(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

(43) 国际公布日
2020 年 7 月 2 日 (02.07.2020)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2020/133679 A1

(51) 国际专利分类号:
F01K 25/10 (2006.01) *F28D 7/08* (2006.01)
F01D 15/10 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/076342

(22) 国际申请日: 2019 年 2 月 27 日 (27.02.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201811605966.2 2018年12月26日 (26.12.2018) CN

(71) 申请人: 天 津 大 学 (TIANJIN UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国天津市津南区海河教育园雅观路135号北洋园校区, Tianjin 300350 (CN)。

(72) 发明人: 刘海峰(LIU, Haifeng); 中国天津市津南区海河教育园雅观路135号北洋园校区, Tianjin 300350 (CN)。 崔雁清(CUI, Yanqing); 中国天津市津南区海河教育园雅观路135号北洋园校区, Tianjin 300350 (CN)。 易文韬(YI, Wentao); 中国天津市津南区海河教育园雅观路135号北洋园校区, Tianjin 300350 (CN)。 杨智(YANG, Zhi); 中国天津市津南区海河教育园雅观路135号北洋园校区, Tianjin 300350 (CN)。 尧命发(YAO, Mingfa); 中国天津市津南区海河教育园雅观路135号北洋园校区, Tianjin 300350 (CN)。 郑尊清(ZHENG, Zunqing); 中国天津市津南区海河教育园雅观路135号北洋园校区, Tianjin 300350 (CN)。 王浒(WANG, Hu); 中国天津市津南区海河教育园雅观路135号北洋园校区, Tianjin 300350 (CN)。

(74) 代理人: 天津市北洋有限责任专利代理事务所(BEI & OCEAN); 中国天津市南开区鞍山西道时代公寓A座603室, Tianjin 300193 (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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,

(54) **Title:** HEAT EXCHANGE-POWER GENERATION INTEGRATED SYSTEM USING LIQUID NITROGEN AND CONTROL METHOD

(54) 发明名称: 一种利用液氮的换热-发电集成系统及控制方法

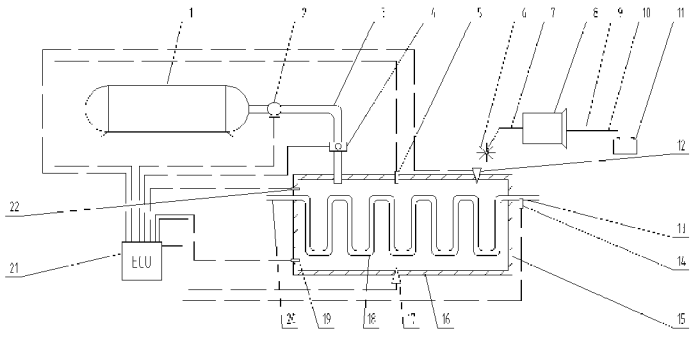


图 1

(57) **Abstract:** A heat exchange-power generation integrated system using liquid nitrogen, comprising an electronic control unit (ECU) (21), which controls a liquid nitrogen pump (2) and a solenoid valve to act so that refrigerant liquid nitrogen is introduced into a heat exchange tank (15). Fluid required for heat exchange releases heat to the liquid nitrogen in a heat exchange pipeline so as to achieve the purpose of cooling and, at the same time, thermally expanded nitrogen gas is used to further generate power to achieve the recycling of energy. By means of the ECU (21) controlling the action of the solenoid valve, the temperature of the fluid for heat exchange may be controlled at a set value, and the intelligent adjustment of the cooling temperature may be achieved. The present system has a simple structure and is low cost, the maintenance thereof is convenient, and the system may be used to achieve the rapid cooling of equipment, such as an engine, that has high heat loads and high heat exchange requirements. Also disclosed is a control method using the described system.

