(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 120077305 A
(43)申请公布日 2025.05.30

(21)申请号 202380062339.1
(22)申请日 2023.07.21
(30)优先权数据
2022-135198 2022.08.26 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2025.02.26
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2023/026756 2023.07.21
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2024/042940 JA 2024.02.29
(71)申请人 国立研究开发法人产业技术综合研究所
地址 日本东京都千代田区霞关1丁目3番1号
申请人 住友电木株式会社

(72)发明人 穗苅辽平 栗原一真 高桑恭平 木野启介 平本和広 稻场大成 盐本健悟 佐藤达志

(74)专利代理机构 深圳中一联合知识产权代理有限公司 44414
专利代理师 徐飞
(51)Int.Cl.
G02B 5/30(2006.01)

权利要求书1页 说明书14页 附图11页

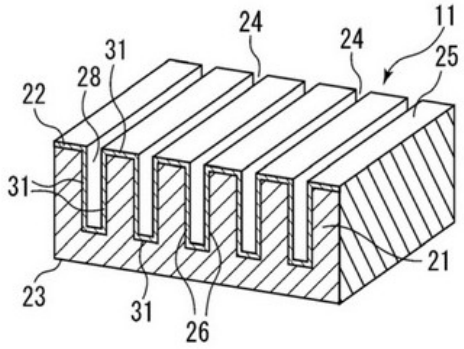
(54)发明名称

线栅型偏振元件及其制造方法

(57)摘要

本发明提供一种在高偏振度下具有所需的光线透过率的线栅型偏振元件及其制造方法。线栅型偏振元件(11)具有:基材(21),其在透明的片材表面(22)沿一个方向周期性设置有平行地延伸的多个凹状槽部(24);以及导电体层(31),其形成于该凹状槽部内,其中,设置于所述基材的多个凹状槽部的形状为各自相对的侧壁面(26)相互平行,形成于所述凹状槽部内的导电体层至少在该凹状槽部的两侧壁面(26)上以隔着间隙(28)对置的状态以大致均匀的厚度形成。

(1)



CN 120077305 A

1.一种线栅型偏振元件,其具有:基材,其在透明的片材表面沿一个方向周期性设置有平行地延伸的多个凹状槽部;以及导电体层,其形成于该凹状槽部内,该线栅型偏振元件的特征在于,

设置于所述基材的多个凹状槽部的形状为各自相对的侧壁面相互平行,

形成于所述凹状槽部内的导电体层至少在该凹状槽部的两侧壁面以隔着间隙对置的状态以大致均匀的厚度形成。

2.根据权利要求1所述的线栅型偏振元件,其中,

设置于所述基材的、相对的侧壁面相互平行的凹状槽部的沿着周期方向的截面形状是底边与基材表面平行且整体为大致矩形状、底边部为倒三角形状且整体为大致五边形状、或者底边部为大致U字状且整体为U字形状。

3.根据权利要求1所述的线栅型偏振元件,其中,

设置于所述基材的凹状槽部的一个方向的周期(g)为50nm～400nm,

该凹状槽部的平均宽度(a)为周期(g)的0.2～0.6倍,

该凹状槽部的平均深度(b)为平均宽度(a)的5～15倍。

4.根据权利要求1所述的线栅型偏振元件,其中,

在所述基材的凹状槽部的两侧壁面形成的各个导电体层的平均厚度(c)为所述凹状槽部的平均宽度(a)的0.15～0.30倍,在该凹状槽部的两侧壁面形成的导电体层间的平均间隙(f)为所述凹状槽部的平均宽度(a)的0.40～0.70倍。

5.根据权利要求1所述的线栅型偏振元件,其中,

设置于所述基材的凹状槽部的平均宽度(a)为30nm～130nm,

形成于该凹状槽部的两侧壁面的各个导电体层的平均厚度(c)为5nm～20nm。

6.根据权利要求1所述的线栅型偏振元件,其中,

在设置于所述基材的凹状槽部的两侧壁面、进而在底部和/或该凹状槽部之间的凸部表面形成有导电体层。

7.一种线栅型偏振元件的制造方法,对如下的基材进行成形,即,在透明的片材的表面沿一个方向周期性设置有平行地延伸的多个凹状槽部,所述凹状槽部中的相对的侧壁面分别相互平行,接着,通过化学镀法在设置于所述基材的凹状槽部的至少两侧壁面以隔着间隙对置的状态将导电体层形成为大致均匀的厚度,所述线栅型偏振元件的制造方法的特征在于,

作为进行该化学镀时的基材的预处理,在表面的清洗之后接着依次进行蚀刻、中和处理,接着,作为使化学镀反应开始的预处理,进行使用了含有锡离子(Sn^{2+})的液体和含有钯离子(Pd^{2+})的液体的催化剂赋予、活化,之后,通过化学镀在所述凹状槽部的两侧壁面以隔着间隙对置的状态形成大致均匀的厚度的导电体层。

线栅型偏振元件及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及能够期待应用于利用可见光、近红外线等电磁波的显示器、相机、太阳镜、光学测量设备等光学制品的、主要使用镀敷手段制作的线栅型偏振元件及其制造方法。

背景技术

[0002] 线栅型偏振元件包含将由金属等构成的线状物以特定的周期排列成条纹状的层，若其周期与入射的电磁波(光)的波长相比足够小，则可以利用将相对于线状物平行的电场分量的光反射或吸收并使相对于线状物垂直的电场分量的光透过这样的情况。这样的偏振元件的优点在于，具有能够发挥从可见光到近红外线的偏振功能的优异的光学特性和高耐久性。

[0003] 作为在基材表面廉价且高效地形成凹凸形状的方法，已知有热压印法或纳米压印法，另外，对于在表面具有凹凸形状的基材，已知有利用倾斜蒸镀法在基材的凸部侧面蒸镀导电体的方法。

例如，在下述专利文献1中公开了一种偏振特性优异的线栅偏振元件及其制造方法，该线栅偏振元件通过溅射或真空蒸镀等干式工艺使颗粒从倾斜方向入射到具有一维格子状的凹凸构造的透明的基板上的栅构造层的凹凸构造表面，在该凹凸构造的凸部形成Si含有率为0.05～1.5wt％的Al-Si合金层而得到。

[0004] 下述专利文献2中公开了一种线栅型偏振片及其制造方法，所述线栅型偏振片在由具有凹凸构造的透明基板的凸条的顶部和形成于其整个侧面的金属氧化物层构成的基底层上，进一步通过使用真空蒸镀法的倾斜蒸镀法，形成有由在凸条的至少顶部以及凸条的侧面的面积的70％以上存在的金属层构成的金属细线。

[0005] 另外，作为更廉价且高效地制作线栅偏振板的方法，已知有形成凹凸构造体，通过化学镀法在凹部填充导电体而形成导电体细线的方法。例如，在下述专利文献3中公开了一种光学功能体，其是在具有微细凹凸图案的基材上利用化学镀法填充具有比凹部的宽度小的粒径的颗粒而形成的。通常，在线栅型偏振板中，通过相对于周期使导电线的宽度变细，透过率上升，通过增大导电线的厚度，相对于线并行的电场分量的光的遮光性能提高(非专利文献1)。因此，使导电线的周期、宽度、厚度(纵横比)平衡在决定线栅型偏振元件的性能上是重要的，在该专利文献3中还公开了在凹凸构造体的形成中使用纳米压印法时能够廉价地制作。

现有技术文献

专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2009-204894号公报

专利文献2:日本专利第5459210号

专利文献3:日本专利第6042642号

非专利文献

[0007] 非专利文献1:Low-reflective wire-grid polarizers with an absorptive

layer formed by glancing angledeposition影像信息媒体杂志Vol.65,No.10,pp.1440-1445(2011)

发明内容

发明所要解决的课题

[0008] 然而,上述专利文献1所公开的发明的课题在于解决如下问题:在使用纯Al作为构成线栅的金属的情况下,由于通过干式工艺形成于基板的凸部的纯Al颗粒未被微细化,因此无法得到设计那样的偏振特性。在专利文献1公开的发明中,通过使用Si含有率为0.05~1.5wt%的Al-Si合金作为线栅的构成金属,使形成于凸部的颗粒微细化,实现偏振特性的提高。因此,该发明能够应用的技术限定于在通过干式工艺在基板上形成Al系的金属作为构成线栅的金属的情况下能够应用的技术。

[0009] 在上述专利文献2所公开的发明中,在通过蒸镀法在基板的凸条的顶部及其侧面形成由金属层构成的金属细线时,由于金属材料结晶化而抑制微小金属颗粒的生成,由此为了防止偏振元件的入射光的透过率降低而设置由金属氧化物层构成的基底层。另外,为了通过倾斜蒸镀法在凸条的侧面的一部分也形成金属层,存在无法增大凸条的高度的值的制约。例如,在专利文献2的说明书中的相当于实施例的例1~例11中,凸条的高度均为100nm。因此,形成于基材的凹凸构造存在制约,另外,在通过倾斜蒸镀法在凸条的侧面部形成金属层的情况下,金属层的厚度从侧面的上部朝向下部方向逐渐减少,因此难以将金属层设置为大致均匀的厚度直至该侧面下部。

[0010] 在上述专利文献3中公开了一种光学功能体,其在得到使用化学镀法在高纵横比的微细凹凸图案的凹部内填充有金属的构造体时,为了防止在金属线形成过程中微细颗粒从基材表面剥离、脱落,通过化学镀法将粒径比凹部的宽度小的颗粒填充于所述凹部而形成填充层。

然而,利用上述专利文献3中记载的化学镀法制作的线栅偏振板的偏振度为达不到90%的程度。为了在维持入射光线的透过率的状态下提高偏振度,优选提高导电体的纵横比,因此需要提高填充导电体的基材凹部的纵横比(厚度与宽度之比),但在该情况下,存在模具的破坏、成形的凹凸构造体的凸部倒塌的担忧,因此在成形高纵横比的基材时伴有某种程度的限制。另外,在上述专利文献3中,未公开导电体层在所述凹部的两侧壁面隔开间隙地形成的线栅型偏振元件及其制造方法。

