



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 96102032.6

[43]公开日 1997年2月5日

[11] 公开号 CN 1142017A

[22]申请日 96.2.15

[30]优先权

[32]95.3.20 [33]JP[31]060369/95

[71]申请人 株式会社日立制作所

地址 日本东京

[72]发明人 荣野隆

[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

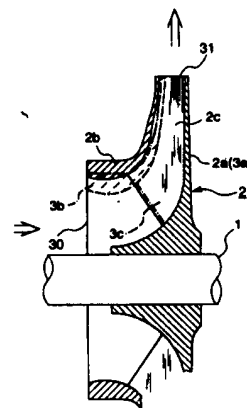
代理人 张祖昌

权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图页数 6 页

[54]发明名称 多级离心式压缩机、多级离心式压缩机
叶轮及其制造方法

[57]摘要

改变叶片高度形成与主叶片不同的叶片，从而制造不同的叶轮，因而可以得到低成本、高可靠性的多级离心式压缩机及其叶轮。一种安装在转轴上的，用于多级离心式压缩机的叶轮包括多个设置在转盘和盖盘之间，相互在周向上等角距的叶片。只改变叶轮叶片的高度而不改变形状，从而得到叶片，也得到具有转盘、盖盘和叶片的叶轮。由于整个叶片具有与其它叶片的一部分相同的形状，因而叶片可通过一对压模制造。



权 利 要 求 书

1. 一种多级离心式压缩机，它包括：

多个安装在一根转轴上的叶轮，每个所述叶轮包括一转盘、一盖盘和多个设置在所述转盘和所述盖盘之间，相互在周向上间隔开来的叶片；以及

一个用于容纳所述多个叶轮的外壳，所述外壳有一吸入口和一排放口，气体通过所述吸入口吸入所述压缩机，吸入的气体由于每级所述叶轮的转动而依次被压缩并从所述排放口排出，

其中，至少两个所述叶轮中的一个叶轮的整个叶片具有所述叶轮中其它叶轮的叶片的一部分相同的形状。

2. 如权利要求1所述的多级离心式压缩机，其特征在于：所述一个叶轮比所述其它叶轮设置得更远离所述吸入口。

3. 如权利要求1所述的多级离心式压缩机，其特征在于：相对于在所述多级离心式压缩机中形成的气体通道而言，所述一个叶轮设置在所述其它叶轮的下游。

4. 一种多级离心式压缩机系统，它包括多个通过管线多级相连的离心式压缩机，每个所述离心式压缩机包括：

一根转轴；

一个叶轮，该叶轮包括一转盘、一盖盘和多个设置在所述转盘

和所述盖盘之间,在周向上相互间隔开来的叶片,所述转盘和所述盖盘安装在所述转轴上;以及

一个用于容纳所述叶轮并具有一吸入口和一排放口的外壳,通过所述吸入口吸入气体,从所述排放口排放出气体;

其中,至少两个所述离心式压缩机中的一个压缩机的叶轮的整个叶片具有与其它所述离心式压缩机的叶轮的叶轮的一部分相同的形状。

5. 如权利要求4所述的多级离心式压缩机系统,其特征在于:在相邻的两个所述离心式压缩机之间设有一个中间冷却器。

6. 如权利要求4所述的多级离心式压缩机系统,其特征在于:相对于在所述多级离心式压缩机系统内形成的气体通道而言,所述一个离心式压缩机设置在所述其它离心式压缩机的下游。

7. 如权利要求5所述的多级离心式压缩机系统,其特征在于:相对于在所述多级离心式压缩机系统中形成的气体通道而言,所述一个离心式压缩机设置在所述其它离心式压缩机的下游。

8. 一种多级离心式压缩机的叶轮,其用于按照权利要求1至3中任一项所述的多级离心式压缩机中。

9. 一种多级离心式压缩机的叶轮,其用于如权利要求4至7中任一项所述的多级离心式压缩机系统中。

10. 用于多级离心式压缩机的叶轮,每个叶轮包括:

一个转盘;

