



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110168925 B

(45) 授权公告日 2022. 07. 19

(21) 申请号 201880006526.7
(22) 申请日 2018.01.09
(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110168925 A
(43) 申请公布日 2019.08.23
(30) 优先权数据
2017-002803 2017.01.11 JP
(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.07.10
(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2018/000199 2018.01.09
(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/131568 JA 2018.07.19

(72) 发明人 铃木拓人
(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100
专利代理师 胡曼
(51) Int.Cl.
H02P 27/08 (2006.01)
H02M 7/48 (2007.01)
(56) 对比文件
JP H09191508 A, 1997.07.22
US 5880574 A, 1999.03.09
JP 2016059152 A, 2016.04.21
JP H05316744 A, 1993.11.26
CN 104718695 A, 2015.06.17
审查员 张琪

(73) 专利权人 株式会社电装
地址 日本爱知县

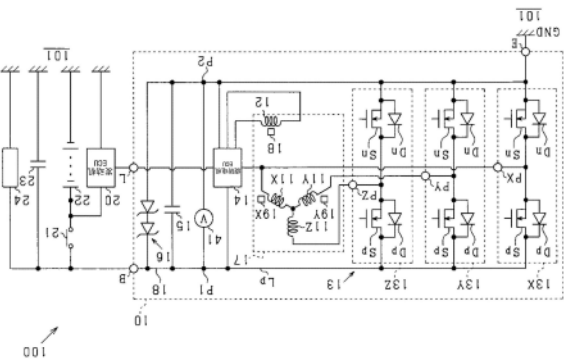
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

电力转换电路的控制装置、旋转电机单元

(57) 摘要

电力转换电路的控制装置 (14) 对具有多个开关元件 (Sp、Sn) 且将输入电力转换并输出至旋转电机 (17) 的电力转换电路 (13) 进行控制。控制装置包括：PWM控制部，在通过旋转电机进行动力运行时，PWM控制部通过PWM控制将多个开关元件接通断开；判断部，判断部对低速旋转状态是否持续比规定时间长进行判断，低速旋转状态是通过PWM控制部执行PWM控制且旋转电机以小于规定旋转速度的速度旋转的状态；以及规定控制部，在通过判断部判断为低速旋转状态持续比规定时间长规定的情况下，规定控制部执行开关元件的接通断开频率比PWM控制低的规定控制。



1. 一种电力转换电路的控制装置,是对电力转换电路(13、13A、13B)进行控制的控制装置(14、20),所述电力转换电路(13、13A、13B)具有多个开关元件(S_p 、 S_n)且将输入电力转换并输出至旋转电机(17),其特征在于,包括:

PWM控制部,在通过所述旋转电机进行动力运行时,所述PWM控制部通过PWM控制将所述多个开关元件接通断开;

判断部,所述判断部对低速旋转状态是否持续比规定时间长进行判断,所述低速旋转状态是通过所述PWM控制部执行所述PWM控制且所述旋转电机以小于规定旋转速度的速度旋转的状态;以及

规定控制部,在通过所述判断部判断为所述低速旋转状态持续比所述规定时间长的情况下,所述规定控制部执行所述开关元件的接通断开频率比所述PWM控制低的规定控制,

所述旋转电机具有多相双层绕组(11X~11Z、11U~11W)作为电枢绕组,

所述多相双层绕组分别连接有所述电力转换电路(13A、13B),

在通过所述判断部判断为所述低速旋转状态持续比所述规定时间长的情况下,所述规定控制部执行所述开关元件的接通断开频率比所述PWM控制低的规定控制,且将所述多个开关元件接通断开,以使电力交替地输出至所述多相双层绕组。

2. 如权利要求1所述的电力转换电路的控制装置,其特征在于,

在通过所述判断部判断为所述低速旋转状态持续比所述规定时间长的情况下,作为所述规定控制,所述规定控制部通过矩形波控制将所述多个开关元件接通断开。

3. 如权利要求1所述的电力转换电路的控制装置,其特征在于,

在通过所述旋转电机进行动力运行时,所述PWM控制部通过使用规定频率的载波信号的PWM控制将所述多个开关元件接通断开,

在通过所述判断部判断为所述低速旋转状态持续比所述规定时间长的情况下,作为所述规定控制,所述规定控制部通过使用比所述规定频率低的频率的载波信号的PWM控制将所述多个开关元件接通断开。

4. 一种电力转换电路的控制装置,是对电力转换电路进行控制的控制装置(14、20),所述电力转换电路具有多个开关元件(S_p 、 S_n)且将输入电力转换并输出至旋转电机(17),其特征在于,

所述旋转电机具有多相双层绕组(11X~11Z、11U~11W)作为电枢绕组,

所述多相双层绕组分别连接有所述电力转换电路(13A、13B),

所述电力转换电路的控制装置包括:

PWM控制部,在通过所述旋转电机进行动力运行时,所述PWM控制部通过PWM控制将所述多个开关元件接通断开;

判断部,所述判断部对低速旋转状态是否持续比规定时间长进行判断,所述低速旋转状态是通过所述PWM控制部执行所述PWM控制且所述旋转电机以小于规定旋转速度的速度旋转的状态;以及

交替输出控制部,在通过所述判断部判断为所述低速旋转状态持续比所述规定时间长的情况下,所述交替输出控制部将所述多个开关元件接通断开,以使电力交替地输出至所述多相双层绕组。

