



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106941333 B

(45)授权公告日 2020.06.26

(21)申请号 201610905342.7

(22)申请日 2016.10.17

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106941333 A

(43)申请公布日 2017.07.11

(30)优先权数据

14/885,112 2015.10.16 US

15/175,761 2016.06.07 US

15/287,485 2016.10.06 US

(73)专利权人 科勒公司

地址 美国威斯康星州

(72)发明人 I·S·弗兰普顿 A·拉森

T·罗特 T·鲍曼

(74)专利代理机构 北京邦信阳专利商标代理有

限公司 11012

代理人 梁栋 路瑶

(51)Int.Cl.

H02P 9/14(2006.01)

H02P 103/20(2015.01)

(56)对比文件

US 2009/0279338 A1,2009.11.12,说明书第28、47、62-66段、附图3-5、图7、12.

US 3641418 A,1972.02.08,说明书摘要、附图1、5.

US 2011/0241465 A1,2011.10.06,说明书第19段、附图1、3.

CN 102150357 A,2011.08.10,

US 3989996 B,1976.11.02,说明书第4列第8-15,42-43行、附图10、24.

审查员 张琪

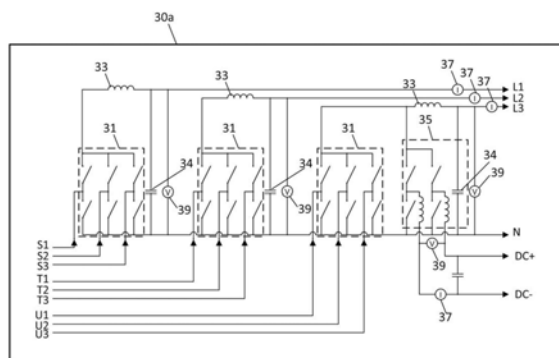
权利要求书2页 说明书29页 附图38页

(54)发明名称

具有分段波形转换器的混合型装置

(57)摘要

一种设备包括受控场交流发电机或实用电源、分段波形转换器和控制器。电源被配置成生成多相信号。同步逆变器包括在电源的多相信号与输出滤波器之间连接的多个开关。控制器被配置成基于与输出滤波器相关联的测量电量来提供用于开关的控制信号,并且可以向受控场交流发电机提供场控制信号。该设备可以应用于车辆、割草机、零转弯半径割草机或其他类型的机器。



1. 一种具有分段波形转换器的设备,包括:
受控场交流发电机,所述受控场交流发电机被配置成生成多相信号;
分段波形转换器,所述分段波形转换器包括在所述受控场交流发电机的所述多相信号与输出滤波器之间连接的多个开关;以及
控制器,所述控制器被配置成:基于与所述输出滤波器相关联的测量电量来提供用于所述多个开关的控制信号,并且向所述受控场交流发电机提供励磁电流控制信号,
其中,所述多个开关的第一开关组合与第一输出范围相关联,并且所述多个开关的第二开关组合与第二输出范围相关联,
所述控制器被配置成生成启动信号以启动与所述受控场交流发电机相关联的发动机,
所述第一开关组合和所述第二开关组合中的一个用于借助于通过所述分段波形转换器的反向流来启动所述发动机。
2. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述受控场交流发电机是绕组场交流发电机。
3. 根据权利要求2所述的设备,其中,所述绕组场交流发电机是双轴交流发电机,所述双轴交流发电机在与旋转轴线正交的公共平面上具有主定子装置和励磁机场装置。
4. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述控制器被配置成通过针对所述多个开关的不同设置来计算可用电压的多个组合,并且所述励磁电流控制信号包括所述多个组合中的至少一个。
5. 根据权利要求4所述的设备,其中,所述多个组合表示通过所述分段波形转换器的不同路径。
6. 根据权利要求1所述的设备,还包括:
电池电路,所述电池电路被包括在所述分段波形转换器中并且电连接到电池。
7. 根据权利要求6所述的设备,其中,所述电池电路被配置成向与所述受控场交流发电机相关联的发动机提供起动信号。
8. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述分段波形转换器是矩阵循环转换器。
9. 一种用于控制具有分段波形转换器的设备的方法,包括:
在受控场交流发电机处生成多相信号;
确定用于分段波形转换器的输出控制信号以控制在所述受控场交流发电机的多相信号与输出滤波器之间连接的多个开关,其中所述输出控制信号确定所述分段波形转换器的输出;以及
确定励磁电流控制信号以控制所述受控场交流发电机的励磁电流,
其中,所述多个开关的第一开关组合与第一输出范围相关联,并且所述多个开关的第二开关组合与第二输出范围相关联,
所述方法还包括:生成启动信号以启动与所述受控场交流发电机相关联的发动机,
其中,所述第一开关组合和所述第二开关组合中的一个用于借助于通过所述分段波形转换器的反向流来启动所述发动机。
10. 根据权利要求9所述的方法,还包括:
将所述输出控制信号发送到负载;以及
将所述励磁电流控制信号提供给发电机控制器。
11. 根据权利要求9所述的方法,还包括:

通过针对所述多个开关的不同设置来计算可用电压的多个组合,其中所述励磁电流控制信号包括所述多个组合中的至少一个。

12.根据权利要求11所述的方法,其中,所述多个组合表示通过所述分段波形转换器的不同路径。

具有分段波形转换器的混合型装置

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请是依据37 C.F.R. §1.53 (b) 的2016年6月7日提交的编号为15/175,761的美国专利申请(代理人案号10222-15004B)以及2015年10月16日提交的编号为14/885,112 的美国专利申请(代理人案号10222-15004A)的部分继续申请案。所述每个美国专利申请的全部公开内容通过引用并入本文。

技术领域

[0003] 本申请涉及可变速发电机的领域,更具体地涉及用于对可变速发电机上的受控场同步交流发电机的输出进行控制的交流电(AC)到AC转换器。

背景技术

[0004] 发动机-发电机组可以称为发电机或发电机组,可以包括发动机和交流发电机或者用于生成电能或电力的另一种装置。一个或多个发电机可以通过电力母线向负载提供电力。电力母线可以称为发电机母线或公共母线,将电力从发动机-发电机组传送给负载。在许多示例中,发动机-发电机组上的电负载可能会随时间而变化。

[0005] 同步交流发电机的输出的频率基于发动机的速度以及发电机的数量。为了提供恒定的输出频率,原动机可能需要以固定的速度进行操作。发动机为了向负载提供足够的电力可以无需以固定的速度进行操作,但这样做要保持频率不变。

[0006] 虽然允许发动机速度在轻负载下降低可以降低磨损、燃料消耗以及来自发电机的声排放,但是需要转换频率以使发动机速度与额定速度相比有所降低。

附图说明

[0007] 在此参照附图来描述示例性实施方式。

[0008] 图1A和图1B示出了包括一个或多个同步逆变器的示例性发动机-发电机组。

[0009] 图2示出了示例性单相分段波形转换器。

[0010] 图3A和图3B示出了分段波形转换器的示例性开关。

[0011] 图4示出了具有交流发电机励磁电流控制的示例性三相分段波形转换器。

[0012] 图5示出了另一个示例性三相分段波形转换器。

[0013] 图6A示出了图4的分段波形转换器的集成电路的示例性引脚图。

[0014] 图6B示出了图5的分段波形转换器的集成电路的示例性引脚图。

[0015] 图6C示出了用于向交流发电场供给电流的示例性电源。

[0016] 图7A和图7B示出了同步逆变器的示例性单相接线图。

[0017] 图8A示出了同步逆变器的示例性低Y形接线图。

[0018] 图8B示出了同步逆变器的示例性高Y形接线图。

[0019] 图9示出了同步逆变器的示例性低三角形接线图。

[0020] 图10示出了同步逆变器式发电机,其被配置成使用交流发电机和同步逆变器来起

动发动机。

[0021] 图11A示出了示例性发动机转矩曲线。

[0022] 图11B示出了发动机的示例性功率曲线。

[0023] 图12A示出了在含有同步逆变器的可变速发电机上的示例性受控场交流发电机中的交流发电机损耗的图。

[0024] 图12B示出了包括同步逆变器的系统的示例性发动机速度与负载曲线以及系统损耗曲线。

[0025] 图13示出了双轴交流发电机的示例性侧视图。

[0026] 图14示出了示例性同步逆变器系统的示例性框图。

[0027] 图15示出了另一个示例性同步逆变器系统的示例性框图。

[0028] 图16示出了示例性控制器。

[0029] 图17示出了图15的控制器的流程图。

[0030] 图18示出了示例性交流发电机和两个同步逆变器。

[0031] 图19示出了示例性交流发电机和三个同步逆变器。

[0032] 图20示出了实施用于电池充电的同步逆变器的示例性割草机。

[0033] 图21示出了除了实施用于电池充电的同步逆变器之外还实施另外三个同步逆变器的示例性割草机。

[0034] 图22示出了实施三个同步逆变器和公用源的示例性割草机。

[0035] 图23示出了实施同步逆变器和用于电池充电的补充同步逆变器以及公用源的示例性割草机。

[0036] 图24示出了示例性割草机和公用源。

[0037] 图25示出了包括同步逆变器的示例性车辆。

[0038] 图26示出了包括除用于电池充电的同步逆变器之外的同步逆变器的示例性车辆。

[0039] 图27示出了包括同步逆变器和公用源的示例性车辆。

[0040] 图28示出了包括同步逆变器系统的示例性发电机系统。

[0041] 图29示出了除了包括向电池供电的同步逆变器之外还包括从发电机提供电力的同步逆变器系统的示例性发电机系统。

[0042] 图30示出了具有同步逆变器的另一个示例性发电机系统。

[0043] 图31示出了图16的发电机控制器的操作的流程图。

[0044] 图32A示出了包括同步逆变器和外部负载装置的示例性发动机-发电机组。

[0045] 图32B示出了包括同步逆变器和电机的示例性发动机-发电机组。

[0046] 图33示出了包括同步逆变器和至少一个电机的示例性车辆。

[0047] 图34示出了图33的车辆的示例性子组件。

[0048] 图35示出了图34的示例性子组件的反向图。

[0049] 图36示出了图34的示例性子组件的顶视图。

[0050] 图37示出了车辆的立体图。

[0051] 图38示出了用同步逆变器向车辆供电的流程图。

具体实施方式

[0052] 交流电 (AC) 到AC转换器将AC信号或波形转换为具有不同的或经改变的电气特性的另一个AC信号。经改变的电气特性可以是电压、频率或其他特性。示例类型的AC-AC 电转换器包括循环转换器、矩阵转换器和混合型转换器。循环转换器在没有直流链路的情况下通过合成输入波形的各段来将输入波形转换成较低频率的输出信号。循环转换器可以使用硅控整流器 (SCR) 作为开关来合成所述输入。矩阵转换器利用晶体管网络,类似地以分段方式合成各段来生成期望的输出波形。混合型转换器可以结合上述两种方法的组合。虽然频率转换器或循环转换器可以允许频率的校正,但是它们操作以控制发电机的输出而不控制输入。

[0053] 这些示例中的任何示例可以统称为分段波形转换器。分段波形转换器可以从多相输入生成单相输出。分段波形转换器的输出可以是四象限输出,其中分段波形转换器可以通过分段波形转换器在任一方向上传送有功功率和无功功率。分段波形转换器通过直接输送输入信号中的一个或更多个输入信号的组合来生成在某一时间的一个段的输出波形。可以通过对输入波形进行适当滤波来去除高频纹波、开关噪声以及输出的不期望失真。通过对输入电压进行连续分段采样来产生输出波形。采样的频率限定各段的长度。采样的频率可以显著高于输入波形的频率和输出波形的频率。例如,200Hz的输入频率和60Hz的输出频率可能需要20kHz的采样及切换频率,以便提供可接受的输出电力质量。

[0054] 通过与常规逆变器截然不同的分段波形转换器实现的其他优点是,可以使用较低的额定部件。与常规整流器相比,分段波形转换器在电源与负载之间使用了较多的开关元件。因而,平均而言,通过开关元件中的每个开关元件的电流变得较少,并且开关元件可以具有较小的电流或功率额定值。较低的额定分量可以使成本降低许多。分段波形转换器可以电连接到一个或更多个滤波器并且被配置成将经滤波的输出提供给各种负载。在本文中可以将这样的分段波形转换器称为同步逆变器。

[0055] 优选的是使循环转换器能够除了控制所述输出电压之外还能够控制输入电压和频率,以便优化效率以及为循环转换器中的部件提供保护。此外,许多循环转换器由于开关和换向噪声而生成所述输出电压的总谐波失真 (THD)。取决于应用,该总谐波失真可能是不希望的。

[0056] 图1A示出了示例性发动机-发电机组10a,该发动机-发电机组10a包括同步逆变器11、发动机12和交流发电机13。同步逆变器可以包括至少一个控制器(即微处理器),以用于控制分段波形转换器的开关网络。交流发电机13可以是受控场交流发电机,其中,发电机控制器(励磁电流控制器)积极控制场电流以调节交流发电机13的输出。同步逆变器控制器和励磁电流控制器可以是相同装置或不同装置。同步逆变器的输出装置14向负载或其他装置提供输出波形。

[0057] 受控场交流发电机13被配置成通过发动机12的操作来生成多相信号。受控场交流发电机13可以包括用于生成励磁电流的励磁机电枢。当励磁机电枢在磁通中旋转时,在励磁机电枢的绕组中引起随时间变化的电压。来自励磁电枢的输出被连接到发电机的主场部分。该连接可以利用或不用电刷和滑环来完成。励磁机的输出的励磁电流在发电机的转子场中提供了磁场。当交流发电机的场部分相对于定子旋转时,磁通穿过和跨越交流发电机定子绕组,从而产生随时间变化的电压。可以对来自励磁机电枢输出的励磁电流进行整流

或者以其他方式进行控制。

[0058] 交流发电机13的输出可以是三相信号。多相信号的相位可以彼此抵消预定的角度(例如,120度或 $2\pi/3$ 弧度)。多相信号可以针对幅度和频率而变化。

[0059] 受控场交流发电机13将多相信号提供给同步逆变器11的分段波形转换器,该分段波形转换器可以包括矩阵循环转换器。分段波形转换器包括开关网络,该开关网络选择性地控制将多相信号的各分量的组合传送至输出14。例如,考虑其中多相信号包括两个分量A和B的示例。开关网络可以向所述输出提供这两个分量的若干种组合,所述组合可以仅包括A分量、仅包括B分量、A+B的相加信号、A-B或B-A的相减信号、以及可通过A-A 或B-B而实现的0或空信号。

[0060] 在输出14之前,同步逆变器11可以包括输出滤波器,并且电量可以在输出滤波器处通过一个或更多个传感器的控制器进行测量。同步逆变器11的控制器可以被配置成基于与输出滤波器相关联的测量电量来向开关网络提供控制信号,并且向受控场交流发电机提供励磁电流控制信号。

[0061] 控制器可以从至少一个传感器接收电量。控制器可以执行计算或咨询查找表来确定要输送给输出端14的多相信号的各分量的组合。在一个示例中,查找表将可用电压的组合与多个开关的不同设置相关。可用电压可以随时间改变。在一个示例中,可用电压根据预期值的基于时间的时间表而变化。在另一个示例中,可用电压根据测量值而变化。

[0062] 图1B示出了另一个示例性发动机-发电机组10b,其包括两个同步逆变器11a和11b、发动机12和交流发电机13。这两个同步逆变器11a和11b可以通过同步路径15被连接。

[0063] 这两个同步逆变器11a和11b由交流发电机13来馈送,并且被配置成使用在同步逆变器11a和11b之间的同步路径15上的同步信号来使输出波形同步。同步信号可以包括数字信号,该数字信号可以指示峰、在目标电压波形上的正向或负向零交叉、或者内部目标信号的另一要素。同步信号可以包括模拟信号,该模拟信号指示目标波形、相位角指示、或者目标输出波形的另一要素。

[0064] 同步信号可以是通信信号,用于传送目标电压、目标频率、有功负载、无功负载、表观负载、过零时间戳、时间同步信号、或者与所测量的输出波形、目标输出波形或从交流发电机到逆变器的输入相关的其他信息。在一个示例中,同步逆变器中的一者11a检测同步逆变器11a的输出的过零点和斜率,其中过零点和斜率通过使用同步信号被发送到其他同步逆变器11b。另一个同步逆变器11b可以引入延迟以便与同步逆变器11a同步。可以使用各种技术来使同步逆变器同步。

[0065] 从交流发电机13向同步逆变器11a和11b的供给可以彼此磁隔离,以允许逆变器串联地连接,这两个逆变器可以允许以中心抽头配置进行连接,从而使120或240根据需要输出电压。图2示出了包括分段波形转换器20的示例性同步逆变器11。分段波形转换器 20包括开关网络SW1至SW6以及至少一个能量存储装置。图2所示的示例包括电感器21 和电容器23。向分段波形转换器20的输入A、B和C是多相AC波形的分量。

[0066] 在一个示例中,分段波形转换器20被配置成向每个开关提供与多相输入波形的各分量中的两个分量或更少分量的任意组合相关的控制信号。控制信号可以包括A、B、C、A-B、A-C、B-C、B-A、C-B、C-A和0。其他开关配置可以被配置成提供其他组合,例如相加组合A+B、B+C和A+C,从而使用除所示开关配置之外的开关配置。在另一个示例中,分段波形转换器20

被配置成基于多相输入波形的分量的组合来提供一组预定输出。一组预定输出可以包括各分量中的仅两个分量的相减组合,包括A-B、A-C、B-C、B-A、C-B和C-A。一组预定输出可以包括0、任何单个分量(A、B或C)、或者各分量中的仅两个分量的任意相减组合。

[0067] 控制器可以访问作为时间的函数的目标输出电平。例如,目标输出可以是具有特定频率和/或特定幅度的AC波形。目标输出电平可以被存储为一系列基于时间的目标值。例如,时间值与目标输出电平相关联(例如{时间1,输出1}、{时间2,输出2})。目标输出电平可以遵循正弦函数,并且目标输出电平可以基于输出的特定电压和频率来计算。

[0068] 控制器可以计算关于输出滤波器的目标电气参数。在一个示例中,控制器计算电感器 21的目标电流,而在另一个示例中,控制器计算电容器23的目标电压。控制器可以基于在输出滤波器处的测量量(例如电压或电流)来计算电气参数的所需变化。控制器可以基于目标输出电平与当前的测量量之间的差来计算变化值(Δ)。控制器可以将变化值与来自各分量的组合的可用输出段进行比较,并且选择最接近的组合。

[0069]

时间	A-B	B-C	C-A	B-A	C-B	A-C	目标
1	49	163	-212	-49	-163	212	110
2	-80	-135	215	80	135	-215	168
3	-197	173	24	197	-173	-24	18
4	201	-25	-176	-201	25	176	-150
5	-94	230	-136	94	-230	136	-170
6	196	-189	-7	-196	189	7	-75

[0070] 表1

[0071] 不同的开关组合对应于不同的输出范围。例如,在表1中的时间间隔3处,组合C-A提供了24V,这最接近在时间间隔3处的目标(18)。在另一示例中,在时间间隔2处,组合C-B提供了135,这最接近在时间间隔2处的目标(168)。针对每个时间间隔,控制器选择可能组合中的一种。仅示出了六种组合,但是更多种组合也是可能的。可以使用基于单相测量的查找表。可替代地,可以对各个相进行测量和比较。控制器可以将可能的组合与目标值进行比较,并且选择最接近的组合。控制器针对所选组合生成励磁电流控制信号。控制器可以输出每个开关SW1至SW6的单独控制信号。每个开关SW1至SW6可以是接通的或关闭的。每种组合表示通过分段波形转换器的不同电流路径。一个或更多个组合可以用于起动发动机。这些组合中的一个或更多个可以用于通过分段波形转换器的反向电力流来起动发动机。

[0072] 作为另一个示例,控制器可以选择向输出端提供最大电压的开关组合,并且确定脉冲宽度调制(PWM)占空比,以在该开关组合与空转状态之间进行操作。可以基于目标电压与可用电压之间的比率、预定顺序、闭环输出电压控制器、输出的基于模型控制、或类似技术来选择PWM占空比。

[0073] 控制器可以确定最接近的可用组合是否在目标的阈值差的范围内。当最接近的可用组合比阈值要远离目标时,控制器可以应用PWM控制来调节信号。例如,可以将PWM占空比应用于最接近的组合来接近目标。在另一个示例中,当最接近的可用组合比阈值要远离目标时,控制器首先选择比目标大的可用组合。然后,控制器应用PWM占空比来调节所选组合以接近目标。可以根据等式1来计算PWM占空比。

[0074] $\text{PWM占空比} = \text{目标} / \text{所选组合输出}$ 等式1

[0075] 例如,考虑在时间间隔2处的示例,组合C-B提供了135,这最接近在时间间隔2处的目标(168)。控制器可以从组合(C-A)回到下一个最大输出(215)。使用等式1,PWM 占空比为 $(168/215)=0.78$ 或78%。在一个示例中,可以微调(例如每1%)PWM占空比。在另一个示例中,可使用一些示例,并且选择最接近的PWM占空比。例如,当五个占空比可用时,选项可以为20%、40%、60%、80%和100%。在上面的示例中,当等式1提供 78%时,选择80%的PWM占空比。

[0076] 表2示出了每个开关的示例性控制信号,以便分段波形转换器20提供各种输出电平或者多相信号的各分量的组合。控制器可以包括每个开关的输出引脚,以向开关提供各控制信号。在另一个示例中,分段波形转换器20可以包括开关控制器,该开关控制器根据表2 的各行接收逐位信号。例如,一系列位以形式{SW1,SW2,SW3,SW4,SW5,SW6}对应于一组控制信号。

[0077]

	SW1	SW2	SW3	SW4	SW5	SW6
A-B	1	0	0	0	1	0
A-C	1	0	0	0	0	1
B-C	0	1	0	0	0	1
B-A	0	1	0	1	0	0
C-B	0	0	1	0	1	0
C-A	0	0	1	1	0	0
0或A-A	1	0	0	1	0	0
0或B-B	0	1	0	0	1	0
0或C-C	0	0	1	0	0	1

[0078] 表2

[0079] 控制器可以计算输出滤波器的目标电气参数。在一个示例中,控制器计算电感器21的目标电流,而在另一个示例中,控制器计算电容器23的目标电压。控制器可以基于在输出滤波器处的测量量(例如电压或电流)来计算电气参数的所需变化。控制器基于目标输出电平与测量量之间的差来计算变化值(Δ)。控制器将变化值与来自各分量的组合的可用输出段进行比较,并且选择最接近的组合。

[0080] 可以选择滤波器部件电感器21和电容器23来使逆变器的输出上的总谐波失真最小化。还可以基于分段波形转换器的目标开关频率来选择电感器21和电容器23。滤波器部件可以是可更换的或设计所不可所少的。基于逆变器的目标输出电压和频率,滤波器部件可以不同。作为一个示例,当输出频率增大时,电感器21可能在大小上减少。作为另一个示例,电容器可能由于较低电压施加而在大小上增大。滤波器分量可以因应用而改变,例如当馈送电机负载时滤波器大小减小,或者当馈送敏感负载时滤波器大小增大。

[0081] 滤波器部件还可以通过对经过开关的电流可升高的速率进行限制来使逆变器控制短路电流。电流控制可以提供正弦波、梯形波、锯齿形波、三角形波、DC波、方波、或者以其他方式将输出电流成形为短路。输出电流成为短路的频率可能由于额定频率而有所不同。电流控制可以使高电平的输出电流缓慢地减小为较低电平的输出电流。作为一个示例,电流控制可以在2秒钟内将发电机额定电流的300%提供到短路中,然后在下一个5秒钟将输出电流降低为额定电流的100%。作为另一个示例,电流控制可以在5秒内将发电机额定电

流的300%提供到短路中,然后停止输出电流。

[0082] 图3A示出了分段波形转换器20的示例性开关SW1至SW6。开关SW1至SW6包括一对晶体管25(例如金属氧化物半导体场效应晶体管或MOSFET),其中由栅极驱动器27通过一个或更多个栅极电阻26来控制晶体管25。晶体管25的源极可以被直接电连接。所述开关还可以利用并联连接的多个晶体管,以便增大电流额定值或者降低电力转换的损耗。

[0083] 所述开关被配置成使得阻止电流在任一方向上流过。这允许分段波形转换器在两个AC波形之间进行切换。每个晶体管上的体二极管(如果存在)可以当晶体管在一个方向上导通时导通,所以在一个晶体管上的电压降通常比其他情况下的电压降要低。栅极驱动器电路提供必要的隔离以允许开关的源极相对于转换器的输入和输出而浮动,同时提供源极所涉及的电压或电流来触发开关。栅极驱动器将来自控制器的数字信号传送到实际开关。

[0084] 图3B示出了分段波形转换器20的另外的示例性开关SW1至SW6。开关SW1至SW6包括一对晶体管29(例如绝缘栅双极晶体管(IGBT)或其他三端子功率半导体器件)。晶体管29的发射器可以被直接电连接。所述开关还可以利用并联连接的多个晶体管,以便增大电流额定值或者降低电力转换的损耗。如果IGBT的热特性不利于并联,则可以使用并联的电阻器来连接发射器。

[0085] 所述开关被配置成使得阻止电流在任一方向上流过。这允许分段波形转换器在两个AC波形之间进行切换。每个晶体管上的体二极管可以当晶体管在一个方向上导通时导通,所以在一个晶体管上的电压降通常比其他情况下的电压降要低。栅极驱动器电路提供必要的隔离以允许开关的发射极相对于转换器的输入和输出而浮动,同时提供发射极所涉及的电压或电流来触发开关。栅极驱动器将来自控制器的数字信号传送到实际开关。

[0086] 图4示出了分段波形转换器的示例性网络30a。网络30a的输入包括:用于第一分段波形转换器的S1、S2和S3;用于第二分段波形转换器的T1、T2和T3;以及用于第三分段波形转换器的U1、U2和U3。网络30的输出包括用于每个分段波形转换器的输出线路(L1,L2,L3)。能量存储装置33(其可以是电感器)与能量存储装置34(其可以是电容器)相结合以形成输出滤波器。用于电流的测量点37和用于电压的测量点39示出了网络30上的示例性位置,其中电量可以被测量用于控制分段波形转换器。还可以使用其他的电压和电流测量位置。电路35包括用于生成励磁电流(DC+,DC-)的励磁电流电源,其中励磁电流被传送回至交流发电机的励磁线圈。

[0087] 在图4中,各个分段波形转换器共用中性连接(N)。因此,L1和L2和L3中的每一者仅并联地连接或者以三相Y形配置进行连接。图5示出了另一个示例性三相分段波形转换器,其中每个分段波形转换器是独立的并且可以以任何配置进行连接。

[0088] 每个转换器能够提供单相AC输出,但输出之间的相位可以是固定的,使得转换器网络产生多相AC输出。例如,三个转换器在1与4之间的输出、在2与5之间的输出以及在3与6之间的输出可以固定在相差120电角度,从而提供三相电力。作为另一示例,在1与4之间的输出、在2与5之间的输出以及在3与6之间的输出可以都产生具有相同相位角的电压,使它们并联地连接以在单相应用中提供增大的电流源容量。在又一个示例中,所述三个输出中的一个输出即3和6可以产生具有与其他两个输出即1和4以及2和5相差180电角度的电压,使中心抽头单相输出电压为例如120/240。在此情况下,因为两个转换器并联地连接,所以

来自发电机的输出线路中的一条输出线路的额定电流是另一条输出线路的额定电流的两倍。在另一个示例中,输出1和4可以与具有相同相位角的2和5 以及3和6相差180电角度,1和4具有两倍幅度。这使得中心抽头单相输出具有平衡线路电流额定值的电压,但只能从中性连接中得到一半的线路电流。该最终配置可能需要用于转换器31的与输入U1、U2、U3连接的高电压开关。

[0089] 图6A示出了用于分段波形转换器30a的网络的电路封装件或集成电路的示例性引脚图。网络30a的输入S1、S2、S3、U1、U2、U3、T1、T2和T3都在电路封装件的一侧,而线路输出L1、L2和L3、中性线路N以及励磁电流输出DC+、DC-都在电路封装件的另一侧。控制器区域网络(CAN)向电路封装件提供控制输入以便设置所述输出。所述控制输入可以是以上描述的逐位开关设置(例如{SW1,SW2,SW3,SW4,SW5,SW6}),或者所述控制输入可以是目标输出,并且所述开关设置在电路封装件内部被控制。

[0090] 图6B示出了用于分段波形转换器30b的网络的类似电路封装件或集成电路的示例性引脚图。网络30b的输入S1、S2、S3、U1、U2、U3、T1、T2和T3都在电路封装件的一侧,而差分输出1、2、3、4、5和6以及励磁电流输出F+、F-都在电路封装件的另一侧。如上所述,电路封装件的CAN控制输入利用逐位开关设置或目标输出电平来设置所述输出。

[0091] 图6C示出了用于控制励磁电流的示例性电源40。励磁电流电源40可以与图5的电路组合使用,或者代替图4中的电路35。电源40包括晶体管阵列41以及用于升压的开关电源。

[0092] 波形转换器网络提供输出以控制交流发电机13上的场,从而使转换器控制电源电压。交流发电机13上的场可以由高电压DC母线来供给,通过DC-DC转换器由电池电压来生成。对电源电压的控制可以允许改进的效率、部件的应力降低、更宽广的输出电压范围、以及在短路条件下的改进控制、以及其他益处。

[0093] 在上述示例中的任一个示例中,同步逆变器可以被连接以提供两个同等额定(例如 120V)的电源,或者同步逆变器可以以各种配置进行连接。逆变器经由它们之间的同步信号进行通信,以使逆变器提供同步的输出电压。在此情况下,两个逆变器提供非常通用范围的输出电压,从而允许单个发电机封装件被用于各种应用中。

[0094] 图7A和图7B示出了用于同步逆变器的示例性单相接线图,这可以由图4或图5的分段波形转换器来实现。图7A示出了作为用于连接低电压(例如120VAC)的单相输出的手段的电路。图7B示出了作为一种用于连接单相配置的标称电压(例如220或240VAC)的手段电路。

