

一种光配向控制方法及光配向设备

技术领域

本发明涉及半导体制造技术领域，特别涉及一种光配向控制方法及光配向设备。

背景技术

液晶显示面板(LCD)通常包括两个基板(阵列基板 TFT, 彩膜基板 CF)、两个基板之间的液晶层以及两个基板外侧的偏光板。在液晶显示技术中, 通过施加电压使液晶层中产生电场, 进而改变液晶分子的扭转角度, 并配合上下基板外侧的两个偏光板, 从而产生图像显示。

然而, 为保证图像的显示效果, 均需使液晶分子有一个初始取向方向, 因此在基板上需设置有配向膜层, 其可以使液晶按照一定的方向定向。即, 通过对所述配向膜层的表面进行定向以控制液晶分子的排布方向并使其排布方向一致, 进而获取均一的显示效果, 而避免产生图像显示不均匀(Mura)的问题。

目前, 对配向膜的取向处理可采用光配向工艺, 即将规定波长的偏振光照射在配向膜上, 使得与偏振光的偏振轴方向一致或垂直的配向膜发生光致反应, 例如光致交联、光致分解或光致异构, 进而使配向膜产生各向异性, 并利用其所产生的定向锚定能诱导液晶分子按照一定角度统一取向。但是, 随着对显示对比度以及像素密度的要求越来越高, 对于液晶分子的取向方向的一致性要求也越来越高, 相应的, 就需要进一步确保光配向设备中偏光轴方向的一致性, 即提供光配向设备的光配向精度, 进而改善基板在光配向过程中的偏光角的均匀性。

其中, 在光配向过程中, 影响偏光角的因素主要为: 起偏照明装置以及运动台。所述起偏照明装置用于提供一偏振光, 当该偏振光的偏振轴方向发生偏移时, 则将进一步导致偏光角发生偏差; 所述运动台可沿导轨移动以进行曝光

扫描, 其扫描方向例如为 Y 方向, 同时所述运动台还可以沿垂直于扫描方向进行旋转 (Rz 旋转), 其作用在于确保位于运动台上的基板按照预设的旋转角度以一定速度沿 Y 方向进行曝光扫描以完成光配向工艺, 因此, 为保证光配向过程中所形成的配向角的精度以及整个基板上所形成的配向角的一致性, 则确保光配向设备的光配向精度至关重要。

发明内容

本发明的目的在于提供一种光配向控制方法及光配向设备, 根据本发明提供的光配向控制方法可有效提高光配向设备的光配向精度, 确保在光配向过程中作用于基板上的偏振光的偏振轴方向的一致性, 并可监控整个基板面上的偏光轴角度偏差的均匀性。

本发明提供的一种光配向控制方法, 用于在采用起偏照明装置所发出的偏振光对基板进行配向的过程中, 控制所述偏振光的偏光轴角度偏差的均匀性, 包括:

在光配向扫描方向上选取 K 个离散采样点 $s.y_k, k=1,2,\dots,K$, 于基板的曝光视场上选取 M 个检测点 $(X_m, Y_m), m=1,2,\dots,M$, 配向时获取每个所述检测点在每个所述离散采样点处的偏光轴角度误差 $D(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s.y_k))$ 和对应的偏振光照强度 $I(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s.y_k))$, 并测量承载所述基板的运动台相对起偏照明装置在每个所述离散采样点的偏摆值 $Yaw(s.y_k)$;

利用如下公式计算检测点 (X_m, Y_m) 经过正反向配向扫描后的动态加权偏光轴角度偏差 $WD_{dyn}(X_m, Y_m)$:

$$WD_{dyn}(X_m, Y_m) = \frac{\sum_{k=1}^K (I(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s.y_k)) \times (D(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s.y_k)) + Yaw(s.y_k))) + \sum_{k=K}^1 (I(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s.y_k)) \times (D(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s.y_k)) + Yaw(s.y_k)))}{\sum_{k=1}^K I(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s.y_k)) + \sum_{k=K}^1 I(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s.y_k))};$$

其中, $(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s, y_k))$ 指基板坐标系下具有坐标 (X_m, Y_m) 的所述检测点在运动台坐标系下的坐标;

利用如下公式获取所述基板的动态加权偏光轴角度偏差均匀性 $Mura_{dyn}$:

$$Mura_{dyn} = \left| \frac{\max(WD_{dyn}(X_m, Y_m)) - \min(WD_{dyn}(X_m, Y_m))}{2} \right|;$$

根据所述运动台相对所述起偏照明装置的偏摆值以及所述基板的动态加权偏光轴角度偏差均匀性 $Mura_{dyn}$ 来控制位于基板和运动台之间且用于带动所述基板旋转的旋转台的旋转角度。

可选的, 所述偏光轴角度偏差为所述检测点在光配向过程中接收到的偏振光的实际偏光轴角度与名义偏光轴角度之差。

可选的, 所述 $(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s, y_k))$ 为:

$$\begin{pmatrix} x(X_m, Y_m) \\ y(X_m, Y_m, s, y_k) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(Rt) & -\sin(Rt) \\ \sin(Rt) & \cos(Rt) \end{pmatrix} \left(\begin{pmatrix} Mp & 0 \\ 0 & Mp \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos(Rp) & -\sin(Rp) \\ \sin(Rp) & \cos(Rp) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_m \\ Y_m \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} Cpx \\ Cpy \end{pmatrix} \right) + \begin{pmatrix} 0 \\ s, y_k \end{pmatrix};$$

其中, Rt 为带动所述基板旋转的旋转台的旋转量;

Mp 为所述基板相对位于所述旋转台下方的运动台的膨胀倍率;

Rp 为所述基板相对所述运动台的旋转量;

$\begin{pmatrix} Cpx \\ Cpy \end{pmatrix}$ 为所述基板相对所述运动台的平移。

可选的, 所述旋转台的旋转量 Rt 、基板相对位于所述旋转台下方的运动台的倍率 Mp 以及基板相对所述运动台的平移 Rp 通过以下方法获得:

在所述基板上设置 I 个对准标记, 所述对准标记的名义位置表示为 $(X_i, Y_i), i = 1, 2, \dots, I$;

