

[19] Patents Registry
The Hong Kong Special Administrative Region
香港特別行政區
專利註冊處

[11] 1237014 B
CN 106605058 B

[12] **STANDARD PATENT SPECIFICATION**
標準專利說明書

[21] Application no. 申請編號 17110783.1
[51] Int. Cl. F02G 1/043 (2006.01) F01B 3/02 (2006.01)
F01B 3/04 (2006.01) F02G 1/00 (2006.01)
[22] Date of filing 提交日期 24.10.2017
F02G 1/04 (2006.01) F02G 1/044 (2006.01)

[54] STIRLING CYCLE AND LINEAR-TO-ROTARY MECHANISM SYSTEMS, DEVICES, AND METHODS
斯特林循環及直線-旋轉機構的系統、裝置及方法

[30] Priority 優先權 11.05.2015 US 62/159,545 10.05.2016 US 15/151,325	[73] Proprietor 專利所有人 COOL ENERGY, INC. 涼爽能源公司 5541 Central Ave. Suite 172, Boulder Colorado 80301 UNITED STATES OF AMERICA 美國 科羅拉多
[43] Date of publication of application 申請發表日期 06.04.2018	[72] Inventor 發明人 NUEL, Brian 布賴恩 . 努埃爾 SMITH, Lee S. 利 . S . 史密斯 WEAVER, Samuel P. 塞繆爾 . P . 韋弗 GROSS, William 威廉 . 格羅斯 BERKOWER, Stefan 斯特凡 . 貝爾科韋
[45] Date of publication of grant of patent 批予專利的發表日期 22.11.2019	[74] Agent and / or address for service 代理人及/或送達地址 集佳知識產權有限公司 香港九龍旺角 洗衣街 39-55 號 金雞廣場 12 層 1201 室
[86] International application no. 國際申請編號 PCT/US2016/031716	
[87] International publication no. and date 國際申請發表編號及日期 WO2016/183121 17.11.2016	
CN Application no. & date 中國專利申請編號及日期 CN 201680002557.6 11.05.2016	
CN Publication no. & date 中國專利申請發表編號及日期 CN 106605058 26.04.2017	
Date of grant in designated patent office 指定專利當局批予專利日期 19.10.2018	



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106605058 B

(45)授权公告日 2018.10.19

(21)申请号 201680002557.6

(22)申请日 2016.05.11

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106605058 A

(43)申请公布日 2017.04.26

(30)优先权数据
62/159,545 2015.05.11 US
15/151,325 2016.05.10 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.03.06

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2016/031716 2016.05.11

(87)PCT国际申请的公布数据
W02016/183121 EN 2016.11.17

(73)专利权人 凉爽能源公司
地址 美国科罗拉多

(72)发明人 布赖恩·努埃尔 利·S·史密斯
塞缪尔·P·韦弗 威廉·格罗斯
斯特凡·贝尔科韦

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
代理人 武树辰 董敏

(51)Int.Cl.
F02G 1/043(2006.01)
F01B 3/02(2006.01)
F01B 3/04(2006.01)
F02G 1/00(2006.01)
F02G 1/04(2006.01)
F02G 1/044(2006.01)

审查员 刘玲

权利要求书3页 说明书15页 附图17页

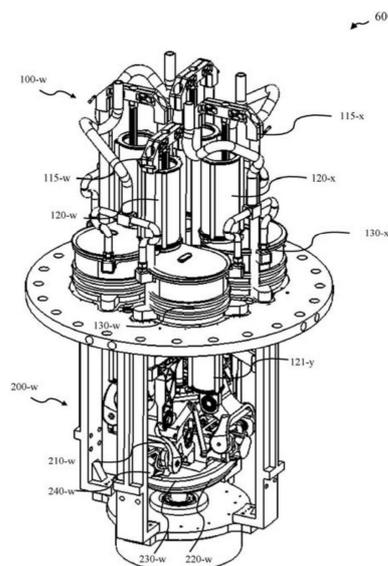
(54)发明名称

斯特林循环及直线-旋转机构的系统、装置及方法

(57)摘要

提供了可以包括根据各种实施方式的斯特林循环构型和/或直线-旋转机构的方法、系统和装置。一些实施方式包括如下斯特林循环装置：所述斯特林循环装置可以包括容纳在第一高温气缸内的第一高温活塞和容纳在第一低温气缸内的第一低温活塞。第一单个致动器可以构造成将第一高温活塞与第一低温活塞联接使得第一高温活塞和第一低温活塞位于不同的热力学回路。不同的热力学回路可以包括相邻的热力学回路。斯特林循环构型可以构造为单作用式阿尔法斯特林循环构型。一些实施方式包括直线-旋转机构装置。该装置可以包括多个瓦特联动件。该装置可以包括使用凸轮和多个凸轮从动件而与多个瓦特件联接的凸轮盘。

CN 106605058 B



1. 一种斯特林循环系统,包括:
 - 第一高温活塞,所述第一高温活塞容纳在第一高温气缸内;
 - 第一低温活塞,所述第一低温活塞容纳在第一低温气缸内;
 - 第一单个致动器,所述第一单个致动器构造成将所述第一高温活塞与所述第一低温活塞联接使得所述第一高温活塞和所述第一低温活塞位于不同的热力学回路;
 - 第二高温活塞,所述第二高温活塞容纳在第二高温气缸内;
 - 第二低温活塞,所述第二低温活塞容纳在第二低温气缸内;
 - 第二单个致动器,所述第二单个致动器构造成将所述第二高温活塞与所述第二低温活塞联接使得所述第二高温活塞和所述第二低温活塞位于不同的热力学回路;以及
 - 直线-旋转机构,所述直线-旋转机构至少与所述第一单个致动器或所述第二单个致动器联接,所述直线-旋转机构包括:
 - 多个联动件,所述多个联动件用于合成直线式或者近乎直线式的运动;以及
 - 凸轮盘,利用凸轮和多个凸轮从动件使所述凸轮盘与所述多个联动件联接。
2. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述第一高温活塞和所述第一低温活塞的所述不同的热力学回路包括相邻的热力学回路。
3. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述第一高温活塞和所述第一低温活塞在空间上彼此对齐。
4. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述第一高温活塞和所述第一低温活塞在空间上彼此偏离。
5. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述第二高温活塞和所述第二低温活塞的所述不同的热力学回路包括相邻的热力学回路。
6. 根据权利要求5所述的系统,其中,所述第一低温活塞和所述第二高温活塞位于同一热力学回路。
7. 根据权利要求6所述的系统,其中,所述第一低温活塞和所述第二高温活塞在空间上彼此对齐。
8. 根据权利要求6所述的系统,其中,所述第一低温活塞和所述第二高温活塞在空间上彼此偏离。
9. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述第一低温活塞和所述第二高温活塞是单作用式阿尔法斯特林循环构型的一部分。
10. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述凸轮和所述多个凸轮从动件构造为锥形表面。
11. 根据权利要求10所述的系统,其中,每个相应的锥形表面具有相应的顶点,并且所述凸轮和所述多个凸轮从动件构造成使得多个顶点中的每个顶点彼此重合。
12. 根据权利要求11所述的系统,其中,所述凸轮的轴线和所述多个凸轮从动件中的每个凸轮从动件的相应的轴线相对于主轴的旋转轴线倾斜。
13. 根据权利要求12所述的系统,其中,所述锥形表面的所述多个顶点位于所述主轴的所述旋转轴线上。
14. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述多个联动件中的至少两个联动件彼此机械地联接。

15. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述直线-旋转机构包括筒形凸轮和托架机构。

16. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述多个联动件构造成:将所述第一单个致动器和所述第二单个致动器彼此联接,以至少驱动所述第一单个致动器和所述第二单个致动器或者被所述第一单个致动器和所述第二单个致动器驱动,同时保持所述第一单个致动器与所述第二单个致动器之间的相位关系。

17. 一种斯特林循环系统,包括:

第一高温活塞,所述第一高温活塞容纳在第一高温气缸内;

第一低温活塞,所述第一低温活塞容纳在第一低温气缸内;

第一单个致动器,所述第一单个致动器构造成将所述第一高温活塞与所述第一低温活塞联接使得所述第一高温活塞和所述第一低温活塞位于不同的热力学回路;

第二高温活塞,所述第二高温活塞容纳在第二高温气缸内;

第二低温活塞,所述第二低温活塞容纳在第二低温气缸内;

第二单个致动器,所述第二单个致动器构造成将所述第二高温活塞与所述第二低温活塞联接使得所述第二高温活塞和所述第二低温活塞位于不同的热力学回路;以及

直线-旋转机构,所述直线-旋转机构至少与所述第一单个致动器或所述第二单个致动器联接,所述直线-旋转机构包括:

多个联动件;以及

凸轮盘,利用凸轮和多个凸轮从动件使所述凸轮盘与所述多个联动件联接,其中,所述凸轮的轴线和所述多个凸轮从动件中的每个凸轮从动件的相应的轴线相对于主轴的旋转轴线倾斜。

18. 根据权利要求17所述的系统,其中,所述凸轮的轴线和所述多个凸轮从动件中的每个凸轮从动件的相应的轴线在所述主轴的旋转轴线上的位置处相交。

19. 根据权利要求18所述的系统,其中,所述凸轮和所述多个凸轮从动件构造为锥形表面。

20. 根据权利要求19所述的系统,其中,每个相应的锥形表面具有相应的顶点,并且所述凸轮和所述多个凸轮从动件构造成使得多个顶点中的每个顶点彼此重合,并且所述锥形表面的所述多个顶点位于所述主轴的所述旋转轴线上。

21. 根据权利要求17所述的系统,其中,所述多个联动件中的至少两个联动件彼此机械地联接。

22. 一种斯特林循环系统,包括:

第一高温活塞,所述第一高温活塞容纳在第一高温气缸内;

第一低温活塞,所述第一低温活塞容纳在第一低温气缸内;以及

第一单个致动器,所述第一单个致动器构造成将所述第一高温活塞与所述第一低温活塞联接使得所述第一高温活塞和所述第一低温活塞位于不同的热力学回路,其中,所述第一高温活塞和所述第一低温活塞在空间上彼此偏离。

23. 根据权利要求22所述的系统,还包括与所述第一单个致动器联接的直线-旋转机构,其中,所述直线-旋转机构至少包括用于合成直线式或者近乎直线式的运动的多个联动件或者筒形凸轮和托架机构。

24. 一种斯特林循环系统,包括:

第一高温活塞,所述第一高温活塞容纳在第一高温气缸内;

第一低温活塞,所述第一低温活塞容纳在第一低温气缸内;

第一单个致动器,所述第一单个致动器构造成将所述第一高温活塞与所述第一低温活塞联接使得所述第一高温活塞和所述第一低温活塞位于不同的热力学回路;

第二高温活塞,所述第二高温活塞容纳在第二高温气缸内;

第二低温活塞,所述第二低温活塞容纳在第二低温气缸内;

第二单个致动器,所述第二单个致动器构造成将所述第二高温活塞与所述第二低温活塞联接使得所述第二高温活塞和所述第二低温活塞位于不同的热力学回路;以及

一个或多个筒形凸轮和托架机构,所述一个或多个筒形凸轮和托架机构至少与所述第一单个致动器或所述第二单个致动器联接,其中,所述第一单个致动器构造成将所述第一高温活塞与所述第一低温活塞以及所述一个或多个筒形凸轮和托架机构中的至少一个筒形凸轮和托架机构联接,所述第二单个致动器构造成将所述第二高温活塞与所述第二低温活塞以及所述一个或多个筒形凸轮和托架机构中的至少一个筒形凸轮和托架机构联接。

斯特林循环及直线-旋转机构的系统、装置及方法

背景技术

[0001] 本申请总体上涉及斯特林循环和/或直线-旋转方法、系统及装置。

[0002] 斯特林循环装置通常使用在气缸中往复运动的活塞以改变被捕获在气缸中的气体的工作容积并且以使所述气体移动通过可以增加热量或去除热量的热交换器。尽管已知不同的斯特林循环设计,但仍会需要关于斯特林循环设计的新器具和新技术。此外,会需要用于将比如来自斯特林循环装置的一个活塞或更多个活塞的直线运动转换成旋转运动的器具和技术。

发明内容

[0003] 提供了可以包括根据各种实施方式的斯特林循环构型和/或直线-旋转机构的方法、系统和/或装置。

[0004] 例如,一些实施方式包括斯特林循环系统。该系统可以包括:容纳在第一高温气缸内的第一高温活塞;容纳在第一低温气缸内的第一低温活塞;和/或第一单个致动器,该第一单个致动器构造成将第一高温活塞与第一低温活塞联接(couple)使得第一高温活塞和第一低温活塞位于不同的热力学回路。

[0005] 不同的热力学回路可以包括相邻的热力学回路。在一些实施方式中,第一高温活塞和第一低温活塞在空间上彼此对齐。在一些实施方式中,第一高温活塞和第一低温活塞在空间上彼此偏离。

[0006] 在一些实施方式中,该系统可以包括:容纳在第二高温气缸内的第二高温活塞;容纳在第二低温气缸内的第二低温活塞;和/或第二单个致动器,该第二单个致动器构造成将第二高温活塞与第二低温活塞联接使得第二高温活塞和第二低温活塞位于不同的热力学回路。不同的热力学回路可以包括相邻的热力学回路。

[0007] 在一些实施方式中,第一低温活塞和第二高温活塞位于同一热力学回路。在一些实施方式中,第一低温活塞和第二高温活塞在空间上彼此对齐。在一些实施方式中,第一低温活塞和第二高温活塞在空间上彼此偏离。在一些实施方式中,第一低温活塞和第二高温活塞是单作用式阿尔法斯特林循环构型的一部分。

[0008] 一些实施方式包括与至少第一单个致动器或第二单个致动器联接的直线-旋转机构。在一些实施方式中,直线-旋转机构包括:多个联动件;利用凸轮和多个凸轮从动件而与所述多个联动件联接的凸轮盘。在一些实施方式中,凸轮和所述多个凸轮从动件构造为锥形表面。在一些实施方式中,所述多个联动件是瓦特联动件。在一些实施方式中,每个相应的锥形表面具有相应的顶点,并且凸轮和所述多个凸轮从动件构造成使得所述多个顶点中的每个顶点彼此重合。在一些实施方式中,凸轮的轴线和所述多个凸轮从动件中的每个凸轮从动件的相应的轴线相对于主轴的旋转轴线倾斜。在一些实施方式中,锥形表面的所述多个顶点位于主轴的旋转轴线上。在一些实施方式中,所述多个联动件中的至少两个联动件彼此机械地联接。

[0009] 在一些实施方式中,直线-旋转机构包括筒形凸轮托架机构(barrel cam and

carriage mechanism)。在一些实施方式中,所述多个联动件构造成:将第一单个致动器与第二单个致动器彼此联接,以至少驱动第一单个致动器和第二单个致动器或者被第一单个致动器和第二单个致动器驱动,同时保持第一单个致动器与第二单个致动器之间的相位关系。

[0010] 一些实施方式包括如在说明书中描述的和/或附图中示出的方法、系统和/或装置。

[0011] 上述内容非常广泛地概述了根据本公开的示例的特征和技术优点以便可以更好地理解以下详细的描述。下文中将描述额外的特征和优点。所公开的构思和具体示例可以容易地用作用于修改或设计用于执行本公开的相同的用途的其它结构的基础。这种等效构造并不脱离所附权利要求的精神和范围。当结合附图考虑以下描述时,将会更好地理解被认为是本文中公开的构思的特点的特征——关于特征的构造以及操作方法——以及相关的优点。提供每幅图只是为了进行说明和描述,而不是作为对权利要求的限制的定义。

附图说明

[0012] 通过参照以下附图可以实现对不同的实施方式的本质和优点的进一步的理解。在附图中,相似的部件或相似的特征可以具有相同的附图标记。另外,相同类型的各种部件可以在附图标记后带破折号和类似的部件中进行区分的第二标记的附图标记来区别。如果说明书中只使用了第一附图标记,则不管第二附图标记,描述内容适用于具有相同的第一附图标记的相似的部件中的任何一个部件。

