



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101201552 B

(45) 授权公告日 2010.12.08

(21) 申请号 200710195642.1

代理人 寿宁 张华辉

(22) 申请日 2003.12.02

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

G03F 7/20 (2006.01)

2002-351186 2002.12.03 JP

G02B 27/09 (2006.01)

2003-201079 2003.07.24 JP

2003-338447 2003.09.29 JP

(56) 对比文件

US 2002/0154282 A1, 2002.10.24, 全文.

(62) 分案原申请数据

审查员 陈嘉佳

200380104450.5 2003.12.02

(73) 专利权人 株式会社尼康

地址 日本东京千代田区丸之内3丁目2番3号

(72) 发明人 谷津修 田中裕久 村松研一

小峯典男 西永寿 松山知行

工藤威人

(74) 专利代理机构 北京中原华和知识产权代理

有限责任公司 11019

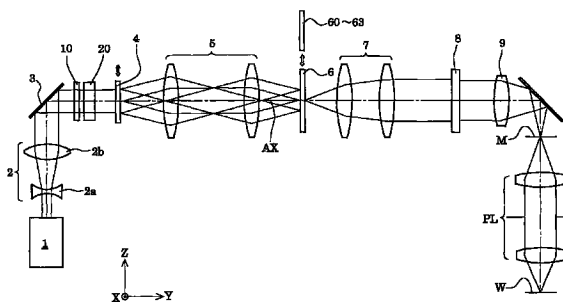
权利要求书 1 页 说明书 30 页 附图 22 页

(54) 发明名称

光学照明装置、曝光装置以及曝光方法

(57) 摘要

本发明是有关于一种光学照明装置、曝光装置以及曝光方法。该光学照明装置，例如搭载于曝光装置中，便可以依据光罩图案的特性，抑制光量损且使照明光的偏振状态改变，得以实施适当的照明条件。具有提供直线偏振光的光源部(1)，以光源部发出的光来照明被照射面(M、W)。光学照明装置具有偏振状态切换单元(10、20)，配置在光源部与被照射面之间的光路中，用以使照明被照射面的光的偏振状态在特定偏振状态与非偏振状态之间做切换。偏振状态切换单元更具有去偏振器(20)，其架构成可以自在地插入与脱离于照明光路中，并且可依据所需将入射的直线偏振光去偏振。



1. 一种光学照明装置,以光源部发出的光来照射被照射面,其特征在于该光学照明装置包括:

偏振状态切换单元,配置在该光源部与该被照射面之间的光路中,且使照明该被照射面的光的偏振状态在直线偏振状态与非偏振状态之间切换时抑制光量损失,且可以改变该直线偏振状态的偏振面的方位;以及

光学积分器,配置在该光源部与该被照射面之间的光路中,

其中该光学积分器包括沿着预定第一方向的间距排列而成的第一一维圆柱透镜阵列;以及以沿着与第一方向交叉的第二方向的间距排列而成的第二一维圆柱透镜阵列。

2. 根据权利要求1所述的光学照明装置,其特征在于其中所述的第一与该第二一维圆柱透镜阵列是一体地设置在一光穿透性基板上。

3. 根据权利要求2所述的光学照明装置,其特征在于包括多数个圆柱透镜阵列板,且各该圆柱透镜阵列板为设置了该第一与该第二一维圆柱透镜阵列的该光穿透性基板,其中该些圆柱透镜阵列板是沿着该光学照明装置的光轴方向,隔着间隔来配置。

4. 根据权利要求3所述的光学照明装置,其特征在于其中沿着该第一一维圆柱透镜阵列的该第一方向的间距以及沿着该第二一维圆柱透镜阵列的该第二方向的间距,至少要有一个在小于等于2mm的间距。

5. 根据权利要求4所述的光学照明装置,其特征在于其中所述的光学积分器在该光学照明装置的瞳面或其附近形成预定的光强度分布,该偏振状态切换单元根据该光学积分器所形成的前述预定光强度分布的形状及大小中的至少其中之一,对照明该被照射面的光的偏振状态进行设定。

6. 根据权利要求4所述的光学照明装置,其特征在于更包括偏振状态变动修正单元,配置在该光源部与该被照射面之间的光路中,用来对该被照射面上的偏振状态的变动进行修正。

7. 一种曝光装置,其特征在于其包括权利要求1至7中任一权利要求所述的光学照明装置,将光罩的图案曝光到配置在该被照射面上的感光性基板上。

光学照明装置、曝光装置以及曝光方法

[0001] 本申请是申请号:200380104450.5,申请日:2003年12月2日,名称为“光学照明装置、曝光装置以及曝光方法”专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种光学照明装置、曝光装置以及曝光方法,特别是涉及一种以微影制程来制造半导体组件、摄影组件、液晶显示组件与薄膜磁头等的微装置的曝光装置。

背景技术

[0003] 在此种典型曝光装置中,从光源发射出的光束经由做为光学积分器的复眼透镜,形成由多数光源所构成的做为实质面光源的二次光源。来自二次光源的光束,经过配置在复眼透镜后侧焦平面附近的光圈加以限制后,便入射至聚焦透镜。

[0004] 被聚焦透镜所聚光的光束则重叠地照明到已形成预定图案的光罩上。穿透过光罩图案的光则经过投影光学系统,成像在晶圆上。以此方式,光罩图案便被投影曝光(转印)到晶圆上。此外,形成在光罩上的图案是高积集度,故对于将此细微的图案转印到晶圆上而言,在晶圆上获得均匀的照度分布是必须的。

[0005] 在复眼透镜的后侧焦平面上形成圆形的二次光源,使其大小改变,以改变照明的同调性(coherence) σ (σ 值=光圈孔径/投影光学系统的瞳径,或者 σ 值=照明光学系统出射侧的数值孔径/投影光学系统入射侧的数值孔径)的技术是相当受到注意的。此外,在复眼透镜的后侧焦平面上,形成轮带状或四极状的二次光源,以提升投影光学系统的焦深与分辨率的技术也受到关注。

[0006] 在上述的传统曝光装置中,因应光罩图案的特性,根据圆形二次光源来进行一般的圆形照明,根据轮带状或四极状二次光源来进行变形照明(轮带照明或四极照明)。然而,因应光罩图案特性,一般是不改变照明光罩的光的偏振状态,以非偏振状态的光来照明光罩。因此,无法实现所必要的照明条件,来忠实地转印光罩图案

[0007] 有鉴于上述问题,本发明的目的提供一种光学照明装置,例如搭载于曝光装置中,便可以依据光罩图案的特性,抑制光量损且使照明光的偏振状态改变,得以实施适当的照明条件。

[0008] 本发明的另一目的是提供一种曝光装置与曝光方法,其使用可以依据光罩图案的特性,使照明光的偏振状态改变的光学照明装置,因而可以依据光罩的图案特性,以适当的照明条件来进行优良的曝光。

发明内容

[0009] 为了解决上述课题,本发明的第一型态提出一种光学照明装置,其具有光源部,以提供直线偏振光,并以光源部发出的光来照射被照射面。光学照明装置包括偏振状态切换单元,其配置在光源部与该被照射面之间的光路中,使照明被照射面的光的偏振状态在特定偏振状态与非偏振状态之间切换。

[0010] 偏振状态切换单元包括去偏振器,可自由地插入与脱离于照明光路中,依据需要将入射的直线偏振光去偏振。

[0011] 根据本发明的第一型态,在特定偏振状态为直线偏振状态的情形时,偏振状态切换单元可以改变直线偏振的偏振面。此外,偏振状态切换单元可包括相位部材,依据需求改变入射的直线偏振光的偏振面。在此情形,相位部材具有 $1/2$ 波长板,其结晶光学轴以光学照明装置的光轴为中心而自由地旋转。

[0012] 此外,依据上述第一型态,去偏振器包括水晶棱镜,其结晶光学轴是以光学照明装置的光轴为中心而自由地旋转。此外,去偏振器更包括偏振分光器与反射系统。反射系统是使穿过偏振分光器的光的光路与被偏振分光器最后反射的光的光路实质上一致,并且使被偏振分光器反射的光在平面上反射多数次,再回到偏振分光器。偏振分光器与反射系统以光学照明装置的光轴为中心而自由地旋转。

[0013] 此外依据上述第一型态的话,去偏振器更包括偏振分光器与反射系统。反射系统是使穿过偏振分光器的光的光路与被偏振分光器最后反射的光的光路实质上一致,并且使被偏振分光器反射的光在平面上反射多数次,再回到偏振分光器。偏振分光器与反射系统可一体地插入与脱离于照明光路。

[0014] 此外,依据上述第一型态的话,偏振状态切换单元更包括第二相位部材,将入射的椭圆偏振光转换成直线偏振光。此外,第二相位部材更包括 $1/4$ 波长板,且 $1/4$ 波长板是以光学照明装置的光轴为中心而自由地旋转。

[0015] 此外,依据上述第一型态的话,配置在光源部与偏振状态切换单元之间的光路中,以立方晶系所形成的光穿透部材中,光行进方向是设定成比结晶方位 $\langle 110 \rangle$ 更接近 $\langle 111 \rangle$ 或 $\langle 100 \rangle$ 。在此情形,配置在偏振状态切换单元与被照射面之间的光路中,以立方晶系所形成的光穿透部材中,光行进方向是设定成比结晶方位 $\langle 110 \rangle$ 更接近 $\langle 111 \rangle$ 或 $\langle 100 \rangle$ 。

[0016] 上述光穿透部材更包括光学部材,固定地定位在光路中,其中光学部材的光轴设定成与结晶方位 $\langle 111 \rangle$ 或结晶方位 $\langle 100 \rangle$ 实质上上一致。此外,光穿透部材包括直角棱镜,做为背面反射镜,其中直角棱镜的入射面与出射面是设定成实质上上与结晶面 $\{100\}$ 一致,并且直角棱镜的反射面设定成实质上与结晶面 $\{110\}$ 一致。此外,光穿透部材更包括平行面板,其可相对光轴倾斜设置于光路中,使沿着光轴入射的光线平行移动,其中平行面板的光轴是设定成实质上与结晶方位 $\langle 100 \rangle$ 一致。

[0017] 此外,依据上述第一型态的话,光学照明装置更包括照明瞳分布形成单元,依据从光源部发出的光束,在光学照明装置的瞳面或瞳面的附近,形成预定光强度分布;变更单元,用以变更预定光强度分布的形状与大小的至少其中之一;以及导光光学系统,将从预定光强度分布发出的光束导引到被照射面。在此情形,偏振状态切换单元是依据预定光强度分布的形状与大小的至少其中之一的变化,来变更用来照明被照射面的光的偏振状态。此外,偏振状态切换单元是依据预定光强度分布的形状与大小的至少其中之一的变化,使用来照明被照射面的光的偏振状态在直线偏振状态与非偏振状态之间切换。

[0018] 此外,依据上述第一型态的话,偏振状态切换单元是依据该预定光强度分布的形状与大小的至少其中之一的变化,在所述特定偏振状态下,光的史托克参数的 S_1 成分是满足下列条件: $0.6 \leq |S_1|$ 。此外,在非偏振状态下,光的史托克参数的 S_1 与 S_2 成分是满足下列条件: $|S_1| \leq 0.1$ 以及 $|S_2| \leq 0.1$ 。此外,光学照明装置更包括偏振状态变动修正单

元,配置在光源部与被照射面之间的光路中,用以修正在该被照射面上的偏振状态的变动。在此情形,偏振状态变动修正单元更包括偏振监视器,配置在偏振状态切换单元与被照射面之间的光路中,用以检测出光的偏振状态;以及控制部,依据偏振监视器的输出,以控制偏振状态切换单元。

[0019] 此外,依据上述第一型态的话,偏振状态切换单元更包括 1/2 波长板,具有结晶光学轴以光学照明装置的光轴为中心而自由地旋转;以及 1/4 波长板,具有结晶光学轴以光学照明装置的光轴为中心而自由地旋转。使 1/4 波长板的结晶光学轴与 1/2 波长板的结晶光学轴变化时,控制部回应偏振监视器所得的检测结果,使 1/4 波长板的结晶光学轴的角度位置定位在所要位置,以使入射的椭圆偏振光变换成直线偏振光,并且使 1/2 波长板的结晶光学轴的角度位置定位在所要位置,以使入射的直线偏振光变换成在预定方向上具有偏振面的直线偏振光。在此情形,使 1/4 波长板的结晶光学轴改变时,控制部将 1/4 波长板的结晶光学轴的角度位置定位在检测结果中的史托克参数 S1 成分的变化对比约略成最大时的第一角度位置,且在 1/4 波长板的结晶光学轴设定在第一角度位置的状态下,在使 1/2 波长板的结晶光学轴变化时,将 1/2 波长板的结晶光学轴的角度位置定位在检测结果中的史托克参数 S1 成分约略成最大或最小时的第二角度位置。

[0020] 此外,依据上述第一型态的话,上述偏振监视器更包括分光器,配置在偏振状态切换单元与被照射面之间的光路中,用以从光路中撷取出与入射光的偏振状态相异的偏振状态的反射光或是穿透光;以及光强度检测器,用以检测出被分光器从光路中撷取出的反射光或穿透光的强度,并依据光强度检测器的输出,以检测出入射到分光器的入射光的偏振状态。在此情形,分光器具有反射特性或穿透特性,使包含于反射光或该穿透光的 P 偏振强度 I_p 与 S 偏振强度 I_s 的强度比 I_p/I_s 满足 $I_p/I_s < 1/2$ 或者 $I_p/I_s > 2$ 的条件。

[0021] 此外,依据上述第一型态的话,光学照明装置更包括照明瞳分布形成单元,依据光源部发出的光束,在光学照明装置的瞳面或瞳面的附近形成预定光强度分布,其中照明瞳分布形成单元是沿着对应被照射面上的预定方向上的瞳面或瞳面的附近的面上的方向,形成隔着间隔的两个高光强度分布的区域,其中偏振状态切换单元是将从两个高光强度分布区域照明到被照射面的光的偏振状态,设定成在与预定方向垂直方向上具有偏振面的直线偏振状态。在此情形,前述两个高光强度分部区域是对称于光学照明装置的光轴而形成,其中以光轴为中心,与两个高光强度分部区域外接的外接圆直径 ϕ_o 以及瞳面的直径 ϕ_p 的比定义为 σ_o , $\sigma_o = \phi_o/\phi_p$,其中 σ_o 满足下列条件: $0.7 \leq \sigma_o$ 。此外,两个高光强度分部区域是对称于该光学照明装置的光轴而形成,其中以光轴为中心,与两个高光强度分部区域外接的外接圆直径 ϕ_o 以及瞳面的直径 ϕ_p 的比 ϕ_o/ϕ_p 定义为 σ_o ,且以光轴为中心,与两个高光强度分部区域内接的内接圆直径 ϕ_i 以及瞳面的直径 ϕ_p 的比 ϕ_i/ϕ_p 定义为 σ_i ,则 $0.5 \leq \sigma_i/\sigma_o$ 。

[0022] 本发明的第二型态提供一种光学照明装置,其依据从光源部发出的光,以特定偏振状态来照明被照射面。

[0023] 光学照明装置包括导光单元,配置在光源部与被照射面之间的光路中,将从光源部发出的光导引到被照射面;以及

[0024] 偏振状态变动修正单元,配置在光源部与被照射面之间的光路中,用以修正在该被照射面上的偏振状态变动。

[0025] 依据上述第二型态的话, 偏振状态变动修正单元更包括偏振状态调整单元, 配置在光源部与被照射面之间的光路中, 用以调整在被照射面上的偏振状态; 偏振监视器, 配置在光源部与被照射面之间的光路中, 用以检测出光的偏振状态; 以及控制部, 依据偏振监视器的输出, 以控制偏振状态调整单元。在此情形, 偏振状态调整单元包括可调整相位板, 配置在光源部与偏振监视器之间的光路中。此外, 导光单元包括光学部材, 具有使入射的光的偏振状态改变而射出的特性。上述光学部材可由结晶光学材料所形成。

[0026] 本发明第三型态提供一种光学照明装置, 其依据光源部所发出的光, 来照明被照射面。

[0027] 此光学照明装置包括导光单元, 配置在光源部与被照射面之间的光路中, 用以将光源部发出的光导引到被照射面;

[0028] 以及偏振状态稳定单元, 配置在光源部与被照射面之间的光路中, 用以稳定在被照射面上的偏振状态。

[0029] 依据上述第三型态的话, 上述偏振状态稳定单元可更包括偏振状态调整单元, 配置在光源部与被照射面之间的光路中, 用以调整在被照射面上的偏振状态; 偏振监视器, 配置在光源部与被照射面之间的光路中, 用以检测出光的偏振状态; 以及控制部, 依据偏振监视器的输出, 以控制偏振状态调整单元。在此情形, 偏振状态调整单元包括可调整相位板, 配置在光源部与偏振监视器之间的光路中。此外, 导光单元包括光学部材, 具有使入射的光的偏振状态改变而射出的特性。上述光学部材是由结晶光学材料所形成。

[0030] 此外, 依据上述第三型态的话, 偏振状态稳定单元包括光穿透部材, 其配置在光源部与被照射面之间的光路中, 且以立方晶系的结晶材料形成。在此情形, 上述光穿透部材的光行进方向较佳是设定在比结晶方位 $\langle 110 \rangle$ 更近近结晶方位 $\langle 111 \rangle$ 或结晶方位 $\langle 100 \rangle$ 。此外光穿透部材具有光学部材, 其固定地定位在前述光路中, 该光学部材的光轴较佳是设定成与结晶方位 $\langle 111 \rangle$ 或结晶方位 $\langle 100 \rangle$ 实质上一致。或者是, 前述光穿透部材具有做为背面反射镜的直角棱镜, 较佳而言, 前述直角棱镜的入射面与出射面是设定成与结晶面 $\{100\}$ 大约一致, 而反射面是设定成与结晶面 $\{110\}$ 大约一致。或者是, 光穿透部材具有平行面板, 可相对于光轴倾斜地设置在前述光路中, 使沿着光轴入射的光线平行移动。较佳而言, 前述平行面板的光轴是设定成与结晶方位 $\langle 100 \rangle$ 大约一致。

[0031] 本发明第四型态提供一种光学照明装置的调整方法, 光学照明装置依据从光源部发出的光, 以特定偏振状态来照明被照射面。

[0032] 光学照明装置的调整方法包括波长板设定步骤, 将 $1/4$ 波长板的结晶光学轴设定在光学照明装置的照明光路中的预定角度位置, 并且将 $1/2$ 波长板的结晶光学轴设定在光学照明装置的照明光路中的预定角度位置。

[0033] 波长板设定步骤是使 $1/4$ 波长板的结晶光学轴与 $1/2$ 波长板的结晶光学轴分别改变时, 依据偏振状态切换单元与被照射面间的光路中所检测出来的光偏振状态的检测结果, 将 $1/4$ 波长板的结晶光学轴设定在所要位置, 使入射的椭圆偏振光转换成直线偏振光, 并且将 $1/2$ 波长板的结晶光学轴设定在基准位置, 使入射的直线偏振光变换成在预定方向上具有偏振面的直线偏振光。

[0034] 依据上述第四型态实施例的话, 使 $1/4$ 波长板的结晶光学轴改变时, 将 $1/4$ 波长板的结晶光学轴设定在检测结果中的史托克参数 S_1 成分的变化对比约略成最大时的第一角

度位置,且在 $1/4$ 波长板的结晶光学轴设定在第一角度位置的状态下,在使 $1/2$ 波长板的结晶光学轴变化时,将 $1/2$ 波长板的结晶光学轴设定在检测结果中的史托克参数 $S1$ 成分约略成最大或最小时的第二角度位置。此外,光学照明装置的调整方法更包括照明瞳形成步骤,依据从光源部发出的光束,在光学照明装置的瞳面或瞳面的附近形成预定光强度分布;照明瞳变更步骤,用以将预定光强度分布的形状与大小的至少其中之一变更;波长板重设定步骤,依据预定光强度分布的形状与大小的至少其中之一变更,修正设定 $1/4$ 波长板的结晶光学轴与 $1/2$ 波长板的结晶光学轴的至少其中之一。

[0035] 本发明第五型态提供一种曝光装置,包括第一至第三型态所记载的光学照明装置,或利用第四型态所记载的调整方法来进行调整的光学照明装置,将光罩的图案曝光到配置在前述被照射面的感光性基板上。

[0036] 依据本发明第五型态的话,曝光装置更包括投影光学系统,配置在光罩所设定的第一设定面与感光性基板所设定的第二设定面之间的光路中,将光罩的图案像形成于第二设定面上;瞳强度分布形成单元,用以在投影光学系统的瞳与共轭位置或其附近的位置上形成预定光强度分布;以及瞳强度分布变更单元,用以改变预定光强度分布的形状与大小的至少其中之一。在此情形,曝光装置更包括偏振状态变更单元,配置在光源部与被照射面之间的光路中,用以改变照明到被照射面的光的偏振状态,其中瞳强度分布变更单元依据光罩的图案特性,改变预定光强度分布的形状与大小的至少其中之一。偏振状态变更单元是依据预定光强度分布的形状与大小的至少其中之一变化,来改变照明到被照射面的光的偏振状态。此外,在此情形,偏振状态变更单元包括偏振状态切换单元,用以将照明被照射面的光的偏振状态在特定偏振状态与非偏振状态之间切换。偏振状态切换单元依据预定光强度分布的形状与大小的至少其中之一变化,在特定偏振状态与该非偏振状态之间切换。

[0037] 此外,依据本发明第五型态的话,瞳强度分布形成单元沿着在光罩上所形成的线与空间图案的间距方向上,以隔着间隔形成两个高光强度分布区域。偏振状态变更单元将从两个高光强度分部区域照明到被照射面的光的偏振状态,设定成在与间距方向实质上垂直的方向上,具有偏振面的直线偏振状态。或者是,瞳强度分布形成单元实质上以光学照明装置的光轴为中心,形成一个高光强度分部区域,其中偏振状态变更单元是将从高光强度分部区域照明到被照射面的光的偏振状态,设定成在做为光罩的相移光罩上所形成的线与空间的间距方向实质上垂直的方向上,具有偏振面的直线偏振状态。在此情形,高光强度分部区域的大小以及该瞳面的直径 ϕ_p 的比定义为 σ , $\sigma = \phi / \phi_p$,其中 σ 满足下列条件:
 $\sigma \leq 0.4$ 。

