

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局



PCT



(10) 国际公布号

WO 2011/000228 A1

(43) 国际公布日
2011 年 1 月 6 日 (06.01.2011)

- (51) 国际专利分类号:
F25B 9/14 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2010/071028
- (22) 国际申请日: 2010 年 3 月 12 日 (12.03.2010)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
200910100287.4 2009 年 6 月 29 日 (29.06.2009) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 浙江大学 (ZHEJIANG UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国浙江省杭州市西湖区浙大路 38 号, Zhejiang 310027 (CN)。
- (72) 发明人; 及
- (75) 发明人/申请人 (仅对美国): 甘智华 (GAN, Zhihua) [CN/CN]; 中国浙江省杭州市西湖区浙大路 38 号, Zhejiang 310027 (CN)。 王博 (WANG, Bo) [CN/CN]; 中国浙江省杭州市西湖区浙大路 38 号, Zhejiang 310027 (CN)。 邱利民 (QIU, Limin) [CN/CN]; 中国浙江省杭州市西湖区浙大路 38 号, Zhejiang 310027 (CN)。 王龙一 (WANG, Longyi) [CN/CN]; 中国浙江省杭州市西湖区浙大路 38 号, Zhejiang 310027 (CN)。 范炳燕 (FAN, Bingyan) [CN/CN]; 中国浙江省杭州市西湖区浙大路 38 号, Zhejiang 310027 (CN)。
- (74) 代理人: 杭州求是专利事务所有限公司 (HANGZHOU QIUSHI PATENT OFFICE CO., LTD); 中国浙江省杭州市西湖区玉古路 149 号 401 室张法高, Zhejiang 310013 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。
- 根据细则 4.17 的声明:
- 关于申请人有权申请并被授予专利(细则 4.17(ii))
 - 关于申请人有权要求在先申请的优先权(细则 4.17(iii))

[见续页]

(54) Title: PULSE TUBE REFRIGERATOR MODULATING PHASE VIA INERTANCE TUBE AND ACOUSTIC AMPLIFIER THEREOF

(54) 发明名称: 用惯性管调相的脉冲管制冷机及其声功放大器

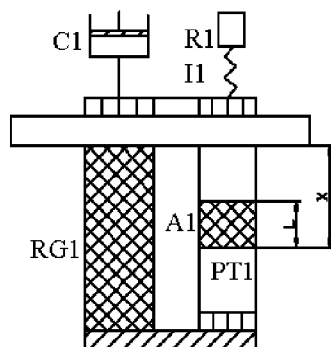


图 1 / Fig. 1

(57) Abstract: A pulse tube refrigerator modulating phase via an inertance tube and an acoustic amplifier (A1, A2) provided in the pulse tube refrigerator are disclosed. The acoustic amplifier (A1, A2) is made of a metal pulse tube (PT1, PT2) filled with regenerative materials, which are located at a distance of X from the hot end of the pulse tube. The length of the regenerative materials is L which meets the requirement of $X-L>0$. The acoustic amplifier (A1, A2) can be used not only in a single-stage pulse tube refrigerator, but also in a multi-stage pulse tube refrigerator thermally coupled or gas coupled. The regenerative materials may be any cold storage materials applicable at low temperatures, such as stainless steel wire mesh, lead pellet, lead thread et al. The acoustic amplifier (A1, A2) can increase the acoustic power at the hot end of the pulse tube (PT1, PT2), which is advantageous to the phase modulation of the inertance tube, thereby the properties of the pulse tube refrigerator can be enhanced.

[见续页]



WO 2011/000228 A1



— 发明人资格(细则 4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(57) 摘要:

公开了一种用惯性管调相的脉管制冷机和设置在该脉管制冷机内的声功放大器 (A1, A2)。声功放大器 (A1, A2) 由内部填充有回热材料的金属脉管 (PT1, PT2) 构成, 回热材料位于距脉管 (PT1, PT2) 热端 X 处, 其长度为 L, 满足 $X \cdot L > 0$ 。声功放大器 (A1, A2) 不仅可用于单级脉管制冷机, 也可用于多级热耦合或气耦合型脉管制冷机。回热材料可以是不锈钢丝网、铅丸、铅丝绒等所有可用于低温的蓄冷材料。声功放大器 (A1, A2) 可增大脉管 (PT1, PT2) 热端声功, 有利于惯性管的相位调节, 从而提高脉管制冷机的性能。