一个盖盘;以及

多个设置在所述转盘和所述盖盘之间,在周向上相互间隔开来的叶片,

其中，每个所述叶片是由一组直线部分构成的，在所述叶轮中的一个叶轮的叶片中的每个直线部分与其它每个所述叶轮的叶片的相应直线部分是不同的。

11. 一种制造用于多级离心式压缩机的叶轮的方法，每个叶轮包括：一转盘；一盖盘；以及多个设置在所述转盘和所述盖盘之间，在周向上相互间隔开来的叶片，每个所述叶片是由一组直线部分构成的，在所述叶轮中的一个叶轮的叶片中的每个直线部分与每个其它叶轮的叶片的相应直线部分是不同的，所述方法包括使用数控机床加工所述叶片的步骤。

12. 一种制造用于多级离心式压缩机的叶轮的方法，每个叶轮包括：一转盘；一盖盘；以及多个设置在所述转盘和所述盖盘之间，在周向上相互间隔开来的叶片，所述方法包括以下步骤：

准备不同子午面形状的平的叶片坯件；

为制造不同形状的叶片，借助一对压模压力加工所述坯件；

按照形状将所述叶片分成组，在每组中叶片具有相同的形状；

以及

将每个所述的叶片安装在所述转盘和盖盘上以产生相互不同的叶轮。

说 明 书

多级离心式压缩机、 多级离心式压缩机叶轮及其制造方法

本发明涉及石油化工设备和通用工业加工设备的多级离心式压缩机,更具体来说,涉及构成上述多级离心式压缩机的每一级的离心式叶轮及其制造方法。

在多级离心式压缩机使用的叶轮包括两个旋转盘(一个转盘和一个盖盘),以及多个叶片,这些叶片设置在转盘和盖盘之间,在周向上基本等距设置,借助转盘、盖盘和叶片形成通道。转盘、盖盘和叶片的设计和制造可为每级提供适当的工作气体速度分布。

另外,由于所采用的流体是可压缩的气体,因而对每级来说,叶轮的吸入温度和吸入压力是不同的。

因此,在各级中气体温度是不同的,叶轮的气体通道的需要宽度,也即叶片高度向着下游(吸入口、第一级、第二级……)变窄,因而各级的叶轮在结构上相互不同。

迄今以来生产的多级离心式压缩机,为每级决定叶轮的适当结构,按照每级的转盘和盖盘的已定结构分别制造转盘和盖盘。叶片通过压缩力加工形成需要的形状并通过焊接或类似的方式结合在转盘和盖盘上。

同时一直还采用另一种方法,其中,每级中用简单的叶片形状如

二维叶片来替代叶片的最佳形状,然后用铸造或类似的方式制造这种简单的叶片。另外,还有一种已知的方法,其中,使用多主轴数控机床来制造无盖盘的半罩叶轮(halfshrouded innpeller)的形状复杂的叶片。

在上述各种方法中,各级的叶轮的设计和制造必须在相互的结构上不同。这些制造离心式压缩机叶轮的方法公开在日本未审定的专利申请公开文本第2-161200号和第3-151597号中。

在前一文献中,为了得到高效率叶轮而抑制声浪的出现,盖盘在轴向上是可移动的。但是,并没有考虑到减少制造叶轮的步骤的数目,例如没有考虑采用通用于多个级中的叶轮的方法。

另一方面,在后一个文献中,为了调节流运速率以提高效率,在叶轮出口的通道宽度是可调节的。但是也没有考虑到减少制造步骤的数目,例如没有考虑采用通用于多个叶轮的方法和结构。

