

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580039167.8

[51] Int. Cl.

G02B 3/14 (2006.01)

G02B 26/02 (2006.01)

G02B 13/14 (2006.01)

G03F 7/20 (2006.01)

[43] 公开日 2007年10月17日

[11] 公开号 CN 101057161A

[22] 申请日 2005.11.9

[21] 申请号 200580039167.8

[30] 优先权

[32] 2004.11.17 [33] EP [31] 04105845.4

[86] 国际申请 PCT/IB2005/053694 2005.11.9

[87] 国际公布 WO2006/054209 英 2006.5.26

[85] 进入国家阶段日期 2007.5.16

[71] 申请人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 阿德里安纳斯·森佩尔

伯纳德斯·H·W·亨德里克斯

库恩·T·H·F·利登巴姆

施泰因·凯珀

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 王 英

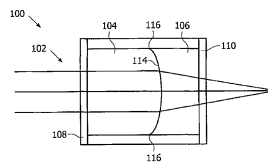
权利要求书5页 说明书21页 附图9页

[54] 发明名称

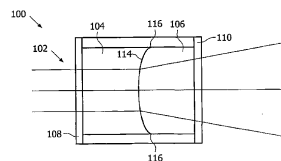
流体紫外线透镜

[57] 摘要

一种用于紫外线辐射的光学元件(100)，其包括含有第一流体(104)和与所述第一流体(104)不相混合的第二流体(106)。所述第一和第二流体(104, 106)在与所述光学元件的光轴交叉地延伸的弯月面(114)上相互接触。所述流体中的至少一种相对于诸如深紫外线辐射的紫外线辐射基本是透明的。所述光学元件(100)可以是透镜或反射镜，并且可以具有可调光学特性。可以将所述光学元件用于诸如数据载体的母盘制作工具、激光系统或光刻系统的光学系统中。所述流体之一可以是气体。



a



b

1、一种适用于紫外线辐射的光学元件（100，200，250，300，350），其包括至少含有第一流体（104）和第二流体（106）的流体室（102），所述第一流体和第二流体在与所述光学元件（100，200，250，300，350）的光轴（112）交叉地延伸的弯月面（114）上相互接触，所述第一和第二流体（104，106）是非混相的，其中，所述流体中的至少一种是基本透明的，从而使所述光学元件（100，200，250，300，350）相对于紫外线辐射至少具有 20%的透明度。

2、根据权利要求 1 所述的光学元件（200，300，350），其中，所述光学元件（200，300，350）还包括至少部分反射的材料（202），所述材料位于与所述光学元件（200）的光轴（112）交叉地延伸的所述弯月面（114）处。

3、根据权利要求 1 所述的光学元件（100，200，250，300，350），其中，所述第一流体或所述第二流体之一是气体或蒸汽。

4、根据权利要求 1 所述的光学元件（100，200，250，300，350），其中，所述第一流体（104）和所述第二流体（106）基本透明，从而使所述光学元件（100，200，250，300，350）相对于紫外线辐射至少具有 20%的透明度。

5、根据权利要求 1 所述的光学元件（100，200，250，300，350），其中，所述流体室（102）包括沿所述光轴（112）的紫外线透明窗口（108，110）。

6、根据权利要求 1 所述的光学元件（100，300，350），所述第一和第二流体（104，106）中的每者均具有折射率，其中，所述第一流体（104）的折射率不同于所述第二流体（106）的折射率，以获得

聚焦效应。

7、根据权利要求1所述的光学元件(100, 200, 250, 300, 350), 所述第一流体(104)为水流体, 所述第二流体为非水流体, 其中, 所述第一流体(104)和所述第二流体(106)相对于所述流体室(102)的疏水表面区域定位。

8、根据权利要求1所述的光学元件(300, 350), 其中, 所述光学元件还包括用于调整所述弯月面(114)的形状的装置。

9、根据权利要求8所述的光学元件(300, 350), 其中, 所述用于调整所述弯月面(114)的形状的装置包括至少一个第一电极(302)和至少一个第二电极(304), 以及用于向所述至少一个第一电极和至少一个第二电极之间施加电压的电压源。

10、一种用于在图像平面内投射对象的投影设备, 所述设备包括至少一个适用于UV辐射的光学元件(100, 200, 250, 300, 350), 所述光学元件(100, 200, 250, 300, 350)包括至少含有第一流体(104)和第二流体(106)的流体室(102), 所述第一流体和第二流体在与所述光学元件(100, 200, 250, 300, 350)的光轴(112)交叉地延伸的弯月面(114)上相互接触, 所述流体(104, 106)是非混相的, 其中, 所述流体中的至少一种是基本透明的, 从而使所述光学元件(100, 200, 250, 300, 350)相对于紫外线辐射至少具有20%的透明度。

11、根据权利要求10所述的投影设备, 所述投影设备是用于执行光刻工艺步骤的工具。

12、根据权利要求10所述的投影设备, 所述投影设备是用于对数据载体读/写的数据载体读取或写入工具。

13、根据权利要求 12 所述的投影设备，其中，所述数据载体是紧致光盘、数字通用盘或蓝光光盘中的任何一种。

14、用于创建母盘模的数据载体母盘制作工具，所述母盘制作工具包括：

用于提供覆盖有感光层的衬底的装置，

用于将激光束聚焦在所述感光层上的聚焦装置，所述聚焦装置包括至少一个适用于 UV 辐射的光学元件（100，200，250，300，350），所述光学元件（100，200，250，300，350）包括至少含有第一流体（104）和第二流体（106）的流体室（102），所述第一流体和第二流体在与所述光学元件（100，200，250，300，350）的光轴（112）交叉地向延伸的弯月面（114）上相互接触，所述流体（104，106）是非混相的，其中，所述流体中的至少一种是基本透明的，从而使所述光学元件（100，200，250，300，350）相对于紫外线辐射至少具有 20% 的透明度。

15、一种紫外线激光系统，所述系统包括适用于紫外线辐射的光学元件（200，250），所述光学元件（200，250）包括至少含有第一流体（104）和第二流体（106）的流体室（102），所述第一流体（104）和第二流体（106）是相互非混相的，所述第一流体（104）和第二流体（106）在弯月面（114）上相互接触，并且所述流体中的至少一种是基本透明的，从而使所述光学元件（100，200，250，300，350）相对于紫外线辐射至少具有 20% 的透明度，其中，至少部分反射的材料位于与所述光学元件（200，250）的光轴（112）交叉地延伸的所述弯月面（114）处。

16、一种根据光刻方法制造的装置，所述方法包括：

采用紫外线辐射射束照射覆盖有感光层的衬底，采用适用于紫外线辐射的光学元件（100，200，250，300，350）聚焦所述紫外线辐

射束,所述光学元件包括至少含有第一流体(104)和第二流体(106)的流体室(102),所述第一和第二流体在与所述光学元件的光轴(112)交叉地延伸的弯月面(114)上相互接触,所述流体(104,106)是非混相的,并且所述流体中的至少一种基本是透明的,使得所述光学元件(100,200,250,300,350)相对于紫外线辐射具有至少20%的透明度,

对所述感光层显影,以及
去除被显影材料或未显影材料。

17、一种借助采用紫外线辐射的光刻制造装置的方法,所述方法包括:

采用紫外线辐射射束照射覆盖有感光层的衬底,采用适用于紫外线辐射的光学元件(100,200,250,300,350)聚焦所述紫外线辐射射束,所述光学元件包括至少含有第一流体(104)和第二流体(106)的流体室(102),所述第一和第二流体在与所述光学元件的光轴(112)交叉地延伸的弯月面(114)上相互接触,所述流体(104,106)是非混相的,并且所述流体中的至少一种基本是透明的,使得所述光学元件(100,200,250,300,350)相对于紫外线辐射具有至少20%的透明度。

18、根据权利要求16所述的方法,在采用紫外线辐射射束照射覆盖有感光层的衬底之后,所述方法还包括:

使所述感光层显影,以及
去除被显影材料或未显影材料。

19、一种借助采用紫外线的光学母盘制作来制造光学数据载体母盘的方法,所述方法包括:

为载体提供感光层,

采用适用于紫外线辐射的光学元件(100,200,250,300,350)将紫外线射束聚焦在所述感光层上,所述光学元件包括至少含有第一

流体（104）和第二流体（106）的流体室（102），所述第一和第二流体在与所述光学元件的光轴（112）交叉地延伸的弯月面（114）上相互接触，所述流体（104，106）是非混相的，并且所述流体中的至少一种基本是透明的，使得所述光学元件（100，200，250，300，350）相对于紫外线辐射具有至少 20%的透明度。

流体紫外线透镜

技术领域

本发明涉及适用于短波长，例如紫外线辐射波长的光学元件、采用这些光学元件的光学系统，例如光刻系统以及母盘制作工具和使用这些工具的方法。

背景技术

为了满足半导体工艺中的光刻工艺的要求，到目前为止，人们所采用的辐射的波长越来越短。当前采用的或者人们正在研究从而在不远的将来投入使用的典型波长为典型地从汞灯获得的紫外线波长，例如 365nm，以及深紫外线波长，例如从 KrF 准分子激光器获得的 248nm 波长、从 ArF 准分子激光器获得的 193nm 和从氟激光器获得的 157nm 波长。这些短波长的引入导致了很多额外的困难。

在光学数据载体的扫描装置中已经采用了或者将在不远的将来采用短波长辐射，例如，所述扫描装置可以是紧致光盘（CD）、数字通用盘（DVD）、高清晰 DVD（HD-DVD）或蓝光光盘（BD）的母盘制作工具或读/写装置。需要采用短波长辐射来解决大容量存储系统的蚀坑要求。

在降低所采用的波长时要克服的一个主要困难在于缺乏适于以这些短波长工作的光学元件。光学元件通常由固体材料，例如光学玻璃构成。而且，在深紫外线区透明的固体材料的数量非常有限。例如，在 157nm 处，CaF₂ 是唯一透明到足以满足光刻应用的固体材料。尽管已经由其制作出了透镜，但是这种材料造价高昂，并且具有双折射特性。尤其是双折射会给具有良好光学性能的光学系统的设计带来困难。此外，只具有一种类型的材料严重地限制了光学设计的自由度。由于能够使用的固体材料的数量非常有限，因而对于基于深紫外线波长的光学系统而言，经常采用的备选方案是采用光学反射元件。但是

