凸结构的周期P。图14b由此显示,例如,部分区域30的凹凸结构61的底表面616的倾斜角的相应伪随机变化。

[0245] 在部分区域30外,优选金属层21中没有形成凹凸结构61。在这些区域中优选形成了凹凸结构62或者没有在这些区域中提供金属层21,结果在这些区域中没有由金属层21产生的光学作用。

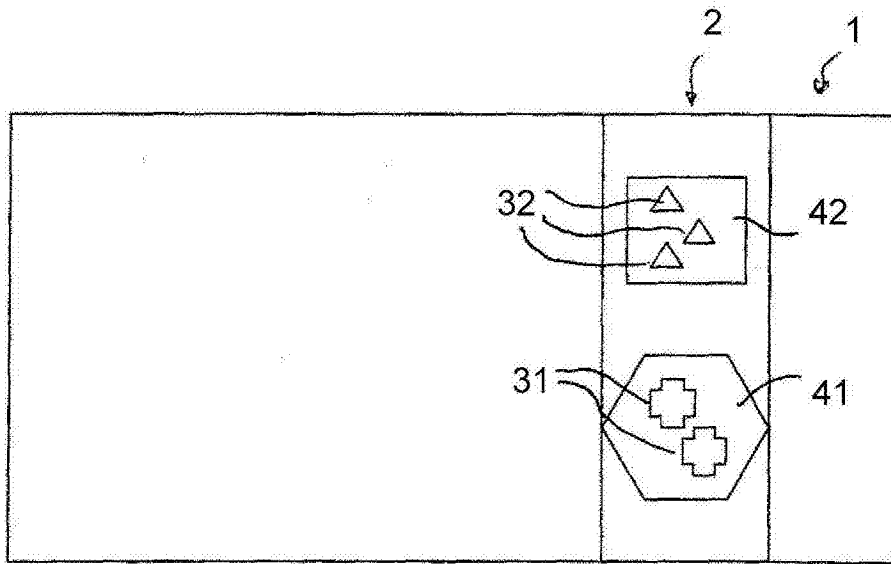


图1a

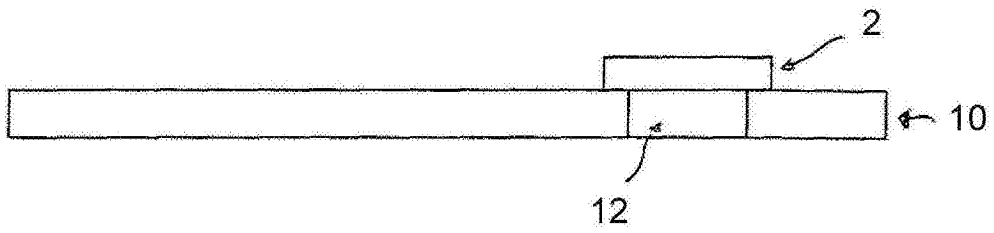


图1b

