

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

B24B 5/42

B24B 1/00



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 00810106. X

[45] 授权公告日 2004 年 7 月 14 日

[11] 授权公告号 CN 1157276C

[22] 申请日 2000. 4. 20 [21] 申请号 00810106. X

[30] 优先权

[32] 1999. 4. 30 [33] DE [31] 19919893. 4

[86] 国际申请 PCT/EP2000/003633 2000. 4. 20

[87] 国际公布 WO2000/066323 德 2000. 11. 9

[85] 进入国家阶段日期 2001. 10. 30

[71] 专利权人 埃尔温·容克尔机械制造有限公司

地址 德国诺德拉赫

[72] 发明人 埃尔温·容克尔

审查员 孙建梅

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

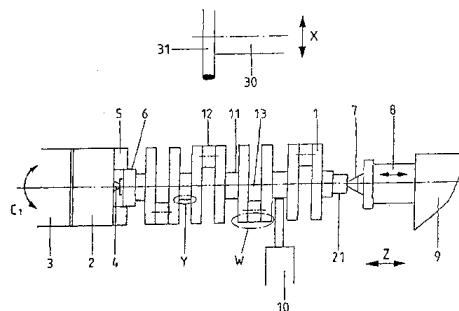
代理人 王仲贤

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 4 页

[54] 发明名称 对夹固在夹具中的曲轴进行的粗磨和精磨

[57] 摘要

本发明涉及一种对中心夹固的曲轴(1)进行磨削的方法、一种实施此方法的曲轴-磨床以及一种由高合金钢或铸材构成的曲轴(1)。根据本发明的方法对夹具中夹固的曲轴(1)的曲柄连杆(12)和主轴(11)进行磨削,首先至少对主轴(11)进行粗磨并接着对曲柄连杆(12)并在此后对主轴(11)进行精磨。曲轴-磨床(43)构成加工中心,利用该加工中心仅需一次夹固即可实现相应的粗磨和精磨。



ISSN 1008-4274

1.一种对被中心夹固的曲轴（1）进行磨削加工的方法，其特征在于，  
5 经一次夹固以如下方式对夹固在夹具中的所述曲轴的曲柄连杆（12）和  
主轴（11）进行磨削加工，首先至少对主轴（11）进行粗磨，和接着对  
曲柄连杆（12）进行精磨和此后对主轴（11）进行精磨。

2.按照权利要求 1 所述的方法，其中对曲柄连杆（12）也进行粗磨。

3.按照权利要求 2 所述的方法，其中在对主轴（11）粗磨后对曲柄  
10 连杆(12)进行粗磨。

4.按照权利要求 1 至 3 中任一项所述的方法，其中仅用一个砂轮（31、  
204）进行粗磨和精磨。

5.按照权利要求 1 至 3 中任一项所述的方法，其中分别用一砂轮（31、  
204）进行粗磨和精磨。

6.按照权利要求 1 至 3 中任一项所述的方法，其中至少对主轴（11）  
15 和曲柄连杆（12）分别用一个砂轮（31、204）进行粗磨和精磨。

7.按照权利要求 4 所述的方法，其中用一刚玉砂轮进行磨削加工。

8.按照权利要求 4 所述的方法，其中用一 CBN-砂轮进行磨削加工。

9.按照权利要求 7 所述的方法，其中刚玉-砂轮的磨削速度在 35 米/  
20 秒至 100 米/秒。

10. 按照权利要求 9 所述的方法，其中刚玉-砂轮的磨削速度为 45  
米/秒至 100 米/秒。

11. 按照权利要求 9 所述的方法，其中刚玉-砂轮的磨削速度为 45  
米/秒至 70 米/秒。

12.按照权利要求 8 所述的方法，其中陶瓷 CBN-砂轮的磨削速度在  
25 40 米/秒至 140 米/秒范围内，并且镀锌 CBN-砂轮的磨削速度在 80 米/秒  
至 200 米/秒范围内。

13. 按照权利要求 8 所述的方法，其中陶瓷 CBN-砂轮的磨削速度  
30 在 80 米/秒至 120 米/秒范围内，并且镀锌 CBN-砂轮的磨削速度在 100 米  
/秒至 140 米/秒范围内。

