

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

B24B 39/00

B24B 1/04 C21D 7/06

B24C 1/10 B24C 5/08

F01D 5/28



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 01802866.7

[45] 授权公告日 2004 年 10 月 20 日

[11] 授权公告号 CN 1171701C

[22] 申请日 2001.9.20 [21] 申请号 01802866.7

[30] 优先权

[32] 2000.9.21 [33] FR [31] 00/12017

[86] 国际申请 PCT/FR2001/002917 2001.9.20

[87] 国际公布 WO2002/024411 法 2002.3.28

[85] 进入国家阶段日期 2002.5.29

[71] 专利权人 斯奈克码发动机公司

地址 法国巴黎

[72] 发明人 伯努瓦·让·亨利·贝尔特莱

热拉尔·米歇尔·罗兰·盖尔德里

克洛德·马塞尔·蒙斯

玛丽-克里斯蒂娜·恩察马-埃图蒂

审查员 冯宪萍

[74] 专利代理机构 中国商标专利事务所有限公司

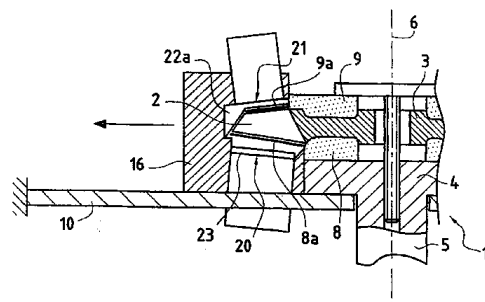
代理人 许天易

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 3 页

[54] 发明名称 用超声对转子的叶片进行横向喷丸表面处理的方法和装置

[57] 摘要

本发明涉及一种在转子上叶片的超声横向喷丸表面处理的方法，其包括驱动支承叶片(2)的飞轮(3)绕其垂直安置的几何轴(6)旋转并使叶片(2)穿过由在一个相对于轮侧面安置的工作腔(12)中的震动表面(20)产生的微粒雾。震动表面(20)位于叶片(2)的路径以下。最好是，工作腔(12)包括一个在叶片路径之上的震动表面。本发明还涉及用于执行上述方法的机器。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

- 1、 用超声波对径向放置在飞轮（3）周边的零件（2）进行喷丸处理的方法，根据这个方法，使飞轮（3）围绕其几何轴（6）旋转并由位于固定工作腔（12）下方的第一个震动表面（20）在固定工作腔（12）内产生微粒（15）雾，所述固定工作腔（12）位于飞轮（3）侧面，上述固定工作腔（12）有一个开口可以在飞轮（3）转动时放进和拿出零件（2），其可以容纳至少3个相邻的零件，飞轮（3）围绕旋转的几何轴（6）是垂直的轴，第一个震动表面（20）位于固定工作腔（12）内的零件路径下。
- 2、 根据权利要求1的方法，固定工作腔（12）还有第二个震动表面（21），该震动表面位于固定工作腔（12）内的零件路径上方。
- 3、 根据权利要求1或2的方法，其特点是该方法适用于带有薄边缘的零件（2），在喷丸时要对上述边缘进行保护。
- 4、 根据权利要求3的方法，其特点是使用拉杆（8a和9a）来保护零件（2）的薄边缘，在转动时，这些拉杆和飞轮（3）连为一体。
- 5、 根据权利要求3的方法，其特点是利用固定工作腔（12）上的固定拉杆（30和31）来保护固定工作腔（12）内的零件（2）的薄边缘，并在喷丸过程中步进地转动飞轮（3）。
- 6、 根据权利要求1、2、4或5任一权利要求所述的方法，其特点是在喷丸时飞轮的转数至少为 $N=3$ 。
- 7、 根据权利要求3所述的方法，其特点是在喷丸时飞轮的转数至少为 $N=3$ 。
- 8、 根据权利要求1的实施该方法的喷丸机，其特点是该机器配备：
 - 具有垂直轴（6）的旋转平台（4），安装有飞轮（3）的固定装置，飞轮（3）在径向上带有有待喷丸的零件（2）并和平台（4）同轴，
 - 用来驱动旋转平台（4）转动的手段，
 - 至少有一个喷丸装置，上述喷丸装置配有：
 - 一个固定工作腔（12），位于上述飞轮（2）的侧面并可以放置至少3个相邻的零件（2）并有一个开口用来在飞轮转动时放进或拿出零件（2），
 - 位于固定工作腔（12）底部在零件（2）路径下方的第一个震动表面（20），它可以在上述固定工作腔（12）内产生微粒（15）雾，
 - 一些用来回收脱离固定工作腔（12）的微粒（15）并将它们返回固定工作腔（12）的手段。

