



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104080699 B

(45)授权公告日 2016.12.14

(21)申请号 201380006835.1

(22)申请日 2013.01.25

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104080699 A

(43)申请公布日 2014.10.01

(30)优先权数据
61/591,791 2012.01.27 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.07.25

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2013/023234 2013.01.25

(87)PCT国际申请的公布数据
W02013/112896 EN 2013.08.01

(73)专利权人 森普莱克斯制造有限公司
地址 美国俄勒冈州

(72)发明人 马克·D·齐默尔曼
大卫·M·克鲁伊托夫

(74)专利代理机构 北京市磐华律师事务所
11336

代理人 董巍 谢枸

(51)Int.Cl.
B64D 1/16(2006.01)
B64D 1/18(2006.01)

(56)对比文件
US 3714987 A,1973.02.06,
US 2249095 A,1941.07.15,
US 2004069865 A1,2004.04.15,
US 4979571 A,1990.12.25,
WO 2007132454 A3,2009.02.26,
US 3846515 A,1974.11.05,
US 2004177975 A1,2004.09.16,
CN 102058943 A,2011.05.18,
CN 201770004 U,2011.03.23,

审查员 温美仪

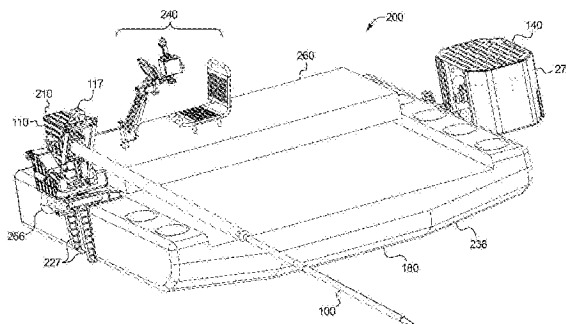
权利要求书3页 说明书15页 附图28页

(54)发明名称

空中灭火系统

(57)摘要

公开了一种灭火设备,其用于从配置为用于飞行的运载器扑灭火,所述灭火设备包括:泡沫和水、泵以及可瞄准的悬臂。泡沫和水保存在运载器上的分开的容器中,泡沫和水在混合时形成阻燃剂;泵由电马达驱动,以使阻燃剂加压,泵包括进气阀,其中空气被抽入泵的吸气端,并与阻燃剂一起由泵加压;可瞄准的悬臂通过导管连接到泵,悬臂包括在悬臂的远端上的喷嘴,加压的阻燃剂和空气从喷嘴朝向目标施用。



1. 一种用于从直升机扑灭火的灭火设备,包括:

罐组件,所述罐组件包括

(a)用于容纳泡沫的泡沫罐,所述泡沫罐配置成依附到所述直升机,以及

(b)处于所述泡沫罐下游的用于容纳水的水罐,所述水罐配置成依附到所述直升机,其中所述水罐构造成接收来自所述泡沫罐的泡沫以使得在与所述水罐中的水混合时,在所述水罐中形成液体阻燃剂;

泵,所述泵安装并支撑在所述罐组件的一侧上,所述泵由电马达驱动,所述泵包括连接到所述泵的吸气端的进气阀,其中空气被抽入所述泵的吸气端且与阻燃剂一起由所述泵加压;以及

可瞄准的悬臂,所述可瞄准的悬臂安装并支撑在所述罐组件的相对侧上且通过导管连接到所述泵,所述悬臂包括在所述悬臂的远端上的喷嘴,加压的阻燃剂和空气的组合从所述喷嘴朝向目标施用。

2. 如权利要求1所述的灭火设备,其中所述阻燃剂包括的泡沫相对于水的比例为0.1%到10.0%范围。

3. 如权利要求1所述的灭火设备,其中所述泵抽入30CFM到50CFM的空气且将所述空气和所述阻燃剂加压到125psi。

4. 如权利要求1所述的灭火设备,其中由所述电马达驱动的所述泵和所述喷嘴以最高达150gpm的可变速率将所述阻燃剂排出到离所述喷嘴132英尺的距离。

5. 如权利要求1所述的灭火设备,其中所述悬臂由可旋转的炮塔支撑。

6. 如权利要求5所述的灭火设备,其中所述炮塔包括用于使所述炮塔旋转的第一致动器。

7. 如权利要求5所述的灭火设备,其中所述炮塔包括用于竖直操控所述悬臂的瞄准点的第二致动器。

8. 如权利要求5所述的灭火设备,其中所述炮塔和所述悬臂可编程为在发生与直升机的功能相关联的事件时自动返回到原位置。

9. 如权利要求8所述的灭火设备,其中所述事件为动力故障。

10. 如权利要求1所述的灭火设备,其中所述悬臂的所述远端延伸超出与所述直升机相关联的旋翼的叶尖。

11. 如权利要求1所述的灭火设备,其中所述悬臂将包括所述空气的所述加压的阻燃剂施用至位于沿所述直升机的右舷侧或左舷侧发射方向的射程范围内的所述目标。

12. 如权利要求1所述的灭火设备,包括电控制系统,所述电控制系统连接到所述悬臂,以操控所述悬臂的瞄准点朝向所述目标。

13. 一种用于从直升机扑灭火的灭火设备,包括:

罐组件,所述罐组件可依附到所述直升机,所述罐组件支撑用于容纳泡沫的泡沫罐、处于所述泡沫罐下游的用于容纳水的水罐以及泡沫泵,所述泡沫泵用于将所述泡沫从所述泡沫罐泵入到所述水罐,以形成阻燃剂;

动力组,所述动力组安装并支撑在所述罐组件的一端,所述动力组包括由电马达驱动的泵,所述泵包括连接到所述泵的吸气端的进气阀,其中空气被抽入所述泵的吸气端且与阻燃剂一起由所述泵加压;以及

炮组件,所述炮组件安装并支撑在所述罐组件的相对侧上,包括:

悬臂,所述悬臂具有位于所述悬臂的远端的喷嘴,加压的阻燃剂和空气的组合从所述喷嘴朝向目标施用,其中所述悬臂的近端通过导管连接到所述泵,该导管用于将加压的阻燃剂和空气的组合穿过该导管导至所述悬臂;以及

可旋转的炮塔,所述可旋转的炮塔支撑所述悬臂,所述炮塔包括用于使所述炮塔旋转的第一致动器以及用于使所述悬臂的远端移动的第二致动器。

14.如权利要求13所述的灭火设备,其中所述阻燃剂包括的泡沫相对于水的比例为0.1%到10.0%范围。

15.如权利要求13所述的灭火设备,其中所述泵抽入30CFM到50CFM的空气且将所述空气和所述阻燃剂加压到125psi。

16.如权利要求13所述的灭火设备,其中由所述电马达驱动的所述泵和所述喷嘴以最高达150gpm的可变速率将所述阻燃剂排出到离所述喷嘴132英尺的距离。

17.如权利要求13所述的灭火设备,其中所述悬臂的所述远端延伸超出与所述直升机相关联的旋翼的叶尖。

18.如权利要求13所述的灭火设备,其中所述悬臂将包括所述空气的所述加压的阻燃剂施用至位于沿所述直升机的右舷侧或左舷侧发射方向射程范围内的所述目标。

19.如权利要求13所述的灭火设备,其中所述炮组件由操纵杆可控制,以操控所述悬臂的瞄准点朝向所述目标。

20.如权利要求13所述的灭火设备,包括红外视觉装置。

21.如权利要求13所述的灭火设备,包括距离测量系统,用于确认所述喷嘴相对于所述目标的相对位置。

22.一种用于从直升机扑灭火的灭火设备,包括:

罐组件,所述罐组件可依附到所述直升机,所述罐组件配置成在分开的容器中保存泡沫和水,所述泡沫和所述水在混合时形成在分开的水容器中的一次配量的液体阻燃剂,所述分开的水容器处于分开的泡沫容器的下游;

可缩回的泵系统,所述可缩回的泵系统可依附到所述罐组件或所述直升机,用于在所述直升机飞行时再装填所述分开的水容器,所述可缩回的泵系统包括:

可折叠软管,所述可折叠软管在第一端连接到可逆的机动卷筒,用于使所述软管展开和收回;以及

水泵,所述水泵位于所述软管的第二端,用于将水从水源泵入到所述分开的水容器;

动力组,所述动力组安装并支撑在所述罐组件的一端且包括由电马达驱动的阻燃剂泵,所述阻燃剂泵包括在所述阻燃剂泵的阻燃剂入口处导入空气的进气阀,其中空气被抽入所述阻燃剂泵的吸气端且与阻燃剂一起由所述阻燃剂泵加压;以及

可瞄准的悬臂,所述可瞄准的悬臂安装并支撑在所述罐组件的相对端,且通过导管连接到所述阻燃剂泵,所述悬臂包括在所述悬臂的远端上的喷嘴,加压的阻燃剂和空气的组合从所述喷嘴朝向目标施用。

23.如权利要求22所述的灭火设备,其中所述悬臂可编程为在事件发生时自动返回到所述直升机的机身旁边的位置,其中所述远端指向所述直升机的机头方向。

24.如权利要求22所述的灭火设备,包括用于操控所述悬臂的瞄准点的操纵杆。

25. 如权利要求24所述的灭火设备,其中所述操纵杆可变地调节从所述悬臂施用的所述加压的阻燃剂和空气的组合的流动速率。

26. 如权利要求1所述的灭火设备,其中所述进气阀在所述泵的阻燃剂入口处导入空气,其中空气和所述阻燃剂被抽入所述泵的所述入口且由所述泵加压。

27. 如权利要求13所述的灭火设备,其中所述进气阀在所述泵的阻燃剂入口处导入空气,其中空气和所述阻燃剂被抽入所述泵的所述入口且由所述泵加压。

28. 如权利要求13所述的灭火设备,其中所述罐组件构造为在所述水罐中形成一次配量的液体阻燃剂。

空中灭火系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本国际申请要求于2012年1月27日提交的第61/591,791号美国临时专利申请的优先权,其通过全文引用的方式并入本文。

技术领域

[0003] 本申请总地涉及用于从飞行器施用(dispensing)液体的系统,且具体涉及可与诸如飞机和旋翼飞机的飞行器一起使用的灭火系统。

背景技术

[0004] 在航空运载器中使用的灭火系统的设计和实施是一项困难的尝试,至少因为诸如飞机和旋翼飞机(即直升机)的航空运载器具有有限的体积和有限的有效负载能力,并且因为这种系统受到严格的政府认证要求,以保护那些在这种运载器上飞行的人的安全,以及保护地面上的人和财产。由此,机载消防系统应该相对较小、轻质、操作简单并且安全,和对政府认证最小的阻碍,同时提供在火灾位置可能最长的持续时间以及可能最好的效果。

[0005] 在消防行业中已知压缩空气泡沫系统(CAFS)用于从地面上的运载器和平台灭火。这种系统包括使用发泡剂,当该发泡剂与水结合或混合时,增强了仅有水时的灭火能力。例如,当施用到火上时,与仅有水相比,水/泡沫混合物具有附着到结构的水平表面和竖直表面的优点,以作为表面活性剂而长时间的阻燃,从而防止火的复燃,在多层建筑的情况下,限制了水对火势下方楼层的损坏,并且使水的灭火品质增加高达七倍。

[0006] 已知的用于地面上的运载器和消防平台的CAF系统可以包括注入到水/泡沫混合物中的压缩空气或惰性气体,以使水/泡沫混合物充气,并使水/泡沫混合物以相对较高的速度从喷嘴朝向相对较远的目标喷射。用于此目的的压缩空气或惰性气体通常以加压罐或加压瓶的形式提供或由一个或多个机械空气压缩机提供。

[0007] 但是,作为加压空气的来源的加压罐或加压瓶或空气压缩机的使用会消耗航空运载器的宝贵的空间和能源,这些加压罐或加压瓶或空气压缩机相对较重,从而减少可用于可消耗流体(诸如水、泡沫和燃料)的有效载荷,并由于与加压系统相关联的危险而增加事故风险。另外,加压罐必须牢固地依附到机身,当更换耗尽的空气罐时周转时间可能会延长。此外,结构和重量的限制阻碍了运载在飞机或旋翼飞机上的一个或多个水罐的加压,否则加压的水罐可用于将水或水/泡沫混合物朝向远目标推进。

[0008] 需要一种配置为在航空运载器中使用的消防系统,其克服了目前的CAF系统中的前述限制。

发明内容

[0009] 公开了一种灭火设备,其用于从配置为用于飞行的运载器扑灭火,该灭火设备包括阻燃剂、泡沫比例调节器、气体发生器,阻燃剂包括与水混合的泡沫,泡沫比例调节器用于使泡沫与水以可选择的泡沫相对于水的比例混合,气体发生器用于产生气体,该气体用

于使来自运载器的阻燃剂朝向火排出,气体形成于燃料和氧化剂在与气体发生器相关联的燃烧室中的燃烧,燃烧室不包括移动部分,且可瞄准的悬臂包括在悬臂的远端的喷嘴,阻燃剂从该喷嘴朝向火可施用。

[0010] 灭火设备的泡沫比例调节器可以配置为接收产生自气体发生器的气体,该气体用于注入到阻燃剂中,用于从悬臂排出阻燃剂。灭火设备的泡沫相对于水的比例可以在约0.1%到约10.0%范围。灭火设备的泡沫相对于水的比例可以在约0.4%到约1.0%范围。灭火设备的燃料和氧化剂可以储存在运载器上的各自的燃料罐和氧化剂罐中。氧化剂可以为从过氧化氢的分解中形成的氧气,当装置处于飞行中时允许过氧化氢的分解。燃料从包括煤油、空中煤油(Jet A)、甲醇、四乙二醇二甲醚、乙醇以及甲醇、糠醇、三甘醇二甲醚或二甲基亚砷(DMSO)的组中选择。

[0011] 在另一个实施方式中,公开了一种用于从直升机扑灭火的灭火装置,其包括泡沫和水、泵、以及可瞄准的悬臂。泡沫和水保存在直升机上的分开的容器中,所述泡沫和水在混合时形成阻燃剂;泵由电马达驱动,所述泵包括进气阀,其中空气被抽入泵的吸气端,并与阻燃剂一起由泵加压;可瞄准的悬臂通过导管连接到泵,悬臂包括在悬臂的远端的喷嘴,加压的阻燃剂和空气从该喷嘴朝向目标施用。

[0012] 阻燃剂可以包括的泡沫相对于水的比例在约0.1%到约10.0%范围。泵可以使约30立方英尺/分钟(CFM)到约50CFM的空气与阻燃剂加压到约125磅/立方英尺(psi)。包括空气的阻燃剂可以以最高达约150加仑/分钟(gpm)的可变速率从喷嘴排出。

[0013] 悬臂可以由可旋转的炮塔支撑,该炮塔可以包括用于使炮塔旋转的第一致动器以及用于竖直操控悬臂的瞄准点的第二致动器。炮塔和悬臂可编程为在事件发生时自动返回到原位置。所述事件可能与直升机的功能相关联,诸如为动力故障。悬臂的远端可以延伸超出与直升机相关联的旋翼的叶尖。悬臂可以将包括空气的加压的阻燃剂施用至位于沿直升机的右舷侧或左舷侧发射方向射程范围内的目标。电控制系统可以连接到悬臂,以操控悬臂的瞄准点朝向目标。

[0014] 在另一个实施方式中,用于从直升机扑灭火的灭火装置包括罐组件、动力组和炮组件(cannon assembly),罐组件可依附到直升机,罐组件支撑用于容纳泡沫的泡沫罐、用于容纳水的水罐以及泡沫泵,泡沫泵用于将来自泡沫罐的泡沫泵入到水罐,以形成阻燃剂;支撑在罐组件的一端的动力组,包括由电马达驱动的泵,所述泵包括进气阀,其中空气被抽入泵的吸气端,并与阻燃剂一起由泵加压;炮组件支撑在罐组件的相对侧,包括:悬臂,其具有位于悬臂的远端的喷嘴,近端连接到导管,导管连接到泵,用于导出通过其中充气的阻燃剂;以及支撑悬臂的可旋转炮塔,用于使炮塔旋转的第一致动器以及用于使悬臂的远端移动的第二致动器。

[0015] 阻燃剂可以包括的泡沫相对于水的比例为约0.1%到约10.0%范围。泵可以使约30CFM到约50CFM的空气与阻燃剂加压到约125psi。包括空气的阻燃剂可以以最高达约150gpm的可变速率从喷嘴排出。

[0016] 悬臂的远端可以延伸超出与直升机相关联的旋翼的叶尖。悬臂将包括空气的加压的阻燃剂施用至位于沿直升机的右舷侧或左舷侧发射方向射程范围内的目标处。炮组件可以由操纵杆可控制,以操控悬臂的瞄准点朝向目标。灭火设备可以包括红外视觉装置。灭火装置还可以包括距离测量系统,用于确认喷嘴相对于目标的相对位置和/或相对距离。

[0017] 在另一个实施方式中,公开了一种用于从直升机扑灭火的灭火装置,包括罐组件、可缩回的泵系统、动力组以及可瞄准的悬臂,罐组件可依附到直升机,罐组件具有保存在分开的容器中的泡沫和水,所述泡沫和水在混合时形成阻燃剂,可缩回泵系统依附到罐组件或直升机,用于在直升机飞行时再装填与水相关联的容器,动力组支撑在罐组件的一端,可瞄准的悬臂支撑在罐组件的相对端,且通过导管连接到泵,所述悬臂包括在悬臂的远端的喷嘴,加压的阻燃剂和空气从所述喷嘴朝向目标施用。可缩回泵系统包括:可折叠软管,所述可折叠软管在第一端连接到用于使该软管展开和收回的可逆的机动卷筒;以及水泵,所述水泵位于软管的第二端,用于将水从水源泵入到与所述水相关联的容器。动力组包括由电马达驱动的泵,所述泵包括进气阀,其中空气被抽入泵的吸气端,并与阻燃剂一起由泵加压。

[0018] 悬臂可编程为在事件发生时自动返回到直升机的机身旁边的位置,其中远端指向直升机的机头方向。可以包括用于操控悬臂的瞄准点的操纵杆。操纵杆可以可变地调节从悬臂施用的加压的阻燃剂和空气的组的流速。

附图说明

- [0019] 图1是图示了空中灭火系统的一个实施方式的示意图;
- [0020] 图2是图1的实施方式的气体发生器的详细示意图;
- [0021] 图3是图示了空中灭火系统的可替换实施方式的示意图;
- [0022] 图4是图示了安装在示例性空中灭火系统的悬臂上的示例性红外摄像机;
- [0023] 图5图示了示例性空中灭火系统的一部分的详细立体图;
- [0024] 图6图示了示例性空中灭火系统的示例性罐组件;
- [0025] 图7图示了示例性空中灭火系统的一部分的详细立体图;
- [0026] 图8图示了示例性空中灭火系统的一部分的详细立体图;
- [0027] 图9图示了使用中的示例性空中灭火系统;
- [0028] 图10图示了空中灭火系统的另一个实施方式的右前方立体图;
- [0029] 图11图示了图10的实施方式的左前方立体图;
- [0030] 图12图示了图10的实施方式的左后方立体图;
- [0031] 图13图示了图10的实施方式的右后方立体图;
- [0032] 图14图示了图10的实施方式的局部详细右后方立体图;
- [0033] 图15图示了可与空中灭火系统的实施方式一起使用的示例性可伸缩泵系统的立体图;
- [0034] 图16图示了图15中示出的可伸缩泵系统的局部前方立体图;
- [0035] 图17图示了图15中示出的可伸缩泵系统的局部后方立体图;
- [0036] 图18图示了图10中示出的炮组件的局部分解立体图;
- [0037] 图19图示了图10中示出的操作员站的立体图;
- [0038] 图20图示了图10的空中灭火系统的一个实施方式的示意图;
- [0039] 图21图示了图20中示出的动力组的局部详细右前方立体图;
- [0040] 图22图示了图20中示出的动力组的局部详细右前方立体图;
- [0041] 图23图示了图20中示出的动力组的局部详细左前方立体图;

- [0042] 图24图示了图20中示出的动力组的局部详细顶部立体图；
- [0043] 图25图示了图10的空中灭火系统的另一个实施方式的示意图；
- [0044] 图26图示了图25中示出的动力组的局部详细右前方立体图；
- [0045] 图27图示了图25中示出的动力组的局部详细顶部立体图；
- [0046] 图28图示了直升机的俯视图,其具有安装到其的图10的空中灭火系统；
- [0047] 图29图示了图25中示出的直升机的左侧视图,其具有安装到其的图10的空中灭火系统；
- [0048] 图30图示了图25中示出的直升机的主视图,其具有安装到其的图10的空中灭火系统。

