[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
F16K 1/36 (2006.01)
F16K 31/02 (2006.01)
F15B 13/02 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200810061138.7

[45] 授权公告日 2009 年 9 月 2 日

[11] 授权公告号 CN 100535486C

[22] 申请日 2008.3.11
[21] 申请号 200810061138.7
[73] 专利权人 浙江大学
地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路 38 号
[72] 发明人 欧阳小平 蒋昊宜 杨华勇
[56] 参考文献
DE19538596A1 1997.4.24
DE10241977A1 2004.4.1
CN101021224A 2007.8.22
US6062532A 2000.5.16
EP1467133A1 2004.10.13
CN201187585Y 2009.1.28
审查员 陈 宇

[74] 专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公司
代理人 林怀禹

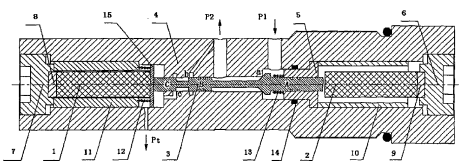
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

[54] 发明名称

压电晶体驱动高速开关阀

[57] 摘要

本发明公开了一种压电晶体驱动高速开关阀。将压电晶体分别布置在阀体的两端，在压电晶体之间的阀体孔内装有锥阀一滑阀混合结构，在插入阀体内的阀套的孔和阀体本身的孔中滑动，并具有一定的阀口重叠度，阀芯与阀套之间，阀芯与挡片之间设置有阻尼弹簧，压电晶体与选入端盖之间嵌入热缩片。 利用压电晶体执行器的冲击特性来解决压电晶体输出位移小的缺陷；利用滑阀结构增强其带负载能力并增加其阀芯运动行程；设置阻尼弹簧，减少阀芯高速冲击产生的振动；增加温度补偿片，解决压电晶体受温度影响大的问题。 实现一种能同时满足高速、高压、大流量要求的高速开关阀。



1. 一种压电晶体驱动高速开关阀，其特征在于：在阀体(4)一端孔中装有第一驱动器外套(10)，第一驱动器外套(10)内装有第一压电晶体(2)，第一压电晶体(2)靠近阀体(4)外侧的一端装有第一热缩片(9)，第一热缩片(9)嵌入在第一端盖(6)中，第一压电晶体 (2)另一端的阀体(4)孔中装有阀套(5)；阀体(4)另一端孔中装有第二驱动器外套(10)，第二驱动器外套(10)内装有第二压电晶体 (1)，第二压电晶体 (1)靠近阀体(4)外侧的一端装有第二热缩片(8)，第二热缩片(8)嵌入在第二端盖(7)中，第二压电晶体 (1)的另一端经第二阻尼弹簧(12)与挡片(15)连接； 阀芯(3)装在阀体(4)孔内，阀芯(3)一端的圆柱滑动部分(A)能在阀套(5)孔内滑动，阀芯(3)的锥阀部分的肩面与阀套(5)用第一阻尼弹簧(13)连接，阀芯(3)的锥阀部分能和阀口相接触，阀芯(3)另一端由两个圆柱滑动部分组成，两个圆柱滑动部分间形成阀腔，两个圆柱滑动部分能在阀体(4)孔内滑动，阀芯(3)另一端的端面顶在挡片(15)端面；第二阻尼弹簧(12)与挡片(15)间的阀体(4)上开有回油口，阀芯(3)锥阀部分的阀体(4)上开有高压油进口，阀芯(3)锥阀部分与所述阀芯(3)另一端圆柱滑动部分的阀体(4)之间开有所述高速开关阀油液出口，高压油进口与油液出口能连通，油液出口与两个圆柱滑动部分间形成的阀腔能连通，回油口与两个圆柱滑动部分间形成的阀腔能连通。

2. 根据权利要求 1 所述的一种压电晶体驱动高速开关阀，其特征在于：所述的压电晶体为 PZT 压电晶体堆。

压电晶体驱动高速开关阀

技术领域

本发明涉及电液转换控制元件，尤其是涉及一种压电晶体驱动高速开关阀。

背景技术

高速开关阀作为一种新型数字式电液转换控制元件，采用脉冲流量控制方式，实现高精度的压力，流量控制，具有体积小、可靠性高、抗污染和结构简单等优点，有着广泛应用前景和发展潜力。数字阀以提高响应频率来实现微量控制，频响越高其控制精度就越高。

目前，高速开关阀存在高速响应与高压、大流量之间的矛盾。因为目前高速开关阀的驱动器主要是强力电磁铁，一般响应时间为几个毫秒，提高电磁力需要较多的安匝数，导致电磁阀发热，结构复杂、体积较大，进一步提高电磁阀的响应能力遇到了限制。

