



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103329240 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 15

(21) 申请号 201180066230. 2

H01J 37/20(2006. 01)

(22) 申请日 2011. 11. 02

H01J 37/244(2006. 01)

(30) 优先权数据

2011-017383 2011. 01. 31 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 07. 30

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2011/006127 2011. 11. 02

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/104942 JA 2012. 08. 09

(73) 专利权人 株式会社日立高新技术

地址 日本东京都

(72) 发明人 大南祐介 伊东祐博 胜山正己

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 洪秀川

(51) Int. Cl.

H01J 37/28(2006. 01)

H01J 37/18(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开平 5-234552 A, 1993. 09. 10, 全文.

WO 2010/001399 A1, 2010. 01. 07, 全文.

US 2010224780 A1, 2010. 09. 09, 全文.

JP 特开 2006-147430 A, 2006. 06. 08, 全文.

US 2008308731 A1, 2008. 12. 18, 全文.

审查员 刘中涛

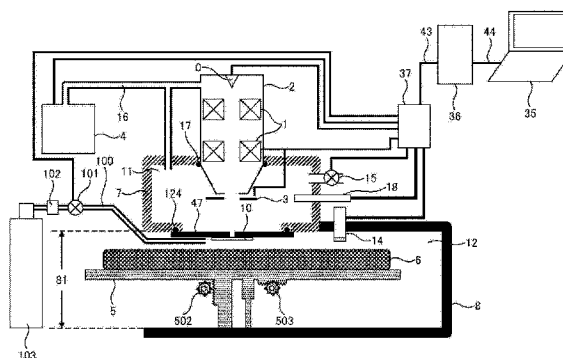
权利要求书3页 说明书9页 附图7页

(54) 发明名称

带电粒子线装置

(57) 摘要

提供一种带电粒子线装置、带电粒子显微镜,即便是大型的试料也可以在大气环境或者气体环境下进行观察。在采用分隔真空环境与大气环境(或气体环境)的薄膜的构成的带电粒子线装置中,具备:收纳带电粒子光学系统的带电粒子光学镜筒;将从该带电粒子光学镜筒射出的一次带电粒子线到达所述薄膜的路径维持为真空环境的箱体;相对于装置设置面支承上述带电粒子光学镜筒与第1箱体的机构,作为该支承机构,采用具有用于搬入大型试料的开放口的箱体、或者支柱等箱体以外的形状的机构。



1. 一种带电粒子线装置,其包括将从带电粒子源放出的一次带电粒子线向试料上扫描的带电粒子光学系统;收纳该带电粒子光学系统的带电粒子光学镜筒;检测由所述扫描得到的反射电子或者二次电子的检测器;至少一个以上的排气泵,其特征在于,

该带电粒子线装置具备:

收纳所述试料,相对于装置设置面支承所述带电粒子线装置整体的第2箱体;

设置在该第2箱体上部,支承所述带电粒子光学镜筒的第1箱体;以及

设置在所述第1箱体的底面,使所述一次带电粒子线透射或者通过的薄膜,

在装置动作时,由所述带电粒子光学镜筒、所述第1箱体以及所述薄膜围成的封闭空间内被真空排气,

所述第2箱体具有能够搬入所述试料的开口部,

所述第2箱体的内部在所述试料的观察中也通过该开口部而向大气开放。

2. 如权利要求1所述的带电粒子线装置,其特征在于,

所述薄膜的厚度在 $20\mu\text{m}$ 以下。

3. 如权利要求1所述的带电粒子线装置,其特征在于,

所述薄膜具备用于供所述一次带电粒子线通过的、面积在 1mm^2 以下的贯通孔。

4. 一种带电粒子线装置,其包括将从带电粒子源放出的一次带电粒子线向试料上扫描的带电粒子光学系统;收纳该带电粒子光学系统的带电粒子光学镜筒;对由所述扫描得到的反射电子或者二次电子进行检测的检测器;至少一个以上的排气泵,其特征在于,

该带电粒子线装置具备:

配置在所述一次带电粒子线的通过路径上,使所述一次带电粒子线透射或者通过的薄膜;

保持该薄膜的薄膜支承部件;

收纳所述试料,相对于装置设置面支承所述带电粒子线装置整体的第2箱体;以及

配置在该第2箱体上部,以隔开一定距离的方式对所述薄膜支承部件以及所述带电粒子光学镜筒进行支承的第1箱体,

在装置动作时,由所述带电粒子光学镜筒、所述薄膜支承部件以及所述第1箱体构成的封闭空间被真空排气,

所述第2箱体具有能够搬入所述试料的开口部,

所述第2箱体的内部在所述试料的观察中也通过该开口部而向大气开放。

5. 一种带电粒子线装置,其包括将从带电粒子源放出的一次带电粒子线向试料上扫描的带电粒子光学系统;收纳该带电粒子光学系统的带电粒子光学镜筒;对由所述扫描得到的反射电子或者二次电子进行检测的检测器;至少一个以上的排气泵,其特征在于,

该带电粒子线装置具备:

使所述一次带电粒子线透射或者通过的薄膜以及保持该薄膜的薄膜支承部件;

收纳所述试料,且通过设置于侧面的能够搬入所述试料的开口部而内部至少在所述试料的观察中始终向大气开放的第2箱体;以及

设置在该第2箱体的上部,内部被真空排气的第1箱体,

所述检测器对通过所述薄膜且到达该薄膜的上方的二次电子或者反射电子进行检测。

6. 如权利要求4或5所述的带电粒子线装置,其特征在于,

所述带电粒子线装置具备向所述第 2 箱体内供给气体的气体喷嘴,通过该气体喷嘴向所述第 1 箱体内供给质量比大气轻的气体。

7. 如权利要求 6 所述的带电粒子线装置,其特征在于,
来自所述气体喷嘴的放出气体包括氢气、氦气、甲烷气体、水蒸气之中的任一种。

8. 如权利要求 6 所述的带电粒子线装置,其特征在于,
所述气体喷嘴安装在所述薄膜支承部件上。

9. 如权利要求 4 或 5 所述的带电粒子线装置,其特征在于,
所述薄膜支承部件相对于所述第 1 箱体可装卸。

10. 如权利要求 4 或 5 所述的带电粒子线装置,其特征在于,
所述第 2 箱体具备对所述薄膜与所述试料的距离进行测量的测量机构。

11. 如权利要求 4 或 5 所述的带电粒子线装置,其特征在于,
在所述第 2 箱体内具备:载置所述试料的试料台;使该试料台向 Z 方向移动的 Z 台。

12. 如权利要求 4 或 5 所述的带电粒子线装置,其特征在于,
所述薄膜或薄膜支承部件具备对所述试料与所述薄膜的距离进行限制的限制部件。

13. 如权利要求 4 或 5 所述的带电粒子线装置,其特征在于,
至少在所述第 2 箱体或第 1 箱体的某一个上,具备对伴随于所述一次带电粒子线的照射而从所述试料放出的离子、带电粒子、光子、X 线中的任一种以上进行检测的第 2 检测器。

14. 如权利要求 4 或 5 所述的带电粒子线装置,其特征在于,
在所述第 1 箱体内配备具有对通过所述一次带电粒子线的照射而流入试料的带电粒子或电流进行检测的功能的试料台。

15. 如权利要求 6 所述的带电粒子线装置,其特征在于,
所述带电粒子线装置具有:
对来自所述气体喷嘴的气体的放出状态进行控制的控制机构;以及
显示用于操作该控制机构的操作画面的监视器。

