(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118056120 A
(43)申请公布日 2024.05.17

(21)申请号 202280066780.2
(22)申请日 2022.08.02
(30)优先权数据
2111328.7 2021.08.05 GB
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.04.01
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2022/039124 2022.08.02
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/014684 EN 2023.02.09
(71)申请人 伊利诺斯工具制品有限公司
地址 美国伊利诺伊州
(72)发明人 史蒂夫·罗伯特·斯奎尔斯
(74)专利代理机构 上海脱颖律师事务所 31259
专利代理师 饶玉芳
(51)Int.Cl.
G01N 3/10(2006.01)
G01N 3/36(2006.01)

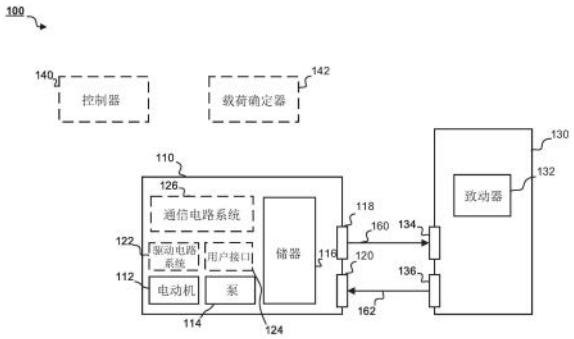
权利要求书2页 说明书20页 附图8页

(54)发明名称

对用于材料测试的液压动力单元的控制

(57)摘要

根据本公开内容的实施例,提供了一种对用于向材料测试设备提供加压液压流体的液压动力单元(HPU)进行控制的方法,该HPU具有电动机和泵,该方法包括:基于用于执行第一材料测试过程的第一压力设定点来控制加压液压流体的压力;接收用于材料测试设备所要执行的第二材料测试过程的第二压力设定点的指示;以及基于用于执行第二材料测试过程的第二压力设定点来控制加压液压流体的压力。



CN 118056120 A

1.一种对用于向材料测试设备提供加压液压流体的液压动力单元(HPU)进行控制的方法,所述HPU具有电动机和泵,所述方法包括:

基于用于执行第一材料测试过程的第一压力设定点来控制所述加压液压流体的压力;

接收用于所述材料测试设备所要执行的第二材料测试过程的第二压力设定点的指示;以及

基于用于执行所述第二材料测试过程的所述第二压力设定点来控制所述加压液压流体的压力。

2.如权利要求1所述的方法,其中,所述控制所述压力包括控制所述电动机的旋转速度。

3.如任一前述权利要求所述的方法,其中,所述控制所述压力包括控制所述泵的流体排量。

4.如任一前述权利要求所述的方法,其中,所述控制包括:

控制所述泵的流体排量和所述电动机的旋转速度两者;

其中,根据预定的特征数据来控制所述泵的流体排量和所述电动机的旋转速度中的一者或两者,控制所述电动机和所述泵的组合操作效率。

5.如权利要求4所述的方法,进一步包括:

确定流过所述泵的液压流体的流率并且根据所确定的流率来控制所述泵的流体排量和所述电动机的旋转速度中的一者或两者;

其中,所述预定的特征数据表明所述泵的目标流体排量和所述电动机的目标旋转速度中的一者或两者取决于所述流率。

6.如权利要求5所述的方法,进一步包括:

根据所述目标流体排量来控制所述泵的流体排量;或者

根据所述目标旋转速度来控制所述电动马达的旋转速度。

7.如任一前述权利要求所述的方法,其中,所述第二压力设定点的指示是:

根据用户接口处接收到的用户输入来确定;或者

通过所述材料测试设备的控制器来确定;或者

通过可通信地联接至通信网络的远程计算装置来确定,并且其中,接收所述指示包括经由所述通信网络从服务器接收所述指示。

8.一种方法,包括:

获取材料测试设备所要执行的材料测试过程的测试配置的指示,所述材料测试设备被布置成从液压动力单元(HPU)接收加压液压流体;

基于接收到的测试配置的指示来确定所述材料测试过程的载荷需求;以及

基于所确定的载荷需求向控制器提供压力设定点的指示,所述控制器被布置成控制用于执行所述材料测试过程的加压液压流体的压力。

9.如权利要求8所述的方法,其中,所述载荷需求是最大载荷需求。

10.如权利要求8或9所述的方法,其中,所述确定所述材料测试过程的载荷需求包括基于所获取的测试配置的指示来预测所述载荷需求。

11.如权利要求10所述的方法,进一步包括基于对应于多个先前材料测试过程的数据来预测所述材料测试过程的载荷需求,所述数据包括多个先前材料测试过程的最大载荷需

求的相应指示,每个先前材料测试过程具有相应的测试配置。

12.如权利要求10或11所述的方法,其中,所述材料测试过程的载荷需求基于机器学习模型来预测,所述机器学习模型基于对应于所述多个先前材料测试过程的数据来训练。

13.机器可读指令,所述机器可读指令在由处理电路系统执行时使所述处理电路系统执行:如权利要求1至7中任一项所述的方法;或如权利要求8至12中任一项所述的方法。

14.一种用于对液压动力单元(HPU)进行控制的控制器,所述HPU具有电动机和泵,所述HPU被布置成向材料测试设备提供加压液压流体,所述控制器被布置成:

基于用于执行第一材料测试过程的第一压力设定点来控制所述加压液压流体的压力;

接收用于所述材料测试设备所要执行的第二材料测试过程的第二压力设定点的指示;以及

基于用于执行所述第二材料测试过程的所述第二压力设定点来控制所述加压液压流体的压力。

15.一种设备,所述设备被布置成:

获取材料测试设备所要执行的材料测试过程的测试配置的指示;

基于所获取的测试配置的指示来确定所述材料测试过程的载荷需求;以及

基于所确定的载荷需求向控制器提供压力设定点的指示,所述控制器被布置成控制用于执行所述测试过程的加压液压流体的压力。

对用于材料测试的液压动力单元的控制

背景技术

[0001] 伺服液压材料测试机(有时也称为结构测试机)用于通过利用液压致动器向材料样品施加测试力来测试材料样品的物理特性。液压致动器由液压动力单元驱动,该液压动力单元通常被布置成向材料测试机提供加压液压流体。

[0002] 然而,现有的用于材料测试应用的液压动力单元工作效率低下,导致功耗过高。

[0003] 本公开内容的目的是至少缓解现有技术的一个或多个问题。

发明内容

[0004] 根据本公开内容,提供了一种对用于向材料测试设备提供加压液压流体的液压动力单元(HPU)进行控制的方法,该HPU具有电动机和泵,该方法包括:基于用于执行第一材料测试过程的第一压力设定点来控制加压液压流体的压力;接收用于材料测试设备所要执行的第二材料测试过程的第二压力设定点的指示;以及基于用于执行第二材料测试过程的第二压力设定点来控制加压液压流体的压力。

[0005] 可选地,第二压力设定点小于第一压力设定点。

[0006] 可选地,(例如,基于第一压力设定点和第二压力设定点中的一者或两者)控制压力包括控制电动机的旋转速度。

[0007] 可选地,控制电动机的旋转速度包括根据第二压力设定点来降低电动机的旋转速度,从而降低电动机的能耗。

[0008] 可选地,(例如,基于第一压力设定点和第二压力设定点中的一者或两者)控制压力包括控制泵的流体排量。

[0009] 可选地,控制泵的流体排量包括根据第二压力设定点来减小泵的流体排量,从而降低电动机的能耗。

[0010] 可选地,(例如,基于第一压力设定点和第二压力设定点中的一者或两者)控制压力包括控制泵的流体排量和电动机的旋转速度两者;其中,根据预定的特征数据来控制泵的流体排量和电动机的旋转速度中的一者或两者,使得电动机和泵的组合工作效率得以控制。

[0011] 可选地,该方法进一步包括:确定流过泵的液压流体的流率并且根据所确定的流率来控制泵的流体排量和电动机的旋转速度中的一者或两者;其中,预定的特征数据表明泵的目标流体排量和电动机的目标旋转速度中的一者或两者取决于所述流率。

[0012] 可选地,该方法进一步包括根据目标流体排量来控制泵的流体排量。

[0013] 可选地,该方法进一步包括根据目标旋转速度来控制电动机的旋转速度。

[0014] 可选地,第二压力设定点的指示根据用户接口处接收到的用户输入来确定。

[0015] 可选地,第二压力设定点的指示通过材料测试设备的控制器来确定。

[0016] 可选地,第二压力设定点的指示通过可通信联接至通信网络的远程计算装置来确定,并且其中,接收指示包括经由通信网络从服务器接收指示。

[0017] 可选地,第二压力设定点的指示是基于第二材料测试过程的载荷需求的预测的。

[0018] 可选地,第二材料测试过程的载荷需求的预测是最大载荷需求的预测。

[0019] 根据本公开内容的实施例,提供了一种方法,该方法包括:获取材料测试设备所要执行的材料测试过程的测试配置的指示,该材料测试设备被布置成从液压动力单元(HPU)接收加压液压流体;基于接收到的测试配置的指示来确定材料测试过程的载荷需求;以及基于所确定的载荷需求向控制器提供压力设定点的指示,该控制器被布置成控制用于执行材料测试过程的加压液压流体的压力。

[0020] 可选地,测试配置包括与材料测试过程相对应的样品的材料组成以及一个或多个测试参数中的一者或两者。

[0021] 可选地,载荷需求是最大载荷需求。

[0022] 可选地,确定材料测试过程的载荷需求包括基于所获取的测试配置的指示来预测载荷需求。

[0023] 可选地,该方法进一步包括:基于对应于多个先前材料测试过程的(例如,所获取的)(例如,结果)数据来预测材料测试过程的载荷需求。

[0024] 可选地,该方法进一步包括获取对应于多个先前材料测试过程的(例如,结果)数据。

[0025] 可选地,数据包括多个先前材料测试过程的(例如,最大)载荷需求的相应指示,每个先前材料测试过程具有相应的测试配置。

[0026] 可选地,材料测试过程的载荷需求基于机器学习模型来预测,该机器学习模型基于对应于多个先前材料测试过程的数据来训练。

[0027] 根据本公开内容的实施例,提供了机器可读指令,这些机器可读指令在由处理电路系统执行时使该处理电路系统执行根据上述任一方法的方法。

[0028] 根据本公开内容的实施例,提供了一种包括上述机器可读指令的计算机程序产品。

[0029] 根据本公开内容的实施例,提供了一种包括上述机器可读指令的(例如,非暂时性)计算机可读介质。

[0030] 根据本公开内容的实施例,提供了一种用于控制液压动力单元(HPU)的控制器,该HPU具有电动机和泵,该HPU被布置成向材料测试设备提供加压液压流体,该控制器被布置成:基于用于执行第一材料测试过程的第一压力设定点来控制加压液压流体的压力;接收用于材料测试设备所要执行的第二材料测试过程的第二压力设定点的指示;以及基于用于执行第二材料测试过程的第二压力设定点来控制加压液压流体的压力。

[0031] 根据本公开内容的实施例,提供一种液压动力单元(HPU),包括根据上述任一控制器的控制器。

[0032] 根据本公开内容的实施例,提供了一种系统,该系统包括:根据上述液压动力单元的液压动力单元;以及材料测试设备,该材料测试设备被布置成从该液压动力单元接收加压液压流体。

[0033] 根据本公开内容的实施例,提供了一种设备,该设备被布置成:获取材料测试设备所要执行的材料测试过程的测试配置的指示;基于所获取的测试配置的指示来确定测试过程的载荷需求;以及基于所确定的载荷需求向控制器提供压力设定点的指示,该控制器被布置成控制用于执行材料测试过程的加压液压流体的压力。

[0034] 根据本公开内容的实施例,提供了一种用于向材料测试设备提供加压液压流体的液压动力单元(HPU),该HPU包括:储器,用于储存液压流体;泵,用于向可连接至材料测试设备的出口泵送液压流体;交流(AC)电动机,被布置成驱动该泵,其中,该电动机位于储器内;以及电气逆变器,用于向电动机提供AC电力供应,其中,该电气逆变器被布置成控制电动机的工作点。可选地,HPU被布置成向出口提供目标压力的液压流体。

[0035] 可选地,HPU被布置成向出口提供目标压力的液压流体。

[0036] 可选地,目标压力基于接收到的信号来设定。

[0037] 可选地,电气逆变器被布置成通过控制以下中的任何一个或多个来控制电动机的工作点:AC电力供应的电压;AC电力供应的电流;AC电力供应的频率;以及AC电力供应的相。

[0038] 可选地,电气逆变器被布置成通过控制AC电力供应的电流、AC电力供应的频率以及AC电力供应的相中的一个或多个使得改变电动机的工作效率以维持工作点来控制电动机的工作点。