说明书

发明名称：用惯性管调相的脉管制冷机及其声功放大器

技术领域

- [1] 本发明涉及声功放大器和采用惯性管调相的脉管制冷机，尤其涉及一种用于惯性管调相的声功放大器及其脉管制冷机。

背景技术

- [2] 脉管制冷机无低温下的运动部件，具有结构简单、成本低、机械振动小、可靠性高、寿命长等优点，成为当前低温制冷机的研究热点。相比GM型脉管制冷机，斯特林型脉管制冷机由于体积小、结构紧凑，受到广泛关注。由焓流调相理论可知，质量流和压力波之间的相位差对脉管制冷机的制冷性能影响很大，所以选择恰当的调相机构对提高脉管制冷机性能有着重要意义。目前脉管制冷机根据调相方式主要可分为以下三种：小孔型、双向进气型、惯性管型。与小孔型调相方式相比，惯性管利用细长管内振荡气流的惯性作用来调节相位差，具有更宽的相位调节能力和更好的性能。与双向进气型调相方式相比，惯性管型结构中没有环路，可消除由于直流现象引起的脉管冷端温度的波动，因此，惯性管调相方式更适用于斯特林型高频脉管制冷机。
- [3] Radebaugh 等人的研究表明：在交变流动中，当回热器中部质量流和压力波同相的时候，脉管制冷机的制冷效率最高，此时回热器热端的质量流约超前压力波 30° ，冷端的质量流约落后压力波 30° ，这就要求在惯性管入口处质量流落后压力波约 60° ，这就意味着惯性管要有至少 60° 的调相能力。对于冷端PV功较小的脉管制冷机来说，惯性管入口质量流落后压力波 60° 是不现实的，迫切需要提高脉管热端的声功，增强惯性管调相能力，以满足调相角度！
- [4] 对于理想的回热器，其热端声功与冷端声功之比正比于热端温度与冷端温度，利用这一原理，在脉管内适当位置填入回热材料，将具有将冷端声功放大的作用，也即本发明的核心内容，这使得脉管热端惯性管可获得所需要的相位调节。

对发明的公开

技术问题

- [5] 本发明的目的是克服现有技术的不足，提供一种用于惯性管调相的声功放大器及其脉管制冷机。

技术解决方案

- [6] 用于惯性管调相的声功放大器是：金属管内部填充回热材料，它位于距脉管热端 X 处，或在脉管内距热端 X 处填充长度为 L 的回热材料，满足 $X-L>0$ 。
- [7] 一种带有声功放大器的脉管制冷机包括一级压缩机、一级回热器、一级脉管、一级声功放大器、一级惯性管、一级气库，一级压缩机与一级回热器热端相连，一级回热器冷端与一级脉管冷端相连，一级脉管热端经一级惯性管与一级气库相连，一级声功放大器位于距一级脉管内距热端 X 处，其中一级声功放大器距脉管热端的距离为 X ，一级声功放大器的长度为 L ， $X-L>0$ 。
- [8] 一种带有声功放大器的脉管制冷机包括一级压缩机、一级回热器、一级脉管、一级声功放大器、一级惯性管、一级气库，二级压缩机、二级回热器预冷段、二级回热器段、二级脉管、二级声功放大器、二级惯性管、二级气库，热桥，一级压缩机与一级回热器热端相连，一级回热器冷端与一级脉管冷端相连，一级脉管热端经一级惯性管与一级气库相连，一级声功放大器位于距一级脉管内距热端 X 处，其中一级声功放大器距脉管热端的距离为 X ，一级声功放大器的长度为 L ， $X-L>0$ 。二级压缩机与二级回热器预冷段热端相连，二级回热器预冷段冷端与二级回热器段热端相连，二级回热器段冷端与二级脉管冷端相连，二级脉管热端经二级惯性管与二级气库相连，二级声功放大器位于距二级脉管内距热端 X 处，其中二级声功放大器距脉管热端的距离为 X ，二级声功放大器的长度为 L ， $X-L>0$ 。二级回热器预冷段冷端通过热桥与一级冷端相连。
- [9] 一种带有声功放大器的脉管制冷机包括一级脉管、一级声功放大器、一级惯性管、一级气库，二级压缩机、二级回热器预冷段、二级回热器段、二级脉管、二级声功放大器、二级惯性管、二级气库，热桥，一级脉管冷端与二级回热器预冷段热端相通，一级脉管热端经一级惯性管与一级气库相连，一级声功放大器位于距一级脉管内距热端 X 处，其中一级声功放大器距脉管热端的距离为 X ，一级声功放大器的长度为 L ， $X-L>0$ 。二级压缩机与二级回热器预冷段热端相连

