



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112684671 B

(45) 授权公告日 2024.06.11

(21) 申请号 202011598011.6

(22) 申请日 2020.12.29

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112684671 A

(43) 申请公布日 2021.04.20

(73) 专利权人 浙江启尔机电技术有限公司

地址 311305 浙江省杭州市临安区青山湖街道励新路99号

(72) 发明人 童金杰 李元 赵艺文 陈文昱

付婧媛 付新

(74) 专利代理机构 杭州斯可睿专利事务所有限

公司 33241

专利代理师 林君勇

(51) Int. Cl.

G03F 7/20 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101589341 A, 2009.11.25

CN 102621818 A, 2012.08.01

CN 104698767 A, 2015.06.10

CN 107991384 A, 2018.05.04

US 2009273765 A1, 2009.11.05

US 2011292357 A1, 2011.12.01

US 2014362354 A1, 2014.12.11

陈暉等. 光刻机浸没液体控制系统的研究现状及进展.《机械工程学报》.2010,第46卷(第16期),第170~175页.

审查员 胡静

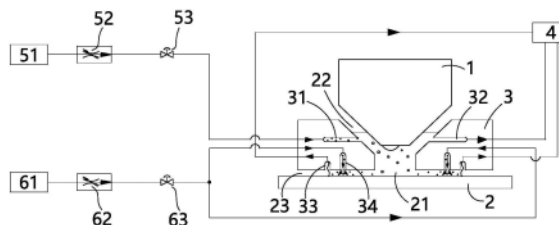
权利要求书2页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

一种浸液供给回收系统以及浸没流场初始建立方法

(57) 摘要

本发明公开了一种浸液供给回收系统以及浸没流场初始建立方法,包括浸没控制单元、主供液模块、辅助供液模块和回收模块;浸没控制单元环绕在末端投影物镜径向向外侧及衬底上方;末端投影物镜与衬底间、浸没控制单元与末端投影物镜间、浸没控制单元与衬底间均具有间隙;主供液模块经主注液口提供浸液;辅助供液模块经底部注液口提供浸液;回收模块经主回收口和密封抽排口抽排回收浸液;主供液模块向主注液口提供浸液的流路上具有依次连接的主流量控制器和主开关阀;辅助供液模块向底部注液口提供浸液的流路上具有依次连接的辅助流量控制器和辅助开关阀。减少浸没流场初始建立过程中引入浸没流场的气泡,提高浸没流场初始建立过程的可靠性。



1. 一种浸没流场初始建立方法,其特征在于,使用浸液供给回收系统提供和回收浸液,所述浸液供给回收系统包括浸没控制单元、主供液模块、辅助供液模块和回收模块;浸没控制单元环绕在末端投影物镜的径向外侧,并且位于衬底的上方;末端投影物镜与衬底之间形成第一间隙,浸没控制单元与末端投影物镜之间形成第二间隙,浸没控制单元与衬底之间形成第三间隙;浸没控制单元上具有主注液口,主供液模块经主注液口提供浸液;浸没控制单元朝向衬底的一面具有底部注液口,辅助供液模块经底部注液口提供浸液;浸没控制单元在底部注液口的径向外侧具有密封抽排口;回收模块经主回收口和密封抽排口抽排回收浸液;主供液模块向主注液口提供浸液的流路上具有依次连接的主流量控制器和主开关阀;辅助供液模块向底部注液口提供浸液的流路上具有依次连接的辅助流量控制器和辅助开关阀;

所述浸没流场初始建立方法包括如下初始建立步骤:

A1. 使用所述浸液供给回收系统,开启所述的回收模块,经主回收口和密封抽排口持续抽排;

A2. 开启所述主开关阀,调节所述主流量控制器,使主供液模块以低于浸没式光刻机曝光工况下的流量经主注液口提供浸液,保持一段时间;开启所述辅助开关阀,调节所述辅助流量控制器,使辅助供液模块以低于浸没式光刻机曝光工况下的流量经底部注液口提供浸液,保持一段时间;

A3. 调节所述辅助流量控制器,逐渐提高经底部注液口提供浸液的流量至浸没式光刻机曝光工况下的流量;

A4. 调节所述主流量控制器,逐渐提高经主注液口提供浸液的流量至浸没式光刻机曝光工况下的流量;

A5. 保持一段时间,完成浸没流场的初始建立过程。

2. 按照权利要求1所述的浸没流场初始建立方法,其特征在于,所述的主流量控制器和主开关阀之间设有主排液旁路,主排液旁路上具有主排液阀;所述辅助流量控制器和辅助开关阀之间设有辅助排液旁路,辅助排液旁路上具有辅助排液阀;在所述第A1~A2步骤之间,根据实际情况确定是否执行如下步骤:

B1. 关闭主开关阀和辅助开关阀,打开主排液阀和辅助排液阀,使主供液和辅助供液模块提供的流量分别经主排液旁路和辅助排液旁路排放,保持至少10s;

B2. 关闭主排液阀和辅助排液阀,打开主开关阀和辅助开关阀。

3. 按照权利要求1所述的浸没流场初始建立方法,其特征在于,在所述第A4~A5步骤之间,根据实际情况确定是否执行如下步骤:

C1. 关闭主开关阀和辅助开关阀,保持回收模块持续抽排,使第一间隙、第二间隙和第三间隙中的浸液完全被抽排;

C2. 开启主开关阀和辅助开关阀,经主注液口和底部注液口填充第一间隙、第二间隙和第三间隙;

C3. 重复执行上述C1~C2步骤一次或多次。

4. 按照权利要求1所述的浸没流场初始建立方法,其特征在于:在所述A2步骤中:开启主开关阀,调节主流量控制器,使主供液模块以0.1~0.3LPM经主注液口提供浸液并保持至少30s;开启辅助开关阀,调节辅助流量控制器,使辅助供液模块以0.1~0.3LPM经底部注液

口提供浸液并保持至少30s。

5.按照权利要求1所述的浸没流场初始建立方法,其特征在于,在所述A3步骤中,经至少10s的时长使经底部注液口提供的流量提高至0.5~1LPM范围。

6.按照权利要求1所述的浸没流场初始建立方法,其特征在于,在所述A4步骤中,经至少10s的时长使经主注液口提供的流量提高至1~1.5LPM范围。

7.按照权利要求1所述的浸没流场初始建立方法,其特征在于,在所述A3步骤中,经至少30s的时长使经底部注液口提供的流量提高至0.5~1LPM范围;在所述A4步骤中,经至少30s的时长使经主注液口提供的流量提高至1~1.5LPM范围。

8.按照权利要求1所述的浸没流场初始建立方法,其特征在于,在所述A5步骤中,保持至少2min以完成浸没流场的初始建立过程。

## 一种浸液供给回收系统以及浸没流场初始建立方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种浸没式光刻技术领域,尤其是涉及一种使用于浸没式光刻机中的浸液供给回收系统以及浸没流场初始建立方法。

### 背景技术

[0002] 光刻机是制造超大规模集成电路的核心装备之一,它利用光学系统把掩膜版上的电路图案精确地投影在涂覆光刻胶的衬底上并使光刻胶曝光改性,从而在衬底上留下电路图案信息。它包括激光光源、投影物镜系统、包含电路图案的投影掩膜版和涂有光敏光刻胶的衬底。

[0003] 相对于中间介质为气体的干式光刻机,浸没式光刻(Immersion Lithography)设备通过在最后一块投影物镜与衬底之间填充某种高折射率的液体(称为浸没液体或浸液),通过提高该缝隙液体介质的折射率( $n$ )来提高投影物镜的数值孔径(NA),从而提高光刻设备的分辨率和焦深。在现在的主流光刻技术中,由于浸没式光刻相对早期的干式光刻具有良好的继承性,所以受到广泛应用。而对于浸没液体的填充,目前广泛采用的方案是局部浸没法,也即使用浸液供给回收装置将液体限制在最后一块投影物镜的下表面和衬底上表面之间的局部区域内。保持浸没液体在曝光区域内的光学一致性和透明度,是保障浸没式光刻曝光质量的关键。为此,现有技术方案往往通过注液和回收实现浸没流场的实时更新,将光化学污染物、局部热量、微纳气泡等及时带离核心曝光区域,以确保浸没液体的高度纯净均一。

[0004] 浸没式光刻机开机时,浸液供给回收系统开始生产符合品质和参数符合要求的浸液并向投影物镜和衬底之间供给和回收,使投影物镜和衬底之间形成浸液稳定流动的浸没流场,这个过程称之为浸没流场的初始建立过程。在浸没流场的初始建立过程中,浸液逐渐填充浸液供给系统中的流路,随后经浸没供给单元流入投影物镜和衬底之间的间隙;浸液本身可能携带气泡;在浸液驱替空气填充流路的过程中,流路中的转角和间隙中会形成气泡;浸液在填充投影物镜和衬底之间的间隙时会因为流动空间的转角等原因产生气泡;这些气泡会不可控地脱落并随浸液流动至投影物镜和衬底之间的间隙中,干扰曝光光束的传播;而且气泡可能会附着在投影物镜和衬底的表面上,虽然浸液供给回收系统持续抽排浸液,但附着的气泡仍难以被浸液流动冲刷和被浸液供给回收系统抽排去除。由于上述原因,在浸没流场的初始建立过程中容易产生气泡并且可能对后续的曝光过程产生长期的影响,因此,期望尽量减少浸没流场初始建立过程中产生的气泡。