[0039] 可选地,泵是可变排量泵,用于控制液压流体从出口流出的流率。

[0040] 可选地,HPU包括控制器,该控制器被布置成控制电动机的旋转速度,以将出口处的液压流体维持在目标压力。

[0041] 可选地,控制器具有输入,该输入用于接收指示目标压力的压力信号。

[0042] 可选地,控制器具有第一输出,该第一输出用于向电气逆变器提供电动机控制信号,用于控制电动机的旋转速度。

[0043] 可选地,电动机控制信号指示AC电力供应的一个或多个参数。

[0044] 可选地,电动机控制信号指示目标压力。

[0045] 可选地,控制器被布置成控制泵的流体排量,以将出口处的液压流体维持在目标压力。

[0046] 可选地,控制器具有第二输出,该第二输出用于向泵提供泵控制信号,用于控制泵的流体排量。

[0047] 可选地,泵控制信号指示泵的目标排量。

[0048] 可选地,泵控制信号指示目标压力。

[0049] 可选地,泵可作为具有可调节的压力设定点的压力补偿式可变排量泵工作,其中,控制器被布置成通过控制所述可调节的压力设定点来控制泵的流体排量。

[0050] 可选地,控制器被布置成控制电动机的速度和泵的流体排量两者;其中,根据预定的特征数据来控制泵的流体排量和电动机的旋转速度中的一者或两者,使得电动机和泵的组合工作效率得以控制。

[0051] 可选地,控制器被布置成:确定流过泵的液压流体的流率并且根据所确定的流率来控制泵的流体排量和电动机的旋转速度中的一者或两者;其中,预定的特征数据表明泵的目标流体排量和电动机的目标旋转速度中的一者或两者取决于所述流率。

[0052] 可选地,控制器被布置成基于目标流体排量来控制泵的流体排量。

[0053] 可选地,控制器被布置成基于目标旋转速度来控制电动机的旋转速度。

[0054] 可选地,电动机被布置成在使用中浸入储器内的液压流体内。

[0055] 可选地,泵位于储器内。

[0056] 可选地,泵被布置成在使用中浸入储器内的液压流体内。

[0057] 可选地,HPU包括布置在储器内的冷却泵,其中,电动机被布置成驱动冷却泵,以将液压流体泵送至液压动力单元外部的冷却设备。

[0058] 可选地,冷却泵被布置成在使用中浸入储器内的液压流体内。

[0059] 根据本公开内容的实施例,提供了一种系统,该系统包括:上述任一HPU;以及材料测试设备,该材料测试设备被布置成从HPU接收加压液压流体。

附图说明

[0060] 现在将参考附图仅通过举例方式来描述本公开的实施例,在附图中:

[0061] 图1示意性地展示了根据本公开内容的实施例的包括液压动力单元和材料测试设备的示例系统;

[0062] 图2示意性地展示了根据本公开内容的实施例的示例液压动力单元;

[0063] 图3示意性地展示了根据本公开内容的实施例的另一示例液压动力单元。

[0064] 图4示意性地展示了根据本公开内容的实施例的另一示例液压动力单元。

[0065] 图5示意性地展示了根据本公开内容的实施例的另一示例液压动力单元。

[0066] 图6示意性地展示了根据本公开内容的多个不同实施例的示例设备;

[0067] 图7是示意性地展示根据本公开内容的实施例的方法的示例流程图;以及

[0068] 图8是示意性地展示根据本公开内容的实施例的方法的另一示例流程图。

具体实施方式

[0069] 图1示意性地展示了根据本公开内容的实施例的示例系统100。系统100可以提供对材料样品的物理特性的测试。材料样品例如可以是由生产过程生产的材料的样品,测试其物理特性例如可以使得能够对生产过程的质量进行评估。

[0070] 系统100包括液压动力单元(HPU)110(也可以被称为液压动力组)和(例如,伺服液压)材料测试设备130。可选地,系统100进一步包括控制器140和载荷确定器142中的一者或两者。在一些示例中,控制器140可以被配置成执行如下文关于图7所描述的根据本公开内容的实施例的方法。在一些示例中,载荷确定器142可以被配置成执行如下文关于图8所描述的根据本公开内容的实施例的方法。

[0071] 材料测试设备130被布置成使用液压致动装置来执行一个或多个材料测试过程以沿着材料样品的一条或多条轴线施加力和扭矩中的一者或两者,这可以使得能够对材料样品的物理性质进行评估。

[0072] 材料测试过程例如可以包括任何类型的机械或物理材料测试。在一些示例中,材料测试过程可以取决于一个或多个对应的测试参数,该一个或多个对应的测试参数例如可以根据材料测试过程指示如何(例如,相对于材料样品的一条或多条轴线)控制一个或多个测试变量。

[0073] 在一些示例中,该一个或多个测试变量可以包括以下中的任何一个或多个:(例如,线性或旋转)致动位移;致动力;致动扭矩;在材料样品中引起的应变;以及材料样品的温度(例如可能由材料样品自发热而产生)。

[0074] 在一些示例中,材料测试过程例如可以包括任何类型的材料测试过程,其中,例如任何一个或多个测试变量(比如上描测试变量)是受控的。在一些示例中,材料测试过程例

如可以包括以下中的任何一个或多个:疲劳测试,包括高循环疲劳测试(其中,例如致动力和致动位移中的一者或两者可以是受控的)、低循环疲劳测试(其中,例如在材料样品中引起的应变可以是受控的)、以及复合式疲劳测试(其中,例如致动力和材料样品的温度可以是受控的);裂纹传播测试(其中,例如致动力可以是受控的);断裂韧性测试(其中,例如致动位移和致动力中的一者或两者可以是受控的);双轴测试(其中,例如沿着材料样品的第一轴线的(例如,线性)致动位移或致动力可以是受控的,并且其中,沿着材料样品的正交于第一轴线的第二轴线的(例如,旋转)致动力或致动扭矩可以是受控的);变幅(谱)载荷测试(其中,例如致动力可以是受控的);静态测试(其中,例如以下中的任何一个或多个可以是受控的:致动位移、致动力以及在材料样品中引起的应变);以及任何其他类型的机械或物理测试,包括但不限于应力测试、拉伸测试、压缩测试、扭转测试以及应变测试。

[0075] HPU 110可连接至材料测试设备130并且可以被布置成在使用中向材料测试设备130提供加压液压流体,使得能够通过材料测试设备130来执行一个或多个材料测试过程。

[0076] HPU 110包括电动机112、泵114、储器116、出口118(可以称为“压力口”)以及入口120(可以称为“回送口”)。可选地,如下文将进一步讨论的,HPU 110可以进一步包括以下中的任一个或多个:电动机驱动电路系统122;用户接口124;以及通信电路系统126。

[0077] 电动机112被布置成驱动泵114,并且泵114被布置成将液压流体从被布置成储存液压流体的储器116泵送至出口118,从而向出口118提供加压液压流体。HPU 110的出口118可以被布置成经由流体联接装置(比如一根或多根管)向材料测试设备130的入口134提供加压液压流体,如箭头160所指示的。HPU 110的入口120可以被布置成经由流体联接装置从材料测试设备130的出口136接收液压流体,如箭头162所指示的。例如,HPU 110的入口120可以在例如执行材料测试过程期间液压流体已经流过材料测试设备130的液压致动装置并且已经被其利用之后,从材料测试设备130的出口136接收所述液压流体。HPU 110的入口120可以进一步被布置成将接收到的液压流体回送至储器116。

[0078] 除非另有说明,否则电动机112可以包括任何类型的电动机,例如包括:任何类型的交流(AC)电动机,例如包括具有任何相数(例如1相或3相)的任何AC电动机;任何类型的直流(DC)电动机;以及任何其他类型的电动机。

[0079] 在一些示例中,HPU 110可以可选地包括电动机驱动电路系统122,该电动机驱动电路系统可以被布置成根据本技术向电动机112提供电力供应。在电动机112包括3相AC电动机且不存在电动机驱动电路系统122的一些示例中,HPU 110可以可选地包括被布置成在启动期间控制电动机112的启动电路系统(例如星三角启动器或任何其他类型的启动电路系统)(未示出)。

[0080] 在一些示例中,电动机驱动电路系统122可以被布置成根据本技术来控制电动机112的旋转速度。如下文将关于图2至图5进一步讨论的,在一些示例中,电动机驱动电路系统122可以由控制器140控制以控制电动机112的旋转速度,从而基于(例如,可选择性调节的)压力设定点来控制HPU 110的输出压力(例如,以将HPU 110的输出压力维持在目标压力,该目标压力是基于该压力设定点的,例如,该目标压力等于或大于该压力设定点)。如本文所使用的,HPU 110的输出压力用于表示向HPU 110的出口118提供的加压液压流体的压力,该压力可以基本上对应于向材料测试设备130提供的加压液压流体的压力。

[0081] 在一些示例中,电动机驱动电路系统122可以包括控制装置(未示出),该控制装置

可操作以接收压力设定点的指示并且基于该压力设定点通过控制电动机112的旋转速度来控制HPU 110的输出压力。所述控制装置可以整合在电动机驱动电路系统122内、或者可以在电动机驱动电路系统122的外部并且与其可操作地联接。所述控制装置例如可以包括:包括处理电路系统的电子控制装置,该处理电路系统可操作以实施控制算法,例如基于比例积分微分(PID)的控制算法或任何其他类型的控制算法;或任何其他类型的控制装置。在一些示例中,电动机驱动电路系统122的所述控制装置可以操作以基于压力设定点和HPU 110的测得输出压力的指示两者来控制HPU 110的输出压力,该测得输出压力例如由压力传感器(未示出)或可操作以测量指示HPU 110的输出压力的一个或多个度量的任何其他类型的传感器提供。换言之,所述控制装置可以被布置成基于包括HPU 110的输出压力的指示的反馈来实施闭环控制。在其他示例中,如下文将进一步讨论的,控制器140可以实施上文刚刚讨论的控制装置的功能。

[0082] 在一些示例中,可以根据本技术通过向电动机驱动电路系统122提供电动机控制信号(未示出)来控制电动机112的旋转速度。在电动机驱动电路系统122包括比如上文所讨论的控制装置的示例中,电动机控制信号例如可以包括压力设定点的指示。可替代地,在其他示例中,电动机控制信号例如可以包括电动机驱动电路系统122提供给电动机112的电力供应的一个或多个参数的指示。

[0083] 电动机驱动电路系统122可以取决于电动机112的类型。例如,在电动机112是AC电动机的示例中,电动机驱动电路系统124可以包括电气逆变器(也可以被称为例如变频驱动器、AC驱动器、或变速驱动器)。在这些示例中,电动机驱动电路系统提供给电动机112的电力供应可以是AC电力供应。电气逆变器可以被布置成控制以下中的任何一个或多个:所述AC电力供应的电压;所述AC电力供应的电流;所述AC电力供应的频率;以及所述AC电力供应的相。

[0084] 在电动机112是DC电动机的示例中,电动机驱动电路系统122例如可以包括半桥电动机驱动器、全桥电动机驱动器或适合于以可变旋转速度驱动DC电动机的任何其他类型的驱动电路系统。在这些示例中,提供给电动机112的电力供应可以包括脉宽调制DC电力供应,并且电动机驱动电路系统122可以被布置成例如控制电力供应的脉宽调制(PWM)占空比。

[0085] 已经观察到,现有的用于材料测试目的的系统通常以低效且浪费的方式操作HPU的电动机,从而导致HPU的功耗过高。有利地,如下文将进一步讨论的,在一些实施例中,本公开内容提供了具有AC电动机的HPU,该电动机的工作点由电气逆变器控制,在一些示例中,该电气逆变器可以使AC电动机具有提高的工作效率。

[0086] 在一些示例中,包括电气逆变器的电动机驱动电路系统122可以被布置成控制电动机112的工作点。如将理解的,电动机的工作点可以指电动机112工作时的旋转速度-输出扭矩点。工作点可以对应于电动机112的扭矩-速度曲线和由电动机112驱动的系统(例如,泵114)的扭矩-速度曲线的交点,该系统的扭矩-速度曲线取决于与其流体地联接的对应液压回路系统。通过控制(AC)电力供应的一个或多个参数,包括电气逆变器的电动机驱动电路系统122可以可操作以控制电动机112的扭矩-速度曲线,从而针对给定的系统的扭矩-速度曲线来控制该电动机的工作点。