通常难以制作出具有良好光学性能的光学反射元件。

例如，目前可以从 US6369954 了解到针对可见光的固体光学元件备选方案。这一专利描述了基于电润湿效应的、针对可见光波长的可变焦距透镜。将两种非混相流体局限在一个密封空间内。非混相 (immiscible) 一词是指两种流体不相混合。第一流体为电绝缘体，而第二流体则导电。在所述密封空间内提供排斥第二流体的疏水区域和吸引第二流体的亲水区域，从而将所述流体定位在所述密封空间内。此外，所述流体还具有不同的折射率。

现有技术无法为紫外线辐射透镜提供良好的性能和宽广的光学设计自由度。

发明内容

本发明的目的在于提供一种采用短波长，例如，采用处于紫外线波长范围内的射线工作的光学元件，其具有良好的性能和宽广的光学设计自由度。上述目的是通过根据本发明的方法和装置实现的。

本发明涉及适用于紫外线辐射的光学元件，其包括至少含有第一流体和第二流体的流体室，所述第一和第二流体在与所述光学元件的光轴交叉地延伸的弯月面上相互接触，所述第一和第二流体是非混相的，其中，所述流体中的至少一种是基本透明的，从而使所述光学元件相对于紫外线辐射具有至少 20% 的透明度。所述相对于紫外线辐射的透明度可以处于 20% 到 99.9999% 之间。所述光学元件还可以包括至少部分反射的材料，所述材料位于相对于光学元件的光轴横向延伸的弯月面上。所述第一流体或第二流体之一可以是气体。所述第一流体和第二流体可以是基本透明的，使得所述光学部件具有处于 20% 和 99.9999% 之间的透明度。光学元件的透明度是指光学元件沿入射辐射的光路的透明度。基本透明是指第一流体和/或第二流体充分透明，使得光学元件的透明度处于这样的范围，其下限为 20%，优选为 50%，更优选为 75%，更优选为 90%，更优选为 95%，其上限为 99%，优选为 99.9%，更优选为 99.99%，更优选为 99.999%，更优选为 99.9999%。所述的对光学元件的透明度的限制可以对处于上限为

380nm、370nm、350nm、320nm、300nm、280nm 或 250nm，下限为 240nm，优选为 220nm，更优选为 190nm，更优选为 170nm，更优选为 150nm，更优选为 100nm，更优选为 7nm 的范围内的波长有效。所述的对光学元件的透明度的限制可以在深紫外线辐射范围内有效。所述流体室可以包括沿光轴的紫外线透明窗口。每一所述第一和第二流体可以具有折射率，其中，所述第一流体的折射率可以不同于所述第二流体的折射率，以获得聚焦效应。获得聚焦效应可以实现入射紫外线辐射的会聚，或入射紫外线辐射的发散。第一流体可以是水流体，第二流体可以是非水流体，其中，所述第一流体和第二流体可以相对于流体室的疏水表面区域定位。所述光学元件还可以包括用于调整弯月面的形状的装置。所述用于调整所述弯月面的形状的装置可以包括至少一个第一电极和至少一个第二电极，以及用于向所述至少一个第一电极和至少一个第二电极之间施加电压的电压源。

本发明还涉及用于在图像平面内投射对象的投影设备，所述设备包括至少一个适用于紫外线辐射的光学元件，所述光学元件包括至少含有第一流体和第二流体的流体室，所述第一流体和第二流体在与所述光学元件的光轴交叉地延伸的弯月面上相互接触，所述流体是非混相的，其中，所述流体中的至少一种是基本透明的，从而使所述光学元件相对于紫外线辐射具有至少 20%的透明度。所述光学元件的相对于紫外线辐射的透明度可以处于 20%和 99.9999%之间。所述投影设备可以是用于执行光刻工艺步骤的工具。所述投影设备可以是用于读/写数据载体的数据载体读取或写入工具。所述数据载体可以是紧致光盘、数字通用盘或蓝光光盘中的任何一种。

本发明还涉及用于创建母盘模的数据载体母盘制作工具，所述母盘制作工具包括：用于提供覆盖有感光层的衬底的装置；以及用于将激光束聚焦在所述感光层上的聚焦装置，所述聚焦装置包括至少一个适用于 UV 辐射的光学元件，所述光学元件包括至少含有第一流体和第二流体的流体室，所述第一和第二流体在与所述光学元件的光轴交叉地延伸的弯月面上相互接触，所述第一和第二流体是非混相的，其中，所述流体中的至少一种是基本透明的，从而使所述光学元件相对

于紫外线辐射具有至少 20%的透明度。所述光学元件的相对于紫外线辐射的透明度可以处于 20%和 99.9999%之间。

本发明还涉及紫外线激光系统，所述系统包括适用于紫外线辐射的光学元件，所述光学元件包括至少含有第一流体和第二流体的流体室，所述第一和第二流体是非混相的，所述第一和第二流体在弯月面上相互接触，并且所述流体中的至少一种是基本透明的，从而使所述光学元件相对于紫外线辐射具有至少 20%的透明度，其中，至少部分反射的材料位于与所述光学元件的光轴交叉地延伸的弯月面处。所述光学元件的相对于紫外线辐射的透明度可以处于 20%和 99.9999%之间。

本发明还涉及根据光刻方法制造的装置，所述方法包括：采用紫外线辐射射束照射覆盖有感光层的衬底，采用适用于紫外线辐射的光学元件聚焦所述紫外线辐射射束，所述光学元件包括至少含有第一流体和第二流体的流体室，所述第一流体和第二流体在与所述光学元件的光轴交叉地延伸的弯月面上相互接触，所述流体是非混相的，并且所述流体中的至少一种是基本透明的，从而使所述光学元件相对于紫外线辐射具有至少 20%的透明度，对所述感光层显影，去除显影后的材料或未受到显影的材料。所述光学元件的相对于紫外线辐射的透明度可以处于 20%和 99.9999%之间。

本发明还涉及借助采用紫外线辐射的光刻制造装置的方法，所述方法包括：采用紫外线辐射射束照射覆盖有感光层的衬底，采用适用于紫外线辐射的光学元件聚焦所述紫外线辐射射束，所述光学元件包括至少含有第一流体和第二流体的流体室，所述第一流体和第二流体在与所述光学元件的光轴交叉地延伸的弯月面上相互接触，所述流体是非混相的，并且所述流体中的至少一种是基本透明的，从而使所述光学元件相对于紫外线辐射具有至少 20%的透明度。所述光学元件的相对于紫外线辐射的透明度可以处于 20%和 99.9999%之间。所述方法还可以包括，在采用紫外线辐射射束照射覆盖有感光层的衬底之后，对所述感光层显影，以及去除显影后的材料或未受到显影的材料。

本发明还涉及借助采用紫外线辐射的光学母盘制作来制造光学

数据载体母盘的方法，所述方法包括：为载体提供感光层，并采用适用于紫外线辐射的光学元件将紫外线射束聚焦在所述载体上，所述光学元件包括至少含有第一流体和第二流体的流体室，所述第一流体和第二流体在与所述光学元件的光轴交叉地延伸的弯月面上相互接触，所述流体是非混相的，并且所述流体中的至少一种是基本透明的，从而使所述光学元件相对于紫外线辐射具有至少 20% 的透明度。所述光学元件的相对于紫外线辐射的透明度可以处于 20% 和 99.9999% 之间。

本发明的优点在于，相对于现有技术中适用于紫外线辐射的光学元件而言，所述光学元件受到双折射的影响更小。

本发明的优点还在于，能够以更低的成本和相对简单的构造获得适用于紫外线辐射的光学元件。

本发明的具体实施例的优点还在于，能够在不需要可移动机械元件的情况下获得具有可调光学特性，例如，具有可切换焦距的适用于紫外线辐射的光学元件。通过这种方式，可以减少磨损。

本发明实施例的光学元件的优点还在于，它们不是只促使了一种材料的使用，而是促使了一个新的类别的材料的使用，即 UV 透明流体的使用，从而为 UV 光学部件提供了更高的光学设计自由度。

本发明的具体实施例的优点还在于，能够获得允许校正光学象差的适用于紫外线辐射的光学元件。

在附加的独立权利要求和从属权利要求中限定了本发明的具体和优选方面。来自从属权利要求的特征可以与独立权利要求的特征结合，而且可以酌情与其他从属权利要求的特征结合，而不只是像权利要求中明确陈述的那样。

通过本发明的教导，能够设计出改进的用于引导紫外线波长范围内的辐射的设备。

通过下文结合附图给出的具体实施方式，本发明的这些和其他特点、特征和优点将变得显而易见，其中附图通过举例的方式示出了本发明的原理。所给出的说明的目的仅在于举例，而不是对本发明的范围加以限制。下文引用的附图标记用于参考附图。

附图说明

图 1a 是根据本发明的第一实施例的、作为凸透镜的、适于紫外线辐射的光学元件的垂直截面。

图 1b 是根据本发明的第一实施例的、作为凹透镜的、适于紫外线辐射的光学元件的垂直截面。

图 2a 是根据本发明的第一实施例的、作为凸透镜的、适于紫外线辐射的、具有亲水钳制弯月面的光学元件的垂直截面。

图 2b 是根据本发明的第一实施例的、作为凹透镜的、适于紫外线辐射的、具有亲水钳制弯月面的光学元件的垂直截面。

图 3 示出了可以应用于根据本发明的实施例的流体紫外线透镜中的环辛烷的结构式。

图 4 示出了本发明的实施例中采用的水或改性水在紫外线波长范围内的吸收特性。

图 5 示出了根据本发明第二实施例的、适用于紫外线辐射的反射镜的例子。

图 6 示出了根据本发明第二实施例的、适用于紫外线辐射的反射镜的备选例子。

图 7 示出了根据本发明的第三实施例的、基于电润湿效应的、具有可调焦距的紫外线辐射光学元件的例子。

图 8 示出了根据本发明的第三实施例的可用于象差校正的紫外线辐射光学元件的例子。

图 9 示出了根据本发明的第三实施例的、基于静压差的、具有可调焦距的、紫外线辐射光学元件的例子。

图 10 示出了根据本发明的第四实施例的、用于光学数据载体的紫外线读/写装置或母盘制作装置。

图 11 示出了根据本发明的第四实施例的用于采用紫外线辐射执行光刻的光刻系统。

图 12 示出了根据本发明的第二实施例的、适用于紫外线辐射的、采用部分反射镜的紫外线激光系统。

在不同的附图中，采用相同的附图标记表示相同或类似的部分。

具体实施方式

在下文中将相对于具体实施例并参考某些附图描述本发明，但是本发明不限于此，而是由权利要求限定。不应将权利要求中的附图标记视为限制范围。所示附图只是示意性的，并非是限制性的。在附图中，出于举例说明的目的，可能夸大了某些元件的尺寸，而不是按比例描绘的。本说明书和权利要求中采用的“包括”一词并非意在排除其他元件或步骤。如果在涉及单数名词时采用了诸如“一”、“一个”、“该”等非定冠词或定冠词，那么其包括所述名词的复数，除非另行明确说明。

