



[12] 发明专利申请审定说明书

[21] 申请号 86105825

[51] Int.Cl⁴

[44] 审定公告日 1989年10月4日

F16C 17/08

[22] 申请日 86.7.18

[30] 优先权

[32] 85.7.18 [33] JP [31] 159329/85

[32] 85.7.19 [33] JP [31] 159647/85

[71] 申请人 株式会社荏原制作所

地址 日本东京都

共同申请人 株式会社荏原综合研究所

[72] 发明人 沟渊庄太郎 木村芳一 佐佐木胜美

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
代理部

代理人 卢宁 包冠乾

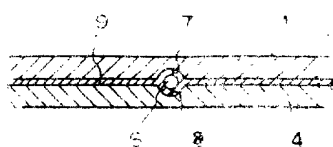
说明书页数:

附图页数:

[54] 发明名称 推力轴承

[57] 摘要

一种适用于正、反向可换向转动的推力轴承，包括两个扁平圆盘状零件，面对面接触放置，其中一个零件在其相对侧面上有螺旋槽，至于螺旋的方向，其中一面是与另一面相反的。对置的两个零件的中心处都设有凹槽，配合形成一小空间，在其中放入一个中心件即球体，在小空间的表面和中心件之间留有小间隙。



权 利 要 求 书

1. 一种推力轴承包括:

一个用硬质材料做成的螺旋零件,呈圆盘状,在其相对的两侧面上有平的和平行的表面,在各所述平表面上有螺旋凹槽图型,和

一个用硬质材料做成的滑动面零件,呈平表面的圆盘状;

上述推力轴承的特征在于:上述螺旋零件一侧面的螺旋凹槽方向图型与另一侧面的螺旋凹槽方向图型是相反的,在上述螺旋件所述的至少一个表面中心有一凹槽,上述滑动面零件有一中心凹槽用于同上述螺旋件的所述凹槽结合构成一个小空间,和

一个安置在上述凹槽构成的小空间中的球体,该球体的尺寸大小应能松动地安置在上述小空间中,以便与带有凹槽的平表面紧密配合。

2. 按照权利要求1所述推力轴承,其中所述硬质材料是陶瓷。

3. 按照权利要求2所述推力轴承,其中所述陶瓷是碳化硅或氮化硅。

4. 按照权利要求1所述推力轴承,其中所述凹槽呈半球球状。

5. 按照权利要求1所述推力轴承,其中所述凹槽呈锥体状。

6. 按照权利要求1所述推力轴承,其中所述凹槽形成为一圆柱状盲孔。

7. 一种推力轴承包括:

用硬质材料做成的螺旋零件组件,呈圆盘状,在其相对的侧面有一平的和平行的表面,在上述各平表面有螺旋凹槽图型,和

用硬质材料做成的滑动面零件组件,这些滑动面零件相对侧面上有平的和平行的表面,上述滑动面零件和上述螺旋零件沿轴向相互交替叠放着,

上述推力轴承的特征在于:上述螺旋零件其中一表面上的螺旋凹槽方向图型与另一表面上的螺旋凹槽方向图型相反,在上述螺旋零件和滑动面零件各表面上有一中心槽,这样在不同零件之间各相交处,通过有各自平表面相互配合的上述不同零件上的上述凹槽形成一个小空间,和

安置在上述各小空间内的球体,在上述小空间表面阻止相对零件之间相对径向移动的球体之间留有间隙。

8. 按照权利要求7所述推力轴承,其中所述叠放零件沿轴向对置的端面是平滑而没有凹陷。

9. 按照权利要求7所述推力轴承,其中所述硬质材料是陶瓷

10. 按照权利要求9所述推力轴承,其中所述陶瓷是碳化硅或氮化硅。

本项发明是关于推力轴承,具体地说,是一个利用其表面上有螺旋槽的零件转动而得到流体动压力的推力轴承。

已知有一类推力轴承,它的一个轴承元件上有螺旋槽,被用来靠在一平的元件上,当这两个元件彼此发生相对转动时,平面元件和带有螺旋槽的表面之间形成流体动压力,以此悬浮推力负荷。其中一个实例已在美国专利第4,575,264中公开。在所述美国专利中公开的推力轴承,其作用是十分令人满意的,而其优点被公认为有如下几点:即其体积小;因有流体包围着轴承而不必需要专门的冷却装置;动压力起了减小摩擦损失的作用;功率损耗大大地减少,约为普通斜垫推力轴承所需功率的 $1/5$;以及能承受按任何方向(正向或反向)转动时的推力负荷。然而,上述美国专利中公开的推力轴承,一般限定使用于放置在水中或液体中的立轴上,例如用于潜水式电动机和/或泵上,因为在水或流体的情况下产生动压力。此外,先有技术中的推力轴承作为一个轴承提供时已经安装在设备的某些部件上,因此,轴承本身未被做成一种任意可供各种用途使用的形式。

