



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118339757 A

(43) 申请公布日 2024. 07. 12

(21) 申请号 202180104625.0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2021.12.08

H02P 21/05 (2006.01)

H02P 27/06 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2024.05.30

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2021/045109 2021.12.08

(87) PCT国际申请的公布数据
W02023/105676 JA 2023.06.15

(71) 申请人 三菱电机株式会社
地址 日本东京都

(72) 发明人 有泽浩一 石川秀太 高原贵昭
沓木知宏 松尾遥

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

专利代理师 孙明浩

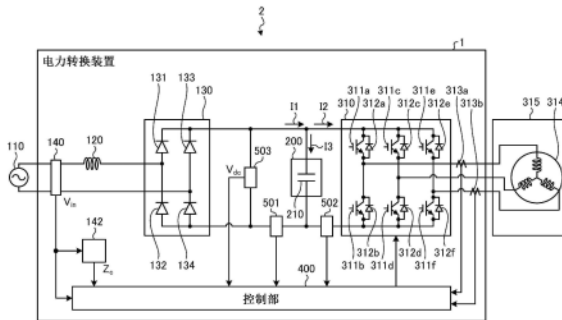
权利要求书1页 说明书10页 附图10页

(54) 发明名称

电力转换装置、马达驱动装置以及制冷循环应用设备

(57) 摘要

电力转换装置(1)具备:整流部(130),其对从商用电源(110)施加的电源电压进行整流;电容器(210),其与整流部(130)的输出端连接;逆变器(310),其将从电容器(210)输出的直流电力转换成交流电力,输出到搭载有马达(314)的设备;电压检测部(140),其检测电源电压;以及控制部(400),其基于电压检测部(140)的检测值,实施抑制电容器(210)的充放电电流即电容器电流的脉动成分的脉动补偿控制。



1. 一种电力转换装置,其中,
所述电力转换装置具备:
整流部,其对从交流电源施加的电源电压进行整流;
电容器,其与所述整流部的输出端连接;
逆变器,其与所述电容器的两端连接,将从所述电容器输出的直流电力转换成交流电力,输出到搭载有马达的设备;
第1检测部,其检测所述电源电压;以及
控制部,其基于所述第1检测部的检测值,实施抑制所述电容器的充放电电流即电容器电流的脉动成分的脉动补偿控制。
2. 根据权利要求1所述的电力转换装置,其中,
通过所述脉动补偿控制,在所述马达中流动包含对所述电源电压的频率即电源频率乘以特定的整数而得的频率的脉动成分的电流。
3. 根据权利要求2所述的电力转换装置,其中,
所述控制部基于所述第1检测部的检测值来运算所述电源频率并作为所述电源频率的检测值,
基于根据所述电源频率的检测值而设定的设定频率来实施所述脉动补偿控制。
4. 根据权利要求3所述的电力转换装置,其中,
所述设定频率基于所述电源频率的检测值、以及过去得到的多次的所述电源频率的检测值的平均值而被变更。
5. 根据权利要求3或4所述的电力转换装置,其中,
第1差分频率在1[Hz]以内,所述第1差分频率是所述电容器电流中包含的主导性的脉动成分的频率与对所述电源频率的检测值乘以特定的整数而得的频率之差的绝对值。
6. 根据权利要求3或4所述的电力转换装置,其中,
第2差分频率在1[Hz]以内,所述第2差分频率是流过所述马达的马达电流中包含的主导性的脉动成分的频率与所述设定频率之差的绝对值。
7. 根据权利要求3至6中的任意一项所述的电力转换装置,其中,
第1差分频率和第2差分频率中的至少1个根据针对所述设备的运转条件而变化,其中,所述第1差分频率是所述电容器电流中包含的主导性的脉动成分的频率与对所述电源频率的检测值乘以特定的整数而得的频率之差的绝对值,所述第2差分频率是流过所述马达的马达电流中包含的主导性的脉动成分的频率与所述设定频率之差的绝对值。
8. 一种马达驱动装置,其中,
所述马达驱动装置具备权利要求1至7中的任意一项所述的电力转换装置。
9. 一种制冷循环应用设备,其中,
所述制冷循环应用设备具备权利要求1至7中的任意一项所述的电力转换装置。

电力转换装置、马达驱动装置以及制冷循环应用设备

技术领域

[0001] 本公开涉及将交流电力转换成所希望的电力的电力转换装置、马达驱动装置以及制冷循环应用设备。

背景技术

[0002] 以往,存在将从交流电源供给的交流电力转换成所希望的交流电力并供给到空调机等负载的电力转换装置。例如,在下述专利文献1中公开了如下的技术:作为空调机的控制装置的电力转换装置通过由多个开关元件构成的逆变器,将利用作为整流部的二极管堆栈对从交流电源供给的交流电力进行整流进而由平滑电容器平滑后的电力转换成所希望的交流电力,并输出到作为负载的压缩机马达。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开平7-71805号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的问题

[0007] 但是,根据上述现有技术,在平滑电容器中流动较大的脉动电流,因此,存在平滑电容器的经年劣化加速这样的问题。对于该问题,考虑通过增大平滑电容器的电容来抑制电容器电压的纹波变化或者使用纹波的劣化耐量大的平滑电容器的方法。但是,在这样的方法中,存在电容器部件的成本变高、装置大型化这样的问题。

[0008] 本公开是鉴于上述情况而完成的,其目的在于,得到一种能够抑制平滑用的电容器的劣化并抑制装置的大型化的电力转换装置。

[0009] 用于解决问题的手段

[0010] 为了解决上述问题并实现目的,本公开的电力转换装置具备整流部、与整流部的输出端连接的电容器、与电容器的两端连接的逆变器、第1检测部以及控制部。整流部对从交流电源施加的电源电压进行整流。逆变器将从电容器输出的直流电力转换成交流电力,输出到搭载有马达的设备。第1检测部检测电源电压。控制部基于第1检测部的检测值,实施抑制电容器的充放电电流即电容器电流的脉动成分的脉动补偿控制。

[0011] 发明的效果

[0012] 根据本公开的电力转换装置,起到能够抑制平滑用的电容器的劣化并抑制装置的大型化这样的效果。

附图说明

[0013] 图1是示出实施方式1的电力转换装置的结构例的图。

[0014] 图2是示出实施方式1的电力转换装置具备的控制部的结构例的框图。

[0015] 图3是示出实施方式1的控制部具备的q轴电流脉动运算部的结构例的图。

- [0016] 图4是示出实施方式1的电力转换装置中的平滑部脉动电流与电源频率之间的相关性的一例的图。
- [0017] 图5是用于说明在实施方式1的控制部的内部进行的频率设定处理的流程图。
- [0018] 图6是示出实现实施方式1的控制部的功能的硬件结构的一例的框图。
- [0019] 图7是示出实现实施方式1的控制部的功能的硬件结构的另一例的框图。
- [0020] 图8是示出实施方式2的电力转换装置的结构例的图。
- [0021] 图9是示出实施方式2的电力转换装置具备的控制部的结构例的框图。
- [0022] 图10是示出实施方式2的控制部具备的q轴电流脉动运算部的结构例的图。
- [0023] 图11是示出实施方式3的制冷循环应用设备的结构例的图。

具体实施方式

[0024] 以下,参照附图对本公开的实施方式的电力转换装置、马达驱动装置以及制冷循环应用设备详细进行说明。

[0025] 实施方式1.

[0026] 图1是示出实施方式1的电力转换装置1的结构例的图。在图1中,电力转换装置1与商用电源110及压缩机315连接。商用电源110是交流电源的一例,压缩机315是实施方式1中所说的设备的一例。在压缩机315中搭载有马达314。由电力转换装置1和压缩机315具备的马达314构成马达驱动装置2。

[0027] 电力转换装置1具备电压检测部140、过零检测部142、电抗器120、整流部130、电流检测部501、502、电压检测部503、平滑部200、逆变器310、电流检测部313a、313b、以及控制部400。

[0028] 电抗器120连接在商用电源110与整流部130之间。整流部130具有由整流元件131~134构成的桥电路。整流部130对从商用电源110施加的电源电压 V_{in} 进行整流后输出。整流部130进行全波整流。

[0029] 平滑部200与整流部130的输出端连接。平滑部200具有电容器210作为平滑元件,对从整流部130输出的整流电压进行平滑。

[0030] 电容器210例如是电解电容器、薄膜电容器等。电容器210与整流部130的输出端连接。电容器210具有与对整流电压进行平滑的程度相应的电容。通过该平滑而在电容器210中产生的电压不是整流电压的全波整流波形形状,而是成为在直流成分中叠加了与商用电源110的频率相应的电压纹波的波形形状,不会大幅脉动。关于该电压纹波的频率,在商用电源110为单相的情况下,电源电压 V_{in} 的频率的2倍成分成为主成分,在商用电源110为3相的情况下,6倍成分成为主成分。在从商用电源110输入的电力及从逆变器310输出的电力不变化的情况下,电压纹波的振幅由电容器210的静电电容决定。关于电压纹波的振幅,例如电容器210的电压成为在电压纹波的最大值小于最小值的2倍这样的范围内脉动的电压。

