



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105322864 B

(45)授权公告日 2018.06.01

(21)申请号 201510449221.1

(22)申请日 2015.07.28

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105322864 A

(43)申请公布日 2016.02.10

(30)优先权数据

2014-154883 2014.07.30 JP

(73)专利权人 株式会社东芝

地址 日本东京都

(72)发明人 前川佐理 铃木信行

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 戚宏梅 杨谦

(51)Int.Cl.

H02P 27/08(2006.01)

(56)对比文件

CN 102420565 A, 2012.04.18,

CN 102420565 A, 2012.04.18,

CN 1168915 A, 1997.12.31,

CN 101003938 A, 2007.07.25,

US 2004/0095090 A1, 2004.05.20,

JP 特开2006-230169 A, 2006.08.31,

审查员 赵兴帮

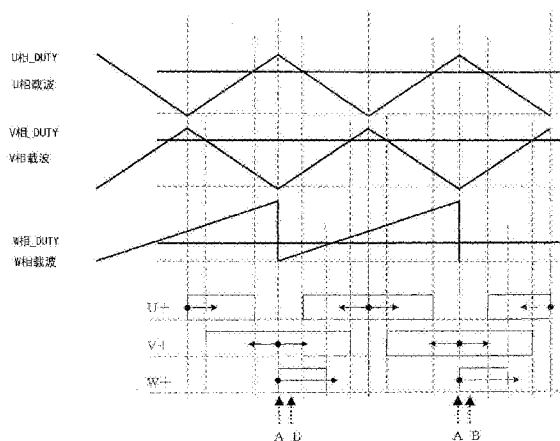
权利要求书3页 说明书11页 附图19页

(54)发明名称

马达控制装置、空调机、洗衣机以及冰箱

(57)摘要

本发明为马达控制装置、空调机、洗衣机及冰箱,具备:电流检测元件,连接于通过按照PWM信号模式进行控制将直流变换为3相交流的逆变器电路的直流侧,产生与电流值对应的信号;PWM信号生成单元,基于马达的相电流决定转子位置,以追随转子位置、且使能在PWM信号的载波周期内的固定2个点的定时检测到2相电流的方式生成3相PWM信号模式;电流检测单元,基于上述产生的信号和PWM信号模式检测相电流;3相PWM信号的1相中以载波周期的任意相位为基准使占空向滞后侧、超前侧的双方向增减,其他1相中以从基准离开载波周期的1/2后的相位为基准使占空向滞后侧、超前侧的双方向增减,剩余1相中以载波周期的任意相位为基准使占空向滞后侧、超前侧的一方向增减。



1. 一种马达控制装置,其中,具备:

电流检测元件,连接于逆变器电路的直流侧,产生与电流值对应的信号,该逆变器电路通过按照规定的PWM信号模式对3相桥接的多个开关元件进行接通断开控制来将直流变换为3相交流;

PWM信号生成单元,基于马达的相电流决定转子位置,以追随所述转子位置的方式生成3相的PWM信号模式;以及

电流检测单元,基于所述电流检测元件中产生的信号和所述PWM信号模式,检测所述马达的相电流;

所述PWM信号生成单元以使所述电流检测单元能够在所述PWM信号的载波周期内在固定2个点的定时检测到2相的电流的方式,生成3相的PWM信号模式,

关于3相的PWM信号中的1相,将所述载波周期的任意的相位作为基准,使占空向滞后侧、超前侧的双方向增减,

关于其他1相,将从所述基准离开所述载波周期的1/2后的相位作为基准,使占空向滞后侧、超前侧的双方向增减,

关于剩余的1相,将所述载波周期的任意的相位作为基准,使占空向滞后侧、超前侧的一方向增减。

2. 如权利要求1所述的马达控制装置,其中,

所述PWM信号生成单元将三角波用作载波,

当将所述三角波的振幅增加的区间设为第一区间、将振幅减少的区间设为第二区间时,

关于3相的PWM信号中的2相,用于比较三角波振幅与PWM指令之间的大小关系来输出PWM信号的比较条件在所述第一及第二区间中是一定的,并且所述比较条件在彼此的相中反转,

