



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106133300 B

(45)授权公告日 2020.05.05

(21)申请号 201580006606.9

(73)专利权人 诺沃皮尼奥内股份有限公司

(22)申请日 2015.01.27

地址 意大利佛罗伦萨

(65)同一申请的已公布的文献号

(72)发明人 L.托纳雷利 R.巴加利 F.巴法

申请公布号 CN 106133300 A

M.桑蒂尼

(43)申请公布日 2016.11.16

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

(30)优先权数据

代理人 严志军 肖日松

FI2014A000017 2014.01.29 IT

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

(51)Int.CI.

2016.07.29

F02G 1/04(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

审查员 张磊洋

PCT/EP2015/051559 2015.01.27

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/113951 EN 2015.08.06

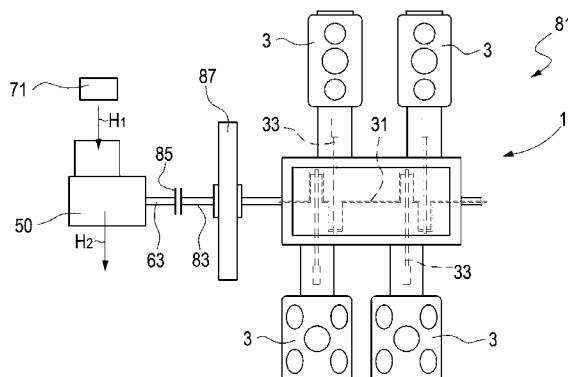
权利要求书2页 说明书8页 附图7页

(54)发明名称

具有斯特林发动机的压缩机组

(57)摘要

用于驱动往复式压缩机的系统包括具有曲柄轴(31)的往复式压缩机(1)。斯特林发动机(50)驱动地连接于往复式压缩机(1)的曲柄轴(31)。热量源(71)，例如废热量源，对斯特林发动机的热端部提供热量。热量被部分地转换成机械功率以驱动往复式压缩机(1)。



1. 一种用于驱动往复式压缩机的系统,其包括:

往复式压缩机(1),其具有至少一个缸(3)、能够在所述缸(3)中滑动地移动的活塞(7)、用于在所述缸(3)中移动所述活塞(7)的曲柄轴(31);

斯特林发动机(50),其具有热端部、冷端部、和输出轴(63);

第一驱动连接件(83;107),其在所述斯特林发动机的输出轴(63)与所述往复式压缩机(1)的曲柄轴(31)之间;

热量源(71),其布置且构造成用于对所述斯特林发动机(50)的热端部提供热量;

电动机器(97);

第二驱动连接件(99),其在所述电动机器(97)与所述往复式压缩机(1)的曲柄轴(31)之间;

可变频率驱动器(103),所述电动机器(97)通过所述可变频率驱动器(103)连接于电功率分配网络(G),以及

往复式内燃发动机(105)、在所述往复式内燃发动机(105)与所述曲柄轴(31)之间的驱动连接件(115)、以及热量转移布置(117),所述热量转移布置(117)用于将废热量从所述往复式内燃发动机(105)转移至所述斯特林发动机(50)的热端部,所述斯特林发动机(50)将所述废热量的至少一部分转换成可在其输出轴上获得的有用机械功率。

2. 根据权利要求1所述的系统,还包括补充驱动器(91)和在所述补充驱动器(91)与所述往复式压缩机(1)之间的驱动连接件(93),其中所述补充驱动器(91)在所述斯特林发动机(50)的相对侧与所述往复式压缩机连接,以对所述往复式压缩机(1)提供补充功率。

3. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述斯特林发动机(50)的输出轴(63)的旋转速度和所述往复式压缩机(1)的曲柄轴(31)的旋转速度是基本上相等的。

4. 根据权利要求1所述的系统,还包括离合器(85;111、109),所述离合器(85;111、109)布置在所述斯特林发动机(50)的输出轴(63)与所述往复式压缩机(1)的曲柄轴(31)之间。

5. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述电动机器(97)的旋转速度和所述往复式压缩机(1)的旋转速度是基本上相等的。

6. 根据权利要求5所述的系统,其中,当所述电动机器(97)和所述斯特林发动机(50)二者驱动地连接于所述往复式压缩机(1)时,所述电动机器(97)的旋转速度和所述斯特林发动机(50)的输出轴(63)的旋转速度是基本上相等的。

7. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述电动机器(97)是可逆电动机器,构造成用于选择性地以马达模式或以发电机模式操作。

8. 根据权利要求1所述的系统,还包括在所述电动机器(97)与所述往复式压缩机(1)之间的离合器(101)。

9. 根据权利要求1所述的系统,还包括在所述电动机器(97)与所述斯特林发动机(50)之间的离合器(109)。

10. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述往复式压缩机(1)布置在所述斯特林发动机(50)与所述电动机器(97)之间。

11. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述往复式压缩机(1)通过以下而被选择性地供能:

仅由所述电动机器(97)生成的机械功率;或

仅由所述斯特林发动机(50)生成的机械功率;或  
由所述斯特林发动机(50)和所述电动机器(97)生成的组合功率。

12.根据权利要求1所述的系统,其中,所述电动机器(97)受控且构造成用于以发电机模式操作,且将过剩的机械功率转换成有用的电功率。

13.根据权利要求1所述的系统,其中,所述电动机器(97)构造且布置成作为用于所述斯特林发动机(50)的启动器来操作。

14.一种用于驱动往复式压缩机(1)的方法,包括下列步骤:

提供往复式压缩机(1),所述往复式压缩机(1)具有至少一个缸(3)、能够在所述缸(3)中滑动地移动的活塞(7)、用于在所述缸(3)中移动所述活塞(7)的曲柄轴(31);

提供具有热端部、冷端部、和输出轴(63)的斯特林发动机(50);

提供电动机器(97)和在所述电动机器(97)与所述往复式压缩机(1)的曲柄轴(31)之间的驱动连接件(99),所述电动机器(97)通过可变频率驱动器(103)连接于电功率分配网络(G);

将所述斯特林发动机(50)的输出轴(63)驱动地连接于所述往复式压缩机(1)的曲柄轴(31);

对所述斯特林发动机(50)的热端部提供热能,且通过所述斯特林发动机(50)将所述热能部分地转换成机械功率;

将所述机械功率应用至所述往复式压缩机(1)的曲柄轴(31);以及

提供往复式内燃发动机(105)和在所述往复式内燃发动机(105)与所述曲柄轴(31)之间的驱动连接件(115);操作所述内燃发动机(105);在所述斯特林发动机(50)中将来自所述内燃发动机(105)的废热量转换成机械功率。

15.根据权利要求14所述的方法,还包括下列步骤:提供补充驱动器(91)和在所述补充驱动器(91)与所述往复式压缩机(1)之间的驱动连接件(93),其中将所述补充驱动器(91)布置在所述斯特林发动机(50)的相对侧与所述往复式压缩机连接且对所述往复式压缩机(1)提供补充功率。

16.根据权利要求14所述的方法,其中,所述斯特林发动机(50)的输出轴(63)的旋转速度和所述往复式压缩机(1)的曲柄轴(31)的旋转速度是基本上相等的。

17.根据权利要求14所述的方法,包括驱动地连接所述电动机器(97)和所述往复式压缩机(1)的曲柄轴(31)且使所述曲柄轴(31)和所述电动机器(97)以相同的旋转速度旋转。

18.根据权利要求14所述的方法,还包括以辅助机构模式操作所述电动机器(97)和将由所述电动机器(97)生成的附加机械功率补充至所述往复式压缩机(1)的曲柄轴(31)的步骤。

19.根据权利要求14所述的方法,包括以发电机模式操作所述电动机器(97)和将来自所述斯特林发动机(50)的过剩的机械功率转换成电功率的步骤。

20.根据权利要求14所述的方法,还包括通过所述电动机器(97)来启动所述斯特林发动机(50)的步骤。

21.根据权利要求14所述的方法,包括将由所述往复式内燃发动机(105)生成的机械功率应用至所述往复式压缩机(1)的曲柄轴(31)的步骤。

## 具有斯特林发动机的压缩机组

### 技术领域

[0001] 本文中公开的主题涉及对用于驱动往复式压缩机的系统的改善。

### 背景技术

[0002] 往复式压缩机用在若干工业领域中以用于增加气体的压力。往复式压缩机的典型应用是在精炼厂，例如，在重整器、氢化裂解器和加氢处理器设备中。还可在聚合物工业中发现往复式压缩机的典型应用，以用于乙烯和衍生物的制造。

