

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2014 年 12 月 31 日 (31.12.2014)



(10) 国际公布号
WO 2014/206014 A1

(51) 国际专利分类号:
G03F 7/24 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2013/088655

(22) 国际申请日: 2013 年 12 月 5 日 (05.12.2013)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201310259659.4 2013 年 6 月 26 日 (26.06.2013) CN

(71) 申请人: 京东方科技集团股份有限公司 (BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区酒仙桥路 10 号, Beijing 100015 (CN)。北京京东方显示技术有限公司 (BEIJING BOE DISPLAY TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国北京市北京市经济技术开发区经海一路 118 号, Beijing 100176 (CN)。

(72) 发明人: 万冀豫 (WAn, Jiyu); 中国北京市北京市经济技术开发区地泽路 9 号, Beijing 100176 (CN)。吴洪江 (WU, Hongjiang); 中国北京市北京市经济技术开发区地泽路 9 号, Beijing 100176 (CN)。黄常刚 (HUANG, Changgang); 中国北京市北京市经济技术开发区地泽路 9 号, Beijing 100176 (CN)。王耸 (WANG, Song); 中国北京市北京市经济技术开发区地泽路 9 号, Beijing 100176 (CN)。张继凯

(ZHANG, Jikai); 中国北京市北京市经济技术开发区地泽路 9 号, Beijing 100176 (CN)。

(74) 代理人: 北京天昊联合知识产权代理有限公司 (TEE&HOWE INTELLECTUAL PROPERTY ATTORNEYS); 中国北京市东城区建国门内大街 28 号民生金融中心 D 座 10 层陈源, Beijing 100005 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

[见续页]

(54) Title: EXPOSURE APPARATUS, EXPOSURE SYSTEM, AND EXPOSURE METHOD

(54) 发明名称: 曝光装置、曝光系统及曝光方法

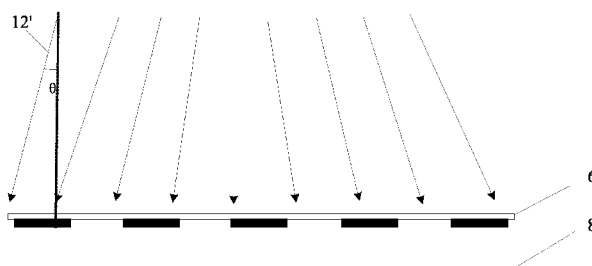


图 6 / Fig. 6

(57) Abstract: Disclosed are an exposure apparatus, an exposure system, and an exposure method. The exposure apparatus comprises a light source system, used for providing exposure light for a to-be-exposed substrate (8). The provided exposure light is scattered light, and is emitted to the to-be-exposed substrate (8) through a mask plate (6), so as to photoetch a pattern on the mask plate (6) to the to-be-exposed substrate (8). Therefore, the problem that an offset exists in a size of an exposed graphic on the substrate caused by the fact that the mask plate is deformed in a process of producing a substrate of a large-size liquid crystal display apparatus is solved, thereby ensuring accuracy of key sizes of the graphic on the substrate, and further improving display performance of the liquid crystal display apparatus.

(57) 摘要: 公开了一种曝光装置、曝光系统和曝光方法。曝光装置包括: 光源系统, 其用于向待曝光基板 (8) 提供曝光光线。所提供的曝光光线为扩散光线, 其经由掩模板 (6) 照射到待曝光基板 (8) 上, 以将掩模板 (6) 的图案光刻到待曝光基板 (8) 上。从而, 有效解决了大尺寸液晶显示装置基板制作过程中, 因掩模板弯曲变形造成的基板上曝光图形尺寸偏差的问题, 保证了基板图形关键尺寸准确性, 进而改善了液晶显示装置的显示品质。



WO 2014/206014 A1



本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

曝光装置、曝光系统及曝光方法

技术领域

本发明涉及一种曝光装置、曝光系统及曝光方法。

5

背景技术

随着液晶显示技术的发展，液晶显示装置朝着大尺寸、高解析度以及低成本的方向发展。在液晶显示装置生产过程中，利用光刻技术在衬底基板表面形成各膜层的图形是非常重要的步骤，光刻技术包
10 括利用掩模板对待曝光基板进行曝光处理。图 1 为现有技术的曝光装置结构示意图，图 2 为现有技术曝光光线示意图，如图 1 和图 2 所示，光源 1 产生的光线入射到第一平面镜 2 上，经第一平面镜 2 反射的水平光线入射到复眼透镜 3 上，经复眼透镜 3 透射的光线入射到凹面镜 4，复眼透镜 3 与凹面镜 4 距离为 D ，经凹面镜 4 反射的光线入射到
15 第二平面镜 5，经第二平面镜 5 反射的光线垂直入射到掩模板 6，且经掩模板 6 的透光区入射到待曝光基板 8 上，经过显影工艺在基板 8 上形成图形。

由于液晶显示装置朝着大尺寸方向发展，曝光工艺中使用的掩模板的尺寸也越来越大，掩模板因重力弯曲变形对于曝光图形尺寸影响的问题越来越明显。图 3 为现有技术曝光过程中掩模板弯曲的示意图，图 4 为现有技术曝光过程中的掩模板弯曲边缘区域的示意图。如图 3 和图 4 所示，在很小的范围内，可以将掩模板 6 的弧线近似为直线，对掩模板 6 的边缘进行放大分析，其中，掩模板 6 上具有用于形成第二图形 7 的第一图形 11，其中，第一图形 11 为开口，即：第一
20 图形 11 为透光区，掩模板 6 上第一图形 11 的宽度为 L_1 ，在玻璃基板 8 上形成的第二图形 7 的宽度为 L_2 ， β 为局部范围内掩模板 6 切线与水平面的夹角，曝光装置的光源系统发出的光线 12 垂直入射到掩模板 6 的上表面 9 上，当光线 12 入射到掩模板 6 的上表面 9 时，光线 12 在掩模板 6 中折射后入射到掩模板 6 的下表面 10 上，在下表面 10
25 上具有用于形成第二图形 7 的第一图形 11。其中，第一图形 11 的宽
30

度为 L_1 ，第二图形 7 的宽度为 L_2 。光线透过第一图形 11 对玻璃基板 8 进行曝光，再经显影和刻蚀工艺，在玻璃基板 8 上形成第二图形 7，由几何光学可得， $L_2 = L_1 * \cos \beta$ 。