[0011] 在基于真空成膜技术的低反射线栅型偏振元件的制造方法中,例如在非专利文献1所记载的偏振元件中,使用作为基于物理蒸镀法的薄膜的纳米形态控制的“Glancing angledeposition”技术。但是,该技术需要高精度的膜厚控制,因此偏振元件的大面积化不容易,另外制造工序变得复杂,因此不容易稳定地制造这样的低反射线栅型偏振元件。

[0012] 要求偏振度优异、维持所需的透过率的线栅型偏振元件,另外,还要求利用各种手段等以简洁的工艺可靠地制造这样的线栅型偏振元件的方法。近年来,能够在从可见光到近红外线等宽波段中利用的线栅型偏振板除了在液晶投影仪中被要求以外,在LiDAR(照射激光,基于其反射光的信息来测量到对象物为止的距离、对象物的形状等的技术)、车载相机、工业用检查相机、测量用光学设备、偏振太阳镜等中也被要求,由实现带来的波及效果大。本发明是鉴于这一点而完成的,其目的在于提供一种能够在高偏振度下维持所需的光

线透过率而廉价地制作的线栅型偏振元件及其制造方法。

用于解决课题的手段

[0013] 本发明人等鉴于上述现有技术,发现了如下情况,从而完成了本发明:在相对的侧壁面相互平行地形成的多个凹状槽部沿一个方向周期性地排列的基材中,通过以不完全填充于该凹状槽部的方式在凹状槽部的两侧壁面以隔着间隙对置的状态配置导电体层,能够增大凹状槽部的背面方向的平均深度(或厚度)与形成于侧壁面的导电体层的与表面垂直的方向的平均厚度(或平均宽度)之比(平均深度/平均厚度),其结果是,能够得到维持优异的偏振度和所需的光线透过率的线栅型偏振元件。

即,本发明的主旨在于以下的(1)~(7)所记载的发明。

[0014] (1)一种线栅型偏振元件,其具有:基材,其在透明的片材表面沿一个方向周期性设置有平行地延伸的多个凹状槽部;以及导电体层,其形成于该凹状槽部内,该线栅型偏振元件的特征在于,

设置于所述基材的多个凹状槽部的形状为各自相对的侧壁面相互平行,

形成于所述凹状槽部内的导电体层至少在该凹状槽部的两侧壁面以隔着间隙对置的状态以大致均匀的厚度形成。

(2)根据所述(1)所记载的线栅型偏振元件,其中,设置于所述基材的、相对的侧壁面相互平行的凹状槽部的沿着周期方向的截面形状是底边与基材表面平行且整体为大致矩形状、底边部为倒三角形状且整体为大致五边形状、或者底边部为大致U字状且整体为U字形状。

(3)根据所述(1)或(2)所记载的线栅型偏振元件,其中,设置于所述基材的凹状槽部的一个方向的周期(g)为50nm~400nm,该凹状槽部的平均宽度(a)为周期(g)的0.2~0.6倍,该凹状槽部的平均深度(b)为平均宽度(a)的5~15倍。

[0015] (4)根据所述(1)至(3)中任一项所述的线栅型偏振元件,其中,形成于所述基材的凹状槽部的两侧壁面的各个导电体层的平均厚度(c)为所述凹状槽部的平均宽度(a)的0.15~0.30倍,形成于该凹状槽部的两侧壁面的导电体层间的平均间隙(f)为所述凹状槽部的平均宽度(a)的0.40~0.70倍。

(5)根据所述(1)至(4)中任一项所述的线栅型偏振元件,其中,设置于所述基材的凹状槽部的平均宽度(a)为30nm~130nm,形成于该凹状槽部的两侧壁面的各个导电体层的平均厚度(c)为5nm~20nm。

(6)根据所述(1)至(5)中任一项所述的线栅型偏振元件,其中,在设置于所述基材的凹状槽部的两侧壁面、进而在底部和/或该凹状槽部之间的凸部表面形成有导电体层。

[0016] (7)一种线栅型偏振元件的制造方法,对如下的基材进行成形,即,在透明的片材的表面沿一个方向周期性设置有平行地延伸的多个凹状槽部,所述凹状槽部中的相对的侧壁面分别相互平行,接着,通过化学镀法在设置于所述基材的凹状槽部的至少两侧壁面以隔着间隙对置的状态将导电体层形成为大致均匀的厚度,所述线栅型偏振元件的制造方法的特征在于,

作为进行该化学镀时的基材的预处理,在表面的清洗之后接着依次进行蚀刻、中和处理,接着,作为使化学镀反应开始的预处理,进行使用了含有锡离子(Sn^{2+})的液体和含有钯离子(Pd^{2+})的液体的催化剂赋予、活化,之后,通过化学镀在所述凹状槽部的两侧壁面

以隔着间隙对置的状态形成大致均匀的厚度的导电体层。

发明效果

[0017] 本发明的线栅型偏振元件中,在透明的片材表面沿一个方向周期性设置有平行地延伸的多个凹状槽部的基材中,在一个凹状槽部的两侧壁面隔开间隙地形成的两个导电体层分别发挥偏振功能。因而,相对于构造体中的1个凹状槽部得到两个导电体层,因此在外观上得到构造体凹状槽部的平均周期的1/2的平均周期的导电体,且通过沿着该基材的表面形成导电体,能够增大从片材表面向背面侧的导电体层的平均深度(或厚度)与形成于侧壁面的导电体层的与表面垂直的方向的平均厚度(或宽度)之比(深度/厚度),因此能够实现高偏振度。

另外,不仅在凹凸构造体的凹状槽部两侧壁面,而且在凹状槽部的底部也形成有导电体层的构造中,不仅能够得到高偏振度,还能够得到所需的光线透过率。

[0018] 在本发明的线栅型偏振元件的制造方法中,例如通过热压印加工(或纳米压印加工)成形由凹凸构造构成的基材,接着,利用化学镀法时,能够在该凹凸构造体的基材表面均匀地形成导电体层,因此本发明的制造方法是简洁且廉价的工艺。

另外,不仅在凹凸构造体的凹状槽部两侧壁面,而且在凹状槽部的底部和/或凹状槽部之间的凸部的上表面形成有导电体层的构造、即在特定的凹凸构造的表面由特定的厚度的导电体层覆盖而成的构造中,能够得到所需的光线透过率和高偏振度,因此在导电体形成后不需要除去不需要的部分的导电体的工序,因此不仅对环境友好,而且能够降低制造中的装置成本、工艺成本,能够提高生产率。本发明的线栅型偏振元件的制造方法能够将膜嵌入成形、浇铸成形等利用于成形工序,因此也能够实现能够取出特定的偏振成分的三维曲面成形品。

在本发明的制造方法中,通过基材片材中使用的材料的选择,能够容易地得到环境耐受性、弯曲性、伸缩性也优异的线栅型偏振元件。另外,由于能够通过利用一般的化学镀法来形成导电体层,因此通过与注射成形法等成形法组合,能够实现一部分包含偏振元件的成形品,因此能够期待对以往难以安装的光学构件的应用等市场扩大。

附图说明

[0019] 图1的(1)是表示本发明的线栅型偏振元件的一例的立体图,图1的(2)是其剖视图。

图2的(1)、(2)、(3)分别是表示在本发明的线栅型偏振元件形成导电体层之前的基材上设置的凹状槽部的形状的例子的剖视图。

图3的(1)、(2)、(3)是表示在本发明的线栅型偏振元件中在基材上形成有导电体层的方式的例子的剖视图。

图4是表示在本发明的线栅型偏振元件设置有基底层的例子的剖视图。

图5的(1)是表示在本发明的线栅型偏振元件上也包含凹状槽部而设置有涂层的例子的剖视图,图5的(2)是表示在本发明的线栅型偏振元件上除了凹状槽部之外设置有涂层的例子的剖视图。

图6的(1)~(4)是示意性地表示本发明的线栅型偏振元件的制造工序的一例的剖视图。

图7是用扫描型电子显微镜(SEM)观察实施例1中制作的模具的截面的图像(SEM图像)。

图8的(1)、(2)是实施例1中制作的偏振元件试验片的截面的SEM图像。

图9的(1)～(4)是针对参考例1的数值计算的结果,将导电体的平均厚度(c)分别分为5nm、10nm、15nm、20nm,表示凹状槽部的平均宽度(a)与偏振度及单体透过率(相对于入射光线垂直的方向的偏振光线的视感透过率)的关系的图表。

图10的(1)～(4)是针对参考例2的数值计算的结果,将凹状槽部的平均宽度(a)分别分为30nm、60nm、90nm、120nm,表示导电体层的平均厚度(c)与偏振度及单体透过率的关系的图表。

图11是从大致正面观察比较例2中制作的偏振元件试验片的SEM图像。

具体实施方式

[0020] 以下,将本发明分为(1)线栅型偏振元件和(2)线栅型偏振元件的制造方法,参照附图进行详细说明。

(1)线栅型偏振元件

对构成本发明的线栅型偏振元件的各要素和构造进行说明。

此外,在本发明的线栅型偏振元件中,导电体的形状包括不是所谓的“线状”的截面为矩形波那样的形状,但在该技术领域中导电体不是线状的情况下也使用“线栅偏振元件”这样的用语,因此使用线栅型偏振元件这样的用语。

本发明的线栅型偏振元件具有:基材,在透明的片材表面沿一个方向周期性地设置有平行地延伸的多个凹状槽部;以及导电体层,形成于该凹状槽部内,所述线栅型偏振元件的特征在于,设置于所述基材的多个凹状槽部的形状为分别相对的侧壁面相互平行,形成于所述凹状槽部内的导电体层以至少与该凹状槽部的两侧壁面隔着间隙对置的状态以大致均匀的厚度形成。

[0021] [基材]

本发明的线栅型偏振元件中的基材21如图1、图3所例示的那样,在透明的片材表面22,在一个方向上周期性地设置有平行地延伸的多个凹状槽部24,该多个凹状槽部的形状为分别相对的侧壁面26相互平行。形成于所述凹状槽部内的导电体层31以隔着间隙28与凹状槽部24的两侧壁面26对置的状态以大致均匀的厚度配置。

