



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118489205 A

(43) 申请公布日 2024. 08. 13

(21) 申请号 202180105190.1

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2021.12.27

H02M 7/48 (2007.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2024.06.21

H02M 7/5387 (2007.01)

H02M 1/32 (2007.01)

H02P 27/06 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2021/048610 2021.12.27

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02023/127034 JA 2023.07.06

(71) 申请人 三菱电机株式会社  
地址 日本

(72) 发明人 谷山雄纪 蜂矢阳祐 汤浅健太  
本行朱音 清水裕一 土谷厚司

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所  
有限公司 11038

专利代理师 许海兰

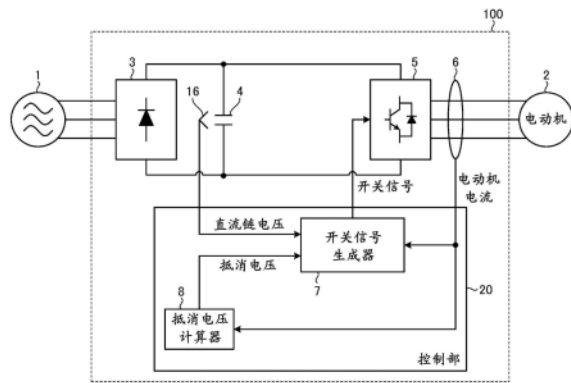
权利要求书1页 说明书9页 附图11页

(54) 发明名称

电力变换装置以及空气调和机

(57) 摘要

电力变换装置(100)具备:整流部(3),对从交流电源(1)输入的交流电压进行整流而变换为直流链电压;电容器(4),用由整流部(3)变换的直流链电压来充电;电力施加部(5),对充电到电容器(4)的直流链电压进行开关而变换为交流电压并输出给电动机(2);以及控制部(20),控制电力施加部(5)。控制部(20)控制电力施加部(5),以便将第2跳动重叠到电动机电流,该第2跳动具有与包含于电动机电流的第1频率的第1跳动不同的第2频率,且振幅以及相位的至少任意一方与第1跳动一致。



1. 一种电力变换装置,其特征在于,具备:  
整流部,对从交流电源输入的交流电压进行整流而变换为直流链电压;  
电容器,用由所述整流部变换的直流链电压来充电;  
电力施加部,对充电到所述电容器的直流链电压进行开关而变换为交流电压并输出给负载;以及  
控制部,控制所述电力施加部,  
所述控制部控制所述电力施加部,以便将第2跳动重叠到负载电流,该第2跳动具有与包含于所述负载电流的第1频率的第1跳动不同的第2频率,且振幅以及相位的至少任意一方与所述第1跳动一致。
2. 根据权利要求1所述的电力变换装置,其特征在于,  
所述控制部具备:  
抵消电压计算器,检测包含于所述负载电流的第1跳动的振幅以及相位的至少任意一方,计算振幅以及相位的至少任意一方与检测的第1跳动一致的第2跳动,将包含计算的所述第2跳动的电压指令作为抵消电压而输出;以及  
开关信号生成器,根据从所述抵消电压计算器输入的抵消电压,以重叠所述第2跳动的方式校正指令值。
3. 根据权利要求2所述的电力变换装置,其特征在于,  
所述抵消电压计算器在所述第1跳动是低频跳动的情况下,计算振幅以及相位的至少任意一方与所述低频跳动一致的高频跳动作为所述第2跳动,将包含计算的所述第2跳动的所述电压指令作为所述抵消电压而输出给所述开关信号生成器。
4. 根据权利要求2或者3所述的电力变换装置,其特征在于,  
所述抵消电压计算器在所述第1跳动是高频跳动的情况下,计算振幅以及相位的至少任意一方与所述高频跳动一致的低频跳动作为所述第2跳动,将包含计算的所述第2跳动的所述电压指令作为所述抵消电压而输出给所述开关信号生成器。
5. 根据权利要求3或者4所述的电力变换装置,其特征在于,  
所述低频跳动的频率是所述负载的驱动频率与所述直流链电压的脉动频率的差的频率,所述高频跳动的频率是所述负载的驱动频率与所述直流链电压的脉动频率的和的频率。
6. 根据权利要求2至5中的任意一项所述的电力变换装置,其特征在于,  
所述控制部还具备:  
速度推测器,根据所述负载电流求出所述负载的推测相位;  
脉动检测器,根据所述直流链电压检测脉动频率;以及  
跳动遏制控制器,以抑制所述负载电流的脉动的方式调整从所述速度推测器输出的推测相位而输出调整相位,  
所述开关信号生成器根据从跳动遏制控制器输入的调整相位、和从所述抵消电压计算器输入的抵消电压,以重叠所述第2跳动的方式校正指令值。
7. 一种空气调和机,其特征在于,具备:  
权利要求1至6中的任意一项所述的电力变换装置、冷冻循环装置、以及送风机。

## 电力变换装置以及空气调和机

### 技术领域

[0001] 本公开涉及对交流电源的电力进行频率变换以及电压变换而供给给负载的电力变换装置以及空气调和机。

### 背景技术

[0002] 在电力变换装置中,有时由于某种原因而在从逆变器输出并在电动机中流过的电动机电流中包含与电动机的驱动频率分量不同的脉动分量(以下称为跳动(beat))。某种原因例如是指在电力变换装置的直流链部应用无电解电容逆变器的情况,该无电解电容逆变器作为电压平滑用的电容器并未设置大电容的电解电容器而是设置电容小到容许电压脉动的程度的膜电容器或者陶瓷电容器。无电解电容逆变器在电解电容器的故障风险、尺寸、以及成本方面具有优点,但另一方面,具有由于不对直流链电压的脉动进行平滑而在电动机电流上会重叠跳动从而在电动机中发生振动以及噪音这样的缺点。

[0003] 在专利文献1中,在无电解电容逆变器中,为了抑制逆变器的输出电流的跳动,进行如下控制:使电动机的d轴电压矢量和q轴电压矢量这2个电压矢量的合成电压矢量的从q轴观察的相位根据直流链部的脉动分量而脉动。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2013-85455号公报

### 发明内容

[0007] 在专利文献1中,以任意地控制q轴电压矢量的相位为前提,但实际上存在无法任意地决定q轴电压矢量的动作模式。例如,在如决定电力变换装置的输出电压的调制率超过1那样的过调制动作中,有无法任意地决定q轴电压矢量的相位的定时。因此,在这样的过调制动作中,在从逆变器输出的电流中会残存跳动。

[0008] 进而,在专利文献1中,能够降低以利用直流链电压的脉动频率和电动机的驱动频率的减法运算的绝对值求出的差频率来产生的低频率的跳动,但难以降低以利用直流链电压的脉动频率和电动机的驱动频率的加法运算得到的和频率来产生的高频率的跳动。在电动机电流中包含跳动的情况下,电动机电流的振幅会增大而成为运转中的噪音、振动的原因,损害电力变换装置的各元件的可靠性。

[0009] 本公开是鉴于上述内容而完成的,其目的在于得到一种能够抑制电动机电流的跳动来抑制电动机电流的振幅的增大的电力变换装置。

[0010] 为了解决上述课题并达成目的,本公开提供一种电力变换装置,其特征在于,具备:整流部,对从交流电源输入的交流电压进行整流而变换为直流链电压;电容器,用由整流部变换的直流链电压来充电;电力施加部,对充电到电容器的直流链电压进行开关而变换为交流电压并输出给负载;以及控制部,控制电力施加部。控制部控制电力施加部,以便将第2跳动重叠到负载电流,该第2跳动具有与包含于负载电流的第1频率的第1跳动不同的

第2频率,且振幅以及相位的至少任意一方与第1跳动一致。

[0011] 根据本公开中的电力变换装置,起到能够抑制电动机电流的跳动来抑制电动机电流的振幅的增大这样的效果。

### 附图说明

[0012] 图1是示出实施方式1的电力变换装置的结构电路框图。

[0013] 图2是示出在实施方式1的电力变换装置中在电动机的电动机电流上重叠有低频跳动时的电流波形和在电动机的电动机电流上重叠有低频跳动以及高频跳动时的电流波形的图。

[0014] 图3是示出在实施方式1的电力变换装置中在电动机的电动机电流上重叠有高频跳动时的电流波形和在电动机的电动机电流上重叠有高频跳动以及低频跳动时的电流波形的图。

