



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 201764746 U

(45) 授权公告日 2011. 03. 16

(21) 申请号 201020511105. 0

(22) 申请日 2010. 08. 31

(73) 专利权人 南京柯德超低温技术有限公司
地址 211113 江苏省南京市江宁区禄口镇燕湖路 37 号

(72) 发明人 巢伟 陈杰 庄坤融 高金林

(74) 专利代理机构 南京天华专利代理有限责任
公司 32218

代理人 夏平

(51) Int. Cl.

F25B 9/00 (2006. 01)

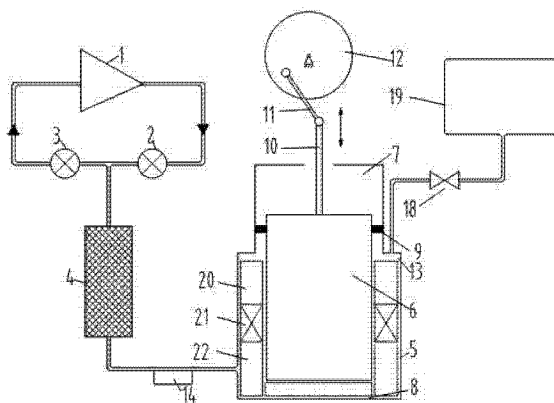
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 实用新型名称

带调相机构的 G-M 制冷机

(57) 摘要

一种带调相机构的 G-M 制冷机, 包括压缩机(1)、进气阀(2)、排气阀(3)、回热器(4)、气缸(5)、活塞(6)、热腔(7)、冷腔(8)、密封环(9)、驱动机构(10-12)、环形间隙(13)、换热器(14)、小孔阀(18) 和气库(19)。通过引入调相机构, 如小孔阀(18) 和气库(19) 等, 将环形间隙(13) 内的气体的工作方式改变为与带调相机构的脉管制冷机相同, 充分利用该部分气体膨胀做功产生冷效应, 并消除通过密封环(9) 的漏气损失, 从而提高 G-M 制冷机的性能。



1. 一种带调相机构的 G-M 制冷机,其特征是包括压缩机(1)、进气阀(2)、排气阀(3)、回热器(4)、气缸(5)、活塞(6)、热腔(7)、冷腔(8)、驱动机构、环形间隙(13) 和换热器(14),所述压缩机(1)的出气端连接进气阀(2),压缩机(1)的进气端连接排气阀(3),进气阀(2)、排气阀(3)与回热器(4)三者连通连接,回热器(4)与气缸(5)连通连接,回热器(4)与气缸(5)之间设有换热器(14);气缸(5)内设有活塞(6),活塞(6)下方为冷腔(8),活塞(6)上方为热腔(7),活塞(6)与气缸(5)内壁之间为环形间隙(13),活塞(6)上连接驱动机构;环形间隙(13)与调相机构连通。

2. 根据权利要求 1 所述的一种带调相机构的 G-M 制冷机,其特征是所述环形间隙(13)可分为热端气体(20)、气体活塞(21)和冷端气体(22)。

3. 根据权利要求 1 所述的一种带调相机构的 G-M 制冷机,其特征是所述调相机构包括小孔阀(18)和气库(19),环形间隙(13)通过小孔阀(18)与气库(19)连通;所述的活塞(6)与气缸(5)之间位于环形间隙(13)上方位置设有密封环(9)。

4. 根据权利要求 1 所述的一种带调相机构的 G-M 制冷机,其特征是所述的调相机构为与气缸(6)热端连通的小孔气库结构或双向进气机构或四阀机构或其他更有效的调相机构。

5. 根据权利要求 1 所述的一种带调相机构的 G-M 制冷机,其特征是所述的调相机构可内置,包括内置小孔阀(23)和气库,内置小孔阀(23)置于活塞(6)热端的环形间隙(13)内,热腔(7)作为调相机构的气库。

