



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105051999 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 11

(21) 申请号 201480016947. X

(74) 专利代理机构 北京邦信阳专利商标代理有限公司 11012

(22) 申请日 2014. 04. 16

代理人 梁栋

(30) 优先权数据

102013206808. 5 2013. 04. 16 DE

(51) Int. Cl.

H02J 3/00(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 09. 18

H02J 3/28(2006. 01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2014/057731 2014. 04. 16

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/170373 DE 2014. 10. 23

(71) 申请人 优尼科斯股份公司

地址 德国柏林

(72) 发明人 C·特里贝尔 C·赖因克-科隆

U·贝尔宁格

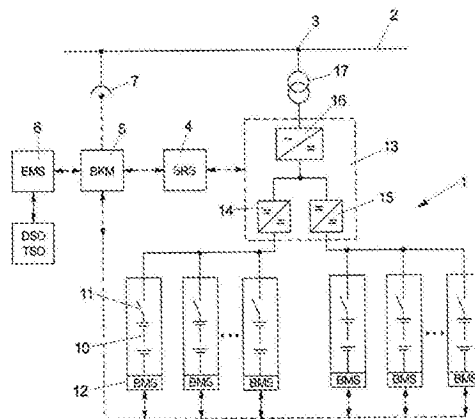
权利要求书3页 说明书11页 附图9页

(54) 发明名称

用于控制电池动力装置的荷电状态的方法和装置

(57) 摘要

本发明涉及一种用于控制电池动力装置 (1) 的荷电状态 (SOC) 的方法, 电池动力装置 (1) 连接至配电网 (2) 以控制至少一个物理量 (P、f), 针对配电网 (2) 的至少一个物理量 (P、f), 以高于针对物理量 (P、f) 的最小检测速度和检测精度的指定的极限值的检测速度和 / 或检测精度来检测电池动力装置 (1) 的荷电状态 (SOC), 并且考虑将被控制的物理量 (P、f) 的实际的和指定的检测速度和检测精度之间的差值, 以及电池动力装置 (1) 和配电网 (2) 之间的功率传输的实际的和指定的水平和变化速率的差值, 确定电池动力装置 (1) 和配电网 (2) 之间的电功率传输。



1. 一种用于控制电池动力装置 (1) 的荷电状态 (SOC) 的方法, 所述电池动力装置 (1) 连接至配电网 (2) 以控制所述配电网 (2) 的至少一个物理量 (P、f), 其特征在于:

- 确定所述电池动力装置 (1) 的荷电状态 (SOC);
- 采用高于针对所述物理量 (P、f) 的最小检测速度和 / 或检测精度的指定的极限值的检测速度和 / 或检测精度, 检测所述配电网 (2) 的所述物理量 (P、f); 以及
- 考虑被检测的物理量 (P、f) 的实际的和指定的检测速度和 / 或检测精度之间的差值, 控制所述电池动力装置 (1) 和所述配电网 (2) 之间的功率传输。

2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于: 所述电池动力装置 (1) 和所述配电网 (2) 之间的功率传输的变化的高度和 / 或速率高于功率传输的变化的高度和 / 或速率的指定的最小极限值, 并且在于考虑所述电池动力装置 (1) 和所述配电网 (2) 之间的功率传输的实际的和指定的变化的高度和 / 或速率之间的差值来确定所述电池动力装置 (1) 和所述配电网 (2) 之间的功率传输。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法, 其特征在于: 用从非常低到非常高来评估与可指定的荷电状态 (SOC) 有关的电池动力装置 (1) 的确定的荷电状态 (SOC), 并且在于根据基于所述评估的传输策略确定所述电池动力装置 (1) 和所述配电网 (2) 之间的功率传输。

4. 根据权利要求 3 所述的方法, 其特征在于: 所述传输策略单独地或相结合地包括:
- a. 基于所述电池动力装置 (1) 的荷电状态 (SOC), 在指定的时间检测间隔内, 选择所述物理量 (P、f) 的最有利值,
  - b. 在指定的测量精度范围内从所述物理量 (P、f) 的检测的实际值中减去偏移值, 或向所述物理量 (P、f) 的检测的实际值中增加偏移值,
  - c. 功率传输的超额实现,
  - d. 在待提供的控制功率的指定的精度内, 减去偏移值或增加偏移值,
  - e. 增加的功率传输梯度。

5. 根据上述权利要求中的至少一项所述的方法, 其特征在于: 所述配电网 (2) 的检测的物理量是电网频率 (f) 的实际值。

6. 根据权利要求 4 或 5 所述的方法, 其特征在于: 在基于所述电池动力装置 (1) 的荷电状态 (SOC) 在指定的检测间隔内选择电网频率 (f) 的最有利值的传输策略中:

- 所述检测间隔的最高频率被用于所述电池动力装置 (1) 的充电, 以及
- 所述检测间隔的最低频率被用于所述电池动力装置 (1) 的放电。

7. 根据权利要求 6 所述的方法, 其特征在于: 在有利于所述电池动力装置 (1) 的相应的荷电状态的频率下, 或在以位于指定最小反应时间内的间隔测量的频率下, 所述电池动力装置 (1) 的荷电状态 (SOC) 立刻改变, 其中, 以位于指定最小反应时间内的间隔测量的频率更有利于改变所述电池动力装置 (1) 的荷电状态。

8. 根据权利要求 4 或 5 所述的方法, 其特征在于: 在增加的测量精度用于确定待由所述电池动力装置提供的功率的传输策略中, 基于电网频率的测量精度的偏移值被增加至测量的电网频率, 或从测量的电网频率中减去所述偏移值。

9. 根据权利要求 8 所述的方法, 其特征在于: 电网频率的要求的测量精度为  $\Delta_f$ , 测量精度至少为  $\Delta_m$ , 其中  $\Delta_f > \Delta_m$

- 为了对所述电池动力装置 (1) 进行充电, 将最大  $\Delta_f - \Delta_m$  的偏移值加入到检测的电

网频率 (f) 中, 以及

- 为了对所述电池动力装置 (1) 进行放电, 将最大  $\Delta_f - \Delta_m$  的偏移值从检测的电网频率 (f) 减去。

10. 根据权利要求 4 或 5 所述的方法, 其特征在于: 在待提供的控制功率的指定的精度内减去或增加偏移值的传输策略中, 待提供的控制功率的要求的精度和使用电池动力装置 (1) 时可能的控制精度之间的差值被用来设定所述电池动力装置 (1) 的荷电状态。

11. 根据权利要求 4 或 5 所述的方法, 其特征在于: 功率传输的超额实现的传输策略在与功率传输的精度有关的指定要求的范围内提供, 其中功率传输的超额实现的百分比能够是固定的, 但是不超过所述配电网 (2) 的功率的设定值的例如 20% 的相关规定的最大量, 所述相关规定的最大量由所述配电网 (2) 的功率基于电网频率 (f) 的关系曲线得出并且不超出该曲线。

12. 根据权利要求 4 或 5 所述的方法, 其特征在于: 由于实现高于要求的传输功率梯度的传输功率梯度的能力, 增加的传输功率梯度的传输策略利用允许的一段时间来达到释放到所述配电网 (2) 或所述配电网 (2) 获得的功率的设定值, 通过以下方式实现高于要求的传输功率梯度的传输功率梯度,

- 为了以上升的电网频率对所述电池动力装置 (1) 进行充电, 使用大传输功率梯度; 为了以下降的电网频率对所述电池动力装置 (1) 进行充电, 使用小传输功率梯度, 以及

- 为了以下降的电网频率对所述电池动力装置 (1) 进行放电, 使用大传输功率梯度; 为了以上升的电网频率对所述电池动力装置 (1) 进行放电, 使用小传输功率梯度。

13. 根据权利要求 6 至 9 中的至少一项所述的方法, 其特征在于: 基于所述电池动力装置 (1) 的荷电状态 (SOC) 确定:

- 功率传输的超额实现的程度, 和 / 或

- 增加的传输功率梯度的大小, 和 / 或

- 由于功率控制的增加的精度引起的频率偏移值, 和 / 或

- 在指定的检测间隔内的电网频率 (f) 的最有利值的选择, 和 / 或

- 增加至测量的电网频率 (f) 的偏移值或从测量的电网频率 (f) 中减去的偏移值。

14. 根据上述权利要求中的至少一项所述的方法, 其特征在于: 根据标准: 中性、中性至低或中性至高、低或高、低至非常低或高至非常高、非常低或非常高, 做出对所述电池动力装置 (1) 的荷电状态 (SOC) 的评估。

15. 根据权利要求 4 和 13 所述的方法, 其特征在于: 在所述电池动力装置 (1) 的荷电状态 (SOC) 为非常低或非常高时, 使用传输策略 a) 利用检测间隔内的最低频率或最高频率并使用传输策略 b) 以根据功率 - 频率特性曲线来确定功率传输, 并且使用传输策略 c)、d) 和 e) 来确定充电功率或放电功率。

16. 根据权利要求 4 和 13 所述的方法, 其特征在于: 在所述电池动力装置 (1) 的荷电状态 (SOC) 为低至非常低或高至非常高时, 使用传输策略 a) 利用电网频率 (f) 的实际值并使用传输策略 b) 以根据功率 - 频率特性曲线来确定功率传输, 使用传输策略 c)、d) 和 e) 来确定所述电池动力装置 (1) 的充电功率或放电功率。

17. 根据权利要求 4 和 13 所述的方法, 其特征在于: 在所述电池动力装置 (1) 的荷电状态 (SOC) 为低或高至非常高时, 使用传输策略 a) 利用电网频率 (f) 的实际值以根据功

率-频率特性曲线来确定功率传输,使用传输策略 c)、d) 和 e) 来确定所述电池动力装置 (1) 的充电功率或放电功率。

18. 根据权利要求 4 和 13 所述的方法,其特征在于:在所述电池动力装置 (1) 的荷电状态 (SOC) 为中性至低或中性至高时,使用传输策略 a) 利用实际值以根据功率-频率特性曲线来确定功率传输,使用传输策略 d) 来确定所述电池动力装置 (1) 的充电功率或放电功率。

