

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B24B 13/02 (2006.01)

B24B 13/01 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610084063.5

[45] 授权公告日 2009 年 7 月 22 日

[11] 授权公告号 CN 100515675C

[22] 申请日 2006.5.19

[21] 申请号 200610084063.5

[30] 优先权

[32] 2006.3.23 [33] JP [31] 2006-080833

[73] 专利权人 株式会社春近精密

地址 日本长野县

[72] 发明人 春日洋一

[56] 参考文献

JP58-217262A 1983.12.17

JP2003-340702A 2003.12.2

CN1533865A 2004.10.6

JP4-125558U 1992.11.16

审查员 李雪云

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 方晓虹

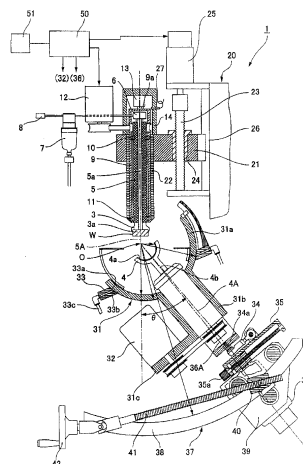
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 3 页

[54] 发明名称

光学球面透镜的磨削加工方法

[57] 摘要

一种光学球面透镜的磨削加工方法，可将精磨削工序作成单一工序地进行粗磨削。按下面的条件进行制成透镜球面的粗磨削：(1)用球心摆动型磨削盘进行所述透镜坯料的粗磨削；(2)作为粗磨削工具盘，使用#300~#600(平均粒度 $60\mu\text{m}$ ~ $30\mu\text{m}$)、集中度为50以上的金刚石工具；(3)将该粗磨削工具盘的转速设为2500rpm~3000rpm。由此，下一个精磨削工序的加工余量约是 $20\mu\text{m}$ 以下即可，可改善粗磨削工序的表面粗糙度、球面精度，精磨削是单一的磨削工序即可，可实现球面透镜的磨削加工时间的缩短化，工序管理的合理化。



1.一种光学球面透镜的磨削加工方法，包括：使用粗磨削工具盘对作为加工对象的透镜坯料进行磨削、以制成较粗的透镜球面的粗磨削工序；使用比上述粗磨削工具盘细的粒度号的金刚石工具对制成的透镜球面进行精磨削的精磨削工序；以及对精磨削后的透镜球面进行研磨的研磨工序，其特征在于，根据下面的条件(1)~(3)进行所述粗磨削工序：

(1)用球心摆动型磨削盘对上述透镜坯料进行粗磨削，

作为该球心摆动磨削盘，使用如下结构的磨削盘：使磨削面成为球面的所述粗磨削工具盘以该粗磨削工具盘的通过所述球面球心的旋转中心线为中心而旋转，并作球心摆动，从而使该旋转中心线描画出以所述球心为顶点的圆锥面，

使所述透镜坯料以该透镜坯料的中心线为中心而向与所述粗磨削工具盘的以该粗磨削工具盘的旋转中心线为中心旋转的方向相同的方向以相同的速度旋转，

并将所述透镜坯料对着正在作旋转及球心摆动的所述粗磨削工具盘的磨削面而沿着该透镜坯料的通过所述粗磨削工具盘的球心的中心线的方向进行推压，

在该状态下，将该透镜坯料一边沿着相同方向、即所述透镜坯料的通过所述粗磨削工具盘的球心的中心线的方向送出，一边对该透镜坯料进行球面磨削加工，

利用球心摆动体将所述粗磨削工具盘支承成旋转自如的状态，并以该球心摆动体的外周面为球面，且将该外周面搁在以所述粗磨削工具盘的磨削面的球心为中心的球面形状的支承面上，在这些外周面与支承面之间供给压缩空气而使所述球心摆动体上浮，一边维持上浮状态，一边使所述球心摆动体作球心摆动；

(2)作为所述粗磨削工具盘，使用#300~#600、即平均粒度为 $60\mu\text{m}$ ~ $30\mu\text{m}$ 、集中度为 50 以上的金刚石工具；

(3)将该粗磨削工具盘的转速设成 2500~3500rpm。

2.如权利要求 1 所述的光学球面透镜的磨削加工方法，其特征在于，所述精磨削工序中的加工余量设为每单面为 $20\mu\text{m}$ 以下，该精磨削工序设为单一磨削工序。