此外，在说明书和权利要求中采用第一、第二、第三等词语的目的在于区分类似的元件，而未必在于描述序列或时间顺序。应当理解，在适当的情况下可以对这些词语互换，而且文中描述的本发明的实施例能够以除了文中的文字说明和图示以外的顺序操作。

此外，说明书和权利要求中采用的“在……上”、“在……下”等词语仅用于描述的目的，而未必用于说明相对位置。应当理解，在适当的情况下可以对这些词语互换，而且文中描述的本发明的实施例能够以除了文中的文字说明和图示以外的取向操作。

术语“亲液”（吸附液体）和“疏液”（排斥液体）描述了表面变得被液体润湿的倾向。术语亲水和疏水是指液体含水的特例，并且分别指对水溶液或水具有吸引力或排斥力。例如，在下述说明中，分别采用基于水的流体和不基于水的流体作为极性和非极性流体。因而，有时会采用术语疏水和亲水。但是，应当理解可以采用任何流体和表面的组合来分别提供极性和非极性与疏液/亲液效果的必要组合。

流体是这样一种物质，其响应于任何力而改变其形状，并且倾向于流动或顺应容室的轮廓，其包括气体、液体、蒸汽以及能够流动的固体和液体的混合物。

在第一实施例中，本发明涉及光学元件 100，可以将其用于紫外线光，例如深紫外（UV）光，或者用于处于其波长范围内的辐射。

紫外线辐射通常是指处于 380nm 和 7nm 之间的波长范围内的电磁辐射，而深紫外线辐射通常是指处于 250nm 和 7nm 之间的波长范围内的电磁辐射。典型地，将本发明应用于经常在光学工具中采用的紫外线波长，例如但不限于 248nm、193nm 和 157nm。图 1a 到图 2b 示出了光学元件 100 的例子，其适用于诸如深紫外线辐射或处于其波长范围内的辐射的紫外线辐射。光学元件 100 包括含有至少两种流体 104 和 106 的流体室 102。通过室壁界定流体室 102，使与光轴 112 交叉的前壁 108 和后壁 110 的至少部分相对于诸如深紫外线光的紫外线光透明。根据所采用的具体波长，所述透明材料可以是，例如，石英或氟化钙 (CaF₂)。对于波长为 157nm 的光而言，CaF₂ 是唯一的一种已知的充分透明的固体物料。尽管 CaF₂ 受到双折射的影响，但是这种影响明显低于对固体 CaF₂ 透镜造成的干扰，因为前壁 108 垂直于系统的光轴，因而能够避免双折射作用，并且后壁 110 只具有有限的厚度，因而对于并非垂直于后壁 110 入射的光线而言限制了干扰。

在本实施例中，所采用的两种流体 104 和 106 对于所采用的诸如深紫外线辐射或处于其波长范围内的辐射的紫外线辐射而言基本是透明的。流体 104 和 106 的透明度使得光学元件对于入射辐射具有处于下述范围内的透明度，所述范围的下限为 20%，优选为 50%，更优选为 75%，更优选为 90%，更优选为 95%，所述范围的上限为 99%，优选为 99.9%，更优选为 99.99%，更优选为 99.999%，更优选为 99.9999%。光学元件的透明度是指沿入射辐射的光路的透明度。换言之穿过光学元件后的辐射强度相对于其入射到光学元件上之前的辐射强度而言可能最多下降至 20%，优选下降至 50%，更优选下降至 75%，更优选下降至 90%，更优选下降至 95%。在用于诸如深 UV 辐射的 UV 辐射或处于其波长范围内的辐射的光学元件中采用的第一流体 104 可以是，例如但不限于，水或基于水的流体，例如去离子 (DI) 水，更优选为具有降低吸收的附加表面活性剂的 DI 水，其至少对低至 180nm 的波长的 UV 辐射具有足够的透明度。图 4 示出了用方块表示的 DI 水的吸收特性和用圆点表示的具有附加表面活性剂的 DI 水的吸收特性的概况。所采用的第二流体 106 对于诸如深紫外线

(DUV) 的 UV 或其特定波段也具有足够的透明度。第二流体 106 的例子是环辛烷, 图 3 示出了其结构式。环辛烷是无色液体, 其可以通过易于通过丁二烯的二聚化获得的 1,5-环辛二烯的催化氢化形成。环辛烷在 257nm 的波长处具有 2.44cm^{-1} 的吸收系数, 其随着波长的变短而增大。本发明中采用的流体 104 和 106 可以具有处于某一范围内的吸收系数, 所述范围的上限为 10cm^{-1} , 优选为 5cm^{-1} , 更优选为 2cm^{-1} , 更优选为 1cm^{-1} , 更优选为 0.7cm^{-1} , 所述范围的下限为 0.5cm^{-1} , 优选为 0.2cm^{-1} , 更优选为 0.1cm^{-1} , 更优选为 0.05cm^{-1} , 更优选为 10^{-6}cm^{-1} 。后面的对吸收系数的限制在上限为 250nm、280nm、300nm、320nm、350nm、370nm 或 380nm, 下限为 240nm, 优选为 220nm, 更优选为 190nm, 更优选为 170nm, 更优选为 150nm, 更优选为 100nm, 最优选为 7nm 的波长范围内有效。

流体室 102 内的两种流体 104 和 106 是不混溶或非混相的, 即两种流体不混合。例如, 可以选择流体室的前壁或后壁作为与一种水流体结合的亲水壁, 从而使所述水流体附着于选定的壁, 由此实现流体的定位。优选将两种流体 104 和 106 设置为具有基本相等的密度。最大的容许密度差与透镜直径密切相关。所述密度应当相等至使由于重力导致的光学象差能够忽略不计的程度。通过这种方式, 适用于 UV 辐射的光学元件能够独立于取向而工作, 即不受两种流体 104 和 106 之间的重力作用的影响。这通常是由适当选择流体 104 和 106 实现的。可以通过向一种流体中添加增大或降低密度的分子成分而改变其密度, 从而与另一种流体的密度匹配。

将两种流体 104 和 106 之间的接触区域称为弯月面 114。弯月面 114 与光学元件 100 的光轴 112 交叉地延伸。交叉一词是指弯月面 114 与光轴 112 相交, 即其越过光轴 112 延伸, 并且其不平行于光轴 112。在本发明中, 改变弯月面 114 的曲率的各种方式均包含在本发明的范围内。下面将讨论两个例子, 但是本发明不限于此。改变弯月面 114 的曲率以及由此改变对应的焦距的第一种方式是改变流体 104 和 106 的界面张力。从理论上讲, 假设流体的密度是相等的, 那么弯月面总是球面。可以通过, 例如, 向流体内引入表面活性剂来改变界面张力,

或者在采用极性流体的情况下通过电压影响界面张力之一，由此改变弯月面 114 的接触角，进而改变弯月面 114 的形状。能够容易地实现因子为 2 的界面张力的降低。图 1a 和 1b 示出了基于不同界面张力的具有不同弯月面形状的流体透镜的两个例子。

或者，可以将弯月面钳制在设置于流体室室壁的某些区域上的亲水区域 118 的边缘处，而不管界面张力如何。在这种备选方案中，流体之一为水流体，而另一种流体为非水流体。那么，弯月面 114 的周界 116，即弯月面 114 接触流体室 102 的室壁的部分与位于固定位置的室壁表面，即位于表面可湿性发生突变的位置处的室壁表面接触。由可湿性决定室壁上的不同区域和不同流体之间的相互作用。可湿性是指某一侧被润湿，即被流体覆盖的程度。例如，如果第一流体 104 为水极性流体，第二流体 106 为非水流体，那么亲水部分将吸引水流体，而不吸引非水流体。在这种情况下，弯月面 114 的曲率由所提供的每种流体的量或体积决定。图 2a 和 2b 示出了具有不同弯月面形状的 UV 流体透镜的两个例子。其中标示出了弯月面周界 116、亲水区域 118 和疏水区域 120。

流体之一可以是气体，所述气体可以是在紫外线中，例如在深紫外线中透明的任何气体。优选选择所采用的气体、气体条件和流体的组合，从而使光学元件的误差量尽可能小。此外，由于重力导致的光学象差的量将取决于光学元件的尺寸和形状。例如，所述气体可以是对于超紫外辐射透明的气体，例如，纯化的氩气、氮气、氦气或其混合物。通常，这些气体对于波长小于 200nm，小于 150nm，小于 50nm，小于 20nm，甚至小于 10nm 的 UV 辐射都具有非常高的透明度。所容许的压强能够使得所述气体仍然保持非常高的透明度。例如，所述压强可以位于 1200mbar 和 5mbar 之间，位于 1200mbar 和 50mbar 之间或者 1200mbar 和 500mbar 之间，但是本发明不限于此。氧污染可能降低 UV 透明度，因而优选对所述气体纯化，使之仅含有非常低的量的氧，例如，几个 ppm，甚至不含有氧。例如，在采用氧含量低于 1ppm 的干氮时，能够在 157nm 处获得低于 2.10^{-4}cm^{-1} 的吸收系数。

在本实施例中，两种流体 104 和 106 还具有不同的折射率。对于

所给出的采用了水和环辛烷的例子而言,例如,从 J. Vac. Sci. Technol. B17(1999)p3306-3309 可以知道其折射率分别为 1.38 和 1.51。在两种流体 104 和 106 之间的不同折射率以及弯月面 114 的曲率的作用下,弯月面 114 将起到透镜表面的作用。如果流体之一为气体,那么可以获得大折射率差。