---

14.按照权利要求 1 至 3 中任一项所述的方法，其中在对主轴（11）粗磨时至少将一个主轴（11）磨削成支架座（10）。

## 对夹固在夹具中的曲轴进行的粗磨和精磨

5

### 技术领域

本发明涉及一种对被中心夹固的曲轴进行磨削加工的方法。

### 背景技术

10 对曲轴进行磨削加工采用已知的方法时，要在不同的机床上的多个步骤中，分多个工步在专门为此装备的磨床上进行。在 DE 43 807 中披露了另一种方法及相应的设备。其中轴向排列的曲轴被夹固在磨床的工件主轴座与尾座的顶尖之间。在该夹具中对曲轴的所有轴、曲柄连杆、凸缘、轴颈和端面进行精磨。其中至少采用两个具有相应外形的砂轮。

15 根据现有技术已知，一方面在多台磨床的多个加工步骤中制作曲轴或对一夹具夹固的曲轴进行精磨。

### 发明内容

20 本发明的目的在于，提出一种用于对曲轴磨削加工的方法，其中可以改善曲轴尺寸公差、形状公差和加工公差并缩短加工时间。

实现本发明目的的技术方案如下：

一种对被中心夹固的曲轴进行磨削加工的方法，其特征在于，经一次夹固以如下方式对夹固在夹具中的所述曲轴的曲柄连杆和主轴进行磨削加工，首先至少对主轴进行粗磨，和接着对曲柄连杆进行精磨和此后  
25 对主轴进行精磨。

根据本发明的对被中心夹固的曲轴磨削加工的方法，以如下方式对夹固在夹具中的所述曲轴的曲柄连杆和主轴进行磨削加工，首先至少对主轴进行粗磨，和接着对曲柄连杆并此后对主轴进行精磨。因而在进行例如切削预加工后，为了实现有关预定的尺寸-、形状-和位置公差的所  
30 要求的质量应对曲轴经一次夹固进行从粗磨至接着实现成品尺寸的多个

加工阶段。一方面采用此方式可以节省许多通常用于对机床换装以及对曲轴夹固和又解除夹固所需的时间。另一方面通过本发明磨削加工方式实现对在对轴磨削加工时材料中释放出的应力的充分的补偿，从而在加工后可以避免曲轴的变形。

5 根据本发明的进一步的设计，除了对主轴，还对曲柄连杆进行粗磨。宜对主轴粗磨后再对曲柄连杆进行粗磨。由于各种曲轴的轴位置大多具有不同的形状，例如具有侧倒圆或凹口，所以通过如上所述对曲轴的粗磨可以成功地避免由在曲轴中释放的应力导致的在成品上的变形。其中在粗磨及精磨时可以对侧壁同时进行磨削，而不会在精磨后超过所要求的公差值。经证明，经调质处理的钢制作的曲轴是本发明的方法以及曲轴-磨床的特别优选的应用领域。在对曲轴进行前期的的热处理时，则在曲轴中存在特别大的危险，即基于在磨削过程中工件上释放出的应力曲轴将会变形。采用本发明的加工方法可以在精磨时消除该变形。

10 根据本发明方法的设计，用唯一一个砂轮进行粗磨和精磨。根据本发明的另一方法，分别用一个砂轮进行粗磨和精磨。与此相反，可以采用一个砂轮进行粗磨并采用另一砂轮进行精磨，分别针对不同的磨削加工应用不同的砂轮技术指标和尺寸。根据本发明方法的另一设计，分别用一个砂轮对主轴和曲柄连杆进行粗磨和精磨。曲柄连杆及主轴可以具有不同的加工公差。通过将一砂轮配属给一个有待加工种类的曲轴的轴实现对所采用的砂轮技术指标的适配调整。

15 宜采用一 CBN（立方晶形氮化硼）-砂轮进行磨削加工。一方面此点可以实现高的磨削速度，另一方面这种砂轮磨损很小。因此可以明显地延长砂轮的寿命并随之可能的作用时间的总和。另外采用 CBN-砂轮可以保证最高的给定的公差。但也可以采用刚玉砂轮替代 CBN-砂轮。

20 如果将 CBN-砂轮的磨削速度调整到 40 米/秒至 140 米/秒，优选 80 米/秒至 120 米/秒范围内，并且将镀锌的 CBN-砂轮的磨削速度调整到 80 米/秒至 200 米/秒，优选 100 米/秒至 140 米/秒范围内，则就改善公差而言可以取得特别好的效果。另外也可以在磨削速度在 35 米/秒至 100 米/秒，优选在 45 米/秒至 70 米/秒范围内应用刚玉砂轮。对这些值例如视曲轴的尺寸以及在曲轴上有待加工的几何形状、砂轮精确的成分和所要求