19. 一种用于实施根据上述权利要求中的至少一项所述的方法的装置,其特征在于:在配电网 (2) 中提供系统服务的电池动力装置 (1),包括:

- 多个并联连接的电池组 (10),
- 转换系统 (13),所述转换系统 (13) 通过变压器 (17) 和所述配电网 (2) 连接,
- 转换器控制器 (4),所述转换器控制器 (4) 控制所述转换系统 (13),并接收和处理来自所述转换系统 (13) 的测量值,以及
- 电池动力装置管理系统 (5),所述电池动力装置管理系统 (5) 构成用于所述电池动力装置 (1) 的中央控制级,所述电池动力装置管理系统 (5) 通过通信接口接收由配电管理系统 (6) 所提供的配电网 (2) 的至少一个物理量 (P、f) 有关的要求,并且通过变换器 (7) 和所述配电网 (2) 连接,以检测所述配电网 (2) 的至少一个物理量 (P、f)。

20. 根据权利要求 19 所述的装置,其特征在于:所述电池组 (10) 包括多个 DC 电池模块,所述多个 DC 电池模块通过功率开关 (11) 并联地连接至至少一个 DC 电压采集线,所述 DC 电压采集线和所述转换系统 (13) 连接。

21. 根据权利要求 20 所述的装置,其特征在于:所述转换系统 (13) 包括逆变器 (16) 和多个 DC 电压转换器或 DC/DC 转换器 (14、15),所述逆变器 (16) 通过变换器 (17) 和所述配电网 (2) 的馈入点 (3) 连接,所述 DC 电压转换器或 DC/DC 转换器 (14、15) 分别连接至用于多个并联连接的电池组 (10) 的 DC 电压采集线。

22. 根据上述权利要求 19 至 21 中任一项所述的装置,其特征在于:所述电池动力装置 (1) 用作电源和蓄能器,并且基于所述配电网 (2) 的电网频率 (f),控制由所述电池动力装置 (1) 向所述配电网 (2) 释放的功率或从所述配电网 (2) 获得的功率。

23. 根据上述权利要求 19 至 22 中任一项所述的装置,其特征在于:为了检测所述电池组 (10) 的荷电状态 (SOC),所述电池动力装置管理系统 (5) 和电池管理系统 (12) 双向连接,其中,所述电池管理系统 (12) 和所述电池组 (10) 以及所述功率开关 (11) 相关联。

## 用于控制电池动力装置的荷电状态的方法和装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及根据权利要求 1 的前序部分的用于控制电池动力装置的荷电状态的方法,以及根据权利要求 19 的用于实施这种方法的装置。

### 背景技术

[0002] 为了控制配电网的电网电压和电网频率,采用集中和分散控制作业的有效控制概念不只包括已使用的传统的带有旋转发电机的动力装置,还包括兆瓦范围内的蓄电池单元。随后被称为“电池动力装置”的蓄电池单元和目前用于主控制的储能单元不同,特别是在主控制功率供给方面他们表现出的速度和良好的可控性,并且因此蓄电池单元还连接至现有的配电网,并且用于主控制。但是为此,电池动力装置需要基本处于最佳荷电状态,这为主控制确保了从配电网输入电功率和向配电网输出电功率。这个需求使得电池动力装置的荷电状态的控制或调节成为必要,这确保了最佳荷电状态,而不会影响由电力动力装置提供的主控制的电网系统服务。

[0003] 从 US 7, 839, 027B2 可了解到一种用于保持和配电网能量连接的电池动力装置的荷电状态(SOC)的方法和设备,作为电网系统服务,采用这种方法和设备控制了配电网的电网频率。为此,确定电网频率的实际值是否位于预定的设定范围内。当电网频率的实际值位于设定范围外,通过电池动力装置和配电网之间的相应的能量传输来控制电网频率。当电网频率的实际值位于设定范围内,确定电池动力装置的荷电状态是否位于指定的极限值内。当电池动力装置的荷电状态在指定的极限值外,并且当电网频率的实际值在指定的设定范围内,为了将电池动力装置的荷电状态带入指定的极限值范围内,在电池动力装置和配电网之间进行能量传输。

[0004] 在这个方法中,只有当电网频率的实际值在指定的设定范围内时,才进行连接至配电网的电池动力装置的充电或放电是不利的。这导致了这样的风险:由于电池动力装置的充电或放电操作,电网频率的实际值超过指定的设定极限或降至指定的设定极限以下,因此,必须停止充电或放电操作,并且必须对电网频率进行主控制。因此,设定电池动力装置的最佳荷电状态可能耗费延长的时间,并且在极端的情况下,由于超过荷电状态极限,可能致使电池动力装置不再履行它的电网服务。

[0005] 在之后公布的文件 DE102011055232A1 提出了一种用于向电网提供控制功率的方法,其中,连接至电网的蓄能器取决于从电网的设定频率的频率偏差向电网供电和/或从电网接收电能,其中,在设定频率周围指定死区。采用高于死区的宽度的精度测量电网频率的频率偏差,并且取决于蓄能器的荷电状态选择死区中的带宽。为了控制蓄能器的荷电状态,利用死区中的带宽,而在带宽外提供控制功率。

[0006] 对于蓄能器的荷电状态来说,这个方法利用了由于频率测量中的增加的精度引起的可变死区代替了由电网运营商指定的死区,但是未能穷尽因电池动力装置的速度和良好的可控性而在主控制功率的供给方面的可用的可能性。

## 发明内容

[0007] 本发明的目的是提出一种如上所述的用于控制电池动力装置的荷电状态的方法，该方法利用电池动力装置在主控制功率方面的速度和良好的可控性，来保持电池动力装置的最佳（中性）荷电状态，而不依赖于电池动力装置提供的主控制功率。

[0008] 根据本发明，这个目的由权利要求 1 的特征解决。

[0009] 根据本发明的方案用于保持电池动力装置的最佳或中性荷电状态，而不依赖于将由电池动力装置向配电网提供的主控制功率，主控制功率可以由输出到配电网的功率或从配电网输入的功率组成。这确保了当在电池动力装置的容量内提供电网系统服务时电池动力装置的安全动作。

[0010] 术语“配电网”涉及高压输电网或中压配电网，其中，连接至中压水平的配电网的电池动力装置也可以直接通过这个配电网水平在高压输电网中提供系统服务，例如主功率控制。

[0011] 根据本发明的方案出于这样的考虑而提出：由于电池动力装置在主控制功率供给方面的速度和良好的可控性，电池动力装置提供的主控制功率的范围可以用于保持电池动力装置的最佳荷电状态。

[0012] 由于在那些电池动力装置提供主控制功率的区域中发生配电网和电池动力装置之间的功率传输，因此避免了电池动力装置在主控制时的起相反作用的行为，并且同时确保了保持电池动力装置的最佳荷电状态以提供主控制功率。

[0013] 相应地，根据本发明的用于控制电池动力装置的荷电状态 (SOC) 的方法包括以下特征（其中电池动力装置连接至配电网以控制至少一个物理量）：

[0014] - 确定电池动力装置的荷电状态 (SOC)，

[0015] - 采用高于针对最小检测速度和检测精度的指定的极限值的检测速度或测量频率和检测精度，检测配电网的物理量，以及

[0016] - 考虑检测的物理量的实际和指定的检测速度和检测精度之间的差值，来控制电池动力装置和配电网之间的电功率传输。

[0017] 作为保持电池动力装置的最佳荷电状态的进一步手段，可以利用电池动力装置和配电网之间的功率传输的变化量和变化速率，由于电池动力装置在主控制功率供给方面的敏捷度和精度，因此电池动力装置和配电网之间的功率传输的变化量和变化速率大于功率传输的变化量和变化速率的指定的最小极限值，从而根据电池动力装置和配电网之间的功率传输的实际和指定的变化量和变化速率之间的差值，可产生功率传输。

[0018] 优选地，从非常低到非常高采用可指定的充电状态来评估电池动力装置的确定的荷电状态，并且根据基于评估的传输策略，确定电池动力装置和配电网之间的功率传输，传输策略单独地或相结合地包括：

[0019] a. 在指定的时间检测间隔内，基于电池动力装置的荷电状态，选择物理量的最有利值，

[0020] b. 在指定测量精度范围内，从物理量的检测的实际值中减去偏移值或向物理量的检测的实际值中增加偏移值，

[0021] c. 功率传输的超额实现，

[0022] d. 在待提供的功率的指定精度内，减去或增加偏移值，

[0023] e. 增加的传输功率梯度。

[0024] 在指定的检测间隔内基于电池动力装置的荷电状态 (SOC) 选择电网频率的最有利值的传输策略中, 检测间隔的最高频率被用于电池动力装置的充电, 并且检测间隔的最低频率被用于电池动力装置的放电。

[0025] 由于关于是否最高频率被用于电池动力装置的充电或最低频率被用于电池动力装置的放电的判定取决于电池动力装置的荷电状态, 因此, 例如, 假如最低频率足够高, 它也可仍然用于电池动力装置的放电。相应地, 在从确定的最低频率到最高频率的范围内, 在基于在指定的检测间隔内的电池动力装置的荷电状态的电网频率处, 最合适的频率被用来确定电池动力装置将提供的功率。

[0026] 由于传统动力装置在它们对频率变化的反应方面的迟滞性, 频率的增加的检测速率或更高测量频率通常与频率变化不相关。然而, 对于对频率变化的反应明显更快的电池动力装置来说, 频率变化的更高的检测速率或检测是有利的。频率变化的更高的检测速率或检测既可用于将被控制的电网频率的幅值的更快稳定性, 并且因此减少将提供的控制能量的总量, 又可用于控制电池动力装置的荷电状态, 其中, 和管理规范相应地, 选择的迟滞性不超过要求的最小反应时间或最大迟滞。相应地, 和由规章架构条件限定的传统动力装置的反应速度相比, 更快的频率检测或测量频率利用了由允许的检测间隔得到的范围。

[0027] 因此, 和由规章架构条件限定的传统动力装置的反应速度相比, 更快的频率检测或测量频率利用了由允许的检测间隔得到的范围。尽管进行主控制功率的供给, 仍然可以通过在指定的间隔内选择电网频率的最有利值来利用电池动力装置的充电和放电。

