



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102971927 A

(43) 申请公布日 2013. 03. 13

(21) 申请号 201180029774. 1

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 08. 31

H02J 3/00(2006. 01)

(30) 优先权数据

12/873, 608 2010. 09. 01 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 12. 17

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2011/049949 2011. 08. 31

(87) PCT申请的公布数据

W02012/030947 EN 2012. 03. 08

(71) 申请人 科勒公司

地址 美国威斯康星州

(72) 发明人 D·W·多恩 I·S·弗兰普顿

(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

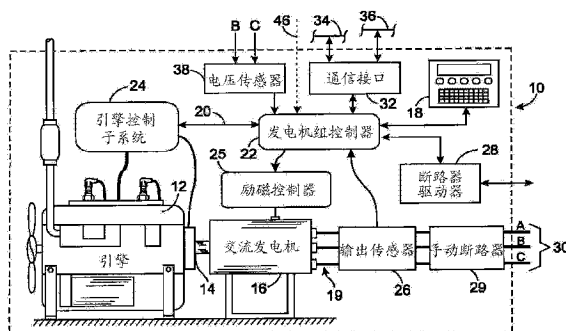
权利要求书 4 页 说明书 8 页 附图 4 页

(54) 发明名称

用于并联发电机的系统和方法

(57) 摘要

多个发电机能够并联连接到公共的电总线。每个发电机具有用于调节产生的电的电压和频率的控制器。在给定发电机连接到电总线之前,给定发电机的控制器感测该总线上是否有电;如果没有电,则进行连接。否则,所述控制器将正在产生的电与该连接出现之前在总线上存在的电进行同步。每个发电机中的控制器还能够实现负载分配功能,这确保多个发电机公平地进行分配以提供负载需要的总电量。通过控制发电机以基本上相同的百分比工作在各自的最大发电容量,可以实现负载分配。



1. 一种用于向并联电总线供电的发电机装置,其中至少一个其它的能量源能够向该并联电总线供电,所述发电机装置包括:

交流发电机,用于产生交流电;

电路断路器,选择性地将所述交流发电机连接到所述并联电总线或将所述交流发电机从所述并联电总线断开连接;

输出传感器,用于感测所述交流电的电压和电流中的至少一项;

总线传感器,用于感测所述并联电总线中的电的电压和电流中的至少一项;以及

发电机组控制器,连接到所述输出传感器、所述总线传感器和所述电路断路器,并且可操作地连接以控制所述交流发电机的励磁和速度;在将所述交流电施加到所述并联电总线之前,所述发电机组控制器:

a) 判定在所述并联电总线上是否有电;

b) 如果所述并联电总线上没有电,则所述发电机组控制器对所述电路断路器进行操作以使所述交流发电机产生的所述交流电施加到所述并联电总线;

c) 如果所述并联电总线上有电,则所述发电机组控制器:

1) 改变所述交流发电机的操作,以对所述交流发电机产生的所述交流电与所述并联电总线上的电进行同步,并且之后

2) 对所述电路断路器进行操作,以将所述交流发电机产生的所述交流电施加到所述并联电总线。

2. 根据权利要求1所述的发电机装置,进一步包括:用于驱动所述交流发电机的内燃机引擎;并且所述发电机组控制器通过改变所述内燃机引擎的速度来改变所述交流发电机的操作。

3. 根据权利要求1所述的发电机装置,其特征在于,所述发电机组控制器通过改变所述交流发电机的速度来改变所述交流发电机的操作。

4. 根据权利要求1所述的发电机装置,其特征在于,所述交流发电机包括产生磁场的励磁绕组;并且所述发电机组控制器改变所述交流发电机的操作包括改变所述磁场。

5. 根据权利要求1所述的发电机装置,进一步包括:用于与所有其它能量源交换消息的通信接口。

6. 根据权利要求5所述的发电机装置,其特征在于,所述发电机组控制器经由所述通信接口发送消息,向其它能量源通知所述交流发电机产生的所述交流电将要施加到所述并联电总线。

7. 根据权利要求6所述的发电机装置,其特征在于,所述发电机组控制器对所述电路断路器进行操作,以仅当接收到其它能量源的响应消息时将所述交流发电机产生的所述交流电施加于所述并联电总线。

8. 根据权利要求1所述的发电机装置,其特征在于,所述发电机组控制器还通过以下步骤实现负载分配功能:

确定所述交流发电机的给定工作电平;

检测每个其它能量源的工作电平;以及

调节所述交流发电机的操作,使得所述给定工作电平基本上等于所述其它能量源的工作电平。

9. 根据权利要求 1 所述的发电机装置,其特征在于,所述发电机组控制器还通过以下步骤实现负载分配功能:

确定所述交流发电机正在工作所处于的最大功率容量的给定百分比;

检测每个其它能量源正在工作所处于的各自的最大功率容量的百分比,由此产生百分比组;

根据所述给定百分比和所述百分比组计算平均百分比;以及

调节所述交流发电机的工作使得所述给定百分比基本上等于所述平均百分比。

10. 根据权利要求 9 所述的发电机装置,其特征在于,通过所述发电机组控制器实现所述负载分配功能还包括:向其它能量源发送对于所述给定百分比的指示。

11. 一种用于向并联电总线供电的系统,所述系统包括:

第一发电机装置,具有:第一交流发电机,用于在输出端产生交流电;第一电路断路器,选择性地将所述第一交流发电机连接到所述并联电总线或将所述第一交流发电机从所述并联电总线断开连接;第一输出传感器,用于感测所述第一交流发电机产生的交流电的特性;第一总线传感器,用于感测所述并联电总线中的电的所述特性;以及,第一发电机组控制器,连接到所述第一输出传感器、所述第一总线传感器和所述第一电路断路器,并且可操作地连接以控制所述第一交流发电机的励磁和速度;和

第二发电机装置,具有:第二交流发电机,用于在输出端产生交流电;第二电路断路器,选择性地将所述第二交流发电机连接到所述并联电总线或将所述第二交流发电机从所述并联电总线断开连接;第二输出传感器,用于感测所述第二交流发电机产生的交流电的参数;第二总线传感器,用于感测所述并联电总线中的电的所述参数;以及,第二发电机组控制器,连接到所述第二输出传感器、所述第二总线传感器和所述第二电路断路器,并且可操作地连接以控制所述第二交流发电机的励磁和速度;