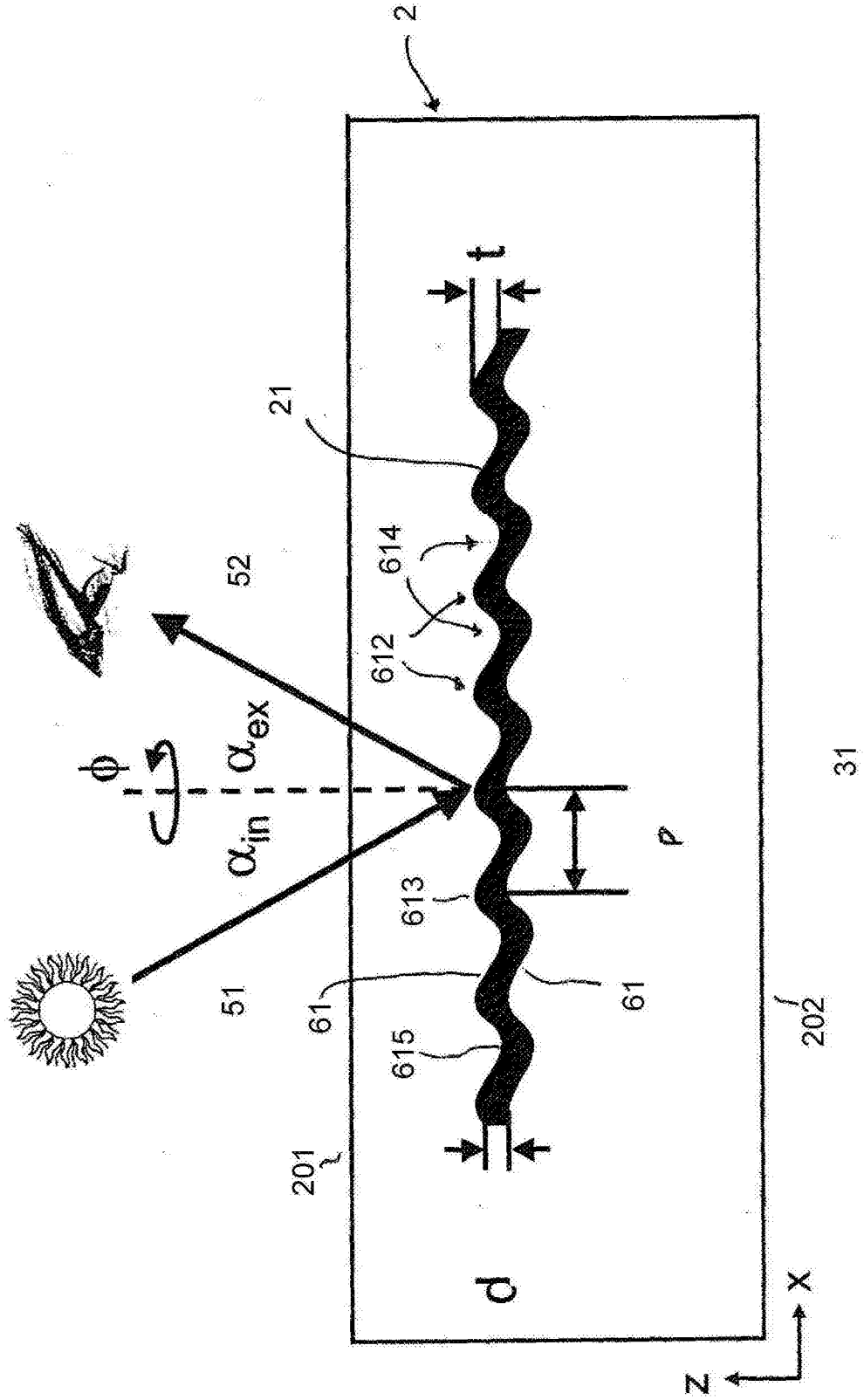


图2

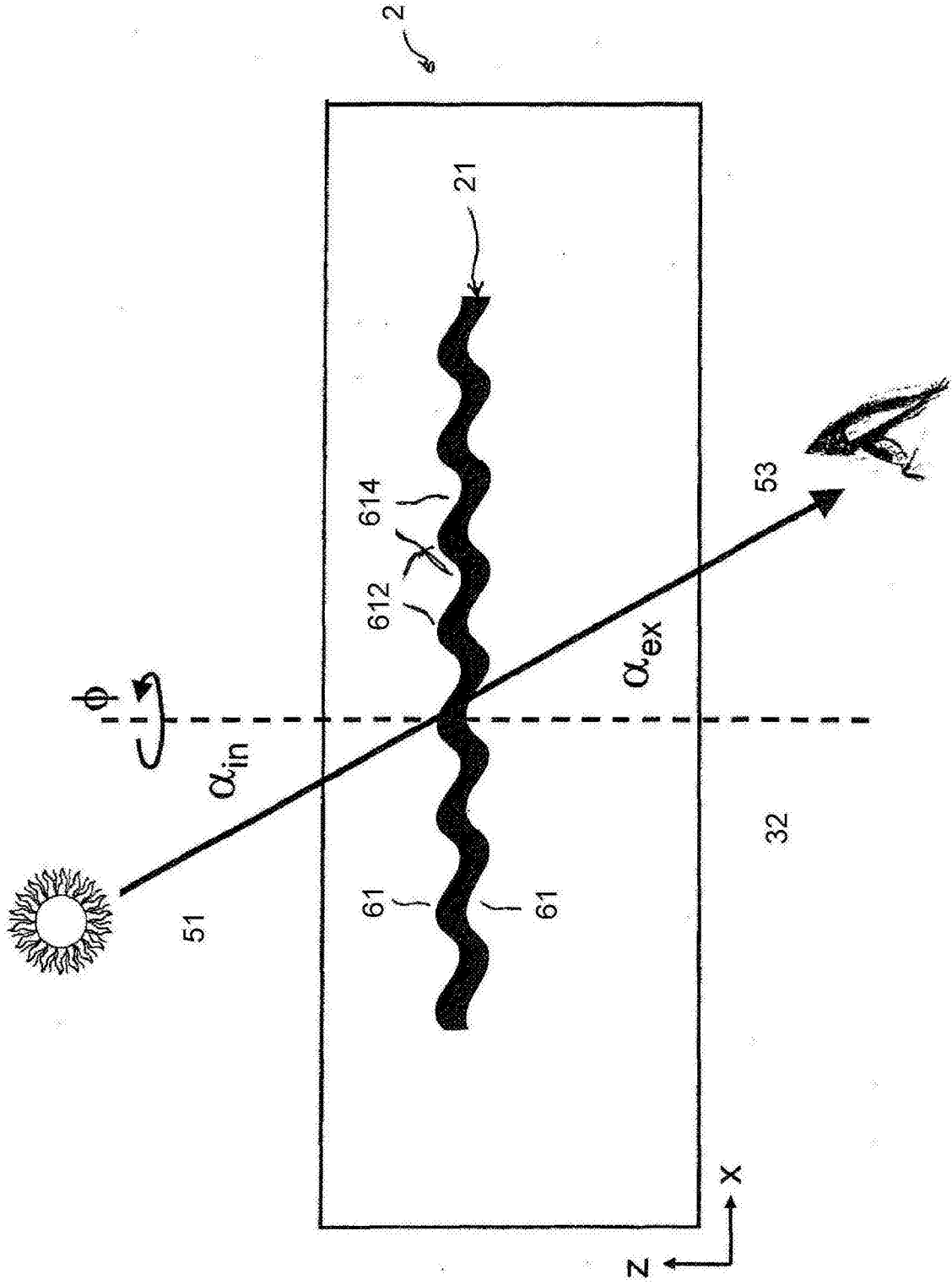


图3



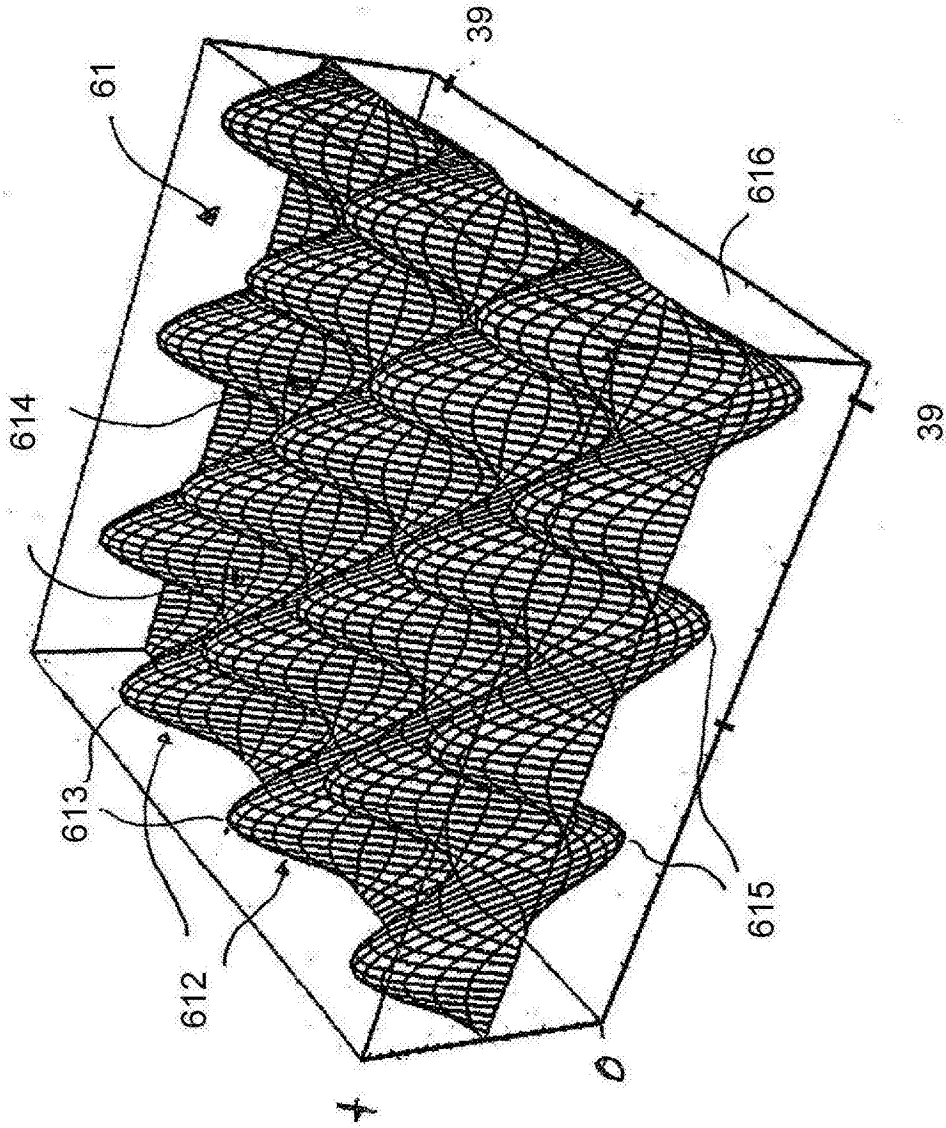


图4a

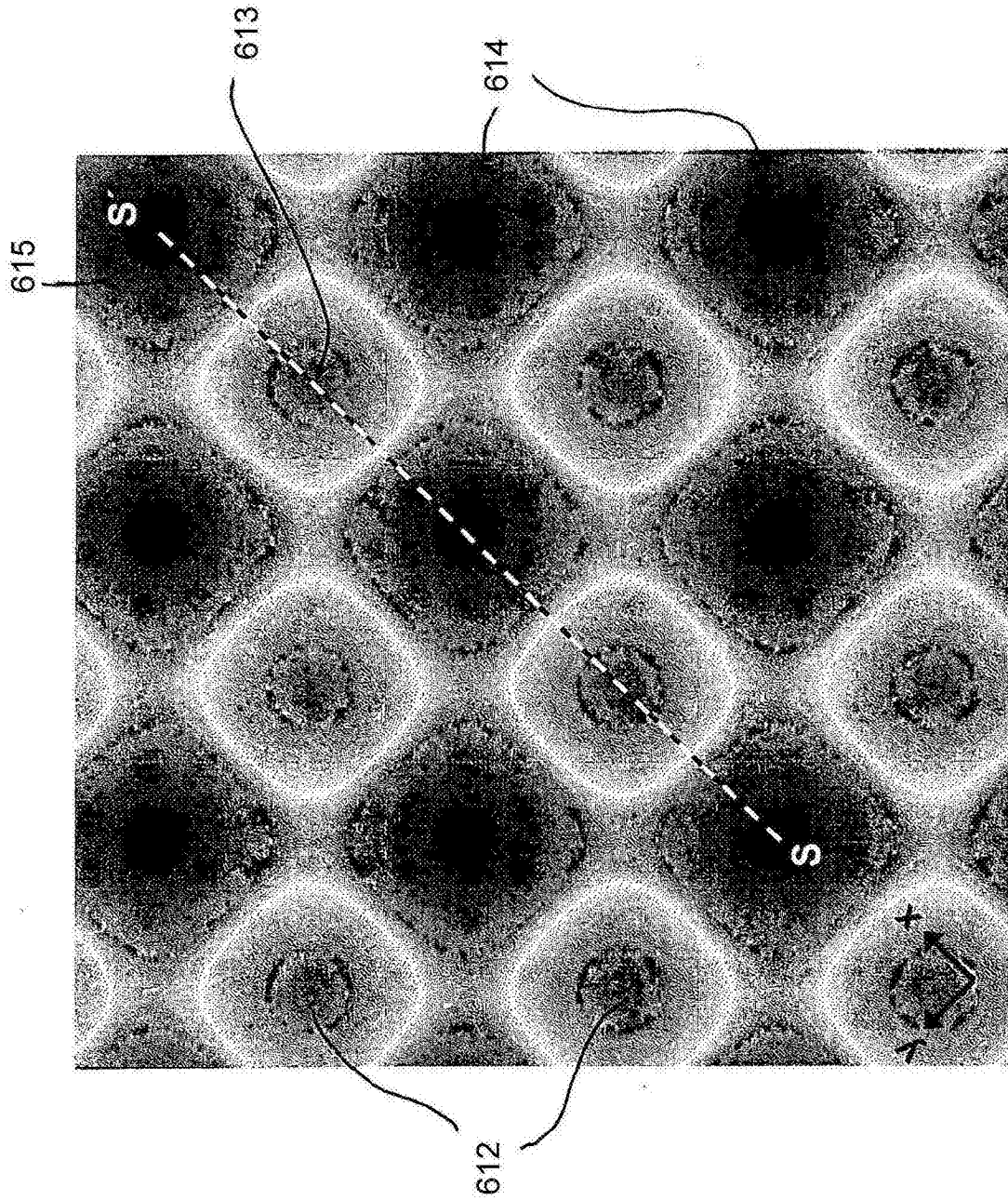


图4b

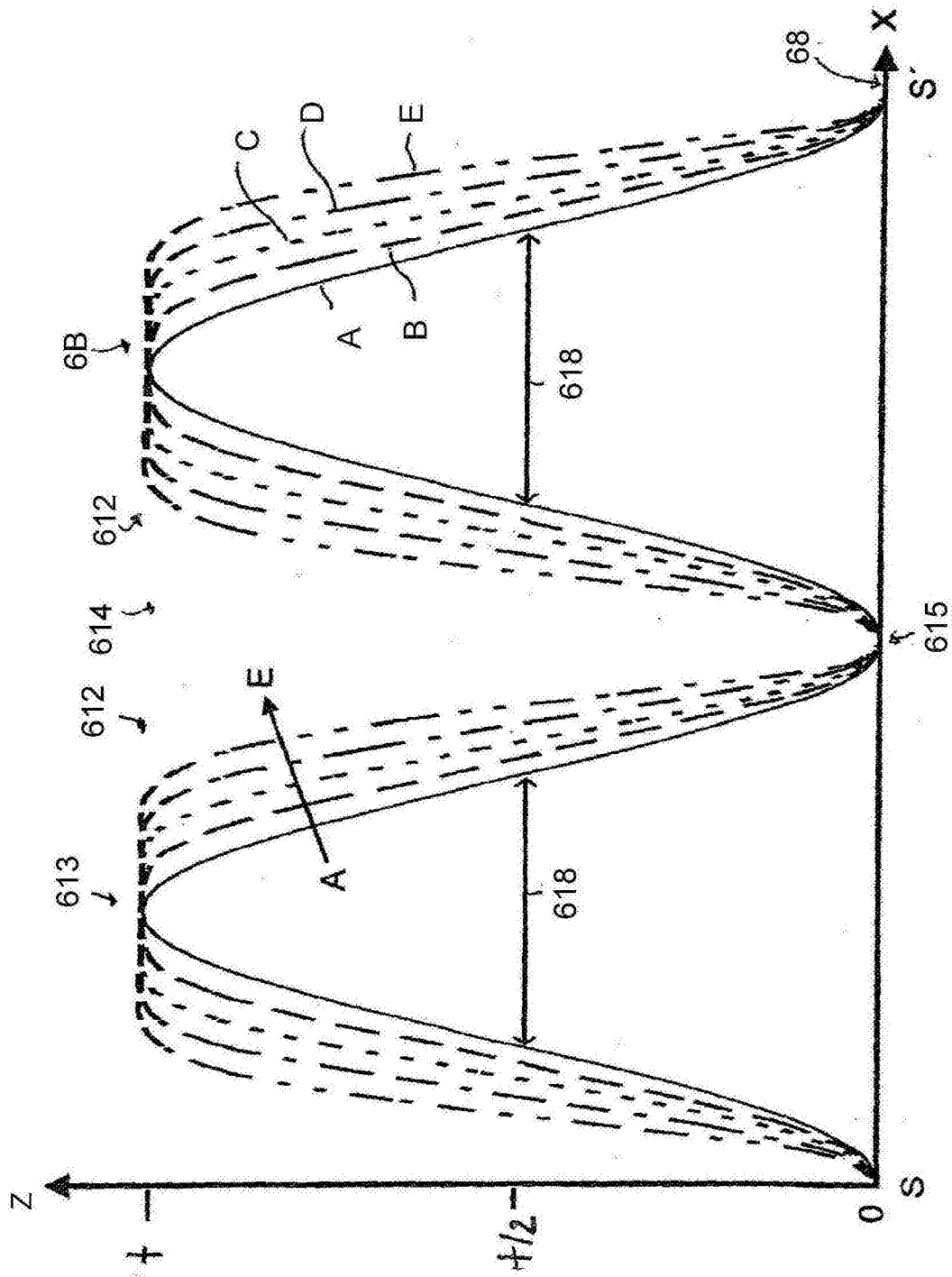


图4c

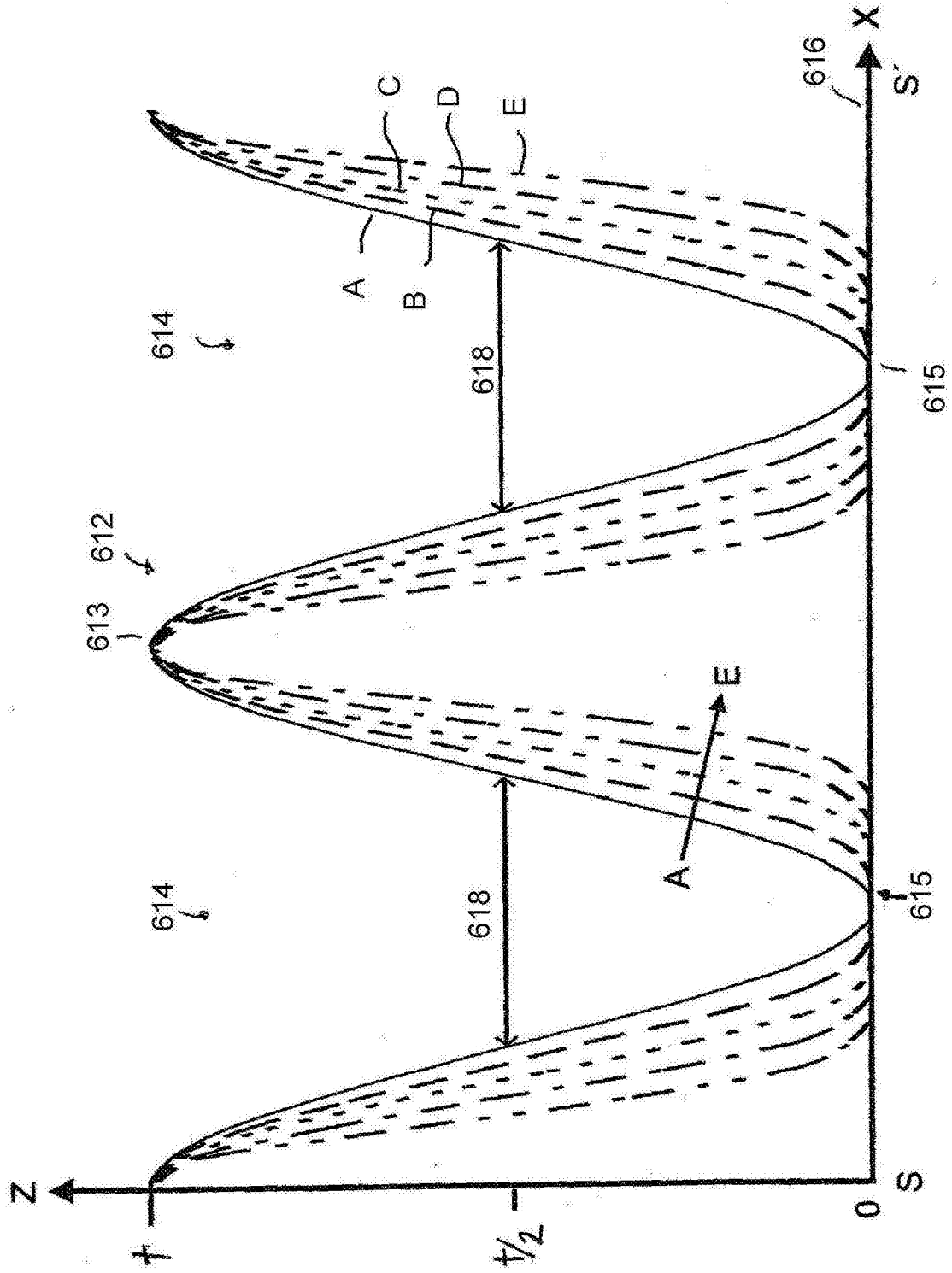