[0095] 图8A示出了作为用于连接低Y形(例如120/208VAC)三相配置的手段电路,这可以由图4或图5的分段波形转换器来实现。图8B示出了作为用于连接高Y形(例如230/400 或 277/480VAC)三相配置的手段电路,这可以通过图5的分段波形转换器来实现。图9 示出了作为用于连接中心抽头 Δ (例如120/240/208VAC)三相配置的手段电路,这可以通过图5的分段波形转换器来实现。

[0096] 图10示出了示例性发动机-发电机组,包括发动机51、电池52、受控场机器(CFM)55、两个分段波形转换器53、以及发电机控制器50。每个分段波形转换器53包括功率级 54、微处理器56和起动开关58。微处理器和/或起动开关58可以被称为电池电路,并且可以与电池52电连接,并且能够向与受控场交流发电机相关联的发动机提供数字起动信号。发动机

51包括发动机控制模块(ECM) 57和曲柄角度传感器59,或者与发动机控制模块(ECM) 57和曲柄角度传感器59电连接。功率级54包括:开关阵列,用于接收被馈送到分段波形转换器53的CFM输出61;以及励磁电流线路63,用于将励磁电流供给回至 CFM 55。CFM 55可以是交流发电机或者是受电场控制的另一旋转装置。另外,在发电机组中还可以包括不同的或更少的部件。

[0097] 同步逆变器53可以用于发起发动机旋转(起动发动机51)。同步逆变器53从在正常AC输出上的电池52接收电池电力,并且提供交流发电机定子绕组的AC电压波形,从而生成定子的旋转磁通。定子上的旋转磁通可以生成转子上的转矩。所生成的转矩将使发动机旋转,从而使空气和燃料在气缸中被压缩并且使发动机能够发起燃烧(起动)。

[0098] 基于分段波形转换器的布局,开关允许双向功率流。给定该配置,可以提供允许交流发电机用作电机来使发动机旋转的信号。发电机可以用作感应机,该感应机使用转子中的阻尼绕组、转子场绕组中的感应电流、转子与定子之间的磁阻变化、转子中的磁滞后、或者在转子钢或叠片中生成的涡流。通过激励转子场、通过对转子场中的感应电压进行整流、或者通过提供永磁体转子,发电机还可以用作同步机。可以由AC电压、DC电压、或者AC 电压与DC电压的组合来激发转子场。当转子静止时,转子场电源可以耦接通过励磁机电枢。

[0099] 发电机控制器50可以生成启动信号以启动与受控场交流发电机相关联的发动机。发电机控制器50被配置成提供向分段波形转换器53启动信号。除了启动信号之外,分段波形转换器53可以接收旋转部件的相对于静止部件位置信号,以确定发动机的速度和位置。在一些情况下,位置信号可以向分段波形转换器53提供允许使施加到交流发电机的定子上的 AC电压同步的信息。分段波形转换器还可以通过测量来自定子绕组的返回电磁场(EMF)、定子阻抗、定子电流或另一种信号来确定发动机的位置。在一些情况下,可以将曲柄角度传感器59的输出(的角度)直接馈送给同步逆变器53。在其他情况下,可以通过ECM 57或发电机控制器50曲柄角度传感器59的读取信息,并且将信息传送给同步逆变器53。

[0100] 发动机起动可以由分段波形转换器中的一个或更多个来执行。转换器可以同时分担起动负载、通过不定期地切换转换器来分担起动负载、或者这两种技术的某种组合。可以基于每个转换器的温度、转换器已经供给起动电流的时间来选择用于供给电流的转换器,以便评估在每个转换器上的部件的功能性,或者由于其他原因。

[0101] 发动机起动还可以由单独的转换器或三相逆变器来执行。单独的逆变器可以是分段波形转换器的一部分或者单独的转换器。独立的转换器可以连接到交流发电机上的一组专用绕组。交流发电机上的该组专用绕组可以是与连接到分段波形转换器的绕组电气隔离。该组专用绕组可以与主绕组具有不同的匝数。该组专用绕组可以用于对供给起动电流的电池充电。

[0102] 发动机起动可以通过控制所施加的电压的频率和幅度来执行。发动机起动可以通过控制转子与定子之间的电压和相位角来执行。发动机起动可以通过控制施加于发动机51上的转矩来执行。可以根据电流与电压之间的相位角、电流的幅度、电压的幅度、发动机速度、或者定子或转子的其他特性来测量施加于发动机上的转矩。

[0103] 图11A示出了关于包括同步逆变器的示例性发动机-发电机组的发动机总转矩的图表。如曲线图110所示,对于大多数发动机的操作速度来说,发动机提供了随速度增大而增大的转矩。由于发动机的转矩输出限制,可能难以从较低的速度快速地使发动机加速。另

外,从较低的速度开始加速可能由于燃烧事件的不频繁性而需要更长时间。

[0104] 所产生的发动机转矩可以显著小于图11A中所示的发动机转矩,这取决于交流发电机所要求的转矩。可以通过控制向发动机供给的燃料来控制发动机输出转矩。可以通过控制向发动机供给的空气来控制发动机输出转矩。交流发电机所要求的转矩可以随着电负载增大而增大。如果交流发电机转矩超过所产生的发动机转矩,则发动机速度可能降低。如果发动机转矩超过交流发电机转矩,则发动机速度可能会增大。可能需要将交流发电机转矩限制为稍低于发动机转矩的水平,以便使发动机加速。

[0105] 图11B示出了关于包括同步逆变器的示例性发动机-发电机组的发动机功率的图表。如曲线图112所示,发动机速度可以增大以提供足够的电力来满足负载需求。可以通过控制发动机的转矩输出来控制发动机速度。为了使发动机速度增大,同步逆变器可能需要暂时使输出电压降低。如果发动机无法提供足够的电力来供给负载,则逆变器可能需要暂时使输出电压降低。

[0106] 发动机可以以固定速度操作,其中通过调节励磁电流来控制该输出电压。发动机可以以可变速度操作,其中通过调节发动机速度来控制该输出电压。发动机可以以固定速度和可变速度的组合进行操作,其中通过调节速度以及调节励磁电流的组合来控制该输出电压。可以通过调节发动机速度来控制交流发电机的输出频率。同步逆变器可以根据交流发电机的输出频率来增大该输出电压的频率。同步逆变器可以根据交流发电机的输出频率来减小该输出电压的频率。不同的交流发电机和发动机类型需要对同步逆变器的输入电压进行控制的不同装置。

[0107] 同步逆变器可以控制来自交流发电机的输出,以便控制分段波形转换器的输入电压。对交流发电机输出进行的控制可以为转换器中的开关提供改进的保护、使输出上的总谐波失真减小、提高效率、提供更好的耐久性以及提高响应。

[0108] 图12A示出了关于在包括同步逆变器的示例性发动机-发电机组上的交流发电机中的转子损耗和定子损耗的图表114。该示例性设计使用绕组场交流发电机来产生向同步逆变器和ECM供给的使得发动机速度能够被调节电压。交流发电机中的转子损耗可能在低速度时最大,这是因为交流发电机以低速度饱和操作,以便以最小速度实现最大电压生成。定子损耗可能会由于增大的铜损耗而增大,而增大的铜损耗是由于负载增大进而电流增大而引起的。总损耗可能在无负载时最大,因为系统效率在空载时并不重要。系统损耗可能在30%的负载时最小,因为30%的负载是发电机的最常见操作点。

[0109] 图12B示出了关于示例性发动机-发电机组的系统总损耗的图表116,其中系统总损耗包括来自同步逆变器的损耗。示例性发电机组可以被额定为产生10kW。可以通过交流发电机损耗和逆变器损耗的总和来逼近总系统损耗。总效率可以被计算为由交流发电机提供的总功率与由发动机产生的总功率之间的比率。示例性发电机组的效率可以接近90%。

[0110] 如图12B所示,发动机速度随着发电机负载增大而增大。这可以使发动机能提供足够的电力来供给负载,并且还可以改进燃料消耗、声音和空气污染物排放以及系统寿命。发动机速度可以在不同的示例中保持恒定、降低或增大。由系统产生的交流发电机电压可以随着负载增大而增大、保持不变、或者随着负载增大而减小。发电机电压随着负载增大而增大可以有助于减少总谐波失真;电压随着负载变化而不变可以简化逆变器控制;以及电压随着负载增大而减小可以有助于减小在分段波形转换器中的各部件上的压力。

[0111] 图13示出了用于向同步逆变器提供电压的示例性双轴绕组场交流发电机。示例性交流发电机配置有与主机位于共同平面的励磁机磁场。示例性发电机拓扑结构可以在永磁体替代方案上提供额外的电压控制以及改进的速度范围。示例性交流发电机拓扑结构可以向永磁体替代方案提供类似的尺寸分布和效率。示例性交流发电机拓扑结构可以与发动机的飞轮集成一体。在本示例中,发动机的输出轴可以驱动冷却剂泵、风扇、燃料泵、另一装置,或者可以从轴铸件中被移除。还可以从发动机的端板铸件中移除该输出密封件。

[0112] 图13示出了支撑转子框架223的轴222。定子框架221由固定构件来支撑,固定构件为旋转转子提供参考框架。固定构件可以是发动机缸体或制动器或其他固定构件。转子框架223随轴旋转。转子框架223支撑转子场装置和励磁机电枢装置224d。因此,转子场装置224a和励磁机电枢装置224d可以被刚性地安装在一起或者一体形成。定子框架221支撑励磁机场装置224c和主定子装置224b。因此,励磁机场装置224c和主定子装置224b被刚性地安装在相对于转子的同一参考框架中或者可以一体形成。定子侧和转子侧中的一者或两者可以由铸铁或钢或层压硅钢或其他导磁材料形成。最外层部件可以被设计成用作屏蔽件,用于屏蔽由于最外层部件内部的一个或多个电力电子装置的高频开关而引起的电磁干扰。此外,最外层部件可以被设计成使从外部电力电子装置例如同步逆变器传导到交流发电机的辐射电磁干扰最小化。

[0113] 在励磁机场装置224c与励磁机电枢装置224d之间保持有励磁机气隙225a。通过电压调节器或另外的电源来激励励磁机场装置224c,以在励磁机气隙225a中生成励磁机磁场。励磁机电枢装置224d被配置成相对于励磁机场装置224c旋转,并且赋予跨励磁机气隙225a的在励磁机电枢中的一组线圈中的第一次变化电压。在一种替代方案中,励磁机场装置224c可以包括永磁体。在另一个替代方案中,励磁机场装置可以包括线圈或另一个磁场生成装置。

[0114] 在转子场装置224a与主定子装置224b之间保持有主气隙225b。主定子装置224b包括第二组线圈。转子场装置224a被配置成通过在第一组线圈中的第一电流被激励,并且转子场装置224a生成主磁场,主磁场可以赋予跨主气隙225b的在主定子装置224b的线圈中的第二次变化电压。

[0115] 如图13所示,主定子装置224b和励磁机场装置224c位于与轴222的旋转轴线正交的共同平面上。在第一实施方式中,只有主定子装置224b和励磁机场装置224c与位于相邻平面上的转子场装置224a和励磁机电枢装置224d位于共同平面上。在该示例中,包括转子场装置224a和励磁机电枢装置224d的相邻平面在轴向方向上与主定子装置224b和励磁机场装置224c间隔开。在本实施方式中,主气隙225b和励磁机气隙225a位于相邻平面上或者与所述轴正交的共同平面上。在该第一实施方式中,磁通经过整个主气隙225b和励磁机气隙225a而与轴旋转的轴线平行地行进。在另一实施方式中,主定子装置224b、励磁机场装置224c、转子场装置224a和励磁机电枢装置224d位于共同的平面中。在本实施方式中,主气隙225b和励磁机气隙225a可以平行于轴222的轴线而被同心地对准,其中圆柱形励磁机气隙225a的全部或部分被包含在圆柱形主气隙225b内。励磁机电枢装置224d与励磁机场装置224c、主定子装置224b、转子场装置224a向内地间隔开。换句话说,励磁机电枢装置224d比励磁机场装置224c、主定子装置224b、转子场装置224a更靠近轴222。在该第二实施方式中,磁通经过整个主气隙225b和励磁机气隙225a而与轴旋转的轴线正交地行进。注意,第一实

施方式和第二实施方式的组合也是可以的和预期的。

[0116] 图14示出了示例性同步逆变器系统的示例性框图。示例性同步逆变器包含三个分段波形转换器205a、205b和205c,这三个分段波形转换器可以提供一定电势以产生通过滤波器电路207a、207b和207c的三相输出电力。可以将来自交流发电机13的受控电压S1、S2、S3、T1、T2、T3、U1、U2和U3通过输入滤波器201a、201b和201c供给到分段波形转换器205a、205b和205c。可以使用励磁电流控制装置216来调节输入电压S1、S2、S3、T1、T2、T3、U1、U2和U3。励磁电流控制装置216可以是如下电路或装置,所述电路或装置被配置成从微控制器200接收命令或控制信号并且响应于所述命令来生成励磁电流。可以由微控制器200生成用于励磁电流控制装置216的控制信号或命令。可以根据输入计量203a、203b和203c以及输出计量209a、209b和209c来控制分段波形转换器。可以由微控制器200来控制分段波形转换器。

[0117] 可以通过切换输出接触器202a至202c并过滤滤波器207a至207c将起动电池电压施加到分段波形转换器205a至205c。同步逆变器可以使用分段波形转换器205a至205c来提供发电机绕组上的三相AC电压以提供发动机起动能力。电压S1、S2和S3、T1、T2和T3以及U1、U2和U3可以彼此电隔离。电压S1、S2和S3、T1、T2和T3以及U1、U2和U3可以连接到交流发电机13中的独立绕组。

[0118] 可以从交流发电机13从输入端C1、C2和C3对起动电池218进行充电。在C1、C2和C3上生成的电压可以与在S1、S2、S3、T1、T2、T3、U1、U2和U3上生成的电压彼此电隔离。可以通过交流发电机13中的单独绕组来生成向C1、C2和C3提供的电压。电池充电器213可以通过整流器211从C1、C2和C3接收经整流的DC电压。可以基于固定的顺序来控制电池充电器213。固定的电池充电顺序可以包括:批量充电模式,其中电压保持为较高电平,直到电流下降到低于阈值为止;浮动模式,其中电压保持为足够低的电平以避免电池过度充电;以及平衡模式,其中电压在短的持续时间内增大,以确保电池中的所有单元中的电荷相等。可以基于电池计量215来控制电池充电器213。可以由微控制器200来控制电池充电器213。可以由车载电源217来向微控制器200供电。可以以相同的频率来切换同步逆变器上的所有部件,以减少由于信号的混叠而引起的电磁干扰(EMI)。

[0119] 输入滤波器210a至210c除了向开关提供缓冲电路之外,还可以为分段波形转换器205a至205c中的开关提供保护。此外,输入滤波器部201a至201c可以为通过所述输出绕组供给S1、S2、S3、T1、T2、T3、U1、U2和U3的电感而流动的电流提供旁路路径,从而使得能够根据需要来切换电流以尽量减少输出电压的谐波失真。

[0120] 输出滤波器207a至207c可以针对来自分段波形转换器205a至205c的高频开关噪声提供旁路。微控制器200可以使用所述输出计量209a、209b和209c来确定在输出上的电压以及滤波电感器中的电流。微控制器200可以基于滤波电感器电流、滤波电容器上的电压、切换位置、来自各种信号的过去信息、以及系统参数例如滤波电容器的电容量和滤波电感器的电感,来确定来自逆变器的输出电流。微控制器200可以确定滤波电容器的随时间的电容值。微控制器200可以获知滤波电感器的随时间的电感。输出计量209a、209b和209c可以包括输出电流的测量。

[0121] 微控制器200可以基于所计算或所测量的来自每个逆变器的输出电流来确定有功和无功下降特性。可以将有功和无功下降特性用于与标准发电机并行无缝地操作。有功和

无功下垂特性可以允许使用同步逆变器与另一个发电机并行地操作。可以在发电机的四象限能力曲线之外通过断开所有开关、闭合所有开关、它们的一些组合或者通过微控制器控制的一些其他功能来保护发电机的输出。

[0122] 图15示出了示例性同步逆变器拓扑结构,该拓扑结构将分段波形转换器设置在C1、C2和C3上以起动发动机。该示例类似于图14所示的示例,不同之处在于:添加了第四分段波形转换器205d;以及相应的输入滤波器201d、输入仪表203d、输出滤波器207d和输出计量209d;以及移除了输出接触器202a至202c。如果磁通被施加到定子上而不激励转子场,则附加的分段波形转换器205d可以在发动机不运行的情况下提供从发电机得到AC输出电压的能力。通过绕组C1、C2和C3施加到定子上的磁通可以生成交流发电机13的绕组上的电压S1、S2、S3、T1、T2、T3、U1、U2和U3。这种能力可能需要不同的交流发电机拓扑结构,例如使转子场与励磁机电枢或整流器断开以及将转子中的任何减振器或感应绕组移除的能力。

[0123] 当起动电池电压被施加到分段波形转换器205a至205c时,同步逆变器可以起动发动机。可以通过数字信号、通信信号、现有输入和输出的状态,或者通过由输出计量209a、209b和209c所检测的在输出上的起动电池电压的存在来发起起动顺序。可以由微控制器200来控制所述起动。作为示例,微控制器可以向与受控场交流发电机相关联的发动机提供起动信号(例如数字起动信号)。可以通过测量交流发电机转子的相位角以及将磁通移动到与转子位置成给定角度的位置来执行所述起动。可以通过测量交流发电机转子的速度以及以给定速度差旋转磁通来控制所述起动,其中速度差还被称为转差频率。可以通过在没有发动机的反馈的情况下提供在已知方向上的固定旋转频率来控制所述起动。

[0124] 将在可提供输出电压和频率的相同同步逆变器内的输入电压和频率的控制进行组合,可以提供各种优点。作为一个示例,同步逆变器可以提供139VAC线至中性点电压,以便产生低Y形配置的240VAC线至线电压或者高Y形配置的480VAC线至线电压。提供该额外电压可能需要增大来自发电机的输入电压,但当提供120VAC线至中性点以产生208VAC线至线电压时,可以需不要增大这样的电压。包括对发动机速度的控制,可以使同步逆变器能够通过尽量减小发动机速度来提高系统的效率,或者能够通过提供作为所需输出频率的整数倍或简单比率的频率来提高效率。此外,对发动机速度的控制可以使同步逆变器能够通过调节励磁电流所提供的电压范围之外的电压。作为一个示例,交流发电机可以仅能够在1000RPM下产生90VAC,但是可能需要100VAC来产生139VAC线至中性点电压。在此情况下,同步逆变器可以将发动机速度增大至1100RPM,以便提供100VAC。

[0125] 可以由电池、发电机的AC输出、交流发电机上的专用线圈、或各种源的组合来提供交流发电机励磁电流。同步逆变器可以使用半桥电源或全桥电源来控制励磁电流。半桥电源可能向所述场提供正电压,并且允许正电压自然衰减。全桥电源可能向所述场提供负电压和正电压,从而更迅速地增大和减小电流。半桥驱动器可以提供有电池电压或者从电池电压或其他源生成的更高电压。全桥驱动器可以提供有电池电压或者从电池电压或其他源生成的更高电压。

[0126] 将发动机起动能力结合到同步逆变器中,可以允许通过针对两个操作利用相同部件以及消除对独立起动马达的需要来减小整个系统的复杂性。使用交流发电机来启动,可以实现:由于将通过起动机电机上和飞轮上的正齿轮所输送的电力移除,提供了更安静的起动操作;通过改进的效率使得在起动电池上的电流消耗降低;在起动时由于最小侧向负

载而使得系统上的磨损减少;由于较低损耗连接而使得起动速度更高;由于除去专用起动马达而使得封装尺寸减小和成本更低;以及由于在交流发电机中使用与电池充电绕组独立的绕组而使得电隔离。

[0127] 在逆变器中集成电池充电可以通过排除电池充电交流发电机来减小总封装尺寸;通过移除用于电池充电交流发电机的驱动机构来提高系统的可靠性;通过排除一个控制器来降低系统的复杂性;通过使用单独的绕组来提供电池与发电机输出之间的电隔离;以及从电池充电绕组提供用于场的高压电源。

[0128] 交流发电机13可以具有定子中的电感,该电感可以引起向分段波形转换器的输入上的电压尖峰。可以通过输入滤波器、通过用于分段波形转换器的控制算法、以及通过对交流发电机场和发动机速度的控制来使由电感生成的电压尖峰最小化。

[0129] 同步逆变器的输出可以被用于操作马达,这类似于可变频率驱动操作。分段波形转换器拓扑结构可以允许始于马达的双向电力传送,从而允许始于马达的再生中断。如果多个马达正在被给定发电机驱动,则可以在多个马达之间彼此输送电力。

[0130] 交流发电机可以具有随温度和制造公差叠加略微变化的特性。逆变器中的微控制器可以利用同步逆变器配置来适应不断变化的特性,以允许所有产品之间的一致性操作。发动机的性能特征也可以随大气条件、制造公差、燃料类型和维护项目而变化。微控制器可能能够适应发动机特性,以便提供在整个负载范围内的预期电能质量。

[0131] 微控制器200可以使用来自输出计量的闭环反馈来控制所述输出电压。微控制器200 可以根据输入电压来控制所述输出电压。可以利用具有前馈表的组合型反馈和前馈系统来控制电压,其中前馈表可以提供自适应学习能力。

[0132] 在短路条件下,微控制器200可以使用来自输出计量的闭环反馈来控制所述输出电流。输出滤波电感器可以限制输出电流的上升速率,从而潜在地防止开关在进入短路状态时被损坏。可以通过分段波形转换器中的开关、交流发电机中的激励电平、或者两者的组合来控制短路电流。此外,可以在逆变器连接到马达以便限制马达转矩的情况下控制所述输出电流。

[0133] 在使用多个逆变器的情况下,逆变器可以传送同步信号以便使不同逆变器之间的相位角相匹配。可以通过传送数字信号和模拟信号或这通过观察来自交流发电机的输入电压以及其他技术来提供同步信号。同步信号可以提供负载信息、目标信息、控制模式、连接信息等。如果使用了多个逆变器,则仅一个逆变器可以控制励磁电流。这就是说,在该系统中的其他逆变器可能需要调节它们的电源电压,因此逆变器可以通过通信网络、数字信号或模拟信号来传送所需的输入电压。

[0134] 如果多个逆变器被并行使用,则逆变器可能需要分担负载信息以便使各个逆变器上的负载均衡。这可以通过传送数字信号、模拟信号、或简单的下垂处理来提供。

[0135] 来自不同逆变器的输出电压可以与其他逆变器并联连接,或者来自单个逆变器的甚至多个输出级可以被连接在一起。逆变器的输出的配置可以是用户可调节的,或者该配置可以自动检测到输出被连接在一起,以便确定如何控制电压。自动连接检测可能涉及在一个逆变器级观察所述输入上的电压的情况下的特定上电顺序,可能涉及对异常电流监控的电流,可能涉及在输出上的要由另一装置或通过另一技术接收的特殊信号的传输。

[0136] 图16示出了示例性发电机控制器91。发电机控制器91可以包括处理器300、存储器

352以及通信接口353。发电机控制器91可以被连接到工作站359或其他外部装置(例如控制面板)以及/或者数据库357,以接收用户输入、系统特性以及本文中所描述的任何值。可选地,发电机控制器91可以包括输入装置355和/或感测电路311。感测电路311从如上所述的那些接收传感器测量(例如交流发电机输出SWC输出)。另外,还可以包括不同的或更少的部件。处理器300被配置成执行在存储器352中所存储的用于执行本文中所描述的算法的指令。处理器300可以与各种发动机和交流发电机组相兼容,并且可以识别发动机类型、制造或模型,并且可以基于所识别的发动机类型、制造或模型来查找系统特征、设置或配置文件。图17出了图16的发电机控制器的操作的流程图。另外,还可以包括不同的更少动作。

[0137] 在动作S101处,处理器300从存储器352或从实时测量(例如感测电路311)中访问在逆变器输出处的测量电量。逆变器输出可以是在一定规范下施加到负载的实际电力信号。规范可以是具有一定的时间间隔的正弦信号的目标值。可替代地,目标值可以指定逆变器输出的幅度范围或均方根范围。目标值可以指定逆变器输出的方差或质量(例如总谐波失真)水平。

[0138] 在动作S103处,处理器300基于目标值和测量电量来计算变化值。换句话说,处理器300确定逆变器输出的目标值与实际值之间的差。变化值可以是正数或负数。

[0139] 在动作S105处,处理器300将变化值与可用逆变器输入进行比较。在上述表1的每一行示出了一组可用逆变器输入。可用逆变器输入依赖于交流发电机的输出的预期值或实际值。例如,在具有输出A、B和C的三相交流发电机中,该组输出可以是A、B、C、A-B、B-C、A-C、B-A、C-B和C-A。该组输出中的每个输出具有在每个时间间隔(例如采样间隔)变化的值。

[0140] 在动作S107处,处理器300基于所述比较来选择最接近的可用逆变器输入组合(交流发电机输出)。在一个实施方式中,使用最接近的可用逆变器输入组合,而无需修改。在另一个实施方式中,对最接近的可用逆变器输入组合进行修改,以使用PWM来更接近地实现目标值。

[0141] 在动作S109处,处理器确定与所选择的逆变器输入组合对应的针对分段波形转换器的开关阵列的开关设置。开关设置是数字信号或一系列位,所述数字信号或一系列位描述了分段波形转换器的哪些开关要接通和关闭,以便提供所选择的逆变器输入组合。

[0142] 在动作S111处,处理器300向逆变器输出提供与开关设置对应的波形。在一个示例中,处理器300计算最接近的可用逆变器输入组合于目标值之间的差,并且使用具有一定占空比的脉宽调制信号来修改波形,其中所述占空比基于最接近的可用逆变器输入与目标值之间的差。

[0143] 本文中的系统可以被配置成和/或能够执行各种方法。示例性方法可以包括:在受控场交流发电机处生成多相信号;确定用于分段波形转换器的输出控制信号以控制在受控场交流发电机的多相信号与输出滤波器之间连接的多个开关,其中所述输出控制信号确定分段波形转换器的输出;以及确定励磁电流控制信号以控制受控场交流发电机的励磁电流。

[0144] 在一些情况下,所述方法可以包括:将输出控制信号发送到负载;以及将励磁电流控制信号提供给发电机控制器。

[0145] 在一些情况下,所述方法可以包括:通过针对所述多个开关的不同设置来计算可用电压的多个组合,其中所述励磁电流控制信号包括所述多个组合中的至少一个。在这些

情况中的一些情况下,所述方法还可以包括:通过针对所述多个开关的不同设置来计算可用电压的多个组合,其中所述励磁电流控制信号包括所述多个组合中的至少一个。在这些情况中的一些情况下,所述方法还可以包括:其中,所述多个组合表示通过分段波形转换器的不同路径。

[0146] 在一些情况下,所述方法可以包括:其中,来自所述多个开关的开关的第一组合与第一输出范围相关联,并且来自所述多个开关的开关的第二组合与第二输出范围相关联。

[0147] 在一些情况下,所述方法可以包括:生成启动信号以启动与受控场交流发电机相关联的发动机。

[0148] 图18示出了示例性系统,包括发动机401、交流发电机403、两个同步逆变器或分段波形转换器405a和405b、输出装置400和电池413。所述同步逆变器中之一405a与马达407a、制动器409a和车轮411a耦接,而另一个同步逆变器405b与马达407b、制动器409b 和车轮411b耦接。马达407a和407b中的一者或两者是用于该系统的输出驱动机构的示例。马达407a和407b可以单独地作为马达407以及互换地作为马达407,制动器409a 和409b可以单独地作为制动器409以及互换地作为制动器409,以及车轮411a和411b 可以单独地作为车轮411以及互换地作为车轮411。发动机401可以直接驱动所述输出装置400。另外,还可以包括不同的或更少的部件。

[0149] 交流发电机403与发动机401机械地耦接。如在前面的实施方式中所描述的,发动机 401的输出轴的旋转使交流发电机403的励磁机部分和主场部分旋转。励磁机部分包括励磁机电枢,该励磁机电枢用于生成励磁电流以在电枢绕组中引起随时间变化的磁通,从而生成电压。在励磁机电枢的绕组中的感应电压被连接到发电机的主场部分。励磁机的输出的相应励磁电流在发电机的主场部分的转子场中提供了磁场。当交流发电机的主场部分相对于定子旋转时,磁通穿过和跨越交流发电机定子绕组,从而在母线402中产生交流发电机输出信号。在本文中还包括场控制的替代形式(例如电刷和滑环、弱磁线圈、直流电流注入)。

[0150] 交流发电机的输出信号可以包括由同步逆变器405a和405b选择性地控制的多个部件。可以由在如前所述的示例中的发电机控制器50、发电机控制器91或微控制器200(任一项被单独称为“控制器”)来执行:同步逆变器405a和405b的输出的得到,或者到同步逆变器405a和405b的输出端的交流发电机输出信号的转换。控制器可以查阅查找表或配置值,所述查找表或配置值特别针对马达的特定类型的马达应用、或者基于马达的当前操作的反馈。控制器可以确定针对多个设置的开关设置,所述开关设置将同步逆变器的输出设置为交流发电机输出信号的多个分量的组合。可以输送所述分量中之一,或者可以加上或减去多个分量。控制器可以将开关设置应用于至少一个分段波形转换器,该分段波形转换器包括连接在交流发电机403与输出驱动机构(例如马达407a和/或407b)之间的多个开关。

[0151] 马达407a和407b可以是包括静止定子的AC马达,静止定子包括线圈,由同步逆变器405a和405b(被单独地称为或被称为同步逆变器405)向线圈供给交流电。线圈引起旋转磁场,该旋转磁场使与AC马达的输出轴附接的转子旋转。定子和转子可以被容置在壳体汇总,并且定子可以机械地耦接到壳体。可以使用轴承将输出轴旋转地安装到壳体。

[0152] 同步逆变器405的输出可以包括使马达的输出轴以特定速度旋转的驱动频率。在一个示例中,每秒的输出轴旋转速度与以每秒为周期的驱动频率或者按预定比率相关的驱