[0015] 图4是示出实施方式2的电力变换装置的结构电路框图。

[0016] 图5是示出实施方式2的跳动遏制控制器的结构控制框图。

[0017] 图6是示出在实施方式2的电力变换装置中无跳动遏制控制器的情况下的直流链电压、电动机电流、以及脉动相位的波形的图。

[0018] 图7是示出在实施方式2的电力变换装置中有跳动遏制控制器的情况下的直流链电压、电动机电流、以及脉动相位的波形的图。

[0019] 图8是示出在实施方式2的电力变换装置中不使用抵消电压计算器的情况下的电动机电流的仿真波形和其频率解析结果的图。

[0020] 图9是示出在实施方式2的电力变换装置中使用抵消电压计算器的情况下的电动机电流的仿真波形和其频率解析结果的图。

[0021] 图10是示出实施方式3的空气调和机的结构的概略图。

[0022] 图11是示出实现实施方式1的控制部、实施方式2的控制部的硬件结构的一个例子的图。

[0023] (符号说明)

[0024] 1:交流电源;2:电动机;3:整流部;4:电容器;5:电力施加部;6:电流检测部;7:开关信号生成器;8:抵消电压计算器;9:速度推测器;10:脉动检测器;11:跳动遏制控制器;12:增益赋予部;13:积分器;14:加法器;15:dq三相坐标变换部;16:电压检测部;20、30:控制部;91:处理器;92:存储器;100、500:电力变换装置;200:制冷剂压缩装置;201:压缩机;300:冷冻循环装置;301:冷凝器;302:膨胀阀;303:蒸发器;400:空气调和机;401:送风机。

### 具体实施方式

[0025] 以下,根据附图详细说明实施方式的电力变换装置。实施方式的电力变换装置应用于无电解电容逆变器。

[0026] 实施方式1.

[0027] 图1是示出实施方式1的电力变换装置的结构电路框图。在图1中,电力变换装置100的输入侧与交流电源1连接,输出侧与作为负载的电动机2连接。电力变换装置100将交流电源1的电力变换为任意的频率以及任意的电压供给给作为负载的电动机2。交流电源1

例如是三相的商用电源,电动机2例如是永磁同步电动机。电力变换装置100具备整流部3、电容器4、电力施加部5、电流检测部6、电压检测部16、以及控制部20。电力施加部5例如是逆变器。控制部20具有开关信号生成器7以及抵消电压计算器8。

[0028] 整流部3对从交流电源1输入的交流电压进行整流而变换为直流电压。利用整流部3整流的直流电压包含以交流电源1的电压频率的6倍的频率脉动的低次谐波分量。整流部3例如由具备6个整流用二极管的全桥电路构成。此外,作为整流部3,也可以代替整流用二极管而使用晶体管等开关元件。

[0029] 电容器4与电力变换装置100的直流链部连接。电容器4用由整流部3变换的直流电压来充电。直流链部是电力变换装置100的直流电路的部分。电容器4的目的为直流链电压的平滑化,但有时根据电容器4的电容而在利用整流部3整流的直流电压中会残存谐波分量。直流链电压是连接整流部3和电力施加部5的直流电路的电压。在直流链电压中,根据电容器4的电容而存在被平滑的谐波分量和未被平滑的谐波分量。由于未被平滑的谐波分量,在从电力施加部5输出的电动机电流上会重叠跳动。电压检测部16检测施加到电容器4的两端的电压即直流链电压。

[0030] 电力施加部5将利用整流部3整流的直流电压变换为交流电压,输出给电动机2。电力施加部5例如由具备6个IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor,绝缘栅双极晶体管)的全桥电路构成。另外,对各个IGBT逆并联地连接回流用二极管。各个IGBT依照后述开关信号生成器7输出的开关信号,独立地进行导通截止动作。通过该导通截止动作,直流电压被变换为交流电压。此外,电力施加部5也可以代替IGBT,而使用MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor,金属氧化物半导体场效应晶体管)等开关元件。

[0031] 电流检测部6检测作为在电动机2中流过的负载电流的电动机电流,输出检测的电动机电流。电流检测部6例如是使用被称为CT (Current Transformer,电流互感器)的仪器用变流器的电流传感器。此外,作为电流检测部6,也可以使用如下单元,即利用设置于电力变换装置100的负侧直流链部的分流电阻的被称为1分流电流检测方式的单元、或者利用与电力施加部5的下侧的开关元件串联地设置的分流电阻的被称为3分流电流检测方式的单元。

[0032] 抵消电压计算器8根据从电流检测部6输入的电动机电流的检测值,检测重叠到电动机电流的第1跳动的振幅以及相位的至少任意一方、和频率,计算如能够通过重叠与检测的第1跳动不同的第2频率的跳动来降低电动机电流的振幅那样的抵消电压。即,抵消电压计算器8计算振幅以及相位的至少任意一方与检测的第1跳动一致的应重叠的第2跳动,将包含计算的第2跳动的电压指令作为抵消电压输出给开关信号生成器7。此外,抵消电压计算器8也可以将与计算的抵消电压对应的抵消电流输出给开关信号生成器7,还可以将抵消电压以及抵消电流输出给开关信号生成器7。

[0033] 开关信号生成器7根据从外部输入的速度指令或者转矩指令等运转指令、利用电流检测部6检测的电动机电流、利用电压检测部16检测的直流链电压、以及从抵消电压计算器8输出的抵消电压进行控制运算,生成并输出控制电力施加部5具有的多个开关元件的导通截止的开关信号。开关信号生成器7例如进行使用dq坐标系对在电动机2中流过的电流进行反馈控制的矢量控制,控制速度以及转矩。开关信号生成器7将用dq坐标系计算的电压指

令变换为包括U相、V相、W相的三相坐标系。开关信号生成器7根据三相坐标系的电压指令以及直流链电压,生成用于对电力施加部5的开关元件进行PWM(Pulse width modulation,脉冲宽度调制)控制的PWM信号。开关信号生成器7将生成的PWM信号输出给电力施加部5。在开关信号生成器7中,也可以进行输出与电动机2的运转频率成比例的电压的V/f恒定控制、控制电动机2的磁通以及转矩的直接转矩控制。

[0034] 开关信号生成器7例如通过将抵消电压计算器8输入的抵消电压加到用dq坐标系计算的电压指令,以将与包含于电动机电流的第1频率的跳动电流不同的第2频率的跳动电流重叠到负载电流的方式校正电压指令。此外,开关信号生成器7也可以利用从抵消电压计算器8输入的抵消电压或者抵消电流,校正电流指令。

[0035] 说明利用抵消电压校正电压指令的意义。通过重叠与包含于电动机电流的跳动不同的频率的跳动,能够降低由于跳动引起的电动机电流的振幅的增大。例如,考虑直流链部的电容器电压脉动而在逆变器的输出电流中发生电流跳动时的情形。如上所述,在交流电源1为三相交流时,直流链部的电容器电压以交流电源1的电压频率的6倍的频率来脉动。此时,在电动机电流中会重叠具有电容器电压的脉动频率与电动机2的驱动频率的差的频率分量的电流跳动、和具有它们的和的频率分量的电流跳动。差的频率分量的电流跳动是比电动机2的驱动频率低的频率分量,和的频率分量的电流跳动是比电动机2的驱动频率高的频率分量。因此,将这些跳动分别称为低频跳动、高频跳动。在本公开中的电力变换装置100中,提出防止在电动机2的驱动频率上重叠有低频跳动和高频跳动的任意一方或者两方时电动机电流的振幅增大的单元。考虑将跳动彼此抵消的多个方法。例如,考虑如下方法,即,关于包含于马达电流的低频跳动的分量,使用某种方法计算振幅以及相位的至少一方,重叠计算而得到的振幅以及相位的至少一方一致的高频跳动这样的方法。在此,作为某种方法,例如考虑使用利用傅里叶级数展开的手法、带通滤波器。在用低频跳动抵消高频跳动的情况下也是同样的。作为其他方法,有时通过使d轴电流的脉动和包含于q轴电流的脉动分量的振幅以及相位的至少一方一致,能够将低频跳动和高频跳动抵消。在直流链部的电容器电压脉动时,d轴电流以及q轴电流以与电容器电压的脉动频率相同的频率脉动。此时,关于与包含于d轴电流以及q轴电流的电容器电压的脉动频率相同的频率的分量,通过使振幅以及相位的至少一方一致,在UVW轴上考虑时能够使马达电流的低频跳动和高频跳动的振幅以及相位的至少一方一致,所以能够将电流跳动抵消。