关于其他1相,所述比较条件在所述第一区间与所述第二区间之间是不同的,比较所设定的占空的2倍值和所述载波振幅的最大值,

在所述占空的2倍值比所述最大值小的情况下,在所述第一及第二区间中的任意一个区间,将所输出的PWM信号的占空设定为所述最大值,并且,在另一个区间,将所输出的PWM信号的占空设定为所述占空的2倍值,

在所述占空的2倍值比所述最大值大的情况下,在所述一个区间,将所输出的PWM信号的占空设定为从所述最大值的2倍中减去所述占空的2倍值之后的值,并且,在所述另一个区间,将所输出的PWM信号的占空设定为所述最大值。

3. 一种空调机,其中,具备:

压缩机;

室外侧热交换器;

减压装置;

室内侧热交换器;

电流检测元件,连接于逆变器电路的直流侧,产生与电流值对应的信号,该逆变器电路通过按照规定的PWM信号模式对3相桥接的多个开关元件进行接通断开控制来将直流变换为3相交流;

PWM信号生成单元,基于马达的相电流决定转子位置,以追随所述转子位置的方式生成3相的PWM信号模式;以及

电流检测单元,基于所述电流检测元件中产生的信号和所述PWM信号模式,检测所述马达的相电流;

所述PWM信号生成单元以使所述电流检测单元能够在所述PWM信号的载波周期内在固定2个点的定时检测到2相的电流的方式,生成3相的PWM信号模式,

关于3相的PWM信号中的1相,将所述载波周期的任意的相位作为基准,使占空向滞后侧、超前侧的双方向增减,

关于其他1相,将从所述基准离开所述载波周期的1/2后的相位作为基准,使占空向滞后侧、超前侧的双方向增减,

关于剩余的1相,将所述载波周期的任意的相位作为基准,使占空向滞后侧、超前侧的一方向增减;

该空调机具备热泵系统,

构成所述压缩机的马达由所述逆变器电路进行驱动控制。

4.一种洗衣机,其中,具备:

马达;

逆变器电路,通过按照规定的PWM信号模式对3相桥接的多个开关元件进行接通断开控制来将直流变换为3相交流,驱动所述马达;

电流检测元件,与所述逆变器电路的直流侧连接,产生与电流值对应的信号;

PWM信号生成单元,基于所述马达的相电流决定转子位置,以追随所述转子位置的方式生成3相的PWM信号模式;以及

电流检测单元,基于所述电流检测元件中产生的信号和所述PWM信号模式,检测所述马达的相电流;

所述PWM信号生成单元以使所述电流检测单元能够在所述PWM信号的载波周期内在固定2个点的定时检测到2相的电流的方式,生成3相的PWM信号模式,

关于3相的PWM信号中的1相,将所述载波周期的任意的相位作为基准,使占空向滞后侧、超前侧的双方向增减,

关于其他1相,将从所述基准离开所述载波周期的1/2后的相位作为基准,使占空向滞后侧、超前侧的双方向增减,

关于剩余的1相,将所述载波周期的任意的相位作为基准,使占空向滞后侧、超前侧的一方向增减;

该洗衣机通过所述马达产生的旋转驱动力进行洗衣运转。

5.如权利要求4所述的洗衣机,其中,

具备热泵系统,该热泵系统具有压缩机、冷凝器及蒸发器,

所述逆变器电路将构成所述压缩机的马达作为驱动对象,通过所述热泵系统进行干燥运转。

6.一种冰箱,其中,具备:

压缩机;

冷凝器;