另外,先有技术中将在相对侧面上有螺旋槽的螺旋零件安排为自由地放置在一固定件和一可转动件之间,于是,必需提供装置来防止螺旋零件的径向位移。然而,即使采取了这些防止径向位移装置的措施,先有技术中的推力轴承仍不可能被用到水平轴上,因为若将这种推力轴承装在水平轴上,螺旋零件将会影响用来防止径向位移的装置。

此外,现有另一种类型的推力轴承:所谓的“混合型”),它也是利用带螺旋槽面的零件和一平面零件之间相对转动时所产生的流体动压力。这种混合型改良螺旋槽推力轴承的一个实例被公开了日本专利公告第74132/82中。在公告中公开的混合型螺旋槽推力轴承,是用一个钢球嵌入在螺旋槽零

件中,让钢球突出在螺旋零件表面之上一个少量的距离,钢球的突出部分起一个支点的作用,此处轴承是不转动的。这种形式的轴承可以起预期的作用。然而,突出部分尺寸非常小需要精确地控制。当螺旋零件与对置表面之间相对转动形成流体动压力时,以使突出的距离小于螺旋零件与对置表面之间的间隙。故制造这种类型轴承是非常困难的。还有,这种轴承不能阻止螺旋零件作径向位移。此外,当停止转动或变换转动方向时,钢球将屡屡承受冲击,致使球的突出部分被破坏,从而很可能削弱支点的聊用。由于承认美国专利中所提出的推力轴承与其它形式的推力轴承相比,具有以上所指出的显著优点,还由于上述公告中公开的混合型所遇到的困难,希望有一种推力轴承基本上具有上述美国专利中公开的类型的所有优点,而又没有对其作出限制或存在困难,例如仅能用于浸泡在水中的立轴,和在制造中所遇到的困难等。

因此,本项发明的一个目的是提供一种推力轴承,为了利用流体动压力,含有一个螺旋零件,可以用于立轴也可用于水平轴上。

本项发明的另一目的,是使上述类型的推力轴承可以作为一种零件被应用到任何类型轴,立轴或水平轴,并不必考虑轴承是否在流体内使用。

上述目的通过本发明而被达到。

在一推荐实施例中,它含有一螺旋零件,做成圆盘状,在其相对的侧表面上,是平的和平行的表面,各个表面上的螺旋槽图样要以这种方式形成,即一个表面上螺旋方向与相对表面上的螺旋方向相反;

一滑动面零件,做成圆盘状,其相对侧表面上是平的平行表面,滑动面零件的表面与螺旋零件的表面互相配合,而这两个零件在其各自表面的中心处有一凹槽,配合形成为一小的空间;和

一中心件即球体放置在由凹槽组成的小空间内,调整中心件的尺寸,使在中心件和对置凹槽的表面之间,留出一小的间隙,使对置零件之间形成面接合,并限制彼此之间的相对径向位移。

本发明的其它目的和优点,在参照附图,考察推荐实施例的详细阐述后,将更为清楚,附图的简述综合如下:

图1是根据本发明的一个推力轴承的剖面图,

图2是图1所示轴承中采用的一个螺旋零件的

平面图;

图3是图1所示推力轴承的一种装配方式;

图4是图3所示装配方式的改进型式;

图5是根据本发明的推力轴承的另一个实施例;

图6是图5所示推力轴承的一种装配方式;

图7是根据本发明的推力轴承的一种装配形式,轴承含有多个螺旋零件和滑动面零件,沿轴向彼此交替叠放;

图8是图7中所用零件的一个改进型式侧视图;

图9,10和11表示形成于对置零件表面上的凹槽配合;

图12表示先有技术和本项发明中有关功率损耗的数据比较。

在图1中所示推力轴承10含有一螺旋零件1,一滑动面零件4和一小球体即中心件6。螺旋零件1呈圆盘状,其相对侧面上带有许多螺旋槽2(如图2中所示)。零件1在面向滑动面零件4的一个侧面中心处有一凹槽7,目的是与对置滑动面零件4上所形成的相同的凹槽8配合,将球体6保持在小空间内。螺旋槽2的深度约在3微米~50微米范围内,为了留出滑动表面部分3,3的宽度安排得比螺旋槽2的宽度更宽些。滑动表面部分3的表面和零件4的滑动表面,要采用超级精加工工艺,以获得所谓的镜面光洁度,亦即平面度约为1微米,而粗糙度约为0.3微米。然而,根据预定的用途,可以省略零件4上的一个表面的超级精加工。