其特征在于,所述第一发电机组控制器和所述第二发电机组控制器中的每一个执行以下步骤:

a) 判定在所述并联电总线上是否有电;

b) 如果所述并联电总线上没有电,则分别操作第一电路断路器和第二电路断路器中的一个以向所述并联电总线施加交流电;

c) 如果所述并联电总线上有电,则所述第一发电机组控制器或第二发电机组控制器:

1) 改变所述第一交流发电机或所述第二交流发电机的操作,以对相应交流发电机产生的交流电与所述并联电总线上的电进行同步;并且之后

2) 对所述第一电路断路器和所述第二电路断路器中的相应一个进行操作,以将所述交流电施加到所述并联电总线。

12. 根据权利要求 11 所述的系统,其特征在于,所述第一发电机产生三相电,所述第二发电机产生单相电。

13. 根据权利要求 11 所述的系统,其特征在于,所述第一发电机是引擎发电机组。

14. 根据权利要求 11 所述的系统,其特征在于,所述第二发电机是从以下构成的组中选择的:光伏阵列、风力涡轮机发电机、地热供能的电动发电机、以及热泵。

15. 一种用于操作发电机装置以向并联电总线提供交流电的方法,其特征在于,一个或多个其它能量源也向该并联电总线供电,其中,所述发电机装置具有:交流发电机,用于产

生交流电；发电机组控制器，用于调节所述交流电的电压和频率，所述方法包括：

所述发电机组控制器执行以下步骤：

a) 感测在所述并联电总线上是否有电；

b) 如果所述并联电总线上没有电，则对电路断路器进行操作以使所述交流发电机产生的所述交流电施加到所述并联电总线；

c) 如果所述并联电总线上有电，那么：

1) 对所述交流发电机产生的所述交流电与所述并联电总线上的电进行同步；并且之后

2) 对所述电路断路器进行操作以将所述交流电施加到所述并联电总线。

16. 根据权利要求 15 所述的方法，进一步包括：

当所述发电机组控制器判定所述并联电总线上没有电时，向所述其它能量源发送消息；并且仅当接收到来自所有其它能量源的回复消息时对电路断路器进行操作以向所述并联电总线施加交流电。

17. 根据权利要求 15 所述的方法，其特征在于，对电进行同步包括：

感测所述交流发电机产生的交流电的给定特性的出现；

感测所述并联电总线上的电的特定特性的出现；

判定出现所述给定特性和出现所述特定特性之间的时间差；以及

改变所述第一发电机的操作使得所述时间差不大于预定的量。

18. 根据权利要求 17 所述的方法，其特征在于，改变所述第一发电机的操作包括改变所述第一发电机的速度。

19. 根据权利要求 15 所述的方法，进一步包括所述发电机组控制器：

测量所述交流发电机产生的电的第一电平；

检测其它能量源产生的电的电平；以及

调节所述交流发电机的操作使得所述交流发电机和所述其它能量源产生的电具有基本上相同的电平。

20. 根据权利要求 15 所述的方法，进一步包括：

判定所述交流发电机工作在给定最大功率容量的第一百分比；

对于每个其它能量源，检测每个其它能量源工作在各自的最大功率容量的百分比，由此产生百分比组；

根据所述第一百分比和所述百分比组计算平均百分比；以及

调节所述第一发电机的工作，直到所述交流发电机工作在所述给定最大功率容量的所述平均百分比为止。

21. 根据权利要求 20 所述的方法，进一步包括：向其它能量源发送对于所述第一百分比的指示。

22. 根据权利要求 20 所述的方法，其特征在于，检测每个其它能量源的百分比包括接收来自每个其它能量源的值。

23. 一种用于操作发电机装置以向并联电总线提供交流电的方法，其特征在于，一个或多个其它能量源也能够向该并联电总线供电，其中，所述发电机装置具有：交流发电机，用于产生交流电；发电机组控制器，用于调节所述交流电的电压和频率，所述方法包括所述发

电机组控制器执行以下步骤：

测量所述交流发电机产生的电的第一电平；

对于每个其它能量源，检测其产生的电的电平；并且调节所述交流发电机的操作使得所述交流发电机和所述其它能量源产生的电具有基本上相同的电平。

24. 根据权利要求 23 所述的方法，其特征在于：

测量电的第一电平包括判定所述交流发电机工作在最大功率容量的第一百分比；

对于每个其它能量源，检测每个其它能量源工作在各自的最大功率容量的百分比，由此产生百分比组；以及

调节所述交流发电机的工作包括根据所述第一百分比和所述百分比组计算平均百分比，并且调节所述交流发电机使得所述第一百分比基本上等于所述平均百分比。

25. 根据权利要求 24 所述的方法，其特征在于，检测百分比包括接收来自另一能量源的百分比的指示。

26. 根据权利要求 24 所述的方法，进一步包括：向每个其它能量源发送对于所述第一百分比的指示。

## 用于并联发电机的系统和方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及使用多个发电机一起工作的系统,更具体地,涉及一种对多个并联的发电机进行操作以更有效和更灵活的方式提供能量的系统。

### 背景技术

[0002] 当供电公司不能供电(例如,在受天气困扰期间)时,或在供电公司的电不能提供至的远程位置处,由备用发电机供电。一种类型的备用发电机包括驱动交流发电机以产生交流电的内燃机引擎。其它类型的备用发电机包括光伏阵列和风力涡轮机发电机。

[0003] 对于需要大量电能的电力系统,使用多个小型发电机而非单个大型发电机是有优势的。在这方面,如果一个发电机失效或需要维护,多发电机系统仍然可以供应部分电能,而单发电机则不会供电。此外,在多发电机系统中可以通过增加另一发电机来适应负载的增加,而不用承担以一个更大型发电机替换单个大型发电机的费用。

[0004] 此外,大型发电机意味着运输和安装复杂性方面的困难。因此,通过使用数个更小型发电机,人们可以将全部发电机的重量分布在较为广阔的区域,由此避免了需要对支撑区(例如,屋顶)的特殊强化。此外,某些小型发电机不需要频繁维护。在美国专利 4,136,286、6,653,821、和 7,656,060 中已经描述了具有多发电机的多个发电机系统。