30

的表面光洁度等可以上下略有浮动。

当曲轴较长时在加工时将会出现曲轴易于振动的问题。所以根据本发明的方法的进一步设计，为了对振动进行抑制、为了克服在对主轴进行粗磨时由于加工力而产生的弯曲应对曲轴进行支撑，应至少将一个主  
5 轴磨成支架座。采用此方式缩短了曲轴的未被支撑段的长度。另外应用支架可以防止因伴随加工时的旋转曲轴的自重产生的挠曲。

特别是根据上述的方法可以制造在其中的一段具有很高的精度要求的长的曲轴，例如长度超过 300mm 的小轿车和载重卡车的发动机所需的具有高精度的段。另外上述方法同样也适于制造例如长度等于或大于  
10 100mm 的小型发动机。

另外本发明涉及一种用于实施根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的方法的曲轴-磨床，所述磨床具有一个尾座和一个工件主轴座。具有主轴和曲柄连杆的曲轴被中心夹固在尾座和工件主轴座之间。另外曲轴-磨床具有至少一个砂轮轴座和至少一个砂轮。磨床构成一个加工中心，利用  
15 此加工中心只需一次夹固采用至少一个砂轮至少可对曲轴的主轴粗磨加工并且此后对其曲柄连杆并接着对其主轴进行精磨加工。

由于曲轴在粗磨和精磨时并不需要从一台磨床的夹具中卸下来并夹固在另一台磨床上，所以曲轴-磨床构成一个加工中心。另外曲轴-磨床具有用于粗磨和精磨所需的磨具，而不需要其它的与加工中心分开的磨  
20 具。优选采用 CBN-砂轮作为磨削砂轮。该种砂轮可实现高质量的精度并需要较少的加工时间。

根据本发明的曲轴-磨床的进一步设计，在砂轮轴座上设置有一个第一砂轮和第二砂轮，其中用第一砂轮对曲轴进行粗磨并用第二砂轮对曲轴进行精磨。采用此方式，对曲轴-磨床一方面可以应用各种砂轮，另一  
25 方面也可以用与某个砂轮适配的不同的磨削及进给速度制造曲轴。优选曲轴-磨床的设计应能利用第一砂轮对主轴进行粗磨和精磨并用第二砂轮对曲柄连杆进行粗磨和精磨。采用此方式可以分别视所要求的公差范围对所采用的砂轮和它的加工过程进行精确的适配调整。此点在可实现高的加工质量的同时提高了所采用的砂轮的工作寿命。

30 根据曲轴-磨床的另一设计，具有至少两个分别带有一个砂轮的轴

座，其中对曲轴用两个砂轮进行粗磨和精磨。根据该设计的进一步的设计，在磨床的一侧设置有两个轴座并且在磨床的与该侧相对的一侧设置有第三个轴座并且每个轴座上至少固定有一个砂轮。此种设置可以实现由各侧同时作用于曲轴。因此可以进一步缩短加工时间。视有待加工的曲轴的长度的不同还可以对曲轴-磨床相应的增加其它的轴座。为此加工中心为模块结构，因而可根据各种曲轴相应地选择和安装诸如工件主轴座、尾座、砂轮轴座等将应用的模块。

加工时基于一个或多个砂轮在曲轴长度上的作用将会出现扭力。该扭力将会导致加工时的曲轴部分上的位置偏差，该位置偏差将降低加工质量。经证实，对该尽管很微弱，但对有待实现的成品尺寸将起着明显作用的扭力可采用如下方式加以补偿，即尾座具有一个驱动装置，该驱动装置与工件主轴座的驱动装置电气耦合，实现两个驱动装置的同步运转。以此方式吸收作用于曲轴上的剪切力，并避免在曲轴长度上出现扭曲。

对由铸材或高合金钢制成的曲轴通过在加工中心的加工可以达到很高的质量要求，其中只需一次夹固至少对主轴进行粗磨并此后对曲柄连杆和主轴进行精磨。此点根据所实现的公差质量特别是在曲轴长度至少为 100mm，特别是在 300mm 时已得到证实。采用此方式制造的曲轴的最大主轴外圆公差等于或小于 0.01mm。

可根据如下两种方案采用曲轴-磨床进行上述粗磨：

1. 优选一镀锌的 CBN-砂轮将坯件粗磨到备接着进行精磨的中间尺寸和

2. 在预先对轴进行切削加工后，将曲轴粗磨到中间尺寸并接着进行精磨，其中优选采用陶瓷结合的 CBN-砂轮。

在下面的附图中所示的加工举例中应用的是根据第二种方案的粗磨工艺。但也可以通过不同的砂轮配置组合同样也可以实现第一种方案的粗磨。在根据第一或第二方案进行的粗磨后将根据上述方法进行精磨。