[0028] 在电网频率的要求的测量精度内的增加的测量精度的传输策略中, 可以将基于电网频率的测量精度的偏移值加入测量的电网频率或从测量的电网频率中减去, 以确定由电池动力装置提供的功率。

[0029] 在电网频率的要求的测量精度为  $\Delta_f$ , 并且测量精度至少为  $\Delta_m$  时, 其中  $\Delta_f > \Delta_m$ , 可将最大  $\Delta_f - \Delta_m$  的偏移值加入检测的电网频率以对电池动力装置进行充电, 并且可将最大  $\Delta_f - \Delta_m$  的偏移值从检测的电网频率中减去以使电池动力装置放电。

[0030] 和已知的利用增加的测量精度的方法相反, 根据本发明的改进的方法, 使用偏移值代替滑动变化的死区来提供主控制功率。例如, 当以最大 1mHz (检测精度为  $\pm 1\text{mHz}$ ) 的测量误差检测电网频率时, 如果电网频率的要求的测量精度为 10mHz, 则可以将多达 9mHz 的偏移值加入测量的电网频率或从测量的电网频率中减去, 以确定由电池动力装置提供的功率。

[0031] 由于传统动力装置当提供控制功率时通常在满足设定值时不提供任意精度, 因此可在控制功率供给时应用最低要求, 这是由于电池动力装置提供功率的速度和精度导致要求的控制精度和可能的控制精度之间的差值, 并且因此导致控制功率的功率偏移值, 功率偏移值可用于优化电池动力装置的荷电状态。可用的偏移值既可以是恒定值 (例如当要求控制精度依赖于动力装置的标称功率时), 又可以是动态的 (如果要求控制精度和动力装置的实际功率相关)。当使用这个方法时, 应该注意到功率不升至标称频率处的功率以上或降至标称频率处的功率以下。

[0032] 在关于功率传输的精度的指定要求的范围内提供了功率传输的超额实现的传输策略中, 其中, 功率传输的超额实现的百分比可以是固定的, 但是不超过配电网的功率的设

定值的例如 20% 的相关规定的最大量, 所述相关规定的最大量从配电网的功率基于电网频率的关系曲线得出。

[0033] 通过利用功率设定值的相对超额实现, 得到了电池动力装置的扩大的工作范围, 这个扩大的工作范围可用来优化电池动力装置的荷电状态。

[0034] 由于传统的技术储存单元在控制功率供给方面只提供受限的功率梯度, 针对控制功率供给的最低要求由配电网的运营商指定, 因此可以采用无延迟阶跃响应来满足功率设定值, 但是在另一方面, 一般的最低要求通过功率的变化速率来满足。这产生了允许的工作范围以在似稳态的最大频率偏差处达到标称功率设定值。

[0035] 在德意志联邦共和国, 例如, 来自技术条例“Transmission Code 2007 (输电准则 2007)”的最小功率梯度由必须最迟在 30 秒后在似稳态的最大频率偏差下达到控制单元的标称功率的要求得出。这个针对功率变化速率的最低要求也适用于电网频率的小变化。由于电池动力装置在功率供给方面的高速度, 当提供控制功率时获得了梯度供给的范围, 这个范围可被用来充电或放电, 并且因此用来优化电池动力装置的荷电状态。

[0036] 相应地, 由于实现高于要求的传输功率梯度的传输功率梯度的能力, 增加的传输功率梯度的传输策略利用允许的一段时间来达到释放到配电网的或由配电网获得的功率的设定值, 其中高于要求的传输功率梯度的传输功率梯度是以这样的方式实现的: 为了采用上升的电网频率对电池动力装置进行充电, 使用大传输功率梯度; 为了采用减少的电网频率对电池动力装置进行充电, 使用小传输功率梯度; 为了采用减少的电网频率对电池动力装置进行放电, 使用大传输功率梯度; 以及为了采用上升的电网频率对电池动力装置进行放电, 使用小传输功率梯度。

[0037] 通过根据电池动力装置的荷电状态设定功率传输的超额实现的程度、增加的传输功率梯度的测量、在指定检测间隔内的电网频率的最有利值的选择、和 / 或加入到测量的电网频率中的或从测量的电网频率中减去的偏移值, 可以无级设定电池动力装置和配电网之间的功率传输, 可以说, 即使是采用了与从非常低到非常高的可指明的荷电状态相关联的电池动力装置的确定的荷电状态的分级评估。

[0038] 在评估电池动力装置的荷电状态时, 标准“中性”用于表示电池动力装置的最优荷电状态。在偏离电池动力装置的中性荷电状态的增加的荷电状态中, 使用了标准“中性至高”、“高”、“高至非常高”、“非常高”, 以及在偏离电池动力装置的中性荷电状态的减小的荷电状态中, 使用了标准“中性至低”、“低”、“低至非常低”、“非常低”, 并且基于对应的标准, 采用了一个或多个上述传输策略。

[0039] 用于实施这种方法的装置可通过电池动力装置实现可指定的电气行为, 电池动力装置使用了适合的工作原理来提供电网服务, 例如主控制功率。

[0040] 相应地, 在配电网中提供系统服务的电池动力装置包括:

[0041] - 并联连接的数个电池组;

[0042] - 转换系统, 其通过变压器和配电网连接;

[0043] - 转换器控制器, 其控制转换系统, 并且接收和处理来自转换系统的测量值, 以及

[0044] - 电池动力装置管理系统, 其构成用于电池动力装置的中央控制级, 电池动力装置管理系统通过通信接口接收涉及如配电管理系统所提供的配电网的至少一个物理量的要求, 并且电池动力管理系统通过变换器和配电网连接以检测配电网的至少一个物理量。



[0045] 优选地,电池组包括数个 DC 电池模块,DC 电池模块通过功率开关并联地连接至至少一个 DC 电压采集线,DC 电压采集线和转换系统连接。

[0046] 例如,转换系统包括逆变器 and 数个 DC 电压转换器或 DC/DC 转换器,逆变器通过变压器和配电网的馈入点连接,每个 DC 电压转换器或 DC/DC 转换器连接至用于数个并联的电池组的 DC 电压采集线。

[0047] 取决于电池技术或不同的临界条件,例如取决于荷电状态的 DC 电池模块的电压摆动或用于逆变器的输出电压的必需的中间电路电压,获得了用于转换器和电池组或电池模块的不同的拓扑结构。

[0048] 可替代地,包含数个并联的电池组的两个电池模块中的每个可以和一个逆变器连接,逆变器可以连接至三绕组变压器的初级绕组,三绕组变压器的次级侧和电力总线连接。

[0049] 在一个进一步变体中,数个电池模块通过功率开关并联连接至 DC 电压采集线,其中,采集线通过没有受控 DC 电压中间电路的逆变器和配电网连接。

[0050] 在一个优选的实施方案中,电池动力装置作为电源和蓄能器工作,其中取决于配电网的电网频率控制电池动力装置释放到配电网的电力,或从配电网中获得的电力。

[0051] 为了检测电池组的荷电状态 (SOC),电池动力装置管理系统和与电池组和电源开关相关联的电池管理系统双向连接。

## 附图说明

[0052] 附图中示出的示例性实施方案将详细讲解本发明以及从本发明得到的变体的基本理念。图中:

[0053] 图 1 示出了由连接至公共耦接点的电池动力装置对配电网的主功率控制的电路框图;

[0054] 图 2 示出了在电池动力装置提供控制功率期间,当利用频率测量的精度的死区时的允许的工作范围的图示;

[0055] 图 3 示出了用于解释增加的频率测量精度的传输策略的图示;

[0056] 图 4 示出了当利用增加的传输功率梯度时允许的工作范围的图示;

[0057] 图 5 示出了用于解释在功率设定值中加入或减去偏移值的传输策略的图示;

[0058] 图 6 示出了当利用功率传输的超额实现时允许的工作范围的图示;

[0059] 图 7 示出了具有增加的静态频率测量精度和功率传输的超额实现的特性的主控制的合成功率带的图示;

[0060] 图 8 示出了基于电池动力装置的荷电状态的分级或无级评估或检测使用多种功率传输策略的流程图;以及

[0061] 图 9 示出了基于电池动力装置的荷电状态的分级评估使用多种功率传输策略的图示。

## 具体实施方式

[0062] 图 1 示出了由电池动力装置 1 对配电网 2 的主功率控制的电路框图,电池动力装置 1 从配电网 2 接收电能或向配电网 2 释放电能。术语“配电网”是指高压输电网或中压配电网,其中,连接至中压水平的配电网的电池动力装置 1 也可直接通过这个配电网水平

在高压输电网中提供系统服务,例如主功率控制。

[0063] 电池动力装置 1 包括多个电池组 10 和开关 11,每个电池组 10 包括多个串联的电池和开关 11,开关 11 处于电池组 10 和转换系统 13 的连接中,通过转换系统 13,电池组 10 和配电网能量耦合,从而电池动力装置 1 可以向配电网 2 供应电能,或从配电网 2 获得电能,例如,以便控制配电网 2 的频率。

[0064] 每个电池组 10 包括电池管理系统 12,其中,电池管理系统 12 检测电池的荷电状态(SOC),并根据需要储存荷电状态。根据图 1 的图示中,用于传输电能的线路连接以实线示出,单独的块之间的控制连接以虚线示出。每个单独的电池组 10 可以包括相同或不同的电池类型,其中,当匹配电池时,电池管理系统 12 要考虑到各种电池类型的特定属性。

[0065] 在这个示例性实施方案中,转换系统 13 包含两个 DC 电压转换器或 DC/DC 转换器 14、15,每个 DC 电压转换器或 DC/DC 转换器 14、15 和 N 个并联的电池组 10 双向连接,并且同样地和逆变器 15 双向连接,逆变器 15 通过变压器 17 连接至配电网 12 的馈入点 3。

[0066] 为了驱动 DC 电压转换器 14、15 和逆变器 16,并且为了检测和处理来自转换系统 13 的传感器信号,提供了转换器控制器 4,转换器控制器 4 继而从电池动力装置管理系统 5 接收控制信号,并且例如向电池动力装置管理系统 5 发出准备信号。