[0005] 然而,当使用输出端并联的多发电机时,需要对每个设备产生的交流电进行同步。这就涉及对每个发电机的交流输出电压和电流的相位角进行匹配。此外,每个发电机产生的电压的幅度应该相同。传统的发电机并联技术较为复杂,常常需要数个额外的设备单元来实现所需功能。这可能包括分立的同步器、负载管理器和/或开关装置。此外,现有的并联系统可能需要大量的时间以当需要电能时对多发电机的操作进行同步。

[0006] 此外,现有系统不能很好地对来自不同类型能量源(例如,单相发电机与三相发电机)的电进行混合,不能解决机械的和电的负载差别,不能解决基于一天中特定时刻的噪声、燃料和其它需求的优化发电机效用的差别。

[0007] 一家公司已经注意到传统双发电机并联系统经常有十四个之多的控制器,用于管理速度、负载分配、同步、电压调节、内燃机引擎和负载保护。随后,他们提出了要通过建立集成的数字控制、集成的并联开关、经由通信总线连接到各个发电机的集成的主控制器等减少控制器的数量。但是,该系统仍然需要在每个发电机中的控制器之外的额外的控制设备,这增加了整个系统的成本和复杂性。

[0008] 因此,需要改进用于并联的系统设计和对多发电机系统进行操作。

### 发明内容

[0009] 一种具有并联电总线的配电系统,多个能量源通过该并联电总线将产生的电能施加于电负载。能量源包括发电机装置,发电机装置包括交流发电机、电路断路器、输出传感器、总线传感器和发电机组控制器。交流发电机产生交流电,电路断路器选择性地将所述交流发电机连接到所述并联电总线或将所述交流发电机从所述并联电总线断开连接。输出传

感器感测交流电的诸如电压或电流的特性,总线传感器感测并联电总线中的电的特性。

[0010] 所述发电机组控制器连接到所述输出传感器、所述总线传感器和所述电路断路器,并且控制所述交流发电机的励磁和速度。在将所述交流电施加到所述并联电总线之前,所述发电机组控制器:

[0011] a) 判定在所述并联电总线上是否有电;

[0012] b) 如果所述并联电总线上没有电,则所述发电机组控制器对所述电路断路器进行操作以使所述交流发电机产生的所述交流电施加到所述并联电总线;

[0013] c) 如果所述并联电总线上有电,则所述发电机组控制器:

[0014] 1) 改变所述交流发电机的操作,以对所述交流发电机产生的所述交流电与所述并联电总线上的电进行同步;并且之后

[0015] 2) 对所述电路断路器进行操作,以将所述交流发电机产生的所述交流电施加到所述并联电总线。

[0016] 在另一方面,配电系统使得在总负载相对较小的某些时刻由单相的发电机向并联电总线供电,并且使得在其它时刻由三相的发电机向并联电总线供电。

[0017] 应当理解,该系统不需要之前用于实现多个能量源在相同电总线上并行连接所需的许多设备零件。该系统还对功率的类型和该系统能够适应的负载提供了灵活性。

[0018] 还可以包含诸如风力涡轮机、太阳能发电机、热力泵等的可替换能量源。

[0019] 可选地,每个能量源可以独立地实现负载分配功能。这使得可以调节能量源产生的电能以使所有负载需要的总电能多个能量源之间公平地分担。

[0020] 本发明的前述和其它优点将从以下描述中变得明显。在该说明书中,对形成说明书一部分的附图进行参考,在附图中通过举例而非限制的方式示出了本发明的优选实施例。这些实施例不必表示本发明的全部范围,应当参考本发明的权利要求书来解释本发明的范围。

## 附图说明

[0021] 图 1 是示出包含在本发明中的具有交流发电机的示例性发电机的图;

[0022] 图 2 是具有多个能量源的示例性电力系统的方框示意图;

[0023] 图 3 是由每个能量源在开始时执行的同步处理的流程图;以及

[0024] 图 4 是由每个能量源执行的负载分配功能的流程图。

## 具体实施方式

[0025] 首先参考图 1,发电机 10 有时被称为引擎发电机组或简称为发电机组,发电机 10 包括诸如内燃机引擎 12 的原动机,原动机经由轴 14 连接到交流发电机 16。在一种应用中,发电机 10 在来自供电公司的供电中断的情况下向建筑物提供备用电。所述中断是由外部设备检测的,该外部设备向发电机组控制器 22 发送信号,发电机组控制器 22 通过经由通信总线 20 向引擎控制子系统 24 发送启动命令作为响应。通信总线 20 可以遵循 SAE 国际学会推广的计算机局域网(CAN)的 J-1939 标准,但是也可以使用其他其它通信总线协议。发电机组控制器 22 和引擎控制子系统 24 分别控制交流发电机 16 和内燃机引擎 12 的操作。

[0026] 在另一应用中,发电机 10 在游艇上发电。内燃机引擎 12 还可以向游艇提供推进

力,在此情况下,交流发电机 16 经由传输机构连接到内燃机引擎,该传输机构使得交流发电机的速度能够独立于内燃机引擎 12 的速度被改变。当游艇停泊并且不需要主引擎提供推进力的工作时,可以由备用发电机供电。当游艇位于码头时,可以从连接到岸上的供电公司的电线处接收电能。

[0027] 发电机组控制器 22 是基于微计算机的子系统,该子系统执行控制程序以控制交流发电机 16 的操作。在美国专利 No. 6, 555, 929 中描述了这样的发电机组控制器的例子,其说明书通过参考合并于此。发电机组控制器 22 接收来自操作者控制板 18 和输出传感器 26 的信号,输出传感器 26 感测由交流发电机 16 产生的电的电压和电流电平。发电机组控制器 22 通过确定感测到的电压是否偏离所希望的标称电压电平(例如,240 伏)以及其偏离程度来调节输出电压。任何偏离都使得励磁控制器 25 使用传统电压调节技术来控制引擎速度和施加于交流发电机 16 的励磁绕组的励磁电压。通过选择性地控制从励磁绕组发射的磁场的强度,以已知方式将交流发电机 16 产生的输出电压调节到基本恒定的电平。