具体实施方式

[0049] 虽然附图和此公开描述了用于空中运载器的灭火系统的一个或多个实施方式,本领域的普通技术人员可以理解此公开的教导不限于这种系统,而是,还可以用在地面上的平台以及在其它行业中使用的机载平台,或任何需要将一定体积的水、水混合物或任何种类的流体从初始平台施用到远处目标的地方。在一个实施方式中,此公开的系统可以用于扑灭所有形状和尺寸的建筑物和结构中的火,包括高层建筑物和石油钻塔。在另一个实施方式中,此公开的系统可以用于扑灭野火。在另一个实施方式中,此公开的系统可以用于清洁所有形状和尺寸的建筑物,包括清真寺、水塔和高层建筑物。在另一个实施方式中,此公开的系统可以用于清洁电塔和风车上的高压线路绝缘体。在另一个实施方式中,此公开的系统可以用于除冰结构,诸如飞机、风车、电力线等。在另一个实施方式中,此公开的系统可以用于净化区域、提供人群控制(crowd control)或提供石油泄漏补救。

[0050] 现在转到附图,其中相同的附图标记指代相同的元件。图1示出了示例性空中灭火系统10,其配置为用于在诸如飞机或直升机的空中运载器中使用,用于扑灭野火或高层大火等。系统10包括水罐20和泡沫罐30,用于分别储存水24和泡沫(或泡沫发生剂)34,以生成用于在灭火中使用的水/泡沫混合物。在系统10的配置中,泡沫罐30包括水罐20中承载的水量体积的约5%到10%。合适的泡沫为Phos-**Chek**®WD881A类泡沫,其从密苏里州圣路易斯的ICL Performance Products LP公司可得。

[0051] 来自水罐20的水24和来自泡沫罐30的泡沫或泡沫发生剂34在泡沫比例调节器90中聚集并在其中混合。系统10包括分别连接到水罐20和泡沫罐30的水泵22和泡沫泵22,用于分别将水24和泡沫或泡沫发生剂34从水罐20和泡沫罐30抽出,且用于以相对较大的体积速率将水24和泡沫或泡沫发生剂34输送到泡沫比例调节器90。水泵22可以定尺寸且配置为将水24从水罐20抽出,且以约20到约150加仑/分钟(gpm)的速率将其输送到泡沫比例调节器90。

[0052] 泡沫比例调节器90可以配置为选择性地并自动地提供在约0.1%到约10.0%范围的期望的泡沫相对于水的比例,且优选地在0.4%到约1.0%范围。连接到泡沫比例调节器90的泡沫比例调节器控制器92为操作员提供了在系统10的操作期间选择或以其它方式输入期望的由泡沫比例调节器90提供的泡沫相对于水的比例的能力。在一个实施方式中,泡沫比例调节器90配置为根据火上的水/泡沫覆盖需要提供多个预设泡沫相对于水的比例中的一个。用于系统10的合适的泡沫比例调节器90为从新布赖顿(邮政代号55112)的Pentair

Water-FoamPro可得的2000系列单元。

[0053] 图1的系统10还示出了用于在空中运载器上分别储存燃料和氧化剂的燃料罐40和氧化剂罐60。来自燃料罐40的燃料44和来自氧化剂罐60的氧化剂64可以在气体发生器70中聚集并点燃,以形成大量体积的排放气体80,用于经由泡沫比例调节器90注入到水/泡沫混合物中。在一个实施方式中,排放气体80可以以约70立方英尺/分钟(CFM)的速率供应到泡沫比例调节器90。

[0054] 最好地如图2所示,气体发生器70可以包括注入器72,用于接收燃料44和氧化剂64,并将燃料44和氧化剂64注入到燃烧室74中。为将燃料44和氧化剂64注入到燃烧室74中,注入器72可以包括用于燃料44和氧化剂64中的每个的注入器元件,诸如注入器柱。注入器72可以进一步包括一个或多个特征部,诸如阻隔设备,以帮助实现燃料44和氧化剂64的稳定燃烧。在一个实施方式中,阻隔设备可以通过设置燃料和/或氧化剂注入器元件(诸如注入器柱)而形成,以在燃烧室74的燃料/氧化剂混合区域内侧形成一个或多个阻隔部,以帮助实现燃料44和氧化剂64的稳定燃烧。

[0055] 取决于燃料44和氧化剂64的特性,燃料44和氧化剂64在在燃烧室74中彼此接触时可以自发地或自燃地点燃,或可以使用外部能源(诸如电热塞、火花塞或烟火装置)引起点燃。在一个实施方式中,燃料44和氧化剂64以液体形式存在,但是在不脱离此公开的范围或原则的情况下,其也可以以固体、液体或气体或上述的混合的任何一种组合的形式使用。

[0056] 气体发生器控制器76连接到气体发生器70,用于监测燃料44与氧化剂64的混合比例,并通过打开和关闭一个或多个燃料和/或氧化剂阀而自动调节燃料44与氧化剂64的混合比例。气体发生器控制器76可以配置为监测并控制燃烧过程的特性(诸如温度、压力和燃烧产物的成分),以及排放气体80到泡沫比例调节器90的气体流动速率和输送。气体发生器控制器76可以配置为在事件发生(诸如接收到对应于低燃料或氧化剂水平的信号,或接收到信号或指令,诸如由操作员发起的信号或指令,或诸如传感器读数的结果)时通过以预定的顺序、定时和速率自动关闭该一个或多个燃料和/或氧化剂阀,以停止燃料44和/或氧化剂64到气体发生器70的输送,从而自动且安全地终止燃烧过程。气体发生器控制器76可以配置为用于这些元件和功能的开环或闭环控制。在一个实施方式中,气体发生器控制器76配置为在运载器失去电源时自动终止燃烧过程,运载器电源的失去可能会由于空中运载器的一个或多个用以支持飞行的发动机在飞行中关机而发生,或由于一个或多个飞机上的发动机或辅助动力单元(APU's)的关机而发生。系统10可以配置为自动将自身重新配置进入“安全”模式,以停止施用水/泡沫混合物,以停止气体发生器70中的燃烧,并且使悬臂100(下文讨论)装载,以在例如如果空中运载器陷入紧急情况时,使运载器的乘员的工作负担最小。

[0057] 再次转到图1,系统10可以包括分别连接到燃料罐40和氧化剂罐60的燃料泵42和氧化剂泵62,用于分别将燃料44和氧化剂64从燃料罐40和氧化剂罐60抽出,且用于以相对较大的体积速率将燃料44和氧化剂64输送到气体发生器70。例如,如果燃料罐40和/或氧化剂罐60被加压或配置为将其中的流体通过重力输送,燃料44和/或氧化剂64可以可替换地通过重力加料或压力加料到气体发生器70。

[0058] 在不需要或不期望泡沫比例调节器的情况下,泡沫或泡沫发生剂34可以可替换地以预定比例与水24预混合,以形成一次的配量,其可以运载在空中运载器上的水/泡沫罐

中。在这种情况下,排放气体80可以与水/泡沫混合物的流体聚集并混合,以使水/泡沫/气体混合物从悬臂100朝向目标推进。

[0059] 当从泡沫比例调节器90离开,混合的水/泡沫/排放气体混合物98然后被输送到悬臂100,并从悬臂100经由喷嘴130朝向悬臂100的瞄准点施用。排放气体80帮助气泡在悬臂100中的形成,并增加了水/泡沫混合物从喷嘴130排出的距离。悬臂100可以包含轻质材质和几何结构,在其提供的流体流动速率足够扑灭距离运载器很远处的火的同时,该几何结构独特地适于允许相对较长的悬臂100。例如,悬臂100可以由一个或多个块配置,且可以由复合材料构造,以提供足够的刚性抵抗沿其长度的过度弯曲或偏转,尤其是在面对例如当安装在直升机上时旋翼下洗(rotor downwash)时。

[0060] 例如,悬臂100还可以配置为超出直升机的旋翼叶尖的直径延伸,以防止水/泡沫混合物的不期望的预分散或雾化。在一个实施方式中,悬臂100约为6.7米到7.3米长,并延伸超过旋翼叶尖至少约1米。至少悬臂100的远端可以由提供电绝缘特性的一种或多种材质构造,以在如果悬臂100用于电力线或邻近电力线使用(例如,诸如当扑灭靠近电力线处的火,或当清洁电力线塔上的电源线绝缘体)时防止电的传导和传送。除了复合材料之外,悬臂100可以由提供前述和其它期望特性和功能的其它材料构造,包括缠绕碳纤维和玻璃纤维、哑光树脂和铝等。考虑到其超出旋翼叶尖的长度,悬臂100可以形成为相对较轻但仍坚固并且耐偏转的结构,以避免空中运载器的重心的过度移位,并且避免悬臂100的远端偏转到旋翼叶片的路径中。

[0061] 悬臂100可以构造为允许其可伸缩地延伸和收缩,以例如在地面操作期间以及飞行期间提供紧凑装载,同时还提供使喷嘴130的远端在使用时并在火的位置处空中就位(on-station)时超出旋翼叶尖定位能力。悬臂100可以可替换地构造为固定长度。

[0062] 悬臂100可以配置为以“湿”配置操作或以“干”配置操作。对于以“湿”配置操作,诸如水/泡沫混合物的工作流体通过悬臂100连通到喷嘴130,使得悬臂100的内部表面变“湿”。相反,悬臂100可以配置为“干”配置,其中内部软管将其中的工作流体连通到喷嘴130。涉及到内部软管的“干”配置可能不会容易地允许悬臂100同样为可伸缩配置,然而具有“湿”配置外加可伸缩配置的悬臂100可能导致悬臂100的可伸缩元件的捆绑或通过悬臂100的可伸缩元件泄露。

[0063] 系统10可以配置为包括两个或多个悬臂100,用于将流体施用到多个瞄准点处,或用于增加从单个空中运载器施用的流体的体积和/或速率。一个或多个悬臂100可以朝向空中运载器的侧面或朝向空中运载器的前方展开。如果系统10的操作专员处于空中运载器上或远程地操作系统10,悬臂100的侧向展开可以减少飞行员的工作负担,从而允许飞行员驾驶运载器的同时还可以提高消防员瞄准独立于运载器移动的火的能力。侧向展开有助于飞行员定位并确定运载器的方向,以获得最佳飞行特性,并有利于紧急逃生路线的使用,因为运载器指向远离火的方向,可能在预期行进的方向。相比之下,悬臂100在旋翼飞机上向前的展开可能对旋翼飞机的稳定性产生负面影响,因为火对空气的消耗可能造成顺风。

[0064] 系统10可以配置为将水/泡沫混合物以相对较低的压力但是以相对较高的体积从喷嘴130输送,以灭掉顺喷射方向的火。取决于水/泡沫混合物或其它流体期望顺喷射方向输送多远,用于系统10的低压配置的压力可以在约50到约200磅/立方英寸(psi)的范围。在一个实施方式中,系统10配置为将水/泡沫混合物以约150gpm的流动速率以约125psi从喷

嘴130输送到离喷嘴130约132英尺的距离,如果悬臂100约7米长,该距离相当于离悬臂100的近端约150英尺。以这种方式,系统10可以用于灭掉离消防平台距离很远的火,包括位于市区的建筑物,诸如高层建筑和仓库。在另一个实施方式中,系统10配置为将水/泡沫混合物以约20gpm的流动速率以约125psi从喷嘴130输送到离喷嘴130约65英尺的距离。

[0065] 系统10可以可替换地配置为以相对较高的压力提供相对较低体积的流体,以例如用于对高压电线塔上的绝缘体准确地清洁,用于清洁风车等,或用于除冰结构、运载体等。在一个实施方式中,系统10可以配置用于清洁高压线绝缘体,以将流体以约1500psi从喷嘴130输送,以将该流体以约5.5到约6.0gpm提供到离喷嘴130约12到约14英尺的距离,其离喷嘴的距离超过了由已知的清洁系统目前提供的约3到约6英尺的距离。

[0066] 在一个实施方式中,系统10包括曲柄驱动的、手动操作的悬臂系统,该悬臂系统具有手把,用于手动引导悬臂100向左、向右、向上和向下。弹簧111和/或液压或充气气缸可以辅助悬臂100的操作员竖直移动悬臂100。在另一个实施方式中,代替手动操作的、曲柄驱动的悬臂系统,系统10可以包括炮塔110,以允许竖直和水平地操控动力的或动力辅助的悬臂100。

[0067] 操作员,不管他是飞行员、飞机上的操作员或远程操作员,都可以使用例如操纵杆操控悬臂100的瞄准点。在另一个实施方式中,操作员可以使用一组手把、转向轮或任何其它已知的转向设备操控悬臂100的瞄准点,以使悬臂100朝向瞄准点转向。如图1中所示,悬臂100可以连接到炮塔110,炮塔110可以包括或不包括驱动系统,驱动系统用于根据操作员所引导地使悬臂100整体移动或至少辅助悬臂100的移动。如果炮塔110包括驱动系统,炮塔110可以附加地构造为当不使用悬臂100时将其装载在“原位”,以增强空中运载器在飞行操作期间的安全操作,并允许例如从火的位置容易且安全地进出。

[0068] 线性和旋转致动器可以编程为经由操纵杆或其它转向设备分别控制悬臂100和炮塔110的移动方向和速度。悬臂100的复合(斜向)移动可以通过使线性和旋转致动器同时就位并开始运行(或许以不同的速率)而实现。在一个实施方式中,悬臂100的旋转移动在空中运载器的运输期间可以在从约指向空中运载器的用于装载的机头(即前方)到在灭火操作期间在尾部的约110度范围内。在用于旋翼飞机的应用的实施方式中,悬臂100的竖直移动可以在约水平(以防止与旋翼干扰)到向下约40度的范围。对于飞机的应用,悬臂100的竖直运动可以在约水平到向下约40度的范围。可以应用机械锁或机电锁装载用于装载的悬臂100,用于运载器的运输。可以采用一个或多个位置传感器,以提供对应于悬臂100位置的一个或多个信号。该一个或多个信号可以用于使一个或多个线性和旋转致动器运行或不运行,从而使悬臂100移动。

[0069] 在一个或多个实施方式中,系统10可以包括红外视觉设备115、距离测量设备120和水罐20中的抗气蚀装置,距离测量装置120包括用于确定空中运载器和任何障碍物或建筑物之间的距离的激光,水罐20中的抗气蚀设备用于将通过水泵22将空气而不是水24从水罐20中抽出的机会减到最小。红外视觉设备115可以包括红外摄像机117,诸如EVS39Hz红外摄像机(其从加利福尼亚州戈莱达市(93117)的FLIR系统有限公司可得),以通过雾、尘和烟以及在完全黑暗中帮助辨认火热点。在一个实施方式中,如图4所示,红外摄像机117可以安装在悬臂100上。在另一个实施方式中,红外摄像机117可以安装在系统10的部件上或空中运载器的部件上的其它地方。在一个实施方式中,来自一个或多个红外摄像机117的影像可

以馈入到安装在炮塔110上或邻近炮塔110安装的显示器160,以被炮塔110的操作员观看。可替换地,来自系统10的一个或多个红外摄像机117的影像可以实时地馈入到多个显示器。这种显示器可以包括在驾驶舱中的用于飞行员的显示器、由飞行员或在空中运载器上的一个或多个机组人员或系统10的操作员佩戴的安装有视觉系统的头盔上的显示器、位于离空中运载器距离很远的地面上的或其它空中运载器中的显示器,以及与很多手持装置(包括手机或平板电脑装置)相关联的显示器。

[0070] 转到图3,其示出了系统10的可替换的实施方式。特别地,图3的系统10包括用于在其中储存反应物54的反应物罐50。在一个实施方式中,反应物包括过氧化氢,当允许在诸如银的催化剂出现时分解时,其形成蒸气和气态氧。然后氧可以与气体发生器70中的燃料44合并,于是燃料44在燃烧室74中点燃,以形成排放气体80。包括相对较高体积气体的排放气体80可以以约70CFM的量计供给到泡沫比例调节器90中,于是,其后水/泡沫/气体混合物98可以输送到悬臂100,并最终从喷嘴130施用到远目标。

[0071] 作为反应物,过氧化氢在纯度上可以在约90%到约50%范围。在一个实施方式中,反应物54的分解除了在气体发生器70的上游发生之外,还在反应物罐50下游的反应罐中发生。为了维持系统10的合适的安全系数,泄压阀可以放置在罐上以及任何需要自动泄压的流体管路或气体管路上。

[0072] 燃料44可以为煤油、航空煤油、甲醇、四乙二醇二甲醚、乙醇、甲醇、糠醇、三甘醇二甲醚或二甲基亚砷(DMSO)中的一种。取决于反应物的特性,帮助加速分解反应且因此产生了氧化剂的适当的催化剂可以来自自由醋酸锰四水、硼氢化钠、氯化亚铁、银(胶质)、银盐、高锰酸钾和高锰酸钠的组。在一个实施方式中,系统10包括相对安全的、无毒的或具有非常低毒性的燃料、反应物和/或氧化剂以及排放气体,以促进相对安全的处理和/或操作且需要最低限度的人员保护。

[0073] 转到图5,示出了示例性系统10的一部分的详细视图。例如,示出了炮塔110,如上所述,其可以包括手动操作的或动力辅助的或动力的构造。还示出了悬臂100,其带有红外视觉设备115的红外摄像机117,该红外视觉设备115的红外摄像机117可以将影像提供到显示器,诸如上文描述的显示器160。还示出了椅子150,以允许运载器上的操作员引导悬臂100的瞄准点。进一步地示出了动力组140,其可以配置为在延伸出飞机或旋翼飞机的侧面时平衡炮塔110和悬臂100,其可以对运行中的空中运载器提供侧向的稳定和控制。动力组140可以包括例如气体发生器70、泡沫比例调节器90、上文所述的一个或多个泵或由空中运载器运载的在提供平衡功能上可以辅助动力组140的任何其它的物体。图5示出了用于将炮塔110、椅子150和动力组140安装在空中运载器上的示例性轨道系统170。

[0074] 操作系统10(包括炮塔110和悬臂100)的电力可以来源于空中运载器的非必要的电总线、来源于连接到空中运载器的发动机或变速器的发电机,或来源于辅助动力单元(APU)。上文描述的所有的流体泵可以使用上面提到来源中的电力电驱动,或可以通过机械链连接到飞机上的发动机而机械驱动,或可以使用排放气体80的一部分驱动连接到泵的一个或多个叶轮或诱导轮的一个或多个涡轮而涡轮驱动,或这些方法中的任意组合。

[0075] 上文描述的一个或多个泵,也就是燃料泵42、氧化剂泵62、水泵22和泡沫泵32以及反应物泵52,可以由飞机或旋翼飞机系统机械地或电地提供动力。例如,燃料泵42可以配置为电泵,其从飞机或旋翼飞机的非必要主干路电总线、或从连接到转子或发动机系统的发

电机、或从单独的辅助动力单元(APU)引出电流。可以都以相同的方式为泡沫比例调节器90、炮塔110、泡沫比例调节器控制器92和气体发生器控制器76提供动力。

[0076] 电池可以配置为悬臂100和炮塔110的备用电源,以使系统10能够自动将悬臂100装载为安全的、向前突出的构造,或飞行员、飞机上的操作员或远程控制员能够手动将悬臂100装载为安全的、向前突出的构造,用于空中就位的飞行器的外出和飞行器的着陆,否则飞行器或系统10可能会失去电源。如图7所示,炮塔110的可替换实施方式包括复位弹簧111,复位弹簧111用于辅助悬臂操作员使悬臂100竖直移动并且当悬臂操作员没有手动指令时辅助悬臂100返回到水平位置。如图8所示,炮塔110的实施方式包括气体撑杆112,当悬臂100在悬臂操作员的手动控制、动力辅助控制或动力控制之下时,如果运载器失去动力,气体撑杆112可以提供悬臂100的自动防故障地返回到水平位置。

[0077] 转到图6,罐20、30、40、50和60可以作为罐组件180的部分在外部安装到空中运载器。罐40、50和/或60可以可替换地安装在动力组140中,只留下可安装在罐组件180中或可安装在分开结构中的罐20和30。所有这些罐可以在内部安装到空中运载器,但是这样做会消耗运载器的宝贵的内部体积而可能限制多任务容量和灵活性。泡沫罐30可以包括气袋,该气袋用于使空中运载器能够在需要时(诸如在野火或在仓库建筑物大火或任何不需要阻燃剂的水平输送时)竖直投下阻燃剂。气袋可以容纳在水罐20的内部。

[0078] 虽然附图中没有示出,系统10可以包括管道,该管道用于往返于系统10的各种元件、阀(包括泄压阀)、温度传感器、压力传感器和位置传感器、流量计和控制器的流体和气体的连通。在不脱离此公开的范围和原则的情况下系统10可以包括其它类似的元件。