光学球面透镜的磨削加工方法

技术领域

本发明涉及对数码相机等所使用的光学球面透镜进行磨削加工的透镜磨削加工方法，更详细地说，涉及通过将精磨削工序作为单一的磨削工序，可缩短加工时间、可简单地进行工序管理的磨削加工方法。

背景技术

作为光学球面透镜的磨削方法，大家都知道一种杯型砂轮的球面制成方法。例如，经由粗磨削工序、精磨削工序及研磨工序这三个工序来加工透镜球面。如非专利文献1所记载的，各工序的必要加工余量在粗磨削中是0.5~2mm，在精磨削中是30~50 μ m，在研磨中是10~20 μ m。另外，表面粗糙度Rmax在粗磨削中是6~10 μ m，在精磨削中是0.5~4 μ m，在研磨中是0.01~0.02 μ m。表1表示各工序的加工余量、砂粒及表面粗糙度的一般的范围。

表1

工序	加工余量 (ΔR)	砂粒 (砂轮#)	表面粗糙度 Rmax(μ m)
粗磨削	0.5~2mm	150~320	6~10
精磨削	30~50 μ m	1200~2000	0.5~4
研磨	10~20 μ m		0.01~0.02

这里，必要的加工余量的计算基准被作为在前道工序的最大表面粗糙度的4倍加上R值误差后的数值，由前道工序的表面粗糙度决定该工序的必要加工余量。另外，根据各工序中的加工时间的分配来选择最佳的金刚石工具的粒径。尤其是，最初磨削工序即粗磨削工序中的表面粗糙度成为基准，决定此后工序的加工时间分配、金刚石工具的粒径。据此，精磨削工序的加工余量从安全出发希望作成50 μ m，表面粗糙度最好作成0.5 μ m。

为了减小表面粗糙度，必须减小金刚石工具的粒径，但一旦减小粒径，则当然使加工时间延长。因此，在以往技术中，考虑到精磨削工序中的表面粗糙度、加工余量和加工时间，将精磨削工序作成二个工序。第一工序是，作为金刚石工具而使用金属结合剂砂轮，进行40 μ m加工余量的磨削；第二工序是，

作为金刚石工具而使用更小粒径的树脂结合剂砂轮，进行剩余的 $10\mu\text{m}$ 加工余量的磨削，由此，实现加工余量为 $50\mu\text{m}$ 、表面粗糙度为 $0.5\mu\text{m}$ 的精磨削。

在球面透镜的磨削加工中，若牺牲精磨削工序中的表面粗糙度，则可在单一的工序中进行精磨削，加工时间也缩短。但是，如上所述，由于前道工序中的表面粗糙度为基准并决定下一个工序的加工余量，故在该场合，下一个工序即研磨工序的加工余量就变多，研磨加工时间大幅度延长。于是，不能实现整体加工时间的缩短化。

另外，专利文献 1 揭示了如下一种方法：通过将粗磨削工序和精磨削工序作成单一的工序，来缩短球面透镜的磨削加工时间，加工装置也只要是粗磨削及精磨削用的和研磨用的 2 种即可。在此处揭示的方法中，由于用一个工序进行粗磨削和精磨削工序，故要将砂轮的转速提高到 $5000\sim 10000\text{rpm}$ 。

在采用该专利文献 1 的方法的场合，由于可用单一的加工装置进行粗磨削和精磨削，故可缩短加工时间，工序管理也变得简单。但是，必须将砂轮的转速设成在一般球面透镜加工中所采用的 $2000\sim 3000\text{rpm}$ 的一倍以上的转速。另外，如该专利文献 1 所揭示的，能获得的表面粗糙度为 $2\mu\text{m}$ 左右、无法得到 $0.5\mu\text{m}$ 左右的表面粗糙度，需要在下一个工序即研磨工序中使用较多加工余量。

非专利文献 1：光学元件加工技术 91 年社团法人日本奥普托媒卡托里尼克斯协会，1991 年 9 月 5 日发行，1—2 光学元件的加工工序，1—4 磨削、研磨

专利文献 1：日本实用新型登录第 2600063 号公报

在以用粗磨削、精磨削及研磨的三个工序进行球面透镜的磨削加工为前提的场合，为了获得该磨削加工的时间缩短化和工序管理的合理化，最好减小粗磨削中的表面粗糙度，减少精磨削的加工余量，以可用单一的工序进行精磨削。