[0031] 电压检测部140检测电源电压 V_{in} ,将检测出的电源电压 V_{in} 的检测值输出到控制部400和过零检测部142。过零检测部142生成与电源电压 V_{in} 相应的过零信号 Z_c ,将生成的过零信号 Z_c 输出到控制部400。过零信号 Z_c 例如是在电源电压 V_{in} 为正极性时输出“高”电平,在电源电压 V_{in} 为负极性时输出“低”电平的信号。另外,这些电平也可以相反。电源电压 V_{in} 的检测值和过零信号 Z_c 被输入到控制部400。

[0032] 电流检测部501检测从整流部130流出的整流电流 I_1 ,将检测出的整流电流 I_1 的检测值输出到控制部400。电流检测部502检测向逆变器310流入的电流即逆变器输入电流 I_2 ,将检测出的逆变器输入电流 I_2 的检测值输出到控制部400。电压检测部503检测电容器210的电压即电容器电压 V_{dc} ,将检测出的电容器电压 V_{dc} 的检测值输出到控制部400。电压检测部503能够用作检测电容器210的电力状态的检测部。

[0033] 逆变器310与平滑部200即电容器210的两端连接。逆变器310具有开关元件311a~311f和续流二极管312a~312f。逆变器310通过控制部400的控制将开关元件311a~311f接通断开,将从整流部130和平滑部200输出的直流电力转换成具有所希望的振幅和相位的交流电力,并输出到作为搭载有马达314的设备的压缩机315。

[0034] 电流检测部313a、313b分别检测从逆变器310向马达314输出的3相的马达电流中的1相的电流值。电流检测部313a、313b的各检测值被输入到控制部400。控制部400基于由电流检测部313a、313b检测出的任意的2相的电流的检测值,通过运算来求出剩余的1相的电流。

[0035] 搭载于压缩机315的马达314根据从逆变器310供给的交流电力的振幅和相位而旋转,进行压缩动作。在压缩机315是空调机等所使用的密闭型压缩机的情况下,压缩机315的负载转矩多被视为恒转矩负载。

[0036] 另外,在图1中,示出马达314中的马达绕组是Y接线的情况,但不限于该例。马达314的马达绕组也可以是 Δ 接线,还可以是能够切换Y接线与 Δ 接线的规格。

[0037] 此外,在电力转换装置1中,图1所示的各部的结构和配置是一例,各部的结构和配置不限于图1所示的例子。例如,电抗器120也可以配置在整流部130的后级。此外,电力转换装置1也可以具备升压部,还可以使整流部130具有升压部的功能。另外,在本说明书中,有时将检测电源电压 V_{in} 的电压检测部140称为“第1检测部”。此外,在本说明书中,有时将检测电容器电压 V_{dc} 的电压检测部503、检测整流电流 I_1 的电流检测部501、以及检测逆变器输入电流 I_2 的电流检测部502中的至少1个称为“第2检测部”。

[0038] 控制部400取得由电压检测部140检测出的电源电压 V_{in} 的检测值、由过零检测部142生成的过零信号 Z_c 。此外,控制部400取得由电流检测部501检测出的整流电流 I_1 的检测值、由电流检测部502检测出的逆变器输入电流 I_2 的检测值、以及由电压检测部503检测出的电容器电压 V_{dc} 的检测值。此外,控制部400取得由电流检测部313a、313b检测出的马达电流的检测值。控制部400使用由各个检测部检测出的检测值,来控制逆变器310的动作,具体而言,控制逆变器310具有的开关元件311a~311f的接通断开。

[0039] 此外,控制部400对逆变器310的动作进行控制,使得将包含与从整流部130向平滑部200的电容器210流入的电力的脉动相应的脉动的交流电力从逆变器310输出到压缩机315。与向平滑部200的电容器210流入的电力的脉动相应的脉动例如是根据向平滑部200的电容器210流入的电力的脉动的频率等而变动的脉动。由此,控制部400控制电容器210的充放电电流即电容器电流 I_3 。控制部400以马达314的速度、电压及电流中的任意方成为所希望的状态的方式进行控制。另外,控制部400也可以不使用从各检测部取得的全部的检测值,能够使用一部分检测值进行控制。

[0040] 在马达314用于压缩机315的驱动且压缩机315是密闭型压缩机的情况下,在构造方面和成本方面大多难以在马达314上安装检测转子位置的位置传感器。因此,控制部400

以无位置传感器的方式进行马达314的控制。关于马达314的无位置传感器控制方法,具有恒定初级磁通控制和无传感器向量控制这2种方法。在实施方式1中,作为一例,以无传感器向量控制为基础进行说明。另外,关于以后说明的控制方法,也能够通过轻微的变更而应用于恒定初级磁通控制。

[0041] 接着,对控制部400中的实施方式1中的特征性动作进行说明。首先,从整流部130流出的整流电流I1受到商用电源110的电源相位、设置在整流部130的前后的元件的特性等的影响。其结果是,整流电流I1具有包含电源频率和电源频率的高次谐波成分的特性。电源频率是电源电压 V_{in} 的频率。在商用电源110为单相的情况下,电源频率的高次谐波成分以电源频率的2倍为主导。此外,在商用电源110为3相的情况下,电源频率的高次谐波成分以电源频率的6倍为主导。

[0042] 此外,在电容器210中,当电容器电流I3较大时,电容器210的经年劣化加速。尤其是在将电解电容器用作电容器210的情况下,经年劣化的加速的程度变大。于是,控制部400对逆变器310进行控制,使得逆变器输入电流I2与整流电流I1相等,进行使电容器电流I3接近零的控制。由此,抑制了电容器210的劣化。但是,在逆变器输入电流I2中叠加有由PWM (Pulse Width Modulation:脉冲宽度调制)引起的纹波成分。因此,控制部400需要考虑纹波成分来控制逆变器310。控制部400对逆变器310进行控制,使得从自电容器210向逆变器310输入的逆变器输入电流I2中去除了PWM纹波后的值与整流电流I1一致,对向马达314输出的电力施加脉动。控制部400通过使逆变器输入电流I2适当地脉动,进行使电容器电流I3的脉动减少的脉动补偿控制。

[0043] 如以上那样,在实施方式1中,控制部400对电容器210进行脉动补偿控制。脉动补偿控制是为了抑制电容器电流I3所包含的脉动成分而进行的补偿控制。能够基于作为用于掌握电容器210的电力状态的信息的整流电流I1、逆变器输入电流I2、电容器电流I3、电源电压 V_{in} 及电容器电压 V_{dc} 中的至少1个的检测值,来实施脉动补偿控制。通过脉动补偿控制,在马达314中流动包含电源频率的2倍(商用电源110为单相的情况)或者6倍(商用电源110为3相的情况)的脉动成分的电流。即,通过脉动补偿控制,在马达314中流动包含对电源频率乘以特定的整数而得的频率的脉动成分的电流。

[0044] 接着,对实现上述功能的控制部400的结构进行说明。图2是示出实施方式1的电力转换装置1具备的控制部400的结构例的框图。控制部400具备转子位置估计部401、速度控制部402、弱磁通控制部403、电流控制部404、坐标转换部405、406、PWM信号生成部407、q轴电流脉动运算部408、加法部409、频率和相位运算部410。

[0045] 转子位置估计部401使用用于驱动马达314的dq轴电压指令向量 V_{dq}^* 和dq轴电流向量 i_{dq} ,针对马达314具有的未图示的转子,来估计作为转子磁极的dq轴上的方向的估计相位角 θ_{est} 、以及作为转子速度的估计速度 ω_{est} 。

[0046] 速度控制部402对q轴电流指令 i_{q1}^* 进行自动调整,使得速度指令 ω^* 与估计速度 ω_{est} 一致。在电力转换装置1作为制冷循环应用设备而用于空调机等的情况下,速度指令 ω^* 例如是基于表示由未图示的温度传感器检测出的温度、从未图示的作为操作部的遥控器指示的设定温度的信息、运转模式的选择信息、运转开始和运转结束的指示信息等而得到的。运转模式例如是制热、制冷、除湿等。

[0047] 弱磁通控制部403对d轴电流指令 i_d^* 进行自动调整,使得dq轴电压指令向量 V_{dq}^* 的

绝对值落入电压限制值 V_{lim}^* 的限制值内。此外,在实施方式1中,弱磁通控制部403考虑由q轴电流脉动运算部408运算出的q轴电流脉动指令 i_{qrip}^* 来进行弱磁通控制。关于弱磁通控制,大体上存在根据电压限制椭圆的方程式来计算d轴电流指令 i_d^* 的方法、以及以电压限制值 V_{lim}^* 与dq轴电压指令向量 V_{dq}^* 的绝对值的偏差成为零的方式计算d轴电流指令 i_d^* 的方法这2种方法,但使用哪种方法都可以。

[0048] 频率和相位运算部410基于由电压检测部140检测出的电源电压 V_{in} 的检测值、以及由过零检测部142生成的过零信号 Z_c ,来运算电源频率 f_{in} 和电源相位 θ_{in} 。电源频率 f_{in} 是电源电压 V_{in} 的频率,电源相位 θ_{in} 是电源电压 V_{in} 的相位。另外,在本说明书中,有时将由频率和相位运算部410运算出的电源频率 f_{in} 和电源相位 θ_{in} 分别称为“电源频率 f_{in} 的检测值”和“电源相位 θ_{in} 的检测值”。