决定球体6尺寸的条件是:当零件1和4之间放入球体6而配合在一起时,如图1所示,使在球体6的表面与凹槽7和8之间仅仅留出一个小的空隙,或根本不留空隙。若施加润滑剂薄膜9是最好的,在这里润滑油加在零件1和4之间,包住了球体6。如果不加油膜,空气可以取代润滑剂。

螺旋零件1的平面图如图2所示。图2中所示螺旋槽2的样式与图1中所示零件1的上表面的样式是一致的。在中心部分有一凹入区5与螺旋槽2共面。零件的相对表面上的螺旋图样相对于图2所示,应是相反的图样,这点是必需的。这样,若假定零件1是透明的,当从一侧看去的,可看到相对表面上螺旋槽图样是为同样走向的图样。确定螺旋槽的方向,使它引导流体或润滑剂从周围部分流向中心凹入区5。螺旋零件具有图2所示螺旋方向处,当螺旋零件按图2所示“A”方向转动时,引导流

体从周围部分流向中心凹入区5, 对着稳定支撑的滑动面零件4。流体或润滑剂向着中心凹入区方向流动, 在两个零件之间形成流体动压力, 用这样的方法, 使推力负荷可由推力轴承10来承受。

螺旋零件1最好用具有良好热传导性, 能承受高压推力以及可能被加工成具有精密表面状态的材料做成。例如, 适用的材料可以从陶瓷中选择如碳化硅(SiC), 氮化硅(Si₃N₄)等, 它们可以是疏松的或密实的。滑动面零件4最好用硬质材料制成如碳化硅(SiC), 氧化铝陶瓷(Al₂O₃), 超硬合金, 钎铁, 13%铬一不锈钢和含铅青铜。中心件6最好用硬质材料制成, 例如陶瓷, 如碳化硅(SiC), 氮化硅(Si₃N₄), 包括β型碳化硅(β-SiC)或用作滚动轴承的钢材等, 中心件可以是疏松的或密实的。

以上所述, 涉及到密实的或疏松的。在这方面, 疏松条件只可用到螺旋零件1和中心件6, 而合适的材料配合如下表1所列:

表1 材料配合

	A	B	C
螺旋零件	疏松	密实	密实
滑动面零件	密实	密实	密实
中心件	密实	疏松	密实

在使用疏松材料时, 润滑油可以灌注于其中。

图3中所示为图1中示出的推力轴承的一个可能的应用实例。在图3中, 滑动面零件4, 通过一个适当的方式例如用粘合剂, 牢固地连接在水平座13上, 水平座13由其下表面上的一个中心凹座12支撑在一个可调节的柱状螺栓11的半球形端头, 螺栓11旋入固定部分18并固定在其上。水平座13的底端, 靠近其边缘处, 有一个盲孔19, 一个安装在固定部分18上的销子14松动地放入在其中, 以防止滑动面零件4转动。在螺旋零件1的上表面, 装有其底面为一平面的圆盘17, 使它对着螺旋零件1, 而圆盘17用键16连接在可转动轴15上。圆盘17的材料选择最好如滑动面零件4的选材那样考虑相同因素, 而其面对螺旋零件1的表面要精加工成为与滑动面零件4具有相同的质量。

当轴15和圆盘17按图2中所示的反时针方向“B”转动时, 对着螺旋零件1, 圆盘17和零件1之间的液体, 通过螺旋槽2, 被推向中心凹入区, 因而中心产生较四周更高的流体动压力, 从而抵消了推力负荷, 在螺旋零件1和滑动面零件4之间液体

的流动方向是从中心凹入区5, 通过螺旋槽2径向向外的, 借助液体流动的方向, 在空隙中产生真空效应, 而将螺旋零件1吸附在滑动面零件4上。

如果轴15以相反方向转动, 螺旋零件1与圆盘17一起转动, 流体动压力产生在螺旋零件1和滑动面零件4之间。图3中所示装置说明对应于这种情况, 轴15的推力指向向下。而此时, 推力轴承10同样承受推力, 图3中轴15的推力是指向向上的, 这样轴15所承受的力迫使它向上升起, 由真空造成的粘附效应, 或是产生在零件1和圆盘17之间, 或是在零件1和零件4之间的空隙中, 这要取决于轴15的转动方向。

图3中所示装置还显示了, 当在转动中, 转动方向改变时承受各种趋势的作用。就是若轴15的转动方向突然改变时, 对于螺旋零件1的径向位置, 将经受一不稳定状态, 然而中心件6将起到使螺旋零件1径向位置稳定的作用。

