



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104094373 B

(45)授权公告日 2016.08.17

(21)申请号 201380008021.1

(22)申请日 2013.02.15

(30)优先权数据

2012-039500 2012.02.27 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.08.04

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2013/053737 2013.02.15

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/129143 JA 2013.09.06

(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 大岛卓 伊藤博之

佐藤贡 伊东祐博

(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 刘婷

(51)Int.Cl.

H01J 37/18(2006.01)

H01J 37/16(2006.01)

(56)对比文件

JP 特开2006-147430 A, 2006.06.08,

JP 特开2006-147430 A, 2006.06.08,

CN 102197301 A, 2011.09.21,

US 2005/0218325 A1, 2005.10.06,

JP 特开2008-262886 A, 2008.10.30,

US 2006/0249677 A1, 2006.11.09,

审查员 李晨雄

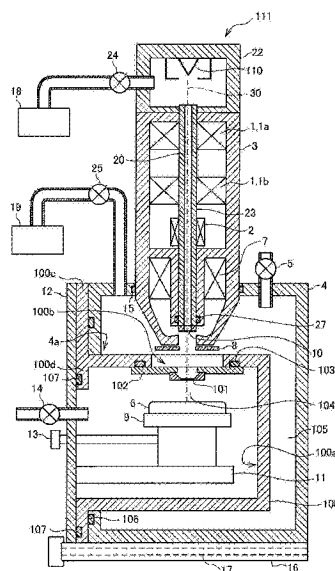
权利要求书2页 说明书10页 附图11页

(54)发明名称

带电粒子线装置

(57)摘要

本发明提供能简单地装拆隔膜(101)且能将试样(6)配置于真空下和高压下的带电粒子线装置(111)。该带电粒子线装置(111)具有:对带电粒子源(110)和电子光学系统(1、2、7)进行保持的镜筒(3);与镜筒(3)连结的第一框体(4);向第一框体(4)的内侧凹陷的第二框体(100);将镜筒(3)内的空间和第一框体(4)内的空间隔离且供带电粒子线透过的第一隔膜(10);将第二框体(100)的凹部(100a)内的空间和第二框体(100)的凹部(100a)外的空间隔离且供带电粒子线透过的第二隔膜(101);与收纳带电粒子源(110)的第三框体(22)连结的管(23),第一隔膜(10)安装于管(23),管(23)和第三框体(22)能沿光轴(30)的方向相对于镜筒(3)装拆。由第一框体(4)和第二框体(100)包围的空间(105)被减压,对配置于凹部(100a)中的试样(6)照射带电粒子线。



1. 一种带电粒子线装置,其特征在于,具有:
带电粒子源,其放出带电粒子线;
带电粒子光学系统,其使所述带电粒子线会聚并控制光轴;
镜筒,其对所述带电粒子源和所述带电粒子光学系统进行保持;
第一框体,其与所述镜筒连结,所述镜筒向该第一框体的内部射出所述带电粒子线,在所述第一框体中内置试样;
第二框体,其从所述第一框体的开口向所述第一框体的内侧凹陷;
第一隔膜,其配置于所述光轴上,将所述镜筒内的空间与所述第一框体内的空间隔离,该第一隔膜供所述带电粒子线透过;
第二隔膜,其配置于所述光轴上,将所述第二框体的凹部内的空间和所述第二框体的凹部外的空间隔离,该第二隔膜供所述带电粒子线透过,
所述第二框体的凹部外的由所述第一框体和所述第二框体包围的空间被减压为真空状态,
该带电粒子线装置对配置于所述第二框体的凹部中的试样照射透过了所述第一隔膜及所述第二隔膜的所述带电粒子线。
2. 根据权利要求1所述的带电粒子线装置,其特征在于,
所述第一隔膜配置于由所述带电粒子光学系统形成的电磁场中。
3. 根据权利要求1所述的带电粒子线装置,其特征在于,
所述第一隔膜配置于多个所述带电粒子线交叉的位置。
4. 根据权利要求1所述的带电粒子线装置,其特征在于,
具有管,该管配置为与收纳所述带电粒子源的第三框体连结且贯通所述带电粒子光学系统,所述光轴通过该管的内侧,
所述第一隔膜安装于所述管,
所述管与所述第三框体能沿所述光轴的方向相对于所述镜筒装拆。
5. 根据权利要求4所述的带电粒子线装置,其特征在于,
所述管的外径小于所述带电粒子光学系统所具有的电磁场形成用线圈的内径。
6. 根据权利要求4所述的带电粒子线装置,其特征在于,
具有隔壁板,该隔壁板设于所述管,将所述镜筒内的空间和所述第一框体内的空间隔离,该隔壁板比所述第一隔膜厚且不使所述带电粒子线透过,
所述第一隔膜以封闭设于所述隔壁板上的贯通孔的方式设置,
设于所述隔壁板上的贯通孔的孔径小于所述管的内径。
7. 根据权利要求4所述的带电粒子线装置,其特征在于,
所述第一隔膜将与所述第三框体内的空间连通的所述管内的空间和所述第一框体内的空间隔离,
通过使所述第二框体的凹部外的由所述第一框体和所述第二框体包围的空间为大气压,从而能在将所述管内和所述第三框体内保持为真空的状态下相对于所述镜筒装拆所述管和所述第三框体。
8. 根据权利要求1所述的带电粒子线装置,其特征在于,
在分隔出从所述带电粒子源到所述第一隔膜的空间的壁面上设有:

使从所述带电粒子源到所述第一隔膜的空间成为气密状态的真空阀或真空密封部；
使从所述带电粒子源到所述第一隔膜的空间成为减压状态的非蒸发型吸气材料。

9. 根据权利要求1所述的带电粒子线装置, 其特征在于,
所述第一隔膜及所述第二隔膜的厚度为100nm以下。

10. 根据权利要求1所述的带电粒子线装置, 其特征在于,
对所述试样照射所述带电粒子线时, 使所述第二隔膜与所述试样之间的间隔为1000 μm 以下。

带电粒子线装置

技术领域

[0001] 本发明涉及将带电粒子线向试样照射的带电粒子线装置。

背景技术

[0002] 近年来,为了观察微小区域,使用扫描电子显微镜(SEM)、透射电子显微镜(TEM)、扫描透射电子显微镜(STEM)、会聚离子束加工观察装置(FIB)等带电粒子线装置。在这些装置中,向试样照射电子束或离子束等带电粒子线。一般而言,在这些带电粒子线装置中,对配置试样的空间进行真空排气来进行拍摄。即使在低真空下或大气压下也欲使用电子显微镜来观察试样的需要较多。近年来,开发出能在大气压下观察作为观察对象的试样的SEM(参照专利文献1及专利文献2等)。这些SEM在原理上是在电子光学系统与试样之间设置电子线能透过的隔膜而分隔出真空状态的空间和大气压状态的空间这样的装置,共通点在于均是在试样与电子光学系统之间设置隔膜。

[0003] 在专利文献1中公开一种下述的大气压SEM,即,将电子光学镜筒的电子源配置于下侧,将物镜配置于上侧,在电子光学镜筒末端的电子线的出射孔上隔着O型密封圈设置有电子线能透过的隔膜。试样直接放置于该隔膜上,从试样的下面侧照射一次电子线,从而进行SEM观察。在专利文献2中,将电子光学镜筒的电子源配置于上侧,将物镜配置于下侧,在与试样稍微分离的位置设置隔膜。从隔膜上面侧照射电子线而进行SEM观察。需要说明的是,隔膜不仅配置于与试样稍微分离的位置,还配置于电子源附近。

[0004] 在先技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2008-153086号公报

[0007] 专利文献2:日本特开2008-262886号公报

发明内容

[0008] 【发明要解决的课题】

[0009] 在专利文献1中,由于需要使试样与隔膜接触,因此每次更换试样时都必须更换隔膜。因此,认为更换试样需要时间。另外,当隔膜破损时,配置有电子源的空间的真空度恶化,放出电子的热丝(filament)可能被烧断。

[0010] 在专利文献2中,由于在与试样稍微分离的位置设置有隔膜,因此不需要在每次更换试样时都更换隔膜,隔膜也不易破损。另外,由于在电子源附近也设置有隔膜,因此,即使在设于与试样稍微分离的位置上的隔膜发生了破损的情况下,也不会烧断热丝。

[0011] 但是,在专利文献2中,认为难以更换隔膜。隔膜被照射带电粒子线而使其透过,因此,认为构成隔膜的分子级的结构会由于带电粒子的冲撞而逐渐劣化。因此,期望定期地更换隔膜。因此,期望隔膜的更换容易。而且,若通过简单地拆卸隔膜而能进行将试样配置为真空状态的以往的SEM观察,则有用。反之,在将试样配置为真空状态的以往的带电粒子线装置中,若通过简单地安装隔膜而能在大气压等比真空压力高的高压下对试样进行SEM观

察,则有用。

[0012] 因此,本发明要解决的课题在于提供能简单地装拆隔膜且能将试样配置于真空下和高压下的带电粒子线装置。

[0013] 【用于解决课题的手段】

[0014] 即,本发明的带电粒子线装置的特征在于,具有:

[0015] 带电粒子源,其放出带电粒子线;

[0016] 带电粒子光学系统,其使所述带电粒子线会聚并控制光轴;

