



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102971956 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 13

(21) 申请号 201180033430. 8

H02P 21/14(2006. 01)

(22) 申请日 2011. 07. 08

H02P 27/08(2006. 01)

(30) 优先权数据

2010-158419 2010. 07. 13 JP

(56) 对比文件

CN 101188388 A, 2008. 05. 28, 说明书第 1 页第 2 段至第 2 页第 2 段, 第 3 页倒数第 3 段至第 11 页第 5 段, 图 1-7.

(85) PCT 国际申请进入国家阶段日

2013. 01. 06

JP 特开 2002-58257 A, 2002. 02. 22, 说明书第 1-34 段, 图 1-21.

(86) PCT 国际申请的申请数据

PCT/JP2011/065701 2011. 07. 08

CN 101291115 A, 2008. 10. 22, 全文.

(87) PCT 国际申请的公布数据

W02012/008381 JA 2012. 01. 19

JP 特开 2007-14361 A, 2007. 01. 25, 全文.

JP 特开 2000-78850 A, 2000. 03. 14, 全文.

CN 1756071 A, 2006. 04. 05, 全文.

(73) 专利权人 日产自动车株式会社

地址 日本神奈川县

审查员 魏小凤

(72) 发明人 水越幸雄 皆川裕介 佐佐木健介

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 邸万奎

(51) Int. Cl.

H02M 7/497(2007. 01)

H02M 7/48(2007. 01)

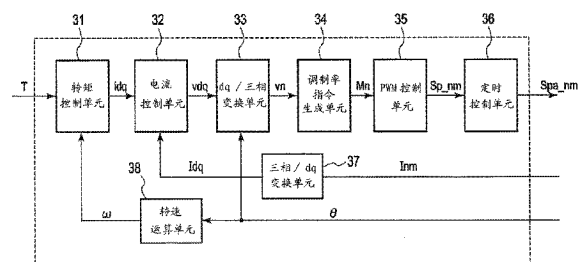
权利要求书2页 说明书9页 附图9页

(54) 发明名称

电力变换系统

(57) 摘要

作为本发明的一方式的电力变换系统包括: 利用有上下臂的多个桥臂, 将输入的电力变换而输出到多个相的每相的电力变换器; 以及通过分别控制各桥臂的上下臂, 分别控制流过各桥臂的脉冲电流的控制装置 (30)。控制装置 (30) 对每相分别运算 1 控制周期中的各桥臂的占空比指令, 对某个相具备的多个桥臂中的第 1 桥臂和第 2 桥臂, 变更运算出的占空比指令的相位, 以在 1 控制周期内重复在第 1 桥臂中流过正的脉冲电流的期间和在第 2 桥臂中流过负的脉冲电流的期间。



1. 一种电力变换系统,将输入的电力变换而输出到多个相的每相,其特征在于,包括:电力变换器,对应于各相具备分别有上下臂的多个桥臂;以及控制装置,通过分别控制所述各桥臂的上下臂,分别控制流过该各桥臂的脉冲电流,所述控制装置包括:

运算单元,对每相分别运算 1 控制周期中的所述各桥臂的占空比指令;以及相位调整单元,变更由所述运算单元运算出的占空比指令的相位,

所述相位调整单元以某相具备的多个桥臂中的第 1 桥臂和第 2 桥臂为对象,变更占空比指令的相位,以使在 1 控制周期内第 1 桥臂中流过正的脉冲电流的期间和第 2 桥臂中流过负的脉冲电流的期间重复,

所述相位调整单元将在所述第 1 桥臂中流过正的脉冲电流的期间和在所述第 2 桥臂中流过负的脉冲电流的期间进行比较,从而变更占空比指令的相位,以使短的一方的期间容纳在长的一方的期间内。

2. 如权利要求 1 所述的电力变换系统,其特征在于,

所述运算单元将所述第 1 桥臂及所述第 2 桥臂的占空比指令设为相同。

3. 如权利要求 1 所述的电力变换系统,其特征在于,

还包括对于各相及各自的相具备的各桥臂并联连接的平滑电容器,

所述相位调整单元变更占空比指令的相位,以使所述多个相中的某个相的合计脉动电流为最小值的期间和不同于该相的另一相的合计脉动电流为最小值的期间错开。

4. 如权利要求 1 所述的电力变换系统,其特征在于,

所述相位调整单元变更占空比指令的相位,以在结束所述第 1 桥臂中流过正的脉冲电流的期间的同时开始在第 2 桥臂中流过正的脉冲电流的期间。

5. 如权利要求 1 所述的电力变换系统,其特征在于,

还包括由所述电力变换器输出的多相电力来驱动的电动机,

所述电动机是一体地构成该电动机和所述电力变换器的机电一体电动机,

所述机电一体电动机具备多个绕组、由所述多个桥臂构成的多个桥式电路,各桥臂的输出点分别与对应的绕组连接。

6. 如权利要求 5 所述的电力变换系统,其特征在于,

所述电力变换器具备电动机槽数的整数倍的多个桥臂。

7. 如权利要求 1 所述的电力变换系统,其特征在于,

所述电力变换器具备的总桥臂中,上臂或下臂接通的桥臂的个数通过 1 控制周期而恒定。

8. 如权利要求 1 所述的电力变换系统,其特征在于,

所述相位调整单元变更占空比指令的相位,以使所述第 1 桥臂中从下臂或上臂的接通状态切换到上臂或下臂的接通状态的定时和所述第 2 桥臂中从上臂或下臂的接通状态切换到下臂或上臂的接通状态的定时对应。

9. 一种电力变换器的控制方法,利用与各相对应地具备分别有上下臂的多个桥臂的电力变换器,将输入到所述电力变换器的电力变换而输出到多个相的每相,其特征在于,

对每相分别运算 1 控制周期中的所述各桥臂的占空比指令,

以某个相具备的多个桥臂中的第 1 桥臂和第 2 桥臂为对象,变更所述运算出的占空比

指令的相位,以使在 1 控制周期内第 1 桥臂中流过正的脉冲电流的期间和第 2 桥臂中流过负的脉冲电流的期间重复,

将在所述第 1 桥臂中流过正的脉冲电流的期间和在所述第 2 桥臂中流过负的脉冲电流的期间进行比较,从而变更占空比指令的相位,以使短的一方的期间容纳在长的一方的期间内。

电力变换系统

技术领域

[0001] 本发明涉及将输入的电力变换输出到多个相的每相的电力变换系统。

背景技术

[0002] 以往,作为电力变换系统之一,已知将输出电力供给到多相电动机(motor)的电动机控制系统。专利文献1中公开了具备六个三相构成的逆变器(inverter)的电力变换系统。在该电力变换系统中,脉冲生成单元通过将指令值与周期性地变化的基准值进行比较,然后将与各相对应的驱动信号分别供给到六个变换器的各变换器中。在这种情况下,周期性地变化的基准值的相位分别在逆变器间偏移(offset)。由此,能够实现直流通用配线部分的振动电流的降低。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:特开2008-99436号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的课题

[0007] 但是,如专利文献1公开的方法那样,在将同一相由多个逆变器分割的情况下,在分担同一相的桥臂(leg)间,产生导致将上臂或下臂接通的期间重复的状况。由此,导致流过桥臂的正方向的电流或负方向的电流重叠,有脉动电流增大的不良情况。

[0008] 本发明是鉴于这种情况而完成的,其目的在于,在多相且各自的相分割为多个桥臂的电力变换器中,实现脉动电流的降低。

[0009] 解决课题的方案

[0010] 为了解决上述课题,在本发明中,对构成电力变换器的任意的相具备的多个桥臂中的第1桥臂和第2桥臂,在1控制周期内,重复在第1桥臂中流过正的脉冲电流的期间和在第2桥臂中流过负的脉冲电流的期间。

[0011] 发明效果

[0012] 根据本发明,通过将同一相用多个桥臂分割,能够减小单个桥臂的动作电流,因此能够实现脉动电流的降低。另外,在着眼于同一相的1控制周期的情况下,流过某桥臂的正的脉冲电流和流过另一桥臂的负的脉冲电流定时(timing)地重复,因此能够抑制同一方向的电流重叠的状况。由此,能够实现脉动电流的降低。

