



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101872135 A

(43) 申请公布日 2010. 10. 27

(21) 申请号 201010214662. 0

(22) 申请日 2003. 12. 08

(30) 优先权数据

2002-358556 2002. 12. 10 JP

(62) 分案原申请数据

200380105467. 2 2003. 12. 08

(71) 申请人 株式会社尼康

地址 日本东京

(72) 发明人 蝶川茂 马入伸贵 田中一政

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限公司
责任公司 11219

代理人 张建涛 车文

(51) Int. Cl.

G03F 7/20 (2006. 01)

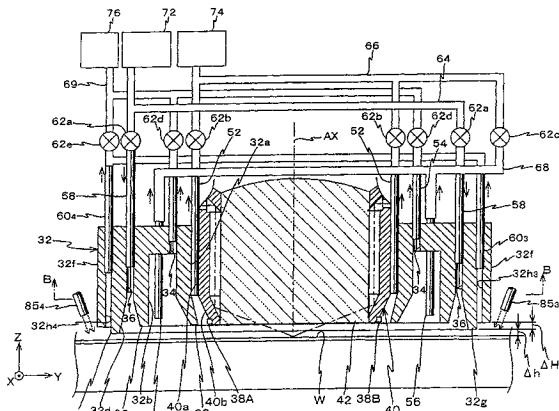
权利要求书 10 页 说明书 38 页 附图 15 页

(54) 发明名称

曝光设备和器件制造法

(57) 摘要

本发明涉及曝光设备和器件制造法。具体地，本发明提供了一种曝光设备，它用能量束照射图案并且经投影光学系统把所述图案转印到基片上，所述曝光设备包括：一个基片台，基片台上安装着所述基片，所述基片台在保持所述基片的二维平面内移动；一个干涉仪，它测量所述基片台的位置；一个供应机构，它把液体供应到所述投影光学系统和所述基片台上的所述基片之间的空间；一个回收机构，它回收所述液体；和一个空气调节机构，它在所述投影光学系统和所述基片之间的所述液体的周围执行空气调节。



1. 一种曝光设备,它用能量束照射图案并且经投影光学系统把所述图案转印到基片上,所述曝光设备包括:

一个基片台,基片台上安装着所述基片,所述基片台在保持所述基片的二维平面内移动;

一个干涉仪,它测量所述基片台的位置;

一个供应机构,它把液体供应到所述投影光学系统和所述基片台上的所述基片之间的空间;

一个回收机构,它回收所述液体;和

一个空气调节机构,它在所述投影光学系统和所述基片之间的所述液体的周围执行空气调节。

2. 如权利要求1所述的曝光设备,其中

所述空气调节机构包括一个抽吸流体的抽吸机构。

3. 如权利要求2所述的曝光设备,其中

所述抽吸机构还执行回收所述回收机构不能回收的所述液体的功能。

4. 如权利要求1所述的曝光设备,其中

所述空气调节机构对所述液体周围进行局部的空气调节。

5. 如权利要求1所述的曝光设备,其中

所述投影光学系统包括多个光学元件,其中位置最靠近所述基片的一个光学元件在不包括用来曝光的部分的部分中形成了一个孔,和

利用所述孔执行供应所述液体、回收所述液体和回收气泡这些操作中的至少一种操作。

6. 如权利要求1所述的曝光设备,所述曝光设备进一步包括:

一个控制单元,当所述基片台保持静止时,控制单元停止所述供应机构执行的液体供应操作和所述回收机构执行的液体回收操作。

7. 如权利要求1所述的曝光设备,其中

所述供应机构从所述基片移动方向的前侧把液体供应到所述投影光学系统和所述基片台上的基片之间的空间。

8. 如权利要求1所述的曝光设备,其中

所述供应机构从所述基片移动方向的后侧把液体供应到所述投影光学系统和所述基片台上的基片之间的空间。

9. 如权利要求1所述的曝光设备,所述曝光设备进一步包括:

一个驱动系统,在扫描曝光方法中,它相对于所述能量束在预定的扫描方向上驱动所述基片台从而把所述图案转印到所述基片上。

10. 如权利要求9所述的曝光设备,其中

所述供应机构具有多个供应孔,所述供应孔彼此分开地布置在与所述扫描方向垂直的非扫描方向上,并且根据所述基片上经受曝光的划分区域的尺寸从所述多个供应孔中选择出至少一个供应孔,所述供应机构经所述选择出的至少一个供应孔供应所述液体。

11. 如权利要求1所述的曝光设备,所述曝光设备进一步包括:

至少一个气泡回收机构,它在所述投影光学系统沿所述基片移动方向的后侧回收液体

中的气泡。

12. 如权利要求 1 所述的曝光设备,所述曝光设备进一步包括:

一个调节单元,它根据在所述投影光学系统和所述基片之间的所述液体的温度信息的实际测量值和预测值中的至少一个值调节曝光条件。

13. 一种曝光设备,它用能量束照射图案并且经投影光学系统把所述图案转印到基片上,所述曝光设备包括:

一个基片台,基片台上安装着所述基片,所述基片台在保持所述基片的二维平面内移动;

一个供应机构,它把液体供应到所述投影光学系统和所述基片台上的所述基片之间的空间;和

一个回收机构,它回收所述液体,其中

所述投影光学系统包括多个光学元件,其中位置最靠近所述基片的一个光学元件在不包括用来曝光的部分的部分中形成了一个孔,和

利用所述孔执行供应所述液体、回收所述液体和回收气泡这些操作中的至少一种操作。

14. 如权利要求 13 所述的曝光设备,所述曝光设备进一步包括:

一个控制单元,当所述基片台保持静止时,控制单元停止所述供应机构执行的液体供应操作和所述回收机构执行的液体回收操作。

15. 如权利要求 13 所述的曝光设备,其中

所述供应机构从所述基片移动方向的前侧把液体供应到所述投影光学系统和所述基片台上的基片之间的空间。

16. 如权利要求 13 所述的曝光设备,其中

所述供应机构从所述基片移动方向的后侧把液体供应到所述投影光学系统和所述基片台上的基片之间的空间。

17. 如权利要求 13 所述的曝光设备,所述曝光设备进一步包括:

一个驱动系统,在扫描曝光方法中,它相对于所述能量束在预定的扫描方向上驱动所述基片台从而把所述图案转印到所述基片上。

18. 如权利要求 17 所述的曝光设备,其中

所述供应机构具有多个供应孔,所述供应孔彼此分开地布置在与所述扫描方向垂直的非扫描方向上,并且根据所述基片上经受曝光的划分区域的尺寸从所述多个供应孔中选择出至少一个供应孔,所述供应机构经所述选择出的至少一个供应孔供应所述液体。

19. 如权利要求 13 所述的曝光设备,所述曝光设备进一步包括:

至少一个气泡回收机构,它在所述投影光学系统沿所述基片移动方向的后侧回收液体中的气泡。

20. 如权利要求 13 所述的曝光设备,所述曝光设备进一步包括:

一个调节单元,它根据在所述投影光学系统和所述基片之间的所述液体的温度信息的实际测量值和预测值中的至少一个值调节曝光条件。

21. 一种曝光设备,它用能量束照射图案并且经投影光学系统把所述图案转印到基片上,所述曝光设备包括:

一个基片台，基片台上安装着所述基片，所述基片台在保持所述基片的二维平面内移动；

一个供应机构，它把液体供应到所述投影光学系统和所述基片台上的所述基片之间的空间；和

一个回收机构，它回收所述液体，其中

当所述基片台保持静止时，停止所述供应机构执行的液体供应操作和所述回收机构执行的液体回收操作。

22. 如权利要求 21 所述的曝光设备，其中

所述供应机构从所述基片移动方向的前侧把液体供应到所述投影光学系统和所述基片台上的所述基片之间的空间。

23. 如权利要求 21 所述的曝光设备，其中

所述供应机构从所述基片移动方向的后侧把液体供应到所述投影光学系统和所述基片台上的所述基片之间的空间。

24. 如权利要求 21 所述的曝光设备，所述曝光设备进一步包括：

一个驱动系统，在扫描曝光方法中，它相对于所述能量束在预定的扫描方向上驱动所述基片台从而把所述图案转印到所述基片上。

25. 如权利要求 24 所述的曝光设备，其中

所述供应机构具有多个供应孔，所述供应孔彼此分开地布置在与所述扫描方向垂直的非扫描方向上，并且根据所述基片上经受曝光的划分区域的尺寸从所述多个供应孔中选择出至少一个供应孔，所述供应机构经所述选择出的至少一个供应孔供应所述液体。

26. 如权利要求 21 所述的曝光设备，所述曝光设备进一步包括：

至少一个气泡回收机构，它在所述投影光学系统沿所述基片移动方向的后侧回收液体中的气泡。

27. 如权利要求 21 所述的曝光设备，所述曝光设备进一步包括：

一个调节单元，它根据在所述投影光学系统和所述基片之间的所述液体的温度信息的实际测量值和预测值中的至少一个值调节曝光条件。

28. 如权利要求 21 所述的曝光设备，所述曝光设备进一步包括：

一个周壁，它环绕最靠近所述基片并构成所述投影光学系统的至少一个光学元件，所述周壁还与所述基片台上的所述基片表面形成了预定间隙，其中

所述供应机构把所述液体供应到所述投影光学系统在所述基片一侧的端部面对的所述周壁内部。

29. 一种曝光设备，它用能量束照射图案并且经投影光学系统把所述图案分别转印到基片上的多个划分区域上，所述曝光设备包括：

一个基片台，基片台上安装着所述基片，所述基片台在保持所述基片的二维平面内移动；

一个周壁，它环绕最靠近所述基片并构成所述投影光学系统的至少一个光学元件，所述周壁还相对于所述基片台上的所述基片的表面形成了预定间隙；和

至少一个供应机构，它把液体从所述基片移动方向的后侧供应到所述周壁内部。

30. 如权利要求 29 所述的曝光设备，所述曝光设备进一步包括：

一个回收机构,它在所述投影光学系统沿所述基片移动方向的前侧回收所述液体。

31. 如权利要求 29 所述的曝光设备,其中

所述供应机构在所述基片照射区的周边具有多个供应孔,所述照射区是在曝光期间所述能量束经所述图案和所述投影光学系统照射的区域,并且所述供应机构根据所述基片的所述移动方向转换用来供应所述液体的供应孔。

32. 如权利要求 29 所述的曝光设备,所述曝光设备进一步包括:

一个驱动系统,在扫描曝光方法中,它相对于所述能量束在预定的扫描方向上驱动所述基片台从而把所述图案转印到所述基片上。

33. 如权利要求 32 所述的曝光设备,其中

在所述照射区沿所述扫描方向的一侧和另一侧分别提供所述供应机构,和根据所述基片的所述扫描方向转换供应所述液体的所述供应机构。

34. 如权利要求 32 所述的曝光设备,其中

所述供应机构具有多个供应孔,所述供应孔彼此分开地布置在与所述扫描方向垂直的非扫描方向上,并且根据所述基片上经受曝光的划分区域的尺寸从所述多个供应孔中选择出至少一个供应孔,所述供应机构经所述选择出的至少一个供应孔供应所述液体。

35. 如权利要求 29 所述的曝光设备,所述曝光设备进一步包括:

一个板,它设置在所述基片台上所述基片的安装区域的至少一部分外围处,并且所述板的表面布置成与所述基片台上安装的所述基片的表面基本等高。

36. 如权利要求 29 所述的曝光设备,所述曝光设备进一步包括:

至少一个气泡回收机构,它在所述投影光学系统沿所述基片移动方向的后侧回收液体中的气泡。

37. 如权利要求 29 所述的曝光设备,所述曝光设备进一步包括:

一个调节单元,它根据在所述投影光学系统和所述基片之间的所述液体的温度信息的实际测量值和预测值中的至少一个值调节曝光条件。

38. 一种曝光设备,在扫描曝光方法中,它用能量束照射图案,在预定扫描方向移动基片,并且经投影光学系统把所述图案转印到所述基片上的多个划分区域上,所述曝光设备包括:

一个基片台,基片台上安装着所述基片,所述基片台在保持所述基片的二维平面内移动;

一个供应机构,它把液体供应到所述投影光学系统和所述基片台上的所述基片之间的空间;和

一个回收机构,它回收所述液体,其中

在对所述基片上每个所述划分区域执行曝光操作的同时,所述供应机构执行液体供应并且所述回收机构执行液体回收。

39. 如权利要求 38 所述的曝光设备,其中

每次执行对所述划分区域的曝光时,执行所述供应机构进行的所述液体供应和所述回收机构进行的所述液体的全部回收。

40. 如权利要求 39 所述的曝光设备,其中

在转印所述图案时,由于所述基片台在所述扫描方向移动,所述供应机构执行的所述

液体供应在经受曝光的划分区域的前沿进入所述基片上的照射区之前的某一时刻开始,在曝光时,经过所述图案和所述投影光学系统的所述能量束照射在所述照射区上。

41. 如权利要求 40 所述的曝光设备,其中

所述供应机构执行的所述液体供应在已经完成所述基片台在划分区域之间的移动操作后开始,所述移动操作在对要经受曝光的所述划分区域执行图案转印和已经对前一划分区域执行完图案转印之间进行。

42. 如权利要求 40 所述的曝光设备,其中

当经受曝光的所述划分区域的所述前沿到达供应位置时,所述供应机构开始所述的液体供应。

43. 如权利要求 39 所述的曝光设备,其中

在转印所述图案时,由于所述基片台在所述扫描方向移动,所述供应机构执行的所述液体供应在经受曝光的划分区域的后沿离开所述基片上的照射区时的那一刻停止,在曝光时,经过所述图案和所述投影光学系统的能量束照射在所述照射区上。

44. 如权利要求 43 所述的曝光设备,其中

所述回收机构执行的所述液体回收在所述图案已经转印到经受曝光的所述划分区域上之后并且在所述基片台在划分区域之间的移动操作之前结束,在开始把图案转印到下一个划分区域之前执行所述移动操作。

45. 如权利要求 39 所述的曝光设备,其中

在转印所述图案时,由于所述基片台在所述扫描方向移动,所述供应机构执行的所述液体供应在经受曝光的划分区域的后沿完全离开所述基片上的照射区前的某一时刻停止,在曝光时,经过所述图案和所述投影光学系统的所述能量束照射在照射区上。

46. 如权利要求 45 所述的曝光设备,其中

在经受曝光的所述划分区域的所述后沿到达供应位置时停止所述供应机构执行的所述液体供应。

47. 如权利要求 45 所述的曝光设备,其中

所述回收机构执行的所述液体回收在所述图案已经转印到经受曝光的所述划分区域上之后并且在所述基片台在划分区域之间的移动操作之前结束,在开始把图案转印到下一个划分区域之前执行所述移动操作。

48. 如权利要求 38 所述的曝光设备,所述曝光设备进一步包括:

一个周壁,它环绕最靠近所述基片并构成所述投影光学系统的至少一个光学元件,所述周壁还相对于所述基片台上的所述基片的表面形成了预定间隙,其中

所述供应机构把所述液体供应到所述投影光学系统在所述基片一侧的端部面对的所述周壁内部。

49. 一种曝光设备,在扫描曝光方法中,它用能量束照射图案,在预定扫描方向移动基片,并且经投影光学系统把所述图案转印到所述基片上的多个划分区域上,所述曝光设备包括:

一个基片台,基片台上安装着所述基片,所述基片台在保持所述基片的二维平面内移动;

一个周壁,它环绕最靠近所述基片并构成所述投影光学系统的至少一个光学元件,所

述周壁还相对于所述基片台上的所述基片的表面形成了预定间隙；

一个供应机构,它把液体供应到所述周壁内部;和

一个回收机构,它回收所述液体。

50. 如权利要求 49 所述的曝光设备,其中

所述周壁内部处于负压状态。

51. 如权利要求 49 所述的曝光设备,其中

当保持所述基片的所述基片台移动时,所述供应机构执行所述液体供应并且所述回收机构执行所述液体回收。

52. 如权利要求 49 所述的曝光设备,其中

当保持所述基片的所述基片台静止时,暂停所述供应机构执行的液体供应操作和所述回收机构执行的液体回收操作,并且保持所述液体保持在所述周壁内的状态。

53. 如权利要求 49 所述的曝光设备,其中

所述预定间隙设定为 3mm 或更小。

54. 一种曝光设备,在扫描曝光方法中,它用能量束照射图案,在预定扫描方向移动基片,并且经投影光学系统把所述图案转印到所述基片上的多个划分区域上,所述曝光设备包括:

一个基片台,基片台上安装着所述基片,所述基片台在保持所述基片的二维平面内移动;和

一个供应机构,它具有多个供应孔,这些供应孔彼此分开地布置在与所述扫描方向垂直的非扫描方向上,并且根据所述基片上经受曝光的划分区域的位置从所述多个供应孔中选择出至少一个供应孔,所述供应机构经所述选择出的至少一个供应孔沿所述扫描方向把所述液体供应到预定的空间区域,所述空间区域至少包括所述基片台上所述基片和所述投影光学系统之间的空间。

55. 如权利要求 54 所述的曝光设备,其中

当经受曝光的所述划分区域是所述基片周边中的划分区域时,所述供应机构只通过在所述非扫描方向上彼此分开的所述多个供应孔中的一部分供应孔来供应所述液体。

56. 如权利要求 54 所述的曝光设备,所述曝光设备进一步包括:

至少一个气泡回收机构,它在沿所述扫描方向流动的所述液体相对于所述投影光学系统的上游侧回收液体中的气泡。

57. 如权利要求 54 所述的曝光设备,其中

所述供应机构从所述基片的移动方向的后侧供应液体。

58. 如权利要求 54 所述的曝光设备,所述曝光设备进一步包括:

一个调节单元,它根据在所述投影光学系统和所述基片之间的所述液体的温度信息的实际测量值和预测值中的至少一个值调节曝光条件。

59. 一种曝光设备,在扫描曝光方法中,它用能量束照射图案,在预定扫描方向移动基片,并且经投影光学系统把所述图案转印到所述基片上的多个划分区域上,所述曝光设备包括:

一个基片台,基片台上安装着所述基片,所述基片台在保持所述基片的二维平面内移动;和

一个供应机构,它具有多个供应孔,所述供应孔彼此分开地布置在与所述扫描方向垂直的非扫描方向上,并且根据所述基片上经受曝光的划分区域在所述非扫描方向上的尺寸从所述多个供应孔中选择出至少一个供应孔,所述供应机构经所述选择出的至少一个供应孔沿所述扫描方向把所述液体供应到预定的空间区域,所述空间区域至少包括所述基片台上所述基片和所述投影光学系统之间的空间。

60. 如权利要求 59 所述的曝光设备,所述曝光设备进一步包括 :

至少一个气泡回收机构,它在沿所述扫描方向流动的所述液体相对于所述投影光学系统的上游侧回收液体中的气泡。

61. 如权利要求 59 所述的曝光设备,其中

所述供应机构从所述基片的移动方向的后侧供应液体。

62. 如权利要求 59 所述的曝光设备,所述曝光设备进一步包括 :

一个调节单元,它根据在所述投影光学系统和所述基片之间的所述液体的温度信息的实际测量值和预测值中的至少一个值调节曝光条件。

63. 一种曝光设备,它用能量束照射图案并且经投影光学系统把所述图案转印到基片上,所述曝光设备包括 :

一个基片台,基片台上安装着所述基片,所述基片台在保持所述基片的二维平面内移动;

一个供应机构,它把液体供应到所述投影光学系统和所述基片台上的所述基片之间的空间;和

至少一个气泡回收机构,它在所述液体流动相对于所述投影光学系统的上游侧回收液体中的气泡。

64. 如权利要求 63 所述的曝光设备,其中

所述气泡回收机构把气泡和所述液体一起排出。

65. 如权利要求 63 所述的曝光设备,其中

设有多个所述气泡回收机构,和

根据所述基片的移动方向转换用来回收气泡的所述气泡回收机构。

66. 如权利要求 63 所述的曝光设备,所述曝光设备进一步包括 :

一个调节单元,它根据在所述投影光学系统和所述基片之间的所述液体的温度信息的实际测量值和预测值中的至少一个值调节曝光条件。

67. 如权利要求 63 所述的曝光设备,其中

所述供应机构沿所述基片的移动方向形成所述液体的流动。

68. 如权利要求 67 所述的曝光设备,其中

所述供应机构从所述基片的移动方向的后侧提供所述液体。

69. 一种曝光设备,它用能量束照射图案并且经投影光学系统把所述图案转印到基片上,所述曝光设备包括 :

一个基片台,基片台上安装着所述基片,所述基片台在保持所述基片的二维平面内移动;

一个供应机构,它把液体供应到包括所述投影光学系统和所述基片台上的所述基片之间空间的预定空间区域;和

一个调节单元,它根据在所述投影光学系统和所述基片之间的所述液体的温度信息调节曝光条件。

70. 如权利要求 69 所述的曝光设备,所述曝光设备进一步包括:

一个驱动系统,在扫描曝光方法中,它相对于所述能量束在预定扫描方向上驱动所述基片台从而把所述图案转印到所述基片上;和

至少两个温度传感器,至少每一个温度传感器布置在所述投影光学系统沿所述扫描方向的一侧和另一侧。

71. 如权利要求 70 所述的曝光设备,所述曝光设备进一步包括:

一个预测单元,它根据分别布置在所述扫描方向的一侧和另一侧的所述至少两个温度传感器的探测结果,预测当所述液体穿过所述能量束经所述图案和所述投影光学系统照射的所述基片区域时所发生的所述液体的温度变化。

72. 如权利要求 69 所述的曝光设备,所述曝光设备进一步包括:

一个驱动系统,在扫描曝光方法中,它相对于能量束在预定扫描方向上驱动所述基片台从而把所述图案转印到所述基片上,其中

所述调节单元在调节曝光条件时考虑到了所述投影光学系统和所述基片之间的所述液体在扫描方向上的温度分布。

73. 如权利要求 72 所述的曝光设备,其中

所述调节单元调节像平面和所述基片的表面之间的位置关系,在调节时考虑了在所述扫描方向上所述温度分布造成的像平面倾斜。

74. 如权利要求 73 所述的曝光设备,其中

所述调节单元倾斜所述基片使得所述基片与所述扫描方向上所述温度分布造成的所述像平面倾斜匹配并且还在所述的倾斜方向上扫描所述基片。

75. 如权利要求 69 所述的曝光设备,其中

所述供应机构沿所述基片的移动方向形成所述液体的流动。

76. 如权利要求 75 所述的曝光设备,其中

所述供应机构从所述基片的移动方向的后侧供应所述液体。

77. 如权利要求 69 所述的曝光设备,其中

所述温度信息包括实际测量值和预测值中的至少一个值。

78. 如权利要求 69 所述的曝光设备,所述曝光设备进一步包括:

一个温度传感器,它能够探测所述投影光学系统和所述基片之间所述液体的温度,其中

根据所述温度传感器的探测结果调节所述曝光条件。

79. 如权利要求 69 所述的曝光设备,其中

根据所述温度信息执行焦点控制,以调节所述投影光学系统形成的像平面和所述基片的表面之间的位置关系。

80. 一种曝光设备,在投影光学系统和基片之间的空间充满液体的状态下,所述曝光设备通过所述投影光学系统把预定图案转印到所述基片上,其中

当执行多次曝光时,第一图案转印到所述基片上的划分区域上,然后在所述液体保持在所述投影光学系统和所述基片之间的状态下第二图案也转印到所述基片上的所述划分

区域上。

81. 一种曝光设备,它通过利用投影光学系统把图案图像投影到基片上来曝光所述基片,所述曝光设备包括:

一个基片台,基片台上安装着所述基片,所述基片台在保持所述基片的二维平面内移动;

一个供应机构,它把液体供应到包括所述投影光学系统和所述基片台上的所述基片之间空间的预定空间区域;和

一个调节单元,它根据在所述投影光学系统和所述基片之间的所述液体的压力信息调节曝光条件。

82. 如权利要求 81 所述的曝光设备,其中

在预定扫描方向上移动所述基片的同时对所述基片进行曝光,

供应到所述投影光学系统和所述基片之间的所述液体平行于所述扫描方向流动,和

所述调节单元根据所述扫描方向上的压力分布调节所述曝光条件。

83. 如权利要求 81 所述的曝光设备,其中

在沿着与所述液体流动方向相同的方向移动所述基片时对所述基片进行曝光。

84. 如权利要求 81 所述的曝光设备,其中

所述调节单元根据关于与基片扫描速度对应的曝光条件的调节信息调节所述曝光条件。

85. 如权利要求 81 所述的曝光设备,其中

所述调节单元根据关于与所述供应机构供应的所述液体量对应的曝光条件的调节信息调节所述曝光条件。

86. 一种曝光设备,它用能量束照射图案并且在把液体局部保持在投影光学系统的像平面一侧的同时经所述投影光学系统和所述液体把所述图案转印到基片上,所述曝光设备包括:

一个供应机构,它把所述液体供应到所述投影光学系统的像平面一侧上;和

一个排气机构,它排放所述投影光学系统的像平面一侧上的气体,其中

所述供应机构在所述排气机构进行排气操作的同时开始供应所述液体。

87. 如权利要求 86 所述的曝光设备,所述曝光设备进一步包括:

一个控制单元,它至少根据所述液体的温度信息和所述液体的压力信息中的一个信息控制所述基片台的移动。

88. 如权利要求 87 所述的曝光设备,其中

所述控制单元至少根据所述液体的温度信息和所述液体的压力信息中的一个信息控制所述基片台的移动,从而使得所述投影光学系统形成的像平面和所述基片的一个表面彼此基本重合。

89. 一种曝光设备,它经投影光学系统和液体把能量束照射到基片上并且曝光所述基片,所述曝光设备包括:

一个基片台,基片台能够在保持所述基片的二维平面内移动;和

一个控制单元,它至少根据所述液体的温度信息和所述液体的压力信息中的一个信息控制所述基片台的移动。

90. 如权利要求 89 所述的曝光设备,其中

所述控制单元至少根据所述液体的温度信息和所述液体的压力信息中的一个信息控制所述基片台的移动,从而使得所述投影光学系统形成的像平面和所述基片的一个表面彼此基本重合。

曝光设备和器件制造法

[0001] 分案申请说明

[0002] 本申请是申请号是 200810175137.5、发明名称是“曝光设备和器件制造法”且申请日是 2003 年 12 月 8 日的中国发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0003] 本发明涉及曝光设备和器件制造法，尤其涉及一种在制造如半导体或液晶显示器等电子器件时用于光刻工艺中的曝光设备和使用该曝光设备的器件制造法。

背景技术

[0004] 在制造半导体（集成电路）或液晶显示器等电子器件的光刻工艺中，使用投影曝光设备通过投影光学系统把掩模或分划板（以下统称作“分划板”）上的图案转印到一个涂覆有抗蚀剂（光敏剂）的晶片或如玻璃板等感光基片（以下称为“玻璃板”或“晶片”）上的拍摄区上。在传统上，作为这样一种投影曝光设备，主要采用基于分步重复方法的缩小投影曝光设备（即所谓的步进器）；但近来另一种投影曝光设备引起了人们的注意，这种曝光设备在同步扫描分划板和晶片的同时执行曝光（即所谓的扫描步进器）。

[0005] 所使用的曝光波长越短或投影光学系统的数值孔径 (NA) 越高，投影曝光设备中安装的投影光学系统的分辨率就越高。因此，为了适应越来越精细的集成电路，投影曝光设备中使用的曝光波长就一年比一年短并且投影光学系统的数值孔径也越来越高。目前曝光中广泛使用的波长是 KrF 准分子激光器产生的 248nm 波长，但是在实践中具有 193nm 更短波长的 ArF 准分子激光器也逐渐开始使用。