发明内容

鉴于这种观点，本发明的目的在于提供一种球面透镜的磨削加工方法，以使精磨削作成单一的工序地进行粗磨削，由此可实现球面透镜的磨削加工的时间缩短化和工序管理的合理化。

为实现上述目的，本发明的光学球面透镜的磨削加工方法包括：使用粗磨削工具盘对加工对象的透镜坯料进行磨削制成较粗的透镜球面的粗磨削工序；使用比上述粗磨削工具盘细的粒度号的金刚石工具对制成的透镜球面进行精磨削的精磨削工序；以及对精磨削后的透镜球面进行研磨的研磨工序，其特点是，根据下面的条件(1)~(3)进行所述粗磨削工序：

(1)用球心摆动型磨削盘对上述透镜坯料进行粗磨削，

作为该球心摆动磨削盘，使用如下结构的磨削盘：使磨削面成为球面的所

述粗磨削工具盘以该粗磨削工具盘的通过球面球心的旋转中心线为中心而旋转，并作球心摆动，从而使该旋转中心线描画出以球心为顶点的圆锥面，使透镜坯料以该透镜坯料的中心线为中心而向与粗磨削工具盘的以该粗磨削工具盘的旋转中心线为中心旋转的方向相同的方向以相同的速度旋转，并将透镜坯料对着正在作旋转及球心摆动的粗磨削工具盘的磨削面而沿着该透镜坯料的通过粗磨削工具盘的球心的中心线的方向进行推压，在该状态下，将该透镜坯料一边沿着相同方向、即透镜坯料的通过粗磨削工具盘的球心的中心线的方向送出，一边对该透镜坯料进行球面磨削加工，利用球心摆动体将粗磨削工具盘支承成旋转自如的状态，并以该球心摆动体的外周面为球面，且将该外周面搁在以所述粗磨削工具盘的磨削面的球心为中心的球面形状的支承面上，在这些外周面与支承面之间供给压缩空气而使球心摆动体上浮，一边维持上浮状态，一边使球心摆动体作球心摆动；

(2)作为所述粗磨削工具盘，使用#300~#600、即平均粒度为 $60\mu\text{m}$ ~ $30\mu\text{m}$ 、集中度为 50 以上的金刚石工具；

(3)将该粗磨削工具盘的转速设成 2500~3500rpm。

采用本发明的光学球面透镜的磨削加工方法，可将粗磨削工序中球面精度(Δh)维持成相对于研磨工序的球面精度在 -0.003mm 以内，可将精磨削工序中的加工余量设成每单面为 $20\mu\text{m}$ 以下。其结果，可将该精磨削工序作成单一磨削工序。由此，可实现加工时间的缩短化、工序管理的合理化。

在本发明的光学球面透镜的磨削加工方法中，精磨削工序中的加工余量在大约 $20\mu\text{m}$ 以下就可改善粗磨削加工的表面粗糙度。于是，采用本发明，由于可用单一的工序进行精磨削，故可缩短整体的磨削加工时间，并可使工序管路合理化。

附图说明

图 1 是表示本发明的球面玻璃透镜的磨削加工工序的工序图。

图 2 是表示适于粗磨削的球心摆动型磨削盘的大致结构图。

图 3 是表示图 2 的磨削盘进行的磨削动作的说明图。

具体实施方式

下面，参照附图，说明应用了本发明的光学球面透镜的磨削加工方法。

图 1 是表示本例的光学球面透镜的磨削加工方法的工序图。如该图所示，本例的磨削加工方法包括粗磨削工序 ST1、精磨削工序 ST2 及研磨工序 ST3 的三个工序。粗磨削工序(CG 工序)ST1，是使用金刚石工具(粗磨削工具盘)对加工对象的透镜坯料进行磨削而制成较粗的透镜球面的工序。精磨削工序 ST2，是使用比粗磨削工具盘细的粒度号的金刚石工具对已制成的透镜球面进行精磨削的工序，且作成单一的磨削工序。所使用的磨削加工机不限于球心摆动型，

可使用一般的杯型砂轮的磨削加工机。另外，作为金刚石工具，也可使用树脂结合剂砂轮。接着，研磨工序 ST3 是对精磨削后的透镜球面进行研磨的工序。在该工序中，例如，利用氨基甲酸乙酯片，用含有氧化铈等的研磨液进行球面研磨。

