



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1958227 B

(45) 授权公告日 2010.05.12

(21) 申请号 200610143371.0

(22) 申请日 2006.10.31

(30) 优先权数据

102005052314.5 2005.11.01 DE

(73) 专利权人 萨特隆有限公司

地址 德国威茨拉市

(72) 发明人 M·萨沃伊

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司
31100

代理人 张兰英

(51) Int. Cl.

B23Q 1/26 (2006.01)

B23Q 1/42 (2006.01)

B23Q 11/12 (2006.01)

B23B 21/00 (2006.01)

F16C 32/06 (2006.01)

(56) 对比文件

US 2005/0005744 A1, 2005.01.13, 全文.

US 2005/0147332 A1, 2005.07.07, 全文.

JP 3290087 B2, 2002.03.22, 全文.

EP 0849038 A2, 1998.06.24, 全文.

JP 2000-240652 A, 2000.09.05, 全文.

JP 10-205537 A, 1998.08.04, 全文.

审查员 陈华

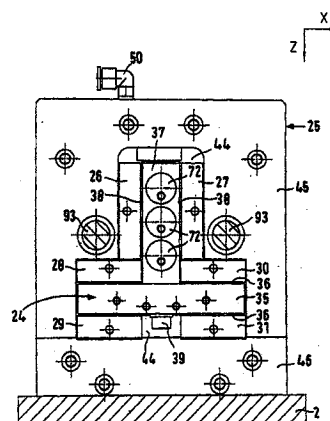
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 8 页

(54) 发明名称

用于加工光学工件的车床的快速工具结构

(57) 摘要

一种特别用于加工光学工件的车床的快速工具结构,其具有一车架(24),用于线性往复运动的车架在外壳(25)内在相对于外壳静止的支承元件(26至31)上被导向,车架在其外端处承载一用于工具或工件的保持器,而在其内端处与一移动的线圈驱动器(34)有效地连接,车架(24)具有一T形的横截面,带有平面平行的突缘和腹板面(36、38),其中,支承元件(26至31)成对地布置在成形腹板(37)和成形突缘(35)的两侧上。



1. 一用于加工光学工件的车床的快速工具结构,具有一车架(24),用于线性往复运动的车架在外壳(25)内在相对于外壳静止的支承元件上被导向,车架在其外端处承载一用于工具(21)或工件的保持器(33),而在其内端处与一移动的线圈驱动器(34)活动地连接,所述移动的线圈驱动器(34)包括移动线圈(69)并且由一驱动器外壳(57)包围,其特征在于,车架(24)具有一T形的横截面,带有平面平行的突缘和腹板面(36、38),其中,支承元件成对地布置在成形腹板(37)和成形突缘(35)的两侧上。

2. 如权利要求1所述的快速工具结构,其特征在于,外壳(25)具有一在其全长上延伸的T形凹陷(44),以保持车架(24)和支承元件。

3. 如权利要求1所述的快速工具结构,其特征在于,外壳(25)由两块形成,具有一带有布置在其中的T形凹陷(44)的上部(45)以及一板形的下部(46),其中,下部(46)关闭位于其突缘侧上的T形凹陷(44)。

4. 如权利要求1所述的快速工具结构,其特征在于,车架(24)包括两块平面平行的板,这两块板彼此垂直地成一T形式布置。

5. 如权利要求4所述的快速工具结构,其特征在于,车架(24)的两块板用螺栓(39)螺纹地连接在一起。

6. 如权利要求1所述的快速工具结构,其特征在于,形成成形腹板(37)的板基本上在其全长上设置有圆柱形的纵向孔(40、41、42),而形成成形突缘(35)的板在其全宽上设置有横向孔(43)。

7. 如权利要求6所述的快速工具结构,其特征在于,螺栓(39)各邻近于横向孔(43)被导向通过板。

8. 如权利要求1所述的快速工具结构,其特征在于,包围所述移动的线圈驱动器(34)的所述驱动器外壳(57)连接到用于车架(24)的外壳(25)以形成一间隙(58),其中,所述驱动器外壳(57)和车架(24)的外壳(25)用螺栓栓定到车床的机器框架(2)。

9. 如权利要求1所述的快速工具结构,其特征在于,在移动的线圈驱动器(34)的永久磁体(63)的外壳表面(76)和包围永久磁体(63)的驱动器外壳(57)之间设置一密封的第一环形腔(77),以形成用作一冷却剂的通道。

10. 如权利要求1所述的快速工具结构,其特征在于,支承元件是气动支承元件(26至31),移动的线圈驱动器(34)的移动线圈(69)是空气冷却的,其中,冷却空气导向到外侧,与从气动支承元件抽去的空气和由移动线圈(69)排出的空气一起通过沉浸移动线圈(69)的第二环形腔(68),并通过一在其外端上关闭驱动器外壳(57)的背板(64)。

11. 如权利要求1所述的快速工具结构,其特征在于,车架(24)用螺栓栓定在移动线圈(69),其间插入一绝热板(70)。

12. 如权利要求11所述的快速工具结构,其特征在于,绝热板(70)设置有多槽(73),以容纳从驱动外壳(57)导向到外侧的移动线圈(69)的连接电缆。

13. 如权利要求1所述的快速工具结构,其特征在于,移动限制阻挡元件相对于外壳为静止,设置该阻挡元件用于车架(24)和牢固地连接到其上的移动线圈(69)。

14. 如权利要求13所述的快速工具结构,其特征在于,沿一个运动方向有效的阻挡元件是一阻挡杆(87),阻挡杆(87)同心地导向通过移动的线圈驱动器(34)的永久磁体(63),阻挡杆(87)的阻挡表面(88)面向移动线圈(69)的内端,阻挡杆(87)的外端通过阻

尼弹簧元件与驱动器外壳 (57) 的背板 (64) 连接。

15. 如权利要求 13 所述的快速工具结构,其特征在于,沿另一个运动方向有效的阻挡元件由弹性体材料形成的缓冲器元件 (93) 形成,缓冲器元件 (93) 附连到外壳 (25) 并面向移动线圈 (69) 的相邻表面。

用于加工光学工件的车床的快速工具结构

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用来加工光学工件的车床的快速工具结构。尤其是,该快速工具结构提供用来加工塑料眼镜镜片。

[0002] 高速工具结构是一在转动过程中沿馈送方向用于工具的高速动态运动的附加的机器部件。尤其是对超高精度的机器来说,利用这样一快速工具结构,通过转动过程可产生诸如自由形态表面、环形圆纹表面、以及类似表面的非旋转的对称形式。转动的和线性的快速工具系统是公知的。本发明涉及一线性系统。