[0006] 另外，在执行曝光中，焦点深度 (DOF) 与分辨率一样重要。可以用下述公式表示分辨率 R 和焦点深度 δ 。

$$R = k_1 \times \lambda / NA$$

$$\delta = k_2 \times \lambda / NA^2$$

[0009] 其中 λ 是曝光波长，NA 是投影光学系统的数值孔径， k_1 和 k_2 是工艺系数。从公式 (1) 和 (2) 可以看出，当为了得到更高的分辨率 R 而缩短曝光波长 λ 和增加数值孔径 NA 时，焦点深度 δ 变得更窄。但是在投影曝光设备中，由于用自聚焦方法执行曝光，即调节晶片的表面使得它与投影光学系统的像平面匹配，在一定程度上更希望具有较宽的焦点深度 δ 。因此，已经开始提出各种大幅度加宽焦点深度的方法，如相位移动分划板方法、改进的照射方法以及多层抗蚀剂方法。

[0010] 如上所述，在传统的投影曝光设备中，曝光光波长越短和投影光学系统的数值孔径越大则焦点深度就越窄。并且为了适应集成度越来越高的集成电路，将来曝光波长肯定会越来越短；但这样就会使得焦点深度过窄造成在曝光操作的过程中没有足够的裕度。

[0011] 因此，已经提出了一种浸液方法，它在大幅度缩短曝光波长的同时与空气中的焦点深度相比还增加（增宽）焦点深度。在这种浸液方法中，通过把水或有机溶剂等液体充入投影光学系统的下表面和晶片表面之间的空间，以便利用液体中曝光光的波长只有空气

中波长的 $1/n$ (n 为液体的折射率, 通常为 $1.2 \sim 1.6$) 这一事实来提高分辨率。另外, 当应用这种浸液方法时, 与获得同样的分辨率而不对投影光学系统应用浸液方法相比 (假设能够制造出这样的投影光学系统), 焦点深度大致扩大了 n 倍。也就是说, 比大气中的焦点深度扩大了 n 倍 (如可参见国际申请 No. 99/49504 的小册子等)。

[0012] 根据前述国际申请 No. 99/49504 披露的投影曝光方法和设备 (今后称之为“传统技术”), 浸液方法能够使得以高分辨率执行曝光, 并且聚焦深度比空气中的聚焦深度大, 而且即使投影光学系统和晶片之间存在相互运动, 也能够使液体稳定地填充在投影光学系统和基片之间, 或者说可靠地保持住液体。

[0013] 但是在传统技术中, 很难完全回收液体, 并且用作浸液的液体很可能留在晶片上。在这种情况下, 当残留液体汽化时, 汽化热会使得大气中的温度分布和折射率改变, 并且由此导致用来测量其上安装了晶片的台位置的激光干涉仪的测量误差。另外, 晶片上残留液体可能会流到晶片后面, 使得晶片粘在载臂上并且很难分离。另外, 液体回收操作还可能扰乱液体周围大气的气体 (空气) 流动, 这会使得大气中的温度分布和折射率改变。

[0014] 另外, 在传统技术中, 当曝光晶片上的边缘照射区域时, 如果投影光学系统的投影区域靠近晶片的边缘, 液体可能流到晶片外面, 这可能会对图案投影图像的理想成像造成干扰。另外, 如果晶片不位于投影光学系统的下面, 就很难保持上述的液体; 因此, 在更换晶片后, 当对更换后的晶片开始曝光时, 必须等到晶片移动到投影光学系统下面并且液体已经提供到投影光学系统和晶片之间的空间后才能开始。

[0015] 另外, 必须把聚焦传感器或对准传感器这些传感器等外围单元布置在投影光学系统附近。但是在这种传统技术中, 由于供应管道、回收管道等布置在投影光学系统的外部, 在布置外围单元时就限制了自由度。

[0016] 另外, 在这种传统技术中, 在供应的液体中会形成或出现气泡, 当这些气泡进入投影光学系统和基片之间的空间时, 它们不仅降低了曝光光的透射而导致不均匀曝光, 而且在形成图案的投影图像时会造成图像的缺陷。

[0017] 另外, 由于曝光光照射投影光学系统和基片之间的液体, 在液体中会发生温度变化 (折射率变化), 这会降低图案的成像质量。另外, 投影光学系统和基片之间的液体压力会造成保持投影光学系统和晶片的晶片台振动或倾斜, 这会降低图案转印到晶片上的精度。另外, 当液体在图案的投影区域中相对于投影光学系统流动时, 可能会发生沿流动方向的温度变化和压力变化, 这可能导致投影光学系统中的像差如像平面倾斜或导致图案转印精度在某些方面的下降, 这损坏了图案转印图像的线宽均匀性。

[0018] 因此, 可能对上述传统技术的实例做出各种改进。

发明内容

[0019] 在这种情况下提出了本发明, 并且根据本发明的第一个方面, 提供第一个曝光设备, 它用能量束照射图案并且经投影光学系统把图案转印到基片上, 曝光设备包括: 一个基片台, 基片台上安装着基片, 基片台在保持基片的二维平面内移动; 一个供应机构, 它把液体供应到投影光学系统和基片台上的基片之间的空间; 一个回收机构, 它回收液体; 和一个辅助回收机构, 它回收不能回收的液体。

[0020] 在这种曝光设备中, 供应机构把液体供应到投影光学系统和基片台上的基片之间

的空间,回收机构回收液体。在这种情况下,预定量的液体保持(充满)在投影光学系统(的末端)和基片台上的基片之间。因此,通过在这种状态下执行曝光(图案转印到基片上),应用了浸液方法,并且能够把基片表面上的曝光光波长缩短到空气中波长的 $1/n$ 倍(n 是液体的折射率)并且进一步把焦点深度拓宽到空气中焦点深度的 n 倍左右。另外,当同时使用供应机构进行液体供应和使用回收机构进行液体回收时,投影光学系统和基片之间的液体就一直处于交换状态,因此,当异物粘在晶片上时,液体的流动能够去除异物。这样与在空气中执行曝光相比,就能够使得曝光具有更高的分辨率和更宽的焦点深度。另外,当发生回收机构不能完全回收液体的情况时,辅助回收机构回收那些不能回收的液体。这样,液体就不会留在基片上,这样就不会发生残留(残余)液体引起的各种前述不便。因此,利用本发明的曝光设备,能够以很高的精度把图案转印到基片上,并且还能避免液体残留在基片上。利用本发明的曝光设备,不是一定要同时执行供应机构所执行的液体供应和回收机构所执行的液体回收。

[0021] 在这种情况下,曝光设备进一步包括:一个板,它设在基片台上基片安装区域的至少一部分外围处,并且板的表面布置成与基片台上所安装基片的表面基本等高。在这种情况下,即使在液体局部地保持在投影光学系统和基片之间的状态下基片台移动到投影光学系统离开基片的位置,液体仍然能够保持在投影光学系统和该板之间,所以就能够防止液体流出。

[0022] 在本发明的第一个曝光设备中,辅助回收机构能够在投影光学系统的基片移动方向的后侧回收残留液体,或辅助回收机构能够在投影光学系统的基片移动方向的前侧回收残留液体。

[0023] 在本发明的第一个曝光设备中,辅助回收机构包括一个抽吸流体的抽吸机构。

[0024] 在这种情况下,曝光设备能够进一步包括:一个气体供应机构,它抑制抽吸机构的抽吸操作引起的液体周围的环境变化。

[0025] 根据本发明的第二个方面,提供第二个曝光设备,它用能量束照射图案并且经投影光学系统把图案转印到基片上,曝光设备包括:一个基片台,基片台上安装着基片,基片台在保持基片的二维平面内移动;一个供应机构,它供应液体从而局部地用液体填充投影光学系统和基片台上的基片之间的空间;一个回收机构,它回收液体;和一个板,它设在基片台上基片安装区域的至少一部分外围处,并且板的表面布置成与基片台上所安装基片的表面基本等高。

[0026] 在这种曝光设备中,供应机构把液体供应到投影光学系统和基片台上的基片之间的空间,并且回收机构回收液体。在曝光过程中,供应机构进行的液体供应和回收机构进行的液体回收不必同时执行,但是,至少在曝光过程中,预定量的液体局部保持在投影光学系统和基片台上的基片之间。因此,与在空气中执行的曝光相比,利用浸液方法执行的曝光能够具有更高的分辨率和更宽的焦点深度。并且即使与液体局部地保持在投影光学系统和基片之间的状态下基片台移动到投影光学系统离开基片的位置时,例如当曝光基片的周边时,或在曝光完毕后更换基片台上的基片时,液体仍然能够保持在投影光学系统和该板之间,所以就能够防止液体流出。另外,由于在更换基片时液体能够保持在投影光学系统和该板之间,所以就能够开始基片的曝光操作而无需花费时间供应液体。因此,利用本发明的曝光设备,能够以很高的精度把图案转印到基片上,并且还提高了产量,这是由于在更换晶片

后不再需要供应液体的时间。

[0027] 在这种情况下,在该板和基片之间形成的间隙可以设定在 3mm 或更小。在这种情况下,即使当投影光学系统的像平面侧上的浸液部分在基片和板之间的边界上时,如当基片台从基片在投影光学系统下面的位置移动到基片离开投影光学系统的位置时,由于液体表面张力的作用,就能够避免基片和板之间的液体流出到间隙中。

[0028] 在本发明的第二个曝光设备中,曝光设备可以进一步包括:一个干涉仪,它测量基片台的位置;和一个空气调节机构,它在投影光学系统和基片之间的液体的周围执行空气调节。

[0029] 在本发明的第二个曝光设备中,供应机构可以在板处开始液体供应。

[0030] 根据本发明的第三个方面,提供第三个曝光设备,它用能量束照射图案并且经投影光学系统把图案转印到基片上,曝光设备包括:一个基片台,基片台上安装着基片,基片台在保持基片的二维平面内移动;一个干涉仪,它测量基片台的位置;一个供应机构,它把液体供应到投影光学系统和基片台上的基片之间的空间;一个回收机构,它回收液体;和一个空气调节机构,它在投影光学系统和基片之间的液体的周围执行空气调节。

[0031] 在这种曝光设备中,供应机构把液体供应到投影光学系统和基片台上的基片之间的空间,并且回收机构回收液体。在这种情况下,在曝光过程中,供应机构进行的液体供应和回收机构进行的液体回收不必同时执行,但是,至少在曝光过程中,预定量的液体局部保持在投影光学系统和基片台上的基片之间。因此,与在空气中执行的曝光相比,利用浸液方法执行的曝光能够具有更高的分辨率和更宽的焦点深度。另外,由于空气调节机构在液体的周围执行空气调节,在回收机构回收液体时,能够防止在液体周围的大气中的气体流动形成气体湍流,这样就能够避免干涉仪的测量误差,从而能够以很好的精度测量晶片台 WST 的位置,注意如果气体流动形成空气湍流(包括气体的温度波动和折射率的变化等),就可能引起干涉仪的测量误差。因此,利用本发明的曝光设备,能够以很高的精度把图案转印到基片上。

[0032] 在这种情况下,空气调节机构可以包括抽吸流体的抽吸机构。

[0033] 在这种情况下,抽吸机构还能够执行回收机构不能回收的液体的功能。在这种情况下,当发生回收机构不能完全回收液体的情况时,抽吸机构收集不能回收的液体。因此,液体就不会留在基片上,这样就不会发生残留(残余)液体引起的各种前述不便。

[0034] 在本发明第三个曝光设备中,空气调节机构可以独立于容纳曝光设备的腔室内部的空气调节对液体周围进行局部的空气调节。

[0035] 在本发明第一个到第三个曝光设备中的每个曝光设备中,投影光学系统可以包括多个光学元件,其中位置最靠近基片的光学元件在不包括用来曝光的部分的部分中形成了一个孔,并且利用该孔执行供应液体、回收液体和回收气泡(液体中的气泡)这些操作中的至少一种操作。

[0036] 根据本发明的第四个方面,提供第四个曝光设备,它用能量束照射图案并且经投影光学系统把图案转印到基片上,曝光设备包括:一个基片台,基片台上安装着基片,基片台在保持基片的二维平面内移动;一个供应机构,它把液体供应到投影光学系统和基片台上的基片之间的空间;和一个回收机构,它回收液体,其中投影光学系统包括多个光学元件,其中位置最靠近基片的光学元件在不包括用来曝光的部分的部分中形成了一个孔,并

且利用该孔执行供应液体、回收液体和回收气泡这些操作中的至少一种操作。

[0037] 在这种曝光设备中,在构成投影光学系统的光学元件中,位置最靠近基片的光学元件在不用来曝光的部分中形成了一个孔,并且利用该孔执行供应液体、回收液体或回收液体中气泡的操作。因此,与供应机构和回收机构布置在投影光学系统外部相比,能够节省空间。另外,在这种情况下,供应机构同样把液体供应到投影光学系统和基片台上的基片之间的空间,并且回收机构回收液体。在这种情况下,在曝光过程中,供应机构进行的液体供应和回收机构进行的液体回收不必同时执行,但是,至少在曝光过程中,预定量的液体保持在投影光学系统和基片台上的基片之间。因此,与在空气中执行的曝光相比,利用浸液方法执行的曝光能够具有更高的分辨率和更宽的焦点深度。因此,利用本发明的曝光设备,能够以很高的精度把图案转印到基片上,并且还增加了布置在投影光学系统的周边的每个部分的自由度。

[0038] 在本发明第一个到第四个曝光设备中的每个曝光设备中,曝光设备可以进一步包括:一个控制单元,当基片台保持静止时,控制单元停止供应机构执行的液体供应操作和回收机构执行的液体回收操作。

[0039] 根据本发明的第五个方面,提供第五个曝光设备,它用能量束照射图案并且经投影光学系统把图案转印到基片上,曝光设备包括:一个基片台,基片台上安装着基片,基片台在保持基片的二维平面内移动;一个供应机构,它把液体供应到投影光学系统和基片台上的基片之间的空间;和一个回收机构,它回收液体,其中当基片台保持静止时,停止供应机构执行的液体供应操作和回收机构执行的液体回收操作。

[0040] 在这个曝光设备中,当基片台保持静止时,停止供应机构执行的液体供应操作和回收机构执行的液体回收操作。在这种情况下,当使用具有高分辨率的投影光学系统(具有大数值孔径的投影光学系统)时,如果投影光学系统和基片之间的距离(工作距离)较小,那么利用其表面张力能够把液体保持在投影光学系统和基片之间。在大多数情况下,当基片台静止时更换液体的需求较低,所以与供应机构执行的液体供应操作和回收机构执行的液体回收操作总是同时进行的情况相比(即不仅在基片台移动时,而且在基片台静止时),能够减少使用的液体量。在这种情况下,至少在曝光过程中,预定量的液体保持在投影光学系统和基片台上的基片之间。因此,与在空气中执行的曝光相比,利用浸液方法执行的曝光能够具有更高的分辨率和更宽的焦点深度。因此,利用本发明的曝光设备,能够以很高的精度把图案转印到基片上,并且减少了使用的液体量。这特别适合用于使用的液体较昂贵的情况。

[0041] 在本发明第一个到第五个曝光设备中的每个曝光设备中,供应机构能够从基片移动方向的前侧把液体供应到投影光学系统和基片台上的基片之间的空间,或供应机构能够从基片移动方向的后侧把液体供应到投影光学系统和基片台上的基片之间的空间。

[0042] 在本发明第一个到第五个曝光设备中的每个曝光设备中,曝光设备可以进一步包括:一个驱动系统,在扫描曝光方法中,它相对于能量束在预定的扫描方向上驱动基片台从而把图案转印到基片上。

[0043] 在这种情况下,供应机构可以具有多个供应孔,这些供应孔彼此分开地布置在与扫描方向垂直的非扫描方向上,并且根据基片上经受曝光的划分区域的尺寸从所述多个供应孔中选择出至少一个供应孔,供应机构经选择出的至少一个供应孔供应液体。

[0044] 根据本发明的第六个方面，提供第六个曝光设备，它用能量束照射图案并且经投影光学系统把图案分别转印到基片上的多个划分区域上，曝光设备包括：一个基片台，基片台上安装着基片，基片台在保持基片的二维平面内移动；一个周壁，它环绕最靠近基片布置并构成投影光学系统的至少一个光学元件，周壁还相对于基片台上的基片表面形成了预定间隙；和至少一个供应机构，它把液体从基片移动方向的后侧供应到周壁内部。

[0045] 在这种曝光设备中，当基片移动时，即在保持基片的基片台移动时，供应机构从基片移动方向的后侧把液体供应到周壁内部，这包括投影光学系统和基片台上基片之间的空间，并且当基片移动时液体填充在投影光学系统和基片之间的空间。在这种情况下，当基片上预定的划分区域移动到投影光学系统下面时，在它到达投影光学系统下面的空间之前，能够确保液体供应到划分区域的上侧。也就是说，当基片在预定方向移动时，投影光学系统和基片表面之间的空间充满了液体。因此，通过对作为经受曝光区域的划分区域执行曝光（图案转印到基片上），与在空气中执行的曝光相比，利用浸液方法执行的曝光能够具有更高的分辨率和更宽的焦点深度。因此，这样能够以很高的精度把图案转印到基片上的多个划分区域中的每个划分区域上。

[0046] 在这种情况下，曝光设备可以进一步包括：一个回收机构，它在投影光学系统的基片移动方向的前侧回收液体。在这种情况下，供应机构从基片移动方向的后侧把液体供应到周壁内部，而回收机构在投影光学系统的基片移动方向的前侧回收液体。在这种情况下，所供应的液体在投影光学系统和基片之间沿着基片的移动方向流动。因此，如果有异物粘在基片上，液体的流动能够清除这些异物。

[0047] 在本发明第六个曝光设备中，供应机构在基片照射区的周边可以具有多个供应孔，照射区是在曝光时能量束经图案和投影光学系统照射的区域，并且供应机构能够根据基片的移动方向转换用来供应液体的供应孔。

[0048] 在本发明的第六个曝光设备中，曝光设备可以进一步包括：一个驱动系统，在扫描曝光方法中，它相对于能量束在预定的扫描方向上驱动基片台从而把图案转印到基片上。

[0049] 在这种情况下，能够给照射区分别在扫描方向的一侧和另一侧提供供应机构，并且根据基片的扫描方向能够转换供应液体的供应机构。

[0050] 在本发明的第六个曝光设备中，供应机构可以具有多个供应孔，这些供应孔彼此分开地布置在与扫描方向垂直的非扫描方向上，并且根据基片上经受曝光的划分区域的尺寸从多个供应孔中选择出至少一个供应孔，供应机构经选择出的至少一个供应孔供应液体。

[0051] 在本发明的第六个曝光设备中，曝光设备可以进一步包括：一个板，它设在基片台上基片安装区域的至少一部分外围处，并且板的表面设置成与基片台上所安装基片的表面基本等高。

[0052] 在本发明第一个到第六个曝光设备中的每个曝光设备中，曝光设备可以进一步包括：至少一个气泡回收机构，它在投影光学系统的基片移动方向的后侧回收液体中的气泡。

[0053] 在本发明第一个到第六个曝光设备中的每个曝光设备中，曝光设备可以进一步包括：一个调节单元，它根据在所述投影光学系统和所述基片之间的液体温度信息的实际测量值和预测值中的至少一个值调节曝光条件。

[0054] 根据本发明的第七个方面，提供第七个曝光设备，在扫描曝光方法中，它用能量束

照射图案,在预定扫描方向移动基片,并且经投影光学系统把图案转印到基片上的多个划分区域上,曝光设备包括:一个基片台,基片台上安装着基片,基片台在保持基片的二维平面内移动;一个供应机构,它把液体供应到投影光学系统和基片台上的基片之间的空间;和一个回收机构,它回收液体,其中在对基片上每个划分区域执行曝光操作的同时,供应机构执行液体供应并且回收机构执行液体回收。

[0055] 在这种曝光设备中,由于在对基片上每个划分区域执行曝光操作的同时,供应机构执行液体供应并且回收机构执行液体回收,所以当在扫描曝光方法中把图案转印到基片上的经受曝光的划分区域上时,在划分区域穿过能量束经投影光学系统照射的照射区时,预定量的液体(一直保持在持续交换状态)能够填充到投影光学系统和基片之间的空间,并且与在空气中执行的曝光相比,利用浸液方法执行的曝光能够具有更高的分辨率和更宽的焦点深度。同时,可以实现这样一种状态,即除了经受曝光的划分区域穿过能量束的照射区的照射时间以外的时间或除了包括照射时间和照射时间之后的很短一段时间的时间以外的时间基片上没有液体。也就是说,在依次曝光基片上多个划分区域时,每次曝光一个划分区域时,都重复执行把液体供应到投影光学系统和基片之间的空间和全部液体回收的操作,这样能够缩短液体存在于基片上的时间,从而也能够避免基片上光敏剂(抗蚀剂)中物质质量下降,并且还能抑制基片周围大气环境恶化。另外,在曝光前一划分区域时曝光光的照射所加热的液体不会影响对随后划分区域的曝光。

[0056] 在这种情况下,每次执行对每个划分区域的曝光时,都可以执行供应机构进行的液体供应和回收机构进行的全部液体回收。

[0057] 在这种情况下,在转印图案时,由于基片台在扫描方向移动,供应机构执行的液体供应可以在经受曝光的划分区域的前沿进入基片上的照射区之前的某一刻开始,在曝光时,经过图案和投影光学系统的能量束照射在照射区上。

[0058] 在这种情况下,供应机构执行的液体供应可以在已经完成基片台在划分区域之间的移动操作后开始,这种移动操作在对要经受曝光的划分区域执行图案转印和已经对前一划分区域执行完图案转印之间进行,或者如权利要求36的曝光设备一样,当经受曝光的划分区域前沿到达供应位置时供应机构开始液体供应。

[0059] 在本发明的第七个曝光设备中,在转印图案时,由于基片台在扫描方向移动,供应机构执行的液体供应可以在经受曝光的划分区域的后沿离开基片上的照射区时的那一刻停止,在曝光时,经过图案和投影光学系统的能量束照射在照射区上。

[0060] 在这种情况下,回收机构执行的液体回收可以在图案已经转印到经受曝光的划分区域上之后并且在基片台在划分区域之间的移动操作开始之前结束,在开始把图案转印到下一个划分区域之前执行该移动操作。

[0061] 在本发明的第七个曝光设备中,在转印图案时,由于基片台在扫描方向移动,供应机构执行的液体供应可以在经受曝光的划分区域的后沿完全离开基片上的照射区前的某一刻停止,在曝光时,经过图案和投影光学系统的能量束照射在照射区上。

[0062] 在这种情况下,在经受曝光的划分区域的后沿到达供应位置时停止供应机构执行的液体供应。另外,回收机构执行的液体回收可以在图案已经转印到经受曝光的划分区域上之后并且在基片台在划分区域之间的移动操作开始之前结束,在开始把图案转印到下一个划分区域之前执行该移动操作。

[0063] 在本发明第五个到第七个曝光设备中的每个曝光设备中,曝光设备可以进一步包括:一个周壁,它环绕至少一个最靠近基片,并且构成投影光学系统的光学元件,这个光学元件周壁还相对于基片台上的基片表面形成了预定间隙,其中供应机构把液体供应到投影光学系统在基片侧的端部面对的周壁内部。

[0064] 根据本发明的第八个方面,提供第八个曝光设备,在扫描曝光方法中,它用能量束照射图案,在预定扫描方向移动基片,并且经投影光学系统把图案转印到基片上的多个划分区域上,曝光设备包括:一个基片台,基片台上安装着基片,基片台在保持基片的二维平面内移动;一个周壁,它环绕最靠近基片布置并且构成投影光学系统的至少一个光学元件,周壁还相对于基片台上的基片表面形成了预定间隙;一个供应机构,它把液体供应到周壁内部;和一个回收机构,它回收液体。

[0065] 在这种曝光设备中,供应机构把液体供应到周壁内部,这包括投影光学系统和基片台上基片之间的空间,并且回收机构回收液体。因此,供应机构执行的液体供应和回收机构执行的液体回收同时进行时,预定量的液体(一直保持在交换状态)能够保持在包括投影光学系统和基片之间空间的周壁内部。因此,在对基片上作为经受曝光区域的划分区域执行曝光时(图案转印到基片上),通过同时执行上述的液体供应和回收,与在空气中执行的曝光相比,利用前述浸液方法执行的曝光能够具有更高的分辨率和更宽的焦点深度。另外,在这种情况下,由于曝光设备包括一个周壁,它环绕最靠近基片布置并且构成投影光学系统的至少一个光学元件,并且周壁还相对于基片台上的基片表面形成了预定间隙,所以通过把间隙设定得很小,液体和外部空气的接触面积就非常小,并且液体的表面张力能够防止液体经过间隙漏到周壁外部。因此,在完成曝光后就能够确保回收用作浸液的液体。因此,利用本方面的曝光设备,图案能够以很高的精度转印到基片上多个划分区域的每个划分区域上,并且能够避免由于液体残留在基片上造成的种种不良后果。

[0066] 在这种情况下,周壁内部可以保持在负压状态。在这种情况下,利用液体的自身重量能够更加确保液体不会漏到周壁外部。

[0067] 在本发明的第八个曝光设备中,当保持基片的基片台移动时,供应机构可以执行液体供应并且回收机构可以执行液体回收。

[0068] 在本发明的第八个曝光设备中,当保持基片的基片台静止时,可以暂停供应机构执行的液体供应操作和回收机构执行的液体回收操作,并且保持液体保持在周壁内的状态。

[0069] 在本发明的第八个曝光设备中,预定间隙可以设定为3mm或更小。

[0070] 根据本发明的第九个方面,提供第九个曝光设备,在扫描曝光方法中,它用能量束照射图案,在预定扫描方向移动基片,并且经投影光学系统把图案转印到基片上的多个划分区域上,曝光设备包括:一个基片台,基片台上安装着基片,基片台在保持基片的二维平面内移动;和一个供应机构,它具有多个供应孔,这些供应孔彼此分开地布置在与扫描方向垂直的非扫描方向上,并且根据基片上经受曝光的划分区域的位置从多个供应孔中选择出至少一个供应孔,供应机构经选择出的至少一个供应孔沿扫描方向把液体供应到预定的空间区域,该空间区域至少包括基片台上基片和投影光学系统之间的空间。

[0071] 例如,随着基片上经受曝光的划分区域位置的变化,当至少经受曝光的划分区域在非扫描方向上的尺寸不同时,这时供应机构根据基片上经受曝光的划分区域的位置选择

供应孔等价于根据经受曝光的划分区域在非扫描方向上的尺寸选择供应孔。因此,利用本发明,能够选择在非扫描方向上与经受曝光的划分区域的范围对应的供应孔,并且通过在沿着扫描方向把液体供应到基片上经受曝光的划分区域和投影光学系统之间空间的同时应用浸液方法执行扫描曝光,就不会把液体溅到不是划分区域的其它区域上,从而能够以很高的精度把图案转印到经受曝光的划分区域上。在这种情况下,基片上一部分划分区域在非扫描方向上的尺寸可以与其它划分区域不同,或者当缩小的划分区域出现在基片周边时,所有其余的划分区域在非扫描方向上的尺寸可能都是一样的。

[0072] 在这种情况下,当经受曝光的划分区域是基片周边中的划分区域时,供应机构可以只通过在非扫描方向上彼此分开的多个供应孔中的一部分供应孔来供应液体。

[0073] 根据本发明的第十个方面,提供第十个曝光设备,在扫描曝光方法中,它用能量束照射图案,在预定扫描方向移动基片,并且经投影光学系统把图案转印到基片上的多个划分区域上,曝光设备包括:一个基片台,基片台上安装着基片,基片台在保持基片的二维平面内移动;和一个供应机构,它具有多个供应孔,这些供应孔彼此分开地布置在与扫描方向垂直的非扫描方向上,并且根据基片上经受曝光的划分区域在非扫描方向上的尺寸从多个供应孔中选择出至少一个供应孔,供应机构经选择出的至少一个供应孔沿扫描方向把液体供应到预定的空间区域,该空间区域至少包括基片台上基片和投影光学系统之间的空间。

