



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105492703 A

(43) 申请公布日 2016. 04. 13

(21) 申请号 201580001013. 3

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2015. 09. 30

E02F 9/20(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 12. 14

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2015/077712 2015. 09. 30

(71) 申请人 株式会社小松制作所

地址 日本国东京都港区

(72) 发明人 今井智贵 大平翼 镇目克

河口正

(74) 专利代理机构 北京德崇智捷知识产权代理

有限公司 11467

代理人 王金双

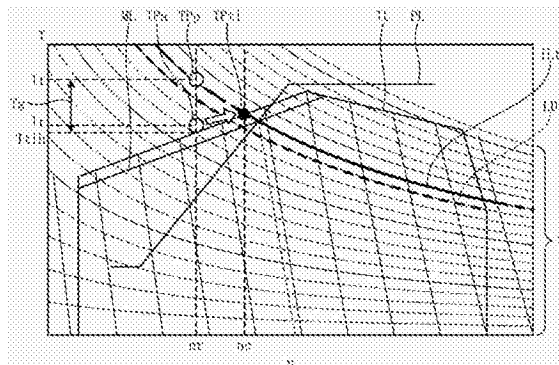
权利要求书2页 说明书20页 附图13页

(54) 发明名称

混合动力作业机械的动力机械控制装置、混合动力作业机械及混合动力作业机械的动力机械控制方法

(57) 摘要

一种动力机械控制装置,在控制产生动力且在用于获取所产生的动力的输出轴上安装有发电电动机的内燃机时,在第一条件和第二条件双方都成立的情况下使上述发电电动机产生动力,其中,该第一条件的成立和不成立基于上述内燃机的实际转速与根据第一关系和第二关系得到的转速的比较来决定,该第二条件的成立和不成立基于上述实际转速时的上述内燃机的转矩与在上述实际转速时使用上述第一关系求出的转矩的比较来决定。上述第一关系表示上述内燃机的转速与在各转速下上述内燃机能够产生的转矩的关系,上述第二关系表示为了规定上述内燃机产生的动力的大小而使用的、上述内燃机的转矩与转速的关系。



1. 一种混合动力作业机械的动力机械控制装置,其特征在于:

在控制产生动力且在用于获取所产生的动力的输出轴上安装有发电电动机的内燃机时,

在第一条件和第二条件双方都成立的情况下使所述发电电动机产生动力,其中,该第一条件的成立和不成立基于所述内燃机的实际转速与根据第一关系和第二关系得到的转速的比较来决定,该第二条件的成立和不成立基于所述实际转速时的所述内燃机的转矩与在所述实际转速时使用所述第一关系求出的转矩的比较来决定,

所述第一关系是所述内燃机的转速与在各转速下所述内燃机能够产生的转矩的关系,

所述第二关系是为了规定所述内燃机产生的动力的大小而使用的、所述内燃机的转矩与转速的关系。

2. 根据权利要求1所述的混合动力作业机械的动力机械控制装置,其特征在于:

所述第一条件在所述内燃机的实际转速为根据所述第一关系和所述第二关系得到的转速以下时成立,

所述第二条件在所述实际转速时的所述内燃机的转矩为下述值以上的情况下成立,该值是比在所述实际转速时根据所述第一关系求出的转矩小了规定的大小。

3. 根据权利要求2所述的混合动力作业机械的动力机械控制装置,其特征在于:

所述动力机械控制装置基于在所述实际转速时根据所述第二关系求取的转矩和在所述实际转速时根据所述第一关系求取的转矩,来决定由所述发电电动机产生的转矩。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的混合动力作业机械的动力机械控制装置,其特征在于:

在从所述发电电动机产生动力的状态切换到所述发电电动机产生电力的状态的情况下,所述动力机械控制装置使指令值从比所述指令值的目标值小的值起随着时间的经过而增加,该指令值用于使所述发电电动机产生电力。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的混合动力作业机械的动力机械控制装置,其特征在于:

所述动力机械控制装置在所述内燃机的实际转速为所述第一关系的最大转矩处的转速以下时使所述发电电动机产生动力。

6. 一种混合动力作业机械,其特征在于,包括:

权利要求1至5中任一项所述的混合动力作业机械的动力机械控制装置;

所述内燃机;

所述发电电动机,其由所述内燃机驱动;以及

蓄电装置,其积蓄由所述发电电动机产生的电力。

7. 一种混合动力作业机械的动力机械控制方法,其特征在于:

在控制产生动力且在用于获取所产生的动力的输出轴上安装有发电电动机的内燃机时,

判断第一条件及第二条件是否成立,其中,该第一条件的成立和不成立基于所述内燃机的实际转速与根据第一关系和第二关系得到的转速的比较来决定,该第二条件的成立和不成立基于所述实际转速时的所述内燃机的转矩和在所述实际转速时根据所述第一关系求出的转矩的比较来决定,

在所述第一条件和所述第二条件双方都成立的情况下输出用于驱动所述发电电动机的驱动指令，

所述第一关系是所述内燃机的转速与在各转速下所述内燃机能够产生的转矩的关系，

所述第二关系是为了规定所述内燃机产生的动力的大小而使用的、所述内燃机的转矩与转速的关系。

8. 根据权利要求7所述的混合动力作业机械的动力机械控制方法，其特征在于：

所述第一条件在所述内燃机的实际转速为根据下述第一关系和第二关系得到的转速以下时成立，其中，该第一关系表示所述内燃机的转速与在各转速下所述内燃机能够产生的转矩的关系，该第二关系表示为了规定所述内燃机产生的动力的大小而使用的、所述内燃机的转矩与转速的关系，

所述第二条件在所述实际转速时的所述内燃机的转矩为下述值以上的情况下成立，该值是在所述实际转速时根据所述第一关系求出的转矩小了规定的大小。

## 混合动力作业机械的动力机械控制装置、混合动力作业机械 及混合动力作业机械的动力机械控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及控制混合动力作业机械所具有的动力机械的技术。

### 背景技术

[0002] 作业机械例如具有内燃机作为动力源,该动力源产生用于行走的动力或用于使作业机动作的动力。近年来,例如有如专利文献1中记载的作业机械:组合内燃机和发电电动机,将内燃机产生的动力作为作业机械的动力,并且通过由内燃机驱动发电电动机来产生电力。

[0003] 专利文献:日本特开2012-241585号公报

### 发明内容

[0004] 在作用于内燃机的负载暂时增加的情况下,内燃机的转速可能大幅下降或内燃机可能停止工作(engine stall,发动机失速)。

[0005] 本发明的目的在于提供一种抑制在内燃机的负载暂时增加的情况下内燃机的转速大幅下降的技术。

[0006] 本发明涉及一种混合动力作业机械的动力机械控制装置,在控制产生动力且在用于获取所产生的动力的输出轴上安装有发电电动机的内燃机时,在第一条件和第二条件双方都成立的情况下使上述发电电动机产生动力,其中,该第一条件的成立和不成立基于上述内燃机的实际转速与根据第一关系和第二关系得到的转速的比较来决定,该第二条件的成立和不成立基于上述实际转速时的上述内燃机的转矩与在上述实际转速时使用上述第一关系求出的转矩的比较来决定。上述第一关系是上述内燃机的转速与在各转速下上述内燃机能够产生的转矩的关系,上述第二关系是为了规定上述内燃机产生的动力的大小而使用的、上述内燃机的转矩与转速的关系。

[0007] 优选的是,上述第一条件在上述内燃机的实际转速为根据上述第一关系和上述第二关系得到的转速以下时成立,上述第二条件在上述实际转速时的上述内燃机的转矩为下述值以上的情况下成立,该值是比在上述实际转速时根据上述第一关系求出的转矩小了规定的大小。

[0008] 优选的是,上述混合动力作业机械的动力机械控制装置基于在上述实际转速时根据上述第二关系求取的转矩和在上述实际转速时根据上述第一关系求取的转矩,来决定由上述发电电动机产生的转矩。

[0009] 优选的是,在从上述发电电动机产生动力的状态切换到上述发电电动机产生电力的状态的情况下,上述混合动力作业机械的动力机械控制装置使指令值从比上述指令值的目标值小的值起随着时间的经过而增加,该指令值用于使上述发电电动机产生电力。

[0010] 优选的是,上述混合动力作业机械的动力机械控制装置在上述内燃机的实际转速为上述第一关系的最大转矩处的转速以下时使上述发电电动机产生动力。

[0011] 本发明涉及一种混合动力作业机械,其包括:上述混合动力作业机械的动力机械控制装置;内燃机;发电电动机,其由该内燃机驱动;以及蓄电装置,其积蓄由该发电电动机产生的电力。

[0012] 本发明涉及一种混合动力作业机械的动力机械控制方法,在控制产生动力且在用于获取所产生的动力的输出轴上安装有发电电动机的内燃机时,判断第一条件及第二条件是否成立,其中,该第一条件的成立和不成立基于上述内燃机的实际转速与根据第一关系和第二关系得到的转速的比较来决定,该第二条件的成立和不成立基于上述实际转速时的上述内燃机的转矩和在上述实际转速时根据上述第一关系求出的转矩的比较来决定,在上述第一条件和上述第二条件双方都成立的情况下输出用于驱动上述发电电动机的驱动指令。上述第一关系是上述内燃机的转速与在各转速下上述内燃机能够产生的转矩的关系,上述第二关系是为了规定上述内燃机产生的动力的大小而使用的、上述内燃机的转矩与转速的关系。

[0013] 优选的是,上述第一条件在上述内燃机的实际转速为根据下述第一关系和第二关系得到的转速以下时成立,其中,该第一关系表示上述内燃机的转速与在各转速下上述内燃机能够产生的转矩的关系,该第二关系表示为了规定上述内燃机产生的动力的大小而使用的、上述内燃机的转矩与转速的关系,上述第二条件在上述实际转速时的上述内燃机的转矩为下述值以上的情况下成立,该值是比在上述实际转速时根据上述第一关系求出的转矩小了规定的大小。

[0014] 本发明能够抑制在内燃机的负载暂时增加的情况下内燃机的转速大幅下降。

## 附图说明

[0015] 图1是表示实施方式涉及的作业机械即液压挖掘机的立体图。

[0016] 图2是表示实施方式涉及的液压挖掘机的驱动系统的概略图。

[0017] 图3是表示实施方式涉及的动力机械控制所使用的转矩线图的一个示例的图。

[0018] 图4是用于说明内燃机的运转状态的图。

[0019] 图5是用于说明内燃机的负载增加的状态的图。

[0020] 图6是用于说明实施方式涉及的动力机械控制装置的控制的图。

[0021] 图7是用于说明实施方式涉及的动力机械控制装置的控制的图。

[0022] 图8是用于说明实施方式涉及的动力机械控制装置的控制的图。

[0023] 图9是用于说明第一条件不再成立而使发电电动机进行发电的情况下动力机械动作的图。

[0024] 图10是表示发电电动机进行发电时转矩相对于时间变化的示例的图。

[0025] 图11是用于说明在实施方式涉及的动力机械控制中第一条件不再成立而使发电电动机进行发电的情况下动力机械动作的图。

[0026] 图12是用于说明实施方式涉及的输出指示线的变形示例的图。

[0027] 图13是表示执行实施方式涉及的动力机械控制的混合动力控制器的结构示例的图。

[0028] 图14是执行实施方式涉及的动力机械控制的混合动力控制器的控制框图。

[0029] 图15是执行实施方式涉及的动力机械控制的混合动力控制器的控制框图。

- [0030] 图16是执行实施方式涉及的动力机械控制的混合动力控制器的控制框图。
- [0031] 图17是执行实施方式涉及的动力机械控制的混合动力控制器的控制框图。
- [0032] 图18是执行实施方式涉及的动力机械控制的混合动力控制器的控制框图。
- [0033] 图19是执行实施方式涉及的动力机械控制的混合动力控制器的控制框图。
- [0034] 图20是执行实施方式涉及的动力机械控制的混合动力控制器的控制框图。
- [0035] 图21是表示实施方式涉及的动力机械控制方法的一个示例的流程图。符号说明
- [0036] 1 液压挖掘机
- [0037] 1PS 驱动系统
- [0038] 2 车辆主体
- [0039] 3 作业机
- [0040] 17 内燃机
- [0041] 17n 转速检测传感器
- [0042] 18 液压泵
- [0043] 19 发电电动机
- [0044] 19I 发电电动机控制装置
- [0045] 22 蓄电装置
- [0046] 23 混合动力控制器
- [0047] 23M 存储部
- [0048] 23P 处理部
- [0049] 23IO 输入输出部
- [0050] 28 燃料调整拨盘(节流拨盘)
- [0051] 30 发动机控制器
- [0052] 33 泵控制器
- [0053] 35 车内LAN
- [0054] 36 动力机械
- [0055] 50 内燃机辅助部
- [0056] 51 控制目标值运算部
- [0057] 51A 转矩获取部
- [0058] 51B 最小值选择部
- [0059] 51C 目标转矩运算部
- [0060] 51D 控制判断转速运算部
- [0061] 51DT 变换表
- [0062] 52 发电电动机输出转矩指令值运算部
- [0063] 52A 加减法部
- [0064] 52B 最大值选择部
- [0065] 53 控制许可标志位生成部
- [0066] 53A 控制许可判断部
- [0067] 53B 控制不许可判断部
- [0068] 60 正常发电处理部

- [0069] 61 目标发电量运算部
- [0070] 61A 加减法部
- [0071] 61B 增益赋予部
- [0072] 61C 最小值选择部
- [0073] 62 目标发电转矩运算部
- [0074] 63 发电转矩限制部
- [0075] 63A 切换部
- [0076] 63B 调制部
- [0077] 64A、64D 加减法器
- [0078] 64B 最小值选择部
- [0079] 64C 最大值选择部
- [0080] 64C 最大值选择部
- [0081] 64E 切换部
- [0082] 64C 选择部
- [0083] 70 运转模式切换部
- [0084] IL 输出指示线
- [0085] LD 负载
- [0086] ML 匹配轨迹
- [0087] PL 泵吸收转矩线
- [0088] TL 最大转矩线
- [0089] TP 匹配点

### 具体实施方式

[0090] 参照附图来详细说明用于实施本发明的方式(实施方式)。

[0091] 作业机械的整体结构

[0092] 图1是表示实施方式涉及的作业机械即液压挖掘机1的立体图。液压挖掘机1具有车辆主体2和作业机3。车辆主体2具有下部行走体4和上部回转体5。下部行走体4具有一对行走装置4a、4a。各行走装置4a、4a分别具有履带4b、4b。各行走装置4a、4a具有行走马达21。图1所示的行走马达21驱动左侧的履带4b。图1中没有记载,不过液压挖掘机1还具有驱动右侧履带4b的行走马达。将驱动左侧履带4b的行走马达称为左行走马达,将驱动右侧履带4b的行走马达称为右行走马达。右行走马达和左行走马达分别驱动履带4b、4b,由此使液压挖掘机1行走或回转。

[0093] 上部回转体5可回转地设置在下部行走体4上。液压挖掘机1通过用于使上部回转体5回转的回转马达而使其回转。回转马达可以是将电力变换成旋转力的电动马达,可以是将液压油的压力(液压)变换成旋转力的液压马达,也可以是液压马达和电动马达的组合。在实施方式中,回转马达是电动马达。

[0094] 上部回转体5具有驾驶室6。上部回转体5还具有燃料箱7、液压油箱8、动力机械室9和配重10。燃料箱7贮存用于驱动发动机的燃料。液压油箱8贮存从液压泵向动臂缸14、斗杆缸15和铲斗缸16等液压缸、以及行走马达21等液压设备排出的液压油。动力机械室9收纳作