通过对准系统分别对准 I 个所述对准标记, 得到 I 个所述对准标记的测试位置 $(Cax_i, Cay_i), i = 1, 2, \dots, I$;

根据所述对准标记的名义位置 $(X_i, Y_i), i = 1, 2, \dots, I$ 、测试位置 $(Cax_i, Cay_i), i = 1, 2, \dots, I$ 以及对准时所述运动台相应的位置 $(s.y_i), i = 1, 2, \dots, I$ ，利用以下基板对准模型计算获得所述 Rt 、 Mp 、 Rp ：

$$\begin{pmatrix} Cax_i \\ Cay_i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(Rt) & -\sin(Rt) \\ \sin(Rt) & \cos(Rt) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Mp & 0 \\ 0 & Mp \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos(Rp) & -\sin(Rp) \\ \sin(Rp) & \cos(Rp) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_i \\ Y_i \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} Cpx \\ Cpy \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ s.y_i \end{pmatrix}^{\circ}$$

可选的，测量运动台相对起偏照明装置在每个所述离散采样点的偏摆值 $Yaw(s.y_k)$ 的方法包括：

分别测量所述运动台在每个所述离散采样点的偏摆值 $Yaw_1(s.y_k)$ 和测量所述起偏照明装置在每个所述离散采样点的偏摆值 $Yaw_2(s.y_k)$ ，

$$Yaw(s.y_k) = Yaw_1(s.y_k) / Yaw_2(s.y_k)。$$

可选的，测量所述运动台在每个所述离散采样点的偏摆值 $Yaw_1(s.y_k)$ 的方法包括：

选取所述运动台的一侧面作为测量面，将两路第一干涉仪测量光入射到所述运动台的测量面；

获得两路所述第一干涉仪测量光到达所述运动台的测量面的光程差 Δy_1 和两路所述第一干涉仪测量光之间的中心距离 s_1 ，根据如下公式计算所述运动台的偏摆值 $Yaw_1(s.y_k)$ ： $Yaw_1(s.y_k) = \Delta y_1 / s_1$ 。

可选的，所述测量面为所述运动台上与所述光配向扫描方向垂直的侧面。

可选的，测量所述运动台在每个所述离散采样点的偏摆值 $Yaw_1(s.y_k)$ 的方法包括：

沿所述光配向扫描方向布置两条平行的光栅尺，将与所述光栅尺一一对应的读头安装在所述运动台上与所述光配向扫描方向垂直的侧面；

通过所述读头获得相对应的光栅尺测量值，并根据两个所述光栅尺测量值之间的差值 Δy_1 和两条所述光栅尺之间的中心距离 s_1 ，根据如下公式计算所述运

动台的偏摆值 $Yaw_1(s.y_k)$: $Yaw_1(s.y_k) = \Delta y_1 / s_1$ 。

可选的, 测量所述起偏照明装置在每个所述离散采样点的偏摆值 $Yaw_2(s.y_k)$ 的方法包括:

选取所述起偏照明装置中的线栅框架的一侧面作为测量面, 将两路第二干涉仪测量光入射到所述起偏照明装置的测量面;

获得两路所述第二干涉仪测量光到达所述起偏照明装置的测量面的光程差 Δy_2 和两路所述第二干涉仪测量光之间的中心距离 s_2 , 计算所述起偏照明装置的偏摆值 $Yaw_2(s.y_k)$: $Yaw_2(s.y_k) = \Delta y_2 / s_2$ 。

可选的, 所述起偏照明装置的测量面为所述线栅框架上与所述光配向扫描方向垂直的侧面。

可选的, 根据如下公式计算 $Yaw(s.y_k)$:

$$\begin{cases} Yaw_2(s.y_k) \geq Yaw_1(s.y_k) / 10, & Yaw(s.y_k) = Yaw_1(s.y_k) / Yaw_2(s.y_k) \\ Yaw_2(s.y_k) < Yaw_1(s.y_k) / 10, & Yaw(s.y_k) = Yaw_1(s.y_k) \end{cases}.$$

此外, 基于以上所述的光配向控制方法, 本发明还提供一种光配向设备, 包括起偏照明装置、承载并带动基板旋转的旋转台以及设置在所述旋转台下方用于带动基板进行光配向扫描运动的运动台, 其中, 所述光配向设备还包括:

运动台偏摆测量装置, 用于获取光配向过程中所述运动台的偏摆值;

起偏照明装置偏摆测量装置, 用于获取光配向过程中所述起偏照明装置的偏摆值; 以及

以及偏光轴角度误差控制单元, 其用于根据所述运动台的偏摆值和所述起偏照明装置的偏摆值计算所述基板的动态加权偏光轴角度偏差, 并根据所述运动台相对所述起偏照明装置的偏摆值以及所述基板的动态加权偏光轴角度偏差来控制所述旋转台旋转。

可选的, 所述运动台偏摆测量装置包括第一干涉仪测量装置和第一反射镜, 所述第一反射镜安装在所述运动台的一个侧面上, 所述第一干涉仪测量装置发

射两路第一干涉仪测量光入射到所述第一反射镜上，并收集来自所述第一反射镜的反射光，得到两路所述第一干涉仪测量光到达所述运动台的侧面的光程差 Δy_1 ，并根据所述光程差 Δy_1 和两路所述第一干涉仪测量光之间的中心距离 s_1 ，计算所述运动台的偏摆值 $Yaw_1(s.y_k)$ ： $Yaw_1(s.y_k) = \Delta y_1 / s_1$ 。

可选的，所述第一反射镜安装在所述运动台上与光配向扫描方向垂直的侧面。

可选的，所述第一干涉仪测量装置包括两个单轴干涉仪。

可选的，所述第一干涉仪测量装置包括一个双轴干涉仪。

可选的，所述运动台偏摆测量装置包括两条沿所述光配向扫描方向平行布置的光栅尺和与所述光栅尺一一对应的读头，所述读头安装在所述运动台上与所述光配向扫描方向垂直的侧面上，通过所述读头获得相对应的光栅尺测量值，并根据两个所述光栅尺测量值之间的差值 Δy_1 和两条所述光栅尺之间的中心距离 s_1 ，计算所述运动台的偏摆值 $Yaw_1(s.y_k)$ ： $Yaw_1(s.y_k) = \Delta y_1 / s_1$ 。

