

## [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97102147.3

[45] 授权公告日 2002 年 1 月 23 日

[11] 授权公告号 CN 1078309C

[22] 申请日 1997.1.24 [24] 颁证日 2002.1.23

[21] 申请号 97102147.3

[30] 优先权

[32] 1996.1.26 [33] JP [31] 11880/1996

[73] 专利权人 株式会社日立制作所

地址 日本东京都

[72] 发明人 市川均

[56] 参考文献

JP 昭 54-38450A 1979. 3. 23 \_

US1755321A 1930. 4. 22 \_

US2291110A 1942. 7. 28 \_

US3512899A 1970. 5. 19 \_

审查员 左凤茹

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事  
务所

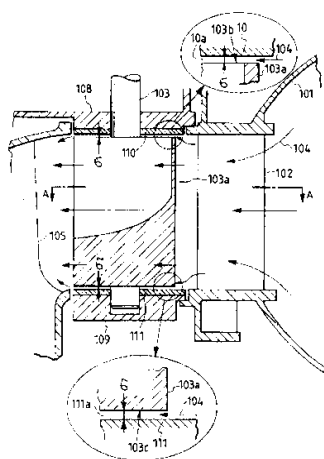
代理人 张祖昌

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图页数 6 页

[54] 发明名称 水利机械

[57] 摘要

本发明提出了一种具有高可靠性的水利机械,它  
可以使其中接触冲击水流的部件免于因泥沙而致的磨损。  
在这种置于冲击水流中、具有活动导叶的水利机械中,  
用喷镀方法或焊接方法使一种抗泥沙耐磨材料附着在  
每个导叶导叶体的如下部位:前端;过水部分的中心以下  
表面;以及上下端面。于是,导叶和衬板将彻底免于因  
泥沙而致的磨损,该水利机械的耐磨损及抗损坏能力也  
就得以改善。因此,如本发明所述水利机械的寿命将显  
著地超过传统水利机械的寿命。



## 权 利 要 求 书

1. 一种置于冲击水流中、并具有活动导叶的水利机械，其特征在于：

用喷镀方法或焊接方法使一种抗泥沙耐磨材料附着在上述每个导叶导叶体的如下部件：前端；过水部分的中心以下的导叶体部分的表面；以及上下端面。

2. 如权利要求 1 所述的水利机械，其特征在于：

用喷镀方法或焊接方法使一种抗泥沙耐磨材料附着在与上述导叶体上、下端面相对的静止表面上，所用抗泥沙耐磨材料的硬度低于用在上述导叶体上的耐磨材料。

3. 如权利要求 2 所述的水利机械，其特征在于：

附着在上述每个导叶导叶体的前端、过水部分的中心以下的导叶体部分的表面、以及上下端面的上述抗泥沙耐磨材料的硬度约为 400HV；而且

附着在与上述导叶体上、下端面相对的静止表面上的上述抗泥沙耐磨材料的硬度约为 250HV。

4. 如权利要求 2 所述的水利机械，其特征在于：

附着在与上述导叶体上、下端面相对的静止表面上的上述抗泥沙耐磨材料的硬度比用于上述导叶体的耐磨材料的硬度低 150HV。

5. 如权利要求 2 所述的水利机械，其特征在于：

用于上述导叶体上、下端面的上述耐磨材料与用于上述静止表面的上述耐磨材料之间具有相互滑动接触的关系。

6. 如权利要求 1 所述的水利机械，其特征在于：

上述导叶可在固定衬板间活动；

用喷镀方法或焊接方法使一种抗泥沙耐磨材料附着在上述衬板上，所用材料的硬度低于用在上述导叶体上的耐磨材料。

7. 如权利要求 6 所述的水利机械，其特征在于上述每个衬板在上述每个导叶旋转轴的周围沿径向被分割开，从而使衬板得以沿着上述

旋转轴的垂直方向被装上或拆下。

8. 一种发电系统，它包含如权利要求 1 所述的水利机械。
9. 一种抽水蓄能发电系统，它包含如权利要求 1 所述的水利机械。

## 水利机械

本发明涉及诸如水轮机或水泵-水轮机一类的水利机械。本发明尤其涉及适用于含泥沙水质的水利机械。

水利发电设备利用的是上下水位落差所具有的水能，水轮机将这一能量转化成旋转动能，而发电机组又将旋转动能转化成电能。目前，核力及火力发电设备的比例不低于 80%。但这些发电设备很难全天候地跟随需电侧的负荷要求变化，因而其快速响应特性较差。而水利发电设备恰好可以弥补这一缺陷。

对于同样作为水利发电设备的抽水蓄能发电设备来说，一台利用夜间剩余电能的电机可以通过驱动水泵而将水从较低水位泵送到较高水位的水池中，从而起到储存能量的作用，而在夜间被泵送至高位的水又会在需要电能的白天发挥出作用(下文将这种型式的水利设备称为“水泵-水轮机”)。由于所使用的是自然水，水利发电设备中往往会出现高势能水流或冲击水流中混有泥沙的问题。混在冲击水流中的泥沙会对水轮机中的过水部分造成很强的冲击，从而导致水轮机部件的磨损，这种磨损又会进一步造成水轮机的损坏乃至失效。因此，很有必要改进目前的水轮机部件，使之即使在泥沙的冲击下也能具有较强的耐磨性，同时部件的更换也应更为便捷。

