



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1976828 B

(45) 授权公告日 2012.03.07

(21) 申请号 200580021565.7

(22) 申请日 2005.06.21

(30) 优先权数据

10/878,804 2004.06.28 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2006.12.28

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2005/021769 2005.06.21

(87) PCT申请的公布数据

W02006/012089 EN 2006.02.02

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 R·D·金 D·宋 L·萨拉索

A·K·库马

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 李亚非 张志醒

(51) Int. Cl.

B60W 10/24(2006.01)

B60W 20/00(2006.01)

B60L 11/18(2006.01)

(56) 对比文件

US 5563479 A, 1996.10.08, 全文.

US 4675585 A, 1987.06.23, 全文.

JP 58-6002 A, 1983.01.13, 全文.

US 3736482 A, 1973.05.29, 全文.

CN 2273666 Y, 1998.02.04, 全文.

DE 10230384 A1, 2004.01.29, 全文.

US 20020070556 A1, 2002.06.13, 全文.

US 6255008 B1, 2001.07.03, 全文.

审查员 陈丽芬

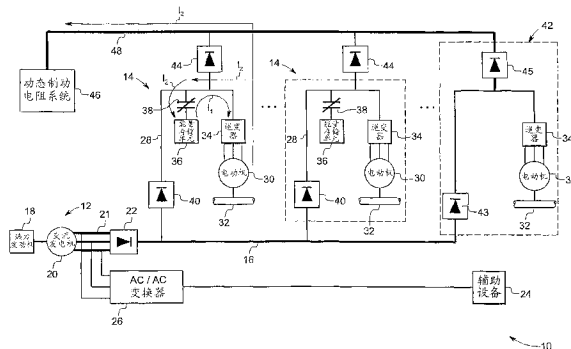
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 6 页

(54) 发明名称

混合驱动的能量存储系统及方法

(57) 摘要

一种混合驱动系统,该系统包括一个或多个具有用于产生驱动用机械功率的电动机的混合驱动牵引传动装置。混合驱动牵引传动装置可操作用于接收来自车载发电系统的电力。电动机用于接收来自能量存储单元的电力,并且为能量存储单元供电。该能量存储单元可以通过开关与电动机耦合。



CN 1976828 B

1. 一种车辆的驱动系统,包括:

混合驱动牵引传动装置,该混合驱动牵引传动装置接收来自车载发电系统的电力,其中该混合驱动牵引传动装置包括:

主 DC 链路,耦合到发电系统,用于接收发电系统产生的电力;

电动机,操作用于在动态制动期间产生电力;

能量存储单元;

开关;和

直流到直流 DC/DC 变换器,

其中所述开关操作用于将能量存储单元电耦合到电动机以便使能量存储单元在从第一电动机速度开始的电动机动态制动期间能够接收来自电动机的电力,并且所述开关操作用于将能量存储单元从电动机去掉电耦合以便使能量存储单元在从第二电动机速度开始的电动机动态制动期间能够通过直流到直流 DC/DC 变换器接收来自电动机的电力,其中第二电动机速度大于第一电动机速度。

2. 如权利要求 1 所述的系统,其中,在车速的第一范围期间,开关闭合,在车速的第二范围期间,开关断开,其中车速的第二范围大于车速的第一范围。

3. 如权利要求 1 所述的系统,包括车载发电系统,其中该车载发电系统操作用于为主 DC 链路供电,该主 DC 链路耦合到多个混合驱动牵引传动装置。

4. 如权利要求 3 所述的系统,其中,每个混合驱动牵引传动装置包括:

局部 DC 链路,电耦合到电动机,和;

第一二极管,其中该二极管使电力能够从主 DC 链路流向局部 DC 链路,在电动机的动态制动期间,所述二极管阻止电力从局部 DC 链路流向主 DC 链路。

5. 一种为车辆混合驱动系统中的能量存储单元供电的方法,包括:

闭合电开关以便在第一速度下的电动机的操作期间将能量存储单元电耦合到电动机,从而在第一速度下的电动机的动态制动期间,使来自于电动机的电力能够流向能量存储单元;和

断开电开关以便在第二速度下的电动机的操作期间将能量存储单元从电动机去掉电耦合,从而在第二速度下的电动机的动态制动期间,使来自于电动机的电力能够通过直流到直流 DC/DC 变换器流向能量存储单元,其中第二速度大于第一速度。

6. 如权利要求 5 所述的方法,还包括:在车速的第一范围期间,闭合电开关,在车速的第二范围期间,断开电开关,其中车速的第二范围大于车速的第一范围。

混合驱动的能量存储系统及方法

技术领域

[0001] 通常本发明涉及混合驱动系统 (hybrid propulsion system), 特别是重型混合驱动应用中的分布式能量存储的系统和方法。

背景技术

[0002] 部分车辆用牵引电动机推动车辆。典型地, 牵引电动机与能为其提供电力的链路连接在一起, 如总线。也可以用一个或多个车载交流发电机为链路提供动力。在特定工作条件下, 如当车辆减速或者在下坡中保持速度时, 电动机产生的反电势大于由发动机驱动的交流发电机所提供的电压。在这种情况下, 牵引电动机就不再做为电动机而是用做交流发电机。这个称为动态制动的过程是电力制动的一种形式, 利用电力制动能够减少车辆机械制动系统组件的磨损。当车辆是机车时, 动态制动减少了机车上以及该火车所有单节车厢的制动磨损。典型地, 在动态制动过程中电动机产生的电能通过使用电阻作为热量来消耗。