[0017] 镜筒,其对所述带电粒子源和所述带电粒子光学系统进行保持;

[0018] 第一框体,其与所述镜筒连结,所述镜筒向该第一框体的内部射出所述带电粒子线;

[0019] 第二框体,其从所述第一框体的开口向所述第一框体的内侧凹陷;

[0020] 第一隔膜,其配置于所述光轴上,将所述镜筒内的空间与所述第一框体内的空间隔离,该第一隔膜供所述带电粒子线透过;

[0021] 第二隔膜,其配置于所述光轴上,将所述第二框体的凹部内的空间和所述第二框体的凹部外的空间隔离,该第二隔膜供所述带电粒子线透过;

[0022] 由所述第一框体和所述第二框体包围的空间被减压,

[0023] 该带电粒子线装置对配置于所述第二框体的凹部中的试样照射所述带电粒子线。

[0024] 另外,本发明的带电粒子线装置的特征在于,具有:

[0025] 带电粒子源,其放出带电粒子线;

[0026] 带电粒子光学系统,其使所述带电粒子线会聚并控制光轴;

[0027] 镜筒,其对所述带电粒子源和所述带电粒子光学系统进行保持;

[0028] 管,其配置为与收纳所述带电粒子源的框体连结且贯通所述带电粒子光学系统,所述光轴通过该管的内侧,

[0029] 隔膜,其安装于所述管且配置于所述光轴上,将与所述框体内的空间连通的所述管内的空间和所述管外的空间隔离,该隔膜供所述带电粒子线透过;

[0030] 通过使所述框体相对于所述镜筒沿所述光轴的方向移动,能够装拆所述隔膜和所述管。

[0031] 【发明效果】

[0032] 根据本发明,能提供可简单地装拆隔膜且能将试样配置于真空下和高压下的带电粒子线装置。

附图说明

[0033] 图1是本发明的第一实施方式涉及的带电粒子线装置(显微镜)的结构图。

[0034] 图2是第一实施方式的电子物镜附近的放大图。

[0035] 图3是第一实施方式的变形例(之一)的第一隔膜附近的放大图。

[0036] 图4A的(a)是第一实施方式的第一隔膜附近的俯视图,(b)是(a)的径向的剖视图。

[0037] 图4B的(a)是第一实施方式的变形例(之二)的第一隔膜附近的俯视图,(b)是(a)的径向的剖视图。

[0038] 图5是第一实施方式的变形例(之三)的电子物镜附近的放大图。

[0039] 图6是第一实施方式的变形例(之四)的电子物镜附近的放大图。

[0040] 图7A是第一实施方式的带电粒子线装置(显微镜)的从主体抽出的管(圆管形状部)的结构图。

[0041] 图7B是第一实施方式的抽掉了管(圆管形状部)的带电粒子线装置(显微镜)的主体的结构图。

[0042] 图8是第一实施方式的变形例(之五)的带电粒子线装置(显微镜)的从主体抽出的管(圆管形状部)的结构图。

[0043] 图9是第一实施方式的变形例(之六)的带电粒子线装置(显微镜)的结构图。

[0044] 图10是本发明的第二实施方式涉及的带电粒子线装置(显微镜)的结构图。

具体实施方式

[0045] 下面,参照适当附图详细地说明本发明的实施方式。需要说明的是,在各图中,对共通的部分标注同一符号而省略重复的说明。

[0046] (第一实施方式)

[0047] -关于装置结构-

[0048] 图1是本发明的第一实施方式涉及的带电粒子线装置(带电粒子线显微镜)111的结构图。需要说明的是,在第一、第二实施方式中,作为带电粒子线装置(带电粒子线显微镜)111,以作为电子线装置的SEM为例进行说明,但本发明也能应用于其他的带电粒子线装置(带电粒子线显微镜)111。根据该带电粒子线装置(带电粒子线显微镜)111,能对配置于大气压下的试样6照射带电粒子线而进行观察。该带电粒子线装置111具有:用于放出电子线(带电粒子线)的电子源110;用于保持电子光学透镜1、偏转线圈2及电子物镜7等电子光学系统(带电粒子光学系统)和电子源110的电子光学镜筒3;与电子光学镜筒3连结而对该电子光学镜筒3进行保持并内置试样6的第一框体(试样框体)4。电子源110收纳于第三框体22内。电子光学透镜1、偏转线圈2及电子物镜7等电子光学系统使电子线会聚并控制该电子线的光轴。电子光学透镜1和电子物镜7使电子线会聚。偏转线圈2使会聚的电子线的光轴30进行扫描。

[0049] 电子光学镜筒3插入到第一框体4,从电子光学镜筒3向第一框体4的内部射出电子线。第一框体4和电子光学镜筒3经由O型密封圈等真空密封部15密接,从而来确保第一框体4内部的空间105的气密性。在第一框体4设有用于对框体内部进行大气泄漏的阀或气体进出口5。在电子物镜7之下设有在向试样6照射电子线时对从试样6放出的二次电子或反射电子等二次信号进行检测的检测器8。在电子物镜7的附近配置有供电子线透过的第一隔膜10。关于在电子物镜7的附近配置第一隔膜10的效果见后述。利用该第一隔膜10将该第一隔膜10上侧的电子光学镜筒3(管23)内的空间20与该第一隔膜10下侧的第一框体4内的空间105隔离。第一隔膜10配置于电子线的光轴30上。

[0050] 真空泵18经由真空阀或真空密封部24与第三框体22连接,主要对从电子源110到第一隔膜10的上表面的空间20进行抽真空。真空泵19经由阀25与第一框体4连接,主要对从第一隔膜10的下表面到后述的第二隔膜101的上表面的空间105进行抽真空。虽未图示,但真空泵18和真空泵19也可以连结,各自不限于单数,可以为多个。

[0051] 在第一框体4安装有辅助框体100。辅助框体100具有箱形状的凹部100a和设于该

凹部100a的缘部且在两面具有密封面的凸缘100c。在第一框体4设有开口4a,从该开口4a向第一框体4的内侧插入辅助框体100的凹部100a。凹部100a从第一框体4的开口4a向第一框体4的内侧凹陷。开口4a被辅助框体100封闭。设于开口4a的周围的第一框体4的密封面和与其对置的辅助框体100的凸缘100c的密封面经由O型密封圈等真空密封部106密接,从而能对由第一框体4和辅助框体100包围的空间105进行减压。

[0052] 在辅助框体100的电子光学镜筒3侧设有贯通孔100b。该贯通孔100b由具备电子线能透过的第二隔膜101的凸缘102气密地封闭。第二隔膜101配置于所述光轴30上。第二隔膜101将辅助框体100的凹部100a内侧的空间104与由外侧的第一框体4和辅助框体100包围的空间105隔离。在辅助框体100和凸缘102的密封面上设有真空密封部103。在配置有第二隔膜101(凸缘102)这一侧的凹部100a的缘部设有防护件100d。若没有将试样6设定在比该防护件100d低的位置,则试样6会与防护件100d碰撞而无法插入到凹部100a内。由于防护件100d设定在比第二隔膜101低的位置,因此,能防止插入时试样6与第二隔膜101碰撞的情况。

[0053] 具备用于保持试样6的试样支架9等的工作台11由板构件(凸缘)12支承。凸缘12以夹着O型密封圈等真空密封部107与辅助框体100的凸缘100c的密封面密接的方式被支承。凸缘12支承于第一框体4的开口4a侧。在凸缘12的外侧设有用于控制工作台11的滑动、倾斜等的变位机构的旋钮13。在利用电动进行变位的情况下,可以具备电动机、促动器等。另外,可以在凸缘12设置用于进行气体导入等的阀或气体进出口14。阀或气体进出口14可以为多个。也可以从阀或气体进出口14向空间104填充特定气体,若将阀或气体进出口14与真空泵相连,则也可以对空间104进行减压(真空或低真空)。

[0054] 电子线在大气中散射,因此,期望试样6与第二隔膜101尽可能地靠近。具体而言,第二隔膜101与试样6之间的距离优选为1000 μm 以下。这是由于:以通常的SEM的加速电压(例如几十kV左右)放出的电子线能通过的大气空间的距离为1000 μm 以下。因此,更期望在工作台11上具备能沿高度方向改变试样6的机构。或者,也可以具备使第二隔膜101向试样6的方向移动的机构。

[0055] 试样6的更换通过使凸缘12向从辅助框体100(第一框体4)拉开的方向移动、并将试样工作台11从辅助框体100的凹部100a拉出来进行。为了使凸缘12能够顺利地移动,也可以具备引导件16、导轨17等。

[0056] 第二隔膜101的更换可以通过在使凸缘12移动并将试样工作台11从辅助框体100的凹部100a拉出之后将手放入凹部100a中来进行。或者,也可以在使凸缘12移动并将试样工作台11从辅助框体100的凹部100a拉出之后,将凹部100a从第一框体4的开口4a抽出,将辅助框体100从第一框体4拆下之后进行更换。这样,为了更换而分解的部件个数较少,手容易够到,能容易地进行更换。需要说明的是,如前所述,若能将辅助框体100从第一框体4拆下,则能在真空中观察试样6。即,由于省去辅助框体100,因此,凸缘12封闭第一框体4的开口4a。凸缘12的密封面经由真空密封部106与第一框体4的开口4a周边的密封面密接。由凸缘12和第一框体4包围的空间104和105能在真空泵19的作用下被抽真空,因此,能在真空下观察试样6。反之,仅通过向通常在真空下对试样6进行观察的以往的带电粒子线装置装配带有第二隔膜101的辅助框体100,就能在大气压(高压)下对试样6进行观察。