蒸发器；

逆变器电路，通过按照规定的PWM信号模式对3相桥接的多个开关元件进行接通断开控制来将直流变换为3相交流，驱动马达；

电流检测元件，与所述逆变器电路的直流侧连接，产生与电流值对应的信号；

PWM信号生成单元，基于所述马达的相电流决定转子位置，以追随所述转子位置的方式生成3相的PWM信号模式；以及

电流检测单元，基于所述电流检测元件中产生的信号和所述PWM信号模式，检测所述马达的相电流；

所述PWM信号生成单元以使所述电流检测单元能够在所述PWM信号的载波周期内在固定2个点的定时检测到2相的电流的方式，生成3相的PWM信号模式，

关于3相的PWM信号中的1相，将所述载波周期的任意的相位作为基准，使占空向滞后侧、超前侧的双方向增减，

关于其他1相，将从所述基准离开所述载波周期的1/2后的相位作为基准，使占空向滞后侧、超前侧的双方向增减，

关于剩余的1相，将所述载波周期的任意的相位作为基准，使占空向滞后侧、超前侧的一方向增减；

构成所述压缩机的所述马达由所述逆变器电路控制。

马达控制装置、空调机、洗衣机以及冰箱

技术领域

[0001] 本发明的实施方式涉及通过配置在逆变器电路的直流部中的电流检测元件来检测相电流的马达控制装置、以及使用该马达控制装置而构成的空调机、洗衣机及冰箱。

背景技术

[0002] 在为了控制马达而检测U、V、W各相的电流的情况下，有使用插入在逆变器电路的直流部中的1个分流电阻 (Shunt resistance) 进行电流检测的技术。通过该方式来检测3相全部的电流时，需要以能够在PWM(Pulse Width Modulation, 脉宽调制) 载波(carrier) 的1周期内检测到2相以上的电流的方式产生3相的PWM信号模式。例如图21所示那样(将载波设为锯齿状波) 使U、V相的占空相等的情况下，U+ (“+”表示逆变器电路的上臂侧开关元件) 和V+为接通、W+为断开时，能够检测到W相的电流，但是无法检测到其他相电流。因此，可以想到，通过如图22所示那样使某个相(该情况为W相) 的PWM信号的相位移位，从而能够始终检测到2相以上的电流。

[0003] 然而，若为了进行电流检测而使各相的PWM信号依次移位，则如图23所示，在从正使某个相的PWM信号移位的模式转变为使其他相的PWM信号移位的模式的定时，马达电流台阶状地变化。在图23的下段，放大地示出了上段的一部分，在U相电流的变化按照每个载波周期而交错地反复增加、减少的情况下，在上述的切换定时，连续2次减小，作为其结果，产生了上段所示的台阶状的变化。此时的电流变化会引起转矩的变动，因此，产生了在马达驱动时产生的噪声的电平增大这样的问题。

发明内容

[0004] 本发明的一方式涉及一种马达控制装置，具备：电流检测元件，连接于逆变器电路的直流侧，产生与电流值对应的信号，该逆变器电路通过按照规定的PWM信号模式对3相桥接的多个开关元件进行接通断开控制来将直流变换为3相交流；PWM信号生成单元，基于所述马达的相电流决定转子位置，以追随所述转子位置的方式生成3相的PWM信号模式；以及电流检测单元，基于所述电流检测元件中产生的信号和所述PWM信号模式，检测所述马达的相电流；所述PWM信号生成单元以使所述电流检测单元能够在所述PWM信号的载波周期内在固定2个点的定时检测到2相的电流的方式，生成3相的PWM信号模式，关于3相的PWM信号中的1相，将所述载波周期的任意的相位作为基准，使占空向滞后侧、超前侧的双方向增减，关于其他1相，将从所述基准离开所述载波周期的1/2后的相位作为基准，使占空向滞后侧、超前侧的双方向增减，关于剩余的1相，将所述载波周期的任意的相位作为基准，使占空向滞后侧、超前侧的一方向增减。

[0005] 本发明的另一方式涉及一种空调机，具备：压缩机；室外侧热交换器；减压装置；室内侧热交换器；电流检测元件，连接于逆变器电路的直流侧，产生与电流值对应的信号，该逆变器电路通过按照规定的PWM信号模式对3相桥接的多个开关元件进行接通断开控制来将直流变换为3相交流；PWM信号生成单元，基于所述马达的相电流决定转子位置，以追随所

述转子位置的方式生成3相的PWM信号模式;以及电流检测单元,基于所述电流检测元件中产生的信号和所述PWM信号模式,检测所述马达的相电流;所述PWM信号生成单元以使所述电流检测单元能够在所述PWM信号的载波周期内在固定2个点的定时检测到2相的电流的方式,生成3相的PWM信号模式,关于3相的PWM信号中的1相,将所述载波周期的任意的相位作为基准,使占空向滞后侧、超前侧的双方向增减,关于其他1相,将从所述基准离开所述载波周期的1/2后的相位作为基准,使占空向滞后侧、超前侧的双方向增减,关于剩余的1相,将所述载波周期的任意的相位作为基准,使占空向滞后侧、超前侧的一方向增减;该空调机具备热泵系统;构成所述压缩机的马达由所述逆变器电路进行驱动控制。