[0028] 交流发电机 16 的三相输出 19 经由输出传感器 26 被馈送到发电机 10 的三条输出线 30。发电机组控制器 22 从输出传感器 26 接收用于指示交流发电机的电输出参数(诸如电压和电流电平)的信号,并且从这些信号中推导出交流发电机产生的交流电压的频率和极性角。总线传感器以电压传感器 38 的形式存在,该总线传感器连接到配电系统的一个相,使得发电机组控制器 22 可以确定并联电总线 42 上的交流电压的幅度、频率和极性角。断路器驱动器 28 被设置为操作外部马达驱动的电路断路器以断开和闭合—组接触机构,该组接触机构将输出线 30 连接到配电系统,以下将进行描述。断路器驱动器 28 对来自发电机组控制器 22 的控制信号进行响应,并且将指示接触机构的导电状态的状态信号(即,断开或闭合)传送给发电机组控制器 22。还可以包括可选的通常闭合的手动电路断路器 29,以将交流发电机输出 19 从三条输出线 30 手动地断开。

[0029] 发电机组控制器 22 经由通信接口 32 连接到第一和第二通信链路 34 和 36,在通信链路 34 和 36 上与外部设备交换数据、命令和其它消息。该通信使用常用的协议,诸如 RS485、CAN 或以太网等。可以使用有线或无线连接。第一通信链路 34 处理有关对并联连接到同一配电系统的多个能量源进行同步的消息。第二通信链路 36 将发电机 10 连接至诸如监测仪器和用于管理建筑物中电负载的控制器等的其它外部设备。

[0030] 发电机 10 中的数个可以并联连接作为配电系统中的能量源。如本申请所使用的,“能量源”通常指产生单相电或三相电的装置。参考图 2,示例性的配电系统 40 包括具有分立导体 A、B 和 C 的三相并联电总线 42。并联电总线 42 经由自动转换开关(ATS)45 连接到供电公司的电线 44。自动转换开关 45 类似于检测何时来自供电公司 44 的电中断(诸如在风暴期间电源线被刮断)的传统设备。当供电公司的电连接中断时,自动转换开关 45 经由控制线 46 发送指示该事件的信号,然后断开接触机构以将供电公司的电线 44 从并联电总线 42 处断开。但是,一旦断开供电公司的电线,一些自动转换开关还将备用能量源连接到并联电总线,这样的连接在现有的配电系统 40 中是不存在的。相反,如将要描述的,使用分立的电路断路器 56-59 以分别将每个备用能量源 47-50 连接到并联电总线 42。

[0031] 特别地,示例性的配电系统 40 具有多个能量源 47、48、49,其分别包括第一、第二、第三发电机(发电机组)51、52、和 53,其中发电机 51、52、53 分别经由马达驱动的电路断路器 56、57、58 单独连接到并联电总线 42。另一能量源 50 包括交流能量产生器 50,诸如光伏



阵列、风力涡轮机发电机、地热驱动的发电机、热力泵、或类似设备，还经由另一马达驱动的电路断路器 59 连接到并联电总线 42。可以提供比示出的能量源更少或更多的能量源。用于并联多个能量源的现有技术使得三相能量源和单相能量源两者都连接到三相并联电总线 42。在这点上，注意第一和第二发电机 51 和 52 是三相设备，而第三发电机 53 是仅连接到并联电总线 42 的相位线 B 和 C 的单相设备。通常，当三相能量源不工作时，单相的第三发电机 53 主动连接到并联电总线。

[0032] 并联电总线 42 经由配电板 60 连接到结构 65 内的各种负载，诸如建筑物或车辆等。在一些设置中，各个负载经由分别的接触器 62 连接到配电板，接触器可以被电操作以从配电板 60 以及从并联电总线 42 断开发具体的负载。这些接触器 62 被计算机化的控制器操作，计算机化的控制器在该结构中被称为负载管理器 64。负载管理器 64 还连接到用于测量各个电负载的耗电量的多个负载传感器 66。这样的负载管理器是用于监测被供电的所有电负载的耗电量、并且将这些负载的总的电能需求与来自并联电总线 42 的可用的电能总量进行比较的常用设备。在具体情况下或在一天中的预定时刻，负载管理器 64 断开一个或多个接触器 62 以将相关联的负载与并联电总线 42 断开连接。这种操作通常被称为“切断部分负载”。例如，在特别热的天气中，供电公司可以由于空调系统增加工作而导致的对电能的高需求而请求消费者从供电电线切断或断开非必要的负载。此外，如以下将详述的，当不能从供电公司的电线 44 获得电能时，由各个能量源 47-49 供应的备用电能可以被建筑物 65 中的负载管理器 64 仅分配到高优先级或必要的负载，并且操作接触器 62 以断开低优先级或非必要的负载。例如，在这样的电能中断的情况中，医院中的备用电能首先被分配给生命支持系统和其它关键负载，而诸如多数建筑物照明等的非必要负载可以被断开。这样的负载管理器在建筑领域是常用的。

#### [0033] 工业应用

[0034] 配电系统 40 利用改进的和独特的处理以激活和管理多个能量源，并且对这些源的输出进行同步，使得它们产生的电能够在同一并联电总线上进行组合。假定来自供电电线 44 的电被中断，能量源 47-49 需要被激活以向负载供电。此时，一旦断开供电公司的电线 44，自动转换开关 45 在控制线 46 上向建筑物 65 中的负载管理器 64 发送中断消息。负载管理器 64 通过对选择的接触器 62 进行操作以常用方式进行响应，以从并联电总线 42 断开非必要的负载。随后，如果能量源 47-49 向并联电总线 42 供应充足量的电流以对所有负载供电，任何之前断开的接触器 62 可以被闭合以使在供电电线中断期间必要负载和非必要负载都被供电。负载管理器知道所有能量源 47-49 的最大发电容量，并且感测从配电板 60 延伸的每个负载电路的功率需求。

[0035] 负载管理器 64 还通过经由第二通信链路 36 向第一和第二能量源 47 和 48 发送启动命令对来自自动转换开关 45 的中断消息进行响应。注意，第三能量源 49 具有单相发电机 53 并且仅在特定情况下才启动，以下将对此进行描述。可替换地，如果配电系统 40 不具有负载管理器 64，则控制线 46 上来自自动转换开关 45 的中断消息可以直接地传输到第一和第二能量源 47 和 48 中的每个并且用作启动命令。在该后一种情况中，如图 1 所示，中断消息可以直接应用于每个发电机 51-53 中的发电机组控制器 22 的输入端。在上述任一种情况中，第一和第二能量源 47 和 48 通过开始产生电能来对启动命令进行响应。