5. 如权利要求1至4中任一项所述的电力转换电路的控制装置,其特征在于,

所述旋转电机进行发动机(101)的起动，

在进行所述发动机的起动时，所述PWM控制部通过PWM控制将所述多个开关元件接通断开。

6.如权利要求1至5中任一项所述的电力转换电路的控制装置，其特征在于，

在发动机(101)的燃料被切断的状态下，所述旋转电机维持使所述发动机以比怠速旋转速度低的旋转速度旋转的状态，

在维持使所述发动机以比怠速旋转速度低的旋转速度旋转的状态时，所述PWM控制部通过PWM控制将所述多个开关元件接通断开。

7.如权利要求1至6中任一项所述的电力转换电路的控制装置，其特征在于，

所述旋转电机使车辆行驶，

在使所述车辆行驶时，所述PWM控制部通过PWM控制将所述多个开关元件接通断开。

8.一种旋转电机单元(10)，其特征在于，包括：

权利要求1至7中任一项所述的电力转换电路的控制装置(14、20)；

所述旋转电机(17)；以及

所述电力转换电路(13、13A、13B)。

电力转换电路的控制装置、旋转电机单元

[0001] 相关申请的援引

[0002] 本申请以2017年1月11日申请的日本专利申请号2017-002803号的申请为基础,在此援引其记载内容。

技术领域

[0003] 本发明涉及一种对将输入电力转换并输出至旋转电机的电力转换电路进行控制的装置。

背景技术

[0004] 以往,存在一种结构,为了解除三相交流电动机(旋转电机)的锁定状态,执行第一扭矩降低控制和第二扭矩降低控制,在上述第一扭矩降低控制中,使三相交流电动机的扭矩从用户请求扭矩暂时降低后复原,在上述第二扭矩降低控制中,使三相交流电动机的扭矩下降至比第一扭矩降低控制低的规定扭矩(参照专利文献1)。根据专利文献1所记载的结构,在判断为处于电动机锁定状态时,在经过推定定子的线圈到达温度上限值的到达时间之后,执行第一扭矩降低控制,在执行第一扭矩降低控制也未解除电动机锁定状态的情况下,执行第二扭矩降低控制。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本专利特许第4985561号公报

发明内容

[0008] 然而,本申请发明人关注到,即使在旋转电机不处于锁定状态的情况下,当旋转电机以低旋转速度持续旋转时,将输入电力转换并输出至旋转电机的电力转换电路的零件等也可能过热损伤。

[0009] 本发明为解决上述技术问题而作,其主要目的在于提供一种电力转换电路的控制装置,能够抑制将输入电力转换并输出至旋转电机的电力转换电路的零件等过热。

[0010] 为解决上述技术问题的第一方式是

[0011] 一种控制装置,对电力转换电路进行控制,所述电力转换电路具有多个开关元件且将输入电力转换并输出至旋转电机,其特征在于,包括:

[0012] PWM控制部,在通过所述旋转电机进行动力运行时,所述PWM控制部通过PWM控制将所述多个开关元件接通断开;

[0013] 判断部,所述判断部对低速旋转状态是否持续比规定时间长进行判断,所述低速旋转状态是通过所述PWM控制部执行所述PWM控制且所述旋转电机以小于规定旋转速度的速度旋转的状态;以及

[0014] 规定控制部,在通过所述判断部判断为所述低速旋转状态持续比所述规定时间长的情况下,所述规定控制部执行所述开关元件的接通断开频率比所述PWM控制低的规定控

制。

[0015] 根据上述结构,电力转换电路具有多个开关元件,将输入电力转换并输出至旋转电机。而且,在通过旋转电机进行动力运行时,由PWM控制部通过PWM控制将多个开关元件接通断开。在此,在旋转电机以小于规定旋转速度的速度旋转的状态下,尽管没有达到旋转电机为锁定状态的情况那样,但在电力转换电路中流动的电流变大。另外,在PWM控制中,开关元件频繁接通断开,因此,因开关损失而导致的发热量变大。因此,开关元件可能会过热损伤。

[0016] 针对这点,通过判断部对低速旋转状态是否持续比规定时间长进行判断,其中,在所述低速旋转状态下,通过PWM控制部执行PWM控制且旋转电机以小于规定旋转速度的速度旋转。然后,在通过判断部判断为低速旋转状态持续比规定时间长的情况下,执行各开关元件的接通断开频率比PWM控制低的规定控制。因此,能够减少开关元件的开关损失,从而减少开关元件的发热量。因此,即使在持续进行旋转电机的动力运行的情况下,也能抑制开关元件过热。另外,由于各开关元件的接通断开频率变低,因此,能够减少开关噪音。另外,也能够采用通过PWM控制部执行PWM控制且旋转电机以比第一规定旋转速度高且小于第二规定旋转速度(相当于规定旋转速度)的旋转速度旋转的状态等,作为低速旋转状态。

[0017] 根据第二方式,在通过所述判断部判断为所述低速旋转状态持续比所述规定时间长的情况下,作为所述规定控制,所述规定控制部通过矩形波控制将所述多个开关元件接通断开。

[0018] 根据上述结构,作为规定控制,通过矩形波控制将多个开关元件接通断开。在矩形波控制中,各开关元件以每一电角度周期的半周期交替地切换为接通和断开,并且控制将开关元件接通的相位。因此,与PWM控制相比,开关元件的接通断开频率大幅变低,能够大幅减少开关损失和开关噪音。

[0019] 根据第三方式,在通过所述旋转电机进行动力运行时,所述PWM控制部通过使用规定频率的载波信号的PWM控制将所述多个开关元件接通断开,在通过所述判断部判断为所述低速旋转状态持续比所述规定时间长的情况下,作为所述规定控制,所述规定控制部通过使用比所述规定频率低的频率的载波信号的PWM控制将所述多个开关元件接通断开。

[0020] 根据上述结构,在通过旋转电机进行动力运行时,由PWM控制部通过使用规定频率的载波信号的PWM控制将多个开关元件接通断开。然后,作为规定控制,通过使用比规定频率低的频率的载波信号的PWM控制将多个开关元件接通断开。因此,与PWM控制部的PWM控制相比,开关元件的接通断开频率变低,能够减少开关损失和开关噪音。