16. 如权利要求 15 所述的带电粒子线装置,其特征在于,
在所述操作画面上显示输入所述气体的放出开始、停止或者气体放出的继续时间的按钮或者输入框。

17. 一种显微方法,将从带电粒子光学镜筒的端部射出的一次带电粒子线向试料上扫描,将由该扫描得到的反射电子或者二次电子图像化,从而观察所述试料,其特征在于,

使收纳所述试料、且相对于装置设置面支承所述带电粒子线装置整体的第 2 箱体的内部通过该第 2 箱体的能够搬入所述试料的开口部而至少在所述试料的观察中向大气开放,

将设置于该第 2 箱体上部且支承所述带电粒子光学镜筒的第 1 箱体的内部的一次带电粒子线的第 1 通过路径维持为真空状态,其中一次带电粒子线的第 1 通过路径存在于与所述带电粒子光学镜筒的端部隔开配置的使所述一次带电粒子线透射或者通过的薄膜与所述端部之间,

向存在于所述薄膜与所述试料间的一次带电粒子线的第 2 通过路径供给质量比大气轻的气体,

通过对由所述扫描得到的二次电子或反射电子之中的透射或者通过所述薄膜而回到所述带电粒子光学镜筒侧的二次电子或反射电子进行检测,由此进行所述试料的观察。

18. 如权利要求 17 所述的显微方法,其特征在于,
将所述第 2 通过路径的长度调整为既定的长度,进行所述试料的观察。
19. 如权利要求 17 所述的显微方法,其特征在于,
所述质量比大气轻的气体包括氢气、氦气、甲烷气体、水蒸气之中的任一种。

带电粒子线装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种带电粒子线装置的技术。

背景技术

[0002] 为了观察物体的微小的区域,使用扫描型电子显微镜(S E M)或透射型电子显微镜(T E M)等。一般而言,在这些装置中,对用于配置试料的第2箱体进行真空排气,使试料环境成为真空状态然后对试料进行拍摄。另一方面,想要用电子显微镜观察生物化学试料或液体试料等因真空而受损或者状态改变的试料这样的需求变大,近年来,开发出在大气压下可对观察对象试料进行观察的S E M装置或试料保持装置等。

[0003] 这些装置设置原理上电子线可在电子光学系统与试料间透射的薄膜或者微小的贯通孔,隔开真空状态与大气状态,都在试料与电子光学系统之间设置薄膜这一点是共通的。

[0004] 例如,专利文献1(日本特开2009-245944号公报)公开了一种环境单体的发明,其在上表面侧设有使电子线通过的孔眼的浅底盘状的圆筒容器内收纳观察试料,将该圆筒容器设在S E M第2箱体内,进而在该圆筒容器上从第2箱体的外部连接软线,由此,可将容器内部近似地维持成大气环境。在此所谓“近似地”,是指若将第2箱体内部真空排气,则从孔眼流出气体,所以严格来说并不是在大气压环境下进行观察。

[0005] 在专利文献2(日本特开2007-294365号公报)中公开了一种大气压S E M,使电子光学镜筒的电子源侧朝下,并使目镜侧朝上配置,电子光学镜筒末端的电子线的出射孔上隔着O形环而设有电子线可透射的薄膜。在该文献所记载的发明中,将观察对象试料直接载置在薄膜上,从试料下方照射一次电子线,对反射电子或者二次电子进行检测,从而进行S E M观察。试料的保持是通过在薄膜周围设置的环状部件而进行的。通过专利文献2公开的发明,特别实现适于液体试料的观察的大气压S E M。

[0006] 另外,虽然不是大气压S E M的发明,在专利文献3(日本特开2007-188821号公报)中公开了一种小型S E M的发明,其将小型的电子光学镜筒保持在管套内,在该管套下表面设置真空密封件,使管套整体与观察对象物密接,由此,不使用第2箱体就能进行S E M观察。

[0007] 在先技术文献

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献1:日本特开2009-245944号公报(美国专利公报2009/0242763)

[0010] 专利文献2:日本特开2007-294365号公报

[0011] 专利文献3:日本特开2007-188821号公报

[0012] 在所述专利文献1或者专利文献2所述的现有技术中,存在无法观察大型试料的问题。例如,在专利文献1所公开的环境单体的情况下,无法观察比单元的容积大的试料。另外,在专利文献2所公开的大气压S E M的情况下,由于在上述环状部件的内部载置试料,所以由于电子光学镜筒的稳定性的问题,无法载置大型的试料。但是,在带电粒子显微

镜的观察对象物中,还存在很多生物试料等需要不切断而观察的试料,强烈希望实现一种不进行尺寸调整就能在大气压或者气体环境中观察对象物的装置。

发明内容

[0013] 本发明是鉴于所述问题而提出的,其目的在于,提供一种能够在大气环境或者气体环境下观察大型试料的带电粒子线装置及带电粒子显微镜。

[0014] 本发明提供一种采用分隔真空环境与大气环境(或气体环境)的薄膜的构成的带电粒子线装置,其具备:收纳带电粒子光学系统的带电粒子光学镜筒;将从该带电粒子光学镜筒射出的一次带电粒子线到达所述薄膜的路径维持为真空环境的箱体;相对于装置设置面支承上述带电粒子光学镜筒与第1箱体的机构,作为该支承机构,采用具有用于搬入大型试料的开放口的箱体或者支柱等箱体以外的形状的机构,由此,解决上述问题。通过薄膜的一次带电粒子线到达试料的路径的长度可通过适当的手段调整。

[0015] 发明效果

[0016] 即便是非常大的试料,也可以在大气压下或者气体环境中实现基于带电粒子线的观察。另外,能够实现在观察中可在不使薄膜破损的情况下改变试料的观察对象位置的带电粒子线装置。

附图说明

[0017] 图1是实施例1的带电粒子线装置的整体构成图。

[0018] 图2是实施例2的带电粒子线装置的整体构成图。

[0019] 图3是在实施例2的带电粒子线装置中使用的操作画面的构成例。

[0020] 图4是在实施例2的带电粒子线装置中使用的操作画面的构成例。

[0021] 图5是实施例3的带电粒子线装置的整体构成图。

[0022] 图6是实施例4的带电粒子线装置的整体构成图。

[0023] 图7是实施例4的带电粒子线装置的变形例。

[0024] 图8是实施例5的带电粒子线装置的整体构成图。

具体实施方式

[0025] 以下的说明是举使用电子线的SEM为例来进行的说明,但不言而喻,还可以适用于照射离子射束并检测二次电子或反射电子的SIM(Scanning Ion Microscope)或者使用轻元素的离子射束的离子显微镜等其他的带电粒子线装置。另外,以下说明的各实施例及特征,只要在不脱离本发明范围的范围内,还可以适当组合。

[0026] 实施例1

[0027] 本实施例的带电粒子装置的整体构成图如图1所示。图1所示的装置是将带电粒子线在试料6上扫描,对得到的二次电子或者反射电子进行检测并图像化的扫描型显微镜,大体包括:电子光学镜筒2;支承该电子光学镜筒2的第1箱体7;收纳观察对象试料的第2箱体8;在第1箱体7的下表面设置的供一次电子线透射的薄膜10。电子光学镜筒2以突出到第1箱体7内部的方式设置,在电子光学镜筒2的端部配置有对上述二次电子或者反射电子进行检测的检测器3。在图1所示的构成例中,检测器3设置在第1箱体7的内

部,但也可以配置在电子光学镜筒 2 内或者第 2 箱体 8 的内部。

[0028] 还可以取代薄膜 10,将供一次电子线透射的贯通孔设置在第 1 箱体 7 的底面上。图中的点划线表示一次电子线光轴,电子光学镜筒 2 和第 1 箱体 7 以及薄膜 10 与一次电子线光轴同轴组装。

