



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105264266 A

(43) 申请公布日 2016. 01. 20

(21) 申请号 201480028608. 3

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2014. 05. 19

F16H 3/72(2006. 01)

H02K 7/116(2006. 01)

(30) 优先权数据

A419/2013 2013. 05. 17 AT

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 11. 17

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/AT2014/000113 2014. 05. 19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/183142 DE 2014. 11. 20

(71) 申请人 格拉尔德·黑亨贝格尔

地址 奥地利克拉根福

(72) 发明人 格拉尔德·黑亨贝格尔

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 卫娟

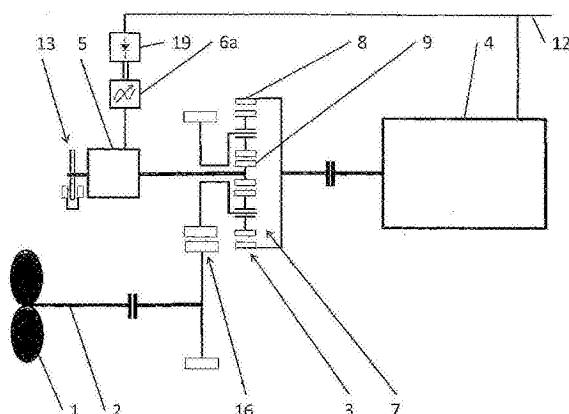
权利要求书1页 说明书10页 附图13页

(54) 发明名称

用于运行传动系的方法和传动系

(57) 摘要

本发明涉及一种用于运行传动系的方法,所述传动系包括:驱动轴(2);与电网(12)连接的电驱动装置(4);和具有三个输入端或输出端的差动传动装置(3),其中,一个输出端与驱动轴(2)连接,一个输入端与驱动装置(4)连接,而第二输入端与差分驱动器(5)连接,在驱动装置(4)以电动机的方式或以发电机的方式运行期间,差分驱动器(5)仅仅以电动机的方式运行,其中,差分驱动器(5)经由整流器(19)与电力网(12)连接。



1. 用于运行传动系的方法,所述传动系包括:驱动轴(2);与电网(12)连接的电驱动装置(4);和具有三个输入端或输出端的差动传动装置(3),其中,一个输出端与驱动轴(2)连接,一个输入端与驱动装置(4)连接,而第二输入端与差分驱动器(5)连接,其特征在于:在驱动装置(4)以电动机的方式运行期间,差分驱动器(5)仅仅以电动机的方式运行。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于:在驱动装置(4)以电动机的方式或以发电机的方式运行期间,差分驱动器(5)仅仅以电动机的方式运行。

3. 如权利要求1或2所述的方法,其特征在于:转速稳定的第一运行点存在于第二输入端的转速为零的时候。

4. 如权利要求3所述的方法,其特征在于:另外的转速稳定的运行点存在于驱动装置(4)的如下的转速的时候,在该转速中,这个驱动装置与电网(12)连接。

5. 如权利要求4所述的方法,其特征在于:差动传动装置(3)的传动比在所述另外的转速稳定的运行点处等于1。

6. 如权利要求1至5之任一项所述的方法,其特征在于:做功机械(1)与驱动轴(2)连接,并且做功机械(1)的工作效率的一部分由节流阀(22)消耗。

7. 如权利要求4所述的方法,其特征在于:利用差分驱动器(5)将差动传动装置(3)的传动比调节到1并保持在1。

8. 如权利要求1至7之任一项所述的方法,其特征在于:差分驱动器(5)能够以87Hz特性曲线运行。

9. 如权利要求1至8之任一项所述的方法,其特征在于:差分驱动器(5)能够在弱场范围内运行。

10. 传动系,其包括:驱动轴(2);与电网(12)连接的电驱动装置(4);和具有三个输入端或输出端的差动传动装置(3),其中,一个输出端与驱动轴(2)连接,一个输入端与驱动装置(4)连接,而第二输入端与电动差分驱动器(5)连接,其特征在于:差分驱动器(5)经由整流器(19)与电网(12)连接。

11. 如权利要求10所述的传动系,其特征在于:做功机械(1)为泵、压缩机、鼓风机、碾磨机或涡轮泵。

12. 如权利要求10或11所述的传动系,其特征在于:驱动装置为内燃机。

13. 如权利要求10至12之任一项所述的传动系,其特征在于:差分驱动器(5)为三相交流电机。

14. 如权利要求10至13之任一项所述的传动系,其特征在于:差分驱动器(5)经由适配传动级(10)而与第二输入端连接。

15. 如权利要求10至14之任一项所述的传动系,其特征在于:在做功机械(1)与差动传动装置(3)之间设置有调节传动机构(16,20,21)。

16. 如权利要求10至15之任一项所述的传动系,其特征在于:做功机械(1)与驱动轴(2)连接,该做功机械(1)为管路系统(29)内的输送装置,并且在做功机械(1)后的管路系统(29)内设置有节流阀(22)。

用于运行传动系的方法和传动系

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于运行传动系的方法,所述传动系包括一根驱动轴、一个与电网连接的电驱动装置和一个具有三个输入端或输出端的差动传动装置,其中,一个输出端与驱动轴连接、一个输入端与驱动装置连接而第二输入端与一个差分驱动器连接。

[0002] 此外,本发明涉及一种传动系,其包括一根驱动轴、,一个与电网连接的电驱动装置和一个具有三个输入端或者输出端的差动传动装置,其中一个输出端与驱动轴连接、一个输入端与驱动装置连接而第二输入端与一个电差分驱动器连接。

背景技术

[0003] 做功机械,如输送装置例如泵、压缩机和鼓风机,或如碾磨机,粉碎机,车辆等的普遍问题是高效率的转速可变的运行。此外,电机作为实例用于驱动装置,然而原理适用于驱动装置的所有可能的类型以及例如适用于内燃发动机。现今最常用的电驱动装置是三相交流电机诸如异步电动机和同步电动机。

发明内容

[0004] 本发明的目的是,提供文首述及类型的一种方法和一种设备,其中在结构简单的同时可以改变输送装置的输送量。

[0005] 这个目的在文首述及类型的方法中通过如下方式得以实现,在驱动装置以电动机的方式运行期间,差分驱动器仅仅以电动机的方式运行。

[0006] 另外,这个目的利用文首述及类型的传动系通过如下方式得以实现,即,差分驱动器通过整流器与电网连接。

[0007] 差动系统的核心是差动传动装置,该差动传动装置在一种简单的实施形式中是一个具有三个输入端或者输出端的、简单的行星齿轮传动级,其中一个输出端与做功机械的驱动轴连接、第一输入端与驱动装置连接而第二输入端与差分驱动器连接。因此做功机械可以在驱动装置转速恒定不变的情况下通过如下方式转速可变地运行,即,差分驱动器对转速差进行补偿。

[0008] 利用差分驱动器可以通过如下方式提高由做功机械输送的量,即,通过差分驱动器的可变功率来提高驱动装置的恒定不变的功率。

[0009] 如果用整流器 19 代替通常用于电差分驱动器的逆变器,这是有益的,因为这个整流器大多比逆变器具有更高的效率并且还耐用和经济得多。

[0010] 如果在驱动装置以电动机的方式或以发电机的方式运行期间,差分驱动器仅以电动机的方式运行,那么根据本发明的方法和根据本发明的传动系可以很好地用于例如使用在蓄能发电站中的涡轮泵。

[0011] 从属权利要求的内容是本发明优选的实施方式。

附图说明

- [0012] 下文参照附图对本发明优选的实施方式加以阐述。附图中：
- [0013] 图 1 为用于泵驱动的差动系统的原理；
- [0014] 图 2 为差动系统的另一实施方式；
- [0015] 图 3 为差动系统的具有传动前置级 (Getriebevorstufe) 的另一实施方式；
- [0016] 图 4 为泵的差动系统的转速参数和功率参数；
- [0017] 图 5 为差动系统的具有简化的差分驱动器的另一实施方式；
- [0018] 图 6 为由图 5 获得的转速参数和功率参数；
- [0019] 图 7 为差动系统的具有传动换转级 (Getriebeschaltstufe) 的另一实施方式；
- [0020] 图 8 为由图 7 获得的转速参数和功率参数；
- [0021] 图 9 为转速范围减小的差动系统的另一实施方式；
- [0022] 图 10 为由图 9 获得的转速参数和功率参数；
- [0023] 图 11 为由图 9 获得的用于所谓的涡轮泵的可能的转速参数和功率参数；
- [0024] 图 12 为用于作为驱动装置的内燃机的差动系统的另一实施方式；
- [0025] 图 13 为用于对传动系振动进行减振的调整系统。

具体实施方式

[0026] 尽管高的电功率消耗,三相交流电机在停止运转状态中并不能够完全机械地输出这个功率,这表现在高损耗和小起动力矩中。同时三相交流电机在从零转速起动时的电流消耗典型地相当于额定电流的约 7 倍,这在起动时对电网造成相应高的电负载。

[0027] 因此三相交流电机为了能够从停止运转状态起提供与额定扭矩相符的驱动力矩必须被设计得相应大并且因此经常尺寸过大。因此出于这个原因,代替直接与电网连接还经常将电机与变频器组合设计成可变速的驱动器。因此虽然可以实现在不增加电网负载的情况下利用高扭矩从零转速起的起动,然而该解决方案是昂贵的并且伴随有主要的效率损失。一种与此相比更加经济的以及在效率方面更好的备选方案是使用差动系统、例如根据 AT 507 394。然而在这种情况下原则上的限制是:根据差动级的传动比只能实现比较小的转速范围,或者在所谓的差动模式中实际上不能在做功机械的驱动轴上实现低转速。

[0028] 为了实现这一点存在不同的可能性。根据德国实用新型 No. 20 2012 101 708.3 例如可以将差动传动装置的传动比确定为 1。在这个基础上,可以利用差分驱动器对整体传动系进行驱动或者使驱动装置具有同步转速并且接着使这个驱动装置与电网同步。

[0029] 这种解决方案的缺点是:差分驱动器或者其变频器的尺寸比驱动装置小得多并且因此也只能提供相应小的扭矩。

[0030] 为了使负载下的驱动装置要么与电网同步(诸如直接与电网耦合的电动机)要么加速到一个具有可供使用的高扭矩的转速范围中(诸如在内燃机的情况中)并且能够附加地利用传动系的最大扭矩或者设计扭矩来从零转速起起动做功机械并且优选使其具有同步转速,例如可以如下地分 3 个阶段进行起动:

[0031] 阶段 1:驱动装置优选利用所谓的星形/三角形接法与电网连接,或者作为备选(在一种特别保护电网的方法中)首先利用附加的装置使得该驱动装置具有(至少近似的)同步转速并且然后使其与电网同步。在内燃机的情况中,简单地起动这个内燃机并且接着使其加速。在此,驱动装置在起动期间除了需克服的差动传动装置第二输入端的由惯

性矩决定的反作用力之外尽可能地保持不受外部的机械负荷。反过来看这意味着：直到驱动装置达到其额定转速为止，作用在做功机械的驱动轴上的是相应小的驱动扭矩。

[0032] 阶段 2：由于现在驱动装置的全部扭矩可供使用，所以在第二阶段中通过如下方式开始负载下的做功机械的真正的加速和起动，即，借助同步制动器使差动传动装置级的第二输入端减速。

[0033] 阶段 3：一旦差动系统的第二输入端的驱动轴处于差分驱动器的调整转速范围中，这个差分驱动器就承担传动系的转速调整并且同步制动器被释放。

[0034] 图 1 以泵为例示出用于传动系的差动系统的原理。在此，做功机械 1 是泵的转子，该转子经由一根驱动轴 2 和一个差动传动装置 3 而由驱动装置 4 驱动。驱动装置 4 优选为中压三相交流电机，该中压三相交流电机与电网 12 连接，该电网在所示出的实例中由于中压三相交流电机的原因是中压电网。然而所选择的电压水平取决于使用情况和主要是取决于驱动装置 4 的功率水平并且在不影响本发明系统的基本功能的情况下可以具有任何所期望的电压水平。根据驱动装置 4 的极对数产生结构类型特定的运行转速范围。运行转速范围在此是如下的转速范围，在该转速范围中，驱动装置 4 可以提供限定的或期望的或要求的扭矩或者在电驱动装置的情况中可以与电网 12 同步。行星架 7 与驱动轴 2 连接，驱动装置 4 与内齿轮 8 连接，而差动传动装置 3 的太阳轮 9 与差分驱动器 5 连接。由此在这个实施方式中，差动系统的核心是具有三个输入端或者输出端的简单的行星齿轮传动级，其中一个输出端与做功机械 1 的驱动轴 2 连接，第一输入端与驱动装置 4 连接，而第二输入端与差分驱动器 5 连接。

[0035] 为了能够最佳地适配差分驱动器 5 的转速范围，在太阳轮 9 与差分驱动器 5 之间设置适配传动机构 (Anpassungsgetriebe) 10。作为所示出的正齿轮级的备选方案，适配传动机构 10 例如也可以是多级的或者设计成齿带或链传动。此外，利用适配传动机构 10 可以实现用于差分驱动器 5 的轴偏移，该轴位移基于做功机械 1 与驱动装置 4 的同轴布局能够实现差分驱动器 5 的简单设计。马达制动器 13 与差分驱动器 5 连接，该马达制动器在需要时对差分驱动器 5 进行制动。差分驱动器 5 借助包括马达侧的逆变器 6a、电网侧的逆变器 6b 和变压器 11 的优选低压变频器而与电网 12 连接。变压器对在电网 12 与电网侧的逆变器 6b 之间的可能存在的电压差进行补偿并且在驱动装置 4、电网侧的逆变器 6b 与电网 12 之间电压平衡的情况下可以取消。逆变器 6a 与 6b 通过直流中间电路连接并且在需要时可以本地 (oertlich) 分离，其中，优选马达侧的逆变器 6a 尽可能近地定位在差分驱动器 5 旁。这种设计的主要优点是：驱动装置 4 可以直接地、就是说在没有繁复的功率电子系统的情况下与电网 12 连接。通过转速可变的差分驱动器 5 实现在可变的转子转速与同电网连接的驱动装置 4 的固定转速之间的补偿。

[0036] 用于差动系统的扭矩公式为：

[0037] $\text{扭矩}_{\text{差分驱动器}} = \text{扭矩}_{\text{驱动轴}} * y/x,$

[0038] 其中，数量系数 y/x 是差动传动装置 3 中的传动比与适配传动机构 10 中的传动比的比例。差分驱动器 5 的功率基本上与由泵转速与其基本转速按百分比计算的偏差 $\times$ 驱动轴功率的乘积成比例。大的转速范围与此相应地原则上要求差分驱动器 5 的相应大的尺寸。其中也可以看到差动系统为什么特别适合于小的转速范围的原因，然而原则上可实现所有的转速范围。

[0039] 用于作为做功机械 1 的泵的差分驱动器 5 具有例如系统总功率的约 15% 的功率。这又意味着：利用差动系统不能在做功机械 1 上实现低转速。如果必须从零转速起利用高扭矩使做功机械 1 进入其工作转速范围（这是在该其内做功机械 1 基本上做功的转速范围）中，那么只能通过如下方式实现这一点，即，使差分驱动器 5（或电动地或借助马达制动器 13）减速并且将驱动装置 4 与电网连接。做功机械 4 在当前情况下又很难有能力施加额定扭矩，或者为了几乎加速到同步转速，该做功机械消耗直至 7 倍的额定电流。

[0040] 虽然通过使用所谓的星形 / 三角形接法可以减少起动电流，然而由此也降低了可实现的起动力矩。

[0041] 例如通过如下方式获得改善，即，在起动初始时使差分驱动器 5 进入它的最大可能的运行转速。由于外部负载的原因，做功机械 1 在此期间保持在低转速的范围中。通过这种方式使驱动装置 4 进入如下的转速，该转速强制性地一方面根据做功机械 1 的转速而另一方面根据差动传动装置 3 的和可能存在的适配传动机构 10 的传动比得到调节。接着如下地调整差分驱动器 5，使得它的转速保持在它的调整转速范围内，而将驱动装置 4 利用或不利用所谓的星形 / 三角形接法与电网 12 连接。在此，优选通过逆变器 6a, 6b 电动地或借助马达制动器 13 对差分驱动器 5 进行转速调整或制动。

[0042] 当例如驱动装置 4 停止运转并且做功机械 1 停止或沿着相反方向旋转时，马达制动器 13 还可以用于保护差分驱动器 5 以防止超速。

[0043] 图 2 示出的是差动系统的另一实施方式。所示出的传动系在此如在图 1 中那样也具有一个做功机械 1、一根驱动轴 2、一个差动传动装置 3、一个驱动装置 4 和一个差分驱动器 5，该差分驱动器借助变频器 6（其包括马达侧的和电网侧的逆变器、在此作为单元简化示出）和变压器 11 而与电网 12 连接。在此，差分驱动器 5 也借助适配传动机构 10 来与差动传动装置 3 连接。然而附加地，在适配传动机构 10 与差动传动装置 3 之间设置有（implementieren）离合器 15。

[0044] 同步制动器 14 作用在太阳轮 9 上并且由此作用在整个传动系上。在起动时在第一步中通过离合器 15 使差分驱动器 5 和适配传动机构 10 与传动系的其余部分分离。如果现在驱动装置 4 加速并且与电网连接，那么太阳轮 9 随着自由旋转并且在整个传动系中不能建立显著的扭矩。由此在这种情况下，做功机械 1 也维持在低转速的范围内并且驱动装置 4 在没有显著的外部的反作用力矩的情况下能够与电网 12 同步。

[0045] 为了在使驱动装置 4 同步时避免高起动电流的上述影响，可以要么设置一个星形 / 三角形接法要么通过辅助装置、例如小的转速可变的驱动使驱动装置 4 进入（大约）同步转速并且接着使其与电网 12 同步。作为备选，在离合器 15 闭合的情况下，如已经对图 1 所说明的那样，可以利用差分驱动器 5 使驱动装置 4 进入转速。在此虽然不能使驱动装置 4 加速到它的同步转速，然而至少所产生的起动电流较小。然后重新将离合器 15 断开。

[0046] 一旦驱动装置 4 加速超过一个一定的转速并且在此期间做功机械 1 仅仅缓慢旋转，在太阳轮 9 上就产生一个根据差动传动装置 3 的传动比的高转速，该转速（在考虑到适配传动机构 10 的情况下）处于用于差分驱动器 5 的允许的调整转速范围以上。该调整转速范围是差分驱动器 5 为了能够实现做功机械 1 的工作转速范围而在其内运行的转速范围。额定转速范围在此主要通过由制造商指定的电压限度、电流限度和转速极限决定。在这个阶段中，差分驱动器 5 可以不与电网 12 连接。因此在下一个步骤中利用同步制动器 14 将

差动传动装置 3 的与太阳轮 9 连接的第二输入端减速到一个转速,该转速处于差分驱动器 5 的调整转速范围内。接着(优选借助差分驱动器 5)使离合器 15 的差分驱动器侧的部分优选与差动传动装置 3 的第二输入端的转速同步并且接着将离合器 15 闭合。离合器 15 优选是形状锁合的牙嵌离合器或力锁合的片式离合器。力锁合的片式离合器的优点是:如果为此设计,那么两个离合器半部的同步是不必要的。

[0047] 通过操作同步制动器 14 强制性地使驱动轴 2 加速,其中通过由一方面同步制动器 14 的作用在驱动轴 2 上的制动力和另一方面驱动装置 4 的倾翻力矩的最小值确定可供此使用的扭矩。就是说,与根据现有技术的起动选择可能性不同,在此可以实现几倍的额定扭矩作为从零转速起的起动力矩,这是因为三相交流电机的典型的倾翻力矩是其额定扭矩的约 2 至 3 倍。原则上这种起动方法也可以应用在例如内燃机上,这有时是必要的,因为这些内燃机在部分转速范围中只能产生一个比其额定扭矩小得多的扭矩。

[0048] 例如将盘式制动器(=机械式制动器)用作同步制动器 14,以此这个同步制动器还可以用作差分驱动器 5 的运转和安全制动器。因此同步制动器 14 原则上也可以满足在图 1 中示出的马达制动器 13 的功能。

