

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G02F 1/1337 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780003557.9

[43] 公开日 2009年3月18日

[11] 公开号 CN 101390008A

[22] 申请日 2007.1.25

[21] 申请号 200780003557.9

[30] 优先权

[32] 2006.1.26 [33] JP [31] 017755/2006

[86] 国际申请 PCT/JP2007/051192 2007.1.25

[87] 国际公布 WO2007/086474 日 2007.8.2

[85] 进入国家阶段日期 2008.7.25

[71] 申请人 夏普株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 井上威一郎 箱井博之 寺下慎一
宫地弘一

[74] 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司
代理人 龙 淳

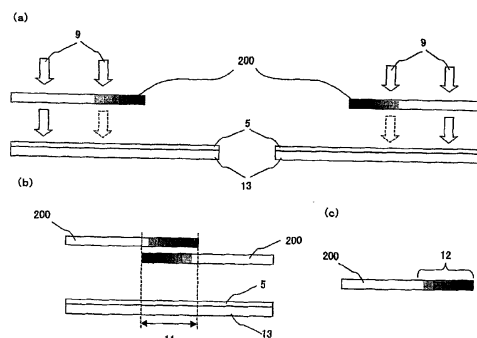
权利要求书3页 说明书47页 附图29页

[54] 发明名称

液晶显示装置的制造方法和液晶显示装置

[57] 摘要

本发明提供一种液晶显示装置的制造方法和液晶显示装置，在像素内形成有2个以上的畴的液晶显示装置中，即使分割基板进行取向处理的情况下，也能够抑制显示画面上产生接缝，能够提高成品率。本发明是包括一对相对的基板、设置在所述基板间的液晶层、和设置在至少一个基板的液晶层侧的表面的取向膜，并且在像素内具有取向方位不同的两个以上的区域的液晶显示装置的制造方法，其中，所述制造方法包括将基板面内分割为两个以上的曝光区域，在每个曝光区域中通过光掩模进行取向膜的曝光的曝光工序，所述曝光工序以相邻的曝光区域的一部分重复的方式进行曝光，所述光掩模具有与重复的曝光区域对应的半色调部。



1. 一种液晶显示装置的制造方法，该液晶显示装置包括一对相对的基板、设置在该基板间的液晶层、和设置在至少一个基板的液晶层侧的表面的取向膜，并且在像素内具有取向方位不同的两个以上的区域，该制造方法的特征在于：

该制造方法包括将基板面内分割为两个以上的曝光区域，在每个曝光区域中通过光掩模进行取向膜的曝光的曝光工序，

该曝光工序以相邻的曝光区域的一部分重复的方式进行曝光，

该光掩模具有与重复的曝光区域对应的半色调部。

2. 如权利要求1所述的液晶显示装置的制造方法，其特征在于：
所述曝光工序是在对基板和光源的至少一个进行扫描的同时进行曝光。

3. 如权利要求1所述的液晶显示装置的制造方法，其特征在于：
所述曝光工序中从相对于基板面的法线倾斜的方向入射紫外线。

4. 如权利要求3所述的液晶显示装置的制造方法，其特征在于：
所述紫外线是偏振紫外线。

5. 如权利要求1所述的液晶显示装置的制造方法，其特征在于：
所述光掩模具有透光部和遮光部的重复图案。

6. 如权利要求1所述的液晶显示装置的制造方法，其特征在于：
所述半色调部中，随着朝向光掩模的端部而透光部的开口率减少。

7. 如权利要求6所述的液晶显示装置的制造方法，其特征在于：
所述半色调部的开口率的变化以线性函数表示。

8. 如权利要求6所述的液晶显示装置的制造方法，其特征在于：

所述半色调部的开口率的变化以三角函数表示。

9. 如权利要求 6 所述的液晶显示装置的制造方法，其特征在于：
所述半色调部中，随着朝向光掩模的端部而透光部的长度变短。

10. 如权利要求 6 所述的液晶显示装置的制造方法，其特征在于：
所述半色调部中，随着朝向光掩模的端部而透光部的宽度变窄。

11. 如权利要求 10 所述的液晶显示装置的制造方法，其特征在于：
所述光掩模的透光部的中心位置的间隔相同。

12. 如权利要求 10 所述的液晶显示装置的制造方法，其特征在于：
所述半色调部的透光部从透光部配置区域的中心向两侧分割配置。

13. 如权利要求 6 所述的液晶显示装置的制造方法，其特征在于：
所述半色调部设置有具有相对将透光部配置区域的宽度 2 等分的中心线呈线对称的形状的透光部。

14. 如权利要求 6 所述的液晶显示装置的制造方法，其特征在于：
所述半色调部设置有具有台阶形状的透光部。

15. 一种液晶显示装置，其包括一对相对的基板、设置在该基板间的液晶层、和设置在至少一个基板的液晶层侧的表面的取向膜，并且在像素内具有取向方位不同的两个以上的区域，其特征在于：

在该取向方位不同的区域间产生的暗线的位置和宽度在相邻像素中连续变化。

16. 如权利要求 15 所述的液晶显示装置，其特征在于：

所述液晶层包括具有负的介电常数各向异性的液晶分子，所述取向膜设置在两个基板的液晶层侧的表面上，并且在施加电压低于阈值时，液晶分子相对于取向膜表面大致垂直地取向。

17. 如权利要求 15 所述的液晶显示装置，其特征在于：

所述液晶层包括具有正的介电常数各向异性的液晶分子，所述取向膜设置在两个基板的液晶层侧的表面上，并且在施加电压低于阈值时，液晶分子相对于取向膜表面大致水平地取向。

18. 如权利要求 16 或 17 所述的液晶显示装置，其特征在于：

所述取向方位不同的区域在每一个像素中设置有 2 个以上、4 个以下。

19. 如权利要求 16 或 17 所述的液晶显示装置，其特征在于：

所述液晶显示装置，在俯视基板时，设置在一个基板上的取向膜和设置在另一个基板上的取向膜的表面附近的取向方位大致正交。

20. 如权利要求 15 所述的液晶显示装置，其特征在于：

所述取向膜为光取向膜。

21. 如权利要求 20 所述的液晶显示装置，其特征在于：

所述取向膜通过光照射产生选自交联反应、异构化反应和光致再取向中的至少一个反应或取向。

液晶显示装置的制造方法和液晶显示装置

技术领域

本发明涉及液晶显示装置的制造方法和液晶显示装置。更详细而言，涉及通过在像素内形成两个以上的畴而能够实现高显示品质的矩阵型液晶显示装置的制造方法和矩阵型液晶显示装置。

背景技术

液晶显示装置作为低耗电的显示装置，能够被轻量化、薄型化，因此被广泛应用于电视机、个人计算机用监视器等中。但是，液晶显示装置通常通过与施加电压相对应的液晶分子的倾斜角度来控制光的偏光，因此具有光透过率的角度依赖性。由此，在液晶显示装置中，根据视角方向的不同，会发生对比度下降、中间色调显示时的灰度等级反转等。因此，一般液晶显示装置在视场角特性不充分这一点上存在改善的余地。

于是，开发有将液晶分子的取向和倾斜方向在像素内分割成两个以上的区域的取向分割技术。根据该技术，当向液晶层施加电压时，由于液晶分子在像素内向不同的方向倾斜，因此能够改善液晶显示装置的视场角特性。其中，液晶分子的取向方位不同的各区域也被称为畴，取向分割也被称为多畴。

作为进行取向分割的液晶模式，在水平取向模式中，能够举出多畴扭曲向列（TN：Twist Nematic）模式、多畴双折射控制（ECB：Electrically Controled Birefringence：电控双折射）模式、多畴 OCB（Optically Compensated Birefringence：光学补偿双折射）模式等。另一方面，在垂直取向模式中，能够举出多畴垂直取向（MVA：Multi-Domain Vertical Alignment）模式、PVA（Patterned Vertical Alignment：垂直取向构型）模式等，在各个模式的液晶显示装置中，进行了用于实现进一步的广视场角化的各种改良。

作为这样的进行取向分割的方法，能够举出摩擦法、光取向法等。

在摩擦法中，提出有使摩擦区域和非摩擦区域通过基于抗蚀剂的图案化而分离进行取向分割的方法。但是，因为摩擦法是通过用卷绕在辊上的布来摩擦取向膜表面而进行取向处理，所以会发生由于布的毛、碎片等杂质、静电引起开关元件的破坏、特性改变、劣化等不良问题，存在改善的余地。

与此相对，光取向法是使用光取向膜作为取向膜材料，通过在光取向膜上照射紫外线等光线，在取向膜中产生取向限制力的取向方法。由此，能够非接触地进行取向膜的取向处理，因此能够抑制在取向处理中的污染、杂质等的产生。此外，通过在曝光时使用光掩模，能够在取向膜面内的各区域中以不同的条件进行光照射，因此能够容易地形成具有期望的设计的畴。

作为利用现有的光取向法的取向分割的方法，例如在将像素分割成两个畴的情况下，能够举出以下的方法。即，准备以与各像素相对应地一半一半地配置有透光部和遮光部的光掩模，首先对像素的一半区域进行第一曝光之后，使光掩模偏移半间距（half-pitch）左右，对像素的剩余区域以与第一曝光不同的条件进行第二曝光的方法。如果使用这样的光取向法，能够容易地使用光掩模将各像素分割为两个以上的畴。此外，例如，在专利文献 1 中，公开有通过光取向法进行取向处理，形成 VAECB（Vertical Alignment ECB）模式的技术。

此外，近年来，特别是液晶显示装置的大型化迅速发展，液晶电视迅速地进入从 40 型到 60 型这种在现有技术中曾为等离子体电视的主战场的尺寸领域中。但是，将这样的 60 型级别的液晶显示装置通过上述现有的光取向法进行取向分割是非常困难的。其理由是，在工厂内能够设置的曝光装置的尺寸上有限制，能够对 60 型级别的基板一次性曝光的曝光装置实际上是不可能设置在工厂内的，因此对 60 型级别的基板整个面一次性进行曝光是不可能的。因此，在对大型的液晶显示装置进行取向分割的情况下，必须分割多次对基板进行曝光。此外，在对 20 型级别的比较小型的液晶显示装置通过光取向法进行分割取向处理的情况下，也能够想到从使曝光装置的尺寸尽可能小的要求出发，而必须进行分割曝光的情况。但是，这样将基板分为多次进行曝光而制作的液晶显示装置，导致在显示画面上能够清楚地看到各曝光区域

间的接缝。

因此，在通过对基板分割进行曝光以进行液晶显示装置的取向分割的情况下，在抑制显示画面上的接缝的产生、提高成品率的这些问题点上还存在改善的余地。

专利文献 1：日本特开 2001-281669 号公报

发明内容

本发明是鉴于上述现状而提出的，其目的是提供一种在像素内形成两个以上的畴的液晶显示装置中，即使在将基板分割进行取向处理的情况下，也能够抑制在显示画面上产生接缝，提高成品率的液晶显示装置的制造方法和液晶显示装置。

本发明的发明人们对即使通过分割基板进行曝光而进行取向分割也不能视觉辨认出显示画面上的接缝的液晶显示装置的制造方法进行了各种研究，最后着眼于分割基板进行曝光时的曝光方式。并且发现，即使在同一曝光区域内假设中心附近和周边附近的照射条件相异，该差异在面内连续变化，人的眼睛也几乎识别不出，另一方面，即使装置精度、光掩模的图案精度等为最大限度的高精度，实际上也不可能使分割并曝光的基板的各曝光区域间的照射条件完全一致，即使相邻的曝光区域间的照射条件的差别很微小，不连续的条件邻接，导致人的眼睛识别出接缝。

因此，本发明的发明人们进一步进行研究，发现作为接缝产生的主要原因，考虑有例如在相邻的曝光区域间的照射量偏差、作为掩模和基板的间隔的邻近间隙的偏差、进行偏振紫外线照射的情况下的其偏光轴偏差等，在其中导致识别出接缝的最大的原因是相邻的曝光区域间的光掩模的对准精度的不同。即，可知即使是使对准精度在曝光装置上尽可能地为高精度，但是在现有的技术水平下也无法避免±数 μm 左右的对准偏差，而且即使在该±数 μm 的对准偏差的范围中，在相邻的曝光区域的边界也确实地被人的眼睛识别为接缝。

而且，发现到当产生该光掩模的对准偏差时，在像素内取向方位不同的区域间，即畴间的边界产生的暗线的位置和宽度在接缝两侧不连续地变化，作为其结果，导致识别出接缝，并且还发现在分割基板

进行曝光时，通过与重复的曝光区域对应具有半色调（half tone）部的光掩模，以相邻曝光区域的一部分重复的方式进行曝光，由此能够使接缝附近的暗线的位置和宽度连续变化，作为其结果，即使通过分割基板进行曝光而进行取向分割处理，也能够实现在显示画面上看不到接缝的液晶显示装置的制造方法和液晶显示装置，从而想到能够很好地解决上述课题，达成本发明。

即，本发明是一种液晶显示装置的制造方法，该液晶显示装置包括一对相对的基板、设置在上述基板间的液晶层、和设置在至少一个基板的液晶层侧的表面的取向膜，并且在像素内具有取向方位不同的两个以上的区域，上述制造方法包括将基板面内分割为两个以上的曝光区域，在每个曝光区域中通过光掩模进行取向膜的曝光的曝光工序，上述曝光工序以相邻的曝光区域的一部分重复的方式进行曝光，上述光掩模具有与重复的曝光区域对应的半色调部。

此外，本发明是一种液晶显示装置，其包括一对相对的基板、设置在上述基板间的液晶层、和设置在至少一个基板的液晶层侧的表面的取向膜，并且在像素内具有取向方位不同的两个以上的区域，在上述取向方位不同的区域间产生的暗线的位置和宽度在相邻像素中连续变化。

以下详细叙述本发明的液晶显示装置的制造方法。

本发明的液晶显示装置的制造方法包括将基板面内分割为两个以上的曝光区域，在每个曝光区域中通过光掩模进行取向膜的曝光的曝光工序。因为这样分为多次对基板进行曝光，所以即使是大型的液晶显示装置，也能够使用通常的装置尺寸的曝光装置，遍及基板整个面地进行取向分割处理。其中，作为曝光区域的分割方式没有特别限定，适当设定即可，例如，能够举出将基板二等分的方式、条纹状地分割为三的方式、矩阵状地分割为四的方式等。

上述取向膜通过曝光进行取向处理，通常是由液晶的取向方位与光照射的方向或光的照射区域的移动方向相对应地产生变化的材料形成的光取向膜。而且，光取向膜也可以通过光照射产生取向限制力。此外，在本说明书中，取向方位是指将包含在液晶层中的液晶分子的倾斜方向投影在基板面上时所示的方位。

上述光掩模具有使光线透过的透光部和对光线进行遮光的遮光部。透光部只要是能够透过光线则无特别限定，可以使用透明的树脂等形成，优选为什么也没有形成的开口部。此外，作为光掩模，优选在玻璃等透明基板上形成有铬等金属膜图案。光掩模能够与期望的畴形状相结合，适当地设定图案，其中，优选上述光掩模具有透光部和遮光部的重复图案。由此，相对通常排列为矩阵状的像素能够高效地进行取向处理。而且，作为重复图案并无特别限定，优选为条纹图案和点图案。

本发明的曝光工序以相邻的曝光区域的一部分重复的方式进行曝光。即，本发明的液晶显示装置的制造方法包括：将基板面分割为两个以上的曝光区域，并且以相邻的曝光区域的一部分重复的方式，在每个曝光区域中通过光掩模对取向膜进行曝光的曝光工序。因此，在本发明中，通常，接缝附近的像素的取向膜的一部分或全部通过两个以上的光掩模重复地进行两次以上的曝光（以下也称为“重叠曝光”）。作为重复的曝光区域（以下也称为“重叠区域”）的面积没有特别限定，但尽可能大的情况下能够使相邻的曝光区域间的暗线的位置和宽度更为平滑连接。另一方面，当重叠区域过大时，光掩模变大，曝光装置尺寸也变大。因此，从实现抑制接缝的产生和曝光装置尺寸的小型化的观点出发，重叠区域的面积优选为足以视觉辨认不出接缝的程度的大小，更具体而言，作为重叠区域的宽度，优选为 10~80mm 左右，更优选为 30~60mm 左右，特别优选 40~50mm 左右。此外，以不重复的曝光区域的照射量，即通过一个光掩模，仅对取向膜进行一次曝光的通常的区域的照射量为 100%时，重叠曝光的区域（通过多个光掩模进行两次以上曝光的区域）的照射量的合计（以下也称为“合计照射量”）优选为 50~200%，更优选为 70~150%。当合计照射量不足 50%时，重叠区域的中心附近的合计照射量不足，不能够赋予取向膜以充分的取向限制力，就在该位置导致看到斑驳的情况。此外，如果合计照射量超过 200%，则在使用灵敏度高的材料作为取向膜的材料的情况下，在重叠区域中存在电特性恶化的情况，更具体而言，产生 DC 残留、烧接（焼き付き）等，电压保持率下降。

作为上述曝光工序的曝光方法并无特别限定，但优选同时曝光和

扫描曝光。即，上述曝光工序优选在对基板和光源的至少一个进行扫描的同时进行曝光的方式（扫描曝光），或将基板和光源以固定的状态进行曝光的方式（同时曝光）。扫描的同时进行曝光的方法只要是使基板面上的光线的照射位置移动并进行曝光则没有特别限定，也被称为扫描曝光。作为扫描曝光的具体方式，例如能够举出使光源和/或基板移动，同时将从该光源发出的光线照射在基板面上的方式。相比于使光源和被曝光区域固定并在被曝光区域内同时进行曝光的同时曝光，扫描曝光在基板面内的照射光量等的稳定性优异，因此能够有效地抑制取向方位、预倾角等取向膜的特性的偏差。此外，装置可以为小型，所以能够降低装置成本。而且，因为光掩模可以较小，所以能够提高掩模本身的精度。而且，在扫描曝光中扫描光源的情况下，光源与光掩模通常一体移动。此外，预倾角是指在液晶层上没有施加电压的状态（断开状态，无电压施加时）下，取向膜表面与取向膜附近的液晶分子的长轴方向所成的角度。而且，在扫描曝光中，在扫描方向上配置有透光部的间距不同的其他面板的情况下，必须配合该面板而更换掩模，但另一方面，在同时曝光中，通过预先在掩模内形成有多个面板用的图案，能够对不同种类的面板一次进行曝光。此外，同时曝光也被称为一同曝光。

在进行上述扫描曝光的情况下，优选通过图像检测用摄像机等，在读取基板上的图案的同时控制基板和/或光源的扫描方向。由此，即使在基板歪斜的情况下，也能够沿着像素排列进行高精度的扫描曝光。作为在读取中使用的基板上的图案并无特别限定，但优选沿着扫描方向周期性或连续地设置，其中，优选设置在基板上的总线、黑矩阵(BM)等。

此外，在本发明中，上述曝光工序，也根据被曝光的取向膜的材料而定，但是优选相对于基板面的法线从倾斜方向入射紫外线。由此，在各液晶模式中能够容易地对液晶层附加适宜的预倾角，其结果，能够提高液晶分子的响应速度。但是，如“M. Kimura, 其他三人, “Photo-Rubbing Method: A Single-Exposure Method to Stable Liquid-Crystal Pretilt Angle on Photo-Alignment Film”, IDW'04: proceedings of the 11th International Display Workshops, IDW'04

Publication committee, 2004 年, LCT2-1, p.35-38”中公开的光取向法所示, 在预倾角的发现基于光的照射区域的移动方向的情况下, 不需要使光线相对于基板面倾斜入射, 能够相对于基板面大致垂直地入射。

上述紫外线优选为偏振紫外线。通过将这样的各向异性的紫外线照射在取向膜上, 能够容易地引起取向膜内的分子的各向异性的再排列或化学反应。从而, 能够更均匀地控制取向膜附近的液晶分子的取向方位。其中, 紫外线的波长范围根据曝光的取向膜的材料适当地进行设定即可。

本发明的光掩模具有与重复的曝光区域对应的半色调部。即, 上述光掩模在与重复的曝光区域对应的区域中具有半色调部。由此, 能够有效地抑制视觉辨认出接缝的情况。其结果, 能够提高分割基板进行取向处理的液晶显示装置的成品率。关于不会视觉辨认出接缝的理由在后面详细叙述。因此, 半色调部优选配置在光掩模的形成有透光部的区域内的端侧(周边侧), 更优选配置在端部(周边)。而且, 在本说明书中, 半色调部是指配置有相比于半色调部以外(重复的曝光区域以外)的透光部具有较小的开口率的透光部的部分。此外, 开口率是指半色调部的各透光部的面积相对于半色调部以外的透光部的平均面积的比率(百分率)。如此处所说明的, 在本发明中使用的光掩模通常在与重复的曝光区域(重叠区域)对应的部分的全部或一部分上形成有半色调部。

作为上述半色调部的方式, 优选随着接近光掩模的端部而透光部的开口率减小的方式。而且, 在本说明书中, 光掩模的端部, 更具体而言, 是指位于与重复的曝光区域以外的区域(通常的曝光区域)对应的区域的相反侧的光掩模的端部。由此, 能够更平滑地连接相邻的曝光区域间的暗线的位置和宽度。作为这样的半色调部中的开口率的变化方法, 优选(1)开口率的变化以线性函数表示的方式, (2)开口率的变化以三角函数表示的方式。即, 上述半色调部优选开口率的变化以线性函数表示, 此外, 上述半色调部优选开口率的变化以三角函数表示。根据(1), 能够防止在半色调部产生不连续的分级。根据(2), 除了能够防止不连续的分级的产生之外, 因为半色调部的两端, 开口率的变化微分系数实质上为0, 所以能够更平滑地连接重叠

区域与其以外的区域的暗线的位置和宽度。从这样的观点出发，作为半色调部的开口率的变化的方式，也可以说是优选开口率基于线性函数变化的方式，或基于三角函数变化的方式。

此外，作为半色调部的透光部的方式，优选：(A) 随着接近光掩模的端部而透光部的长度变短的方式、(B) 随着接近光掩模的端部而透光部的宽度变窄的方式、(C) 设置有具有相对于将透光部配置区域的宽度 2 等分的中心线呈线对称的形状的透光部的方式、(D) 设置有具有台阶形状的透光部的方式。即，上述半色调部优选随着接近光掩模的端部而透光部的长度变短，上述半色调部优选随着接近光掩模的端部而透光部的宽度变窄，上述半色调部优选设置有具有相对于将透光部配置区域的宽度 2 等分的中心线呈线对称的形状的透光部，上述半色调部优选设置有具有台阶形状的透光部。具有 (A) 方式的光掩模适于扫描曝光用的掩模，由此能够容易地控制重叠区域的合计照射量。此外，具有 (B) 方式的光掩模适于同时曝光用和扫描曝光用的掩模，由此能够更有效地使暗线的位置和宽度在接线的左右连续地连接。其中，透光部的长度通常是指缝隙图案中长边方向的长度，在点图案中是扫描曝光的扫描方向的长度。而且，透光度的长度也可以是在缝隙图案中长边方向的长度。另一方面，透光部的宽度通常是指缝隙图案中的短边的方向的长度，在点图案中是与扫描曝光的扫描方向大致垂直方向的长度。而且，透光部的宽度也可以是在缝隙图案中相对长边方向大致垂直的方向的长度。根据 (C) 方式，能够更有效地使暗线的位置和宽度在接线的左右连续地连接。其中，透光部配置区域是指在半色调部中透光部的开口率未减少的情况下的透光部所占的区域，即，假设在半色调部中也具有在半色调部以外的光掩模所具有的透光部的配置图案的情况下的透光部所占的区域。此外，透光部配置区域的宽度是指与透光部的宽度相同的方向上的透光部配置区域的长度。而且，在该方式中，透光部不需要具有相对将透光部配置区域的宽度严格地 2 等分的中心线严格地线对称的形状，也可以具有相对将透光部配置区域的宽度大致 2 等分的中心线实质上线对称的形状。再者具有 (D) 方式的光掩模适于扫描曝光用的掩模，由此能够使从重叠区域中的合计照射量的 100% 的偏差比较小。

而且，在上述（B）方式中，优选：（B-1）上述光掩模的透光部的中心位置的间隔相同的方式、（B-2）上述半色调部的透光部从透光部配置区域的中心向两侧分割配置的方式。根据（B-1）的方式，在光掩模的大致整个区域中，透光部的中心位置的间隔没有变化，因此半色调部的曝光区域的位置的变化更为连续，能够使暗线的位置和宽度的变化在接线的左右更连续地变化。而且，在上述（B-1）方式中，光掩模只要是透光部的中心位置的间隔实质上相同即可，没有必要透光部的中心位置的间隔严格相同。这样，上述（B-1）方式也可以是在半色调部中，透光部的中心与透光部配置区域的中心大致一致的方式。即，上述光掩模也可以是在半色调部中，其中心与透光部配置区域的中心大致一致的方式。此外，根据（B-2）方式，半色调部的透光部以从中心向两侧打开的方式变细，因此通过与具有（B-1）方式的光掩模并用，能够进一步将重叠曝光的区域的面积抑制得更小，能够有效地抑制电特性的恶化，更具体而言，能够有效地抑制残留 DC、烧接等的发生、电压保持率的下降等。而且，在上述（B-2）方式中，半色调部更优选透光部从透光部配置区域的中心向两侧大致均等地分割配置的方式。上述（A）、（B）、（C）、（D）、（B-1）和（B-2）方式，也可以根据需要在光掩模内适当地组合使用。此外，上述本发明的液晶显示装置的制造方法的各优选方式，也能够适当地组合使用。

此外，本发明的光源的种类、曝光量、光掩模的尺寸等曝光的各种条件，根据期望的取向方位、预倾角等取向膜的形成条件而适当设定即可。

此处，对在分割基板进行取向处理的情况下，视觉辨认出接缝的原因和利用本发明不会视觉辨认出接缝的理由进行说明。

首先，对视觉辨认出接缝的原因进行说明。在分割基板进行曝光时，如果掩模的对准偏移，则因为在相邻的曝光区域间，暗线的位置偏移，因此在曝光区域间的暗线的面积比变得不同。因此，由于各曝光区域的光学特性不同，特别是在从倾斜方向观察显示画面时，在各曝光区域间的亮度变得不连续，作为其结果，各曝光区域的边界被视觉辨认为接缝。此外，在相邻的曝光区域间的暗线的宽度不同的情况下，由于在曝光区域间的暗线的亮度变得不同，因此与暗线的位置偏移的情