[0003] 混合驱动系统经过发展已经能够恢复部分因在动态制动过程中的发热而浪费的能量。对这种浪费的能量的恢复被称作再生制动。具有重型混合驱动系统的车辆 (如巴士、大型卡车、矿业车辆和机车) 需要大型能量存储单元, 通常包括电池、超级电容 (ultracapacitor)、飞轮或者一种或多种这些技术的组合。重型牵引混合机车驱动系统就是其中一个例子。在该应用中, 动力通常由原动机 (如柴油发动机) 提供, 该原动机直接与交流发电机和相关的大功率整流器耦合, 该大功率整流器将交流发电机的输出从交流电 (AC) 转换成直流电 (DC)。然后将整流器的输出耦合到可以为多个电动机供电的主 DC 链路。典型地, 能量存储单元通过电子 DC/CD 变换器电连接到主 DC 链路, 该变换器由能量管理系统及相关的车辆系统控制器控制。DC/CD 变换器为能量存储单元提供双向 DC-DC 接口, 以致能量存储单元能用于为牵引电动机供电及在再生制动期间接受来自牵引电动机的电力。来自牵引电动机的电力用于为能量存储单元部分再充电。因此, 通常在动态制动期间作为热量由栅极电阻消耗掉的能量能够被恢复并且用于为能量存储单元部分再充电。此后, 能量存储单元可放电, 以便为牵引电动机供电。通过适当的系统控制, 混合驱动系统可用于通过减少的来自柴油发动机的输出功率来提供车辆加速, 从而相比于传统的非混合动力机车, 在给定排放时所需的燃料量减少了。

[0004] 但是, 现存的混合驱动系统中存在多个问题。对于重型车辆, 由于能量存储单元的额定功率小于原动机的额定功能, 所以通常都需要双向 DC-DC 能量存储接口。但是, 双向 DC/DC 变换器所需要的电子设备使功率电子硬件的成本显著增加。例如, 在重型车辆的正常操作中, 主 DC 链路的电压通常大约是从 250V 变化到 1500V。为了减少 DC/DC 变换器的成本, 在混合模式操作期间, 能量存储单元的输出电压通常选择为在 DC 链路以上或以下。但是, 当需要使混合驱动系统中的能量存储单元既在 DC 链路电压之上又在之下工作时, 通常在 DC/DC 变换器中使用一个“H”桥结构。但是, “H”桥结构需要至少两倍的功率电子开关, 这就明显增加了 DC/DC 变换器的成本。高额定功率的 DC/DC 变换器也存在潜在的可靠性问

题。而且,由于具有较高的功率要求,所以传统混合驱动系统的能量存储单元需要多个较小的能量存储单元并联工作。但是,当在较大范围的环境温度极值内操作时,并联能量存储单元之间的功率共享也是一个问题。如果未适当控制功率共享,能量存储单元的寿命可能会减少。

[0005] 更进一步,在传统的重型混合车辆中,各种电器(如电灯、风扇、空气压缩机)都是由发动机供电的。这就意味着,即使在车辆制动或者在下坡上行驶时,发动机都要需要操作以便为电器供电。这就使燃油经济性显著降低。

[0006] 因此,需要一种减少成本和/或提高混合驱动系统能量效率的技术。更具体地,需要一种增加再生制动功率量的技术,该再生制动功率可以恢复,由重型车辆的混合驱动系统产生。

发明内容

[0007] 在本技术的一个方面,提供一种具有一个或多个混合驱动牵引传动装置(traction drive)的驱动系统。混合驱动牵引传动装置包括电动机,其可操作用于产生用于驱动的机械功率和可操作用于在电动机动态制动期间用于产生电力。混合驱动牵引传动装置包括能量存储单元,其可操作用于为电动机供电,以便产生驱动所用的机械功率并且在电动机动态制动期间接收来自电动机的电力。设置有开关,其可操作用于基于驱动系统的操作参数选择性地能量存储单元耦合到电动机。

附图说明

[0008] 下面当参考附图进行详细描述时,可以更好地理解本发明的这些和其它特征、方面和优点,在附图中,相同的附图标记表示相同的部件,其中:

[0009] 图1是根据本技术的一个示例性实施例的混合驱动系统的示意图,描述该系统在低功率操作时的电力流;

[0010] 图2是图1的混合驱动系统的示意图,描述该系统在高功率操作时的电力流;

[0011] 图3是根据本技术的一个示例性实施例的混合驱动系统的可替换实施例的示意图;

[0012] 图4是图3的系统的可替换实施例的示意图,描述在高功率制动操作期间为辅助设备供电;

[0013] 图5是混合驱动系统的第二个可替换实施例的示意图,描述在高功率制动操作期间用牵引电动机为能量存储单元充电;和

[0014] 图6是混合驱动系统的第三可替换实施例的示意图。

具体实施方式

[0015] 本技术提供一种用于混合驱动系统的分布式能量存储系统和方法。在重型车辆(如跨境巴士、卡车、机车、越野车等)上本技术具有显著的优点。

[0016] 图1和图2描述了根据本发明的混合驱动系统10。系统10包括可操作用于为至少一个混合驱动牵引传动装置14供电的车载发电系统12。混合驱动牵引传动装置14通过主直流电(DC)链路16与车载发电系统12电耦合。这里所用的术语DC链路是指正负DC

