

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F04C 18/20 (2006.01)

B23F 15/08 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03178617.0

[45] 授权公告日 2009 年 7 月 29 日

[11] 授权公告号 CN 100520072C

[22] 申请日 2003.7.17 [21] 申请号 03178617.0

[30] 优先权

[32] 2003.1.15 [33] JP [31] 006501/2003

[73] 专利权人 日立产业有限公司

地址 日本东京

[72] 发明人 松本一宏 加藤吐梦 龟谷裕敬

[56] 参考文献

CN86108250A 1988.6.29

CN1032383A 1989.4.12

JP102288 1998.1.6

US6506037A 2003.1.14

审查员 李星星

[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 何腾云

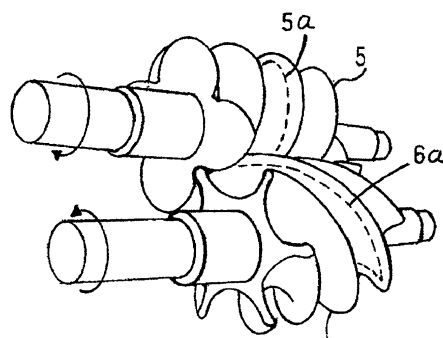
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 15 页

[54] 发明名称

螺旋压缩机及其转子的制造方法

[57] 摘要

一螺旋压缩机及其转子的制造方法，该螺旋压缩机在壳体内具有形成朝轴向螺旋的螺旋槽的凸形转子和凹形转子，这两个转子由固定于各转子的定时齿轮保持着所期望的微小间隙地回转。在本发明的螺旋压缩机中，将朝轴向螺旋的螺旋槽形成于外壳内的凸形转子(5)和凹形转子(6)在其各螺旋槽设置沿其螺旋方向的微小深度的凹条(5a、6a)，压缩空气的泄漏少，可获得高压压缩效率。



1. 一种螺旋压缩机，在壳体内具有形成朝轴向螺旋的螺旋槽的凸形转子和凹形转子，这两个转子由固定于各转子的定时齿轮保持着所期望的微小间隙地回转；

其特征在于：该各转子在其各螺旋槽的全面具有沿着其螺旋方向的微小深度的凹条。

2. 根据权利要求 1 所述的螺旋压缩机，其特征在于：该凹条在各螺旋槽的全面沿各螺旋槽的螺旋方向并排地设置。

3. 根据权利要求 1 所述的螺旋压缩机，其特征在于：在该两转子的曲面成为凸面与凸面的组合的部位，使多条凹条的各宽度和相邻凹条相互的节距间隔，比在成为凸面与凹面的组合的部位的凹条的各宽度和相邻的凹条相互的节距间隔更窄。

4. 根据权利要求 1 所述的螺旋压缩机，其特征在于：该凸形转子的螺旋槽的底部的多条凹条的各宽度和相邻凹条相互间的节距间隔比该底部以外的多条凹条的各宽度和相邻凹条相互间的节距间隔更窄。

5. 根据权利要求 1 所述的螺旋压缩机，其特征在于：在由该两转子的回转形成的两转子间的微小间隔最小部的移动路径与该凹条交叉的区域，使该凹条的表面粗糙。

6. 一种螺旋压缩机的转子的制造方法，该螺旋压缩机在壳体内具有形成朝轴向螺旋的螺旋槽的凸形转子和凹形转子，这两个转子由固定于各转子的定时齿轮保持着所期望的微小间隙地回转；

其特征在于：由利用设置有球头立铣刀作为工具的加工中心进行的切削加工，进行在凸形转子或凹形转子的沿螺旋槽的全面的螺旋方向的微小深度的凹条的精加工。

7. 根据权利要求 6 所述的螺旋压缩机的转子的制造方法，其特征在于：在该两转子的曲面成为凸面与凸面的组合的部位，使用比在成为凸面与凹面的组合的部位形成凹条的球头立铣刀的工具半径小的

球头立铣刀形成该凹条。

8. 根据权利要求 6 所述的螺旋压缩机的转子的制造方法，其特征在于：在该凸形转子的螺旋槽的底部形成的该凹条用比形成底部以外的凹条的球头立铣刀的工具半径小的球头立铣刀形成。

9. 根据权利要求 6 所述的螺旋压缩机的转子的制造方法，其特征在于：在由该两转子的回转形成的两转子间的微小间隔最小部的移动路径与该凹条交叉的区域，球头立铣刀进行逆铣加工。

螺旋压缩机及其转子的制造方法

技术领域

本发明涉及一种螺旋压缩机及其转子的制造方法，其中，在壳体内具有形成朝轴向螺旋的螺旋槽的凸形转子和凹形转子、这两个转子由固定于各转子的定时齿轮保持着所期望的微小间隙地回转，特别是涉及在两转子的回转过程中压缩空气的泄漏少、可获得高压压缩效率的螺旋压缩机及其转子的制造方法。

背景技术

螺旋压缩机在壳体内形成用于收容凸形转子和凹形转子的孔。该孔分成圆形断面的相互平行的凸形转子侧孔和凹形转子侧孔。凸形转子侧孔与凹形转子侧孔的各中心与凸形转子和凹形转子的各轴心一致。凸形转子和凹形转子具有使凸形转子与凹形转子的各齿不接触的程度微小间隙地通过定时齿轮回转，由其回转吸入空气，然后排出，作为压缩机使用，或作为真空泵使用。

螺旋压缩机的重要问题在于，凸形转子和凹形转子回转时，压缩了的空气在凸形转子与凹形转子间的间隙和凸形转子或凹形转子与收容它们的孔间的间隙泄漏，不能获得所期望的压缩效率。

过去，为了解决该问题，以高精度成形各转子的齿形，作为其加工方法，提出有利用成形齿形刀具的铣削加工、利用滚齿刀具进行的滚齿加工或高刚性数控车床进行的车削加工等（参照日本特开平 8-197331 号公报）。

在要求用于获得高压压缩效率的高精度的加工场合，在上述现有技术中，不能说充分，进行由利用具有磨具的磨床进行磨削加工进行齿形成形。

转子的材质使用高刚性的材质，所以，磨具的磨损快，或者在将

为了磨削容量不同的螺旋压缩机的转子等而更换磨具的场合，为了维持精度需要用新的磨具进行试磨，另外，测定齿型形状进行磨削精加工。因此，在多品种生产的场合，存在需要人手和时间的问题。

另外，由于大容量螺旋压缩机用的转子的磨削加工所用的磨具为大型而且非常重，所以，在交换磨具时必须使用起重机的，成为手工作业，成为自动加工化的障碍。

发明内容

本发明的目的在于提供一种压缩了的空气的泄漏少、可获得高压压缩效率的螺旋压缩机。

另外，本发明的目的在于提供一种可容易制造可获得高压压缩效率的螺旋压缩机的转子的制造方法。

本发明的一种螺旋压缩机，在壳体内具有形成朝轴向螺旋的螺旋槽的凸形转子和凹形转子，这两个转子由固定于各转子的定时齿轮保持着所期望的微小间隙地回转；其特征在于：该各转子在其各螺旋槽的全面具有沿着其螺旋方向的微小深度的凹条。

为了达到上述目的，本发明螺旋压缩机的特征在于：在壳体内具有形成朝轴向螺旋的螺旋槽的凸形转子和凹形转子，这两个转子由固定于各转子的定时齿轮保持着所期望的微小间隙地回转；其中，该各转子在其各螺旋槽具有沿着其螺旋方向的微小深度的凹条。

本发明的一种螺旋压缩机的转子的制造方法，该螺旋压缩机在壳体内具有形成朝轴向螺旋的螺旋槽的凸形转子和凹形转子，这两个转子由固定于各转子的定时齿轮保持着所期望的微小间隙地回转；其特征在于：由利用设置有球头立铣刀作为工具的加工中心进行的切削加工，进行在凸形转子或凹形转子的沿螺旋槽的全面的螺旋方向的微小深度的凹条的精加工。