[0057] 下面,说明第一隔膜10。设有电子源110的空间20到达第一隔膜10的上表面。电子

源110设于粗的圆管形状的第三框体22内。第一隔膜10配置于细的圆管形状的管23的前端，封闭该前端。管23的另一方的前端与第三框体22连结。管23内的空间与第三框体22内的空间相互连通，成为一个空间20。该空间20成为能进行抽真空的气密的空间。管23贯通电子光学透镜1、偏转线圈2和电子物镜7等电子光学系统。通过减细管23，由此也能减小位于管23外侧的电子光学透镜1、偏转线圈2和电子物镜7等电子光学系统。即使减小这些电子光学系统，由于管23较细，能缩短电子光学系统与管23的中心轴之间的距离，因此，也能在管23的中心轴附近产生强力的磁场。电子光学系统使用了永磁体等的情况下也同样。电子线的光轴30通过管23的内侧。电子光学透镜1、偏转线圈2和电子物镜7等电子光学系统基本上配置于大气侧。管23内部的空间20成为真空。由于从管23的外侧使内侧的空间20中产生电磁场，因此，期望管23为非磁性体。

[0058] 第一隔膜10的更换通过在关闭阀25且打开阀或气体进出口5而使由第一框体4和辅助框体100包围的空间105成为大气压之后，使第三框体22沿光轴30的延长方向移动，将管23从电子光学镜筒3中抽出来进行。相对于被抽出的管23的第一隔膜10的更换由于第一隔膜10暴露出，因此能容易地进行。这样，为了更换而分解的部件个数较少，手容易够到，能容易地进行更换。需要说明的是，若在从被抽出的管23拆下第一隔膜10而不安装新的第一隔膜10的情况下将管23插入电子光学镜筒3，则能在省去了第一隔膜10的状态下对试样6进行观察。反之，仅通过在以往的带电粒子线装置中在第三框体22上连结带有第一隔膜10的管23，就能在光轴30上设置第一隔膜10。

[0059] -SEM像获取步骤-

[0060] 下面，说明使用带电粒子线装置111的SEM像获取步骤。首先，将试样6配置于被拉出的试样支架9上。接着，将载置于试样支架9的试样6放入辅助框体100的凹部100a中，将凸缘12以与辅助框体100的凸缘100c密接的方式固定。接着，从电子源110放出电子线。电子线通过电子光学透镜1、偏转线圈2和电子物镜7等电子光学系统所形成的电磁场，并透过第一隔膜10和第二隔膜101。接着，使试样6与第二隔膜101接近。通过使试样6与第二隔膜101接近，由此透过了第二隔膜101的电子线即使在大气中行进也能到达试样6。到达了的电子线照射于试样6，从试样6射出反射电子或二次电子。最后，利用检测器8检测从试样6射出的反射电子或二次电子，由此能获取SEM像。

[0061] -关于隔膜10、101-

[0062] 第一隔膜10和第二隔膜101由于必须能供电子线透过，因此期望较薄。若过厚，则电子线散射而导致分辨率降低。具体而言，第一隔膜10和第二隔膜101的厚度期望为100nm以下。这是以一般的SEM的加速电压(例如几十kV左右)能透过的厚度。作为第一隔膜10和第二隔膜101的材料，可以使用硅、氧化硅、硅氮化物、碳化硅、碳、有机物质等。

[0063] 图2表示电子物镜7和其附近的放大图。在电子物镜7的周围设有构成电子光学镜筒3的一部分的磁心3a。利用在该磁心3a的间隙(gap)的附近产生的电磁场36，产生使电子线会聚的透镜效果。第一隔膜10配置于该电磁场36的正中的磁场最强的透镜中心。磁心3a的间隙沿上下方向(光轴30方向)开设，第一隔膜10配置于磁心3a的间隙的大致中间的高度。该第一隔膜10具有三个功能。

[0064] 第一功能如前所述，利用该第一隔膜10将上侧的空间20与下侧的空间105(104)隔离，使上侧的空间20的气压与下侧的空间105(104)的气压产生气压差。空间20由于配置有

电子源110(参照图1)而被维持为高真空状态。由于在管23上安装有第一隔膜10,因此,能使处于高真空状态的空间20靠近试样6侧。即使空间105的真空度变差,电子线也能到达试样6(第二隔膜101(参照图1))。由此,真空泵19(参照图1)可以不是高性能的高真空度用真空泵,而使用便宜且简单的真空泵。

[0065] 第二功能为即使第二隔膜101(参照图1)破损也能使大气的流入止于空间105,防止大气向空间20流入的功能。由此,能防止电子源110的热丝被烧断。需要说明的是,通过将管23的外周面与磁心3a(电子光学镜筒3)的内周面经由O型密封圈等真空密封部27密接,由此能确保所述空间105的气密性。管23的外径 d_1 小于电子光学透镜1(参照图1)、偏转线圈2和电子物镜7等电子光学系统的内径 d_3 ($d_1 < d_3$)。因此,能从保持电子光学透镜1、偏转线圈2和电子物镜7等电子光学系统的电子光学镜筒3将管23与第一隔膜10一起抽出。

[0066] 第三功能为将从光轴30离开的电子线阻隔的光圈(絞り)的功能。一般而言,从光轴30离开的电子线的轨道32由于电子物镜7产生的较强的电磁场而大幅弯曲。因此,该轨道32与通过了光轴30的近处的电子线的轨道33在试样6上产生偏移。因此,无法在试样6的表面上聚焦。该情况被称作球面象差。为了解决该情况,在管23上设置形成有直径 d_4 小于管23的内径 d_2 的贯通孔34a的隔壁板(隔膜保持部)34($d_4 < d_2$)。隔壁板34将管23(电子光学镜筒3)内的空间20与第一框体4内的空间105隔离。隔壁板34比第一隔膜10厚,不使电子线透过。第一隔膜10以封闭在隔壁板34上设置的贯通孔34a的方式设置。贯通孔34a配置于隔壁板34的中心(光轴30)附近。由此,能利用隔壁板34将像轨道32那样从光轴30偏离而通过的电子线阻隔,能降低所述球面象差。需要说明的是,隔壁板34和管23通过粘接剂35被固定及真空密封。隔壁板34由于轨道32的电子线而带电,因此期望具有导电性。第一隔膜10由于轨道33的电子线而带电,因此期望具有导电性。另外,为了将第一隔膜10和隔壁板34接地而期望粘接剂35和管23也具有导电性。另外,第一隔膜10、隔壁板34和粘接剂35由于放置于电磁场36中,因此期望是非磁性体。

[0067] 图3表示第一实施方式的变形例(之一)的第一隔膜10和其附近的放大图。将管23的端面作为密封面而使其经由真空密封部38与隔壁板34密接。在管23的前端的外周面上切有螺纹,通过与在固定构件37上切出的螺纹牙39螺合,而使固定部材37沿管23的方向压接于隔壁板34,从而使隔壁板34与管23的端面密接。需要说明的是,在固定构件37的外径大于管23的外径的情况下,使该固定部材37的外径 d_{11} 小于所述电子光学透镜1、偏转线圈2和电子物镜7等电子光学系统的内径 d_3 ($d_{11} < d_3$)。这样,管23能在带有固定构件37等的状态下被从电子光学镜筒3(参照图1)抽出。

[0068] 图4A的(a)表示第一实施方式的第一隔膜10和其附近的俯视图,(b)表示(a)的径向的剖视图。在第一隔膜10上形成有隔壁板34,在隔壁板34上形成有导电性或半导电性的膜40。在隔壁板34和膜40上设有贯通孔34a。贯通孔34a被第一隔膜10封闭。这样的结构可以通过在隔壁板34的各表面上形成第一隔膜10和膜40、在膜40上形成贯通孔34a且在隔壁板34上也形成贯通孔34a来制作。贯通孔34a如图4A的(a)所示形成为俯视大致圆形。据此,能在周向上均匀地降低球面象差。膜40设成不会由于对隔壁板34的表面照射电子线而在该膜40的表面蓄积电荷。膜40可以通过蒸镀来形成。需要说明的是,第二隔膜101也可以使用与第一隔膜10相同结构的隔膜。

[0069] 图4B的(a)表示第一实施方式的变形例(之二)的第一隔膜10和其附近的俯视图,

(b)表示(a)的径向的剖视图。第一实施方式的变形例(之二)与第一实施方式的不同点在于,如图4B的(a)所示,在俯视下,贯通孔34a形成为大致四方形。第一实施方式的变形例(之二)与第一实施方式的不同点还在于,如图4B的(a)和(b)所示,贯通孔34a的侧壁带有锥形。这样的形状在隔壁板34使用硅等单晶基板的情况下能获得。在通过湿式蚀刻等在单晶基板上形成贯通孔34a时,由于根据结晶方位的不同而蚀刻速度不同,因此出现所述四方形、所述锥形。由于硅等单晶基板的微细加工技术已被确立,因此能在欲减小贯通孔34a的直径的情况下使用。贯通孔34a的直径(宽度)例如为几十 μm 到1mm程度的大小。如前所述,由于必须供电子线透过,因此第一隔膜10的厚度薄为好,但为了即使薄也能确保第一隔膜10的强度,必须减小贯通孔34a的直径(面积)。怎样的厚度、面积合适取决于观察所需要的分辨率、光圈尺寸。