[0006] 本发明的另一方式涉及一种洗衣机,具备:马达;逆变器电路,通过按照规定的PWM信号模式对3相桥接的多个开关元件进行接通断开控制来将直流变换为3相交流,驱动所述马达;电流检测元件,与所述逆变器电路的直流侧连接,产生与电流值对应的信号;PWM信号生成单元,基于所述马达的相电流决定转子位置,以追随所述转子位置的方式生成3相的PWM信号模式;以及电流检测单元,基于所述电流检测元件中产生的信号和所述PWM信号模式,检测所述马达的相电流;所述PWM信号生成单元以使所述电流检测单元能够在所述PWM信号的载波周期内在固定2个点的定时检测到2相的电流的方式,生成3相的PWM信号模式,关于3相的PWM信号中的1相,将所述载波周期的任意的相位作为基准,使占空向滞后侧、超前侧的双方向增减,关于其他1相,将从所述基准离开所述载波周期的1/2后的相位作为基准,使占空向滞后侧、超前侧的双方向增减,关于剩余的1相,将所述载波周期的任意的相位作为基准,使占空向滞后侧、超前侧的一方向增减;该洗衣机通过所述马达产生的旋转驱动力进行洗衣运转。

[0007] 本发明的另一方式涉及一种冰箱,其中,具备:压缩机;冷凝器;蒸发器;逆变器电路,通过按照规定的PWM信号模式对3相桥接的多个开关元件进行接通断开控制来将直流变换为3相交流,驱动马达;电流检测元件,与所述逆变器电路的直流侧连接,产生与电流值对应的信号;PWM信号生成单元,基于所述马达的相电流决定转子位置,以追随所述转子位置的方式生成3相的PWM信号模式;以及电流检测单元,基于所述电流检测元件中产生的信号和所述PWM信号模式,检测所述马达的相电流;所述PWM信号生成单元以使所述电流检测单元能够在所述PWM信号的载波周期内在固定2个点的定时检测到2相的电流的方式,生成3相的PWM信号模式,关于3相的PWM信号中的1相,将所述载波周期的任意的相位作为基准,使占空向滞后侧、超前侧的双方向增减,关于其他1相,将从所述基准离开所述载波周期的1/2后的相位作为基准,使占空向滞后侧、超前侧的双方向增减,关于剩余的1相,将所述载波周期的任意的相位作为基准,使占空向滞后侧、超前侧的一方向增减;构成所述压缩机的马达由所述逆变器电路控制。

附图说明

[0008] 图1是第一实施方式,是表示马达控制装置的构成的功能框图。

[0009] 图2是表示PWM信号生成部的内部构成的功能框图。

[0010] 图3是表示各相的PWM载波和占空指令、各相PWM信号脉冲的生成状态的时序图。

[0011] 图4是表示以V相载波示出最大的相位为基准的情况下的、各相PWM信号脉冲的生成状态的时序图。

- [0012] 图5是表示在PWM信号脉冲中生成了空载时间的情况下的时序图。
- [0013] 图6是表示与马达施加电压成为0V附近的情况对应的各相的设定占空的图。
- [0014] 图7是表示使各相的PWM信号脉冲的中心与载波的零电平对齐了的情况下的、各相PWM信号脉冲的生成状态的时序图。
- [0015] 图8是表示向马达的施加电压较大的情况下的、与马达施加电压成为0V附近的情况对应的各相的设定占空的图。
- [0016] 图9是表示向马达的施加电压较大且电气角为300度的情况下的各相PWM信号脉冲的生成状态的时序图。
- [0017] 图10是表示向马达的施加电压较大且电气角为180度的情况下的各相PWM信号脉冲的生成状态的时序图。
- [0018] 图11是表示马达电流变动的状态的图
- [0019] 图12是第二实施方式,是表示各相的PWM载波和占空指令、各相PWM信号脉冲的生成状态的时序图。
- [0020] 图13是第三实施方式,是表示PWM信号生成部的内部构成的功能框图。
- [0021] 图14是表示各相的PWM载波和占空指令、各相PWM信号脉冲的生成状态的时序图。
- [0022] 图15是表示脉冲生成部进行的占空变换的逻辑的图。
- [0023] 图16是第四实施方式,是表示空调机中的热泵系统的构成的图。
- [0024] 图17是第五实施方式,是表示洗衣干燥机的构成的纵断侧面图。
- [0025] 图18是表示热泵系统的构成的图。
- [0026] 图19是第六实施方式,是表示冰箱的构成的纵断侧面图。
- [0027] 图20是表示热泵系统的构成的图。
- [0028] 图21是现有技术,是表示PWM载波、3相PWM脉冲、分流电阻的电流的图(其1)。
- [0029] 图22是现有技术,是表示PWM载波、3相PWM脉冲、分流电阻的电流的图(其2)。
- [0030] 图23是表示实测了U相电流而得的波形的图。