#### 附图说明

下述的附图将举例示出本发明并对这些进一步有益的可以与迄今已

提及的特征组合在一起的特征加以说明。图中示出：

图 1 用于说明实现高质量的问题的被夹固的曲轴的视图；

图 2 为图 1 主轴 Y 断面的侧视图；

图 3 为图 1 曲柄连杆的带有侧倒圆和磨削加工好的凸缘的 W 断面的  
5 示图；

图 4 为第一轴位置的截面图；

图 5 为第二轴位置的截面图；

图 6 为第一种曲轴-磨床的俯视简图；

图 7 为砂轮轴座结构图；

10 图 8 为第二种曲轴-磨床的俯视简图。

### 具体实施方式

图 1 为被夹固的曲轴 1 的视图。所述曲轴 1 被夹固在卡盘 2 中，卡盘 2 套装在图中未进一步示出的工件主轴座的工件主轴 3 上。第一顶尖  
15 4 位于卡盘 2 的中心，曲轴 1 的中心对准顶尖。通过卡盘 2 的卡爪 5 曲轴 1 被径向卡紧，卡爪卡在曲轴 1 凸缘 6 的外圆上。曲轴 1 的另一轴端被尾座 9 上的第二顶尖 7 顶住。尾座 9 上的第二顶尖 7 固定在可轴向移动的顶尖套筒 8 上。对尾座 9 也可以装配与在工件主轴座上的卡盘相同的另一卡盘替代第二顶尖 7（对此图中未示出）。这时卡盘的卡爪卡在曲  
20 轴 1 的轴颈端 21 上。对曲轴 1 可以在微弱的压力、无压力或在轴向拉力的情况下卡紧。按照图 1 所示的设计以如下方式实现对曲轴 1 的驱动，曲轴 1 以主轴 11 为圆心被具有卡盘 2 的工件主轴 3 驱动。如箭头 C1 所示，作为 CNC（计算机数字控制）-轴实现驱动。在另一实施方式中也可以用一被驱动的尾座顶针套筒（CNC-轴，C2）替代第二顶尖 7。另外，  
25 在图中还示出带有砂轮 31 的砂轮轴 30。砂轮轴 30 装设在图中未被详细示出的砂轮轴座机架上，该机架可利用 CNC-轴在 X 轴向上运行。具有卡爪 2 的工件主轴座和尾座 9 安装在图中未详细示出的工作台上，所述工作台可在 Z 轴向上运行。以如下方式实现对曲轴 1 的夹固，曲轴 1 的中轴 13 精确地对准工件主轴 3 和尾座顶针套筒 8 的中轴。例如可采用一  
30 安装在工作台上的支架 10 实现对曲轴 1 的支撑。所述支架 10 可在轴向



上贴靠在预定的主轴 11 上。可以采用不同的砂轮轴配置方案实现对曲轴 1 的磨削加工，所以可以采取不同的曲轴-磨床-结构方案。下述的图 6 至 8 示出几种变型方案。

如图 1 所示，砂轮 31 作用于曲轴 1。特别是例如对具有相应的铬、  
5 钼和钒分量的高合金钢或例如为 GGG60/70/80 的相应的铸件材质时，将  
存在由于机加工而在曲轴的长度上出现变形的危险。其中出现的偏差将  
达到 0.4mm。因此，采用高级的在机加工时特别易于变形的材料时不可  
能保证实现有关预定的公差所要求的很高的质量。通过至少对主轴进行  
10 粗磨并此后对曲柄连杆和主轴进行精磨，可以消除在机加工时释放出的  
应力，从而避免在下一道工序中产生的变形并可以甚至保证实现主轴上  
例如等于和小于 0.01mm 的同心性公差。其中，优选在第一主轴和最后  
的主轴之间测量同心性公差。如果只有两个主轴，则优选在两个顶尖之  
间测出同心性公差。由于基于在发动机中的轴承仅允许有很小的公差，  
所以保证最大的同心性公差是特别重要的。但相对于提升高度的曲柄连  
15 杆的公差可以较大，因为该公差在发动机中仅决定上转变点和下转变点  
的位置。

在选择曲轴材料时还要注意到，与取决于对曲轴的淬火工艺相同，  
还取决于对主轴的粗磨和精磨是否是在唯一一个工序中实现的。其中要  
注意到，尤其是在铸件轴上产生的应力较小并因此造成的变形也较小。