### 发明内容

[0005] 本发明为解决现有浸没式光刻机存在着不能有效消除浸没流场的初始建立过程形成的浸液本身可能携带气泡、流路中的转角和间隙中等原因可能形成的气泡,也不能在浸没流场的初始建立过程中有效解决其产生的气泡,从而可能对后续的曝光过程产生长期的影响等现状而提供的一种可尽量减少浸没流场初始建立过程中产生的气泡,避免气泡并

且可能对后续的曝光过程产生长期的影响,提高浸没流场的初始建立过程形成稳定流动的浸没流场,提高曝光质量的浸液供给回收系统以及浸没流场初始建立方法。

[0006] 本发明为解决上述技术问题所采用的具体技术方案为:一种浸液供给回收系统,其特征在于:包括浸没控制单元、主供液模块、辅助供液模块和回收模块;浸没控制单元环绕在末端投影物镜的径向外侧,并且位于衬底的上方;末端投影物镜与衬底之间形成第一间隙,浸没控制单元与末端投影物镜之间形成第二间隙,浸没控制单元与衬底之间形成第三间隙;浸没控制单元上具有主注液口,主供液模块经主注液口提供浸液;浸没控制单元朝向衬底的一面具有底部注液口,辅助供液模块经底部注液口提供浸液;浸没控制单元在底部注液口的径向外侧具有密封抽排口;回收模块经主回收口和密封抽排口抽排回收浸液;主供液模块向主注液口提供浸液的流路上具有依次连接的主流量控制器和主开关阀;辅助供液模块向底部注液口提供浸液的流路上具有依次连接的辅助流量控制器和辅助开关阀。可尽量减少浸没流场初始建立过程中产生的气泡,避免气泡并且可能对后续的曝光过程产生长期的影响,提高浸没流场的初始建立过程形成稳定流动的浸没流场,提高曝光质量。

[0007] 作为优选,所述的主流量控制器和主开关阀之间设有主排液旁路,主排液旁路上具有主排液阀;所述辅助流量控制器和辅助开关阀之间设有辅助排液旁路,辅助排液旁路上具有辅助排液阀。可以减少浸液填充供液模块内部流路时产生的气泡随浸液流动至第一间隙,减少气泡附着在末端投影物镜和衬底表面的概率。更有利于减少浸没流场初始建立过程中引入浸没流场的气泡数量。

[0008] 本发明申请的另一个发明目的在于提供一种浸没流场初始建立方法,其特征在于:包括如下初始建立步骤

[0009] A1.使用上述技术方案之一所述的浸液供给回收系统,开启上述技术方案之一所述的回收模块,经主回收口和密封抽排口持续抽排;

[0010] A2.开启上述技术方案之一所述主开关阀,调节上述技术方案之一所述主流量控制器,使主供液源以低于浸没式光刻机曝光工况下的流量经主注液口提供浸液,保持一段时间;开启上述技术方案之一所述辅助开关阀,调节上述技术方案之一所述辅助流量控制器,使辅助供液源以低于浸没式光刻机曝光工况下的流量经底部注液口提供浸液,保持一段时间;

[0011] A3.调节上述技术方案之一所述辅助流量控制器,逐渐提高经底部注液口提供浸液的流量至浸没式光刻机曝光工况下的流量;

[0012] A4.调节上述技术方案之一所述主流量控制器,逐渐提高经主注液口提供浸液的流量至浸没式光刻机曝光工况下的流量;

[0013] A5.保持一段时间,完成浸没流场的初始建立过程。

[0014] 有效降低了浸没流场初始建立过程中形成气泡的可能性,有利于保证浸没流场的光学性质均匀性,有利于保证曝光质量。

[0015] 作为优选,在所述第A1~A2步骤之间,根据实际情况确定是否执行如下步骤

[0016] B1.关闭主开关阀和辅助开关阀,打开主排液阀和辅助排液阀,使主供液和辅助供液源提供的流量分别经主排液旁路和辅助供液旁路排放,保持至少10s;