背景技术

[0003] 快速工具结构可从 WO 02/06005A1 得以了解。在根据该出版物的图 7 所示的实施例中,车架(也称之为“滑梭”)可导向地安装在平的气动支承元件上。气动支承元件因其优秀的特性特别适用于这样的结构。因为安装和导向的发生都是非接触的,所以在实践中其上不发生摩擦和磨损。气动支承元件在操作中没有声音和振动。诸如在快速工具结构中存在的快速运动和高加速/减速变得有可能。气动支承也不需要润滑。

[0004] 在从 WO 02/06005A1 中得以了解的快速工具结构中,只有两个气动支承元件设置在车架的两侧上,并彼此具有一相当的间距,这样,由移动线圈驱动器不可避免产生的热量会导致尺寸很大的变化,由于热膨胀,这不利于布置在气动支承元件之间的金属车架的工作精度。为了避免车架轧住在气动支承元件上,需要有一较大的气隙,然而,这也减小了系统的刚度。

发明内容

[0005] 从根据 WO 02/06005A1 的现有技术出发,本发明基于这样一目的,其提供一按如上所述设计和应用的快速工具结构,其中,车架的热膨胀仅导致非常低的尺寸变化,这样,可实现赋予光学表面的精度和质量上的高要求,并允许车架有高精度的线性导向和安装,甚至对大行程路径和低的车架质量也复如是。根据本发明,提供一用于加工光学工件的车床的快速工具结构,具有一车架,用于线性往复运动的车架在外壳内在相对于外壳静止的支承元件上被导向,车架在其外端处承载一用于工具或工件的保持器,而在其内端处与一移动的线圈驱动器活动地连接,所述移动的线圈驱动器包括移动线圈并且由一驱动器外壳包围,车架具有一 T 形的横截面,带有平面平行的突缘和腹板面,其中,支承元件成对地布置在成形腹板和成形突缘的两侧上。

[0006] 本发明的目的通过上述给出的特征予以实现。本发明有优点的和/或合适的改进由实施例给出,因此也将在下文中作详细描述。

[0007] 根据本发明,在上述的快速工具结构中,提出了具有 T 形截面的车架,其具有平面平行的突缘和腹板面,支承元件成对地布置在成形腹板面和成形突缘的两侧上。

[0008] 由于该车架的设计呈 T 形,所以,车架有小而紧凑的尺寸,因此它具有低的质量,车架可达到高的刚度。由于平面平行的突缘和腹板面,对于车架的承载和导向,这些面可全

宽度和长度地使用在支承元件上。因为车架呈 T 形,所以,支承元件可成对地(即,一对在成形腹板上,两对在成形突缘上,就是说,总共六个支承元件)设置在一紧凑的结构中。由于各对支承元件在它们之间仅分别包围腹板或突缘的材料厚度,所以,热膨胀对车架的尺寸只具有非常小的影响,由此,对支承元件上的车架的导向精度影响很小。

[0009] 作为本发明概念的部分,上述的用于车架的支承和导向的外壳具有一 T 形凹陷,其适于车架和支承元件的尺寸。较佳地,该外壳形成为两个部分。

[0010] 车架较佳地由两块平面平行的板组成,它们通过螺栓连接在一起。车架和外壳由几何简单的矩形部件构造,这允许一精密而经济的生产。

[0011] 该车架因其结构的原因而做得紧凑和重量轻,该车架还可通过提供成形腹板内的纵向孔和成形突缘内的横向孔而具有进一步有利的重量减轻。在一板状的螺纹结构中,它适于导向通过形成成形突缘的板内这些邻近于横向孔的螺栓。

[0012] 一合适的外壳分配到车架和移动的线圈驱动器上。这两个外壳较佳地连接在一起形成一间隙,由此,由移动的线圈驱动器的快速运动产生的振动不会直接传输到快速工具结构上,但通过机器框架的质量而被吸收,两个外壳通过螺栓牢固地连接到该机器框架上。

[0013] 为了用空气或冷却剂流体冷却移动的线圈驱动器的永久磁体外壳表面,合适地设置结构。但在本发明另一实施例中,对移动的线圈也设置空气冷却,其中,合适地,冷却空气连同来自形成气动支承元件的支承元件的空气,以及由移动线圈排出的空气,通过沉浸移动线圈的环形腔导向外面。

[0014] 为了消除不受阻碍的热量从移动的线圈驱动器流动到快速工具结构,如果将车架栓定到移动的线圈,并插入一在形状和尺寸上呈热力稳定的绝热塑料隔板。该绝热板合适地具有多个槽,以便容纳移动线圈的连接电缆。

[0015] 为了限制车架和移动线圈的公共路径的移动长度,在本发明另一改进中,沿两个运动方向设置阻挡元件。

附图说明

[0016] 下面参照附图详细地解释本发明进一步的细节,所述附图示出了快速工具结构的应用实例和快速工具结构的一实施例的实例。在诸附图中:

[0017] 图 1 示出一配装用于加工光学工件的根据本发明的两个快速工具结构的机器的立体图,

[0018] 图 2 示出带有移动的线圈驱动器的快速工具结构和附连到配装有一转动工具的快速工具结构的工具保持器的侧视图,

[0019] 图 3 示出沿图 2 中截面线 III-III 的截面图,

[0020] 图 4 示出带有根据图 2 的移动的线圈驱动器但不带有工具保持器的快速工具结构的俯视图,

[0021] 图 5 示出沿图 4 中截面线 V-V 的纵向截面图,

[0022] 图 6 示出图 5 中圈出的圆 VI 内的放大的详图,

[0023] 图 7 示出通过图 5 中所示的车架的放大的纵向截面图,

[0024] 图 8 示出图 7 中车架的内端的前视图,

[0025] 图 9 示出图 4 中所示的快速工具结构的外前视图,以及

[0026] 图 10 示出图 4 中所示的移动的线圈驱动器的外前视图。

具体实施方式

[0027] 首先解释快速工具结构的应用实例,参照图 1,该图示出一 CNC 控制的机器 1 的示意图,具体来说,该机器用来在一直角笛卡儿坐标系中表面加工塑料眼镜镜片 13。在坐标系中,字母 x、y 和 z 表示机器 1 及其部件的宽度方向(x)、长度方向(y)和高度方向(z)。

[0028] 机器 1 具有一带有加工范围 3 的机器框架 2。在图 1 的加工区域 3 的右手侧上,两个沿(水平)宽度方向 x 彼此平行延伸的导向轨道 4 附连到机器框架 2 的上安装面 5。一 x 车架 6 可以是调整的由沿 x 轴的两个方向分配的 CNC 驱动器和控制元件(未示出)控制的 CNC 位置,该 x 车架 6 可位移地安装在导向轨道 4 上。

[0029] 彼此平行沿纵向(也即水平)方向 y 且垂直于导向轨道 4 延伸的另外两个导向轨道 7 附连到 x 车架 6 的上安装表面 8。在一复合台的结构中,一 y 车架 9 可以是调整的由沿 y 轴的两个方向分配的 CNC 驱动器和控制元件(未示出)控制的 CNC 位置,该 y 车架 9 可位移地安装在导向轨道 7 上。