为液压挖掘机的动力源的动力机械和向液压设备供给液压油的液压泵等设备。配重10配置在动力机械室9的后方。在上部回转体5的上部安装有扶手5T。

[0095] 作业机3安装在上部回转体5的前部中央位置。作业机3具有动臂11、斗杆12、铲斗13、动臂缸14、斗杆缸15、以及铲斗缸16。动臂11的基端部用销结合于上部回转体5。通过这样的结构,动臂11相对于上部回转体5转动。

[0096] 动臂11与斗杆12用销结合。具体而言,动臂11的前端部与斗杆12的基端部用销结合。斗杆12的前端部与铲斗13用销结合。通过这样的结构,斗杆12相对于动臂11转动。此外,铲斗13相对于斗杆12转动。

[0097] 动臂缸14、斗杆缸15和铲斗缸16是由从液压泵排出的液压油驱动的液压缸。动臂缸14使动臂11动作。斗杆缸15使斗杆12动作。铲斗缸16使铲斗13动作。

[0098] 液压挖掘机1的驱动系统1PS

[0099] 图2是表示实施方式涉及的液压挖掘机1的驱动系统的概略图。在实施方式中,液压挖掘机1是混合动力作业机械,其组合有:内燃机17、由内燃机17驱动进行发电的发电电动机19、积蓄电力的蓄电装置22、供给由发电电动机19产生的电力或从蓄电装置22释放的电力来进行驱动的电动机。具体而言,液压挖掘机1通过电动机24(以下可称为“回转马达24”)使上部回转体5回转。

[0100] 液压挖掘机1具有内燃机17、液压泵18、发电电动机19和回转马达24。内燃机17是液压挖掘机1的动力源。在实施方式中,内燃机17是柴油发动机。发电电动机19与内燃机17的输出轴17S连结。通过这样的结构,发电电动机19由内燃机17驱动而产生电力。此外,在内燃机17产生的动力不足时,发电电动机19由蓄电装置22供给的电力驱动,来辅助内燃机17。

[0101] 在实施方式中,内燃机17是柴油发动机,不过不局限于此。发电电动机19例如是SR(开关磁阻)马达,不过不局限于此。在实施方式中,发电电动机19的转子19R与内燃机17的输出轴17S直接连结,不过不局限于这种结构。例如发电电动机19的转子19R与内燃机17的输出轴17S也可以经由PTO(Power Take Off:动力输出装置)连接。发电电动机19的转子19R也可以连结于与内燃机17的输出轴17S连接的减速器等传递装置,而由内燃机17驱动。在实施方式中,内燃机17和发电电动机19的组合成为液压挖掘机1的动力源。将内燃机17和发电电动机19的组合称为动力机械36。动力机械36是组合内燃机17和发电电动机19的、产生作为作业机械的液压挖掘机1所需的动力的混合动力方式的动力机械。

[0102] 液压泵18向液压设备供给液压油。在本实施方式中,液压泵18例如使用斜板式液压泵这样的可变容量型液压泵。液压泵18的输入部18I与动力传递轴19S连结,该动力传递轴19S连结于发电电动机19的转子。通过这样的结构,液压泵18由内燃机17驱动。

[0103] 驱动系统1PS具有蓄电装置22和回转马达控制装置24I作为用于驱动回转马达24的电动驱动系统。在实施方式中,蓄电装置22是电容器、更具体而言是双电层电容器,不过不局限于此,例如可以是镍氢电池、锂离子电池和铅蓄电池这样的二次电池。回转马达控制装置24I例如是逆变器。

[0104] 发电电动机19产生的电力或从蓄电装置22释放的电力经由电力电缆供给到回转马达24,使图1所示的上部回转体5回转。即,通过使用发电电动机19供给(产生)的电力或蓄电装置22供给(释放)的电力进行动力运行动作,使上部回转体5回转。回转马达24通过在上部回转体5减速时进行再生动作,将电力供给(充电)到蓄电装置22。此外,发电电动机19将



自身产生的电力供给(充电)到蓄电装置22。即,蓄电装置22也能够积蓄发电电动机19产生的电力。

[0105] 发电电动机19由内燃机17驱动而产生电力,或者由蓄电装置22供给的电力驱动来驱动内燃机17。混合动力控制器23通过发电电动机控制装置19I控制发电电动机19。即,混合动力控制器23生成用于驱动发电电动机19的控制信号并提供给发电电动机控制装置19I。发电电动机控制装置19I基于控制信号使发电电动机19产生电力(再生)或者使发电电动机19产生动力(动力运行)。发电电动机控制装置19I例如是逆变器。

[0106] 在发电电动机19设置有旋转传感器25m。旋转传感器25m检测发电电动机19的转速、即转子19R的每单位时间的转数。旋转传感器25m将检测出的转速变换成电信号输出到混合动力控制器23。混合动力控制器23获取旋转传感器25m检测出的发电电动机19的转速,用于发电电动机19和内燃机17的运转状态的控制。旋转传感器25m例如使用旋转变压器或回转式编码器等。在实施方式中,由旋转传感器25m检测出的发电电动机19的转速与内燃机17的转速相等。在它们之间设置有PTO等的情况下,转速因传动比等而有某个比率。在实施方式中,旋转传感器25m也可以是检测发电电动机19的转子19R的转数,混合动力控制器23将转数变换成转速。在实施方式中,发电电动机19的转速能够以由内燃机17的转速检测传感器17n检测出的值代用。

[0107] 在回转马达24设置有旋转传感器25m。旋转传感器25m检测回转马达24的转速。旋转传感器25m将检测出的转速变换成电信号并输出到混合动力控制器23。回转马达24例如使用磁铁嵌入式同步电动机。旋转传感器25m例如使用旋转变压器或回转式编码器等。

[0108] 在实施方式中,混合动力控制器23包括具有CPU(Central Processing Unit,中央处理单元)等处理器和存储器的计算机。混合动力控制器23获取发电电动机19、回转马达24、蓄电装置22、回转马达控制装置24I和后述的发电电动机控制装置19I所具有的、热敏电阻或热电偶等温度传感器的检测值的信号。混合动力控制器23基于所获取的温度来管理蓄电装置22等各设备的温度,并且执行蓄电装置22的充放电控制、发电电动机19的发电控制/对内燃机17的辅助控制、以及回转马达24的动力运行控制/再生控制。此外,混合动力控制器23执行实施方式涉及的动力机械控制方法。

[0109] 驱动系统1PS具有相对于驾驶室6内的操作员座席设置于左右位置上的操作杆26R、26L,该驾驶室6设置于图1所示的车辆主体2。操作杆26R、26L是进行作业机3的操作和液压挖掘机1的行走操作的装置。操作杆26R、26L使作业机3和上部回转体5与各自的操作对应地动作。

[0110] 基于操作杆26R、26L的操作量生成先导液压。先导液压被供给到后述的控制阀。控制阀与先导液压对应地驱动作业机3的阀芯。伴随阀芯的移动,向动臂缸14、斗杆缸15和铲斗缸16供给液压油。其结果,例如与操作杆26R的前后操作对应地进行动臂11的下降、上升动作,与操作杆26R的左右操作对应地进行铲斗13的挖掘、倾卸。此外,例如通过操作杆26L的前后操作进行斗杆12的倾卸、挖掘操作。此外,操作杆26R、26L的操作量由杆操作量检测部27变换成电信号。杆操作量检测部27具有压力传感器27S。压力传感器27S检测与操作杆26L、26R的操作对应地产生的先导液压。压力传感器27S输出与检测出的先导液压对应的电压。杆操作量检测部27通过将压力传感器27S输出的电压换算成操作量来求取杆操作量。

[0111] 杆操作量检测部27将杆操作量作为电信号输出至泵控制器33和混合动力控制器

23中的至少一方。在操作杆26L、26R是电气式杆的情况下,杆操作量检测部27具有电位计等电气式的检测装置。杆操作量检测部27将由电气式的检测装置与杆操作量对应地生成的电压换算成杆操作量,由此求取杆操作量。其结果,例如通过操作杆26L的左右操作,在左右回转方向上驱动回转马达24。此外,通过未图示的左右行走杆驱动行走马达21。

[0112] 在图1所示的驾驶室6内设置燃料调整拨盘28以及模式切换部29。以下,可将燃料调整拨盘28称为节流拨盘28。节流拨盘28设定对内燃机17的燃料供给量。节流拨盘28的设定值(也称为指令值)被转换成电信号并输出至发动机的控制装置(以下可称为发动机控制器)30。

[0113] 发动机控制器30从检测内燃机17的状态的传感器类17C获取内燃机17的转速和水温等传感器的输出值。而且,发动机控制器30基于所获取的传感器类17C的输出值掌握内燃机17的状态,调整对内燃机17的燃料喷射量,由此控制内燃机17的输出。在实施方式中,发动机控制器30包括具有CPU等处理器和存储器的计算机。

[0114] 发动机控制器30基于节流拨盘28的设定值来生成用于控制内燃机17的动作的控制指令的信号。发动机控制器30将生成的控制信号发送到共轨控制部32。接收到该控制信号的共轨控制部32调整对内燃机17的燃料喷射量。即,在实施方式中,内燃机17是能够进行基于共轨式的电子控制的柴油发动机。发动机控制器30通过共轨控制部32控制对内燃机17的燃料喷射量,由此能够使内燃机17产生目标的输出。此外,发动机控制器30还能够自由地设定某个瞬间的内燃机17的转速下可输出的转矩。

[0115] 内燃机17具有转速检测传感器17n。转速检测传感器17n检测内燃机17的输出轴17S的转速、即输出轴17S的每单位时间的转数。发动机控制器30和泵控制器33获取转速检测传感器17n检测出的内燃机17的转速,用于内燃机17的运转状态的控制。在实施方式中,也可以是转速检测传感器17n检测内燃机17的转数,发动机控制器30和泵控制器33将转数转换成转速。在实施方式中,内燃机17的实际转速能够以发电电动机19的旋转传感器25m检测出的值代用。

[0116] 模式切换部29是将液压挖掘机1的作业模式设定成功率模式或经济模式的装置。模式切换部29例如具有设置于驾驶室6中的操作按钮、开关或触摸面板。液压挖掘机1的操作员通过对模式切换部29具有的操作按钮等进行操作,能够切换液压挖掘机1的作业模式。

[0117] 泵控制器33控制从液压泵18排出的液压油的流量。在实施方式中,泵控制器33包括具有CPU等处理器和存储器的计算机。泵控制器33接收从发动机控制器30、模式切换部29和杆操作量检测部27发送的信号。而且,泵控制器33生成用于调整从液压泵18排出的液压油的流量的控制指令的信号。泵控制器33使用所生成的控制信号变更液压泵18的斜板角度,由此变更从液压泵18排出的液压油的流量。

[0118] 来自检测液压泵18的斜板角度的斜板角度传感器18a的信号被输入至泵控制器33。通过由斜板角度传感器18a检测斜板角度,泵控制器33能够计算液压泵18的泵容量。在控制阀20内,设置有用于检测液压泵18的排出压力(以下可称为泵排出压力)的泵压检测部20a。检测出的泵排出压力被转换成电信号并输入至泵控制器33。

[0119] 发动机控制器30、泵控制器33和混合动力控制器23例如通过CAN(Controller Area Network,控制器局域网)这样的车内LAN(Local Area Network,局域网)35进行连接。通过这样的结构,发动机控制器30、泵控制器33和混合动力控制器23能够相互交换信息。

[0120] 在实施方式中,至少发动机控制器30控制内燃机17的运转状态。在这种情况下,发动机控制器30还使用由泵控制器33和混合动力控制器23中的至少一方生成的信息控制内燃机17的运转状态。这样,在实施方式中,发动机控制器30、泵控制器33和混合动力控制器23中的至少一个作为混合动力作业机械的动力机械控制装置(以下可称为动力机械控制装置)发挥功能。即,它们中的至少一个实现实施方式涉及的混合动力作业机械的动力机械控制方法(以下可称为动力机械控制方法),控制动力机械36的运转状态。以下,在不区分发动机控制器30、泵控制器33和混合动力控制器23的情况下,也将它们称为动力机械控制装置。在实施方式中,混合动力控制器23实现动力机械控制装置的功能。

[0121] 动力机械36的控制

[0122] 图3是表示控制实施方式涉及的动力机械36时使用的转矩线图的一个示例的图。转矩线图示出内燃机17的输出轴17S的转矩 $T(N \times m)$ 与输出轴17S的转速 $n(\text{rpm}:\text{rev}/\text{min})$ 的关系。在实施方式中,由于发电电动机19的转子19R与内燃机17的输出轴17S连结,因此内燃机17的输出轴17S的转速 $n$ 与发电电动机19的转子19R的转速相等。以下,提到转速 $n$ 时,是指内燃机17的输出轴17S的转速和发电电动机19的转子19R的转速中的至少一方。在实施方式中,内燃机17的输出、旋转电动机19作为电动机工作时的输出是马力,单位是功率。旋转电动机19作为发电机工作时的输出是电力,单位是电功率。

[0123] 转矩线图包含最大转矩线TL、限制线VL、泵吸收转矩线PL、匹配轨迹(matching route)ML、输出指示线IL。最大转矩线TL示出在图1所示的液压挖掘机1的运转期间内燃机17能够产生的最大的输出。最大转矩线TL相当于第一关系,表示内燃机17的转速 $n$ 与在各转速 $n$ 下内燃机17能够产生的转矩 $T$ 的关系。

[0124] 由最大转矩线TL表示的内燃机17的转矩 $T$ 是考虑内燃机17的耐久性和排气烟度界限等决定的。因此,内燃机17能够产生比与最大转矩线TL对应的转矩 $T$ 大的转矩。实际上,动力机械控制装置例如发动机控制器30对内燃机17进行控制,以使得内燃机17的转矩不超过最大转矩线TL。

[0125] 在限制线VL与最大转矩线TL的交点Pcnt,内燃机17产生的输出最大。将交点Pcnt称为额定点。将额定点Pcnt处的内燃机17的输出称为额定输出。如上所述,最大转矩线TL基于排气烟度界限决定。限制线VL基于最高转速决定。因此,额定输出是基于内燃机17的排气烟度界限和最高转速决定的、内燃机17的最大输出。

[0126] 限制线VL限制内燃机17的转速 $n$ 。即,内燃机17的转速 $n$ 由动力机械控制装置、例如发动机控制器30控制以使其不超过限制线VL。限制线VL规定内燃机17的最大转速。即,动力机械控制装置例如发动机控制器30控制内燃机17的最大转速防止其超过由限制线VL规定的转速而成为过旋转。

[0127] 泵吸收转矩线PL示出相对于内燃机17的转速 $n$ 图2所示的液压泵18能够吸收的最大转矩。匹配轨迹ML设定成在内燃机17以规定的输出工作时例如只要输出相同就选择较低的转速 $n$ 。这样,由于能够使内燃机17以更低的转速运转,所以能够减少因内燃机17的内部摩擦导致的损失。匹配轨迹ML也可以设定成通过燃料消耗率良好的点。

[0128] 输出指示线IL表示内燃机17的转速 $n$ 和转矩 $T$ 的目标。即,控制内燃机17以成为根据输出指示线IL得到的转速 $n$ 和转矩 $T$ 。这样,输出指示线IL相当于第二关系,用于规定内燃机17产生的动力的大小,表示内燃机17的转矩 $T$ 与转速 $n$ 的关系。输出指示线IL为使内燃机