WO 2020/133679 A1

[见续页]

GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要：一种利用液氮的换热-发电集成系统，包括电子控制单元ECU（21），其控制液氮泵（2）、电磁阀动作将制冷剂液氮引入到换热箱（15）中。所需换热的流体在换热管路中将热量释放给液氮以达到降温的目的，同时利用受热膨胀的氮气进一步发电，实现能量的回收利用。通过电子控制单元ECU（21）控制电磁阀动作可以实现将换热的流体温度控制在设定值，实现对冷却温度的智能调节。该系统结构较简单，成本低，维护保养方便，可以用于使发动机等具有较高热负荷及较高换热需求的设备实现快速降温。还公开了一种采用该系统的控制方法。

一种利用液氮的换热-发电集成系统及控制方法

技术领域

本发明涉及一种新型利用液氮的换热-发电集成系统及控制方法。属于内燃机等具有较高热负荷及较高换热需求的技术领域。

背景技术

限制内燃机技术进一步发展的瓶颈因素之一是内燃机在某些工况热负荷过大及如何快速散热的问题。研究表明：内燃机缸内平均有效压力达到40 bar时，排气门表面温度将达到500-550℃、活塞燃烧室边缘表面的温度将达到500℃、进气门将达到350-400℃；在平均有效压力为80 bar的工作环境下，活塞表面温度将升高超过600℃，而目前常用的铝活塞中铝的熔点为660℃。在较高热负荷下，如果不能实现快速散热，内燃机材料将面临开裂、熔化、疲劳失效等问题。

目前常用于内燃机的散热方式包括水冷和风冷，但均存在着换热能力有限、换热时间较长等问题。内燃机长时间在大负荷工况下运行时，可能会出现冷却液沸腾等现象，内燃机缸内热量无法正常散失，各零部件热负荷增大，对内燃机正常稳定运行造成很大的安全隐患。

发明内容

本发明的目的在于克服已有技术的不足，提供一种新型利用液氮的换热-发电集成系统及控制方法，使发动机等具有较高热负荷及较高换热需求的设备实现快速降温，同时本发明还可以利用受热膨胀的氮气进一步发电，实现能量的回收利用。

一种利用液氮的换热-发电集成系统，包括电子控制单元ECU，高压储氮罐出口通过液氮管路依次连接液氮泵和第一电磁控制阀并且液氮管路的出口插入换热箱顶部的液氮进口设置；

在所述的换热箱内安装有输送换热流体用的换热管路，所述的换热管路的入口、出口分别伸出换热箱的左右两侧设置，所述的换热管路的入口与用于输送换热流体的输液管路出口相连，所述的换热管路的出口与送液管路进口相连，在换热管路出口处装有温度传感器；

在所述的换热箱顶壁上分别安装有第二电磁控制阀和压力传感器，在所述的换热箱的下部侧壁和上部侧壁上分别安装有第一液位传感器和第二液位传感器，在所述的换热箱的下部底面中心位置安装有第三电磁阀，用于将换热箱内换热完成后剩余的液氮释放到外界环境中；

所述的第一电磁控制阀、第二电磁控制阀、第三电磁阀、第一液位传感器、第二液位传感、温度传感器、压力传感器以及液氮泵分别通过控制线与电子控制单元ECU相连；

在所述的换热箱外安装有蓄电池，所述的蓄电池的正负极分别通过电线与发电机对应的输出接线相连，所述的发电机的转动轴与叶轮相连，所述的叶轮位于第二电磁控制阀出口正上方位置。