(粗磨削工序)

本例的粗磨削工序 ST1 中，根据下面的条件(1)~(3)在透镜坯料上形成球面。

(1)用球心摆动型磨削盘对透镜坯料进行粗磨削，作为球心摆动磨削装置，采用图 2 所示结构的装置。

(2)作为粗磨削工具盘，使用#300~#600(平均粒度为 $60\mu\text{m}$ ~ $30\mu\text{m}$)、集中度为 50 以上的金刚石工具。

(3)将粗磨削工具盘的转速设为 2500~3500rpm，例如 3000rpm。

(球心摆动型磨削盘)

本例的球心摆动型磨削盘 1 的大致结构及动作如下。使磨削面为球面的粗磨削工具盘以通过其球面球心的旋转中心线为中心进行旋转，并使该旋转中心线形成以球心为顶点的圆锥面地进行球心摆动。向与粗磨削工具盘相同方向以相同速度使透镜坯料旋转，并向通过粗磨削工具盘的球心的方向推压在作旋转及球心摆动的粗磨削工具盘的磨削面上，在该状态下，一边向相同方向将该透镜坯料送出，一边对该透镜坯料实施球面磨削加工。这里，利用球心摆动体将粗磨削工具盘支承成旋转自如的状态，将该球心摆动体的外周面做成球面，将该外周面搁在以粗磨削工具盘的磨削面的球心为中心的球面形状的支承面上，将压缩空气供给于这些外周面与支承面之间使所述球心摆动体上浮，一边维持上浮状态，一边使所述球心摆动体作球心摆动。

现参照图 2 进行详细说明，本例的球心摆动型磨削盘 1 包括：对加工对象的透镜坯料 W 进行保持用的透镜保持架 3；以及工具盘 4，该工具盘 4 具有对由透镜保持架 3 所保持的透镜坯料 W 进行磨削加工的球面磨削面 4a。

透镜保持架 3 在其保持面 3a 向下地被保持成水平的状态下，被固定在垂直的透镜主轴 5 的下端。在透镜主轴 5 的中心形成有向其轴线方向延伸的吸引通道 5a。其下端在透镜保持架 3 的保持面 3a 的中心开口，其上端经由旋转接头 6 及空气过滤器 7 而与真空发生器 8 的吸引侧连接。通过由真空发生器 8 对吸引通道 5a 进行真空吸引，从而将透镜坯料 W 吸附保持在透镜保持架 3 的保持面 3a 上。

透镜主轴 5 同轴状态地配置在上端被封住的圆筒状的垂直保持筒 9 的内部，通过上下一对轴承 10、11 由该垂直保持筒 9 支承成旋转自如的状态。另

外, 透镜主轴 5 受到透镜轴旋转用电动机 12 的以其垂直中心线即透镜旋转中心线 5A 为中心的旋转驱动。在垂直保持筒 9 的上端连接有气缸 13, 该气缸 13 被固定在上端封住的支承圆筒 14 的内部。垂直保持筒 9 受到气缸 13 的向下方的规定力的推压。

透镜主轴 5 通过工件进给机构 20 而进行升降。工件进给机构 20 具有水平臂 21, 在安装于该水平臂 21 前端的垂直圆筒部 22 中插入同轴状态的垂直保持筒 9, 支承圆筒 14 被固定在水平臂 21 的上表面上。水平臂 21 通过具有进给螺杆 23、螺母 24 及具有伺服电动机 25 的升降机构而沿着垂直线性导向件 26 升降。

这里, 在通过气缸 13 对透镜主轴 5 进行支承的支承圆筒 14 上, 安装有对安装在其内侧的垂直保持筒 9 的上端 9a 进行检测用的非接触式传感器 27。通常, 该非接触式传感器 27 处于断开状态, 当垂直保持筒 9 相对于支承圆筒 14 上升时, 其上端 9a 被非接触式传感器 27 检测到, 该传感器输出切换成接通状态。

接着, 配置在透镜保持架 3 下方的工具盘 4 被配置成: 其球面磨削面 4a 的球心 O 位于透镜保持架 3 侧的透镜旋转中心线 5A 的延长线上。在该工具盘 4 的背面一体形成有主轴 4b, 该主轴 4b 由球心摆动体 31 支承成旋转自如的状态。这里, 主轴 4b 由球心摆动体 31 支承成: 工具盘 4 的旋转中心线 4A 在球心 O 以锐角 θ 与垂直延伸的透镜旋转中心线 5A 交叉。