况相同，导致各曝光区域间的亮度变得不连续，作为其结果，各曝光区域的边界被清楚地视觉辨认为接缝。

接着，说明不会视觉辨认出接缝的理由。在光掩模的半色调部，如果使透光部逐渐变细等，使开口率连续地变化，则透光部的端部的位置，即暗线形成的位置逐渐变化。此外，如果利用半色调部的透光部逐渐变短等而使开口率连续变化的光掩模进行扫描曝光，则重叠区域的合计照射量逐渐变化，因此暗线形成的位置也逐渐变化。从而，在重叠区域中，暗的面积比和曝光区域间的亮度也连续变化，因此不会视觉辨认出接缝。此外，在暗线的宽度在曝光区域间不同的情况下，与暗线的位置偏移的情况相同，通过使用具有半色调部的光掩模，在重叠区域中，暗线的宽度逐渐变化，因此不会视觉辨认出接缝。这样在本发明的液晶显示装置的制造方法中，即使假设在接缝的左右，掩模的对准相互向反方向偏移，因为能够使用半色调部使接缝的暗线的偏移的不连续性变得连续化，所以难以视觉辨认出接缝。从而，使用本发明的制造方法，即使是 60 型级别的非常大的液晶显示装置，也能够以高成品率制造。

而且，在本说明书中，暗线是指，与通过总线、黑矩阵等遮光体遮蔽来自背光源的光的区域不同，由于取向方位与偏光板的偏光轴方向大致相同或大致正交而在显示画面上产生的亮度低、暗的线。即使取向分割的像素的各畴内在电压施加时液晶分子的倾倒方向相同，在不同的畴间液晶分子的倾倒方向也相互不同。此外，因为液晶分子是连续弹性体，所以在不同的畴间，液晶分子以使向不同的方向倾倒的液晶分子彼此连续连接的方式进行取向。从而，例如在 4 畴取向的不同畴间，在正面观察液晶显示装置时，液晶分子的取向方位与液晶显示装置中通常具有的偏光板的偏光轴方向大致相同或大致正交。关于透过液晶分子在与该偏光板的偏光轴方向大致相同或大致正交的方向上取向的区域的偏光，不会发生基于液晶分子的延迟（相位差）。因此，在该区域中，透过设置在背光源侧的下侧偏光板的偏光，在液晶层不受任何影响，被设置在显示画面侧的上侧偏光板切断。其结果，在液晶分子在与偏光板的偏光轴方向大致相同或大致正交的方向上取向的区域，成为亮度低、暗的线（在本说明书称暗线）。

作为本发明的液晶显示装置的制造方法，只要必须包括上述曝光工序，则对其他的工序并无特别限定。

根据本发明制造的液晶显示装置包括：一对相对的基板、设置在上述基板间的液晶层、和设置在至少一个基板的液晶层侧的表面的取向膜，而且在像素内具有取向方位不同的两个以上的区域。作为根据本发明制造的液晶显示装置的结构，只要必须具有这样被取向分割的矩阵型液晶显示装置的标准结构要素，则对其他结构要素并无特别限定。而且，在本说明书中，取向方位不同的两个以上的区域是指，在液晶层上施加有一定的阈值以上或低于一定的阈值的电压时（电压施加时），或在液晶层上没有施加电压时（无电压施加时），包括在液晶层中的液晶分子倾斜的方向相互不同的多个区域，即所谓的畴。这样，取向方位不同的两个以上的区域优选是在液晶层上施加的电压变化时，包括在液晶层中的液晶分子倾斜方向相互不同的多个区域。

上述一对相对的基板中的任一个基板，优选是矩阵状设置有作为开关元件的薄膜晶体管（以下也称为“TFT”）和像素电极的 TFT 阵列基板。此外，上述一对相对的基板中的另一个基板，优选是具有滤色器和共用电极的滤色器基板（以下也称为“CF 基板”）。这样，根据本发明制造的液晶显示装置优选是有源矩阵型液晶显示装置，但也可以是单纯矩阵型液晶显示装置。根据本发明制造单纯矩阵型液晶显示装置的情况下，第一基板和第二基板通常是设置有条纹状的信号电极（列电极）的基板和设置有与该信号电极正交的条纹状的扫描电极（行电极）的基板的组合。而且，在本说明书中，像素在有源矩阵型液晶显示装置中由像素电极和与此相对的共用电极规定。此外，在单纯矩阵型液晶显示元件中，由条纹状的信号电极和扫描电极的交叉部规定。

此外，在本发明的液晶显示装置的制造方法中，光掩模的图案能够适当地进行设定，因此根据本发明制造的液晶显示装置只要是具有两个以上的畴的液晶模式则无特别限定，能够具有作为水平取向模式的多畴 TN 模式、多畴 STN（Super Twisted Nematic：超扭曲向列）模式、多畴 ECB 模式和多畴 OCB 模式、以及作为垂直取向模式的 MVA 模式和 PVA 模式等多畴的全部的液晶模式。其中，作为根据本发明制造的液晶显示装置的液晶模式，优选多畴 TN 模式和多畴 VATN 模式。

而且，在制造水平取向模式的液晶显示装置的情况下，上述液晶层优选包括具有正的介电常数各向异性的液晶分子，另一方面，在制造垂直取向模式的液晶显示装置的情况下，上述液晶层优选包括具有负的介电常数各向异性的液晶分子。

如以上所说明的，本发明也可以是包括通过具有半色调部的光掩模使设置在基板的表面的取向膜曝光的工序，并且在像素内具有取向方位不同的两个以上的区域的液晶显示装置的制造方法。

此外，本发明也可以是包括通过具有第一半色调部的第一光掩模使取向膜的第一曝光区域曝光的第一曝光工序、和将具有第二半色调部的第二光掩模以与通过第一半色调部曝光的区域相对应配置第二光色调部的方式进行定位之后，通过第二光掩模对与取向膜的第一曝光区域局部重复的第二曝光区域进行曝光的第二曝光工序，并且在像素内具有两个以上取向方位不同的区域的液晶显示装置的制造方法。

再者，本发明也可以是一种包括相对的一对基板、设置在上述基板间的液晶层、和设置在至少一个基板的液晶层侧的表面的取向膜，并且在像素内具有取向方位不同的两个以上的区域的液晶显示装置的制造方法，上述制造方法包括：通过在遮光区域内形成有多个透光部的第一光掩模使取向膜曝光，由此形成第一曝光区域的第一曝光工序；和通过在遮光区域内形成有多个透光部的第二光掩模使取向膜的与第一曝光区域局部重复的区域曝光，由此形成第二曝光区域的第二曝光工序，上述第一光掩模和第二光掩模在与第一曝光区域和第二曝光区域重复的曝光区域（重叠区域）对应的区域具有半色调部，上述第二曝光工序是对在第一曝光工序中通过第一光掩模的半色调部曝光过的像素内的至少一部分的取向膜通过第二光掩模进行曝光。

以下详细叙述本发明的液晶显示装置。

本发明的液晶显示装置包括一对相对的基板、设置在上述基板间的液晶层、和设置在至少一个基板的液晶层侧的表面的取向膜，并且在像素内具有取向方位不同的两个以上的区域。因此，本发明的液晶显示装置适于被取向分割的矩阵型液晶显示装置，具有优异的视场角特性。

在本发明的液晶显示装置中，在取向方位不同的区域（畴）间产

生的暗线的位置和宽度在相邻的像素中连续变化。此外，上述暗线优选在显示画面的整体中显示这样的关系。在理想地被取向分割的液晶显示装置中，瞬间通常产生的暗线的位置和宽度在各像素中具有相同的位置和宽度。但是，在进行取向分割处理的情况下，通常由于处理装置的精度的极限、处理条件的偏差等原因，暗线的位置和宽度很多情况下在各像素间不均匀。与此相对，例如即使在各像素间，暗线的位置和宽度不同，如本发明的液晶显示装置所示，暗线的位置和宽度在相邻的像素间连续变化，由此亮度也连续变化，因此在显示画面上变得视觉辨认不出接缝。而且，作为制造本发明的液晶显示装置的方法并无特别限定，这样由于暗线的位置和宽度连续变化，能够适用上述本发明的液晶显示装置的制造方法。而且，在本说明书中，暗线的位置是指在总线上、黑矩阵上等的液晶显示面板面内的除去遮光体区域（配置有遮光体的区域）的液晶取向区域中，在不同的瞬间亮度表示出极小值的位置。此外，暗线的宽度是指相对暗线大致垂直方向的亮度截面曲线中为最大亮度的 90% 的两点间的距离。而且，暗线的位置和宽度的测定，能够以下述方式进行：例如在偏光板正交尼科耳配置的偏光显微镜下放置液晶显示面板，在对每个像素进行像素照片的摄影之后，实施摄影的各图像的图像处理。

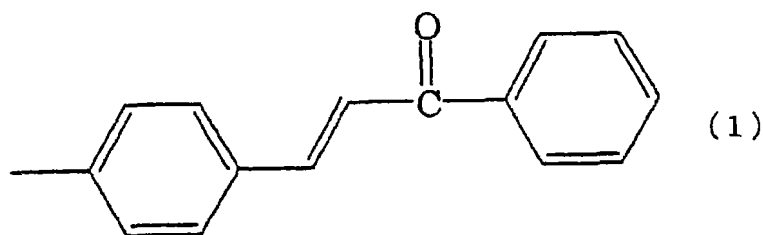
在本发明中，暗线的位置和宽度在相邻像素中连续变化是指在相邻像素中，优选位置的变化量不足 $5\mu\text{m}$ 并且宽度的变化量为 $3\mu\text{m}$ 以下，更优选位置的变化量为 $2\mu\text{m}$ 以下并且宽度的变化量为 $3\mu\text{m}$ 以下。由此，本发明的液晶显示装置的亮度更连续地变化，因此能够更有效地抑制在显示画面上视觉辨认出接缝。

上述一对相对的基板，与上述本发明的液晶显示装置的制造方法中的基板相同，在本发明的液晶显示装置为有源矩阵型液晶显示装置的情况下，优选为 TFT 阵列基板和 CF 基板，此外，在本发明的液晶显示装置为单纯矩阵型液晶显示装置的情况下，通常是设置有信号电极的基板和设置有扫描电极的基板的组合。

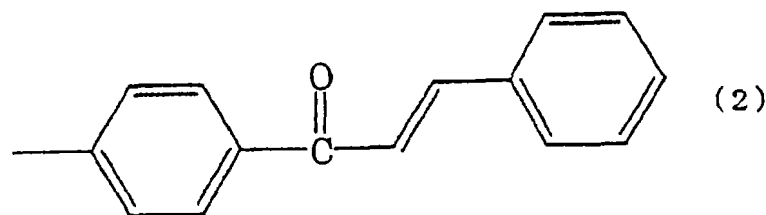
在本发明中，上述取向膜只要能够发现取向限制力则没有特别限定，能够举出通过研磨、离子束照射或等离子体照射而取向处理过的树脂膜，通过光照射而取向处理过的光取向膜，和斜向蒸镀过的 SiO_x

等无机物等，但其中优选光取向膜。由此，使用上述本发明的液晶显示装置的制造方法能够容易地制造本发明的液晶显示装置。此外，作为上述光取向膜的材料，只要是通过光照射产生取向限制力，并且取向方位与光照射的方向或光的照射区域的移动方向相应地变化的材料，则无特别限定，能够举出包含感光性基的树脂等，其中，优选通过光照射产生选自交联反应（包括二聚化反应）、异构化反应和光致再取向中的至少一个反应或取向的材料。即，上述光取向膜优选通过光照射产生选自交联反应、异构化反应和光致再取向中的至少一个反应或取向。由此，相比于光分解型的光取向膜材料，能够有效地抑制预倾角的偏差。光照射中能够使用的光线无特别限定，优选偏振紫外线。此外，作为产生交联反应（包括二聚化反应）、异构化反应、光致再取向等的取向膜材料，并无特别限定，能够举出包括4-查耳酮基（下述化学式（1））、4'-查耳酮基（下述化学式（2））、香豆素基（下述化学式（3））和肉桂酰基（下述化学式（4））等感光性基的聚酰亚胺等。而且，下述化学式（4）的肉桂酰基的羰基进一步与氧原子结合的肉桂酸基（ $C_6H_5-CH=CH-COO-$ ），具有容易合成的优点。因此，作为光取向膜的材料，优选包含肉桂酸基的聚酰亚胺。此外，在通过离子束照射或等离子体照射进行取向处理的情况下，作为掩模，优选使用例如由金属构成的掩模。

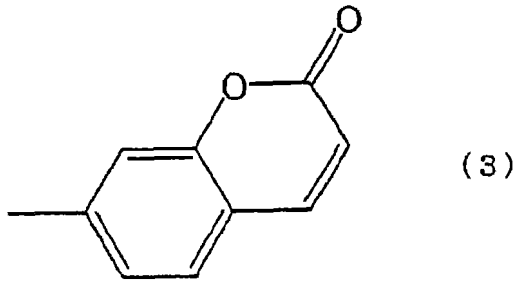
[化学式 1]



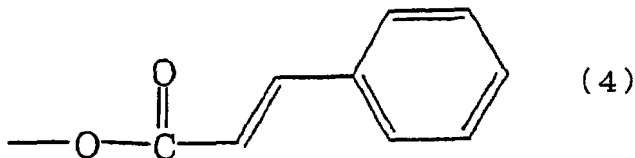
[化学式 2]



[化学式 3]



[化学式 4]



上述液晶层包括液晶分子而构成，作为液晶分子并无特别限定，也可以包括多个液晶材料。液晶模式优选为水平取向模式或垂直取向模式。即，在本发明中，优选上述液晶层包括具有正的介电常数各向异性的液晶分子，上述取向膜设置在两个基板的液晶层侧的表面上，并且在施加电压低于阈值时液晶分子相对于取向膜表面大致水平地取向，此外，优选上述液晶层包括具有负的介电常数各向异性的液晶分子，上述取向膜设置在两个基板的液晶层侧的表面，并且在施加电压低于阈值时液晶分子相对于取向膜表面大致垂直地取向。

在上述水平取向模式或垂直取向模式的液晶显示装置中，畴数能够适当地设定，优选为两个以上、四个以下。即，上述水平取向模式或垂直取向模式的液晶显示装置中，上述取向方位不同的区域（畴）优选设置为每个像素两个以上、四个以下，更优选每一个像素设置为四个。由此，能够抑制制造工序的复杂化，实现视场角特性优异的液晶显示装置。当畴为两个时，在显示画面中，例如上下、左右的某一个方向能够被广视场角化，而不能提高另一个方向的视场角特性。另一方面，通过使畴为四个，在能够使上下左右的任一个方向均广视场角化的同时，也能够使得任一个方向的视场角特性大致相同，即，能够实现对称性优异的视场角特性。因此，能够实现没有视场角依赖性的液晶显示装置。作为取向分割为四个畴的情况下的畴的配置方式没有特别限定，能够举出矩阵状、目字状等条纹状等。虽然可以使畴为四个以上，但由于制造工艺变得烦杂，取向处理时间也变长。此外，已知四畴的取向分割和在其以上的取向分割之间的视场角特性在实用

上没有很大的差别。

此外，在本发明中，优选液晶模式为多畴 TN 模式或多畴 VATN 模式。即，在上述水平取向模式或垂直取向模式的液晶显示装置中，液晶显示装置优选在俯视基板时，设置在一个基板上的取向膜和设置在另一个基板上的取向膜的表面附近的取向方位大致正交。由此，能够使本发明的液晶显示装置广视场角化。其中，VATN (Vertical Alignment Twisted Nematic: 垂直取向扭曲向列) 模式是通过在相互的基板中使用取向处理方向正交的垂直取向膜，液晶分子垂直取向并且具有扭曲结构的模式。此外，取向膜的表面附近的液晶分子的取向方位优选与取向膜的表面的取向控制方位(取向控制方向)相同。

作为本发明的液晶显示装置的结构，只要必须这样的结构要素而形成，则既可以包括其他结构要素，也可以不包括其他结构要素，没有特别限定，例如暗线的一部分或全部可以通过 BM 等遮光体(遮光部件)覆盖。在暗线的一部分由遮光部件覆盖的情况下，使未由遮光体覆盖的部分的暗线的位置和宽度连续连接即可。此外，在液晶显示装置的全部像素中在暗线完全由遮光体遮光的情况下，如果遮光体的位置和宽度连续且平滑地连接，则能够达到与本发明的液晶显示装置相同的作用效果。这样，本发明的液晶显示装置也可以是包括一对相对的基板、设置在上述基板间的液晶层、设置在至少一个基板的液晶层侧的表面的取向膜、和设置在至少一个基板上的遮光体，并且在像素内具有取向方位不同的两个以上的区域的液晶显示装置，其中，上述遮光体配置在取向方位不同的区域间，并且其位置和宽度在相邻的像素中连续变化。而且，在暗线由遮光体完全遮光的情况下，优选以使暗线不会伸出至显示区域(像素开口部)的方式，使遮光体的宽度比暗线的宽度宽。此外，关于具有遮光体的本发明的液晶显示装置，能够适当适用上述本发明的液晶显示装置的优选方式。

根据本发明的液晶显示装置的制造方法，即使在像素内形成有两个以上的畴的液晶显示装置中分割基板进行取向处理的情况下，也能够抑制在显示画面上产生接缝，能够提高成品率。从而，能够稳定地制造 60 型级别的大型的液晶显示装置，并且能够使曝光装置小型化。此外，根据本发明的液晶显示装置，暗线的位置和宽度连续变化，因

此能够抑制在显示画面上产生接缝。

附图说明

图 1 是用于说明实施方式 1 的画面接续曝光工艺的截面示意图。

图 2 (a) 是表示实施方式 1 的液晶显示装置的结构截面示意图，(b) 的左图是表示在一个像素中的作为第一基板的 TFT 阵列基板和作为第二基板的 CF 基板的表面上设置的垂直取向膜面上实施的紫外线照射处理的方向、和施加阈值以上的电压时的液晶层的中层附近的液晶分子的取向方位的平面示意图，(b) 的右图是表示上侧偏光板 24a 的偏光轴方向 P 和下侧偏光板 24b 的偏光轴方向 Q 的平面示意图。

图 3 (a) 是表示在一个像素中的作为第一基板的 TFT 阵列基板的表面上设置的垂直取向膜面上实施的紫外线照射处理的方向的平面示意图，(b) 是表示在一个像素中的作为第二基板的 CF 基板的表面上设置的垂直取向膜面上实施的紫外线照射处理的方向的平面示意图。

图 4 是用于说明实现四畴的取向分割用的紫外线照射方向的示意图，(a) 是表示对 TFT 阵列基板的紫外线照射处理方向的平面示意图，(b) 是表示对 CF 基板的紫外线处理方向的平面示意图，(c) 是表示对 TFT 阵列基板或 CF 基板的紫外线照射处理的方式的立体示意图，(d) 是表示对 TFT 阵列基板或 CF 基板的紫外线照射处理的方式的截面示意图。

图 5 是用于说明实施方式 1 的画面接续曝光方法的平面示意图。

图 6 是用于说明已进行消除接缝处理的实施方式 1 的画面接续曝光法的上面示意图、和表示重叠区域的掩模图案的放大平面示意图，(a) 是表示对 TFT 阵列基板的第一次曝光和第二次曝光的方式的上面示意图、和表示用于对 TFT 阵列基板进行曝光的光掩模的重叠区域中的光掩模图案的放大示意图，(b) 是表示对 CF 基板的第一次曝光和第二次曝光的方式的上面示意图、和表示用于对 CF 基板进行曝光的光掩模的重叠区域中的光掩模图案的放大示意图。

图 7 是用于说明未进行消除接缝处理的比较方式的画面接续曝光法的上面示意图，(a) 是表示对 TFT 阵列基板的第一次曝光和第二次曝光的方式的上面示意图，(b) 是表示对 CF 基板的第一次曝光和第二

次曝光的方式的上面示意图。

图 8 是用于说明在画面接续曝光工艺中所使用的未进行消除接缝处理的比较方式的光掩模的示意图，(a) 是表示光掩模的图案和配置关系的平面示意图，(b) 是表示使用 (a) 中所示的光掩模进行曝光的区域的示意图。

图 9 是用于说明在画面接续曝光工艺中所使用的已进行消除接缝处理的实施方式 1 的光掩模的示意图，(a) 是表示重叠区域的光掩模的图案和配置关系的平面示意图，(b) 是表示使用 (a) 中所示的光掩模进行曝光的区域的示意图。

图 10 是用于说明在画面接续曝光工艺中所使用的已进行消除接缝处理的实施方式 1 的其他光掩模的示意图，(a) 是表示重叠区域的光掩模的图案和配置关系的平面示意图，(b) 是表示使用 (a) 中所示的光掩模进行曝光的区域的示意图。

图 11 是用于说明在画面接续曝光工艺中所使用的实施方式 1 的光掩模的重叠区域中的参数的示意图。

图 12 是表示在画面接续曝光工艺中所使用的实施方式 2 的光掩模的重叠区域的透光部的开口率变化的图表，(a) 是表示合计照射量最大 50% 的三角函数的图表，(b) 是表示合计照射量最大 100% 的三角函数的图表。

图 13 是表示在画面接续曝光工艺中所使用的实施方式 2 的光掩模的重叠区域的透光部的开口率变化的其他图表，(a) 是表示合计照射量最大 150% 的三角函数的图表，(b) 是表示合计照射量最大 200% 的三角函数的图表。

图 14 (a) 是表示在画面接续曝光工艺的接缝检验实验中使用的实施方式 1 的 TFT 阵列基板用的光掩模的上面示意图，(b) 是表示三个像素 (1RGB) 单位的示意图。

图 15 (a) 是表示在画面接续曝光工艺的检验实验中使用的实施方式 1 的 CF 基板用的光掩模的上面示意图，(b) 是表示三个像素 (1RGB) 单位的示意图。

图 16 是表示在接缝检验实验中使用的面板的施加电压—透过率特性的图表。

图 17 是用于说明在接缝检验实验中，在预先使光掩模的图案偏移的状态下使基板被曝光后的面板的一个像素的平面示意图。

图 18 是用于说明为接缝检验实验用而试制的面板的各曝光区域和接缝检验实验中的观察方向的平面示意图。

图 19 是在接缝检验实验中，在预先使光掩模的图案偏移的状态下使基板被曝光后的面板的接线的左右区域的像素照片。

图 20 是用于说明在接缝检验实验中，在预先使光掩模的图案偏移的状态下使基板被曝光后的面板的暗线的位置和宽度的亮度特性图（亮度截面曲线）。

图 21 是表示在接缝检验实验中，在预先使光掩模的图案偏移的状态下使基板被曝光后的面板的暗线的位置和宽度的解析结果的图表，(a) 表示重叠区域的暗线的位置，(b) 表示重叠区域的暗线的宽度。

图 22 是说明实施方式 2 的画面接续曝光工艺的方式的示意图，(a) 是表示扫描曝光装置的立体示意图和表示 TFT 阵列基板的结构平面示意图，(b) 是表示在一个像素中在 TFT 阵列基板和 CF 基板的表面上设置的垂直取向膜面上实施的紫外线照射处理的方向和施加阈值以上的电压时的液晶层的中间附近的液晶分子的取向方位的平面示意图。

图 23 是用于说明已进行消除接缝处理的实施方式 2 的画面接续曝光法的上面示意图，(a) 是表示对 TFT 阵列基板的第一次曝光和第二次曝光的方式的上面示意图，(b) 是表示对 CF 基板的第一次曝光和第二次曝光的方式的上面示意图。

图 24 是用于说明未进行消除接缝处理的比较方式的画面接续曝光法的上面示意图，(a) 是表示对 TFT 阵列基板的第一次曝光和第二次曝光的方式的上面示意图，(b) 是表示对 CF 基板的第一次曝光和第二次曝光的方式的上面示意图。

图 25 是用于说明在画面接续曝光工艺中所使用的已进行消除接缝处理的实施方式 2 的光掩模图案的平面示意图。

图 26 是表示接缝检验实验用的光掩模的重叠区域中的各位置的透光部的开口率的图。

图 27 是用于说明在画面接续曝光工艺中所使用的已进行消除接缝

处理的实施方式 1 的再其他光掩模的示意图，(a) 是表示重叠区域中的光掩模的图案和配置关系的平面示意图，(b) 是表示使用 (a) 中所示的光掩模进行曝光的区域的示意图。

图 28 是表示在接缝检验实验中，在预先使光掩模的邻近间隙不同的状态下使基板被曝光后的面板的暗线的位置和宽度的解析结果的图表，(a) 表示重叠区域的暗线的位置，(b) 表示重叠区域的暗线的宽度。

图 29 是表示使用图 25 中所示的光掩模进行扫描曝光的区域的示意图。

图 30 是用于说明在画面接续曝光工艺中所使用的已进行消除接缝处理的实施方式 2 的光掩模的示意图，(a) 是表示重叠区域的光掩模的图案和配置关系的平面示意图，(b) 是表示使用 (a) 中所示的光掩模进行曝光的区域的示意图。

图 31 是用于说明图 30 所示的光掩模的重叠区域中的各透光部的尺寸的透光部的平面示意图，(a) 表示 TFT 阵列基板用的光掩模的重叠区域中的各透光部，(b) 表示 CF 基板用的光掩模的重叠区域中的各透光部。

图 32 是用于说明在画面接续曝光工艺中所使用的已进行消除接缝处理的实施方式 2 的其他光掩模的示意图，(a) 是表示重叠区域中的光掩模的图案和配置关系的平面示意图，(b) 是表示使用 (a) 中所示的光掩模进行曝光的区域的示意图。

图 33 是用于说明在画面接续曝光工艺中所使用的已进行消除接缝处理的实施方式 2 的再其他光掩模的平面示意图，(a) 表示 TFT 阵列基板用的光掩模的重叠区域中的图案，(b) 表示 CF 基板用的光掩模的重叠区域中的图案。