-
- 9、根据权利要求8的机器，其特点是喷丸装置在固定工作腔（12）的零件（2）的路径上方配备有第二个震动表面（21）。
- 10、根据权利要求8或9的机器，其特点是该机器也具有零件（2）边缘的保护手段。
- 11、根据权利要求10的机器，其特点是保护手段为一些与飞轮（3）连为一体的径向拉杆（8a和8d）。
- 5 12、根据权利要求10的机器，其特点是保护手段为一些和固定工作腔（12）连为一体的杆（30和31）。
- 13、根据权利要求8、9、11、12任一权利要求所述的机器，其特点是喷丸装置可以在垂直于旋转平台（4）的轴（6）的方向上运动。
- 10 14、根据权利要求10所述的机器，其特点是喷丸装置可以在垂直于旋转平台（4）的轴（6）的方向上运动。

用超声对转子的叶片进行横向喷丸表面处理的方法和装置

技术领域

5

本发明涉及一种采用超声波对零部件的喷丸表面处理方法，超声波径向地在一个飞轮的周边展开，比如对转子上涡轮机的叶片。本发明也涉及到实施本方法的喷丸表面处理机。

10 背景技术

术语飞轮通常其形状为以一个几何轴为中心的回转物体，可以围绕它的轴旋转。

为了提高机械零件的抗疲劳强度，一般采用喷射微粒来对其表面进行喷丸处理。这项技术在航空领域中使用非常广泛，用来对很薄的零件表面上施加永久的压力。这种施加压力可以防止在零件的表面出现裂纹或防止裂纹的加剧，这样可以提高零件的抗疲劳强度。该技术是以一个相对于零件表面垂直度较小的角度，用足够的动能向零件的表面喷射微粒。

15

相对于零件表面的喷射角度最好小于 45 度以便能够将微粒的足够能量传送到零件的表面。零件的放置位置应当经过最佳选择。喷丸不足的处理不能达到预计的强度要求，但是可以进行补充喷丸处理。另外，过度的喷丸处理可以导致零件无法挽回的降级恶果。

20

喷丸处理技术尤其适用于涡轮机转子叶片的表面处理。当叶片的壁很薄时，需要同时喷丸处理叶片的两个面以便避免薄区型面的变形。

一般来说，对厚壁的表面喷丸处理，通常在正常喷丸的同时，采用一个喷嘴同时供应压缩空气和微粒向表面喷射。涡轮机转子叶片的喷丸处理采用两个喷嘴同时向叶片的一个表面喷射。这种喷丸处理方法有两个缺点：

25

- 喷丸参数不稳定，而当要得到最佳喷丸结果时，喷丸机需要经常调试；
- 表面光洁度降级，这影响到零件的寿命；
- 喷丸处理的实施必须在一个足够大的房间里进行，以便使零件和喷丸喷嘴的操作有足够的空间。

当有待进行喷丸处理的表面为单个的飞轮叶片，并且叶片之间的间距相对较小，这是要谨慎使用喷嘴来进行喷丸处理。

申请人在 1999 年 11 月 18 日申请的、申请号为 FR99 14 482 的专利申请上提出一种使用超声波来进行喷丸处理的方法，即使用震动表面产生的微粒雾来进行喷丸处理的方法。根据该申请所介绍的方法，飞轮在其水平轴上驱动旋转。位于飞轮下方的叶片低速穿过工作腔并由位于下叶片端部下方的震动表面产生的微粒雾所冲击。

被震动表面激化的微粒冲击位于工作腔内的叶片表面，在这些表面上，它们重新弹回，位于叶片之间的飞轮的周边壁也是如此。那些失去动能的微粒又掉在震动表面上，这些震动表面又将它们重新抛向工作腔。有些微粒跑出了工作腔并被相邻的非工作腔回收，在这里它们又依靠重力又返回到工作腔。