动频率是相同的。在其他示例中,对于感应马达,驱动频率和轴速度可以不按预定比率相关。预定比率可以取决于转子的磁极的数目和/或定子的磁极的数目。

[0153] 可以经由开关设置来选择同步逆变器405的输出,以使输出轴的速度随时间变化。输出轴的速度变化可以在小于输出轴的单次旋转或者甚至小于同步逆变器405的输出的周期的时间间隔内,这可以被称为电气子周期转矩控制。电气子周期转矩控制向输出轴施加比同步逆变器405的输出的电气周期小的转矩变化。电气子周期转矩控制可以是1毫秒到几十毫秒的量级。以此方式,可以将非常快速的变化施加到输出轴上。轴可以在仅少数旋转或甚至单次旋转中以多个速度旋转。

[0154] 控制器可以基于关于输出轴的旋转的反馈信号、输入信号、或两者来选择同步逆变器 405的输出。输入信号可以来自输入装置,以用于设置转子的速度。反馈信号可以由传感器例如旋转传感器生成。旋转传感器可以磁性地、光学地或机械地测量所述输出轴的旋转。因此,反馈信号可以指示所述输出轴的速度。

[0155] 此外,可以从同步逆变器405的输出得到反馈信号。控制器可以根据同步逆变器的输出电压或电流来计算轴输出特征,例如速度或转矩。控制器可以将反馈信号与输入信号进行比较。当输入信号表示输出轴的速度或转矩大于速度或转矩目标时,控制器减小同步逆变器405的频率、电压或电流输出。同样地,当输入信号表示输出轴的速度小于目标时,控制器增大同步逆变器405的频率、电压或电流输出。

[0156] 通过同步逆变器405,发动机401和交流发电机403的速度可以独立于施加到马达407 的频率,因此独立于车轮411的速度。因此,可以仅控制发动机401和交流发电机403来优化所述输出装置400(例如输出装置的速度),并且同步逆变器405控制马达407的速度。仅控制交流发电机403的功率或电压输出来充分地供给同步逆变器。

[0157] 发动机401的速度以及同步逆变器405的输出可以在发动机401的操作范围之内是独立的。通过该操作范围,可以在不妨碍施加到马达407和车轮411上的速度的情况下来调节输出装置400的速度。换句话说,当发动机401在预定的功率范围或旋转速度范围内操作时,车轮411的速度可以在其中发动机401的预定功率范围满足功率要求的任何预定速度范围内操作。

[0158] 电池413被连接到同步逆变器405以用作电力源和电力池。同步逆变器405可以被配置成对电池413充电或者将电池413用作经由交流发电机403来起动发动机401的电力源。同步逆变器405还可以以有限的能力使用电池413来向马达407提供电力或致动制动器409。该系统能够在不使用电池的情况下在部件之间传输电力。电池容量可能不足以向所有部件提供全电力。

[0159] 电力也可以沿相反的方向即从马达407行进到同步逆变器405。例如,可以向马达407a 施加反向转矩,从而引起通过同步逆变器405a到达交流发电机403的反向电流。通过电力母线402,反向电流可以有助于电力被同步逆变器405b汲取以及被施加到马达407b。

[0160] 在一个示例中,图18所示的系统被应用于车辆,例如铲车、装载机、高尔夫球车、或割草机如零转弯半径割草机。零转弯半径割草机可以是其中至少两个车轮被单独控制的割草机。虽然可以在以下实施方式中的一些实施方式中使用术语“割草机”,但是可以针对其他类型的车辆进行替代。除了可以将驱动系统和同步逆变器应用于甲板和割草机设备之外,还可以将驱动系统和同步逆变器应用于其他类型的车辆。因此,由同步逆变器405a和

405b 的输出分别控制每个车轮411a和411b。第一分段波形转换器405a与车辆的第一车轮411a 相关联,以及第二分段波形转换器405b与车辆的第二车轮411b相关联。第一车轮411a和/或第二车轮411b被耦接到传动系以推动车辆,传动系是输出驱动机构(主驱动系统)。在替代实施方式中,控制仅单个车轮,将多个车轮连接到单个马达,或者控制用于多个车轮的三个或更多个马达。

[0161] 使用同步波形转换器进行电气控制的优点可以通过液压或其他机械系统来实现。例如,除了增大粒度的转矩控制之外,电气驱动比液压系统更有效。可以选择燃料成本的效率改进节约和更小型发动机。电气系统优于液压系统的其他优点包括消除了可能会损坏设备或植被的液压油泄漏。

[0162] 割草机还可以包括割草系统。割草系统包括一个或更多个叶片,所述叶片被配置成切割草或其他植物。割草系统可以对应于输出装置400。轴、皮带或其他传动系可以将发动机401机械地连接到输出装置400。输出装置400和发动机401可以根据特定的本地需求(例如植物的厚度、含水量或其他因素)来响应切割的电力需求。

[0163] 在操作中,当车辆通常以直线行驶时,车轮的速度是相同的。然而,在转弯时,与相对于曲线或转弯的外侧车轮相比,相对于曲线或转弯的内侧车轮经历较低的平均速度或转数。为了减缓车轮以降低车速,可以向车轮411应用制动器409。此外,可以从内侧车轮向外侧车轮进行动力输送(例如负转矩、反向转矩、后向转矩)。内侧车轮的旋转质量的动能被消耗以向外侧车轮输送动力,从而在内侧车轮上产生制动力,同时在外侧车轮上产生加速力,而无需由发动机从中汲取动力或作为补充由发动机传送的动力。作为一个示例,内侧车轮411a的旋转质量的动能被用于驱动马达407a来生成电力,由同步逆变器405a 控制,经由母线402被输送到同步逆变器405b以用于驱动外侧车轮411b。在另一个实施方式中,可以将通过内侧车轮同步逆变器405a输送的电力用于对电池413或电池505充电。

[0164] 在一个示例中,控制器被配置成生成磁场控制信号并且将磁场控制信号提供给受控场交流发电机403。磁场控制可以调节励磁电流。可替代地,可以使用电枢反应技术例如调节弱磁通线圈上的电流或者机械技术例如改变磁路的联动路径,来修改磁通或磁场控制信号。在其他示例中,可以将来自分段波形转换器中的至少一者的DC输出施加给受控场交流发电机403作为励磁电流。可以通过在其他实施方式中描述的电路35来生成所述DC输出。可以由同步逆变器DC输出中的一个或更多个来提供所述磁场控制。可替代地,可以在具有或不具有来自同步逆变器405的信号的情况下由另外的装置来提供磁场控制。

[0165] 可以将其他同步逆变器的DC输出施加到释放机构以用于制动器409。制动器的主要功能是在被激活时减缓车轮411。然而,制动器409可以包括安全机构(例如弹簧),该安全机构默认为偏置制动器409以使车辆停止。当同步逆变器的DC输出如此发信号时,可以通过致动器(例如电磁阀)来释放安全机构。这在发动机401或同步逆变器被关闭时会使得制动被施加,以及在发动机401或同步逆变器正在运行并且施加DC输出时会使得制动被释放。

[0166] 可以将其他同步逆变器的DC输出应用于其他目的,例如控制面板、安全机构或状态指示器。控制面板可以包括用于对同步逆变器的输出进行设置的接口。安全机构可以是如下电路,该电路用于测量同步逆变器的电量、然后将该电量与阈值进行比较、以及在超过阈值的情况下识别误差。状态指示器可以包括可指示同步逆变器的一个或更多个灯或显示器。在另一个实施方式中,可以将其他同步逆变器的DC输出用于向可配置的AC或DC性质的

附件插座或照明设备供电。

[0167] 图19示出了用于割草机的示例性交流发电机和三个同步逆变器。先前所示的类似部件与图19是一致的。另外,还可以包括不同的或更少的部件。

[0168] 图19包括第三同步逆变器405c,该第三同步逆变器用于控制割草机410(例如割草机甲板)的第三马达407c。因此,与同步逆变器405c耦接的输出驱动机构(辅助驱动系统)驱动割草机410。在本实施方式中,发动机401仅驱动交流发电机403。可以仅针对系统的总功率要求对发动机速度和转矩进行控制,这可以由同步逆变器405平衡并分配。换句话说,割草机410的切割速度独立于发动机速度,以及每个车轮411的速度独立于发动机速度。还有,割草机410的切割速度可以独立于每个车轮411的速度(例如,车轮411a 独立于割草机410,车轮411b独立于割草机410,车轮411a独立于车轮411b)。在图19 的实施方式中,同步逆变器405的DC输出中的任何DC输出可以向交流发电机403供给励磁电流。在一个示例中,通过用于驱动割草机410的同步逆变器405c来提供所述磁场控制。

[0169] 图20示出了实施用于电池充电的同步逆变器的示例性割草机。图20的实施方式中的发动机401直接驱动割草机410。先前所示的类似部件与图20是一致的。另外,还可以包括不同的或更少的部件。

[0170] 同步逆变器503(附加的分段波形转换器)还可以由控制器配置和操作,并且从电池 505向电力母线402施加电力,并且相应地向同步逆变器405和马达407施加电力。电力也可以沿相反方向流动。也就是说,当制动器或以其他方式减缓车轮411中之一时,马达 407可以用作发电机并且向同步逆变器503提供电力以对电池505充电。因此,同步逆变器405a和405b中的任一者可以对电池505充电。

[0171] 可被实施为继电器或附加同步逆变器的开关501将交流发电机403连接到电力母线 402以及将交流发电机403与电力母线402断开。开关501也可以由控制器来操作。

[0172] 在由同步逆变器503提供的附件输出507可以向其他电气系统或割草机配件供电。其他配件可以包括前大灯、仪表板、转向灯、喇叭、收音机或其他装置。

[0173] 图21示出了除了实施用于电池充电的同步逆变器之外还实施另外三个同步逆变器的示例性割草机。先前所示的类似部件与图21是一致的。另外,还可以包括不同的或更少的部件。

[0174] 在本实施方式中,同步逆变器405c向用于驱动割草机410的马达407c提供电力。此外,同步逆变器405c的DC输出可以设置割草机410的甲板610的高度。控制器可以接收关于甲板高度(例如从地面起的距离)的用户输入,并且作为响应,控制同步逆变器405c 的开关设置以使用另一个电机或驱动机构来提高或降低甲板610。

[0175] 图22示出了实施三个同步逆变器和公用源的示例性割草机。先前所示的类似部件与图 22是一致的。另外,还可以包括不同的或更少的部件。

[0176] 图22的实施方式包括公用源,该公用源也可以通过同步逆变器613a和613b向电力母线402提供电力。可以将任何数目的同步逆变器耦接到公用源615。公用源可以通过各种输送机构被提供给割草机的AC源。在一个示例中,电线可以从公用源(例如电源插座) 延伸至车辆。可替代地,感应耦接或其他无线耦接可以提供公用源615。例如,可以将一个或更多个感应线圈埋入或以其他方式放置在驱动表面之下。感应线圈感应出在割草机中的一个或更多个接收线圈上的电压,并且向由控制器配置和操作的同步逆变器613a和 613b提供

电力。

[0177] 图23示出了实施用于驱动割草机运动、割草机割草的同步逆变器、以及对电池505充电的附加同步逆变器以及公用源615的示例性割草机。先前所示的类似部件与图23是一致的。另外,还可以包括不同的或更少的部件。

[0178] 取决于不同情况或当前设置,公用源615、电池505和/或交流发电机403可以通过同步逆变器405a和405b向车轮411a和411b提供电力,以及/或者通过同步逆变器405c向割草机410和/或甲板610提供电力。同样取决于不同情况或当前设置,公用源615和/或交流发电机403可以通过同步逆变器603对电池505充电。

[0179] 图24示出了示例割草机和公用源,但没有发动机。先前所示的类似部件与图24是一致的。另外,还可以包括不同的或更少的部件。

[0180] 取决于不同情况或当前设置,公用源615和/或电池505可以通过同步逆变器405a和405b向车轮411a和411b提供电力,以及/或者通过同步逆变器405c向割草机410和/或甲板610提供电力。同样取决于不同情况或当前设置,公用源615可以通过同步逆变器603对电池505充电。

[0181] 电池505还可以向外部装置例如光塔提供电力。例如,在某些时候,当公用源(例如感应线圈)在附近时,公用源615对电池505充电,而当割草机远离公用源615时,电池505向外部装置提供电力。

[0182] 图25示出了包括同步逆变器的示例性车辆。虽然示出了两个同步逆变器405,但还可以将更多或更少个同步逆变器用于向马达707供电。在一个以上的同步逆变器405的情况下,他们将并行操作以增大电容量,增大电压,增大冗余或者改进可控性。先前所示的类似部件与图25是一致的。另外,还可以包括不同的或更少的部件。图25的实施方式可以是与零转弯半径割草机不同的割草机。车辆包括发动机401、交流发电机403、一个或更多个同步逆变器405a和405b、与车轮711耦接的马达707、手动制动器703、紧急制动器705和输出710。车轮可以直接连接到马达或者经由变矩器(例如齿轮减速、差速器)连接到马达。转向机构使车轮711共同转向。如在前面的实施方式中所描述的,可以在正向方向上从交流发电机403通过同步逆变器405向马达707然后最终到达车轮711发生电力传输。同步逆变器405中之一的输出可以提供输出710,其中可以将输出710从DC转换成AC(例如120V,便于输出)。

[0183] 图26示出了包括除用于电池充电的同步逆变器之外的同步逆变器的示例性车辆。先前所示的类似部件与图26是一致的。另外,还可以包括不同的或更少的部件。

[0184] 如在前面的实施方式中所描述的,可以在正向方向上从交流发电机403通过同步逆变器405向马达707、以及响应于紧急制动器705或手动制动器703被应用而在反向方向上从车轮711通过同步逆变器405和603a向电池505发生双向电力传送。

[0185] 不同于在图25中的实施方式中的手动制动器,制动器805提供了与在再生控制方案中提供的制动能力不同的制动能力。在再生模式下,马达707通过同步逆变器405向发电机403、电池505、输出710或507、或它们的任意组合提供电力。

[0186] 图27示出了包括同步逆变器和公用源615的示例性车辆。取决于不同情况或当前设置,公用源615、电池505和/或交流发电机403可以通过同步逆变器405a和405b向车轮711提供电力。同样取决于不同情况或当前设置,公用源615和/或交流发电机403可以通过同步逆变器603对电池505充电。

[0187] 图28示出了包括同步逆变器系统的示例性发电机系统。先前所示的类似部件与图28是一致的。输出710是DC输出,输出721是AC输出。通过同步逆变器405a和405b,发动机401可以以可变速度运行,同时提供不变的AC输出721。

[0188] 图29示出了除了包括向电池供电的同步逆变器之外还包括从发电机提供电力的同步逆变器系统的示例性发电机系统。先前所示的类似部件与图29是一致的。每个同步逆变器系统可以提供DC输出。同步逆变器603a和603b提供DC输出810b,以及同步逆变器403a和403b提供DC输出810a。

[0189] 图30示出了具有同步逆变器的另一个示例性发电机系统。先前所示的类似部件与图30是一致的。

[0190] 电容器组823可以将来自公用源615的单相效用适用于同步逆变器。电容器组823从单相效用通过相移单相源生成多相信号。利用相位差来向同步逆变器403提供多相输入。电容器组823可以包括两个或更多个电容器、或两组或更多组电容器,用于将单相源转换为三相信号。单相公用源可以被指定为相A,第一电容器或第一组电容的输出可以被指定为相B,以及第二电容器或第二组电容器的输出可以被指定为相C。

[0191] 图31示出了图16的发电机控制器的操作的流程图。另外,还可以包括不同的更少动作。

[0192] 在动作S201处,处理器300识别在受控场交流发电机(例如交流发电机403)处的多相信号。可以通过感测电路311来检测多相信号。

[0193] 在动作S203处,处理器300确定用于至少一个同步逆变器的输出控制信号,以控制在受控场交流发电机的多相信号与至少一个输出装置之间连接的开关。输出控制信号确定至少一个同步逆变器的输出。

[0194] 在动作S205处,处理器300确定至少一个输出装置的输出转矩。输出装置可以是车轮、驱动机构、割草系统、甲板高度系统、或发电机。在替代实施方式中,处理器300可以确定输出至少一个输出装置的速度、位置或其他目标。此外,可以将受控场交流发电机用作电力源,或者可以由替代源(例如效用、电池、风能、太阳能、核)来提供电力。

[0195] 具有输出滤波器的同步逆变器电路

[0196] 参照图14和图15,一个或更多个分段波形转换器205包括与受控场交流发电机的多相信号连接的多个开关,并且被配置成通过输出滤波器电路来产生三相输出电力,其中输出滤波器电路包括至少一个输出滤波器207。输出电力可以被称为驱动信号,该驱动信号可以驱动至少一个马达,例如在图24至图31的示例中所描述的那样。分段波形的输入电路可以包括输入滤波器201,并且包括与受控场交流发电机连接的输入端,该输入端被配置成从受控场交流发电机接收多相信号。至少一个输出滤波器207被配置成基于针对电机的至少一个设置来修改驱动信号。控制器200被配置成生成用于设置开关状态的控制信号,以生成用于至少一个马达的驱动信号。控制信号可以基于传感器数据。

[0197] 参照图32A,示例性发动机-发电机组件70包括同步逆变器11、发动机12、发电机13和输出滤波器74,并且被耦接到负载装置65。同步逆变器11可以包括:与受控场交流发电机电耦接的输入端,该输入端被配置成从受控场交流发电机接收多相信号;以及至少一个控制器(即微处理器),该控制器用于控制与交流发电机13的多相信号连接的分段波形转换器的开关网络,并且同步逆变器11生成用于至少一个负载装置75的驱动信号。此外,交流发电

机13可以是受控场交流发电机,其中,发电机控制器(励磁电流控制器)积极控制场电流以调节交流发电机13的输出。

[0198] 来自交流发电机的其中波形与理想正弦偏离的电气噪声成为当该波形向电机供电时的机械噪声(音频)。在AC-AC转换器中,噪声通常不是设计问题。对于重型设备例如矿山设备,来自电动马达的机械噪声可能相对于成本是可接受的,这是因为环境中的其他噪声往往超过该电动马达的噪声。其他应用可能需要由电动马达产生较少的噪声。在一些示例中,来自水力学的声音可能会超过发动机的声音。在一些应用例如在安静的环境例如高尔夫球场中所使用的大车或割草机中,声音变为优先事项。输出滤波器74降低从交流发电机 12输出的波形上的噪声,所述噪声可以包括声频噪声和电磁干扰。输出滤波器74还可以减少马达中的加热,因为经滤波的波形更接近地匹配马达的物理特性。

[0199] 输出滤波器74被配置成基于针对至少一个负载装置75的至少一个设置来修改驱动信号。输出滤波器74可以包括:一个或更多个有源部件,这包括SCR、场效应晶体管(FET)和绝缘栅双极晶体管(IGBT);以及一个或更多个无源元件,例如电容器、电感器和电阻器。所述至少一个设置可以包括负载装置75的物理参数、针对在斜坡上、下降面、或沿斜面行驶的倾斜设置、针对低半径转弯的转弯设置、针对马达的负载设置、燃料效率设置、或配置设置。以下各节更详细地描述了这些示例中的每个示例。如图32B所示,至少一个负载装置75可以是马达,例如直流(DC)马达、AC感应马达、同步AC马达、无刷DC马达、刷式DC马达、或前述设计的多个设计的组合。

[0200] 控制器71被配置成生成用于设置多个开关状态的控制信号,以生成用于至少一个马达的驱动信号。控制信号可以基于传感器数据。传感器数据的示例包括杆转向传感器数据、负载传感器数据、或方位传感器数据。

[0201] 电力系统设备示例

[0202] 电力系统装置包括同步逆变器以及由同步逆变器驱动的至少一个马达。在一个示例中,同步逆变器驱动车辆的一个或更多个车轮。电力系统可以包括多个同步逆变器,每个同步逆变器与不同的马达电耦接。此外,电力系统可以包括由单个逆变器驱动的多个马达。

[0203] 电力系统设备可以包括用于割草机或其他车辆的电子混合型电力系统。电子混合型电力系统可以包括用于多个驱动轮中的每个驱动轮的同步逆变器和马达。可以根据本文所描述的技术来独立地驱动电动马达和驱动轮。混合型电力系统可以包括至少一个电池,所述至少一个电池由交流发电机在第一时间或者在供电周期的一部分来充电,随后在第二时间或在供电周期的一部分向至少一个马达供电。

[0204] 图33示出了包括同步逆变器和至少一个马达的示例性车辆80。车辆80包括发动机12、发电机13和同步逆变器11。车辆80还可以包括输出滤波器74。车辆80包括马达81、齿轮传动装置82、车轮连杆83、一个或更多个惰轮84、一个或更多个从动轮85、驱动轴89(图35)上的飞轮88、以及子框架,子框架包括支撑框架86和齿轮框架87。马达81可以通过电压受控制的直流(DC)马达或者通过频率受控制的交流(AC)马达。另外,还可以包括不同的或更少的部件。

[0205] 同步逆变器和至少一个马达是示例性替代方案,以取代例如在零转弯半径(ZTR)割草机上所使用的液压推进系统。液压推进系统独立地操作两个驱动机器和驱动轮。传统ZTR 割草机可以包括液压阀,以控制来自内燃机的由皮带驱动的静液压传动,该液压阀可

以将汽油、柴油燃料、液化石油气 (LP)、压缩天然气 (CNG)、或另一类型的可燃燃料作为燃料。静液压传动装置需要定期维护,以保持性能和耐久性。此外,液压机液体可能会泄漏,从而对环境造成破坏(例如,危害草地或污染车库地板)。

[0206] 另一方面,使用电力推进的类似割草机消除了这些挑战,并实现新的优势和特点。使用电力推进和同步逆变器的割草机可以包括:牵引控制,以防止一个或两个车轮损坏草皮;零半径转弯技术,以防止一个车轮损坏草皮;当负载变化时(例如上坡、下坡、或在沙地上),针对给定对地速度,对发动机速度的优化;以及/或者当与电动马达驱动器一起使用时,针对负载变化所耗费的电力,对发动机速度(及燃料消耗)的优化。

[0207] 图34示出了图33的车辆的示例性子组件。图35示出了图34的示例性子组件的反向图。图36示出了图34的示例性子组件的顶视图。

[0208] 子组件可以包括子框架,该子框架包括支撑框架86和齿轮框架87。支撑框架86是使用一个或更多个连接器被固定到齿轮框架87的。通篇使用的术语连接器可以包括螺栓、螺钉、铆钉或焊接接头的任意组合。可替代地,支撑框架86和齿轮框架87可以一体形成。齿轮框架87是使用一个或更多个连接器机械地耦接到齿轮传动装置的。支撑框架86是使用一个或更多个连接器机械地耦接到发动机12、交流发电机13以及一个或更多个马达81,其中交流发电机13可以包括同步逆变器11。

[0209] 子组件可以预组装成混合型电力系统模块。支撑框架86可以使用支撑条91被耦接到车辆的底盘。支撑框架86可以包括可滑动到支撑条91上的支架,并且该组件可以使用一个或更多个连接件被固定到车辆的底盘。因此,可以使用子组件将发动机12、交流发电机13、同步逆变器11、一个或更多个马达81、一个或更多个齿轮传动装置82、一个或更多个车轮连杆83、支撑框架86和齿轮框架87的任意组合同时耦接到车辆80。在一个示例中,子组件与车辆80之间的唯一机械连接器是通过支撑条91制成的。

[0210] 子组件还可以通过电连接器连接到车辆。电气连接包括用于车辆80的配件。也就是说,包括交流发电机12或同步逆变器11的子组件可以提供DC输出以运行车辆80的配件,例如灯、收音机、割草机甲板梯、仪表、控制面板、或其他特征。在一个示例中,与交流发电机12或同步逆变器11相关联的高电压电路与子组件和车辆80之间的电连接相隔离。该子组件可以在不暴露于任何高电压部分的情况下进行安装。该子组件可以由未在高电压设备中受训的用户或技术人员进行安装。

[0211] 控制器71确定用于负载装置75的驱动信号,并且生成用于同步逆变器11的开关的控制信号。同步逆变器11输出该驱动信号,其中可以由输出滤波器74来修改该驱动信号。驱动信号可以包括用于指定马达81的速度的频率。马达81使齿轮传动装置82中的轴以输入速度旋转,以及齿轮传动装置82将输入速度改变为输出速度。齿轮传动装置82可以包括具有不同传动比的一系列齿轮,以便将输入速度转换为输出速度。可替代地,马达可以直接耦接到车轮,而不用变速器。

[0212] 齿轮传动装置82可以是直角变速箱,该直角变速箱将电动马达81的机械输出传送到车辆80的驱动轮85。齿轮传动装置82可以包括蜗轮,该蜗轮用于将马达81的驱动轴的旋转方向传送到车轮连杆83的旋转方向。车轮连杆83被耦接到驱动轮85并且向驱动轮85施加旋转力。

[0213] 可选地,当齿轮传动装置82包括蜗轮驱动齿轮减速系统时,不需要制动系统,这是

因为输出轴被自然锁定除非输入轴转动为止。此外,可以在齿轮传动装置82中包括超驰离合器,用于使一个或更多个齿轮解除啮合。当超驰离合器被接合时,驱动轮85可自由独立地操作齿轮传动装置82。因此,当超驰离合器被接合时,车辆80可以被人工地或以拖动方式移动或推动,而无需马达81旋转齿轮传动装置82。在另一示例中,齿轮传动装置82可以包括一个或更多限制来设置驱动轮的最大速度。可替代地,马达可以结合弹簧作用及电释放的制动,以防止车辆80的意外移动。

[0214] 图37示出了作为零转弯半径(ZTR)割草机的车辆80的立体图。割草机包括驱动轮85、惰轮84、割草机甲板95以及一个或更多个控制杆93。图34至图36中的子组件可以包括到一个或更多个控制杆93的机械连接,以传输用户输入电平作为针对马达91的至少一个设置。控制杆中的一者或两者可以与操纵杆或另一转向机构互换。

[0215] 控制杆93中的一者或两者可以与位置传感器相匹配。位置传感器可以包括光学传感器、电位器或电阻传感器、位移传感器或旋转传感器。当控制杆93向前或向后旋转时,位置传感器确定旋转的方向和量。位置传感器可以生成与控制杆93的旋转成比例的输出。由控制器71分析用于每个控制杆93的位置传感器的输出,以生成用于同步逆变器11的控制信号,该同步逆变器11输出用于发动机81和对应驱动轮85的驱动信号。控制器71可以根据传感器数据来确定控制杆93的位置。

[0216] 控制器71可以包括:将位置传感器的位置与马达81的各变速级相关的查找表、与马达81的各变速级对应的驱动信号电平、或者与马达81的各变速级对应的对同步逆变器11的设置。查找表可以基于液压系统的响应性。也就是说,查找表可以被选择为使控制器71模拟液压系统。也就是说,如果在液压系统中施加每分钟20转的目标旋转之前控制杆93中的10度旋转将导致0.5秒的延迟,则查找表可以指示同步逆变器11延迟0.5秒然后产生使马达81以每分钟20转旋转的驱动信号。可替代地,查找表可以被选择为指定向驱动轮85施加的转矩,驱动轮85可以模拟液压系统。

[0217] 割草机电子控制

[0218] 控制器71可以提供各种附加控制,用于将控制杆93的位置传感器数据传送给来自同步逆变器11的驱动信号以用于驱动马达81。附加控制可以包括:针对草皮保护的转弯设置、针对安全性的倾斜设置、针对倾斜面的转向设置、优化的割草设置以及牵引力控制设置。

[0219] 针对草皮保护的转弯设置可以避免驱动轮85在一个车轮驱动而另一个车轮保持静止时破坏草皮。当一个车轮保持静止时,该车轮可以在其他轮向前移动时在原位滑转。车轮在原位滑转可能会损坏草皮,而将草拽离地面。

[0220] 控制器71可以识别这种情况,并且减少损坏的风险。控制器71可以识别当一个控制杆93被向前或向后推动超过阈值位置以及另一个控制杆93被保持在基本上固定的位置时这一类型的转弯(例如潜在的草皮破坏性转弯)。车辆80的外侧车轮对应于被向前或向后推动超过阈值位置的控制杆93,以及车辆80的内侧车轮对应于保持在基本固定位置上的控制杆93。基本固定位置可以是0度的位置偏转或者在0度的预定范围内。关于预定范围的示例可以包括在5度的范围内、在10度的范围内或者在15度的范围内。指示向前或向后的阈值位置的示例可以是30度、40度或50度。

[0221] 当潜在的草皮破坏性转弯被识别时,控制器71调节用于同步逆变器11的控制信号

以及用于驱动轮85的相应驱动信号。控制器71可以在正常条件下输送关于一个控制杆93向前或向后推动超过阈值位置的控制信号。控制器71可以修改用于在基本固定位置的车轮的控制信号。控制器71可以生成用于同步逆变器11的控制信号以及用于驱动轮85的相应驱动信号,以引入标称调节、羽化或多个方向控制。标称调节可以包括向与一个基本固定位置相关联的内侧车轮添加的速度递增或递减。速度递增或递减可以是对由内侧车轮速度进行的公称量(例如每分钟1转或每秒种1英寸)调节。羽化或多个方向控制可以包括对基本静止位置相关联的内侧车轮进行的一系列调节。控制器71可以使内侧车轮被向前推进长达第一时间,向后旋转长达第二时间、以及在向前运动与向后运动之间重复进行。此外,控制器71可以包括滞后控制,使得如果用户调节内侧车轮的控制,这通常提供内侧车轮的额定速度或羽化控制,则控制器71保持内侧车轮的自动化速度递增或递减,而不是由用户提供,直到用户输入超过通过滞后控制所设置的阈值为止。

[0222] 控制器71可以提供针对安全性的倾斜设置。控制器71可以从与车辆80耦接的惯性传感器接收方位数据。惯性传感器可以包括加速计、磁传感器或者陀螺仪的任意组合。定向数据可以描述最多大三个角度,例如车辆的侧倾、俯仰和横摆。定向数据可以包括用于描述相对于水平面的角度差之和的总角度值(例如侧倾角和俯仰角的总和)。

[0223] 控制器71可以基于所述角度中的至少一者(例如俯仰角)来确定车辆80是上坡行驶还是下坡行驶。控制器71可以调节车辆80的速度或制动机构,以减少车辆80倾翻的风险或者使车轮中的一个或多个离开驱动表面的风险。当方位数据表示车辆80的俯仰角超过阈值(例如,车辆80的俯仰角大于正角度阈值或者小于负角度阈值)时,可以确定车辆 80是要上坡行驶还是要下坡行驶。