[0079] 另外,空中运载器可以包括构造用在旋翼飞机或固定翼飞机上的可缩回或不可缩回的再装填系统。在包括旋翼飞机的实施方式中,在诸如水库或湖的水源上方悬停的再装填循环时间可以在约25秒到约60秒的范围,以使水重新装入水罐20。在实施方式中,取决于使用的泡沫相对于水的比例,在约5次到约10次水循环之后可能要求泡沫再装填。

[0080] 在实施方式中,燃料罐40和氧化剂罐60可以各自包括约2.0加仑到约3.0加仑的流体,同时泡沫罐30可以包括约36加仑的泡沫34,水罐20可以包括约600加仑的水24,其使用飞行中的再装填系统可再装填。在系统10的正常使用期间,该组合提供了约一小时水/泡沫阻燃剂和排放气体80的施用,其约与旋翼飞机可能在单项任务中运载的用于为运载器飞行提供动力的可用燃料的约60分钟(加上储备燃料的30分钟)一致。

[0081] 在一个实施方式中,地面人员通过采用几分钟使到系统10的其它元件的所有的管道连接件快速断连,可以调换和替换燃料罐40、氧化剂罐60(或反应物罐50),且可以再装填泡沫罐30。因此,通过消防平台,系统10可以显著地提高空中就位的持续时间以及效用,并使停机时间减到最小。

[0082] 转到图9,示出了依附到直升机190的用于扑灭高层建筑的火的示例性系统10。在此描述中,悬臂100示出为与直升机190的机头顺时针方向约90度取向。通过运载器已经指向潜在的行进方向,在向前位置中的悬臂100的快速且自动的装载允许直升机190在将要涉及到空中运载器的紧急情况时容易从消防站出站。图9还示出了悬停泵系统185,以当直升机190悬停在水源(诸如水库、池塘、湖等)上方时将水罐20从水源再装满水。如所示,悬停泵系统185包括水泵187以及可旋转弯管188,水泵187位于软管或导管186的远端,用于沉入到水源中,当悬停泵系统185安装到直升机190的时候,可旋转弯管188允许直升机190着陆。

[0083] 现在参考图10到图14,示出了系统200,其配置为用于在诸如飞机或直升机的空中运载器中使用,用于灭掉野火或高层建筑大火等。系统200包括很多与上文描述的系统10相同或相似的特征和功能,但是其包含如下文更充分地描述的不同方法,以在空中运载器上产生和利用气体,以注入到由悬臂100朝向目标输送的水/泡沫混合物中。

[0084] 系统200包括罐组件180、动力组140、炮组件210、操作员站240以及用以使前述各种互相连接的各种管件、接线、配件以及支撑件。炮组件210和动力组140都由罐组件180支撑,罐组件180配置为用于在外部安装到空中运载器的机身。炮组件210安装在罐组件180的一侧上,而动力组140安装到罐组件180的相对侧。以此方式,炮组件210的重量可以与动力组140的重量平衡,且因为炮组件210和动力组140都安装到罐组件180,而不是空中运载器自身的机架或机身,系统200提供了与各种机架的更容易的集成。在其它实施方式中,炮组件210和/或动力组140可以替代地直接安装到空中运载器的机架。在图12到图14示出的实施方式中,操作员站240安装到平台260或空中运载器的地板。在其它实施例中,操作员站240可以安装在轨道上,诸如上文描述的轨道系统170。

[0085] 罐组件180配置为容纳或支撑水罐20、泡沫罐30和泡沫泵32以及系统管件和导管、阻隔部、传感器、接口、连接件等。例如,罐组件180包括接口262和连接到其的相关联的管件,用于将来自水罐20的水/泡沫溶液182连通到动力组140的水/泡沫泵290,以及接口264和连接到其的相关联的管件,用于接收从水/泡沫泵290排出的水/泡沫溶液182,并将水/泡沫溶液182连通到柔性导管266,并最终连通到悬臂100,用于朝向目标排出。

[0086] 罐组件180还可以包括在罐20的最低点处安装在水罐20内侧的抗气蚀装置,以允许水/泡沫泵290撤回水/泡沫溶液182,而使水/泡沫泵290不被气蚀。在直升机的情况中,罐20中的最低点可以在直升机处于悬停模式时升高。

[0087] 如图15到图17所示,罐组件180可以附加地配置为与可缩回泵系统350连接,用于使可折叠的、柔性软管展开和缩回,以在空中运载器悬停在水源上方时将水从诸如池塘或湖的水源抽入水罐20中。在一个实施方式中,可缩回泵系统350包括用于支撑机动卷筒358和可逆马达360以及马达控制器361的壳体352,可缩回泵系统350用于使可折叠软管362展开或缩回。壳体352可以包括面板354,该面板354紧固到保持架元件356,以形成壳体352的结构。可折叠软管362的远端为用于将水从水源泵入到水罐20的泵364,泵364的入口由遮挡部365覆盖。可缩回泵系统350可以安装到空中运载器或安装到罐组件180的一侧,以经由导管366将水从可折叠软管362导入到水罐20。

[0088] 可缩回泵系统350由空中运载器的飞行员或位于操作员站240处的操作员可控制。在操作期间,可缩回泵系统350的可逆马达360可以由操作员指令,该指令由马达控制器361接收,马达控制器361又激发可逆马达360,引起卷筒358在期望方向的旋转,以使可折叠软管360卷绕并缩回到卷筒358中或从卷筒358解绕并展开。一旦泵364在可折叠软管362从卷筒358展开之后潜入到水源中,操作员可以将泵364置于“开启”,以使水从水源经由可折叠软管362、在内部通过卷筒358的毂以及经由导管366泵入水罐20。导管366的接口368可以安装到与水罐20相关联的壁或接口,以将水连通到水罐20。导管366可以可替换地适于与附加的管件连接,该附加管件又连接到水罐,以将水连通到水罐20。在装填循环完成时,操作员可以指令泵364置于其“关闭”位置,以停止泵入水。然后操作员可以指令可逆马达360引起卷筒358的反旋转,以使可折叠软管362缩回,并使可折叠软管362卷绕在卷筒358上。可折叠

软管362的展开和缩回可以在空中运载器在水源上方悬停、或分别过渡到悬停以及从悬停过渡出时启动。将可折叠软管362展开到例如预定长度、打开和关闭用于泵入水的泵364以及使可折叠软管362缩回的步骤中的一个或多个可以使用传感器和/或包含在系统200中的适当的软件控制算法自动地执行。当可折叠软管362完全卷绕在卷筒358上时,可缩回泵系统350不与用于空中运载器的正常着陆操作干涉。

[0089] 系统200的炮组件210包括炮塔110、在远端具有喷嘴130的悬臂100,以及可选地,包括红外视觉设备115和距离测量设备120。如图18所示,系统200的炮塔110包括线性致动器212和旋转致动器214,其可以编程为经由操纵杆250(参见例如图19)分别控制悬臂100和炮塔110的移动方向和速度。炮塔110包括基座225,该基座225又由支撑件227(参见例如图18)支撑,用于将炮组件210支撑并安装到罐组件180。

[0090] 基座225包括用于接收齿轮带218的静止齿轮220,该静止齿轮220又连接到旋转致动器214,用于使炮塔110沿着大致竖直的轴线旋转,以引起悬臂水平移动。炮塔110包括轴承(未示出),壳体222和炮塔110的余下部分支撑在该轴承之上。因此,当旋转致动器214接合齿轮带218时,壳体222和炮塔110的余下部分在旋转致动器214的行进方向相对于基座225旋转。

[0091] 为了竖直移动悬臂100,线性致动器212连接到枢转臂230,该枢转臂又连接到悬臂100。悬臂100的复合(斜向)移动可以通过使线性致动器212和旋转致动器214同时就位并开始运行(或许以不同的速率)而实现。气体弹簧232连接到悬臂100,以辅助线性致动器212使悬臂100在诸如发生动力故障时返回到水平位置。电池234配置为将备用动力供应到炮塔110,以使系统200能够自动将悬臂100装载为安全的、向前突出的构造,且允许飞行员、飞机上的操作员或远程控制员手动将悬臂100装载为安全的、向前突出的构造,用于空中就位的飞行器的外出和飞行器的着陆,否则飞行器或系统10可能会失去电源。

[0092] 如先前所描述的,包括红外摄像机117的红外视觉装置115可以安装在悬臂100上或安装在炮塔110上的其它地方。同样地,包括用于确定空中运载器和任何障碍物或建筑物之间的距离的激光的距离测量装置120示出为安装在基座225上,但是也可以安装在系统200的任何结构上或安装在空中运载器自身上。

[0093] 转到图19,操作员站240示出为包括椅子150,椅子150用于炮组件210以及安装在可调节臂242上的一组控制器和计算机显示器的操作员。操作员可以使用例如操纵杆250操控悬臂100的瞄准点。操纵杆250电连接到线性致动器212和旋转致动器214,以提供炮塔110的水平、竖直和斜向移动。操纵杆250还包括使炮组件210的各方面开始作用或停止作用的若干控制器。例如,图19中示出的操纵杆250包括触发器252,触发器252连接到一个或多个阀或螺线管,以打开、关闭或改变由悬臂100朝向目标输送的水24、水/泡沫溶液182或水/泡沫/气体混合物98的流动。操纵杆250还包括按钮254,其通过螺线管连接,用于将炮塔110从锁定和/或装载位置释放。操纵杆250进一步包括摇杆式开关256,用于打开或关闭来自气体发生器274的气体流动。普通技术人员可以理解,除了按钮、开关等,可以使用用于使系统200的各方面打开或关闭的其它装置,诸如如下文讨论的部署在触摸屏幕上的软件驱动用户界面。

[0094] 操作员站240还包括控制器,以允许操作员例如打开、关闭或改变泡沫经由泡沫泵32从泡沫罐30到水罐20的流动。操作员站240还可以具有用于改变泡沫或泡沫发生剂的浓

度以实现泡沫在水罐20中的期望浓度的控制器。

[0095] 一个或多个显示器258也安装在可调节臂242上,用于为操作员显示信息并提供界面,用以控制系统200的一个或多个方面。举例来说,显示器258可以报告来自红外视觉设备115、距离测量设备120的数据、悬臂100的位置和移动数据、可消耗流体和气体的流动速率、量和剩余量、关于计算的空中就位剩余时间的数据、包括指示炮组件210的落入预定限制之外的一个或多个操作参数的数据和/或消息的警示信息、涉及到诸如风向和速度、温度、湿度和气压的大气条件的数据、以及涉及到空中运载器自身的海拔高度、姿态以及其它性能参数的数据。

[0096] 显示器258还可以设置或包含用户界面,用于接收关于系统200的操作的操作员指令。例如,显示器258可以配置有用于接收操作员输入的触摸感应屏幕,以控制或监测系统200的一个或多个方面。显示器258可以连接到一个或多个CPU、存储器、数据总线 and 配置为响应和/或执行操作员指令的软件。

[0097] 系统200可以附加地配置为用于远程监测或操作系统200的一个或多个方面,诸如悬臂100。例如,系统200可以配置为经由例如卫星、手机或无线保真技术(Wi-Fi)实时地传送并接收无线数据信号,包括将可显示在显示器258上的任意一个或所有信息的传送至位于地面上或空中的远程操作员或监测员。

[0098] 现在转到图20,示出了系统200的一个实施方式的示意图,该系统200包括罐组件180、动力组140和炮组件210。罐组件180包括壳体238(参见例如图10到图14),用于容纳和/或支撑水罐20和泡沫罐30。泡沫罐30可以安装在壳体238中、壳体238上或安装到壳体238,而水罐20容纳在壳体238内。在其它实施方式中,泡沫罐30可以容纳在系统200或空中运载器的其它地方。罐组件180还包括泡沫泵32,其类似于泡沫罐30,也可以安装在壳体238中、壳体238上或安装到壳体238,或可以安装在系统200或空中运载器的其它地方。按照操作员使用操作员站240处的例如如上文所讨论的控制器中的一个控制器所指示的,使用泡沫泵32将已知量的泡沫或泡沫发生剂从泡沫罐30抽出,并添加到水罐20中的已知量的水中,以生成具有期望的泡沫相对于水的浓度的一次配量的水/泡沫混合物,该期望的泡沫相对于水的浓度在约1%到约10%范围。

[0099] 在系统200的配置中,泡沫罐30包括承载在水罐20中的水量体积的约5%到约10%。如上文对于系统10所描述的,系统200的泡沫相对于水的比例可以根据系统200的操作员的指示在约0.1%到约10.0%的湿泡沫到干泡沫的范围。系统200的泡沫相对于水的比例可以可替换地在约0.4%到约1.0%的范围。

[0100] 动力组140包括气体发生器274、电马达272、水/泡沫泵290以及用于保护这些部件免受损坏的附件270。动力组140配置为以约20到约150加仑/分钟(gpm)将水/泡沫/气体混合物98提供到悬臂100。附件270可以配置为多个单独可移动地、轻质但坚固的面板或面板组合件,以使动力组140封闭或部分封闭。

[0101] 图21到图24更好地图示了包括气体发生器274的动力组140的一些部件。类似于上文讨论的气体发生器70,气体发生器274配置为产生气体,以在混合物从悬臂100的喷嘴130喷射之前帮助生成最佳尺寸的具有水/泡沫溶液182的紧密形成(tightly-formed)的泡沫气泡,并帮助实现水/泡沫/气体混合物顺喷嘴130的喷射方向的可能最远距离的喷射。为产生气体,气体发生器274与气体发生器70不同之处在于气体发生器274包括液氮的储存,液

氮经过热交换器,导致液氮迅速达到其沸点,以产生等于约700倍液氮体积的量的氮气。

[0102] 更特别地,系统200的气体发生器274包括杜瓦瓶(dewar)276,用于在空中运载器上接收并储存一定量的液氮。在一个实施方式中,型号为10C-0012-75的杜瓦瓶276(从Essex Aerospace可得)为约22英寸的容器,其能够保存约20加仑的液氮,且净重量为约85lbs,当充满液氮时其重量为约275lbs。

[0103] 杜瓦瓶276包括压力构建循环,以连续地给液氮液面上方的缺量空间加压,用于液氮到热交换器278的加压输送,并且包括安全装置,诸如一个或多个泄压阀和爆破阀,以防止杜瓦瓶276的过加压。为给液氮加压,打开在杜瓦瓶276的底部或邻近杜瓦瓶276的底部的阀,以允许储存在杜瓦瓶276中的液氮的一部分被引导到构建在杜瓦瓶276中或杜瓦瓶276上的热交换器,以生成氮气,氮气然后返回到杜瓦瓶276的顶部,以给缺量空间加压。此过程,连同—个或多个泄压阀,在系统200的操作期间在液氮从杜瓦瓶276中抽出的任何时候维持杜瓦瓶276中的期望压力。

[0104] 在打开阀286时,按照操作员使用例如在操作员站240处的上文讨论的控制器中的一个所引导的,导管288将液氮287从杜瓦瓶276引导到热交换器278的盘管279,为了清楚,其示出为其壳体已被移除。同时,来自水罐20的室温下的水/泡沫溶液182由水/泡沫泵290抽到入口294并通过热交换器278,以引起盘管279中的液氮287迅速达到其沸点,以产生氮气289。然后水/泡沫溶液182由水/泡沫泵290经由导管292抽出,且由水/泡沫泵290在排放部296处排放。离开热交换器278的氮气289然后以约75scfm的量并以约150psi在接点284处注入到水/泡沫泵290下游的水/泡沫溶液182。该150psi的氮气289的注入压缩水/泡沫溶液182,用于将其通过导管266输送到悬臂100。另外,离开热交换器278的水/泡沫溶液182由于与液氮287的热交换可以比室温略凉,当从悬臂100喷出时这可以帮助灭火。具有20加仑液氮容量的杜瓦瓶276将以约150psi提供约75scfm的氮气289,以提供系统200在目标上约1小时的操作。杜瓦瓶276可以在物理尺寸和容量上按比例调节,可以随系统200的其它元件更大或更小,以适应安装有杜瓦瓶276的空中运载器的有效载荷承载能力。

[0105] 水/泡沫泵290可以配置为具有径流式叶轮的离心泵。最好地如图24所示,为了清楚,杜瓦瓶276和其它硬件已被移除,为驱动水/泡沫泵290,动力组140包括通过联接件271直接联接到水/泡沫泵290的电马达272。操作系统200(包括炮组件210、操作员站240和包括电马达272的动力组140)的电力,可以从空中运载器的电总线获得,从连接到空中运载器的发动机或变速器的发电机获得,或从辅助动力单元(APU)获得。在图21到图24的实施方式中,电马达272配置为以约8000转/分钟(RPM)转动,而水/泡沫泵290配置为以约9400RPM的额定速度转动。因此,为使水/泡沫泵290以最大额定速度操作同时不使电马达272超速,电马达可以联接到变速箱,变速箱又可联接到水/泡沫泵290。在一个实施方式中,从K-Tech可得的型号为6200-10的电马达272以7800RPM提供30马力(HP)同时以115/200伏交流电压引出约75安培、三相400赫兹,且重量为约70磅(lbs),并测量约18英寸长×12英寸宽×11.5英寸高。

[0106] 为了使动力组140的组件更紧凑,具有支柱299的基座298可以连接到基座280,以将杜瓦瓶276升高并支撑在电马达272、水/泡沫泵290和热交换器278上方。支架273可以连接到基座280,以支撑电马达272。支架277可以连接到基座280,以支撑热交换器278。

[0107] 系统200的气体发生器274配置用于通过进给阀275对杜瓦瓶276快速再装填或使

用填满的杜瓦瓶调换空杜瓦瓶276。具有快速断连特征的到杜瓦瓶276的管件和接线可以辅助杜瓦瓶276的更换。

[0108] 在包括具有杜瓦瓶276的气体发生器274的系统200的一个实施方式中,其中杜瓦瓶276定尺寸为保存约20加仑的液氮,水罐20定尺寸为保存约800加仑的水,泡沫罐30定尺寸为保存约80加仑的泡沫或泡沫发生剂,系统200的干重为约10801bs,且当满载有诸如液氮、水和泡沫的消耗物时,系统200的重量为约78901bs。泡沫相对于水的比例约为0.5%,具有此配置的系统200能够空中就位使用5分钟。

[0109] 现在转到图25,示出了系统200的另一个实施方式的示意图,系统200包括罐组件180、动力组140和炮组件210。在此实施方式中,动力组140包括气体发生器310,气体发生器310不同于气体发生器274,气体发生器274产生氮气289以压缩水/泡沫溶液182,气体发生器310的水/泡沫泵290吸入大气并使空气连同水/泡沫溶液182一起加压。如图26最好地示出,与包含气体发生器274的系统200相比,包含气体发生器310的系统200提供了更紧凑的动力组140,并减轻了重量和系统复杂度,但是由于为水/泡沫混合物182加压的空气体积略少,可能略微降低泡沫的质量。

[0110] 更特别地,系统200的气体发生器310包括连接到水/泡沫泵290的可调节进气阀315,该可调节进气阀315由电马达272驱动。按照操作员使用例如在操作员站240处的上文讨论的控制器中的一个所引导的,将水/泡沫泵290触发为“开启”,以将水/泡沫溶液182从水罐20抽出。同时,可以自动或手动地将进气阀315指令到其“打开”位置,由此大气316以约30CFM到约50CFM的速率被抽入水/泡沫泵290的在接点320处的吸气侧。在一个实施方式中,进气阀315包括由操作员可控制的电动可变阀开口,以在以恒定的速度驱动水/泡沫泵290时改变引入到水/泡沫泵290的吸气侧中的空气量。

[0111] 然后水/泡沫泵290使空气316连同水/泡沫溶液182一起加压到约125psi,并使加压的水/泡沫/空气溶液325以约150gpm在排放部296处排出。由系统200引入的空气316用于与水/泡沫溶液182混合并使其加压,以通过导管266输送到悬臂100,这在混合物从悬臂100的喷嘴130喷射之前帮助生成最佳尺寸的紧密形成的泡沫气泡,并帮助实现混合物顺喷嘴130的喷射方向的可能最远距离的喷射。因为水/泡沫泵290以约9400RPM的相对较高的速度转动,因此当其吸入约30-50CFM的空气316和水/泡沫溶液182时没有明显地失去吸力。且因为空气316是无限资源,当从大气吸入时,在诸如火的目标上方的空中就位时间将被运载在空中运载器上的其它消耗物(诸如水、泡沫或燃料)的量限制。因此,包括气体发生器310的系统200提供了一种简单的、高效率的装置,用于在空中运载器上提供压缩空气泡沫,以用于作用于目标。

[0112] 在包括气体发生器310的系统200的一个实施方式中,其中水罐20定尺寸为保存约800加仑的水,泡沫罐30定尺寸为保存约80加仑的泡沫或泡沫发生剂,系统200的干重为约10151bs,且当满载有诸如水和泡沫的消耗物时,系统200的重量为约75801bs。泡沫相对于水的比例约为0.5%时,具有此配置的系统200能够空中就位使用5分钟。