图4d

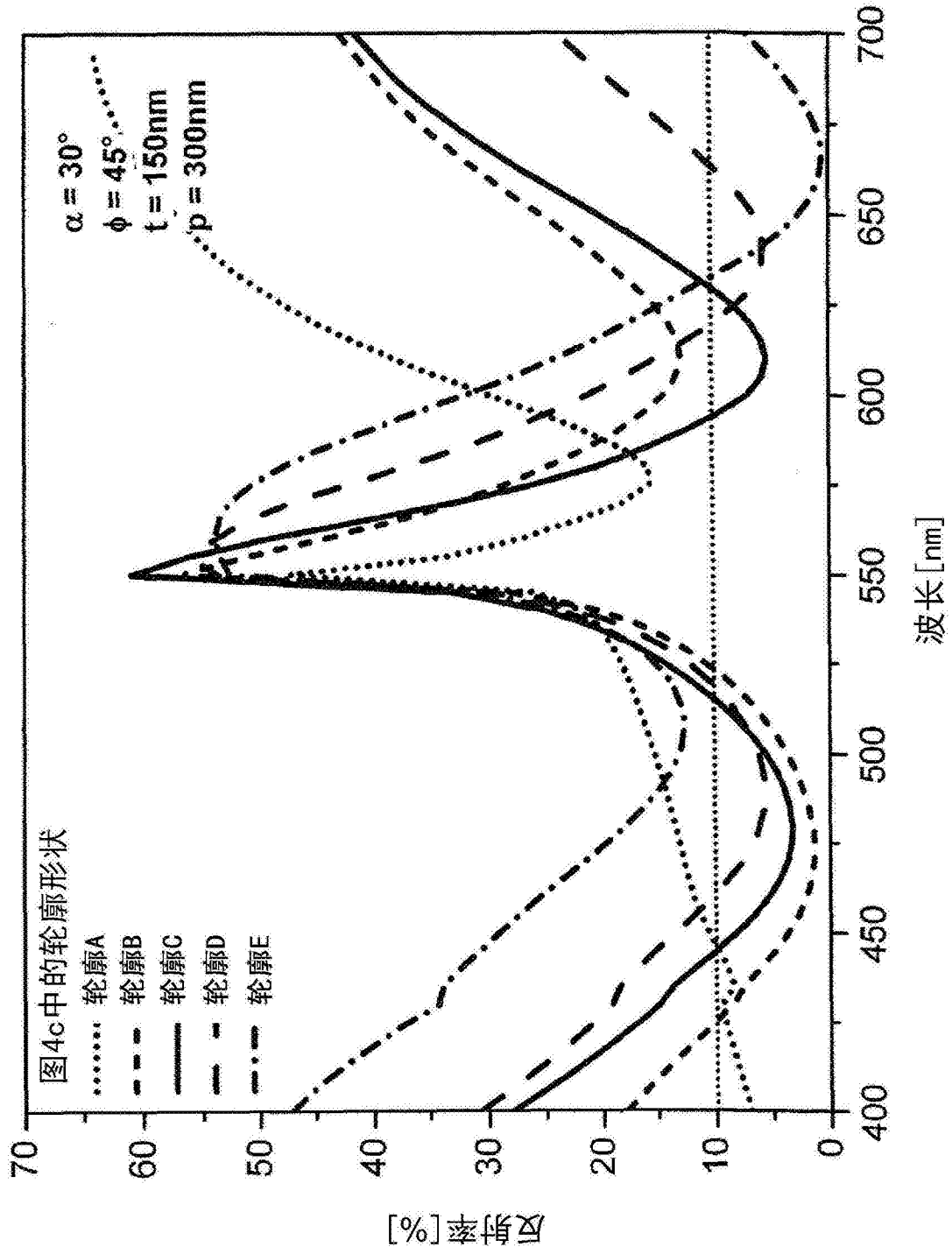


图4e

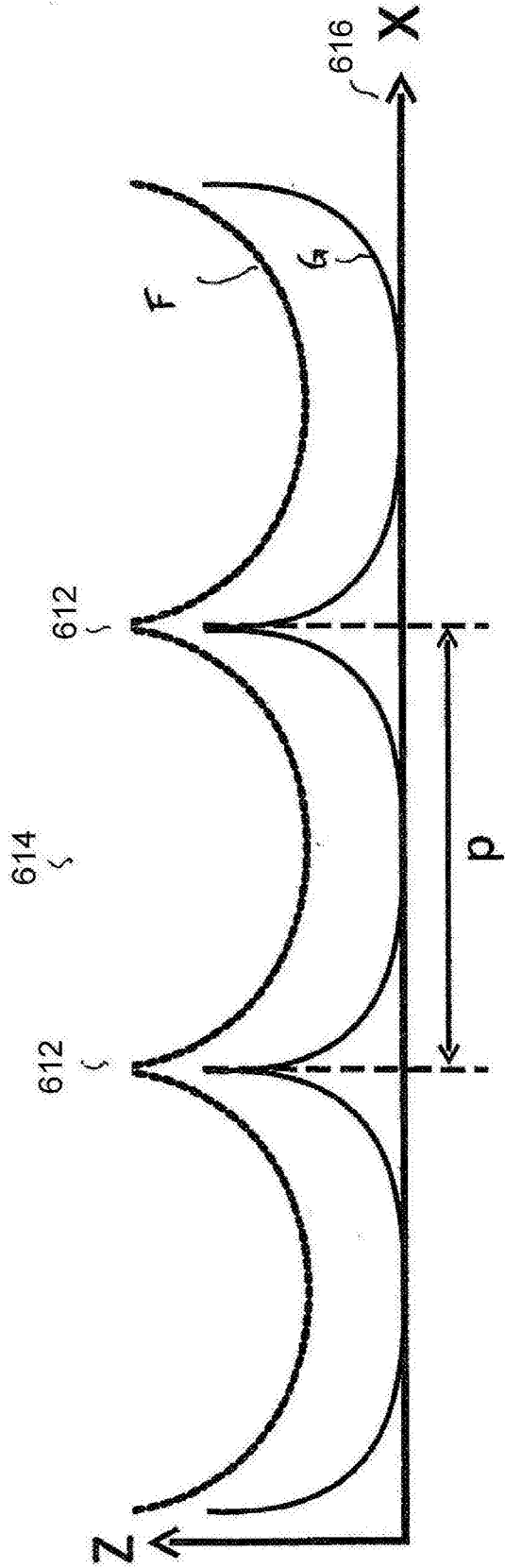


图4f

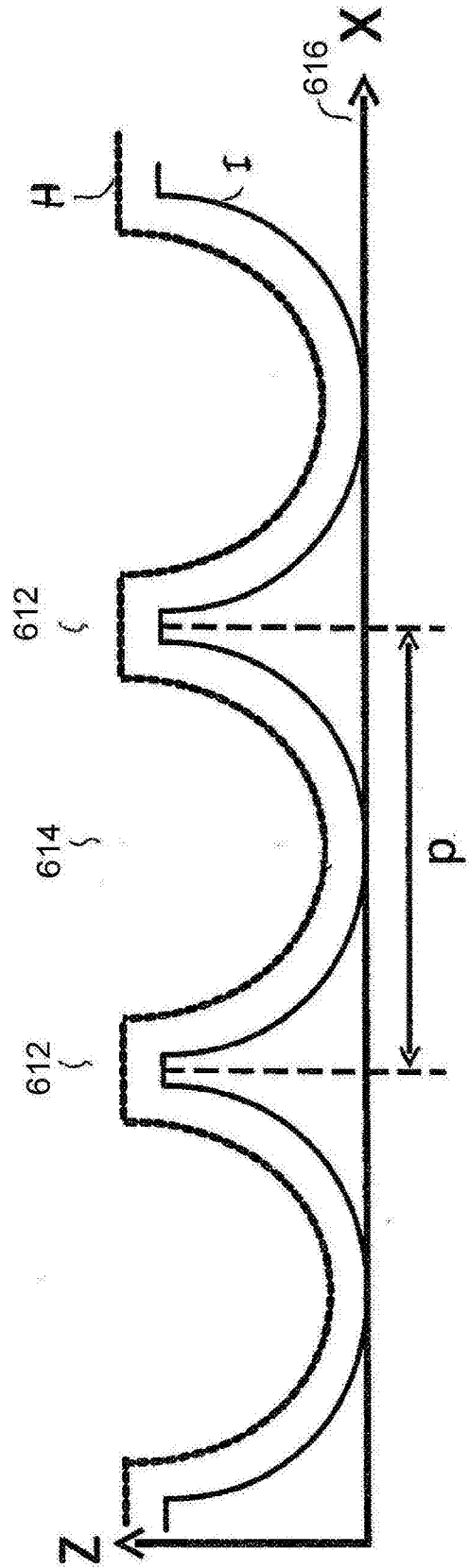


图4g

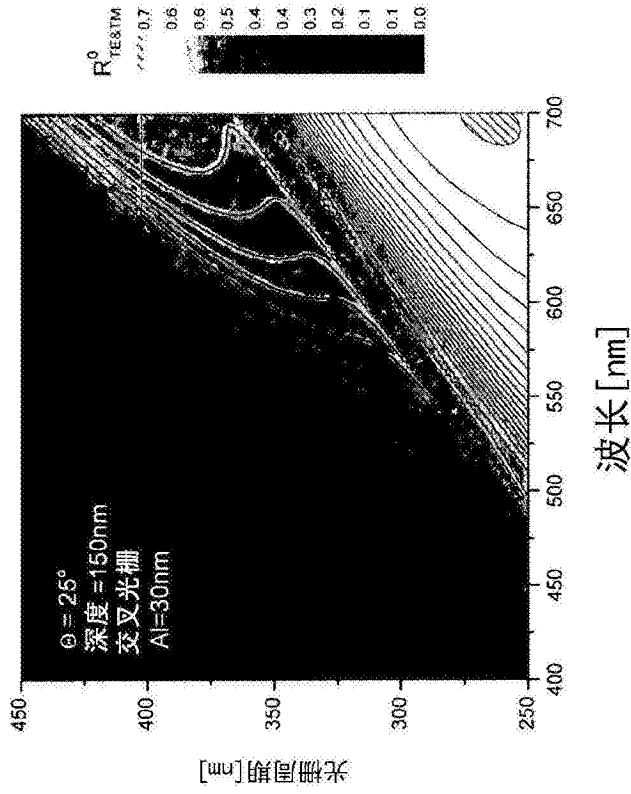


图5a

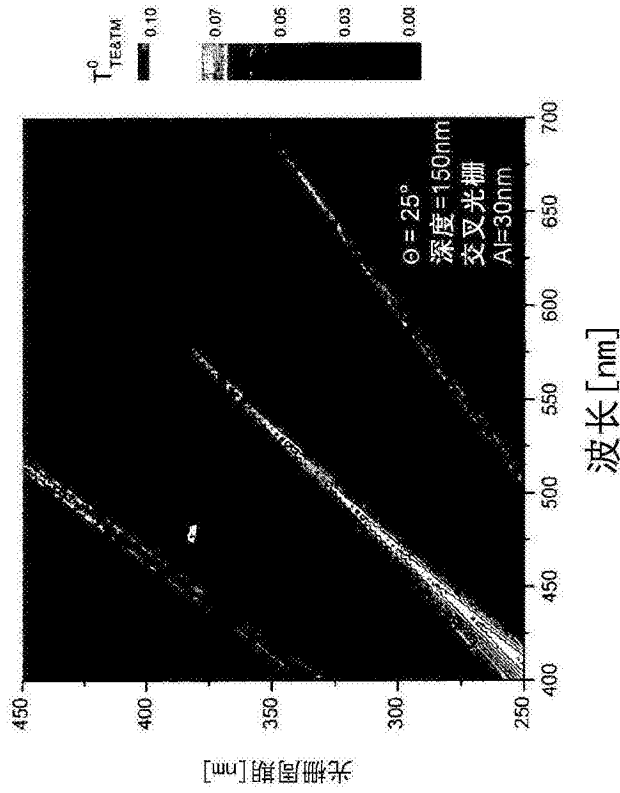