[0049] 然而作为备选可以使用任何类型的制动器。特别是所谓的减速器在此是适合的。在此首先应提及的是液力减速器(=液压制动器)组。液力减速器大多利用油或水运行,该油或水在必要时被引入换能器壳体。换能器壳体包括两个旋转对称的且彼此相对的叶轮和之前的一个与设施的传动系连接的转子以及一个固定的定子。转子使所输送的油加速,并且离心力将它向外压。通过转子叶片的形状将油引入定子,该定子因此在转子中感应产生制动扭矩并且接着然后还对整个传动系进行制动。在电动减速器中(=电动制动器)、例如在涡流制动器中,例如两个未经磁化的钢盘(转子)与驱动系连接。具有电线圈的定子位于其间。当通过激活减速器控制电流时,产生磁场,这些磁场通过转子接通。相反的磁场然后产生制动作用。例如通过内部通风的转子盘重新释放产生的热量。

[0050] 减速器作为运转制动器的重要的优点是它的无磨损性和良好的可调整性。

[0051] 本系统还可以用于在移相运行中运行驱动装置 4。就是说,驱动装置 4 可以将无功电流提供到电网 12 中或从电网 12 中获得无功电流,而不运行做功机械 1。这特别是适用于发电设施。

[0052] 图 3 示出的是差动系统的具有传动机构前置级 16 的另一实施方式。通过这个传动机构前置级 16 可以根据该传动机构前置级 16 的传动比来适配用于驱动轴 2 或用于做功机械 1 的转速范围。当基于例如低成本的驱动装置 4 的和高效率的差动系统的技术参数所产生的转速水平与做功机械 1 的所要求的工作转速范围不相符时,使用传动机构前置级 16 是必要的或有利的。由此产生的优点是:只要传动机构前置级 16 如所示出的那样是正齿轮级,那么差分驱动器 5 在没有如图 1 和 2 所示的适配传动机构 40 的情况下可以与驱动装置 4 同轴地定位在差动传动装置 3 的背向驱动装置的那侧。为了在差动传动装置 3 中实现因此可能必要的较高的传动比,适合使用所谓的多级行星(Stufenplanet)代替单一的行星。这些多级行星分别包括两个不相对扭转地连接的、具有不同直径和优选不同齿轮几何形状的齿轮。内齿轮 8 则与多级行星的直径较小的齿轮啮合,并且太阳轮 9 与多级行星的第二齿轮啮合。在差动传动装置 3 与差分驱动器 5 之间的中间轴 26 优选是不导电的纤维复合轴。如果中间轴 26 是导电的轴,则优选应该在差动传动装置 3(或存在的话适配传动机构

10) 与差分驱动器 5 之间安装绝缘元件,以便使差动传动装置 3 避开不希望有的电流。

[0053] 差动系统由此由尽可能小数量的构件组成并且此外具有最佳的总效率。在所示出的结构中,马达制动器 13 还执行图 2 中的同步制动器 14 的功能。与图 2 所示出的实施方式相比,这种实施方式的缺点是:为了起动过程必须为差分驱动器 5 设计较高的转速,该差分驱动器 5 在转速超过调整转速范围的情况下优选与电网分离。因此必须机械地承受调整转速范围以外的转速。外加更加困难的是:差动传动装置 3 的传动比必须高于用于图 2 所示解决方案的传动比,因为在此没有适配传动机构 10。然而原则上也可以为图 3 所示出的变型附加地使用适配传动机构 10,通过这种方式可以使得差动传动装置 3 的传动比变得更小。此外,也可以在差动传动装置 3 的第二输入端或者太阳轮 9 与差分驱动器 5 之间设置离合器 15 和同步制动器 14。

[0054] 原则上这种实施方式也可以用于作为做功机械 1 的发电设施、特别是风力发电设施。在这种情况下,与例如作为做功机械 1 的泵相比,能流方向翻转并且驱动装置 4 作为发电机运行。在传动机构前置级 16 与做功机械 1 之间可以在需要的情况中设置有一个或多个另外的传动级,这些另外的传动级然后优选设计成行星齿轮传动级。

[0055] 这种具有传动机构前置级 16 的实施方式的另外的优点是:可以通过简单的方式实现与做功机械 1 同轴的空心轴 27。借助这根空心轴 27 可以通过简单的方式为旋转的做功机械 1 提供电力或液力。在此,优选在传动机构前置级的背向做功机械的那侧使用旋转传递机构 28。原则上也可以在套管 27 内引导机械连杆并且由此通过平移运动或旋转运动机械地调节例如泵转子的叶片。

[0056] 如果差动系统和传动机构前置级 16 设置成所谓的“standalone”(独立式)变型,那么驱动轴 2 与驱动装置 4 优选借助离合器 17、18 连接。

[0057] 图 4 示出的是例如用于泵的差动系统的转速参数和功率参数。附图示出的是用于作为做功机械 1 的泵、驱动装置 4 和差分驱动器 5 的功率值和转速值,分别通过驱动轴 2 的转速值(“泵转速”)描述。驱动装置 4 与电网 12 连接并且因此它的转速(“马达转速”)是恒定不变的,在所示出的实例中在四极三相交流电机、50Hz 电网的情况下约为 1.500/分钟。用于驱动轴 2 的工作转速范围从 68%至 100%,其中,100%为所选定的额定值(Nennpunkt)或最大点。根据差动系统的传动比,差分驱动器 5 的转速(“伺服转速(Servodrehzahl)”)从 -2.000/分钟至 1.500/分钟。这意味着:差分驱动器 5 以发电机的方式(一)和电动机的方式(+)运行。由于差分驱动器 5 在发电机(一)范围(约 110kW)内的最大必要的功率小于在电动机(+)范围(约 160kW)内的最大必要的公差,所以差分驱动器 5 可以在发电(一)范围内在所谓的弱场范围(Feldschwachebereich)中运转,以此可以为差分驱动器 5 实现较高的、然而扭矩降低的转速。因此可以通过简单的方式扩大用于做功机械 1 的转速范围。

[0058] 用于变频器 6 的运行的所谓的 87Hz 特性曲线提供另一种扩大用于做功机械 1 的转速范围的可能性。在此原理如下:可以典型地在星形(400V)或三角形(230V)中运行马达。如果如通常那样以 400V 在星形接法中运行马达,则在 50Hz 时达到额定值。这个特性曲线在变频器中得到调节。但是也可以以 400V 在三角形接法中运行马达,并且如下地给定变频器的参数,即,使得它在 230V 时达到 50Hz。因此变频器在 87Hz($\sqrt{3} \times 50\text{Hz}$)时才达到它的额定电压(400V)。由于马达扭矩直到额定值为止是恒定不变的,所以利用 87Hz 特

性曲线达到一个较高的功率。然而在此需注意的是：与星形接法相比在三角形接法中具有高出 $\sqrt{3}$ 的电流。就是说，必须更大地设定变频器尺寸。此外，在马达中由于较高的频率还产生较高的损耗，为此马达必须设计成耐热的。然而最终利用 87Hz 特性曲线达到与弱场 (Feldschwaechung) 不同的扭矩未降低的相应 ($\sqrt{3}$) 较高的转速范围。

[0059] 图 4 中的点“T”标出驱动轴 2 的所谓的“基本转速”，在该基本转速的情况下，差分驱动器 5 的转速等于零。理想地将这个点“T”置入如下的工作范围内，在该工作范围内设施在大的时间时间份额上运行。在这个运行点中可以激活马达制动器 13，以此不必运行差分驱动器 5 并且接着由此避免与此相关的损耗和磨损。在综合特性曲线的电动机 (+) 范围中，输入端同时由驱动装置 4 和差分驱动器 5 驱动。两个功率的总和是用于驱动轴 2 的驱动功率 (“系统功率”) — 扣除产生的系统损耗。在发电机 (—) 范围内，驱动装置 4 必须补偿差分驱动器 5 的功率 (“伺服功率”)，因此系统总功率 (“系统功率”) 是驱动装置 4 的扣除差分驱动器 5 的功率的驱动功率 (“马达功率”)。就是说，在效率方面，驱动 (+) 范围更好。这很好地与所示出的设施连续运行中的负载分布的频率分布 (“概率”) 相称，该频率分布示出电动机 (+) 范围内的大部分运行时间。然而由于运行决定地，较小泵转速情况下的运行也是必要的，在此部分的停留时间随着泵转速的下降而大幅减少。

[0060] 原则上可以确定：泵转速 (“泵转速”) 越接近基本转速“T”，差分驱动器 5 上的能流就越小并且由此系统总效率也很高。因为随着泵转速的上升必要的驱动功率也升高，所以与现有技术的驱动相比通过驱动装置 4 和差分驱动器 5 的同时驱动可以将驱动装置 4 的必要的尺寸减少差分驱动器 5 的尺寸量。

[0061] 如已经在文首提及的那样，根据德国实用新型 No. 202012101708.3 可以借助差速锁将差分驱动器的传动比确定在 1 上。由此可以利用差分驱动器 5 将整个传动系加速到驱动装置 4 的同步转速并且然后使这个驱动装置与电网同步。接着可以选择地将差分驱动器 5 断开，并且驱动装置 4 独自以同步转速驱动做功机械 1。此外，差分驱动器 5 可以与驱动装置 4 同时驱动做功机械 1，由此可实现更高的传动系总功率。由此可以利用差速锁和马达制动器 13 实现传动系的两个固定的运行点。在一种成本特别低的实施形式中，差分驱动器设计成低功率的，从而利用它仅仅能使驱动装置 4 与电网 12 或者使差速锁同步。然而作为备选，这也可以通过可选地驱动差动传动装置 3 的输出端或者第一输入端来实现。

[0062] 图 5 示出的是具有简化的差分驱动器的差动系统的另一实施方式。在这种实施变型中，电网侧的逆变器 6b 由简单的整流器 19 代替。这个整流器大多具有比逆变器 6b 更高的效率并且还耐用和经济得多。由使用整流器 19 产生的唯一的限制是：只能更多以电动机驱动的方式 (+) 运行差分驱动器 5。

[0063] 如果在相反的情况中仅仅以发电机的形式 (—) 运行差动系统，那么可以在保持电网侧的逆变器 6b 的情况下由整流器 19 代替马达侧的逆变器 6a。

[0064] 图 6 示出的是在用于驱动轴 2 的工作转速范围与在图 4 中的工作转速范围 (68% 至 100%) 相同时由图 5 获得的转速参数和功率参数。由于差分驱动器 5 仅仅更多地电动机 (+) 范围内运行的实际情况，差分驱动器 5 上的最大能流比在前面示出的实例中大得多。在额定点中，差分驱动器 5 的必要功率 (“伺服功率”) 达到约 500kW，这是总驱动功率 (“系统功率”) 的 50%。这造成的结果是：也必须相应大地设定变频器 6a、19 的尺寸。这种变型的优点是：差动传动装置 3 的传动比可以比用于图 3 所示变型的传动比小得多，并且

