



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1834046 B

(45) 授权公告日 2011. 03. 30

(21) 申请号 200610067887. 1

CN 1533995 A, 2004. 10. 06, 全文.

(22) 申请日 2006. 03. 14

JP 1149523 A, 1999. 02. 23, 说明书第 7 页

(30) 优先权数据

第 0034 段、第 0038 段、第 0042 段, 第 8 页第 0043-0044 段, 附图 1-4.

2005-070204 2005. 03. 14 JP

JP 1149523 A, 1999. 02. 23, 说明书第 8 页第

(73) 专利权人 HOYA 株式会社

0043 段及附图 4.

地址 日本东京都

JP 2004142952 A, 2004. 05. 20, 说明书第 4

(72) 发明人 山中贤治 广田慎一郎

页第 0008-0009 段及附图 1.

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

审查员 郭锋

代理人 刘建

(51) Int. Cl.

C03B 11/08 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 5766293 A, 1998. 06. 16, 说明书第 5 栏第 60-67 行及附图 5、附图 11.

CN 1446762 A, 2003. 10. 08, 全文.

JP 551224 A, 1993. 03. 02, 全文.

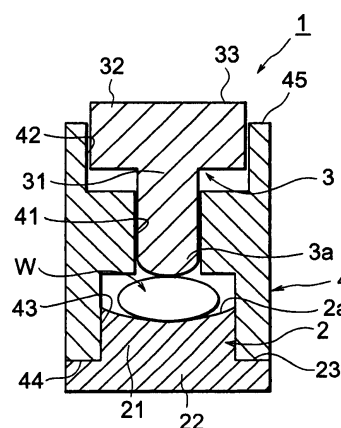
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 8 页

(54) 发明名称

模压成形装置以及光学元件的制造方法

(57) 摘要

一种模压成形装置、其压头以及光学元件的制造方法。在压制成形模 (1) 的压制时, 首先通过第一压头 (11) 将主体模 (4) 压接在下模 (2) 的凸缘 (22) 的承受面 (23) (基准面) 上, 来进行主体模 (4) 和下模 (2) 的相互定位。在保持该定位状态的状态下, 由第二压头 (12) 向上模 (3) 施加载荷来对成形坯材 (W) 进行压制成形。在成形坯材 (W) 的压制成形时, 无倾斜地固定主体模 (4)、下模 (2), 且使其压接的第一压头 (11) 也被固定, 从而通过由第一压头 (11) 引导的第二压头 (12) 无倾斜地按压上模 (3)。由此, 能够可靠地抑制上下模 (3、2) 的相对倾斜的发生, 能够制造具有高形状精度的光学元件。



1. 一种模压成形装置,其特征在于,
包括:
具有成形面的第一模;
具有与该第一模相对配置的成形面的第二模;
同轴状地插嵌这些第一和第二模的主体模;以及
按压机构,其通过使所述第一和第二模的所述成形面在彼此接近的方向上相对移动,来对配置在这些成形面之间的成形坯材进行压制成形,
所述按压机构包括:
压接机构,所述压接机构具有筒状的第一压头,其通过使所述主体模压接在用于定位的基准面来进行该主体模的定位;
载荷施加机构,所述载荷施加机构具有被插嵌在所述第一压头内侧的第二压头,其在所述压接机构的导引下按压所述第一模;以及
推压机构,所述推压机构随着所述第二压头的按压动作,将所述第一压头推压向所述第二压头的按压动作方向;
所述第二模具有形成在其轴向端部的大直径的凸缘,
在所述凸缘形成有与所述按压机构的按压动作方向相垂直的所述基准面,
在由所述载荷施加机构施加载荷时,随着所述第二压头的移动,提高所述第一压头向所述主体模的按压力,并且所述第二压头的在按压方向上的一端抵接于所述第一模,对所述第二压头的另一端施加载荷。
2. 如权利要求 1 所述的模压成形装置,其特征在于,
所述第一压头具有第一按压面,其可抵接在所述主体模的插入有所述第一模的一侧的轴向端面上,
在所述第一按压面开口有允许所述第二压头的轴向移动的孔。
3. 如权利要求 1 所述的模压成形装置,其特征在于,
所述第一压头具有第一按压面,其可抵接在所述主体模的插入有所述第一模的一侧的轴向端面上,
所述第二压头包括:与所述第一压头的所述第一按压面实质平行的第二按压面;以及可与所述第一压头的内周表面滑动接触的大直径部,
所述第二压头的所述第二按压面和所述大直径部的外周表面被形成为相互垂直。
4. 如权利要求 3 所述的模压成形装置,其特征在于,
所述第二压头的所述大直径部的轴向长度,比从该第二压头的该大直径部的下端部到所述第二按压面的轴向长度长。
5. 如权利要求 1 所述的模压成形装置,其特征在于,
当所述主体模被所述第一压头按压,并与所述基准面紧密接触时,所述主体模的直立方向与所述按压机构的按压动作方向相一致。
6. 一种光学元件的制造方法,其使用权利要求 1 所述的模压成形装置来对加热软化了的成形坯材进行压制成形以获得光学元件,其中,
包括:
压接工序,其通过所述第一压头将所述主体模压接在所述基准面上,以定位所述主体

模 ;和

载荷施加工序,其在将所述主体模压接在所述基准面上的状态下,通过所述第二压头向所述第一模施加载荷。

7. 如权利要求 6 所述的光学元件的制造方法,其特征在于,
所述载荷施加工序至少在冷却所述成形坯材的同时进行。

8. 一种光学元件的制造方法,其使用权利要求 1 所述的模压成形装置来对加热软化了的成形坯材进行压制成形以获得光学元件,其特征在于,

包括载荷施加工序,其在通过所述第一压头将所述主体模压接在所述基准面上的状态下,由所述第二压头向所述第一模施加载荷,

在所述载荷施加工序中,当通过所述第二压头施加载荷时,通过所述推压机构的推压力来提高所述第一压头向所述主体模的按压力。

9. 一种光学元件的制造方法,其使用权利要求 1 所述的模压成形装置来对加热软化了的成形坯材进行压制成形以获得光学元件,其特征在于,

包括:

供给工序,向成形模的所述成形面之间供给成形坯材,其中所述成形模包括:所述第一模、所述第二模以及所述主体模;

加热工序,用于加热并软化所述成形坯材,使之形成适合压制成形的状态;以及

压制工序,在将所述成形坯材加热并软化的状态下按压所述成形模,从而压制成形所述成形坯材,

所述压制工序包括:

第一压制工序,其在规定温度范围内加压,使所述成形坯材达到规定厚度;以及

第二压制工序,其通过具有所述第一压头和第二压头的所述按压机构对所述成形坯材进一步加压,

所述第二压制工序包括:

压接工序,其通过所述第一压头将所述主体模压接在所述第二模的至少一部分上,并以此来对该第一压头、所述主体模以及所述第二模进行相互定位;和

载荷施加工序,其在保持上述定位状态的状态下,使用由所述第一压头引导的所述第二压头向所述第一模施加载荷。

10. 如权利要求 9 所述的光学元件的制造方法,其特征在于,
所述第二压制工序在低于所述第一压制工序的温度范围内进行。

11. 如权利要求 10 所述的光学元件的制造方法,其特征在于,

在所述载荷施加工序中,随着所述第二压头的移动,提高所述第一压头向所述主体模的按压力。

模压成形装置以及光学元件的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及由实施精密加工的压制成形模对玻璃等成形坯材进行压制成形,由此在对被成形面不进行研削/研磨的情况下制造光学元件的光学元件的制造方法,以及为此而使用的模压(Mold Press)成形装置。更为详细地,涉及用于对模压成形装置中的压制成形模加压的按压机构(压头(Press Head))的改进。

背景技术

[0002] 公知有通过压制成形来制造高精度非球面镜头等光学元件的方法。由于根据该制造方法可省略至今一直进行的复杂非球面的研磨工序,因此可大量并便宜地制造该形状的光学元件。

[0003] 近年来,在需要高像素的摄像光学系统和高NA(Numerical Aperture)的拾光透镜(pickup lens)的同时,对光学元件所要求的第一面和第二面的同轴性也日益严格。因此,为了抑制成形模中上下模的轴的相互倾斜(tilt),并抑制上下模的水平方向的轴的移位(shift),只改进成形模的结构来进行应对是很有限的,所以考虑改进成形模的按压方法、按压机构。另外,具有成形难度大的形状的光学元件,例如凹透镜(concave meniscus lens)或双凹透镜(biconcave lens)等,通过使载荷的施加随时间而变化的多阶段压制来得到良好的面精度。