[0021] 根据第四方式,所述旋转电机具有多相双层绕组作为电枢绕组,所述多相双层绕组分别连接有所述电力转换电路,在通过所述判断部判断为所述低速旋转状态持续比所述规定时间长的情况下,所述规定控制部执行所述开关元件的接通断开频率比所述PWM控制低的规定控制,且将所述多个开关元件接通断开,以使电力交替地输出至所述多相双层绕组。

[0022] 根据上述结构,旋转电机具有多相双层绕组作为电枢绕组,多相双层绕组分别连接有电力转换电路。而且,在通过判断部判断为低速旋转状态持续比规定时间长的情况下,执行开关元件的接通断开频率比PWM控制低的规定控制,且将多个开关元件接通断开,以使电力交替地输出至多相双层绕组。因此,能够在将电力输出至多相双层绕组中的一方的电

力转换电路的通电期间对另一方的电力转换电路进行冷却,能够进一步抑制开关元件过热。

[0023] 第五方式是一种控制装置,对电力转换电路进行控制,所述电力转换电路具有多个开关元件且将输入电力转换并输出至旋转电机,其特征在于,

[0024] 所述旋转电机具有多相双层绕组作为电枢绕组,

[0025] 所述多相双层绕组分别连接有所述电力转换电路,

[0026] 所述控制装置包括:

[0027] PWM控制部,在通过所述旋转电机进行动力运行时,所述PWM控制部通过PWM控制将所述多个开关元件接通断开;

[0028] 判断部,所述判断部对低速旋转状态是否持续比规定时间长进行判断,所述低速旋转状态是通过所述PWM控制部执行所述PWM控制且所述旋转电机以小于规定旋转速度的速度旋转的状态;以及

[0029] 交替输出控制部,在通过所述判断部判断为所述低速旋转状态持续比所述规定时间长的情况下,所述交替输出控制部将所述多个开关元件接通断开,以使电力交替地输出至所述多相双层绕组。

[0030] 根据上述结构,与第四方式相同,能够在将电力输出至多相双层绕组中的一方的电力转换电路的通电期间对另一方的电力转换电路进行冷却,能够抑制开关元件过热。

[0031] 在旋转电机进行发动机的起动的结构中,有时在发动机中燃料会不着火或熄火。在该情况下,在发动机起动时,旋转电机可能会持续以小于规定旋转速度的速度旋转的状态。

[0032] 针对这点,根据第六方式,采用下述结构:所述旋转电机进行发动机的起动,在进行所述发动机的起动时,所述PWM控制部通过PWM控制将所述多个开关元件接通断开。因此,在旋转电机进行发动机的起动的结构中,即使在持续进行旋转电机的动力运行的情况下,也能够抑制开关元件过热。

[0033] 在发动机的燃料被切断的状态下旋转电机维持使发动机以比怠速旋转速度低的旋转速度旋转的状态的结构中,旋转电机可能会持续以小于规定旋转速度的速度旋转的状态。

[0034] 针对这点,根据第七方式,采用下述结构:在发动机的燃料被切断的状态下,所述旋转电机维持使所述发动机以比怠速旋转速度低的旋转速度旋转的状态,在维持使所述发动机以比怠速旋转速度低的旋转速度旋转的状态时,所述PWM控制部通过PWM控制将所述多个开关元件接通断开。因此,在发动机的燃料被切断的状态下旋转电机维持使发动机以比怠速旋转速度低的旋转速度旋转的状态的结构中,能够抑制开关元件过热。

[0035] 在旋转电机使车辆行驶的结构中,车辆有时会在陡峭的上坡路上行驶。在该情况下,在车辆行驶时,旋转电机可能会持续以小于规定旋转速度的速度旋转的状态。

[0036] 针对这点,根据第八方式,采用下述结构:所述旋转电机使车辆行驶,在使所述车辆行驶时,所述PWM控制部通过PWM控制将所述多个开关元件接通断开。因此,在旋转电机使车辆行驶的结构中,能够抑制开关元件过热。

[0037] 第九方式是一种旋转电机单元,包括:第一~第八方式中任一方式所述的电力转换电路的控制装置;所述旋转电机;以及所述电力转换电路。

[0038] 根据上述结构,在包括电力转换电路的控制装置、旋转电机和电力转换电路的旋转电机单元中,能够抑制开关元件过热。

附图说明

[0039] 参照附图和以下详细的记述,可以更明确本发明的上述目的、其它目的、特征和优点。附图如下所述。

[0040] 图1是表示车载旋转电机系统的结构的电路图。

[0041] 图2是表示根据旋转速度和扭矩执行的旋转电机的动力运行控制的图。

[0042] 图3是表示旋转电机单元的变形例的电路图。

具体实施方式

[0043] 以下,参照附图,对具体化为装设于车辆的旋转电机系统的一实施方式进行说明。

[0044] 如图1所示,车载旋转电机系统100包括旋转电机单元10、发动机ECU (Electronic Control Unit:电子控制单元) 20、电池22 (相当于蓄电装置)、第二电容器23 (相当于蓄电装置) 和电负载24等。旋转电机单元10包括旋转电机17、逆变器13和旋转电机ECU 14等。旋转电机单元10是带有电动机功能(动力运行功能)的发电机,构成为机电一体型的ISG (Integrated Starter Generator:起动发电一体机)。旋转电机17包括:作为三相电枢绕组的X相绕组11X、Y相绕组11Y、Z相绕组11Z;励磁绕组12;旋转位置传感器18;以及电流传感器19X、19Y。电池22例如是输出12V电压的Pb电池。另外,作为电池22,也能采用与Pb电池不同种类的输出12V的电池、输出12V以外的电压的电池等。