[0067] 通过变换器 7,电池动力装置管理系统 5 和配电网 2 连接,例如,以检测配电网 2 的电网频率。通过转换系统 13 和变压器 17,电池动力装置管理系统 5 还和电池组 10 的电池管理系统 12 双向连接,以查询例如单独的电池组 10 的荷电状态,并且驱动电池组 10 的开关 11 以向配电网 2 释放能量或从配电网 2 获得能量。

[0068] 同样地,电池动力装置管理系统 5 和上级配电管理系统 6 双向连接,其中,上级配电管理系统 6 监控配电网 2,即高压输电网和 / 或中压配电网。上级配电管理系统 6 向电池动力装置管理系统 5 发出的典型信号是通过从 / 向配电网 2 接收 / 释放能量来控制电网频率的要求。

[0069] 同样地,配电管理系统 6 和配电网运营商和输电网系统运营商 8 双向连接。

[0070] 当在主控制下运行电池动力装置 1 时,电池动力装置 1 在馈入点或公共耦接点 3 处和配电网 2 耦接,以便提供指定的电网系统服务。提供电网系统服务所必需的配电网 2 的物理量的检测、控制和调节受制于时间和 / 或精度相关的要求,时间和 / 或精度相关的要求适用于当前在主控制使用中的装置(例如蒸汽动力装置、柴油发电机、飞轮等)的能力。由于电池动力装置 1 不同于这些装置(就其更快的速度和精度还有可控性而言),因此电池动力装置 1 的功率供给存在一些范围,根据本发明这些范围用来保持电池动力装置 1 的最佳或中性荷电状态。履行电网系统服务的方法基于:

[0071] - 测量和传输方法,其比检测提供电网系统服务所必需的物理量所指定的极限值更精确、更快,和 / 或

[0072] - 电池动力装置的物理量的调节和 / 或控制方法,其比电网系统服务的供给有关的需求值更精确、更快。

[0073] 下面将详细讲解电池动力装置 1 的主功率控制,以及电池动力装置 1 的荷电状态的控制。

[0074] 通过选择性地利用要求的时间和 / 或精度相关的物理量的检测和由电池动力装置 1 实际提供的检测之间的差值,以及要求的时间和 / 精度相关的电池动力装置 1 的控制

功率的供给与电池动力装置 1 实际提供的控制功率的供给之间的差值,可以履行电网系统服务和优化电池动力装置 1 的荷电状态,其中,基本上三个控制策略(即,充电、放电和中性行为)可适用于电池动力装置 1 的控制。电池动力装置 1 的荷电状态决定将使用这些策略中的哪个。例如,规则可以是:

[0075] - 荷电状态  $SOC \geq 90\%$  时,电池动力装置 1 将产生放电,

[0076] - 荷电状态  $90\% > SOC \geq 60\%$  时,电池动力装置 1 将产生中性行为,以及

[0077] - 荷电状态  $60\% > SOC$  时,电池动力装置 1 将产生充电。

[0078] 为了考虑电池动力装置 1 的相应的荷电状态提供主控制功率,特别地由于下面提到的关于控制功率供给的要求导致的范围是合适的:

[0079] 第一传输策略(在图中没有示出)在于:由于使用了比指定的更快的对应的测量和传输方法来检测物理量,因此凭借“最佳频率”的传输策略,在指定时间间隔内的每个最低或最高频率被用来确定电池动力装置 1 和配电网 2 之间的功率传输以另外地支持电池充电管理。例如,在电池动力装置 1 的荷电状态非常低时,可利用时间间隔内的最高频率提供主控制功率并且对电池动力装置 1 的电池组 10 进行充电;或荷电状态非常高时,可利用时间间隔内的最低频率提供主控制功率并且对电池动力装置 1 的电池进行放电,而在从非常低到非常高的荷电状态中,可利用当前频率确定主控制功率。

[0080] 替代或除“最佳频率”的传输策略之外,更快的测量频率或更高检测速度的传输策略可以被用于优化电池动力装置 1 的荷电状态。

[0081] 然而对于传统的动力装置,由于它们对频率变化的反应的迟滞性,因此通常电网频率增加的检测速率是不相关的,对于反应速度明显更高的电池动力装置,更高的频率检测速率以及由此的频率变化被发现是有利的,以获得被控制的电网频率的大小以及由此的将提供的控制能量的总量的更快稳定,以及用于控制电池动力装置的荷电状态。然而,选择的对频率变化的反应迟滞必须不超过管理规范所要求的最小反应时间或最大迟滞。

[0082] 当例如针对主控制功率的提供,要求动力装置必须至少在 2 秒内对频率变化做出反应;以及当电池动力装置能够以 100ms 的检测速度检测电网频率并且在 100ms 内对检测到的电网频率做出反应,电池动力装置可以通过立刻对有利于荷电状态的频率做出反应,或通过仍然“等待”是否在 1.8 秒的最小反应时间内测量到更加有利的频率(这个频率随后被用来控制)来利用检测到的电网频率。

[0083] 参照电池动力装置 1 的功率  $P$  依赖电网频率  $f$  的特性曲线  $P(f)$ ,图 2 示意地示出了第二传输策略,第二传输策略源自  $\pm 0-10\text{mHz}$  的公差带,例如认为该公差带是电网频率  $f$  的检测精度所允许的,当确保频率测量的精度明显高于配电网 2 规定的  $\pm 10\text{mHz}$  时,来自这个公差带的阴影化的工作范围用于提供控制功率,并且因此能够有助于支持电池充电管理。这用于以  $\pm 1\text{mHz}$  的检测精度从检测的电网频率减去高达  $-9\text{mHz}$  的偏移值或向检测的电网频率  $f$  中加入高达  $+9\text{mHz}$  的偏移值,以用于电池充电管理的相应的支持。

[0084] 这种方法和同样利用增加的测量精度的其它方法的不同在于:代替滑动可变的死区,偏移值被用于主控制功率的供给,随后将参照基于标称功率的功率输出或功率输入  $P/P_{nom}$  和频率变化  $\Delta f$  的关系的图示,在图 3 中详细讲解这种方法。

[0085] 例如,当电池动力装置根据频率-功率特性曲线在时间  $t_0$ 、频率  $F_0$  提供功率  $P(F_0)$  时,和当频率变成值  $F_1$  时,其中  $F_0 > F_1$ ,并且  $|F_0 - F_1| < \Delta_m$ ,  $\Delta_m$  是最小测量精度,并且当将根

据频率 - 功率特性曲线提供在频率  $F_1$  的控制功率  $P(F_1)$  不利于当前的和希望的电池动力装置的荷电状态时, 基于变化死区的控制方法将保持功率设定值  $P_0$  不变 (当频率变化位于变化死区的范围内) 或利用与新的频率  $F_1$  相对应的控制功率  $P(F_1)$ 。

[0086] 在另一方面, 此处描述的基于偏移值的控制方法将利用设定值  $P(F_1 + \Delta_m)$ , 由于  $F_1 + \Delta_m > F_0$ , 因此  $P(F_1 + \Delta_m)$  也比功率  $P_0$  更有利于当前的希望的电池动力装置的荷电状态。

[0087] 应当注意的是, 当使用偏移值时, 频率不被升至标称频率以上或降至标称频率以下, 即, 使用了不同于电网支持方法的方法。

[0088] 然而, 由于测量误差, 不应当检测到明显的超同步或低于同步的电网状态, 然而这实际不相符。例如当测量的频率接近在超同步或低于同步范围内的设定频率, 并且测量误差的范围超出设定频率进入到相反范围时, 上述情况就可能发生。

[0089] 这种情况在非可用死区范围设定在设定频率周围时能够被安全地排除, 该范围对应于测量误差的高度。例如, 当测量误差大约在  $\pm 1\text{mHz}$  时, 可遵照系统在从测量值  $50.001$  的正向范围和从测量值  $49.999\text{Hz}$  的负向范围使用设定频率  $50\text{Hz}$  的死区, 其中, 将确保系统服从行为, 其在正向的主控制功率需求下不允许提供负向主控制功率, 反之亦然。

[0090] 为了提供主控制功率, 电池动力装置管理系统 5 可利用图 4 至图 7 示意地示出的公差, 这些公差由配电网 2 的运营商指定。

[0091] 由于在主控制功率供给中, 传统动力装置只能提供限制的功率梯度, 所以可适用控制功率供给的最低要求, 如参照功率  $P$  和频率  $f$  随着时间  $t$  的变化过程在图 4 中示意地示出。

[0092] 根据图 4B, 可以凭借理想的无延迟的阶跃响应来满足依赖于配电网 2 或能量管理系统 7 所需的频率  $f$  的功率  $P$  的设定值。此外, 由于功率变化速率的最低要求, 例如在德国必须最迟在 30 秒后达到标称功率  $P_n$  是可适用的, 并且因此获得了功率变化的最小速率  $P_n/30\text{s}$ 。这产生了如图 4A 的阴影线所示的用于达到目标或设定值的允许的工作范围, 这为提供控制功率的全部技术装置留下了梯度供给的范围, 从而由于电池动力装置 1 的主控制功率的快速供给, 因此电池充电管理可被额外地支持。

[0093] 用于支持电池充电和放电管理的另一可能性利用了电池动力装置 1 在主控制功率供给方面的高精度。根据图 5 参照基于标称功率的功率输出或功率输入  $P/P_{\text{nom}}$  和频率变化  $\Delta f$  的关系的图示, 将详细讲解这点。

[0094] 当要求提供的控制功率的精度为标称控制功率的 1%, 并且电池动力装置能够以标称控制功率的 0.1% 的精度提供功率时, 电池动力装置可利用由此的标称控制功率的 0.9% 的差值来优化荷电状态。例如当动力装置将必须提供功率  $P(F_1)$ , 并且低功率将更有利于荷电状态时, 电池动力装置也可以提供功率  $P' = P(F_1) - 1.9 \times P_{\text{nom}}$ , 其中  $P_{\text{nom}}$  是标称功率。当更高功率更有利于荷电状态时, 同样适用, 从而根据图 5 将提供的功率  $P'$  落在范围  $P' = P(F_1) \pm \Delta P$  内。

