

# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102664556 A

(43) 申请公布日 2012. 09. 12

(21) 申请号 201210183427. 0

(22) 申请日 2012. 06. 01

(71) 申请人 浙江师范大学

地址 321001 浙江省金华市迎宾大道 688 号

(72) 发明人 阚君武 杨振宇 王淑云 曾平

程光明 安智琪

(74) 专利代理机构 吉林长春新纪元专利代理有  
限责任公司 22100

代理人 魏征骥

(51) Int. Cl.

H02N 2/18(2006. 01)

F15B 21/14(2006. 01)

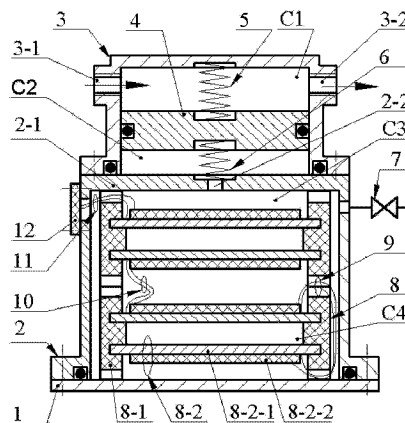
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 4 页

## (54) 发明名称

用于液体压力脉动能量回收的压电俘能器

## (57) 摘要

本发明涉及一种用于液体压力脉动能量回收的压电俘能器,属于新能源发电技术及流体压力脉动抑制技术领域。第一缸体通过螺钉固定在底座上,电路板和截止阀分别通过螺钉和管路固定在第一缸体的侧壁,第二缸体通过螺钉固定在第一缸体上;活塞通过第一弹簧和第二弹簧压接在第二缸体内部、并将所述第二缸体分隔成第一腔和第二腔;所述第一腔的侧壁设有流体进口和出口,所述第二腔通过第一缸体上端的通孔与第一缸体腔连通;1-50 个压电换能器压接在第一缸体腔内。优点是:利用液体介质传递运动与能量使多个压电振子同步发电、压电振子变形过大时相互接触避免损坏,故系统结构简单、发电能力强、可靠性较高。



1. 一种用于液体压力脉动能量回收的压电俘能器,其特征在于:第一缸体通过螺钉固定在底座上,电路板和截止阀分别通过螺钉和管路固定在第一缸体的侧壁,第二缸体通过螺钉固定在第一缸体上;活塞通过第一弹簧和第二弹簧压接在第二缸体内部、并将所述第二缸体分隔成第一腔和第二腔;所述第一腔的侧壁设有流体进口和出口,所述第二腔通过第一缸体上端的通孔与第一缸体腔连通;1-50个压电换能器压接在第一缸体腔内,所述压电换能器由环形支架和一对压电振子构成,所述环形支架和所述的一对压电振子构成密闭的换能器空腔;同一个压电换能器中的两个压电振子通过导线组一并联,不同压电换能器之间的压电振子通过导线组二并联,所述压电振子还通过导线组三与电路板上的电控单元相连。

2. 根据权利要求1所述的用于液体压力脉动能量回收的压电俘能器,其特征在于:第一弹簧和第二弹簧是两个刚度不同的弹簧,并使其刚度及预压缩量间满足如下关系: $k_2\delta_{j,2} - k_1\delta_{j,1} = AP_0$ ,其中 $k_1$ 、 $k_2$ 分别为第一弹簧及第二弹簧的刚度, $\delta_{j,1}$ 、 $\delta_{j,2}$ 分别为第一弹簧及第二弹簧静态时的预压缩量, $A$ 为活塞面积, $P_0$ 为额定流体压力。

3. 根据权利要求1所述的用于液体压力脉动能量回收的压电俘能器,其特征在于:第一弹簧和第二弹簧的动态可压缩量相同,即为 $\delta_d = n\Delta V / A$ ,其中 $\delta_d$ 为两个弹簧的动态压缩量, $n$ 为压电振子数量, $\Delta V$ 为单个压电振子变形后所引起的流体体积变化量。