总线,由于系统 10 的不同的组件,其各部分具有不同的电压等级。所述的车载发电系统 12 使用一个热力发动机 (heatengine) 18,如汽油机、柴油机、燃气涡轮机等。热力发动机 18 可驱动地耦合到交流发电机 20,该交流发电机将热力发动机 18 的机械输出转变为三相 AC 电力。交流发电机 20 的三相 AC 输出耦合到 AC 总线或者链路 21。整流器 22 用于将交流发电机 20 的 AC 输出转换为 DC 输出。整流器 22 的输出与主 DC 链路 16 耦合。在该实施例中,交流发电机 20 可操作用于通过 AC/AC 变换器 26 为辅助设备 24 供电。辅助设备 24 可以包括车载电灯、风扇、空气压缩机等。但是,本领域技术人员可以明白,辅助设备 24 能够由主 DC 链路 16 提供的直流电操作。

[0017] 所述混合驱动牵引传动装置 14 中的每一个均包括局部 DC 链路 28,该局部 DC 链路将电力耦合到牵引电动机 30。在所述实施例中,牵引电动机 30 为 AC 电动机。但是,也可以使用 DC 电动机。逆变器 34 设置为将局部 DC 链路 28 上的 DC 变换为 AC。混合驱动牵引传动装置 14 还包括与局部 DC 链路 28 耦合的能量存储单元 (ESU) 36。各实施例中的能量存储单元 36 可以是电池、超级电容、飞轮或其它类型的能量存储装置。另外,开关 38 位于能量存储单元 36 和局部 DC 链路 28 之间。开关 38 可以是继电器或其它任何类型电流控制装置的触点。在该实施例中,当热力发动机 18 在低功率状态下操作时开关 38 将自动闭合,当热力发动机 18 在高功率状态下操作时将自动断开。但是,也可以用其它标准来控制开关 38 的操作,如交流发电机 20 产生的电压。在另一个实施例中,一个或多个混合驱动牵引传动装置 14 可以包括多个电动机 30 和相关的逆变器 34。还是在另一个实施例中,一个或多个混合驱动牵引传动装置可以包括多个能量存储单元 36。

[0018] 局部 DC 链路 28 上的电压可以有很大的变化。阻塞二极管 40 位于主 DC 链路 16 和各局部 DC 链路 28 之间,以便当局部 DC 链路 28 的电压大于主 DC 链路 16 的电压时防止电流从各局部 DC 链路 28 流向主 DC 链路 16。根据本技术,多个混合驱动牵引传动装置 14 可以并联耦合到主 DC 链路 16。

[0019] 系统 10 也可以包括一个或多个不使用混合驱动的传统牵引传动装置 42。混合驱动牵引传动装置 14 的数量可以从驱动系统中使用的至少一个牵引传动装置变化到所有牵引传动装置。与混合驱动牵引传动装置 14 类似,传统的牵引传动装置 42 可以通过阻塞二极管 43 耦合到主 DC 链路。

[0020] 在正常操作中,车载发电系统 12 通过主 DC 链路 16 为每个混合驱动牵引传动装置 14 供电。但是,在发动机 18 处于低功率操作期间,如当车辆从起动位置加速时,主 DC 链路 16 的电压小于能量存储单元 36 的电压。例如,在低功率下操作的机车中,主 DC 链路 16 两端的电压大概是 200V,而能量存储单元 36 的工作电压可能大概为 600V。在这样的操作中,如图 1 所示开关 38 闭合,能量存储单元 36 耦合到局部 DC 链路 28,以使能量存储单元 36 能够为电动机 30 供电。由箭头 I_1 表示的电流从能量存储单元 36 流向电动机 30。

[0021] 在低功率制动操作期间,电动机 30 作为交流发电机工作。各逆变器 34 将电动机 30 的 AC 输出变换为由箭头 I_2 表示的 DC 输出,该 DC 输出提供给局部 DC 链路 28 以便为能量存储单元 36 部分充电。当能量存储单元 36 完全充满或者当牵引电动机 30 产生的电力超过能量存储单元 36 的接受能力时,来自电动机 30 的电流被引导穿过另外的阻塞二极管 44 和 45 通过动态制动 DC 链路 48 到达动态制动电阻系统 46。动态制动电阻系统 46 包括通常具有高额定功率的电阻,用来消耗牵引电动机 30 所产生的再生制动能量作为热量。

[0022] 通常参考图 2,当发动机 18 的速度增加时,交流发电机 20 的输出也增加。在发动机 18 的这种高速和高功率操作期间,主 DC 链路的电压可以大于能量存储单元 36 的电压。例如,当在高功率下操作时,主 DC 链路 16 两端的电压大约为 1400-1500V,而能量存储单元 36 的操作电压大约为 600V。在高功率操作中从主 DC 链路 16 到能量存储单元 36 的电力流可以导致能量存储单元 36 的过电压状态。因此,开关 38 断开,从而能量存储单元 36 与局部 DC 链路 28 的连接断开。结果,在高功率制动操作中,来自牵引电动机 30 的再生电力没有流向能量存储单元 36。相反,再生电力通过动态制动链路 48 由第二阻塞二极管 44 传递到动态制动电阻系统 46。从电动机 30 到电阻系统 46 的电流通常用箭头 I_3 表示。