6. 根据权利要求 1 所述的一种带调相机构的 G-M 制冷机,其特征是所述的进气阀(2)和排气阀(3)都处在室温下。

带调相机构的 G-M 制冷机

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种低温制冷机,尤其是一种回热式低温制冷机,具体地说是一种带调相机构的 G-M 制冷机。

背景技术

[0002] G-M 制冷循环是由吉福特(Gifford)和麦克马洪(Mcmahon)共同实用新型的,其原理是利用绝热气体放气制冷。目前,G-M 制冷机已广泛应用于低温泵和冷却多种超导磁体。在应用时,一般使用制冷机冷头直接接触或者使用高导热率的材料作为热桥来实现冷却作用。

[0003] 目前,普遍使用的 G-M 制冷机的汽缸壁和活塞之间存在缝隙,制冷机中压力作周期性变化,缝隙会造成泵气损失。在活塞和气缸的热端有密封环封死,而冷端是开放的。当冷腔处于低压时,间隙中气量最少,当压力升高时,便有一些冷气进入间隙中,并从气缸壁和活塞吸收热量,直至达到最高压力,然后在下一个周期压力下降时,这些气体返回冷腔,于是就把刚才吸收的热量带到冷腔,造成冷量损失。

[0004] 另外,密封环随活塞在气缸内做往复运动,密封环与气缸之间以及密封环与活塞之间密封不严,热腔内高温气体通过密封环漏到冷腔,冷腔中的低温气体通过密封环漏到热腔,均会引起冷量损失,这部分损失称为漏气损失。随着制冷机运行时间的增长,密封环的磨损会逐渐增大,密封环与气缸和活塞的密封会越来越松,通过密封环的漏气量就会越来越大,产生的冷量损失也会越来越大。此外,密封环在气缸内的滑动密封产生的摩擦热也会引起冷量损失。

[0005] 这些冷量损失严重影响制冷机的性能,难以满足低温超导的试验与应用要求。

发明内容

[0006] 本实用新型的目的是通过引入调相机构,提供一种带调相机构的 G-M 制冷机。解决了以下技术问题:改变 G-M 制冷机的活塞与气缸之间间隙内气体的工作过程,充分利用该部分气体膨胀做功,并阻止通过密封环的漏气损失,从而使 G-M 制冷机获得更好的性能。

[0007] 本实用新型的技术方案是:

[0008] 一种带调相机构的 G-M 制冷机,其特征是包括压缩机、进气阀、排气阀、回热器、气缸、活塞、热腔、冷腔、驱动机构、环形间隙和换热器,所述压缩机的出气端连接进气阀,压缩机的进气端连接排气阀,进气阀、排气阀与回热器三者连通连接,回热器与气缸连通连接,回热器与气缸之间设有换热器;气缸内设有活塞,活塞下方为冷腔,活塞上方为热腔,活塞与气缸内壁之间为环形间隙,活塞上连接驱动机构;环形间隙与调相机构连通。

[0009] 所述环形间隙可分为热端气体、气体活塞和冷端气体。

[0010] 所述调相机构包括小孔阀和气库,环形间隙通过小孔阀与气库连通;所述的活塞与气缸之间位于环形间隙上方位置设有密封环。

[0011] 所述的调相机构为与气缸热端连通的小孔气库结构或双向进气机构或四阀机构

或其他更有效的调相机构。

[0012] 所述的调相机构可内置,包括内置小孔阀和气库,内置小孔阀置于活塞热端的环形间隙内,热腔作为调相机构的气库。

[0013] 所述的进气阀和排气阀都处在室温下。

[0014] 所述的回热器内装有回热填料。

[0015] 所述的活塞上连接的驱动机构为曲柄连杆驱动机构,驱动机构包括活塞杆、连杆和曲柄。

[0016] 本实用新型的有益效果:

[0017] 本实用新型通过引入调相机构,改变了环形间隙内气体的工作过程,能够充分利用该部分气体膨胀做功,并阻止了通过密封环的漏气损失,从而使 G-M 制冷机获得更好的性能。