附图说明

[0013] 图1是示意性地表示第1实施方式的电动机控制系统的整体结构的说明图。

[0014] 图2是表示机电一体化电动机的结构的说明图,图2(a)表示的是电动机10的详细结构,图2(b)表示的是逆变器20的详细电路结构。

[0015] 图3是示意性地表示控制装置30的结构的方框图。

[0016] 图 4 是表示各相电流的变化的说明图。

[0017] 图 5 是表示图 4 所示的定时 A 的 1 控制周期中流过各相及各桥臂的脉冲电流的变化的说明图。

[0018] 图 6 是表示与第 1 实施方式的控制方式的比较例、即有关错开了载波相位的控制方式的脉冲电流的变化的说明图。

[0019] 图 7 是占空比为 50% 时的各桥臂的电流的重复状态的说明图, 图 7(a) 表示的是三相分别由一个桥臂构成的逆变器的情况, 图 7(b) 表示的是三相分别由四个桥臂构成的逆变器且未变更各桥臂的占空比指令的相位的情况, 图 7(c) 表示的是三相分别由四个桥臂构成的逆变器且变更了各桥臂的占空比指令的相位的情况。

[0020] 图 8 是表示第 2 实施方式的逆变器 20 的结构说明图。

[0021] 图 9 是表示某定时中的 1 控制周期中流过各相及各桥臂的脉冲电流的变化的说明图。

[0022] 标号说明

[0023] 5 电源

[0024] 10 电动机

[0025] 11 转子

[0026] 12 定子

[0027] 20 逆变器

[0028] 30 控制装置

[0029] 31 转矩控制单元

[0030] 32 电流控制单元

[0031] 33 dq/ 三相变换单元

[0032] 34 调制率指令生成单元

[0033] 35 PWM 控制单元

[0034] 36 定时控制单元

[0035] 37 三相 /dq 变换单元

[0036] 38 转速运算单元

[0037] 40 位置传感器

[0038] 41 电流传感器

具体实施方式

[0039] (第 1 实施方式)

[0040] 图 1 是示意性地表示第 1 实施方式的电动机控制系统的整体结构的说明图。本实施方式的电动机控制系统是对电动汽车的驱动用电动机进行控制的电动机控制系统。该电动机控制系统以电动机 10、电力变换器即逆变器 20 及控制装置 30 为主体地构成。

[0041] 电动机 10 是由转子和定子构成主体且在定子的齿上分别卷绕有以中性点为中心而星形连接的 n 相 ($n:1$ 以上的自然数) 的相绕组的永磁同步电动机 (在本实施方式中, 由 U 相、V 相及 W 相构成的三相电动机 ($n=3$))。另外, 在本实施方式中, 各相绕组根据电动机 10 的槽数, 分割为 m 个, 与同一相有关的各绕组适当卷绕在规定的定子铁芯中。下面, 将

分割为 m 个的各 U 相的元素（绕组及后述的桥臂）表示为 U_1 相, U_2 相, \dots , U_m 相, 有关 V 相、 W 相的元素 (element), 也表示为 V_1 相, V_2 相, \dots , V_m 相及 W_1 相, W_2 相, \dots , W_m 相。

[0042] 电动机 10 通过从后述的逆变器 20 向各相绕组分别供给三相交流电力而产生的磁场和转子的永久磁铁建立的磁场之间的相互作用而驱动, 由此, 将转子及其上连结的输出轴旋转。电动机 10 的输出轴例如连结到电动汽车的自动变速器。

[0043] 逆变器 20 连接到电源 5, 将来自电源 5 的直流电力变换为交流电力而供给到电动机 10。对每相都生成该交流电力, 由逆变器 20 生成的各相的交流电力分别供给到电动机 10。另外, 逆变器 20 的输入侧经由平滑电容器 C 连接到电源 5。

[0044] 逆变器 20 的 U 相、 V 相及 W 相分别具备相互并联连接的 m 个桥臂。具体而言, U 相具备分别与 U_1 相 $\sim U_m$ 相对应的 m 个桥臂, 各个桥臂并联连接。另外, V 相 (W 相) 也同样, 具备分别与 V_1 相 (W_1 相) $\sim V_m$ 相 (W_m 相) 对应的 m 个桥臂, 各个桥臂并联连接。构成各相的各个桥臂中, 连接到电源 5 的正极侧的母线的上臂和连接到电源 5 的负极侧的母线的下臂串联连接地构成。构成单一桥臂的各臂, 以可控制一方向的导通的半导体开关 (例如, 所谓 IGBT 等晶体管的开关元件) 为主体地构成, 在该半导体开关上反并联地连接续流二极管。

[0045] 各臂的通断 (on/off) 状态即半导体开关的通断状态 (开关动作), 通过从控制装置 30 输出的驱动信号而受到控制。构成各个臂的半导体开关, 因控制装置 30 的驱动信号接通而成为导通状态, 因断开而成为非导通状态 (断开状态)。

[0046] 在本实施方式中, 电动机 10 和电力变换器 (逆变器 20) 作为一体地构成两者的机电一体电动机来实现。例如, 如图 2(a) 所示, 在位于转子 11 的外周的定子 12 具备 6 个槽 $S_1 \sim S_6$ 的三相电动机 10 中, 通过从各槽 $S_1 \sim S_6$ 引出各两根的绕组, 能够将各相分别具备的 4 个桥臂即合计 12 个 (槽数的整数倍) 桥臂连接。

[0047] 再次参照图 1, 控制装置 30 通过控制逆变器 20 的开关动作, 控制电动机 10 的输出转矩。作为控制装置 30, 可使用由 CPU、ROM、RAM、I/O 接口为主体构成的微型计算机。控制装置 30 按照存储于 ROM 中的控制程序, 进行用于控制逆变器 20 的运算。然后, 控制装置 30 对逆变器 20 输出通过该运算而算出的控制信号 (驱动信号)。

[0048] 在控制装置 30 内输入由各种传感器检测的传感器信号。位置传感器 (例如, 分析仪) 40 安装在电动机 10 上, 通过表示电动机 10 的转子位置的位置信息, 检测电相位 (电角) θ 。另外, 电流传感器 41 是对流过各相的实际电流进行检测的传感器, 具体而言, 对每相检测分别流过 m 个相绕组的实际电流 (以下统称为“实际电流 I_{nm} ”)。

[0049] 控制装置 30 通过例如所谓 PWM 波电压驱动的控制方式, 对逆变器 20 的开关动作进行控制, 即, 对每相控制构成各桥臂的上下臂的通断状态。PWM 波电压驱动是通过 PWM 控制而从直流电压生成 PWM 波电压并将其附加于电动机 10 的方法, 具体而言, 是通过在每 1 控制周期都基于载波信号和各相的电压指令值来计算出占空比指令值, 将等效的正弦波交流电压附加在电动机 10 上的驱动方式。

[0050] 图 3 是示意性地表示控制装置 30 的结构的功能框图。在功能性表述的情况下, 控制装置 30 包括转矩控制单元 31、电流控制单元 32、dq/ 三相变换单元 33、调制率指令生成单元 34、PWM 控制单元 35、定时控制单元 36、三相 /dq 变换单元 37、转速运算单元 38。

[0051] 转矩控制单元 31 基于外部 (例如, 车辆侧的控制装置) 提供的转矩指令 T 、电动机

转速 ω ，分别对与转矩指令 T 对应的 d 轴电流指令及 q 轴电流指令进行运算（统称为“ dq 轴电流指令 idq ”）。考虑电动机 10 的特性等，进行实验及模拟，预先取得转矩指令值 T 及电动机转速 ω 和 dq 轴电流指令 idq 之间的关系，由此转矩控制单元 31 保持规定了该关系的映射图 (map)。转矩控制单元 31 参照该映射图，分别运算 dq 轴电流指令 idq 。运算出的 dq 轴电流指令 idq 输出到电流控制单元 32。这里， dq 轴电流指令 idq 的运算必要的电动机转速 ω ，可利用转速运算单元 37 的运算结果。该转速运算单元 37 通过对由位置传感器 40 检测的电角 θ 进行时间微分，来运算电角速度即电动机转速 ω 。