[0017] B2.关闭主排液阀和辅助排液阀,打开主开关阀和辅助开关阀。

[0018] 有利于减少向浸没控制单元直接供给的浸液中可能存有的气泡,进一步降低浸没

流场初始建立过程中产生气泡滞留浸没流场的可能性。

[0019] 作为优选,在所述第A4~A5步骤之间,根据实际情况确定是否执行如下步骤

[0020] C1.关闭主开关阀和辅助开关阀,保持回收模块持续抽排,使第一间隙、第二间隙和第三间隙中的浸液完全被抽排;

[0021] C2.开启主开关阀和辅助开关阀,经主注液口和底部注液口填充第一间隙、第二间隙和第三间隙;

[0022] C3.重复执行上述C1~C2步骤一次或多次。

[0023] 通过于浸没控制单元中采用反复“供给-清除”浸液的形式,使得与浸没流场相接触的部件能够获得多次润湿,其接触表面不易附着气泡,且原本可能含有已附着的大气泡在抽排中会被冲刷带走,进一步降低浸没流场初始建立过程中形成气泡滞留浸没流场的可能性。

[0024] 作为优选,在所述A2步骤中:开启主开关阀,调节主流量控制器,使主供液源以0.1~0.3LPM经主注液口提供浸液并保持至少30s;开启辅助开关阀,调节辅助流量控制器,使辅助供液源以0.1~0.3LPM经底部注液口提供浸液并保持至少30s。使浸液慢速驱替空气填充流路和第一、第二及第三间隙,降低浸液流动冲击产生气泡的可能性。

[0025] 作为优选,在所述A3步骤中,经至少10s的时长使经底部注液口提供的流量提高至0.5~1LPM范围。使向第三间隙提供的浸液流量慢速提高至曝光工况流量,降低浸液流动冲击产生气泡的可能性。

[0026] 作为优选,在所述A4步骤中,经至少10s的时长使经主注液口提供的流量提高至1~1.5LPM范围。使向第一和第二间隙提供的浸液流量慢速提高至曝光工况流量,降低浸液流动冲击产生气泡的可能性。

[0027] 作为优选,所述的在所述A3步骤中,经至少30s的时长使经底部注液口提供的流量提高至0.5~1LPM范围;在所述A4步骤中,经至少30s的时长使经主注液口提供的流量提高至1~1.5LPM范围。使向第一和第二间隙提供的浸液流量慢速提高至曝光工况流量,降低浸液流动冲击产生气泡的可能性。

[0028] 作为优选,在所述A5步骤中,保持至少2min以完成浸没流场的初始建立过程。提高将可能附着在末端投影物镜和衬底表面的气泡冲刷脱落有效性,然后随浸液被回收模块所回收,进一步减少浸没流场初始建立过程中形成气泡的可能性。

[0029] 本发明的有益效果是:本发明申请在浸没控制单元的底部设置底部注液口,经底部注液口提供浸液填充高度较小的第三间隙,避免浸没流场初始建立过程中在第三间隙中形成气泡,通过调节控制浸液供给的流量,使浸液以较慢的速度填充供液模块内部的流路,减少供液模块内部流路中形成的气泡;使经主注液口和底部供液口的流量由低到高逐渐提高到浸没式光刻机曝光工况下的设定流量,降低在第一间隙、第二间隙和第三间隙中形成气泡的可能性。因此,本发明有效降低了浸没流场初始建立过程中形成气泡的可能性,有利于保证浸没流场的光学性质均匀性,有利于保证曝光质量。

#### 附图说明:

[0030] 下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步的详细说明。

[0031] 图1是本发明浸液供给回收系统的一种结构示意图。

[0032] 图2是本发明浸液供给回收系统的又一种结构示意图。

### 具体实施方式

[0033] 实施例1:

[0034] 图1所示的实施例中,一种浸液供给回收系统,包括浸没控制单元3、主供液模块、辅助供液模块和回收模块4;浸没控制单元3环绕在末端投影物镜1的径向外侧,并且位于衬底2的上方;末端投影物镜1与衬底2之间形成第一间隙21,浸没控制单元3与末端投影物镜1之间形成第二间隙22,浸没控制单元2与衬底2之间形成第三间隙23;浸没控制单元上具有主注液口31,主供液模块经主注液口31提供浸液;浸没控制单元3朝向衬底2的一面具有底部注液口34,辅助供液模块经底部注液口34提供浸液;浸没控制单元3在底部注液口34的径向外侧具有密封抽排口33;回收模块4经主回收口32和密封抽排口33抽排回收浸液;主供液模块向主注液口31提供浸液的流路上具有依次连接的主流量控制器52和主开关阀53;辅助供液模块向底部注液口提供浸液的流路上具有依次连接的辅助流量控制器62和辅助开关阀63。