附图说明

[0018] 图 1 是本实用新型的带调相机构的 G-M 制冷机系统原理图。

[0019] 图 2 是将调相机构引入 G-M 制冷机后环形间隙内气体工作过程图之一。

[0020] 图 3 是将调相机构引入 G-M 制冷机后环形间隙内气体工作过程图之二。

[0021] 图 4 是将调相机构引入 G-M 制冷机后环形间隙内气体工作过程图之三。

[0022] 图 5 是调相机构内置的 G-M 制冷机系统图。

[0023] 图 6 是将调相机构引入两级 G-M 制冷机第二级的系统图。

具体实施方式

[0024] 下面结合附图和实施例对本实用新型作进一步的说明。

[0025] 如图 1 所示。一种带调相机构的 G-M 制冷机,包括压缩机 1、进气阀 2、排气阀 3、回热器 4、气缸 5、活塞 6、热腔 7、冷腔 8、驱动机构、环形间隙 13 和换热器 14,所述压缩机 1 的出气端连接进气阀 2,压缩机 1 的进气端连接排气阀 3,进气阀 2、排气阀 3 与回热器 4 三者连通连接,回热器 4 与气缸 5 连通连接,回热器 4 与气缸 5 之间设有换热器 14;气缸 5 内设有活塞 6,活塞 6 下方为冷腔 8,活塞 6 上方为热腔 7,活塞 6 与气缸 5 内壁之间为环形间隙 13,活塞 6 上连接驱动机构;环形间隙 13 与调相机构连通。

[0026] 环形间隙 13 内的气体可分为热端气体 20、气体活塞 21 和冷端气体 22。气体活塞 21 上方为热端气体,气体活塞 21 下方为冷端气体。

[0027] 调相机构包括小孔阀 18 和气库 19,通过小孔阀 18 将环形间隙 13 与气库 19 连通;所述的活塞 6 与气缸 5 之间位于环形间隙 13 上方位置设有密封环 9,即所述的环形间隙 13 由气缸 5 内壁、活塞 6 外壁,密封环 9 等封闭而成。用来调节环形间隙 13 内工作气体的相位关系,从而提高 G-M 制冷机的性能。

[0028] 本实用新型的调相机构还可以为与气缸 6 热端连通的双向进气机构或四阀机构或其他更有效的调相机构。

[0029] 活塞 6 上连接的驱动机构为曲柄连杆驱动机构,驱动机构包括活塞杆 10、连杆 11 和曲柄 12。

[0030] 如图 5,为本实用新型的另一种实施方式,为调相机构内置的 G-M 制冷机系统图。

调相机构包括内置小孔阀 23 和气库, 内置小孔阀 23 置于活塞 6 热端的环形间隙 13 内, 热腔 7 作为调相机构的气库。

[0031] 进气阀 2 和排气阀 3 都处在室温下。由机械控制其开启和关闭, 用来控制通过回热器 4 和气缸 5 的气流和循环的压力及容积。

[0032] 回热器 4 内装有回热填料。冷热气流交替的流过它, 起着储存和回收冷量的作用。通过该作用达到冷热气流间换热的目的, 并建立室温和制冷机冷端之间的巨大温差。

[0033] 驱动机构使活塞 6 在气缸 5 内上下往复运动, 如图 1 中双向箭头所示。所述的活塞 6 置于气缸 5 内部; 所述的活塞 6 由曲柄连杆机构驱动, 在气缸 5 内上下往复运动, 如图 6 中双向箭头所示, 造成气缸两端的两个有效容积热腔 7 和冷腔 8。二者由密封环 9、活塞 6 和气缸 5 隔开。

[0034] 所述的热腔 7 处于室温下, 而冷腔 8 处于低温下。因而活塞 6 和气缸 5 都承受着巨大的纵向温度梯度, 所以都是用导热性能差的材料制成。所述的气缸 5 的材料一般选用不锈钢, 它具有足够的强度及低的热导率; 而活塞 6 的材料一般选用胶木, 它可减少导热损失, 因比重较不锈钢小, 活塞 6 质量轻, 可减小往复惯性力, 而且胶木硬度小, 不会划伤气缸 5 内壁。