发明人在实施本发明的过程中发现如下问题：在大尺寸的液晶显示装置的制作过程中，需要大尺寸的掩模板以形成所需图形。然而在曝光过程中，由于重力的影响，掩模板会弯曲变形，为了保证第二图形的宽度与第一图形的宽度一致，可以采用减小掩模板切线与水平面的夹角 β 的方式，比如通过挤压、负压等方式，但是这些方式都不能完全使掩模板与水平面平行，从而导致在基板上形成的第二图形尺寸有偏差，导致液晶显示技术中的 CD (Critical Dimension, 关键尺寸) 参数不准确。

发明内容

本发明提供一种曝光装置、曝光系统及曝光方法，其可以有效解决在大尺寸液晶显示装置基板制作过程中，因掩模板弯曲变形造成的基板上曝光图形尺寸偏差的问题，保证了基板图形关键尺寸准确性，进而改善了液晶显示装置的显示品质。

为实现上述目的，本发明提供一种曝光装置，该曝光装置包括：光源系统，其用于向待曝光基板提供曝光光线；

所述曝光装置特征在于，所述曝光光线为扩散光线，所述扩散光线经由所述掩模板照射到所述待曝光基板上，以将所述掩模板的图案光刻到所述待曝光基板上。

根据本发明的一些实施例，所述曝光光线照射至所述掩模板边缘处的光线的扩散角取决于所述掩模板在弯曲状态下的弯曲度。

进一步地，若所述掩模板边缘处切线与水平面的夹角为 α ，则所述曝光光线照射至所述掩模板边缘处的光线的扩散角 θ 满足： $\theta = \frac{\alpha}{2}$ 。

进一步地，若所述掩模板任一点处切线与水平面的夹角为 α_i ，则所述曝光光线照射至所述掩模板任一点处的光线的扩散角 θ_i 满足：

$$\theta_i = \frac{\alpha_i}{2}。$$

可选地，所述光源系统包括光源、第一平面镜、复眼透镜、凹面镜和第二平面镜，所述光源发出的光线依次经过所述第一平面镜、所述复眼透镜、所述凹面镜和所述第二平面镜后，照射至所述掩模板的光线为扩散光线。

可选地，所述凹面镜的半径为 R_1 ，所述凹面镜的曲率半径为 ρ_1 ，所述凹面镜与所述复眼透镜的距离为 d_1 ，三个参数的关系满足：

$$d_1 = D_1 - \frac{(-\frac{R_1^2}{2} + \rho_1^2 + R_1 \sqrt{R_1^2 - \rho_1^2}) \tan \theta}{R_1 - \left(\sqrt{R_1^2 - \rho_1^2} - \frac{R_1}{2} \right) \tan \theta}, \text{ 其中, } D_1 \text{ 为 } \frac{\rho_1}{2}。$$

可选地，所述凹面镜的半径 R_1 等于所述凹面镜的曲率半径 ρ_1 。

可选地，所述曝光装置包括用于承载待曝光基板的机台和用于承载掩模板的掩模架。

为实现上述目的，本发明提供一种曝光系统，包括掩模板和曝光装置，所述曝光装置采用上述的曝光装置。

为实现上述目的，本发明提供一种曝光方法，所述方法包括：

测定所述掩模板的弯曲度；

根据测定的掩模板的弯曲度调节曝光光线的扩散角；以及

将调节了扩散角之后的曝光光线经由掩模板照射到待曝光基板上，以将所述掩模板的图案光刻到所述待曝光基板上。

可选地，所述测定所述掩模板的弯曲度的步骤包括测定掩模板边缘处切线与水平面的夹角 α ；所述调节曝光光线的扩散角的步骤包括调节曝光光线照射至所述掩模板边缘处的光线的扩散角 θ 以满足 $\theta = \frac{\alpha}{2}$ 。

可选地，所述测定所述掩模板的弯曲度的步骤包括测定掩模板若干点处切线与水平面的夹角，计算出掩模板上任一点处切线与水平面的夹角 α_i ，或者直接测定掩模板任一点处切线与水平面的夹角 α_i ；

所述调节曝光光线的扩散角的步骤包括调节曝光光线照射至所述掩模板任一点处的光线的扩散角 θ_i ，满足 $\theta_i = \frac{\alpha_i}{2}$ 。

可选地，通过根据如下等式调节所述凹面镜的半径 R_1 、所述凹面镜的曲率半径 ρ_1 和所述凹面镜与所述复眼透镜之间的距离 d_1 三个参数当中的任意一个或多个来调节扩散角 θ ：

$$d_1 = D_1 - \frac{\left(-\frac{R_1^2}{2} + \rho_1^2 + R_1 \sqrt{R_1^2 - \rho_1^2}\right) \tan \theta}{R_1 - \left(\sqrt{R_1^2 - \rho_1^2} - \frac{R_1}{2}\right) \tan \theta}, \text{ 其中, } D_1 \text{ 为 } \frac{\rho_1}{2}.$$

可选地，所述凹面镜的半径 R_1 等于所述凹面镜的曲率半径 ρ_1 。

本发明提供的曝光装置、曝光系统及曝光方法中，该曝光装置包括用于向待曝光基板提供曝光光线的光源系统，所述曝光光线为扩散光线；曝光光线经由所述掩模板照射到所述基板上，将所述掩模板的图案光刻到所述基板上。所示光源系统提供的扩散的曝光光线与呈弯曲状态的掩模板相匹配，可以有效解决在大尺寸液晶显示装置基板制作过程中，因掩模板弯曲变形造成的基板上曝光图形尺寸偏差的问题，保证了基板图形关键尺寸准确性，进而改善了液晶显示装置的显示品质。

附图说明

图 1 为现有技术的曝光装置的结构示意图；

图 2 为现有技术曝光光线示意图；

图 3 为现有技术曝光过程中掩模板弯曲的示意图；

图 4 为现有技术曝光过程中掩模板弯曲边缘区域的示意图；

图 5 为本发明实施例一提供的一种曝光装置的结构示意图；

图 6 为本发明实施例一提供的曝光光线示意图；

图 7 为本发明实施例一提供的曝光过程中局部区域的示意图；

图 8 为本发明实施例二提供的一种曝光方法的流程图；

图 9 为本发明实施例三提供的一种曝光系统的结构示意图。

具体实施方式

为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例的附图，对本发明实施例的技术方案进行清楚、完整地描述。显然，所描述的实施例是本发明的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于所描述的本发明的实施例，本领域普通技术人员在无需创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。另外，附图仅为示意性示图，图中各个部件的长度、厚度、高度等尺寸并没有按照比例进行绘制，并且各个部件之间的相对位置关系不是与实际的相对位置关系完全一致，因此，所述附图仅用于方便对本发明的描述和解释，而不是对本发明范围的限制。