由此在系统起动时差分驱动器 5 的在此可达到的最大转速较小。

[0065] 图 7 示出的是差动系统的具有传动换转级的另一实施方式。在这个示出的实施例中,传动机构前置级 16 扩加了另一具有与该传动机构前置级 16 不同的传动比的传动机构前置级 20。借助转换设备 21 可以在两个传动机构前置级之间进行选择并且由此获得调节传动机构 (Verstellgetriebe) 16、20、21,该调节传动机构可以实现用于驱动轴 2 的两个转速范围。作为备选,也可以设置多个转换级。

[0066] 图 8 示出的是由图 7 获得的转速参数和功率参数。原则上视图含有两条综合特性曲线,其中每条综合特性曲线都与图 6 中的相似,然而具有用于做功机械 1 的分别更小的工作转速范围。通过两级的调节传动机构 16、20、21,这些综合特性曲线相互错开,因此在用于泵的总工作转速范围相同 (“泵转速”68%至 100%) 的情况下,必要的差分驱动器 5 的结构尺寸比图 6 小。另外,可以在具有较小系统功率的综合特性曲线内在弱场范围内运行差分驱动器 5,这是因为在此用于差动系统的必要的扭矩原则上小于其额定扭矩。由此具有较小系统功率的综合特性曲线内的工作转速范围大于用于第二综合特性曲线的工作转速范围。优选两条综合特性曲线在滞后区域 (Hysteresebereich) “H”内重叠,以避免综合特性曲线之间的经常转换。然而滞后区域“H”承担在功率方面依然较小的差动系统,并且当不需要两条综合特性曲线重叠时还可以更小或完全取消。

[0067] 图 9 示出的是转速范围减小的差动系统的本发明的实施方式。原则上传动系统构造与已经在图 5 中示出的相同。在做功机械 1 (例如泵、压缩机或鼓风机) 的管路系统 29 中,节流阀 22 整合在这个做功机械之后。因此可以节制由做功机械 1 输送的量,而无需为此降低做功机械 1 的转速。这个节流阀 22 通常使用在转速不可变的驱动中,以便调整 / 控制所输送的量。节流阀 22 可以具有各种不同的实施方式,其中一个简单的闸板构成通常的变型。

[0068] 原则上也可以为图 9 所示变型附加地使用适配传动机构 10。另外,在第二输入端或者太阳轮 9 与差分驱动器 5 之间还可以设置离合器 15 和同步制动器 14。此外,传动机构前置级 16 也并不是强制性必要的。

[0069] 为了将差分驱动器 5 或变频器 6a、19 的尺寸构造得尽可能小,也可以使用电网逆变器 6b 来代替整流器 19,并且由此使得系统以电动机的方式 (+) 和以发电机的方式 (—) 运行,通过这种方式决定性地减小了差分驱动器 5 的尺寸。因此基本转速 (点“T”) 返回到工作转速范围的中心,在该工作转速范围内可以对差分驱动器 5 进行制动并且因此差动系统特别高效地运行。在此可以利用节流阀 22 对小的或由运行决定为必要的输送量变化 (诸如在泵的情况中) 进行补偿 / 调整。

[0070] 如已经对图 4 说明的那样,用于差分驱动器 5 运行和变频器 6a、6b 或 19 运行的弱场范围或所谓的 87Hz 特性曲线提供扩大用于做功机械 1 的工作转速范围的可能性。

[0071] 图 10 示出的是由图 9 获得的转速参数和功率参数。所选择的差动系统的运行范围由此返回到具有高运行频率分布的范围内 (“概率”)。一旦差分驱动器 5 在泵转速降低的情况下达到基本转速 (点“T”),就优选制动或停止这个差分驱动器。通过激活 (调整 / 控制) 节流阀 22 实现运行技术上必要的较小的输送量。在此,差动系统的转速基本上保持恒定不变。

[0072] 图 11 示出的是由图 9 (在此可以取消节流阀 22) 获得的用于所谓的涡轮泵的

可能的转速参数和功率参数。在这种应用情况中,优选系统在基本转速(点“T”)以上以电动机的方式(+)运行而在基本转速以下以发电机的方式(-)运行。在此在以发电机的方式运行中,驱动装置4作为与电网12连接的发电机运行。通过能流逆转(Leistungsflussumkehr),差分驱动器(5)在基本转速以下的做工机械转速时保持以电动机的方式(+)运行。通过这种方式获得电动简单的系统,可以在没有电网侧的逆变器的情况下实现该系统。然而因为在基本转速以下,发电机(4)与差分驱动器(5)的能流是相反的并且因此系统效率低于在以纯电动机的方式运行中,所以可以在这种运行模式中,只要在运行技术上可行,全部或部分地以一个固定的转速、就是说优选在差分驱动器5停止的情况下运行。那么理想地如下设置运行点,即,涡轮泵在基本转速(“T”)的情况下具有用于涡轮机运行模式的最佳效率。

[0073] 图12示出的是用于作为驱动装置的内燃机23的差动系统的另一实施方式。因为内燃机23不与电网连接,所以用于差分驱动器5的必要的能量取自差动传动装置3的第一输入端或者输送给这个输入端。在此,两个马达侧的逆变器6a借助直流中间电路连接并且驱动另一差分驱动器25。该另一差分驱动器借助适配传动机构24与差动传动装置3的第一输入端连接。单级示出的适配传动机构24在需要时也可以是多级的。能量回路由此闭合,并且系统实际上与电网无关地既能够以发电机的方式(-)运行也能够以电动机的方式(+)运行。如果内燃机23的与差分驱动器25的设计转速良好匹配,那么可以省略适配传动机构24,并且差分驱动器25被直接(借助离合器)与内燃机23耦合。

[0074] 理想地,包括差分驱动器5和25以及两个逆变器6a的差动系统的电气部分也与电网连接。因此可以简单地实现例如针对图1至3所说明的起动情况,和/或(如例如在船舶驱动中普遍的那样)为电力网供电。另外,也可以整合图7所示的转换级。

[0075] 代替差分驱动器5和25以及两个逆变器6a地,也可以使用静压的伺服传动机构(Stellgetriebe)。在此,差分驱动器5和25由静压的泵/马达组合代替,该泵/马达组合与压力管道连接,并且它们双方优选在流量体积方面是可调节的。因此如在转速可变的电动差分驱动器的情况中那样转速是可调整的。这也适用于电动机作为驱动装置(4)的应用。

[0076] 内燃机23与差动系统组合的运行而产生的主要优点一方面是可实现的高的起动转矩,并且一旦差动系统承担用于做功机械1的转速匹配,内燃机就可以在效率最佳的范围内运转。由于与与电网耦合的三相交流电机不同,内燃机可以转数可变地运行,所以产生使系统综合特性曲线扩大/多样化的大范围的可能性。

[0077] 图13示出的是用于对传动系振动进行减振的调整系统。差分驱动器5上的扭矩与整个传动系内的扭矩成比例,因此通过差分驱动器5可以进行扭矩调整/控制或传动系减振。在这种情况下,传动系减振理解为对旋转的传动系振动(做功机械1、驱动轴2、差动传动装置3、驱动装置4和差分驱动器5)的有针对性的调整,这些传动系振动可能恒常地或短暂地出现并且造成在整个传动系内的或部分传动系的不希望有的负荷。通过改变具有相同频率振动的差分驱动器5的扭矩和/或转速实现这一点。

[0078] 这样的不希望有的传动系振动或短暂的传动系负荷可以通过从外部作用到做功机械1上的、在驱动轴2、差动传动装置3和差分驱动器5本身内的负荷而产生或者通过驱动装置4产生并且典型地在传动系的转速特性或扭矩特性中变得可见。

[0079] 优选可以通过传动系内的转速测量和 / 或振动测量或者通过驱动装置 4 上的和 / 或差分驱动器 5 上的电流测量来检测这些传动系振动。同样也可以直接检测扭矩,然而大多只能高成本地实现。可是检测方式最终始终取决于应该在传动系内哪个位置进行减振和是否能够充分利用耦合 (Kopplung)。

[0080] 如果例如由于做功机械 1 上的典型的运转特性引起传动系振动并且应该在它们作用在驱动装置 4 上时对它们进行补偿,那么通过在差分驱动器 5 上施加 (Einpraegen) 反相的扭矩振动可以减少或消除这些传动系振动。这例如在压缩机上是这种情况,在这些压缩机中在活塞杆旋转一圈时发生结构类型特定的振动激发,这些振动激发与活塞位置强烈地相关联。因为相应的振动激发始终在同样的活塞位置上出现,所以为了能够对这些振动激发进行补偿,例如通过测量辨别圆周位置或旋转位置就足够了。对这种振动激发的辨别允许有选择地对单独的或同时对多个振动进行补偿。这优选通过对活塞杆的位置检测或者通过上面列举的方法之一来实现。通过优选利用振荡器和陷波滤波器算法的通常的信号处理方法来实现必要的、同步的和反相的扭矩 / 转速匹配,这些方法利用正确的频率模仿并分析处理经测量的振动激发。合并到一个反向耦合的 (gegengekoppelt) 系统内,通过这种方式自动地产生用于为补偿而产生的振动所需要的振幅和相位,然后利用它们来触发差分驱动器 5 上的调整元件。

[0081] 如在图 13 中示例性示出的那样,将一方面驱动装置的需实现的恒定的转速 n_4 和驱动轴 2 的转速 n_2 传输给比较电路 30。调整装置 31 借助差分驱动器 5 的输入轴的、由此测定的所期望的转速 $n_{5 \text{ 所期望的}}$ 和实际的转速 n_5 通过变频器 6 如下地控制差分驱动器 5,尽可能好地或如所期望的那样对驱动装置 4 的振动进行减振。也可以与前面说明的所有其他的实施方式无关联地使用参照图 13 所说明的传动系减振。