[0045] X相绕组11X、Y相绕组11Y、Z相绕组11Z卷绕于未图示的定子铁芯而构成定子。在本实施方式中,X相绕组11X、Y相绕组11Y、Z相绕组11Z各自的第一端彼此由中性点连接。即,旋转电机单元10为星形接线的结构。

[0046] 励磁绕组12卷绕于相对配置在定子铁芯的内周侧的未图示的励磁极而构成转子。通过使励磁电流在励磁绕组12中流动,从而使励磁极磁化。通过励磁极磁化时产生的旋转磁场,从而从各相绕组11X、11Y、11Z输出交流电压。在本实施方式中,转子从车载发动机101 (在图1中示意地表示车载发动机的主体)的曲柄轴获得旋转动力而旋转。旋转位置传感器18检测励磁绕组12的旋转位置。旋转位置传感器18由解析器、霍尔元件等构成。发动机101的曲柄轴与旋转电机17的转子通过条带连接。转子(旋转电机17)以曲柄轴(发动机101)的旋转速度乘以2.2倍的旋转速度旋转。发动机101例如是以汽油作为燃料的发动机,通过燃料的燃烧而产生驱动力。另外,发动机101不限于汽油发动机,也可以是以轻油作为燃料使用的柴油发动机、使用其它燃料的发动机。

[0047] 逆变器13 (相当于电力转换电路) 将从各相绕组11X、11Y、11Z输出的交流电压(交流电力)转换成直流电压(直流电力)。此外,逆变器13将从电池22输入的直流电压转换成交流电压并向各相绕组11X、11Y、11Z输出。逆变器13 (相当于整流电路) 是具有与电枢绕组的相数相同数量的上下桥臂的电桥电路。详细而言,逆变器13包括X相模块13X、Y相模块13Y和Z相模块13Z,并构成三相全波整流电路。此外,逆变器13构成驱动电路,上述驱动电路通过对供给至旋转电机17的各相绕组11X、11Y、11Z的交流电压进行调节而驱动旋转电机17。电流传感器19X对X相绕组中流动的电流进行检测,电流传感器19Y对Y相绕组中流动的电流进

行检测。

[0048] X相模块13X、Y相模块13Y、Z相模块13Z各自包括上桥臂开关 S_p 和下桥臂开关 S_n 。即,开关 S_p 、 S_n (相当于开关元件)电桥连接。根据本实施方式,作为各开关 S_p 、 S_n ,使用电压控制形式的半导体开关元件,具体而言,使用N通道MOSFET。上桥臂开关 S_p 反向并联连接(并联)有上桥臂二极管 D_p ,下桥臂开关 S_n 反向并联连接(并联)有下桥臂二极管 D_n 。根据本实施方式,作为各二极管 D_p 、 D_n ,使用各开关 S_p 、 S_n 的体二极管。另外,作为各二极管 D_p 、 D_n ,并不局限于体二极管,例如,也可以是与各开关 S_p 、 S_n 不同零件的二极管。

[0049] X相模块13X的X端子PX连接有X相绕组11X的第二端。X端子PX连接有上桥臂开关 S_p 的低电位侧端子(源极)和下桥臂开关 S_n 的高电位侧端子(漏极)。上桥臂开关 S_p 的漏极连接有旋转电机单元10的B端子(相当于输出端子),下桥臂开关 S_n 的源极经由旋转电机单元10的E端子连接有作为接地部位(接地GND)的发动机101的主体。B端子是与上述电池22的正极连接的端子,形成为装拆自如的连接器状。

[0050] Y相模块13Y的Y端子PY连接有Y相绕组11Y的第二端。Y端子PY连接有上桥臂开关 S_p 与下桥臂开关 S_n 的连接点。上桥臂开关 S_p 的漏极连接有B端子,下桥臂开关 S_n 的源极经由E端子连接有作为接地GND的发动机101的主体。

[0051] Z相模块13Z的Z端子PZ连接有Z相绕组11Z的第二端。Z端子PZ连接有上桥臂开关 S_p 与下桥臂开关 S_n 的连接点。上桥臂开关 S_p 的漏极连接有B端子,下桥臂开关 S_n 的源极经由E端子连接有作为接地GND的发动机101的主体。

[0052] 构成各相模块13X、13Y、13Z中的每一个的各开关 S_p 、 S_n 的串联连接件并联连接有第一电容器15(相当于蓄电装置)和齐纳二极管16。设置有电压传感器41(相当于电压检测部),上述电压传感器41对逆变器13的高压侧连接点P1与低压侧连接点P2之间的电压进行检测。

[0053] 旋转电机ECU 14(相当于电力转换电路的控制装置)构成为包括CPU、ROM、RAM和输入输出接口等的微型计算机。旋转电机ECU 14通过其内部的未图示的IC调节器对在励磁绕组12中流动的励磁电流进行调节。由此对旋转电机单元10的发电电压(B端子的电压)进行控制。此外,旋转电机ECU 14在车辆的行驶开始后对逆变器13进行控制而驱动旋转电机17,对发动机101的驱动力进行辅助。旋转电机17能够在从发动机ECU 20接收到使发动机101起动(后述的发动机自动停止后的自动再起动)的指令的情况下,在发动机101起动时对曲柄轴施加旋转,具有作为起动器的功能。旋转电机ECU 14经由通信端子即L端子和通信线而与旋转电机单元10外部的控制装置即发动机ECU 20连接。

[0054] 发动机ECU 20构成为包括CPU、ROM、RAM和输入输出接口等的微型计算机,对发动机101的运转状态进行控制。发动机ECU 20在规定的自动停止条件成立的情况下使发动机101自动停止,在规定的自动再起动条件成立的情况下使发动机101自动再起动。旋转电机ECU 14与发动机ECU 20进行双向通信(例如,使用LIN协议的串行通信),以互相交换信息。