[0023] 系统 10 可以在局部 DC 链路 28 的不同电压下进行操作。当存在一个或多个传统牵引传动装置 42 时,提供阻塞二极管 43 或阻塞二极管 45 以便阻止电流通过一个混合牵引传动装置的阻塞二极管 44 和另一个混合牵引传动装置 14 的阻塞二极管 40 在不同的能量存储单元 36 之间不受控制的循环。

[0024] 优选地,阻塞二极管 43 用来传导由非混合牵引传动系统 42 吸引的最大拉电流量。在发动机 18 的低功率操作期间,也可以闭合一个或多个开关 38,以使电力能够从一个或多个相应的能量存储单元 36 通过阻塞二极管 44 流出,为非混合牵引系统 42 供电。但是在动态制动期间,非混合牵引传动系统 42 产生的动态制动电力将不能用于为任何能量存储单元 36 充电,因为其将被非混合 DC 链路的阻塞二极管 43 阻塞。

[0025] 希望非混合动态制动 DC 链路的阻塞二极管 45 用来传导由非混合牵引传动系统 42 所产生的最大动态制动电流。在车辆动态制动操作期间以下情况是可能的:一个或多个开关 38 闭合,使得动态制动电力能够从非混合牵引系统 42 流出,从而通过阻塞二极管 40 为一个或多个相应的能量存储单元 36 充电。但是在发动机 18 的低功率操作期间,将不可能从任何能量存储单元 36 向非混合牵引传动系统 42 发送电力,因为将被非混合动态制动 DC 链路的阻塞二极管 45 阻塞。

[0026] 从而,本技术的上述实施例不再使用昂贵的 DC-DC 变换器,并且在许多领域使用都具有优势,如调度机车 (switching yard locomotive),其通常以相当低的速度和功率在调车场内操作。

[0027] 通常参考图 3 和 4,描述了混合驱动系统的可替换实施例,通常用附图标记 50 表示,其可操作用于在车辆的高功率制动操作期间恢复再生电力。所述系统 50 包括辅助设备 51,其可以通过主 DC 链路 16 由车载发电系统 12 供电或者通过动态制动 DC 链路 48 由电动机 30 提供的再生制动电力供电。

[0028] 在所述实施例中,辅助设备通过逆变器 53 从辅助 DC 链路 52 接收电力。阻塞二极管 54 被提供在主 DC 链路 16 和辅助 DC 链路 52 之间。另一个阻塞二极管 56 被提供在动态制动 DC 链路 48 和辅助 DC 链路 52 之间。在系统 50 的正常操作期间,主 DC 链路 16 的电压正向偏置阻塞二极管 54。由箭头 I_4 表示的电流通过阻塞二极管 54 流向逆变器 53 并继续流向辅助电子设备 51。

[0029] 现在参考图 4,在高功率制动操作期间,混合驱动单元 14 中的电动机 30 的动态制动会使局部 DC 链路 28 上的电压增加到大于主 DC 链路 16 上的电压,这就使通常由箭头 I_5 表示的电流通过阻塞二极管 44 流入动态制动链路 48。由于混合驱动传动装置 14 的牵引电动机 30 产生的反电势大于主 DC 链路 16 上的电压,所以将动态制动链路 48 耦合到辅助

DC 链路 52 的阻塞二极管 56 被正向偏置。这使电力能够从牵引电动机 30 流向辅助 DC 链路 52。电力从辅助 DC 链路 52 流向辅助设备 51。这也使阻塞二极管 54 被反向偏置, 阻塞电力从主 DC 链路 16 流向辅助设备 24。

[0030] 在可选择实施例中, 一个或多个阻塞二极管 40、43 和 54 由一个或多个开关代替, 这些开关可以是继电器或任何其它类型的电流控制装置的触点。根据前面描述的相应阻塞二极管 40、43 或 54 的操作逻辑, 当不需要从 DC 链路 16 流出的电力时, 可以控制这些开关为非导通的。在另一个实施例中, 一个或多个阻塞二极管 44、45 和 56 由一个或多个开关代替, 根据前面描述的相应阻塞二极管 44、45 或 56 的操作逻辑, 当不需要流向动态制动 DC 链路 48 的电力时, 可以控制这些开关为非导通的。相比于在同样的位置使用二极管, 使用开关可以减少传导损耗。

[0031] 图 5 描述了根据本技术的另一可替换实施例的混合驱动系统 58。系统 58 还包括 DC/DC 变换器 60, 在高功率和通常的高速情况下进行制动操作期间, DC/DC 变换器 60 用于将来自电动机 30 的再生制动电力耦合到能量存储单元 36。当在较高功率和较高速度下制动电动机 30 时牵引电动机 30 所产生的反电势大于在较低功率和速度下产生的反电势。在较低功率水平和通常的低速情况下, 来自电动机 30 的再生制动电力通过开关 38 耦合到能量存储单元 36。但是, 在高功率制动操作期间, 如前面所述的, 开关 38 断开。因此牵引电动机 30 所产生的再生电力并不能通过开关 38 提供, 以便为能量存储单元 36 充电。相反地, 再生电力通过阻塞二极管 44 流到动态制动 DC 链路 48。由箭头 I_0 表示的由牵引电动机 30 产生的电流从动态制动 DC 链路 48 耦合到 DC-DC 变换器 60。通常使用 DC/DC 变换器 60 将动态制动 DC 链路 48 的电压逐步降低到能量存储单元 36 的操作范围内的电压。DC/DC 变换器 60 的输出通过阻塞二极管 62 流向能量存储单元 36。DC/DC 变换器 60 的输出的一部分通过二极管 64 被引导通过耦合到逆变器 53 的辅助 DC 链路 52 以便操作电子辅助设备 51。