[0035] G-M 制冷机的工作工程简述如下: 开始时, 控制机构使活塞 6 处于气缸 5 底部, 与此同时打开进气阀 2。来自压缩机 1 的高压气体进入回热器 4, 回热器 4 的压力增高。当压力平衡后, 活塞从气缸 5 底部向上移动, 与此同时, 经回热器 4 冷却的高压气体进入冷腔 8。活塞 6 移动到气缸 5 顶部, 进气阀关闭。打开排气阀, 使冷腔 8 的气体经换热器 14 和回热器 4 与低压端连通。这时, 冷腔中的高压气体向低压侧放气, 获得冷量, 冷量由换热器 14 传出。气体经回热器 4 加热后回到压缩机。同时, 活塞 6 重新回到气缸 5 底部, 排气阀关闭。这样, 周而复始, 整个系统就能连续工作, 连续不断地获取冷量。

[0036] 在脉管制冷机中, 小孔气库等调相结构可以调节工作气体的质量流与压力波之间的相位关系, 能够改善脉管制冷机的性能。

[0037] 本实用新型将调相机构引入 G-M 制冷机, 如图 2、图 3、图 4 所示, 来调节环形间隙 13 内工作气体的工作过程。可将环形间隙 13 中的气体分成三个部分, 热端气体 20, 气体活塞 21 和冷端气体 22。当环形间隙 13 内的气体被压缩时, 热端气体 20 通过气体活塞 21 被压入气库 19, 压缩结束时刻气体活塞 21 的位置如图 2 所示; 同理, 膨胀制冷阶段, 冷端气体 22 在冷腔 8 中膨胀, 膨胀结束时刻气体活塞 21 的位置如图 4 所示; 图 3 为气体活塞 21 在压缩或膨胀过程中的平衡位置。上述环形间隙 13 的工作过程与带调相机构的脉管制冷相同, 环形间隙 13 内的工作气体便由原来造成冷量损失转而膨胀做功产生冷效应, 从而使 G-M 制冷机获得更好的性能。此外, 气体活塞 21 也阻止了通过密封环 9 的漏气损失。

[0038] 图 6 是将调相机构引入两级 G-M 制冷机第二级的系统图。

[0039] 一种将调相机构引入第二级的两级 G-M 制冷机, 包括压缩机 1、进气阀 2、排气阀 3、一级气缸 24、一级活塞 25、一级密封环 26、一级冷腔 27、二级气缸 28、二级活塞 29、二级冷腔 30。所述的一级冷腔 27 可视为二级热腔和二级气库。

[0040] 所述的压缩机 1 用来提供高压气体制冷剂, 如高压氦气。

[0041] 所述的进气阀 2 和排气阀 3 都处在室温下, 由机械控制其开启和关闭, 用来控制通过一级活塞 25、二级活塞 29 和一级气缸 24、二级气缸 28 的气流和循环的压力及容积。

[0042] 所述的一级气缸 24 和二级气缸 28 材料为不锈钢,一级气缸 24 和二级气缸 28 可为整体结构。

[0043] 所述的二级活塞 29 包括顶盖 31、底盖 32、二级活塞筒 33、二级回热填料 34、硬质丝网 35-36 以及毛毡 37 等;所述的二级活塞 29 与二级气缸 28 壁之间为间隙配合,间隙为 0.01-0.03 mm,这个间隙即能保证活塞在气缸内自由往复运动,又能阻止二级冷腔 30 气体直接进入二级热腔 27;所述的二级活塞 29 与二级气缸 28 的长度相同。

[0044] 所述的底盖 32 上有连通二级活塞 29 内部和二级冷腔 30 的流道 38,底盖 32 的外径小于二级活塞 29 的外径约 0.05 mm,这样在顶盖 32 和二级气缸 28 壁之间便形成了一个间隙,使工作气体可以进出二级冷腔 30 和二级活塞 29 内部。