[0030] 附连在 y 车架 9 的下安装面 10 上的是一工件心轴 11,其可借助于一带有 CNC 控制速度和转角的电机 12 被转动地驱动。该工件转动轴线与 y 轴对齐。为了特别地加工眼镜镜片 13 规定的面 14,阻塞在一阻塞块上的眼镜镜片 13 借助于一夹紧装置保持在突出到加工区域 3 内的工件心轴 11 的端部上,以使它可同时地随工件心轴 11 转动。

[0031] 在图 1 所示的加工区域 3 的左手侧上,一铣削单元 15 安装在机器框架 2 上。铣削单元 15 具有一铣削心轴 17,其借助于一电机 16 速度可控地被驱动,在突出到加工区域 3 内的该心轴的端部上安装一铣刀 18。借助于铣削单元 15,可在眼镜镜片 13 上实施一铣削过程,根据 EP 0 758 571 A1 的介绍,该过程包括一冲头加工步骤,其中,铣削工具 18 围绕铣刀转动轴线在速度控制下转动,而眼镜镜片 13 围绕工件转动轴线在转角控制下转动,铣削工具 18 和眼镜镜片 13 可相对于彼此移动,沿两个轴向方向 x 和 y 中的至少一个方向控制位置,以使铣削工具 18 至少在眼镜镜片 13 的外边缘的区域内实施的切削产生一环形的盘形凹陷,然后,通过控制眼镜镜片 13 沿 x 和 y 轴的运动轨道,在成形工作步骤中的铣削工具 18 在眼镜镜片 13 上方沿着一螺旋形路径从外到内地导向,以便移去另外的材料。较佳地在该铣削过程同时执行的诸光学加工步骤是边缘加工和眼镜镜片 13 的刻面加工。在借助于一转动的铣刀 18 进行边缘加工中,执行眼镜镜片坯料的加工,例如,在眼镜镜框形状规定的周缘轮廓上加工,由此,在刻面中眼镜镜片坯料的上或内周缘借助于转动的铣刀 18 进行倒角。

[0032] 在根据图 1 实施例的实例中,两个快速工具结构 19 和 20 以平行布置进行设置。采用附连到快速工具结构并到达加工区域 3 内的转动工具 21 和 22,预先由铣削单元 15 加工过的眼镜镜片 13 的规定表面 14 可在旋转的车削中进行精加工。在此车削加工过程中,表面质量可达到接近于传统抛光过程所获得的质量。快速工具结构 19 和 20 安装在机器框架 2 的一安装面 23 上。此外,包括快速工具结构本身所熟知的加工方法的图 1 所示机器的加工方法不是本发明的目的,所以,在这一点上,不需对加工过程作进一步解释。根据该程度设计的快速工具结构 19 和 20 的设计,将在下文中的结构 19 的实例中作较详细的描述。

[0033] 从图 5 中特别可见,快速工具结构 19 具有一导向转动工具 21(图 2)的车架 24。

在所示实施例的实例中的车架 24 导向在外壳 25 内的六个平的气动支承元件 26 至 31 上作线性往复运动,它的结构可见图 3 中的外壳 25。车架 24 在一突出部 32 上承载一旋入在其上用于转动工具 21 的保持器 33。在其内端处车架 24 活动地与一移动的线圈驱动器 34 连接,这将在下文中作详细描述。

[0034] 车架 24 具有 T 外形的横截面,如图 8 所示,其具有与位于成形突缘 35 上的平面平行的突缘面 36 和与位于成形腹板 37 上的平面平行的腹板面 38。车架 24 由两块平面平行的板组成,它们垂直于呈 T 形的另一个平面布置,并形成成形突缘 35 和成形腹板 37。两个板较佳地包括铝并通过如图 3、5、7 和 8 所示的螺栓 39 连接在一起。

[0035] 由两个板形成的车架 24 的结构允许对平面平行的突缘面 36 和平面平行的腹板面 38 经济地生产,上述两个面形成车架 24 的导向面。对于突缘和腹板面 36、38 的平行度和平整度,可通过精研加工获得非常靠近的公差。在加工之后,两个板可通过硬质阳极氧化给予一硬的耐磨保护层,阳极氧化后可进行进一步的精研磨,导致在平整度、平行度和粗糙度方面形成符合光学质量的表面。以此方式形成的车架 24 的 T 外形实际上允许全部的突缘和腹板面 36、38 提供为支承面,给予导向以最佳的载荷承载能力和非常高的刚性。因为在塑料眼镜镜片的高性能切削过程中可沿 x 和 y 方向发生高的加工力,所以,该刚性特别地有利。

[0036] 为了将重量减到最小,形成成形腹板 37 的板基本上在其全长上设置有圆柱形纵向孔 40 至 42,而形成成形突缘 34 的板基本上在其全宽上设置有横向孔 43(如图 5 和 7 所示)。该结构做成使螺栓 39 通过成形突缘 35 邻近于或在横向孔 43 之间导向。

[0037] 外壳 25 具有一在其全长上延伸的 T 形凹陷 44,以便保持车架 24 和气动支承元件 26 至 31(如结合图 5 的图 3 所示)。外壳 25 包括一上部 45 和一下部 46,其中,T 形凹陷 44 位于上部 45 内,而下部 46 形成为板形并从下面关闭位于突缘侧上的凹陷 44。凹陷 44 通过一面板 47 关闭在外面上,所述面板 47 设置有一用于突出部 32 通过到外面的开口 48。面板 47 通过螺栓 49 与外壳 25 的上部 45 和下部 46 牢固地连接(如结合图 5 的图 9 所示)。

[0038] 导向和承载车架 24 的气动支承元件 26 至 31 成对地布置在成形腹板 37 或成形突缘 35 的两侧上。气动支承元件对 26、27 分配到成形腹板 37,而气动支承元件对 28、29 和 30、31 分配到成形突缘 35。较佳的气动支承元件 26 至 31 是多孔的气动支承,它由 New Way Precision/BS Precision Engineering 公司设计的平的矩形设计。该气动支承元件 26 至 31 借助于反应性树脂粘结剂直接胶接到外壳 25 的凹陷 44 内,并且不需要进一步的调整。气动支承元件 26 至 31 通过对应的槽(未示出)气动地连接到面板 47。作为对特定的平的气动支承元件的一替代方案,构造的支承元件也可用于其中,以及气体也可以静压支承的流体进行操作。

[0039] 布置在车架 24 的顶面上的是一线性路径测量系统,例如,一玻璃测量杆 51,其较佳地允许进入到成形腹板 37 内。分配到玻璃测量杆 51 的是一读取头 52,其相对于玻璃测量杆 51 可调整,并坐落在一读取头保持器 53 内,该保持器 53 又引入到一外壳凹陷 54 内。外壳凹陷 54 可由一盖 55 关闭,盖 55 带有一开口 56,读取头 52 的电缆通过该开口 56 导向到外面。路径测量系统的结构示于图 4 和 5 中。