[0004] 例如,专利文献1(日本专利文献特开平11-035333号公报)公开了玻璃成形体的制造方法和制造装置。在该制造方法中,对加热软化了的被成形玻璃坯材在成形模中进行初始加压来复制成形模的成形面形状,并在开始初始加压时或在初始加压的中途冷却成形模和被成形的成形玻璃。然后,在该冷却期间对成形玻璃施加比初始加压力弱的压力(二次加压),并在成形玻璃到达玻璃转变点以下后从成形模取出成形玻璃。由此可以成形高面精度和高中心厚度精度的玻璃光学元件。

[0005] 另外,专利文献2(日本专利文献特公平5-31504号公报)公开了玻璃成形体的制造方法和制造装置。在该制造方法中,由配置了被成形玻璃的上下模和主体模组成的成形模在多个压制室中被顺次移送。即,在第一压制室中按压上模直至加压冲程(stroke)被主体模(sleeve)限制,从而大体确定被成形玻璃的中心厚度,然后在第二压制室中通过加压杆仅按压上模,由此防止加压后缩痕(sink mark)的发生,并能够得到高形状精度的玻璃成形体。

[0006] 另一方面,专利文献3(日本专利文献特公平4-42338号公报)公开了:通过在上模的按压面设置按压突起来使上模和下模的轴线一致,从而防止偏心的方法。

[0007] 另外,专利文献4(日本专利文献特公平2-28460号公报)公开了下述方法,即,通过压板从上方对上模加压,并在加压时使压板接触引导模(案内型)的上表面,由此抑制透镜两表面的中心轴的倾斜(tilt)和偏轴(decenter)。

[0008] 根据专利文献1,可通过初始加压将玻璃坯材成形为最终制品的形状,并可通过二次加压维持/提高其面精度。但是,在通过初始加压使上下模互相靠近并形成玻璃坯材后,

通过二次加压按压上模时,引导 (guide) 上下模的主体模在水平方向的间隙 (clearance) 的范围内处于水平方向上的自由 (free) 状态。因此存在破坏上下模的同轴度,从而难以确保成形件的偏心精度的缺点。

[0009] 另外,根据专利文献 2 的制造方法,由于通过一次加压按压上模,同时将主体模压向下模,因此在一次加压阶段可确保上下模的同轴度。但在二次加压阶段,由于仅按压上模,因此主体模处于自由状态,从而有偏心精度恶化的可能。

[0010] 另外,在专利文献 3 记载的方法中,由于通过由按压机构施加载荷的方法来防止产生偏心,因此按压机构不提高偏心精度。从而在专利文献 3 公开的方法中,难以高精度地制造非球面 (双非球面) 的光学元件。

[0011] 另一方面,在专利文献 4 的方法中,可通过压板的抵接来得到偏心精度。但是,若抵接压板,则在此之后即使按压也不会产生载荷。因此,无法用作在多个阶段进行压制时提高偏心精度的技术。

发明内容

[0012] 鉴于上述问题,本发明的课题提供一种模压成形装置、其压头以及光学元件的制造方法,其通过改进向压制成形模施加载荷的按压机构,从而能够在不使偏心精度恶化的情况下进行压制成形。

[0013] 为了解决上述问题,本发明的模压成形装置包括:具有成形面的第一模;具有与该第一模相对配置的成形面的第二模;同轴状地插嵌这些第一和第二模的主体模;以及按压机构,其通过使所述第一和第二模的所述成形面在彼此接近的方向上相对移动来对配置在这些成形面之间的成形坯材进行压制成形。所述按压机构的特征在于,包括:压接机构,所述压接机构具有筒状的第一压头,其通过使所述主体模压接在用于定位的基准面来进行该主体模的定位;载荷施加机构,所述载荷施加机构具有被插嵌在所述第一压头内侧的第二压头,其在所述压接机构的导引下按压所述第一模;以及推压机构,所述推压机构随着所述第二压头的按压动作,将所述第一压头推压向所述第二压头的按压动作方向。所述第二模具有形成在其轴向端部的大直径的凸缘,在所述凸缘形成有与所述按压机构的按压动作方向相垂直的所述基准面,在由所述载荷施加机构施加载荷时,随着所述第二压头的移动,提高所述第一压头向所述主体模的按压力,并且所述第二压头的在按压方向上的一端抵接于所述第一模,对所述第二压头的另一端施加载荷。所谓相对移动既指第一模可以向第二模移动,也指第二模可以向第一模移动。

[0014] 在这里,所谓基准面是指在与主体模的一部分表面抵接时,该主体模的中心轴方向与所述按压机构的按压动作方向平行的面。

[0015] 在本发明的模压成形装置中,当进行压制成形时,通过压接机构至少将主体模相对于基准面定位,并在保持该定位状态下通过载荷施加机构向第一模施加载荷来压制成形坯材。因此,在压制成形坯材时,由于主体模被定位固定,因此,不会发生主体模相对于上下模的移动方向 (即,所述按压机构的按压动作方向) 倾斜等的问题。由此,可防止成形件的偏心精度的恶化。

[0016] 作为所述推压机构,可以使用配置在所述第一和第二压头之间的螺旋弹簧等的弹性部件。

[0017] 另外,所述第一压头具有第一按压面,其可抵接在所述主体模的插入有所述第一模的一侧的轴向端面上,并在该第一按压面开口有允许所述第二压头的轴向移动的孔。

[0018] 另外,优选的是形成所述第二压头的结构,使得其包括:与所述第一压头的所述第一按压面实质平行的第二按压面;以及可与所述第一压头的内周面滑动接触的大直径部,并且使所述第二压头的所述第二按压面和所述大直径部的外周面被形成为相互垂直。

[0019] 此时,优选所述第二压头的所述大直径部的轴向长度,比从所述第二压头的所述大直径部的下端部到所述第二按压面的轴向长度长,使得可通过所述第一压头来正确地无倾斜地引导所述第二压头。

[0020] 接着,当所述主体模被所述第一压头按压,并与所述基准面紧密接触时,所述主体模的直立方向可与所述按压机构的按压动作方向相一致。

[0021] 另一方面,本发明的压头适用于按压成形模以对该成形模内的成形坯材进行压制成形的模压成形装置,其中所述成形模包括:具有相互相对的成形面的第一和第二模;和同轴状地插嵌这些第一和第二模的主体模。该压头的特征在于,包括:压接机构,通过将所述主体模压接在用于定位的基准面上来进行该主体模的定位;和载荷施加机构,其在所述压接机构的引导下按压所述第一模。

[0022] 在这里,所述压接机构的特征在于,通过将所述主体模压接在形成于所述第二模的所述基准面上,来进行这些主体模和第二模的相互定位。

[0023] 另外,所述压接机构具有筒状的第一压头,所述载荷施加机构具有被插嵌在所述第一压头内侧的第二压头。本发明的压头的特征在于,还包括推压机构,其随着所述第二压头的按压动作,将所述第一压头推压向所述第二压头的按压动作方向。作为所述推压机构,可使用配置在所述第一和第二压头之间的螺旋弹簧等的弹性部件。

[0024] 另一方面,本发明的光学元件的制造方法的特征在于,包括荷载施加工序,使得当使用上述结构的模压成形装置来对加热软化了的成形坯材进行压制成形时,在通过所述压接机构将所述主体模压接在所述基准面上的状态下,通过所述载荷施加机构向所述第一模施加载荷。

[0025] 在这里,荷载施加工序优选至少在冷却所述成形坯材的同时进行。

[0026] 另外,在所述模压成形装置具有所述推压机构的情况下,当在所述荷载施加工序中通过所述第二压头施加载荷时,优选通过所述推压机构的推压力来提高所述第一压头向所述主体模的按压力。

[0027] 接着,本发明的光学元件的制造方法包括:供给工序,向成形模的所述成形面之间供给成形坯材,其中所述成形模包括:所述第一模、所述第二模以及所述主体模,加热工序,用于加热并软化所述成形坯材,使之形成适合压制成形的状态;以及压制工序,在该状态下按压所述成形模,从而压制成形所述成形坯材。所述压制工序包括:第一压制工序,其在规定温度范围内加压,使所述成形坯材达到规定厚度;以及第二压制工序,其通过具有第一压头和第二压头的按压机构,在低于所述第一压制工序的温度中对所述成形坯材进一步加压。所述第二压制工序包括:压接工序,其通过所述第一压头将所述主体模压接在所述第二模的至少一部分上,并以此对该第一压头、所述主体模以及所述第二模进行相互定位;和载荷施加工序,其在保持上述定位状态的状态下,使用由所述第一压头引导的所述第二压头向所述第一模施加载荷。