[0224] 当车辆上坡行驶时,当俯仰角超过上坡阈值时,控制器71可以通过调节用于同步逆变器11的控制信号以及用于驱动轮85的相应驱动信号来增大马达81的速度或发动机12的速度,来调节马达81的速度。当车辆下坡行驶时,当俯仰角超过下坡阈值时,控制器71 可以通过调节用于同步逆变器11的控制信号以及用于驱动轮85的相应驱动信号来减小马达81的速度或发动机12的速度,来调节马达81的速度。

[0225] 此外,控制器71可以选择性地从车轮上的制动器的电释放机构(如果配备有)移除电流。控制器71还可以向马达施加反向旋转场以提供反转转矩。这可以用于加载发动机12,以防止发动机超速状况。

[0226] 控制器71可以提供针对倾斜面的转向设置。控制器71可以从与车辆80耦接的惯性传感器接收方位数据。针对倾斜面的转向,方位数据可以描述侧倾角。当车辆沿着斜坡行驶时,侧倾角是基本上非零以及基本上不变。沿着斜坡行驶的车辆的一组车轮(例如右侧)在海拔高度上高于另一组车轮(例如左侧)。控制器71可以确定侧倾角大于最小倾斜值(例如10度或5度),并且在一段时间内与预定方差(例如10%或其他百分比)是一致的。沿着斜坡行驶的车辆可以是垂直于山坡行驶的割草机。

[0227] 沿着斜坡行驶的ZTR割草机可能在向前的方向上保持特别困难。由于重力作用,车辆80可能趋于在下坡方向上转向。ZTR割草机的操作者可能会施展技能略多地在向前方向上保持下坡车轮的控制杆(与上坡车轮的控制杆相比)。控制器71可以补充这种控制。控制器 71可以识别当侧倾角大于最小倾斜值并且在一定时间段内与预定方差一致时,何时发生关于向前行驶的用户输入。作为响应,控制器71可以将下坡马达的速度调节为大于上坡

马达的速度。例如,控制器71可以调节用于同步逆变器11的控制信号以及用于下坡马达的驱动轮85的相应驱动信号。

[0228] 当车辆80在斜坡上行驶时,控制器71可以响应于该斜坡来调节用于同步逆变器11的控制信号,并且有效地调节用于驱动轮85的驱动信号。

[0229] 控制器71可以基于关于草皮的传感器数据来提供优化的割草设置。传感器数据可以包括当出现在潮湿的草地上时进行检测的湿度传感器。控制器71可以响应于对增大要切割又高又粗的草或湿草时较重负载等所需电力的需求,来提高发动机12的速度。因此,交流发电机13提供更高的输出电压(如过为DC马达),或频率和/或电压(如果为AC马达),以保持割草机刀片速度。相反在轻负载时,控制器71将会降低发动机速度。控制器71使同步逆变器11保持电输出,以保持所选择的马达速度。

[0230] 控制器71可以基于来自驱动轮85的滑动传感器数据来提供牵引控制设置。例如,每个驱动轮85可以与速度传感器或位置传感器相关联,速度传感器或位置传感器用于跟踪驱动轮85的运动并且生成可指示驱动轮85的速度或位置的数据。控制器71比较驱动轮85的速度和/或位置,以确定是否一个驱动轮85比另一个驱动轮85显著更快地或较慢地行驶。控制器71可以将车轮的速度差与牵引阈值进行比较,以确定是否发生滑移。可能会由于潮湿表面(例如,潮湿的拖车坡道、湿滑路面、湿草)、泥或不稳定表面(例如松动的石头)而发生滑移。响应于确定滑移,控制器71可以通过生成关于制动器向一个或更多个驱动轮85施加制动力的命令来施加牵引控制。在一个示例中,可以向较快的(例如滑移的)车轮施加制动力。

[0231] 监视器特性

[0232] 控制器71可以基于马达81的特性来调节用于同步逆变器11的控制信号。在一个示例中,物理特性可以包括马达81的结构尺寸或构成马达81的金属量。电气特性可以包括俯仰、马达81的极数或线圈数。马达81的特性可以限定由马达81产生的谐波或由马达81产生的噪声或振动的共振频率,所述调节用于同步逆变器11的控制信号可以包括调节目标波形,以使在马达中的所生成谐波最小化。

[0233] 控制器71可以接收表示来自传感器例如振动传感器的特性的数据。控制器81可以接收指示来自用户输入的特征(例如针对所安装马达81的型号或制造商的设置)的数据。控制器81可以访问指示来自下述存储器的特性的数据,该存储器包括马达模型与特征的表。

[0234] 马达81的特性可以与理想波形相关联。理想波形可以包括被调谐到特定马达81的频率。该频率可以与谐振频率间隔开设定量以减少振动。可以对频率进行选择以减少谐波。使用理想波形会使马达81产生较少内部热量,这会提高系统效率。

[0235] 控制器71可以调节用于同步逆变器11的控制信号使得理想波形被施加到马达81。可以在根据马达81的特性校准控制器71和同步逆变器11之前组装该子组件。以此方式,在安装在车辆80中之前测量子组件的谐波和谐振频率,进一步降低在组装车辆80时的制造负担。校准消除或衰减由子组件在内部产生的振动或谐波。

[0236] 闭环子周期目标控制(电压,电流)

[0237] 典型的逆变器(DC-AC或AC-AC)调节为均方根(RMS)电压,而不是正弦目标。调节为正弦目标允许子周期(更快地)响应发电机或车辆上的负载的变化。同步逆变器11可以更快地响应变化。术语子周期是指发生在小于从同步逆变器11输出的驱动信号的周期时发生

的变化。

[0238] 保持燃料的更有效使用

[0239] 控制器71可以基于车辆80的需求来实施针对发动机12、发电机13和同步逆变器11的最佳运算顺序。例如,控制器71可以执行混合算法:在交流发电机13中产生的电力与在一个或更多个电池中所存储的能量之间进行切换。

[0240] 在一个示例中,控制器71实施关于电池的充电周期以及至少一个马达81的最佳操作特性。发动机12的最佳操作特性可以是发动机12的输出或发动机12的速度的预定百分比(例如80%)。即使当负载需求较少时,发动机12在最佳能力下操作,并且任何的过量被存储在电池中。控制器71可以确定何时一个或更多个电池读取足够电荷或特定充电水平,并且此时关闭发动机12和交流发电机13。然后同步逆变器11利用在电池中所存储的能量操作,直到电池达到最小水平为止。此时,发动机12再次启动并且在最佳水平下操作。重复该序列。

[0241] 配置检测

[0242] 控制器71可以基于与同步逆变器11连接的负载来确定同步逆变器11的电气配置。电气配置可以指示单相负载或三相负载。电气配置可以是负载表征,可指示与同步逆变器11连接的负载的类型。

[0243] 控制器71可以基于测试信号来确定负载是单相还是三相。例如,考虑同步逆变器(A, B, C)的三个输出。控制器71可以向输出(A)的一者发送测试电压,并且测量在其他输出(B, C)中的一者或更多者上的生成电压。当其他输出(B, C)被测量为处于与测试电压基本类似的电平时,控制器71确定负载是单相。否则,控制器71确定负载是三相。

[0244] 控制器71还可以基于测试信号来确定负载的类型。负载的示例性类型包括电阻性、非线性、电容性、电感性和电抗性。例如非线性负载包括电池充电器、不间断电力系统(UPS)、或可变频率驱动器(VFD)。控制器71被配置成:响应于分段波形转换器的负载的负载特性,通过控制信号中的开关的状态来调节同步逆变器11的增益。

[0245] 控制器71可以基于负载的类型来识别子周期负载变化。例如,非线性负载可以包括在所述周期的特定时间发生的负载峰值。当SCR在特定子周期位置(例如60度)触发时,可能会发生负载峰值。控制器71可以修改用于同步逆变器11的控制信号,使得在预定时间(例如设定数目的毫秒)处或者在预测的负载峰值之前在周期的一组位置处增大同步逆变器的输出。输出的预先变化可以减少可能在负载峰值之后发生的功率下降。可以将类似的控制应用于负载的减少,从而避免功率过冲。

[0246] 同步逆变器之间的电力信号传送

[0247] 如以上结合图19至图28所描述的那样,可以将多个同步逆变器连接在一起以向并联的负载提供电力(从而提供增大的电流输出)或者向串联的负载提供电力(从而提供增大的电压输出)。同步逆变器还可以使用同步信号彼此通信以匹配不同逆变器之间的相位角,从而使用通信网络来调节它们电源电压。另外或在替代方案中,控制器71可以生成通信信号,通信信号通过通信接口被调制在同步逆变器11的输出驱动信号上。通信信号可以是使用频率调制或脉冲宽度调制来用数据编码的高频信号。经调制的通信信号可以是在频率上足够高,以便不中断马达或其他负载的操作,但仍然可被控制器检测用于系统中的其他同步逆变器。

[0248] 同步逆变器可以进行通信以平衡负载,并且确保在一组连接的同步逆变器11之间的相等磨损。例如,对于25kW负载和四个同步逆变器,逆变器可以与他们的负载通信,使得每个同步逆变器趋于向负载供给6.26kW。

[0249] 图38示出了关于控制器71的操作的流程图,其中控制器71的操作可以通过图16的发电机控制器来实现。另外,还可以包括不同的或更少的动作。

[0250] 在动作S301处,处理器300被配置成在与受控场交流发电机耦接的输入端处接收反馈信号。反馈信号可以指示受控场交流发电机的电流输出。处理器300可以访问从存储器352 输出的目标或者从工作站359或另一个同步逆变器接收从通信接口353输出的目标。

[0251] 在动作S303处,处理器300在分段波形转换器或同步逆变器处生成用于至少一个马达的驱动信号,分段波形转换器或同步逆变器包括与受控场交流发电机的反馈信号连接的开关。在动作S305处,处理器300基于针对马达的至少一个设置来修改所述驱动信号。至少一个设置可以包括负载马达的物理参数、针对在斜坡上、下降面、或沿斜面行驶的倾斜设置、针对低半径转弯的转弯设置、针对马达的负载设置、燃料效率设置、或配置设置。

[0252] 处理器300可以包括通用处理器、数字信号处理器、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)、模拟电路、数字电路、上述的组合、或者其他现在已知的处理器或以后开发的处理器。处理器300可以是例如与网络、分布式处理、或云计算相关联的单个装置或多个装置组合。

[0253] 存储器352可以是易失性存储器或非易失性存储器。存储器352可以包括一个或更多个只读存储器(ROM)、随机存取存储器(RAM)、闪存存储器、电子可擦除程序只读存储器(EEPROM)、或其他类型的存储器。存储器352可以从网络装置可移除,例如是安全数字(SD)存储卡。

[0254] 除了入端口和出端口之外,通信接口303还可以包括任何可操作的连接。可操作的连接可以是其中可发送和/或接收信号、物理通信和/或逻辑通信的连接。可操作的连接可以包括物理接口、电气接口和/或数据接口。

[0255] 通信接口353可以连接到网络。网络可以包括有线网络(例如以太网)、无线网络、或它们的组合。无线网络可以是蜂窝电话网络、802.11、802.16、802.20、或WiMax网络。另外,网络可以是公共网络例如因特网、专用网络例如内联网、或它们的组合,并且可以利用现在可用的或以后开发的各种联网协议,所述各种联网协议包括但不限于基于TCP/IP 的联网协议。

[0256] 尽管计算机可读介质(例如存储器352或数据库357)被示为单个介质,但是术语“计算机可读介质”包括单个介质或多个介质,例如集中式或分布式数据库、以及/者可存储一个或更多个指令集的相关高速缓存和服务。术语“计算机可读介质”还应当包括能够存储、编码或携载指令集的任何介质,所述指令集供处理器执行或者使计算机系统执行本文所公开的方法或操作中的任一个或更多个。

[0257] 在特定的非限制性的示例性实施方式中,计算机可读介质可以包括固态存储器例如存储卡,或者是容置一个或更多个非易失性只读存储器的其他封装件。此外,计算机可读介质可以是随机存取存储器或其他易失性可重写存储器。此外,计算机可读介质可以包括磁光介质或光学介质例如磁盘或磁带,或者用于捕获载波信号例如通过传输介质传送的信号的其他存储装置。电子邮件的数字文件附件或其他自包含的信息档案或档案集可以被认

为是分布介质,即有形存储介质。因此,本公开内容被认为包括计算机可读介质或分布介质以及其中可存储数据或指令的其他等效物和继承者介质中的任一个或更多个。计算机可读介质可以是非暂态的,即包括所有的有形计算机可读介质。

[0258] 在替代实施方式中,专用硬件实现例如专用集成电路、可编程逻辑阵列以及其他硬件装置可以被配置成实现本文所描述的方法中的一个或更多个。可包括各种实施方式的设备和系统的应用可以广泛地包括各种电子系统和计算机系统。本文中所描述的一个或更多个实施方式可以实现将两个或更多个特定互连的硬件模块或装置与可在模块之间传送并经过模块的相关控制信号和数据信号一起使用的功能,或者实现将两个或更多个特定互连的硬件模块或装置用作专用集成电路的一部分的功能。因此,本系统包括软件实现、固件实现和硬件实现。

