

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02B 17/08 (2006.01)

G02B 1/02 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200710171966.1

[45] 授权公告日 2009 年 4 月 22 日

[11] 授权公告号 CN 100480772C

[22] 申请日 2007.12.7

[21] 申请号 200710171966.1

[73] 专利权人 上海微电子装备有限公司

地址 201203 上海市张江高科技园区张东路 1525 号

[72] 发明人 储兆祥 郭秀萍 李铁军

[56] 参考文献

CN1637464A 2005.7.13

EP0964307A2 1999.12.15

US2003/0011894A1 2003.1.16

JP2000-47114A 2000.2.18

CN1851526A 2006.10.25

审查员 何 理

[74] 专利代理机构 上海思微知识产权代理事务所

代理人 屈 薇 李时云

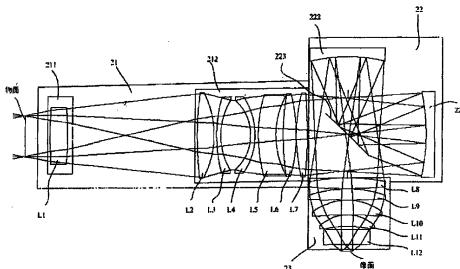
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 2 页

[54] 发明名称

一种折反射式投影光学系统

[57] 摘要

本发明公开了一种折反射式投影光学系统，可以使用光学系统设计的全视场，避免仅有一半视场的可用率，提高了产品的产率；该折反射式投影光学系统使用了两块球面反射镜和一块平面反射镜（具有拦光功能），避免使用较大尺寸的偏振分光棱镜，同时避免使用深紫外光谱范围内的 1/4 偏振分光膜，降低了制造难度；该折反射式投影光学系统避免使用超大尺寸的反射镜，降低了超大尺寸球面反射镜的加工和装配难度。



1、一种折反射式投影光学系统，其特征在于：所述折反射式投影光学系统包括：

由第一透镜组和第二透镜组组成的第一透镜系统；

与入射主光轴呈 45 度设置的平面反射镜；

反射凹面朝向所述平面反射镜且相互成直角设置的球面反射镜一和球面反射镜二；以及

第三透镜组；

成像光穿过所述第一透镜系统后，射向所述平面反射镜的背面；所述成像光一部分被所述平面反射镜吸收，未被吸收的部分射向所述球面反射镜一；所述球面反射镜一反射成像光线到所述平面反射镜的反射面；所述平面反射镜的反射面将所述成像光反射到所述球面反射镜二；所述成像光经过所述球面反射镜二反射，一部分被所述平面反射镜遮挡，未被遮挡的部分进入所述第三透镜组在像面成像。

2、根据权利要求 1 所述的折反射式投影光学系统，其特征在于：所述第一透镜组与第二透镜组之间的空间距离需要大于入射到所述第二透镜组的所述成像光尺寸的 1.5 倍。

3、根据权利要求 1 所述的折反射式投影光学系统，其特征在于：从所述第二透镜组出射的光束角度小于 5 度。

4、根据权利要求 1 所述的折反射式投影光学系统，其特征在于：所述平面反射镜的拦光区域小于入射的所述成像光的 30%。

5、根据权利要求 1 所述的折反射式投影光学系统，其特征在于：所述平面反射镜的一个表面镀有高反射膜，另一个表面镀吸收膜。

6、根据权利要求 1 所述的折反射式投影光学系统，其特征在于：所述平面反射镜的材料基底为低热膨胀系数的材料。

7、根据权利要求 6 所述的折反射式投影光学系统，其特征在于：所述低热膨胀系数的材料是 SiO₂。

8、根据权利要求 1 所述的折反射式投影光学系统，其特征在于：所述第三

透镜组靠近像面的镜片表面为平面。

9、根据权利要求 1 所述的折反射式投影光学系统，其特征在于：所述折反射式投影光学系统应用于大于 0.75 的数值孔径时，将球面反射镜一和球面反射镜二替换为非球面反射镜。

10、根据权利要求 1 所述的折反射式投影光学系统，其特征在于：所述像面与所述第三透镜组靠近像面的镜片之间填充液体介质。

11、根据权利要求 1 所述的折反射式投影光学系统，其特征在于：所述成像光使用紫外波段的光谱，所述紫外波段的光谱是 365nm、248nm、193nm 或 157nm。

12、根据权利要求 1 所述的折反射式投影光学系统，其特征在于：所述平面反射镜使用不同尺寸进行替换。

一种折反射式投影光学系统

技术领域

本发明涉及一种光学系统，尤其涉及一种折反射式投影光学系统。

背景技术

光刻是半导体制造工艺中非常重要的一道工序，光刻工序中所使用的曝光装置，通过投影光学系统把掩模的图案投影在如干胶片等的感光性基板上再进行曝光，曝光质量的好坏对后续的刻蚀工序将有很大的影响。随着半导体元件集成度的提高，半导体制造工艺对投影光学系统分辨率的要求也有所提高。为了满足对投影光学系统分辨率的要求，曝光装置需要缩短照明光（曝光用光）的波长，或者提高投影光学系统的像方数值孔径（NA）。