[0036] 首先,说明在电动机2的电动机电流上重叠有低频跳动时能够通过新重叠振幅以及相位的至少任意一方与低频跳动一致的高频跳动来降低电流振幅的增大的情形。振幅一致不仅表示振幅相等的状态,而且只要能够降低电流振幅的增大则还包括振幅某种程度上不同的情形。相位一致不仅表示相位相等的状态,而且只要能够降低电流振幅的增大则还包括相位某种程度上不同的情形。电动机电流能够通过正弦波的法运算来表现,所以考虑一般的正弦波的法运算。将电动机2的驱动频率分量设为 $A\sin(\omega_i t)$ ,将低频跳动设为 $B\sin\{(\omega_b - \omega_i) t + \alpha\}$ 。其中,A是电动机2的驱动频率分量的振幅,B是低频跳动的振幅, $\omega_i$ 是电动机2的驱动频率, $\omega_b$ 是直流链电压的脉动频率, $\alpha$ 是低频跳动相对电动机2的驱动频率分量的相位。这样,设为在电动机2的电动机电流上重叠有低频跳动时,重叠振幅以及相位的至少任意一方与低频跳动一致的高频跳动。在将高频跳动设为 $B\sin\{(\omega_b + \omega_i) t + \alpha\}$ 时,能够使用和积的公式等,如以下的式(1)所示记载电动机电流。

[0037] [式1]

$$\begin{aligned} & \text{电动机的驱动频率分量+低频跳动+高频跳动} \\ & = A\sin(\omega_i t) + B\sin\{(\omega_b - \omega_i)t + \alpha\} + B\sin\{(\omega_b + \omega_i)t + \alpha\} \\ & = A\sin(\omega_i t) + B \times \frac{1}{2} \times \{\sin(\omega_b t + \alpha) \cos(\omega_i t)\} \end{aligned}$$

[0038]

$$\begin{aligned} & = A\sin(\omega_i t) + \frac{B \sin(\omega_b t)}{2} \sin\left(\omega_i + \frac{\pi}{2}\right) \\ & = \sqrt{A^2 + \left\{\frac{B \sin(\omega_b t)}{2}\right\}^2} \sin(\omega_i t + \phi) \quad \dots (1) \end{aligned}$$

[0039] [式2]

$$P = \frac{B \sin(\omega_b t)}{2} \sin\left(\omega_i + \frac{\pi}{2}\right)$$

[0040]

$$Q = \sqrt{A^2 + \left\{\frac{B \sin(\omega_b t)}{2}\right\}^2}$$

[0041] 在如上式所示定义P、Q时， $\phi$ 是在对 $A\sin(\omega_i t)$ 和P进行加法运算时产生的相位变化。在此，在B的大小相对A充分小时，能够如以下的式(2)所示那样近似。

[0042] [式3]

$$[0043] \quad \sqrt{A^2 + \left\{\frac{B \sin(\omega_b t)}{2}\right\}^2} \sin(\omega_i t + \phi) \cong A^2 \sin(\omega_i t + \phi) \quad \dots (2)$$

[0044] 具体而言，在低频跳动的振幅B相对电动机2的驱动频率分量的振幅A小到1/10程度时可近似。例如，在 $A=50$ 、 $B=5$ 时，Q最大为50.0625且最小为49.9375，所以可视为约50。如以上所述，在电动机电流上重叠有低频跳动时，通过重叠振幅以及相位与低频跳动一致的高频跳动，能够减小由于低频跳动引起的电流振幅的增大。

[0045] 接下来，根据时间序列波形，确认在电动机电流上重叠有低频跳动时能够通过重叠高频跳动而降低电流振幅的情形。例如，将电动机的驱动频率分量假设为 $A\sin(\omega_i t) = 50\sin(357 \times 2\pi t)$ ，将低频跳动假设为 $B\sin\{(\omega_b - \omega_i)t + \alpha\} = 5\sin\{(360-357) \times 2\pi t\} = 5\sin(3 \times 2\pi t)$ ，重叠正弦波。此时，高频跳动成为振幅以及相位的至少任意一方与低频跳动一致的 $B\sin\{(\omega_b + \omega_i)t + \alpha\} = 5\sin\{(360+357) \times 2\pi t\} = 5\sin(717 \times 2\pi t)$ 。

[0046] 图2是示出在实施方式1的电力变换装置100中在电动机2的电动机电流上重叠有低频跳动时的电流波形和在电动机2的电动机电流上重叠有低频跳动以及高频跳动时的电流波形的图。图2的上侧的波形是在电动机2的电动机电流上重叠有低频跳动时的电流波形，是 $50\sin(357 \times 2\pi t) + 5\sin(3 \times 2\pi t)$ 的波形。图2的下侧的波形是在电动机2的电动机电流上重叠有低频跳动以及高频跳动时的电流波形，是 $50\sin(357 \times 2\pi t) + 5\sin(3 \times 2\pi t) + 5\sin(717 \times 2\pi t)$ 的波形。可知相比于上侧的波形，在下侧的波形中跳动被降低、振幅更小。

这样,能够利用高频跳动抵消由于低频跳动引起的电流峰值的增加。

[0047] 在电动机电流上重叠有高频跳动时重叠低频跳动的情况也是同样的。例如,将电动机2的驱动频率分量假设为 $A\sin(\omega_i t) = 50\sin(357 \times 2\pi t)$ ,将高频跳动假设为 $B\sin\{(\omega_b + \omega_i)t + \alpha\} = 5\sin\{(360+357) \times 2\pi t\} = 5\sin(717 \times 2\pi t)$ ,重叠正弦波。此时,将低频跳动设为 $B\sin\{(\omega_b - \omega_i)t + \alpha\} = 5\sin\{(360-357) \times 2\pi t\} = 5\sin(3 \times 2\pi t)$ 。

[0048] 图3是示出在实施方式1的电力变换装置100中在电动机2的电动机电流上重叠有高频跳动时的电流波形和在电动机2的电动机电流上重叠有高频跳动以及低频跳动时的电流波形的图。图3的上侧的波形是在电动机2的电动机电流上重叠有高频跳动时的电流波形,是 $50\sin(357 \times 2\pi t) + 5\sin(717 \times 2\pi t)$ 的波形。图3的下侧的波形是在电动机2的电动机电流上重叠有高频跳动以及低频跳动时的电流波形,是 $50\sin(357 \times 2\pi t) + 5\sin(717 \times 2\pi t) + 5\sin(3 \times 2\pi t)$ 的波形。可知相比于上侧的波形,在下侧的波形中跳动被降低、振幅更小。这样,能够利用低频跳动抵消由于高频跳动引起的电流峰值的增加。

[0049] 这样抵消电压计算器8具有根据包含于电动机电流的低频跳动或者高频跳动而计算振幅以及相位的至少任意一方与包含于电动机电流的低频跳动或者高频跳动一致的高频跳动或者低频跳动的功能。为此,抵消电压计算器8需要检测包含于电动机电流的跳动的振幅以及相位的至少任意一方、和频率。考虑检测包含于电动机电流的跳动的振幅以及相位的至少任意一方的多个方法,例如,既可以使用带通滤波器来检测,也可以从原始的电动机电流减去使用陷波滤波器检测到的值来计算,还可以使用傅里叶级数展开来检测。

[0050] 抵消电压计算器8根据检测的低频跳动或者高频跳动,决定振幅以及相位的至少任意一方与检测的低频跳动或者高频跳动一致的应重叠的高频跳动或者低频跳动,将包含决定的高频跳动或者低频跳动的电压指令作为抵消电压输出给开关信号生成器7。开关信号生成器7通过将从抵消电压计算器8输入的抵消电压加到电压指令,以在电动机电流中包含低频跳动的情况下重叠振幅以及相位的至少任意一方与低频跳动一致的高频跳动,在电动机电流中包含高频跳动的情况下重叠振幅以及相位的至少任意一方与高频跳动一致的低频跳动的方式,校正电压指令。

[0051] 这样,在实施方式1中,以在电动机电流中包含低频跳动的情况下重叠振幅以及相位的至少任意一方与低频跳动一致的高频跳动,在电动机电流中包含高频跳动的情况下重叠振幅以及相位的至少任意一方与高频跳动一致的低频跳动的方式,校正电压指令,所以能够抑制电动机电流的振幅的增大而使电动机2运转。因此,能够抑制运转中的噪音、振动。另外,通过抑制电流的振幅的增大,还能够提高电力变换装置100的各元件的可靠性。

[0052] 实施方式2.