，二级回热器预冷段冷端与二级回热器段热端相连，二级回热器段冷端与二级脉管冷端相连，二级脉管热端经二级惯性管与二级气库相连，二级声功放大器位于距二级脉管内距热端 X 处，其中二级声功放大器距脉管热端的距离为 X ，二级声功放大器 $A1$ 的长度为 L ， $X-L>0$ 。

有益效果

- [10] 本发明通过在脉管内增加声功放大器，增大脉管热端的声功，从而增大惯性管的调相角度，提高制冷机的性能。对于理想的回热器，其热端声功与冷端声功之比正比于热端温度与冷端温度，利用这一原理，在脉管内适当位置增加声功放大器，将具有将冷端声功放大的作用，也即本发明的核心内容，这使得脉管热端惯性管可获得所需要的相位调节。

附图说明

- [11] 图1是带有声功放大器的单级脉管制冷机示意图，声功放大器位于脉管适当位置；
- [12] 图2（a）是带有声功放大器的两级热耦合型脉管制冷机示意图，一级和二级均采用声功放大器；
- [13] 图2（b）是带有声功放大器的两级热耦合型脉管制冷机示意图，仅二级采用声功放大器；
- [14] 图3（a）是带有声功放大器的两级气耦合型脉管制冷机示意图，一级和二级均采用声功放大器；
- [15] 图3（b）是带有声功放大器的两级气耦合型脉管制冷机示意图，仅二级采用声功放大器；
- [16] 图中：C1：第一级线性压缩机 RG1：第一级回热器 PT1：第一级脉管 R1：第一级气库 I1：第一级惯性管（室温） C2：第二级线性压缩机 RG21：第二级回热器预冷段 RG22：第二级回热器工作段 PT2：第二级脉管 R2：第二级气库（室温） I2：第二级惯性管（室温） TB：热桥

本发明的最佳实施方式

- [17] 用于惯性管调相的声功放大器是：金属管内部填充回热材料，它位于距脉管热端 X 处，或在脉管内距热端 X 处填充长度为 L 的回热材料， $X-L>0$ 。

- [18] 如图1所示, 带有声功放大器的脉管制冷机包括一级压缩机C1、一级回热器RG1、一级脉管PT1、一级声功放大器A1、一级惯性管I1、一级气库R1, 一级压缩机C1与一级回热器RG1热端相连, 一级回热器RG1冷端与一级脉管PT1冷端相连, 一级脉管PT1热端经一级惯性管I1与一级气库R1相连, 一级声功放大器A1位于距一级脉管PT1内距热端X处, 其中一级声功放大器A1距脉管热端的距离为X, 一级声功放大器A1的长度为L, $X-L>0$ 。
- [19] 如图2所示, 带有声功放大器的脉管制冷机包括一级压缩机C1、一级回热器RG1、一级脉管PT1、一级声功放大器A1、一级惯性管I1、一级气库R1, 二级压缩机C2、二级回热器预冷段RG21、二级回热器段RG22、二级脉管PT1、二级声功放大器A2、二级惯性管I2、二级气库R2, 热桥TB, 一级压缩机C1与一级回热器RG1热端相连, 一级回热器RG1冷端与一级脉管PT1冷端相连, 一级脉管PT1热端经一级惯性管I1与一级气库R1相连, 一级声功放大器A1位于距一级脉管PT1内距热端X处, 其中一级声功放大器A1距脉管热端的距离为X, 一级声功放大器A1的长度为L, $X-L>0$ 。二级压缩机C2与二级回热器预冷段RG21热端相连, 二级回热器预冷段RG21冷端与二级回热器段RG22热端相连, 二级回热器段RG22冷端与二级脉管PT2冷端相连, 二级脉管PT2热端经二级惯性管I2与二级气库R2相连, 二级声功放大器A2位于距二级脉管PT2内距热端X处, 其中二级声功放大器A2距脉管热端的距离为X, 二级声功放大器A1的长度为L, $X-L>0$ 。二级回热器预冷段RG21冷端通过热桥TB与一级冷端相连。
- [20] 如图3所示, 带有声功放大器的脉管制冷机包括一级脉管PT1、一级声功放大器A1、一级惯性管I1、一级气库R1, 二级压缩机C2、二级回热器预冷段RG21、二级回热器段RG22、二级脉管PT1、二级声功放大器A2、二级惯性管I2、二级气库R2, 热桥TB, 一级脉管PT1冷端与二级回热器预冷段RG21热端相通, 一级脉管PT1热端经一级惯性管I1与一级气库R1相连, 一级声功放大器A1位于距一级脉管PT1内距热端X处, 其中一级声功放大器A1距脉管热端的距离为X, 一级声功放大器A1的长度为L, $X-L>0$ 。二级压缩机C2与二级回热器预冷段RG21热端相连, 二级回热器预冷段RG21冷端与二级回热器段RG22热端相连, 二级回热器段RG22冷端与二级脉管PT2冷端相连, 二级脉管PT2热端经二级惯性管I2与二级气

