

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F04B 35/04 (2006.01)

B06B 1/06 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03816554.6

[45] 授权公告日 2007 年 5 月 2 日

[11] 授权公告号 CN 1313732C

[22] 申请日 2003.7.24 [21] 申请号 03816554.6

[30] 优先权

[32] 2002.9.4 [33] SG [31] 200205376-7

[86] 国际申请 PCT/SG2003/000175 2003.7.24

[87] 国际公布 WO2004/022972 英 2004.3.18

[85] 进入国家阶段日期 2005.1.12

[73] 专利权人 松下制冷工业(新加坡)私人有限公司

地址 新加坡贝多克南路

[72] 发明人 黄竟朝 赵 臣 阮南忠

[56] 参考文献

US6004115 A 1999.12.21

WO9617170 A 1996.6.6

JP932720 A 1997.2.4

US4782807 A 1998.11.8

审查员 黄力军

[74] 专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司

代理人 王 琦 宋志强

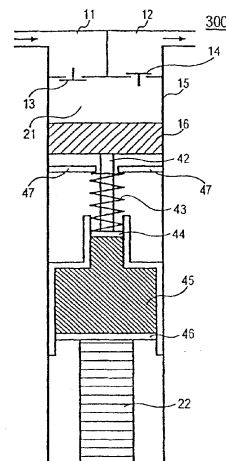
权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图 2 页

[54] 发明名称

具有位移放大器的压电压缩机

[57] 摘要

一种可以连续地吸入和排出可压缩流体的压缩机(300)，从而能够在充分密封的腔体中增加可压缩流体的流体压力，压缩机(300)包括：至少一个压电元件(22)；连接于至少一个压电元件(22)的主位移部件(46)；连接于活塞(16)的从位移部件(44)；以及在主位移部件(46)和从位移部件(44)的固定预定容积内所充满的不可压缩流体(45)；其中压电元件上的电驱动可控制地使所述主位移部件(46)产生预定距离的位移，通过不可压缩流体的连接，使从位移部件(44)产生一个取决于固定预定体积的放大距离的位移。



1、一种压缩机，具有能够连续地吸入和排出可压缩流体的活塞气缸组件，从而在充分密封的腔体中增加所述可压缩流体的流体压力，其中所述活塞气缸组件包括活塞、气缸、缸膛、具有吸入阀的吸入腔以及具有排出阀的排出腔，所述压缩机包括：

至少一个压电元件；

连接于所述至少一个压电元件上的主位移部件；

连接于所述活塞的从位移部件；以及

在所述主位移部件和所述从位移部件的固定预定容积内所充满的不可压缩流体；

其中在所述至少一个压电元件上的电驱动可控制地使所述主位移部件产生预定距离的位移，所述主位移部件通过不可压缩流体，使所述从位移部件产生一个取决于所述固定预定体积的放大距离的位移。

2、根据权利要求1所述的压缩机，其中所述至少一个压电元件适于接收电驱动的电信号。

3、根据权利要求2所述的压缩机，其中所述电信号包含一系列电压脉冲。

4、根据权利要求2所述的压缩机，其中所述电信号包含一系列电流脉冲。

5、根据权利要求1所述的压缩机，还包括挡板和活塞弹簧，所述活塞弹簧安装在所述挡板和所述从位移部件之间。

6、根据权利要求1所述的压缩机，其中所述不可压缩流体包含液压油或压缩机润滑油。

7、根据权利要求1所述的压缩机，其中所述主位移部件与不可压缩流体的接触面积大于所述从位移部件与不可压缩流体的接触面积。

8、一种压缩机，具有能够连续地吸入和排出可压缩流体的活塞气缸组件，从而在充分密封的腔体中增加所述可压缩流体的流体压力，其中所述活塞气缸组件包括活塞、气缸、具有吸入阀的吸入腔以及具有排出阀的排出腔，所述压

缩机包括:

至少一个压电元件;

连接于所述至少一个压电元件上的主位移部件;

连接于所述活塞的从位移部件; 以及

在所述主位移部件和所述从位移部件的固定预定容积内所充满的不可压缩流体;

其中, 响应于所述至少一个压电元件上的电驱动, 所述从位移部件的位移根据所述主位移部件的位移被放大, 所放大的所述位移取决于所述固定预定容积以及所述主位移部件和所述从位移部件与所述不可压缩流体的接触面积。