图 1a 和图 2a 示出了具有凸形弯月面 114 的光学元件 100。如果从光轴上位于弯月面 114 的上游的部分来看弯月面 114 的表面是凹陷的,那么将第一流体 104 和第二流体 106 之间的弯月面 114 称为凸的。如果 $n_{104} > n_{106}$, 那么光学元件 100 将起着凸透镜的作用。入射到光学元件 100 上的光线穿过前壁 108 的透明部分,并入射到弯月面 114 上。弯月面 114 实现了将光线聚焦在焦点 122 上。图 1b 和 2b 示出了具有凹透镜表面的光学元件,因而入射到光学元件 100 的弯月面 114 上的光线是被发散的。由方程[1]确定与本实施例中所述的适用于 UV 辐射的光学元件的弯月面 114 相对应的焦距“f”,即

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_{106}}{n_{104}} - 1 \right) \left(-\frac{1}{R} \right) \quad [1]$$

其中, n_{104} 是指第一流体 104 的折射率, n_{106} 是指第二流体 106 的折射率, R 是指弯月面 114 的曲率半径。可以看出,光学元件 100 的焦距 f 不仅取决于所采用的材料的折射率 n_{104} 和 n_{106} , 还取决于弯月面 114 的曲率半径 R 。根据所采用的系统,当弯月面形状取决于流体的界面张力的情况下,可以通过改变流体 104 和 106 之一的表面张力特性或室壁的表面张力来改变曲率半径 R ,当弯月面受亲水涂层钳制的情况下,可以通过改变流体 104 和 106 的相对体积而改变曲率半径 R 。通过这种方式,能够获得适用于诸如深 UV 辐射或处于其波长范围内的辐射的 UV 辐射的流体透镜,在制作过程中可以对所述流体透镜进行调谐,使之具有适当的光学特性。通过选择折射率 n_{104} 和 n_{106} 以及根据所采用的系统选择流体 104 和 106 的表面张力特性或流体 104 和 106 的体积,能够获得凸透镜或凹透镜,从而实现对一种或多种紫外线辐射波长的会聚或发散。应当注意,公式[1]中给出的焦距只表现了弯曲的弯月面表面的效果,还要针对折射率的绝对值和流体

体积的厚度对其加以调整，这是本领域技术人员公知的。

第二实施例描述了适用于诸如深紫外线辐射或处于其波长范围内的辐射的紫外线辐射的反射镜 200，其以第一实施例中描述的光学元件为基础，即包括至少含有两种流体 104 和 106 的流体室 102，所述流体 104 和 106 具有与第一实施例中相同的特性，由此在两种流体 104 和 106 之间的界面上提供反射材料 202。图 5 示出了这一实施例。如果所述光学元件仅起着基于额外的反射材料 202 的反射镜的作用，那么不要求两种流体 104 和 106 具有不同或明显不同的折射率。通过在两种流体 104 和 106 之间的界面上提供反射材料 202，形成了反射镜的反射部分。可以将反射材料 202 设置为只能部分反射，或者能够进行高度反射，例如，具有大于 90%，乃至大于 98% 的反射率。如果只对所照射的 UV 辐射的反射部分感兴趣，那么只要 UV 辐射在抵达反射材料 202 之前所穿过的流体 104 基本上是 UV 透明的就足够了。也就是说流体 104 的透明度使得光学元件对于入射辐射具有处于下述范围内的透明度，所述范围的下限为 20%，优选为 50%，更优选为 75%，更优选为 90%，更优选为 95%，所述范围的上限为 99%，优选为 99.9%，更优选为 99.99%，更优选为 99.999%，更优选为 99.9999%。在这种情况下，流体室的后壁不需要是透明的。因而，辐射通过流体室 102 的透明壁部分进入光学元件，穿过第一流体 104，并在反射材料 202 处受到反射，并再次穿过第一流体 104，从而通过透明壁部分离开流体室 102。此外，对于沿特定取向使用的光学元件而言，如果未穿过的流体 106 通过（例如）电润湿作用或通过（例如）重力作用得到了良好的定位，那么可以采用气体作为 UV 辐射透明流体 104。例如，所述气体可以是对于超紫外辐射透明的气体，例如，纯化的氩气、氮气、氦气或其混合物。通常，这些气体对于波长小于 200nm，小于 150nm，小于 50nm，小于 20nm，甚至小于 10nm 的 UV 辐射都具有非常高的透明度。所容许的压强一方面使得所述气体仍然能够保持相当高的透明度，另一方面能够使另一种流体不易于蒸发。如在第一实施例中所述，优选减小所述气体的氧污染。在本实施例中采用气体作为 UV 辐射透明流体实现了光学元件中的低吸收，即使对

于 EUV 范围的极低波长亦如此。但是，如果所采用的流体 104 和 106 二者对于诸如深紫外线辐射或处于其波长范围内的辐射的紫外线辐射都是透明的，那么不管对于凸反射镜还是凹反射镜就都能够容易地选择材料了。此外，对于部分反射反射镜，即反射部分入射 UV 辐射并透射剩余部分的入射 UV 辐射的反射镜而言，要求两种流体 104 和 106 都是 UV 透明的，例如，都是对深 UV 透明的。位于两种流体 104 和 106 之间的界面处，即位于弯月面 114 上的反射材料 202 可以采取多种形式，例如，其可以包括金属纳米颗粒、金属流体状膜 (MELLF) 或位于有机聚合物上的薄金属层，这些是本领域技术人员公知的。Yockell-Lelièvre 等人在 *Applied Optics* vol.42(2003)p1882 中给出了有关怎样在弯月面 114 上覆盖涂有有机配体的金属纳米颗粒的更为详尽的描述。所述颗粒在弯月面 114 上自组装。因而，本发明包括采用自组装反射颗粒，以形成反射表面。例如，Laird 等人在 *Proceedings SPIE* vol.4839(2003)p733 中更详细地描述了由覆层银纳米颗粒构成的金属液体状膜 (MELLF) 的应用。所述银纳米颗粒部分涂有有机配体，因而所述颗粒在水相中不再稳定，并自发地在水-有机物界面处组装。因而 MELLF 形成了非常紧密地依循所述表面的极薄层，从而实现了反射表面地精确控制。其可以是单原子层，因而，在形成该层之后，其他颗粒将不具有存留在该层的附近的倾向。用于 UV 和深 UV 的纳米颗粒应当具有大反射率，从而生成 UV 和深 UV 区的镜面。因此，所述纳米颗粒可以涂有诸如多层电介质涂层的附加 UV 反射层，例如，深 UV 反射层。

图 6 示出了另一备选构造 UV 反射镜 250，其将 UV 反射表面 252 与在本发明的第一实施例中描述的流体 UV 透镜 100 结合起来。在图 6 所示的实施例中，UV 反射表面 252 可以是平面反射表面，但是本发明不限于此。例如，UV 反射表面 252 可以是 UV 反射金属层。流体透镜 100 的经过造型的弯月面 114 与平面反射表面 252 结合提供了与弯曲反射表面相同的光学效果。通过选择流体 UV 透镜 100 的弯月面 114 的形状，能够在制造过程中选择所得的 UV 反射镜 250 的曲率半径。第二实施例的优点在于能够在不对所采用的材料带来严重限制

的情况下选择 UV 反射镜 200 和 250 的形状。

在本发明的第三实施例中，将基于在先前实施例中描述的光学元件描述诸如反射镜或透镜的光学元件，由此提供了用于调整光学特性，即在制造之后调整光学特性的附加装置。通过这种方式，获得了适用于诸如深 UV 辐射或处于其波长范围内的辐射的 UV 辐射的可变或可调光学元件 300 和 350。图 7、图 8 和图 9 示出了一些例子。在可变光学元件所指的诸如透镜的光学元件中，可以对一种或多种特性进行可控调整，例如，其中，可以改变光学元件的焦距或反射/反射表面的位置。可以采用几种类型的装置来调整光学元件的特性，例如，利用流体光学元件中的电润湿作用，基于施加电压实现调整的装置，或者基于改变流体光学元件中的流体的流体静压强来调整特性的装置。

图 7 示出了一种具有用于调整诸如聚焦距离的光学特性的装置的可调光学元件，所述装置以适用于 UV 辐射的流体光学元件的电润湿作用的应用为基础，以改变弯月面 114 的构造。典型地，流体 104 和 106 之一，例如第一流体 104 必须是导电流体，以实现电润湿作用。图 7 所示的例子中的调整装置包括用于影响弯月面形状的第一电极 302，第一电极 302 不与导电流体 104 导电接触，例如，其位于流体室 102 的内表面之外，例如如图 7 所示，其所处的位置可以对应于弯月面 114 与流体室 102 的表面接触的点。所述调整装置还包括与极性流体 104 直接接触或电容耦合的第二电极 304。第一电极 302 可以在弯月面 114 的周界附近延伸。或者，第一电极 302 可以是位于流体室 102 内或附近并处于非导电的第二流体 106 一侧的电极，图 7 中未示出这种情况。从可变电压源 306 通过电极 302 和 304 跨越第一极性流体 104 施加电压。通过施加这一电压，改变了第一极性流体 104 与流体室的室壁之间的相互作用，从而导致了两种流体 104 和 106 之间的接触角的变化，因而导致弯月面 114 的形状的变化，例如如图 7 中由虚线表示的改变后的弯月面 114'所示。换言之，在第一和第二电极 302 和 304 之间施加电压实现了将极性流体 104 更多或更少地引向第一电极 302，因而影响了极性流体与流体室的室壁之间的相互作用，进而

影响了弯月面的位置和形状。通过调整弯月面 114 的形状，能够改变由适用于 UV 辐射的可变光学元件 300 提供的透镜或反射镜功能。这一点可以从方程[1]中看出：电润湿作用允许改变光学元件的弯月面 114 的曲率，从而改变焦距 f 。如果表面的可湿性最初较小，即所述表面是我们通常称之为疏液表面的表面，例如，类似特氟隆的表面，那么在流体易受电压影响的情况下可以采用电压使其可湿性变大。如果可湿性最初较大，即所述表面是我们通常称之为亲液表面的表面，例如，二氧化硅表面，那么施加电压将具有相对较小的作用。因此，在这种电润湿装置中，弯月面 114 优选最初与疏水层接触。此外，通过改变第一电极 302 的位置，能够获得弯月面 114 的其他备选位置和形状。类似地，通过添加附加的电极，能够使弯月面 114 的形状从球面变化为任何适当形状。在专利申请 EP04101341.8 中针对可见电润湿流体透镜对后者给出了更为详细的说明。应当注意，根据两种流体之间的折射率的差，可以通过弯月面 114 的不同移动量实现所建立的透镜光学能力的差异。