[0095] 因此利用所需的控制精度和可能的控制精度之间的差值的传输策略导致针对控制功率的功率偏移值, 同样地可以取决于电池动力装置的当前荷电状态来使用功率偏移值。可使用的偏移值既可是恒定的 (例如当控制精度需要依赖于动力装置的标称功率时) 也可以是动态变化的 (如果控制精度需要与电池动力装置的实际功率相关)。然而当使用这个方法时, 应该注意到功率不被升至标称频率下的功率之上或降至标称频率下的功率以

下。

[0096] 参照  $P(f)$  特性曲线,图 6 示意性地示出关于功率供给的精度要求。

[0097] 由于在控制功率供给中,传统技术装置在满足设定值方面通常不是任意精确的,必须提供和  $P(f)$  特性曲线相对应的规范被认为是最低要求。性能不佳是不允许的,但是根据  $P(f)$  特性曲线,功率可共计高达需要量的 120%,因此超过了需要量(“超额实现”)。

[0098] 图 6 中,粗实线示出了电池动力装置 1 的响应行为,细实线示出了功率供给方面的允许的超额实现(overperformance),这导致斜线示出的允许的工作范围,允许工作范围可以用于支持电池充电和放电管理。

[0099] 参照基于标称控制功率的控制功率随着实际频率  $f$  和设定频率  $f_0$  的偏差变化的主控制特性曲线,图 7 示出了由于在主控制功率供给方面的增加的静态频率测量精度和可能的超额实现引起的,用于主控制功率供给以及用于支持电池动力装置 1 的电池充电管理的功率区。

[0100] 采用实线示出的标称控制静态不要求在  $-10\text{mHz}$  到  $+10\text{mHz}$  范围内的频率偏差  $f - f_0$  的控制功率。当电网频率  $f$  的实际值下降时,高达  $-200\text{mHz}$  的频率偏差  $f - f_0$  的控制功率需量线性上升到标称控制功率。随着电网频率  $f$  的实际值上升,以及因此频率偏差  $f - f_0$  增加,从配电网获得的功率在  $+200\text{mHz}$  的频率偏差  $f - f_0$  线性上升到标称控制功率。

[0101] 由于由电池动力装置 1 提供的电网频率的较大的时间和精度相关的检测 - 如同上面详细描述地 - 得到了具有  $\pm 9\text{mHz}$  的偏移值的以虚线示出的标称控制静态,当电网频率的检测精度为  $\pm 1\text{mHz}$  时,可向 / 从标称控制静态中增加 / 减去  $\pm 9\text{mHz}$  的偏移值。

[0102] 点画线中图形地示出了功率供给的超额实现,其最高应高于标称控制静态 20%。在频率偏差  $f - f_0$  为  $-10\text{mHz}$  到  $-200\text{mHz}$  时,它上升到控制功率的 1.2 倍或当频率偏差  $f - f_0$  从  $10\text{mHz}$  到  $200\text{mHz}$  时下降到控制功率值的 1.2 倍。

[0103] 从在功率供给方面的增加的静态频率测量精度和可能的超额实现获得图 7 示出的合成功率带,其由以点线示出的具有增加的频率测量精度和超额实现的控制静态,以及由以虚线示出的具有增加的频率测量精度的标定控制静态限制。在由合成功率带得到的范围内,因此可以通过对电池动力装置 1 进行放电或充电来优化电池动力装置 1 的荷电状态 SOC,即将荷电状态 SOC 带到中性值。

[0104] 下面将参照图 8 中示出的流程图和图 9 中示出的主控制策略,详细讲解上面提到的内容。

[0105] 图 8 中参照流程图示出的控制方案或图 9 中示出的主控制策略以确定电池动力装置 1 的荷电状态 SOC 开始,随后评估电池荷电状态 SOC,  $S_1$  表示非常低,  $S_2$  表示低至非常低,  $S_3$  表示低,  $S_4$  表示中性至低,  $S_0$  表示中性,  $S_5$  表示中性至高,  $S_6$  表示高,  $S_7$  表示高至非常高,  $S_8$  表示非常高,因此

[0106]  $S_1 < S_2 < S_3 < S_4 < S_0 < S_5 < S_6 < S_7 < S_8$

[0107] 适用于评估荷电状态 SOC。

[0108] 在示出的实施例中,因为电池动力装置 1 在荷电状态非常低 ( $\text{SOC} \leq S_1$ ) 或非常高 ( $\text{SOC} \geq S_8$ ) 时具有非常好的测量速度,因此可以采用“最佳频率”的策略。当提供主控制功率时,和判定框 P2 相对应地,在荷电状态非常低 ( $\text{SOC} \leq S_1$ ) 时使用测量间隔内的最高频率,或和判定框 P3 相对应地,在荷电状态非常高 ( $\text{SOC} \geq S_8$ ) 时使用测量间隔内的最低频率。在

荷电状态为  $S_2 \leq \text{SOC} \leq S_7$  时,和判定框 P1 相对应地,使用当前频率来确定主控制功率需量。

[0109] 在从 / 向测量频率中减去 / 增加偏移值的策略中,由于使用电池动力装置 1 在主控制功率方面的高测量精度,因此和判定框 P4 相对应地,当确定荷电状态非常低或低至非常低 ( $\text{SOC} \leq S_2$ ) 的主控制功率需量时,可以将依赖于测量精度的偏移值增加到检测到的电网频率中。可替代地,和判定框 P5 相对应地,当确定主控制功率需量时,在荷电状态非常高或高至非常高 ( $\text{SOC} \geq S_7$ ) 时,可将依赖于测量精度的偏移值从检测到的电网频率中减去。

[0110] 和判定框 P6 相对应地,参照  $P(f)$  特性曲线,根据使用上述两种策略而确定的“相关”频率,确定相应的主控制功率需量。

[0111] 当在电池动力装置 1 和配电网 2 之间传输控制功率时,由于实际和要求的功率传输的高度和速度之间的差值产生的工作范围可以被用来支持电池充电管理。

[0112] 和判定框 P7 相对应地,可以在荷电状态非常低、非常低至低和低 ( $\text{SOC} \leq S_3$ ),以及非常高、非常高至高和高 ( $\text{SOC} \geq S_6$ ) 时通过提供例如上面确定的充电功率的 120% 使用超额实现策略。

[0113] 和判定框 P8 相对应地,当电池动力装置的荷电状态不利时,可从 SOC 范围  $S_1$  至  $S_4$  中的功率设定值中减去功率偏移值,以及和判定框 P9 相对应地,可在 SOC 范围  $S_5$  至  $S_8$  中的功率设定值中加入功率偏移值。

[0114] 和判定框 P10 相对应地,例如当荷电状态非常低到中性至低 ( $\text{SOC} \leq S_2$ ) 或电池荷电状态非常高到中性至高 ( $\text{SOC} \geq S_7$ ) 时 (框 P11) 可以使用增加的功率梯度的策略,即,使用主控制功率供给中变化的增加的速率。

[0115] 和判定框 P11 相对应地,因此限定的和确定的功率被用于主控制,并且被用来支持电池充电管理。

[0116] 作为电池动力装置 1 的确定的荷电状态的分级评估的替代方式,通过确定和设定:

[0117] - 功率传输的超额实现程度,和 / 或

[0118] - 增加的传输功率梯度的测量,和 / 或

[0119] - 在指定检测间隔内的电网频率的最有利值的选择,和 / 或

[0120] - 由于在控制功率供给方面的增加的精度引起的功率偏移值,和 / 或

[0121] - 根据电池动力装置 1 的相应的荷电状态,增加到测量的电网频率的偏移值,或从测量的电网频率中减去的偏移值,

[0122] 能够连同对电池充电管理的支持做出主控制功率的无级确定。

[0123] 附图标记列表

[0124]	1	电池动力装置
[0125]	2	配电网
[0126]	3	馈入点
[0127]	4	转换器控制器
[0128]	5	电池动力装置管理系统
[0129]	6	配电网管理系统
[0130]	7	变换器

---

[0131]	8	配电网运营商和输电网系统运营商
[0132]	10	电池组
[0133]	11	开关
[0134]	12	电池管理系统
[0135]	13	转换系统
[0136]	14、15	DC 电压转换器或 DC/DC- 转换器
[0137]	16	逆变器
[0138]	17	变压器
[0139]	SOC、S <sub>0</sub> -S <sub>8</sub>	电池动力装置的荷电状态
[0140]	f	实际频率
[0141]	f <sub>0</sub>	设定频率
[0142]	P	功率
[0143]	P <sub>n</sub>	标称功率
[0144]	t	时间
[0145]	△ m	最小测量精度
[0146]	△ f	电网频率的测量精度