可选的，所述起偏照明装置偏摆测量装置包括第二干涉仪测量装置和第二反射镜，所述第二反射镜安装在所述起偏照明装置中线栅框架的一侧面，所述第二干涉仪测量装置发射两路第二干涉仪测量光入射到所述第二反射镜，并收集来自所述第二反射镜的反射光，得到两路所述第二干涉仪测量光到达所述线栅框架的侧面的光程差 Δy_2 ，并根据所述光程差 Δy_2 和两路所述第二干涉仪测量光之间的中心距离 s_2 ，计算所述起偏照明装置的偏摆值 $Yaw_2(s.y_k)$ ： $Yaw_2(s.y_k) = \Delta y_2 / s_2$ 。

可选的，所述第二反射镜安装在所述线栅框架中一与所述光配向扫描方向垂直的侧面。

可选的，所述第二干涉仪测量装置包括两个单轴干涉仪。

可选的，所述第二干涉仪测量装置包括一个双轴干涉仪。

可选的，所述起偏照明装置包括照明框架，所述照明框架包括流槽型反射

罩和灯管，所述灯管发出的光经所述流槽型反射罩反射后形成具有特定角度的光。

可选的，所述流槽型反射罩为抛物线型反射罩。

可选的，所述灯管的长度大于所述基板在垂直于所述光配向扫描方向上的长度。

可选的，所述起偏照明装置包括线栅框架，所述线栅框架包括依次叠放的滤光片、起偏线栅及线栅保护玻璃，在所述滤光片和所述起偏线栅之间通入有压缩空气，在所述起偏线栅和所述线栅保护层之间通入有惰性气体。

可选的，所述惰性气体为氮气。

可选的，所述起偏线栅包括一透明基底以及于所述透明基底上形成的若干条状的光栅。

可选的，所述光栅的材质为金属或金属化合物。

可选的，所述金属为铝。

可选的，所述金属氧化物为氧化钛。

在本发明提供的光配向控制方法中，在对运动台相对起偏照明装置的偏摆值进行检测及监控时，不仅考虑到起偏照明装置对偏光轴角度的影响，还结合了运动台的偏摆状况，从而可更全面的反应了在光配向过程中，基板上的偏光角的状况，从而可更真实的反应出配向膜中配向角的误差。并且，通过偏摆值的检测结果还可获得所述基板的动态加权偏光轴角度误差，从而可根据所述动态加权偏光轴角度误差，调整旋转台的旋转角度，从而可有效提高光配向过程中偏光轴角度的控制精度，提高配向膜中所形成的配向角的精度。此外，通过本发明提供的光配向控制方法，还可确认所述基板的动态加权偏光轴角度误差的均匀性，进而可直接表征在光配向过程中整个基板表面所形成的配向角的均匀性。

相应的，在本发明提供的光配向设备中，采用偏光轴角度误差控制单元对

所述运动台及起偏照明装置的偏摆状况进行实时监控并调整，其一方面提高了运动台的定位精度，另一方面也相应的增加了光配向设备对光配向的控制精度，确保作用于基板上的偏光轴的角度于设定的范围内。

附图说明

图 1 为本发明实施例一中光配向控制方法的流程示意图；

图 2a 为本发明实施例一中光配向控制方法的一种运动台偏摆值的测量方法的流程示意图；

图 2b 为本发明实施例一中光配向控制方法的另一种运动台偏摆值的测量方法的流程示意图；

图 3 为本发明实施例一中光配向控制方法的偏摆值的测量原理图；

图 4 为本发明实施例二中光配向设备的侧视图；

图 5 为本发明实施例二中光配向设备的俯视图；

图 6 为本发明实施例三中光配向设备的侧视图；

图 7 为本发明实施例三中光配向设备的俯视图。

具体实施方式

如背景技术所述，在对配向膜进行光配向的工艺过程中，由于起偏照明装置以及运动台的定位精度的限制，将导致偏光角发生一定的偏差，进而影响配向膜中配向角的方向的一致性。

其中，针对起偏照明装置的性能，本申请的发明人引入了一种“加权静态偏光轴角度偏差均匀性 $mura_{sta}$ ”计算模型。在光配向的工艺过程中，所述起偏照明装置提供一偏振光照射位于基板上的配向膜层，使得与偏振光偏振方向一致或垂直的配向膜发生光致反应。而这个光配向的曝光过程是一个扫描累积的过程，即作用于配向膜层上的偏振光的照度以及偏振轴的方向均会对配向工艺产生影响，所述“加权静态偏光轴角度偏差均匀性 $mura_{sta}$ ”计算模型即可用于表征偏振光的照度以及偏振光的偏振轴方向的综合性能。

具体的,利用所述“加权静态偏光轴角度偏差均匀性 $mura_{sta}$ ”计算模型确认所述起偏照明装置的方法包括:

首先,在光配向的静态曝光视场中选取 K 个离散采样点, K 为正整数;

然后,分别确认各个采样点对应的光照度 $I(x_i, y_j)$ 以及偏光轴角度 $P_A(x_i, y_j)$, 其中, (x_i, y_j) 表示采样点在基板坐标系下的位置, $1 \leq i \leq M$, $1 \leq j \leq N$, i 、 j 、 M 、 N 均为自然数,且根据较佳实施例可以满足 $M \times N = K$ 。所述光照度 $I(x_i, y_j)$ 以及偏光轴角度 $P_A(x_i, y_j)$ 的测量可根据现有的测量方法进行测量,此处不做赘述;接着,根据各个采样点的分布位置记录光照度以及偏光轴角度误差 $D(x_i, y_j)$ 。

所述偏光轴角度误差 $D(x_i, y_j) = P_A(x_i, y_j) - P_T(x_i, y_j)$

其中, $P_A(x_i, y_j)$: 实际偏光轴角度;