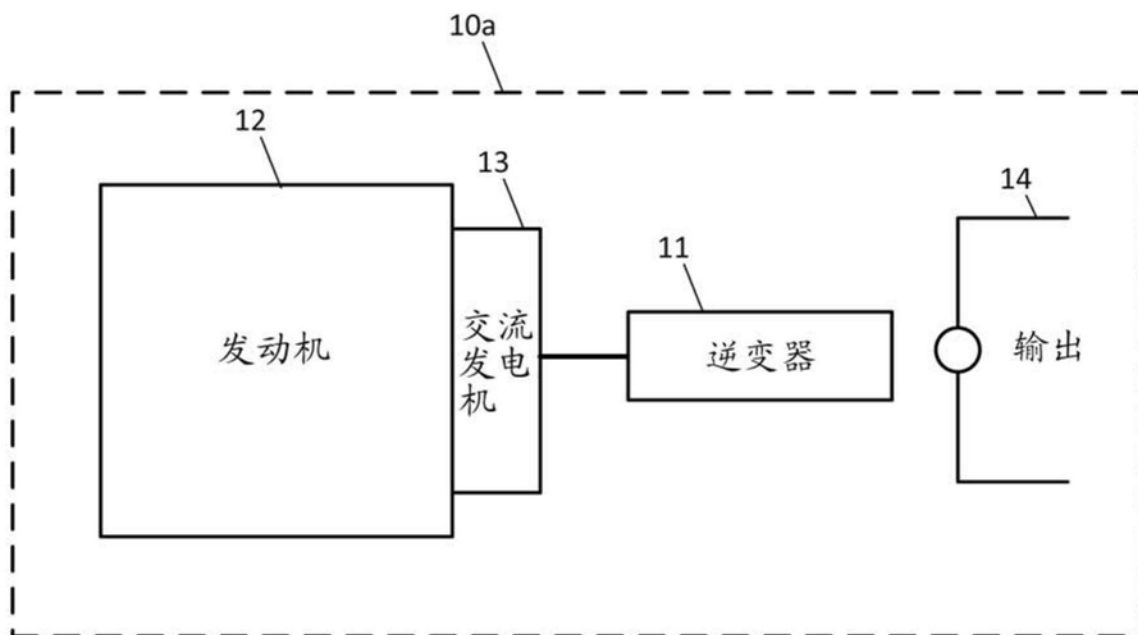


图1A

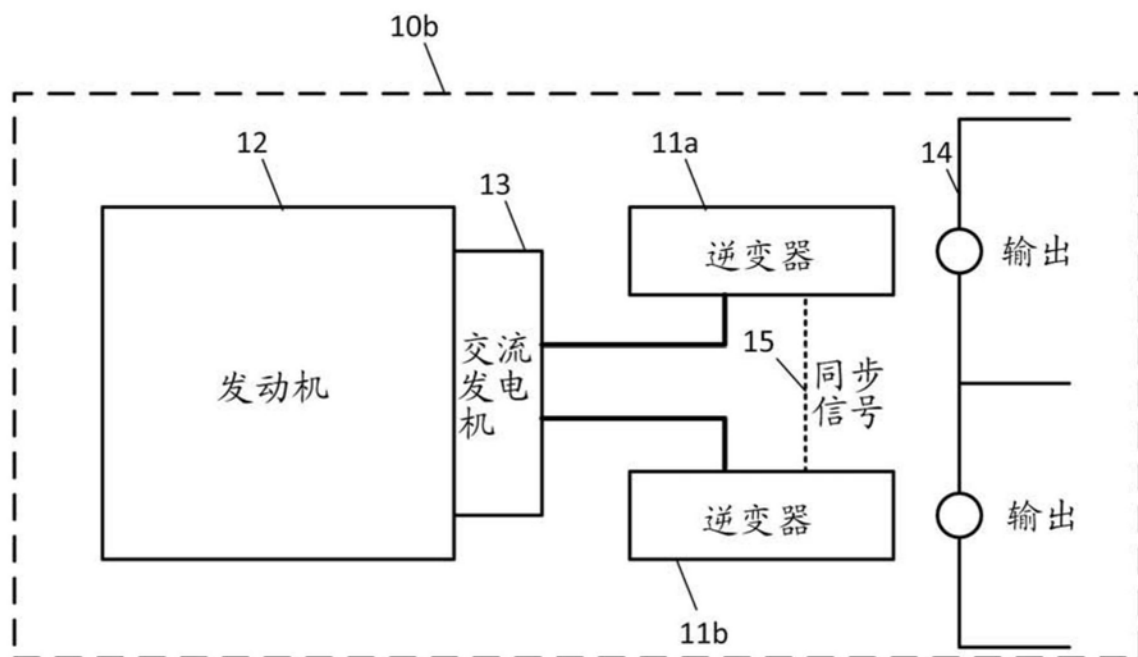


图1B

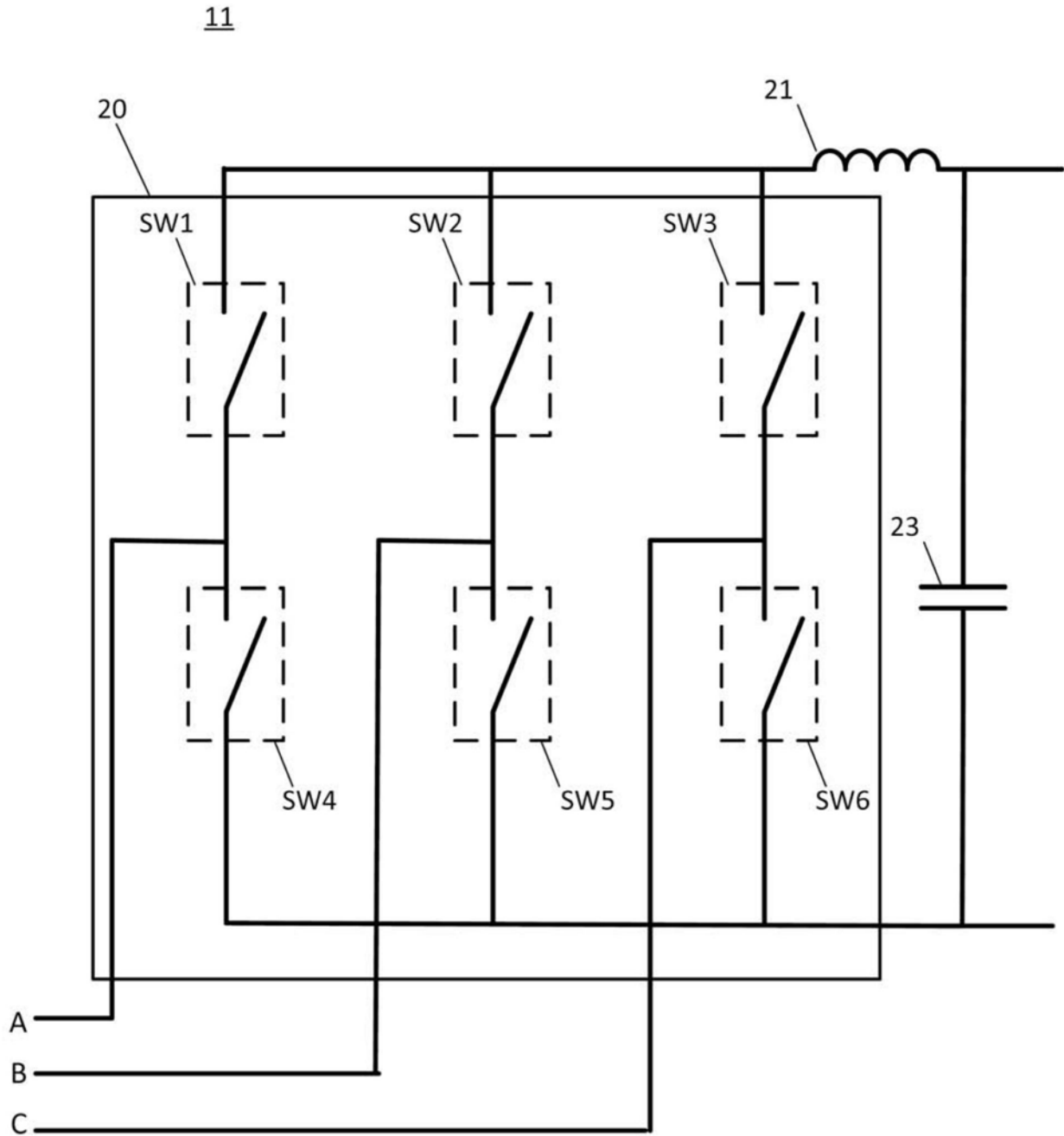


图2

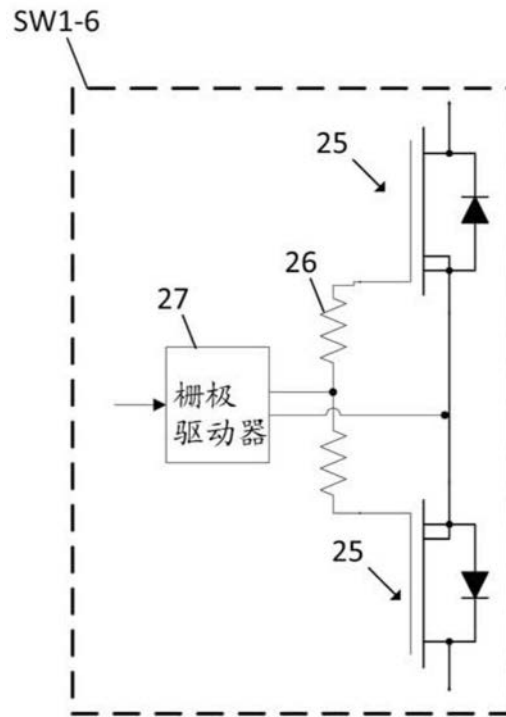


图3A

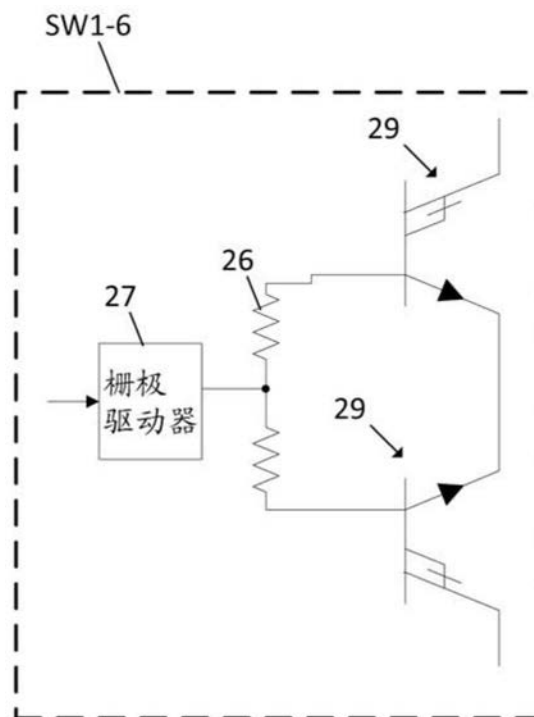


图3B

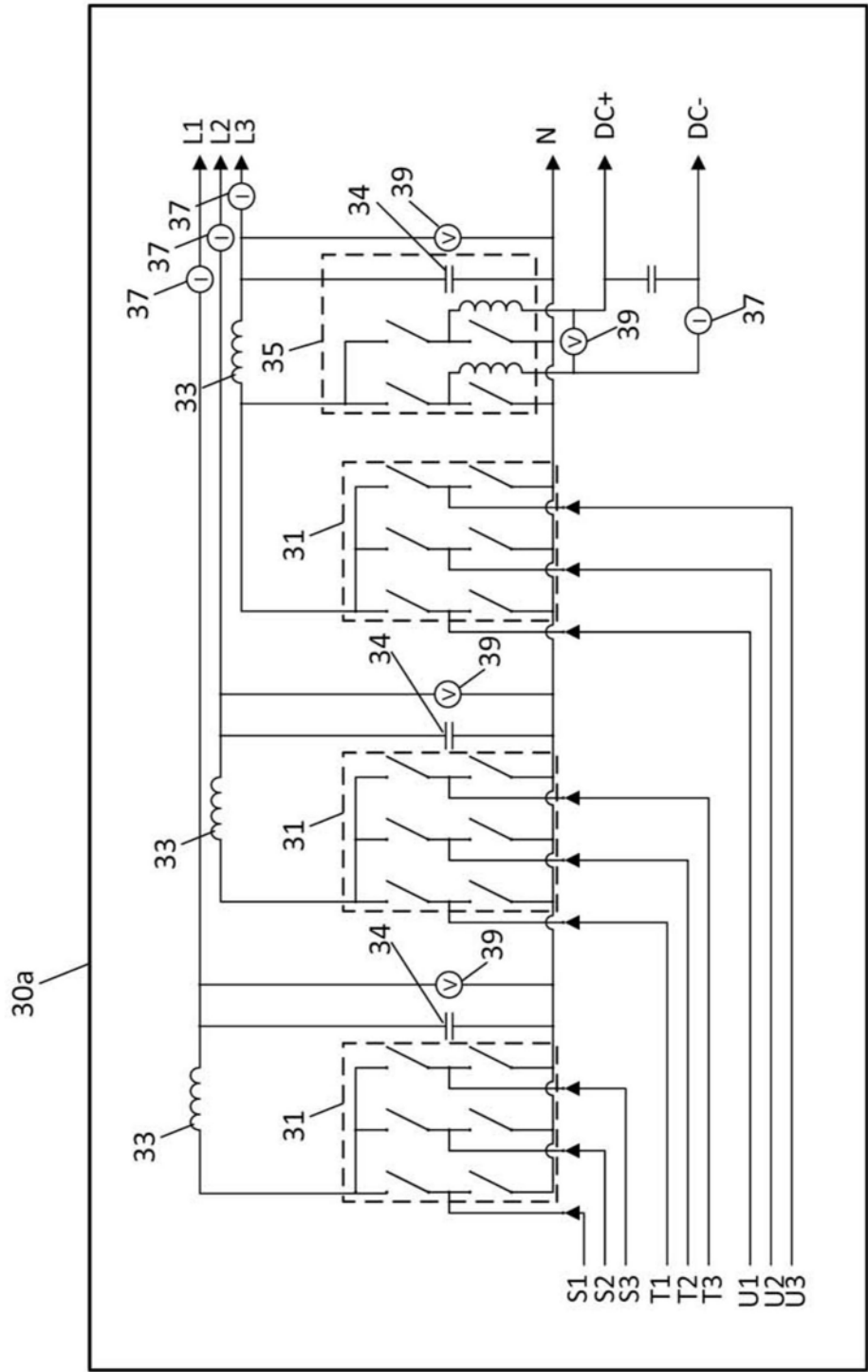


图4

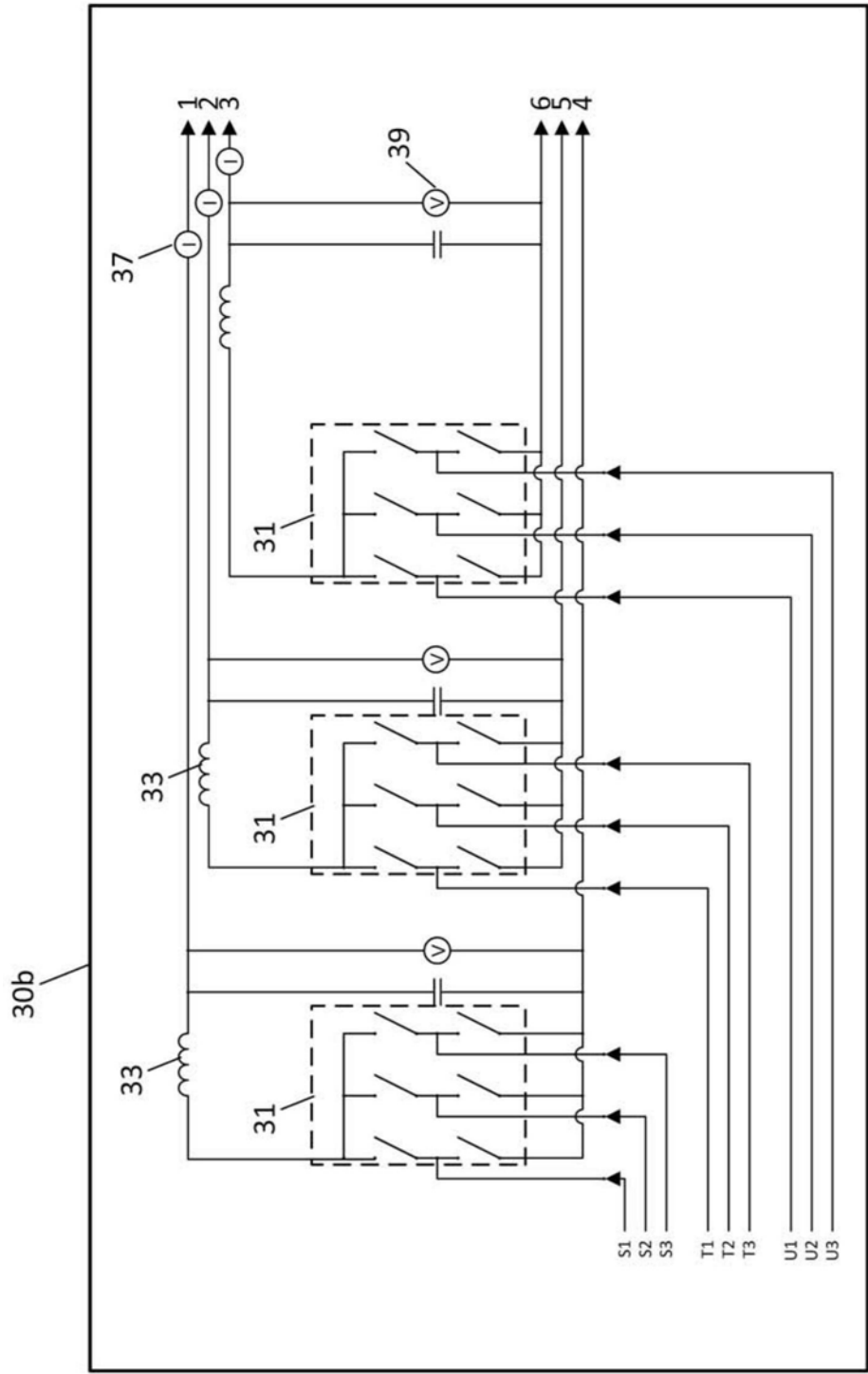


图5

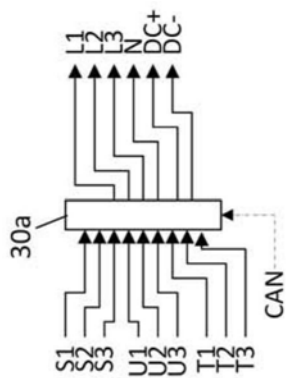


图6A

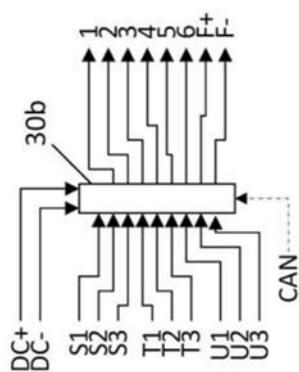


图6B

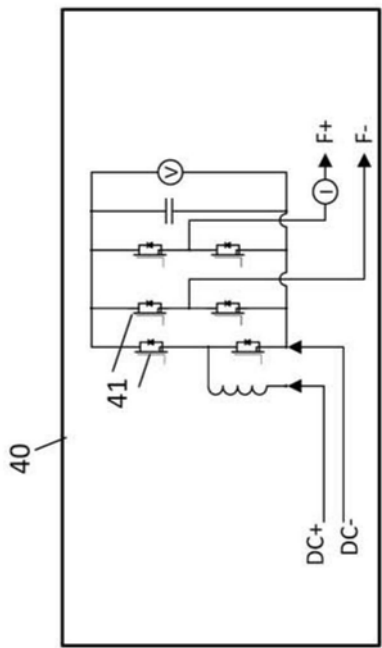


图6C

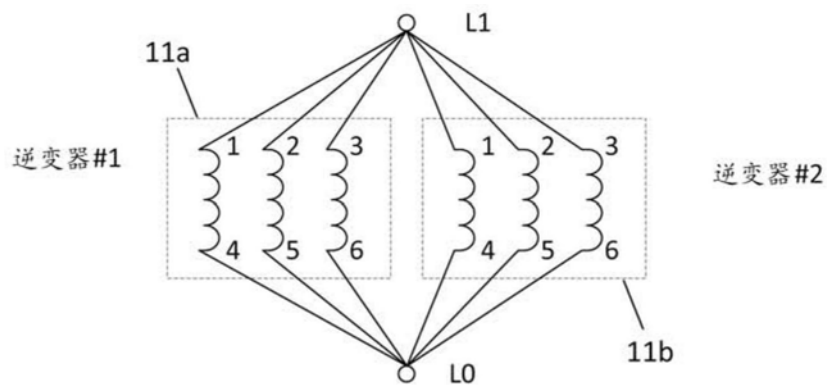


图7A

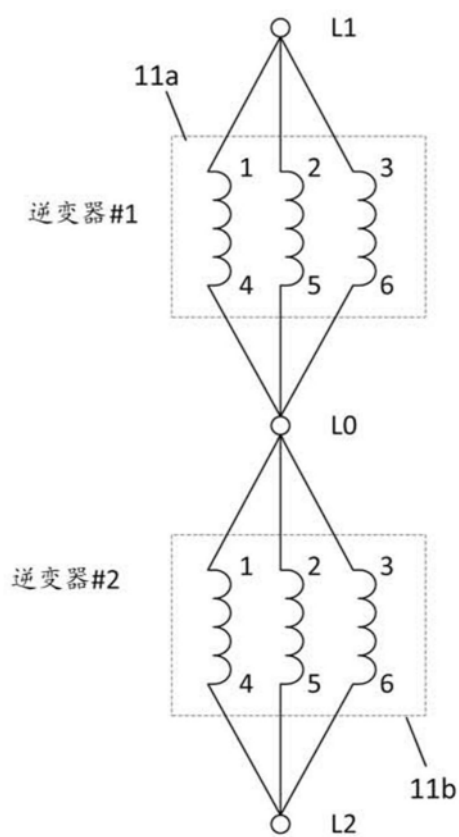