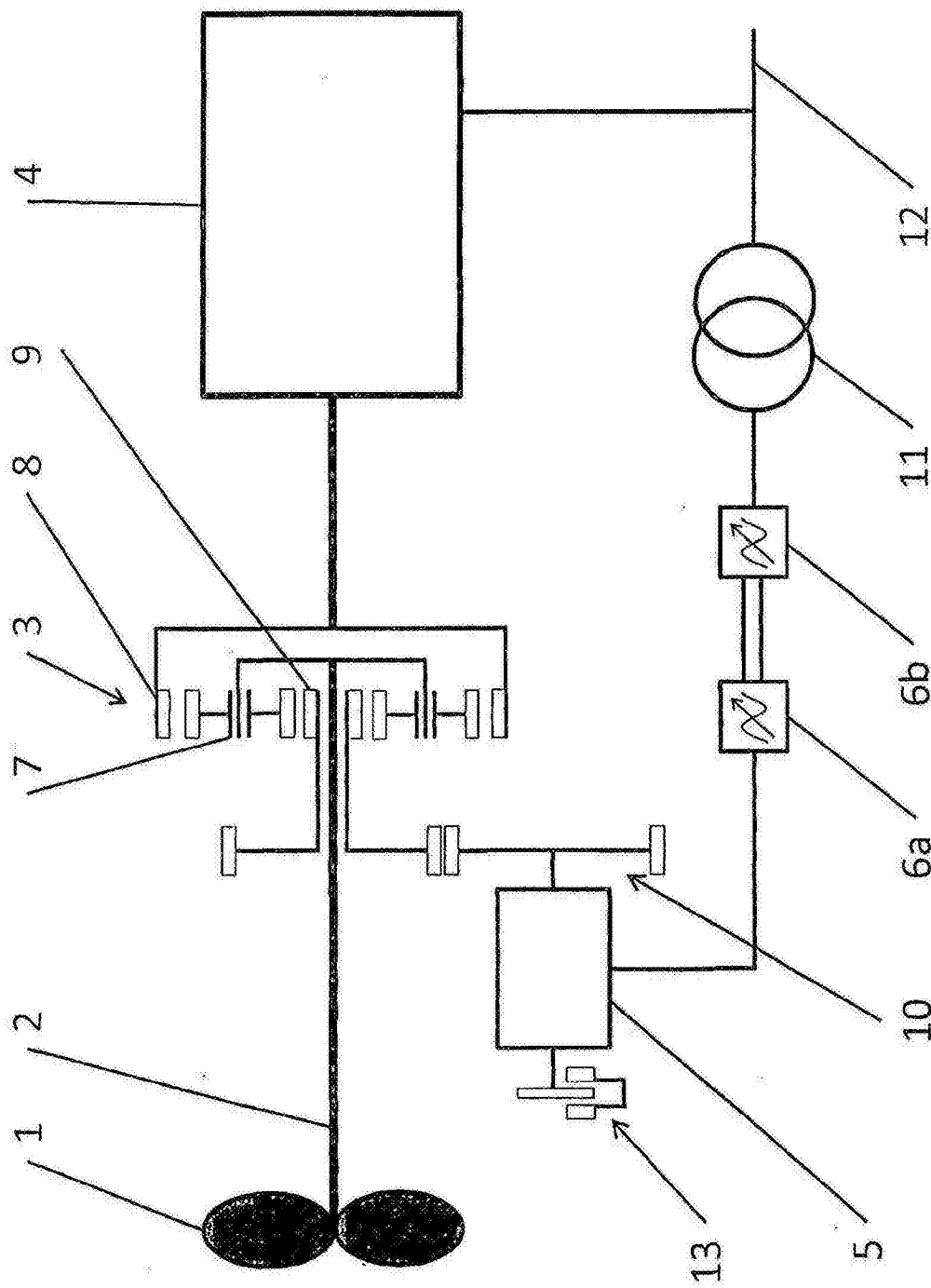


图 1

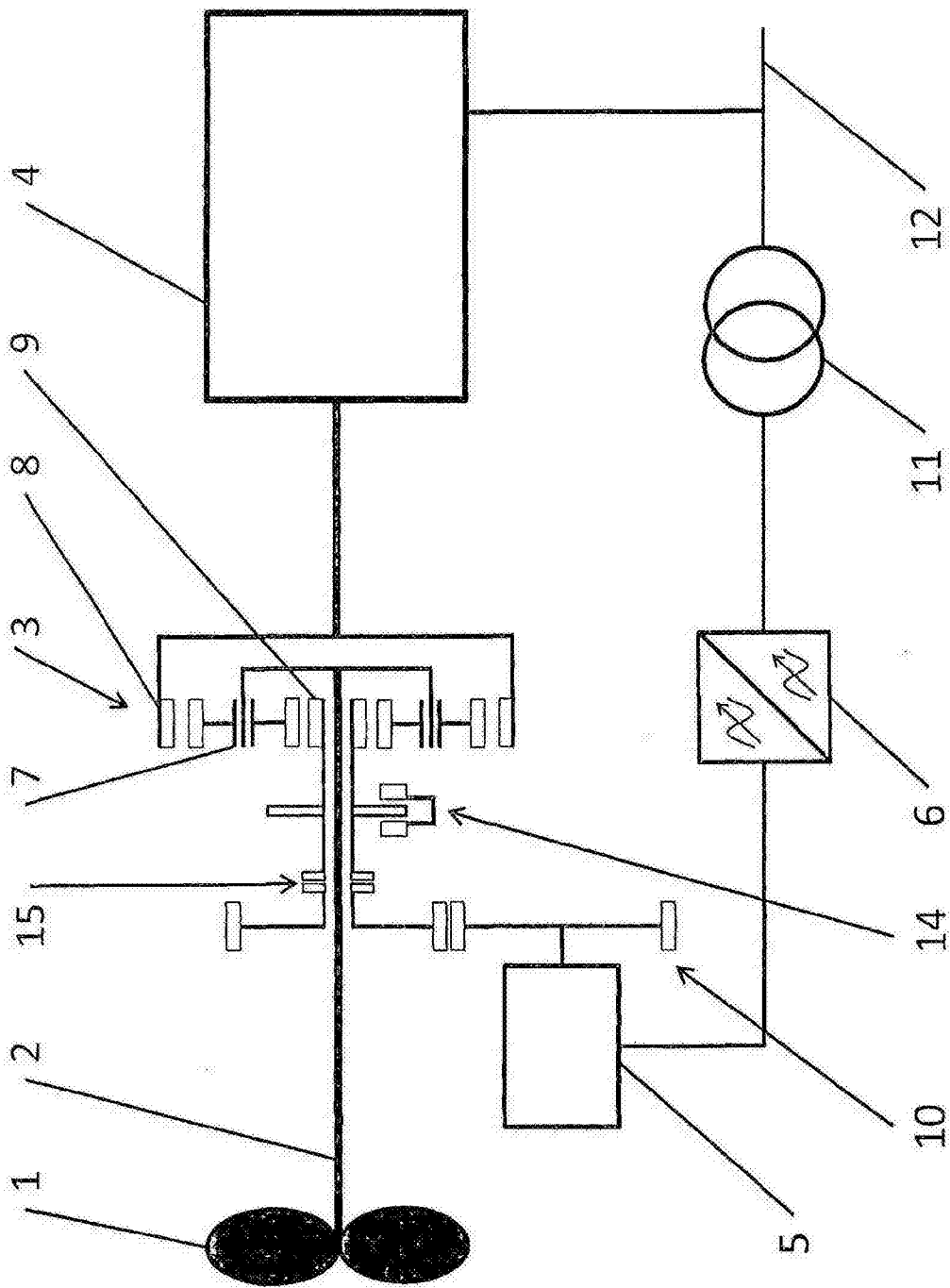


图 2

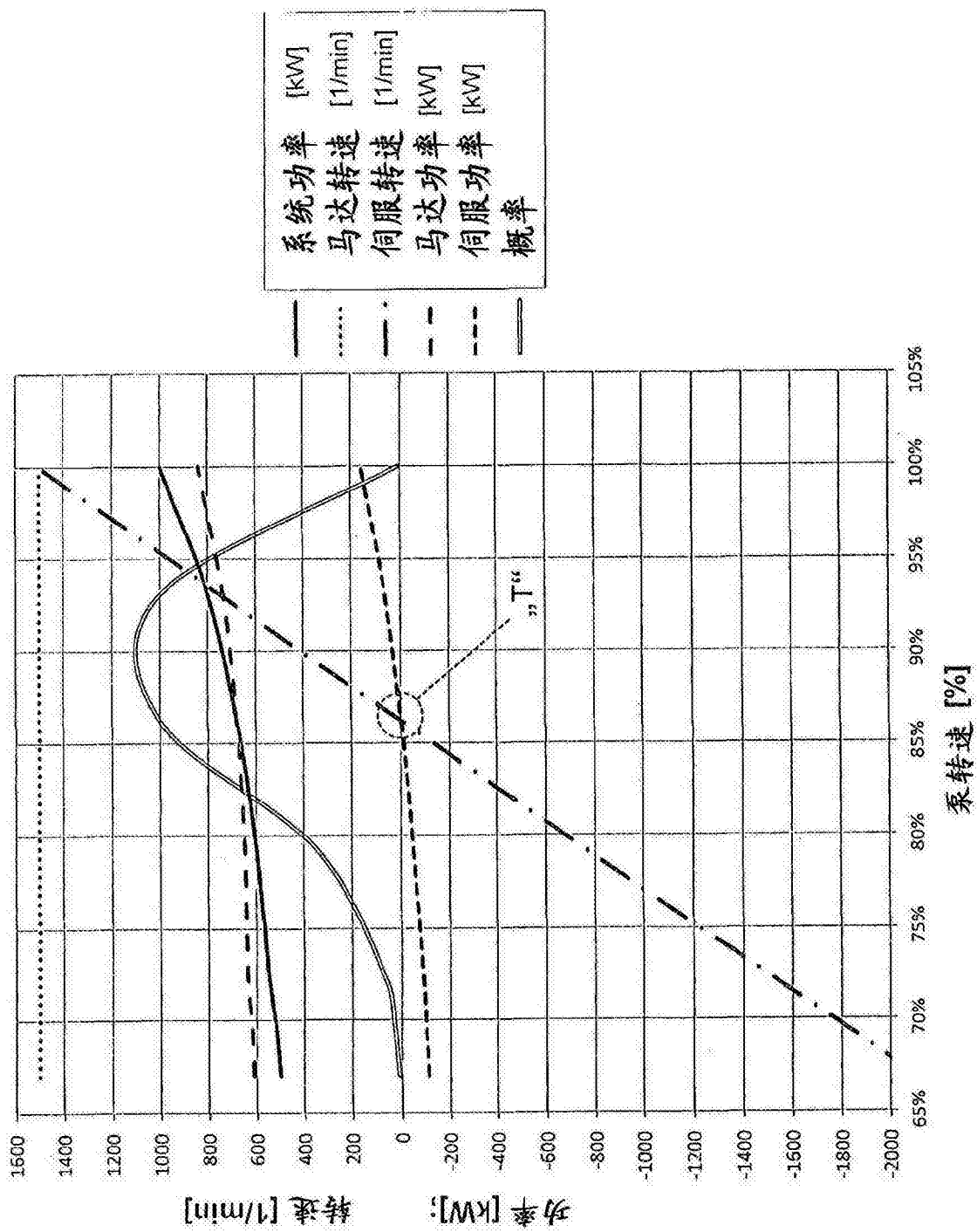