9、根据权利要求 8 所述的压缩机, 其中所述至少一个压电元件适于接收电驱动的电信号。

10、根据权利要求 9 所述的压缩机, 其中所述电信号包含一系列电压脉冲。

11、根据权利要求 9 所述的压缩机, 其中所述电信号包含一系列电流脉冲。

12、根据权利要求 8 所述的压缩机, 还包括挡板和活塞弹簧, 所述活塞弹簧安装在所述挡板和所述从位移部件之间。

13、根据权利要求 8 所述的压缩机, 其中所述不可压缩流体包含液压油或压缩机润滑油。

14、根据权利要求 8 所述的压缩机, 其中所述主位移部件与不可压缩流体的接触面积大于所述从位移部件与不可压缩流体的接触面积。

15、一种流体输送装置, 具有能够连续地吸入和排出流体的活塞气缸组件, 其中所述活塞气缸组件包括活塞、气缸、具有吸入阀的吸入腔以及具有排出阀的排出腔, 所述流体输送装置包括:

至少一个压电元件;

连接于所述至少一个压电元件上的主位移部件;

连接于所述活塞的从位移部件; 以及

在所述主位移部件和所述从位移部件的固定预定容积内所充满的不可压缩

流体;

其中, 响应于所述至少一个压电元件上的电驱动, 所述从位移部件的位移根据所述主位移部件的位移被放大, 所放大的所述位移取决于所述固定预定容积以及所述主位移部件和所述从位移部件之间与所述不可压缩流体的接触面积。

16、根据权利要求 15 所述的流体输送装置, 其中所述至少一个压电元件适于接收电驱动的电信号。

17、根据权利要求 16 所述的流体输送装置, 其中所述电信号包含一系列电压脉冲。

18、根据权利要求 16 所述的流体输送装置, 其中所述电信号包含一系列电流脉冲。

19、根据权利要求 15 所述的流体输送装置, 还包括挡板和活塞弹簧, 所述活塞弹簧安装在所述挡板和所述从位移部件之间。

20、根据权利要求 15 所述的流体输送装置, 其中所述不可压缩流体包含液压油或压缩机润滑油。

21、根据权利要求 15 所述的流体输送装置, 其中所述主位移部件与不可压缩流体的接触面积大于所述从位移部件与不可压缩流体的接触面积。

具有位移放大器的压电压缩机

技术领域

本发明涉及流体压缩机，特别是涉及压电装置在流体压缩机和泵中的使用。

背景技术

活塞压缩机是容积式压缩机。容积式压缩机连续吸入一定容积的流体，并将其封闭在充分密封的腔体中，然后将其提高到更高的压力或压缩。活塞压缩机使用气缸中的活塞（活塞气缸组件）作为压缩元件来完成这一功能。其中流体可以是气体或液体，也可以是二者的混合体，如在不同压力下的制冷剂。

活塞压缩机在每个气缸中至少使用两个单向阀，单向阀只有在阀两端作用有预定压差时才会开启。吸入单向阀（以下称作吸入阀）在汽缸内流体压力下降时开启，使得流体进入气缸。排出单向阀（以下称作排出阀）在压缩结束，气缸内流体压力增加时开启，以将流体压出气缸。气缸连续地吸入和排出流体就使得流体在高压下不断地被排出。

为了使气缸连续地吸入和排出流体，活塞必须在气缸中进行直线往复运动。参见图 1，该图所示为常规活塞压缩机，活塞气缸组件包括吸入腔 11、排出腔 12、吸入阀 13、排出阀 14、气缸 15、缸膛 21 以及活塞 16。这样的活塞气缸组件是本领域技术人员所熟知的。

在活塞压缩机中，进行吸入和排出流体过程的活塞 16 的直线往复运动是由机械组件完成的，例如回转电机组件。回转电机组件包括回转电机 19、曲柄 18 以及连杆 17。回转电机 19 的旋转运动，经过曲柄 18 和连杆 17 转换为直线上/下或前/后运动，形成活塞压缩机运行过程中所需要的直线往复

运动。活塞 16 的向下运动降低了缸膛 21 中的压力，使得吸入阀 13 开启。结果，流体通过吸入腔 11 进入缸膛 21。活塞 16 的向下运动称作吸入冲程。

另一方面，活塞 16 向上运动压缩流体，使流体压力增加，使得吸入阀 13 关闭，排出阀 14 开启。这样，流体从缸膛 21 压入到排出腔 12 中。活塞 16 的向上运动称作排出冲程。

上述回转电机组件使用了几个机械连接，因而具有多个运动零件。但是，这种回转电机组件不必要地较为复杂，并且需要润滑以及更换连接等各方面的维护。作用在活塞 16 上非同轴的机械力还造成了额外的振动和噪音。还有，上述回转电机组件因为磨损而容易造成机械故障。