图 5 为本发明实施例一提供的一种曝光装置的结构示意图。如图 5 所示，该曝光装置包括光源系统，其提供扩散的曝光光线。曝光光线经由掩模板 6 照射到基板上，以将掩模板 6 的图案光刻到基板 8 上。曝光装置还包括用于承载待曝光基板的机台（图中未示出）和用于承载掩模板的掩模架（图中未示出）。

在图 5 所示的实施例中，该光源系统包括光源 1、第一平面镜 2、复眼透镜 3、凹面镜 4 和第二平面镜 5。光源 1 发出的光线依次经过第一平面镜 2、复眼透镜 3、凹面镜 4 和第二平面镜 5 后成为扩散光线，随后经由掩模板 6 照射基板 8，以对基板 8 进行曝光。具体地，光源 1 产生的光线入射到第一平面镜 2 上，经第一平面镜 2 反射后的光线入射到复眼透镜 3 上，经复眼透镜 3 透射的光线入射到凹面镜 4，经凹面镜 4 反射后的光线入射到第二平面镜 5 上，这样经第二平面镜 5 反射的光线入射到掩模板 6 上，入射到掩模板 6 的曝光光线为扩散光线。

下面结合图 6 和图 7 对本发明实施例一提供的曝光装置的工作过程进行详细描述。图 6 为本发明实施例一提供的曝光光线示意图，图 7 为本发明实施例一提供的曝光过程中局部区域的放大示意图。

具体地，在实际应用中，在制作大尺寸液晶面板过程中，需要大尺寸的掩模板以形成所需图形。由于重力原因掩模板会弯曲变形，

使得掩模板中心部分下垂而边缘部分翘起。如图 7 所示, 在很小的范围内, 可以将以侧视图示出的弯曲的掩模板 6 的弧线近似为直线。对掩模板 6 的边缘进行放大分析, 其中, 在掩模板 6 的下表面 10 上形成有尺寸为 L_1 的第一图形 11。该第一图形 11 为开口, 即透光区。

由光源 1 发出的光经过第一平面镜 2、复眼透镜 3 和凹面镜 4 到达第二平面镜 5, 经第二平面镜 5 反射后入射到掩模板 6 上。曝光光线照射至掩模板 6 的光线中最外缘光线 12' 以扩散角 θ 入射到掩模板 6 的上表面 9, 并且在掩模板 6 中折射后入射到掩模板 6 的下表面 10 上, 其中扩散角 θ 为曝光光线与垂直于基板 8 的方向的夹角。透过第一图形 11 的光线 12' 照射到基板 8 上, 完成了对基板 8 的曝光过程。此后再经过显影、刻蚀工艺, 在基板 8 上形成尺寸为 L_3 的第二图形 7' (曝光图形)。

根据本发明的实施例, 为了消除掩模板的弯曲变形所带来的影响, 使得曝光后的基板上的图形尺寸与掩模板上的图形尺寸一致, 可以将入射到掩模板的曝光光线调节为扩散光线以与掩模板的弯曲程度相对应。

如图 7 所示, 根据本实施例的曝光系统投射到掩模板 6 边缘处的曝光光线是被适当扩散后的光线。呈弯曲状态的掩模板 6 边缘处的切线与水平面形成夹角 α 。根据几何学可以容易地得出, 当曝光光线照射至掩模板 6 边缘处的光线的扩散角 θ 满足 $\theta = \frac{\alpha}{2}$ 时, 能够实现 $L_3 = L_1$, 其中扩散角 θ 为曝光光线与垂直于基板的方向的夹角。

在本实施例中, 可以通过改变复眼透镜 3 与凹面镜 4 之间的距离, 来将投射到掩模板 6 边缘处的光线的扩散角 θ 调节到适当的大小。复眼透镜 3 与凹面镜 4 之间的距离 d_1 可以根据如下等式 (1) 来设置:

$$d_1 = D_1 - \frac{\left(-\frac{R_1^2}{2} + \rho_1^2 + R_1 \sqrt{R_1^2 - \rho_1^2}\right) \tan \theta}{R_1 - \left(\sqrt{R_1^2 - \rho_1^2} - \frac{R_1}{2}\right) \tan \theta} \quad (1)$$

其中, R_1 为凹面镜 4 的半径, ρ_1 为凹面镜 4 的曲率半径, D_1 为 $\frac{\rho_1}{2}$ 。

因此, 在 R_1 和 ρ_1 固定的情况下, 当测得掩模板 6 边缘处的切线与水平面之间的夹角 α 的值时, 根据上式可以得出能够使掩模板 6 边缘处的曝光光线的扩散角 θ 与掩模板的弯曲度相适应的距离 d_1 。通过以该适当的距离 d_1 来设置复眼透镜 3 的位置, 可以使得曝光光线照射到掩模

板 6 的光线中最外缘光线 12' 的扩散角 $\theta = \frac{\alpha}{2}$ 。结果, 第二图形 7'

的宽度 L_3 等于第一图形 11 的宽度 L_1 , 即 $L_1 = L_3$ 。因此, 通过本实施例的曝光装置, 消除了生产过程中由重力作用导致的大掩模板的弯曲变形对曝光图形尺寸的不良影响, 改善了液晶显示装置产品的显示品质。在一些实施例中, 可以优选地对照射至掩模板 6 任一点处的光线的扩散角进行适当调节。即, 根据以下等式, 将照射至掩模板 6 任一点处的光线的扩散角 θ_i 调节为等于呈弯曲状态的掩模板 6 上的对应点处的切线与水平面的夹角 α_i 的一半:

$$\theta_i = \frac{\alpha_i}{2} \quad (2)$$

因此, 可以不采用掩模板边缘处的曝光光线的扩散角 θ , 而是采用掩模板上任意一点处的光线的扩散角来基于上述等式 (1) 和 (2) 计算 d_1 , 从而获得与掩模板的弯曲状况相适应的发散光线。在本发明的一个优选实施例中, 可以将凹面镜 4 的半径 R_1 设置为等于凹面镜 4 的曲率半径 ρ_1 , 即

$$R_1 = \rho_1 \quad (3),$$

并适当地调节凹面镜 4 与复眼透镜 3 之间的距离 d_1 , 使得上文所述的等式 (1) 成立:

$$d_1 = D_1 - \frac{\left(-\frac{R_1^2}{2} + \rho_1^2 + R_1 \sqrt{R_1^2 - \rho_1^2}\right) \tan \theta}{R_1 - \left(\sqrt{R_1^2 - \rho_1^2} - \frac{R_1}{2}\right) \tan \theta} \quad (1)$$