[0003] 往复式压缩机典型地由电动马达驱动，电动马达由来自电功率分配网络的电能供能。在一些已知的实施例中，往复式压缩机由内燃发动机（诸如往复式柴油发动机或奥托循环发动机（Otto engine））驱动。在其他装备中，蒸汽涡轮用于驱动往复式压缩机。因此通常需要大量的高品质能量以用于驱动压缩机。

### 发明内容

[0004] 应用往复式压缩机的工业场所通常产生废热量。本公开建议利用热量，具体而言低温热量和/或废热量，以降低对系统进行驱动的往复式压缩机的功率消耗量。

[0005] 根据本公开，提供用于驱动往复式压缩机的系统，其包括：

[0006] 往复式压缩机，其具有至少一个缸、能够在所述缸中滑动地移动的活塞、用于在所述缸中移动所述活塞的曲柄轴；

[0007] 斯特林发动机，其具有热端部、冷端部和输出轴；

[0008] 驱动连接件，其在斯特林发动机的输出轴与往复式压缩机的曲柄轴之间；

[0009] 热量源，其布置且构造成用于对斯特林发动机的热端部提供热量。

[0010] 往复式压缩机可为双效压缩机，且包括一个或更多个缸和滑动地布置在其中的活塞，活塞由曲柄轴驱动。活塞可经由相应的活塞杆和十字头而连接于曲柄轴。在优选实施例中，出于废热量回收（whr）目的，斯特林发动机利用来自热能源的废热量。

[0011] 在一些实施例中，可提供包括焚烧器的热量源，以用于焚烧燃料且对斯特林发动机提供热能。

[0012] 在一些实施例中，焚烧器可与废热量源结合。

[0013] 斯特林发动机和往复式压缩机能够机械地连接，以便它们以基本上相同的旋转速度旋转。齿轮箱可因此被省去，且系统的总体效率可改善。

[0014] 当可通过斯特林发动机获得的机械功率不足以驱动往复式压缩机时，可与斯特林发动机结合地提供补充驱动器，以提供补充机械功率。

[0015] 在一些实施例中，补充驱动器包括电动机器。优选地，电动机器是可逆电动机器，能够以发电机或以马达模式选择性地操作。当作为发电机操作时，电动机器将来自斯特林发动机的过剩的机械功率转换成电功率。当以马达模式操作时，电动机器可作为辅助机构操作，以补充机械功率来驱动往复式压缩机。在优选实施例中，电动机器是可变速度电动机器，其例如通过可变频率驱动器而连接于电功率分配网络。电动机器可作为启动器操作以

启动斯特林发动机。在其他实施例中,可提供分开的启动器。

[0016] 特征和实施例在下面公开,并且在形成本说明书的整体部分的所附权利要求中进一步得到阐述。上面的简要描述阐述了本发明的各种实施例的特征,以便可更好地理解随后的详细描述,且以便可更好地理解对本领域的当前贡献。当然,存在本发明的将在下文中描述并且其将在所附权利要求中提出的其他特征。在该方面中,在解释本发明的数个实施例之前,应当理解的是,本发明的各种实施例在它们的应用中不限于在下列描述中阐述或在附图中例示的构造的细节和构件的布置。本发明能够有其他实施例并且以各种方式实践和实现。此外,应当理解的是,在本文中采用的措词和用语用于说明的目的,并且不应认为是限制。

[0017] 因此,本领域技术人员将理解,本公开所基于的构思可易于用作用于设计用于实现本发明的若干目的的其他结构、方法、和/或系统的基础。因而,重要的是,权利要求认为包括这种等同构造,只要它们不脱离本发明的精神和范围。

## 附图说明

[0018] 将容易地获得本发明的公开实施例及其附带优点中的许多的更完全的理解,这是因为通过当结合附图考虑时参考下列详细描述,它们变得更好理解,在附图中:

- [0019] 图1A例示双效往复式压缩机的截面图;
- [0020] 图1B例示多缸往复式压缩机的示意顶部平面视图;
- [0021] 图2例示α类型斯特林发动机的截面示意图;
- [0022] 图3到8例示根据本公开的系统的各种实施例;
- [0023] 图9和10例示根据本公开的系统在精炼设备中的两个示范应用。

## 具体实施方式

[0024] 示范实施例的下列详细描述参照附图。不同附图中的相同参考标号标识相同或相似的元件。此外,附图不一定是按照比例绘制的。此外,下列详细描述不限制本发明。相反,本发明的范围是由所附权利要求限定的。

[0025] 贯穿说明书对“一个实施例”、或“实施例”、或“一些实施例”的参照指的是,联系实施例描述的具体特征、结构或特性包括在所公开的主题的至少一个实施例中。因此,短语“在一个实施例中”或“在实施例中”或“在一些实施例中”贯穿说明书在各种位置中的出现不一定指相同的实施例。此外,具体特征、结构或特性可以以任何合适的方式结合在一个或更多个实施例中。

[0026] 在图1A中示出双效往复式压缩机的截面图,其可用在根据本文中公开的主题的系统中。

[0027] 根据本公开的系统可包括一个或更多个往复式压缩机。在一些实施例中,使用双效往复式压缩机。参考图2,在一个实施例中,双效往复式压缩机1包括缸3,缸3具有容纳活塞7的内柱状腔5。活塞7根据双箭头f7在腔5内侧往复地移动。压缩机可包括多于一个的缸-活塞布置,活塞由公共的曲柄轴驱动。该活塞将缸3的腔5分离成两个室。

[0028] 腔5具有头端部和曲柄端部,它们可由相应的封闭元件9和11封闭。该封闭元件可被约束于柱状筒13。封闭元件11可设有通道,活塞杆15可延伸穿过该通道。填密罩17可提供

围绕活塞杆15的密封。活塞7将缸13的内腔5分成相应的第一室19和第二室21，它们还分别称为头端部室和曲柄端部室。

[0029] 各第一和第二室19和21通过相应的吸入阀和排出阀连接于未示出的吸入管道和排出管道。在一些实施例中，吸入阀和排出阀可为自动阀，例如，所谓的环形阀等。用于第一和第二室19和21的吸入阀布置分别被标注为23和25。在27处示出用于第一室19的排出阀组件，而在29处示出第二室21的排出阀组件。取决于往复式压缩机的尺寸和设计，用于两个室19和21中的各室的吸入阀和排出阀的数量可为不同的。

[0030] 活塞7和活塞杆15的往复移动可由曲柄轴31通过连接杆33控制。连接杆33可在35处铰接至十字头37，十字头37可设有与滑动表面41滑动接触的十字头滑瓦39。曲柄轴31的旋转移动被转换成十字头37的根据双箭头f37的往复直线移动。活塞杆15可通过第一端部15A连接于十字头37，且通过第二端部15B连接于活塞7，且将移动从十字头37传送至活塞7。

[0031] 往复式压缩机1可包括一个或更多个缸。在图1B的示意顶部平面视图中，作为示例例示包括四个缸3的往复式压缩机1的实施例。

[0032] 如将参考图3至6所更详细描述的，往复式压缩机1可由与斯特林发动机结合的压缩机驱动器驱动；在一些实施例中，仅斯特林发动机可用于驱动该往复式压缩机。电动马达可用作启动器。

[0033] 在图2中例示 $\alpha$ 类型斯特林发动机的示意截面图。所谓 $\alpha$ 类型的斯特林发动机50包括第一缸51，第一活塞53能够在第一缸51中滑动地移动。第二缸55还提供为相对于缸51成例如90°地定向。第二活塞57滑动地布置在第二缸55中。

[0034] 第一连接杆59将第一活塞53连接于曲柄销61，曲柄销61形成输出63的一部分。第二连接杆65将第二活塞57连接于相同的输出63。飞轮67可安装在输出轴63上。