[0113] 转到图28到图30,图示了系统200与直升机的集成。系统200的罐组件180示出为在直升机330的外部沿着机身下侧安装到直升机330。具有炮塔110和悬臂100的炮组件210示出为悬臂100沿着直升机的右舷侧处于装载位置,且悬臂100的喷嘴130指向直升机330的机头方向。动力组140示出为在直升机330的左舷侧上安装到罐组件180,其与炮组件210相对,

以平衡炮组件210的重量。系统200设置在直升机330的机头的在直升机的重心处或靠近直升机重心的尾部。系统200配置为使接附有系统200的直升机330的飞行特性以及系统200和直升机330的整体操作达到最佳。

[0114] 虽然已详细描述了具体的实施方式,但是本领域的技术人员可以理解,根据本公开的整体教导可以发展出对那些细节的各种变型和替换。因此,本文的公开仅意图为例示性的,而不在于限制其范围,且将要给出所附权利要求和其任何等同方式的所有方面。

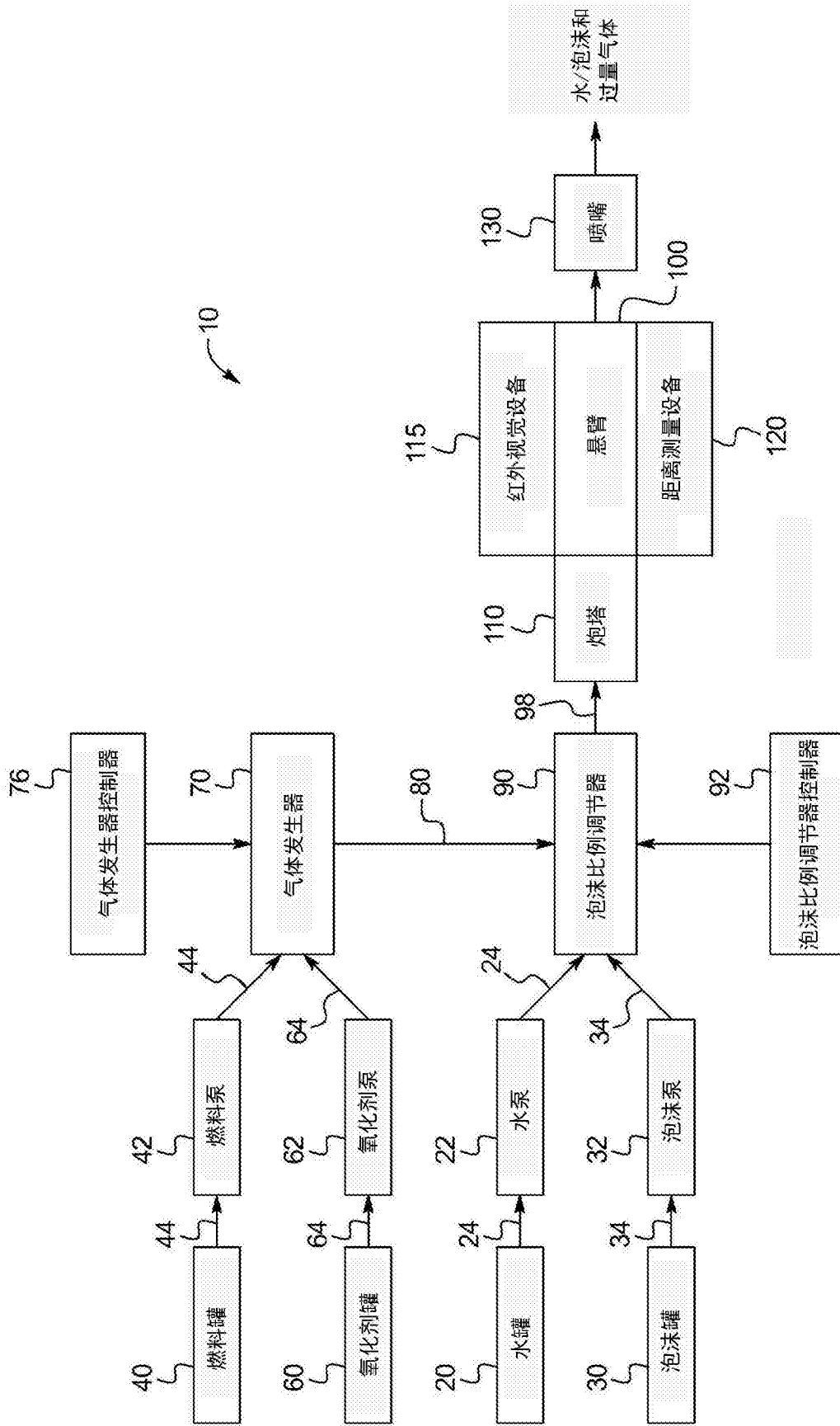


图1

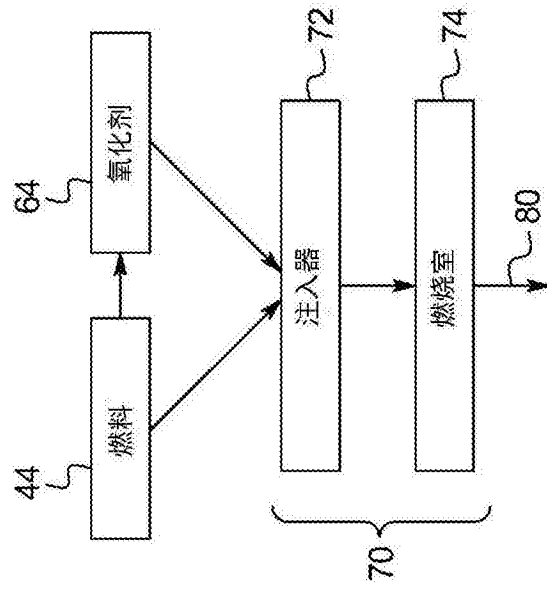


图2

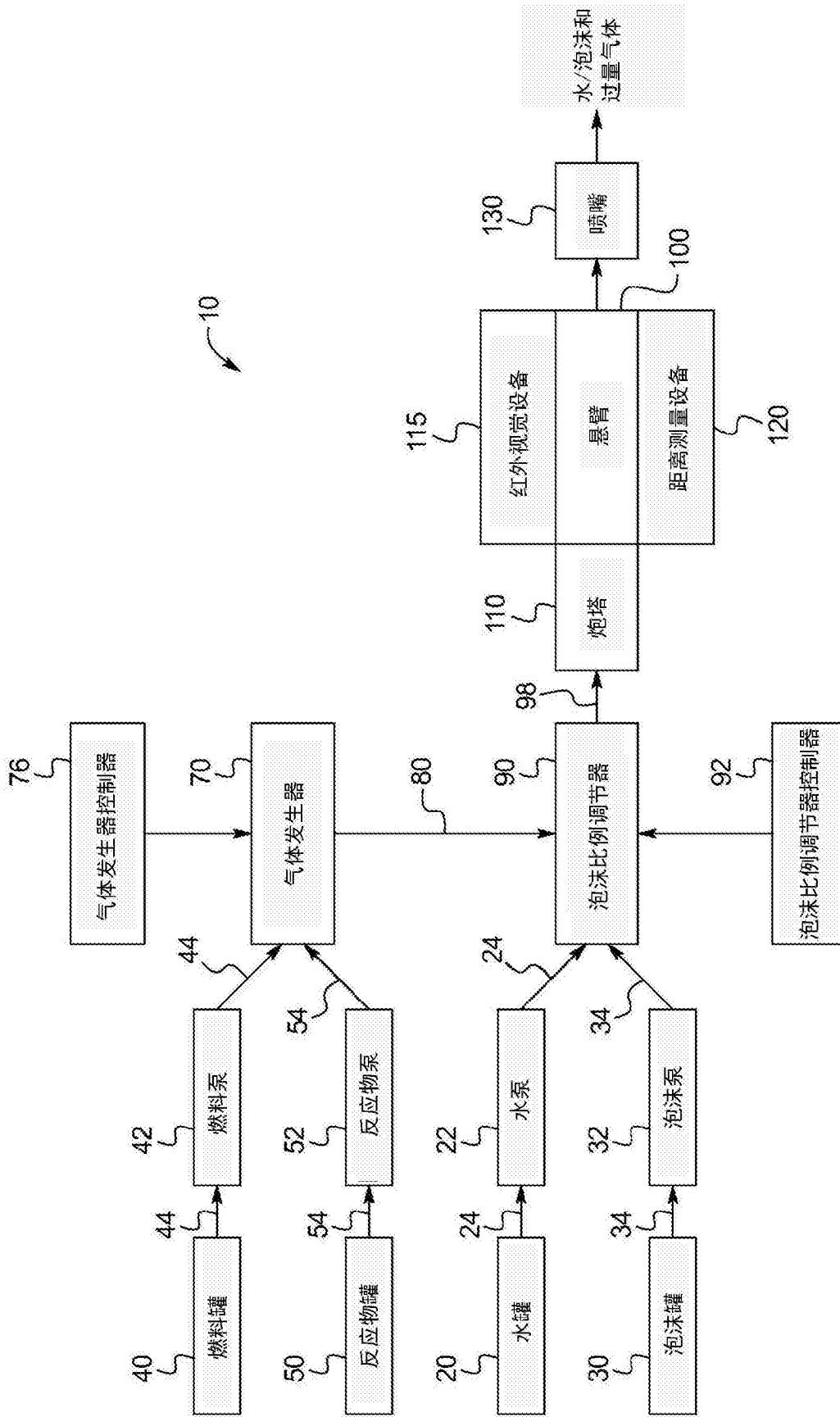


图3

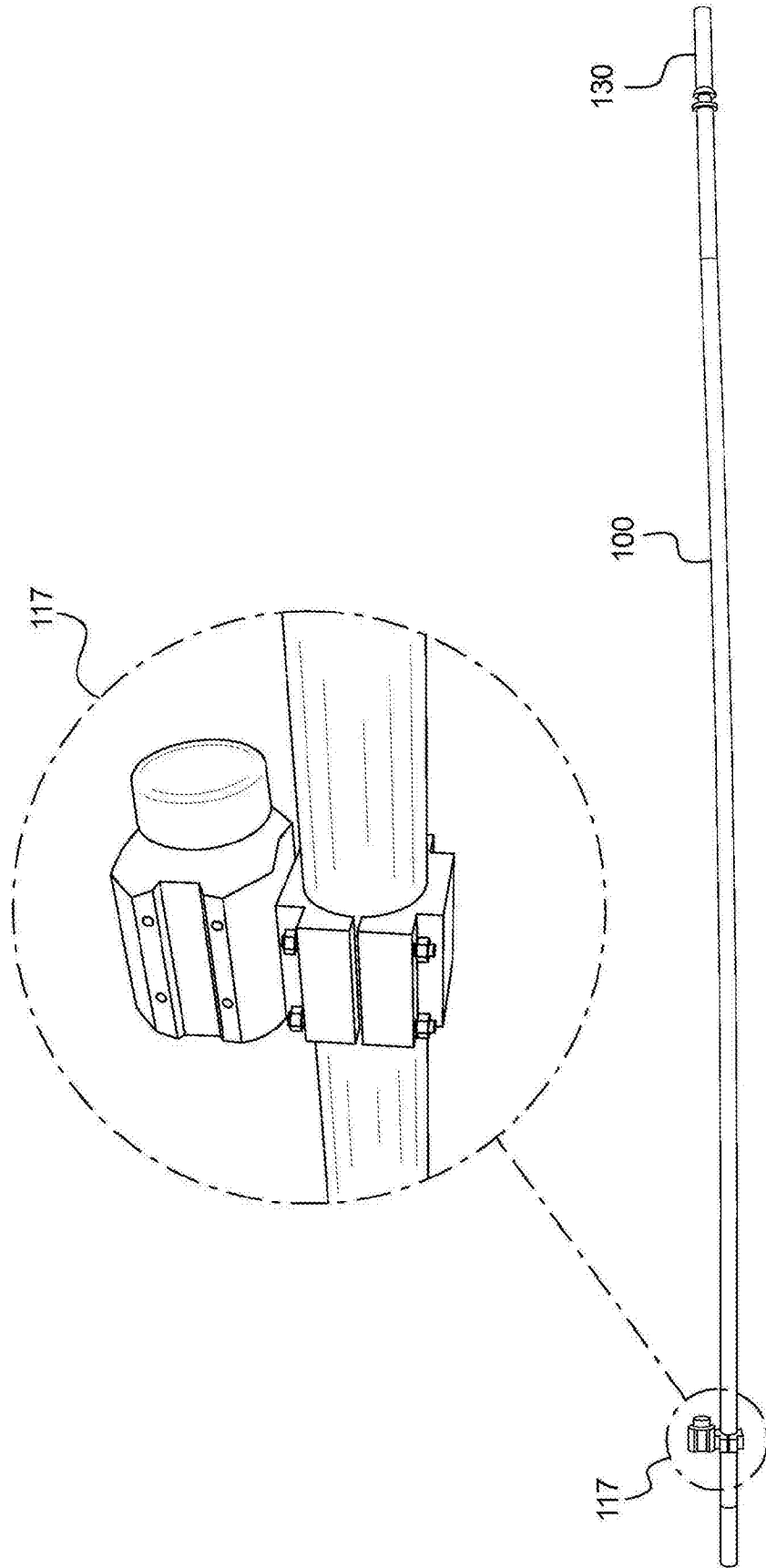


图4

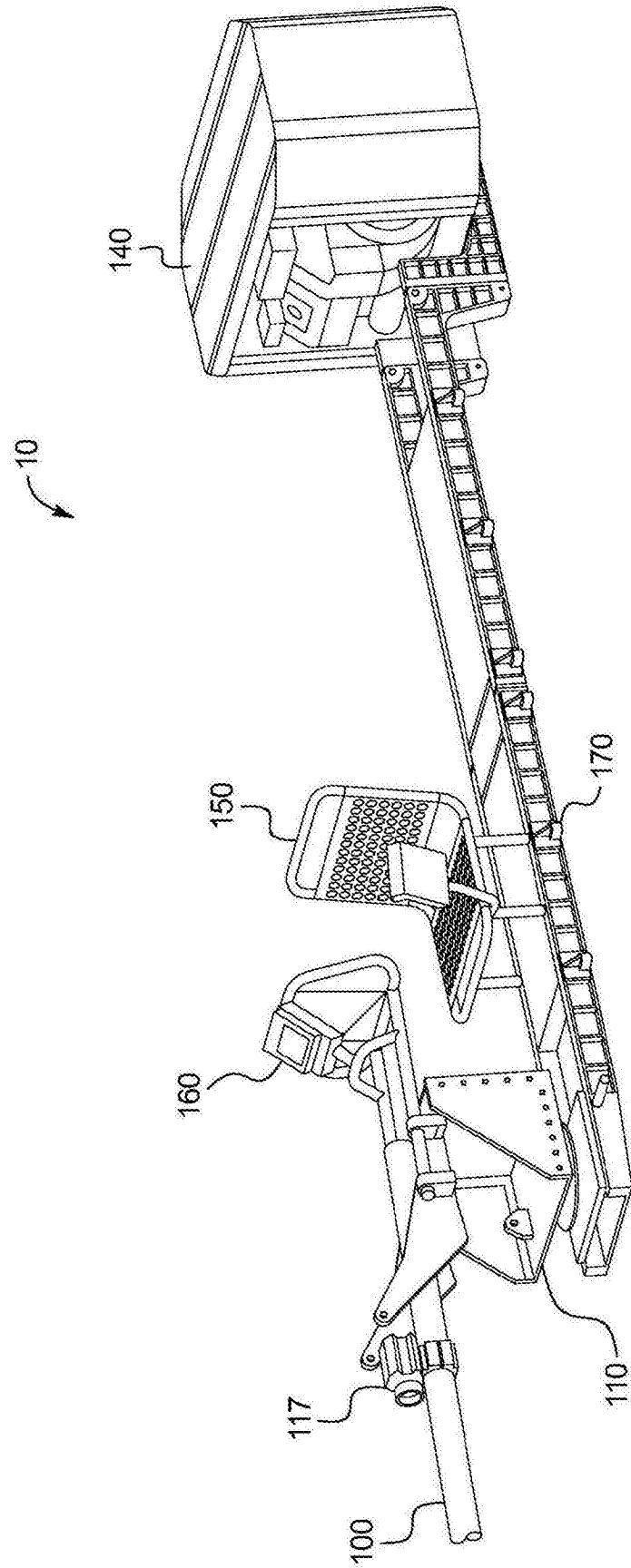


图5

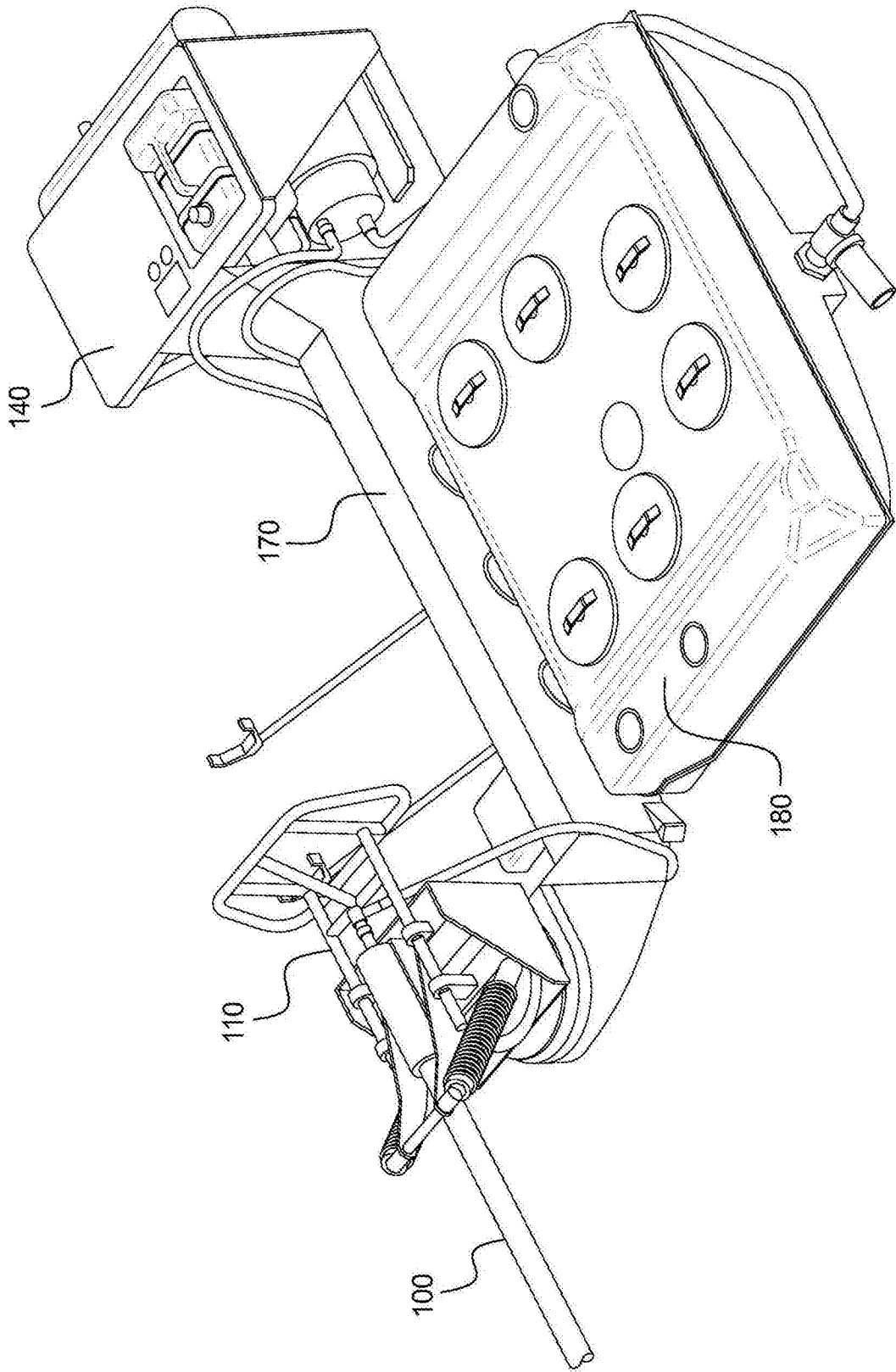


图6

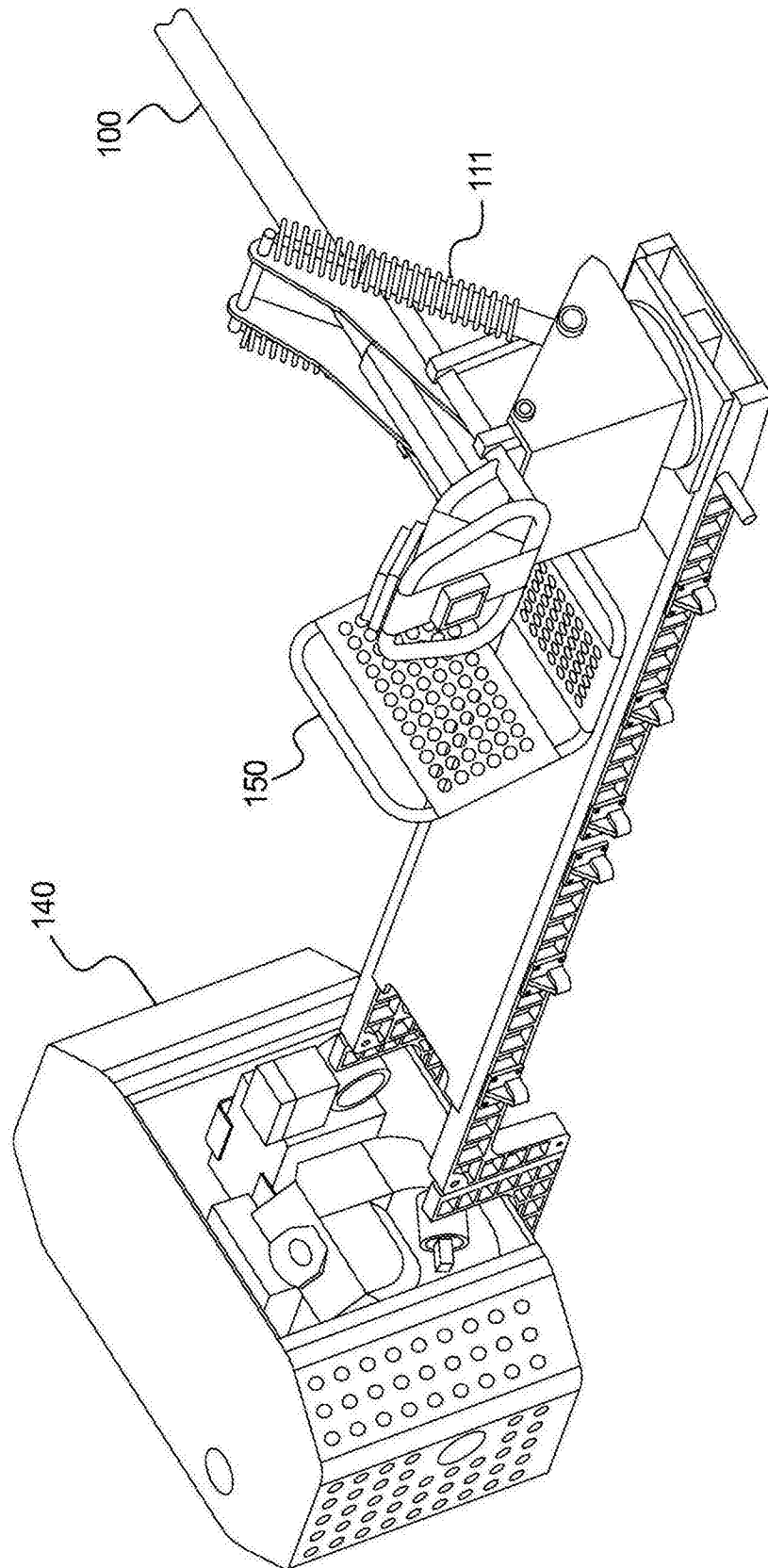