[0049] 电流控制部404基于由频率和相位运算部410运算出的电源频率 f_{in} 和电源相位 θ_{in} ,对dq轴电压指令向量 V_{dq}^* 进行自动调整,使得dq轴电流向量 i_{dq} 追随于d轴电流指令 i_d^* 和q轴电流指令 i_q^* 。

[0050] 坐标转换部405根据估计相位角 θ_{est} ,将dq轴电压指令向量 V_{dq}^* 从dq坐标向交流量的电压指令 V_{uvw}^* 进行坐标转换。

[0051] 坐标转换部406根据估计相位角 θ_{est} ,将流过马达314的电流 I_{uvw} 从交流量向dq坐标的dq轴电流向量 i_{dq} 进行坐标转换。如上所述,控制部400能够通过从逆变器310输出的3相的电流值中的由电流检测部313a、313b检测出的2相的电流值、以及使用2相的电流值来计算剩余的1相的电流值,来取得流过马达314的电流 I_{uvw} 。

[0052] PWM信号生成部407基于由坐标转换部405进行坐标转换后的电压指令 V_{uvw}^* 来生成PWM信号。控制部400通过将由PWM信号生成部407生成的PWM信号输出到逆变器310的开关元件311a~311f而向马达314施加电压。

[0053] q轴电流脉动运算部408基于由频率和相位运算部410运算出的电源频率 f_{in} 和电源相位 θ_{in} 、由电压检测部503检测出的电容器电压 V_{dc} 的检测值、以及估计速度 ω_{est} ,来运算q轴电流脉动指令 i_{qrip}^* 。

[0054] 加法部409将从速度控制部402输出的q轴电流指令 i_{q1}^* 与由q轴电流脉动运算部408运算出的q轴电流脉动指令 i_{qrip}^* 相加,将作为该运算值的q轴电流指令 i_q^* 作为向电流控制部404的转矩电流指令而输出。

[0055] 图3是示出实施方式1的控制部400具备的q轴电流脉动运算部408的结构例的图。q轴电流脉动运算部408构成为将指令值设为零的反馈控制器。通常,反馈控制器与前馈控制器相比,控制响应低,不适合抑制高频的脉动,但过去提出了各种高频脉动抑制手段。作为有名的方法,具有使用了傅里叶系数运算和PID(Proportional Integral Differential:比例积分微分)控制器的方法。q轴电流脉动运算部408具备减法部383、傅里叶系数运算部384~387、PID控制部388~391以及交流恢复部392。

[0056] 减法部383计算作为零的指令值与电容器电压 V_{dc} 的偏差。如果使用傅里叶级数展开的理论,则能够提取偏差所包含的特定频率的sin信号成分和cos信号成分的振幅。设电源频率为1f成分,傅里叶系数运算部384~387分别计算偏差所包含的sin2f成分、cos2f成分、sin4f成分及cos4f成分的振幅。通过傅里叶系数运算部384~387相乘的检波信号使用时间t和电源频率 f_{in} ,分别由 $\sin 2(2\pi f_{in} t + \theta_{in})$ 、 $\cos 2(2\pi f_{in} t + \theta_{in})$ 、 $\sin 4(2\pi f_{in} t + \theta_{in})$ 及 $\cos 4$

$(2\pi f_{in}t + \theta_{in})$ 表示。此外,关于该检波信号,输入信号与检波信号之积的平均值的2倍是分别包含于偏差的 $\sin 2f$ 成分、 $\cos 2f$ 成分、 $\sin 4f$ 成分及 $\cos 4f$ 成分的振幅。即,傅里叶系数运算部384~387运算检测值与指令值的偏差所包含的与商用电源110的电源频率 f_{in} 相应的成分的振幅。如果电容器电流I3为周期波形,则傅里叶系数运算部384~387的输出信号大致成为恒定。

[0057] PID控制部388~391实施比例-积分-微分控制,即PID控制,使得这些偏差的特定的频率成分分别成为零。比例增益和微分增益也可以为零,但为了使偏差收敛于零,积分增益的值必须不为零。因此,在PID控制部388~391中,以积分动作为主。通常,由于积分控制的输出缓慢地变化,因此,PID控制部388~391的输出也能够视为大致恒定。

[0058] 这里,电容器电压 V_{dc} 是用蓄积于电容器电流I3的电荷即电容器电流I3的积分值除以电容器210的静电电容而得到的。因此,在电容器电流I3与电容器电压 V_{dc} 之间存在90度的相位差。因此,交流恢复部392必须考虑90度的相位差来决定q轴电流脉动指令 i_{qrip}^* 。在将90度的相位差设为 θ_{offset} ($=\pi/2$ [rad])的情况下,交流恢复部392如以下那样实施恢复运算。

[0059] 首先,如上所述,通过傅里叶系数运算部384~387相乘的检波信号分别是 $\sin 2(2\pi f_{in}t + \theta_{in})$ 、 $\cos 2(2\pi f_{in}t + \theta_{in})$ 、 $\sin 4(2\pi f_{in}t + \theta_{in})$ 及 $\cos 4(2\pi f_{in}t + \theta_{in})$ 。交流恢复部392为了将PID控制部388~391的输出恢复到交流成分,在与使恢复信号偏移了相位差 θ_{offset} 的量的 $\sin 2(2\pi f_{in}t + \theta_{in} + \theta_{offset})$ 、 $\cos 2(2\pi f_{in}t + \theta_{in} + \theta_{offset})$ 、 $\sin 4(2\pi f_{in}t + \theta_{in} + \theta_{offset})$ 及 $\cos 4(2\pi f_{in}t + \theta_{in} + \theta_{offset})$ 相乘后进行合计,决定q轴电流脉动指令 i_{qrip}^* 。这样,交流恢复部392生成用于抑制电容器电流I3的作为脉动量的指令的q轴电流脉动指令 i_{qrip}^* 。

[0060] 这里,对使用无传感器向量控制方式的情况进行了例示,但如果稍微施加变形而成为对速度指令、电压指令等施加脉动的形式,则也能够应用于恒定初级磁通控制。

[0061] 图4是示出实施方式1的电力转换装置1中的平滑部脉动电流与电源频率 f_{in} 之间的相关性的一例的图。纵轴所示的平滑部脉动电流是流过平滑部200的电流即电容器电流I3所包含的脉动成分的有效值或平均值。图4的横轴表示电源频率 f_{in} 。在商用电源110的频率为50[Hz]的情况下, $f_A = 50$,在商用电源110的频率为60[Hz]的情况下, $f_A = 60$ 。此外,在图4中,由实线连接的绘制曲线表示未使q轴电流脉动运算部408的脉动补偿控制功能起作用的情况下的平滑部脉动电流,由虚线连接的绘制曲线表示使q轴电流脉动运算部408的脉动补偿控制功能起作用的情况下的平滑部脉动电流。此外,关于图4所示的特性,假定在控制部400的内部,以商用电源110的频率不变化为前提的脉动补偿控制的处理、即脉动补偿控制所使用的频率是不变的 f_A 。

[0062] 当观察图4的特性时,可知在实际的电源频率 f_{in} 是脉动补偿控制所使用的频率 f_A 或者与频率 f_A 接近的值的条件下,平滑部脉动电流的降低效果高。另一方面,可知在实际的电源频率 f_{in} 与脉动补偿控制所使用的频率 f_A 偏离的情况下,平滑部脉动电流的降低效果与该偏离量相应地下降。但是,降低效果和偏离量也可以根据控制设定条件或运转条件而改变,这是不言而喻的。此外,根据图4,示出在实际的电源频率 f_{in} 与脉动补偿控制所使用的频率 f_A 之差成为-1[Hz]的情况下,只能得到与不使脉动补偿控制功能起作用的情况相同程度的降低效果。此外,根据图4,示出在实际的电源频率 f_{in} 与脉动补偿控制所使用的频率 f_A 之差成为+1[Hz]的情况下,与不使脉动补偿控制功能起作用的情况相比发生恶化。

[0063] 根据以上情况,在电源频率 f_{in} 的变动较大的环境下,使脉动补偿控制所使用的频率 f_A 与实际的电源频率 f_{in} 匹配是有效的。因此,在实施方式1的控制部400中,构成为通过频率和相位运算部410来运算电源频率 f_{in} 和电源相位 θ_{in} ,并且将运算出的电源频率 f_{in} 和电源相位 θ_{in} 输入到q轴电流脉动运算部408。

[0064] 图5是用于说明在实施方式1的控制部400的内部进行的频率设定处理的流程图。

[0065] 首先,控制部400判定当前的状态是否为启动时(步骤S11)。如果为启动时(步骤S11,是),则控制部400判定商用电源110的频率(步骤S12),将判定出的频率作为设定频率(步骤S13)。例如,如果电力转换装置1的使用场所为日本,则判定商用电源110的频率是50[Hz]还是60[Hz],50[Hz]或60[Hz]中的任意一方被设为设定频率的初始值。另外,基于该设定频率来实施上述的脉动补偿控制。

[0066] 返回到步骤S11,在当前的状态不是启动时的情况下(步骤S11,否),控制部400确认电源频率 f_{in} 的检测值(步骤S14),进而对电源频率 f_{in} 的检测值和设定频率之差的绝对值与阈值B进行比较(步骤S15)。