图5b

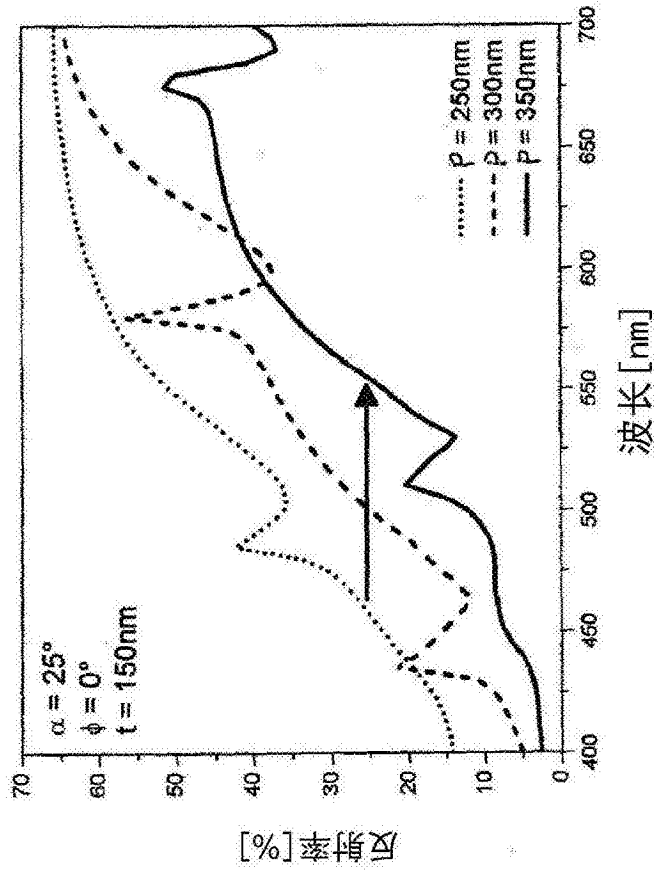


图5c

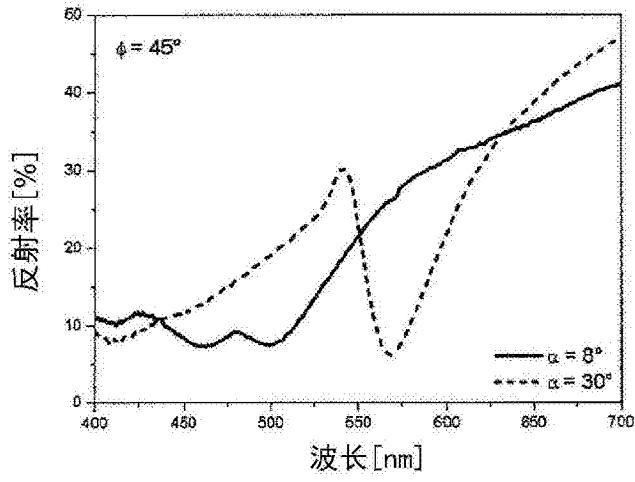


图5d



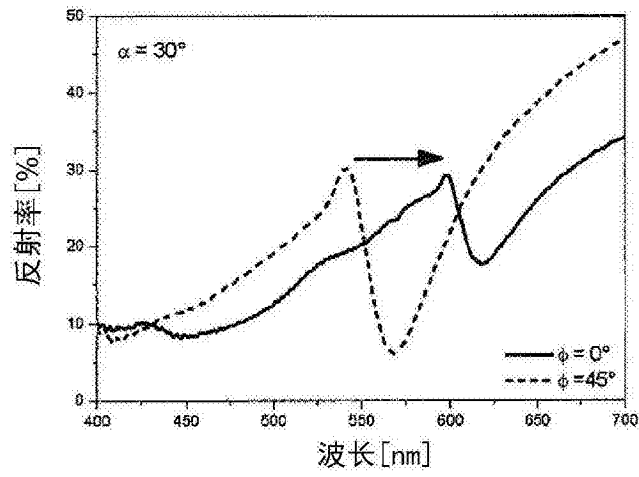


图5e

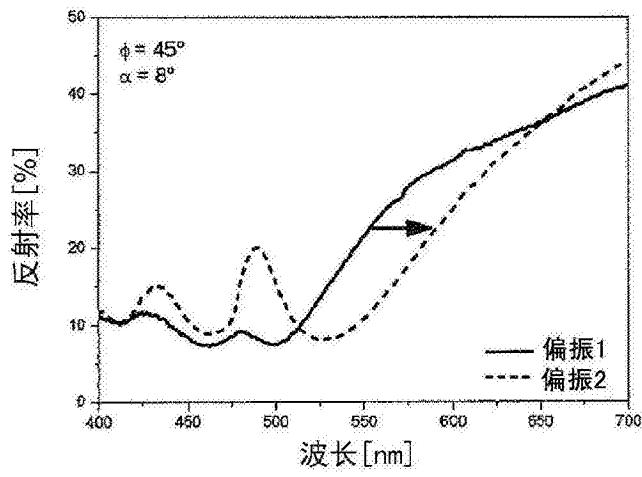


图5f

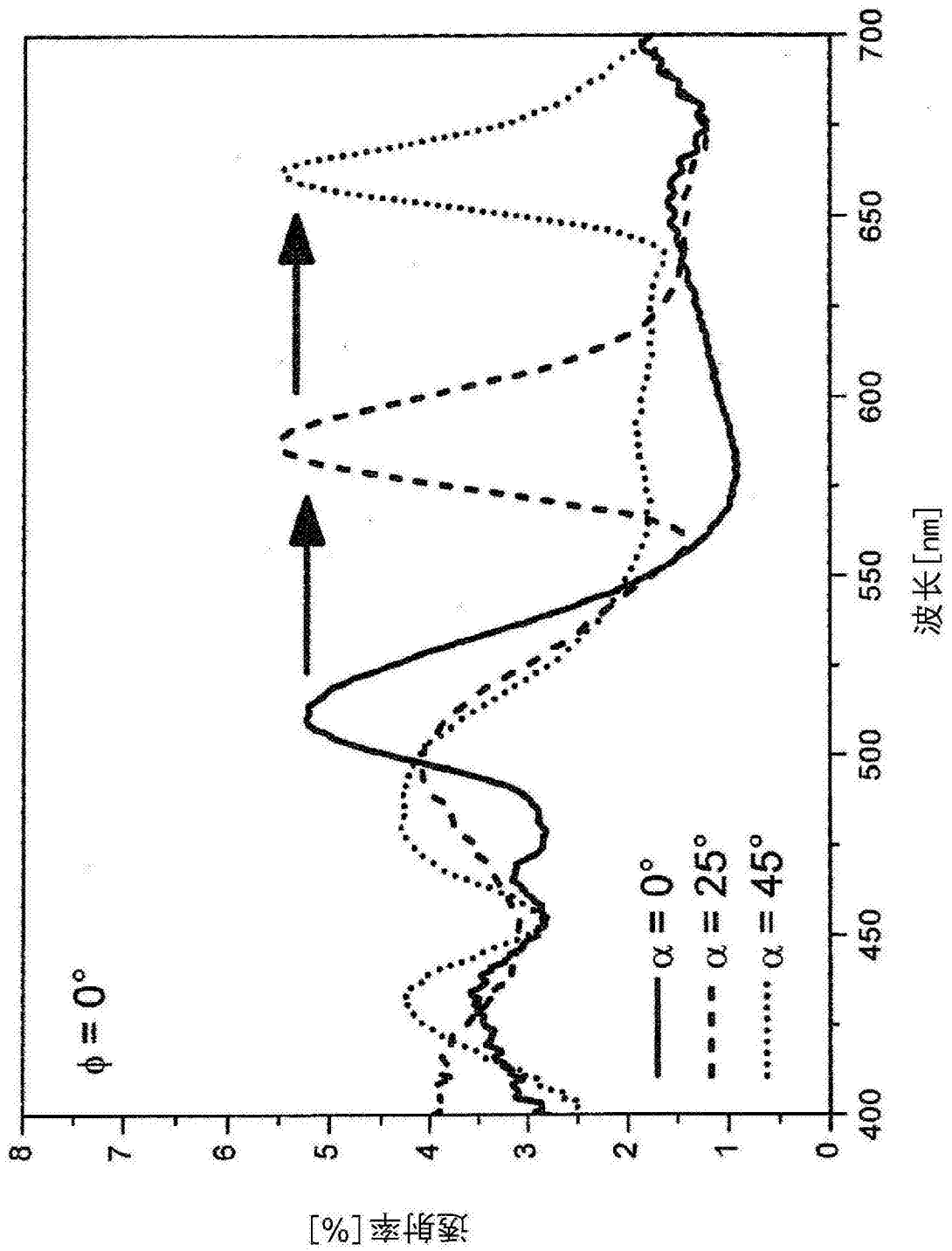


图5g

