



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103154388 A

(43) 申请公布日 2013. 06. 12

(21) 申请号 201180049639. 3

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 10. 04

E02F 9/20(2006. 01)

H02J 7/34(2006. 01)

(30) 优先权数据

2010-231086 2010. 10. 14 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 04. 12

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2011/072892 2011. 10. 04

(87) PCT申请的公布数据

W02012/050010 JA 2012. 04. 19

(71) 申请人 日立建机株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 泉枝穗 石田诚司 梶田勇辅

佐竹英敏 枝村学 藤岛一雄

佐佐木正贵

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 陈伟

权利要求书1页 说明书10页 附图6页

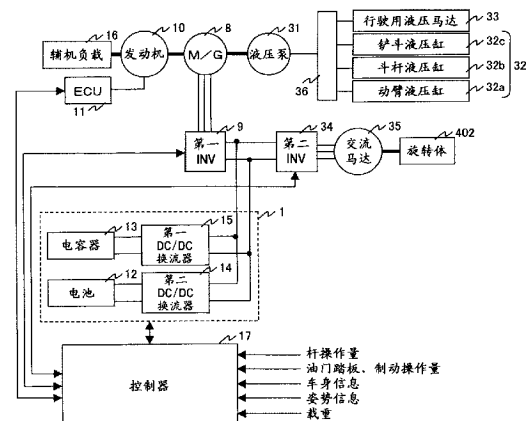
按照条约第19条修改的权利要求书1页

(54) 发明名称

工程机械

(57) 摘要

本发明提供一种工程机械,能够考虑旋转部、液压作业装置的驱动,有效地将电力向电容器充电。因此,预先把握工程机械(2)的状态并算出能量,预测接下来的动作,并确定向电容器(13)充电的能量,与其相伴地对DC/DC换流器(15)进行控制。由此,能够减少以往的电池(铅蓄电池)中的再生时的损失,提高效率。



1. 一种工程机械,具有:发动机;由所述发动机驱动的液压泵;连结在所述发动机和所述液压泵上的能够发电的电动发电机;通过从所述液压泵排出的油驱动的液压作业装置;设有所述液压作业装置的旋转体;驱动所述旋转体的交流马达;具有电容器的电源系统,所述电容器向所述电动发电机及/或所述交流马达供给电力、及对从所述电动发电机及/或所述交流马达再生的电力进行充电;对所述电源系统进行控制的控制器,其特征在于:

所述控制器具有:基于操作者的当前操作,对所述液压作业装置及/或所述旋转体的接下来的动作进行推定的动作推定部;基于所推定的接下来的动作,算出从所述电动发电机及/或所述交流马达再生的电量的能量算出部;基于所算出的电量,设定所述电容器的目标电压的电容器控制部。

2. 如权利要求1所述的工程机械,其特征在于:

所述电容器控制部具有:对所述电容器的当前电压进行检测的电容器状态检测部;基于所算出的电量和所检测的当前电压,算出相对于所述电容器的充放电指令的电容器充放电指令算出部;基于所作成的充放电指令,对所述电容器的目标电压进行设定的电容器目标电压设定部。

3. 如权利要求1所述的工程机械,其特征在于:

所述电容器控制部基于所述发动机的转速、所述交流马达的扭矩指令及/或所述电动发电机的扭矩指令对所述电容器的目标电压进行修正。

4. 如权利要求1所述的工程机械,其特征在于:

所述控制器具有车身控制部,所述车身控制部根据操作者的当前操作算出所述旋转体所请求的电量。

5. 一种工程机械,具有:具备电容器的电源系统,其中所述电容器向连结在发动机和液压泵上的能够发电的电动发电机及/或对旋转体进行驱动的交流马达供给电力、及对从所述电动发电机及/或所述交流马达再生的电力进行充电,所述旋转体设置有通过从所述液压泵排出的油而驱动的液压作业装置;对所述电源系统进行控制的控制器,其特征在于:

所述控制器基于操作者的当前操作对所述液压作业装置及/或所述旋转体的接下来的动作进行推定,并基于所推定的接下来的动作,算出从所述电动发电机及/或所述交流马达再生的电量,并基于所算出的电量,设定所述电容器的目标电压。

6. 如权利要求5所述的工程机械,其特征在于:

所述控制器基于所算出的电量作成相对于所述电容器的充放电指令,并基于所作成的充放电指令,设定所述电容器的目标电压。

7. 如权利要求5所述的工程机械,其特征在于:

所述控制器基于所述交流马达的旋转速度算出电量。

8. 如权利要求5所述的工程机械,其特征在于:

所述控制器,对电容器的当前电压和所述电容器的目标电压进行比较,在所述电容器的当前电压比所述电容器的目标电压大的情况下,向驱动所述旋转体的交流马达供给预先被向所述电容器充电的电力。

## 工程机械

### 技术领域

[0001] 本发明涉及具有发动机和电源系统的工程机械。

### 背景技术

[0002] 以往,液压挖掘机等的工程机械,通过发动机的输出扭矩驱动液压泵,并驱动液压作业装置(铲斗液压缸、斗杆液压缸、动臂液压缸)。

[0003] 而且,近年,提出了一种混合动力工程机械,其以抑制能耗的上升、废气的排放、降低噪音为目的,具有:发动机、发电机(电动发电机)、电动机(交流马达)、蓄电装置(电池)等。

[0004] 例如,将轻负载时由发电机发电的电力以及制动时得到的再生电力向电池充电,在重负载时使被充电的电力从电池放电并使用。

[0005] 尤其,在使用铅电池作为电池的混合动力工程机械中,由于铅电池的再生效率差,所以,虽然将制动时得到的再生电力向铅电池进行充电,但无法高效地进行。

[0006] 例如,在日本特开平 09-224302 号公报中记载了一种技术,其虽涉及混合动力汽车,但组合铅电池和电容器来构成电源系统,并将能量蓄积在电容器中,通过将蓄积的能量向负载供给谋求再生效率的提高。而且,在日本特开平 09-224302 号公报中记载了一种技术,以低速时增大、且高速时减小的方式对电容器的目标电压进行控制,所以,检测车速并根据车速变更电容器的目标蓄电率。

[0007] 另外,在日本特开平 11-164402 号公报中记载了一种技术,当混合动力车辆的速度低时,蓄电部的充电状态被设定得较高,当混合动力车辆的速度高时,蓄电部的充电状态被设定得较低。

[0008] 而且,在日本特开 2002-359935 号公报中记载了一种技术,在混合动力作业机械中,当动能及势能较大时,将蓄电部的充放电阈值设定得小,在动能及势能较小时,将蓄电部的充放电阈值设定得大。

[0009] 现有技术文献

[0010] 专利文献

[0011] 专利文献 1:日本特开平 09-224302 号公报

[0012] 专利文献 2:日本特开平 11-164402 号公报

[0013] 专利文献 3:日本特开 2002-359935 公报

[0014] 发明的概要

[0015] 发明欲解决的课题

[0016] 一般,在将汽车电动化的情况下,其电动化的对象为行驶部。

[0017] 但是,对于工程机械的电动化,是并用以下两种情况的系统,即利用液压对旋转部、液压作业装置进行驱动的情况;和利用存储在电池以及电容器中的电力进行驱动的情况,不限于行驶部。

[0018] 换言之,对于工程机械的电动化,利用为了驱动旋转体而使用的交流马达进行电

动化、且利用为了辅助对液压作业装置进行驱动的液压泵的驱动而使用的电动发电机而进行电动化。

[0019] 这样,在对工程机械进行电动化的情况下,其电动化的对象不单纯地为行驶部,针对电池、电容器的充放电控制也并非单独的,还需要考虑旋转部、液压作业装置的驱动。