[0053] 在实施方式2中,为了进一步抑制电动机电流的振幅的增大,使用抵消电压计算器8来提高跳动遏制控制器11的作用效果。图4是示出实施方式2的电力变换装置的结构的路框图。图5是示出实施方式2的跳动遏制控制器11的结构的路框图。

[0054] 在图4所示的实施方式2的电力变换装置500中,针对图1的结构追加有速度推测器9、脉动检测器10以及跳动遏制控制器11。另外,控制部20被置换为控制部30。

[0055] 速度推测器9根据作为电流检测部6的输出值的电动机电流的检测值、和从开关信号生成器7输入的电压指令,推测电动机2的转子的旋转速度和磁极位置。作为推测的方法,一般根据电动机2的速度电动势计算。例如,有被称为反正切法的方法、或者被称为自适应



磁通监控方式的方法。速度推测器9将推测的磁极位置、即推测相位输出给跳动遏制控制器11。

[0056] 脉动检测器10根据电压检测部16检测的直流链电压而检测脉动频率,将检测的脉动频率输出给跳动遏制控制器11。如上所述,电容器4是小电容的,所以直流链电压以交流电源1的电压频率的约6倍的频率来脉动。脉动检测器10正确地求出该直流链电压的脉动频率。作为求出脉动频率的手法,例如,有使检测的直流链电压的值通过带通滤波器的方法、从原始的直流链电压的值减去使直流链电压的值通过陷波滤波器而得到的结果的方法。

[0057] 跳动遏制控制器11以抑制电动机电流的脉动的方式调整从速度推测器9输出的推测相位。跳动遏制控制器11如图5所示,具有增益赋予部12、积分器13、以及加法器14。增益赋予部12对作为脉动检测器10的输出值的脉动频率乘以增益K。积分器13对增益赋予部12的输出进行积分。加法器14对积分器13的输出加上作为速度推测器9的输出值的推测相位,计算调整相位。跳动遏制控制器11将计算的调整相位输出给开关信号生成器7。根据交流电源1的电压频率、直流链电压的大小来决定增益K即可。增益K既可以使用预先决定的固定值,也可以设为根据交流电源1以及电动机2的状态而可变的值。

[0058] 开关信号生成器7具有dq三相坐标变换部15,使用抵消电压计算器8的抵消电压,使作为跳动遏制控制器11的输出值的调整相位变化,根据变化后的调整相位,将用dq坐标系计算的电压指令变换为UVW的三相坐标系。

[0059] 在此,说明跳动遏制控制器11的意义。图6是示出在实施方式2的电力变换装置500中无跳动遏制控制器11的情况下的直流链电压、电动机电流、以及脉动相位的波形的图。横轴是时间。在直流链电压中包含脉动分量。在无跳动遏制控制器11的情况下,开关信号生成器7使用速度推测器9推测的推测相位,进行从dq坐标系向三相坐标系的坐标变换。在该情况下,施加到电动机2的电压受到直流链电压的脉动分量的影响,所以在电动机2中流过的电动机电流上重叠有跳动。特别地,在电动机2的运转频率和直流链电压的脉动频率接近时,出现大的电流跳动。

[0060] 图7是示出在实施方式2的电力变换装置500中有跳动遏制控制器11的情况下的直流链电压、电动机电流、以及脉动相位的波形的图。在有跳动遏制控制器11的情况下,开关信号生成器7使用跳动遏制控制器11计算的调整相位,进行dq坐标系和三相坐标系的坐标变换。在该情况下,能够从施加到电动机2的电压抵消直流链电压的脉动分量的影响,所以能够遏制在电动机2中流过的电流的跳动。

[0061] 然而,有即使使用跳动遏制控制器11,低频跳动也会残存的情形。即使在这样的情况下,如果存在抵消电压计算器8,则能够使用高频跳动来降低电动机电流的振幅。如上所述,例如,在直流链电压以交流电源1的频率的6倍频率来脉动的情况下,低频跳动和高频跳动这两方被重叠到电动机电流。然而,关于低频跳动和高频跳动,如式(1)以及式(2)所示,在振幅以及相位的至少任意一方未一致的情况下,无法抵消。因此,电动机电流的振幅受到低频跳动和高频跳动这两方的影响而大幅增加。在实施方式2中,使用抵消电压计算器8的抵消电压来使由跳动遏制控制器11计算的调整相位变化,从而能够以使重叠到电动机电流的低频跳动和高频跳动的振幅以及相位的至少任意一方一致的方式调整。

[0062] 图8是示出在实施方式2的电力变换装置500中不使用抵消电压计算器8的情况下的电动机电流的仿真波形和其频率解析结果的图。在图8的上图,示出电动机电流的仿真波

形,在图8的下图,示出电动机电流的仿真波形的频率解析结果。另外,图9是示出在实施方式2的电力变换装置500中使用抵消电压计算器8的情况下的电动机电流的仿真波形和其频率解析结果的图。在图9的上图,示出电动机电流的仿真波形,在图9的下图,示出电动机电流的仿真波形的频率解析结果。

[0063] 如图8以及图9所示,可知相比于不使用抵消电压计算器8的情况,在使用抵消电压计算器8的情况下电动机电流的振幅的增大降低。在观察频率解析结果时,不管是在不使用抵消电压计算器8的情况下还是在使用抵消电压计算器8的情况下,低频跳动分量和高频跳动分量都看不到大的差异。即便如此,在使用抵消电压计算器8的情况下电动机电流的振幅被抑制得较小的原因在于,在使用抵消电压计算器8的情况下以使低频跳动和高频跳动的振幅以及相位的至少任意一方一致的方式进行了调整。

[0064] 这样,根据实施方式2,通过来自抵消电压计算器8的输出来使跳动遏制控制器11的调整相位变化,所以能够将电动机电流的振幅抑制得更小。

[0065] 实施方式3.

[0066] 实施方式3是将实施方式1的电力变换装置100或者实施方式2的电力变换装置500应用于空气调和机的例子。图10是示出实施方式3的空气调和机的结构的概略图。空气调和机400具备冷冻循环装置300和送风机401。冷冻循环装置300具备制冷剂压缩装置200、冷凝器301、膨胀阀302以及蒸发器303。制冷剂压缩装置200具备压缩机201、和实施方式1的电力变换装置100或者实施方式2的电力变换装置500。

[0067] 如图10所示,压缩机201与冷凝器301之间是用配管连接的。同样地,冷凝器301与膨胀阀302之间、膨胀阀302与蒸发器303之间、蒸发器303与压缩机201之间是用配管连接的。由此,在压缩机201、冷凝器301、膨胀阀302以及蒸发器303中制冷剂循环。

[0068] 图10所示的电动机2是为了在压缩机201中压缩制冷剂气体使之成为高压的气体而被电力变换装置100、500可变速控制的电动机。在冷冻循环装置300中,反复进行制冷剂的蒸发、压缩、冷凝、膨胀这样的工序。制冷剂从液体变化为气体,进而从气体变化为液体,从而在制冷剂与机外空气之间进行热交换。因此,通过组合冷冻循环装置300和使机外空气循环的送风机401,能够构成空气调和机400。

[0069] 例如,在使用无电解电容逆变器驱动压缩机201的电动机2的情况下,在不具有跳动遏制控制器11时,在电动机2的运转频率和直流链电压的脉动频率接近时,出现大的电流跳动。其结果,从压缩机201或者与压缩机201连接的配管发生振动、噪音,损害空气调和机400的用户的舒适性。进而,在电动机2进行的工作量中被施加脉动,所以制冷剂气体的压缩效率也降低。另外,在避开发生电流跳动的运转频率而进行运转的情况下,无法使冷冻循环装置300进行最佳的运转,导致循环效率降低。

[0070] 但是,即使在应用于空气调和机400的电力变换装置100、500是无电解电容逆变器的情况下,通过具备跳动遏制控制器11以及抵消电压计算器8,能够提供廉价并且舒适并且高效的空气调和机400。

[0071] 在实施方式3中,具有跳动遏制控制器11以及抵消电压计算器8,所以能够无需避开发生电流跳动的运转频率而运转,运转区域变宽。另外,能够无需追加经由配管的多余的结构而抑制振动、噪音。因此,除了实施方式1、2的效果以外,还能够使空气调和机400高效率地运转。

[0072] 但是,在上述说明中,作为电力变换装置100、500的应用例说明了空气调和机400,但当然还能够应用于其他机械。例如,也可以将本申请的电力变换装置应用于风扇或者泵这样的机械装置。

[0073] 接下来,说明实施方式1的控制部20和实施方式2的控制部30的硬件结构。图11是示出实现实施方式1的控制部20、实施方式2的控制部30的硬件结构的一个例子的图。控制部20、30是通过处理器91以及存储器92实现的。

[0074] 处理器91是CPU(Central Processing Unit(中央处理单元),还称为中央处理装置、处理装置、运算装置、微型处理器、微型计算机、处理器、DSP(Digital Signal Processor,数字信号处理器)、或者系统LSI(Large Scale Integration,大规模集成电路)。存储器92可以例示RAM(Random Access Memory,随机存取存储器)、ROM(Read Only Memory,只读存储器)、闪存存储器、EPROM(Erasable Programmable Read Only Memory,可擦除可编程只读存储器)、EEPROM(注册商标)(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory,电可擦除可编程只读存储器)这样的非易失性或者易失性的半导体存储器。另外,存储器92不限于于这些,也可以是磁盘、光盘、紧凑盘、迷你盘、或者DVD(Digital Versatile Disc,数字多功能光盘)。