[0029] 作为装置的控制系统,具备供装置使用者使用的个人电脑 35;与个人电脑 35 连接并进行通信的上位控制部 36;以及按照上位控制部 36 发出的命令而进行真空排气系统或电子光学系统等控制的下位控制部 37。个人电脑 35 具备:显示装置的操作画面(G U I)的监视器;以及键盘、鼠标等向操作画面输入的输入机构。上位控制部 36、下位控制部 37 以及个人电脑 35 分别由通信线 43、44 连接。下控制位部 37 是发送/接收用于控制真空排气泵 4、气体控制阀 101、电子源 0、光学透镜 1 等的控制信号的部位,进而还将检测器 3 的输出信号转换为数字图像信号并发送给上位控制部 36。在上位控制部 36 和下位控制部 37 可以混有模拟电路或数字电路等,另外,上位控制部 36 与下位控制部 37 还可以统一为一个。需要说明的是,图 1 所示的控制系统的构成只不过是一例,控制单元或阀、真空排气泵或者通信用的配线等的变形例,只要满足本实施例所指的功能,都属于本实施例的 S E M 或带电粒子线装置的范畴。

[0030] 电子光学镜筒 2 在内部收纳电子光学系统,电子光学系统包括放出一次电子线的电子源 0、对电子线的轨道进行控制的各种光学透镜 1、使电子线的轨道偏向的各种偏向器等而构成。当装置是 S I M 或者离子显微镜的情况下,电子光学镜筒 2 与电子光学系统也变成带电粒子光学镜筒、带电粒子光学系统,电子源为离子源。各种光学透镜以及各种偏向器由静电透镜或者静电偏向器构成。这是因为在离子射束的情况下,若使用磁场型的透镜·偏向器,则引起质量分离。

[0031] 电子光学镜筒 2 以及第 1 箱体 7 内部(严格来说,是由第 1 箱体 7 与电子光学镜筒 2 的表面构成的封闭空间)至少在装置动作中被真空排气泵 4 真空排气,从而维持在压力低于大气压的状态。因此,在第 1 箱体 7 的相对于电子光学镜筒 2 的接合部具备真空密封部件 17。另一方面,第 2 箱体 8 具备使内部向大气开放的开口部 81(或者开口面),在试料的观察中,内部被始终置于大气开放状态。

[0032] 需要说明的是,在以后的说明中,有时将第 2 箱体 8 以及第 1 箱体 7 的内部的空间分别称为第 1 空间 12、第 2 空间 11。第 2 空间 11 包括通过薄膜 10 之前的一次电子线的通过路径,第 1 空间 12 包括通过薄膜 10 之后的一次电子线的通过路径。

[0033] 在图 1 中,真空排气泵 4 有一个,且对电子光学镜筒 2 和第 1 箱体 7 内部进行真空排气,但还可以设置两个以上的真空泵而对电子光学镜筒 2 和第 1 箱体 7 进行独立排气。另外,配管 16 虽然与电子光学镜筒 2 和第 1 箱体这两者连接,但还可以用不同的配管连接。

[0034] 在第 1 箱体具备泄露阀 15,当装置停止时,使第 1 箱体 7 内部向大气开放,但其在第 1 箱体 7 上的设置部位没有特别限定。另外,泄露阀 15 还可以有两个以上,进而也不一定必须设置。

[0035] 在取代薄膜 10 而设置贯通孔的情况下,希望贯通孔的面积在 1mm^2 以下。这是因为,为了利用涡轮分子泵或涡旋泵这样现实可利用的真空泵来实现差动排气,需要使贯通孔的面积在 1mm^2 以下左右。由于第 2 箱体 8 和第 1 箱体被差动排气,所以,最好独立设置用于对电子光学镜筒 2 内部和第 1 箱体进行排气的真空泵。

[0036] 另外,在不是贯通孔而设置薄膜的情况下,需要使薄膜的厚度在 $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下。这是因为,当实用上使用在 S E M 中利用的加速电压为数十 kV 左右的电子枪的情况下,电子线透射的厚度为 $20\text{ }\mu\text{m}$ 左右。

[0037] 试料 6 被设置在试料台 501 上,并被收纳于第 2 箱体 8 内。各种厚度的试料台 501 齐备,对应于观察试料的厚度选择适当的试料台并收纳在第 2 箱体 8 内。该作业需要由人手进行,由此,可将薄膜 10 与观察试料表面间的距离调整为适当的大小。

[0038] 另外,通过第 2 箱体 8 具备开口部 81,如图 1 图示那样,即便是从箱体突出的大型的试料,也可以载置到箱体内。另外,第 2 箱体 8 内由于始终向大气开放,因此即便在 S E M 观察中,也能够从开口部 81 将手插入箱体内部,通过挪动试料台 501,可以在 S E M 观察中改变试料 6 的观察位置。

[0039] 在现有的大气压 S E M 的情况下,在观察中改变试料的观察位置极其困难。例如,在专利文献 1 所记载的环境单体的情况下,观察对象试料被保持在具备电子线通过孔眼的单体内,因此,如果挪动单体,不仅是内部的试料,就连电子线透射的孔眼也移动。因此,在环境单体方式的情况下,只能观察试料的特定的位置。另外,在专利文献 2 所记载的大气压 S E M 的情况下,试料由于与薄膜接触配置,因此,若在观察中挪动试料,则存在薄膜破损,电子光学系统的真空被破坏的危险性。因此,在观察中难以变更试料的观察位置。

[0040] 以上,根据本实施例,即便是不能完全进入通常的 S E M 的真空第 2 箱体的程度的大的试料,也能够实现一种可观察的大气压 S E M。另外,在不改变带电粒子线的透射位置的情况下,就能够实现一种可改变试料的观察位置的 S E M 或带电粒子线装置。

[0041] 实施例 2

[0042] 在大气压 S E M 的情况下,薄膜和试料间的空间被维持在大气环境或者某种气体环境,因此,电子线发生散射。因此,为了拍摄良好的图像,希望试料与薄膜间的距离尽量短,但另一方面,如果薄膜与试料间的距离过近,则产生薄膜破损的危险性。

[0043] 在现有技术中说明的专利文献 1 所记载的环境单体的情况下,无法在观察中控制单体的孔眼与保持于单体内部的试料表面之间的距离,必然需要将保持于单体的试料的尺寸调整得较小。另外,专利文献 2 所记载的大气压 S E M,其前提是试料与薄膜接触配置,每次观察需要更换薄膜。

[0044] 另外在实施例 1 中,虽然通过配置在第 2 箱体内部的试料台 501 的厚度来调整试料与薄膜的距离,但不言而喻,若能进行更精密的调整,则在观察上更好。

[0045] 因此在本实施例中,对于使用 Z 台和距离测量机构,能够精密调整试料与薄膜间距离的大气压 S E M 的构成进行说明。

[0046] 图 2 表示本实施例的带电粒子装置的整体构成图。图 2 所示的装置构成由于与图 1 所示的装置构成有很多共通的部分,因此对于共通部分的说明省略,只对不同点进行说明。

[0047] 图 2 所示的 S E M 与图 1 同样,包括电子光学镜筒 2;支承该电子光学镜筒 2 的第 1 箱体 7;收纳观察对象试料的第 2 箱体 8 以及与图 1 同样的各种控制系统,但在本实施例的 S E M 的情况下,薄膜 10 经薄膜支承部件 47 而被安装在第 1 箱体 7 的下表面。薄膜支承部件 47 与薄膜 10 间的接合只要能够真空密封,不管使用何种手段都可以。例如,可以使用 O 形环等真空密封部件,还可以使用粘结剂等有机材料或者胶带等。另外,与实施例 1 同样,还可以取代薄膜 10 而使用开设有贯通孔的适当的板部件。