球心摆动体 31 具有: 半球状的杯部分 31a; 从该杯部分 31a 的底中心的外周面部分向半径方向的外方突出的圆筒部分 31b, 同轴状态地将主轴 4b 以旋转自如的状态安装在圆筒部分 31b 上。另外, 凸缘 31c 从圆筒部分 31b 的下端部横向延伸, 在此处搭载有主轴驱动用的电动机 32。

球心摆动体 31 的杯部分 31a 通过形成于支承板 33 的圆环状内周面 33a 支承成可球心摆动。圆环状内周面 33a 是以球心 O 为中心的球面, 搁在该圆环状内周面 33a 上的外周面 31d 的球面的杯部分 31a 可以球心 O 为中心摆动。在本例中, 在圆环状内周面 33a 形成有压缩空气吹出孔或槽 33b, 通过压缩空气供给路 33c 将压缩空气向此处供给。因此, 杯部分 31a 被保持成从圆环状内周面 33a 上浮的状态。于是, 可使球心摆动体 31 以球心 O 为中心顺利地摆动。

球心摆动体 31 的下端通过连杆接头 34 和摆动宽度调整单元 35 而与电动机 36 的输出轴连接。球心摆动体 31 和连杆接头 34 的连接点 34a 位于工具盘旋转中心线 4A 的延长线上, 电动机 36 的旋转中心线 36A 始终被保持成朝向球心 O 的状态。当对摆动宽度调整单元 35 的调整捏手 35a 进行操作时, 连接点 34a 与电动机 36 的旋转中心线 36A 的间隔产生变化。于是, 可调整球心摆动体 31

的摆动运动的摆动宽度。

接着,电动机 36 由摆动角调整单元 37 支承。摆动角调整单元 37 具有配置在固定位置的弓形的凸轮 38,该凸轮 38 呈以球心 O 为中心的圆弧形。以沿着该凸轮 38 可滑动的状态,安装有支承构件 39,此处安装有电动机 36。支承构件 39 上固定有螺母 40,螺母 40 上旋入有进给螺杆 41。进给螺杆 41 的端部与手柄 42 连接。

一旦转动手柄 42,支承构件 39 就沿着凸轮 38 移动。即,由球心摆动体 31 支承的工具盘主轴 4b 以球心 O 为中心摆动规定量。于是,通过摆动角调整单元 37 可变更工具盘 4 的旋转中心线 4A 相对于垂直透镜旋转中心线 5A 所构成的角度 θ 即摆动中心线的角度。

这里,各部分的驱动控制通过数值控制用的控制器 50 来进行。另外,输入装置 51 与控制器 50 连接。利用输入装置 51,通过手动操作可进行将透镜坯料送出的动作,并进行切削量的设定等。

参照图 3 来说明使用该结构的球心摆动型磨削盘 1 在透镜坯料 W 上形成透镜球面的粗磨削动作。

首先,作为工具盘 4,准备将#300~#600 例如#400、集中度为 50 以上的金刚石颗粒加工成与作为目标的球面形状一致的工具盘 4,并将其安装在工具盘主轴 4b 上。此时,工具盘 4 的球面磨削面的中心位于该工具盘 4 的旋转中心线上,且调整成与球心摆动体 31 的摆动中心一致。接着,在不与工具盘 4 接触的位置,将透镜坯料 W 吸附保持在透镜保持架 3 上。然后通过手动操作驱动伺服电动机 25,向工具盘 4 轻轻送出透镜坯料 W。当透镜坯料 W 碰到工具盘 4 时,透镜主轴 5 的下降就停止。然后,通过轻轻送出,仅仅水平臂 21(工件进给台)下降。其结果,透镜主轴 5 及旋转自如地将其支承的垂直保持筒 9 相对于水平臂 21 作相对上升,非接触式传感器 27 对垂直保持筒 9 的上端 9a 进行检测并切换成接通状态。

当确认非接触式传感器 27 切换成接通状态后,暂时停止轻轻送出。然后,将伺服电动机 25 的进给速度设成超低速,并使水平臂 21 上升。当水平臂 21 上升时,停止的透镜主轴 5 及垂直保持筒 9 相对于非接触式传感器 27 下降。其结果,垂直保持筒的上端 9a 离开非接触式传感器 27 的检测位置,非接触式传感器 27 再返回到断开状态。控制器 50 将该切换成断开状态的瞬间的位置储存为加工开始位置。