[0028] 在这里,所述第二压制工序优选在低于所述第一压制工序的温度范围内进行。

[0029] 另外,在所述载荷施加工序中,优选随着所述第二压头的移动,提高所述第一压头对所述主体模的按压力。

[0030] 发明效果

[0031] 根据本发明,当压制成形材料时,首先,定位固定主体模,或者在相互定位的状态下固定主体模和第二模,并在保持该状态的状态下向第一模施加荷载以对成形坯材进行压制成形。因此,由于在成形坯材的压制成形时无倾斜地固定主体模,因此可抑制在第一和第二模之间产生的相对倾斜的发生,并能够制造具有高形状精度的光学元件。

[0032] 特别地,当将主体模压接在第二模上,并在固定其相对位置的状态下对第一模施加荷载来对成形坯材进行压制成形,此时,若精度良好地形成这些压接面,并精度良好地形成主体模的压接面和引导上模的主体模的内周面的垂直度,则由于能够无倾斜地按压上模,因此能够提高成形件的偏心精度。

[0033] 另外,在本发明的光学元件的制造方法中,在包括第一和第二压制工序的两个阶段进行压制工序,在第二压制工序中,首先通过压接工序将主体模压接在第二模上以限定其相互位置,并保持该状态,然后在荷载施加工序中对第一模施加荷载来压制成形坯材。从而能够以高形状精度制造如凹透镜和双凹透镜等的具有成形难度高的形状的光学元件。

附图说明

[0034] 图 1 是示出适用本发明的模压成形装置的实施方式的简略俯视结构图。

[0035] 图 2 是示出在图 1 的模压成形装置中使用的压制成形模的简略截面图。

[0036] 图 3 是示出图 1 的压制室结构的简略结构图。

[0037] 图 4A、图 4B 是示出图 1 的第一压制室的结构和动作的说明图。

[0038] 图 5 是示出在图 1 的第二压制室中使用的本发明的压头的说明图。

[0039] 图 6A ~ 图 6C 是示出图 1 的第二压制室的动作的说明图。

[0040] 图 7 是示出图 5 的压头的变形例的说明图。

[0041] 图 8 是示出本发明所适用的压制成形模的另一示例的说明图。

具体实施方式

[0042] 下面参照附图说明本发明的实施方式。

[0043] (模压成形装置)

[0044] 图 1 是示出适用本发明的旋转移送式的模压成形装置的整体简略俯视图,图 2 是示出被移送的压制成形模的简略截面图。图 3 是图 1 的模压成形装置中的压制室的简略截面结构图。

[0045] 本实施方式的模压成形装置 P 用于将收纳了成形坯材(玻璃预成形件(glass preform)等)的压制成形模顺次移送至各个处理室,并进行适当处理,以此制造预期的成形体(玻璃光学元件等)。

[0046] 如图 1 所示,模压成形装置 P 具有圆形的平面形状。模压成形装置 P 包括取出/插入室 P1 和排列配置在圆周方向上的多个处理室 P2、P3、P4、P5、P6、P7、P8,通常,形成的结构使得将放入了成形坯材的压制成形模放在旋转台上,并使其从惰性气体的气体介质下

的这些处理室中顺次通过。

[0047] 处理室 P2 和 P3 是第一和第二加热室,处理室 P4 是均热室。处理室 P5 是压制室,处理室 P6 和 P7 是第一和第二渐冷室。处理室 P8 是急冷室。本实施例的压制室 P5 由第一压制室 P5(1) 和第二压制室 P5(2) 构成。这些处理室 P2 ~ P8 被大体等间隔地配置,且其温度被控制在适于进行各个处理的温度。因此,这些处理室 P2 ~ P8 由闸门 (shutter) S1、S2、S3、S4、S5、S6、以及 S7 划分。

[0048] 另外,第一加热室 P2、第二加热室 P3、均热室 P4、第一渐冷室 P6、第二渐冷室 P7、以及急冷室 P8 用于调整收纳了成形坯材的压制成形模、以及收纳了成形坯材或所得到的成形体的压制成形模的温度。

[0049] 旋转台每隔固定时间作间歇性转动,在取出 / 插入室 P1 的插入室中向内部供给成形坯材的成形模经过各个处理室 P1 ~ P8,并在该取出 / 插入室 P1 的取出部中取出收纳了成形体的成形模。此时,间歇性转动的周期为成形周期 (cycle time)。若使用这种移送式的模压成形装置 P,则由于能够同时进行压制成形所需的各种处理,因此有利于缩短相当于一个成形体的成形所需的实际时间 (周期)。另外,移送式的模压成形装置还包括直线移动式,而限于上述的旋转式。

[0050] 本发明适用于将压制成形模移到各个处理室,并顺次实施包括加热、压制、冷却的适当处理的诸如本实施例的模压成形装置及方法,但不言而喻本发明并不限于此。本发明也可适用于例如不移送压制成形模,而是在同一位置进行包括加热、压制、冷却的处理的成形装置及方法。

[0051] (压制成形模)

[0052] 如图 2 所示,在本实施方式中使用的压制成形模 1 包括:具有成形面 2a 的下模 2(第二模)、具有与成形面 2a 相对配置的成形面 3a 的上模 3(第一模)、以及同轴状地插嵌下模 2 和上模 3 的主体模 4。主体模 4 为圆筒状,其中空部的上下方向的大致中间部分为小直径部分 41。在该小直径部分 41 的上下形成有直径大于该小直径部分 41 的上侧大直径部分 42 和下侧大直径部分 43。

[0053] 下模 2 包括圆柱状的下模本体 21、和同轴状地一体形成在其下端的大直径的圆形凸缘 22。在下模本体 21 的上端面形成有成形面 2a。下模本体 21 具有可嵌入主体模 4 的下侧大直径部分 43 的外直径尺寸。在圆形凸缘 22 形成有圆环状的承受面 23(基准面),该承受面 23 被主体模 4 的圆环状的下端面 44 压接,并具有相对应的大小。

[0054] 在这里,所谓基准面是指,当其与主体模 4 的一部分表面相抵接时,该主体模 4 的中心轴方向与后述的按压机构 (压头 10B) 的按压动作方向相平行的面。即,在图 2 中,基准面 23 是与主体模 4 的下端面相抵接,从而可使主体模 4 形成直立姿势的面,且是与按压机构的按压动作方向相垂直的面。

[0055] 上模 3 包括圆柱状的上模本体 31、和同轴状地一体形成在其上端的大直径的圆形凸缘 32。在上模本体 31 的下端面形成有成形面 3a。上模本体 31 具有可嵌入主体模 4 的小直径部分 41 的外直径尺寸。凸缘 32 具有可嵌入上侧大直径部分 42 的外直径尺寸。凸缘 32 的厚度比上侧大直径部分 42 的深度薄。

[0056] 在这里,主体模 4 和下模 2 的径向间隙在 $5\mu\text{m}$ 以下,上模 3 和主体模 4 的径向间隙也相同。主体模 4 的下端面 44 被如下设定,即,当其与下模 2 的凸缘 22 的承受面 23 相

抵接时,由于玻璃坯材 W 的厚度,上模 3 的圆形上端面 33 会移动至高于主体模 4 的圆环状的上端面 45 的位置。另外,形成主体模 4 使得其下端 44 和上端面 45 与其中空部内周面的垂直度为高精度。

[0057] (压制室)

[0058] 接着,如图 3 所示,模压成形装置 P 的压制室 P5 包括:设置在框体 51 中的加热部 52、和反射来自加热部 52 的热的反射器 53。压制室 P5 还包括:作为移送支持台 54 的移送机构的旋转台 55 和支持杆 56,其中,所述支持台 54 以其前端的成形模载置面 54a 支持压制成形模 1,所述支持杆 56 用于在压制动作时从下侧支持旋转台 55。支持杆 56 由驱动马达 59 控制而上下移动。压制室 P5 还包括:向支持台 54 上的压制成形模 1 施加规定的载荷的加压杆 57;控制加压杆 57 上下移动的驱动马达 58;以及设在加压杆 57 的前端的,并作为用于按压压制成形模 1 的按压机构的压头 10。另外,图 3 是示出图 1 的压制室 P5(2) 的截面结构的简略结构图。