图1的(2)所示的设置于基材的凹状槽部24的周期(g)、平均宽度(a)、平均深度(b)、以及偏振元件中的形成于凹状槽部24的两侧壁面26的各个导电体层31的平均厚度(c)、形成于凹状槽部之间的凸部25表面的导电体层31的平均厚度(d)、形成于底部27的导电体层31的平均厚度(e)、形成于凹状槽部24内的导电体层31之间的间隙28的宽度(f)、凹状槽部24的侧壁面26的导电体层31的平均周期(h)、凸部25的侧壁面的导电体层31的平均周期(i)的显示在其他实施方式中也共用地使用。

[0022] 本发明的线栅型偏振元件中使用的基材21只要是在可见光区域、红外区域等作为对象的波长的电磁波中具有透明性的基材即可,例如可以举出聚甲基丙烯酸甲酯树脂、聚碳酸酯树脂、聚苯乙烯树脂、环烯烃聚合物树脂、交联聚乙烯树脂、聚氯乙烯树脂、聚芳酯树脂、聚苯醚树脂、改性聚苯醚树脂、聚醚酰亚胺树脂、聚醚砜树脂、聚砜树脂、聚醚酮树脂等

非晶性热塑性树脂;聚对苯二甲酸乙二醇酯树脂、聚萘二甲酸乙二醇酯树脂、聚乙烯树脂、聚丙烯树脂、聚对苯二甲酸丁二醇酯树脂、芳香族聚酯树脂;聚缩醛树脂、聚酰胺树脂等结晶性热塑性树脂;丙烯酸系、环氧系、氨基甲酸酯系等紫外线固化性树脂、热固化性树脂;三乙酸酯树脂;玻璃、硅、石英、陶瓷材料等无机基材。另外,考虑到弯曲加工等伸缩工序,这样的基材优选为单层,但也可以为多层。

[0023] 在构成本发明的线栅型偏振元件的基材21上,如图1的(1)、(2)所例示的那样,具有表面22侧和背面23侧,在表面22侧,相对的侧壁面26相互平行的多个凹状槽部24平行地延伸,并在一个方向上周期性形成。基材21的外形形状只要能够形成维持所需的透过率、显示高偏振度的凹状槽部24的周期(g)、平均宽度(a)、平均深度(b)就没有特别限定。作为与周期方向垂直的截面形状,可举出图2的(1)所示的底边与基材表面平行且整体为大致矩形状、(2)所示的底边部为倒三角形状且整体为大致五边形状、(3)所示的底边部为大致U字状且整体为U字形状,另外,凸部25表面也可以不平坦。在图2的(1)至(3)所示的形状中,在该凹状槽部24之间存在凸部25,在凹状槽部24内存在侧壁面26和底部27。

[0024] 参照图1的(2)进行说明,基材21的凹状槽部24的周期(g)为作为对象的电磁波的波长以下即可。即,作为可见光区域用的偏振元件,优选为50nm～400nm,更优选为50nm～200nm。凹状槽部24的平均宽度(a)相对于周期越小则透过率越高,但为了在维持高偏振度的同时得到所需的透过率,优选为周期的0.2～0.6倍的范围,在作为对象的电磁波为可见光及近红外区域的情况下,优选为30nm～130nm。凹状槽部24的平均深度(b)存在深度越大则偏振度越高的倾向,因此优选为所述平均宽度(a)的5倍以上,但若考虑用于防止破损、破坏等的机械强度、利用模具等的成形性,则优选为平均宽度(a)的5倍～15倍的范围。平均深度(b)例如在可见光区域中也取决于该导电体的材料,但优选为400nm以上。需要说明的是,在基材的截面形状为图2的(2)和(3)所示那样的、底边部不与基材表面平行的形状时,将该截面形状中的深度的平均值作为平均深度(b)。

[0025] [线栅型偏振元件]

本发明的线栅型偏振元件是在上述基材21的表面22侧的凹状槽部24等形成导电体层31而制作的。导电体层31至少需要如图3的(1)所示那样隔着间隙28设置于凹状槽部24的两侧壁面26,但还能够如图3的(2)所示那样设置于凹状槽部24的两侧壁面26和底部27、或者如图3的(3)所示那样设置于凹状槽部24的两侧壁面26、底部27以及凹状槽部24之间的凸部25的表面。

[0026] 本发明中使用的导电体层31的材料只要是在所利用的波长区域中作为导电体发挥功能的材料即可,可以举出铝、金、银、铜、铂、钼、镍、铬、钛、钨、钽、锆、铁、铌、铪、钴等,不仅可以举出金属,还可以举出半导体、它们的合金、化合物等。

如图4所示,在凹状槽部24形成导电体层31时,也可以预先形成由氧化硅、氧化钛、氧化铪等电介质构成的基底层32。另外,如图5所示,能够在凹状槽部24的两侧壁面26形成导电体层31之后,形成由有机材料或无机材料的透明体构成的涂层33。在形成涂层33时,如图5的(1)所示,凹状槽部24内的间隙可以被涂层33填埋,但也可以如图5的(2)所示成为空洞。

[0027] 参照图1的(2)和图3的(1)进行说明,形成于凹状槽部24内的各侧壁面26的两个导电体层31各自的平均厚度(c)、即与线栅型偏振元件的导电体的平均宽度相当的部分的平

均厚度优选为形成于基材的凹状槽部24的平均宽度(a)的0.15～0.30倍,在入射光线为可见光区域和近红外区域的情况下,平均厚度(c)优选为5nm～20nm。

在凹状槽部24形成导电体层31时,需要形成为凹状槽部24未被导电体完全填充,即在凹状槽部24内的两侧壁面26隔着间隙28形成导电体层31。在该情况下,间隙28的平均宽度(f)优选为形成于基材的凹状槽部24的平均宽度(a)的0.40～0.70倍的范围。另外,在上述凹状槽部的平均宽度(a)、单侧壁面的导电体层的平均厚度(c)以及间隙的平均宽度(f)之间存在由下式表示的关系。

凹状槽部的平均宽度(a)＝2×[导电体层的平均厚度(c)]+[间隙的平均宽度(f)]

[0028] 通过使导电体层31的形状如上所述,与基材中的凹状槽部24的平均深度(b)与平均宽度(a)之比(b/a)相比,在偏振元件中的凹状槽部24的侧壁面26形成的导电体层31的背面方向的平均深度与导电体层的平均厚度(或平均宽度)之比(深度/厚度(c))变大。另外,能够使形成于凹状槽部24的侧壁面26的导电体层31的周期(h)与凹状槽部24的周期相比为0.5倍左右,有助于缩短线栅型偏振元件能够使用的对象波长。另外,上述导电体层31的背面方向的平均深度如图3的(1)～(3)所示,根据在凹状槽部24的底部27和凹状槽部24间的凸部25是否形成有导电体层31,深度稍有不同。

另外,凹状槽部24的侧壁中的导电体层31的周期(h)能够用a-c表示,凸部25的侧壁中的导电体层31的周期(i)能够用(g-a)+c表示。

[0029] 本发明的线栅型偏振元件的凹状槽部24中形成的导电体层31除了形成于凹状槽部24的侧壁面26以外,还可以如图3的(2)、(3)所示那样形成于凹状槽部24间的凸部25的表面和/或凹状槽部24的底部27。

凹状槽部24的侧壁面26的导电体层31的平均厚度(c)优选形成为平均比凹状槽部24间的凸部25表面的平均厚度(d)或底部27的平均厚度(e)厚,但与导电体层31的各表面垂直的方向上的上述平均厚度(c)、(d)、(e)中的各个厚度之比没有特别限定。即,可以在凹状槽部24的侧壁面26、凸部25以及底部27分别均匀地形成大致相同平均厚度的导电体层31,也可以形成为凹状槽部24间的凸部25表面以及底部27中的导电体层31的平均厚度((d)和(e))比凹状槽部24的侧壁面26的导电体层31的平均厚度(c)厚。

[0030] 另外,本发明的线栅型偏振元件11沿着基材21表面的凹凸构造形成有导电体层31,因此能够得到与基材21比较高的密合性。因此,对于由温度变化等引起的伸缩,导电体不易剥离,耐热性优异,耐弯曲性也优异。由此,不仅能够应用于各种显示器、相机等光学产品的光学系统、光学测量用的光学系统,还能够应用于偏振太阳镜、智能眼镜等。

[0031] (2)线栅型偏振元件的制造方法

本发明的线栅型偏振元件的制造方法的特征在于,成形基材,即在透明的片材的表面,在一个方向上周期性地设置有平行地延伸的多个凹状槽部,并使所述凹状槽部中的相对的侧壁面分别相互平行,接着,通过化学镀法,在设置于所述基材的凹状槽部的至少两侧壁面上,在隔着间隙对置的状态下以大致均匀的厚度形成导电体层,

作为进行该化学镀时的基材的预处理,在表面的清洗之后,接着依次进行蚀刻、中和处理,接着,作为开始化学镀反应的预处理,进行使用了含有锡离子(Sn^{2+})的液体和含有钯离子(Pd^{2+})的液体的催化剂赋予、活化,然后,通过化学镀,在所述凹状槽部的两侧壁面上以隔着间隙对置的状态形成大致均匀的厚度的导电体层。

[0032] 用图6所示的示意性剖视图说明本发明的线栅型偏振元件的制造方法的一例。

即,作为制造方法的例子,如图6所示,可举出包括如下工序的工序:准备用于在基材21的表面22侧设置凹状槽部24的模具41的工序(第一工序:图6的(1));进行热纳米压印(热压印)或光纳米压印的工序(第二工序:图6的(2));准备设置有凹状槽部24的基材21的工序(第三工序:图6的(3));以及在所述凹状槽部24的至少侧壁面26形成导电体层31的工序(第四工序:图6的(4))。但是,本质上仅通过第三工序和第四工序就能够得到本发明的线栅型偏振元件,在第三工序中准备的基材21上设置凹状槽部24的方法没有特别限定。