[0035] 实施例2:

[0036] 图2所示的实施例中,主流量控制器和主开关阀之间设有主排液旁路,主排液旁路上具有主排液阀;所述辅助流量控制器和辅助开关阀之间设有辅助排液旁路,辅助排液旁路上具有辅助排液阀。其他同实施例1相同。

[0037] 实施例3:

[0038] 图1、图2所示的实施例中,一种浸没流场初始建立方法,包括如下初始建立步骤:

[0039] A1.使用实施例1~2之一所述的浸液供给回收系统,开启实施例1~2之一所述的回收模块,经主回收口和密封抽排口持续抽排;

[0040] A2.开启实施例1~2之一所述主开关阀,调节实施例1~2之一所述主流量控制器,使主供液源以低于浸没式光刻机曝光工况下的流量经主注液口提供浸液,保持一段时间;开启实施例1~2之一所述辅助开关阀,调节实施例1~2之一所述辅助流量控制器,使辅助供液源以低于浸没式光刻机曝光工况下的流量经底部注液口提供浸液,保持一段时间;

[0041] A3.调节实施例1~2之一所述辅助流量控制器,逐渐提高经底部注液口提供浸液的流量至浸没式光刻机曝光工况下的流量;

[0042] A4.调节实施例1~2之一所述主流量控制器,逐渐提高经主注液口提供浸液的流量至浸没式光刻机曝光工况下的流量;

[0043] A5.保持一段时间,完成浸没流场的初始建立过程。

[0044] 在上述第A1~A2步骤之间,根据实际情况确定是否执行如下步骤:

[0045] B1.关闭主开关阀和辅助开关阀,打开主排液阀和辅助排液阀,使主供液和辅助供液源提供的流量分别经主排液旁路和辅助供液旁路排放,保持至少10s;

[0046] B2.关闭主排液阀和辅助排液阀,打开主开关阀和辅助开关阀。

[0047] 在上述第A4~A5步骤之间,根据实际情况确定是否执行如下步骤:

[0048] C1.关闭主开关阀和辅助开关阀,保持回收模块持续抽排,使第一间隙、第二间隙和第三间隙中的浸液完全被抽排;

[0049] C2.开启主开关阀和辅助开关阀,经主注液口和底部注液口填充第一间隙、第二间

隙和第三间隙；

[0050] C3.重复执行上述C1~C2步骤一次或多次。

[0051] 在上述第A3步骤中,经至少10s的时长使经底部注液口提供的流量提高至0.5~1LPM范围。

[0052] 在上述第A4步骤中,经至少10s的时长使经主注液口提供的流量提高至1~1.5LPM范围。

[0053] 在上述第A3步骤中,经至少30s的时长使经底部注液口提供的流量提高至0.5~1LPM范围;在所述A4步骤中,经至少30s的时长使经主注液口提供的流量提高至1~1.5LPM范围。

[0054] 在上述第A5步骤中,保持至少2min以完成浸没流场的初始建立过程。

[0055] 上述实施例更具体的实施方式如下:

[0056] 实施例一

[0057] 如图1所示,一种浸液供给回收系统,包括浸没控制单元3、主供液模块、辅助供液模块和回收模块4;浸没控制单元3环绕在末端投影物镜1的径向外侧,并且位于衬底2的上方;末端投影物镜1与衬底2之间形成第一间隙21,浸没控制单元3与末端投影物镜1之间形成第二间隙22,浸没控制单元3与衬底2之间形成第三间隙23;浸没控制单元3上具有主注液口31,主供液模块经主注液口31提供浸液,浸液流入第二间隙22和第一间隙21;浸没控制单元3上具有主回收口32,回收模块4经主回收口32抽排回收浸液;浸液填充第一间隙21和第二间隙22并且在其中流动,形成浸没流场。曝光过程中衬底2要进行相对于浸没控制单元3的运动,因此衬底2与浸没控制单元3之间需要保持一定间隙;为了避免浸液流动至光刻机的其他部件造成污染,在浸没控制单元3朝向衬底2的一面设置密封抽排口33,回收模块4经密封抽排口33抽排回收浸液;为了保证密封抽排口33对第三间隙33中浸液的回收可靠有效,期望密封抽排口33距离衬底2足够近,第三间隙33的高度典型值在0.05mm-1mm范围内;第一间隙21的高度典型值在2.5mm-3.5mm范围内;第三间隙33的高度显著小于第一间隙21,因此第一间隙21中的浸液不易进入第三间隙23,在浸没流场的初始建立过程中容易在第三间隙23中形成气泡。在浸没控制单元3朝向衬底2的一面,密封抽排口33的径向内侧,设置底部注液口34;辅助供液模块经底部注液口34向第三间隙23提供浸液,解决浸液不易填充第三间隙23的问题。