[0055] 旋转电机ECU 14基于从发动机ECU 20发送的串行通信信号来获取对旋转电机17请求的请求扭矩(包括制动扭矩)。然后,旋转电机ECU 14对施加于励磁绕组12的PWM电压和开关 S_p 、 S_n 的接通断开状态进行控制,以使旋转电机17产生请求扭矩。详细而言,旋转电机ECU 14基于由旋转位置传感器18检测的励磁绕组12的旋转位置计算励磁绕组12(即旋转电机17)的旋转速度。另外,旋转速度相当于每单位时间的转数,包括角速度、每单位时间的角

度变化量等。此外,旋转电机ECU 14也可以使用计算出的旋转速度的平均值(日文:なまし値)。由此,能够抑制因将发电机101的曲柄轴与旋转电机17的转子连接的条带的松动等引起的旋转速度的变动、进而抑制旋转速度的误检。旋转电机ECU 14基于由电流传感器19X、19Y检测到的X相、Y相的电流、励磁绕组12的旋转位置和旋转速度,通过PWM控制对各开关Sp、Sn的接通断开相位和接通断开期间(占空比等)进行控制。此外,旋转电机ECU 14基于励磁绕组12的旋转位置执行矩形波控制。在矩形波控制中,以每一电角度周期的半周期交替地将与旋转电机17的各相对应的开关Sp、Sn在接通和断开之间切换,并且对使开关Sp、Sn接通的相位进行控制。各相的相位互相错开电角度120°。

[0056] 在B端子处经由继电器21连接有发动机ECU 20和电池22的正极端子。在电池22的负极端子处连接有作为接地GND的发动机101的主体。在B端子处连接有第二电容器23和电负载24。电负载24包括例如车辆的电子控制制动系统、电动动力转向等、将规定电压以上的电压作为动作电压的电负载。动作电压是电负载能发挥规定性能的电压,是电负载的保证电压、额定电压等。电负载24也可以包括空调、车载音响、头灯等。另外,继电器21通过接通点火开关而变为接通状态。

[0057] 如图2所示,旋转电机ECU 14基于旋转电机17的旋转速度和对旋转电机17请求的请求扭矩(包括制动扭矩)来切换动力运行时的控制。

[0058] 详细而言,旋转电机ECU 14(相当于PWM控制部)在动力运行时且旋转速度小于第一旋转速度N1的区域A执行PWM控制(脉冲宽度调制控制)。第一旋转速度N1设定为在400rpm附近根据请求扭矩变化的值。另外,第一旋转速度N1也可以是取决于请求扭矩的固定值。在该情况下,第一旋转速度N1例如设定为400rpm。旋转电机ECU 14(相当于PWM控制部)在发动机101起动时也与区域A同样地执行PWM控制。此外,旋转电机ECU 14在动力运行时且旋转速度为第一旋转速度N1以上的区域B执行矩形波控制。

[0059] 在动力运行时,与矩形波控制相比,PWM控制能够使旋转电机17的输出扭矩更大,但当旋转电机17的旋转速度上升时,控制中的负载和开关损失增加。因此,在旋转速度低的区域A执行PWM控制,在旋转速度高的区域B执行矩形波控制。

[0060] 在此,在通过旋转电机17进行发动机101的起动时,有时在发动机101中燃料会不着火或熄火。在该情况下,在发动机101起动时,即使旋转电机17不处于锁定状态,也存在旋转电机17持续以小于规定旋转速度(例如400rpm)旋转的状态的可能。而且,在旋转电机17以小于规定旋转速度旋转的状态下,尽管没有达到旋转电机17为锁定状态的情况那样,但在逆变器13中流动的电流变大。另外,与矩形波控制相比,在PWM控制下,各开关Sp、Sn频繁接通断开,因此,因开关损失而导致的发热量变大。因此,开关Sp、Sn可能会过热损伤。

[0061] 针对这点,根据本实施方式,旋转电机ECU 14(相当于判断部)对低速旋转状态是否持续比规定时间长进行判断,其中,在上述低速旋转状态下,执行PWM控制且旋转电机17以小于规定旋转速度的速度旋转。规定旋转速度是能够对通过PWM控制使旋转电机17以低速旋转的状态进行判断的值,期望设定为100~400rpm,例如设定为250rpm。规定时间是对PWM控制的起动中,发动机101未正常起动、开关Sp、Sn可能加热进行判断的时间,期望设定为800~1200ms,例如设定为1000ms。

[0062] 然后,在判断为上述低速旋转状态持续比规定时间长的情况下,旋转电机ECU 14(相当于规定控制部)执行矩形波控制(即各开关Sp、Sn的接通断开频率比PWM控制低的规定

控制)。在发动机101起动时,当发动机101的旋转速度到达完全燃烧旋转速度(能独立运转的旋转速度)时,旋转电机ECU 14结束旋转电机17的动力运行(逆变器13的矩形波控制)。另一方面,在发动机101的旋转速度未达到完全燃烧旋转速度的情况下,旋转电机ECU 14持续(执行)最长数秒(预先设定的执行时间)的矩形波控制,并结束旋转电机17的动力运行。

[0063] 当执行矩形波控制时,每一电角度周期的开关次数的接通操作和断开操作分别为一次,与执行PWM控制的情况相比,每一电角度周期的开关次数大幅变少。因此,通过执行矩形波控制,与PWM控制相比,开关频率大幅变低,能够大幅减少开关损失。