[0033] 在第一工序中,制作具有与凹状槽部24的形状对应的凸部42的模具41的方法优选使用电子束光刻、聚焦离子束、干涉曝光等曝光技术、使用了纳米颗粒等的自组织化技术等、以及干式蚀刻或湿式蚀刻等,另外也可以通过来自使用它们制作的母模具的转印来制作。模具41的材料优选硅,但也可以是石英等玻璃、氧化铝、碳化硅等陶瓷、镍、不锈钢等金属,也可以是在它们之上堆积有金属、半导体、电介质而成的多层材料。另外,为了提高纳米压印、注射成型中的脱模性,优选在模具41的表面涂布氟系脱模剂或形成低摩擦无机膜,但根据使用的模具材料、成型的树脂材料,也可以涂布硅系的脱模剂。

[0034] 第二工序优选采用热纳米压印(热压印)法、或光纳米压印法进行转印,但也可以采用注射成型、浇铸成型等成型法。

在采用这样的成形手段时,能够使用的模具的形态不限于平坦状,也可以是辊状。

在第三工序中,作为制作设置有凹状槽部24的基材21的方法,优选通过第一工序、第二工序来制作,但也可以使用电子束光刻、聚焦离子束、干涉曝光等曝光技术、使用了纳米颗粒等的自组织化技术、蚀刻技术等来制作基材21。另外,这样的基材21不限于单层,也可以是多层,形成凹状槽部的表面的层也可以由紫外线固化树脂等不同的材料形成。

[0035] 在第四工序中,鉴于量产性,优选使用化学镀法,但在制造本发明的线栅型偏振元件的情况下,除了真空蒸镀、溅射等物理蒸镀法以外,还可以使用化学蒸镀法、原子层沉积法,另外,也可以使用将它们组合而成的手段。

作为使用所述化学镀法的情况下的具体例,优选(i)为了除去表面的污垢而进行使用了表面活性剂、碱性水溶液的脱脂、清洗,(ii)为了提高密合性而用铬酸、硫酸、盐酸等无机酸的水溶液蚀刻后,依次进行中和处理,(iii)接着作为化学镀反应的活化处理,浸渍于含有锡离子(Sn^{2+})的液体和含有钯离子(Pd^{2+})的液体中。具体而言,可列举出:将进行化学镀的基材表面浸渍于包含锡离子(Sn^{2+})的液体后再浸渍于包含钯离子(Pd^{2+})的液体的操作进行1次或2次的敏化剂-活化剂法(sensitizer-activator process);或通过混合包含锡离子(Sn^{2+})和钯离子(Pd^{2+})的液体来制备钯胶体液,将基材表面浸渍于其中,接着浸渍于盐酸溶液来促进化学镀的反应的催化剂加速法(catalyser-accelerator process)。(iv)之后,优选通过化学镀法在所述凹状槽部的两侧壁面形成隔着间隙对置的状态的导电体层。在上述处理中,若考虑对壁面的密合性,则使用含有锡离子(Sn^{2+})的液体和含有钯离子(Pd^{2+})的液体对化学镀的壁面赋予钯催化剂的活化处理最重要。

[0036] 作为在基材表面形成导电体层的面,可以举出至少凹状槽部的两侧壁面,作为任意部位可以举出凹状槽部的底部、凹状槽部间的凸部表面,作为在各个任意位置形成导电体层的方法,可以利用掩模、蚀刻等。另外,作为形成于基材表面的导电体层的厚度的控制手段,可以举出镀敷的处理时间、镀敷液的温度、镀敷液的成分浓度、镀敷中的镀敷液的具

有浓度梯度的层即扩散层的控制等。

另外,如图4所示,在凹状槽部24形成导电体层31时,也可以预先形成由氧化硅、氧化钛、氧化铪等电介质构成的基底层32,为了提高环境耐受性,也可以在形成导电体层31后,在其表面如图5的(1)、(2)所示设置有机物、无机物的涂层33。涂层不限于透明材料,也可以是色素包含颜料等的具有色调的透明材料。另外,也可以在形成导电体层31之后通过Ar离子束等干式蚀刻来控制导电体的形状。

[0037] 通过本发明的线栅型偏振元件的制造方法,在透明的片材表面成形在一个方向上周期性地设置有相对的侧壁面相互平行的凹状槽部的基材,接着在该基材的凹状槽部的至少两侧壁面上,在隔着间隙对置的状态下以大致均匀的厚度形成导电体层,由此能够制造具有以下优选方式的线栅型偏振元件。

作为设置于所述基材的凹状槽部形状的优选方式,作为沿着凹状槽部的周期方向的截面形状,可以举出大致矩形状、底边为倒三角形状的大致五边形状或U字形状等,另外,凹状槽部的一个方向的周期(g)为50nm～400nm,凹状槽部的平均宽度(a)为周期(g)的0.2～0.6倍或30nm～130nm,以及凹状槽部的平均深度(b)为平均宽度(a)的5～15倍等。

作为形成于所述基材表面的导电体层的优选方式,可以举出形成于所述基材的凹状槽部的两侧壁面的导电体层各自的平均厚度(c)为所述凹状槽部的平均宽度(a)的0.15～0.30倍或5nm～20nm,形成于该凹状槽部的两侧壁面的导电体层间的平均间隙(f)为所述凹状槽部的平均宽度(a)的0.40～0.70倍等。

实施例

[0038] 接着,通过以下的实施例、比较例具体说明本发明。另外,本发明并不限定于下述的实施例。

制作的试验片的偏振度和光线透过率的测定使用下述装置进行。

使用株式会社岛津制作所制、分光光度计(型号:SolidSpec-3700)。对于制作出的线栅型偏振元件的导电体层(凹状槽部),使用在平行方向、垂直方向上振动的电场分量的入射光。关于偏振特性,进行基于偏振度的评价。若将相对于导电体层(凹状槽部)为平行方向的偏振光线时的视觉透过率设为Tp,将垂直方向的偏振光线时的视觉透过率设为Tv,则偏振度V为$V=[(Tv-Tp)/(Tv+Tp)]^{1/2}$。

各个偏振光的视觉透过率可以由波长380nm～780nm(1nm刻度)时的各个透过率(透过光谱)和视觉灵敏度曲线得到。同样地,关于某波长下的偏振度,若将相对于导电体(凹状槽部)为平行方向的偏振光线时的透过率设为Tp0,将垂直方向的偏振光线时的透过率设为Tv0,则某波长下的偏振度V0通过下述式求出。

偏振度$V0=[(Tv0-Tp0)/(Tv0+Tp0)]^{1/2}$

[0039] (实施例1)

在热塑性树脂片材表面,使用模具通过热纳米压印法形成具有微细凹状槽部构造的基材,接着通过化学镀在包含该凹状槽部的表面,以在凹状槽部不完全填充导电体的方式形成镍层,制作图3的(3)所示那样的偏振元件试验片。

(1)基材的制作

作为片材,使用聚碳酸酯片材(三菱瓦斯化学(株)制、商品名:FE-2000、厚度:300μm)。所使用的模具是对4英寸的硅晶圆进行微细加工而成的。

关于所使用的模具的微细构造,在基材表面形成凹状槽部的凸部形状具有平均宽度(a')为54nm、平均长度(b')为586nm、越靠近顶端越逐渐变细的炮弹型的顶端部,排列的周期(g')为140nm。使用该模具将模具温度调整为175℃,通过热纳米压印法在片材表面转印微细凹状构造,制作出基材。将从实施例1中使用的模具的大致截面观察的扫描型电子显微镜(SEM)的图像(SEM图像)示于图7。

[0040] (2)基于化学镀镍的导电体的形成

使用奥野制药工业(株)制的化学镍-硼镀敷液(商品名:TopChemialloy66-LF)对微细凹状槽部构造的两侧壁面进行化学镀。作为预处理,预先对进行化学镀的基材表面进行使用了表面活性剂、碱性水溶液的脱脂、清洗,接着用无机酸的水溶液蚀刻后,进行中和处理,然后,作为化学镀反应的活化预处理,进行使用含有锡离子(Sn^{2+})的液体和含有钯离子(Pd^{2+})的液体(均为奥野制药工业(株)制)促进化学镀反应的处理(敏化剂-活化剂法)。

用室温(23℃)的上述化学镀镍硼液进行预定时间处理,水洗并干燥,由此制作在凹状槽部的两侧壁面、凹状槽部间的凸部表面和凹状槽部的底部形成有导电体层的偏振元件试验片。

[0041] (3)评价结果

将以镀敷时间60秒、90秒、105秒、120秒进行处理的结果的光学特性示于表1。

在维持良好的单体透过率的状态下,在镀敷时间90秒时偏振度达到97.3%,在镀敷时间120秒时得到偏振度99.8%。图8的(1)是从大致截面观察实施例1中的以镀敷时间120秒制作的线栅型偏振元件的SEM图像,图8的(2)是图8的(1)的放大图像。以所述镀敷时间120秒制作的线栅型偏振元件的凹状槽部的平均宽度为58nm,形成于凹状槽部的两侧壁面的导电体层的平均宽度为17nm,形成于凹状槽部两侧壁面的导电体层间的平均间隙为24nm。

因此,能够以在上述基材的凹状槽部不完全填充导电体的方式,即以形成于凹状槽部的两侧壁面的导电体层隔着间隙在一个凹状槽部内存在两个导电体线的方式,沿着基材表面形成导电体层。当着眼于沿着表现出偏振功能的凹状槽部侧壁面形成的导电体部时,纵横比达到约20,证实了能够形成包含从光轴方向观察时较细且具有厚度的导电体的构造,在维持所需的透过率的状态下得到高偏振度。

[0042] (实施例2)

在实施例2中,与实施例1同样地,使用模具,通过热纳米压印法形成具有微细凹状槽部构造的基材,接着,通过化学镀,以使所述凹状槽部不被导电体完全填充的方式,在该凹状槽部的包含侧壁面的表面形成镍层,制作出偏振元件试验片。