图7B

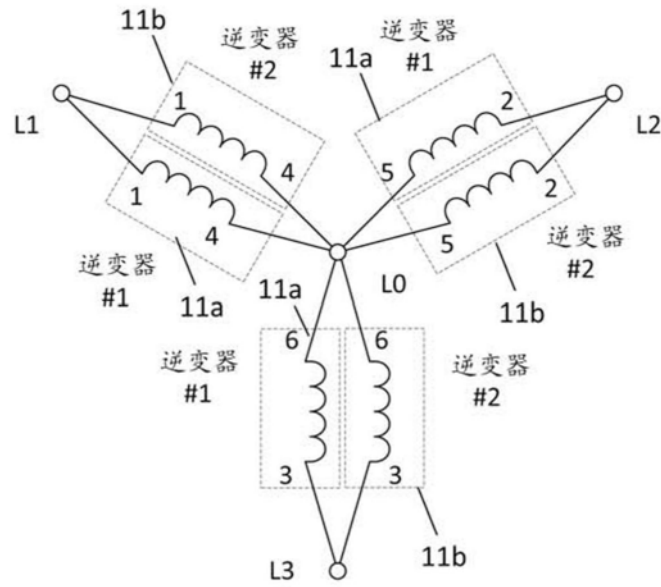


图8A

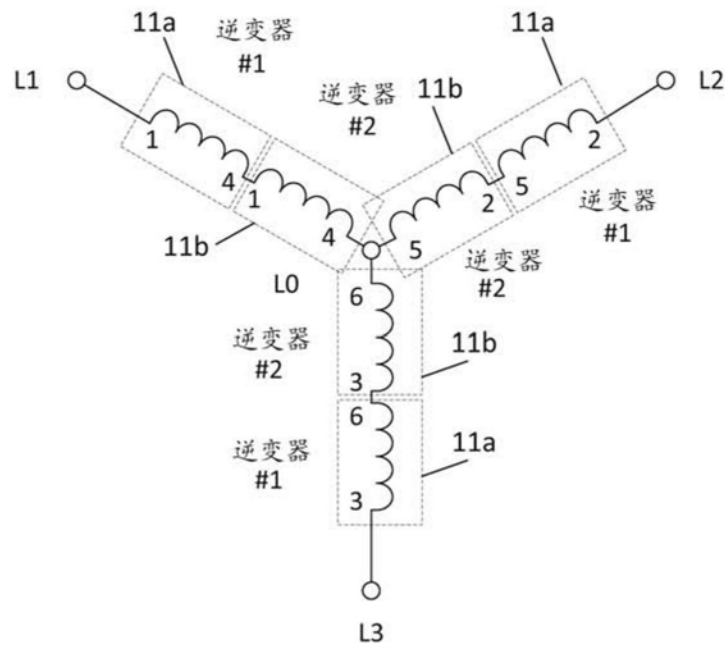


图8B

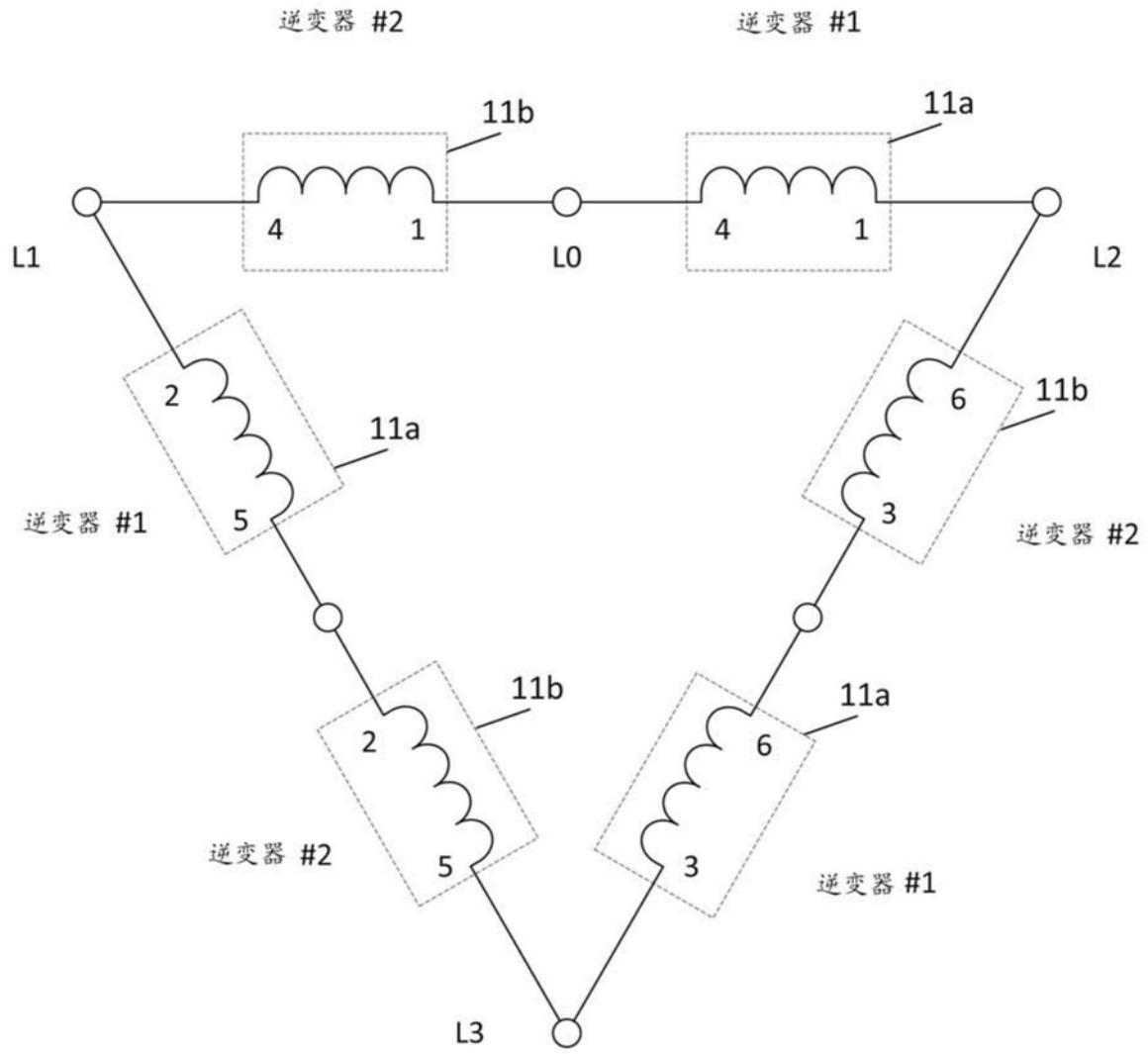


图9

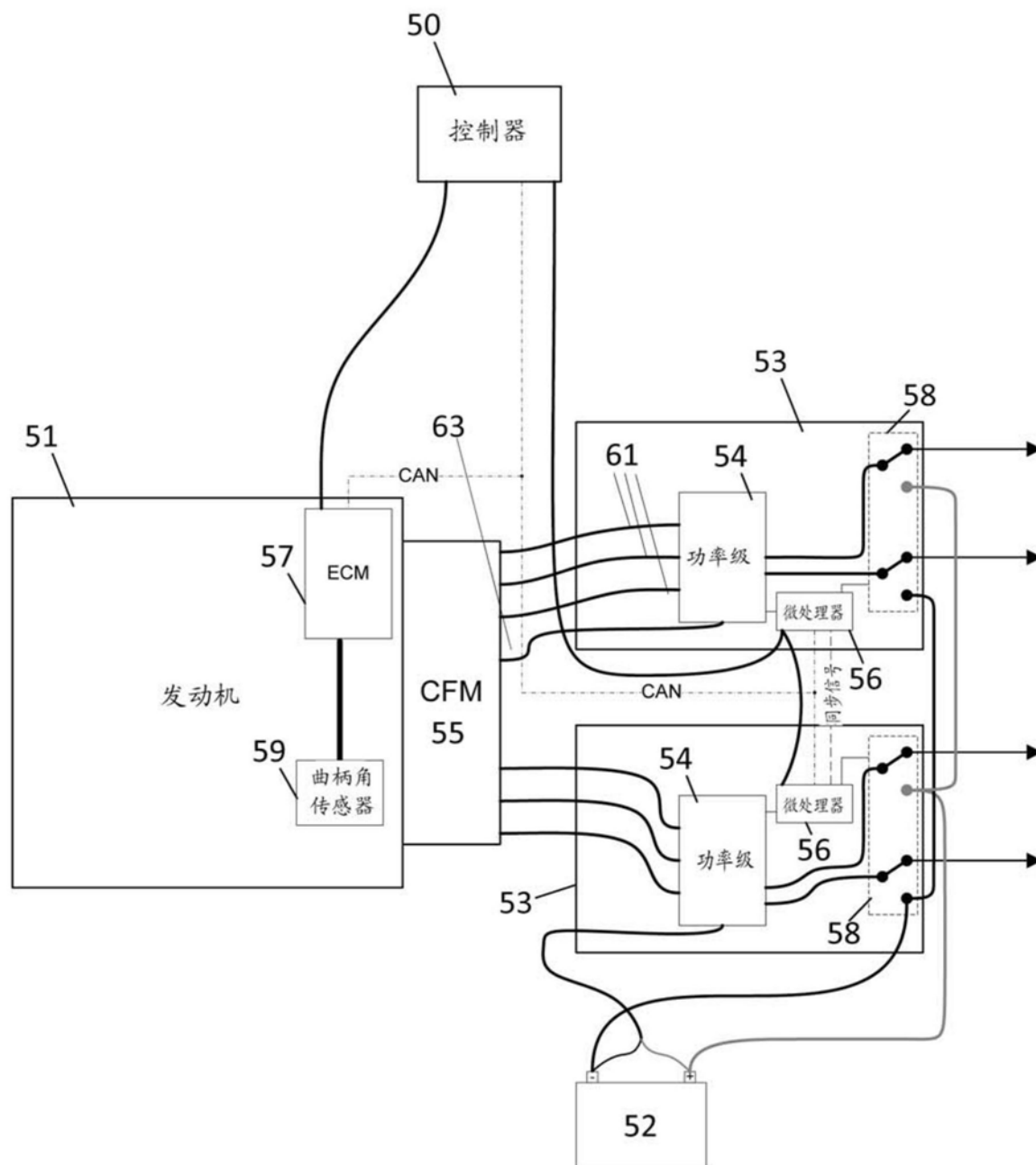


图10

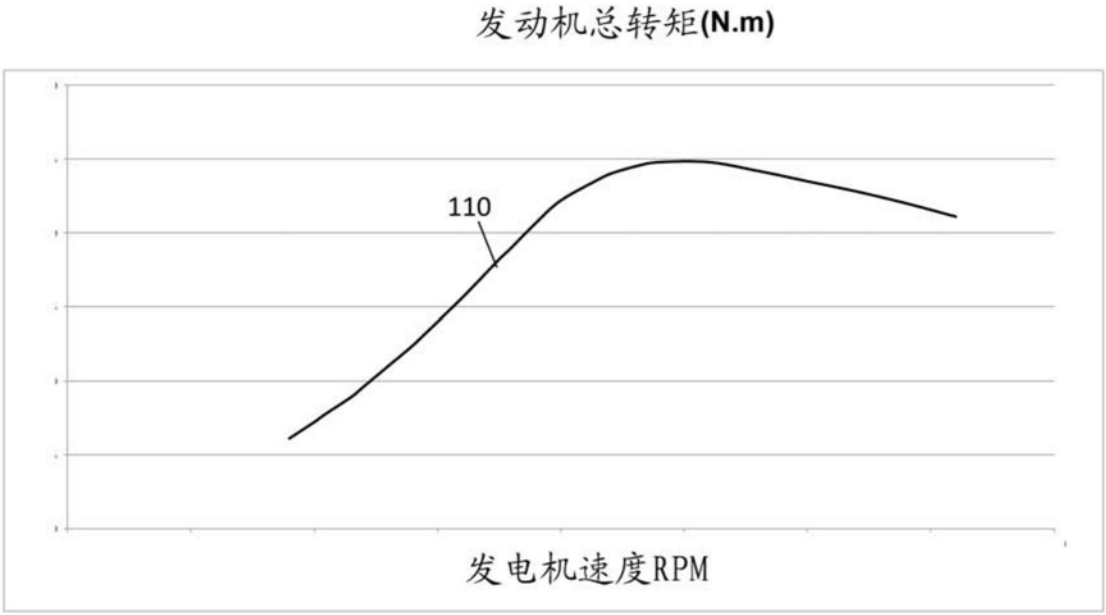


图11A

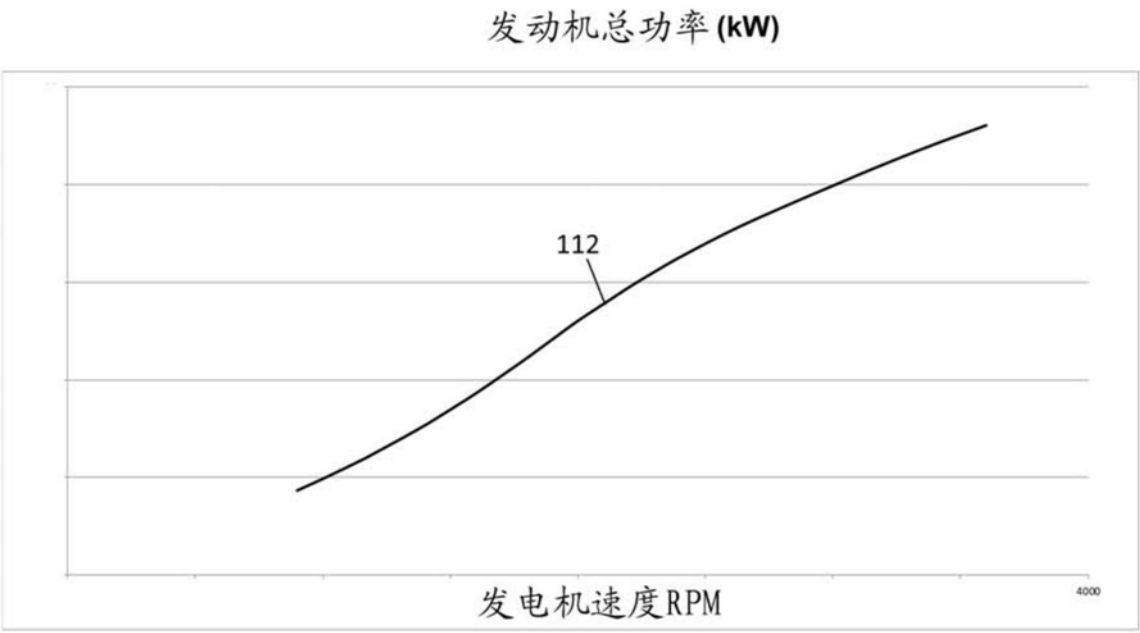


图11B

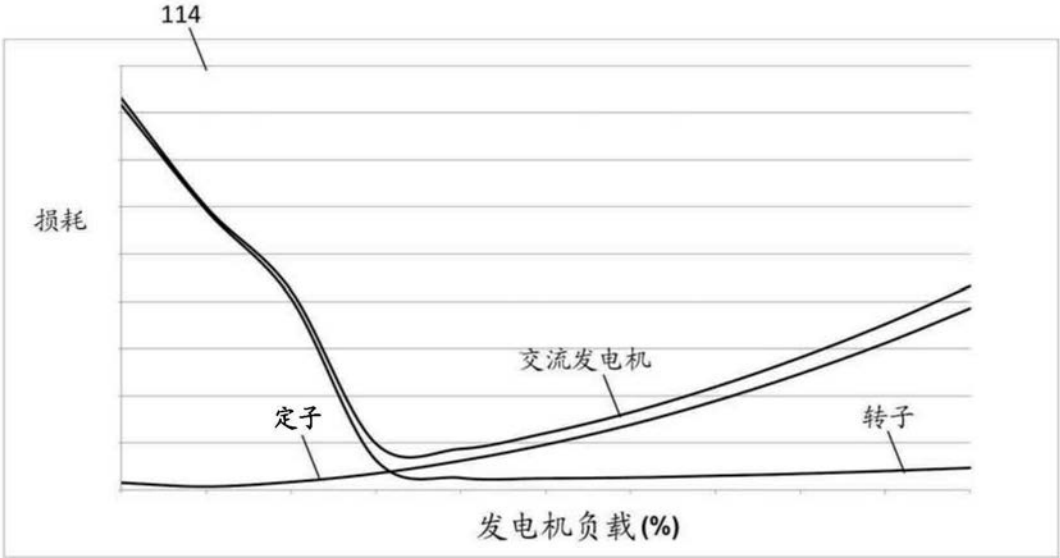


图12A

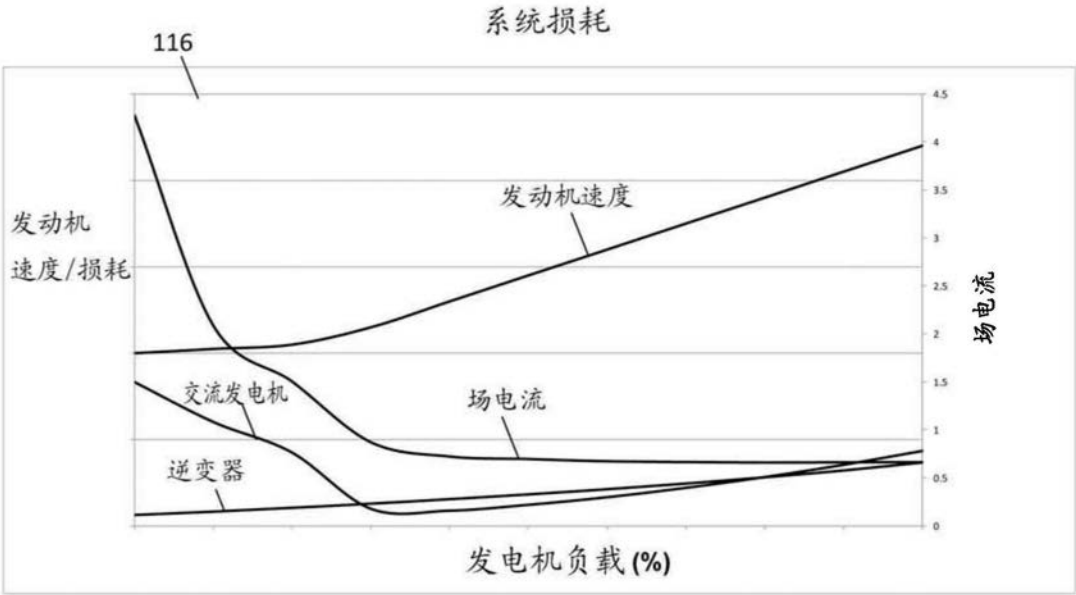


图12B

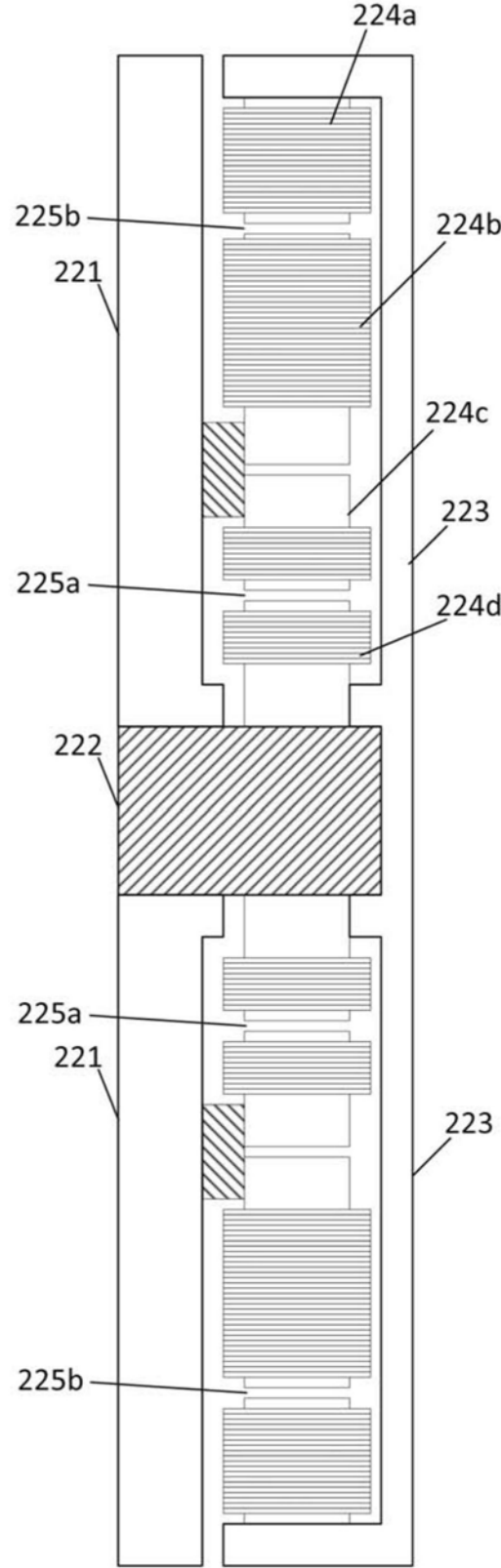


图13

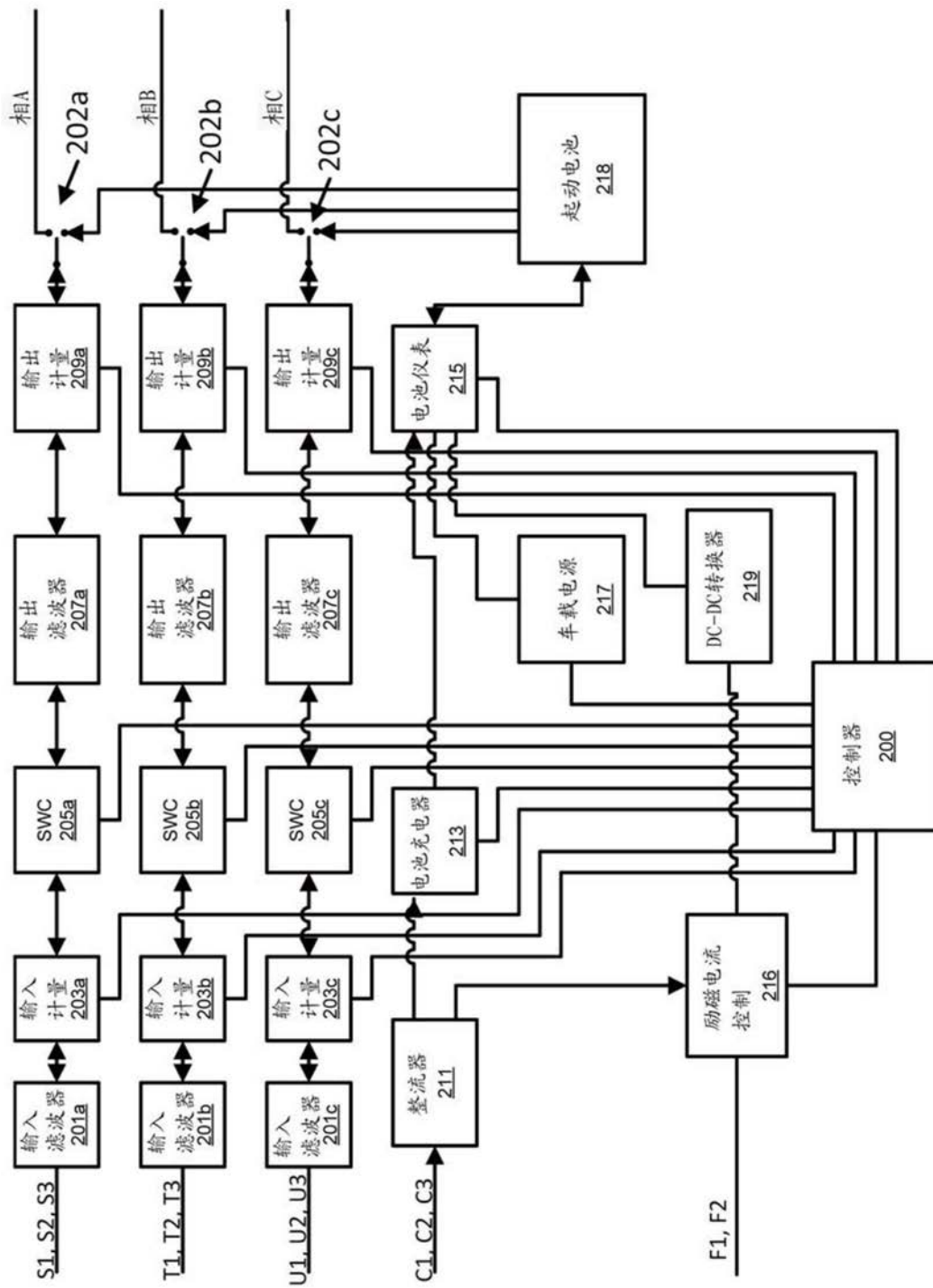


图14

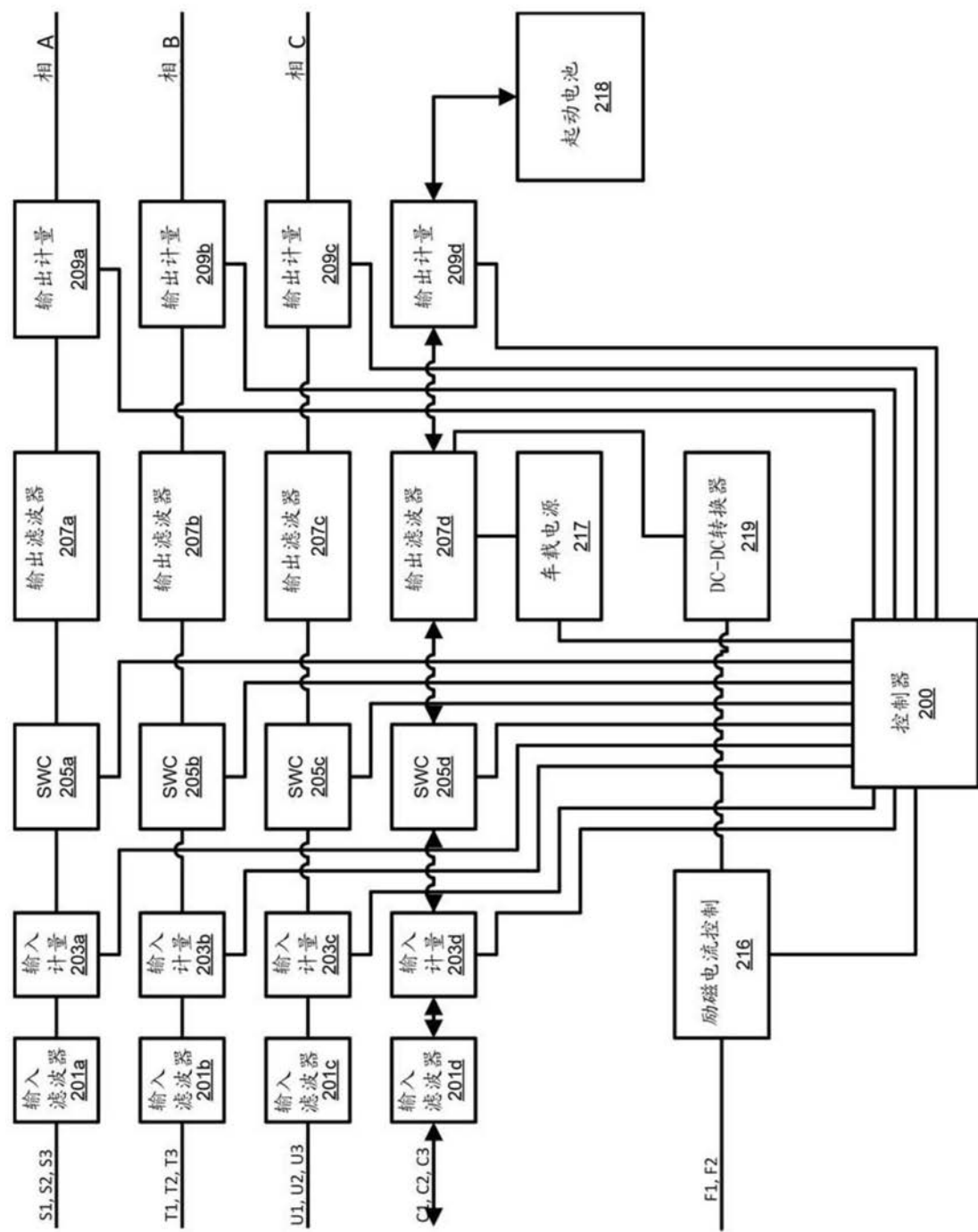


图15

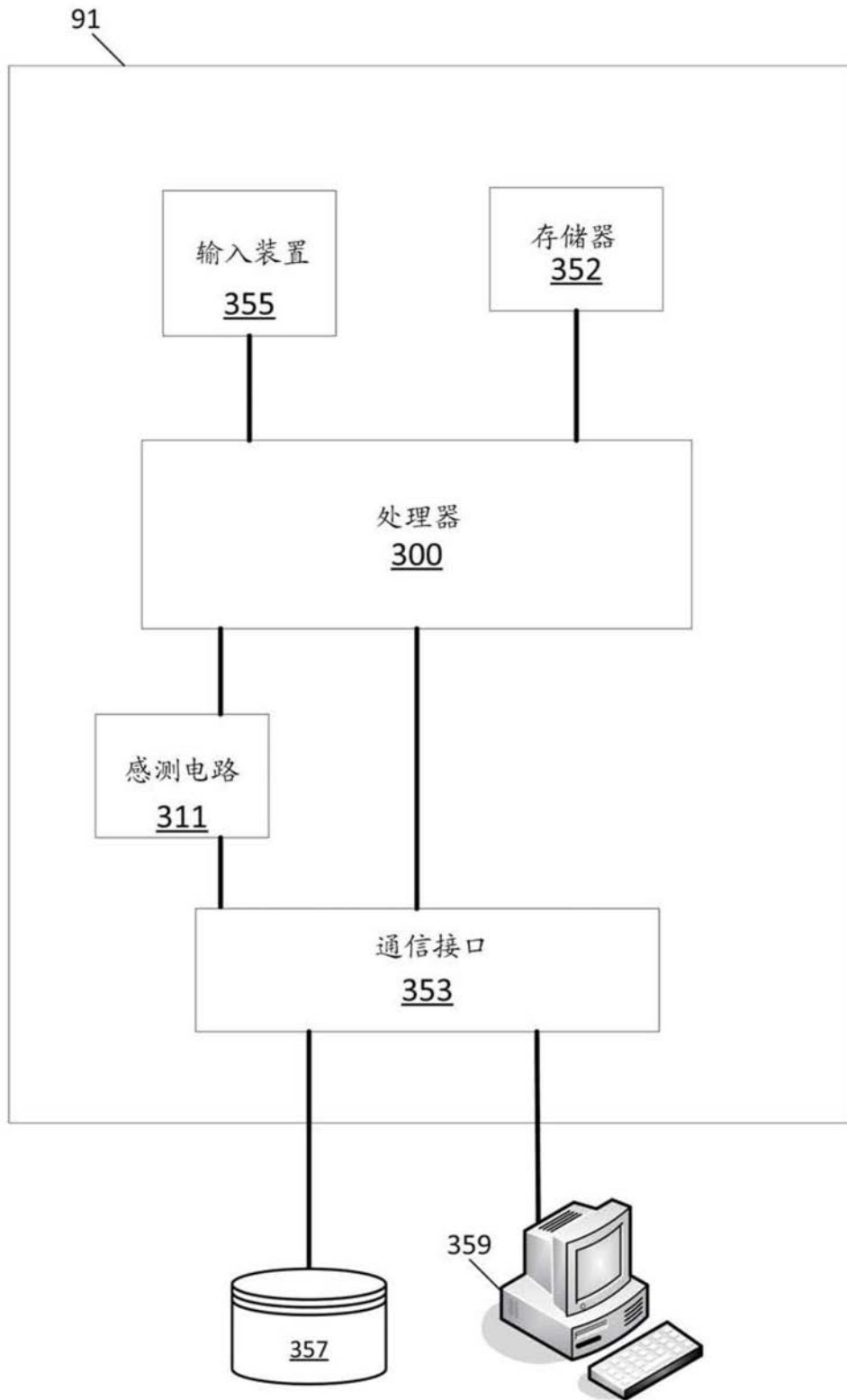