[0074] 在这种曝光设备中,根据基片上经受曝光的划分区域在非扫描方向上的尺寸,供应机构能够选择非扫描方向上与经受曝光的划分区域的范围对应的供应孔,并且通过在沿着扫描方向把液体供应到基片上经受曝光的划分区域和投影光学系统之间空间的同时应用浸液方法执行扫描曝光,就不会把液体溅到不是划分区域的其它区域上,从而能够以很高的精度把图案转印到经受曝光的划分区域上。在这种情况下,基片上一部分划分区域在非扫描方向上的尺寸可以与其它划分区域不同,或者所有划分区域在非扫描方向上的尺寸都是相同的。另外,当在基片周边的划分区域上执行扫描曝光时,在非扫描方向上的尺寸可能逐渐变化,但是,即使在这种情况下,也能够根据尺寸的变化选择供应孔。

[0075] 在本发明第九个到第十个曝光设备中的每个曝光设备中,曝光设备可以进一步包括:至少一个气泡回收机构,它在沿扫描方向流动的液体相对于投影光学系统的上游侧回收液体中的气泡。

[0076] 在本发明第九个到第十个曝光设备中的每个曝光设备中,供应机构可以从基片移动方向的后侧供应液体。

[0077] 根据本发明的第十一个方面,提供第十一个曝光设备,它用能量束照射图案并且经投影光学系统把图案转印到基片上,曝光设备包括:一个基片台,基片台上安装着基片,基片台在保持基片的二维平面内移动;一个供应机构,它把液体供应到投影光学系统和基片台上的基片之间的空间;和至少一个气泡回收机构,它在相对于投影光学系统的液体流动上游侧回收液体中的气泡。

[0078] 在这种曝光设备中,当在液体处于包括投影光学系统和基片台上基片之间空间在内的预定空间区域中的状态下执行曝光(图案转印到基片上)时,与在空气中执行的曝光相比,利用浸液方法执行的曝光能够具有更高的分辨率和更宽的焦点深度。气泡回收机构在相对于投影光学系统的液体流动上游侧回收液体中的气泡。也就是说,气泡回收机构在气泡到达投影光学系统和基片之间的能量束光路前回收液体中的气泡。这样就能够防止能

量束（曝光光）的投射率降低、投影图像质量下降等，如果气泡进入投影光学系统和基片之间的空间就可能引起上述现象。

[0079] 在这种情况下，气泡回收机构能够把气泡和液体（已经回收的液体）一起排出。

[0080] 在本发明的第十一个曝光设备中，可以设有多个气泡回收机构，并且可以根据基片的移动方向转换用来回收气泡的气泡回收机构。在这种情况下，不论基片在哪个方向移动，在基片移动时都能够避免气泡进入投影光学系统和基片之间的空间。

[0081] 在本发明第九个到第十一个曝光设备中的每个曝光设备中，曝光设备可以进一步包括：一个调节单元，它根据在投影光学系统和基片之间的液体温度信息的实际测量值和预测值中的至少一个值调节曝光条件。

[0082] 根据本发明的第十二个方面，提供第十二个曝光设备，在扫描曝光方法中，它用能量束照射图案并且经投影光学系统把图案转印到基片上，曝光设备包括：一个基片台，基片台上安装着基片，基片台在保持基片的二维平面内移动；一个供应机构，它把液体供应到包括投影光学系统和基片台上的基片之间空间的预定空间区域；和一个调节单元，它根据在投影光学系统和基片之间的液体温度信息调节曝光条件。

[0083] 在这种曝光设备中，供应机构把液体供应到至少包括投影光学系统和基片台上的基片之间空间的预定空间区域。当在这种状态下执行曝光（图像转印到基片上）时，与在空气中执行的曝光相比，利用浸液方法执行的曝光能够具有更高的分辨率和更宽的焦点深度。在这种情况下，调节单元根据在投影光学系统和基片之间的液体温度信息的实际测量值和预测值中的至少一个值调节曝光条件。因此，这样就能够对曝光条件进行适当的调节，调节时可以考虑随着浸液方法中使用的液体温度分布变化而对曝光精度造成的不利影响因素，如温度分布引起的图案投影区域内（能量束经过图案和投影光学系统照射在基片上的区域）的像差（如焦点）分布，或所造成的像平面形状的变化。因此，利用本发明的曝光设备，能够以很高的精度把图案转印到基片上。

[0084] 在这种情况下，曝光设备可以进一步包括：一个驱动系统，在扫描曝光方法中，它在相对于能量束的预定扫描方向上驱动基片台从而把图案转印到基片上；和至少两个温度传感器，至少每一个温度传感器布置在投影光学系统的扫描方向的一侧和另一侧。

[0085] 在这种情况下，曝光设备可以进一步包括：一个预测单元，它根据分别布置在扫描方向的一侧和另一侧的至少两个温度传感器的探测结果预测当液体穿过能量束经图案和投影光学系统照射的基片上的区域时所发生的液体温度变化。

[0086] 在本发明的第十二个曝光设备中，曝光设备可以进一步包括：一个驱动系统，在扫描曝光方法中，它在相对于能量束的预定扫描方向上驱动基片台从而把图案转印到基片上，其中调节单元在调节曝光条件时考虑到了投影光学系统和基片之间的液体在扫描方向上的温度分布。

[0087] 在这种情况下，调节单元调节像平面和基片表面之间的位置关系，在调节时考虑了在扫描方向上温度分布造成的像平面倾斜。

[0088] 在这种情况下，调节单元可以根据扫描方向上温度分布造成的像平面倾斜来倾斜基片并且还可以在倾斜的方向上扫描基片。

[0089] 在本发明第十一个到第十二个曝光设备中的每个曝光设备中，供应机构可以沿着基片的移动方向形成液体流动。

- [0090] 在这种情况下,供应机构可以形成从基片移动方向后侧开始的液体流动。
- [0091] 在本发明的第十二个曝光设备中,温度信息包括实际测量值和预测值中的至少一个值。
- [0092] 在本发明的第十二个曝光设备中,曝光设备可以进一步包括:一个温度传感器,它能够探测投影光学系统和基片之间液体的温度,其中根据温度传感器的探测结果调节曝光条件。
- [0093] 在本发明的第十二个曝光设备中,根据温度信息进行焦点控制,焦点控制指调节投影光学系统形成的像平面和基片表面之间的位置关系。
- [0094] 根据本发明的第十三个方面,提供第十三个曝光设备,在投影光学系统和基片之间充满液体的状态下曝光设备通过投影光学系统把预定图案转印到基片上,其中当执行多次曝光时,第一图案转印到基片上的划分区域上,然后在液体保持在投影光学系统和基片之间的状态下第二图案也转印到基片上的划分区域上。
- [0095] 在这个曝光设备中,当执行多次曝光时,在投影光学系统和基片之间充满液体的状态下把第一图案转印到基片上的划分区域上后,在液体保持在投影光学系统和基片之间的状态下把第二图案转印到基片上的划分区域上。因此,执行了应用浸液方法的多次曝光,并且由于很宽的焦点深度,所执行的曝光具有很高的精度和很高的分辨率。在这种情况下,由于在开始转印第二图案时液体保持在投影光学系统和基片之间,就能够无需等待供应液体而直接开始对第二图案的转印操作。
- [0096] 根据本发明的第十四个方面,提供第十四个曝光设备,它经投影光学系统通过把图案图像投影到基片上曝光基片,曝光设备包括:一个基片台,基片台上安装着基片,基片台在保持基片的二维平面内移动;一个供应机构,它把液体供应到包括投影光学系统和基片台上的基片之间空间的预定空间区域;和一个调节单元,它根据在投影光学系统和基片之间的液体压力信息调节曝光条件。
- [0097] 在这种曝光设备中,供应机构把液体供应到投影光学系统和基片台上的基片之间的空间。当在这种状态下执行基片的曝光(图像转印到基片上)时,与在空气中执行的曝光相比,利用浸液方法执行的曝光能够具有更高的分辨率和更宽的焦点深度。在这种情况下,调节单元根据在投影光学系统和基片之间的液体压力信息调节曝光条件。因此,这样就能够对曝光条件进行适当的调节,调节时可以考虑液体流动造成投影光学系统和基片之间压力分布而对曝光精度造成的不利影响因素,如图案投影区域内(能量束经过图案和投影光学系统照射在基片上的区域)的像差(如焦点)变化,像平面形状的变化,或基片表面的表面位置的控制误差等。投影光学系统和基片之间的压力分布可以是直接用压力传感器等测量的实际测量值,也可以是根据先前实验等得到的信息的预测值。无论是哪种情况,都能够以很高的精度把图案转印到基片上。
- [0098] 在这种情况下,可以在预定扫描方向上移动基片的同时对其进行曝光,供应到投影光学系统和基片之间空间的液体能够平行于扫描方向流动,并且调节单元能够根据扫描方向的压力分布调节曝光条件。
- [0099] 在本发明的第十四个曝光设备中,可以在基片沿着液体流动方向移动时对其曝光。
- [0100] 在本发明的第十四个曝光设备中,根据扫描速度,调节单元可以根据关于与基片

扫描速度对应的曝光条件的调节信息调节曝光条件。

[0101] 在本发明的第十四个曝光设备中,调节单元可以根据关于与供应机构供应的液体量对应的曝光条件的调节信息调节曝光条件。

[0102] 根据本发明的第十五个方面,提供第十五个曝光设备,它用能量束照射图案并且经投影光学系统把图案转印到基片上,曝光设备包括:一个基片台,基片台上安装着基片,基片台在保持基片的二维平面内移动;一个供应机构,它把液体供应到投影光学系统和基片台上的基片之间的空间;一个回收机构,它回收液体;和一个液体去除机构,它去除那些回收机构不能回收的液体。

[0103] 在这种曝光设备中,供应机构把液体供应到投影光学系统和基片台上的基片之间的空间,回收机构回收液体。在这种情况下,预定量的液体保持(充满)在投影光学系统(的末端)和基片台上的基片之间。因此,通过在这种状态下执行曝光(图案转印到基片上),应用了浸液方法,并且能够把基片表面上的曝光光波长缩短到空气中波长的 $1/n$ 倍(n 是液体的折射率)并且进一步把焦点深度拓宽到空气中焦点深度的 n 倍左右。另外,当同时使用供应机构进行液体供应和使用回收机构进行液体回收时,投影光学系统和基片之间的液体就一直处于交换状态。另外,当发生回收机构不能完全回收液体的情况时,液体去除机构去除那些不能回收的液体。

[0104] 根据本发明的第十六个方面,提供第十六个曝光设备,它在把液体局部保持在投影光学系统的像平面一侧的同时用能量束照射图案并且经投影光学系统和液体把图案转印到基片上,曝光设备包括:一个基片台,基片台上安装着基片,基片台在保持基片的二维平面内移动;一个供应机构,它把液体供应到投影光学系统的像平面一侧;一个第一回收机构,它回收投影光学系统的投影区域外部的液体;和一个第二回收机构,它回收第一回收机构相对于投影区域的外部的液体。

[0105] 在这种情况下,投影光学系统的投影区域是指图案图像等被投影光学系统投影的物体的投影区域。

[0106] 在这种曝光设备中,供应机构把液体供应到投影光学系统的像平面一侧,第一回收机构回收液体。在这种情况下,能量束在液体局部保持在投影光学系统的像平面一侧的状态下照射图案并且图案经投影光学系统和液体转印到基片上。也就是说,执行了浸液曝光。因此,能够把基片表面上的曝光光波长缩短到空气中波长的 $1/n$ 倍(n 是液体的折射率)并且进一步把焦点深度拓宽到空气中焦点深度的 n 倍左右。另外,当发生第一回收机构不能完全回收液体的情况时,位于第一回收机构外侧的第二回收机构回收那些不能回收的液体。

[0107] 根据本发明的第十七个方面,提供第十七个曝光设备,它在把液体局部保持在投影光学系统的像平面一侧的同时用能量束照射图案并且经投影光学系统和液体把图案转印到基片上,曝光设备包括:一个基片台,基片台上安装着基片,基片台在保持基片的二维平面内移动,其中基片台在基片台上保持的基片周边具有一个平坦部分,该平坦部分大致与基片表面平齐。

[0108] 在这种曝光设备中,能量束在液体局部保持在投影光学系统的像平面一侧的状态下照射图案并且图案经投影光学系统和液体转印到基片上。也就是说,执行浸液曝光。另外,即使在液体保持在投影光学系统和投影光学系统的像平面一侧的基片之间的状态下基

片台移动到基片离开投影光学系统的投影区域的位置时,如当曝光基片的周边时,或在曝光完毕后更换基片台上的基片时,液体仍然能够保持在投影光学系统和设在基片台上保持的基片周边的那个平坦部分之间,所以就能够防止液体流到外面。

[0109] 根据本发明的第十八个方面,提供第十八个曝光设备,它在把液体局部保持在投影光学系统的像平面一侧的同时用能量束照射图案并且经投影光学系统和液体把图案转印到基片上,曝光设备包括:一个基片台,基片台上安装着基片,基片台在保持基片的二维平面内移动,其中基片台具有一个平坦部分,该平坦部分大致与基片台上保持的基片表面平齐,并且当暂停对基片的曝光操作时,投影光学系统和平坦部分彼此面对从而继续把液体保持在投影光学系统的像平面一侧上。

[0110] 在这种曝光设备中,能量束在液体局部保持在投影光学系统的像平面一侧的状态下照射图案并且图案经投影光学系统和液体转印到基片上。也就是说,执行了浸液曝光。另外,当没有执行对基片的曝光操作时,能够使得投影光学系统和设在基片台上的平坦部分彼此面对从而继续把液体保持在投影光学系统的像平面一侧上,这样当连续曝光多个基片时,在更换基片时能够把液体保持在投影光学系统的像平面一侧上,并且一旦完成更换基片就可以开始曝光,而不用等待供应液体。另外,由于液体保持在投影光学系统的像平面一侧上,所以能够防止产生水印等,水印是由于投影光学系统的像平面侧的末端表面上的液体变干引起的。

[0111] 根据本发明的第十九个方面,提供第十九个曝光设备,它在把液体局部保持在投影光学系统的像平面一侧的同时用能量束照射图案并且经投影光学系统和液体把图案转印到基片上,曝光设备包括:一个基片台,基片台上安装着基片,基片台在保持基片的二维平面内移动,其中基片台具有一个平坦部分,该平坦部分大致与基片台上保持的基片表面平齐,并且当完成对基片台上保持的基片的曝光操作后,把基片台移动到回收投影光学系统的成像面一侧上的液体的预定位置,并且在完成对液体的回收后,从基片台上把已经完成曝光的基片卸载下来。

[0112] 在这种曝光设备中,能量束在液体局部保持在投影光学系统的像平面一侧的状态下照射图案并且图案经投影光学系统和液体转印到基片上。也就是说,执行了浸液曝光。另外,当完成对基片台上保持的基片的曝光操作后,把基片台移动到预定位置,并且回收投影光学系统的像平面一侧上的液体。当基片台移动到预定位置时,即使基片台移动到基片离开投影光学系统的投影区域的位置,液体仍然能够保持在投影光学系统和设在基片台上的那个平坦部分之间。另外,可以把预定位置设在彼此面对的投影光学系统和设在基片台上的平坦部分保持液体的位置。不论怎样,在基片台移动到预定位置后回收液体,并且当完成回收液体后,把已经完成曝光的基片从基片台上卸载下来。

[0113] 根据本发明的第二十个方面,提供第二十个曝光设备,它在把液体局部保持在投影光学系统的像平面一侧的同时用能量束照射图案并且经投影光学系统和液体把图案转印到基片上,曝光设备包括:一个供应机构,它把液体供应到投影光学系统的像平面一侧上;和一个排气机构,它排放投影光学系统的像平面一侧上的气体,其中供应机构在排气机构进行排气操作的同时开始供应液体。

[0114] 在这种曝光设备中,能量束在液体局部保持在投影光学系统的像平面一侧的状态下照射图案并且图案经投影光学系统和液体转印到基片上。也就是说,执行了浸液曝光。另

外,由于在排放投影光学系统的像平面一侧上的空间内的气体时供应机构开始把液体供应到投影光学系统的像平面一侧上,所以就能够稳定地使得该空间中充满液体,并且这种操作还能够防止引起不便的气泡和气体空隙留在投影光学系统的像平面一侧上。

[0115] 根据本发明的第二十一个方面,提供第二十一个曝光设备,它用能量束经投影光学系统和液体照射基片并且曝光基片,曝光设备包括:一个基片台,基片台能够在保持基片的二维平面内移动;和一个控制单元,它至少根据液体温度信息和液体压力信息中的一个信息控制基片台的移动。

[0116] 在这个曝光设备中,用能量束经投影光学系统和液体照射基片并且曝光基片。也就是说,执行了浸液曝光。另外,由于控制单元至少根据液体温度信息和液体压力信息中的一个信息控制基片台的移动,所以能够有效地抑制散焦等现象,并且还能避免转印精度下降,其中在曝光过程中由于投影光学系统和基片之间水温变化以及水压变化会造成散焦等现象。

[0117] 另外,在光刻工艺中,通过使用本发明中第一个到二十一个曝光设备中的任何一个曝光设备能够把器件图案转印到基片上,并且可以以很高的精度在基片上形成图案,这样就能够使得高集成微器件具有很高的产量。因此,根据本发明的另一个方面,本方面提供了一种使用了本发明中第一个到二十一个曝光设备中的任何一个曝光设备的器件制造法。

[0118] 附图的简要说明

[0119] 图1是根据本发明第一个实施例的曝光设备的整体布置图;

[0120] 图2是Z向倾斜台和晶片支架的透视图;

[0121] 图3是液体供应/排出单元与镜筒下端部分和管道系统的剖视图;

[0122] 图4是沿图3中线B-B的剖视图;

[0123] 图5的视图描述了焦点位置探测系统;

[0124] 图6的结构图示出了第一个实施例中略去了部分后曝光设备的控制系统的布置;

[0125] 图7A和7B的视图描述了在晶片上照射光照射的照射区上产生像差的原因;

[0126] 图8A的视图示出了晶片台移动到液体供应位置处时晶片台的状态,图8B的视图示出了在对晶片进行步进扫描曝光操作中晶片台和投影单元之间位置关系的一个实例,图8C的视图示出了晶片台移动到液体排放位置处时晶片台的状态;

[0127] 图9的视图示出了液体供应/排出单元内部充满理想深度水的状态;

[0128] 图10A是在曝光第一拍摄区时液体供应/排出单元附近的简化视图,图10B是在与图10A相反方向上扫描晶片时液体供应/排出单元附近的简化视图;

[0129] 图11A到11F的视图示出了当扫描晶片台从而曝光一个拍摄区时在根据第二个实施例的曝光设备中的供应/排出操作的流程;

[0130] 图12的视图描述了用第二个实施例中的曝光设备曝光晶片边缘拍摄区的情形,该曝光设备采用了一种改进的液体供应/排出单元,其中与扫描方向平行延伸地设有多个分隔件;

[0131] 图13A到13F的视图描述了第二个实施例的一个改进实例,它示出了当扫描晶片台从而曝光一个拍摄区时供应/排出操作的流程;

[0132] 图14A和14B都示出了液体供应/排出单元的改进实例;

[0133] 图 15 的视图示出了经设在一部分投影透镜中的孔实现液体回收的一个改进实例；

[0134] 图 16 的流程图解释了根据本发明的一种器件制造方法的实施例；和

[0135] 图 17 的流程图示出了图 16 中步骤 204 中的过程。

[0136] 执行本发明的最佳模式

[0137] - 第一个实施例

[0138] 参见图 1 至 10B,下面描述本发明的第一个实施例。

[0139] 图 1的整体视图示出了与第一个实施例有关的曝光设备 100 的结构。曝光设备 100 是一个基于步进 - 扫描法（所谓的扫描步进器）的投影曝光设备。曝光设备 100 包括：一个照明系统 10,一个分划板台 RST,它保持一个用作掩模的分划板 R,一个投影单元 PU,一个包括 Z 向倾斜台 30 的台单元 50,作为基片的晶片 W 安装在 Z 向倾斜台 30 上,以及用于这些部件的控制系统等。

[0140] 如日本待决专利申请 No. H06-349701 及其相应美国专利 No. 5,534,970 所披露的，照明系统 10 的布置包括光源、其中包括光学积分器等的均匀照明光学系统、分束器、中继透镜、可变 ND 滤光片和盲分划板等部件（这些都未示出）。在照明系统 10 中，作为能量射束的照射光（曝光光）IL 以基本均匀的照度照射形成有电路图案等的分划板 R 上狭缝状照射区（由分划板 R 上的盲分划板设置）。作为照射光 IL,可以使用 ArF 准分子激光束（波长：193nm）。作为照射光 IL,还可以使用如 KrF 准分子激光束（波长为 248nm）等远紫外光，或超高压汞灯发出的紫外区域中的射线（如 g 线或 i 线等）。另外，作为光学积分器，可以采用这些部件，如蝇眼透镜、杆式积分器（内反射型积分器）或衍射光学元件。只要该国际申请适用的指定国或选定国的国家法律允许，上述的美国专利申请在此全部引为参考。

[0141] 另外，在照明系统 10 内照射光 IL 的光程中，布置着具有高透射率和非常低的反射率的分束器，并且在从分束器上反射回来的光的光程上，布置着积分器传感器（光学传感器 14），它由光电转换元件（图 1 中未示出，见图 6）构成。积分器传感器 14 的光电转换信号提供给主控制器 20（见图 6）。

[0142] 分划板 R 安置在分划板台 RST 上，并且通过如真空抽吸等方式固定。分划板台 RST 由包括线性马达等部件的分划板台驱动部分 11（图 1 中未示出，见图 6）在垂直于照明系统 10 的光轴（与投影光学系统 PL 的光轴 AX 重合，这将在下面描述）的 XY 平面内细微地驱动，并且其结构使得还能够在预定的扫描方向（在此情形中为 Y 轴方向）上以给定的扫描速度对它进行驱动。

[0143] 用一个分划板激光干涉仪（下面称之为‘分划板干涉仪’）16 通过一个活动反射镜 15 以例如 0.5-1nm 左右的分辨率全程探测分划板台 RST 在分划板台移动平面内的位置。虽然图 1 中有代表性地表示了活动反射镜 15 和分划板干涉仪 16,但实际上，在分划板台 RST 上设置了一个具有垂直于 Y 轴方向的反射面的活动反射镜和一个具有垂直于 X 轴方向的反射面的活动反射镜，并且与这些活动反射镜对应地设置一个分划板 Y 干涉仪和一个分划板 X 干涉仪。但是在图 1 中，这些细节代表性地显示为活动反射镜 15 和分划板干涉仪 16。顺便说一下，可以抛光分划板台 RST 的端表面以制作反射面（与活动反射镜 15 的反射面对应）。另外，取代用于在扫描方向（本实施例中的 Y 轴方向）探测分划板台 RST 的位置的在 X 轴方向延伸的反射面，可以使用至少一个直角反射镜（如反光镜）。关于干涉仪，分划板

Y 干涉仪和分划板 X 干涉仪中的一个,例如分划板 Y 干涉仪是一个双轴干涉仪,有两个长度测量轴,并且根据分划板 Y 干涉仪的测量值可以测量分划板台 RST 的 Y 位置以及在 θ_z 方向(绕 z 轴的转动方向)的旋转。

[0144] 分划板干涉仪 16 对分划板台 RST 测量到的位置信息经过台控制单元 19 提供给主控制器 20。台控制单元 19 根据分划板台 RST 的位置信息,响应主控制器 20 的指令,通过分划板台驱动部分 11 驱动和控制分划板台 RST。

[0145] 如图 1 所示,投影单元 PU 位于分划板台 RST 下面。投影单元 PU 包括一个镜筒 40 和投影光学系统 PL,投影光学系统 PL 由多个光学元件或更具体地说,由多个在 Z 轴方向具有公共光轴 AX 的多个透镜(透镜元件)组成,这些透镜在镜筒 40 内保持预定的位置关系。作为投影光学系统 PL,例如可以使用一个双远心折射系统,它具有预定的投影放大率(如 1/4 或 1/5 倍)。因此,当照明系统 10 的照射光 IL 照射分划板 R 上的照射区时,利用投影单元 PU(投影光学系统 PL),已经穿过分划板 R 的照射光 IL 把分划板 R 上照射区中的电路图案在晶片 W 上形成了一个缩小像(电路图案的部分缩小图像),其中晶片 W 的表面涂有一种抗蚀剂(光敏剂)。

[0146] 另外,尽管在图中没有详细绘出,但在构成投影光学系统 PL 的多个透镜中,根据主控制器 20 的指令在成像质量校正控制器 81 的控制下操作多个特殊的透镜(见图 6),从而能够调节放大率、畸变、彗差和像平面曲率(包括像平面倾斜)等光学性质(包括成像质量)。

[0147] 成像质量校正控制器 81 可以通过移动分划板 R 或精细调节照射光 IL 的波长或把两者适当结合起来调节利用投影光学系统 PL 投影的图像的质量。

[0148] 另外,由于本实施例执行曝光的曝光设备 100 应用了浸液方法(将在后面描述),在构成投影光学系统 PL 的光学元件中位于最靠近成像面侧(晶片 W 侧)的透镜 42 附近(参考图 3),连接着液体供应/排出单元 32,使得该单元围绕保持透镜的镜筒 40 末端。在下面的描述中将详细描述液体供应/排出单元 32 以及对连接到该单元上的管道系统的布置等。

[0149] 台单元 50 包括作为基片台的晶片台 WST,设在晶片台 WST 上的晶片支架 70,和驱动晶片台 WST 和晶片支架 70 的晶片台驱动部分 24。如图 1 所示,晶片台 WST 布置在投影光学系统 PL 下面的基座(未示出)上。晶片台 WST 包括 XY 台 31,构成晶片台驱动部分 24 的线性马达等(未示出)在 XY 方向上驱动 XY 台 31,还包括 Z 向倾斜台 30,它安装在 XY 台 31 上,也构成晶片台驱动部分 24 的 Z 向倾斜驱动机构(未示出)在 Z 轴方向和与 XY 平面倾斜的方向(绕 X 轴的转动方向(θ_x 方向)和绕 Y 轴的转动方向(θ_y 方向))细微地驱动 Z 向倾斜台。另外,在 Z 向倾斜台 30 上,安装着保持晶片 W 的晶片支架 70。

[0150] 如图 2 的透视图所示,在安装了晶片 W 的区域(中心的圆形区域)的周围部分,晶片支架 70 包括具有特定形状的主体部分 70A,其中位于正方形 Z 向倾斜台 30 一条对角线方向上的两个角部伸出,而位于另一条对角线上的余下两个角部则是四分之一圆弧状,该段圆弧的尺寸比上述圆形区域大,还包括四个辅助板 22a 到 22d,这些辅助板布置在安装了晶片 W 的区域的周围,它们与主体部分 70A 的形状基本匹配。布置这些辅助板 22a 到 22d 的表面(平坦部分)使得它们与晶片 W 的表面基本位于相同高度(辅助板和晶片之间的高度差别在 1mm 左右或更小)。

[0151] 如图 2 所示,在辅助板 22a 到 22d 和晶片 W 之间分别形成了间隙 D,并且把间隙 D 的尺寸设定为 3mm 左右或更小。另外,晶片 W 还具有槽口 (V 形槽),但是由于槽口的尺寸在 1mm 左右,这比间隙 D 小,所以在绘图时把它略去了。

[0152] 另外,在辅助板 22a 上形成了圆形开口,准标板 FM 牢固地嵌入开口中。布置准标板 FM 使得它的表面与辅助板 22a 共面。在准标板 FM 的表面上,形成了用于测量操作的各种准标 (都没有示出),这些测量操作包括使用对准探测系统进行的分划板对准或基线测量 (将在后面描述)。辅助板 22a 到 22d 不必具有板形,并且可以布置 Z 向倾斜台 30 的上表面使得它的高度与晶片 W 几乎一样。重要的是在晶片 W 周围形成与晶片 W 的表面几乎等高的平坦部分。

[0153] 再参考图 1,构成的 XY 台 31 不仅能够在扫描方向 (在 Y 轴方向) 上移动,而且还能在垂直于扫描方向的非扫描方向 (X 轴方向) 上移动,使得可以在与照射区共轭的曝光区上定位晶片上作为多个划分区域的拍摄区。并且 XY 台 31 执行步进 - 扫描操作,其中重复在晶片 W 上执行对每个拍摄区的扫描曝光操作并执行将晶片 W 移动到加速起始位置 (扫描起始位置) 的操作 (在划分区域之间进行的移动操作) 从而曝光下一个拍摄区。