[0013] 图1A示出了根据各种实施方式的斯特林循环装置。

[0014] 图1B示出了根据各种实施方式的斯特林循环装置。

[0015] 图1C示出了根据各种实施方式的斯特林循环装置。

[0016] 图2示出了根据各种实施方式的直线-旋转机构。

[0017] 图3A示出了根据各种实施方式的斯特林循环系统。

[0018] 图3B示出了根据各种实施方式的斯特林循环系统。

[0019] 图4A示出了根据各种实施方式的斯特林循环系统。

[0020] 图4B示出了根据各种实施方式的斯特林循环系统。

[0021] 图4C示出了根据各种实施方式的斯特林循环系统。

[0022] 图5A示出了根据各种实施方式的斯特林循环系统的方面。

[0023] 图5B示出了根据各种实施方式的斯特林循环系统的方面。

[0024] 图5C示出了根据各种实施方式的直线-旋转机构。

[0025] 图5D示出了根据各种实施方式的斯特林循环系统的方面。

[0026] 图5E示出了根据各种实施方式的直线-旋转机构的方面。

[0027] 图6A示出了根据各种实施方式的斯特林循环系统。

[0028] 图6B示出了根据各种实施方式的斯特林循环系统。

[0029] 图7是根据各种实施方式的方法的流程图。

[0030] 图8是根据各种实施方式的方法的流程图。

[0031] 图9是根据各种实施方式的方法的流程图。

具体实施方式

[0032] 以下描述只提供示例性实施方式,而非意在限定本公开的范围、适用性或者构型。相反,对示例性实施方式的以下描述将给本领域技术人员提供用于实施一个或更多个示例性实施方式的可行的描述,应当理解的是,在不脱离如所附权利要求中阐述的本发明的精神和范围的情况下可以对元件的功能和布置进行各种改变。本文中描述了数个实施方式,并且尽管各种特征被归于不同的实施方式,但应当理解的是,就一个实施方式所描述的特征也可以被包括在其它实施方式内。然而,出于相同原因,任何所描述的实施方式的单个特征或者特征都不应当被认为是对于每个实施方式而言是必需的,这是因为其它实施方式可以省去这种特征。

[0033] 以下描述中给出了具体的细节以便提供对实施方式的透彻的理解。然而,本领域普通技术人员应当理解的是,在没有这些具体细节的情况下也可以实施实施方式。例如,可以以框图形式中的部件这样的方式示出实施方式中的系统、网络、过程以及其它元件以免不必要的细节使实施方式不清楚。在其它情况下,可以示出公知的过程、公知的结构和公知的技术,而无需不必要的细节以免使实施方式不清楚。

[0034] 此外,应当指出的是,单独的实施方式可以作为被描述为流程表、流程图、结构图或者框图的过程而进行说明。尽管流程表会将操作描述为顺序过程,但能够以并行的方式或者同时执行许多操作。另外,可以重新排列操作的顺序。过程可以在其操作完成时终止,但过程也能够包括图中并未论述或包括的额外的操作。此外,不是任何特别描述的过程中的所有操作都会在所有的实施方式中出现。过程可以对应于方法、功能、步骤、子程序、次程序等。

[0035] 提供了如下方法、系统和/或装置:该方法、系统和/或装置可以包括根据各种实施方式的斯特林循环构型和/或直线-旋转机构。斯特林循环装置和/或斯特林循环系统通常会使用在气缸中往复运动的活塞以实现气体——下文中称为工作流体——的运动、压缩和膨胀以便使所述工作流体移动通过可以给所述工作流体增加热量或者去除来自所述工作流体的热量的热交换器,并且由此改变所述工作流体的压力。斯特林循环装置和/或斯特林循环系统通常包括容积(下文中称为工作容积),该容积可以由前述活塞、气缸、热交换器、可以实现气缸与热交换器之间的层流的扩散器和/或将气缸、热交换器和/或扩散器连接的任何管道,并且该容积可以将工作流体捕获在其中。活塞运动的正时可以使得:在工作容积在高压时段期间膨胀并且在低压时段期间收缩的情况下,可以每循环产生一定量的净功,使得斯特林循环装置和/或斯特林循环系统成为发动机。替代性地,活塞运动的正时可以使得:在工作容积在高压时段期间收缩并且在低压时段期间膨胀的情况下,可以每循环吸收一定量的净功,使得斯特林循环装置和/或斯特林循环系统例如成为制冷器或热泵。可以包括单个工作容积的活塞、气缸、热交换器、扩散器和/或将气缸、热交换器和/或扩散器连接的任何管道的组合在下文中可以称为热力学回路。斯特林循环装置和/或斯特林循环系统可以由一个或更多个热力学回路组成。可以将两个或更多个热力学回路物理地布置成相邻近。

[0036] 本领域普通技术人员应当理解的是,斯特林循环装置和/或斯特林循环系统可以例如以制冷器或热泵的形式进行操作,并且应当理解的是,本文中对发动机进行的每次参

照可以视为参照制冷器或热泵,并且本文中对于制冷器或热泵的每每次参照可以视为参照发动机。因而通常,术语斯特林循环装置和/或斯特林循环系统总体上可以表示发动机、制冷器和/或热泵。一些实施方式包括如下斯特林循环装置和/或斯特林循环系统:所述斯特林循环装置和/或斯特林循环系统可以包括容纳在高温气缸内的高温活塞和容纳在低温气缸内的低温活塞。本领域普通技术人员应当理解的是,容纳在高温气缸内的高温活塞的功能可以与容纳在低温气缸内的低温活塞的功能进行互换,即,被指定为容纳在高温气缸内的高温活塞可以以容纳在低温气缸内的低温活塞的形式进行操作,并且被指定为容纳在低温气缸内的低温活塞的可以以容纳在高温气缸内的高温活塞的形式进行操作。

[0037] 例如,一些实施方式包括如下斯特林循环装置和/或斯特林循环系统:所述斯特林循环装置和/或斯特林循环系统可以包括容纳在第一高温气缸内的第一高温活塞以及容纳在第一低温气缸内的第一低温活塞。通过将第一低温活塞和第一高温活塞各自与第一单个致动器机械地联接而将第一低温活塞与第一高温活塞机械地联接,并且使得第一高温活塞和第一低温活塞构造成位于不同的热力学回路。不同的热力学回路可以包括相邻的热力学回路。

[0038] 在一些实施方式中,第一高温活塞和第一低温活塞构造成在空间上彼此对齐。在一些实施方式中,第一高温活塞和第一低温活塞构造成在空间上偏离彼此。

[0039] 在一些实施方式中,至少提供容纳在第二高温气缸内的第二高温活塞和容纳在第二低温气缸内的第二低温活塞。通过将第二高温活塞和第二低温活塞各自与第二单个致动器机械地联接而将第二高温活塞与第二低温活塞彼此机械地联接,并且使得第二高温活塞和第二低温活塞可以构造成位于不同的热力学回路,其中,不同的热力学回路也可以是相邻的热力学回路。在一些情况下,第一低温活塞和第二高温活塞可以构造成位于同一热力学回路。在一些情况下,第一低温活塞和第二高温活塞可以构造成在空间上彼此对齐。在一些情况下,第一低温活塞和第二高温活塞可以构造成在空间上彼此偏离。第一低温活塞和第二高温活塞可以构造为单作用式阿尔法斯特林循环装置构型的一部分。

[0040] 一些实施方式包括斯特林循环系统。该系统可以包括容纳在多个气缸内的多个成对的活塞。所述成对的活塞中的每个活塞可以包括与低温活塞机械地联接的高温活塞,其中,通过将高温活塞和低温活塞各自与单个致动器机械地联接而将高温活塞与低温活塞机械地联接,并且使得高温活塞和低温活塞构造成位于不同的热力学回路。不同的热力学回路也可以是相邻的热力学回路。

[0041] 一些实施方式包括与多个单个致动器联接的直线-旋转机构。直线-旋转机构可以构造成:将多个单个致动器彼此联接,以至少驱动单个致动器或者使得被致动器驱动,同时保持单个致动器之间的相位关系。在系统的一些实施方式中,所述多个成对的活塞构造为单作用式阿尔法斯特林构型。在一些实施方式中,直线-旋转机构的旋转部分可以包括主轴。

[0042] 在一些实施方式中,直线-旋转机构可以包括筒形凸轮托架机构。在其它实施方式中,直线-旋转机构可以包括用于合成直线式或近乎直线式的运动的多个联动件,直线-旋转机构可以包括使用凸轮和多个凸轮从动件而与所述多个联动件联接的凸轮盘。在一些实施方式中,联动件可以包括瓦特联动件。

[0043] 在一些实施方式中,凸轮和所述多个凸轮从动件构造为圆锥形表面——下文中称

为锥形表面。凸轮和所述多个凸轮从动件可以构造成使得其所有锥形表面的各自的顶点可以重合。凸轮的轴线和所述多个凸轮从动件中的每个凸轮从动件的相应的轴线可以相对于主轴的旋转轴线倾斜。锥形表面的多个顶点可以位于主轴的旋转轴线上。

[0044] 现参照图1A,提供了根据各种实施方式的斯特林循环装置100。该装置可以包括容纳在高温气缸120内的高温活塞110,其中,高温活塞110可以称为第一高温活塞,高温气缸120可以称为第一高温气缸。装置100可以包括容纳在低温气缸121内的低温活塞111,其中,低温活塞111可以称为第一低温活塞,低温气缸121可以称为第一低温气缸。单个致动器115可以将低温活塞111与高温活塞110机械地联接使得高温活塞110和低温活塞111可以位于不同的热力学回路。不同的热力学回路可以包括相邻的热力学回路。通过使用单个致动器115将高温活塞110与低温活塞111机械地联接,高温活塞110和低温活塞111的运动可以是一致的。通过使用单个致动器,所述运动可以使得高温活塞110和低温活塞111可以保持固定的物理关系。在一些情况下,斯特林循环装置100可以称为斯特林循环系统。

[0045] 可以通过使用各种各样不同的热机械构型来构造装置100。例如,高温活塞110和高温气缸120与低温活塞111和低温气缸121可以在空间上彼此对齐。图1B中可以示出这种构型的示例,下面对这种构型进行更详细的描述。在图1B的该示例中,低温活塞111-a和低温气缸121-a可以在空间上偏离位于同一热力学回路的高温活塞110-b和高温气缸120-b。因此,用于将低温活塞111-a和低温气缸121-a与位于同一热力学回路的高温活塞110-b和高温气缸120-b连接的气体路径130会是弯曲的。在下文中,这种构型可以称为热偏移构型。在一些实施方式中,弯曲的气体路径130可以成90度角,不过也可以使用小于或者大于90度的其它角度。在一些情况下,气体路径130可以具有在相应的热交换器处并未居中的活塞110中的一个或更多个活塞。在一些情况下,气体路径130可以构造成使得活塞110中的一个或更多个可以在相应的热交换器处居中,而同一热力学回路的一个或更多个其它活塞110在相应的热交换器处没有居中。

[0046] 在装置100的一些实施方式中,高温活塞110和高温气缸120与低温活塞111和低温气缸121可以在空间上偏离彼此,即,高温活塞110与低温活塞彼此并未对齐。图1C中可以示出这种构型的示例,下面对这种构型进行更详细的描述。图1C的这种构型可以包括用于将低温活塞111-d和低温气缸121-d连接至位于同一热力学回路的高温活塞110-c和高温气缸120-c的直通式气体路径130-a。在下文中,这种构型可以称为机械偏移构型。

[0047] 一些实施方式可以包括机械偏移构型与热偏移构型的混合。例如,高温活塞110和高温气缸120与位于不同的热力学回路的低温活塞111和低温气缸121可以在空间上偏移,即,彼此并未对齐,并且高温活塞110和高温气缸120与位于同一热力学回路的一些其它低温活塞和其中容纳所述一些其它低温活塞的低温气缸同样可以在空间上偏移,即,彼此并未对齐。在下文中,这种构型可以称为混合偏移构型。

[0048] 现更详细地参照图1B和图1C,提供了根据各种实施方式的图1B的斯特林循环装置100-a和图1C的斯特林循环装置100-b。装置100-a和/或装置100-b可以是图1A的装置100的示例。与图1A相比,装置100-a和装置100-b可以示出更多的活塞和/或气缸。例如,装置100-a可以包括可以被容纳在第一高温气缸120-a内的第一高温活塞110-a和可以被容纳在第一低温气缸121-a内的第一低温活塞111-a。装置100-b可以包括被容纳在第一高温气缸120-c内的第一高温活塞110-c和被容纳在第一低温气缸121-c内的第一低温活塞111-c。另外,装

置110-a和装置110-b可以分别至少包括分别容纳在第二高温气缸120-b、120-d内的第二高温活塞110-b、110-d。装置110-a和装置100-b可以分别具有分别容纳在第二低温气缸121-b、121-d内的第二低温活塞111-b、111-d。在一些情况下,装置100-a和/或装置100-b的高温活塞和低温活塞可以构造为单作用式阿尔法斯特林循环装置。

[0049] 就装置100-a而言,单个致动器115-a可以将第一高温活塞110-a与第一低温活塞111-a机械地联接使得第一高温活塞110-a和第一低温活塞111-a可以位于不同的热力学回路;不同的热力学回路可以是相邻的热力学回路。类似地,单个致动器115-b可以将第二高温活塞110-b与第二低温活塞111-b机械地联接使得第一高温活塞110-b和第一低温活塞111-b可以位于不同的热力学回路,其中,不同的热力学回路也可以是相邻的热力学回路。在一些情况下,第一低温活塞111-a和第二高温活塞110-b可以构造成位于同一热力学回路。例如,装置100-a的第一低温活塞111-a和第二高温活塞110-b可以与气体路径130联接。在一些情况下,气体路径130可以包括一个或更多个扩散器和/或一个或更多个热交换器。装置100-a可以示出如下构型:在该构型中,第一低温活塞111-a和第二高温活塞110-b可以构造成在空间上偏离彼此。在一些情况下,这种构型可以称为热偏移构型。装置100-a可以包括未示出或者未用附图标记清楚地表示的额外的活塞、额外的气缸和/或额外的气体路径。

[0050] 就装置110-b而言,单个致动器115-c可以将第一高温活塞110-c与第一低温活塞111-c机械地联接使得第一高温活塞110-c和第一低温活塞111-c可以位于不同的热力学回路,其中,不同的热力学回路可以是相邻的回路。第二单个致动器115-d可以将第二高温活塞110-d与第二低温活塞111-d机械地联接使得第二高温活塞110-d和第二低温活塞111-d可以构造成位于不同的热力学回路,其中,不同的热力学回路也可以是相邻的热力学回路。在一些情况下,第二低温活塞111-d和第一高温活塞110-c可以构造成位于同一热力学回路。例如,装置100-b的第一高温活塞110-c和第二低温活塞110-d可以与气体路径130-a联接。在一些情况下,气体路径130-a可以包括一个或更多个扩散器和/或一个或更多个热交换器。在一些情况下,装置100-b可以具有如下构型:第二低温活塞111-d和第一高温活塞110-c可以构造成在空间上彼此对齐。在一些情况下,这种构型可以称为机械偏移构型。装置100-b可以包括未示出或者用附图标记清楚地表示的额外的活塞、额外的气缸和/或额外的气体路径。

[0051] 一些实施方式可以包括机械偏移构型和热偏移构型的混合,将装置100-a的方面和装置100-b的方面相结合。例如,高温活塞和其内可以容纳该高温活塞的高温气缸、与位于不同的热力学回路的低温活塞和其内可以容纳该低温活塞的低温气缸可以在空间上偏移,即,彼此并未对齐,并且高温活塞和其内可以容纳该高温活塞的高温气缸、与位于同一热力学回路的低温活塞和其内可以容纳该低温活塞的低温气缸可以在空间上偏移,即,彼此并未对齐。在一些情况下,这种构型可以称为混合偏移构型。在一些情况下,与热偏移构型相比,混合偏移构型的气体压降会较低,并且热力学回路内的死容积会较小,因而促使指示效率较高并且比输出功率较高。

[0052] 应当指出的是,在说明书通篇中并且在所有附图中,装置100通常可以包括成对的高温活塞和低温活塞。一些实施方式可以就给定的成对的活塞而互换高温活塞和低温活塞,但本文中不一定会示出或描述,不过其仍属于不同的实施方式的精神。