图3所示应用中, 用到了水平座13。然而, 若将滑动面零件4做成图4中所示的另件4', 在其上设一盲孔19', 则水平座13可以省掉。

另外一种推力轴承装置20如图5所示, 其中一对滑动面零件4a和4b, 分别用放在由凹槽8a和7a, 及凹槽7b和8b形成的空间内的球体6a和6b安装在螺旋零件1'的两相对侧面, 凹槽8a, 8b, 7a和7b, 是以与图1中所示凹槽7和8相似的方式形成于中心处。轴承组件20可以用图3中所示的相似的方式安装。这种安装方式在图5中示出, 在这种情况下, 上部滑动面零件4a被牢固地连接在圆盘17上, 而下部零件4b被牢固地连接在水平座13上。由于存在两个球体即中心件6a和6b, 位于螺旋零件1'的相对两侧边的滑动面零件4a和4b的径向运动受到限制, 这种装置能够承受一定程度的径向荷载, 其承载能力可能不大, 但是足以防止零件的径向位移。

注意到在图5和6所示实施例中, 中心凹槽8a和8b分别设在滑动面零件4a和4b的相对侧面上。这些附加的凹槽起了滑动面零件可互换的作用, 当然, 它们也可以仅仅设在一个表面上。另外, 附设凹槽8a和8b这一措施, 还将起到下文中所要说明的, 可以把若干个滑动面零件和螺旋零件沿轴向交替叠放的作用。

现参看图7, 图中所示实施例中, 多个推力轴承元件以这样的方式叠放, 即螺旋零件和滑动面零

件交替放置。在每二个零件之间放入一个中心件。轴25的下端面与图4中所示的圆盘17下表面相当。并以与圆盘17相似的方式精加工。轴25下端部的下面,放置第一螺旋零件21-1。第一滑动面零件24-1类似于图5中所示零件4a和4b,被放置在零件21-1的下面,在它们之间放入第一球体26-1。在第一滑动面零件24-1的下面,第二球体26-2,第二螺旋零件21-2,第三球体26-3和第二滑动面零件24'以相似的方法放置,第二滑动面零件24'以类似于图4中所示零件4'的方法固定。在此实施例中,螺旋零件21-1和21-2的螺旋槽方向即方位,假设都象图2中所示那样,当从上面看去全是相同的。

从上述结构说明,可以清楚得知,若轴25以图2中所示的反时针方向“B”驱动时,将有两个交界面可能形成流体动压力,即,在轴25的下端面和第一螺旋零件21-1之间,以及第一滑动面零件24-1和第二螺旋零件21-2之间。

然而当轴25按“B”方向驱动时,将首先在可能产生流体动压力的两个交界面之一上形成流体动压力,这一交界面的上边和下边零件将作相对转动,而与另一交界面有关的零件或转动,或由于惯性而基本上保持不动,在此交界面上将产生静摩擦和动摩擦。因此,当轴25开始以反时针转向“B”转动,流体动压力产生在轴25的下端面和第一螺旋零件21-1之间的交界面上,有关的滑动作用仅能从此交界面上看到,而其他零件24-1, 21-2, 和24'将保持不动。另一方面,若动压力首先形成于零件24-1和零件21-2之间的交界面上,零件21-1和24-1将与轴25一起转动,而零件21-2和24'将保持不动。按上述装置,例如,若轴的下端面在第一螺旋零件21-1上滑动时,轴的下端表面和第一螺旋零件之间,由于一些划痕或类似物,彼此粘附。则另一交界面,即零件24-1和零件21-2之间的交界面将成为流体动压力形成之处,由此,轴25将与零件21-1和24-1一起继续在螺旋零件21-2上转动。故,参照图6所述结构提供了一安全措施,它起到避免滑动面零件和螺旋零件之间的一个交界面失效而致使转动中止的作用。若轴按顺时针方向转动,或是在零件21-1和24-1之间,或是在零件21-2和24'之间形成流体动压力的交界面,而这些交界面将呈现如反时针方向转动时所述的同样的作用。

图7中所示装置可以显示将要解释的另一可供

使用的方式,若轴25的转动速度比较高,转动零件和不动零件之间的相对转动,可以通过在螺旋零件上设置一些装置来对抗转动而被缓和。若一个螺旋零件的转动受到阻挡,则一个交界面上的相对转动可能不足以适应轴25的转动,而有关的转动将形成于另外一个交界面上,因此各自交界面上的相对转动速度将会降低。

这样的装置可以用例如图8中所示设置来说明,在螺旋零件和滑动表面零件外周表面上设置一系列凹槽28,周围流体(空气,液体或润滑油)会因这种零件外周上有一系列凹槽而限制它转动。当然可能需要增加沿轴向叠放的零件个数。在图6中,在轴25的下端面和第一螺旋零件21-1之间没有装一个球体。然而,这样的部分可以设置在另外的位置上,若限于仅仅在叠放零件之间的一个位置上。此外,如果在所有交界面上都设置球体,则按结合图6已说明的相似的方式,可以承受径向载荷,即防止零件的径向位移。