[0087] 在一些示例中,包括电气逆变器的电动机驱动电路系统122可以被布置成通过控

制(AC)电力供应的一个或多个参数来控制电动机112的工作点,由此改变电动机112的工作效率以维持工作点。电动机的工作效率可以取决于输入功率(例如,提供给电动机112的功率)与输出功率(例如,提供给负载的功率)之比。输出功率可以取决于电动机112的工作点。对于电动机112的给定工作点,包括电气逆变器的电动机驱动电路系统122可以被布置成控制提供给电动机112的(AC)电力供应的一个或多个参数,以便维持工作点并因此维持输出功率,并降低输入功率,从而针对该工作点提高电动机112的工作效率。为此,包括电气逆变器的电动机驱动电路系统122例如可以控制AC电力供应的一个或多个参数,以便减少与电动机112相关的功率损耗(例如,电动机112的定子和转子绕组中的铜损、或任何其他损耗)。在改变工作效率以维持工作点时,电气逆变器可以使用任何类型的控制技术,例如包括所谓的标量控制、所谓的矢量控制、或任何其他类型的控制技术。电气逆变器可以利用开环控制或基于由一个或多个传感器(未示出)提供的反馈的闭环控制,该一个或多个传感器可操作以测量指示电动机112的工作点的一个或多个度量。

[0088] 除非另有说明,否则泵114可以包括任何类型的泵,例如包括可操作以将机械能或电能转换成流体动力的任何类型的泵。在一些示例中,泵114可以包括以下中的任一种:非容积泵,例如离心泵、或任何其他类型的非容积泵;容积泵;以及任何其他类型的泵。

[0089] 在泵114包括容积泵的示例中,泵114例如可以包括以下中的任一种:往复泵、旋转泵、外啮合齿轮泵、内啮合齿轮泵、转子泵、摆线泵、任何其他类型的齿轮泵、螺杆泵、叶片泵、包括轴向活塞泵和径向活塞泵的活塞泵、或任何其他类型的容积泵。在一些示例中,泵114可以包括固定排量泵或作为固定排量泵工作,其中流体排量(每个泵循环所排出的流体体积)是固定的。可替代地,泵114可以是可变排量泵,其中流体排量可以是可控的。作为说明性示例,泵114可以包括具有可调节旋转斜盘的轴向可变排量泵,可以调节该可调节旋转斜盘的角度以控制泵114的流体排量。然而,这仅仅是可变排量泵的一个示例,本公开内容并不限于此。

[0090] 在泵114是可变排量泵的示例中,泵114可以作为压力补偿式可变排量泵工作,该压力补偿式可变排量泵被布置成控制其流体排量来将其输出压力调节成基本上对应于压力设定点。压力设定点可以是固定的或是可调节的。在一些示例中,泵114可以被布置成接收压力设定点的指示以设定泵114的压力设定点。

[0091] 在泵114是可变排量泵的示例中,泵114可以包括压力补偿控制装置(未示出),该压力补偿控制装置可操作以基于压力设定点通过控制泵114的流体排量来控制HPU 110的输出压力。压力补偿控制装置可以整合在泵114内、或者可以在泵114的外部并且与其可操作地联接。压力补偿控制装置例如可以包括:液压控制装置,例如压力补偿式阀;机械控制装置;电子控制装置;其任何组合;或任何其他类型的控制装置。在一些示例中,压力补偿式控制装置可以基于固定压力设定点来控制泵114的流体排量。在其他示例中,压力补偿式控制装置可以被布置成接收压力设定点的指示并且基于接收到的指示来控制泵114的流体排量。在一些示例中,压力补偿控制装置例如可以包括电子控制装置,该电子控制装置包括处理电路系统,该处理电路系统可操作以实施控制算法,比如基于比例积分微分(PID)的控制算法或任何其他类型的控制算法。在一些示例中,压力补偿控制装置可以基于压力设定点和HPU 110的测得输出压力的指示两者来控制HPU 110的输出压力,该测得输出压力例如由压力传感器(未示出)或可操作以测量指示HPU 110的输出压力的一个或多个度量的任何其

他类型的传感器提供。在一些示例中,压力传感器可以整合在泵114内。在其他示例中,压力传感器可以在泵114的外部并且可操作地联接至该泵的压力补偿控制装置。

[0092] 在一些示例中,如下文将进一步讨论的,控制器140可以实施上文所讨论的压力补偿控制装置的功能。

[0093] 在泵114是可变排量泵的示例中,可以根据本技术通过向泵114提供泵控制信号来控制泵114的流体排量。在泵114包括比如上文所讨论的压力补偿控制装置的示例中,泵控制信号例如可以包括压力设定点的指示。可替代地,在其他示例中,泵控制信号例如可以包括泵114的流体排量的指示。

[0094] 在一些示例中,电动机112和泵114中的一者或两者可以位于储器116内(未示出)。在这些示例中,至少在使用中,电动机112和泵114中的一者或两者可以至少部分地浸入储存在储器116中的液压流体中。在这些示例中,储存在储器116中的液压流体可以至少部分地衰减电动机112和泵114中的一者或两者所产生的声学噪音。有利地,这些示例可以(例如,在不使用昂贵的吸声包层的情况下)提供相对安静的HPU,这可以有益地使得HPU能够有冗余地定位在与材料测试设备130相同的房间中,这例如可以避免使用将HPU定位在与材料测试设备130不同的房间中的液压基础设施。此外,储存在储器116中的液压流体可以为电动机112和泵114中的一者或两者提供热冷却。例如,在如下文所描述的液压流体被主动冷却的示例中,这种热冷却可能是特别有效的。

[0095] 在一些示例中,HPU 110可以可选地包括冷却泵(未示出)。冷却泵可以布置在储器116内。电动机112可以被布置成驱动冷却泵以将液压流体泵送至HPU 110外部的冷却设备(未示出)。在这些示例中,至少在使用中,冷却泵可以至少部分地浸入储存在储器116中的液压流体中,这可以有利地提供与上文关于电动机112和泵114所讨论的益处类似的益处。

[0096] 总体上回来参考系统100,材料测试设备130包括液压致动器132、入口134和出口136。

[0097] 液压致动器132可以被布置成沿着用于进行材料测试过程的材料样品的一条或多条轴线施加力和扭矩中的一者或两者。液压致动器132可以包括任何类型的液压致动器,例如包括:线性液压致动器,包括但不限于液压缸;旋转液压致动器;液压马达;双轴液压致动器;任何其他类型的液压致动器;以及其任何组合。在一些示例中,材料测试设备130的液压致动器132可以被布置成在低于10MN、低于5MN或在10kN至5MN的力范围内操作,但是其他力范围也是可以的。材料测试设备130的入口134可以被布置成经由流体联接装置从HPU 110的出口118接收加压液压流体,如箭头160所指示的。材料测试设备130的入口134可以进一步被布置成将从HPU 110的出口118接收到的加压液压流体的至少一些提供给液压致动器132,使得能够根据材料测试过程对材料样品进行测试。材料测试设备130的出口136可以被布置成经由流体联接装置将液压流体提供给HPU的出口120,如箭头162所指示的。材料测试设备130的出口136可以在例如在液压流体已经流过材料测试设备130的液压致动器132并且已经被其利用之后,将所述液压流体提供给出口120。

[0098] 已经观察到,现有的用于材料测试目的的系统通常利用具有电动机和泵的HPU,其中,电动机和泵在给定载荷下以低效方式工作,致使电动机和泵在给定载荷下的组合工作效率是非最佳的或者是低效的。

[0099] 此外,这种现有系统的HPU通常被布置成将加压液压流体在固定(即,不可调节的)

输出压力下提供给材料测试设备,而不管要执行的材料测试过程的压力需求如何。在这种系统中,可以通过HPU下游的材料测试设备调节源自HPU的液压流体的压力,以便满足给定材料测试过程的压力需求。

[0100] 相应地,在这种现有系统的HPU的固定输出压力超过给定材料测试过程的压力需求的情况下,这种HPU可能在其输出处将液压流体不必要地且浪费地加压至超过成功执行材料测试过程所需的压力。此外,在这种情况下,为了满足材料测试过程的需求,可能需要在HPU的下游(例如,使用减压阀)降低HPU输出的液压流体的压力,这样可能存在另外的相关能量成本,例如可能需要实施冷却系统,该冷却系统具有处置液压流体(例如,已经被减压阀排出的液压流体)中的热量所需的相关能耗。相应地,现有的解决方案效率低下,导致功耗过高,特别是在执行压力需求(例如,显著)低于HPU的输出压力的材料测试过程的情况下。

[0101] 有利地,如下文将进一步讨论的,本公开内容提供了被布置成向材料测试设备提供加压液压流体的具有电动机和泵的HPU,其中电动机和泵中的一者或两者可以是受控的,以在维持HPU的目标输出压力的同时提高其工作效率。此外,HPU的输出压力可以是可控的并且可以被定制成满足特定材料测试过程的压力需求,从而提供用于材料测试目的更高效的HPU。

[0102] 返回图1,在一些示例中,系统100可以包括控制器140,该控制器可以被布置成根据本技术来控制HPU 110的输出压力。

[0103] 在一些示例中,控制器140可以被布置成基于(例如,可选择性调节的)压力设定点来控制HPU 110的输出压力。例如,控制器140可以被布置成将HPU 110的输出压力维持在目标压力,该目标压力是基于该压力设定点的(例如,该目标压力等于或大于该压力设定点)。

[0104] 在一些示例中,控制器140可以具有第一输入(未示出),该第一输入被布置成接收压力设定点的指示(例如,包括该指示的信号)。附加地或可替代地,如下文将关于图2至图5进一步讨论的,控制器140可以具有第二输入(未示出),该第二输入被布置成接收HPU 110的测得输出压力的指示(例如,包括该指示的信号)。

[0105] 如下文将进一步讨论的,压力设定点的指示可以基于材料测试设备130所要执行的材料测试过程的测试配置来确定。在一些示例中,所述确定可以包括材料测试过程的(例如,最大)载荷需求的预测。压力设定点的指示例如可以从以下接收:用户接口,比如HPU 110的用户接口124、或可与控制器140通信联接的任何其他用户接口,包括但不限于与材料测试设备130相关联的用户接口;设备,例如载荷确定器142;计算装置,例如包括与材料测试设备130(例如,材料测试设备130的控制器)相关联的计算装置、或可与控制器140通信联接的远程计算装置。

[0106] 在一些示例中,压力设定点的指示可以对应于关于材料测试过程的(例如,默认)压力设定点。在一些示例中,计算装置例如可以基于材料测试过程来确定压力设定点的指示。例如,计算装置可以访问存储器(存储器可以包括在计算装置内或与其通信联接),该存储器被布置成存储取决于相应的测试配置的一个或多个(例如,默认)压力设定点的指示,并且计算装置可以通过从存储器获取压力设定点的指示来确定压力设定点的指示。在一些示例中,计算装置可以与材料测试设备130(例如,材料测试设备的例如包括在计算装置内或与其通信联接的控制器)相关联。在其他示例中,计算装置可以包括可经由通信网络(未

示出)(例如局域网(LAN)或广域网(WAN))与控制器140通信联接的远程计算装置。通信网络可以是有线的、或无线的、或有线和无线的组合。

[0107] 在一些示例中,压力设定点的指示例如可以包括压力设定点的值、或基于该值或以其他方式指示压力设定点的任何其他值。在一些示例中,压力设定点的指示例如可以包括(例如,材料测试设备130的液压致动器132针对材料测试过程的)力需求的指示。在这些示例中,控制器140可以被布置成使用任何合适的方法或技术将力需求转换成压力设定点(例如,基于力需求确定压力设定点)。在一些示例中,控制器140可以例如基于预定的液压致动器特征数据来将力需求转换成压力设定点。预定的液压致动器特征数据可以表明(例如,提供给液压致动器132的液压流体的)输入压力与液压致动器132输出的力之间的关系。例如,液压致动器特征数据可以指示液压致动器132对于第一输入压力的第一致动力。在这些示例中,可以通过基于力需求与第一致动力之比缩放第一输入压力来将力需求转换成压力设定点。作为说明性示例,第一致动力可以对应于液压致动器132的满量程力水平(例如,100kN),并且第一输入压力可以对应于最大额定输入压力(例如,210Bar)。如果力需求例如是液压致动器132的满量程力水平的一半(例如,50kN),则可以通过以系数二分之一缩放最大额定输入压力来将力需求转换成对应的压力设定点(例如,得到105巴的压力设定点)。然而,这仅仅是一个说明性示例,本公开内容并不限于此。在一些示例中,预定的液压致动器特征数据可以指示液压致动器132对于任何对应的输入压力的任何给定致动力,并且力需求可以是关于所述给定致动力的任何值。在其他示例中,预定的液压特征数据可以包括表明输入压力与液压致动器132输出的力之间的关系的任何其他数据。

[0108] 在一些示例中,可以利用与上述转换过程类似的转换过程来将压力需求转换成力需求。在其他示例中,可以使用任何其他方法或技术来将力需求转换成压力需求(或设定点)或者反之亦然。

[0109] 在一些示例中,控制器140可以被布置成控制电动机112的旋转速度,以基于压力设定点来控制HPU 110的输出压力。在这些示例中,控制器140可以具有第一输出(未示出),该第一输出被布置成向电动机驱动电路系统122提供上述电动机控制信号,以相应地控制电动机112的旋转速度。