利用液氮的换热-发电集成控制方法，包括以下步骤：

步骤一、第一液位传感器检测换热箱中液氮液面，当换热箱中液氮液面低于第一液位传感器时，第一液位传感器将信号传输给电子控制单元ECU，电子控制单元ECU发出信号控制第一电磁控制阀开启，控制液氮泵开始工作，液氮通过液氮管路从高压储氮罐输送到换热箱中；随着液氮不断被加入，换热箱中液氮液面不断上升，当液氮液面超过第二液位传感器时，第二液位传感器将信号传输给电子控制单元ECU，电子控制单元ECU发出信号控制第一电磁控制阀关闭，控制液氮泵停止工作，换热用的流体由换热管路入口进入换热箱中，并由换热管路出口流出换热箱，换热用的流体在换热管路管壁处放出热量温度降低，换热用的流体放出的热量被液氮吸收，液氮温度升高并且体积膨胀变为气态，换热箱中压力不断升高；温度传感器持续检测换热用的流体温度，若流体温度未降低到设定值，压力传感器实时监测换热箱中压力，并将信号传输给电子控制单元ECU；当压力传感器所测换热箱中压力达到设定高压，电子控制单元ECU发出信号控制第二电磁控制阀打开，换热箱中高压氮气通过第二电磁控制阀流出换热箱，高压氮气驱动叶轮转动，叶轮带动转动轴转动，转动轴带动发电机发电，所发出的电能存储于蓄电池中，随着高压氮气流出换热箱，换热箱内压力逐渐降低，当换热箱内压力降低至设定低压，电子控制单元ECU发出信号控制第二电磁控制阀关闭；若在这个过程中温度传感器检测到的流体温度低于设定值，则中断所有过程，直接转入步骤三；

步骤二、温度传感器检测换热用的流体温度，同时第一液位传感器检测换热箱中液氮液面；若换热箱中液氮液面低于第一液位传感器时，重复步骤一，在此过程中若温度传感器检测到的流体温度降低到设定值，转入步骤三；若换热箱中液氮液面高于第一液位传感

器时，流体继续与液氮换热，直至温度传感器检测到的流体温度降低到设定值，转入步骤三；

步骤三、电子控制单元ECU控制第二电磁阀打开，换热箱中受热膨胀的氮气排出，带动叶轮转动发电；电子控制单元ECU控制第三电磁阀打开，换热箱中剩余液氮排出至外界环境中，然后电子控制单元ECU控制第三电磁阀关闭，电子控制单元ECU控制第二电磁阀关闭，由此避免换热管路中换热用的流体温度继续降低；

步骤四、温度传感器持续检测换热用的流体温度，当换热用的流体温度高于设定值时，重复步骤一、二、三、四。

与现有技术相比，本发明具有以下优势：

第一，与传统换热器相比，本发明使用液氮作为制冷剂，冷却时间更短，冷却效果更明显。

第二，本发明利用换热结束后受热膨胀氮气所具有的能量，带动发电机转动，实现部分能量回收。

第三，本发明结构较简单，成本低，维护保养方便。

附图说明

图1是本发明的利用液氮的换热-发电集成系统的结构示意图。

具体实施方式

下面结合附图和具体实施对本发明进行详细描述。

如附图所示的本发明的一种利用液氮的换热-发电集成系统，包括电子控制单元ECU21，高压储氮罐1的出口通过液氮管路3依次连接液氮泵2和第一电磁控制阀4并且液氮管路3的出口插入换热箱15顶部的液氮进口设置。

在所述的换热箱15内安装有输送换热流体用的换热管路18，所述的换热管路18的入口、出口分别伸出换热箱15的左右两侧设置，所述的换热管路的入口与用于输送换热流体(气体、液体)的输液管路出口相连，所述的换热管路的出口与送液管路进口相连，换热系统为所需换热的流体(气体、液体)提供了热量交换的场所，流体(气体、液体)热量释放给液氮以达到降温的目的。优选的换热管路为“U”型盘管。在换热管路出口13处装有温度传感器14，用来测量换热流体(气体、液体)经换热后的温度。

优选的在换热箱外壁上包裹有石棉保温材料16，以起到与外界环境绝热的作用。

在所述的换热箱15顶壁上分别安装有第二电磁控制阀12和压力传感器5，在所述的换热箱15的下部侧壁和上部侧壁上分别安装有第一液位传感器19和第二液位传感器22，在所述的换热箱15的下部底面中心位置安装有第三电磁阀17，用于将换热箱15内换热完成后剩余的液氮释放到外界环境中。

