

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580042951.4

[51] Int. Cl.

B23H 7/26 (2006.01)

B23H 7/28 (2006.01)

B23H 7/10 (2006.01)

B23H 7/38 (2006.01)

[43] 公开日 2007 年 11 月 28 日

[11] 公开号 CN 101080299A

[22] 申请日 2005.10.13

[21] 申请号 200580042951.4

[30] 优先权

[32] 2004.12.15 [33] DE [31] 102004060290.5

[86] 国际申请 PCT/EP2005/055233 2005.10.13

[87] 国际公布 WO2006/063882 德 2006.6.22

[85] 进入国家阶段日期 2007.6.14

[71] 申请人 罗伯特·博世有限公司

地址 德国斯图加特

[72] 发明人 M·舍夫 B·谢弗

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司  
代理人 曹若 胡强

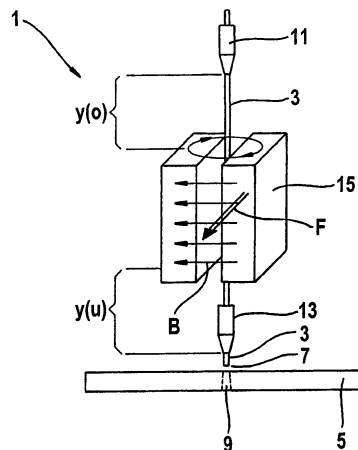
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 2 页

[54] 发明名称

用于加工工件的方法

[57] 摘要

本发明涉及一种用导体(3)加工工件(5)的方法,所述导体(3)沿它的纵轴线被随时间变化的电流流过,并且穿过上导向装置(11)和下导向装置(13),在导向装置之间产生磁场,其中,上导向装置(11)位于磁场上面一段距离  $y(o)$ ,下导向装置(13)位于磁场下面一段距离  $y(u)$ 。



1. 用导体 (3、29) 加工工件 (5) 的方法, 所述导体沿它的纵轴线被一种随时间变化的电流流过, 并且穿过上导向装置 (11、31) 和下导向装置 (13、33), 在这两个导向装置之间产生磁场, 其中, 上导向装置 (11、31) 位于磁场上面一段距离  $y(o)$ , 下导向装置 (13、33) 位于磁场下面一段距离  $y(u)$ 。

2. 按照权利要求 1 所述的方法, 其中所述磁场是转动的。

3. 按照权利要求 1 或 2 所述的方法, 其中通过选择两个距离  $y(o)$ 、 $y(u)$  调节导体 (3、29) 的端部 (7) 的运动振幅。

4. 按照前述权利要求中任一项所述的方法, 其中, 所述两个距离  $y(o)$ 、 $y(u)$  中至少一个被改变。

5. 按照前述权利要求中任一项所述的方法, 其中在所述导体 (3、29) 的端部 (7) 和工件 (5) 的加工部位之间施加电场, 并且当有加工流体时在加工部位材料从工件 (5) 上剥蚀。

6. 按照前述权利要求中任一项所述的方法, 其中脉冲电流流过所述导体 (3、29)。

7. 按照前述权利要求中任一项所述的方法, 其中改变所述电流的方向。

8. 用于加工工件 (5) 的装置, 具有导体 (3、29)、上导向装置 (11、31) 和下导向装置 (13、33), 所述导体 (3、29) 穿过这两个导向装置, 并且在它们之间存在通过至少一个磁铁 (15) 产生的磁场, 其中, 上导向装置 (11、31) 位于磁场上面一段距离  $y(o)$ , 下导向装置 (13、33) 位于磁场下面一段距离  $y(u)$ 。

9. 按照权利要求 8 所述的装置, 其中所述两个导向装置 (11、13、31、33) 中至少一个是运动的。

10. 按照权利要求 8 或 9 所述的装置, 该装置具有至少一个可旋转的磁铁 (15)。

11. 按照权利要求 8 至 10 中任一项所述的装置, 其中电源产生随时间变化的流过导体 (3、29) 的电流。

12. 按照权利要求 11 所述的装置, 其中所述电源具有一带有电容器且并联设置的静态脉冲发生器, 并且通过振荡回路产生脉冲电流。

## 用于加工工件的方法

本发明涉及一种用于加工工件的方法和一种用于加工工件的装置。

### 背景技术

通过一种所谓的 EDM (放电加工—Electrical Discharge Machining) 工艺可以在工件上造成材料剥蚀, 并且因此在该工件中钻孔。在这种类型的电腐蚀工件加工中在电极和工件的加工部位之间施加一个电场。此外, 还向这个加工部件输入一种合适的加工流体。