[0059] 在这里,在第一压制室 P5(1) 安装有作为压头 10 的后述的图 4 所示的压头 10A。在第二压制室 P5(2) 安装有作为压头 10 的后述的图 5、图 6 所示的压头 10B。压头以外的结构基本相同。

[0060] (压头)

[0061] 图 4A、图 4B 是示出第一压制室 P5(1) 中的压制动作的说明图。由该图可知,在第一压制室 P5(1) 中,作为压头 10,压头 10A 被连结在加压杆 57 的前端。压头 10A 为具有平坦的圆形按压面 61 的圆板状,该圆形按压面 61 与作为压制方向的加压杆 57 的轴线 57a 的方向(按压动作方向)相垂直。

[0062] 图 5 是示出设置在第二压制室 P5(2) 中的压头的简略截面图,图 6A ~ 图 6C 是示出第二压制室 P5(2) 中的压制动作的说明图。参照这些图说明配置在第二压制室 P5(2) 中的第二压头 10B 的结构。

[0063] 压头 10B(按压机构)包括:将主体模 4 按压向下模 2 的第一压头 11(压接机构);以同轴状态被插嵌到第一压头 11 的内侧,且只按压上模 3 的第二压头 12(载荷施加机构);以及作为推压机构的螺旋弹簧 13,其随着第二压头 12 的按压动作,将第一压头 11 推压向与第二压头 12 的按压动作方向相同的方向。

[0064] 第一压头 11 由高耐热性材质(例如, Si_3N_4 或其它陶瓷)构成,并大致呈圆筒形状。在本实施例中,压头 10B 的按压动作方向是图示的上下方向(加压杆 57 的轴线 57a 的方向),且第一压头 11 的下端的按压面 11a(第一按压面)被形成为与按压动作方向(轴线 57a 的方向)相垂直的平面。

[0065] 在按压面 11a 的中央部设有允许第二压头 12 上下移动的透孔 11b。透孔 11b 的内径大于第二压头 12 的前端部 12b 的直径,但小于上模 3 的凸缘 32 的直径。另外,由于第一压头 11 的按压面 11a 为大于主体模 4 的外径的圆环状端面,因此,在后述的压制动作过程中,按压面 11a 可按压上模 3 和主体模 4。

[0066] 在第一压头 11 的中空部的内周面,从下侧开始顺次形成有:朝上的圆环状的第一肩面 11c、朝上的圆环状的第二肩面 11d、以及朝上的圆环状的第三肩面 11e。

[0067] 第二压头 12 和第一压头 11 一样,由高耐热性材质构成。第二压头 12 以同轴状态被插嵌到第一压头 11 的中空部内,且其自由端一侧的端面,即下端,是具有仅按压上模 3

的大小的圆形按压面 12c (第二按压面)。第二压头 12 的另一端侧与加压杆 57 相连结。作为连结结构可选择下述的各种连结结构:图示的加压杆 57 和第二压头 12 为一个整体;通过拧合部件或缔结部件连结两者;或者通过万向接头 (universal joint) 等的接头来连结等。

[0068] 在第二压头 12 的中间部形成有直径大于两端侧的大直径部 12a。而且,将第二压头 12 的大直径部 12a 插嵌到第一压头 11 的第三肩面 11e 的内侧 (直到下方),然后通过第一压头 11 的上端侧的开口部固定防脱环 11f 来使之一体化,从而使得第二压头 12 不能从第一压头 11 中脱落。

[0069] 在比第二压头 12 的大直径部 12a 靠近前端侧 (下侧) 的小直径部 12b 上以缠绕该小直径部的方式安装有螺旋弹簧 13。螺旋弹簧 13 被安装在第一压头 11 的第一肩面 11c 和第二压头 12 的大直径部 12a 的下侧肩面 12d 之间。螺旋弹簧 13 由耐热性弹簧材料 (ZrO_2 陶瓷 (ceramics)、奥氏体不锈钢 (austenitic stainless steel)、英科耐尔合金 (Inconel alloy)、 Si_3N_4 陶瓷等) 构成,并被设为具有规定的弹性系数 (例如 3kgf/mm 左右)。

[0070] 螺旋弹簧 13 相对于第二压头 12 向下方整体推压第一压头 11,防脱环 11f 的下表面被保持在与第二压头 12 的大直径部 12a 的上侧端面 12e 相抵接的状态下。在该状态下,第一压头 11 的按压面 11a 比第二压头 12 的按压面 12c 稍向下方突出。突出量例如大约为 2mm 左右。

[0071] 另外,当第一压头 11 和第二压头 12 在轴向相对移动时,通过第一压头 11 的第二肩面 11d (限位部) 与第二压头 12 的大直径部 12a 的下侧肩面 12d 相抵接,来限制二者的相对移动。即,两者的最大移动量为图中的 S。这样,作为限位部发挥作用的第二肩面 11d 防止预定以外由于第二压头 12 过度下降,从而螺旋弹簧 13 被过度压缩而被破坏。但在通常的压制工序中,第二压头 12 的大直径部 12a 的下侧肩面 12d 不与用于限位的第二肩面 11d 相抵接。这是由于在第二压头 12 的按压面 12c 比第一压头 11 的按压面 11a 突出 5 ~ 20 μm 时,控制第二压头 12 的下降停止。

[0072] 并且,作为优选状态,第二压头 12 的大直径部 12a 和第一压头 11 的中空部内周面的滑动部的间隙为 5 ~ 15 μm 。另外,优选通过尽量加长该滑动长度来抑制第二压头 12 在上述间隙内的歪斜 (倾斜)。

[0073] 例如,如图 7 所示,通过比较长地形成第二压头 12 的大直径部 12a 的轴向长度 (L1),使得比大直径部 12a 的下侧的小直径部分 12b 的轴向长度 (L2) 长,从而能够用第二压头 12 更笔直地按压上模 3。当然,这也有利于高精度地保证第二压头 12 的大直径部 12a 的滑动部和按压面 12c 的垂直度。

[0074] (模压成形装置的光学元件的制造工序)

[0075] 下面,对使用上述结构的模压成形装置 P 来成形光学元件的工序的一个实施方式进行说明。

[0076] 1) 玻璃坯材供给工序

[0077] 准备预备成形为具有凸曲面形状 (在本实施例中为双凸曲面) 的成形材料,例如玻璃坯材 W,并由带有吸附垫 (pad) 的搬送臂 (arm) 来搬送玻璃坯材 W。在上下模 3、2 分开的状态下,相对于下模 2 的成形面 2a,在规定范围内的位置精度的位置上通过解除玻璃坯材 W 的吸附,将玻璃坯材 W 装配到下模 2 的成形面 2a 上。搬送臂立刻退避。该工序在模压

成形装置 P 的取出 / 插入室 P1、或图 1 的设在外圆周外侧的分解组装部（图中未示出）中进行。

[0078] 2) 压制成形模的组装工序

[0079] 在该工序中,将下模 2 组装到预先插入了上模 3 的主体模 4 内。主体模 4 和下模 2 的径向间隙在 $5\mu\text{m}$ 以下,上模 3 和主体模 4 也有相同的间隙。当主体模 4 的下端面 44 与下模凸缘 22 的承受面 23 相抵接时,由于玻璃坯材 W 的厚度,上模 3 的上端面 33 移动到比主体模 4 的上端面 45 高的位置（参照图 4A）。另外,该工序也可在取出 / 插入室 P1 或前述的分解组装部中进行。

[0080] 3) 加热工序

[0081] 将收纳了玻璃坯材 W 的压制成形模 1 顺次移送到第一加热室 P2、第二加热室 P3 以及均热室 P4 中并使之升温,从而使玻璃坯材 W 和压制成形模 1 成为适合压制成形的温度。

[0082] 例如,第一加热室 P2 保持在玻璃坯材 W 的压制温度以上的高温,从而急速加热压制成形模 1 和玻璃坯材 W。压制成形模 1 和玻璃坯材 W 在第一加热室 P2 中静止规定时间之后,旋转台 55 旋转,使压制成形模 1 和玻璃坯材 W 到达第二加热室 P3。通过在第二加热室 P3 中的加热,压制成形模 1 和玻璃坯材 W 被进一步加热,或被均热化以接近压制温度。然后,在均热室 P4 对压制成形模 1 和玻璃坯材 W 进行均热化,从而使玻璃粘度达到适合压制成形的相当于 $10^6 \sim 10^9$ 泊 (poises) 的粘度,然后移到压制室 P5。温度最好使玻璃坯材成为 $10^6 \sim 10^8$ 泊的粘度。加热机构可以是利用电阻加热的加热器、高频感应线圈等而没有特别地限制。