按照上述两种普通的技术,叶轮是为每级设计和制造的,没有考虑到减少所需要的加工步骤,以便以低廉的成本制造离心式压缩机的叶轮。

本发明的一个目的是提供一种低价的多级离心式压缩机、低造价的多级离心式压缩机的叶轮,以及制造低造价叶轮的方法,以便克服现有技术中的上述问题。

本发明的另一个目的是提供一种通用于多个离心级中的叶轮制造方法,而在普通技术中,由于气体的可压缩性各级是分别设计和制造的。

本发明的另一个目的是能够采用通用的数控程序或通用的压模来制造多级离心式压缩机叶轮。

本发明的另一个目的是提供一种没有减小多级离心式压缩机性能的高效多级离心式压缩机、一种高效离心式压缩机叶轮和一种制造高效叶轮的方法,同时又能实现上述各目的。

本发明的另一个目的是提供一种多级离心式压缩机的高可靠性叶轮和一种简化制造过程的制造上述高可靠性叶轮的方法。

为了实现这些目的,按照本发明的一个方面,一种多级离心式压缩机包括:多个相互隔开地安装在一根转轴上的叶轮,每个叶轮包括一转盘、一个盖盘和多个设在转盘和盖盘之间的,在周向上相互分隔的叶片;以及一个容纳这些叶片的外壳,该外壳有一吸入口和一个排放口,通过吸入口吸入的气体由每一级叶轮的转动按顺序压缩,并从排放口排出,其中,至少两个叶轮之一的整个叶片具有与其它叶轮的叶片的一部分相同的形状。

所述一个叶轮最好设置在比所述其它叶轮更远离多级离心式压缩机的吸入口的一级上。

所述一个叶轮最好也设置在比所述其它叶轮在多级离心式压缩机气流的下游的一级中。

按照本发明的另一个方面,提供一种多级离心式压缩机,其中,离心式压缩机通过管线多级连接,每个离心压缩机包括:一根转轴;一个叶轮,该叶轮包括一个固定在转轴上的转盘、一个固定在转轴上的盖盘,多个设置在转盘和盖盘之间,在周向上相互隔开的叶片;以及一个外壳,该外壳容纳所述叶轮,具有吸入气体的吸入口和排出压缩气体的排放口,其中,至少两级的离心式压缩机中的叶轮之一的叶片具有与至少两级的叶轮中的其它叶轮的叶片的一部分相同的形状。

在各级离心式压缩机之间最好设有中间冷却器。

所述一个叶轮,相对于由相互连接的离心式压缩机构成的多级离心式压缩机中形成的气体通道来说,最好设置在所述其它叶轮的下游。

按照本发明的另一个方面,在上述两种多级离心式压缩机的任一种中使用一种离心式叶轮。

另外,提供一种多级离心式压缩机的叶轮,它包括:一个转盘;一个盖盘;以及多个设置在转盘和盖盘之间,在周向上相互隔开的叶片,其中,所述叶片一组从圆盘侧边缘至盖盘侧边缘延伸的直线部分构成的,这组直线部分各自在长度上是变化的。另外,相邻叶轮的相应的两个直线部分在长度上各不相同,从而构成多级离心式压缩机多级的不同叶片。

最好使用数控机床来制造这种叶片。

在本发明的另一个方面中,提供了一种制造多级离心式压缩机的叶轮的方法,上述压缩机包括一个转盘,一个盖盘和多个设置在转盘和盖盘之间,在周向上相互隔开的叶片,所述方法包括以下步骤:准备多组平的叶片坯件,在子午线横截面形成的一组平的叶片坯件不同于其它组平的叶片坯件;借助压模压制这些坯件以形成不同形状的叶片;以及分别将各组叶片连接在转盘和盖盘上以形成不同级的叶轮。

按照本发明,构成多级离心式压缩机不同叶轮的叶片可以通过部分地切除和压制成形相同的叶片坯件来制造。也就是说,不同的叶片只需要相同的叶片坯件(主叶片坯件)。更具体来说,叶片具有三维复杂波形表面。通过压制成形整个主叶片坯件而制成的叶片用于第

一级叶轮中。压制成形部分切除的主叶片坯件(即,主叶片坯件的几乎整体)而制成的叶片用于第二级叶轮中。压制成形进一步切除的主叶片坯件(即主叶片的一个主要部分)而制成的叶片用于第三级叶轮中。也就是说,在越后级的叶轮中,使用主叶片坯件的越小部分来形成叶片。因此,只要将部分切除主叶片坯件形成的,且具有某级叶轮叶片所需区域的叶片坯件放在两压模之间即可容易地制成各级叶片。