[0052] 电流控制单元 32 首先分别运算 d 轴电流偏差及 q 轴电流偏差。具体而言，在电流控制单元 32 除输入 dq 轴电流指令 idq 以外，还分别输入与三相实际电流 I_{nm} 对应的 d 轴实际电流及 q 轴实际电流（统称为“ dq 轴实际电流 I_{dq} ”）。这里， dq 轴实际电流 I_{dq} 基于三相 / dq 变换单元 38 在位置传感器 40 中所检测的电角 θ ，通过将三相实际电流 I_{nm} 进行坐标变换来运算。因此，电流控制单元 32 对每一 d 轴及 q 轴都通过从 dq 轴电流指令 idq 减去 dq 轴实际电流 I_{dq} ，来分别运算 d 轴电流偏差及 q 轴电流偏差。然后，电流控制单元 32 例如利用 PI 控制，分别运算使 d 轴电流偏差及 q 轴电流偏差分别为 0 的 d 轴电压指令及 q 轴电压指令（统称为“ dq 轴电压指令 vdq ”）。运算出的 dq 轴电压指令 vdq 输出到 $dq/$ 三相变换单元 33。

[0053] $dq/$ 三相变换单元 33 参照在位置传感器 40 中所检测的电角 θ 的基础上，将 dq 轴电压指令 vdq 进行坐标变换，并变换为与三相对应的电压指令即 U 相电压指令、 V 相电压指令及 W 相电压指令（统称为“三相电压指令 v_n ”）。三相电压指令 v_n 分别输出到调制率生成单元 34。

[0054] 调制率生成单元 34 通过将三相电压指令 v_n 用电源电压标准化，分别计算出各相的调制率指令即 U 相调制率指令、 V 相调制率指令及 W 相调制率指令（统称为“三相调制率指令 M_n ”）。计算出的三相调制率指令 M_n 输出到 PWM 控制单元 35。

[0055] PWM 控制单元 35 对每一控制周期都将三角波等周期性地波动的载波信号的信号电平和三相调制率指令 M_n 进行比较，基于该比较结果，生成使逆变器 20 的半导体开关通断的驱动信号。具体而言，PWM 控制单元 35 在载波信号的信号电平 (level) 小于三相调制率指令 M_n 的情况下，将使上臂接通的驱动信号及使下臂断开的驱动信号输出。另一方面，PWM 控制单元 35 在 M_n 小于载波信号的信号电平的情况下，将使上臂断开的驱动信号及使下臂接通的驱动信号输出。换言之，该驱动信号是相当于 1 控制周期的桥臂（上下臂的半导体开关）的占空比指令的信号，以各自的相为对象而生成。另外，在本实施方式中，在各相分割为 m 个桥臂的关系上，各相的驱动信号也分割为 m 个，对每相都生成相当于 m 个桥臂的驱动信号 Sp_{nm} 。生成的各驱动信号 Sp_{nm} 输出到定时控制单元 36。另外，由于不会使上下臂的半导体开关同时进行接通动作，因此 PWM 控制单元 35 也可在一臂的半导体开关的接通动作的结束定时（断开定时）和另一臂的半导体开关的接通动作的开始定时（接通定时）之间设定双方的半导体开关都成为断开状态的期间所谓的无感时间。

[0056] 定时控制单元 36 分别以 U 相、 V 相及 W 相中的任一个相或多个相为对象，变更同一相的 m 个桥臂中至少一个驱动信号 Sp_{nm} 的相位。作为本实施方式的特征之一，定时控制单元 36 对某相具备的 m 个桥臂中的第 1 桥臂和第 2 桥臂，变更第 1 桥臂或第 2 桥臂的占空比指令的相位，以在 1 控制周期内第 1 桥臂中流过正的脉冲电流的期间和在第 2 桥臂中

流过负的脉冲电流的期间重复。即,1 控制周期的流过第 1 桥臂的正的脉冲电流和流过第 2 桥臂的负的脉冲电流定时地重复。下面,说明有关定时控制单元 36 的相位变更的细节。

[0057] 图 4 是表示各相电流的变化的说明图。图 5 是表示图 4 所示的定时 A 的 1 控制周期的各相及流过各桥臂的脉冲电流的变化的说明图。这里,为方便起见,图 5 所示的电流值用 1/10 的比例表示实际的值。另外,逆变器 20 设为各相分别具备 5 个桥臂且最大 100A 的电流流过一个桥臂的结构。即,假定每相的相电流成为 5 个桥臂份的电流总和的 500A 的逆变器 20。在本说明书中,流过各桥臂的脉冲电流中,正的脉冲电流是指在使电容器 C 放电的方向上且流过桥臂的实际电流,负的脉冲电流是指在使电容器 C 充电的方向上且流过桥臂的实际电流。另外,图 5 所示的流过各桥臂的电流值中,用方框包围的数值表示将下臂接通时的电流值,未用方框未包围的数值表示将上臂断开时的电流值。另外,后述的图 6 及图 9 也是同样的。

[0058] (第 1 条件)

[0059] 对构成同一相的任意两个桥臂、例如 U1 相及 U2 相来说,进行控制,以使 U1 相的桥臂中流过负的脉冲电流的期间和 U2 相的桥臂中流过正的脉冲电流的期间重复。当然,这种关系不仅 U1 相和 U2 相之间的关系如此,而且 U2 相和 U3 相之间的关系、U3 相和 U4 相之间的关系及 U4 相和 U5 相之间的关系也是同样的。另外,这种关系不仅 U 相如此,而且 V 相也是同样的。

[0060] (第 2 条件)

[0061] 对构成同一相的任意两个桥臂、例如 U1 相及 U2 相来说,各自的占空比(占空比指令)受到控制以分别相同。当然,这种关系不仅 U1 相和 U2 相之间的关系如此,而且 U2 相和 U3 相之间的关系、U3 相和 U4 相之间的关系及 U4 相和 U5 相之间的关系也是同样的。

[0062] (第 3 条件)

[0063] 在某相、例如 U 相中,U1 相的正的脉冲电流的宽度(期间)长,U2 相的负的脉冲电流的宽度(期间)短。在这种情况下,进行控制,以在长的 U1 相的正的脉冲电流的期间容纳短的 U2 相的负的脉冲电流的期间。这种关系不仅 U1 相和 U2 相之间的关系如此,而且 U2 相和 U3 相之间的关系、U3 相和 U4 相之间的关系及 U4 相和 U5 相之间的关系也相同。另外,这种关系不仅 U 相如此,而且 V 相也是同样的。

[0064] (第 4 条件)

[0065] U 相电流、具体而言从 U1 相到 U5 相的电流合计成为最小的期间和另一相即 V 相电流、具体而言从 V1 相到 V5 相的电流合计成为最小的期间不重复。即,进行控制,以使某相的合计脉动电流成为最小值的期间和与该相不同的相的合计脉动电流成为最小值的期间错开。

[0066] (第 5 条件)

[0067] 在时间 A1 时,三相各桥臂中 U3 相、V2 相及 W1 相~W5 相的桥臂的下臂接通。另一方面,在时间 A2 时,三相各桥臂 U4 相、V2 相及 W1 相~W5 相的桥臂的下臂接通。于是,进行控制,以在逆变器 20 具备的总桥臂中,上臂或下臂接通的桥臂的个数通过 1 控制周期而恒定。为了在三相总数中接通的下臂的个数不变化而进行控制,以使 1 控制周期内的随着时间变化的负的脉冲电流的臂驱动数或正的脉冲电流的臂驱动数大致恒定。

[0068] (第 6 条件)

