



(45) 授权公告日 2022.02.25

Figure 1 is a schematic diagram of the power system of a vehicle. It illustrates the electrical and hydraulic components and their interconnections. Key components include:

- ECU (21)**: Engine Control Unit, providing power  $P_E$  to the generator (20).
- Generator (20)**: Connected to the ECU and the first converter (28).
- Hydraulic Pump (22)**: Driven by the motor (34) and connected to the C/V (24) and various hydraulic cylinders (25, 12F, 12E, 12D, 26).
- First Converter (28)**: Connected to the generator (20) and the battery (31).
- Battery (31)**: Connected to the BCU (32) and the HCU (37).
- BCU (32)**: Battery Control Unit, monitoring the battery's state of charge (SOC) (36).
- HCU (37)**: Hydraulic Control Unit, receiving power  $P_{HCU}$  from the battery and controlling the RMCU (35) and the motor (34).
- RMCU (35)**: Remote Motor Control Unit, connected to the HCU and the second converter (35).
- Second Converter (35)**: Connected to the RMCU and the motor (34).
- Motor (34)**: Connected to the second converter and the hydraulic pump.
- C/V (24)**: Check Valve, connected to the hydraulic pump and the various hydraulic cylinders.
- Hydraulic Cylinders (25, 12F, 12E, 12D, 26)**: Various hydraulic actuators for the vehicle's systems.
- Sensors and Actuators (38, 39, 40, 43)**: CAN bus, engine control, oil temperature sensor, and battery temperature sensor, all connected to the HCU.

1. 一种混合动力工程机械,具备:

发动机;

发电电动机,其与所述发动机机械性地连接;

蓄电装置,其在所述发电电动机起到发电作用时充电,在所述发电电动机起到动力运转作用时放电;

液压泵,其由所述发动机及所述发电电动机的转矩而驱动;

多个液压执行机构,其由从所述液压泵供给的动作油而驱动;和

控制器,其控制所述发动机的输出及所述发电电动机的输出,

该混合动力工程机械的特征在于,还具备:

蓄电装置温度检测器,其检测所述蓄电装置的温度;和

动作油温度检测器,其检测所述动作油的温度,

所述控制器具有:

第1车身速度降低量决定部,其在由所述蓄电装置温度检测器检测到的温度比预先确定的温度低而判断为所述蓄电装置处于低温状态时,计算出随着所述蓄电装置的温度变低而值越大的作为第1车身速度降低量的电池低温减少输出;

第2车身速度降低量决定部,其在由所述动作油温度检测器检测到的温度比预先确定的温度低而判断为所述动作油处于低温状态时,计算出随着所述动作油的温度变低而值越大的作为第2车身速度降低量的动作油低温减少输出;和

车身动作控制部,其以使基于从最大输出相加值减去减少输出相加值得到的最大合计输出来使车身速度下降的方式控制车身动作,其中所述最大输出相加值是所述发动机的最大输出与所述发电电动机的最大动力运转输出之和,所述减少输出相加值是所述电池低温减少输出与所述动作油低温减少输出之和。

2. 如权利要求1所述的混合动力工程机械,其特征在于,

所述发电电动机的最大动力运转输出是所述蓄电装置的放电电力最大值,

所述控制器还具有放电电力最大值调整部,所述放电电力最大值调整部在判断为所述蓄电装置处于低温状态时,使所述蓄电装置的所述放电电力最大值随着所述蓄电装置的温度降低而减小,

所述车身动作控制部以不超过从所述最大输出相加值减去所述减少输出相加值所得到的所述最大合计输出的方式,控制所述发电电动机,其中,所述最大输出相加值是所述发动机的最大输出与所述放电电力最大值之和,所述减少输出相加值是所述电池低温减少输出与所述动作油低温减少输出之和。

3. 如权利要求2所述的混合动力工程机械,其特征在于,

所述控制器还具有充电电力最大值调整部,所述充电电力最大值调整部在判断为所述蓄电装置处于低温状态时,使所述蓄电装置的充电电力最大值随着所述蓄电装置的温度降低而减小,

所述车身动作控制部以充电电力不超过所述充电电力最大值的方式控制所述发电电动机。

4. 如权利要求3所述的混合动力工程机械,其特征在于,

所述充电电力最大值的绝对值设定为比所述放电电力最大值的绝对值小的值。

5. 如权利要求1所述的混合动力工程机械,其特征在于,  
所述控制器还具有:

电流平方乘积值计算部,其计算所述蓄电装置的从当前起的过去一定时间的电流平方乘积值;和

车身速度降低量调整部,其在与所述电流平方乘积值相应的电流平方乘积比率超过了预先确定的第1基准值时,随着超过的量变大而使所述车身速度与根据所述电池低温减少输出而降低了的的车身速度相比下降。

6. 如权利要求3所述的混合动力工程机械,其特征在于,  
所述控制器还具有:

电流平方乘积值计算部,其计算所述蓄电装置的从当前起的过去一定时间的电流平方乘积值;和

充电电力最大值降低部,其在与所述电流平方乘积值相应的电流平方乘积比率超过了第2基准值时,使所述蓄电装置的所述充电电力最大值与所述电流平方乘积比率小于所述第2基准值时相比进一步减小,其中,所述第2基准值是比预先确定的第1基准值大的值。

7. 如权利要求2所述的混合动力工程机械,其特征在于,  
所述控制器还具有:

电流平方乘积值计算部,其计算所述蓄电装置的从当前起的过去一定时间的电流平方乘积值;和

放电电力最大值降低部,其在与所述电流平方乘积值相应的电流平方乘积比率超过了第3基准值时,使所述蓄电装置的所述放电电力最大值与所述电流平方乘积比率小于所述第3基准值时相比进一步减小,其中,所述第3基准值是比预先确定的第1基准值大的值。

## 混合动力工程机械

### 技术领域

[0001] 本发明涉及搭载了发动机和发电电动机的混合动力工程机械。

### 背景技术

[0002] 已知有一种混合动力工程机械,其通常具备与发动机及液压泵机械性地结合的发电电动机和锂离子电池等蓄电装置(例如,参照专利文献1、2)。在这样的混合动力工程机械中,发电电动机承担将由发动机的驱动力所发的电力向蓄电装置进行充电、或通过使用蓄电装置的电力而动力运转以辅助发动机的作用。此外,在众多混合动力工程机械中,在发电电动机之外另外具备电动马达,利用该电动马达代行或辅助液压执行机构的动作。例如在通过电动马达来进行旋转动作时,通过对电动马达的电力供给来进行上部旋转体的旋转动作和/辅助,并且将旋转停止时的制动能量再生而进行蓄电装置的充电。

[0003] 在这样的混合动力工程机械中,通过增大发电电动机和/或旋转电动马达的输出,能够提高油耗降低效果。但是,若发电电动机等的输出增大,有时由于蓄电装置的放电能力、容量、温度等限制,蓄电装置无法供给足够的电力。在该情况下,若继续进行来自蓄电装置的电力供给,则会导致蓄电装置的过度使用,加快蓄电装置的劣化。

[0004] 此外,像锂离子电池这样利用了化学反应的蓄电装置在低温状态下的输出与常温状态相比下降。在这样的低温状态下,即使在下降了的输出范围内反复充电和放电,也会导致蓄电装置的过度使用,导致蓄电装置产生大幅的性能劣化。

[0005] 已知有考虑了这样的问题点的控制装置。例如在专利文献1中公开了如下构成,即:根据蓄电装置的温度来计算能够输出的充放电电力的最大值,在计算出的值的范围内使用蓄电装置。

[0006] 此外,在专利文献2中公开了如下构成,即:为了抑制蓄电装置的劣化,在电流平方乘积值超过规定值时,根据其增加量而限制放电量。此时,电流平方乘积值表示从当前起至过去一定时间的蓄电装置的使用量。

[0007] 现有技术文献

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献1:日本特开2015-35841号公报

[0010] 专利文献2:日本特开2006-149181号公报

### 发明内容

[0011] 然而,在低温状态下,工程机械也会进行暖机动作或通常作业。因此,在低温状态,也优选尽可能确保车身的动作性能。但是,一般而言,蓄电装置成为低温的原因在于外气温度为低温,因此,此时的动作油温度也同样处于低温。动作油在低温状态下粘度上升,因此,泵的拖拽转矩与常温时相比增加。对此,在专利文献1所记载的混合动力工程机械中,在低温状态下使蓄电装置的最大放电电力下降。因此,为了确保车身的动作性能,若在低温状态下驱动液压泵,则辅助马达无法应对泵拖拽转矩(drag torque)的增加,有可能引起发动机

转速暂时下降这样的失速 (lug-down)。

[0012] 另一方面,在低温状态下,电流平方乘积值的最大值有变得非常小的倾向。因而,电流平方乘积值在增加至最大值附近的情况下,以及相对于最大值减少的情况下,都会以与常温时相比更快的速度变动。因此,若如专利文献2所公开那样在靠近电流平方乘积值的上限值后进行限制电力这样的控制,则会存在频繁地切换车身速度的增加和减少,给操作员带来操作压力的问题。

[0013] 本发明是鉴于上述现有技术的问题而完成的,本发明的目的在于提供能够在低温状态下适当地使用蓄电装置的混合动力工程机械。

[0014] 为了解决上述问题,本发明的混合动力工程机械,具备:发动机;发电电动机,其与所述发动机机械性地连接;蓄电装置,其在所述发电电动机起到发电作用时充电,在所述发电电动机起到动力运转作用时放电;液压泵,其由所述发动机及所述发电电动机的转矩而驱动;多个液压执行机构,其由从所述液压泵供给的动作油而驱动;和控制器,其控制所述发动机的输出及所述发电电动机的输出,该混合动力工程机械的特征在于,还具备:蓄电装置温度检测器,其检测所述蓄电装置的温度;和动作油温度检测器,其检测所述动作油的温度,所述控制器具有:第1车身速度降低量决定部,其在根据由所述蓄电装置温度检测器检测到的温度而判断为所述蓄电装置处于低温状态时,决定随着所述蓄电装置的温度变低而值越大的第1车身速度降低量;第2车身速度降低量决定部,其在根据由所述动作油温度检测器检测到的温度而判断为所述动作油处于低温状态时,决定随着所述动作油的温度变低而值越大的第2车身速度降低量;和车身动作控制部,其基于所述第1车身速度降低量与所述第2车身速度降低量之和来控制车身动作。

[0015] 根据本发明,能够在低温状态下适当地利用蓄电装置。

## 附图说明

[0016] 图1是表示根据本发明的实施方式的混合动力液压挖掘机的主视图。

[0017] 图2是表示图1中的驾驶室内的主要部分立体图。

[0018] 图3是表示适用于实施方式的混合动力液压挖掘机中的液压系统和电动系统的框图。

[0019] 图4是表示根据实施方式的混合动力控制单元的框图。

[0020] 图5是表示图4中的电流平方乘积比率运算部的框图。

[0021] 图6是表示图4中的最大电力运算部的框图。

[0022] 图7是表示图4中的发电电动机请求输出运算部的框图。

[0023] 图8是表示图4中的最大输出运算部的框图。

[0024] 图9是表示图8中的低温减少输出运算部的框图。

[0025] 图10是表示图8中的发电电动机输出限制增益运算部的框图。

[0026] 图11是表示图8中的发电电动机最大输出运算部的框图。

[0027] 图12是表示图8中的最大合计输出运算部的框图。

[0028] 图13是表示图4中的输出指令运算部的框图。

[0029] 图14是表示电池温度为低温状态、动作油温度为常温状态时的发动机和发电电动机的输出的一例的说明图。

[0030] 图15是表示电池温度为常温状态、动作油温度为低温状态时的发动机和发电电动机的输出的一例的说明图。

[0031] 图16是表示电池温度及动作油温度均为低温状态时的发动机和发电电动机的输出的一例的说明图。

### 具体实施方式

[0032] 以下,作为根据本发明的实施方式的混合动力工程机械而列举混合动力液压挖掘机为例,按照附图进行说明。

[0033] 图1至图16示出了本发明的实施方式。混合动力液压挖掘机1(以下,称为液压挖掘机1)具备后文所述的发动机20和发电电动机27。该液压挖掘机1构成为包括:能够自行的履带式的下部行驶体2、设于下部行驶体2上的旋转装置3、经由旋转装置3以能够旋转的方式搭载于下部行驶体2上的上部旋转体4、和设于上部旋转体4的前侧、进行挖掘作业等的多关节结构的作业装置12。此时,下部行驶体2和上部旋转体4构成液压挖掘机1的车身。

[0034] 上部旋转体4具备:机械室罩6,其设于旋转架5上,收容有发动机20等;和供操作员搭乘的驾驶室7。如图2所示,在驾驶室7内设有供操作员落座的驾驶席8,并且,在驾驶席8的周围设有:包括操作杆、操作踏板等的行驶操作装置9;包括操作杆等的旋转操作装置10;和包括操作杆等的作业操作装置11。此外,在驾驶室7内设有发动机控制盘39。

[0035] 行驶操作装置9例如配置于驾驶席8的前侧。此外,旋转操作装置10例如与配置于驾驶席8左侧的操作杆中的前后方向的操作部分对应。而且,作业操作装置11与配置于驾驶席8左侧的操作杆中的左右方向的操作部分(斗杆操作)、和配置于驾驶席8右侧的操作杆中的前后方向的操作部分(动臂操作)及左右方向的操作部分(铲斗操作)对应。另外,操作杆的操作方向与旋转动作和/作业动作之间的关系不限于上述说明,可根据液压挖掘机1的规格等适当设定。

[0036] 在此,如图3所示,在操作装置9~11分别设有检测它们的操作量(杆操作量OA)的操作量传感器9A~11A。这些操作量传感器9A~11A构成检测多个液压执行机构(液压马达25、26、液压缸12D~12F)驱动时的操作量的操作量检测部。操作量传感器9A~11A例如检测下部行驶体2的行驶操作、上部旋转体4的旋转操作、作业装置12的俯仰动作操作(挖掘操作)之类的车身的操作状态。

[0037] 此时,操作量传感器9A检测包括前进操作量和后退操作量的行驶杆及踏板的操作量。操作量传感器10A检测包括左旋转操作量和右旋转操作量在内的旋转杆的操作量。操作量传感器11A检测包括动臂抬升操作量及动臂下降操作量在内的动臂杆的操作量、包括斗杆抬升操作量及斗杆下降操作量在内的斗杆用杆的操作量、和包括铲斗铲装操作量及铲斗卸载操作量在内的铲斗杆的操作量。杆操作量OA包括这些操作量。

[0038] 如图1所示,作业装置12例如由动臂12A、斗杆12B、铲斗12C和驱动它们的动臂液压缸12D、斗杆液压缸12E、铲斗液压缸12F构成。动臂12A、斗杆12B、铲斗12C彼此销结合。作业装置12安装于旋转架5,能够通过使液压缸12D~12F伸长或缩短来进行俯仰的动作。

[0039] 此处,液压挖掘机1搭载有控制发电电动机27等的电动系统和控制作业装置12等的动作的液压系统。以下,参照图3对液压挖掘机1的系统构成进行说明。

[0040] 发动机20搭载于旋转架5。该发动机20例如由柴油发动机等内燃机构成。在发动机

20的输出侧,后文所述的液压泵22和发电电动机27以机械性地串联连接的方式而安装。上述液压泵22和发电电动机27由发动机20驱动。此处,发动机20的动作由发动机控制单元21(以下,称为ECU21)控制。ECU21基于来自混合动力控制单元37(以下,称为HCU37)的发动机输出指令 $P_e$ 而控制发动机20的输出转矩、旋转速度(发动机转速)等。另外,发动机20的最大输出例如比液压泵22的最大动力小。

[0041] 液压泵22与发动机20机械性地连接。该液压泵22能够由发动机20单独的转矩驱动。此外,液压泵22也能够通过对发动机20的转矩加上发电电动机27的辅助转矩所得到的复合转矩(合计转矩)而驱动。该液压泵22对蓄留在油箱(未图示)内的动作油进行加压,并作为液压油向行驶液压马达25、旋转液压马达26、作业装置12的液压缸12D~12F等排出。此外,在油箱处设有检测动作油温度 $T_o$ 的动作油温度传感器23。动作油温度传感器23构成动作油温度检测器,向HCU37输出与动作油温度 $T_o$ 相应的信号。另外,动作油温度传感器23也可以设于与油箱不同的位置处。

[0042] 液压泵22经由控制阀24与作为液压执行机构的行驶液压马达25、旋转液压马达26、液压缸12D~12F连接。上述液压马达25、26、液压缸12D~12F由来自液压泵22的液压油驱动。控制阀24根据对行驶操作装置9、旋转操作装置10、作业操作装置11的操作,而向行驶液压马达25、旋转液压马达26、液压缸12D~12F供给或排出从液压泵22排出的液压油。

[0043] 具体而言,根据行驶操作装置9的操作,从液压泵22向行驶液压马达25供给液压油。由此,行驶液压马达25使下部行驶体2行驶驱动。根据旋转操作装置10的操作,从液压泵22向旋转液压马达26供给液压油。由此,旋转液压马达26使上部旋转体4旋转动作。根据作业操作装置11的操作,从液压泵22向液压缸12D~12F供给液压油。由此,液压缸12D~12F使作业装置12进行俯仰的动作。

[0044] 发电电动机27(电动发电机)与发动机20机械性地连接。该发电电动机27例如由同步电动机等构成。发电电动机27发挥如下两个作用:发电,即以发动机20为动力源而作为发电机工作,并进行向蓄电装置31、旋转电动马达34的电力供给;和动力运转,即以来自蓄电装置31、旋转电动马达34的电力为动力源而作为马达工作,并辅助发动机20及液压泵22的驱动。因而,根据情况,对发动机20的转矩加上发电电动机27的辅助转矩,液压泵22由这些转矩驱动。作业装置12的动作、车辆的行驶等由从该液压泵22排出的液压油而进行。