符号说明

- 1: 第一基板 (TFT 阵列基板)
- 2: 第二基板 (CF 基板)
- 3: 液晶层
- 3a: 液晶分子
- 4、4a、4b: 透明电极

- 5: 取向膜
- 5a、5b: 垂直取向膜
- 6: 像素
- 7a、7b: 水平取向膜
- 8: 邻近间隙
- 9: 偏振紫外线
- 10: 预倾角
- 11: 重叠区域
- 12: 半色调部
- 13: 大尺寸基板
- 14: 一次分割曝光中被曝光的区域
- 15: 光源
- 16: 基板
- 17: 图像检测用摄像机
- 18: 接线右区域
- 19: 接线左区域
- 20: 接线
- 21: 遮光区域
- 22: 总线
- 23: TFT
- 24: 偏光板
- 24a: 上侧偏光板
- 24b: 下侧偏光板
- 25: 相位差板
- 26: 区域 L_A (区域 L_B) 的像素
- 27: 区域 R_A (区域 R_B) 的像素
- 101: 液晶显示装置
- 200、200a、200b、300、301、302、303: 光掩模
- P: 上侧偏光板的偏光轴方向
- Q: 下侧偏光板的偏光轴方向
- S: 透光部

L: 遮光部

Px: x 方向的像素间距

Py: y 方向的像素间距

y: 透光部的长度

L1、L2、L3、L4、R1、R2、R3、R4: 畴

L_A、R_B、L_B、R_B: 区域

具体实施方式

以下揭示实施方式，参照附图进一步详细说明本发明，但本发明并不仅限于这些实施方式。

(实施方式 1)

对于本发明的实施方式 1 的液晶显示装置，依次按照 1. 液晶显示装置的结构、2. 曝光方法、3. 画面接续曝光工艺、4. 光掩模图案、和 5. 试制面板检验实验的顺序进行说明。

1. 液晶显示装置的结构

首先对本发明的实施方式 1 的液晶显示装置的结构进行说明。本实施方式的液晶显示装置具有四畴 VATN 模式的液晶模式。

图 2 (a) 是表示实施方式 1 的液晶显示装置中的一个像素的结构截面示意图。如图 2 (a) 所示，液晶显示装置 101 包括：作为相对的一对基板的第一基板 1 (例如 TFT 阵列基板) 和第二基板 2 (例如 CF 基板)、和设置在第一基板 1 和第二基板 2 之间的液晶层 3。在第一基板 1 的液晶层 3 侧的表面上，设置有用于在液晶层 3 上施加驱动电压的透明电极 4a、和透明电极 4a 上的垂直取向膜 5a。此外，同样地，在第二基板 2 的液晶层 3 侧的表面上，也设置有用于在液晶层 3 上施加驱动电压的透明电极 4b、和透明电极 4b 上的垂直取向膜 5b。而且，在第一基板 1 和第二基板 2 上，从基板侧开始依次配置有相位差板 25 和偏光板 24。相位差板 25 不设置也可以，但从扩大液晶显示装置的视场角的观点出发，优选设置。此外，相位差板 25 也可以仅配置在单侧的基板上。这样，液晶显示装置 101 包括所谓的液晶显示面板。其中，在本实施方式中，设第一基板 1 侧的偏光板为下侧偏光板 24b、第二基板 2 侧的偏光板为上侧偏光板 24a。液晶层 3 含有例如介电常数各向异

性为负的向列液晶材料（负型向列液晶材料），配置在第一基板 1 的液晶层 3 侧的表面所设置的垂直取向膜 5a 与第二基板 2 的液晶层 3 侧的表面所设置的垂直取向膜 5b 之间。液晶层 3 内的液晶分子 3a 在未在液晶层 3 上施加驱动电压时（无电压施加时）相对垂直取向膜 5a、5b 的表面大致垂直地取向。实际上，此时，液晶分子 3a 相对垂直取向膜 5a、5b 的表面具有从 0.1° 左右到数度左右的若干个倾角（预倾角）而倾斜取向。另一方面，当在与液晶层 3 的层面垂直的方向上施加驱动电压，该驱动电压为某阈值以上的大小时，由于该预先设定的预倾角，液晶分子 3a 向一定的方向倾斜。在施加有充分的驱动电压时，液晶层 3 的液晶分子 3a 相对第一基板 1 和第二基板 2 的面大致平行取向。此时液晶分子 3a 倾斜的方向，由设置在第一基板 1 上的垂直取向膜 5a 和设置在第二基板 2 上的垂直取向膜 5b 的表面的取向控制方向（取向方位）规定。本实施方式的液晶显示元件 101 中，该垂直取向膜 5a、5b 的表面的取向方位，能够通过使用具有与像素尺寸和像素间距相对应地设计的透光部的光掩模，仅在各像素的期望的部分从相对基板面的倾斜方向实施紫外线处理而进行规定。

图 2 (b) 是表示在一个像素中，在作为第一基板的 TFT 阵列基板和作为第二基板的 CF 基板的表面设置的垂直取向膜面上实施的紫外线照射处理的方向、最终的液晶分子的取向膜表面上的预倾角方向及阈值以上的电压施加时的取向方位、和上侧偏光板 24a 的偏光轴方向 P 及下侧偏光板 24b 的偏光轴方向 Q 的上面示意图。在图 2 (b) 中，表示液晶分子 3a，特别是液晶层 3 的中层附近（单元的中央附近）的液晶分子的倾斜方位。此外，在作为第一基板的 TFT 阵列基板上实施的紫外线照射方向以虚线箭头表示，在作为第二基板的 CF 基板上实施的紫外线照射方向以实线箭头表示。而且，在图 2 (b) 中，像素 6 被分割成 8 个区域，但因为取向方位为 4 个，所以本实施方式的液晶显示装置称为四畴。如图 2 (b) 所示，本实施方式的液晶显示装置 101 使用负型的液晶材料，因此液晶分子 3a 在施加电压时呈现 90 度扭曲取向，并且液晶分子的倾斜方向分为不同（具体而言，大致 90° 的差异）的四个畴进行取向。即，本实施方式的液晶显示装置 101 具有四畴 VATN 模式的液晶模式。此外，本实施方式的液晶显示装置 101，使用

在俯视基板时，上侧偏光板的偏光轴方向 P 和下侧偏光板的偏光轴方向 Q 相互正交的正交偏光板。从而，在施加电压时，从下侧偏光板 24b 入射的光成为偏光轴方向 P 的偏光，在液晶层 3 中沿着液晶分子 3a 的扭曲 90 度旋光，成为偏光轴方向 Q 的偏光而从上侧偏光板 24a 射出。其中，在本说明书中，偏光轴是指吸收轴。此外，上侧偏光板 24a 的偏光轴方向 P 和下侧偏光板 24b 的偏光轴方向 Q 并不特别限定于上述方向，适当地设定即可，但优选俯视基板时的上侧偏光板 24a 的偏光轴方向 P 和下侧偏光板 24b 的偏光轴方向 Q 所成的角为 90 度，即正交尼科耳（cross-Nicol）。

而且，在本实施方式的液晶显示装置 101 中，如上所述在施加电压时，俯视基板时的各畴中的液晶分子 3a 的倾倒方向相互成大致 90 度的角度。从而，在不同的畴的边界上，液晶分子 3a 以连续地连接相互向不同的方向倾倒的液晶分子 3a 的方式，即以将大致 90 度 2 等分的方式进行取向。此外，如图 2（b）所示，液晶层 3 的中层附近的液晶分子 3a 的倾倒方向相对上侧偏光板 24a 的偏光轴方向 P 和下侧偏光板 24b 的偏光轴方向 Q 有大致 45° 的不同。其结果是，在不同的畴的边界上的液晶分子的取向方位，成为与上侧偏光板 24a 的偏光轴方向 P 或下侧偏光板 24b 的偏光轴方向 Q 大致相同或大致正交的方位。从而，在不同的畴的边界上，透过下侧偏光板 24b 的偏光不会由于液晶分子 3a 而产生延迟（相位差）。即，透过下侧偏光板 24b 的偏光在液晶层 3 不受任何影响。因此，透过下侧偏光板 24b 的偏光不能透过上侧偏光板 24a，从而在不同的畴的边界上产生亮度低、暗的线，即暗线。

四畴 VATN 模式的取向分割的优点是，能够以分别对单侧的基板照射两次，共计 4 次的照射使像素取向分割成液晶分子 3a 的取向方位相互不同的四个畴，因此能够实现装置台数的减少、取向处理时间的缩短（节拍时间的缩短）。此外，将像素分割为四畴是从液晶显示元件的广视场角化的观点出发的优选方式。而且，在将像素分割为两个畴的情况下，例如上下、左右的某一个方向能够广视场角化，但其他的方向的视场角特性不提高。另一方面，通过将像素分割为四个畴，能够在上下左右的任一个方向均实现广视场角化，并且能够使任一个方向的视场角特性也大致相同，即，能够实现对称性优异的视场角特性。

因此，能够实现没有视场角依赖性的液晶显示装置。此外，虽然也可以将畴增加为四个以上，但由于工艺变得烦杂、且处理时间也变长，所以不优选。而且，已知在四畴及其以上的畴之间，在视场角特性上，在实用中并没有很大的差别。

在本实施方式中以垂直取向型的液晶显示装置进行了说明，但水平取向型的液晶显示装置也同样能够应用。在水平取向型的液晶显示装置的情况下，液晶层 3 含有介电常数各向异性为正的向列液晶材料（正型向列液晶材料），在图 2（a）中，配置在代替垂直取向膜 5a、5b 而设置在第一基板 1 的液晶层 3 侧的表面上的水平取向膜 7a 与设置在第二基板 2 的液晶层 3 侧的表面上的水平取向膜 7b 之间。

2. 曝光方法

接着，使用图 3 和图 4，对用于实现本实施方式的四畴 VATN 模式的液晶显示装置的曝光方法进行说明。首先，读取设置在基板上的对准标志，将条纹状地配置有具有像素间距的大致一半的宽度的透光部和遮光部的光掩模 200a 对准固定在与 TFT 阵列基板的期望的位置上。此处，在光掩模 200a 和 TFT 阵列基板 1 之间，如图 4（d）所示，设置有某间隔（邻近间隙 8）。该间隔是为了在使用大尺寸的光掩模时，不使光掩模由于自重挠曲而与基板面接触而设置的。而且，如图 3（a）和图 4（a）所示，沿着 A 方向从倾斜方向照射偏振紫外线。以后，称该照射为 A 曝光。在图 4（c）中表示偏振紫外线 9 的倾斜方向照射的立体示意图。其中，在 TFT 阵列基板、CF 基板上，如图 4（d）所示，使用与偏振紫外线反应，沿紫外线的照射方向在取向膜（未图示）附近的液晶分子 3a 中产生预倾角 10 的取向膜材料（光取向膜材料）。然后，在 A 曝光之后，如图 4（a）所示，使光掩模 200a 以例如 x 方向的像素间距 P_x 的 1/2 间距的程度在 x 方向平行移动。之后，沿着 B 方向从倾斜方向照射偏振紫外线。以后称该照射为 B 曝光。接着，如图 3（b）和图 4（b）所示，对 CF 基板用的光掩模 200b 也同样地进行对准并实施 A 曝光。然后，在 A 曝光之后，使光掩模 200b 以例如与 x 方向正交的 y 方向的像素间距 P_y 的 1/4 间距的程度在 y 方向平行移动。之后，实施 B 曝光。之后，在进行通常的单元组合之后，注入液晶材料完成面板，实现如图 2（b）所示的这种在施加某阈值以上的电压时

取向分割为四畴的液晶显示面板。最后，通过具有驱动器搭载工序、背光源安装工序等的模块制造工序，完成本实施方式的液晶显示装置。

而且，为了实施四畴的取向分割，在本实施方式中当进行曝光时，对 TFT 阵列基板使用设置有具有 x 方向的像素间距的 1/2 间距的条纹图案的光掩模 200a，而对 CF 基板使用设置有具有 y 方向的像素间距的 1/4 间距的条纹图案的光掩模 200b，但并不限于此，图案也可以根据像素的布局、像素尺寸、面板的分辨率等进行适当地设定。此外，在本实施方式中将四个畴配置为矩阵状，但并不特别限于此，也可以配置为目字这样的条纹状，也可以为其以外的配置。另一方面，如本实施方式所示，优选各畴的边界沿着与像素的边界大致平行的方向配置。

作为在本实施方式中能够使用的材料和能够适用于本实施方式的制造工艺的条件，能够例举如下。但是，在本实施方式中能够使用的材料和条件并不一定限于以下所述。此外，在本实施方式中并不一定需要使用偏光，也可以使用无偏光（消光比 1 : 1），根据取向膜材料、制造工艺等进行适当地设定即可。

• 液晶材料： Δn （双折射）= 0.06~0.14, $\Delta\epsilon$ （介电常数各向异性）= -2.0~-8.0, T_{ni} （向列-各向同性（nematic-anisotropic）相转变温度）= 60~110°C。

- 预倾角：85~89.9°
- 单元厚度：2~5 μm
- 照射量：0.01~5J/cm²
- 邻近间隙：10~250 μm
- 光源：低压水银灯、高压水银灯、重氢灯、金属卤化物灯、氩共振灯、氙灯、受激准分子激光器。

- 偏振紫外线的消光比（偏光度）：1 : 1~60 : 1
- 紫外线照射方向：从基板面法线方向的 0~60° 方向

3. 画面接续曝光工艺

以上叙述了取向分割为四畴的方法，在基板尺寸小的情况下，如图 4 所示，仅进行对 TFT 阵列基板的两次照射（A 曝光和 B 曝光）和对 CF 基板的两次照射（A 曝光和 B 曝光）的共计四次的照射即完成曝

光处理。但是，在基板尺寸大的情况下，例如在作为最近的大型液晶TV的60型程度以上的基板尺寸的情况下，一次曝光不能够使大尺寸基板的整个区域曝光（shot）。因此，在该情况下，必须进行分成多次对基板进行曝光的工艺（分割曝光工艺、画面接续曝光工艺）。因此，使用图1的实施方式中的画面接续曝光工艺的概念图，对画面接续曝光工艺进行说明。

首先，如图1(a)的左图所示，对设置在作为第一基板或第二基板的大尺寸基板13上的取向膜5的左侧照射两次偏振紫外线9（A曝光和B曝光）。以后，称这些照射为第一次曝光。接着，如图1(a)的右图所示，使基板、或光源和光掩模平行移动，在对准并固定之后，此次对设置在大尺寸基板13上的取向膜5的右侧照射两次偏振紫外线9（A曝光和B曝光）。以后称这些照射为第二次曝光。此时，大尺寸基板13在画面接缝附近在将光掩模200以规定的距离重复的状态下被曝光（重叠曝光）。即，如图1(b)所示，大尺寸基板13在重复曝光的区域（重叠区域11）中被曝光两次。光掩模200具有基本如图4所示的用于将各像素取向分割为四畴的条纹图案（例如设置有具有像素的1/2间距、1/4间距程度的宽度的透光部S和遮光部L的图案），但在重叠区域11，如图1(c)所示，具有半色调部12。在该半色调部12中，在条纹图案的透光部（S）上附有规定的半色调图案（渐变图案（gradation pattern）），透光部（S）的开口率逐渐变化。半色调图案的附加方法在后面详细叙述，优选尽可能平滑地或不产生不连续分级的附加方法。

在本实施方式中，在光掩模200上设置半色调部，进行重叠曝光的画面接续曝光工艺，假设不设置半色调部而进行画面接续曝光，则与是否进行重叠曝光无关，能够清楚地视觉辨别接缝的边界线（接线）。这是因为，即使装置精度、光掩模精度、对准精度等为最大限度地最小化，也不可能使分割曝光的左右或上下的曝光区域间的照射条件完全一致，而且，即使该分割曝光的区域间的照射条件的差别很微小，在分割曝光的区域间不连续的条件也仍然相邻。而且，即使假设相同的曝光区域内的中心附近和周边附近的照射条件不同，因为该不同在同一曝光区域内多连续变化，所以很少会被人的眼睛辨认为接线。这

样，本发明的最大的目的在于提供一种液晶显示装置的制造方法和液晶显示装置，其能够有效地抑制在画面接续曝光中作为最大问题的接缝的产生。

此外，在图 1 中对每一个基板进行第一次曝光和第二次曝光的两次曝光的情况进行了描绘，但画面接续曝光的次数（接续次数）并不限于两次，可以为多次。在增加接续次数的情况下，能够使掩模尺寸、光源尺寸和装置尺寸减小，但由于接缝变多，因此能够看到接缝而变得不良的概率增加。另一方面，如果将接续次数限制为必要的最小限度，则掩模尺寸、光源尺寸和装置尺寸变得巨大，关系到工厂内的装置占据空间的增加、装置的成本增加、巨大掩模的图案的不均匀化的问题。因此，优选根据基板的尺寸、工厂内的布局等适当决定接续次数。表 1 中集中表示了上述用于进行将像素取向分割为四畴的曝光(A 曝光和 B 曝光)，与画面接续曝光(第一次曝光、第二次曝光、……的各曝光)的不同。

[表 1]

	各画面接续曝光（第一次、第二次、……）	
TFT 阵列基板	A 曝光	B 曝光
CF 基板	A 曝光	B 曝光

在本实施方式中，如图 5 所示，因为相对于大尺寸基板 13 的外形（细线部），由一次分割曝光而曝光的区域 14（粗线部）小，所以画面接续曝光工艺变得必需。曝光次数是，在 TFT 阵列基板中，因为相对第一次曝光和第二次曝光分别进行用于将像素取向分割为四畴的 A 曝光和 B 曝光，所以共计 $2 \times 2 = 4$ 次曝光。此外，在 CF 基板中也是同样，曝光次数是，因为相对第一次曝光和第二次曝光分别进行用于取向分割为四畴的 A 曝光和 B 曝光，所以共计 $2 \times 2 = 4$ 次曝光。从而，曝光次数在每一个面板中为共计 8 次曝光。

而且，在本实施方式中使用的光掩模 200，如图 6 所示，尺寸相比基板的一半大一些，在光掩模 200 的两侧的相对的两个区域中设置有半色调部 12。图 6 (a) 是表示 TFT 阵列基板 1 中的第一次曝光和第二次曝光的上面示意图、和表示半色调部 12 的图案的放大示意图，(b)

是表示 CF 基板 2 中的第一次曝光和第二次曝光的上面示意图、和表示半色调部 12 的图案的放大示意图。如图 6 所示，可知通过进行画面接续曝光工艺，能够实现看不到接缝的液晶显示装置。此时，在光掩模 200 上设置的两个半色调部 12 中，仅一个半色调部 12 配置在接缝附近，另一个半色调部 12 从基板伸出配置。而且，半色调部 12 的开口率在每 3 个像素（一个 RGB 单位）中线形状变化。此外，如图 6 的放大示意图所示，半色调部 12 的图案使用在 TFT 阵列基板 1 和 CF 基板 2 中的缝图案的宽度均随着朝向光掩模的端部而逐渐变窄的图案。另一方面，如图 7 所示，在使用尺寸刚好为基板的一半、且没有半色调部的光掩模 200 进行画面接续曝光的情况下，与是否进行重叠曝光无关，在基板的刚好中央线的地方能够明确地看到接缝。这样，可知在画面接续曝光工艺中，必须使用具有半色调部的光掩模进行重叠曝光。

4. 光掩模图案

以下使用图 8~10 和图 27，对光掩模的半色调部的优选图案的附加方法详细进行说明。图 8 表示没有重叠曝光的区域、且没有半色调部的光掩模图案，图 9 表示有重叠曝光的区域、并且有半色调部的光掩模图案，图 10 表示有重叠曝光的区域、并且有半色调部的另一光掩模图案，图 27 表示有重叠曝光的区域、并且有半色调部的再另一光掩模图案。具有图 9、10 和 27 的图案的光掩模是本发明的光掩模。另一方面，具有图 8 的图案的光掩模是预测会看到接缝的比较方式的光掩模。

首先，使用图 8，对使用没有半色调部的光掩模且没有进行重叠曝光的情况进行说明。图 8 (a) 表示各光掩模的图案和配置关系，(b) 表示使用 (a) 中所示的光掩模进行曝光时所曝光的区域。图 8 (a) 表示掩模对准没有偏差且正确地定位光掩模时的配置，上两层表示第一次曝光（图中的 1st）时的 A 曝光（图中的 A）和 B 曝光（图中的 B），下两层表示第二次曝光（图中的 2nd）时的 A 曝光（图中的 A）和 B 曝光（图中的 B）。另一方面，在图 8 (b) 中，上层表示该正确定位时实际曝光的区域。该上层中的上两层表示第一次曝光的 A 曝光时的曝光区域和 B 曝光时的曝光区域。此外，上层中的下两层表示第二次曝光的 A 曝光时的曝光区域和 B 曝光时的曝光区域。其中，A 曝光的曝

光区域由左下倾斜的斜线表示，B 曝光的曝光区域由左下倾斜的斜线格子表示。这样，在正确地定位光掩模，以理想的左右相同的条件进行曝光的情况下，A 曝光和 B 曝光的边界，即暗线的位置和宽度在接缝的左右完全相同因而不会看到接缝。但是，实际上，因为在接缝的左右以完全相同的条件进行照射是不可能的，因此在使用该光掩模的情况下，会看到接缝。

因此，考虑假设图 8 的光掩模的对准有偏差的情况。在装置的对准实力上，作为大尺寸基板和大型掩模的对准精度，难以避免±数 μm 左右的偏差。图 8 (b) 的下层表示发生对准偏差时的曝光区域的状况，箭头表示暗线产生的位置。具体而言，图 8 (b) 的下层假设第一次曝光时向右例如偏移 $5\mu\text{m}$ 左右，在第二次曝光时向左例如偏移 $5\mu\text{m}$ 左右的情况。在一个像素内的纵方向产生的暗线，产生在 A 曝光和 B 曝光的边界。因此，在接线的左侧，暗线的位置向右方向偏移 $5\mu\text{m}$ 左右，在接线的右侧，暗线的位置向左方向偏移 $5\mu\text{m}$ 左右。其结果，由于暗线的位置在接线的左右急剧变化，因此特别是从倾斜视角观察时，在接缝的左右出现明确的亮度差，视觉辨认出接线。在接线的左右出现亮度差的原因在后面详细叙述，但根据本发明的发明人们的解析可知，是因为位于一个像素内的四个畴的面积比在接缝的左右不同而引起的。此外，在光掩模的对准偏差之外，也能考虑到其他导致看到接缝的原因，但根据本发明的发明人们的研究，判明对准精度的误差所引起的该对准偏差是最大的原因。于是，本发明的发明人们主要着眼于即使在这样发生光掩模的对准偏差的情况下，也能够使暗线的位置和暗线的宽度在接缝的左右连续且平滑地连接的光掩模图案的设计。

图 9 表示本发明的发明人们从多次的试验错误中发现的预想为优选的光掩模的图案。该光掩模在接缝附近的重叠区域中，具有如图 9 所示的半色调部。在半色调部中，透光部 S 的宽度随着朝向光掩模的端部而逐渐变细，在图 9 (a) 的各层的上部表示各透光部的开口率的值。其中，该半色调部也是具有相对将透光部配置区域的宽度 2 等分的中心线为线对称的透光部的半色调部。此外，该半色调部也是透光部 S 的中心位置的间隔实质上相同的半色调部。而且，各透光部的开口率的值在图 9 所示的值之间也尽可能细致地连接，开口率变化的函

数为线性函数。此外，在半色调部中，各透光部 S 随着朝向光掩模的端部，从左右两端开始每次 $1\mu\text{m}$ 地、共计每次 $2\mu\text{m}$ 地逐渐变细，半色调部中的透光部 S 的开口率连续地变化，直至最终为 0%（完全遮光）。其中，使透光部 S 的两端每次变细 $1\mu\text{m}$ 左右，这是因为光掩模的最小描绘线宽通常为大致 $1\mu\text{m}$ 。对预想这样使透光部 S 的开口率变化可有效消除接缝的理由进行叙述。图 9 (b) 的下层中与图 8 (b) 的下层的情况同样，表示在第一次曝光时掩模向右偏移 $5\mu\text{m}$ 左右、在第二次曝光时掩模向左偏移 $5\mu\text{m}$ 左右而进行曝光的情况。实际上被曝光的区域在 A 曝光中以左下倾斜的斜线表示，在 B 曝光中以左下倾斜的斜线格子表示。在该情况下，最左边的像素中的暗线的位置向右偏移 $5\mu\text{m}$ 左右，最右边的像素中的暗线的位置向左偏移 $5\mu\text{m}$ 左右。从最左边的像素开始向右依次观察，可知在第二次曝光的 B 曝光中被曝光的区域逐渐接近暗线（产生于第一次曝光的 A 曝光和 B 曝光的边界），从最左边开始在图 9 (b) 中的第四个像素的第二次曝光的 B 曝光中被曝光的区域的左端与暗线（产生于第一次曝光的 A 曝光和 B 曝光的边界）正好并列。进一步向右边观察，可知在第二次曝光的 B 曝光中被曝光的区域的左端，超越第一次曝光的 A 曝光和 B 曝光的边界，从重叠区域的中心附近开始在右侧中相反地向左推进 $5\mu\text{m}$ 左右。此外，在本发明的发明人们的研究中，可知光取向膜从相互相反的方向被照射时，后照射的方向具有优势，于是，液晶分子依据后照射的方向取向。因此，从重叠区域的中央附近朝向右方向，由于第二次曝光具有优势，所以在像素内在纵方向产生的暗线在第二次曝光的 A 曝光和 B 曝光的边界产生，因此从图 9 (b) 预想在纵方向产生的暗线位于向左方向偏移 $5\mu\text{m}$ 左右的位置。其结果，在从最左边的像素开始直至第四个像素的像素中，暗线的位置向右偏移 $5\mu\text{m}$ 左右，另一方面，从左边的第六个像素开始在右边的像素中，暗线的位置向左偏移 $5\mu\text{m}$ 左右。另一方面，从左边开始的第五个像素中，在第二次曝光的 A 曝光和 B 曝光的边界产生暗线，暗线的位置向左偏移，但是，因为第二次曝光时的透光部 S 的宽度变狭窄，所以暗线的位置不会偏移大过 $5\mu\text{m}$ 。因此，预想通过使用图 9 的光掩模进行画面接续曝光，能够使暗线的位置在接线的左右连续连接。