17产生输出的指令值(以下可称为输出指令值)。即,动力机械控制装置例如发动机控制器30控制内燃机17的转矩 $T$ 和转速 $n$ ,以使它们成为与输出指令值对应的输出指示线 $IL$ 上的转矩 $T$ 和转速 $n$ 。例如在与输出指令值对应的是输出指示线 $IL_t$ 的情况下,内燃机17的转矩 $T$ 和转速 $n$ 被控制成为输出指示线 $IL_t$ 上的值。

[0129] 转矩线图包含多个输出指示线 $IL$ 。相邻的输出指示线 $IL$ 之间的值例如通过插补来求取。在实施方式中,输出指示线 $IL$ 为等马力线。等马力线是以使内燃机17的输出为一定的方式决定转矩 $T$ 和转速 $n$ 的关系的线。在实施方式中,输出指示线 $IL$ 不局限于等马力线,也可以是等节流线。等节流线示出在燃料调整拨盘、即节流拨盘28的设定值(节流开度)相等的情况下的转矩 $T$ 与转速 $n$ 的关系。节流拨盘28的设定值是用于规定共轨控制部32向内燃机17喷射的燃料喷射量的指令值。后文将对输出指示线 $IL$ 是等节流线的示例进行说明。

[0130] 在实施方式中,对内燃机17进行控制以成为匹配点 $TP$ 的转矩 $T$ 和转速 $n_m$ 。匹配点 $TP$ 是图3中由实线表示的匹配轨迹 $ML$ 、图3中由实线表示的输出指示线 $IL_t$ 和由实线表示的泵吸收转矩线 $PL$ 的交点。匹配点 $TP$ 是内燃机17的输出和液压泵18的负载平衡的点。由实线表示的输出指示线 $IL_t$ 与在匹配点 $TP$ 处液压泵18吸收内燃机17输出的目标和内燃机17的作为目标的输出对应。

[0131] 在发电电动机19进行发电的情况下,液压泵18吸收的内燃机17输出减小了由发电电动机19吸收的输出 $W_{ga}$ 的量。泵吸收转矩线 $PL$ 移动到由虚线表示的位置。与此时的输出对应的是输出指示线 $IL_g$ 。泵吸收转矩线 $PL$ 在匹配点 $TP$ 时的转速 $n_m$ 与输出指示线 $IL_g$ 交叉。输出指示线 $IL_g$ 与由发电电动机19吸收的输出 $W_{ga}$ 相加而得到的是通过匹配点 $TP$ 的输出指示线 $IL_t$ 。

[0132] 这样,动力机械36、即内燃机17和发电电动机19基于转矩线图中包含的最大转矩线 $TL$ 、限制线 $VL$ 、泵吸收转矩线 $PL$ 、匹配轨迹 $ML$ 和输出指示线 $IL$ 而被控制。接着,对作用于动力机械36、更具体而言是内燃机17的负载暂时变动的情况进行说明。

[0133] 作用于内燃机17的负载暂时变动的情况

[0134] 图4是用于说明内燃机17的运转状态的图。在通常的动力机械36运转中,作用于动力机械36、更具体而言是内燃机17的负载不会超过输出指令值。即,如图4所示,图2所示的发动机控制器30以作用于内燃机17的负载 $LD$ 不超过输出指示线 $IL_t$ 的方式进行控制。然而,有可能在动力机械36的运转期间作用于动力机械36、更具体而言是作用于内燃机17的负载例如因干扰等而暂时变动。

[0135] 此外,在有较大的外力急剧作用于作业机3的情况下,作用于内燃机17的负载也有可能暂时变动。例如如果有较大的外力突然作用于作业机3,则驱动作业机3的液压缸的内压急剧上升,其结果是沿着液压配管传递使液压泵18的压力急剧上升。如果在液压泵18排出的液压油的流量不发生变化的状态下液压泵18的压力急剧上升,则液压泵18的吸收马力急剧增加。通常,在液压回路中,在液压泵18的压力增高时控制使液压泵18的斜板角度变小,通过抑制液压泵18排出的液压油的流量、即斜板角度与内燃机17的转速之积,来抑制内燃机17的输出。这样,通常,为了防止液压泵18的吸收马力超过目标吸收马力,进行使液压泵18排出的液压油的流量下降的控制,但是在作用于内燃机17的负载急剧变化的情况下,上述的控制有可能赶不及。而且,在发电电动机19进行发电时所需的转矩急剧增加的情况下,作用于内燃机17的负载有时也会暂时变动。

[0136] 图5是用于说明内燃机17的负载增加的状态的图。例如有时会由于作用于内燃机17的负载因干扰等而急剧增加,使得超过输出指令值的负载作用于内燃机17。在图5所示的示例中,发动机控制器30对内燃机17进行控制以成为输出指示线ILt上的匹配点TP处的转矩T和转速nm,但是负载LD有时会因干扰等而超过输出指示线ILt。

[0137] 于是,在内燃机17中,由于维持转速n的能量(惯性能量)被消耗,所以转速n下降。如果转速n下降,则内燃机17的转矩T沿着输出指示线ILt上升至最大转矩线TL的转矩T。然后,如图5的点TPa所示,内燃机17的转矩T和转速n沿着最大转矩线TL下降。通常,因干扰等引起的负载LD的增加是暂时的,会迅速地变为输出指令值以下。内燃机17的转矩T和转速n沿着最大转矩线TL下降的话,即使内燃机17的负载LD变为输出指令值以下,内燃机17的转速n也持续下降,可能导致转速n的大幅下降或内燃机17的停止。这种现象是内燃机17的转速n处于在最大转矩线TL上为最大值TLmax时的转速ntmax以下的范围内发生的。

[0138] 为了抑制这种现象,动力机械控制装置、更具体而言是图2所示的混合动力控制器23执行实施方式涉及的动力机械控制方法。即,混合动力控制器23在超过输出指令值的负载LD暂时作用于内燃机17的情况下,使图2所示的发电电动机19作为电动机来进行驱动,该输出指令值是用于规定内燃机17产生的动力的指令值。由于使发电电动机19作为电动机来进行驱动,所以发电电动机19的转矩T提供给内燃机17,从而抑制内燃机17的转速n下降。其结果,在暂时比输出指令值增加的负载LD返回到输出指令值以下之后,内燃机17能够以匹配点TP的转矩T和转速nm继续运转。

[0139] 图6~图8是用于说明实施方式涉及的动力机械控制装置的控制的图。在由实施方式涉及的动力机械控制装置进行的控制(以下可称为动力机械控制)中,混合动力控制器23在第一条件和第二条件双方都成立的情况下,输出用于驱动发电电动机19的驱动指令,使发电电动机19产生动力。接着,参照图6来说明第一条件和第二条件。

[0140] 第一条件的成立和不成立基于内燃机17的实际转速nr与根据最大转矩线TL和输出指示线ILt得到的转速nc的比较来决定。内燃机17的实际转速nr是动力机械控制时的内燃机17的实际转速。在实施方式中,实际转速nr是图2所示的混合动力控制器23从检测发电电动机19的转速的旋转传感器25m获取的转速。第一条件在内燃机17的实际转速nr为根据最大转矩线TL和输出指示线ILt得到的转速(以下可称为控制判断转速)nc以下时成立。控制判断转速nc是最大转矩线TL与输出指示线ILt交叉的交点TPc处的转速。

[0141] 仅依据第一条件,在内燃机17的转矩T小于最大转矩线TL的情况下使发电电动机19作为电动机工作,其结果是消耗了蓄电装置22的电力,内燃机17的燃料消耗量可能会变劣。此外,如果实际转速nr以控制判断转速nc为中心上下波动,则可能出现发电电动机19反复作为电动机工作的情况和作为发电机工作的情况。即,仅依据第一条件,可能产生脉动(hunting)。在实施方式中,除第一条件以外,在接下来说明的第二条件也成立时使发电电动机19作为电动机进行驱动,由此抑制如上所述的内燃机17燃料消耗量变劣的可能性和如上所述的脉动。

[0142] 第二条件的成立和不成立基于实际转速nr时的内燃机17的转矩Tr和在实际转速nr时使用最大转矩线TL求出的转矩Tt1的比较来决定。转矩Tr是,混合动力控制器23通过经由车内LAN35的通信获取由图2所示的发动机控制器30求出的值。发动机控制器30获取由转速检测传感器17n检测出的内燃机17的转速n,将与该转速n对应的最大转矩线TL上的转矩

$T_{t1h}$ 作为内燃机17的转矩 $T_r$ 输出至混合动力控制器23。第二条件在实际转速 $n_r$ 时的内燃机17的转矩 $T_r$ 为在实际转速 $n_r$ 时根据最大转矩线 $T_L$ 求出的转矩 $T_{t1h}$ 以上的情况下成立。

[0143] 此外,第二条件也可以设定为在实际转速 $n_r$ 时的内燃机17的转矩 $T_r$ 为阈值 $T_{t11}$ 以上的情况下成立,该阈值 $T_{t11}$ 是比在实际转速 $n_r$ 时根据最大转矩线 $T_L$ 求出的转矩 $T_{t1h}$ 小了的与规定的大小对应的量的值。这样,即使在由发动机控制器30求出的转矩 $T_r$ 存在偏差的情况下,混合动力控制器23也能够可靠地判断第二条件。

[0144] 规定的大小没有限定,例如能够设定为比在实际转速 $n_r$ 时根据最大转矩线 $T_L$ 求出的转矩 $T_{t1h}$ 与在实际转速 $n_r$ 时根据匹配轨迹 $M_L$ 求出的转矩 $T_{m1}$ 的差值 $\Delta$ 小的值。差值 $\Delta$ 是 $T_{t1h}-T_{m1}$ 。例如规定的值还可以在差值 $\Delta$ 的5%以上80%以下的范围内决定。此外,规定的值也可以为在实际转速 $n_r$ 时根据最大转矩线 $T_L$ 求出的转矩 $T_{t1h}$ 的1%~10%的范围。在这种情况下,阈值 $T_{t11}$ 为转矩 $T_{t1h}$ 的90%~99%。

[0145] 最大转矩线 $T_L$ 是内燃机17在各转速 $n$ 下能够输出的最大转矩 $T$ 的集合,因此内燃机实际产生的转矩 $T$ 实际上不会超过由最大转矩线 $T_L$ 决定的转矩 $T$ 。在实施方式中,第二条件设定成在内燃机17的转矩 $T_r$ 大于在实际转速 $n_r$ 时根据最大转矩线 $T_L$ 求出的转矩 $T_{t1h}$ 的情况下也成立。即,在实施方式中,也设想内燃机的转矩 $T_r$ 大于根据最大转矩线 $T_L$ 决定的转矩 $T$ 的情况。

[0146] 如上所述,实际转速 $n_r$ 是混合动力控制器23从检测发电电动机19的转速的旋转传感器25m获取的转速。与实际转速 $n_r$ 对应的内燃机17的转矩 $T_r$ 是在混合动力控制器23从旋转传感器25m获取转速 $n_r$ 的控制周期中,混合动力控制器23通过经由车内LAN35的通信从发动机控制器30获取的。因此,在经由车内LAN35的通信发生延迟的情况下,混合动力控制器23可能会取得从旋转传感器25m获取转速 $n_r$ 的控制周期的之前控制周期的转矩 $T_r$ 。

[0147] 在转速 $n_{t1mx}$ 以下时,在负载 $L_D$ 超过输出指令值的情况下,内燃机17的转矩 $T$ 随着转速 $n$ 的下降而下降。因此,在经由车内LAN35的通信发生延迟的情况下,认为混合动力控制器23从发动机控制器30获取的转矩 $T_r$ 比实际的内燃机17的转矩高。在实施方式中,如上所述,设定成在内燃机17的转矩 $T_r$ 为在实际转速 $n_r$ 时根据最大转矩线 $T_L$ 求出的转矩 $T_{t1h}$ 以上的情况下成立。这样,即使在经由车内LAN35的通信发生延迟的情况下,混合动力控制器23也能够可靠地判断第二条件。

[0148] 接着,参照图7来说明发电电动机19产生的转矩。第一条件和第二条件都成立之后,混合动力控制器23使发电电动机19作为电动机来进行驱动。在这种情况下,混合动力控制器23基于在实际转速 $n_r$ 时根据输出指示线 $I_{L_t}$ 求取的转矩 $T_t$ 和在实际转速 $n_r$ 时根据最大转矩线 $T_L$ 求取的转矩 $T_{t1h}$ 来决定发电电动机19要产生的转矩(以下可称为发电电动机转矩) $T_g$ 。具体而言,发电电动机转矩 $T_g$ 是转矩 $T_t$ 与转矩 $T_{t1h}$ 之差。在实际转速 $n_r$ 时根据输出指示线 $I_{L_t}$ 求取的转矩 $T_t$ 是实际转速 $n_r$ 时的输出指示线 $I_{L_t}$ 上的点 $T_{P_p}$ 的转矩。

[0149] 混合动力控制器23控制图2所示的发电电动机控制装置19I,并从蓄电装置22向发电电动机19供给电力,以成为所求出的发电电动机转矩 $T_g$ 。此时动力机械36产生的转矩 $T$ 为在实际转速 $n_r$ 时根据最大转矩线 $T_L$ 得到的转矩 $T_{t1h}$ 与发电电动机转矩 $T_g$ 之和、即在实际转速 $n_r$ 时根据输出指示线 $I_{L_t}$ 求取的转矩 $T_t$ 。通过这样的控制,如果负载 $L_D$ 变得小于与输出指示线 $I_{L_t}$ 对应的输出指令值,则动力机械36的输出、即内燃机17的输出和发电电动机19的输出的合计值变得大于负载 $L_D$ 。动力机械36的输出与负载 $L_D$ 的差值成为使内燃机17的转速 $n$

上升的能量,因此如图7的箭头所示,内燃机17的转速 $n$ 上升。

[0150] 随着内燃机17的转速 $n$ 上升,图8所示的、表示内燃机17的运转状态的点TPb返回至负载LD增加之前的匹配点TP。内燃机17在负载LD增加之前的匹配点TP继续运转,因此避免了内燃机17的停止。这样,混合动力控制器23通过执行实施方式涉及的动力机械控制,在即使作用于内燃机17的负载暂时变动、更具体而言是暂时增加的情况下,也能使发电电动机19作为电动机来进行驱动,因此能够降低内燃机17停止的可能性。

[0151] 如果发电电动机19作为电动机来进行驱动,则积蓄在蓄电装置22中的电力被消耗。因此,在无需使发电电动机19作为电动机来进行驱动时,混合动力控制器23使发电电动机19产生电力并将电力积蓄在蓄电装置22中。即,混合动力控制器23将发电电动机19产生动力的状态切换成发电电动机19产生电力的状态。不需要使发电电动机19作为电动机来进行驱动的情况,是内燃机17的实际转速 $n_r$ 变得大于控制判断转速 $n_c$ 的情况。接着,对切换发电电动机19的工作状态的情况进行说明。

[0152] 切换发电电动机19的工作状态的情况

[0153] 图9是用于说明第一条件不再成立而使发电电动机19进行发电的情况下动力机械36动作的图。图10是表示发电电动机19进行发电时转矩 $T_{gg}$ 相对于时间 $t$ 变化的示例的图。图11是用于说明在实施方式涉及的动力机械控制中第一条件不再成立后发电电动机19进行发电的情况下动力机械36动作的图。

[0154] 在负载LD超过输出指令值的情况下发电电动机19作为电动机工作,由此使内燃机17在负载LD超过输出指令值之前的匹配点TP运转。此时,混合动力控制器23为了在蓄电装置22中积蓄电力,而使发电电动机19进行发电。根据蓄电装置22的充电所需的发电量而求出的转矩(以下可称为被驱动转矩) $T_{ggt}$ 由内燃机17驱动发电电动机19。