在图 8 中示出了根据本发明的另一实施例的、用于调整光学元件的弯月面 114 的更为复杂的系统。所述系统包括多个第一电极 312a 到 312j，每一第一电极都是 UV 透明的，例如由氧化铟锡制成。此外，将所述多个第一电极 312a 到 312j 的每者连接至电压源（图 8 中未示出），从而有可能将不同的电压施加到不同的第一电极 312a 到 312j 上。通过为所述多个第一电极 312a 到 312j 选择适当的电压，能够获得适于向系统的 UV 辐射射束中引入预期光学象差的任何形状。在特定的设计（图 8 中未示出）中，所述光学元件可以具有基本为圆柱形的流体室，可以将所述多个第一电极 312a 到 312j 构造为环形，所述环形是相对于系统的光轴 112 同心设置的，所述第一电极 312a 到 312j 是具有垂直于光轴 112 的平面的薄板。通常可以采用本实施例的系统实现 DUV 范围内的象差校正。可以在，例如但不限于，处理光学数据载体的系统中，例如在母盘制作工具或读/写装置中采用这样的象差校正系统。所述光学元件向光学系统的 UV 光束中引入了诸如球面象差和/或彗形象差的光学象差，以补偿由光学数据载体上的透明层

引起的相应象差，尤其是就光学数据载体的倾斜误差或定心误差而言。

图9示出了用于调整适用于UV辐射的备选光学元件350的光学性质的备选装置，所述装置是以两种流体104和106之间的弯月面114上的流体静压强为基础的。例如，通过向流体室的室壁引入亲水区域或通过流体室102的特殊形状将弯月面钳制到室壁上。假设固定了弯月面114的周界116，对于每种流体104和106而言，由存在于流体室内的流体的量决定弯月面114的形状。因此，在这一备选方案中，用于调整光学特性的装置包括至少一个泵352，以改变弯月面114上的流体静压强。将所述至少一个泵352连接至流体室102，所述泵352被设置为向或从流体室102泵送或抽吸一定量的流体104和106中的一种或多种。泵352可以是适于为流体室102内的流体104和106提供不同的压强的任何类型的泵。其可以是但不限于机械泵。例如，在图9中，示出了泵352，其被设置为同时增大流体104的体积，降低流体106的体积，反之亦然，以保持两种流体在室102内具有相同的总体积。结果，由于将弯月面的周界116钳制在了室表面上，因而将改变弯月面114的形状。例如，如果向室102添加了额外的流体104，那么沿着从流体104朝向流体106的方向看，弯月面114的形状可能变得更为凸起，即，形成了改变后的弯月面114"。或者，如果添加了额外的流体106，那么弯月面114的形状可能变化为改变后的弯月面114'，即沿着从流体104到流体106的方向看，弯月面变得凹入。应当认识到，通过改变室102内的流体104和106的体积，能够使弯月面形状从凸起变为平面，再到凹陷。在专利申请EP03101328.7中提供了有关基于改变流体静压强来改变可变光学元件的光学特性的更为详细的讨论及其应用。可以预期，当弯月面114形成了半球面时将产生弯月面形状的最大曲率。但是，应当认识到可能会存在弯月面114发生移动的阈值压强，此时当压强变得很大从而克服了弯月面114的钳制作用时，将造成弯月面的位置发生移动。这样的阈值压强取决于钳制弯月面周界116的方式，例如，所述方式可以借助弯月面周界116附近的可湿性的变化幅度、流体间的界面张力、室直径和室

形状。例如，在上述实施例中，弯月面 114 通过表面的可湿性的变化而得到固定的定位。但是，应当意识到，可以采用其他技术固定或钳制弯月面周界 116 的位置。应当注意，如果不存在亲水涂层，那么弯月面将在不改变形状的情况下易于沿室壁发生移动。可以将这种方案用作调焦方式。

在第四实施例中，本发明涉及任何前述实施例中描述的光学元件在采用诸如深 UV 辐射或处于其波长范围内的辐射的 UV 辐射的光学系统中的使用。这样的光学系统可以是用于光学数据载体的基于 UV 的母盘制作工具或读/写装置或者基于 UV 的光刻系统。图 10 示出了包括在任何前述实施例中描述的光学元件的适用于 UV 辐射的光扫描装置 500，即母盘制作或读/写工具。光学扫描装置 500 是用于扫描光学数据载体 502，从而从/向载体 502 读取和/或写入信息的装置。这样的基于 UV 的光扫描装置 500 可以与各种数据载体格式兼容，例如 CD 格式、DVD 格式和 BD（蓝光光盘）格式。诸如深 UV 辐射的 UV 辐射的使用能够满足大容量存储系统的蚀坑要求。通常，每一光学数据载体 502 将包括透明层 504，其一侧设有信息层 506。信息层 506 的面向远离透明层 504 的一侧受到保护层 508 的保护，从而免受外界影响。将面向装置 500 的透明层 504 的一侧称为入射面。可以采取基本按照平行、同心或螺旋形记录道设置的可光学探测的标记的形式将信息存储在数据载体 502 的信息层 506 中。这些标记可以具有任何可光学读取的形式。例如，图示的系统包括针对每种类型的光学数据载体或者针对有待写入/读取的不同数据标记类型的独立的辐射源 520a、520b 和 520c。每一辐射源 520a、520b 和 520c 适用于提供用于扫描相关光学数据载体的正确波长的电磁辐射，因而至少一个辐射源为紫外线辐射源，例如，深紫外线辐射源。但是，应当认识到，在其他实施例中，可以采用能够调谐至 UV 辐射的单个可调谐光源替代图示的三个源。来自每一光源 520a、520b 和 520c 的光穿过对应的预准直透镜 522，通过光栅 524，并经由将光朝向光学数据载体 502 反射的相应分束器 540、542 和 544 进入辐射束路径。之后，所述光穿过准直透镜 530，并受到折叠式反射镜 532 的反射，从而通过四分之

一波片 534，进入物镜 536。入射到物镜 536 上的光应当具有准直束的形式，因而物镜 536 将准直辐射束转化为会聚射束，并使其入射到光学数据载体 502 的信息层 506 上。之后，来自光学数据载体 502 的信息层 506 的光反向通过系统，包括穿过每一相关分束器 540、542 和 544 透射（不受反射），通过伺服透镜 546，最终被探测器 548 探测。典型地，为了校正用于扫描每一相应数据载体的电磁辐射的不同波长，移动准直透镜 530（如双箭头 550 所示）。因此，在这一具体实施例中，根据本发明的实施例的准直透镜 530 是适用于 UV 辐射的可变流体透镜。或者，作为替代，可以在折叠式反射镜 532 的位置利用适于 UV 辐射的可变反射镜实现从四分之一波片 534 入射到物镜 536 上的辐射束的精确准直。因此，可以替代用于改变准直透镜 530 的位置的装置（其可能易于受到机械疲劳的影响）。此外，在读/写工具中采用的其他光学元件也可以是根据本发明的流体透镜。

母盘制作工具能够创建用于制造信息载体的母盘模。通常通过配备这样的母盘制作工具来照射涂覆在通常由玻璃构成的衬底上的感光层。通常，通过旋转衬底以及移动光束执行照射，使得光斑在感光层上形成螺旋状记录道，但是也可以采用其他相对移动方式。通过调制辐射束在螺旋状记录道上形成一系列对应于要在信息载体上提供的预期数据的照射和非照射码元，在本实例中，所述辐射束是采用实施例 1 到 3 中的任何一个描述的光学元件聚焦的 UV 辐射射束。通常，在对感光层显影并去除显影后的材料，或去除未显影的材料之后，例如，通过电淀积工艺在衬底上提供金属层结构。接下来，将由此包含了对应于预期数据内容的结构的金属层从衬底上拆卸下来，可以将其用作制造信息载体的母盘模。

还可以采用根据本发明的实施例的适用于 UV 辐射的可变光学元件校正 CD、DVD 和 BD 之间的覆盖层的厚度差，因而能够获得高质量数据再现信号。此外，有利地，还可以采用前述实施例中描述的可切换光学元件实现在多层数据载体上的读/写。在多层数据载体中，多个信息层位于数据载体的不同深度上。在从一层到另一层重新聚焦时，在信息层深度差的作用下，将产生我们不希望看到的球面波前象

差，必须对其进行补偿。实现这一目的的一种方式是采用相对较为昂贵的机械致动器改变入射射束的会聚/发散，例如移动装置中的准直透镜。通过应用本发明中描述的可切换光学元件可以解决所述问题，从而使针对不同的信息层深度调焦成为可能。结果，能够降低波前象差的均方根值。应当注意，采用弯月面曲率的不同组合能够获得类似的效果，因为只需要透镜光学能力的变化。