[0038] 本发明第六型态提供一种曝光方法,包括第一至第三型态所记载的光学照明装置,或利用第四型态所记载的调整方法来进行调整的光学照明装置,该曝光方法包括照明步骤,经由前述光学照明装置,来照明光罩。

[0039] 以及曝光步骤,将光罩的图案曝光到配置在前述被照射面的感光性基板上。

[0040] 依据本发明第六型态的话,曝光方法可更包括投影步骤,使用投影光学系统,形成光罩的图案像;瞳强度分布形成步骤,用以在投影光学系统的瞳与共轭位置或其附近的位置上形成预定光强度分布;以及瞳强度分布变更步骤,用以改变预定光强度分布的形状与大小的至少其中之一。在此情形,瞳强度分布变更步骤更包括依据光罩的图案特性,改变预

定光强度分布的形状与大小的至少其中之一,并且依据预定光强度分布的形状与大小的至少其中之一的变化,来改变照明到被照射面的光的偏振状态。

[0041] 依据本发明第六型态的话,瞳强度分布形成步骤更包括沿着在光罩上所形成的线与空间图案的间距方向上,以隔着间隔形成两个高光强度分布区域,并且将从两个高光强度分部区域照明到被照射面的光的偏振状态,设定成在与间距方向实质上垂直的方向上,具有偏振面的直线偏振状态。在此情形,两个高光强度分部区域是对称于光学照明装置的光轴而形成,其中以光轴为中心,与两个高光强度分部区域外接的外接圆直径 ϕ_o 以及瞳面的直径 ϕ_p 的比定义为 σ_o , $\sigma_o = \phi_o / \phi_p$, 其中 σ_o 满足下列条件: $0.7 \leq \sigma_o$ 。此外,两个高光强度分部区域是对称于光学照明装置的光轴而形成,其中以光轴为中心,与两个高光强度分部区域外接的外接圆直径 ϕ_o 以及瞳面的直径 ϕ_p 的比 ϕ_o / ϕ_p 定义为 σ_o , 且以光轴为中心,与两个高光强度分部区域内接的内接圆直径 ϕ_i 以及该瞳面的直径 ϕ 的比 ϕ_i / ϕ_p 定义为 σ_i , $0.5 \leq \sigma_i / \sigma_o$ 。

[0042] 本发明第七型态提供一种曝光方法,用以将设定在第一面的光罩的图案,曝光到配置在第二面上的感光性基板。此曝光方法包括:

[0043] 第一步骤:提供直线偏振光;

[0044] 第二步骤:依据第一步骤所提供的直线偏振光,照明光罩;

[0045] 第三步骤:将被第二步骤照明的光罩的图案曝光到感光性基板上;

[0046] 第四步骤:将第二面上的光的偏振状态,切换于特定偏振状态与非偏振状态之间,其中依据入射的直线偏振光,依据需求,将用来非偏振化的去偏光器插入或脱离于照明光路中。

[0047] 依据本发明第七型态的话,上述曝光方法的第四步骤可更包括改变直线偏振的偏振面的步骤。此外,曝光方法的第三步骤可更包括:使用投影光学系统将光罩的图案形成到第二面上;在与投影光学系统的瞳共轭的位置或其附近的位置上,形成预定光强度分布;改变预定光强度分布的形状与大小的至少其中之一;以及依据预定光强度分布的形状与大小的至少其中之一的变化,改变照明被照射面的光的偏振状态。

[0048] 本发明第八型态提供一种曝光方法,用以将设定在第一面的光罩的图案,曝光到配置在第二面上的感光性基板。曝光方法包括:

[0049] 第一步骤:提供光;

[0050] 第二步骤:依据第一步骤所提供的光,照明光罩;

[0051] 第三步骤:,将在第二步骤被照明的光罩的图案曝光到感光性基板上;以及

[0052] 第四步骤,修正在第二面上的光的偏振状态的变动。

[0053] 依据本发明第八型态的话,曝光方法更包括第五步骤,检测出光的偏振状态。

[0054] 第四步骤更包括一步骤,依据第五步骤所检测出的光偏振状态,来调整第二面上的偏振状态。

[0055] 本发明第九型态提供一种光学照明装置,其依据光源部发出的光,以特定的偏振状态来照明被照射面。

[0056] 光学照明装置包括偏振状态变更单元,配置在光源部与被照射面之间的光路中,以改变照明上述被照射面的光的偏振状态;以及

[0057] 纵横比变换单元,用以改变在与前述被照射面在实质上为傅立叶转换关系的照明

瞳上所形成的光强度分布的纵横比。

[0058] 依据本发明第九型态的话,偏振状态变更单元可具备偏振状态切换单元,用以将照明前述被照射面的光的偏振状态在特定偏振状态与非偏振状态之间作切换。此外,依据本发明第九实施例的话,纵横比变化单元为配置在与前述被照射面在实质上为傅立叶转换关系的位置或其附近,并且包括光学组件群,其具有改变垂直的两个方向上的放大率的功能。

[0059] 本发明第十型态提供一种曝光装置,包括上述第九型态所记载的光学照明装置,用以将光罩的图案曝光到配置在前述被照射面上的感光性基板。

[0060] 依据本发明第十型态的话,前述偏振状态变更单元依据光罩的图案特性,来变更光的偏振状态;前述纵横比变化单元依据光罩的图案特性,来改变在照明瞳上所形成的光强度分部的纵横比。

[0061] 本发明的第十一型态提供一种曝光方法,将设定在第一面的光罩图案,曝光到设定在第二面的感光性基板上。此曝光方法包括:

[0062] 第一步骤:提供特定偏振状态的光;

[0063] 第二步骤:依据第一步骤所提供的光,照明光罩;

[0064] 第三步骤:将在第二步骤被照明的光罩图案,曝光到感光性基板上;

[0065] 第四步骤:变更在第二面上的光的偏振状态;

[0066] 第五步骤:改变在与第二面在实质上为傅立叶转换关系的照明瞳上所形成的光强度分布的纵横比。

[0067] 依据上述第十一型态的话,第四步骤依据光罩的图案特性来改变光的偏振状态。此外,依据上述第十一型态的话,第五步骤依据光罩的图案特性来改变照明瞳上所形成的光强度纵横比。

[0068] 本发明第十二实施例提供一种光学照明装置,以光源部发出的光来照射被照射面。光学照明装置包括:

[0069] 偏振状态切换单元,配置在该光源部与该被照射面之间的光路中,且使照明该被照射面的光的偏振状态在特定偏振状态与非偏振状态之间切换时抑制光量损失;以及

[0070] 光学积分器,配置在光源部与被照射面之间的光路中。

[0071] 光学积分器包括沿着预定第一方向的间距排列而成的第一一维圆柱透镜阵列;以及以沿着与第一方向交叉的第二方向的间距排列而成的第二一维圆柱透镜阵列。

[0072] 依据本发明第十二型态的话,第一与第二一维圆柱透镜阵列为一体地设置在光穿透性基板上。

[0073] 依据本发明第十二型态的话,光学照明装置包括多数个包含第一与第二一维圆柱透镜阵列的圆柱透镜阵列板。这些圆柱透镜阵列板是沿着光学照明装置的光轴方向,隔着一间隔来配置。此外,沿着第一一维圆柱透镜阵列的第一方向的间距以及沿着第二一维圆柱透镜阵列的第二方向的间距,至少要有一个在 2mm 以下的间距。

[0074] 本发明第十三型态提供一种曝光装置,包括第十二型态所记载的光学照明装置,将光罩的图案曝光到配置前述被照射面的感光性基板上。

[0075] 本发明第十四型态提供一种曝光方法,包括照明步骤:使用第十二型态所记载的光学照明装置,来照明光罩;以及曝光步骤,将前述光罩的图案曝光到配置在前述被照射面

上的感光性基板上。

[0076] 本发明与现有技术相比具有明显的优点和有益效果。经由上述可知,本发明是有关于一种光学照明装置、曝光装置以及曝光方法。该光学照明装置,例如搭载于曝光装置中,便可以依据光罩图案的特性,抑制光量损且使照明光的偏振状态改变,得以实施适当的照明条件。具有提供直线偏振光的光源部 1,以光源部发出的光来照明被照射面 (M、W)。光学照明装置具有偏振状态切换单元 (10、20),配置在光源部与被照射面之间的光路中,用以使照明被照射面的光的偏振状态在特定偏振状态与非偏振状态之间做切换。偏振状态切换单元更具有去偏振器 20,其架构成可以自在地插入与脱离于照明光路中,并且可依据所需将入射的直线偏振光去偏振。

[0077] 上述说明仅是本发明技术方案的概述,为了能够更清楚了解本发明的技术单元,而可依照说明书的内容予以实施,并且为了让本发明的上述和其他目的、特征和优点能够更明显易懂,以下特举较佳实施例,并配合附图,详细说明如下。

[0078] 附图说明

[0079] 图 1 绘示具有本发明实施例的光学照明装置的曝光装置的结构示意图。

[0080] 图 2 绘示以轮带照明与四极照明所以形成的轮带状二次光源与四极状二次光源的示意图。

[0081] 图 3 绘示以二极照明所以形成的二极状二次光源的示意图。

[0082] 图 4 绘示图 1 的相位部材与去偏振器的架构示意图。

[0083] 图 5 绘示第一变化例的偏振状态切换单元的架构示意图。

[0084] 图 6 绘示第二变化例的偏振状态切换单元的架构示意图。

[0085] 图 7 绘示第三变化例的偏振状态切换单元的架构示意图。

[0086] 图 8 绘示变化例的去偏振器的架构示意图。

[0087] 图 9 绘示在图 1 中配置在光源与偏振状态切换单元之间的光束匹配单元的内部构造示意图。

[0088] 图 10 绘示关于萤石的结晶方位的说明图。

[0089] 图 11 绘示在偏振状态切换单元中所附设的用来将椭圆偏振变换成直线偏振的 $1/4$ 波长板的示例图。

[0090] 图 12 绘示制作半导体组件以做为微电子组件的方法流程图。

[0091] 图 13 绘示制作液晶显示组件以做为微电子组件的方法流程图。

[0092] 图 14 绘示在二极照明中,以直线偏振状态的光来照射光罩的概略示例图。

[0093] 图 15 绘示在圆形照明中,以直线偏振状态的光来照射光罩的概略示例图。

[0094] 图 16 绘示在图 1 的曝光装置中,附设用来检测照明光的偏振状态的偏振监视器的架构示意图。

[0095] 图 17 绘示图 16 的偏振监视器的内部结构的立体示意图。

[0096] 图 18 绘示图 11 中偏振状态切换单元的 $1/4$ 波长板的结晶光学轴与 $1/2$ 波长板的结晶光学轴的调整方法流程图。

[0097] 图 19 绘示当 $1/4$ 波长板的结晶光学轴固定在 -45 度的标准角度位置时, $1/2$ 波长板的结晶光学轴在各角度位置的偏振监视器的输出变化图。

[0098] 图 20 绘示当 $1/4$ 波长板的结晶光学轴设定在各角度位置的状态时, $1/2$ 波长板的

结晶光学轴在各角度位置的偏振监视器的输出变化图。

[0099] 图 21 绘示 1/4 波长板的结晶光学轴在各角度位置的状态下的偏振监视器的输出对比变化图。

[0100] 图 22 绘示当 1/4 波长板的结晶光学轴固定在使椭圆偏振光变换成直线偏振光的第一角度位置时,1/2 波长板的结晶光学轴在各角度位置的偏振监视器的输出变化图。

[0101] 图 23 绘示具有与图 1 或图 16 相异结构的照明瞳分布形成单元的曝光装置的架构示意图。

[0102] 图 24 绘示在图 23 中,配置在远焦透镜的前侧透镜群与后侧透镜群之间的光路中的圆锥旋轴三棱镜光学系的架构示意图。

[0103] 图 25 绘示圆锥旋轴三棱镜光学系对于在图 23 变化例的轮带照明中所形成的二次光源的作用说明图。

[0104] 图 26 绘示变焦透镜对于在图 23 变化例的轮带照明中所形成的二次光源的作用说明图。

[0105] 图 27 绘示在图 23 中,配置在远焦透镜的前侧透镜群与后侧透镜群之间的光路中的第一圆柱透镜对与第二圆柱透镜对的架构示意图。

[0106] 图 28 绘示第一圆柱透镜对与第二圆柱透镜对对于在图 23 变化例的轮带照明中所形成的二次光源的作用说明图。

[0107] 图 29 绘示第一圆柱透镜对与第二圆柱透镜对对于在图 23 变化例的轮带照明中所形成的二次光源的作用说明图。

[0108] 图 30 绘示第一圆柱透镜对与第二圆柱透镜对对于在图 23 变化例的轮带照明中所形成的二次光源的作用说明图。

具体实施方式

[0109] 为更进一步阐述本发明为达成预定发明目的所采取的技术单元及功效,以下结合附图及较佳实施例,对依据本发明提出的光学照明装置、曝光装置以及曝光方法其具体实施方式、结构、方法、步骤、特征及其功效,详细说明如后。

[0110] 图 1 为概略绘示具备本发明实施例的光学照明装置的曝光装置架构图。如图 1 所示,沿着感光基板的晶圆 W 的法线方向为设定为 Z 轴,在晶圆 W 表面上平行于图 1 图面的方向为设定为 Y 轴,在晶圆 W 表面上垂直于图 1 图面的方向为设定为 X 轴。此外,在图 1 中,光学照明装置为设定进行轮带照明。

[0111] 本实施例曝光装置具备激光光源 1,用以提供曝光光(照明光)。激光光源 1 可以使用例如提供波长 248nm 光的 KrF 准分子激光光源,或者是提供波长 193nm 光的 ArF 准分子激光光源等。从激光光源 1 沿着 Z 方向射出的大略平行光束,具有在 X 方向上延伸成细长矩形的剖面,并且入射到由透镜对 2a,2b 所构成的光扩散器 (beam expander) 2。各透镜 2a,2b 在图 1 图面上 (YZ 平面上) 分别具有负折射能力与正折射能力。因此,入射到光扩散器 2 的光束在图 1 图面上会被扩大,而被整形成具有预定矩形剖面的光束。

[0112] 透过做为整形光学系统的光扩散器 2 的大略平行光束被偏向镜 3 片偏向到 Y 方向后,经由相位部材 10、去偏振器(非偏振化组件)20 以及绕射光学组件 4,入射至远焦变焦透镜 (afocal zoom lens) 5。相位部材 10 与去偏振器 20 的构造与作用会在下文详述。一

一般来说,绕射光学组件为在基板上形成具有曝光光(照明光)的波长左右间隔(pitch)的阶梯构造,并具有将入射光束绕射到预定角度的作用。具体来说,当具有矩形剖面的平行光束入射时,绕射光学组件4具有在其远场(far field)或夫琅和费(fraunhofer)绕射区域上,形成圆形光强度分布的功能。

[0113] 因此,经过绕射光学组件4的光束,会在远焦变焦透镜5的瞳位置上形成圆形光强度分布,亦即具有圆形剖面的光束。绕射光学组件4为架构成可以从照明光路退避的结构。远焦变焦透镜5为架构成一边维持远焦系统(无焦点光学系统),一边以在预定的范围内连续地改变倍率。透过远焦变焦透镜5的光束入射至轮带照明用绕射光学组件6。远焦变焦透镜5实质将绕射光学组件4的发射原点与绕射光学组件6的绕射面彼此光学共轭地连结在一起。聚光于绕射光学组件6的绕射面上或其附近面上的一点的数值孔径为与远焦变焦透镜5的倍率相关的方式来变化。

[0114] 当平行光束入射时,轮带照明用绕射光学组件6具备在它的远场上形成环状光强度分布的功能。绕射光学组件6架构成可以自由地插脱于照明光路上,并且四极照明用绕射光学组件60、圆形照明用绕射光学组件61、X方向二极照明用绕射光学组件62与Y方向二极照明用绕射光学组件63等为架构成可以彼此互相切换。四极照明用绕射光学组件60、圆形照明用绕射光学组件61、X方向二极照明用绕射光学组件62与Y方向二极照明用绕射光学组件63等的结构与作用会在下文中叙述。

[0115] 经过绕射光学组件6的光束会入射至变焦透镜7。微透镜阵列(microlens array,或复眼透镜)8的入射面为被定位在变焦透镜7的后侧焦平面附近。微透镜阵列8为由排列成纵列且密集的多数个具有正折射能力微小透镜所构成的光学组件。一般而言,微透镜阵列为利用例如在平行面板上进行蚀刻处理以形成微小透镜群的方式来架构而成。

[0116] 构成微透镜阵列的各微小透镜为比构成复眼透镜的各透镜组件更微小。此外,微透镜阵列与彼此相互隔离的透镜组件所构成的复眼透镜不同,多数个微小透镜(微小折射面)并不互相隔离,而是一体形成。但是,从具有正折射能力的透镜组件被排列成纵横方式这点来看,微透镜阵列与复眼透镜相同,为波前分割型的光学积分器。

[0117] 如上所述,从透过绕射光学组件4,形成于远焦变焦透镜5的瞳位置上的圆形光强度的光束,从远焦变焦透镜5射出后,会成为具有各种角度成分的光束,而入射至绕射光学组件6。换句话说,绕射光学组件4为构成具有角度光束成形功能的光学积分器。另一方面,当平行光束入射时,绕射光学组件6具备做为在其远场上形成环状光强度分布的光束变换组件的功能。因此,透过绕射光学组件6的光束会在变焦透镜7的后侧焦平面上(也在微透镜阵列的入射面上),形成以例如光轴AX为中心的轮带状照野。

[0118] 微透镜阵列8的入射面上所形成的轮带状照野的外径为相依赖于变焦透镜7的焦点距离而改变。如此,变焦透镜7在实质上以傅立叶转换关系来连结绕射光学组件5与微透镜阵列8的入射面。入射至微透镜阵列8的光束为被二次元地分割,在微透镜阵列8的后侧焦平面上,则如图2A所示,会形成与入射光束所形成的照野相同的轮带状多数个光源(以下称为二次光源)。

[0119] 从微透镜阵列8后侧焦平面上所形成的轮带状二次光源发出的光束,在受到聚焦光学系统9的聚光作用后,便重叠地照明到已经形成预定图案的光罩M上。透过光罩M的图案的光束,经过投影光学系统PL,便将光罩图案的影像形成于感光性基板的晶圆W上。据

此,在与投影光学系统 PL 的光轴 AX 垂直的平面 (XY 平面) 上,一边以二维地驱动控制晶圆 W,一边做整体曝光或扫描曝光,而将光罩 M 的图案逐一地曝光于晶圆 W 上的各个曝光区域上。

[0120] 在本实施例中,当远焦变焦透镜 5 的倍率改变时,轮带状二次光源的中心高度 (圆形中心线的与光轴 AX 的距离) d_0 并不会改变,仅有它的宽度 (外径 (直径) 与内径 (直径) 之差的 $1/2$) w_0 会改变。亦即,利用使远焦变焦透镜 5 的倍率改变,可以使轮带状二次光源的大小 (外径) 以及它的形状 (轮带比:内径 / 外径) 同时改变。

[0121] 此外,当变焦透镜 7 的焦距改变时,轮带状二次光源的轮带比不会改变,中心高度 d_0 及宽度 w_0 会同时改变。亦即,利用使变焦透镜 7 的焦距改变,可以不改变轮带状二次光源的轮带比,而改变外径。如上所述,在本实施例中,利用适当地改变远焦变焦透镜 5 的倍率与变焦透镜 7 的焦距,可以不使轮带状二次光源的外径改变,仅改变它的轮带比。

[0122] 此外,利用将绕射光学组件 60 设定在照明光路中以取代绕射光学组件 6,可以进行四极照明。当平行光束入射时,四极照明用绕射光学组件 60 具备在其远场上形成四点状光强度分布的功能。因此,经过绕射光学组件 60 的光束会在微透镜阵列 8 的入射面上,形成例如以光轴 AX 为中心的四个圆形照野所构成的四极状照野。因此,如图 2A 所示,在微透镜阵列 8 的后侧焦平面上,也会形成与其入射面上所形成照野相同的四极状二次光源。

[0123] 在四极照明中,也与轮带照明时相同,藉由使远焦变焦透镜 5 的倍率改变,可以一起改变四极状二次光源的外径 (四个圆形面光源的外接圆的直径) D_0 与轮带比 (四个圆形面光源的内接圆的直径 D_i / 四个圆形面光源的外接圆的直径 D_0)。此外,藉由使变焦透镜 7 的焦距改变,可以不改变四极状二次光源的轮带比,而改变它的外径。因此,利用适当地改变远焦变焦透镜 5 的倍率与变焦透镜 7 的焦距,可以不使四极状二次光源的外径改变,仅改变它的轮带比。

[0124] 此外,藉由使绕射光学组件 4 从照明光路退避,并且将圆形照明用绕射光学组件 61 设定在照明光路中以取代绕射光学组件 6 或 60,便可以进行一般圆形照明。在此情形,沿着光轴 AX 而具有矩形剖面的光束便入射至远焦变焦透镜 5。入射到远焦变焦透镜 5 的光束便依据它的倍率被放大或缩小,具有矩形剖面的光束就这样沿着光轴 AX 从远焦变焦透镜 5 出射,再入射至绕射光学组件 61。

[0125] 与绕射光学组件 4 的情形相同,当具有矩形剖面的平行光束入射时,圆形照明用绕射光学组件 61 具备在其远场形成圆形光强度分布的功能。因此,以绕射光学组件 61 所形成的圆形光束经过变焦透镜 7,在微透镜阵列 8 的入射面处,形成以光轴 AX 为中心的圆形照野。结果,在微透镜阵列 8 的后侧焦平面也形成以光轴 AX 为中心的圆形二次光源。在此情形,利用改变远焦变焦透镜 5 的倍率或变焦透镜 7 的焦点,便可以适当地改变圆形二次光源的外径。