[0053] 现参照图2,提供了根据各种实施方式的直线-旋转机构装置200。直线-旋转机构200可以提供用于将产生于活塞的力转换成轴的扭矩用以例如驱动旋转式永磁式发电机或感应电动机。装置200可以包括用于合成直线式或近乎直线式的运动的多个联动件210-i、210-j。装置200可以包括通过使用凸轮230和多个凸轮从动件240-i、240-j而与所述多个联动件210-i、210-j联接的凸轮盘220。尽管装置200示出了两个联动件和两个凸轮从动件,但其它实施方式可以包括更多个联动件210和更多个凸轮从动件240,例如比如三个或四个或者更多个。在一些实施方式中,联动件210-i、210-j可以包括瓦特联动件。

[0054] 在一些实施方式中,凸轮230和/或所述多个凸轮从动件240-i、240-j构造为锥形表面。凸轮230和所述多个凸轮从动件240-i、240-j可以构造成使得其所有锥形表面的各自顶点可以重合。凸轮230的轴线和所述多个凸轮从动件240-i、240-j中的每个凸轮从动件的相应的轴线可以相对于主轴的旋转轴线倾斜。所述锥形表面的所述多个顶点可以位于主轴的旋转轴线上。在一些情况下,因而在凸轮230与凸轮从动件240-i、240-j之间的接触接合面处不会有滑动,这是因为运动会是一个锥形件围绕另一锥形件滚动。在一些实施方式中,可以给凸轮230和所述多个凸轮从动件240-i、240-j中的每一者增设锥齿轮,每个锥齿轮的节锥的开度角等于限定表述每个锥齿轮的锥形表面的锥形件的开度角,并且所有节锥的顶点与所有锥形表面的顶点重合。这种加强可以帮助避免在平滑的锥形表面之间的接触接合面处由于凸轮从动件240-i、240-j的角加速度和角减速度而会出现的周向滑动。

[0055] 在一些情况下,瓦特联动件可以在位于其中央连杆的致动器所可以附接的位置处合成高度准确、近乎平直的直线运动。在一些实施方式中,该位置的运动的平直度会比所行进的距离(其可以是活塞行程长度)的千分之一好一些。这样可以使活塞与气缸之间的边缘载荷减至最小,并且因而可以使摩擦损失以及由于摩擦损失而造成的磨损减至最低程度,从而形成效率高并且高度可靠的机构。在一些实施方式中,每个凸轮从动件240-i、240-j可以安装在瓦特联动件的输入连杆处,其中,当主轴使凸轮盘和凸轮(凸轮盘和凸轮的锥形表面的轴线相对于主轴的轴线倾斜)旋转时,瓦特联动件因而会绕如下轴线以弧的方式摆动:所述轴线可以在凸轮的锥形表面的顶点和凸轮从动件的锥形表面的顶点重合的位置处与主轴的旋转轴线相交。在一些情况下,在具有位于圆圈上均匀间隔开的偶数数目的热力学回路的斯特林循环装置和/或斯特林循环系统中,瓦特联动件的位于彼此正对面的输入连杆可以正好面对彼此移动,并且因此可以连接成单个部件。将这两个输入连杆连接成单个部件可以省去给每个输入连杆设置两个凸轮从动件的需要,其中,一个凸轮从动件与凸轮的第一锥形表面即顶锥形表面进行滚动接触以便推动输入连杆,另一凸轮从动件与凸轮的与第一锥形表面相反的第二锥形表面即底锥形表面进行滚动接触以便拉动输入连杆,这是因为尽管能够通过凸轮的与第一锥形表面仅沿一个方向进行滚动接触的单个凸轮从动件来推动一个瓦特联动件的输入连杆,但也可以通过位于相反的瓦特联动件的输入连杆处相同构造的单个凸轮从动件沿相反方向拉动该输入连杆,以便与凸轮的同一第一锥形表面进行滚动接触。凸轮230因而可以致动筒形凸轮设计中的多个凸轮从动件的仅一半凸轮从动件,其中,可以包括用以沿一个方向推动每个托架的一个凸轮从动件和用以沿相反的方向拉动托架的第二凸轮从动件。通常,在成对的瓦特联动件的位于彼此正对面的输入连杆连接的情况下,凸轮230上可以只包括一个可以与凸轮从动件240-i、240-j接触的表面。与筒形凸轮设计相比,瓦特联动件设计可以只包括轴承接合面的数目的大约一半,其中,轴承接

合面可以包括不仅位于轮与其相应的轮轴之间而且位于轮与轮在其上滚动的相应的表面之间的接合面,并且筒形凸轮设计的轴承接合面通常可以包括将托架的运动限制为直线式的导轨。瓦特联动件设计也可以较轻。由于凸轮盘220和凸轮从动件240-i、240-j各自可以具有简单的锥形轮廓,因此与筒形凸轮相比,凸轮盘220和凸轮从动件240-i、240-j可以易于用较简单的工具较准确地制造,其中,筒形凸轮可以包括两种正弦轮廓,筒形件的每个相反的面部处为一种正弦轮廓,每种轮廓相对于彼此定位成具有特定的精度。

[0056] 在一些实施方式中,所述多个联动件210-i、210-j构造成:将第一单个致动器与第二单个致动器彼此联接,以至少驱动第一单个致动器和第二单个致动器或者被第一单个致动器和第二单个致动器驱动,同时保持第一单个致动器与第二单个致动器之间的相位关系。

[0057] 图3A示出了根据各种实施方式的斯特林循环系统300。系统300可以包括分别容纳在多个气缸120-i、121-i/120-j、121-j内的多个成对的活塞110-i、111-i/110-j、111-j。所述成对的活塞中的每个活塞可以包括与低温活塞111-i、111-j机械地联接的高温活塞110-i、110-j,其中,通过将高温活塞110-i、110-j和低温活塞111-i、111-j各自与单个致动器115-i、115-j机械地联接使得高温活塞和低温活塞构造成位于不同的热力学回路。不同的热力学回路也可以是相邻的热力学回路。在系统300的一些实施方式中,所述多个成对的活塞构造为单作用式阿尔法斯特林构型。所述多个成对的活塞、所述多个气缸及致动器可以称为斯特林循环装置100-d,其例如可以是图1A的斯特林循环装置100、图1B的斯特林循环装置100-a和/或图1C的斯特林循环装置100-b的示例。系统300的一些实施方式可以包括比图3A中示出的更多的成对的活塞和致动器;例如,一些实施方式可以包括三组成对的活塞和致动器、四组成对的活塞和致动器;一些实施方式可以包括更多个成对的活塞和致动器。

[0058] 系统300也可以包括与所述多个单个致动器115-i、115-j联接的直线-旋转机构200-a。在一些实施方式中,直线-旋转机构200-a包括筒形凸轮托架机构。在一些实施方式中,直线-旋转机构200-a包括用于合成直线式或近乎直线式的运动的联动机构。图2中可以示出这种直线-旋转机构的示例。例如,直线-旋转机构200-a可以是图2的直线-旋转机构200的示例。直线-旋转机构200-a可以构造成:将所述多个单个致动器115-i、115-j彼此联接,以至少驱动单个致动器或者被致动器驱动,同时保持单个致动器之间的相位关系。在一些实施方式中,构造为联动机构的直线-旋转机构200-a包括多个联动件以及通过使用凸轮和多个凸轮从动件而与所述多个联动件联接的凸轮盘。在一些实施方式中,联动件可以包括瓦特联动件。

[0059] 仅作为示例,图3B示出了根据各种实施方式的斯特林循环系统300-a。系统300-a可以是图3的系统300的具体示例。系统300-a可以示出与图2的直线-旋转机构200联接的来自图3A的斯特林循环装置100-d。所述多个致动器115-i、115-j可以将斯特林循环装置100-d联接至直线-旋转机构200。

[0060] 现参照图4A、图4B和图4C,分别提供了根据各种实施方式的斯特林循环系统400-a、斯特林循环系统400-b和斯特林循环系统400-c。这些不同的实施方式可以提供各种各样的功能。例如,系统400-a、系统400-b和/或系统400-c可以提供用于根据各种实施方式的每个系统的活塞之间的正确的相位关系。此外,系统400-a、系统400-b和/或系统400-c可以提供将产生于活塞的力转换成轴的扭矩用以例如驱动旋转式永磁式电机或感应电动机或者

被旋转式永磁式电机或感应电动机驱动。在一些情况下,可以以就一个或更多个活塞以及一个或更多个气缸的剖视图的方式示出系统400-a、系统400-b和系统400-c的方面以便示出位于所述一个或更多个气缸内的所述一个或更多个活塞。

[0061] 系统400-a、系统400-b和/或系统400-c可以提供根据各种实施方式的单作用式阿尔法斯特林循环设计的示例。这些设计可以具有高性能和/或可靠性,其可以例如为具有温度低的热源的应用所使用。在一些情况下,旋转式机械可以以较大的尺寸具有较低的成本,这是由于外部压力容器的更经济性的形状所致,并且旋转式机械可以具有较高的热效率和/或比功率输出,这是因为位于斯特林循环装置和/或斯特林循环系统内的高温区域与低温区域(在这种设计中,高温区域与低温区域彼此之间可以被容易地隔离)之间的对流热传递所造成的损失较小所致。在一些情况下,将成组的高温活塞和成组的低温活塞都附接至单个直线-旋转机构可以大大降低成本、质量和/或尺寸。在一些实施方式中,从直线-旋转机构至每个低温活塞的连接装置可以是简单的连杆,和/或从直线-旋转机构至每个高温活塞的连接装置可以是刚性组件,比如钩环。

[0062] 系统400-a、系统400-b和系统400-c提供了筒形凸轮托架构型的三种变型。通常,筒形凸轮托架机构的托架可以自然地产生直线运动,这可以防止活塞上的边缘载荷;然而,在筒形凸轮的表面与凸轮从动件之间的滚动接合面处可能会有残余的滑动。可以改变根据各种实施方式的这些系统以便使用除筒形凸轮托架构型之外的其它机构。例如,其它实施方式可以使用如下机构:所述机构具有用于合成直线式或近乎直线式的运动的多个联动件,并且所述机构通过使用凸轮和多个凸轮从动件而被联接至凸轮盘。在一些实施方式中,联动件可以包括瓦特联动件。与筒形凸轮托架机构的托架相比,瓦特联动件可以产生近乎直线的运动,但可以避免在其凸轮与凸轮从动件之间的滚动接合面处的残余的滑动。

[0063] 系统400-a、系统400-b和系统400-c可以提供筒形凸轮托架构型的具有四个热力学回路的三种热-机械变型。例如,系统400-a可以提供高温气缸120-n与位于同一热力学回路的低温气缸121-m之间的90度弯曲的气体路径130-m,其可以称为热偏移。气体路径130-m可以包括一个或更多个扩散器和/或热交换器。就系统400-a而言,热偏移构型的该示例可以包括位于一个热力学回路(与气体路径130-n相关联,其可以包括一个或更多个扩散器和/或热交换器)处的具有相关联的高温气缸120-m的高温活塞110-m和位于相邻的热力学回路(与气体路径130-m相关联)处的具有相关联的低温气缸121-m的低温活塞111-m,其中,高温活塞110-m和低温活塞111-m对齐并且位于同一单个致动器115-m处,而位于同一热力学回路的高温活塞和低温活塞并未对齐,比如关于气体路径130-m的高温活塞110-n和低温活塞111-m。系统400-a的活塞、气缸和/或致动器可以构造为斯特林循环装置100-m,其可以是图1A的装置100、图1B的装置100-a和/或图3A或图3B的装置100-d的示例。装置100-m可以包括额外的活塞、额外的气缸、额外的致动器和/或额外的气体路径(其可以被示出但并未被表示和/或从图上看其可以是模糊的)。例如,在一些实施方式中,装置100-m可以构造成使用四对高温活塞和低温活塞及其相关联的气缸、致动器和/或气体路径。

[0064] 系统400-b可以提供直通式气体路径130-o,直通式气体路径130-o将高温气缸120-o与位于同一热力学回路的低温气缸121-o连接,这可以称为机械偏移。气体路径130-o可以包括一个或更多个扩散器和/或热交换器。就系统400-b而言,位于一个热力学回路(与气体路径130-p相关联,其可以包括一个或更多个扩散器和/或热交换器)处的具有相关联

的高温气缸120-p的高温活塞110-p和位于相邻的热力学回路(与气体路径130-o相关联)处的具有相关联的低温气缸121-o的低温活塞111-o可以在同一单个致动器115-o处偏移,和/或高温活塞和低温活塞可以对齐,比如高温活塞110-o和位于同一热力学回路(与气体路径130-o相关联)的低温活塞111-o。尽管致动器115-o理论上示出为实现高温活塞110-p相对于低温活塞111-o的偏移,但是可以假设的是,致动器115-o可以构造成十分刚硬以便防止在高温活塞110-p和低温活塞111-o及其相应的气缸120-p和120-o之间出现边缘载荷。系统400-b的活塞、气缸和/或致动器可以构造为斯特林循环装置100-o,其可以是图1A的装置100、图1C的装置100-b和/或图3A或图3B的装置100-d的示例。装置100-o可以包括额外的活塞、额外的气缸、额外的致动器和/或额外的气体路径(其可以被示出但并未被表示和/或从图上看其可以是模糊的)。例如,在一些实施方式中,装置100-o可以构造成使用四对高温活塞和低温活塞及其相关联的气缸、致动器和/或气体路径。

[0065] 系统400-c可以提供热偏移构型和机械偏移构型的混合,其可以将弯曲的气体路径130-q与单个致动器115-q相结合,系统400-c的高温活塞110-r和低温活塞111-q在空间上偏移,即,彼此并未对齐,这可以称为混合偏移构型。气体路径130-q可以包括一个或多个扩散器和/或热交换器。混合偏移构型比如系统400-c可以包括位于一个热力学回路(与气体路径130-r相关联,其可以包括一个或多个扩散器和/或热交换器)处的容纳在高温气缸120-r内的高温活塞110-r和位于相邻的热力学回路(与气体路径130-q相关联)处的容纳在低温气缸121-q内的低温活塞111-q,其中,位于同一致动器115-q处的活塞和气缸可以在空间上偏移,并且因此彼此可以不对齐,而容纳在高温气缸120-q内的高温活塞110-q和位于同一热力学回路(与气体路径130-q相关联)但位于不同的致动器处的容纳在低温气缸121-q内的低温活塞111-q也可以在空间上偏移,并且因此彼此可以不对齐。尽管理论上示出了致动器115-q以实现高温活塞110-r相对于低温活塞111-q的偏移,但是可以假设的是,致动器115-q可以构造成十分刚硬以便防止在高温活塞110-r和低温活塞111-q及其相应的气缸120-r和121-q之间出现边缘载荷。系统400-c的活塞、气缸和/或致动器可以构造为斯特林循环装置100-q,其可以是图1A的装置100、图3A的装置100-d和/或图3B的装置100-e的示例。装置100-q可以包括额外的活塞、额外的气缸、额外的致动器和/或额外的气体路径(其可以被示出但并未被表示和/或从图上看其可以是模糊的)。例如,在一些实施方式中,装置100-q可以构造成使用四对高温活塞和低温活塞及其相关联的气缸、致动器和/或气体路径。

[0066] 通过使用各种各样的直线-旋转机构——其分别示出为机构200-m、机构200-o和机构200-q——能够实施上面就系统400-a、系统400-b和系统400-c所描述的三种变型中的每一种变型。机构200-m、机构200-o和机构200-q可以示出筒形凸轮托架的变型。一些实施方式可以使用用于合成直线式或近乎直线式的运动的与凸轮盘或旋转斜盘联接的联动机构。在一些实施方式中,机构200-m、机构200-o和/或机构200-q可以是图2或图3B的直线-旋转机构200和/或图3A的机构200-a的示例。

[0067] 在图5A和图5B中,系统500-a和系统500-b分别示出了根据各种实施方式的直线-旋转机构200-r和直线旋转机构200-s的两种不同的示例。图5A和图5B也可以分别示出斯特林循环装置100-r和斯特林循环装置100-s的部分,其可以是图1A的装置100、图1B的装置100-a、图1C的装置100-b、图3A或图3B的装置100-d、图4A的装置100-m、图4B的装置100-o