[0058] 主供液模块包括主供液源51、主流量控制器52和主开关阀53;主供液源51依次连接主流量控制器52和主开关阀53,再继续与浸液控制单元3的主注液口31连通。辅助供液模块包括辅助供液源61、辅助流量控制器62和辅助开关阀63;辅助供液源61依次连接辅助流量控制器62和辅助开关阀63,再继续与浸液控制单元3的底部注液口34连通。

[0059] 在浸没流场的初始建立过程中,首先使浸液填充主供液模块和辅助供液模块中的流路,并且使浸液中的气泡含量尽量少。开启回收模块4,经浸没控制单元3的主回收口32和密封抽排口33持续抽排,保证浸液不会泄漏至光刻机的其他部件;打开主开关阀53,调节主流量控制器52,使主供液源51提供的浸液流量处于较低的水平,典型地,使主供液源51提供的浸液流量为0.1~0.3LPM范围;小流量的浸液流以缓慢的速度填充主供液模块中的流路,减少浸液在流路中的冲击和紊流,使浸液更容易填充狭小尺寸的缝隙和转角,从而减少了气泡的产生;保持主供液源51以0.1~0.3LPM范围的流量提供浸液一段时间,典型地至少保



持30s;然后关闭主开关阀53,使主供液源51至主注液口31的流路中基本无气泡地填充满浸液。类似地,打开辅助开关阀63,调节辅助流量控制器62,使辅助供液源61提供的浸液流量处于较低的水平,典型地,使辅助供液源61提供的浸液流量为0.1~0.3LPM范围;小流量的浸液流以缓慢的速度填充辅助供液模块中的流路,减少浸液在流路中的冲击和紊流,使浸液更容易填充狭小尺寸的缝隙和转角,从而减少了气泡的产生;保持辅助供液源61以0.1~0.3LPM范围的流量提供浸液一段时间,典型地至少保持30s;然后关闭辅助开关阀63,使辅助供液源61至底部注液口34的流路中基本无气泡地填充满浸液;保持回收模块4开启,打开主开关阀53和辅助开关阀63,调节主流量控制器52和辅助流量控制器62,使主供液源51向主注液口31提供的浸液流量从0逐渐增大至浸没式光刻机曝光时的流量,典型地,使主供液源51向主注液口31提供的浸液流量在10s以上的时长内从0增大至1~1.5LPM的范围;使辅助供液源61向底部注液口34提供的浸液流量从0逐渐增大至浸没式光刻机曝光时的流量,典型地,使辅助供液源61向底部注液口34提供的流量在10s以上的时长从0增大至0.5~1LPM范围。保持主供液源51和辅助供液源61分别以浸没式光刻机曝光时的流量供液一段时间,典型地保持2min以上,完成浸没流场的初始建立过程。以逐渐增大的流量向主注液口31和底部注液口34提供浸液,可以使浸液填充第一间隙21、第二间隙22以及第三间隙23的过程更加平稳,降低浸没流场初始化过程产生气泡的可能性。

[0060] 优选地,完成主供液模块和辅助供液模块内部流路的填充之后,主供液源51和辅助供液源61提供浸液的流量从0提升至曝光需求流量的时长至少是30s。

[0061] 优选地,在填充主供液模块和辅助供液模块内部的流路时,打开主开关阀53,调节主流量控制器52,使主供液源51提供的浸液流量处于较低的水平并保持一段时间,典型地,使主供液源51提供的浸液流量为0.1~0.3LPM范围并保持至少30s;再调节主流量控制器52,提高主供液源51提供的浸液流量并保持一段时间,典型地,使主供液源51提供的浸液流量增大至0.5~0.7LPM范围并保持至少30s;或者再继续调节主流量控制器52,提高主供液源51提供的浸液流量至曝光时的主供液源向主注液口31提供的浸液流量,典型地,使主供液源51提供的浸液流量增大至1~1.5LPM范围并至少保持30s,完成主供液模块内部流路的浸液填充过程。可以对辅助供液模块实施类似的操作,使辅助供液源61提供的浸液流量先以0.1~0.3LPM范围M保持至少30s,再提高辅助供液源61提供的浸液流量至0.3~0.5LPM范围并保持至少30s,再提高辅助供液源61提供的浸液流量至0.5~1LPM范围并保持至少30s,完成辅助供液源61内部流路的填充。以逐步增大的流量填充主供液模块和辅助供液模块,可以更好地减少填充过程中产生气泡的可能性。