在以上叙述中,中心件被解释为一球体,而放置中心件的凹槽被解释为一半球形凹槽;然而,它们可取其他的形状,一些可供选择的形状示于图9到11,可是,可能的形状不只限于图中所示的这些,在这些图例中,采用与图1相同数字的标记外,另外附加下标“a”, “b”, “c”。在图9中,一个小球体6a被放入在凹槽7a和8a中,凹槽7a和8a各形成为一锥形槽。用这种形式,所选使球体6a与凹槽7a和8a之间空隙相配的球体6a的直径也可应用到其他实施例中。在图10中,凹槽7b和8b形成圆柱形盲孔,凹槽的圆柱壁表面可以被研磨而获得高精度。在图11中,凹槽7c和8c呈椭圆形,以使放入球体6c而在凹槽7c和8c间留有空隙。

在按本发明的推力轴承上所进行过的若干加载试验。

1 载重试验:

与图3中所示相当的一种装置在下述条件下进行试验。

在室温条件下,推力轴承部分被浸泡在水中。

螺旋零件(1)和滑动面零件(4)都用氧化铝陶瓷做成。

推力负荷为3500千克力,转速为3000转/分,在按逆时针转动和顺时针转动时功率损耗都只有350瓦。

可以看到,螺旋零件在不形成流体压力一边,相对于它所对的表面不发生转动,它取决于转动方向。因为当流体动压力形成时,在具有螺旋槽的表面,其摩擦系数是0.003,而无流体动压力时约为0.3。因此螺旋零件对置表面之间扭矩值的差异大于100倍而这一差异是发现螺旋零件的作用或可供使用的出发点。

II. 比较试验:

这一试验是要将本发明的推力轴承与普通的斜垫型推力轴承的摩擦损失比较。

试验进行时,轴承被浸泡在含有75%丙二醇溶液中。

在按本发明的推力轴承中,螺旋零件和滑动面零件都是用碳化硅做成,而圆盘(相当于圆盘17)是由铸铁(FQ20)做成。斜垫推力轴承包括一个由碳质材料做成的转动零件和一用13%铬不锈钢做成的固定件。实验结果表示在图12中,先有技术轴承,即斜垫推力轴承,当推力负荷为1800千克力时被卡住,这点的功率损耗为1200瓦。然而本发明的推力轴承,在负荷大于10000千克力时没有任何被卡住的迹象,只发现280瓦非常小的功率损耗。

此外,本发明的推力轴承在稀浆内驱动时,没有发现有泥浆侵入到零件之间的空隙处。

以上阐明了本发明的特性。必须注意,在这里按本发明螺旋零件如上已述主要是用陶瓷做成。这些材料难以用普通的加工方式形成螺旋槽。然而螺旋槽可以采用喷丸加工法令人满意地形成,一种适当的掩膜,可以加在表面上,例如用光致抗蚀法的掩膜。这种螺旋槽的加工方式已公开于美国编号第527,731上。

按本发明的推力轴承可以在不同的场合下使用,例如零件间有润滑剂,在液体中或处于干燥状态(在此情况下空气将起流体的作用)。采用润滑剂时,将润滑剂涂在零件之间和球体表面上即为足够,由流体(润滑剂)运转引起的流体动压力,在动压力作用下,不随任何大的范围,动压力产生在润滑剂的涂层内。

此外,与先有技术相比较,推力轴承利用螺旋槽型来生成流体动压力,按本发明的推力轴承可以承受径向负荷,即防止零件的相对径向位移,而且,在放入中心件即球体的情况下,它可被用于立轴或水平轴。

通过参考特定的实施例已对本发明详加阐述,然而,应当注意,本发明不仅限于这些已作的说明,对于熟悉该技术者,在根据下述权利要求所限定的,本发明的精神和范围之内,可能修正或改进。