库R2相连，二级声功放大器A2位于距二级脉管PT2内距热端X处，其中二级声功放大器A2距脉管热端的距离为X，二级声功放大器A1的长度为L， $X-L>0$ 。

[21] 综上所述，本发明包含两大部分，第一部分是声功放大器，其特征是内部填充回热材料的金属管，它可以位于脉管内距热端X处，或在脉管内部内距热端X处填充长度为L的回热材料构成声功放大器，满足 $X-L>0$ 。第二部分是声功放大器可同时或分别用于单级和多级热耦合及气耦合脉管制冷机系统，声放大器的长度L可根据具体要求自由选择。

[22] 下面通过计算比较来说明带声功放大器的惯性管调相方式的优势：取三台35K两级高频脉管脉管制冷机，其中一台用常温惯性管调相，一台用低温惯性管调相，另一台用带声功放大器的常温惯性管调相，其中声功放大器置于脉管中部1/3处。假设其频率均为40HZ，充气压力1.25MP，热端绝热温度300K,气库无限大，冷端压比1.15。

[23]

系统	脉管冷端声功	脉管热端声功	脉管热端压比	惯性管调相角度	备注
采用低温惯性管调相的35K两级高频脉管制冷机	2W	2W	约1.15	约70-80°	二级惯性管和气库置于80K处，调相角度较大，完全满足系统调相要求；但是低温惯性管结构复杂，难以控制。
采用常温惯性管调相的35K两级高频脉管制冷机	2W	2W	约1.15	约16°	调相角度很小，难以满足系统调相的要求。
采用一种用于惯性管调相的声功放大器的35K两级高频脉管制冷机	2W	10W	约1.10	约60°	安装声功放大器，压比减小，声功增大，均有利于调相，调相角度满足要求；整个调相装置置于室温下，避免了低

					温调相的复杂性。
--	--	--	--	--	----------

[24] 由以上计算比较得知，增加声功放大器不仅可以大大增加脉管热端的声功，而且会降低压比，均有利于系统调相，同时避免了采用低温惯性管的复杂性。

本发明的实施方式

[25]

工业实用性

[26]

序列表自由内容

[27]