[0036] 参考图 3，每个发电机组控制器 22 或其它类型的能量源中的计算机独立地执行软

件同步例程 70, 该例程 70 确保来自所有能量源的交流电被相位同步。该软件例程是发电机组控制器 22 所执行的传统程序之外的补充, 用以控制发电机 10 的操作。

[0037] 同步例程 70 开始于步骤 72, 在步骤 72 接收到启动命令。作为响应, 在步骤 74, 发电机组控制器 22 经由总线 20 向引擎控制子系统 24 发送激活信号以指示引擎 12 被启动。随后, 发电机组控制器开始监测交流发电机 16 产生的输出电压的幅度和频率。特别地, 在步骤 76, 发电机组控制器 22 检查从输出传感器 26 接收到的信号以确定这些电参数。在步骤 78, 判定输出电压的幅度和频率对于从交流发电机 16 向并联电总线 42 供电是否是可接受的。例如, 交流输出电压的频率应该处在交流电的标称频率(50 或 60Hz)处或在该标称频率的可接受范围内。输出电压的幅度也应该在标称电压电平(例如, 240 伏)的预定公差内。如果交流发电机 16 的输出未达到可接受电平, 则同步例程 70 的执行返回到步骤 76。控制处理在步骤 76 和 78 之间循环, 直到发现交流发电机输出达到可接受电平为止。

[0038] 一旦交流发电机的输出是可接受的, 同步例程 70 进行到步骤 80, 在步骤 80 判定是否有另一能量源已连接到并联电总线 42。由发电机组控制器 22 检查来自电压传感器 38 的输入来进行该判定, 其中电压传感器 38 指示在并联电总线 42 上是否有电压。虽然可以感测全部三相电压, 但是电压传感器 38 仅检测导体 B 和 C 之间的相电压。作为替换, 电流传感器可以代替电压传感器 38 以检测总线上的电力。

[0039] 假定第一发电机 51 先于第二发电机 52 达到可接受的操作电平, 因此在并联电总线上没有电(该总线是“死的”)。此时, 第一发电机 51 执行的同步例程 70 进行到步骤 82, 在步骤 82 经由第一通信链路 34 对“第一发电机接通”消息进行广播, 该消息指示能量源 47 现在处于适当的操作状态并且想要成为连接到并联电总线 42 的第一个能量源。其它能量源接收到该消息, 并且回复一说明它们还未处于可接受的操作电平并许可第一发电机 51 将其电能输出到并联电总线 42 的应答消息。如果在步骤 84, 没有从所有的其它能量源接收到应答, 同步例程 70 返回到步骤 80 以判定是否有另一能量源现在将其电能应用于并联电总线 42。该循环一直持续, 直到在该总线上发现电力或从所有其它能量源接收到应答消息为止。如果有必要, 可以使用标准冲突消解技术使得其中一个能量源成为连接到并联电总线 42 的第一个能量源。

[0040] 当接收到所有应答消息时, 同步例程 70 进行到步骤 86, 在步骤 86 第一发电机(发电机组)51 的发电机组控制器 22 向断路器驱动器 28 发送一个命令, 该断路器驱动器 28 接着激活相关联的马达驱动的电路驱动器 56。这使得电路断路器 56 将第一发电机 51 的输出电线 30 连接到并联电总线 42。之后, 第一发电机中电同步例程终止执行。

[0041] 此时, 第二发电机 52 继续执行其同步例程 70。由其它能量源产生的电无法施加于并联电总线 42, 除非该电与该总线上已经存在的电是相位同步的。为此, 由每个其它能量源(例如, 第二发电机 52)执行的同步例程此时在步骤 80 处发现并联电总线 42 上的第一发电机 51 的电并且分支执行到步骤 90。在图 3 的这个结点处, 由发电机组控制器 22 确定各个交流发电机 16 产生的输出电压和并联电总线 42 的电压之间的相位关系。对输出传感器 26 检测的 BC 输出电压电平进行检查以判定输出电压极性角。同时, 使用来自电压传感器 38 的输出执行并联电总线 42 上的 BC 电压的极性角检测。这些电压极性角之间的差指示了能量源产生的交流电是否与并联电总线上的交流电同步。作为替换, 交流发电机输出端的交流电电流的极性角与并联电总线 42 中的电流的极性角可以用于判定各个交流发电

机 16 的输出何时与并联电总线 42 同步。

[0042] 在步骤 92,对这些电压极性角之间的差进行检查以判定交流发电机的输出是否与并联电总线 42 上的电同步。当电压极性角的差是零或至少少于一预定小的容许量时,可以认为发生这样的同步。如果第二发电机 52 的输出未处于同步,则软件同步例程 70 进行到步骤 94,在步骤 94 中发电机组控制器 22 向引擎控制子系统 24 发送一个命令以改变引擎 12 的速度,由此改变交流发电机 16 的输出端的频率。发电机组控制器 22 利用电压极性角差的幅度以及其发电机的输出是超前还是落后于交流总线电压来判定引擎速度应该增加还是减少以及增减的量。引擎控制子系统 24 用常用方法改变引擎 12 的速度,诸如通过控制引擎阀门以改变燃料供应的方法改变引擎的速度。在发布引擎速度命令之后,同步例程 70 返回到步骤 90 以重复感测上述两个电压并且判定它们是否是同步的。

[0043] 结果,在步骤 92,当发现第二发电机 52 的输出与并联电总线 42 上的电压同步时,处理分支进行到步骤 95。这里,由发电机组控制器 22 向引擎控制子系统 24 发送速度命令,该速度命令指示引擎 12 应该操作在用于产生适当的电频率(即,50 或 60Hz)的标称速度。然后,在步骤 96,发电机组控制器向断路器驱动器 28 发送激活信号,断路器驱动器 28 通过闭合相关联的电路断路器 57 来进行响应,由此将第二发电机 52 的输出电线 30 连接到并联电总线 42。由第二发电机 52 所进行的同步例程 70 执行在步骤 98 处终止。

