



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104019579 B

(45) 授权公告日 2016. 02. 03

(21) 申请号 201410256899. 3

(22) 申请日 2014. 06. 10

(73) 专利权人 中国科学院理化技术研究所  
地址 100190 北京市海淀区中关村东路 29 号

(72) 发明人 公茂琼 程遼炜 邹鑫 吴剑峰

(74) 专利代理机构 北京方安思达知识产权代理有限公司 11472  
代理人 王宇杨 王敬波

(56) 对比文件

CN 101418997 A, 2009. 04. 29,  
CN 101737998 A, 2010. 06. 16,  
CN 102155815 A, 2011. 08. 17,  
JP 特开 2004-77097 A, 2004. 03. 11,  
JP 特开 2005-37090 A, 2005. 02. 10,

审查员 郭静

(51) Int. Cl.

F25B 27/02(2006. 01)

F25B 19/02(2006. 01)

F25B 41/00(2006. 01)

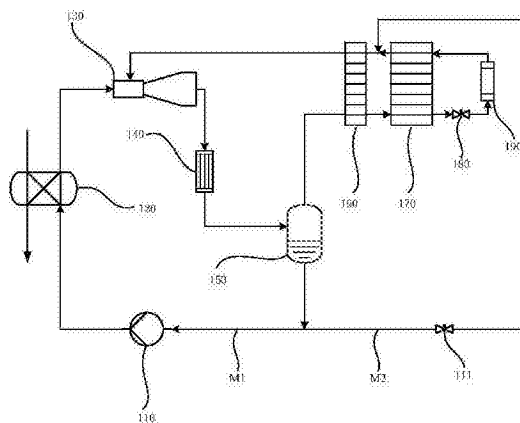
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

利用余热驱动引射器的混合工质低温制冷循环系统

(57) 摘要

一种利用余热驱动引射器的混合工质低温制冷循环系统,包括驱动泵、蒸汽发生器、引射器、冷凝器、气液分离器、第一回热换热器、第二回热换热器、第一节流阀和蒸发器;混合工质液相组分经泵增压后进入蒸汽发生器成为高温高压气体,再进入引射器引射混合工质节流制冷流体;然后进入冷凝器,冷却为汽液两相流体,经气液分离器分离后气相组分进入回热换热器节流阀后产生低温,在蒸发器吸热后再进入回热换热器复温后被引射器引射;液相工质分两股,一股节流后进回热换热器提供预冷,与气相工质混合后被引射器引射,另一股进泵被增压,作引射流体完成循环。本发明完全利用余热产生高温高压蒸汽,驱动引射器引射节流后的工质,以实现高效节能低温制冷。



1. 一种利用余热驱动引射器的混合工质低温制冷循环系统,其包括驱动泵、蒸汽发生器、引射器、冷凝器、气液分离器、第一回热换热器、第二回热换热器、第一节流阀和蒸发器;

所述蒸汽发生器由工业余热、地热或太阳能驱动,混合工质在蒸汽发生器中被加热形成蒸汽;

所述驱动泵出口与所述蒸汽发生器入口连接,所述蒸汽发生器出口连接所述引射器高压入口,所述引射器出口连接所述冷凝器入口,所述冷凝器出口与所述气液分离器入口连接,所述气液分离器气体出口连接所述第一回热换热器高压入口,所述第一回热换热器高压出口与所述第二回热换热器高压入口连接,所述第二回热换热器高压出口通过第一节流阀连接所述蒸发器入口,所述蒸发器出口连接所述第二回热换热器低压入口,所述第二回热换热器低压出口连接所述第一回热换热器低压入口,所述第一回热换热器低压出口与所述引射器低压入口连接以形成第一循环回路;

所述气液分离器液体出口分成第一液体出口支路及第二液体出口支路;

所述第一液体出口支路连接所述驱动泵入口,连同依次连通于驱动泵出口的蒸汽发生器、引射器、冷凝器和气液分离器形成第二循环回路;

所述第二液体出口支路通过所述第二节流阀连接所述第一回热换热器低压入口,连同依次连通于第一回热换热器出口的引射器、冷凝器和气液分离器形成第三循环回路。

2. 按权利要求 1 所述的利用余热驱动引射器的混合工质低温制冷循环系统,其特征在于,还包括第三回热换热器,所述第三回热换热器高压入口与所述驱动泵出口相连,所述第三回热换热器高压出口与所述蒸汽发生器入口连接;所述第三回热换热器低压入口与所述引射器出口相连,所述第三回热换热器低压出口与所述冷凝器入口相连接。

3. 按权利要求 2 所述的利用余热驱动引射器的混合工质低温制冷循环系统,其特征在于,还进一步包括第四回热换热器,所述第四回热换热器高压入口与所述冷凝器出口相连,所述第四回热换热器高压出口与所述气液分离器气体入口相连接;所述第四回热换热器低压入口与所述第一回热换热器低压出口相连接,所述第四回热换热器低压出口与所述引射器低压入口相连接。