[0045] 发电电动机27经由第1变流器28与一对直流母线29A、29B连接。第1变流器28例如使用多个晶体管、绝缘栅双极型晶体管(IGBT, Insulated Gate Bipolar Transistor)这样的开关元件而构成。第1变流器28由电动发电机控制单元30(以下,称为MGCU30)来控制各开关元件的接通/断开。直流母线29A、29B为正极侧和负极侧而成对,被施加有例如数百伏(V)左右的直流电压。

[0046] 在发电电动机27发电时,第1变流器28将来自发电电动机27的交流电转换为直流电而向蓄电装置31、旋转电动马达34供给。在发电电动机27动力运转时,第1变流器28将直流母线29A、29B的直流电转换为交流电而向发电电动机27供给。并且,MGCU30基于来自HCU37的发电电动机输出指令 $P_{mg}$ 等而控制第1变流器28的各开关元件的接通/断开。由此,MGCU30控制发电电动机27发电时的发电电力、动力运转时的驱动电力。

[0047] 蓄电装置31与发电电动机27电连接。该蓄电装置31例如由包括锂离子电池的多个单元(未图示)而构成,与直流母线29A、29B连接。

[0048] 蓄电装置31在发电电动机27发电时利用从发电电动机27供给的电力进行充电,在发电电动机27动力运转时(辅助驱动时)向发电电动机27供给驱动电力。此外,蓄电装置31在旋转电动马达34再生时利用从旋转电动马达34供给的再生电力进行充电,在旋转电动马达34动力运转时向旋转电动马达34供给驱动电力。像这样,蓄电装置31对由发电电动机27所发的电力进行蓄电,并且在液压挖掘机1旋转制动时吸收旋转电动马达34产生的再生电力,将直流母线29A、29B的电压保持为一定。

[0049] 蓄电装置31由电池控制单元32(以下,称为BCU32)控制。BCU32构成蓄电装置状态检测部。该BCU32检测蓄电率SOC(State of charge)。此时,蓄电率SOC为与蓄电装置31的蓄电量对应的值。此外,BCU32具备例如电流传感器(其检测蓄电装置31的充电和/或放电的电流)和/或电压传感器(其检测电压)(均未图示)。BCU32检测蓄电装置31的电流Ib和电压Vb。BCU32向HCU37 输出蓄电率SOC、电流Ib、电压Vb等。在蓄电装置31设有检测电池温度Tb的电池温度传感器33。电池温度传感器33构成蓄电装置温度检测器,向HCU37输出与电池温度Tb相应的信号。另外,电池温度传感器33也可以设于BCU32。电池温度传感器33既可以通过BCU32间接地向HCU37输出电池温度Tb,也可以直接向 HCU37输出。

[0050] 另外,在本实施方式中,假设对蓄电装置31使用例如电压为 350V、放电容量为5Ah、蓄电率SOC的适当使用范围设定为例如 30%以上70%以下,适当使用单元温度设定为-20℃以上60℃以下的锂离子电池。蓄电率SOC的适当使用范围等不限于上述值,可以根据蓄电装置31的规格等而适当设定。

[0051] 此处,发动机20的最大输出比最大泵吸收动力小。在该情况下,与发动机20相对于最大泵吸收动力具有足够大的输出时相比,车身动作时的发电电动机27的动力运转所产生的发动机辅助的贡献比例大。因此,蓄电装置31反复剧烈地充电和放电。

[0052] 一般而言,若蓄电装置31进行过度的充电和/或放电,则劣化加速,输出降低。蓄电装置31的劣化速度因进行充电和/或放电时的蓄电率SOC、充电和/或放电本身的强度而不同。例如,制造商对锂离子电池这样的蓄电装置31就蓄电率、单元温度规定了适当的使用范围(例如,蓄电率为30%以上70%以下,单位温度为-20℃以上60℃以下)。若超过该范围使用蓄电装置31,则劣化速度大幅增加。

[0053] 旋转电动马达34(旋转电动机)由来自发电电动机27或蓄电装置31的电力而驱动。该旋转电动马达34由例如三相感应电动机而构成,与旋转液压马达26一同设于旋转架5。旋转电动马达34与旋转液压马达26协动而驱动旋转装置3。因此,旋转装置3由旋转液压马达26和旋转电动马达34的复合转矩而驱动,从而旋转驱动上部旋转体4。

[0054] 旋转电动马达34经由第2变流器35与直流母线29A、29B连接。旋转电动马达34起到如下两个作用:动力运转,即接收来自蓄电装置31和/或发电电动机27的电力而进行旋转驱动;和再生,即通过旋转制动时的多余的转矩进行发电并使蓄电装置31蓄电。因此,来自发电电动机27等的电力经由直流母线29A、29B供给到动力运转时的旋转电动马达34。由此,旋转电动马达34根据旋转操作装置10的操作而产生旋转转矩,辅助旋转液压马达26的驱动,并且驱动旋转装置3而使上部旋转体4旋转动作。

[0055] 第2变流器35与第1变流器28同样地使用多个开关元件而构成。第2变流器35由旋转电动马达控制单元36(以下,称为 RMCU36)来控制各开关元件的接通/断开。在旋转电动马达34动力运转时,第2变流器35将直流母线29A、29B的直流电转换为交流电而向旋转电动



马达34供给。在旋转电动马达34再生时,第2变流器35将来自旋转电动马达34的交流电转换为直流电而例如向蓄电装置31供给。

[0056] RMCU36基于来自HCU37的旋转电动马达输出指令Per而控制第2变流器35的各开关元件的接通/断开。由此,RMCU36控制旋转电动马达34的再生时的再生电力和/或动力运转时的驱动电力。此外,RMCU36检测旋转电动马达34的再生电力和/或驱动电力,将它们作为旋转电动马达输出P0er而向HCU37输出。旋转电动马达输出P0er不限于由RMCU36检测出,例如也可以基于当前的旋转电动马达输出指令Per而由HCU37推算(计算)出。

[0057] HCU37例如与ECU21、MGCU30、RMCU36等一同构成控制器,控制发动机20及发电电动机27的输出。该HCU37例如由微型计算机构成,并使用CAN38(Controllor Area Network,控制器区域网络)与ECU21、MGCU30、RMCU36、BCU32电连接。HCU37一边与ECU21、MGCU30、RMCU36、BCU32通信一边控制发动机20、发电电动机27、旋转电动马达34、蓄电装置31。

[0058] 通过CAN38对HCU37输入电池温度Tb、动作油温度To、蓄电率SOC、电流Ib、电压Vb、旋转电动马达输出P0er、其他车身信息VI等。此外,HCU37与操作量传感器9A~11A连接。由此,包含各种操作量在内的杆操作量OA输入到HCU37。HCU37还与发动机控制盘39连接,由发动机控制盘39设定的发动机20的目标转速 $\omega_e$ 输入到HCU37。

[0059] HCU37基于蓄电率SOC等而控制蓄电装置31的输出。此处,HCU37具有作为对蓄电率SOC规定的基准值的目标值SOC0。若举一例,则蓄电率SOC的目标值SOC0为50%。

[0060] 发动机控制盘39由能够旋转的盘构成,根据盘的旋转位置来设定发动机20的目标转速 $\omega_e$ 。该发动机控制盘39位于驾驶室7内,由操作员进行旋转操作,输出与目标转速 $\omega_e$ 相应的指令信号。

[0061] 接下来,参照图4对HCU37的具体构成进行说明。HCU37具备电流平方乘积比率运算部40、最大电力运算部50、发电电动机请求输出运算部60、最大输出运算部70和输出指令运算部80。

[0062] 首先,参照图5对电流平方乘积比率运算部40的具体构成进行说明。

[0063] 充电、放电的强度指标通常使用电流平方乘积值ISC。电流平方乘积值ISC是通过电流的平方与T时间相乘来表示从当前时刻起向过去追溯的一定时间T内有多少电流输入和/或输出的指标。此时,多设定多个时间T。该指标可根据蓄电装置31的规格等而适当设定。因而,如果超过电流平方乘积值的上限值ISCmax而使用蓄电装置31,则蓄电装置31的劣化加速。因此,蓄电装置31尽可能以不超过电流平方乘积值的上限值ISCmax的方式进行使用。在下文中,作为一例,举时间T设定为100秒的情况为例进行说明。

[0064] 电流平方乘积比率运算部40具备电流平方乘积值计算部41、上限值运算部42、比率运算部43和百分率变换部44。电流平方乘积值计算部41计算蓄电装置31的从当前至过去一定时间T内的电流平方乘积值ISC。具体而言,电流平方乘积值计算部41基于从BCU32输出的电流Ib,计算过去100秒的电流平方乘积值ISC。

[0065] 上限值运算部42基于从电池温度传感器33输出的电池温度Tb,计算电流平方乘积值的上限值ISCmax。具体而言,上限值运算部42为了基于电池温度Tb计算出电流平方乘积值的上限值ISCmax,具有例如表T1。表T1中,随着电池温度Tb的下降而上限值ISCmax逐渐减小。特别是当在-20℃左右的低温状态下,上限值ISCmax成为非常小的值。在该情况下,即使是微小的电流Ib的输入或输出,电流平方乘积值ISC也会到达上限值ISCmax。

[0066] 比率运算部43通过电流平方乘积值ISC除以上限值ISCmax,求出电流平方乘积值ISC的当前值与上限值ISCmax的比率。百分率变换部44通过对来自比率运算部43的输出值乘以100而计算出变换为百分率的电流平方乘积比率Risc。此时,以电流平方乘积比率Risc不超过100%的方式对蓄电装置31的使用进行控制。

[0067] 接下来,参照图6对最大电力运算部50的具体构成进行说明。

[0068] 最大电力运算部50具备最大放电电力运算部51和最大充电电力运算部52。最大电力运算部50基于电池温度Tb而计算最大放电电力Pd-max及最大充电电力Pc-max。

[0069] 最大放电电力运算部51构成放电电力最大值调整部。该最大放电电力运算部51在根据电池温度Tb而判断为蓄电装置31处于低温状态时,随着电池温度Tb降低而使最大放电电力Pd-max减小。具体而言,最大放电电力运算部51在电池温度Tb比常温Tb2(例如Tb2=25℃)低时(Tb<Tb2),判断为蓄电装置31处于低温状态。该最大放电电力运算部51为了基于电池温度Tb来计算最大放电电力Pd-max而具有例如最大放电电力表T2。当电池温度Tb比常温Tb2低时,该表T2与电池温度Tb的降低相应地使最大放电电力Pd-max在不成为过放电的范围内逐渐减少。另外,判定低温状态的温度(常温Tb2)不限定于上述值,可根据蓄电装置31的规格等适当设定。

[0070] 最大充电电力运算部52构成充电电力最大值调整部。该最大充电电力运算部52在根据电池温度Tb而判断为蓄电装置31处于低温状态时,随着电池温度Tb降低而使最大充电电力Pc-max减小。具体而言,最大充电电力运算部52在电池温度Tb比常温Tb2低时(Tb<Tb2),判断为蓄电装置31处于低温状态。该最大充电电力运算部52为了基于电池温度Tb来计算最大充电电力Pc-max而具有例如最大充电电力表T3。当电池温度Tb比常温Tb2低时,该表T3与电池温度Tb的下降相应地使最大充电电力Pc-max在不成为过充电的范围内逐渐减少。此时,最大充电电力Pc-max成为负值。因此,表T3随着电池温度Tb的下降而使最大充电电力Pc-max的绝对值逐渐减小。

[0071] 此时,在低温区域,表T2、T3设定为与最大放电电力Pd-max相比,最大充电电力Pc-max的绝对值小。由此,成为发电电动机27的动力运转作用优先,因此,易于承受液压负荷的急剧变动。

[0072] 接下来,参照图7对发电电动机请求输出运算部60的具体构成进行说明。

[0073] 发电电动机请求输出运算部60为了根据蓄电装置31的状况来使发电电动机27恰当地动作(动力运转动作或发电动作),而决定发电电动机请求输出Pmg1。发电电动机请求输出运算部60在蓄电率SOC低于目标值SOC0( $SOC < SOC0$ )时,向发电电动机27请求发电,在蓄电率SOC高于目标值SOC0( $SOC > SOC0$ )时,向发电电动机27请求动力运转。另外,目标值SOC0既可以预先设定,也可以由操作员使用各种输入装置适当设定。

[0074] 发电电动机请求输出运算部60具备蓄电率偏差运算部61、蓄电率请求输出运算部62和加法器63。蓄电率SOC和旋转电动马达输出P0er输入到该发电电动机请求输出运算部60。

[0075] 蓄电率偏差运算部61计算蓄电率SOC与作为目标蓄电率设定值的目标值SOC0之差,输出蓄电率偏差 $\Delta SOC$ ( $\Delta SOC = SOC - SOC0$ )。

[0076] 蓄电率请求输出运算部62根据蓄电率SOC输出蓄电率请求输出Psoc1而作为向发电电动机27请求的输出。具体而言,蓄电率请求输出运算部62为了基于蓄电率偏差 $\Delta SOC$ 计

算蓄电率请求输出  $P_{soc1}$  而具有例如表T4。

[0077] 当蓄电率偏差  $\Delta SOC$  为0时 ( $\Delta SOC=0$ )，表T4将蓄电率请求输出  $P_{soc1}$  设定为最小值 (例如  $P_{soc1}=0kW$ )。此时，蓄电率  $SOC$  为目标值  $SOC_0$ ，不需要进行与蓄电率  $SOC$  相应的发电电动机27 的动作。

[0078] 当蓄电率偏差  $\Delta SOC$  为负值时 ( $\Delta SOC<0$ )，表T4根据蓄电率偏差  $\Delta SOC$  的绝对值的大小而设定成为发电请求的蓄电率请求输出  $P_{soc1}$ 。另一方面，当蓄电率偏差  $\Delta SOC$  为正值时 ( $\Delta SOC>0$ )，表T4根据蓄电率偏差  $\Delta SOC$  的绝对值的大小而设定成为动力运转请求的蓄电率请求输出  $P_{soc1}$ 。

[0079] 基于蓄电装置31的蓄电率  $SOC$  的蓄电率请求输出  $P_{soc1}$  和由反转输入部63A将旋转电动马达输出  $P_{0er}$  的符号反转了的值 ( $-P_{0er}$ ) 被输入到加法器63。加法器63对蓄电率请求输出  $P_{soc1}$  加上旋转电动马达输出  $P_{0er}$  乘以 -1 所得的值，算出该加法值。对于发电请求和动力运转请求，优先执行与旋转电动马达输出  $P_{0er}$  相应的量。加法器63进行考虑到了该点的处理。

[0080] 具体进行说明，在蓄电率请求输出  $P_{soc1}$  为动力运转请求，且旋转电动马达34为动力运转状态时，从作为放电电力的蓄电率请求输出  $P_{soc1}$  减少与旋转电动马达输出  $P_{0er}$  相应的值。在蓄电率请求输出  $P_{soc1}$  为发电请求，且旋转电动马达34为发电状态时，从作为发电电力的蓄电率请求输出  $P_{soc1}$  减少与旋转电动马达输出  $P_{0er}$  相应的值。

[0081] 另一方面，在蓄电率请求输出  $P_{soc1}$  为动力运转请求，且旋转电动马达34为发电状态时，从作为放电电力的蓄电率请求输出  $P_{soc1}$  增加与旋转电动马达输出  $P_{0er}$  相应的值。在蓄电率请求输出  $P_{soc1}$  为发电请求，且旋转电动马达34为动力运转状态时，从作为发电电力的蓄电率请求输出  $P_{soc1}$  增加与旋转电动马达输出  $P_{0er}$  相应的值。

[0082] 加法器63将发电电动机请求输出  $P_{mg1}$  设定为加法值 ( $P_{soc1} - P_{0er}$ ) ( $P_{mg1} = P_{soc1} - P_{0er}$ )。但是，加法器63在动力运转侧的加法值超过最大动力运转输出时，将发电电动机请求输出  $P_{mg1}$  设定为最大动力运转输出。加法器63在发电侧的加法值超过最大发电输出时，将发电电动机请求输出  $P_{mg1}$  设定为最大发电输出。加法器63输出考虑了旋转电动马达输出  $P_{0er}$  的发电电动机请求输出  $P_{mg1}$ 。

[0083] 接下来，参照图8至图12对最大输出运算部70的具体构成进行说明。

[0084] 如图8所示，最大输出运算部70具有低温减少输出运算部71、发电电动机输出限制增益运算部72、发动机最大输出运算部73、发电电动机最大输出运算部74和最大合计输出运算部75。动作油温度  $T_o$ 、电池温度  $T_b$ 、电压  $V_b$ 、发动机目标转速  $\omega_e$ 、最大放电电力  $P_d\text{-max}$ 、最大充电电力  $P_c\text{-max}$  和电流平方乘积比率  $R_{isc}$  输入到该最大输出运算部70。

[0085] 如图9所示，低温减少输出运算部71具备作为第1车身速度降低量决定部的电池低温减少输出运算部71A和作为第2车身速度降低量决定部的动作油低温减少输出运算部71B。

[0086] 电池低温减少输出运算部71A基于电池温度  $T_b$  和电压  $V_b$  而计算作为第1车身速度降低量的电池低温减少输出  $P_{bL}$ 。该电池低温减少输出运算部71A在根据由电池温度传感器33检测到的电池温度  $T_b$  而判断为蓄电装置31处于低温状态时，决定随着电池温度  $T_b$  变低而值越大的电池低温减少输出  $P_{bL}$ 。具体而言，电池低温减少输出运算部71A在电池温度  $T_b$  比常温  $T_{b2}$  低时 ( $T_b < T_{b2}$ )，判断为蓄电装置31处于低温状态。