为了达到上述目的，本发明螺旋压缩机的制造方法的特征在于：由利用了加工中心的切削加工进行形成沿凸形转子或凹形转子的螺旋槽的螺旋方向的微小深度凹条的精加工，该加工中心具有球头立铣刀

作为工具。

各转子的各螺旋槽从空气的吸入口朝排出口设置，所以，在各转子的各螺旋槽沿其螺旋方向形成的微小深度的凹条成为朝排出口的压缩空气的通道比成为从压缩空气泄漏的间隙的倾向大，虽然在螺旋槽的表面设置凹凸而存在间隙，但与在表面以高精度磨削表面、减少间隙的场合相比，相反泄漏减少。

这样的凹条形成由于使用球头立铣刀作为加工中心的工具进行，所以，工具更换容易，利用加工中心的控制也容易，对作业者不存在大的负担。

附图说明

图 1 为从上方观看本发明一实施形式的螺旋压缩机的纵断面图。

图 2 为从横向观看图 1 所示螺旋压缩机的纵断面图。

图 3 为示出图 1 所示螺旋压缩机的凸形转子和凹形转子的配置状况的透视图。

图 4 为示出作为在凸形和凹形转子的各螺旋槽形成凹条的制造装置的加工中心和作为其控制部的个人计算机的示意图。

图 5 为示出凸凹形的各转子的制造工序的图。

图 6 为说明在图 5 的测定处理下的凸形转子的形状测定状况的图。

图 7 为说明在图 5 的测定处理下的凸形转子的形状测定状况的图。

图 8 为说明在图 5 的测定处理下的凸形转子的形状测定状况的图。

图 9 为示出由图 6 的测定获得的凸形转子的在任意位置的测定轮廓的图。

图 10 为示出凸形转子粗加工后和精加工后的横断面形状的图。

图 11 为说明利用球头立铣刀在倾斜面进行的切削状况的图。

图 12 为说明用于正确地利用球头立铣刀在倾斜面进行切削的数

控数据的制作的图。

图 13 为示出凸凹形各转子的啮合状况的图。

图 14 为示出凸凹形各转子的曲面的组合状况的图。

图 15 为示出由球头立铣刀 35 在凸形转子进行凹条加工的状况的图。

图 16 为用于说明凸凹形各转子的密封线和凹条的状况的透视图。

图 17 为用于说明凸凹形各转子的密封线、凹条与空气的泄漏关系的透视图。

图 18 为用于说明利用加工中心的球头立铣刀的加工技术的图。

图 19 为用于说明由加工中心的球头立铣刀进行逆铣加工的场所的状况的图。

图 20 为用于说明对凹形转子利用球头立铣刀进行逆铣加工和顺铣加工的区域图。

具体实施方式

下面，根据图 1~3 所示一实施形式说明本发明。

图 1 为从上方观看本发明的螺旋压缩机 1 的纵断面图，图 2 为从横向观看该螺旋压缩机 1 的纵断面图，图 3 为示出螺旋压缩机 1 的凸形转子 5 和凹形转子 6 的配置状况的透视图。

在图 1~图 3 中，外壳 2 由主外壳 2a 与排出侧外壳 2b 及端盖 2c 构成，在主外壳 2a 内存在孔 3、4。孔 3、4 的断面为圆形，相互平行，在孔 3 内收容凸形转子 5，在孔 4 内收容凹形转子 6。凸形转子 5 的齿数为 4 个，凹形转子 6 的齿数为 6 个，凸形转子侧孔 3 和凹形转子侧孔 4 的各中心与凸形转子 5 和凹形转子 6 的各轴心一致。凸形转子 5 与凹形转子 6 具有各齿不接触的程度的微小间隙地通过定时齿轮 7、8 如图 3 所示那样相互朝反方向回转。

凸形转子 5、定时齿轮 7、凹形转子 6、定时齿轮 8 分别由热装牢固地接合。定时齿轮 7 与图中未示出的主动齿轮（プルギヤ）啮

合，由该主动齿轮通过定时齿轮 7 使凸形转子 5 回转，凹形转子 6 通过与定时齿轮 7 啮合的定时齿轮 8 回转。

符号 9、10 和 11、12 为分别在主外壳 2a 和排出侧外壳 2b 可回转地保持各转子 5、6 的轴承，符号 13、14 和 15、16 分别为设于主外壳 2a 或排出侧外壳 2b 与各转子 5、6 之间的轴封装置。主外壳 2a 与孔 3、4 为双重构造，内部空间从排出侧外壳 2b 侧供给冷却媒体。

符号 17 为空气的吸入口，符号 18 为压缩空气的排出口。由主外壳 2a 与端盖 2c 构成的空间作为油槽封入润滑油 19，固定于凹形转子 6 的端部的抛油环 20 根据凹形转子 6 的回转弹起润滑油，将润滑油供给到轴承 9、11。

在凸形转子 5 和凹形转子 6 的各螺旋槽的全面设置沿其螺旋方向的微小深度的多个凹条 5a、6a。在以从端盖 2c 侧观看的状态示出两凸凹形转子 5、6 的图 3 中，为了简化，以虚线分别示出多个凹条 5a、6a 中的 1 条。

下面，说明将多个凹条 5a、6a 形成于凸形转子 5 和凹形转子 6 的各螺旋槽全面的制造方法和其制造装置。

图 4 为示出作为在凸形转子 5 和凹形转子 6 的各螺旋槽全面形成多个凹条 5a、6a 的制造装置的加工中心 31 和作为其控制部（控制盘）的个人计算机 51 的示意图。

在加工中心 31，存在可在基台 32 上朝水平的 X、Y 的各方向移动的加工中心本体 33，加工中心本体 33 由液压式支架 34 朝 Z 轴下方向保持球头立铣刀 35，使球头立铣刀 35 朝 X、Y 各轴方向和 Z 轴（上下）方向移动。在基台 32 上存在回转台 36，该回转轴（回转 A 轴）水平地朝向 X 轴方向，在回转中心安装超硬中心 37。与回转台 36 的超硬中心 37 相向地设置尾架 38，成为在超硬中心 37 与尾架 38 之间对凸形转子 5（或凹形转子 6）进行两中心支承的构造，绕 A 轴使支承的凸形转子 5（或凹形转子 6）回转。个人计算机 51 由个人计算机本体 52、监控画面 53、键盘 54 构成，由后述的软件程序对加工中心 31 进行驱动控制。连接加工中心 31 与个人计算机 51 的电缆省

略图示。

下面，根据图 5 说明各凸凹形转子 5、6 的制造工序。

首先，在步骤（以下简化为“S”）100 由过去公知的加工机械进行凸形转子 5 或凹形转子 6 的粗加工。以下的说明作为制造凸形转子 5 的场合进行说明。

在 S200 中，进行粗加工后的凸形转子 5 的形状测定。

该测定通过在图 4 所示的加工中心 31 的支架 34 如图 6 所示那样安装接触探头 39 代替球头立铣刀 35 而进行。

下面根据图 7、图 8 说明凸形转子 5 的形状测定的详细内容。

首先，确认是否正确地将凸形转子 5 的轴中心设置到加工中心 31 的 X 轴。即，对于 X 轴方向，例如使接触探头 39 接触于配合定时齿轮的圆筒部 5B 的端面位置，在加工中心 31 中由内装的编码器获得接触探头 39 的位置座标数据。

接着，使接触探头 39 接触到配合轴承 9、10 的圆筒部 5A、5B 的外周 3 部位，在加工中心 31 由内装的的编码器获得接触探头 39 的位置座标数据。将此时的 3 数据作为与圆内接的三角形的角位置计算出圆的中心位置，获得凸形转子 5 的轴中心。或者，由接触探头 39 在 Y 轴方向最外周位置获得直径的位置座标数据计算出 Y 轴方向中心位置，在 Z 轴方向将从最外周位置朝 Z 轴方向垂下半径距离的位置作为凸形转子 5 的轴中心。然后，使轴中心与加工中心 31 的 X 轴的中心一致。