20 图 2 为图 1 的具有侧凹口的主轴的 Y 断面的侧视图。图中对照曲轴  
1 的主轴 11 示出如何应用本方法及采用曲轴-磨床实现迄今已知的外形。  
其中的侧凹口是通过切削预加工形成的。图中用点划线 203 表示曲轴 1  
的坯件尺寸。用具有研磨覆层 205 的砂轮进行粗磨时，首先粗磨到中间  
尺寸 202。中间尺寸 202 的直径大于有待实现的成品尺寸的直径。在图  
25 中用轮廓线 201 表示主轴 11 的成品尺寸。在该应用举例中并未对曲轴 1  
的主轴 11 的两个侧壁 206 一起磨削加工。

图 3 示出带有侧倒圆和磨好的侧壁的图 1 所示的曲柄连杆 12 的 W-  
断面。曲柄连杆 12 具有侧倒圆，该侧倒圆与下方的方形肩相同被粗磨。  
在精磨时倒圆不再被完全地一起磨削加工，这是因为在安装曲轴 1 时倒  
30 圆并不贴靠在发动机机壳的轴承套上。在图 2 和 3 中所示的轴同样也可

以相反用于曲柄连杆及主轴的实施。

图 4 为曲轴 1 的轴位置的截面图。该轴位置优选是曲柄连杆，其中轴位置完全与侧倒圆和配属的侧壁一起被磨削加工。

图 5 为轴位置的另一个截面图。其中点划中心线表示汽缸的外形轮廓线。轴滑动面对此偏移几微米具有一个球形的形状，该滑动面用划线示出。图中的实线表示与轴滑动面相反的形状。该实线与外形轮廓线的中心线同样具有几微米的间距。这种凹、凸形状是通过根据上述方法采用的砂轮进行调整实现的。

为了实现有关质量而言的可能的最好的效果，可以采用多种根据用于对主轴和曲柄连杆进行磨削的方法的方案：例如首先对主轴也包括支架座进行粗磨。接着用同一个砂轮或用第二个砂轮对曲柄连杆进行粗磨。在对曲柄连杆粗磨后将再将其精磨到成品尺寸并接着对主轴进行精磨。对曲柄连杆的粗磨和精磨也可以根据曲轴的类型在一个工序中完成。所有方案的共同点是，与选用的曲轴-磨床无关，曲轴的所有的主轴和曲柄连杆都只需一次夹固被磨削加工到中间尺寸及成品尺寸。

图 6 示出第一种曲轴-磨床 43 的俯视简图。在床身上，工件主轴座 40 和尾座 9 安装在一图中未示出的工作台上。工作台以一种公知的方式可在 CNC-轴 z 方向上运行。砂轮轴座 42 用于固定砂轮轴 30，砂轮轴 30 用于固定砂轮。砂轮轴座 42 设置在导轨上并可在 x 轴向上运行。CNC-轴向 X 和 Z 优选相互垂直。所示的加工中心可实现根据上述方法对一次夹固的曲轴 1 进行粗磨和精磨，不必反复拆卸再重新夹固。因此可以成功地保证实现更小的公差范围。

图 7 示出砂轮轴座 36 的设计。砂轮轴座 36 具有第一砂轮轴 I 和第二砂轮轴 II。这两个砂轮轴被固定一个砂轮轴座机架上并因此可以在水平方向上旋转。一方面此点可以实现对第一砂轮轴 I 或第二砂轮轴 II 的选择应用。另外此点还可以实现第一轴 32 与第二轴 34 不同的设计。例如可设计预给定不同的速度范围。另外砂轮轴座 36 可以实现对不同砂轮的应用。例如第一砂轮 33 是刚玉砂轮，而第二砂轮 35 是 CBN-砂轮。同样砂轮座 36 的设计可以允许在砂轮座上应用不同直径的砂轮。通过对结构的相应的空间分布砂轮座 36 还可以实现在一个砂轮作用于曲轴的同

时，另一个砂轮处于空闲状态。为此砂轮座 36 可水平旋转。除了不同的尺寸和材料外，另外砂轮还可以视其有待实现的质量而有所不同。例如一个砂轮是粗磨砂轮，而另一个砂轮是精磨砂轮。

图 8 示出第二种曲轴-磨床 44。该磨床构成加工中心，是一个具有两个砂轮轴座的磨床方案。每个砂轮轴座具有相互独立的 CNC-轴 X 和 Z。这意味着，砂轮轴座的某个砂轮可相互不受影响地根据 CNC-程序加在曲轴的不同轴位置上。对该机床方案还可以扩大增加其它的砂轮轴座。尤其是为了实现对空间的利用宜对两个砂轮轴座在相对的位置设置一附加的砂轮轴座。这样一种装置在同时作用时的优点在于，相互反向作用于曲轴的力被相互消除。也可以以如下方式实现对加工中心的空间设计的利用，与位于曲轴一侧的砂轮轴座直接相对设置一个在曲轴相反侧的砂轮轴座。