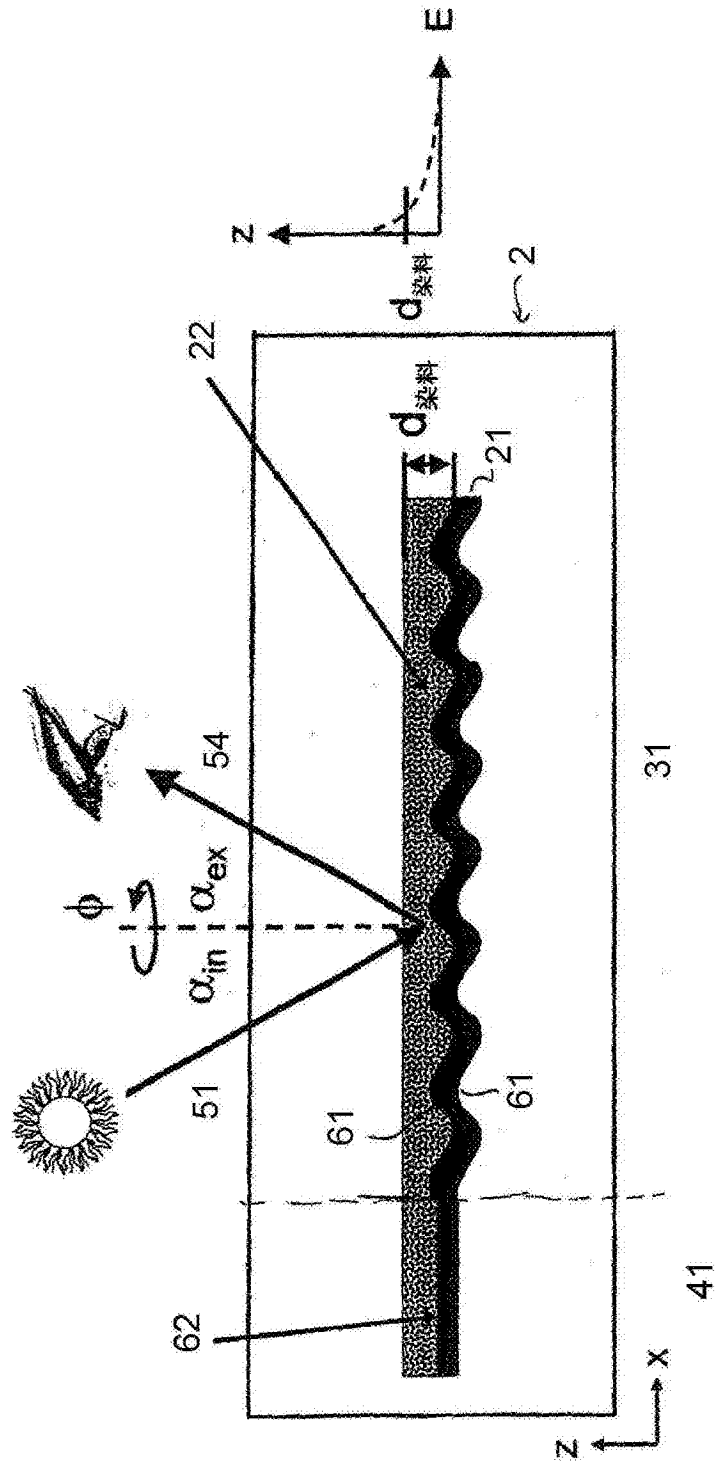


图6a

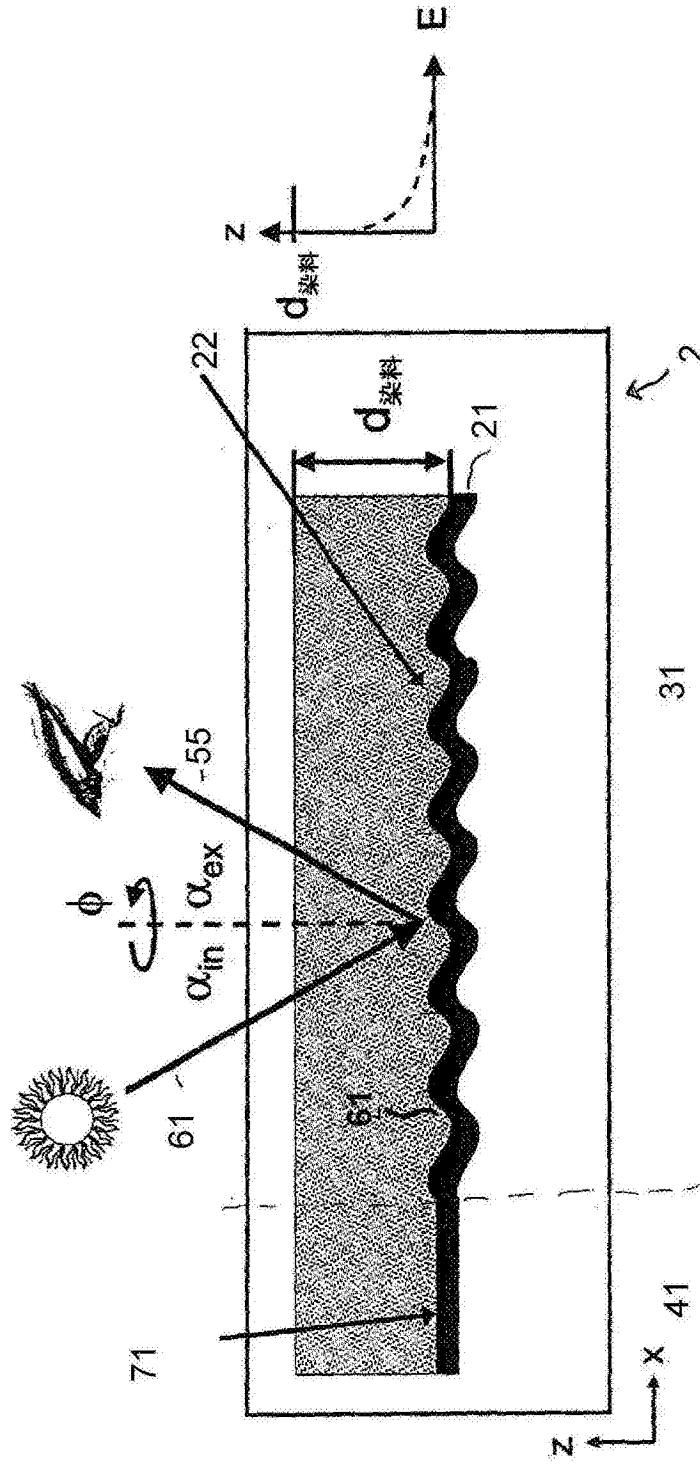


图6b

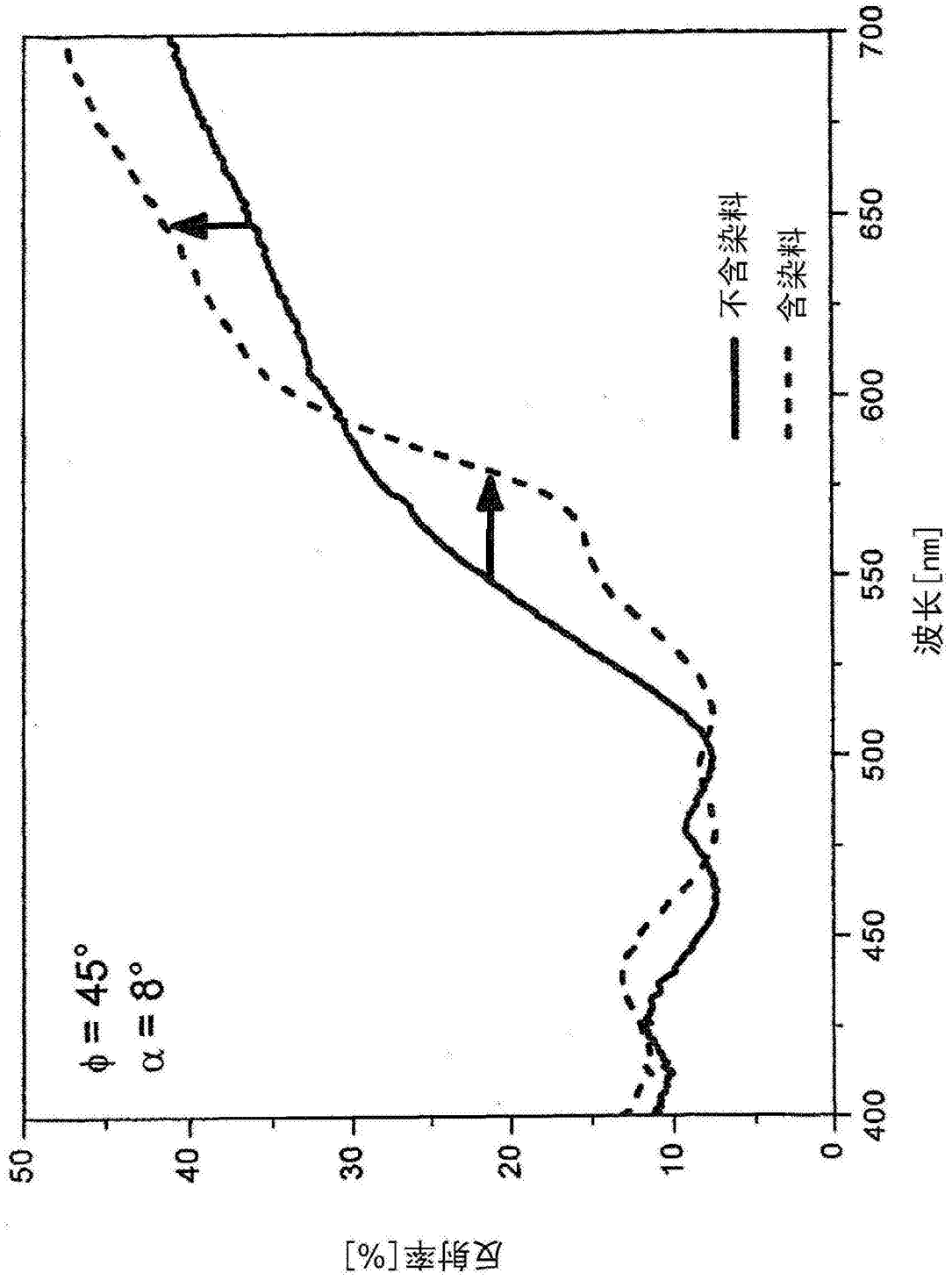


图6c

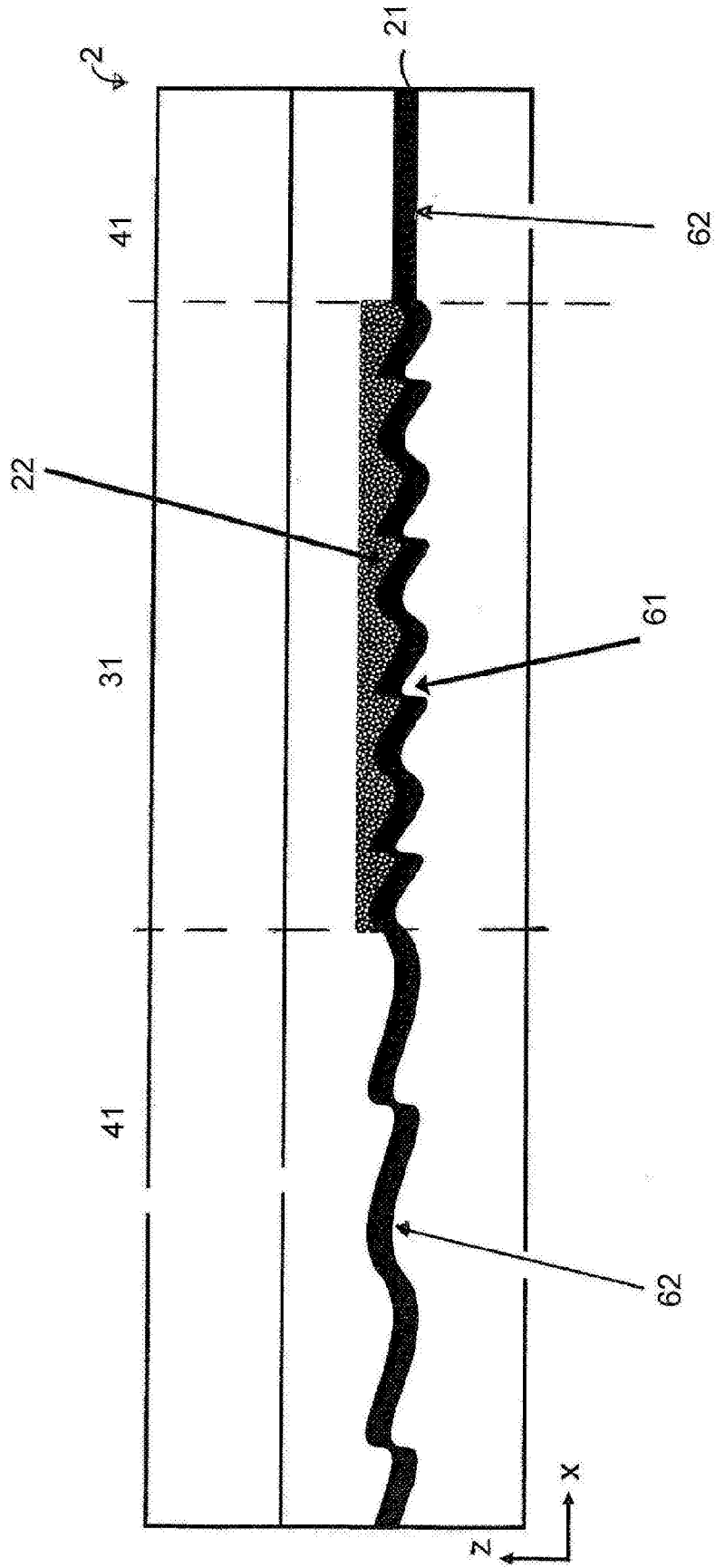


图6d

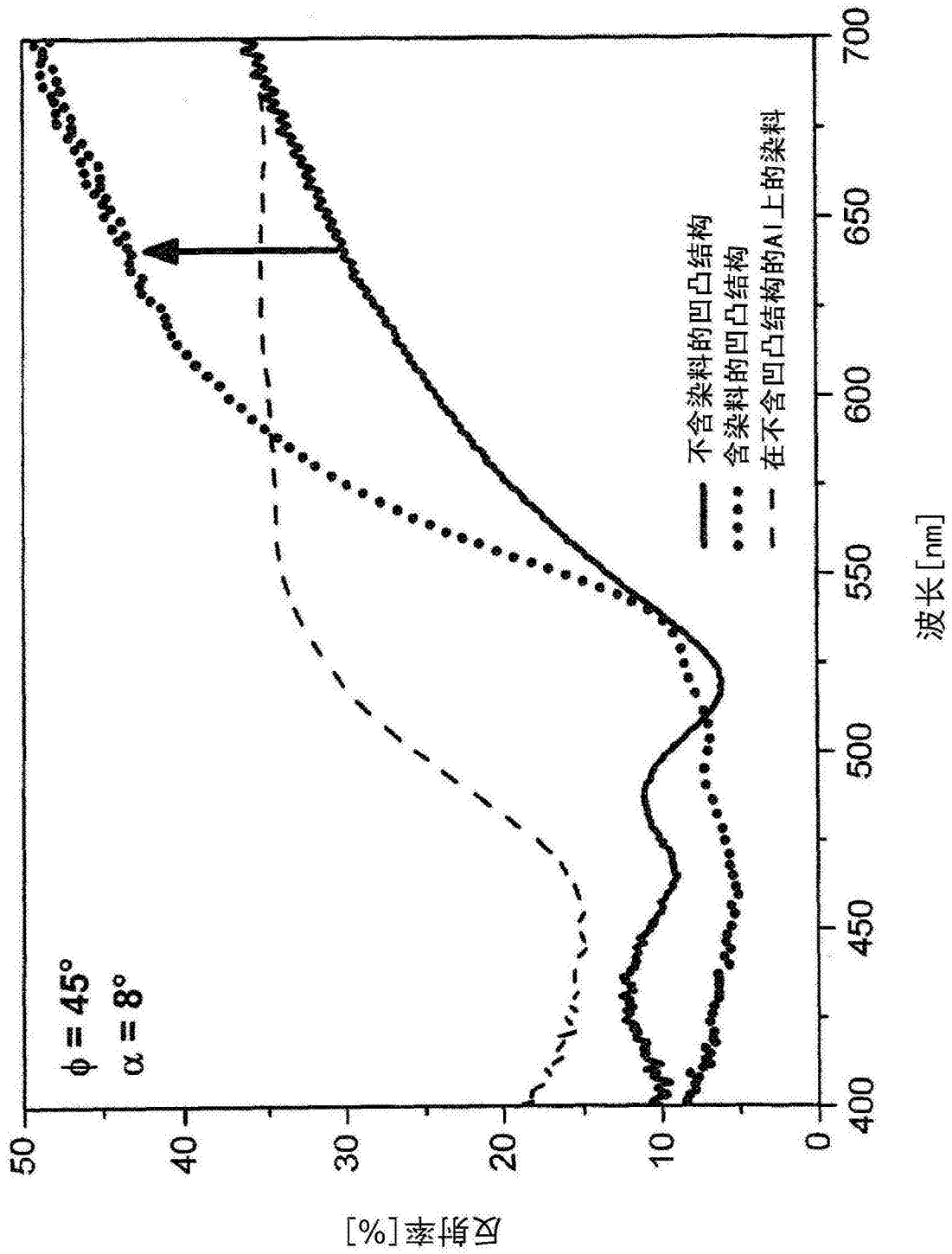


图6e