[0069] 如实线的椭圆包围的期间所示,在 U1 相中从下臂的接通状态切换到上臂的接通状态的定时和在 U2 相中从上臂的接通状态切换到下臂的接通状态的定时对应。另外,如虚线的椭圆包围的期间所示,在 U2 相中从下臂的接通状态切换到上臂的接通状态的定时和在 U3 相中从上臂的接通状态切换到下臂的接通状态的定时对应。由该方式可知,在同一相中进行控制,以在结束一桥臂(例如,U1 相的桥臂)中流过正的脉冲电流的期间的同时,开始在另一桥臂(例如,U2 相的桥臂)中流过正的脉冲电流的期间。即,进行控制,以使流过一个桥臂的正的脉冲电流和流过另一桥臂的正的脉冲电流连续。这种关系不仅 U1 相和 U2 相之间的关系如此,而且 U2 相和 U3 相之间的关系、U3 相和 U4 相之间的关系及 U4 相和 U5 相之间的关系也是同样的。另外,这种关系不仅 U 相如此,而且 V 相具备的 V1 相~V5 相的桥臂也是同样的。

[0070] 基于这样的观点,定时控制单元 36 分别以 U 相、V 相及 W 相中的任一个相或多个相为对象,变更同一相的 m 个桥臂中至少一个驱动信号 Sp_{nm} 的相位。然后,定时控制单元 36 在变更了相位的定时,将驱动信号 Spa_{nm} 输出到逆变器 20。由此,逆变器 20 通过根据驱动信号 Spa_{nm} 使各相的 m 个桥臂进行开关动作,在规定的定时使规定的脉冲电流流过该桥臂。由此,规定的电压施加在电动机 10 上来驱动电动机 10。

[0071] 这样,根据本实施方式,构成逆变器 20,对某相(例如,U 相)具备的多个桥臂中的第 1 桥臂(例如,U1 相的桥臂)和第 2 桥臂(例如,U2 相的桥臂)来说,以使 1 控制周期的流过第 1 桥臂的正的脉冲电流和流过第 2 桥臂的负的脉冲电流定时地重复。换言之,控制装置 30 以这些第 1 桥臂和第 2 桥臂为对象,变更占空比指令 Sp_{nm} 的相位,以使 1 控制周期的流过第 1 桥臂的正的脉冲电流和流过第 2 桥臂的负的脉冲电流定时地重复。

[0072] 这里,图 6 是表示与本实施方式的控制方式的比较例即将载波相位错开的控制方式的图,与图 5 同样,表示的是与图 4 所示的定时 A 对应的 1 控制周期的各相及流过各桥臂的脉冲电流的变化。这里,比较例所示的将载波相位错开后的控制是对每一桥臂都利用使相位偏移后的载波来运算同一相所含的各桥臂相关的占空比指令的控制方式。

[0073] 就 U1 相及 U2 相来说,在实线的椭圆包围的期间内,U1 相及 U2 相的下臂分别接通。即,在该期间内,成为 U1 相的负的脉冲电流和 U2 相的正的脉冲电流不会定时地重复的状态。由此,在不同的桥臂中,导致负方向的电流重叠,有负方向的电流增大的倾向。另外,就 U2 相及 U3 相或 V2 相及 V3 相来说,实线的椭圆包围的期间不仅在同一相所含的两个桥臂间成为下臂接通的期间重复,而且在不同的相间成为下臂接通的期间也重复。由此,有负方向的电流进一步增大的倾向。在这种情况下,全部桥臂合计后的脉动电流的有效值为约 $92Arms$,成为较大的脉动电流。

[0074] 在这一点上,根据本实施方式,通过进行如上所述的控制,能够抑制负方向的电流或正方向的电流的重叠,由此,能够降低脉动电流。即,通过将同一相用多个桥臂分割,能够减小单个桥臂的动作电流,因此能够实现脉动电流的降低。另外,在着眼于同一相的 1 控制周期的情况下,由于在某个桥臂中流过正的脉冲电流的期间和在另一桥臂中流过负的脉冲电流的期间重复,因此能够抑制同一方向的电流重叠的状况。由此,能够实现脉动电流的降低。

[0075] 另外,在本实施方式中,第 1 桥臂及第 2 桥臂的占空比指令设定为相同。根据这种结构,在 1 控制周期内,能够抑制流过第 1 及第 2 桥臂的电流值不同的状况。由此,能够抑

制电动机 10 的转矩控制的控制性下降的状况。

[0076] 另外,在占空比为 50%的情况(通断的期间分别相同)下,如图 7 所示,就 U1 相和 U2 相来说,U1 相的正的脉冲电流和 U2 相的负的脉冲电流完全重复(U3 相及 U4 相也同样)。在该图 7 中,(a)表示了假定三相分别由一个桥臂构成的逆变器且表示流过 U 相的桥臂的电流(上段的图)、U 相电流合计(中段的图)、流过电容器 C 的电流。另一方面,(b)及(c)示意地表示了假定三相分别由四个桥臂构成的逆变器且表示流过 U 相的各桥臂的电流(上段的图)、U 相电流合计(中段的图)、流过电容器 C 的电流。这里,(b)表示了未变更各桥臂的占空比指令的相位的状态,(c)表示了如本实施方式所示变更了某桥臂的占空比指令的相位的状态。另外,在该图中,右上的斜线所示的剖面线区域表示上臂接通的状态,右下的斜线所示的剖面线区域表示下臂接通的状态。

[0077] 另外,在本实施方式中,控制装置 30 将流过第 1 桥臂的正的脉冲电流的期间和流过第 2 桥臂的负的脉冲电流的期间进行比较,从而变更占空比指令的相位,以将短的一方的脉冲电流的期间收纳在长的一方的脉冲电流的期间中。根据这种结构,对于对每 1 控制周期变化的任意占空比,抑制负方向的电流的重叠或正方向的电流的重叠,所以能够降低脉动电流。

[0078] 另外,在本实施方式中,控制装置 30 变更占空比指令的相位,以将某相的合计脉动电流成为最小值的期间和不同于该相的相的合计脉动电流成为最小值的期间错开。根据这种结构,就构成各相的各个桥臂来说,由于能够抑制负方向的电流或正方向的电流的重叠,所以能够降低脉动电流。

[0079] 另外,在本实施方式中,控制装置 30 变更占空比指令的相位,以使流过第 1 桥臂的正的脉冲电流和流过第 2 桥臂的正的脉冲电流连续。根据这种结构,能够抑制在第 1 桥臂的正的脉冲电流和第 2 桥臂的正的脉冲电流之间发生的脉动电流的发生。

[0080] 另外,根据这种结构,进行控制,以在 1 控制周期内的时间变化中,以正的脉冲电流的臂驱动数或负的脉冲电流的臂驱动数为大致恒定。由此,就构成各相的各个桥臂来说,由于能够抑制负方向的电流或正方向的电流的重叠,因此能够降低脉动电流的总和。例如,在图 6 所示的例子中,在时间 B1 时,三相各桥臂中 U4 相、V4 相及 W1 相~W5 相的桥臂的下臂接通。另一方面,在时间 B2 时,三相各桥臂中 U4 相、U5 相、V4 相、V5 相及 W1 相~W5 相的桥臂的下臂接通。这样,在三相总数中接通的下臂的个数发生变化,但根据本实施方式,能够抑制这样的状况。

[0081] 另外,在本实施方式中,电动机 10 是一体地构成该电动机 10 和逆变器 20 的机电一体电动机,该机电一体电动机具备多个绕组、由多个桥臂构成的多个桥式电路,分别与各桥臂的输出点对应的绕组连接。例如,在机电分体的构成的情况下,即使很多并联地构成同一相具备的桥臂,也不将与同一相有关的各桥臂的脉冲电流的相位错开,相反,在不取同步时,有电流在一桥臂中集中地流过的顾虑。在这种情况下,需要与具备臂的半导体开关的动作特性相配而使定时一致,有使控制变得复杂的顾虑。在这一点上,根据本实施方式,通过作为机电一体电动机而构成,能够将在各相中分割的多个绕组和逆变器 20 的多个桥式电路连接。由此,利用各相具备很多并联的桥臂的多相的电力变换器,能够有效地实现上述的控制。

[0082] 另外,在本实施方式中,逆变器 20 具备电动机槽数的整数倍的多个桥臂。根据这

种结构,能够增大同一相的桥臂数,因此能够降低单一桥臂分担的电流,因此能够高效地抑制脉动电流的发生。

[0083] (第2实施方式)