[0020] 另外,在并用电容器和电池的系统,需要将电力高效地向电容器充电。

## 发明内容

[0021] 因此,本发明的目的在于提供一种工程机械,考虑这样的旋转部、液压作业装置的驱动,能够有效地将电力向电容器充电。

[0022] 用于解决课题的手段

[0023] 本发明的一个实施方式的工程机械具有:发动机;通过发动机驱动的液压泵;连接在发动机和液压泵上的能够发电的电动发电机;通过从液压泵排出的油驱动的液压作业装置,例如铲斗液压缸、斗杆液压缸、动臂液压缸;设有液压作业装置的旋转体;驱动旋转体的交流马达;具有向电动发电机及/或交流马达(优选交流马达)供给电力、及对从电动发电机及/或交流马达(优选交流马达)再生的电力进行充电的电容器以及电池(作为电池,能够使用铅蓄电池、锂离子电池,但尤其优选铅蓄电池。)的电源系统;对电源系统进行控制的控制器。

[0024] 而且,控制器优选具有:基于操作者的当前操作、测定的载重等,对液压作业装置及/或旋转体的接下来的动作(尤其,优选为旋转体的接下来的操作。)进行推定的动作推定部;基于推定的接下来的动作,对从电动发电机及/或交流马达(优选交流马达)再生的电量进行算出的能量算出部;基于算出的电量,设定电容器的目标电压的电容器控制部。

[0025] 此外,控制器优选地具有车身控制部,其根据操作者的当前操作,算出液压作业装置及/或旋转体(优选旋转体)所请求的电量。

[0026] 而且,电容器控制部优选具有:检测电容器的当前电压的电容器状态检测部;基于所算出的电量和所检测的当前电压,算出相对于电容器的充放电指令的电容器充放电指令算出部;基于所作成的充放电指令,设定电容器的目标电压的电容器目标电压设定部。

[0027] 而且,电容器控制部优选基于发动机的转速、交流马达的扭矩指令及/或电动发电机的扭矩指令,对电容器的目标电压进行修正。

[0028] 另外,本发明的一个实施方式的工程机械具有:具备电容器和电池的电源系统,其中所述电容器和电池向连结在发动机和液压泵上的能够发电的电动发电机及/或对旋转体进行驱动的交流马达供给电力、及对从所述电动发电机及/或所述交流马达再生的电力进行充电,所述旋转体设置有通过从所述液压泵排出的油而驱动的液压缸;对所述电源系统进行控制的控制器。

[0029] 此外,作为电池,能够使用铅电池、锂电池,但尤其优选铅电池。

[0030] 另外,在向电动发电机及/或交流马达供给电力的情况下、以及对从电动发电机及/或交流马达再生的电力进行充电的情况下,优选地都对交流马达供给电力,对从交流马达再生的电力进行充电。

[0031] 而且,控制器优选地,基于操作者的当前操作以及所测定的载重等,推定液压控制装置及/或旋转体的接下来的动作,并基于所推定的接下来的动作,算出从电动发电机及/

或交流马达（优选交流马达）再生的电量，并基于所算出的电量，设定电容器的目标电压。

[0032] 而且，控制器优选地，基于所算出的电量，作成相对于电容器的充放电指令，并基于所作成的充放电指令，设定电容器的目标电压。

[0033] 而且，控制器基于根据交流马达的旋转速度、换言之操作者的当前操作以及所测定的载重等发生变化的物理量，算出电量。

[0034] 此外，电量能够使用能量算出。

[0035] 另外，控制器尤其优选地，对电容器的当前电压和电容器的目标电压进行比较，在电容器的当前电压比电容器的目标电压大的情况下，预先供给（放电）被向电容器充电的电力。

[0036] 而且，作为放电的对象，为电动发电机、交流马达，但尤其优选交流马达。

[0037] 此外，以下对控制器基于操作者的当前操作以及所测定的载重等，对液压作业装置以及旋转体的接下来的动作进行推定的情况进行说明。

[0038] 例如，基于操作者的杆操作，液压作业装置和旋转体进行驱动。换言之，通过检测操作者的杆操作量（杆操作信号），能够推定液压作业装置以及旋转体的驱动量。

[0039] 而且，在工程机械的情况下，其动作（驱动）大致被限定在用于进行工程作业的驱动，因此，基于该推定的液压作业装置、旋转体的驱动（驱动量），能够推定液压作业装置、旋转体的接下来的动作。基于该液压作业装置以及旋转体的接下来的动作，推定从电动发电机、交流马达再生的电量。

[0040] 这样，为了将必要的电力在电池以及电容器中高效地充放电，需要预先控制蓄电率。

[0041] 因此，本发明中，从工程机械的当前动作预测接下来的动作，并且，在接下来的动作中，利用当前的车身的信息算出在交流马达、电动发电机中发电时、驱动时的电力，而且，利用该算出电力，进行电池以及电容器的充电目标电压的算出，以成为其目标电压的方式预先进行充放电。

[0042] 从当前动作预测接下来的动作可以说是工程机械的特有的性质。换言之，不仅行驶部，还需要考虑旋转部、液压作业装置的驱动。

[0043] 例如，在当前动作为旋转动力运转动作的情况下，预测接下来的动作为旋转再生动作。另一方面，作为当前动作，在发动机的转速小时，能够预测为怠速状态，且前作业为轻负载状态，因此，能够预测接下来的动作为动力运转动作。

[0044] 换言之，本发明中，从当前动作算出接下来的动作中的交流马达、电动发电机中的发电时、驱动时的电力。由此，能够算出电容器、电池应预先充放电的电量。

[0045] 发明的效果

[0046] 根据这样的本发明，能够提供一种工程机械，考虑这样的旋转部、液压作业装置的驱动，能够将电力有效地且高能效地向电容器进行充电。

## 附图说明

[0047] 图 1 是表示适用本实施方式的液压挖掘机的构成的图。

[0048] 图 2 是表示液压挖掘机的系统构成的图。

[0049] 图 3 是表示控制器的控制逻辑的概要的图。

- [0050] 图 4 是表示电容器控制部的控制逻辑的图。
- [0051] 图 5 是表示旋转杆·先导压、旋转体速度、能量 E 以及电容器电压和时间的关系的图。
- [0052] 图 6 是表示旋转部的动力运转动作的能量流的一例的图。
- [0053] 图 7 是表示旋转部的再生动作的能量流的一例的图。