[0154] 总是由晶片激光干涉仪 (下面称之为“晶片干涉仪”) 18 经设在 Z 向倾斜台 30 上表面上的活动反射镜 17 以例如 0.5 ~ 1nm 的分辨率探测晶片台 WST 在 XY 平面中的位置 (包括绕 z 轴的转动 (θ_z 转动))。实际上,在 Z 向倾斜台 30 上设置了一个具有垂直于扫描方向 (Y 轴方向) 的反射面的 Y 活动反射镜 17Y 和一个具有垂直于非扫描方向 (X 轴方向) 的反射面的 X 活动反射镜,并且与这些活动反射镜对应地设置了作为晶片干涉仪的一个发射出与 X 活动反射镜 17X 垂直的干涉光束的 X 干涉仪和一个发射出与 Y 活动反射镜 17Y 垂直的干涉光束的 Y 干涉仪,但在图 1 中用活动反射镜 17 和晶片干涉仪 18 代表了它们。顺便说一下,作为晶片干涉仪 18 的 X 干涉仪和 Y 干涉仪都是多轴干涉仪,有多个长度测量轴,除晶片台 WST (或更精确地说是 Z 向倾斜台 30) 的 X、Y 位置外,还可以用干涉仪测量转动 (摇摆 (θ_z 转动,是绕 Z 轴的转动),俯仰 (θ_x 转动,是绕 X 轴的转动),和滚动 (θ_y 转动,是绕 Y 轴的转动))。另外,可以抛光 Z 向倾斜台 30 的端表面以形成反射面 (与活动反射镜 17X 和 17Y 的反射面对应)。另外,多轴干涉仪可以通过对设置在框架 (未示出) 中的反射面经以 45° 角倾斜设置在 Z 向倾斜台 30 上的反射面照射激光束来探测与投影光学系统 PL 的光轴方向 (Z 轴方向) 有关的位置信息,其中框架上安置了投影光学系统 PL。

[0155] 晶片台 WST 的位置信息 (或速度信息) 发送给台控制单元 19,然后经台控制单元 19 发送到主控制器 20。根据上述晶片台 WST 的位置信息 (或速度信息),台控制单元 19 响应主控制器 20 的指令通过晶片台驱动部分 24 控制晶片台 WST。

[0156] 下面参考图 3 和 4 详细描述液体供应 / 排出单元 32。图 3 示出了液体供应 / 排出单元 32 与镜筒 40 下端部分和管道系统的剖视图。另外,图 4 示出了沿图 3 中线 B-B 的剖视图。液体供应 / 排出单元 32 与镜筒 40 是可拆卸地安装在一起的,所以如果发生故障或损坏等不利情况,可以更换它。

[0157] 如图 3 所示,在投影单元 PU 的镜筒 40 的像平面侧的那一端 (下端部分),形成了直径比其它部分要小的小直径部分 40a,并且小直径部分 40a 的末端是锥形部分 40b,该部分的直径越向下越小。在小直径部分 40a 中保持了透镜 42,透镜 42 是形成投影光学系统 PL 的透镜中最靠近像平面侧的一个透镜。透镜 42 的下表面与和光轴 AX 垂直的 XY 平面平

行。

[0158] 当从前面（和侧面）观察时，液体供应 / 排出单元 32 为阶梯状圆柱形，在中心部分沿垂直方向形成了开口 32a，镜筒 40 的小直径部分 40a 可以从上面插入开口 32a 的圆形部分中。从开口 32a 的上端一直到下端附近，开口 32a 的直径（环形侧壁 32c 的内周表面直径，侧壁 32c 在外侧形成了孔）不变，再向下时开口 32a 则为锥形，即它的直径逐渐变小。所以，利用镜筒 40 的锥形部分 40b 的外表面和环形侧壁 32c 的内表面形成了一种喷嘴（为了简洁下面称之为“锥形喷嘴部分”），当从上面观察时，锥形喷嘴部分逐渐变宽，从下面观察时则逐渐变窄。

[0159] 在液体供应 / 排出单元 32 的下端表面，在开口 32a 的外侧形成了从下面观察时为环形的凹进部分 32b。这样具有预定壁厚的环形侧壁 32c 就形成在凹进部分 32b 和开口 32a 之间。布置环形侧壁 32c 的下端表面使之与透镜 42 的下端表面（镜筒 40 的最下端表面）共平面。环形侧壁 32c 的外周表面的直径从上端到下端附近一直不变，在下端附近以下则为锥形，即越靠近底部越窄。

[0160] 图 3 和 4 很清晰地示出，在环形侧壁 32c 和镜筒 40 的小直径部分 40a 之间形成了空间，在平面图（从上或从下观察时）中它为环形。在这个空间中，沿整个周向以几乎相等的间距把多个回收管 52 的一端在垂直方向上插入。

[0161] 在液体供应 / 排出单元 32 的上述凹进部分 32b 的底（上）表面分别形成了垂直方向上的通孔 34，通孔 34 位于环形侧壁 32c 在 X 轴和 Y 轴方向的两侧，在每个通孔 34 中插入了排出管 54 的一端（在图 3 中没有示出位于 X 轴方向两侧的通孔 54，可参见图 4）。另外，在液体供应 / 排出单元 32 的凹进部分 32b 的底（上）表面的多个位置（如两个位置）处形成了圆孔，在圆孔中分别插入了总回收喷嘴 56 的下端部分。

[0162] 另外，在液体供应 / 排出单元 32 的下端，在凹进部分 32b 的外侧形成了凹槽 32d，从下面观察时凹槽 32d 为环形。具有预定壁厚的环形侧壁 32e 形成在凹槽 32d 和凹进部分 32b 之间。布置环形侧壁 32e 的下端表面使之与透镜 42 的下端表面（镜筒 40 的最下端表面）共面。环形侧壁 32e 的内周表面的直径从上端到下端一直不变，而环形侧壁 32e 的外周表面的直径从上端到下端附近一直不变，在下端附近以下则为锥形，即越靠近底部越窄。

[0163] 凹槽 32d 的深度比凹进部分 32b 的深度要小一些（小预定距离），并且在液体供应 / 排出单元 32 的凹槽 32d 的底（上）表面，以预定间隔形成了多个台阶形通孔。每个供应管 58 的一端从上面插入每个通孔，把每个通孔下端的小直径部分称为供应喷嘴 36。

[0164] 可以把液体供应 / 排出单元 32 的上述凹槽 32d 的外侧的壁或周壁 32f 称为伸出部分 32g，这是因为与其它部分相比，周壁 32f 的内周的一部分向下伸出预定距离 ΔH 。伸出部分 32g 的下端表面与透镜 42 的下表面平行，并且它的表面和晶片 W 之间的间隙，即间隙 Δh 是 3mm 或更小，如 1 到 2mm 左右。另外，伸出部分 32g 的末端表面比透镜 42 的表面低大约 ΔH 。

[0165] 周壁 32f 内周下端（伸出部分 32g 附近）的直径越靠近底部越大，即为锥形。所以通过构成凹槽 32d 两侧的壁（32e 和 32f(32g)）形成了一种喷嘴（下面为了方便称之为“变宽的喷嘴部分”），当从上面观察时，这一喷嘴部分逐渐变宽，从下面观察时则逐渐变窄。

[0166] 在周壁 32f 的伸出部分 32g 的外侧的环形区域上，在 X 轴方向和 Y 轴方向的两侧，形成了具有预定深度的两对弧形狭缝，即狭缝 32h₁ 和 32h₂，以及狭缝 32h₃ 和 32h₄。与凹槽

32d 比起来,每个狭缝的宽度小到狭缝中可以发生毛细现象。在液体供应 / 排出单元 32 的上表面上形成了分别与狭缝 32h₁ 和 32h₂ 以及狭缝 32h₃ 和 32h₄ 连通的进口孔,这些进口孔是直径比狭缝 32h₁ 和 32h₂ 以及狭缝 32h₃ 和 32h₄ 的宽度略大的圆孔,并且至少有一个进口孔与每个狭缝对应,而且每个辅助回收管 60 的一端插入到每个进口孔中(在图 3 中没有示出与 X 轴方向两侧的狭缝 32h₁ 和 32h₂ 连通的辅助回收管 60₁ 和 60₂(参见图 4),只示出了与 Y 轴方向两侧的狭缝 32h₃ 和 32h₄ 连通的辅助回收管 60₃ 和 60₄)。

[0167] 每个供应管 58 的另一端连接供应管道 64,供应管道 64 的一端连接液体供应单元 72,它的另一端经阀 62a 连接供应管 58。液体供应单元 72 包括如液体箱、压力泵和温度控制单元等部件,并且在主控制器 20 的控制下运行。当在相应的阀 62a 处于打开状态下运行液体供应单元 72 时,就通过供应喷嘴 36 向液体供应 / 排出单元 32 和晶片 W 的表面所分隔成的大致封闭空间提供用来浸没的预定液体,控制这些液体的温度使得大致与容纳曝光设备 100 的主体的腔室(图中未示出)温度一样。今后把给每个供应管 58 提供的阀 62a 整体考虑并统称为阀组 62a(参见图 6)。

[0168] 这里使用超纯水(除了需要特别说明的地方,今后简单地称之为“水”)作为上述的液体,超纯水传播 ArF 准分子激光束(波长:193.3nm)。在半导体制造厂等地方可以得到大量的超纯水,并且超纯水具有对晶片上的光敏抗蚀剂和光学透镜没有不良影响的优点。另外,超纯水对环境也没有不良影响,而且由于其杂质含量很低,所以还能起到清洁晶片表面和透镜 42 表面的作用。

[0169] 水的折射率 n 大约为 1.44 到 1.47,并且在水中照明光 IL 的波长减少到 193nm × 1/n = 131 ~ 134nm。

[0170] 每个回收管 52 的另一端连接回收管道 66,回收管道 66 的一端连接液体回收单元 74,它的另一端经阀 62b 连接回收管 52。液体回收单元 74 包括如液体箱和抽吸泵等部件,并且在主控制器 20 的控制下运行。当在相应的阀 62b 处于打开状态下运行液体回收单元 74 时,液体回收单元 74 就通过各个回收管 52 把前述基本封闭空间内的水回收。今后把给每个回收管 52 提供的阀 62b 整体考虑并统称为阀组 62b(参见图 6)。

[0171] 前述每个总回收喷嘴 56 的上端经共同的回收管道 68 和共用阀 62c 连接上述的回收管道 66。在主控制器 20 的控制下运行的驱动机构 63(图 3 中没有示出,参见图 6)可以在垂直方向上移动每个总回收喷嘴 56。并且每个总回收喷嘴 56 可以移动到晶片 W 表面下面的预定距离处。因此,当阀 62c 处于打开状态时,通过把所有的总回收喷嘴 56 降低到与晶片表面基本等高的位置,液体回收单元 74 就能够经过所有的总回收喷嘴 56 把晶片(或前述的辅助板 22a 到 22d) 上的水完全回收。

[0172] 每个排出管 54 的另一端连接真空管道系统 69,真空管道系统 69 的一端连接真空排出单元 76,另一端经阀 62d 连接排出管 54,真空排出单元 76 包括作为抽吸机构的真空泵。真空排出单元 76 在主控制器 20 的控制下运行。今后把给每个排出管 54 提供的阀 62d 整体考虑并统称为阀组 62d(参见图 6)。

[0173] 另外,前述辅助回收管 601 到 604 经共用阀 62e 连接真空管道系统 69。这时,当所有的阀 62d 处于打开状态并且运行真空排出单元 76 时,当水填充到(参见图 8)晶片 W(或前述辅助板 22a 到 22d) 上透镜 42 的下端表面之上一个位置时,就在凹进部分 32b 的上部空间中产生了升高水位的负压。

[0174] 另外,在阀 62e 处于打开状态并且真空排出单元 76 运行的情况下,例如当发生水漏到(流出)前述周壁 32f 外部时,就能利用毛细现象和真空排出单元 76 的真空抽吸力把水抽吸到狭缝(狭缝 32h₁ 到 32h₄ 中的任何一个)中,然后排到外面。

[0175] 那些能够打开和关闭并且其打开程度可以调节的调节阀(如流动控制阀)可以用作前述的那些阀。这些阀在主控制器 20 的控制下运行(参见图 6)。

[0176] 在液体供应/排出单元 32 的上表面上沿垂直方向向着凹进部分 32b 的底(上)表面在多个点处形成了孔,液体供应/排出单元 32 经这些孔利用螺钉 80 装配到镜筒 40 的底部(参见图 4)。

[0177] 另外,在镜筒 40 的锥形部分 40b 沿 Y 轴方向的两侧,分别布置着一对温度传感器 38A 和 38B。温度传感器的输出传送到主控制器 20(参见图 6)。

[0178] 另外,如图 3 所示,在狭缝 32h₃ 和 32h₄ 的附近分别设有气体供应喷嘴 85₃ 和 85₄。另外,尽管在图中没有示出,在狭缝 32h₁ 和 32h₂ 附近也分别设有气体供应喷嘴。每个气体供应喷嘴都与在主控制器 20 的控制下运行的空气调节机构 86(图 3 中没有示出,参见图 6)相连。

[0179] 在这个实施例的曝光设备 100 中,为了实现晶片 W 的自聚焦和自调平,设有焦点探测系统。后面将参考图 5 描述焦点探测系统。

[0180] 在图 5 中,一对棱镜 44A 和 44B 设置在透镜 42 和镜筒 40 的锥形部分 40b 之间,这对棱镜与透镜 42 具有相同的材料并且与透镜 42 紧密接触地布置。

[0181] 另外,在大直径部分 40c 的下端附近形成了一对通孔 40d 和 40e,这对通孔在水平方向延伸并且连通镜筒 40 的内部和外部,其中大直径部分 40c 是镜筒 40 除小直径部分 40a 以外的部分。在通孔 40d 和 40e 的内侧(即前述的空间侧)端分别放置着直角棱镜 46A 和 46B,这对棱镜固定在镜筒 40 上。

[0182] 在镜筒 40 的外侧,面对着通孔 40d 布置着辐射系统 90a。另外,在镜筒 40 的外部,面对着另一个通孔 40e 布置着光探测系统 90b,它和辐射系统 90a 一起构成了焦点探测系统。辐射系统 90a 有一个光源,其开/关操作在图 1 中主控制器 20 的控制之下,并且在水平方向上发射成像光束,向投影光学系统 PL 的成像平面辐射,以便形成大量针孔或狭缝图像,发射的成像光束在直角棱镜 46A 处垂直向下反射,并且利用前述的棱镜 44A 在与光轴 AX 倾斜的方向上照射晶片 W 的表面。同时,从晶片 W 的表面上反射回来的成像光束利用前述棱镜 44B 垂直向上反射,并且被直角棱镜 46B 再次反射到水平方向,然后由光探测系统 90b 接收。如上所述,在这个实施例中,所形成的焦点位置探测系统是基于斜入射法的多焦点位置探测系统,在下述专利申请中有类似结构的系统,这些专利申请是日本待决专利申请 06-283403 和对应的美国专利 US5,448,332,并且该系统包括辐射系统 90a、光探测系统 90b、棱镜 44A 和 44B,以及直角棱镜 46A 和 46B。以下将焦点位置探测系统称为焦点位置探测系统(90a, 90b)。只要该国际申请适用的指定国或选定国的国家法律允许,上述的日本专利申请和美国专利在此全部引为参考。

[0183] 焦点位置探测系统(90a, 90b)的光探测系统 90b 输出的散焦信号传送给主控制器 20。

[0184] 当进行扫描曝光(将在下面描述)等时,主控制器 20 根据光探测系统 90b 发出的散焦信号如 S 曲线信号,通过台控制单元 19 和晶片台驱动部分 24 控制 Z 向倾斜台 30 和晶

片支架 70 在 Z 轴方向上的移动和在二维方向的倾斜（即在 θ_x 和 θ_y 方向的转动）从而使得散焦为零。也就是说，主控制器 20 进行自聚焦（自动聚焦）和自调平，即通过使用焦点位置探测系统 (90a, 90b) 控制 Z 向倾斜台 30 和晶片支架 70 的移动，使得投影光学系统 PL 的成像面和晶片 W 的表面在照射光 IL 的照射区（在光学上与前述照射区共轭的区域）内基本彼此重合。后面将给出对该操作的详细描述。

[0185] 图 6 的结构图给出了曝光设备 100 的控制系统的布置，其中略去了一些部件。控制系统主要包括主控制器 20 和台控制单元 19，其中主控制器 20 可以由工作站或微型计算机等构成，而台控制单元 19 则在主控制器 20 的控制下运行。

[0186] 除了前面描述过的部分，主控制器 20 还连接存储器 21。存储器 21 中存储了下述信息：计算晶片 W 上图案投影区域内的水温分布的信息（如计算公式或表格数据），前面称这一区域是在光学上与照射光 IL 照射分划板 R 的照射区域共轭的区域，也可以将这一信息称为用来计算在曝光时经过图案和投影光学系统 PL 的照射光 IL 所照射的晶片上照射区内的温度分布，这一信息根据在执行扫描曝光时温度传感器 38A 和 38B 的测量结果给出的温差和透镜 42 下面水流动的信息（流速和流率）得到（将在后面描述）；和用来计算与投影到照射区内的图案图像的像差（如最佳焦点位置、像平面曲率（包括像平面倾斜）、球差等）的变化对应的温度变化系数和由于温度分布引起的焦点位置探测系统 90a, 90b 的测量误差的信息（例如计算公式或表格数据）；以及其它信息。根据模拟结果等事先得到这些信息。

[0187] 下面参考图 7A 和 7B 以扫描方向的像平面倾斜为例简要描述为什么在照射光 IL 的照射下投影到晶片 W 上照射区的图案图像会出现像差变化。

[0188] 图 7A 示出了当晶片 W 上有水存在并且投影光学系统 PL 和水的相对速度为 0 时，即晶片 W 静止并且水不流动时的水温分布（等温图），这时照射晶片 W 上照射区的照射光 IL 加热晶片 W。在图 7A 中，字母 C 表示低温部分，字母 H 表示高温部分。如图所示，当照射光 IL 的照射改变了水温分布时，水温分布的变化就引起投射在晶片 W 上照射区内图案图像的最佳焦点位置的变化，和引起如球差、象散、畸变等的变化。这时由于照射区附近的温度分布是对称的，在扫描方向（图 7A 纸张表面的横向）一端的点 P₁ 处的最佳焦点位置和在扫描方向另一端的点 P₂ 处的最佳焦点位置都位于相同的位置，因此在扫描方向上没有发生像平面倾斜。水温分布并不限于图 7A 示出的情况，也可能出现下述情况，如当温度变化是由于水吸收照射光 IL 引起的话，那么靠近投影光学系统 PL 末端的水温就会比靠近晶片 W 表面的水温高。

[0189] 然而，在投影光学系统 PL 和水的相对速度不为 0 时，例如水在图 7B 中箭头 F 示出的方向上以预定速度流动时，当照射晶片 W 上照射区的照射光 IL 加热晶片 W 时，这时晶片 W 上水温分布就如图 7B 所示。在图 7B 中，依然用字母 C 表示低温部分，字母 H 表示高温部分。很显然这时照射区附近的水温分布不再对称了。因此，如果忽略了水温的不对称，在扫描方向（图 7A 纸张表面的横向）上另一端的点 P₂ 的最佳焦点位置就会向上偏离晶片 W 表面 ΔZ ，而在扫描方向上一端的点 P₁ 的最佳焦点位置依然与晶片 W 的表面重合。点 P₂ 的最佳焦点位置不再与晶片 W 的表面重合的原因是在水从点 P₁ 流向 P₂ 时，晶片 W 加热了水。这时越靠近上游侧（靠近点 P₁ 的位置）从上游流来的冷水的影响就越大，而越靠近下游侧（靠近点 P₂ 的位置）已经加热了的水的影响就越大。当温度分布如图 7B 所示时，由于温度

变化（温度分布）与折射率的变化（分布）对应，所以点 P₁ 和点 P₂ 的最佳焦点位置就出现了差别。同理可知温度分布一样能够引起其它像差、球差、象散、畸变等的变化。如上所述，由于温度变化可能由水吸收照射光 IL 引起，这时靠近投影光学系统 PL 末端的水温就会比靠近晶片 W 表面的水温高，所以水的温度分布不限于图 7B 示出的情况。

[0190] 从前面的描述能够明显看出，照射区内水温分布引起的像差分布（如焦点分布）依赖于水流方向。

[0191] 另外，当如上所述水在透镜 42 和晶片 W 之间流动时，上下游侧之间会出现压差。换言之，与上游侧相比，下游侧的压力是负的。也就是说，投影光学系统 PL 和晶片 W 之间的水压是变化的，而这种压力变化又会改变透镜 42 和晶片 W 的位置，从而导致与照射区内位置变化对应的如最佳焦点位置变化的像差变化，或者导致自聚焦或自调平时出现控制误差。另外，扫描方向上的压力分布与前述水流速度密切相关，并且随晶片 W 的扫描速度和供应的水（液体）量等的变化而变化。

[0192] 因此，为了计算与照射区内像差（如最佳焦点位置、场曲率（包括场倾斜）和球差等）变化对应的压力变化系数，在存储器 21 中以表格数据的形式存储了包括晶片 W 的扫描速度和供应的水量在内的这些数据（或参数）。根据事先进行的模拟结果得到这些表格数据（或计算公式）。压力变化系数还包括像差变化成分，它与晶片 W 的表面位置中的控制误差对应。

[0193] 在存储器 21 中还存储了计算上述像差的公式等，其中包括温度变化系数和压力变化系数。

[0194] 下面参考图 8A 到 10B 描述本实施例中具有上述布置的曝光设备 100 的曝光过程中的一系列操作。

[0195] 首先要把分划板 R 装载到分划板台 RST 上。另外，晶片台 WST 定位在晶片更换位置，并且把晶片 W 装载到晶片支架 70 上。

[0196] 然后，执行与典型扫描步进器一样的预定准备操作，这包括使用分划板对准系统（未示出）、对准探测系统和前述的准标板 FM 执行分划板对准，还包括如在对准系统（未示出）和 EGA（增强型全晶圆对准）的基线测量中的晶片对准。

[0197] 在完成晶片对准后，主控制器 20 给台控制单元 19 发出指令，并且把晶片台 WST 移动到预定的水供应位置。图 8A 示出了晶片台 WST 已经移动到水供应位置的状态。在图 8A 中，字母 PU 表示投影单元 PU 的镜筒 40 末端的位置。在这个实施例中，水供应位置设定在投影单元 PU 位于准标板 FM 正上方的位置。

[0198] 然后主控制器 20 开始操作液体供应单元 72 和把阀组 62a 打开到预定程度，并且开始从所有的供应喷嘴 34 供水。然后主控制器 20 紧接着开始操作真空排出单元 76 和把阀组 62d、62e 完全打开，并且经各个排出管 54 和辅助回收管 60₁ 到 60₄ 开始真空抽吸。另外，在这个操作过程中，主控制器 20 通过控制空气调节机构 86 开始对液体供应 / 排出单元 32 附近的局部空气进行调节。这样通过在把水供应到投影光学系统 PL 像平面上的空间中的同时抽吸空间中的气体，不仅能够平稳地把水提供到空间中，还能防止在投影光学系统 PL 的像平面上留下不利的气泡和气体空隙。

[0199] 经过预定时间后，液体供应 / 排出单元 32 和准标板 FM 的表面分隔出的大致封闭空间中就填充了预定量的水。在开始供水后立刻把供水量设定在较低的水平，使得水不会

由于水压的作用从周壁 32f 的伸出部分 32g 和准标板 FM 之间的间隙（缝隙）漏到外面，并且在台处供水量设定在较高的水平，在台处水填充到高度 Δh 并且液体供应 / 排出单元 32 的内部成为一个完全封闭的空间。主控制器 20 可以通过调节阀组 62a 中每个阀的敞开程度或通过控制液体供应单元 72 自身的供水量来执行对供水量的设置。供水开始后，可以连续增加供水量，也可以一步步地增加供水量。

[0200] 不管怎样，一旦供水到达深度 Δh ，液体供应 / 排出单元 32 和晶片 W 表面所分隔的空间就处于抵抗液体供应 / 排出单元 32 的外部的负压，这是由真空排出单元 76 的真空抽吸力引起的，这个负压支撑水重，即负压升高水位。因此，在供水到达深度 Δh 后继续增加供水量时，水很难从周壁 32f 的伸出部分 32g 下面的间隙漏出。另外，由于在这个实施例中间隙只有 1 ~ 2mm，表面张力也帮助把水保持在周壁 32f（伸出部分 32g）内。

[0201] 当投影光学系统 PL 和准标板 FM 之间的预定空间充满了液体时，主控制器 20 给台控制单元 19 发出指令，并且移动晶片台 WST 使得投影单元 PU 的末端定位在晶片 W 上方的预定位置处。当晶片台 WST 从图 8A 示出的供水开始位置移动时，投影单元 PU 下面的浸液区域会经过辅助板 22a 和晶片 W 的边界，但是由于辅助板 22a 的表面和晶片 W 的表面基本处于相同高度并且辅助板 22a 和晶片 W 之间的间隙大致为 1mm，所以能够把水保持在透镜 42 下面。

[0202] 当经前述狭缝 32h₁ 到 32h₄ 利用真空抽吸把周围空气抽入每个狭缝 32h₁ 到 32h₄ 中时，如果不采取相应措施，就会形成空气湍流并且把每个狭缝下侧空间的压力降低到负压。当出现这样的负压时，水从周壁 32f 的伸出部分 32g 下面的间隙（缝隙）中漏出的可能性就大为增加。但是在这种情况下，前述的空气调节机构 86 利用气体供应喷嘴 853 和 854 等能够有效地抑制空气湍流的出现以及在每个狭缝周围出现的负压。

[0203] 图 9 示出了当液体供应 / 排出单元 32 内部填充的水在晶片 W 上达到理想深度时的状态，并且在包括投影光学系统 PL 的投影区域的部分晶片 W 上形成了浸液区。然后按上述方式执行基于步进 - 扫描方法的曝光操作。

[0204] 更具体地说，在主控制器 20 的指令下，台控制单元 19 根据晶片对准结果利用晶片台驱动部分 24 把晶片台 WST 移动到加速开始位置对第一拍摄区域（第一拍摄区）进行曝光，第一拍摄区是晶片支架 70 上保持的晶片 W 的第一划分区域。当晶片台 WST 从供水位置（液体供应位置）移动到前述的加速开始位置时，主控制器 20 开始对液体回收单元 74 的操作并且把阀组 62b 的至少一个阀 62 打开到预定的敞开程度，经回收管 52 回收液体供应 / 排出单元 32 内部的水。在这种操作下，执行对用来回收水的阀 62b 的选择并且调节每个阀 62b 的打开程度，使得液体供应 / 排出单元 32 内部填充有一直使得水面比透镜 42 的下表面高的恒定水量。

[0205] 在这种情况下，主控制器 20 可以完全关闭与供应喷嘴 36 对应的阀 62a 并且把与回收管 52 对应的阀 62b 打开预定程度，其中供应喷嘴 36 位于晶片台 WST（晶片 W）的移动方向上靠近投影单元 PU 后侧的位置，回收管 52 位于移动方向上投影单元 PU 前侧的位置。这种操作在透镜 42 下面建立起水的流动，在晶片台 WST 移动的同时，水从投影单元 PU 的后侧流向前面，与晶片台 WST 的移动方向相同。另外在这种情况下，优选主控制器 20 能够设置供水量和回收量使得液体供应 / 排出单元 32 内部在恒定地更换水的同时总是填充有恒定量的水，这个恒定量的水使得水的表面高于透镜 42 的下表面。