图 11 通过举例的方式示意性地示出了采用适用于 UV 辐射的光学元件的光学系统的另一实例，所述光学系统可以是基于 UV 的光刻系统。例如，图中示出了透射型光刻系统，但是也可以采用反射型光刻系统。本发明的光学元件的使用允许针对处于 UV 范围的辐射，例如处于深 UV 波段的辐射采用透射型光刻系统，而从前对于深 UV 或远 UV 通常必须采用反射型光刻系统。因此，后者显著拓宽了光刻装置的设计可能性，尤其是对于深 UV 和远 UV 而言。光刻装置 600 包括用于容纳投影透镜系统 602 的投影柱、用于容纳掩模 605 的掩模架 604 和支撑用于容纳衬底 610 的衬底架 608 的衬底台 606。其可以是任何适当的衬底，例如 Si、Ge、InP 或 GaAs 晶片等半导体衬底。这一衬底 610 设有 UV 辐射感光层，例如，感光层 612，例如，必须通过在衬底 610 的很多相邻区域上执行光刻而在感光层 612 上形成光刻图案。所述设备还包括照明系统，所述照明系统设有照明源 614、透镜系统 616、反射器 618 和聚光透镜 620。诸如投影透镜系统 602、透镜系统 616、反射器 618 和聚光透镜 620 的光学元件都必须是 UV 透明的或 UV 反射的，例如，是深 UV 透明的或深 UV 反射的。采用至少一个在任何前述实施例中描述的光学元件获得后者。可以采用不同类型的照明源 614 实现 UV 光刻。已知的照明源 614 是处于 KrF 激光器的 248nm 处、ArF 激光器的 193nm 处和氟激光器的 157nm 处的深 UV 线，其在晶片表面处提供的典型能量为 $20\text{mJ}/\text{cm}^2$ 。例如，在市场上可以从 Cymer Inc.、Lambda Physik 或 Komatsu 购买到 KrF 准分子激光器。可以采用的其他照明源 614 的例子包括四倍频钕钇铝石榴石（YAG）激光器或倍频铜蒸汽激光器。在工作过程中，由照明系统 614 提供的投射射束照射掩模图案。之后，通过投影透镜系统 616

将这一图案成像到衬底 610 上。也可以提供光刻系统的其他典型功能部件，例如但不限于，用于优化轮廓描绘的控制功能部件。在光刻中使用 UV 辐射，尤其是深 UV 辐射能够满足半导体工艺中到目前为止有关高分辨率的要求。在光刻工艺中，通常以紫外线射束照射覆盖了感光层的衬底。紫外线射束包括有关要在衬底上获得的图案的信息。紫外线射束与感光剂相互作用，由此按照将要获得的图案改变感光层的某些部分的特性。在照射之后，使感光层显影，而后通常通过蚀刻有选择地去除显影材料或未显影材料。采用 UV 辐射，尤其是深 UV 辐射允许获得高分辨率光刻。

上述光学系统，例如光刻系统、母盘制作工具或读/写系统可以采用，例如，第二和第三实施例中描述的流体反射镜。例如，可以将所述光学元件与偏振分束器结合使用。之后，典型地，通过引导使第一偏振方向的辐射通过分束器，受到四分之一波长延迟器的改变，经流体反射镜的反射以改变辐射的会聚情况，再经过四分之一波长延迟器改变，并受到偏振分束器的反射。通过这种方式，获得了具有特定偏振和良好的会聚特性的辐射，以在光学系统中进一步使用。

有利地，可以将前述实施例中描述的光学元件，尤其是光学反射镜应用到 UV 激光器应用中。图 12 示出了典型 UV 激光器的一部分。图示的激光腔 700 包括第一镜片 702 和第二镜片 704，至少镜片 704 是本发明的第二或第三实施例中的任何一个描述的流体镜片。部分透射镜片 704 允许部分光从增益介质 706 向外耦合至激光腔 700 的外部。由于部分透射镜片 704 的两种流体 104 和 106 都是 UV 透明的，例如，深紫外透明的，因而通过反射镜 704 耦合出来的这部分光在穿过镜片弯月面 114 之后在强度上基本不再降低。此外，如果镜片 704 是可调 UV 反射镜，那么可以采用弯月面 114 的形状或位置的调整提供预期的光谐振模式。Kogelnik 和 Li 在 *Applied Optics* 5(1966)p1550-1567 中，以及 Siegman 在 *University Science Books, Mill Valley, California, Chapter 19* 的“Lasers”中都详尽描述了曲率对谐振模式的作用。例如，典型的 UV 激光器可以是，但不限于，基于 N₂、Ar、Kr 的气体激光器、二极管泵浦的固态激光器等。

还可以将在本发明的实施例 1 到 3 中描述的光学元件应用到包括透镜的图像俘获装置中，例如所述装置可以用于用来基于 UV 辐射进行光致发光研究或 UV 发射研究等的显微镜、望远镜以及照相机中的光学装置。如果提供了诸如可变透镜或可变反射镜的可变光学元件，并且在所述可变光学元件中能够通过以可控制的方式改变两种流体之间的弯月面的形状而容易地调整透镜的形状，那么在光路中就不需要机械元件了，因而所述光学系统不会受到机械磨损和破坏。此外，可以在正光学能力和负光学能力之间调整透镜。

尽管已经针对诸如流体透镜、流体反射镜以及可调流体透镜和反射镜的 UV 透明光学元件及其在不同系统中的应用描述了采用气体作为所述流体中的一种的情况，但是本发明还公开了在针对其他电磁（E. M.）频谱波段的、诸如流体透镜、流体反射镜以及可调流体透镜和反射镜的流体光学元件中采用气体，并将所述光学元件应用到不同的系统当中，其中所述其他波段包括但不限于可见光和红外光。例如，如果要求在透镜中必须具有透明度，那么所采用的气体通常在采用所述光学元件的 E. M. 频谱波段内是透明的。

应当理解，尽管文中针对根据本发明的装置讨论了优选实施例、具体结构和配置以及材料，但是在不背离本发明的范围和精神的情况下可以在形式和细节上做出各种变化和修改。例如，尽管文中指出适用于 UV 辐射的光学元件的弯月面 114 是弯曲的，基本上相对于光轴对称，并且在其与光轴交叉的点处与光轴基本垂直，但是应当理解，可以根据弯月面所要执行的预期光学功能改变这些条件中的全部或部分。尽管所述实例中示出的透镜室通常为圆柱形，但是也可以采用其他形状，例如但不限于圆锥形。此外，尽管在上述实施例和实例中描述了采用两种流体的光学元件，但是流体的数量还可以更多。例如，所述光学元件可以采用三种流体。