## 用于液体压力脉动能量回收的压电俘能器

### 技术领域

[0001] 本发明属于新能源发电技术及流体压力脉动抑制技术领域,具体涉及一种压电晶片式俘能器,用于液压流体脉动能量回收发电及其脉动抑制。

### 背景技术

[0002] 利用压电陶瓷材料回收环境能量发电的研究已经成为国内外持续多年的热点。压电发电装置的成功开发与利用,不仅可以解决废弃电池污染环境、生产电池所造成的资源浪费问题,最主要的是还可解决便携式电子产品、远程传感监测以及振动控制等领域的实时供电问题。根据不同的环境能量形式及应用目的,目前国内外均已提出了多种类型的压电发电装置,主要用于回收环境振动能量、风能以及海浪波动能量等发电。除上述各种自然环境中的能量外,另一种可被有效回收利用的能量是存在于各类液压系统中的流体脉动能量,但目前用于回收此类能量发电的研究还很少。

[0003] 由于液压系统中泵的脉动输出、各类控制阀的交替开启与关闭、以及负载大小的实时变化等原因,不可避免地会引起液体压力的脉动、振动冲击及噪音;当液压脉动频率与液压系统固有频率相近时,还会引起系统共振,从而降低系统工作性能及使用寿命,严重时还将导致系统损毁、甚至引发重大事故。因此,液压系统压力脉动抑制与消除技术一直是人们关注的焦点问题,现已提出了多种类型的主、被动式压力脉动控制方法。主动式控制方法是利用驱动器产生机械抗力来抑制脉动,其效果好、环境适应性强,但需传感、驱动器控制阀、及信号处理器等,不仅系统庞大复杂、成本高,还降低了可靠和稳定性,最关键持续、稳定、充足的外部能量供应实际中难以保证。因此,在控制效果要求不高的场合,目前仍以被动控制方法为主。所谓的被动式控制,是通过耗散能量的方法实现流体压力脉动抑制的,与主动方法相比其系统构成简单、成本低、技术较成熟,但脉动抑制效果及通用性较差,流体压力脉动的能量被白白浪费掉。可见,现有主、被动式流体压力脉动控制技术都具有一定的局限性和不足,能量自给、体积小、结构紧凑、强度高、通用性强、控制效果好且适用于宽频带复杂环境的主动式液体压力脉动抑制与消除技术是很多领域所急需的,为实现这一目的,首先必须有效地回收液压脉动能量。

### 发明内容

[0004] 本发明提出一种用于液体压力脉动能量回收的压电俘能器,为主动式液压流体压力脉动控制提供能量供应。

[0005] 本发明采用的实施方案是:第一缸体通过螺钉固定在底座上,电路板和截止阀分别通过螺钉和管路固定在第一缸体的侧壁,第二缸体通过螺钉固定在第一缸体上;活塞通过第一弹簧和第二弹簧压接在第二缸体内部、并将所述第二缸体分隔成第一腔和第二腔;所述第一腔的侧壁设有流体进口和出口,所述第二腔通过第一缸体上端的通孔与第一缸体腔连通;1-50个压电换能器压接在第一缸体腔内,所述压电换能器由环形支架和一对压电振子构成,所述环形支架和所述的一对压电振子构成密闭的换能器空腔;同一个压电换能

器中的两个压电振子通过导线组一并联,不同压电换能器之间的压电振子通过导线组二并联,所述压电振子还通过导线组三与电路板上的电控单元相连。

[0006] 在本发明中,第一弹簧和第二弹簧的作用是限制活塞的运动位置。当第二缸体的第一腔内的流体压力为额定压力、即流体压力脉动量为零时,活塞在流体压力及第一和第二弹簧的共同作用下处于平衡状态,此时第一缸体腔内的流体压力为零,压电换能器中的压电振子不产生弯曲变形。为实现这一目的,本发明中采用的方法是:利用两个刚度不同的弹簧,并使其刚度及预压缩量间满足如下关系: $k_2\delta_{j,2} - k_1\delta_{j,1} = AP_0$ ,其中 $k_1$ 、 $k_2$ 分别为第一及第二弹簧的刚度, $\delta_{j,1}$ 、 $\delta_{j,2}$ 分别为第一及第二弹簧的静态时的预压缩量, $A$ 为活塞面积, $P_0$ 为额定流体压力。