[0087] 电池低温减少输出运算部71A具备电池低温减少电流运算部 71A1和输出换算部71A2。电池低温减少电流运算部71A1为了基于电池温度 $T_b$ 计算电池减少电流 $I_{bL}$ 而具有表T5。表T5在车身使用时的规格上的最低温度 $T_{b1}$  [°C]至常温 $T_{b2}$  [°C]的范围内计算电池减少电流 $I_{bL}$ 。表T5基于位于最低温度 $T_{b1}$ 与常温 $T_{b2}$ 之间的温度 $T_{b3}$  [°C] ( $T_{b1} \leq T_{b3} \leq T_{b2}$ ) 时的最大放电电流和常温 $T_{b2}$ 下的电流平方乘积值的上限值 $ISC_{max}$ 而创建。具体而言,表T5基于如下两个值的差值而创建,即:温度 $T_{b3}$ 时的蓄电装置31的最大放电电流的值与常温 $T_{b2}$ 时的电流平方乘积值的上限值 $ISC_{max}$ 除以乘积时间 $T$ 并取平方根所得的值(常温 $T_{b2}$ 时的电流实效值的上限值)中的较小值、和温度 $T_{b3}$ 时的电流实效值的上限值。此时,电池减少电流 $I_{bL}$ 在电流实效值的上限值伴随电池温度 $T_b$ 的下降而下降时,根据该上限值的下降量而限制蓄电装置31的电流 $I_b$ 。

[0088] 因此,当电池温度 $T_b$ 上升至常温 $T_{b2}$ 以上 ( $T_b \geq T_{b2}$ ) 时,表 T5将电池减少电流 $I_{bL}$  (电流 $I_b$ 的限制值) 设定为最小值 $I_1$  (例如 $I_1 = 0$  [A])。当电池温度 $T_b$ 下降至最低温度 $T_{b1}$ 以下 ( $T_b \leq T_{b1}$ ) 时,表T5将电池减少电流 $I_{bL}$ 设定为最大值 $I_2$ 。此外,在电池温度 $T_b$ 为常温 $T_{b2}$ 与最低温度 $T_{b1}$ 之间的值 ( $T_{b1} < T_b < T_{b2}$ ) 时,表T5随着电池温度 $T_b$ 下降而使电池减少电流 $I_{bL}$ 从最小值 $I_1$ 增加。即,当电池温度 $T_b$ 比常温 $T_{b2}$ 低时,表T5根据比常温 $T_{b2}$  低的程度而将电池减少电流 $I_{bL}$ 设定为最小值 $I_1$ 与最大值 $I_2$ 之间的值。此处,根据车身使用时的规格等而预先确定常温 $T_{b2}$ 及最低温度 $T_{b1}$ 。例如,设定为常温 $T_{b2}$ 为25°C,最低温度 $T_{b1}$ 为-20°C。

[0089] 输出换算部71A2对从电池低温减少电流运算部71A1输出的电池减少电流 $I_{bL}$ 乘以蓄电装置31的电压 $V_b$ 、以及为了成为输出的维度的规定系数(效率 $Eff/1000$ )。由此,输出换算部71A2计算与电池温度 $T_b$ 相应的电池低温减少输出 $P_{bL}$  [kW]。

[0090] 动作油低温减少输出运算部71B基于动作油温度 $T_o$ 和发动机目标转速 $\omega_e$ 而计算作为第2车身速度降低量的动作油低温减少输出  $P_{oL}$ 。该动作油低温减少输出运算部71B在根据由动作油温度传感器23检测到的动作油温度 $T_o$ 而判断为动作油处于低温状态时,决定随着动作油温度 $T_o$ 降低而值越大的动作油低温减少输出 $P_{oL}$ 。具体而言,动作油低温减少输出运算部71B在动作油温度 $T_o$ 比常温 $T_{o2}$ 低时 ( $T_o < T_{o2}$ ) ,判断为动作油处于低温状态。

[0091] 动作油低温减少输出运算部71B具备动作油低温减少转矩运算部71B1和输出换算部71B2。动作油低温减少转矩运算部71B1为了基于动作油温度 $T_o$ 计算动作油减少转矩 $N_{oL}$ 而具有表T6。表 T6基于最低温度 $T_{o1}$ 与常温 $T_{o2}$ 之间的温度 $T_{o3}$  [°C] ( $T_{o1} \leq T_{o3} \leq T_{o2}$ ) 时的拖拽转矩和常温 $T_{o2}$ 时的拖拽转矩而创建。具体而言,表T6以常温 $T_{o2}$ 时的拖拽转矩为基准值,基于温度 $T_{o3}$ 时的拖拽转矩相对于该基准值的增加量而创建。此时,动作油减少转矩 $N_{oL}$ 在伴随动作油温度 $T_o$ 的下降而拖拽转矩增加时,根据该拖拽转矩的增加量而限制液压装置的输出转矩。

[0092] 因此,当动作油温度 $T_o$ 上升至常温 $T_{o2}$ 以上 ( $T_o \geq T_{o2}$ ) 时,表T6将动作油减少转矩 $N_{oL}$  (转矩的限制值) 设定为最小值 $N_1$  (例如 $N_1 = 0$  [Nm])。当动作油温度 $T_o$ 下降至作为阈值的最低温度 $T_{o1}$  以下 ( $T_o \leq T_{o1}$ ) 时,表T6将动作油减少转矩 $N_{oL}$ 设定为最大值  $N_2$ 。此外,当动作油温度 $T_o$ 为常温 $T_{o2}$ 与最低温度 $T_{o1}$ 之间的值 ( $T_{o1} < T_o < T_{o2}$ ) 时,表T6伴随动作油温度 $T_o$ 下降而使动作油减少转矩 $N_{oL}$ 从最小值 $N_1$ 增加。即,当动作油温度 $T_o$ 比常温 $T_{o2}$  低时,表T6根据比常温 $T_{o2}$ 低的程度,将动作油减少转矩 $N_{oL}$ 设定为最小值 $N_1$ 与最大值 $N_2$ 之间的值。此处,根据车身使用时的规格等预先确定常温 $T_{o2}$ 及最低温度 $T_{o1}$ 。例如常温 $T_{o2}$ 设定为与常温

Tb2相同的值,最低温度To1设定为与最低温度Tb1相同的值。但是,常温To2也可以是与常温Tb2不同的值。同样地,最低温度 To1也可以是与最低温度Tb1不同的值。

[0093] 输出换算部71B2对从动作油低温减少转矩运算部71B1输出的动作油减少转矩NoL乘以发动机目标转速 $\omega_e$ [rpm]、和为了成为输出的维度的规定系数( $2\pi/60/1000$ )。由此,输出换算部71B2计算出与动作油温度To相应的动作油低温减少输出PoL[kW]。

[0094] 如图10所示,发电电动机输出限制增益运算部72具有动力运转限制增益运算部72A和发电限制增益运算部72B。电流平方乘积比率Risc输入到发电电动机输出限制增益运算部72。

[0095] 动力运转限制增益运算部72A为了基于电流平方乘积比率Risc 计算动力运转限制增益Kmgm而具有表T7。此时,动力运转限制增益Kmgm是为了抑制由于发电电动机27的动力运转导致电流平方乘积比率Risc上升至上限值Rm2,而限制发电电动机27的动力运转输出的增益。动力运转限制增益运算部72A使用表T7计算与电流平方乘积比率Risc相应的动力运转限制增益Kmgm。另外,上限值Rm2为第3基准值,例如为100%。

[0096] 当电流平方乘积比率Risc上升至上限值Rm2 ( $Risc \geq Rm2$ ) 时,表T7将动力运转限制增益Kmgm设定为最小值(例如Kmgm=0)。当电流平方乘积比率Risc下降至作为阈值的适当基准值Rm1以下 ( $Risc \leq Rm1$ ) 时,表T7将动力运转限制增益Kmgm设定为最大值(例如Kmgm=1)。此外,当电流平方乘积比率Risc为上限值 Rm2与适当基准值Rm1之间的值( $Rm1 < Risc < Rm2$ ) 时,表T7 随着电流平方乘积比率Risc上升而使动力运转限制增益Kmgm下降。即,当电流平方乘积比率Risc比适当基准值Rm1高时,表T7 根据从适当基准值Rm1的上升程度,将动力运转限制增益Kmgm 设定为最小值与最大值之间的值。此处,将适当基准值Rm1设定为相对于上限值Rm2具有预先确定的余量的较大的值。例如当上限值Rm2为100%时,将适当基准值Rm1设定为90%左右的值。

[0097] 因而,动力运转限制增益运算部72A具有最大增益设定部72A1、增益下降设定部72A2和最小增益设定部72A3。最大增益设定部 72A1在电流平方乘积比率Risc为适当基准值Rm1以下时,将动力运转限制增益Kmgm设定为最大值。增益下降设定部72A2在电流平方乘积比率Risc处于适当基准值Rm1与上限值Rm2之间的范围内时,使动力运转限制增益Kmgm随着电流平方乘积比率Risc变大而下降。最小增益设定部72A3在电流平方乘积比率Risc为上限值Rm2以上时,将动力运转限制增益Kmgm设定为最小值。

[0098] 发电限制增益运算部72B为了基于电流平方乘积比率Risc计算发电限制增益Kmgg而具有表T8。此时,发电限制增益Kmgg是为了抑制因发电电动机27的发电导致电流平方乘积比率Risc上升至上限值Rg2,而限制发电电动机27的发电输出的增益。发电限制增益运算部72B使用表T8来计算与电流平方乘积比率Risc相应的发电限制增益Kmgg。另外,上限值Rg2为第2基准值,例如为与上限值Rm2相同的值(例如Rg2=100%)。

[0099] 当电流平方乘积比率Risc上升至上限值Rg2 ( $Risc \geq Rg2$ ) 时,表T8将发电限制增益Kmgg设定为最小值(例如Kmgg=0)。当电流平方乘积比率Risc下降至作为阈值的适当基准值Rg1以下 ( $Risc \leq Rg1$ ) 时,表T8将发电限制增益Kmgg设定为最大值(例如Kmgg=1)。此外,当电流平方乘积比率Risc为上限值Rg2与适当基准值Rg1之间的值( $Rg1 < Risc < Rg2$ ) 时,表T8随着电流平方乘积比率Risc上升而使发电限制增益Kmgg下降。即,当电流平方乘积比率Risc比适当基准值Rg1高时,表T8根据从适当基准值Rg1上升的程度而将发电限制增益Kmgg

设定为最小值与最大值之间的值。

[0100] 因而,发电限制增益运算部72B具有最大增益设定部72B1、增益下降设定部72B2和最小增益设定部72B3。最大增益设定部72B1 在电流平方乘积比率 $R_{isc}$ 为适当基准值 $R_{g1}$ 以下时,将发电限制增益 $K_{mgg}$ 设定为最大值。增益下降设定部72B2在电流平方乘积比率 $R_{isc}$ 处于适当基准值 $R_{g1}$ 与上限值 $R_{g2}$ 之间的范围内时,使发电限制增益 $K_{mgg}$ 随着电流平方乘积比率 $R_{isc}$ 变大而下降。最小增益设定部72B3在电流平方乘积比率 $R_{isc}$ 为上限值 $R_{g2}$ 以上时,将发电限制增益 $K_{mgg}$ 设定为最小值。

[0101] 此处,将适当基准值 $R_{g1}$ 设定为相对于上限值 $R_{g2}$ 具有预先确定的余量的较小的值。例如将适当基准值 $R_{g1}$ 设定为与适当基准值  $R_{m1}$ 相同的值。适当基准值 $R_{g1}$ 、 $R_{m1}$ 均为第1基准值。

[0102] 另外,示例了发电限制用的适当基准值 $R_{g1}$ 与动力运转限制用的适当基准值 $R_{m1}$ 为相同的值的情况,但它们也可以是互不相同的值。同样地,示例了发电限制用的上限值 $R_{g2}$ 与动力运转限制用的上限值 $R_{m2}$ 为相同的值的情况,但它们也可以是互不相同的值。

[0103] 发动机最大输出运算部73具有示出了发动机目标转速 $\omega_e$ 与发动机最大输出 $P_{e-max}$ 的对应关系的表(未图示)。此时,发动机最大输出 $P_{e-max}$ 表示以发动机目标转速 $\omega_e$ 驱动发动机20时的、能够从发动机20供给的最大输出。发动机最大输出运算部73基于发动机目标转速 $\omega_e$ 计算发动机最大输出 $P_{e-max}$ ,并输出计算出的发动机最大输出 $P_{e-max}$ 。

[0104] 如图11所示,发电电动机最大输出运算部74具备计算发电电动机最大动力运转输出 $P_{mgm-max}$ 的发电电动机最大动力运转输出计算部74A和计算发电电动机最大发电输出 $P_{mgg-max}$ 的发电电动机最大发电输出计算部74B。

[0105] 发电电动机最大动力运转输出计算部74A基于发动机目标转速 $\omega_e$ 、最大放电电力 $P_{d-max}$ 和动力运转限制增益 $K_{mgm}$ 而计算发电电动机最大动力运转输出 $P_{mgm-max}$ 。

[0106] 该发电电动机最大动力运转输出计算部74A具备动力运转最大输出计算部74A1、最小值选择部74A2和乘法部74A3。动力运转最大输出计算部74A1与发动机最大输出运算部73同样,具有计算相对于发动机目标转速 $\omega_e$ 的发电电动机27的动力运转最大输出的表(未图示)。动力运转最大输出计算部74A1基于发动机20的目标转速 $\omega_e$ 而计算发电电动机27的动力运转最大输出。

[0107] 最小值选择部74A2比较通过目标转速 $\omega_e$ 决定的动力运转最大输出、和对蓄电装置31的最大放电电力 $P_{d-max}$ 作用(乘以)变流器28及发电电动机27的效率的值,选择两者中的最小值。

[0108] 乘法部74A3对由最小值选择部74A2选择的最小值作用(乘以) 动力运转限制增益 $K_{mgm}$ ,并将该乘法值作为发电电动机最大动力运转输出 $P_{mgm-max}$ 输出。此时,发电电动机最大动力运转输出  $P_{mgm-max}$ 相当于蓄电装置31的放电电力最大值。

[0109] 此时,发电电动机最大动力运转输出计算部74A及最小增益设定部72A3构成放电电力最大值降低部92。该放电电力最大值降低部92在电流平方乘积比率 $R_{isc}$ 超过了作为比预先确定的适当基准值 $R_{m1}$ 大的值的上限值 $R_{m2}$ 时( $R_{isc} \geq R_{m2}$ ),与比上限值 $R_{m2}$  小的情况相比,进一步减小发电电动机最大动力运转输出  $P_{mgm-max}$ 。

[0110] 此外,发电电动机最大发电输出计算部74B基于发动机目标转速 $\omega_e$ 、最大充电电力 $P_{c-max}$ 和发电限制增益 $K_{mgg}$ 而计算发电电动机最大发电输出 $P_{mgg-max}$ 。

[0111] 该发电电动机最大发电输出计算部74B具备发电最大输出计算部74B1、最大值选择部74B2和乘法部74B3。发电最大输出计算部74B1与发动机最大输出运算部73同样,具有计算相对于发动机目标转速 $\omega_e$ 的发电电动机27的发电最大输出的表(未图示)。发电最大输出计算部74B1基于发动机20的目标转速 $\omega_e$ 而计算发电电动机27的发电最大输出。

[0112] 最大值选择部74B2比较通过目标转速 $\omega_e$ 决定的发电最大输出、与对蓄电装置31的最大充电电力 $P_{c-max}$ 作用变流器28及发电电动机27的效率得到的值,计算出两者中的最大值。此时,发电最大输出和最大充电电力 $P_{c-max}$ 均为负值,因此,它们中的绝对值小的值为最大值。

[0113] 乘法部74B3对由最大值选择部74B2选择出的最大值作用(乘以)发电限制增益 $K_{mgg}$ ,并将该乘法值作为发电电动机最大发电输出 $P_{mgg-max}$ 而输出。此时,发电电动机最大发电输出 $P_{mgg-max}$ 相当于蓄电装置31的充电电力最大值。

[0114] 此时,发电电动机最大发电输出计算部74B及最小增益设定部72B3构成充电电力最大值降低部93。该充电电力最大值降低部93在电流平方乘积比率 $R_{isc}$ 超过了作为比预先确定的适当基准值 $R_{g1}$ 大的值的上限值 $R_{g2}$ 时( $R_{isc} \geq R_{g2}$ ),与比上限值 $R_{g2}$ 小的情况相比,进一步减小发电电动机最大发电输出 $P_{mgg-max}$ 。

[0115] 如图12所示,最大合计输出运算部75具备加法器75A、75B和减法器75C。加法器75A计算最大输出加法值( $P_{e-max} + P_{mgm-max}$ )其为发动机最大输出 $P_{e-max}$ 与发电电动机最大动力运转输出 $P_{mgm-max}$ 之和。加法器75B计算减少输出加法值( $P_{oL} + P_{bL}$ ),其为动作油低温减少输出 $P_{oL}$ 与电池低温减少输出 $P_{bL}$ 之和。减法器75C从最大输出加法值( $P_{e-max} + P_{mgm-max}$ )减去减少输出加法值( $P_{oL} + P_{bL}$ )。由此,最大合计输出运算部75如以下的数1式所示,计算从最大输出加法值减去减少输出加法值得到的减法值而作为最大合计输出 $P_{t-max}$ 。