[0070] -关于透镜方式-

[0071] 图5表示第一实施方式的变形例(之三)的电子物镜7和其附近的放大图。在电子物镜7的周围设有构成电子光学镜筒3的一部分的磁心3a。利用在该磁心3a的间隙的附近产生的电磁场36,产生使电子线会聚的透镜效果。电磁场36溢出到磁心3a的下侧(试样6(参照图1)侧),成为所谓的半浸没式透镜(semi-in-lens)方式。第一隔膜10配置于该电磁场36的下侧处磁场最强的透镜中心。磁心3a的间隙沿大致径向(与光轴30大致呈直角的方向)开设,第一隔膜10配置于比磁心3a的间隙的高度低的位置。另一方面,在第一实施方式的电子物镜7中,如图2所示,磁心3a的间隙沿上下方向(光轴30方向)开设,第一隔膜10配置于磁心3a的间隙的大致中间的高度。电磁场36未溢出到磁心3a的下侧(试样6(参照图1)侧),成为所谓的未浸没式透镜(out-lens)方式。根据第一实施方式的变形例(之三),能使第一隔膜10的高度比磁心3a低,能使第一隔膜10靠近试样6(参照图1)和第二隔膜101。而且,能使包含电子源110(参照图1)的高真空的空间20接近试样6和第二隔膜101。

[0072] -关于第一隔膜10的配置部位-

[0073] 图6表示第一实施方式的变形例(之四)的电子物镜7和其附近的放大图。在第一实施方式中,将第一隔膜10配置于电子物镜7所形成的电磁场36中磁场最强的透镜中心。在第一实施方式的变形例(之四)中,将第一隔膜10配置于电子源110与电子物镜7之间。具体而言,可以配置于电子光学透镜(聚光透镜)1(1a、1b、参照图1)所形成的电磁场36中磁场最强的透镜中心。或者,也可以配置于电子光学透镜1a与1b之间或电子光学透镜1b与电子物镜7之间的、电子线被会聚的交叉位置。在交叉位置处,多个的电子线交叉。在第一实施方式的变形例(之四)中,作为一例,说明将第一隔膜10配置于电子光学透镜1b与电子物镜7之间的电子线被会聚的交叉位置41(参照图6)的情况。在电子光学透镜1b的周围设有构成电子光学镜筒3的一部分的磁心3c。利用在该磁心3c的间隙的附近产生的电磁场,产生使电子线会聚的透镜效果。磁心3c经由支承筒3b支承于磁心3a。若将第一隔膜10配置于交叉位置41,则电子线集中于一点而向第一隔膜10入射,因此,能减小隔壁板34的贯通孔34a的直径(面积)。因此,能在保持耐久性的状态下减薄第一隔膜10。需要说明的是,在电子物镜7所形成的电磁场36中磁场最强的透镜中心,作为物镜光圈,配置形成有贯通孔44a的遮蔽板44即可。

[0074] -关于能装拆的管23-

[0075] 图7A表示第一实施方式的带电粒子线装置111的从主体抽出的管23和其附近的结

构图,图7B表示抽掉了该管23的带电粒子线装置111的主体的结构图。如图7A所示,若在将真空阀或真空密封部24关闭的状态下将真空阀或真空密封部24与真空泵18断开,则能在将第三框体22和管23的内部的空间20保持真空的状态下将第三框体22和管23从带电粒子线装置111的主体拆下。而且,能在将真空阀或真空密封部24与储气瓶连接并流入干燥了的不活泼气体的同时更换第一隔膜10。在更换第一隔膜10之后,在真空阀或真空密封部24上更换连接真空泵18,对空间20进行真空排气。在该真空排气前后,从电子光学镜筒3的上方插入带有第一隔膜10的管23。这样,带有第一隔膜10的管23能相对于电子光学镜筒3装拆。

[0076] 图8表示第一实施方式的变形例(之五)的带电粒子线装置(显微镜)的从主体抽出的管23的结构图。由于对电子源110通常施加几kV到几十kV的高电压,因此,为了确保第三框体22的耐电压,必须使电子源110与第三框体22的侧壁分开规定距离。因此,如图7A所示,在第一实施方式中,第三框体22比管23粗。但是,在加速电压较低为好的情况下,如图8所示,也可以全部形成相同粗细的管23。在第一实施方式中,第三框体22通过与电子光学镜筒3抵接而能唯一地确定应配置第一隔膜10的高度。另外,通过在第三框体22与电子光学镜筒3之间夹持垫圈,能调节应配置第一隔膜10的高度。在第一实施方式的变形例(之五)中,能任意地调整将管23插入电子光学镜筒3的深度。因此,能任意地调节应配置第一隔膜10的高度。

[0077] 图9表示第一实施方式的变形例(之六)的带电粒子线装置111的结构图。第一实施方式的变形例(之六)与第一实施方式的不同点在于,在第三框体22内设有非蒸发型的吸气材料45。吸气材料45能吸附所述空间20内的气体而维持真空状态。因此,能省去可达到高真空的真空泵18。在对所述空间20从大气压起进行抽真空时,首先,将粗抽吸用的泵与真空阀或真空密封部24连接,对空间20进行抽真空而使空间20为低真空。然后,关闭真空阀或真空密封部24而拆下泵,利用吸气材料45将空间20提高至高真空。根据第一实施方式的变形例(之六),能在通常的观察时省去真空泵18,因此,能实现通常的观察时的带电粒子线装置111的小型化。

[0078] (第二实施方式)

[0079] 图10表示本发明的第二实施方式涉及的带电粒子线装置(显微镜)111的结构图。第二实施方式与第一实施方式的不同点在于,拆下带有第二隔膜101的辅助框体100。由此,由第一框体4和凸缘12包围的空间21(相当于第一实施方式的空间104和空间105)成为真空状态。能在真空下对配置于空间21内的试样6进行观察。另外,在利用真空泵19对空间21进行真空排气之后,从气体进出口5、14向空间21导入气体,从而也能在空间21为低真空的状态下对试样6进行SEM观察。这是由于利用第一隔膜10能将所述空间20保持为高真空。而且,第一隔膜10与第一实施方式同样能容易地更换。

[0080] 需要说明的是,在第二实施方式中,每次更换试样6时,第一框体4内成为大气压。因此认为,若反复进行试样6的观察和更换,则会对第一隔膜10作用有大气压或不作用大气压,第一隔膜10的耐久性与不发生压力变动的第一实施方式相比降低。因此,在第二实施方式中使用带电粒子线装置111或在并用第一实施方式和第二实施方式时使用带电粒子线装置111的情况下,与在第一实施方式中使用带电粒子线装置111的情况相比,期望使用提高了耐久性的第一隔膜10。为了提高耐久性,加厚第一隔膜10或减小隔壁板34的贯通孔34a的直径即可。

【0081】 【符号说明】

- [0082] 1、1a、1b 电子光学透镜(电子(带电粒子)光学系统、聚光透镜)
- [0083] 2 偏转线圈(电子(带电粒子)光学系统)
- [0084] 3 电子光学(带电粒子光学)镜筒
- [0085] 3a 磁心
- [0086] 3b 支承筒
- [0087] 3c 磁心
- [0088] 4 第一框体(试样框体)
- [0089] 4a 第一框体的开口
- [0090] 5 阀或气体进出口
- [0091] 6 试样
- [0092] 7 电子物镜(电子(带电粒子)光学系统)
- [0093] 8 检测器
- [0094] 9 试样支架
- [0095] 10 第一隔膜
- [0096] 11 试样工作台
- [0097] 12 带工作台的板构件(凸缘)
- [0098] 13 工作台位置调整用旋钮
- [0099] 14 阀或气体进出口
- [0100] 15 真空密封部
- [0101] 16 引导件
- [0102] 17 导轨
- [0103] 18、19 真空泵
- [0104] 20 电子源110和第一隔膜10之间的空间(镜筒内的空间)
- [0105] 21 试样气氛空间(第一框体内的空间)
- [0106] 22 第三框体(圆管形状部)
- [0107] 23 管(圆管形状部)
- [0108] 24 真空阀或真空密封部
- [0109] 25 阀
- [0110] 27 真空密封部
- [0111] 30 光轴
- [0112] 32 带电粒子线(通过更远离光轴的部位的轨道)
- [0113] 33 电粒子线(通过更接近光轴的部位的轨道)
- [0114] 34 隔膜保持部(隔壁板)
- [0115] 34a 贯通孔
- [0116] 35 粘接剂
- [0117] 36 电磁场(electromagnetic field)
- [0118] 37 固定构件
- [0119] 38 真空密封部