[0007] 当第二缸体的第一腔内的实际流体压力 $P$ 高于或低于额定压力 $P_0$ 时,活塞将向下或向上运动,第一缸体腔内的流体压力增加或降低,从而迫使全部压电振子同时产生弯曲变形、并将液体压力脉动的能量转换成电能。当流体压力脉动过大并使相邻压电振子中心部位相互接触时,第一弹簧或第二弹簧达到最大的可压缩量,即弹簧不再被压缩,脉动的流体压力通过活塞压缩第一弹簧或第二弹簧传递到第一缸壳体或第二缸壳体,从而保护压电振子因变形过大而损坏。为实现这一目的,本发明采取的方法是:使两个弹簧的动态可压缩量相同,即活塞 $4$ 偏离平衡位置时两个弹簧可被进一步压缩的量相同,且有: $\delta_d = n\Delta V / A$ ,其中 $\delta_d$ 为两个弹簧的动态压缩量, $n$ 为压电振子数量, $\Delta V$ 为单个压电振子变形后所引起第一缸体腔内流体体积变化量。

[0008] 本发明的特点及优势在于:①利用液体介质传递运动与能量,无需任何机械运动部件即可使多个压电换能器同步工作,故系统结构简单、发电能力强;②采用晶片式压电振子构成的鼓型压电换能器刚度低,较小的流体压力脉动即可使其产生往复的弯曲形变并发电;且当流体压力脉动较大时通过弹簧限位,可防止压电振子中心部位因变形过大而损坏,故能量转换效率及可靠性较高;③压电振子弯曲变形发电的同时,也具有流体压力脉动抑制的效果,能量回收的过程实质上即为耗能式液压流体压力脉动的抑制过程。

## 附图说明

[0009] 图1是本发明一个较佳实施例中压电晶片式俘能器静止状态下的结构剖示图;  
图2是本发明一个较佳实施例中压电换能器的结构剖面示意图;  
图3是图2的俯视图;  
图4是本发明一个较佳实施例中压电晶片式俘能器在流体压力增加时的结构剖示图;  
图5是本发明一个较佳实施例中压电晶片式俘能器在流体压力减小时的剖示图。

## 具体实施方式

[0010] 如图1所示,第一缸体2通过螺钉固定在底座1上,电路板12和截止阀7分别通过螺钉和管路固定在第一缸体2的侧壁,第二缸体3通过螺钉固定在第一缸体2上;活塞4通过第一弹簧5和第二弹簧6压接在第二缸体3的内部、并将所述第二缸体3分隔成第一腔C1和第二腔C2;所述第一腔C1的侧壁设有流体进口3-1和出口3-2,所述第二腔C2通

过第一缸体 2 上端 2-1 的通孔 2-2 与第一缸体腔 C3 连通;1-50 个压电换能器 8 压接在第一缸体腔 C3 内,所述压电换能器 8 由环形支架 8-1 和一对压电振子 8-2 构成,所述环形支架 8-1 和一对压电振子 8-2 构成密闭的换能器空腔 C4;同一个压电换能器 8 中的两个压电振子 8-2 通过导线组一 9 并联,不同压电换能器 8 间的压电振子 8-2 通过导线组二 10 并联,所述压电振子 8-2 还通过导线组三 11 与电路板 12 上的电控单元连接。

[0011] 如图 2 和图 3 所示,压电换能器 8 的环形支架 8-1 上设有 4 个通槽 8-1-1,用于通过连接导线和液体,压电振子 8-2 结构采取基板 8-2-1 与压电晶片 8-2-2 固定连接。

[0012] 如图 1 所示,在本发明中,第一弹簧 5 和第二弹簧 6 的作用是限制活塞 4 的运动位置。当第二缸体 3 的第一腔 C1 内的流体压力为额定压力、即流体压力脉动量为零时,活塞 4 在流体压力及第一和第二弹簧的共同作用下处于平衡状态,此时第一缸体腔 C3 内的流体压力为零,压电换能器 8 中的压电振子 8-2 不产生弯曲变形。为实现这一目的,本发明中采用的方法是:利用两个刚度不同的弹簧,并使其刚度及预压缩量间满足如下关系: $k_2\delta_{y,2} - k_1\delta_{y,1} = AP_0$ ,其中  $k_1$ 、 $k_2$  分别为第一弹簧 5 及第二弹簧 6 的刚度, $\delta_{y,1}$ 、 $\delta_{y,2}$  分别为第一弹簧 5 及第二弹簧 6 的静态时的预压缩量, $A$  为活塞 4 的面积, $P_0$  为额定流体压力。