[0044] 这样,一旦其中一个能量源连接到并联电总线 42,每个其它的能量源将其输出电压波形同步到该交流总线电压。这样,在每个能量源 47-49 中执行的同步例程 70 确保其各个电输出与并联电总线上已存在的电同步且兼容。因此,每个其它的能量源独立地执行同步,这样消除了外部设备执行同步分析且向每个能量源发送分别指令的需要。

[0045] 使用该技术,既然每个能量源包含执行其自身同步的能力,额外的能量源可以被添加到现有的配电系统 40 而不必改造之前设置的设备和控制装置。这样的额外能量源仅需要连接到并联电总线 42 和两个通信链路 34 和 36。如果不存在负载管理器 64,那么额外的连接可以是连接到来自自动转换开关 45 的控制线 46,以接收启动命令。

[0046] 虽然在引擎发电机组(发电机组)51-53 的上下文中已经描述了同步例程 70 的操作,但是其它类型的能量源中的控制器也执行类似的程序。其它能量源具有将其电输出与并联电总线 42 上已经存在的电进行同步的机制。例如,风力涡轮机发电机和光伏阵列通常具有用于将内部 DC 电压转换为交流输出电压的逆变器。可以对该逆变器进行控制以偏移输出电压的相位,使得交流电压波形与供电电线上的交流电压同步。

[0047] 除了提供该同步之外,本发明还使得每个能量源 47-49 中的控制器执行负载分配,该负载分配在多个能量源之间公平地分配负载所需的电能而不需要额外的集中控制器。这可以通过使所有的能量源工作在它们最大功率容量的大约相同比例处而实现。即使能量源 47-49 不具有相同的发电容量(即,相同的最大额定功率),使每个能量源工作在它们最大功率容量的相同比例实现了在所有工作的能量源之间公平地分配负载所需的电能。

[0048] 对于该负载分配功能 100,每个发电机组控制器 22 周期性地判定在其输出端 19 处供应的有功功率和无功功率两者的幅度。每个发电机 51-53 执行图 4 中流程图示出的负载分配功能 100。在步骤 102,各个发电机组控制器 22 从相关联的输出传感器 26 读取输出电压和电流电平,并且在步骤 104 使用常用技术导出指示已产生的有功功率和无功功率的值。在步骤 106,将有功功率值与发电机的最大额定有功功率相比以判定正被产生的最大额

定有功功率的百分比,由此得到有功功率百分比。类似地,将测量的无功功率值与发电机的最大额定无功功率相比以判定正被产生的最大额定无功功率的百分比,由此得到无功功率百分比。

[0049] 接着,在步骤 108,发电机组控制器 22 经由第一通信链路 34 将其有功功率百分比和无功功率百分比发送到其它能量源 47-49。因此,每个能量源获知所有能量源工作所处于的电平。

[0050] 每个发电机组控制器 22 将其有功功率百分比和无功功率百分比与其它能量源的有功功率百分比和无功功率百分比进行比较,以判定各个能量源产生的电能多于或少于所需的其在所有电能中所占的公平份额。例如,在步骤 110,给定的发电机组控制器 22 计算所有有功能量源 47-49 的平均有功功率百分比,并且计算所有能量源的平均无功功率百分比。之后在步骤 112,发电机组控制器 22 改变各个交流发电机 16 的操作以产生其最大额定有功功率的平均百分比。对于是引擎发电机组的能量源,通过改变加入引擎 12 的燃料流量来控制有功功率。因此,改变引擎阀门,直到交流发电机产生所需量的有功功率为止。还调节各个交流发电机 16 的工作,以产生其最大额定无功功率的平均百分比。通过改变交流发电机 16 的励磁绕组的励磁来控制无功功率。每个能量源 47-49 周期性地执行负载分配功能 100,由此适应配电系统 40 中的动态改变。这样,所有的能量源趋向于工作在其最大功率容量的相同比例而不需要用于控制负载分配的单独的中心控制器。

[0051] 配电系统 40 还执行其它负载管理技术。例如,在一天的某些时刻,电负载可以减少到能够由少于所有可用的能量源有效供应的电平。在配电系统位于游艇上的例子中,当游艇系泊在港湾时夜间仅有很少的电设备是活动的。全部电负载可以包括相对少量的照明灯,这些照明灯甚至可以由单相电流供电。相反在白天时,系泊的游艇具有许多活动的电负载,诸如厨房中的烹饪设备、娱乐系统、大量的内部照明灯等。因此,在夜间期间的预定时间段,游艇的负载管理器 64 自动地断开用于此时通常不活动的预定电负载的接触器 62。仍然保持闭合的接触器连接到并联电总线 42 的 B 线和 C 线。

[0052] 接着,负载管理器 64 在第二通信链路 36 上向第三发电机(发电机组)53 发送启动命令。第三发电机 53 是单相能量源,当三相的第一发电机 51 和第二发电机 52 中的一个或两个都活动时,第三发电机 53 通常处于休眠状态。在第三发电机 53 开始产生已经与并联电总线 42 上的电同步的可接受的输出电平之后,第三电路断路器 58 闭合以将第三发电机的输出施加到该总线。该事件经由第二通信链路 36 被发送到负载管理器 64,负载管理器 64 通过经由该链路向第一发电机 51 和第二发电机 52 发送关断命令进行响应。这些能量源通过断开各个电路断路器 56 和 57 并且终止工作来进行响应,由此仅留下单相的第三发电机 53 活动以供应必须的电能。因此,仅有较小的第三发电机 53 是活动的,这减少了引擎燃料消耗并且在夜间使机器噪声最小化。

[0053] 在下一早晨的预定时刻,负载管理器 64 发出命令并且重新启动休眠的三相的第一能量源 47 和第二能量源 48。一旦这些能量源达到一定的速度并且其输出与并联电总线 42 上已有的电同步,则相关联的电路断路器 56 或 57 闭合。在第一能量源 47 和第二能量源 48 向并联电总线 42 施加电流之后,第三能量源 49 从该总线断开连接并且被关闭。接着,负载管理器 64 闭合用于所有负载的接触器,使得针对新的一天对游艇全力供应能量。