[0035] 斯特林发动机50可包括热端部，该热端部具有加热器69，加热器69接收来自热量源71的热量。加热器与第一缸51的内部流动地连通。流动路径将加热器69连接于回热器(regenerator)73、冷却器75和第二缸55的内部。冷却器75可与冷源或热沉(heat sink)热接触，且形成斯特林发动机50的冷端部。热沉可为周围空气。在一些实施例中，具有冷却回路(例如，水冷却回路)的冷却器可用作热沉。在图2中，通过进口和出口歧管77和79示意地表示冷却回路。

[0036] 斯特林发动机的操作对于本领域技术人员而言是已知的，且在本文中将不详细描述。一般来说，包括在封闭的系统中的工作气体遭受包括循环压缩、加热、膨胀和冷却的热循环，该封闭的系统由缸-活塞51、53、缸-活塞系统55-57、加热器69、回热器73、冷却器75和相关管路的内体积形成。由斯特林发动机50中的工作气体执行的热动力循环将由热源71输送至斯特林发动机的热端部的热能的一部分转换成可在输出轴63上获得的有用机械功率。

[0037] 图2中示出的 $\alpha$ 类型斯特林发动机是斯特林发动机的若干可能构造中的仅一个。其他有用的斯特林发动机布置为 $\beta$ 类型和 $\gamma$ 类型的斯特林发动机，它们将不在本文中描述且它们对于本领域技术人员而言是已知的。

[0038] 本文中公开的系统的各种实施例可使用如图2中示意地示出的 $\alpha$ 类型斯特林发动机、或是适合用于将可从热能源或热量源71获得的热能转换成机械功率的任何其他合适的斯特林发动机构造，机械功率用于驱动往复式压缩机1并且/或者产生电功率，如将在下面描述的。

[0039] 图3示出根据本公开的往复式压缩机系统81的第一实施例。往复式压缩机系统81可为更综合的工业设备的一部分，在该工业设备中提供一个或更多个过程，例如，包括涡轮机，诸如蒸汽或燃气涡轮、往复式内燃发动机、热交换器、加热器、锅炉和其他装备。废热量可作为存在于设备中的一个或更多个过程中的副产物而产生。根据本文中公开的往复式压缩机系统的一些实施例，可获得的废热量的至少一部分用于对斯特林发动机供能，斯特林发动机又驱动往复式压缩机。例如，废热量可被从来自一个或更多个内燃发动机（诸如燃气涡轮）的排气燃烧气体或从蒸汽涡轮布置中的冷凝蒸气回收。

[0040] 在其他实施例中，用于对斯特林发动机供能的热量可由太阳能收集器补充。

[0041] 多于一个的热功率源可结合以对斯特林发动机供能，该多于一个的热功率源处于待回收的废热量的形式或任何其他形式。

[0042] 往复式压缩机系统81可包括往复式压缩机，往复式压缩机又包括例如四个缸3和曲柄轴31。尽管在图3中例示四个缸，但本文中公开的往复式压缩机系统的其他实施例可设有一个、两个、三个、五个或更多个缸。

[0043] 往复式压缩机1的曲柄轴31通过轴83连接于斯特林发动机50的输出轴63，斯特林发动机50接收来自在71处示意地示出的一个或更多个热能源或热量源的热能。如果需要，则离合器85可提供在斯特林发动机50和往复式压缩机1之间，以使斯特林发动机50从往复式压缩机1机械地断开连接。在其他实施例中，可省略离合器85。在又一实施例中，可与离合器85结合或替换其在轴83上提供弹性接头。

[0044] 根据一些实施例，可沿斯特林发动机和往复式压缩机系统的旋转轴系（shaft line）提供一个或更多个飞轮。飞轮87在图3中示意地例示在斯特林发动机输出轴63和往复式压缩机1之间。

[0045] 来自热能源71的热量H1被输送至热端部，即输送至斯特林发动机50的加热器69。斯特林发动机50将热能的一部分转换成机械功率，该机械功率用于驱动往复式压缩机1。如由图3中的箭头H2示意地表示的，在斯特林发动机的冷端部处，在其冷却器或热沉75处排出未被转换成机械功率的低温热能。

[0046] 如在上面提及的，被输送至斯特林发动机50热端部的热能H1可在布置往复式压缩机1的工业设施中获得的任何种类的热能。优选地，热能H1是来自（例如在精炼设备或聚合物生产设备中的）不同工业过程的废热量。图3的系统81因此允许回收废热量，且使用所述热量来驱动往复式压缩机1。

[0047] 图4示意地例示往复式压缩机系统82的又一实施例，该往复式压缩机系统82利用斯特林发动机50以用于驱动往复式压缩机1。在图4中，相同的参考标号指示与图3实施例的构件、部分或元件对应的构件、部分或元件。

[0048] 在图4中，斯特林发动机在一侧上通过轴83与往复式压缩机1驱动地连接，且通过又一轴89与不同的驱动器91连接。在一些实施例中，驱动器91可为电动马达或内燃发动机（例如往复式内燃发动机，诸如柴油发动机或奥托循环发动机）。在一些实施例中，驱动器91可用作斯特林发动机50的启动器。

[0049] 优选地，驱动器91的旋转速度与斯特林发动机和往复式压缩机1的曲柄轴的旋转速度基本上相同，使得不需要齿轮箱或其他速度操纵装置。

[0050] 可沿轴89和/或沿轴83提供一个或更多个离合器，以沿轴系使机械的一个零件与

另一个机械地断开连接。

[0051] 在其他实施例中,驱动器91可通过轴93而直接地连接于往复式压缩机1。在此情形中,往复式压缩机1的曲柄轴31具有第一端部和第二端部,该第一端部通过轴83驱动地连接于斯特林发动机50的输出轴63,该第二端部通过轴93驱动地连接于驱动器91。

[0052] 图5示意地例示根据本公开的往复式压缩机系统84的又一实施例。相同的参考标号指示与图3和4的实施例中相同或等同的构件。系统84包括往复式压缩机1。往复式压缩机1可包括由曲柄轴31驱动的一个或更多个缸3。曲柄轴31通过轴83驱动地连接于具有输出轴63的斯特林发动机50。离合器85可提供在曲柄轴31与斯特林发动机50的输出轴63之间。还可将至少一个飞轮87安装在斯特林发动机50和往复式压缩机1之间的轴系上。在图5的示意图中,分别以实线和虚线示出用于飞轮87的两个备选位置。

[0053] 往复式压缩机1的曲柄轴31还可驱动地连接于电动机器97(优选为可逆电动机器,其可选择性地作为电动马达或作为发电机来操作)。在一些实施例中,电动机器97可连接于曲柄轴31的相对于与斯特林发动机50输出轴63连接的端部相反的端部。参考标号99指示将电动机器97连接于往复式压缩机1的曲柄轴31的轴系。离合器101可提供在往复式压缩机1和电动机器97之间。

[0054] 根据一些实施例,电动机器97连接于电功率分配网络G,取决于系统84的操作条件,电功率分配网络G提供用于驱动电动机器97的电功率、或者接收由电动机器97生成的电功率。可以以可变的速度驱动电动机器97,例如,通过置于电功率分配网络G与电动机器97之间的可变频率驱动器103。

[0055] 热能源71对斯特林发动机50的热端部提供热量H1,而在斯特林发动机50的冷端部处排出低温热量H2。

[0056] 可如下地操作系统84。

[0057] 如果可从源71获得热能(例如废热量),则热能用于对斯特林发动机50供能,斯特林发动机50将热能的一部分转换成在其输出轴63上的有用机械功率。使离合器85接合,且往复式压缩机1可通过完全地或部分地由斯特林发动机50提供的功率驱动而被驱动。斯特林发动机50可借助于电动机器97而启动。如果由一旦启动的斯特林发动机50生成的机械功率足以驱动往复式压缩机1,则可关掉电动机器97。如果在往复式压缩机1与电动机器97之间提供离合器101,则当关掉电动机器97时可使离合器断开接合。备选地,离合器可保持接合和/或可完全省略。电动机器97然后将空转地旋转,而往复式压缩机1由斯特林发动机50单独驱动。