目前，水轮机和水泵-水轮机一般都使用导叶，导叶一般是由相当于 JIS(日本工业标准)-SC450 碳素铸钢或 JIS-SCS1 铸造不锈钢的材料制成的。这类材料在泥沙的冲击下会发生磨损，每当发生因泥沙而导致的磨损或损坏时，往往需要拆开整台发电设备，以便于换上新的导叶或修补(焊接)被泥沙损坏的部分。

然而，焊接修补时的焊接热往往会导致导叶轴的弯曲，为此又不得不将导叶从发电厂运至机修车间并进行二次机加工。这样，再加上前面已提到的新导叶更换及焊接修补，所需的成本及工期将达到相当高的程度。

再者，就目前来说，水轮机或水泵-水轮机中导叶的工作原理决定了

它必须使用一个推力轴承环，该轴承环除了支承各导叶的自重之外还承载着作用在导叶上的向上冲击水压。特别需要指出的是，根据安装要求，各个导叶应该能够在静止的上下叶片罩之间移动，而且导叶与叶片罩之间必须留有间隙。为保持这些间隙，推力轴承环应具有较强的承载力。冲击水流在通过上述导叶间隙时流速会增高，从而使导叶的叶片部分的上、下端受到强烈的冲击，同时也使分别安装在上、下叶片罩上的上、下衬板受到强烈冲击，这样，含在冲击水流中的泥沙即会对冲击表面造成磨损。

此外，冲击水流从导叶间隙中的泄漏也会带来水轮机工作效率下降的问题。在水泵-水轮机中，导叶在水泵工作时将完全关闭，转轮室内的水位也会在压缩空气的作用下而降低。但冲击水流会形成以导叶间隙为路径的机壳侧泄，侧泄水流会冲击在空气中旋转的转轮，从而加大转轮驱动电机的运行负荷。

另外，泥沙冲击作用也往往会磨损或损坏上、下机壳在导叶间隙处的部分，而更换新机壳又需要拆开整套的发电机组及水轮机。显然，这种对上、下衬板进行全面拆卸、修理乃至再次整装的做法将需要很长的时间。

因此，对于现有技术来说，与含泥沙冲击水流直接接触的部件难以具备对冲击水流的抗冲击能力，而且导叶维修及衬板更换又必须以发电设备的全面拆解为前提。这种全面拆解会中断电力供应，从而给电力传输及控制系统带来麻烦。

本发明就是针对上述问题而形成的，其目的是使水利机械中接触冲击水流的部件能够免于因泥沙而致的磨损，从而使电力传输及控制系统达到较高的可靠性。

如本发明所述，为达到上述目的而提出了一种置于冲击水流中并配有活动导叶的水利机械，其中，用喷镀方法或焊接方法使一种抗泥沙耐磨材料附着在每个导叶导叶体的如下部位：前端；过水部分的中心以下表面；以及上下端面。

此外，如本发明所述，用喷镀方法或焊接方法使一种抗泥沙耐磨材料附着在每个导叶导叶体的如下部位：前端；过水部分的中心以下表面；以及上下端面。除此之外，还用喷镀方法或焊接方法使另一种抗泥沙耐磨材料附着在与导叶体上、下端面相对的静止表面上，所用抗泥沙耐磨材料

的硬度低于上述用在导叶上的耐磨材料。

另外，如本发明所述，用喷镀方法或焊接方法使一种抗泥沙耐磨材料附着在每个导叶导叶体的如下部位：前端；过水部分的中心以下表面；以及上下端面。除此之外，还用喷镀方法或焊接方法使另一种抗泥沙耐磨材料附着在与导叶体上、下端面相对的静止表面上，所用抗泥沙耐磨材料的硬度低于上述用在导叶上的耐磨材料，而且，用于导叶体上、下端面的抗泥沙耐磨材料与用于静止表面的抗泥沙耐磨材料之间具有相互滑动接触的关系。

再者，如本发明所述，用喷镀方法或焊接方法使一种抗泥沙耐磨材料附着在每个导叶导叶体的如下部位：前端；过水部分的中心以下表面；以及上下端面。除此之外，还用喷镀方法或焊接方法使另一种抗泥沙耐磨材料附着在如上所述的衬板上，所用抗泥沙耐磨材料的硬度低于上述用在导叶上的耐磨材料。衬板在导叶旋转轴的周围沿径向被分割开，从而使衬板得以沿着上述旋转轴的垂直方向被装上或拆下。

因此，在具有上述结构并具有抗泥沙耐磨性的水利机械中，使用喷镀方法或焊接方法附加抗泥沙耐磨材料的部分是每个导叶导叶体的前端、过水部分的中心以下表面以及上下端面，也就是说，附加上述耐磨材料的区域已被限制到了可满足需要的最低程度。因此，导叶因热影响而发生的变形将比较小。而且，由于抗泥沙耐磨材料的单位成本比较高，所以上述限制措施也显示出一定的经济价值。这样便防止了每个导叶导叶体因泥沙而致的磨损。