图7

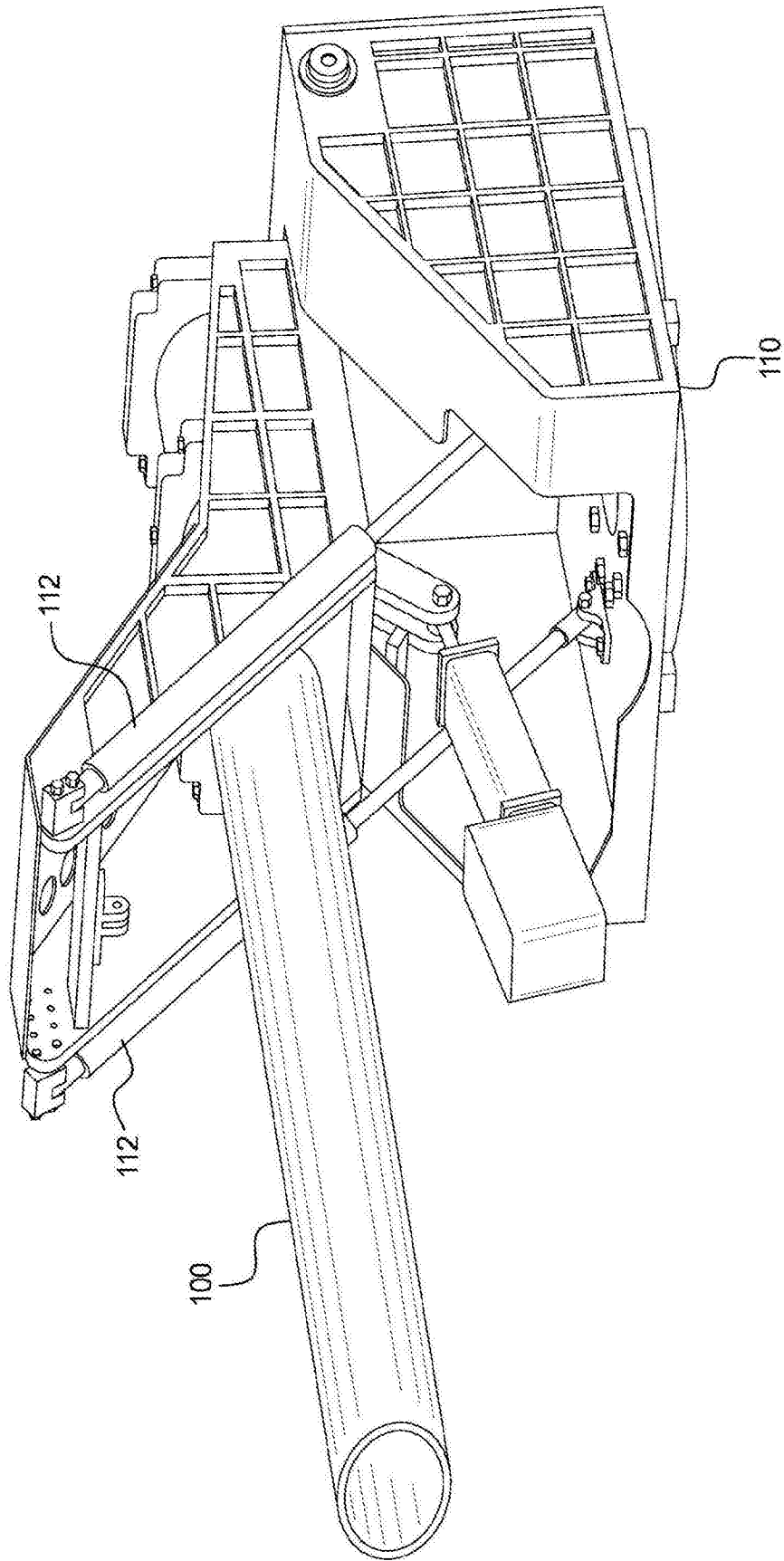


图8

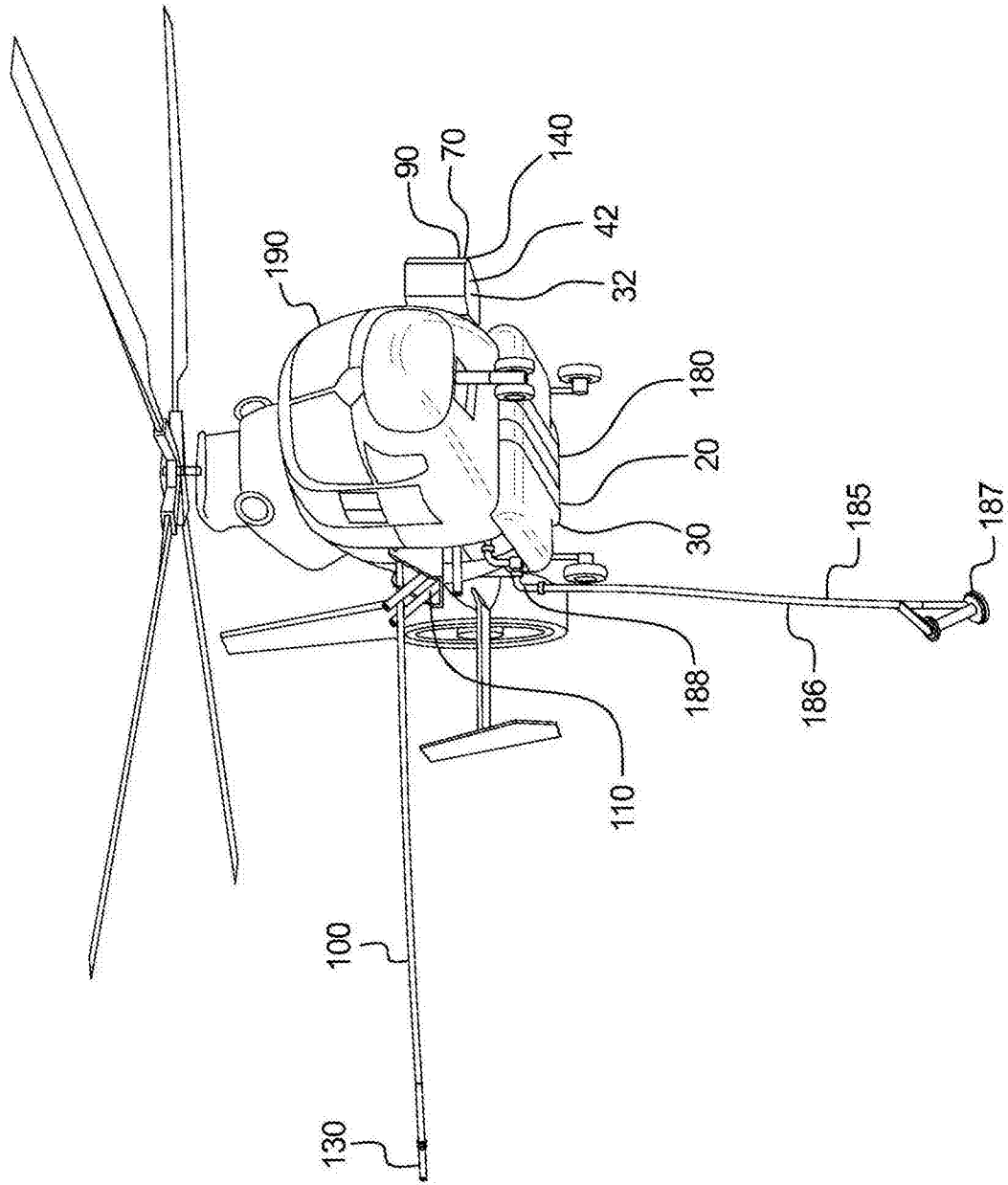


图9

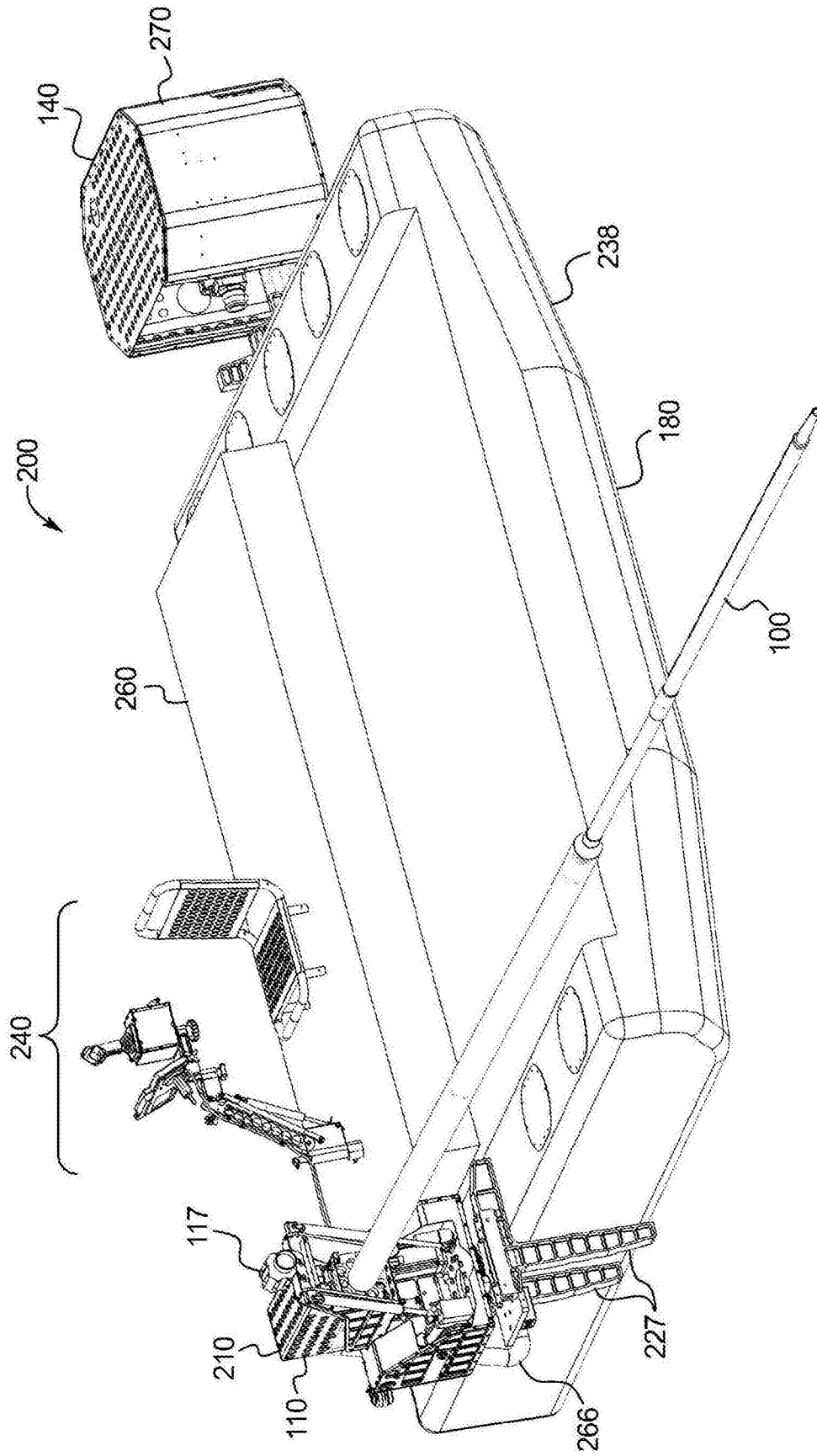


图10

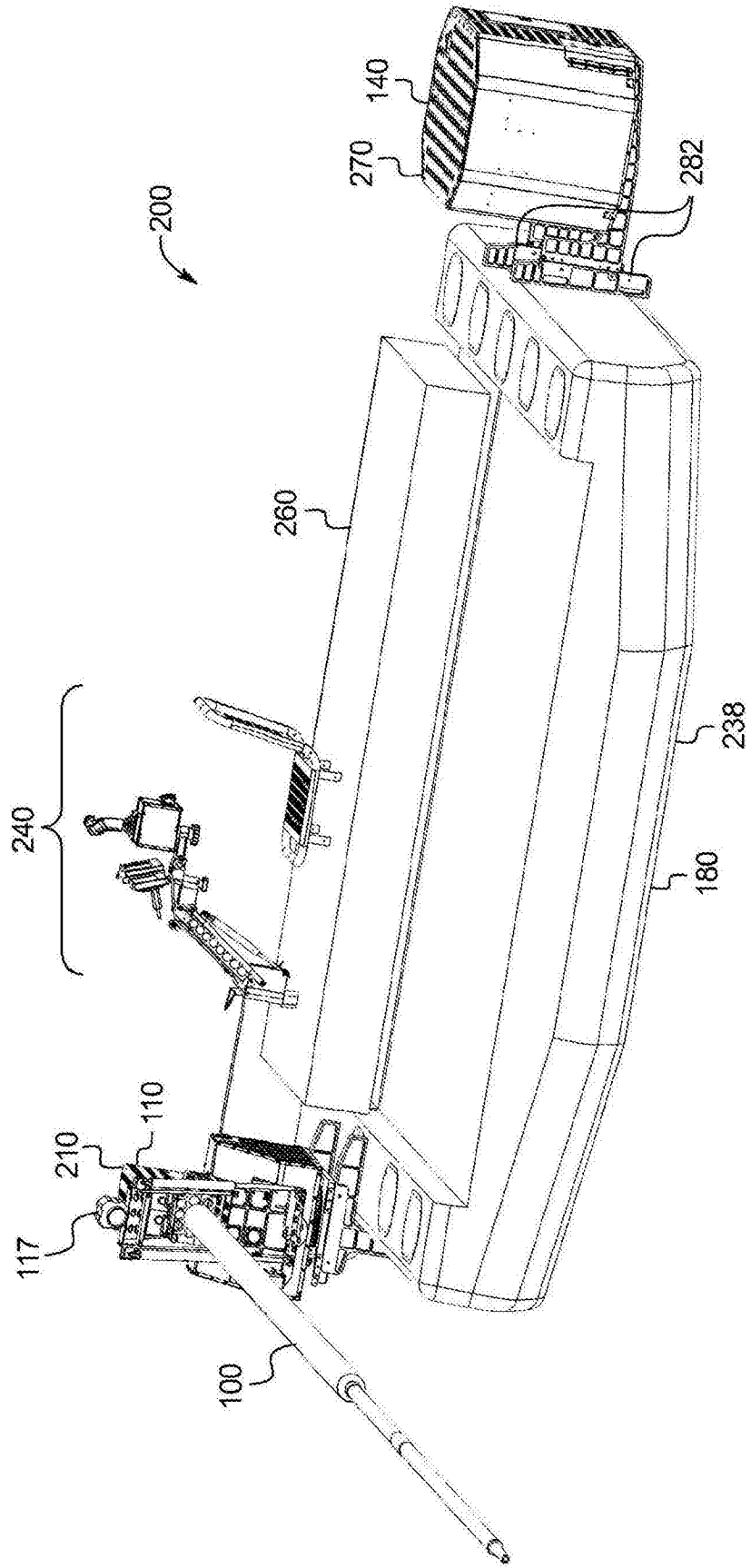


图11

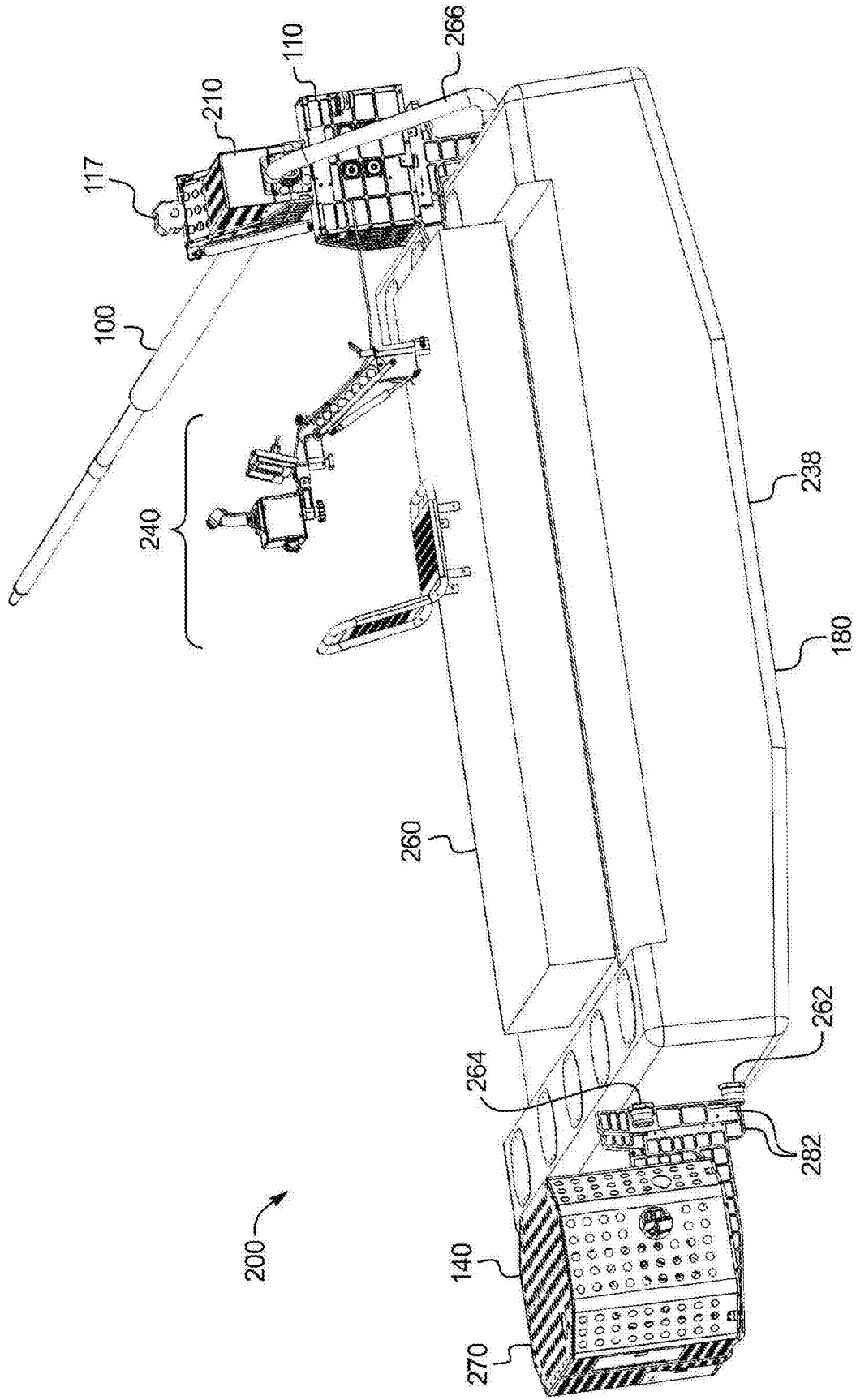


图12

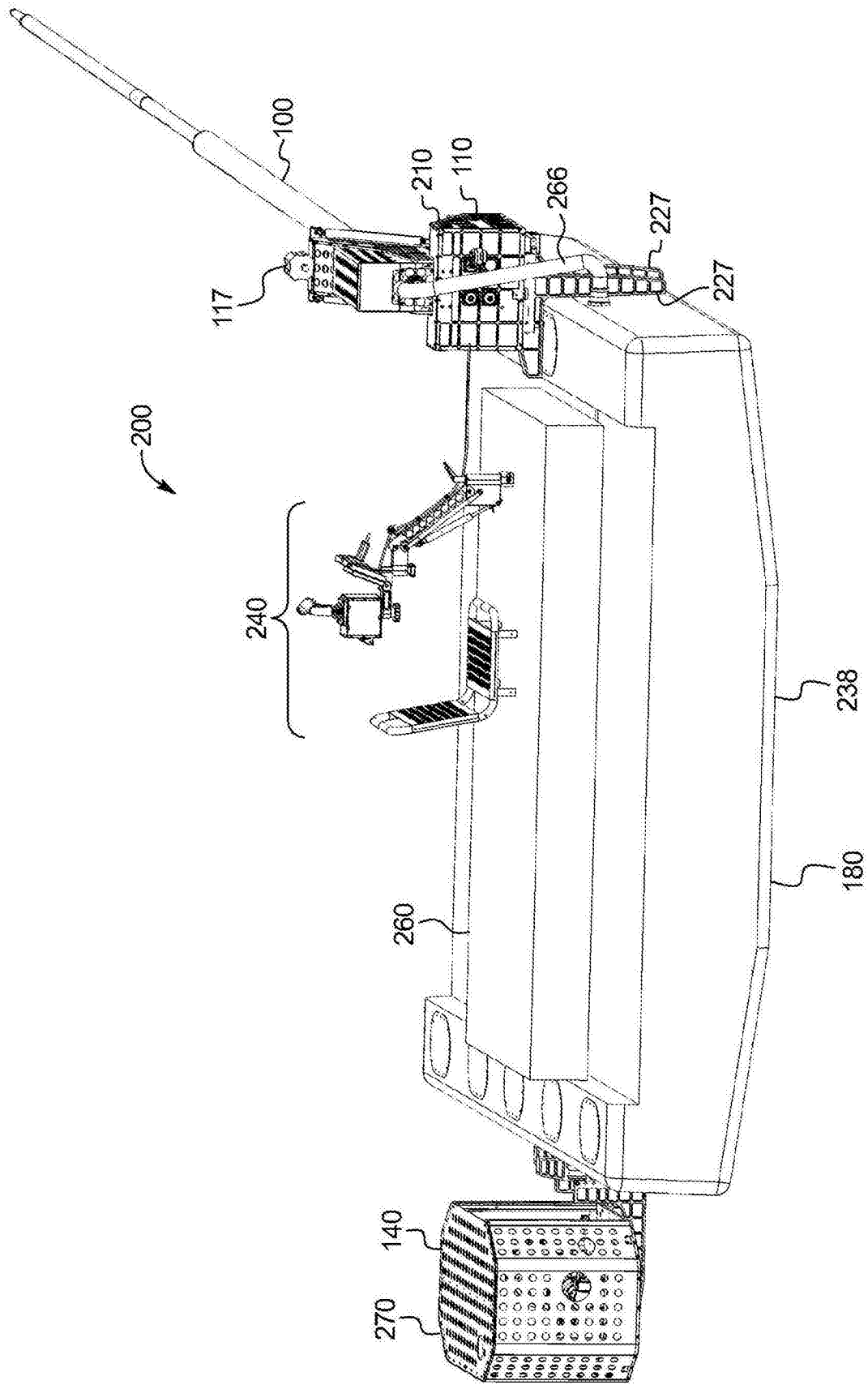


图13

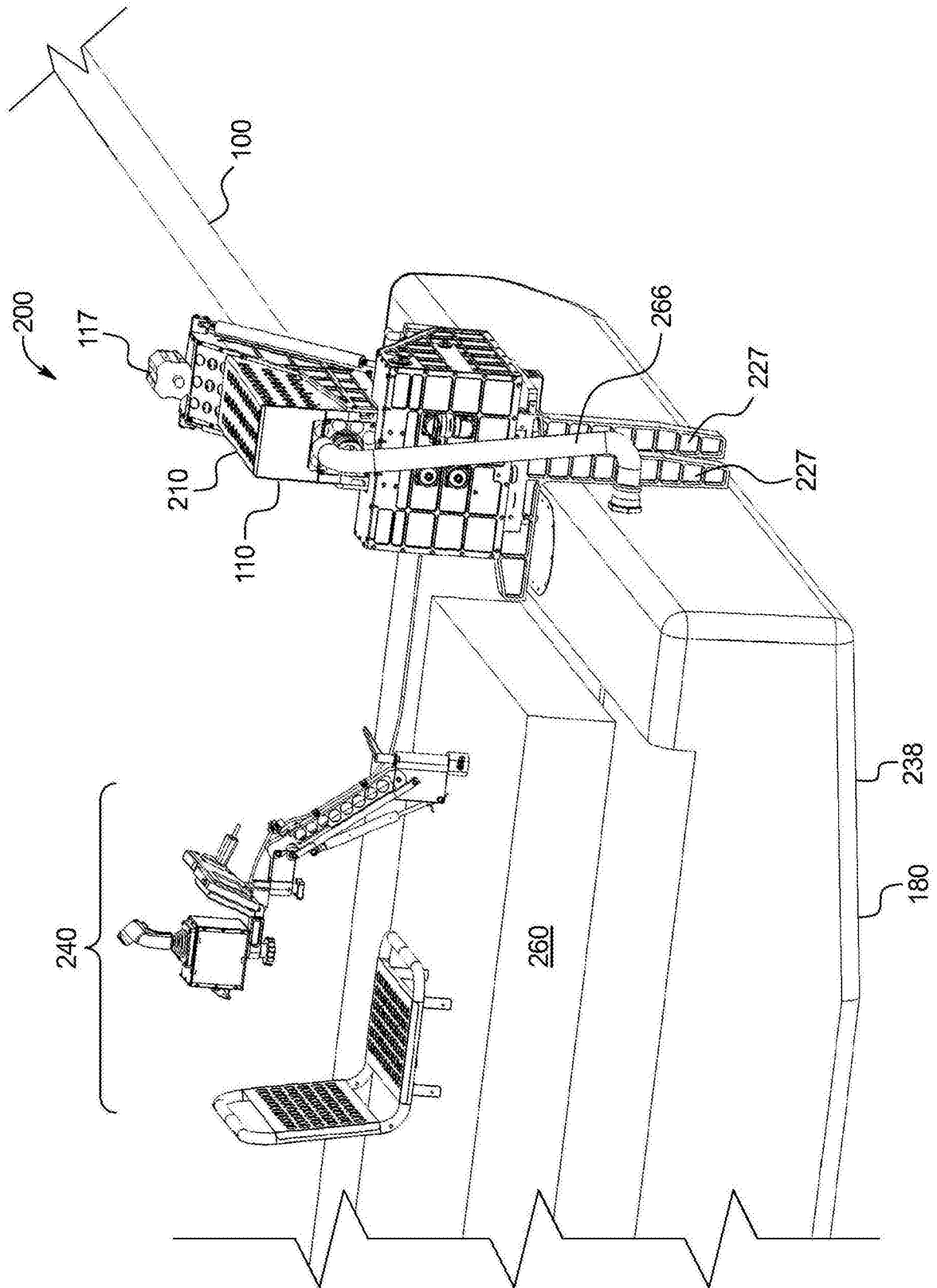


图14

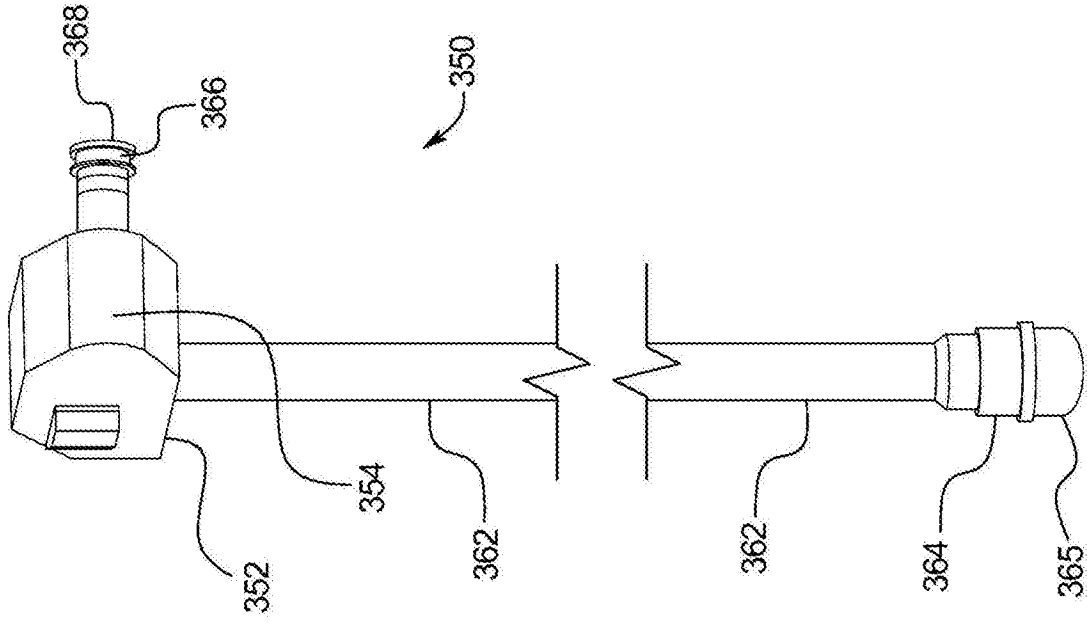