同时,在用数控机床制造的情况下,只要改变盖盘壁面和转盘壁面的坐标即可。对于每级来说,盖盘和转盘之间的坐标是通用的,因此可以使用通用的程序。

另外,各级并不总是使用主叶片坯件。主叶片坯件可以每两级改变,例如,第一级和第二级用第一主叶片坯件,第三级和第四级用第二主叶片坯件。另外,主叶片坯件也可只用于第一和第二级,不同的叶片坯件可用于除第一和第二级以外的各级中。

现对照以下附图详述本发明的实施例:

图1是按照本发明一实施例的多级离心式压缩机的叶轮的局部剖视图;

图2是图1除去盖盘后的立体图;

图3是用于说明叶片高度改变时的流动状况的曲线图;

图4是按照本发明另一实施例的多级离心式压缩机的局部剖视图;

图5是按照本发明一实施例的多级离心式压缩机的纵剖图;

图6是用于本发明的多级离心式压缩机叶轮中的叶片的立体图;

图 7 是用于本发明的多级离心式压缩机另一叶轮中的叶片的立体图；

图 8 是按照本发明另一实施例的多级离心式压缩机的剖视图；

现在对照附图描述本发明的推荐实施例。如图 1 所示，固定地安装在转轴 1 上的叶轮 2 具有一转盘 2a 和一盖盘 2b。在转盘和盖盘之间，以相同的周向间距设有多个叶片 2c，每个叶片具有如图 2 所示的三维形状。

在离心式压缩机中，工作气体通过吸入口 30 吸入，当通过由转盘 2a，盖盘 2b 和叶片 2c 限定的通道时由于转轴 1 的转动而受到压缩，然后在图 1 上部的排放口 31 排出。

在制造具有上述结构的叶轮时，如果叶轮是借助压制成形的，那么一对压缩模是通过铸造或机加工制成的，它们在形状上与所需叶片相差一个相应于其塑性变形的量。一块盘板预制成子午面形状，放入上述压模并压制成为所需的子午面形状。

由于气体的流动速率因其可压缩性而各级不同，因而与液压机不同，不能简单地使用类似原理，因此，在叶轮的气体吸入和排放条件转速等的基础上得到叶轮的主要规格数据后，一直必须为各级分别设计叶轮的详细形状。因此，为了制造多级离心式压缩机需要准备相应于级数的多对压模。

在本发明中，多级离心式压缩机的不同的两级叶轮的叶片 2c 和 3c，相互间在子午面形状上是不同的，但是，如图 1 所示，它们在形状上局部是相同的。

例如，如果多级离心式压缩机的第一级叶轮具有一个如图 1 中实线所示的纵剖形状，那么，放置在第一级叶轮下游的第二级叶轮的

形状则具有如图1中虚线所示的纵剖形状。应注意的是,第二级叶轮的叶片3C与第一级叶轮的叶片2C是局部相同的,也就是说,叶片3C与叶片2C的一部分是完全相同的,而第二级叶轮的盖盘3b与第二级叶轮的盖盘3a是不同的。顺便提一下,第二级叶轮的转盘3a与第一级叶轮的转盘2a是相同的。因此,制造叶片2c和叶片3c的坯件可以由同一对压模压制相应叶片的子午面。

由此可见,可以使用通用的一对压模,因此,可以减少叶片的制造成本和工序数目。在本实施例中,第一级和第二级叶轮的叶片使用通用的一对压模,但是,本发明并不局限于这种组合。对于每级的全部叶片可以使用通用的一对压模,或者每相邻的两级使用通用的一对压模,也并不超出本发明的范围。

下面对照图3描述叶轮入口的流动状态,每个上述叶轮的叶片是相互不同的,如图1所示。

图3表示叶轮的吸入流动速率(体积流动速率)和叶轮入口的局部相对速度之间的关系。局部相对速度是指流入叶轮的气体的绝对速度和转速之间的矢量差。

假定具有转盘2a、盖盘2b和叶片2c的叶轮2的入口局部相对速度,当叶轮2的吸入流动速率是 Q_s 时,为 W_h 。同时,对于只改变叶轮2的叶片高度得到的,具有转盘,盖盘3b和叶片3C的叶轮3来说,流动速度从 Q_s 变为 Q_{s0} ,而入口局部相对速度由 W_h 减少至 W_{h0} 。