然后，为了在 A 轴方向上正确地设置凸形转子 5，在图 7 的 S201 中如图 8 (a) 所示那样由接触探头 39 在任意的 X 轴方向的齿位置测定齿在 Z 轴上的位置数据 Ta。在图 8 中，实线表示凸形转子 5 的实际的轮廓，虚线示出设计上的轮廓。与位置数据 Ta 对应的设计上的位置数据在个人计算机本体 52 已预先得知，所以，两位置数据的偏差 Δta 立刻可获得。在 S202 由回转台 36 使凸形转子 5 朝 A 轴方向回转，使接触探头 39 接触于侧面的齿，测定位置数据 Tb。由于个人计算机本体 52 也已知此时的设计上的位置数据，所以，计算

出偏差 Δtb 。

然后，在 S203 求出偏差 Δta 与偏差 Δtb 的大小关系，如偏差 Δta 较大，则前进到 S204，如较小，则前进到 S205。偏差 Δta 比偏差 Δtb 小的场合由图 8 (b) 示出。

在 S204 或 S205 中，分别使 A 轴朝负方向或正方向回转预定的微小角度，再由 S206、S207 测定点 Ta、Tb 的位置数据，获得微小角度回转后的新的位置偏差 Δta 和 Δtb 。此后，在 S208，判断其差是否在取代容许值以内，如在容许值以内，则将此时的 A 轴位置决定为原点 (S209)，然后结束，但如在容许值以外，则返回到 S203，反复进行以上说明的处理直到处于容许值以内，然后结束。这样，结束凸形转子 5 的设置。

下面，说明图 9 所示测定轮廓 K。

如图 6 所示，使接触探头 39 接触于凸形转子 5 的任意的位置，绕 A 轴使凸形转子 5 每次回转微小角度，使接触探头 39 接触，求出从内装于接触探头 39 内的编码器计算出的凸形转子表面的 Z 轴方向位置数据，并反复进行这一过程，获得在图 10 那样的 X 轴方向的断面的形状。然后，使凸形转子 5 朝 X 方向稍错开微小的距离地使接触探头 39 接触，在这里，也可获得图 10 那样的在 X 轴方向的断面形状。如综合沿凸形转子 5 的 X 方向全长实施这样的动作测量获得的 XYZ 的各位置数据，则可绘出图 6 所示凸形转子 5 的外形。实际上，每次分别离开凸形转子 5 的 X 轴方向两端任意距离例如 10mm 进行测量，对于未测量的区域由图像处理使测量的区域的形状朝螺旋槽的螺旋方向延长，创作全外形。这为在 S200 的测定。

当相对从吸入侧的起点 Ps 到排出侧的终点 Pe 的 X 轴方向移动位置和 A 轴方向回转角根据原点立体地示出时，可获得图 9 的测定轮廓 K。

如使用 3 维测定器，则由传感器仿着凸形转子 5 的外形测量，不仅可容易地相对从图 9 所示吸入侧的起点 Ps 到排出侧的终点 Pe 的 X 轴方向移动位置和 A 轴方向回转角根据原点立体地示出的任意位置

的测定轮廓 K，而且，可容易地获得凸形转子 5 的全表面的轮廓。

将在朝 X 轴方向移动微小距离的同时使其朝 A 轴方向回转微小角度时的沿 X 轴方向全长的设计上的 Z 轴方向位置数据作为设计上的轮廓，将其作为用于由球头立铣刀 35 进行的沿螺旋槽的螺旋方向的微小深度的凹条加工的设计值。

如在 S200 结束测定，则判定在 S300 是否需要精加工。在图 5 的粗加工 S100 中，不进行超越精加工 S500 的加工，如在图 10 由实线所示那样，由凸形转子 5 的轮廓具有的数据比进行精加工后的由虚线示出的设计上的轮廓具有的数据大。因此，根据两轮廓具有的数据的偏差判定需要精加工，在 S400 对用于精加工的上述偏差实施修正处理后，在 S500 进行精加工。

该精加工利用球头立铣刀 35 进行沿螺旋槽的螺旋方向的微小深度的凹条加工。该凹条（图 3 的 5a 或 6a）在各螺旋槽的全面沿各螺旋槽的螺旋方向并排地设置多个。

在各凹条加工中，进行图 4 的加工中心 31 的精加工的球头立铣刀 35 使 Z 轴方向位置不变地绕 Z 轴回转，由回转台 36 使凸形转子 5 绕 A 轴每次回转微小角度，同时，使加工中心本体 33 每次朝 X 轴方向移动微小距离，从而如图 9 所示那样，可形成具有从吸入侧的起点 Ps 到排出侧的终点 Pe 的轮廓 K 的凹条。使测量凸形转子 5 获得的轮廓 K 与设计上的轮廓 K 一致地对凸形转子 5 的全螺旋槽实施修正处理，同时，形成凹条。

在这里，说明上述修正处理。

在上述精加工中，球头立铣刀 35 如图 11 中用实线示出的那样，预定朝 Z 轴方向笔直地延伸、在最下端进行加工，进行加工的设计，但凸形转子 5 和凹形转子 6 的加工面为螺旋槽，接触倾斜面地进行切削。在该场合，球头立铣刀 35 以倾斜面接受反力，如由虚线示出的那样挠曲。如图 10 所示，凸形转子 5 和凹形转子 6 的螺旋槽具有渐开线形状，接触角 α 不一样，所以，球头立铣刀 35 的挠曲量变动，如接触角 α 小，则挠曲量小，如接触角 α 大，则挠曲量大，挠

曲量的不同成为加工精度的差。具体地说，当挠曲量大时，切削量不足。

因此，进行该修正以进行所期望的精加工为图 5 的修正处理 S400。

下面，说明该 S400。

在图 12 中，球头立铣刀 35 在由实线所示倾斜面的任意的切削位置 G 切削凸形转子 5。球头立铣刀 35 的球中心 H 处于切削位置 G 的法线矢量 n 的延长线上。加工中心 31 的数控数据指令点 M 为球头立铣刀 35 的前端（最下端），处于球头立铣刀 35 的轴线矢量 e 的延长线上。在这里，设切削位置 G 的位置数据为 Po ，球头立铣刀 35 的工具半径为 r ，则数控数据指令点 M 的位置数据 $Tnco$ 可由下式表示。

（式 1）

$$Tnco = Po + r \cdot n - r \cdot e \dots \dots (1)$$

关于切削位置 G 的法线矢量 n ，在要由球头立铣刀 35 切削到相反方向的延长线上的位置 F 的场合，如设两位置 F、G 间的距离为 Δd ，则位置 F 的位置数据 Pa 由下式表示。

（式 2）

$$Pa = Po - \Delta d \cdot n \dots \dots (2)$$

根据以上说明，在位置 F 切削的球头立铣刀 35 的数控数据指令点 L 的位置数据 $Tnca$ 可由下式表示。

（式 3）

$$\begin{aligned} Tnca &= Pa + r \cdot n - r \cdot e \\ &= Po - \Delta d \cdot n + r \cdot n - r \cdot e \dots \dots (3) \end{aligned}$$

如根据式 3 对齿形的所有设计值求出球头立铣刀 35 的数控数据指令点 L 的位置数据 $Tnca$ ，则切削前进到在图 12 中由虚线示出的倾斜面。即，位置 G 作为图 5 所示粗加工后的由测定处理 S200 获得的测定数据，如为了在位置 F 切削求出球头立铣刀 35 的数控数据指令点 L 的位置数据 $Tnca$ ，则相对精加工处理 S500 进行修正处理

S400。

然后，返回到测定处理 S200 由接触探头 39 确认是否图 5 的精加工处理 S500 如预定的那样进行。在由判定处理 S300 判断加工下足の場合，再次由 S400 进行修正处理，但在该場合球头立铣刀 35 的挠曲为主要原因。