图15

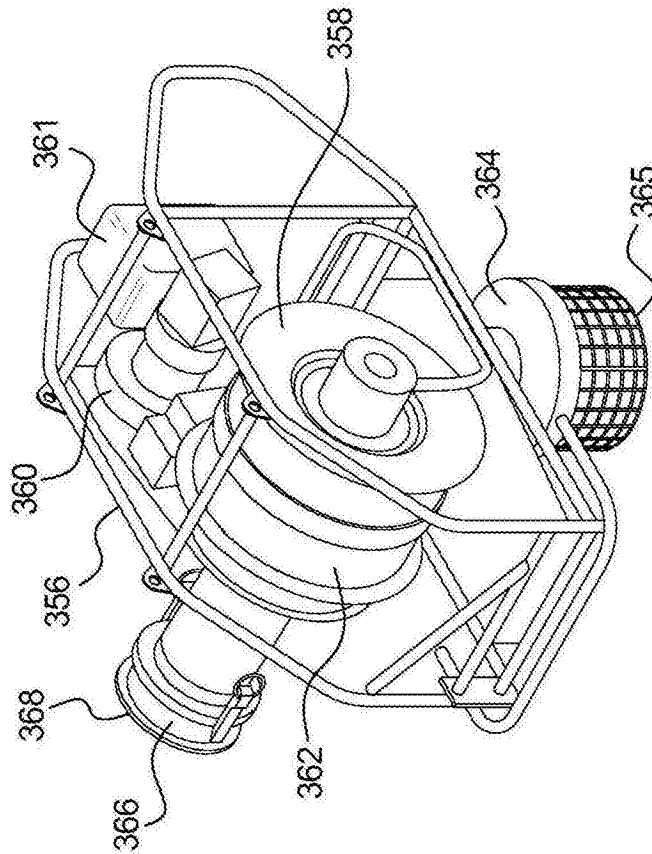


图16

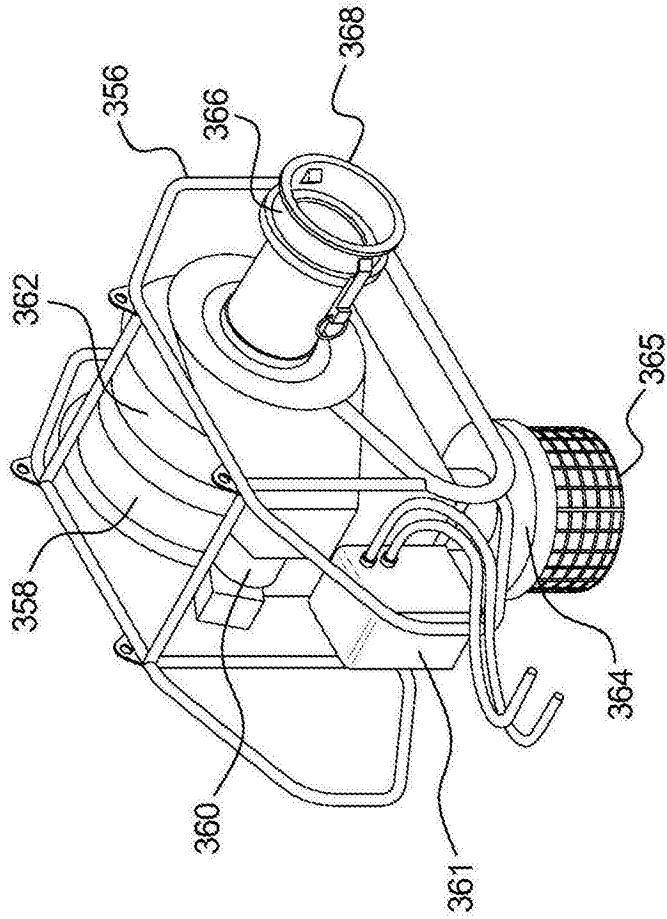


图17

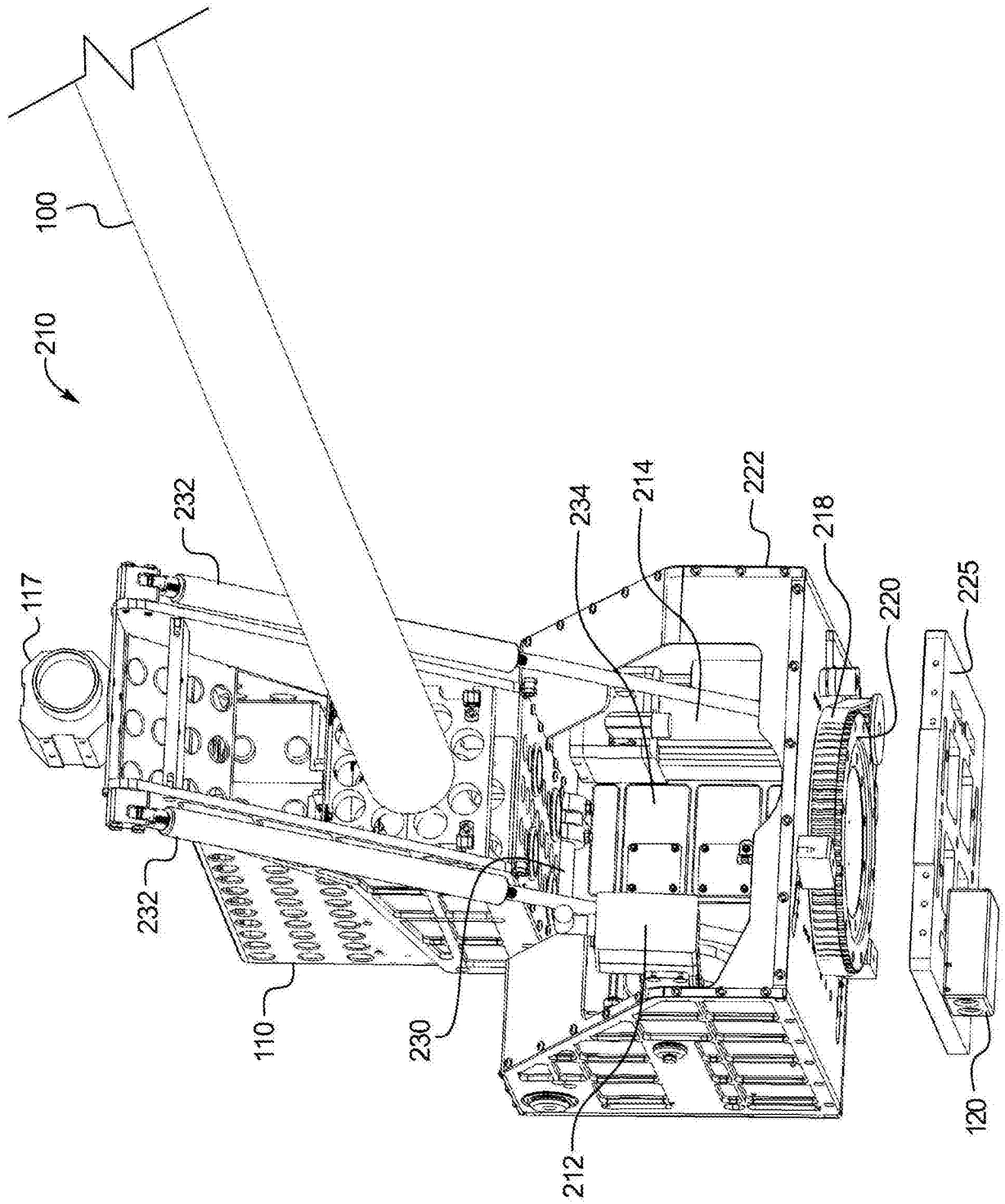


图18

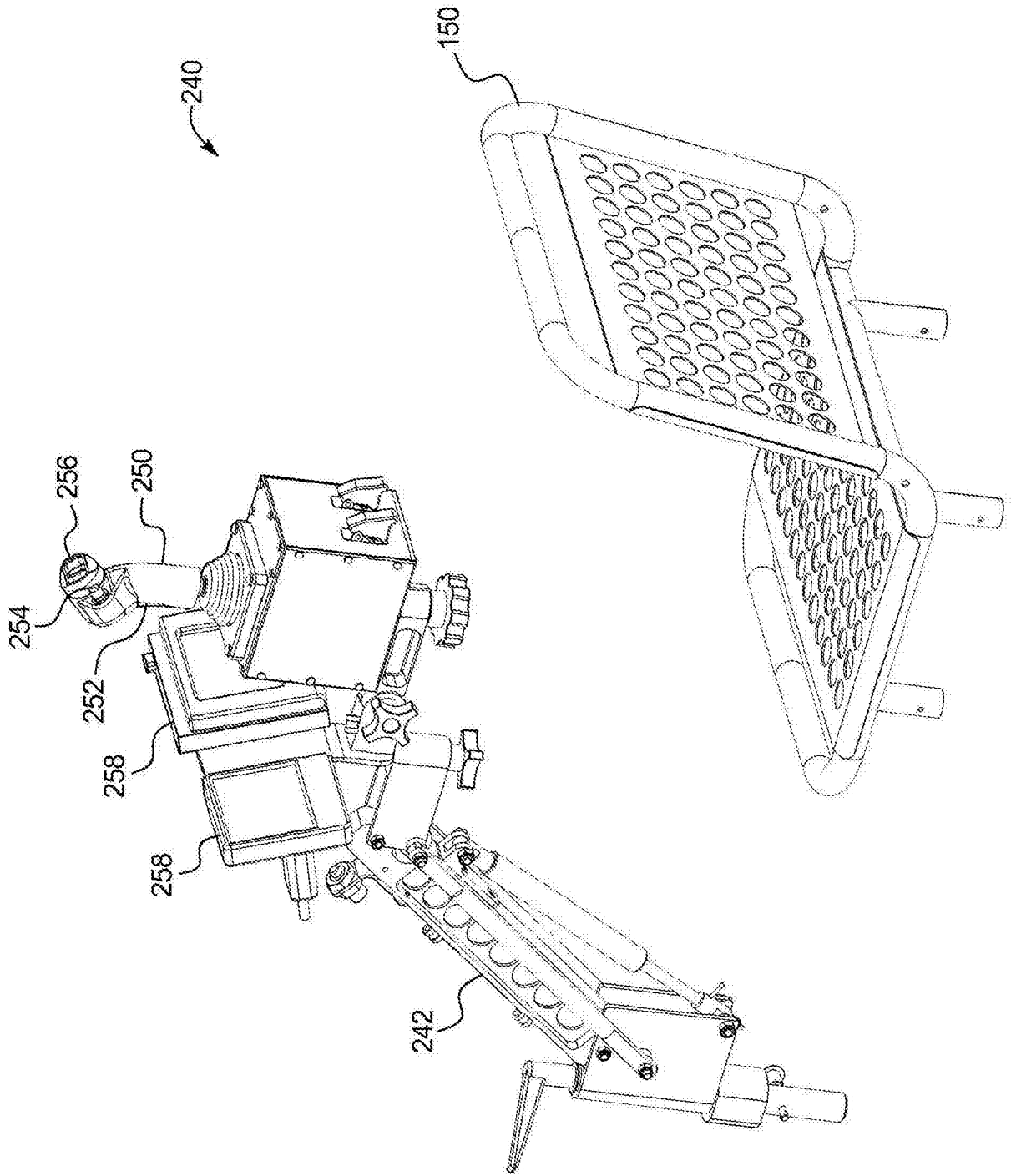


图19

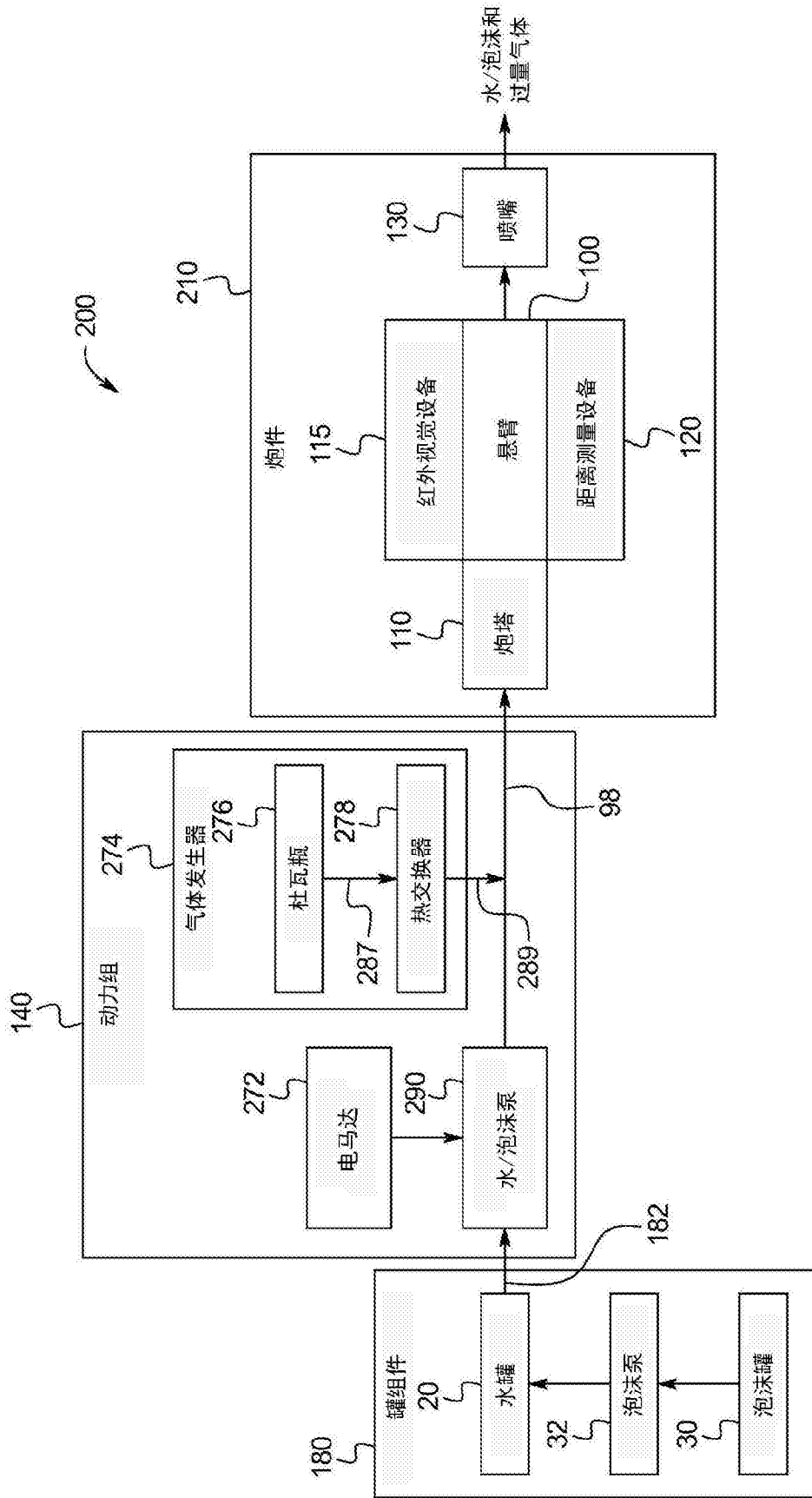


图20

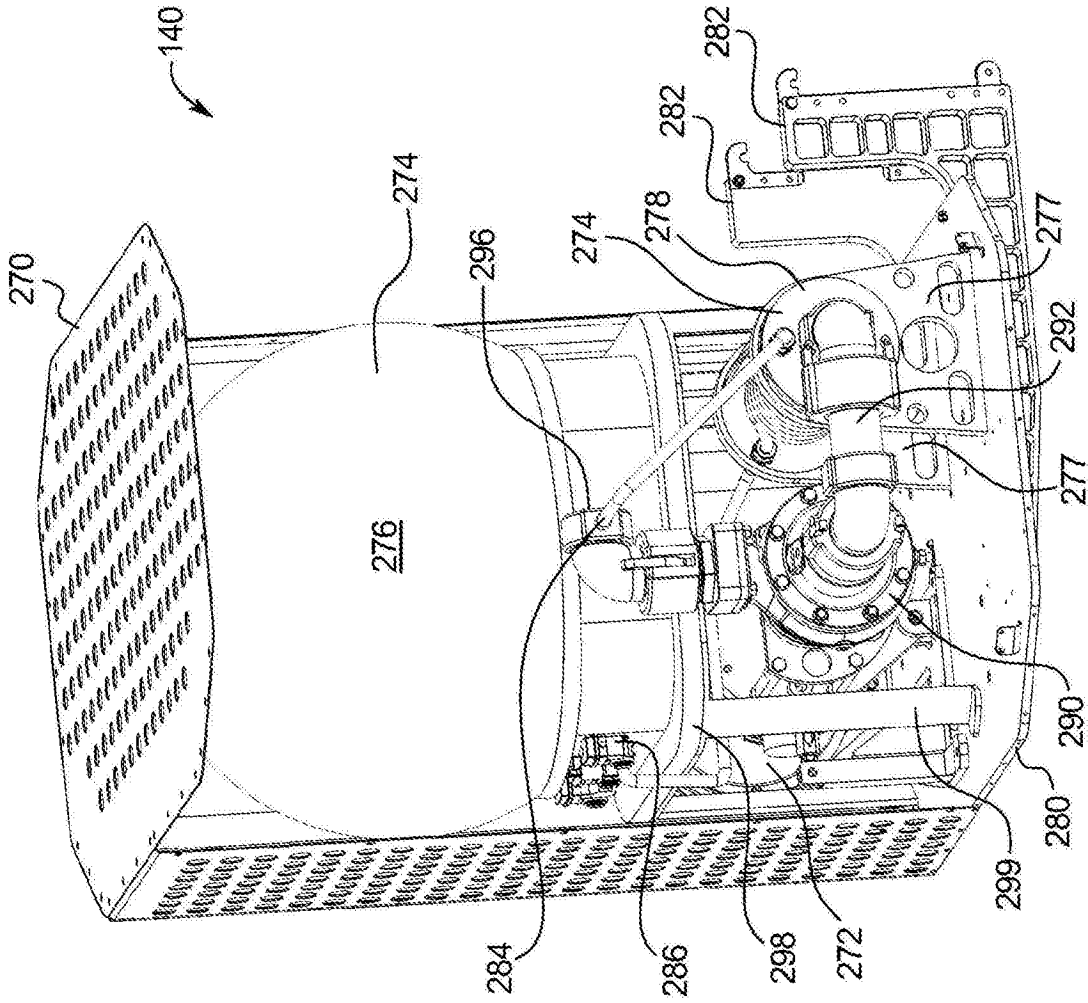


图21

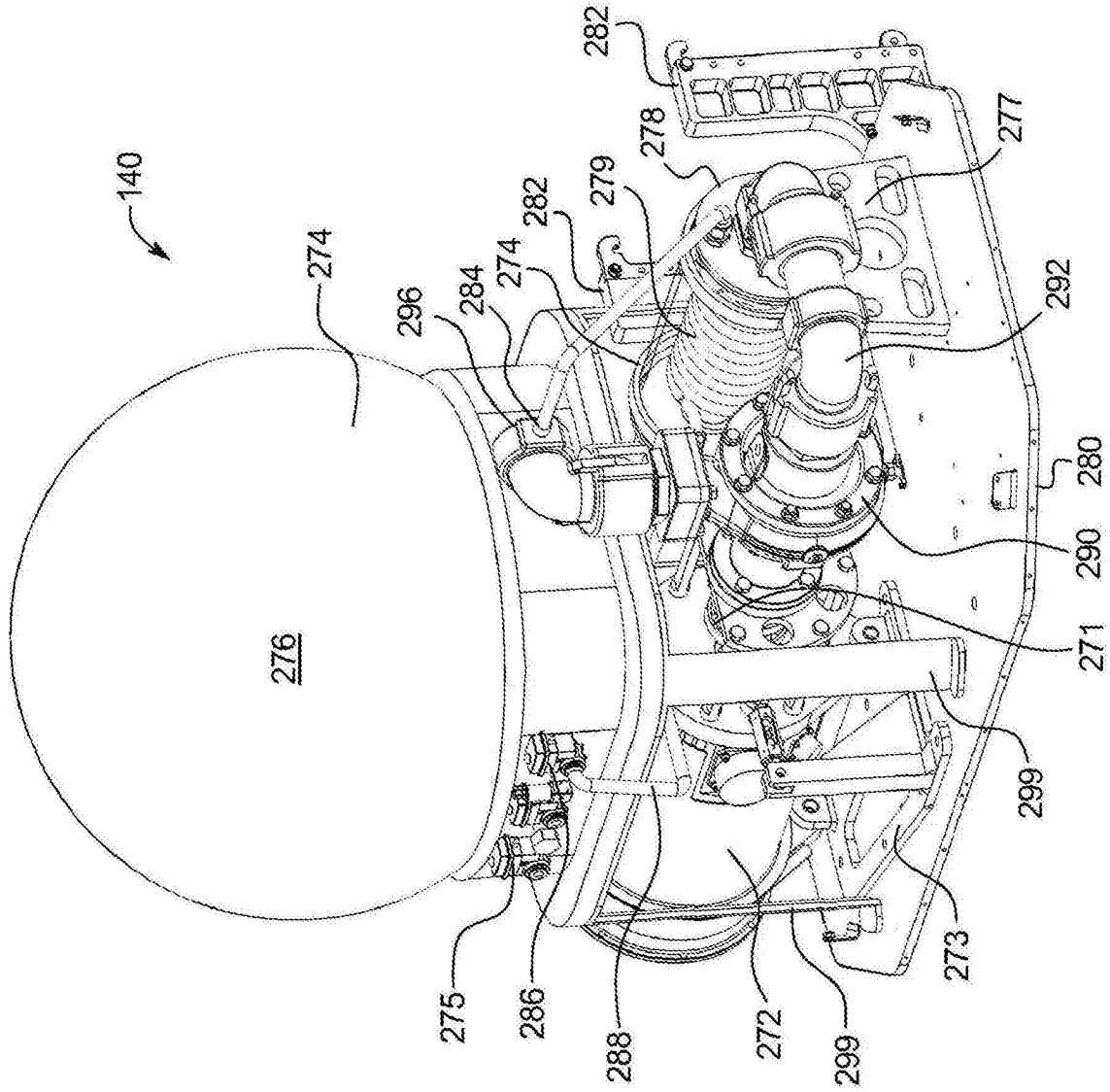


图22