[0048] 在第1箱体7的下表面设有环状的开口部,薄膜支承部件47以从第1箱体7的外侧覆盖上述开口部的方式被安装。第1箱体7以及电子光学镜筒2被真空排气泵4真空排气,第1箱体7的真空密封是由在上述开口部的外缘设置的O形环维持的。因此,薄膜支承部件47相对于第1箱体7可以装卸。由于薄膜10非常薄,所以很难处理。因此,在装置外部进行了对薄膜支承部件47的薄膜10的粘结后,将具备薄膜10的薄膜支承部件47安装在第1箱体7上,由此,更换非常容易。即,万一在薄膜10破损的情况下,在每个薄膜支承部件47进行更换。

[0049] 本实施例的SEM具备在第2箱体8内保持观察对象试料,并用于进行位置驱动的试料台。试料台包括载置试料6的试料台5与Z驱动机构502、X-Y驱动机构503而构成。试料6从开口部81被搬入第2箱体8内。另外,在第2箱体8具备位置测定器14,能够进行试料表面的高度以及面内方向的位置检测。作为位置测定器14,例如可以使用光学距离计,作为光的种类,可使用可见光、红外光、激光等。位置测定器14的测定结果经由下位控制部37、上位控制部36而被传送给个人电脑35,并在监视器上显示。装置使用者一边看监视器上显示的测定结果一边操作Z驱动机构502,使试料6接近薄膜10直到试料表面不与薄膜10接触的程度。在图2所示的SEM中,示出通过手工操作使Z驱动机构502移动的构成,但还可以构成为在Z驱动机构502上安装马达或者促动器,通过监视器上的GUI而可以操作Z驱动机构502的移动量。

[0050] 通过上述的构成,能够实现一种相比实施例1可更精密地控制薄膜10与试料6间的距离的SEM,即可以实现一种可使试料6更接近薄膜10的SEM。因此,根据本实施例,能够实现比实施例1取得更高分辨率的SEM图像的SEM。

[0051] 本实施例的SEM具备能够将质量比大气轻的气体向试料的一次电子线照射位置附近放出的气体喷嘴100。气体喷嘴100通过配管而连接于填充有上述轻元素气体的气体气缸103。在配管的途中设有气体控制阀101、接续结(junction)102等。通常,气体气缸103不是SEM的构成要素,而是装置使用者事后连接的,但也有以将其装入SEM装置内的状态售卖的情况。

[0052] 通过薄膜10或贯通孔后的一次电子线侵入第2箱体8内,但第2箱体8内被维持在大气压或低真空状态。因此,侵入的一次电子线被氮或氧这样的气体分子散射,平均自由程变得比第1箱体7中的短。若平均自由程变得比薄膜10与试料6的表面的距离短,则电子线不会到达试料,无法进行SEM观察。

[0053] 另一方面,作为散射原因的气体分子的质量越大,电子线的平均自由程越短。因此,若用质量比构成大气的主要元素即氮、氧轻的气体分子充满第2箱体8内的一次电子线的通过路径,则相比大气环境可以延长平均自由程。因此,本实施例的SEM具备气体喷嘴100,将氢气、氦气、甲烷气体、水蒸气等轻元素气体向试料的一次电子线照射位置附近放出。由此,侵入第2箱体8内的一次电子线到达试料的概率变高,因此可使从试料放出的反射电子或者二次电子的量增大,且降低反射电子或者二次电子在第2箱体8内散射的概率。其结果是,反射电子或者二次电子到达检测器3的概率变高,可取得的SEM图像的画质提高。

[0054] 本实施例的SEM取代检测器3,在第1箱体7内配备EDX检测器18,能够进行观察试料的材料分析。除EDX检测器以外,还可以具备荧光线的检测器。另外,若将一次

电子线向试料 6 照射,则在试料流通吸收电流。若测量从试料 6 向试料台流入的电流,则还能够取得使用吸收电流(或吸收电子)的图像。为此在下位控制部 37 内设置电流计,另外为使试料台 5 具有电流检测功能而由导电性材料构成试料台 5 的试料载置面。

[0055] 下面,对于本实施例的 S E M 中的装置的操作画面,使用图 3 以及图 4 进行说明。

[0056] 在图 3 所示的操作画面中,例如具有:操作用窗口 50;图像显示部 51;开始放出电子线并开始图像显示的图像观察开始按钮 52;停止电子线的放出并停止图像显示的图像观察停止按钮 53;对偏向透镜、目镜等光学透镜进行调整而执行自动聚焦的焦点调整按钮 54;调整图像的明亮度的明亮度调整按钮 55、调整对比度的对比度调整按钮 56;开始带电粒子光学镜筒 2、第 1 箱体 7 的内部的真空排气的真空排气按钮 57;以及用于使第 1 箱体 7 的内部向大气释放的大气释放按钮 58。若在画面上点击真空排气按钮 57,则开始真空排气,若再次点击则停止真空排气。大气释放按钮 58 的操作也同样。通过上述的按钮操作执行的处理,还可以通过操作装置主体所带的机械按钮或把手来执行。

[0057] 在操作用窗口 50 上,有打开气体控制阀 101 而从气体喷嘴放出气体的气体放出开始按钮 112;以及关闭气体控制阀 101 而停止气体放出的气体放出停止按钮 113。

[0058] 在本实施例的情况下,在按下气体放出开始按钮 112 后,存在忘记按下气体放出停止按钮 113,导致气体控制阀 101 一直打开而气体气缸 103 变空的可能性。可以在按下图 3 所示的气体放出条件设定按钮 114 时,打开图 4 所示的气体放出条件设定窗口 118,设定是否执行气体放出或者气体放出的继续时间这样的气体放出条件。若在窗口内显示的气体放出时间设定框内输入想要继续气体放出的时间,则在气体放出开始按钮 112 的点击后,继续进行所输入的时间的气体放出,在时间经过后自动停止。需要说明的是,可以构成成为气体放出的继续时间不是在图 4 所示的另外窗口设定,而是在上位控制部 36 或者下位控制部 37 内预先作为固定值存储,在气体放出开始按钮 112 的点击后,若经过一定时间则强制停止气体放出。

[0059] 另外,存在当 S E M 图像的观察时并不一定想要气体放出的情况。此时,若在图 4 所示的气体放出执行检查框 119 中点选检查标记,则点击图像观察开始按钮 52 时,与点击连动而自动地打开气体控制阀 101,通过点击图像观察停止按钮 53,自动地关闭气体控制阀 101。此时,若预先在气体放出时间设定框 117 内设定数值,则在设定时间经过后,气体控制阀 101 关闭。上述的控制通过下位控制部 37 执行。需要说明的是,即便是在上述的图像观察开始与气体放出开始的连动功能使用时,图 3 所示的气体放出开始按钮 112 以及气体放出停止按钮 113 也是有效的,若点击气体放出停止按钮 113 则可以使因连动功能而开始的气体放出停止。

[0060] 实施例 3

[0061] 本实施例对在使一次电子线透射或通过的薄膜的试料相对面上具备限制薄膜-试料间的距离的限制部件,使得观察对象试料与薄膜在一定值以上不会接近的 S E M 的构成例进行说明。

[0062] 图 5 是表示本实施例的 S E M 的构成的模式图。为了简便,控制系统省略图示,但实际上,与图 1、图 2 同样,具备用于控制电子光学系统、真空排气系统的控制机构。

[0063] 薄膜-试料间的距离最好不受一次电子线的通过路径的环境影响而尽可能短,但另一方面,若薄膜与试料过于接近,则薄膜破损的概率变大。尤其在使用使电子线透射的类