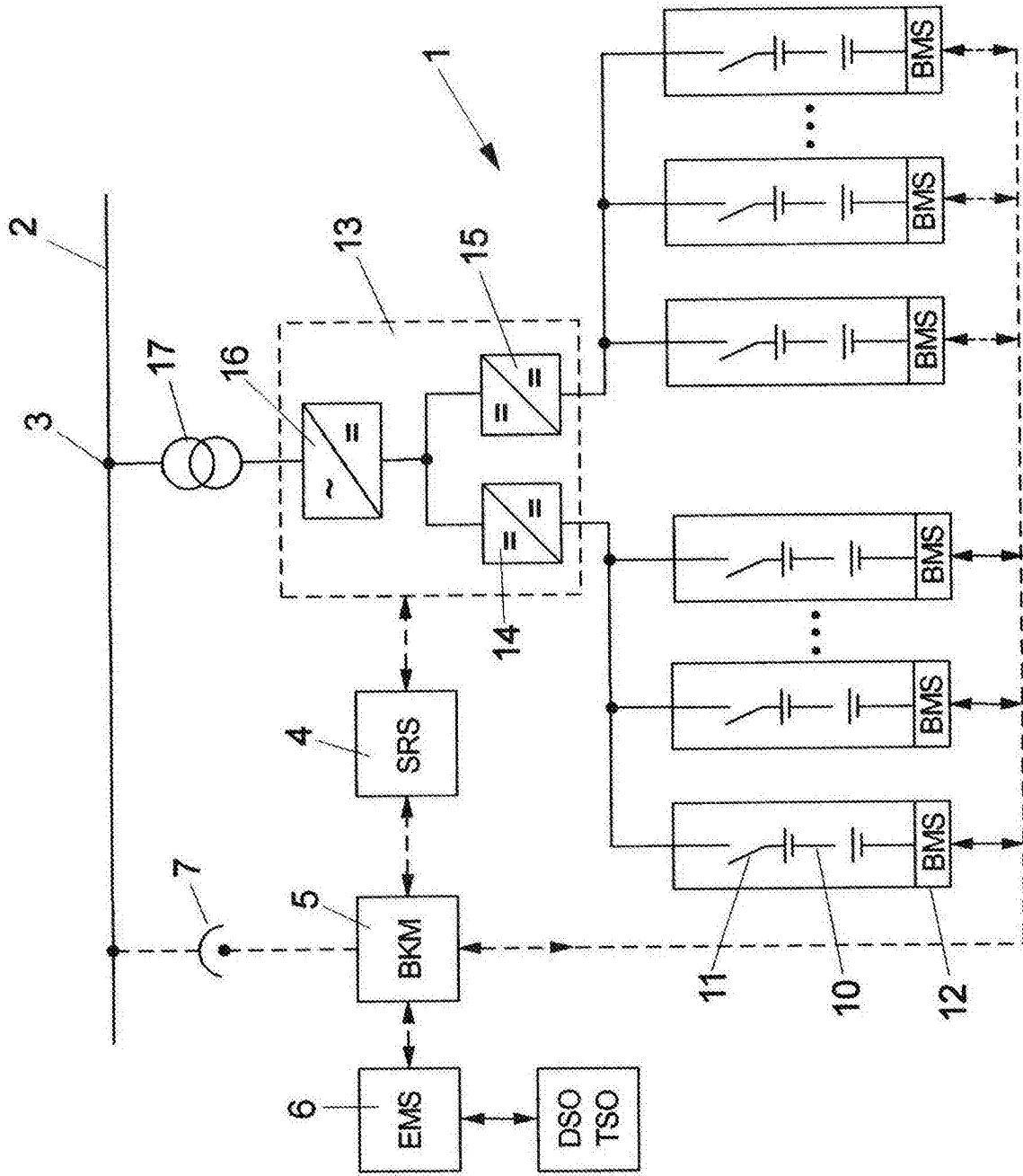


图 1



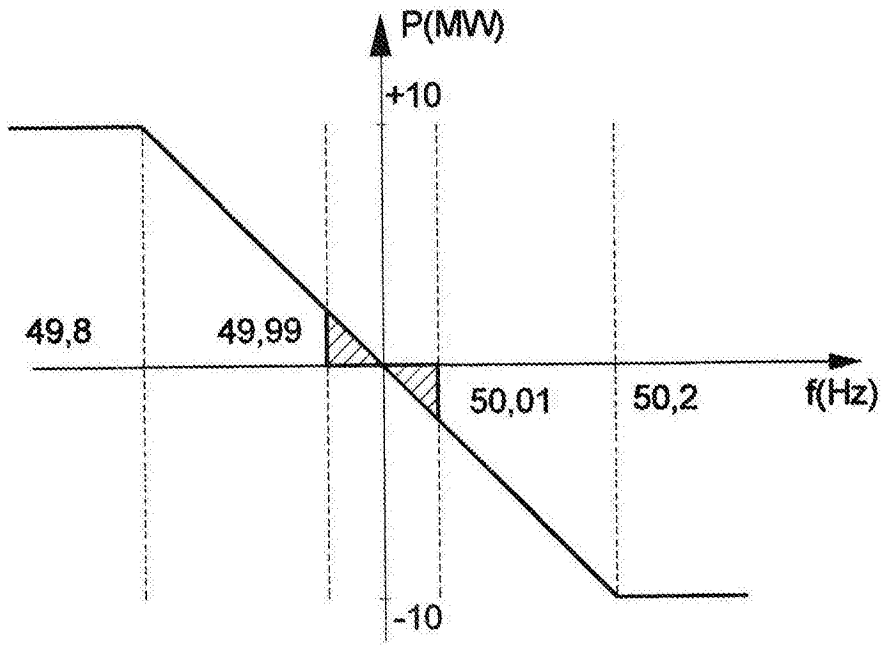


图 2

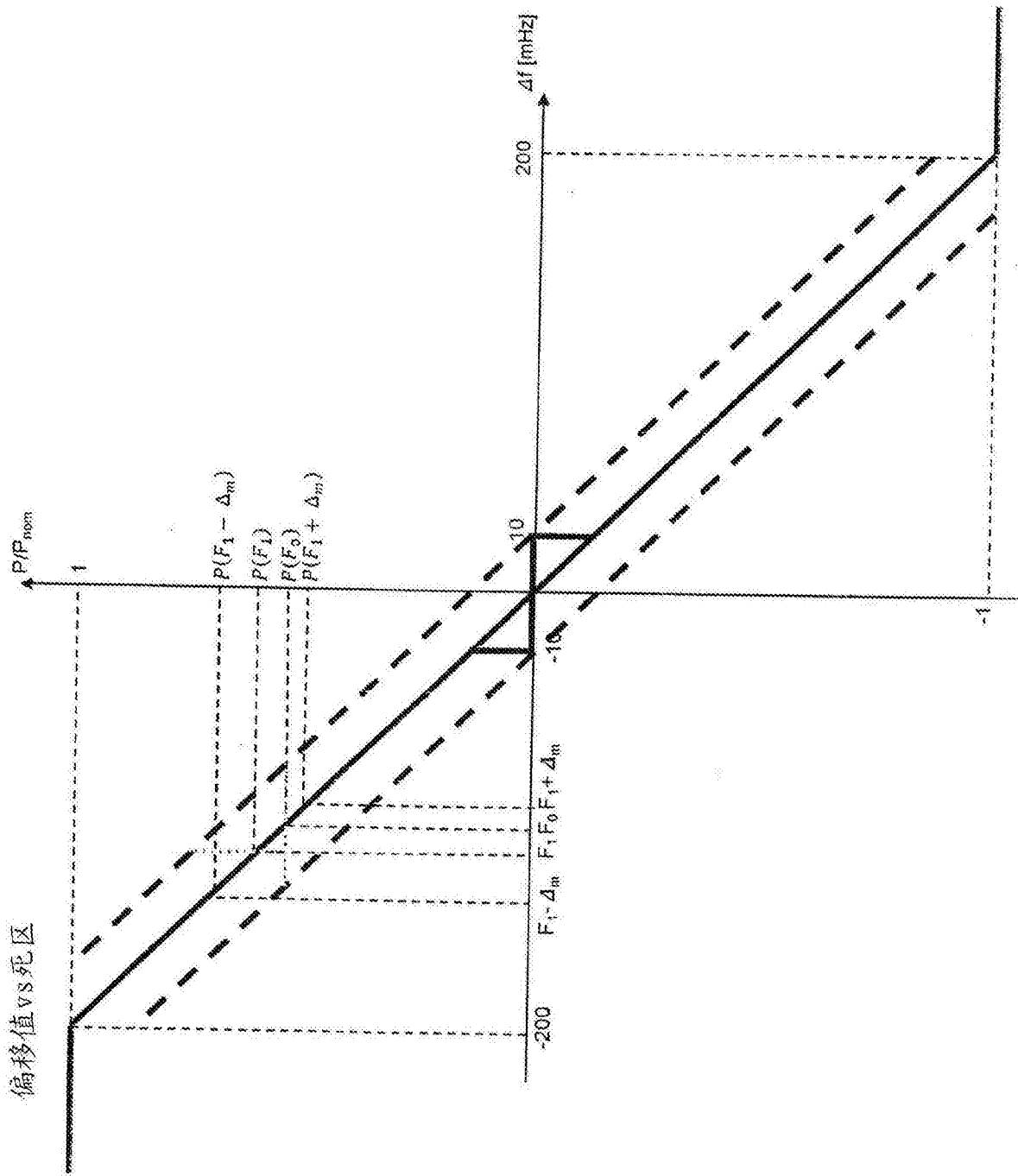


图 3