### 具体实施方式

- [0054] 以下,利用图 1 ~图 7 说明本发明的一个实施方式。
- [0055] 图 1 是表示适用本实施方式的液压挖掘机(工程机械的代表例)的构成的图。
- [0056] 图 1 中,液压挖掘机 2 具有:行驶体 401、旋转体 402。
- [0057] 行驶体 401 通过行使用液压马达 33 被驱动。
- [0058] 旋转体 402 通过交流马达 35 被驱动,以相对于行驶体 401 能够旋转的方式形成。
- [0059] 另外,在旋转体 402 的前部一方的单侧(例如朝向前方的左侧)设置有驾驶席 403,在旋转体 402 的前部另一方的单侧(例如朝向前方的右侧)设置有具有动臂 405、斗杆 406、铲斗 407 的多关节构造的作业部 400。
- [0060] 动臂 405、斗杆 406、铲斗 407 分别通过动臂液压缸 32a、斗杆液压缸 32b、铲斗液压缸 32c 驱动。
- [0061] 图 2 是表示液压挖掘机的系统构成的图。
- [0062] 图 2 中,液压挖掘机的系统具有:由发动机控制器(ECU)11 控制的发动机 10;与发动机 10 和液压泵 31 连结的能够发电的电动发电机(M/G)8;为了对由电动发电机(M/G)8 产生的动力进行控制而与电动发电机(M/G)8 连接的第一变流器(INV)9。
- [0063] 这里,电动发电机(M/G)8 在动力运转时辅助发动机 10,并对连接在发动机 10 上的液压泵 31、空调等的辅机负载 16 进行驱动,并在再生时进行发电。
- [0064] 所发电的电力(能量)通过第一变流器 9 被转换成直流,并向电源系统 1 供给。此外,所发电的电力还可能被旋转体 402 消耗,但优选向电源系统 1 的电容器 13 充电。
- [0065] 此外,第一变流器 9 是用于将直流电力转换为交流电力、或将交流电力转换成直流电力的部件。
- [0066] 而且,液压挖掘机的系统具有液压泵 31 和控制阀 36,该控制阀 36 通过对从液压泵 31 供给的工作油的流动进行控制来驱动前作业装置 32 以及行使用液压马达 33。
- [0067] 控制阀 36 对从液压泵 31 供给的工作油的流动进行控制,并向动臂液压缸 32a、斗杆液压缸 32b、铲斗液压缸 32c、行使用液压马达 33 供给工作油。
- [0068] 这里,前作业装置(液压作业装置)32 包括:动臂液压缸 32a、斗杆液压缸 32b 以及铲斗液压缸 32c,并设置在旋转体 402 上。
- [0069] 旋转体 402 中连接有交流马达 35,交流马达 35 对旋转体 402 进行驱动。
- [0070] 另外,交流马达 35 中连接有用于对交流马达 35 进行驱动的第二变流器(INV)34。
- [0071] 旋转体 402 具有减速器,对交流马达 35 的轴输出进行增速从而驱动旋转体 402。交流马达 35 是电动发电机,在动力运转时作为马达(电动机)而进行动作从而产生驱动力,在旋转体 402 的制动时作为发电机(发电机)而进行动作从而对电力进行再生。
- [0072] 此外,第二变流器 34 是将直流电力转换成交流电力或将交流电力转换成直流电

力的部件。

[0073] 而且,液压挖掘机的系统具有电源系统 1。

[0074] 电源系统 1 具有:电池 12、电容器 13、连接在电池 12 上的第一 DC/DC 换流器 15、以及连接在电容器 13 上的第二 DC/DC 换流器 14。此外,电池 12 和电容器 13 是对电能进行蓄积的蓄电装置。

[0075] 电池 12 使用电压为 170V ~ 360V 的铅蓄电池。此外,代替铅蓄电池,还能够使用锂离子电池。

[0076] 电容器 13 使用双电荷层电容器,假定其电压为 400V 左右、容量为 1000F 左右。此外,对于电容器 13,在作为电池 12 使用 240V 的铅蓄电池的情况下,虽然基于工程机械的作业量以及一天的作业时间,但仍需要 120Ah 左右的容量。

[0077] 第一 DC/DC 换流器 15 以及第二 DC/DC 换流器 14 是升降压振动换流器(断续装置),是根据相对于电源系统 1 输入、输出的电量(能量),分别以使电池 12 和电容器 13 的电压成为直流母线电压的方式对输出进行控制,并进行变流器和蓄电装置之间的电力转换的直流电力转换器。

[0078] 此外,第一 DC/DC 换流器 15 进行电容器 13 和第一变流器 9 以及第二变流器 34 之间的电力转换,第二 DC/DC 换流器 14 进行电池 12 和第一变流器 9 以及第二变流器 34 之间的电力转换。

[0079] 换言之,电源系统 1 具有:蓄电装置(电容器 13、电池 12);进行直流和交流之间的电力转换的电力转换器(第一 DC/DC 换流器 15、第二 DC/DC 换流器 14)。

[0080] 而且,控制器 17 对来自蓄电装置(电容器 13、电池 12)的放电或进行充电的电流进行计算、并与此相伴地对电力转换器(第一 DC/DC 换流器 15、第二 DC/DC 换流器 14)进行控制。

[0081] 此外,控制器 17 中输入有操作者当前操作、车身信息以及载重。

[0082] 作为操作者当前操作,输入有驾驶席 403 中的杆、油门踏板、制动操作量。另外,作为车身信息,有行驶部 401 的速度、加速度;作为旋转体 402 的信息有旋转速度、进行旋转时的作业部 400 的姿势信息。

[0083] 作业部 400 的姿势信息能够从驾驶员的杆操作量得到,并能够根据对动臂、斗杆、铲斗的操作量,作为旋转体 402 的惯性力矩进行定义。

[0084] 另外,作为载重,输入有测定的负载载重。

[0085] 控制器 17 经由通信机构与未图示的发动机控制器、马达控制器以及电池控制器连接,根据操作者的操作量、电源系统 1 的蓄电状态、车身信息等各参数,确定能量的流动,并控制发动机 10、电动发电机(M/G)8、交流马达 35 以及电源系统 1。

[0086] 这样,本实施例中,以液压挖掘机作为工程机械的代表例进行了说明,但在具有内燃机(发动机)和电源系统的工业车辆以及工程机械中也能够适用。例如,除了液压挖掘机,还能够适用于轮式装载机、叉车等。

[0087] 另外,本实施例中,使用了包含电池(铅蓄电池)和电容器的电源系统,但由于铅蓄电池在充电时的损失大,因此,无法高效地将再生能量回收到铅蓄电池中,若以大电流反复进行向铅蓄电池的充放电,则存在加速劣化、缩短寿命的倾向。

[0088] 因此,在将再生能量向电源系统 1 进行充电的情况下,尽可能优选向电容器 13 充

电。由此,能够提高基于充电的能效。

[0089] 如以上所述,根据本实施例,在液压挖掘机 2 反复进行旋转动作、或反复进行基于前部作业的作业部 400 的升降的场景中,以电容器 13 的输入、输出成为最佳的方式进行管理。

[0090] 因此,预先掌握液压挖掘机的状态,并算出能量,然后预测接下来的动作,并确定向电容器 13 充电的能量,与此相伴地对 DC/DC 换流器进行控制。

[0091] 由此,能够减少铅蓄电池中再生时的损失,提高能效。

[0092] 此外,对液压挖掘机 2 的旋转动作进行了说明,但对于行驶动作、挖掘动作、其他的工程机械或工业车辆也同样能够适用。

[0093] 例如,还能够适用于轮式装载机中的前进和后退、砂土的堆积、装载卸载动作;或叉车中的行驶、抬升动作等。

[0094] 工程机械与汽车不同,由于其动作确定,因此,能够预先把握接下来的动作并适当地对能量收支进行管理。

[0095] 图 3 是表示控制器 17 的控制逻辑的概要的图。

[0096] 作为向控制器 17 的输入信息而输入有杆、油门踏板、制动操作量、车身信息、姿势信息以及载重。

[0097] 杆、油门踏板、制动操作量由驾驶席 403 上的操作者的当前操作确定。另外,车身信息有行驶体 401 的速度、加速度,另外作为与旋转体 402 相关的信息有旋转速度、进行旋转时的作业部 400 的姿势信息。

[0098] 作业部 400 的姿势信息能够通过操作者的杆操作量得到,并能够根据对动臂、斗杆、铲斗的操作量,作为旋转体 402 的惯性力矩进行定义。

[0099] 另外,作为载重输入有所测定的负载载重。

[0100] 这些输入信息,用于算出在车身控制部 20 中液压泵 31、发动机 10、交流马达 35 以及电动发电机 26 所需要的输出。该所需要的输出分别被液压泵控制部 21、发动机控制部 22、交流马达控制部 23 以及 M/G(电动发电机)控制部 26 利用,并根据该各部分的必要输出,在发动机控制部 22、旋转控制部 23 以及 M/G 控制部 26 中,分别对发动机目标转速  $W_e^*$ 、交流马达扭矩指令  $T_m^*$  以及马达扭矩指令  $T_{m2}^*$  进行设定,并对各部分进行驱动。