由图 5 的判定处理 S300 进行合格判定后，当由啮合试验 S600 确认与配对的基准转子（加工凸形转子 5 时为凹形的基准转子，加工凹形转子 6 时为凸形的基准转子）的啮合情况，然后由表面处理 S700 实施适当的表面处理，结束凸形转子 5 的精加工（制造）。

在精加工处理 S500 中，当分开使用多个球头立铣刀 35 时，在修正处理 S400 中对多个球头立铣刀求出数控数据指令点 L 的位置数据 T_{nca} 。另外，由于根据凸凹形各转子 5、6 的形状和材质、球头立铣刀 35 的材质和加工速度等改变数控数据指令点 L 的位置数据 T_{nca} ，所以，这些各数据利用图 4 所示个人计算机 51 的监控画面 53 从键盘 54 存储到个人计算机本体 52 的存储装置，用于式 1~式 3 的修正。

如可预先把握球头立铣刀 35 的挠曲量，则也可在修正处理 S400 预见挠曲量地进行修正计算。

图 13 以横断面示出凸凹形各转子 5、6 的啮合状况，图 13 (a) 为凸形转子 5 的齿在凹形转子 6 的螺旋槽啮合的状况，图 13 (b) 为凹形转子 6 的齿在凸形转子 5 的螺旋槽啮合的状况。而且，在图 13 中为了易于看清齿形，设凸形转子 5 的齿数为 4 个。

如上述那样，螺旋槽形成为渐开线形状，根据凸凹形各转子 5、6 的啮合位置，成为图 14 (a) 所示凸面与凸面的组合，或成为图 14 (b) 所示凹面与凸面的组合。

图 13 (a) 的圆 A 的部位为图 14 (b) 所示凹面与凸面的组合，图 13 (a) 的圆 B 的部位和图 13 (b) 的圆 C 与圆 D 的部位为图 14 (a) 所示凸面与凸面的组合。

根据本发明者的研究可确认，即使凸凹形各转子 5、6 的啮合的

微小间隙 Δ 相同, 图 14 (a) 所示凸面与凸面的组合时的空气泄漏也比图 14 (b) 所示凹面与凸面的组合大。另外, 即使改变凹面和凸面的曲率, 该倾向也相同。

该空气的泄漏多的图 13 (a) 的圆 B 的部位和图 13 (b) 的圆 C 和圆 D 的部位为凹形转子 6 的螺旋槽的底的区域。

为了降低该区域的空气泄漏量, 在该区域, 可减小凸凹形各转子 5、6 和凹条 5a、6a 的宽度, 减小邻接的凹条 5a 相互间的节距间隔 P, 增加流体阻力。

下面, 说明窄宽度的凹条 5a、6a 的加工。

图 15 示出由球头立铣刀 35 作为一例在凸形转子 5 进行凹条 5a 的加工的状况。

在由工具半径 r 的球头立铣刀 35 形成以节距间隔 P 邻接的凹条 5a 相互间的槽壁高度为 h 的各凹条 5a 的场合, 如减小球头立铣刀 35 的工具半径 r 和节距间隔 P 地设置更多的凹条 5a, 则可在维持邻接的凹条 5a 相互间的槽壁高度 (槽深) h 的同时增加流体阻力, 减少空气泄漏。

作为一例, 在直径约 120mm 的凹形转子 6 的精加工中使用 $\phi 8$ 的球头立铣刀按深 (h) 0.005mm 在该各螺旋槽设置 194 根凹条 6a, 但在直径约 120mm 的凸形转子 5 的精加工中使用 $\phi 8$ 、 $\phi 4$ 、 $\phi 2$ 这样 3 把球头立铣刀按深 (h) 0.005mm 在该各螺旋槽设置 287 根凹条 5a, 特别是在凸形转子 5 的各螺旋槽的底部以细小的节距 P 设置窄宽度的凹条 5a。

这样, 在凸面与凸面的组合中, 虽然也可仅对单方的转子进行减少空气的泄漏的凹条的加工, 但对双方的转子实施较好。

下面, 说明减少空气的泄漏的其它构成。

螺旋压缩机在凸凹形各转子 5、6 形成朝轴向螺旋的螺旋槽, 该两个转子 5、6 由固定于各转子 5、6 的定时齿轮保持着所期望的微小间隙地回转, 微小间隔的最小部划分吸入侧和排出侧, 该微小间隔的最小部随着两转子 5、6 的回转从吸入侧朝排出侧移动, 在排出侧,

通过容积下降而对空气进行压缩。将该场合的微小间隔最小部的移动路径称为密封线，密封线 SL 的移动方向为对空气进行压缩的方向。

密封线 SL 的移动路径如图 16 所示。

在凹形转子 6，如图 16 (a) 的密封线 SL 所示那样，取 a-b-C-F-d-e 的路径，凸形转子 5 侧的密封线 SL 如图 16 (b) 所示那样取 f-g-H-M-i-j 的路径。在凹形转子 6 与凸形转子 5 用虚线示出的加工路径为球头立铣刀 35 的移动路径，而凹条 5a、6a 沿螺旋槽延伸。在图 16 中，在凹形转子 6 和凸形转子 5 的表面示出密封线 SL，这是用于说明密封线 SL 与凹条 5a、6a 的关系，在现实的密封线 SL 中，凹形转子 6 上的位置 a 与凸形转子 5 上的位置 f 相同，以下 b 与 g、C 与 H、F 与 M、d 与 i、及 e 与 j 为相同位置。

由图 16 可知，密封线 SL 在凹形转子 6 和凸形转子 5 中与球头立铣刀 35 的移动路径（凹条 5a、6a）交叉。

图 17 对于凸形转子 5 放大示出密封线 SL 的（移动方向）和球头立铣刀 35 的移动路径（凹条 5a）的加工方向。

在图 17 (a) 中，密封线 SL 的（移动）方向与球头立铣刀 35 的加工方向平行，但在图 17 (b) 中交叉。在图 17 中，空气的泄漏方向也示出，但在图 17 (a) 中，在由密封线 SL 方向示出的空气的压缩方向，由于凹条 5a 延伸，所以，在该方向上空气的流体阻力小，但在直交的方向上凹条 5a 的侧壁成为障碍，空气不易泄漏。而在图 17 (b) 中，在由密封线 SL 方向示出的空气的压缩方向上凹条 5a 的侧壁成为障碍，流体阻力增加，但在与密封线 SL 方向交叉的方向，凹条 5a 延伸，在该方向，凹条 5a 成为容许空气横漏的路径。

因此，最好该密封线 SL 在球头立铣刀 35 的加工方向即与凹条 5a 交叉的区域防止空气的横漏。

作为球头立铣刀 35 的加工技术，有图 18 所示顺铣（ダウンカット）和逆铣（アップカット）。

顺铣加工在图 18 (a) 中由凸形转子 5 示出一例，从加工物的表面朝内部立起刀尖，使球头立铣刀 35 回转，逆铣加工在图 18 (b)

中如由凸形转子 5 示出一例那样，从加工物的内部朝表面以刀尖横卧的形式使球头立铣刀 35 回转。

加工后的形状在顺铣的场合由于为沿木纹刨地切削加工物的形式，所以表面光滑美观，但在逆铣加工时，成为用剃刀反剃胡须地对加工物拔除的形式，表面粗糙。由逆铣加工形成凹条 5a，表面粗糙的状况由图 19 示意地示出，但凹条 5a 的表面的粗糙对空气成为流体阻力，起到抑制泄漏的作用。即，由逆铣加工形成的具有粗糙表面的凹条 5a 作为使相对空气的流体阻力增加的手段起作用。