[0075] 以上的实施方式所示的结构只是表示本公开的内容的一个例子,既能够与其他公知的技术组合,也能够在不脱离本公开的要旨的范围内省略、变更结构的一部分。

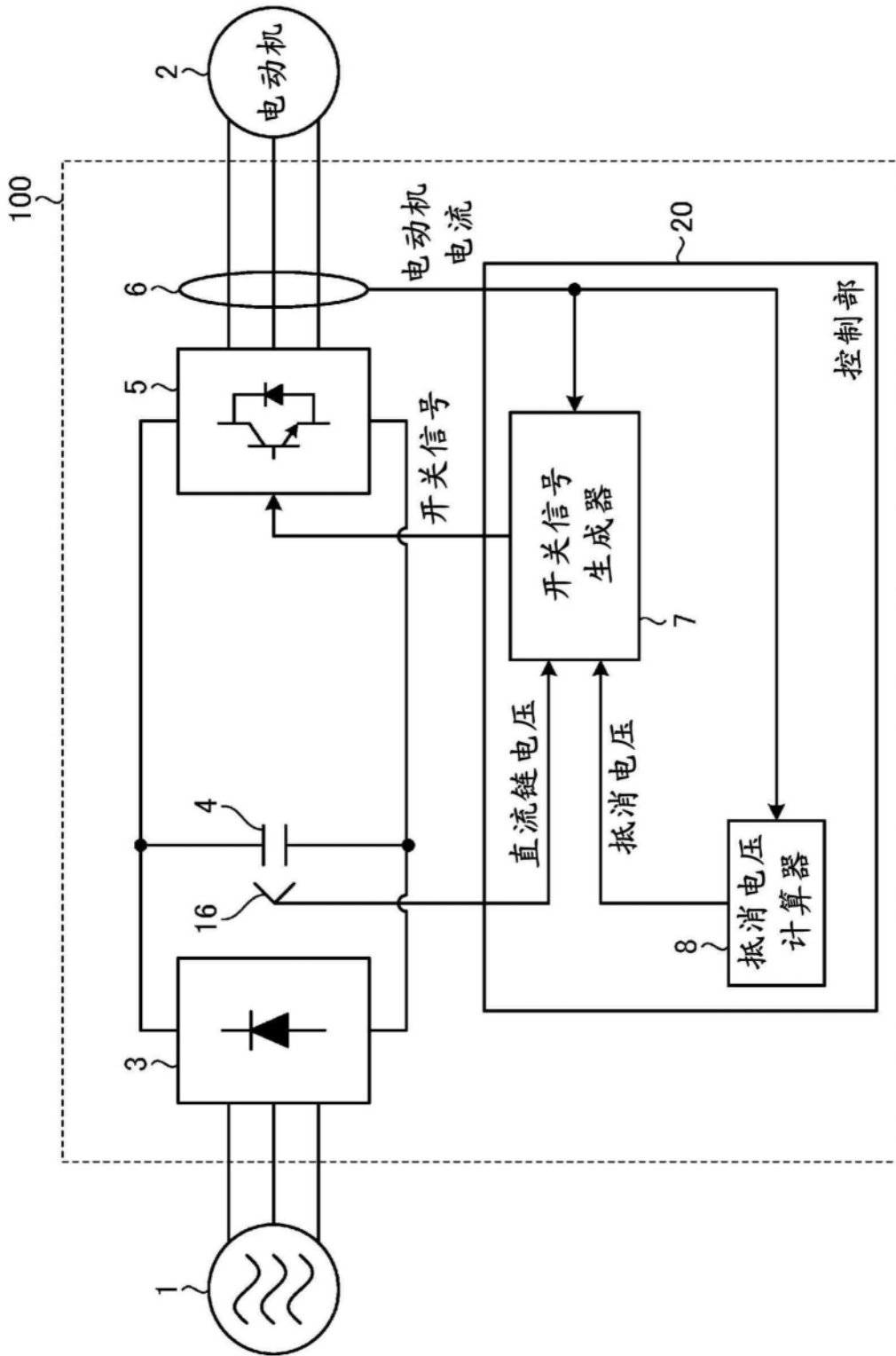


图1



图2