[0083] 4) 压制工序

[0084] 如前所述,压制室 P5 由第一压制室 P5(1) 和第二压制室 P5(2) 构成。第一压制室 P5(1) 和第二压制室 P5(2) 的结构如下:由闸门 S4 区分,从而在各室具有按压机构的同时,还可分别控制各自的室温。

[0085] 如图 4A 所示,在加热工序中,玻璃坯材 W 被加热到相当于粘度为 $10^6 \sim 10^9$ 泊的温度,在将收纳了该玻璃坯材 W 的压制成形模 1 送入第一压制室 P5(1) 的状态下,上模 3 比主体模 4 的上端面 45 稍微突出。然后如图 4B 所示,在第一压制室 P5(1) 中,前端的按压面 61 利用直径大于主体模 4 的压头 10A 来按压上模 3 (载荷例如为 $30 \sim 200\text{kgf}$),使主体模 4 的上端面 45 和上模 3 的上端面 33 位于同一平面上。此时,玻璃坯材 W 随上模 3 的下降而变形,以图 4B 的状态在施加载荷的状态下维持规定时间 (例如数十秒) 的加压。通过在该第一压制室 P5(1) 中的压制,可将玻璃坯材 W 的厚度成形在相对所要得到的压制件的厚度的规定范围内。

[0086] 接着,将压制成形模 1 移送到第二压制室 P5(2),如图 6A~图 6C 所示,使用另一压头 10B 来成形。而且,将第二压制室 P5(2) 控制在比第一压制室 P5(1) 低的温度 (例如,成为相当于成形模内的玻璃坯材的粘度为 $10^9 \sim 10^{14}$ 泊的温度的温度)。

[0087] 图 6A 表示用压头 10B 按压压制成形模 1 之前的状态。压头 10B 连结在上方的加压杆 (驱动轴) 57 的下端,并随加压杆 57 的下降压头 10B 也持续下降,不久如图 6B 所示,第一压头 11 的按压面 11a 抵接在主体模 4 的上端面 45 上。此时,实际上第一压头 11 被主体模 4 限制继续下降。并且,第一压头 11 的按压面 11a 也能够与上模 3 的上端面 33 相抵接。

[0088] 如图 6C 所示,加压杆 57 通过进一步持续下降,在第一压头 11 停止的状态下仅下降第二压头 12,并按压上模 3。此时,由于随着第二压头 12 的下降(按压动作)逐渐压缩螺旋弹簧 13,因此,以弱载荷抵接在主体模 4 的上端面 45 上的第一压头 11 通过弹簧力按压主体模 4,且按压力对应于第二压头 12 的下降量而增加。

[0089] 在本实施方式中,由于第二压头 12 的按压面 12c 被设定在位于第一压头 11 的按压面 11a 的上方约 2mm 的位置,因此,在第二压头 12 的按压面 12c 与上模 3 接触时,螺旋弹簧 13 压缩 2mm。在这里,若弹性系数为 3kgf/mm,则当螺旋弹簧 13 压缩 2mm 时,第一压头 11 以 6kgf 按压主体模 4。

[0090] 在下模 2 中,在凸缘 22 形成有与压头 10B 的按压动作方向相垂直的承受面 23(基准面),如果用第一压头 11 按压主体模 4,则主体模 4 的下端面 44 与下模 2 的承受面 23 紧密接触。此时,通过高精度地形成主体模 4 的下端面 44、上端面 45 和主体模 4 的内周面的垂直度,能够无倾斜地按压上模 3。从而可以预先抑制发生成形件 Wa(图 6C)的倾斜。

[0091] 控制第二压头 12 的下降,使得当其按压面比第一压头 11 的按压面 11a 突出 $5 \sim 20 \mu\text{m}$ 时,停止第二压头 12 的下降。在第二压制室 P5(2) 中维持图 6C 的状态规定时间(例如数十秒),同时将玻璃坯材 W 冷却至相当于粘度超过 10^{13} 泊的状态的温度。

[0092] 虽然该冷却会引起玻璃坯材 W 的热收缩,但由于利用第一压头 11 使主体模 4 紧密接触在下模 2 的承受面 23 上,并利用第二压头 12 通过上模 3 施加规定的载荷(大于上模 3 的自重的载荷),因此可高精度地维持成形件 Wa 的面形状。特别地,由于具有凹面的弯月形透镜或双凹透镜随着冷却会有大的热收缩量,因此在冷却过程中,由第二压头 12 施加载荷是有效的。

[0093] 在压制成形模 1 和成形件 Wa 被冷却至规定温度以下时,提升压头 10B,解除对压制成形模 1 的按压力。

[0094] 5) 冷却工序

[0095] 结束了压制工序的压制成形模 1 接着被顺次移动到第一渐冷室 P6、第二渐冷室 P7,并将成形体 Wa 冷却至充分低于转变温度 T_g 的温度(例如, $T_g-50^\circ\text{C}$ 左右)。此时,上模 3 由于其自重而跟随玻璃的收缩,因此,可保持成形体 Wa 和成形面 3a 的接触,并可得到良好的形状精度。之后,压制成形模 1 被移送至急冷部 P8,并通过冷却用的气体来进行急冷。

[0096] 6) 模的分解工序

[0097] 压制成形模 1 返回取出/插入室 P1,并从这里搬送至分解组装部(图中未示出),进行压制成形模 1 的分解、成形体 Wa 的取出、以及供给新的玻璃坯材 W。即,收纳了成形体 Wa 的压制成形模 1 被机器人放置在分解组装台(图中未示出)上,并通过把持其外周来进行定位。垂直下降分解组装台,然后分开上下模 3、2。另外,在本实施方式中,由于处理室 P2~P7 为惰性气体的气体介质,取出/插入室 P1 在取出/插入时向大气开放,因此考虑防止压制成形模 1 的氧化,从而取出/插入室 P1 的大气开放优选在 250°C 以下进行。

[0098] 7) 成形体的取出工序

[0099] 将搬送臂插入上下模之间,通过前端的吸附垫吸引取出成形体 Wa。之后重复上述各工序。

[0100] (本实施方式的效果)

[0101] 如以上说明,根据本实施方式的模压成形装置 P,在以第二压头 10B 按压上模 3 时,

第一压头 11 按压主体模 4,使之相对于下模 2 的承受面 23 直立。由此,可通过预先确保主体模 4 的上下两端面 44、45、下模凸缘 22 的承受面 23 的平行度,来可靠地抑制主体模 4 和下模 2 之间的相对倾斜。

[0102] 另外,第二压头 12 的按压面 12c 被形成与第一压头 11 的按压面 11a 实质平行,且第二压头 12 的按压面 12c 被形成与第二压头 12 的大直径部 12a 的外周面垂直。因此,随着第二压头 12 的下降,可在第一压头 11 笔直地(平行于第二压头 12 的下降方向)按压主体模 4 的同时,第二压头 12 可以笔直地按压上模 2。另外,按压面 12c 与大直径部 12a 的外周面相垂直是指:在直接向下方延长大直径部 12a 的外周面时与按压面 12c 相垂直。

[0103] 如上所述,由于可抑制主体模 4 和上模 2 之间的相对倾斜,因此能够可靠地抑制在成形件(光学透镜)的上下面之间产生的倾斜。

[0104] 换言之,在本实施方式中,在第一压制工序中将充分软化了的玻璃坯材 W 偏心精度良好地按压至规定厚度。进而将其冷却至规定温度范围,并对由于冷却的热收缩而受到影响的玻璃坯材 W 的被成形面形状施加适度荷载,从而维持面精度。该温度范围为转变温度(T_g)~应变点(T_s)的范围,另外,按压产生的厚度变化量为 $5 \sim 20 \mu m$ 。

[0105] 另外,在第二压制工序中,首先进行压接工序,使下模 2 压接在主体模 4 上来固定其相对位置,其结果是,压接主体模 4 的第一压头 11 也被固定位置。由此,由第一压头 11 引导的第二压头 12 也被间接定位。从而可获得上下成形面的轴的一致性。

[0106] 因此,本实施方式不仅适用于双凸透镜(biconvex lens)和凸透镜(convex meniscus lens)的成形,也适用于凹透镜和双凹透镜的成形,从而在任何情况下都能够成形面形状良好且精度高的透镜。

[0107] (其它实施方式)