和/或图4C的装置100-q的示例。

[0068] 图5A示出了根据各种实施方式的可以使用筒形凸轮托架构型的直线-旋转机构200-r。机构200-r可以是图3A的直线-旋转机构200-a、图4A的机构200-m、图4B的机构200-o和/或图4C的机构200-q的示例。直线-旋转机构200-r可以通过装置100-r的一个或更多个单个致动器115-r-i、115-j-i (其他两个单个致动器从图上看会是模糊的或者并未被具体表示) 联接至斯特林循环装置100-r。

[0069] 图5B示出了直线-旋转机构200-s和具有多个凸轮从动件的凸轮盘, 其中, 直线-旋转机构200-s可以使用用于合成直线式或者近乎直线式的运动的多个联动件 (其构造为瓦特联动件)。机构200-s可以包括瓦特联动件210-s-i、210-s-j、210-s-k (可以包括第四瓦特联动件, 但从图上看是模糊的), 这些瓦特联动件在枢转点250-s-i、250-s-j、250-s-k (可以包括第四枢转点, 但从图上看是模糊的)、凸轮从动件240-s-i、240-s-j、240-s-k (可以包括第四凸轮从动件, 但从图上看是模糊的) 和可以为凸轮盘220-s的一部分的凸轮230-s处产生近乎直线式的运动。在一些实施方式中, 凸轮230-s和/或多个凸轮从动件240-s-i、240-s-j、240-s-k构造为锥形表面。凸轮230-s和多个凸轮从动件240-s-i、240-s-j、240-s-k可以构造使得其所有相应的锥形表面的顶点260可以是重合的。凸轮230-s的轴线270和所述多个凸轮从动件240-s-i、240-s-j、240-s-k中的每一者的相应的轴线271可以相对于主轴280的旋转轴线272倾斜。锥形表面的多个顶点260可以位于主轴280的旋转轴线272处。在一些实施方式中, 可以给凸轮230-s和所述多个凸轮从动件240-s-i、240-s-j、240-s-k中的每一者增设锥齿轮, 每个锥齿轮的节锥的开度角等于限定表示每个锥齿轮的锥形表面的锥形件的开度角, 并且所有节锥的顶点与所有锥形表面的顶点260重合。这种加强可以帮助避免在平滑的锥形表面之间的接触接合面处会出现的周向滑动。在一些实施方式中, 凸轮从动件240-s-i、240-s-j、240-s-k的运动可以给凸轮盘220-s给予围绕主轴280的轴线272的旋转。凸轮230-s和多个凸轮从动件240-s-i、240-s-j、240-s-k的锥形表面可以进行接触, 以便于在另一锥形表面处滚动的锥形表面进行运动。这可以促使凸轮从动件240-s-i、240-s-j、240-s-k保持与凸轮230-s进行接触, 而不会发生滑动或滑移。机构200-s可以是图2或图3B的直线-旋转机构200和/或图3A的机构200-a的示例。机构200-s可以通过装置100-s的所述一个或更多个单个致动器115-s-i、115-s-j (从图上看两个其它单个致动器会是模糊的或者并未被具体表示) 而与斯特林循环装置100-s联接。

[0070] 图5C提供了根据各种实施方式的可以使用多个瓦特联动件和凸轮盘构型的直线-旋转机构200-t的额外的示例。图5C的机构200-t可以包括多个瓦特联动件, 比如瓦特联动件210-t-i和210-t-j (机构200-t中可以包括一个或更多个额外的瓦特联动件, 不过从图上看会是模糊的)。机构200-t可以包括多个凸轮从动件, 比如凸轮从动件240-t-i和240-t-j (机构200-t中可以包括一个或更多个额外的凸轮从动件, 不过从图上看会是模糊的)。机构200-t凸轮230-t可以是凸轮盘220-t的部分。机构200-t可以是图2或图3B的直线-旋转机构200、图3A的机构200-a和/或图5B的机构200-s的示例。瓦特联动件210-t-i和210-t-j以及凸轮盘机构220-t、凸轮230-t和/或所述多个凸轮从动件240-t-i和240-t-j可以构造为锥形表面。凸轮230-t和所述多个凸轮从动件240-t-i和240-t-j可以构造使得其所有的相应的锥形表面的顶点可以是重合的。凸轮230-t的轴线和所述多个凸轮从动件240-t-i和240-t-j中的每一者的相应的轴线可以相对于主轴280-a的旋转轴线倾斜。锥形表面的多个

顶点可以位于主轴280-a的旋转轴线上。

[0071] 图5D提供了根据各种实施方式的系统500-d的另一示例,其中,系统500-d可以包括直线-旋转机构200-u,直线-旋转机构200-u可以使用多个瓦特联动件和凸轮盘构型。图5D的机构200-u可以包括瓦特联动件210-u-i和210-u-j(可以包括第三瓦特联动件和第四瓦特联动件,但从图上看会是模糊的)、凸轮从动件240-u-i和240-u-j(可以包括第三凸轮从动件和第四凸轮从动件,但从图上看会是模糊的)、以及凸轮230-u(其可以是凸轮盘220-u的部分)。凸轮从动件240-u-i和240-u-j的运动可以给凸轮盘220-u给予围绕主轴280-b的轴线的旋转。在一些实施方式中,凸轮230-u和多个凸轮从动件240-u-i和240-u-j的锥形表面可以进行接触以便于在另一锥形表面处滚动的锥形表面的运动。机构200-u可以是图2的直线-旋转机构200、图3A的机构200-a、图3B的机构200-b、图5B的机构200-s和/或图5C的机构200-t的示例。系统500-d可以示出斯特林循环装置100-u的方面,其可以是图1A的装置100、图1B的装置100-a、图1C的装置100-b、图3A或图3B的装置100-d、图4A的装置100-m、图4B的装置100-o和/或图4C的装置100-q的示例。

[0072] 图5E示出了根据各种实施方式的可以使用凸轮盘构型的直线-旋转机构200-v的方面。机构200-v可以示出凸轮从动件240-v(机构200-v中可以包括一个或多个额外的凸轮从动件,不过未示出)。机构200-v可以包括凸轮230-v,凸轮230-v可以是凸轮盘220-v的部分。机构200-t例如可以是图2或图3B的直线-旋转机构200、图3A的机构200-a、图5B的机构200-s、图5C的机构200-t和/或图5D的机构200-u的方面的示例。

[0073] 凸轮230-v和/或凸轮从动件240-v可以构造成具有锥形表面,并且其就锥形件250和锥形件251而被示出。凸轮230-v和凸轮从动件240-v可以构造成使得其所有相应的锥形表面的顶点260-a可以是重合的。凸轮230-v的轴线270-a和凸轮从动件240-v的轴线271-a可以相对于主轴的旋转轴线272-a倾斜。锥形表面的所述多个重合的顶点260-a可以位于主轴的旋转轴线272-a处。在一些实施方式中,凸轮从动件240-v的运动可以帮助给凸轮盘220-v给予围绕主轴的轴线272-a的旋转。凸轮230-v和凸轮从动件240-v的锥形表面可以进行接触以便于在另一锥形表面处滚动的锥形表面的运动。这可以促使凸轮从动件240-v保持与凸轮230-v进行接触而不会滑动或滑移。为清楚起见,该图中仅示出了一个凸轮从动件240-v,不过例如如其它图中示出的,在一些实施方式中可以使用额外的凸轮从动件。

[0074] 现参照图6A和图6B,提供了根据各种实施方式的斯特林循环系统600的轴测图和斯特林循环系统600-a的相关的侧视图。系统600-a例如可以提供图6A的系统600的示例。斯特林循环系统600和斯特林循环系统600-a可以是图3A的系统300或者图3B的系统300-a的示例。系统600和系统600-a可以包括斯特林循环装置100-w。斯特林循环装置100-w可以是图1A的斯特林循环装置100、图1B的装置100-a、图1C的装置100-b、图3A或图3B的装置100-d、图4A的装置100-m、图4B的装置100-o、图4C的装置100-q、图5A的装置100-r、图5B的装置100-s和/或图5D的装置100-u的方面的示例。系统600和系统600-a可以包括直线-旋转机构200-w,直线-旋转机构200-w可以是图2或图3B的直线-旋转机构200、图3A的机构200-a、图5B的机构200-s、图5C的机构200-t、图5D的机构200-u和/或图5E的机构200-v的方面的示例。

[0075] 系统600和系统600-a可以包括容纳在多个气缸内的多个成对的活塞;例如,这些实施方式通常可以包括四个成对的活塞,其中,每个活塞具有相关联的气缸,不过不是所有

的这些活塞和气缸可以用附图标记清楚地表示。此外,由于活塞可以被容纳在相应的气缸内,因此活塞从图上看会是模糊的。所述成对的活塞中的每个活塞可以包括与低温活塞机械地联接的高温活塞,其中,通过将高温活塞和低温活塞各自机械地联接至单个致动器而将低温活塞机械地联接的高温活塞,并且使得高温活塞和低温活塞构造成位于不同的热力学回路,并且不同的热力学回路也可以是相邻的热力学回路。例如,可以使用单个致动器115-w将位于高温气缸120-w内的高温活塞与位于低温气缸121-w内的低温活塞机械地联接。类似地,可以通过使用单个致动器115-x将位于高温气缸120-x内的高温活塞与位于低温气缸121-y内的低温活塞机械地联接。系统600和系统600-a可以包括两个其它单个致动器(其从图上看会是模糊的或者并未被清楚地表示)。此外,在一些情况下,位于低温气缸121-y内的低温活塞和位于高温气缸120-w内的高温活塞可以构造成位于与气体路径130-w相关联的同一热力学回路。类似地,在一些情况下,位于低温气缸121-x内的低温活塞和位于高温气缸120-x内的高温活塞可以构造成位于与气体路径130-x相关联的同一热力学回路。在一些情况下,这种构型可以称为混合偏移构型,其中,位于高温气缸120-w内的高温活塞和位于低温气缸121-w内的低温活塞和/或位于高温气缸120-w内的高温活塞和位于低温气缸121-y内的低温活塞可以分别构造成在空间上彼此偏离。类似地,位于高温气缸120-x内的高温活塞和位于低温气缸121-x内的低温活塞可以构造成在空间上彼此偏离。另外,位于低温气缸121-y内的低温活塞和位于高温气缸120-w内的高温活塞可以与气体路径130-w联接。在一些情况下,气体路径130-w可以包括一个或更多个扩散器和/或一个或更多个热交换器。类似地,位于低温气缸121-x内的低温活塞和位于高温气缸120-x内的高温活塞可以与气体路径130-x联接。在一些情况下,气体路径130-x可以包括一个或更多个扩散器和/或一个或更多个热交换器。系统600和系统600-a通常可以包括两个额外的气体路径(其从图上看会是模糊的或者并未被清楚地表示)。可以表示额外的活塞和额外的气缸,不过一些活塞和一些气缸从图上看会是模糊的或者并未被清楚地表示。

[0076] 在系统600和系统600-a的一些实施方式中,所述多个成对的活塞构造为单作用式阿尔法斯特林构型。通常,每对高温活塞/低温活塞可以与位于不同的热力学回路的单个致动器机械地联接,其中,不同的热力学回路可以是相邻的热力学回路。另外,每个高温活塞可以具有位于同一致动器处并且并未与所述每个高温活塞机械地联接的相关联的低温活塞,但每个高温活塞构造成使得这些相关联的活塞位于同一热力学回路。

[0077] 系统600和系统600-a也可以包括至少与所述多个单个致动器115-w、115-x联接的直线-旋转机构200-w。在该示例中,直线-旋转机构200-w可以包括用于合成直线式或近乎直线式的运动的联动机构。联动机构可以构造成:将所述多个单个致动器彼此联接,以至少驱动单个致动器或者被致动器驱动,同时保持单个致动器之间的相位关系。在一些实施方式中,联动机构包括多个联动件、以及通过使用凸轮和多个凸轮从动件而与所述多个联动件联接的凸轮盘。在一些实施方式中,联动件可以包括瓦特联动件。例如,瓦特联动件210-w可以与凸轮从动件240-w联接,凸轮从动件240-w可以与凸轮230-w联接。凸轮230-w可以是凸轮盘220-w的部分。类似地,瓦特联动件210-x可以与凸轮从动件240-x联接,凸轮从动件240-x可以与凸轮230-w联接。系统600可以包括额外的瓦特联动件和/或凸轮从动件(其可以不被清楚地表示,但可以在图6B中示出),不过一些瓦特联动件和/或凸轮从动件从图上看会是模糊的。

[0078] 凸轮230-w和/或凸轮从动件240-w和240-x可以构造成具有锥形表面。凸轮230-w和凸轮从动件240-w和240-x可以构造成使得其所有相应的锥形表面的顶点可以是重合的。凸轮230-w的轴线和每个凸轮从动件240-w和240-x的相应的轴线可以相对于主轴280-c的旋转轴线倾斜。锥形表面的所述多个重合的顶点可以位于主轴280-c的旋转轴线上。在一些实施方式中,凸轮从动件240-w和240-x的运动可以帮助给凸轮盘220-w给予围绕主轴280-c的轴线的旋转。凸轮230-w和凸轮从动件240-w和240-x的锥形表面可以进行接触,以便于在另一锥形表面处滚动的锥形表面的运动。这可以促使凸轮从动件240-w和240-x保持与凸轮230-w进行接触而不会滑动或滑移。

[0079] 现参照图7,提供了根据各种实施方式的方法700的流程图。通过使用图1A的装置100的方面、图1B的装置100-a的方面、图1C的装置100-b的方面、图3A或图3B的装置100-d的方面、图4A的装置100-m的方面、图4B的装置100-o的方面、图4C的装置100-q的方面、图5A的装置100-r的方面、图5B的装置100-s的方面、图5D的装置100-u的方面和/或图6A或图6B的装置100-w的方面可以实施方法700。在图7中,示出的所选择的特定步骤以及示出这些步骤的顺序仅意在起说明作用。根据本发明的不同的实施方式,能够以替代性顺序执行特定步骤,能够省去特定步骤,并且能够增加特定的额外的步骤。在以下描述中指出了这些变型中的一些变型但并非所有的变型。

[0080] 在块705处,可以容纳在第一高温气缸内的第一高温活塞和可以容纳在第一低温气缸内的第一低温活塞可以产生直线运动。第一低温活塞可以与第一高温活塞机械地联接使得第一低温活塞和第一高温活塞是不同的热力学回路。在一些情况下,第一单个致动器可以将第一高温活塞与第一低温活塞联接。不同的热力学回路可以包括相邻的热力学回路。

[0081] 在方法700的一些实施方式中,第一高温活塞和第一低温活塞构造成在空间上彼此对齐。在一些实施方式中,第一高温活塞和第一低温活塞构造成在空间上偏离彼此。

[0082] 在方法700的一些实施方式中,至少提供了容纳在第二高温气缸内的第二高温活塞和容纳在第二低温气缸内的第二低温活塞,其中,第二高温活塞和第二低温活塞也可以产生直线运动。第二单个致动器可以将第二高温活塞与第二低温活塞机械地联接使得第二高温活塞和第二低温活塞可以构造成位于不同的热力学回路,其中,不同的热力学回路也可以是相邻的热力学回路。在一些情况下,第一低温活塞和第二高温活塞可以构造成位于同一热力学回路。在一些情况下,第一低温活塞和第二高温活塞可以构造成在空间上彼此对齐。在一些情况下,第一低温活塞和第二高温活塞可以构造成在空间上偏离彼此。第一低温活塞和第二高温活塞可以构造为单作用式阿尔法斯特林循环构型的一部分。

[0083] 图8提供了根据各种实施方式的方法800的流程图的综述。通过使用图2或图3B的直线-旋转机构200、图3的机构200-a、图5B的机构200-s、图5C的机构200-t、图5D的机构200-u、图5E的机构200-v和/或图6A或图6B的机构200-w可以实施方法800。在图8中,示出的所选择的特定步骤以及示出这些步骤的顺序仅意在起说明作用。根据本发明的不同的实施方式,能够以替代性顺序执行特定步骤,能够省去特定步骤,并且能够增加特定的额外的步骤。在以下描述中指出了这些变型中的一些变型但并非所有的变型。可以将方法800与图7的方法700相结合使得可以将方法700中产生的直线运动转换成方法800的旋转运动。