图 10 表示预想为优选的另一光掩模的图案。该光掩模也如图 10 所示，在接缝附近的重叠区域中具有半色调部。但是，在第一次曝光用的光掩模的半色调部中，透光部 S 以从中心向两侧分割的方式，即从透光部配置区域的中心向左右两侧以相等的宽度分开的方式，逐渐变细。由此，与图 9 的光掩模同样，能够使暗线的位置在接线的左右连续连接，并且能够使重叠曝光的区域（两次曝光的区域）更小（第一次曝光和第二次曝光的最大位置偏移的部分作为两次曝光的区域），从而能够抑制最大照射量。其中，最大照射量是指第一次曝光用的光掩模的透光部的开口率和与第一次曝光用的光掩模的透光部对应的第二次曝光用的光掩模的透光部的开口率的合计的最大值。具体而言，图 10 所示的光掩模的左起第四个到第七个的像素中，第一次曝光时的光掩模的透光部的开口率和第二次曝光时的光掩模的透光部的开口率的合计分别为 140%，在图 10 所示的光掩模中，能够将最大照射量抑制为 140%。而且，与图 9 同样，在图 10 (a) 的各层的上部表示各透光部的开口率的值，各透光部的开口率的值在图 10 所示的值之间也尽可能细致地连接，开口率变化的函数为线性函数。此外，第一次曝光时的掩模的半色调部中，各透光部 S 随着朝向光掩模的端部，从中心向两端以每次作为光掩模的最小描绘线宽的 $1\mu\text{m}$ ，共计每次 $2\mu\text{m}$ 地逐渐变细，半色调部的透光部 S 的开口率连续变化直至最终为 0%（完全遮光）。即，在第一次曝光时的掩模的半色调部中，各透光部 S 从透光部配置区域的中心向两侧分割而形成，被分割的各个透光部随着朝向光掩模的端部而从透光部配置区域的中心侧开始每次 $1\mu\text{m}$ 地逐渐变细。另一方面，在第二次曝光时的掩模的半色调部中，与图 9 同样，各透光部 S 随着朝向光掩模的端部，从两端开始每次 $1\mu\text{m}$ 地逐渐变细。

图 27 表示预想为优选的再另一光掩模的图案。该光掩模如图 27 所示，在与图 10 同样的图案的基础上，还在半色调部的端侧的区域中具有透光部的长度逐渐变短的模式。由此，能够使半色调部的端部的开口率变化更为平滑地进行变化，因此与图 9 和图 10 的光掩模同样，能够使暗线的位置在接线的左右更连续地连接。此外，在半色调部的端部附近，能够进一步减小重叠曝光的区域（两次曝光的区域）。而且，与图 9 和图 10 同样，在图 27 (a) 的各层的上部表示各透光部的开口

率的值，在图 27 所示的值之间也尽可能细致地连接，开口率变化的函数在透光部的长度未变短的区域中为线性函数，在透光部的长度变短的区域中为透光部的长度每次变化 1/2 倍的指数函数。而且，在透光部的长度变短的区域中，透光部的长度的变化也可以是三角函数。另一方面，透光部的长度没有变短的区域中的半色调部的附加方法与图 10 的光掩模同样。

而且，图 9 和图 10 所示的光掩模的半色调部中的透光部的开口率变化的函数也可以是三角函数。由此，使半色调部的两端的开口率变化的微分系数实质上为 0，能够比线性函数更平滑地连接暗线的位置。其结果，能够进一步抑制由视觉辨认出接线而导致的不良的产生。作为使用的三角函数没有特别限定，例如适用在实施方式 2 中所述的式 (1) ~ (4) 等。

5. 试制面板检验实验

接着，使用具有图 9 所示的图案的光掩模试制实际的面板，并表示进行检验实验后的结果。图 14 (a) 和图 15 (a) 是表示在本检验实验中所使用的光掩模 300、301、302、303 的外观的上面示意图。图 14 (a) 表示 TFT 阵列基板用的光掩模 300、301，图 15 (a) 表示 CF 基板用的光掩模 302、303。在本检验实验中，使用 7 型尺寸的基板尝试进行了画面接续曝光的实验。如图 14 (a) 和图 15 (a) 所示，在第一次曝光中进行对基板的左侧的曝光，在第二次曝光中进行对基板的右侧的曝光。上层 (LINE_A) 是加进本实施方式的光掩模的思想的、具有重叠区域 11 和半色调部 12 的掩模部，下层 (LINE_B) 是作为比较样品，没有重叠区域 11 和半色调部 12 的掩模部。在遮光区域 21 以外，基本设置有如图 4 所示的用于进行四畴的取向分割的条纹图案。TFT 阵列基板曝光用掩模 300、301 具备由具有像素的 1/2 间距的宽度的透光部 S 和遮光部 L 构成的纵方向的条纹图案，CF 基板曝光用掩模 302、303 具备由具有像素的 1/4 间距的宽度的透光部 S 和遮光部 L 构成的横方向的条纹图案。而且，在光掩模 300、301 的半色调部 12 中，纵方向的透光部 S 不是具有一个像素的 1/2 间距，而是使用其宽度逐渐变细的这种加入有图 9 所示的思想的图案，附加有半色调 (渐变)。另一方面，在光掩模 302、303 的半色调部中，横方向的透光部 S 不是具有一

个像素的 $1/4$ 间距，而是使用其宽度逐渐变细的这种加入有图 6 (b) 的思想的图案，附加有半色调（渐变）。而且，本检验实验中使用的 7 型面板的一个像素的尺寸是纵 $362.5\mu\text{m}$ 、横 $107\mu\text{m}$ 。此外，如图 14 (b) 和图 15 (b) 所示，光掩模 300、301 的半色调部中的透光部 S 在三个像素（1RGB）单位，即 $321\mu\text{m}$ 间距内为同一开口率。即，每三个像素（1RGB）使透光部 S 的开口率变化。而且，在半色调部 12 中，从两侧开始以其宽度每次变细作为最小栅格宽度的 $1.07\mu\text{m}$ 的方式描绘有遮光部 S。如果这样描绘遮光部 S，则作为结果，能够以 2% 的进度（step）使半色调部中的遮光部 S 的开口率变化。在本检验实验中使光掩模 300、301 的半色调部中的遮光部 S 的开口率以线性函数的方式变化。由此，能够实现非常平滑的开口率的变化。另一方面，光掩模 302、303 的半色调部中的透光部 S 在一个像素单位，即 $362.5\mu\text{m}$ 间距内为同一开口率。即，每 3 个像素（1RGB）使透光部 S 的开口率变化。于是，在半色调部中，从两侧开始以其宽度每次变细作为最小栅格宽度的 $1.8125\mu\text{m}$ 的方式描绘有遮光部 S。如果这样描绘遮光部 S，则作为结果，能够以 2% 的进度使半色调部中的遮光部 S 的开口率变化。在本检验实验中使光掩模 302、303 的半色调部中的遮光部 S 的开口率以线性函数的方式变化。由此，能够实现非常平滑的开口率的变化。

作为半色调部中的遮光部 S 的开口率的变化率，在现状中，如上所述，在本检验实验中所使用的 7 型面板的像素尺寸中 2% 左右是极限，但作为变化率的值并不特别限定于 2%，能够适当地设定。但是，如果希望使液晶显示装置的制作成本较低，则掩模的描绘必须使用比较通用装置作为描绘装置进行。于是，在该情况下，由于通过相比于半导体工艺中的超微细加工光刻工艺，精度较粗的工艺对掩模的描绘进行处理，因此自然在能够描绘的最小线宽中存在极限。该极限的最小线宽通常为大致 $1\mu\text{m}$ 左右，难以通过亚微尺寸的线宽描绘掩模，进一步将掩模的制造成本抑制得低价。因此，本发明的发明人们也考虑量产时的掩模成本，对以 $1\mu\text{m}$ 左右的最小线宽能够得到的 2% 的进度（变化率）是否能够消除接缝的问题进行了锐意研究。图 26 是光掩模 300、301、302、303 中的半色调部的各个位置的开口率的一览表。而且，在图 26 中，HT 区间表示半色调部。

LINE_A 是存在有本发明的发明人们预想为最佳图案的、加入图 6 和图 9 所示的思想的半色调部的列, LINE_B 是图 8 所示的没有半色调部的能够看到掩模的接缝的用于比较而设置的列。在液晶显示面板的制造时使用的各材料和制造工艺的条件从已述的内容中适当地设定即可, 但在检验实验中, 液晶材料、预倾角、单元厚度、邻近间隙和紫外线光源为以下所示的材料和条件。

- 液晶材料: MLC6609 (商品名, Merck Ltd., 制造), $\Delta n=0.077$, $\Delta \varepsilon=-3.7$, $T_{ni}=80^{\circ}\text{C}$ 。
- 预倾角: 89.0°
- 单元厚度: $3.5\mu\text{m}$
- 邻近间隙: $150\mu\text{m}$
- 光源: 低压水银灯的偏振紫外线。使用波长范围为 260nm 以上。
- 偏振紫外线的消光比 (偏光度): 9 : 1

然后将制作出的面板一度在比液晶材料的 T_{ni} 点高的温度下进行 30 分钟左右的退火处理之后, 回到常温。在该状态下, 将偏光板以正交尼科耳的方式配置, 并在其间夹持面板, 在光台 (light table) 上观察面板。其结果确认完全没有光漏, 液晶分子相对于基板法线方向大致垂直地取向。然后接着在面板上施加 30Hz 的矩形波电压, 观察施加电压时的画面的观看效果。在观察时, 以在俯视面板时相对上下基板的紫外线的照射方位与邻接于各个基板的偏光板的吸收轴方位一致的方式, 配置面板和偏光板。

图 16 表示本检验实验的面板的 V (施加电压) -T (透过率) 特性的实测结果。图 16 中纵轴是以施加 7V 的电压时的透过光的强度为 100 时的各电压施加时的透过率 (%)。在该面板中从约 2.5V 附近开始液晶分子开始立起 (开始倾斜), 从而透过率开始上升。在稍稍超过该阈值 2.5V 的程度的电压附近观察面板, 在通过未设置半色调部的 LINE_B 而曝光的区域 (以下也称为 “LINE_B 区域”) 中, 能够清楚地目视确认出画面的接缝。如果进一步提升电压, 则液晶分子进一步倾倒, 透过率上升, 接缝的右边和左边均为明亮显示。此时, 虽然在 LINE_B 区域中仍然会看到接缝, 但作为观看效果, 超过阈值若干的电压范围中接缝的观看效果不会更强。从而, 以下在观察接缝时, 施加包括在

得到能够最强烈地看到接缝的印象的电压范围中的 2.84V 的电压进行面板的观察。如果将施加 7V 时设定为白显示电压的第 255 灰度等级，则 2.84V 在该面板中相当于第 96 灰度等级，透过率为约 12%。另一方面，在通过预想为最佳图案的 LINE_A 而曝光的区域（以下也称为“LINE_A 区域”）中，完全观察不到在 LINE_B 区域中能够看到的接缝，从而由实际的面板能够确认通过使用具有本实施方式的图案的光掩模对光取向膜进行曝光，完全消除接缝。

此处，本发明的发明人们对在该 LINE_B 区域中能够看到的接缝的产生原因进行了研究。结果判明，在接缝的左右的照射量、偏光轴方向、邻近间隙、消光比等曝光条件的不同当然也是视觉辨认出接缝的原因，但最大的原因是接缝的左右的掩模的对准精度的不同。使第一次曝光（左曝光）时的掩模和第二次曝光（右曝光）时的掩模完美地定位于正确的位置在实际中是很困难的。此外，能够预想到特别是基板尺寸变得越大时，则实际的曝光装置的精度越差。进而，可知掩模的对准精度的实际值（误差范围）在 $\pm 2\mu\text{m}\sim\pm 6\mu\text{m}$ 左右。于是，判明接缝是由于以下所示的原因而被视觉辨认出来的。即，当掩模的对准在接缝的左右存在偏差时，则像素内的四个畴的面积比相互不同。例如图 17 所示，在 TFT 阵列基板侧，第一次曝光时以掩模向右偏移的状态对准、且第二次曝光时以掩模向左偏移的状态对准，在这样的状态下对基板进行照射的情况。在这种情况下，理论上对正面方向的光学特性没有影响。但是，在从倾斜方向看面板时，变为平均化地观看面积比相互不同的四个畴（相对接线的左侧的区域中的畴 L1~L4，和相对接线的右侧的区域中的畴 R1~R4）。从而，在接缝的左右光学特性有较大的不同。这被认为是看到接缝的最大的原因。

于是，如图 17 所示，本发明的发明人们制作了故意使掩模的对准预先偏移的状态下照射过基板的面板。具体而言，如图 17 所示，在第一次曝光时使掩模向右方向偏移 $6\mu\text{m}$ 对 TFT 基板进行照射，在第二次曝光时使掩模向左方向偏移 $6\mu\text{m}$ 对 TFT 基板进行照射，由此制作出面板。而且，为了使说明简单，CF 基板不使掩模偏移地照射。在该情况下，第一次曝光中的 A 曝光和 B 曝光均向右方向偏移 $6\mu\text{m}$ 左右，第二次曝光中的 A 曝光和 B 曝光均相反地向左方向偏移 $6\mu\text{m}$ 左右。

在表 2 中表示这样在掩模的对准有偏差的状态下曝光 TFT 基板的面板的目视观察的结果，观察时的施加电压如上所述，为 2.84V（第 96 灰度等级），观察时的频率为 30Hz。而且，如图 18 所示，观察是相对重叠区域 11、位于接线 20 右侧的接线右区域 18、位于接线 20 的左侧的接线左区域 19，从上方向、下方向、左方向、右方向、左上方向和右下方向进行的。而且，在接线右区域 18 中，对位于 LINE_A 区域 R_A 的区域和位于 LINE_B 区域的区域 R_B 进行观察，此外，在接线左区域 19 中，对位于 LINE_A 区域的区域 L_A 和位于 LINE_B 区域的区域 L_B 进行观察。首先，在 LINE_B 区域中，即使是稍稍从正面方向倾斜视角，也能够看到接线的左右的区域的明亮度不连续地不同，明确地看到接缝。特别是从上方向观察面板时，接线的左区域 L_B 相比于接线的右区域 R_B 看来更为明亮。相反地从下方向观察面板时，区域 R_B 相比于区域 L_B 看来更为明亮。于是其结果是，在区域 L_B 和区域 R_B 之间明亮度不连续地连接，能够由目视明确地识别出接缝。另一方面，在使用本实施方式的半色调图进行曝光的 LINE_A 区域中，看不到接缝。看起来从接线的左侧到右侧或从右侧到左侧，画面平滑地连接。此外，虽然从上方向观察面板时，看到区域 L_A 相比于区域 R_A 明亮。此外，从下方向观察面板时，相反地区域 R_A 相比于区域 L_A 看来更亮，但是，其之间看起来亮度连续连接，于是目视识别不出接缝。而且，在区域 L_A 和区域 L_B 之间，区域 R_A 和区域 R_B 之间，不分别存在亮度差。

[表 2]

	目视观察结果（特别是接缝的观看效果）
LINE_A	<ul style="list-style-type: none"> • 看不到接缝，看起来接线的左右平滑地连接。 • 从上方向和左上方向观察时，看到区域 L_A 相比于区域 R_A 更亮，从下方向和右下方向观察时，则相反地看到区域 R_A 相比于区域 L_A 更亮。 • 但是，区域 L_A 和区域 R_A 间看起来明亮度连续连接，在目视中识别不出接缝。
LINE_B	<ul style="list-style-type: none"> • 接线的左右明亮度不连续地不同，明确地看到接缝。 • 从上方向和左上方向观察时，看到区域 L_B 相比于区域 R_B 更亮，从下方向和右下方向观察时，则相反地看到区域

	<p>R_B 相比于区域 L_B 更亮。</p> <ul style="list-style-type: none"> •而且, 区域 L_B 和区域 R_B 间看起来明亮度不连续地连接, 在目视中明确地识别出接缝。
备注栏	区域 L_A 和区域 L_B 之间, 区域 R_A 和区域 R_B 之间, 不存在观看效果的不同。

这样在本实施方式的液晶显示装置中, 即使在画面接续曝光时在接缝的左右发生掩模对准相互向相反方向偏移, 也能够通过使用具有半色调部的光掩模对基板进行曝光, 使接缝附近的画面的明亮度的不连续性变得连续。其结果是, 本发明的发明人们能够提供一种能够消除接缝、适于大尺寸基板的画面接续曝光的液晶显示装置的制造方法和液晶显示装置。此外, 说明了掩模的对准偏差是最大的产生接缝的原因。另一方面, 其以外的在接缝的左右的曝光条件的不同, 即照射量偏差、紫外线的偏光轴方向偏差、邻近间隙偏差、消光比偏差等, 不像掩模的对准偏差那样与接缝的产生紧密相关。此外, 本发明的发明人们已确认即使假设在这些除掩模的对准偏差以外的偏差全部重在一起的状态下进行曝光工序, 由这些偏差引起的接缝的产生频率仍小于由掩模的对准偏差引起的接缝的产生频率。进而, 可知即使在掩模的对准偏差以外的偏差全部重在一起的状态下进行曝光工序的情况下, 与对准偏差的情况相同, 能够完全消除接缝。

以上为止从目视、实测、理论和考察面验证了本实施方式的液晶显示装置的效果。于是, 最后尝试根据像素内的暗线的位置和宽度的数据表示本实施方式的液晶显示装置中看不到接缝的情况。首先, 在图 19 中表示在上述检验实验中使用的面板的区域 L_A (区域 L_B) 的像素 26 和区域 R_A (区域 R_B) 的像素 27 的照片。在区域 L_A (区域 L_B) 中预先使掩模向右方向偏移并对基板曝光, 因此在纵方向产生的暗线向右偏。另一方面, 在区域 R_A (区域 R_B) 中预先使掩模向左方向偏移并对基板曝光, 因此在纵方向产生的暗线向左偏。本检验实验中的暗线的位置是, 以横方向(图 19 的 A1-A2 线上)的左侧的 BM 边缘为原点, 如图 20 所示, 暗线部分中亮度极小的位置。即, 从横方向(图 19 的 A1-A2 线方向)的左侧的 BM 边缘到亮度极小的部分的距离是暗线

的位置。此外，本检验实验中的暗线的宽度是，同样在横方向（图 19 的 A1-A2 线上）上，如图 20 的亮度截面曲线所示，为最大亮度的 90% 的位置间的长度。于是，在偏光板为正交尼科耳配置的偏光显微镜下放置面板，并针对每个像素摄影像素照片，并对摄影的各图像进行图像处理，将进行暗线的位置和宽度的测量的结果表示在图 21 中。在图 21 (a) 和 (b) 中表示进行图 19 的 A1-A2 线中的暗线的位置和宽度的测量的结果。从图 21 (a) 可知，在 LINE_B 区域中，在接线的左右，暗线的位置急剧变化，但在 LINE_A 区域中，在接线的左右，暗线的位置平滑变化。此外，关于暗线的宽度，在 LINE_B 区域中，虽然不像接线附近的暗线的位置那样，但也是不连续地变化，与此相对，在 LINE_A 区域中，在重叠区域的中央，虽然暗线的宽度有变粗若干，但是平滑且连续地变化。

接着，为了进一步证明使用本实施方式的光掩模的接续曝光方法在暗线的宽度在接线的左右不连续的情况下也是有效的，通过在预先使邻近间隙在接线的左右不同的状态下对基板曝光而制作出面板。如果邻近间隙不同，则通过光掩模的光的发散程度不同，暗线的宽度变得不同。邻近间隙越小，基板和光掩模越接近密接地曝光，则暗线的宽度为更小的值。除邻近间隙以外的面板制作条件与试制面板的检验实验相同。此外，这里使用与上述检验实验中使用的掩模同样的光掩模，进行面板的制作和暗线的位置与宽度的测定。而且，在此次的检验实验中，TFT 阵列基板和 CF 基板均不使光掩模左右偏移而照射了基板。但是，关于 TFT 阵列基板，区域 L_A （区域 L_B ）的曝光时的邻近间隙为 $50\mu\text{m}$ ，另一方面，区域 R_A （区域 R_B ）的曝光时的邻近间隙为 $250\mu\text{m}$ ，如此进行照射。与图 21 同样，在图 28 (a) 和 (b) 中表示进行暗线的位置和宽度的测量的结果。由图 28 (b) 可知，在 LINE_B 区域中，在接线的左右，暗线的宽度急剧地变化，但在 LINE_A 区域中，暗线的宽度在接线的左右间平滑地变化。此外，关于暗线的位置，在 LINE_B 区域中，虽然不像接线附近的暗线的宽度那样，但也同样是不连续地变化，与此相对，在 LINE_A 区域中平滑且连续地变化。

在目视中能够看到接缝是由于暗线的位置和宽度这样在接线的左右不连续变化而引起的。但是，如本实施方式的液晶显示装置，通过

使用具有最佳半色调图案的光掩模进行重叠曝光，能够使暗线的位置和宽度在接线的左右连续且平滑地连接。其结果，能够实现适合作为能够制造在目视上即使视角倾斜也看不到接缝的大型液晶电视的制造工艺的画面接续曝光。因此，本发明的效果非常大。

此处，使用表 3 和表 4，说明暗线的位置和宽度的变化量与视觉辨认接缝的关系。表 3 是表示在通过检验实验得到的面板中，相邻的像素间的暗线的位置的最大变化量（差的最大值）和目视观察结果的表。其中，具体而言，使用图 21 (a) 和 28 (a) 中表示的暗线的位置的值计算邻接的值之间的差的绝对值，从而求取暗线的位置的最大的变化量。此外，表 4 是表示在通过检验实验得到的面板中，相邻像素间的暗线的宽度的变化量（差的最大值）和目视观察结果的表。其中，具体而言，使用图 21 (b) 和 28 (b) 中表示的暗线的宽度的值计算邻接的值之间的差的绝对值，从而求取暗线的宽度的最大的变化量。首先，关于暗线的位置，可知图 21 (a) 的 LINE_A 区域中的暗线的位置的差的最大值为 $1.511\mu\text{m}$ ，此时完全看不到接缝。此外，可知图 21 (b) 的 LINE_B 区域中的暗线的位置的差的最大值为 $12.95\mu\text{m}$ ，此时清楚地看到接缝。进而可知图 28 (a) 的 LINE_A 区域中的暗线的位置的差的最大值为 $1.522\mu\text{m}$ ，此时完全看不到接缝。此外，可知图 28 (b) 的 LINE_B 区域中的暗线的位置的差的最大值为 $4.348\mu\text{m}$ ，此时基本上看不见接缝。接着，关于暗线的宽度，可知图 21 (a) 的 LINE_A 区域中的暗线的宽度的差的最大值为 $2.158\mu\text{m}$ ，此时完全看不到接缝。此外，可知图 21 (b) 的 LINE_B 区域中的暗线的位置的差的最大值为 $1.727\mu\text{m}$ ，此时完全看不到接缝。进而可知图 28 (a) 的 LINE_A 区域中的暗线的宽度的差的最大值为 $2.826\mu\text{m}$ ，此时完全看不到接缝。此外，可知图 28 (b) 的 LINE_B 区域中的暗线的宽度的差的最大值为 $7.826\mu\text{m}$ ，此时能够看到接缝。根据这些结果可知，为了视觉辨认不出接缝，即暗线的位置和宽度在相邻的像素中连续变化，优选相邻的像素间的暗线的位置的变化量不足 $5\mu\text{m}$ ，并且宽度的变化量在 $3\mu\text{m}$ 以下，更优选位置的变化量在 $2\mu\text{m}$ 以下，并且宽度的变化量在 $3\mu\text{m}$ 以下。

[表 3]

		相邻像素的暗线的位置的差 的最大值 (μm)	目视观察结果
图 21 (a)	LINE_A	1.511	完全看不到接线
	LINE_B	12.95	清楚看见接线
图 28 (a)	LINE_A	1.522	完全看不见接线
	LINE_B	4.348	基本看不见接线

[表 4]

		相邻像素的暗线的宽度的差 的最大值 (μm)	目视观察结果
图 21 (b)	LINE_A	2.158	完全看不到接线
	LINE_B	1.727	完全看不见接线
图 28 (b)	LINE_A	2.826	完全看不见接线
	LINE_B	7.826	能看见接线

其中，以上使用在像素内显露出纵方向和横方向的全部暗线的结构的液晶显示装置进行了说明，但也可以采用暗线局部隐藏在 BM 等遮光体中的结构。在该情况下，未隐藏在遮光体中的部分的暗线的位置和宽度连续连接即可。此外，在液晶显示装置的全部像素中纵方向和横方向的暗线被 BM 等遮光体完全遮光的情况下，如果遮光体的位置和宽度连续且平滑地连接，则能够达到与本实施方式的液晶显示装置同等的作用效果。而且，在暗线被遮光体完全遮光的情况下，优选使遮光体的宽度比暗线的宽度粗，以使暗线不会伸出至显示区域（像素开口部）。

（实施方式 2）

接着，说明本发明的实施方式 2 的液晶显示装置。

图 22 是表示本实施方式的画面接续曝光工艺的示意图。在该工艺的情况下，如图 22 (a) 所示，采用光源 15 和光掩模 200 成为一体移动，或在光源 15 与光掩模 200 固定的状态下移动基板 16 的扫描曝光。图 22 (a) 表示后者的移动基板的情况，表示出 TFT 阵列基板作为基板 16。在光掩模 200 的旁边安装有图像检测用摄像机 17，能够以读取

基板 16 的总线 22、BM 等并且进行追踪的方式移动基板 16。作为该画面接续曝光工艺的优点，能够举出：能够使曝光装置小型化；能够使曝光装置的成本下降；因为较小的光掩模即可，所以能够使用自身的精度较高的掩模等。此外，扫描曝光在基板面内的照射量的稳定性优异，所以能够有效地抑制取向方位、预倾角等的取向膜的特性的偏差。其反面，因为画面的接续位置较多，所以会产生由视觉辨认出接缝而引起的不良发生，从而存在降低成品率的风险。