[0155] 在内燃机17的实际转速 $n_r$ 变得大于控制判断转速 $n_c$ 的情况下,混合动力控制器23将发电电动机19的工作状态从驱动切换成发电。在这种情况下,混合动力控制器23不变更对内燃机17的输出指令值,而使泵吸收转矩 $T_{pa}$ 的指令值(以下可称为泵吸收转矩指令值)下降被驱动转矩 $T_{ggt}$ 的量。具体而言,由实线表示的、规定当前的匹配点TP的泵吸收转矩线 $PL_b$ 移动至泵吸收转矩线 $PL_p$ 。

[0156] 即使使泵吸收转矩指令值下降,由于控制液压泵18时的响应延迟,实际的泵吸收转矩 $T_{pa}$ 也只会逐渐下降。因此,使实际的泵吸收转矩 $T_{pa}$ 下降被驱动转矩 $T_{ggt}$ 的量,需要时间。发电电动机19收到的指令后几乎无时间延迟地响应,因此对于发电的指令被驱动转矩 $T_{ggt}$ 几乎无延迟地作用于内燃机17。其结果,如果在发电电动机19的工作状态被切换成发电时的被驱动转矩 $T_{ggt}$ 较大,则输出指令值以上的负载LD作用于内燃机17。

[0157] 具体而言,在发电的指令提供给发电电动机19后而使被驱动转矩 $T_{ggt}$ 作用于内燃机17时,实际的泵吸收转矩为点 $TP_{eg}$ 处的值、即 $T_{eg}$ 。这样,在被驱动转矩 $T_{ggt}$ 作用于内燃机17时,出现还没有完全降低了相当于被驱动转矩 $T_{ggt}$ 的转矩的状态。于是,在匹配点TP处的转速 $n_{mp}$ 下,将泵吸收转矩 $T_{eg}$ 和被驱动转矩 $T_{ggt}$ 相加而得到的转矩 $T_{a1}$ 作用于内燃机17。如图9所示,如果匹配点TP的转速 $n_{mp}$ 下的转矩 $T_{a1}$ 变得大于匹配点TP的转矩 $T_{mp}$ ,则与通过匹配点TP的输出指示线 $IL_t$ 对应的输出相比有较大的负载LD作用于内燃机17。于是,内燃机17的转速 $n$ 下降,发电电动机19再次作为电动机被驱动。其结果,可能产生脉动,出现发电电动机19反复作为电动机产生动力的情况和作为发电机产生电力的情况。

[0158] 因此,在将发电电动机19的工作状态从驱动状态切换成发电状态的情况下,如图11所示,混合动力控制器23对用于使发电电动机19进行发电的指令值(以下可称为发电指令值)即被驱动转矩 $T_{ggt}$ 进行调制而输出。进行调制之后的被驱动转矩用 $T_{gg}$ 表示。在对被驱动转矩 $T_{ggt}$ 进行调制时,如图10所示,被驱动转矩 $T_{gg}$ 随着时间 $t$ 的经过从0增加,在时间 $t_t$ 成为作为目标的被驱动转矩 $T_{ggt}$ 。图11中的点 $TP_g$ 表示被驱动转矩 $T_{gg}$ 的变化,点 $T_{peg}$ 表示泵吸收转矩 $T_{eg}$ 的变化。

[0159] 这样,混合动力控制器23使发电指令值从小于目标值的值起随着时间的变化而变化(在实施方式中为增加)并将其输出来控制发电电动机19。通过这样的控制,发电指令值、即被驱动转矩 $T_{gg}$ 逐渐增加而达到作为目标值的被驱动转矩 $T_{ggt}$ 。因此,即使实际的泵吸收转矩 $T_{pa}$ 因控制液压泵18时的响应延迟而逐渐下降,也能够抑制将泵吸收转矩 $T_{eg}$ 和施加了调制的被驱动转矩 $T_{gg}$ 相加而得到的转矩 $T_{a1}$ 变得大于匹配点 $TP$ 的转矩 $T_{mp}$ 。而且,在发电电动机19的工作状态被切换成发电的情况下,通过抑制内燃机17的转速 $n$ 下降,能够抑制上述的脉动。

[0160] 输出指示线的变形示例

[0161] 图12是用于说明实施方式涉及的输出指示线的变形示例的图。如上所述,图3~图9、以及图10所示的输出指示线 $IL$ 是等马力线,而变形示例涉及的输出指示线是等节流线。图12所示的转矩线图示出等节流线 $EL1$ 、 $EL2$ 、 $EL3a$ 、 $EL3b$ 、 $EL3c$ 、 $EL3d$ 、 $EL3e$ 、 $EL3f$ 、等马力线 $EP0$ 、 $EPa$ 、 $EPb$ 、 $EPc$ 、 $EPd$ 、 $EPe$ 、 $EPf$ 、限制线 $VL$ 、 $HL$ 、 $LL$ 、内燃机17的最大转矩线 $TL$ 、泵吸收转矩线 $PL$ 、以及匹配轨迹 $ML$ 。

[0162] 等节流线 $EL1$ 、 $EL2$ 、 $EL3a$ 、 $EL3b$ 、 $EL3c$ 、 $EL3d$ 、 $EL3e$ 、 $EL3f$ 示出燃料调整拨盘、即图2所示的节流拨盘28的设定值(节流开度)相等的情况下转矩 $T$ 与转速 $n$ 的关系。节流拨盘28的设定值是指用于规定共轨控制部32向内燃机17喷射的燃料喷射量的指令值。

[0163] 在变形示例中,节流拨盘28的设定值用百分率表示,在对内燃机17的燃料喷射量为0的情况下为0%,在对内燃机17的燃料喷射量为最大的情况下为100%。在变形示例中,在动力机械控制装置控制内燃机17的运转状态时,并不是使对内燃机17的燃料喷射量为最大的情况与内燃机17为最大输出的情况相对应。

[0164] 等节流线 $EL1$ 与节流拨盘28的设定值为100%即对内燃机17的燃料喷射量为最大的情况对应。等节流线 $EL2$ 与节流拨盘28的设定值为0%的情况对应。等节流线 $EL3a$ 、 $EL3b$ 、 $EL3c$ 、 $EL3d$ 、 $EL3e$ 、 $EL3f$ 依序与节流拨盘28的设定值大的值对应。

[0165] 对于等节流线 $EL1$ 、 $EL2$ 、 $EL3a$ ~ $EL3f$ ,在内燃机17的转速 $n$ 相同的情况下进行比较的话,等节流线 $EL1$ 的燃料喷射量最大,等节流线 $EL2$ 的燃料喷射量最小、即为0。等节流线 $EL3a$ 、 $EL3b$ 、 $EL3c$ 、 $EL3d$ 、 $EL3e$ 、 $EL3f$ 的燃料喷射量依序增大。

[0166] 即,等节流线 $EL1$ 表示与对内燃机17的燃料喷射量为最大的情况对应的、转矩 $T$ 与转速 $n$ 的第三关系。以下,可将等节流线 $EL1$ 称为第一等节流线 $EL1$ 。在变形示例中,第一等节流线 $EL1$ 是内燃机17的等马力线、即表示内燃机17的输出固定的线。第一等节流线 $EL1$ 在成为内燃机17的额定输出的转速下的输出为额定输出以上。在变形示例中,第一等节流线 $EL1$ 作为等马力线,不过不局限于此。

[0167] 等节流线 $EL2$ 表示与对内燃机17的燃料喷射量为0的情况对应的、转矩 $T$ 与转速 $n$ 的第四关系。等节流线 $EL2$ 被设定为:以内燃机17的转矩 $T$ 为0且转速 $n$ 为0为起点,内燃机17的



转矩 $T$ 随着内燃机17的转速 $n$ 增加而下降。转矩 $T$ 下降的比例基于因内燃机17的内部摩擦而产生的摩擦转矩 $T_f$ 来决定。以下,可将等节流线EL2称为第二等节流线EL2。

[0168] 摩擦转矩 $T_f$ 与因内燃机17的内部摩擦导致的损失对应。在图12所示的转矩线图中,设内燃机17输出的转矩为正。因此,在图12所示的转矩线图中,摩擦转矩 $T_f$ 为负值。摩擦转矩 $T_f$ 随着转速 $n$ 的增加而增大。第二等节流线EL2能够根据内燃机17的各转速 $n$ 相对于摩擦转矩 $T_f$ 的关系来求取。

[0169] 等节流线EL3a、EL3b、EL3c、EL3d、EL3e、EL3f位于第一等节流线EL1与第二等节流线EL2之间。等节流线EL3a、EL3b、EL3c、EL3d、EL3e、EL3f表示根据第一等节流线EL1及第二等节流线EL2的值而得到的、转矩 $T$ 与转速 $n$ 的第三关系。在本实施方式中,等节流线EL3a、EL3b、EL3c、EL3d、EL3e、EL3f是通过对第一等节流线EL1和第二等节流线EL2的值进行插补而得到。作为插补,例如使用线性插补等。求取等节流线EL3a、EL3b、EL3c、EL3d、EL3e、EL3f的方法不局限于插补。

[0170] 以下,可将等节流线EL3a、EL3b、EL3c、EL3d、EL3e、EL3f称为第三等节流线EL3a、EL3b、EL3c、EL3d、EL3e、EL3f。在不区分多个第三等节流线EL3a、EL3b、EL3c、EL3d、EL3e、EL3f的情况下,称为等节流线EL3或第三等节流线EL3。

[0171] 在图12所示的示例中,第三等节流线EL3有6条,第三等节流线EL3位于第一等节流线EL1与第二等节流线EL2之间即可。因此,第三等节流线EL3的数量没有限制。此外,相邻的第三等节流线EL3彼此的间隔也没有限定。

[0172] 第一等节流线EL1、第二等节流线EL2和第三等节流线EL3都示出内燃机17的转速 $n$ 和转矩 $T$ 的目标。即,对内燃机17进行控制以成为根据第一等节流线EL1、第二等节流线EL2和第三等节流线EL3而得到的转速 $n$ 和转矩 $T$ 。

[0173] 等马力线EP0、EPa、EPb、EPc、EPd、Epe、EPf以使内燃机17的输出恒定的方式决定转矩 $T$ 与转速 $n$ 的关系。按照等马力线EP0、EPa、EPb、EPc、EPd、Epe、EPf的顺序内燃机17的输出依序增大。等马力线EP0与内燃机17的输出为0的情况对应。在本实施方式中,等马力线EP0、EPa、EPb、EPc、EPd、Epe、EPf相当于转矩 $T$ 与转速 $n$ 的第四关系。在不区分等马力线EP0、EPa、EPb、EPc、EPd、Epe、EPf的情况下,称为等马力线EP。等马力线EP具有进行限制的功能以使得内燃机17的输出不超过由该等马力线EP规定的输出。实施方式涉及的输出指示线IL如上所述是等马力线EP。

[0174] 第二等节流线EL2中,转矩 $T$ 随着内燃机17的转速 $n$ 增加而按照一次函数减少。第三等节流线EL3通过对第一等节流线EL1和第二等节流线EL2进行插补而得到。因此,等马力线EP与对应于该等马力线EP的马力的第三等节流线EL3在一点上交叉。例如,节流开度对应于50%的第三等节流线EL3,其对应于与内燃机17的最大输出的一半对应的等马力线EP,两者在一点上交叉。限制线VL、最大转矩线TL、匹配轨迹ML、泵吸收转矩线PL、以及额定点Pcnt与实施方式相同。

[0175] 动力机械控制装置例如图2所示的发动机控制器30,使用第一等节流线EL1、第二等节流线EL2、以及通过对两者进行插补而得到的第三等节流线EL3,与实施方式同样地控制内燃机17的运转状态。例如发动机控制器30能够对内燃机17进行控制以成为对应于节流拨盘28的指示值的第三等节流线EL3、匹配轨迹ML、泵吸收转矩线PL交叉的匹配点TP上的转矩 $T$ 和转速 $n$ 。

[0176] 在变形示例中,发动机控制器30至少将第一等节流阀EL1、第二等节流阀EL2、以及通过对两者进行插补而得到的第三等节流阀EL3的信息存储在自身的存储装置中,并基于它们和节流阀28的设定值,控制内燃机17的运转状态。因此,发动机控制器30仅输入有节流阀28的设定值,就能够控制内燃机17的运转状态。因此,通过使用发动机控制器30,即使不使用发动机控制器30以外的控制器、例如泵控制器33等其他控制器,也能够通过仅生成节流阀28的设定值来控制内燃机17。其结果,通过使用发动机控制器30,来提高控制内燃机17的运转状态时的自由度和通用性。例如在想要试验内燃机17单体的性能的情况下,向发动机控制器30提供节流阀28的设定值,就能够实现内燃机17单体的试验。

[0177] 此外,存在泵控制器33或图1所示的液压挖掘机1具有的其他控制装置通过发动机控制器30控制内燃机17的情况。在这种情况下,泵控制器33等将要内燃机17产生的输出的指令值变换成节流阀28的设定值并提供给发动机控制器30即可。节流阀28的设定值用0%~100%之间的百分率表示,因此能够比较简单地生成。因此,液压挖掘机1具有的其他控制装置通过使用节流阀28的设定值,能够比较简单地控制内燃机17。

[0178] 混合动力控制器23的结构示例

[0179] 图13是表示执行实施方式涉及的动力机械控制的混合动力控制器23的结构示例的图。混合动力控制器23具有处理部23P、存储部23M和输入输出部23IO。处理部23P是CPU等处理器和存储器。处理部23P执行实施方式涉及的动力机械控制。

[0180] 存储部23M使用RAM(Random Access Memory,随机访问存储器)、ROM(Random Access Memory,只读存储器)、快闪存储器、EPROM(Erasable Programmable Random Access Memory,可擦除可编程只读存储器)、EEPROM(Electrically Erasable Programmable Random Access Memory,电可擦除可编程只读存储器)等非易失性或易失性半导体存储器、磁盘、软盘和光盘中的至少一种。存储部23M存储用于使处理部23P执行实施方式涉及的动力机械控制的计算机程序、以及处理部23P执行实施方式涉及的动力机械控制时使用的信息。处理部23P通过从存储部23M读取上述计算机程序并加以执行,来实现实施方式涉及的动力机械控制。

[0181] 输入输出部23IO是用于连接混合动力控制器23和设备类的接口电路。图2所示的模式切换部29、燃料调整拨盘28、回转马达控制装置24I、发电电动机控制装置19I、压力传感器27S和车内LAN35与输入输出部23IO连接。

[0182] 混合动力控制器23的控制框图

[0183] 图14~图19是执行实施方式涉及的动力机械控制的混合动力控制器23的控制框图。为了执行实施方式涉及的动力机械控制,混合动力控制器23的处理部23P如图14所示,具有内燃机辅助部50、正常发电处理部60和运转模式切换部70。内燃机辅助部50执行使发电电动机19作为电动机来进行驱动的处理。正常发电处理部60在从发电电动机19产生动力的状态切换成发电电动机19产生电力的状态时,执行使发电电动机19产生电力的处理。运转模式切换部70在发电电动机19的运转期间切换发电电动机19产生动力的状态和发电电动机19产生电力的状态。

[0184] 运转模式切换部70向驱动发电电动机19的逆变器19I,输出切换成作为电动机工作或作为发电机工作的指令,并且输出由发电电动机19作为目标的转矩的指令值。如果第一条件和第二条件都成立,则运转模式切换部70输出用于使发电电动机19作为电动机工作