密封线 SL 的移动路径由凸凹形各转子 5、6 的形状决定，因此，密封线 SL 的移动路径与凹条 5a、6a 交叉的区域也确定，即使凸凹形各转子 5、6 回转也不改变，所以，当设置凹条 5a、6a 时，对于凹形转子 6 在示出一实施形式的图 20 中，用虚线围住的区域 R 以外的凹条 6a 的加工通过进行顺铣加工。在图 20 中的点划线所围的领域 R 以外的凹条 6a 的加工，进行顺铣加工，从而避免流体阻力的上升。

在加工中心 31 中，顺铣加工和逆铣加工的切换在球头立铣刀 35 的回转方向保持不变的状态下使球头立铣刀 35 与加工物的相对移动方向相反则可，很简单，所以，不难于提高密封线 SL 的移动路径与凹条 6a 交叉的区域 R 的流体阻力。

根据以上的凸凹形各转子 5、6 的螺旋槽曲面形状的组合的凹条 5a、6a 的宽度和节距间隔 P 的变更及根据由凸凹形各转子 5、6 的回转形成的密封线 SL 与凹条 5a、6a 的交叉的流体阻力的施加调整虽也可分别实施，但在并用时，在减少空气泄漏方面发挥出更好的效果。

如以上说明的那样，按照本发明的螺旋压缩机，压缩了的空气的泄漏少，可获得高的压缩性能。

按照本发明螺旋压缩机的制造方法，可容易地制造压缩的空气的泄漏少、可获得高压压缩性能的螺旋压缩机的转子。

图1

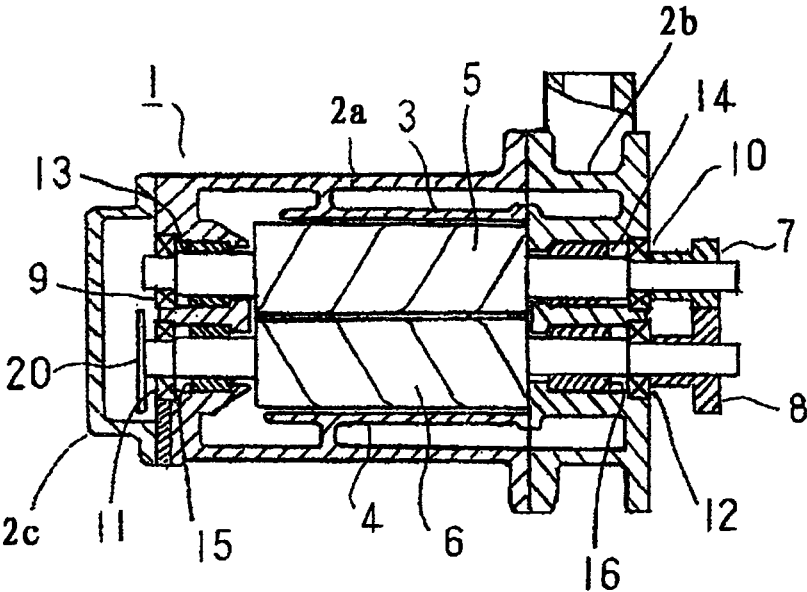


图2

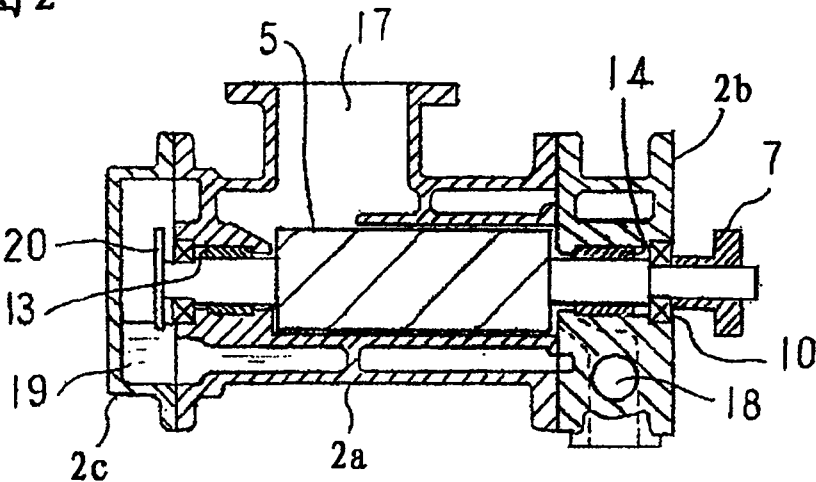


图 3

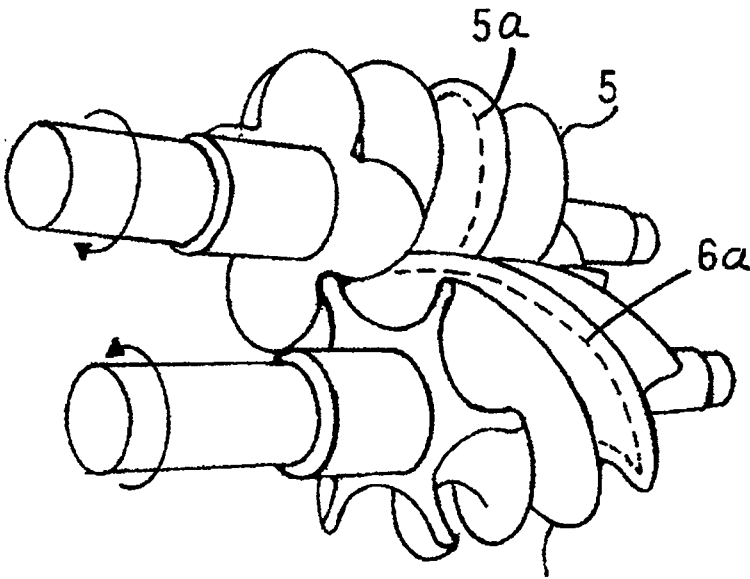


图 4

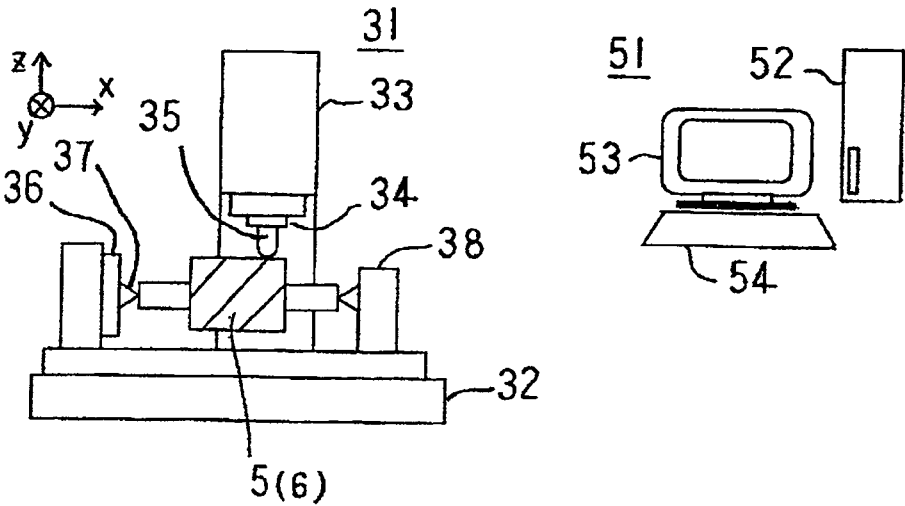