图 1

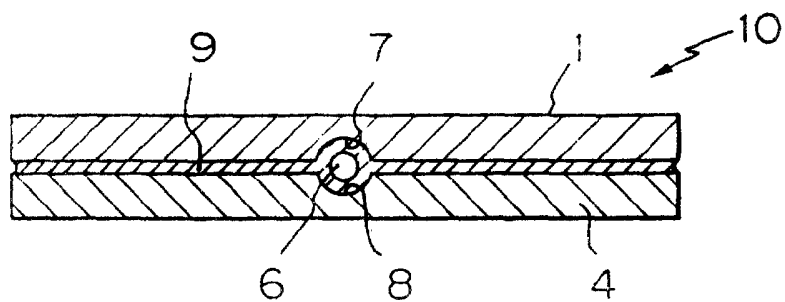


图 2

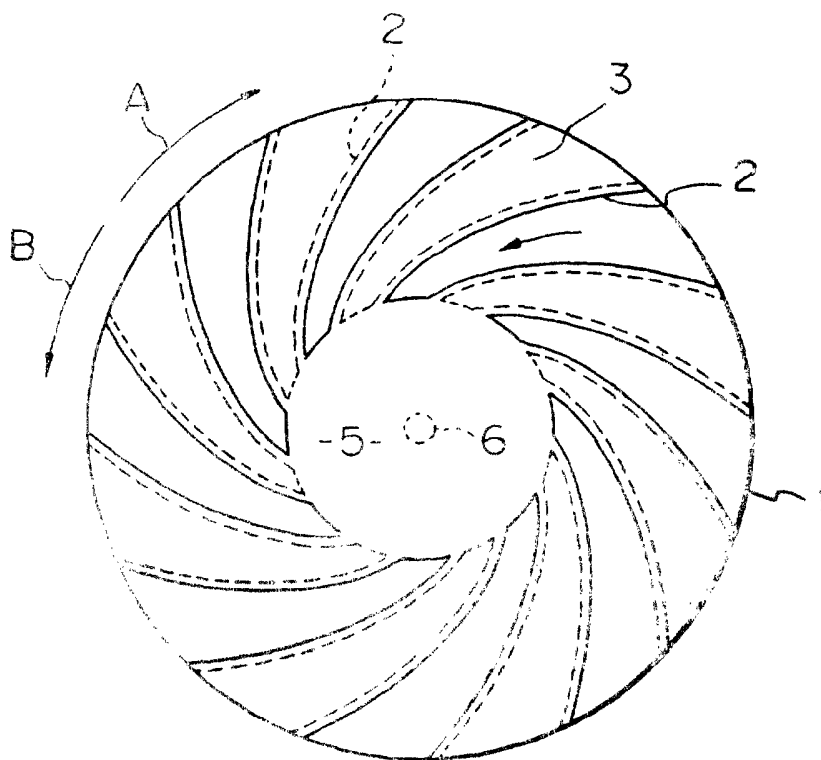


图 3

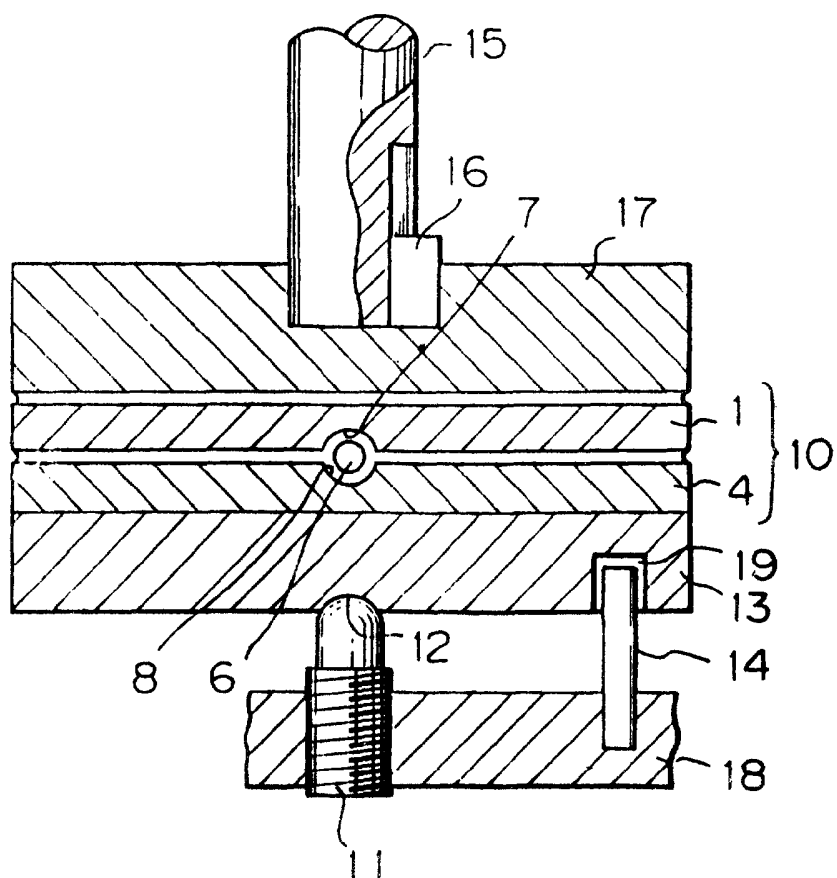


图. 4

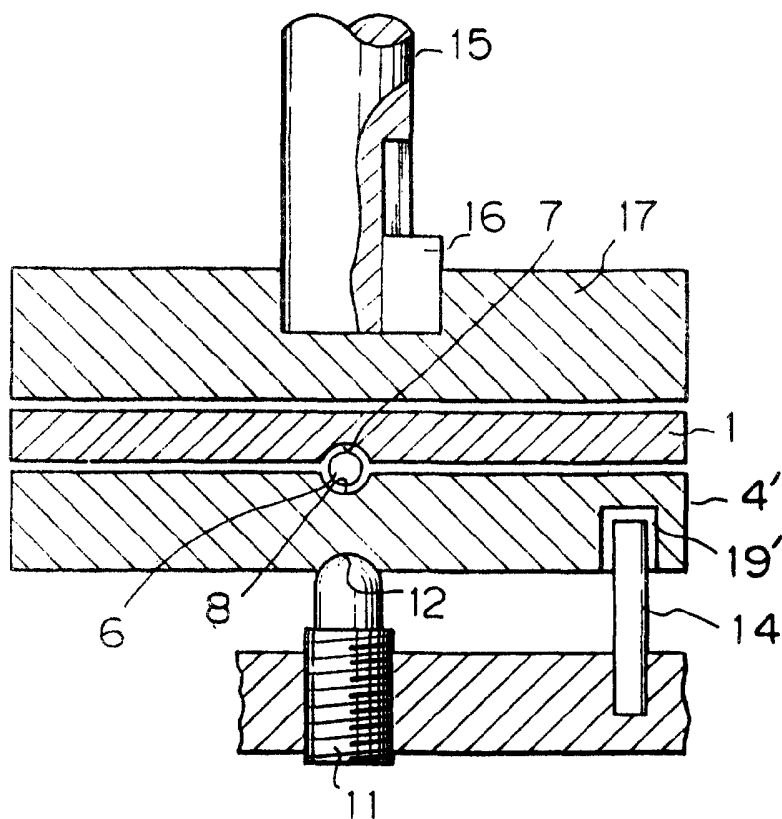