的指令,并且输出由发电电动机19作为目标的转矩的指令值。如果第一条件和第二条件都成立,则运转模式切换部70输出用于使发电电动机19作为电动机工作的指令,并且输出发电电动机19设定为目标的转矩的指令值。如果第一条件不再成立了,则运转模式切换部70输出用于使发电电动机19作为发电机工作的指令,并且输出由发电电动机19作为目标的转矩的指令值。

[0185] 如图15所示,内燃机辅助部50具有控制目标值运算部51、发电电动机输出转矩指令值运算部52和控制许可标志位生成部53。对内燃机辅助部50输入对内燃机17的输出指令值 $P_{ei}$ 、发电电动机19的转速 $n_g$ (以下可称为发电电动机转速 $n_g$ )和内燃机17的转矩 $T_r$ (以下可称为内燃机转矩 $T_r$ )。输出指令值 $P_{ei}$ 和发电电动机转速 $n_g$ 输入至控制目标值运算部51,发电电动机转速 $n_g$ 和内燃机转矩 $T_r$ 输入至控制许可标志位生成部53。

[0186] 发电电动机输出转矩指令值运算部52使用控制目标值运算部51的计算结果,计算使发电电动机19作为电动机来进行驱动时的转矩的目标值即发电电动机转矩 $T_g$ 并输出。控制许可标志位生成部53使用控制目标值运算部51的计算结果、发电电动机转速 $n_g$ 和内燃机转矩 $T_r$ ,生成许可使发电电动机19作为电动机来进行驱动的控制许可标志位 $F_p$ 。

[0187] 如图16所示,控制目标值运算部51具有转矩获取部51A、最小值选择部51B、目标转矩运算部51C和控制判断转速运算部51D。转矩获取部51A将发电电动机转速 $n_g$ 、即内燃机17的实际转速 $n_r$ 应用于最大转矩线 $T_L$ ,输出对应的转矩 $T_{t1h}$ 。转矩获取部51A可以获取内燃机17的实际转矩 $t$ 。

[0188] 最小值选择部51B将输出指令值 $P_{ei}$ 和在最大转矩线 $T_L$ 上成为最大值 $T_{max}$ 时的输出 $P_{t1max}$ 进行比较,将较小的一方作为输出指令值 $P_t$ 输出。这是因为,为了在图5所示的、内燃机17的实际转速 $n_r$ 为在最大转矩线 $T_L$ 上成为最大值 $T_{max}$ 时的转速 $n_{tmax}$ 以下的范围内,使发电电动机19作为电动机来进行驱动,而求出发电电动机19的输出。如图5所示,最大转矩线 $T_L$ 中,在内燃机17的实际转速 $n_r$ 处于比在最大转矩线 $T_L$ 上成为最大值 $T_{max}$ 时的转速 $n_{tmax}$ 大的范围内,转矩 $T$ 随着转速 $n$ 的上升而减少。即,在该范围内,由于转矩 $T$ 随着转速 $n$ 的下降而增加,所以即使负载 $L_D$ 超过输出指令值 $P_t$ 、即输出指示线 $I_L t$ ,也由于伴随着转速 $n$ 下降,转矩 $T$ 增加,从而抑制转速 $n$ 的下降。其结果,抑制内燃机17停止的可能性。通过最小值选择部51B的处理,不会无用地使发电电动机19作为电动机来进行驱动,因此减少了对蓄电池装置22充电而用内燃机17驱动发电电动机19的情况。其结果,抑制内燃机17的燃料消耗量的增加。

[0189] 目标转矩运算部51C基于发电电动机转速 $n_g$ 即内燃机17的实际转速 $n_r$ 和从最小值选择部51B输出的输出指令值 $P_t$ 求取转矩 $T_t$ 作为目标转矩 $T_t$ 输出。目标转矩 $T_t$ 由式(1)求取。目标转矩 $T_t$ 的单位是 $N \cdot m$ ,输出指令值 $P_t$ 的单位是 $kw$ ,发电电动机转速 $n_g$ 的单位是 $rpm$ (revolution per minute,每分钟转数)。

[0190] 
$$T_t = P_t / n_g \times 60 \times 1000 / (2 \times \pi) \cdots (1)$$

[0191] 控制判断转速运算部51D基于从最小值选择部51B输出的输出指令值 $P_t$ ,求取图6所示的控制判断转速 $n_c$ 。控制判断转速 $n_c$ 是输出指令值 $P_t$ 即图6所示的输出指示线 $I_L$ 与最大转矩线 $T_L$ 交叉的部分的转速,因此基于输出指令值 $P_t$ 和最大转矩线 $T_L$ 唯一地确定。控制判断转速运算部51D具有记载控制判断转速 $n_c$ 与输出指令值 $P_t$ 的关系的变换表51DT。控制判断转速运算部51D参照变换表51DT,求取与从最小值选择部51B输出的输出指令值 $P_t$ 对应

的控制判断转速 $n_c$ 并输出。

[0192] 发电电动机输出转矩指令值运算部52具有加减法部和最大值选择部。加减法部从自图16所示的目标转矩运算部51C输出的目标转矩 $T_t$ 减去同样自目标转矩运算部51C输出的转矩 $T_{t1h}$ 并输出。最大值选择部对加减法部的输出和0进行比较,将较大的一方作为发电电动机转矩 $T_g$ 输出。

[0193] 如图17所示,控制许可标志位生成部53具有控制许可判断部53A和控制不许可判断部53B。控制许可标志位 $F_p$ 为TRUE(真)的情况是,以实际转速 $n_r$ 和内燃机17的转矩 $T_r$ 的条件、即第一条件和第二条件已成立作为条件,即负载LD已超过输出指令值 $P_t$ 的情况,从而许可发电电动机19作为电动机来进行驱动。在控制许可标志位 $F_p$ 是FALSE(假)的情况下,不许可发电电动机19作为电动机来进行驱动。在这种情况下,使发电电动机19作为发电机进行驱动。

[0194] 对控制许可标志位生成部53输入发电电动机转速 $n_g$ 、控制判断转速 $n_c$ 、内燃机转矩 $T_r$ 和转矩 $T_{t1h}$ 。控制许可判断部53A在发电电动机转速 $n_g$ 为控制判断转速 $n_c$ 以下且内燃机转矩 $T_r$ 为转矩 $T_{t1h}$ 以上的情况下,使控制许可标志位 $F_p$ 为TRUE(真)。控制不许可判断部53B在发电电动机转速 $n_g$ 大于控制判断转速 $n_c$ 的情况下,使控制许可标志位 $F_p$ 为FALSE(假)。控制许可判断部53A在发电电动机转速 $n_g$ 为控制判断转速 $n_c$ 以下以及内燃机转矩 $T_r$ 为转矩 $T_{t1h}$ 以上都不成立的情况下,保持上一次的控制许可标志位 $F_p$ 的值。如上所述,控制许可判断部53A可以在发电电动机转速 $n_g$ 为控制判断转速 $n_c$ 以下且内燃机转矩 $T_r$ 为阈值 $T_{t11}$ 以上的情况下,使控制许可标志位 $F_p$ 为TRUE(真)。

[0195] 如图18所示,正常发电处理部60包括目标发电量运算部61、目标发电转矩运算部62和发电转矩限制部63。目标发电量运算部61基于蓄电装置22的电压 $V_c$ (以下可称为蓄电装置电压 $V_c$ ),求取使发电电动机19进行发电的电力的目标值即目标发电量 $W_t$ 并输出。目标发电转矩运算部62基于目标发电量 $W_t$ 和发电电动机转速 $n_g$ ,求取在使发电电动机19进行发电时驱动发电电动机19的转矩的目标值即目标发电转矩 $T_{wt}$ 并输出。目标发电转矩 $T_{wt}$ 由式(2)求取。目标发电转矩 $T_{wt}$ 是上述的被驱动转矩 $T_{ggt}$ 。目标发电转矩 $T_{wt}$ 的单位是 $N \cdot m$ ,目标发电量 $W_t$ 的单位是kw,发电电动机转速 $n_g$ 的单位是rpm(revolution per minute,每分钟转数)。

[0196] 
$$T_{wt} = W_t / n_g \times 60 \times 1000 / (2 \times \pi) \cdots (2)$$

[0197] 发电转矩限制部63对目标发电转矩 $T_{wt}$ 进行调制,输出目标发电转矩 $T_{wt}$ 的指令值 $T_{wi}$ (以下可称为发电转矩指令值 $T_{wi}$ )。发电转矩指令值 $T_{wi}$ 是上述的、进行了调制后的被驱动转矩 $T_{gg}$ 。

[0198] 目标发电量运算部61具有加减法部、增益赋予部和最小值选择部。加减法部从目标蓄电装置电压 $V_{ct}$ 减去所输入的蓄电装置电压 $V_c$ 后输出。目标蓄电装置电压 $V_{ct}$ 是蓄电装置22的端子间电压的目标值,是固定值。增益赋予部是对加减法部的输出提供增益 $G$ 后输出。增益 $G$ 是负值。这是由于,在发电电动机19进行发电时用负值表示发电电动机19的输出和转矩。最小值选择部对增益赋予部的输出和0进行比较,选择较小的一方并输出。由于增益赋予部的输出是负值,所以小于0。最小值选择部的输出是目标发电量 $W_t$ 。

[0199] 如图19所示,发电转矩限制部63具有切换部63A和调制部63B。对切换部63A输入从目标发电转矩运算部62输出的目标发电转矩 $T_{wt}$ 和0。切换部63A根据控制许可标志位 $F_p$ 的

值,选择输入并将其进行输出。在控制许可标志位 $F_p$ 为FALSE(假)的情况下,切换部63A输出目标发电转矩 $T_{wt}$ 。

[0200] 在控制许可标志位 $F_p$ 为TRUE(真)的情况下,发电电动机19从作为发电机产生电力的状态转换成作为电动机产生动力的状态。此时,如果目标发电转矩 $T_{wt}$ 输入至调制部63B,则对目标发电转矩 $T_{wt}$ 进行调制,结果是发电转矩指令值 $T_{wi}$ 逐渐减少至0。在使发电电动机19作为电动机来进行驱动的情况下,需要使发电转矩指令值 $T_{wi}$ 迅速变成0,因此在控制许可标志位 $F_p$ 为TRUE(真)的情况下,切换部63A输出0。

[0201] 调制部63B对来自切换部63A的输出进行调制,生成发电转矩指令值 $T_{wi}$ 并输出。如后所述,调制部63B根据控制许可标志位 $F_p$ 的值,选择使切换部63A的输出原样输出或者对切换部63A的输出进行调制后输出。

[0202] 如图20所示,调制部63B具有加减法部64A、最小值选择部64B、最大值选择部64C、加减法部64D和切换部64E。加减法部64A从目标发电转矩 $T_{wt}$ 减去目标发电转矩的上一次的值 $T_{wtb}$ 后输出。后文将说明上一次的值 $T_{wtb}$ 。

[0203] 最小值选择部64B选择加减法部64A的输出和上限调制转矩 $T_{max}$ 中的较小的一方并输出。在实施方式中,上限调制转矩 $T_{max}$ 是按混合动力控制器23的控制的每个周期能够变化的转矩的限制值。最大值选择部64C选择最小值选择部64B的输出和下限调制转矩 $T_{min}$ 中的较小的一方并输出。上限调制转矩 $T_{max}$ 大于下限调制转矩 $T_{min}$ 。加减法器64D将最大值选择部64C的输出与目标发电转矩的上一次的值 $T_{wtb}$ 相加后输出。

[0204] 切换部64E根据控制许可标志位 $F_p$ 的值,选择输入并将其输出。在控制许可标志位 $F_p$ 为FALSE(假)的情况下,切换部64E输出加减法器64D计算出的结果。通过将切换部63A的输出由加减法器64A、最小值选择部64B、最大值选择部64C和加减法器64D进行处理,对切换部63A的输出进行调制。其结果,发电转矩指令值 $T_{wi}$ 在发电电动机19从作为电动机产生动力的状态转换成作为发电机吸收动力的状态时,随着时间的经过,在实施方式中从0逐渐变化成目标发电转矩 $T_{wt}$ 。其结果,抑制发电电动机19作为电动机来驱动的情况和作为发电机进行驱动的情况反复出现的脉动现象。在控制许可标志位 $F_p$ 为TRUE(真)的情况下,切换部64E将目标发电转矩 $T_{wt}$ 原样输出。切换部64E的输出是发电转矩指令值 $T_{wi}$ 。

[0205] 从目标发电转矩 $T_{wt}$ 输入至调制部63B后到调制部63B输出发电转矩指令值 $T_{wi}$ 为止,是混合动力控制器23的1个控制周期。在实施方式中,切换部64E的上一次的输出值、即目标发电转矩的上一次的值 $T_{wtb}$ 存储在混合动力控制器23的存储部中。图20的1/Z意味着目标发电转矩的上一次的值 $T_{wtb}$ 存储在混合动力控制器23的存储部中。目标发电转矩的上一次的值 $T_{wtb}$ 为,输入至调制部63B的目标发电转矩 $T_{wt}$ 之前1个周期的控制中所得到的值。

[0206] 实施方式涉及的动力机械控制方法

[0207] 图21是表示实施方式涉及的动力机械控制方法的一个示例的流程图。在步骤S101中,图2所示的混合动力控制器23判断开始条件是否成立。开始条件是,对内燃机17的负载 $LD$ 超过输出指令值 $P_{ei}$ 并且实际转速 $n_r$ 和内燃机17的转矩 $T_r$ 的条件即第一条件和第二条件成立,而开始使发电电动机19产生动力的处理所需要的条件。控制许可标志位 $F_p$ 为TRUE(真)的情况是,以实际转速 $n_r$ 和内燃机17的转矩 $T_r$ 的条件、即第一条件和第二条件已成立作为条件,即负载 $LD$ 已超过输出指令值 $P_t$ 的情况,从而许可发电电动机19作为电动机来进行驱动。

[0208] 在开始条件成立的情况(步骤S101,“是”)下,在步骤S102中,混合动力控制器23使发电电动机19作为电动机来进行驱动。使发电电动机19作为电动机来进行驱动的处理由图14所示的内燃机辅助部50实现。在步骤S103中,混合动力控制器23判断结束条件是否成立。结束条件是,由于对内燃机17的负载LD成为输出指令值 $P_{ei}$ 以下,而结束使发电电动机19产生动力的情况并切换成产生电力的处理所需要的条件。结束条件在从图17所示的控制许可标志位生成部53输出控制许可标志位 $F_p=FALSE$ (假)时成立。即,在发电电动机转速 $n_g$ 大于控制判断转速 $n_c$ 的情况下,结束条件成立。

[0209] 在结束条件成立的情况(步骤S103,“是”)下,在步骤S104中,混合动力控制器23通过使发电电动机19作为发电机工作来产生电力。在结束条件不成立的情况(步骤S103,“否”)下,混合动力控制器23反复进行步骤S102和步骤S103。返回步骤S101,在开始条件成立的情况(步骤S101,“是”)下,混合动力控制器23执行步骤S104。

[0210] 实施方式涉及的动力机械控制装置和动力机械控制方法,在内燃机17的负载暂时增加的情况下,通过使发电电动机19作为电动机来进行驱动,使发电电动机19产生的动力、更具体而言是转矩 $T$ 增加。通过这样的处理,能够抑制在内燃机17的负载暂时增加的情况下内燃机17停止。

[0211] 在发生作用于内燃机17的负载暂时增加的情况下,内燃机17的转矩 $T$ 上升至最大转矩线 $T_L$ 之后,转速 $n$ 沿着最大转矩线 $T_L$ 下降。因此,如果使图4和图5等所示的匹配轨迹 $ML$ 靠近最大转矩线 $T_L$ ,则在发生作用于内燃机17的负载暂时增加的情况下转矩 $T$ 能上升的量减少。其结果,内燃机17的转速 $n$ 大幅下降、内燃机17停止的可能性提高。