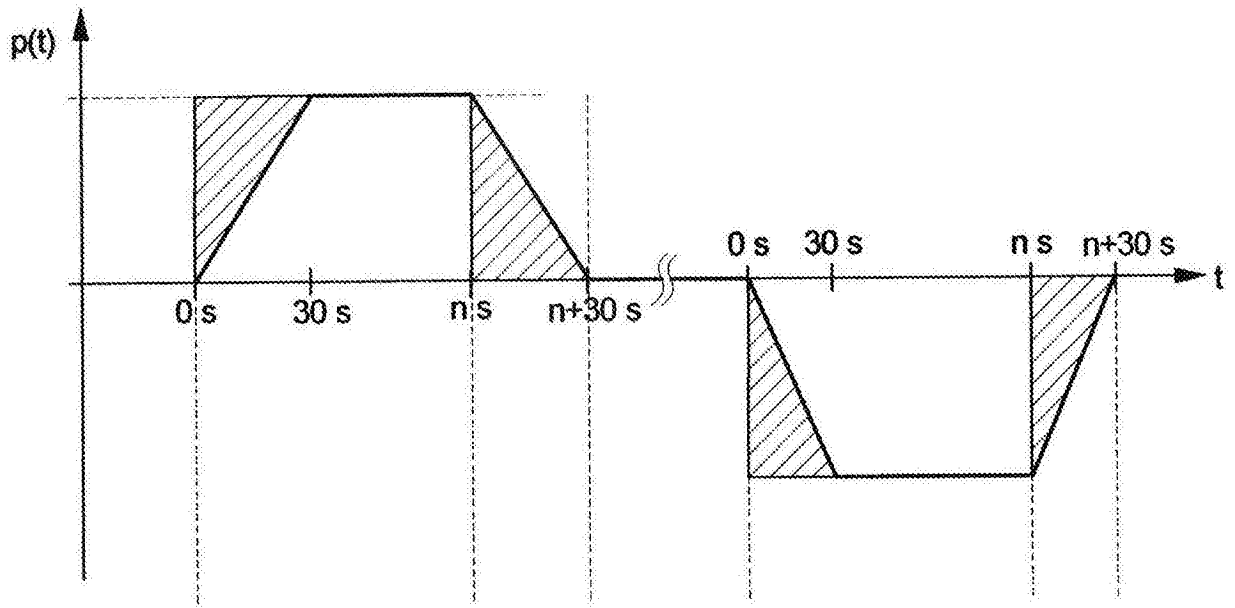


图 4A

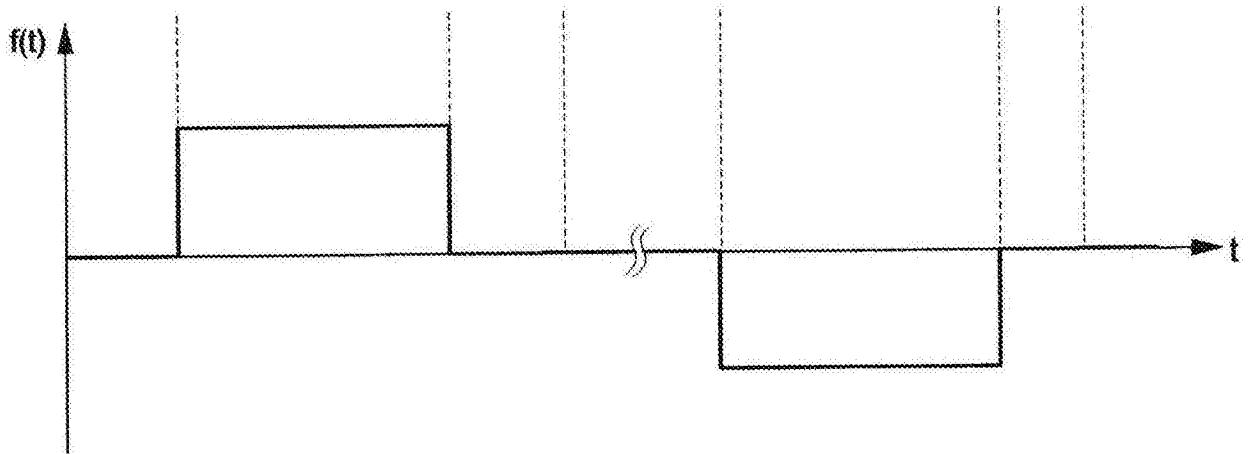


图 4B

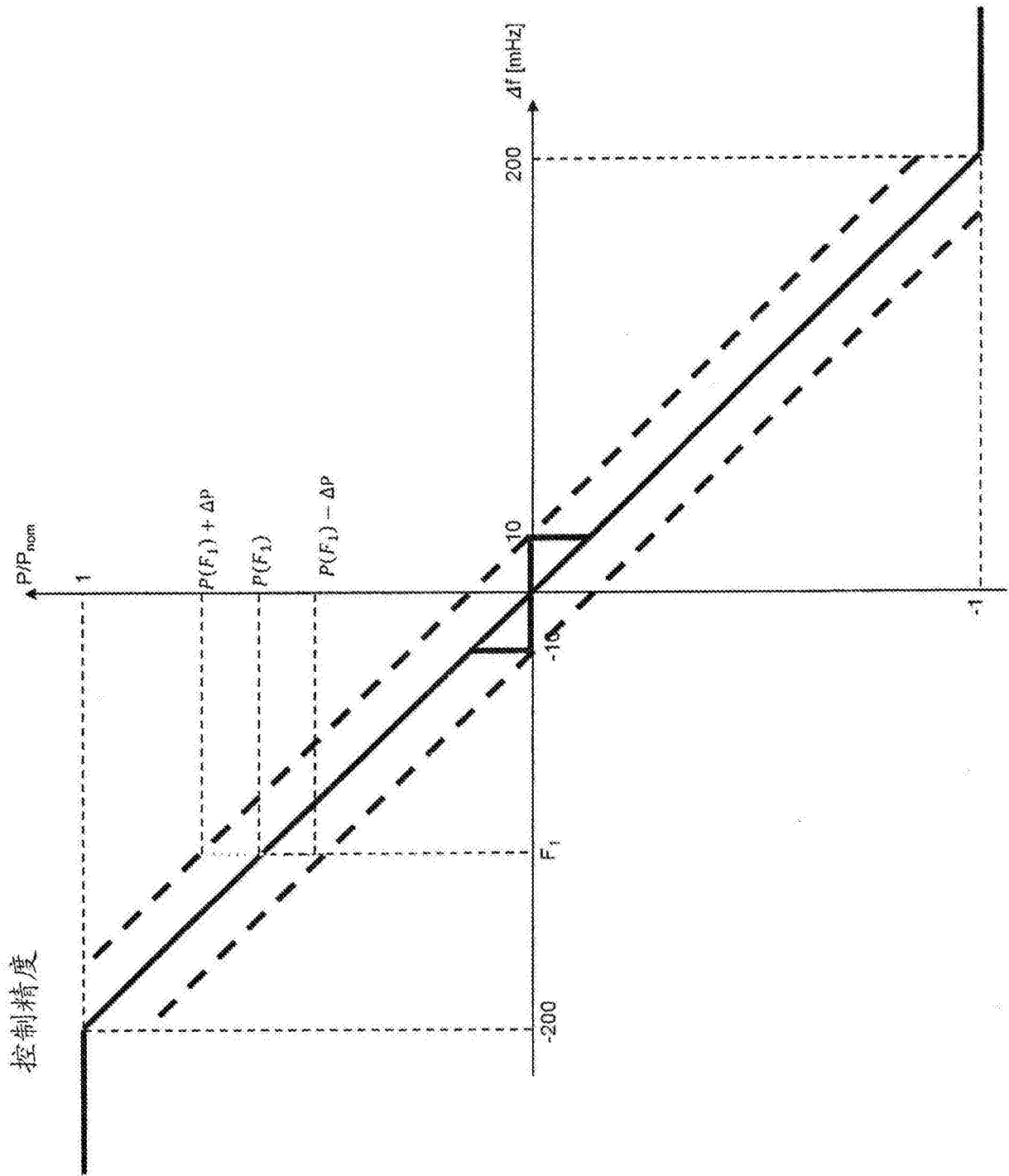


图 5

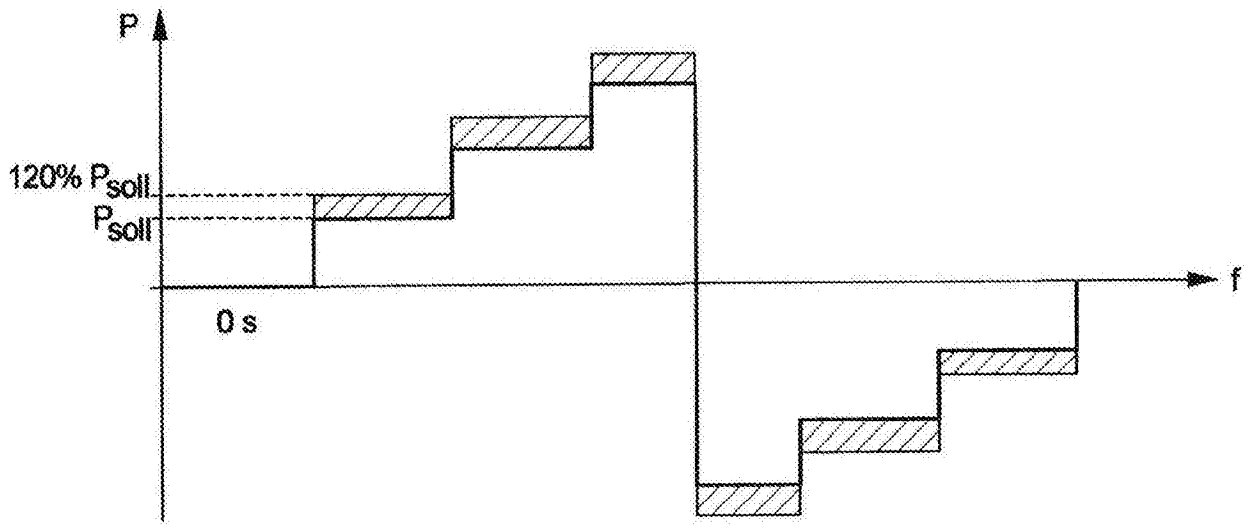