[0084] 下面,说明本发明第2实施方式的电动机控制系统。该第2实施方式的电动机控制系统与第1实施方式的不同点是,由5相的相绕组和对每相都具备m个并联连接的桥臂的逆变器20构成。另外,省略说明有关与第1实施方式的公共方面,下面,以不同点为中心进行说明。

[0085] 电动机10是在定子的齿上分别卷绕有n个(n:1以上的自然数)相绕组的永磁同步电动机(在本实施方式中,由U相、V相、W相、X相及Y相构成的5相电动机)。另外,各相绕组分割为m个,与同一相有关的各绕组适当卷绕在规定的定子铁芯上。下面,将分割为m个的各自的U相的元素(绕组及后述的桥臂)表示为U1相,U2相,⋯,Um相,关于V相~Y相的元素,也表示为V1相~Y1相,V2相~Y2相,⋯,Vm~Ym相。另外,在本实施方式中,设为m=5进行说明。

[0086] 如图8所示,逆变器20对U相、V相、W相、X相及Y相的每一相都具备相互并联连接的5个桥臂。具体而言,U相具备分别与U1相~U5相对应的5个桥臂,各个桥臂并联连接。另外,V相、W相、X相及Y相也同样地具备分别与V1相、W1相、X1相、Y1相~V5相、W5相、X5相、Y5相对应的5个桥臂,各个桥臂并联连接。构成各相的各个桥臂与电源5的正极侧的母线连接的上臂和与电源5的负极侧的母线连接的下臂串联连接。构成单一桥臂的各臂由可控制一方向导通的半导体开关(例如,所谓IGBT等晶体管的开关元件)为主体地构成,在该半导体开关上反并联地连接续流二极管。

[0087] 即使是这种结构的机电一体电动机,控制装置30也与第1实施方式同样,定时控制单元36分别以U相~Y相中的任一个相或多个相为对象,变更同一相的5个桥臂中至少一个驱动信号Sp_nm的相位。

[0088] 图9是表示某定时的1控制周期中流过各相及各桥臂的脉冲电流的变化的说明图。图9表示瞬时电流在U相中为50A、在V相中为98A、在W相中为10A、在X相中为-91A、在Y相中为67A的定时,图9所示的电流值以1/10的比例来表示实际值。

[0089] 在电流大的相即V相中进行控制,以使流过V1相的桥臂的负的脉冲电流和流过与该桥臂不同的V2相的桥臂的正的脉冲电流定时地重复。这种关系不仅V1相和V2相之间的关系如此,而且V2相和V3相之间的关系、V3相和V4相之间的关系及V4相和V5相之间的关系也是同样的。另外,这种关系不仅V相如此,而且电流较大的相即X相及Y相也是同样的。

[0090] 在这种情况下,进行控制,以使V相的合计脉动电流为最小值的期间(图中,实线的椭圆包围的期间)和X相的合计脉动电流为最小的期间(图中,实线的椭圆包围的期间)错开。

[0091] 另外,为了降低从U相到Y相的合计脉动电流,进行控制,以使电流第2小的相即U相的负的脉冲电流的期间(图中,虚线的椭圆包围的期间)和电流最小的相即W相的负的脉冲电流的期间(图中,虚线的椭圆包围的期间)不重复。

[0092] 这样,根据本实施方式,在1控制周期内,在某相的桥臂(第1桥臂)中流过正的脉冲电流的期间和在同一相的另一桥臂(第2桥臂)中流过负的脉冲电流的期间重复。根

据这种结构,与第 1 实施方式同样,由于能够抑制负方向的电流或正方向的电流的重叠,因此能够降低脉动电流。

[0093] 另外,在本实施方式中,控制装置 30 变更占空比指令的相位,以使流过第 1 桥臂的正的脉冲电流和流过第 2 桥臂的正的脉冲电流连续。根据这种结构,能够抑制在第 1 桥臂的正的脉冲电流和第 2 桥臂的正的脉冲电流之间发生的脉动电流。

[0094] 另外,在本实施方式中,控制装置 30 变更占空比指令的相位,以将某相的合计脉动电流为最小值的期间和不同于该相的相的合计脉动电流为最小值的期间错开。根据这种结构,就构成各相的各个桥臂来说,由于能够抑制负方向的电流或正方向的电流的重叠,因此能够降低脉动电流。

[0095] 以上说明了本发明实施方式的电动机控制系统,但本发明不局限于上述的实施方式,在本发明的范围内,可进行种种变形是不言而喻的。例如,在上述的实施方式中,说明了将电力变换器的输出电力输出到电动机的电动机控制系统,但这只是一个例示,将输入的电力变换输出的电力变换系统本身也具有本发明的一部分功能。另外,该电力变换系统不仅可适用于以直流电流为输入电力、以交流电力为输出电力的逆变器,也可以适用于 DC/DC 转换器那样的电力变换器。

[0096] 本申请要求基于 2010 年 7 月 13 日申请的日本国专利申请第 2010-158419 号的优先权,通过参照该申请的内容而引入本发明的说明书。

[0097] 工业实用性

[0098] 根据电力变换系统,变更运算出占空比指令的相位,以使在 1 控制周期内第 1 桥臂中流过正的脉冲电流的期间和第 2 桥臂中流过负的脉冲电流的期间重复。由此,能够抑制同一方向的电流重叠的状况。由此,能够实现脉动电流的降低。因而,本发明的电力变换器的控制装置可进行工业实用。