可以使用直线致动器代替回转电机组件。直线致动器是本领域技术人员所熟知的，很多这样的致动器中使用了压电元件。通常，在这样的致动器中压电元件将电能转换为机械能。在压电致动器中，电能作用于一个或多个压电元件上，使得压电元件变形，由此物理上地驱动至少另外一个元件。现有压电致动器的局限性是压电元件的物理变形量相对较小。所以，压电致动器的应用只局限于微型装置。通常，这种微型装置所需要的位移范围是从几微米到几毫米。

为了克服压电致动器位移相对较小的局限性，美国专利 5,063,542 中，彼得潘（Petermann）等人阐述了一种用于连接压电致动器和位移元件的位移放大器。压电致动器具有波纹管部件，该部件形成能够充满液体的可膨胀的腔体，并能够对压电盘的直线位移做出响应，向位移元件提供经过放大的直线位移。但是，美国专利 5,063,542 中 Petermann 等人的位移放大器的的问题是，可膨胀的腔体是不固定的，所以很难对所放大的直线位移进行精确的控制。这种结合液压位移放大器使用压电致动器的概念，在美国专利 5,074,654 中 Alden 等人和美国专利 5,697,554 中 Auwaerter 等人有进一步的阐述。在 Alden 等人的阐述中，连接在液压位移放大器上的多个压电致动器用来控制可变形的镜子。在 Auwaerter 等人的阐述中，用于计量燃料喷射流体的配

量阀，使用了连接液压位移放大器的压电元件来驱动阀针，来控制所喷射的燃料量。

所以，的确需要一种直线电机，采用具有可控位移放大器的压电元件，以克服或至少减小目前存在于往复压缩机中的复杂性、需要维护以及机械故障等问题。

发明内容

本发明的目的是提供一种用于流体压缩机和泵中的压电装置。

因此，一方面本发明提供一种压缩机，具有能够连续地吸入和排出可压缩流体的活塞气缸组件，从而在充分密封的腔体中增加可压缩流体的压力，其中活塞气缸组件包括活塞、气缸、缸膛、具有吸入阀的吸入腔以及具有排出阀的排出腔，该压缩机包括：至少一个压电元件；连接于至少一个压电元件上的主位移部件；连接于活塞的从位移部件；以及在主位移部件和从位移部件的固定预定容积内所充满的不可压缩流体；其中在至少一个压电元件上的电驱动可控制地使主位移部件产生预定距离的位移，所产生预定距离的位移通过不可压缩流体的连接，使从位移部件产生一个取决于固定预定容积的放大距离的位移。

另一方面，本发明提供一种压缩机，具有能够连续地吸入和排出可压缩流体的活塞气缸组件，从而能够在充分密封的腔体中增加可压缩流体的压力，其中活塞气缸组件包括活塞、气缸、缸膛、具有吸入阀的吸入腔以及具有排出阀的排出腔，压缩机包括：至少一个压电元件；连接于至少一个压电元件上的主位移部件；连接于活塞的从位移部件；以及在主位移部件和从位移部件的固定预定容积内所充满的不可压缩流体；其中，响应于至少一个压电元件上的电驱动，从位移部件的位移根据主位移部件的位移被放大，所放大的位移取决于固定预定容积以及主位移部件和从位移部件与不可压缩流体的接触面积。

还有，本发明提供一种流体输送装置，具有能够连续地吸入和排出流体

的活塞气缸组件，其中活塞气缸组件包括活塞、气缸、具有吸入阀的吸入腔以及具有排出阀的排出腔，流体输送装置包括：至少一个压电元件；连接于至少一个压电元件上的主位移部件；连接于活塞的从位移部件；以及在主位移部件和从位移部件的固定预定容积内所充满的不可压缩流体；其中，响应于至少一个压电元件上的电驱动，从位移部件的位移根据主位移部件的位移被放大，所放大的位移取决于固定预定容积以及主位移部件和从位移部件与不可压缩流体的接触面积。

附图说明

以下以举例的方式，结合附图详细说明本发明的首选实施例和另外两个实施例。其中：

图 1 示出了现有技术的活塞压缩机；

图 2 示出了根据本发明第一实施例的压缩机；

图 3 示出了根据本发明第二实施例的压缩机；以及

图 4 示出了根据本发明首选实施例的压缩机。

具体实施方式

参见图 2，图中表示了根据本发明第一实施例的压电压缩机 100。压电压缩机 100 包括活塞气缸组件，该组件与如图 1 所示常规活塞压缩机中的活塞气缸组件类似。但是，不同于回转电机 19、曲柄 18 和连杆 17 所提供的常规直线往复运动，本压电压缩机 100 使用了至少一个直接连接于活塞 16 上的压电元件 22。