[0013] 如图 4 所示,当第二缸体 3 的第一腔 C1 内的流体压力高于额定压力  $P_0$  时,活塞 4 在增加的流体压力作用下向下运动,第二缸体 3 的第二腔 C2 内的流体压力升高、并通过第一缸体 2 上端的通孔 2-1 进入第一缸体腔 C3 内,致使所述第一缸体腔 C3 内的流体压力增加,即压电振子 8-2 外表面所受流体压力增加;因压电换能器 8 为封闭结构,液体不能进入换能器空腔 C4 内,故压电振子 8-2 向使换能器空腔 C4 容积减小的方向变形,并将流体的压力脉动能量转换成电能。

[0014] 如图 5 所示,当第二缸体 3 的第一腔 C1 内的流体压力低于额定压力  $P_0$  时,活塞 4 在减小的流体压力作用下向上运动,第二缸体 3 的第二腔 C2 及第一缸体腔 C3 内的液体压力降低,即压电振子 8-2 外表面所受流体压力降低,致使压电振子 8-2 向使换能器空腔 C4 容积增加的方向变形,并将流体的压力脉动能量转换成电能。

[0015] 如图 4、图 5 所示,当第二缸体 3 的第一腔 C1 内的实际流体压力过大、并使相邻压电振子 8-3 的中心部位相互接触时,第一弹簧 5 或第二弹簧 6 达到最大的可压缩量,即不再被压缩,脉动的流体压力通过活塞 4 压缩第一弹簧 5 或第二弹簧 6 传递到第一缸壳体 1 或第二缸壳体 2,从而保护压电振子 8-2 因变形过大而损坏。为实现这一目的,本发明采取的方法是使两个弹簧的动态可压缩量相同,即活塞 4 偏离平衡位置时两个弹簧可被进一步压缩的量相同,且有: $\delta_2 = n\Delta V / A$ ,其中  $\delta_2$  为两个弹簧的动态压缩量, $n$  为压电振子 8-2 的数量, $\Delta V$  为单个压电振子 8-2 变形后所引起第一缸体腔 C3 内流体体积变化量。