[0110] 在泵114包括可变排量泵的示例中,控制器140可以被布置成控制泵114的流体排量,以基于压力设定点来控制HPU 110的输出压力。在这些示例中,控制器140可以具有第二输出(未示出),该第二输出被布置成向泵114提供上述泵控制信号,以相应地控制泵114的流体排量。

[0111] 在泵114包括可变排量泵的示例中,控制器140可以被布置成(例如,经由电动机控制信号)控制电动机112的旋转速度和(例如,经由泵控制信号)控制泵114的流体排量两者,以基于压力设定点来控制HPU 110的输出压力。在这些示例中,控制器140可以被布置成根据预定的特征数据来控制泵114的流体排量和电动机112的旋转速度中的一者或两者,使得电动机112和泵114的组合工作效率得以控制。

[0112] 预定的特征数据可以表明例如泵114的目标流体排量取决于流过泵(例如,提供给出口118)的液压流体的流率。附加地或可替代地,预定的特征数据可以表明例如电动机112的目标旋转速度取决于所述流率。可以针对给定流率提供目标流体排量和目标旋转速度,同时使电动机112和泵114的组合工作效率能够针对该流率被显著优化。预定的特征数据例

如可以是基于泵114和电动机112的特性化测量结果的、或是基于泵114和电动机112的建模或经由任何其他方法的。

[0113] 在一些示例中,控制器140可以被布置成确定流过泵114的液压流体的流率并且根据所述确定的流率来控制泵114的流体排量和电动机112的旋转速度中的一者或两者。可以以任何方式确定流率。例如,可以使用任何类型的流率传感器(未示出)来测量流率。在其他示例中,可以基于可以测量或以其他方式已知的指示流率的其他参数来推断流率,这些参数例如包括电动机112的旋转速度和泵114的流体排量。

[0114] 在一些示例中,控制器140可以被布置成基于预定的特征数据和所确定的流率来控制泵114的流体排量和电动机112的旋转速度中的一者或两者。在一些示例中,控制器140可以被布置成基于上述由特征数据指示的目标流体排量来控制泵114的流体排量。附加地或可替代地,控制器140可以被布置成基于上述由特征数据指示的目标旋转速度来控制电动机112的旋转速度。

[0115] 在一些示例中,控制器140可以被布置成:基于用于执行第一材料测试过程的第一压力设定点来控制HPU 110的输出压力(例如,将HPU的输出压力维持在第一目标压力,该第一目标压力是基于该第一压力设定点的,例如,该第一目标压力等于或大于该第一压力设定点);接收用于材料测试设备130所要执行的第二材料测试过程的第二压力设定点的指示;以及基于该第二压力设定点来控制HPU 110的输出压力(例如,将HPU的输出压力基本上维持在第二目标压力,该第二目标压力是基于该第二压力设定点的,例如,该第二目标压力等于或大于该第二压力设定点)。

[0116] 在一些示例中,第一压力设定点可以对应于或以其他方式基于例如默认压力设定点的,其中例如HPU 110被布置成在首次通电时基于该默认压力设定点来控制,或者例如基于由控制器140先前接收的第一设定点的指示来控制。

[0117] 在一些示例中,第二压力设定点可以小于第一压力设定点。相应地,与基于第一压力设定点来控制HPU 110的输出压力相比,基于第二压力设定点来控制HPU 110的输出压力可以降低HPU 110的能耗。

[0118] 基于第一压力设定点来控制HPU 110的输出压力可以包括基于压力设定点来控制HPU的输出压力的任何方法,这些方法例如包括基于本文所公开的上述压力设定点来控制HPU 110的输出压力的任何方法。同样地,基于第二压力设定点来控制HPU 110的输出压力可以包括基于压力设定点来控制HPU的输出压力的任何方法,这些方法例如包括基于本文所公开的上述压力设定点来控制HPU 110的输出压力的任何方法。

[0119] 控制器140可以以硬件、软件、固件或其任何组合来实施。在一些示例中,控制器140可以包括处理电路系统,该处理电路系统例如为微控制器、可编程逻辑控制器、或任何其他类型的处理电路系统。

[0120] 回来总体参考系统100,系统100可以包括载荷确定器142,该载荷确定器可以被布置成确定材料测试设备130所要执行的材料测试过程的载荷需求并且使得HPU 110能够基于所确定的载荷需求来控制其输出压力。如本文所使用的,材料测试过程的载荷需求例如可以对应于:材料测试过程的(例如,要提供给材料测试设备130的加压液压流体的)压力需求;或材料测试过程的(例如,液压致动器132的)力需求。

[0121] 在一些示例中,载荷确定器142可以被布置成:获取材料测试设备所要执行的材料

测试过程的测试配置的指示;基于接收到的材料测试配置的指示来确定测试过程的载荷需求;以及基于所确定的载荷需求来向控制器140提供压力设定点的指示。载荷需求例如可以对应于材料测试过程的最大载荷需求,例如成功执行材料测试过程可能需要的最高压力或例如最高致动力。换言之,载荷需求可以至少指示成功执行材料测试过程所需的HPU 110的最小输出压力。压力设定点的指示例如可以包括压力设定点的值、或基于该值或以其他方式指示压力设定点的任何其他值(例如包括力需求的指示)。

[0122] 在一些示例中,测试配置可以包括材料测试样品的材料组成和一个或多个测试参数中的任何一个或多个,该一个或多个测试参数例如可以指示如何根据材料测试过程来控制一个或多个测试变量(包括但不限于本文公开的任何测试变量)。

[0123] 在一些示例中,载荷确定器142可以具有输入(未示出),该输入被布置成接收包括材料测试过程的测试配置的指示的信号。测试过程的测试配置的指示例如可以从以下接收:用户接口,比如HPU 110的用户接口128、或可与载荷确定器142通信联接的任何其他用户接口;计算装置,例如包括与材料测试设备130相关联的计算装置(例如与本文公开的材料测试设备130相关联的任何计算装置)、远程计算装置(例如包括本文公开的任何远程计算装置)、或任何其他计算装置。

[0124] 在一些示例中,载荷确定器142可以具有输出(未示出),该输出被布置成向控制器140提供包括压力设定点的指示的信号。

[0125] 在一些示例中,材料测试过程可以对应于所谓的力-控制测试过程,其中,材料测试设备130的液压致动器132的致动力是受控变量。在这些示例中,力需求可能是已知的,因此该材料测试过程的载荷需求可以仅根据测试配置来确定。

[0126] 在一些示例中,致动力可以不是材料测试过程的受控变量。例如,材料测试过程可以对应于所谓的应变-控制测试过程、或任何其他类型的测试过程,在这些测试过程中致动力不是受控变量。在这些示例中,材料测试过程的载荷需求例如可以取决于受测试材料样品的材料组成、或测试参数。在这些示例中,可以基于与具有相同测试配置的先前测试相对应的结果数据来确定载荷需求,该结果数据包括该测试配置的载荷需求的指示。在其他示例中,可以基于测试配置来预测载荷需求。例如,可以基于与一个或多个先前测试过程相对应的结果数据来预测载荷需求。结果数据例如可以包括一个或多个先前测试过程中的每一个的(例如,最大)载荷需求的相应指示,每个测试过程具有相应的测试配置。

[0127] 在一些示例中,结果数据可以对应于一个或多个测试过程,所述测试过程具有与所获取的测试配置不同的相应测试配置。在这些示例中,可以基于结果数据以及所获取的测试配置与结果数据的测试配置之间的一个或多个差异来确定测试配置的载荷需求。

[0128] 作为说明性示例,所获取的测试配置可以包括第一材料组成和第一测试参数,并且结果数据可以包括与先前测试配置相对应的数据,该先前测试配置包括第一测试参数和第二材料组成,该第二材料组成不同于该第一材料组成。基于第一测试参数以及第一材料组成与第二材料组成之间的差异,可以预测所获取的测试配置的载荷需求。例如,可以(例如,经由建模)得知或确定第一材料组成与第二材料组成之间的差异如何影响材料样品的物理性质,并且可以基于此来预测载荷需求。然而,这仅仅是一个说明性示例,本公开内容并不限于此。

[0129] 在一些示例中,可以基于机器学习模型(例如神经网络)来预测所获取的测试配置

的载荷需求,该机器学习模型是基于结果数据来训练的,该结果数据包括多个先前测试过程的(例如,最大)载荷需求的相应指示,每个先前测试过程具有相应的测试配置。在这些示例中,载荷确定器142可以包括经过训练的机器学习模型。在一些示例中,载荷确定器142可以被布置成训练机器学习模型。在其他示例中,机器学习模型可以由与载荷确定器142通信联接的计算装置(包括但不限于本文公开的任何计算装置)来训练。

[0130] 在一些示例中,载荷确定器142可以从载荷确定器142可访问的存储器获取数据(例如,结果数据)。存储器可以包括在载荷确定器142内、或者可以在载荷确定器142的外部并且与其通信联接。存储器例如可以包括在本文公开的任何计算装置内。在一些示例中,载荷确定器142可以可操作以根据本文公开的任何示例将压力需求转换成力需求或者反之亦然。

[0131] 载荷确定器142可以以硬件、软件、固件或其任何组合来实施。在一些示例中,载荷确定器142可以包括处理电路系统,该处理电路系统例如为微控制器、可编程逻辑控制器、或任何其他类型的处理电路系统。

[0132] 总体返回参考系统100,虽然控制器140和载荷确定器142在图1中被示出为与HPU 110和材料测试设备130分离,但是这仅仅是一个说明性示例,本公开内容并不限于此。在一些示例中,HPU 110可以包括控制器140和载荷确定器142中的一者或两者。在其他示例中,控制器140和载荷确定器142中的一者或两者可以在HPU 110的外部并且与其通信联接。例如,控制器140和载荷确定器142中的一者或两者可以由一个或多个计算装置来实施。在一些示例中,所述一个或多个计算装置中的一个或多个可以位于HPU 110本地并且例如可通过有线或无线通信手段根据任何通信标准与HPU 110直接联接,通信标准包括但不限于控制器域网(CAN)总线标准、通用串行总线(USB)标准、蓝牙标准、Wi-Fi直接标准、或任何其他类型的通信标准。在一些示例中,所述一个或多个计算装置中的一个或多个可以包括在材料测试设备130内、或者与该材料测试设备相关联(例如,可通信联接)。例如,所述一个或多个计算装置中的一个或多个可以被布置成控制材料测试设备以执行测试过程。这种计算装置例如可以被布置成存储取决于相应的测试配置的一个或多个(例如,默认)压力设定点。在一些示例中,所述一个或多个计算装置中的一个或多个可以是可通过例如通信网络(未示出)(例如局域网(LAN)或广域网(WAN))与HPU 110通信联接的远程计算装置。通信网络可以是有线的、或无线的、或有线和无线的组合。

[0133] 在HPU 110包括控制器140的示例中,通信电路系统126可以被布置成接收压力设定点的指示并且将该压力设定点的指示提供给控制器140。

[0134] 在控制器140在HPU 110的外部的示例中,通信电路系统126可以被布置成接收例如上述泵控制信号的指示并且将其提供给泵114。附加地或可替代地,在一些示例中,通信电路系统126可以被布置成从控制器140接收上述电动机控制信号并且将其提供给电动机驱动电路系统122。

[0135] 图2至图5示意性地展示了根据本公开内容的多个不同实施例的示例液压动力单元。例如,图2至图5所示的示例液压动力单元可以与图1所示的HPU 110相对应。因此,上文对HPU 110的描述同样适用于图2至图5所示的示例液压动力单元。相同的附图标记用于图1以及图2至图5的对应特征。简单起见,图2至图5中省去了用户接口124和通信电路系统126,但是图2至图5所示的示例液压动力单元可以可选地包括用户接口124和通信电路系统126

中的一者或两者,并且还可以可选地包括关于图1所示的HPU 110描述的任何其他特征,图2至图5的描述中可能已经省去了这些特征。

[0136] 应理解,清楚起见,图2至图5所示的液压动力单元以及图1实际示出的HPU 110已经被简化,并且本文公开的任何液压动力单元可以包括液压动力单元的未在图1至图5中示出的常规部件,例如包括但不限于:电力源;歧管;阀,包括卸压阀、压力补偿阀以及任何其他类型的阀;任何其他的常规液压部件;以及其任何组合。

[0137] 图2示意性地展示了根据本公开内容的实施例的示例液压动力单元(HPU)200。HPU 200可操作以通过控制HPU 200泵送的液压流体的流率来向其出口提供固定目标压力下的加压液压流体。如下文将讨论的,可以通过控制HPU的泵的流体排量来控制流率。