[0116] [数1]

[0117] 
$$P_{t-max} = (P_{e-max} + P_{mgm-max}) - (P_{oL} + P_{bL})$$

[0118] 此时,最大合计输出运算部75、发电电动机最大动力运转输出计算部74A及增益下降设定部72A2构成车身速度降低量调整部91。该车身速度降低量调整部91在电流平方乘积比率 $R_{isc}$ 超过了预先确定的适当基准值 $R_{m1}$ 时( $R_{isc} \geq R_{m1}$ ),随着超过的量变大而使车身速度与电池低温减少输出 $P_{bL}$ 相比下降。

[0119] 接下来,参照图13对输出指令运算部80的具体构成进行说明。

[0120] 输出指令运算部80构成车身动作控制部。该输出指令运算部80基于电池低温减少输出 $P_{bL}$ 与动作油低温减少输出 $P_{oL}$ 之和而控制车身动作。此处,输出指令运算部80以充电电力不超过最大充电电力 $P_{c-max}$ 的方式控制发电电动机27。此外,输出指令运算部80以放电电力不超过最大放电电力 $P_{d-max}$ 的方式控制发电电动机27。

[0121] 输出指令运算部80具有泵推定输入运算部81、发电电动机动力运转发电请求判定部82、发电电动机动力运转输出运算部83、发电电动机发电输出运算部84、发电电动机输出指令运算部85和发动机输出指令运算部86。各杆操作量 $OA$ 、其他车身信息 $VI$ 、最大合计输出 $P_{t-max}$ 、发电电动机请求输出 $P_{mg1}$ 、发动机最大输出 $P_{e-max}$ 、发电电动机最大动力运转输出 $P_{mgm-max}$ 和发电电动机最大发电输出 $P_{mgg-max}$ 输入到该输出指令运算部80。

[0122] 泵推定输入运算部81计算为了根据各杆操作量 $OA$ 使车身动作所需要的泵推定输入 $P_p$ 和旋转电动马达输出指令 $Per$ 。泵推定输入运算部81计算泵推定输入 $P_p$ 和旋转电动马

达输出指令Per时,考虑其他车身信息VI和最大合计输出Pt-max。因此,其他车身信息VI、各杆操作量OA和最大合计输出Pt-max输入到泵推定输入运算部81。泵推定输入运算部81基于各杆操作量OA和其他车身信息VI推定作为目标的动作所需要的泵输出。泵推定输入运算部81对该泵输出考虑泵效率、辅机负荷等,计算预备的泵推定输入。此时,泵推定输入运算部81根据各杆操作量OA中的旋转的操作量,还计算用于使旋转电动马达34动作的旋转电动马达输出指令 Per。具体而言,泵推定输入运算部81以与旋转液压马达26相比使旋转电动马达34优先承担旋转动作的输出的方式,计算旋转电动马达输出指令Per。接着,泵推定输入运算部81比较最大合计输出 Pt-max与预备的泵推定输入,将值小的一者作为最终的泵推定输入 Pp而输出。由泵推定输入运算部81进行的计算相当于以在蓄电装置31处于低温状态时不使电流平方乘积比率Risc增加的方式使车身速度下降。

[0123] 发电电动机请求输出Pmg1输入到发电电动机动力运转发电请求判定部82。当发电电动机请求输出Pmg1为正值时 ( $Pmg1 > 0$ ),发电电动机动力运转发电请求判定部82将发电电动机动力运转请求输出Pmgm1设定为发电电动机请求输出Pmg1的值 ( $Pmgm1 = Pmg1$ ),并且将发电电动机发电请求输出Pmgg1设定为0 ( $Pmgg1 = 0$ )。反过来,当发电电动机请求输出Pmg1为负值时 ( $Pmg1 < 0$ ),发电电动机动力运转发电请求判定部82将发电电动机动力运转请求输出Pmgm1设定为0 ( $Pmgm1 = 0$ ),并且将发电电动机发电请求输出Pmgg1设定为发电电动机请求输出Pmg1的值 ( $Pmgg1 = Pmg1$ )。发电电动机动力运转发电请求判定部82输出上述发电电动机动力运转请求输出Pmgm1和发电电动机发电请求输出Pmgg1。

[0124] 泵推定输入Pp、发动机最大输出Pe-max、发电电动机最大动力运转输出Pmgm-max和发电电动机动力运转请求输出Pmgm1输入到发电电动机动力运转输出运算部83。发电电动机动力运转输出运算部83比较泵推定输入Pp与发动机最大输出Pe-max。发电电动机动力运转输出运算部83在泵推定输入Pp比发动机最大输出 Pe-max大时 ( $Pp > Pe-max$ ),将泵推定输入Pp与发动机最大输出 Pe-max之差作为发电电动机动力运转输出指令Pmgm。但是,发电电动机动力运转输出指令Pmgm被调整为不大于发电电动机最大动力运转输出Pmgm-max。

[0125] 另一方面,发电电动机动力运转输出运算部83在发动机最大输出Pe-max比泵推定输入Pp大时 ( $Pp < Pe-max$ ),选择发电电动机最大动力运转输出Pmgm-max与发电电动机动力运转请求输出Pmgm1中的最小的值作为发电电动机动力运转输出指令Pmgm。

[0126] 由此,发电电动机动力运转输出运算部83通过发电电动机27 的动力运转输出来确保发动机20的输出相对于液压负荷不足的部分。并且,发电电动机动力运转输出运算部83以满足发电电动机动力运转请求输出Pmgm1的方式控制发电电动机27的动力运转动作。由此,发电电动机27会尽可能地遵从动力运转请求。

[0127] 泵推定输入Pp、发动机最大输出Pe-max、发电电动机最大发电输出Pmgg-max和发电电动机发电请求输出Pmgg1输入到发电电动机发电输出运算部84。

[0128] 像这样,发电电动机发电输出运算部84比较泵推定输入Pp 与发动机最大输出Pe-max。发电电动机发电输出运算部84在泵推定输入Pp比发动机最大输出Pe-max大时 ( $Pp > Pe-max$ ),输出成为0的发电电动机发电输出指令Pmgg。在该情况下,发动机20为应对液压负荷而消耗掉了全部的输出,因此,无力进行发电动作。因此,发电电动机发电输出指令Pmgg被设定为0,发电电动机27 不会进行发电动作。

[0129] 另一方面,在发动机最大输出Pe-max比泵推定输入Pp大时 ( $Pp < Pe-max$ ),选择发



动机最大输出 $P_{e-max}$ 与泵推定输入 $P_p$ 之差、发电电动机最大发电输出 $P_{mgg-max}$ 和发电电动机发电请求输出 $P_{mgg1}$ 中的绝对值为最小的值来作为发电电动机发电输出指令  $P_{mgg}$ 。

[0130] 由此,发电电动机发电输出运算部84以在应对液压负荷的同时尽可能地满足发电电动机发电请求输出 $P_{mgg1}$ 的方式控制发电电动机27的发电动作。

[0131] 发电电动机输出指令运算部85将发电电动机动力运转输出指令 $P_{mgm}$ 与发电电动机发电输出指令 $P_{mgg}$ 相加。发电电动机输出指令运算部85将该加法值作为发电电动机输出指令 $P_{mg}$ 而输出。

[0132] 发动机输出指令运算部86从泵推定输入 $P_p$ 减去发电电动机输出指令 $P_{mg}$ 。发动机输出指令运算部86将该减法值作为发动机输出指令 $P_e$ 而输出。

[0133] 输出指令运算部80除来自发电电动机请求输出运算部60的输出的请求之外,还基于由操作量传感器9A~11A检测到的杆操作量 $O_A$ 而控制蓄电装置31的输出。此外,输出指令运算部80的泵推定输入运算部81计算与各杆操作量 $O_A$ 相应的泵推定输入 $P_p$ 。此时,输出指令运算部80的发电电动机动力运转输出运算部83输出优先确保泵推定输入 $P_p$ 的发电电动机动力运转输出指令 $P_{mgm}$ 。同样地,输出指令运算部80的发电电动机发电输出运算部84输出优先确保泵推定输入 $P_p$ 的发电电动机发电输出指令 $P_{mgg}$ 。因此,能够抑制车身速度的下降,减少给操作员造成操作压力、不适感的机会。

[0134] 根据本实施方式的混合动力液压挖掘机1具有如上所述的构成。接下来,参照图14至图16对低温状态下由HCU37进行的发动机20与蓄电装置31之间的输出承担比例的控制进行说明。在图 14至图16中,将发动机最大输出 $P_{e-max}$ 设为60kW,蓄电装置31 的常温状态下的最大放电电力 $P_{d-max}$ 设为40kW。此时,在电池温度 $T_b$ 及动作油温度 $T_o$ 这两者为常温状态时,最大合计输出 $P_{t-max}$  为100kW。

[0135] 另外,上述值示出了发动机最大输出 $P_{e-max}$ 、最大放电电力  $P_{d-max}$ 的一例,能够根据液压挖掘机1的规格等适当变更。此外,为了简化说明,假设不进行旋转动作,且旋转电动机马达34不执行动力运转和再生的任一者。并且,假设蓄电率SOC有余量,为不需要充电的状态。

[0136] 首先,参照图14对电池温度 $T_b$ 处于低温状态,动作油温度  $T_o$ 处于常温状态时的HCU37的控制内容进行说明。

[0137] 在寒冷地区启动工程机械时,有时会通过在实际作业前暂时封闭散热器室的吸气而在抑制了机械室内的放热效果的状态下进行车身的暖机运转。此时,动作油温度 $T_o$ 快速上升,但电池温度  $T_b$ 不一定会以同等的速度上升。虽然说有赖于车身系统的设计,但也完全可能出现即使动作油温度 $T_o$ 上升到了常温,电池温度 $T_b$ 依然处于低温区域这样的状况。

[0138] 此时,最大电力运算部50根据电池温度 $T_b$ 而输出与常温状态相比减少了的最大放电电力 $P_{d-max}$  (例如 $P_{d-max}=20kW$ )。因此,系统能够输出的动力为对发动机最大输出 $P_{e-max}$ 加上基于最大放电电力 $P_{d-max}$ 的发电电动机最大动力运转输出 $P_{mgm-max}$ 而得到的值,例如为80kW。此外,最大输出运算部70的低温减少输出运算部71根据电池温度 $T_b$ 输出与常温状态相比增加了的电池低温减少输出 $P_{bL}$  (例如, $P_{bL}=10kW$ )。与此相对,最大输出运算部70的低温减少输出运算部71根据动作油温度 $T_o$ 而输出常温状态下的动作油低温减少输出 $P_{oL}$  (例如 $P_{oL}=0kW$ )。

[0139] 由此,最大合计输出 $P_{t-max}$ 与常温状态相比下降,根据电池低温减少输出 $P_{bL}$ 及最

大放电电力 $P_{d-max}$ 成为例如70kW。因此，HCU37的输出指令运算部80以发动机20承担60kW，蓄电装置31 承担10kW的方式，使车身速度与常温状态相比下降。

[0140] 接着，参照图15对电池温度 $T_b$ 处于常温状态，动作油温度  $T_o$ 处于低温状态时的HCU37的控制内容进行说明。

[0141] 工程机械中有具备进行蓄电装置31的暖机的功能的机械。这样的暖机功能被认为有例如通过反复充放电而利用蓄电装置31的自发热的暖机功能，或向蓄电装置31供给发动机20的排热的暖机功能等。这样的蓄电装置31的暖机功能即使不进行车身的暖机动作也能够发挥作用，因此，例如在仅发动机启动并放置一段时间时，完全可能发生即使电池温度 $T_b$ 上升至常温，动作油温度 $T_o$ 也依然处于低温区域这样的状况。

[0142] 此时，最大电力运算部50根据电池温度 $T_b$ 而输出常温状态下的最大放电电力 $P_{d-max}$ （例如 $P_{d-max}=40kW$ ）。因此，系统能够输出的动力为对发动机最大输出 $P_{e-max}$ 加上基于最大放电电力  $P_{d-max}$ 的发电电动机最大动力运转输出 $P_{mgm-max}$ 而得到的值，例如为100kW。此外，最大输出运算部70的低温减少输出运算部 71根据电池温度 $T_b$ 而输出常温状态下的电池低温减少输出 $P_{bL}$ （例如， $P_{bL}=0kW$ ）。与此相对，最大输出运算部70的低温减少输出运算部71根据动作油温度 $T_o$ 而输出与常温状态相比增加了的动作油低温减少输出 $P_{oL}$ （例如 $P_{oL}=20kW$ ）。

[0143] 由此，最大合计输出 $P_{t-max}$ 与常温状态相比下降，根据动作油低温减少输出 $P_{oL}$ 及最大放电电力 $P_{d-max}$ 成为例如80kW。因此，HCU37的输出指令运算部80以发动机20承担60kW、蓄电装置31 承担20kW的方式，使车身速度与常温状态相比下降。

[0144] 接下来，参照图16对电池温度 $T_b$ 和动作油温度 $T_o$ 均处于低温状态时的HCU37的控制内容进行说明。

[0145] 当在寒冷地区刚启动工程机械后，根据外气温度，有时电池温度 $T_b$ 和动作油温度 $T_o$ 均处于低温状态。此时，最大电力运算部 50根据电池温度 $T_b$ 而输出与常温状态相比下降了的最大放电电力  $P_{d-max}$ （例如 $P_{d-max}=20kW$ ）。因此，系统能够输出的动力为对发动机最大输出 $P_{e-max}$ 加上基于最大放电电力 $P_{d-max}$ 的发电电动机最大动力运转输出 $P_{mgm-max}$ 而得到的值，例如为80kW。此外，最大输出运算部70的低温减少输出运算部71根据电池温度 $T_b$ 而输出与常温状态相比增加了的电池低温减少输出 $P_{bL}$ （例如， $P_{bL}=10kW$ ）。并且，最大输出运算部70的低温减少输出运算部71 根据动作油温度 $T_o$ 而输出与常温状态相比增加了的动作油低温减少输出 $P_{oL}$ （例如 $P_{oL}=20kW$ ）。

[0146] 由此，最大合计输出 $P_{t-max}$ 与常温状态相比下降，根据动作油低温减少输出 $P_{oL}$ 及最大放电电力 $P_{d-max}$ 成为例如50kW。此时，最大合计输出 $P_{t-max}$ 与发动机最大输出 $P_{e-max}$ 相比下降。因此，HCU37的输出指令运算部80以仅发动机20承担50kW的方式使车身速度与常温状态相比下降。

[0147] 接下来，对通过HCU37的控制内容所得到的效果进行详细说明。

[0148] 一般而言，电流平方乘积值的上限值 $ISC_{max}$ 随着电池温度  $T_b$ 的下降而值逐渐减小。特别是例如在 $-20^{\circ}C$ 左右的低温状态下，即使在蓄电装置31输入或输出了微小的电流 $I_b$ ，电流平方乘积值  $ISC$ 也会达到上限值 $ISC_{max}$ 。因此，在使用蓄电装置31时需要注意该点。HCU37以在任意的温度下电流平方乘积值 $ISC$ 均不超过上限值 $ISC_{max}$ 的方式来控制蓄电装置31的使用。

[0149] 然而,在考虑到油耗而采用了小型的发动机20时,蓄电装置 31的使用频率增高。因此,在连续地进行负荷大的作业时,可能发生电流平方乘积值ISC的过度上升。在该情况下,为了避免蓄电装置31的劣化,一般会使车身速度降低,使蓄电装置31的使用缓和。

[0150] 但是,在电池温度 $T_b$ 为低温状态时,电流平方乘积值的上限值ISC<sub>max</sub>变得非常小。因此,在根据电流平方乘积值ISC的增加而使车身速度下降时,即使微小的动作车身速度也会下降。与此相对,即使短时间的停顿,车身速度也会从下降状态复原(恢复)。其结果是,车身速度的下降和恢复会以较快的周期反复进行,因此,可预见到会给操作员带来较大的操作不适感。

[0151] 因而,在低温状态下,需要使电流平方乘积值ISC不增加。为此,减少蓄电装置31的使用量即放电量或充电量即可。

[0152] 减少蓄电装置31的放电量只能减少发电电动机27的动力运转作用,但此时会产生如下问题。例如若直接限制发电电动机27 的动力运转输出,则在液压负荷发生急剧的变动时,需要根据负荷的变动而使发动机20的输出变化。但是,发动机20的输出的响应速度比发电电动机27慢,因此,会存在无法完全确保液压负荷,发动机20发生过度的失速、急停之类的问题。

[0153] 并且,除考虑在低温状态下蓄电装置31的性能下降之外,还需要考虑粘度增加的动作油的影响。动作油的粘度增加会导致液压泵22的拖拽转矩增加。因此,在动作油温度 $T_o$ 处于低温状态时,即使对液压泵22的输入与常温状态为相同的量,得到的泵输出也会变小。因而,在未考虑这样的泵输出的减少量而使车身动作时也是,有时发动机20会发生过度的失速、急停。

[0154] 与此相对,在本实施方式中,为了在低温状态下减少蓄电装置31的使用,并用了限制车身速度的方法和限制电力本身的方法这两种方法。

[0155] 限制车身速度的方法通过低温减少输出运算部71计算的动作油低温减少输出PoL及电池低温减少输出PbL而实现。限制电力的方法通过最大电力运算部50计算的最大放电电力Pd-max及最大充电电力Pc-max而实现。