专利US 6,496,306 B1和专利US 6,195,213 B1所描述的两种折反射式投影光学系统可以实际使用的视场仅有光学设计的一半，曝光视场的降低将会影响产率。

专利US 2002/0167737 A1所描述的一种折反射投影光学系统使用了较大的偏振分光棱镜，随着投影物镜数值孔径和视场的增大，导致偏振分光棱镜的尺寸变得越来越大，使得偏振分光棱镜的加工难度加大；且在深紫外光谱范围内， $1/4$ 偏振分光膜的实现也变得极其困难。

专利US 6,169,627 B1所描述的一种折反射式投影光学系统使用了两块超大尺寸的反射镜，实现高精度加工需求的超大尺寸反射镜的难度较大，且超大尺寸反射镜的装配难度也较大。

本专利是为了避免上述专利所遇到的实际问题，而发明的一种折反射式投影光学系统。

发明内容

本发明的目的在于提供一种折反射式投影光学系统，以满足对投影光学系

统分辨率的要求，缩短照明光（曝光用光）的波长，提高投影光学系统的像方数值孔径（NA）。

为了达到上述目的，本发明提供一种折反射式投影光学系统，包括由第一透镜组和第二透镜组组成的第一透镜系统、与入射主光轴呈 45 度设置的平面反射镜、反射凹面朝向所述平面反射镜且相互成直角设置的球面反射镜一和球面反射镜二，以及第三透镜组；成像光穿过该第一透镜系统后，射向该平面反射镜的背面；该成像光一部分被该平面反射镜吸收，未被吸收的部分射向该球面反射镜一；该球面反射镜一反射成像光线到该平面反射镜的反射面；该平面反射镜的反射面将该成像光反射到该球面反射镜二；该成像光经过该球面反射镜二反射，一部分被该平面反射镜遮挡，未被遮挡的部分进入该第三透镜组在像面成像。

该第一透镜组与第二透镜组之间的空间距离需要大于入射到所述第二透镜组的该成像光尺寸的 1.5 倍。以满足在该空间使用反射镜转折光路，使得物面与像面保持平行，便于掩模台和工件台同步精度的控制。

从该第二透镜组出射的光束角度小于 5 度，便于约束光束在平面反射镜上的尺寸。

该平面反射镜的拦光区域小于入射的该成像光的 30%。

该平面反射镜的一个表面镀有高反射膜，另一个表面镀吸收膜。

该平面反射镜的材料基底为低热膨胀系数的材料，该低热膨胀系数的材料可以是 SiO_2 。

该第三透镜组组靠近像面的镜片表面可以为平面，便于应用于曝光过程中的调平调焦技术。

该折反射式投影光学系统应用于大于 0.75 的数值孔径时，可以将球面反射镜一和球面反射镜二替换为非球面反射镜，以达到更好的成像质量。

该像面与该第三透镜组靠近像面的镜片之间可以填充液体介质，以增大该折反射式投影光学系统的像方数值孔径 (>1.0) 从而提高分辨率。

该成像光可以使用紫外波段的光谱，该紫外波段的光谱可以是 365nm，可以是 248nm、可以是 193nm，还可以是 157nm。

该平面反射镜可以使用不同尺寸进行替换。

本发明的折反射式投影光学系统，可以使用光学系统设计的全视场，避免仅有一半视场的可用率，提高了产品的产率；该折反射式投影光学系统使用了两块球面反射镜和一块平面方射镜（具有拦光功能），避免使用较大尺寸的偏振分光棱镜，同时避免使用深紫外光谱范围内的 $1/4$ 偏振分光膜，降低了制造难度；该折反射式投影光学系统避免使用超大尺寸的反射镜，降低了超大尺寸球面反射镜的加工和装配难度。

附图说明

图1为本发明的折反射式投影光学系统光学原理示意图；

图2为本发明的折反射式投影光学系统光学结构示意图。

附图中：1、物体；2、光学系统；21、第一透镜系统；211、第一透镜组；212、第二透镜组；22、镜组；221、球面反射镜一；222、球面反射镜二；223、平面反射镜；23、第三透镜组；3、像。

具体实施方式

下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步的说明。

附图1示出了本发明的折反射式投影光学系统光学原理示意图，物体1通过光学系统2成像获得像3，其中光学系统2包括第一透镜系统21、镜组22和第三透镜组23三个部分组成，镜组22由两块球面反射镜和一块平面反射镜组成，且该平面反射镜在光学系统中具有拦光功能。

附图2示出了本发明的折反射式投影光学系统光学结构示意图，该投影光学系统从物面到像面依次包括第一透镜系统21、镜组22和第三透镜组23，其中第一透镜系统21包括第一透镜组211和第二透镜组212，镜组22包括球面反射镜一221、球面反射镜二222和平面反射镜223。