[0138] HPU 200包括电动机112、泵114、储器116、出口118、入口120、电动机驱动电路系统122以及压力传感器210。

[0139] 在图2所示的实施例中,电动机驱动电路系统122被布置成经由其与电动机112之间的电气联接来向电动机提供电力供应202。

[0140] 在图2所示的实施例中,电动机112被布置成经由其与泵114之间的机械联接来驱动泵,该机械联接由箭头204指示。

[0141] 在图2所示的实施例中,泵114被布置成经由其与储器116之间的流体联接来从储器接收液压流体,所述流体联接由箭头206指示。泵114进一步被布置成经由其与出口118之间的流体联接将从储器116接收的液压流体泵送至出口,所述流体联接由箭头208指示。入口120被布置成经由其与储器116之间的流体联接(如箭头214所展示的)将(例如,从材料测试设备(比如材料测试设备130)接收的)液压流体提供给储器。

[0142] 在图2所示的实施例中,电动机112是被布置成以基本上固定(例如基本上恒定)的旋转速度操作的AC电动机,并且泵114可操作为具有固定压力设定点的压力补偿式可变排量泵。压力传感器210被布置成测量HPU 200的输出压力并且将测得输出压力的指示提供给泵114,如箭头212所指示的。根据本文公开的示例,泵114被布置成基于其固定压力设定点和接收到的测得压力来控制其流体排量,以便将输出压力基本上维持在压力设定点。

[0143] 有利地,在压力设定点的流动需求特别低的情况下,可以将泵114的流体排量控制成对应低的流体排量值。相应地,电动机的载荷需求将减小,从而降低了电动机的功耗和HPU 200的功耗。此外,由于可以定制泵114的流体排量以及因此HPU 200在压力设定点下提供的流率以满足流动需求,因此可以不需要例如经由泄压阀来排出过多的液压流体流,卸压阀可能具有相关的冷却需求,从而具有相关的能量成本。

[0144] 电动机驱动电路系统122包括关于图1所讨论的电气逆变器,该电气逆变器被布置成通过控制要提供给电动机112的(AC)电力供应的一个或多个参数来控制电动机112的工作点。在图2所示的实施例中,根据本文公开的示例,包括电气逆变器的电动机驱动电路系统122被布置成控制AC电力供应的一个或多个参数,使得改变电动机112的工作效率以维持工作点。例如,包括电气逆变器的电动机驱动电路系统122可以被布置成控制提供给电动机112的AC电力供应的一个或多个参数,以便维持工作点并且例如降低输入功率,从而针对该工作点提高电动机112的工作效率。相应地,HPU 200可以提供高能效HPU。

[0145] 虽然压力传感器210和测得输出压力的指示212被示出为在泵114的外部,但是这仅仅是一个示例,本公开内容并不限于此。在其他示例中,泵114可以包括压力传感器210。

[0146] 图3示意性地展示了根据本公开内容的实施例的示例液压动力单元(HPU)300。

[0147] HPU 300包括电动机112、泵114、储器116、出口118、入口120、电动机驱动电路系统122、压力传感器310以及控制器140。

[0148] HPU 300可操作以通过控制HPU 300泵送的液压流体的流率来向其出口提供可变目标压力的加压液压流体。如下文将讨论的,可以通过控制HPU 300的电动机112的旋转速度来控制流率。

[0149] 在图3所示的实施例中,电动机112被布置成以可变速度操作,并且泵114可作为具有基本上固定的流体排量的容积泵工作。

[0150] 在图3所示的实施例中,电动机驱动电路系统122被布置成经由其与电动机112之间的电气联接来向电动机提供电力供应302。

[0151] 在图3所示的实施例中,电动机112被布置成经由其与泵114之间的机械联接(如箭头304所指示的)来驱动泵。

[0152] 在图3所示的实施例中,泵114被布置成经由其与储器116之间的流体联接(如箭头306所指示的)来从储器接收液压流体。泵114进一步被布置成经由其与出口118之间的流体联接(如箭头308所指示的)将从储器116接收的液压流体泵送至出口。入口120被布置成经由其与储器116之间的流体联接(如箭头314所展示的)将(例如,从材料测试设备(比如材料测试设备130)接收的)液压流体提供给储器。

[0153] 在图3所示的实施例中,控制器140被布置成控制电动机112的旋转速度,以基于压力设定点(例如,用于执行第一材料测试过程的第一压力设定点和用于执行第二材料测试过程的第二压力设定点、或任何其他压力设定点)来控制HPU 300的输出压力(例如,将HPU 300的输出压力维持在目标压力,该目标压力是基于该压力设定点的,例如,该目标压力等于或大于该压力设定点)。

[0154] 在图3所示的实施例中,控制器140包括输入316,该输入被布置成接收压力设定点(例如用于执行第一材料测试过程的第一压力设定点、或例如用于执行第二材料测试过程的第二压力设定点)的指示318。例如可以根据本文公开的任何示例来接收指示318。

[0155] 在图3所示的实施例中,控制器140包括输出320,该输出被布置成向电动机驱动电路系统122提供电动机控制信号322,其中,控制器140的输出320电联接至电动机驱动电路系统122的被布置成接收电动机控制信号的输入。电动机控制信号322可以可操作以例如根据本文公开的任何示例来控制电动机112。

[0156] 相对于图3所示的实施例,在一些示例中,如关于图1所示的实施例讨论的,电动机驱动电路系统122可以包括控制装置(未示出),该控制装置可操作以接收压力设定点(例如第一压力设定点或第二压力设定点)的指示并且基于该压力设定点通过控制电动机112的旋转速度来控制HPU 300的输出压力。在这些示例中,电动机控制信号322可以包括压力设定点(例如第一压力设定点或第二压力设定点)的指示。在其他示例中,控制器140可以被布置成直接控制电动机112的旋转速度,以基于压力设定点(例如第一压力设定点或第二压力设定点)来控制HPU 300的输出压力。在这些示例中,电动机控制信号322可以包括电力供应的一个或多个参数的指示,并且电动机驱动电路系统122可以被布置成根据电动机控制信号322来控制电力供应的一个或多个参数。

[0157] 在图3所示的实施例中,HPU 300被布置成利用闭环控制来维持HPU 300的输出压

力。压力传感器310被布置成测量HPU 300的输出压力并且提供测得输出压力的指示作为反馈,用于控制电动机112的旋转速度。在电动机驱动电路系统122包括上述控制装置的示例中,压力传感器可以被布置成将测得输出压力的指示提供给电动机驱动电路系统122,如箭头324所指示的。在控制器140被布置成直接控制电动机112的旋转速度的示例中,压力传感器可以被布置成将测得输出压力的指示提供给控制器140的输入326,如箭头328所指示的。

[0158] 有利地,HPU 300提供了可操作以根据材料测试过程的压力需求来定制输出压力的HPU,从而实现了功耗降低的HPU。

[0159] 相对于图3所示的实施例,在一些示例中,电动机112可以包括AC电动机,并且电动机驱动电路系统122可以包括根据本文公开的示例的电气逆变器。在这些示例中,根据本文公开的任何示例,包括电气逆变器的电动机驱动电路系统122可以被布置成通过控制(AC)电力供应302的一个或多个参数来控制电动机112的工作点,使得改变电动机112的工作效率以维持工作点。有利地,这可以使HPU 300能够更加高效地操作。

[0160] 图4示意性地展示了根据本公开内容的实施例的示例液压动力单元(HPU)400。

[0161] HPU 400包括电动机112、泵114、储器116、出口118、入口120、压力传感器410以及控制器140。可选地,在一些示例中,HPU 400包括电动机驱动电路系统122。

[0162] HPU 400可操作以通过控制HPU 400泵送的液压流体的流率来向其出口提供可变目标压力的加压液压流体。如下文将讨论的,可以通过控制HPU 400的泵114的流体排量来控制流率。

[0163] 在图4所示的实施例中,电动机112被布置成经由其与泵114之间的机械联接(如箭头404所指示的)来驱动泵。

[0164] 在图4所示的实施例中,泵114被布置成经由其与储器116之间的流体联接(如箭头406所指示的)来从储器接收液压流体。泵114进一步被布置成经由其与出口118之间的流体联接(如箭头408所指示的)将从储器116接收的液压流体泵送至出口。入口120被布置成经由其与储器116之间的流体联接(如箭头414所展示的)将(例如,从材料测试设备(比如材料测试设备130)接收的)液压流体提供给储器。

[0165] 在图4所示的实施例中,电动机112包括任何类型的电动机,例如包括本文公开的任何类型的电动机、或任何其他类型的电动机。

[0166] 在图4所示的实施例中,根据本文公开的示例,电动机112被布置成以基本上固定的速度操作,并且泵114可作为具有可调节的压力设定点的压力补偿式可变排量泵工作。

[0167] 在图4所示的实施例中,控制器140被布置成基于压力设定点(例如,用于执行第一材料测试过程的第一压力设定点、用于执行第二材料测试过程的第二压力设定点、或任何其他压力设定点)来控制HPU 400的输出压力(例如,将HPU 400的输出压力维持在目标压力,该目标压力是基于该压力设定点的,例如,该目标压力等于或大于该压力设定点)。在一些示例中,控制器140被布置成基于用于执行第一材料测试过程的压力设定点来控制泵114的流体排量。

[0168] 在图4所示的实施例中,控制器140包括输入416,该输入被布置成接收压力设定点(例如用于执行第一材料测试过程的第一压力设定点、或例如用于执行第二材料测试过程的第二压力设定点)的指示418。例如可以根据本文公开的任何示例来接收指示418。

[0169] 在图4所示的实施例中,控制器140包括输出420,该输出被布置成向泵114提供泵

控制信号422,其中,控制器140的输出420电联接至泵114的被布置成接收泵控制信号422的输入。泵控制信号422可以操作以例如根据本文公开的任何示例来控制泵114。

[0170] 相对于图4所示的实施例,在一些示例中,如关于图1所示的实施例讨论的,泵114可以包括压力补偿控制装置(未示出),该压力补偿控制装置可操作以接收压力设定点(例如第一压力设定点或第二压力设定点)的指示并且基于该压力设定点通过控制泵114的流体排量来控制HPU 400的输出压力。在这些示例中,泵信号422可以包括压力设定点(例如第一压力设定点或第二压力设定点)的指示。在其他示例中,控制器140可以被布置成直接控制泵114的流体排量,以基于压力设定点(例如第一压力设定点或第二压力设定点)来控制HPU 400的输出压力。在这些示例中,泵控制信号422可以包括泵114的流体排量的指示,并且泵114可以被布置成根据泵控制信号422来控制其流体排量。

[0171] 在图4所示的实施例中,HPU 400被布置成利用闭环控制来维持HPU 400的输出压力。压力传感器410被布置成测量HPU 400的输出压力并且提供测得输出压力的指示作为反馈,用于控制泵114的流体排量。在泵114包括上述压力补偿控制装置的示例中,压力传感器410可以被布置成将测得输出压力的指示提供给泵114,如箭头424所指示的。在控制器140被布置成直接控制泵的流体排量的示例中,压力传感器410可以被布置成将测得输出压力的指示提供给控制器140的输入426,如箭头428所指示的。

[0172] 有利地,HPU 400提供了可操作以根据材料测试过程的压力需求来定制输出压力的HPU,从而实现了功耗降低的HPU。

[0173] 相对于图4所示的实施例,在一些示例中,电动机112可以包括AC电动机,并且HPU 400可以进一步包括电动机驱动电路系统122,该电动机驱动电路系统包括电气逆变器,该电气逆变器被布置成经由其与电动机112之间的电气联接来向电动机提供(AC)电力供应402。在这些示例中,根据本文公开的任何示例,包括电气逆变器的电动机驱动电路系统122可以被布置成通过控制(AC)电力供应的一个或多个参数来控制电动机112的工作点,使得改变电动机112的工作效率以维持工作点。有利地,这可以使HPU 400能够更加高效地操作。

[0174] 图5示意性地展示了根据本公开内容的实施例的示例液压动力单元(HPU)500。

[0175] HPU 500包括电动机112、泵114、储器116、出口118、入口120、电动机驱动电路系统122、压力传感器510以及控制器140。

[0176] HPU 500可操作以通过控制HPU 500泵送的液压流体的流率来向其出口提供可变目标压力的加压液压流体。如下文将讨论的,可以通过控制HPU 500的电动机112的旋转速度和泵114的流体排量两者来控制流率。可以根据预定的特征数据来控制泵114的流体排量和电动机122的旋转速度中的一者或两者,使得电动机和泵的组合工作效率得以控制。

[0177] 在图5所示的实施例中,根据本文公开的示例,电动机被布置成以可变速度操作,并且泵114可作为具有可调节的压力设定点的压力补偿式可变排量泵工作。

[0178] 在图5所示的实施例中,电动机驱动电路系统122被布置成经由其与电动机112之间的电气联接来向电动机提供电力供应502。

[0179] 在图5所示的实施例中,电动机112被布置成经由其与泵114之间的机械联接(如箭头504所指示的)来驱动泵。

[0180] 在图5所示的实施例中,泵114被布置成经由其与储器116之间的流体联接(如箭头506所指示的)来从储器接收液压流体。泵114进一步被布置成经由其与出口118之间的流体