[0058] 如果由斯特林发动机50生成的机械功率不足以驱动往复式压缩机1,则电动机器97可以以马达模式操作且作用为辅助机构,从而提供补充机械功率,该机械功率与由斯特林发动机50提供的功率结合足以用于驱动往复式压缩机1。使离合器101接合(如果存在)。

[0059] 系统84的机器,即斯特林发动机50、往复式压缩机1和电动机器97可以以相同的速度旋转。可通过往复式压缩机1的操作条件来规定旋转速度。可通过可变频率驱动器103相应地调节电动机器97的旋转速度。

[0060] 如果由斯特林发动机50生成的功率多于驱动往复式压缩机1所需的功率,则过量的机械功率可通过轴系99转移至电动机器97,且后者可以以发电机模式操作,从而将机械功率转换成电功率。后者被注入电功率分配网络G中。与系统84的旋转速度无关,借助于可

变频率驱动器103获得合适的电动频率。

[0061] 如果不通过斯特林发动机50提供功率，则可使离合器85断开接合，且往复式压缩机1可仅由电动机器97驱动，以马达模式操作后者。

[0062] 通过图5的布置，热能（甚至在相对低的温度下）可被转换成有用的机械功率，以降低来自网络G的电功率的消耗量，或者在某些操作条件下，除了驱动往复式压缩机1之外，可用于输送网络G上的电功率。由于斯特林发动机50与电动机器97的结合，故可与可从源71获得的热能的量无关地，根据往复式压缩机1的操作条件来适当地控制系统84，以便可在所需的条件下操作往复式压缩机1，即使可从源71获得很少的热能或不可获得热能。

[0063] 图6示意地例示根据本公开的用于驱动往复式压缩机1的系统86的又一实施例。图3、4和5中的相同参考标号用于指示相同或对应的部分或元件。往复式压缩机1的曲柄轴31形成轴系的一部分，斯特林发动机50、电动机器97和另一驱动器（例如往复式内燃发动机105）沿该轴系布置。内燃发动机105例如可为柴油发动机或奥托循环发动机。在优选实施例中，系统86的机器连接，以便各种机械的旋转速度基本上相同，且可省去齿轮箱。

[0064] 在一些实施例中，斯特林发动机50可布置在轴系的一个端部处，且往复式内燃发动机105可布置在其相反端部处，而往复式压缩机1和电动机器97布置在其间。往复式压缩机1可直接位于往复式内燃发动机105附近，而电动机器97可位于往复式压缩机1和斯特林发动机50之间。

[0065] 在一些实施例中，电动机器97的穿通轴107在一个端部处驱动地连接于斯特林发动机50的输出轴63。离合器109可提供在电动机器97的轴107与斯特林发动机50的输出轴63之间。又一离合器111可提供在电动机器97的轴107与往复式压缩机的曲柄轴31之间。

[0066] 往复式压缩机1的曲柄轴31可在与电动机器97相反的端部处连接于往复式内燃发动机105。在一些实施例中，离合器113可布置在曲柄轴31与往复式内燃发动机105的轴115之间。

[0067] 一个或更多个飞轮可沿轴系布置在合适位置中。在一些实施例中，往复式机器，即往复式内燃发动机105、往复式压缩机1和斯特林发动机50各自设有其自己的飞轮（未示出）。在其他实施例中，仅一个或两个飞轮可沿轴系布置在合适的场所中。

[0068] 可对斯特林发动机50的热端部提供来自内燃发动机105的废热量。这通过在117处示意地示出的热量转移回路来示意地表示。H1代表从往复式内燃发动机105转移至斯特林发动机50的热端部的废热量。可从自内燃发动机105排出的排气燃烧气体回收废热量。可从往复式内燃发动机105的发动机冷却系统（例如，从在往复式内燃发动机105中循环的冷却水）回收热量。还可从所述发动机105的润滑系统的油回收热量。仅一个、两个或所有的三个废热量源可用于对斯特林发动机50供能。因此，往复式内燃发动机105提供朝向斯特林发动机50的热能源或热量源。

[0069] 图6例示封闭的热量转移回路117，热量转移回路117例如用于使用循环穿过内燃发动机105的相同冷却液体来从往复式内燃发动机105的冷却系统回收热量。在其他实施例中，可使用中间回路（其中辅助热量转移介质循环），从而借助于例如热交换器从在往复式内燃发动机105中循环的冷却液体移除热量，且将移除的热量转移至斯特林发动机50的热端部。

[0070] 如果在斯特林发动机50的热端部的出口处,在封闭环路117中循环的热量转移介质或冷却液体的温度仍然太高而不能够提供往复式内燃发动机105的足够致冷,则可沿封闭环路117的返回分支提供辅助热交换器119。

[0071] 可如下地操作图6的系统86。

[0072] 可通过完全由往复式内燃发动机105、或通过电动机器97、或通过斯特林发动机50提供的功率来驱动往复式压缩机1旋转。在一些操作条件下,可通过结合的两个或全部三个驱动器105、50和97来驱动往复式压缩机1。

[0073] 如果仅电功率用于驱动往复式压缩机1,例如,如果没有热量可用于斯特林发动机50且出于无论什么原因关闭往复式内燃发动机105,则可使离合器113和109断开接合,且电动机器97可通过轴107和离合器111(如果提供)直接地驱动往复式压缩机1。

[0074] 在其他操作条件下,往复式内燃发动机105可为操作的,且可通过轴115和离合器113(如果提供)使用从其生成的机械功率来驱动往复式压缩机1的曲柄轴31。来自往复式内燃发动机105的废热量可用于驱动斯特林发动机50,斯特林发动机50又提供驱动往复式压缩机1所需的功率的一部分。由斯特林发动机50生成的机械功率借助于双端部轴107、接合的离合器109和111(如果存在)流过电动机器97。电动机器97是有飞轮的。因此通过来自往复式内燃发动机105和来自斯特林发动机50的组合功率来驱动往复式压缩机1。

[0075] 如果由内燃发动机105和由斯特林发动机50(如果运行)提供的功率比驱动往复式压缩机1所需的功率高,则可通过以发电机模式操作的电动机器97将过量的机械功率转换成电功率。可变频率驱动器103用于在将由电动机器97生成的电功率输送至电功率分配网络G之前,在所需的频率下转换电功率。

[0076] 仍可提供外部热量源71,例如,如果可获得来自另一过程的废热量。H3代表由附加热量源71对斯特林发动机50的热端部提供的附加热量。

[0077] 在一些操作条件下,如果例如通过热量源71提供足够的废热量,则内燃发动机105可保持不操作,且可能通过使离合器113断开接合而与曲柄轴31断开接合。可完全通过斯特林发动机50或通过斯特林发动机50与电动机器97结合而提供用于驱动往复式压缩机1的机械功率。

[0078] 图7和8示意地例示根据本公开的系统的另一实施例。相同的参考标号指示先前描述图中的相同部分或构件,或与其等同的部分或构件。

[0079] 具体而言,图7例示与图5的布置类似的布置,其中,飞轮87已在往复式压缩机1和电动机器97之间的轴系部分上移动。

[0080] 图8例示与图6类似的布置,其中已省略内燃发动机105,且完全通过热量源71(例如,废热量回收源)提供去往斯特林发动机50热端部的热量H1。

[0081] 本文中公开的主题的示范实施例可应用在使用往复式压缩机且可获得废热量源(例如热交换器等)的若干工业设备中。图9和10示意地例示本文中公开的主题的可能应用的分别在加氢处理器和在重整器中的两个示例。

[0082] 更具体而言,图9例示加氢处理器流程图。该设备的整体结构本身是已知的,且将不详细地描述。该设备可包括送入原料泵201、预加热交换器203、加热器205和反应器207。通过相对于来自泵201的进入原料交换热量来在预加热交换器203中部分地冷却来自反应器的输出流。该设备还包括在反应器207下游的冷却器210。将来自反应器207的处理流输送

至氢分离器209。通过往复式压缩机211压缩气态氢，且使其朝预加热交换器203的冷侧再循环，同时将流的液体部分输送至稳定器215。通过氢补给往复式压缩机213来泵送进口氢，将其添加至来自往复式压缩机211的氢流，且添加至来自送入原料泵201的原料。如上所述，一个或两个往复式压缩机211和213可以驱动地连接于斯特林发动机。