[0206] 当晶片 W(晶片台 WST) 已经移动到上述的加速起始位置时, 台控制单元 19 响应主控制器 20 的指令开始在 Y 轴方向上经分划板台驱动部分 11 和晶片台驱动部分 24 相对扫描分划板台 RST 和晶片台 WST。当分划板台 RST 和晶片台 WST 达到它们的目标扫描速度并且进入恒定速度的同步状态时, 照明系统 10 的照射光 IL(紫外脉冲光) 开始照射分划板 R 的图案区域, 从而扫描曝光开始。台控制单元 19 响应主控制器 20 的指令, 在监测上述晶片干涉仪 18 和分划板干涉仪 16 的测量值的同时通过控制分划板台驱动部分 11 和晶片台驱动部分 24 执行上述的相对扫描。

[0207] 台控制单元 19 执行同步控制, 特别是在上述的扫描曝光过程中执行同步控制, 从而分划板台 RST 的 Y 轴方向移动速度 Vr 和晶片台 WST 的 Y 轴方向移动速度 Vw 保持在与投影光学系统 PL 的投影放大倍率对应的速度比率上。

[0208] 然后照射光 IL 顺序照射分划板 R 图案区域中的不同区域, 并且当已经照射过整个图案区域后, 就完成了第一拍摄区的扫描曝光。通过这种操作, 就经投影光学系统 PL 把分划板 R 的图案缩小并且转印到第一拍摄区上。

[0209] 在执行对晶片 W 上第一拍摄区扫描曝光时, 与上述晶片台 WST 从供水位置移动到上述加速开始位置类似, 主控制器 20 调节构成阀组 62a 和 62b 的每个阀的打开程度 (包括完全关闭状态和完全打开状态), 从而在扫描方向 (即晶片 W 的移动方向) 上在透镜 42 下面创建从投影单元 PU 的后侧流向前侧的水流, 其流动方向与晶片 W 的移动方向相同 (+Y 方向)。

[0210] 图 10A 是液体供应 / 排出单元 32 附近这样一个点的简化视图。这点的水流方向与晶片 W 的扫描方向 SD(+Y 方向) 一样, 并且水流速度大于晶片 W 的扫描速度。因此, 水在晶片 W 上面从附图的左侧流向右侧, 并且在扫描曝光的过程中 (水一直保持在交换过程中), 晶片表面上照射光 IL 的照射区域 (分划板 R 上图案经投影光学系统 PL 的投影区域) 总是充满预定量的水。

[0211] 在这种情况下, 根据水流速度和水的流率, 水可能从周壁 32f 的伸出部分 32g 的扫描方向前侧漏到外面。但是, 基于毛细现象的作用, 狹缝 32h₃ 可以把漏出的水吸上来, 同时真空排出单元 76 能够利用真空抽吸力经辅助回收管 60₃ 抽吸水并且把水排出。也就是说, 相对于晶片 W 的扫描方向来讲, 那些设在供应管 58 相对侧的回收管 52 不能回收的并且流到伸出部分 32g 外侧的液体由辅助回收管 60₃ 回收或者说辅助回收管 60₃ 把这些水从晶片 W 处移走。

[0212] 另外, 如图 10A 所示, 当供应的水中出现气泡时, 或者在执行供水后就产生了气泡时, 由于在透镜 42 上游侧具有上述的空间 (负压空间), 所以如果水相对于晶片 W 的速度不超过一定值的话 (正常使用状态), 气泡就收集在这个空间中, 从而这些气泡不会到达透镜 42 下面的区域。也就是说, 由于水中气泡收集在供应管和透镜 42 之间, 所以它们就不会到达透镜 42 和晶片 W 之间的区域, 这就意味着气泡不会破坏图案投影到晶片 W 上的图像。

[0213] 顺便提及, 在不使用的空间中, 在透镜 42 下表面可以提供凹槽, 这里所说的不使用空间是指曝光光不经过的空间。在这种情况下, 即使气泡到达透镜 42 和晶片 W 之间, 由于凹槽捕获了气泡, 就能够以更可靠的方式防止气泡到达曝光光的光路中。

[0214] 在上述的扫描曝光过程中, 由于需要在晶片 W 上的照射区域基本与投影光学系统 PL 的成像面基本重合的状态下执行曝光, 所以主控制器 20 根据焦点位置探测系统 90a, 90b

的输出以下述从 a 到 f 的方式执行自聚焦和自调平。

[0215] a. 在扫描曝光的过程中, 主控制器 20 先得到温度传感器 38A 和 38B 的测量值, 然后计算温差 ΔT , 这个温差 ΔT 是晶片 W 上照射区域在扫描方向上的上游侧端和下游侧端之间的温差。另外, 主控制器 20 根据计算出的温差 ΔT 和在透镜 42 下面流动的水流量使用存储在存储器 21 中那些和计算晶片上照射区域内水温度分布相关的信息 (如计算公式或表格数据) 通过计算得到水温分布。

[0216] b. 另外, 主控制器 20 根据得到的水温分布使用存储在存储器 21 中的信息 (如计算公式或表格数据) 计算与最佳焦点位置 (如照射区域内扫描方向两侧的点处的最佳焦点位置) 的变化相对应的温度变化系数。

[0217] c. 另外, 主控制器 20 根据晶片 W 的扫描速度和供水量使用存储在存储器 21 中的计算公式或表格数据计算与最佳焦点位置 (如照射区域内扫描方向两侧的点处的最佳焦点位置) 的变化相对应的压力变化系数。

[0218] d. 另外, 主控制器 20 把在上面 b 和 c 分别得到的温度变化系数和压力变化系数代入存储在存储器 21 中、计算前述像差的计算公式 (如计算最佳焦点位置的计算公式) 中, 并且计算最佳焦点位置 (如照射区域内扫描方向两侧的点处的最佳焦点位置)。

[0219] e. 另外, 主控制器 20 根据在上述 d 中该点处的计算结果计算投影光学系统的像平面的形状 (像平面的倾斜), 并且根据计算结果设定在焦点位置探测系统的每个探测点 (成像光束的照射点) 处的目标位置 (设置探测补偿), 然后根据目标值主控制器 20 执行对晶片 W 的聚焦控制和调平控制。也就是说, 主控制器 20 控制 Z 向倾斜台 30 和晶片支架 70 的移动使得晶片 W 的表面基本与像平面重合。

[0220] f. 在扫描曝光过程中主控制器 20 以预定的间隔重复上述的操作 a 到 e。这样就沿着投影光学系统 PL 的像平面驱动晶片 W 上的每个点并且能够有效地抑制散焦, 这里的散焦是在曝光过程中由透镜 42 和晶片 W 之间的水的水温变化或水流动造成的变化引起的。

[0221] 当以这种方式完成了对晶片 W 上第一拍摄区的扫描曝光后, 台控制单元 19 响应主控制器 20 的指令在某一方向 (如 X 轴方向) 利用晶片台驱动部分 24 把晶片台 WST 步进到加速起始位置来曝光晶片 W 上的第二拍摄区 (作为第二划分区域的拍摄区)。当在两个拍摄区之间对晶片台 WST 进行步进操作 (划分区域之间的移动操作) 时, 即在对第一拍摄区的曝光和对第二拍摄区的曝光之间时, 与晶片台 WST 从供水位置移动到加速起始位置进行曝光类似, 主控制器 20 对每个阀执行打开 / 关闭操作。利用这种操作, 即使在两个拍摄区之间的步进操作过程中, 从投影单元 PU 在晶片台 WST 移动方向上的后侧向前侧把水供应到透镜 42 下面的空间, 并且总是保持恒定的水量。

[0222] 然后在主控制器 20 的控制下以与上述描述类似的方式对晶片 W 上的第二拍摄区执行扫描曝光。在这个实施例中, 由于使用了所谓的交替方向扫描法, 当曝光第二拍摄区时, 分划板台 RST 和晶片台 WST 的扫描方向 (移动方向) 与第一拍摄区相反。在第二拍摄区的扫描曝光过程中, 所执行的主控制器 20 和台控制单元 19 的操作基本与前述的操作一样。在这种情况下, 主控制器 20 也是调节构成阀组 62a 和 62b 的每个阀的敞开程度 (包括完全关闭状态和完全打开状态), 从而在与曝光第一拍摄区相反的晶片 W 移动方向上在透镜 42 下面建立起水的流动, 这种流动从投影单元 PU 的后侧移动到前侧。图 10B 是液体供

应 / 排出单元 32 附近这样一个点的简化视图, 它示出当对第二拍摄区执行扫描曝光时, 晶片 W 在 -Y 方向移动, 并且透镜 42 和晶片 W 之间的水在与晶片 W 移动方向相同的方向上流动 (-Y 方向)。

[0223] 以这种方式反复执行对晶片 W 上拍摄区的扫描曝光和步进操作, 并且把分划板 R 上的电路图案依次转印到作为多个划分区域的晶片 W 的拍摄区上。

[0224] 图 8 示出了对晶片 W 执行基于步进扫描法的曝光过程中晶片台 WST 和投影单元 PU 之间位置关系的一个例子。

[0225] 当以上述方式完成了对晶片 W 上多个拍摄区的扫描曝光时, 主控制器 20 给台控制单元 19 发出指令, 并且把晶片台 WST 移动到预定的排水位置。图 8C 示出了晶片台 WST 已经移动到排水位置时的状态。在图 8C 中, 字母 PU 表示投影单元 PU 的镜筒 40 的末端位置。在这种情况下, 把排水位置设定在镜筒 40 的末端位于辅助板 22c 正上方的位置。

[0226] 然后, 主控制器 20 完全关闭阀组 62a 中的所有阀, 同时完全打开阀组 62b 中的所有阀。与此同时, 主控制器 20 利用驱动机构 63 降低所有的总回收喷嘴 56 使得总回收喷嘴 56 的末端接触辅助板 22b, 然后打开阀 62c。

[0227] 利用这样的操作, 经过预定时间后液体回收单元 74 就完全回收了透镜 42 下面的水。

[0228] 然后晶片台 WST 移动到晶片更换位置并且更换晶片。

[0229] 从到目前为止的描述中能够清晰地看出, 在这个实施例的曝光设备 100 中, 供应机构把液体 (水) 供应到投影光学系统 PL 和晶片台 WST 上的晶片 W 之间的空间, 其中供应机构由液体供应单元 72、与液体供应单元 72 连接的供应管道 64、多个分别经阀 62a 与供应管道 64 连接的供应管 58、液体供应 / 排出单元 32 分别与多个供应管 58 连接的每个供应喷嘴 36 以及与每个供应喷嘴 36 连通的加宽喷嘴部分等部件构成。

[0230] 另外, 在曝光设备 100 中, 回收机构回收液体 (水), 回收机构由液体回收单元 74、与液体回收单元 74 连接的回收管道 66、经阀 62b 分别与回收管道 66 连接的多个回收管 52 以及与每个回收管 52 的末端连通的锥形喷嘴部分等部件构成。

[0231] 另外, 在曝光设备 100 中, 辅助回收机构由真空排出单元 76、与真空排出单元 76 连接的真空管道系统 69、经阀 62e 与真空管道系统 69 连接的辅助回收管 60₁ 到 60₄ 以及液体供应 / 排出单元 32 分别与每个辅助回收管连接的狭缝 32h₁ 到 32h₄ 等部件形成。这种辅助回收机构能够清除 (回收) 晶片 W 上液体回收机构不能回收的液体。在这个实施例中, 辅助回收机构利用吸力清除 (回收) 残留在晶片 W 上的液体; 但是, 也可以利用吹送干燥空气来干燥液体的方法清除、吹走或吹散残留液体。

[0232] 另外, 在曝光设备 100 中, 供应机构抑制水 (液体) 周围的环境变化, 这种变化是真空排出单元 76 造成的, 这种供应机构由空气调节机构 86 和气体供应喷嘴 85₃ 和 85₄ 等部件构成。

[0233] 另外, 在曝光设备 100 中, 驱动系统在扫描方向上相对于照射光 IL 同步驱动分划板台 RST 和晶片台 WST 以便在扫描曝光方法中把分划板图案转印到晶片 W 上, 该系统由分划板台驱动部分 11、晶片台驱动部分 24 和台控制单元 19 构成。

[0234] 另外, 提供环形侧壁 32c 从而分隔开形成在液体供应 / 排出单元 32 中心中的开口 32a (投影光学系统 PL 像平面侧上的透镜 42 布置在开口 32a 的中心), 并且在环形侧壁 32c

的外侧上还设有其顶部高度比其它部分高的环形凹进部分 32b，因此即使在把水（液体）提供到液体供应 / 排出单元 32 中时，空隙空间保持在环形凹进部分 32b 的内部。在曝光设备 100 中，以这种形式形成了气泡回收机构，该机构由环形侧壁 32c、环形侧壁 32e 和与由环形侧壁 32c 和环形侧壁 32e 形成的环形凹进部分 32b 的上部空间连接的排出管 54 等部件构成。另外，在这种情况下，由于所形成环形侧壁 32c 和环形凹进部分 32b 都环绕投影单元 PU 并且覆盖整个周壁，所以就等价于具有大量用来覆盖所有方向的气泡回收机构。

[0235] 另外，在曝光设备 100 中，构成调节单元根据和投影光学系统 PL（更具体地说是透镜 42）和晶片 W 之间水温信息相关的实际测量值（由温度传感器 38A 和 38B 测量）以及和投影光学系统 PL（更具体地说是透镜 42）和晶片 W 之间水压相关的信息来调节曝光条件，或更具体地说，焦点位置探测系统 90a, 90b 的补偿，与对晶片 W 的焦点调平控制相关的条件（成像条件）等，该单元由主控制器 20 构成。另外，在曝光设备 100 中，构成预测单元根据分别放置在扫描方向上一端和另一端的两个温度传感器 38A 和 38B 的探测结果来预测当水流经晶片 W 上照射光 IL 的照射区时水温发生的变化，该单元也由主控制器 20 构成。

[0236] 温度传感器的数目不必是两个，如果使用一个温度传感器就能够得到温度变化，那么只需要使用一个温度传感器。或者为了得到更详细的温度分布，曝光设备可以包括三个或更多个温度传感器。

[0237] 如上面详细描述过的，根据这个实施例中的曝光设备 100，当根据扫描曝光方法把分划板上图案转印到晶片 W 上的每个拍摄区上时，利用上述供应机构和回收机构同时进行在投影单元 PU（投影光学系统 PL）和晶片台 WST 上晶片 W 之间空间的供水操作和回收操作。也就是说，在构成投影光学系统 PL 末端的透镜 42 和安装在晶片台 WST 上的晶片 W 之间总是充满（保持）预定量水（水一直保持交换）的状态下执行曝光（把分划板图案转印到晶片上）。所以当应用浸液方法时，晶片 W 表面上照射光 IL 的波长与大气中波长相比减少到其 $1/n$ (n 是水的折射率，等于 1.4)，这样就提高了投影光学系统的分辨率。另外，由于所提供的水随时保持在更换状态下，所以通过水的流动能够清除晶片 W 上的异物。

[0238] 另外，由于与大气状态相比投影光学系统 PL 的焦点深度放大了大约 n 倍，这样就更不可能发生散焦，所以这对使用焦点位置探测系统 90a, 90b 执行晶片 W 的焦点调平操作来讲是有利的。并且如果一定要使得焦点深度与空气状态下一样，那么就可以增加投影光学系统 PL 的数值孔径 (NA)，这样也增加了分辨率。

[0239] 另外，当供应机构提供的水（液体）中出现气泡时，或者在供应水后就产生气泡时，这些气泡就在相对于投影单元 PU（投影光学系统 PL）流动的上游侧由气泡回收机构回收。也就是说，气泡回收机构回收了水中的气泡，从而气泡不会到达透镜 42 下面的空间。因此，这种操作能够防止由于气泡进入透镜 42 和晶片 W 之间的空间而造成在有些地方降低了照射光 IL 的透射或降低图案投影图像的质量。

[0240] 另外，从图 10A 和 10B 能够清晰看出，随着晶片 W 的移动方向不同（如图 10A 和 10B 中的移动方向是扫描方向），气泡回收机构用来收集气泡的气泡回收位置也相应转换。因此，不论晶片 W 向哪个方向移动，总是能够避免气泡在这种移动的过程中进入透镜 42 和晶片 W 之间的空间。

[0241] 另外，当依次曝光晶片 W 上的多个拍摄区时，如果上述回收机构不能完全回收供应的水，如水漏到液体供应 / 排出单元 32 外部，那么就无法收集这些水，或者说水会漏出，

这时上述辅助回收机构就会清除（回收）晶片 W 上的水。通过这样的操作，水不会留在晶片 W 上；因此，就能够避免由于水留（残留）在晶片 W 上而造成的种种不便。也就是说，由于不会发生残留的水汽化产生的汽化热使得大气中的温度分布变化，或由于不会发生大气中的折射率变化，所以就有效地抑制测量晶片台 WST 位置的晶片干涉仪 18 的测量误差。另外，这种操作能够防止残留在晶片上的水流到晶片背面，从而就能够避免发生晶片粘到载臂上从而很难与载臂分离的情形。

[0242] 另外，曝光设备 100 包括至少环绕透镜 42 周边的周壁 32f（伸出部分 32g），其中透镜 42 是投影光学系统 PL 最靠近晶片侧的光学元件并且与晶片台 WST 上的晶片 W 表面建立起预定的间隙，这个间隙设定在 $\Delta h = 1$ 到 2mm 左右的较小值。因此，周壁 32f 内的水与外部空气之间的接触面积就非常小，这样通过水的表面张力就能够防止液体经这个间隙漏到周壁 32f 外部。因此就能够确保在完成曝光后回收浸液方法中使用的液体（水）。

[0243] 另外，根据这个实施例中的曝光设备 100，即使在水保持在投影光学系统 PL（透镜 42）和晶片 W 之间的状态下晶片台 WST 移动到投影单元 PU（投影光学系统 PL 的投影区域）离开晶片 W 时，如当曝光晶片 W 周边的拍摄区时，或者在曝光完成后更换晶片台 WST 上的晶片时，通过把水保持在投影光学系统和辅助板（辅助板 22a 到 22d 中的任何一个辅助板）之间，能够避免水流到外面。这种布置能够防止出现水流到外部所造成的种种不便。另外，由于辅助板 22a 到 22d 和晶片 W 之间的间隙设定在 3mm 或更低，即使晶片台 WST 从晶片 W 位于投影单元 PU（投影光学系统 PL）下面的位置移动到晶片 W 离开投影单元 PU 的位置，水的表面张力也能够防止水流到晶片 W 和辅助板之间的间隙。本发明人已经验证了由于水的表面张力的作用，即使水表面和辅助板表面之间的表面差在 1mm 左右时也很难发生泄漏。

[0244] 另外，当更换晶片 W 后开始曝光时，由于在曝光开始前水保持在投影单元 PU（投影光学系统 PL 的透镜 42）和辅助板之间，所以无需再提供水就可以开始曝光，这样就增加了产量。

[0245] 另外，由于在开始曝光前从辅助板 22a 处开始给液体供应 / 排出单元 32 提供水，那么就能够避免出现水压等把一部分抗蚀剂去除掉的危险，这在从晶片 W 上开始供水时经常出现。

[0246] 另外，由于空气调节机构 86（包括气体供应喷嘴）对液体供应 / 排出单元 32 保持水处的周边进行空气调节，所以当使用回收机构或辅助回收机构回收水时，能够防止保持在液体供应 / 排出单元 32 内部的水的周围的大气中气体（如那些位于容纳曝光设备主体的腔室中的空气）流动形成湍流，这样就能够防止气体流动的湍流（包括气体的温度波动以及折射率的变化等）引起的晶片干涉仪 18 的测量误差，从而能够用良好的精度测量晶片台 WST 的位置。

[0247] 因此，利用这个实施例中的曝光设备 100，由于具有上述的各种效果，所以能够以非常高的精度把分划板 R 的图案转印到晶片 W 上多个拍摄区的每个拍摄区中。另外，与在空气中执行曝光相比，能够以更宽的焦点深度执行曝光。

[0248] 在上面第一个实施例中对每个部分的布置仅仅是示例性的，本发明当然不限于此。例如，在上述的实施例中，当晶片台 WST 移动时，主控制器 20 调节构成阀组 62a 和 62b 的每个阀的打开程度（包括完全关闭状态和完全打开状态），从而在透镜 42 下面建立在晶片台 WST 的移动方向上从投影单元 PU 后侧向前侧的水流动。与之相反，当晶片台 WST 移动

时,主控制器 20 可以调节构成阀组 62a 和 62b 的每个阀的打开程度(包括完全关闭状态和完全打开状态),从而在透镜 42 下面建立在晶片台 WST 的移动方向上从投影单元 PU 前侧向后侧的水流动。在这种情况下,前述的辅助回收机构在投影单元 PU(投影光学系统 PL) 晶片 W 移动方向的前侧回收残留液体。也就是说,通过位于晶片移动方向前侧的狭缝 32h_i 和与狭缝连通的辅助回收管 60_i(i = 1 到 4 中任何一个数) 来回收残留液体。

[0249] 另外,在上述的第一个实施例中,辅助回收机构由形成在一部分液体供应 / 排出单元 32 的狭缝 32h₁ 到 32h₄、分别与狭缝 32h₁ 到 32h₄ 连通的辅助回收管 60₁ 到 60₄ 和真空排出单元 76 等部件构成,但是空气调节机构 86 例如可以包括抽吸液体(液体或气体)的抽吸机构等。也就是说,空气调节机构 86 可以包括一个真空泵,并且与真空泵连接的抽吸喷嘴可以布置在前述每个气体供应喷嘴的附近。通过使用这样的布置,作为抽吸机构的真空泵能够执行回收前述回收机构不能回收的水(漏到液体供应 / 排出单元 32 外部的水)的功能。在这种情况下,在液体供应 / 排出单元 32 中不必形成狭缝 32h₁ 到 32h₄,并且根据布置抽吸喷嘴的位置,抽吸喷嘴能够在略大的范围内处理水的泄漏。另外,在上述的实施例中,在对晶片 W 曝光时执行对水的供应和回收。但是由于表面张力能够保持水,在曝光过程中就不是一定要执行水的供应和回收操作。

[0250] 另外,空气调节机构 86 可以通过提供干燥空气或热空气来干燥残留的水以便去除晶片 W 上的残留水,这些残留水是周壁 32g 外部那些回收机构不能回收的水。

[0251] 在上述的实施例中,准标板 FM 布置在辅助板的一部分上,但是,也可以采用另一种布置方式,即沿着准标板 FM,在一部分辅助板上可以布置用作焦点位置探测系统 90a, 90b 校准的参考反射板。或者可以把参考反射板和准标板 FM 组合成一个板。另外,提供辅助板覆盖晶片 W 的整个周边,但是也可以在需要的位置布置辅助板,或者以彼此分开的预定间隔布置辅助板。

[0252] 另外,在上述的实施例中,除了在两个拍摄区之间执行步进操作和当晶片台 WST 静止时的执行扫描曝光外,主控制器 20 可以停止前述供应机构的水(液体)供应操作和前述回收机构的水回收操作。即使在这种情况下,前述的负压力以及水的表面张力也能够把液体供应 / 排出单元 32 内部的水保持住。由于与在两个拍摄区之间执行步进操作和扫描曝光相比,晶片台 WST 在静止状态下更换水的需要低一些,所以与一直(不仅在晶片台 WST 移动时,而且在它静止时)同时执行供应机构的液体供应操作和回收机构的液体回收操作相比,就能够减少使用的液体量。但是,如果在晶片台 WST 处于静止状态下继续保持供水和排水,那么透镜 42 的下表面就不会受到任何玷污。

[0253] 另外,在这个实施例中,分别示于图 8A 和 8C 的供水位置和排水位置与晶片更换位置(晶片卸载位置和加载位置)没有任何关系。但是,本发明并不限于此,例如供水位置可以同时是晶片加载位置,排水位置可以同时是卸载位置。通过调节投影单元 PU 末端和晶片台 WST 的某些区域(更确切地说是辅助板)之间区域的关系使得投影单元 PU 不会对输送晶片 W 造成障碍就能够实现这种布置。在这种情况下,在晶片的卸载位置和装载位置可以继续或维持供水和排水。在这种情况下,可以把晶片的卸载位置和装载位置设定在同一位置(称为等待位置),在这个位置处准标板 FM 位于投影单元 PU 的正下方,并且可以设定晶片台 WST 的某些区域(更确切地说是辅助板)使得在晶片对准过程中能够确保投影单元 PU 的末端位于辅助板 22a 到 22d 中任一个的上方。

[0254] 在这种情况下,由于能够把水一直保持在透镜 42 下面,就能够在步进扫描方法中曝光操作以外的时间段中继续前述的供水和排水。在这种情况下,一旦水提供到透镜 42 下面,就能够对多个晶片连续执行曝光而无需排放透镜 42 下面所有的水。

[0255] 另外,在上述的实施例中,为了把水保持在投影单元 PU 的透镜 42 下面,使用了包括周壁 32f 的液体供应 / 排出单元 32,但是,本发明不限于此。也就是说,不是一定要使用液体供应 / 排出单元 32。即使在这种情况下,由于投影光学系统 PL 的透镜 42 和晶片 W 之间的距离(工作距离)大约为 3mm,能够利用表面张力把水保持在透镜 42 和晶片 W 之间。另外,在这种情况下,可以提供一种与国际申请 Wo. 99/49504 等前述文献中披露的液体供应机构和液体回收机构类似的机构。在这种布置中,即使投影单元 PU 从晶片 W 上面偏离开来从而暴露出晶片的边沿部分,由于具有前述的辅助板,所以与专利文件 1 不同,一样能够防止水从透镜 42 下面泄漏出来。在这种情况下,在晶片台 WST 静止不动时,也能够停止供水和排水。在这种情况下,由于使用了浸液方法,能够执行具有高分辨率的曝光(或与在大气中执行曝光的情形相比以更宽的焦点深度曝光)。因此图案能够以很高的精度转印到晶片上。

[0256] 但是在这种情况下,类似于上述实施例,可以使用一个类似于液体供应 / 排出单元 32 的单元,该单元的喷嘴部分和环绕透镜的围壁(周壁 32f)结合在一起,这样可以一次完成更换操作,从而简化了维护操作。

[0257] 在上述的实施例中,供水和排水的阀经管道直接连接液体供应 / 排出单元 32 的喷嘴部分,并且优选使用柔性管作为这些管道。另外,优选使连接阀和工厂管道的管通过弹簧与曝光设备的主体和投影单元 PU 以机械的方式分开,这样就不会传播振动。另外,这种布置还能够避免在打开和关闭阀时伴随产生的振动和水击现象的传播和影响投影单元 PU 与曝光设备的主体,并且由此避免它们成为各种误差的起因。

[0258] 另外,在上述实施例中的曝光设备 100 中,当执行如两次曝光等多次曝光时,在投影单元 PU(投影光学系统 PL 的透镜 42) 和晶片 W 之间的空间中充满液体的状态下,当根据步进扫描方法把第一图案转印到晶片 W 上多个划分区域(拍摄区)上后,可以在水保持在透镜 42 和晶片 W 之间的状态下把第二图案转印到晶片 W 上的多个拍摄区上。在这种情况下,对于分划板台 RST 来讲,根据一种称为双分划板保持器的方法,优选使用一种能够保持两个分划板的台,这种双分划板保持器的方法可以参见日本待决专利申请 No. H02-166717。利用这种布置,由于在第一拍摄区和第二拍摄区之间不必执行分划板对准和晶片对准,在第一图案曝光和第二图案曝光之间,在投影单元 PU(投影光学系统 PL 的透镜 42) 和晶片 W 之间的空间中充满液体的状态下执行两次曝光不会引起任何问题。在这种情况下,可以应用使用浸液方法的多次曝光,并且能够执行具有高分辨率和显著扩大了焦点深度的非常精确的曝光。在这种情况下,由于液体保持在透镜 42 和晶片 W 之间对第二图案开始曝光的位置处,无需等待提供液体就可以开始第二图案的曝光。

[0259] 在上述的实施例中,可以在投影单元 PU(投影光学系统 PL 的透镜 42) 和准标板 FM 之间的空间充满水的状态下执行分划板对准。

[0260] 另外,在上述的实施例中,作为调节单元的主控制器 20 根据温度传感器 38A 和 38B 的测量结果(投影光学系统 PL(透镜 42) 和晶片 W 之间水的温度信息的实测值)得到照射光 IL 的照射区内的像差,如与最佳焦点位置的变化对应的温度变化系数等,但是,主控制