[0062] 优选地,完成主供液模块和辅助供液模块内部流路的填充之后,首先保持回收模块4持续经主回收口32和密封抽排口33抽排,保持主开关阀53关闭,开启辅助开关阀63,使浸液经底部注液口34首先填充第三间隙23;辅助开关阀63开启至少10s后,开启主开关阀53,使浸液经主注液口31填充第二间隙22和第一间隙21,继续完成浸没流场的初始建立过程。使浸液先填充高度更小的第三间隙23再填充高度较大的第二间隙22和第一间隙21,可以使浸液更好地填充第三间隙23,也避免两路浸液同时分别填充第一间隙21和第三间隙23导致在第一间隙21和第三间隙23的交界处产生气泡。

[0063] 2) 实施例二

[0064] 如图2所示,在主流量控制器52和主开关阀53之间设置主排液旁路54,主排液旁路

54上设置主排液阀55;在辅助流量控制器62和辅助开关阀63之间设置辅助排液旁路64,辅助排液旁路64上设置辅助排液阀65。

[0065] 在开始浸没流场的初始建立过程,填充主供液模块和辅助供液模块内部流路的过程中,首先关闭主开关阀53,打开主排液阀55,使主供液源51提供的浸液以较低的流量填充主供液模块中的流路,例如主供液源61以0.1~0.3LPM的流量,并经主排液旁路54排放,保持至少10s;再打开主开关阀53,关闭主排液阀,使主供液源51以较低的流量向主注液口31提供浸液,例如主供液源61以0.1~0.3LPM的流量向主注液口31提供浸液,保持至少10s。可以类似地操作辅助排液阀64和辅助开关阀63,使辅助供液源61提供的浸液首先经辅助排液旁路64排放,保持至少10s,再将浸液导向底部供液口34。

[0066] 其余实施方式同实施例一。

[0067] 使填充主供液模块和辅助供液模块的浸液首先排放至排液旁路,再分别提供至主注液口31和底部注液口34,可以减少浸液填充供液模块内部流路时产生的气泡随浸液流动至第一间隙21,减少气泡附着在末端投影物镜1和衬底2表面的概率。有利于减少浸没流场初始建立过程中引入浸没流场的气泡数量。

[0068] 3) 实施例三

[0069] 一种浸没流场初始建立方法,使用本发明实施例一或实施例二的浸液供给回收系统,包括如下步骤:

[0070] A1:开启回收模块4,经主回收口32和密封抽排口33持续抽排,保证浸液不会泄漏至光刻机的其他部件;

[0071] A2:开启主开关阀53,调节主流量控制器52,使主供液源51以低于浸没式光刻机曝光工况下的流量经主注液口31提供浸液,保持一段时间,典型地,使主供液源51以0.1~0.3LPM经主注液口31提供浸液并保持至少30s;开启辅助开关阀63,调节辅助流量控制器62,使辅助供液源61以低于浸没式光刻机曝光工况下的流量经底部注液口34提供浸液,保持一段时间,典型地,使辅助供液源61以0.1~0.3LPM经底部注液口34提供浸液并保持至少30s;

[0072] A3:调节辅助流量控制器62,逐渐提高经底部注液口34提供浸液的流量至浸没式光刻机曝光工况下的流量,典型地,经至少10s的时长使经底部注液口34提供的流量提高至0.5~1LPM范围;

[0073] A4:调节主流量控制器52,逐渐提高经主注液口31提供浸液的流量至浸没式光刻机曝光工况下的流量,典型地,经至少10s的时长使经主注液口31提供的流量提高至1~1.5LPM范围;

[0074] A5:保持一段时间,典型地至少保持2min,完成浸没流场的初始建立过程。

[0075] 优选地,在上述A1和A2步骤之间,还包括如下步骤:

[0076] B1:关闭主开关阀53和辅助开关阀64,打开主排液阀55和辅助排液阀65,使主供液源51和辅助供液源61提供的流量分别经主排液旁路54和辅助供液旁路64排放,保持至少10s;

[0077] B2:关闭主排液阀55和辅助排液阀65,打开主开关阀53和辅助开关阀64。

[0078] 优选地,在上述A4和A5步骤之间还包括如下步骤:

[0079] C1:关闭主开关阀53和辅助开关阀63,保持回收模块4持续抽排,使第一间隙21、第

二间隙22和第三间隙23中的浸液完全被抽排；

[0080] C2:开启主开关阀53和辅助开关阀64,经主注液口31和底部注液口34填充第一间隙21、第二间隙22和第三间隙23；

[0081] C3:重复C1至C2步骤一次或多次。

[0082] 重复多次浸液“填充-抽排”间隙的过程,可以将可能附着在末端投影物镜1和衬底2表面的气泡冲刷脱落,然后随浸液被回收模块4所回收,进一步减少浸没流场初始建立过程中形成气泡的可能性。

[0083] 在本发明位置关系描述中,出现诸如术语“内”、“外”、“上”、“下”、“左”、“右”等指示方位或者位置关系的为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了方便描述实施例和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或者元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0084] 以上内容和结构描述了本发明产品的基本原理、主要特征和本发明的优点,本行业的技术人员应该了解。上述实例和说明书中描述的只是说明本发明的原理,在不脱离本发明精神和范围的前提下,本发明还会有各种变化和改进,这些变化和改进都属于要求保护的本发明范围之内。本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其等效物界定。

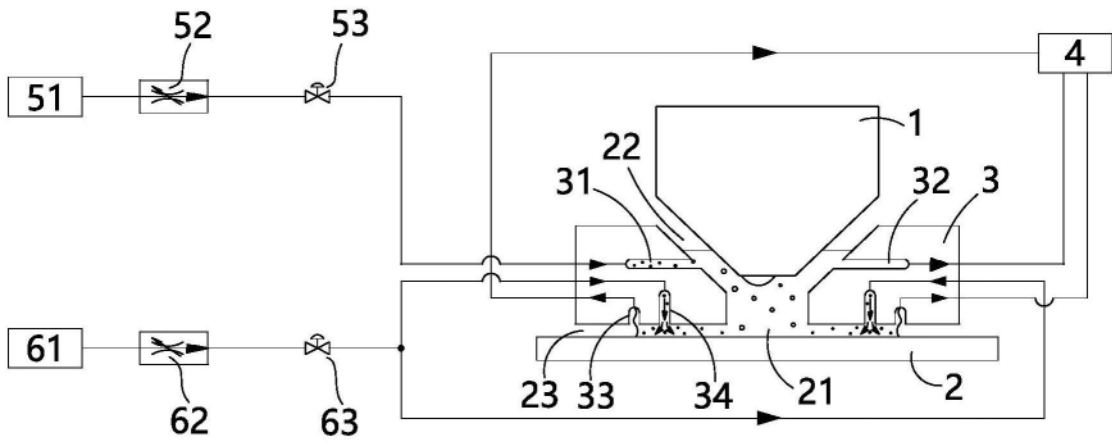


图1

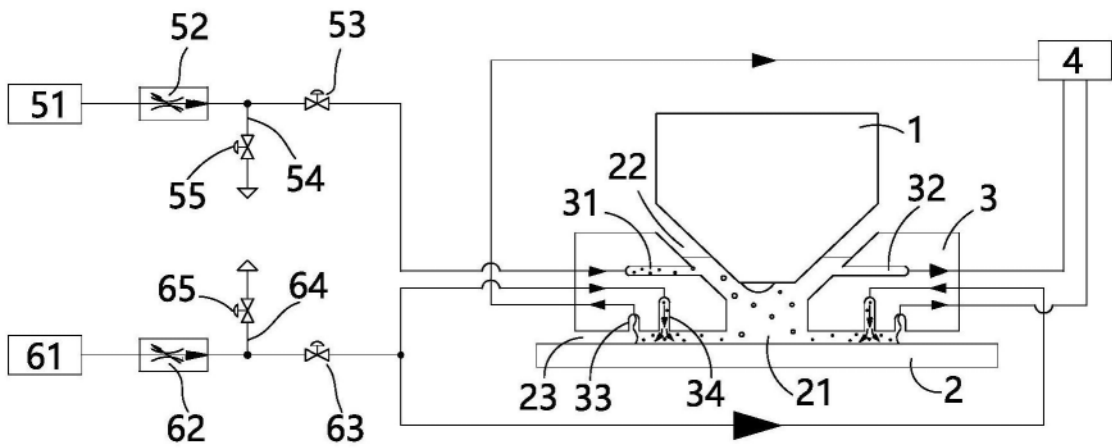


图2