[0067] 在电源频率 f_{in} 的检测值与设定频率之差的绝对值超过阈值B的情况下(步骤S15,是),变更即更新设定频率(步骤S16)。在该步骤S16的处理中,在步骤S14中确认出的电源频率 f_{in} 的检测值被设为新的设定频率。另一方面,在电源频率 f_{in} 的检测值与设定频率之差的绝对值未超过阈值B的情况下(步骤S15,否),维持当前的设定频率(步骤S17)。

[0068] 如果实施图5的流程图所示的处理,则能够根据电力转换装置1的环境条件来设定适当的电源频率 f_{in} 。由此,能够提高电力转换装置1中的脉动补偿控制的效果。

[0069] 另外,在图5的步骤S15、S16的处理中,通过对电源频率 f_{in} 的检测值与设定频率进行比较来变更设定频率,但不限于该处理。也可以代替设定频率,而将电源频率 f_{in} 的过去的检测值作为比较对象,从而变更设定频率。过去的检测值可以是过去得到的多次检测值的平均值,也可以是经由低通滤波器等的滤波器处理而得的检测值。

[0070] 通过上述的控制部400的控制,实施方式1的电力转换装置1进行动作,该动作的特征如下。首先,电力转换装置1以第1差分频率在1[Hz]以内的方式进行动作,该第1差分频率是电容器电压 V_{dc} 或电容器电流I3中包含的主导性的脉动成分的频率与对电源频率 f_{in} 的检测值乘以特定的整数而得的频率之差的绝对值。如果这样进行动作,则能够提高电力转换装置1中的脉动补偿控制的效果。为了以第1差分频率在1[Hz]以内的方式使电力转换装置1进行动作,适当地设定在图5的步骤S15中使用的阈值B即可。根据图4所示的特性可理解,阈值B是比1[Hz]小的值。此外,第1差分频率是与对电源频率 f_{in} 的检测值乘以特定的整数而得的频率之差的绝对值,特定的整数例如是2或6,因此,阈值B成为比0.5[Hz]小的值。另外,当然应该根据商用电源110是单相还是3相,来变更阈值B。

[0071] 此外,电力转换装置1以流过马达314的马达电流所包含的主导性的脉动成分的频率与设定频率之差的绝对值即第2差分频率为1[Hz]以内的方式进行动作。如果这样进行动作,则能够提高电力转换装置1中的脉动补偿控制的效果。为了以第2差分频率在1[Hz]以内的方式使电力转换装置1进行动作,适当地设定在图5的步骤S15中使用的阈值B即可。适当地设定阈值B时的注意事项与上述相同。

[0072] 另外,在实施方式1中的脉动补偿控制的功能有效地发挥作用的情况下,电力转换装置1以第1差分频率或第2差分频率也根据针对设备的运转条件而变化的方式进行动作。

在设备的例子为压缩机的情况下,压缩机315的吸入压力、排出压力、制冷剂的温度、空调机的室内温度的目标值等相当于这里所说的运转条件。如果确认变更了这些运转条件中的至少1个时的第1差分频率或第2差分频率的变化,则能够判断电力转换装置1中的脉动补偿控制的功能是否正常。

[0073] 接着,参照图6和图7的图对用于实现实施方式1的控制部400的功能的硬件结构进行说明。图6是示出实现实施方式1的控制部400的功能的硬件结构的一例的框图。图7是示出实现实施方式1的控制部400的功能的硬件结构的另一例的框图。

[0074] 为了实现控制部400的功能的一部分或全部,如图6所示,能够构成为包含进行运算的处理器420、保存由处理器420读取的程序的存储器422、以及进行信号的输入输出的接口424。

[0075] 处理器420是运算单元的例示。处理器420也可以是称为微处理器、微型计算机、CPU(Central Processing Unit:中央处理单元)或者DSP(Digital Signal Processor:数字信号处理器)的运算单元。此外,对于存储器422,能够例示RAM(Random Access Memory:随机存取存储器)、ROM(Read Only Memory:只读存储器)、闪存、EPROM(Erasable Programmable ROM:可擦可编程只读存储器)、EEPROM(注册商标)(Electrically EPROM:电可擦可编程只读存储器)这样的非易失性或易失性的半导体存储器、磁盘、软盘、光盘、高密度盘、迷你盘、DVD(Digital Versatile Disc:数字多功能光盘)。

[0076] 在存储器422中,存储有执行控制部400的功能的程序。处理器420经由接口424授受所需的信息,通过处理器420执行存储器422所存储的程序,能够执行上述的处理。处理器420的运算结果能够存储在存储器422中。

[0077] 此外,图6所示的处理器420和存储器422也可以如图7那样置换为处理电路423。处理电路423对应于单一电路、复合电路、ASIC(Application Specific Integrated Circuit:专用集成电路)、FPGA(Field-Programmable Gate Array:现场可编程门阵列)、或者它们的组合。向处理电路423输入的信息以及从处理电路423输出的信息能够经由接口424而获得。

[0078] 另外,也可以是,由处理电路423实施控制部400中的一部分处理,由处理器420和存储器422实施未由处理电路423实施的处理。

[0079] 如以上说明的那样,实施方式1的电力转换装置基于电源电压的检测值,实施抑制电容器的充放电电流即电容器电流的脉动成分的脉动补偿控制。由此,能够减小电容器电压的纹波变化,因此能够抑制电容器的劣化。此外,不增大电容器的电容就能够减小电容器电压的纹波变化,因此,能够抑制电容器的劣化并抑制装置的大型化。

[0080] 此外,在电源频率的变动较大的环境下,在固定了脉动补偿控制所使用的频率的状态下实施脉动补偿控制时,平滑部脉动电流的降低效果变小。与此相对,实施方式1的电力转换装置基于电源电压的检测值对电源频率进行运算并设为电源频率的检测值,并且,基于根据该检测值设定的设定频率来实施脉动补偿控制。即,实施方式1的电力转换装置构成为能够变更在脉动补偿控制中使用的频率,因此,即便在电源频率的变动较大的环境下,也能够将平滑部脉动电流的降低效果保持为较高的状态。此外,由于构成为能够变更在脉动补偿控制中使用的频率,因此,即便在商用电源的种类不同的情况下,也能够将控制部的设计变更保持在必要最小限度。由此,能够抑制制造成本的增加。

[0081] 实施方式2.

[0082] 图8是示出实施方式2的电力转换装置1A的结构例的图。在图8所示的电力转换装置1A中,控制部400被替换为控制部400A。由电力转换装置1A和压缩机315具备的马达314构成马达驱动装置2A。此外,对电力转换装置1A追加了检测电容器电流I3的电流检测部504。由电流检测部504检测出的电容器电流I3的检测值被输入到控制部400A。其他的结构与图1所示的电力转换装置1相同或等同,对相同或等同的结构部标注相同的标号而示出,并且省略重复的说明。另外,在本说明书中,有时将检测电容器电流I3的电流检测部504与检测电容器电压 V_{dc} 的电压检测部503、检测整流电流I1的电流检测部501、以及检测逆变器输入电流I2的电流检测部502一起称为“第2检测部”。

[0083] 图9是示出实施方式2的电力转换装置1A具备的控制部400A的结构例的框图。在图9所示的控制部400A中,与图2所示的控制部400相比,q轴电流脉动运算部408被替换为q轴电流脉动运算部408A。向q轴电流脉动运算部408A输入电容器电流I3的检测值。其他的结构与图2所示的控制部400相同或等同,对相同或等同的结构部标注相同的标号而示出,并且省略重复的说明。

[0084] 图10是示出实施方式2的控制部400A具备的q轴电流脉动运算部408A的结构例的图。在图10所示的q轴电流脉动运算部408A中,与图3所示的q轴电流脉动运算部408相比,交流恢复部392被替换为交流恢复部392A。此外,向减法部383输入电容器电流I3的检测值。此外,在图10中,删除了作为向交流恢复部392输入的输入信号的相位差 θ_{offset} 。其他的结构与图3所示的q轴电流脉动运算部408相同或等同,对相同或等同的结构部标注相同的标号而示出,并且省略重复的说明。

[0085] 减法部383计算作为零的指令值与电容器电流I3的检测值的偏差。傅里叶系数运算部384~387与实施方式1同样地,运算检测值与指令值的偏差中包含的与商用电源110的电源频率 f_{in} 相应的成分的振幅。PID控制部388~391实施PID控制,使得这些偏差的特定的频率成分分别为零。

[0086] 这里,在实施方式2中,使用电容器电流I3的检测值,因此,不需要在实施方式1中使用的相位差 θ_{offset} 的信息。因此,交流恢复部392A为了将PID控制部388~391的输出恢复为交流成分,与 $\sin 2(2\pi f_{in} t + \theta_{in})$ 、 $\cos 2(2\pi f_{in} t + \theta_{in})$ 、 $\sin 4(2\pi f_{in} t + \theta_{in})$ 及 $\cos 4(2\pi f_{in} t + \theta_{in})$ 相乘之后进行合计,来决定q轴电流脉动指令 i_{qrip}^* 。这样,交流恢复部392A生成用于抑制电容器电流I3的脉动分的指令即q轴电流脉动指令 i_{qrip}^* 。另外,其他的动作与实施方式1同样,省略重复的说明。

[0087] 根据实施方式2,使用电容器电流I3的检测值来运算q轴电流脉动指令 i_{qrip}^* ,因此,与实施方式1中说明的q轴电流脉动运算部408的处理相比,能够简化q轴电流脉动运算部408A的处理。因此,能够降低处理器420或处理电路423中的计算负荷。由此,在享受实施方式1的效果的同时,还得到处理器420或处理电路423中的任务设计变得容易这样的效果。

[0088] 另外,在实施方式2中,示出了由电流检测部504检测电容器电流I3的结构,但不限于该结构。也可以利用由电流检测部501检测出的整流电流I1的检测值、由电流检测部502检测出的逆变器输入电流I2的检测值,通过运算来求出电容器电流I3。这样,也能够得到上述的实施方式2的效果。

[0089] 实施方式3.