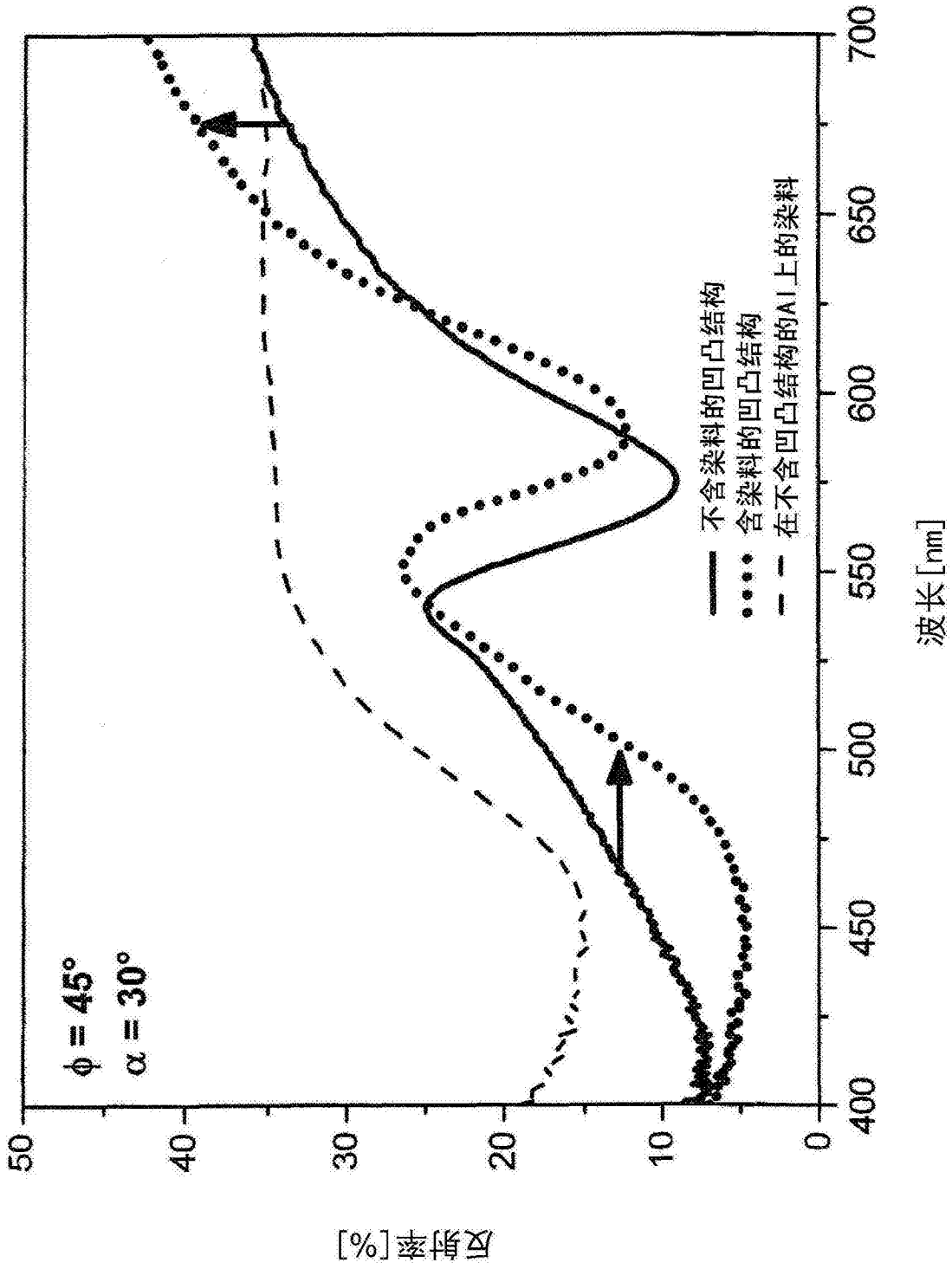


图6f



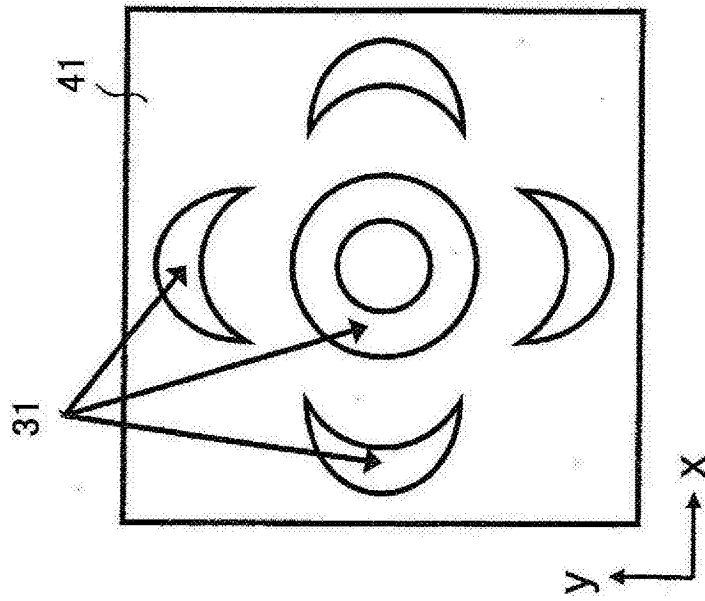


图7a

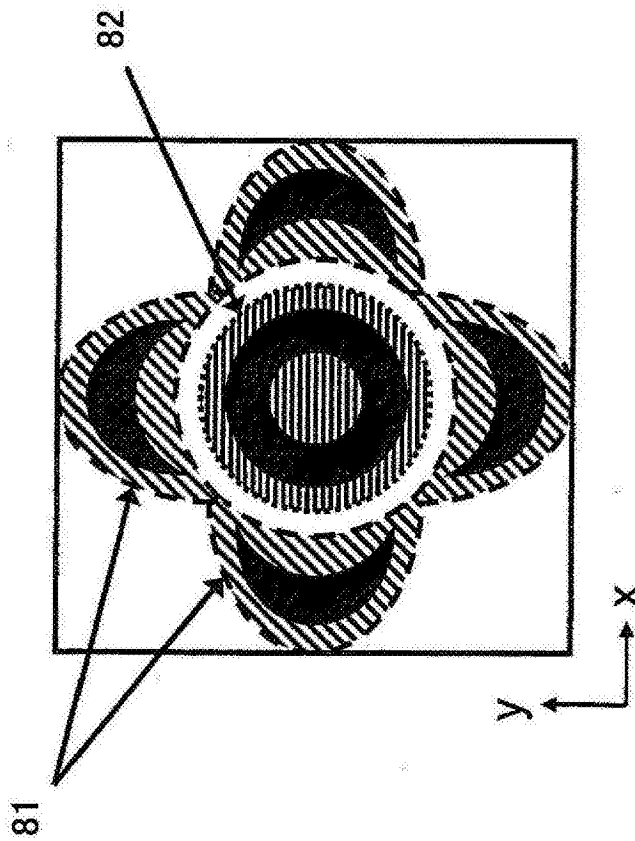


图7b

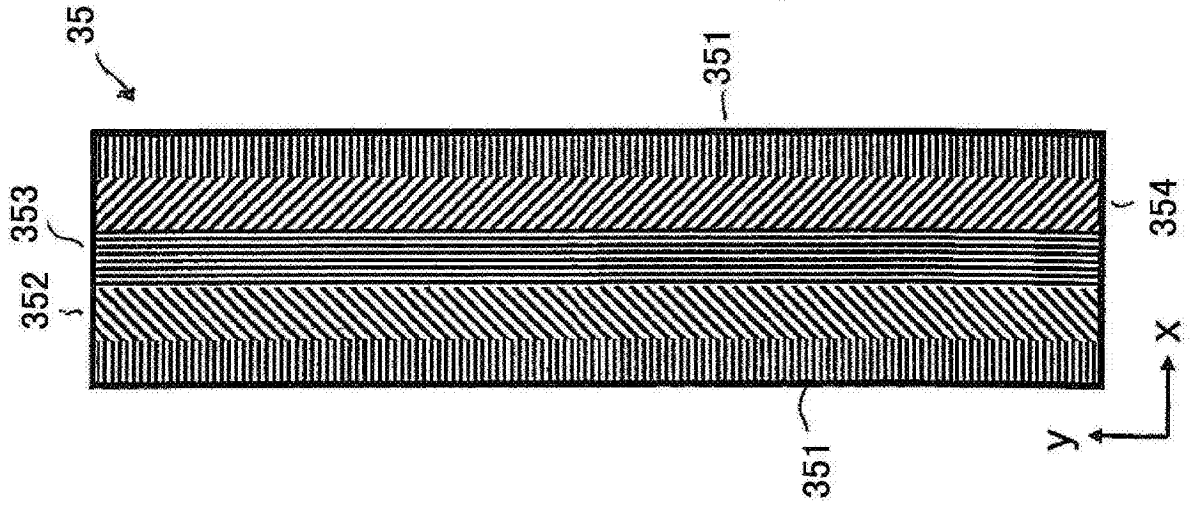


图8a

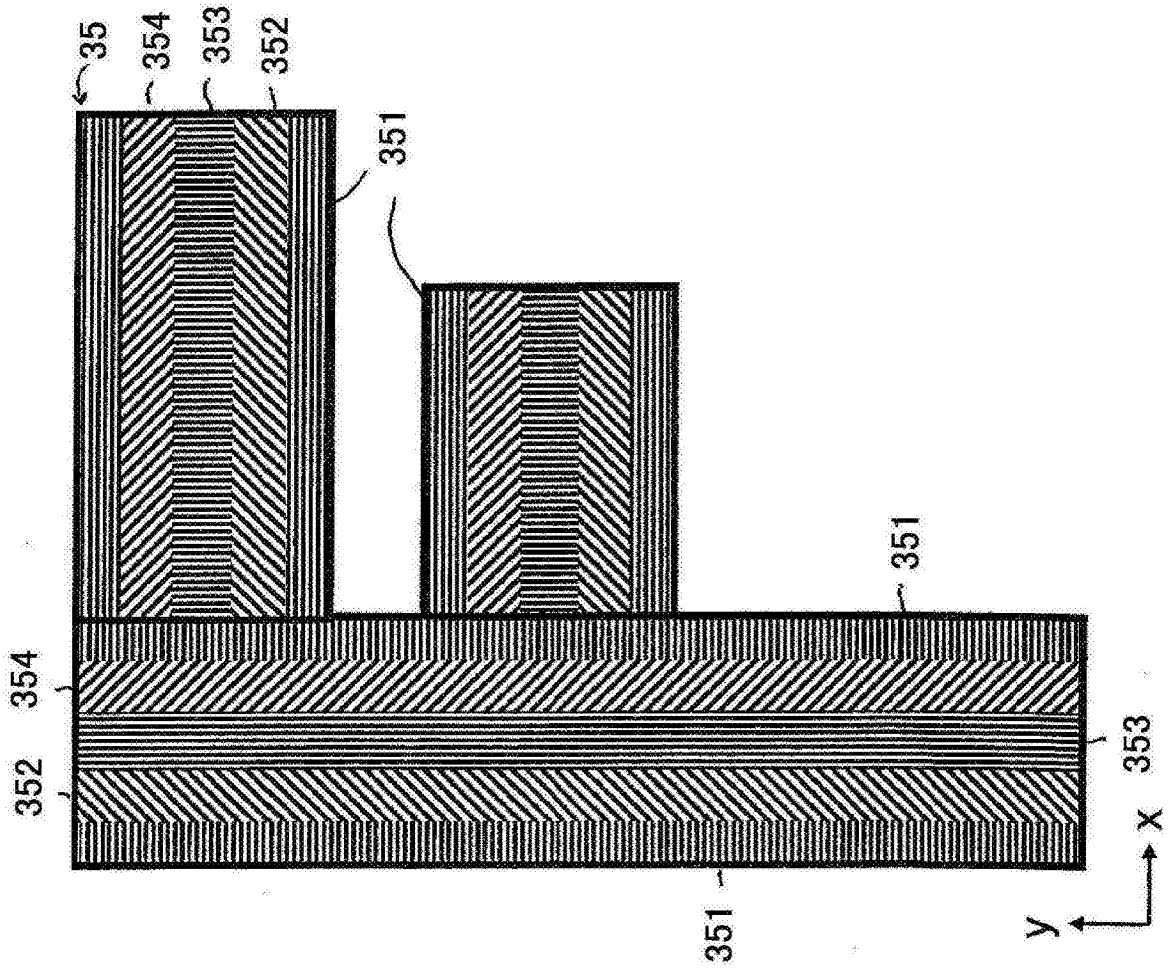


图8b

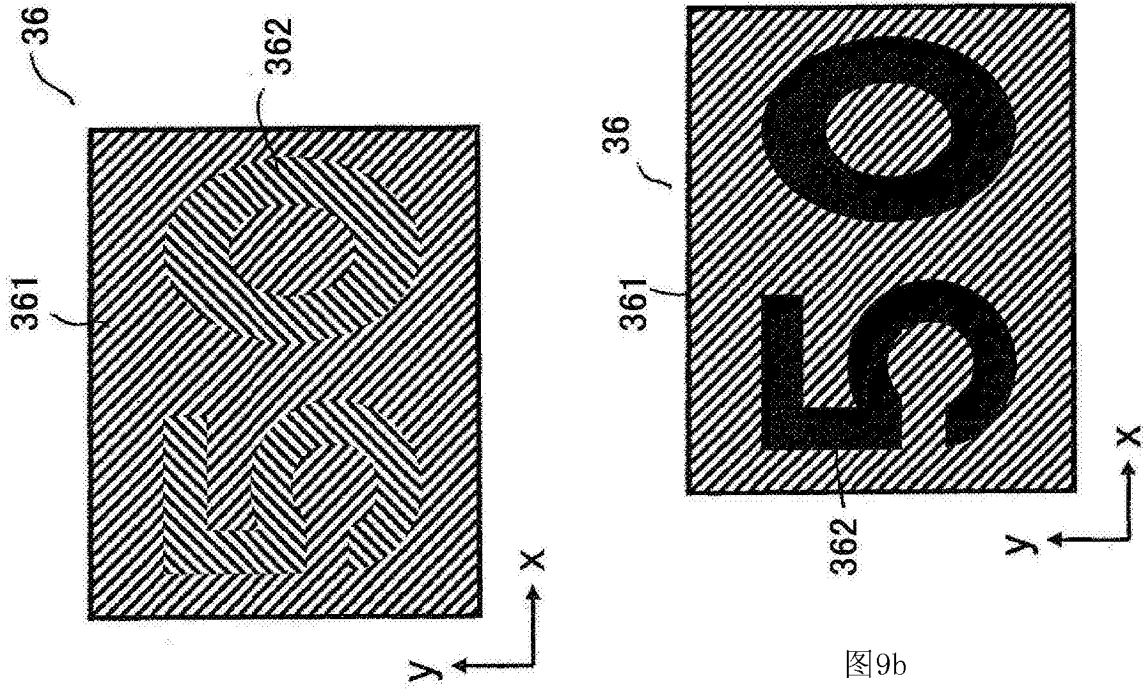