$P_T(x_i, y_j)$: 名义偏光轴角度。

表 1 为静态曝光视场中各个位置的光照度 $I(x_i, y_j)$ 的分布,表 2 为静态曝光视场中各个位置的偏光轴角度误差 $D(x_i, y_j)$ 的分布。其中,可假设 X 方向为用于发出偏振光的 UV 高压灯管的长度方向; Y 方向为光配向过程中的扫描方向,即,在表 1 和表 2 所示的实施例中,沿 X 方向选取 7 组离散点 (即 $M=7$),沿 Y 方向选取 5 组离散点 (即 $N=5$)。然而,在其他实施例中, M 、 N 也可取其他值,本发明对此不作任何限制。

表 1

$I(x_1, y_1)$	$I(x_2, y_1)$	$I(x_3, y_1)$	$I(x_4, y_1)$	$I(x_5, y_1)$	$I(x_6, y_1)$	$I(x_7, y_1)$
$I(x_1, y_2)$	$I(x_2, y_2)$	$I(x_3, y_2)$	$I(x_4, y_2)$	$I(x_5, y_2)$	$I(x_6, y_2)$	$I(x_7, y_2)$
$I(x_1, y_3)$	$I(x_2, y_3)$	$I(x_3, y_3)$	$I(x_4, y_3)$	$I(x_5, y_3)$	$I(x_6, y_3)$	$I(x_7, y_3)$
$I(x_1, y_4)$	$I(x_2, y_4)$	$I(x_3, y_4)$	$I(x_4, y_4)$	$I(x_5, y_4)$	$I(x_6, y_4)$	$I(x_7, y_4)$
$I(x_1, y_5)$	$I(x_2, y_5)$	$I(x_3, y_5)$	$I(x_4, y_5)$	$I(x_5, y_5)$	$I(x_6, y_5)$	$I(x_7, y_5)$

表 2

D(x ₁ ,y ₁)	D(x ₂ ,y ₁)	D(x ₃ ,y ₁)	D(x ₄ ,y ₁)	D(x ₅ ,y ₁)	D(x ₆ ,y ₁)	D(x ₇ ,y ₁)
D(x ₁ ,y ₂)	D(x ₂ ,y ₂)	D(x ₃ ,y ₂)	D(x ₄ ,y ₂)	D(x ₅ ,y ₂)	D(x ₆ ,y ₂)	D(x ₇ ,y ₂)
D(x ₁ ,y ₃)	D(x ₂ ,y ₃)	D(x ₃ ,y ₃)	D(x ₄ ,y ₃)	D(x ₅ ,y ₃)	D(x ₆ ,y ₃)	D(x ₇ ,y ₃)
D(x ₁ ,y ₄)	D(x ₂ ,y ₄)	D(x ₃ ,y ₄)	D(x ₄ ,y ₄)	D(x ₅ ,y ₄)	D(x ₆ ,y ₄)	D(x ₇ ,y ₄)
D(x ₁ ,y ₅)	D(x ₂ ,y ₅)	D(x ₃ ,y ₅)	D(x ₄ ,y ₅)	D(x ₅ ,y ₅)	D(x ₆ ,y ₅)	D(x ₇ ,y ₅)

根据表 1 及表 2 所示的静态曝光视场中的光照度分布及偏光轴角度误差分布, 则在该静态曝光视场中, 于 X 方向上的扫描累积后的加权静态偏光轴角度偏差 WD_{sta} 为:

$$WD_{sta}(x_i) = \frac{\sum_{j=1}^N I(x_i, y_j) \times D(x_i, y_j)}{\sum_{j=1}^N I(x_i, y_j)}$$

其中, N 为扫描向 (Y 向) 离散点数目。本实施例中, N=5。

如此, 在整个静态曝光视场中的加权静态偏光轴角度偏差均匀性 $Mura_{sta}$ 的定义如下:

$$Mura_{sta} = \pm \frac{\max(WD_{sta}(x_i)) - \min(WD_{sta}(x_i))}{2}$$

其中, $\max(WD_{sta}(x_i))$ 为 X 方向上加权静态偏光轴角度偏差 $WD_{sta}(x_i, y_j)$ 最大的一组所对应的加权静态偏光轴角度偏差的值;

$\min(WD_{sta}(x_i))$ 为 X 方向上加权静态偏光轴角度偏差 $WD_{sta}(x_i, y_j)$ 最小的一组所对应的加权静态偏光轴角度偏差的值。

根据如上所述的加权静态偏光轴角度偏差均匀性 $mura_{sta}$ 的计算模型, 即可确认光配向设备的起偏照明系统所提供的偏振光是否符合要求, 以提高配向膜层中所形成的配向角的精度。

然而, 所述加权静态偏光轴角度偏差均匀性 $mura_{sta}$ 的计算模型仅仅针对起

偏照明系统的静态性能而言，而在实际的光配向过程中，所述基板是由光配向设备的运动台承载并沿扫描方向运输，进而完成光配向的曝光过程。即，在光配向过程中，由于运动台的机械运动而产生的偏差对于光配向工艺的影响也不容忽视。当所述运动台的定位产生偏差时，相应的，体现在所述运动台的偏摆值 Yaw 过大，进而会导致偏光轴的方向发生偏移。

基于此，本申请的发明人引入了一种“加权动态偏光轴角度偏差均匀性 $mura_{dyn}$ ”的计算模型，其反应了起偏照明装置以及运动台在光配向过程中共同对配向结果的影响。具体的，所述光配向控制方法包括：

在光配向扫描方向上选取 K 个离散采样点 $s.y_k, k=1,2,\dots,K$ ，于待配向基板的曝光视场上选取 M 个检测点 $(X_m, Y_m), m=1,2,\dots,M$ ，配向时获取每个所述检测点在每个所述离散采样点处的偏光轴角度误差 $D(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s.y_k))$ 和对应的偏振光光照强度 $I(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s.y_k))$ ，并测量运动台相对起偏照明装置在每个所述离散采样点的偏摆值 $Yaw(s.y_k)$ ；

利用如下公式计算检测点 (X_m, Y_m) 经过正反向配向扫描后的动态加权偏光轴角度偏差 $WD_{dyn}(X_m, Y_m)$ ：

$$WD_{dyn}(X_m, Y_m) = \frac{\sum_{k=1}^K (I(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s.y_k)) \times (D(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s.y_k)) + Yaw(s.y_k))) + \sum_{k=K}^1 (I(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s.y_k)) \times (D(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s.y_k)) + Yaw(s.y_k)))}{\sum_{k=1}^K I(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s.y_k)) + \sum_{k=K}^1 I(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s.y_k))} ;$$