联接(如箭头508所指示的)将从储器116接收的液压流体泵送至出口。入口120被布置成经由其与储器116之间的流体联接(如箭头514所展示的)将(例如,从材料测试设备(比如材料测试设备130)接收的)液压流体提供给储器。

[0181] 在图5所示的实施例中,控制器140被布置成控制电动机112的旋转速度和泵114的流体排量两者,以基于压力设定点(例如,用于执行第一材料测试过程的第一压力设定点、用于执行第二材料测试过程的第二压力设定点、或任何其他压力设定点)来控制HPU 500的输出压力(例如,将HPU 500的输出压力维持在目标压力,该目标压力是基于该压力设定点的,例如,该目标压力等于或大于该压力设定点)。在一些示例中,控制器140被布置成基于压力设定点来控制电动机112的旋转速度和泵114的流体排量两者。

[0182] 在图5所示的实施例中,控制器140包括输入516,该输入被布置成接收压力设定点(例如用于执行第一材料测试过程的第一压力设定点、或例如用于执行第二材料测试过程的第二压力设定点)的指示518。例如可以根据本文公开的任何示例来接收指示518。

[0183] 在图5所示的实施例中,控制器140包括第一输出520,该第一输出被布置成向电动机驱动电路系统122提供电动机控制信号522,其中,控制器140的第一输出520电联接至电动机驱动电路系统122的输入。电动机控制信号522可以可操作以例如根据本文公开的任何示例来控制电动机112。

[0184] 在图5所示的实施例中,控制器140包括第二输出523,该第二输出被布置成向泵114提供泵控制信号525,其中,控制器140的输出523电联接至泵114的输入。泵控制信号525可以操作以例如根据本文公开的任何示例来控制泵114。

[0185] 相对于图5所示的实施例,在一些示例中,如关于图1所示的实施例讨论的,电动机驱动电路系统122可以包括控制装置(未示出),该控制装置可操作以接收压力设定点(例如第一压力设定点或第二压力设定点)的指示并且基于该压力设定点通过控制电动机112的旋转速度来控制HPU 500的输出压力。在这些示例中,电动机控制信号522可以包括压力设定点(例如第一压力设定点或第二压力设定点)的指示。在其他示例中,控制器140可以被布置成直接控制电动机112的旋转速度,以基于压力设定点(例如第一压力设定点或第二压力设定点)来控制HPU 500的输出压力。在这些示例中,电动机控制信号522可以包括电力供应的一个或多个参数的指示,并且电动机驱动电路系统122可以被布置成根据电动机控制信号522来控制电力供应的一个或多个参数。

[0186] 相对于图5所示的实施例,在一些示例中,如关于图1所示的实施例讨论的,泵114可以包括压力补偿控制装置(未示出),该压力补偿控制装置可操作以接收压力设定点(例如第一压力设定点或第二压力设定点)的指示并且基于该压力设定点通过控制泵114的流体排量来控制HPU 500的输出压力。在这些示例中,泵控制信号525可以包括压力设定点(例如第一压力设定点或第二压力设定点)的指示。在其他示例中,控制器140可以被布置成直接控制泵114的流体排量,以基于压力设定点(例如第一压力设定点或第二压力设定点)来控制HPU 500的输出压力。在这些示例中,泵控制信号525可以包括泵114的流体排量的指示,并且泵114可以被布置成根据泵控制信号525来控制其流体排量。

[0187] 在图5所示的实施例中,HPU 500被布置成利用闭环控制来维持HPU 500的输出压力。压力传感器510被布置成测量HPU 500的输出压力并且提供测得输出压力的指示作为反馈,用于控制电动机112的旋转速度和泵114的流体排量两者。

[0188] 在电动机驱动电路系统122包括上述控制装置的示例中,压力传感器510可以被布置成将测得输出压力的指示提供给电动机驱动电路系统122,如箭头530所指示的。

[0189] 在泵114包括上述压力补偿控制装置的示例中,压力传感器510可以被布置成将测得输出压力的指示提供给泵114,如箭头532所指示的。

[0190] 在控制器140被布置成直接控制电动机112的旋转速度和泵114的流体排量中的一者或两者的示例中,压力传感器510可以被布置成将测得输出压力的指示提供给控制器140的输入532,如箭头534所指示的。

[0191] 有利地,HPU 500提供了可操作以根据材料测试过程的压力需求来定制输出压力的HPU,从而实现了功耗降低的HPU。

[0192] 在一些示例中,控制器140可以被布置成控制电动机112的旋转速度(例如,经由电动机控制信号522)和泵114的流体排量(例如,经由泵控制信号525)两者,以基于压力设定点来控制HPU 110的输出压力,其中,根据本文公开的任何示例,控制器140被布置成根据预定的特征数据来控制泵114的流体排量和电动机112的旋转速度中的一者或两者,使得电动机112和泵114的组合工作效率得以控制。有利地,这可以使HPU 500能够更加高效地操作。

[0193] 相对于图5所示的实施例,在一些示例中,电动机112可以包括AC电动机,并且电动机驱动电路系统122可以包括电气逆变器,该电气逆变器被布置成向电动机112提供(AC)电力供应502。在这些示例中,根据本文公开的任何示例,包括电气逆变器的电动机驱动电路系统122可以被布置成通过控制(AC)电力供应的一个或多个参数来控制电动机112的工作点,使得改变电动机112的工作效率以维持工作点。有利地,这可以更进一步地提高HPU 500的效率。

[0194] 图6示意性地展示了根据本公开内容的多个不同实施例的设备600。在一些示例中,设备600例如可以对应于控制器、例如控制器140。在一些示例中,设备600可以对应于载荷确定器142。

[0195] 如图6所示,设备600可以由处理器610以及包括计算机程序622的存储器620来实施,该计算机程序包括计算机程序指令624。设备600可以包括输出接口630,该输出接口可以包括在处理器610内或与其可操作地联接,呈控制信号形式的数据和/或命令经由该输出接口由处理器610输出。设备600可以包括输入接口640,该输入接口可以包括在处理器610内或与其可操作地联接,数据和/或命令经由该输入接口被输入至处理器610。设备600可以仅实施为硬件(电路),在某些方面仅实施为软件(包括固件),或者可以实施为硬件与软件(包括固件)的组合。计算机程序622可以存储在(例如,非暂时性)计算机可读存储介质(磁盘、存储器等)上。计算机程序622可以是计算机软件,该计算机软件被布置成在运行(即由处理器610运行)时执行根据下文关于图7和图8中的一个或多个所描述的方法的方法。

[0196] 图7描绘了示意性地展示根据本公开内容的实施例的控制液压动力单元的示例流程图700。液压动力单元例如可以包括液压动力单元110、液压动力单元300、液压动力单元400、液压动力单元500中的任一个。流程图700例如可以由可操作以控制液压动力单元的控制器(例如控制器140)执行。

[0197] 在框710,基于用于执行第一材料测试过程的第一压力设定点来控制要提供给材料测试设备的加压液压流体的压力。基于第一压力设定点控制加压液压流体可以根据本文公开的任何示例进行。

[0198] 在框720,接收用于材料测试设备所要执行的第二材料测试过程的第二压力设定点的指示。接收第二压力设定点的指示可以根据本文公开的任何示例进行。

[0199] 在框730,基于第二压力设定点来控制要提供给材料测试设备的加压液压流体的压力。基于第二压力设定点控制加压液压流体可以根据本文公开的任何示例进行。

[0200] 图8描绘了示意性地展示根据本公开内容的方法的示例流程图。

[0201] 在框810,获取材料测试设备所要执行的测试过程的测试配置的指示,该材料测试设备被布置成从液压动力单元(HPU)接收加压液压流体。材料测试设备例如可以对应于材料测试设备130、或任何其他材料测试设备。液压动力单元例如可以包括液压动力单元110、液压动力单元300、液压动力单元400、液压动力单元500中的任一个。材料测试过程例如可以对应于任何材料测试过程(包括本文公开的任何材料测试过程)。测试配置的指示可以根据本文公开的任何示例来获取。

[0202] 在框820,可以基于接收到的测试配置的指示来确定测试过程的载荷需求。载荷需求可以根据本文公开的任何示例来确定。

[0203] 在框830,基于所确定的载荷需求向控制器提供压力设定点的指示,该控制器被布置成控制用于执行材料测试过程的加压液压流体的压力。控制器例如可以对应于控制器140。指示可以被提供给根据本文公开的任何示例的控制器。

[0204] 应理解,本公开内容的实施例可以以硬件、软件、或硬件与软件的组合的形式来实现。任何这样的软件可以以易失性或非易失性存储设备(例如ROM这样的存储装置,无论是否可擦除或可重写)的形式存储;或者以存储器(例如RAM、存储器芯片、装置或集成电路)的形式存储;或者存储在光学或磁性可读介质(例如CD、DVD、磁盘或磁带)上。应理解,存储装置和存储介质是适合于存储一个或多个程序的机器可读存储设备的实施例,这些程序在被执行时实施本公开内容的实施例。相应地,实施例提供了一种包括用于实现如任一前述权利要求所述的系统或方法的代码的程序以及一种存储了这种程序的机器可读存储设备。更进一步地,本公开内容的实施例可以经由任何介质(比如经由以有线或无线连接的方式承载的通信信号)以电子方式传送,并且实施例适当地涵盖这个。

[0205] 在本说明书(包括任何所附权利要求、摘要和附图)中公开的所有特征和/或如此公开的任何方法或过程的所有步骤都可以按任何组合方式进行组合,除此类特征和/或步骤中的至少一些相互排斥的组合外。

[0206] 除非另外明确指出,否则本说明书(包括任何所附权利要求书、摘要和附图)中公开的每个特征都可以被用于相同、等效或相似目的的替代性特征替换。因此,除非另外明确指出,所公开的每个特征仅是一般系列的等效或相似的特征的一个实例。

[0207] 本发明不限于任何前述实施例的细节。本发明扩展到本说明书(包括任何所附权利要求、摘要和附图)中所公开的这些特征中的任何新颖特征或任何新颖特征组合、或扩展到如此公开的任何方法或过程的这些步骤中的任何新颖步骤或任何新颖步骤组合。权利要求不应被解释为仅仅覆盖前述实施例,而是还覆盖落入权利要求的范围内的任何实施例。

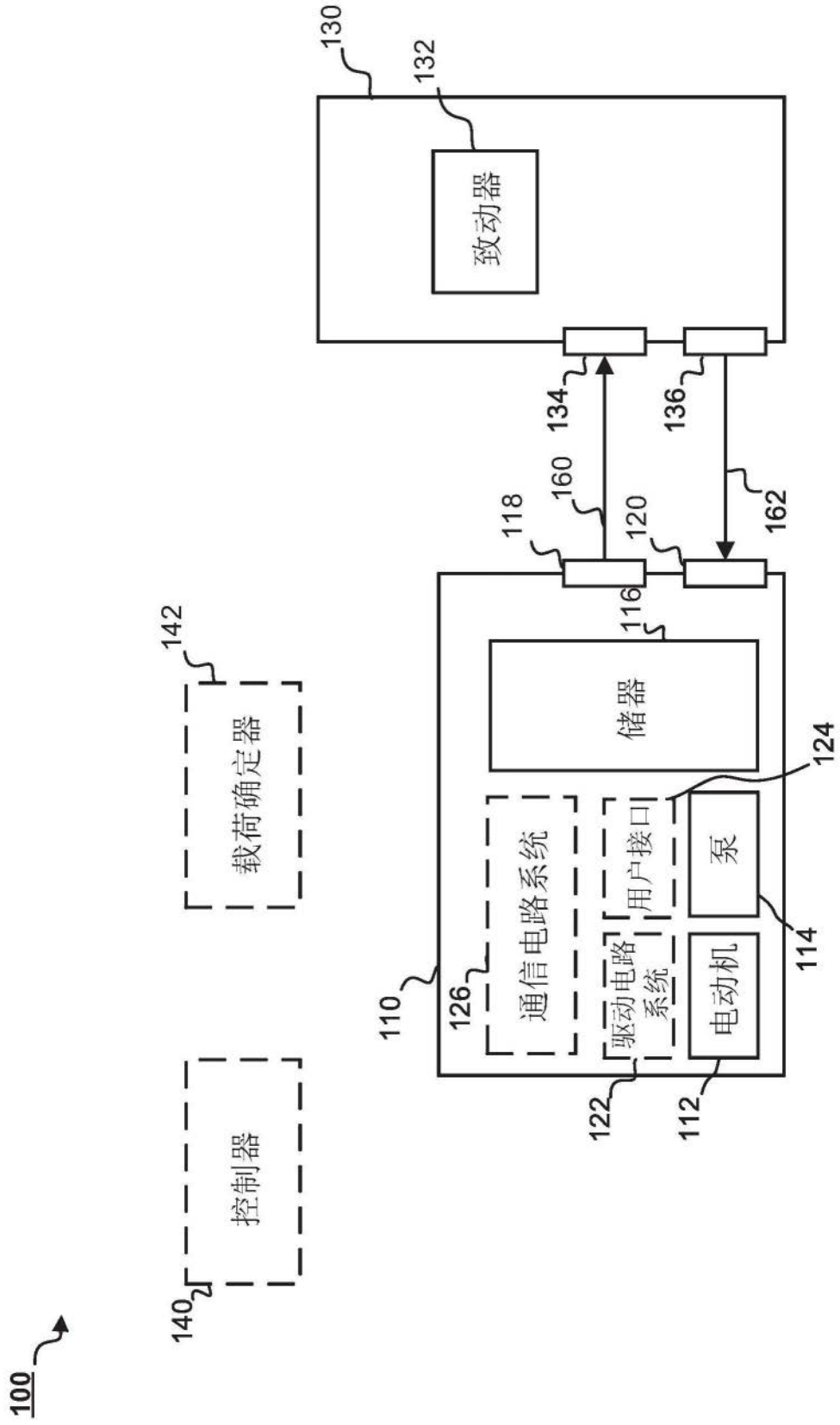

100
140
控制器
142
载荷确定器
110
126
通信电路系统
122
驱动电路系统
112
电动机
114
泵
124
用户接口
116
储器
118
120
160
162
134
136
130
132
致动器