与原来的叶轮相比,在叶片高度减小的叶轮中,入口局部相对速度减小,因而流动损耗也减小,这与气流速度的第几次幂成正比。这就是说,如果具有转盘2a,盖盘2b和叶片2c的叶轮2是以最佳设计

制成,并且流动速率小于叶轮 2 的流动速率的下游级的叶轮的设计和制造,使得其变成叶片高度减小一个相应于流动速率减缩的量的叶轮,那么,所得到的下游叶轮不会发生效率急剧下降的情况。换言之,可以最大限度地减小下游级叶片与最佳叶片的差。

从以上说明可以清楚地看出,在由通用一对压模制成的叶片中其子午面最大的叶片被最佳化设计要比其子午面较小的叶片被最佳化设计更好。

图 4 表示本发明的另一个实施例。该实施例与图 1 实施例的不同点在于,由通用一对压模制成的叶轮叶片的高度在转盘侧是变化的。更具体来说,叶轮 2 的盖盘 2b 与叶轮 3 的盖盘 3b 是相同的。然而,虽然叶轮 2 的叶片 2c 在转盘侧与叶轮 3 的叶片 3c 是不同的,但是叶片 2c 在盖盘侧与叶片 3c 却是相同的。换言之,整个叶片 2c 与叶片 3c 的一部是相同的。因此,叶轮 2 的转盘 2a 与叶轮 3 的转盘 3a 是不同的。由于这种结构,在将多个叶轮 22a~22g 安装在作为图 5 所示的多级离心式压缩机的单根主轴的转轴 1 上的情况下,转轴直径可以制得较大,因而提高了转动系统的刚性。在图 5 中,由吸入端盖 6a、排放端盖 6b、外壳 4、内壳 5 和扩散器/膜片 7 限定了一条静止通道。

在这种单主轴多级压缩机中,工作气体通过吸入口吸入,吸入口是在位于吸入端盖 6a 上游的外壳的一部分上形成的。当气体经过每级叶轮 22a~22g 的扩散器/膜片 7 间形成的通道时逐次增加压力,因此,在每级叶轮入口处的气体流动速率逐次减小。因此,由于每级叶轮使用了上述的叶轮,可以低成本地得到高可靠性的多级离心式压缩机。

在本发明的另一个实施例中,如图6所示,叶片2C具有由直线部分21a,21b,……21n构成的三维形状,这是直线部分将在盖盘侧的端点18a,18b,……18n分别连接至在转盘侧的端点19a,19b……19n。

控制立式铣床,使其轴线沿着每个直线部分移动就可以容易地制成这种叶片。如果以一储存的程序为基础,为了在上述控制下制造由直线部分21a,21b……21n构成的叶片2C,而为立式铣床制定程序,那么,这种程序也可以用于制造高度变化即减小的,具有三维形状的叶片3c,上述三维形状是由分别将盖盘侧的端点20a,20b,……20n连接至转盘侧的端点19a,19b……19n的直线部分构成的。因此,可以简化不同叶片的制造并减少加工步骤的数目。

在上述实施例中,叶片是由多个直线部分描述的。在图7所示实施例中,是由一组点描述的。当叶片A是由点 $\{P1(i,j): i=1, \dots, e; j=1, \dots, m\}$ 的组P1描述,而高度小于叶片A的高度的叶片a是由点 $\{P2(i,j): i=1, \dots, e; j=1, \dots, k(k < m)\}$ 的组P2描述时,两叶片A和a的共同部分即重叠部分 $\{P(i,j): i=1, \dots, e; j=1 \dots k\}$ 可以通过相同的过程(程序)得到。就叶片A而言,只有叶片A的其余部分 $\{P(i,j): i=1, \dots, e; j=k, \dots, m\}$ 是通过另一过程(程序)得到的。因此,由于总程序的步骤减少,可以减少加工步骤的数目及成本。