(1)偏振元件试验片的制作

使用与实施例1中使用的同样的片材、同样的模具。将模具温度调整为175℃,通过热纳米压印法在片材表面转印微细凹状构造,制作基材。

然后,进行与实施例1同样的预处理工序,使用与实施例1同样的化学镀液,将该镀液的温度设为16.5℃、17.8℃、18.8℃、20.0℃、21.0℃,将镀敷时间分别设为150秒,进行化学镀,在凹状槽部的侧壁面、凸部表面及底部形成镍层,制作出偏振元件试验片。

(2)评价结果

对于得到的偏振元件试验片,测定偏振度及单体透过率。将这些结果汇总示于表

1。偏振度、单体透过率均得到了良好的结果。

[0043] (比较例1)

与实施例1同样地,使用模具通过热纳米压印法制作在表面具有微细凹状槽部构造的基材,接着通过化学镀在包含该凹状槽部的表面形成镍,由此制作出偏振元件试验片。

(1)偏振元件试验片的制作

使用与实施例1中使用的同样的片材、同样的模具。通过热纳米压印法在片材表面转印微细凹状构造,制作基材。

然后,进行与实施例1同样的预处理工序,使用与实施例1同样的室温(23℃)的化学镀液,通过将镀敷时间设为15分钟的化学镀在基材表面形成导电体,制作出偏振元件试验片。

[0044] (2)评价结果

对于得到的偏振元件试验片,测定偏振度及单体透过率。在基材的凹状槽部完全填充有导电体,在凸部表面也较厚地形成有导电体,因此单体透过率为0%,无法得到所需的透过率。由上述可以确认,在基材表面形成导电体层时,导电体的形成量是重要的,如果用导电体完全填充基材的凹状槽部,则在凸部表面的导电体形成量也变大,单体透过率显著降低。

[0045] (比较例2)

与比较例1同样地,使用模具,通过热纳米压印法制作在片材表面具有微细凹状槽部构造的基材,接着,与比较例1同样地,通过化学镀在包含该凹状槽部的表面形成镍层,制作试验片。然后,进一步利用氩离子束从试验片上表面对得到的试验片进行蚀刻,由此制作出偏振元件试验片。

(1)偏振元件试验片的制作

使用与比较例1中使用的同样的片材、同样的模具。通过热纳米压印法在片材表面转印微细凹状构造,制作基材。

然后,通过进行与比较例1同样的预处理工序、化学镀工序,形成在基材表面的凹状槽部填充有镍的偏振元件,接着进一步进行氩离子束蚀刻工序,由此制作出偏振元件试验片。

[0046] (2)评价结果

对于得到的偏振元件试验片,测定偏振度及单体透过率。

在化学镀工序中,对于在凹状槽部完全填充有导电体、在凸部也较厚地形成有导电体的试样,进行氩离子束蚀刻,由此除去过剩地形成的镍层,能够得到图11所示的偏振元件试验片。得到的偏振元件试验片的光学特性为偏振度99.1%、单体透过率14.3%,得到了良好的偏振度和单体透过率。

但是,从生产率和光学特性的观点出发,对实施例1和比较例2进行比较时,在实施例1中,在化学镀工序之前完成加工处理,与此相对,在比较例2的工序中,在化学镀工序之后,进一步需要在氩离子束蚀刻工序等中过量形成的镍层的除去工序,生产率显著降低。另外,若比较光学特性,则均在维持所需的透过率的同时实现了高偏振度99%以上,因此可得到大致同等的效果,但从生产率的观点出发,确认到本发明的线栅型偏振元件的优越性。

[0047] [表1]

			实施例 1				实施例 2					比较例 1
(1) 基材的制作												
片材材料			聚碳酸酯				聚碳酸酯					与实施例 1 相同
模具凸部平均宽度	(a')	nm	54				54					
平均深度	(b')	nm	586				586					
平均周期	(g')	nm	140				140					
(2) 偏振元件的制作												
导电体层形成手段			化学镀				化学镀					与实施例 1 相同
导电体材料			镍				镍					
镀敷时间		秒	60	90	105	120	150					15(分)
镀敷温度		℃	23				16.5	17.8	18.8	20.0	21.0	23
凹状槽部的平均宽度	(a)	nm	58	58	58	58	58	58	58	58	58	—
导电体层的平均深度	(b+d)	nm	441	443	447	456			446			—
导电体层的平均厚度												
侧壁部的平均厚度	(c)	nm	9	12	15	17	—	—	15	—	—	—
凸部表面的平均厚度	(d)	nm	11	13	17	26	—	—	16	—	—	—
底部的平均厚度	(e)	nm	9	11	15	17	—	—	15	—	—	—
间隙的平均宽度	(f)	nm	40	34	28	24	—	—	28	—	—	—
(3) 评价结果												
偏振度		%	84.4	97.3	98.8	99.8	98.8	98.7	99.3	99.2	99.3	—
单体透过率		%	28.3	17.2	14.5	9.1	17.6	14.9	14.2	10.3	9.2	0

[0048] (参考例1)

与实施例1的记载同样地,使用相同的模具,通过热纳米压印法,在透明片材表面形成微细凹状槽部构造,接着,通过化学镀,以在凹状槽部不完全填充导电体的方式在包含该凹状槽部的两侧壁面的表面形成镍层,从而制作偏振元件试验片,在设想了上述情况的形状模型中,进行基于严格耦合波分析法的数值计算。

(1)将导电体层的平均厚度(c、d、e)作为参数时的相对于凹状槽部的平均宽度(a)的光学特性的数值计算

数值计算使用日本Synopsys合同会社(旧RSoft公司)的DiffractMOD,基于图1的形状模型进行计算。基材假定为聚碳酸酯,折射率定义为1.58。假定导电体为镍,折射率使用文献A.D.Rakic et al.,"Optical properties of metallic films for vertical-cavity optoelectronic devices,"Appl.Opt.37,5271(1998).的值。在此,将在凹状槽部内的侧壁面形成的导电体层的平均厚度(c)、凸部表面的导电体层的平均厚度(d)及底部的导电体层的平均厚度(e)分别设为相同的厚度(c=d=e),计算该厚度分别为5nm、10nm、15nm、20nm时的凹状槽部的平均宽度(a)所对应的偏振度和单体透过率。

[0049] (2)计算结果

计算结果如表2和图9所示。在导电体层的厚度(c)为5nm的情况下,在凹状槽部的平均宽度(a)为30nm至130nm时得到偏振度90%以上,单体透过率也为24%以上。在导电体层的厚度(c)为10nm的情况下,在凹状槽部的平均宽度(a)为20nm至130nm时得到偏振度98%以上,在凹状槽部的平均宽度(a)为40nm以上时得到偏振度99%以上,单体透过率最小为12%。在导电体层的平均厚度(c)为15nm的情况下,在凹状槽部的平均宽度(a)为30nm至130nm时得到偏振度99%以上,单体透过率最小为6%。在导电体层的平均厚度(c)为20nm的情况下,在凹状槽部的平均宽度(a)为40nm至130nm时得到偏振度99%以上,单体透过率低于5%,为3%至5%左右。

[0050] (参考例2)

在与参考例1同样的形状模型中,进行基于严格耦合波解析法的数值计算。

(1)将凹状槽部宽度作为参数时的相对于导电体的形成量的光学特性的数值计算

使用与参考例1同样的软件,基于图1的形状模型进行数值计算。基材假定为聚碳酸酯,折射率定义为1.58。假定导电体层为镍,折射率使用文献A.D.Rakic et al.,"Optical properties of metallic films for vertical-cavity optoelectronic devices,"Appl.Opt.37,5271(1998).的值。

在此,与参考例1同样地,在凹状槽部内的侧壁面形成的导电体层的平均厚度(c)、凸部表面的导电体层的平均厚度(d)、底部的导电体层的平均厚度(e)分别设为相同的厚度(c=d=e)。计算将凹状槽部的平均宽度(a)设为30nm、60nm、90nm、120nm时的相对于各个导电体层的厚度(c)的偏振度和单体透过率。

[0051] (2)计算结果

计算结果如表2和图10所示。

在凹状槽部的平均宽度(a)为30nm的情况下,在导电体层的厚度(c)为15nm时得到偏振度99%以上、单体透过率6%。

在凹状槽部的平均宽度(a)为60nm的情况下,导电体层的厚度(c)为15nm时得到偏振度99%以上、单体透过率8%,导电体层的厚度(c)为20nm时得到偏振度99%以上、单体透过率5%,导电体层的厚度(c)为30nm时得到偏振度99%以上、单体透过率1%。

在凹状槽部的平均宽度(a)为90nm的情况下,导电体层的厚度(c)为15nm时得到偏振度99%以上、单体透过率6%,导电体层的厚度(c)为20nm时得到偏振度99%以上、单体透过率3%,导电体层的厚度(c)为40nm时单体透过率为0%。

在凹状槽部的平均宽度(a)为120nm的情况下,导电体层的厚度(c)为15nm时得到偏振度99%以上、单体透过率8%,导电体层的厚度(c)为20nm时得到偏振度99%以上、单体透过率4%,导电体层的厚度(c)为60nm时单体透过率为0%。

由上述结果可确认,在本发明的线栅型偏振元件中,为了在维持所需的透过率的同时得到高偏振度,重要的是在基材的凹状槽部内不填充导电体,在凹状槽部的两侧壁面上以隔着间隙对置的状态配置导电体层,并且适当地控制导电体层的厚度(c)。

[0052] [表2]

		参考例 1					参考例 2									
(1) 基材的制作																
基材材料	—	聚碳酸酯（折射率：1.58）					聚碳酸酯（折射率：1.58）									
(2) 偏振元件的制作																
导电体层形成手段	—	化学镀					化学镀									
导电体材料	—	镍					镍									
凹状槽部的平均宽度（a）	nm	30-130	20-130	40≦	30-130	40-130	30	60			90			120		
导电体层平均厚度(c),(d),(e)	nm	5	10		15	20	15	15	20	30	15	20	45	15	20	60
间隙的平均宽度（f）	nm	a-2c					a-2c	a-2c			a-2c			a-2c		
(3) 评价结果																
偏振度	%	90≦	98≦	99≦	99≦	99≦	99≦	99≦	99≦	99≦	99≦	99≦		99≦	99≦	
单体透过率	%	24≦	12≦	—	6≦	3~5	6	8	5	1	6	3	0	8	4	0