此外，用喷镀方法或焊接方法使一种抗泥沙耐磨材料附着在每个导叶导叶体的如下部位：前端；过水部分的中心以下表面；以及上下端面。除此之外，还用喷镀方法或焊接方法使另一种抗泥沙耐磨材料附着在与导叶体上、下端面相对的静止表面上，所用抗泥沙耐磨材料的硬度低于上述用在导叶上的耐磨材料，而且，用于导叶体上、下端面的抗泥沙耐磨材料与用于静止表面的抗泥沙耐磨材料之间具有相互滑动接触的关系。于是，导叶与作为静止构件的衬板之间便构成了相互滑动接触的关系，由于二者之间已无间隙，水压力的损失很小，因而转轮的驱动电机也就不需要过大的功率输入。这样，水轮机的运行效率将得以提高，电力传输及控制系统

也将因此而达到更高的可靠性。

图 1 是如本发明某一实施例所述、具有抗泥沙耐磨性的水利机械垂直剖面侧视图。

图 2 是沿图 1 中 A-A 线所做的剖视图。

图 3 是传统水轮机或水泵-水轮机的垂直剖面侧视图。

图 4 是如本发明另一实施例所述、具有抗泥沙耐磨性的水利机械中导叶工作机构的垂直剖面侧视图。

图 5 是本发明中所用衬板的俯视图。

图 6 是导叶周围水流分布的示意图。

以下结合附图所示实施例对本发明加以详述。图 1 是某水轮机工作部分的剖视图，该水轮机是一种具有抗泥沙耐磨性能的水利机械。在该图中，混有泥沙的冲击水流 104 从高位水池中流出，在穿过输水管或水轮机机壳 101 并越过固定导叶 102 之后到达导叶 103。经导叶 103 调节流速之后，冲击水流 104 到达转轮 105 并驱动转轮旋转。

如图 2 所示(该图是沿图 1 中 A-A 线所做的剖视图)，各个导叶 103 均具有鱼形截面形状，该鱼形的上游迎水端(图中各箭头表示水流方向)是较厚的圆形，且鱼形厚度沿下游方向逐渐减小。采用这种形状可以充分发挥水轮机的效能。各个导叶 103 沿周向分布，数量为十到二十个，而且可以因伺服电机(图中未加表示)及连杆机构 107 的作用而同时动作。因此，可以根据发电量的要求而调节相邻导叶体 103a 之间的冲击水流 104 流量。

显然，完全关闭导叶 103 将导致冲击水流 104 截流，转轮 105 乃至机组(图中未加表示)的旋转也将停止，从而使发电和抽水均无法实施。因此，导叶 103 在水利发电设备中具有重要的作用。

仍如图 1 所示，导叶 103 是以如上所述的运行方式对冲击水流流量进行调节的。在此将就这一点详细介绍导叶 103 及其周围部件。每个导叶 103 的上、下两侧分别设有对导叶起活动支承作用的上侧及下侧叶片罩 108、109。导叶 103 与上、下侧叶片罩 108、109 之间分别形成的间隙  $\sigma_1$  和  $\sigma_2$  可以允许其运动。

在具有上述结构的水轮机各个导叶上，可以用喷镀法将一种抗泥沙耐磨材料 A 喷涂在导叶体 103a 的如下部位：前端；其中心以下的导叶体部

分; 以及上下端面 103b、103c。

试验结果显示, 硬度为 250HV(维氏硬度)左右的抗泥沙耐磨材料 A 是有效的。尽管这种材料的硬度低于混在冲击水流中的泥沙的硬度(一般为 1000HV), 但从试验结果来看, 与不使用这种材料时的情形相比, 使用这种材料可使导叶寿命延长二倍。当然, 导叶体上使用这种耐磨材料的部分最好尽可能地少。

在具有上述结构的水轮机中, 涂有耐磨材料 A 的部分是导叶体 103a 的如下部位: 前端; 其中心以下的导叶体部分; 以及上下端面 103b、103c, 由于喷涂区域已被限制到了可满足需要的最低程度, 因此导叶因热影响而发生的变形将比较小, 而且, 由于抗泥沙耐磨材料 A 的单位成本比较高, 所以上述限制措施也显示出一定的经济价值。换言之, 可以以不太高的代价防止导叶体 103a 被泥沙磨损。

图 6 表示各导叶上的水流分布。从发电周期内冲击水流 104 的流速分布可以看出, 从水轮机机壳至固定导叶 102 的冲击水流 104 流速一般正比于机壳 101 与固定导叶 102 的截面积之比, 因此固定导叶 102 处的水流速度将三倍于正常水流速度。从导叶体 103a 上、下部分处的流速分布可以看出, 导叶体 103a 下端处相对于中心部分的流速要比上端处相对于中心部分的流速高一倍以上。近期的计算机分析结果更清楚地表现了这一现象。

因此, 通过导叶与上、下叶片罩之间间隙  $\sigma_1$  及  $\sigma_2$  的冲击水流 104 具有很高的速度, 这样, 导叶上、下端面 103b、103c 以及安装在上、下叶片罩 108、109 上的上、下衬板 110、111 将各自受到因泥沙冲击而导致的磨损, 而且磨损会以较高的速度持续发生。用未经抗泥沙耐磨处理的导叶进行了实际试验, 试验结果与计算机分析结果类似, 该结果显示, 各个导叶导叶体及上、下衬板 110、111 上水流速度高的部分均受到泥沙的严重磨损。