图. 5

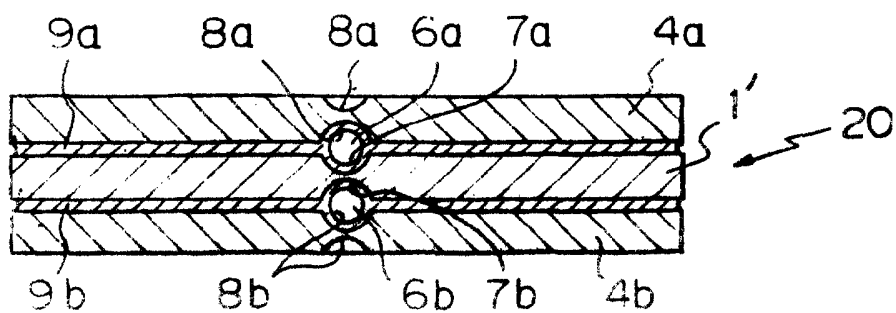


图. 6

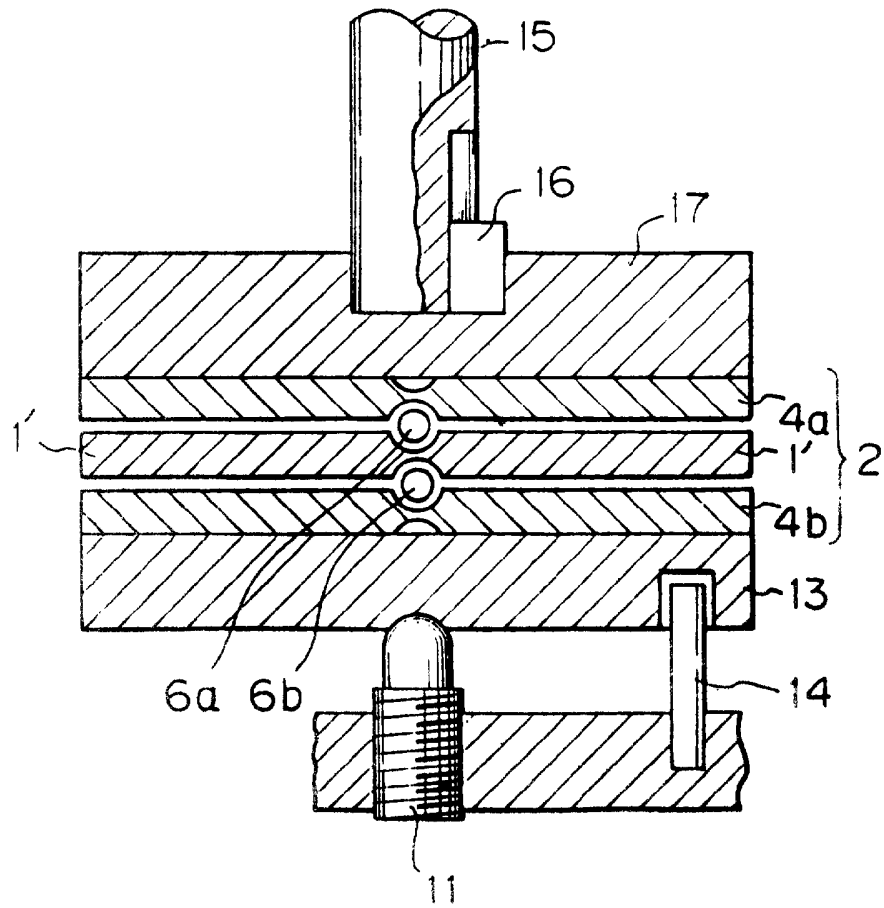


图. 7

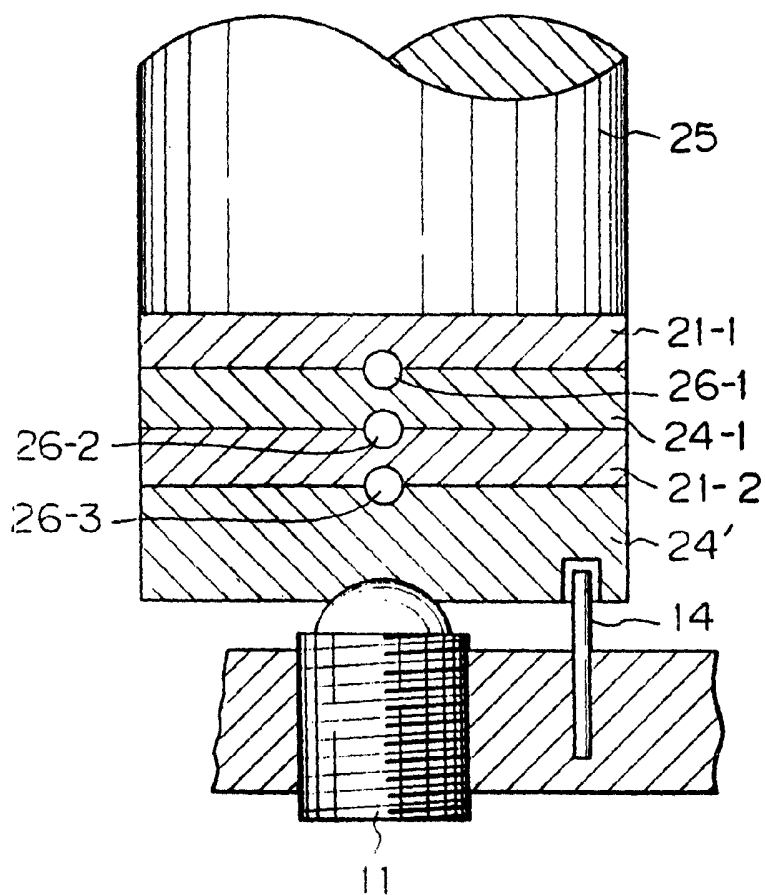


图. 8