[0045] 所述的顶盖 31 和一级活塞 25 上有通道 39 连通一级冷腔 27 和二级活塞 29 内部,并连接至一级活塞 25,随一级活塞 25 做上下往复运动;

[0046] 所述的活塞筒 33 开有螺旋槽 40,螺旋槽 40 从活塞筒 33 底端开始,延伸至距离顶盖 31 顶端约 30 mm 处,经螺旋槽 40 末端至顶盖 31 顶端开有直槽 41。

[0047] 所述的二级回热填料 34,比如铅球,装在二级活塞 29 内部,底端用硬质丝网 35-36 和毛毡 37 封牢,顶端采用同样的方式封牢;所述的二级回热填料 34 也可为其他回热填料,比如磁性回热填料等,也可为多层不同回热填料。

[0048] 具体工作时,所述的直槽 41 可视为小孔阀 18;所述的一级冷腔 27 可视为气库 19;二级活塞筒 33 和二级气缸 28 壁之间围成的体积可视为脉管 17;这样便把调相机构引入了两级 G-M 制冷机的第二级,同时去除了二级密封环,将环形间隙 13 的工作过程改变为带调相机构的脉管制冷机的工作过程,充分利用该部分气体膨胀产生冷效应,并消除了通过密封环的漏气损失和摩擦损失,从而提高 G-M 制冷机的性能。

[0049] 本实施例只是简单引入小孔气库结构的调相方式,为获得更好的性能,可对小孔和气库的尺寸进行精确地计算,或者引入其他更有效的调相方式,比如双向进气、四阀结构等等。