[0040] 移动的线圈驱动器 34 由一驱动器外壳 57 包围,该驱动器外壳 57 是管状的并连接到用于车架 24 的外壳 25,形成一间隙 58。两个外壳 25 和 57 通过螺栓 59 栓定到机器框架

2(如图 5 和 6 所示)。两个外壳 25 和 57 通过一泡沫橡胶突缘 60 密封抵靠在两个外壳的相对表面上。突缘 60 放置在其中一个外壳面内的槽 61 内。两个外壳 25 和 57 借助于特别地在图 2 中可见的螺栓 62 连接在一起。

[0041] 两个外壳 25 和 57 可通过螺栓 62 彼此牢固地拧紧,但要求的间隙 58 则不形成。因此,较佳地,在组装过程中,通过插入一定位膜,使一稍许的间隙设定在面对的外壳表面之间。快速工具结构 19 和移动的线圈驱动器 34 安装在机器框架 2 上之后,螺栓 62 释放且再次移去定位膜。这样,狭窄的间隙 58 保持在两个外壳之间。其结果,由移动的线圈驱动器 34 的运动产生的振动不直接传输到快速工具结构 19 和测量系统的外壳 25,但被机器框架 2 的质量吸收。

[0042] 移动的线圈驱动器 34 的永久磁体 63 借助于螺栓 65 和 66 牢固地连接到驱动器外壳 57,并一起地连同关闭其中一个驱动器外壳 57 的背板 64(如结合图 10 的图 5 所示)。永久磁体 63 具有一与其中心轴线 67 同心的第二环形腔 68,其保持移动线圈 69 有径向的游隙并在其中可轴向地移动。

[0043] 车架 24 用螺栓栓定在移动线圈,其中插入一绝热板 70。一用于此的钛螺栓 71 旋入到塞头 72 内,塞头用胶粘结在车架 24 的成形腹板 37 内。该绝热板 70 包括绝热、耐热的塑料,其在形状和尺寸上是稳定的(KETRON® PEEK-HPV,制造商 QuadrantEngineering Plastic Products 的商标名)。设置在绝热板 70 内的是诸槽 73,以便容纳导向到驱动器外壳 57 外面的移动线圈 69 的连接电缆(未示出)。这些电缆借助于一塞头配件 75(图 5)通过驱动器外壳 57 的一上开口 74,在不阻挡车架 24 运动的环路中从驱动器外壳 57 中导向出来。

[0044] 在移动的线圈驱动器 34 的永久磁体 63 的外壳表面 76 和包围永久磁体的驱动器外壳 57 之间,设置一密封的第一环形腔 77,其形成用于空气或冷却剂的通道。冷却剂的供应和抽出通过如图 5 所示的 L-螺纹配件 78 或 79 而发生。

[0045] 移动的线圈驱动器 34 的移动线圈 69 是空气冷却的。为了供应冷却空气,一空气入口连接器 80 设置在驱动器外壳 57 上,其通过如图 5 所示的一开口 82 将冷却空气供应到包围移动线圈 69 的环形腔 81。冷却空气进入沉浸移动线圈的第二环形腔 68,并通过通道进入一位于背板 64 内的收集环腔 83,且通过图 10 所示的通气孔 84 从其中抽出。通气孔 84 位于一外连接件 85 内,设置该连接件 85 用于一抽吸空气的软管(未示出)的附连。连同冷却空气一起,通过所述的空气路径从气动支承元件 26 至 31 抽出的空气,以及由移动线圈 69 排出的空气,它们被导向到外面。

[0046] 对于车架 24 和与其连接的移动线圈 69,设置多个相对于外壳固定的移动限制阻挡,它们将在下面参照图 5 和 3 进行描述。沿一个运动方向有效的阻挡元件是一阻挡杆 87,其通过一对应的孔 86 同心地导向通过永久磁体 63,其阻挡面 88 面向移动线圈 69 的内端。阻挡杆 87 的外端通过背板 64 导向到外面,并配有一旋上的自锁螺母 90。通过一附连到阻挡杆 87 并位于一支承在背板 64 上的盘弹簧包 92 上的环形突缘 91,可确保背板 64 上的阻挡杆 87 的一阻尼阻挡支承。沿另一个运动方向有效的阻挡元件是弹性体组成的两个缓冲元件 93(Schwingmetal®, Continental-Gummi-Werke AG 公司的商标名),缓冲器元件 93 附连到外壳 25 并面向移动线圈 69 的相邻前表面。

[0047] 在一特别用于加工光学工件的车床的快速工具结构中,其具有一车架,车架对于

线性往复运动来说,在外壳内导向在相对于外壳静止的支承元件上,车架在其外端处具有一用于工具或工件的保持器,而在其内端处与一移动的线圈驱动器有效地连接,车架具有一 T 形的横截面,带有平面平行的突缘和腹板面,支承元件成对地布置在成形腹板和成形突缘的两侧上。