[0084] 在块805处,与多个凸轮从动件联接并且与凸轮盘的凸轮联接的多个瓦特联动件

可以将直线运动转换成旋转运动。

[0085] 在方法800的一些实施方式中,凸轮和所述多个凸轮从动件构造为锥形表面。凸轮和所述多个凸轮从动件可以构造成使得其所有相应的锥形表面的顶点可以是重合的。凸轮的轴线和所述多个凸轮从动件中的每个凸轮从动件的相应的轴线可以相对于主轴的旋转轴线倾斜。锥形表面的所述多个顶点可以位于主轴的旋转轴线上。在一些实施方式中,可以给凸轮和所述多个凸轮从动件中的每一者增设锥齿轮,每个锥齿轮的节锥的开度角等于限定表示每个锥齿轮的锥形表面的锥形件的开度角,并且所有节锥的顶点与所有锥形表面的顶点重合。这种加强可以帮助避免在平滑的锥形表面之间的接触接合面处会出现的周向滑动。

[0086] 图9提供了根据各种实施方式的使用斯特林循环系统的方法900的流程图的概述。通过使用图1A的装置100、图1B的装置100-a、图1C的装置100-b、图3A或图3B的装置100-d、图4A的装置100-m、图4B的装置100-o、图4C的装置100-q、图5A的装置100-r、图5B的装置100-s、图5D的装置100-u和/或图6A或图6B的装置100-w可以实施方法900。通过使用图2或图3B的直线-旋转机构200、图3的机构200-a、图4A的机构200-m、图4B的机构200-o、图4C的机构200-q、图5A的机构200-r、图5B的机构200-s、图5C的机构200-t、图5D的机构200-u、图5E的机构200-v和/或图6A或图6B的机构200-w可以实施方法900。在图9中,示出的所选择的特定步骤以及示出这些步骤的顺序仅意在起说明作用。根据本发明的不同的实施方式,能够以替代性顺序执行特定步骤,能够省去特定步骤,并且能够增加特定的额外的步骤。在以下描述中指出了这些变型中的一些变型但并非所有的变型。

[0087] 在块905处,斯特林循环系统可以构造成具有容纳在多个气缸内的多个成对的活塞。每个成对的活塞可以包括通过单个致动器而与低温活塞机械地联接的高温活塞,使得高温活塞和低温活塞构造成位于不同的热力学回路,并且不同的热力学回路也可以是相邻的热力学回路。所述多个单个致动器可以与直线-旋转机构联接以便将由所述多个单个致动器产生的直线运动转换成旋转运动。在方法900的一些实施方式中,所述多个成对的活塞构造为单作用式阿尔法斯特林构型。

[0088] 在方法900的一些实施方式中,直线-旋转机构包括筒形凸轮托架机构。在一些实施方式中,直线-旋转机构包括用于合成直线式或者近乎直线式的运动的联动机构。联动机构可以构造成:将所述多个单个致动器彼此联接,以至少驱动单个致动器或者被致动器驱动,同时保持单个致动器之间的相位关系。在一些实施方式中,联动机构包括多个联动件、以及通过使用凸轮和多个凸轮从动件而与所述多个联动件联接的凸轮盘。在一些实施方式中,联动件可以包括瓦特联动件。

[0089] 尽管上面给出了一个或更多个实施方式的详细的描述,但各种替代方案、各种改型以及各种等效方案对于本领域技术人员来说将会是明显的而不会与所述不同的实施方式的精神不同。此外,除了明显不当或者特别指出的情况外,应当假设的是可以替换和/或组合不同的实施方式的特征、装置和/或部件。因而,以上描述不应当被认为是限定不同的实施方式的范围,不同的实施方式的范围可以由所附权利要求限定。

100

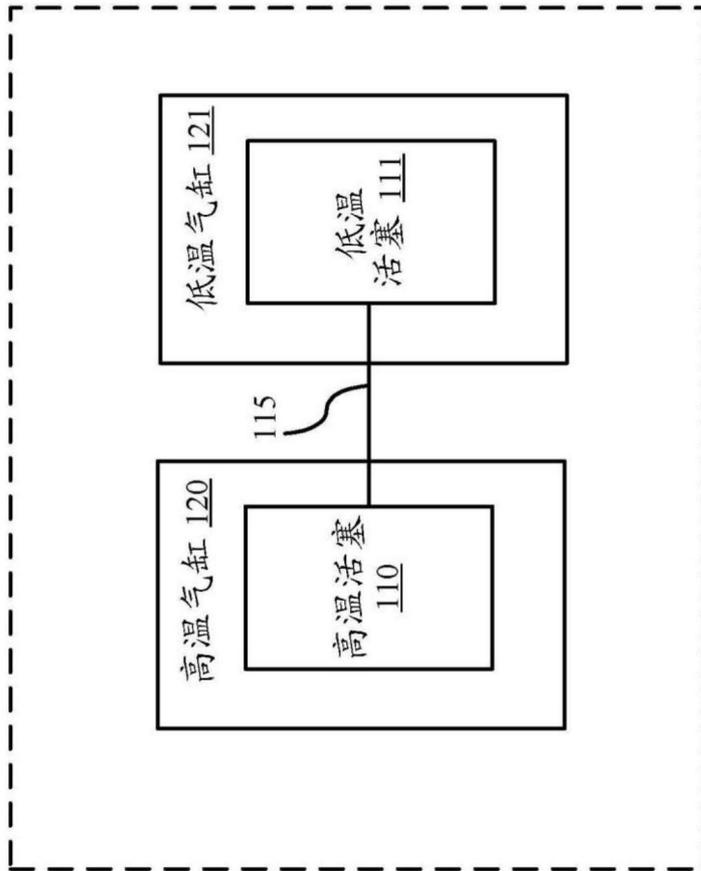


图1A

100-a

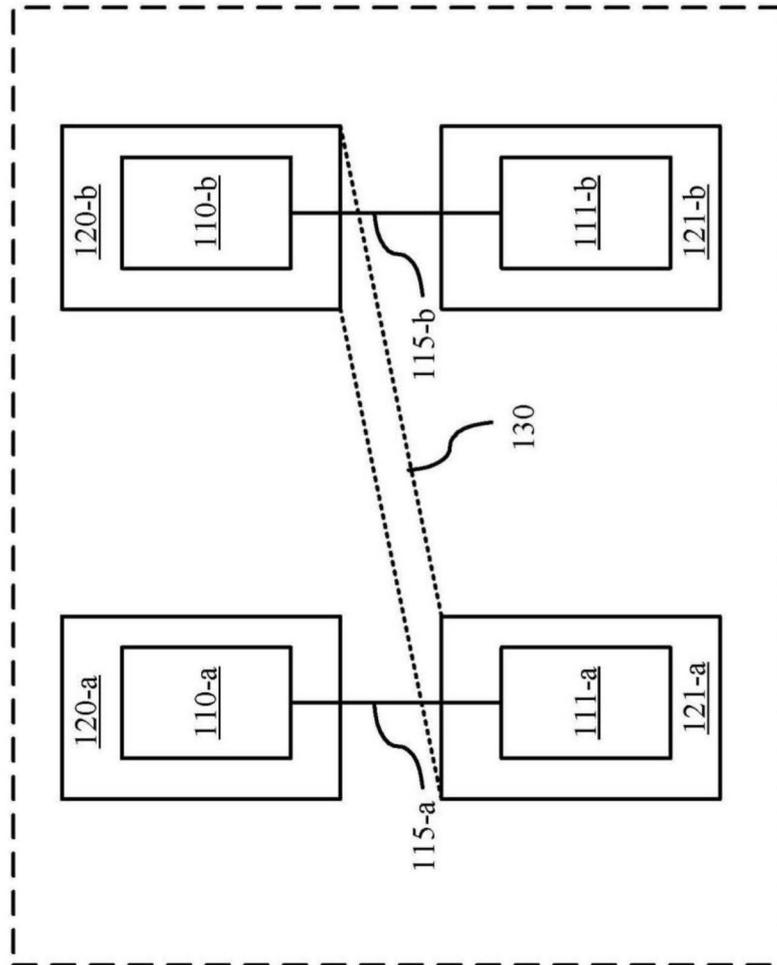


图1B

100-b

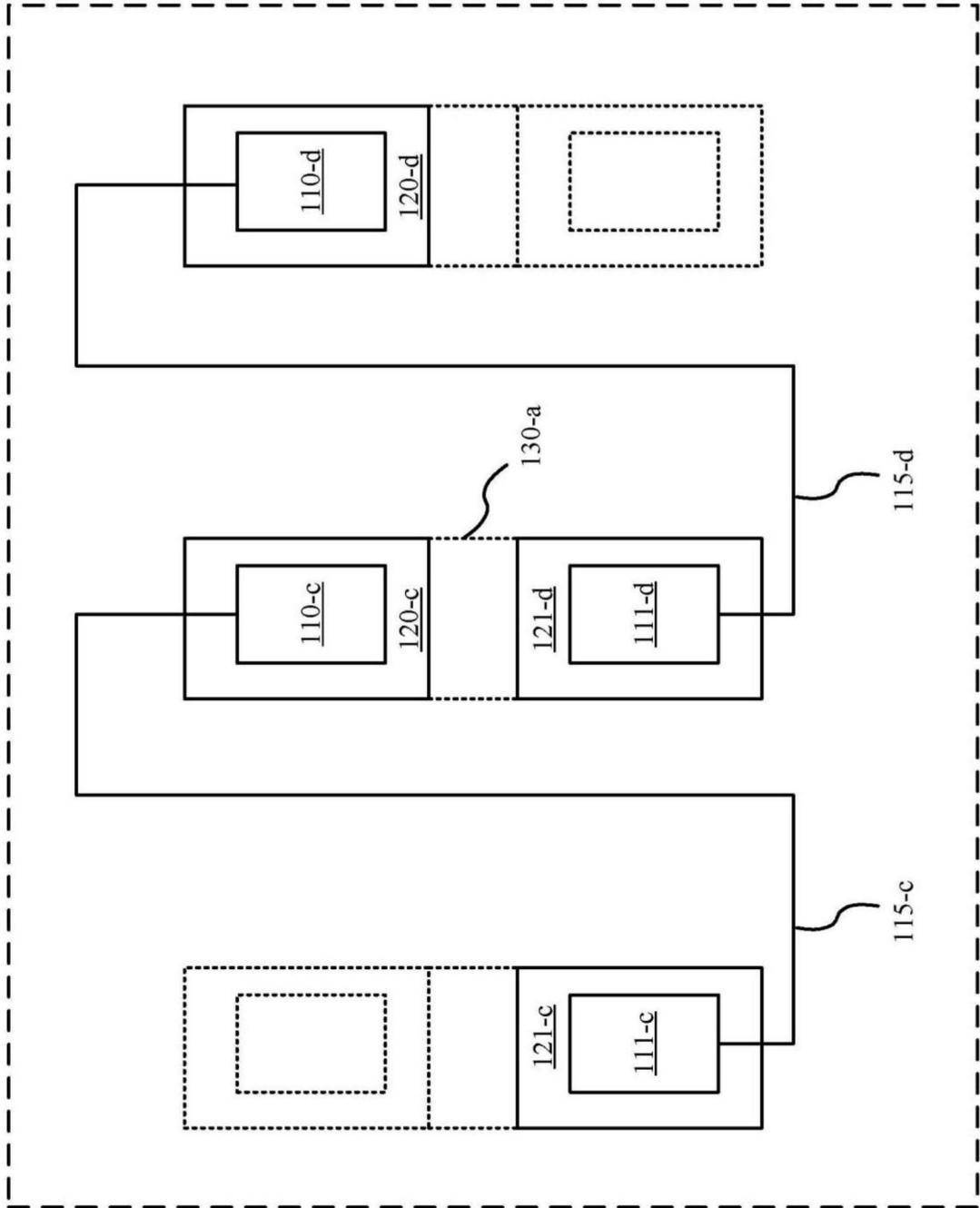
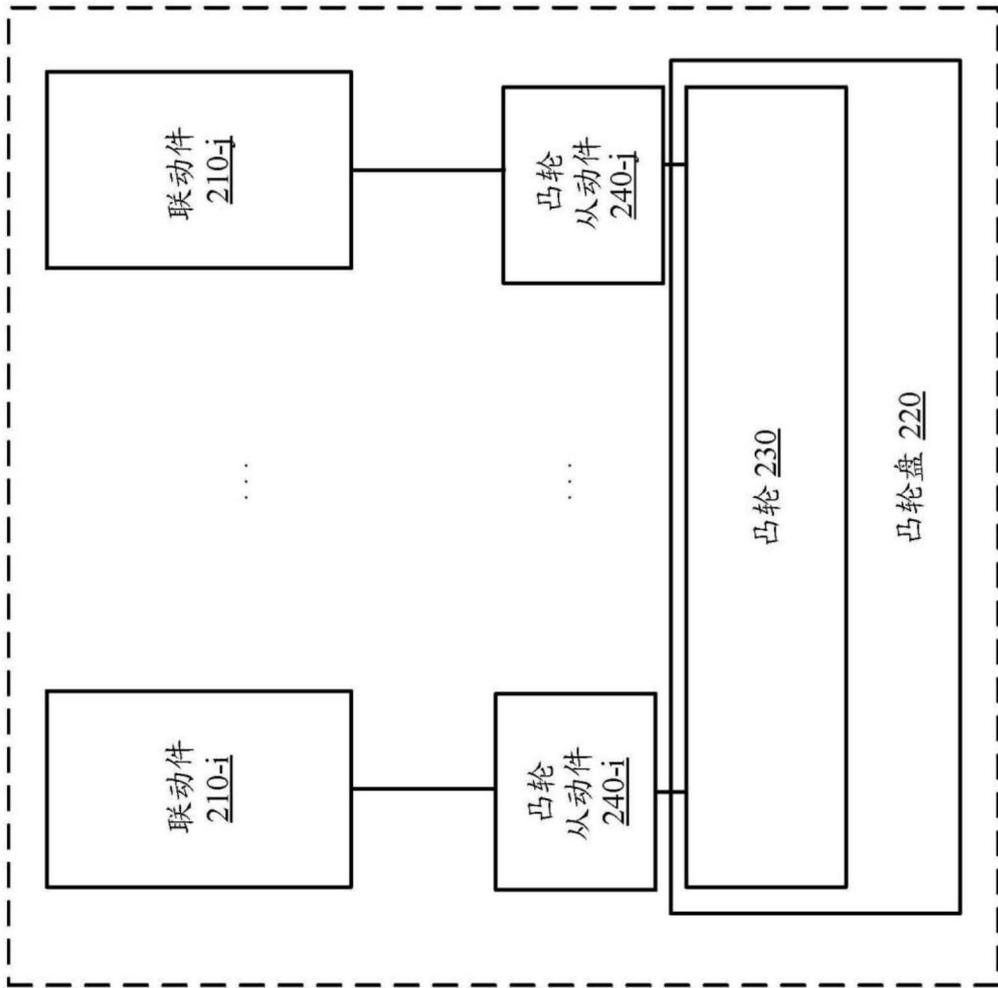