[0083] 来自热交换器210的废热量可用于对斯特林发动机供以能量，提供该斯特林发动机以用于驱动往复式压缩机213，如通过热量转移环路217示意性地表示的。备选地或除了转移环路217之外，热量转移环路可用于将废热量输送至驱动往复式压缩机211的斯特林发动机。

[0084] 图10示意地例示重整器流程图，其包括石脑油送入泵301，石脑油送入泵301将处理流输送穿过熔炉302和两个连续地布置的再加热熔炉303、304。反应器305、306、307布置在各熔炉302、303、304的下游。来自反应器307的碳氢化合物流在冷却器309中液化，且随后分别在高压分离器311和低压分离器313中分离成液相和气相。来自低压分离器313的液体被供给至稳定器315，从稳定器315，从顶部部分提取轻气体且在冷却器316中冷却该轻气体，同时通过重整油泵317提取液体。

[0085] 该设备还包括氢再循环往复式压缩机319，来自分离器311的气体被输送至该氢再循环往复式压缩机319。来自往复式压缩机319的泵送的氢被供给至熔炉302。

[0086] 又一往复式压缩机321接收来自低压分离器313的氢，且将氢输送至下游过程。

[0087] 如上文所公开的，往复式压缩机319或往复式压缩机321或二者可驱动地连接于斯特林发动机，以便至少部分地从液化冷却器309、稳定器315的冷却器316中的一者或二者回收废热量。在示范装备中，第一热量回收环路325将废热量从液化冷却器309转移至斯特林发动机319S，斯特林发动机319S驱动地连接于往复式压缩机319S。第二热量回收环路327将废热量从冷却器316转移至斯特林发动机321S，斯特林发动机321S驱动地连接于往复式压缩机321。

[0088] 在上面公开的实施例中，已参照热量源71，热能（例如，回收的废热量）从热量源提供至斯特林发动机70的热端部。斯特林发动机的冷端部可处于周围温度或室温，且可例如通过周围空气或水来冷却。此种布置在可获得废热量源的情形中是特别有用的，诸如在精炼设备等中。在其他实施例中，斯特林发动机的热端部可处于室温或周围温度，且冷却端部可例如与冷流体流接触。此外，在此种布置中，热源和冷源之间的温度差可通过利用现有的冷流体流（诸如可在再汽化设备中获得的那些，在再汽化设备处，使液化天然气（LNG）再次处于气态状态）来获得。

[0089] 尽管已在附图中示出，且通过与若干个示范实施例联系具体且详细地在上面全面地描述了本文中描述的主题的公开实施例，但对本领域技术人员将是显而易见的是，许多修改、改变、和省略都是可能的，而不本质上脱离在本文中阐述的新颖教导、原则和构思，以及在所附权利要求中陈述的主题的优点。因此，公开的创新的适当范围应当仅由所附权利要求的最宽泛解释来决定，以便涵盖所有这种修改、改变、和省略。可不同地结合各种实施例的不同特征、结构和手段。