所述的第一电磁控制阀4、 第二电磁控制阀12、第三电磁阀17、第一液位传感器19、第二液位传感22、温度传感器14、压力传感器5以及液氮泵2分别通过控制线与电子控制单元ECU21相连。优选的压力传感器位于换热箱顶壁中心位置，所述的第二电磁控制阀12靠近压力传感器设置，由于中心位置处的压力较均匀且靠近第二电磁控制阀12，能够较准确的测量出第二电磁控制阀12附近的压力。

在所述的换热箱15 外安装有蓄电池11，所述的蓄电池11的正负极分别通过电线9、10与发电机8对应的输出接线相连，所述的发电机8的转动轴7与叶轮6相连，所述的叶轮6位于第二电磁控制阀12出口正上方位置，优选的设置在第二电磁控制阀12出口正上方10 cm-12 cm的位置，优点是氮气能够形成较为稳定的气流运动，带动叶轮6转动更加平顺。

本发明的一种利用液氮的换热-发电集成控制方法，包括以下步骤：

步骤一、第一液位传感器19检测换热箱15中液氮液面，当换热箱15中液氮液面低于第一液位传感器19时，第一液位传感器19将信号传输给电子控制单元ECU21，电子控制单元ECU21发出信号控制第一电磁控制阀4开启，控制液氮泵2开始工作，液氮通过液氮管路3从高压储氮罐输送到换热箱15中。随着液氮不断被加入，换热箱15中液氮液面不断上升，当液氮液面超过第二液位传感器22时，第二液位传感器22将信号传输给电子控制单元ECU21。电子控制单元ECU21发出信号控制第一电磁控制阀4关闭，控制液氮泵2停止工作。换热用的流体(气体、液体)由换热管路入口20进入换热箱15中，并由换热管路出口13流出换热箱15。换热用的流体(气体、液体)在换热管路18管壁处放出热量温度降低，换热用的流体(气体、液体)放出的热量被液氮吸收，液氮温度升高并且体积膨胀变为气态，换热箱15中压力不断升高。温度传感器14持续检测换热用的流体(气体、液体)温度，若流体(气体、液体)温度未降低到设定值，压力传感器5实时监测换热箱15中压力，并将信号传输给电子控制单元ECU21。当压力传感器5所测换热箱15中压力达到设定高压，如：3 bar时，电子控制单元ECU21发出信号控制第二电磁控制阀12打开。换热箱15中高压氮气通过第二电磁控制阀12流出换热箱15，高压氮气驱动叶轮6转动，叶轮6带动转动轴7转动，转动轴7

带动发电机8发电，所发出的电能存储于蓄电池11中。随着高压氮气流出换热箱15，换热箱15内压力逐渐降低，当换热箱15内压力降低至设定低压，如：1.5 bar时，电子控制单元ECU21发出信号控制第二电磁控制阀12关闭。若在这个过程中温度传感器14检测到的流体(气体、液体)温度低于设定值，则中断所有过程，直接转入步骤三。

步骤二、温度传感器14检测换热用的流体（气体、液体）温度，同时第一液位传感器19检测换热箱15中液氮液面；若换热箱15中液氮液面低于第一液位传感器19时，重复步骤一，在此过程中若温度传感器14检测到的流体温度降低到设定值，转入步骤三；若换热箱15中液氮液面高于第一液位传感器19时，流体继续与液氮换热，直至温度传感器14检测到的流体温度降低到设定值，转入步骤三；

步骤三、电子控制单元ECU21控制第二电磁阀12打开，换热箱15中受热膨胀的氮气排出，带动叶轮6转动发电。电子控制单元ECU21控制第三电磁阀17打开，换热箱中剩余液氮排出至外界环境中，然后电子控制单元ECU21控制第三电磁阀17关闭，电子控制单元ECU21控制第二电磁阀12关闭，由此避免换热管路18中换热用的流体（气体、液体）温度继续降低。