对于上述编程来说,采用一台多轴数控铣床是最方便的,但是,本发明并不局限于这种机床,而是也可以采用各种数控机床。

另外,上述说明只是针对各种叶片的制造进行的,显然,相同的技术也可用于叶片和盖盘,或叶片和转盘作为一体加工的情况。在这种情况下,将转盘焊接在叶片和盖盘为整体的机加工件上,或者将盖

盘焊接在叶片和转盘的整体的机加工件上就可以低成本地制造需要的叶轮。

在图 8 所示的另一个实施例中,装在一根转轴 1 的相对两端的叶轮 8 和 9 分别装在外壳 4a 和 4b 中。外壳 4a 有一吸入口 12a 和一排放口 13a,而外壳 4b 有一吸入口 12b 和一排放口 13b。

排放口 13a 通过中间冷却器 14 连接在吸入口 12b 上。即使在如图 8 所示的,借助管线将单级离心式压缩机连接成的多级离心式压缩机中,也可以采用上述各种叶轮来减少加工步骤而提高可靠性。应注意的是,使用中间冷却器可进一步提高多级离心式压缩机的效率。

虽然在图 8 所示实施例中有两级,但是,本发明并不局限于此,而是可以应用于三级、四级、五级或更多级的情况。在这种情况下,并不必在每两相邻级间使用中间冷却器,而是可以根据需要使用。