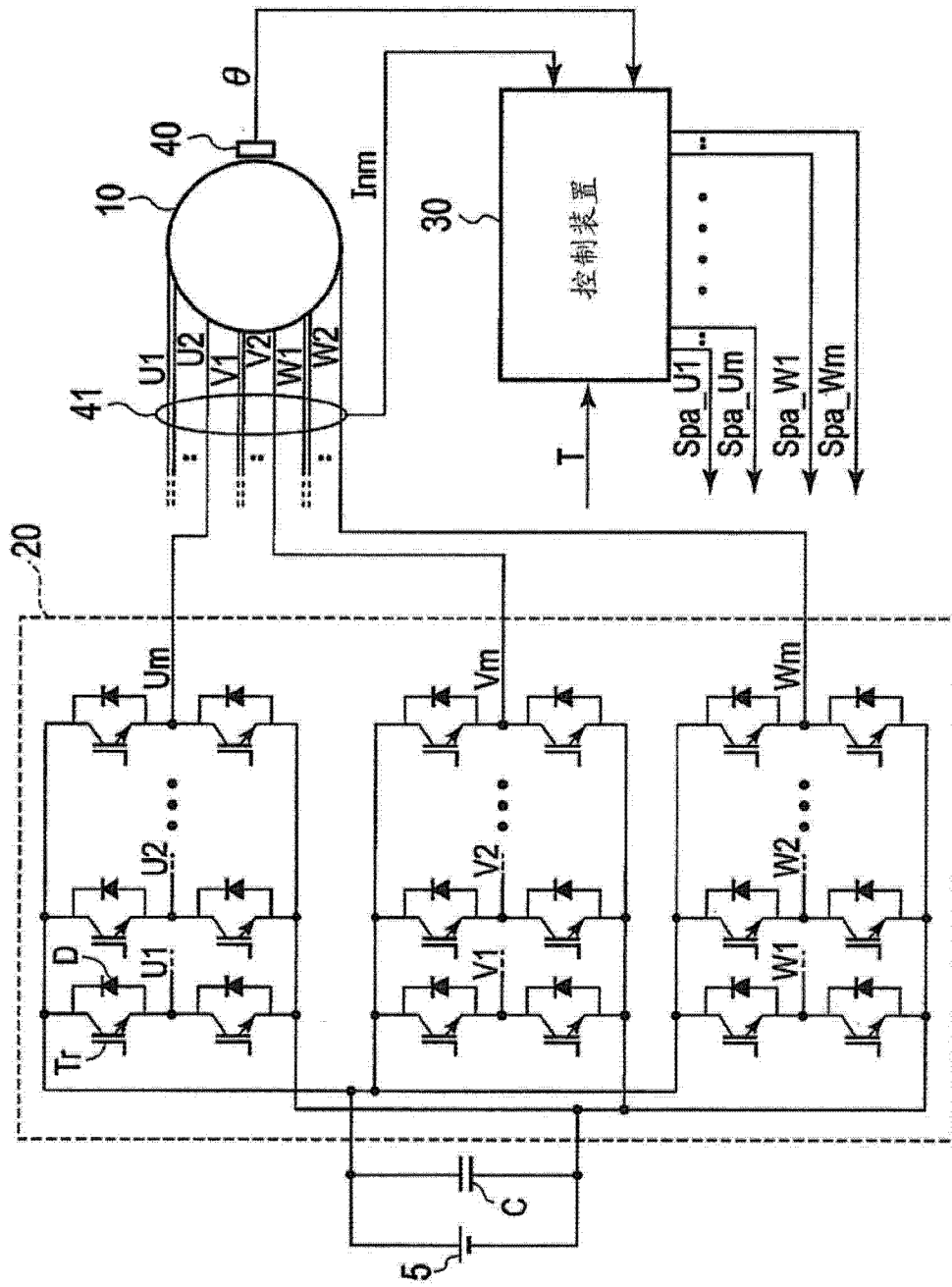


图 1

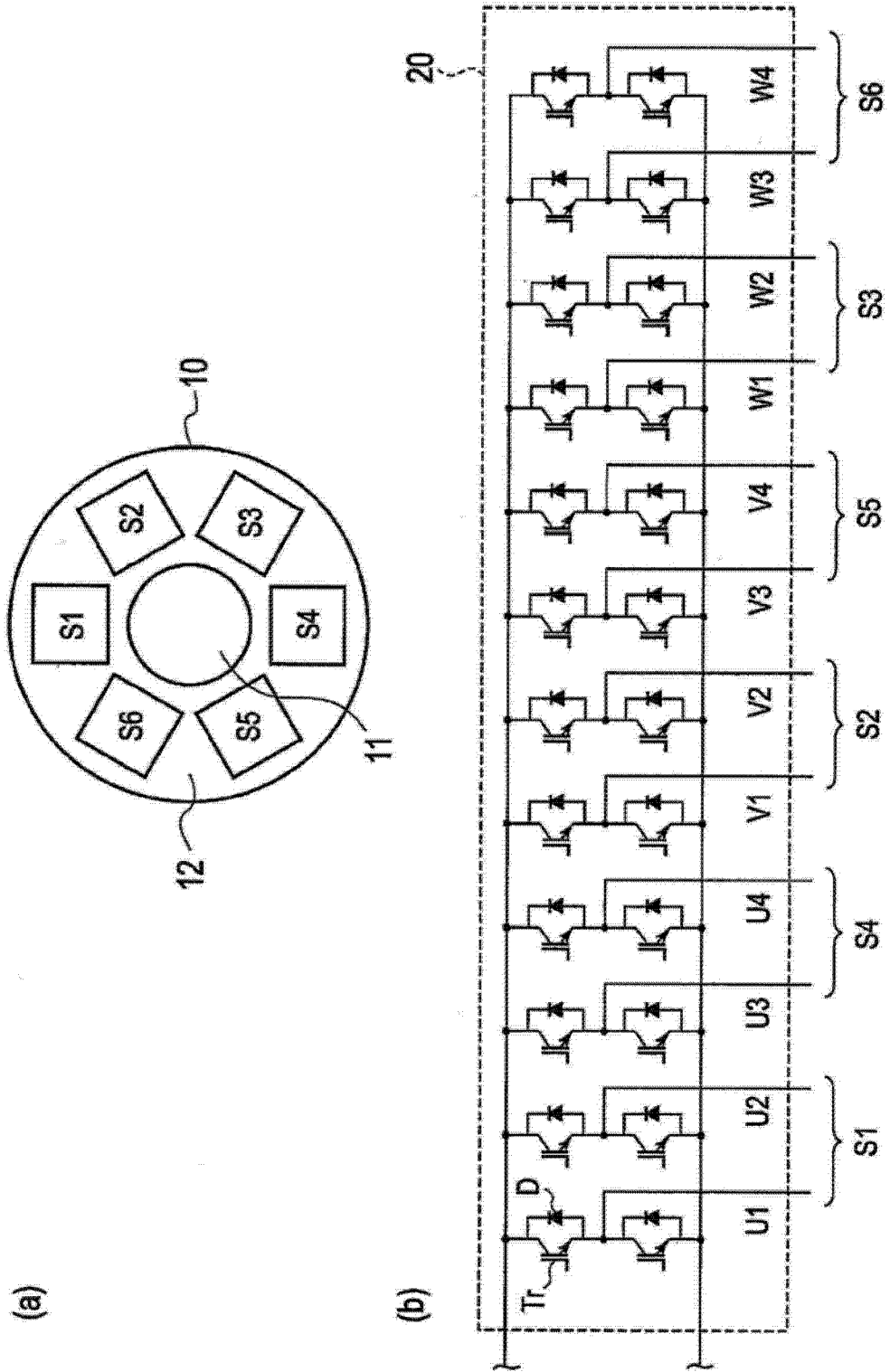


图 2