型的薄膜时,该问题更深刻。

[0064] 为了解决该问题,如图 5 所示,将防止薄膜与试料的接触的限制部件 105 设置在薄膜 10 的试料相对面侧即可。作为限制部件 105,只要是能够限制试料与薄膜间的距离,使用什么都可以,但为了简便,可以在薄膜 10 的试料相对面侧粘贴粘结剂或胶带来用作限制部件 105。但是,若考虑通过薄膜 10 后的一次电子线的平均自由程,则优选限制部件 105 由厚度正确知晓的薄膜材料来制作。另外,在图 5 中,限制部件 105 安装在薄膜 10 上,但也可以安装在薄膜支承部件 47 或试料台 5 上,或者载置于试料 6 上面。进而,还可以使限制部件 105 为可装卸。

[0065] 若薄膜与试料的距离变小,则分辨率变高。因此,最好安装非常薄的限制部件 105。但是,根据试料的不同,存在不需要高分辨率的情况,此时,还需要预先变为具有某一程度的厚度的限制部件 105。具有某一程度的厚度的限制部件更能减少薄膜破损的可能性。因此,使限制部件 105 构成为可装卸的方式是有效的。

[0066] 通过如此设置限制部件 105,从而能够防止因误操作而使试料过于接近薄膜的情况下的薄膜的破损。

[0067] 实施例 4

[0068] 在本实施例中,对于具备 S E M 的改变薄膜-试料间距离的机构的 S E M 的构成例进行说明。在实施例 2 以及 3 说明的 S E M 通过用 Z 台移动试料,来调整薄膜-试料间距离,但在本实施例中,通过使包括电子光学镜筒 2 和第 2 镜体在内的 S E M 的上部构造成为可动式,由此调整薄膜-试料间距离。

[0069] 图 6 表示本实施例的 S E M 的整体构造。与图 5 同样,各种控制系统省略图示。在本实施例的 S E M 中,在电子光学镜筒 2 的上部具备驱动机构 200,驱动机构 200 使电子光学镜筒 2 以及第 1 箱体 7 整体在上下方向移动,由此,对薄膜 10 与载置于试料台 21 上的试料 6 之间的相对距离进行调整。为了防止碰撞,在薄膜 10 的试料相对面侧设有限制部件 105,进而在从第 1 箱体 7 的底面突出的凸缘部 19 设有位置测定器 14。薄膜 10 安装在薄膜支承部件 47 上,且构成为相对于第 1 箱体 7 可装卸。

[0070] 在图 6 的构造中,真空泵 4、配管 16 还与电子光学镜筒 2 以及第 1 箱体 7 连动而可动,在配管 16 与电子光学镜筒 2 以及第 1 箱体 7 之间设置具有真空密封性的滑动部件,在驱动机构 200 动作时真空泵 4、配管 16 不动。

[0071] 在本实施例的 S E M 中,电子光学镜筒 2 以及第 1 箱体 7 被支柱 20 支承,因此,不需要作为支承包括电子光学镜筒 2 以及第 1 箱体 7 在内的装置整体的功能部件的第 2 箱体。因此,本实施例的构造的 S E M 特别适于不切断大型试料就那么进行观察的情况等。或者适于具有皮带传输机那样非常大的试料台的情况。

[0072] 在图 7 表示具备改变薄膜-试料间距离的机构的 S E M 的进而另外的变形例。图 7 所示的 S E M 使薄膜支承部件 47 具有相对于第 1 箱体 7 的滑动性,通过驱动机构 201 使薄膜支承部件 47 可动。薄膜支承部件 47 与第 1 箱体 7 的真空密封是通过真空密封机构 124 实现的,但真空密封机构 124 需要具有滑动性。

[0073] 图 7 所示的 S E M 能够通过 Z 驱动机构 502 与驱动机构 201 这两方来调整薄膜-试料间距离。例如,可以如下这样区分使用:在想要粗略地进行试料的 Z 驱动的情况下使用 Z 驱动机构 502,在想要进行微细调整的情况下使用驱动机构 201。

[0074] 另外,在想要缩短从S E M的目镜到试料的距离即焦点距离时,可以通过Z驱动机构 502 使试料接近薄膜 10,在想要增长焦点距离的情况下,可以使用驱动机构 201 使薄膜 10 接近试料。

[0075] 另外,在试料 6 装在皮带传输机上那样的构成的情况下,还存在难以在皮带传输机上搭载Z驱动机构 502 的情况。此时,如图 7 那样,驱动薄膜侧的驱动机构 201 非常有用。

[0076] 另外,在试料 6 非常大,而图 7 所示的装置是非常小的装置的情况下,有时使试料 6 自身移动非常困难,此时,最好预先固定试料 6 的位置,驱动薄膜侧使薄膜 10 接近试料。

[0077] 实施例 5

[0078] 图 8 表示将轻元素气体向观察位置供给的气体喷嘴的配置的变形例。在以上说明的各实施例中,气体喷嘴 100 配置在第 1 箱体 7 的底面,并从第 2 箱体 8 的开口部 81 或者第 1 箱体 7 的底面的侧方导入,但在本实施例中,向第 1 箱体 7 内导入配管,在薄膜支承部件 47 插入喷嘴,由此从薄膜支承部件 47 侧将轻元素气体向试料表面供给。虽然还可以在薄膜 10 自身插入气体喷嘴,但由于在薄膜支承部件 47 的装卸时使薄膜 10 破损的可能性高,因此最好是气体喷嘴插入薄膜支承部件 47。

[0079] 在本实施例的情况下,由于在薄膜 10 与试料 6 之间不存在多余的构造物,因此与各实施例的S E M相比,能够进一步缩短薄膜-试料间距离而进行S E M观察。不言而喻,为了防止碰撞可以设置限制部件。

[0080] 符号说明

- [0081] 0 电子源
- [0082] 1 光学透镜
- [0083] 2 电子光学镜筒
- [0084] 3 检测器
- [0085] 4 真空排气泵
- [0086] 5, 21 试料台
- [0087] 6 试料
- [0088] 7 第 1 箱体
- [0089] 8 第 2 箱体
- [0090] 10 薄膜
- [0091] 11 第 2 空间
- [0092] 12 第 1 空间
- [0093] 14 位置测定器
- [0094] 15 泄露阀
- [0095] 16 配管
- [0096] 17 真空密封部
- [0097] 18 E D X 检测器
- [0098] 19 凸缘部
- [0099] 20 支柱
- [0100] 35 个人电脑
- [0101] 36 上位控制部

[0102]	37	下位控制部
[0103]	43, 44	通信线
[0104]	47	薄膜支承部件
[0105]	50	操作用窗口
[0106]	51	图像显示部
[0107]	52	图像观察开始按钮
[0108]	53	图像观察停止按钮
[0109]	54	焦点调整按钮
[0110]	55	明亮度调整按钮
[0111]	56	对比度调整按钮
[0112]	57	真空排气按钮
[0113]	58	大气释放按钮
[0114]	81	开口部
[0115]	101	气体控制阀
[0116]	103	气体气缸
[0117]	112	气体放出开始按钮
[0118]	113	气体放出停止按钮
[0119]	114	气体放出条件设定按钮
[0120]	117	气体放出时间设定框
[0121]	118	气体放出条件设定窗口
[0122]	119	气体放出执行检查框
[0123]	120	O K 按钮
[0124]	124	真空密封机构