产业上的利用领域

[0053] 本发明的线栅型偏振元件能够在高偏振度下维持所需的光线透过率而廉价地制作,因此能够期待应用于液晶投影仪、LiDAR、车载相机、工业用检查相机、测量用光学设备、偏振太阳镜等光学制品。

另外,在此引用2022年8月26日申请的日本专利申请2022-135198号的说明书、权利要求书、附图以及摘要的全部内容,作为本发明的公开内容而引入。

附图标记说明

[0054] 11:线栅型偏振元件;21:基材;22:表面;23:背面;24:凹状槽部;25:凸部;26:侧壁面;27:底部;28:间隙;31:导电体层;32:基底层;33:涂层;41:模具;42:模具凸部。

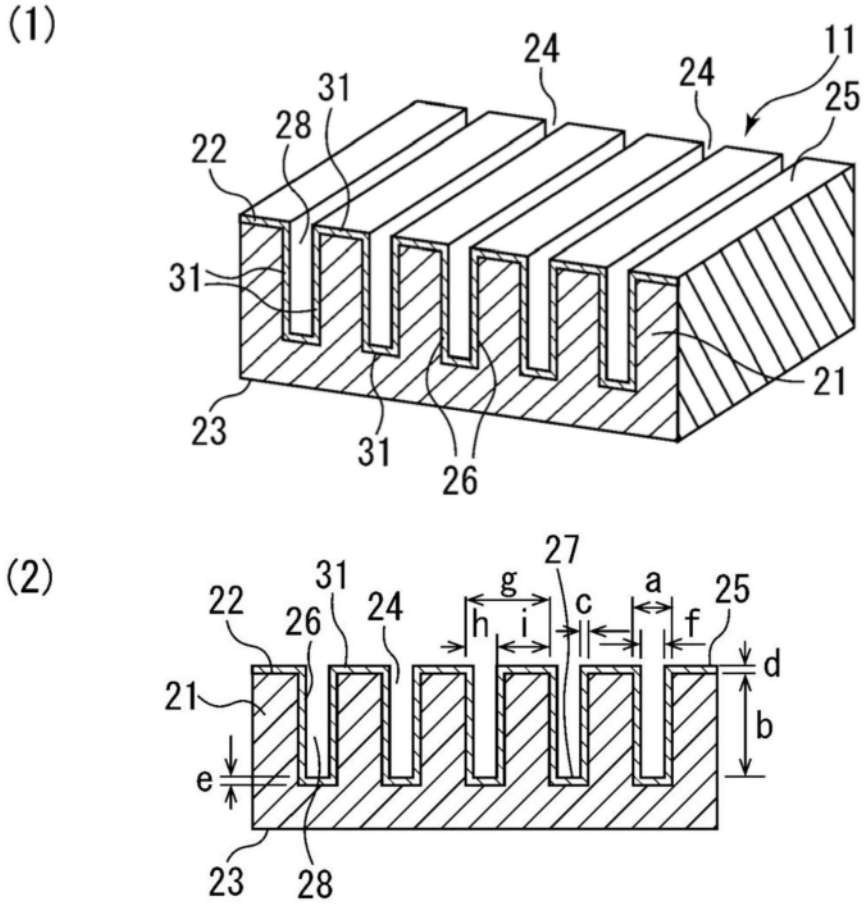

(1)
11
24
24
25
31
28
22
31
21
23
31
26
(2)
27
31
g
a
22
26
24
h
i
c
f
25
d
21
b
e
23
28

图1

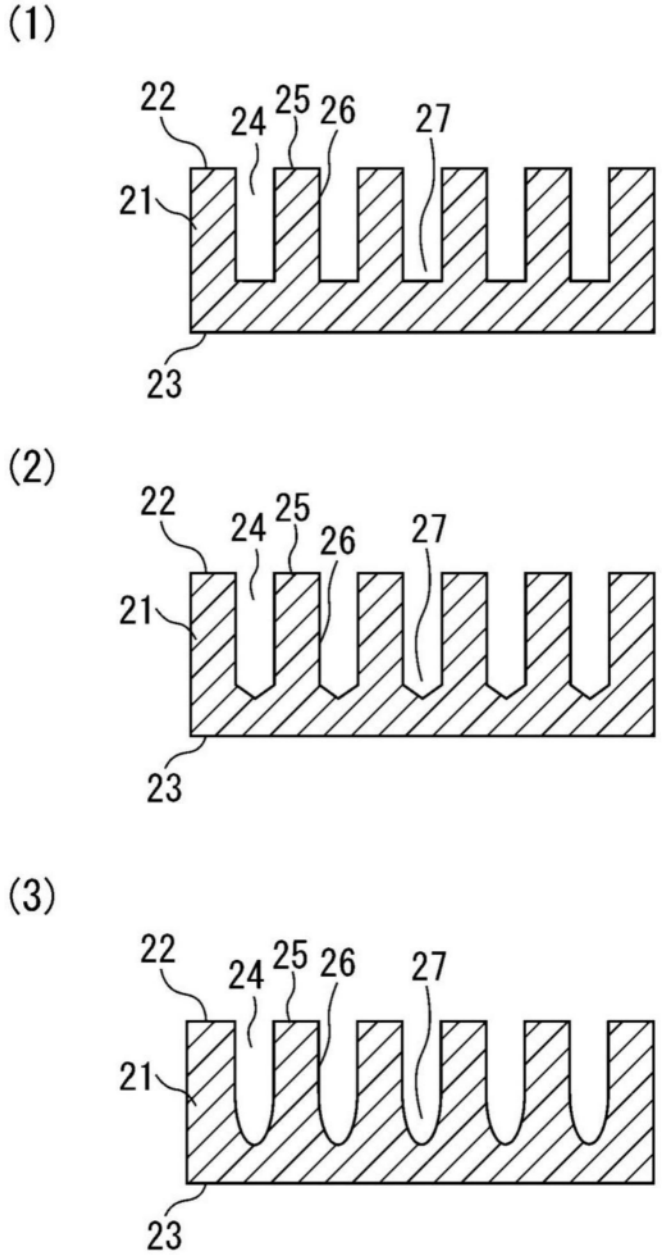


图2

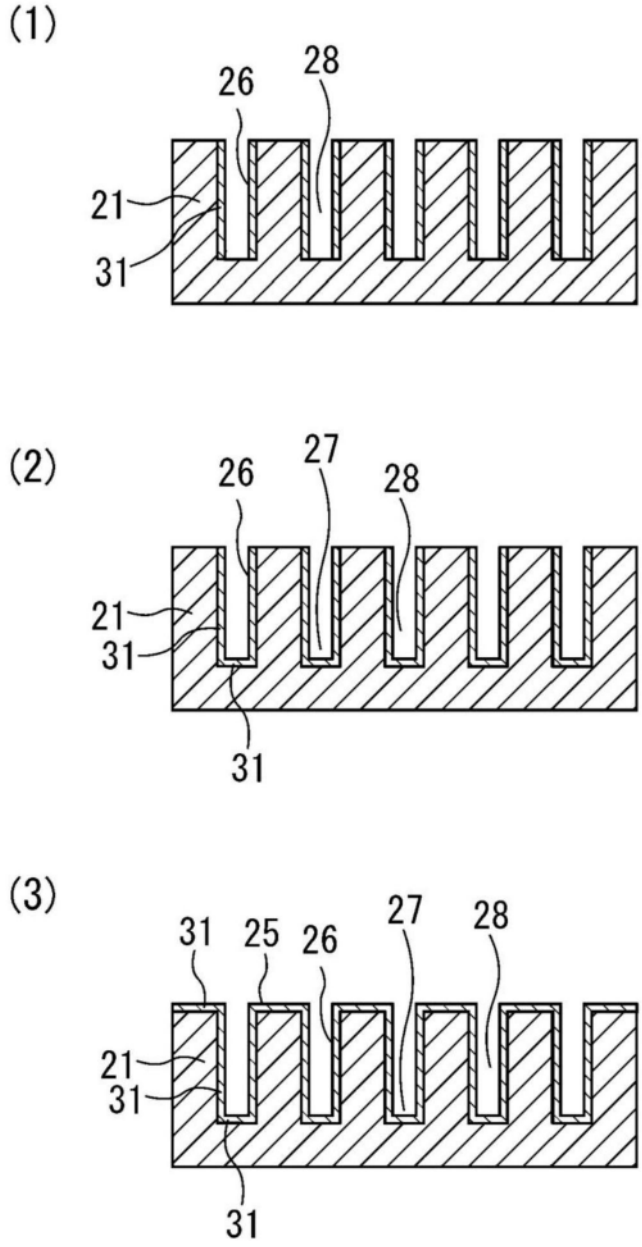


图3

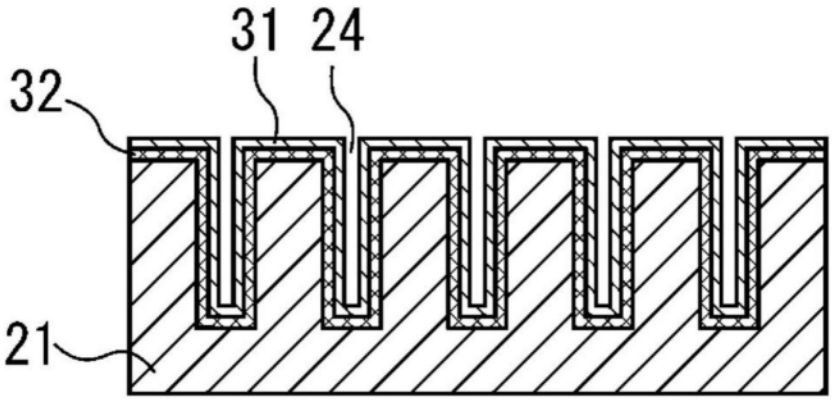
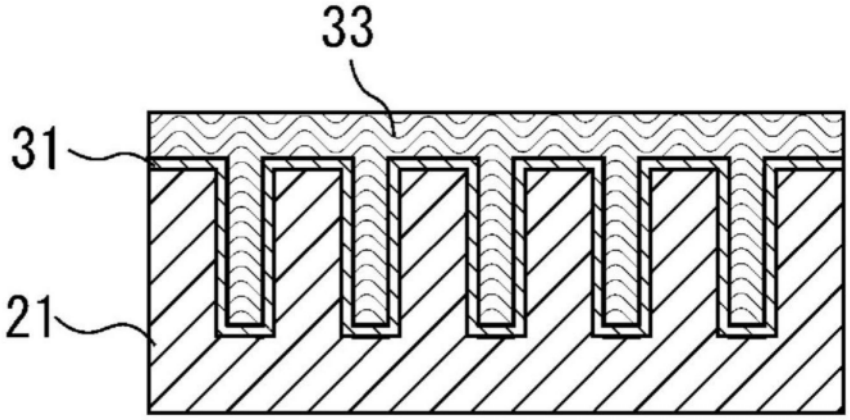