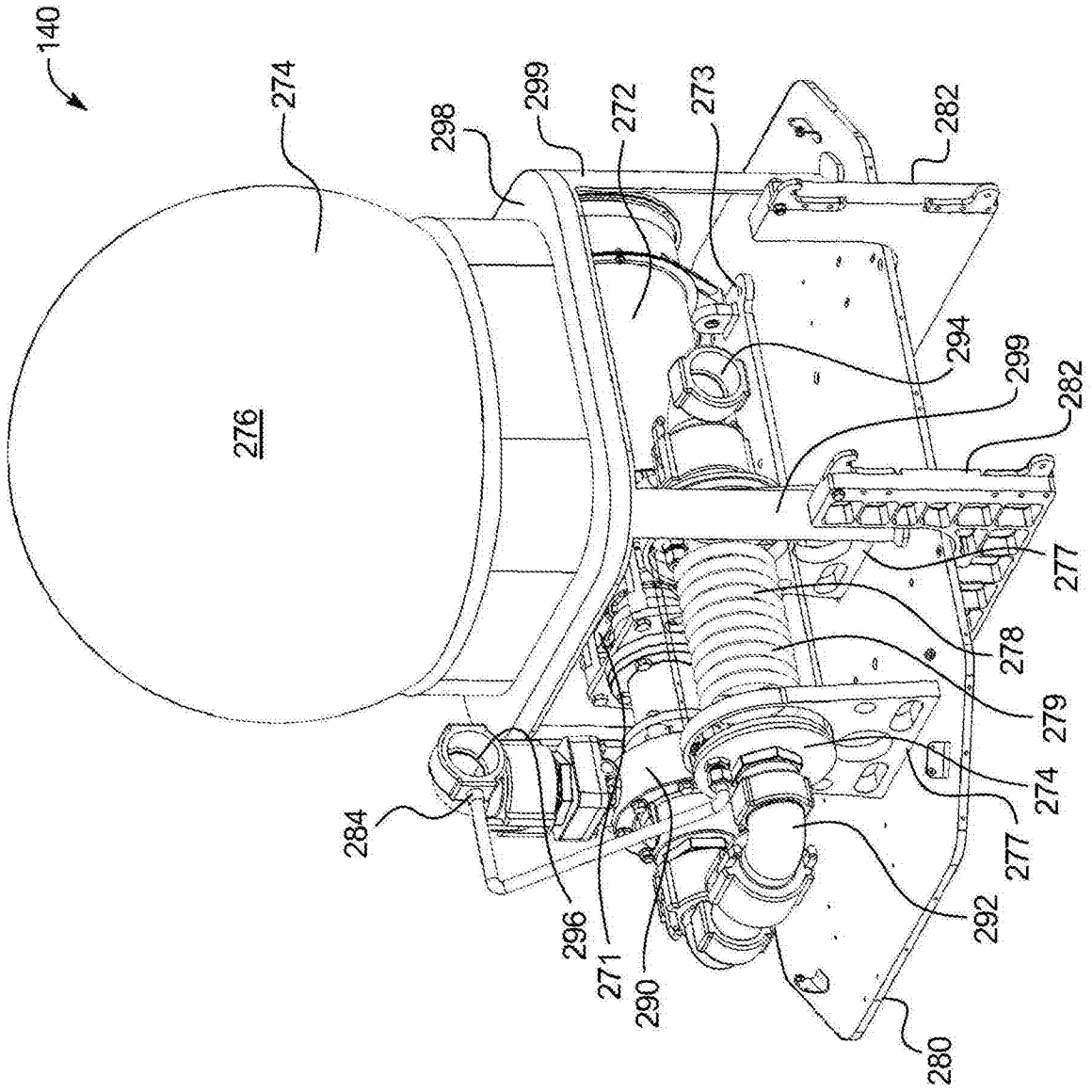


图23

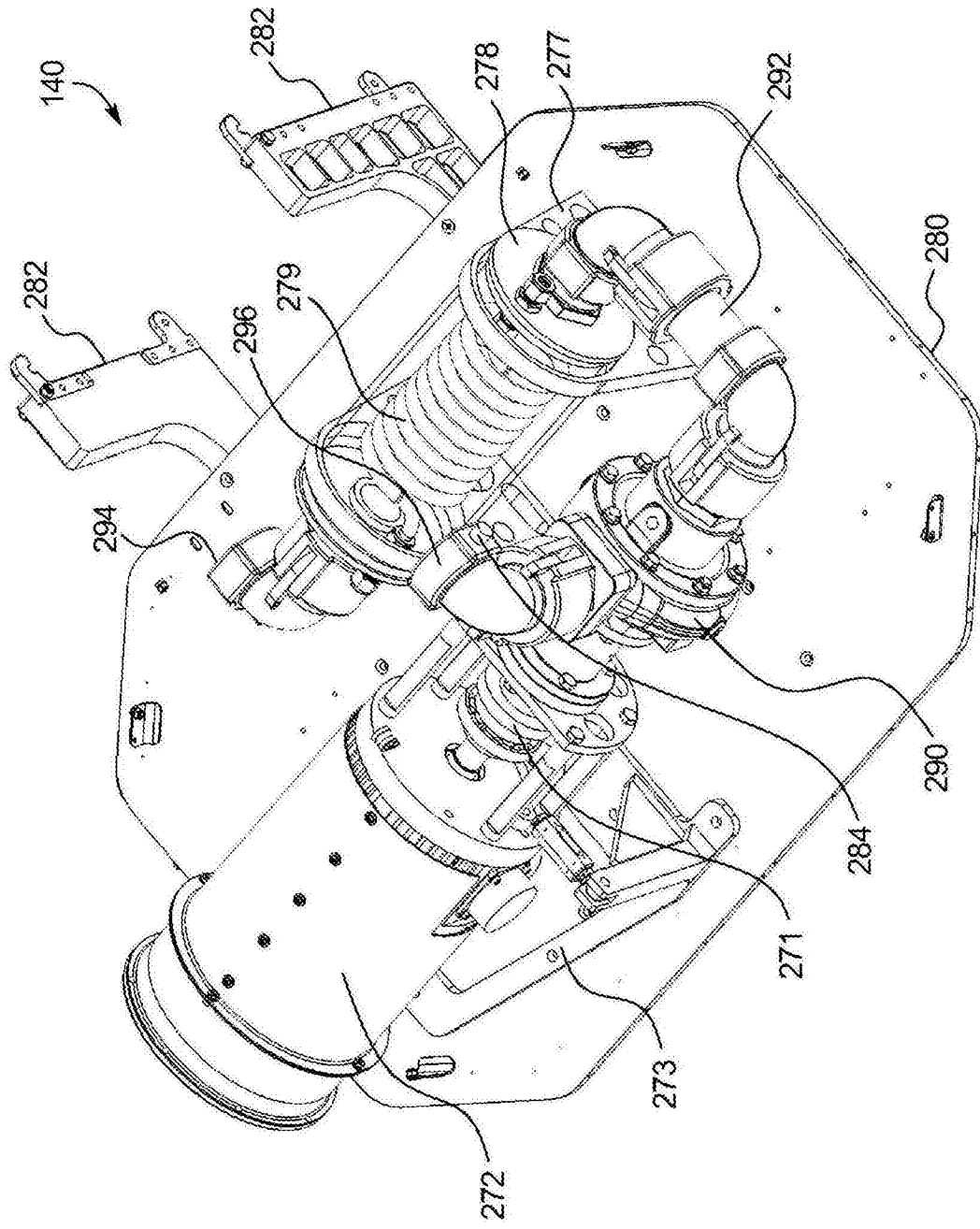


图24

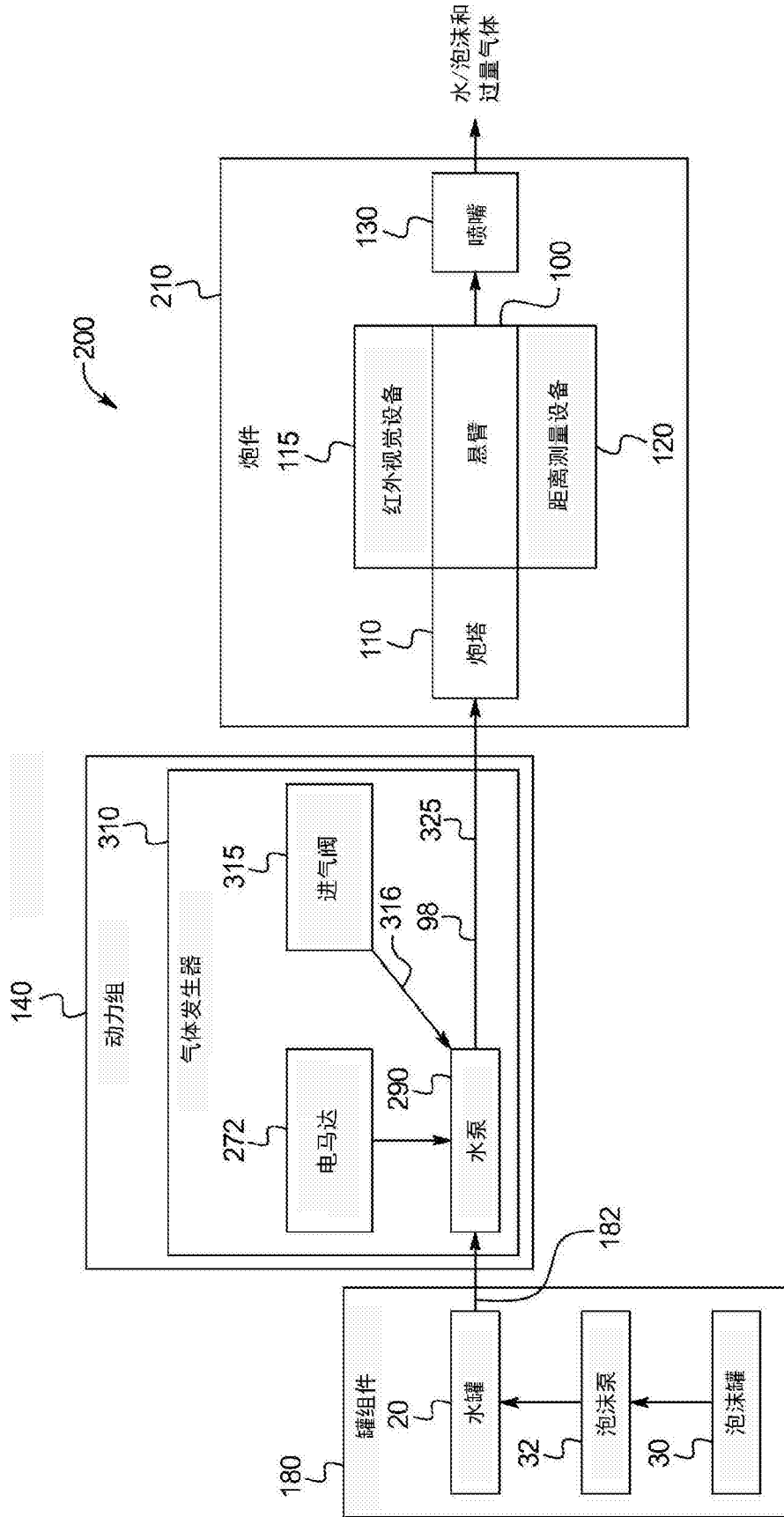


图25

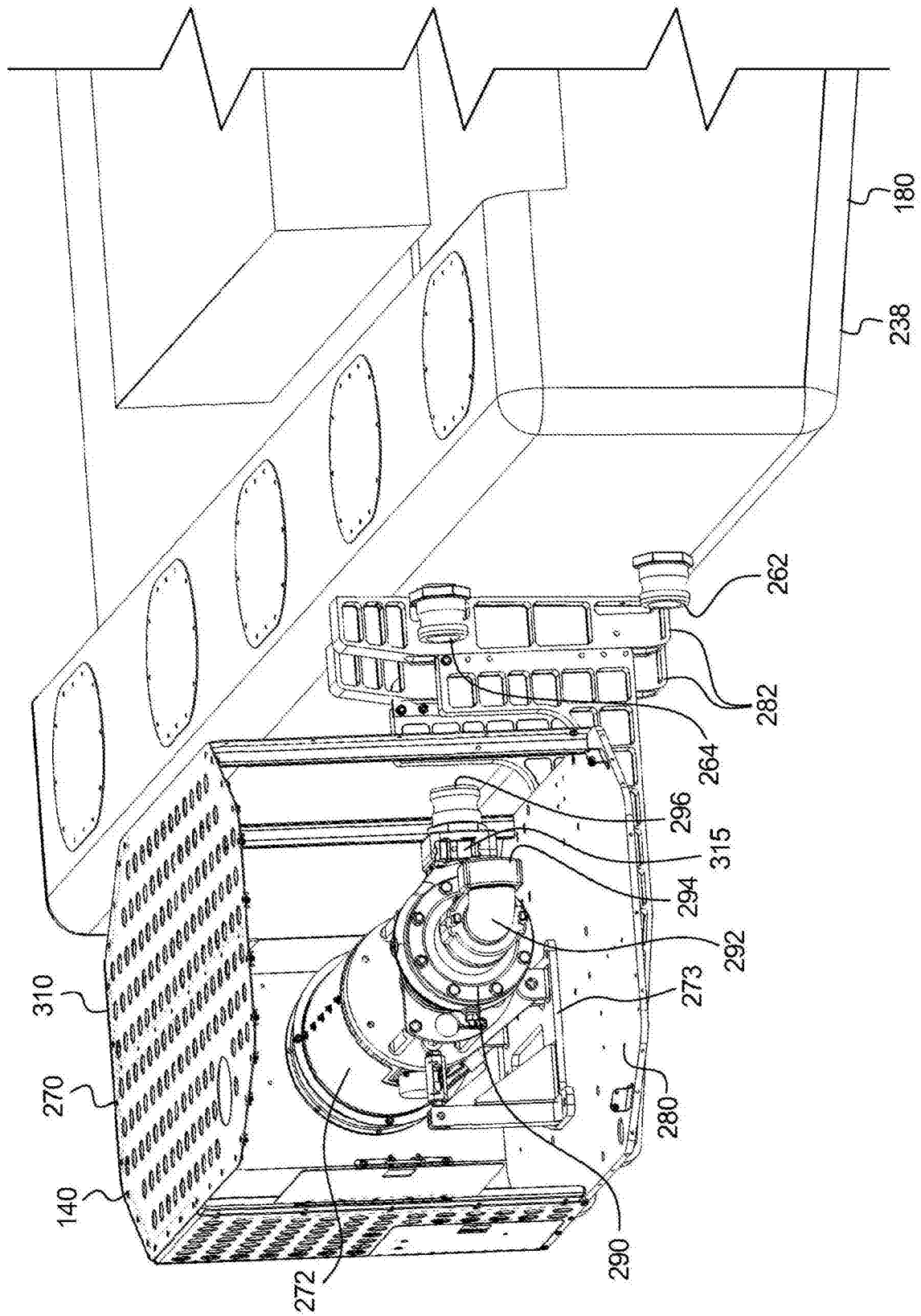


图26

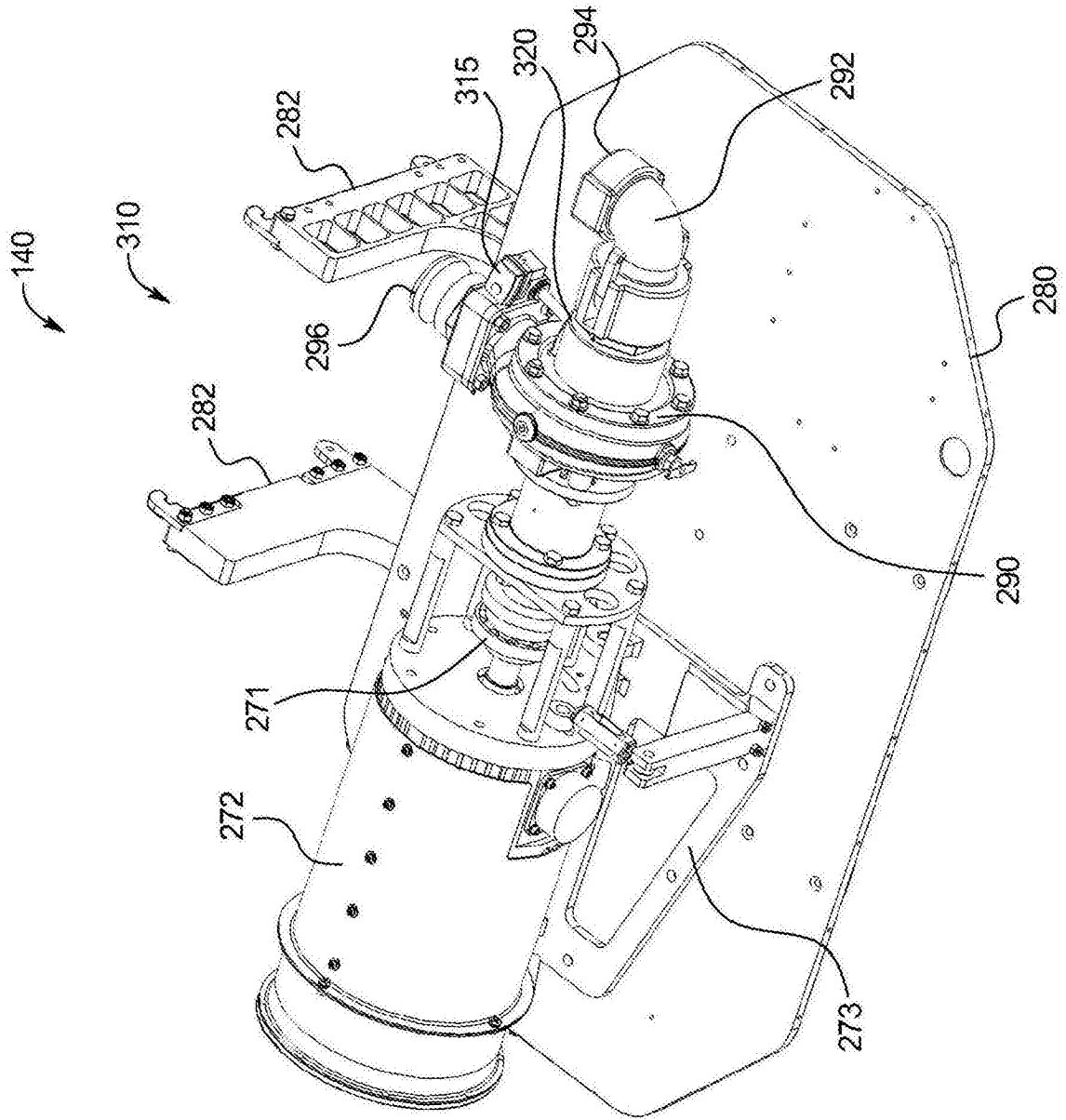


图27

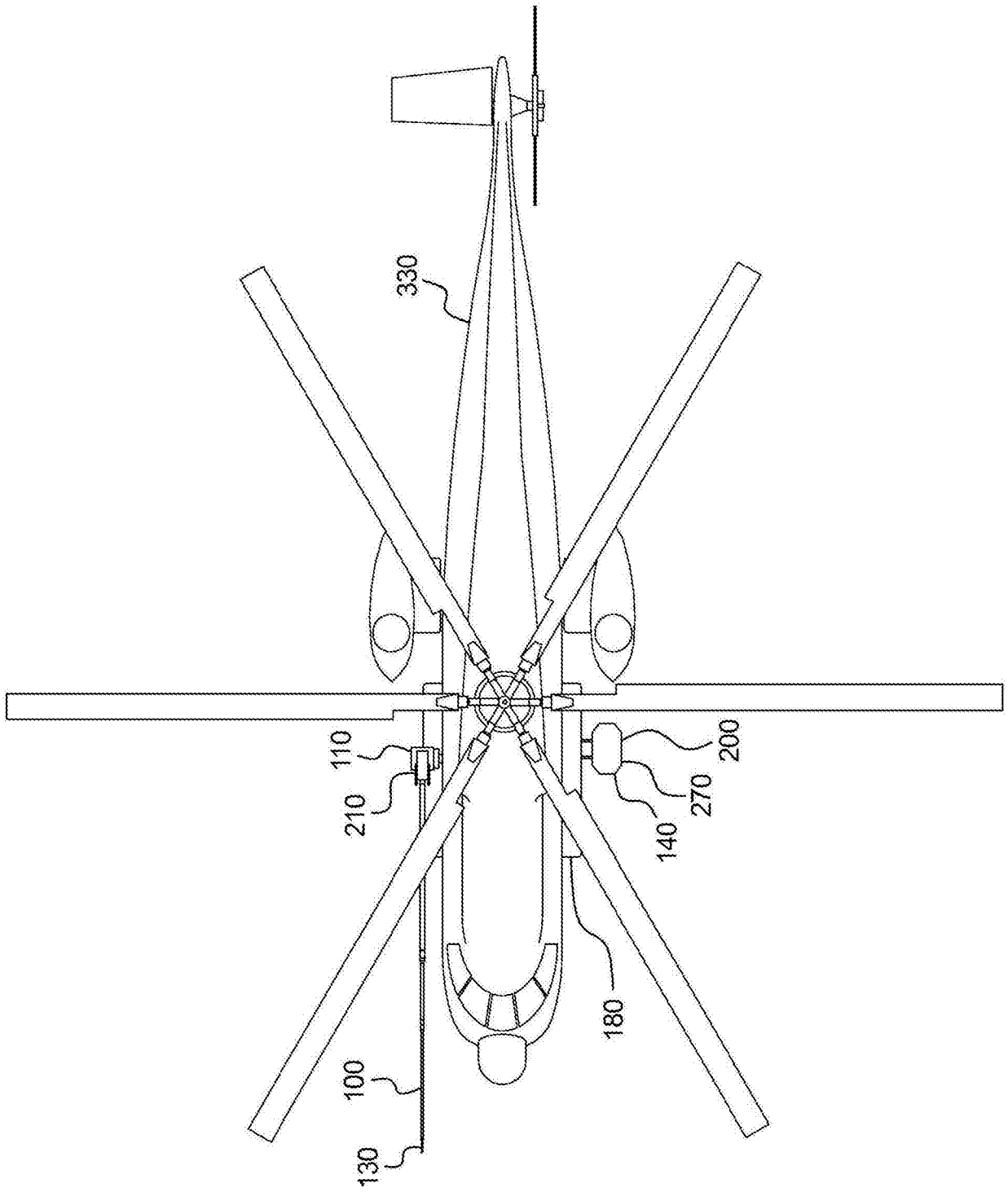


图28

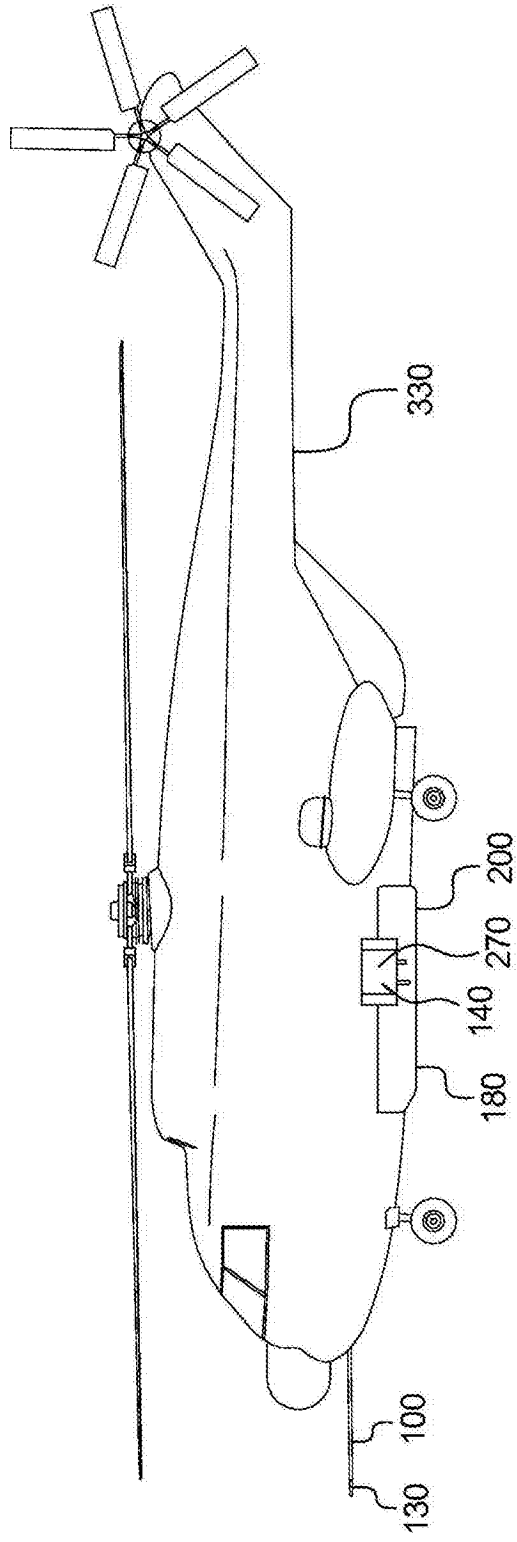


图29

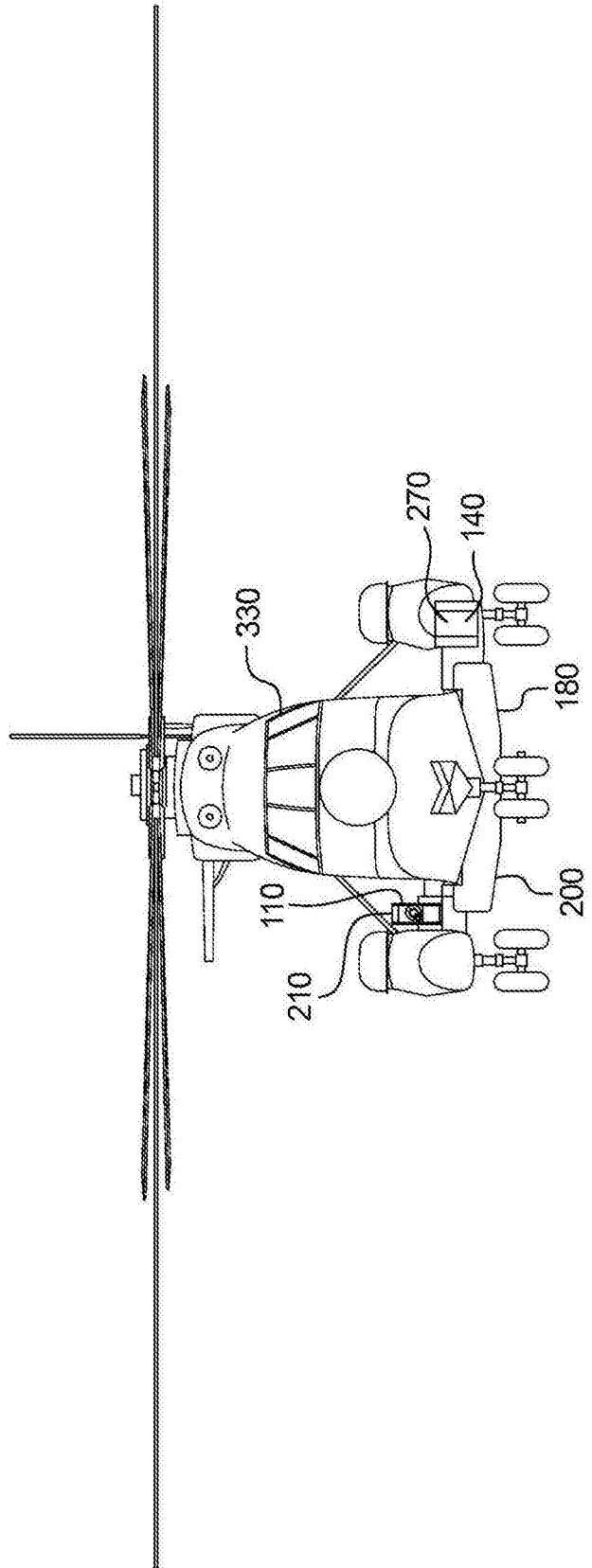


图30