[0156] 并且,发电电动机最大输出运算部74基于最大放电电力Pd-max及最大充电电力Pc-max而计算发电电动机最大动力运转输出P<sub>mgm-max</sub>及发电电动机最大发电输出P<sub>mgg-max</sub>。最大合计输出运算部75考虑了动作油低温减少输出PoL、电池低温减少输出 PbL及发电电动机最大动力运转输出P<sub>mgm-max</sub>而计算出最大合计输出Pt-max。输出指令运算部80以不超过最大合计输出Pt-max的方式来控制车身速度。并且,输出指令运算部80以不超过发电电动机最大动力运转输出P<sub>mgm-max</sub>及发电电动机最大发电输出 P<sub>mgg-max</sub>的方式来控制蓄电装置31的放电电力及充电电力。

[0157] 其结果是,在电池温度 $T_b$ 、动作油温度 $T_o$ 为低温状态时,能够通过最大合计输出Pt-max使车身速度下降。另一方面,虽然通过发电电动机最大动力运转输出P<sub>mgm-max</sub>来限制发电电动机27 的动力运转动作,但能够容许一定程度的动力运转动作。由此,能够以成为由发动机20及蓄电装置31可供给的输出的范围内的方式使车身速度下降。

[0158] 此时,最大合计输出Pt-max减少与动作油低温减少输出PoL 和电池低温减少输出PbL之和相应的输出。因此,通过最大合计输出Pt-max,不仅能够使蓄电装置31的输出下降,还能够使包含发动机20在内的整体的输出下降。因而,例如能够使车身速度与发动机20的

最大输出相比下降,因此,能够使蓄电装置31的使用频率下降。其结果是,能够抑制电流平方乘积值ISC的增加,所以电流平方乘积值ISC难以到达上限值ISC<sub>max</sub>。由此,能够不使车速度的下降和恢复以较快的周期反复,从而降低操作员的操作不适感。

[0159] 除此之外,通过车速度的下降而蓄电装置31的使用量下降。因此,蓄电装置31的放电量虽由最大放电电力Pd-max限制,但能够容许一定程度的使用。因而,在液压负荷发生了急剧的变动时,能够由发电电动机27的动力运转作用来承担液压负荷的变动量,能够抑制发动机20的失速、急停。

[0160] 此外,在动作油温度To成为低温状态时,能够通过电池低温减少输出PbL之外的动作油低温减少输出PoL使车身速度下降。因而,即使在低温状态下动作油的粘度增加、液压泵22的输出减少时,也能够考虑该减少量而使车身速度下降。其结果是,能够抑制对于发动机20的过度的负荷。

[0161] 像这样,根据本实施方式,HCU37具有:电池低温减少输出运算部71A(第1车身速度降低量决定部),其在根据由电池温度传感器33(蓄电装置温度传感器)检测到的温度而判断为蓄电装置31处于低温状态时,决定随着电池温度Tb变低而值越大的电池低温减少输出PbL(第1车身速度降低量);动作油低温减少输出运算部71B(第2车身速度降低量决定部),其在根据由动作油温度传感器23检测到的温度而判断为动作油处于低温状态时,决定随着动作油温度To变低而值越大的动作油低温减少输出PoL(第2 车身速度降低量);和输出指令运算部80(车身动作控制部),其基于电池低温减少输出PbL与动作油低温减少输出PoL之和而控制车身动作。即,输出指令运算部80在使电池低温减少输出PbL与动作油低温减少输出PoL之和减少的状态下使车身动作。

[0162] 因而,HCU37在电池温度Tb低时,不论电流平方乘积值ISC 如何,均能够使车身速度降低。由此,能够抑制由于低温造成的电流平方乘积值ISC的快速变化而导致的车身速度变动,从而降低操作员的操作压力,并且防止发动机20的失速、急停(发动机熄火),提高蓄电装置31的劣化抑制效果。

[0163] 除此之外,HCU37分别计算因电池温度Tb低而产生的电池低温减少输出PbL和因动作油温度To低而产生的动作油低温减少输出PoL,以将上述合计速度降低量反映于车速度的方式进行车身控制。由此,即使在动作油温度To低而电池温度Tb高的状态下,或反过来的状态等下也能够适当地进行速度降低,能够确保车身动作性能。

[0164] HCU37还具有最大充电电力运算部52(充电电力最大值调整部),其在根据由电池温度传感器33检测到的电池温度Tb而判断为蓄电装置31处于低温状态时,随着电池温度Tb变低而使作为蓄电装置31的充电电力最大值的发电电动机最大发电输出P<sub>mgg-max</sub> 减小,输出指令运算部80以充电电力不超过发电电动机最大发电输出P<sub>mgg-max</sub>的方式控制发电电动机27。

[0165] 具体而言,最大充电电力运算部52在电池温度Tb低时,不论电流平方乘积值ISC如何,均限制发电电动机27的发电输出。由此,能够抑制电流平方乘积值ISC的增加。

[0166] 除此之外,HCU37具备最大电力运算部50,其在电池温度 Tb低时,不论电流平方乘积值ISC如何,均相对于动力运转输出优先限制发电电动机27的发电输出。即,在低温区域,与最大放电电力Pd-max(发电电动机最大动力运转输出P<sub>mgm-max</sub>)相比,最大充电电力Pc-max(发电电动机最大发电输出P<sub>mgg-max</sub>)的绝对值小。由此,能够将车速度的降低量设为

最低限度地抑制电流平方乘积值ISC的增加。此外,因为使发电电动机27的动力运转作用优先,因此易于承受急剧的液压负荷的变动。

[0167] HCU37还具有最大放电电力运算部51(放电电力最大值调整部),其在根据由电池温度传感器33检测到的电池温度 $T_b$ 而判断为蓄电装置31处于低温状态时,随着电池温度 $T_b$ 降低而使作为蓄电装置31的放电电力最大值的发电电动机最大动力运转输出  $P_{mgm-max}$ 减小,输出指令运算部80以不超过从最大输出加法值(其为发动机最大输出 $P_{e-max}$ 与发电电动机最大动力运转输出  $P_{mgm-max}$ 之和)减去减少输出加法值(其为电池低温减少输出 $P_{bL}$ 与动作油低温减少输出 $P_{oL}$ 之和)的方式来控制发电电动机27。

[0168] 具体而言,最大放电电力运算部51在电池温度 $T_b$ 低时,不论电流平方乘积值ISC如何,均限制发电电动机27的动力运转输出。此时,输出指令运算部80基于根据电池温度 $T_b$ 而下降了的发电电动机最大动力运转输出 $P_{mgm-max}$ ,使系统能够输出的动力即最大输出加法值下降。并且,输出指令运算部80以不超过从该下降了的动力减去减少输出加法值(其为电池低温减少输出 $P_{bL}$ 与动作油低温减少输出 $P_{oL}$ 之和)而得到的值的方式来控制发电电动机27。由此,能够抑制电流平方乘积值ISC的增加。

[0169] 此外,HCU37具有:电流平方乘积值计算部41,其计算蓄电装置31的从当前起的过去一定时间 $T$ 的电流平方乘积值ISC;和第1车身速度降低量调整部91,在与电流平方乘积值ISC相应的电流平方乘积比率 $R_{isc}$ 超过了预先确定的适当基准值 $R_{m1}$ 时,使电池低温减少输出 $P_{bL}$ 随着超过的量变大而增大。

[0170] 即,HCU37在车身速度与电池温度 $T_b$ 的下降相应地降低的状态下蓄电装置31的电流平方乘积值ISC变大时,进行使车身速度进一步下降的控制。由此,即使在电流平方乘积值ISC由于未预料到的动作而变大时,也能够防止电流平方乘积值ISC进一步增加。

[0171] HCU37还具有充电电力最大值降低部93,其在电流平方乘积比率 $R_{isc}$ 超过作为比适当基准值 $R_{g1}$ 大的值的上限值 $R_{g2}$ 时,进一步使蓄电装置31的充电电力最大值即发电电动机最大发电输出  $P_{mgg-max}$ 减小。此时,当在与电池温度 $T_b$ 的下降相应地利用发电电动机27的发电受到限制的状态下,蓄电装置31的电流平方乘积值ISC变大时,HCU37进行使发电电动机27的发电进一步下降的控制。由此,在电流平方乘积值ISC由于未料想到的动作而变大时,能够防止电流平方乘积值ISC的过度增加,能够抑制蓄电装置31的劣化。

[0172] 进一步,HCU37还具有放电电力最大值降低部92,其在电流平方乘积比率 $R_{isc}$ 超过上限值 $R_{m2}$ (其是比预先确定的适当基准值 $R_{m1}$ 大的值)时,使蓄电装置31的放电电力最大值即发电电动机最大动力运转输出 $P_{mgm-max}$ 进一步减小。此时,当在与电池温度 $T_b$ 或动作油温度 $T_o$ 的下降相应地车身速度降低的状态下,蓄电装置31的电流平方乘积值ISC进一步增大时,HCU37进行限制发电电动机27的动力运转的控制。由此,即使在电流平方乘积值ISC由于未料想到的动作而变大时,也能够防止电流平方乘积值ISC的过度增加,能够提高对于蓄电装置31的劣化的抑制效果。

[0173] 另外,在上述实施方式中,将发动机20的最大输出设为比液压泵22的最大动力小,但发动机20的最大输出能够根据液压挖掘机1的规格等而适当设定。因此,发动机20的最大输出既可以与液压泵22的最大动力为相同程度,也可以比液压泵22的最大动力大。

[0174] 在上述实施方式中,对蓄电装置31使用锂离子电池的例子进行了说明,但也可以采用能够供给所需要的电力的二次电池(例如镍镉电池、镍氢电池)。此外,也可以在蓄电装

置与直流母线之间设置DC-DC转换器等升降压装置。

[0175] 在上述实施方式中,作为混合动力工程机械,列举履带式的混合动力液压挖掘机1为例进行了说明。本发明不限于此,只要是具备与发动机及液压泵连结的发电电动机和蓄电装置的混合动力工程机械即可,例如能够适用于轮式的混合动力液压挖掘机、混合动力轮式装载机等各种工程机械。

[0176] 附图标记说明

- [0177] 1 混合动力液压挖掘机(混合动力工程机械)
- [0178] 2 下部行驶体
- [0179] 4 上部旋转体
- [0180] 12 作业装置
- [0181] 12D 动臂液压缸(液压执行机构)
- [0182] 12E 斗杆液压缸(液压执行机构)
- [0183] 12F 铲斗液压缸(液压执行机构)
- [0184] 20 发动机
- [0185] 22 液压泵
- [0186] 23 动作油温度传感器(动作油温度检测器)
- [0187] 25 行驶液压马达(液压执行机构)
- [0188] 26 旋转液压马达(液压执行机构)
- [0189] 27 发电电动机
- [0190] 31 蓄电装置
- [0191] 32 电池控制单元
- [0192] 33 电池温度传感器(蓄电装置温度检测器)
- [0193] 34 旋转电动马达(旋转电动机)
- [0194] 37 混合动力控制单元(控制器)
- [0195] 40 电流平方乘积比率运算部
- [0196] 41 电流平方乘积值计算部
- [0197] 50 最大电力运算部
- [0198] 51 最大放电电力运算部(放电电力最大值调整部)
- [0199] 52 最大充电电力运算部(充电电力最大值调整部)
- [0200] 70 最大输出运算部
- [0201] 71 低温减少输出运算部
- [0202] 71A 电池低温减少输出运算部(第1车身速度降低量决定部)
- [0203] 71B 动作油低温减少输出运算部(第2车身速度降低量决定部)
- [0204] 72 发电电动机输出限制增益运算部
- [0205] 72A 动力运转限制增益运算部
- [0206] 72B 发电限制增益运算部
- [0207] 74 发电电动机最大输出运算部
- [0208] 75 最大合计输出运算部
- [0209] 80 输出指令运算部(车身动作控制部)