图 2 是关于冲击水流 104 在发电周期中流动方向的俯视图。冲击水流 104 从水轮机机壳 101 穿过相邻固定导叶 102 之间并冲击各导叶导叶体 103a 的前端, 然后又流过导叶体的两侧。因此导叶体 103a 前端也会发生因泥沙而致的磨损和损坏, 但在本发明中, 导叶体上彻底避免了上述情况的发生。

以下介绍本发明的另一实施例。在该实施例中，上、下衬板 110、111 的过水表面 110a、111a 上又分别焊接上了抗泥沙耐磨材料 B。确切地说，除了各导叶导叶体的上、下端面 103b、103c 喷涂有抗泥沙耐磨材料 A 之外，上、下衬板 110、111 的过水表面 110a、111a 上还焊接上了抗泥沙耐磨材料 B。在该第二实施例中，过水表面 110a、111a 上抗泥沙耐磨材料 B 的硬度约为 400HV，而上、下端面 103b、103c 上抗泥沙耐磨材料 A 的硬度则大约为 250HV。

由于二者硬度之差(400-250)为 150HV，所以既使在导叶体上、下端面 103b、103c 与上、下衬板 110、111 过水表面 110a、111a 发生滑动接触的情况下，二者之间也不会发生接触损坏(通常称之为“擦伤”)。

以下考察使导叶体上、下端面 103b、103c 与衬板过水表面 110a、111a 之间允许发生接触的结构。图 3 是普通水轮机和水泵-水轮机所用导叶工作机构的结构剖视图。如上所述，可以通过导叶的活动来调节发电量，但导叶又必须由另一个构件支承。每个导叶 103 可由相应的导叶杆 112 和导叶键 113 来固定。导叶杆 112 的转动可被传递给导叶 103。另外需要指出的是，导叶 103 自重以及作用在导叶 103 上的水压力 104a 也必须受到支承。

设在导叶 103 轴顶端的支承板 114 是由螺栓 115 通过垫片 116 固接在导叶轴上的。支承板 114 和导叶杆 112 被螺栓 117 固接在一起。推力轴承环 118 由螺栓 119 固紧在上侧叶片罩 108 上，从而与导叶杆 112 形成夹合关系。

在上述结构中，导叶 103 自重以及作用在导叶上的水压力 104a 是通过推力轴承环 118、导叶杆 112 及支承板 114 而被支承的。导叶 103 与上、下衬板 110、111 之间各自形成的间隙  $\sigma_1$  和  $\sigma_2$  使导叶 103 可以运动。

另一方面，参见图 4，该图是如本发明第二实施例所述水轮机和水泵-水轮机中导叶工作机构的结构剖视图。如前所述，对于安装在上、下叶片罩 108、109 上的上、下衬板 110、111 来说，其相应的过水表面上分别焊接上了抗泥沙耐磨材料 B。而且各个导叶导叶体的上、下端面 103b、103c 上也喷涂有抗泥沙耐磨材料 A。衬板上抗泥沙耐磨材料 B 的硬度为 400HV，而导叶体上、下端面 103b、103c 上抗泥沙耐磨材料 A 的硬度则

为 250HV，二者硬度相差 150HV。所以，既使在导叶上、下端 103b、103c 与上、下机壳 110、111 过水表面发生滑动接触的情况下，二者之间也不会发生任何接触损坏(通常称之为“擦伤”)。

如果使用了涂有前述耐磨材料的导叶 103 和下侧衬板 111，导叶 103 就可以在与下侧衬板发生直接接触的条件下工作。也就是说，原有结构中的间隙  $\sigma_2$  将是多余的。这样，水轮机和水泵-水轮机中就都不会发生水压力的损失，工作效率也将因此提高。

流经导叶下侧轴承 120 与下侧轴 103d 之间间隙的冲击水流 104 会维持在导叶下侧轴 103d 的底侧端面上，这样便形成了将导叶 103 向上推的作用力 104a，该作用力实际上是向上作用在导叶上的水压力。这一向上作用的水压力会使导叶 103 上移，并可能导致导叶体上端面 103b 与上衬板 110 发生接触，但即便如此，上述抗泥沙耐磨材料的作用也可以保证不发生任何接触损坏。

此外，图 4 所示结构的导叶工作机构中省去了用来支承导叶自重及水压力的推力轴承瓦及支承板。这将显著地降低成本并简化维修作业。

以下介绍如本发明又一实施例所述的结构，在该结构中，各个上、下衬板被沿通过各导叶轴中心的直线分开，这样便可以在不拆解上侧叶片罩及导叶的情况下更换衬板。

划分上、下衬板 110、111 的分割线位于相邻导叶 103 之间及水轮机的中心方向上。上、下衬板 110、111 一般是由专用螺栓 530 分别固定在上下叶片罩 108、109 上的。然而，对于如上所述的传统结构来说，导叶 103 的轴是被插在上、下衬板 110、111 上的导叶轴插孔(见图 5)中的，因此不拆下导叶 103 便无法更换上、下衬板 110、111。这样，要拆下上侧叶片罩 108 就必须拆解装在水轮机(及水泵-水轮机)上方的发电机组(及发电机-电动机组合装置)及其大部分部件。这项拆解工作一般需要 120 天时间。