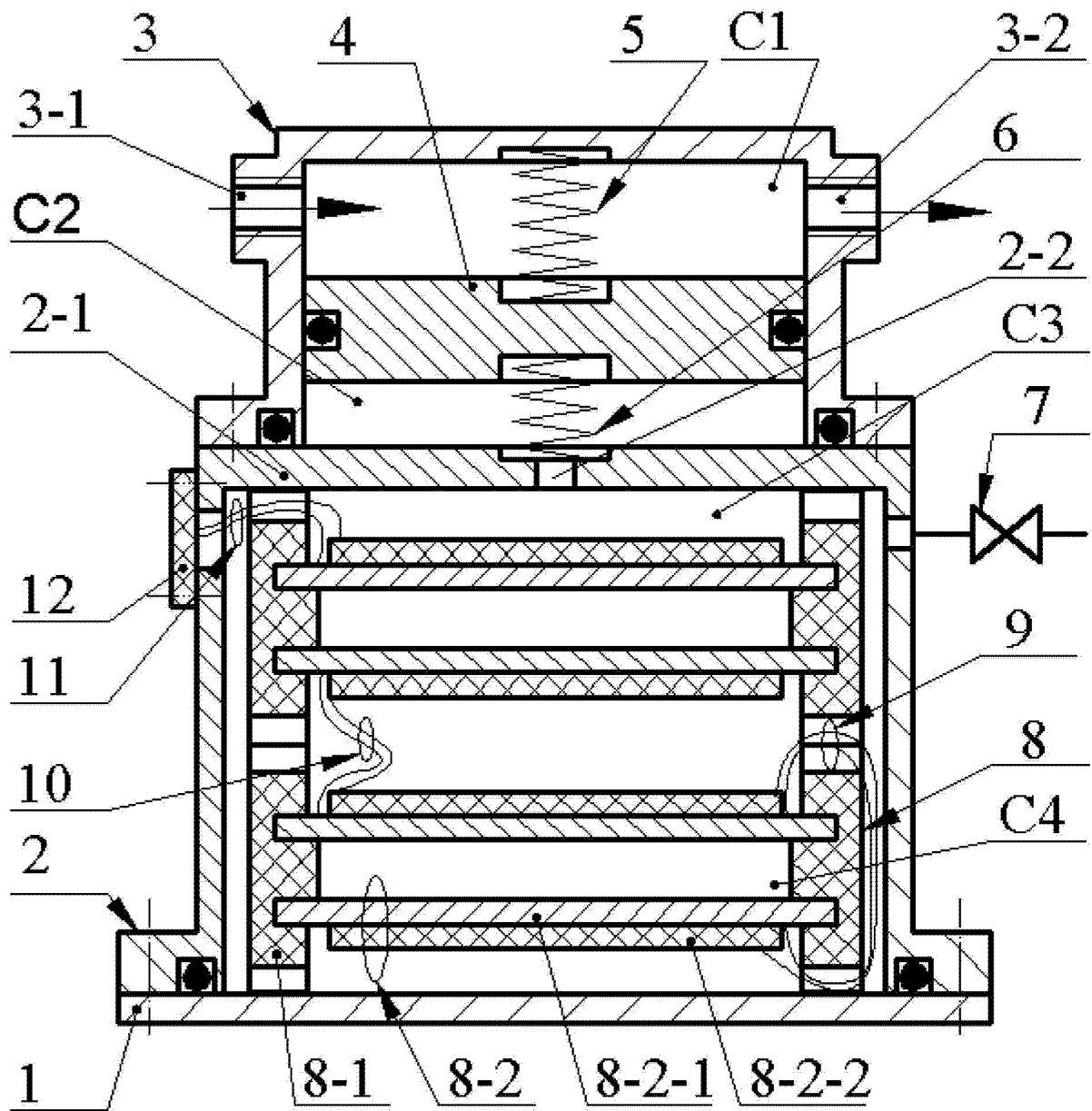


图 1

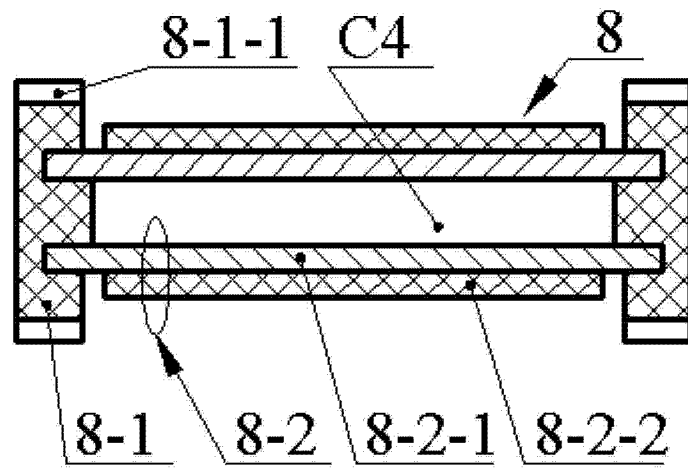