图 4

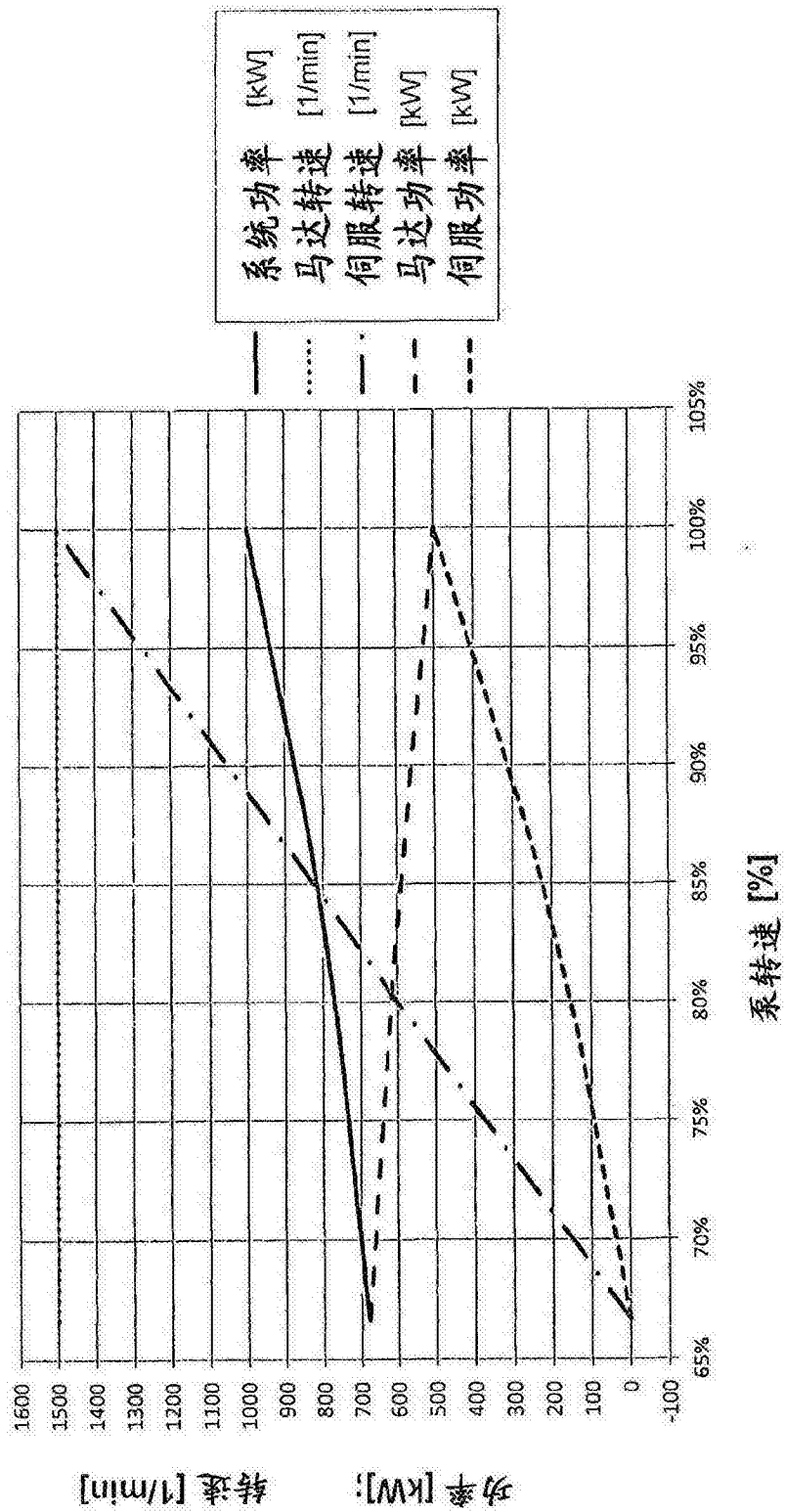


图 6

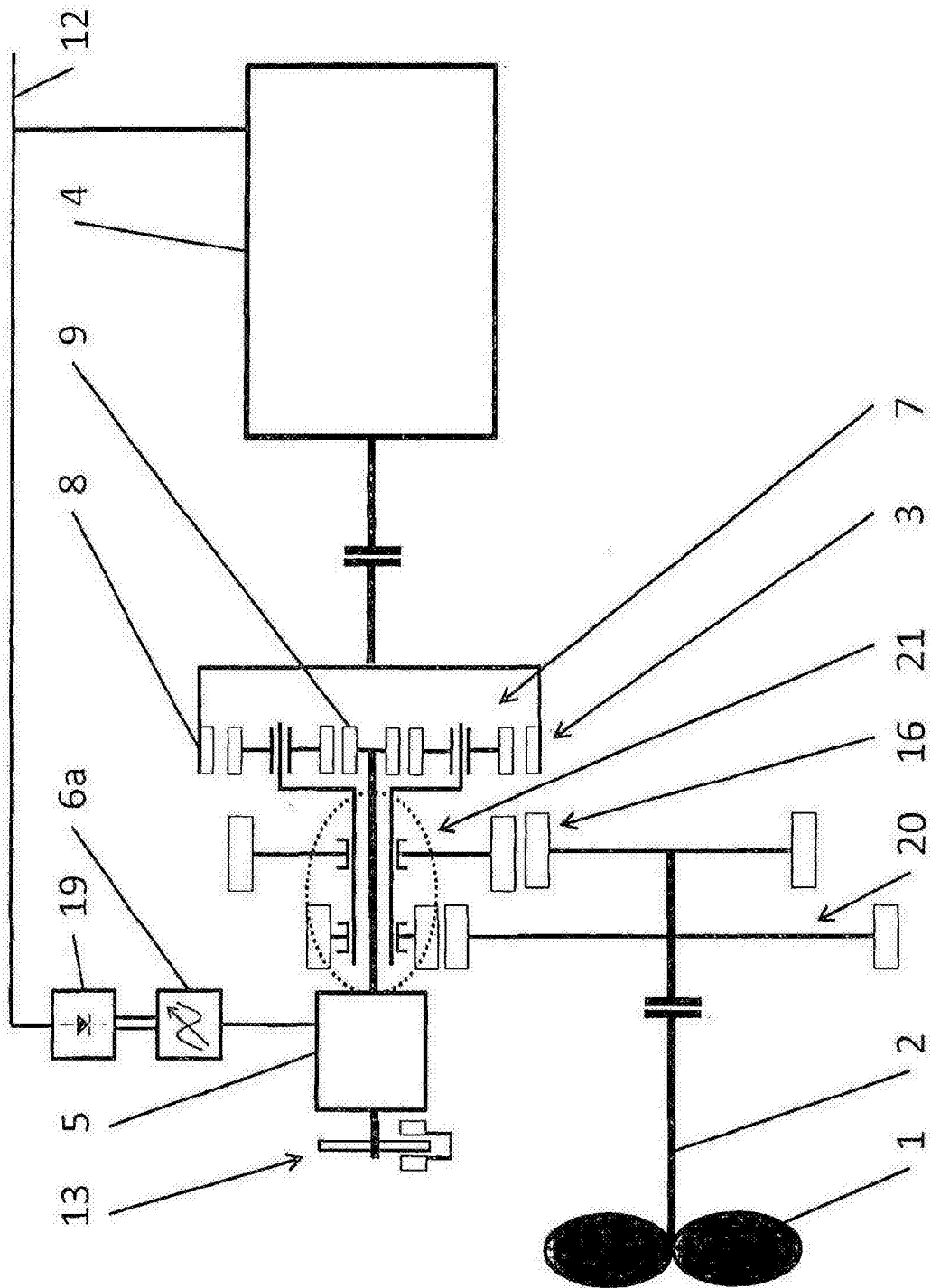


图 7

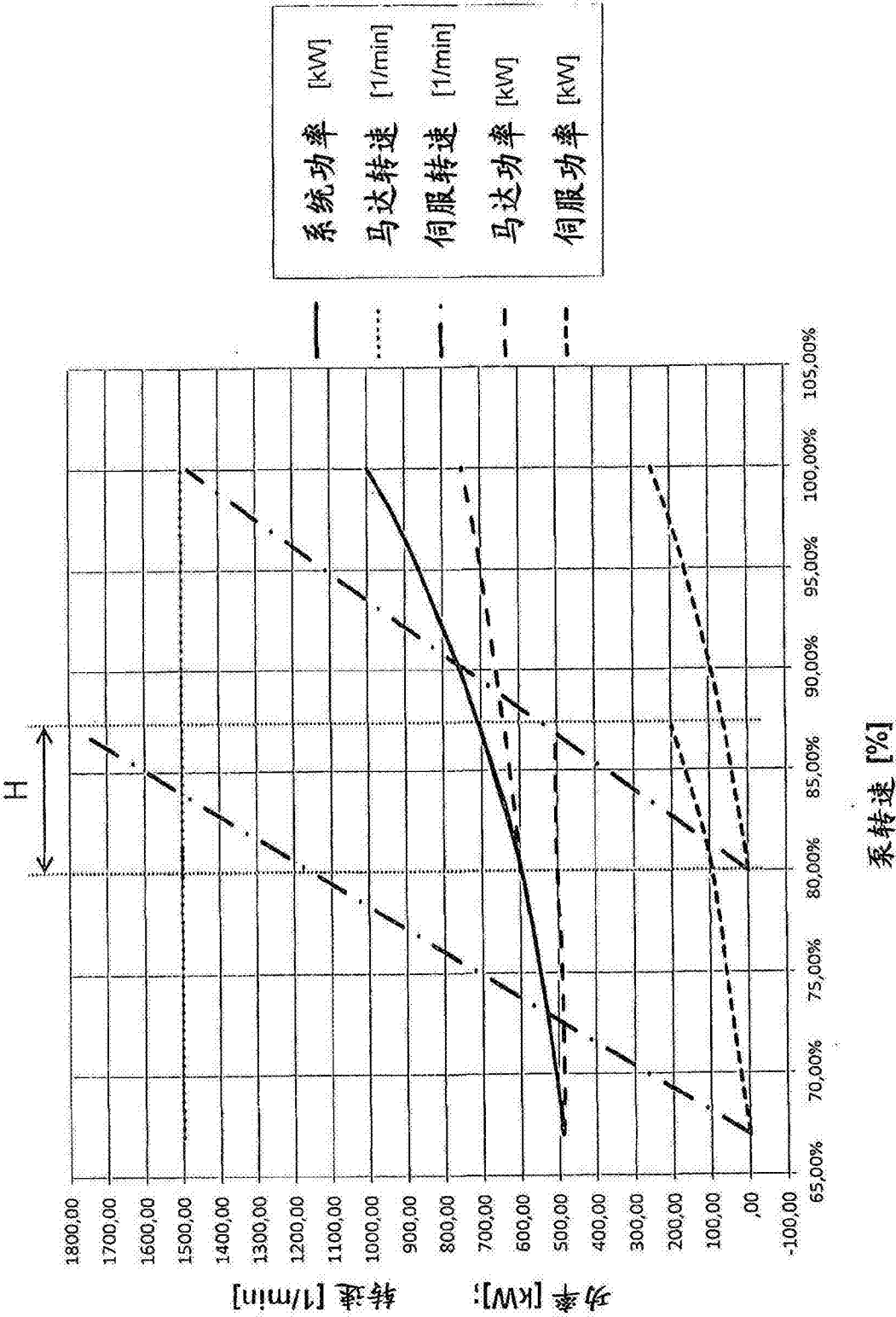