权利要求书

- [权利要求 1] 1. 一种用于惯性管调相的声功放大器, 其特征在于, 金属管内部填充回热材料, 它位于距脉管热端X处, 或在脉管内距热端X处填充长度为L的回热材料, 满足 $X-L>0$ 。
- [权利要求 2] 2. 一种带有声功放大器的脉管制冷机, 其特征在于包括一级压缩机 (C1)、一级回热器 (RG1)、一级脉管 (PT1)、一级声功放大器 (A1)、一级惯性管 (I1)、一级气库 (R1), 一级压缩机 (C1) 与一级回热器 (RG1) 热端相连, 一级回热器 (RG1) 冷端与一级脉管 (PT1) 冷端相连, 一级脉管 (PT1) 热端经一级惯性管 (I1) 与一级气库 (R1) 相连, 一级声功放大器 (A1) 位于距一级脉管 (PT1) 内距热端X处, 其中一级声功放大器 (A1) 距脉管热端的距离为X, 一级声功放大器A1的长度为L, $X-L>0$ 。
- [权利要求 3] 3. 一种带有声功放大器的脉管制冷机, 其特征在于包括一级压缩机 (C1)、一级回热器 (RG1)、一级脉管 (PT1)、一级声功放大器 (A1)、一级惯性管 (I1)、一级气库 (R1), 二级压缩机 (C2)、二级回热器预冷段 (RG21)、二级回热器段 (RG22)、二级脉管 (PT2)、二级声功放大器 (A2)、二级惯性管 (I2)、二级气库 (R2), 热桥 (TB), 一级压缩机 (C1) 与一级回热器 (RG1) 热端相连, 一级回热器 (RG1) 冷端与一级脉管 (PT1) 冷端相连, 一级脉管 (PT1) 热端经一级惯性管 (I1) 与一级气库 (R1) 相连, 一级声功放大器 (A1) 位于距一级脉管 (PT1) 内距热端X处, 其中一级声功放大器 (A1) 距脉管热端的距离为X, 一级声功放大器 (A1) 的长度为L, $X-L>0$ 。二级压缩机 (C2) 与二级回热器预冷段 (RG21) 热端相连, 二级回热器预冷段 (RG21) 冷端与二级回热器段 (RG22) 热端相连, 二级回热器段 (RG22) 冷端与二级脉管 (PT2) 冷端相连, 二级脉管 (PT2) 热端经二级惯性管 (I2) 与二级气库 (R2) 相连, 二级声功放大器 (A2) 位于距二级脉管 (PT2) 内距热端X处, 其中二级声功放大器 (

A2) 距脉管热端的距离为 X ，二级声功放大器(A1)的长度为 L ， $X-L>0$ ，二级回热器预冷段(RG21)冷端通过热桥TB与一级冷端相连。

[权利要求 4]

4. 一种带有声功放大器的脉管制冷机，其特征在于包括一级脉管(PT1)、一级声功放大器(A1)、一级惯性管(I1)、一级气库(R1)，二级压缩机(C2)、二级回热器预冷段(RG21)、二级回热器段(RG22)、二级脉管(PT2)、二级声功放大器(A2)、二级惯性管(I2)、二级气库(R2)，热桥(TB)，一级脉管(PT1)冷端与二级回热器预冷段(RG21)热端相通，一级脉管(PT1)热端经一级惯性管(I1)与一级气库(R1)相连，一级声功放大器(A1)位于距一级脉管(PT1)内距热端 X 处，其中一级声功放大器(A1)距脉管热端的距离为 X ，一级声功放大器(A1)的长度为 L ， $X-L>0$ 。二级压缩机(C2)与二级回热器预冷段(RG21)热端相连，二级回热器预冷段(RG21)冷端与二级回热器段(RG22)热端相连，二级回热器段(RG22)冷端与二级脉管(PT2)冷端相连，二级脉管(PT2)热端经二级惯性管(I2)与二级气库(R2)相连，二级声功放大器(A2)位于距二级脉管(PT2)内距热端 X 处，其中二级声功放大器(A2)距脉管热端的距离为 X ，二级声功放大器A1的长度为 L ， $X-L>0$ 。