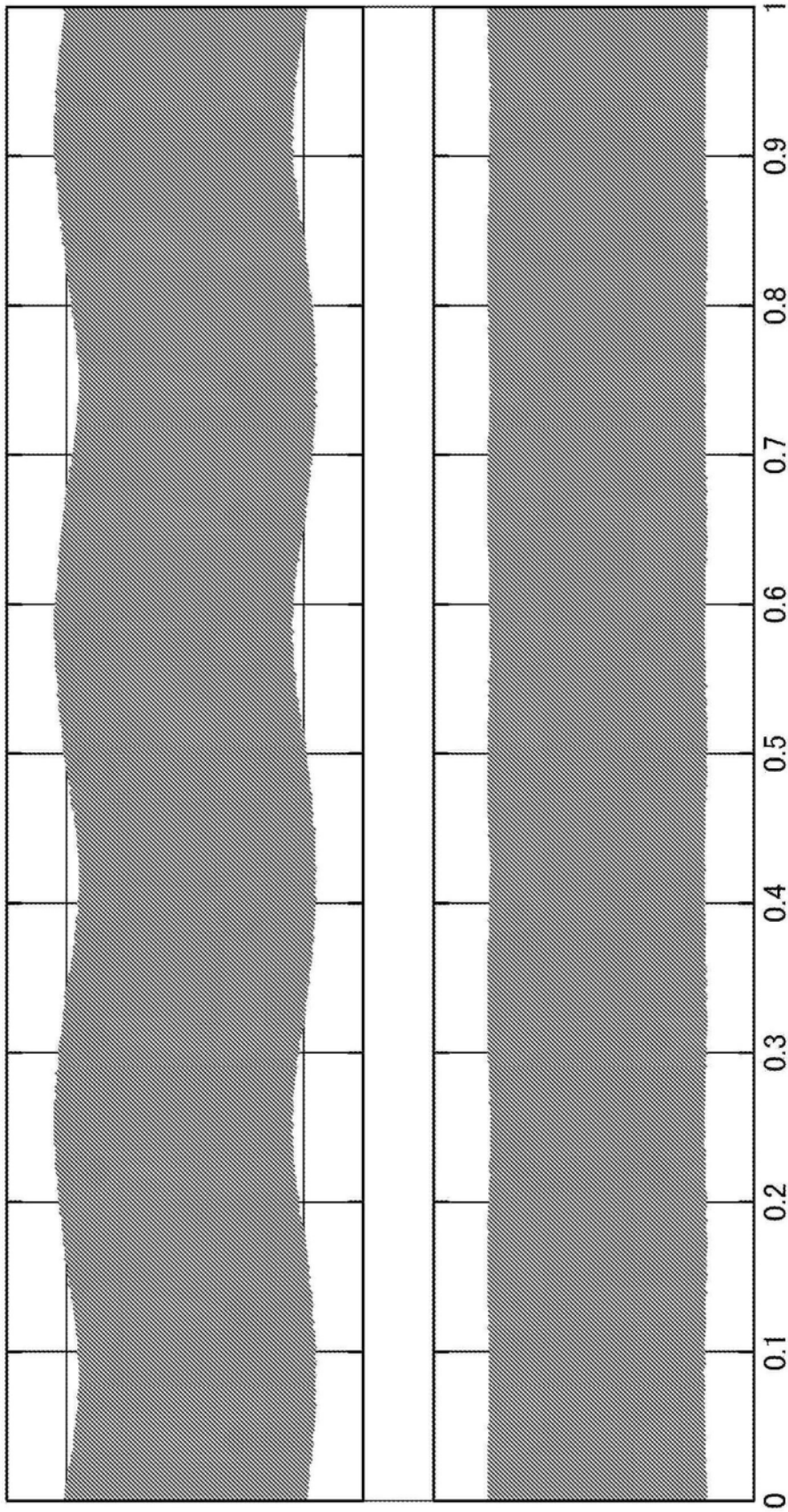


图3

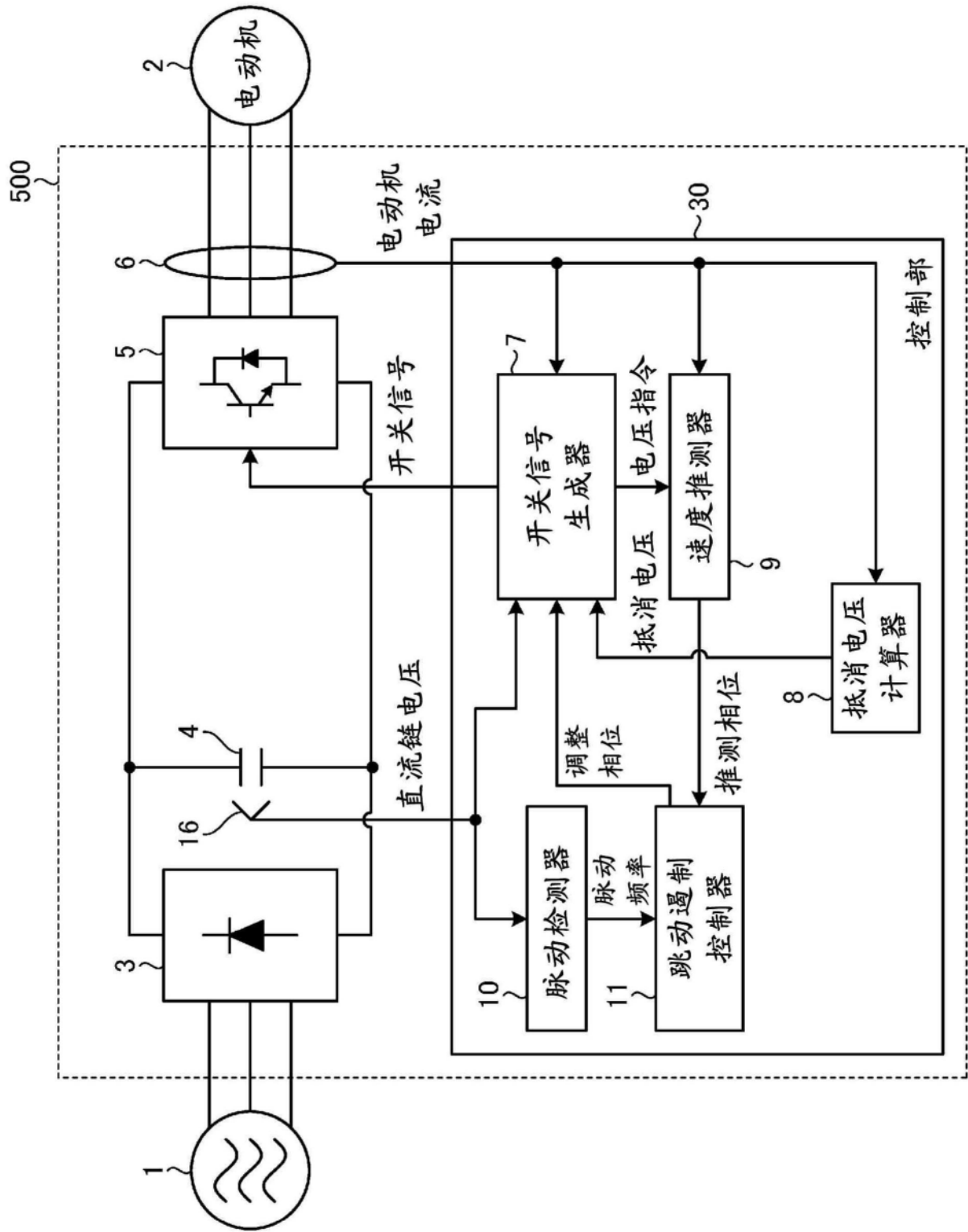


图4

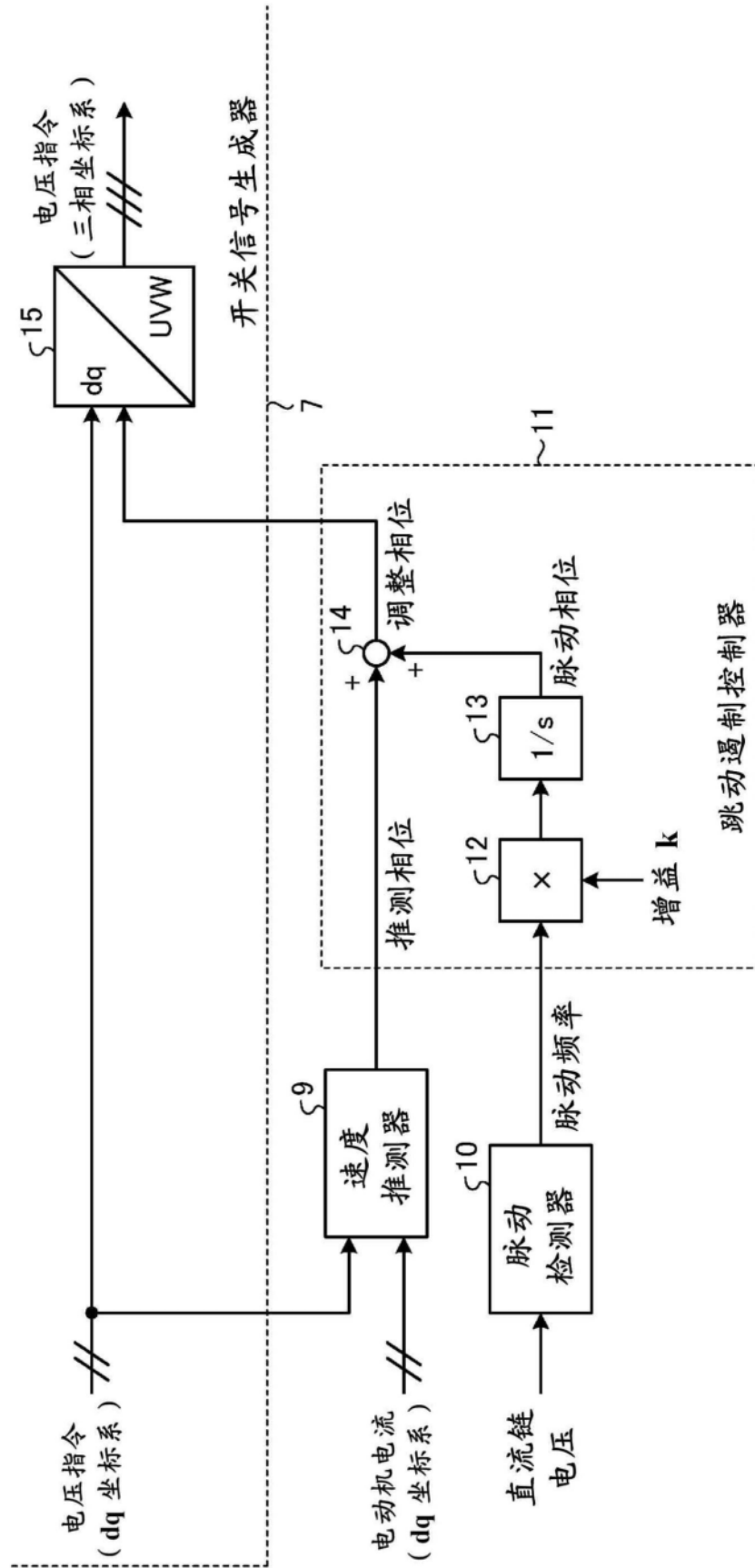


图5