叶片较薄的端部经受较强烈的喷射，他们在喷丸处理工作结束之后需要进行修饰。

在喷丸处理过程中，飞轮转动很多圈来等待最佳状态并在零件很薄时，避免喷丸的不对称以及产生变形。

在 FR99 14 482 中介绍的方法特别适用于较短的叶片。

但是，在与两个连续叶片的距离进行比较时如果叶片较长，尤其是长度和叶片间距离的关系大于 3，或者当叶片的高度大于 100 毫米时及叶片的形状很弯曲，位于叶片间空间底部的叶片侧面喷丸不足时，这是因为微粒已经进行多次反复喷射并且一部分已经失去动能。这样，喷丸处理不均匀并且需要增加喷丸的时间来保证各点的最低喷丸要求。

发明内容

发明的目的是介绍利用径向作用在飞轮周边的零件超声波来进行喷丸处理的方法，这种方法无论零件的大小均可以有效地对零件进行喷丸处理。

发明涉及到利用径向作用在飞轮周边的零件超声波来进行喷丸处理的方法，根据这种方法，使飞轮在其几何轴上旋转，这样在飞轮侧面的固定工作腔中通过位于工作腔下部的第一个震动表面产生一种微粒雾，该工作腔有一些开口用来在飞轮旋转时放进和拿出零件，其容量可以至少放入 3 个相邻的零件。

根据发明，该方法的特点是使飞轮在其垂直放置的轴上旋转，第一个震动表面

在工作腔内的零件路径下方。

这种设置可以喷射放入工作腔内零件的所有表面而无论其相对于飞轮旋转轴的距离是多少。

根据发明该方法的优点特性，工作腔在零件路径的上方还有第二个震动表面。

5 由于具有这些特性，以较弱的动能到达工作腔上部的并且很快由于重力而落下的微粒均由第二个震动表面重新激活，并且重新弹回到零件的表面上以及工作腔的壁上完成再次喷丸。

10 根据发明，从震动表面的方面来看当该方法应用于带有边缘的零件时，如涡轮机的叶片的前缘及后缘，根据发明的另一特点，在喷丸处理时，需要对上述边缘进行保护。

最好使用牢固的拉杆来进行保护，将边缘罩住。这些拉杆放在边缘和声极之间。这些拉杆的作用是减小冲击边缘微粒的能量。拉杆可以接触边缘也可以不接触边缘。

15 边缘也可以用工作腔上带的固定拉杆来保护。在这种情况下，在喷丸时一步一步地转动飞轮来使位于工作腔内的零件边缘处于固定拉杆的位置。喷丸可以在飞轮旋转一步时停止。

这样，在喷丸时，拉杆均位于叶片的薄边缘和声极之间来保护薄边缘避免来自声极的微粒的高能冲击。

该发明还包括实施这种喷丸方法的喷丸机。

这种喷丸机具备以下特性：

20 有一个旋转平台，轴为垂直轴，轴上带有固定飞轮的装置，在飞轮上装有待喷丸的零件，与平台同轴。

一些驱动平台旋转的装置，至少有一个对上述零件进行喷丸的装置，该喷丸装置有：

25 位于上述飞轮侧面的工作腔，可以至少放置3个零件并且具有一个开口以便在旋转时取出或放进零件。

位于工作腔零件路径下方的第一个震动表面，可以在工作腔内产生微粒雾。

一些用来回收脱离工作腔的微粒并能将它们重新返回工作腔的装置。

喷丸装置另外还具有第二个震动表面，它位于工作腔内零件路径的上方。

喷丸机也具备一些零件边缘的保护手段。

30 本发明的其它优点和特性在随后的文字中作为举例来介绍并参考附图。

附图说明

图 1 为根据发明绘制的喷丸机的俯视图，在该喷丸机上安放涡轮机的飞轮其叶片应当进行喷丸处理。

5 图 2 为根据图 1 的 II-II 绘出的垂直剖面图。

图 3 表明飞轮在喷丸机平台上的固定方法以及叶片后缘和前缘边缘的保护栅的位置。

图 4 为喷丸机根据图 1 的 IV-IV 线绘制的剖面图。

图 5 为和图 4 相似，一大比例尺表示工作腔以及微粒回收腔。

10 图 6 为根据图 4 的 VI-VI 线绘制的剖面图，通过穿过工作腔并位于喷丸机内叶片路径下方的一个水平面。

图 7 与图 2 相似，以大比例尺表示喷丸装置和叶片后缘和前缘边缘的保护拉杆，这些保护拉杆固定在工作腔上。

15 具体实施方式

在这些图上，编号 1 为喷丸机，叶片 2 径向地分布在飞轮 3 的周围，涡轮机的轴为 x。飞轮 3 有可能是一个单体装有叶片的圆盘或者是装有活动叶片的涡轮机的飞轮。叶片 2 也可以是一些零件其表面应当进行喷丸处理并具有径向安装飞轮的装置，该飞轮 3 用来支撑有待喷丸的零件。