## 附图标记对照表

1	曲轴
2	卡盘
3	磨具轴
4	第一顶尖
5	卡爪
6	凸缘
7	第二顶尖
8	尾座顶尖套筒
9	尾座
10	支架
11	主轴
12	曲柄连杆
13	中轴
21	轴颈端
30	砂轮轴
31	砂轮
32	第一轴
33	第一砂轮
34	第二轴
35	第二砂轮
36	砂轮轴座
40	工件主轴座
41	床身
42	砂轮轴座
43	第一种曲轴-磨床
44	第二种曲轴-磨床
201	轮廓线

---

202	中间尺寸
203	坯件尺寸
204	砂轮
205	砂轮的研磨覆层
206	侧壁
I	第一砂轮轴
II	第二砂轮轴
C1	磨具轴的 CNC-轴的驱动装置
C2	尾座顶尖套筒的 CNC-轴的驱动装置
X	CNC-轴
Z	CNC-轴

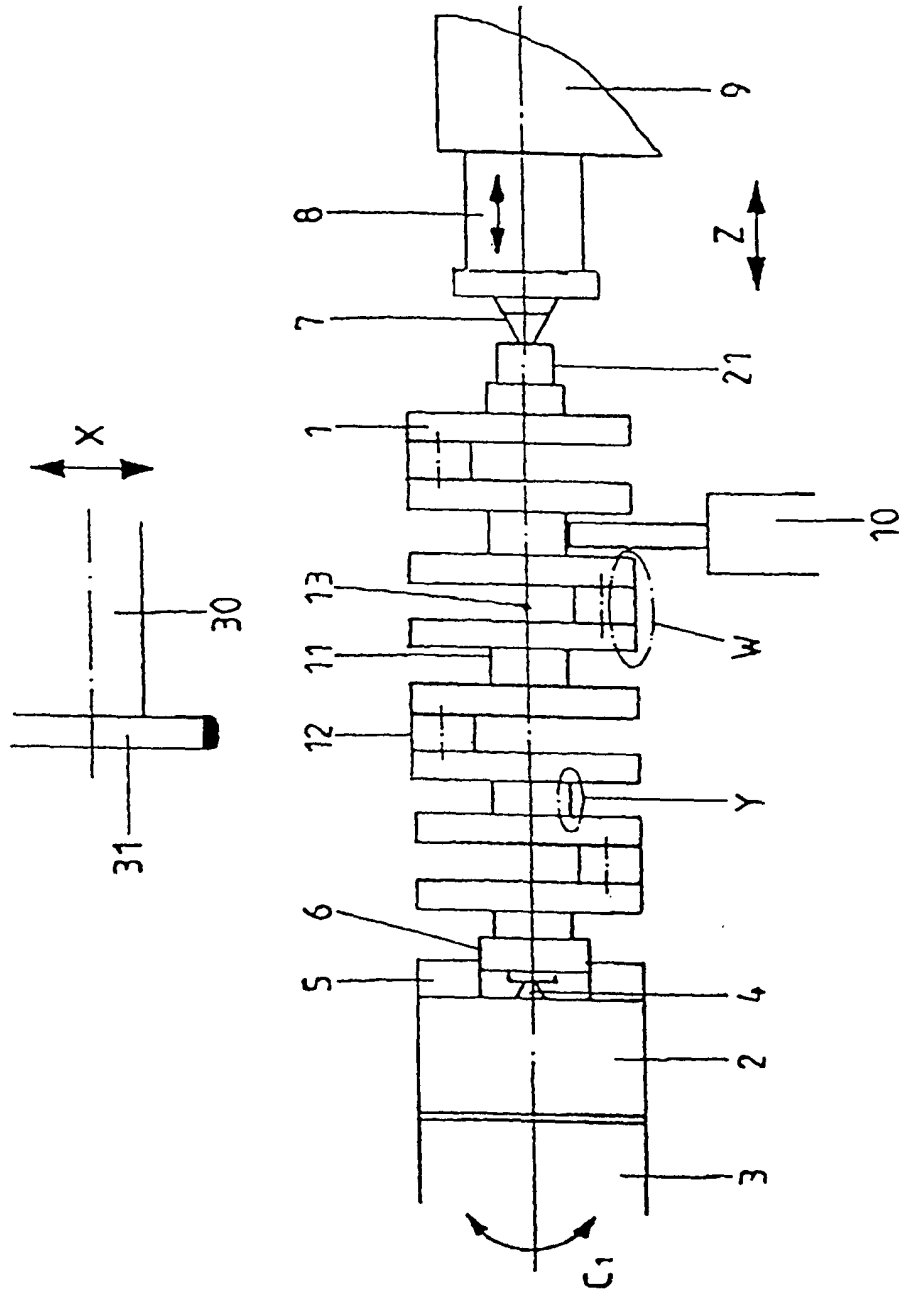


图 1

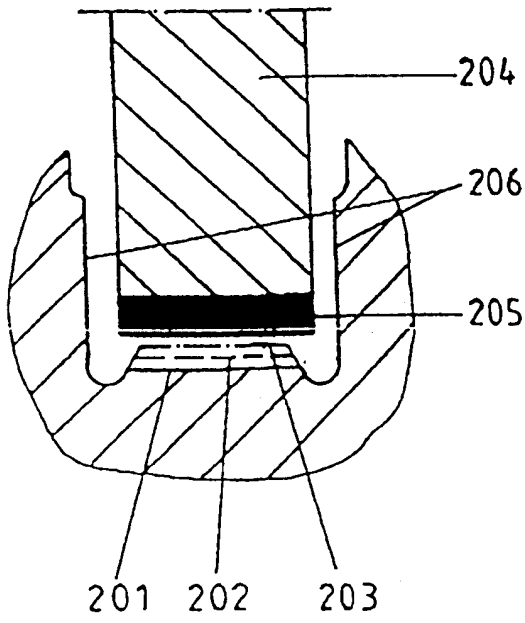


图 2

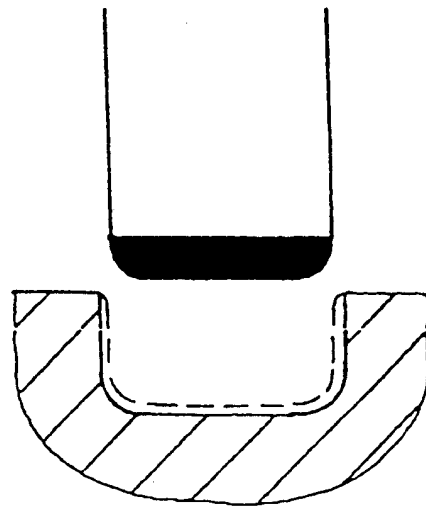


图 4