[0108] 上述模压成形装置 P 是通过旋转移送将压制成形模 1 顺次移送至各个处理室的装置,但本发明的压头也可适用于直线移送方式的压制装置,或者不移送成形模,而是在一个处理室中进行压制成形的单压制装置。

[0109] 另外,上述模压成形装置的各个处理室等的配置结构可进行适当的改变,以符合成形坯材的组成和成形体的形状,并设置必要的加热工序、冷却工序。

[0110] 例如,在上述实施方式中将压制室设为两个室,并分别使用各自的压头进行压制,也可将压制室设为一个,并仅使用本发明的压头压制成形模。此时,希望适当进行压制室内的温度控制。另外,还可进行将包括均热室的加热室设为四个,或者将冷却室设为三个等的改变。

[0111] 另外,为了进一步提高上述工序的生产效率,也可以分别设置相同数目的上述的加热室、压制室、冷却室,并同时进行需要不同温度条件、不同加压条件的多种类型的成形。

[0112] 另外,当在各个处理室中进行加热、加压、冷却等处理时,可配置两个以上的成形模,从而也可在这些成形模中同时进行相同的处理。此时,优选在压制室中对应成形模的数目设置两个以上的按压机构。

[0113] 另外,本发明还适用于使用图 8 所示结构的压制成形模 1A 的情况。该图所示的压制成形模 1A 的基本结构和前述的压制成形模 1 相同,具有下模 2A、上模 3A 以及主体模 4A。与前述的压制成形模 1 的不同点在于,下模凸缘 22 被嵌入主体模 4A 中,使得主体模 4A 的下端面 44 直接放置的支持台 56 的载置面 56a 上。

[0114] 此时,用于在压制时将主体模 4A 固定在定位状态的基准面为载置面 56a。该载置面 56a 是与压头 10B 的按压动作方向垂直的面。在进行压制时,通过压头 10B 的第一压头 11 按压主体模 4A,使其下端面 44 形成被载置面 56a 压接的状态。从而,若精度良好地设定主体模 4A 的下端面 44 和其中空部内周面的垂直度,则可防止主体模 4A 的倾斜,并可在该状态下压制成形坯材 W。

[0115] 另外,在上述实施方式中,虽然用于定位的基准面 23、56a 以及与该基准面抵接的主体模 4、4A 的下端面 44 都是平坦面,但适用于本发明的基准面并不限于平坦面。也可以是如下的面:例如,将主体模的下端面设为具有倾斜面的凸状面,将基准面设为同样倾斜的凹状面,通过抵接两者使主体模的中心轴方向和按压机构的按压动作方向平行。