将等式 (3) 代入上式 (1) 中, 可得到如下等式 (4):

$$d_1 = D_1 - \frac{\rho_1}{2 + \tan \theta} \quad (4)$$

其中， θ 为掩模板 6 边缘处的曝光光线的扩散角， D_1 为 $\frac{\rho_1}{2}$ 。

在本发明的一些具体实施例中，可以不是仅改变复眼透镜 3 与凹面镜 4 之间的距离 d_1 ，而是可以同时改变凹面镜 4 的半径 R_1 、凹面镜 4 的曲率半径 ρ_1 、复眼透镜 3 与凹面镜 4 之间的距离 d_1 三个参数中的任意一个或多个，只要三者之间的关系满足等式

$$d_1 = D_1 - \frac{(-\frac{R_1^2}{2} + \rho_1^2 + R_1 \sqrt{R_1^2 - \rho_1^2}) \tan \theta}{R_1 - \left(\sqrt{R_1^2 - \rho_1^2} - \frac{R_1}{2} \right) \tan \theta} \text{ 即可。}$$

另外，在一些其他的实施例中，还可以通过改变光源系统中的其他部件的尺寸、位置、形状之类的参数或者通过增加一些元件来使曝光装置中的光源系统发出的曝光光线为扩散光，并通过适当的调节来使得该扩散光的扩散角与掩模板的弯曲度之间达到最佳匹配。

现有技术的光源系统中，复眼透镜 3 与凹面镜 4 的距离恰为凹面镜 4 的曲率半径的一半。为与本发明的实施例相区别，设现有技术的光源系统中的复眼透镜 3 与凹面镜 4 的距离为 D ，凹面镜 4 的曲率半径为 ρ ，则现有技术的光源系统中的复眼透镜 3 与凹面镜 4 的距离 $D = \rho/2$ ，即复眼透镜 3 处于凹面镜 4 焦点的位置。光源发射的光经光源系统中各部件转化为平行光垂直入射至掩模板 6。

本发明为解决掩模板 6 弯曲变形导致的基板 8 上形成的图形尺寸偏差问题，将垂直入射至掩模板 6 的平行光变为扩散光，使得基板 8 上形成的图形与掩模板 6 上的图形的尺寸一致。本发明实施例可以通过改变现有技术的光源系统中的复眼透镜 3 与凹面镜 4 的距离，使光源系统射出的光线具有一定的扩散角。具体方式可以是将复眼透镜

3 向凹面镜 4 一侧移动如下距离：
$$\frac{(-\frac{R^2}{2} + \rho^2 + R \sqrt{R^2 - \rho^2}) \tan \theta}{R - \left(\sqrt{R^2 - \rho^2} - \frac{R}{2} \right) \tan \theta}$$
；也就是

使得凹面镜 4 与复眼透镜 3 的距离 d_1 满足

$$d_1 = D - \frac{\left(-\frac{R^2}{2} + \rho^2 + R\sqrt{R^2 - \rho^2}\right) \tan \theta}{R - \left(\sqrt{R^2 - \rho^2} - \frac{R}{2}\right) \tan \theta}。$$

此外,本发明实施例也可以通过改变凹面镜 4 的半径或凹面镜 4 的曲率半径使光源系统射出的光线具有一定的扩散角,或者同时改变凹面镜 4 的半径 R_1 、凹面镜 4 的曲率半径 ρ_1 、和凹面镜与复眼透镜距离 d_1 当中的任意一个或多个,只要三者满足

$$d_1 = D_1 - \frac{\left(-\frac{R_1^2}{2} + \rho_1^2 + R_1\sqrt{R_1^2 - \rho_1^2}\right) \tan \theta}{R_1 - \left(\sqrt{R_1^2 - \rho_1^2} - \frac{R_1}{2}\right) \tan \theta} \text{ 即可 (其中, } R_1 \text{ 为本发明实施例中}$$

的凹面镜 4 的半径, ρ_1 为凹面镜 4 的曲率半径, $D_1 = \frac{\rho_1}{2}$)。当然,通

过改变光源系统中的其他部件的尺寸、位置或者增加一些元件也可以达到使曝光装置中的光源系统发射的光线为扩散光的目的。在本实施例提供的曝光装置中,由于光源系统能够向待曝光基板提供扩散光线作为曝光光线,因此可以有效解决在大尺寸液晶显示装置基板制作过程中,因掩模板弯曲变形造成的基板上曝光图形尺寸偏差的问题,保证了基板图形关键尺寸准确性,进而改善了液晶显示装置的显示品质。

图 8 为本发明实施例二提供的一种曝光方法的流程示意图,该曝光方法基于上述的曝光装置。

参照图 8,在步骤 S101,测定所述掩模板的弯曲度。

在一个具体实施例中,测定所述掩模板的弯曲度为测定掩模板边缘处切线与水平面的夹角 α ;或者测定掩模板若干点处切线与水平面的夹角,计算出掩模板上任一点处切线与水平面的夹角 α_i ,或者直接测定任一点处切线与水平面的夹角 α_i 。

在步骤 S102,根据测定的掩模板的弯曲度调节曝光光线的扩散

角。

具体地，根据测定的掩模板的弯曲度调节曝光光线的扩散角为调节曝光光线照射至掩模板边缘处的光线的扩散角 θ ，满足 $\theta = \frac{\alpha}{2}$ ；或者调节曝光光线照射至掩模板任一点处的光线的扩散角 θ_i ，满足

5 $\theta_i = \frac{\alpha_i}{2}$ 。

结合图 7 对实现本曝光方法的具体过程进行说明。要实现本曝光方法需要先测定掩模板 6 的弯曲度，测定掩模板 6 弯曲度的方法有很多，如通过测定掩模板 6 上的图形尺寸 L_1 ，曝光光线为平行垂直入射光时，经掩模板 6 曝光的形成在基板 8 上的曝光图形的尺寸 L_2 ，

10 可以计算出掩模板 6 的弯曲度。

在一个实施例中，可以仅测量或计算得到掩模板 6 边缘处与水平面的夹角 α ，然后调整入射至掩模板边缘区域的曝光光线的扩散角 θ 以使其满足 $\theta = \alpha/2$ ，从而在基板 8 上可以形成与掩模板 6 上的图形尺寸一致的曝光图形。