[0126] 接着,利用将绕射光学组件 62 设定在照明光路中以取代绕射光学组件 6、60 或 61,便可以进行 X 方向二极照明。当平行光束入射时,X 方向二极照明用绕射光组件 62 具备在其远场沿着 X 方向上,形成相隔一间隔的两点状光强度分布的功能。因此,经过绕射光学组件 62 的光束便在微透镜阵列 8 的入射面上,形成例如以光轴 AX 为中心,沿着 X 方向上,形成由相隔一间隔的两个圆形照野所构成的二极状照野。结果,如图 3A 所示,与入射面上所形成的照野相同,在微透镜阵列 8 的后侧焦平面上,也会沿着 X 方向形成二极状二次光源。

[0127] 此外,利用将绕射光学组件 63 设定在照明光路中以取代绕射光学组件 6、60、61 或 62,便可以进行 Y 方向二极照明。当平行光束入射时, Y 方向二极照明用绕射光组件 63 具备在其远场沿着 Z 方向(在光罩与晶圆上为对应到 Y 方向)上,形成相隔一间隔的两点状光强度分布的功能。因此,经过绕射光学组件 63 的光束便在微透镜阵列 8 的入射面上,形成例如以光轴 AX 为中心,沿着 Z 方向上,形成由相隔一间隔的两个圆形照野所构成的二极状照野。结果,如图 3B 所示,与入射面上所形成的照野相同,在微透镜阵列 8 的后侧焦平面上,也会沿着 Z 方向形成二极状二次光源。

[0128] 在二极照明中也与四极照明的情形相同,藉由改变远焦变焦透镜 5 的倍率,可以一起变更二极状二次光源的外径(两个圆形面光源的外接圆直径) d_o 以及轮带比(两个圆形面光源的内接圆直径 d_i / 两个圆形面光源的外接圆直径)。此外,藉由改变变焦透镜 7 的焦距,可以不改变二极状二次光源的轮带比,而改变它的外径。结果,藉由适当地改变远焦变焦透镜 5 的倍率与变焦透镜 7 的焦距,便可以不改变二极状二次光源的外径,而仅改变它的轮带比。

[0129] 图 4 绘示图 1 的相位部材与去偏振器的概略示意图。参考图 4 所示,相位部材 10 为以其结晶光学轴可以光轴 AX 为中心自由地旋转的 $1/2$ 波长板来架构而成。另一方面,去偏振器 20 为由楔形水晶棱镜 20a 以及具有与此水晶棱镜 20a 相辅形状的楔形石英棱镜 20b 所构成。水晶棱镜 20a 与石英棱镜 20b 为架构成一体的棱镜组合体,且可自由地插脱于照明光路。当使用 KrF 准分子激光光源或 ArF 准分子激光光源做为激光光源 1 时,因为从此光源射出的光的偏振度一般具有 95% 以上的偏振度,故大致直线偏振光便入射至 $1/2$ 波长板 10。

[0130] 当 $1/2$ 波长板 10 的结晶光学轴相对于入射的直线偏振的偏振面为设定成 0 度或 90 度时,入射至 $1/2$ 波长板的直线偏振光会直接通过,而不会改变偏振面。此外,当 $1/2$ 波长板 10 的结晶光学轴相对于入射的直线偏振的偏振面为设定成 45 度时,入射至 $1/2$ 波长板的直线偏振光会变换成偏振面仅改变 90 度的直线偏振光。当水晶棱镜 20a 的结晶光学轴相对于入射的直线偏振的偏振面为设定成 45 度时,入射至水晶棱镜 20a 的直线偏振光会变换成非偏振状态的光(非偏振化)。

[0131] 在本实施例中,当去偏振器 20 定位在照明光路中时,水晶棱镜 20a 的结晶光学轴相对于入射的直线偏振的偏振面是设定成 45 度。换句话说,当水晶棱镜 20a 的结晶光学轴相对于入射的直线偏振的偏振面是设定成 0 度或 90 度时,入射至水晶棱镜 20a 的直线偏振光会直接通过,而不会改变偏振面。此外,当 $1/2$ 波长板 10 的结晶光学轴相对于入射的直线偏振的偏振面是设定成 22.5 度时,入射至 $1/2$ 波长板 10 的直线偏振光会被转换成非偏振状态的光,其包含偏振面不会改变而直接通过的直线偏振成分以及偏振面仅改变 90 度的直线偏振成分。

[0132] 如上所述,在本实施例中,从激光光源 1 发出的直线偏振光是入射至 $1/2$ 波长板 10。但,为了简化以下的说明,P 偏振(图 1 中,在 $1/2$ 波长板的位置上,于 Z 方向具有偏振面的直线偏振,以下称为 Z 方向偏振)的光入射到 $1/2$ 波长板 10。当将去偏振器 20 定位在照明光路中时, $1/2$ 波长板 10 的结晶光学轴相对于入射 P 偏振(Z 方向偏振)的偏振面所成的角度被设定为 0 度或 90 度时,入射到 $1/2$ 波长板 10 的 P 偏振(Z 方向偏振)的光会直接通过,而不改变它的偏振面,再入射至水晶棱镜 20a。因为水晶棱镜 20a 的结晶光学轴相

对于入射 P 偏振 (Z 方向偏振) 的偏振面所成的角度被设定为 45 度, 入射至水晶棱镜 20a 的 P 偏振 (Z 方向偏振) 的光会被转变为非偏振状态的光。经过水晶棱镜 20a 而被非偏振化的光, 经过用来补偿光行进方向的做为补偿器的石英棱镜 20b, 以非偏振状态来照明光罩 M (进而晶圆 W)。另一方面, 当 1/2 波长板 10 的结晶光学轴相对于入射 P 偏振 (Z 方向偏振) 的偏振面所成的角度被设定为 45 度时, 入射到 1/2 波长板 10 的 P 偏振 (Z 方向偏振) 的光的偏振面会改变 90 度, 而成为 S 偏振 (图 1 中, 在 1/2 波长板位置上, 于 X 方向具有偏振面的直线偏振, 以下称为 X 偏振) 的光, 再入射至水晶棱镜 20a。因为水晶棱镜 20a 的结晶光学轴相对于入射 S 偏振 (X 方向偏振) 的偏振面所成的角度被设定为 45 度, 入射至水晶棱镜 20a 的 S 偏振 (X 方向偏振) 的光会被转变为非偏振状态的光。经过石英棱镜 20b, 以非偏振状态来照明光罩 M。

[0133] 相对地, 使偏振器 20 从照明光路退避的情形下, 当 1/2 波长板 10 的结晶光学轴相对于入射 P 偏振 (Z 方向偏振) 的偏振面所成的角度被设定为 0 度或 90 度时, 入射到 1/2 波长板 10 的 P 偏振 (Z 方向偏振) 的光会直接通过, 而不改变它的偏振面, 并以 P 偏振 (Z 方向偏振) 状态的光来照明光罩 M。另一方面, 当 1/2 波长板 10 的结晶光学轴相对于入射 P 偏振 (Z 方向偏振) 的偏振面所成的角度被设定为 45 度时, 入射到 1/2 波长板 10 的 P 偏振 (Z 方向偏振) 的光的偏振面会改变 90 度, 而成为 S 偏振, 并且以 S 偏振 (X 方向偏振) 状态的光来照明光罩 M。

[0134] 如上所述, 在本实施例中, 藉由将去偏振器 20 插入照明光路来定位, 可以非偏振状态来照明光罩 M。此外, 藉由使去偏振器 20 从照明光路上退避并且将 1/2 波长板 10 的结晶光学轴相对于入射 P 偏振 (Z 方向偏振) 的偏振面所成的角度被设定为 0 度或 90 度, 可以 P 偏振 (Z 方向偏振)。再者, 藉由使去偏振器 20 从照明光路上退避并且将 1/2 波长板 10 的结晶光学轴相对于入射 P 偏振 (Z 方向偏振) 的偏振面所成的角度被设定为 45 度, 便可以 S 偏振 (X 方向偏振) 状态, 来照明光罩 M。

[0135] 换言之, 在本实施例中, 藉由 1/2 波长板 10 与去偏振器 20 所构成的偏振状态切换单元的作用, 照明到做为被照射面的光罩 M (或晶圆 W) 的光的偏振状态便可以在直线偏振状态与非偏振状态之间切换。在以直线偏振光照明时, 可以在 P 光状态与 S 偏振状态之间 (互相垂直的偏振状态之间) 互相切换。因此在本实施例中, 因为因应光罩 M 的图案特性来抑制光量损失, 并且使照明光的偏振状态改变来实现适当的照明条件, 故可以依据光罩 M 的图案特性而实现的适当的照明条件, 来进行良好的曝光。特别是, 以直线偏振光来照明时, 在偏振状态切换单元处实质上没有光量损失下, 来自光源 1 的直线偏振可以导引到被照射面。

[0136] 具体而言, 例如藉由设定在 X 方向二极照明, 以及在光罩 M 上沿着 X 方向, 以具有偏振面的直线偏振状态的光来照明光罩 M, 在晶圆 W 上的临界层, 沿 X 方向的线宽的极小图案可以忠实地曝光。接着, 例如藉由切换成 Y 方向二极照明, 并且以在光罩 M 上沿 Y 方向上具有偏振面的直线偏振状态的光来对光罩 M 照明, 在晶圆 W 上的同一临界层, 沿 X 方向的线宽的极小图案可以忠实地曝光。

[0137] 接着, 在临界层的双重曝光结束后, 例如还是以二极照明方式, 或者是切换成四极照明或轮带照明或圆形照明, 并且以非偏振状态的光来照明光罩 M, 晶圆 W 上的非临界层 (中间层或粗糙层 (rough layer)) 的线宽较宽的二维图案可以高产量来曝光。但是这是一

个例子。一般而言,藉由依据光罩 M 的特性来设定二次光源的适当的形状或大小,并且将照明光罩 M 的光设定成适当的偏振状态,便可以适当的照明条件来进行良好的曝光。

[0138] 实际上,在 P 偏振光线倾斜入射到晶圆 W 的情形以及 S 偏振光线倾斜入射到晶圆 W 的情形,在晶圆 W 上所形成的光阻层表面的散射是不相同的。具体而言,S 偏振者会比 P 偏振有较高的反射率,因此 P 偏振会比 S 偏振更会深达光阻层的内部。利用这种相对于光阻层的 P 偏振与 S 偏振光学特性差异,因应光罩 M 的图案特性,使照明光的偏振状态改变,以实现适当的照明条件的话,便可以适当的照明条件来进行良好的曝光。

[0139] 此外,在上述实施例,做为须因应需要使入射的直线偏振光线的偏振面改变的相位部材的 1/2 波长板 10 是配置在光源侧,做为必须因应需要使入射的直线偏振光线成为非偏振的去偏振器 20 是配置在光罩侧。但是,并不限定在此方式,将去偏振器 20 配置在光源侧且将 1/2 波长板 10 配置在光罩侧也可以获得相同的光学作用与效果。

[0140] 再者,于上述实施例,做为用来补偿经过水晶棱镜 20a 的光线的行进方向的补偿器是使用石英棱镜 20b。但是,并不是只限于此方式。对于 KrF 准分子激光或 ArF 准分子激光的高耐久性的光学材料,如水晶或萤石等所形成的楔型棱镜,也可以用来做为补偿器。此点对于其它相关的变化例也是相同的。

[0141] 图 5 是绘出第一变化例的偏振状态切换单元的结构示意图。图 5 第一变化例所示的偏振切换单元,与图 4 实施例所示的偏振切换单元具有类似的构造。但是,相对于图 4 的去偏振器 20 是架构成可以自由插入与脱离于照明光路,而在图 5 的第一变形例中,构成去偏振器 20 的水晶棱镜 20a 与石英棱镜 20b 是架构成可以一体地以光轴 AX 为中心而自由地旋转。而水晶棱镜 20a 的结晶光学轴以光轴 AX 为中心而自由地旋转是基本上的差异点。接着,着重于与图 4 实施例的差异点,来说明图 5 的变化例。

[0142] 在第 1 变化例中,当 1/2 波长板 10 的结晶光学轴相对于入射的 P 偏振(Z 方向偏振)的偏振面所成的角度是被定位在 0 度或 90 度,入射到 1/2 波长板 10 的 P 偏振(Z 方向偏振)的光并不会改变它的偏振面,以 P 偏振(Z 方向偏振)直接通过,而入射至水晶棱镜 20a。此时,当水晶棱镜 20a 的结晶光学轴相对于入射的 P 偏振(Z 方向偏振)的偏振面所成的角度是被设定在 45 度,入射到水晶棱镜 20a 的 P 偏振(Z 方向偏振)的光被转换成非偏振状态,并且经由石英棱镜 20b,以非偏振状态来照明光罩 M。此外,当水晶棱镜 20a 的结晶光学轴相对于入射的 P 偏振(Z 方向偏振)的偏振面所成的角度是被设定在 0 度或 90 度,入射到水晶棱镜 20a 的 P 偏振(Z 方向偏振)的光并不会改变它的偏振面,以 P 偏振(Z 方向偏振)直接通过,并且经由石英棱镜 20b,以 P 偏振(Y 方向偏振)状态来照明光罩 M。

[0143] 另一方面,当 1/2 波长板 10 的结晶光学轴相对于入射的 P 偏振(Z 方向偏振)的偏振面所成的角度是被设定在 45 度,入射到 1/2 波长板 10 的 P 偏振(Z 方向偏振)的光会仅改变 90 度,而变成 S 偏振(X 方向偏振)的光,再入射到水晶棱镜 20a。此时,当水晶棱镜 20a 的结晶光学轴相对于入射的 P 偏振(Z 方向偏振)的偏振面所成的角度是被设定在 45 度,入射到水晶棱镜 20a 的 S 偏振(X 方向偏振)的光被转换成非偏振状态,并且经由石英棱镜 20b,以非偏振状态来照明光罩 M。此外,当水晶棱镜 20a 的结晶光学轴相对于入射的 S 偏振(X 方向偏振)的偏振面所成的角度是被设定在 0 度或 90 度,入射到水晶棱镜 20a 的 S 偏振(X 方向偏振)的光并不会改变它的偏振面,以 S 偏振(X 方向偏振)直接通过,并且经由石英棱镜 20b,以 S 偏振(X 方向偏振)状态来照明光罩 M。

[0144] 如以上所述,在图 5 的第一变化例中,利用围绕 1/2 波长板 10 的光轴 AX 的旋转以及围绕水晶棱镜 20a 的光轴 AX 的旋转,用来照明光罩的光的偏振状态便可以在直线偏振状态与非偏振状态之间切换。在以直线偏振光来照明的情形时,可以在 P 偏振状态与 S 偏振状态之间切换。此外,图 5 的第一变化例中也将 1/2 波长板 10 配置在光源侧而将去偏振器 20 配置在光罩侧,但是将去偏振器 20 配置在光源侧且将配置 1/2 波长板 10 在光罩侧也可以获得相同的光学作用与效果。

[0145] 图 6 是绘示第二变化例的偏振切换单元的结构示意图。图 6 的第二变化例所示的偏振切换单元,具有类似于图 4 实施例的偏振切换单元的结构。但是,在图 4 的实施例中,去偏振器 20 是架构成可以自由地插入脱离于照明光路,相对于此,图 6 所示的第二变化例是把去偏振器 20 以故定的方式定位在照明光路中。这点是基本上的差异。接着,便着重在与图 4 实施例的差异点,来说明图 6 的第二变化例。

[0146] 在第二变化例中,水晶棱镜 20a 结晶光学轴的相对于入射的 P 偏振 (Z 方向偏振) 的偏振面所成的角度是被定位在 0 度或 90 度。因此,当 1/2 波长板 10 的结晶光学轴相对于入射的 P 偏振 (Z 方向偏振) 的偏振面所成的角度是被定位在 0 度或 90 度,入射到 1/2 波长板 10 的 P 偏振 (Z 方向偏振) 的光并不会改变它的偏振面,以 P 偏振 (Z 方向偏振) 直接通过,而入射至水晶棱镜 20a。因为水晶棱镜 20a 的结晶光学轴相对于入射的 P 偏振 (Z 方向偏振) 的偏振面所成的角度是被定位在 0 度或 90 度,入射到水晶棱镜 20a 的 P 偏振 (Z 方向偏振) 的光并不会改变它的偏振面,以 P 偏振 (Z 方向偏振) 直接通过,并且经由石英棱镜 20b,以 P 偏振 (Y 方向偏振) 状态来照明光罩 M。

[0147] 此外,当 1/2 波长板 10 的结晶光学轴相对于入射的 P 偏振 (Z 方向偏振) 的偏振面所成的角度是设定在 45 度,入射到水晶棱镜 20a 的 P 偏振 (Z 方向偏振) 的光,偏振面仅变化 90 度,而成为 S 偏振 (X 方向偏振),再入射至水晶棱镜 20a。因为水晶棱镜 20a 的结晶光学轴是相对于入射的 S 偏振 (X 方向偏振) 的偏振面而被定位在 0 度或 90 度的角度,故入射至水晶棱镜 20a 的 S 偏振 (X 方向偏振) 的光的偏振面并不会改变,以 S 偏振 (X 方向偏振) 直接通过,经由石英棱镜 20b,以 S 偏振的状态来照明光罩 M。

[0148] 再者,当 1/2 波长板 10 的结晶光学轴相对于入射的 P 偏振 (Z 方向偏振) 的偏振面所成的角度是设定在 22.5 度,如前所述,入射到 1/2 波长板 10 的 P 偏振 (Z 方向偏振) 的光并不会改变偏振面,包含其状态直接通过的 P 偏振 (Z 方向偏振) 成分与偏振面改变 90 度的 S 偏振 (X 方向偏振) 成分,转换成非偏振状态,再入射至水晶棱镜 20a。因为水晶棱镜 10a 的结晶光学轴是相对于入射的 P 偏振成分的偏振面而被定位在 0 度或 90 的角度,故入射至水晶棱镜 20a 的 P 偏振 (Z 方向偏振) 成分与 S 偏振 (X 方向偏振) 成分也不会改变偏振面而直接通过,经过石英棱镜 20b,以非偏振状态来照明光罩 M。

[0149] 如以上所述,在图 6 的第二变化例中,利用在将去偏振器 20 固定地定位在照明光路中的状态,使 1/2 波长板 10 围绕光轴 AX 适当地旋转,用来照明光罩的光的偏振状态便可以在直线偏振状态与非偏振状态之间切换。在以直线偏振光来照明的情形时,可以在 P 偏振状态与 S 偏振状态之间切换。此外,图 6 的第二变化例中也将 1/2 波长板 10 配置在光源侧而将去偏振器 20 配置在光罩侧,但是将去偏振器 20 配置在光源侧且将配置 1/2 波长板 10 在光罩侧也可以获得相同的光学作用与效果。

[0150] 图 7 是绘示第三变化例的偏振切换单元的结构示意图。图 7 的第三变化例所示的

偏振切换单元,具有类似于图 5 第一变化例的偏振切换单元的结构。但是,在图 5 的第一变化例中,偏振切换单元是由 1/2 波长板 10 与去偏振器 20 构成;相对于此,图 7 所示的第三变化例中,偏振状态切换单元仅仅由可以光轴 AX 为中心自由地旋转的去偏振器所构成,这点是基本上的差异。接着,便着重在与图 5 第一变化例的差异点,来说明图 7 的第三变化例。

[0151] 在第三变化例中,当水晶棱镜 20a 的结晶光学轴相对于入射的 P 偏振(Z 方向偏振)的偏振面是被设定成 45 度的角度,入射到水晶棱镜 20a 的 P 偏振便变更成非偏振状态,再经由石英棱镜 20b,以非偏振状态来照明光罩 M。另一方面,当水晶棱镜 20a 结晶光学轴的相对于入射 P 偏振(Z 方向偏振)的偏振面是被设定为 0 度或 90 度的角度,入射到水晶棱镜 20a 的 P 偏振(Z 方向偏振)的光并不会改变偏振面,以 P 偏振(Z 方向偏振)直接通过,再经由石英棱镜 20b,以 P 偏振状态(Z 方向偏振)来照明光罩 M。

[0152] 如上所述,图 7 第三变化例中,利用让水晶棱镜 20a 环绕光轴 AX 做适当旋转,照明光罩 M 的光的偏振状态便可以在直线偏振状态与非偏振状态之间切换。此外,在图 7 第三变化例中,去偏振器 20 是架构成绕光轴 AX 来自由地旋转并且可以自由地插入与脱离于照明光路中,藉由使去偏振器 20 从照明光路退避,即使设定成以 P 偏振来照明光罩 M,也可以获得相同的光学作用与效果。

[0153] 图 8 为去偏振器变化例架构的示意图。在上述实施例以及第一至第三变化例中,去偏振器 20 为采用具有水晶棱镜 20a 的结构,但是如图 8 变化例所示,可以是偏振分光器 21a 与反射系统(21b ~ 21e)所构成的去偏振器 21。参考图 8 所示,去偏振器 21 具备配置在照明光路中的偏振分光器 21a。入射至偏振分光器 21a 的光中,相对于偏振分光器 21a 的偏振分离面,P 偏振光(在图中,其偏振方向以双箭头表示)会穿透偏振分光器 21a。

[0154] 另一方面,相对于偏振分光器 21a 的偏振分离面,S 偏振光(在图中,它的偏振方向以点来表示)被偏振分光器 21a 反射后,便利用四个反射镜 21b ~ 21e 所构成的反射系统的作用,在平行于图 8 图面的平面上,被反射四次,而回到偏振分光器 21a。在此,反射系统(21b ~ 21e)是架构成使穿过偏振分光器 21a 的 P 偏振光的光路以及被偏振分光器 21a 做最后反射的 S 偏振光的光路大致上一致。如此,穿过偏振分光器 21a 的 P 偏振光以及被偏振分光器 21a 做最后反射的 S 偏振光会沿着大致同一光路,从去偏振器 21 被射出。但是,S 偏振光会相对于 P 偏振光而被延迟反射系统(21b ~ 21e)的光路长。

[0155] 偏振分光器 21a 与反射系统(21b ~ 21e)所构成的去偏振器 21,基本上是与由水晶棱镜 20a 与石英棱镜 20b 所构成的去偏振器 20 具有等效的光学作用。因此,实施例以及第一至第三变化例的去偏光器 20 可以图 8 变化例的去偏光器 21 来更换。换句话说,在将去偏光器 21 应用于图 4 实施例的情形时,偏振分光器 21a 与反射系统(21b ~ 21e)是架构成可以一体地且自在地插入脱离于照明光路。