4. 一种利用余热驱动引射器的混合工质低温制冷循环系统,其包括驱动泵、蒸汽发生器、引射器、冷凝器、气液分离器、第一回热换热器、第二回热换热器、第一节流阀和蒸发器;

所述蒸汽发生器由工业余热、地热或太阳能驱动,混合工质在蒸汽发生器中被加热形成蒸汽;

所述驱动泵出口与所述蒸汽发生器入口连接,所述蒸汽发生器出口连接所述引射器高压入口,所述引射器出口连接所述冷凝器入口,所述冷凝器出口与所述气液分离器入口连接,所述气液分离器气体出口连接所述第一回热换热器高压入口,所述第一回热换热器高压出口与所述第二回热换热器高压入口连接,所述第二回热换热器高压出口通过第一节流阀连接所述蒸发器入口,所述蒸发器出口连接所述第二回热换热器低压入口,所述第二回热换热器低压出口连接所述第一回热换热器低压入口,所述第一回热换热器低压出口与所述引射器低压入口连接以形成第一循环回路;

所述气液分离器液体出口分成第一液体出口支路及第二液体出口支路;

所述第一液体出口支路连接所述驱动泵入口,连同依次连通于驱动泵出口的蒸汽发生器、引射器、冷凝器和气液分离器形成第二循环回路;

所述第二液体出口支路连接第一回热换热器的第二高压入口,第一回热换热器的第二高压出口通过所述第二节流阀与所述第一回热换热器低压入口连接,连同依次连通于第一回热换热器低压出口的引射器、冷凝器和气液分离器形成第三循环回路。

5. 按权利要求 4 所述的利用余热驱动引射器的混合工质低温制冷循环系统,其特征在于,还包括第三回热换热器,所述第三回热换热器高压入口连接所述驱动泵出口,所述第三回热换热器高压出口与所述蒸汽发生器入口连接;所述第三回热换热器低压入口连接所述引射器出口,所述第三回热换热器低压出口与所述冷凝器入口连接。

6. 按权利要求 5 所述的利用余热驱动引射器的混合工质低温制冷循环系统,其特征在于,还进一步包括第四回热换热器,所述第四回热换热器高压入口连接所述冷凝器出口,所述第四回热换热器高压出口与所述气液分离器入口连接;所述第四回热换热器低压入口连接所述第一回热换热器低压出口,所述第四回热换热器低压出口与所述引射器低压入口连接。

## 利用余热驱动引射器的混合工质低温制冷循环系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及混合工质节流制冷领域,特别涉及一种利用余热驱动引射器的混合工质低温制冷循环系统。

### 背景技术

[0002] 引射器是利用射流的紊动扩散作用,使不同压力的两股流体相互混合并进行能量交换的流体设备。利用引射器的引射制冷机是一种低品位能源驱动的制冷机,清洁环保,与传统蒸汽压缩式制冷相比,引射制冷不需要电驱动压缩机,可利用余热、太阳能等,节能效果显著。与同样利用热能驱动的吸收式制冷相比,引射制冷结构简单,制冷温度更低,有更高的低品位能源利用效率。

[0003] 常规引射制冷采用单一制冷剂或近共沸制冷剂,应用于普冷领域。现有技术中带有引射器的混合工质自复叠低温制冷循环系统,如专利 200610104937.9,带有压缩机,利用气液分离器分离液相引射蒸发器后的蒸汽,提升压缩机入口压力,降低压缩机压比,进而减小压缩机功耗,而本发明专利的系统不含压缩机,可利用余热驱动。专利 200910064001.1 所发明的一种引射式低温制冷机,可利用低品位能源获得低温冷量,该发明的系统含有精馏塔,三个节流阀及三个引射器,构成部件多,流程复杂。

### 发明内容

[0004] 本发明目的在于提供一种利用余热驱动引射器的混合工质低温制冷循环系统。

[0005] 实现本发明的第一种技术方案如下:

[0006] 本发明提供的利用余热驱动引射器的混合工质低温制冷循环系统,其包括驱动泵 110、蒸汽发生器 120、引射器 130、冷凝器 140、气液分离器 150、第一回热换热器 160、第二回热换热器 170、第一节流阀 180 和蒸发器 190;

[0007] 所述蒸汽发生器 120 由工业余热、地热或太阳能驱动,混合工质在蒸汽发生器 120 中被加热形成蒸汽;