图1C

200



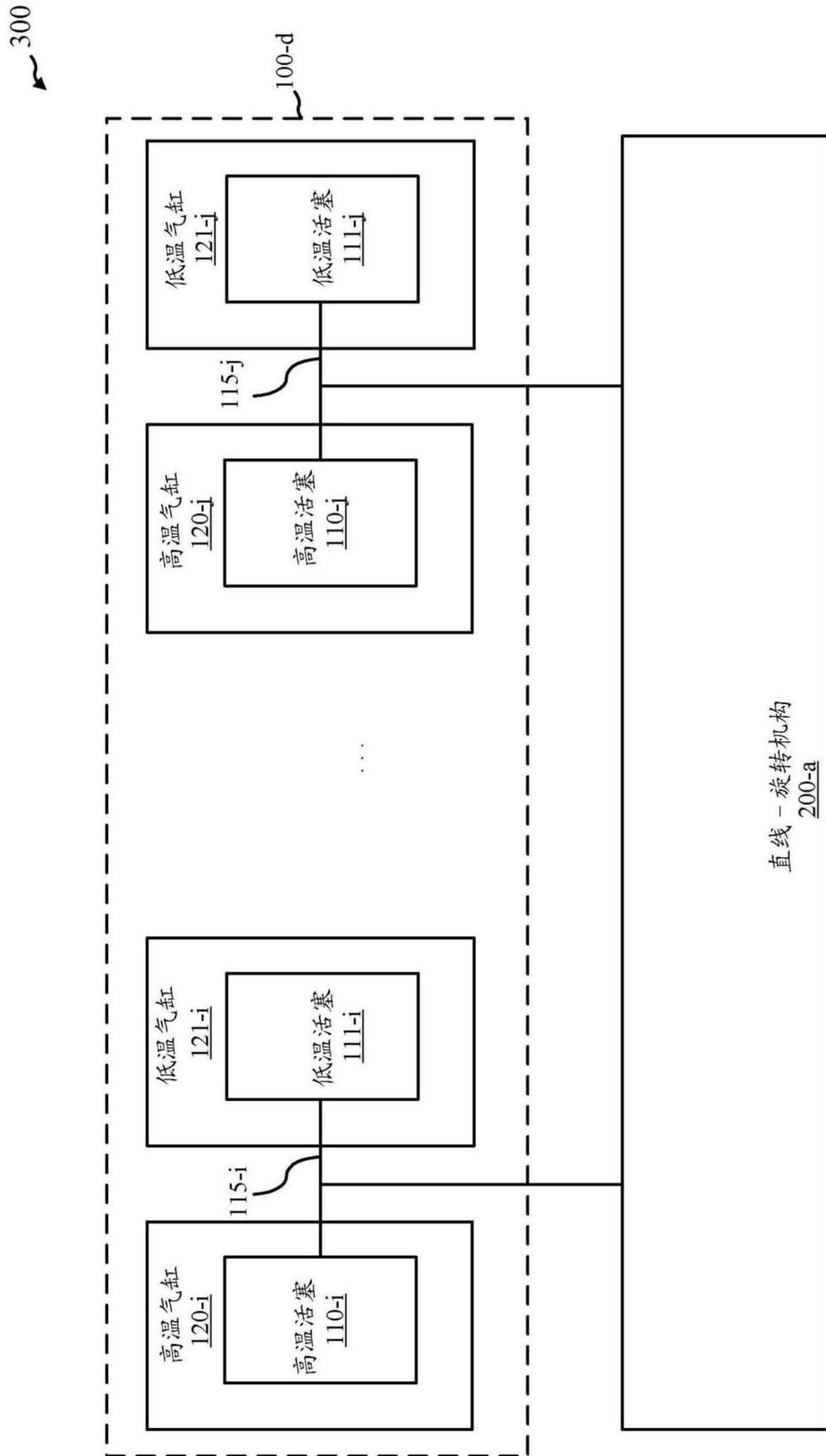


图3A

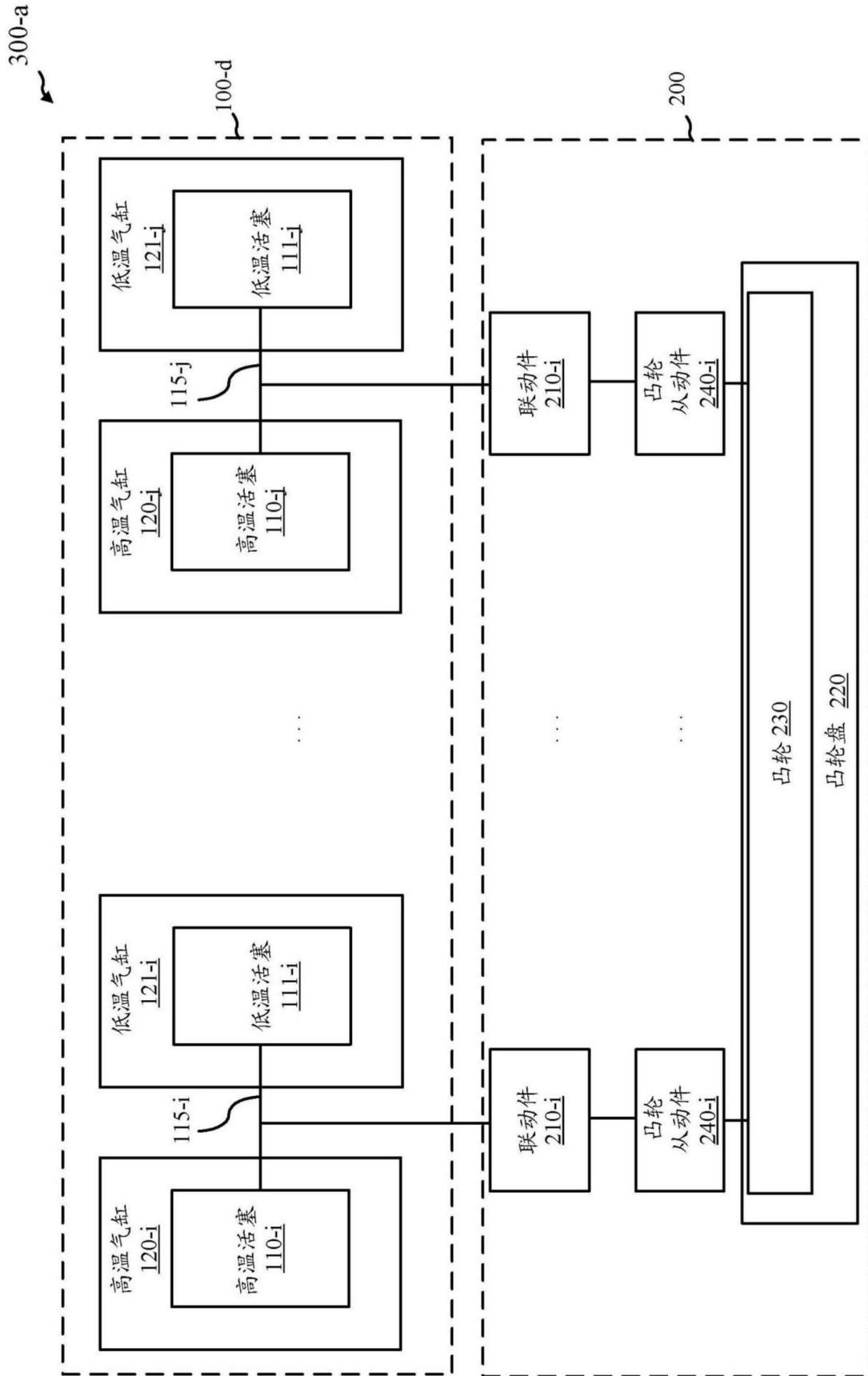


图3B

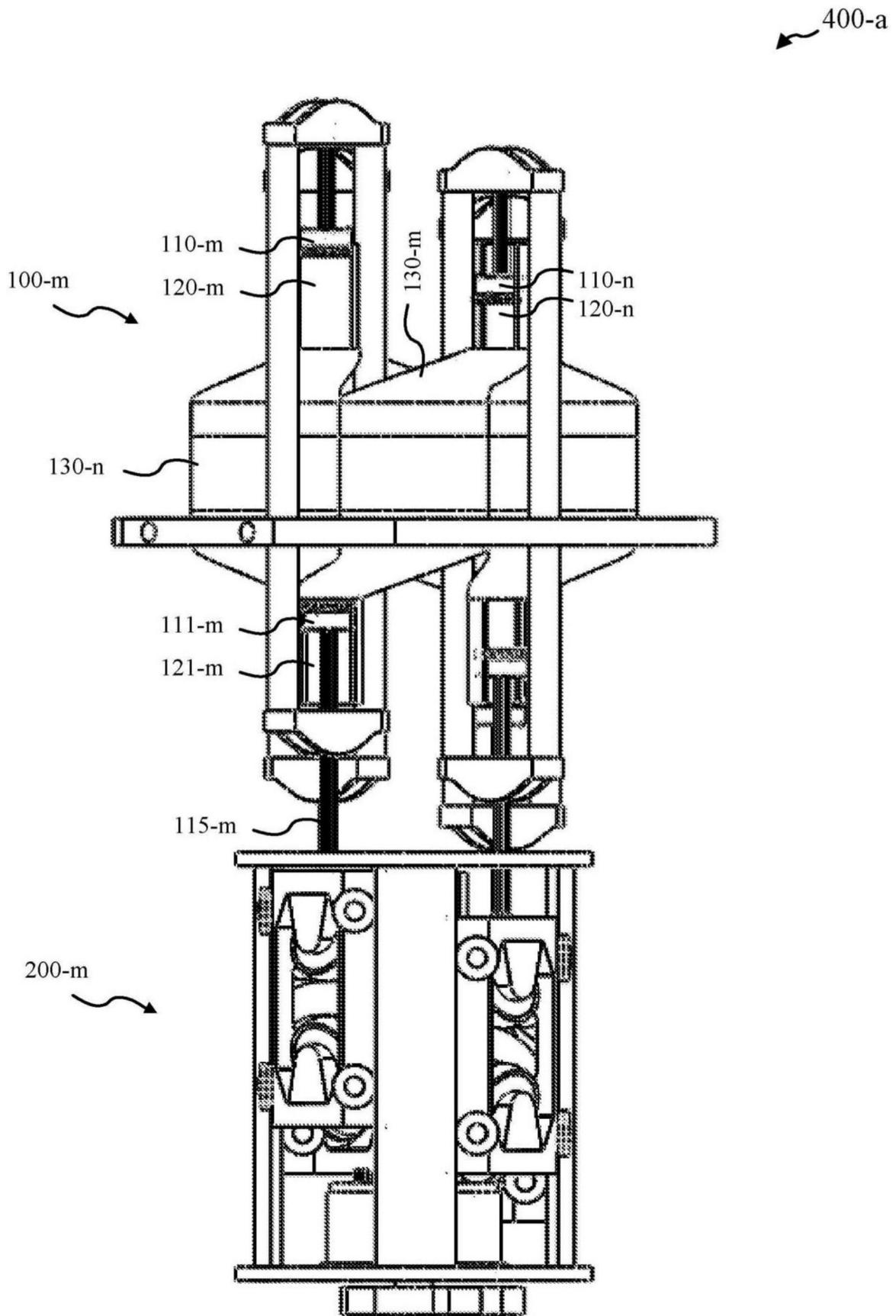


图4A

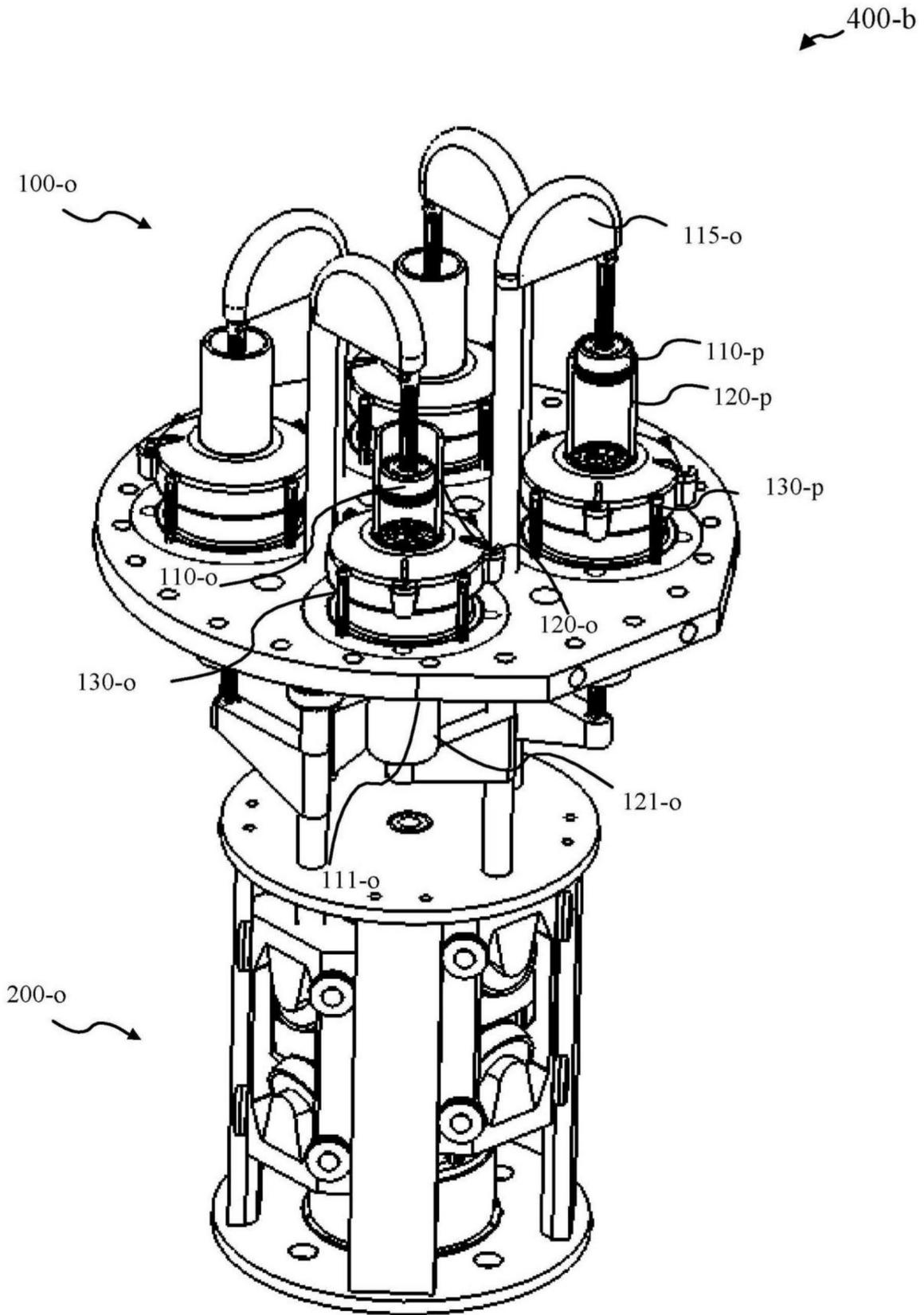


图4B

400-c

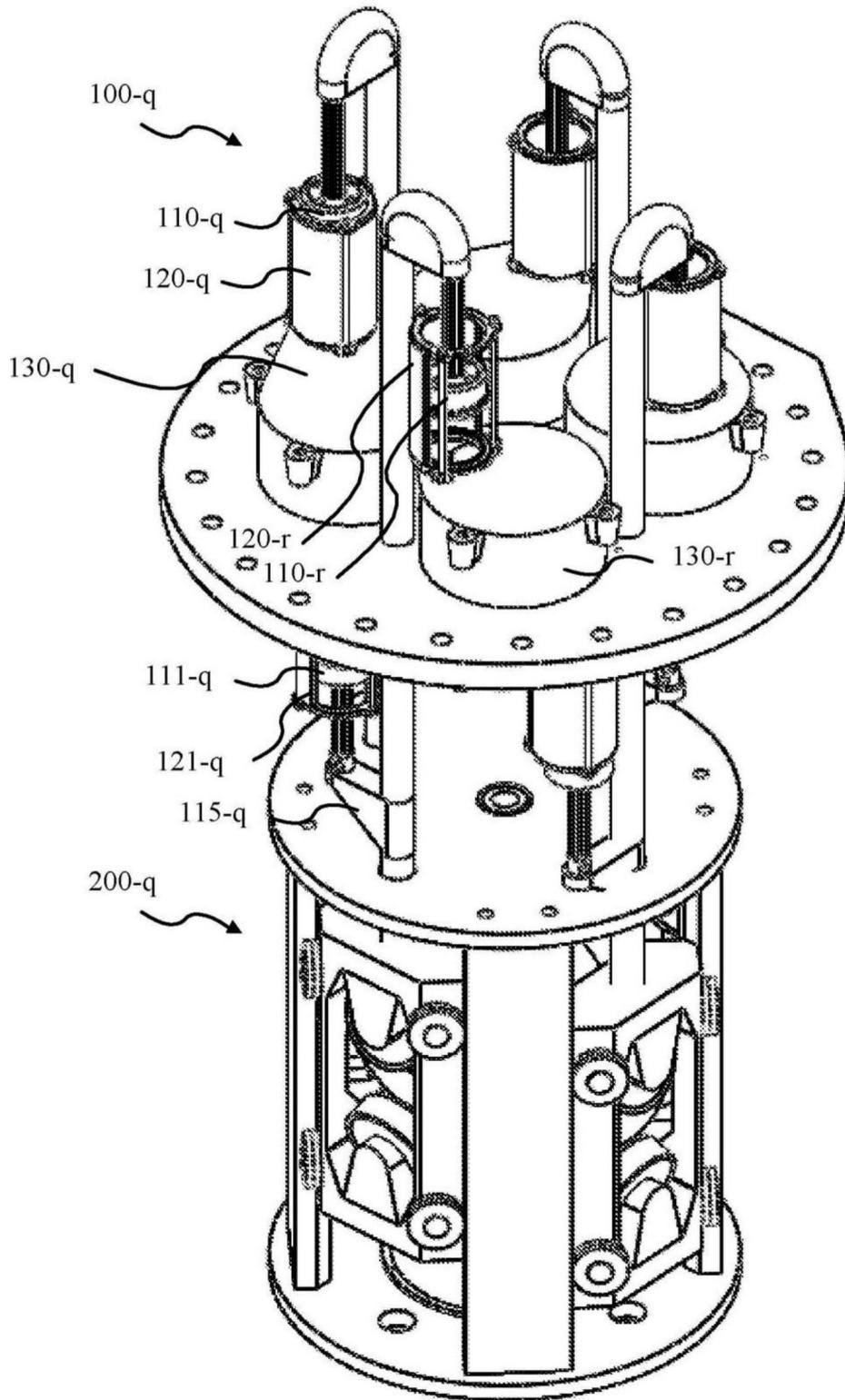