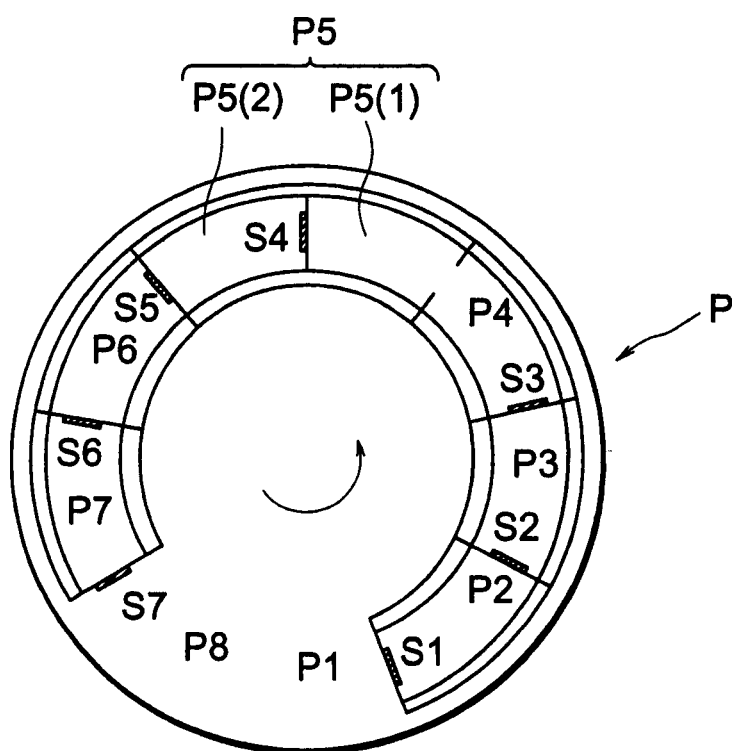


图 1

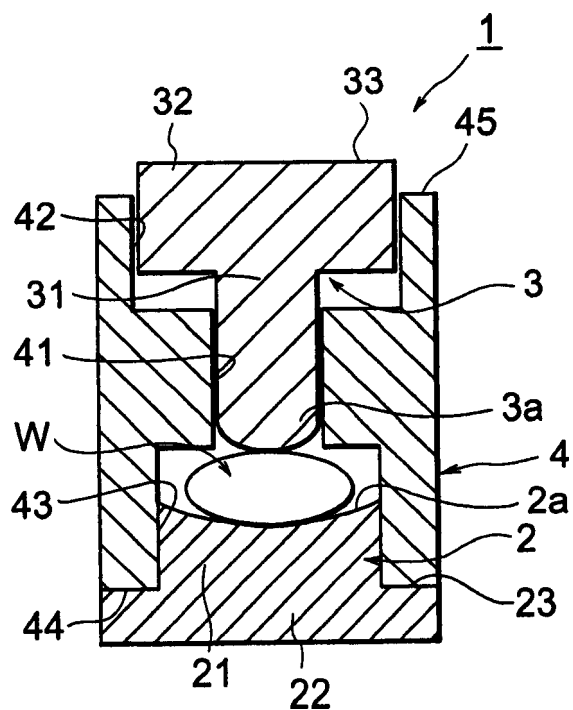


图 2

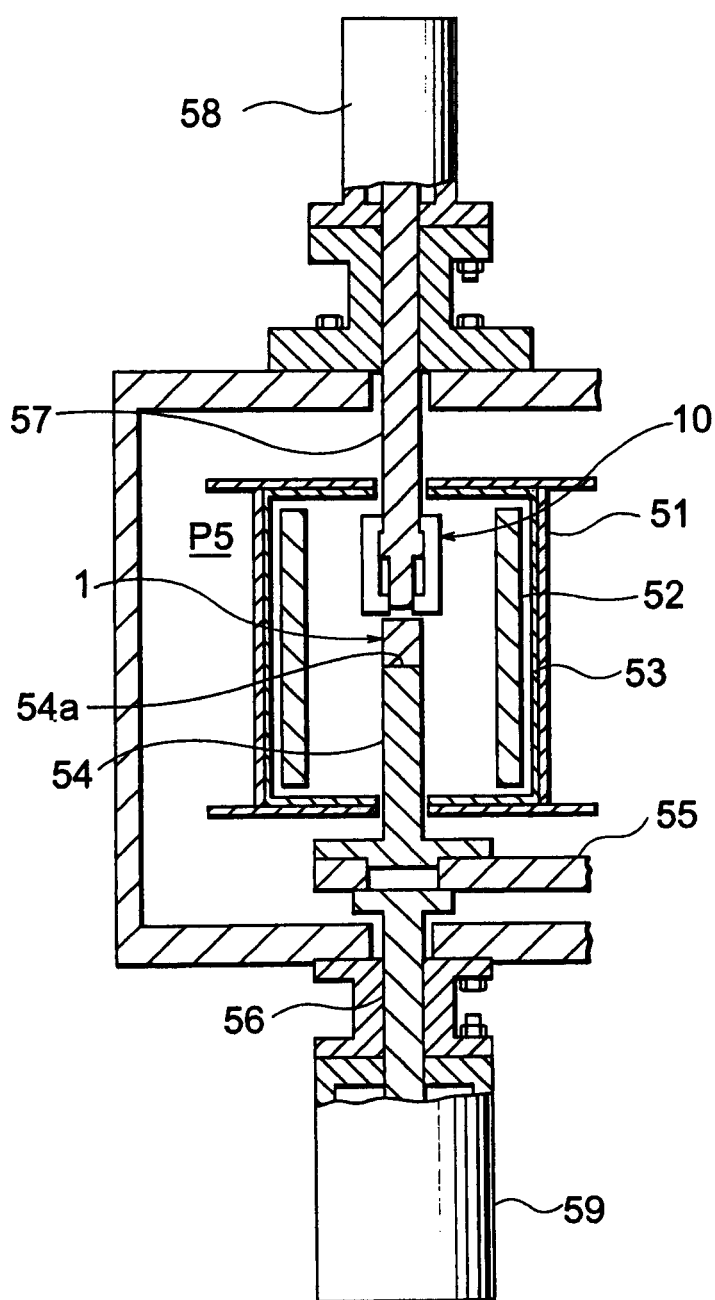


图 3

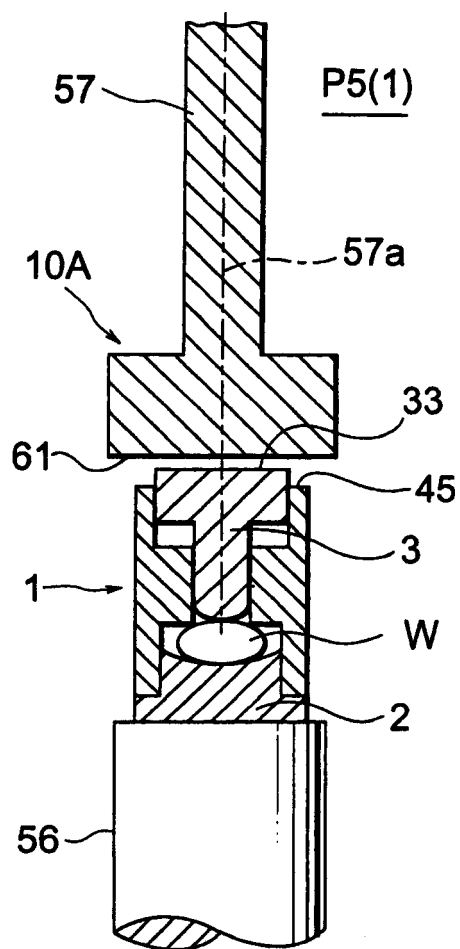


图 4A

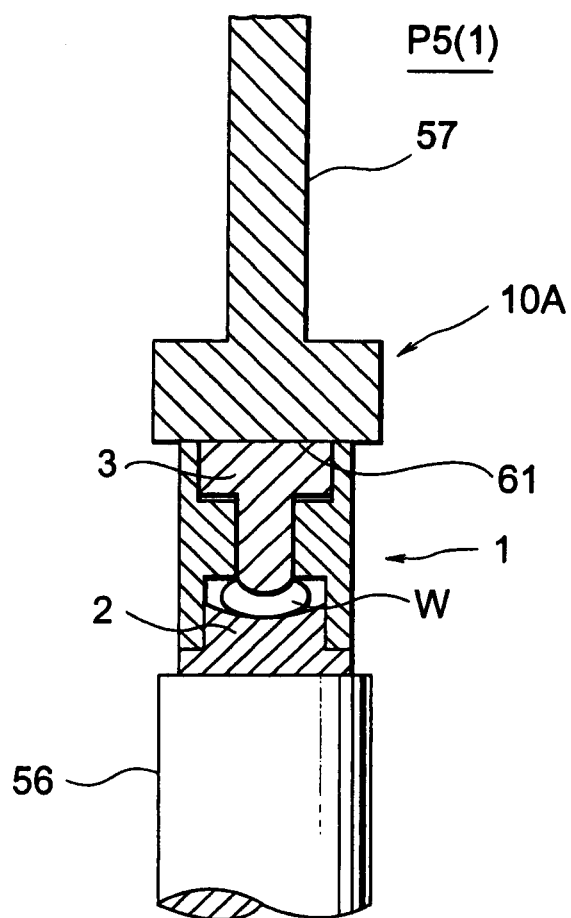


图 4B

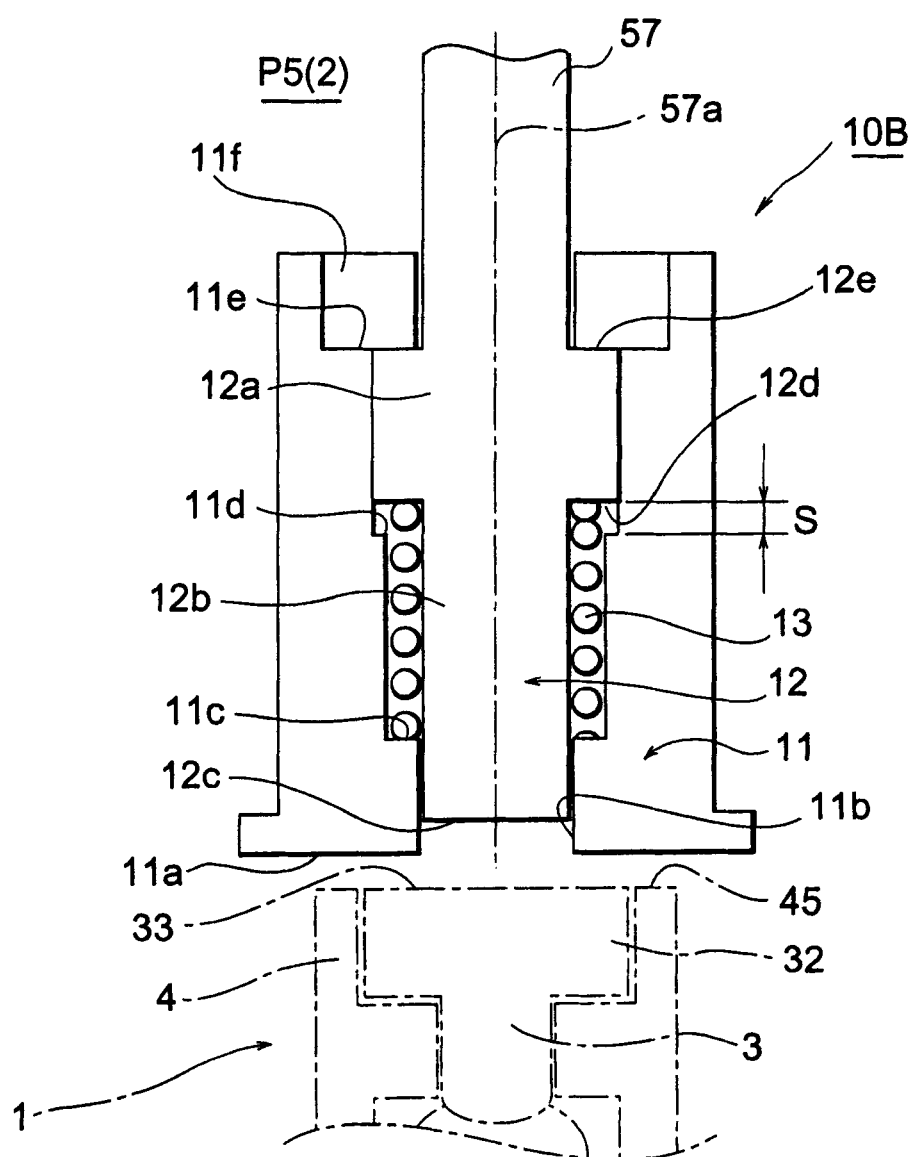