[0054] 上述描述主要是作为本发明的优选实施例。虽然已经注意到本发明范围内的各种

替换例,但是可以预期本领域技术人员从本发明的实施例的公开内容中实现额外的替换例是很显然的。因此,本发明的范围应该从随附权利要求进行判定,而限于上述公开内容。

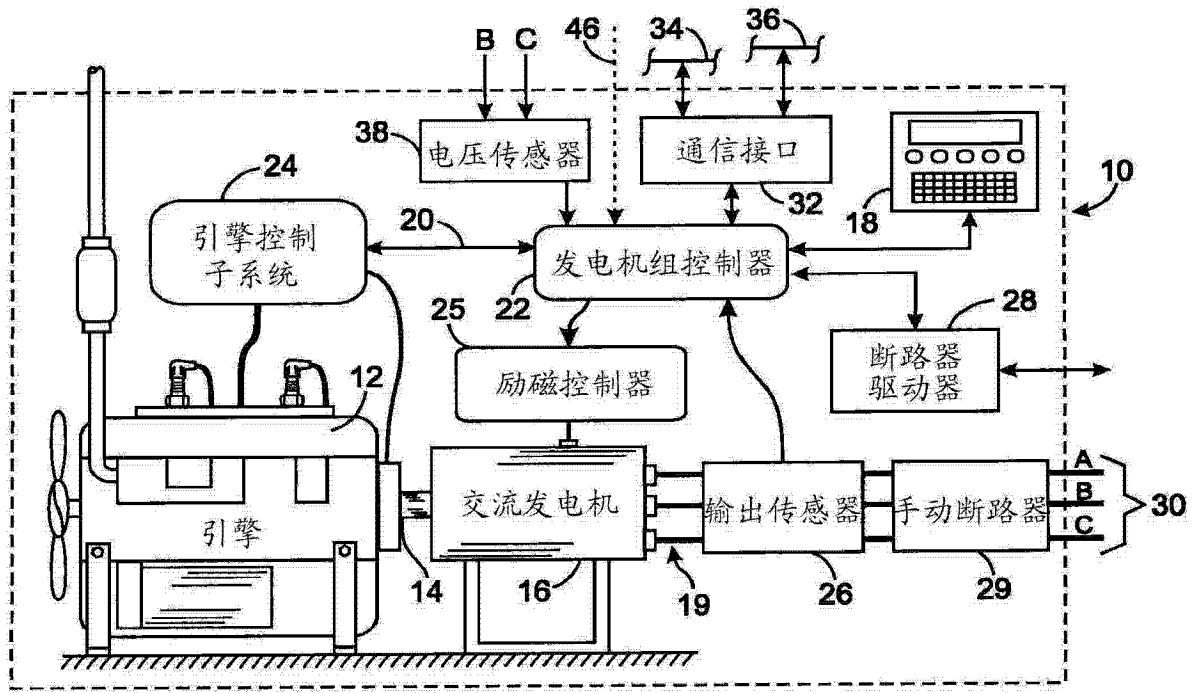