[0050] 本实用新型未涉及部分均与现有技术相同或可采用现有技术加以实现。

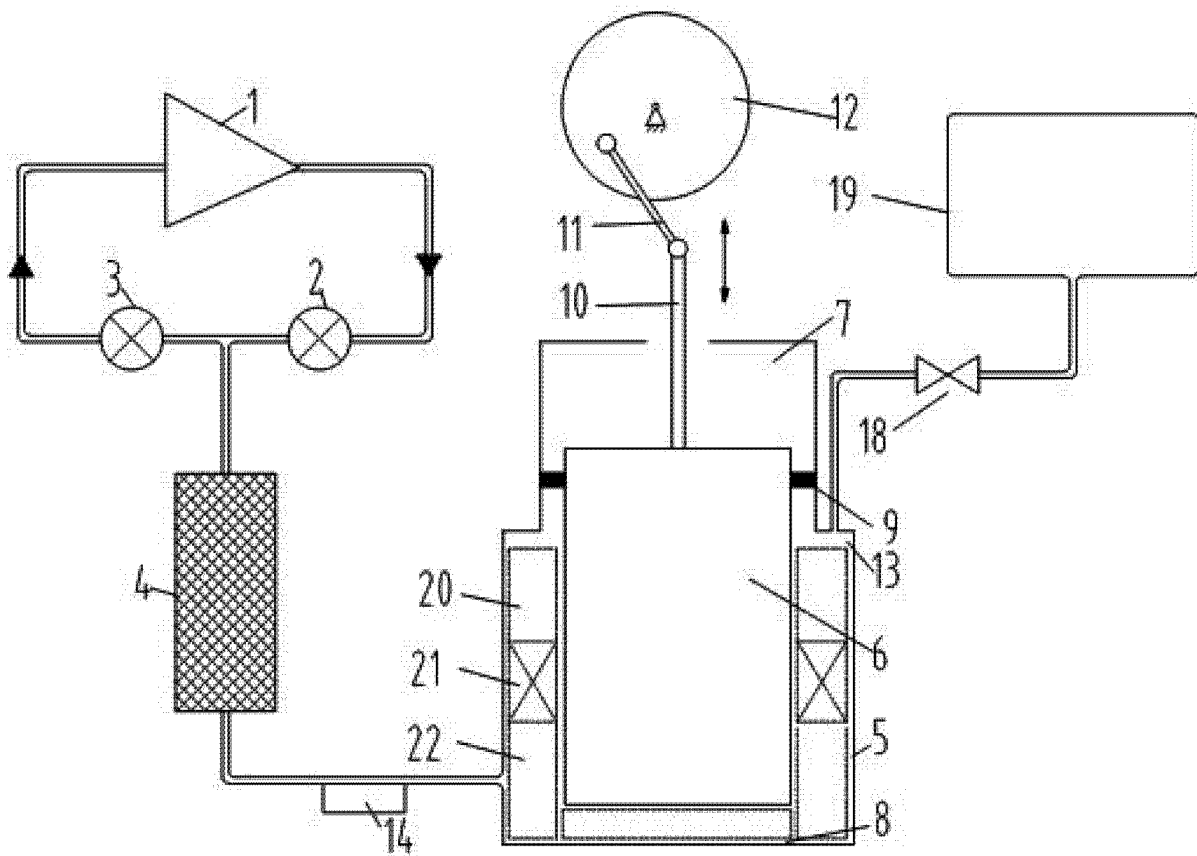


图 1

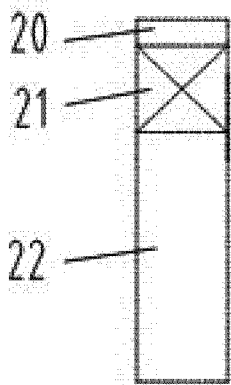


图 2

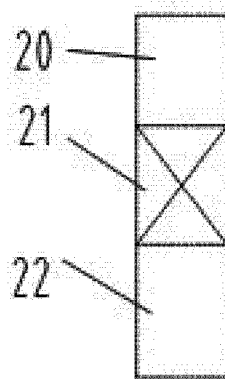