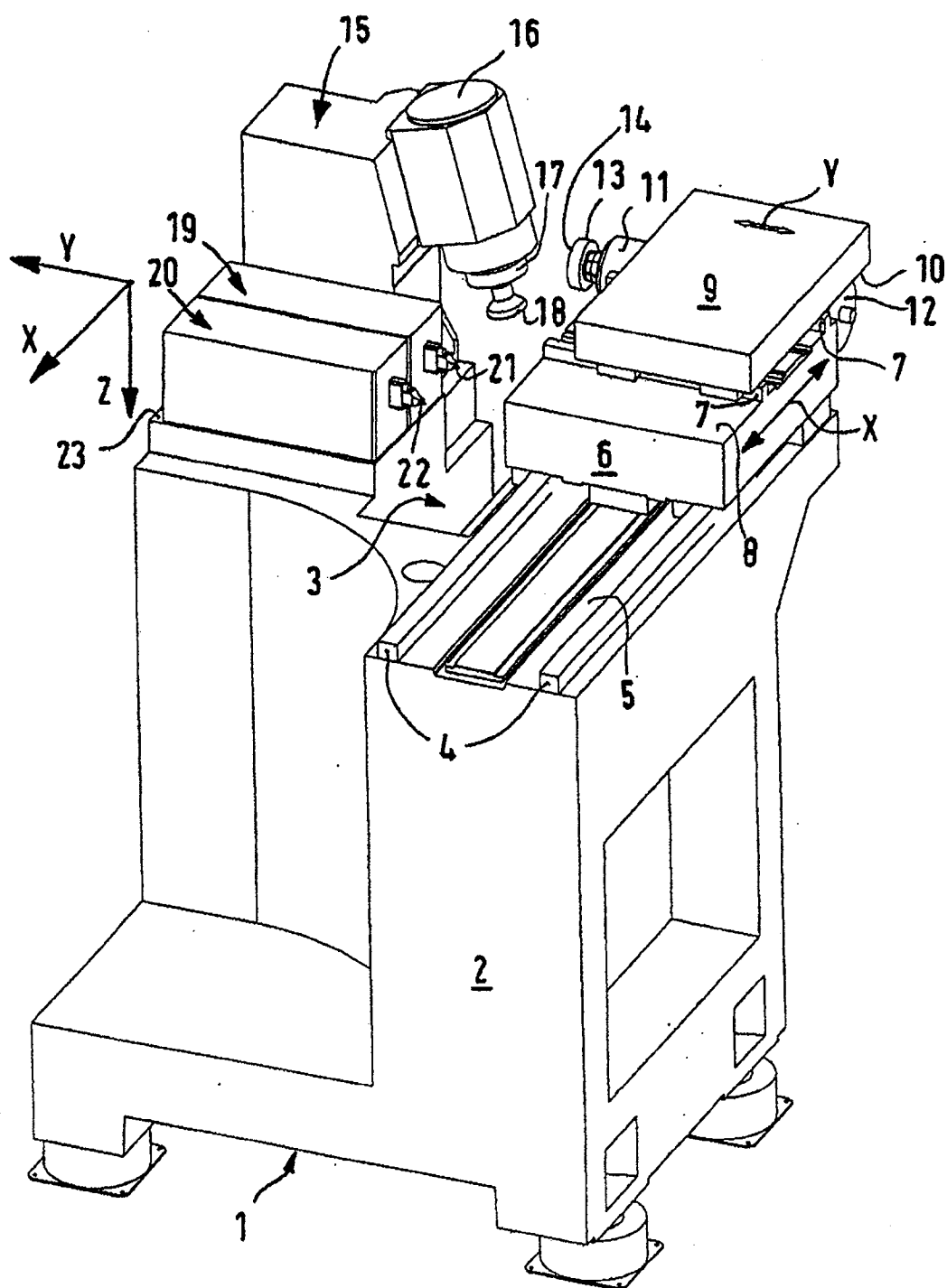


图 1

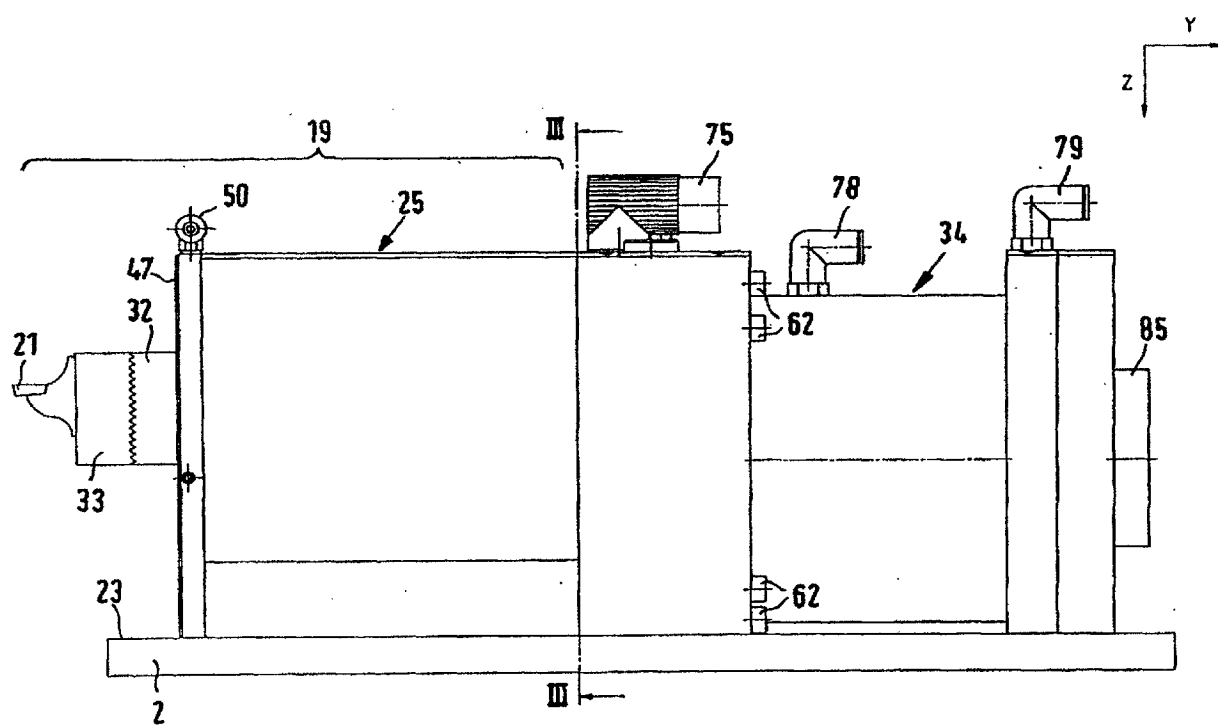


图 2

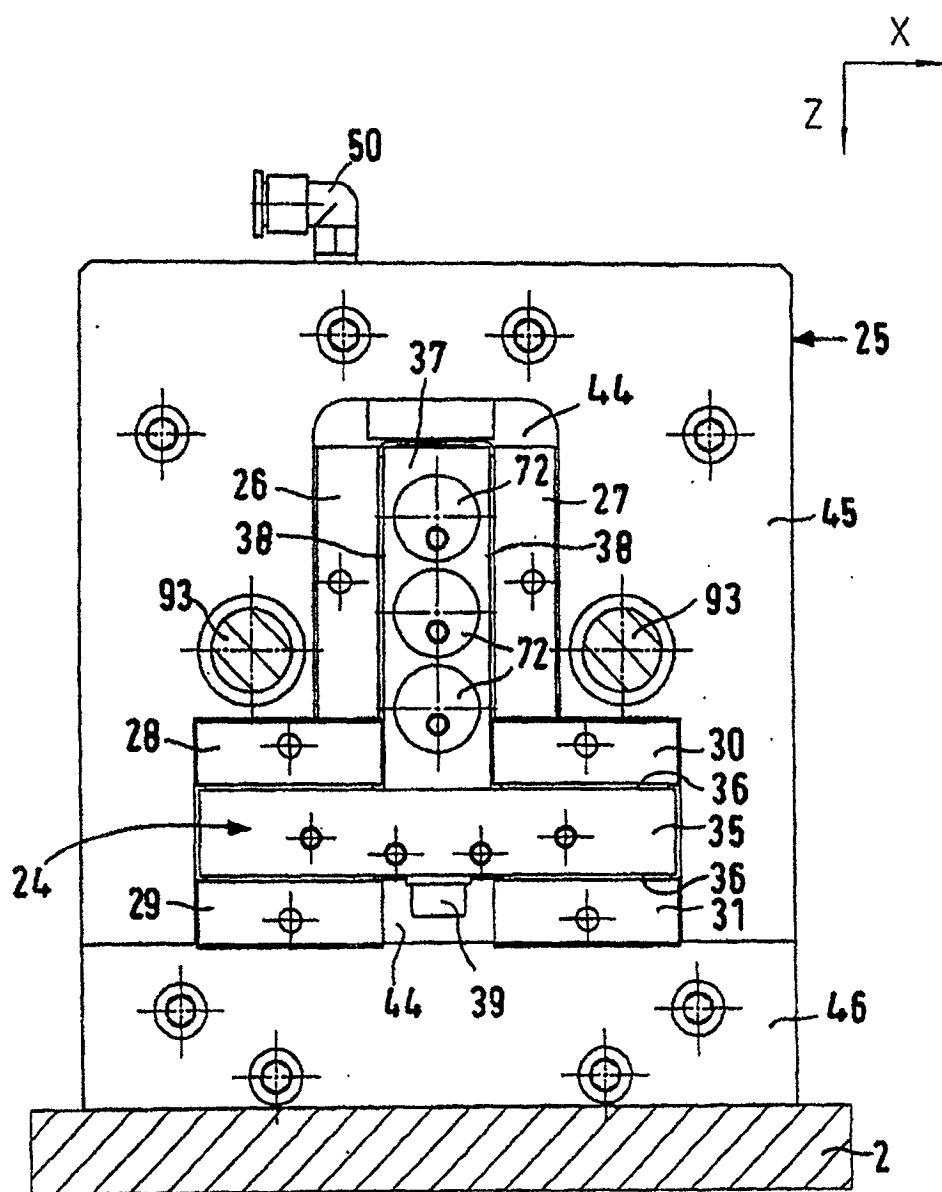