其中， $(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s.y_k))$ 指基板坐标系下具有坐标 (X_m, Y_m) 的检测点在运动台坐标系下的坐标；

利用如下公式获取所述基板的动态加权偏光轴角度偏差均匀性 $Mura_{dyn}$ ：

$$Mura_{dyn} = \left| \frac{\max(WD_{dyn}(X_m, Y_m)) - \min(WD_{dyn}(X_m, Y_m))}{2} \right| ;$$

根据所述运动台相对所述起偏照明装置的偏摆值以及所述基板的动态加权

偏光轴角度偏差来控制带动所述基板旋转的旋转台旋转。

通过以上所述的光配向控制方法，一方面可对光配向设备的整体性能进行检测及监控，从而可更加真实地反应光配向设备的稳定性，并且根据在线监控获取的数据即可直接反应配向膜中所形成的配向角的状况，另一方面还可根据检测结果对光配向设备进行调整，进而确保光配向的控制精度。

以下结合附图和具体实施例对本发明提出的光配向控制方法及光配向设备作进一步详细说明。根据下面说明和权利要求书，本发明的优点和特征将更清楚。需说明的是，附图均采用非常简化的形式且均使用非精准的比例，仅用以方便、明晰地辅助说明本发明实施例的目的。

<实施例一>

图 1 为本发明实施例一中的光配向控制方法的流程示意图。如图 1 所示，所述光配向控制方法，包括：

S100，在光配向扫描方向上选取 K 个离散采样点 $s.y_k, k=1,2,\dots,K$ ，于待配向基板的曝光视场上选取 M 个检测点 $(X_m, Y_m), m=1,2,\dots,M$ ，配向时获取每个所述检测点在每个所述离散采样点处的偏光轴角度误差 $D(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s.y_k))$ 和对应的偏振光光照强度 $I(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s.y_k))$ ，并测量运动台相对起偏照明装置在每个所述离散采样点的偏摆值 $Yaw(s.y_k)$ ；

S200，利用如下公式计算检测点 (X_m, Y_m) 经过正反向配向扫描后的动态加权偏光轴角度偏差 $WD_{dyn}(X_m, Y_m)$ ：

$$WD_{dyn}(X_m, Y_m) = \frac{\sum_{k=1}^K (I(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s.y_k)) \times (D(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s.y_k)) + Yaw(s.y_k))) + \sum_{k=K}^1 (I(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s.y_k)) \times (D(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s.y_k)) + Yaw(s.y_k)))}{\sum_{k=1}^K I(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s.y_k)) + \sum_{k=K}^1 I(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s.y_k))} ;$$

其中， $(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s.y_k))$ 指基板坐标系下具有坐标 (X_m, Y_m) 的所述检测点在运动台坐标系下的坐标；

利用如下公式获取所述基板的动态加权偏光轴角度偏差均匀性 $Mura_{dyn}$:

$$Mura_{dyn} = \left| \frac{\max(WD_{dyn}(X_m, Y_m)) - \min(WD_{dyn}(X_m, Y_m))}{2} \right|;$$

S300, 根据所述运动台相对所述起偏照明装置的偏摆值以及所述基板的动态加权偏光轴角度偏差来控制带动所述基板旋转的旋转台旋转。

具体的, 在步骤 S100 中, 每个检测点在光配向过程中的偏光轴角度误差 $D(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s, y_k))$ 为所述检测点在光配向过程中接收到的偏振光的实际偏光轴角度与名义偏光轴角度之差。即, 其可通过如下方式获取: 检测每个检测点在光配向过程中接收到的偏振光的实际偏光轴角度误差 $PA(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s, y_k))$, 并根据如下公式获取偏光轴角度误差: $D(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s, y_k)) = PA(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s, y_k)) - PT(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s, y_k))$, 其中, $PT(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s, y_k))$ 为名义偏光轴角度。

此外, 在步骤 S100 中, $(x(X_m, Y_m), y(X_m, Y_m, s, y_k))$ 是指基板坐标系下具有坐标 (X_m, Y_m) 的所述检测点在运动台坐标系下的坐标。具体的, 在光配向过程中, 所述基板位于一用于承载基板的承载台上, 并根据设定的偏光角由一旋转台带动基板旋转至一定的角度位置, 同时, 由所述运动台带动所述基板沿着光配向的扫描方向移动以完成光配向过程。其中, 所述运动台是沿单轴运动, 因此若此时所述运动台存在偏摆角度时, 其随即会影响光配向时的偏光轴角度, 为此, 需确认所述运动台的偏摆值 $Yaw(s, y_k)$ 。然而, 由于在光配向过程中, 所述旋转台会根据偏光角的设定而带动基板旋转一定的角度, 因此基于基板的坐标系与基于运动台的坐标系可能存在差异, 而为获得检测点在每个离散采样点处的精确的动态加权偏光轴角度偏差, 则需对两者的坐标进行转换统一。具体的, 基板坐标系下的所述检测点转换到运动台的坐标系下可采用如下公式:

$$\begin{pmatrix} x(X_m, Y_m) \\ y(X_m, Y_m, s.y_k) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(Rt) & -\sin(Rt) \\ \sin(Rt) & \cos(Rt) \end{pmatrix} \left(\begin{pmatrix} Mp & 0 \\ 0 & Mp \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos(Rp) & -\sin(Rp) \\ \sin(Rp) & \cos(Rp) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_m \\ Y_m \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} Cpx \\ Cpy \end{pmatrix} \right) + \begin{pmatrix} 0 \\ s.y_k \end{pmatrix},$$

其中, Rt 为带动所述基板旋转的旋转台的旋转量;

Mp 为基板相对位于所述旋转台下方的运动台的膨胀倍率, 即由基板自身的膨胀引起的相对位置变化, 运动台至少具有 Y 及 Rz 向两自由度;

Rp 为所述基板相对所述运动台的旋转量;