图 3

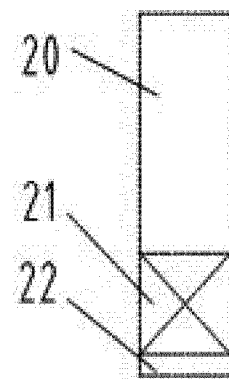


图 4

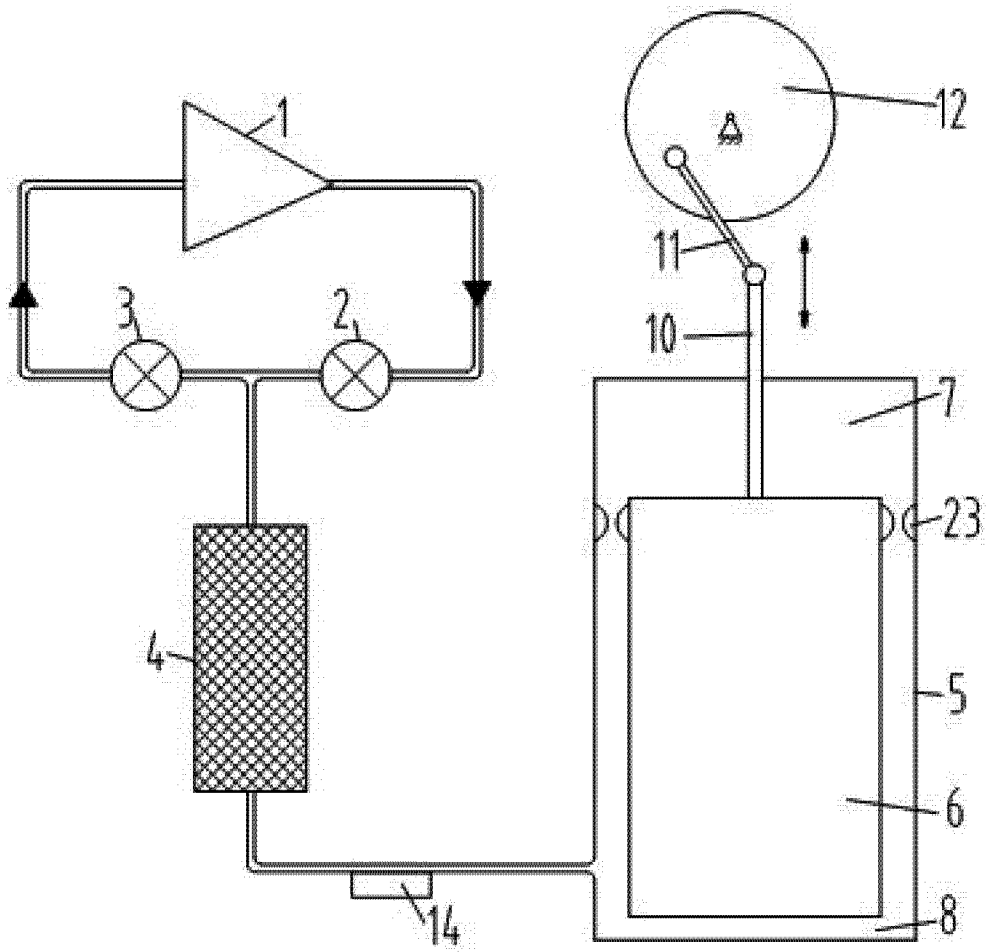


图 5

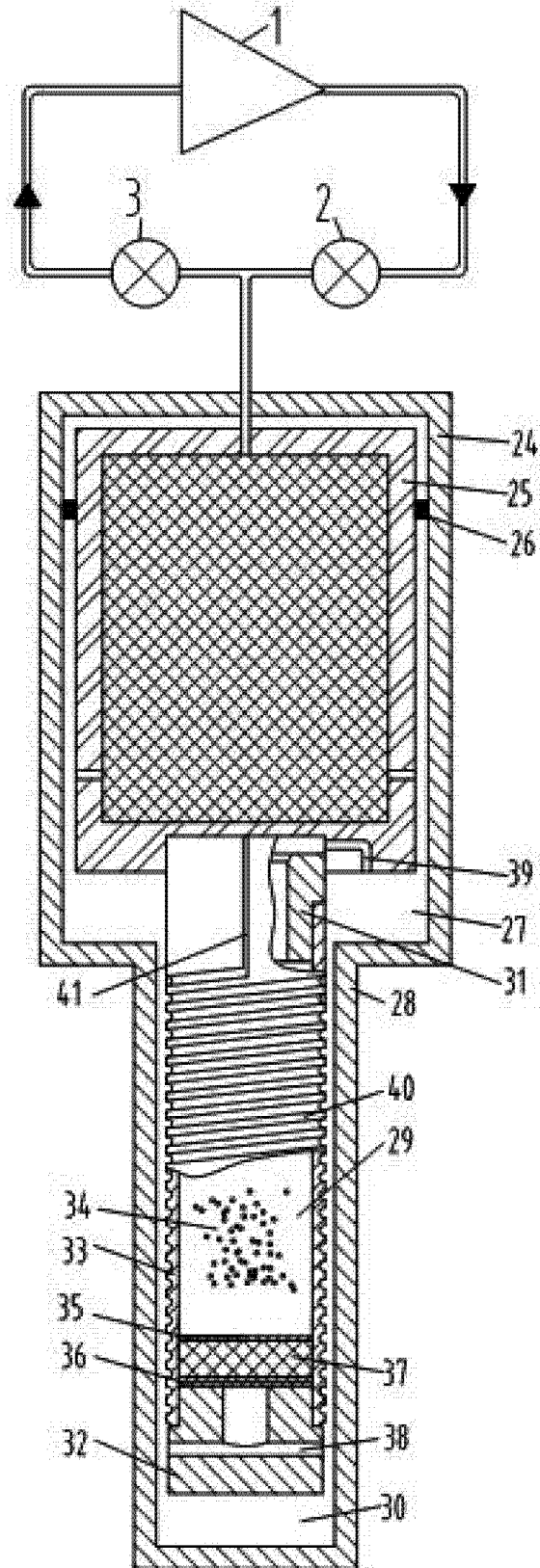


图 6