在上述任意一个实施例中,所有叶轮具有相同的外径,但是当然也可将下游级的叶轮的外径制得较小些。

如上所述,按照本发明,多级离心式压缩机的一些级的叶轮可以用通用的主叶片坯件制造,因此,可减少加工步骤数目及产品废品数目,从而改善可靠性。

另外使通用数控程度的使用成为可能,从而可以得到价格低的、高可靠性的多级离心式压缩机。

另外,还可以得到一种多级离心式压缩机,其中,即使叶片是用通用的主叶片坯件制成,效率或性能的减少也是可以忽略不计的。

另外,制造方法得到简化,因而可以得到高可靠性的多级离心式压缩机,这种压缩机的叶轮及其制造方法,在制造时不易产生误差,减少制造中形成的缺陷。

此外,由于可以采用多种不同的机床,因而能够以更低的成本制成可靠的叶轮。

图 1

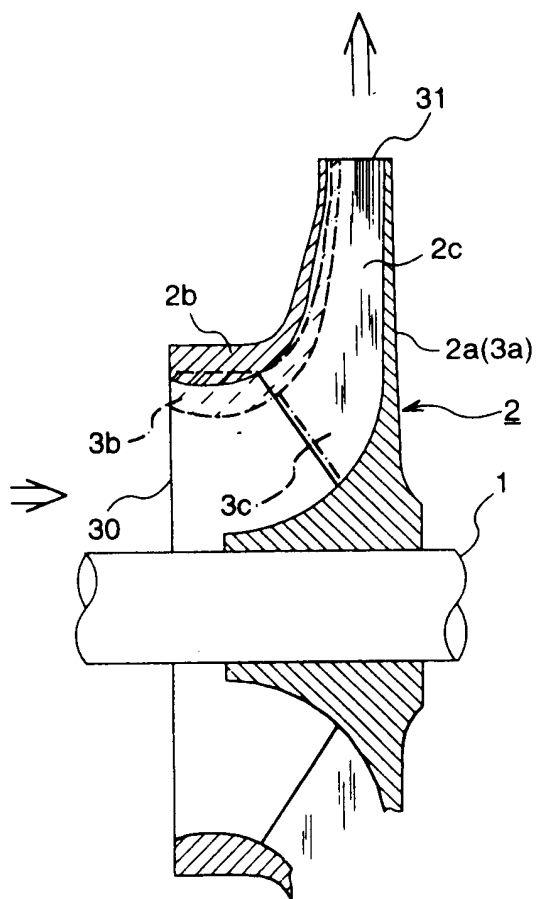


图 2

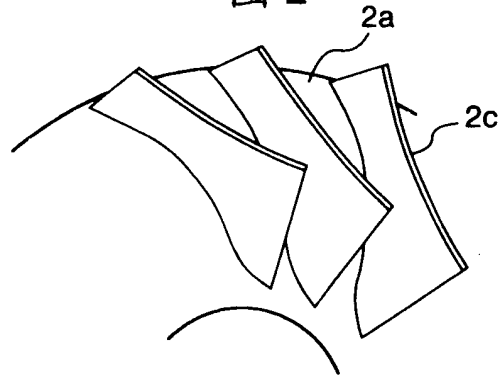


图 3

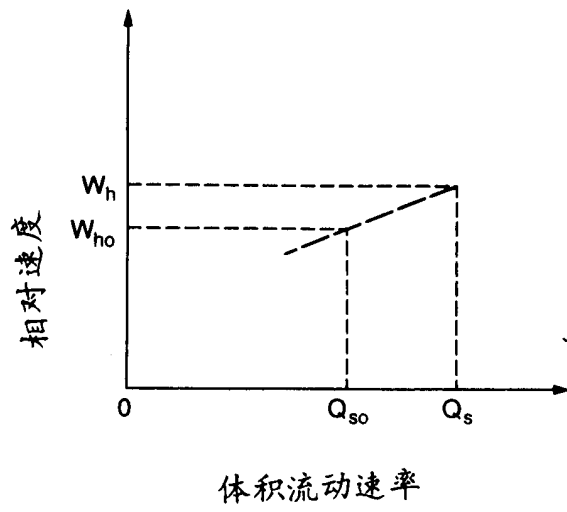


图 4

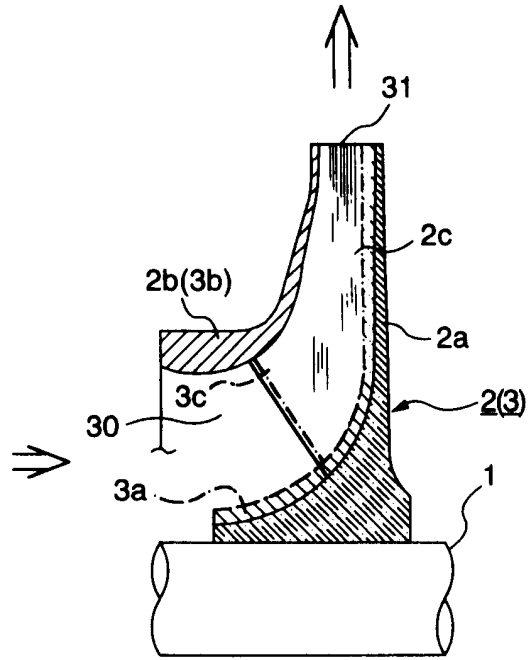


图 5

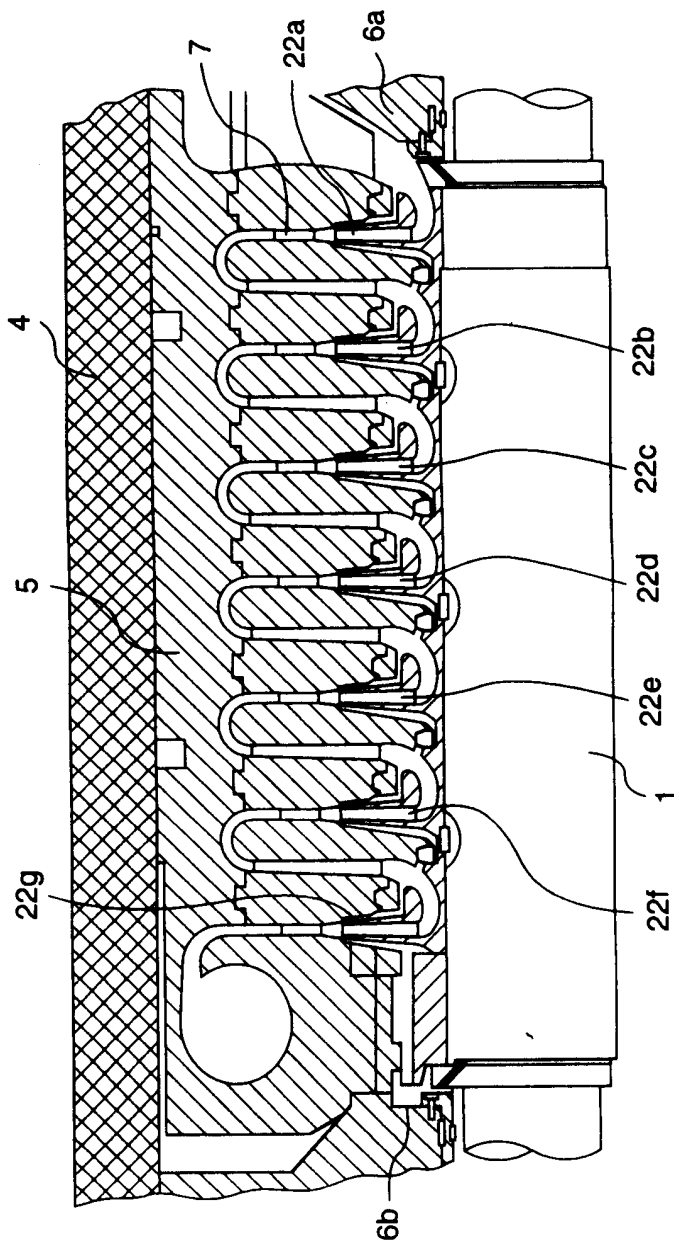


图 6

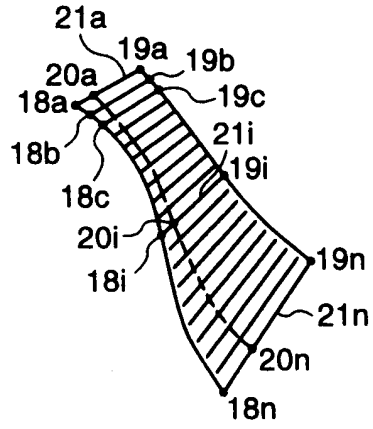


图 7

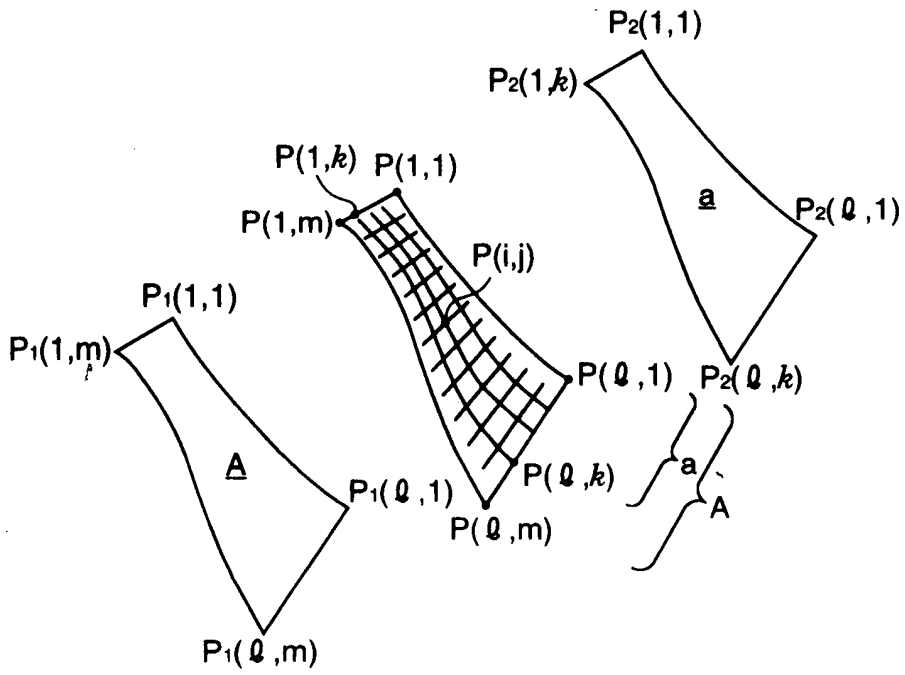


图 8