[0101] 在能量算出部 24 中,算出从电动发电机 (M/G) 8 以及交流马达 35 再生的电量(再生能量)。

[0102] 这里,针对旋转体 402 来说明再生能量的求出方法。

[0103] 能量算出部 24 中,将液压挖掘机 2 所具有的势能  $E_p$  和动能  $E_v$  的和作为再生能量进行算出。

[0104] 势能  $E_p$  和动能  $E_v$ ,使用被输入控制器 17 的操作者的当前操作、车身信息以及载重。

[0105] 旋转体 402 的动能  $E_{v1}$  能够从旋转速度  $\omega_m$ [rad/s] 并通过下述的算式 (1) 算出。

$$[0106] \quad E_{v1} = (1/2) \cdot I_1 \cdot \omega_m^2 \cdots (1)$$

[0107] 这里,  $I_1$  表示惯性力矩,根据进行旋转时的液压挖掘机的前部的姿势,惯性力矩不同,所以,对于动臂 405、斗杆 406、铲斗 407 分别预先定义杆操作量或与先导压相应的惯性力矩。



[0108] 同样,利用发动机转速  $\omega_e$  [rad/s],并通过下式能够算出基于发动机 10 的旋转的动能。

$$[0109] \quad E_{v_2} = K_2 \cdot (1/2) \cdot I_2 \cdot \omega_e^2 \cdots (2)$$

[0110] 这里,  $I_2$  表示发动机的惯性力矩。  $K_2$  表示预先设定的常数,例如根据发动机 10 的  $\Delta t$  [s] 前的转速、升压确定。

[0111] 通过以上,动能  $E_v$  由  $E_{v_1}$  和  $E_{v_2}$  的和 ( $E_v = E_{v_1} + E_{v_2}$ ) 算出。

[0112] 另外,势能  $E_p$  能够通过

$$[0113] \quad E_p = K_3 \cdot S_t \cdots (3) \text{ 算出。}$$

[0114] 这里,  $S_t$  表示通过前部进行再生的情况下的动臂、斗杆的行程 [m],  $K_3$  是预先设定的常数。

[0115] 将这样算出的势能  $E_p$  和动能  $E_v$  ( $E_v = E_{v_1} + E_{v_2}$ ) 的和作为能量  $E$  算出。将该能量  $E$  作为再生的电量。

[0116] 此外,实际上,作为再生的电量,由交流马达 35 产生的能量占大部分。

[0117] 如以上那样,在车身控制部 20 中被设定的各转速以及指令值、和各部分所请求的电量的信息以及在能量算出部 24 中算出的再生的能量,被输入动作推定部 25。

[0118] 动作推定部 25 基于这些信息,对液压挖掘机的行驶部 401、前作业装置 32 以及旋转体 402 的接下来的动作进行推定。

[0119] 一般,如液压挖掘机 2 这样的工程机械,其作业模式大致被确定。因此,基于当前动作容易推定接下来的动作。例如,在行驶体 401 中,操作者若以车速加速的方式进行操作,则推定接下来进行减速。在作业部 400 中,若以使铲斗 407 的位置升高的方式进行操作,则推定接下来的动作中铲斗 407 的位置下降。另外,在旋转体 402 进行旋转并动力运转时,能够推定接下来的动作为旋转减速。本实施例中,尤其优选推定旋转体 402 的接下来的操作。

[0120] 另外,本实施例中,说明了使旋转体 402 电动化的情况,但还能够适用于行驶部 401、前作业装置 32。

[0121] 例如,行驶部 401 中,通过速度  $v$  [m/s] 能够算出基于行驶的动能  $E_v = 1/2 \cdot m \cdot v^2$ 。另外,前作业装置 32 中,例如,在将动臂电动化的情况下,通过堆积在铲斗中的砂土等的重量  $m$  [g]、从作业部 400 部的姿势信息得到的高度  $h$  [m] 等,能够算出势能,由此,能够求出再生的电量。

[0122] 如以上那样,算出的再生的电量被输入动作推定部 25,与操作者的当前操作一起推定接下来的动作。在不会过充电地向电容器 13 充电的电容器控制部 27 中设定电容器的目标电压。

[0123] 这里,关于设定电容器目标电压的方法,利用图 4 进行说明。

[0124] 图 4 是表示电容器控制部的控制逻辑的图。

[0125] 如图 4 所示,电容器控制部 27 由电容器充放电指令部 40、电容器状态检测部 41 以及电容器目标电压设定部 42 构成。

[0126] 在电容器状态检测部 41 中,对当前的电容器电压即电容器的当前电压  $V_0$  进行检测。

[0127] 在电容器放电指令算出部 40 中,输入在电容器状态检测部 41 中检测的当前电压

$V_0$  和由能量算出部 24 算出的再生能量,并算出相对于电容器的放电指令。

[0128] 在电容器目标电压设定部 42 中,基于这样作成的放电指令确定电容器目标电压  $V_c^*$ 。

[0129] 这里,由电容器放电指令算出部 40 算出的针对电容器的放电指令依存于由能量算出部 24 算出的电量的大小。

[0130] 例如,在电量大的情况下,减小充电指令值,或增大放电指令值。这是由于,为了高效地将再生的电量向电容器充电,需要预先从电容器放电并增大能够充电的容量。

[0131] 换言之,只要以预先进行电容器的放电的方式增大放电指令值地进行设定即可。例如,动力运转时在发动机转速  $\omega_e$  高的情况下,能够预测为重负载作业中,由于为不能向电容器 13 充电的状况,所以,充电指令值小。另外,在使用涡轮发动机时,升压也作为参数被考虑,从而能够预测负载的状态。

[0132] 相反,在电量小的情况下,以增大充电指令值或减小放电指令值的方式输出电容器充放电指令。在再生的电量小的情况下,由于无需增大电容器的能够充电的容量,所以,只要较小地设定放电指令值即可。例如,关于发动机转速,在发动机转速  $\omega_e$  低的情况下,换言之在算出的电量小的情况下,由于再生电量小,所以,放电指令值较小地设定即可。

[0133] 以根据这样由电容器充放电指令算出部 40 设定的放电指令进行放电的方式,在电容器目标电压算出部 42 中算出电容器目标电压  $V_c^*$ 。电容器目标电压  $V_c^*$ ,能够利用由电容器状态检测部 41 检测的电容器的当前电压  $V_0$  和由能量算出部 24 算出的构成再生能量的动能  $E_v$  以及势能  $E_p$ ,并通过下式算出。

$$[0134] \quad V_c^* = V_0 - E' \quad \cdots (4)$$

$$[0135] \quad E' = (K_p \cdot E_p + K_v \cdot E_v) \quad \cdots (5)$$

[0136] 这里,  $K_p$ 、 $K_v$  表示预先设定的常数。

[0137] 从算式 (4) 可知,只要以如下方式进行控制即可,即能量算出部中算出的电量越大,则为了接下来的动作做准备而降低电容器目标电压  $V_c^*$ ,能量越小则增高电容器目标电压  $V_c^*$ 。

[0138] 此外,该电容器控制部 27 还可以基于发动机目标转速  $\omega_e^*$ 、交流马达扭矩指令  $T_m^*$  以及马达扭矩指令  $T_{m2}^*$ ,对电容器目标电压  $V_c^*$  进行修正。