控制器 50 从该加工开始位置加上加工余量来设定加工结束位置。另外,在加工开始位置加上第 1 切削量,设定速度变更点。如此设定各点后,一旦输入加工开始指令,则工具盘 4 及吸附固定在透镜保持架 3 上的透镜坯料 W 开始

旋转。并且，球心摆动体 31 开始摆动运动。

在本例中，将工具盘 4 和透镜坯料 W 朝向同一方向，并以 3000rpm 的相同速度使它们旋转。然后，以快进方式将透镜坯料 W 送到加工开始位置。

到达加工开始位置后，将速度切换成第 1 切削速度，以该速度将透镜坯料 W 送出并进行磨削。图 3(a)表示磨削开始时的状态。

透镜坯料 W 以第 1 切削量被切削，到达第 1 切削位置后，即到达图 3(b)所示的切削状态后，球心摆动体 31 开始摆动，且以比第 1 切削速度慢的加工速度将透镜坯料 W 送出并进行切削。其结果，透镜坯料 W 被磨削，如图 3(c)所示那样形成球状透镜面 Wa。

当确认到达加工结束位置，在停止由球心摆动体 31 所进行的摆动后，使水平臂 21 上升到上端位置。然后，停止工具盘 4 及透镜坯料 W 的旋转。

采用本例的粗磨削工序 ST1，可提高粗磨削工序的磨削精度，可将该粗磨削工序中的球面精度(Δh)维持成相对研磨工序的球面精度为 -0.003mm 以内。其结果，下一个精磨削工序 ST2 中的加工余量只要是每单面为 $20\mu\text{m}$ 以下即可。因此，在该精磨削工序 ST2 可作成使用了树脂结合剂砂轮的单一的磨削工序。由此，可实现加工时间的缩短化、工序管理的合理化。

实施例

表 2 是表示应用本发明对球面透镜进行磨削加工时的条件和结果的一个例子的表。在本例中将粗磨削工序的加工余量设为 1mm 。可改善粗磨削工序的表面粗糙度(R_{max})及球面精度(Δh)，确认了下一个精磨削工序的加工余量为 $15\mu\text{m}$ 即可。另外，其结果可将精磨削工序设为仅一次的磨削工序，确认了加工时间为 20 秒即可。

相反，在以往技术中的透镜磨削方法即精磨削的加工余量为 $30\sim 50\mu\text{m}$ 、包含金属结合剂砂轮所进行的磨削工序和树脂结合剂砂轮所进行的磨削工序的二个工序在内的方法的场合，如表 2 最后列所列出的那样，粗磨削及研磨的加工时间与本例相同，但精磨削工序要花费本例的 2 倍加工时间即 40 秒。另外，由于精磨削工序由二个工序组成，故需要将透镜坯料从一个磨削盘转移到另一个磨削盘用的作业时间等。与一个工序的场合相比，工序管理变得复杂。

表 2

被加工透镜 R:5R 材质: Lak 13					
本 例					传统例
工序	加工余量 (单面)	使用工具	工具转速 (rpm)	加工时间 (秒)	加工时间(秒)
粗磨削	1mm	金刚石盘金属 结合剂#400	3000	30	15
精磨削	15 μ m	金刚石盘树脂 结合剂#1500	3000	20	20(金属结合 剂砂轮)
					20(树脂结合 剂砂轮)
研磨	10 μ m	氨基甲酸乙酯 片氧化铈	2500	40	40

如上所述,采用本发明的磨削加工方法,精磨削工序中的加工余量大约是20 μ m 以下即可,可改善粗磨削加工的表面粗糙度、球面精度。于是,可在单一工序中进行精磨削,可缩短整体的磨削加工时间,并可使工序管理合理化。