第一透镜系统包括第一透镜组211和第二透镜组212。第一透镜组211包括镜片L1，镜片L1是正透镜；第二透镜组212包括镜片L2-L7，镜片L2是正透镜、镜片L3是凸面朝向物面的负弯月透镜、镜片L4是凹面朝向物面的负弯月透镜、镜片L5是凸面朝向物面的负弯月透镜、镜片L6是正透镜、镜片L7是正透镜。第一透镜系统21中第一透镜组211与第二透镜组212之间的空间距离需

要满足大于 1.5 倍的入射到第二透镜组 212 光束尺寸大小的距离，以满足在该空间使用反射镜转折光路，使得物面与像面保持平行，便于掩模台和工件台同步精度的控制；从第二透镜组 212 出射的平行光束的角度需要小于 5 度，便于约束光束在平面反射镜 223 上的尺寸。

镜组 22 中包括球面反射镜一 221 反射凹面朝向物面、球面反射镜二 222 反射凹面朝向像面和平面反射镜 223 与入射主光轴成 45 度放置，光束从第二透镜组 212 出射后，首先经过平面反射镜 223，在平面反射镜 223 尺寸范围内的光束被截断，尺寸范围之外的光束传输到球面反射镜一 221，经过球面反射镜一 221 反射的光束照射到平面反射镜 223 的有效尺寸上反射到球面反射镜二 222 上，通过球面反射镜二 222 再次反射到镜组第三透镜组 23。其中平面反射镜 223 的尺寸需要满足：拦光区域应小于总入射光束的 30% 以内。平面反射镜 223 的一个表面需要镀高反射膜，另一个表面镀吸收膜，且材料基底需要为低热膨胀系数的材料如 SiO_2 等。

第三透镜组 23 包括镜片 L8-L12，镜片 L8 和 L9 是正透镜、镜片 L10 和 L11 是凹面朝向像面的正透镜、镜片 L12 是正透镜。第三透镜组 23 将从球面反射镜二 222 入射的光束成像到像面，其中靠近像面的镜片表面为平面，便于应用于曝光过程中的调平调焦技术。

在本发明的另一实施例中，该折反射式投影光学系统应用于大于 0.75，例如 0.93 的数值孔径时，可以将两块球面反射镜 221 和 222 替换为两块非球面反射镜，能够达到更好的成像质量。

在本发明的另一实施例中，还可在该折反射式投影光学系统的像面与靠近像面的镜片 L12 表面之间填充液体介质，例如：折射率为 1.437，对应波长为 193nm 的超纯水。通过填充液体介质可使该折反射式投影光学系统的像方数值孔径从 0.93 增大到 1.30，从而提高分辨率。

在本发明的另一实施例中，该折反射式投影光学系统中使用的平面反射镜的尺寸大小可以根据光刻机的实际使用需求选择特定拦光尺寸的平面反射镜，如拦光尺寸为 20%、15% 和 10%。

在本发明的另一实施例中，该折反射式投影光学系统分别使用 365nm、248nm、193nm 和 157nm 波段的光谱。

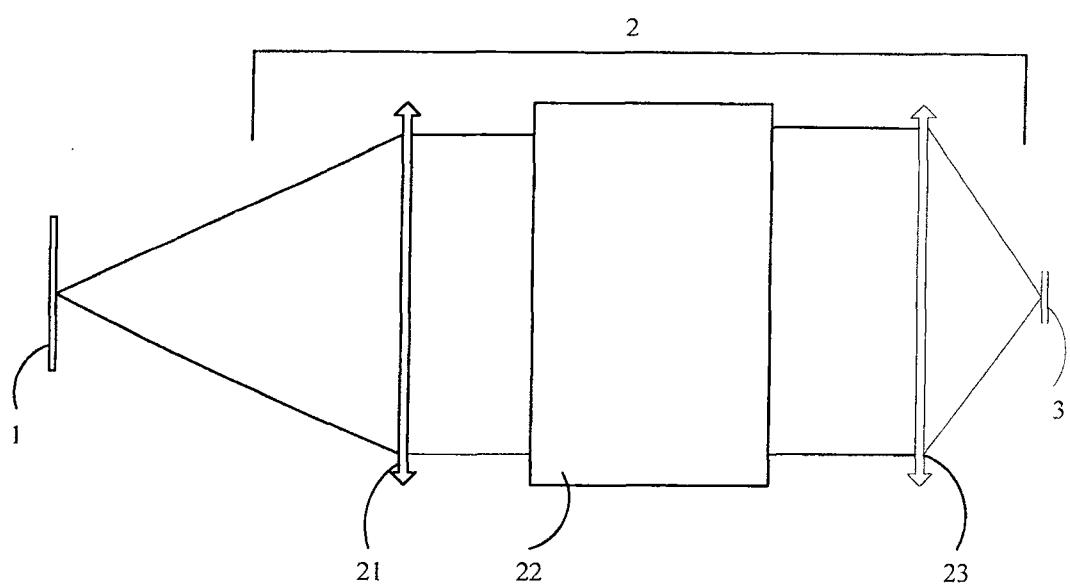


图 1