图 6

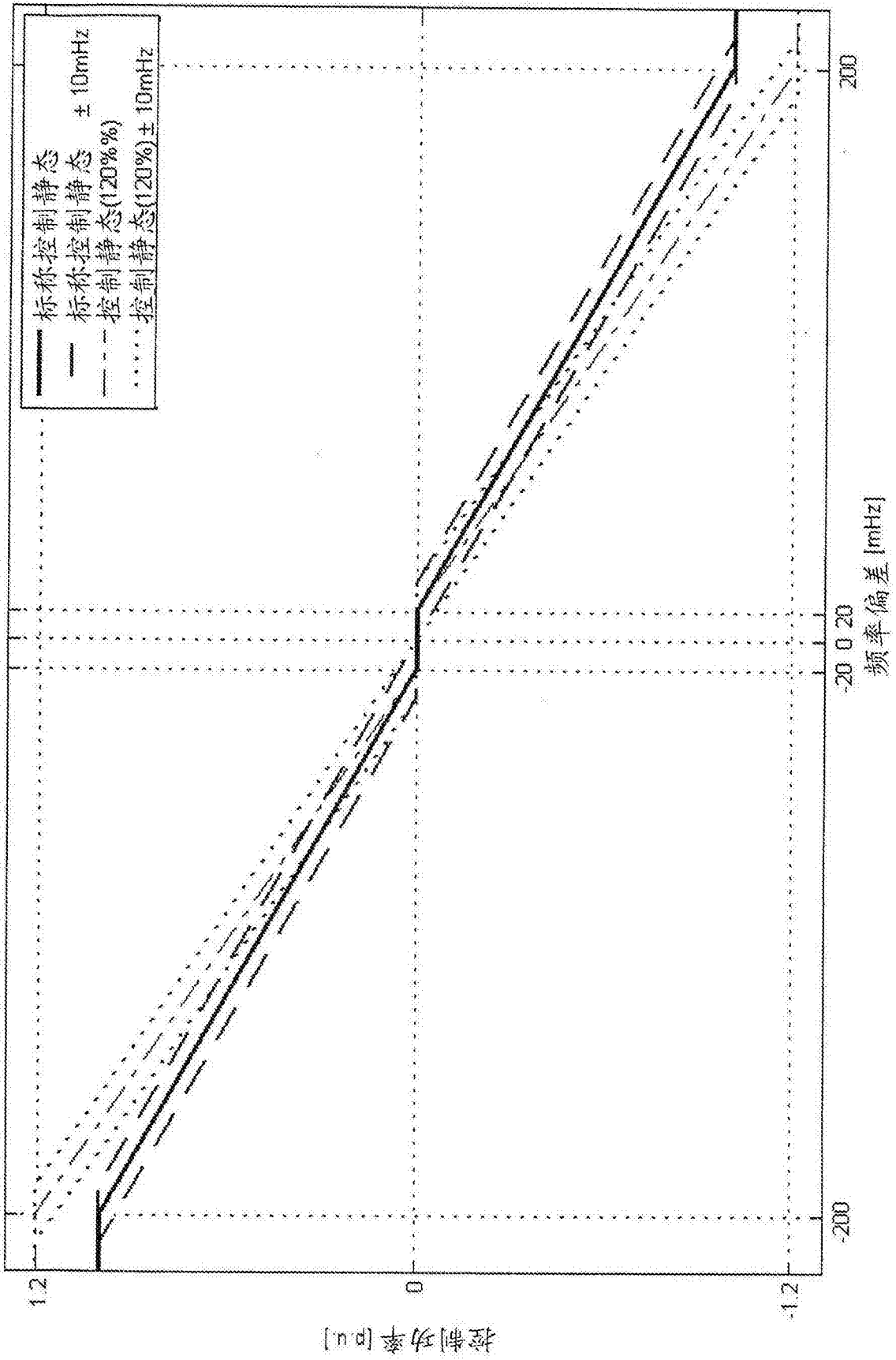


图 7

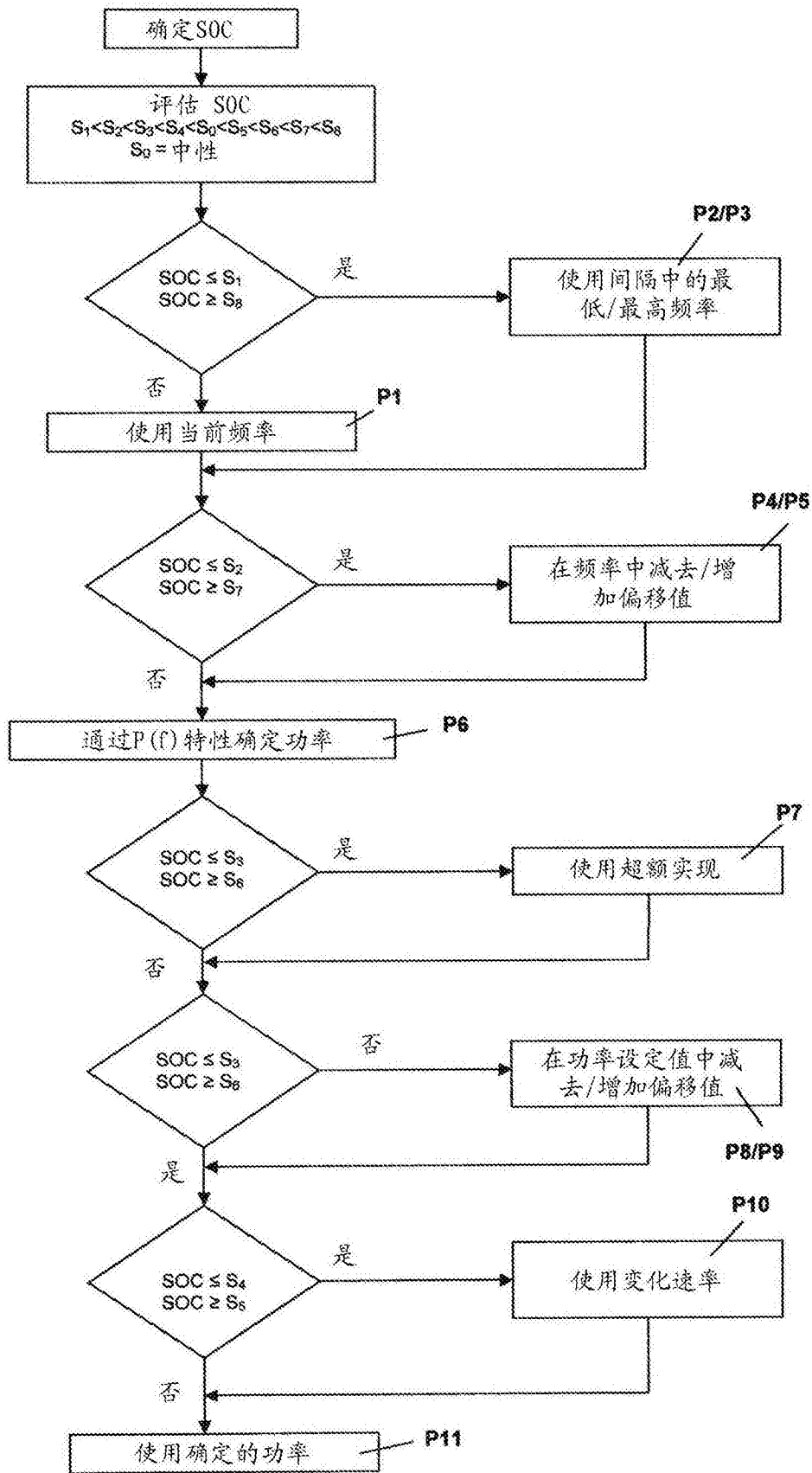


图 8

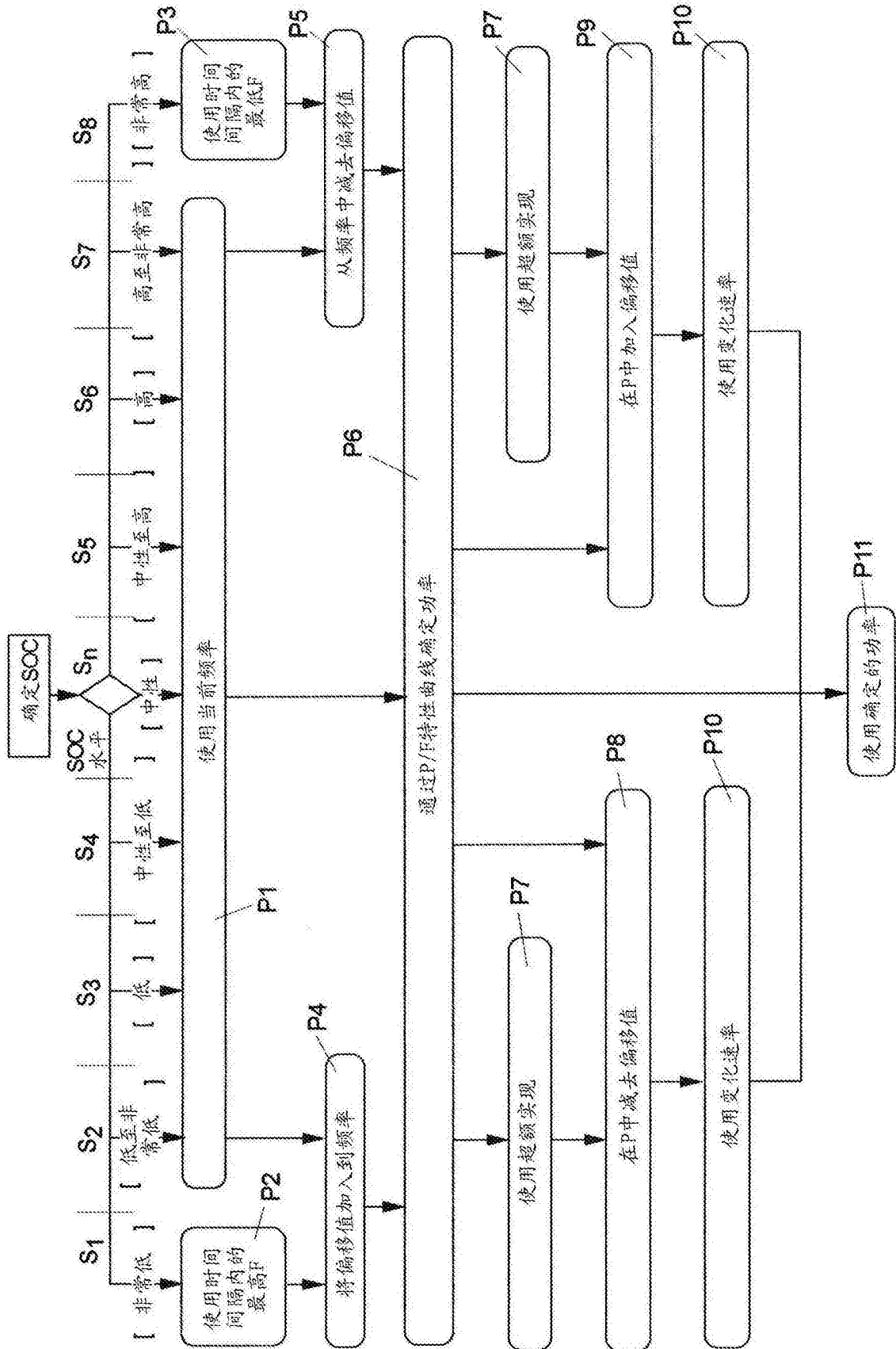


图 9