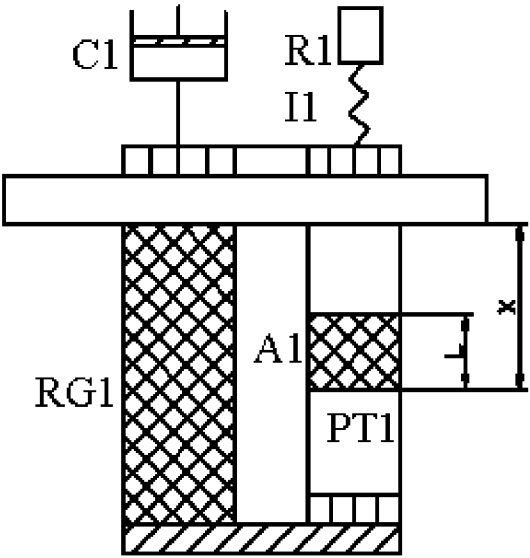
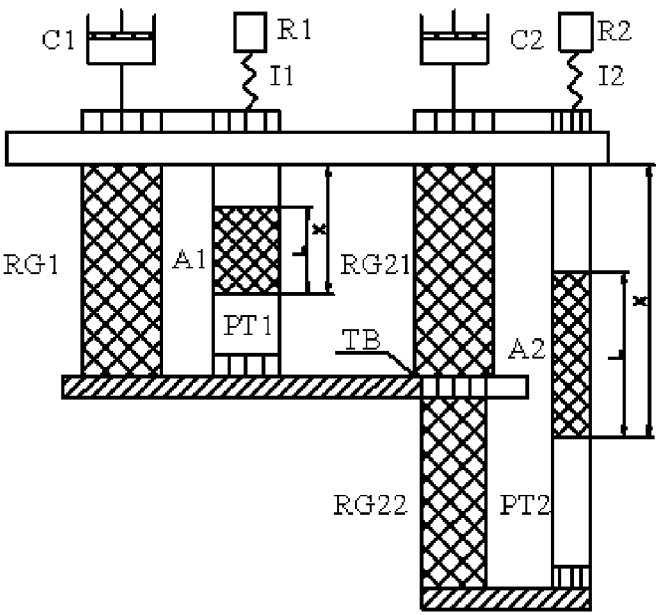
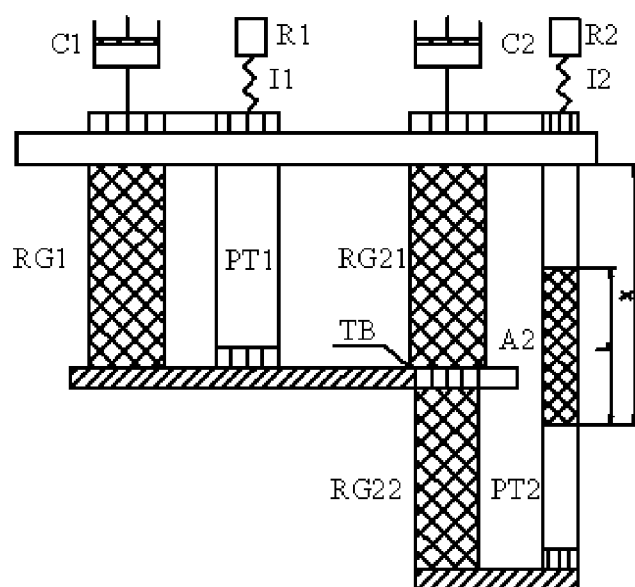


图 1



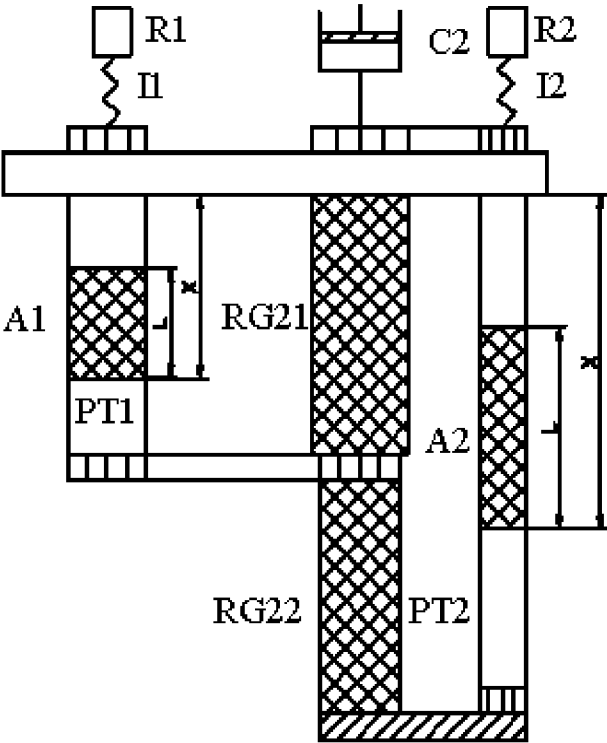
(a)