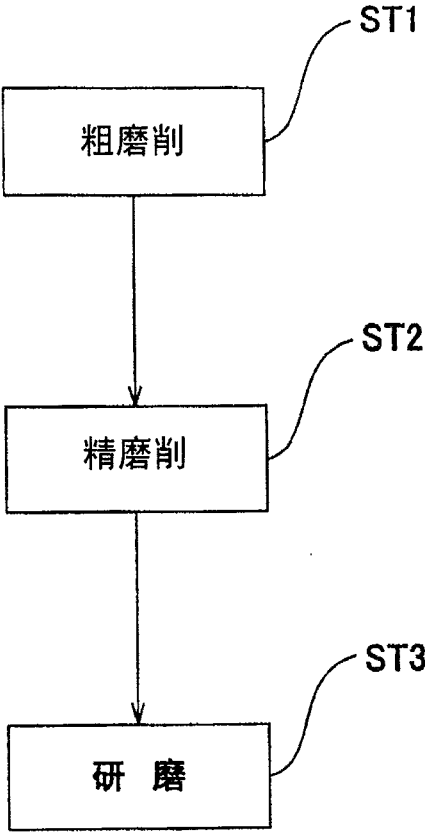


图 1

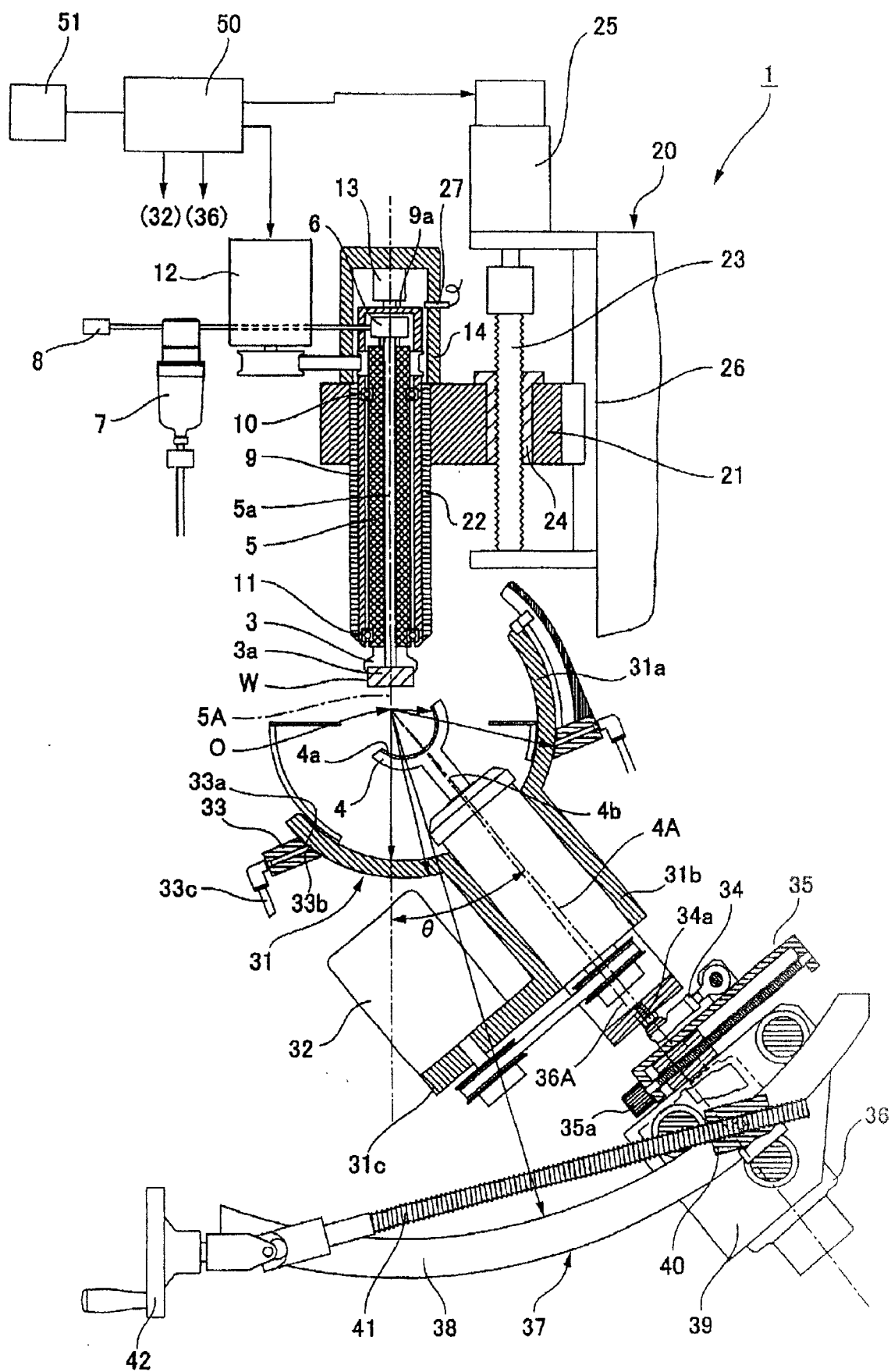