图 23 是表示在固定基板的状态下，使光源与光掩模一体移动并同时同时进行曝光的情况下的本实施方式的面面接续曝光工艺的上图示意图。在本实施方式中，在光掩模 200 上设置有重叠区域，在该处设置有半色调部 12（渐变图案）。其中，光源和光掩模的移动速度能够适当地设定，例如能够设定为 6cm/sec。首先，以 TFT 阵列基板 1 的照射为例进行说明，如图 23 (a) 所示，将光掩模 200 移动至进行第一次曝光的规定的位。然后在 +y 方向上使光源和光掩模的组合（以下也称为头）移动并同时进行 A 曝光。在使头移动的同时进行 A 曝光直至 TFT 阵列基板 1 的上端之后，使光掩模 200 在 +x 方向移动 x 方向的像素间距的 1/2，这次使头向 -y 方向移动的同时进行 B 曝光。接着在使头向 -x 方向移动直至进行第二次曝光的位置之后，使头向 +y 方向移动并同时进行 A 曝光。在移动头的同时进行 A 曝光直至 TFT 阵列基板 1 的上端之后，使光掩模 200 在 +x 方向上移动 x 方向的像素间距的 1/2，这次使头向 -y 方向移动并同时进行 B 曝光。然后，重复进行该扫描曝光的循环直至最终基板的全部区域被曝光。对于 CF 基板 2，如图 23 (b) 所示，也同样地进行曝光。然后，在进行通常的单元组合之后注入液晶材料，完成面板，在施加某阈值以上的电压时，如图 22 (b) 所示实现液晶分子 3a 进行取向的四畴的取向分割。即，当电压施加时俯视面板时，位于液晶层的中层附近的液晶分子 3a 在相对于 TFT 阵列基板 1 的曝光时的扫描方向 A、B 和 CF 基板 2 的曝光时的扫描方向 A、B 的大约 45° 方向上取向。而且，在本实施方式中，第一次曝光和第二次曝光、A 曝光和 B 曝光的顺序并不限于以上所述，可以适当地决定。另一方面，如图 24 所示，在使用不具有重叠区域和半色调部的光掩模进行扫描曝光的情况下，导致视觉辨认出由暗线的位置和宽度的

不连续性引起的接缝。

接着,对本实施方式的光掩模 200 的半色调的附加方法进行说明。本实施方式的光掩模 200 基本上如图 4 所示,在具有用于对各像素进行四畴的取向分割的条纹图案(设置有例如具有像素的 1/2 间距、1/4 间距左右的宽度的透光部 S 和遮光部 L 的图案),并且在接缝附近以规定的距离设置有重叠区域。并且接缝附近的重叠区域中,设置有在条纹图案的透光部 S 上附加有规定的渐变的半色调部。而且,半色调部中的透光部 S 的开口率逐渐变化。从而,具有与实施方式 1 中说明的光掩模同样的图案的光掩模,具体而言,具有图 9、图 10 和图 27 所示的图案的光掩模,在本实施方式中也能够使用。作为本实施方式的画面接续曝光工艺的其他优点,能够举出容易控制重叠曝光区域(通过多个光掩模进行两次以上曝光的区域)的合计照射量。在不太希望提高重叠区域 11 中的合计照射量的情况下,具体如图 25 所示,在重叠区域 11 中使透光部 S 的长度逐渐变短即可。由此,能够容易地控制合计照射量。此外,本实施方式中的光掩模 200 的重叠区域中的透光部的长度 y 的函数,可以是实施方式 1 中说明的线性函数,但更优选为三角函数。作为使用的三角函数并没有特别限定,例如,优选以下等函数:在第一次曝光中,在 $0 \leq x \leq \Delta x$ 时,透光部的长度 $y=100(\%)$,在 $\Delta x \leq x \leq 45$ 时,透光部的长度 y 满足下述式(1),并且在第二次曝光中,在 $45 - \Delta x \leq x \leq 45$ 时,透光部的长度 $y=100(\%)$,在 $0 \leq x \leq 45 - \Delta x$ 时,透光部的长度 y 满足下述式(2)的函数;将上述函数中的式(1)换为下述式(3),将式(2)换为下述式(4)的函数等。此处,如图 11 所示, x 表示重叠区域的位置(mm), Δx 表示重叠区域中的非半色调部的区域,即在设置有开口率 100%的区域的情况下的该区域的长度(mm)。此外,透光部的长度 y 为 100%是指具有与开口率 100%的区域中的透光部的长度相同的长度。

[数学式 1]

$$y = 100 \cos^4 \left(\frac{x - \Delta x}{90 - 2\Delta x} \pi \right) \quad (1)$$

[数学式 2]

$$y = 100 \sin^4 \left(\frac{x}{90 - 2\Delta x} \pi \right) \quad (2)$$

[数学式 3]

$$y = 100 \cos^2 \left(\frac{x - \Delta x}{90 - 2\Delta x} \pi \right) \quad (3)$$

[数学式 4]

$$y = 100 \sin^2 \left(\frac{x}{90 - 2\Delta x} \pi \right) \quad (4)$$

图 12 和 13 表示使用上述式 (1) ~ 式 (4) 计算出开口率的变化结果。图 12 (a) 是使用式 (1) 和式 (2), 令 $\Delta x = 0$ (mm) 的情况下的结果, 由此能够使重叠区域中的通过第一次曝光和第二次曝光被两次曝光的区域的合计照射量为最大 50%。图 12 (b) 是使用式 (3) 和式 (4), 令 $\Delta x = 0$ (mm) 的情况下的结果, 由此能够使重叠区域的合计照射量为最大 100%。图 13 (a) 是使用式 (3) 和式 (4), 令 $\Delta x = 11.25$ (mm) 的情况下的结果, 由此能够使重叠区域的合计照射量为最大 150%。图 13 (b) 是使用式 (3) 和式 (4), 令 $\Delta x = 22.5$ (mm) 的情况下的结果, 由此能够使重叠区域的合计照射量为最大 200%。这样, 在本实施方式中, 通过适当设定使用的三角函数的式子和 Δx 的值能够得到期望的合计照射量。此外, 通过使透光部的长度 y , 即开口率根据三角函数变化, 则能够使半色调部的两端的开口率的变化微分系数实质上为 0, 能够比线性函数更平滑地连接暗线的位置。其结果, 能够进一步抑制由视觉辨认出接缝而引起的不良的产生。因为在本实施方式的画面接续曝光工艺中存在接续位置变多的情况, 所以作为光掩模 200 的开口率的变化函数, 更优选采用图 12 和图 13 所示的三角函数这样的函数。

此处, 使用图 29, 对通过控制合计照射量而使得视觉辨认不出接缝的原因进行说明。图 29 是表示使用图 25 所示的光掩模进行扫描曝光时被曝光的区域的图。与图 8 (b) 等同样, 图 29 的上层表示掩模不偏移地进行曝光的状态, 另一方面, 下层表示掩模左右偏移而曝光的状态。而且, 上层的上下表示各透光部的开口率的值。如图 29 的下层所示, 因为各像素中的合计照射量逐渐变化, 所以可知形成暗线的位置 (图中箭头的位置) 也逐渐变化。从而, 可知使用图 25 所示的光掩模进行扫描曝光, 也视觉辨认不出接缝。

此外, 在不希望提高重叠区域中的合计照射量的情况下, 也优选

图 30 (a) 所示的光掩模。而且，在图 30 所示的光掩模中，假定光掩模的对准精度为 $\pm 3\mu\text{m}$ ，第一次曝光和第二次曝光之间最大产生 $6\mu\text{m}$ 的偏差的情况而设计出图案。此外，图 30 (b) 的上层表示第一次曝光和第二次曝光时掩模不偏移地对基板进行曝光的情况，图 30 (b) 的中层表示第一次曝光时在掩模向右偏移 $6\mu\text{m}$ 左右的状态下曝光基板的情况，图 30 (b) 的下层表示第一次曝光时在掩模向左偏移 $6\mu\text{m}$ 左右的状态下曝光基板的情况。该光掩模在接缝附近的重叠区域中，具有图 30 所示的半色调部。并且，在半色调部中，如图 30 (a) 所示，形成有具有台阶形状的透光部 S，并且透光部 S 朝向半色调部的端部逐渐变小。更具体而言，在位于半色调部的中央附近的透光部中，设置有具有透光部的长度的大致一半长度的台阶部。此外，半色调部的透光部 S 具有相对将透光部配置区域的宽度 2 等分的中心线呈线对称的形状。此外，在半色调部的光掩模的端侧设置有从透光部配置区域的中心向两侧分割的透光部 S。此外，在半色调部的光掩模的端侧，透光部 S 的长度随着朝向光掩模的端部而逐渐变短。进而，在半色调部的光掩模的端部的相反侧，透光部 S 的两端部分的长度随着朝向光掩模的端部的相反侧而逐渐变长。于是，从透光部配置区域的中心向两侧分割的透光部 S 相对于将其自身的宽度 2 等分的中心线呈线对称。而且，作为具有台阶形状的透光部的整体的形状，更具体而言，优选组合有多个四边形的形状，其中，更为优选图 30 (a) 所示的金字塔状组合有多个四边形的形状。此外，图 30 中表示的光掩模的半色调部中的开口率的变化函数为图 12 (b) 所示的三角函数。而且，在图 30 所示的透光部 S 之间也形成有透光部，并且尽可能地使其开口率细致变化地连接。即，以重叠区域中的透光部 S 的开口率的合计为 100% 的方式，使半色调部的透光部 S 的开口率按照三角函数平滑变化。而且，图 30 所示的光掩模中的各透光部 S 的尺寸如图 31 所示。而且，在图 31 中，栅格的间距为 $6\mu\text{m}$ 。通过使用这样的光掩模，与使用图 9、图 10、图 25 和图 27 中所示的光掩模的情况同样，能够在接线的左右连续地连接暗线的位置。此外，能够有效地抑制重叠区域中的合计照射量。更具体而言，重叠区域中的合计照射量在光掩模的对准没有偏移的情况下，如图 30 (b) 的上层所示，为 100%。另一方面，在光掩模的对准存在

偏差的情况下，如图 30 (b) 的中层和下层所示，在掩模的偏移宽度小于设置在透光部 S 的两端的台阶部的宽度的情况下（图 30 所示的光掩模的情况下，掩模的偏移宽度为 $6\mu\text{m}$ 以下的情况），在位于重叠区域的像素的整个区域中，能够将合计照射量收于从 100% 偏差较小的 50~150% 之间。

然后，使用该光掩模实际进行与实施方式 1 的评价试验同样的试验，遍及正面方向和倾斜方向（全方位），没有视觉辨认出接缝。此外，遍及黑色灰度等级、白色灰度等级和中间色调的全部灰度等级，没有视觉辨认出接线。

而且，在本发明中，通过不同的光掩模进行两次以上曝光的区域的照射量的合计（合计照射量），从 100% 的偏差越大，则预倾角的非对称性越显著，重叠区域变成纹理而被视觉辨认。此外，在本实施方式这样通过扫描曝光进行曝光工序的情况下，通常，TFT 阵列基板和 CF 基板的扫描方向在贴合基板的状态下大致直行，因此相对其预倾角的非对称性的裕度非常小。从而，能够使得重叠区域中的合计照射量从 100% 的偏差比较小的图 30 所示的光掩模，在本实施方式这样通过扫描曝光进行曝光工序的情况下特别有效。

此处，对使用实施方式 1 和 2 所说明的各光掩模进行扫描曝光的情况下的合计照射量进行说明。在使用图 9 和图 10 所示的光掩模进行扫描曝光的情况下，重叠区域中的合计照射量与光掩模的对准是否有偏差无关，为 100% 和 200% 中的一个。其中，在被重叠曝光的区域中，以最大 200% 的通常的倍数的照射量曝光取向膜。另一方面，在使用图 27 所示的光掩模进行扫描曝光的情况下，重叠区域中的透光部的长度逐渐变短的区域中的合计照射量也能够为 150% 以下。

此外，图 30 所示的第一次曝光和第二曝光的光掩模的图案，在半色调部的各透光部配置区域中，透光部和遮光部逆转，并且透光部和遮光部的形状为相对扫描方向的透光部配置区域的中心线反转的关系。但是，当然，本实施方式中的第一次曝光和第二次曝光的光掩模也可以如图 32 (a) 所示，具有在半色调部的各透光部配置区域中，透光部和遮光部的形状不相对扫描方向的透光部配置区域的中心线反转，而仅仅透光部和遮光部逆转的图案。由此，如图 32 (b) 所示，能

够与图 30 所示的光掩模同样，将重叠区域中的合计照射量收于 50~150%之间，并且视觉辨认不出接线。此外，图 32 所示的图案也能够如实施方式 1 所示利用在同时曝光用的光掩模上。即，在将图 32 所示的光掩模使用于同时曝光的情况下，如图 33 所示，对于第一次曝光和第二次曝光的各个光掩模，根据应该曝光的像素的排列数，使用形成有多行具有台阶状的图案的缝的光掩模即可。而且，在图 32 中，对与不同行的像素对应的透光部间以实线划分，但是实际上，透光部通常在列方向上连接。

其中，本申请以 2006 年 1 月 26 日提出的日本国专利申请 2006-17755 号为基础，基于巴黎条约和进入国的法规主张优先权。将该申请的全部内容纳入本申请作为参考。

此外，本申请说明书中的“以上”和“以下”包括该数值（边界值）。

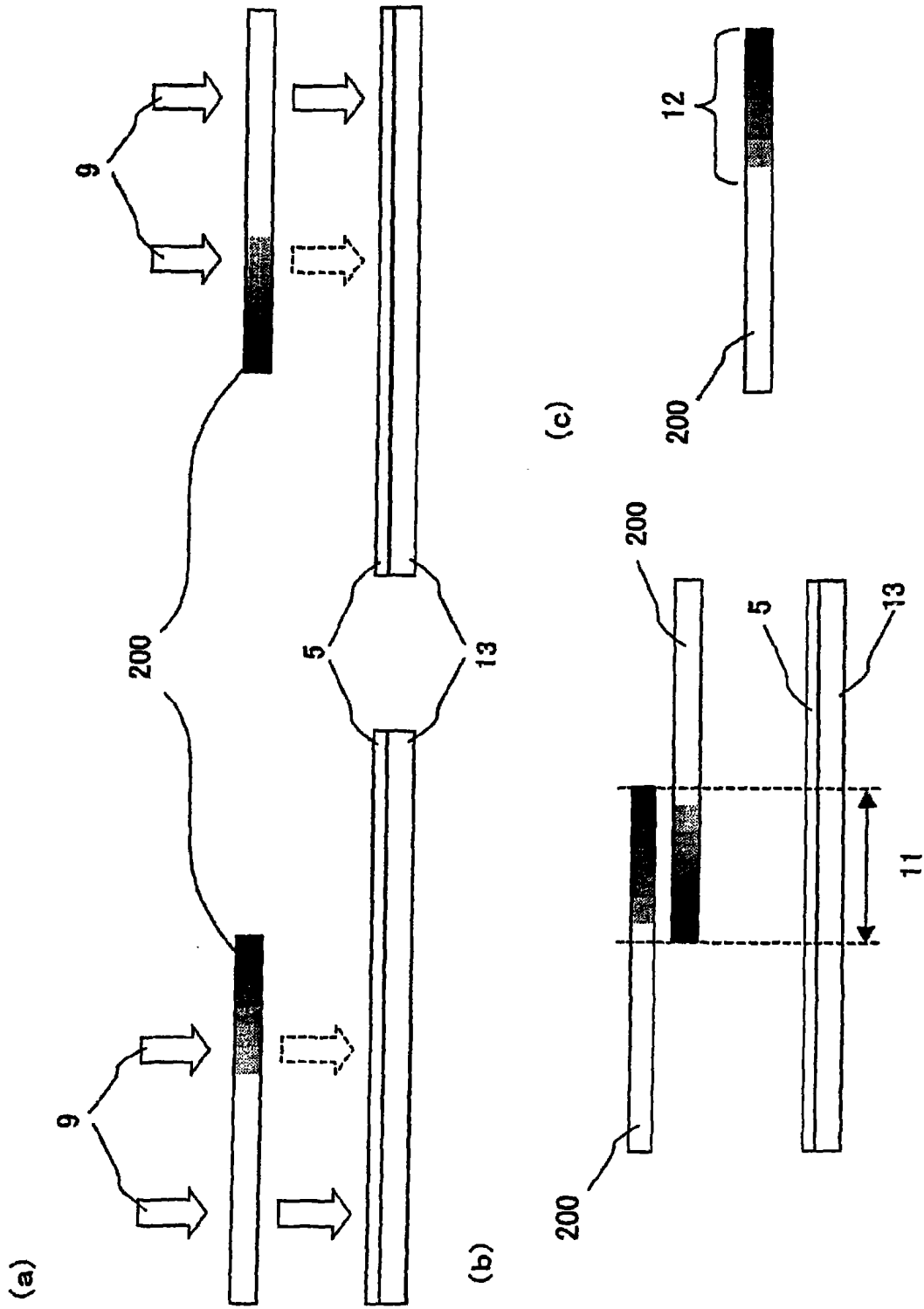


图1

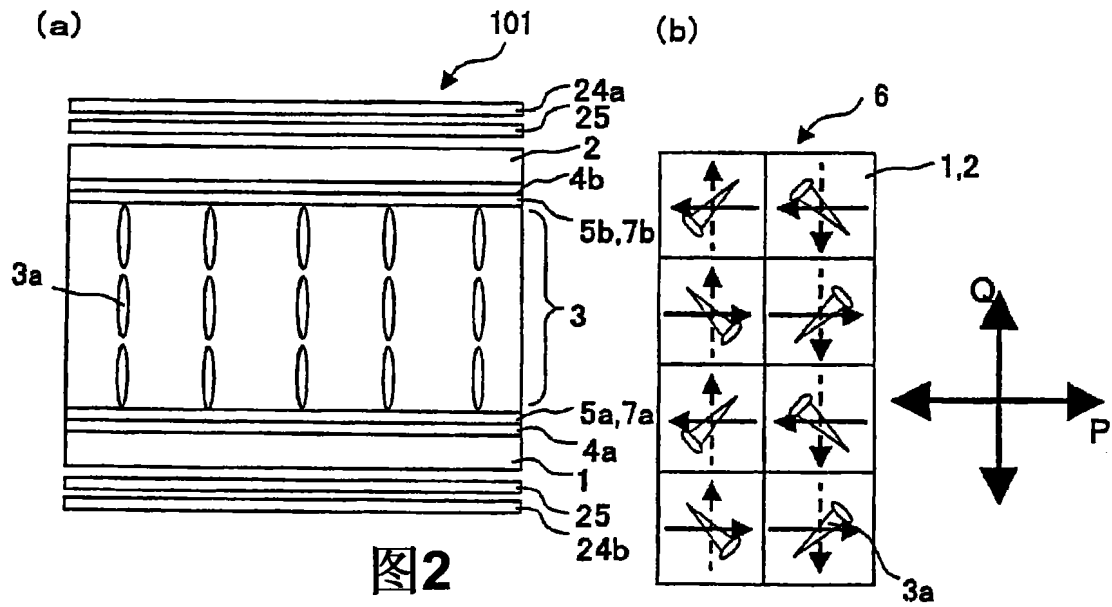


图2

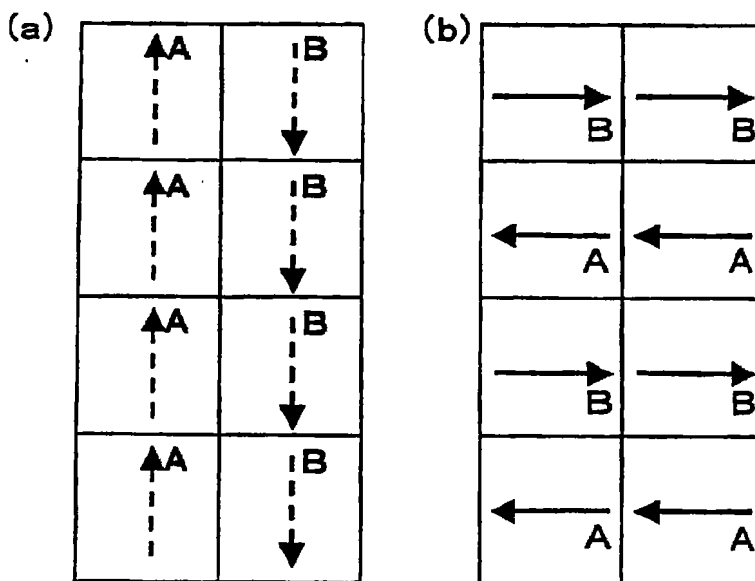
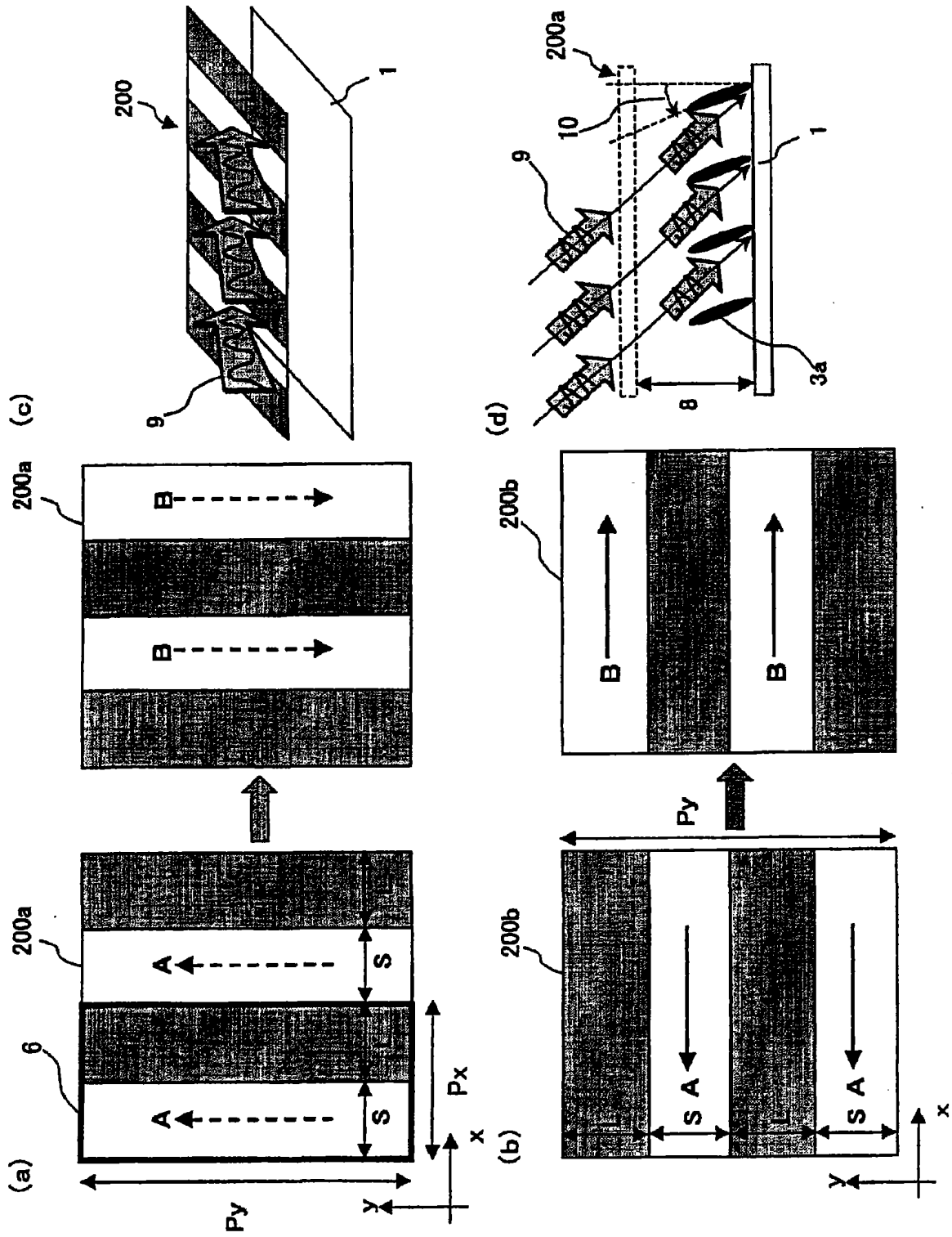