步骤四、温度传感器14持续检测换热用的流体（气体、液体）温度，当换热用的流体（气体、液体）温度高于设定值时，重复步骤一、二、三、四。

权利要求

1. 一种利用液氮的换热-发电集成系统，包括电子控制单元ECU，其特征在于：高压储氮罐出口通过液氮管路依次连接液氮泵和第一电磁控制阀并且液氮管路的出口插入换热箱顶部的液氮进口设置；

在所述的换热箱内安装有输送换热流体用的换热管路，所述的换热管路的入口、出口分别伸出换热箱的左右两侧设置，所述的换热管路的入口与用于输送换热流体的输液管路出口相连，所述的换热管路的出口与送液管路进口相连，在换热管路出口处装有温度传感器；

在所述的换热箱顶壁上分别安装有第二电磁控制阀和压力传感器，在所述的换热箱的下部侧壁和上部侧壁上分别安装有第一液位传感器和第二液位传感器，在所述的换热箱的下部底面中心位置安装有第三电磁阀，用于将换热箱内换热完成后剩余的液氮释放到外界环境中；

所述的第一电磁控制阀、 第二电磁控制阀、第三电磁阀、第一液位传感器、第二液位传感、温度传感器、压力传感器以及液氮泵分别通过控制线与电子控制单元ECU相连；

在所述的换热箱外安装有蓄电池，所述的蓄电池的正负极分别通过电线与发电机对应的输出接线相连，所述的发电机的转动轴与叶轮相连，所述的叶轮位于第二电磁控制阀出口正上方位置。

2. 根据权利要求1所述的利用液氮的换热-发电集成系统，其特征在于：所述的换热管路为“U”型盘管。

3. 根据权利要求1或者2所述的利用液氮的换热-发电集成系统，其特征在于：在换热箱外壁上包裹有石棉保温材料。

4. 根据权利要求3所述的利用液氮的换热-发电集成系统，其特征在于：所述的压力传感器位于换热箱顶壁中心位置，所述的第二电磁控制阀靠近压力传感器设置。

5. 根据权利要求4所述的利用液氮的换热-发电集成系统，其特征在于：所述的叶轮设置在第二电磁控制阀出口正上方10cm-12cm的位置。

6. 采用权利要求1-5之一系统的利用液氮的换热-发电集成控制方法，其特征在于：包括以下步骤：

步骤一、第一液位传感器检测换热箱中液氮液面，当换热箱中液氮液面低于第一液

位传感器时，第一液位传感器将信号传输给电子控制单元ECU，电子控制单元ECU发出信号控制第一电磁控制阀开启，控制液氮泵开始工作，液氮通过液氮管路从高压储氮罐输送到换热箱中；随着液氮不断被加入，换热箱中液氮液面不断上升，当液氮液面超过第二液位传感器时，第二液位传感器将信号传输给电子控制单元ECU，电子控制单元ECU发出信号控制第一电磁控制阀关闭，控制液氮泵停止工作，换热用的流体由换热管路入口进入换热箱中，并由换热管路出口流出换热箱，换热用的流体在换热管路管壁处放出热量温度降低，换热用的流体放出的热量被液氮吸收，液氮温度升高并且体积膨胀变为气态，换热箱中压力不断升高；温度传感器持续检测换热用的流体温度，若流体温度未降低到设定值，压力传感器实时监测换热箱中压力，并将信号传输给电子控制单元ECU；当压力传感器所测换热箱中压力达到设定高压，电子控制单元ECU发出信号控制第二电磁控制阀打开，换热箱中高压氮气通过第二电磁控制阀流出换热箱，高压氮气驱动叶轮转动，叶轮带动转动轴转动，转动轴带动发电机发电，所发出的电能存储于蓄电池中，随着高压氮气流出换热箱，换热箱内压力逐渐降低，当换热箱内压力降低至设定低压，电子控制单元ECU发出信号控制第二电磁控制阀关闭；若在这个过程中温度传感器检测到的流体温度低于设定值，则中断所有过程，直接转入步骤三；