图4

(1)



(2)

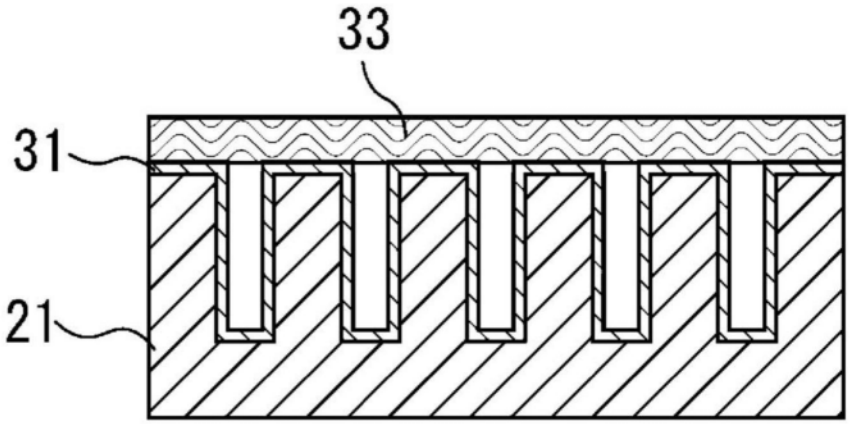
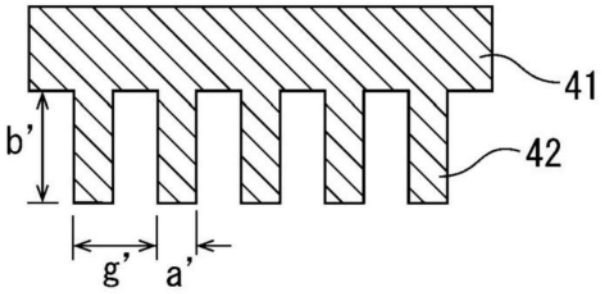
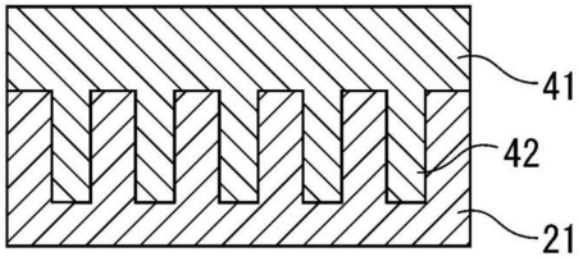


图5

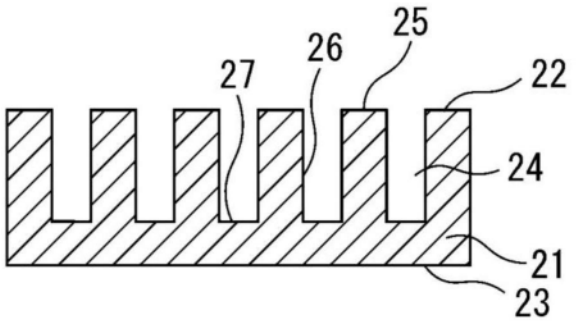
(1)



(2)



(3)



(4)

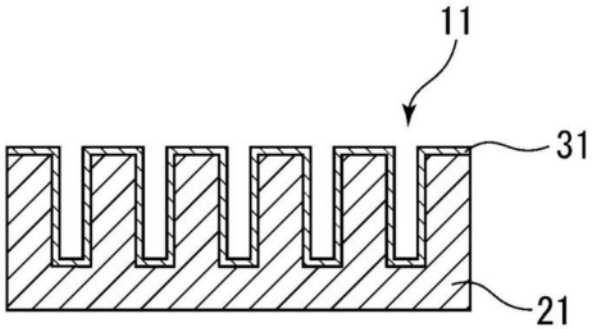


图6

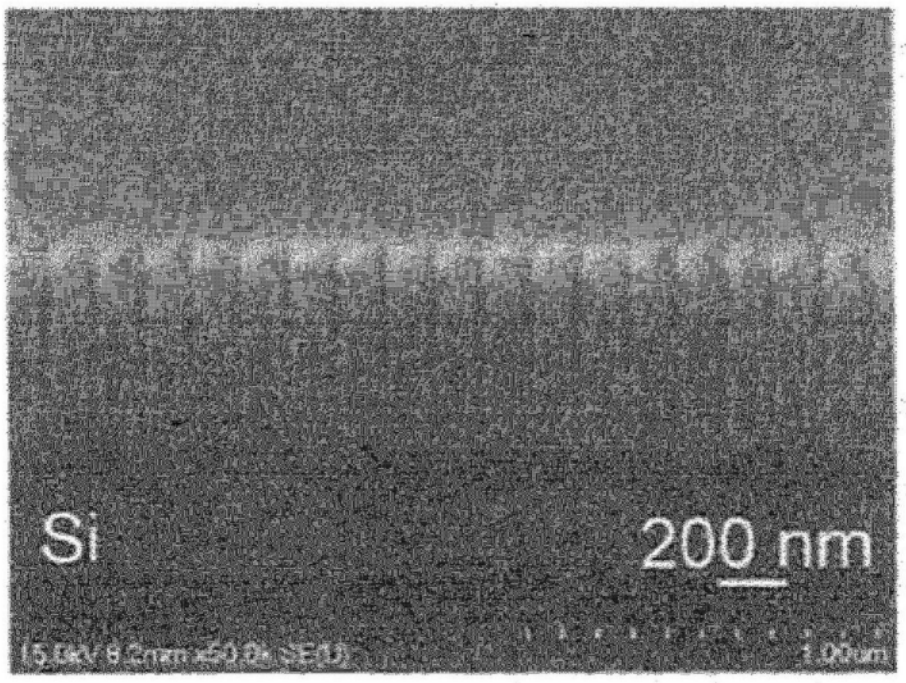
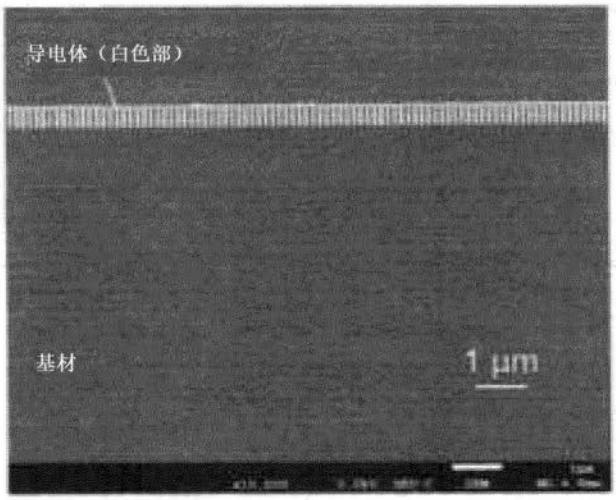


图7

(1)



(2)