$\begin{pmatrix} Cpx \\ Cpy \end{pmatrix}$ 为所述基板相对所述运动台的平移。

具体的, 所述旋转台的旋转量 Rt 、基板相对于所述运动台的倍率 Mp 以及基板相对所述运动台的旋转量 Rp 可通过如下方法获得:

步骤一, 在所述基板上设置 I 个对准标记, 所述对准标记在基板坐标系下的名义位置表示为 $(X_i, Y_i), i=1, 2, \dots, I$;

步骤二, 通过对准系统分别对准 I 个所述对准标记, 得到 I 个所述对准标记在运动台坐标系下的测试位置 $(Cax_i, Cay_i), i=1, 2, \dots$;

步骤三, 根据所述对准标记的名义位置 $(X_i, Y_i), i=1, 2, \dots, I$ 、测试位置 $(Cax_i, Cay_i), i=1, 2, \dots, I$ 以及对准时所述运动台相应的位置 $(s.y_i), i=1, 2, \dots, I$, 利用以下公式获得所述 Rt 、 Mp 、 Rp :

$$\begin{pmatrix} Cax_i \\ Cay_i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(Rt) & -\sin(Rt) \\ \sin(Rt) & \cos(Rt) \end{pmatrix} \left(\begin{pmatrix} Mp & 0 \\ 0 & Mp \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos(Rp) & -\sin(Rp) \\ \sin(Rp) & \cos(Rp) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_i \\ Y_i \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} Cpx \\ Cpy \end{pmatrix} \right) + \begin{pmatrix} 0 \\ s.y_i \end{pmatrix}.$$

进一步的, 本实施例的步骤 S100 中, 所述运动台相对起偏照明装置在每个离散采样点的偏摆值 $Yaw(s.y_k)$ 的测量可参考如下方法: 分别测量所述运动台在每个所述离散采样点的偏摆值 $Yaw_1(s.y_k)$ 和测量所述起偏照明装置在每个所述离散采样点的偏摆值 $Yaw_2(s.y_k)$; 当 $Yaw_2(s.y_k) < Yaw_1(s.y_k)/10$ 时, $Yaw(s.y_k) = Yaw_1(s.y_k)$ 。

再进一步的, 所述运动台在每个所述离散采样点的偏摆值的测量方法可参考如图 2a 所示的流程示意图以及图 3 所示的测量原理图:

步骤 S121a, 选取所述运动台 10 的一侧作为测量面 11, 将两路第一干涉仪测量光 20 入射到所述运动台的测量面 11, 其中, 所述测量面 11 可以为所述运动台 10 上与所述光配向扫描方向垂直的侧面;

步骤 S122a, 获得两路所述第一干涉仪测量光到达所述运动台的测量面的光程差 Δy_1 (即图 3 中 y_1 与 y_1' 的绝对差) 和两路所述第一干涉仪测量光之间的中心距离 s_1 , 根据如下公式计算所述运动台的偏摆值 $Yaw_1(s.y_k)$, $Yaw_1(s.y_k) = \Delta y_1 / s_1$ 。

其中, 所述第一干涉测量仪包括一发射器和一接收器, 以及固定于所述测量面上的角反射镜 (均未图示)。在进行测量时, 所述发射器发出光线, 所述光线照射到固定于测量面上的角反射镜上, 所述角反射镜将光线反射回, 被反射回的光线由接收器接收并进行数据处理。从而, 可利用两个所述第一干涉测量仪测量确认其对应的两条干涉光路的路程差。由于干涉测量仪可实时发射并接受光线, 因此其可实时对运动台的偏摆值进行测量, 便于对运动台的偏摆状况进行在线监控, 并进一步实现对运动台的偏摆角度进行实时的补偿调整, 确保运动台的定位精度。

当然, 除了通过第一干涉测量仪之外, 还可通过光栅尺测量仪实现运动台的偏摆值的测量, 具体的, 所述运动台在每个所述离散采样点的偏摆值的测量方法还可以采用如下步骤, 具体参考图 2b 所示:

步骤 S121b, 沿所述光配向扫描方向布置两条平行的光栅尺, 将与所述光栅尺一一对应的读头安装在所述运动台上与所述光配向扫描方向垂直的侧面;

步骤 S122b, 通过所述读头获得相对应的光栅尺测量值, 并根据两个所述光栅尺测量值之间的差值 Δy_1 和两条所述光栅尺之间的中心距离 s_1 , 根据如下公式计算所述运动台的偏摆值 $Yaw_1(s.y_k)$, $Yaw_1(s.y_k) = \Delta y_1 / s_1$ 。

相应的,与所述运动台的偏摆值 $Yaw_1(s.y_k)$ 的测量方法类似,所述起偏照明装置在每个所述离散采样点的偏摆值 $Yaw_2(s.y_k)$ 的测量方法可参考以下步骤:

首先,选取所述起偏照明装置中的线栅框架的一侧面作为测量面,将两路第二干涉仪测量光入射到所述起偏照明装置的测量面,其中,所述起偏照明装置的测量面可以为所述线栅框架上与所述光配向扫描方向垂直的侧面,所述第二干涉仪可参考如上所述的第一干涉仪,此处不做赘述;

然后,获得两路所述第二干涉仪测量光到达所述起偏照明装置的测量面的光程差 Δy_2 和两路所述第二干涉仪测量光之间的中心距离 s_2 ,计算所述起偏照明装置的偏摆值 $Yaw_2(s.y_k)$, $Yaw_2(s.y_k) = \Delta y_2 / s_2$ 。

综上,通过本实施例提供的光配向控制方法,不但可对运动台相对所述起偏照明装置的偏摆值进行检测及监控,同时还可根据检测结果确认所述基板的动态加权偏光轴角度偏差均匀性,通过所述动态加权偏光轴角度偏差均匀性可直接表征在光配向过程中整个基板表面所形成的配向角的均匀性,并且,本实施例提供的光配向控制方法中,还可通过所述动态加权偏光轴角度偏差,调整带动所述基板旋转的旋转台的旋转角度,以确保作用于基板表面的偏光轴角度在设定的范围内。