在 WO 03/041900 A2 中描述了一种具有磁隙调节的 EDM 方法。其中, 通过一种静磁场调节电极和工件的加工部位之间的距离。在这种情况下规定, 电极设计为一种被电流流过的导体, 并且设置在磁场的内部。由于一种通过磁场所产生的并且作用到导体上的洛伦兹力使在垂直设置的圆形导轨内部的导体发生水平偏转, 这样, 这个导体作轴向运动。通过这一措施根据流动的电流在电极和工件之间调节最佳距离。这种电流越大, 作用到该导体上的洛伦兹力就越大, 并且与此相连的偏转越大。因此流过该导体的电流越大, 该导体的端部轴向地离工件就越远。

面临这一背景本发明提供一种具有独立权利要求特征的方法和装置。

### 发明内容

在根据本发明的一种用于加工工件的方法中规定, 导体沿它的纵轴线被一个随时间变化的电流流过, 并且它穿过一个上导向装置和一个下导向装置。在上导向装置和下导向装置之间产生一个磁场, 其中, 上导向装置以一段距离  $y(0)$  设置在该磁场的上面, 下导向装置以一段距离  $y(u)$  设置在该磁场的下面。由于作用到该导体内部的电流的磁场, 一种洛伦兹力作用到该导体上, 这种洛伦兹力激励该导体作一种至少一维的运动或者振动。

在这种情况下电流流过的导体通过例如旋转的磁场处于椭圆形或者圆形运动之中。这样一种旋转的磁场可通过至少一个绕该导体转动的永久磁铁, 或者通过一些垂直于该导体设置的电磁铁产生, 其中该

电磁铁以适当的方式通以电流。

在实施该方法时，磁场在例如角速度为恒定时至少一次旋转 $360^\circ$ ，或者 $360^\circ$ 的合适的倍数。这样，在对金属工件进行电腐蚀加工时可在该工件中钻圆柱对称的孔，其中，这类孔的出口为圆形构形，并且具有比这些孔的圆形入口更大的半径。

也可设想一个静磁场步进式地在单个的位置之间旋转。在这种情况下首先激励导体作第一方向的振动，其中，在该工件中钻一个椭圆形的孔，该孔的长半轴沿着这个第一方向延伸。然后转动这个静磁场，这样，该导体在第二方向中振动。这种做法可以在静磁场的其它方向以不同的角度继续进行。这样就出现了两个或者多个椭圆形的孔的重叠，或者出现一个在圆周上具有多个角度错位的圆弧的孔。

导体的在上下导向装置之间导向并且位于磁场的内部的那个区域通过作为流过导体的电流和磁场的相互作用的产物的洛伦兹力激励作运动，其中，导体的纵轴线在很大程度上垂直于磁场设置。通过导体在上下导向装置之间导向使导体的面向工件的加工部位并且位于下导向装置下面的端部作运动或者振动。通过合适地选择上下导向装置的相应位置调节导体在两个导向装置之间的运动的振幅，并且因此也可调节导体的端部的运动振幅。通过这一措施定性和/或定量地调节工件上的加工部位的参数。在实施本方法时两个导向装置的位置是可以变化的，并且因此距离 $y(o)$ 和 $y(u)$ 也是可以变化的。

通过在导体中流过电流在导体的端部和工件加工部位之间施加一个电场。此外，还典型地向加工部位提供一种加工流体，例如一种电介质。在这样一种EDM（放电加工）方法中在工件的加工部位使材料剥蚀。由此例如为了钻孔可对工件进行电腐蚀加工。

借助传统的EDM方法只能有限地生产圆锥形的微孔。目前在批量生产的框架内可以可重复地生产出大约 $15\mu\text{m}$ 以内的圆锥度，该圆锥度相应于在1毫米长的钻孔上钻孔的出口直径减去入口直径的差值。这相当于一个1.5的k系数。然而，若由于功能的要求，例如用于喷油嘴的孔，要求一种k系数大于1.5的圆锥度，则这种类型的孔例如可通过激光钻孔生产。然而在激光钻孔时工艺的稳定性和钻孔质量常常不能令人满意。