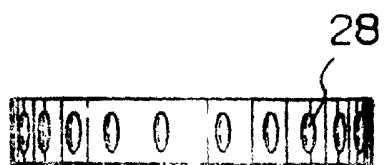


图. 9

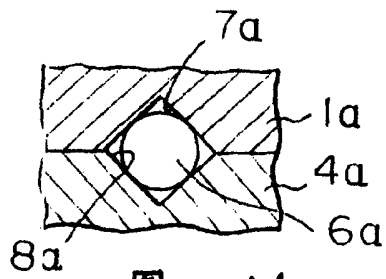


图. 10

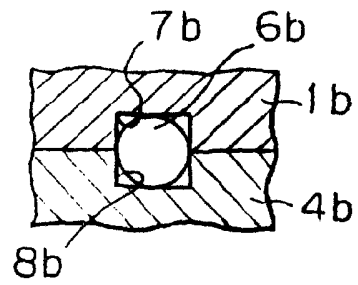


图. 11

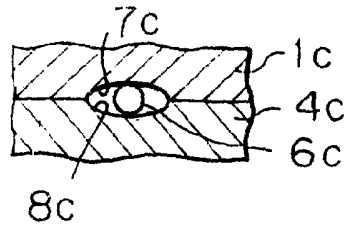


图. 12