20 喷丸机 1 基本上具有一个旋转平台 4，由轴 6 的轴 5 支撑。轴 5 围绕轴 6 被驱动旋转，驱动装置，例如电机未在图中标出。飞轮 3 利用法兰 7 和旋转平台上打出的轴 6 的铰孔 7a 固定在旋转平台 4 上，其轴 x 应当与旋转平台的轴 6 相配合。

由于这在图 2 和图 3 上非常明显易见，最好第一个环形圆盘 8 位于旋转平台 4 和飞轮 3 之间，第二个环形圆盘在飞轮 3 和法兰 7 之间。

25 这些环形圆盘 8 和 9 在他们的周围有一些径向拉杆，分别为 8a 和 9a，其数量与飞轮 3 的叶片的数量相同，并围绕轴 x 以均匀的间隔分布。每个拉杆 8a 和 9a 的形状与叶片 2 的前缘和后缘的形状相同。内环形圆盘 8 在飞轮 3 的下方以便使径向拉杆 8a 能够覆盖叶片 2 的上部边缘。当旋转平台 4 围绕轴 6 旋转时，飞轮 3 和环形圆盘 8 和 9 也围绕轴 6 旋转。

30 旋转平台 4 的直径是根据飞轮 3 来选定的，以便使叶片 2 径向地向旋转平台的

周围伸出。

在图 1 到图 3 上, 只能看到喷丸机 1 还配有一个固定水平滑轨 10, 它固定在轴 5 的支座上, 其轴线与轴 5 的中心线 6 相垂直。

在这个滑轨 10 上装有滑动的喷丸装置 11。在飞轮 3 在旋转平台 4 上安装时或在 5 在其拆卸时, 喷丸装置 11 与旋转平台 4 隔开。

这个喷丸装置 11 配有一个中心腔 12 即工作腔, 它位于两个侧腔 13 和 14 (即非工作腔) 之间, 它们用于回收那些脱离工作腔的微粒 15 并将它们返回工作腔 12。

10 这些腔 12, 13 和 14 由一个刚性扇形的、内径等于或稍微大于路径直径的外壁 16 隔开, 在飞轮 3 旋转时, 这些腔 12, 13 和 14 由一个位于外壁 16 和旋转平台 4 周边的盆状下壁 17 以及一个反盆状上壁 18 或一个位于外壁 16 和上圆盘 9 周边之间的罩隔开。

在飞轮 3 旋转时, 下壁 17 通过叶片 2 安放在路径下方; 上壁 18 位于路径的上方。一个下震动表面 20 通过下壁 17 安放在盆状的底部; 第二个震动表面 21 通过上壁 18 放在罩的上部。

15 还有一些带有开口的垂直和径向隔板, 这些开口的大小根据由拉杆 8a 和 9a 构成的环形面积的大小而变, 这些隔板在飞轮 3 旋转时将壁 17 和 18 与壁 16 联系在一起。这些位于叶片上下的为数为 4 个的隔板还有一些端部隔板 21a, 21b, 它们环状地将非工作腔 13 和 14 隔开; 中间隔板 22a 和 23b 将工作腔 12 与非工作腔 13 和 14 隔开。下中间隔板 22a 和 23b 在下壁 17 的旁边开有一些开口或豁口 23, 它们可以 20 使微粒到达非工作腔 13 和 14 并通过重力返回下震动表面 20。