[0156] 此外,将去偏振器 21 应用于图 5 第一变化例或图 7 第三变化例的情形时,偏振分光器 21a 与反射系统(21b ~ 21e)是架构成可一体地以光轴 AX 为中心做自由地旋转。再者,将去偏振器 21 应用于图 6 第二变化例的情形时,偏振分光器 21a 与反射系统(21b ~ 21e)是被固定地定位在照明光路中。

[0157] 在图 8 变化例的去偏振器 21 中,藉由将反射系统(21b ~ 21e)的光路长 在实质上是设定成大于照明光(曝光光)的可干涉距离,可以达到降低照明光罩 M 的激光光的同调性(干涉性),进而可以达到降低在晶圆 W 上的光谱对比。此外,具备偏振分光器与

反射系统,可应用于本发明的去偏光器的详细构造与其各种变化例,可以参考例如特开平 11-174365 号公报、特开平 11-312631 号公报、特开 2000-223396 号公报等。

[0158] 图 9 是绘示图 1 中配置于光源与偏振状态切换单元之间的光调和单元 (beam matching unit, BMU) 的内部构造示意图。如图 9 所示,光调和单元 MBU 中,激光光源 1 (例如 KrF 准分子激光光源或 ArF 准分子激光光源) 所供应的平行光,经过偏角棱镜对 31 与平行面板 32 后,入射至光扩散器 2。激光光源 1 是设置在例如下层的底板 A 上。

[0159] 在此,偏角棱镜对 31 中至少有一个是架构成可以光轴 AX 为中心而自由旋转。因此,藉由使偏角棱镜对 31 绕着光轴 AX 做相对旋转,便可以调整相对于光轴 AX 的平行光束的角度。亦即,偏角棱镜对 31 是架构成光束角度调整单元,用来调整激光光源 1 所供应平行光束的相对于光轴 AX 的角度。此外,平行面板 32 是架构成在垂直于光轴 AX 的面上,可以绕着垂直的两个轴线做旋转。

[0160] 因此,藉由使平行面板 32 绕着各轴线旋转,使倾斜于光轴 AX,平行光束便可以相对于光轴 AX 做平行移动。亦即,平行面板 32 是架构成光束平行移动单元,用来使激光光源 1 所提供的平行光束相对于光轴 AX 做平行移动。如此,通过偏角棱镜对 31 与平行面板 32 的从激光光源 1 所发出的平行光束,在经过光扩散器 2,被扩大整形成具有预定剖面形状的平行光束后,便入射至第一直角棱镜 33。

[0161] 利用做为背面反射镜的第一直角棱镜 33 而被偏向到垂直方向的平行光束,在被同样做为背面反射镜的第二直角棱镜 34 至第五直角棱镜 37 依序反射后,便通过上层底板 B 的开口部,而入射到第六直角棱镜 38。如图 9 所示,第二直角棱镜至第五直角棱镜 37 是配置成使被第一直角棱镜 33 偏向至垂直方向而往第六直角棱镜的平行光束,迂回于如供应纯水的配管与换气用的配管 39 等。

[0162] 被做为背面反射镜的第六直角棱镜 38 偏向至水平方向的光束,入射至半反射镜 40。被半反射镜反射 40 反射的光束,会被导引至位置偏移倾斜检测系统 41。另一方面,穿过半反射镜 40 的光束会被导引至由 1/2 波长板 10 与去偏振器 20 所构成的偏振状态切换单元 42。在位置偏移倾斜检测系统 41,入射到偏振状态切换单元 42 的平行光束 (入射至做为光积分器的绕射光学组件 4) 的相对于光轴 AX 的位置偏移与倾斜会被检测出来。

[0163] 在此,当使用例如 ArF 准分子激光光源做为激光光源 1 的情形时,一般而言,要承受高能量密度光照射的光穿透部材是要使用萤石,以确保所需的持久性。在此情形,如后所述,在穿过以萤石形成的光穿透部材时,直线偏振的偏振面会有短期与长期的变化。经过以萤石形成的光穿透部材,当直线偏振的偏振面改变时,水晶棱镜 20a 有可能会失去做为非偏振化组件的功能。

[0164] 图 10 为关于萤石的结晶方位的说明图。参考图 10 所示,萤石的结晶方位是依据立方晶系的结晶轴 $a_1a_2a_3$ 来定义的。亦即,沿着结晶轴 $+a_1$ 是被定义为结晶方位 [100],沿着结晶轴 $+a_2$ 是被定义为结晶方位 [010],沿着结晶轴 $+a_3$ 是被定义为结晶方位 [001]。此外, a_1a_3 平面是定义为与结晶方位 [100] 与结晶方位 [001] 成 45 度方向的结晶方位 [101], a_1a_2 平面是定义为与结晶方位 [100] 与结晶方位 [010] 成 45 度方向的结晶方位 [110], a_2a_3 平面是定义为与结晶方位 [010] 与结晶方位 [001] 成 45 度方向的结晶方位 [011]。其次,与结晶轴 $+a_1$ 、结晶轴 $+a_2$ 与结晶轴 $+a_3$ 成相等锐角方向是定义为结晶方位 [111]。在图 10 中,只有被结晶轴 $+a_1$ 、结晶轴 $+a_2$ 与结晶轴 $+a_3$ 所定义围出的空间的结晶方位被绘出,但是

在其它空间中也可以定义出相同的结晶方位。

[0165] 依据本案发明人的验证,以萤石所形成的光穿透部材中,光的行进方向若与结晶方位 [111] 或者与此方位为结晶结构等效的结晶方位一致的话,透过此光穿透部材,直线偏振的偏振面在实质上不会有变化。同样地,光的行进方向若与结晶方位 [100] 或者与此方位为结晶结构等效的结晶方位一致的话,透过以萤石形成的光穿透部材,直线偏振的偏振面在实质上不会有变化。相反地,光的行进方向若与结晶方位 [110] 或者与此方位为结晶结构等效的结晶方位一致的话,透过以萤石形成的光穿透部材,直线偏振的偏振面会有短期与长期的变化。

[0166] 此外,在本说明书中,所谓的“与某结晶方位为结晶结构等效的结晶方位”,是相对于某结晶方位,替换该结晶方位的指数的顺序的结晶方位,以及将各指数的至少一部分做符号反转的结晶方位。例如在某结晶方位为 [uvw] 的情形时, [uvw]、[vuw] [vwu] [wuv] [wvu] [-uvw]、[-uwv]、[-vuw]、[-vwu]、[-wuv]、[-wvu]、[u-vw]、[u-wv]、[v-uw]、[v-wu]、[w-uv]、[w-vu]、[uv-w]、[uw-v]、[vu-w]、[vw-u]、[wu-v]、[wv-u]、[-u-vw]、[-u-wv]、[wu-v]、[wv-u]、[-u-vw]、[-u-wv]、[-uv-w]、[-uw-v]、[-v-uw]、[-v-wu]、[-vu-w]、[-vw-u]、[-w-uv]、[-w-vu]、[-wu-v]、[-wv-u]、[u-v-w]、[u-w-v]、[u-w-v]、[v-u-w]、[v-w-u]、[w-u-v]、[w-v-u]、[-u-v-w]、[-u-w-v]、[-v-u-w]、[-v-w-u]、[-w-u-v]、[-w-v-u] 等为结晶结构上等效的结晶方位。此外,结晶方位 [uvw] 以及与此为结晶结构上等效结晶方位是以结晶方位 $\langle uvw \rangle$ 来表示。此外,垂直于结晶方位 [uvw] 以及与此为结晶结构上等效结晶方位的面,亦即结晶面 (uvw) 以及与此为结晶结构上等效结晶面是以 {uvw} 来表示。

[0167] 再本实施例中,配置在激光光源 1 与偏振切换单元 42 之间的光路中且以萤石所形成的光穿透部材中,光的行进方向是设定为为比结晶方位 $\langle 110 \rangle$ 更近的结晶方位 $\langle 111 \rangle$ 或结晶方位 $\langle 100 \rangle$ 。具体来说,以构成光扩散器 2 的透镜成分 (2a, 2b) 的方式,而固定地定位于光路中的光学部材是以萤石来形成的情形时,其光学部材的光轴是设定成与结晶方位 $\langle 111 \rangle$ 或结晶方位 $\langle 100 \rangle$ 实质上一致。

[0168] 在此情形,因为激光光是大致上沿着结晶方位 $\langle 111 \rangle$ 或结晶方位 $\langle 100 \rangle$ 穿过,故穿过透镜成分 (2a, 2b) 的直线偏振的偏振面在实质上并无变化。相同地,在偏角棱镜对 31 也以萤石来形成时,其光轴也是设定成大致上与结晶方位 $\langle 111 \rangle$ 或结晶方位 $\langle 100 \rangle$ 一致,藉以在实质上可以避免穿过的直线偏振的偏振面有改变。

[0169] 此外,当做为背面反射镜的直角棱镜 33 至 38 是以萤石来形成时,直角棱镜 33 至 38 的入射面与出射面是设定成大致上与结晶面 {100} 一致,而且直角棱镜 33 至 38 的反射面是设定成大致上与结晶面 {110} 一致。在此情形,因为激光光是大致上沿着结晶方位 $\langle 100 \rangle$ 穿过,故穿过直角棱镜 33 至 38 的直线偏振的偏振面在实质上并无改变。

[0170] 此外,当被设置成在光路中可相对于光轴 AX 倾斜而使沿着光轴 AX 入射的光线平行移动的做为光束平行移动单元的平行面板 32 是以萤石来形成时,平行面板 32 的光轴是设定成大致上与结晶方位 $\langle 100 \rangle$ 一致。此乃相对于结晶方位 $\langle 111 \rangle$ 与结晶方位 $\langle 110 \rangle$ 成约 35 度的角度,结晶方位 $\langle 100 \rangle$ 与结晶方位 $\langle 110 \rangle$ 会成为 45 度的角度。

[0171] 使平行面板 32 的光轴大致与结晶方位 $\langle 111 \rangle$ 一致的话,亦即使它的光学面与结晶面 {111} 大致上一致的话,当使平行面板 32 以最大限度(例如 30 度)相对于光轴 AX 倾斜时,通过其内部的激光光的行进方向会变成在结晶方位 $\langle 110 \rangle$ 附近。因此,使平行面板 32

的光轴与结晶方位 $\langle 100 \rangle$ 大致上一致的话,亦即亦即使它的光学面与结晶面 $\{100\}$ 大致上一致的话,可以确保通过其内部的激光光的行进方向会与结晶方位 $\langle 110 \rangle$ 有某个程度上的分离状态。因此,藉由使平行面板 32 的光轴与结晶方位 $\langle 100 \rangle$ 大致上一致,不管它的姿势如何,都可以避免穿过平行面板 32 的直线偏振的偏振面产生变化。

[0172] 此外,在上述的说明中,由于穿过在激光光源 1 与偏振切换单元 42 间的光路中所配置的光穿透部材的直线偏振的偏振面的改变被回避,光行进方向是设定成比结晶方位 $\langle 110 \rangle$ 更近结晶方位 $\langle 111 \rangle$ 或 $\langle 100 \rangle$ 。但是,并非局限于此,对于偏振切换单元 42 与被照射面的光罩 M(进而晶圆 W)之间的光路中所配置的光穿透部材,也可以进行相同的设定,藉以回避横跨整个照明光路因为萤石所导致的直线偏振的偏振面改变。

[0173] 此外,在上述的说明中,因为穿过以萤石所形成的光穿透部材的直线偏振的偏振面变化被避免,光的行进方向是设定成比结晶方位 $\langle 110 \rangle$ 更近结晶方位 $\langle 111 \rangle$ 或结晶方位 $\langle 100 \rangle$ 。但是并不局限于萤石,例如藉由对以氟化钙、氟化钡、氟化镁等立方晶系的结晶材料所构成的光穿透部材进行相同的设定,也可以避免因该结晶材料所造成的直线偏振的偏振面变化。

[0174] 在此,如图 9 所示,多数个(图 9 所示的例子为 6 个)直角棱镜 33 ~ 38 配置在光束匹配单元 BMU 中。一般来说,激光光源 1 不管是 KrF 准分子激光光源或是 ArF 准分子激光光源,在直线偏振入射到做为背面反射镜的直角棱镜的情形下,入射的直线偏振的偏振面若没和 P 偏振面或 S 偏振面一致的话(入射的偏振面对于反射面,既不是 P 偏振也不是 S 偏振),在直角棱镜的全反射会使直线偏振变成椭圆偏振。在本实施例的偏振状态切换单元 42 是以直线偏振入射做为前提,椭圆偏振入射时并无法达到所要的作用。

[0175] 在本实施例中,如图 11 所示,做为将入射的椭圆偏振光变换成直线偏振光的第二相位部材,最好是将例如结晶光轴以光轴 AX 为中心可自由旋转的 $1/4$ 波长板 11,设置在偏振状态切换单元 42 中的 $1/2$ 波长板 10 的光源侧(图面的左侧)。在此情形,即使因为如直角棱镜所造成,椭圆偏振入射到偏振状态切换单元 42 中,因应入射的椭圆偏振的特性,设定 $1/2$ 波长板 11 的结晶光学轴,藉此使直线偏振入射到 $1/2$ 波长板,而得以维持偏振状态切换单元 42 的原本的动作。此外,图 11 中,虽然在 $1/2$ 波长板 10 的光源侧配置 $1/4$ 波长板,但是也可以将 $1/4$ 波长板 11 配置在 $1/2$ 波长板 10 的光罩侧(图面右侧)。

[0176] 此外,在上述说明中,穿透以萤石所形成的光穿透部材的直线偏振的偏振面变化的回避方法,以及即使因直角棱镜引起的椭圆偏振入射也可以维持偏振状态切换单元的原本作用的方法,也可以应用到图 1 至图 4 的实施例中。但是,并部限定于此,图 5 至图 8 的变化例也可以适用此方法。

[0177] 此外,在上述的说明中,为了避免穿过萤石等的立方晶系所形成的光穿透部材的直线偏振的偏振面变化(偏振状态的改变),便进行该结晶材料的结晶方位的设定。用来取代上述方法或与上述方法合并使用,可以使用例如美国专利公开 US2002/0163741A 号(或 WO 02/16993 号公报)所揭露的方法,来动态地保持立方晶系的结晶材料所形成的光穿透部材。藉此,在高能量密度的光通过由萤石等立方晶系所形成的光穿透部材时,即使因热造成的光穿透部材的膨胀或收缩,也可以抑制此光穿透部材产生的应力双折射的发生,也可以抑制穿过此光穿透部材的直线偏振的偏振面变化(偏振状态的改变)。

[0178] 接着,具体而言,利用对于什么样的光罩图案,要用什么样的偏振状态的光来照明

光罩,来例示说明使投影光学系统的成像性能(焦深与分辨率等)提升,而可以进行良好且忠实的转印。首先,例如二极照明(一般而言,隔着一间隔的两个高光强度分部区域形成在瞳面或其附近的照明方式)的情形时,如图 14 所示,沿着光罩上所形成的线与空间图案(line and spacepattern)141 的间距方向(x 方向:对应光罩上的 X 方向),形成隔一间隔的两个面光源 142a 与 142b,与两个面光源 142a、142b 相距间隔的方向(x 方向:对应瞳面上的 X 方向)垂直的方向(y 方向:对应瞳面上的 Z 方向)上,以具有偏振面(图面上以双向箭头 F1 表示)的直线偏振状态的光来照明光罩,可以对光罩图案 141,提升投影光学系统的成像能力。也就是说,对于纵方向图案与横方向图案混在一起的二维图案,例如以非偏振状态的光来照明光罩,纵方向图案与横方向图案间不会发生线宽异常,而可以进行高产率的图案转印。

[0179] 特别是,在上述二极照明中,在谋求投影光学系统的成像性能的提升上,两个面光源 142a、142b 是对称于光轴 AX 来形成,并且希望能满足下列条件式 (1)。

$$[0180] \quad 0.7 \leq \sigma_o / \phi_p \quad (1)$$

[0181] 在条件式 (1) 中, σ_o 是定义成 ϕ_o / ϕ_p 的值(通称外侧 σ)。在此,如图 14 所示, ϕ_o 为以光轴 AX 为中心,与两个面光源 142a 与 142b 的外接圆的直径, ϕ_p 为瞳面 143 的直径。此外,为图谋投影光学系统的成像能力更加提升,条件式 (1) 的下限值最好设定在 0.9。

[0182] 此外,在上述二极照明中,在谋求投影光学系统的成像性能的提升上,两个面光源 142a、142b 是对称于光轴 AX 来形成,并且希望能满足下列条件式 (2)。

$$[0183] \quad 0.5 \leq \sigma_i / \sigma_o \quad (2)$$

[0184] 在条件式 (1) 中, σ_i 是定义成 ϕ_i / ϕ_p 的值(通称内侧 σ)。 σ_o 为上述定义成 ϕ_o / ϕ_p 的外侧 σ 。在此,如图 14 所示, ϕ_i 为以光轴 AX 为中心,与两个面光源 142a 与 142b 的内接圆的直径, ϕ_p 为瞳面 143 的直径。此外,为图谋投影光学系统的成像能力更加提升,条件式 (2) 的下限值最好设定在 0.67(约 2/3)。

[0185] 接着,例如圆形照明(一般而言,是大约以光轴为中心的一个高光强度分部区域形成在瞳面或其附近的照明方式)的情形时,使用相移光罩做为光罩并且如图 15 所示,与相移光罩上所形成的线与空间图案(line and spacepattern)151 的间距方向(x 方向:对应光罩上的 X 方向)垂直的方向(y 方向:对应瞳面上的 Z 方向)上,以具有偏振面(图面上以双向箭头 F2 表示)的直线偏振状态的光来照明光罩,可以对光罩图案 151,提升投影光学系统的成像能力。也就是说,圆形照明也与二极照明的情形相同,对于纵方向图案与横方向图案混在一起的二维图案,例如以非偏振状态的光来照明光罩,纵方向图案与横方向图案间不会发生线宽异常,而可以进行高产率的图案转印。

[0186] 特别是,在上述圆形照明中,在图谋投影光学系统的成像性能的充分提升上,希望可以满足下列的条件式 (3)。

$$[0187] \quad \sigma \leq 0.4 \quad (3)$$

[0188] 在条件式 (3) 中, σ 是定义成 ϕ / ϕ_p 的值(通称 σ 值)。如图 15 所示, ϕ 为圆形面光源 152 的直径(一般而言,一个高光强度分布的区域的大小),而 ϕ_p 为上述瞳面 153 的直径。此外,在更加谋求投影光学系统的成像性能的提升上,希望能将条件式 (3) 的上限值设定在 0.3。

[0189] 接着,说明本发明中实质的直线偏振状态或实质的非偏振状态的光应该满足的条件。首先,在本发明中,被认为实质上直线偏振的光的史托克参数 (Stokes' parameter) 的 S1 成分最好满足下列条件式 (4)。

$$[0190] \quad 0.6 \leq |S1| \quad (4)$$

[0191] 此外,在本发明中,被认为实质上非偏振状态的光的史托克参数 (Stokes' parameter) 的 S1 与 S2 成分最好满足下列条件式 (5) 与 (6)。

$$[0192] \quad |S1| \leq 0.1 \quad (5)$$

$$[0193] \quad |S2| \leq 0.1 \quad (6)$$

[0194] 此外,实质上直线偏振状态的光为更接近直线偏振,故条件式 (4) 的下限值最好更设定于 0.8。例如,光源以供应波长 193nm 的光的 ArF 准分子激光,且在投影光学系统 PL 的成像侧的数值孔径为 0.92 时,使用 65nm 的线与空间图案的 6% 半调十字标记 (half tone reticle, 光罩误差 $2 \pm \text{nm}$), 并且如图 14 所示的二极照明中,将 σ_o 设定为 0.93 且 σ_i 设定为 0.73 (亦即各个面光源的 σ 设定为 0.2) 时,若曝光量误差为 2%,线宽误差为 $\pm 10\%$ 时,可以将非偏振状态时的焦深 DOF (166nm),提升到在纵方向图案的焦深 DOF (202nm)。此外,在条件式 (4) 亦即偏振度值超过 0.8 时,偏振度变化所造成的线宽变化在实质上可以忽略。在上述条件下,偏振度 0.8 ($|S1| = 0.8$) 与偏振度 1.0 ($|S1| = 1.0$) 间的线宽差仅产生 0.2nm。此差异在实质上是可忽略的。也就是说,关于条件式 (4) 的值,在 0.8 至 1.0 的范围内式无关紧要的。

[0195] 此外,在实质的非偏振光更接近非偏振时,条件式 (5) 的上限值以及条件式 (6) 的上限值最佳是均设定在 0.04。在此,条件式 (5) 与 (6),亦即偏振度的值低于 0.1 的情形下,因偏振造成的线宽差可以抑制在 2nm 以内 (光源波长为 193nm,投影光学系统 PL 的成像侧数值孔径为 0.78,使用 50nm 的独立图案的相移光罩,且在图 15 所示的圆形照明中的 σ 值设定在 0.2 (小 σ 照明) 时)。接着,在条件式 (5) 与 (6),亦即偏振度的值低于 0.04 的情形时,因上述条件由偏振所造成的线宽差可以抑制在 0.7nm 以内。此外,在条件式 (5) 与 (6) 中,在微观地来看面光源内的区域时,即使偏振度高,其区域内若偏振状态有非常细微的周期性变化的话,在实质上可看做非偏振,故在计算面光源中的偏振度分布,可以使用 σ 值为 0.1 的大区域的移动平均。

[0196] 因此,在例如以圆形照明或轮带照明等中,残留偏振度十分低的所需非偏振状态无法实现的话,纵方向与横方向间会产生图案的线宽差。此外,在例如二极照明等之中,在预定方向上具有偏振面的所要直线偏振状态无法实现的话,对于具有特定间距的线宽的细微图案的成像性能会无法提升。在本实施例的变化例中,具备偏振监视器,以检测出用来照明做为被照射面的光罩 M (乃至晶圆 W) 的光的偏振状态。