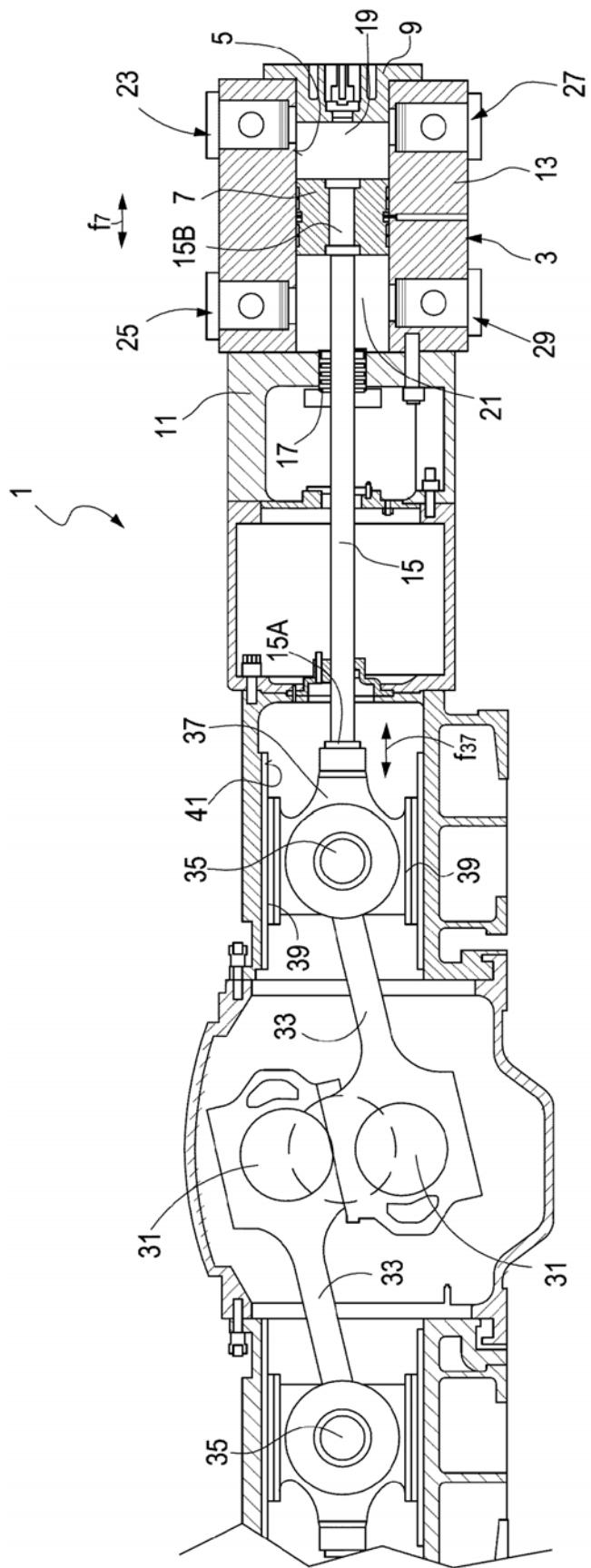


图 1A

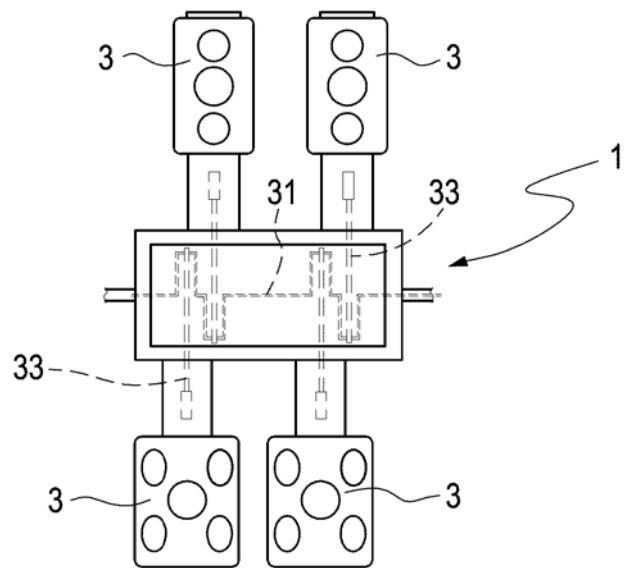


图 1B

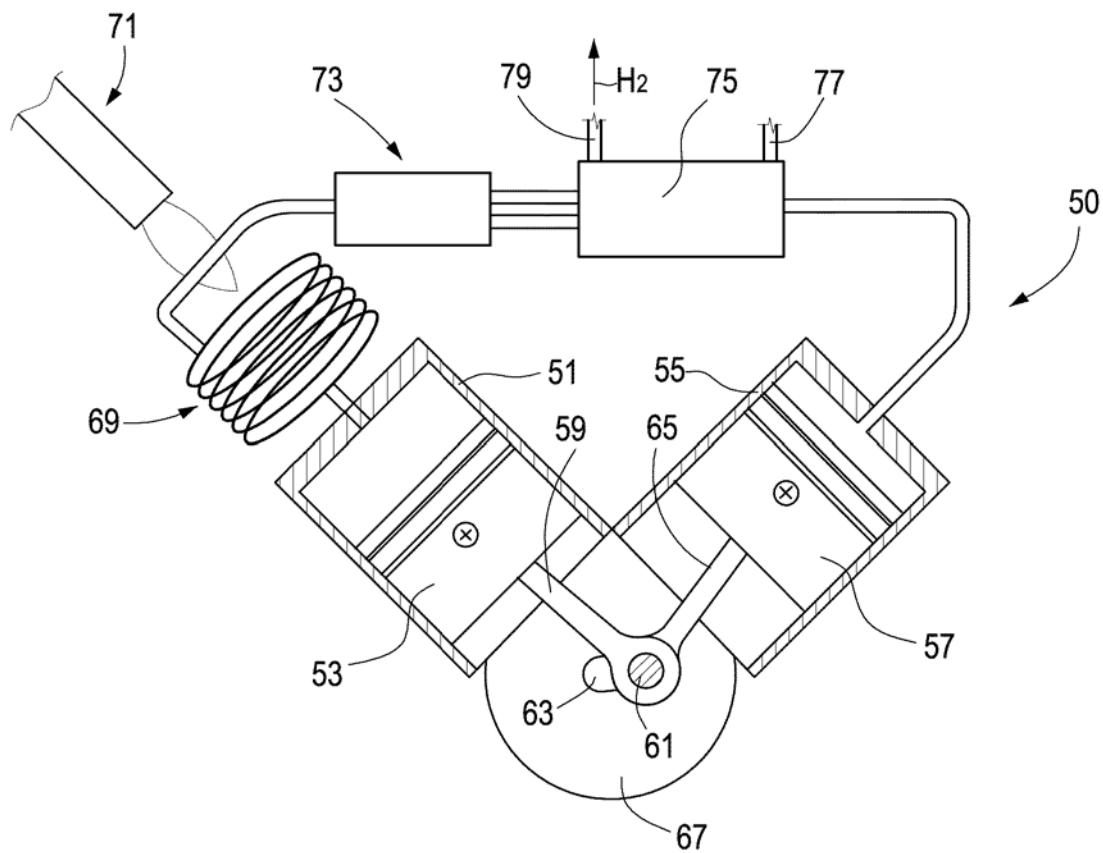


图 2

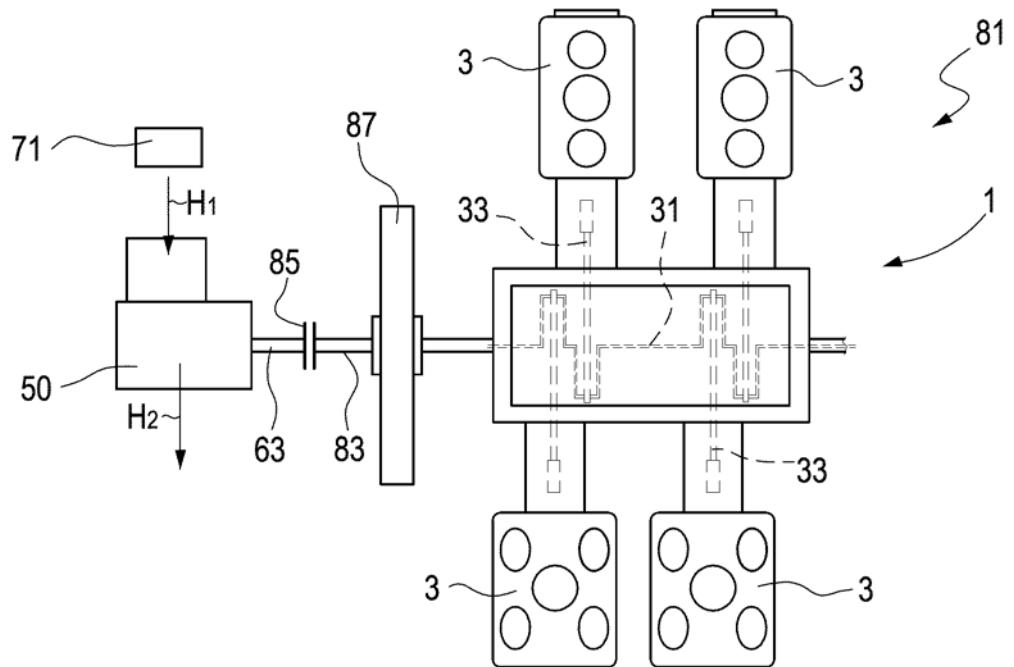