在另一实施例中，弯曲度可以通过掩模板 6 上任一点处的切线与水平面的夹角 α_i 表征，由几何关系可得， $\alpha_i = \arccos(L_2/L_1)$ 。调整入射至掩模板的曝光光线的角度，使得入射至掩模板 6 各处的光线的扩散角满足 $\theta_i = \frac{\alpha_i}{2}$ 。

15

随后，可以通过本技术领域中的已知技术对掩模板进行曝光，比如先在基板 8 上涂覆光刻胶，然后利用根据本发明的实施例调节后的扩散光线来对基板 8 进行曝光。

20

如图 7 所示，掩模板的图形的尺寸为 L_1 ，基板上曝光图形的尺寸为 L_3 ，通过本发明的实施例的曝光方法可以使得掩模板的图形的尺寸 L_1 等于基板上曝光图形的尺寸 L_3 ，即 $L_1 = L_3$ 。

本实施例提供的曝光方法，该曝光方法基于上述曝光装置，该曝光方法包括：测定所述掩模板的弯曲度；根据测定的掩模板的弯曲

25

度调节曝光光线的扩散角,其可以有效解决在大尺寸液晶显示装置基板制作过程中,因掩模板弯曲变形造成的基板上曝光图形尺寸偏差的问题,保证了基板图形关键尺寸准确性,进而改善了液晶显示装置的显示品质。

5 图 9 为本发明实施例三提供的一种曝光系统的结构示意图, 如图 9 所示, 该曝光系统包括: 掩模板 6 和曝光装置, 该曝光装置采用根据本发明任意一个实施例的曝光装置。

10 在所述曝光系统中, 所述曝光装置对光源发出的光进行调节, 使其在照射到掩模板 6 之前成为扩散光。扩散的曝光光线经由所述掩模板照射到所述基板上, 将所述掩模板的图案光刻到所述基板上。该扩散光的扩散角被适当地调节, 以与掩模板 6 的弯曲程度相适应。可以采用如上所述的根据本发明的曝光方法来调节扩散光的扩散角。

15 通过根据本发明的曝光系统, 可以有效解决在大尺寸液晶显示装置基板制作过程中, 因掩模板弯曲变形造成的基板上曝光图形尺寸偏差的问题, 保证了基板图形关键尺寸准确性, 进而改善了液晶显示装置的显示品质。

20 可以理解的是, 以上实施方式仅仅是为了说明本发明的原理而采用的示例性实施方式, 然而本发明并不局限于此。对于本领域内的普通技术人员而言, 在不脱离本发明的精神和实质的情况下, 可以做出各种变型和改进, 这些变型和改进也视为本发明的保护范围。

权利要求

1. 一种曝光装置，包括：

光源系统，其用于向待曝光基板提供曝光光线，

5 所述曝光装置特征在于，所述曝光光线为扩散光线，所述扩散光线经由掩模板照射到所述待曝光基板上，以将所述掩模板的图案光刻到所述待曝光基板上。

2. 根据权利要求 1 所述的曝光装置，其特征在于，

10 所述曝光光线照射至所述掩模板边缘处的光线的扩散角取决于所述掩模板在弯曲状态下的弯曲度。

3. 根据权利要求 2 所述的曝光装置，其特征在于，

15 若所述掩模板边缘处的切线与水平面的夹角为 α ，则所述曝光光线照射至所述掩模板边缘处的光线的扩散角 θ 满足： $\theta = \frac{\alpha}{2}$ 。

4. 根据权利要求 2 所述的曝光装置，其特征在于，

20 若所述掩模板在任一点处的切线与水平面的夹角为 α_i ，则所述曝光光线照射至所述掩模板的任一点处的光线的扩散角 θ_i 满足： $\theta_i = \frac{\alpha_i}{2}$ 。

5. 根据权利要求 1-4 中任一项所述的曝光装置，其特征在于，

25 所述光源系统包括光源、第一平面镜、复眼透镜、凹面镜和第二平面镜，所述光源发出的光线依次经过所述第一平面镜、所述复眼透镜、所述凹面镜和所述第二平面镜后，照射至所述掩模板的光线为扩散光线。

6. 根据权利要求 5 所述的曝光装置，其特征在于，设所述凹面镜的半径为 R_1 ，所述凹面镜的曲率半径为 ρ_1 ，并且所述凹面镜与所述复眼透镜的距离为 d_1 ，则三个参数 R_1 、 ρ_1 和 d_1 的关系满足：

30

$$d_1 = D_1 - \frac{(-\frac{R_1^2}{2} + \rho_1^2 + R_1 \sqrt{R_1^2 - \rho_1^2}) \tan \theta}{R_1 - \left(\sqrt{R_1^2 - \rho_1^2} - \frac{R_1}{2} \right) \tan \theta}, \text{ 其中, } D_1 \text{ 为 } \frac{\rho_1}{2}.$$

7. 根据权利要求 6 所述的曝光装置，其特征在于，所述凹面镜的半径 R_1 等于所述凹面镜的曲率半径 ρ_1 。

5

8. 根据权利要求 1 所述的曝光装置，其特征在于，所述曝光装置包括：

用于承载所述待曝光基板的机台；

用于承载所述掩模板的掩模架。

10

9. 一种曝光系统，包括掩模板和曝光装置，其特征在于，所述曝光装置采用如权利要求 1-8 中任一项所述的曝光装置。

10. 一种曝光方法，其特征在于包括步骤：

15

测定所述掩模板的弯曲度；

根据测定的掩模板的弯曲度调节曝光光线的扩散角；以及

将调节了扩散角之后的曝光光线经由掩模板照射到待曝光基板上，以将所述掩模板的图案光刻到所述待曝光基板上。

20

11. 根据权利要求 10 所述的曝光方法，其特征在于，

所述测定所述掩模板的弯曲度的步骤包括测定掩模板边缘处切线与水平面的夹角 α ；

所述根据测定的掩模板的弯曲度调节曝光光线的扩散角的步骤包括调节曝光光线照射至所述掩模板边缘处的光线的扩散角 θ 以满足 $\theta = \frac{\alpha}{2}$ 。

25

12. 根据权利要求 10 所述的曝光方法，其特征在于，

所述测定所述掩模板的弯曲度的步骤包括测定掩模板若干点处

切线与水平面的夹角, 计算出掩模板上任一点处切线与水平面的夹角 α_i , 或者直接测定掩模板任一点处切线与水平面的夹角 α_i ;