图3



4

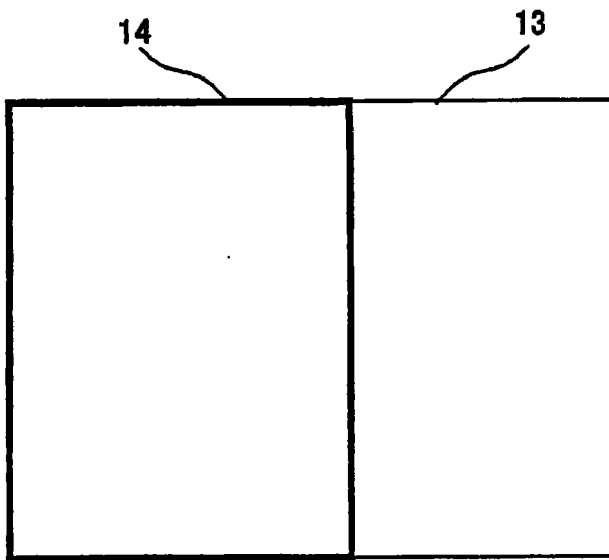


图5

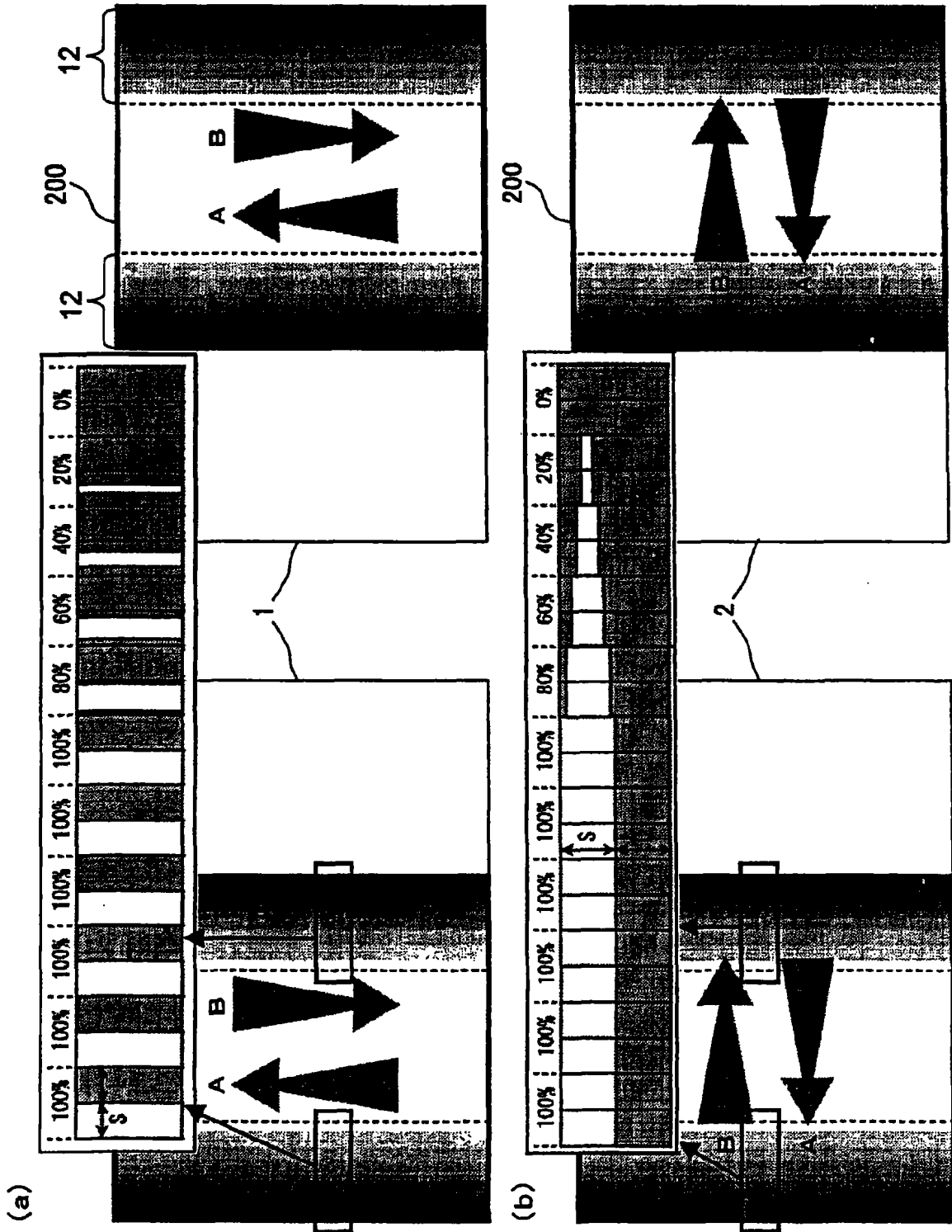


图 6

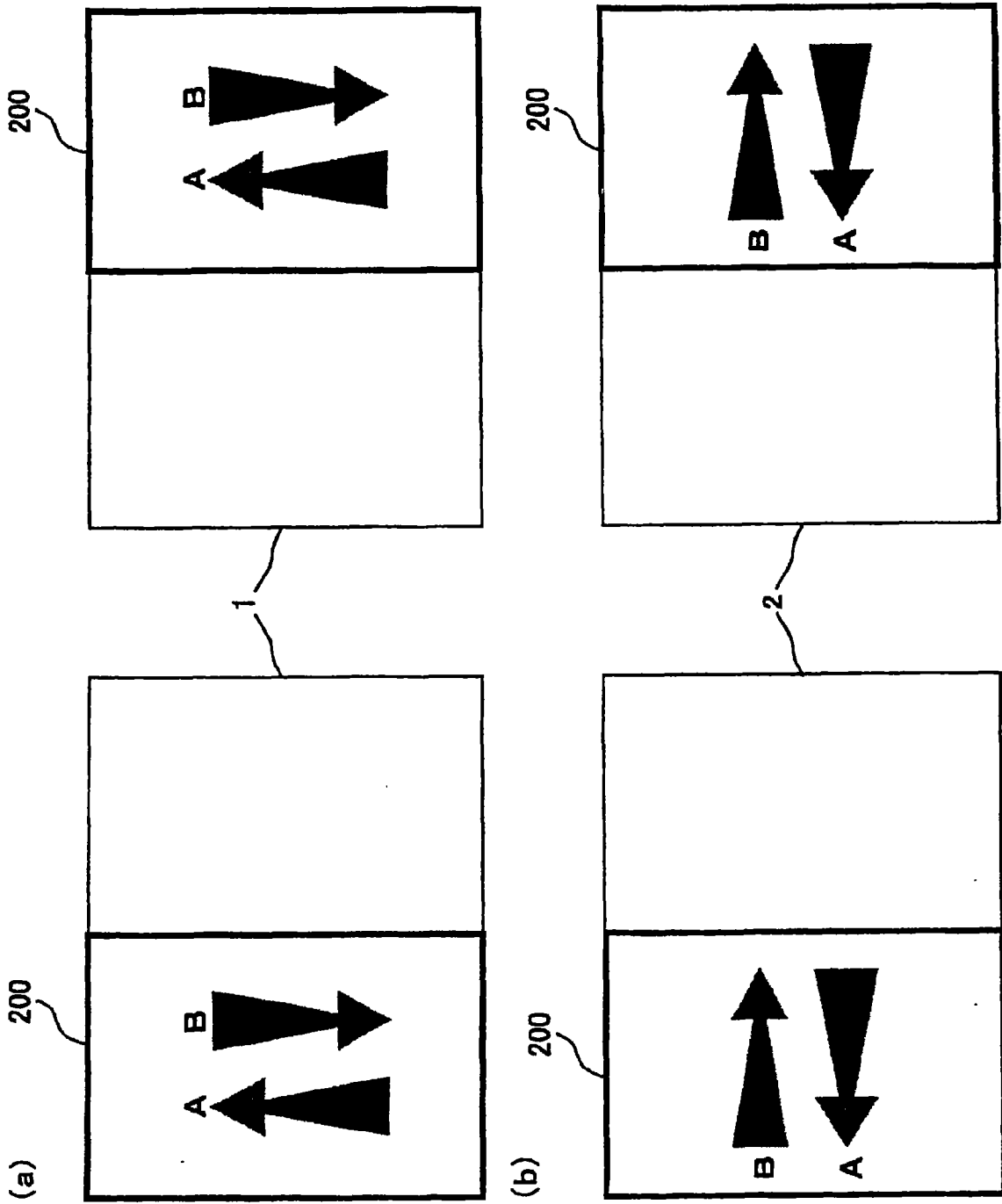


图7

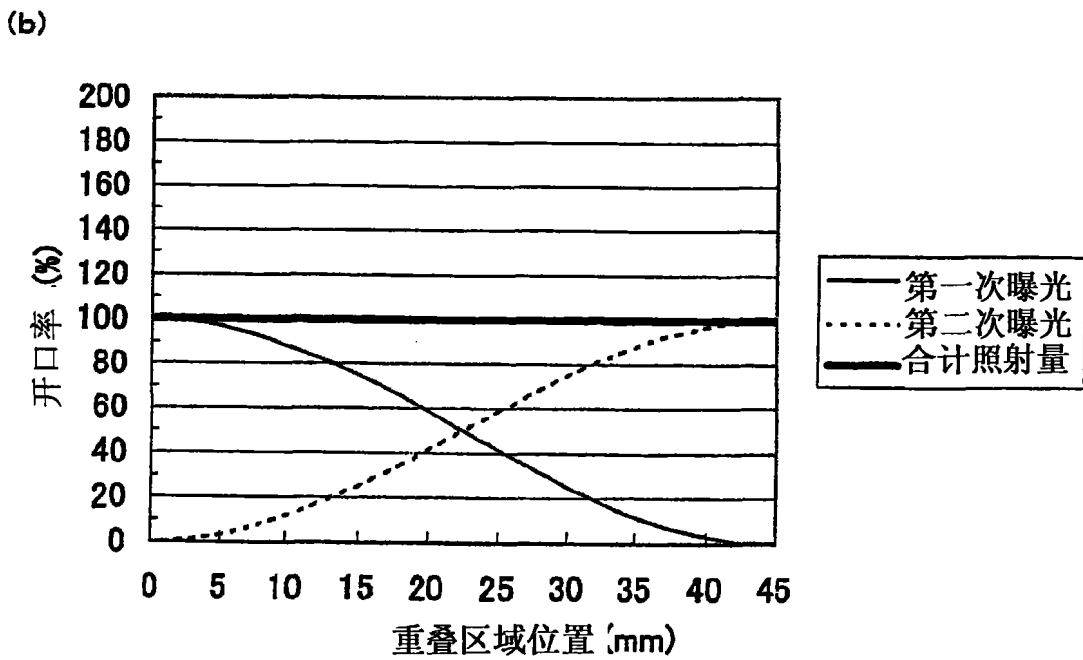
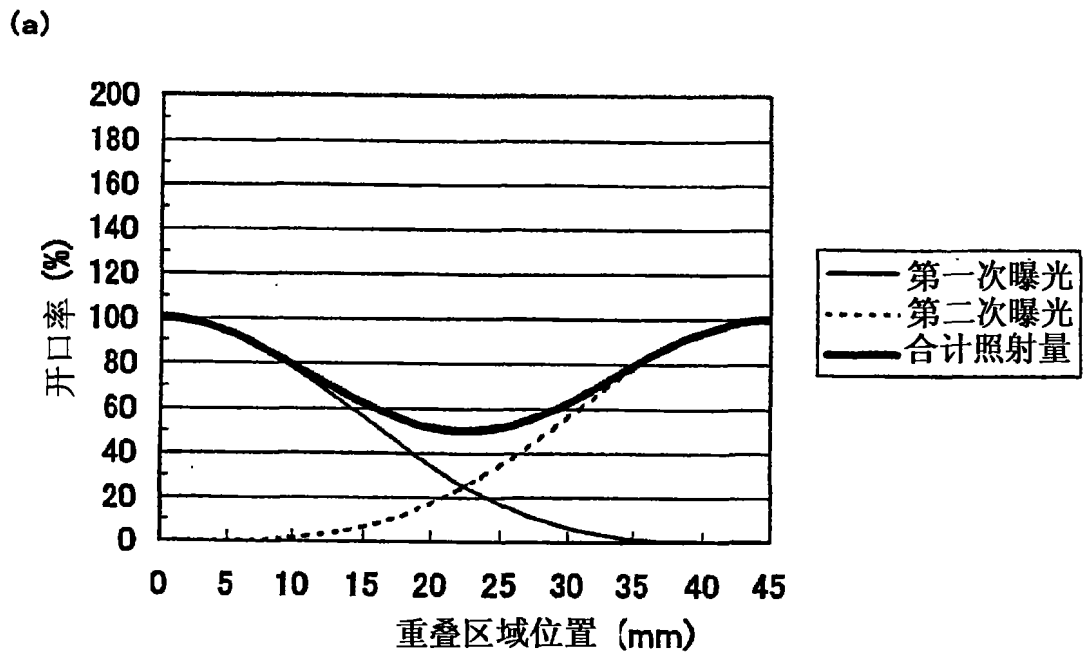


图12

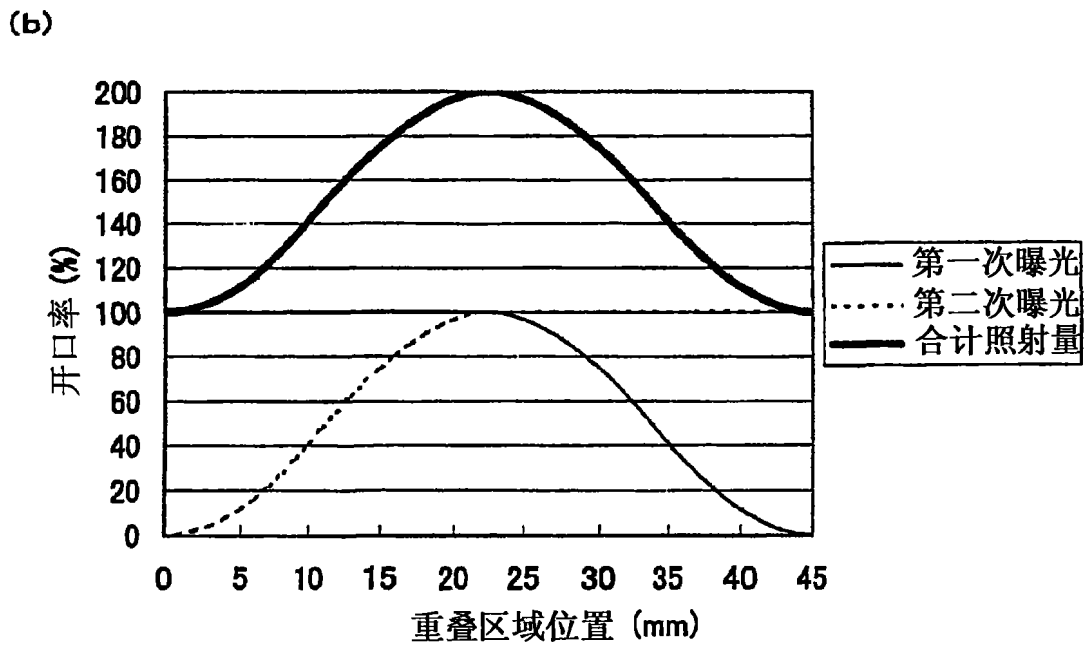
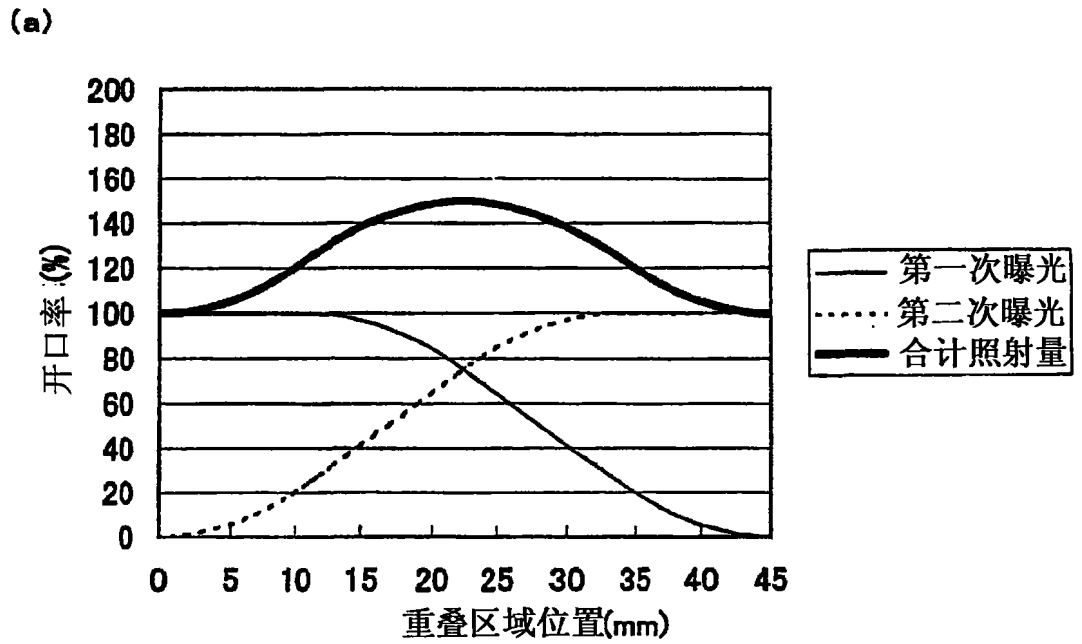