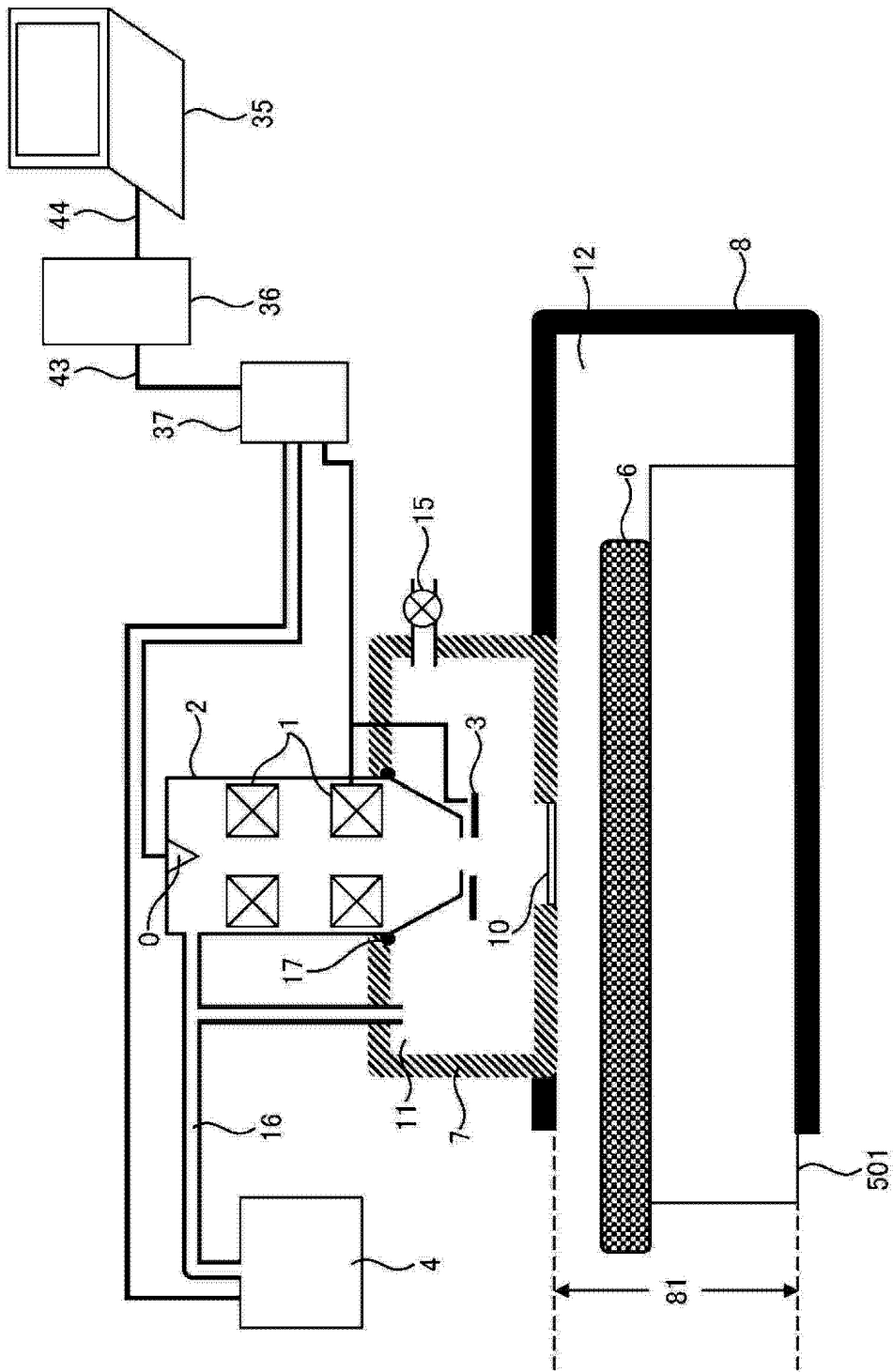


图 1

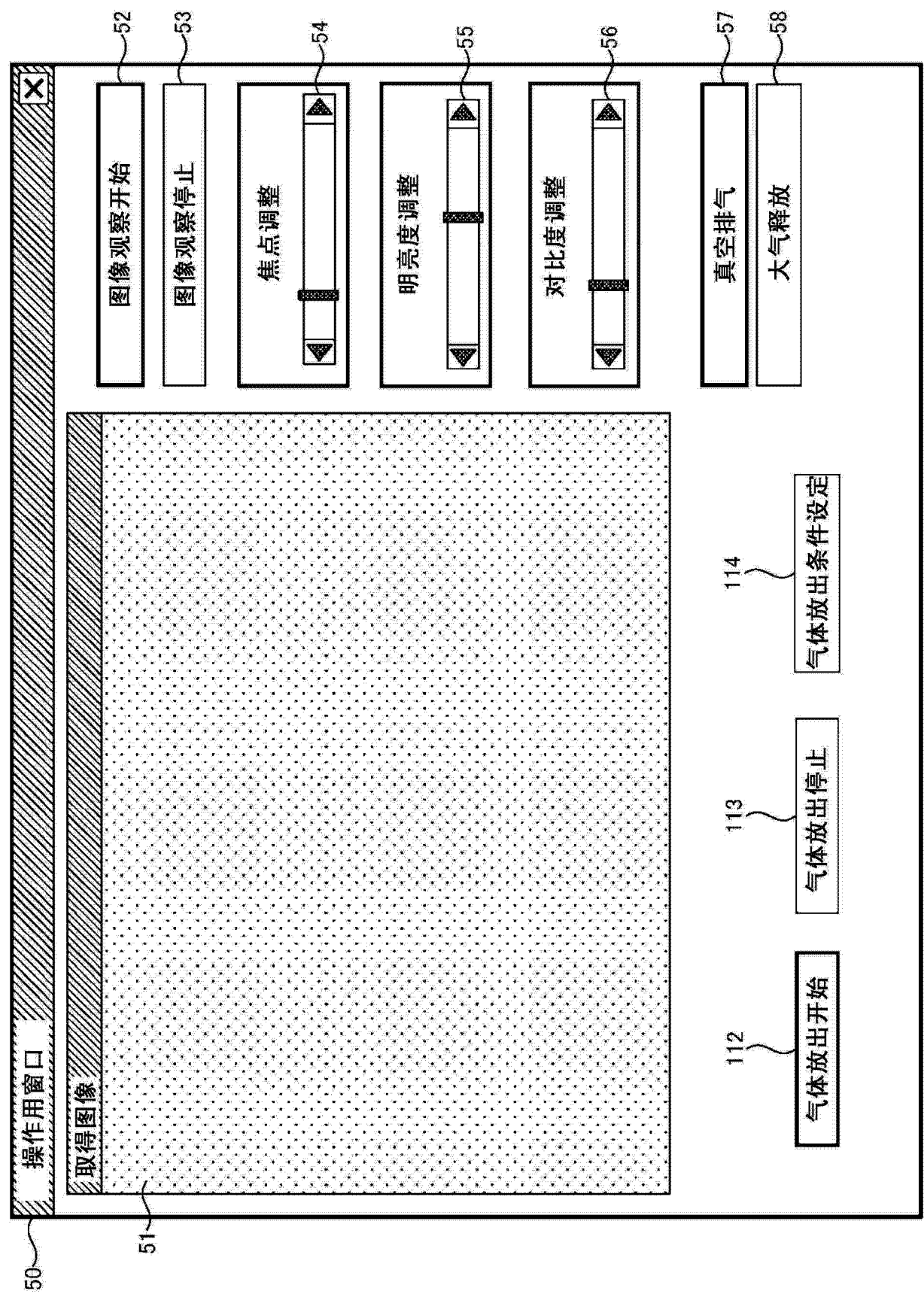


图 3