具体实施方式

[0031] 根据实施方式的马达控制装置,经由通过对3相桥接的多个开关元件按照规定的PWM信号模式进行接通断开控制来将直流变换为3相交流的逆变器电路,驱动马达,在该马达控制装置中,将电流检测元件连接于逆变器电路的直流侧并使其产生与电流值对应的信号,PWM信号生成单元当基于马达的相电流决定了转子位置时,以追随该转子位置的方式生成3相的PWM信号模式。并且,在电流检测单元基于电流检测元件中产生的信号和PWM信号模式检测马达的相电流的情况下,PWM信号生成单元以使电流检测单元能够在PWM信号的载波周期内在固定2个点的定时检测到2相的电流的方式,生成3相的PWM信号模式。

[0032] 具体地说,针对3相的PWM信号中的1相,以所述载波周期的任意的相位为基准,使占空(duty)向滞后侧、超前侧的双方向增减,针对其他1相,以与所述基准分离所述载波周期的1/2的相位为基准,使占空向滞后侧、超前侧的双方向增减,针对剩余的1相,以所述载波周期的任意的相位为基准,使占空向滞后侧、超前侧的一方向增减。

[0033] 此外,实施方式的空调机具有压缩机、室外侧热交换器、减压装置及室内侧热交换器,构成压缩机的马达具备由实施方式的马达控制装置控制的热泵系统。

[0034] 实施方式的洗衣机具有马达和控制该马达的权利要求1至3中任一项记载的马达控制装置,通过马达产生的旋转驱动力来进行洗衣运转。

[0035] 实施方式的冰箱具有压缩机、冷凝器、蒸发器,构成压缩机的马达具备由实施方式的马达控制装置控制的冷冻循环器。

[0036] (第一实施方式)

[0037] 以下,参照图1至图11对第一实施方式进行说明。图1是表示马达控制装置的构成的功能框图。直流电源部1以直流电源的符号来示出,但是在从工业交流电源生成直流电源的情况下,还含有整流电路或平滑电容器等。直流电源部1上经由正侧母线2a、负侧母线2b连接有逆变器电路(直流交流变换器)3。在负侧母线2b侧,插入有作为电流检测元件的分流电阻4。逆变器电路3例如是将N沟道型的功率MOSFET5(U⁺、V⁺、W⁺、U⁻、V⁻、W⁻)进行3相桥接而构成的。逆变器电路3的各相输出端子分别连接于例如由无刷DC马达构成的马达6的各相绕线。

[0038] 分流电阻4的端子电压(与电流值对应的信号)通过电流检测部7而被检测。电流检测部(电流检测单元)7基于所述端子电压和输出至逆变器电路3的3相的PWM信号模式来检测U、V、W各相的电流I_u、I_v、I_w。电流检测部7检测到的各相电流被供给至DUTY生成部8,进行A/D变换后被读入。在DUTY生成部8中,基于马达6的控制条件等进行运算,作为其结果,决定了用于生成各相的PWM信号的占空U_{DUTY}、V_{DUTY}、W_{DUTY}。

[0039] 例如如果是进行矢量控制的情况,则DUTY生成部8被从用于设定控制条件的微型计算机等供给马达6的旋转速度指令 ω_{ref} 。在DUTY生成部8中,基于旋转速度指令 ω_{ref} 与推测出的马达6的实际的旋转速度的差分,生成了转矩电流指令I_{qref}。若根据马达6的各相电流I_u、I_v、I_w决定了马达6的转子位置 θ ,则通过使用该转子位置 θ 的矢量控制运算,计算出转矩电流I_q、励磁电流I_d。对于转矩电流指令I_{qref}与转矩电流I_q的差分,例如进行PI控制运算而生成电压指令V_q。针对励磁电流I_d侧也同样地进行处理而生成电压指令V_d,使用上述转子位置 θ 将电压指令V_q、V_d变换为三相电压V_u、V_v、V_w。并且,基于这些三相电压V_u、V_v、V_w,决定了各相占空U_{DUTY}、V_{DUTY}、W_{DUTY}。