[0032] 系统 58 具有优点, 因为 DC/DC 变换器 60 的额定功率小于传统混合驱动系统中的 DC/DC 变换器的额定功率。另外, DC/DC 变换器 60 不必是双向的, 也就是说, 电流只是通过 DC/DC 变换器 60 单向流通, 而不是双向的。而且, 当电动机 30 在低功率和通常的低速下操作时 DC/DC 变换器 60 将被旁通, 因此就增加了能量存储单元 36 的充电效率。

[0033] 参考图 6, 描述了驱动系统的一个替换实施例, 通常用附图标记 66 表示。在该实施例中, 混合驱动牵引传动装置 68 通过整流器 70 直接耦合到 AC 链路 21。整流器 72 也用来为传统的驱动牵引传动装置 74 供电。但是, 整流器 72 比图 1 的整流器 22 小, 因为使用不止一个整流器来传导从 AC 链路 21 到局部 DC 链路 28 的电流。另外, 在再生期间, 整流器 72 阻塞电流从一个能量存储单元 36 到另一个能量存储单元的再循环, 而没有使用阻塞二极管 43 和 45。

[0034] 因此, 本技术提供了在大范围的车辆功率和速度下恢复再生制动能量。另外, 简化了使用的硬件, 而且相对比较便宜。尽管在这里只是描述和叙述了本发明的某些特征, 但是本领域技术人员可以做出多种改进和变化。因此, 可以理解, 附加权利要求书覆盖了在本发明真实思想内的所有这样的改进和变化。