当驱动电信号传送到压电元件 22 上时，压电元件 22 产生变形，使得活塞 16 向上产生预定距离的直线位移（排出冲程）。这使得缸膛 21 中的流体压力增加，排出阀 14 开启，使得可压缩流体从缸膛 21 流入到排出腔 12 中。接着驱动电信号电驱动压电元件 22 产生变形，使得活塞 16 向下产生预定距离的直线位移（吸入冲程）。这使得缸膛 21 中的流体压力降低，吸入阀 13

开启,使得可压缩流体从吸入腔 11 流入到缸腔 21 中。

传送到压电元件 22 上的驱动电信号通常与压电元件 22 的规范控制使用相一致。该驱动电信号包括一系列具有预定强度的电压或电流脉冲,用来驱动压电元件 22。

当驱动电信号连续传送到压电元件 22 上时,压电元件 22 在执行吸入冲程或排出冲程的各自方向,由电驱动产生相反的变形。因此,压电元件的直线往复运动同时使得活塞 16 进行操作压电压缩机 100 所需的直线往复运动。压电压缩机 100 中活塞气缸组件的运行与常规活塞压缩机的运行相似。而压电压缩机 100 的优点是运动零件较少,并不易产生机械故障。该压电压缩机适宜作为小型或微型压缩机,应用于需要连续稳定动态运行同时承受固定载荷的场合。同样,该压电压缩机适宜作为流体输送装置,例如泵。当作为泵使用时,所输送的流体可以是可压缩的或不可压缩的。

参见图 3,图中示出了根据本发明第二实施例的经过改进的压电压缩机 200。除使用至少一个压电元件 22 之外,还增加了位移放大装置,例如弹簧 32。压电元件所能达到的典型直线位移的范围是从几微米到几毫米。在特定的应用中,这样小的位移难以形成足够的直线往复运动,从而无法使压电压缩机在足够大的容量下工作。弹簧 32 可以作为位移放大器,将压电元件 22 的直线往复运动转换为放大的直线往复运动。因此,活塞 16 的直线往复运动也被放大,从而增加了每次吸入和排出冲程的可压缩流体量,由此提高了压电压缩机 200 的容量。但是,这种带有弹簧 32 的放大的直线往复运动可能不易控制,还有可能形成谐波,最终可能阻碍压电元件 22 的直线往复运动。这还取决于弹簧 32 的固有机机械弹簧系数,该值随着持续的使用而降低。

参见图 4,图中表示了根据本发明第三实施例的超级压电压缩机 300。除了该压缩机除活塞 16 具有较大直线往复运动的可取之处外,同时还可以更好地控制活塞 16 的直线往复运动。通过使用液压位移放大器可以使超级压电压缩机 300 达到这样的功能。液压位移放大器包括连接于压电元件 22

的主位移部件 46, 连接于活塞 16 的从位移部件 44, 在主位移部件 46 和从位移部件 44 的固定预定容积内所充满的不可压缩流体 45。这样, 不可压缩流体 45 将主位移部件 46 和从位移部件 44 连接起来。这样的不可压缩流体 45 可以是液压油或者是压缩机润滑油。从位移部件 44 再通过活塞杆 42 与活塞 16 连接。主位移部件 46 与不可压缩流体 45 的接触面积通常大于从位移部件 44 与不可压缩流体 45 的接触面积。

当驱动电信号传送到压电元件 22 上时, 压电元件 22 使得主位移部件 46 变形并产生微小预定距离的位移。然而, 从位移部件 44 通过不可压缩流体 45 产生了放大预定距离的位移, 因而活塞 16 通过活塞杆 42 也产生了放大预定距离的位移。从位移部件 44 位移的放大程度取决于固定预定容积以及所述主位移部件和所述从位移部件的尺寸/表面积。

所放大的位移与主位移部件 46 的表面积, 主位移部件 46 预定距离的位移以及从位移部件 44 的位移之间的关系如下:

$$L = \frac{A}{a} \times l$$

其中 L 为从位移部件 44 被放大的位移, l 为主位移部件 46 的预定距离的位移。 A 为主位移部件 46 与不可压缩流体 45 的接触面积, a 为从位移部件 44 与不可压缩流体 45 的接触面积。