[0008] 所述驱动泵 110 出口与所述蒸汽发生器 120 入口连接,所述蒸汽发生器 120 出口连接所述引射器 130 高压入口,所述引射器 130 出口连接所述冷凝器 140 入口,所述冷凝器 140 出口与所述气液分离器 150 入口连接,所述气液分离器 150 气体出口连接所述第一回热换热器 160 高压入口,所述第一回热换热器 160 高压出口与所述第二回热换热器 170 高压入口连接,所述第二回热换热器 170 高压出口通过第一节流阀 180 连接所述蒸发器 190 入口,所述蒸发器 190 出口连接所述第二回热换热器 170 低压入口,所述第二回热换热器 170 低压出口连接所述第一回热换热器 160 低压入口,所述第一回热换热器 170 低压出口与所述引射器 130 低压入口连接以形成第一循环回路;

[0009] 所述气液分离器 150 液体出口分成第一液体出口支路 M1 及第二液体出口支路 M2;

[0010] 所述第一液体出口支路 M1 连接所述驱动泵 110 入口,连同依次连通于驱动泵 110

出口的蒸汽发生器 120、引射器 130、冷凝器 140 和气液分离器 150 形成第二循环回路；

[0011] 所述第二液体出口支路 M2 通过所述第二节流阀 111 连接所述第一回热换热器 160 低压入口，连同依次连通于第一回热换热器 160 出口的引射器 130、冷凝器 140 和气液分离器 150 形成第三循环回路。

[0012] 本发明的利用余热驱动引射器的混合工质低温制冷循环系统，还可包括第三回热换热器 112，所述第三回热换热器 112 高压入口与所述驱动泵 110 出口相连，所述第三回热换热器 112 高压出口与所述蒸汽发生器 120 入口连接；所述第三回热换热器 112 低压入口与所述引射器 130 出口相连，所述第三回热换热器 112 低压出口与所述冷凝器 140 入口相连接。

[0013] 本发明的利用余热驱动引射器的混合工质低温制冷循环系统，还可进一步包括第四回热换热器 113，所述第四回热换热器 113 高压入口与所述冷凝器 140 出口相连，所述第四回热换热器 113 高压出口与所述气液分离器 150 气体入口相连接；所述第四回热换热器 113 低压入口与所述第一回热换热器 160 低压出口相连接，所述第四回热换热器 113 低压出口与所述引射器 130 低压入口相连接。

[0014] 实现本发明的第二种技术方案如下：

[0015] 本发明提供的利用余热驱动引射器的混合工质低温制冷循环系统，其包括驱动泵 110、蒸汽发生器 120、引射器 130、冷凝器 140、气液分离器 150、第一回热换热器 160、第二回热换热器 170、第一节流阀 180 和蒸发器 190；

[0016] 所述蒸汽发生器 120 由工业余热、地热或太阳能驱动，混合工质在蒸汽发生器 120 中被加热形成蒸汽；

[0017] 所述驱动泵 110 出口与所述蒸汽发生器 120 入口连接，所述蒸汽发生器 120 出口连接所述引射器 130 高压入口，所述引射器 130 出口连接所述冷凝器 140 入口，所述冷凝器 140 出口与所述气液分离器 150 入口连接，所述气液分离器 150 气体出口连接所述第一回热换热器 160 高压入口，所述第一回热换热器 160 高压出口与所述第二回热换热器 170 高压入口连接，所述第二回热换热器 170 高压出口通过第一节流阀 180 连接所述蒸发器 190 入口，所述蒸发器 190 出口连接所述第二回热换热器 170 低压入口，所述第二回热换热器 170 低压出口连接所述第一回热换热器 160 低压入口，所述第一回热换热器 170 低压出口与所述引射器 130 低压入口连接以形成第一循环回路；

[0018] 所述气液分离器 150 液体出口分成第一液体出口支路 M1 及第二液体出口支路 M2；

[0019] 所述第一液体出口支路 M1 连接所述驱动泵 110 入口，连同依次连通于驱动泵 110 出口的蒸汽发生器 120、引射器 130、冷凝器 140 和气液分离器 150 形成第二循环回路；

[0020] 所述第二液体出口支路 M2 连接第一回热换热器 160 的第二高压入口，第一回热换热器 160 的第二高压出口通过所述第二节流阀 111 与所述第一回热换热器 160 低压入口连接，连同依次连通于第一回热换热器 160 低压出口的引射器 130、冷凝器 140 和气液分离器 150 形成第三循环回路。

[0021] 本发明的利用余热驱动引射器的混合工质低温制冷循环系统，还可包括第三回热换热器 112，所述第三回热换热器 112 高压入口连接所述驱动泵 110 出口，所述第三回热换热器 112 高压出口与所述蒸汽发生器 120 入口连接；所述第三回热换热器 112 低压入口连

接所述引射器 130 出口,所述第三回热换热器 112 低压出口与所述冷凝器 140 入口连接。

[0022] 本发明的利用余热驱动引射器的混合工质低温制冷循环系统,还可进一步包括第四回热换热器 113,所述第四回热换热器 113 高压入口连接所述冷凝器 140 出口,所述第四回热换热器 113 高压出口与所述气液分离器 150 入口连接;所述第四回热换热器 113 低压入口连接所述第一回热换热器 160 低压出口,所述第四回热换热器 113 低压出口与所述引射器 130 低压入口连接。