[0212] 实施方式涉及的动力机械控制装置和动力机械控制方法,在内燃机17的负载暂时增加的情况下,如上所述由于使发电电动机19产生的转矩 $T$ 增加,所以能够抑制内燃机17的转速 $n$ 大幅下降以及内燃机17停止。因此,根据实施方式涉及的动力机械控制装置和动力机械控制方法,能够使匹配轨迹 $ML$ 靠近最大转矩线 $T_L$ 。其结果,如果输出相同,内燃机17就能够以更低的转速 $n$ 驱动,因此摩擦损失降低,抑制燃料消耗量。

[0213] 在使发电电动机19作为电动机来进行驱动的情况下,也能够进行使内燃机17的实际转速 $n_r$ 成为目标转速的控制。在这种情况下,从避免脉动的观点出发,只有在实际转速 $n_r$ 与目标转速之差达到某个程度的大小,才使发电电动机19作为电动机来进行驱动。因此,在内燃机17的负载暂时增加的情况下,进行使内燃机17的实际转速 $n_r$ 成为目标转速的控制,则可能因控制的延迟而无法抑制内燃机17的转速 $n$ 的下降。

[0214] 对发电电动机19指示要产生的转矩的量时,该发电电动机19几乎无延迟地产生所指示的量的转矩。实施方式涉及的动力机械控制装置和动力机械控制方法,在内燃机17的负载暂时增加的情况下,使用用于使发电电动机19的转矩 $T$ 增加的指令,使转矩 $T$ 增加。通过这样的处理,控制的延迟几乎不会产生,因此能够更可靠地抑制内燃机17停止。

[0215] 在实施方式中,以具有内燃机17的液压挖掘机1作为作业机械的示例,不过实施方式能够应用的作业机械不局限于此。例如作业机械也可以是轮式装载机、推土机和自卸车等。作业机械搭载的发动机的种类也不限定。

[0216] 以上,对实施方式进行了说明,不过实施方式不局限于上述内容。此外,在上述结构要素中包含本领域技术人员能够容易想到的结构要素、实质上相同的结构要素、所谓的等同范围内的结构要素。进而,能够适当地组合上述结构要素。进而,在不脱离本实施方式