<实施例二>

基于如上所述的光配向控制方法,本发明还提供一种光配向设备。图4为本发明实施例二中光配向设备的侧视图,图5为本发明实施例二中光配向设备的俯视图,结合图4及图5所示,所述光配向设备,包括起偏照明装置110、承载基板旋转的旋转台120以及设置在所述旋转台120下方进行光配向扫描运动的运动台130,其中,所述光配向设备还包括:

运动台偏摆测量装置140,用于获取光配向过程中所述运动台130的偏摆值;

起偏照明装置偏摆测量装置150,用于获取光配向过程中所述起偏照明装置110的偏摆值;

以及偏光轴角度误差控制单元, 所述偏光轴角度误差控制单元在结合所述运动台 130 的偏摆值和所述起偏照明装置 110 的偏摆值的基础上, 可计算出所述基板 200 的动态加权偏光轴角度偏差, 并根据所述运动台相对所述起偏照明装置的偏摆值以及所述基板的动态加权偏光轴角度偏差来控制所述旋转台 120 旋转。

即, 本实施例中, 所述光配向设备可在获取运动台 130 以及起偏照明装置 110 的偏摆值之后, 利用所述偏光轴角度误差控制单元调整所述旋转台 120 的旋转角度, 从而可避免基板 200 偏离原来的角度位置, 进而可提高光配向设备的偏光轴的设定精度。也就是说, 本实施例提供的所述光配向设备可形成一闭环反馈系统, 通过所述闭环反馈不仅可对光配向设备的整体性能进行检测及监控, 并且还可根据检查结果自动调整, 以提高光配向的控制精度。

具体的, 所述运动台偏摆测量装置 140 包括第一干涉仪测量装置 141 和第一反射镜 142, 所述第一反射镜 142 安装在所述运动台 130 的一个侧面上, 例如可将所述第一反射镜 142 安装在所述运动台 130 上与光配向扫描方向垂直的侧面。所述第一干涉仪测量装置 141 发射两路第一干涉仪测量光入射到所述第一反射镜 142 上, 并收集所述第一反射镜 142 的反射光, 得到两路所述第一干涉仪测量光到达所述运动台的侧面的光程差 Δy_1 , 并根据所述光程差 Δy_1 和两路所述第一干涉仪测量光之间的中心距离 s_1 , 计算所述运动台的偏摆值 $Yaw_1(s, y_k)$, $Yaw_1(s, y_k) = \Delta y_1 / s_1$ 。其中, 所述第一干涉仪测量装置可以是采用两个单轴干涉仪, 亦或是采用一个双轴干涉仪。

继续参考图 4 及图 5 所示, 所述起偏照明装置偏摆测量装置 150 包括第二干涉仪测量装置 151 以及第二反射镜 152 (例如角反射镜)。其中, 所述第二反射镜 152 安装在所述起偏照明装置 150 中线栅框架 112 的一侧面上, 具体的, 所述第二反射镜 152 可安装在所述线栅框架 112 中一与所述光配向扫描方向垂直的侧面。所述第二干涉仪测量装置 151 发射两路第二干涉仪测量光入射到所述

第二反射镜 152, 并收集所述第二反射镜的反射光, 得到两路所述第二干涉仪测量光到达所述线栅框架 112 的侧面的光程差 Δy_2 , 并根据所述光程差 Δy_2 和两路所述第二干涉仪测量光之间的中心距离 s_2 , 计算所述起偏照明装置的偏摆值 $Yaw_2(s, y_k)$, $Yaw_2(s, y_k) = \Delta y_2 / s_2$ 。与第一干涉仪测量装置 140 类似, 所述第二干涉仪测量装置 150 也可采用两个单轴干涉仪, 或者采用一个双轴干涉仪。

如上所述, 由于起偏照明装置 110 是形成偏振光的关键部件, 因此若所述起偏照明装置 110 的角度位置存在偏差时, 将进一步影响所形成的偏振光的偏振轴方向, 从而影响配向膜的配向工艺。因此, 对于所述起偏照明装置 110 的偏摆值的测量也至关重要, 而通过所述起偏照明装置偏摆测量装置 150 即可实现对所述起偏照明装置 110 进行实时监控的目的。

继续参考图 4 和图 5 所示, 所述起偏照明装置 110 包括照明框架 111, 所述照明框架 111 包括一流槽型反射罩 111a 和一灯管 111b, 所述灯管 111b 发出的光经所述流槽型反射罩 111a 反射后形成具有特定角度的光。其中, 所述流槽型反射罩 111a 优选为抛物线型反射罩。进一步的, 所述灯管 111b 为长条形的 UV 灯管, 其发出的紫外光照射于基板上, 进而使基板上的配向膜发生光致反应。较佳的, 所述灯管 111b 的长度大于基板 200 在垂直于其光配向扫描方向 (即图 4 中的 Y 方向) 上的长度, 从而可确保基板 200 在垂直于扫描方向上的部分能位于灯管 111b 的曝光视场中, 进而再通过运动台 130 于扫描方向传输基板 200 以完成对整个基板的光配向的过程。在实际应用过程中, 根据待配向的基板的尺寸, 具体选择相应尺寸的灯管, 例如在应用于生产 4.5 代的液晶显示屏中时, 所述基板的尺寸为 730mm*920mm, 则所采用的灯管 111b 的长度为大于 730mm。此外, 在光配向的过程中, 基板 200 与灯管 111b 并不是绝对平行的, 所述基板相对于灯管而言可能会具有一定的旋转角度, 例如, 在 4.5 代的液晶显示屏中, 当所述基板 200 相对于灯管 111b 的旋转角度为 $0^\circ \pm 15^\circ$ 、 $90^\circ \pm 15^\circ$ 或 $180^\circ \pm 15^\circ$ 范围内时, 则为保证整个基板上的配向膜均能够完成光配向过程, 则需使灯管 111b

的曝光视场范围大于或等于 1109mm。

接着参考图 4 并结合图 5 所示，所述起偏照明装置 110 包括线栅框架 112，即所述照明框架 111 发出的光经所述线栅框架 112 后形成偏振光，所述偏振光照射于基板 200 的表面以进行光配向的曝光工艺。具体的，所述线栅框架 112 包括依次叠放的滤光片 112a、起偏线栅 112b 及线栅保护玻璃 112c，在所述滤光片 112a 和所述起偏线栅 112b 之间通入有压缩空气，在所述起偏线栅 112b 和所述线栅保护层 112c 之间通入有惰性气体，所述惰性气体优选为氮气。