[0197] 图 16 为在图 1 的曝光装置中附设用来检测照明光的偏振状态的偏振监视器的架构示意图。在图 16 变化例的曝光装置中,微透镜阵列 8 与光罩 M 间的架构是与图 1 的曝光装置不相同。换句话说,在变化例中,在微透镜阵列 8 的后焦平面上形成的二次光源 (一般而言,在光学照明装置的瞳面或其附近所形成的预定光强度分布) 所发出的光束,在经过分光器 51 以及聚焦光学系统 9a 后,会重叠地照明光罩档板 MB。

[0198] 如此,对应构成微透镜阵列 8 的各微小透镜的形状与焦距的矩形照野便形成于做为照明视野光圈的光罩档板 MB 上。此外,内藏分光器 51 的偏振监视器 50 的内部构造以及

作用会在后文叙述。经过光罩档板 MB 的矩形开口部（光穿透部）的光束，在受到成像光学系统 9b 的聚光作用后，便重叠地照明在已形成预定图案的光罩 M 上。如此，成像光学系统 9b 变成将光罩档板 MB 的矩形开口部的像形成在光罩 M 上。

[0199] 此外，在图 16 变化例的曝光装置中，偏向镜 3 与绕射光学组件 4 之间的构造与图 1 的曝光装置不同。亦即，在变化例中，配置图 11 所示结构的偏振状态切换单元（1/4 波长板 11、1/2 波长板 10 与去偏振器 20），以取代图 1 的偏振状态切换单元（1/2 波长板 10 与去偏振器 20）。如后所述，偏振监视器 50 的输出是供给到控制部 70。此外，控制部 70 经由驱动系统 71 来驱动偏振切换单元（11、10、20）。此外，图 11 所示结构的偏振状态切换单元中，1/2 波长板 10 可以用多一片 1/4 波长板来代替。

[0200] 图 17 为图 16 的偏振监视器的内部构造的立体示意图。参考图 17 所示，偏振监视器 50 具备第一分光器 51，其配置在微透镜阵列 8 与聚焦光学系统 9a 间的光路中。第一分光器 51 具有例如以石英玻璃构成的非镀膜的非平行面板（亦即白玻璃）形态，并且具有将与入射光偏振状态相异的偏振态反射光从光路中撷取出来的功能。

[0201] 从第一分光器 51 撷取出的光会入射到第二分光器 52。与第一分光器 51 相同，第二分光器 52 也具有例如以石英玻璃构成的非镀膜的非平行面板形态，并且具有产生与入射光偏振状态相异的偏振态反射光的功能。接着，对第一分光器 51 的 P 偏振会变成对第二分光器 52 的 S 偏振，并且对第一分光器 51 的 S 偏振会变成对第二分光器 52 的 P 偏振。

[0202] 此外，穿过第二分光器 52 的光被第一光强度检测器 53 检测出，被第二分光器 52 反射的光则被第二光强度检测器 54 检测出。第一光强度检测器 53 与第二光强度检测器 54 的输出分别传送到控制系统 70。此外，经由驱动系统 71，依据需求来驱动构成偏振状态切换单元的 1/4 波长板 11、1/2 波长板 10 与去偏振器 20。

[0203] 如上所述，在第一分光器 51 与第二分光器 52 中，对 P 偏振的反射率与对 S 偏振的反射率在实质上是不相同。因此，偏振监视器 50 中，第一分光器 51 的反射光包含例如第一分光器 51 的入射光的 10% 左右的 S 偏振成分（对第一分光器 51 为 S 偏振成分，对第二分光器 52 为 P 偏振成分），以及例如第一分光器 51 的入射光的 1% 左右的 P 偏振成分（对第一分光器 51 为 P 偏振成分，对第二分光器 52 为 S 偏振成分）。

[0204] 此外，第二分光器 52 的反射光包含例如第一分光器 51 的入射光的 $10\% \times 1\% = 0.1\%$ 左右的 P 偏振成分（对第一分光器 51 为 P 偏振成分，对第二分光器 52 为 S 偏振成分），以及例如第一分光器 51 的入射光的 $1\% \times 10\% = 0.1\%$ 左右的 S 偏振成分（对第一分光器 51 为 S 偏振成分，对第二分光器 52 为 P 偏振成分）。

[0205] 如此，偏振监视器 50 中，第一分光器 51 便依据其反射特性，具有将与入射光偏振状态不同的偏振状态反射光从光路中撷取出来的功能。结果，第二分光器 52 的偏振特性的偏振变动影响仅有一些，但是依据第一光强度检测器 53 的输出（关于第二分光器 52 的穿透光的强度信息，亦即关于与第一分光器 51 的反射光约略相同偏振状态的光的强度信息），便可以检测出第一分光器 51 的入射光的偏振状态（偏振度）乃至对光罩 M 的照明光的偏振状态。

[0206] 此外，偏振监视器 50 是设定成对第一分光器 51 为 P 偏振会变成对第二分光器 52 为 S 偏振，且对第一分光器 51 为 S 偏振会变成对第二分光器 52 为 P 偏振。结果，依据第二光强度检测器 54 的输出（关于被第一分光器 51 与第二分光器 52 依序反射的光的强度信

息),在实质上遍布会受到第一分光器 51 的入射光的偏振状态变化的影响,便可以检测出第一分光器 51 的入射光的光量(强度)乃至对光罩 M 的照明光的光量。

[0207] 如此,使用偏振监视器 50,便可以检测第一分光器 51 的入射光的偏振状态,进而得以判断对光罩 M 的照明光是否为所要的非偏振状态或是直线偏振状态。接着,当控制系统 70 依据偏振监视器 50 的检测结果来确认对光罩 M(乃至晶圆 W)的照明光是否为所要的非偏振状态或是直线偏振状态时,经由驱动系统 71 来驱动调整构成偏振状态切换单元的 1/4 波长板 11、1/2 波长板 10 以及去偏振器 20,便可以将对光罩 M 的照明光状态调整成所要的非偏振状态或是直线偏振状态。

[0208] 如上所述,偏振监视器 50、控制系统 70、驱动系统 71 以及具有调整在被照射面偏振状态的功能的偏振状态切换单元(11、10、20),是被配置在光源 1 与光罩 M 间的光路中,以构成用来修正在光罩 M 面上的偏振状态变动的偏振状态变动修正单元。在此情形,偏振监视器 50 与光罩 M 间的光路中,尽可能不要配置利用具有使入射的光的偏振状态改变而射出的特性的光学部材所形成的光学部材,例如是具有双折射特性的萤石或者具有旋光性的水晶等的结晶光学材料。此外,在偏振监视器 50 与光源 1 间的光路中最好也尽可能地不要配置具有使入射的光的偏振状态改变而射出的特性的光学部材。但是,为了确保对光照射的持久性,例如将绕射光学组件 4 或 6 等的光学部材以萤石或水晶等来形成时,这些光学部材所造成的偏振变动影响有必要被考虑进去。

[0209] 此外,在上述的说明中,假如第一分光器 51 的反射光是直接入射到第一光强度检测器 53 的话,第一光强度检测器 53 的输出并不会受到第二分光器 52 的偏振特性所造成的偏振变动影响,故可以高精度地检测出第一分光器 51 的入射光的偏振状态。此外,并不局限于图 17 所示的结构,偏振监视器 50 的具体结构也可以有各种不同的变化。此外,在上述的说明中,虽然偏振状态切换单元是以 1/4 波长板 11、1/2 波长板 10 与去偏振器 20 所构成,但是偏振状态切换单元也可以由 1/2 波长板 10 与去偏振器 20 来构成。在此情形,控制系统 70 经由驱动系统 71,依据所需来驱动 1/2 波长板 10 与去偏振器 20。

[0210] 此外,在上述说明中,以高精度来检测出第一分光器的入射光偏振状态方面,第一分光器 51 与第二分光器 52 的对 P 偏振的反射率与对 S 偏振的反射率最好具有充分差异的反射特性。具体来说,第一分光器 51 的反射光所包含的 P 偏振强度 I_p 与 S 偏振强度 I_s 的强度比 I_p/I_s ,最好能够满足 $I_p/I_s < 1/2$ 或 $I_p/I_s > 2$ 的条件反射特性。

[0211] 此外,在上述说明中,使用具有平行面板形态的分光器,且将其反射光从光路中撷取出来。但是,并不局限于此。使用分光器,将与入射光偏振状态不同的偏振状态的穿透光从光路撷取出,再利用该分光器,依据从光路取出的穿透光强度,也可以检测出入射至该分光器的入射光的偏振状态。在此情形,该分光器的反射光所包含的 P 偏振强度 I_p 与 S 偏振强度 I_s 的强度比 I_p/I_s ,最好能够满足 $I_p/I_s < 1/2$ 或 $I_p/I_s > 2$ 的条件反射特性。

[0212] 因此,如前所述,因直角棱镜的全反射影响,从激光光源 1 发出的直线偏振变成椭圆偏振,则考虑入射到偏振状态切换单元(11、10、20)。此外,若受到类似例如以萤石所形成的光学部材,而具有使入射的光的偏振状态改变特性的光学部材的影响时,从激光光源 1 发出的直线偏振会变成椭圆偏振,则考虑入射到偏振状态切换单元(11、10、20)。

[0213] 在此情形,1/4 波长板 11 会将入射的椭圆偏振光转换成直线偏振光,因应入射的椭圆偏振的长轴方向,必须将其结晶光学轴设定在所要的角度位置上。此外,1/2 波长板 10

会将入射的直线偏振光转换成在预定方向上具有偏振面的直线偏振光,因应入射的直线偏振的偏振面方向,必须将其结晶光学轴设定在所要的角度位置上。接着,以图 11 的偏振状态切换单元 (11、10、20) 为例,来说明 1/4 波长板 11 的结晶光学轴以及 1/2 波长板 10 的结晶光学轴的调整方法。在包含架构成结晶光学轴可以光轴为中心自由地旋转的 1/4 波长板 11 与 1/2 波长板 10 的光学系统中,下述的方法是一般皆适用的。

[0214] 图 18 为调整图 11 偏振状态切换单元中的 1/4 波长板的结晶光学轴以及 1/2 波长板的结晶光学轴的方法流程图。参考图 18 所示,在本实施例的调整方法中,去偏振器 20 从光路退避,1/4 波长板 11 的结晶光学轴与分别起始设定标准的角度位置,例如在 -45 度的角度位置 (S11)。接着,在 1/4 波长板 11 的结晶光学轴固定在 -45 度的标准角度位置的状态下,将 1/2 波长板 10 的结晶光学轴一边从 -45 度的标准角度位置旋转到 +45 度的角度位置 (如以每 +5 度旋转),一边撷取出 1/2 波长板 10 的结晶光学轴在各角度位置的偏振监视器 50 输出 (S12)。

[0215] 图 19 绘示当 1/4 波长板的结晶光学轴固定在 -45 度的标准角度位置时,1/2 波长板的结晶光学轴在各个角度位置下的偏振监视器的输出变化图。在图 19 中,横轴为 1/2 波长板 10 的结晶光学轴的角度位置 (度),纵轴为偏振监视器 50 的输出 (斯托克参数 S1 成分的数值)。接着,将 1/4 波长板 11 的结晶光学轴从 -45 度的标准角度位置以例如每 +15 度旋转至 +45 度的角度位置,在各角度位置下,将 1/2 波长板 10 的结晶光学轴一边从 -45 度的标准角度位置,以例如每 +5 度旋转到 +45 度的角度位置,一边撷取出 1/2 波长板 10 的结晶光学轴在各角度位置的偏振监视器 50 输出 (S13)。

[0216] 图 20 绘示当 1/4 波长板的结晶光学轴设定在各角度位置时,1/2 波长板的结晶光学轴在各个角度位置下的偏振监视器的输出变化图。在图 20 中,a 为 1/4 波长板 11 的结晶光学轴位在 -45 度的标准角度位置的状态,b 为 1/4 波长板 11 的结晶光学轴位在 -30 度的标准角度位置的状态,c 为 1/4 波长板 11 的结晶光学轴位在 -15 度的标准角度位置的状态,d 为 1/4 波长板 11 的结晶光学轴位在 0 度的标准角度位置的状态,e 为 1/4 波长板 11 的结晶光学轴位在 +15 度的标准角度位置的状态,f 为 1/4 波长板 11 的结晶光学轴位在 +30 度的标准角度位置的状态,g 为 1/4 波长板 11 的结晶光学轴位在 +45 度的标准角度位置的状态。此外,与图 19 相同,横轴为 1/2 波长板 10 的结晶光学轴的角度位置 (度),纵轴为偏振监视器 50 的输出。

[0217] 图 21 绘示 1/4 波长板的结晶光学轴在各角度位置状态下的偏振监视器的输出对比变化图。在图 21 中,横轴为 1/4 波长板 11 的结晶光学轴的角度位置 (度),纵轴为偏振监视器 50 的输出对比 (斯托克参数 S1 成分的变化对比)。在此,例如在 1/4 波长板 11 的结晶光学轴的各角度位置的输出对比,是使用图 20 中以 a ~ g 各输出变化曲线的最大值与最小值,利用对比 = (最大值 - 最小值) / (最大值 + 最小值) 来加以定义。

[0218] 在图 21 中,将 1/4 波长板的结晶光学轴设定在输出对比为最大时,入射至 1/4 波长板 11 的椭圆偏振光会被转换成直线偏振。在本实施例的调整方法中,参考 1/4 波长板 11 的结晶光学轴在各角度位置状态下的偏振监视器的输出对比变化,求得输出对比变成最大时的 1/4 波长板 11 的结晶光学轴角度位置 (在图 21 的话,约为 +30 度的角度位置),做为所要的第一角度位置,使椭圆偏振光变换为直线偏振光 (S14)。

[0219] 图 22 是绘示将 1/4 波长板的结晶光学轴固定在使椭圆偏振光变换为直线偏振光

的第一角度位置上时,1/2 波长板的结晶光学轴在各角度位置下的偏振监视器的输出变化图。在图 22 中,横轴为 1/2 波长板 10 的结晶光学轴的角度位置(度),纵轴为偏振监视器 50 的输出。在图 22 中,当 1/2 波长板 10 的结晶光学轴设定在使偏振监视器 50 的输出为最大或最小时,入射到 1/2 波长板 10 的直线偏振光会被转换成 V 偏振(纵偏振)或 H 偏振(横偏振)。

[0220] 在本实施例的调整方法中,将 1/4 波长板 11 的结晶光学轴固定在第一角度位置时,参考 1/2 波长板 10 的结晶光学轴在各角度位置下的偏振监视器 50 的输出变化,求取将输出最大或最小时的 1/2 波长板 10 的结晶光学轴的角度位置(在图 22 的话,是约 -17.5 度或 +27.5 度的角度位置,或是其附近),做为所要的第二角度位置,使入射的直线偏振光被转换成 V 偏振或 H 偏振(S15)。

[0221] 如此,在最后,控制系统 70 经由驱动系统 71,将 1/4 波长板 11 的结晶光学轴的角度位置定位在使入射的椭圆偏振光转换成直线偏振光的第一角度位置,并且将 1/2 波长板 10 的结晶光学轴的角度位置定位在使入射的直线偏振光转换成在特定方向具有偏振面直线偏振光(例如 V 偏振或 H 偏振)的第二角度位置(S16)。此外,因应照明条件的变化(光学照明装置的瞳面或其附近所形成的光强度分布的形状或大小的变化。),来考虑上述第一角度位置与第二角度位置,故 1/4 波长板 11 的结晶光学轴与 1/2 波长板 10 的结晶光学轴最好因应需求来设定修正。此外,在上述实施例中,使用 1/4 波长板与 1/2 波长板做为偏振状态切换单元,但是也可以使用 2 片 1/4 波长板来做为偏振状态切换单元。

[0222] 以上的说明是依据图 1 或图 16,依据从光源发出的光束,用来在瞳面或其附近形成预定光强度分布的照明瞳分布形成单元,为包含两个绕射光学组件(4、6)的光学照明装置,且曝光装置具备此光学照明装置。但是并不局限于图 1 或图 16 的架构。本发明可适用的光学照明装置可以有各种不同的变化。图 23 是绘示具有与图 1 或图 16 相异构造的照明瞳分布形成单元的曝光装置的结构示意图。

[0223] 图 23 变化例的曝光装置与图 16 的曝光装置具有类似的构造,但是照明瞳分布形成单元的结构,亦即绕射光学组件 4 与微透镜阵列 8 间的构造是不相同的。下面着重在与图 16 的曝光装置的相异点,来说明图 23 变化例的结构与作用。在图 23 变化例的曝光装置中,例如经过轮带照明用绕射光学组件 4a 的光束,入射至远焦透镜(中继光学系统)85。远焦光学系统 85 是设定成一种远焦系统(无焦点光学系统),使得前焦点位置与绕射光学组件 4a 的位置大致相同,并且后焦点位置大致上与图面虚线所示的预定面 86 的位置一致。

[0224] 因此,入射至绕射光学组件 4a 的大致平行光束,在远焦透镜 85 的瞳面上形成轮带状的光强度分布后,便变成大致平行光束而从远焦透镜射出。此外,远焦透镜 85 的前侧透镜群 85a 与后侧透镜群 85b 间的光路中,在瞳或其附近位置,从光源侧依序配置圆锥旋轴三棱镜(cone axicon)87、第一圆柱透镜对 88 以及第二圆柱透镜对 89,但是他们的详细构造与作用则在后文叙述。以下为了简单说明,忽略圆锥旋轴三棱镜 87、第一圆柱透镜对 88 以及第二圆柱透镜对 89 的作用,来说明基本的架构与作用。

[0225] 经过远焦透镜 85 的光束,经由 σ 值可变的变焦透镜(倍率改变光学系统)90,而入射到做为光学积分器的微透镜阵列 8。预定面 86 的位置是配置在变焦透镜 90 的前侧焦点位置附近,微透镜阵列 8 的入射面则配置在变焦透镜 90 的后侧焦点位置附近。换言之,变焦透镜 90 是配置成预定面 86 与微透镜阵列 8 的入射面在实质上为傅立叶转换的关系,

而远焦透镜 85 的瞳面与微透镜阵列 8 的入射面配置成光学共轭。因此,在微透镜阵列 8 的入射面上也与远焦透镜 85 的瞳面相同,会形成例如以光轴为中心的轮带照野。此轮带照野的整体形状与变焦透镜 90 的焦点距离有关,做相似变化。

[0226] 构成微透镜阵列 8 的各微小透镜,具有与应在光罩 M 上形成照野形状(乃至在晶圆 W 上应形成的曝光区域形状)相似的矩形剖面。入射至微透镜阵列 8 的光束,被多数个微小透镜二维地分割,并在其后焦平面(乃至照明瞳)上形成具有与微透镜阵列 8 的入射光所形成的照野约略相同光强度分布的二次光源,亦即以光轴 AX 为中心形成实质上为轮带状面光源所构成的二次光源。

[0227] 图 24 绘示图 23 中配置在远焦透镜的前透镜群与后透镜群间的光路中的圆锥旋轴三棱镜光学系的架构示意图。圆锥旋轴三棱镜光学系 87 从光源侧依序包括:在光源侧朝向平面且在光罩侧朝向凹圆锥状的折射面的第一棱镜部材 87a;以及在光罩侧朝向平面且在光源侧朝向凸圆锥状的折射面的第二棱镜部材 87b。

[0228] 第一棱镜部材 87a 的凹圆锥折射面与第二棱镜部材 87b 的凸圆锥折射面是被形成可互补地互相接触。此外,至少第一棱镜部材 87a 与第二棱镜部材 87b 的其中之一部材是架构成可以沿着光轴 AX 移动。第一棱镜部材 87a 的凹圆锥折射面与第二棱镜部材 87b 的凸圆锥折射面间的间隔是可变的。

[0229] 在第一棱镜部材 87a 的凹圆锥折射面与第二棱镜部材 87b 的凸圆锥折射面互相接触的状态下,圆锥旋轴三棱镜光学系 87 是做为平行面板的功能,不会对所形成的轮带状二次光源有影响。但是,当在第一棱镜部材 87a 的凹圆锥折射面与第二棱镜部材 87b 的凸圆锥折射面彼此互相分开的话,圆锥旋轴三棱镜光学系 87 则当做所谓的光扩散器的功能。因此,随着圆锥旋轴三棱镜光学系 87 的间隔变化,对预定面 86 的入射光束的角度便会改变。

[0230] 图 25 绘示圆锥旋轴三棱镜光学系对于图 23 变化例的轮带照明所形成的二次光源的作用说明图。在图 23 变化例的轮带照明,圆锥旋轴三棱镜光学系 87 的间隔为零且变焦透镜 90 的焦距设定在最小值状态下所形成的最小轮带状二次光源 130a,藉由使圆锥旋轴三棱镜光学系 87 的间隔从零扩大到预定值,其宽度(外径与内径之差的 1/2;图面已箭头表示)并不会改变,变化成外径与内径同时被扩大的轮带状二次光源 130b。换言之,利用圆锥旋轴三棱镜光学系 87 的作用,轮带状二次光源的宽度并不会改变,但其轮带比(内径/外径)以及大小(外径)会同时改变。

[0231] 图 26 绘示变焦透镜对于图 23 变化例的轮带照明所形成的二次光源的作用说明图。在图 23 变化例的轮带照明,以标准状态所形成的轮带状二次光源 130a,藉由将变焦透镜 90 的焦距从最小值扩大到预定值,其整体形状会被相似地放大到轮带状二次光源 130c。换言之,藉由变焦透镜 90 的作用,轮带状二次光源的轮带比并不会改变,其宽度与大小(外径)会同时改变。

[0232] 图 27 是绘示配置在图 23 中的远焦透镜的前透镜群与后透镜群间的光路中的第一圆柱透镜对与第二圆柱透镜对的结构示意图。在图 27 中,从光源侧依序配置第一圆柱透镜对 88 与第二圆柱透镜对 89。第一圆柱透镜对 88 从光源侧依序例如包括:在 YZ 平面上具有负折射能力且在 XY 平面上不具有折射能力的第一圆柱负透镜 88a;以及在同样 YZ 平面上具有正折射能力且在 XY 平面上不具有折射能力的第一圆柱正透镜 88b。

[0233] 另一方面,第二圆柱透镜对 89 从光源侧依序例如包括:在 XY 平面上具有负折射能

力且在 YZ 平面上不具有折射能力的第二圆柱负透镜 89a ;以 及在同样 XY 平面上具有正折射能力且在 YZ 平面上不具有折射能力的第二圆柱正透镜 89b。第一圆柱负透镜 88a 与第一圆柱正透镜 88b 是架构成以光轴 AX 为中心而一体地旋转的方式。相同地,第二圆柱负透镜 89a 与第一圆柱正透镜 89b 是架构成以光轴 AX 为中心而一体地旋转的方式。