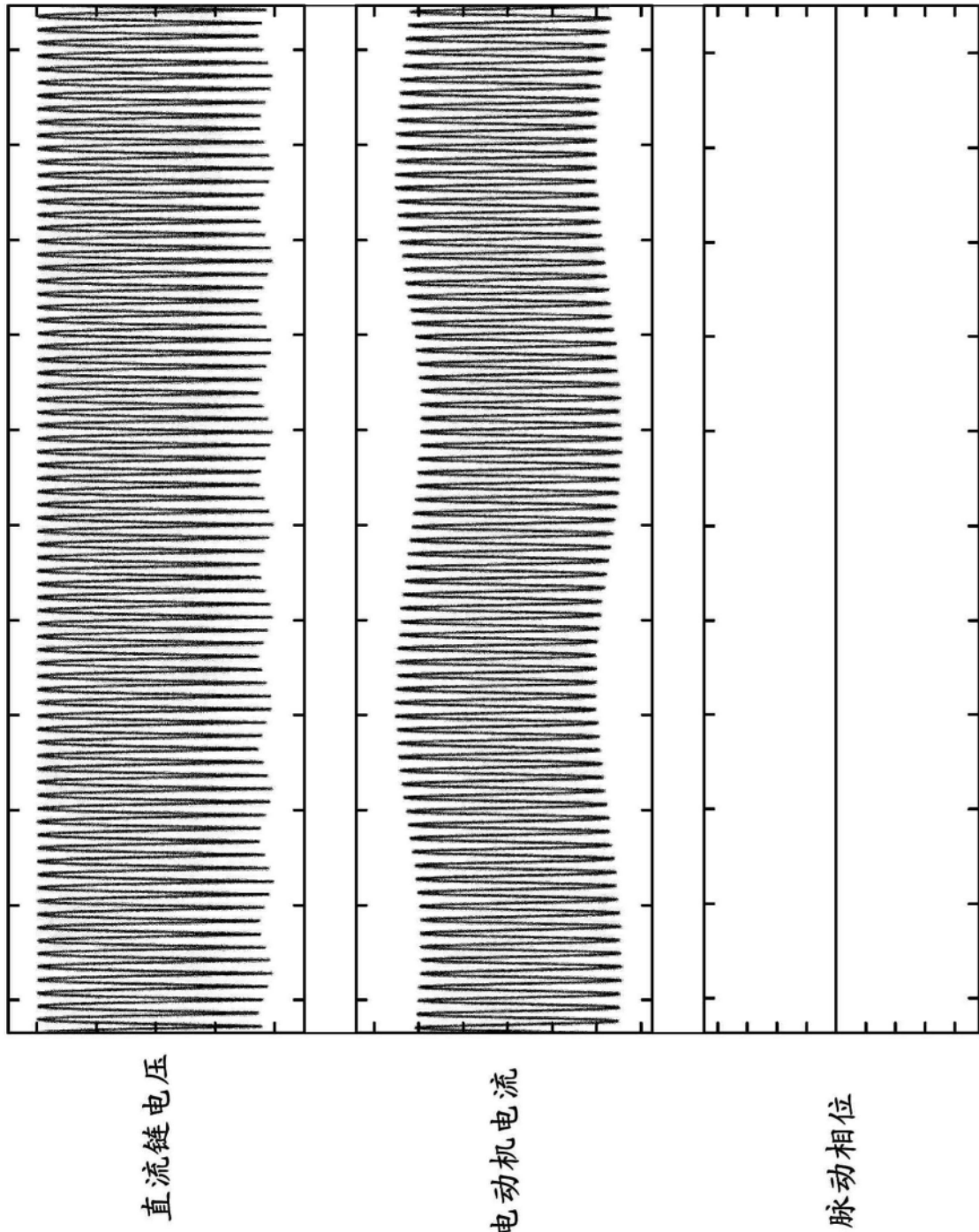


图6

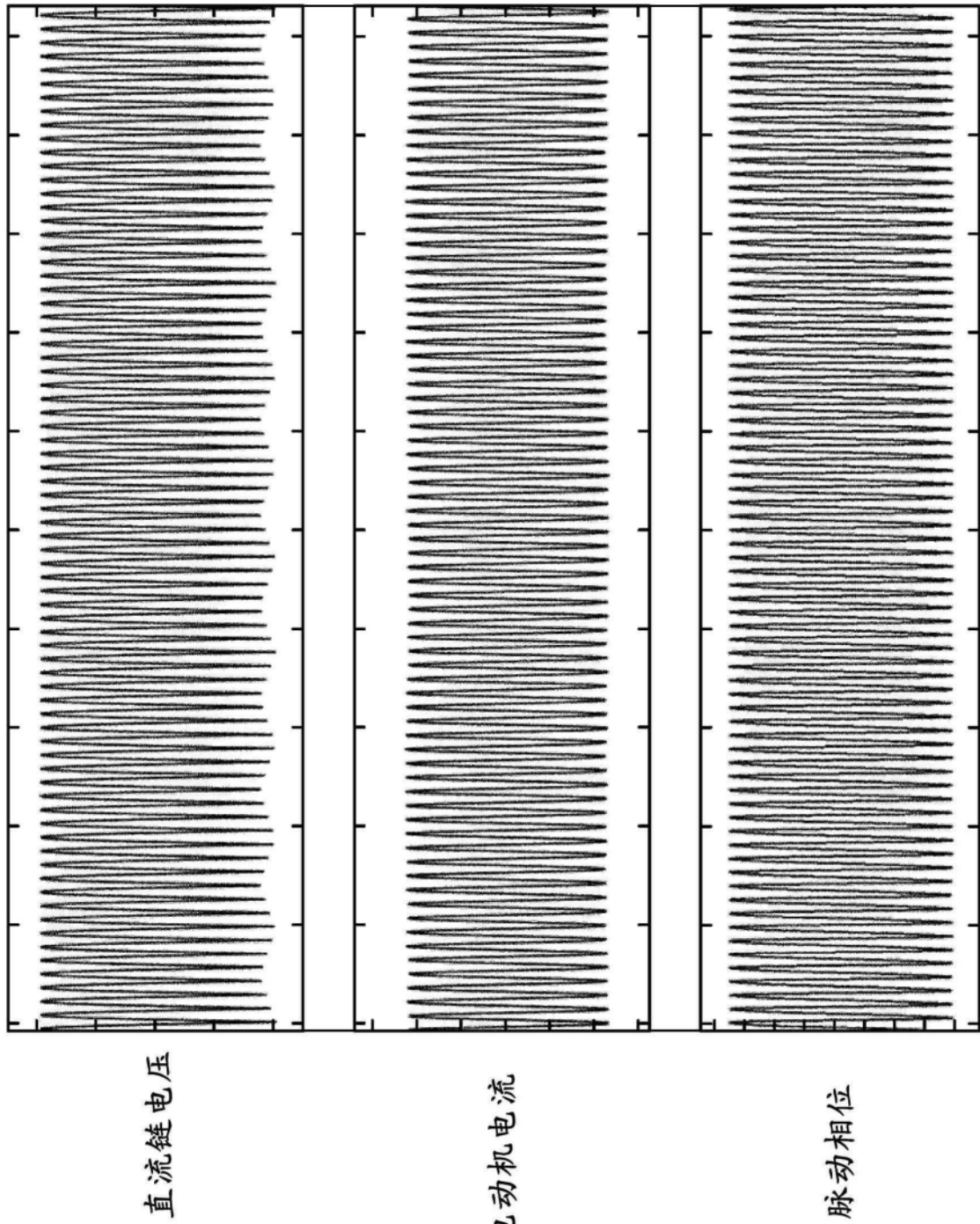


图7

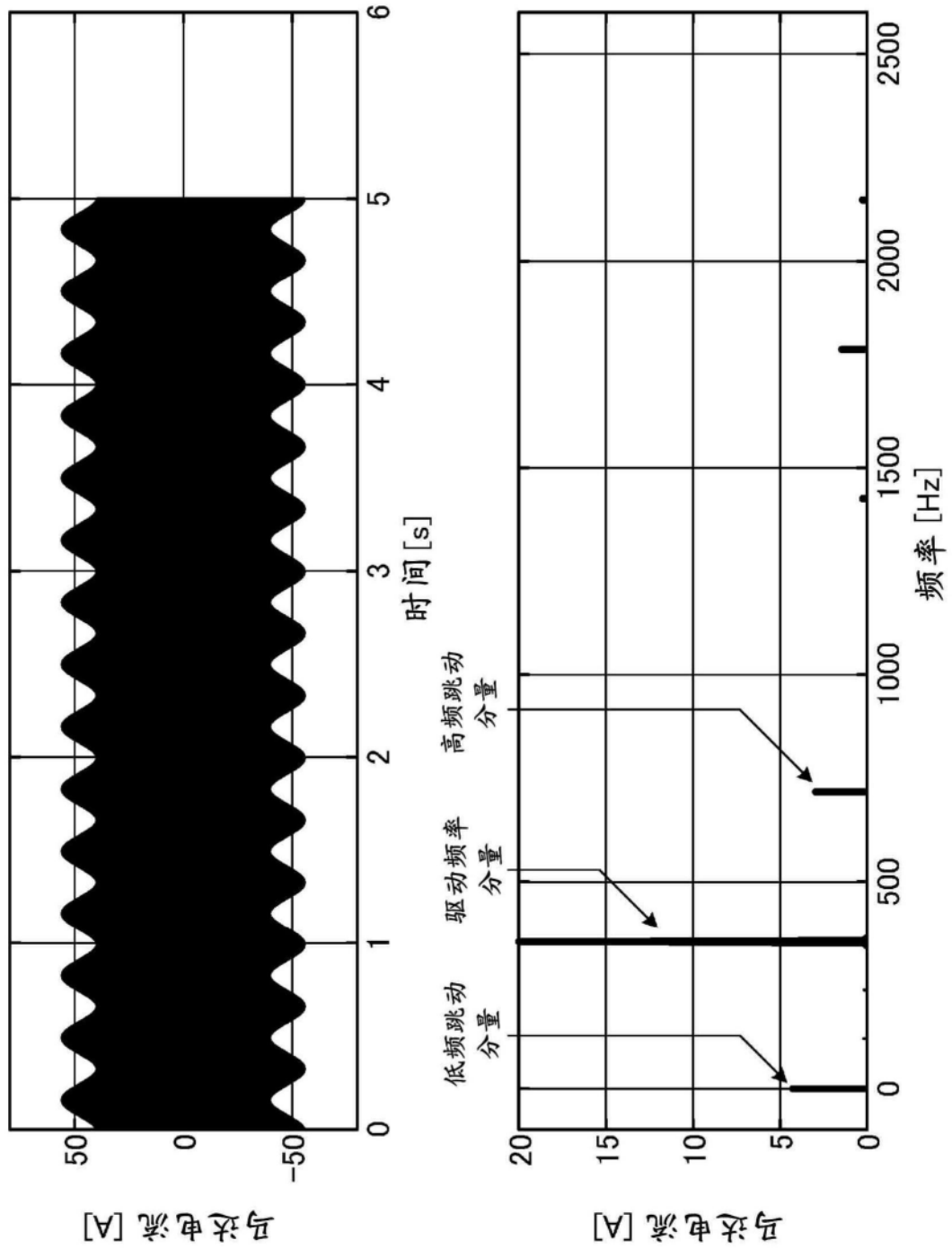


图8