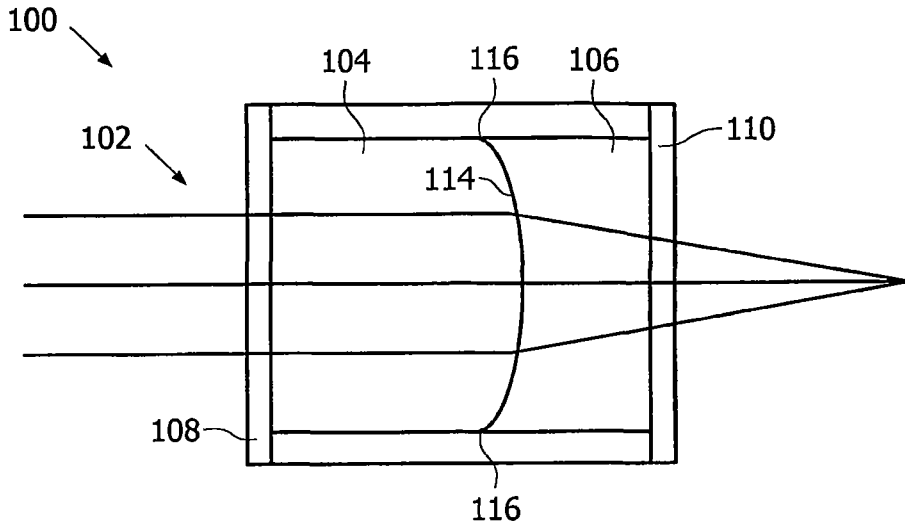


图1a

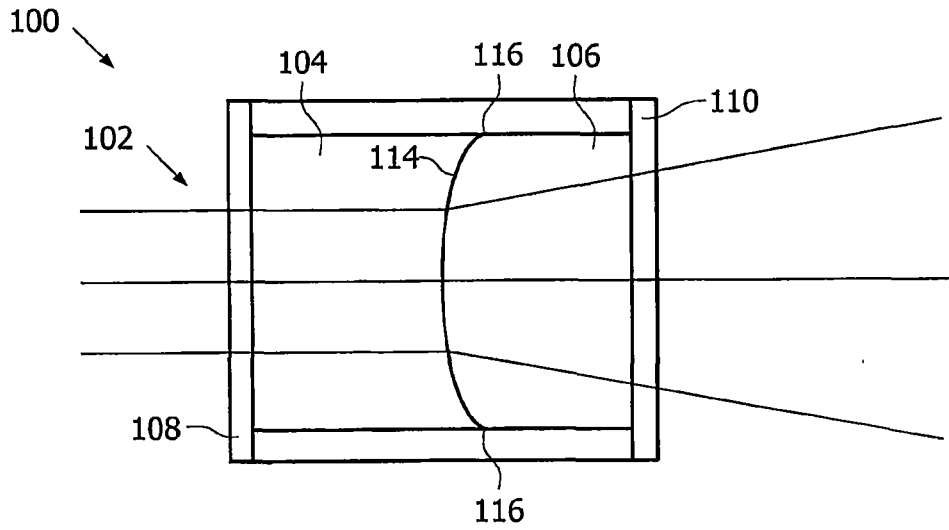


图1b

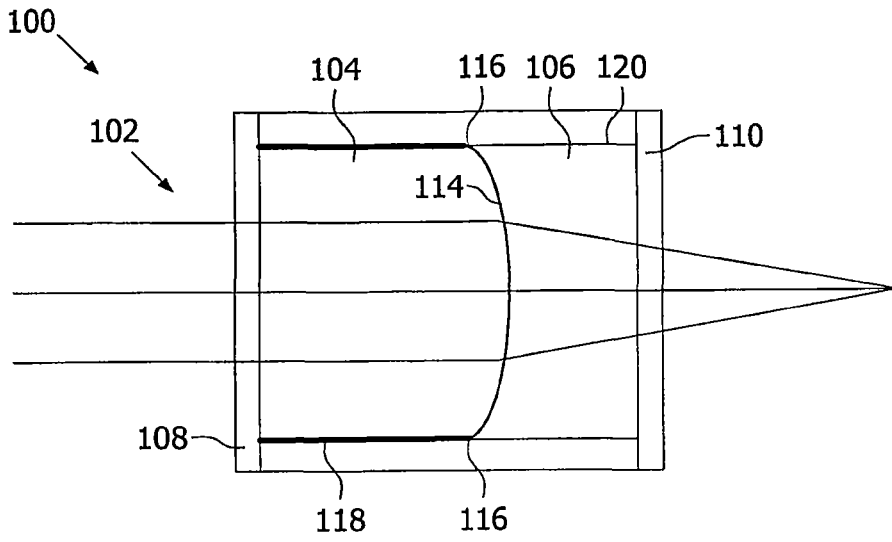


图2a

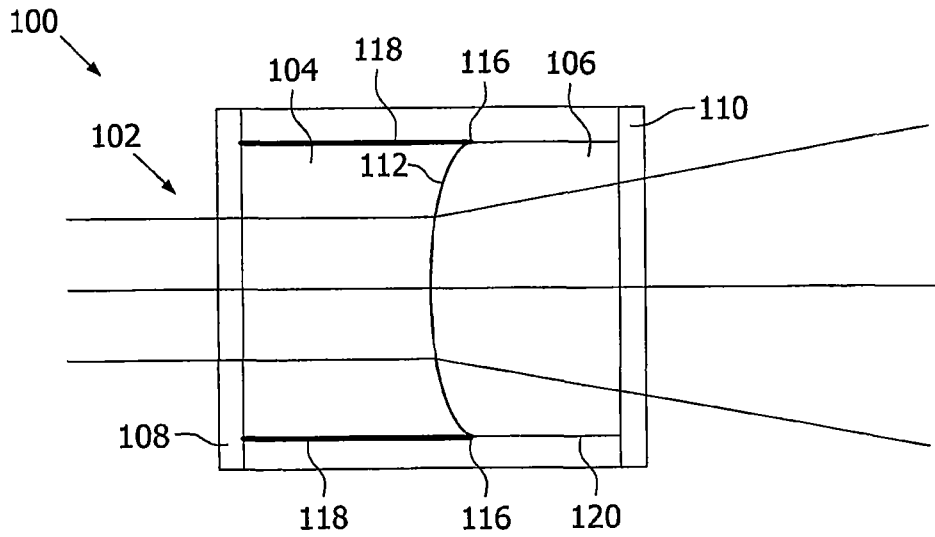


图2b

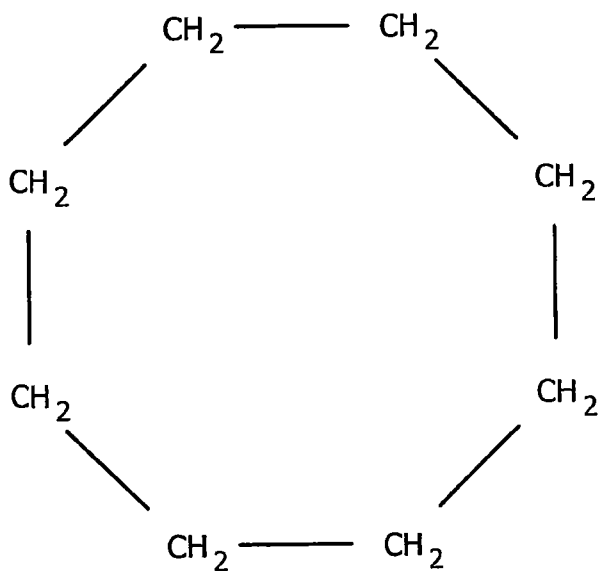


图3

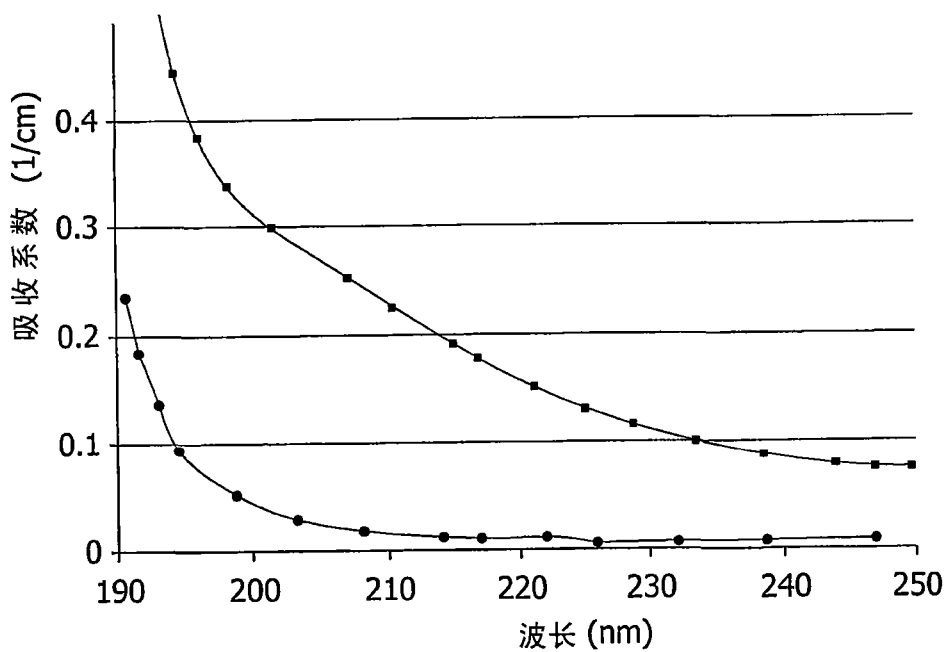


图4

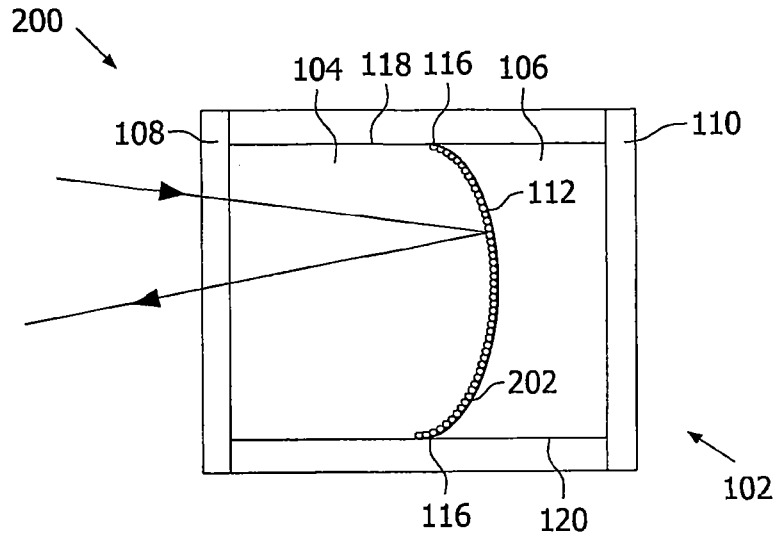


图5