[0234] 如此,在图 27 所示的状态下,第一圆柱透镜对 88 是做为在 Z 方向具有放大率的光束扩大器的功能,第二圆柱透镜对 89 是做为在 X 方向具有放大率的光束扩大器的功能。在图 23 的变化例中,第一圆柱透镜对 88 的放大率与第二圆柱透镜对 89 的放大率是设定成彼此相同。

[0235] 图 28 至图 30 绘示第一圆柱透镜对与第二圆柱透镜对对于图 23 变化例的轮带照明所形成的二次光源的作用说明图。在图 28 中,第一圆柱透镜对 88 的放大率方向是设定成相对于 Z 轴且绕着光轴 AX 成 +45 度的角度,而第二圆柱透镜对 89 的放大率方向则设定为相对于 Z 轴且绕着光轴 AX 成 -45 度的角度。

[0236] 因此,第一圆柱透镜对 88 的放大率方向与第二圆柱透镜对 89 的放大率方向彼此垂直 ;在第一圆柱透镜对 88 与第二圆柱透镜对 89 的合成光学系统中,Z 方向的放大率与 X 方向的放大率是彼此相同的。结果,如图 28 所示的正圆形状态下,通过第一圆柱透镜对 88 与第二圆柱透镜对 89 的合成光学系统的光束,在 Z 方向与在 X 方向会以相同放大率而被放大,在照明瞳处形成正圆形轮带状的二次光源。

[0237] 相对地,在图 29 中,第一圆柱透镜对 88 的放大率方向是设定成相对于 Z 轴且绕着光轴 AX 成 +80 度的角度,而第二圆柱透镜对 89 的放大率方向则设定为相对于 Z 轴且绕着光轴 AX 成 -80 度的角度。因此,在第一圆柱透镜对 88 与第二圆柱透镜对 89 的合成光学系统中,X 方向的放大率大于 Z 方向的放大率。结果,在图 29 的横椭圆状态下,通过第一圆柱透镜对 88 与第二圆柱透镜对 89 的合成光学系统的光束,相较于 Z 方向,X 方向会以较大的放大率被放大,在照明瞳处形成 X 方向为细长的横长轮带状的二次光源。

[0238] 另一方面,在图 30 中,第一圆柱透镜对 88 的放大率方向是设定成相对于 Z 轴且绕着光轴 AX 成 +10 度的角度,而第二圆柱透镜对 89 的放大率方向则设定为相对于 Z 轴且绕着光轴 AX 成 -10 度的角度。因此,在第一圆柱透镜对 88 与第二圆柱透镜对 89 的合成光学系统中,Z 方向的放大率大于 X 方向的放大率。结果,在图 30 的纵椭圆状态下,通过第一圆柱透镜对 88 与第二圆柱透镜对 89 的合成光学系统的光束,相较于 X 方向,Z 方向会以较大的放大率被放大,在照明瞳处形成 Z 方向为细长的纵长轮带状的二次光源。

[0239] 其次,藉由将第一圆柱透镜对 88 与第二圆柱透镜对 89 设定在图 28 的正圆形状态与图 29 的横椭圆状态间的任意状态,便可以形成各种不同纵横比的横长轮带状二次光源。此外,藉由将第一圆柱透镜对 88 与第二圆柱透镜对 89 设定在图 28 的正圆形状态与图 30 的纵椭圆状态间的任意状态,便可以形成各种不同纵横比的纵长轮带状二次光源。此外,在图 23 变化例中,利用设定圆形照明用的绕射光学组件或多数极(四极等)照明用绕射光学组件等来取代轮带状照明用绕射光学组件 4a,便可以进行圆形照明或各种变形照明。如上述,图 23 至图 30 的变化例可以因应光罩 M 的特性,来改变照明光的偏振状态,更进而可以随时地调整在照明瞳上所形成的二次光源的纵横比。藉此,便可使用依据光罩 M 的图案特性所实现的适当照明条件,来进行良好的曝光。

[0240] 此外,在上述各实施例以及变化例中,当对于被照射面(光罩面、晶圆(感光

性基板)面与成像面)的偏振状态更换成例如直线偏振状态与非偏振状态,或者 X 偏振状态与 Y 偏振状态时,若产生在被照射面的照度偏差变动、在瞳面的光强度分部的变动或者在被照射面的远心 (telecentric) 特性的变动时,最好是依据被照射面的偏振状态的改变,进行照度偏差的控制、在瞳面的光强度分部的控制以及 / 或者在被照射面的远心 (telecentric) 特性的控制,以抑制将照度偏差的变动、在瞳面的光强度分部的变动以及 / 或者在被照射面的远心 (telecentric) 特性的变动控制。

[0241] 例如,可藉由变更图 1 的聚焦光学系 9,图 16 与图 23 的构成聚焦光学系 9a 的多数个透镜组件中的至少一部分的透镜位置与姿势,可以控制关于在被照射面的照度偏差。此外,在图 1 的聚焦光学系 9 与光罩 M 间的光路中,在图 16 与图 23 的聚焦光学系 9a 与光罩挡板 MB 间的光路中,配置例如特开 2002-100561 号公报 (以及与此对应的美国专利公开 US2003/0025890A,在本说明书参考使用美国专利公开 US2003/025890A) 所开示的浓度滤镜板,或特开 2003-92253 号公报 (以及与此对应的美国专利公开 US2003/067591A,在本说明书参考使用美国专利公开 US2003/067591A),利用控制该浓度滤镜板的旋转角与位置也可以控制在被照射面上的照度偏差。此外,例如以特开 2002-184676 号公报所开示的可变边缘来取代图 16 与图 23 的光罩挡板 MB,或将可变边缘设置在光罩挡板 MB 附近,将沿着扫描方向的曝光区域宽度设定成与非扫描方向不同,也可以控制在被照射面上的照度偏差。

[0242] 此外,利用将上述特开 2002-100561 号公报 (美国专利公开 US2003/0025890A) 或特开 2003-92253 号公报 (美国专利公开 US2003/067591A) 所揭露的浓度滤镜板,配置在照明瞳附近,例如微透镜阵列 8 的出射侧附近,也可以控制在瞳面的光强度分布。

[0243] 接着,关于远心性的控制,可以利用变更图 1 的聚焦光学系 9,图 16 与图 23 的构成聚焦光学系 9a 的多数个透镜组件中的至少一部分的透镜位置与姿势,来加以控制。

[0244] 此外,关于这些被照射面上的照度偏差布置、瞳面的光强度分布控制与远心性控制方面,预先量测偏振状态切换单元的设定状态 (去偏振器的插脱、1/2 波长板的旋转角与 1/4 波长板的旋转角),被照射面上的照度偏差、瞳面的光强度分布以及远心的状态的关联性,依据偏振状态切换单元的设定状态,也可以控制被照射面上的照度偏差、瞳面的光强度分布以及远心的状态。此外,测量被照射面或与被照射面为光学共轭面上的被照射面的照度偏差、瞳面的光强度分布以及远心的状态,再依据测量结果,也可以控制被照射面上的照度偏差、瞳面的光强度分布以及远心的状态。

[0245] 此外,在上述各实施例与变化例中,使用纵列且致密排列的多数个具有正折射能力微小透镜所构成的微透镜阵列 8 来做为光学积分器,但是可以使用圆柱型微透镜阵列来取代。圆柱型微透镜阵列包括以沿着预定的第一方向的间距排列而成的第一一维圆柱透镜阵列;及以沿着与第一方向交叉的第二方向的间距排列而成的第二一维圆柱透镜阵列。此圆柱型微透镜阵列的第一与第二一维圆柱透镜阵列较佳是一体地设置在一个光穿透性基板上,并具备多数个包含第一与第二一维圆柱透镜阵列的圆柱透镜阵列板。多数个圆柱透镜阵列板较佳是沿着光轴方向,隔着一间隔来配置。此外,沿着第一一维圆柱透镜阵列的第一方向的间距以及沿着第二一维圆柱透镜阵列的第二方向的间距,较佳是至少要有一个在 2mm 以下的间距。

[0246] 藉由此种架构,各折射面与在二维曲面 (球面状) 上所形成的一般复眼透镜是不相同的,圆柱型微透镜阵列的第一与第二一维圆柱透镜阵列的各折射面是在一维曲面 (圆

柱状)上所形成的,故高精密加工变得容易,进而可以降低制造成本。特别是,在圆柱型微透镜阵列的最小间距在 2mm 以下的情形时,制造成本降低的效果是明显的。也就是说,此种圆柱型微透镜阵列可以利用例如研磨加工、蚀刻加工与压型加工等等方式来制造。

[0247] 因为藉由应用达成低成本且高精密度面形状的圆柱型微透镜阵列可以实验均匀性优异的照明,故偏振照明的成像性能便大幅提升,而在整个曝光区域上,可以形成转印精确度好且细微的图案。

[0248] 此种圆柱型微透镜阵列,在本案申请人的日本申请案特愿第 2002-152634 号说明数与图式(以及其相对应,2003 年 5 月 27 日向美国提出申请的第 445022 号)中有所揭示。在本说明书中,参考该美国申请案第 445022 号的揭示而使用。

[0249] 在上述实施例的曝光装置中,利用光学照明装置来照明光罩(十字标记)(照明制程)、藉由使用投影光学系统将光罩上所形成的转印图案转印到感光性基板上(曝光制程),便可以制造出微电子组件(半导体组件、摄影组件、液晶显示组件、薄膜磁头等等)。接着,参考图 12 的流程图,来说明使用上述实施例的曝光装置,将预定的电路图案形成于做为感光基板的晶圆等上,以获得半导体组件时的一种方法例。

[0250] 首先,在图 12 的步骤 301,将金属膜蒸镀在一批晶圆上。接着在步骤 302,将光阻涂布在该批晶圆上的金属膜上。之后,在步骤 303,使用上述实施例的曝光装置,将光罩上的图案像,经由投影光学系统,依序曝光转移到该批晶圆上的各个拍摄区域。之后,在步骤 304,对该批晶圆上的光阻进行显影后,在步骤 305,以该批晶圆上的光阻图案为罩幕,进行蚀刻,藉以将对应光罩上的电路图案形成在各晶圆的各拍摄区域。之后,藉由形成更上层电路图案等,来制造出半导体组件等。依据上述半导体组件制造方法的话,具备极细微的电路图案的半导体组件也可以获得良好的产率。

[0251] 此外,在本发明实施例的曝光装置中,藉由在面板(玻璃基板)上形成预定图案(电路图案、电极图案等),可以得到做为微电子组件的液晶显示组件。接着,参考图 13 的流程图,来说明此时的方法例子。如图 13 的图案形成工程 401,使用上述实施例的曝光装置,将光罩上的图案转印曝光到感光性基板(涂布光阻的玻璃基板)上,即执行所谓的微影制程。利用此微影制程,将包含多数电极的预定图案形成于感光性基板上。之后,曝光的基板利用显影工程、蚀刻工程与光阻剥离工程等各工程,在基板上形成预定的图案,接着进入彩色滤镜形成工程 402。

[0252] 接着,在彩色滤镜形成工程 402,对应红 R(Red)、绿 G(Green)与蓝 B(Blue)的三个点组合被排列成矩阵状,或者 R、G、B 三条滤镜组配置在复数个水平扫描方向,以形成彩色滤镜。接着,在彩色滤镜形成工程 402 后,执行组件(cell)组装工程 403。在组件组装工程 403,使用具有在图案形成工程 401 所得的预定图案的基板以及在彩色滤镜形成工程 402 所得的彩色滤镜等,组装成液晶面板(液晶组件)。

[0253] 在组件组装工程 403,例如在具有在图案形成工程 401 所得的预定图案的基板以及在彩色滤镜形成工程 402 所得的彩色滤镜之间注入液晶,来制造液晶面板(液晶组件)。之后,在模块组装工程 404,安装使组装的液晶面板(液晶组件)执行显示动作的电路、背光组件等各部品,以完成液晶显示组件。依据上述液晶显示组件制造方法的话,具有极细微的电路图案的液晶显示组件也可以获得良好的产率。

[0254] 此外,在图 1 的实施例中,利用聚焦光学系统 9,将二次光源所发出的光加以集光,

并重叠地照明于光罩 M 上。但是本发明并不限于此种实施方式。如图 16 所示的变化例, 在聚焦光学系统 9 与光罩 M 之间的光路中, 也可以配置照明视野光圈 (光罩挡板) 与将此照明视野光圈的像形成于光罩 M 上的中继光学系统。在此情形, 聚焦光学系统 9 便将二次光源所发出的光加以集光并且重叠地照明于照明视野光圈上, 中继光学系统则将照明视野光圈的开口部 (光穿过部) 的像形成于光罩 M 上。

[0255] 此外, 上述实施例是使用 KrF 准分子激光光 (波长: 248nm) 或 ArF 准分子激光光 (波长: 193nm) 做为曝光光, 但是本发明并不局限于此。其它合适的激光光源, 例如供给波长 157nm 激光光的 F₂ 激光光源, 或供给激光光以外的光源, 如 I 线或 g 线等的紫外光的灯光源也是适用于本发明。其次, 上述实施例是以具备光学照明装置的投影光学系统为例来说明本发明, 但是本发明也适用于用来照明光罩以外的被照射面的一般光学照明装置者也是可以明白的。

[0256] 此外, 在上述实施例中, 以折射率大于 1.1 的媒体 (一般为液体) 来填充于投影光学系统与感光性基板之间的光路中的方法, 也可以使用所谓的液体浸润法。在此情形, 做为把液体填充于投影光学系统与感光性基板之间的光路中的方法, 可以采用国际公开号 W099/49504 号公报所开示的局部液体填充方法, 或特开平 6-124873 号公报所开示的使保持曝光对象的平台在液体槽中移动的方法, 或特开平 10-303114 号公报所开示的在平台上形成一定深度的液体槽, 再将基板保持于其中的方法等等。

[0257] 此外, 做为液体, 其对于曝光光具有穿透性, 且折射率尽可能的高, 而对于投影光学系统或基板表面上所涂布的光阻, 最好使用稳定之物。例如在以 KrF 准分子激光光或 ArF 准分子激光光为曝光光时, 可以使用纯水或去离子水为液体。此外, 使用 F₂ 激光光做为曝光光时, 也可以使用可以穿透 F₂ 激光光者做为液体, 例如氟素系油或过氟化聚醚 (PFPE) 等的氟素系液体。

[0258] 此外, 如同特开平 10-163099 号公报、特开平 10-214783 号公报、特表 2000-505958 号公报等所开示一般, 本发明也适用于搭载两个平台的双平台式 (twin stage type) 曝光装置, 其可以分别载置晶圆等的被处理基板且在 XY 方向可以独立地移动。

[0259] 以上所述, 仅是本发明的较佳实施例而已, 并非对本发明作任何形式上的限制, 虽然本发明已以较佳实施例揭露如上, 然而并非用以限定本发明, 任何熟悉本专业的技术人员, 在不脱离本发明技术方案范围内, 当可利用上述揭示的方法及技术内容作出些许的更动或修饰为等同变化的等效实施例, 但是凡是未脱离本发明技术方案的内容, 依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰, 均仍属于本发明技术方案的范围。