另一方面，图 5 也是如本发明所述衬板的安装示意图。各个衬板是朝着其上导叶轴插孔 190 中心的方向而被划分的。确切地说，分割线 502 和 504 以插孔 190 中心为中心呈放射状。上、下衬板 110、111 分别由专用螺栓 530 分别固定在上下叶片罩 108、109 上。

以下介绍衬板 110、111 的更换程序。将导叶 103-1 及 103-2 摆至  $\alpha$  角位置,接着松开固定衬板 110-2a、110-2b 及 110-3a、110-3b 的专用固紧螺栓 530,然后拆下这些衬板 110-2a、110-2b 及 110-3a、110-3b。

此后,将导叶 103-2 摆至  $\beta$  角位置,接着松开固定衬板 110-1b 的专用固紧螺栓 530,将衬板 110b - 1b 卸下。再将导叶 103-2 摆至  $\alpha$  角位置,而导叶 103-1 则被摆至  $\beta$  角位置。然后松开固定衬板 110-4a 的专用固紧螺栓 530 并拆下衬板 110-4a。

这种方法是通过拆解相邻衬板而拆下所有衬板的。显然,衬板的安装步骤与上述程序相反。衬板 110 和 111 的使用期限是一至几年,当然这一使用期限是针对持续受到泥沙剧烈磨损的场合而言的。

在如上所述的水轮机结构中,由于用抗泥沙耐磨材料进行了表面处理,所以可以根据这一表面处理措施的效能确定拆解及检测的有效周期,从而达到有效地降低成本的目的。另外,导叶工作机构的简化也有助于改善可维修性并降低成本。