图5

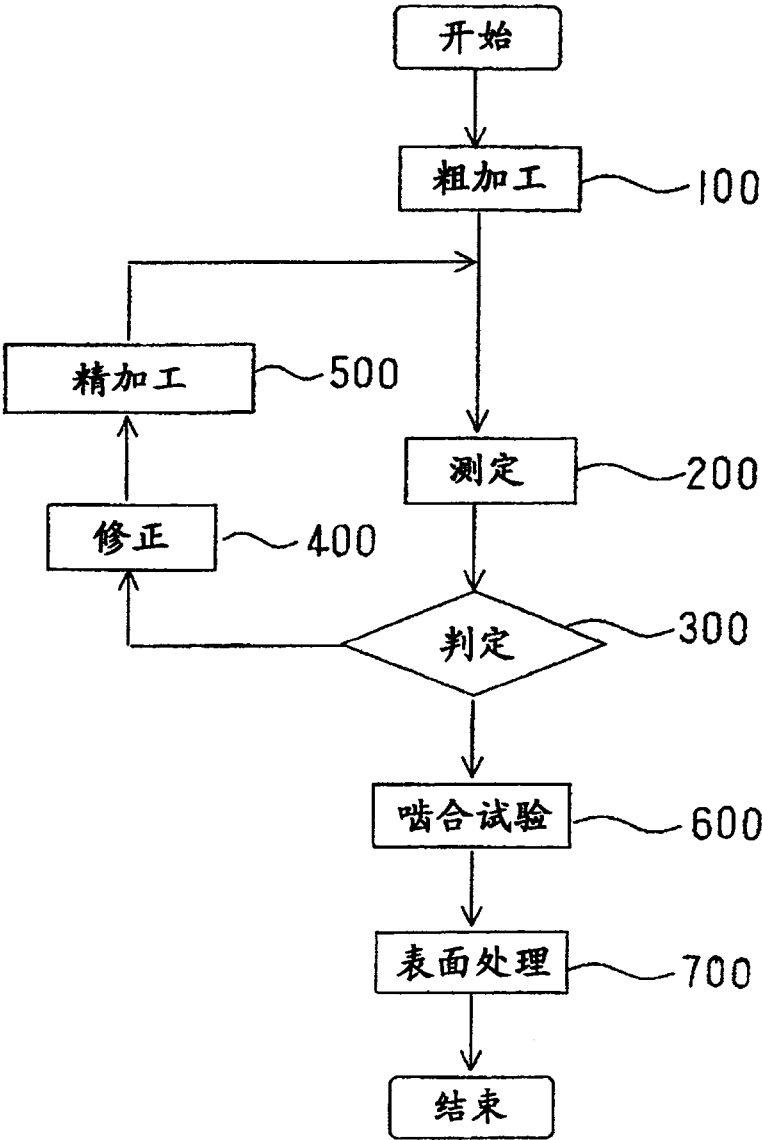


图6

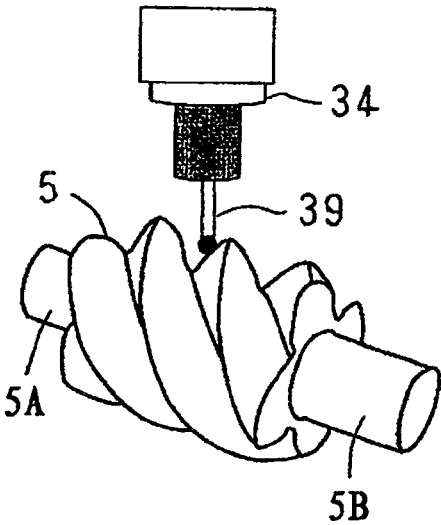


图7

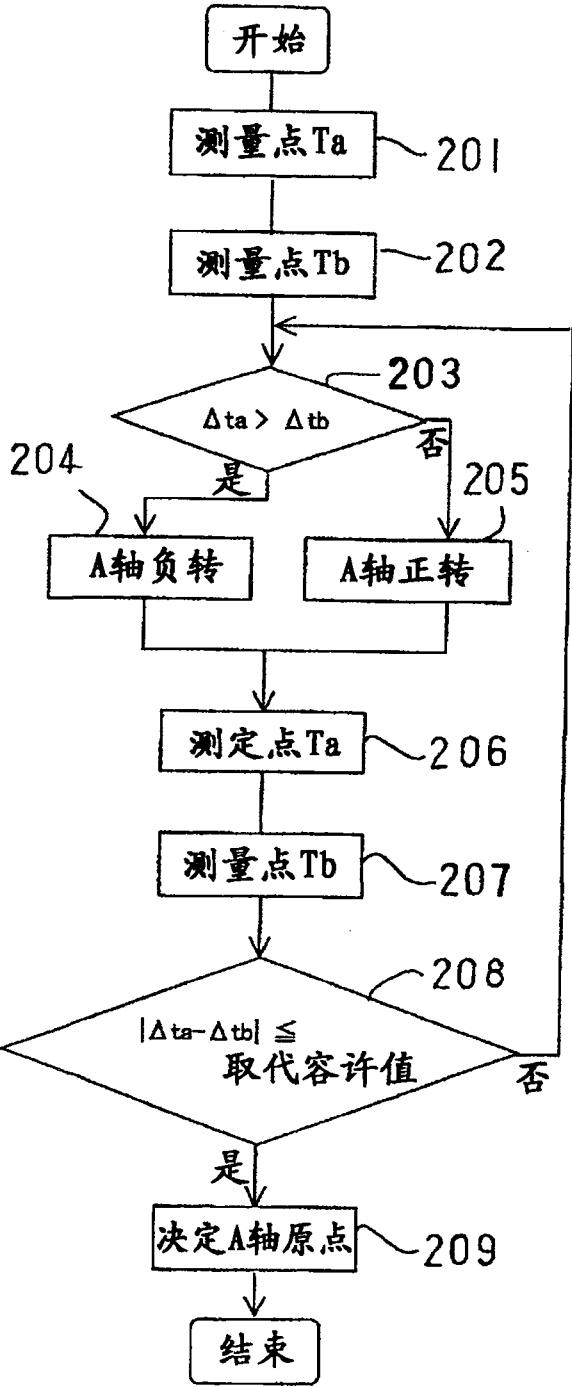


图8

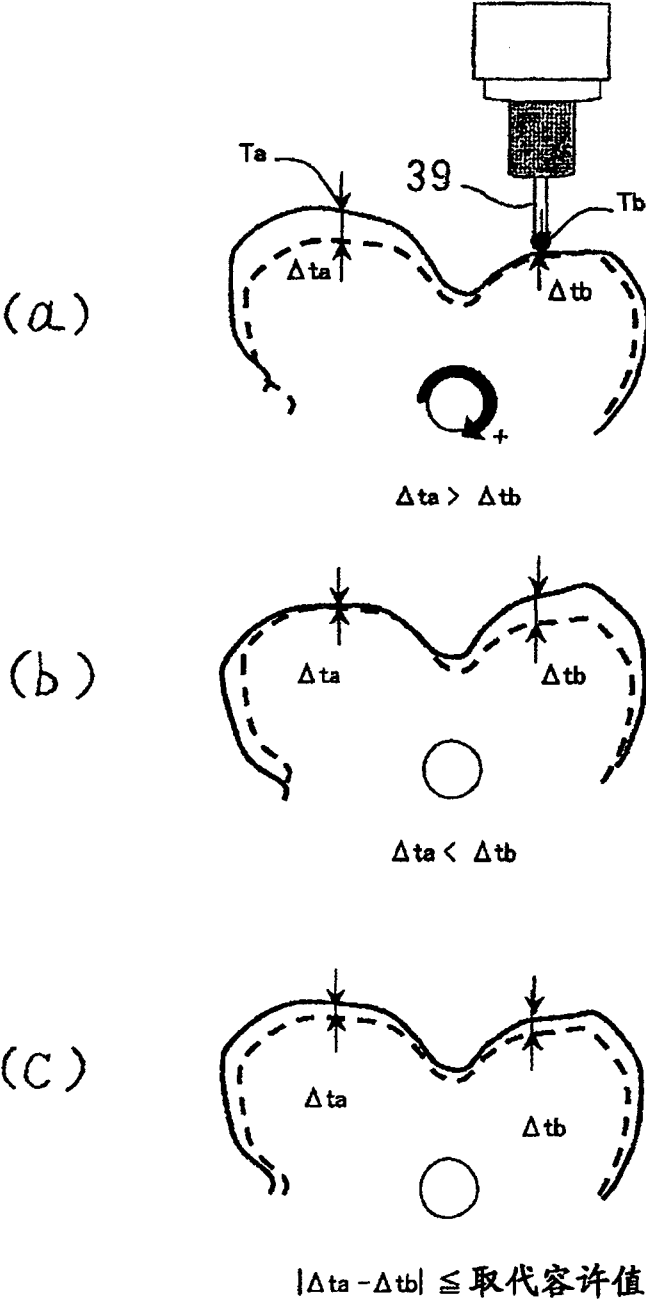


图9

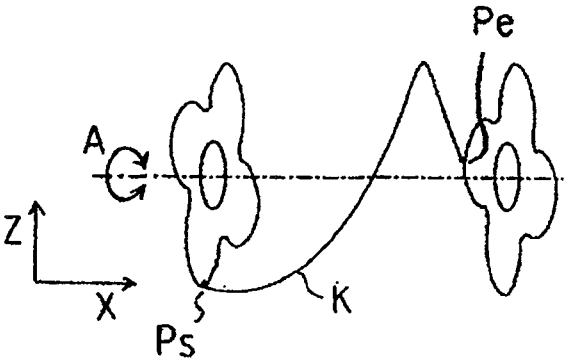


图10

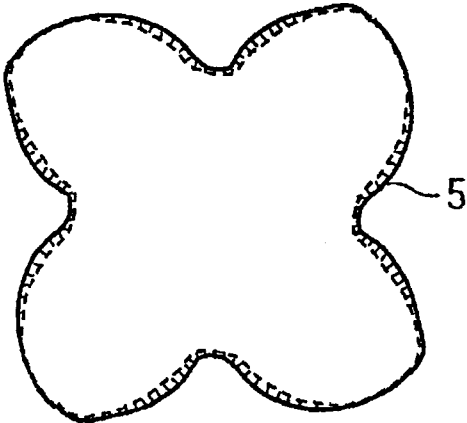


图11

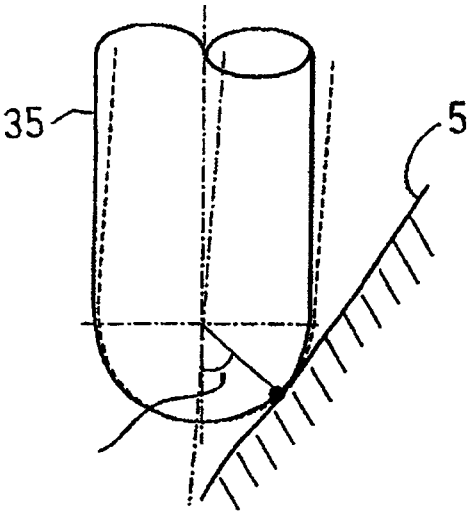


图12