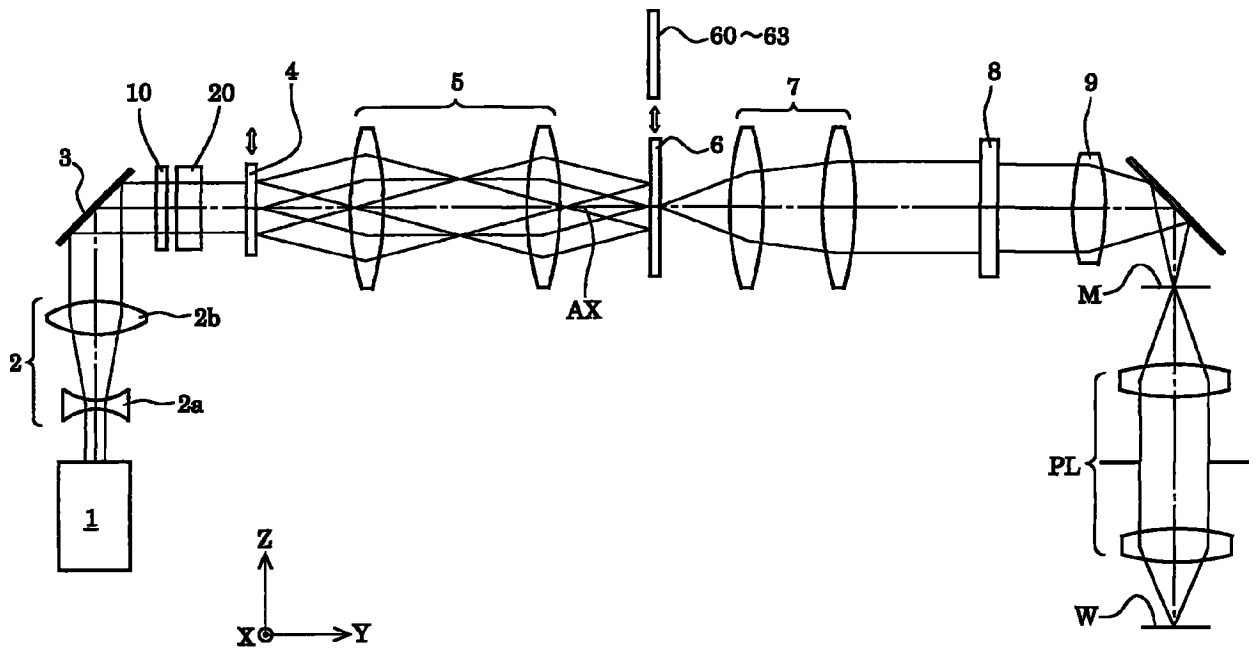


图 1

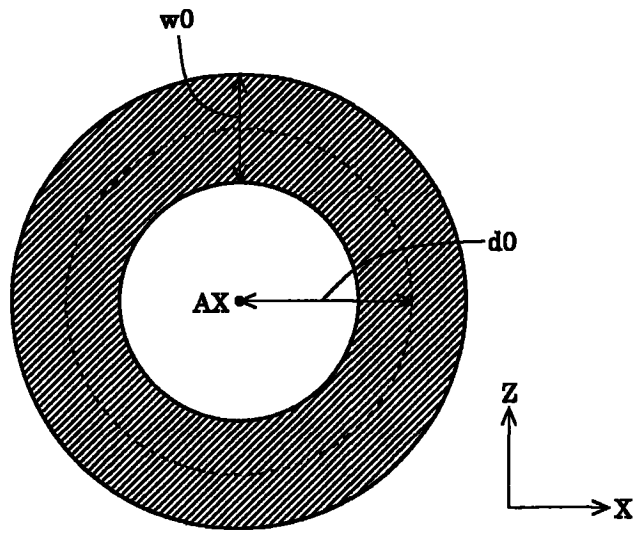


图 2 A

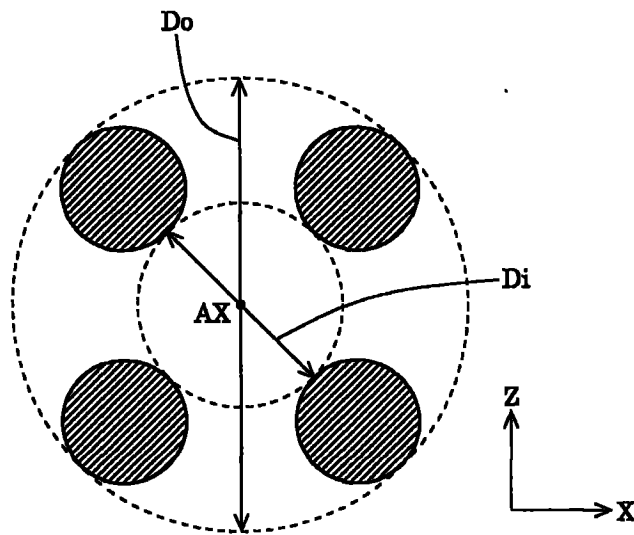


图 2 B

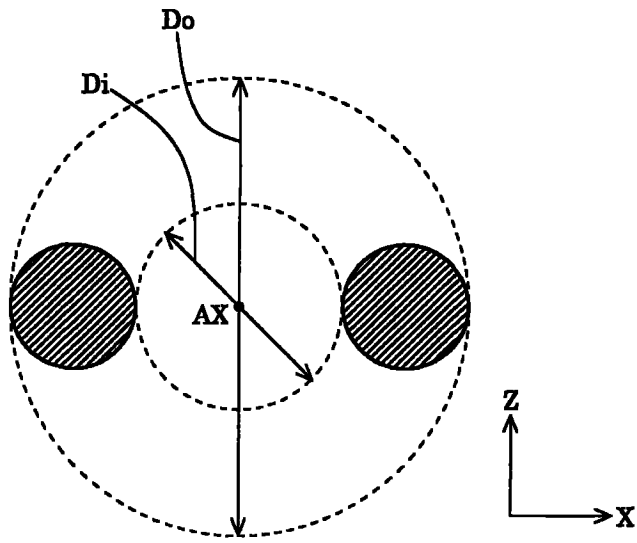


图 3A

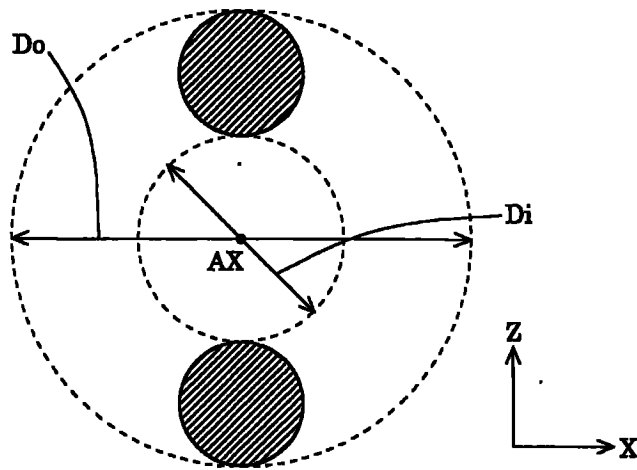


图 3B

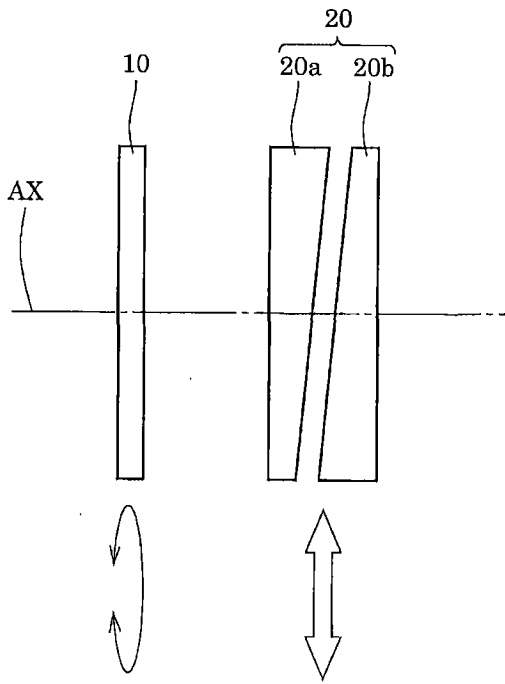


图 4

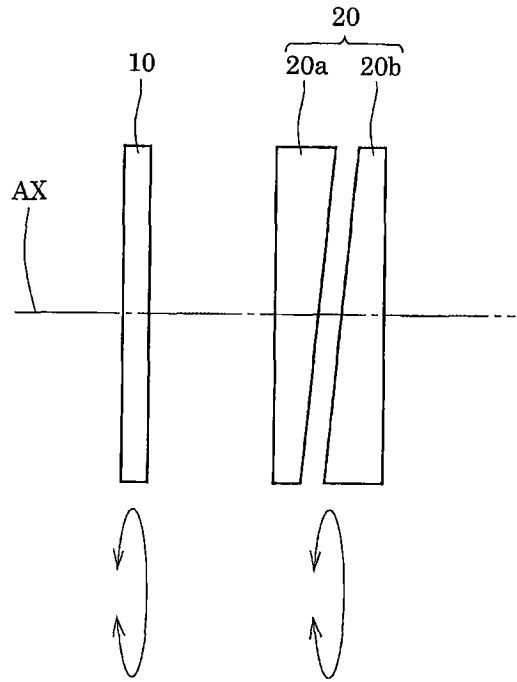


图 5

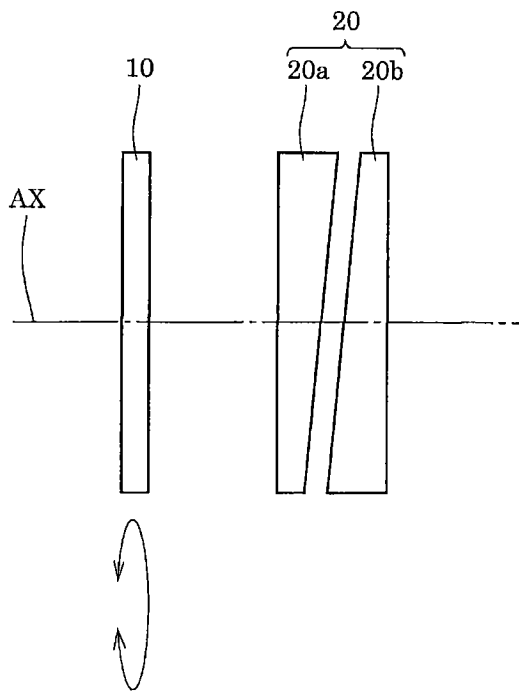


图 6

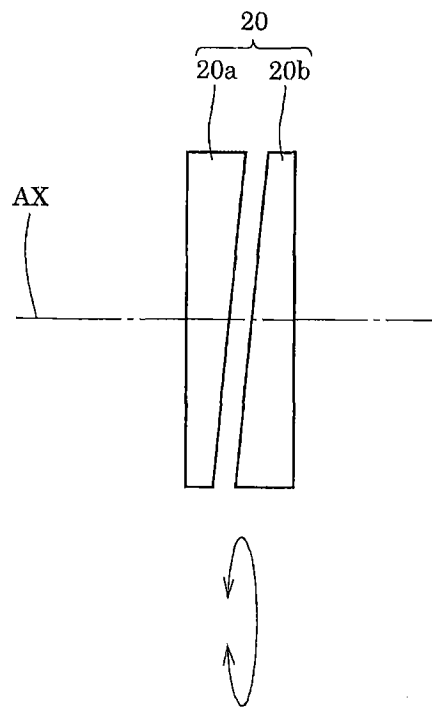


图 7

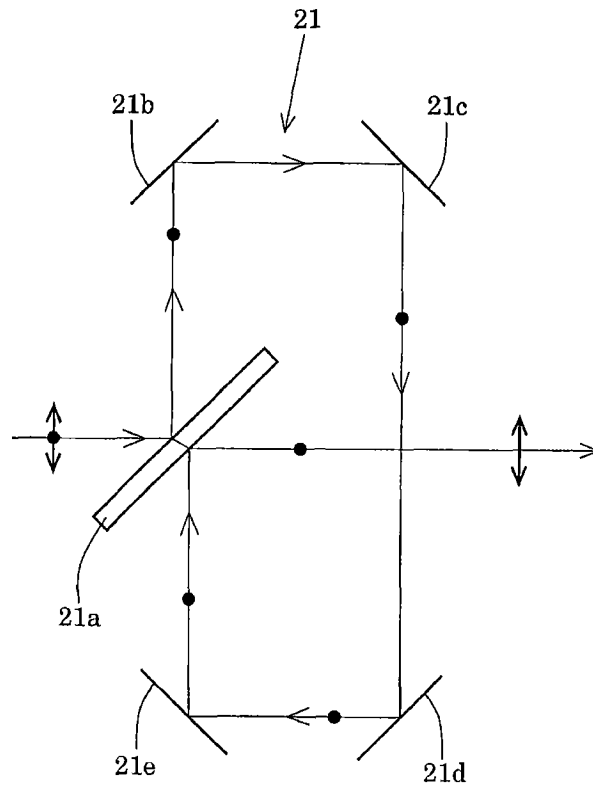


图 8

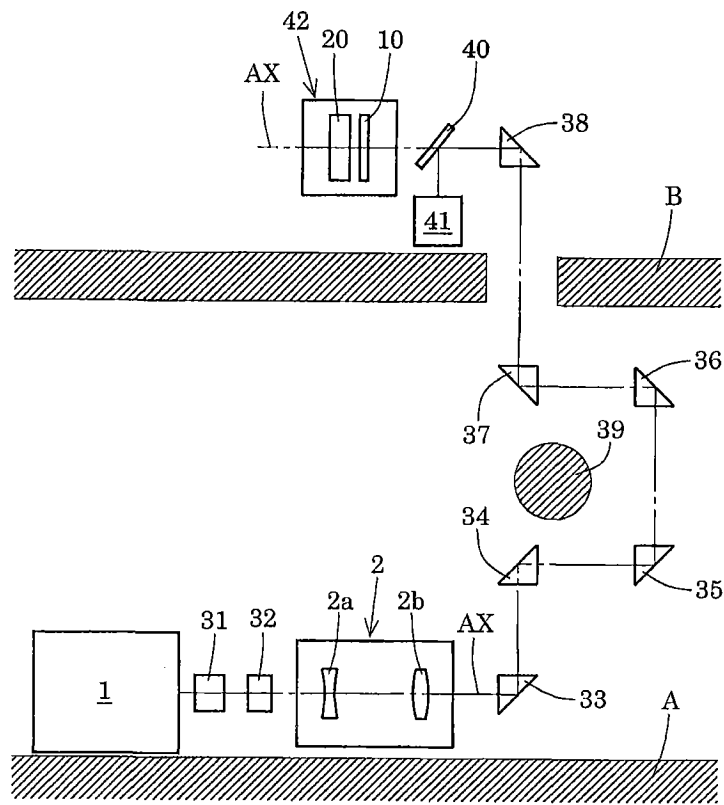


图 9

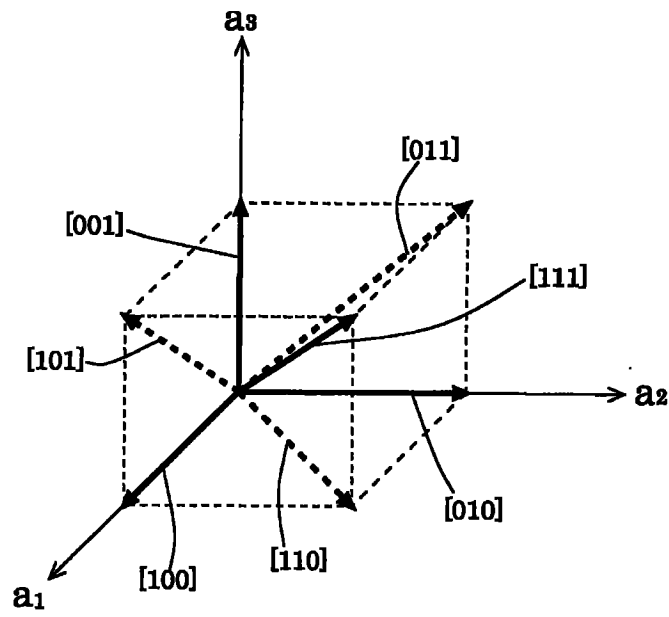


图 10

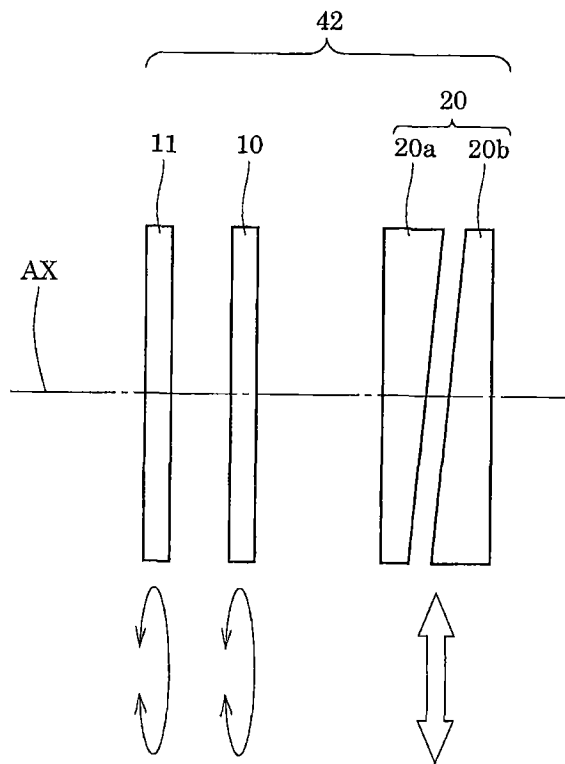


图 11

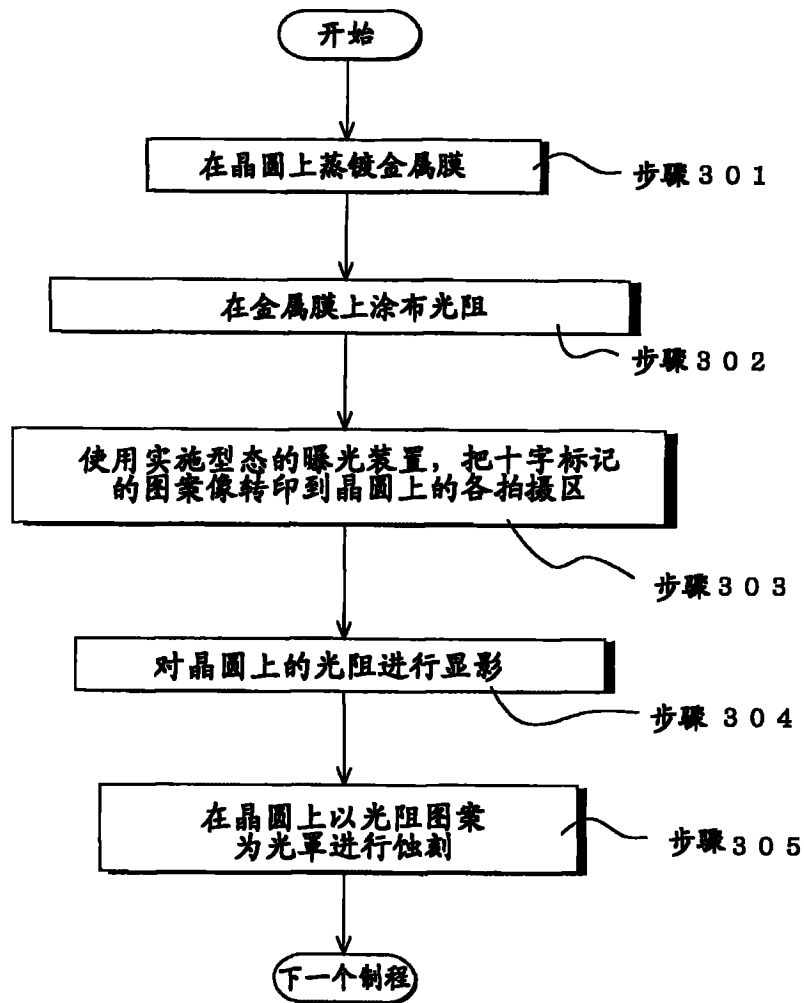


图 12

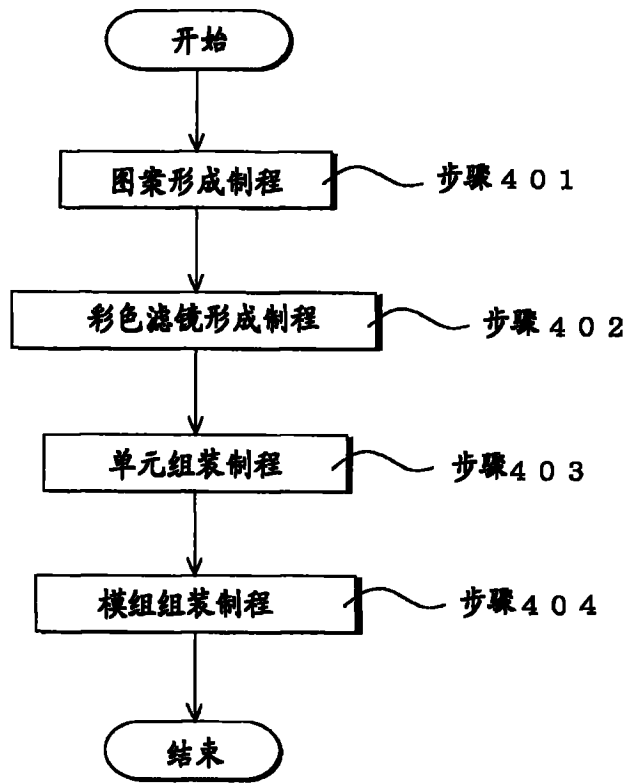


图 13

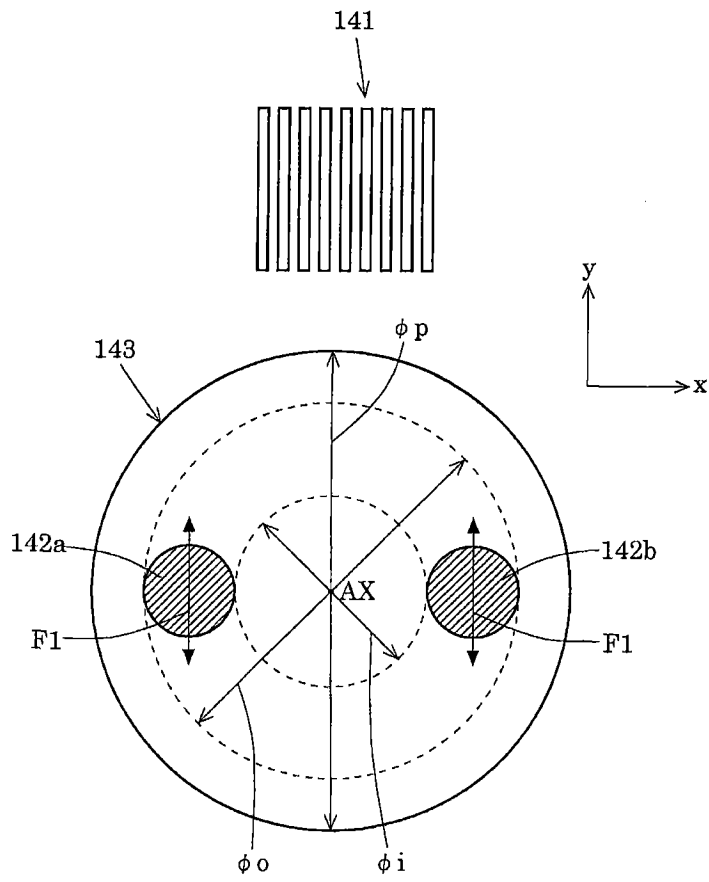


图 14