再者,与冲击水流相接触的部件(即导叶和衬板)均可以彻底免于因泥沙而致的磨损。因此,相应的水利机械将有助于保证电力传输及控制系统的高可靠性。

此外,如本发明所述的水利机械适用于配有各种水轮机的水轮机式发电系统,它同样也适用于配有水泵-水轮机(如混流式水泵-水轮机)的水泵-水轮机式发电系统。

图 1

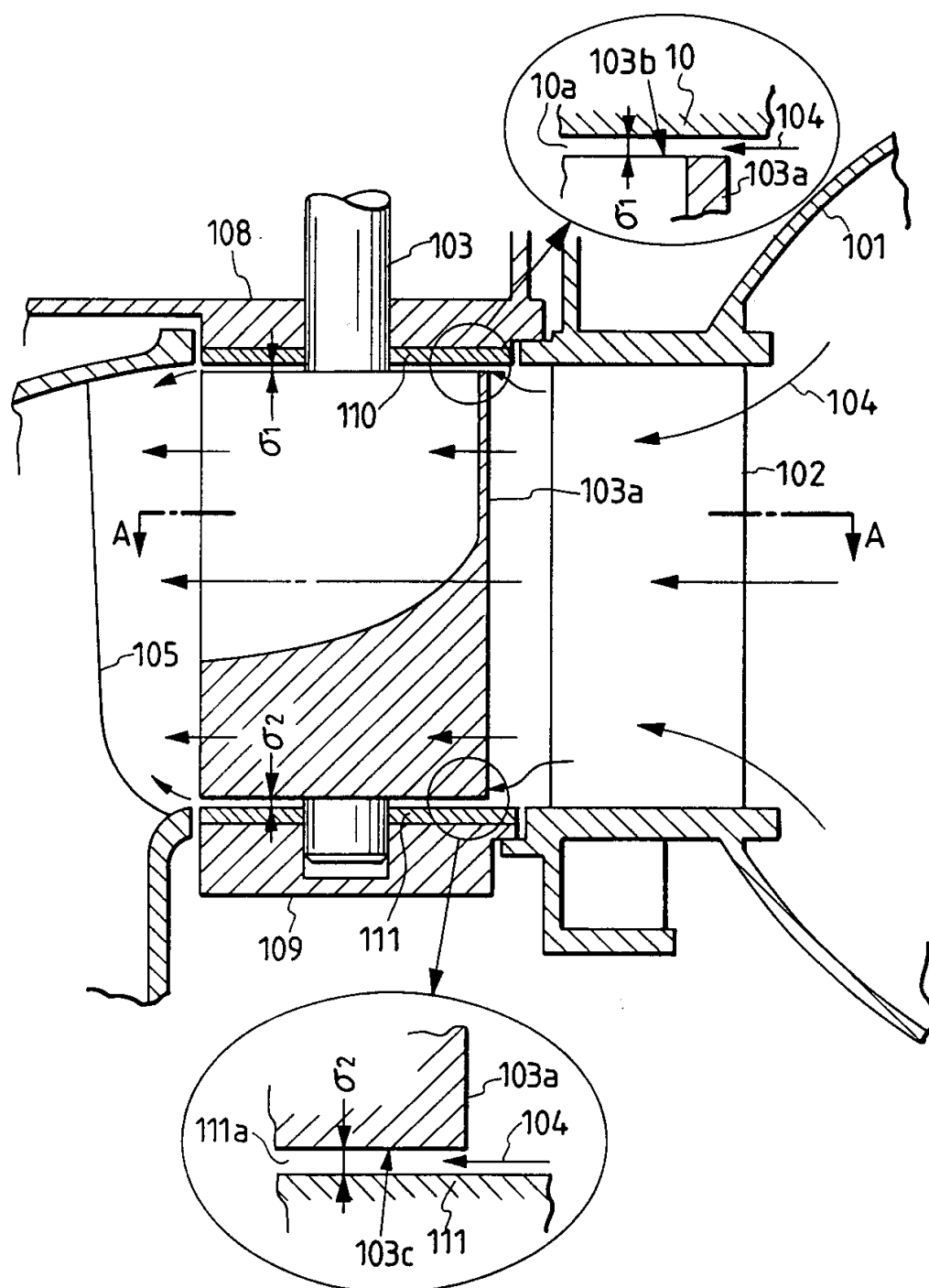


图 2

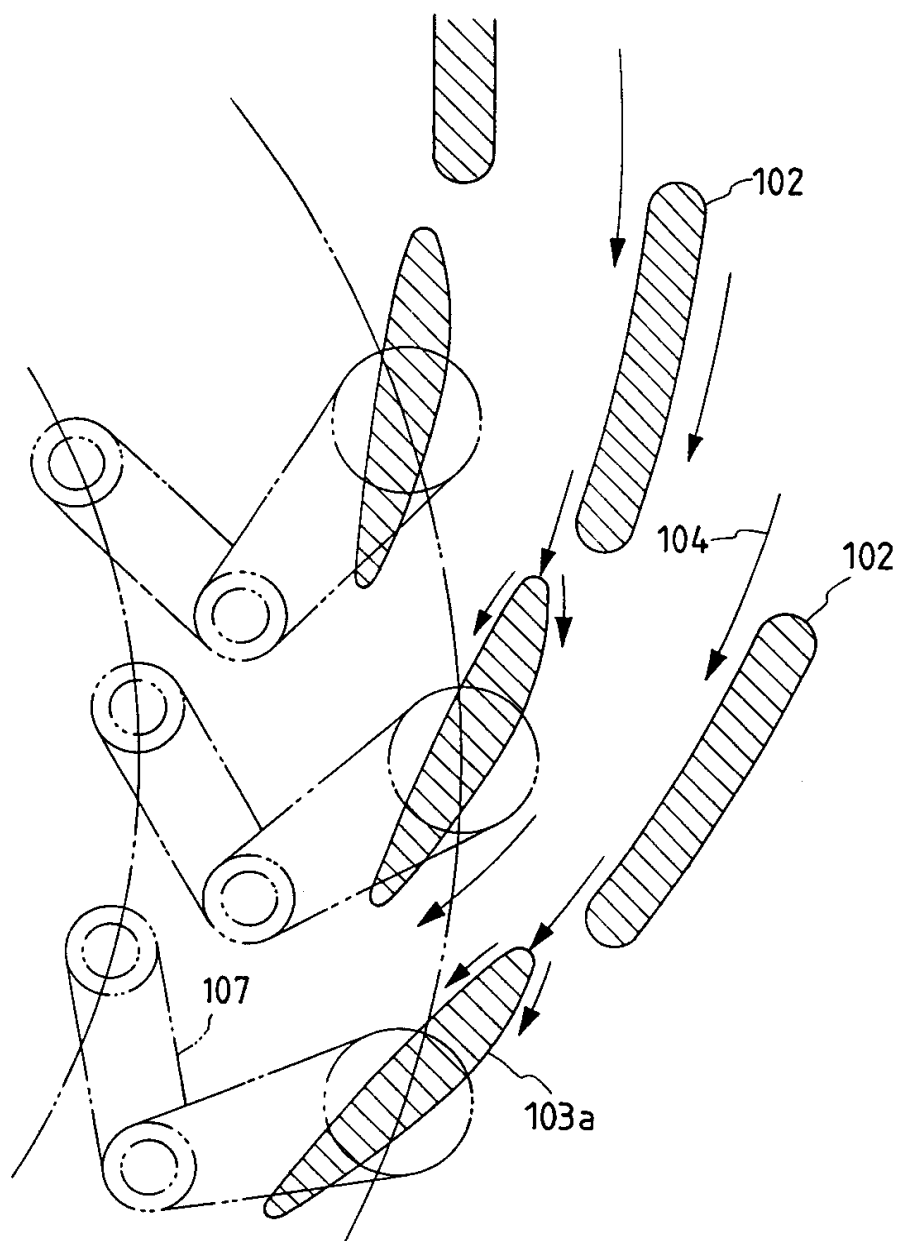


图 3