图 2

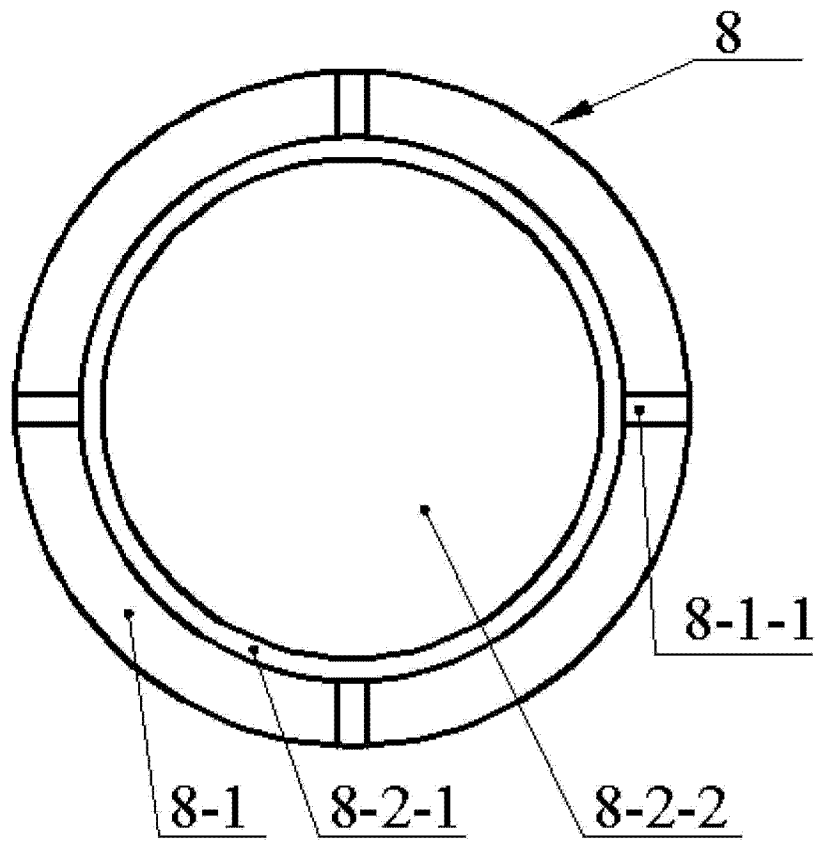


图 3