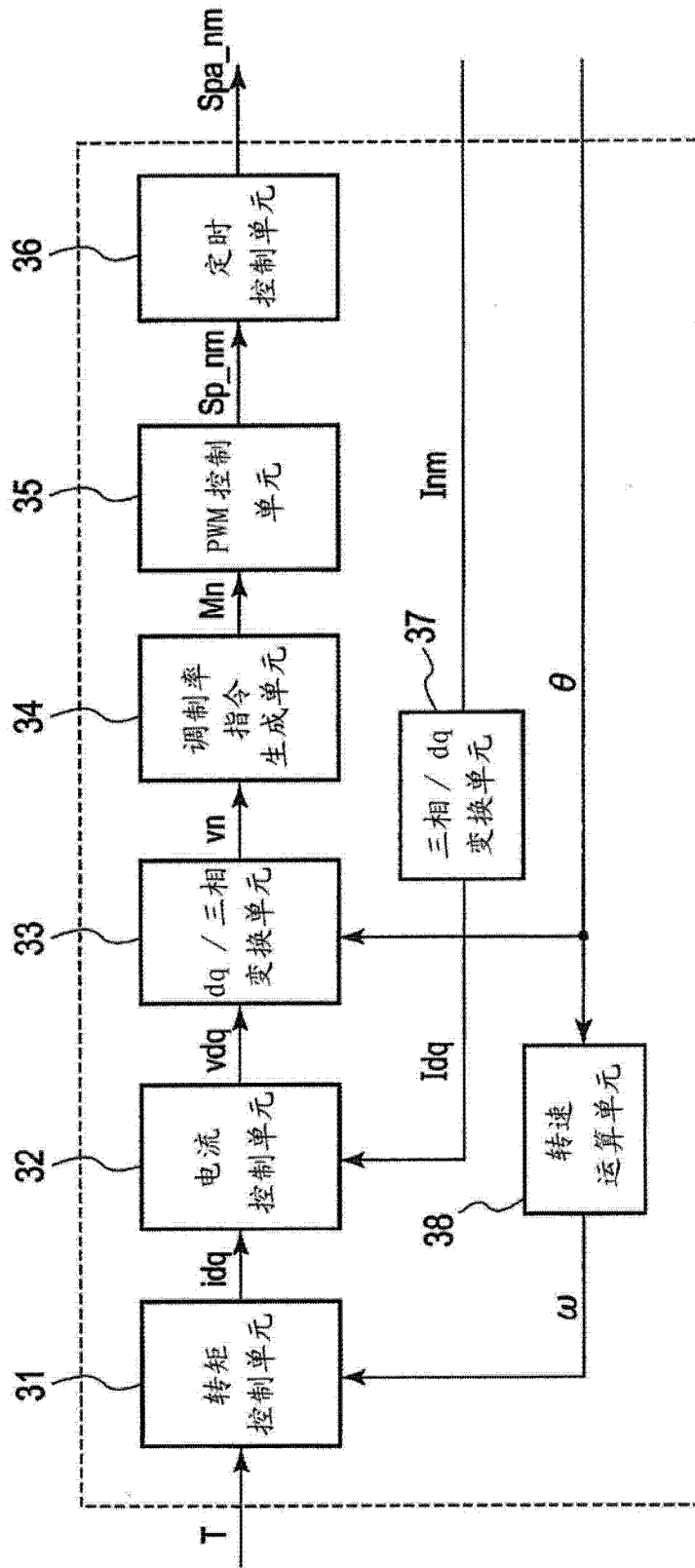


图 3

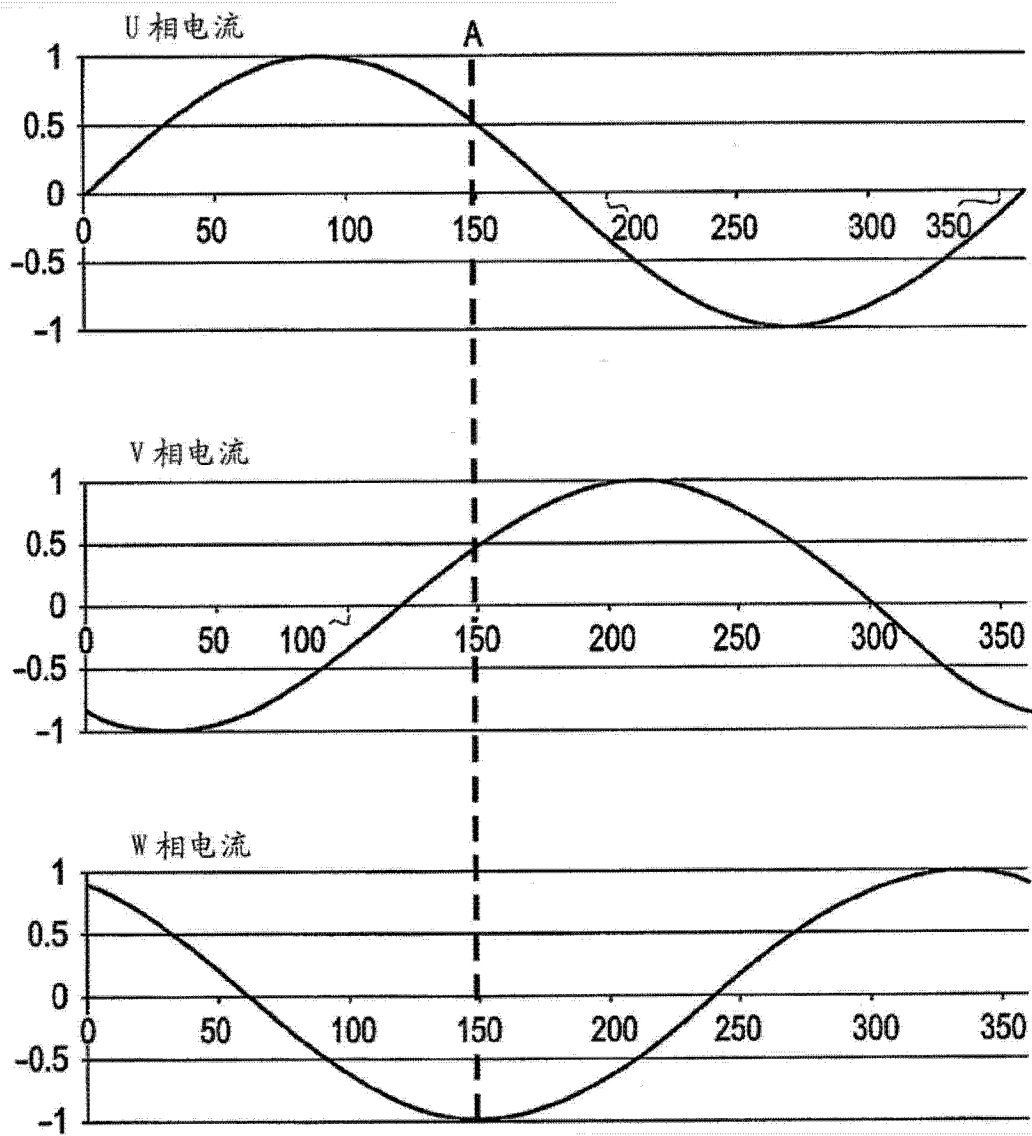


图 4

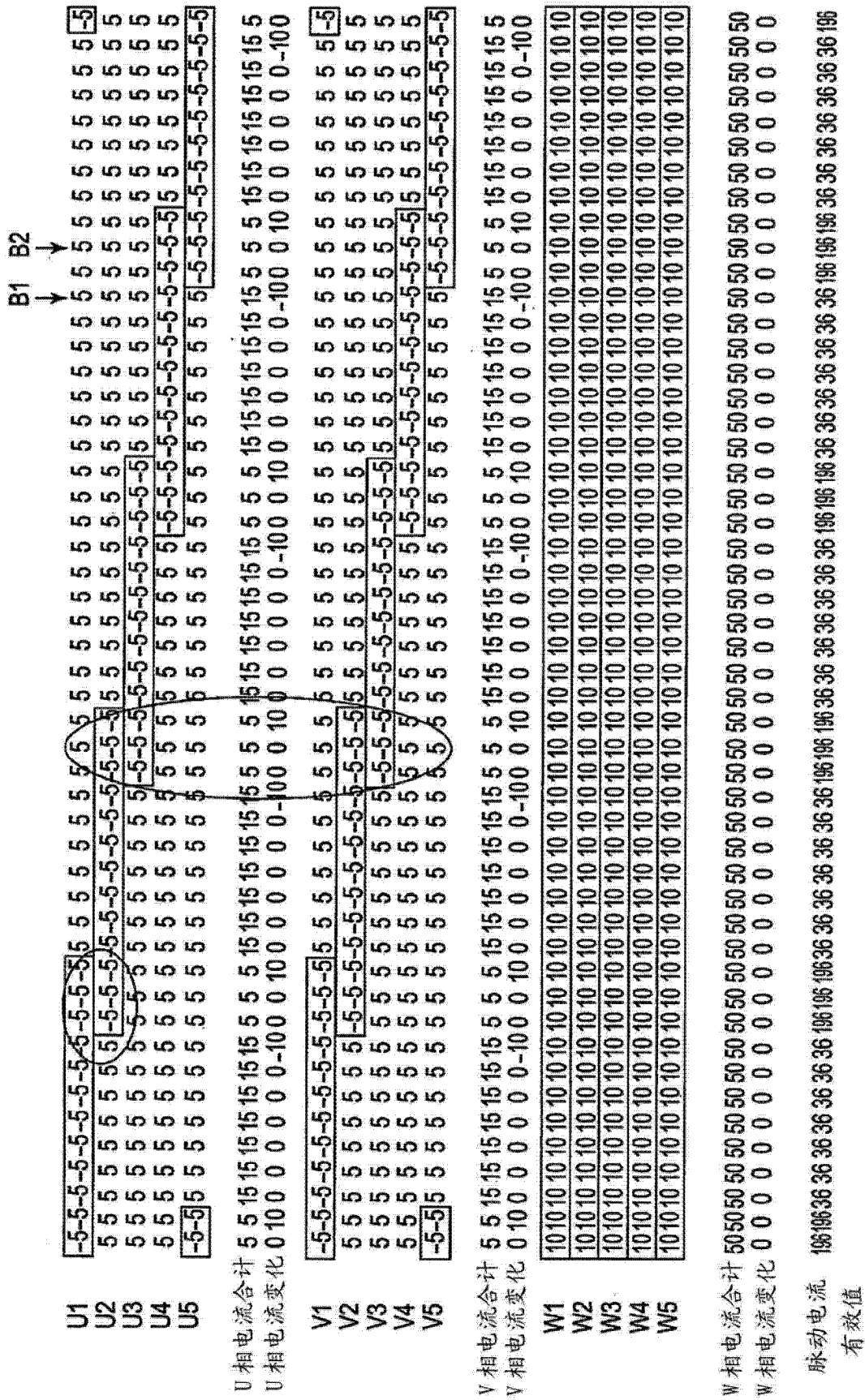