压电晶体驱动器是近年来发展起来的一种新型驱动器，具有以下特点：

1)响应快，可达GHz；而电磁驱动器频响在几百Hz以下。

2)输出力大，可达kN以上，而电磁驱动器输出力通常在50N以下。

3)功耗低，比电磁式驱动器低一个数量级。

但是压电晶体输出位移只约占其长度的0.1%，通常为几十微米，大大小于液压阀阀芯位移（毫米级）。因此，需要将其位移放大后才能驱动阀芯。目前国际上采用的杠杆放大、压曲位移放大、液压放大等方法都没有很好地解决压电晶体微位移放大问题，造成压电晶体数字阀的流量都不大。

同时在压电晶体高频伸缩工作一段时间后，会产生一定的热量，使压电晶体温度上升，从而产生一定的微米级热伸缩膨胀，与其本身微米级的工作伸缩长度在同一个数量级上，会导致很大的不可控伸缩误差。因此必须对其进行温度补偿。

高速开关阀在高频响下工作，阀芯高速运动撞击阀座，有振荡回弹现象，必须增加阻尼以于消除。

发明内容

本发明的目的在于提供一种压电晶体驱动高速开关阀，利用其高频响和高输出力的特性，解决高速开关阀高频响与高压、大流量间的矛盾，同时克服了压电晶体低输出位移，输出位移对温度变化敏感等问题。

本发明解决其技术问题采用的技术方案如下：

在阀体一端孔中装有第一驱动器外套，第一驱动器外套内装有第一压电晶体，第一压电晶体靠近阀体外侧的一端装有第一热缩片，第一热缩片嵌入在第一端盖中，第一压电晶体另一端的阀体孔中装有阀套；阀体另一端孔中装有第二驱动器外套，第二驱动器外套内装有第二压电晶体，第二压电晶体靠近阀体外侧的一端装有第二热缩片，第二热缩片嵌入在第二端盖中，第二压电晶体的另一端经第二阻尼弹簧与挡片连接； 阀芯装在阀体孔内，阀芯一端的圆柱滑动部分 A 能在阀套孔内滑动，阀芯的锥阀部分的肩面与阀套用第一阻尼弹簧连接，阀芯的锥阀部分和阀口相接触，阀芯另一端的由两个圆柱滑动部分组成，两个圆柱滑动部分间形成阀腔，两个圆柱滑动部分能在阀体孔内滑动，阀芯另一端的端面顶在挡片端面；第二阻尼弹簧与挡片间的阀体上开有回油口，阀芯锥阀部分的阀体上开有高压油进口，阀芯锥阀部分与所述阀芯另一端圆柱滑动部分的阀体上开有数字阀油液出口。高压油进口与油液出口能连通，油液出口与两个圆柱滑动部分间形成的阀腔能连通，回油口与两个圆柱滑动部分间形成的阀腔能连通。

本发明具有的有益效果是：

除了利用压电晶体响应快、输出力大的特性来提高达到高频响之外，设计一种锥阀一滑阀混合结构，利用压电晶体执行器的冲击特性来解决压电晶体输出位移小的缺陷；利用滑阀结构增强其带负载能力并增加其阀芯运动行程；设置阻尼弹簧，减少阀芯高速冲击产生的振动；增加温度补偿片，解决压电晶体受温度影响大的问题。实现一种能同时满足高速、高压、大流量要求的高速开关阀。

1)频响响应高，可达 200Hz 以上；

2)工作压力高，可达 20MPa；

3)输出流量大，可达 10L/min；

4)带负载能力强；

5)阀的开关性能不受温度变化的影响。

附图说明

附图是压电晶体数字阀结构原理示意图。

图中：1.压电晶体，2.压电晶体，3.阀芯，4.阀体，5.阀套，6.端盖， 7.端盖，8.热缩片， 9.热缩片，10.驱动器外套，11.驱动器外套，12.阻尼弹簧，13.阻尼弹簧，14.密封圈，15.挡片，P1.高压油液进口，P2.高压油液出口，Pt.回油口。

具体实施方式

如附图所示，本发明在阀体 4 一端孔中装有第一驱动器外套 10，第一驱动器外套 10 内装有第一压电晶体 2，第一压电晶体 2 靠近阀体 4 外侧的一端装有第一热缩片 9，第一热缩片 9 嵌入在第一端盖 6 中，第一压电晶体 2 另一端的阀体 4 孔中装有阀套 5；阀体 4 另一端孔中装有第二驱动器外套 10，第二驱动器外套 10 内装有装有第二压电晶体 1，第二压电晶体 1 靠近阀体 4 外侧的一端装有第二热缩片 8，第二热缩片 8 嵌入在第二端盖 7 中，第二压电晶体 1 的另一端经第二阻尼弹簧 12 与挡片 15 连接； 阀芯 3 装在阀体 4 孔内，阀芯 3 一端的圆柱滑动部分 A 能在阀套 5 孔内滑动，阀芯 3 的锥阀部分的肩面与阀套 5 用第一阻尼弹簧 13 连接，阀芯 3 的锥阀部分和阀口相接触，阀芯 3 另一端由两个圆柱滑动部分组成，两个圆柱滑动部分间形成阀腔，两个圆柱滑动部分能在阀体 4 孔内滑动，阀芯 3 另一端的端面顶在挡片 15 端面；第二阻尼弹簧 12 与挡片 15 间的阀体 4 上开有回油口，阀芯 3 锥阀部分的阀体 4 上开有高压油进口，阀芯 3 锥阀部分与所述阀芯 3 另一端圆柱滑动部分的阀体 4 上开有数字阀油液出口。高压油进口与油液出口能连通，油液出口与两个圆柱滑动部分间形成的阀腔能连通，回油口与两个圆柱滑动部分间形成的阀腔能连通。所述的压电晶体为 PZT 压电晶体堆。