器 20 也可以根据投影光学系统 PL(透镜 42) 和晶片 W 之间水的温度信息的预测值得到温度变化系数。在这种情况下,把已经测量的与分划板 R 的透射率和晶片 W 的反射率相关的信息事先存储在存储器 21 中,并且在执行曝光时,主控制器 20 通过使用积分器传感器 14 的输出和分划板 R 的透射率和晶片 W 的反射率执行预定的计算从而得到晶片的热吸收量,然后根据获得的热吸收量以及和供水、排水和扫描操作引起的透镜 42 下面的水流动(流速和流率)的信息预测照射区内水的温度升高(温度分布)。然后,主控制器 20 可以用上述实施例采用过的类似方式根据预测结果得到温度变化系数。当然,为了得到温度变化系数,主控制器 20 可以同时使用投影光学系统 PL(透镜 42) 和晶片 W 之间水的温度信息的实测值和根据上述积分器传感器 14 等输出的预测值。

[0261] 另外,在这个实施例中,主控制器 20 得到温度变化系数和压力变化系数,然后根据包括两组系数作为参数的公式等得到照射区内的最佳焦点位置。但是本发明不限于此,主控制器 20 可以得到温度变化系数或压力变化系数,然后通过使用上述的公式但是用 0 代替剩下的变化系数得到照射区内的最佳焦点位置。在这种情况下,主控制器 20 可以直接从不包括温度变化系数和压力变化系数作为参数的公式得到最佳焦点位置,如从照射区内水温分布或压力分布得到最佳焦点位置。

[0262] 另外,在这个实施例中,已经描述了这样的情况,即主控制器 20 根据用上述方式得到的照射区内在扫描方向两端处的最佳焦点位置调节作为曝光条件焦点位置探测系统的补偿并且执行晶片 W 的焦点调平。但是本发明不限于此,作为曝光条件,还可以根据得到的照射区内在扫描方向两端处的最佳焦点位置调节分划板 R 的图案表面,或者利用成像质量校正控制器 81 调节投影光学系统 PL 的自身像平面的倾斜。然后,如果不能完全修正像平面的倾斜,主控制器 20 可以根据修正后的像平面状态执行上述实施例中焦点位置探测系统的补偿调节并且执行晶片 W 的焦点调平。

[0263] 另外,当预测出水温变化(温度分布)会影响焦点位置探测系统 90a,90b 的测量时,在执行焦点调平时可以考虑水温变化(温度分布)引起的测量误差,或可以根据温度传感器 38A 和 38B 的输出修正焦点位置探测系统 90a,90b 的探测结果,并且根据修正后的探测结果执行焦点调平控制。

[0264] 另外,在上述的实施例中,事先利用模拟或实验得到水压变化(压力分布),并且根据结果控制 Z 向倾斜台 30 的移动,但是,也可以根据对水压的测量结果来控制 Z 向倾斜台 30 的移动,水压可以用连接到液体供应/排出单元上的压力传感器来测量。

[0265] 另外,上述实施例主要讨论了水流动引起的水压变化。但是,在没有水流动的情况下(当液体供应/排出单元不执行水供应/回收时),控制晶片台 WST 的移动和修正成像操作时也可以考虑水压的影响。

[0266] 另外,在上述实施例中,温度变化或压力变化没有引起焦点调平的控制误差,但是,当如上所述温度变化或压力变化引起晶片 W 上照射区内投影的图案图像的各种类型像差(如球差、象散、畸变和放大率等)变化时,根据水温变化(温度信息)和压力变化(压力信息)通过调节投影光学系统 PL、调节照射光 IL 的波长和移动分划板 R 等操作能够修正这些变化。

[0267] 根据晶片上抗蚀剂的类型,抗蚀剂物质可能溶解在水中并且对成像造成不利影响。在这种情况下,就需要减少那些在曝光先前拍摄区时渗出的已溶解抗蚀剂材料对下一

拍摄区成像的影响。下述的第二个实施例主要是针对这一方面。

[0268] 第二个实施例

[0269] 下面参考图 11A 到 11F 描述本发明的第二个实施例。对于与前述第一个实施例相同或相似的部件,用同样的参考标号来表示,并且只对它们进行简略描述或完全略去对它们的描述。第二个实施例中曝光设备的布置与第一个实施例类似,其不同点在于主控制器 20 经液体供应 / 排出单元 32 对水进行的供应 / 排出方法。所以为了避免重复,下面的描述重点放在与第一个实施例的不同之处。

[0270] 在第二个实施例的曝光设备中,当根据步进扫描方法执行与曝光操作不同的操作时,或更具体地说,当执行晶片更换和预定的准备操作(分划板对准、对准探测系统的基线测量和晶片对准)时,以与第一个实施例一样的方式执行晶片更换和预定的准备操作,其不同处在于在执行这些操作的过程中在晶片 W 上完全不执行供水和水回收(排水)。

[0271] 因此在下面的描述中,将描述根据步进扫描方法把分划板图案转印到晶片上多个拍摄区的操作,特别是在拍摄区的扫描曝光过程中的操作和在两个拍摄区之间转换时的步进操作。

[0272] 首先操作示于图 6 的液体供应单元 72、液体回收单元 74 和真空排出单元 76,并且完全打开阀组 62a 和 62b 中的阀,同时完全打开阀 62c,并且把阀组 62d 和 62e 中的阀打开到预定程度。

[0273] 图 11A 到 11F 示出了当扫描晶片台 WST 以曝光根据第二个实施例的曝光设备的拍摄区时供水 / 排水的操作流程。下面参考附图描述第二个实施例中的供水 / 排水方法。

[0274] 图 11A 示出了这样一种状态,在主控制器 20 的控制下,驱动晶片台 WST 的台控制单元 19(在这一点在与晶片台 WST 相反的方向上以与投影放大率对应的速度也驱动分划板台 RST)使得将要曝光的拍摄区 SA 靠近投影单元 PU 的投影区域(晶片 W 上照射光 IL 经分划板 R 和投影光学系统 PL 进行照射的照射区)IA。在晶片台 WST 移动的同时,主控制器 20 调节供水阀组 62a 中每个阀的敞开程度使得水经相对于移动方向(扫描方向)在投影单元 PU 后侧的供应管 58 提供到晶片 W 上。图 11A 中的灰色区域(WTR)示出了晶片 W 表面上由水覆盖的区域。在这个状态下,如上所述,把排水(水回收)阀组 62b 中每个阀设定在完全关闭的状态。

[0275] 然后,在继续供水的同时晶片台 WST 在扫描方向上移动,并且如图 11B 所示,覆盖有水的区域(WTR)随着晶片台 WST(晶片 W)的移动扩展。图 11B 示出的状态是要进行曝光的拍摄区 SA 马上要进行曝光的状态。

[0276] 然后,当拍摄区 SA 到达曝光区域时,以与前面一样的方式执行对拍摄区 SA 的曝光。

[0277] 在曝光过程中,如图 11C 所示,穿过投影区域 IA 的那部分拍摄区 SP 一直处于由水覆盖的状态。

[0278] 从图 11C 中示出的这点开始(或从这点之前开始),主控制器 20 调节排水阀组 62b 中每个阀的打开程度从而收集那些覆盖在已经完成了曝光的部分上的水。在这个状态中,打开阀组 62b 中的阀,相对于投影单元 PU 来讲,这些阀布置的位置基本与那些打开从而实现供水的阀组 62a 中的阀对称。

[0279] 如图 11D 所示,在对那些经过投影区域 IA 的拍摄区 SA 执行曝光的同时,台控制单

元 19 驱动晶片台 WST，并且收集那些覆盖在已经完成了曝光的部分上的水。然后，如图 11E 所示，完成对拍摄区 SA 的曝光。

[0280] 一旦以上述方式完成曝光，主控制器 20 在同一时刻完全关闭阀组 62a 中用来供水的阀。然后，如图 11F 所示，当完全排放掉晶片 W 上的水后，主控制器 20 完全关闭阀组 62b 的每个阀。

[0281] 以上述的方式就完成了对拍摄区 SA 的曝光操作和与曝光操作同步进行的供水 / 回收操作，或者说供水 / 排水操作。

[0282] 然后，根据主控制器 20 给出的指令，台控制单元 19 以与第一个实施例一样的方式执行在两个拍摄区之间的步进操作。但是，在步进操作过程中，没有水提供到晶片 W 上。

[0283] 然后，对下一个拍摄区，以和上述方式相同的方式执行扫描曝光（分划板图案的转印）并且与曝光操作同步执行供水 / 排水操作。在这种情况下，主控制器 20 控制每个部分使得晶片 W 的移动方向和提供到晶片 W 上的水的流动方向都与图 11A 到 11E 中描述的情形相反。

[0284] 并且以和上述方式相同的方式重复执行在晶片 W 上对每个拍摄区的扫描曝光以及在不同拍摄区之间的步进操作，并且把分划板 R 的电路图案依次转印到作为晶片 W 上划分区域的多个拍摄区上。

[0285] 如上所述，根据第二个实施例中的曝光设备，前述供水机构向周壁 32f 内部的供水和回收机构的水回收与对晶片 W 上拍摄区的曝光同步进行，其中周壁 32f 内部包括投影单元 PU（投影光学系统 PL 的透镜 42）和晶片台 WST 上的晶片 W 之间的空间。因此，当根据步进扫描方法把图案转印到晶片 W 上经受曝光的拍摄区上时，在拍摄区穿过照射光 IL 经投影光学系统 PL 的照射区 IA 时，预定量的水（能够一直更换水）能够填充到透镜 42 和晶片 W 之间，并且利用浸液方法，与在空气中进行曝光的情形相比，能够执行具有更高分辨率和更宽焦点深度的曝光。另一方面，除了在经受曝光的拍摄区穿过照射区 IA 的照射时间段或包括照射时间段和照射时间段后很短的一段时间的时间段，晶片 W 处于其表面上没有水的状态。也就是说，当依次曝光晶片 W 上的多个拍摄区时，因为在每次对拍摄区执行曝光时都重复执行对投影光学系统 PL 的透镜 42 和晶片 W 之间区域的供水和把水完全回收，这样就能够抑制由于晶片 W 上光敏剂（抗蚀剂）的物质溶解在水中而产生的种种不良后果，如减少了照射光 IL 的透射率以及对成像造成了不利影响等。

[0286] 另外，在第二个实施例中的曝光设备中，供水机构在照射区 IA 的周边具有多个供应喷嘴 36，并且根据晶片 W 的扫描方向（移动方向）转换用来供水的供应喷嘴 36。更具体地说，每次曝光拍摄区时，供水机构从晶片 W 的扫描方向的后侧供水，与这个操作相对应，回收机构在扫描方向的前侧完全回收水。因此，对每个拍摄区的曝光应用浸液方法，而与扫描方向无关。

[0287] 另外，当前述供水机构从晶片 W 的扫描方向的后侧把水提供到周壁 32f 的内部时，前述的回收机构在投影单元 PU 的扫描方向的前侧回收这些水。在这种情况下，提供的水沿着晶片 W 的扫描方向在透镜 42 和晶片 W 之间流动。因此，当在晶片 W 上存在异物时，水流能够清除这些异物。

[0288] 另外，在第二个实施例中，与第一个实施例类似，前述气泡回收机构在投影单元 PU 的晶片扫描方向的后侧收集水中的气泡。在这种情况下，当改变晶片 W 的扫描方向时，与这

种操作对应,用来收集气泡的气泡回收机构也相应转换。

[0289] 另外,在第二个实施例的曝光设备中,当转印图案时,当晶片台在扫描方向的移动使得经受曝光的拍摄区后端离开照射区 IA 时,在这一点处供水机构停止供水。因此,这样就有效地抑制了驱动阀和伴随驱动阀的水击现象所引起的振动传播到投影单元 PU 处,并且由此避免降低投影光学系统 PL 的成像质量。另外,能够把供水量减少到最少,从而缩短了回收所需的时间。

[0290] 另外,在第二个实施例的曝光设备中,当图案已经转印到经受曝光的拍摄区上时,在对下一个拍摄区执行转印之前,要对晶片台 WST 执行在两个拍摄区之间的步进操作,而在此之前则先利用回收机构回收水。因此,这样在对下一个拍摄区进行曝光时,那些溶解在水中的晶片 W 的光敏剂(抗蚀剂)物质就不会对曝光造成不利影响。另外,能够略去在步进方向上的水供应和回收机构。

[0291] 在上述的第二个实施例中,已经描述了下述情形,即如图 11A 所示,当经受曝光的拍摄区在扫描方向的前端到达供水位置时(或就在此刻之前),供水机构开始供水。但是本发明不限于此,供水机构可以在下述任一个时刻开始供水:当完成了从把图案转印到前一个拍摄区到把图案转印到经受曝光的拍摄区之间晶片台 WST 的步进操作之后,在晶片台 WST 已经开始其移动从而曝光下一个拍摄区之后,和在经受曝光的拍摄区的扫描方向前端到达供水位置之前。在这种情况下,供水机构从晶片 W 移动方向(扫描方向)的后侧向周壁 32f 内部供水,并且随着晶片 W 的移动在透镜 42 和晶片 W 之间的空间中充满水,其中周壁 32f 包括投影单元 PU(投影光学系统 PL 的透镜 42)和晶片台 WST 上晶片 W 之间的空间。在这种情况下,当经受曝光的晶片 W 上的拍摄区 SA 移动到透镜 42 下面的位置时,在拍摄区 SA 到达透镜 42 下面的位置之前就能够确保水提供到拍摄区 SA 上。也就是说,当晶片 W 在扫描方向上移动时,水提供到透镜 42 和晶片 W 的表面之间的空间。因此,通过执行拍摄区 SA 的曝光(分划板 R 的图案转印到晶片 W 上),应用了前述的浸液方法,这样与在空气中执行曝光相比,就能够以很高的分辨率和更宽的焦点深度执行曝光,其中拍摄区 SA 是经受曝光的区域。

[0292] 在上述的第二个实施例中,如图 12 所示,在液体供应 / 排出单元 32 的下端部分,在多个供应喷嘴 36(非扫描方向上与图案的投影区域(照射区)IA 对应的范围内的供应喷嘴)非扫描方向两侧的位置处设有多个在扫描方向上延伸的分隔件 87a 和 87b,那些供应喷嘴在非扫描方向上彼此分开布置。在这种情况下,在每个由分隔件 87a 和 87b 分隔开的、布置每个供应喷嘴 36 的区域内,布置了回收管 52,并且每个管与每个供应喷嘴 36 对应。然后,主控制器 20 根据经受曝光的晶片 W 的拍摄区位置使用供水机构转换供水的供应喷嘴 36,并且相应地转换用来回收水的回收管 52。在这种情况下,可以通过有选择地打开 / 关闭阀组 62a 和 62b 中的每个阀来转换供应喷嘴 36 和回收管 52。

[0293] 通常在晶片 W 的周边部分具有多个所谓的缩小拍摄区,这些拍摄区的一部分是缩小的,并且在这样的缩小拍摄区内有一些类似于图 12 中拍摄区 SA_n 的拍摄区,这些拍摄区的尺寸在非扫描方向上比其它拍摄区(位于晶片 W 上内部中的拍摄区)的尺寸小。晶片 W 上缩小拍摄区 SA_n 的位置和拍摄区的形状(包括尺寸)是已知的。因此,当曝光拍摄区 SA_n 时,主控制器 20 能够对阀组 62a 和 62b 中的每个阀执行打开 / 关闭控制从而从图 12 中用 · 表示出的供应喷嘴 36Q 供水,并且使用 · 表示出的回收管 52Q 回收水。当执行这样

的控制时,就不在拍摄区 SA_n 中缩小的部分执行供水 / 排水操作。因此,通过在曝光前把水完全从晶片 W 上不是要经受曝光的拍摄区的区域排走,即使不能增加晶片支架 70 的辅助板 22a 到 22d 的尺寸,在曝光缩小区域时能够最大可能地防止水泄漏。

[0294] 在这种情况下,当然可以根据晶片 W 的扫描方向转换用来供水的供应喷嘴 36 和回收管 52。

[0295] 另外,主控制器 20 可以根据晶片上要经受曝光的拍摄区在非扫描方向上的尺寸而不是其位置使用供水机构转换用来供水的供应喷嘴 36,同时由此转换用来回收水的回收管 52。在这种情况下,即使把不同尺寸的图案转印到相同或不同的晶片上,仍然能够顺利地执行曝光。

[0296] 另外,在上述的第二个实施例中,已经描述了在完成对晶片 W 上拍摄区的曝光时停止供水的情形。但是本发明不限于此,还可以使用如图 13A 到 13F 示出的曝光次序。

[0297] 在这种情况下,图 13A 到图 13C 的操作与前述图 11A 到图 11C 完全一样。但是,就在经受曝光的拍摄区 SA 在扫描方向的后端离开照射区 IA 的那一刻,或者更具体地说,如图 13D 所示,在拍摄区 SA 的后端到达供水位置(供应管 58 的位置)的那一刻,主控制器 20 完全关闭阀组 62a,并且在曝光操作完成前一直切断所有的供水。由于与参考图 11A 到 11F 的情况比,供水的范围小了(参见图 13E 和 13F),这样就减少了彻底排水所需的时间。因此,供水 / 排水产生的振动对曝光精度只有很小的影响,从而有效地提高了产量。在这种情况下,在图案已经转印到拍摄区 SA 上之后并且在执行在两个拍摄区之间晶片台 WST 的步进操作(随后要开始把图案转印到下一个拍摄区)之前,回收机构依然回收了水(参见图 13F)。

[0298] 液体供应 / 排出单元的布置不限于上述实施例中描述的那些,而是可以具有各种其它类型的布置。

[0299] 例如,在图 14A 示出的液体供应 / 排出单元 32' 中,所构成的单元可以不包括气泡收集机构和总回收喷嘴,而是只包括供水机构,回收水的回收机构以及辅助回收机构等,其中供水机构由变宽的喷嘴部分、供应喷嘴 36 和供应管 58 构成,回收机构由锥形喷嘴部分和回收管 52 构成,辅助回收机构由狭缝 32h₃ 和 32h₄ 构成。在这种情况下,以透镜 42 为中心,锥形喷嘴部分和回收管 52 设在透镜 42 的周边,并且变宽的喷嘴部分、供应喷嘴 36 和供应管 58 布置在锥形喷嘴部分和回收管 52 的外侧。当使用图 14A 所示的液体供应 / 排出单元 32' 时,当从左向右扫描晶片执行曝光时,经供应喷嘴 36 和变宽的喷嘴部分从左手侧的供应管 58 供水,透镜 42 左侧的锥形喷嘴部分和回收管 52 排出一部分供应的水,并排出供应的水中的气泡,从而防止气泡从透镜 42 下面经过。同时,透镜 42 右侧的锥形喷嘴部分和回收管 52 回收从透镜 42 下面流过的水。

[0300] 在这种情况下,上述锥形喷嘴部分、回收管、变宽喷嘴部分、供应喷嘴 36、供应管 58 等不必覆盖透镜 42 的整个周边,可以把它们分别设在扫描方向的两端。这点也适用于前述的液体供应 / 排出单元 32。

[0301] 另外,在上述的每个实施例中,液体供应 / 排出单元使用不同的喷嘴执行供水和排水。但是本发明不限于此,如可以使用图 14B 中液体供应 / 排出单元 32" 中的供水 / 排水喷嘴 52' 来执行供水和排水。在这种情况下,当扫描晶片台 WST 时,可以从位于扫描方向后侧的供水 / 排水喷嘴供水并且用位于扫描方向前侧的供水 / 排水喷嘴收集水。并且在这种情况下,当水中出现气泡时,它们在透镜 42 扫描方向的前端聚集在液体供应 / 排出单元

32”内部的顶部附近，并且当扫描方向反向从而转换用于供水和排水的喷嘴时，气泡从排水侧供水 / 排水喷嘴排出。

[0302] 另外，在上述每个实施例描述的曝光设备中，如图 15 所示，在构成投影光学系统 PL 的所有透镜中最靠近晶片 W 的透镜 42 中，可以在没有用来曝光的部分中形成孔，并且供应机构可以通过这些孔执行液体供应，回收机构可以通过这些孔执行液体回收和对液体中出现的气泡执行气泡回收。在图 15 示出的情况下，通过形成在透镜 42 中的孔回收液体。当应用这样的布置时，与供应机构和回收机构都完全布置在投影光学系统外面相比，能够节省空间。

[0303] 在每个上述的实施例中，其中使用的液体都是超纯水（水）。但是本发明并不限于此，很显然有多种液体可以使用，只有该液体化学结构稳定、对照射光 IL 具有很高的透射率、并且使用起来安全就行，其中的一个例子是含氟惰性液体。可以使用 Florinert（商标名，由 3M 制造）作为含氟惰性液体。含氟惰性液体的冷却效果也很好。另外，作为可使用的一种液体，要求该液体对于照射光 IL 来讲具有很高的透射率和尽可能高的折射率，另外，该液体对于投影光学系统和涂在晶片表面上的光致抗蚀剂（例如香柏油等）是稳定的。

[0304] 另外，在上述的实施例中，可以再次使用回收的液体，从这点上讲，理想的是在液体回收单元、回收管等中设有一个能够去除所收集的水中杂质的过滤器。

[0305] 在上述的每个实施例中，最靠近投影光学系统 PL 像平面的光学元件是透镜 42，但是，该光学元件不限于透镜，它可以是一个光学板（平行平面板），用来调节投影光学系统 PL 的如像差（球差、彗差等）等光学性质，或者它就简单地是一个盖板。照射光 IL 照射的抗蚀剂所产生的散射粒子可能会弄脏最靠近投影光学系统 PL 像平面的光学元件（在上述每个实施例中是透镜 42）表面，或者该表面可能会接触含有杂质的液体（在上述每个实施例中是水）。因此该光学元件可拆卸地（可更换地）固定在镜筒 40 的最靠下部分，并且周期性地更换它。

[0306] 但是在这种情况下，当与液体接触的光学元件是透镜 42 时，更换部件的费用就很高并且完成更换操作的所需时间就很长，这增加了维护费用（运行费用）并且减少了产量。因此，与液体接触的光学元件例如可以是价钱比透镜 42 低的平行平面板。在这种情况下，即使那些降低投影光学系统 PL 的透射率、照射光 IL 在晶片 W 上的照度、照度分布的均匀性等的物质（如含硅的有机物）在曝光设备的运输、组装或调节等时粘到平行平面板上，只要在供应液体前更换平行平面板就可以了，由于与使用透镜作为光学元件相比降低了更换费用，就降低了成本。

[0307] 另外，在每个上述的实施例中，液体（水）流动的范围只要能够覆盖分划板图案区域的整个投影区域（照射光 IL 的照射区）就可以了，它的大小是任选的，但是当考虑到流速、流量控制等因素时，优选该范围尽可能小，只要略大于照射区就可以。

[0308] 另外，在每个上述的实施例中，在晶片 W 安装到晶片支架 70 的区域的周围设有辅助板 22a 到 22d，但是在本发明中，曝光设备不是一定需要辅助板或在基片台上具有类似功能的平板。但是在这种情况下，优选在晶片台上进一步提供管道来回收液体从而所供应的液体不会从基片台上溅出。另外，在每个上述的实施例中，所使用的曝光设备在投影光学系统 PL 和晶片 W 之间的空间中局部充满了液体。但是，在本发明中，有一些部件应用到了其详细内容在日本待决专利申请 No. H06-124873 中披露的浸液曝光设备上，在该设备中，保

持经受曝光的基片的台在液体槽中移动,或者有一些部件应用到了其详细内容在日本待决专利申请 No. H10-303114 中披露的浸液曝光设备上,在该设备中,晶片保持在台上具有预定深度的液体池中。

[0309] 在每个上述的实施例中,使用 ArF 准分子激光作为光源。但是本发明不限于此,也可以使用 KrF 准分子激光(波长 248nm)等紫外光源。另外,紫外光不限于从上述每个光源发出的光束,也可以使用谐波(如波长为 193nm),它通过例如带掺铒(Er)(或铒(Er)和钇(Yb))的光纤放大器来放大 DFB 半导体激光器或光纤激光器发射的红外或可见光波段的单波长激光束、并通过利用非线性光学晶体将该波长转换成紫外光而获得。

[0310] 另外,投影光学系统 PL 不限于折射系统,也可以使用反射折射系统。另外,投影放大率不限于 1/4 和 1/5,也可以是 1/10 等。

[0311] 另外,在上述每个实施例中,已经描述了将本发明应用到根据步进-扫描法的扫描曝光设备的情形,但是,本发明的范围不限于此。更具体地说,本发明可以适当地应用到基于步进-重复法的缩小投影曝光设备。在这种情况下,除了在掩模(分划板)和基片(晶片)都基本处于静止状态时执行曝光外,曝光设备基本上可以使用类似于第一个实施例中描述过的结构并且得到类似的效果。另外,本发明还可以应用到包括两个晶片台的曝光设备(双台型曝光设备)上。

[0312] 本发明上述每个实施例中的曝光设备可以这样建立:首先把由多个透镜及投影单元 PL 组成的照明光学系统组合到曝光设备的主体内并且把液体供应/排出单元连接到投影单元 PU 上。然后,在进行光学调节的同时,把由各种机械元件制成的分划板台和晶片台等部件结合到曝光设备的主体内并且连接线路和管道。然后进行总调节(如电调节,操作检查),这样就完成了曝光设备的制造。曝光设备最好在温度、清洁度等受到控制的清洁室内制造。

[0313] 另外,在每个上述的实施例中,已经描述了把本发明应用到制造半导体器件的曝光设备的情形。但是本发明不限于此,它可以广泛地应用到各种曝光设备上,如制造液晶显示器的曝光设备,它把液晶显示器件的图案转印到正方形玻璃板上,再如制造薄膜磁头、成像装置、微机械、有机 EL、DNA 芯片等的曝光设备。

[0314] 另外,本发明还可以适当地应用到这样的曝光设备上,即该曝光设备不仅在制造如半导体器件等微型器件时把电路图案转印到玻璃基片或硅晶片上,还可以在制造用于诸如光学曝光设备、EUV 曝光设备、X 射线曝光设备或电子束曝光设备等曝光设备中的分划板或掩模时执行上述转印过程。通常,在使用 DUV(远紫外)光或 VUV(真空紫外)光的曝光设备中,它使用透射型分划板,而作为分划板基片,则使用如硅玻璃、掺氟硅玻璃、氟石、氟化镁或水晶等材料。

[0315] <器件制造法>

[0316] 下面描述在光刻工艺中利用上述曝光设备的器件制造法的实施例。

[0317] 图 16 是制造器件(如半导体芯片中的 IC 或 LSI, 液晶板, CCD, 薄磁头, 微机械等)的一个实例流程图。如图 16 所示,在步骤 201(设计步骤)中,设计器件的功能/性能(如半导体器件的电路设计),并设计执行该功能的图案。在步骤 202(掩模制造步骤),制造一个在其上形成设计的电路图案的掩模。在步骤 203(晶片制造步骤),通过利用硅材料等制造晶片。

[0318] 在步骤 204(晶片处理步骤),通过光刻等以在后面描述的方式利用在步骤 201 至 203 步骤中制备的掩模和晶片而在晶片上形成实际电路等。接下来,在步骤 205(器件组装步骤),利用步骤 204 处理的晶片组装一个器件。如果需要,步骤 205 包括这种过程,如削切、粘接和封装(芯片封装)。

[0319] 最后,在步骤 206(检测步骤),进行对在步骤 205 中制造出的器件的操作、耐用性进行测试。这些步骤之后,完成并装运器件。

[0320] 图 17 是半导体器件的制造中上述步骤 204 的详细实例流程图。参见图 17,在步骤 211(氧化步骤)氧化晶片的表面。在步骤 212(CVD 步骤),在晶片表面上形成一个绝缘膜。在步骤 213(电极形成步骤),通过蒸汽沉积在晶片上形成一个电极。在步骤 214(离子植入步骤),把离子植入到晶片中。上述的步骤 211 ~ 214 构成晶片处理中各个步骤的预处理,并且根据各个步骤所需的处理选择性地执行。