图 8

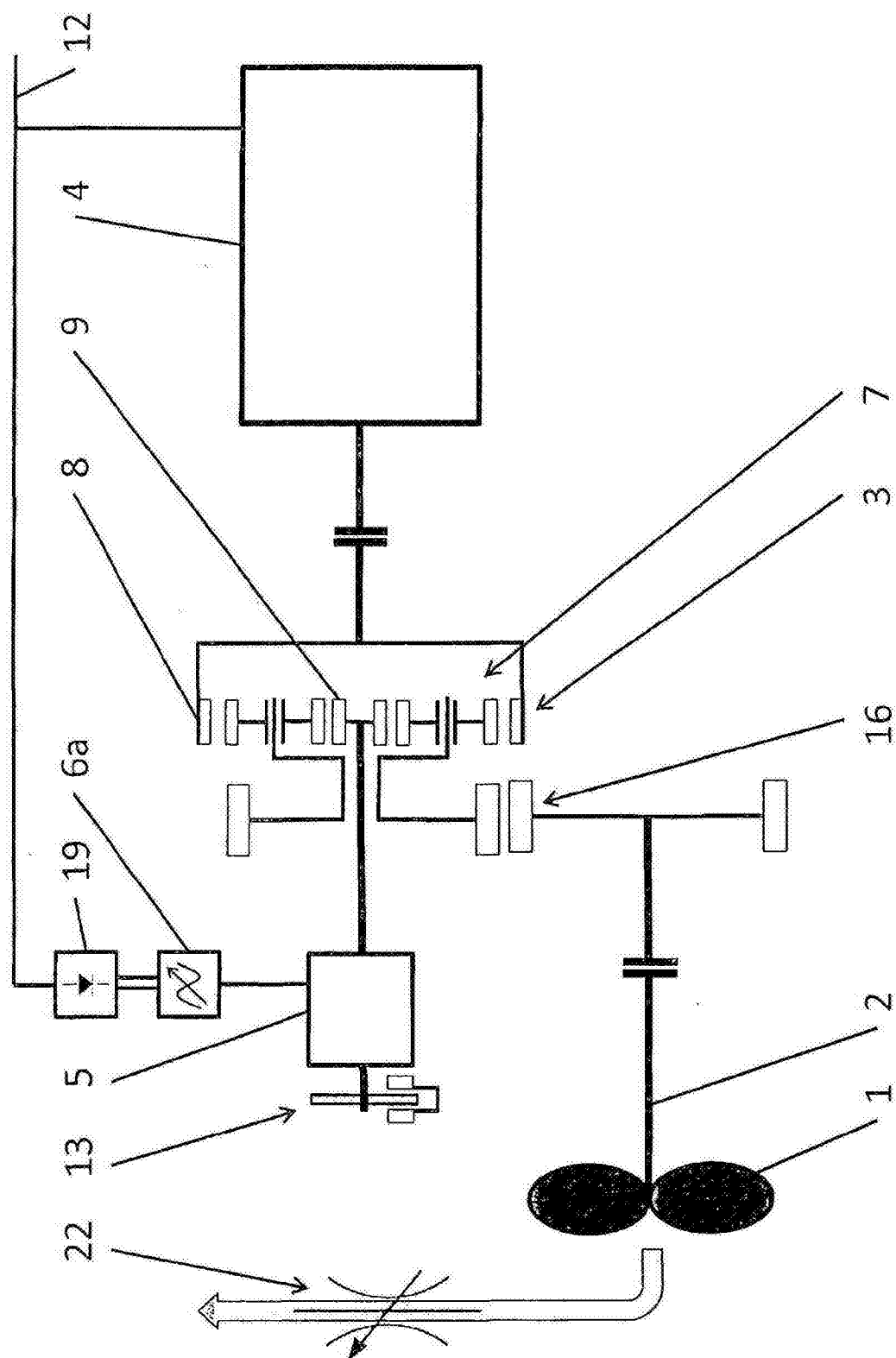


图 9

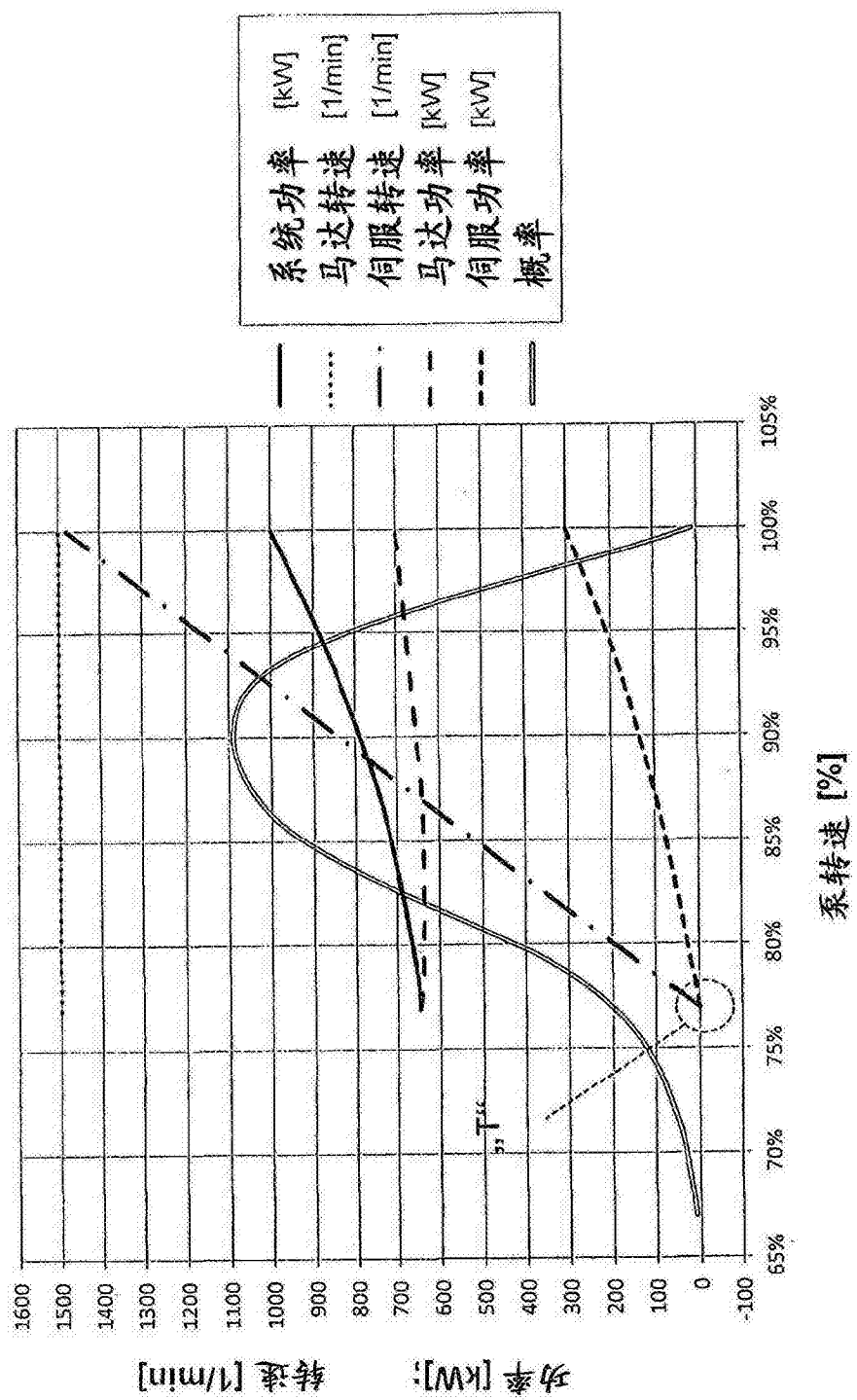


图 10