挡板 47 与活塞弹簧 43 相连, 弹簧再与从位移部件 44 相连。挡板 47 和活塞弹簧 43 共同促使从位移部件 44 进行直线往复运动。从而也促使活塞 16 进行直线往复运动。

液压位移放大器不仅具有对压电元件 22 的直线位移的放大功能, 还可以对活塞 16 的直线往复运动进行更好的控制。

图 2、图 3 及图 4 中的压电压缩机 100、200 及 300 都是以竖向定位方式进行描述和说明的, 并各自做了具体的解释。但是本领域技术人员可以理解的是, 以其它方向操作所述压电压缩机 100、200 及 300 的方式不脱离本发明的范围。此外, 压电压缩机也可以多个同时使用、在不同布置下使用、

以及在非压缩机和泵的情况下使用,这些都不脱离本发明的范围。应当理解,在不脱离本发明的范围的情况下,本领域的技术人员可以做出各种调整和改进。

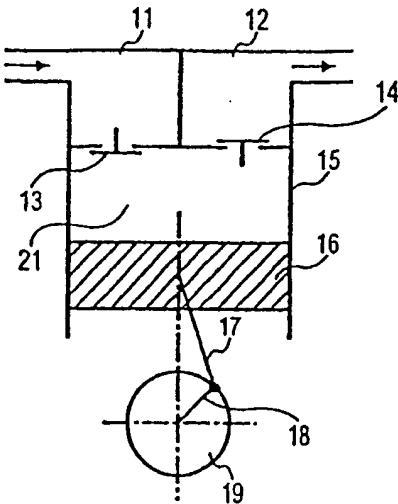


图 1

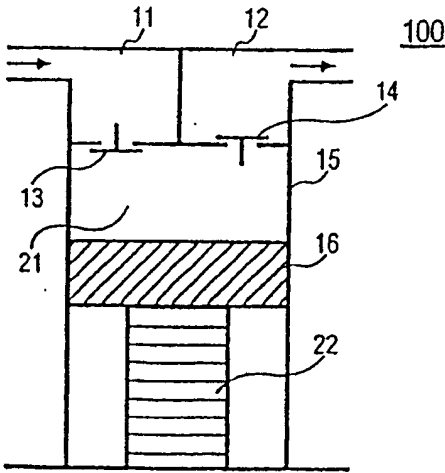


图 2

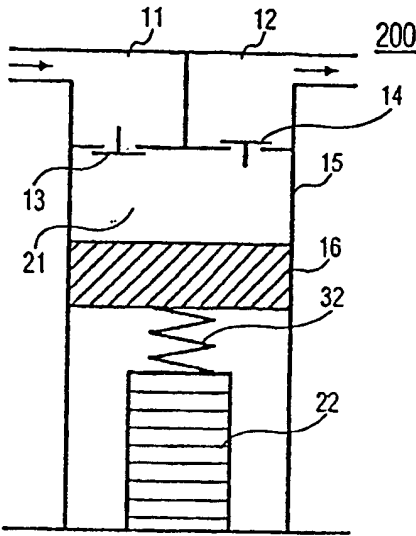


图 3

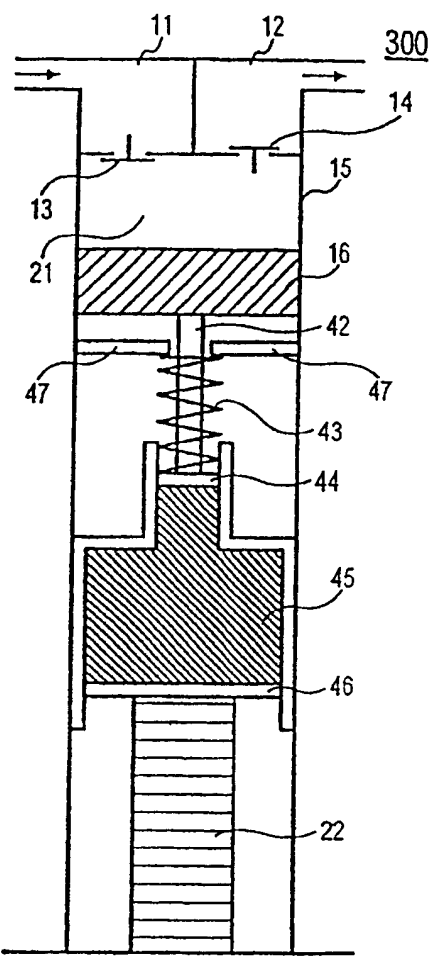


图 4