所述根据测定的掩模板的弯曲度调节曝光光线的扩散角的步骤包括调节曝光光线照射至所述掩模板任一点处的光线的扩散角 θ_i 以满足 $\theta_i = \frac{\alpha_i}{2}$ 。

5

13. 根据权利要求 11 所述的曝光方法, 其特征在于,

设凹面镜的半径为 R_1 , 凹面镜的曲率半径为 ρ_1 , 并且凹面镜与复眼透镜之间的距离为 d_1 , 通过根据如下等式调节三个参数 R_1 、 ρ_1 和 d_1 当中的任意一个或多个来调节扩散角 θ :

10

$$d_1 = D_1 - \frac{\left(-\frac{R_1^2}{2} + \rho_1^2 + R_1 \sqrt{R_1^2 - \rho_1^2}\right) \tan \theta}{R_1 - \left(\sqrt{R_1^2 - \rho_1^2} - \frac{R_1}{2}\right) \tan \theta}, \text{ 其中, } D_1 \text{ 为 } \frac{\rho_1}{2}。$$

14. 根据权利要求 13 所述的曝光方法, 其特征在于, 凹面镜的半径 R_1 等于所述凹面镜的曲率半径 ρ_1 。

15

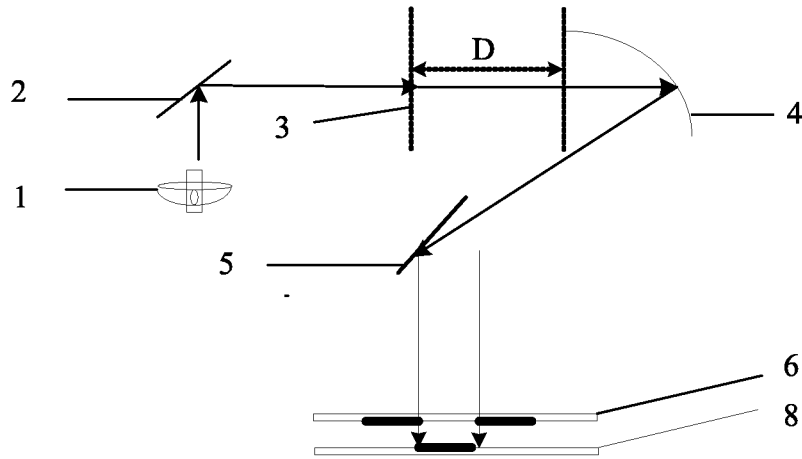