图 3

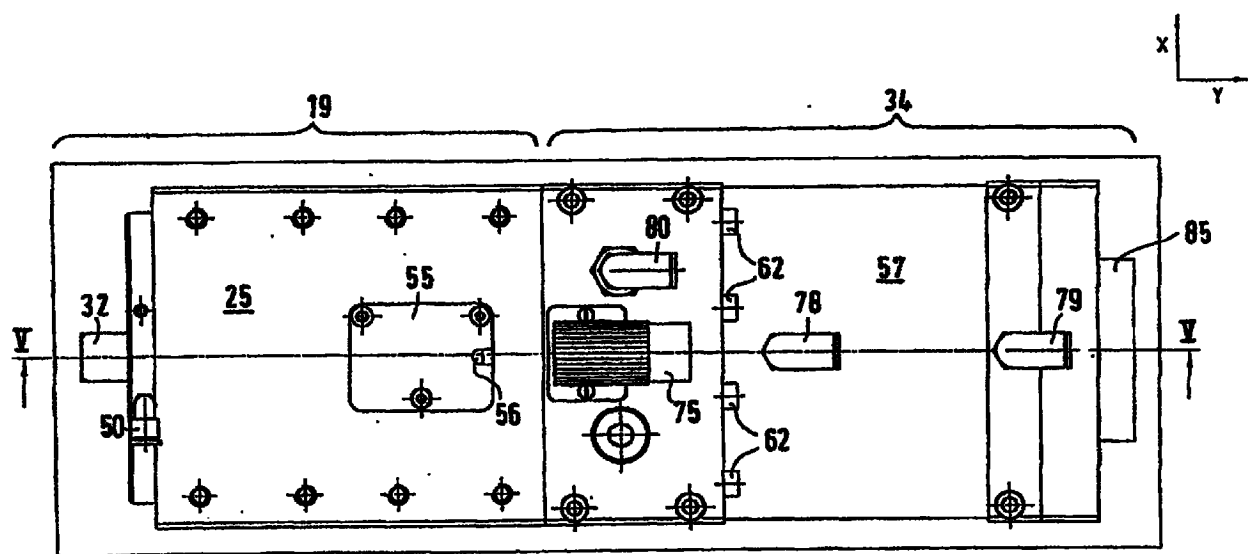


图 4

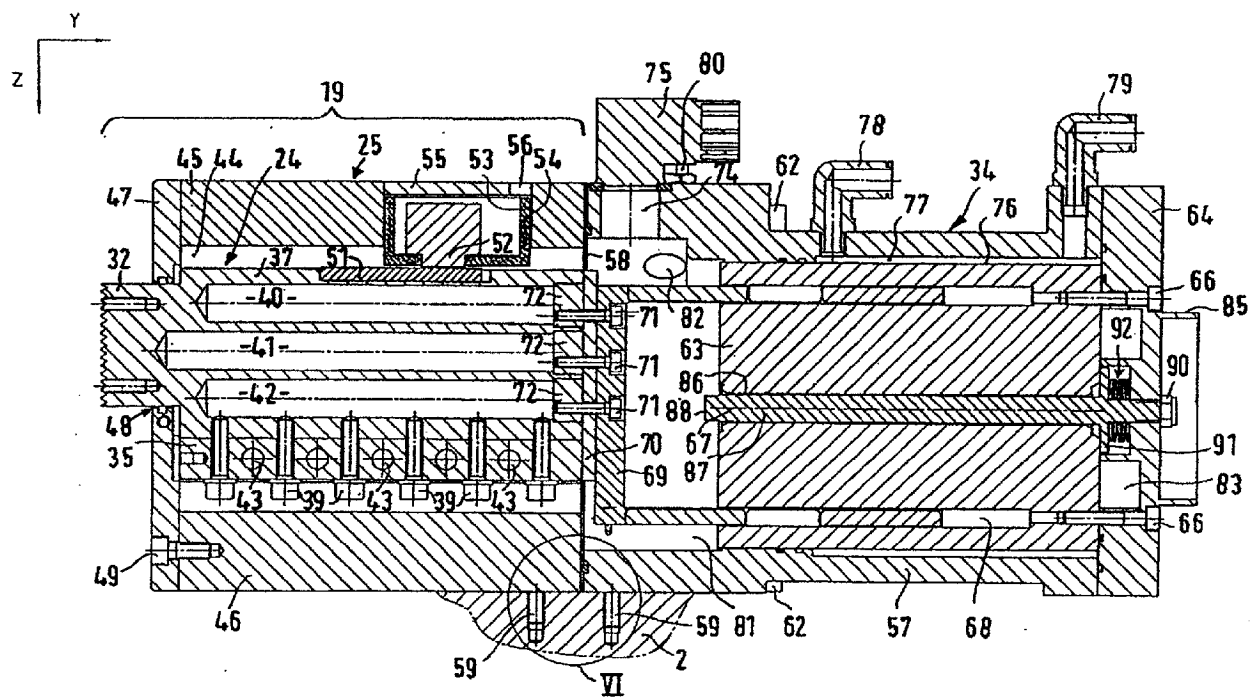


图 5