[0090] 图11是示出实施方式3的制冷循环应用设备900的结构例的图。实施方式3的制冷循环应用设备900具备在实施方式1中说明的电力转换装置1。实施方式3的制冷循环应用设备900能够应用于空调机、冰箱、冷冻库、热泵热水器这样的具备制冷循环的产品。另外,在图11中,针对具有与实施方式1同样的功能的结构要素标注与实施方式1相同的标号。

[0091] 制冷循环应用设备900经由制冷剂配管912而安装有内置了实施方式1中的马达314的压缩机315、四通阀902、室内热交换器906、膨胀阀908、以及室外热交换器910。

[0092] 在压缩机315的内部,设置有对制冷剂进行压缩的压缩机构904、以及使压缩机构904进行工作的马达314。

[0093] 制冷循环应用设备900能够通过四通阀902的切换动作进行制热运转或制冷运转。压缩机构904由被可变速控制的马达314驱动。

[0094] 在制热运转时,如实线箭头所示,制冷剂被压缩机构904加压后送出,通过四通阀902、室内热交换器906、膨胀阀908、室外热交换器910及四通阀902返回到压缩机构904。

[0095] 在制冷运转时,如虚线箭头所示,制冷剂被压缩机构904加压后送出,通过四通阀902、室外热交换器910、膨胀阀908、室内热交换器906及四通阀902返回到压缩机构904。

[0096] 在制热运转时,室内热交换器906作为冷凝器发挥作用而进行热释放,室外热交换器910作为蒸发器发挥作用而进行热吸收。在制冷运转时,室外热交换器910作为冷凝器发挥作用而进行热释放,室内热交换器906作为蒸发器发挥作用,进行热吸收。膨胀阀908对制冷剂进行减压而使其膨胀。

[0097] 另外,说明了实施方式3的制冷循环应用设备900具备实施方式1中说明的电力转换装置1,但不限于此。也可以使用实施方式2中说明的电力转换装置1A,只要能够应用实施方式1、2中说明的控制方法即可,也可以是电力转换装置1、1A以外的电力转换装置。

[0098] 以上的实施方式所示的结构表示一例,能够与其他的公知技术组合,也能够将实施方式彼此组合,还能够在不脱离主旨的范围内省略、变更一部分结构。

[0099] 附图标记说明

[0100] 1、1A电力转换装置,2、2A马达驱动装置,110商用电源,120电抗器,130整流部,131~134整流元件,140、503电压检测部,142过零检测部,200平滑部,210电容器,310逆变器,311a~311f开关元件,312a~312f续流二极管,313a、313b、501、502、504电流检测部,314马达,315压缩机,383减法部,384~387傅里叶系数运算部,388~391PID控制部,392、392A交流恢复部,400、400A控制部,401转子位置估计部,402速度控制部,403弱磁通控制部,404电流控制部,405、406坐标转换部,407PWM信号生成部,408、408Aq轴电流脉动运算部,409加法部,410频率和相位运算部,420处理器,422存储器,423处理电路,424接口,900制冷循环应用设备,902四通阀,904压缩机构,906室内热交换器,908膨胀阀,910室外热交换器,912制冷剂配管。