因此, 工作腔 12 环状地被隔板 22a 和 22b 隔开并放置在震动表面 20 和 21 之间, 这些在图 5 上可以看到。

这个工作腔 12 的圆周范围应当至少能够放置 3 个叶片 2 在工作腔 12 内。

25 一定数量的微粒 15 处在工作腔 12 内。当声极的震动表面 20 和 21 激活后, 处在下震动表面 20 上的微粒 15 被抛向上方, 冲击叶片 2 的表面, 并落到这些表面上并随机地运动。一些微粒 15 到达上震动表面 21 上, 该表面再次给予这些微粒能量。这些微粒 15 在下落时再次冲击叶片 2 的表面。一些微粒也冲击中间隔板 22a 和 22b, 在这些隔板上, 微粒弹起。这些微粒 15 保持在工作腔 12 内在失去动能后落到震动表面 20 上。

30 由于叶片 2 在上、下中间隔板 22a 和 22b 之间的开口中运动, 一些微粒 15 到达

侧面腔 13 和 14 内。在这些腔内，微粒 15 很快失去动能并落到倾斜的下壁 17 上并通过位于中间隔板 22a 和 22b 底部的豁口 23 返回到下震动表面 20 上。

在飞轮 3 转动一周时，叶片 2 在通过工作腔 12 的过程中受到微粒的冲击。

5 叶片的通过时间稍微低于为获得最佳结果所需的喷丸总时间，为了获得最佳结果所需要完成的转数通过计算来获得。这个转数至少是 3 转。这样可以降低在处理期间的叶片变形。实际上，当叶片进入到工作腔内时，它的表面转到旋转方向来接受喷丸，这个方向的喷丸程度要比与其相对的表面要强，可以直接接受来自声极的强力冲击。对转向前方的表面所预先施加的压力要比相对表面的压力要大，这样就在叶片的后部产生部分塑性变形。当叶片要离开喷丸腔时，现象正相反，但存在叶片
10 的剩余变形。

在完成 N 转的喷丸而不是一转的喷丸时，叶片两个面之间喷丸的暂时偏差由 N 来除，这个被 N 除的即为叶片的变形。转数 N 不是临界的。3 到 5 转可以认为是获得有意义结果的可以接受的数字。

15 注意，为了降低喷丸的总时间，可以安装一部具有多种喷丸装置 11 的喷丸机 1，这些喷丸装置 11 与上述喷丸装置相同并分布在轴 6 的周围。

图 7 表明为叶片 2 的前缘和后缘的保护系统的另一个方案。在这个方案上，环形圆盘 8 和 9 无径向拉杆 8a 和 9a。相对于喷丸扎 11 的固定保护拉杆 30 和 31 均安装在工作腔 12 内。拉杆 30 和 31 的数量等于可以安放在工作腔 12 内叶片 2 的数量。

20 在喷丸处理时，当叶片 2 的前缘和后缘被拉杆 30 和 31 保护时，叶片 2 在一定时间内是不动的。然后，叶片移动一步，这一步等于相邻两个叶片 2 之间的角偏差。

在发明最佳实施方式上，拉杆 30 和 31 均由端部 32 和 33 固定在外壁 16 上并通过另一端部固定在共同基座 34, 35 上，该基座在转子 3 和相应的内壁 17 和 18 之间配备有密封圈，当间隙小于微粒的直径时密封度得到确保。

25 为了简化转子 3 在喷丸腔 12, 13 和 14 内的放置，可以将外壁 16 由一个垫圈分为两部份 16a 和 16b，转子 3 的放置按以下方法进行：

- 根据曲线 37 隔离各个腔的上部组件，即外壁 16 的上部 16a，声极 21 和内壁 18；
 - 根据曲线 38 放置转子 3；
 - 根据与曲线 37 相反的曲线 39 将各个腔的组件收拢以便将各个腔关闭并进行喷丸处理。
- 30