图9a

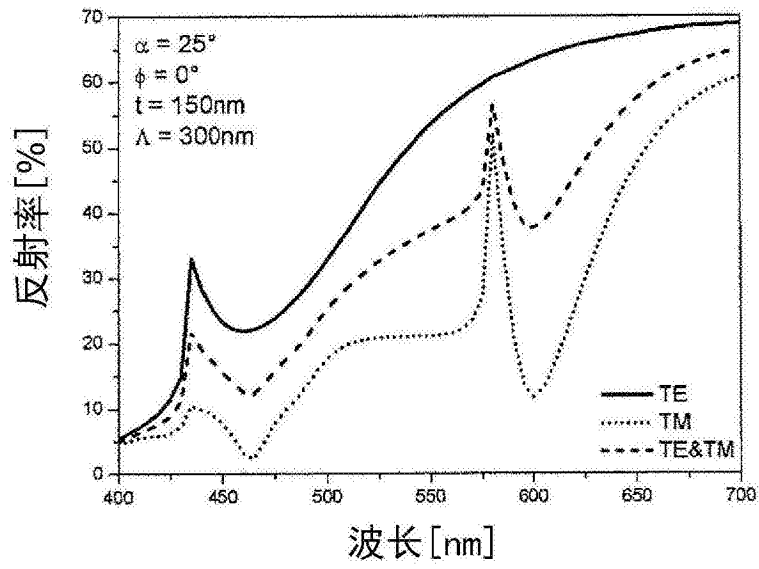


图9c

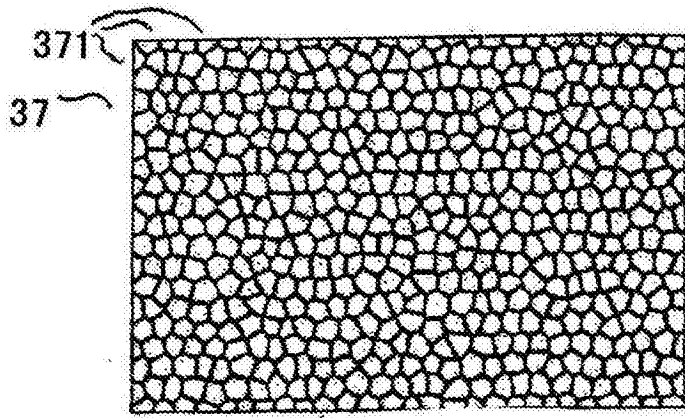


图10a

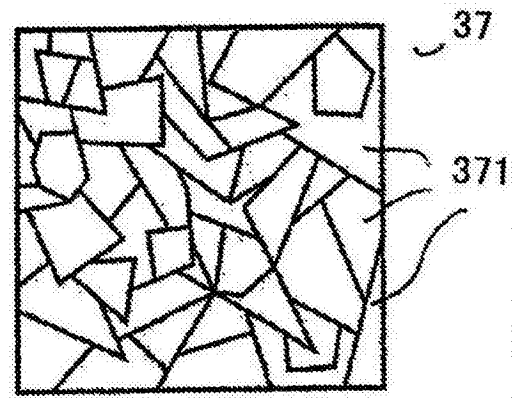


图10b

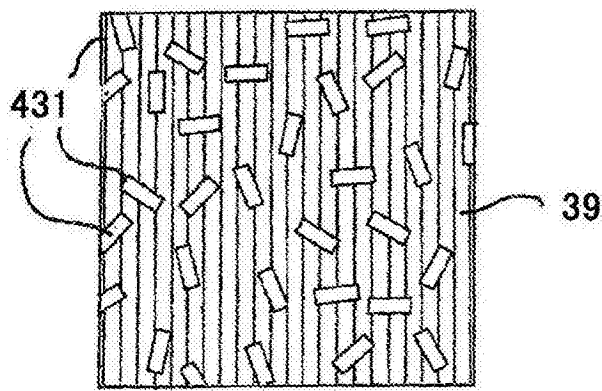


图11

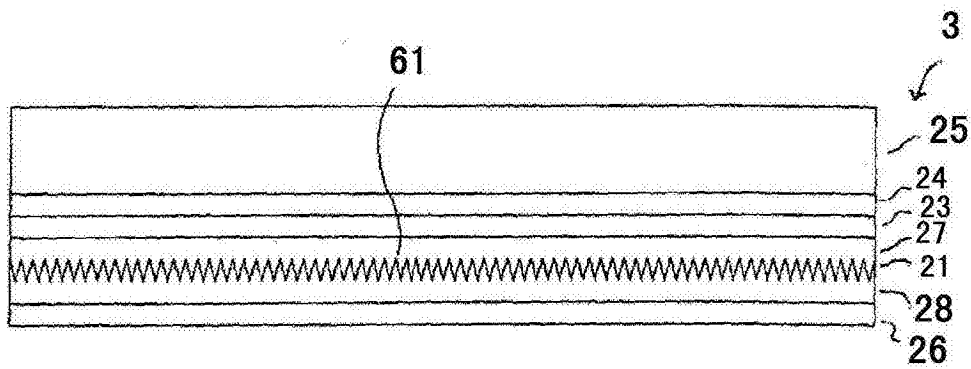