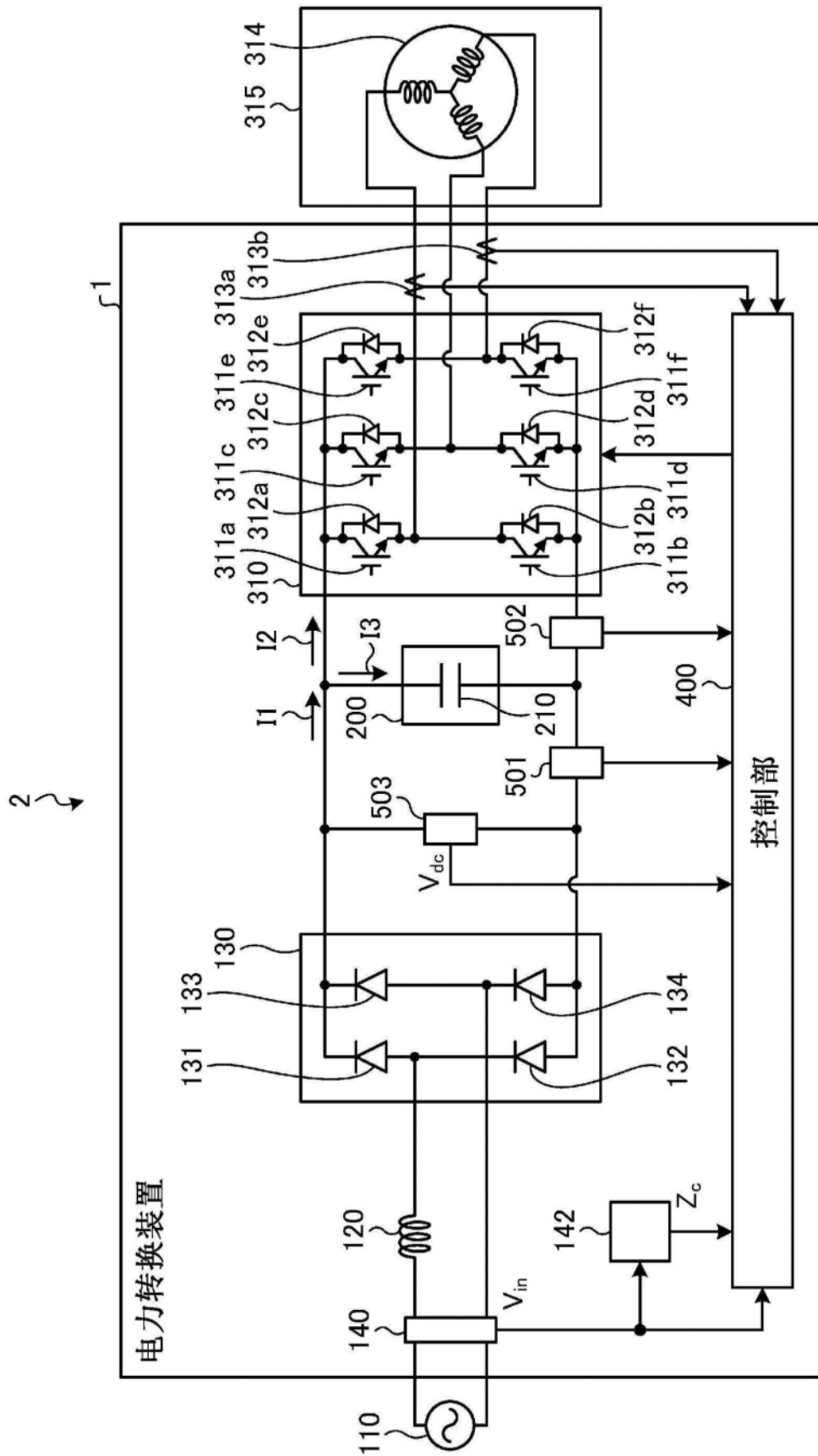


图1

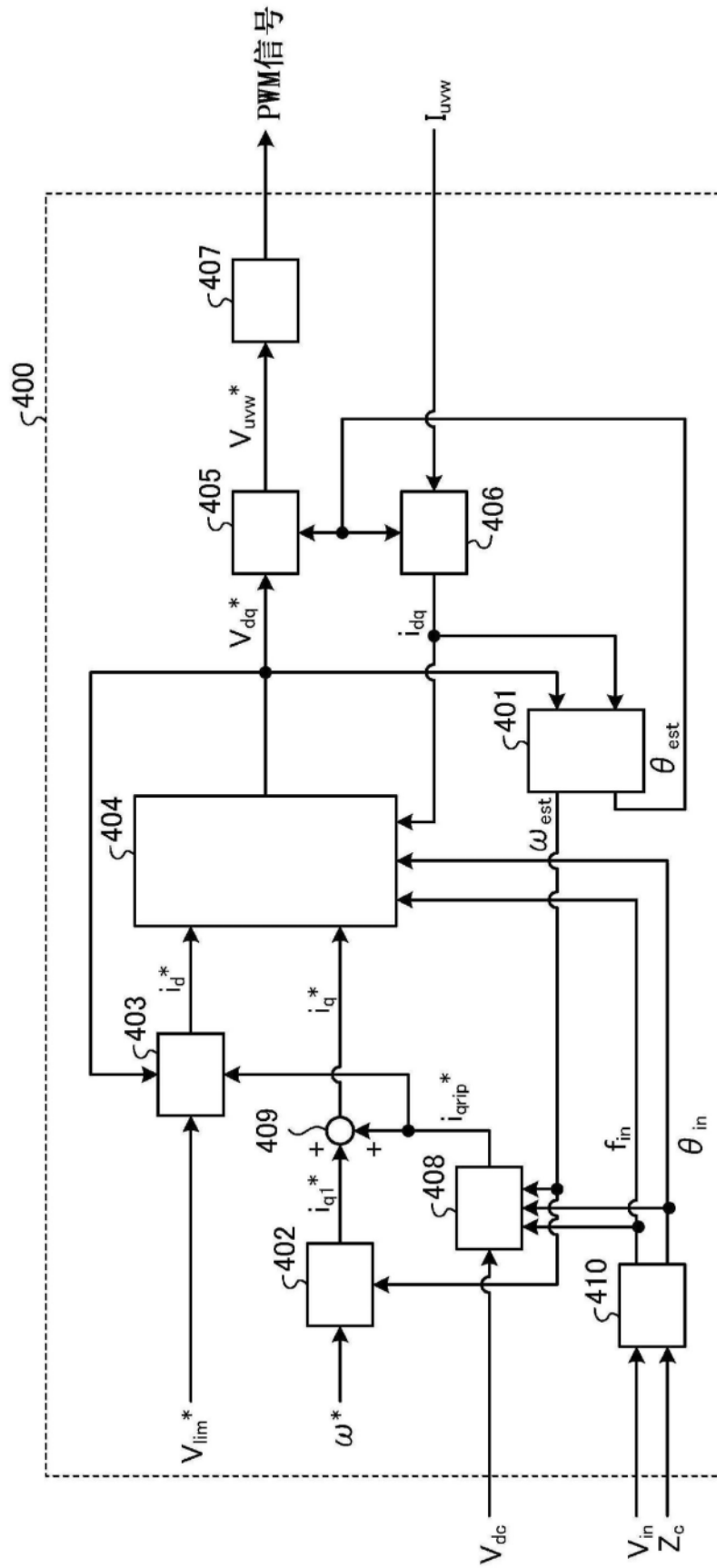


图2

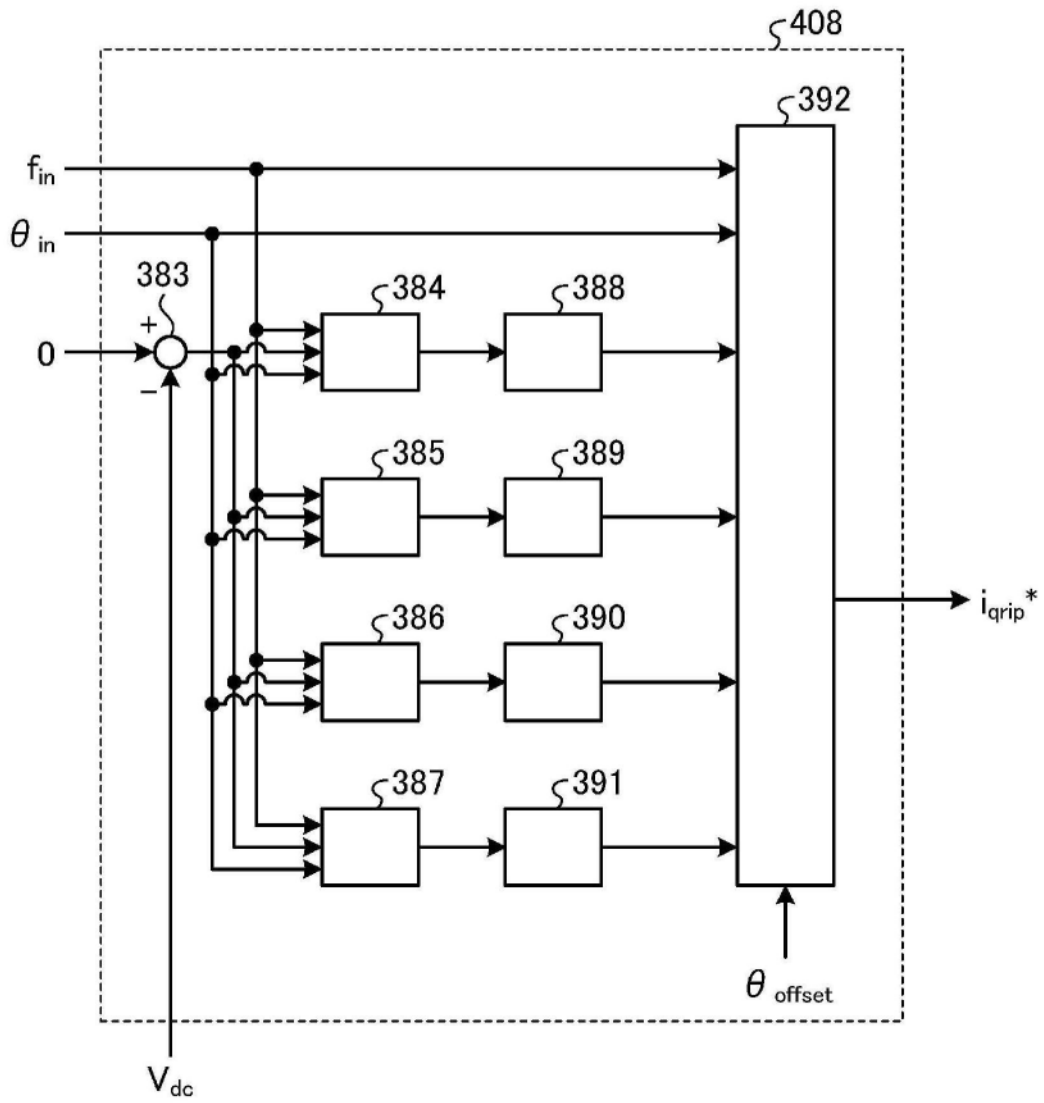


图3

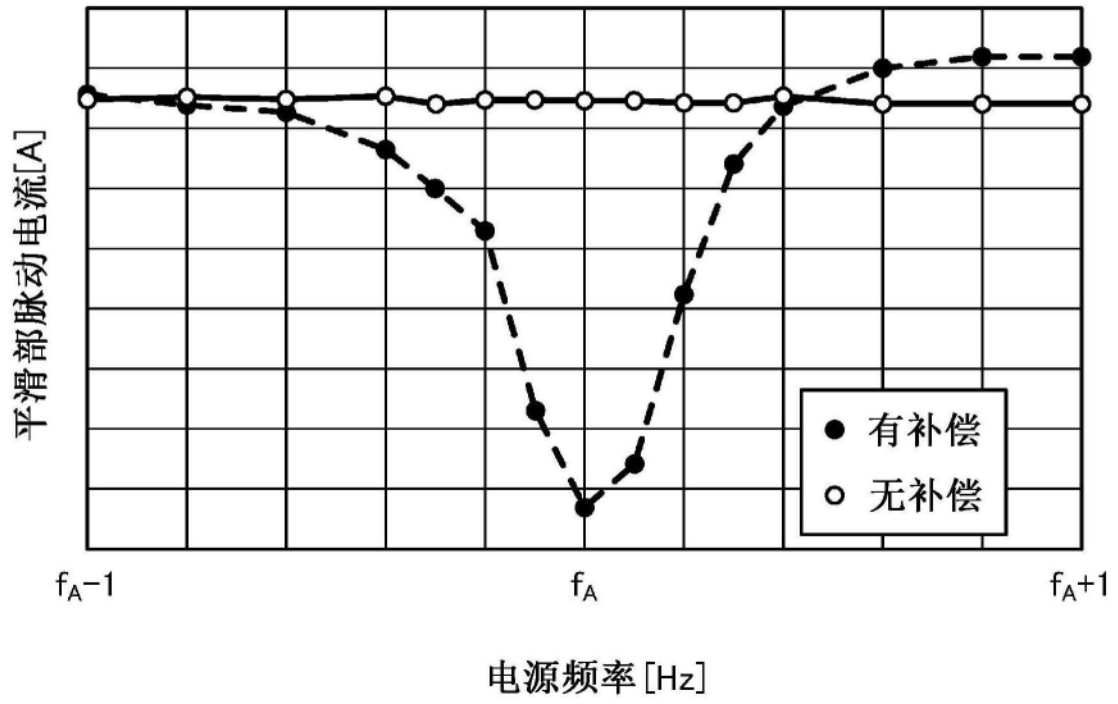