图 3

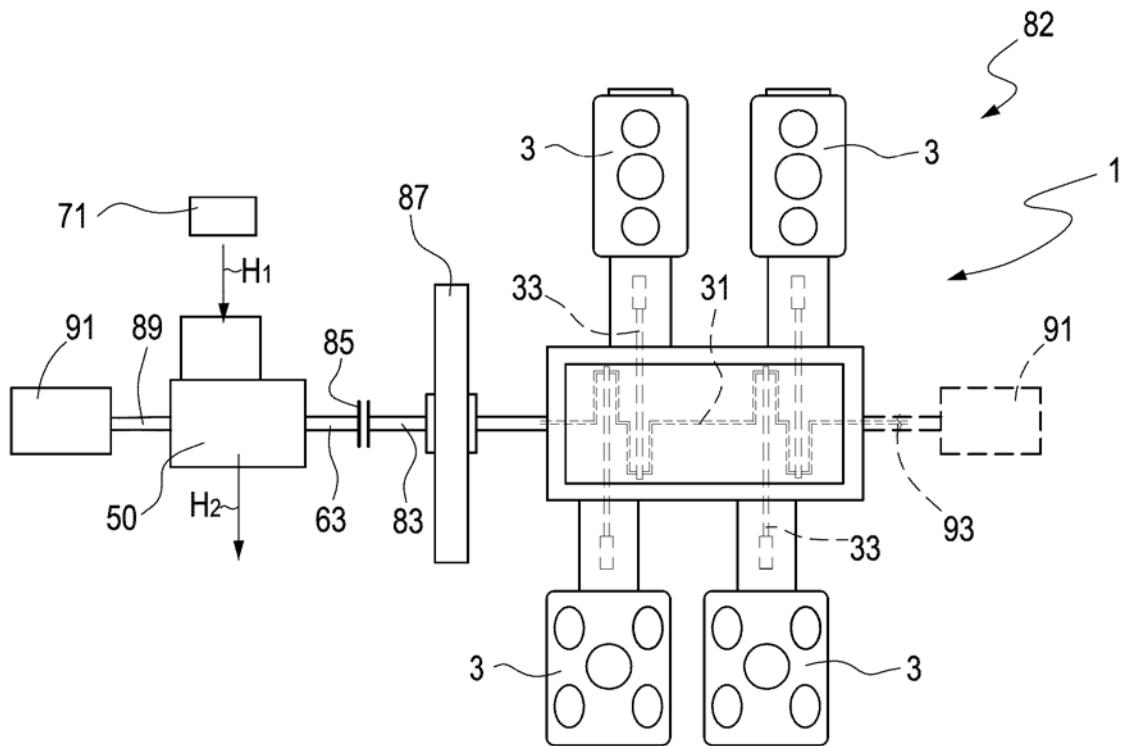


图 4

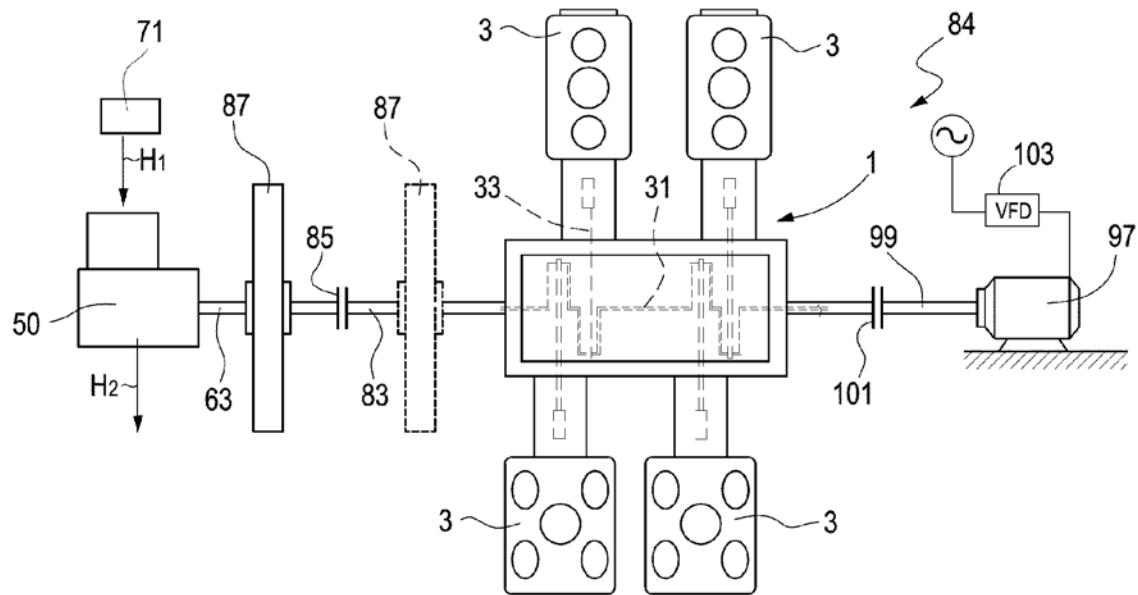


图 5

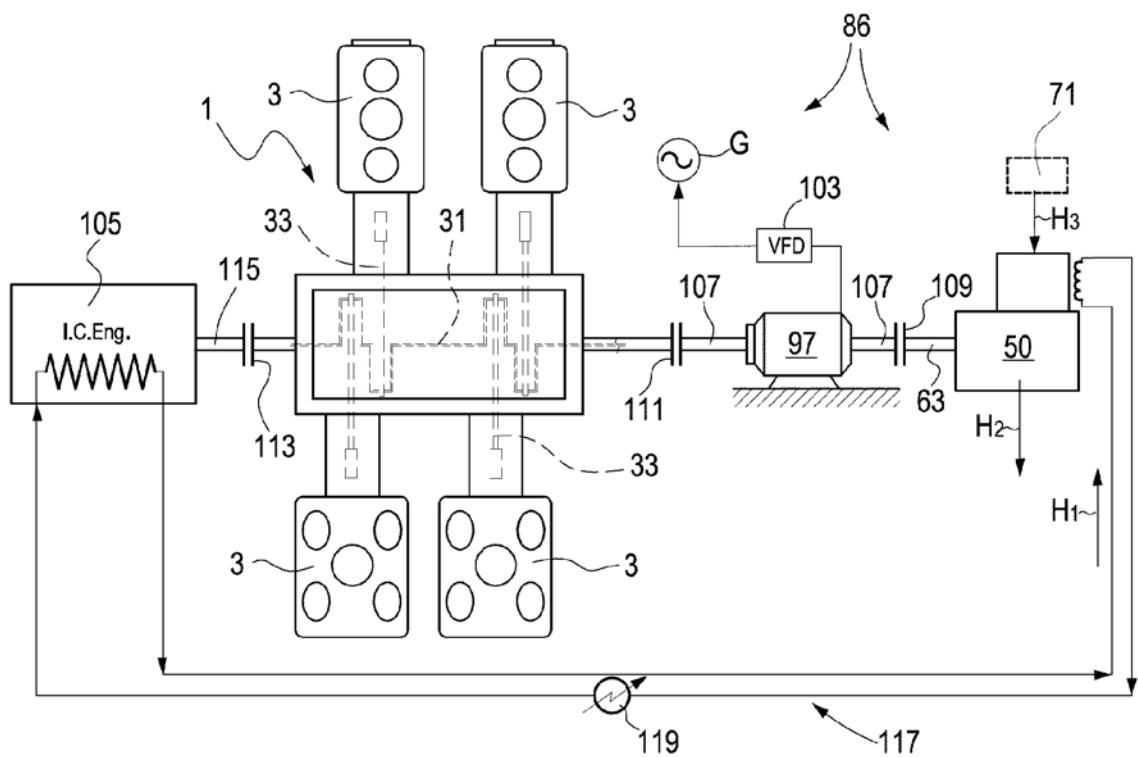


图 6