[0321] 当在晶片处理的各个步骤中完成上述预处理时,如下执行后处理。在此后处理中,首先在步骤 215(抗蚀剂形成步骤),用光敏剂涂覆晶片。接下来,在步骤 216(曝光步骤)中,通过实施例中所述的曝光设备和曝光方法把掩模上的电路图案转印到晶片上。然后,在步骤 217(显影步骤),对曝光的晶片显影。在步骤 218(蚀刻步骤),通过蚀刻去除剩余抗蚀剂的区域以外的区域的曝光元件。最后,在步骤 219(抗蚀剂去除步骤),当蚀刻结束时,去除不再需要的抗蚀剂。

[0322] 通过重复进行这些预处理和后处理步骤,在晶片上形成多个电路图案。

[0323] 当利用本实施例中所述的器件制造法时,因为上述实施例中的曝光设备用在曝光过程(步骤 216)中,所以可以高精度地把分划板图案精确地转印到晶片上。因此,可以提高高集成微器件的生产率(包括产量)。

[0324] 工业实用性

[0325] 如上所述,本发明的曝光设备适用于在板上转印图案。另外,本发明的器件制造法适于制造微器件。

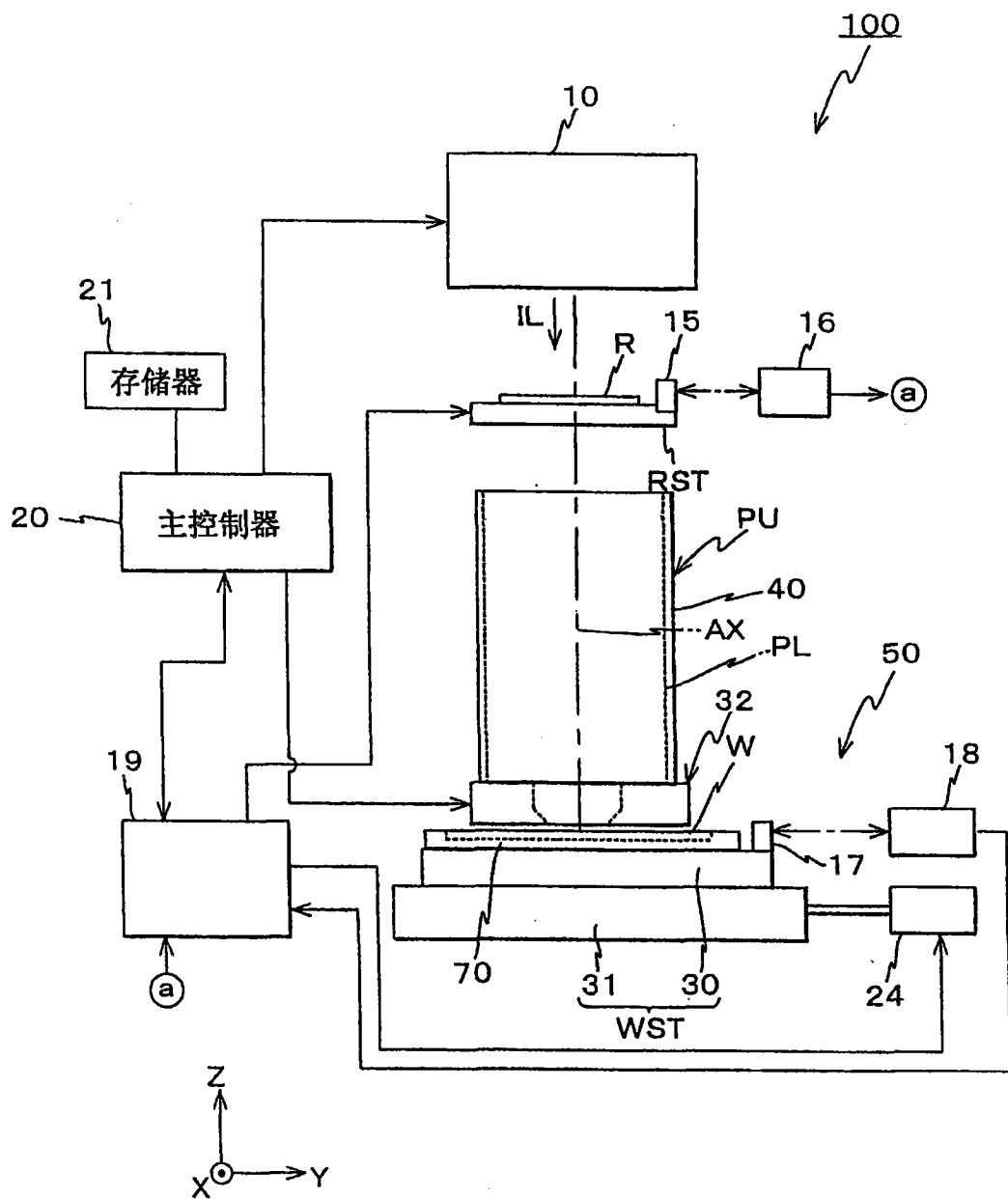


图 1

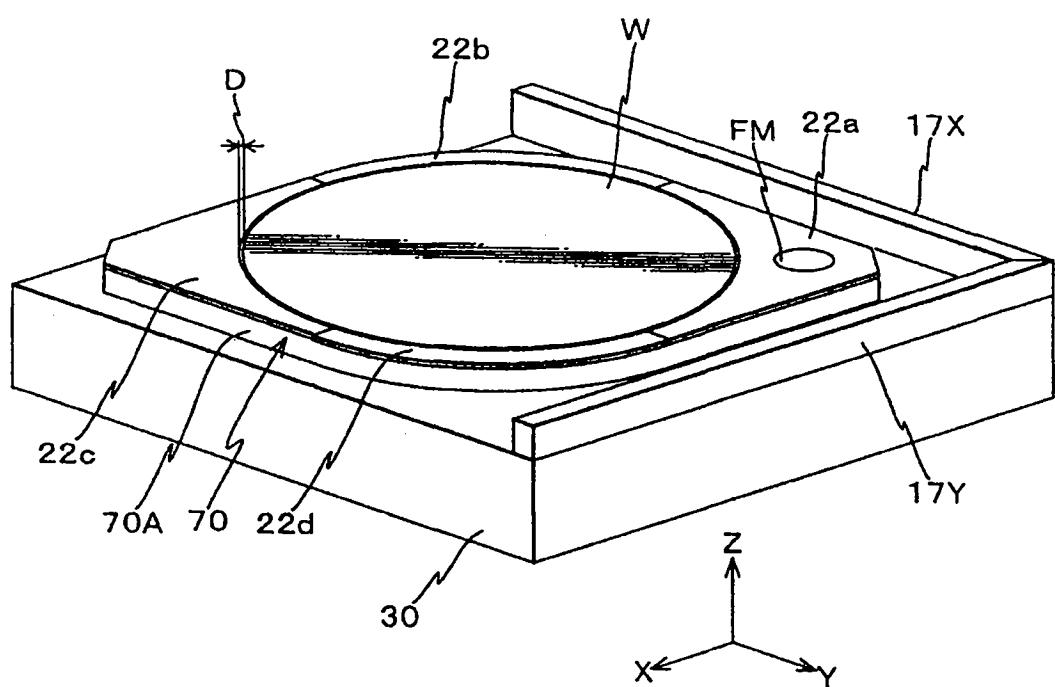


图 2

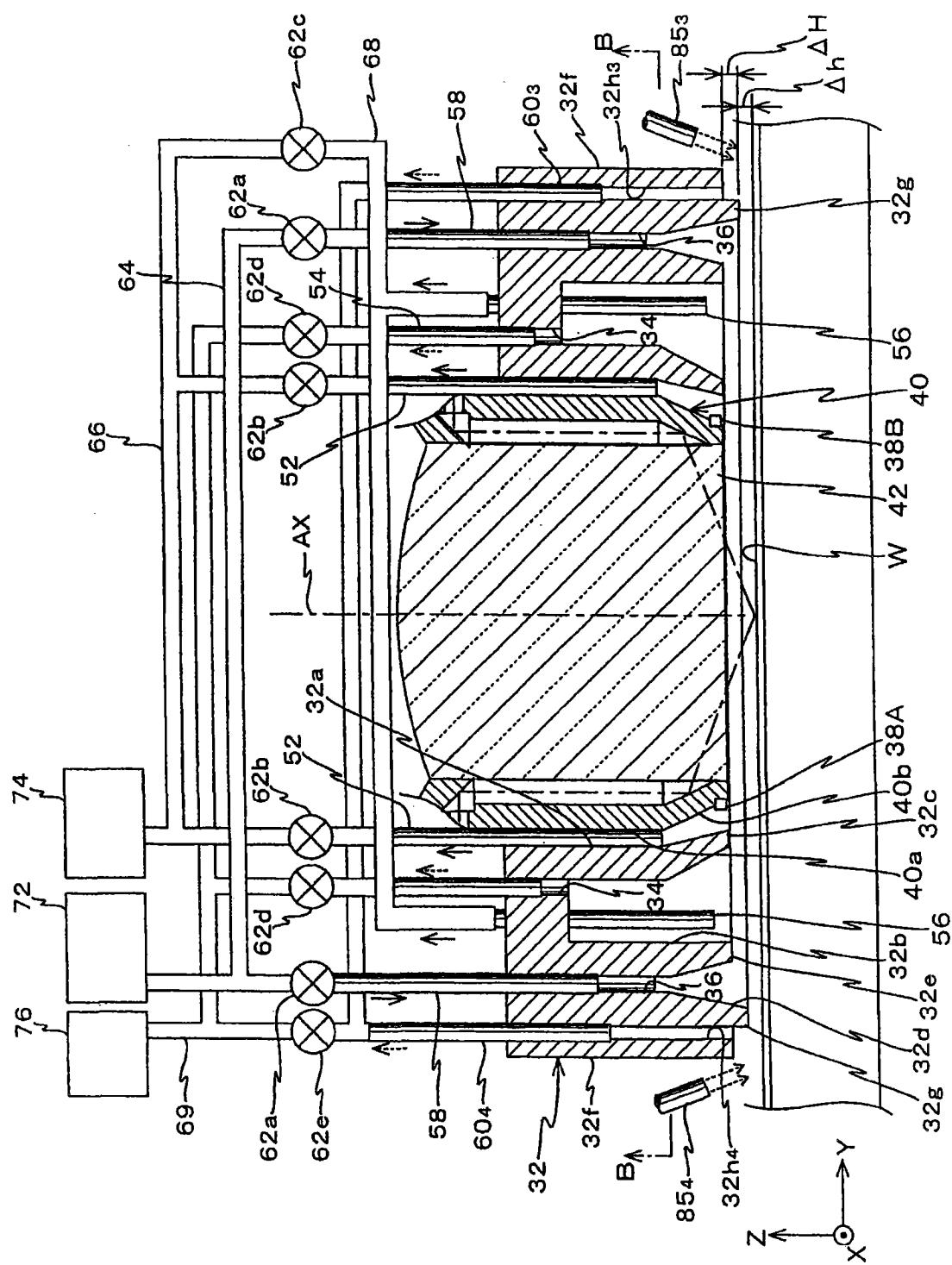


图 3

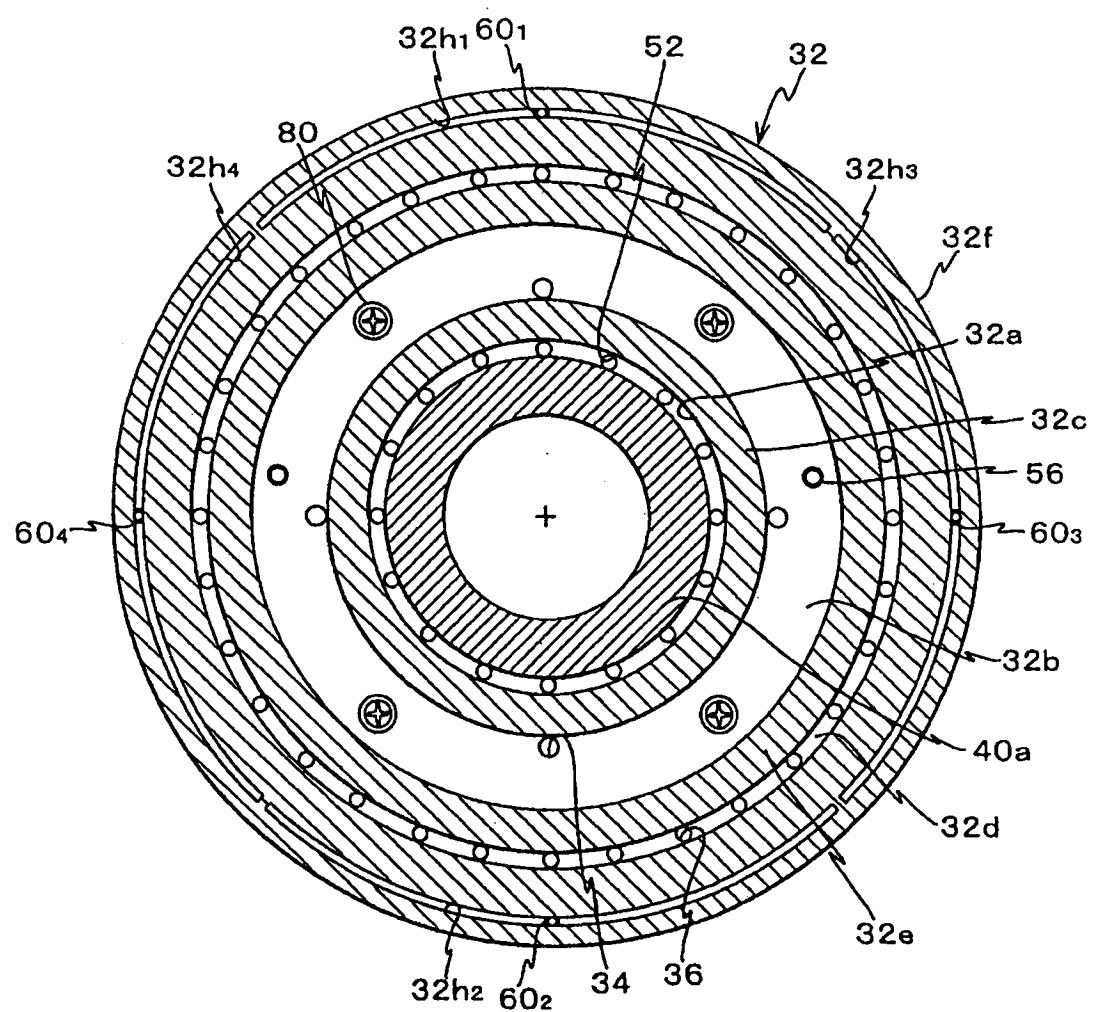


图 4

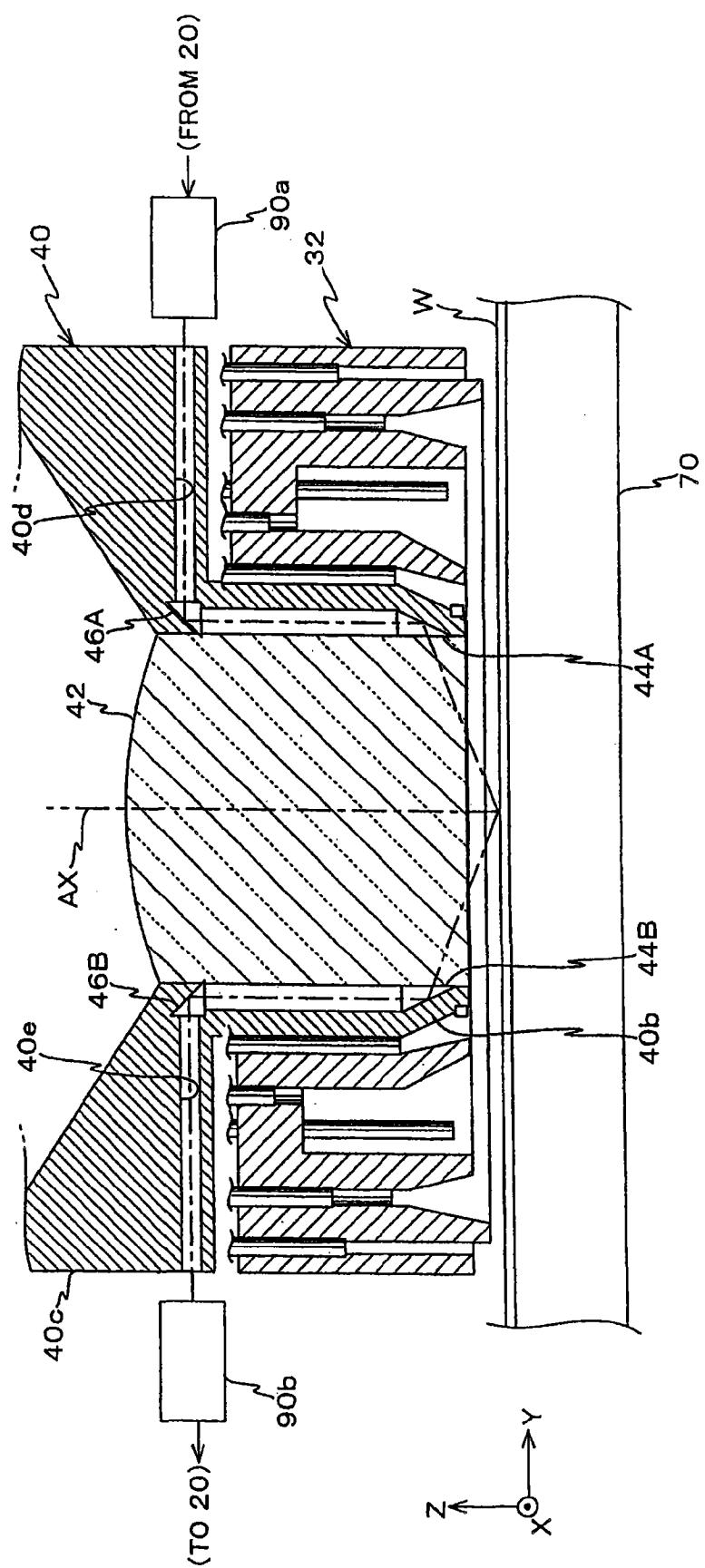


图 5

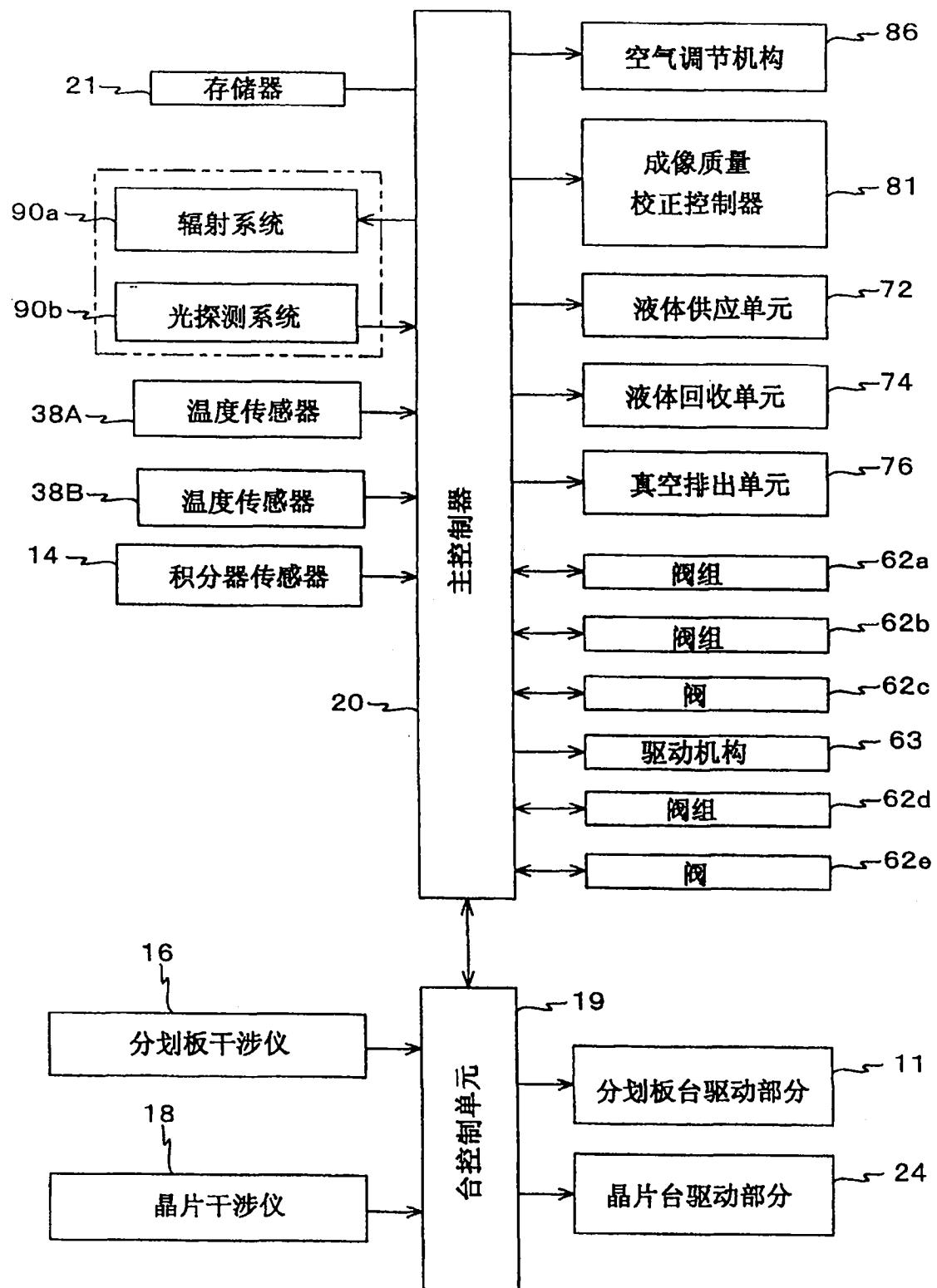


图 6

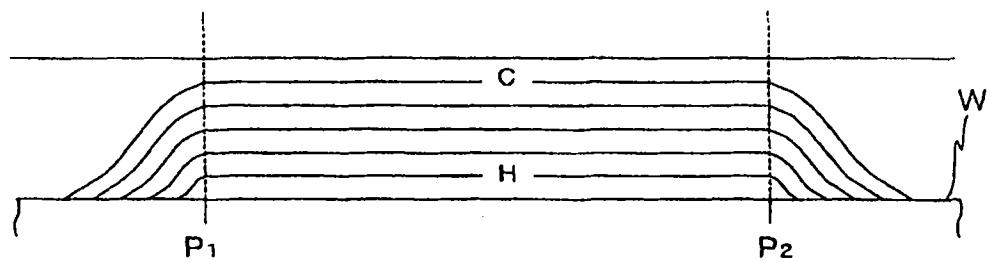


图 7A

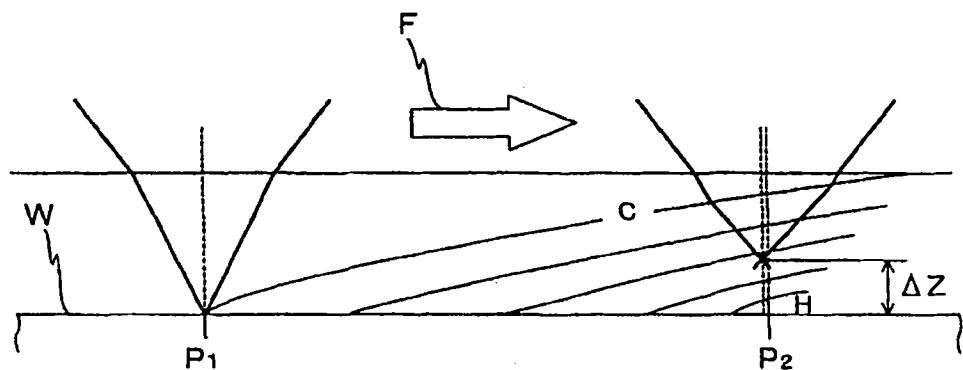


图 7B

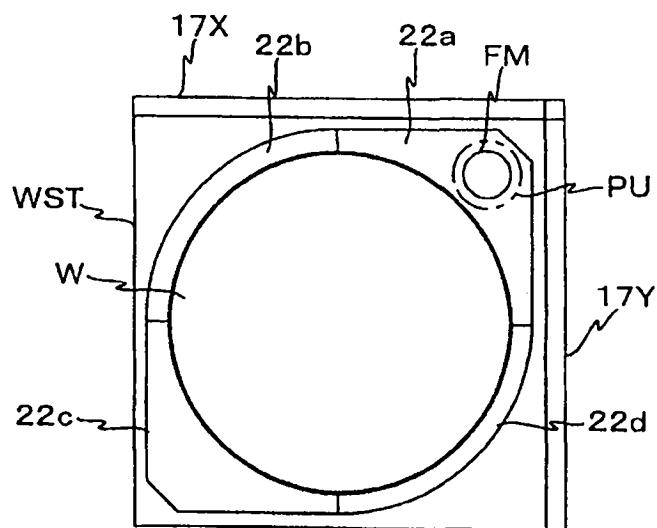


图 8A