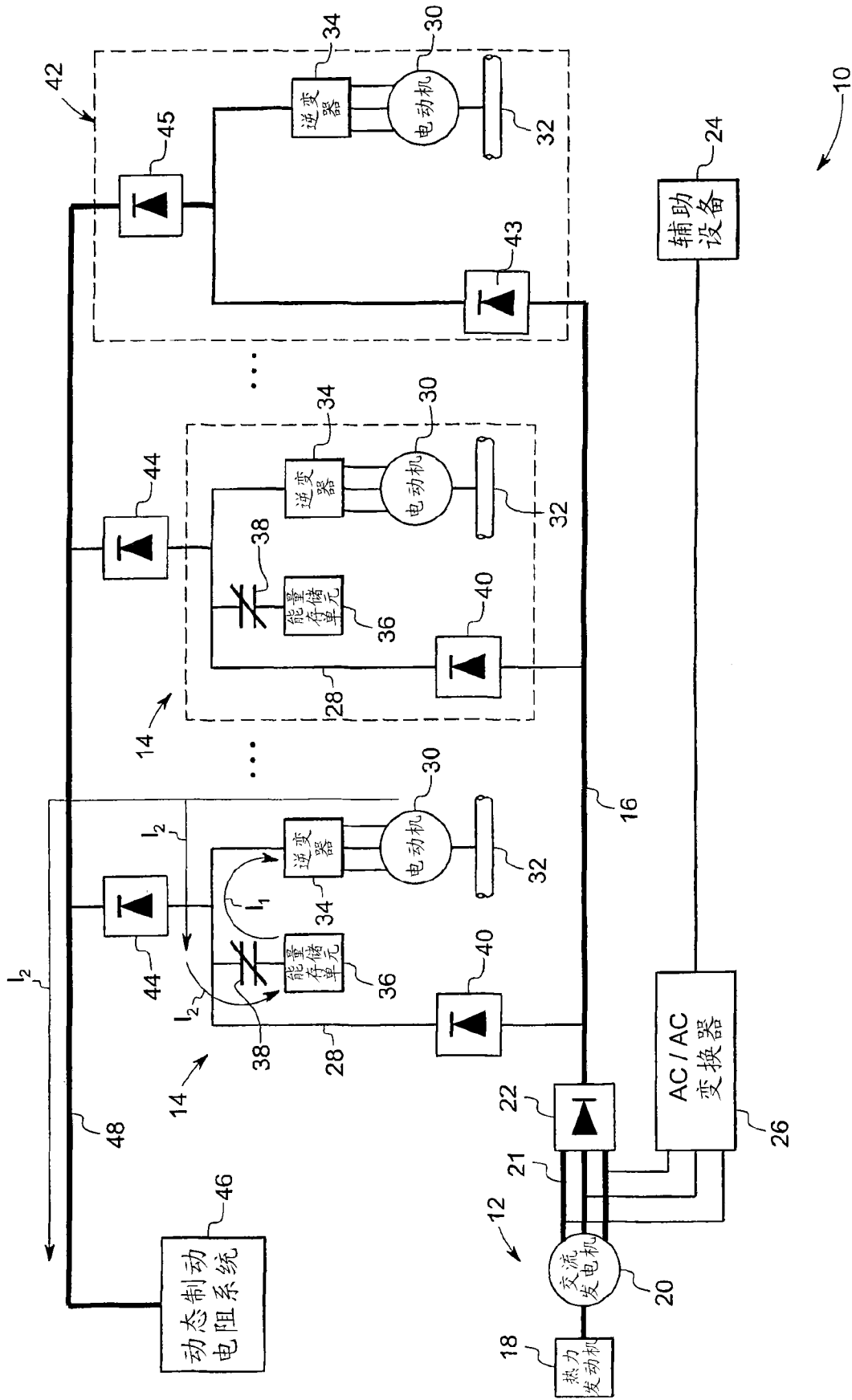


图 1

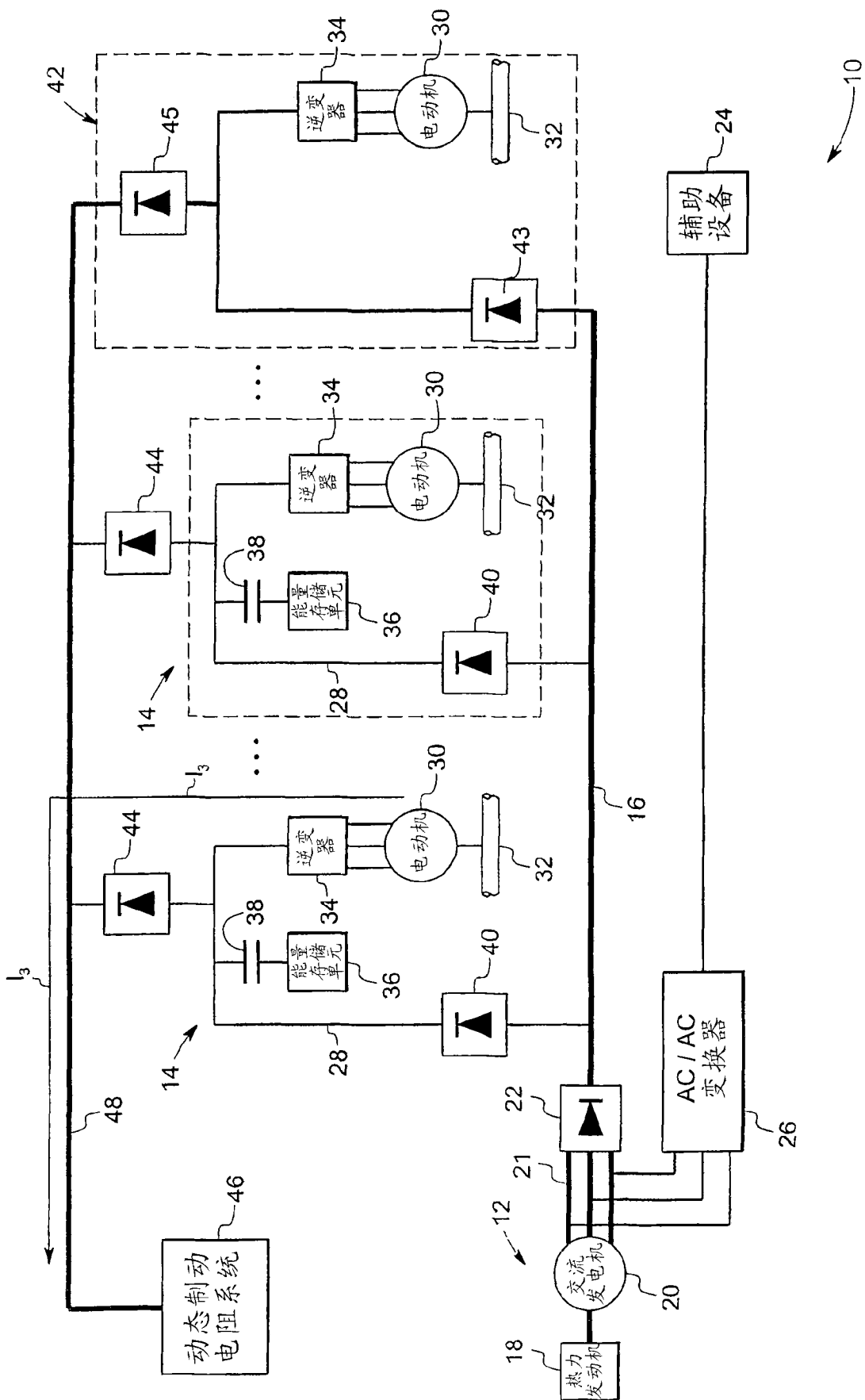