- [0210] 91 车身速度降低量调整部
- [0211] 92 放电电力最大值降低部
- [0212] 93 充电电力最大值降低部。

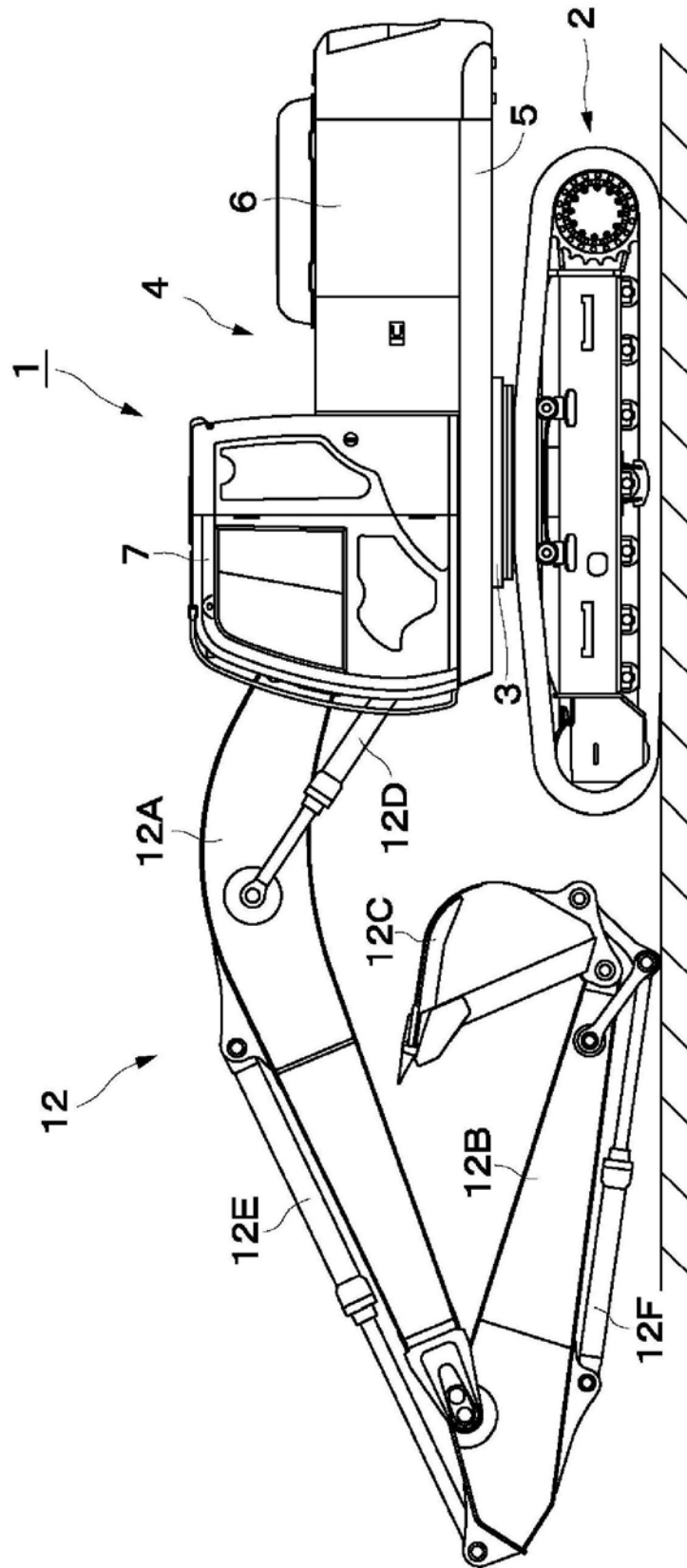


图1



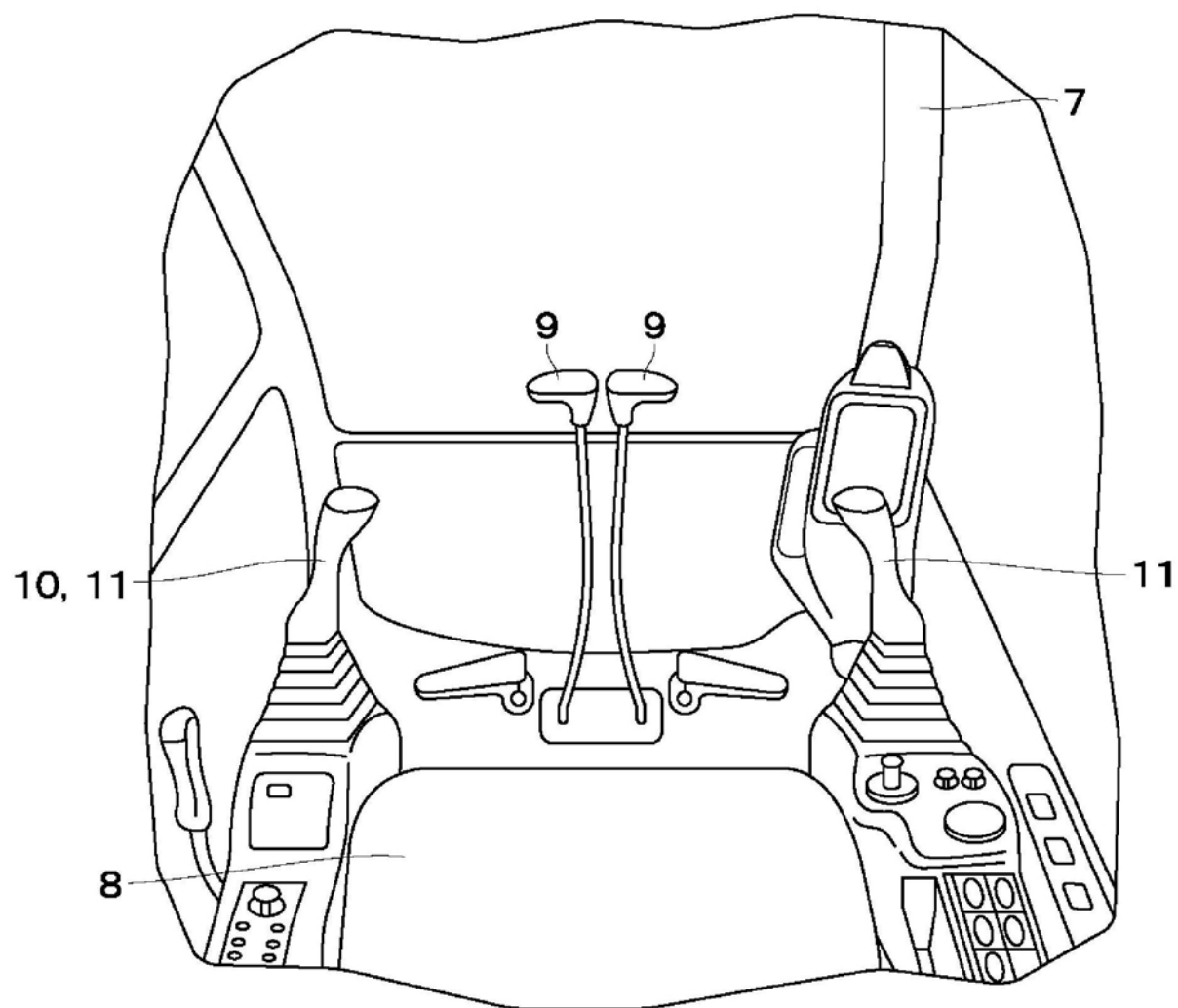


图2

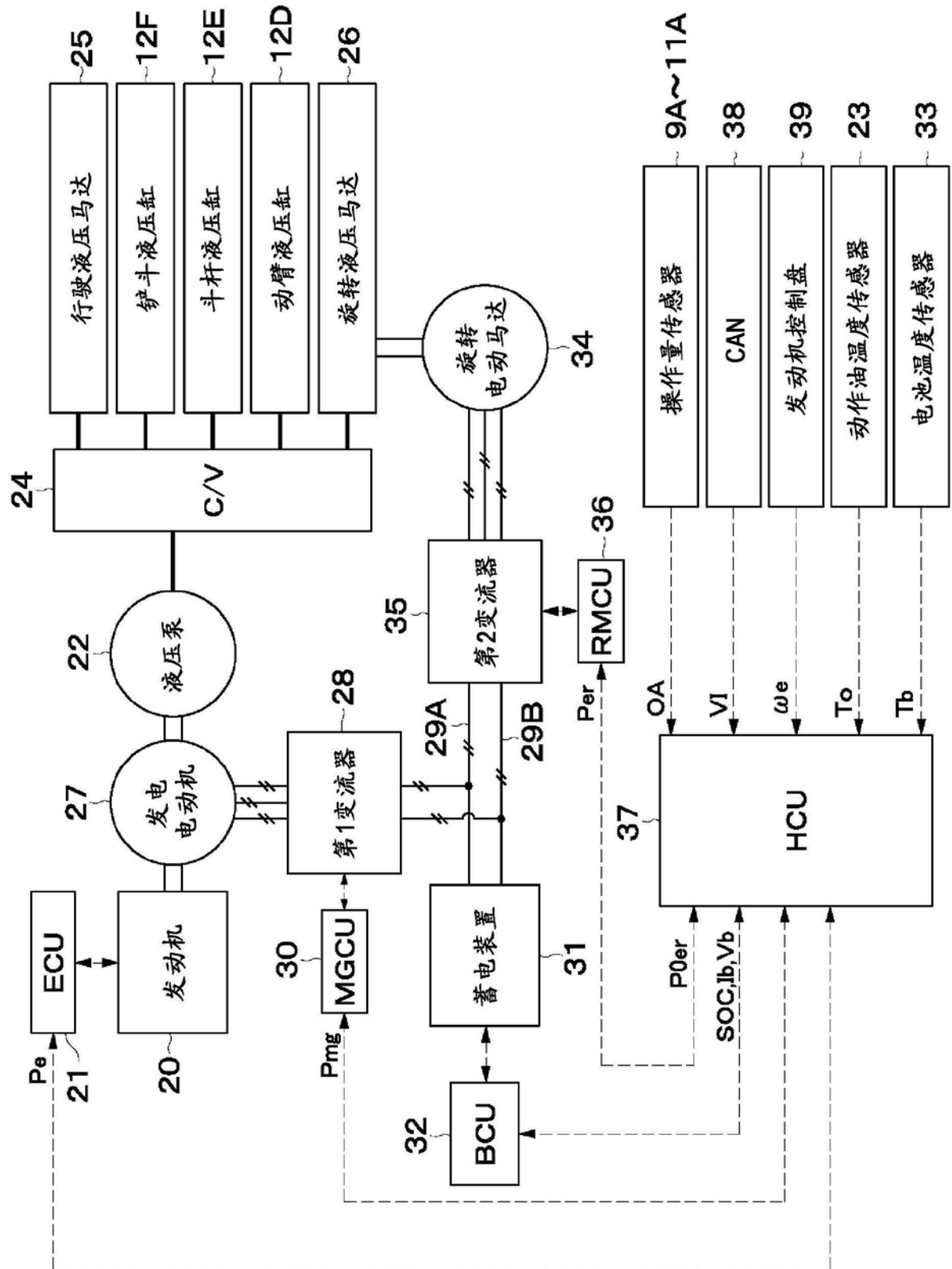


图3

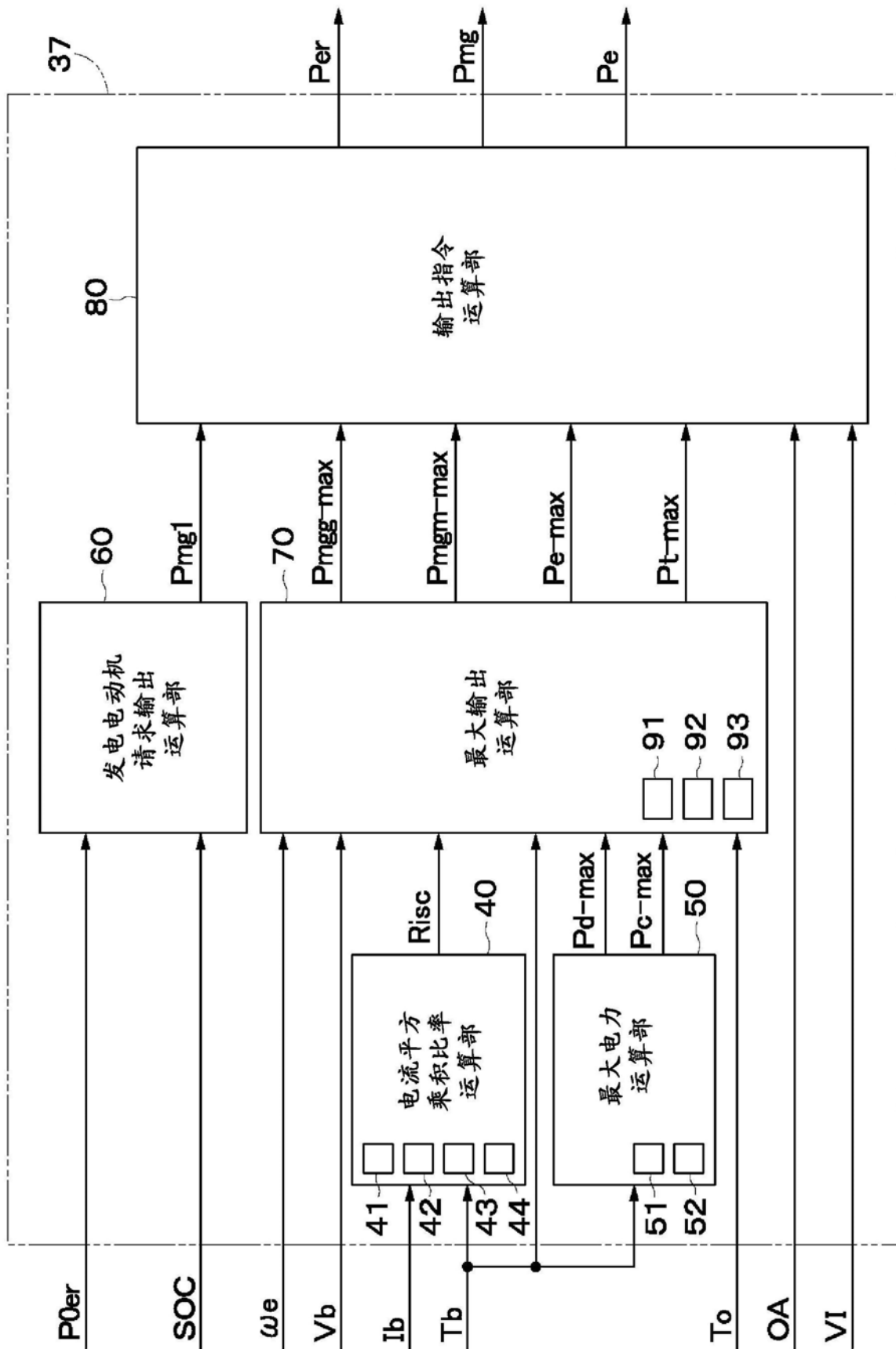


图4