图 5

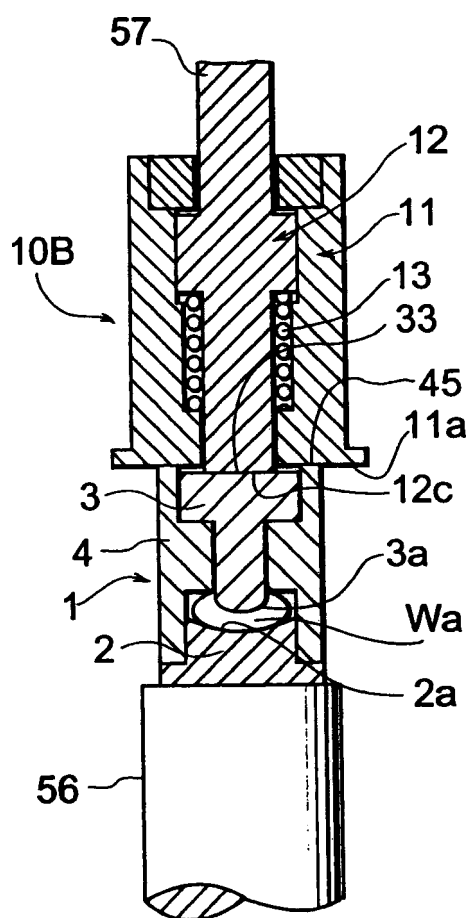


图 6C

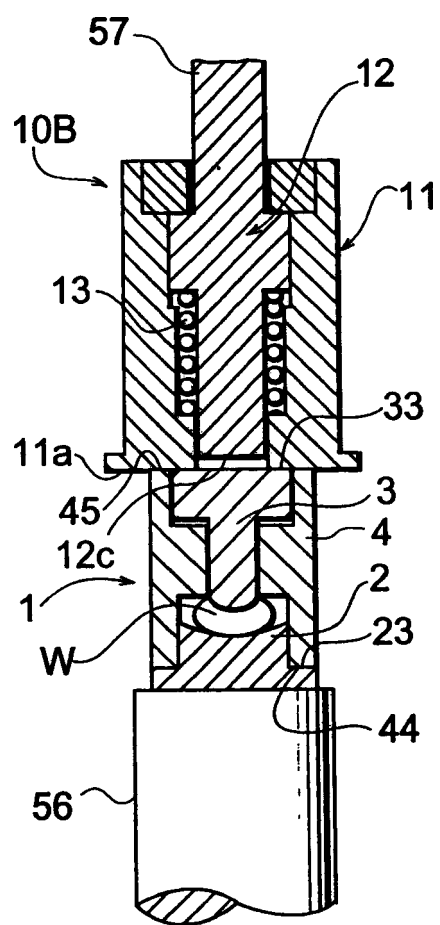


图 6B

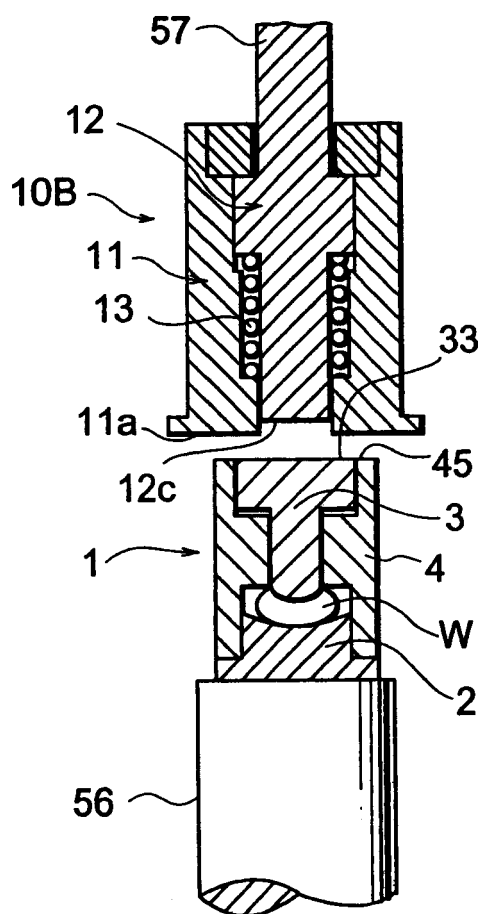


图 6A

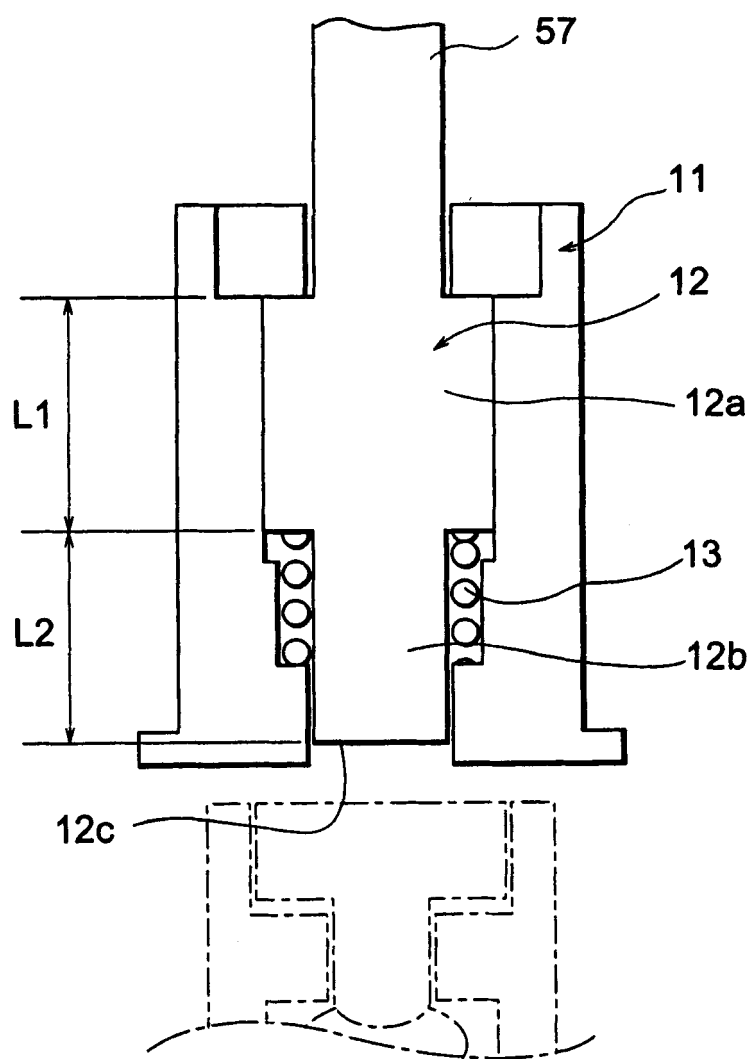


图 7

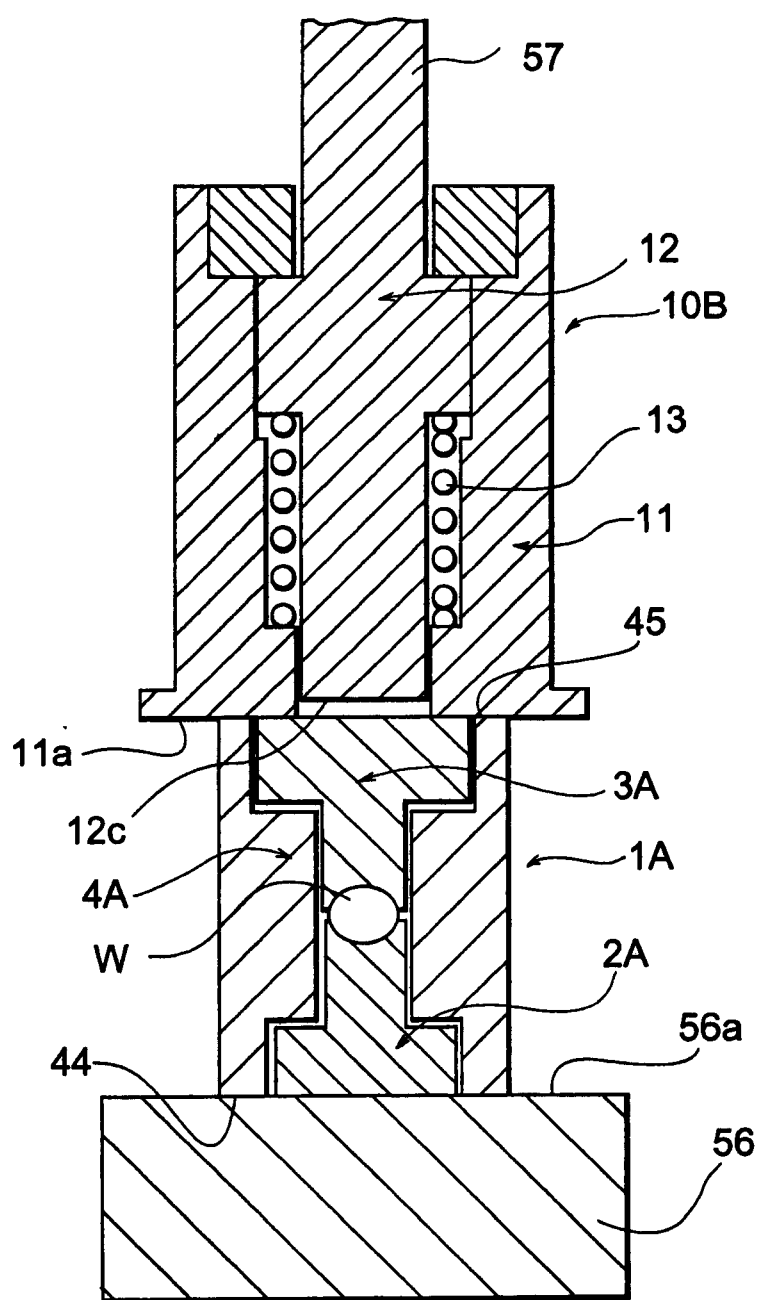


图 8