图 2

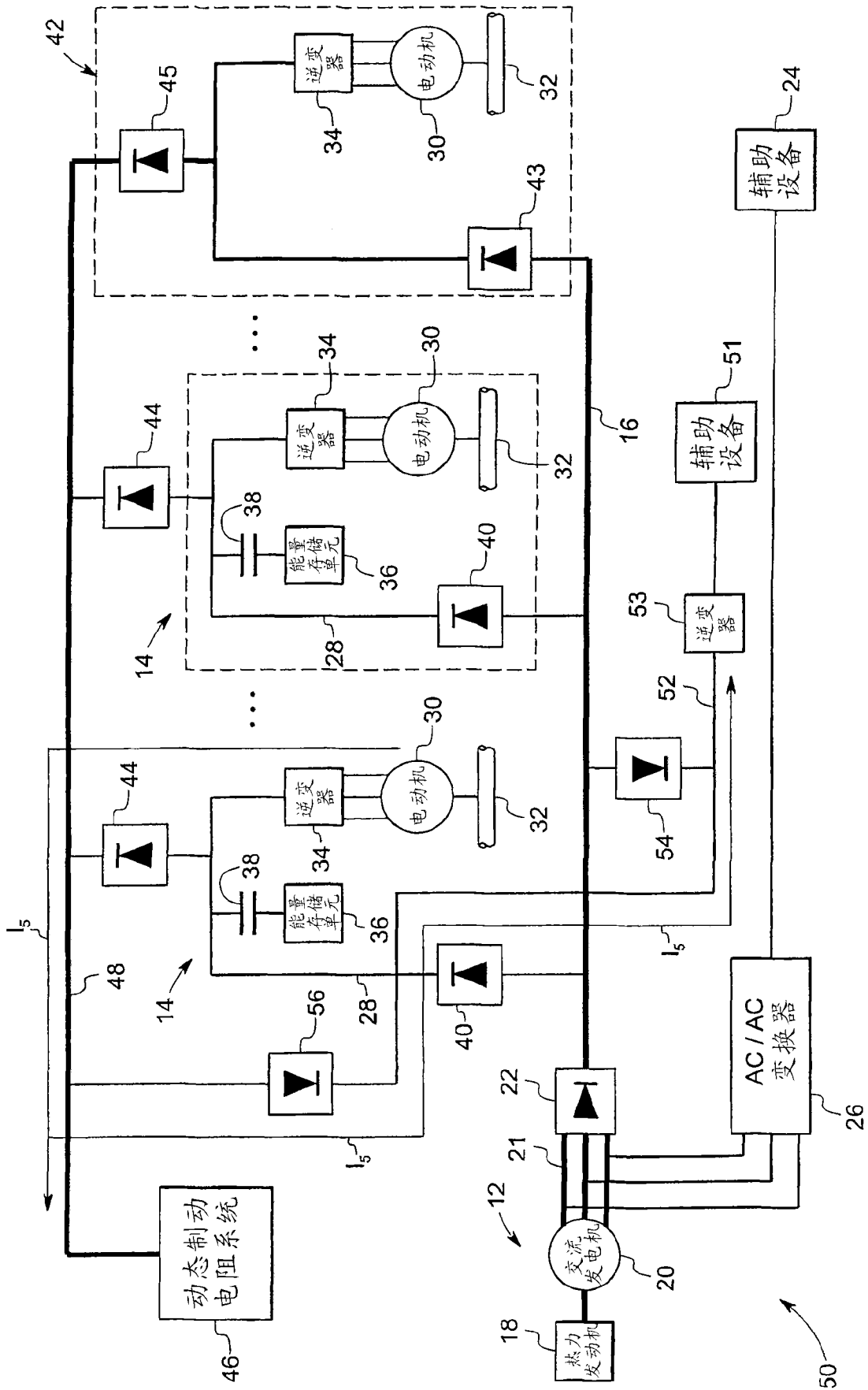


图 4