图 6

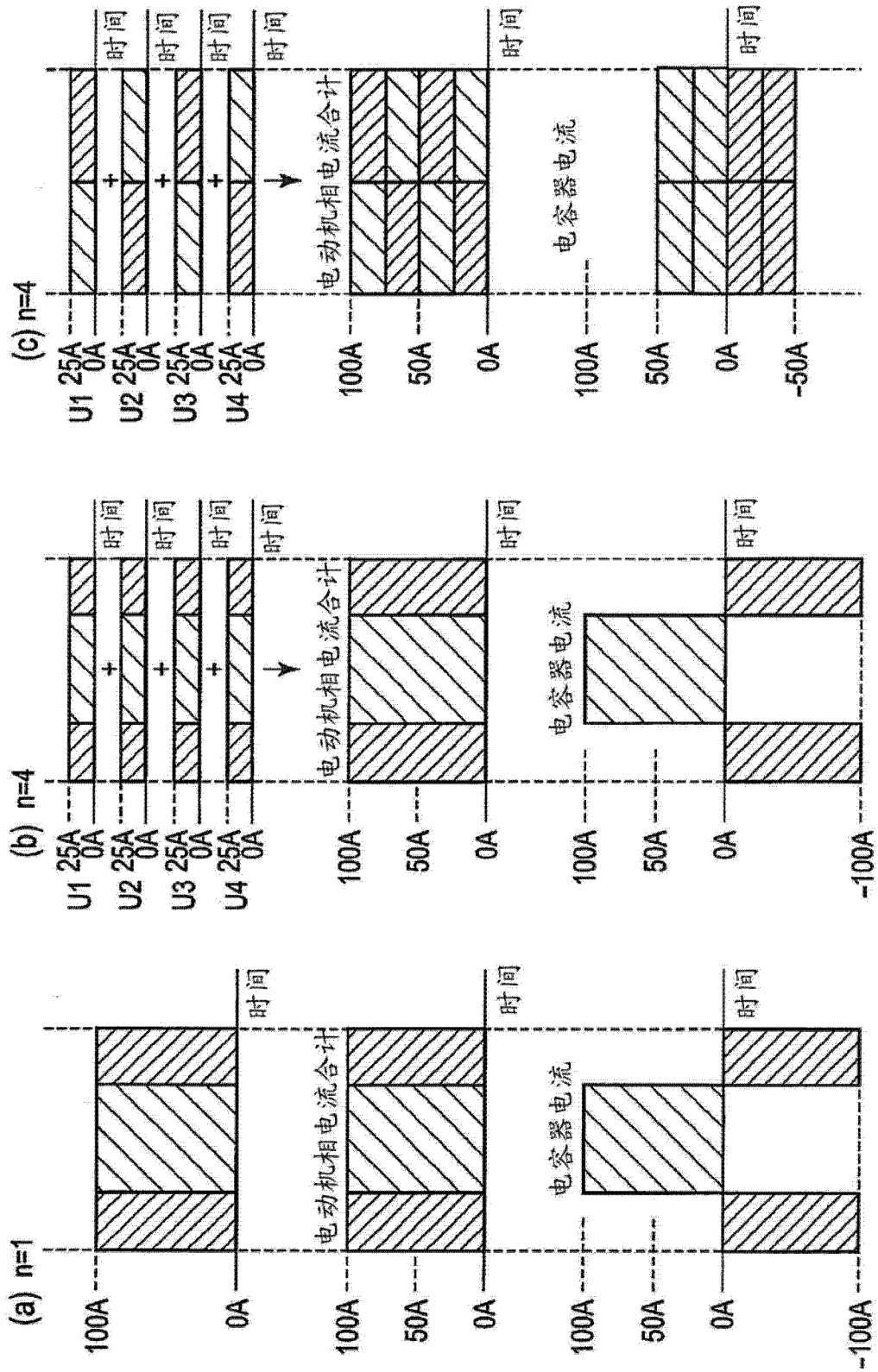


图 7

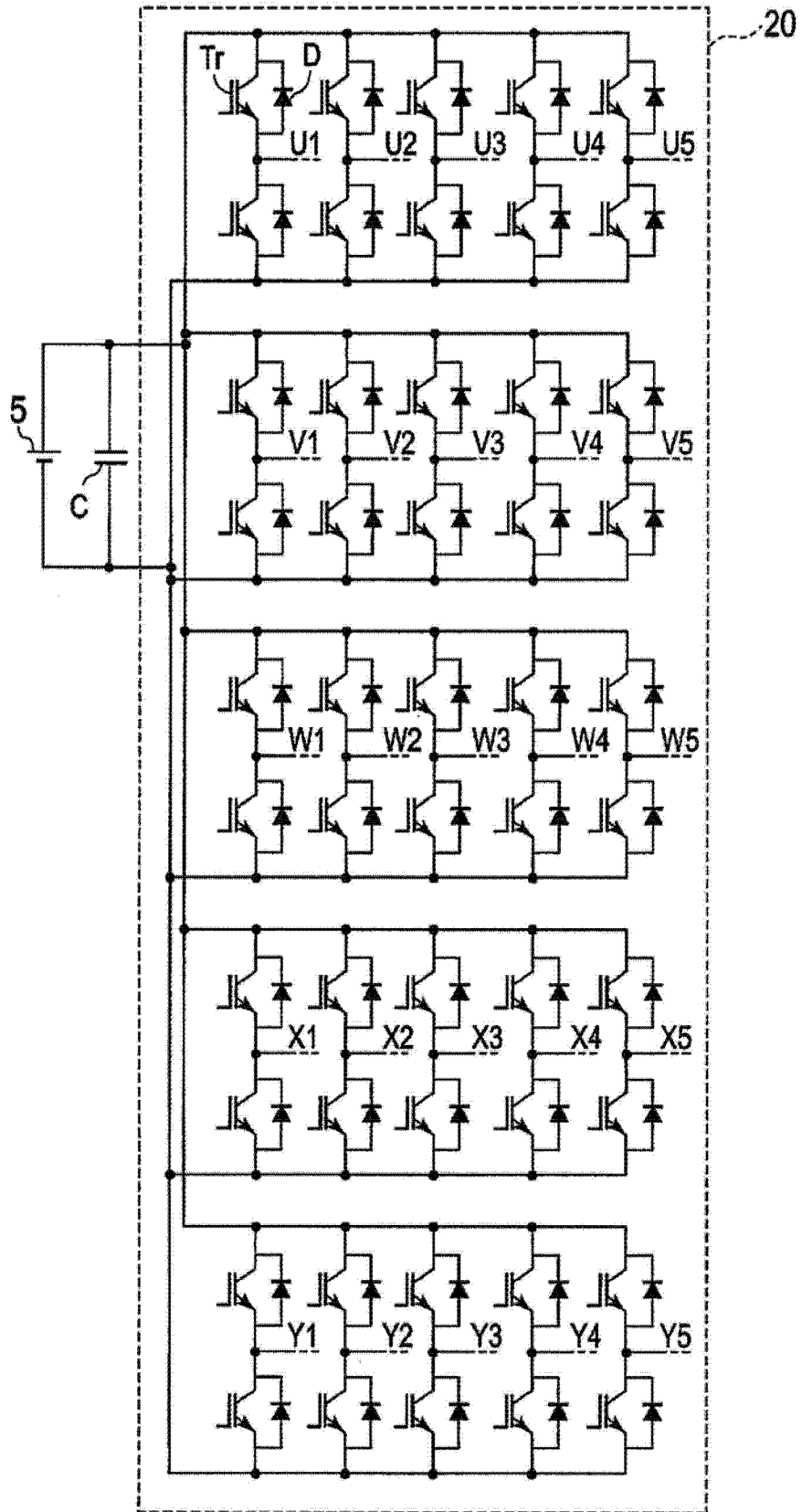


图 8