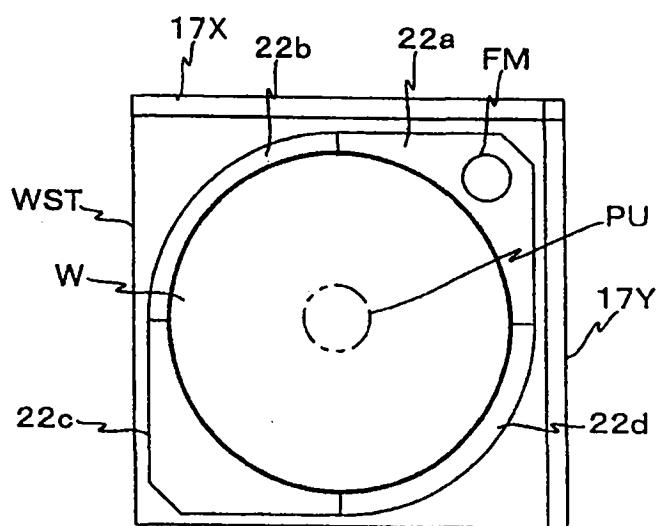


图 8B

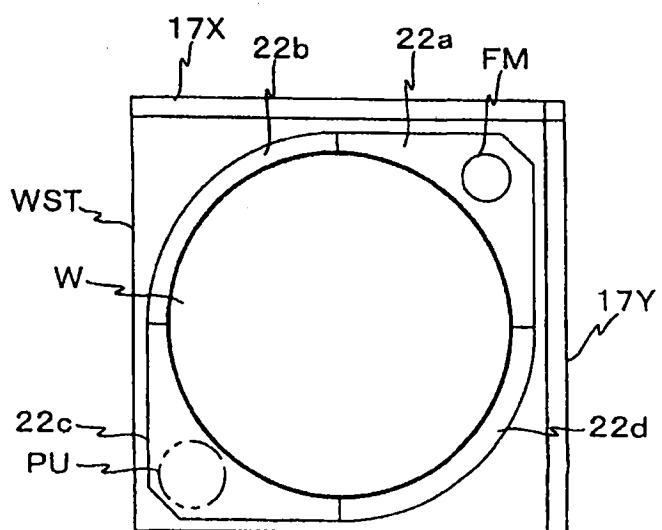


图 8C

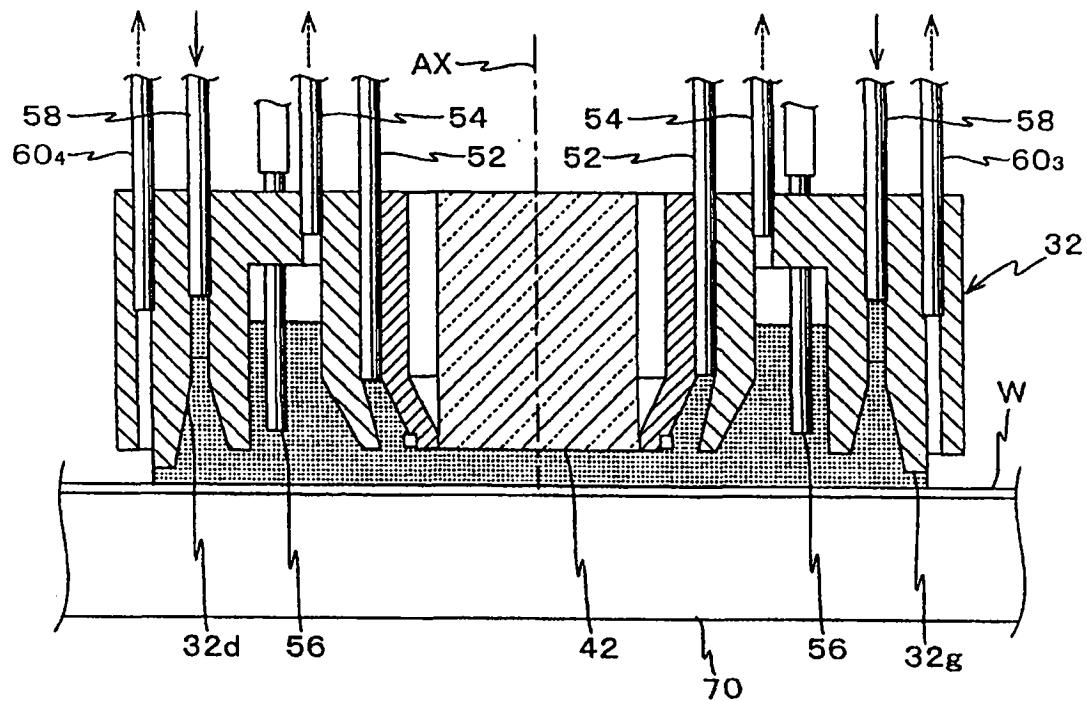


图 9

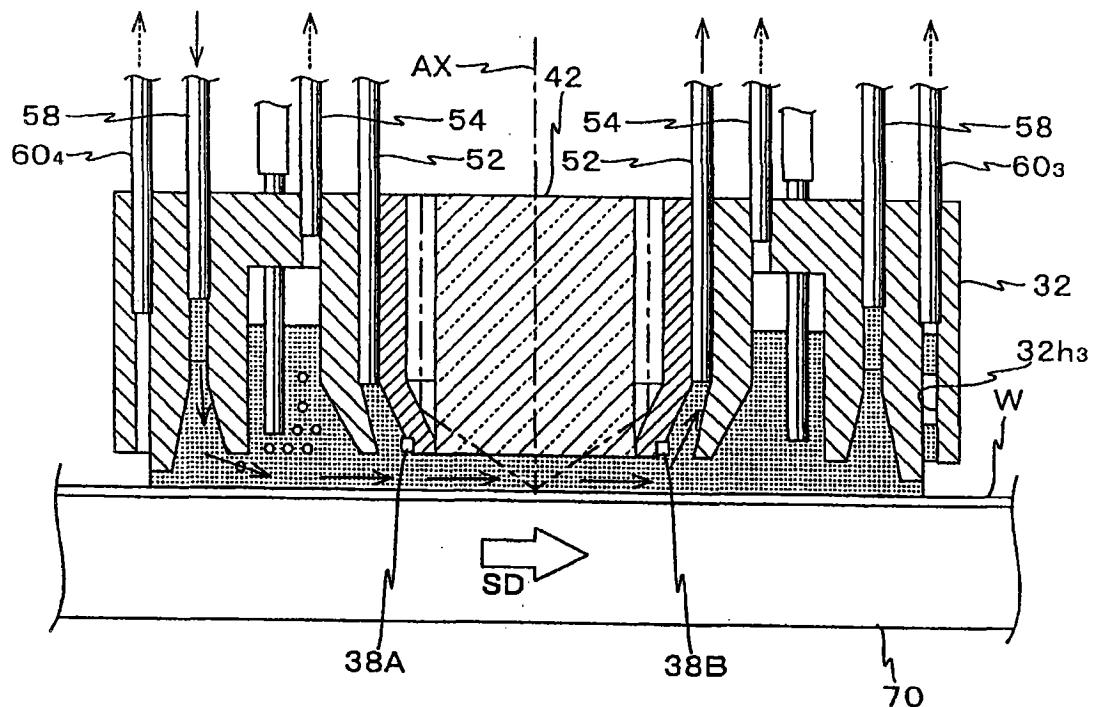


图 10A

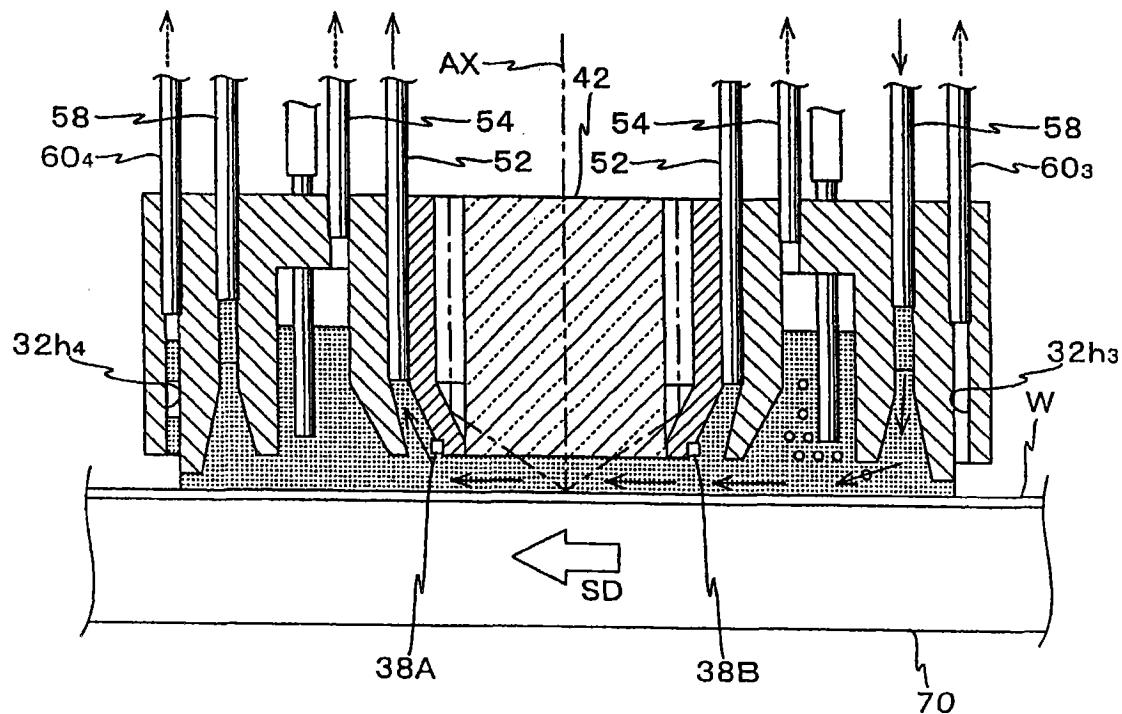


图 10B

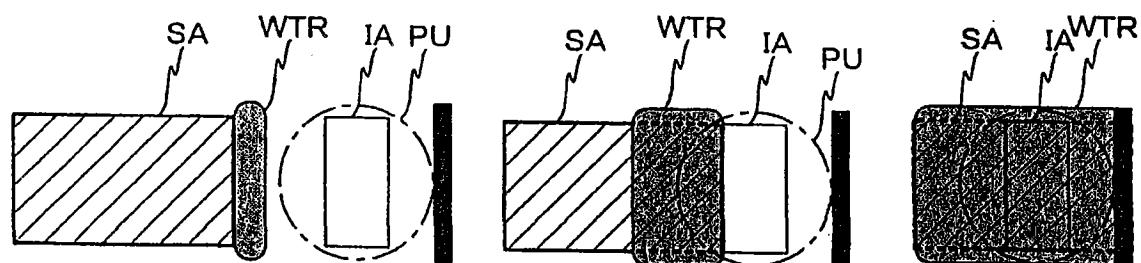


图 11A

图 11B

图 11C

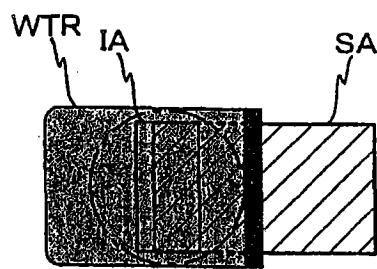


图 11D

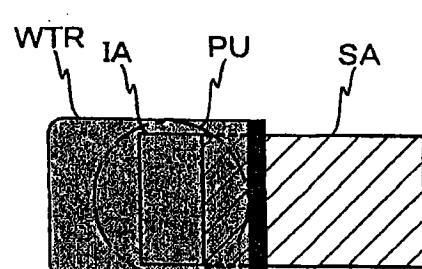


图 11E

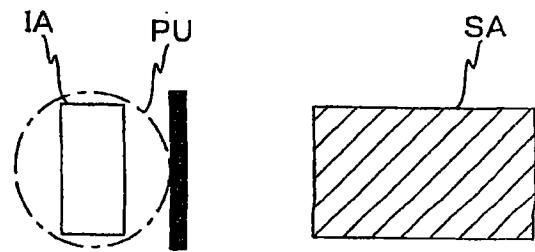


图 11F

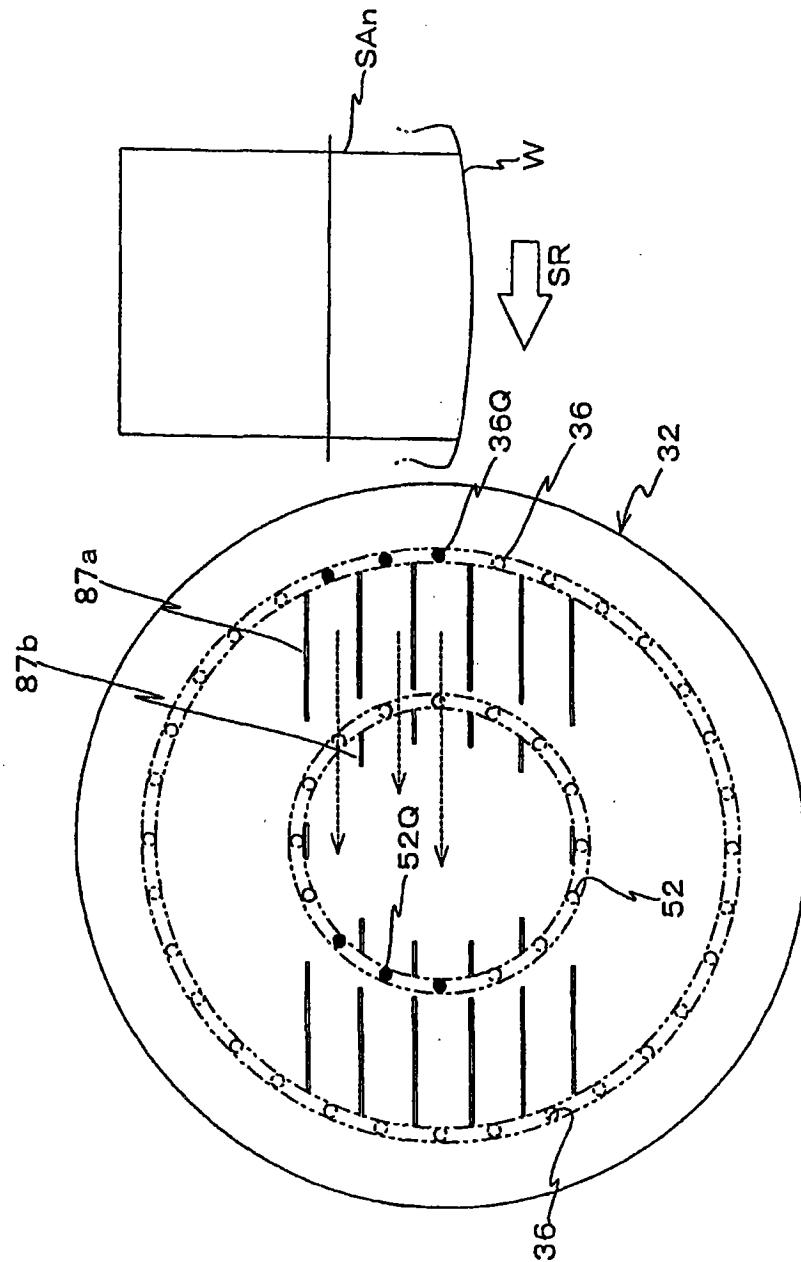


图 12

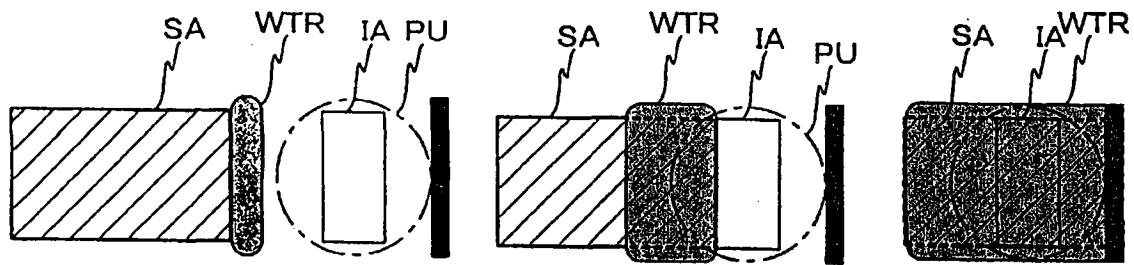


图 13A

图 13B

图 13C

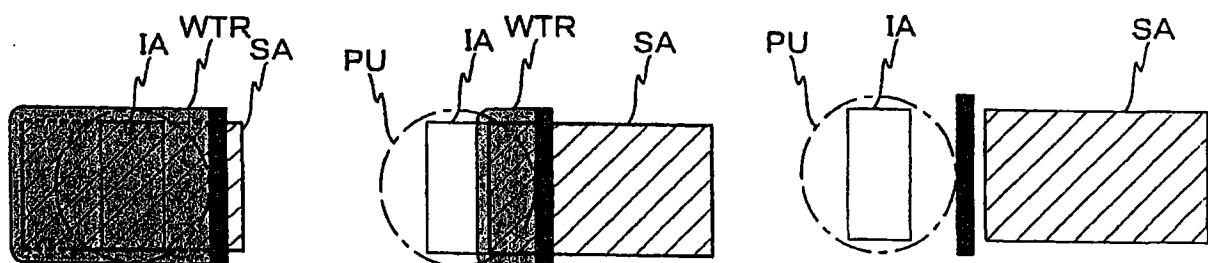


图 13D

图 13E

图 13F

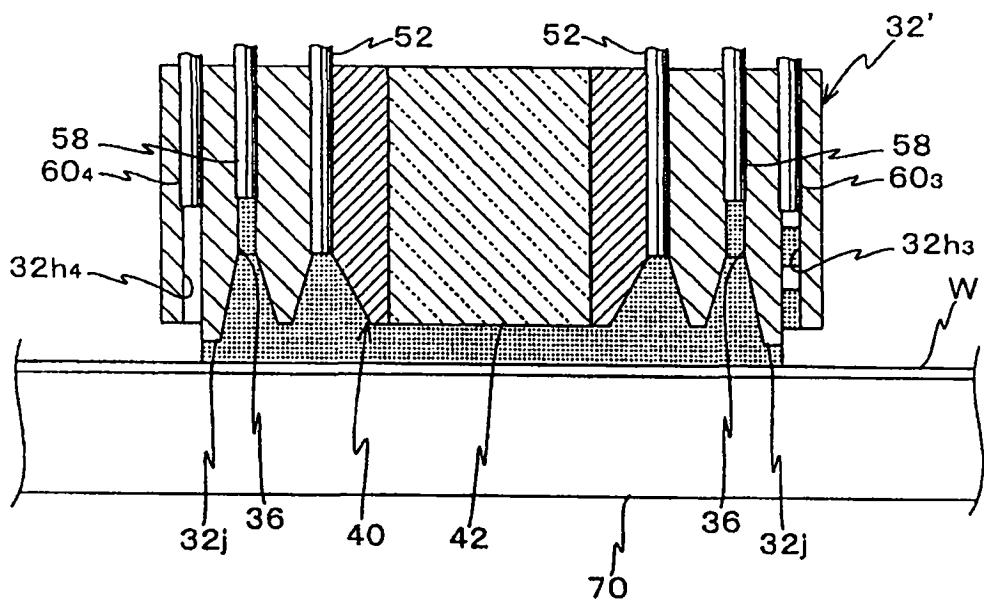


图 14A

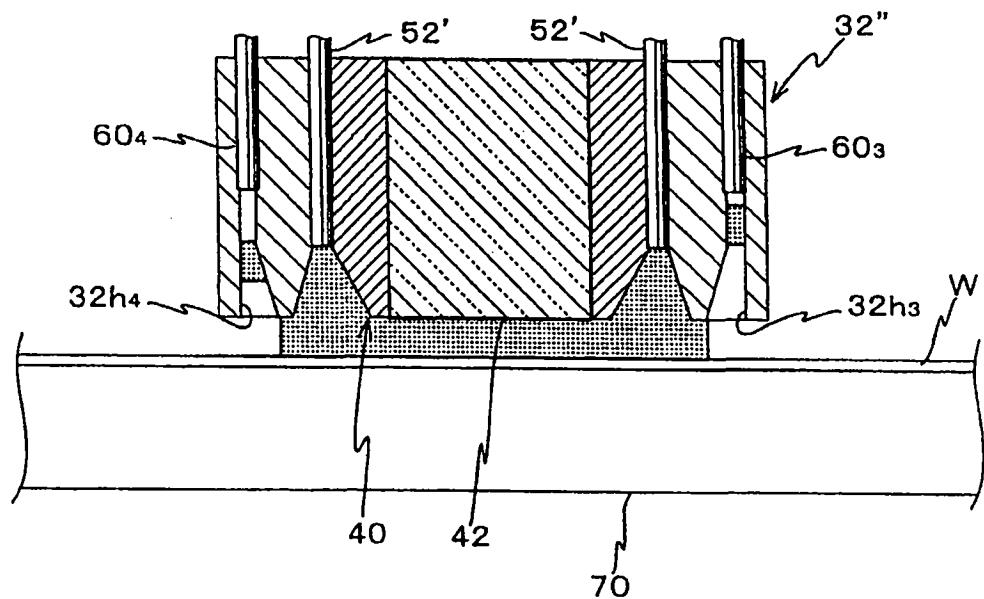


图 14B

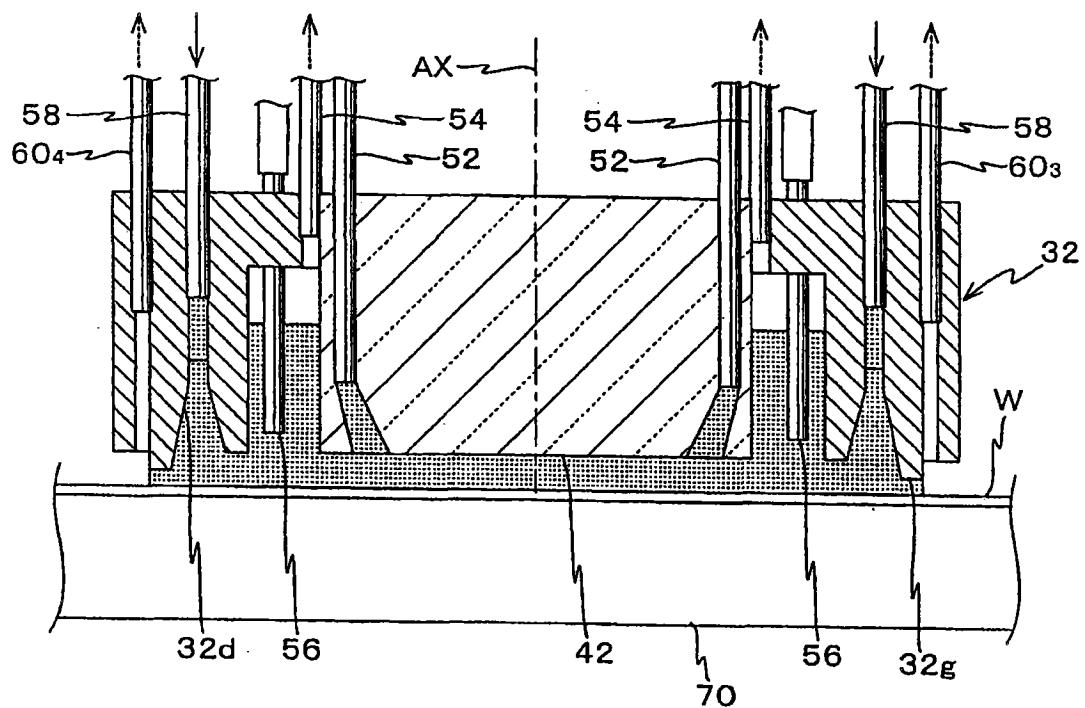


图 15

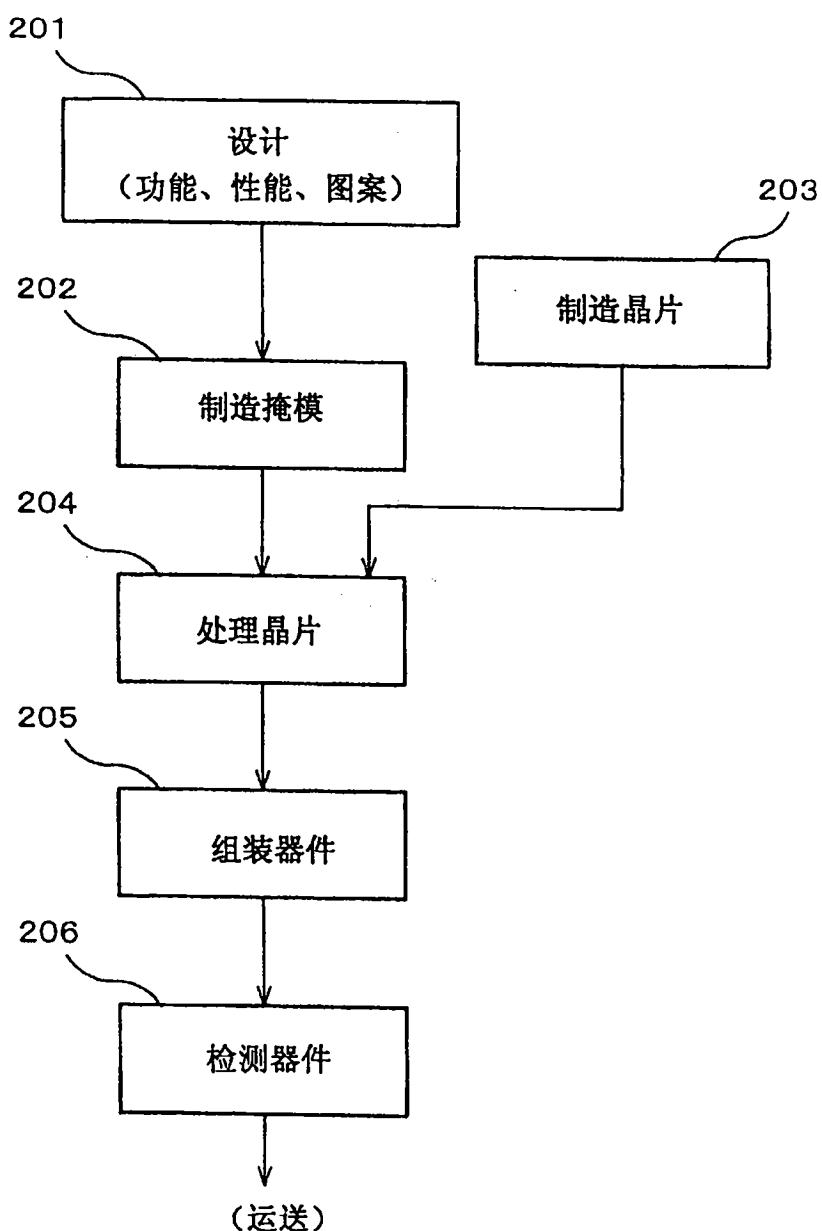


图 16

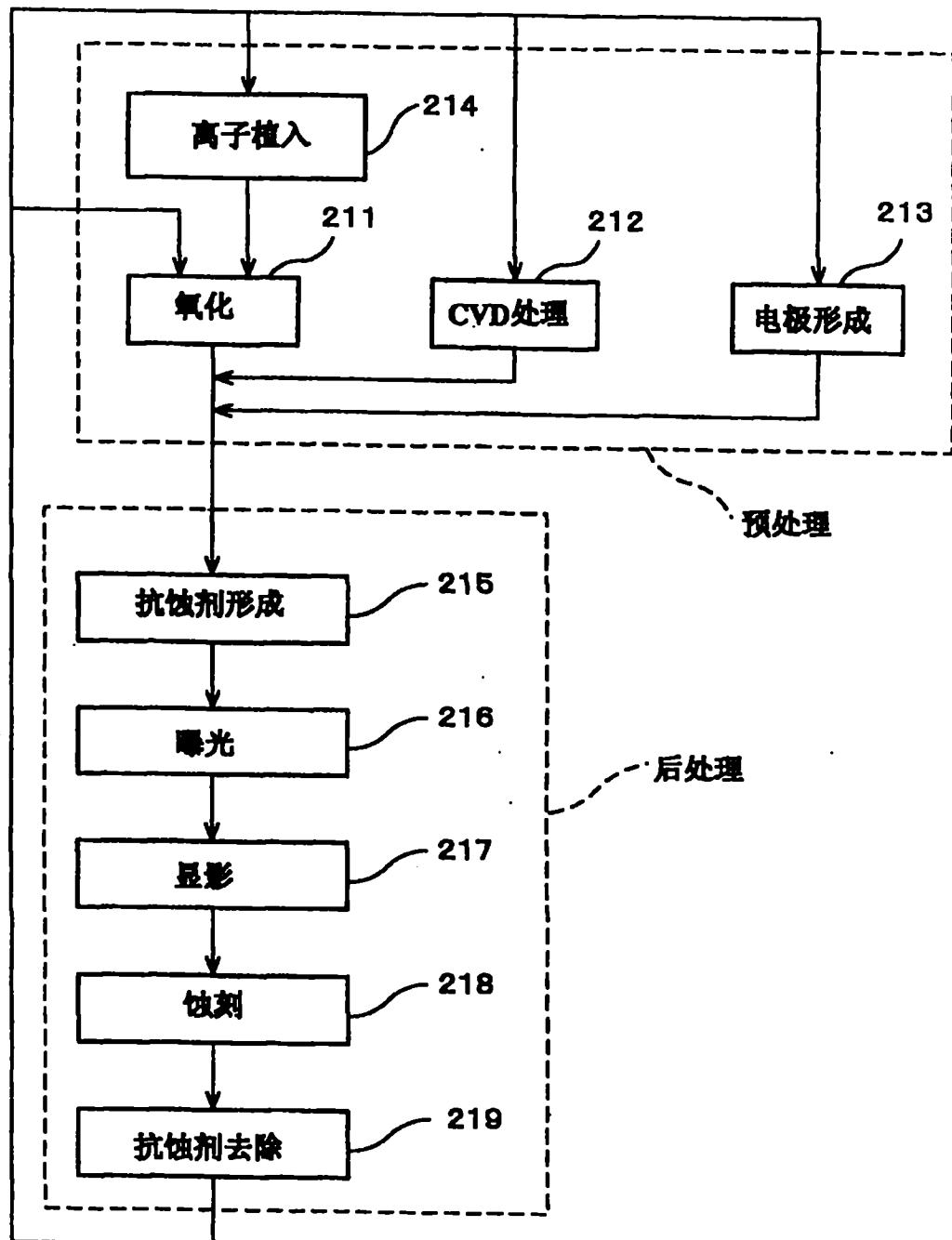


图 17