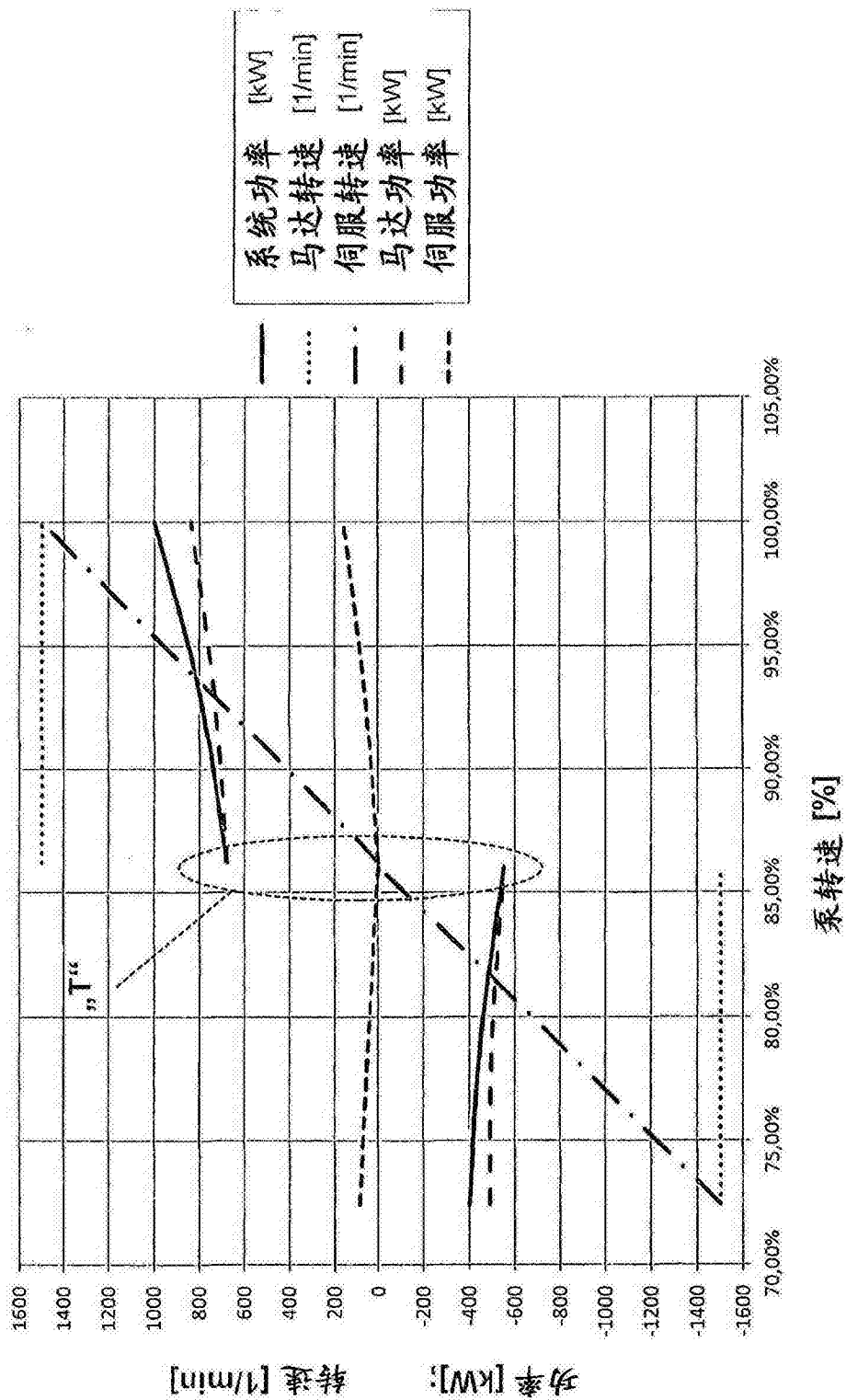


图 11

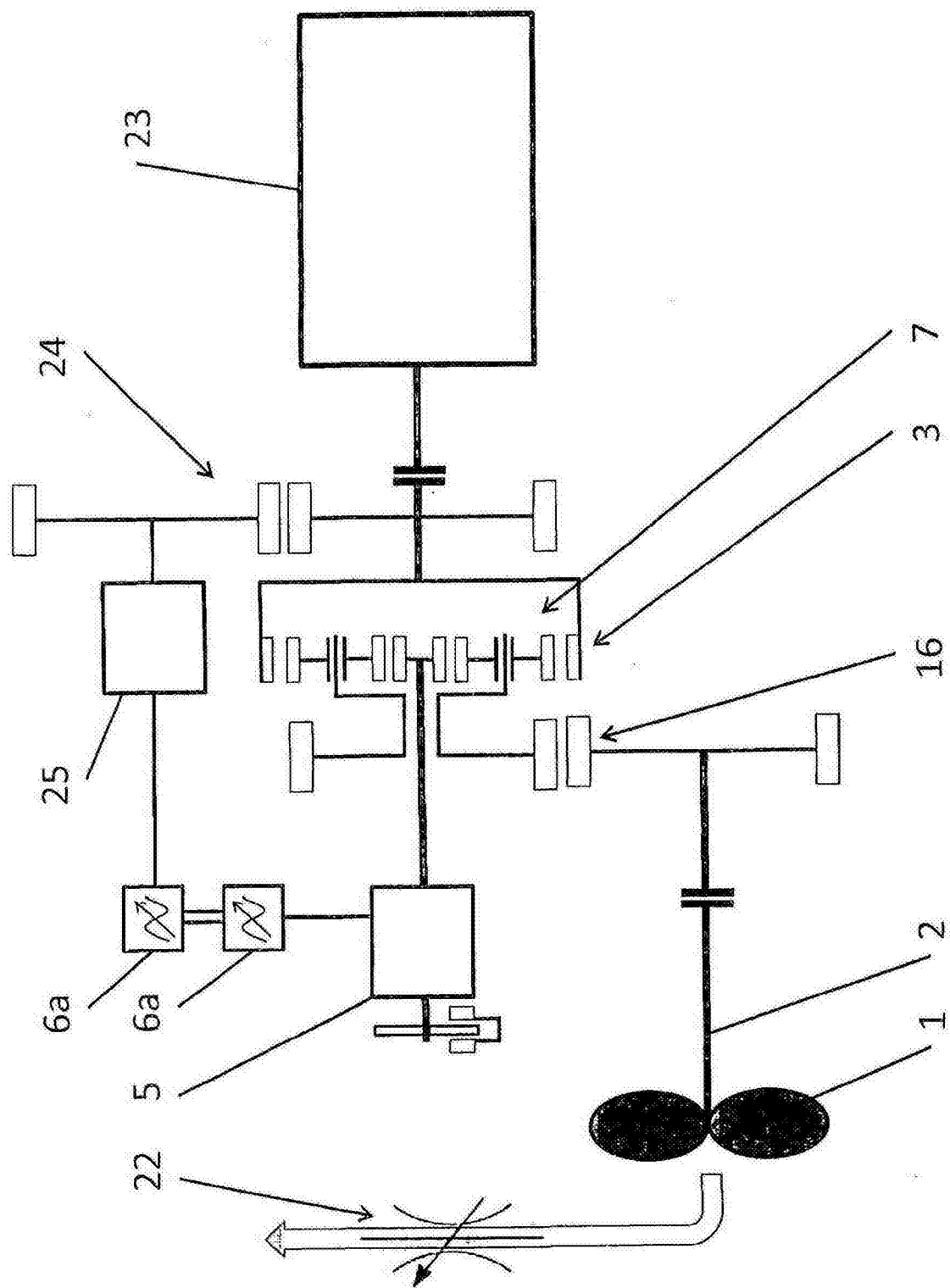


图 12

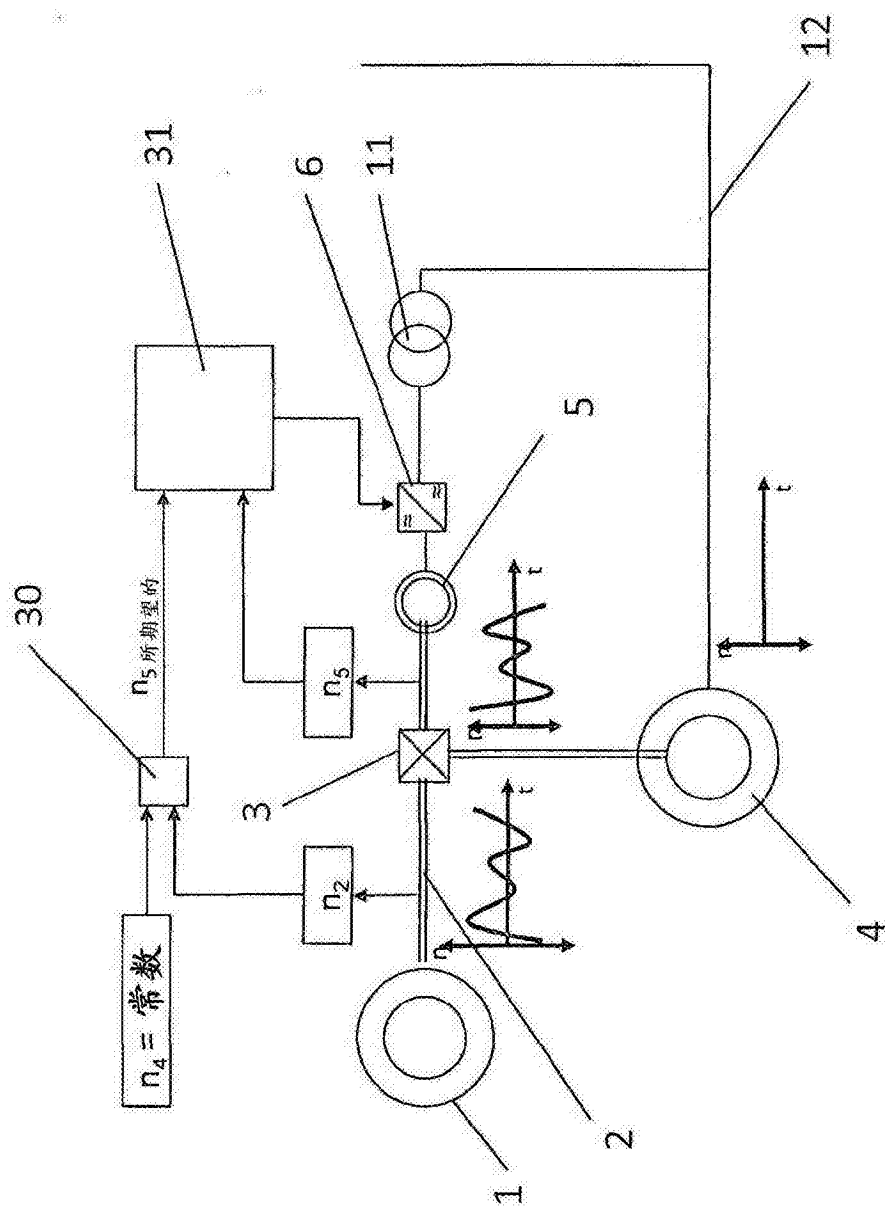


图 13