[0064] 以上详述的本实施方式具有以下优点。

[0065] • 对低速旋转状态是否持续比规定时间长进行判断,其中,在上述低速旋转状态下,执行PWM控制且旋转电机17以小于规定旋转速度的速度旋转。然后,在判断为低速旋转状态持续比规定时间长的情况下,执行各开关 S_p 、 S_n 的接通断开频率比PWM控制低的规定控制。因此,能够减少各开关 S_p 、 S_n 的开关损失,从而能够减少各开关 S_p 、 S_n 的发热量。因此,即使在持续进行旋转电机17的动力运行的情况下,也能抑制开关 S_p 、 S_n 过热。另外,由于各开关 S_p 、 S_n 的接通断开频率变低,因此,能够减少开关噪音。

[0066] • 作为规定控制,通过矩形波控制使各开关 S_p 、 S_n 接通断开。在矩形波控制中,各开关 S_p 、 S_n 以每一电角度周期的半周期交替地切换为接通和断开,并且控制将各开关 S_p 、 S_n 接通的相位。因此,与PWM控制相比,各开关 S_p 、 S_n 的接通断开频率大幅变低,能够大幅减少开关损失和开关噪音。

[0067] • 旋转电机17进行发动机101的起动,在进行发动机101的起动时,旋转电机ECU 14通过PWM控制将各开关 S_p 、 S_n 接通断开。因此,在发动机101起动时,即使在发动机101中燃料不着火或熄火的情况下持续旋转电机17的动力运行而实现发动机起动,也能够抑制开关 S_p 、 S_n 过热。

[0068] • 在包括旋转电机ECU 14、旋转电机17和逆变器13的旋转电机单元10中,能够抑制开关 S_p 、 S_n 过热。

[0069] 另外,也可以对上述实施方式进行以下变形并实施。对于与上述实施方式相同的部分,标注相同的符号并省略说明。

[0070] • 旋转电机ECU 14(相当于PWM控制部)在通过旋转电机17进行发动机101的起动(动力运行)时,也可以通过使用规定频率 f_1 的载波信号的PWM控制将各开关 S_p 、 S_n (相当于开关元件)接通断开。而且,在判断为上述低速旋转状态持续比规定时间长的情况下,作为规定控制,旋转电机ECU 14(相当于规定控制部)也可以通过使用比规定频率 f_1 低的频率 f_2 ($f_2 < f_1$)的载波信号的PWM控制将各开关 S_p 、 S_n 接通断开。

[0071] 根据上述结构,在通过旋转电机17进行动力运行时,通过使用规定频率 f_1 的载波信号的PWM控制将各开关 S_p 、 S_n 接通断开。然后,作为规定控制,通过使用比规定频率 f_1 低的频率 f_2 的载波信号的PWM控制将各开关 S_p 、 S_n 接通断开。因此,与使用规定频率 f_1 的载波信号的PWM控制相比,各开关 S_p 、 S_n 的接通断开频率变低,能够减少开关损失和开关噪音。

[0072] • 如图3所示,旋转电机17也能够采用具有多相双层绕组11X~11Z、11U~11W作为电枢绕组,且多相双层绕组11X~11Z、11U~11W分别连接有逆变器13A、13B(相当于电力转换电路)的结构。而且,在判断为上述低速旋转状态持续比规定时间长的情况下,旋转电机ECU 14(相当于规定控制部)也可以执行各开关 S_p 、 S_n 的接通断开频率比PWM控制低的规定

控制,且将各开关 S_p 、 S_n 接通断开,以使电力交替地输出至多相双层绕组11X~11Z、11U~11W。

[0073] 根据上述结构,能够在将电力输出至多相双层绕组11X~11Z、11U~11W中的一方的逆变器13A(13B)的通电期间对另一方的逆变器13B(13A)进行冷却,能够进一步抑制开关 S_p 、 S_n 过热。另外,也能够采用旋转电机17具有四相以上绕组的结构。

[0074] 此外,在判断为低速旋转状态持续比规定时间长的情况下,旋转电机ECU 14(相当于交替输出控制部)也能够执行将各开关 S_p 、 S_n 接通断开的交替输出控制,以使电力交替地输出至多相双层绕组11X~11Z、11U~11W,而不是执行各开关 S_p 、 S_n 的接通断开频率比PWM控制低的规定控制(例如继续PWM控制)。

[0075] 根据上述结构,也能够将在电力输出至多相双层绕组11X~11Z、11U~11W中的一方的逆变器13A(13B)的通电期间对另一方的逆变器13B(13A)进行冷却,能够抑制开关 S_p 、 S_n 过热。另外,由于仅执行规定控制和交替输出控制中的交替输出控制,因此,能够抑制在判断为低速旋转状态持续比规定时间长的情况下急速改变控制。

[0076] • 旋转电机17也能够采用在发动机101的燃料被切断的状态下维持使发动机101以比怠速旋转速度低的旋转速度旋转的状态之类的结构。而且,在维持使发动机101以比怠速旋转速度低的旋转速度旋转的状态时,旋转电机ECU 14(相当于PWM控制部)通过PWM控制将各开关 S_p 、 S_n 接通断开。根据这样的结构,旋转电机17可能会持续以小于规定旋转速度的速度旋转的状态。

[0077] 因此,在判断为低速旋转状态持续比规定时间长的情况下,旋转电机ECU 14(相当于规定控制部)也可以执行各开关 S_p 、 S_n 的接通断开频率比PWM控制低的规定控制。根据这样的结构,在发动机101的燃料被切断的状态下旋转电机17维持使发动机101以比怠速旋转速度低的旋转速度旋转的状态时,也能够抑制开关 S_p 、 S_n 过热。