图12a

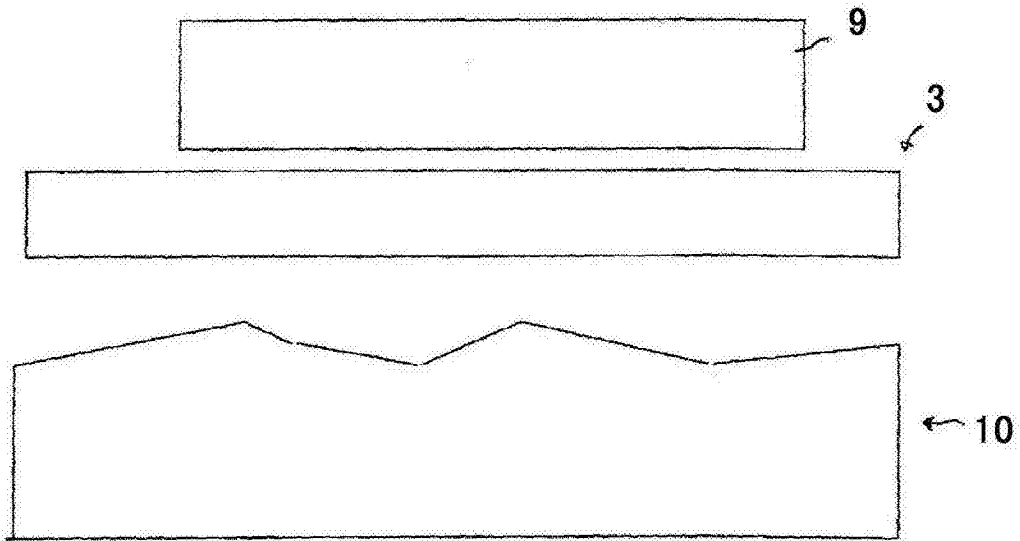


图12b

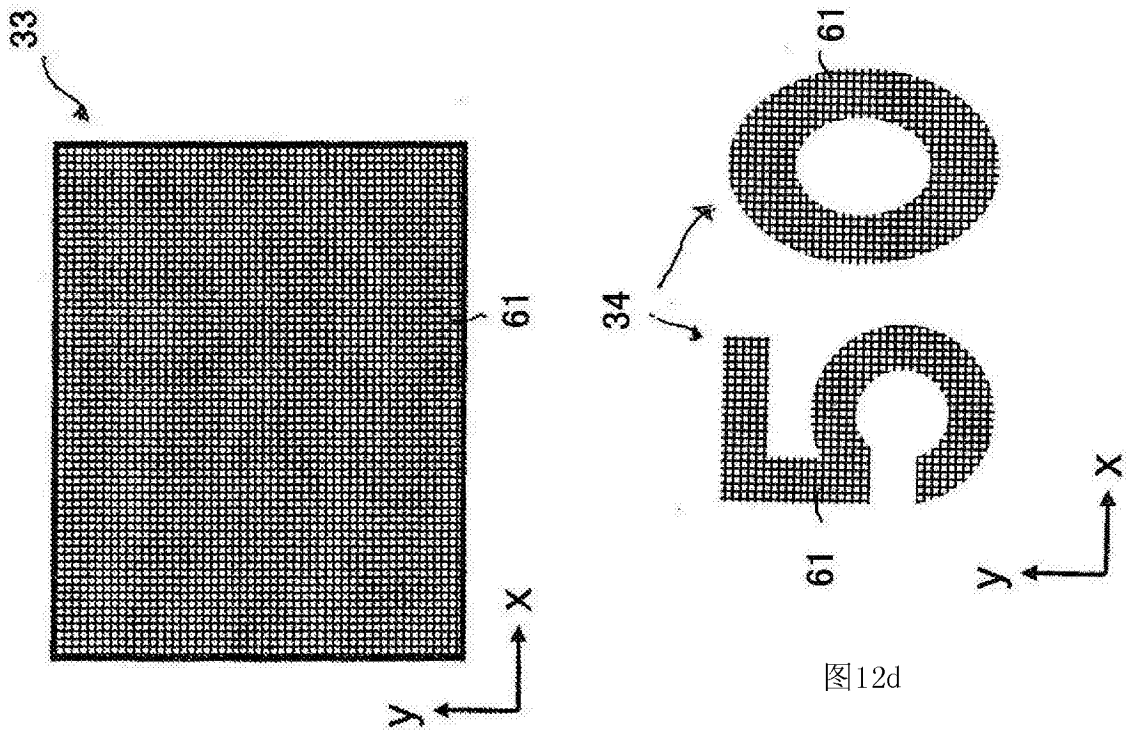
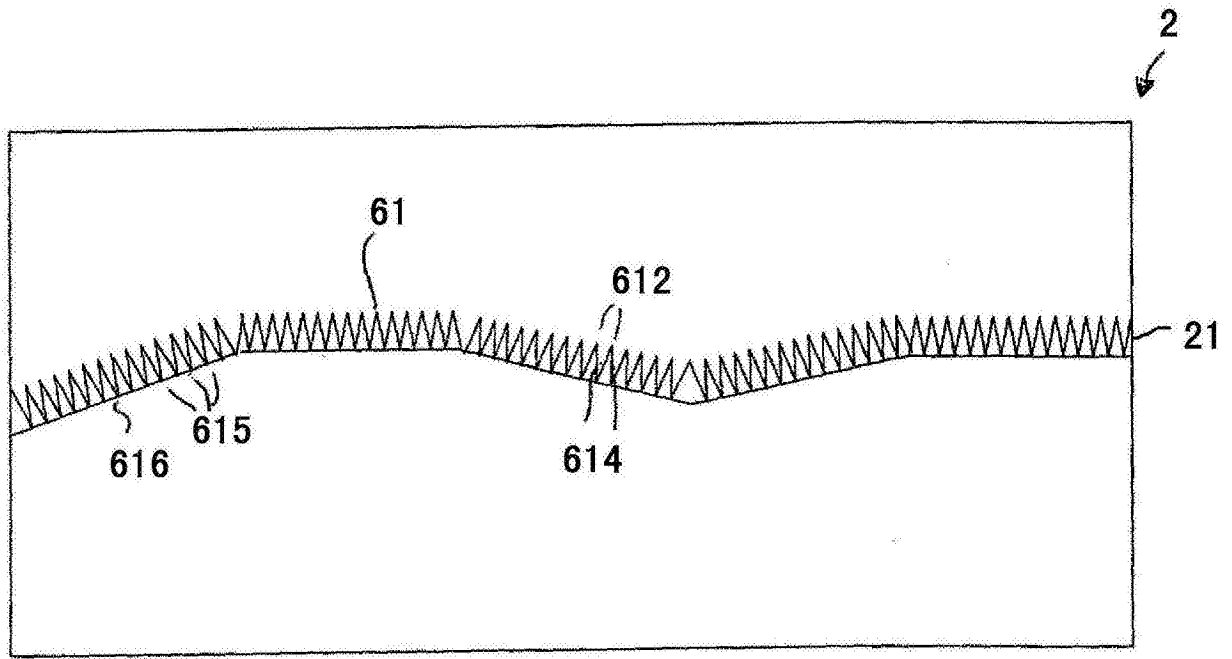


图12c

图12d



38

图13

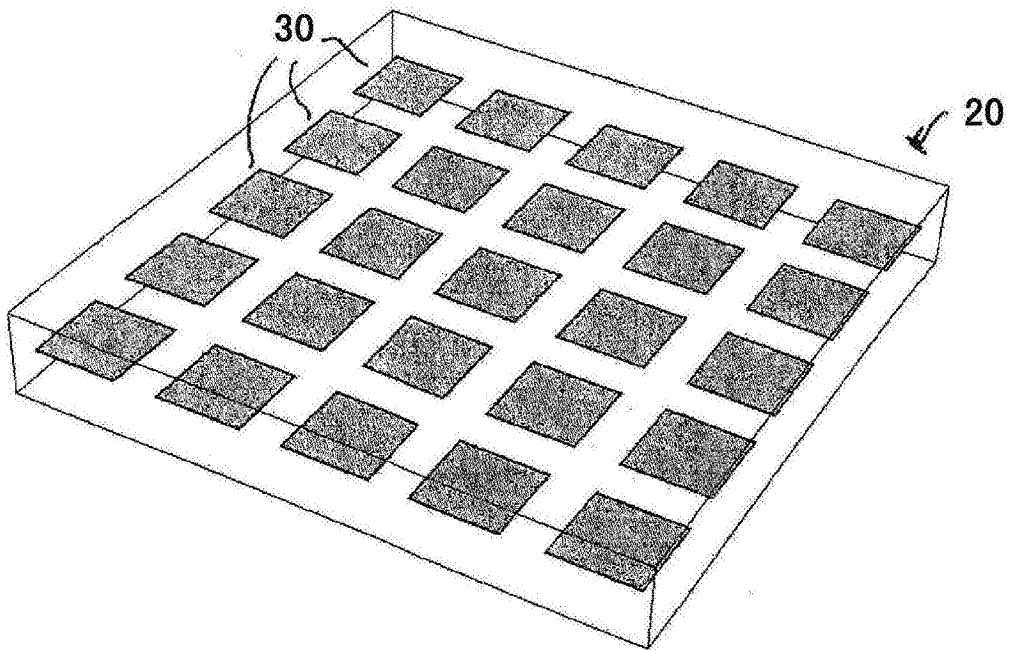


图14a

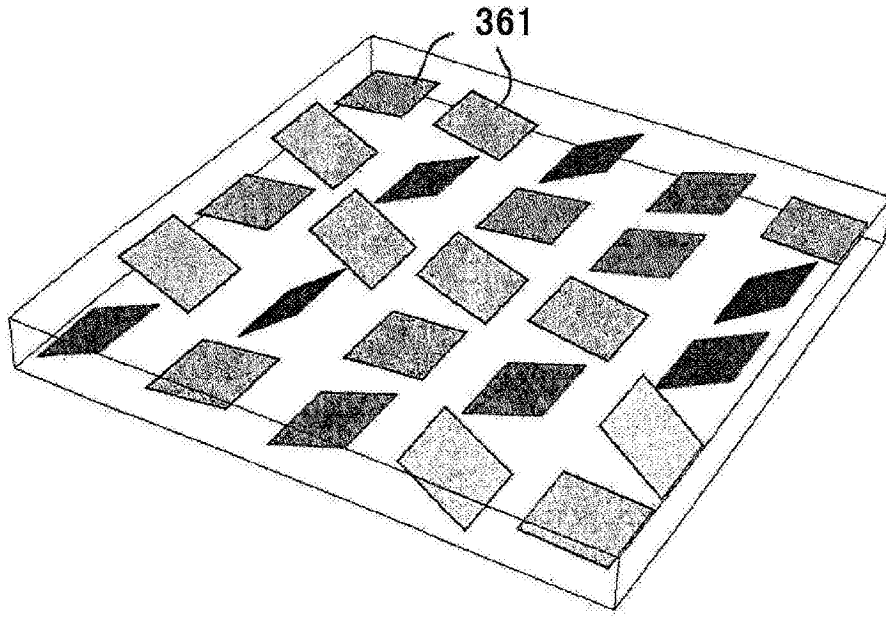


图14b