图4C

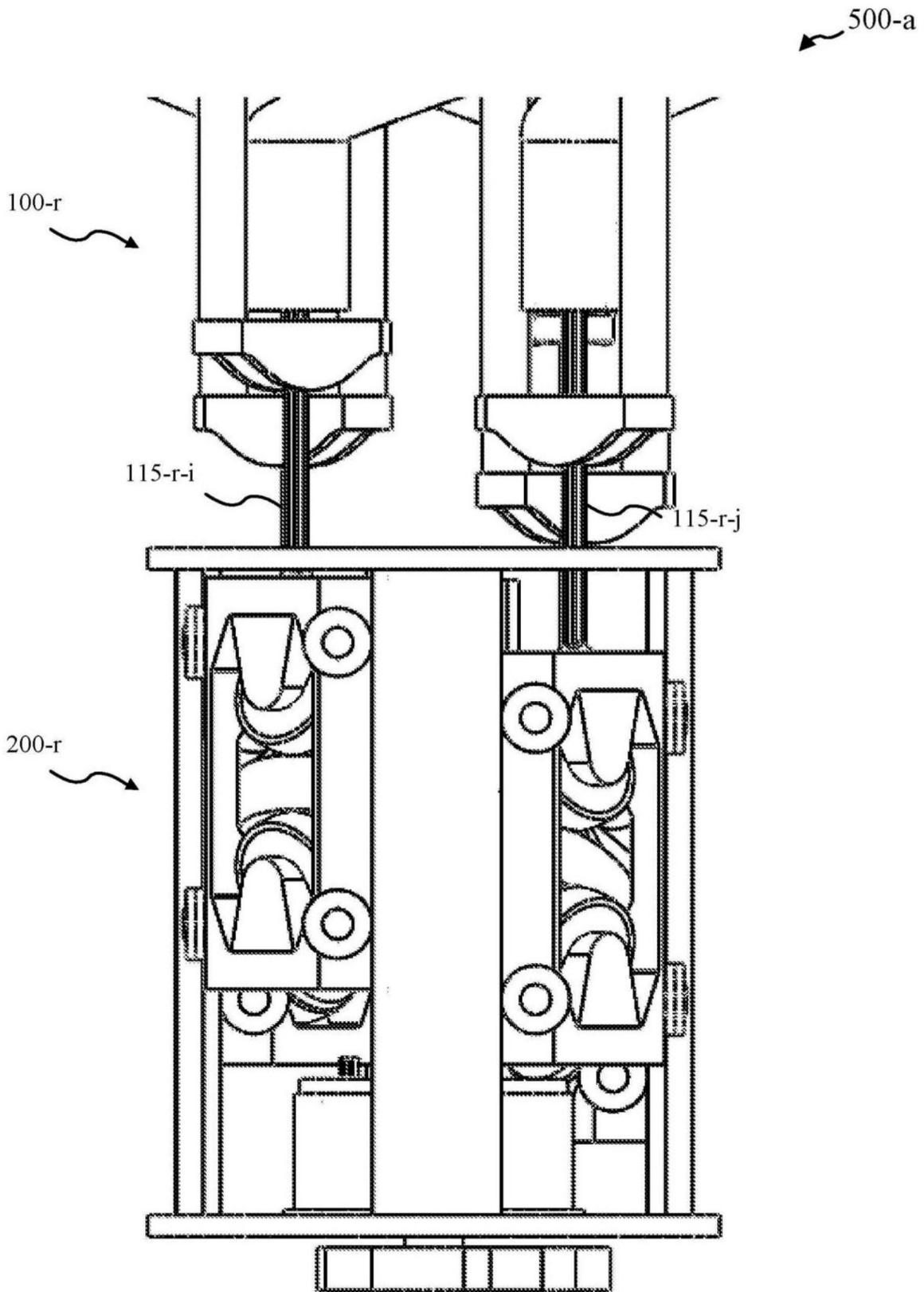


图5A

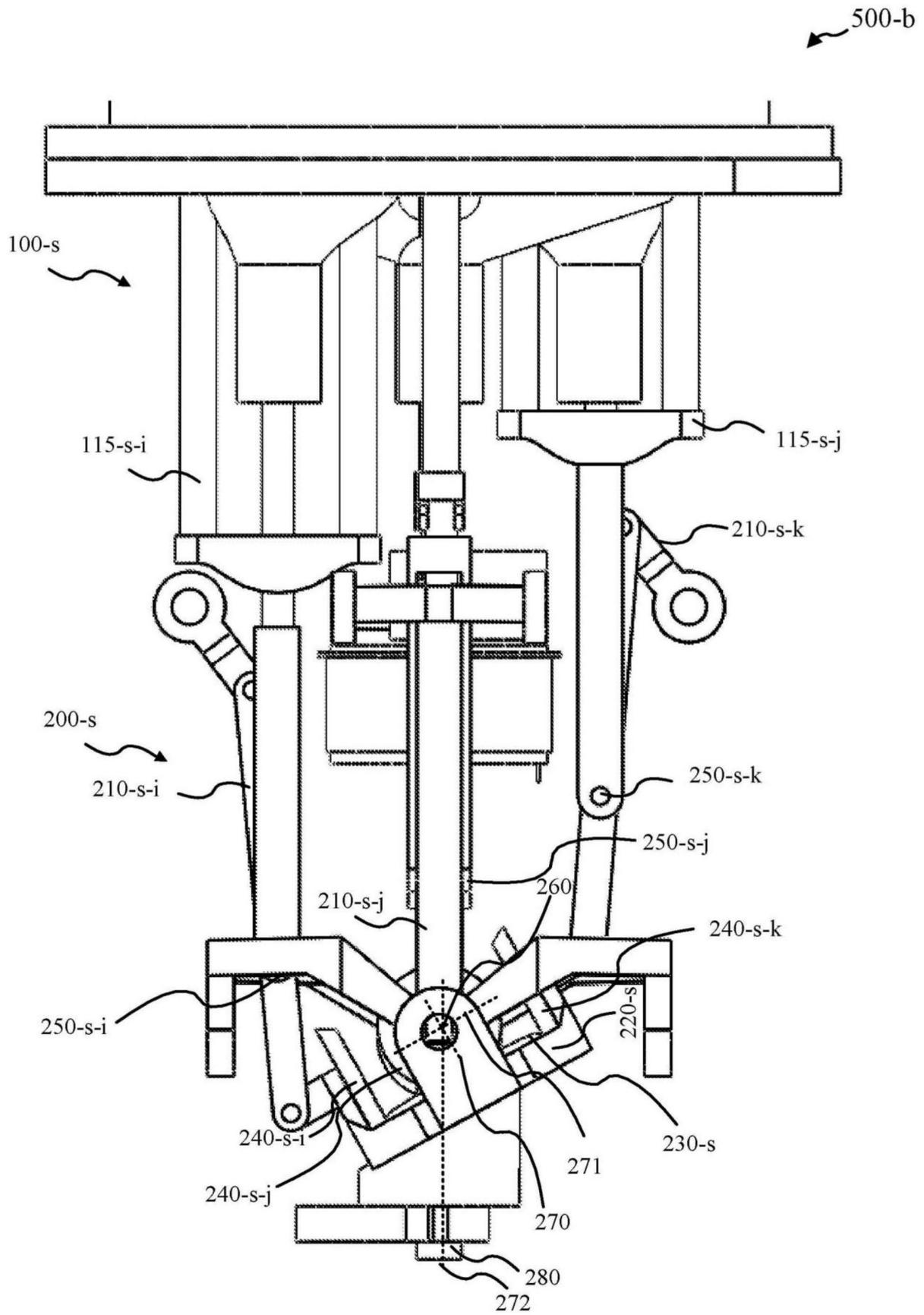


图5B

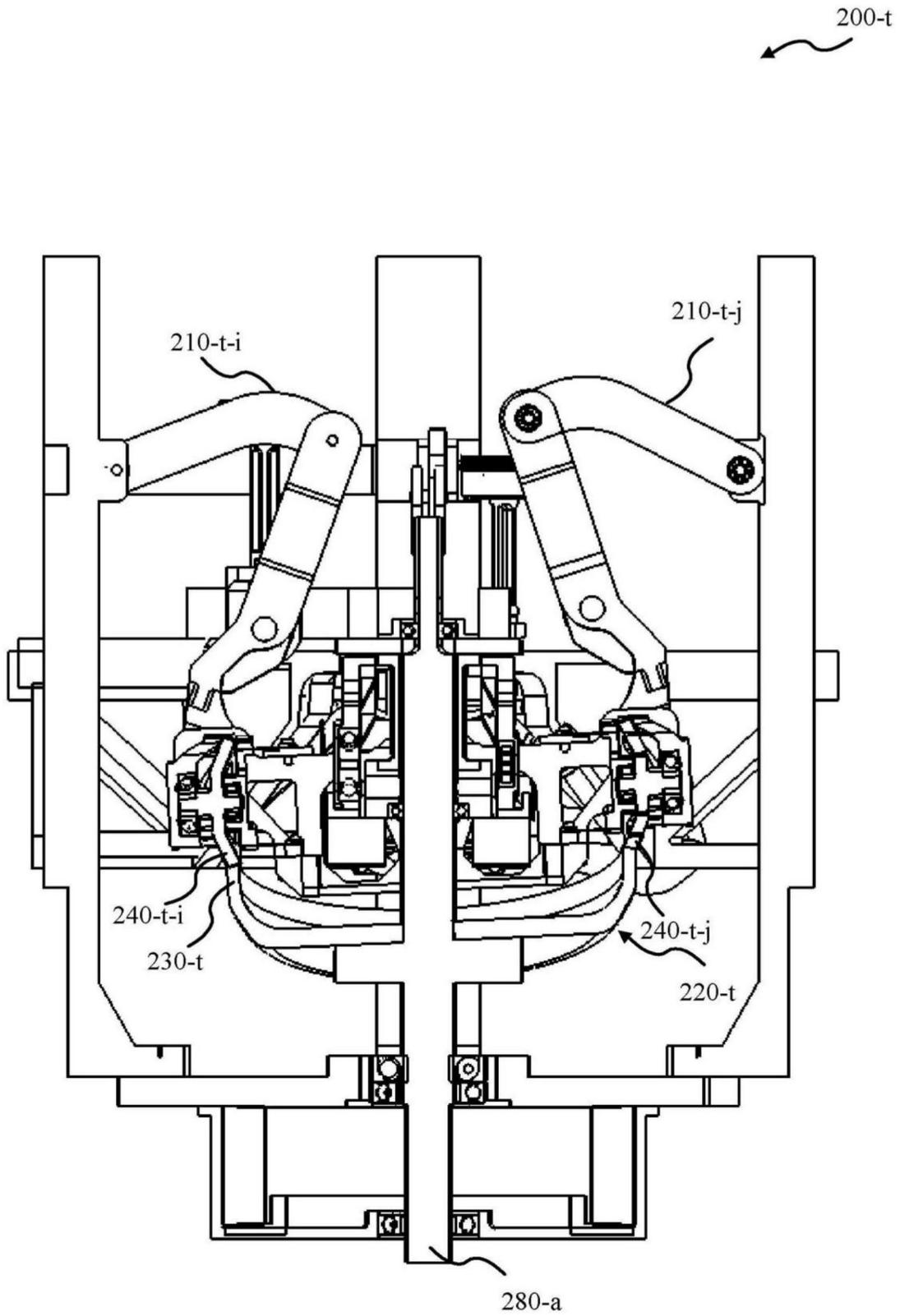


图5C

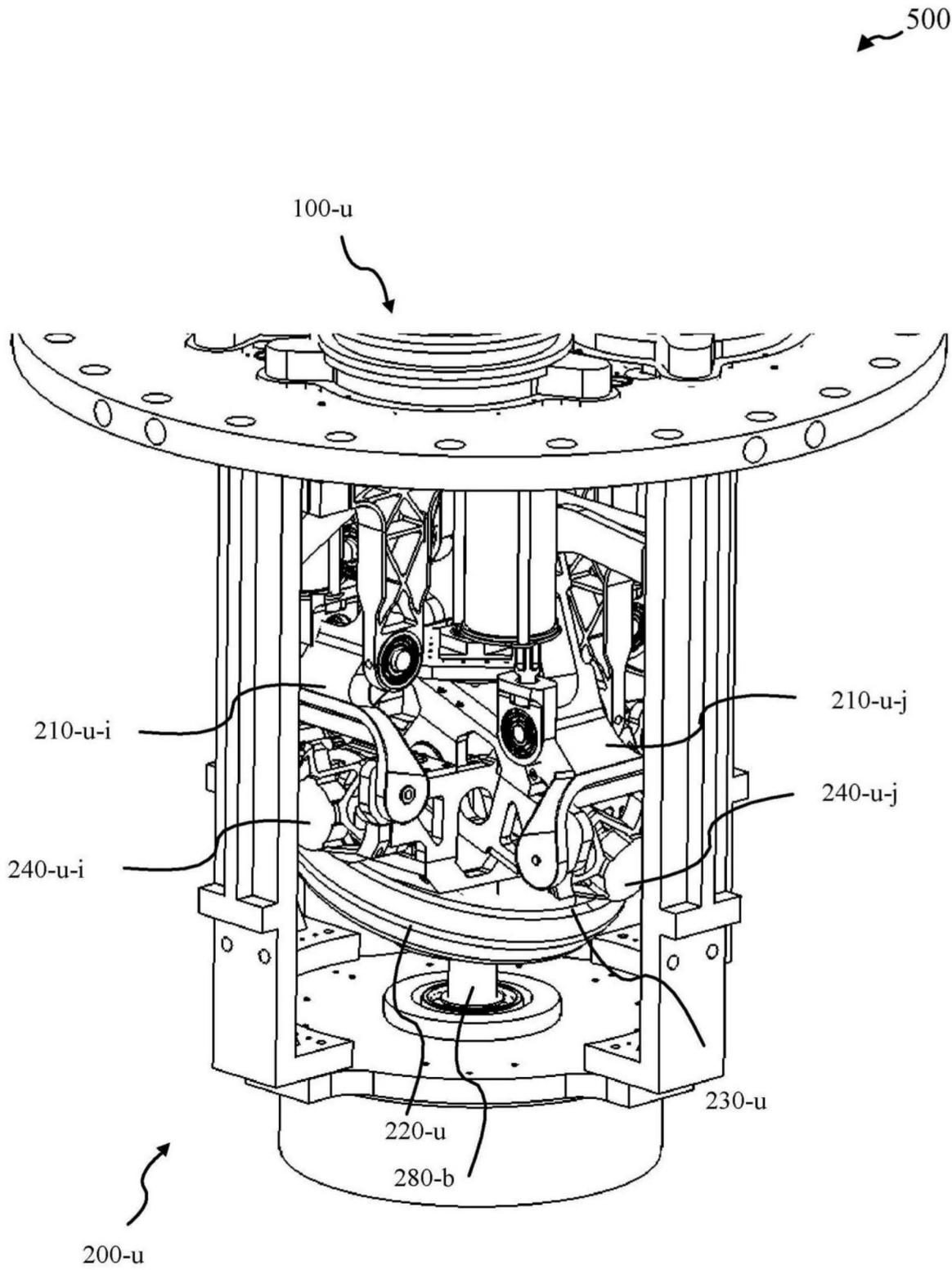


图5D

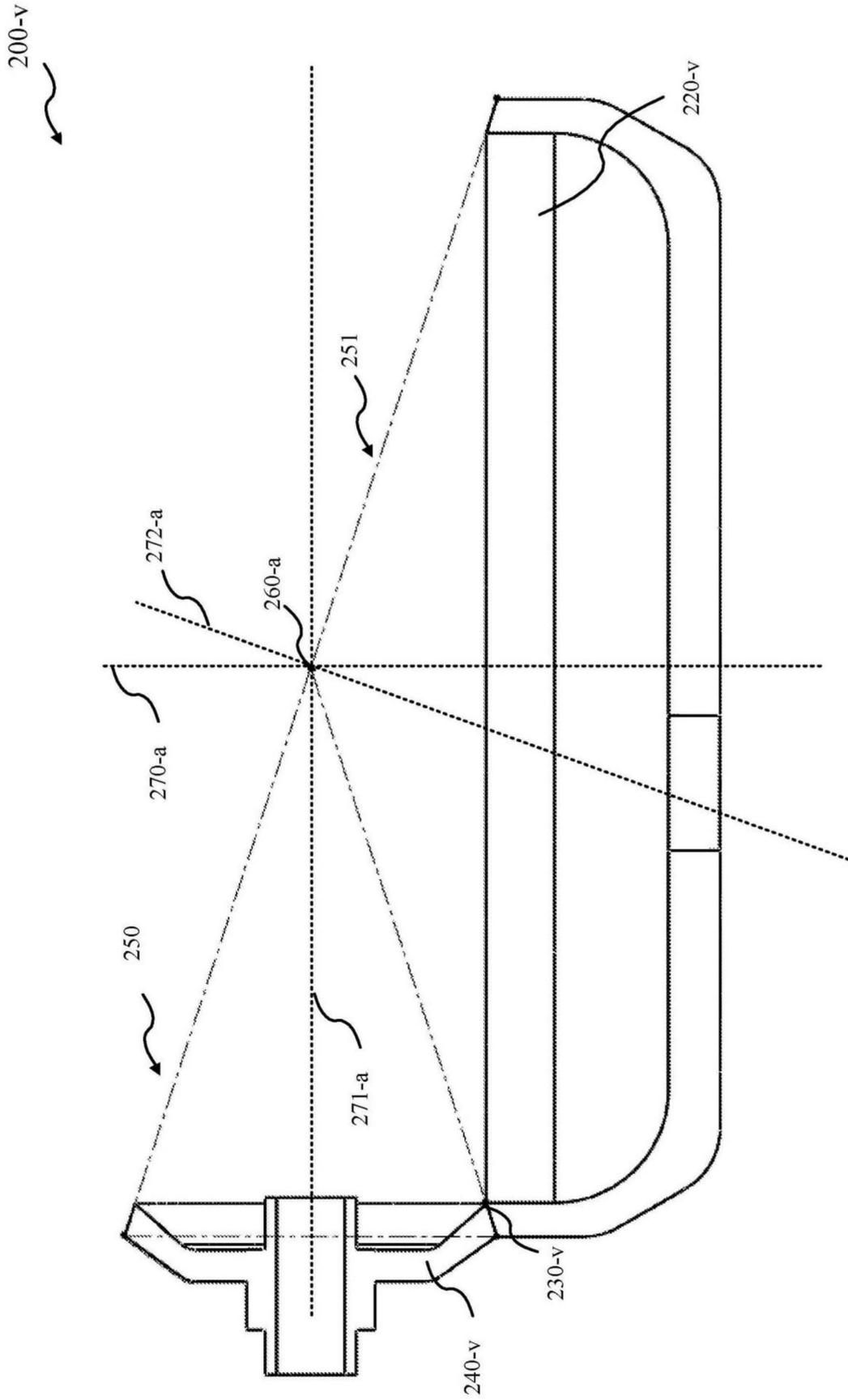