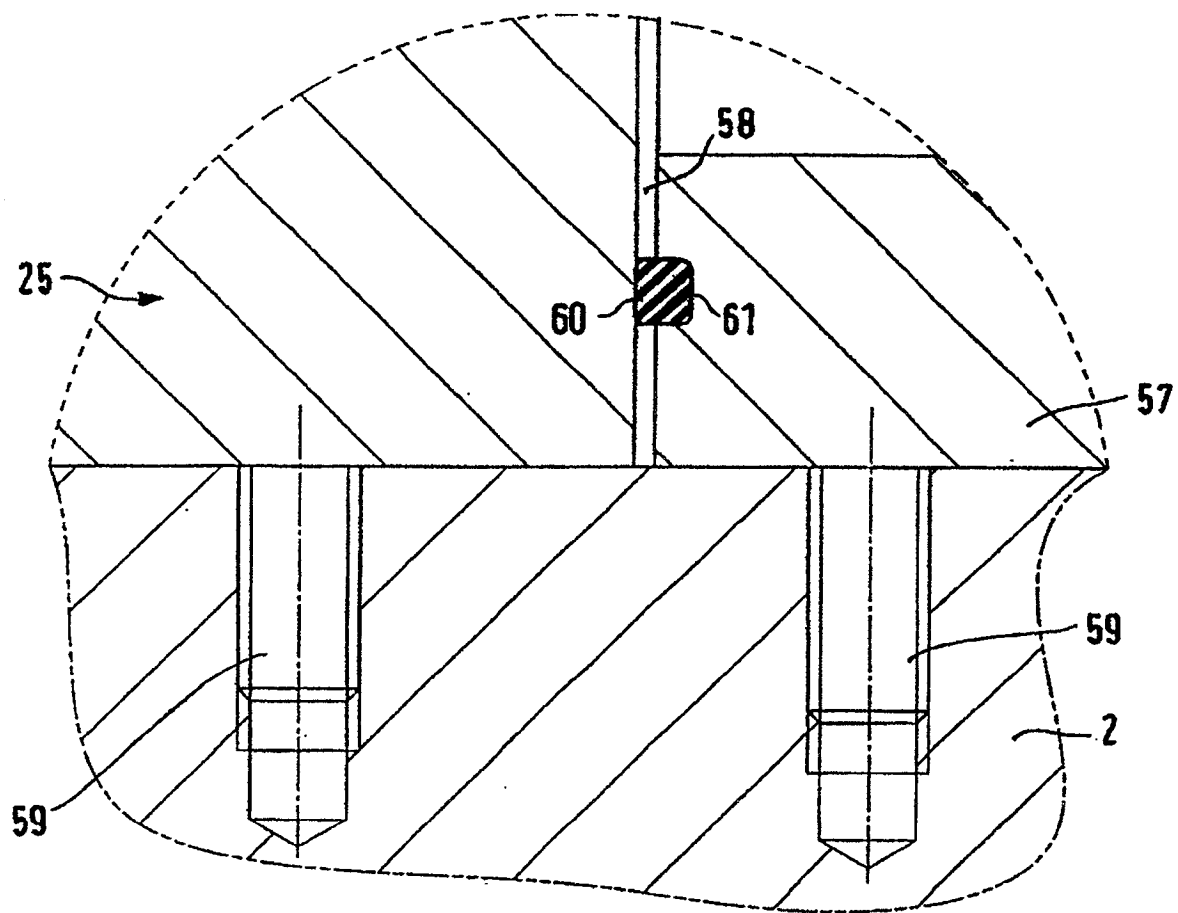


图 6

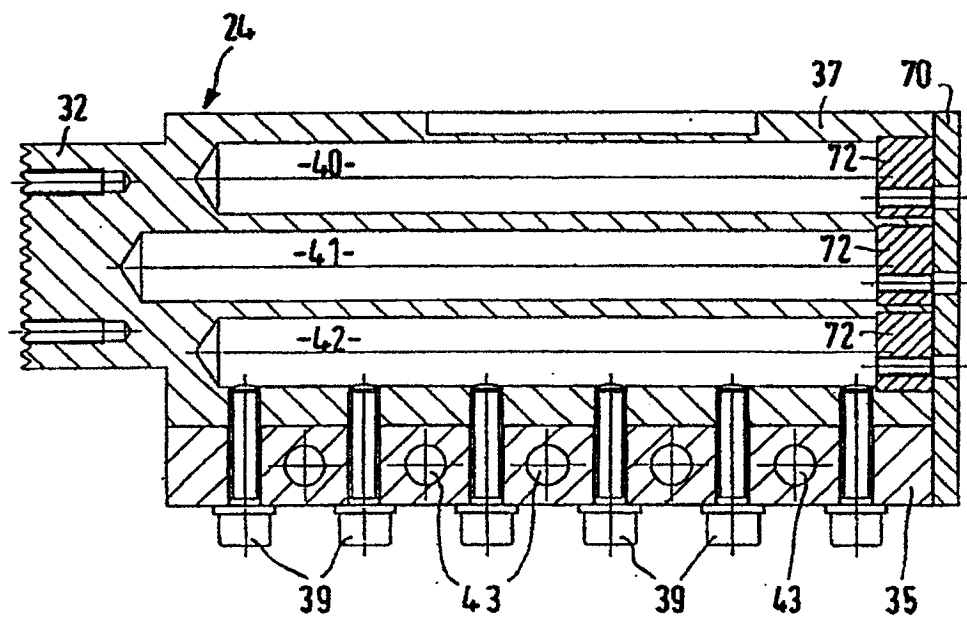


图 7

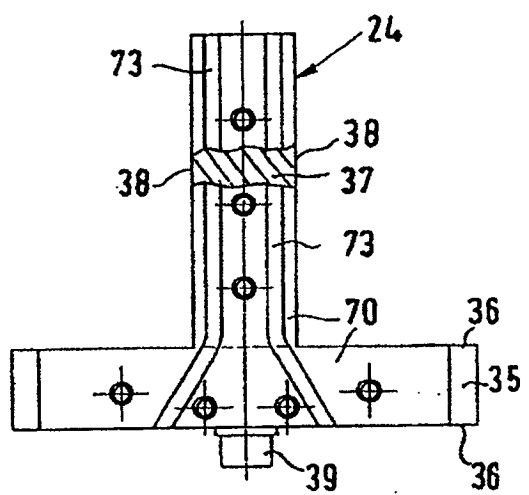