图 1

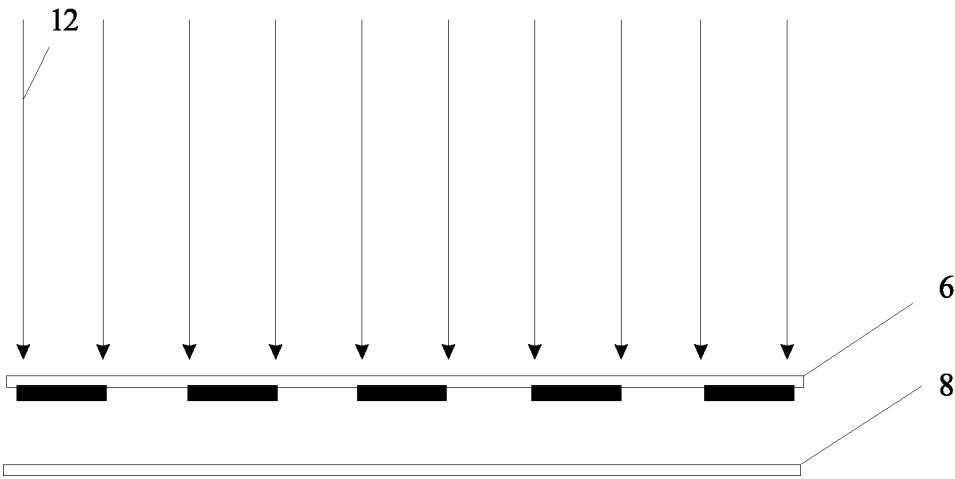


图 2

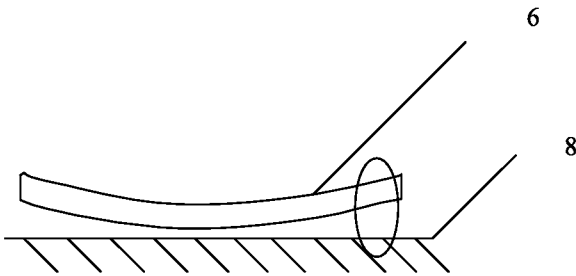


图 3

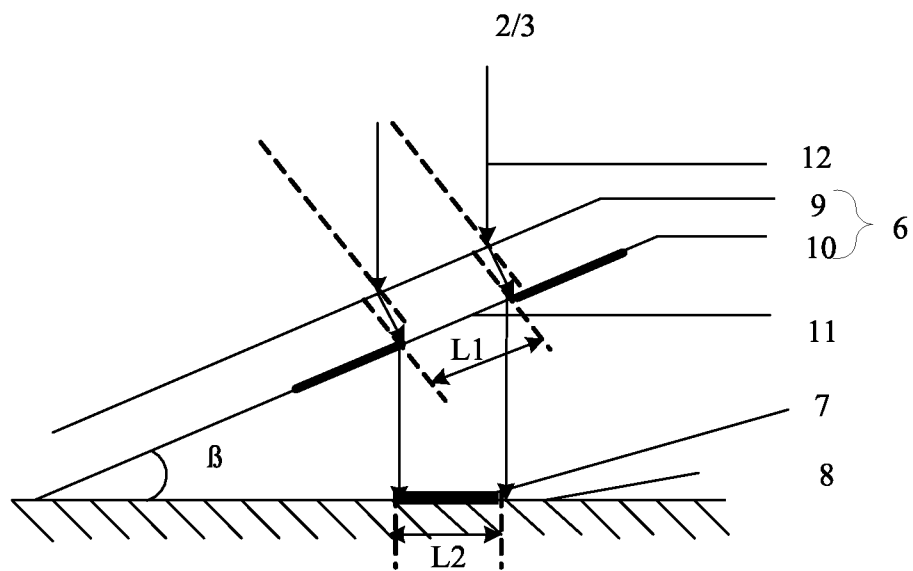


图 4

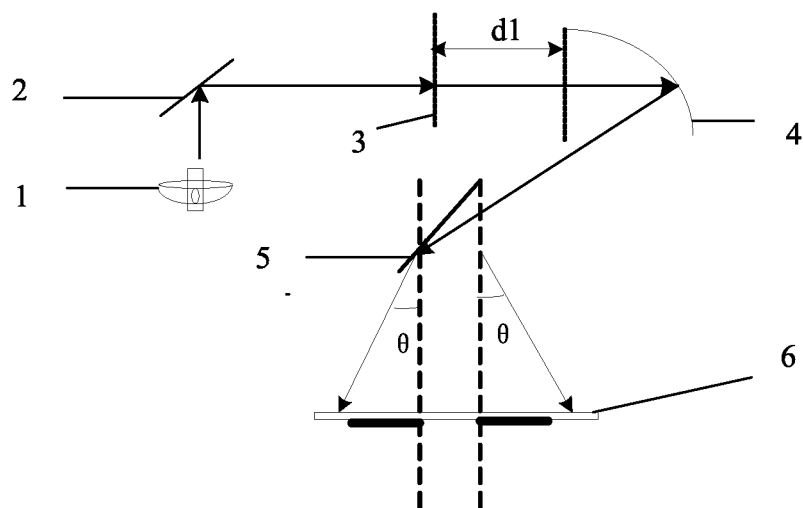


图 5

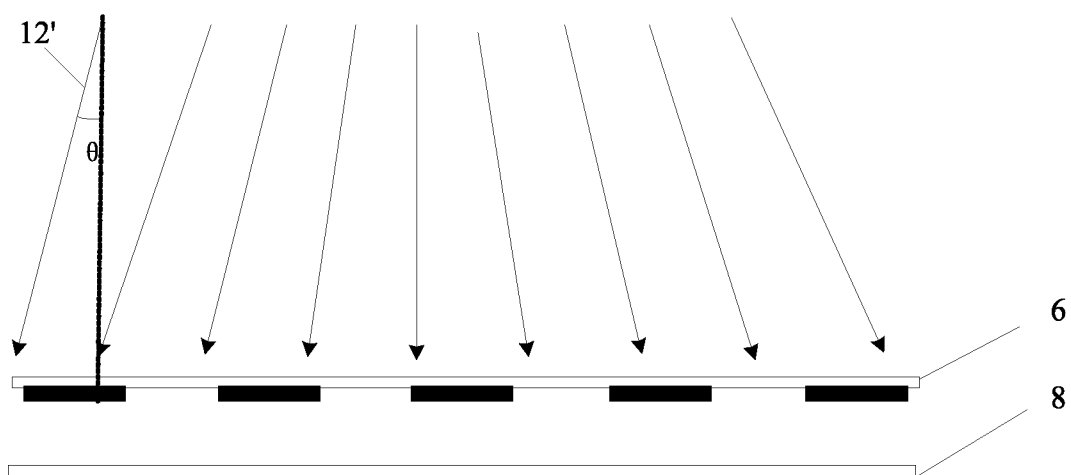


图 6

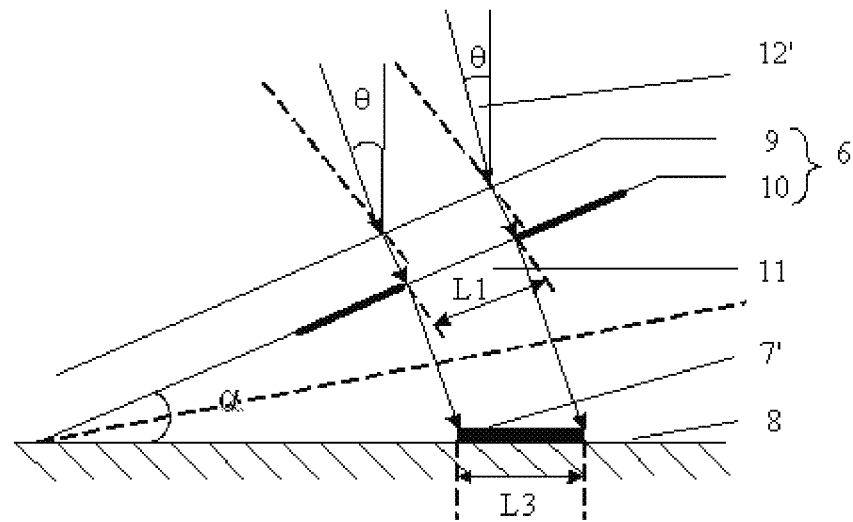


图 7

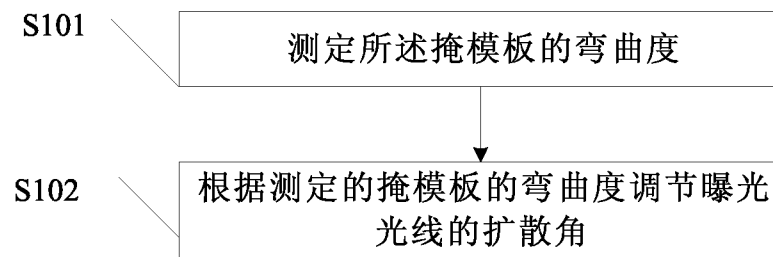


图 8

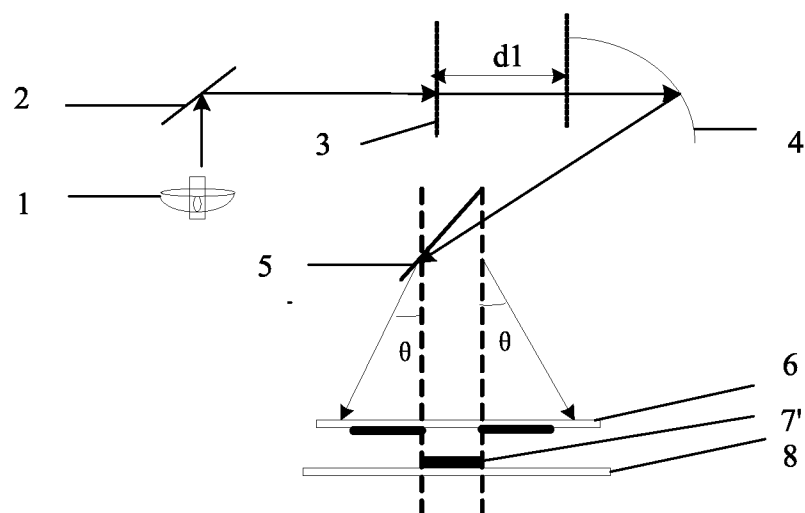


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/088655

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G03F 7/24 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: G03F 7