- [0120] 39 螺纹牙
- [0121] 40 导电性或半导电性的膜
- [0122] 41 交叉位置(带电粒子线交叉的位置)
- [0123] 44 遮蔽板(具备贯通孔的构件)
- [0124] 44a 贯通孔
- [0125] 45 吸气材料(非蒸发型吸气材料)
- [0126] 100 辅助框体(第二框体)
- [0127] 100a 第二框体的凹部
- [0128] 100b 贯通孔
- [0129] 100c 凸缘
- [0130] 100d 防护件
- [0131] 101 第二隔膜(物端隔膜)
- [0132] 102 凸缘
- [0133] 103 真空密封部
- [0134] 104 第二隔膜与试样之间的空间
- [0135] 105 第一隔膜与第二隔膜之间的空间(由第一框体和第二框体包围的空间)
- [0136] 106、107 真空密封部
- [0137] 110 电子源(带电粒子源)
- [0138] 111 带电粒子线装置(带电粒子线显微镜)
- [0139] d1 管的外径
- [0140] d2 管的内径
- [0141] d3 电子光学系统的电磁场形成用线圈的内径
- [0142] d4 隔壁板的贯通孔的孔径
- [0143] d5 第二隔膜与试样的间隔

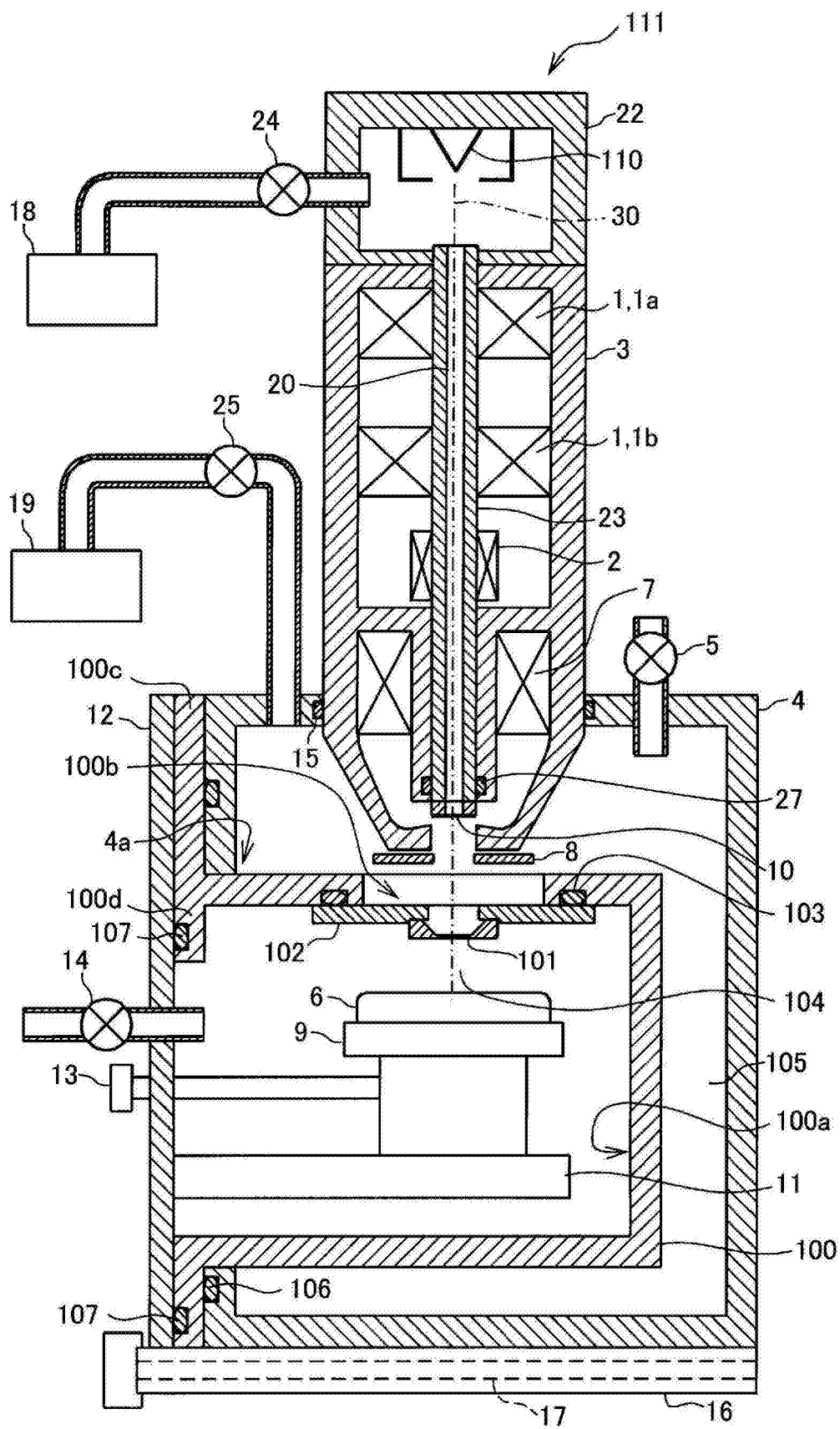


图1

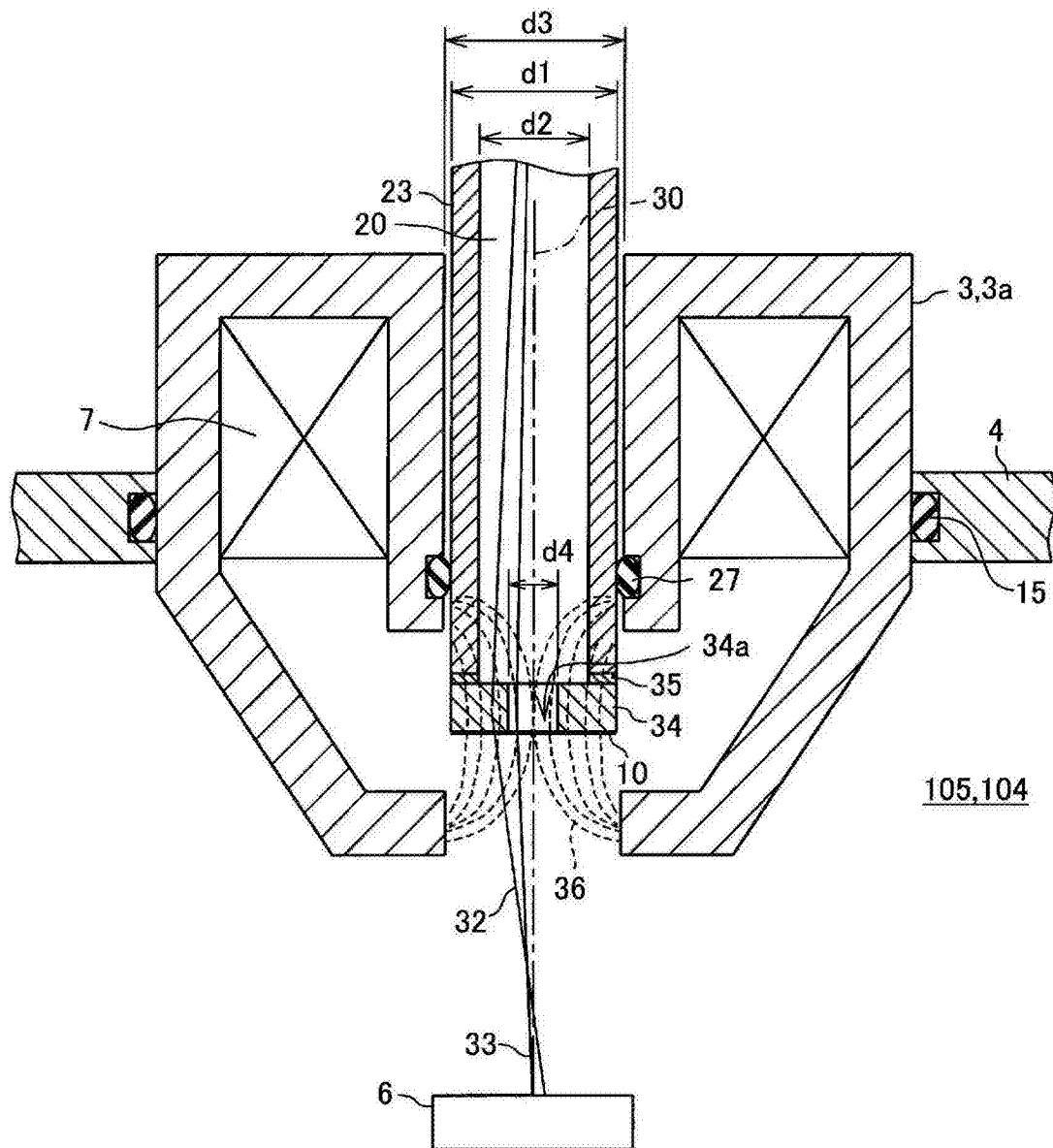