图16

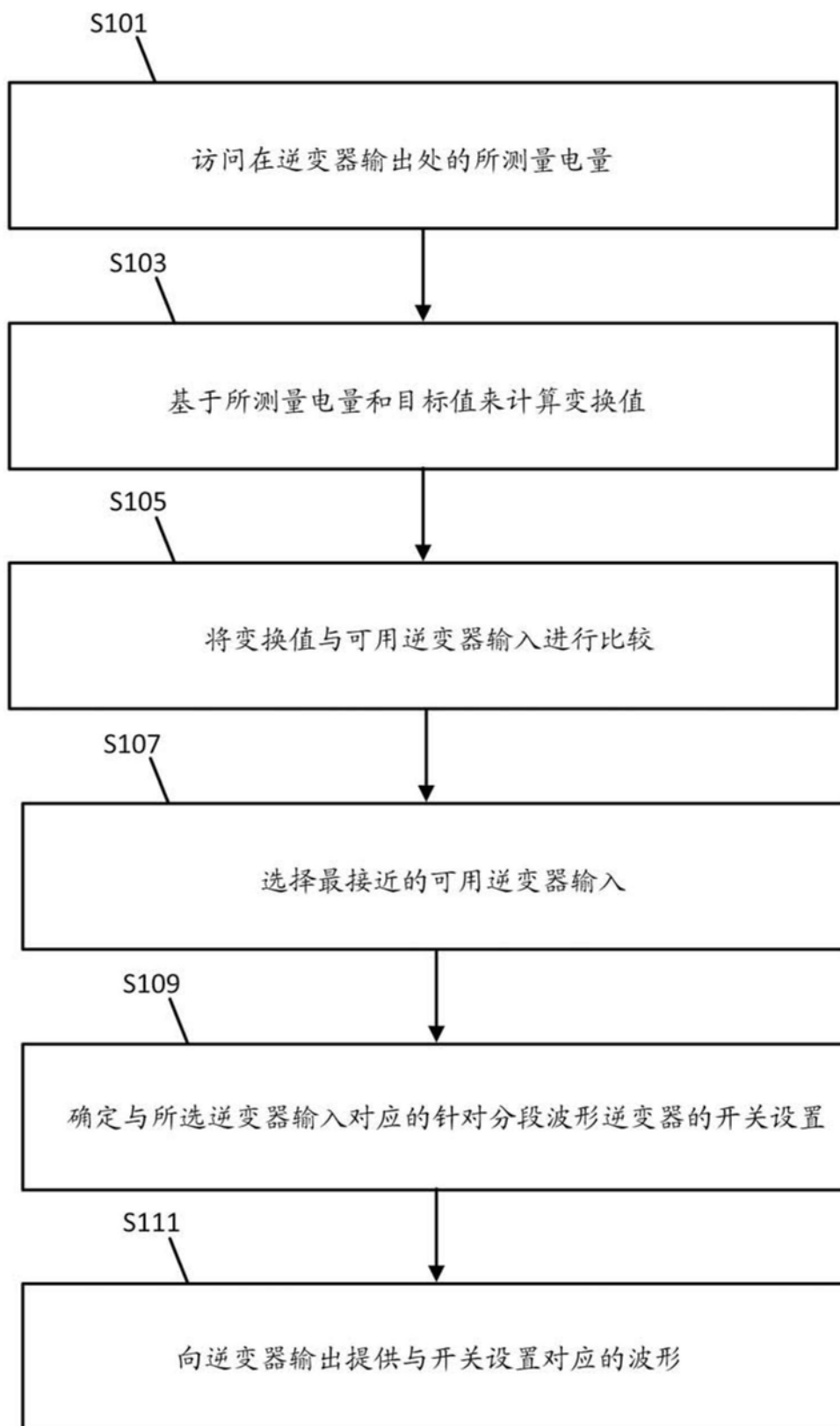


图17

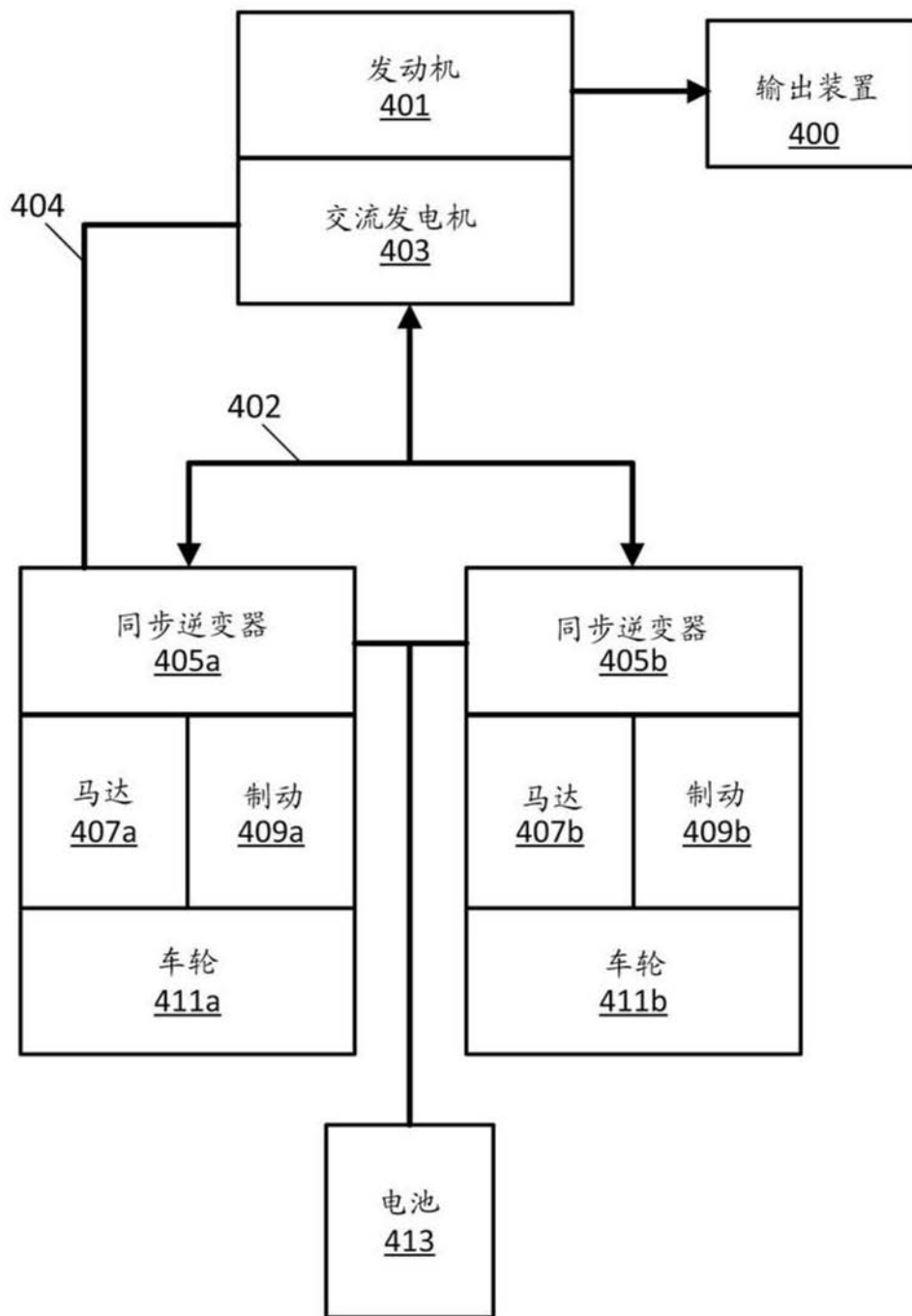


图18

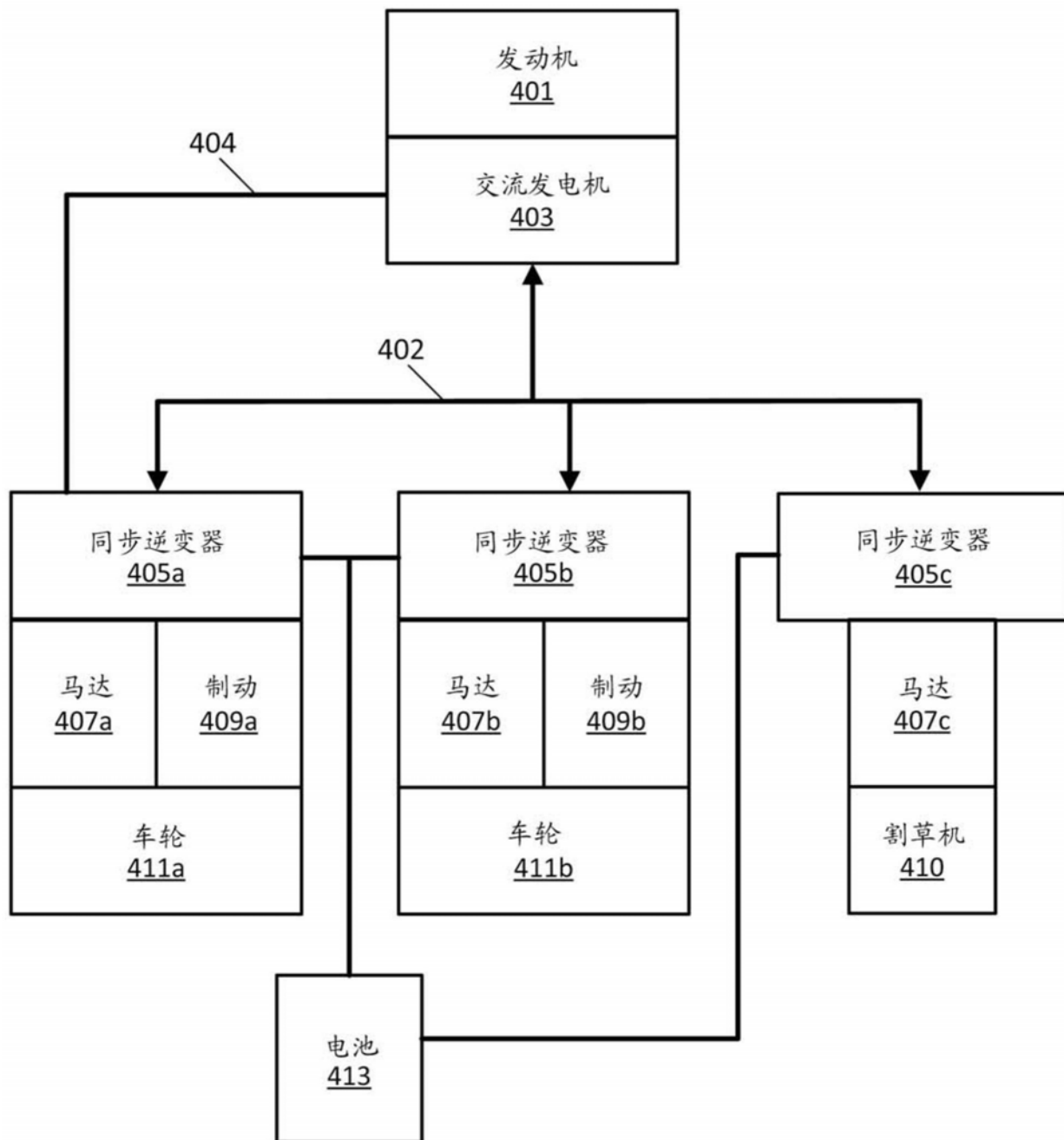


图19

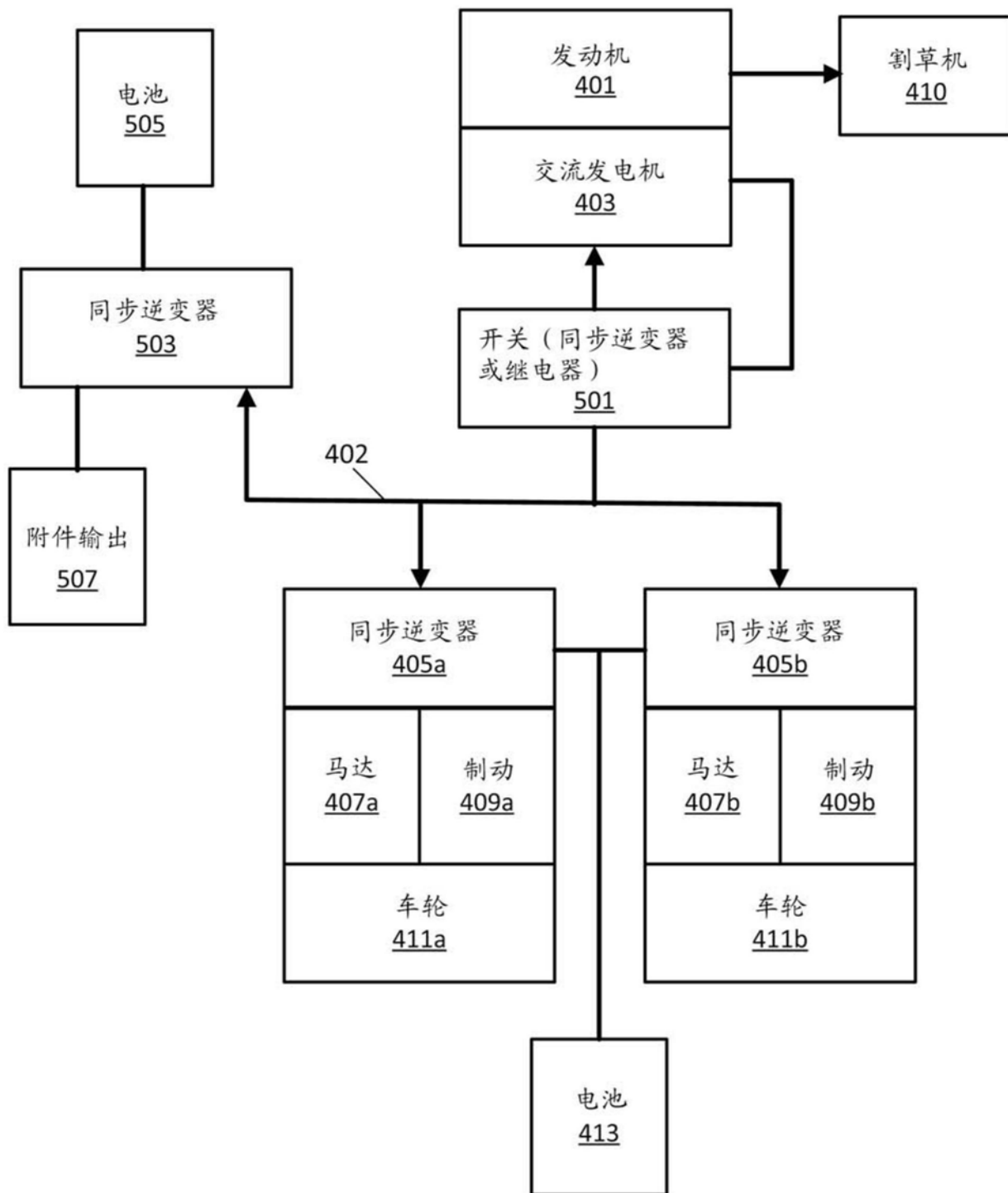


图20

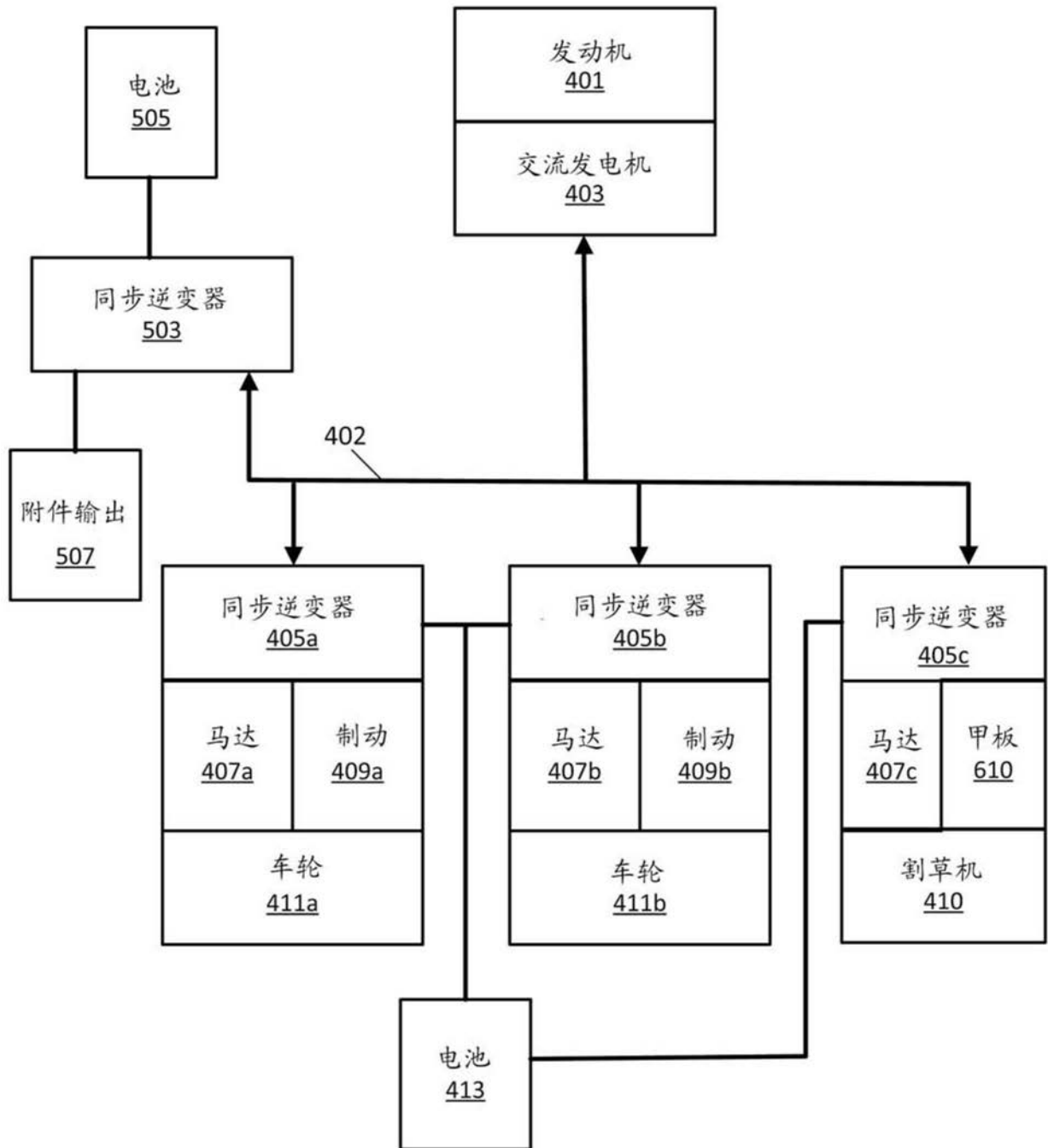


图21

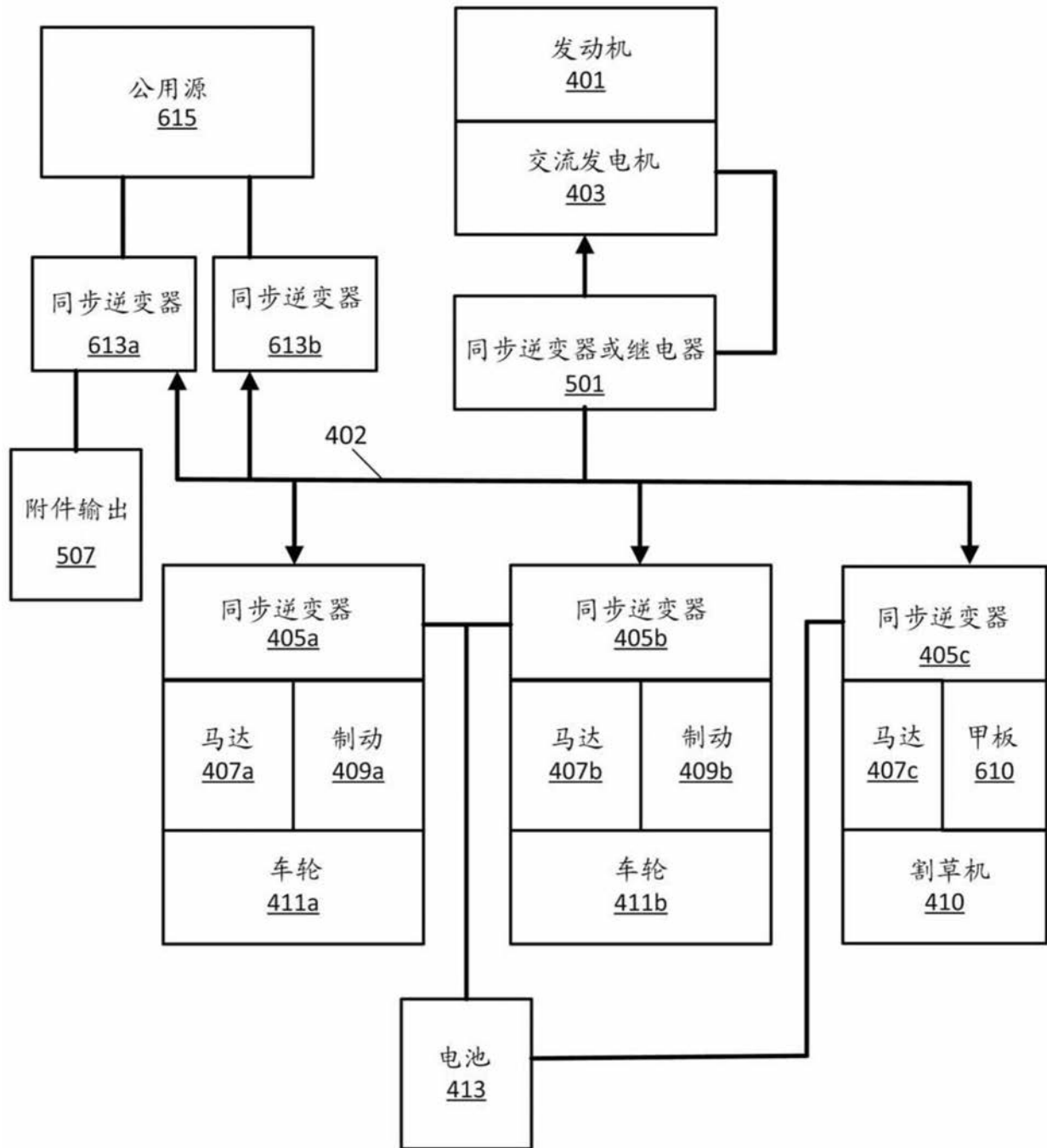


图22

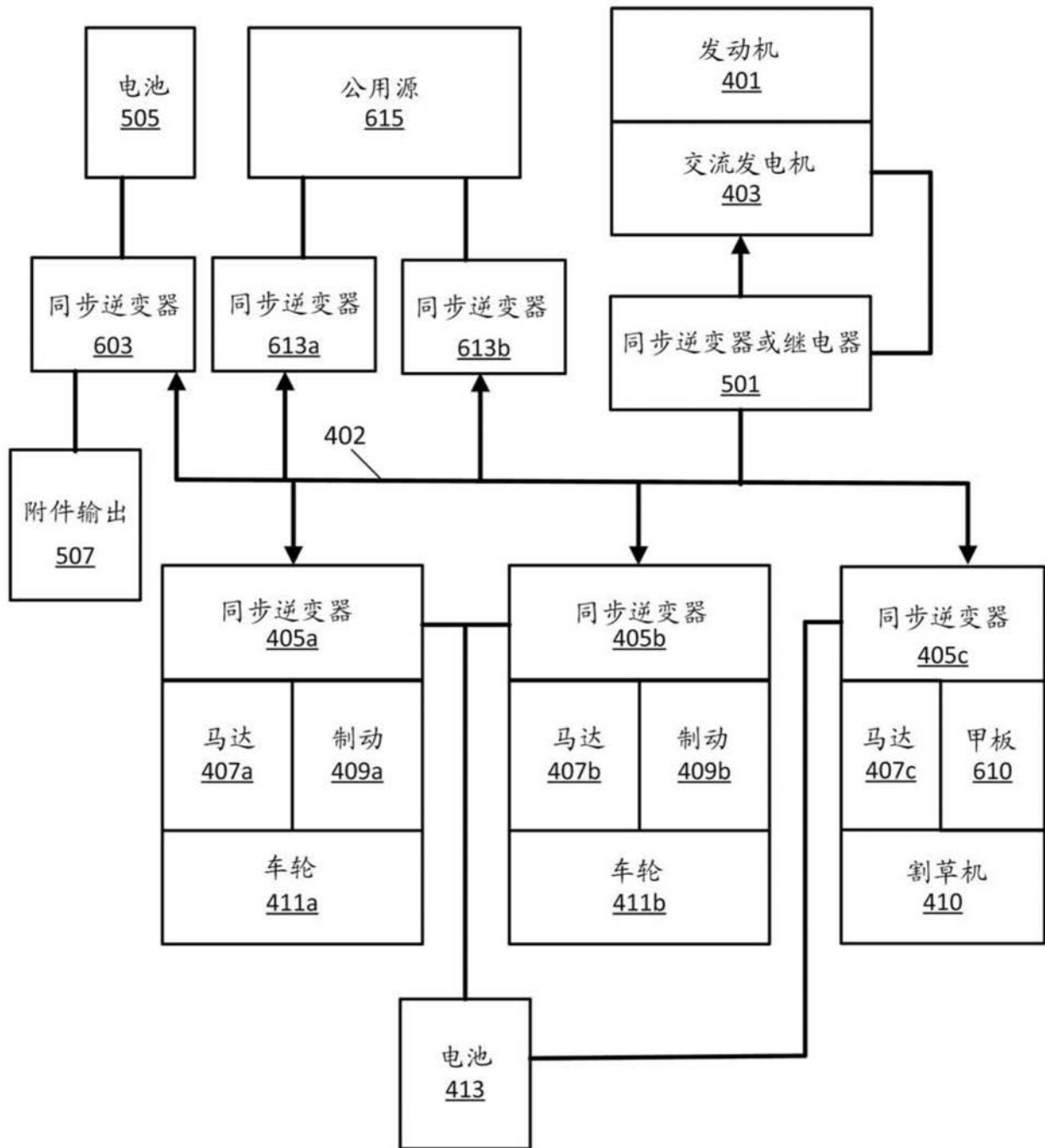


图23

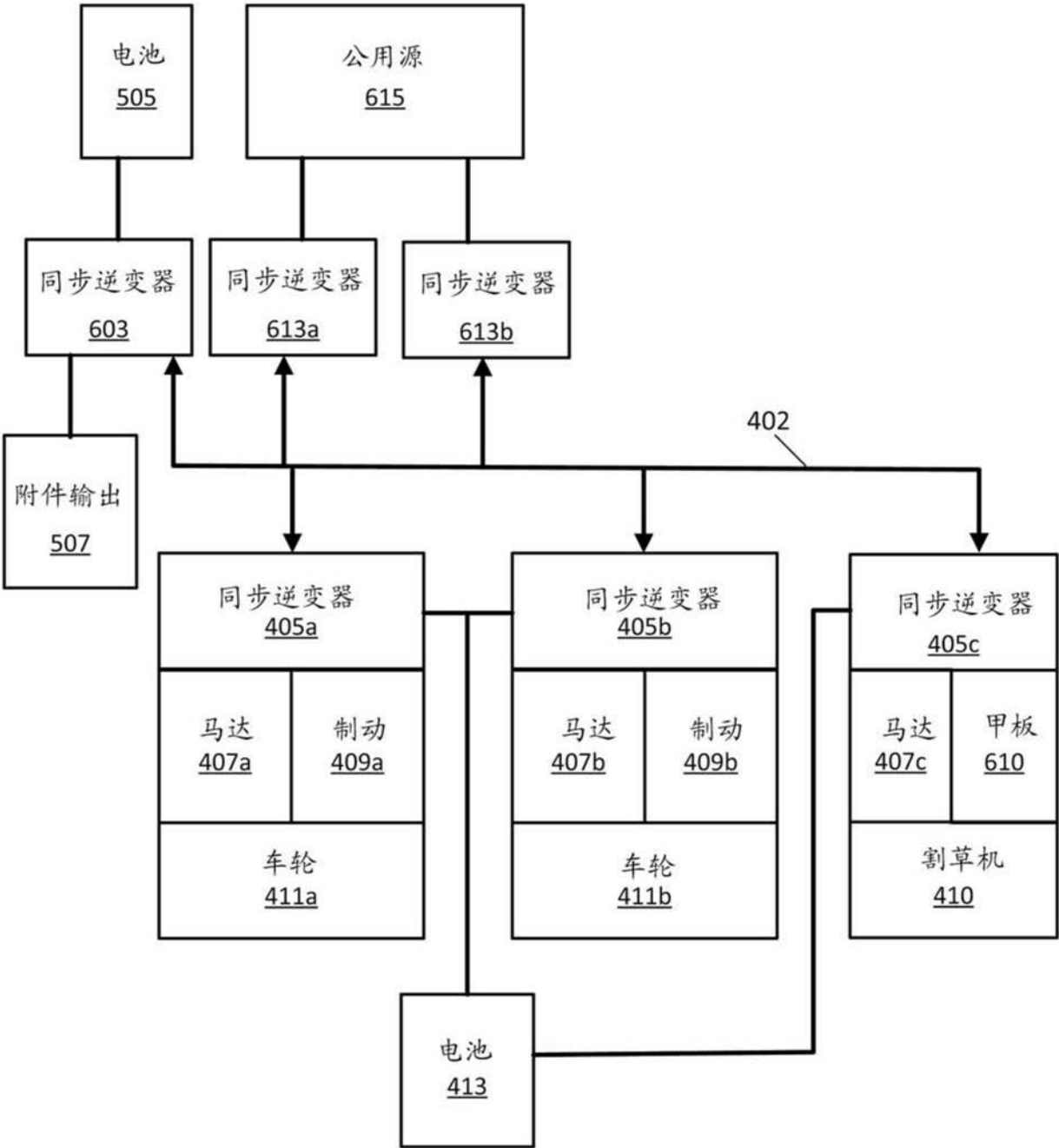


图24

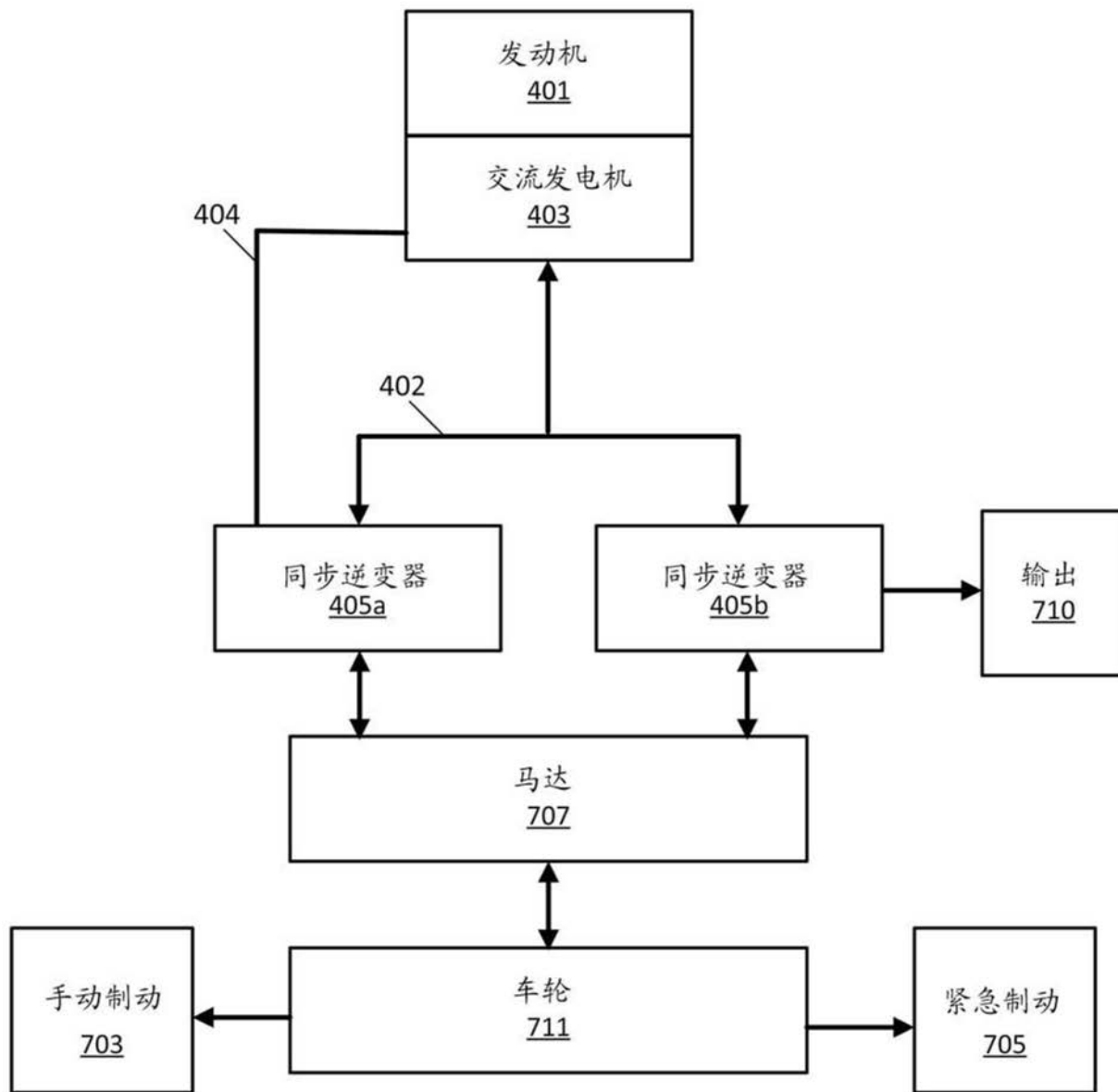


图25

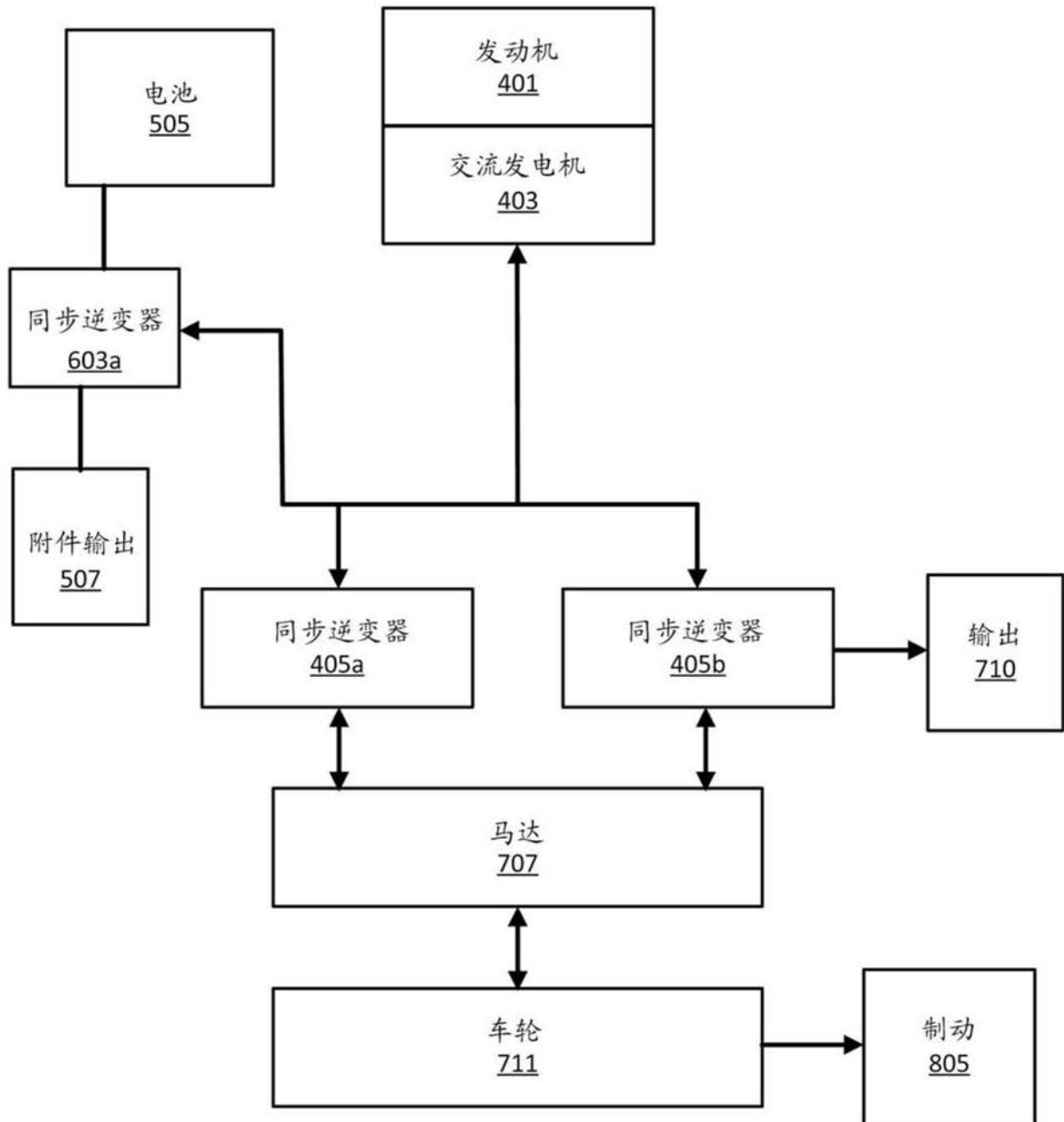


图26

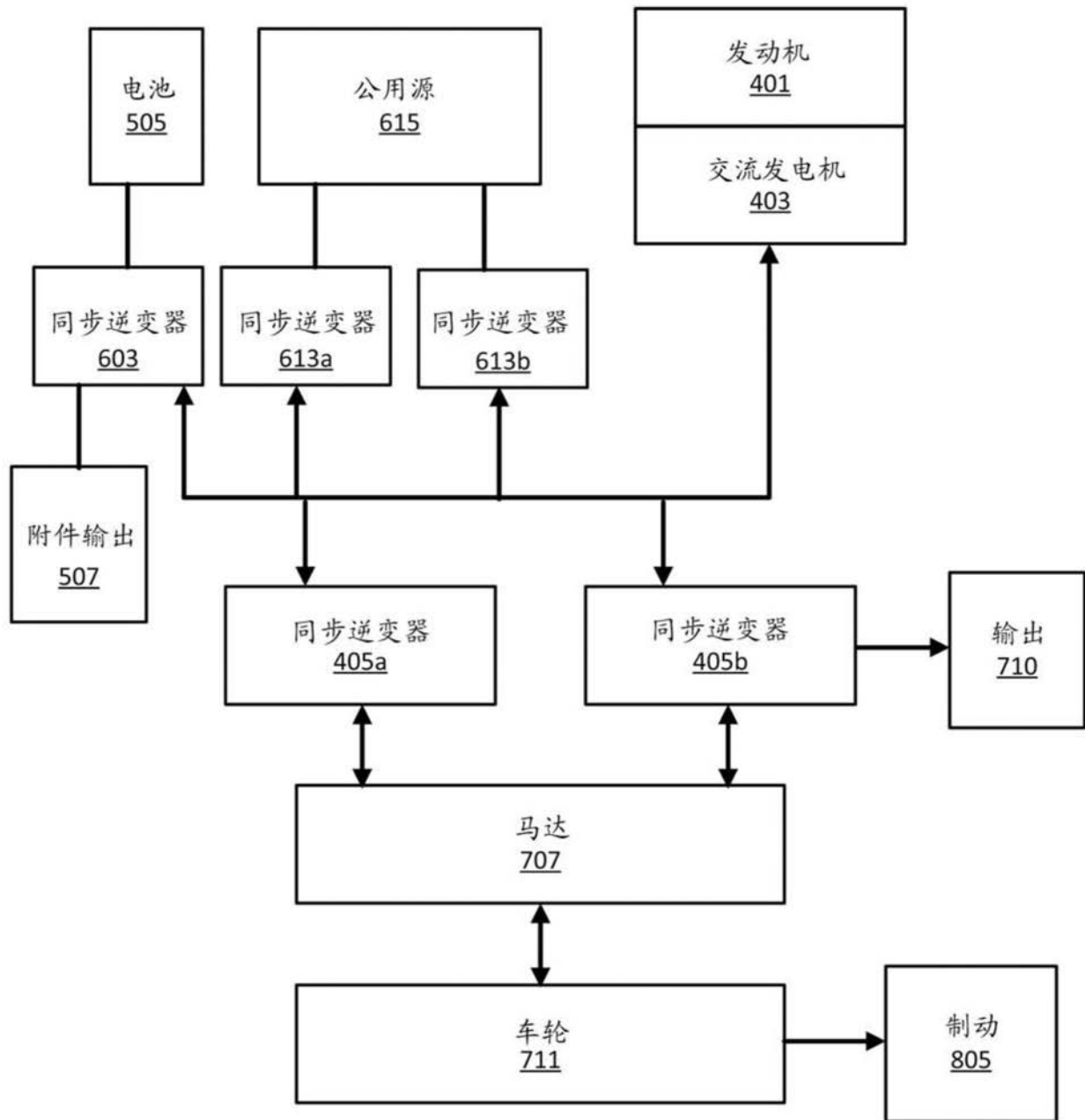


图27