图4

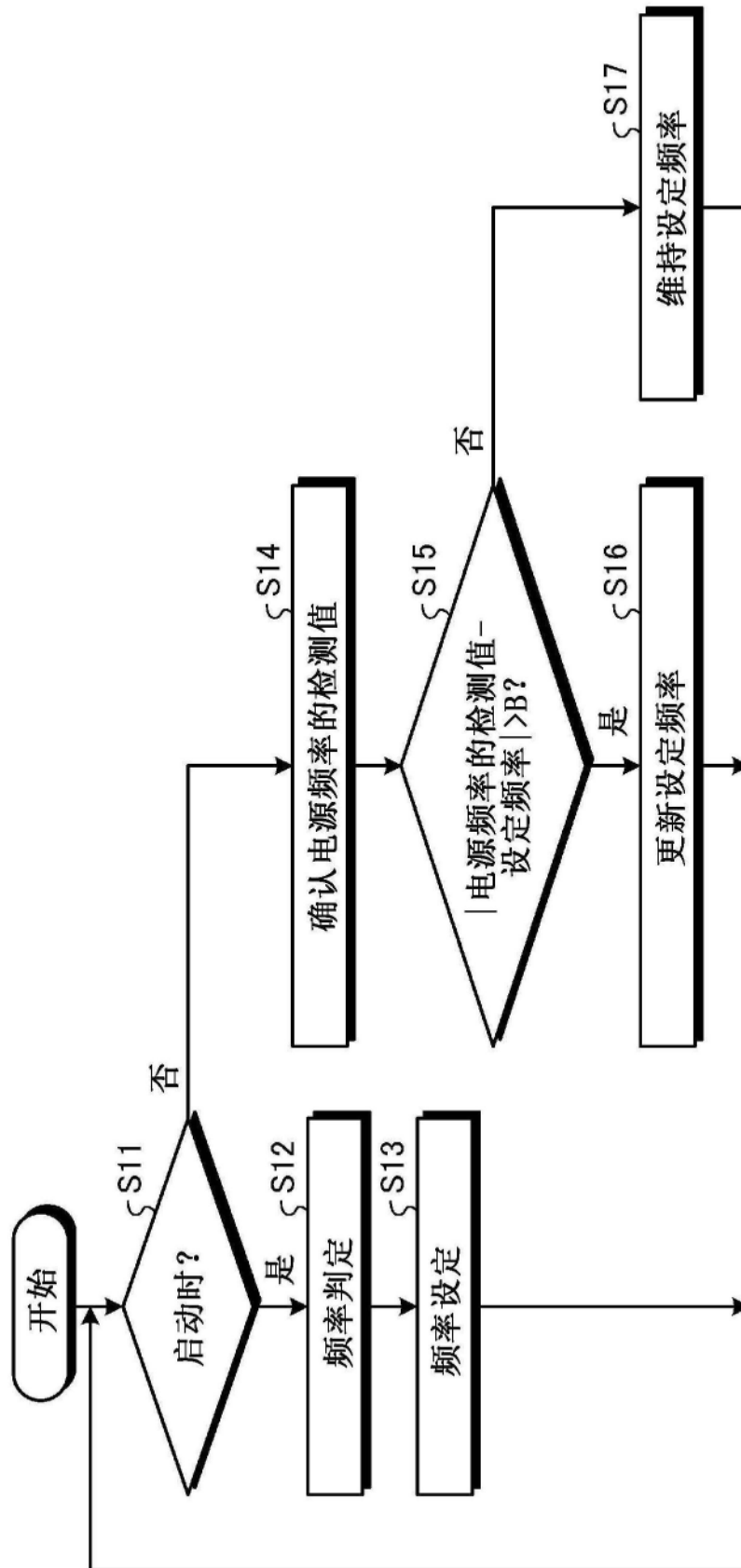


图5

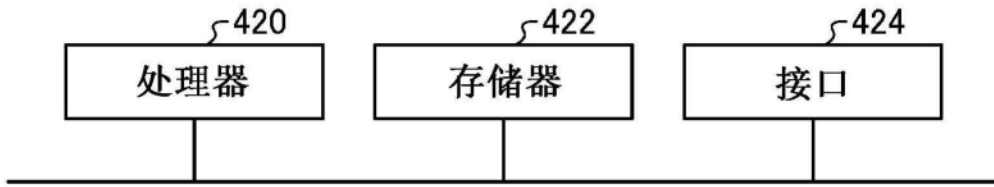


图6

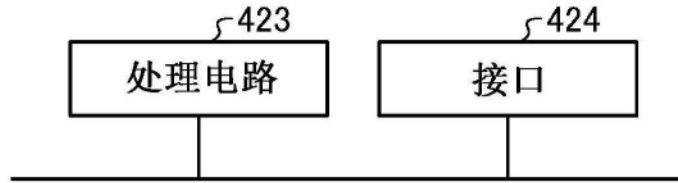


图7