图 8

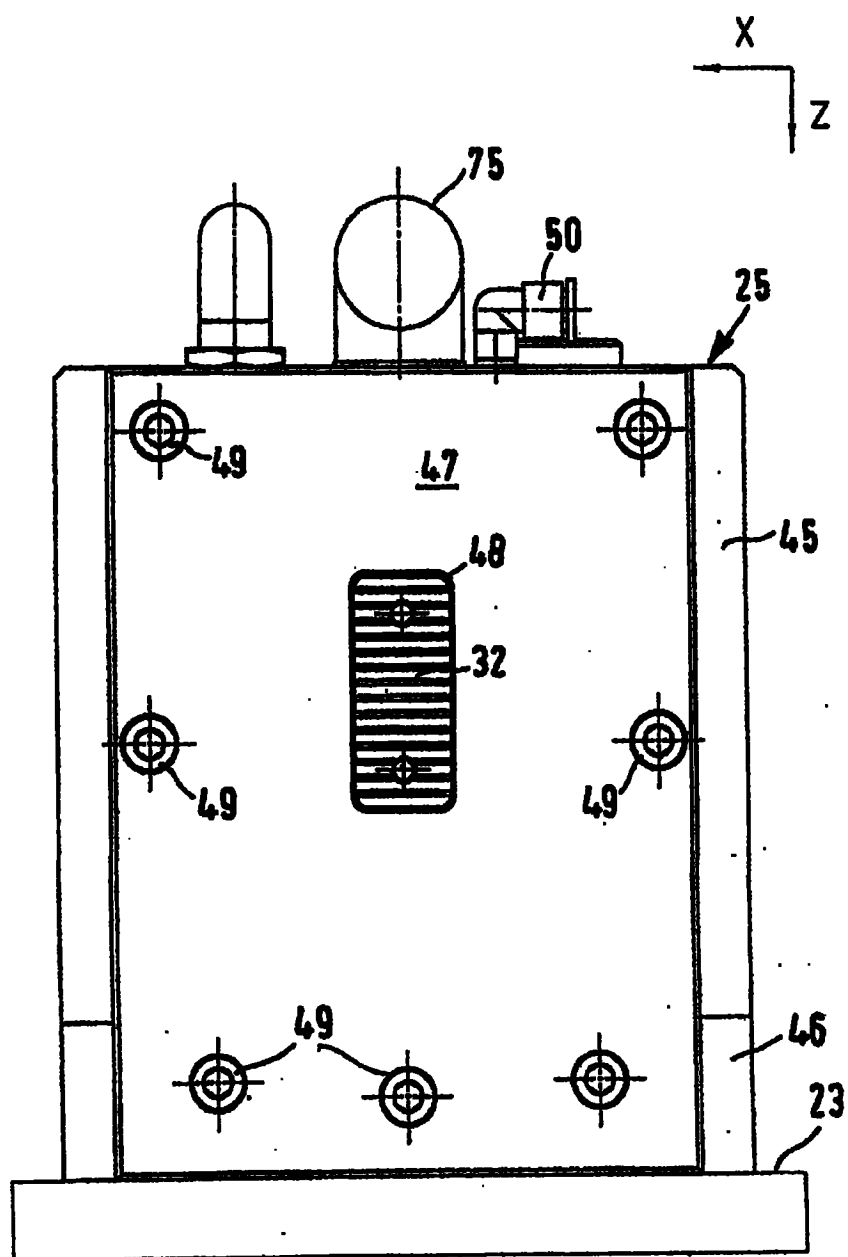


图 9

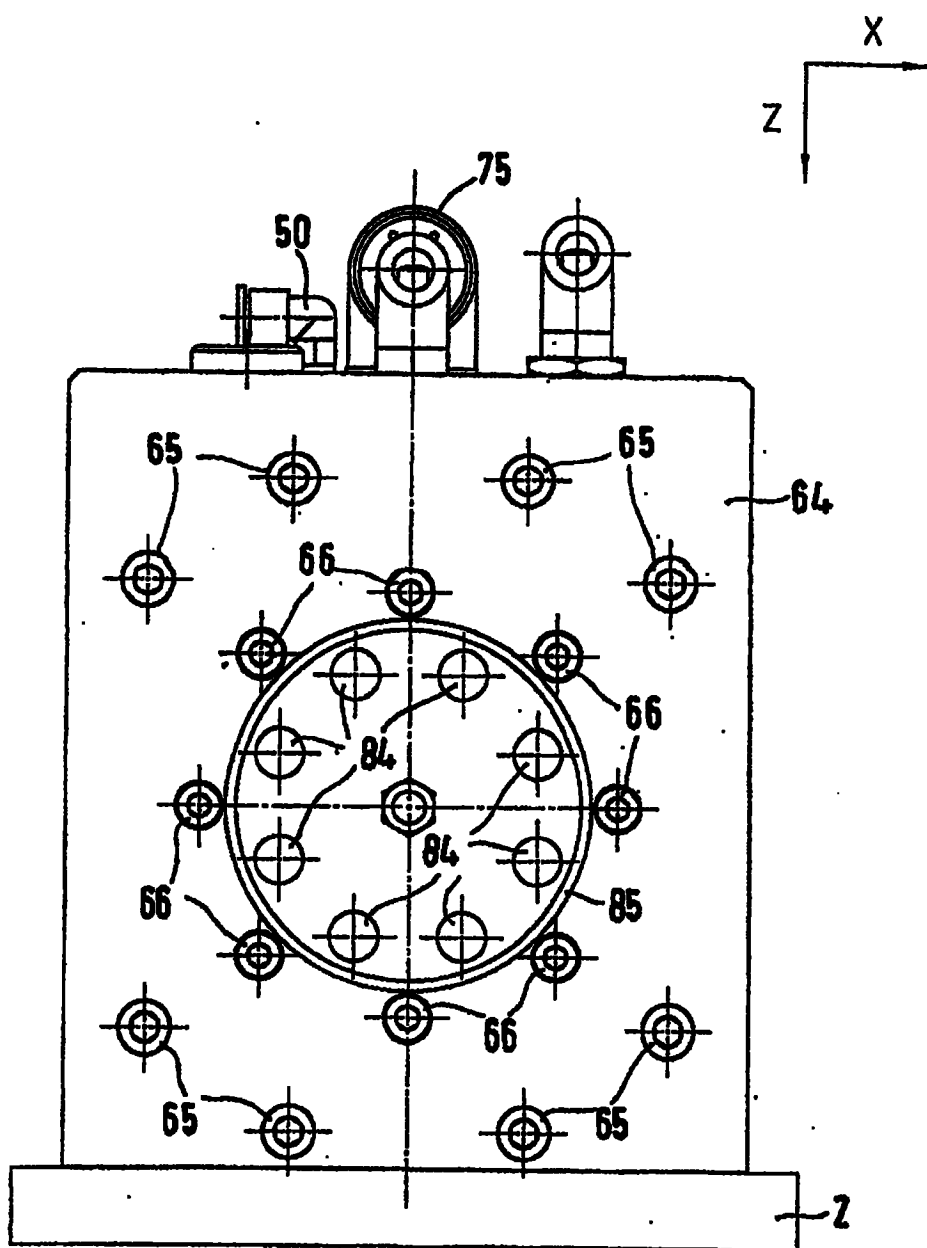


图 10