---

的要旨的范围内,能够进行结构要素的各种省略、置换或变更。

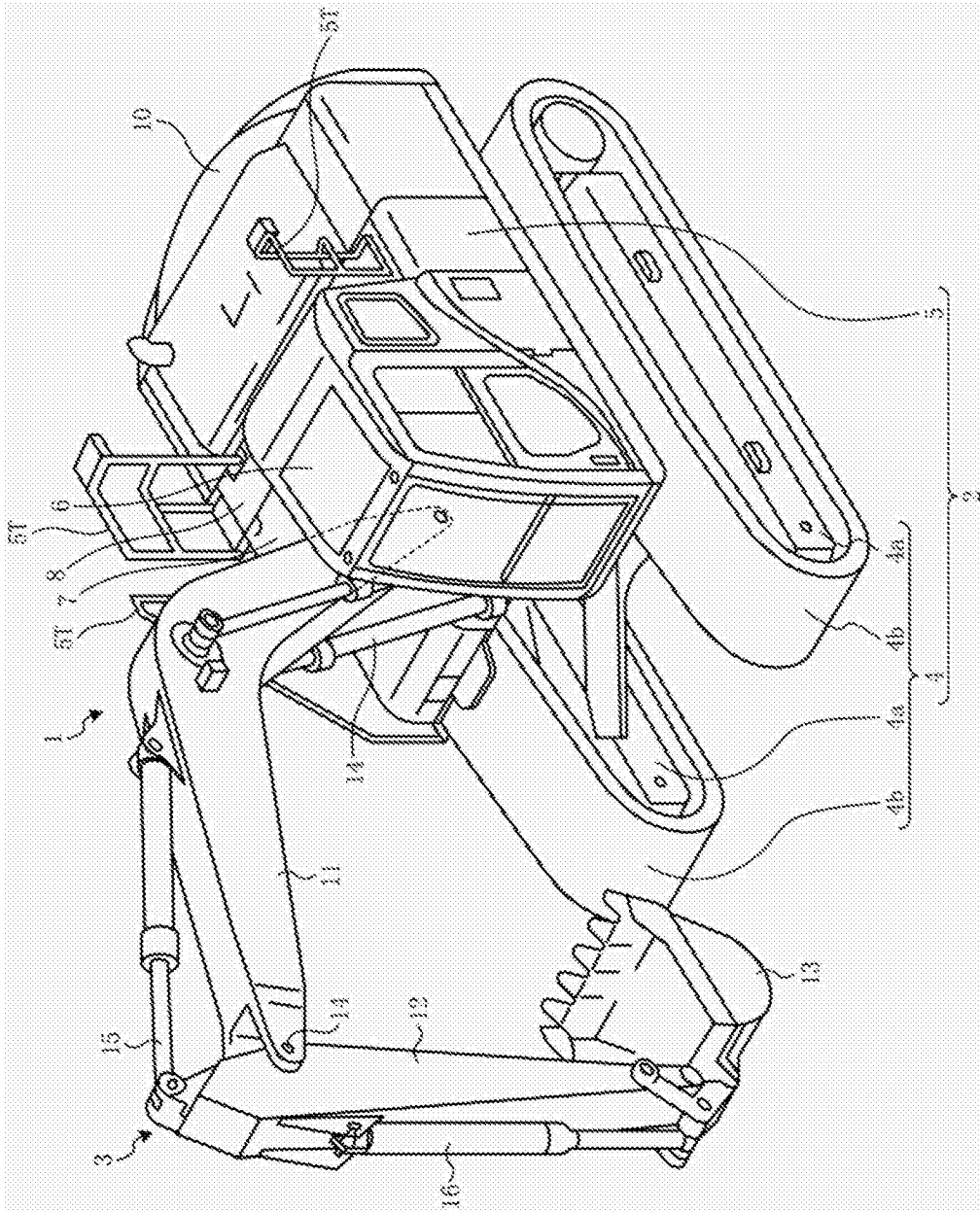


图1



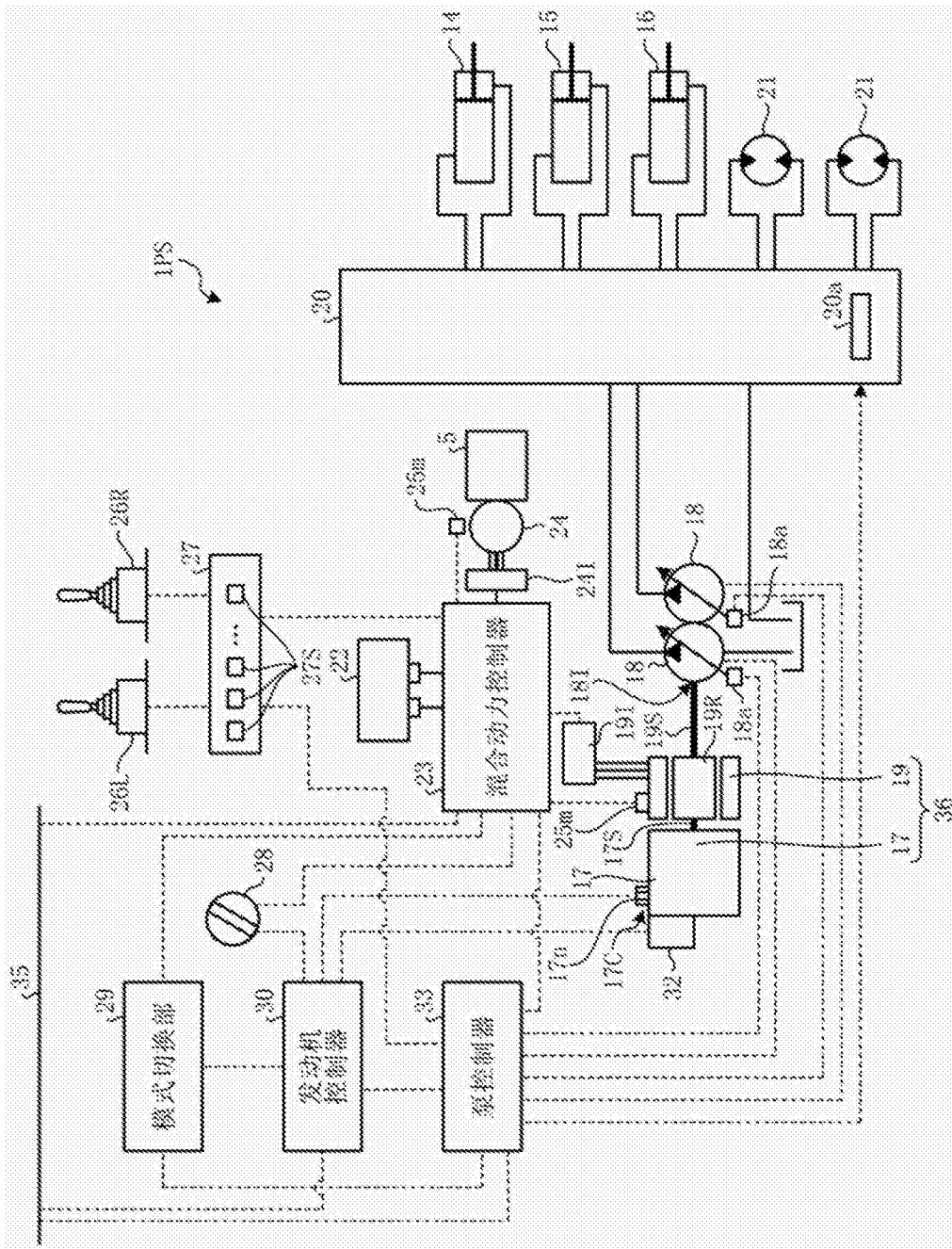


图2

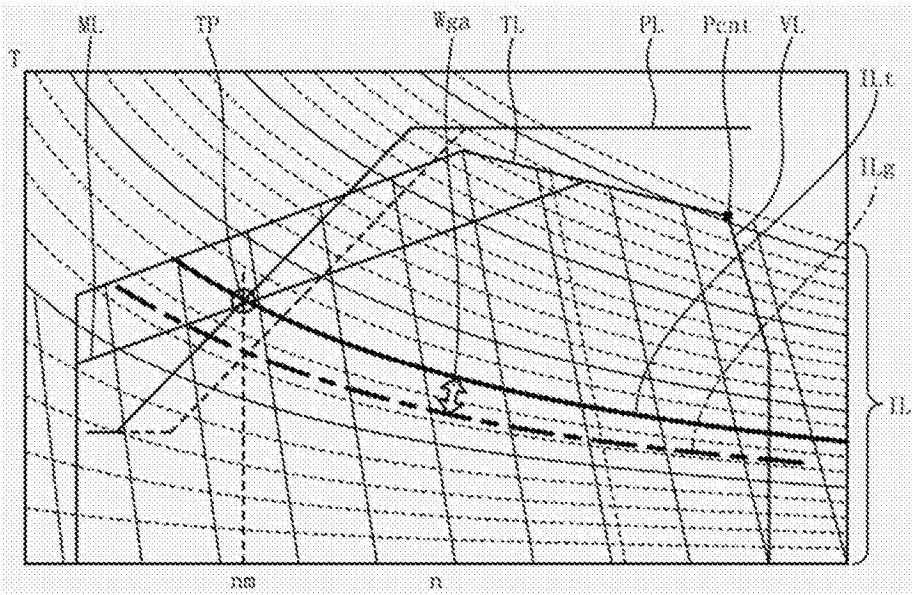


图3

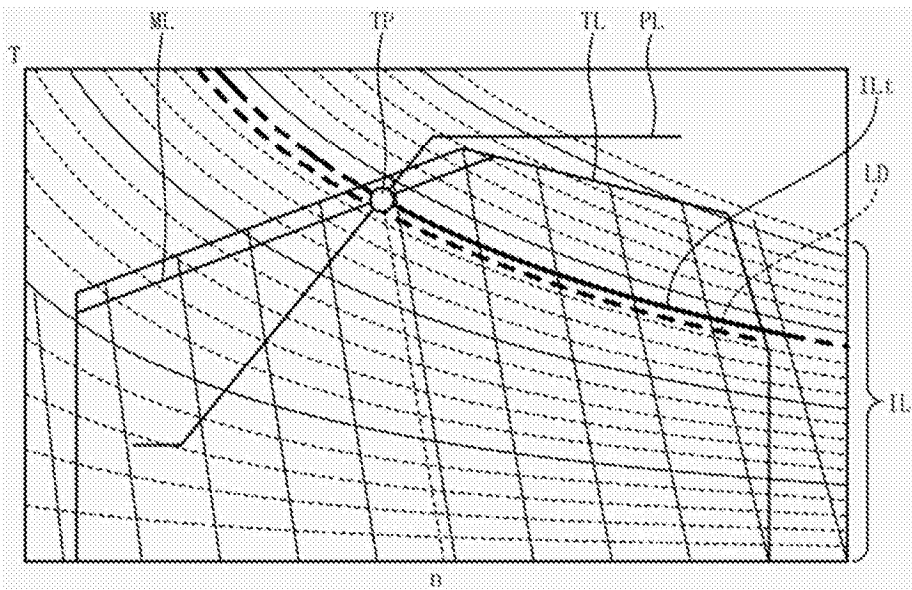


图4

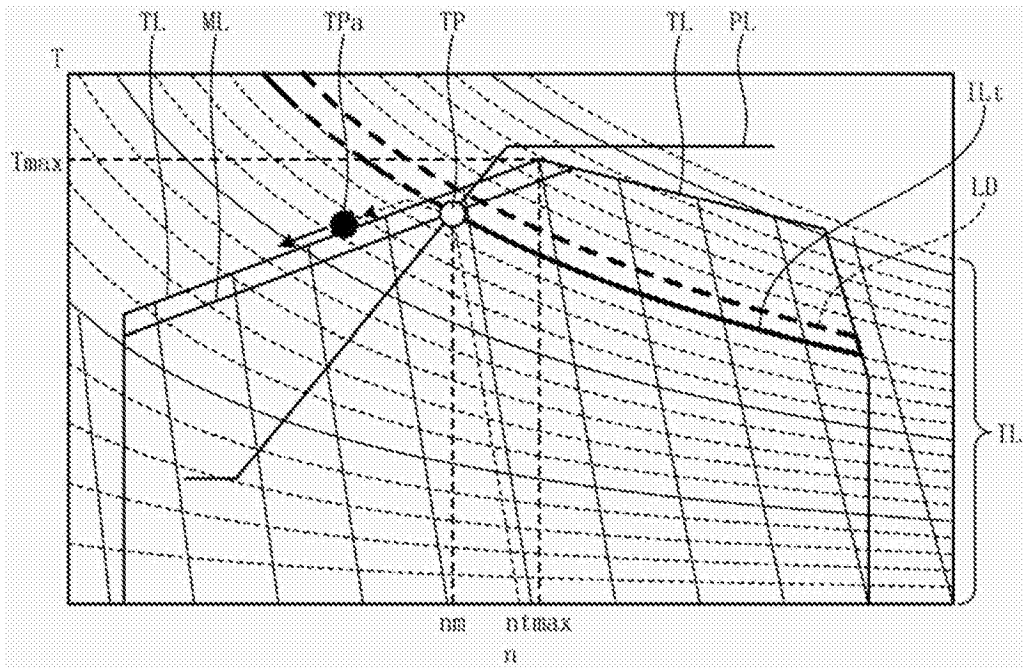


图5

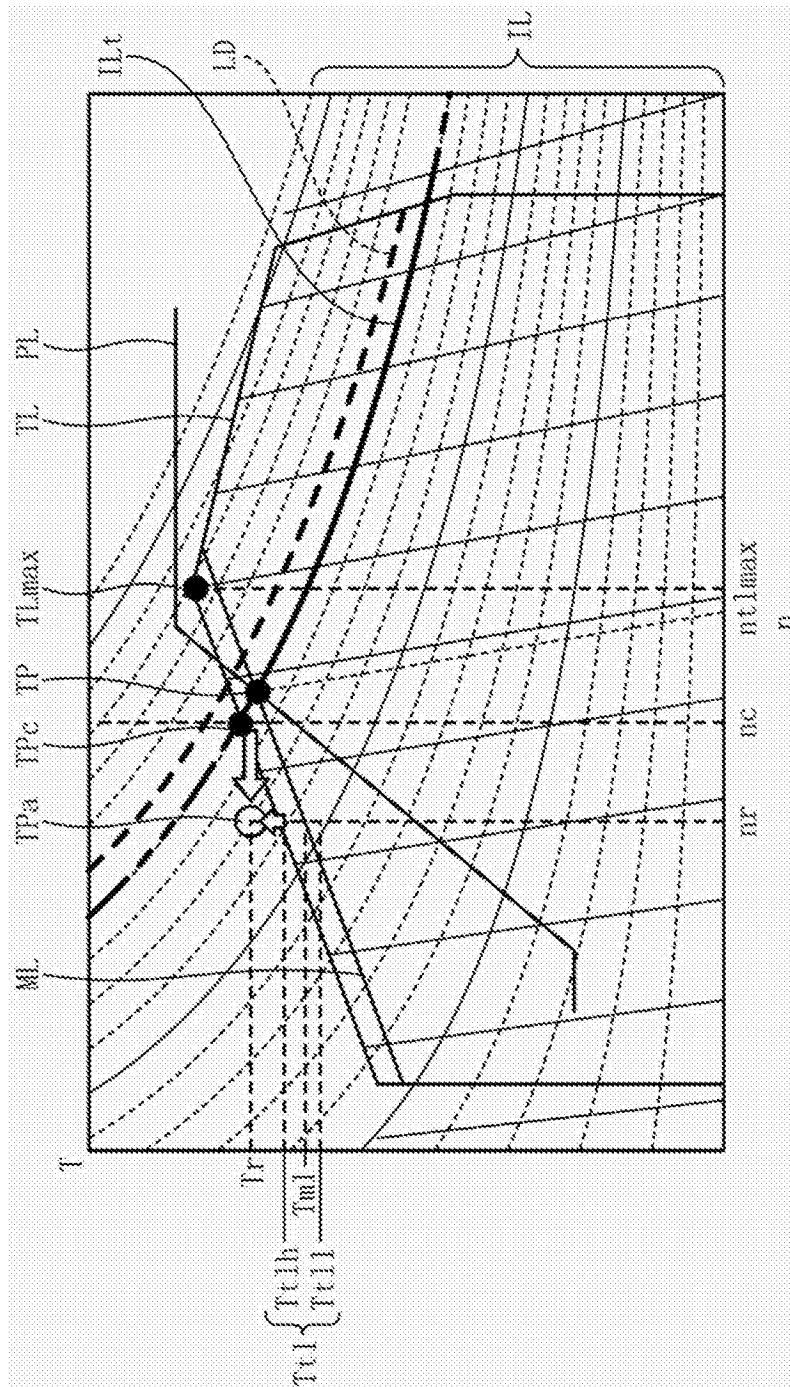


图6

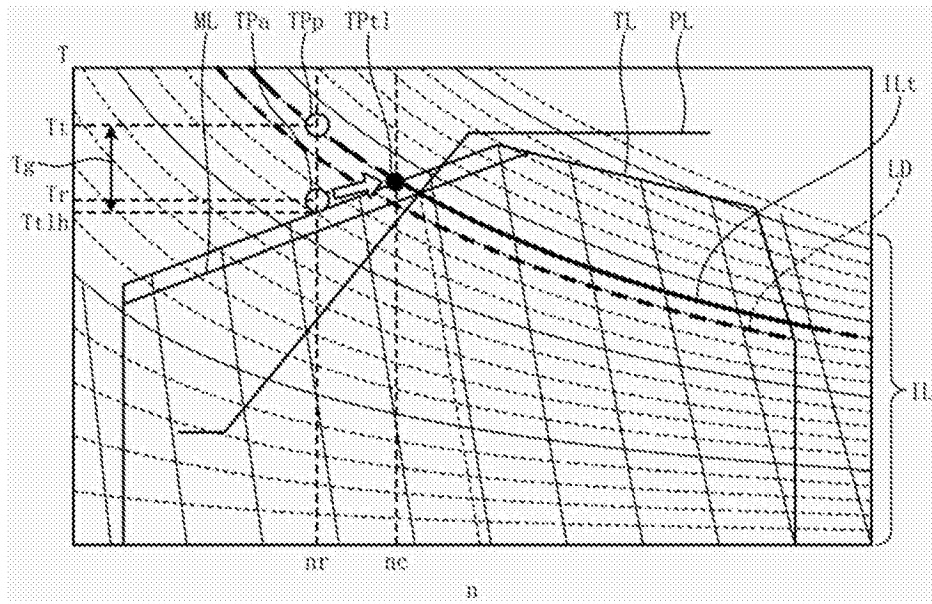


图7

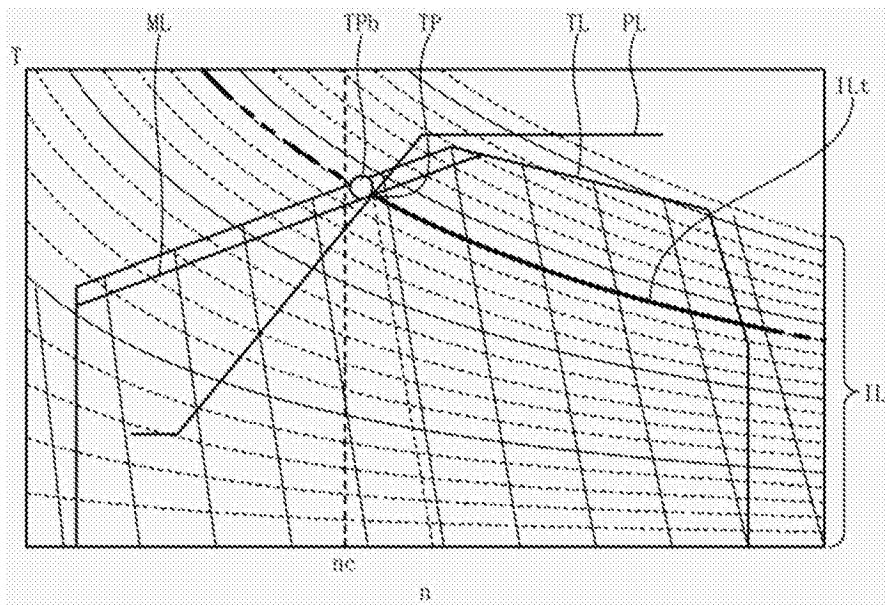


图8

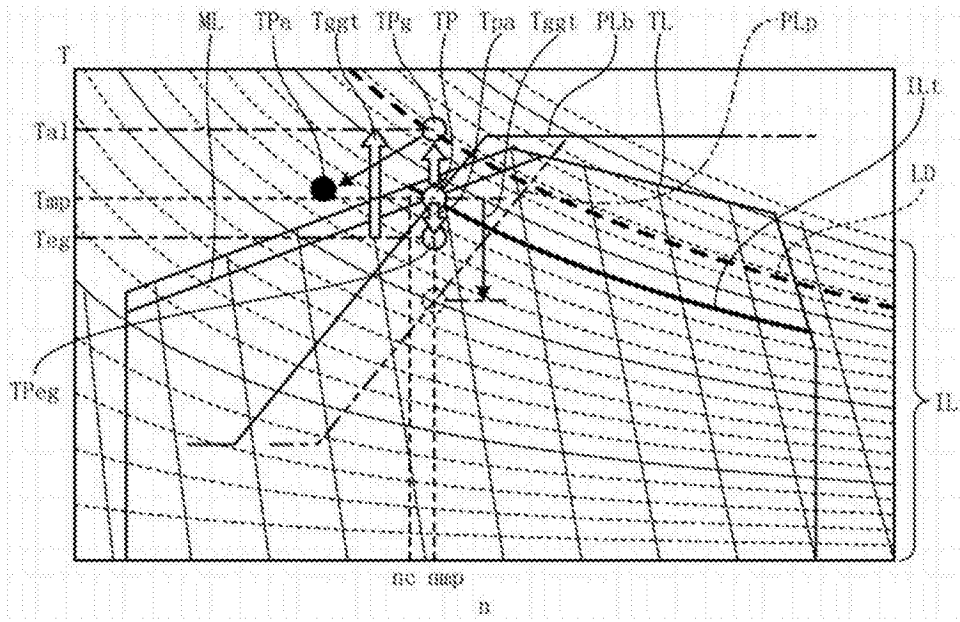


图9

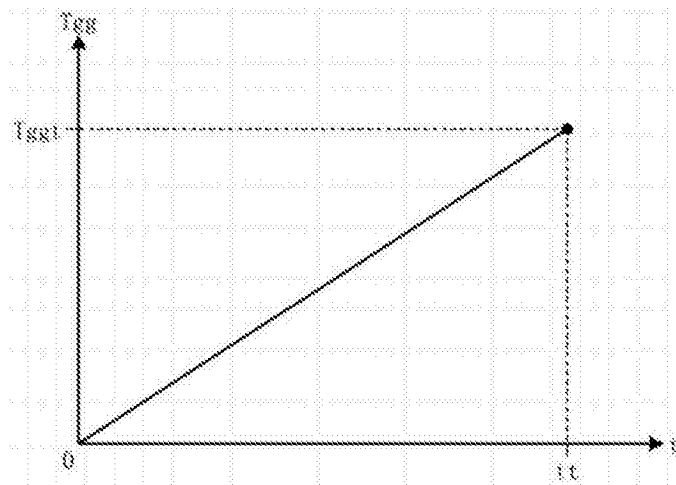


图10