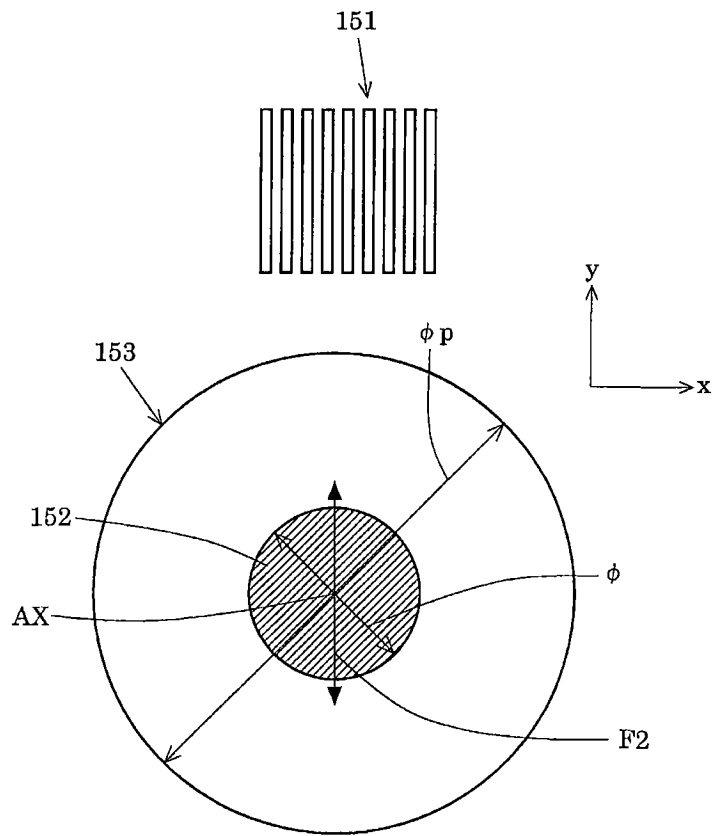


图 15

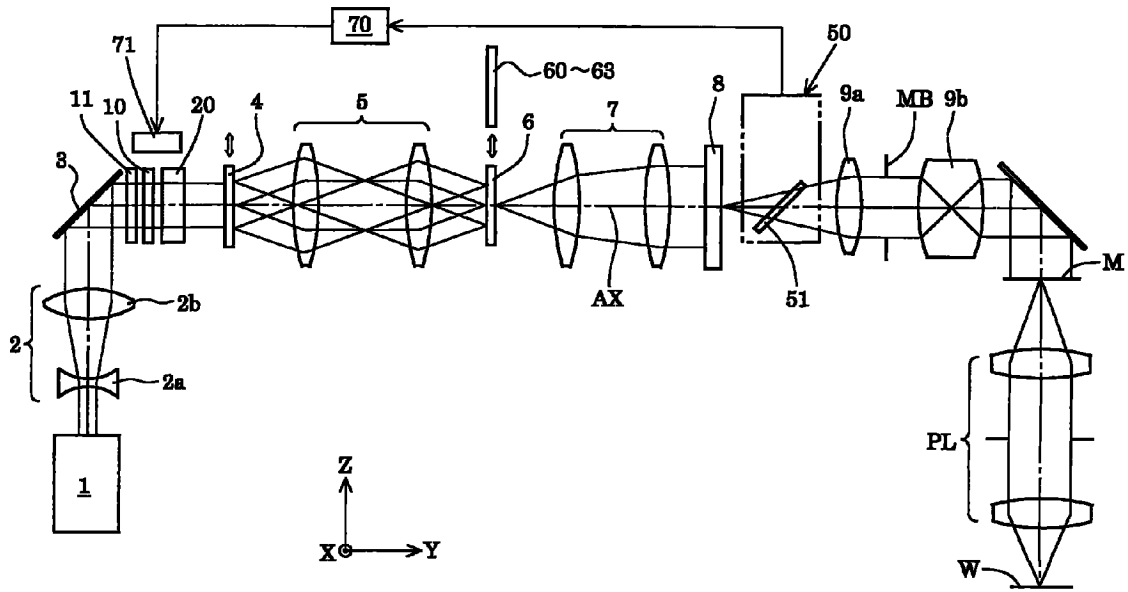


图 16

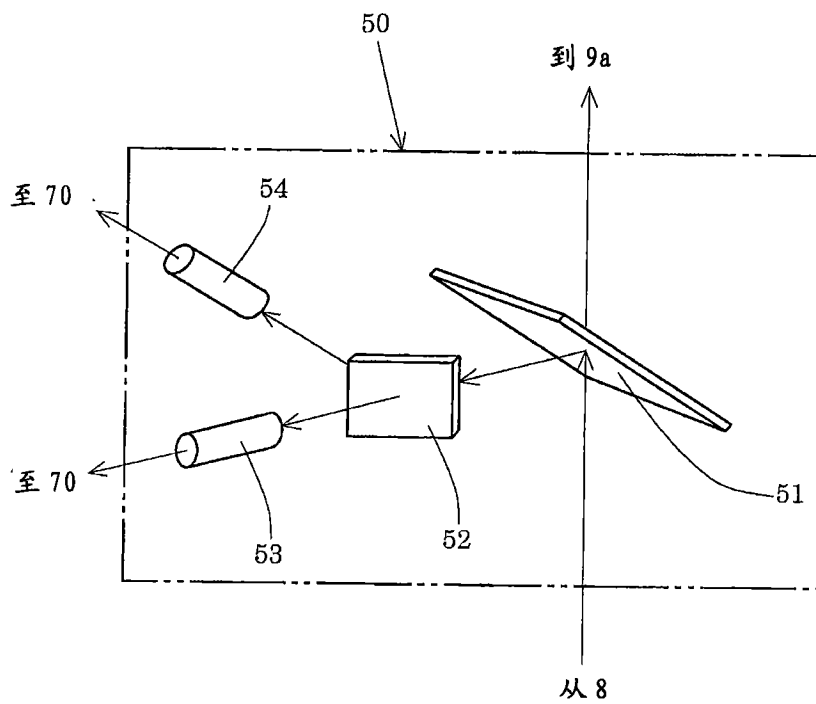


图 17

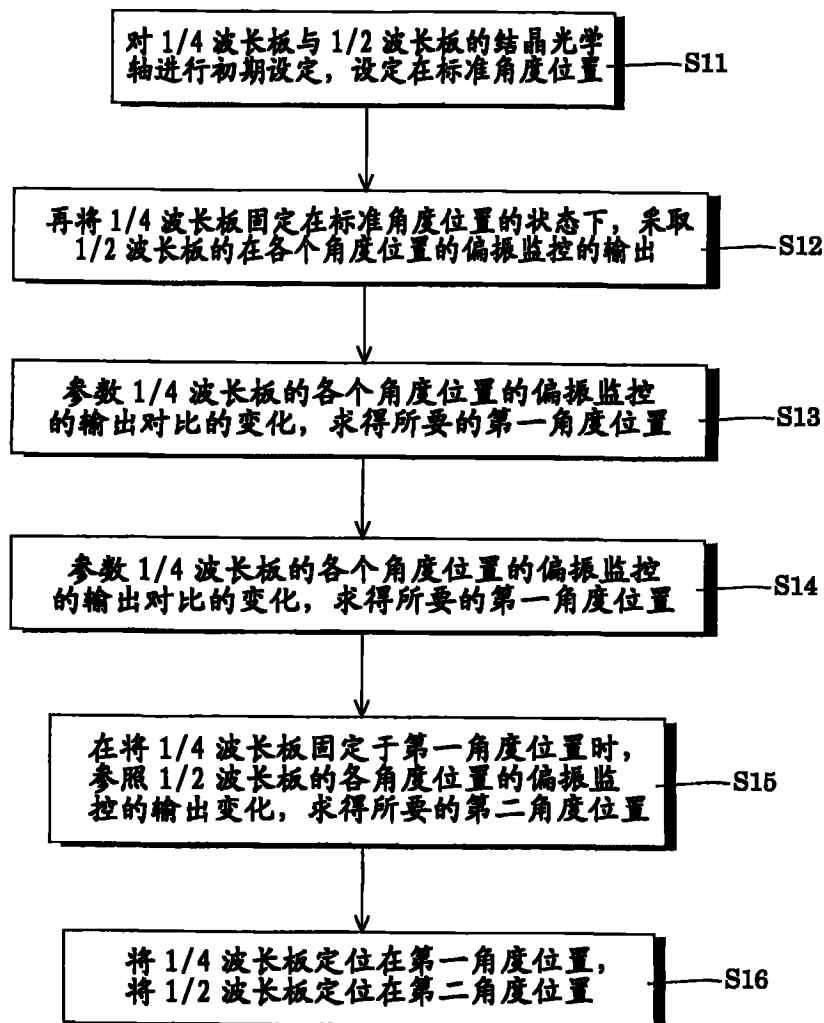


图 18

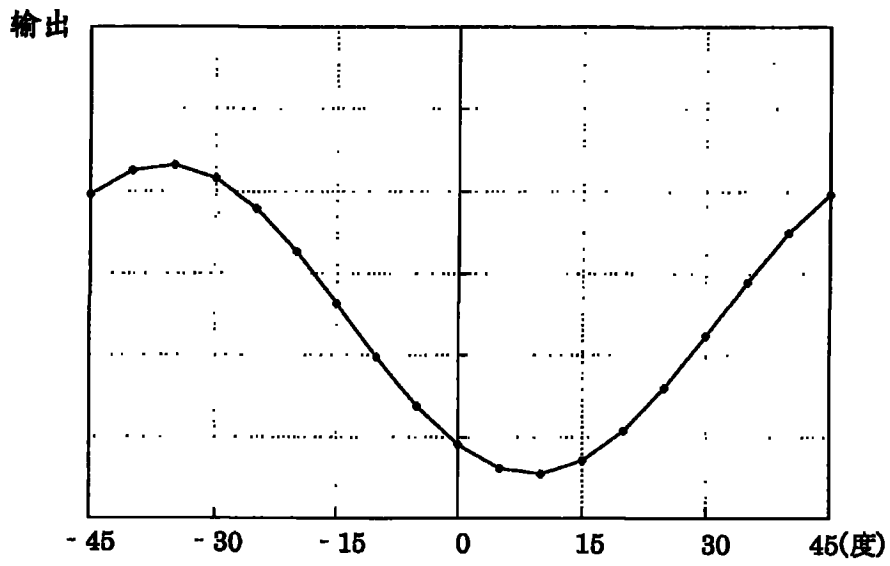


图 19

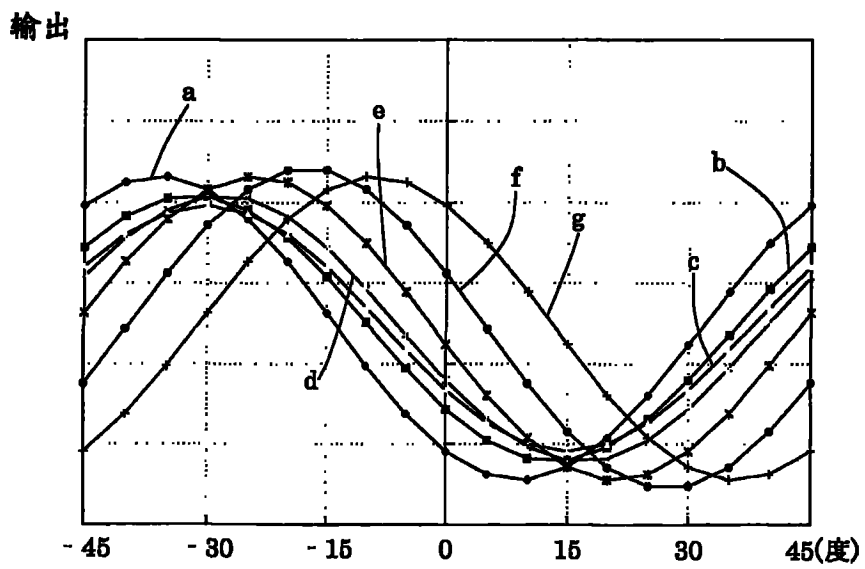


图 20

对比

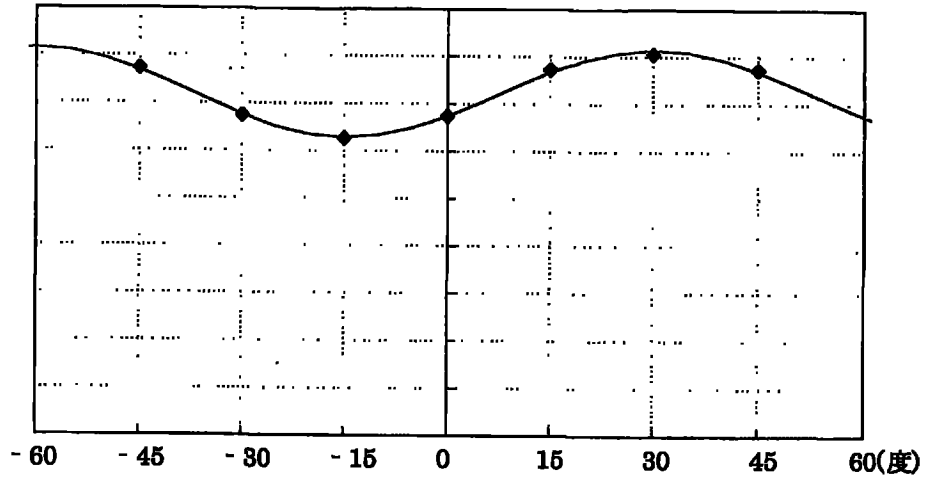


图 21

输出

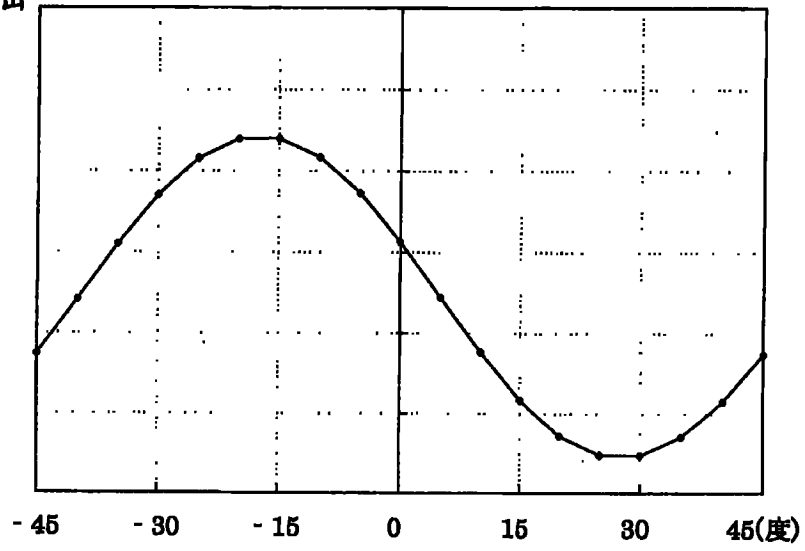


图 22

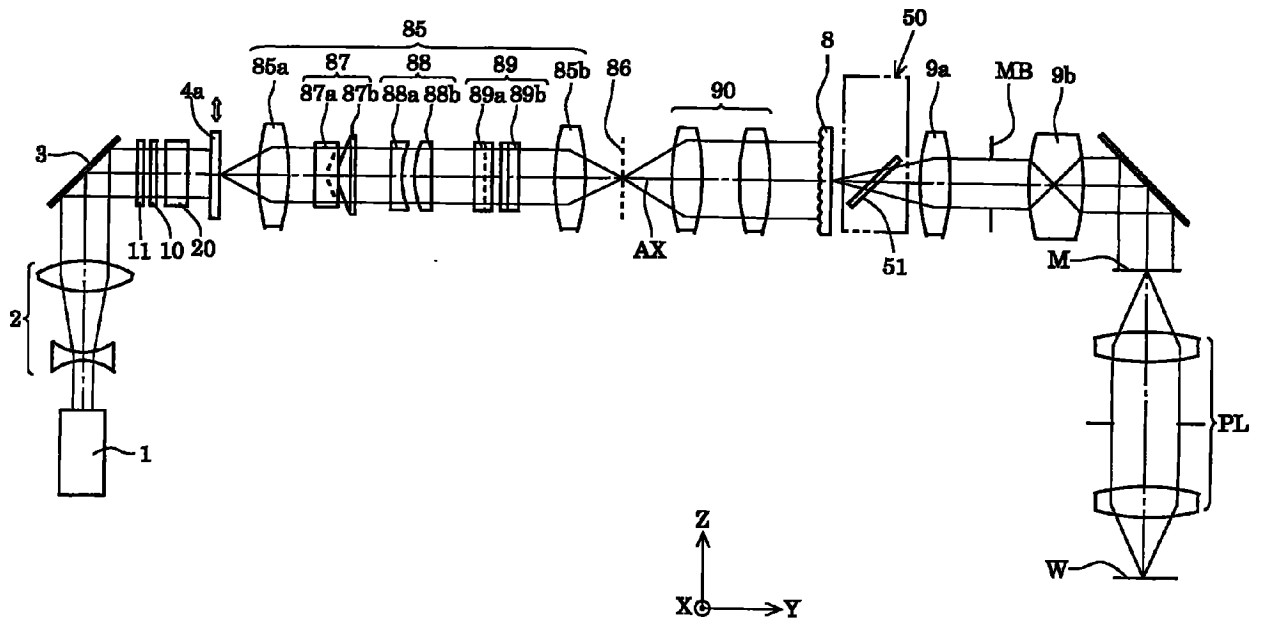


图 23

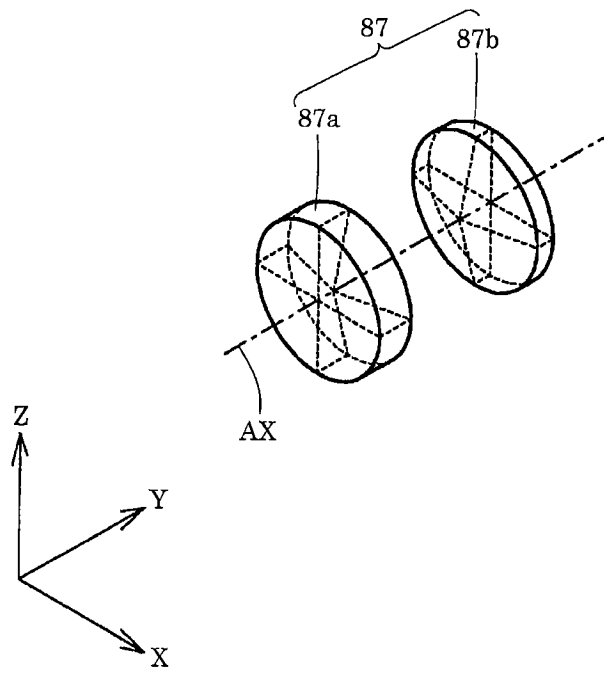


图 24

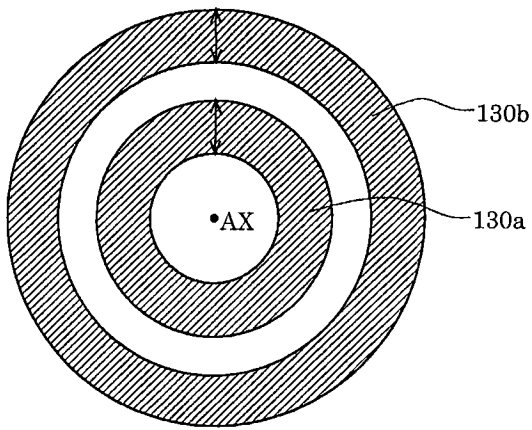


图 25

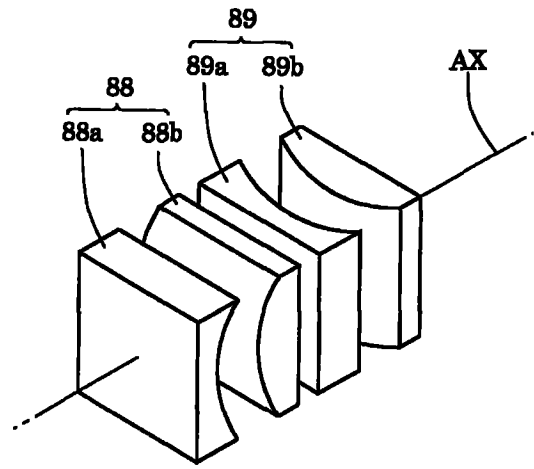


图 27

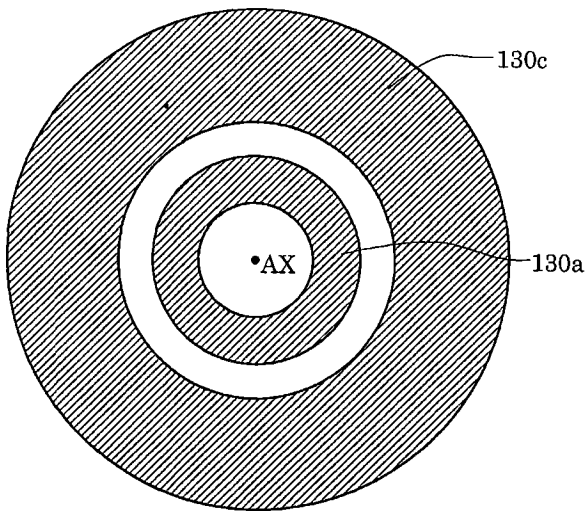


图 26

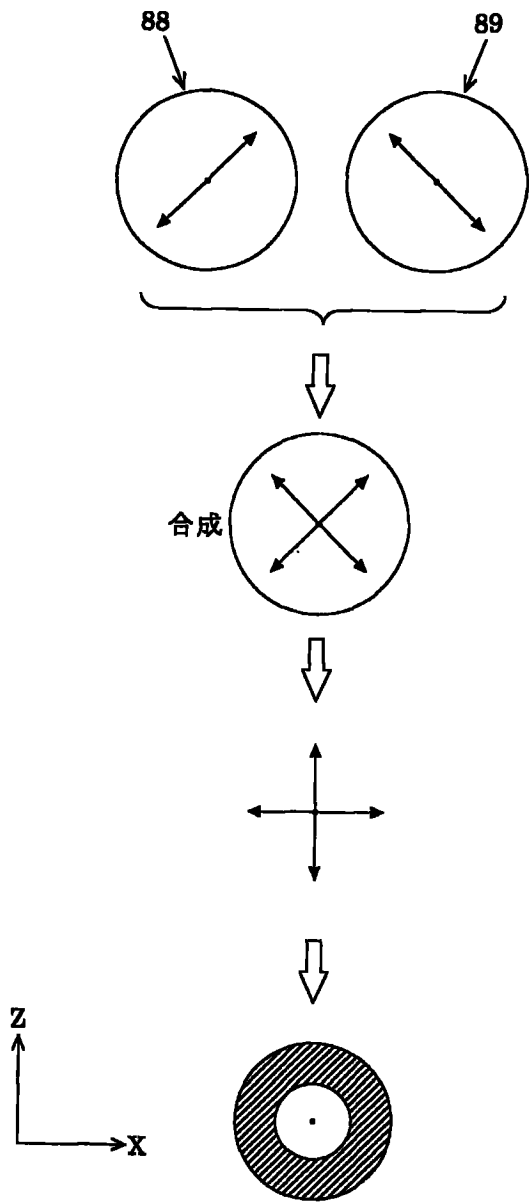


图 28

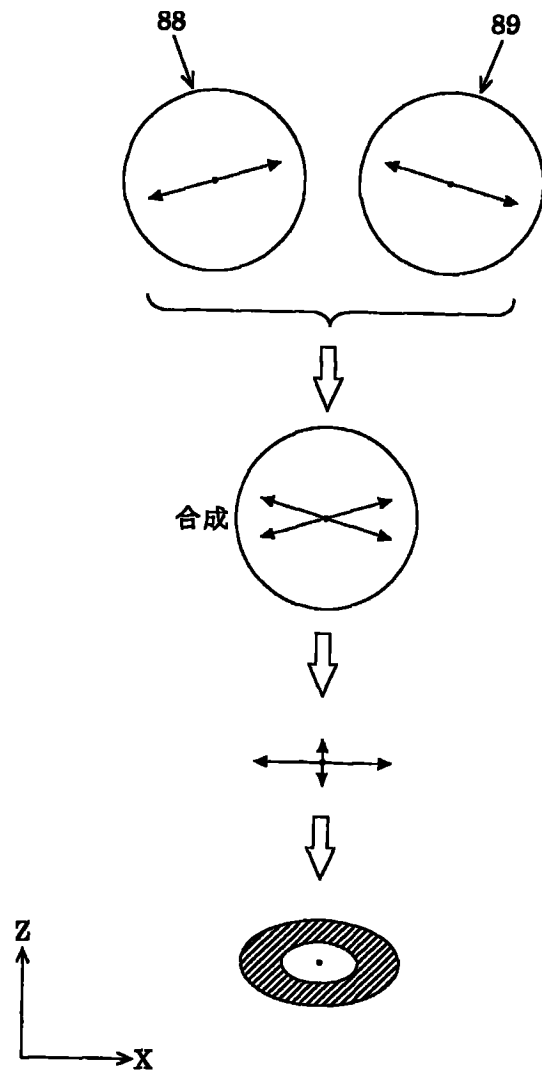


图 29

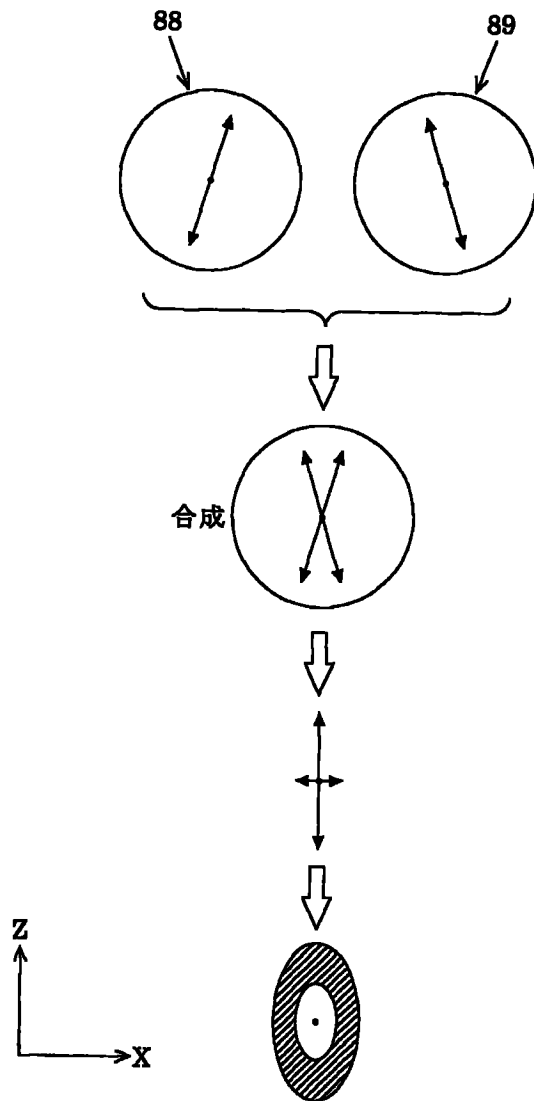


图 30