图13

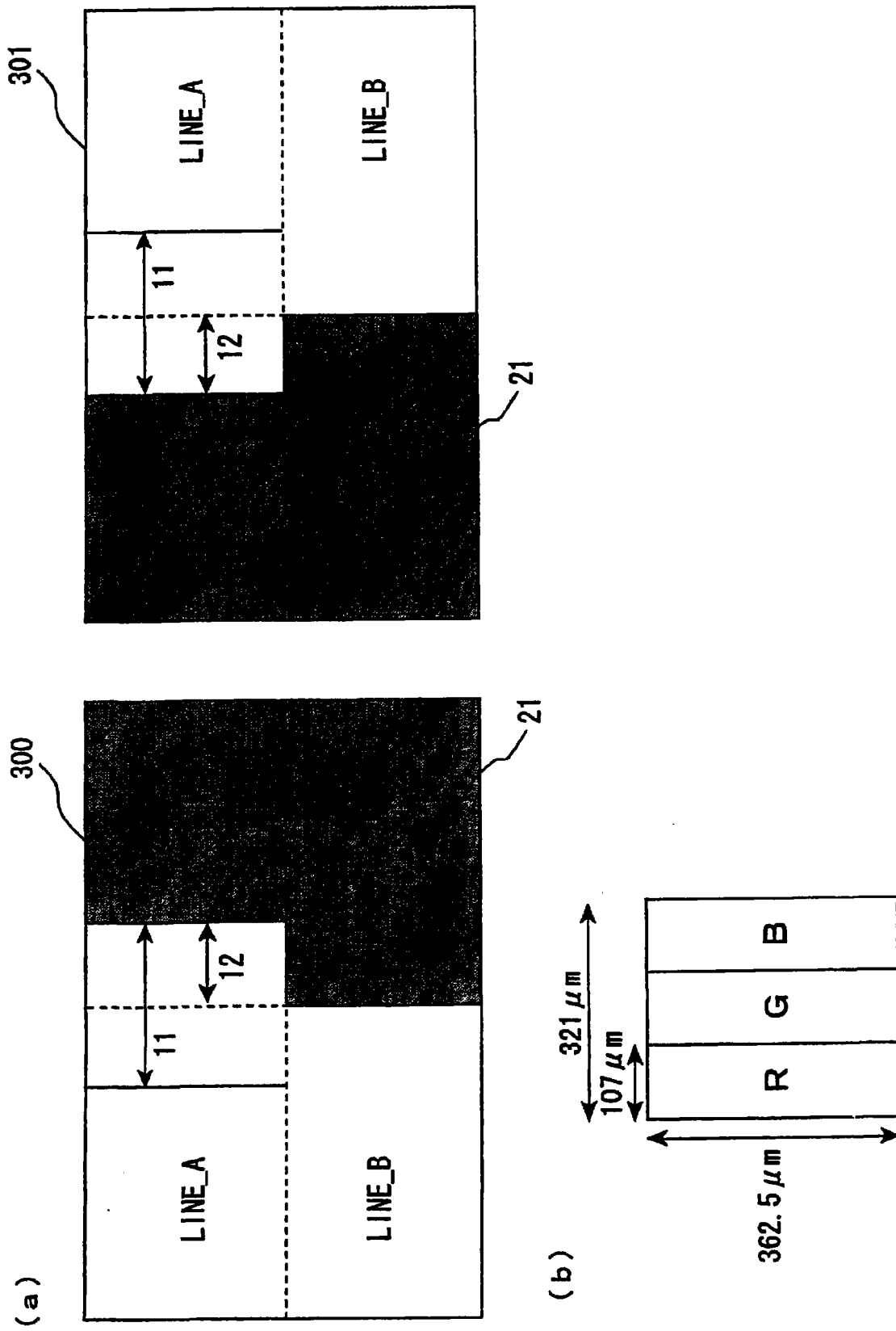


图14

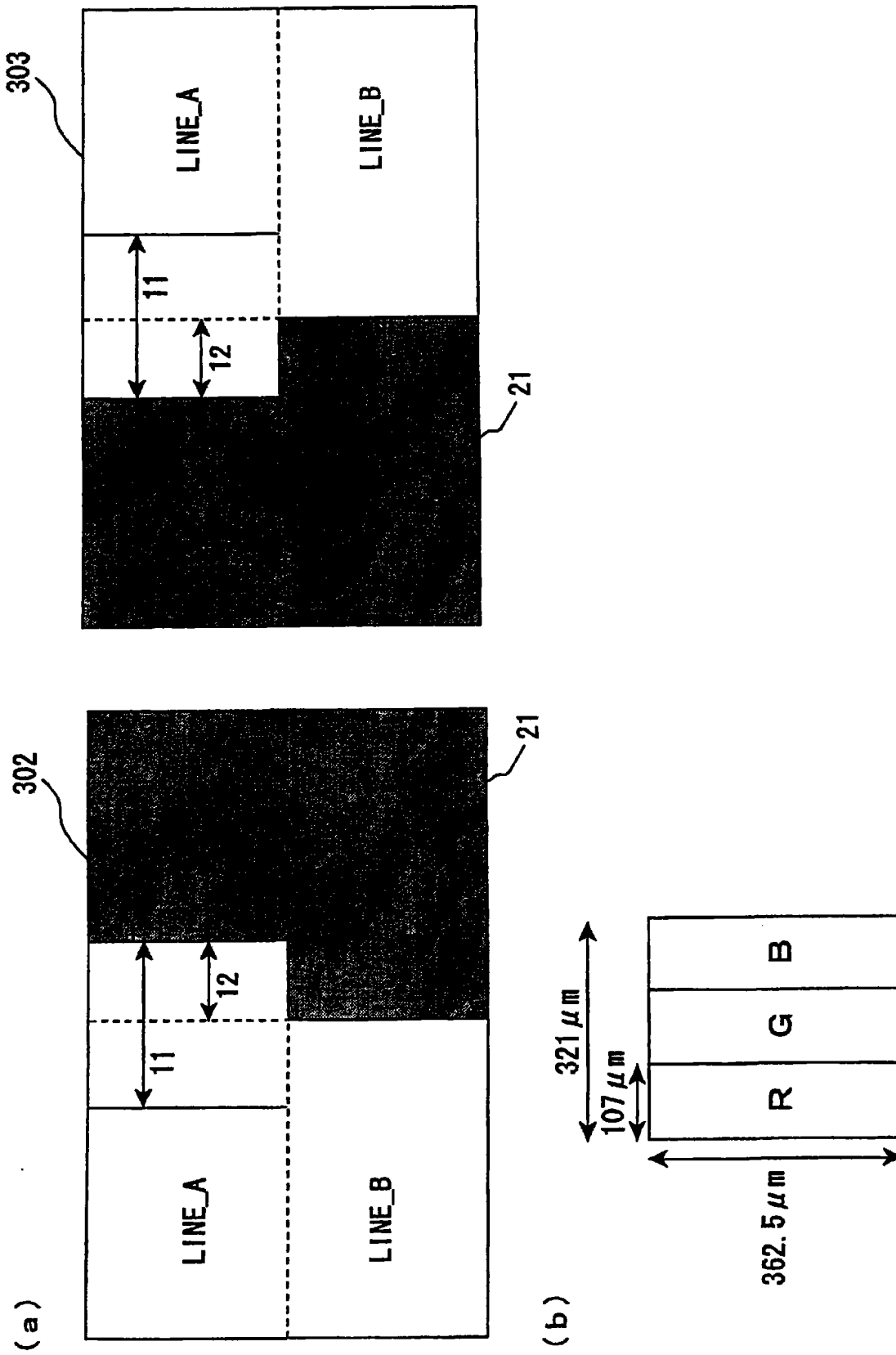


图15

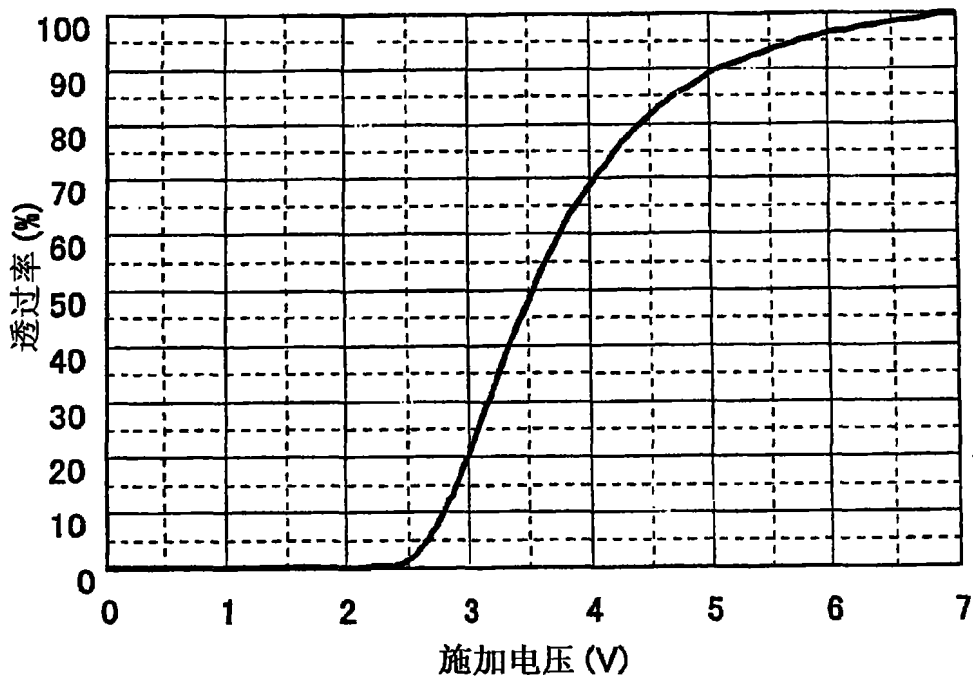


图16

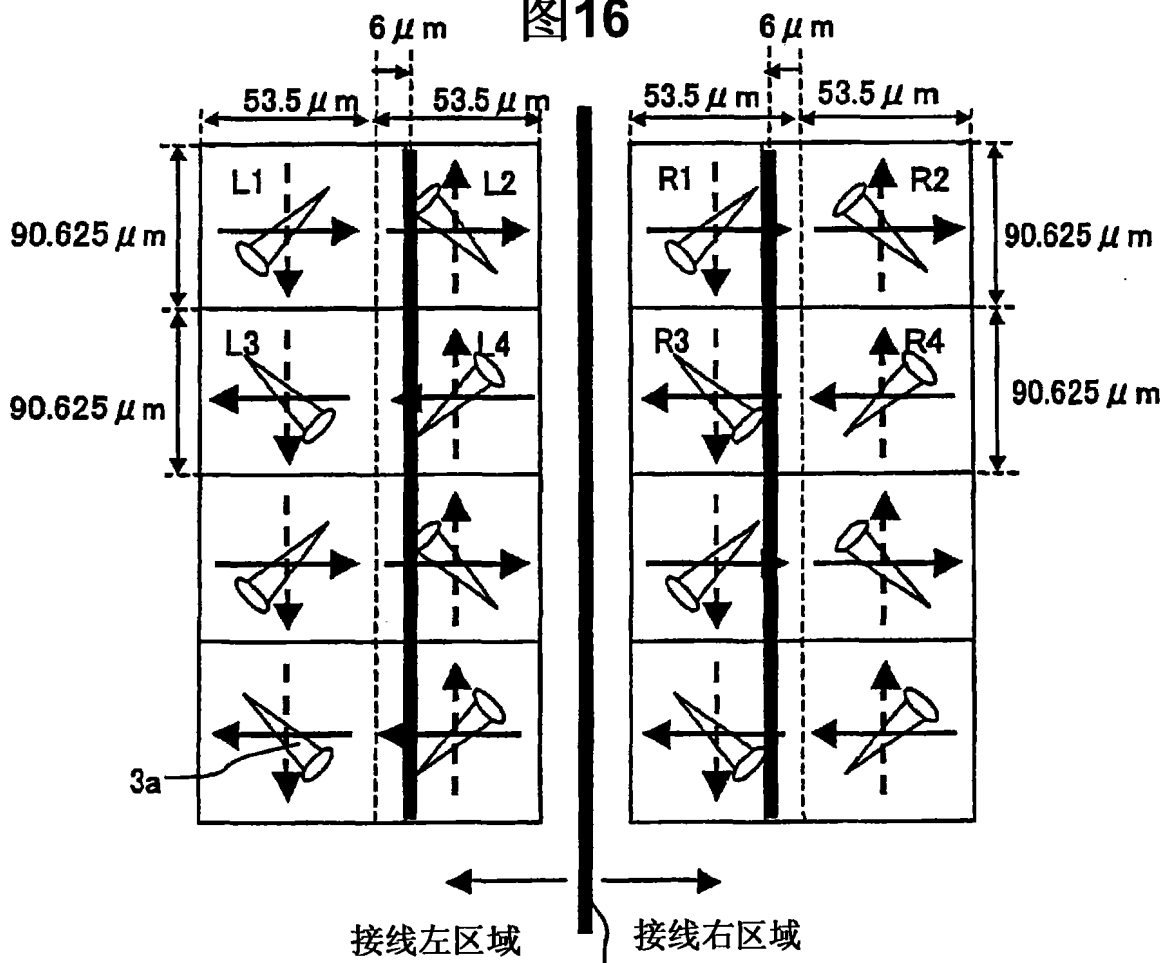


图17

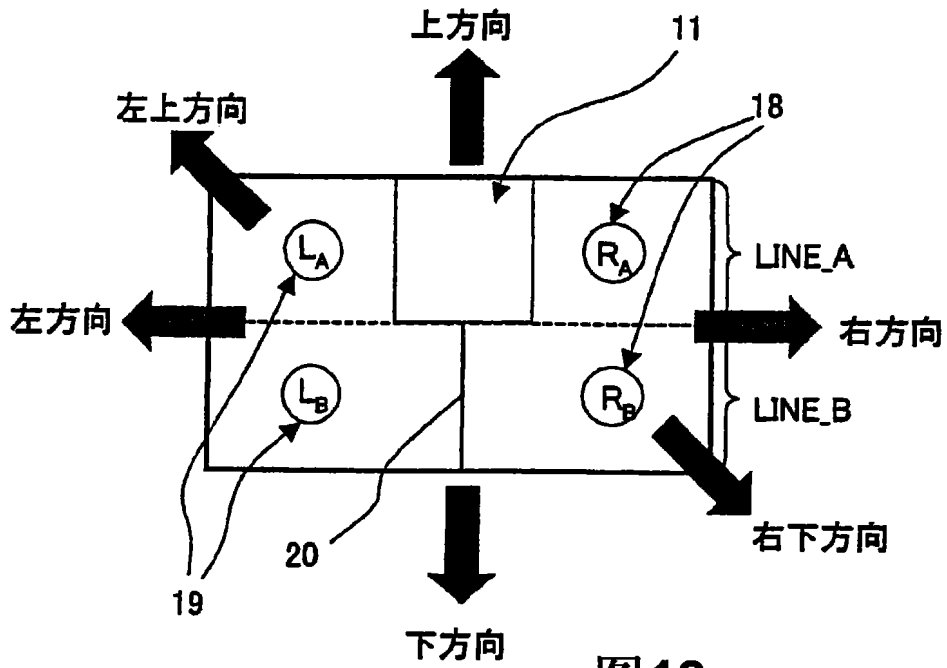


图18

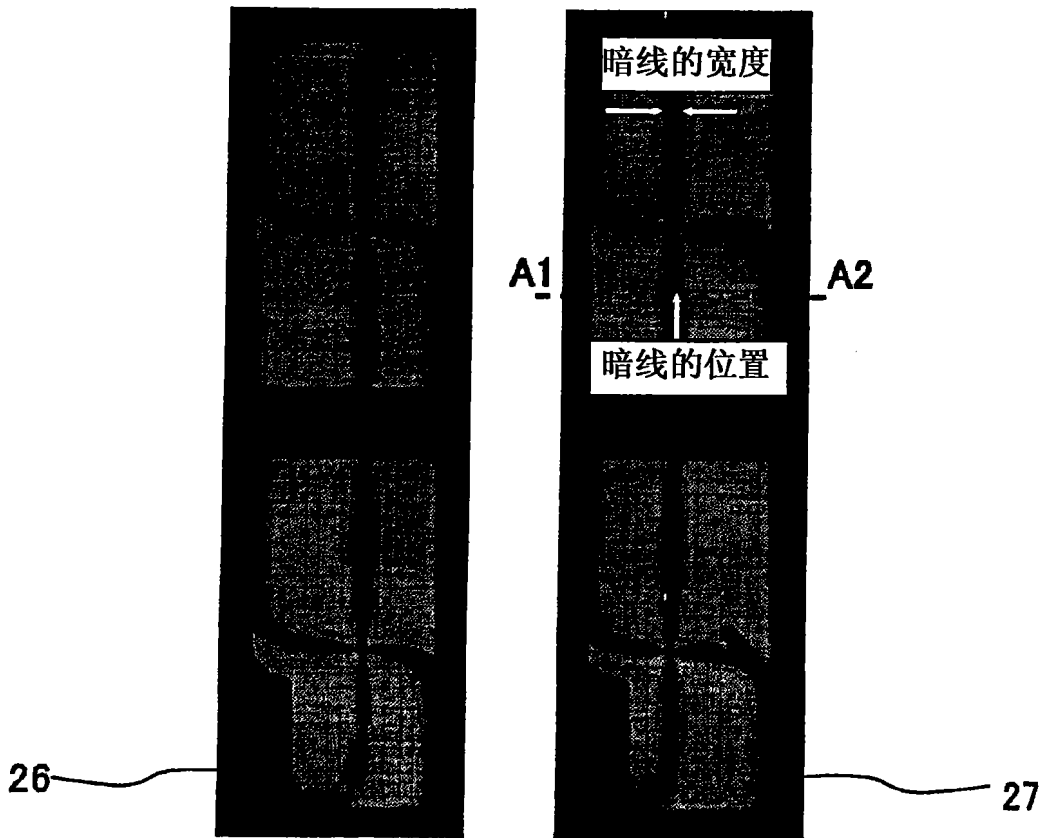


图19

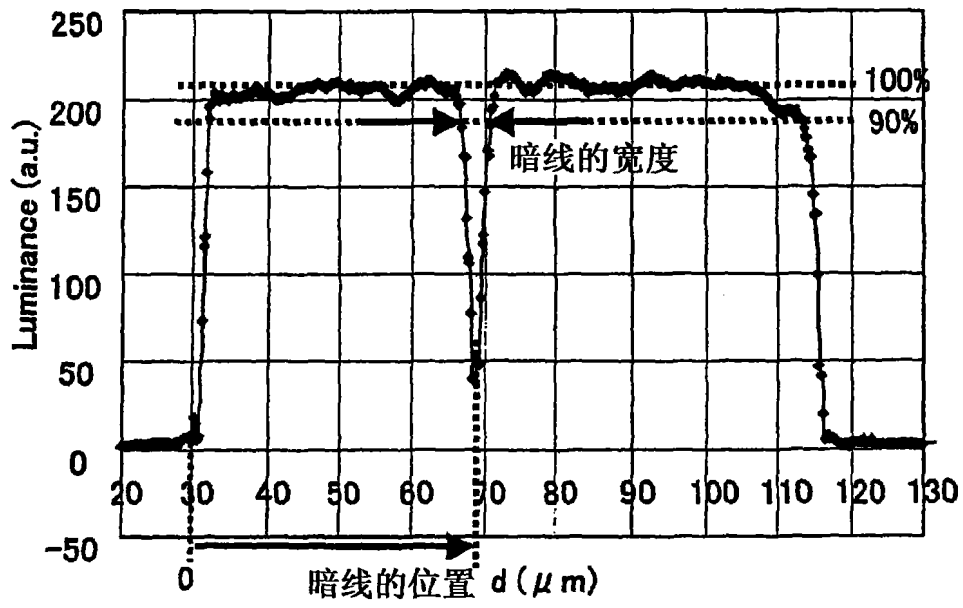


图20

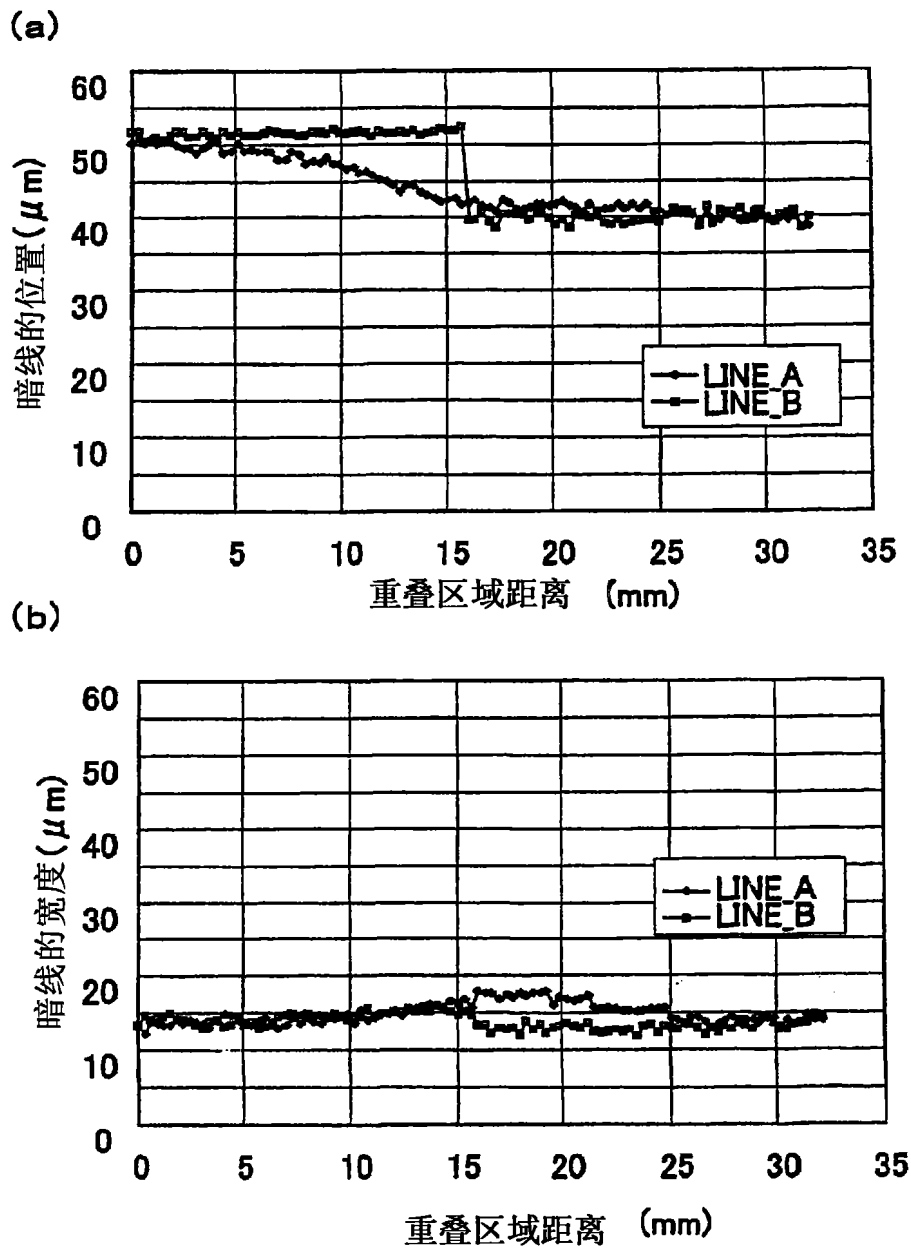


图21

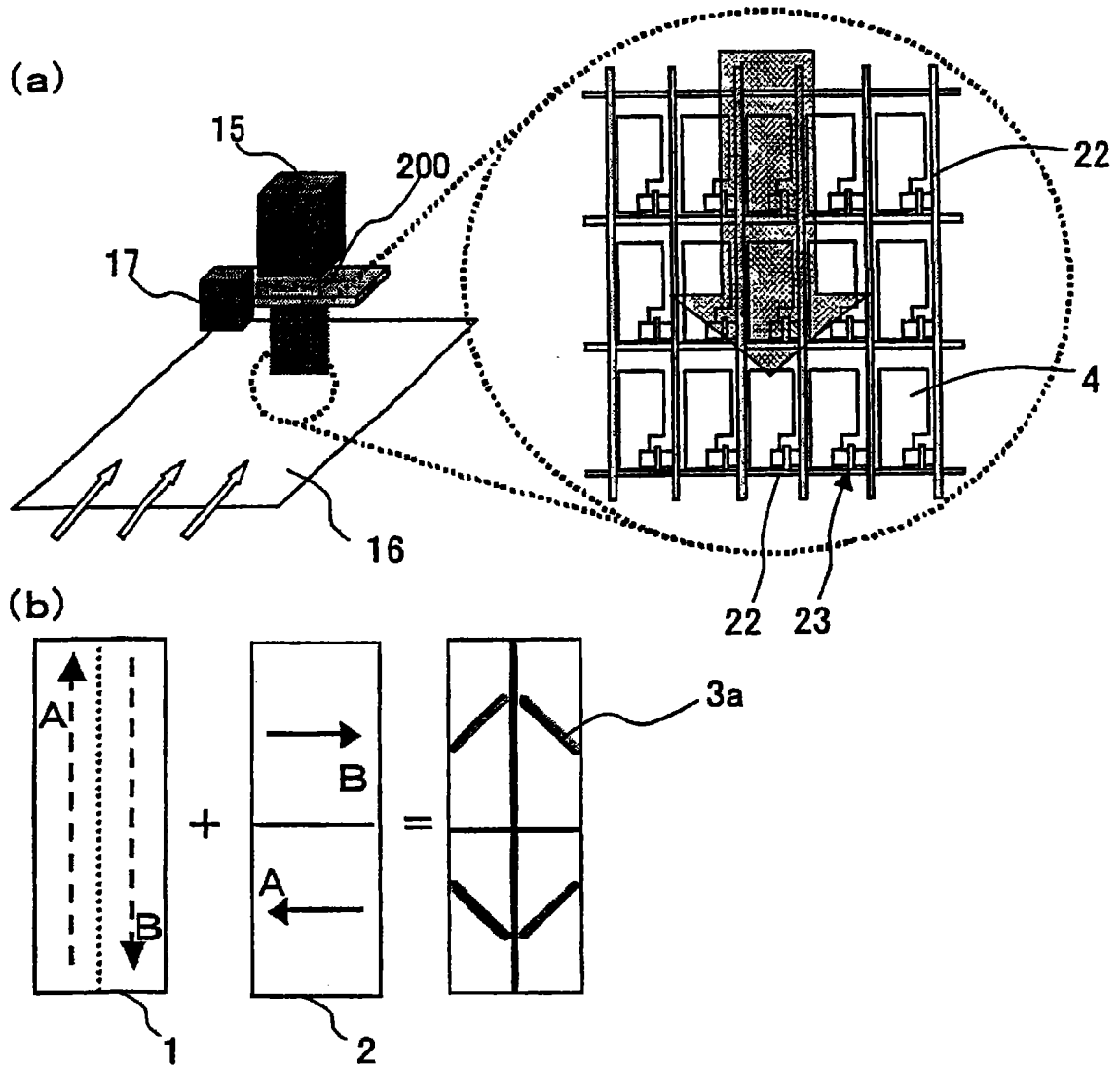


图22

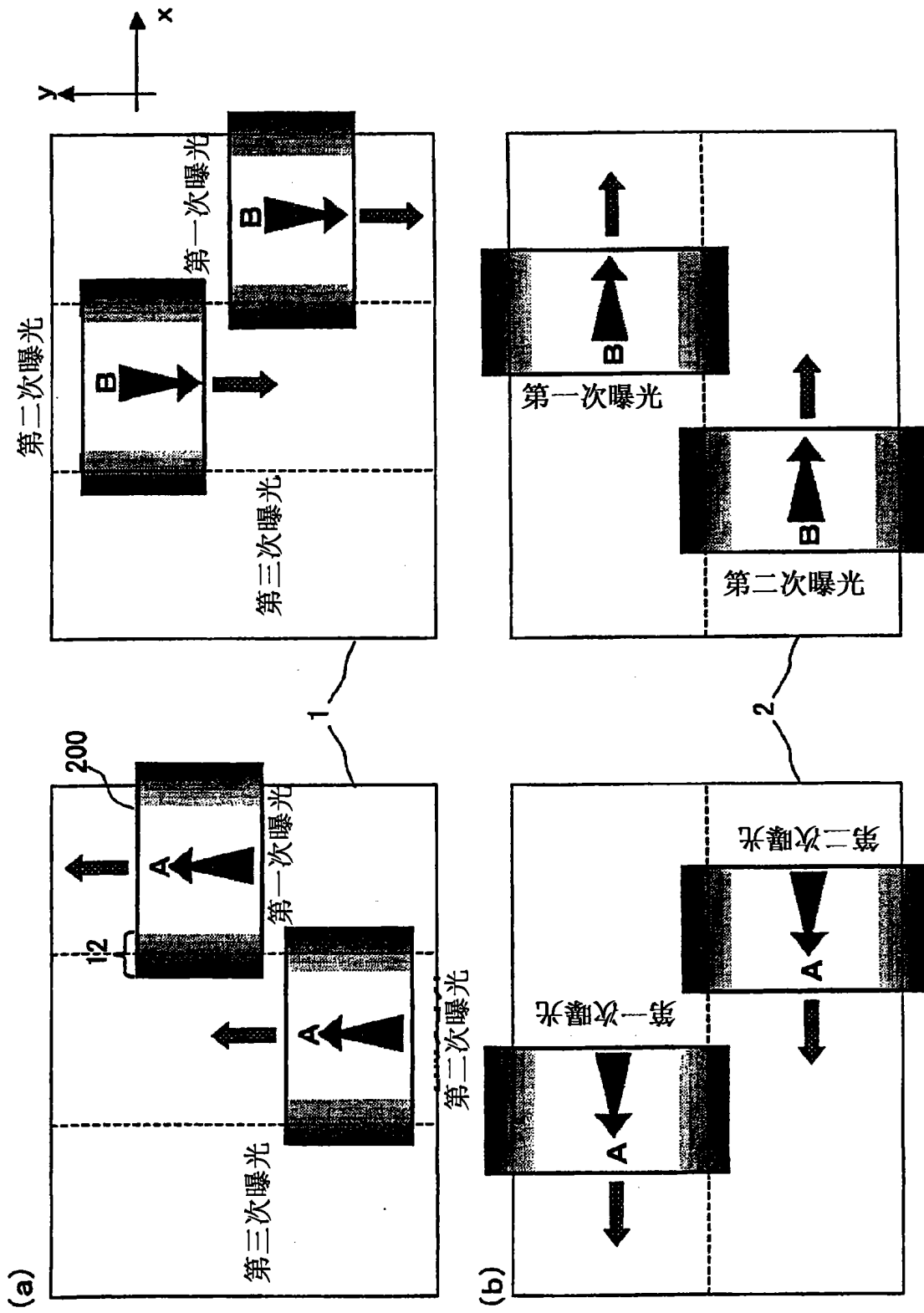


图23

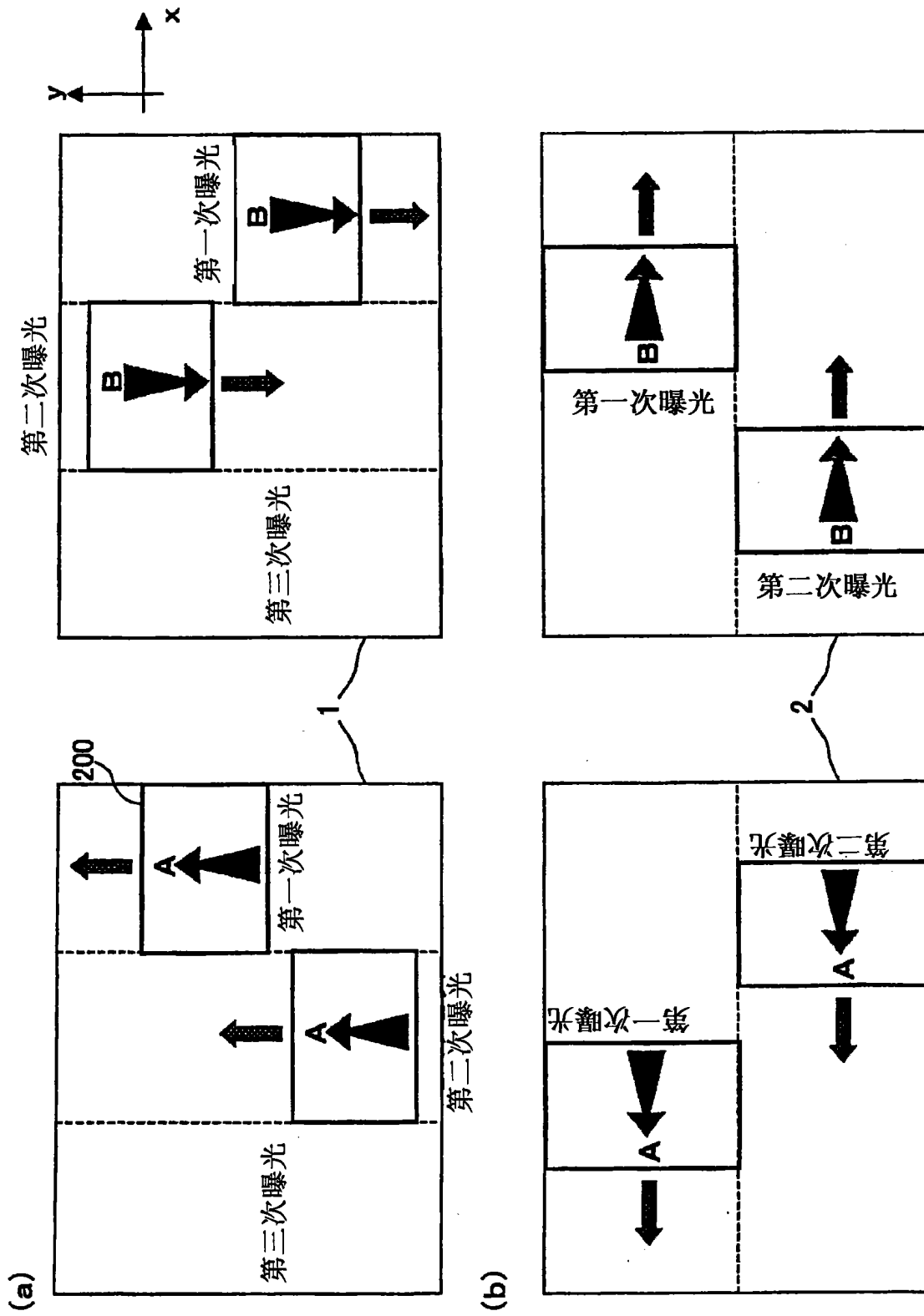


图24

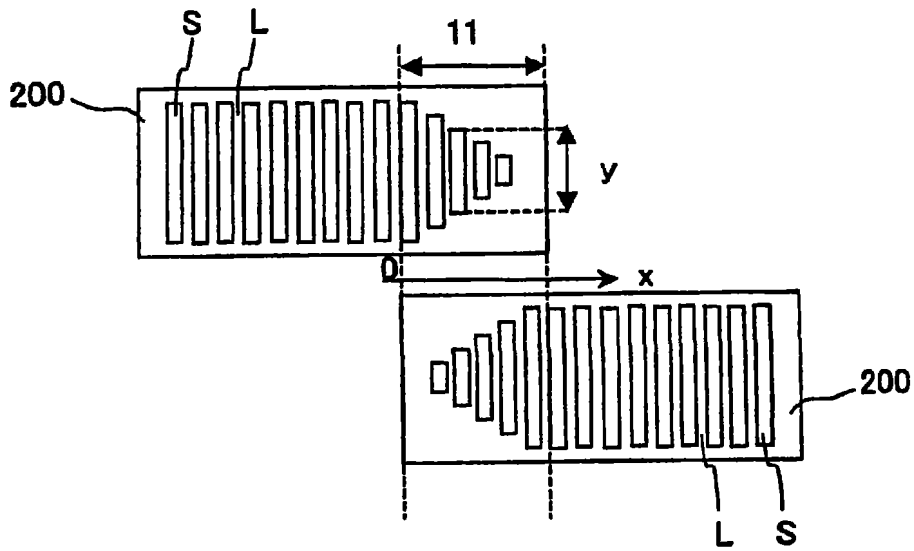


图25

Photomask 1 (1F-1)																				
HT区域(左から右に順に)																				
LINE A	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12	No.13	No.14	No.15	No.16	No.17	No.18	No.19	No.20
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	No.21	No.22	No.23	No.24	No.25	No.26	No.27	No.28	No.29	No.30	No.31	No.32	No.33	No.34	No.35	No.36	No.37	No.38	No.39	No.40
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	No.41	No.42	No.43	No.44	No.45	No.46	No.47	No.48	No.49	No.50	No.51	No.52	No.53	No.54	No.55	No.56	No.57	No.58	No.59	No.60
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	No.61	No.62	No.63	No.64	No.65	No.66	No.67	No.68	No.69	No.70	No.71	No.72	No.73	No.74	No.75	No.76	No.77	No.78	No.79	No.80
	78	76	74	72	70	68	66	64	62	60	58	56	54	52	50	48	46	44	42	40
	No.81	No.82	No.83	No.84	No.85	No.86	No.87	No.88	No.89	No.90	No.91	No.92	No.93	No.94	No.95	No.96	No.97	No.98	No.99	
	38	36	34	32	30	28	26	24	22	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2	
Photomask 2 (1F-2)																				
HT区域(左から右に順に)																				
LINE A	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12	No.13	No.14	No.15	No.16	No.17	No.18	No.19	No.20
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
	No.21	No.22	No.23	No.24	No.25	No.26	No.27	No.28	No.29	No.30	No.31	No.32	No.33	No.34	No.35	No.36	No.37	No.38	No.39	No.40
	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80
	No.41	No.42	No.43	No.44	No.45	No.46	No.47	No.48	No.49	No.50	No.51	No.52	No.53	No.54	No.55	No.56	No.57	No.58	No.59	No.60
	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	No.61	No.62	No.63	No.64	No.65	No.66	No.67	No.68	No.69	No.70	No.71	No.72	No.73	No.74	No.75	No.76	No.77	No.78	No.79	No.80
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	No.81	No.82	No.83	No.84	No.85	No.86	No.87	No.88	No.89	No.90	No.91	No.92	No.93	No.94	No.95	No.96	No.97	No.98	No.99	
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Photomask 3 (1F-3)																				
HT区域(左から右に順に)																				
LINE A	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12	No.13	No.14	No.15	No.16	No.17	No.18	No.19	No.20
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
	No.21	No.22	No.23	No.24	No.25	No.26	No.27	No.28	No.29	No.30	No.31	No.32	No.33	No.34	No.35	No.36	No.37	No.38	No.39	No.40
	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80
	No.41	No.42	No.43	No.44	No.45	No.46	No.47	No.48	No.49	No.50	No.51	No.52	No.53	No.54	No.55	No.56	No.57	No.58	No.59	No.60
	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	No.61	No.62	No.63	No.64	No.65	No.66	No.67	No.68	No.69	No.70	No.71	No.72	No.73	No.74	No.75	No.76	No.77	No.78	No.79	No.80
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	No.81	No.82	No.83	No.84	No.85	No.86	No.87	No.88	No.89	No.90	No.91	No.92	No.93	No.94	No.95	No.96	No.97	No.98	No.99	
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