步骤二、温度传感器检测换热用的流体温度，同时第一液位传感器检测换热箱中液氮液面；若换热箱中液氮液面低于第一液位传感器时，重复步骤一，在此过程中若温度传感器检测到的流体温度降低到设定值，转入步骤三；若换热箱中液氮液面高于第一液位传感器时，流体继续与液氮换热，直至温度传感器检测到的流体温度降低到设定值，转入步骤三；

步骤三、电子控制单元ECU控制第二电磁阀打开，换热箱中受热膨胀的氮气排出，带动叶轮转动发电；电子控制单元ECU控制第三电磁阀打开，换热箱中剩余液氮排出至外界环境中，然后电子控制单元ECU控制第三电磁阀关闭，电子控制单元ECU控制第二电磁阀关闭，由此避免换热管路中换热用的流体温度继续降低；

步骤四、温度传感器持续检测换热用的流体温度，当换热用的流体温度高于设定值时，重复步骤一、二、三、四。

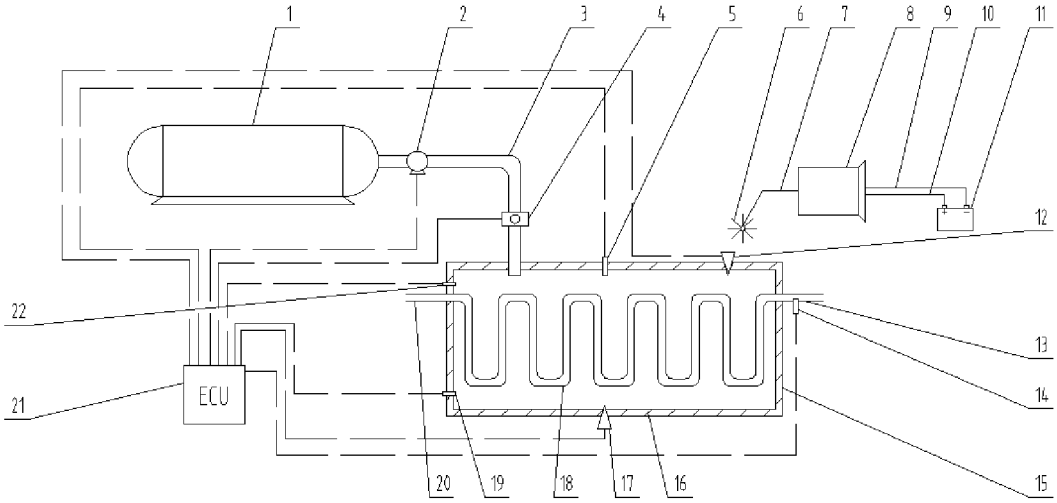


图 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2019/076342

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F01K 25/10(2006.01)i; F01D 15/10(2006.01)i; F28D 7/08(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)

F01K, F01D, F28D

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)

SIPOABS, DWPI, CNABS, CNKI: 液氮, 膨胀机, 涡轮, 换热, 热交换, 传感器, 阀, liquefied, liquid, nitrogen, expander, turbine, exchange, sensor, valve