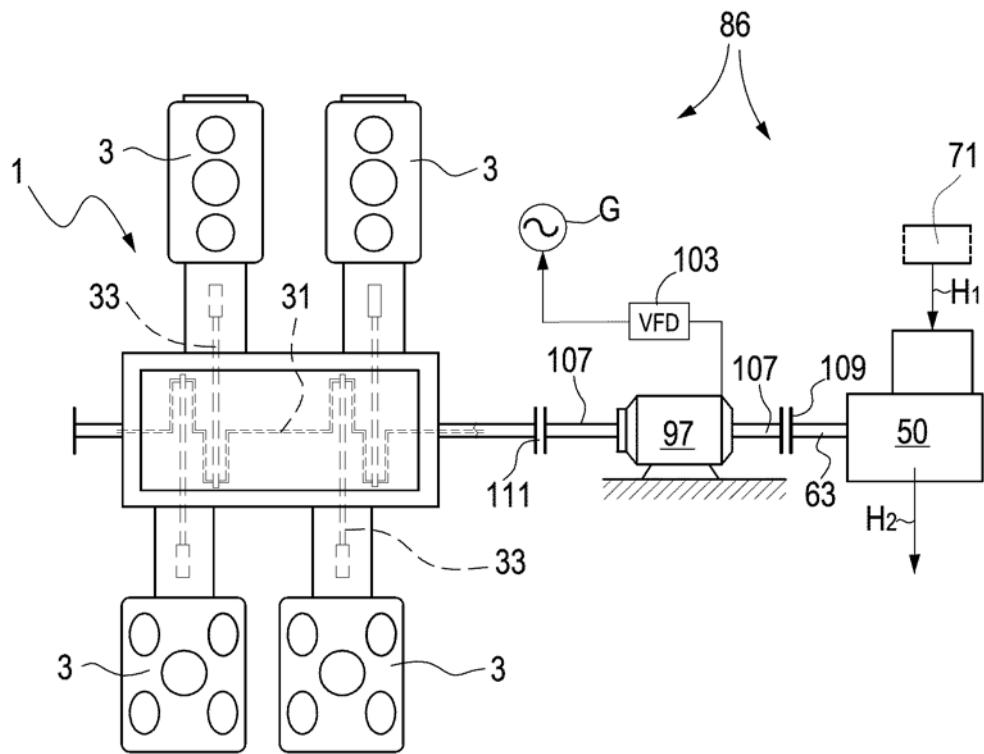


图 7

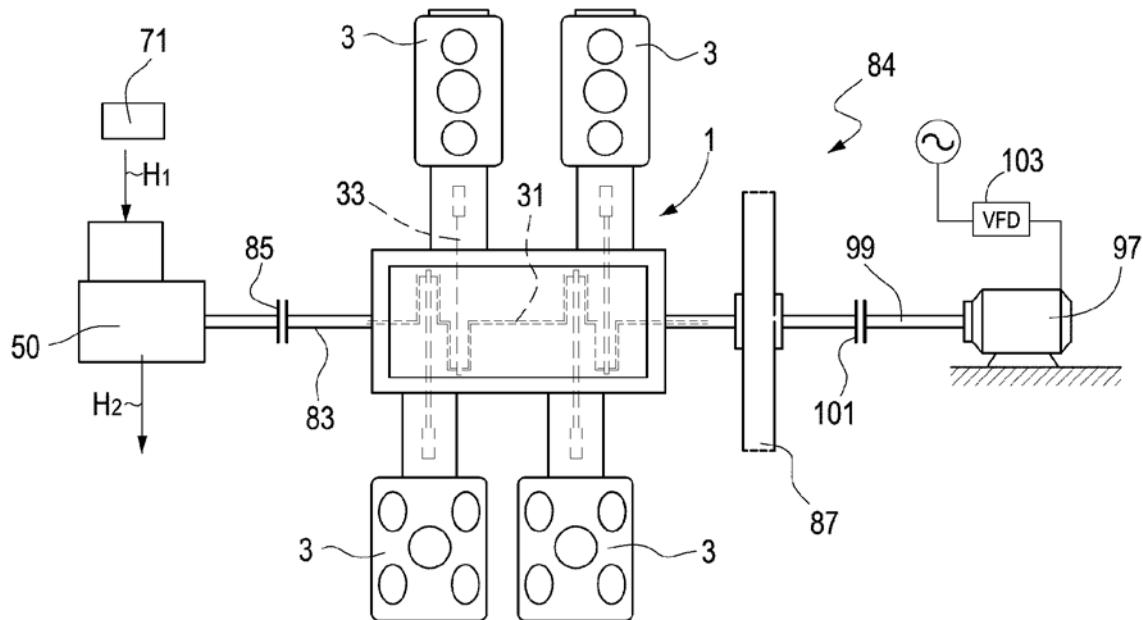


图 8

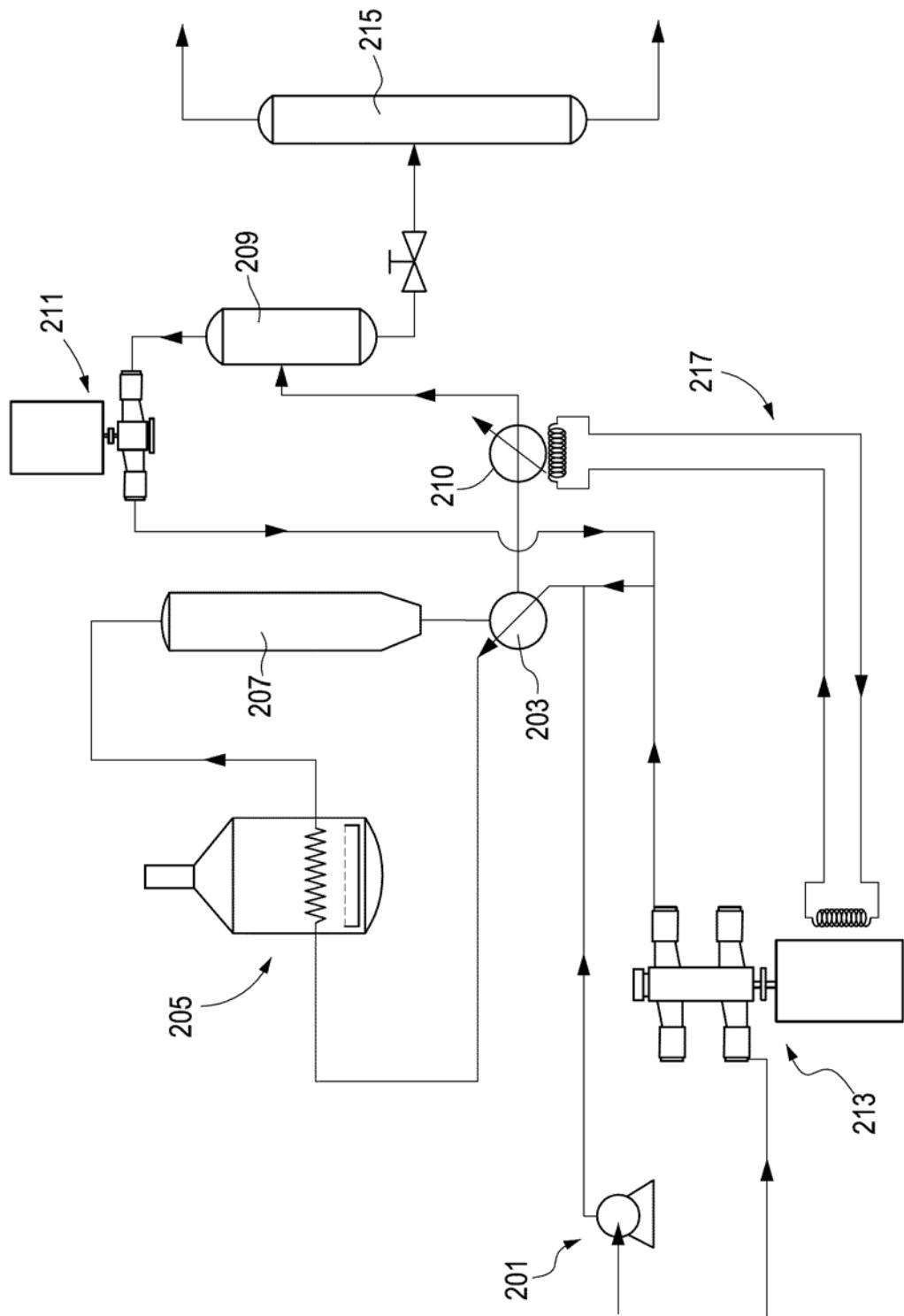


图 9

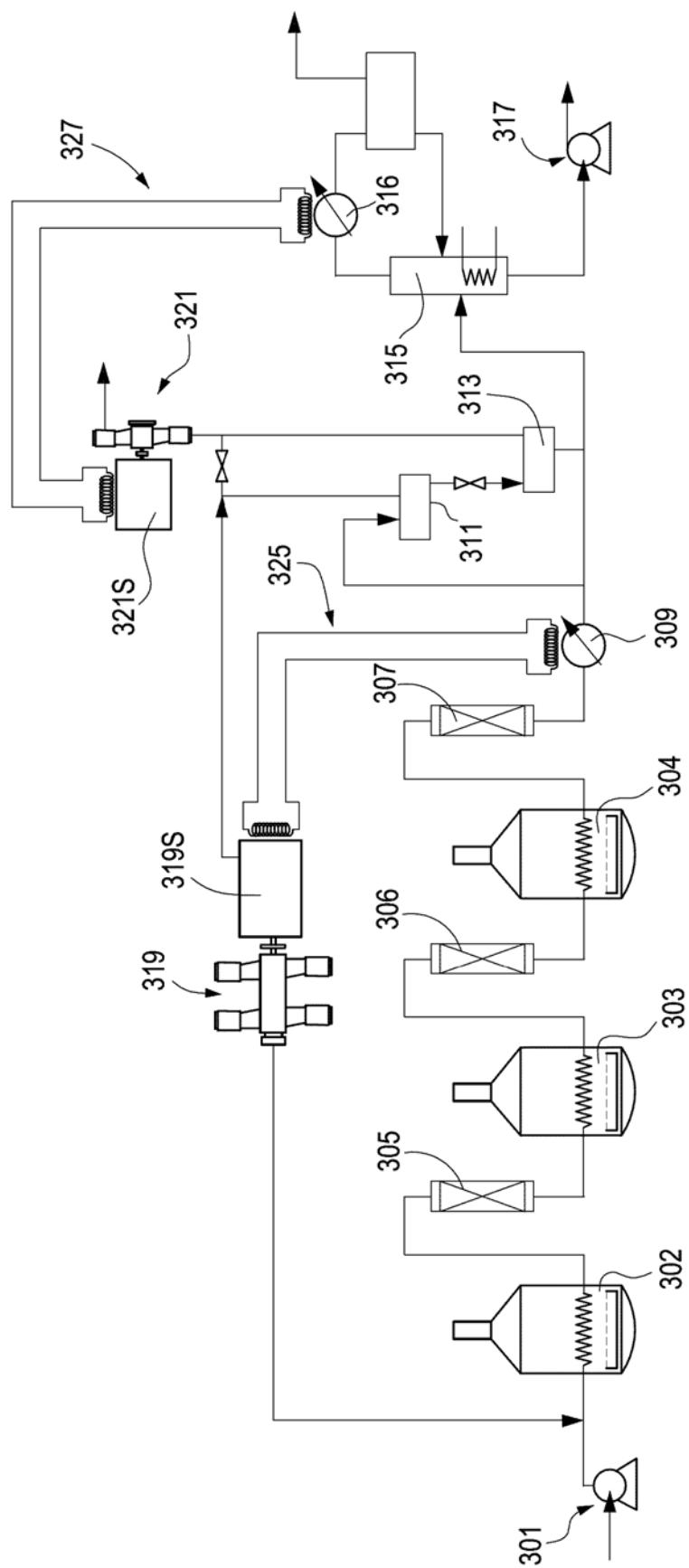


图 10