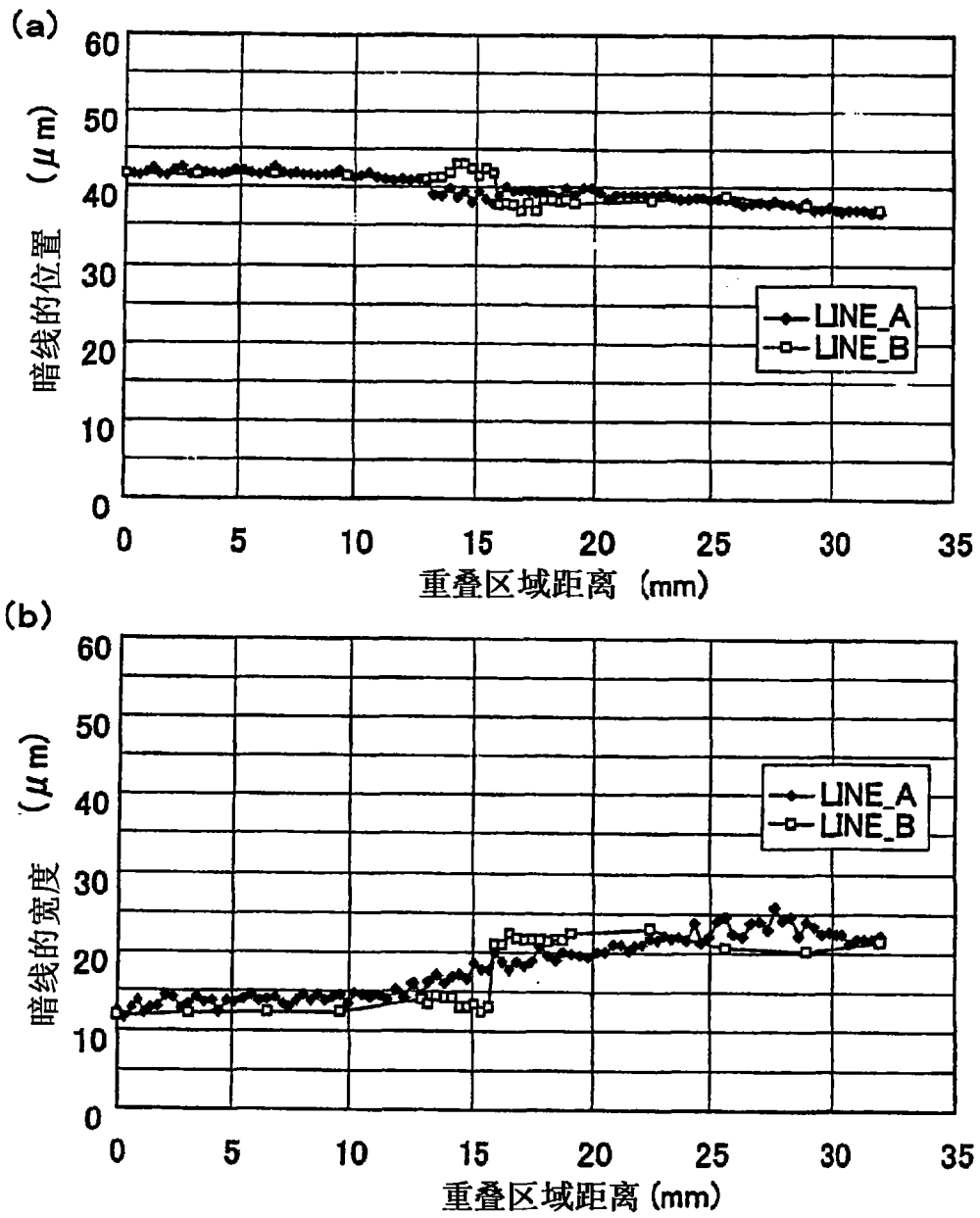


图28

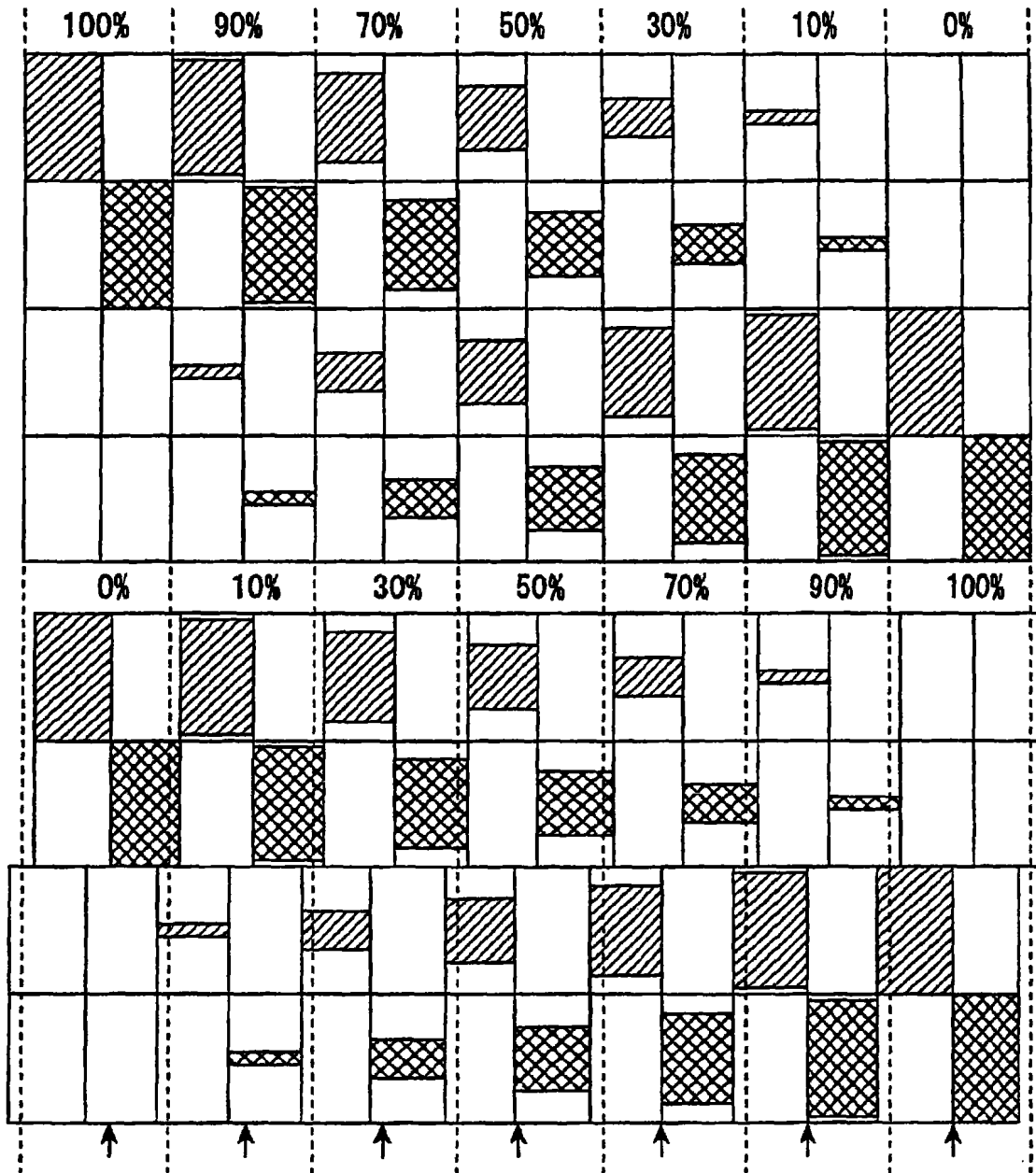


图29

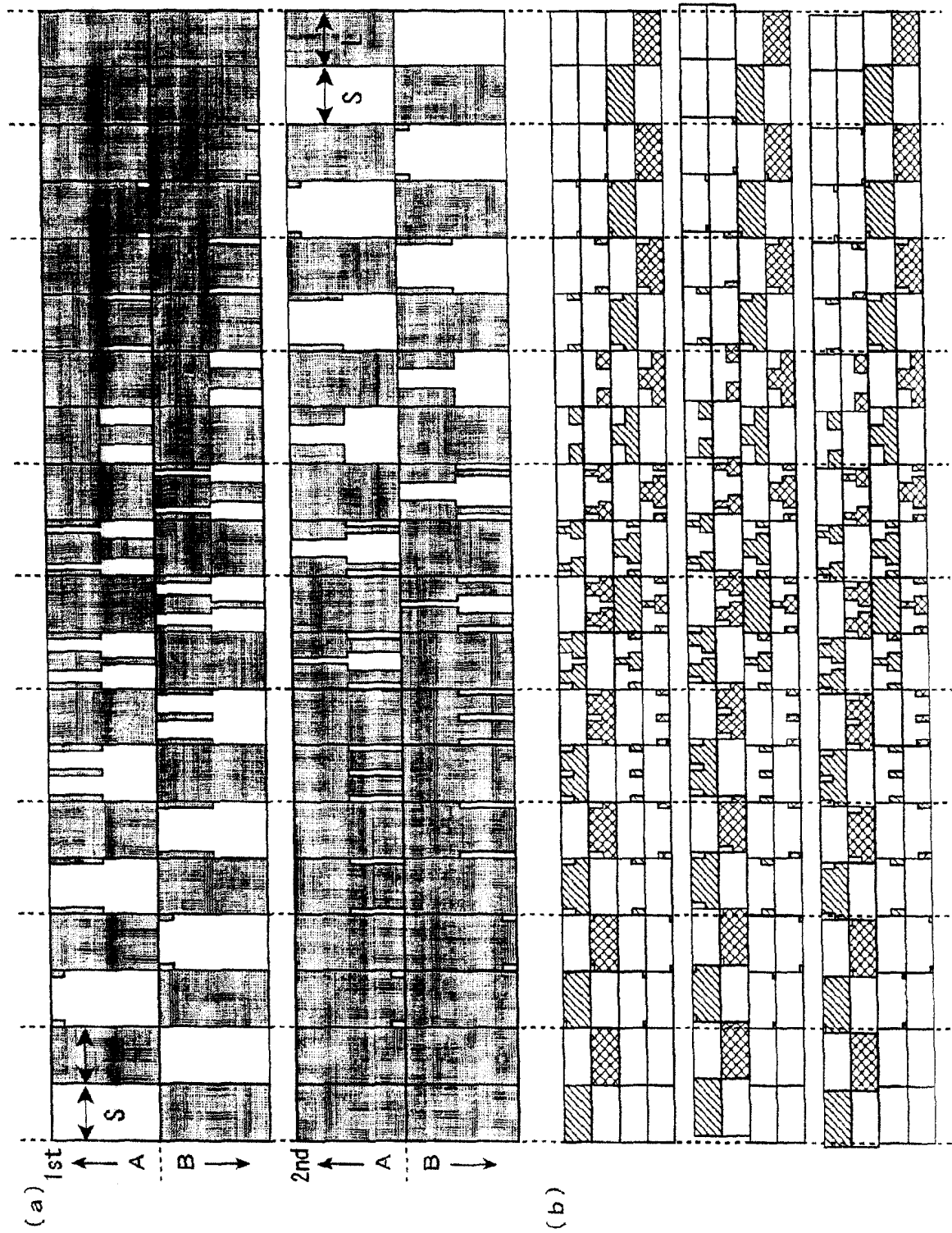


图30

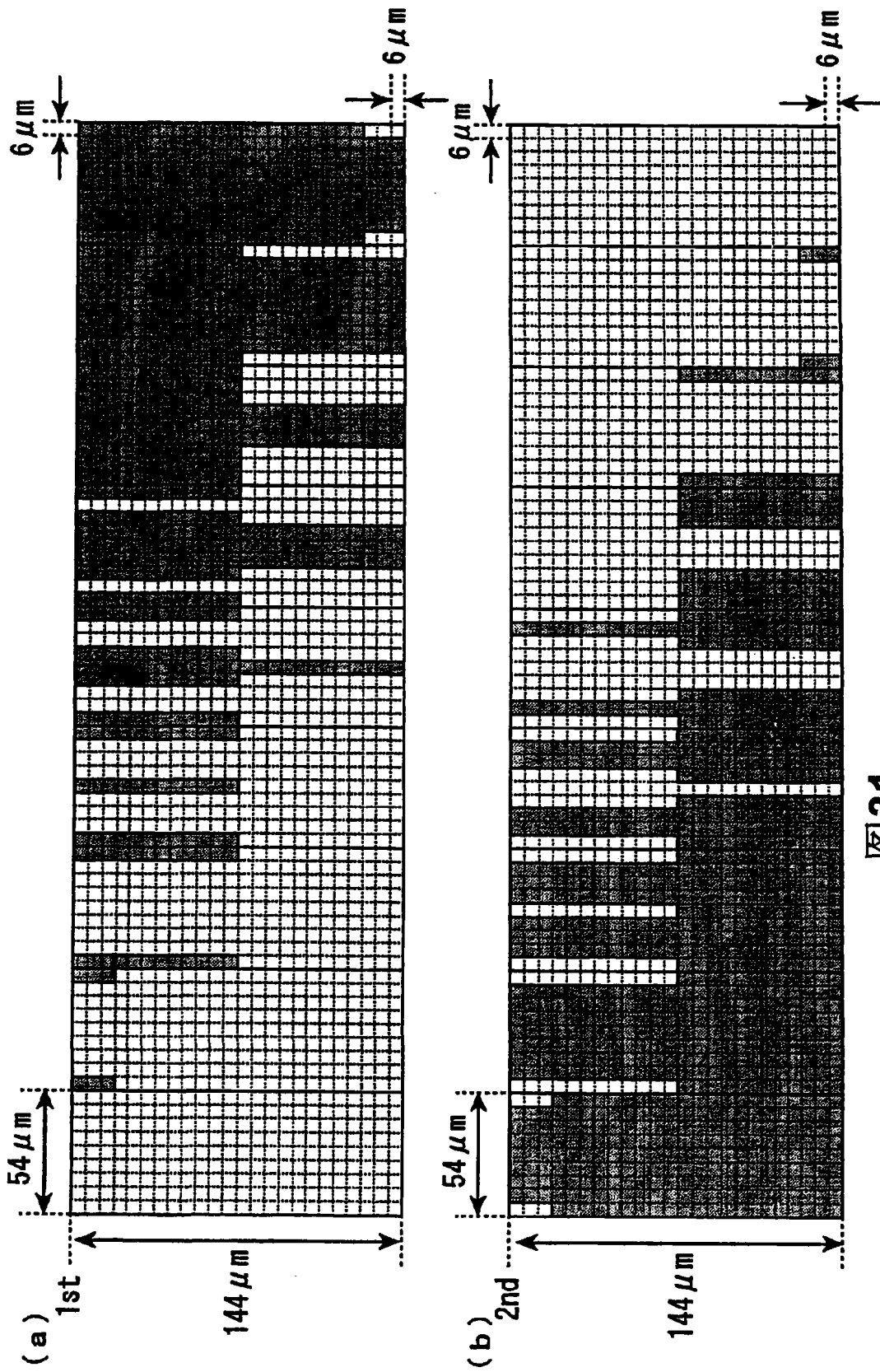


图 31

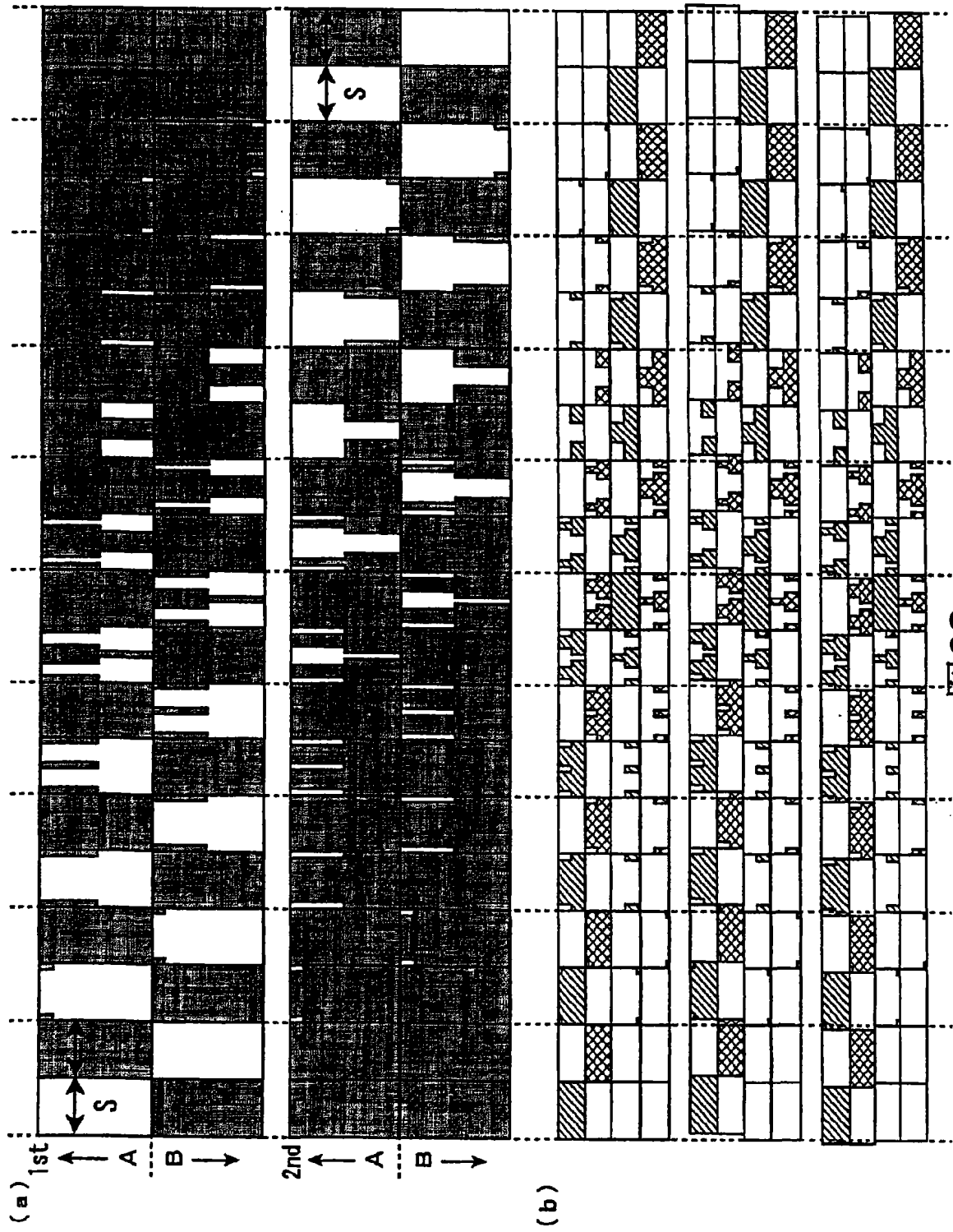


图 32

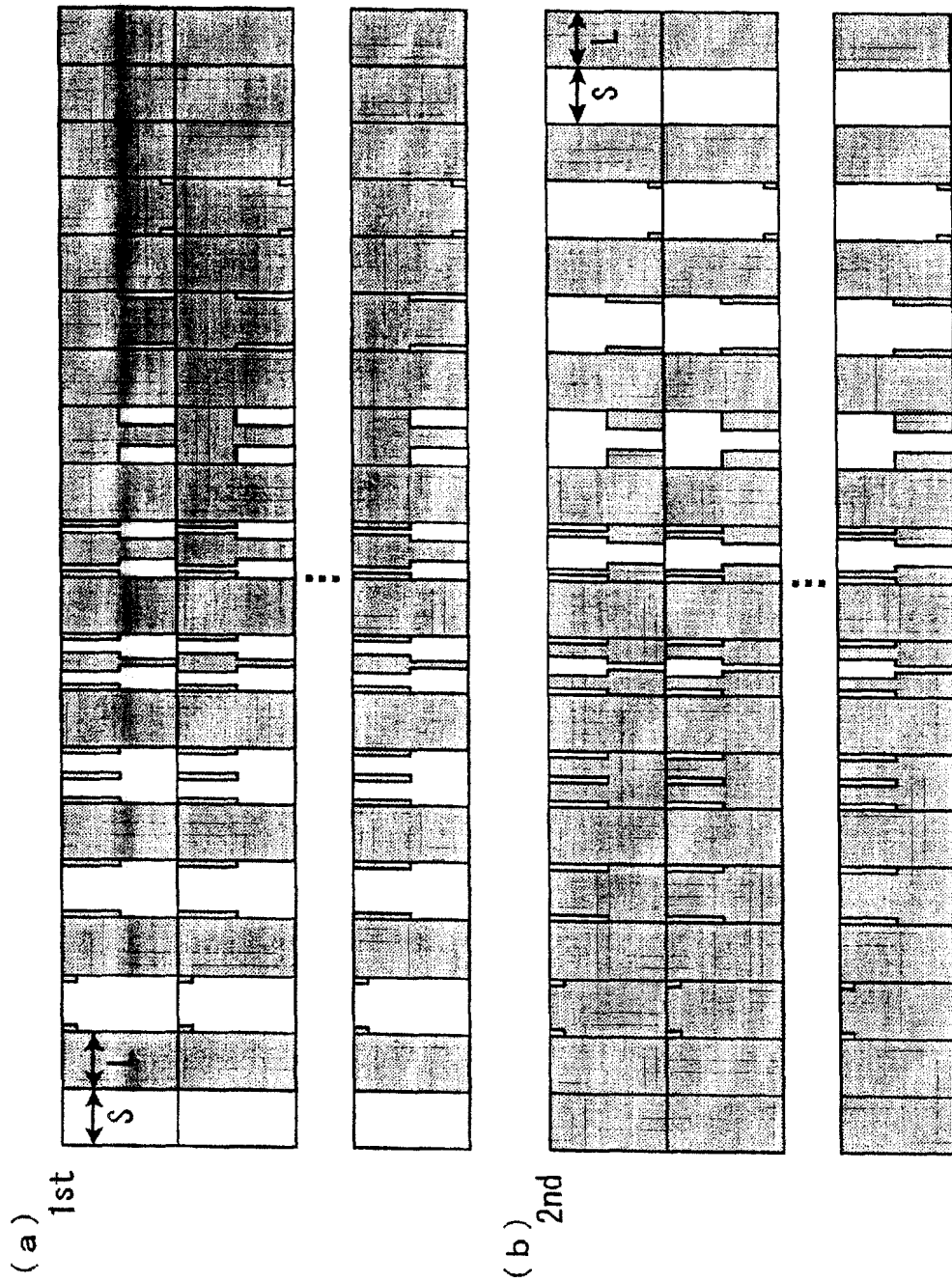


图 33

专利名称(译)	液晶显示装置的制造方法和液晶显示装置		
公开(公告)号	CN101390008A	公开(公告)日	2009-03-18
申请号	CN200780003557.9	申请日	2007-01-25
[标]申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
[标]发明人	井上威一郎 箱井博之 寺下慎一 宫地弘一		
发明人	井上威一郎 箱井博之 寺下慎一 宫地弘一		
IPC分类号	G02F1/1337		
CPC分类号	G02F1/133788 G02F1/133753		
优先权	2006017755 2006-01-26 JP		
其他公开文献	CN101390008B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供一种液晶显示装置的制造方法和液晶显示装置，在像素内形成有2个以上的畴的液晶显示装置中，即使分割基板进行取向处理的情况下，也能够抑制显示画面上产生接缝，能够提高成品率。本发明是包括一对相对的基板、设置在所述基板间的液晶层、和设置在至少一个基板的液晶层侧的表面的取向膜，并且在像素内具有取向方位不同的两个以上的区域的液晶显示装置的制造方法，其中，所述制造方法包括将基板面内分割为两个以上的曝光区域，在每个曝光区域中通过光掩模进行取向膜的曝光的曝光工序，所述曝光工序以相邻的曝光区域的一部分重复的方式进行曝光，所述光掩模具有与重复的曝光区域对应的半色调部。