图1

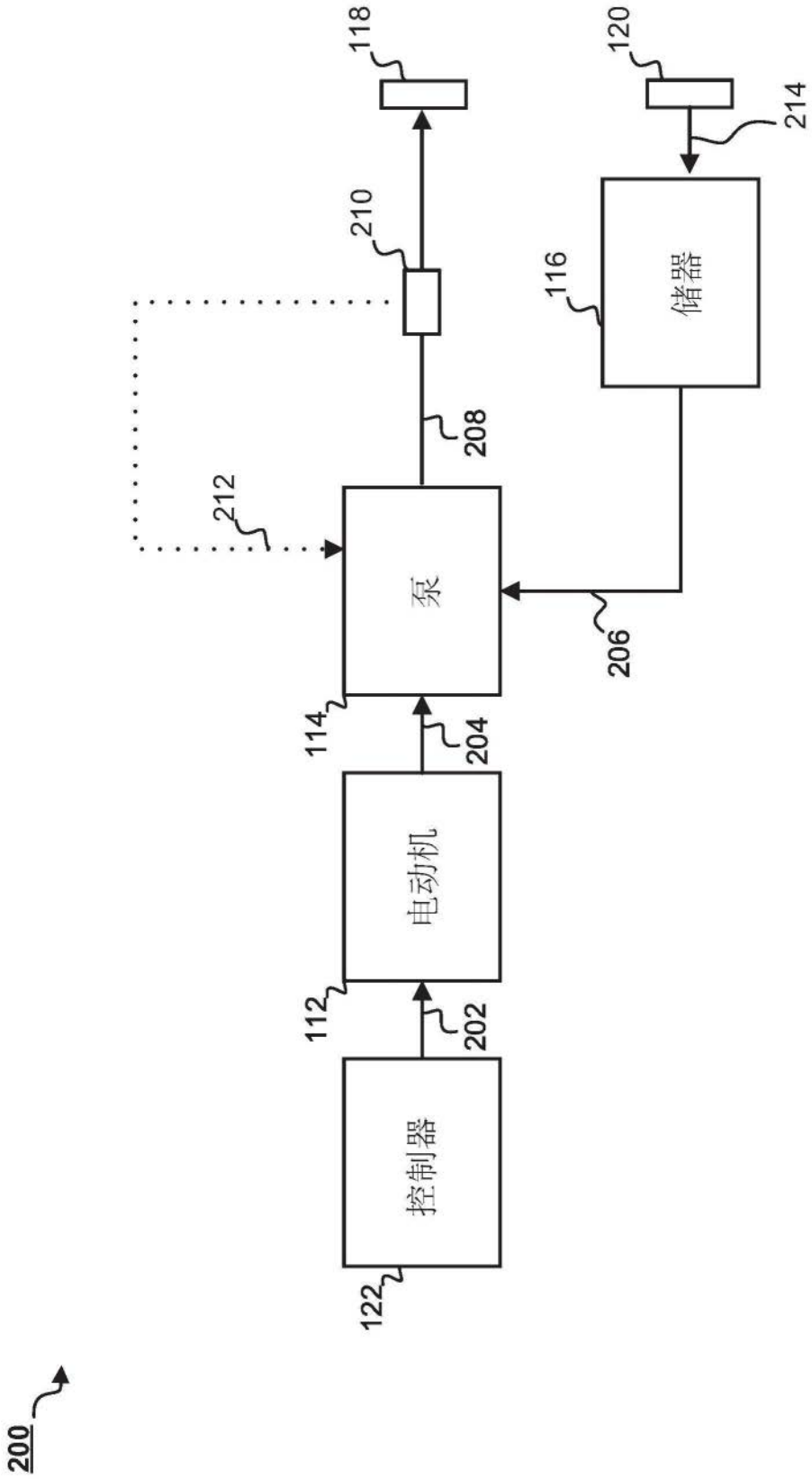

200
控制器
122
电动机
112
202
114
泵
204
206
储器
116
208
212
210
118
120
214

图2

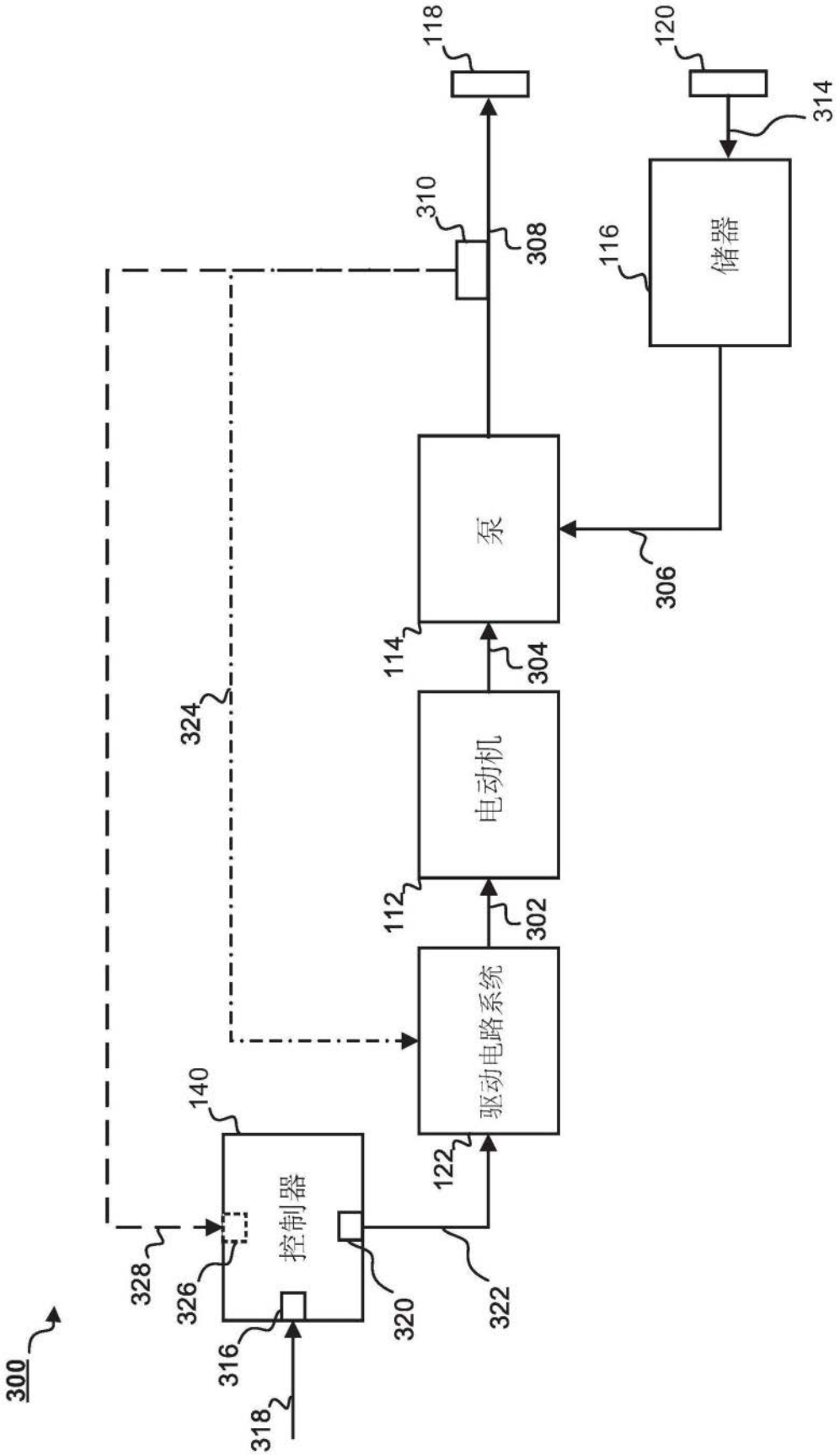

300
控制器
140
驱动电路系统
电动机
泵
储器
118
120
314
310
308
116
306
114
304
112
302
122
324
328
326
316
318
320
322

图3

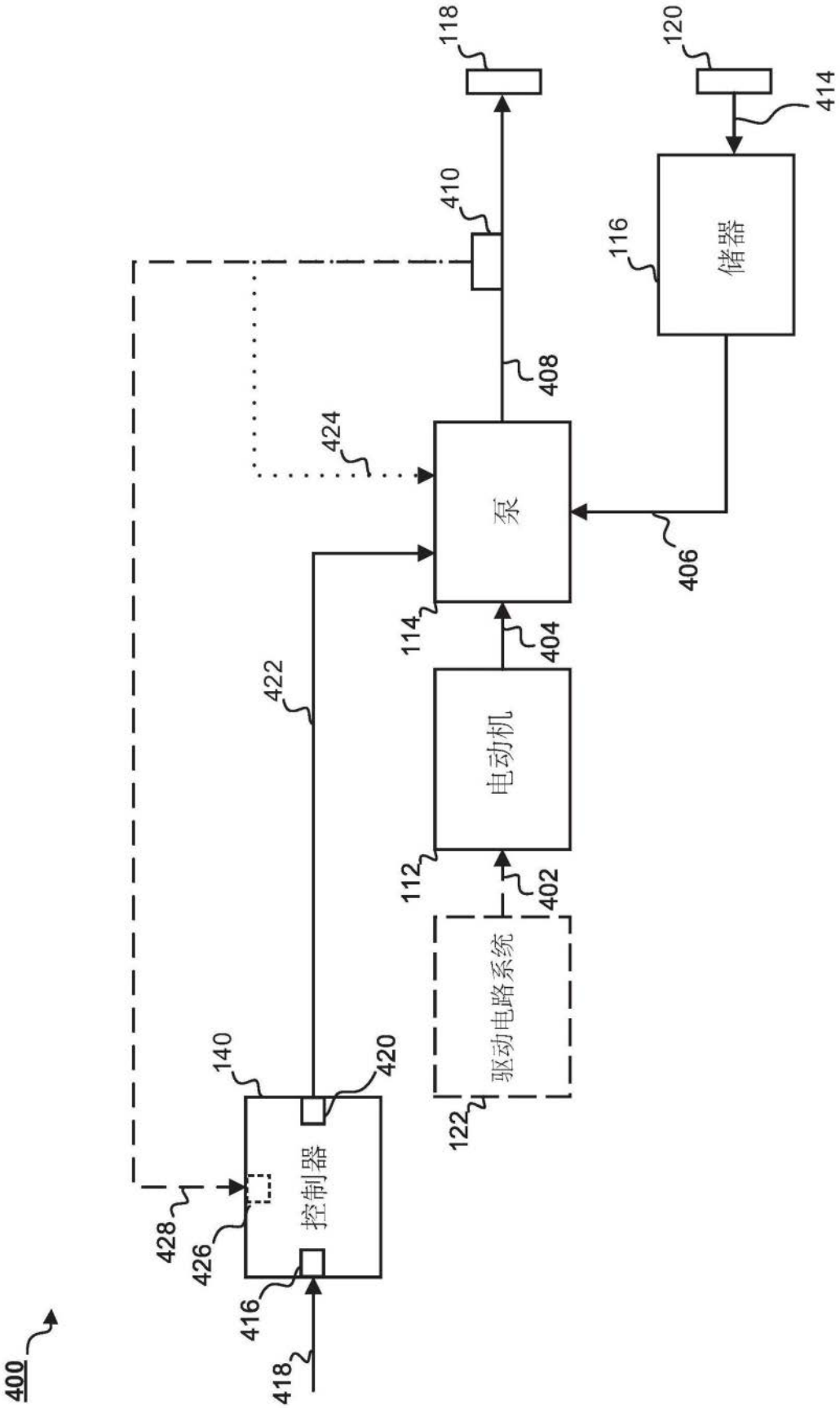

400
418
416
426
428
控制器
140
420
422
424
泵
114
408
410
118
406
储器
116
120
414
电动机
112
404
402
驱动电路系统
122