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNTXT, TWABS, VEN: uneven, droop, diffus+, spread+, scatter+, expand+, divergen??. light, ray?, beam?, mask?, reticle?, photomask?, warp+, bend+, bent, curv+, distortion, deformation

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 103353710 A (BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD. et al.), 16 October 2013 (16.10.2013), claims 1-11, description, paragraphs 5-64, and figures 1-9	1-14
X	US 5127029 A (CANON KABUSHIKI KAISHA), 30 June 1992 (30.06.1992), description, column 4, line 41 to column 10, line 2, and figures 1-3	1, 5-9
X	CN 101636671 A (KIMOTO CO., LTD.), 27 January 2010 (27.01.2010), description, page 3, line 29 to page 6, line 18, and figures 1-3	1, 8, 9
X	CN 1325495 A (CORNING INC.), 05 December 2001 (05.12.2001), description, page 3, the last line to page 5, line 25, and figure 1	1, 8, 9
X	JPS 5568623 A (CHO LSI GIJUTSU KENKYU KUMIAI), 23 May 1980 (23.05.1980), description, embodiments, and figures 2 and 3	1, 8, 9
A	US 5008702 A (HITACHI LTD.), 16 April 1991 (16.04.1991), the whole document	1-14
A	CN 1841203 A (LG. PHILIPS LCD CO., LTD.), 04 October 2006 (04.10.2006), the whole document	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 24 March 2014 (24.03.2014)	Date of mailing of the international search report 03 April 2014 (03.04.2014)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer GAO, Jie Telephone No.: (86-10) 62085766

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2013/088655

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103353710 A	16.10.2013	None	
US 5127029 A	30.06.1992	EP 0389259 A2	26.09.1990
		JP 2637546 B2	06.08.1997
		DE 69027142 D1	04.07.1996
		EP 0389259 B1	29.05.1996
		JPH 02248900 A	04.10.1990
CN 101636671 A	27.01.2010	KR 20100015838 A	12.02.2010
		US 2010044913 A1	25.02.2010
		CN 101636671 B	10.07.2013
		WO 2008117719 A1	02.10.2008
		US 8298752 B2	30.10.2012
		TW 200848799 A	16.12.2008
CN 1325495 A	05.12.2001	AU 6418699 A	22.05.2000
		JP 2002529762 A	10.09.2002
		WO 0026703 A1	11.05.2000
		EP 1123520 A1	16.08.2001
		KR 20010080342 A	22.08.2001
		BR 9914872 A	03.07.2001
		US 6269208 B1	31.07.2001
		MX 2001004358 A1	01.11.2001
		AU 761179 B2	29.05.2003
JPS 5568623 A	23.05.1980	None	
US 5008702 A	16.04.1991	JP 2690960 B2	17.12.1997
		JPH 0272362 A	12.03.1990
CN 1841203 A	04.10.2006	US 2006215090 A1	28.09.2006
		US 7777860 B2	17.08.2010
		KR 1116630 B1	07.03.2012
		JP 2006276862 A	12.10.2006
		KR 20060103629 A	04.10.2006

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2013/088655

A. 主题的分类

G03F 7/24 (2006.01) i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: G03F 7

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS, CNTXT, TWABS, VEN: 扩散, 发散, 光, 掩模, 掩膜, 光罩, 刻线板, 划线板, 弯曲, 压弯, 不平, 变形, 形变, 下垂, diffus+, spread+, scatter+, expand+, divergen??. light, ray?, beam?, mask?, reticle?, photomask?, warp+, bend+, bent, curv+, distortion, deformation

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 103353710 A (京东方科技集团股份有限公司等) 16.10 月 2013 (16.10.2013) 权利要求 1—11, 说明书第 5—64 段, 附图 1—9	1-14
X	US 5127029 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 30.6 月 1992 (30.06.1992) 说明书第 4 栏第 41 行—第 10 栏第 2 行, 附图 1—3	1, 5-9
X	CN 101636671 A (本本股份有限公司) 27.1 月 2010 (27.01.2010) 说明书第 3 页第 29 行—第 6 页第 18 行, 附图 1—3	1, 8, 9
X	CN 1325495 A (康宁股份有限公司) 05.12 月 2001 (05.12.2001) 说明书第 3 页最后一行—第 5 页第 25 行, 附图 1	1, 8, 9
X	JP S5568623 A (CHO LSI GIJUTSU KENKYU KUMIAI) 23.5 月 1980 (23.05.1980) 说明书实施例, 附图 2 和 3	1, 8, 9
A	US 5008702 A (HITACHI LTD) 16.4 月 1991 (16.04.1991) 全文	1-14
A	CN 1841203 A (LG.飞利浦 LCD 株式会社) 04.10 月 2006 (04.10.2006) 全文	1-14

☐ 其余文件在 C 栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

24.3 月 2014 (24.03.2014)

国际检索报告邮寄日期

03.4 月 2014 (03.04.2014)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

受权官员

高洁

电话号码: (86-10) 62085766

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2013/088655

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN 103353710 A	16. 10. 2013	无	
US 5127029 A	30. 06. 1992	EP 0389259 A2	26. 09. 1990
		JP 2637546 B2	06. 08. 1997
		DE 69027142 D1	04. 07. 1996
		EP 0389259 B1	29. 05. 1996
		JP H02248900 A	04. 10. 1990
CN 101636671 A	27. 01. 2010	KR 20100015838 A	12. 02. 2010
		US 2010044913 A1	25. 02. 2010
		CN 101636671 B	10. 07. 2013
		WO 2008117719 A1	02. 10. 2008
		US 8298752 B2	30. 10. 2012
		TW 200848799 A	16. 12. 2008
CN 1325495 A	05. 12. 2001	AU 6418699 A	22. 05. 2000
		JP 2002529762 A	10. 09. 2002
		WO 0026703 A1	11. 05. 2000
		EP 1123520 A1	16. 08. 2001
		KR 20010080342 A	22. 08. 2001
		BR 9914872 A	03. 07. 2001
		US 6269208 B1	31. 07. 2001
		MX 2001004358 A1	01. 11. 2001
		AU 761179 B2	29. 05. 2003
JP S5568623 A	23. 05. 1980	无	
US 5008702 A	16. 04. 1991	JP 2690960 B2	17. 12. 1997
		JP H0272362 A	12. 03. 1990
CN 1841203 A	04. 10. 2006	US 2006215090 A1	28. 09. 2006
		US 7777860 B2	17. 08. 2010
		KR 1116630 B1	07. 03. 2012
		JP 2006276862 A	12. 10. 2006
		KR 20060103629 A	04. 10. 2006