[0023] 本发明所使用的混合工质可为 HCFC、HFC 或 HC 类制冷剂。

[0024] 本发明的利用余热驱动引射器的混合工质低温制冷循环系统,通过蒸汽发生器出口的高压高沸点工质气体引射来自回热换热器的低压气态混合工质,经引射提高压力的混合工质在冷凝器中冷凝,冷凝后的工质在气液分离器中分离成两相,气相工质经回热换热器冷却后节流获得较低的制冷温度,为蒸发器提供低温,再经回热换热器回热后作为引射流体进入引射器;液相为高沸点工质,分为两部分,一部分节流后进入回热换热器低压通道,为换热器提供较高温区的冷量,而另一部分通过泵提升压力,经蒸汽发生器气化后作为工作流体进入引射器。

[0025] 本发明利用引射器替代压缩机用于驱动混合工质节流制冷循环,能有效利用低品位热源,如太阳能,工业废热等获得比传统引射制冷更低的制冷温度。特别适合用于既有低温制冷要求又有低温余热的场合,系统节能效果明显;本发明通过增加回热器将引射后的混合中压流体在进入冷凝器前与泵后的流体进行回热,减少蒸汽发生器内热量消耗;将气液分离器分离后作为预冷的流体,在回热换热器内过冷后再节流,减少节流过程不可逆损失,提高能源利用率。

## 附图说明

[0026] 图 1 为本发明实施例 1 的原理及结构示意图;

[0027] 图 2 为本发明实施例 2 的原理及结构示意图;

[0028] 图 3 为本发明实施例 3 的原理及结构示意图;

[0029] 图 4 为本发明实施例 4 的原理及结构示意图;

[0030] 图 5 为本发明实施例 5 的原理及结构示意图;

[0031] 图 6 为本发明实施例 6 的原理及结构示意图。

## 具体实施方式

[0032] 下面结合附图及实施例进行进一步说明本发明:

[0033] 实施例 1

[0034] 图 1 为本发明的利用余热驱动引射器的混合工质低温制冷循环系统第一种技术方案的一个实施例;如图 1 所示,本实施例的利用余热驱动引射器的混合工质低温制冷循环系统,其包括驱动泵 110、蒸汽发生器 120、引射器 130、冷凝器 140、气液分离器 150、第一回热换热器 160、第二回热换热器 170、第一节流阀 180 和蒸发器 190;所述蒸汽发生器由工业余热驱动,混合工质在其中被加热;

[0035] 所述驱动泵 110 出口与所述蒸汽发生器 120 入口连接,所述蒸汽发生器 120 出口连接所述引射器 130 高压入口,所述引射器 130 出口连接所述冷凝器 140 入口,所述冷凝器

140 出口与所述气液分离器 150 入口连接,所述气液分离器 150 气体出口连接所述第一回热换热器 160 高压入口,所述第一回热换热器 160 高压出口与所述第二回热换热器 170 高压入口连接,所述第二回热换热器 170 高压出口通过第一节流阀 180 连接所述蒸发器 190 入口,所述蒸发器 190 出口连接所述第二回热换热器 170 低压入口,所述第二回热换热器 170 低压出口连接所述第一回热换热器 160 低压入口,所述第一回热换热器 170 低压出口与所述引射器 130 低压入口连接以形成第一循环回路;

[0036] 所述气液分离器 150 液体出口分成第一液体出口支路 M1 及第二液体出口支路 M2; 所述第一液体出口支路 M1 连接所述驱动泵 110 入口,连同依次连通于驱动泵 110 出口的蒸汽发生器 120、引射器 130、冷凝器 140 和气液分离器 150 形成第二循环回路;所述第二液体出口支路 M2 通过所述第二节流阀 111 连接所述第一回热换热器 160 低压入口,连同依次连通于第一回热换热器 160 出口的引射器 130、冷凝器 140 和气液分离器 150 形成第三循环回路。

[0037] 其工作流程如下:经增压泵 110 增压后的液相混合工质在蒸汽发生器 120 中由余热加热气化,成为高温高压的气态混合工质,然后作为高压流体进入引射器 130,与低压流体混合后离开引射器,进入冷凝器 140 中部分冷凝,然后在气液分离器 150 分离成气液两相。气液分离器气相混合工质依次流过第一回热换热器及第二回热换热器的高压通道,温度降低后在第一节流阀 180 中节流,节流后压力、温度降低,进入蒸发器 190 提供冷量后进入第二回热换热器及第一回热换热器,冷却高压工质,自身温度升高,进入引射器的低压入口,完成循环。气液分离器底部的液相混合工质一部分去增压泵增压,另一部分经第二节流阀节流后进入第一回热换热器低压入口,与来自第二回热换热器低压出口的混合工质混合,一同为第一回热换热器高压工质提供冷量,再进入引射器低压入口完成循环。