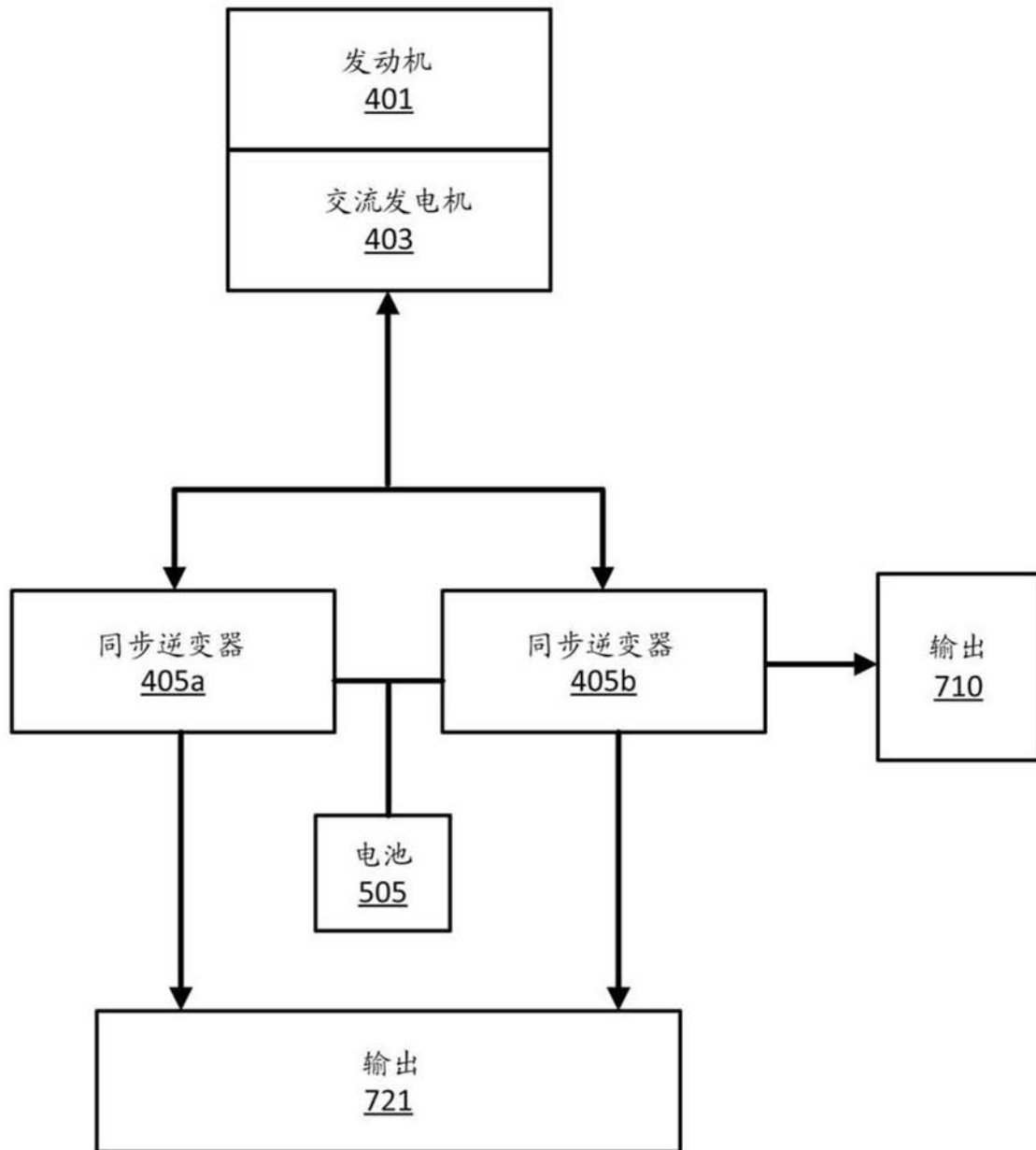


图28

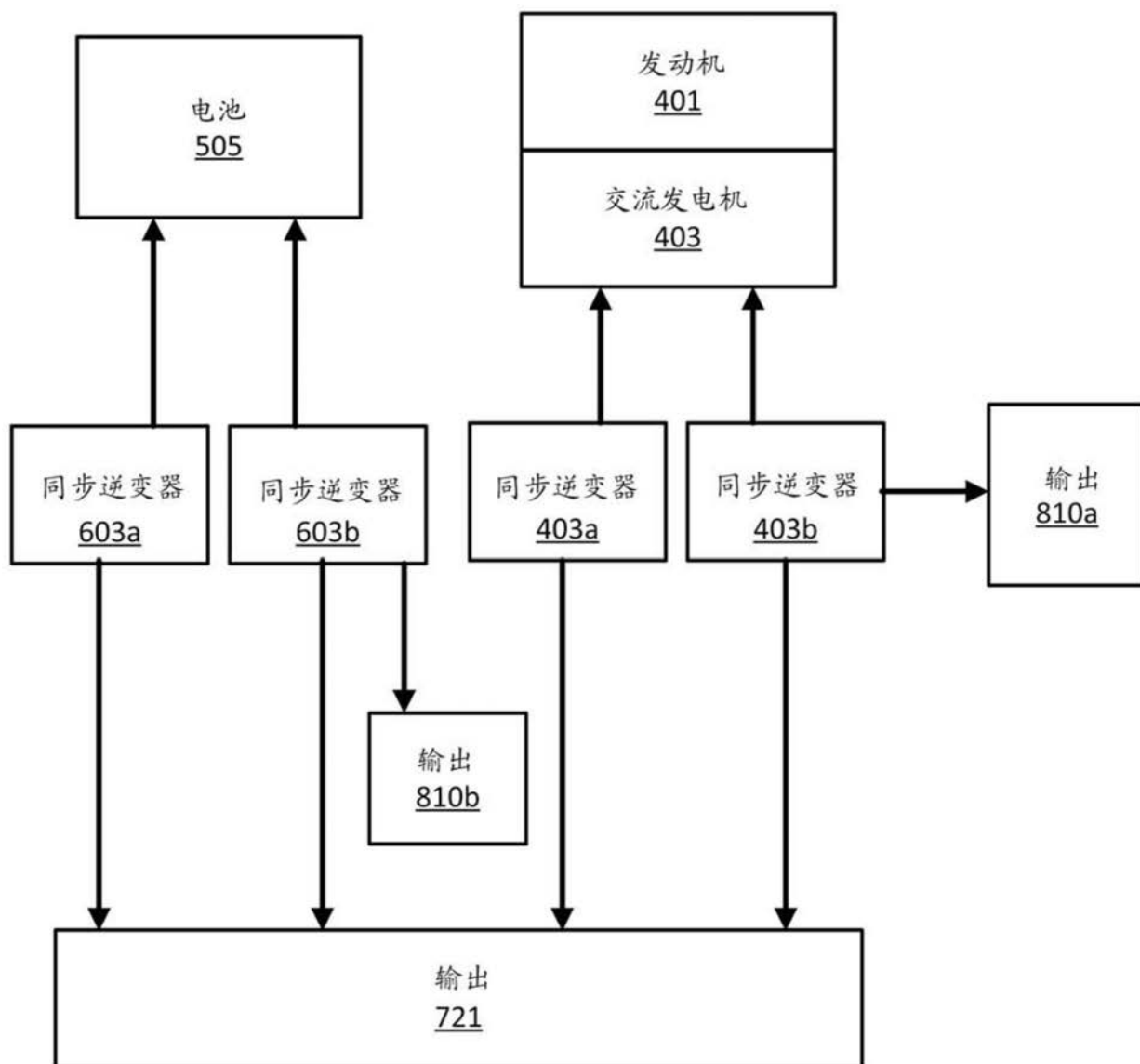


图29

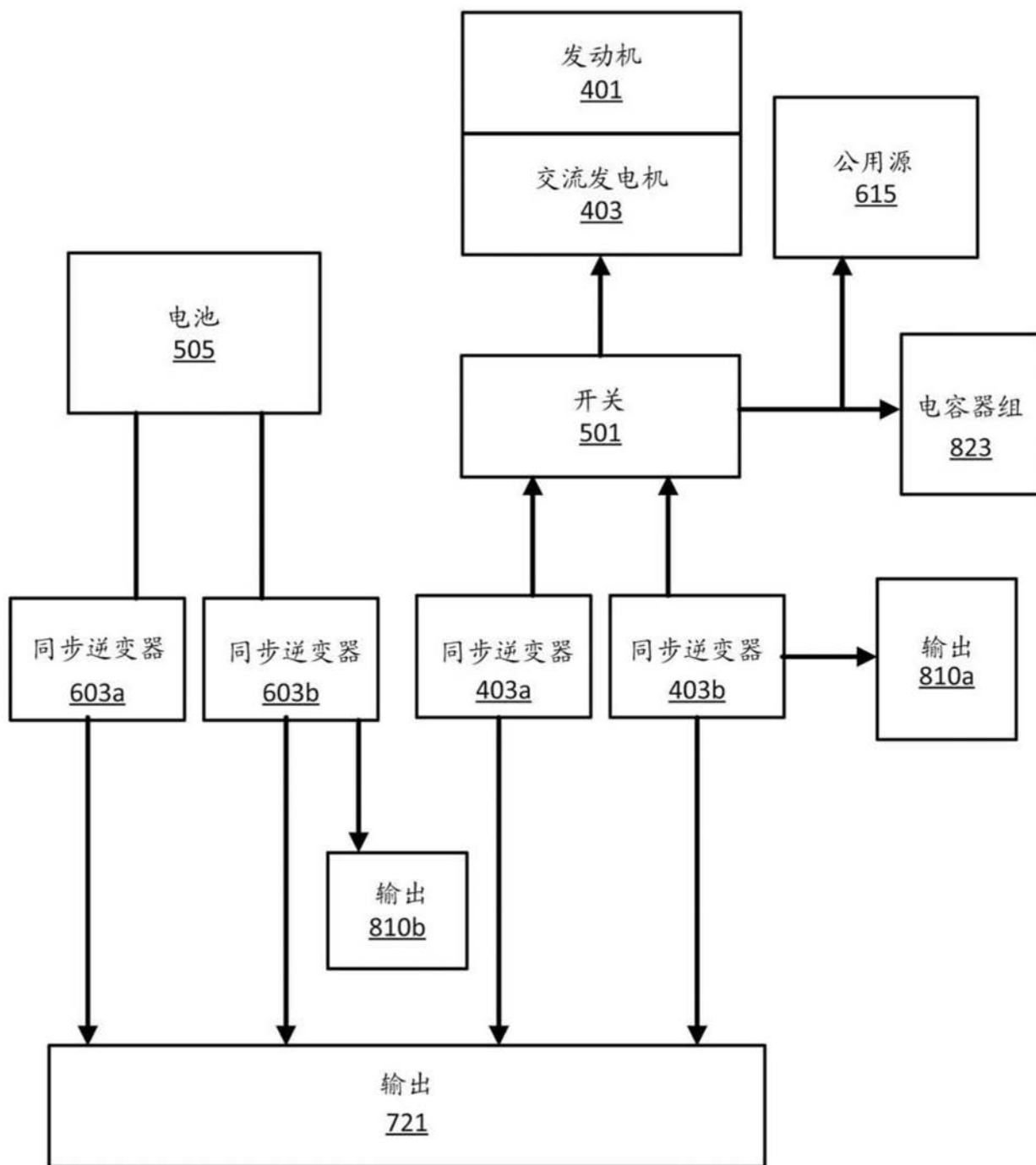


图30

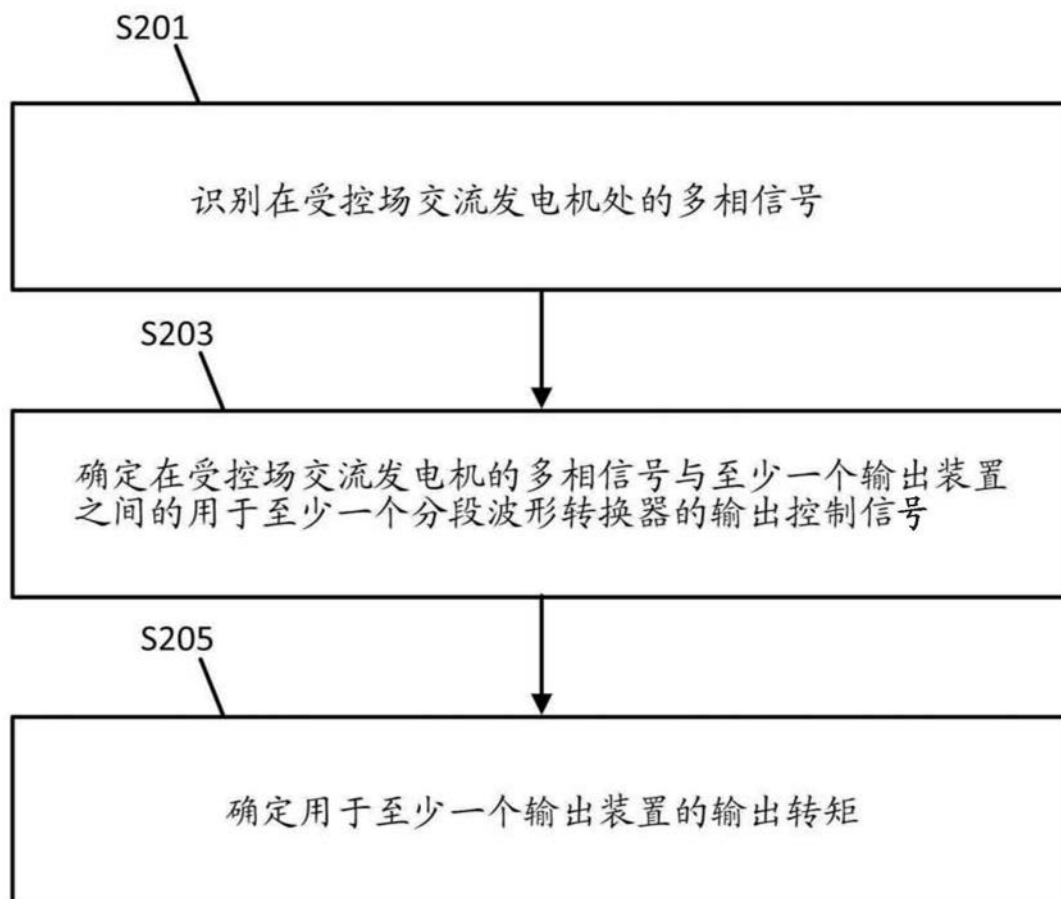


图31

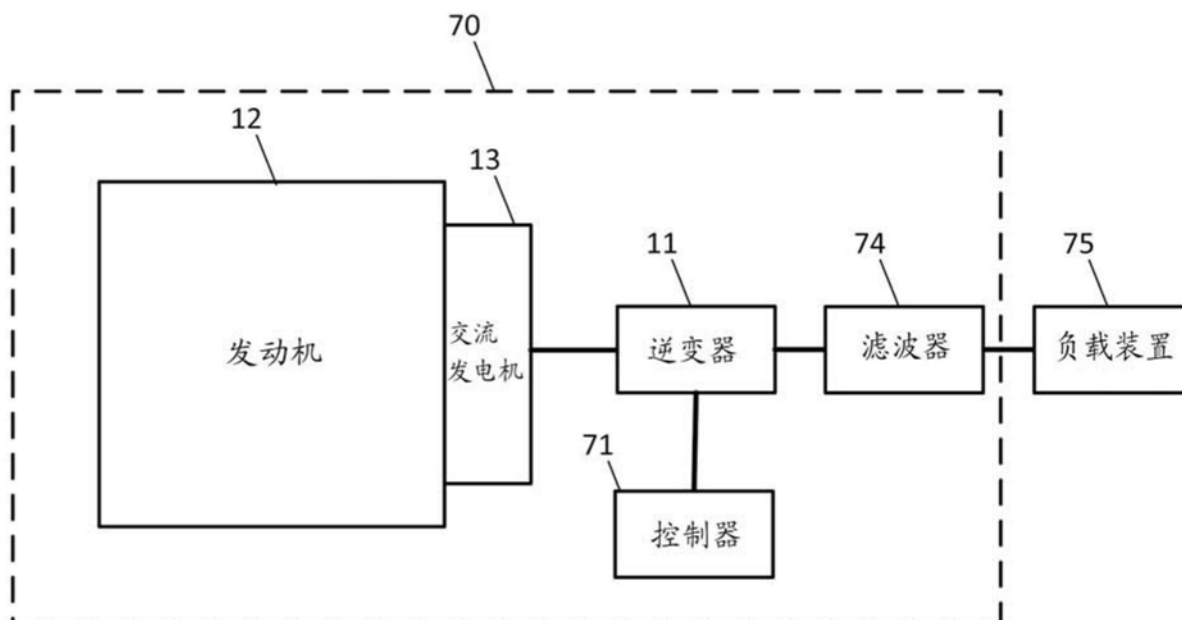


图32A

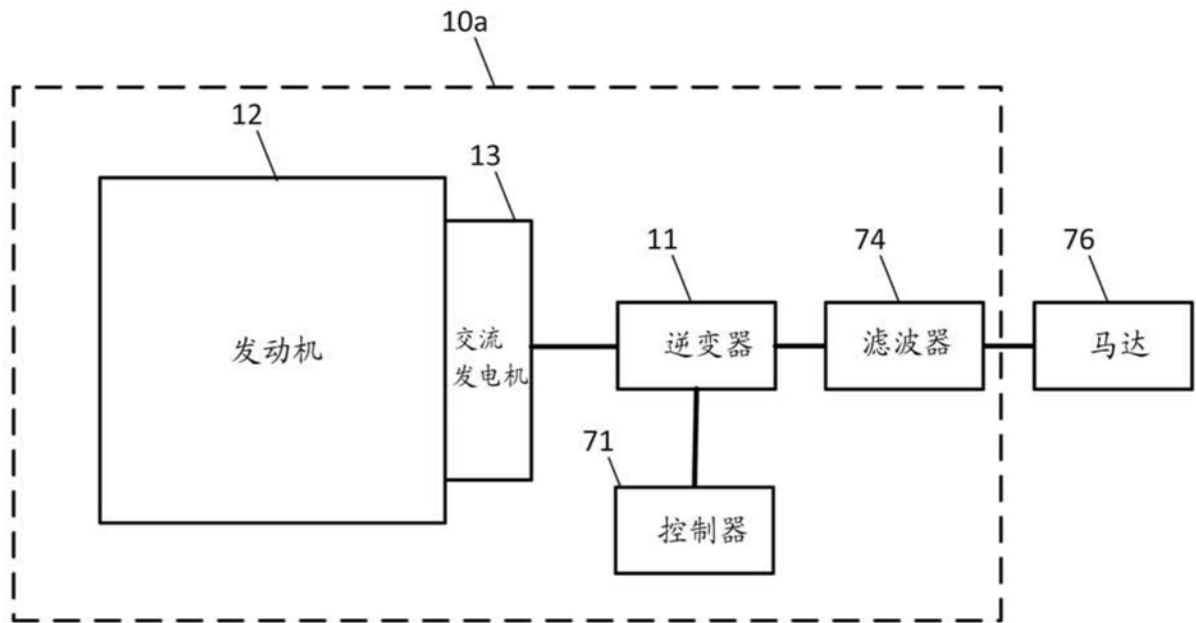


图32B

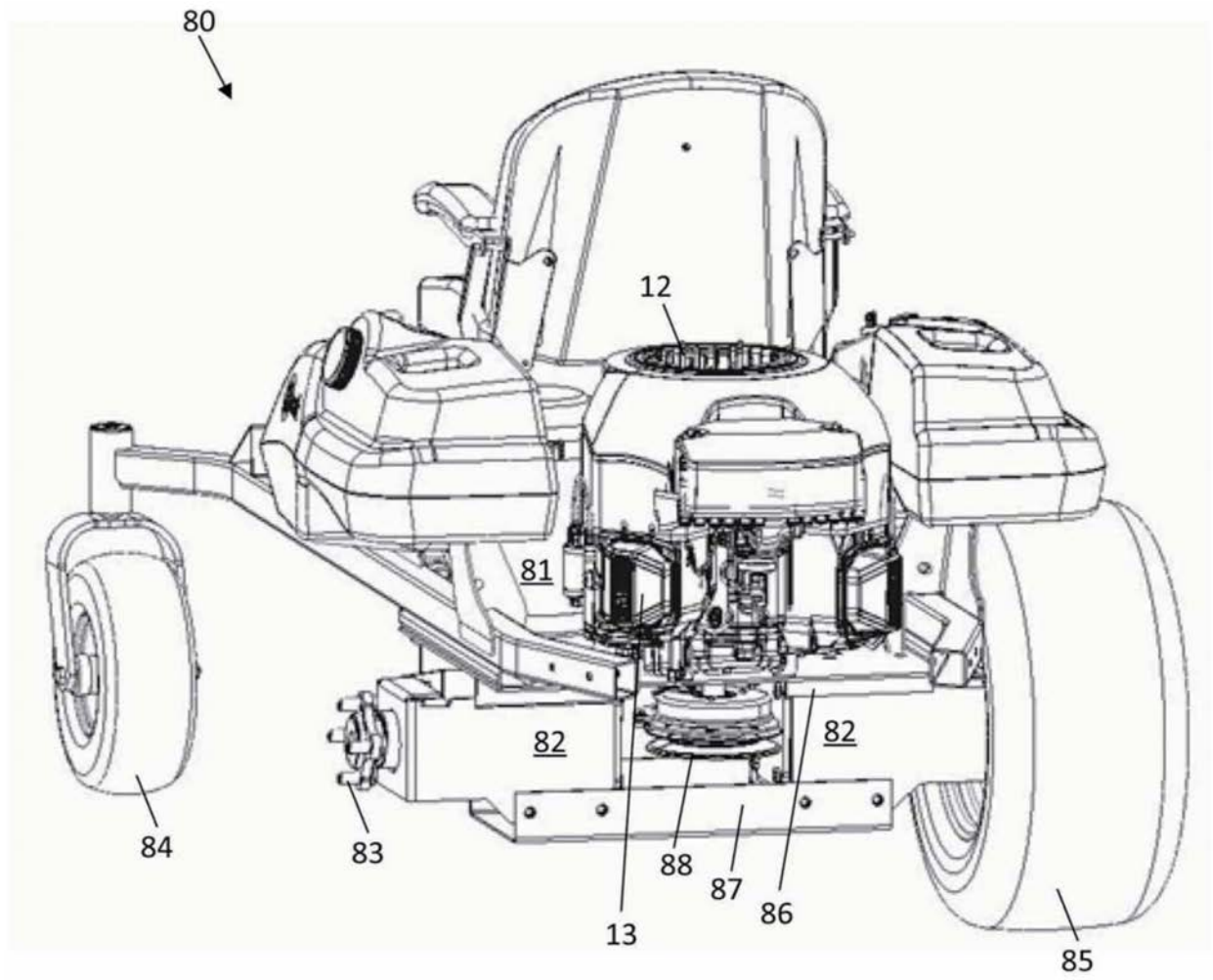


图33

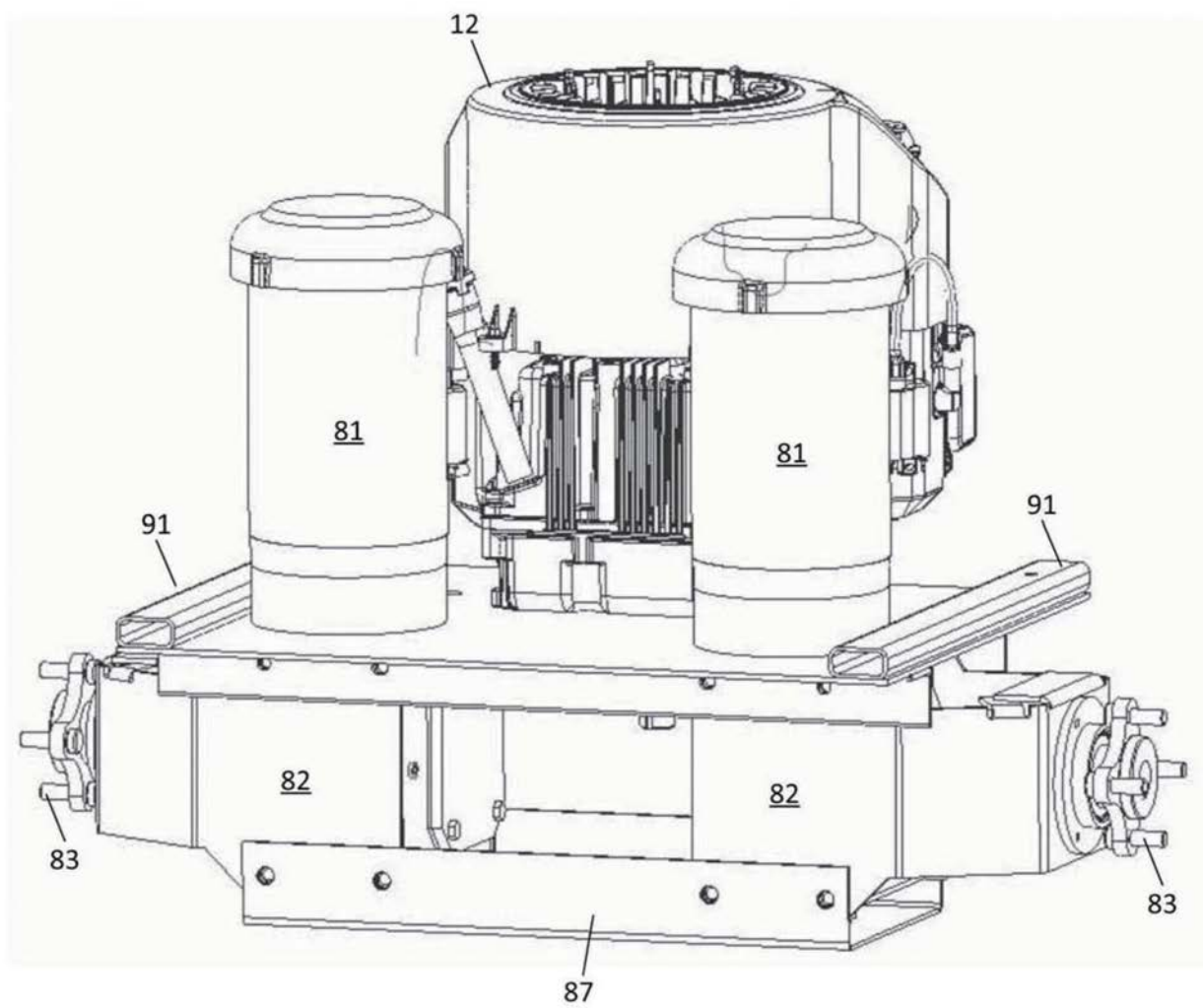


图34

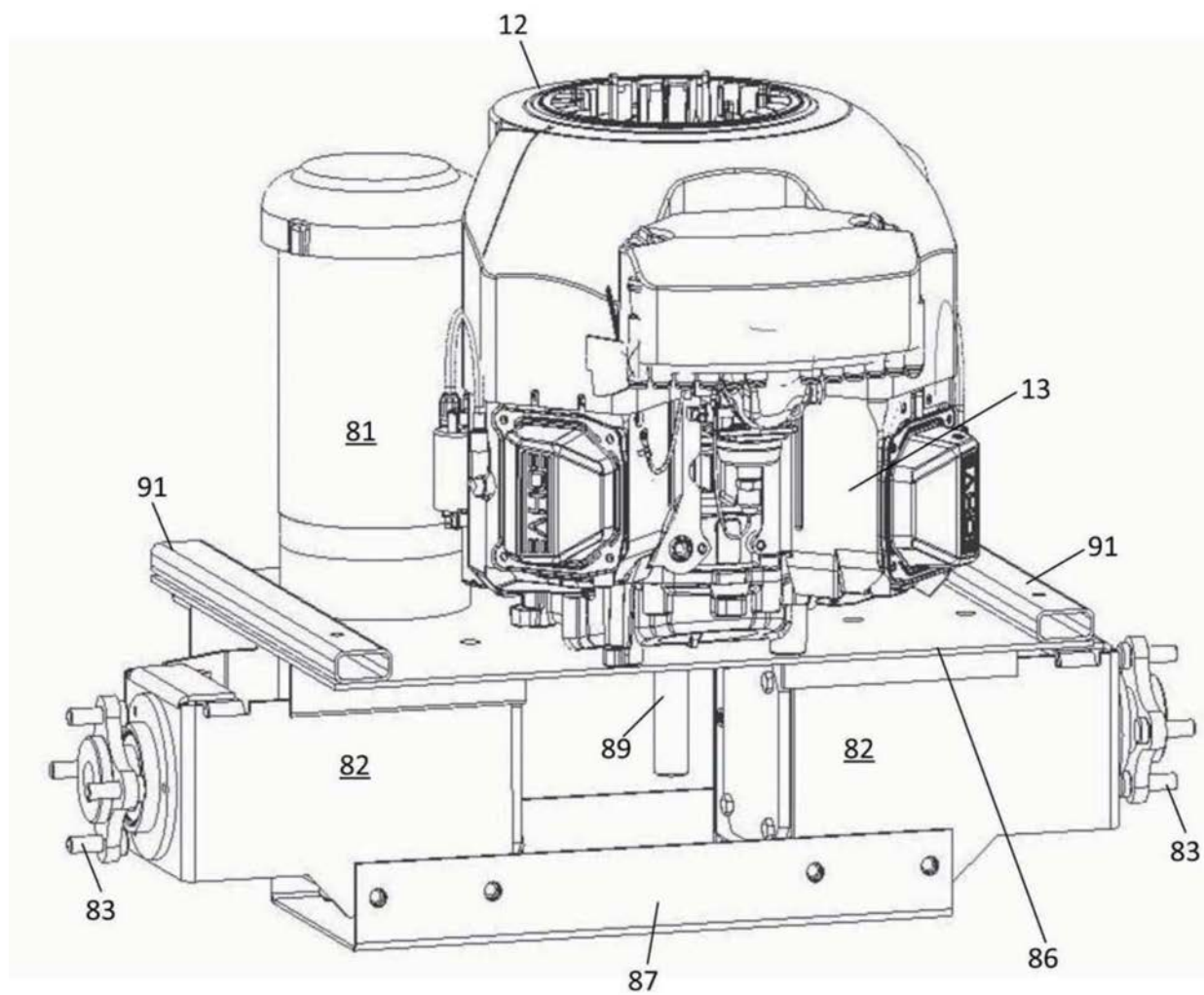


图35

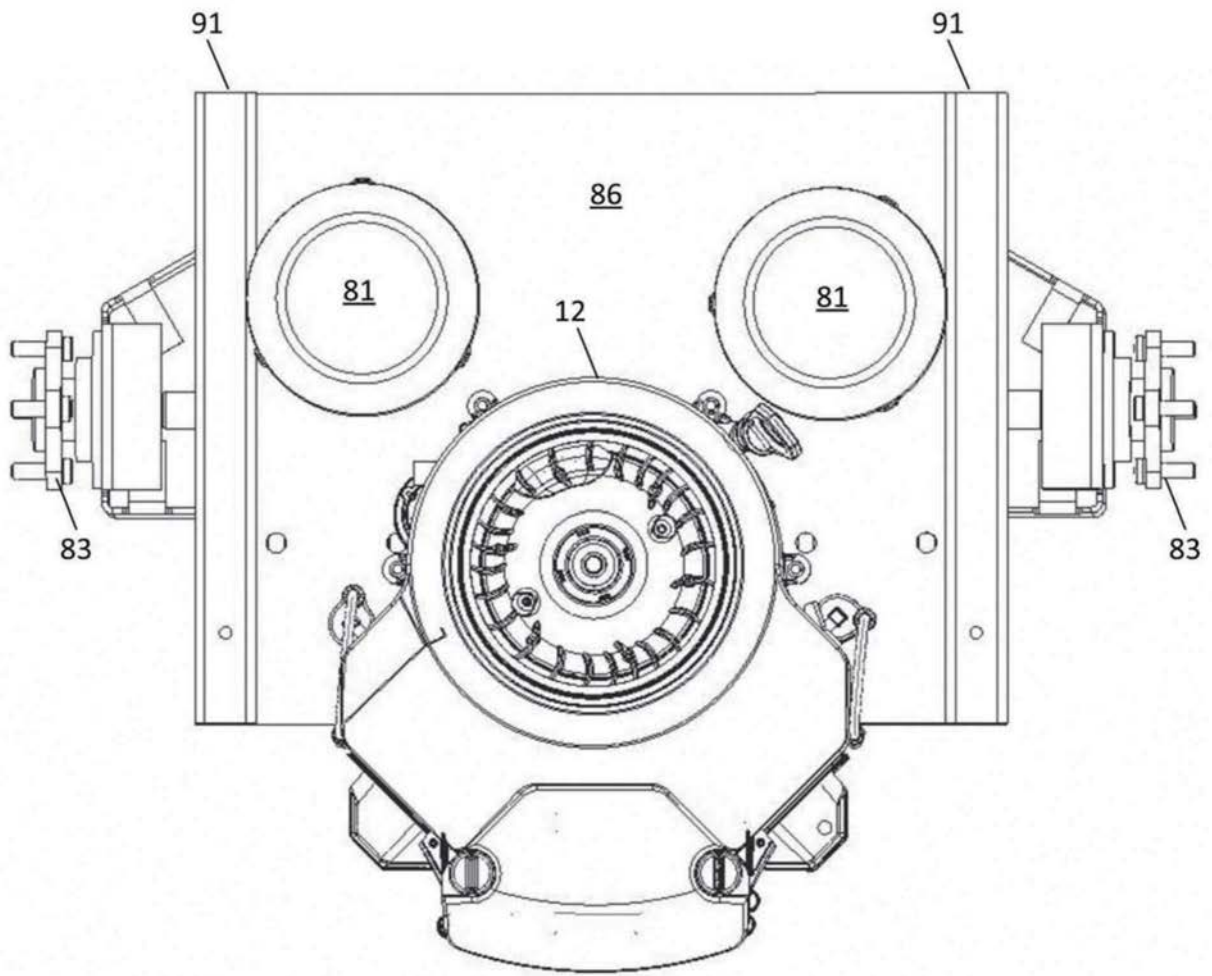


图36

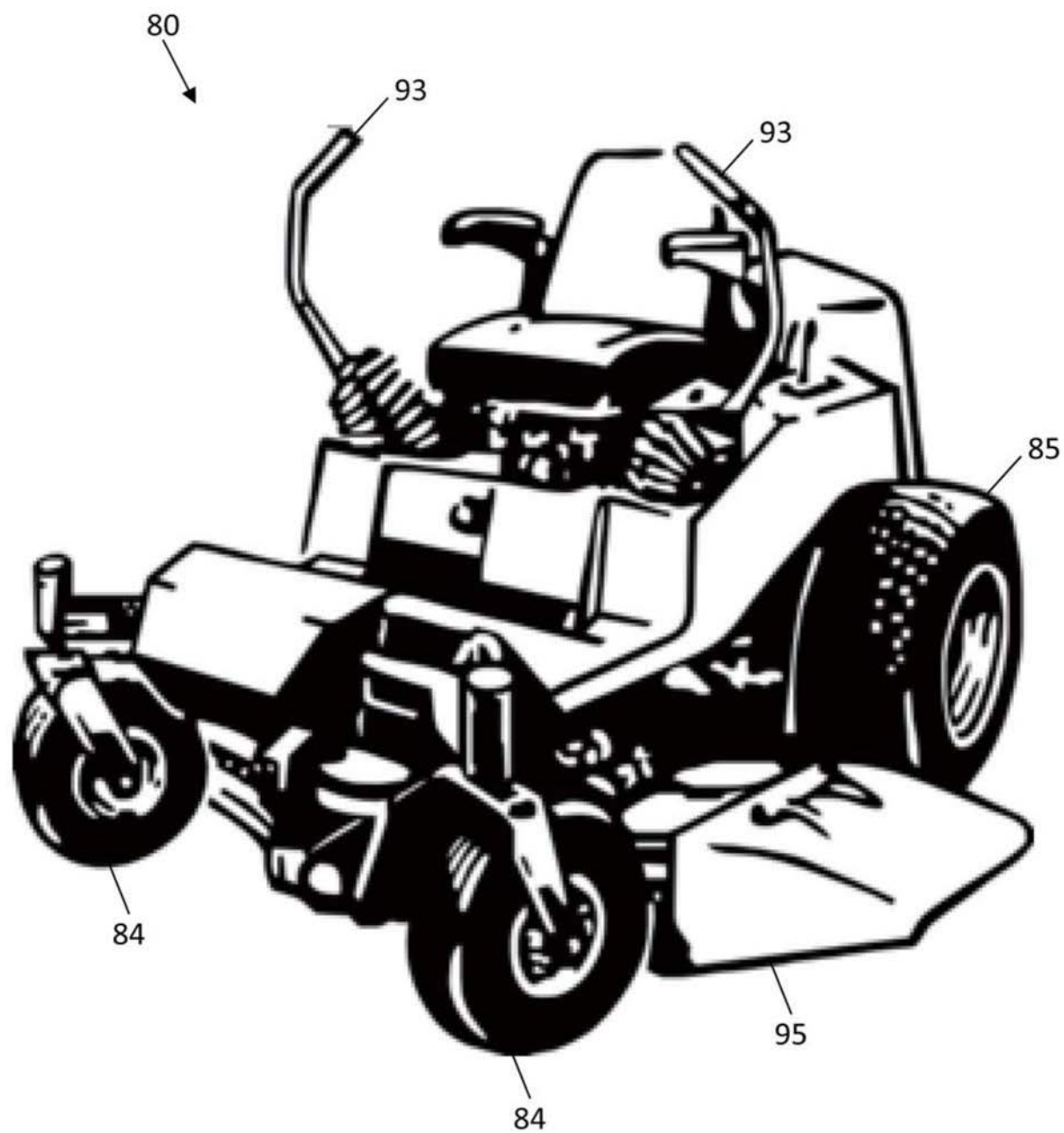


图37

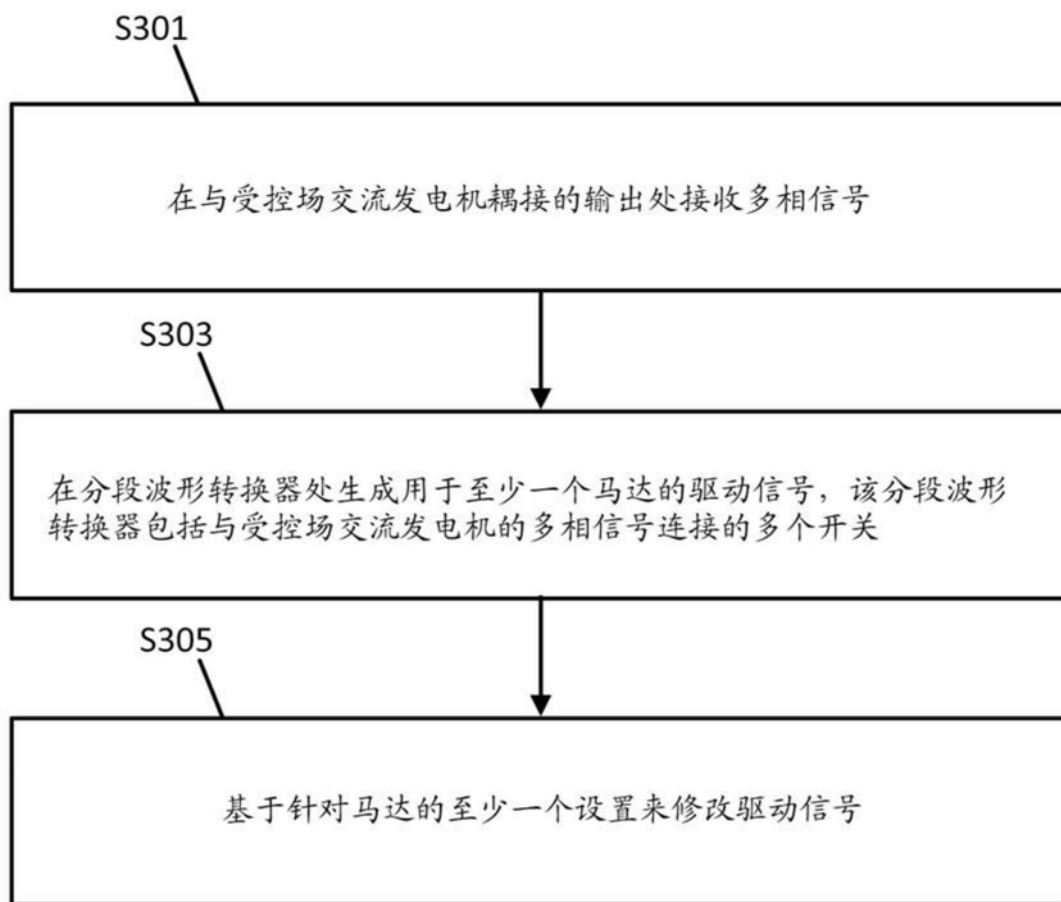


图38