[0139] 图 5 是表示旋转杆·先导压、旋转体速度、能量  $E$  以及电容器电压和时间的关系的图。

[0140] 图 5 是控制电容器目标电压时的旋转杆·先导压、旋转体速度、能量  $E$  以及电容器电压和时间的关系。

[0141] 图 5 中,在不操作旋转杆期间,旋转体的速度成为零,所以此时的动能为零。因此,将由算式 (4) 算出的目标电压  $V_c^*$  设定得较高。接下来,以旋转杆·先导压成为最大的方式操作旋转杆时,与其相伴地旋转体的速度上升。因此,此时的动能变大,目标电压  $V_c^*$  变小。该目标电压值,根据实际的挖掘机的规格,基于旋转体的最高转速、能够输出的最大扭矩,预先设定算式 (5) 的常数  $K_v$  即可。

[0142] 接下来,若从旋转体速度以最高速度进行旋转开始使杆回到中立,则旋转体减速。与减速同时地,根据动能,以提高电容器的目标电压值  $V_c^*$  的方式进行输出。

[0143] 以上,说明了进行以使旋转速度达到最高速的杆操作的情况,但旋转速度小的情

况下也同样。在旋转速度小的情况下,由于动能也小,所以,在算式(4)中算出的电容器目标电压值 $V_c^*$ 的数值也相应地变化。在进行动力运转动作的情况下,增高目标电压值 $V_c^*$ ,但设定为比图5中的第一次旋转动作小的值。由于第二次旋转中的速度也较小,所以,在使杆回到中立并进行再生动作时,能够再生的能量也减小。

[0144] 然而,图3所示的电池控制部28,以工程机械的作业时间结束时电池的SOC接近0的方式,预先设定有电池目标电压 $V_b^*$ 。因此,电池12与由能量算出部算出的再生的电量无关地,根据所设定的电池目标电压 $V_b^*$ ,仅进行放电,由此,控制电池目标电压 $V_b^*$ 。

[0145] 另一方面,如前所述,由于电容器13受到所设定的电容器目标电压 $V_c^*$ 控制,所以,本发明中预先进行电容器13的放电。通过该控制,对电容器电压进行控制,边参照图3边说明。

[0146] 动作推定部25以如下方式进行控制,使以电容器达到在电容器目标电压设定部42中设定的电容器目标电压 $V_c^*$ 的方式放电的电量优先地向交流马达35放电。此时,以满足由车身控制部20算出的各部分的请求输出的方式进行放电,动作推定部25发挥确定向各部分的供电量的流动(能量流)的作用。

[0147] 图6是表示由旋转体402、交流马达35以及第二变流器34构成的旋转部在进行动力运转动作时,基于由动作推定部25确定的能量流,被向电容器充电的电力优先向交流马达35放电的情况的图。

[0148] 在来自电容器13的放电电量能够满足旋转部所需要的全部请求电力 $P_s$ 的情况下,基于(1)所示的能量流,对各部分进行控制。

[0149] 另外,在电容器13的电压较低的状态等通过电容器13无法获得全部能量的情况下,能够成为(1)及(2)所示那样的能量流,并能够利用由电动发电机(M/G)8发电的电力。

[0150] 另外,在上述的电池控制部28中,在电池的状态为高SOC、发动机输出不足的情况下,成为(3)所示的能量流,可以利用电池电力驱动交流马达35的方式进行控制。

[0151] 这些能量流都基于电容器13和电池12的状态,如上所述,以满足在电容器控制部27、电池控制部28中算出的充放电指令值的方式确定。

[0152] 基于这样确定的能量流,电力向各部分受到控制,与其相伴地,进行向电动发电机(M/G)8的扭矩指令和向交流马达35的扭矩指令。

[0153] 如以上那样,在预先进行电容器13的放电后,关于来自旋转部、电动发电机的再生电力被向电容器充电时的能量流的一例,利用图7进行说明。

[0154] 在能够向电容器13充电的情况下,如根据(1)那样的能量流那样,控制各部分。不过,在进行旋转动力运转时,与旋转动作一起进行复合动作,存在进行前作业的可能性。该情况下,若基于旋转而再生的电量比向电容器的充电指令大,则成为(1)及(2)的能量流,通过由旋转马达再生的能量对电动发电机(M/G)8进行驱动并对发动机进行辅助,还能够用于泵31的输出。

[0155] 另外,在电容器13的蓄电状态低,且输出有充电指令的情况下,成为(1)及(3)所示的能量流,还能够使用由电动发电机(M/G)8发电的电力。这些情况都是以满足电容器的电容器目标电压 $V_c^*$ 的方式确定能量流的情况。

[0156] 在以上的说明中,示出了旋转体的动力运转以及再生动作例,但对于其他的部分,例如行驶动作、前部的动臂动作被电动化的情况下,也能够适用本实施例的电源系统1的

控制方法。

[0157] 本发明涉及具有发动机和电源系统的工程机械,能够用于液压挖掘机、轮式装载机、叉车等。

[0158] 附图标记的说明

[0159] 1 电源系统

[0160] 8 电动发电机 (M/G)