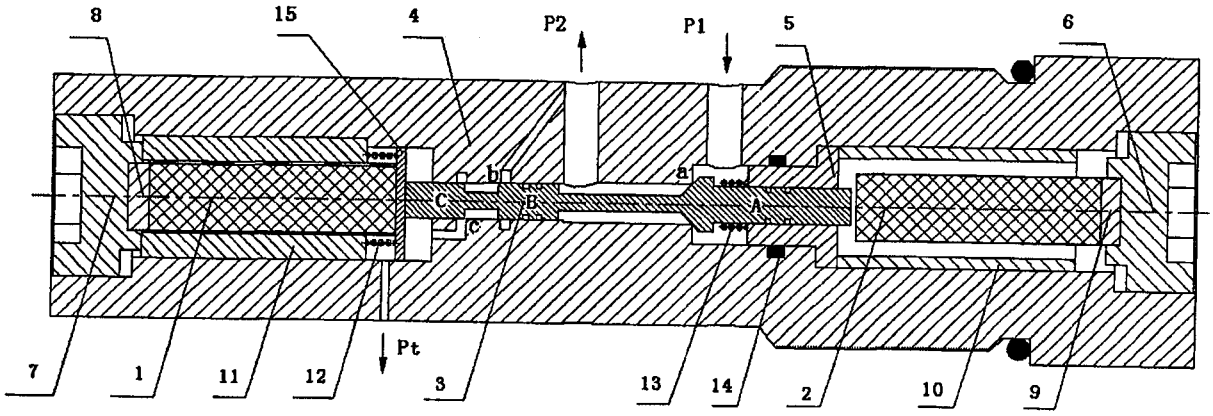
工作原理如下：

本发明利用压电执行器高频响、高输出力特性提出一种新型高速开关阀结构，见附图。高速开关阀有3个油口，分别通高压油（p_1）、负载（p_2）、油箱（p_t）；高速开关阀的阀芯由A、B、C三部分组成，分别控制阀口a、b、c。其中a为为锥阀阀口，控制进出油口的开关。b、c为滑阀阀口，通过设置其正负重叠开口量，可在阀芯被冲开一定位移后，辅助阀芯打开并保持在一定位移，同时在阀芯关闭时适时关闭，使阀芯保持在稳定关闭状态。通过2个压电晶体1、2来控制高压油液p_1与负载压力p_2的通断。

正常情况下：阀芯在压力p_1的作用下，阀口a、b关闭、阀口c打开，回油口与两个圆柱滑动部分间形成的阀腔连通；由于图中阀芯的结构，压力p_2对阀芯作用力接近0。打开阀芯：压电晶体2得电，输出2kN以上的瞬时力F_{PZT2}冲击阀芯，使阀芯加速运动并迅速打开阀口a，负载压力p_2迅速上升；同时由于阀芯向右运动，使得阀口b逐渐打开、阀口c逐渐关闭，油液出口与两个圆柱滑动部分间形成的阀腔连通,使阀腔内的压力逐渐升高并接近p_2，由于阀芯B的横截面积略大于阀芯C，整个阀芯得以在推力作用下继续向右运动，到达阀芯的终点，并在弹簧

阻尼的作用停止运动。关闭阀芯：压电晶体1得电，输出2kN以上的瞬时力F_{PZT1}冲击阀芯，使阀芯向左加速运动，阀口a和b逐渐关闭，而阀口c逐渐打开，阀腔内的压力迅速降低并接近油箱压力p_t，导致整个阀芯向左方向作用力增加，阀芯保持向左运动状态，并在终点处在弹簧阻尼的作用停止运动。通过旋入端盖选入量可调节阀芯位移来限制阀芯的最终输出位移。热缩片在温度升高后其长度减小来补偿压电驱动器热膨胀所造成的伸长量。

该高速开关阀利用压电晶体瞬时产生的高输出力，推动阀芯在高压下高速运行，输出大的流量（阀芯位移可达0.7mm以上）。由于利用的是压电晶体高输出力的冲击特性，其输出位移对高速开关阀功能的实现不产生影响，因此克服了压电晶体输出位移小和温度变化下输出位移不稳定的缺陷，同时解决了高速开关阀高频响、高压、大流量间的矛盾。


8
15
4
P2
P1
5
6
b
a
C
B
A
c
Pt
7
1
11
12
3
13
14
2
10
9