图2

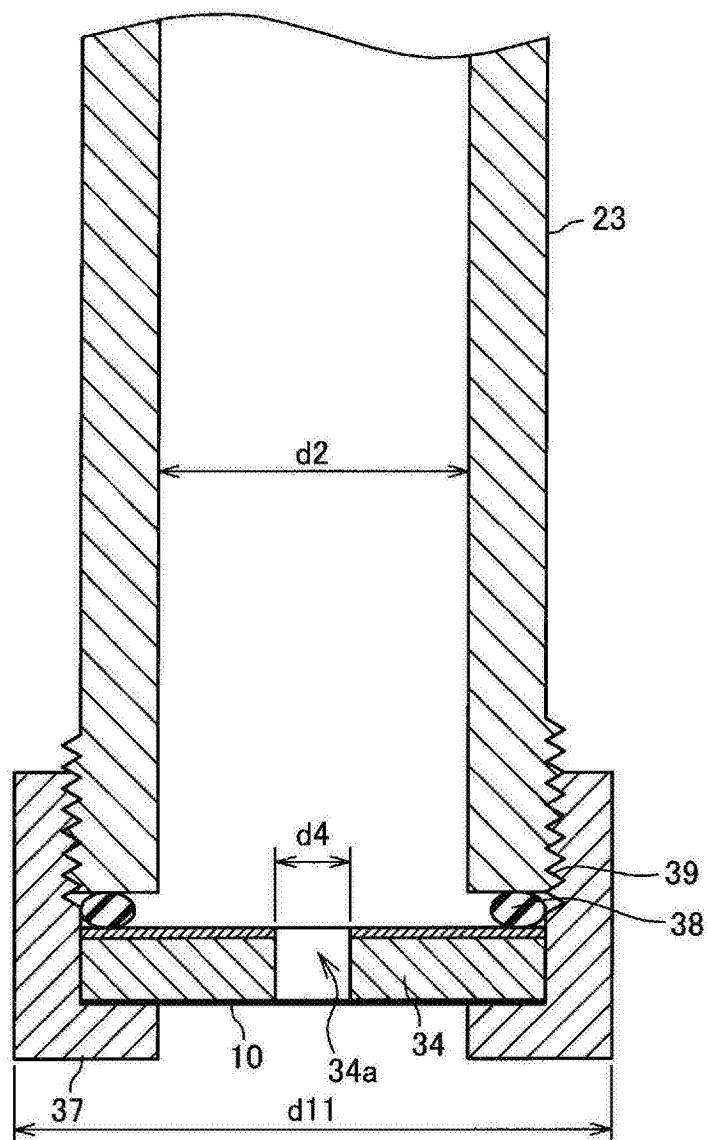


图3

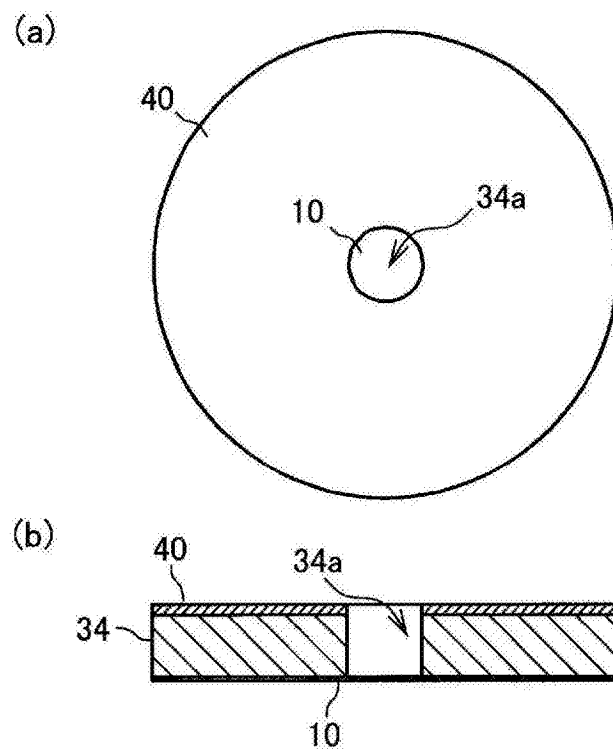


图4A

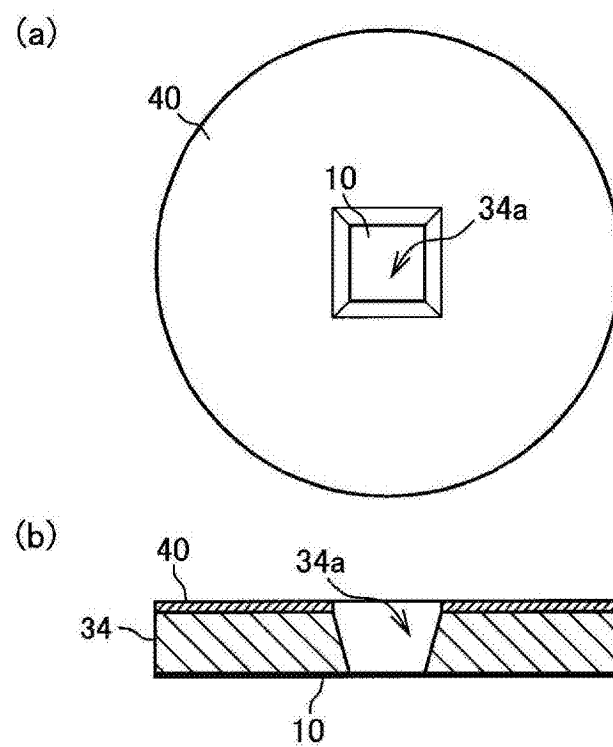


图4B

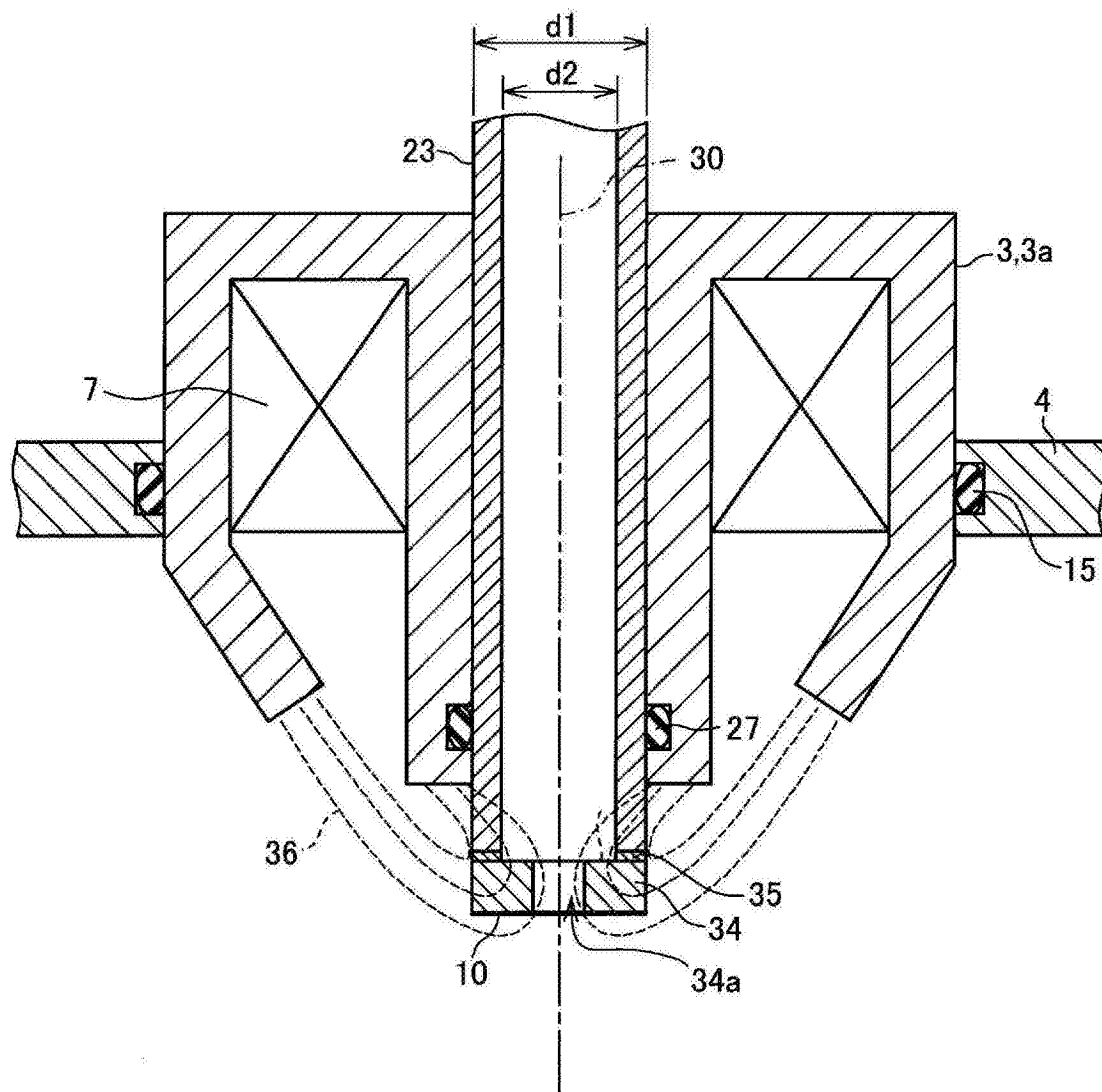


图5

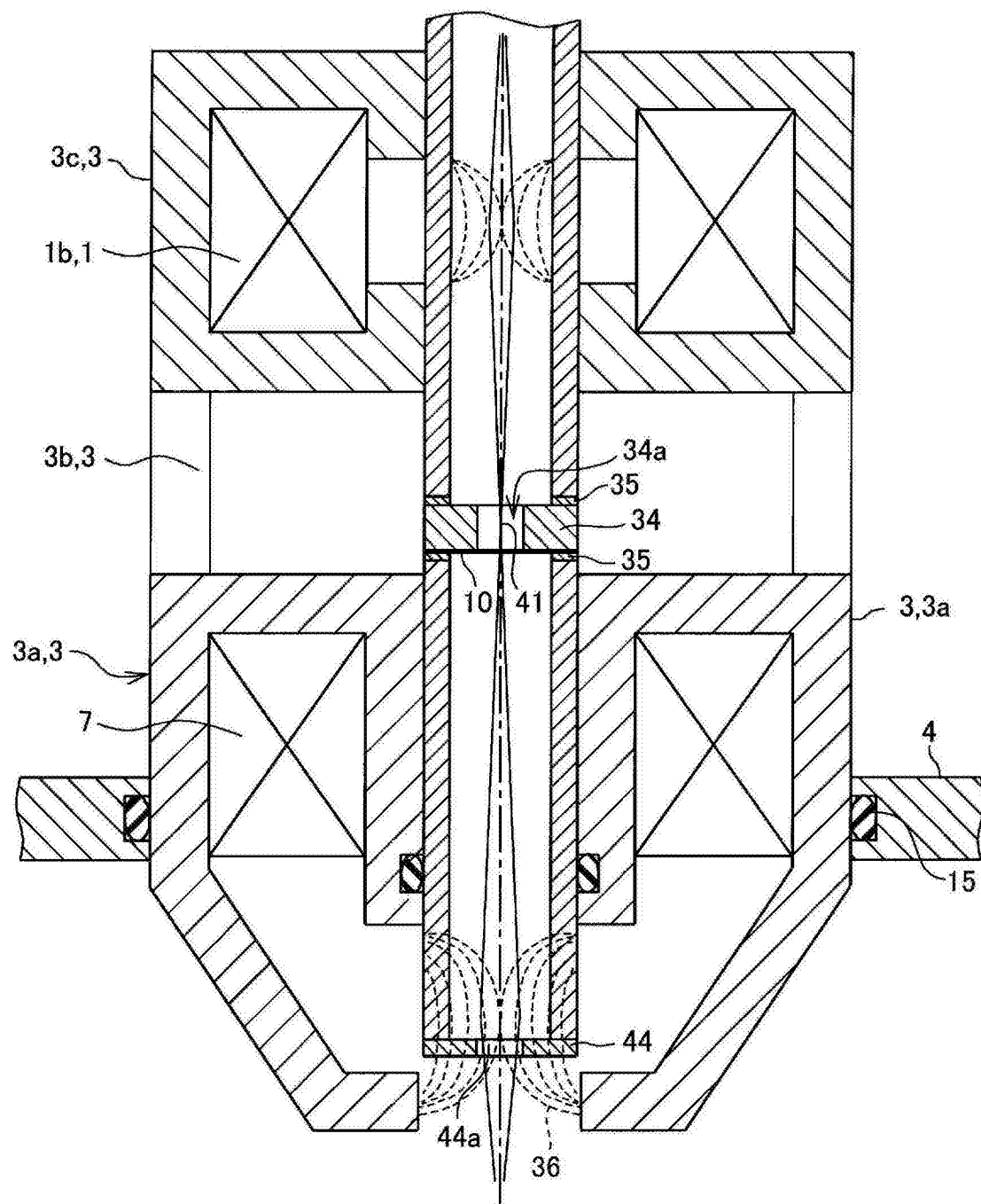


图6

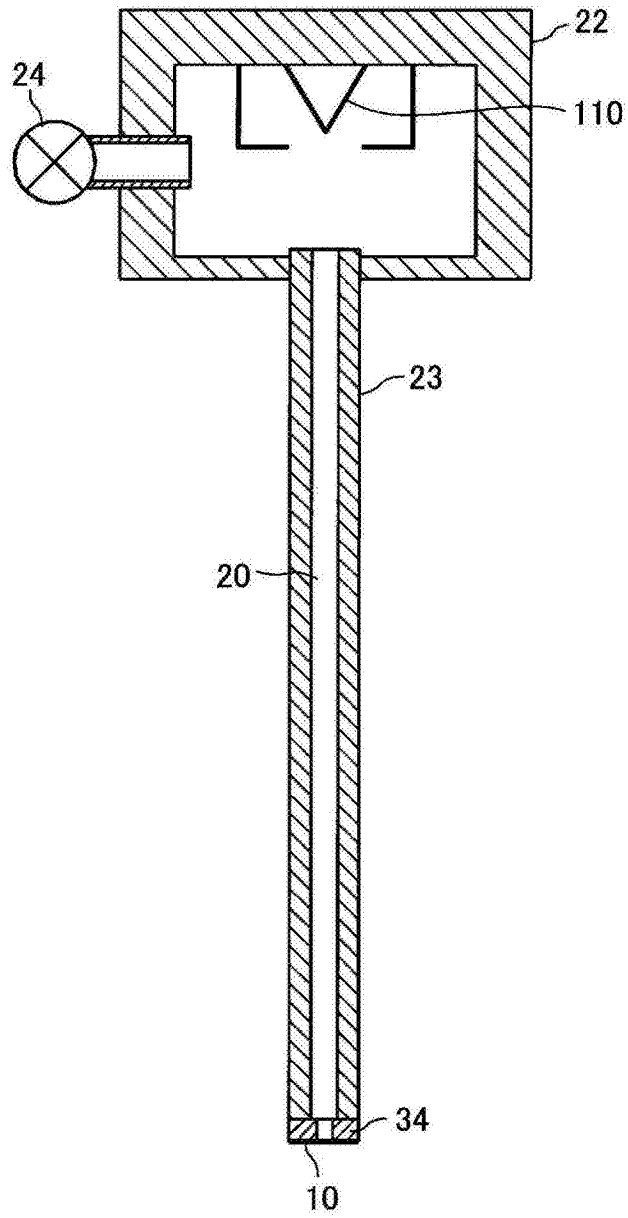
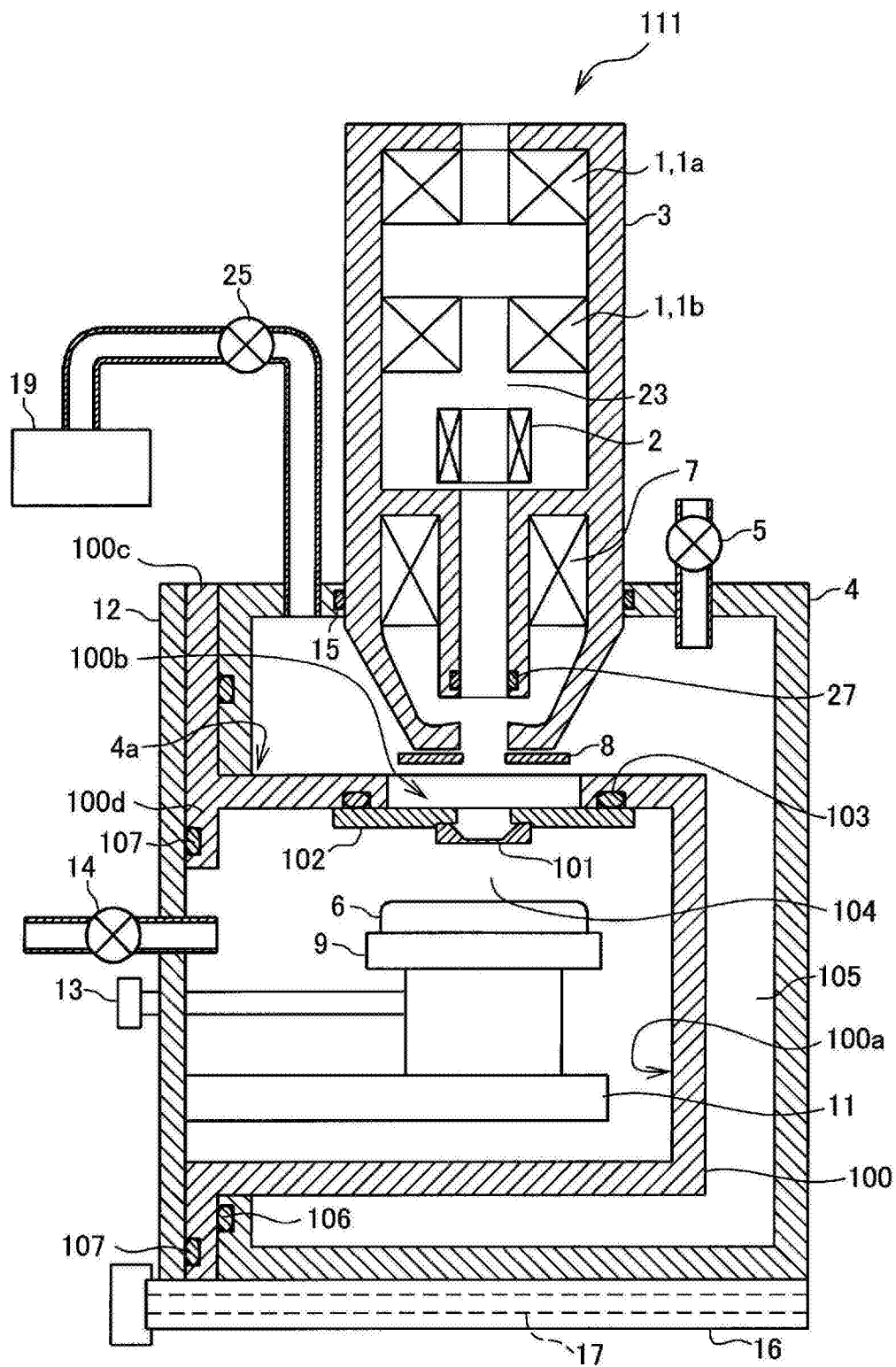