现在采用本方法可生产具有很大圆锥度的孔。这种孔可以具有直

到 10.0 的 k 系数。

在这种方法中，导体承担起给工件进行电腐蚀加工的电极的功能。在这种情况下导体设计成导线形状，并且沿纵向方向对准工件的加工部位。其中，导体的端部相对于工件的表面尽可能取直角，然而一旦需要导体的端部也可以与工件的表面倾斜地定向。

本方法的优点是在没有直接给导体加载的附加机械机构的情况下就能实现导体特别是导体的面向工件的加工部位的端部的振动或者偏转。这样，就能以简单的方式对导体的运动快速和灵活地施加影响，而不受这样的机械机构的惯性的限制。在这种情况下导体就能以比较大的转速运动。

此外可通过一个电源给导体提供变化的电流。这个电源可通过并联地设置一具有电容器的静态的脉冲发生器通过一振荡回路产生具有变化方向的脉动电流，这样，通过这一措施该导体已在静态磁场中被偏转。

根据本发明的用于加工工件的装置具有一个导体、一个上导向装置和一个下导向装置。该导体穿过这两个导向装置，并且在它们之间设置一个通过至少一个磁铁产生的磁场，其中，上导向装置以一段距离  $y(0)$  设置在该磁场的上面，下导向装置以一段距离  $y(u)$  设置在该磁场的下面。这种装置是为使导体作运动或者振动而设计的，并且可以安装到常规的腐蚀机中，或者应用在这种类型的腐蚀机中。因此，在目前的加工流体情况下可以在工件上生产出具有比较大的 k 系数的锥形微孔。也可以设想，本装置通过补充一台适合提供加工流体的提供装置就形成了一种腐蚀机。

该装置例如可以具有至少一个可绕导体旋转的磁铁。在这方面可以采用任意的永久磁铁或者电磁铁。这些磁铁以合适的方式相对于导体运动，或者在导体区域内通过合适的通电产生在两个空间方向变化的磁场。

该装置可配置一个提供随时间变化、且流过该导体的电流的电源。该电源可以具有一带有电容器、且并联设置的静态脉冲发生器，并且通过一振荡回路产生脉冲电流。

从下述说明和附图中产生本发明的其它优点和设计方案。

不言而喻，上述特征和下面还待说明的特征不仅能在已说明的组

合中应用，而且也可以在其它的组合中应用，或者可单独应用，而不脱离本发明的框架。

#### 附图说明

本发明借助实施例在附图中示意示出，下面参考附图对本发明进行详细说明。

图 1: 根据本发明的装置的第一实施方式的简图，

图 2: 钻孔的入口和出口的第一实施例的简图，

图 3: 技术实现根据本发明的装置的简图，

图 4: 钻孔的入口和出口的另一一些实例的简图。

在说明时这些图是彼此相关和有牵连的。相同的附图标记表示相同的部件。

在图 1 中简图表示的装置 1 具有以段的方式表示的导线形的导体 3。该导体设计成用于电腐蚀加工工件 5。在这种电腐蚀加工或者说 EDM (放电加工—Electrical Discharge Machining) 中规定，随时间变化的电流流过导体 3，这样，在导体 3 的端部 7 和工件 5 的加工部位之间施加一个电场。通过输入一种合适的加工流体，例如一种电介质，可在工件 5 上引起材料剥蚀，这样，在工件上钻出孔 9。

因此，在本方法中导体 3 作为电极使用。此外，导体 3 在装置 1 的上导向装置 11 和下导向装置 13 之间导向。在这两个导向装置 11、13 之间设置两个简图表示的磁铁 15，它们包围着导体 3。一个通过箭头表示、由磁铁 15 产生的磁场 B 垂直于导体 3 的纵轴线。

若随时间可变化的电流流过导体 3，那么由于在导体 3 中流过的电荷垂直于磁场以及垂直于电荷流过的方向则产生一种沿双箭头方向的洛伦兹力 F。这导致导体 3 垂直于它的纵轴线或者说轴向地运动或者振动。通过这一措施也使得导体 3 的端部 7 相对于工件 5 运动或者振动。

若磁场 B 在垂直于导体 3 的纵轴线的两个空间方向发生变化，则使得导体 3 作轴向运动，同样也使得导体 3 的端部 7 运动，或者说激励它相对于工件 5 作两维振动。

这点在本实施例中通过下述措施实现，即磁铁 15 绕导体 3 旋转。采用这个装置 1 在显著地减少工序时间的情况下可在工件 5 中钻出具有比较大的 k 系数的高质量锥形孔 9。在这种情况下可在没有具有惯性的或者易出故障的机械机构的情况下产生导体 3 的运动。