[0078] • 作为旋转电机17,也能够采用产生能使车辆行驶的驱动力的MG(Motor Generator:电动发电机),通过旋转电机17执行使车辆行驶的EV行驶。而且,在使车辆行驶时,旋转电机ECU 14(相当于PWM控制部)使用根据图2的映射,通过PWM控制和矩形波控制将各开关 S_p 、 S_n 接通断开。在这样的结构中,车辆有时会在陡峭的上坡路上行驶。在该情况下,在车辆的EV行驶时,旋转电机17可能会持续以小于规定旋转速度的速度旋转的状态。

[0079] 因此,在判断为低速旋转状态持续比规定时间长的情况下,旋转电机ECU 14(相当于规定控制部)也可以执行各开关 S_p 、 S_n 的接通断开频率比PWM控制低的规定控制。根据这样的结构,在旋转电机17使车辆EV行驶时,能够抑制开关 S_p 、 S_n 过热。另外,在发动机101启动后,在通过旋转电机17辅助发动机101的驱动力的情况下,也能够执行同样的控制。在上述情况下,即使低速旋转状态没有持续得比规定时间长,当旋转电机17的旋转速度达到第一旋转速度 N_1 以上时,也执行矩形波控制。

[0080] • 也可以将执行PWM控制且旋转电机17以比第一规定旋转速度(例如100rpm)高且小于第二规定旋转速度(例如400rpm)的旋转速度旋转的状态设为低速旋转状态。而且,在判断为低速旋转状态持续比规定时间长的情况下,旋转电机ECU 14(相当于规定控制部)也可以执行上述规定控制和上述交替输出控制中的至少一个。

[0081] 代替旋转电机ECU 14,也能够通过发动机ECU 20来实现PWM控制部、判断部、规定控制部和交替输出控制部的功能。此外,也可以将这些功能分配给旋转电机ECU 14和发动

机ECU 20。

[0082] • 代替励磁绕组12,也能够采用在转子58中包括磁铁的磁铁式旋转电机作为旋转电机17。在该情况下,根据旋转电机17的结构来改变逆变器13的控制即可。另外,逆变器13的结构既可以是将X相模块13X、Y相模块13Y和Z相模块13Z整体构成为一体的模块,也可以是将X相模块13X、Y相模块13Y和Z相模块13Z中的两个构成为一体的模块。

[0083] 虽然根据实施例对本发明进行了记述,但是应当理解为本发明并不限于上述实施例、结构。本发明也包含各种各样的变形例、等同范围内的变形。除此之外,各种各样的组合、方式、进一步包含有仅一个要素、一个以上或一个以下的其它组合、方式也属于本发明的范畴、思想范围。