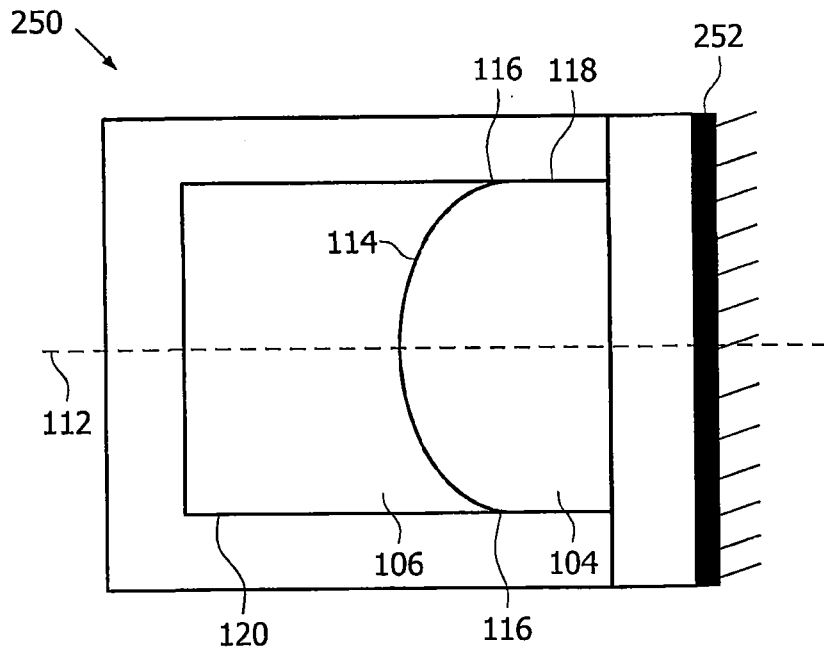


图6

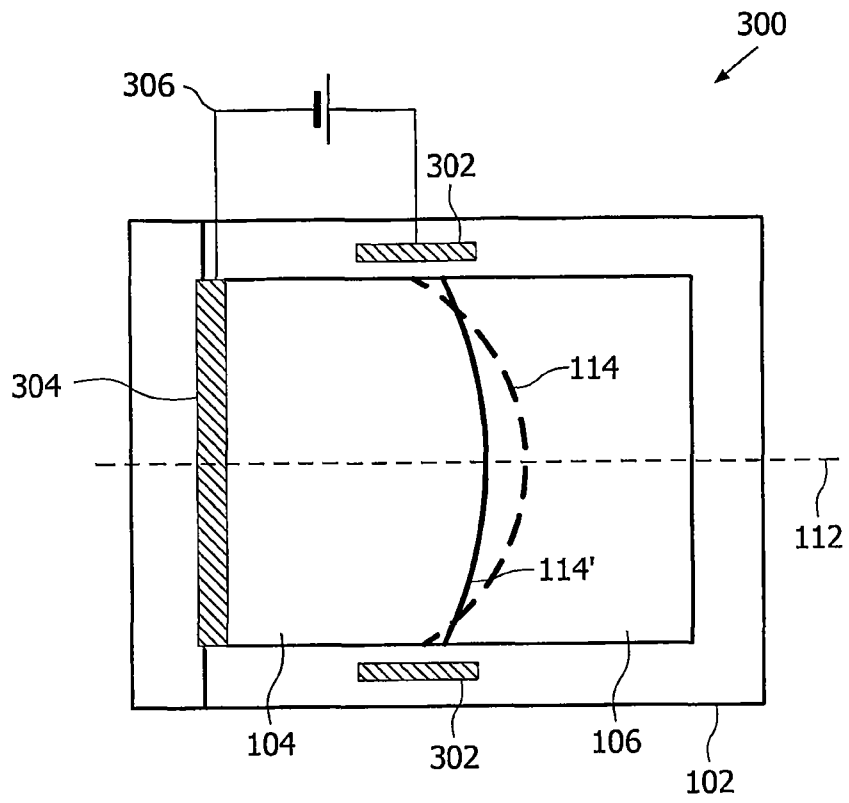


图7

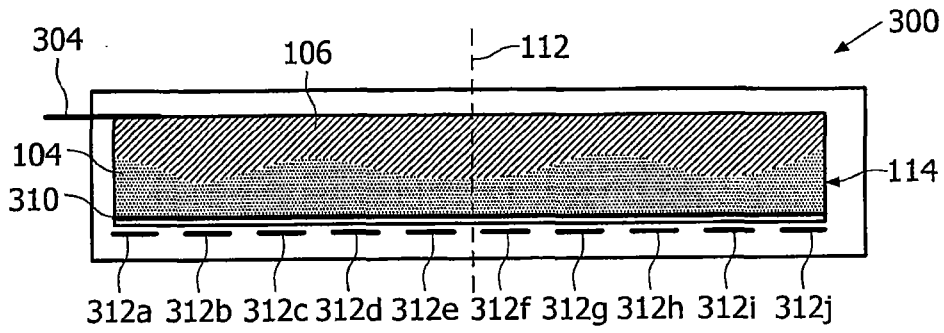


图8

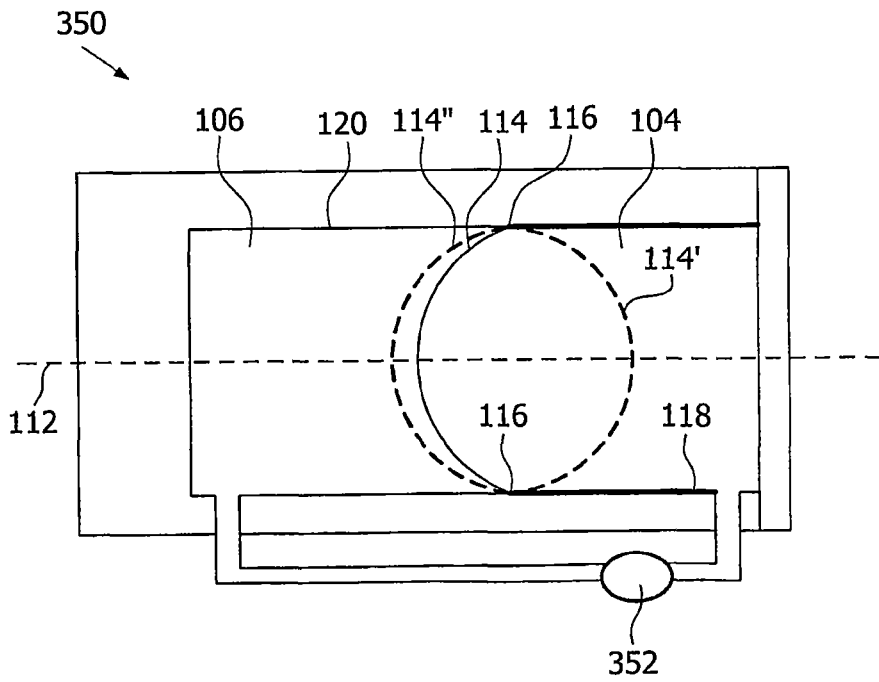


图9

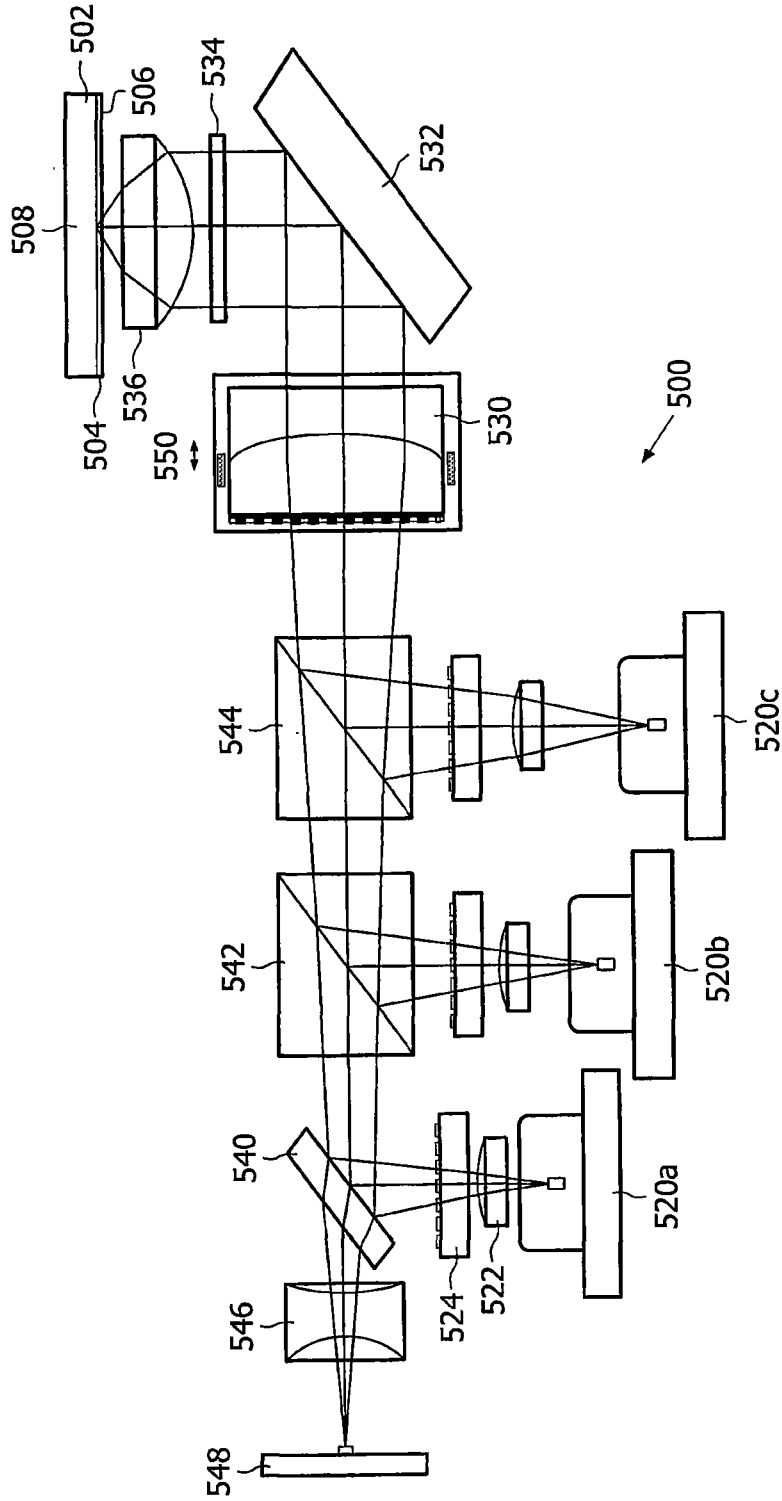


图10

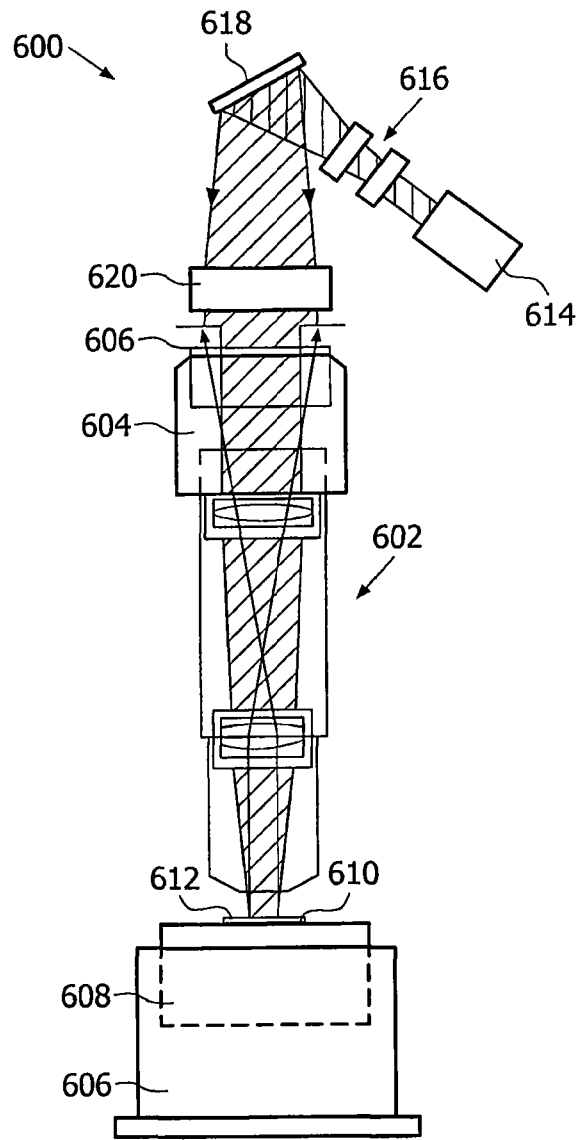


图 11

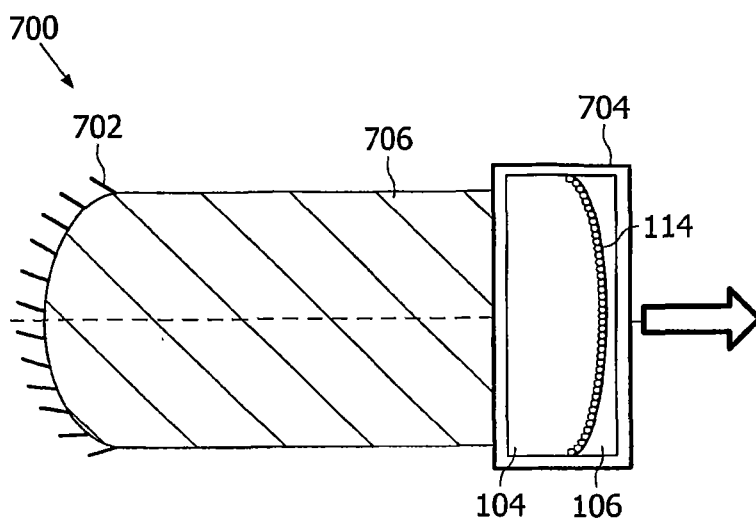


图12