其中，所述滤光片 112a 面向所述照明框架 111，用于过滤光源 111b 中发出的光，以选取特定波段的光。由于不同的配向膜要求对应的配向光的波段不同，因此可通过特定波段的滤光片 112a 获取指定波段的光。例如，254nm 的配向膜要求对应的配向光的波段为 240nm~300nm，即可采用相应的滤光片 112a 选取该波段的光。

进一步的，通过所述滤光片 112a 后的具有特定波段的出射光，照射在位于所述滤光片 112a 远离所述照明框架 111 一侧的起偏线栅 112b 上，并通过所述起偏线栅 112b 形成偏振光。具体的，所述起偏线栅 112b 包括一透明基底以及于所述基底上形成的若干条状的光栅，在所述起偏线栅 112b 分布有光栅的一面朝向线栅保护玻璃 112c。其中，所述光栅的材质可以为金属或者金属化合物，例如其材质可以为铝 (Al) 或氧化钛 (Ti)。优选的，为了可获取高消光比 (大于 50:1) 的偏振光，目前采用的光栅的材质通常为氧化钛，其不但可以得到具有良好的消光比的偏振光，并且，即使入射在起偏线栅 112b 上的光的角度不相同，也不会影响光的透射率以及在透过所述起偏线栅 112b 所形成的偏振光中也几乎不存在偏光轴方向发生变化的问题。因此，目前采用氧化钛形成的光栅，其入射角可放宽至 45°左右，而其对应的消光比大于 50:1，对应的偏光轴发生旋转的角度小于 0.1°。

本实施例中，于所述滤光片 112a 和所述起偏线栅 112b 之间还通入有压缩空

气，以对所述线栅框架 112 进行降温。在光配向过程中，照明框架 111 中持续发出光线并照射在所述线栅框架 112 上，因此在这个过程中会产生大量的热量，继而直接导致线栅框架 112 的温度升高，若线栅框架 112 的温度过高，则会对光的偏振产生影响，例如当温度大于 180℃ 时，光栅易发生膨胀等问题，从而改变光栅之间的间距，最终影响光的偏振。因此，本实施例中通过在滤光片 112a 和起偏线栅 112b 之间通入用于冷却的压缩空气，以确保所述起偏照明装置 110 的温度不会过高。此外，在所述起偏线栅 112b 和线栅保护玻璃 152c 之间还通入有氮气，其原因在于，所述起偏线栅 112b 上分布有光栅的一面朝向线栅保护玻璃 152c，并且所述光栅易被空气氧化，进而会影响其起偏性能，因此于所述起偏线栅 112b 和线栅保护玻璃 152c 之间通入氮气，从而可避免所述光栅，尤其是金属光栅被氧化的问题。

继续参考图 5 所示，本实施例中，所述光配向设备中还包括一导轨 160，所述导轨 160 沿着光配向的扫描方向延伸，所述运动台 130 安装于所述导轨 160 中，并带动基板沿着所述导轨 160 的延伸方向移动以完成光配向过程。进一步的，所述光配向设备还包括一用于承载基板 200 的承载台 170，所述承载台 170 位于所述运动台 130 和旋转台 120 的上方。其中，所述旋转台 120 连接所述承载台 170 并可带动所述承载台 170 以一定的角度旋转。优选的，所述承载台 170 包括一支撑盘 171 以及分布于所述支撑盘 171 上的多个支撑脚 (pin) 172，所述支撑脚 172 与基板 200 接触并支撑基板。在进行光配向过程中，首先，将基板 200 放置于所述支撑脚 172 上；接着，所述运动台 130 带动基板 200 到达对准位置；然后，在所述基板 200 完成对准后，所述旋转台 120 调整基板 200 旋转角度，以到达设定的偏光轴对应的偏光角；最后，由所述运动台 130 带动基板 200 于扫描方向往返移动以完成光配向的过程。

<实施例三>

图 6 为本发明实施例三中光配向设备的侧视图，图 7 为本发明实施例三中

光配向设备的俯视图。结合图 6 和图 7 所示,本实施例与实施例二的区别在于,所述运动台偏摆测量装置 140'包括两条沿所述光配向扫描方向平行布置的光栅尺 141' 和与所述光栅尺 141' 一一对应的读头 142',所述读头 142' 安装在所述运动台 130 上与所述光配向扫描方向垂直的侧面上,通过所述读头 142' 获得相对应的光栅尺测量值,并根据两个所述光栅尺测量值之间的差值 Δy_1 和两条所述光栅尺之间的中心距离 s_1 , 计算所述运动台的偏摆值 $Yaw_1(s, y_k)$, $Yaw_1(s, y_k) = \Delta y_1 / s_1$ 。

具体的,所述光栅尺 141' 平行于所述导轨 160。进一步的,所述光栅尺 141' 上设置有用指示距离的刻度;所述读头 142' 与所述光栅尺 141' 相对设置,用于读取光栅尺 141' 上的数值。在光配向过程中,所述读头 142' 随运动台 130 做同步移动时,并对光栅尺 141' 上的刻度进行感应,同时实时反馈数据,进而可获得两个所述光栅尺测量值之间的差值 Δy_1 和两条所述光栅尺之间的中心距离 s_1 。

综上所述,在本实施例提供的光配向设备中,采用偏光轴角度误差控制单元对所述运动台及起偏照明装置的偏摆状况进行实时监控并调整,其一方面提高了运动台的定位精度,另一方面也相应的增加了光配向设备对光配向的控制精度,确保作用于基板上的偏光轴的角度于设定的范围内。并且,根据所述偏光轴角度误差控制单元而获得的检测结果,可直接表征整个基板在光配向过程中偏光轴的角度均匀性,从而可更真实的反应出配向膜中配向角的误差。

本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

上述描述仅是对本发明较佳实施例的描述,并非对本发明范围的任何限定,本发明领域的普通技术人员根据上述揭示内容做的任何变更、修饰,均属于权利要求书的保护范围。