图5E

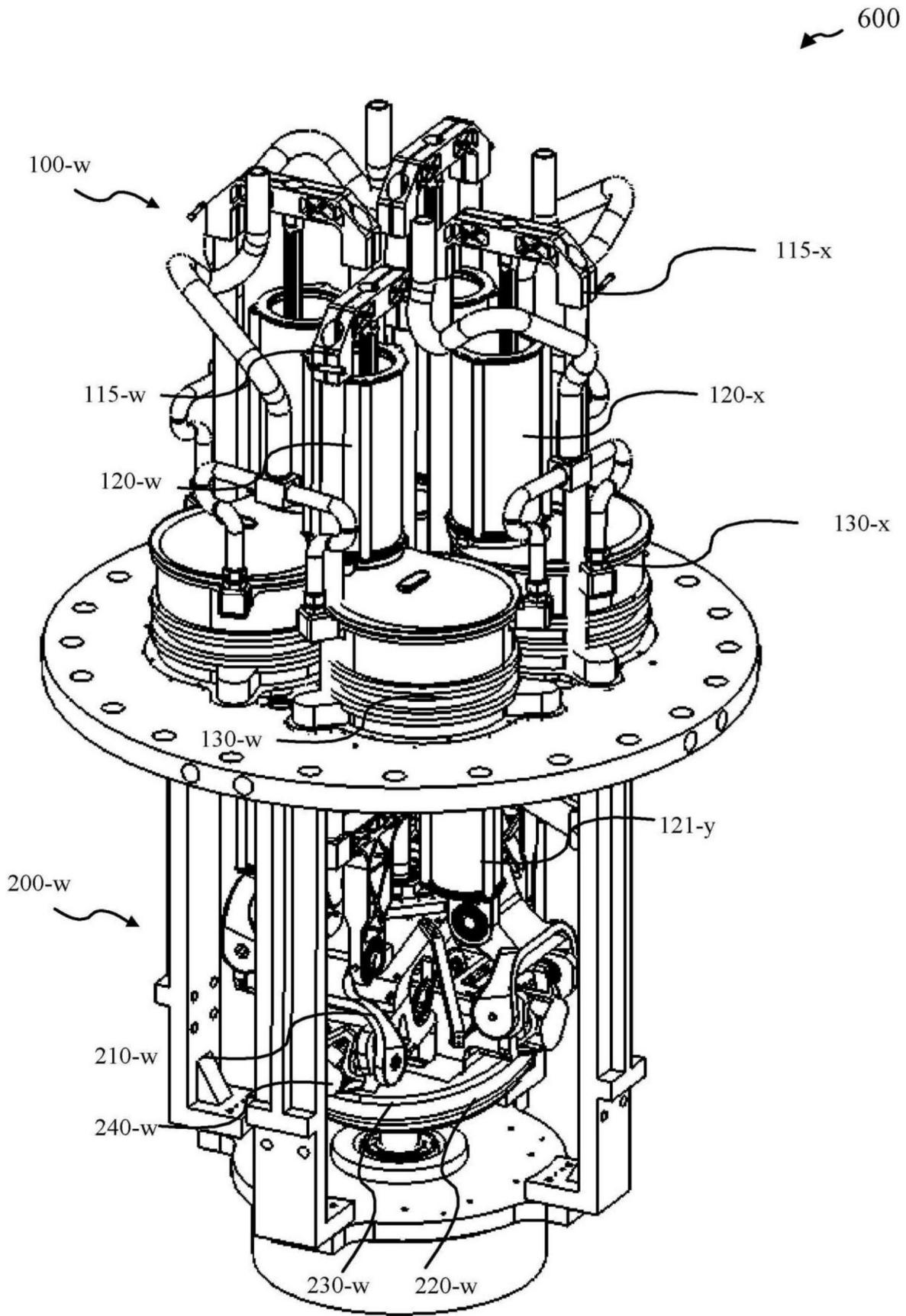


图6A

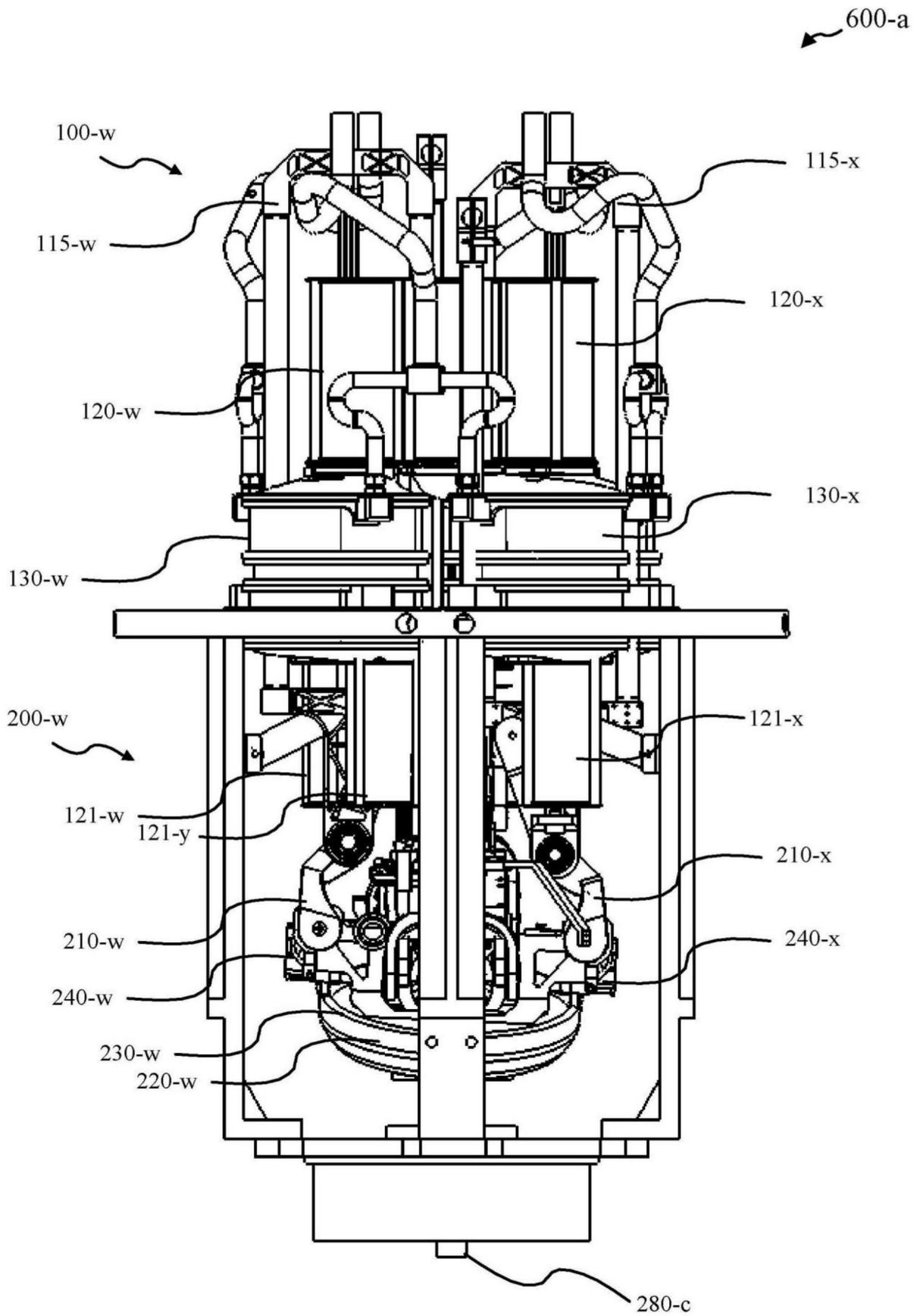


图6B

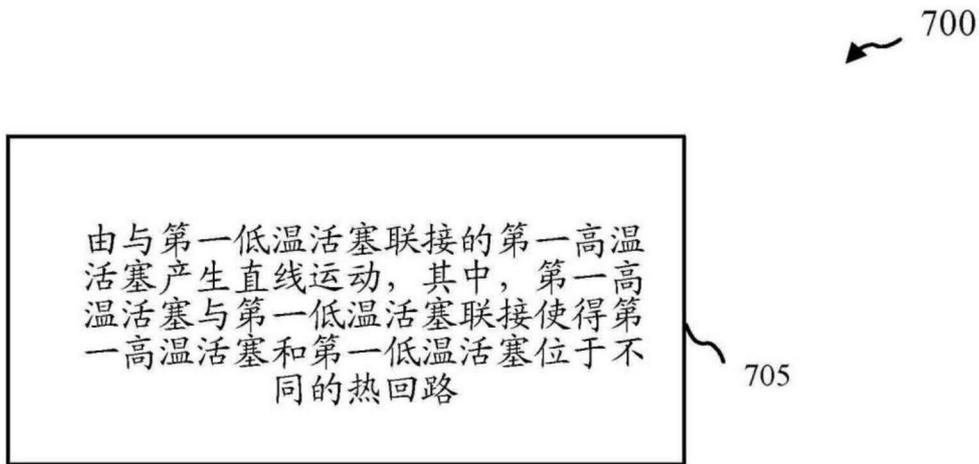


图7

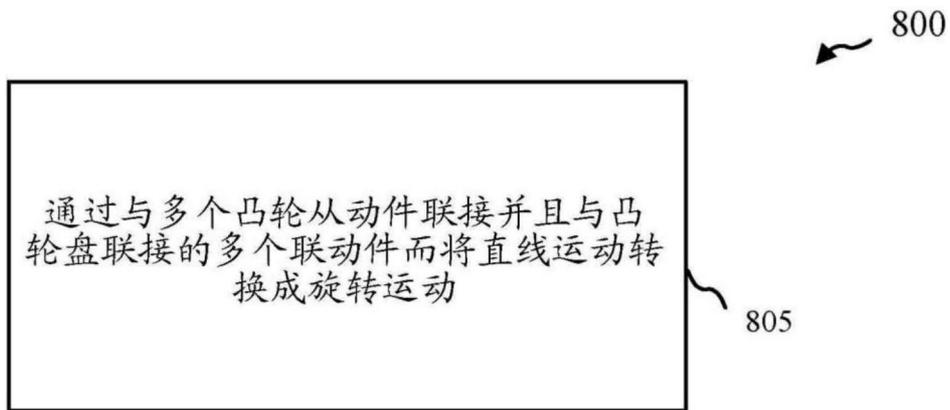


图8

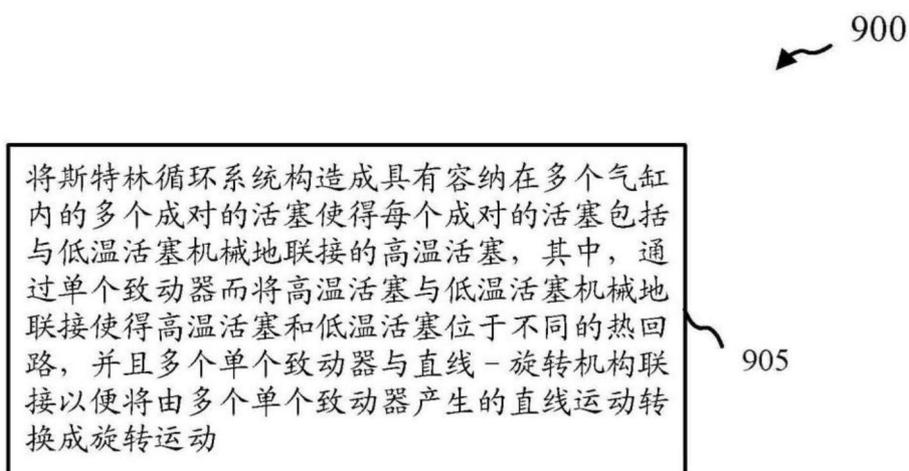


图9