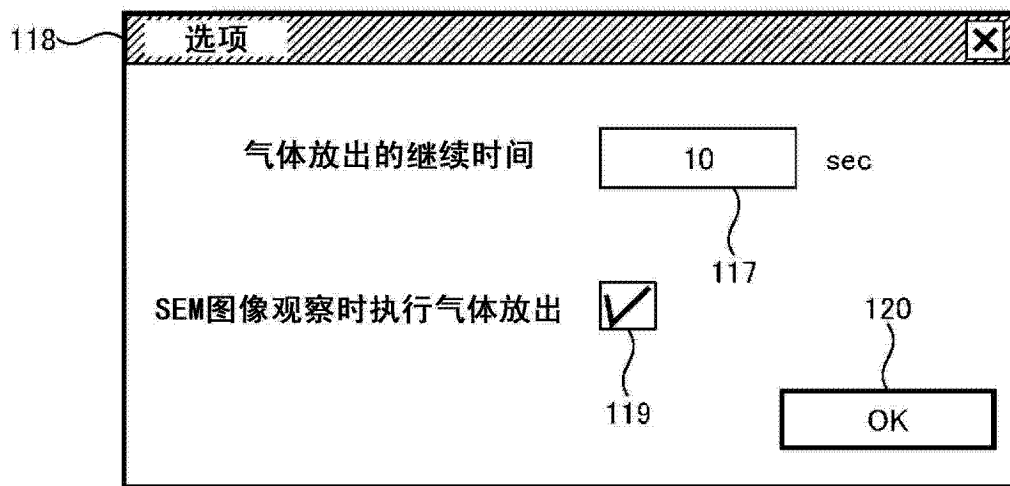


图 4

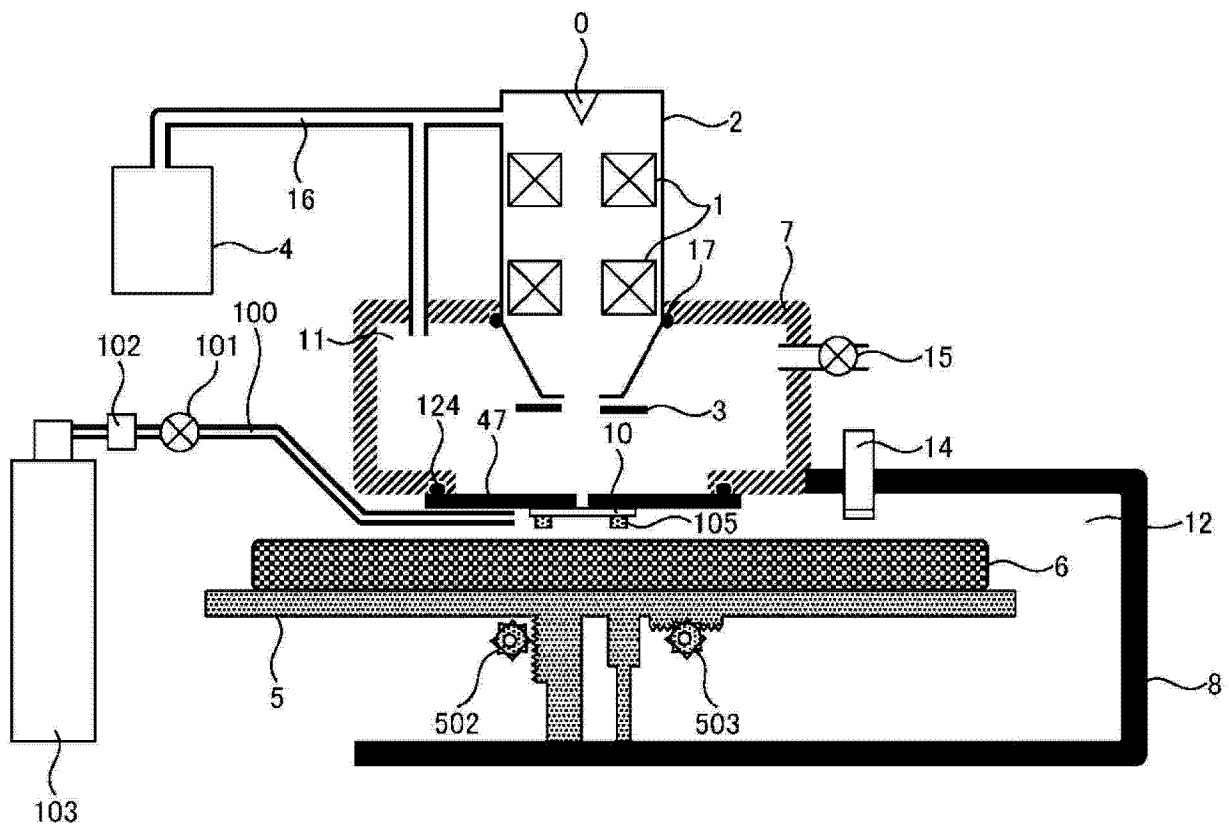


图 5

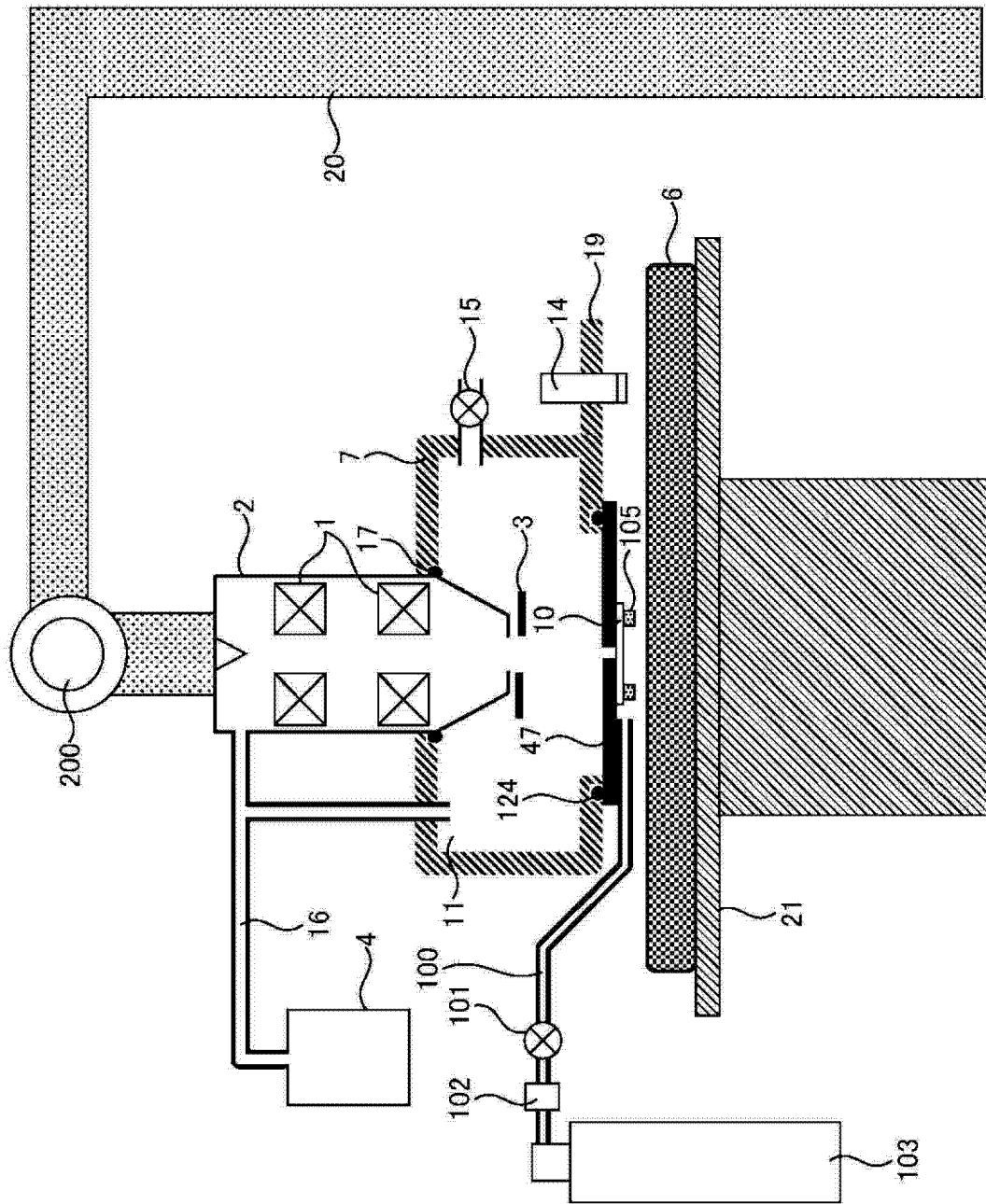