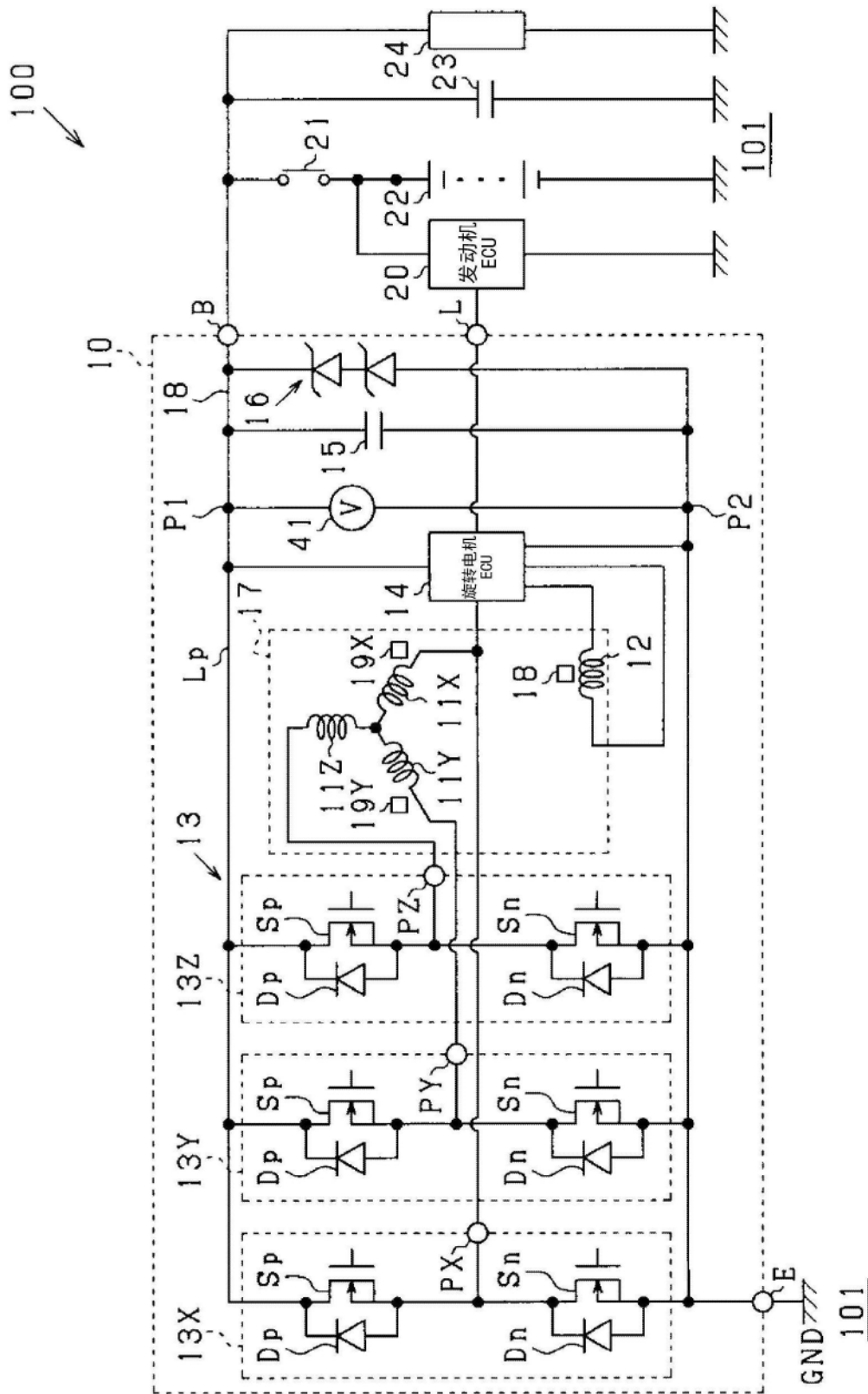


图1

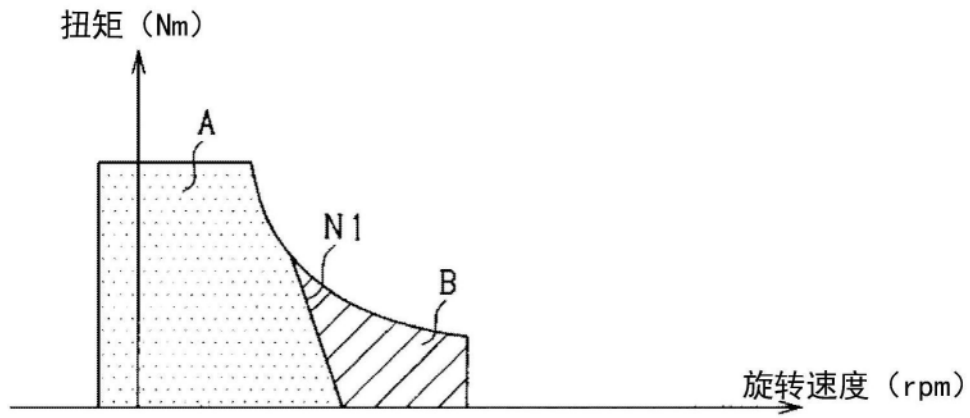


图2

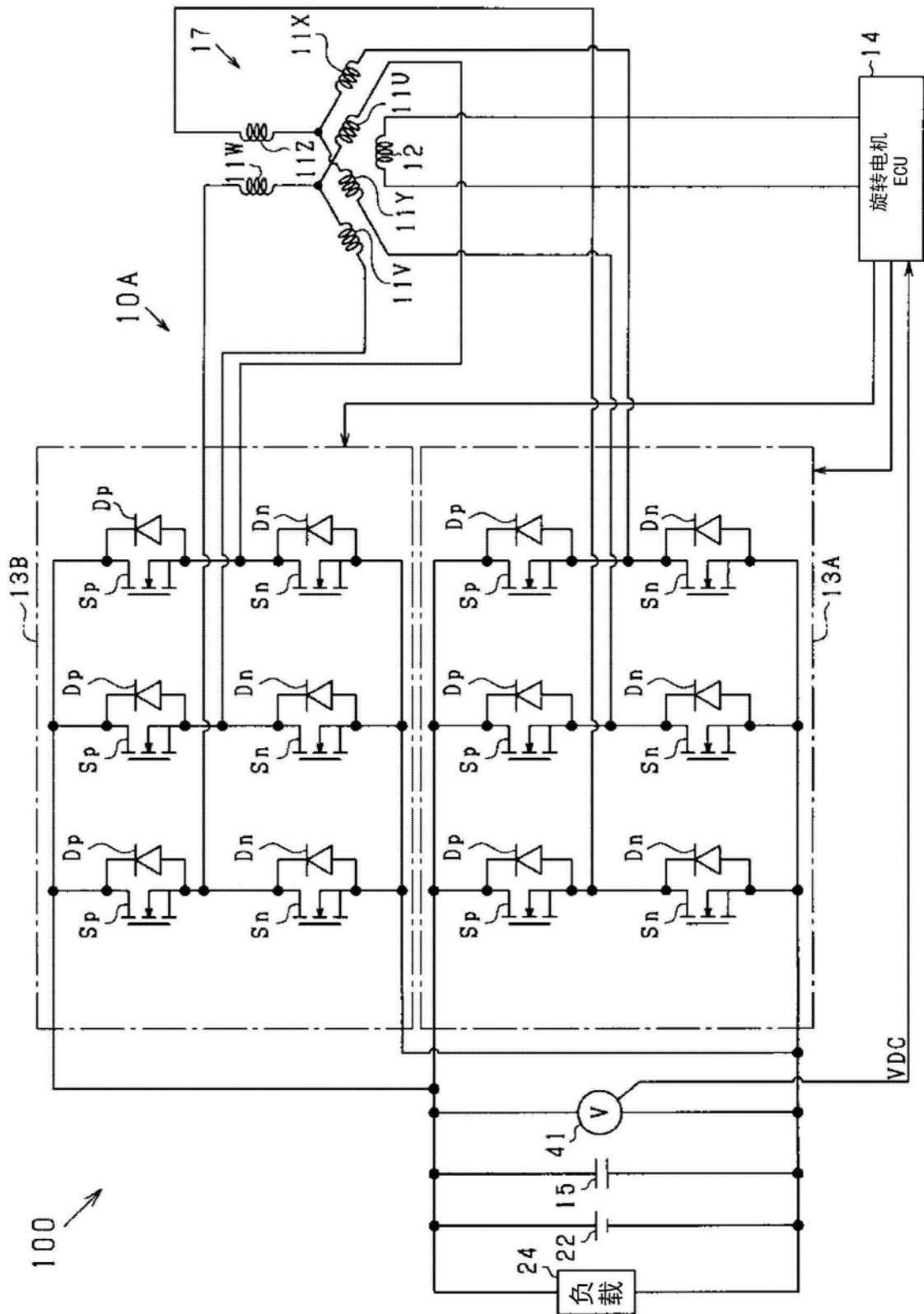


图3