[0038] 实施例 2

[0039] 图 2 为本发明第一种技术方案的另一实施例;该实施例与实施例 1 的不同之处在于,还包括第三回热换热器 112,所述第三回热换热器 112 高压入口与所述驱动泵 110 出口相连,所述第三回热换热器 112 高压出口与所述蒸汽发生器 120 入口连接;所述第三回热换热器 112 低压入口与所述引射器 130 出口相连,所述第三回热换热器 112 低压出口与所述冷凝器 140 入口相连接。

[0040] 本实施例其余部分与实施例 1 相同;本实施例 2 与实施例 1 相比增加了一个第三回热换热器 112,利用引射器 130 出口工质的热量加热增压驱动泵 110 出口流体,提高了能源利用效率。

[0041] 实施例 3

[0042] 图 3 为本发明第一种技术方案的再一实施例;本实施例 3 在实施例 2 的基础上又增加了第四回热换热器 113,所述第四回热换热器 113 高压入口与所述冷凝器 140 出口相连,所述第四回热换热器 113 高压出口与所述气液分离器 150 气体入口相连接;所述第四回热换热器 113 低压入口与所述第一回热换热器 160 低压出口相连接,所述第四回热换热器 113 低压出口与所述引射器 130 低压入口相连接。

[0043] 本实施例其余部分与实施例 2 相同;本实施例 3 与实施例 2 相比又增加了一个第四回热换热器 113,利用第一回热器低压出口的工质冷却进入气液分离器的流体,降低分离温度,使液相中含有更多的中沸点工质,可在同样的发生温度下获得更高的引射器工作压

力,提高系统效率。

#### [0044] 实施例 4

[0045] 图 4 为本发明第二种技术方案的一个实施例;一种利用余热驱动引射器的混合工质低温制冷循环系统,其包括驱动泵 110、蒸汽发生器 120、引射器 130、冷凝器 140、气液分离器 150、第一回热换热器 160、第二回热换热器 170、第一节流阀 180 和蒸发器 190;

[0046] 所述蒸汽发生器由太阳能驱动,混合工质在其中被加热;

[0047] 所述驱动泵 110 出口与所述蒸汽发生器 120 入口连接,所述蒸汽发生器 120 出口连接所述引射器 130 高压入口,所述引射器 130 出口连接所述冷凝器 140 入口,所述冷凝器 140 出口与所述气液分离器 150 气体入口连接,所述气液分离器 150 气体出口连接所述第一回热换热器 160 第一高压入口,所述第一回热换热器 160 第一高压出口与所述第二回热换热器 170 高压入口连接,所述第二回热换热器 170 高压出口通过第一节流阀 180 连接所述蒸发器 190 入口,所述蒸发器 190 出口连接所述第二回热换热器 170 低压入口,所述第二回热换热器 170 低压出口连接所述第一回热换热器 160 低压入口,所述第一回热换热器 160 低压出口与所述引射器 130 低压入口连接以形成第一循环回路;

[0048] 所述气液分离器 150 液体出口分成第一液体出口支路 M1 及第二液体出口支路 M2;

[0049] 所述第一液体出口支路 M1 连接所述驱动泵 110 入口,连同依次连通于驱动泵 110 出口的蒸汽发生器 120、引射器 130、冷凝器 140 和气液分离器 150 形成第二循环回路;

[0050] 所述第二液体出口支路 M2 连接第一回热换热器 160 第二高压入口,第一回热换热器 160 第二高压出口通过所述第二节流阀 111 与所述第一回热换热器 160 低压入口连接,连同依次连通于第一回热换热器 160 低压出口的引射器 130、冷凝器 140 和气液分离器 150 入口形成第三循环回路。

[0051] 本实施例 4 与实施例 1 的不同之处在于第一回热换热器 160 含有三股流道,气液分离器 150 的第二液体出口支路 M2 连接第一回热换热器 160 的第三入口,其第三出口连接至第二节流阀 111。

[0052] 本实施例其余部分与实施例 1 相同;本实施例中第二液体出口支路 M2 的工质在进入节流阀之前先在第一回热换热器 160 中得到过冷后再节流,可减小节流过程不可逆损失,提高系统能源利用率。

#### [0053] 实施例 5

[0054] 图 5 为本发明第二种技术的另一实施例;该实施例与实施例 4 的不同之处在于,还包括第三回热换热器 112,所述第三回热换热器 112 高压入口与所述驱动泵 110 出口相连,所述第三回热换热器 112 高压出口与所述蒸汽发生器 120 入口连接;所述第三回热换热器 112 低压入口与所述引射器 130 出口相连,所述第三回热换热器 112 低压出口与所述冷凝器 140 入口相连接。