图4

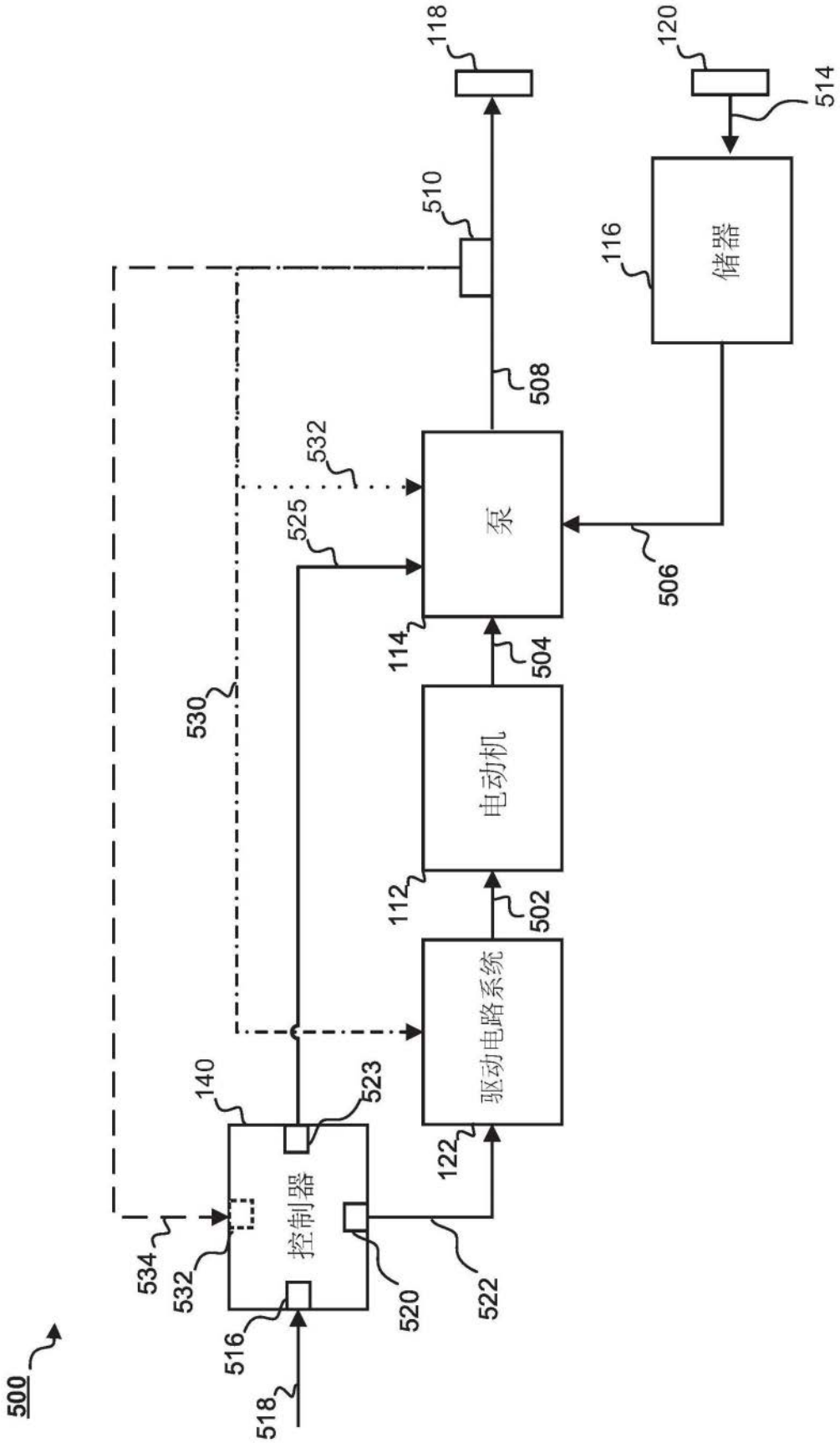

500
518
516
532
534
520
522
控制器
140
523
122
驱动电路系统
112
502
电动机
114
504
泵
530
525
532
506
储器
116
508
510
118
120
514

图5

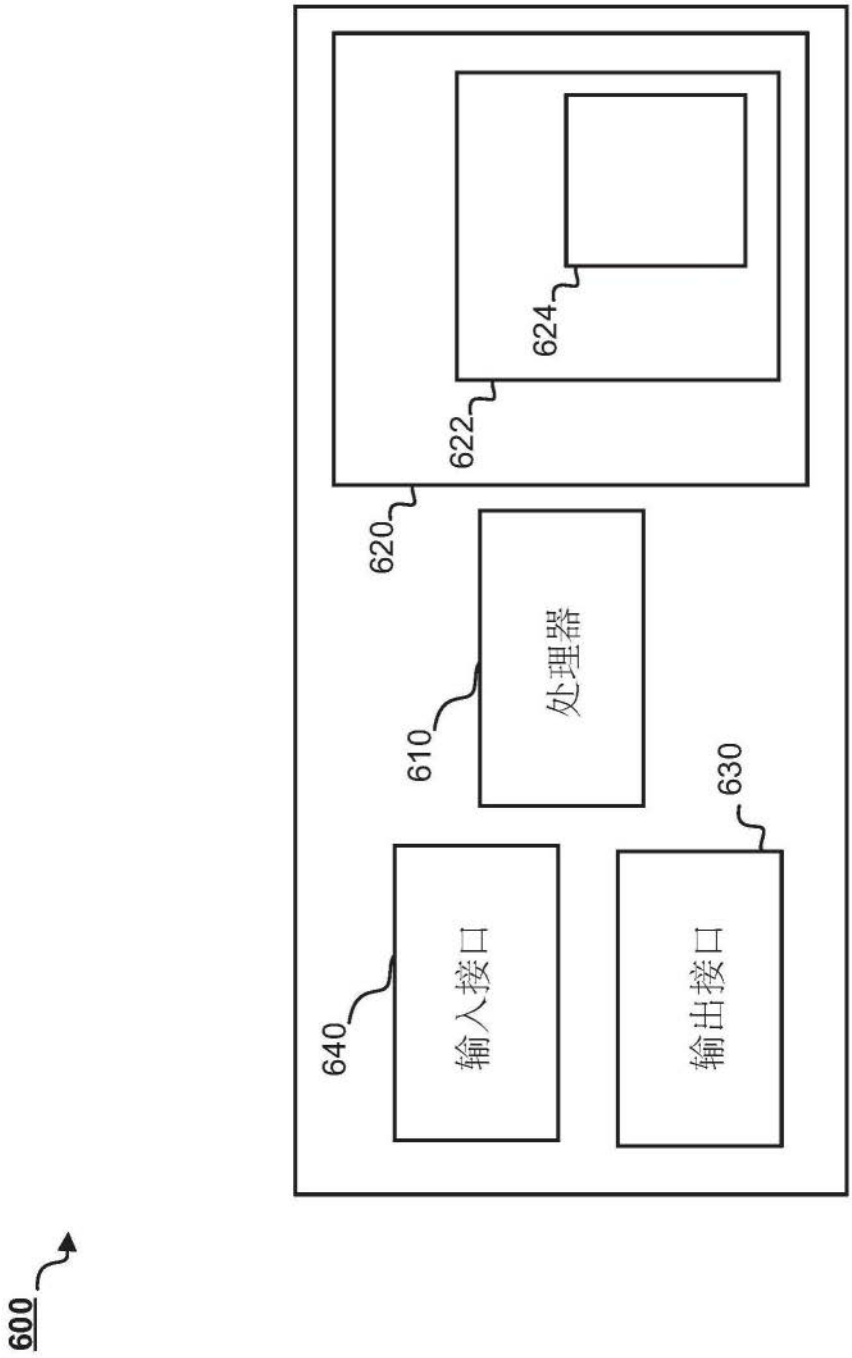


图6

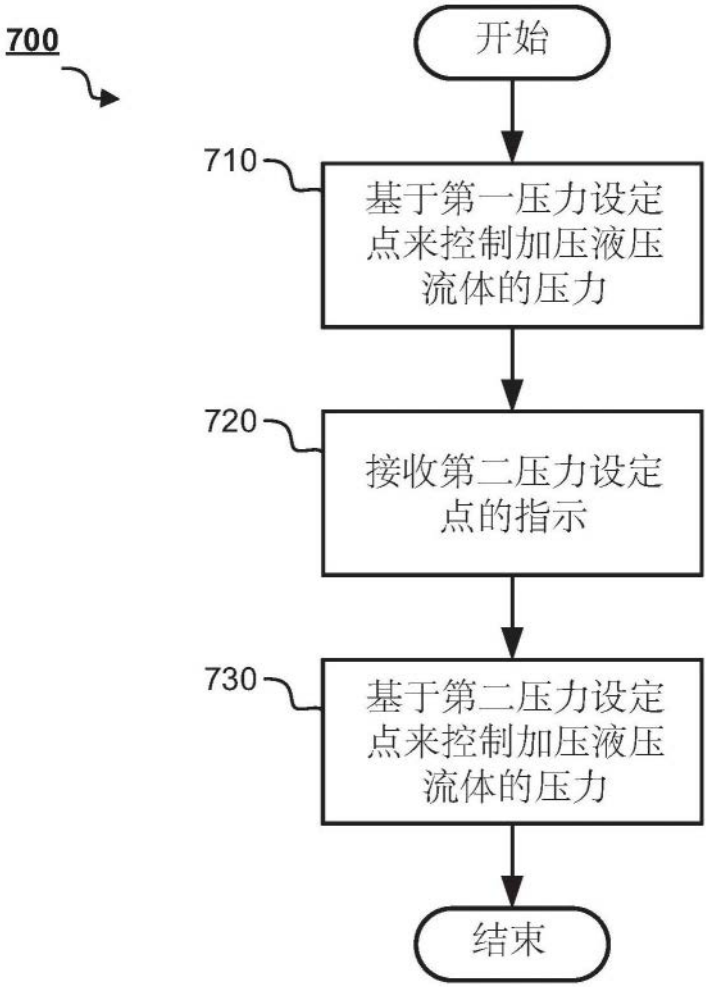

700
开始
710
基于第一压力设定点来控制加压液压流体的压力
720
接收第二压力设定点的指示
730
基于第二压力设定点来控制加压液压流体的压力
结束

图7

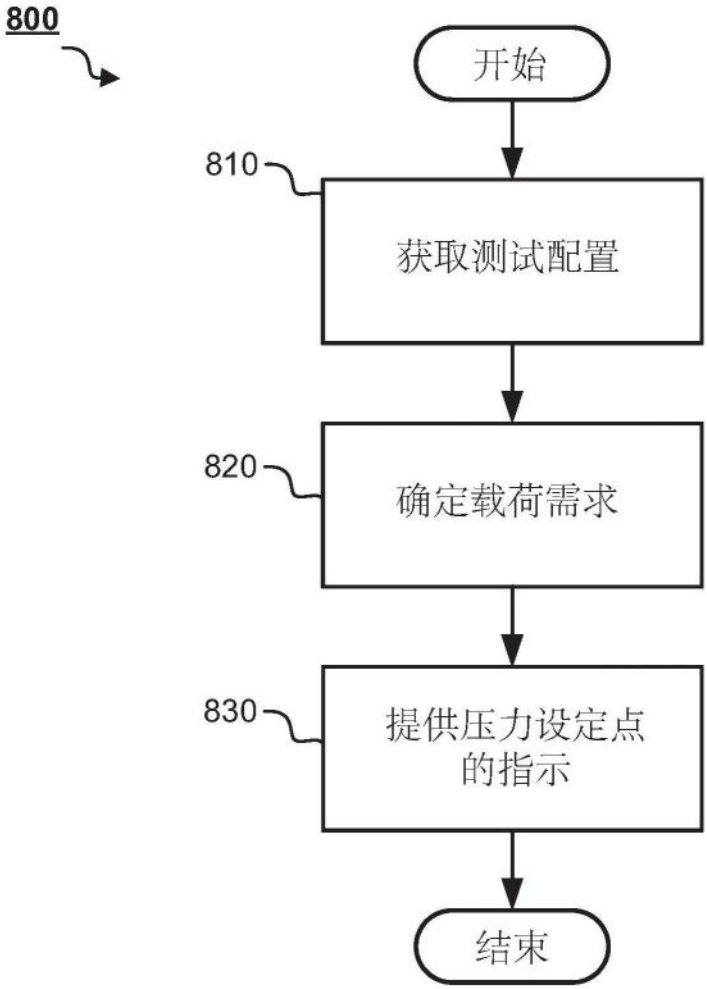


图8