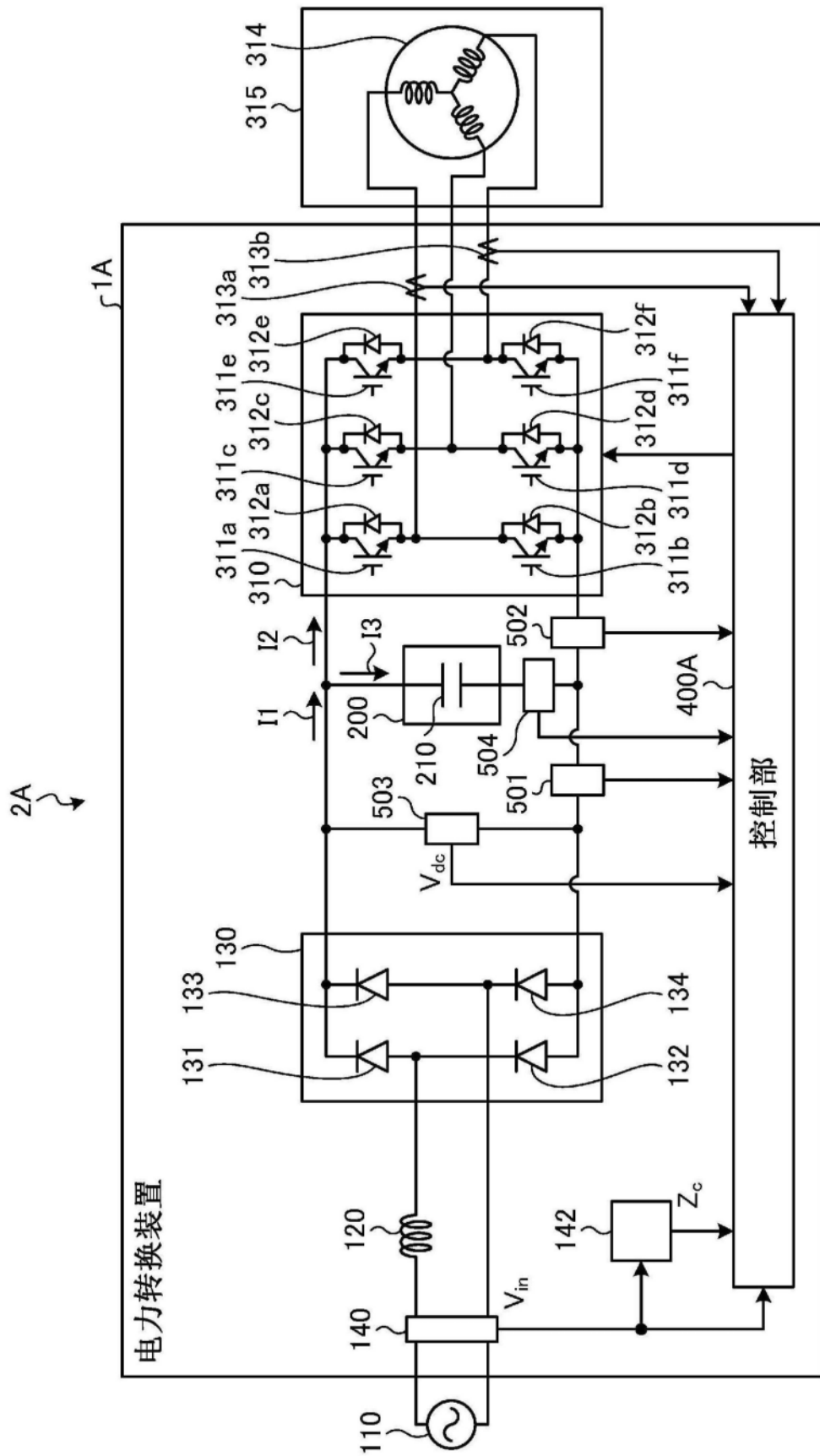


图8

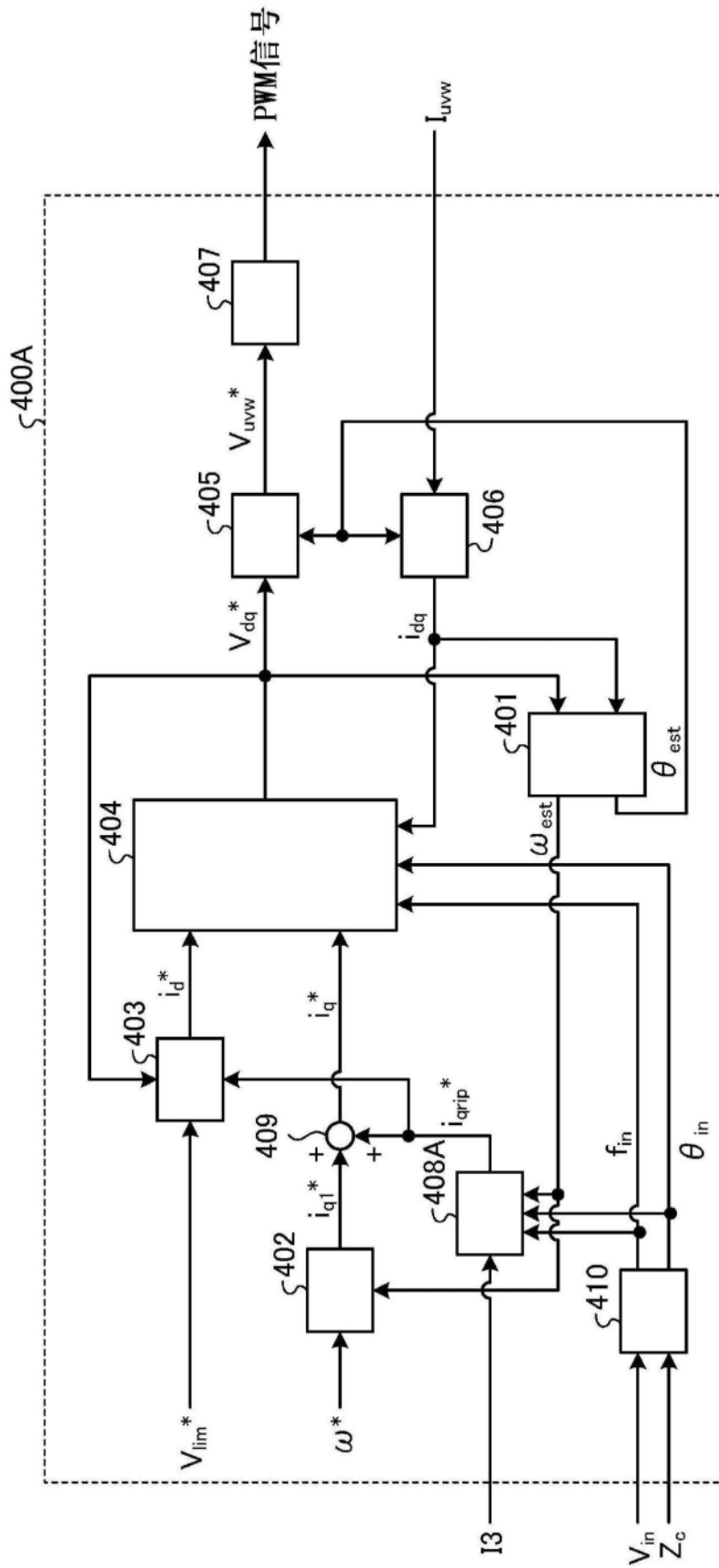


图9

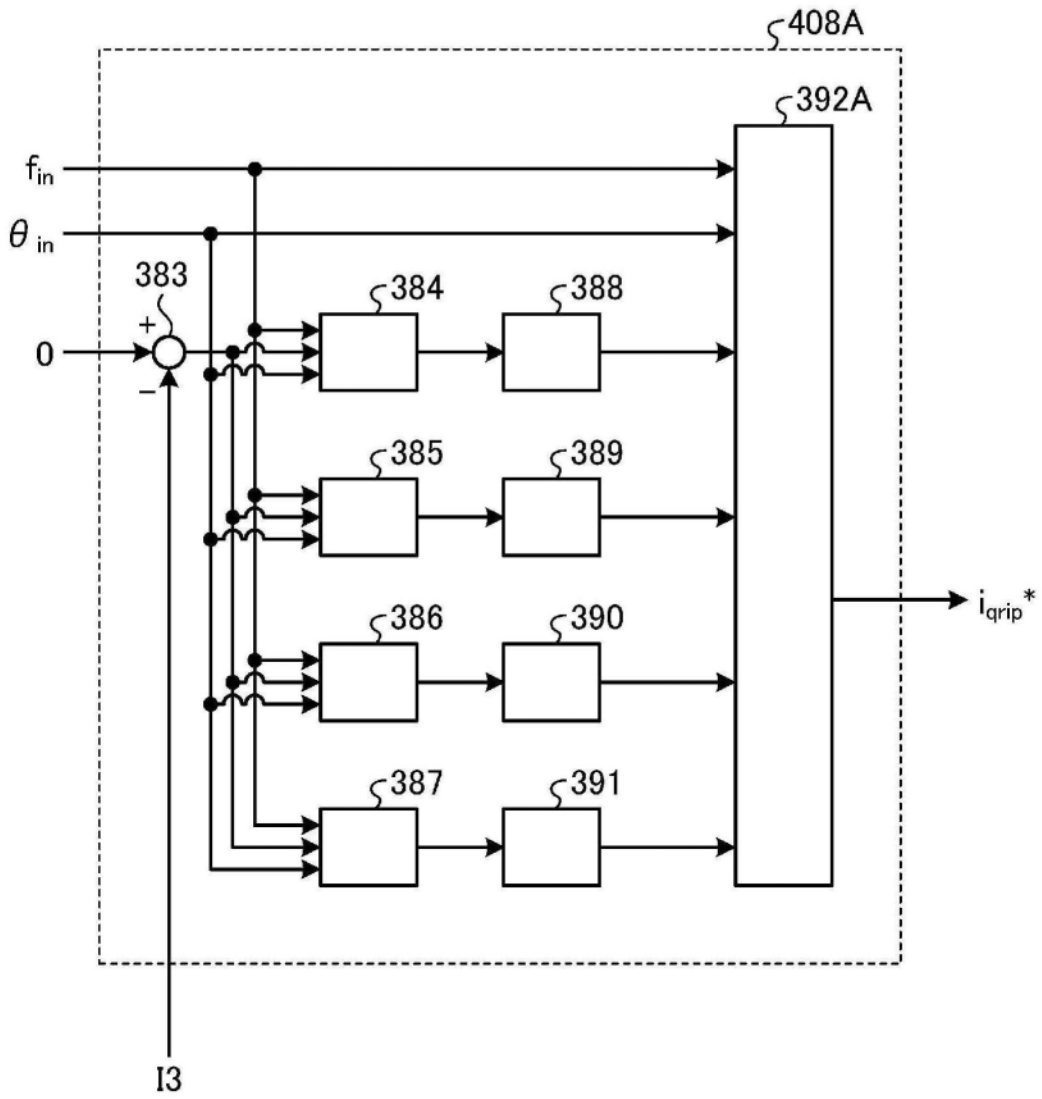


图10

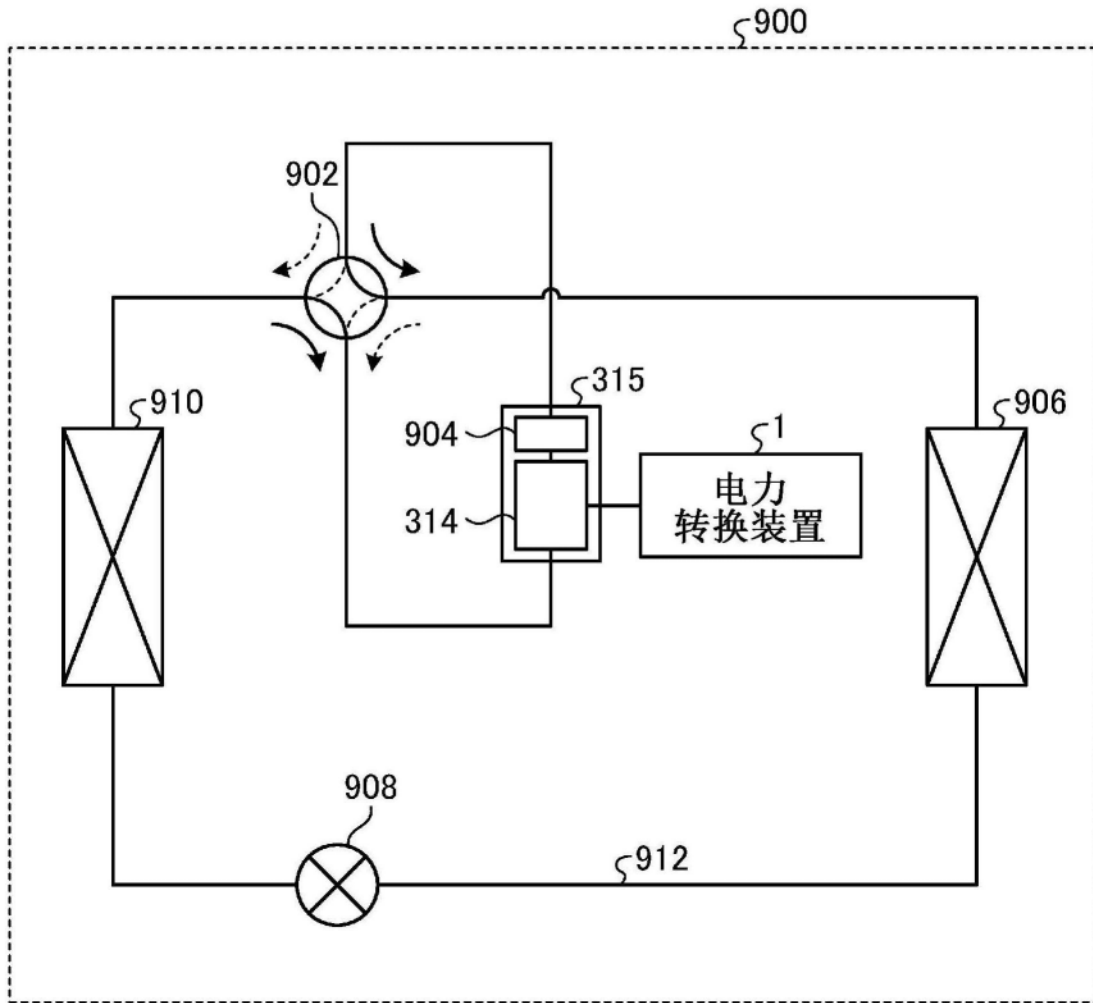


图11