[0055] 本实施例其余部分与实施例 4 相同;本实施例 5 与实施例 4 相比增加了一个第三回热换热器 112,利用引射器 130 出口工质的热量加热增压驱动泵 110 出口流体,提高了能源利用效率。

#### [0056] 实施例 6

[0057] 图 6 为本发明第二种技术的再一实施例;本实施例 6 在实施例 5 的基础上又



增加了第四回热换热器 113, 所述第四回热换热器 113 高压入口与所述冷凝器 140 出口相连, 所述第四回热换热器 113 高压出口与所述气液分离器 150 气体入口相连接; 所述第四回热换热器 113 低压入口与所述第一回热换热器 160 低压出口相连接, 所述第四回热换热器 113 低压出口与所述引射器 130 低压入口相连接。

[0058] 本实施例其余部分与实施例 5 相同; 本实施例 6 与实施例 5 相比又增加了一个第四回热换热器 113, 利用第一回热器低压出口的工质冷却进入气液分离器的流体, 降低分离温度, 使液相中含有更多的中沸点工质, 可在同样的发生温度下获得更高的引射器工作压力, 提高系统效率。

[0059] 实施例中所用的混合工质可为 HCFC、HFC 或 HC 类制冷剂。

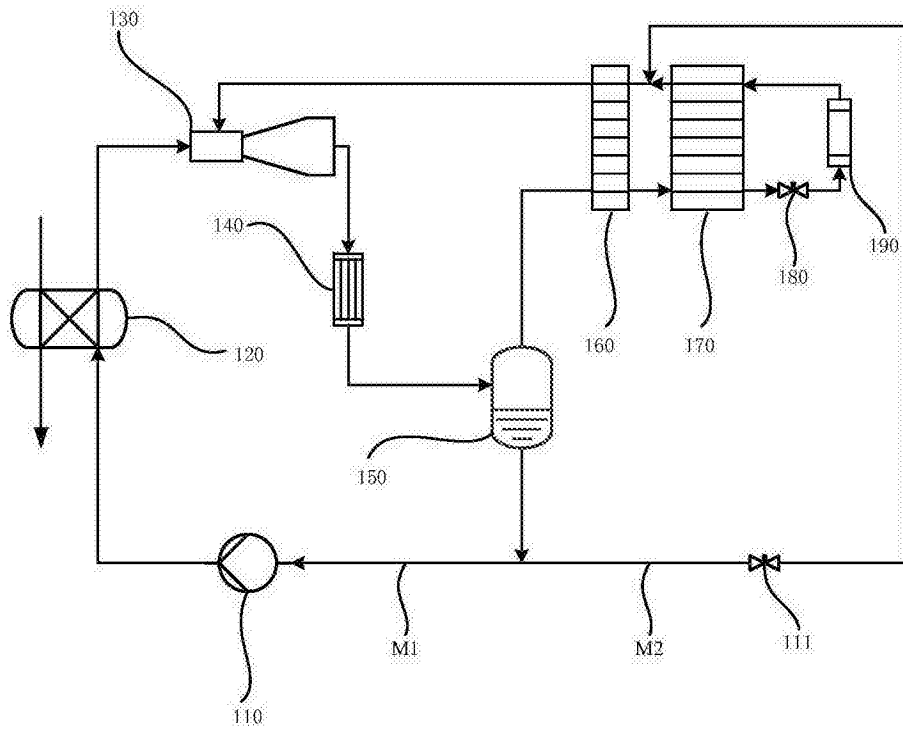


图 1

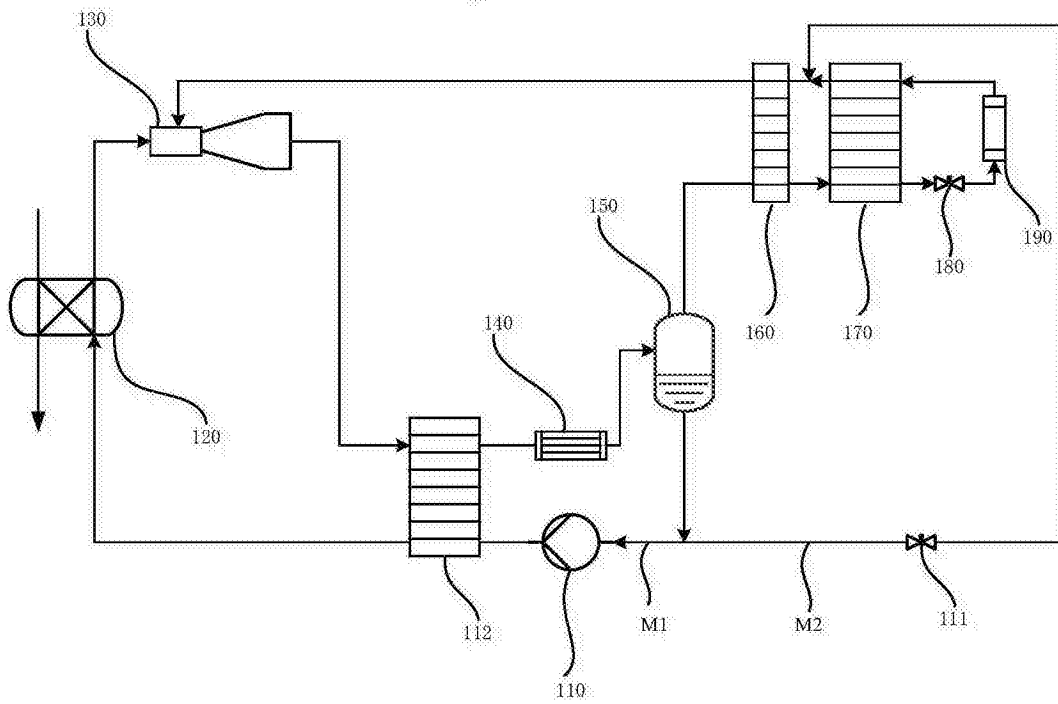


图 2

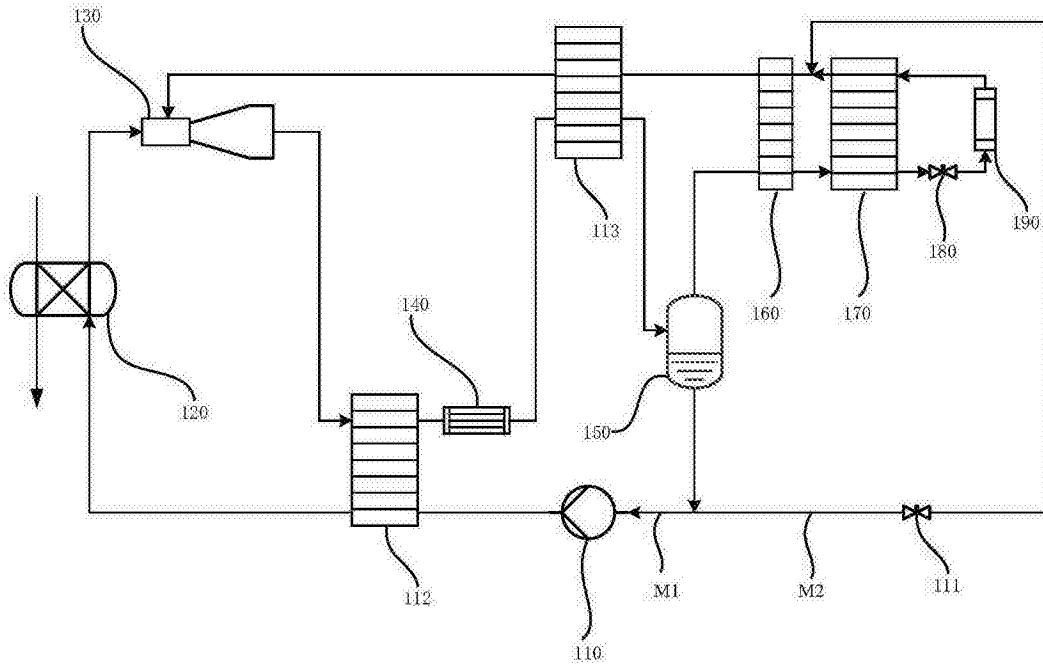


图 3

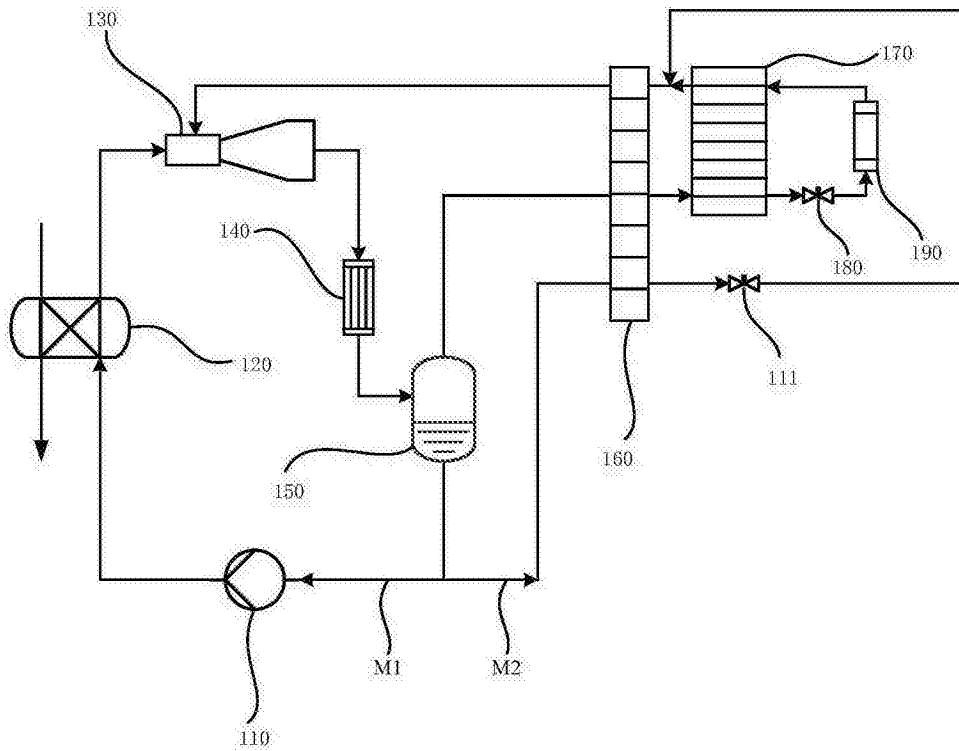


图 4

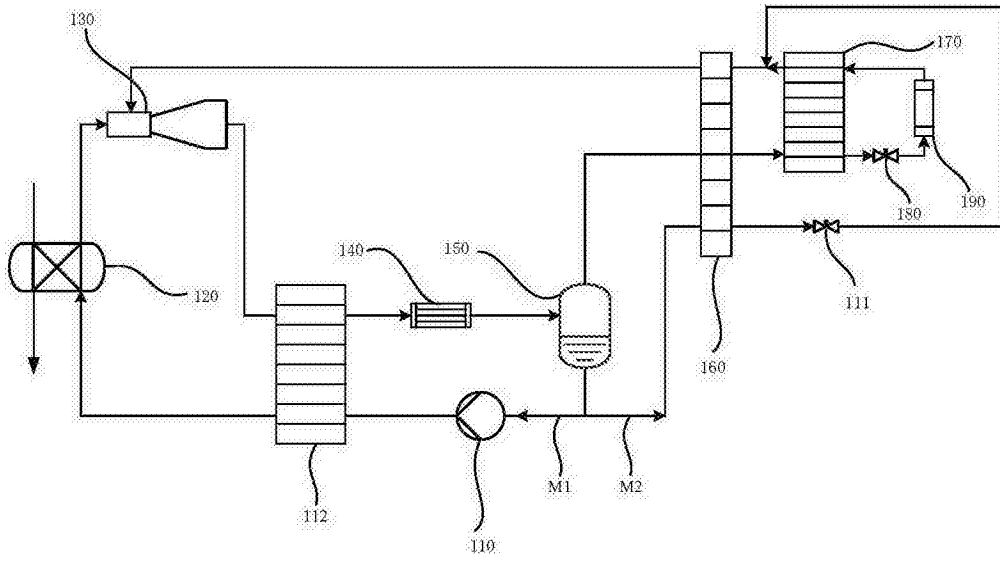


图 5

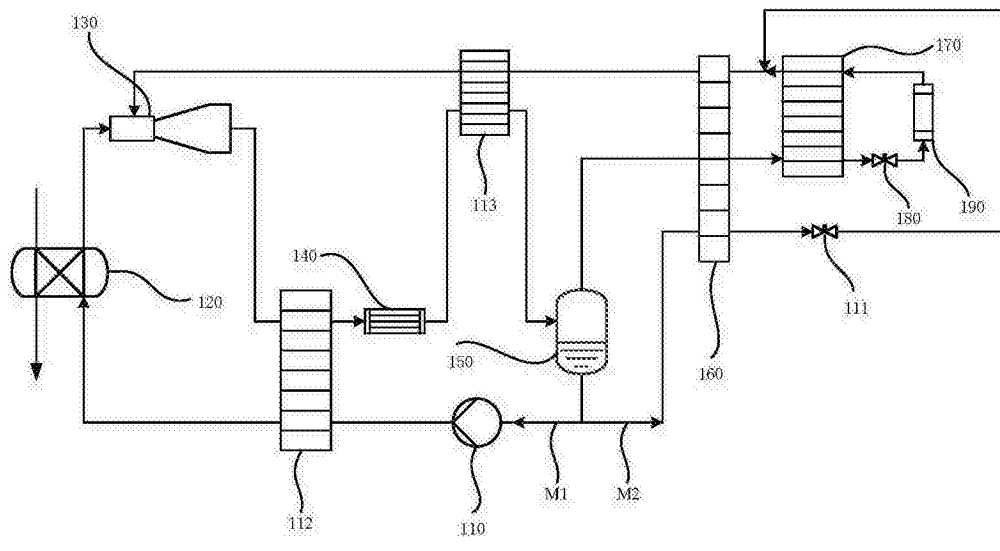


图 6