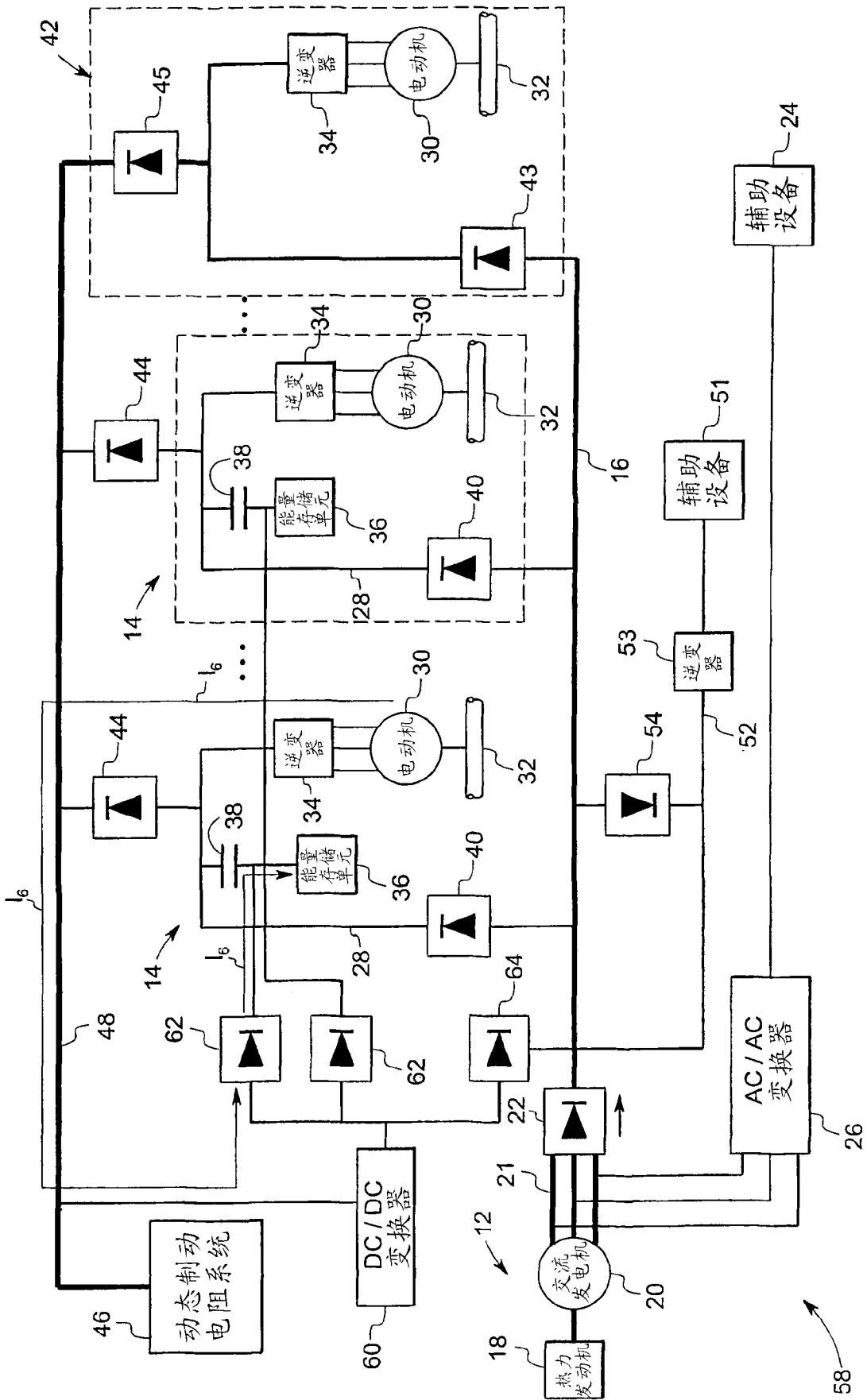


图 5

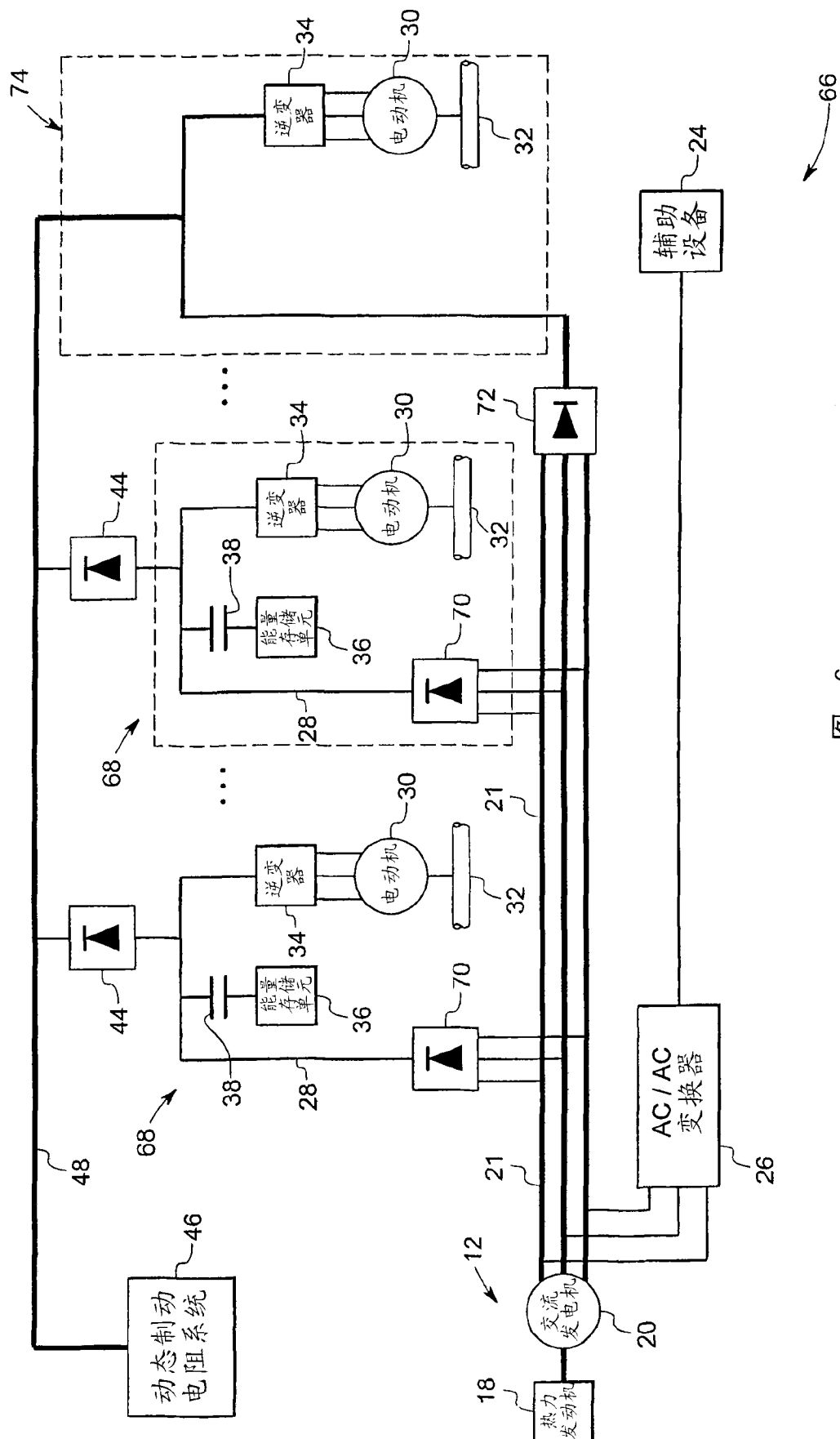


图 6