图 1

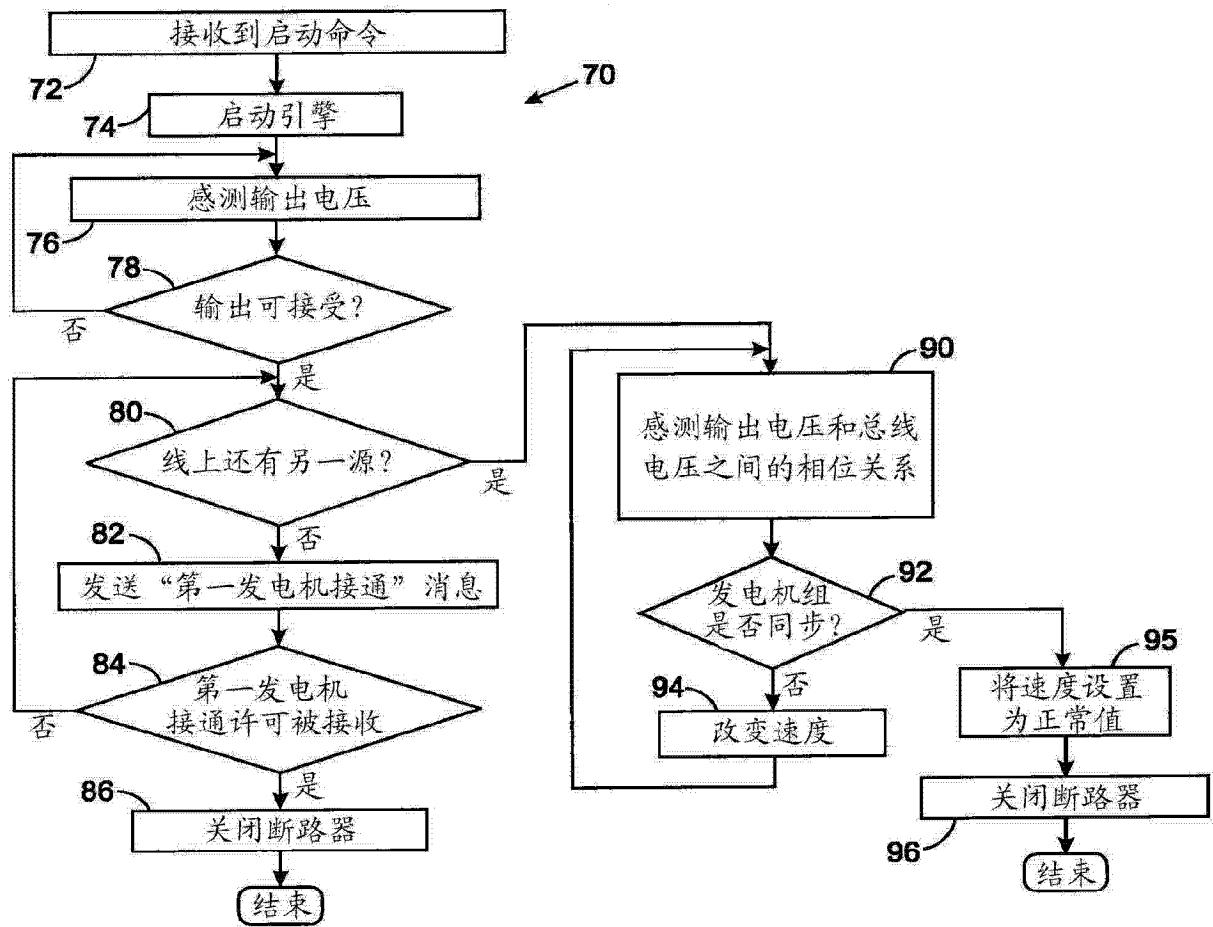


图 3

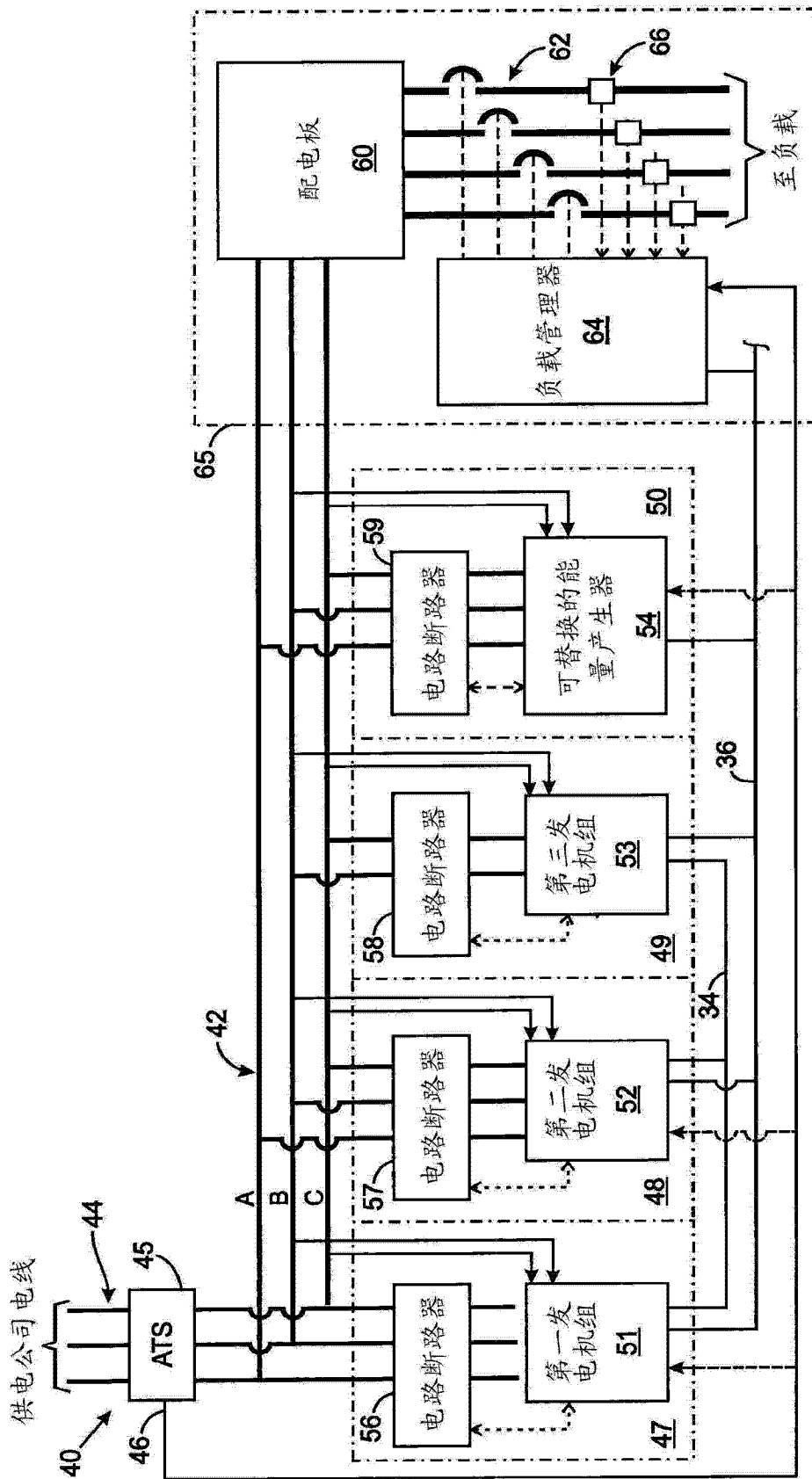


图 2



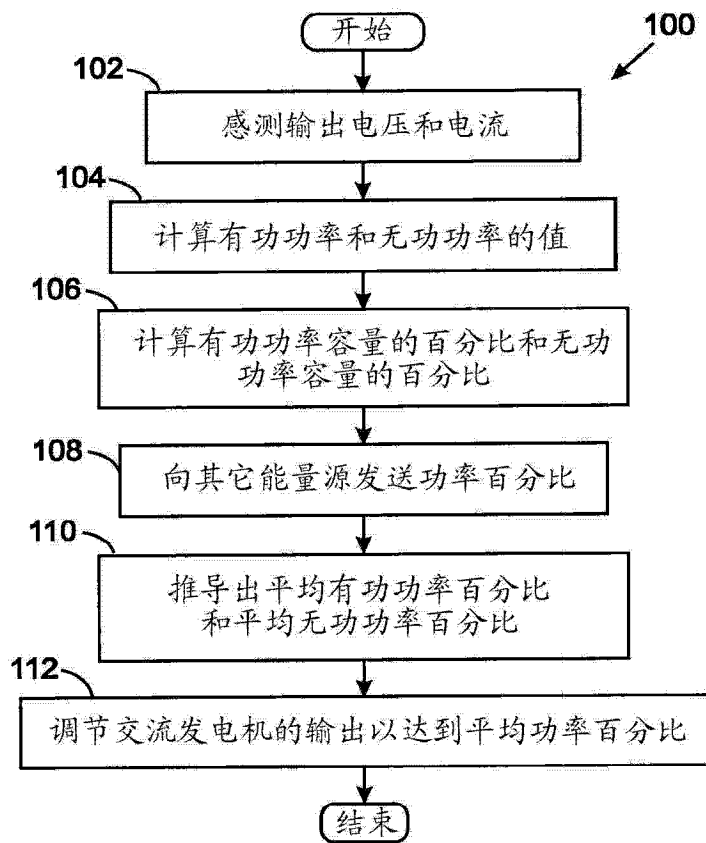


图 4