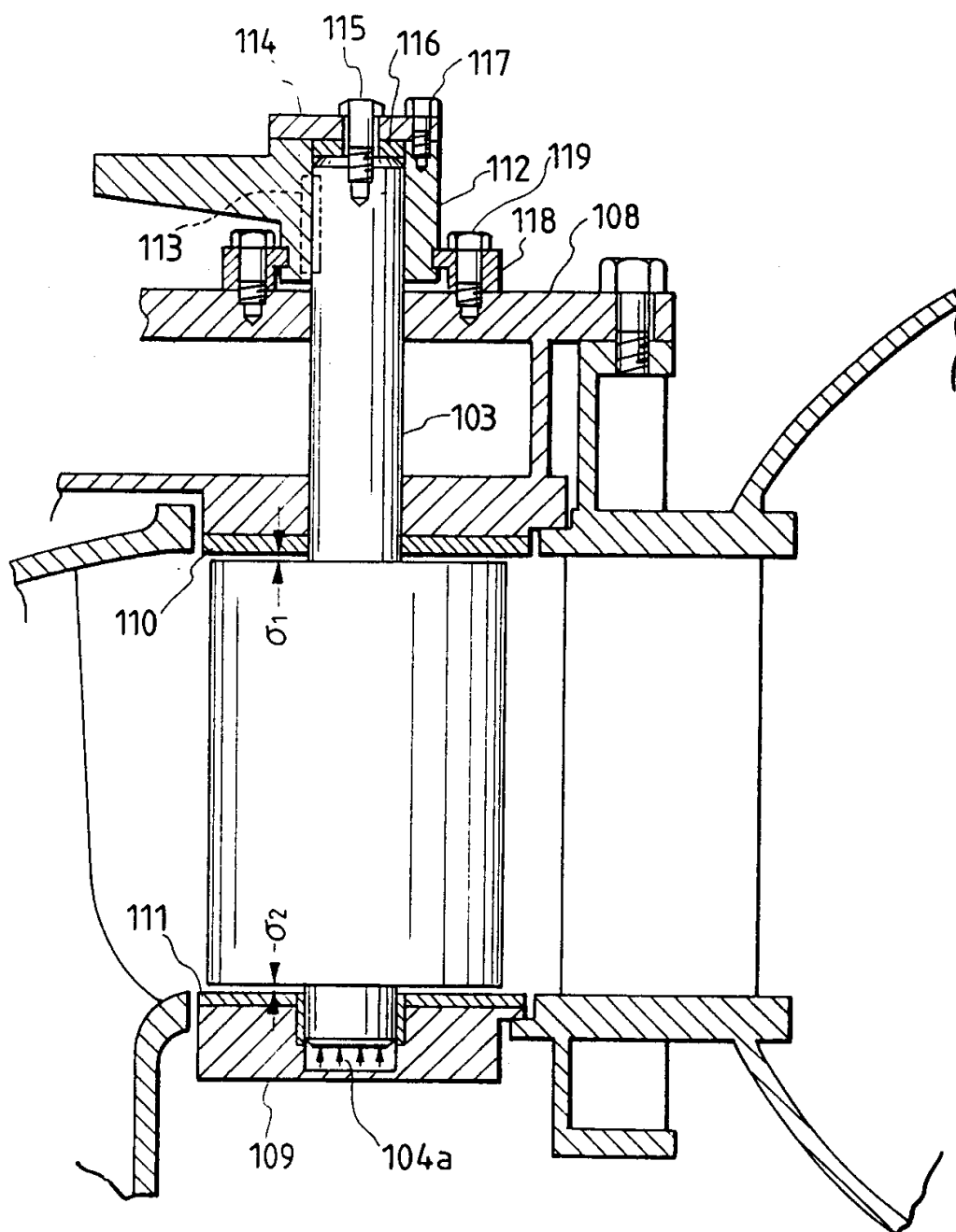


图 4

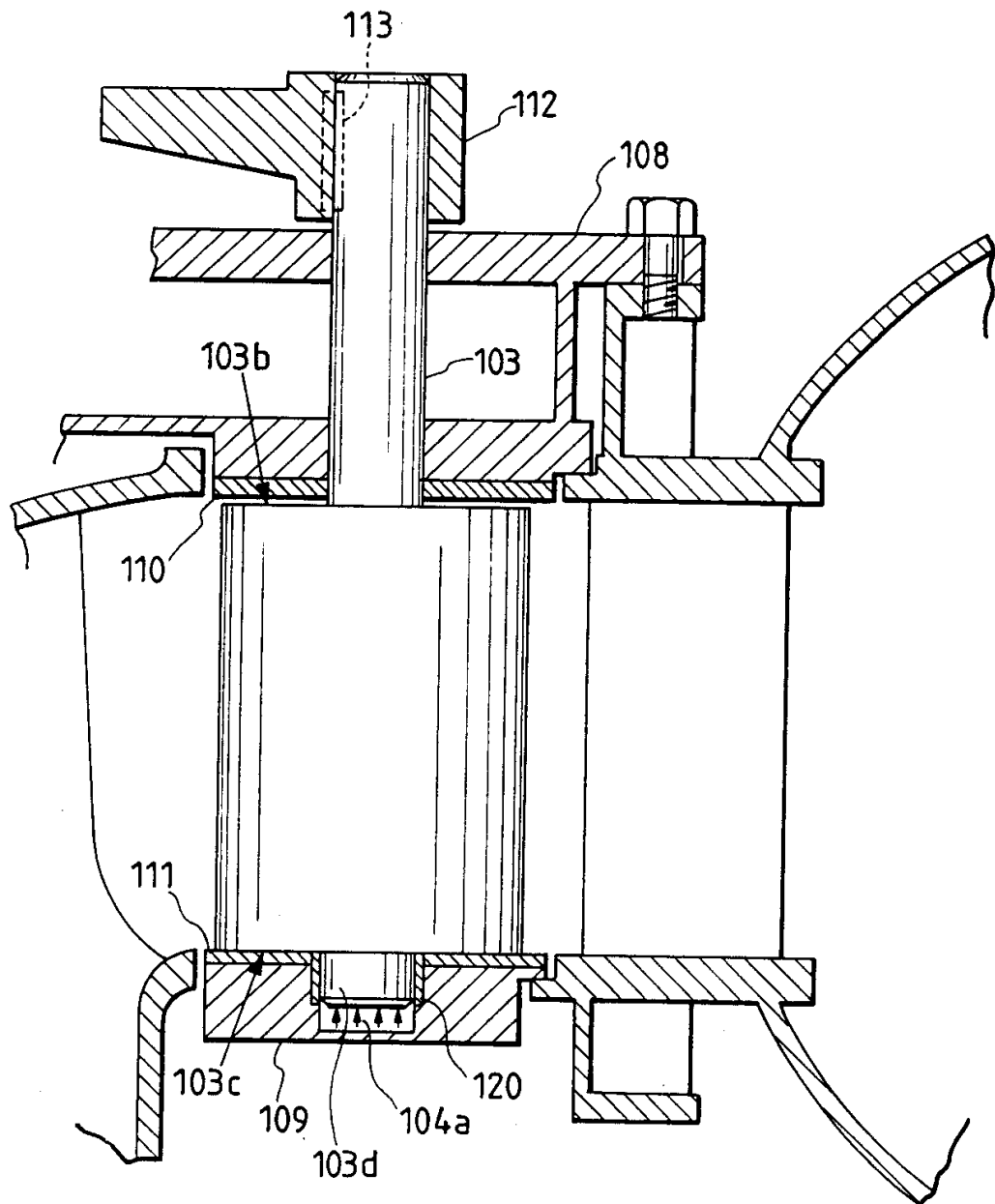


图 5

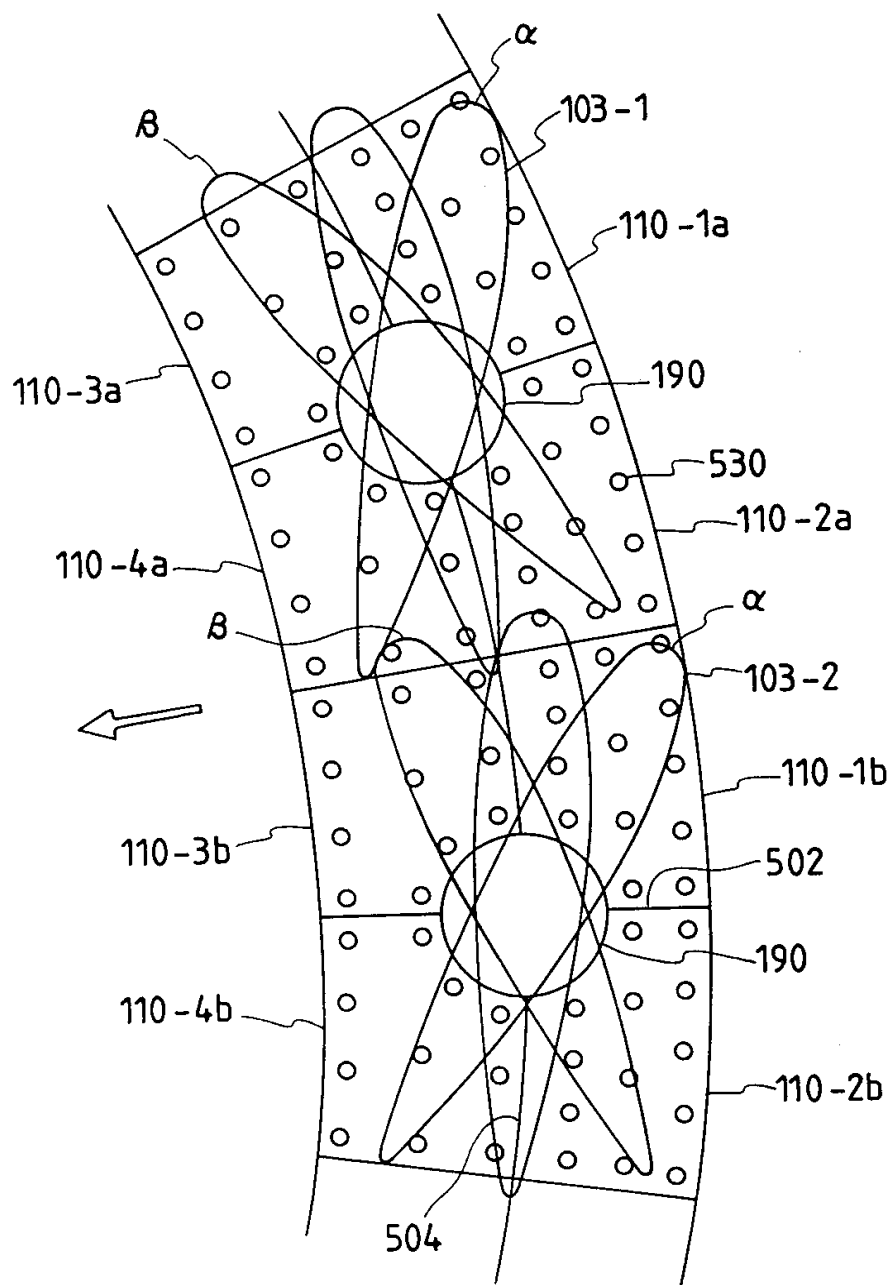


图 6