在上导向装置 11 和下导向装置 13 之间设置磁场 B。除了电磁参数外，也就是除了磁场 B 的强度、它的方向和它在两个空间方向中的时间变化以及流过导体 3 的电流的合适的时间变化外，上导向装置 11 和磁场 B 之间的上距离  $y(o)$  以及磁场 B 和下导向装置 13 之间的下距离  $y(u)$  具有重要意义。通过两个导向装置 11、13 的距离影响导体 3 的位于这些导向装置 11、13 之间的区段的偏转或者说振幅以及导体 3 的同样运动的端部 7 的振幅。通过改变这两个导向装置 11、13 的位置也可改变这两个距离  $y(o)$  和  $y(u)$ 。这样就可以以合适的方式影响导体 3 的端部 7 在产生孔 9 的工件 5 的加工部位上的振动激励或者平移运动。

图 2 以简图在左上方示出工件 15 中的钻孔的入口 17，并在左下方示出出口 19。该钻孔是采用 EDM 方法使用如图 1 所示的具有空间没有变化的磁场和在导体 3 中随时间变化的电流的装置 1 加工而成。右边描绘的工件 21 是用 EDM 方法加工而成的，在该方法中电极或者说导体通过如在图 1 中所示的装置 1 通过一在两个空间方向变化的磁场沿两个空间方向偏转。在此右上图表示该工件 21 中的钻孔的入口 23，右下图表示该工件 21 中的钻孔的出口 25。

左边描绘的工件 15 的钻孔的入口 17 为圆形的，而相反出口 19 为椭圆形的。这是通过下述情况实现的，即在静磁场中一种随时间变化的电流流过导体 3 或者说电极，这样，由于从中产生的一种洛伦兹力使该导体的端部沿双箭头方向振动或者运动。

在第二个工件 21 中，为了生产在其中存在的钻孔，导体 3 附加地处在旋转的磁场中，因此无论是入口 23 还是出口 25 都是圆形的，其中，出口 25 具有比入口 23 更大的直径。这点是通过下述措施实现的，即除了装置 1 的合适的几何形状和磁方面的设计外，磁场还如此地旋转，即从中所产生的、并且作用到电极上的洛伦兹力旋转  $360^\circ$ 。通过洛伦兹力或者说与此相关的由空间变化的磁场产生的且作用到导体 3 上的偏转力不断地变化方向例如可从左边的工件 15 的出口 19 的椭圆形加工成右边的工件 21 的孔的圆形的出口 25。该孔具有大的圆锥度。

除了装置 1 的工艺技术设计外，也就是除了这种情况外，即通过导体 3 的电流随时间而变化，并且在必要时磁场在两个垂直于导体 3 的空间方向运动，还规定通过距离  $y(o)$  和  $y(u)$  来调节导体 3 的端部 7 的振动激励。通过合适地选择这些距离  $y(o)$  和  $y(u)$  可定量的影响在工件

上待钻孔的尺寸。在这种情况下既为入口，也为出口，当为椭圆形口时可为长、短半轴调节尺寸，或者可为圆形口调节半径。在执行此方法时磁铁 15 可以以任意转速旋转。

图 3 表示用于实现本方法或者说技术实现在图 1 中所示装置的另一装置 27 的简图。在图 3 中仅以段的形式表示出的导线形的电极 29 在上导向装置 31 和下导向装置 33 之间导向。此外，电极 29 穿过被多个在此未进一步示出的磁铁包围的开口 35。此外，用于驱动转子 39 的空气涡轮机的叶片 37 可围绕该开口 35 旋转地设置。

两个导向装置 31、33 可移动地固定在一个支承装置 41 上。导向装置 31、33 可沿轨道 43 移动。支承装置 41 固定在一根杆 45 上。在此所示的装置 27 可安装到任何一种常规的腐蚀机上，并且可如此地工作，即由于叶片 37 的转动，电极 29 的面向在图 3 中未示出的工件的端部相对于这个工件作旋转运动，并且当有加工流体时该端部在该工件上钻一个锥形的孔，其中，电流流过设计成导线形的导体的电极 29。