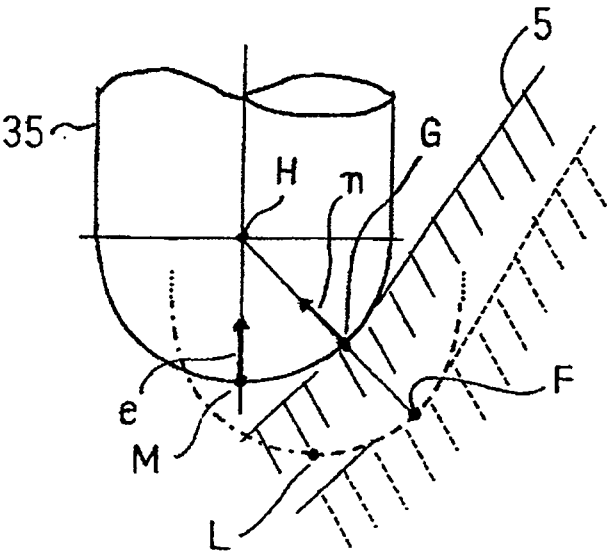


图13

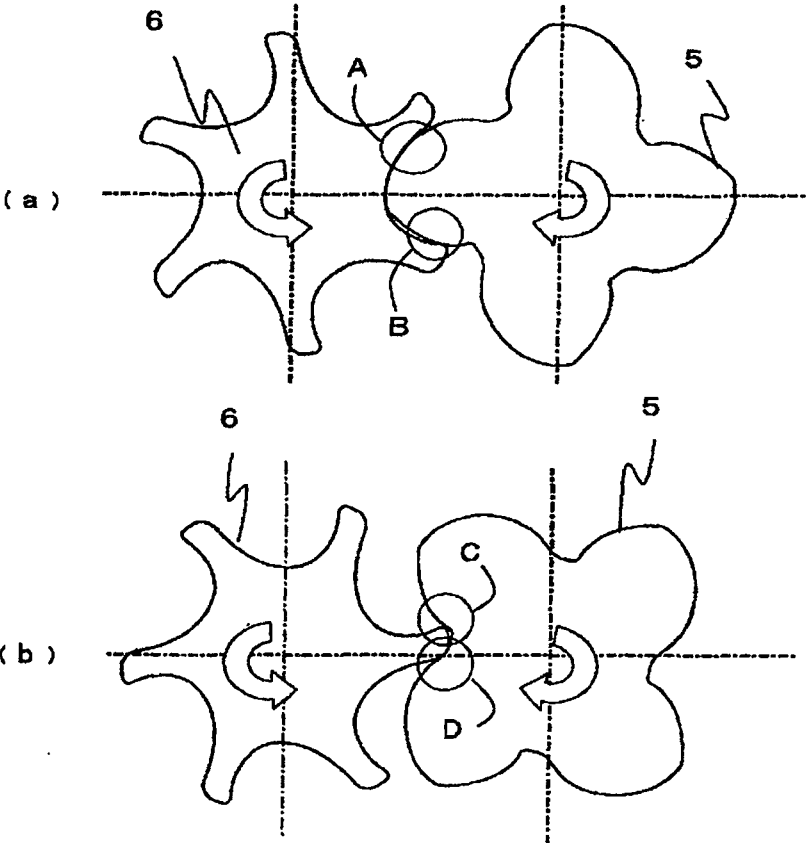


图14

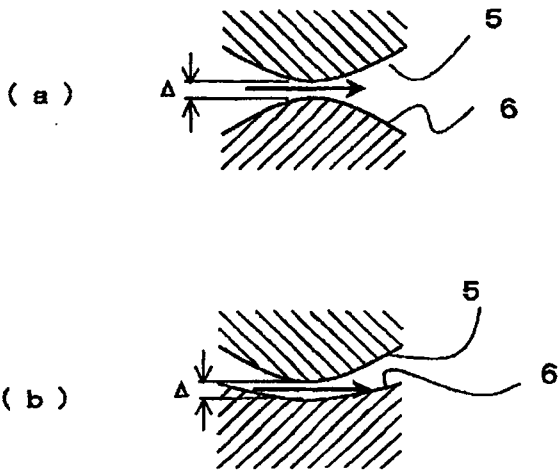


图15

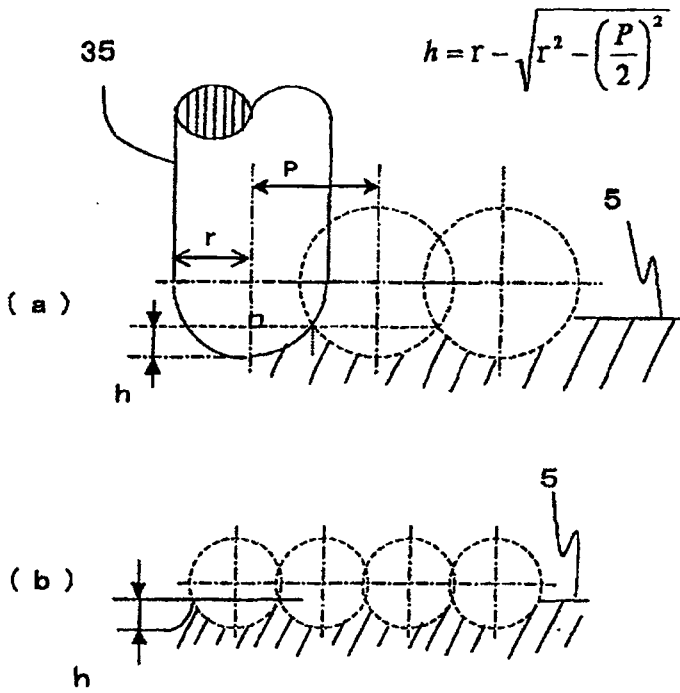


图16

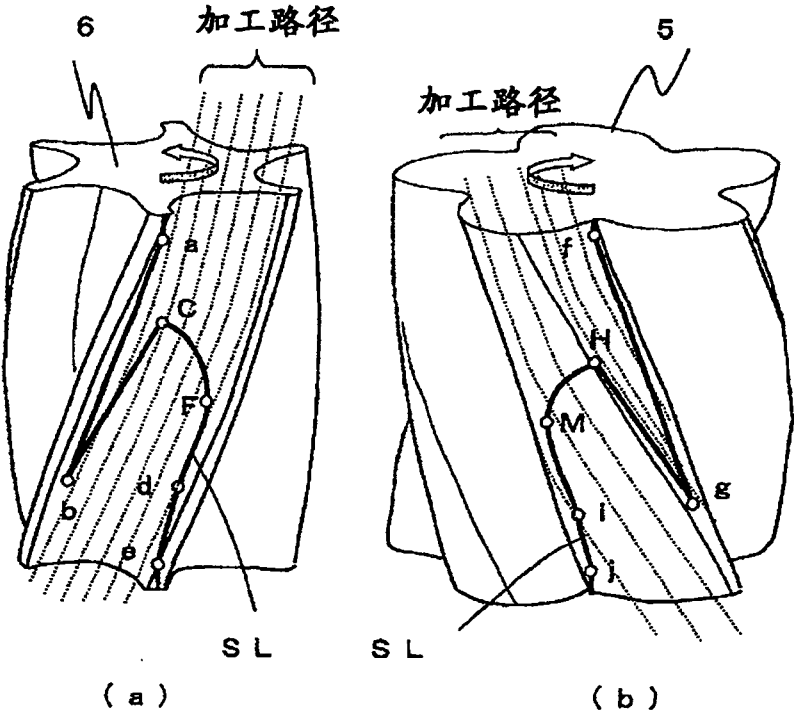


图17

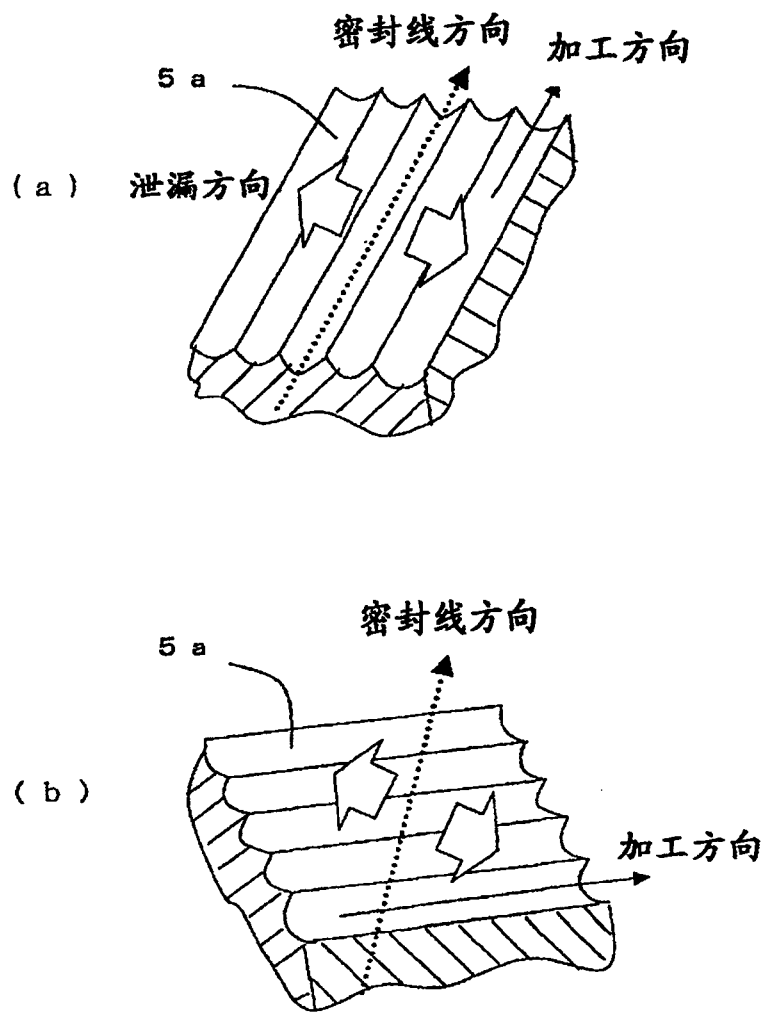


图18

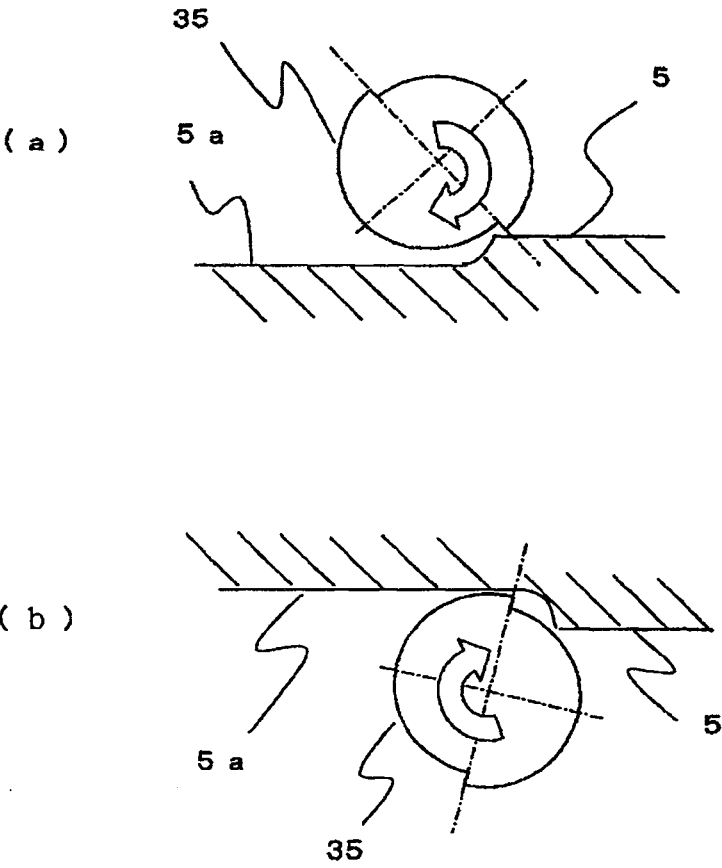


图19

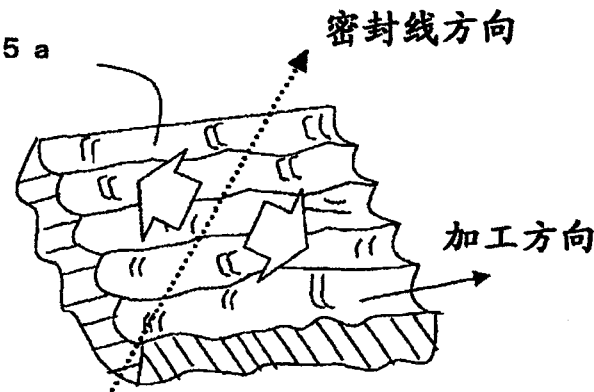


图20