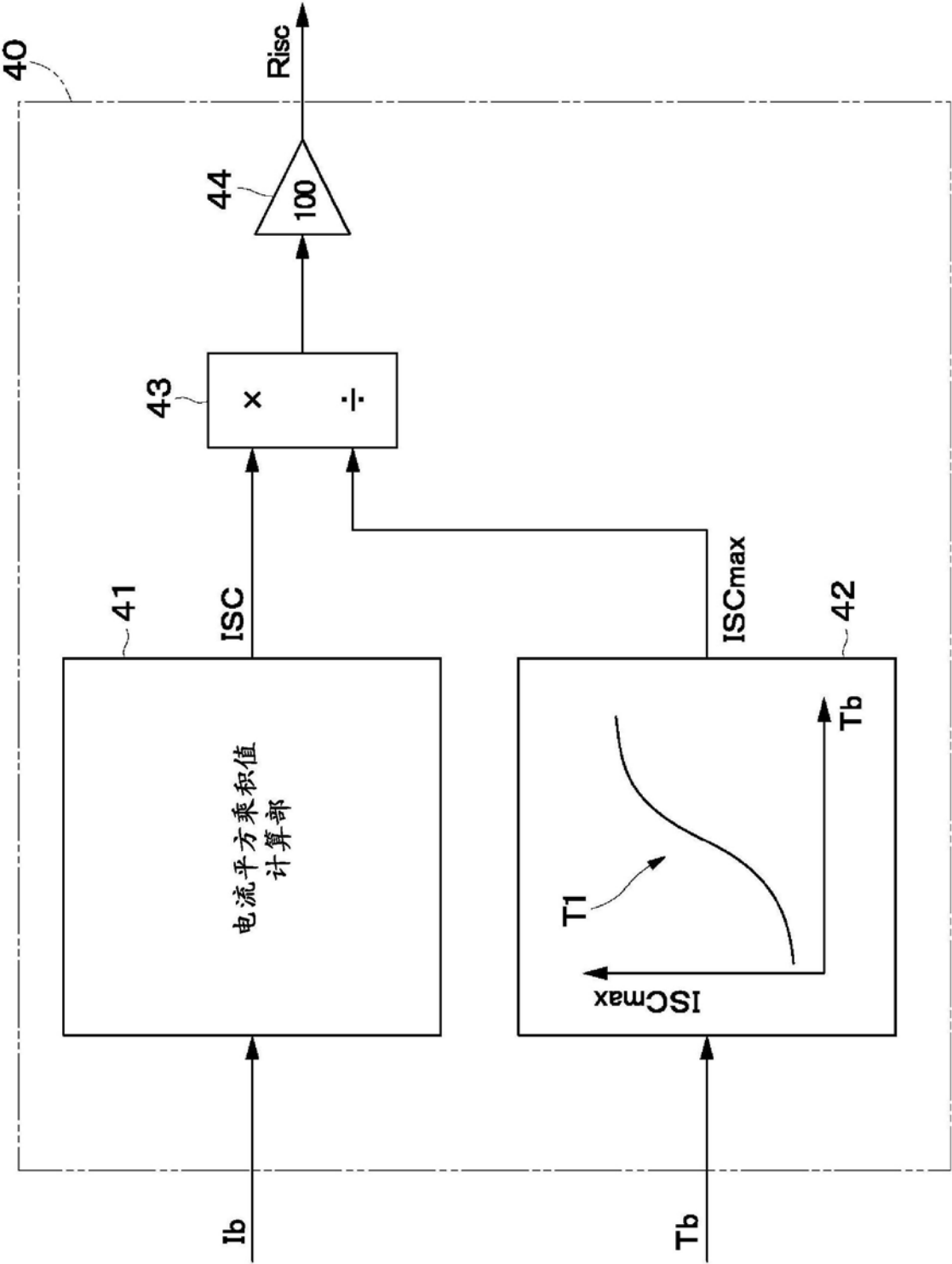


图5

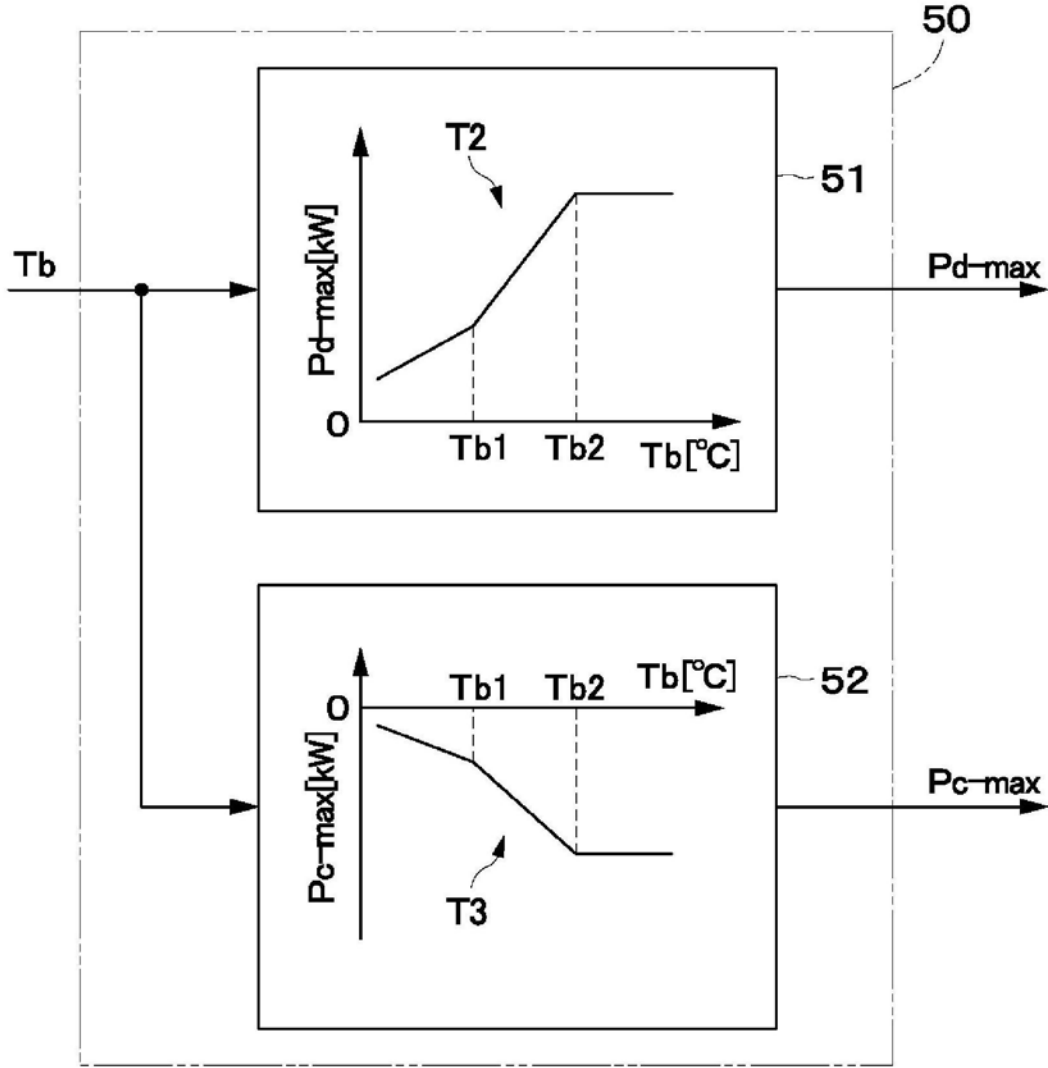


图6

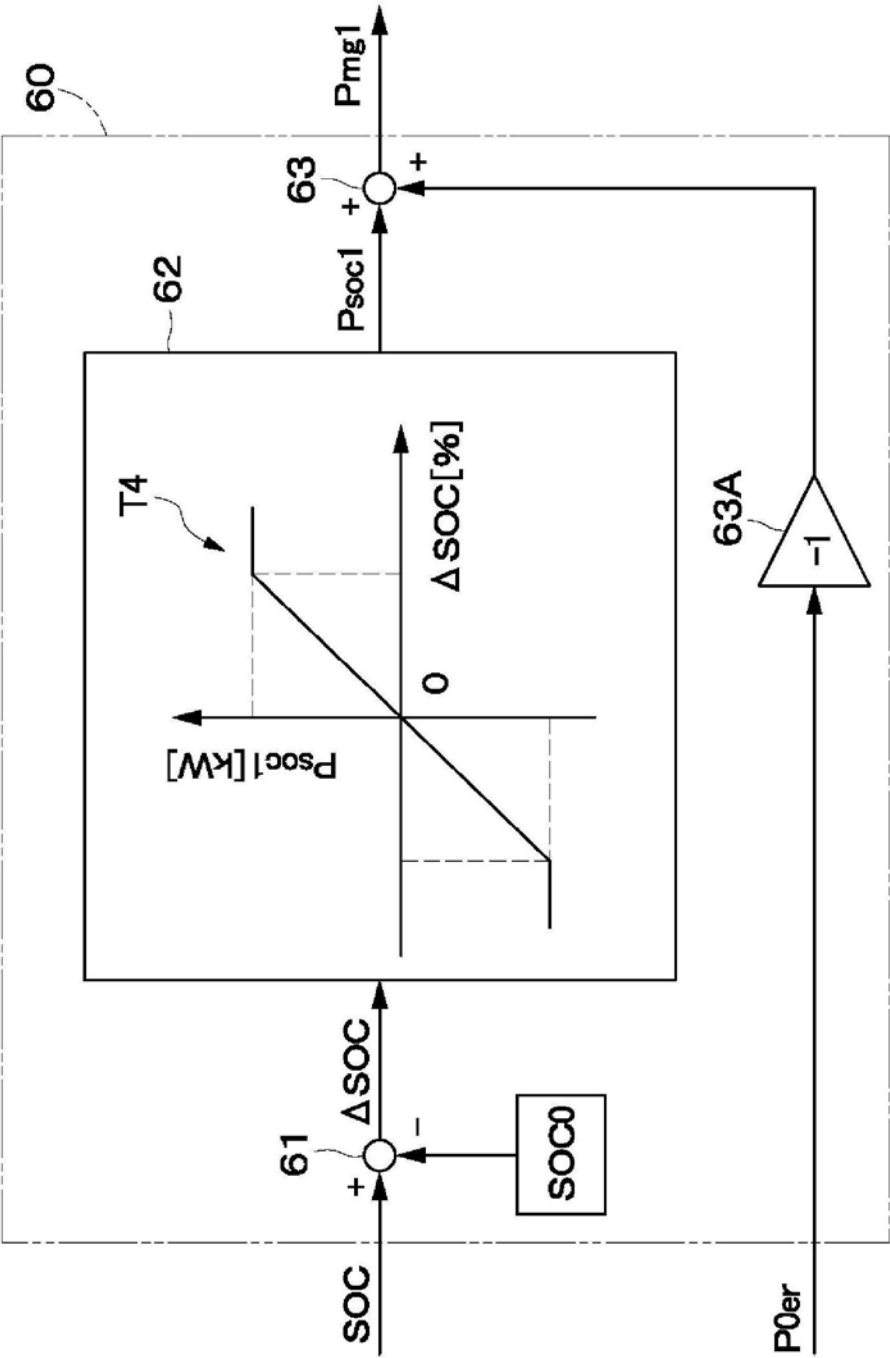


图7

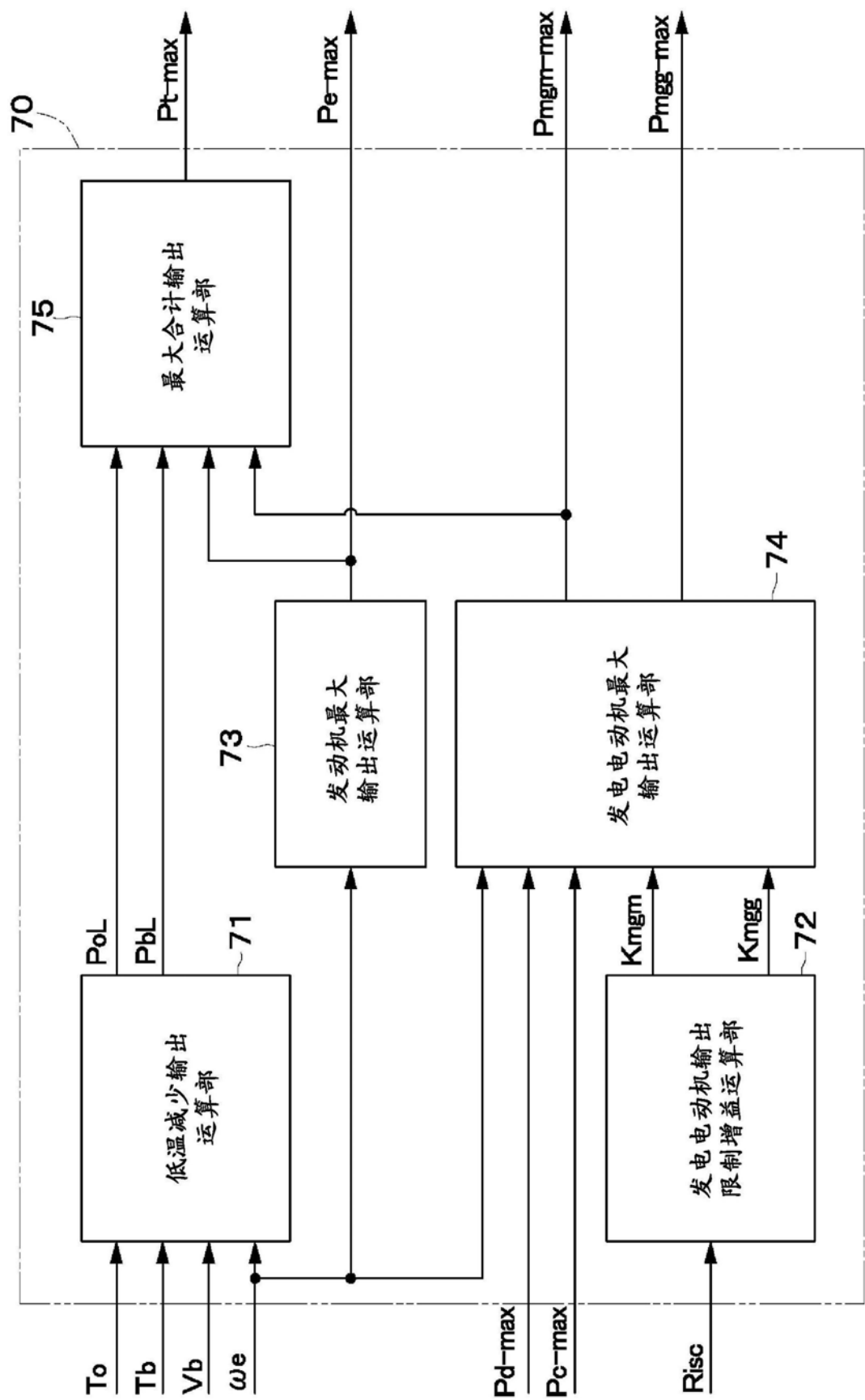


图8

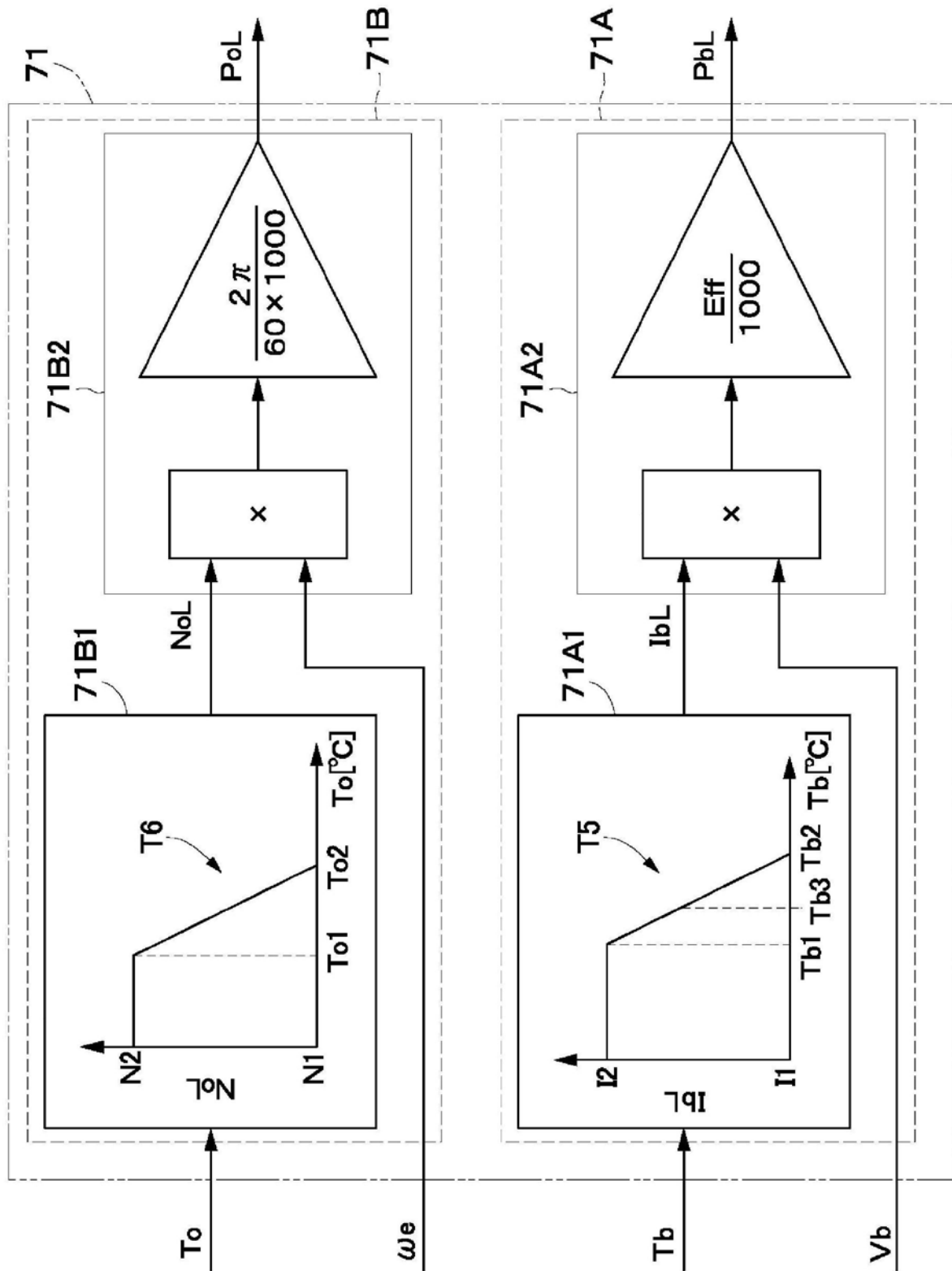


图9



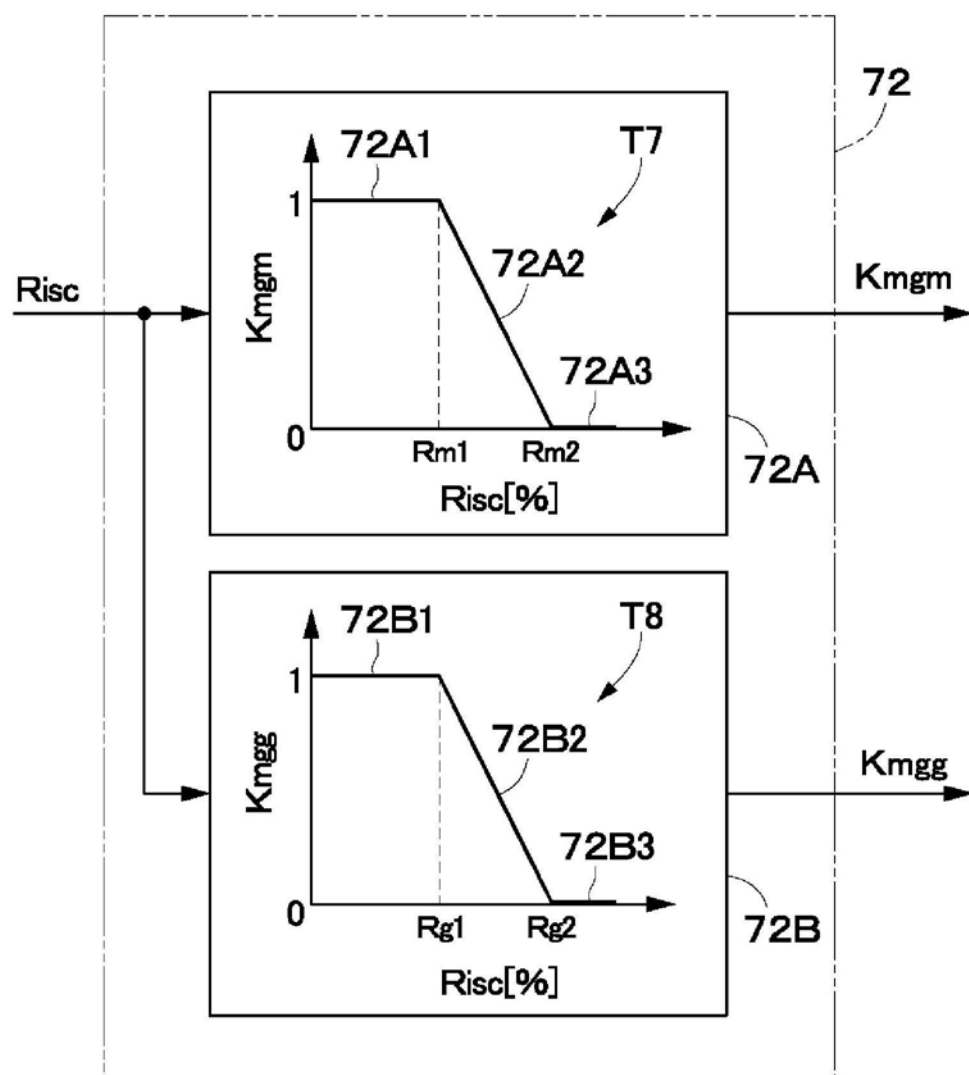


图10