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 104389648 A (TONGJI UNIVERSITY) 04 March 2015 (2015-03-04) description, paragraphs 39-54, and figures 1 and 2	1-5
A	CN 104389648 A (TONGJI UNIVERSITY) 04 March 2015 (2015-03-04) description, paragraphs 39-54, and figures 1 and 2	6
X	JP 2003120218 A (SAKAMAKI, T.) 23 April 2003 (2003-04-23) description, paragraphs 0007-0021, and figure 1	1-5
A	JP 2003120218 A (SAKAMAKI, T.) 23 April 2003 (2003-04-23) description, paragraphs 0007-0021, and figure 1	6
X	CN 101158294 A (LIN, Shihong et al.) 09 April 2008 (2008-04-09) description, p. 3, and figures 1 and 2	1-5
A	CN 101158294 A (LIN, Shihong et al.) 09 April 2008 (2008-04-09) description, p. 3, and figures 1 and 2	6
X	US 4294323 A (CRYOGENICS UNLIMITED) 13 October 1981 (1981-10-13) description, column 2, line 27 to column 4, line 26, and figures 1 and 2	1-5
A	US 4294323 A (CRYOGENICS UNLIMITED) 13 October 1981 (1981-10-13) description, column 2, line 27 to column 4, line 26, and figures 1 and 2	6

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

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"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)
"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
"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
"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
"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
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
12 April 2019	**08 May 2019**
Name and mailing address of the ISA/CN **China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)** **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088** **China** Facsimile No. **(86-10)62019451**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2019/076342

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 102003360 A (LIN, Maosen) 06 April 2011 (2011-04-06) description, paragraphs71-141, and figure 1	1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2019/076342

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 104389648 A	04 March 2015	CN 104389648 B	24 February 2016
JP 2003120218 A	23 April 2003	None	
CN 101158294 A	09 April 2008	CN 101158294 B	11 May 2011
US 4294323 A	13 October 1981	None	
CN 102003360 A	06 April 2011	None	

国际检索报告

国际申请号 PCT/CN2019/076342

A. 主题的分类

F01K 25/10(2006.01)i; F01D 15/10(2006.01)i; F28D 7/08(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)

F01K, F01D, F28D

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））

SIPOABS,DWPI,CNABS,CNKI:液氮，膨胀机，涡轮，换热，热交换，传感器，阀，liquefied,liquid,nitrogen, expander,turbine,exchange,sensor,valve

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
X	CN 104389648 A (同济大学) 2015年 3月 4日 (2015-03-04) 说明书第39-54段，图1-2	1-5
A	CN 104389648 A (同济大学) 2015年 3月 4日 (2015-03-04) 说明书第39-54段，图1-2	6
X	JP 2003120218 A (SAKAMAKI TADASHI) 2003年 4月 23日 (2003-04-23) 说明书第0007-0021段，图1	1-5
A	JP 2003120218 A (SAKAMAKI TADASHI) 2003年 4月 23日 (2003-04-23) 说明书第0007-0021段，图1	6
X	CN 101158294 A (林世鸿 等) 2008年 4月 9日 (2008-04-09) 说明书第3页，图1-2	1-5
A	CN 101158294 A (林世鸿 等) 2008年 4月 9日 (2008-04-09) 说明书第3页，图1-2	6
X	US 4294323 A (CRYOGENICS UNLIMITED) 1981年 10月 13日 (1981-10-13) 说明书第2栏第27行至第4栏第26行，图1-2	1-5
A	US 4294323 A (CRYOGENICS UNLIMITED) 1981年 10月 13日 (1981-10-13) 说明书第2栏第27行至第4栏第26行，图1-2	6

☑ 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	国际检索报告邮寄日期
2019年 4月 12日	2019年 5月 8日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451	受权官员 刘亚妮 电话号码 86-(10)-62085290

表 PCT/ISA/210 (第2页) (2015年1月)

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2019/076342

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
X	CN 102003360 A (林茂森) 2011年 4月 6日 (2011 - 04 - 06) 说明书第71-141段，图1	1-5

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2019/076342

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	104389648	A	2015年 3月 4日	CN	104389648	B	2016年 2月 24日
JP	2003120218	A	2003年 4月 23日		无		
CN	101158294	A	2008年 4月 9日	CN	101158294	B	2011年 5月 11日
US	4294323	A	1981年 10月 13日		无		
CN	102003360	A	2011年 4月 6日		无		