图 2

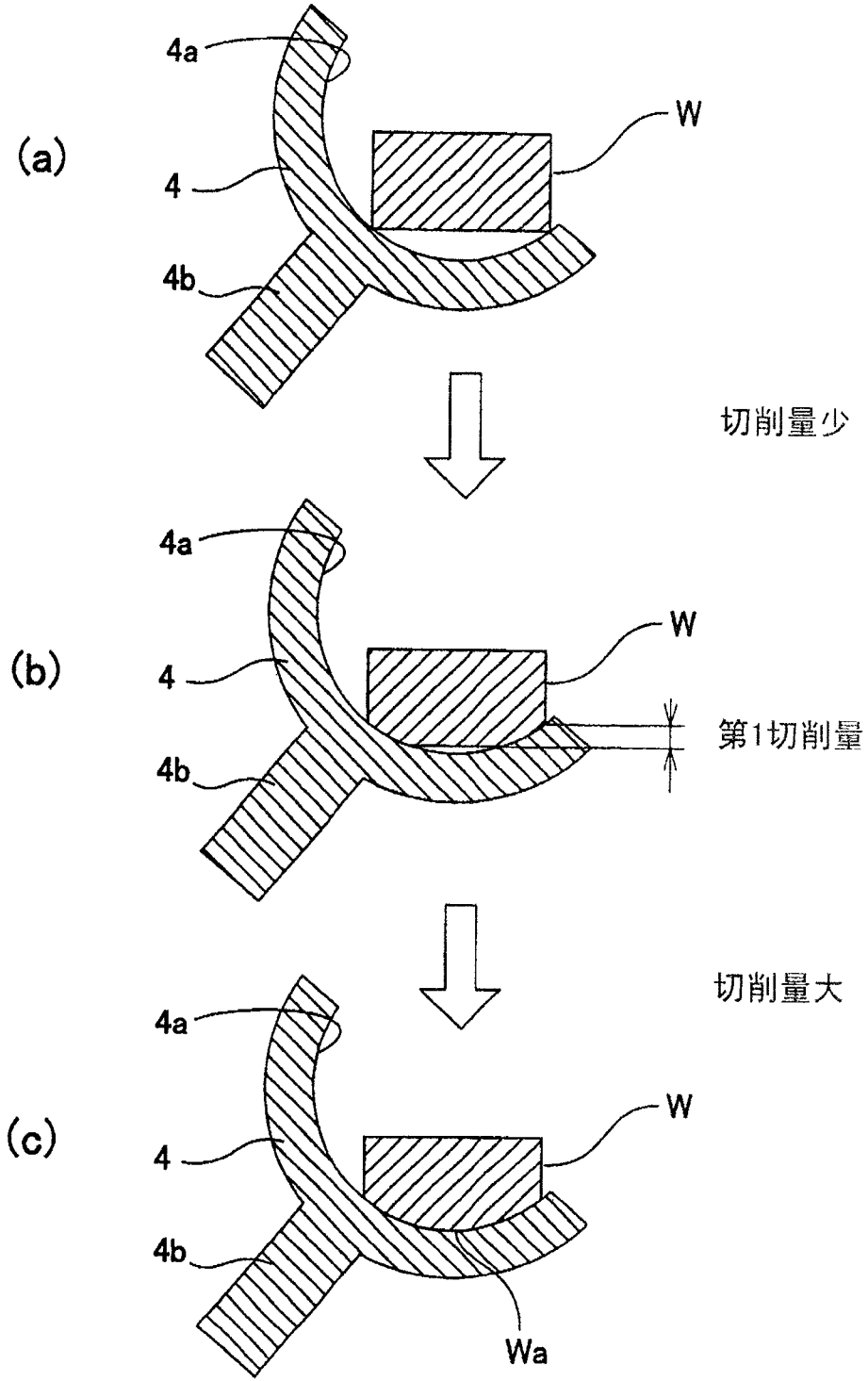


图 3