如果在这种移动时进行连续喷丸，这种步进式的移动可以高速进行，以便使前、后缘在运动时能够减少受到微粒的冲击。我们也可以在叶片步进运动的时间内停止声极的工作。

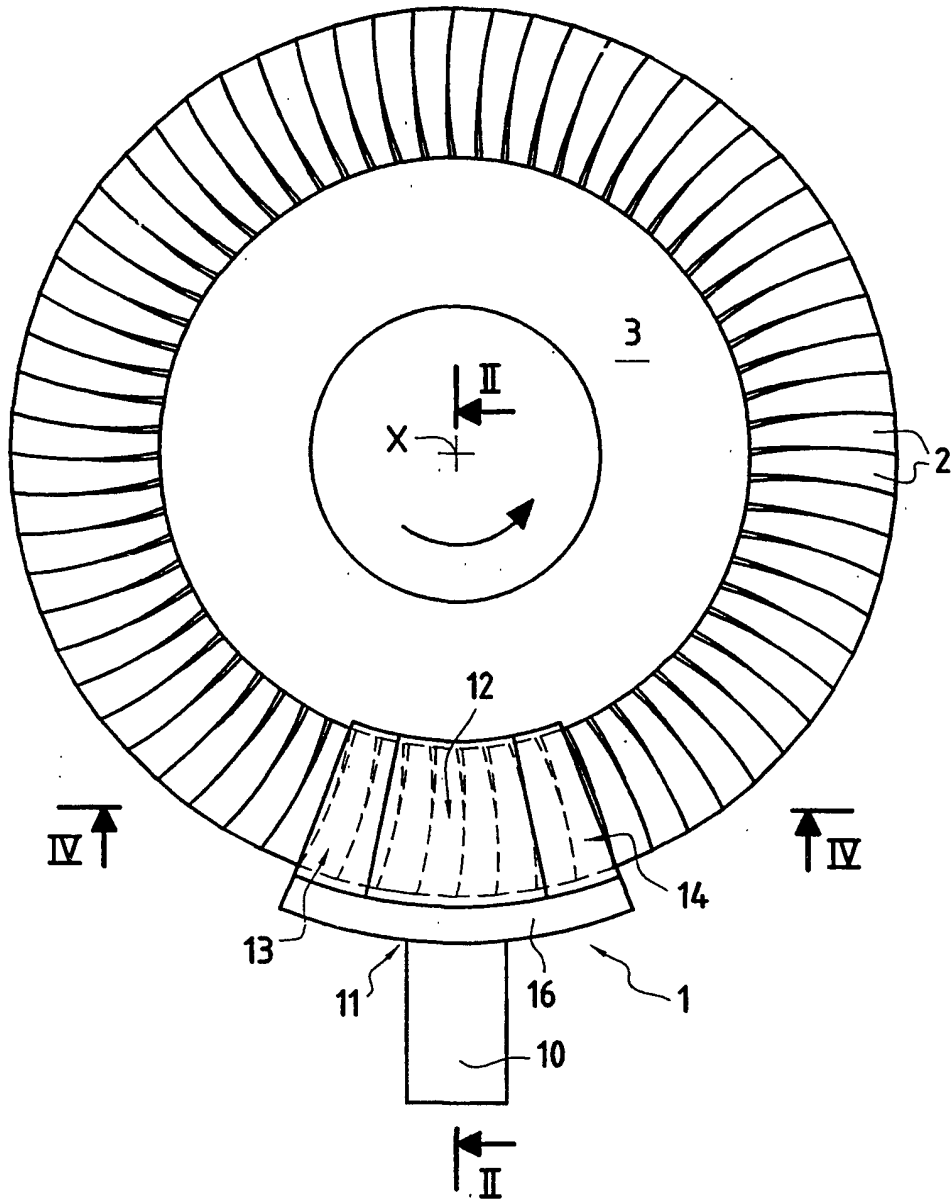


FIG.1