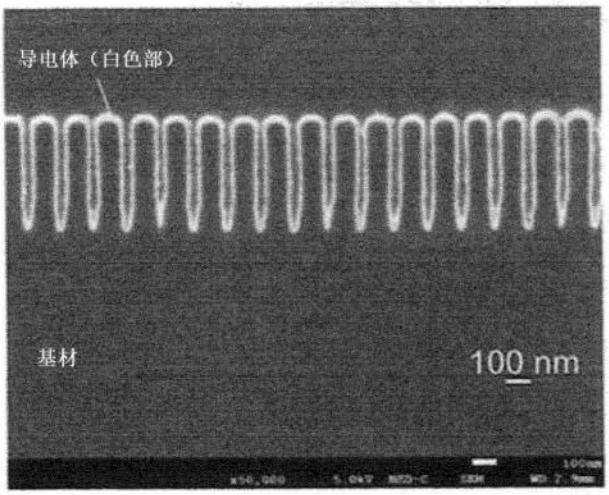


图8

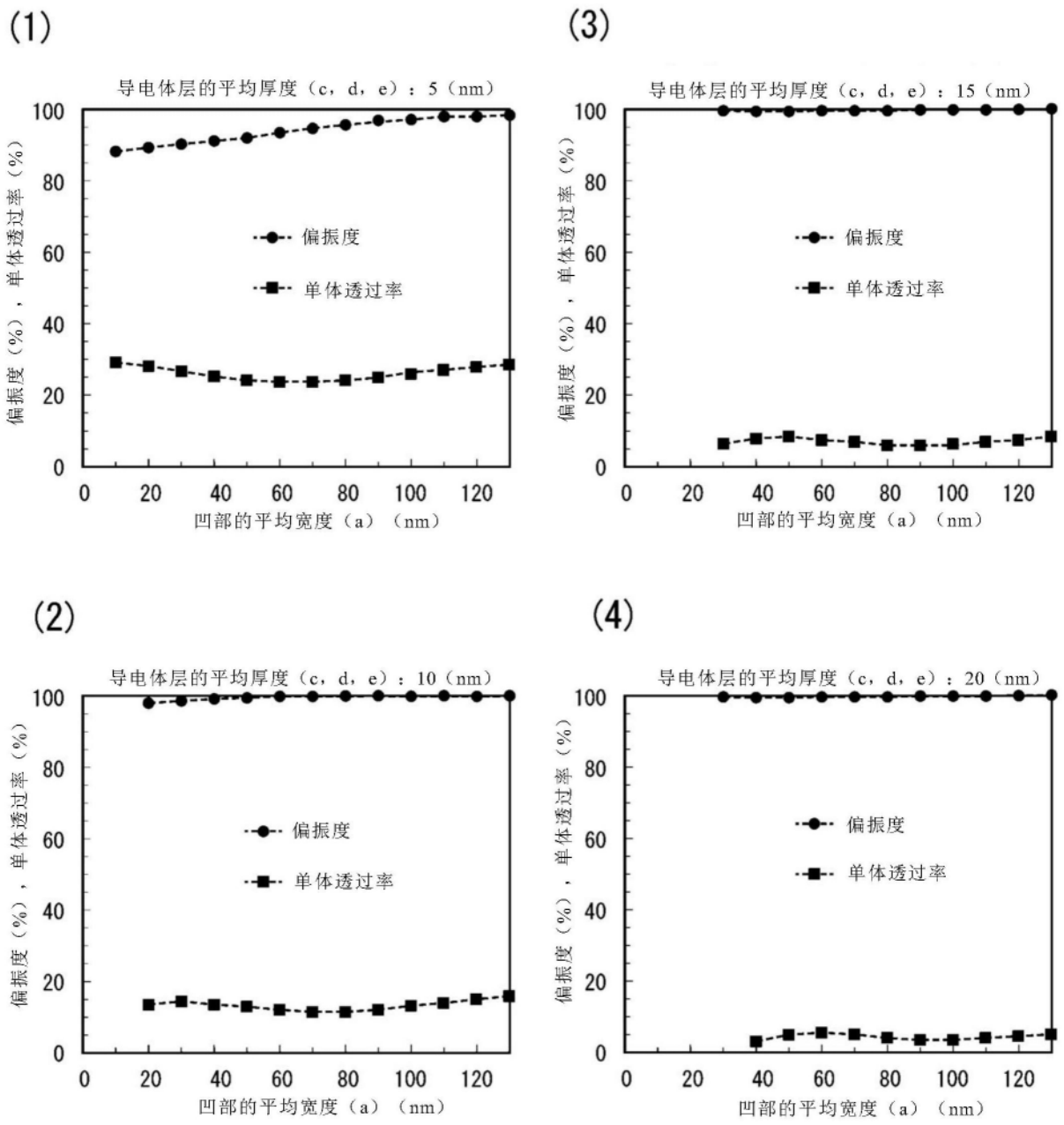

(1)
导电体层的平均厚度（c，d，e）：5（nm）
偏振度（%），单体透过率（%）
偏振度
单体透过率
凹部的平均宽度（a）（nm）
(3)
导电体层的平均厚度（c，d，e）：15（nm）
偏振度（%），单体透过率（%）
偏振度
单体透过率
凹部的平均宽度（a）（nm）
(2)
导电体层的平均厚度（c，d，e）：10（nm）
偏振度（%），单体透过率（%）
偏振度
单体透过率
凹部的平均宽度（a）（nm）
(4)
导电体层的平均厚度（c，d，e）：20（nm）
偏振度（%），单体透过率（%）
偏振度
单体透过率
凹部的平均宽度（a）（nm）

图9

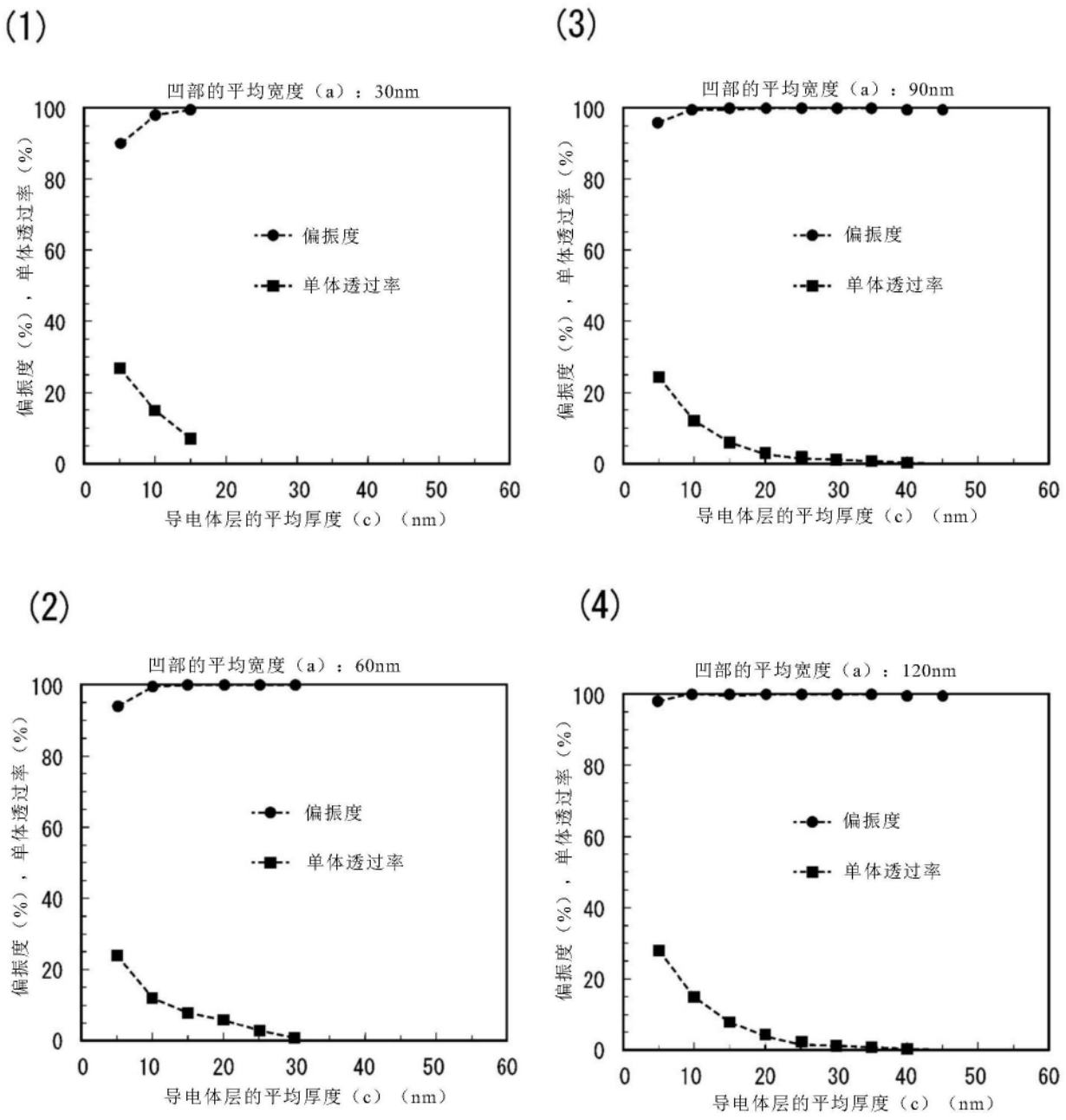

(1)
凹部的平均宽度（a）：30nm
偏振度（%），单体透过率（%）
偏振度
单体透过率
导电体层的平均厚度（c）（nm）
(3)
凹部的平均宽度（a）：90nm
偏振度（%），单体透过率（%）
偏振度
单体透过率
导电体层的平均厚度（c）（nm）
(2)
凹部的平均宽度（a）：60nm
偏振度（%），单体透过率（%）
偏振度
单体透过率
导电体层的平均厚度（c）（nm）
(4)
凹部的平均宽度（a）：120nm
偏振度（%），单体透过率（%）
偏振度
单体透过率
导电体层的平均厚度（c）（nm）

图10

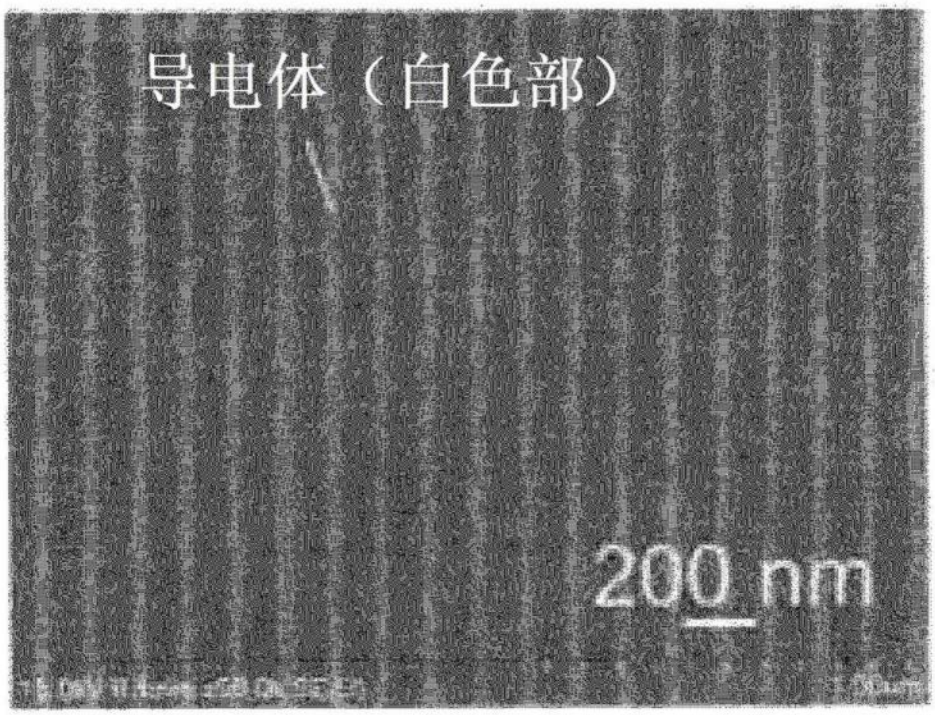


图11