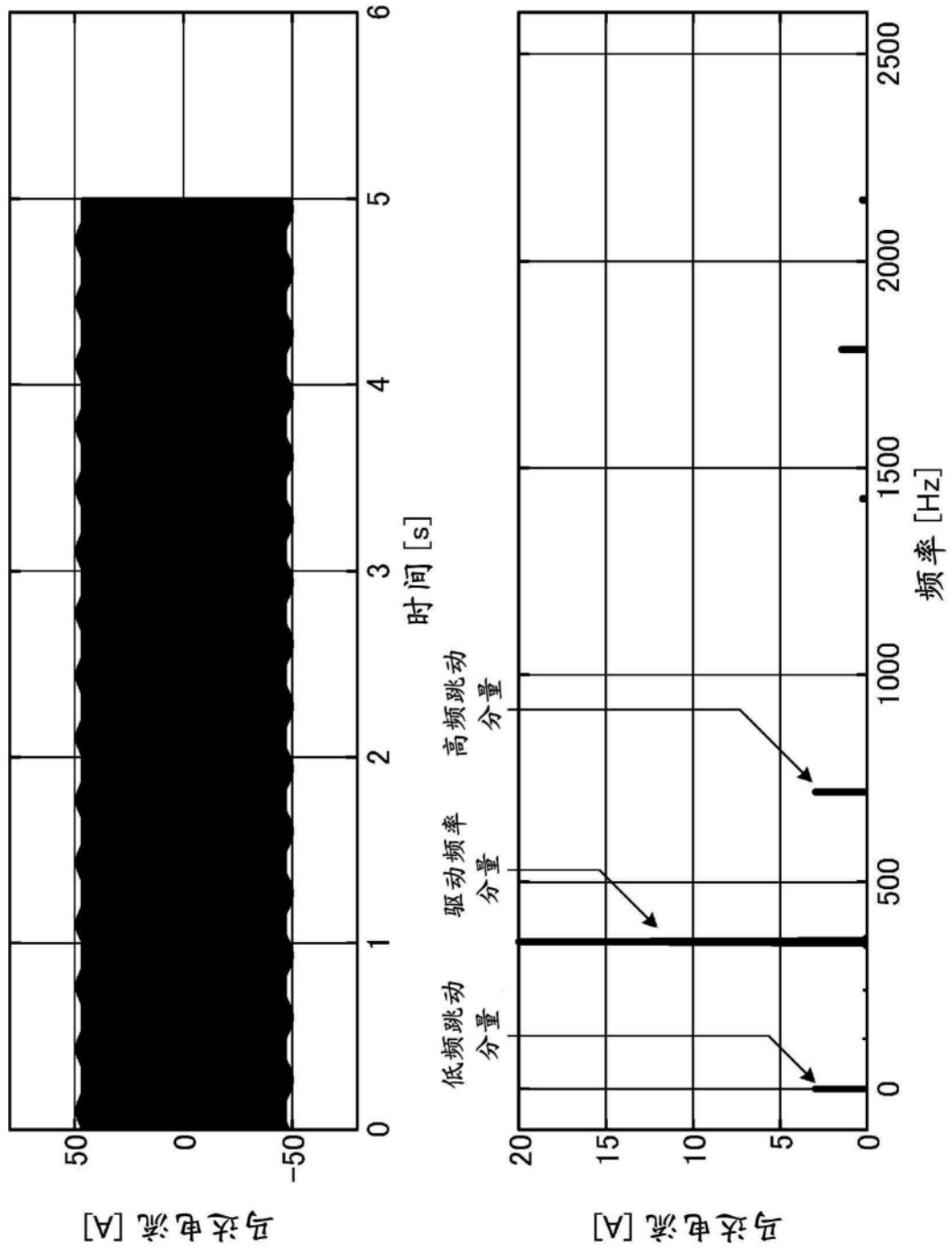


图9

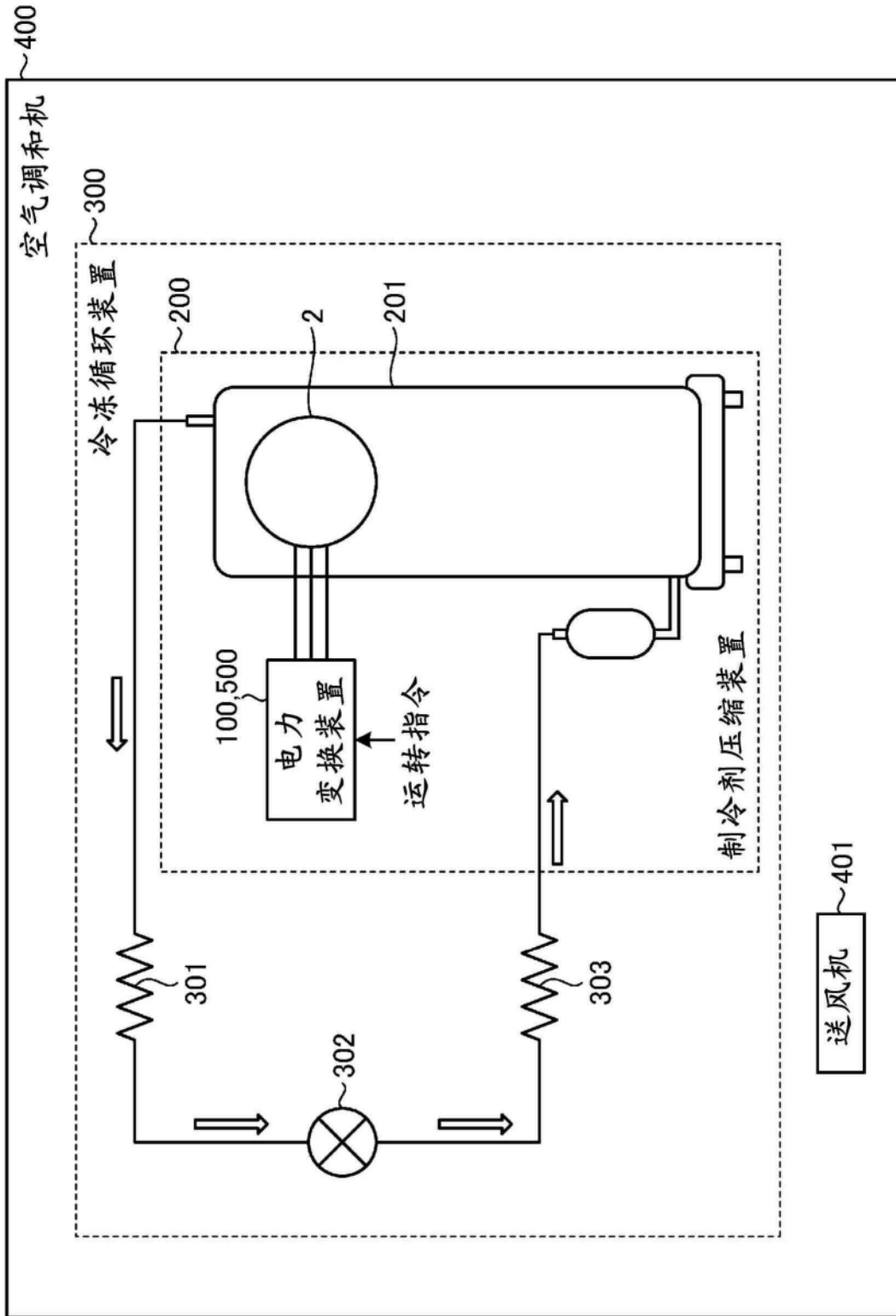


图10

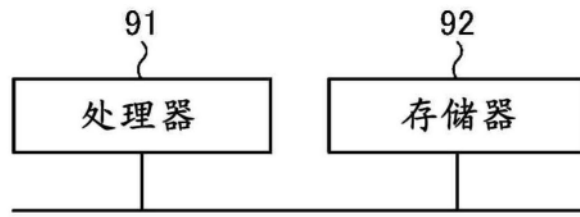


图11