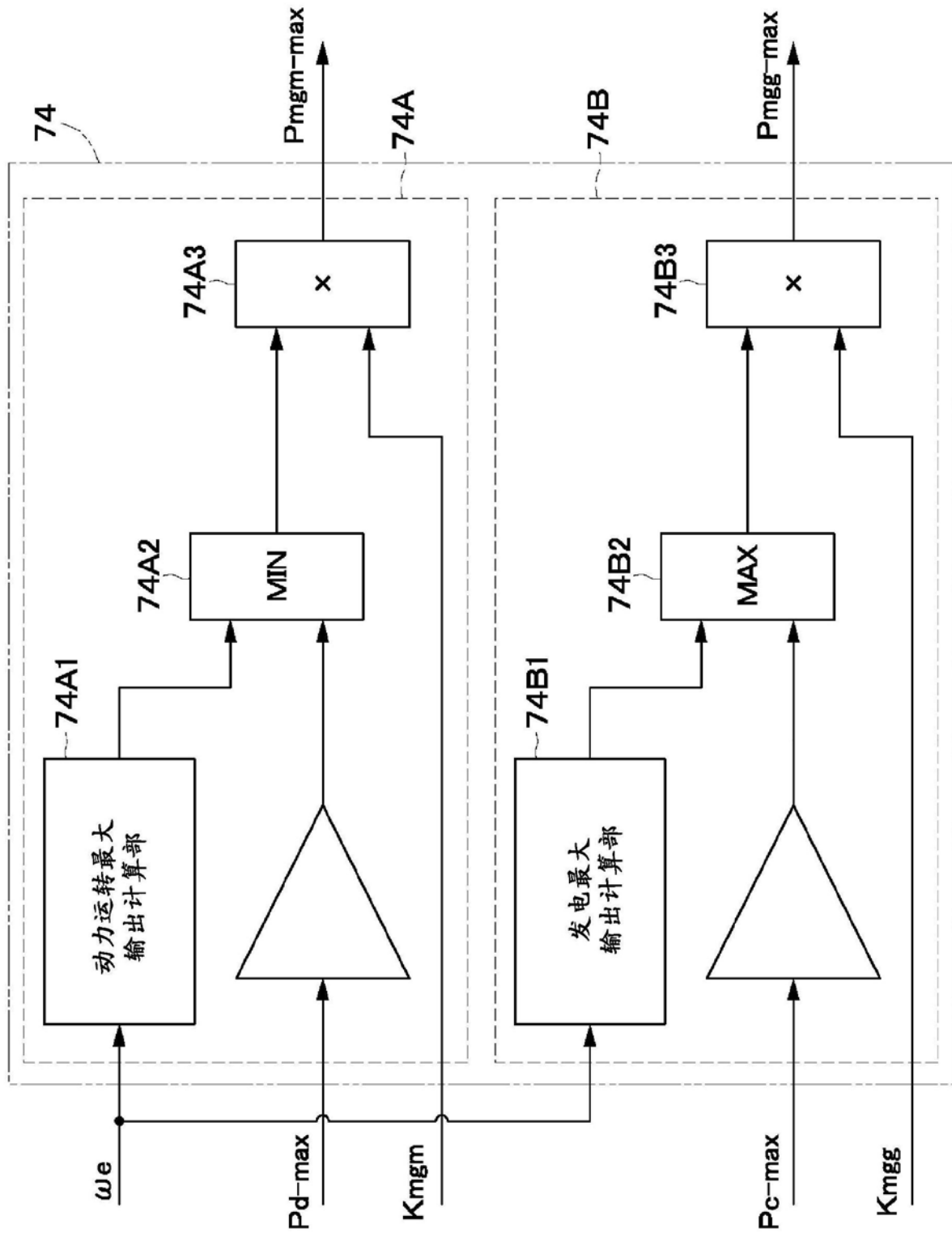


图11

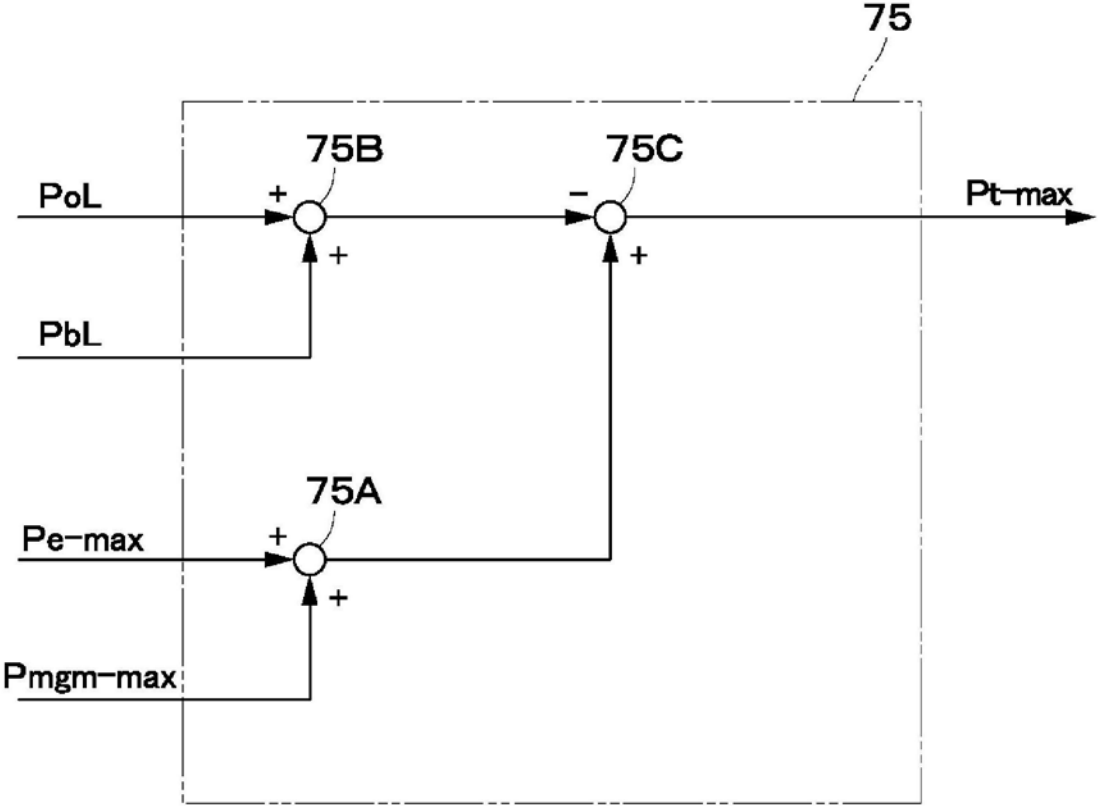


图12

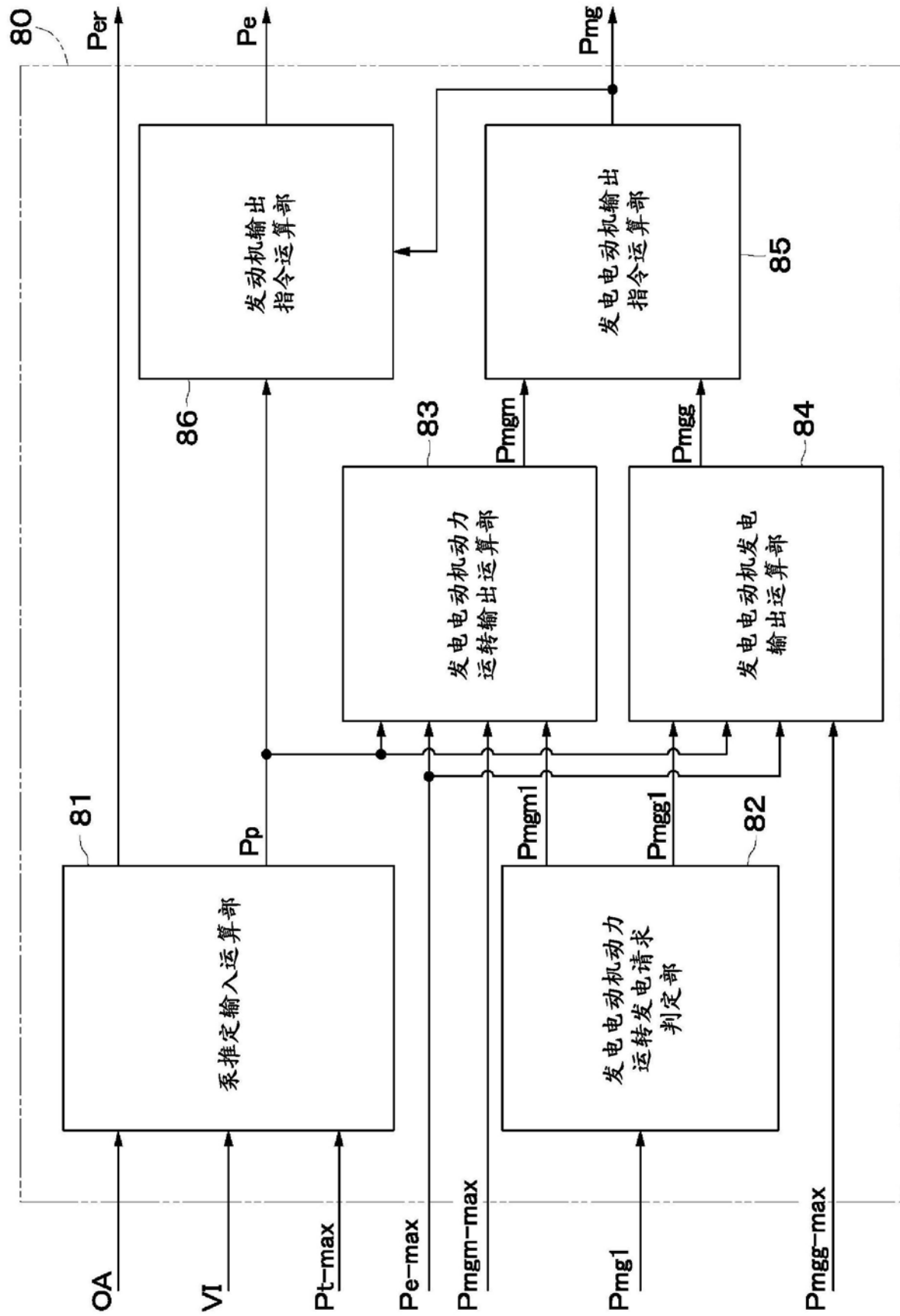


图13

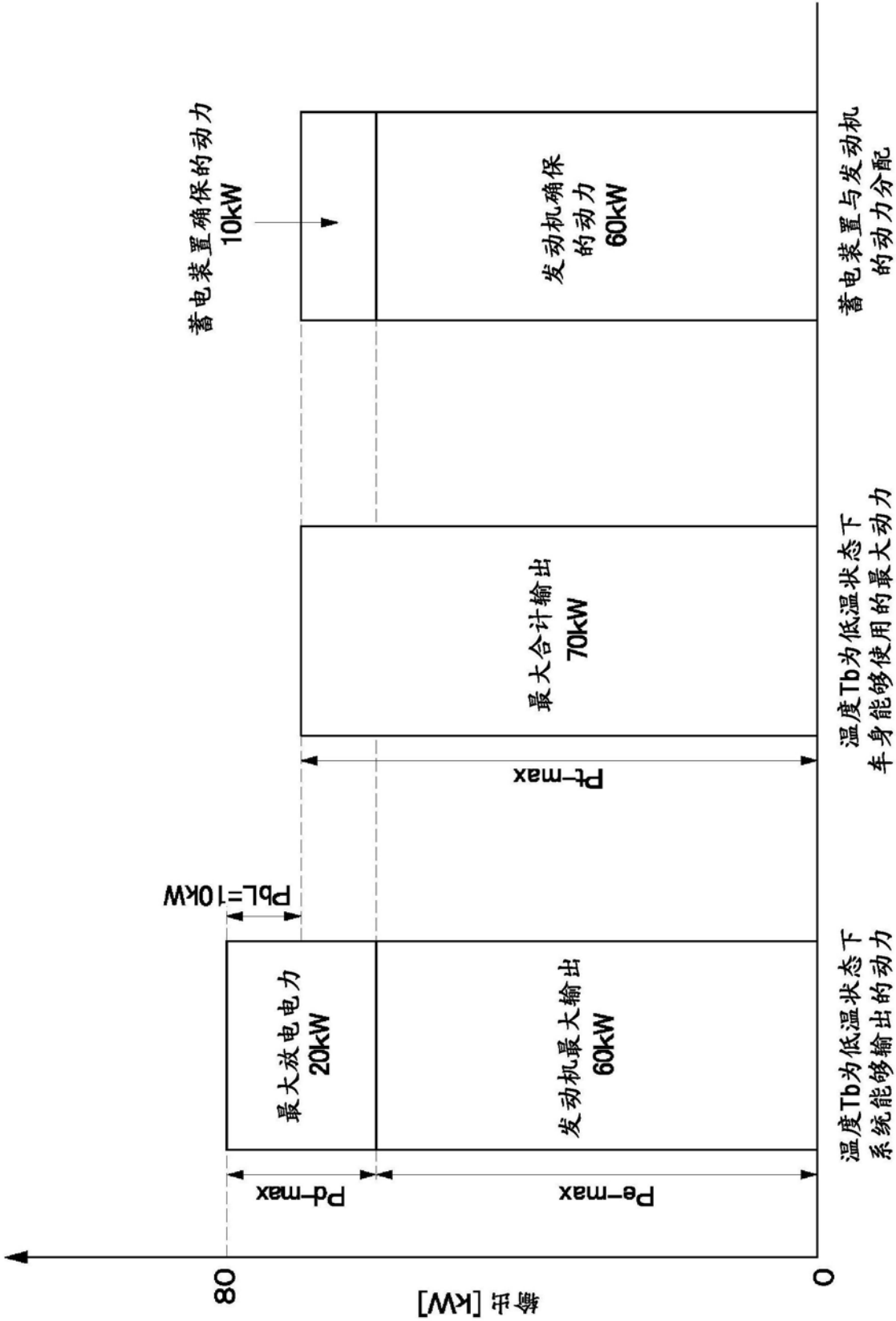


图14

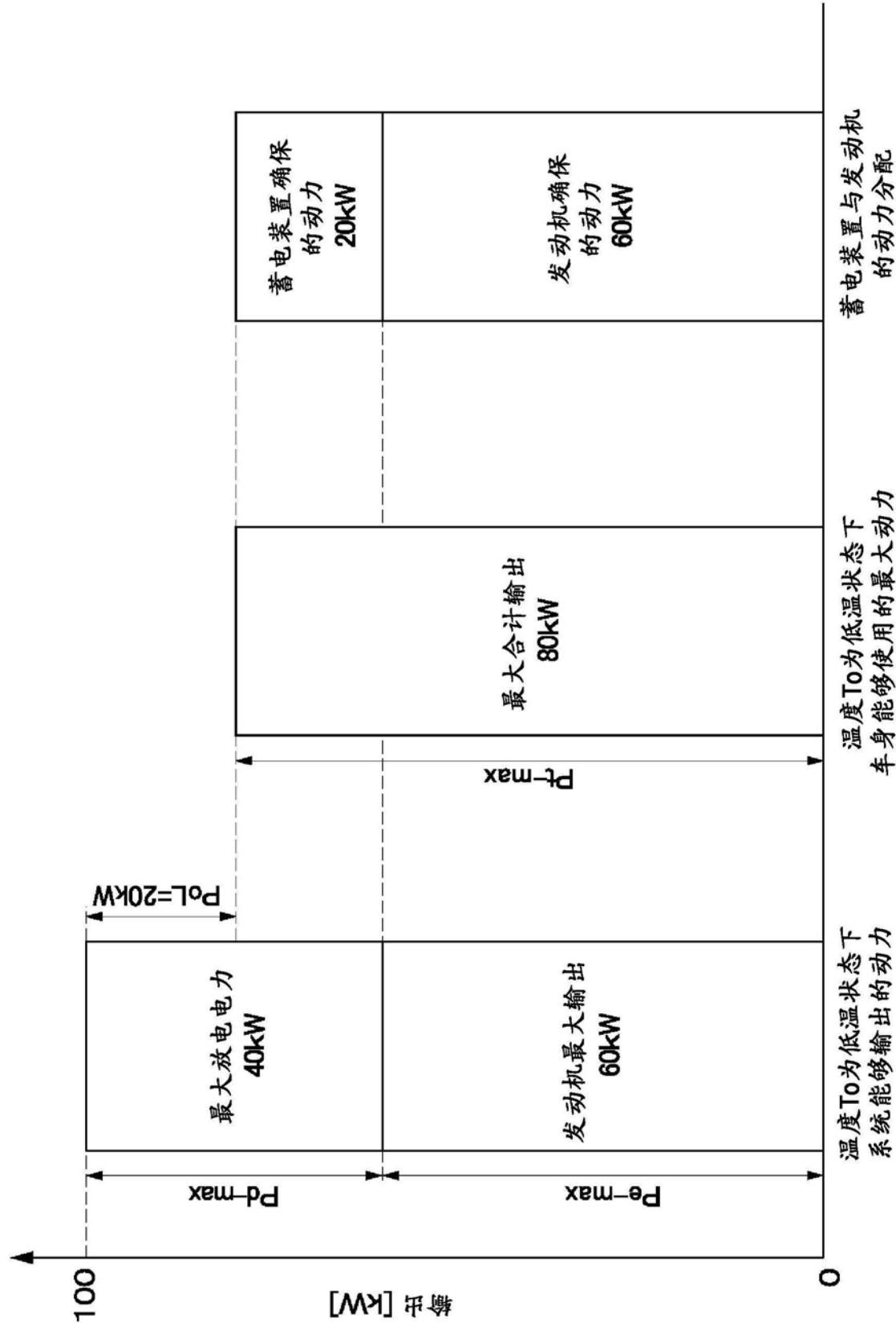


图15

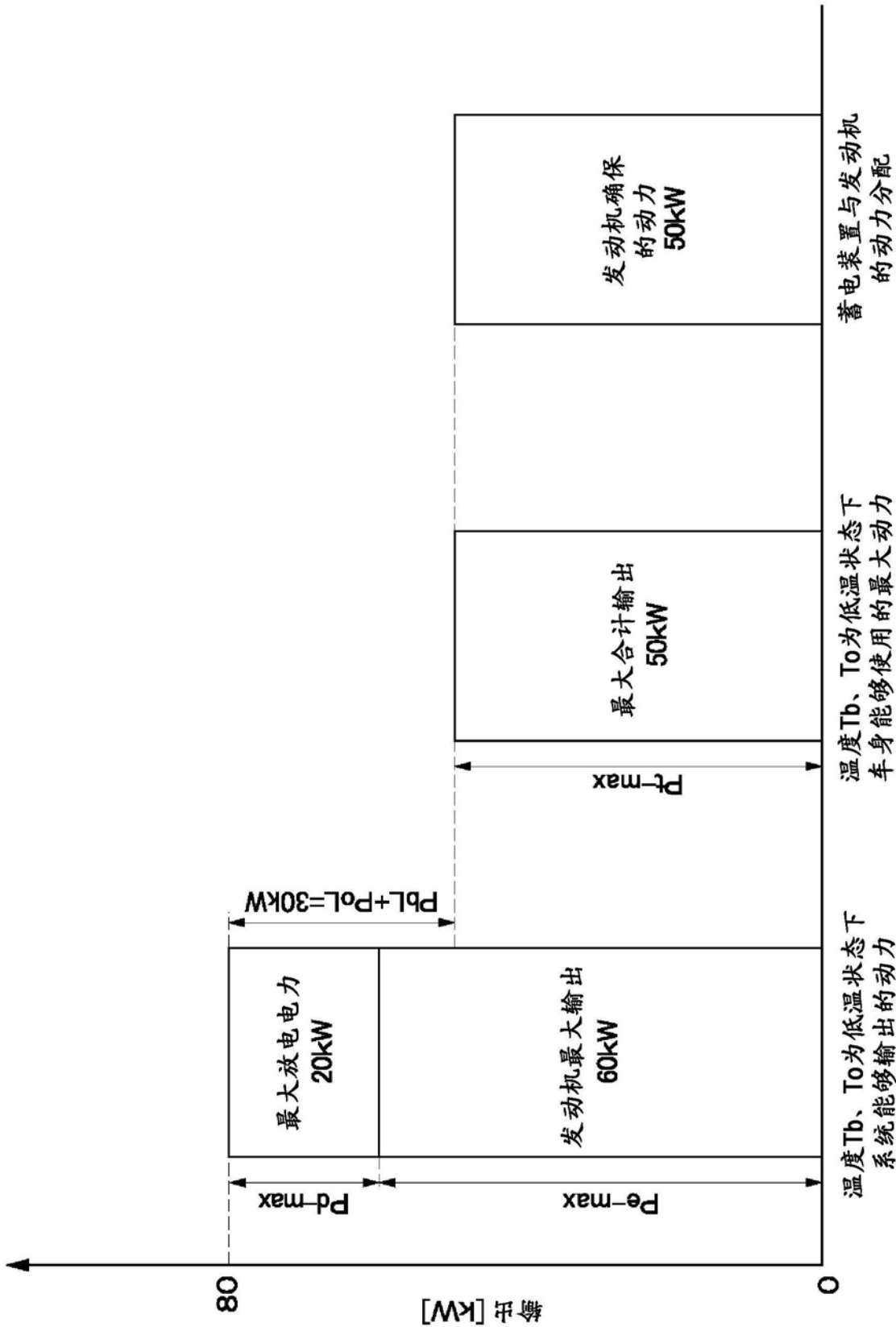


图16