图2



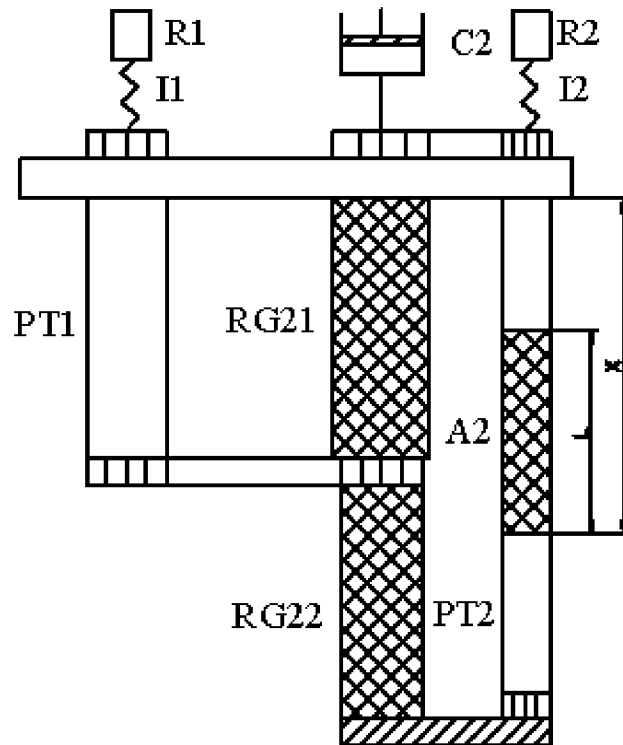
(b)

图2



(a)

图3



(b)

图3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2010/071028

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F25B9/14 (2006.01) i**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: F25B9

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI**pulse tube, inertance, inertia, inertial, tube, pipe, amplify, amplifier, regenerate+, accumulat+****C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN2884056Y(INST OF PHYSICS & CHEMISTRY C) 28 Mar. 2007(28.03.2007) the whole document	1-4
A	US6983610B1(OLSON) 10 Jan. 2006(10.01.2006) the whole document	1-4
A	JP2001289523A(DAIKIN KOGYO KK) 19 Oct. 2001(19.10.2001) the whole document	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim (S) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 07 May 2010(07.05.2010)	Date of mailing of the international search report 10 Jun. 2010 (10.06.2010)
---	--

Name and mailing address of the ISA/CN
The State Intellectual Property Office, the P.R.China
6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China
100088
Facsimile No. 86-10-62019451

Authorized officer

ZHANG Lihong

Telephone No. (86-10)62084865

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2010/071028

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN2811865Y(INST OF PHYSICS & CHEMISTRY C) 30 Aug. 2006(30.08.2006) the whole document	1-4
PX	CN101603743A(UNIV ZHEJIANG) 16 Dec. 2009(16.12.2009) Description page 1, paragraph 6 to page 4, paragraph 2; figures 1-3	1-4
PX	GAN, ZHIHUA ET AL. Comparison of Three Types of Inertance Tube. 9th National Cryogenic Engineering Conference Disquisition. Sept. 2009, pages 48-52	2-3

International application No.
PCT/CN2010/071028

Form PCT/ISA /210 (patent family annex) (July 2009)

A. 主题的分类		
F25B9/14 (2006.01) i		
按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
B. 检索领域		
检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)		
IPC: F25B9		
包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献		
在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))		
WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI 脉管, 脉冲管, 惯性管, 放大器, 蓄冷, 回热, pulse tube, inertance, inertia, inertial, tube, pipe, amplify, amplifier, regenerate+, accumulat+		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN2884056Y (中国科学院理化技术研究所) 28.3 月 2007 (28.03.2007) 全文	1-4
A	US6983610B1(OLSON) 10.1 月 2006 (10.01.2006) 全文	1-4
A	JP2001289523A (DAIKIN KOGYO KK) 19.10 月 2001 (19.10.2001) 全文	1-4
☒ 其余文件在 C 栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件		“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件
国际检索实际完成的日期 07.5 月 2010 (07.05.2010)		国际检索报告邮寄日期 10.6 月 2010 (10.06.2010)
ISA/CN 的名称和邮寄地址: 中华人民共和国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088 传真号: (86-10)62019451		授权官员 张利红 电话号码: (86-10) 62084865

C(续). 相关文件		
类 型	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN2811865Y (中国科学院理化技术研究所) 30.8 月 2006 (30.08.2006) 全文	1-4
PX	CN101603743A (浙江大学) 16.12 月 2009 (16.12.2009) 说明书第 1 页第 6 段至第 4 页第 2 段、图 1-3	1-4
PX	甘智华等, 三种惯性管调相方式的比较, 第九届全国低温工程大会会议论文集, 2009 年 9 月, 48-52 页	2-3

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2010/071028

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN2884056Y	28.03.2007	无	
US6983610B1	10.01.2006	US6865894B1	15.03.2005
JP2001289523A	19.10.2001	无	
CN2811865Y	30.08.2006	无	
CN101603743A	16.12.2009	无	