图 4 表示孔的出口 47、49、51 的另一些形状。这些出口是使用图 1 或者图 3 中的装置 1 或者 27 之一通过金属腐蚀加工方法产生的。

在这种情况下左边表示的都是出口 47。它们是通过静磁场和导体内部的变化了的电流的影响产生的，并且具有大体上为卵形或者椭圆形的横截面。

通过扩大导体在其中导向的下导向装置和工件之间的距离，由于在磁场中起作用的洛伦兹力也可以在出口侧产生卵形的出口 47。为此，相对于孔的深度仅必须连续地降低下导向装置的距离  $y(0)$ 。孔的圆锥度与磁场中的偏转力和孔的深度成正比。

上导向装置的平移运动和磁场的旋转运动的组合使得在圆锥度、圆柱度和类似方面实现其它的孔形状。

其中在图 4 中，右上描绘的出口 49 是通过磁场的旋转由在静磁场下所钻出的左上方的出口 47 中产生的。由左下方的出口 47 通过按  $90^\circ$ -步进旋转的磁场产生右下方描绘的出口 51。这个出口 51 按两个阶段钻成，其中，导体的端部在两个旋转了  $90^\circ$  的方向分别用同一振幅振动。

使用本方法或者本装置可为喷射系统，例如柴油喷射系统或者喷油阀喷孔盘的喷嘴进行钻孔加工。



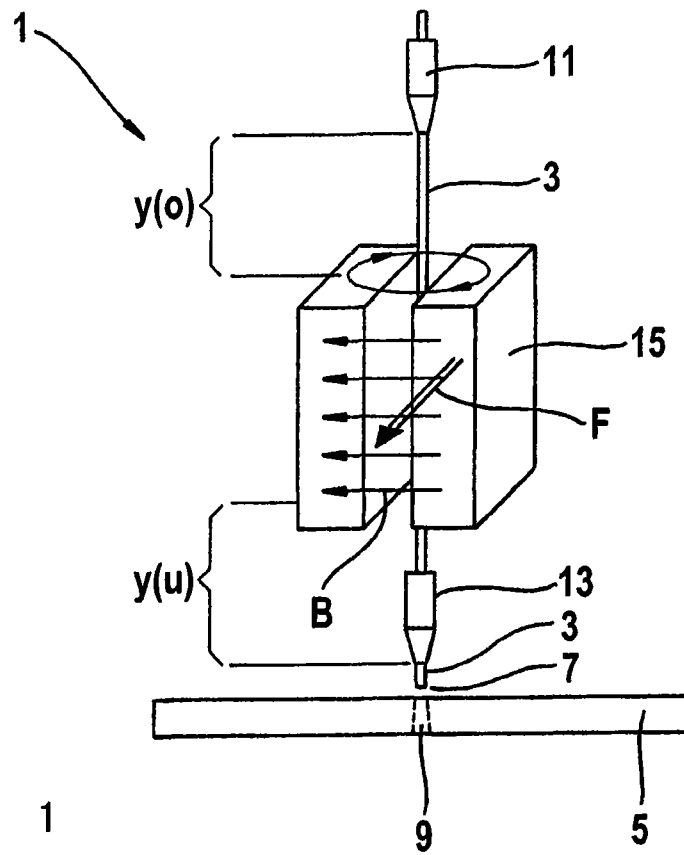


图 1

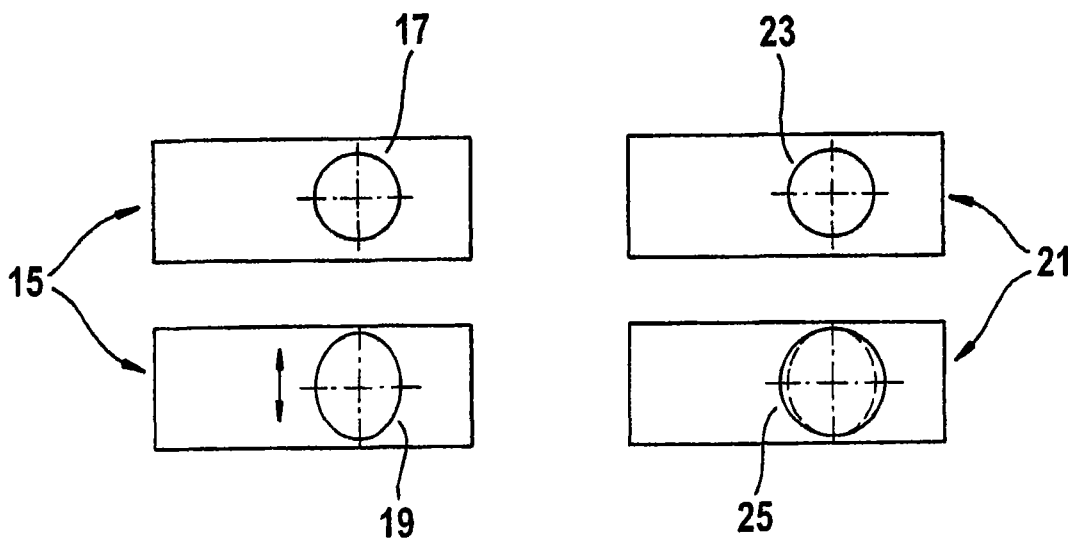


图 2

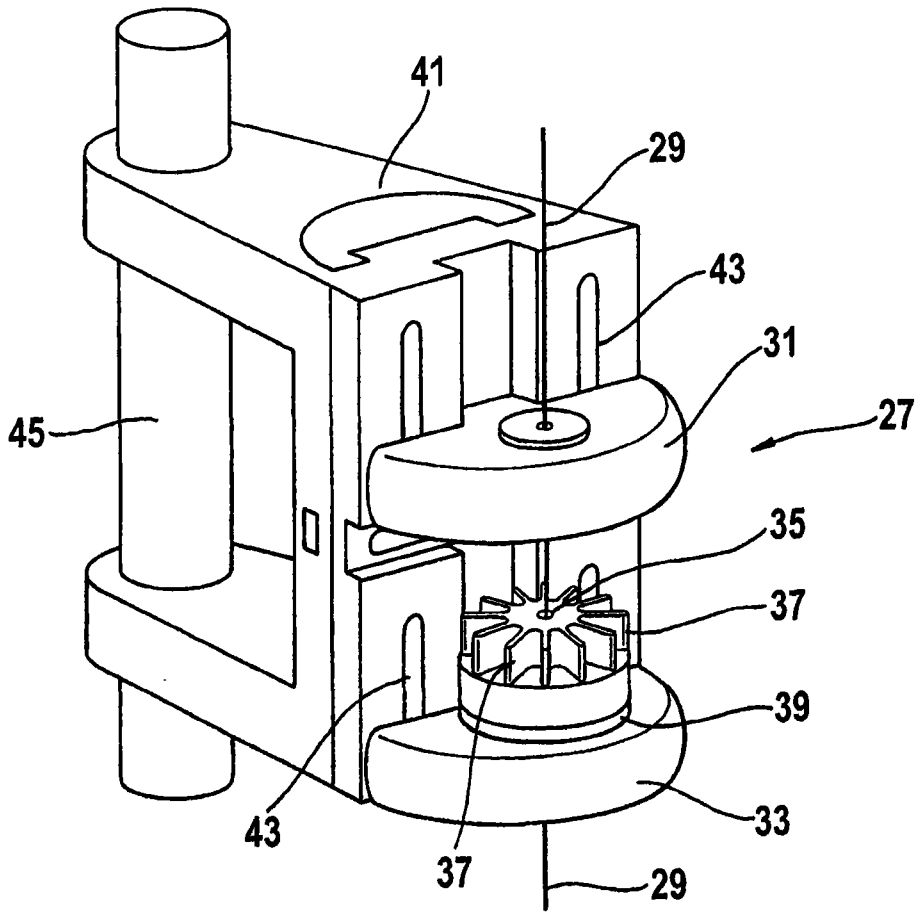


图 3

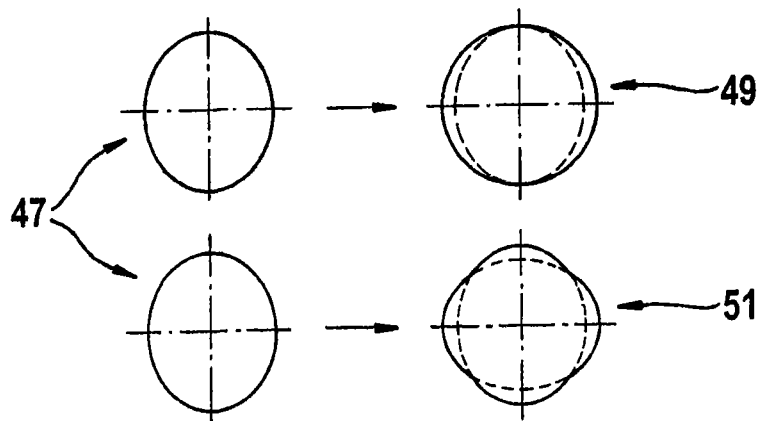


图 4