图 6

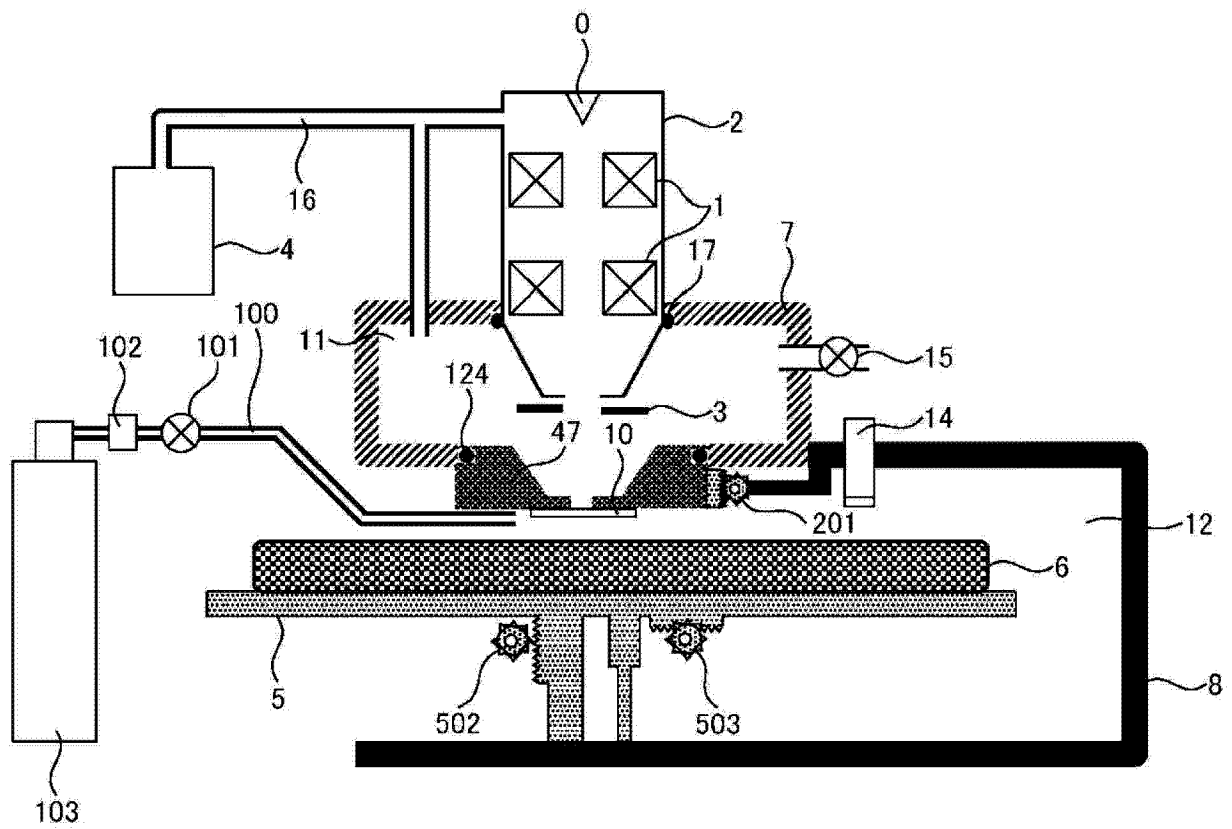


图 7

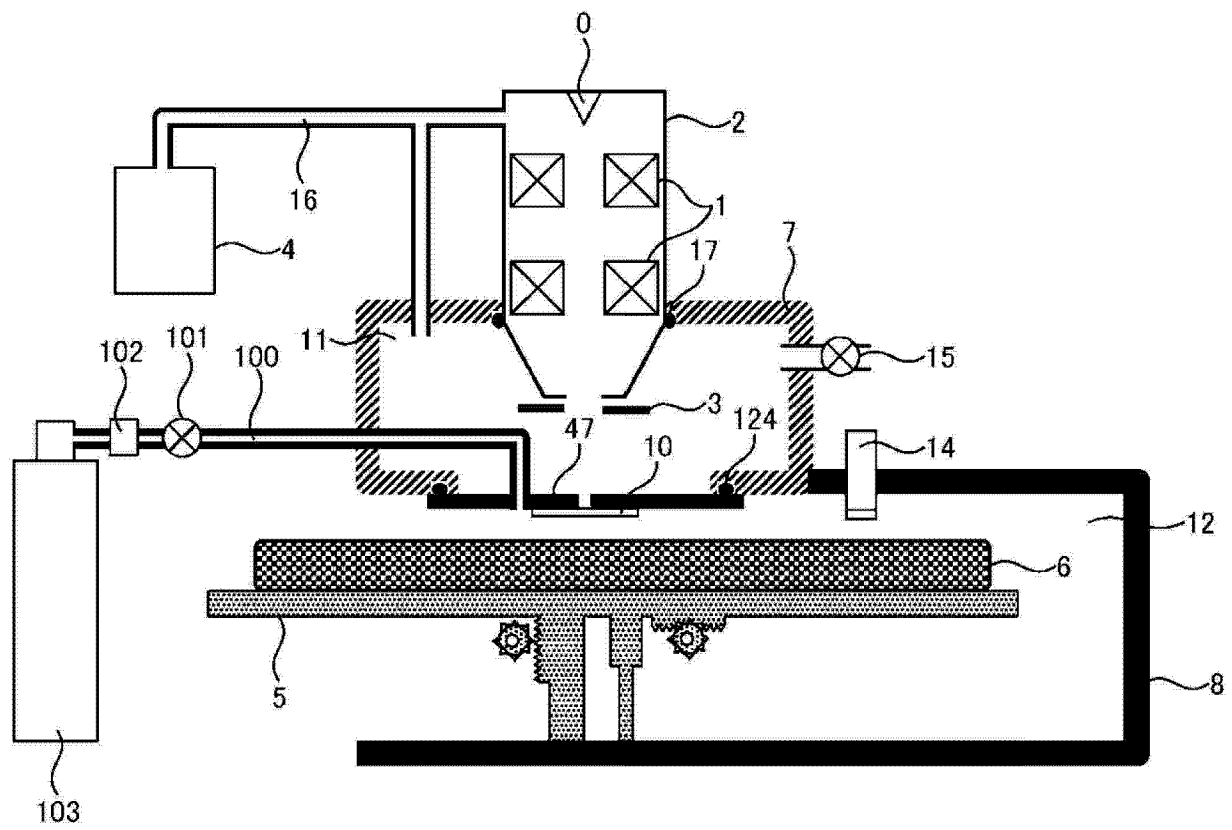


图 8