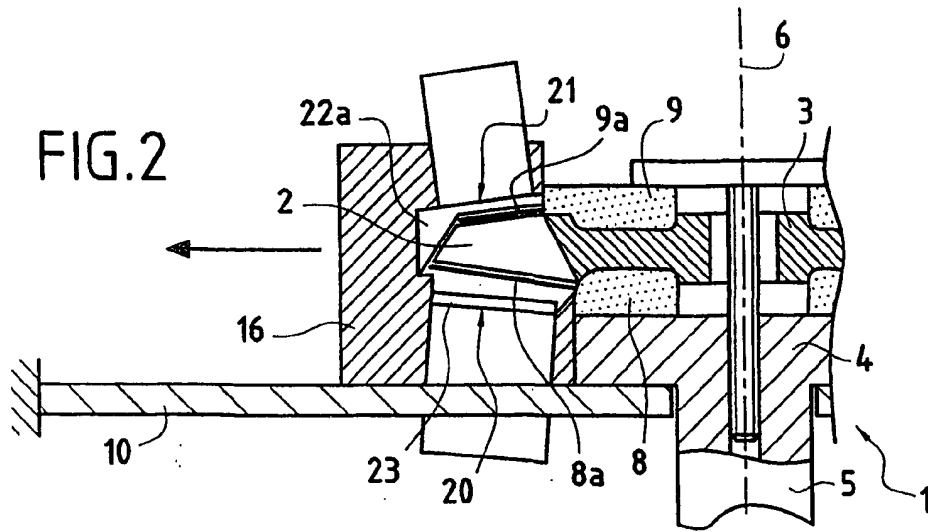


FIG. 3

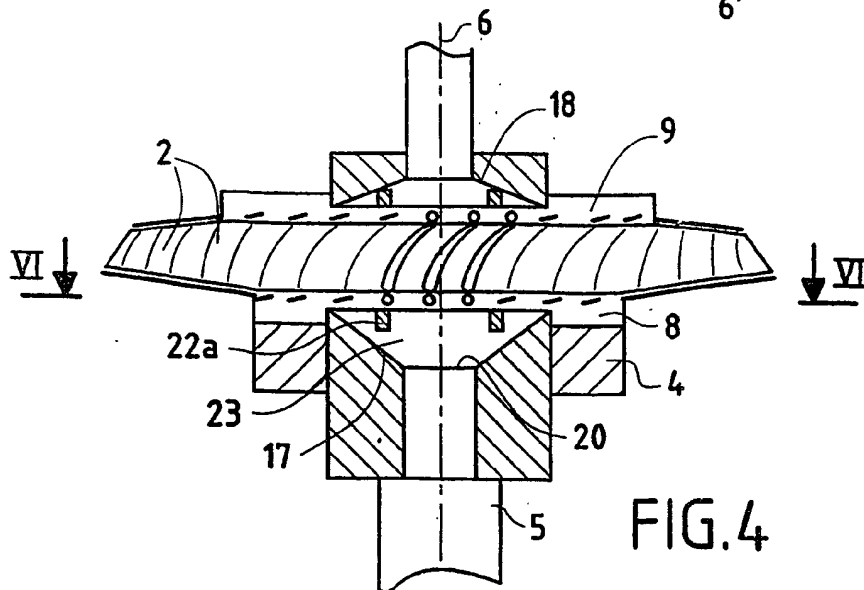
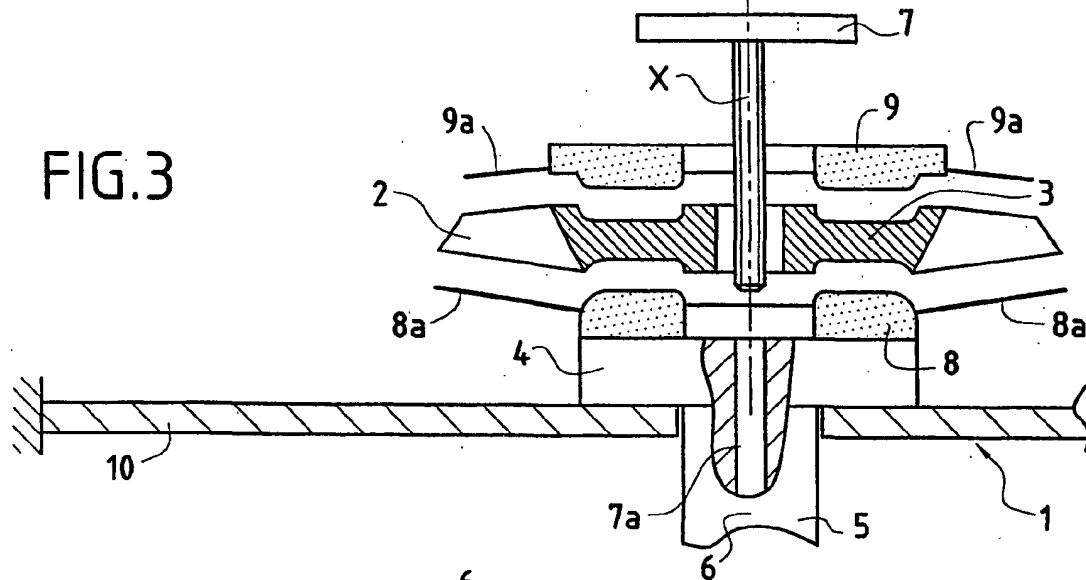


FIG. 4