[0161] 9 第一变流器

[0162] 10 发动机

[0163] 12 电池

[0164] 13 电容器

[0165] 14 第二 DC/DC 换流器

[0166] 15 第一 DC/DC 换流器

[0167] 17 控制器

[0168] 32 前作业装置

[0169] 33 行驶用液压马达

[0170] 34 第二变流器

[0171] 35 交流马达

[0172] 36 控制阀

[0173] 400 作业部

[0174] 402 旋转体

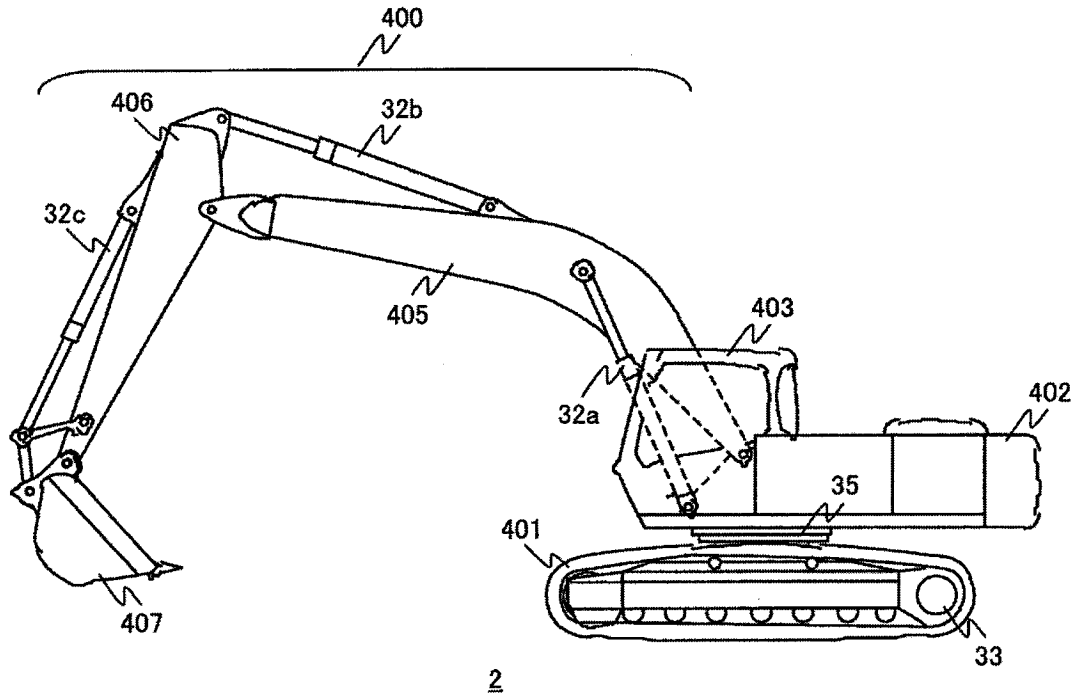


图 1

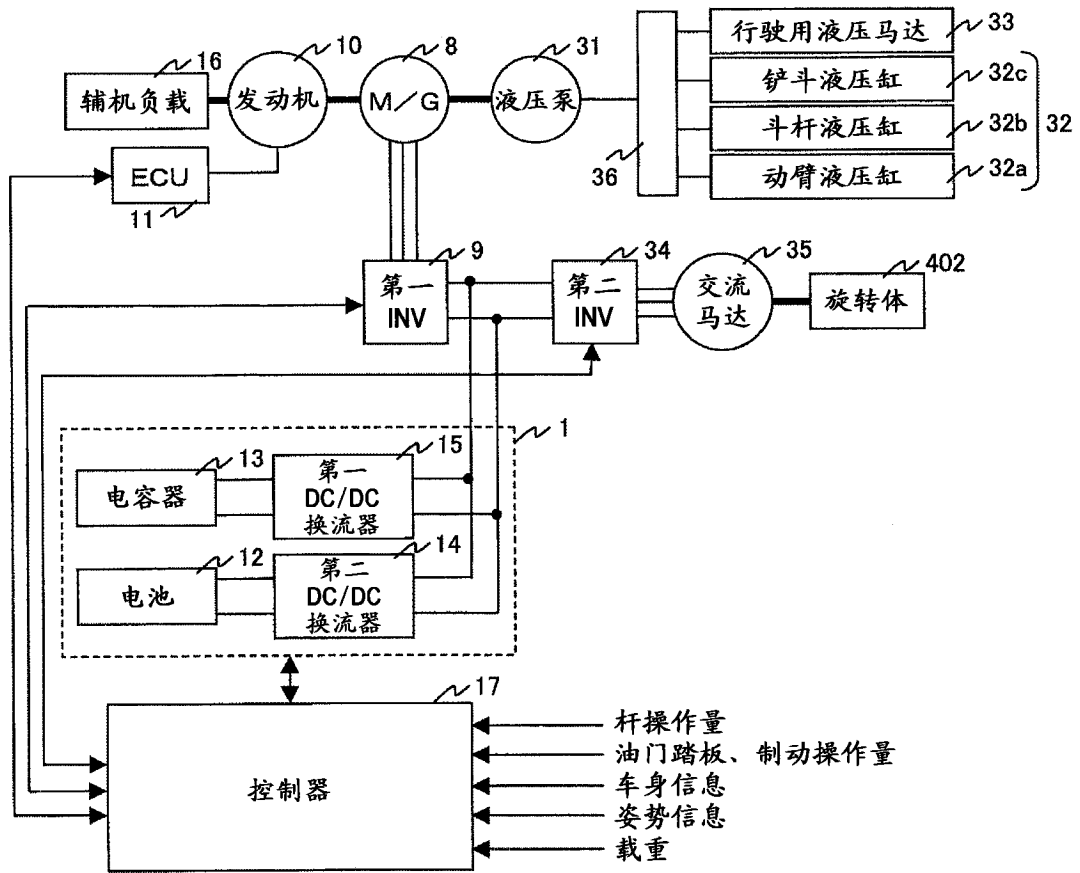


图 2

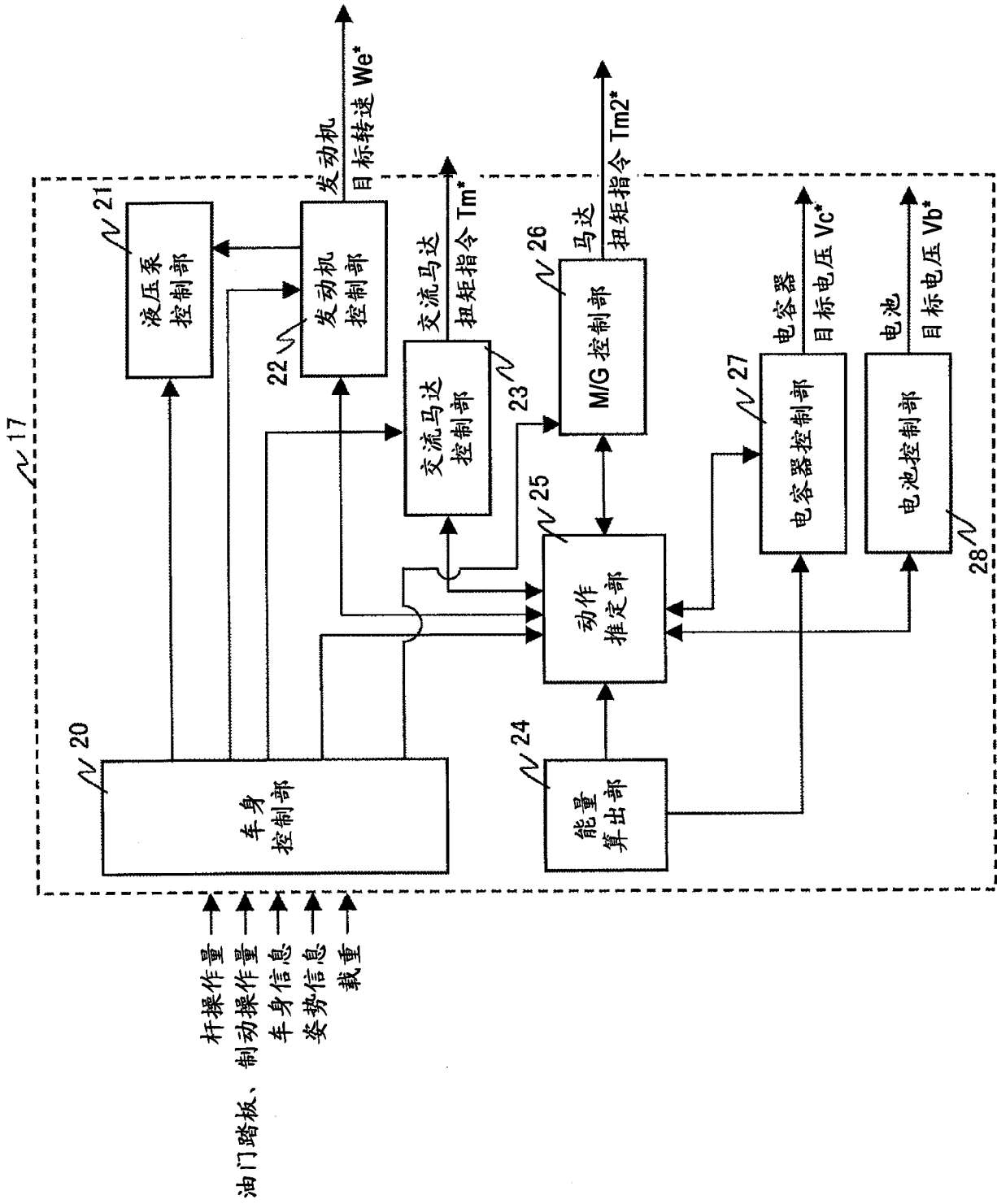


图 3

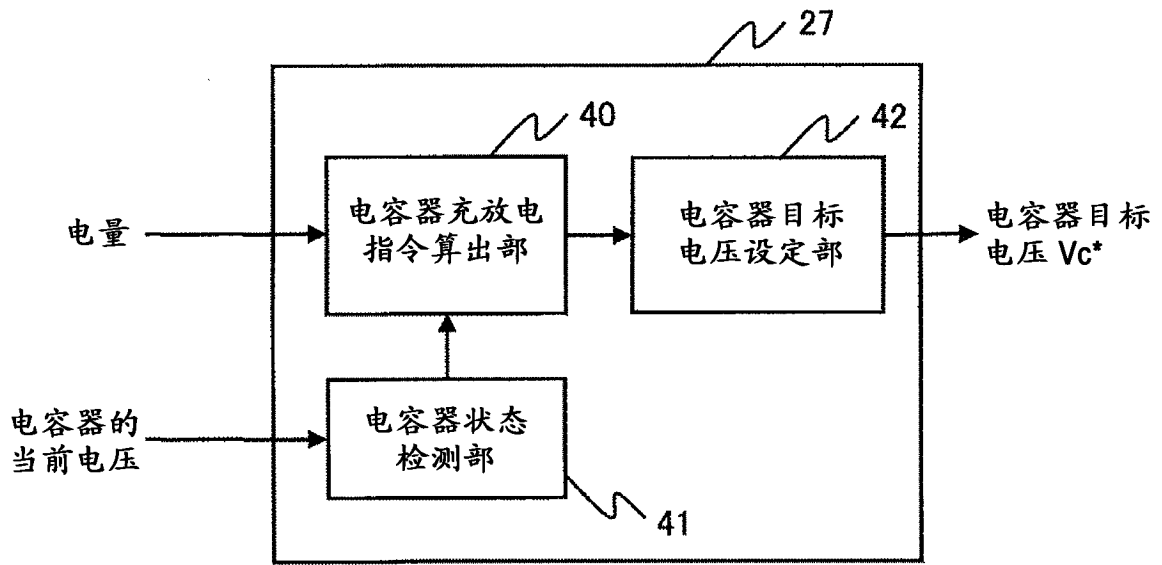


图 4

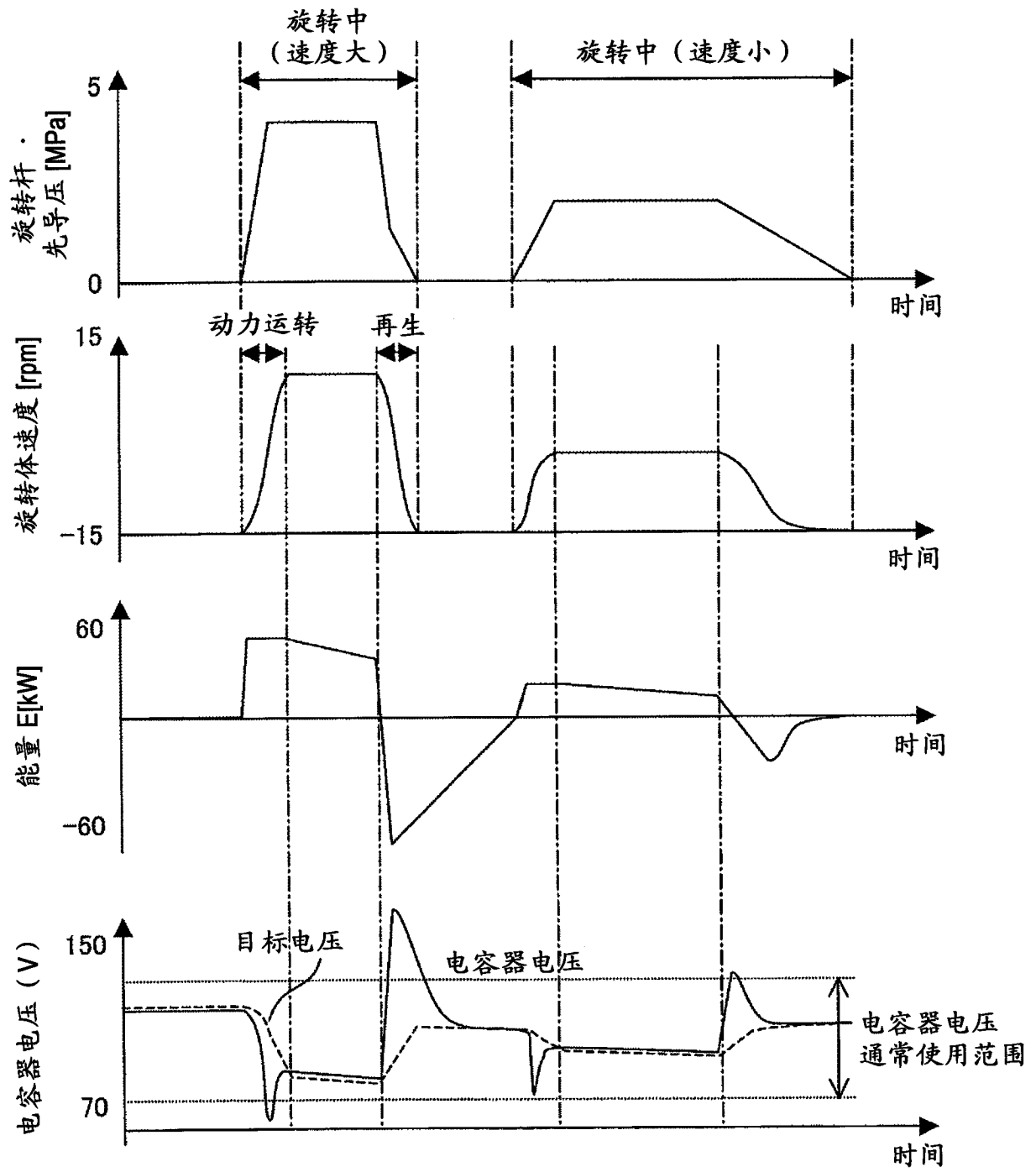


图 5



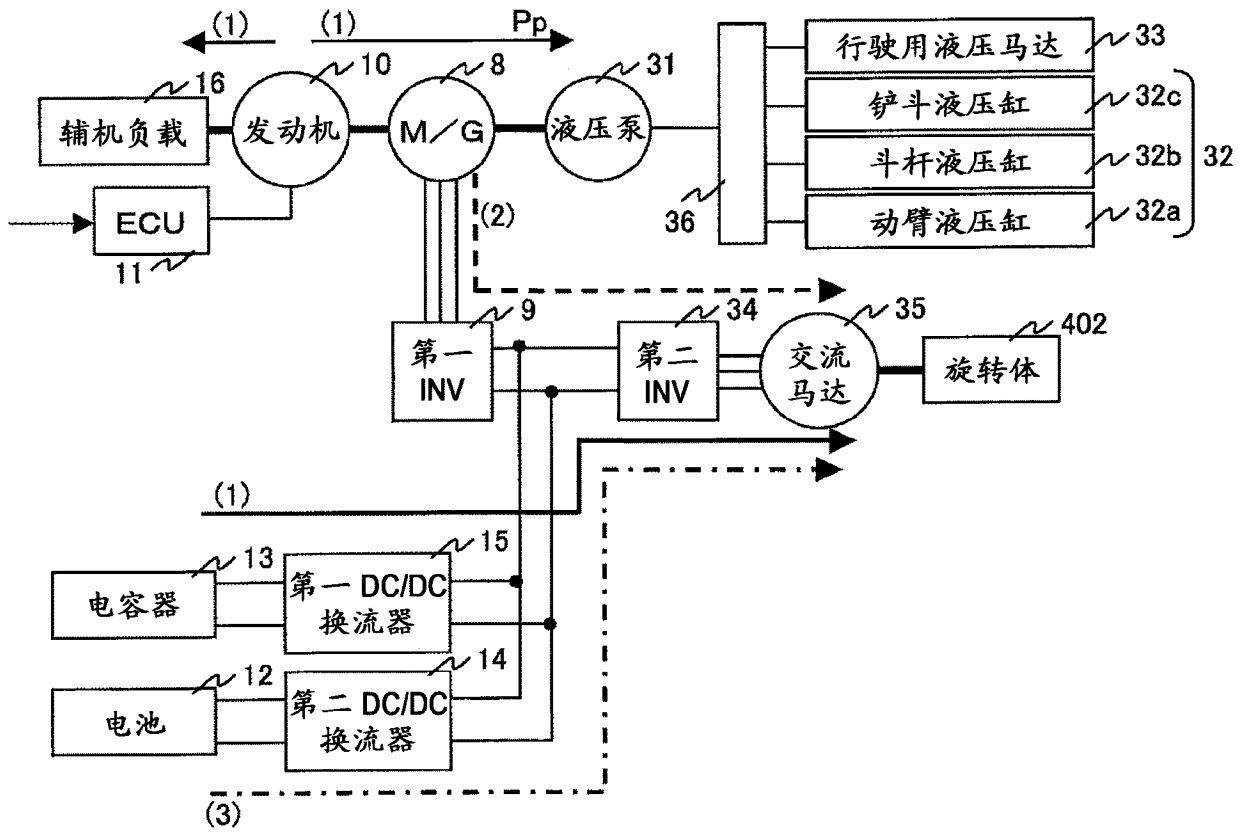


图 6

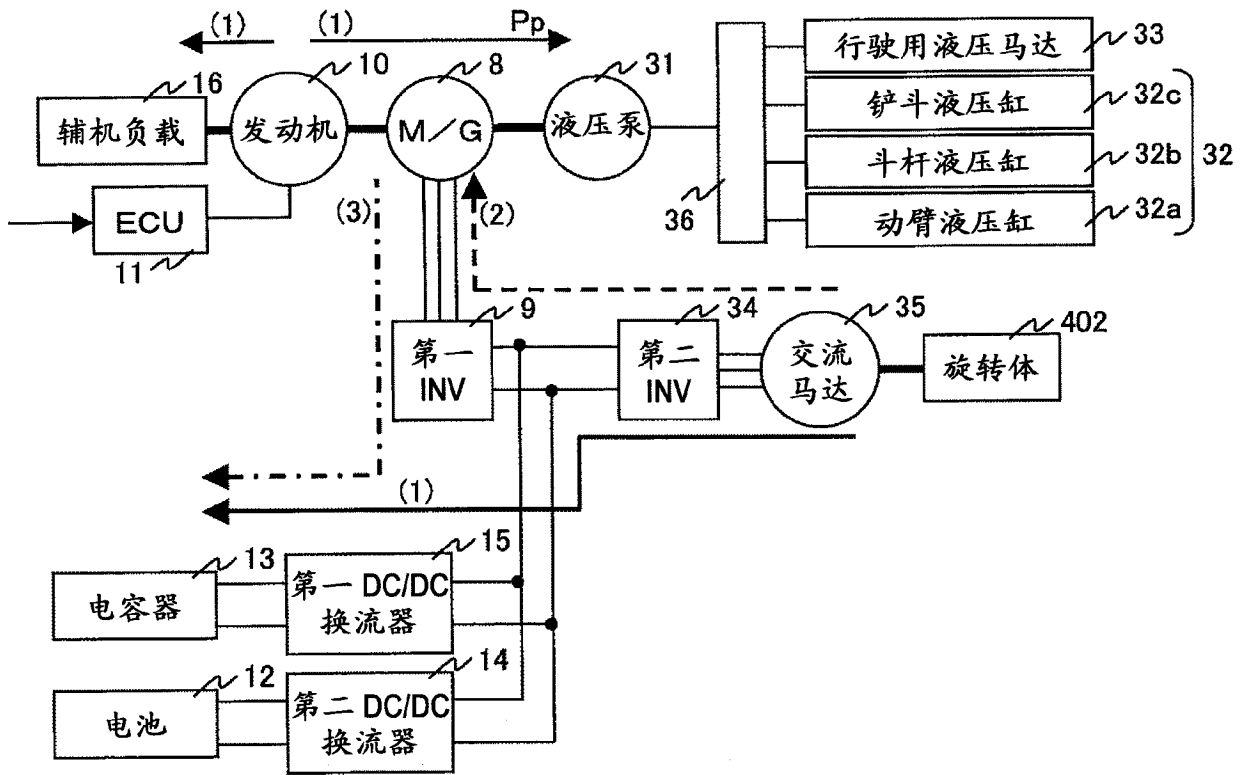


图 7