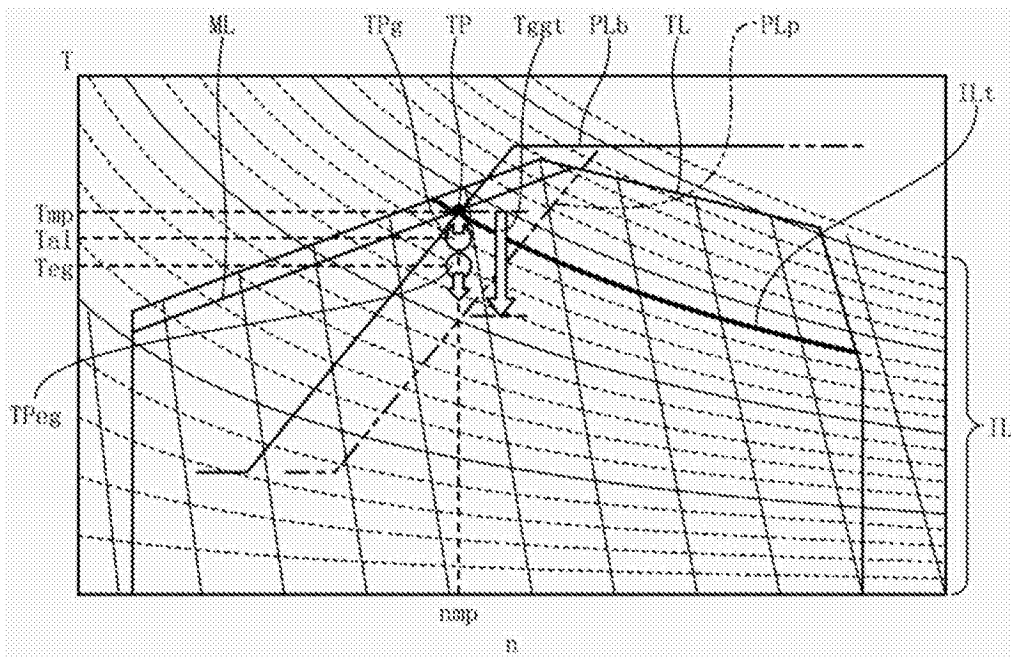


图11

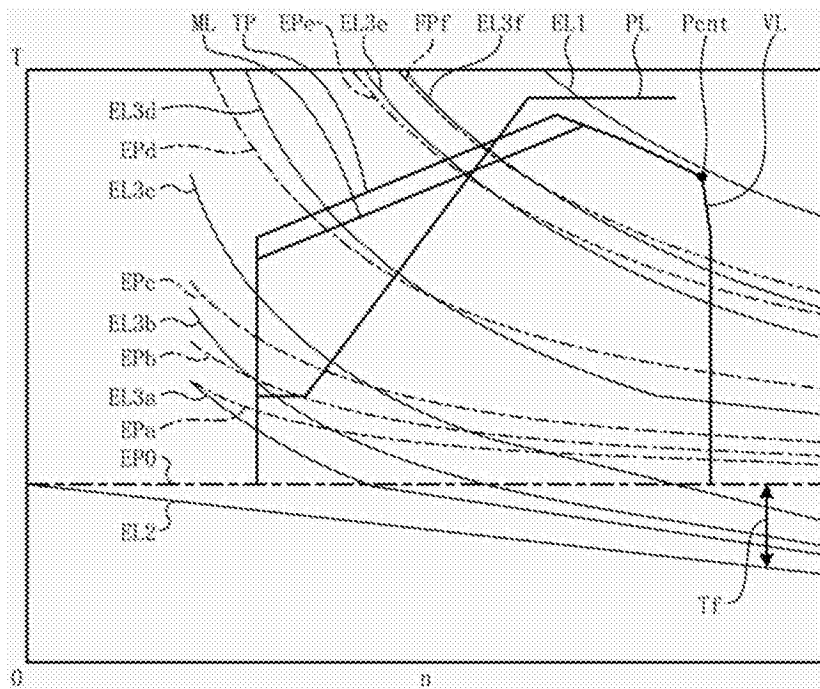


图12

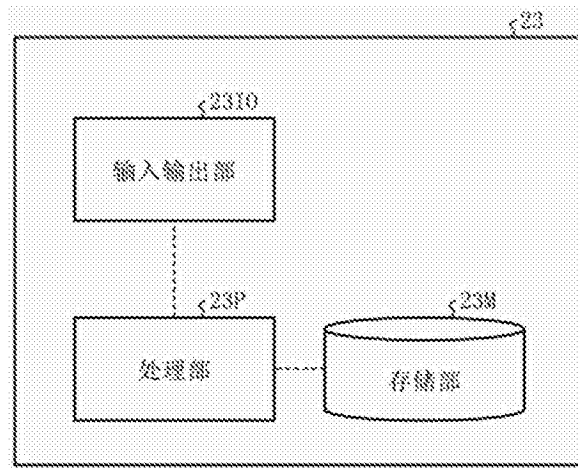


图13

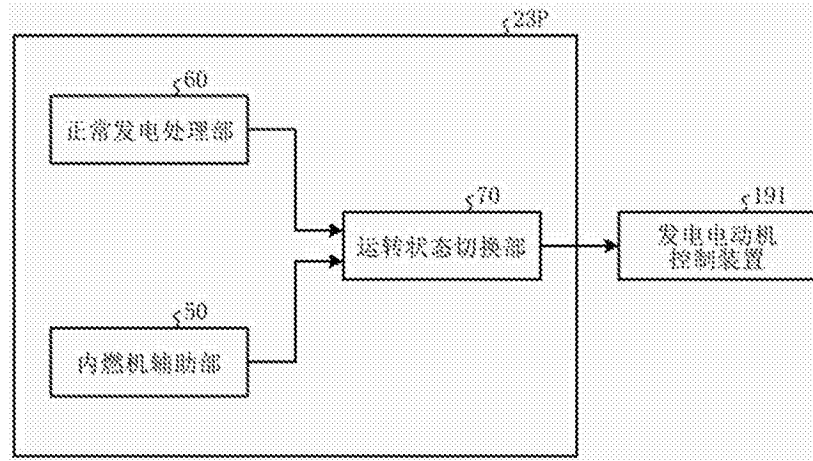


图14

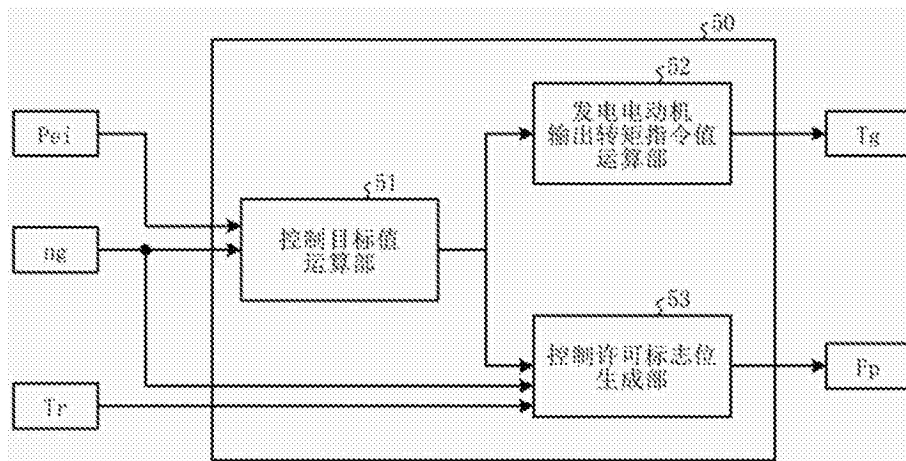


图15



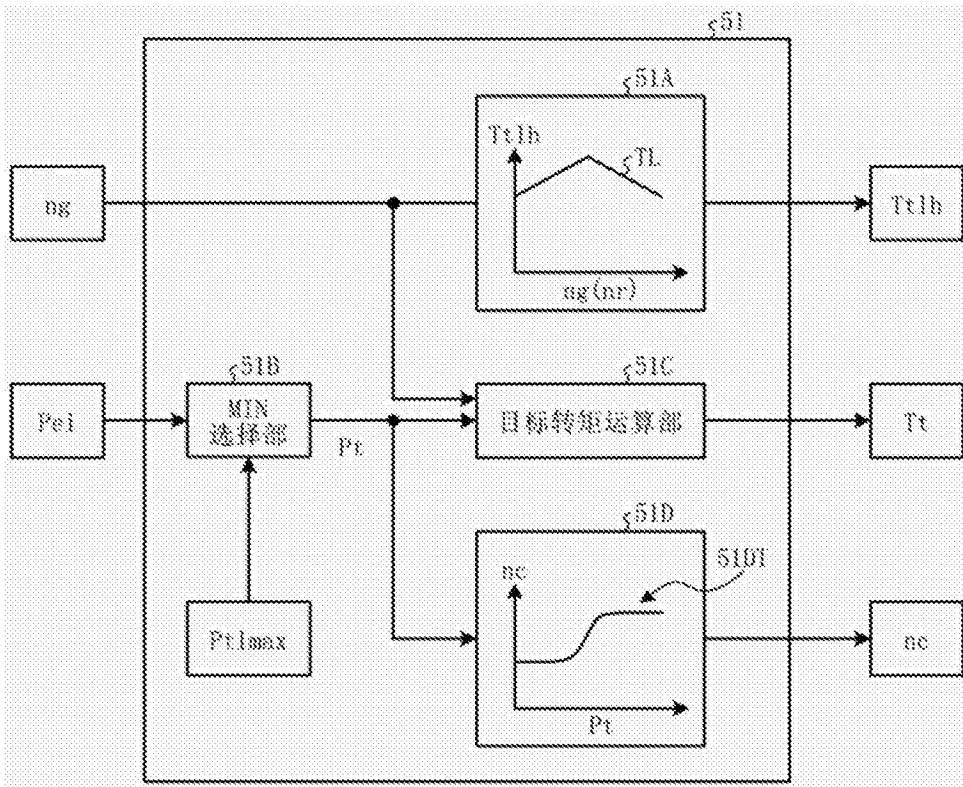


图16

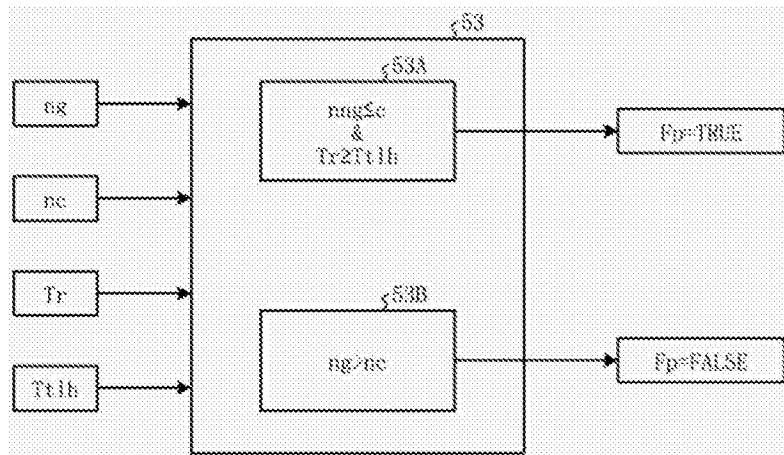


图17

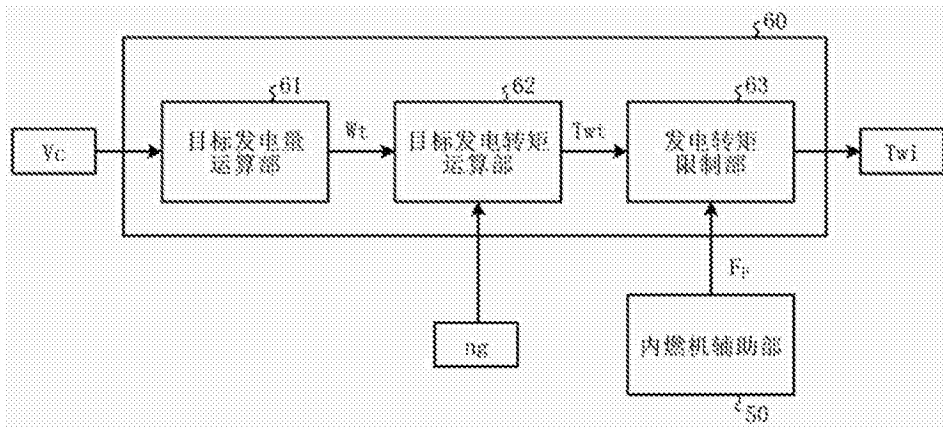


图18

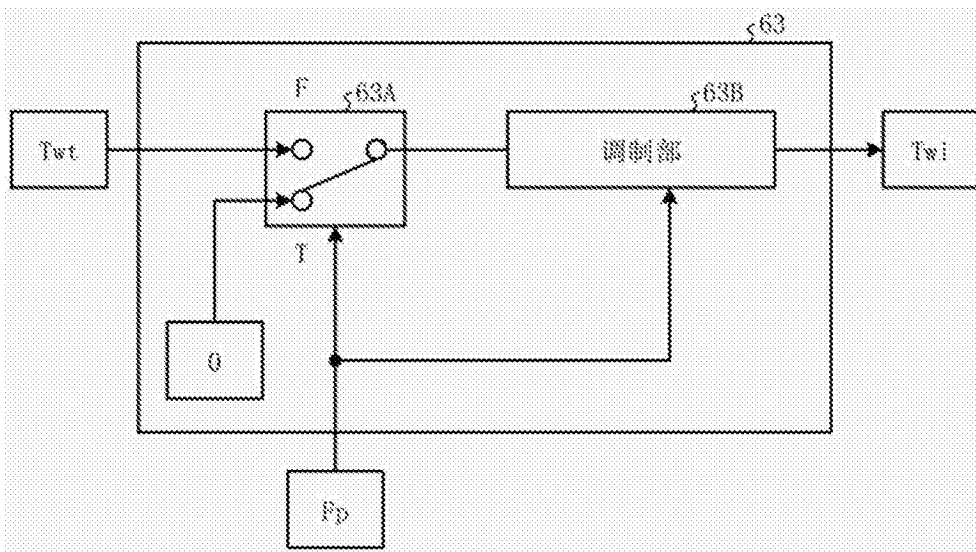


图19

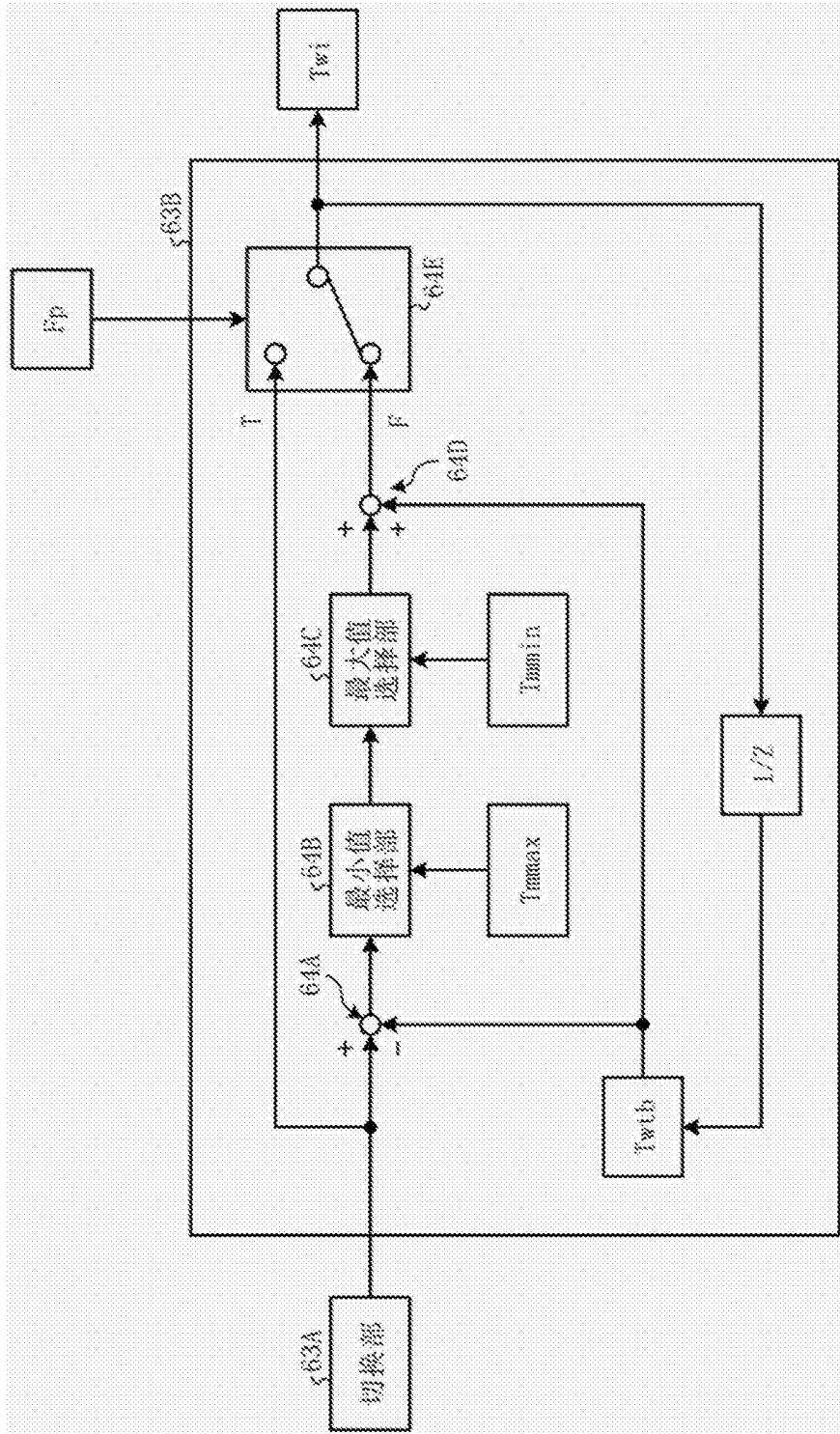


图20

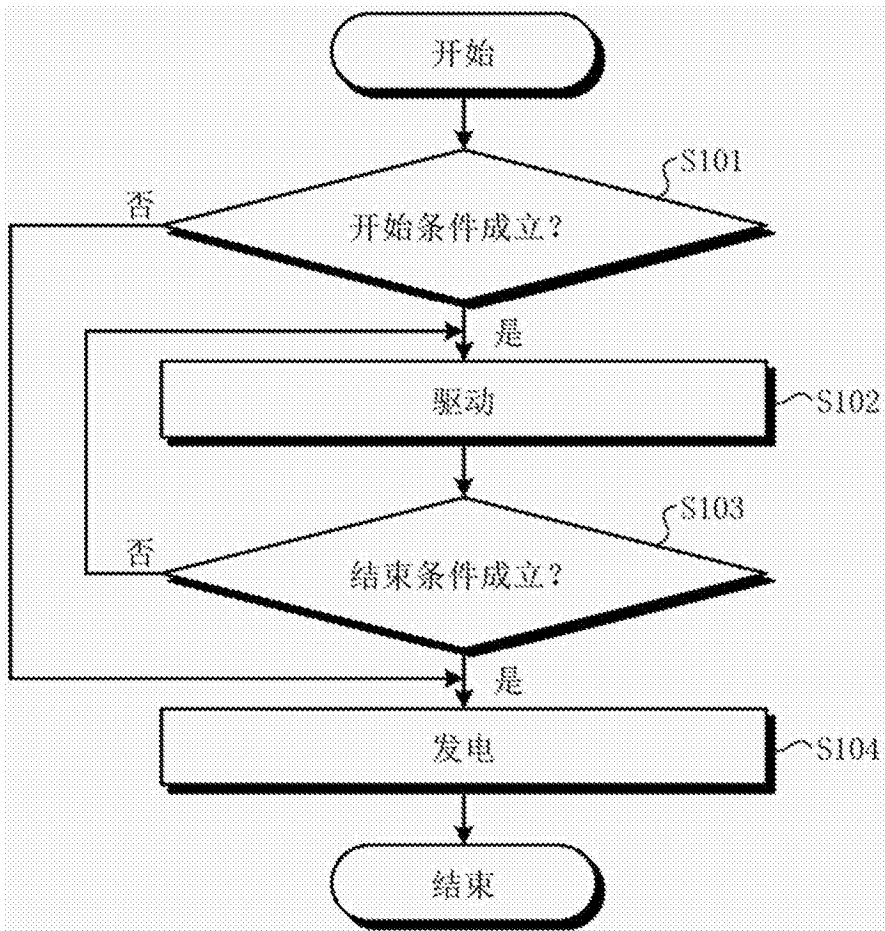


图21