图7A



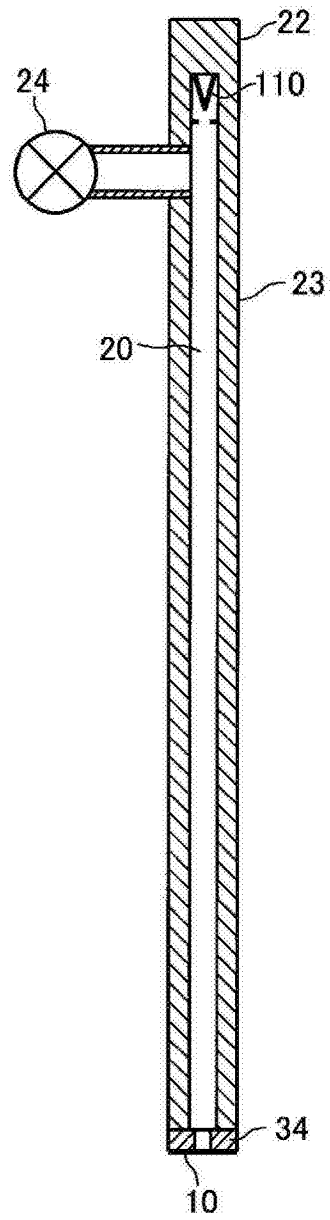
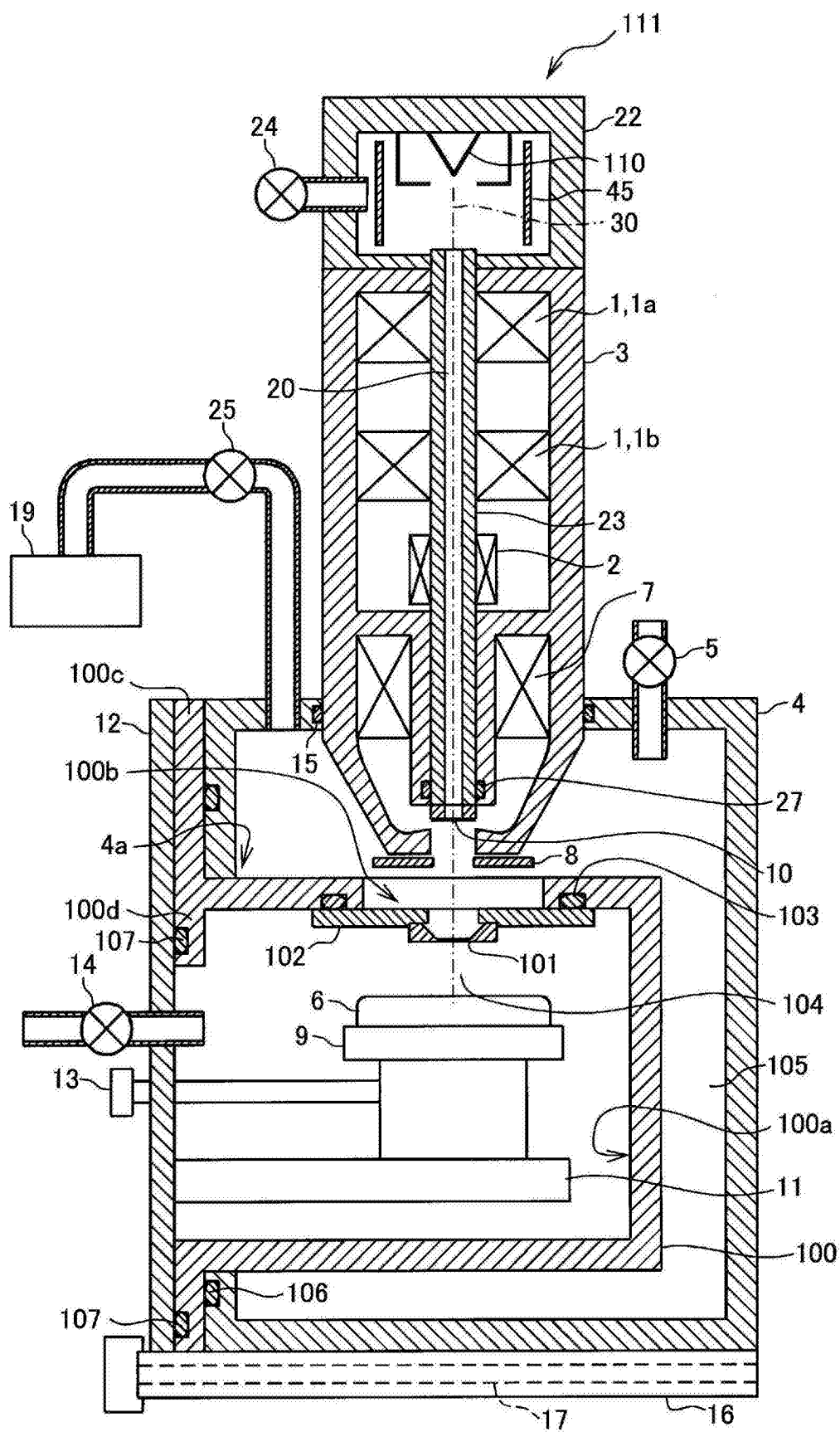


图8



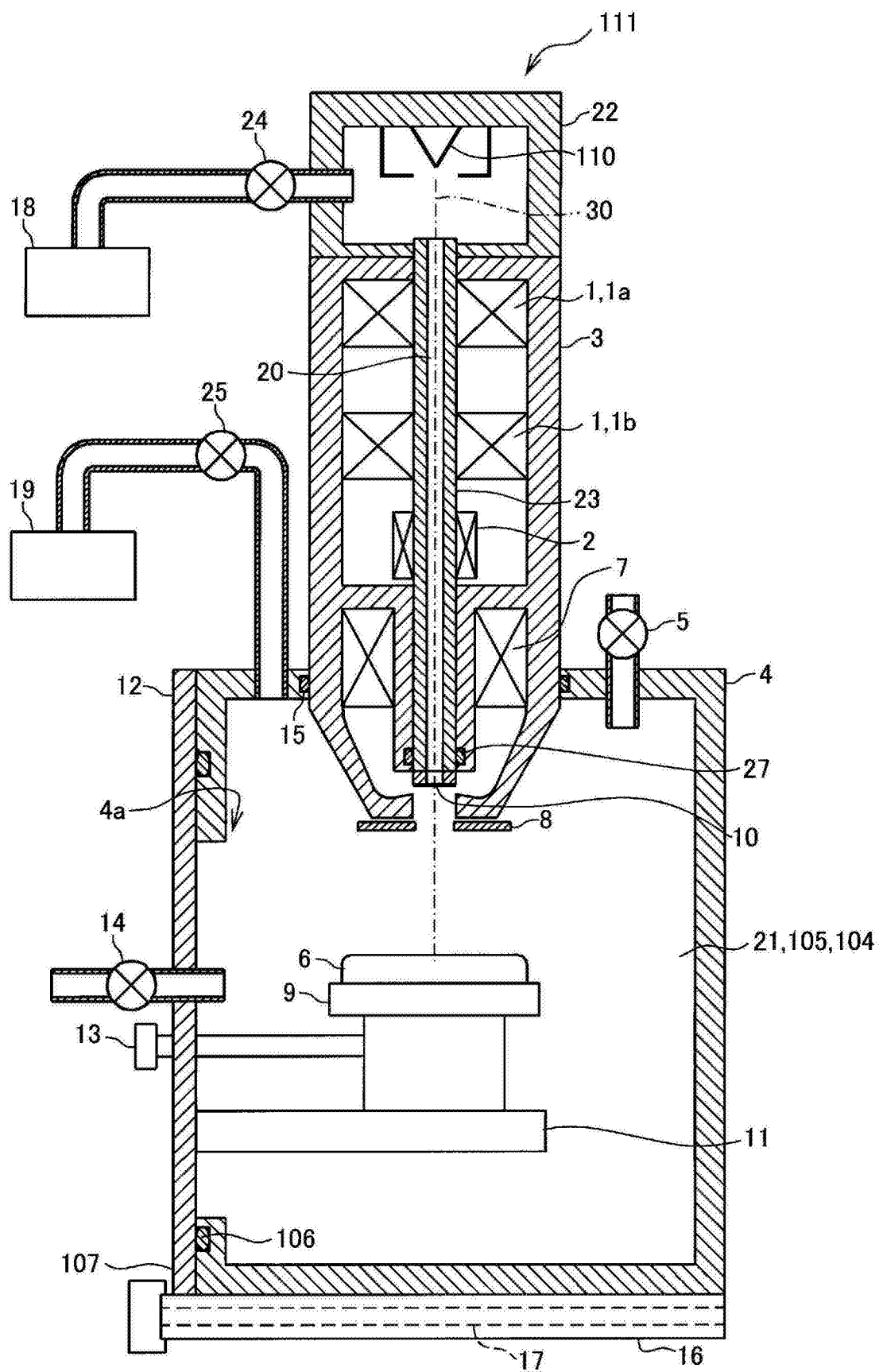


图10