1. (修改后) 一种工程机械, 具有: 发动机; 由所述发动机驱动的液压泵; 连结在所述发动机和所述液压泵上的能够发电的电动发电机; 通过从所述液压泵排出的油驱动的液压作业装置; 设有所述液压作业装置的旋转体; 驱动所述旋转体的交流马达; 具有电容器的电源系统, 所述电容器向所述电动发电机及 / 或所述交流马达供给电力、及对从所述电动发电机及 / 或所述交流马达再生的电力进行充电; 对所述电源系统进行控制的控制器, 其特征在于:

所述控制器具有: 基于操作者的当前操作, 对所述液压作业装置及 / 或所述旋转体的接下来的动作进行推定的动作推定部; 基于所推定的接下来的动作, 算出从所述电动发电机及 / 或所述交流马达再生的电量的能量算出部; 基于所算出的电量和所述电容器的当前电压的差, 设定所述电容器的目标电压的电容器控制部。

2. (修改后) 如权利要求 1 所述的工程机械, 其特征在于:

所述电容器控制部具有: 对所述电容器的当前电压进行检测的电容器状态检测部; 基于所算出的电量和所检测的当前电压的差, 算出相对于所述电容器的充放电指令的电容器充放电指令算出部; 基于所作成的充放电指令, 对所述电容器的目标电压进行设定的电容器目标电压设定部。

3. 如权利要求 1 所述的工程机械, 其特征在于:

所述电容器控制部基于所述发动机的转速、所述交流马达的扭矩指令及 / 或所述电动发电机的扭矩指令对所述电容器的目标电压进行修正。

4. 如权利要求 1 所述的工程机械, 其特征在于:

所述控制器具有车身控制部, 所述车身控制部根据操作者的当前操作算出所述旋转体所请求的电量。

5. (修改后) 一种工程机械, 具有: 具备电容器的电源系统, 其中所述电容器向连结在发动机和液压泵上的能够发电的电动发电机及 / 或对旋转体进行驱动的交流马达供给电力、及对从所述电动发电机及 / 或所述交流马达再生的电力进行充电, 所述旋转体设置有通过从所述液压泵排出的油而驱动的液压作业装置; 对所述电源系统进行控制的控制器, 其特征在于:

所述控制器基于操作者的当前操作对所述液压作业装置及 / 或所述旋转体的接下来的动作进行推定, 并基于所推定的接下来的动作, 算出从所述电动发电机及 / 或所述交流马达再生的电量, 并基于所算出的电量和所述电容器的当前电压的差, 设定所述电容器的目标电压。

6. 如权利要求 5 所述的工程机械, 其特征在于:

所述控制器基于所算出的电量作成相对于所述电容器的充放电指令, 并基于所作成的充放电指令, 设定所述电容器的目标电压。

7. 如权利要求 5 所述的工程机械, 其特征在于:

所述控制器基于所述交流马达的旋转速度算出电量。

8. (修改后) 如权利要求 5 所述的工程机械, 其特征在于:

所述控制器, 对所述电容器的当前电压和所述电容器的目标电压进行比较, 在所述电容器的当前电压比所述电容器的目标电压大的情况下, 向驱动所述旋转体的交流马达供给预先被向所述电容器充电的电力。