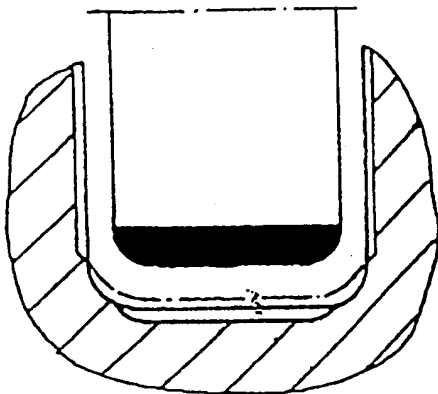


图 3

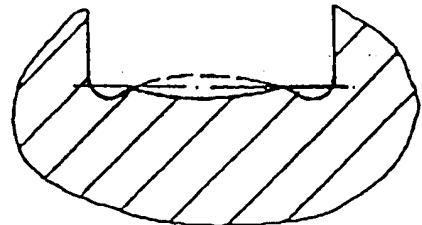


图 5

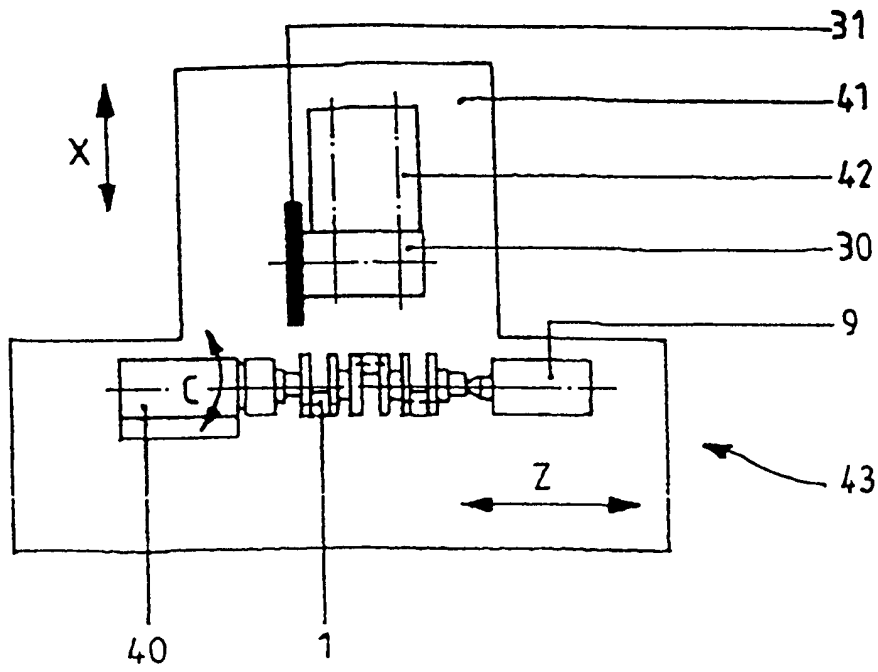


图 6

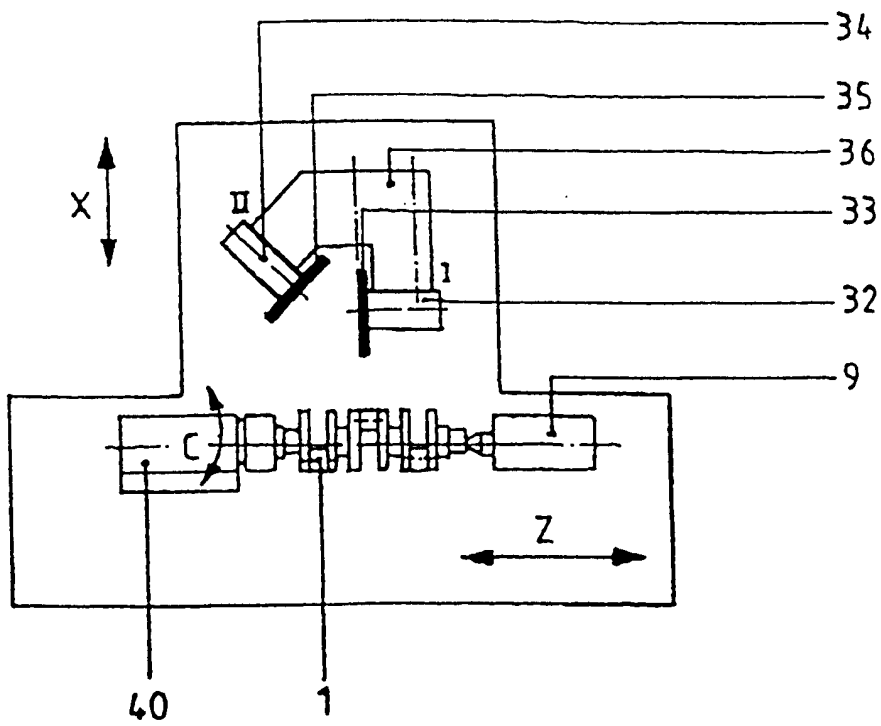


图 7



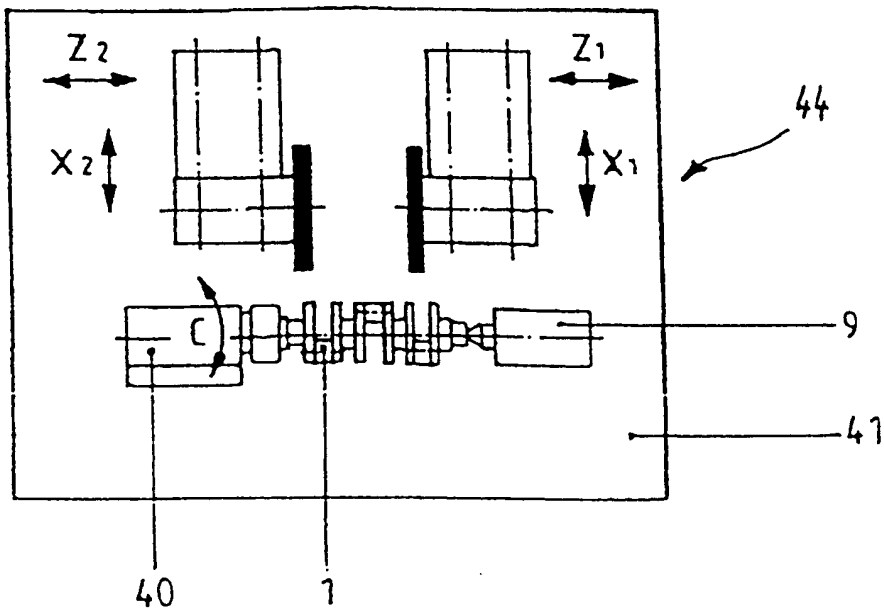


图 8