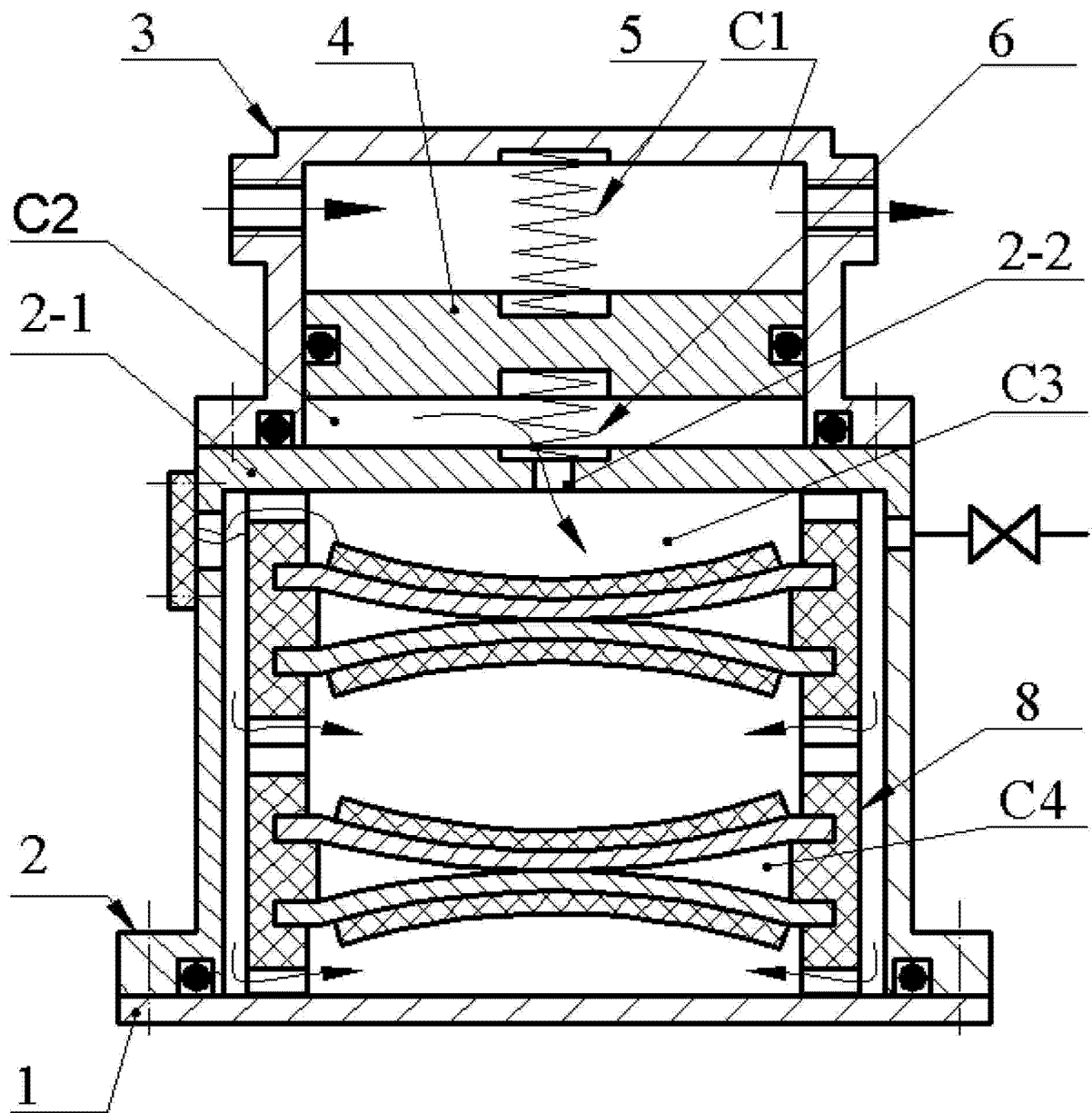


图 4



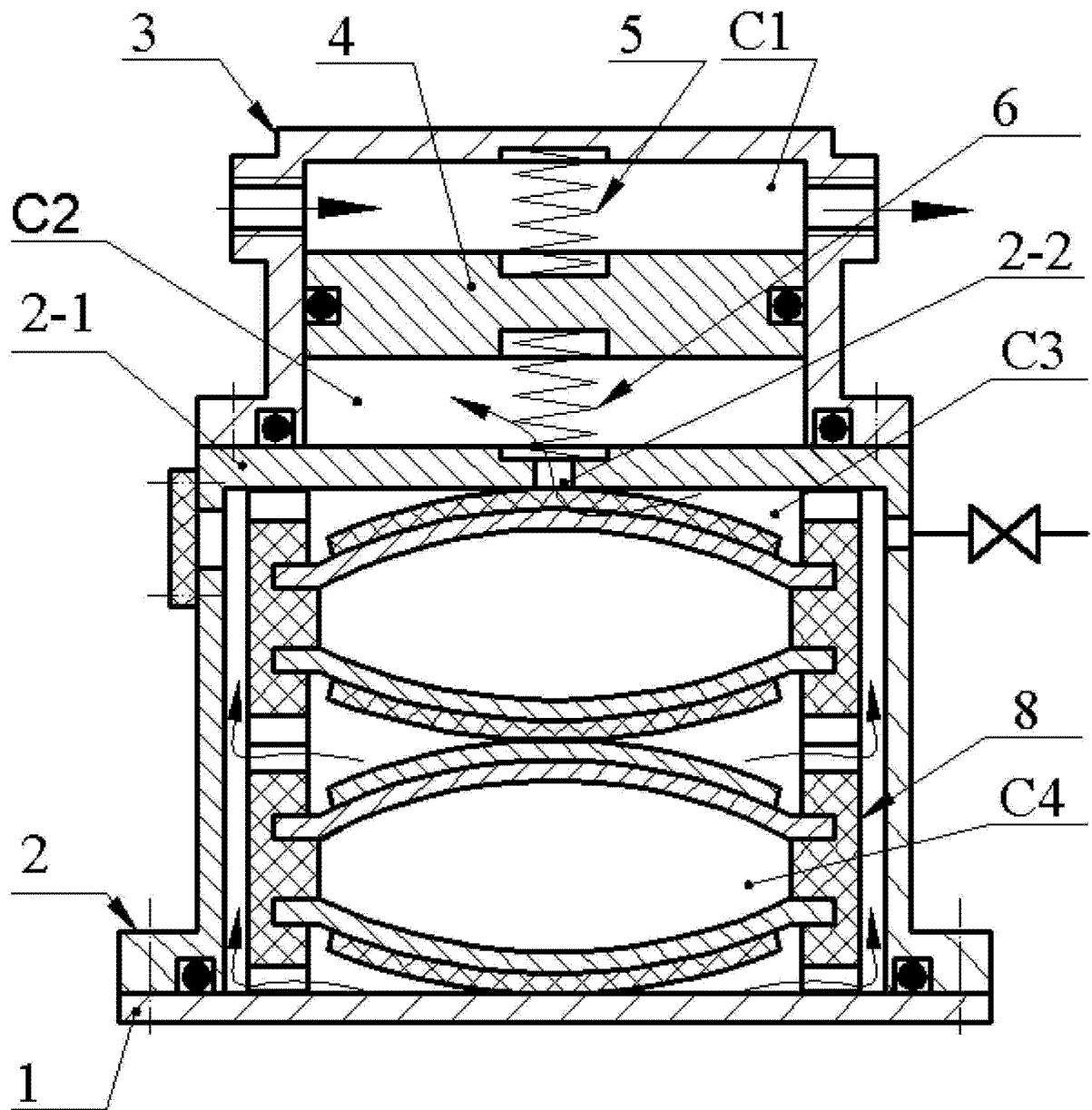


图 5