[0040] 各相占空U_{DUTY}、V_{DUTY}、W_{DUTY}被供给至PWM信号生成部(PWM信号生成单元)9,通过与载波之间进行电平的比较,生成3相PWM信号。此外,还生成使3相PWM信号反转后的下臂侧的信号,根据需要而追加了空载时间之后,将这些信号输出至驱动电路10。驱动电路10根据被供给的PWM信号,向构成逆变器电路3的6个功率MOSFET5(U⁺、V⁺、W⁺、U⁻、V⁻、W⁻)的各栅极输出栅极信号(在上臂侧,以仅升压了所需电平后的电位进行输出)。

[0041] 接下来,对PWM信号生成部9生成3相PWM信号的方式进行说明。在逆变器电路3输出PWM调制后的3相交流时,如上所述,能够与对上臂侧的FET5(U⁺、V⁺、W⁺)的通电模式相应地检测特定相的电流。以下,针对各相上臂侧的栅极信号进行描述。例如在仅U相成为H电平、V相及W相均成为L电平的通电模式的期间,分流电阻4的两端产生的电压对应于U相电流。此外,在U相及V相的双方为H电平、W相为L电平的区间,将分流电阻4的两端电压的符号反转后对应于W相电流。

[0042] 这样,与PWM信号的通电模式相应地依次检测2相的电流并进行存储的话,虽然是时分割但能够检测3相的电流。该情况下,由于没有同时检测各相电流因此实际上会产生误差。其中,如果没有特别严格的要求的话,在实用上是没有问题的,通过使用3相的电流检测

值来求解电路方程式,能够计算下一个周期的通电模式。

[0043] 此外,在FET5的接通、断开状态刚发生了变化之后,电流波形不稳定。为了以稳定的状态将分流电阻4中产生的电压信号读入,最小待机时间(稳定时间) τ 是必要的。图11是用显像管示波器观测(CH1)在切换PWM信号的通电模式时U相电流正发生变动的波形的图,可知,电流波形如振铃振荡(ringing)那样较大地变动。若该待机时间 τ 为例如2 μsec ,则为了读出一个相的电流,需要使特定的通电状态(PWM信号模式)持续2 μsec 以上。换言之,在同一通电状态下的持续时间比2 μsec 短的情况下,无法正常地进行电流的读入,此时,无法更新应当被更新的相的电流值。也就是说,如果全部的PWM信号模式的通电状态能持续最小待机时间 τ 以上的话,任何情况下都能够检测到相电流。

[0044] 于是,在本实施方式中,使各相的PWM信号脉冲的输出相位以不同于以往的方式进行移位。如果各相的脉冲间的占空差一定,则经由逆变器电路3向马达6施加的电压即使脉冲的前沿位置、后沿位置移位相同的时间也不会变化。也就是说,后述的图7的PWM信号模式,对于马达6来说是相同的施加电压(由于相间电压相等)。

[0045] 图2示出了PWM信号生成部9的内部构成。图3是表示在PWM信号生成部9的内部生成了上臂侧的3相PWM信号(U⁺、V⁺、W⁺)的脉冲的状态的时序图。由DUTY生成部8输入的各相占空U_DUTY、V_DUTY、W_DUTY被输入至脉冲生成部13,与U、V、W各相的载波(carrier)之间进行电平的比较结果,生成了各相的PWM信号U $\pm$ 、V $\pm$ 、W $\pm$ 。

[0046] 即,在本实施方式中,按照各相使用不同波形的载波。如图3所示,U相载波为三角波,V相载波为相对于U相为反相的三角波,W相载波为在V相载波的计数值最小的点处被清零的锯齿状波。这些载波能够通过相互同步地进行计数动作的3个计数器来生成,U相及V相为可逆计数器(也称作双向计数器,up-down counter),W相为升计数器。其中,可逆计数器进行计数动作的频率是其他计数器的2倍。载波周期例如设为50 μsec 。

[0047] 并且,在脉冲生成部13中,对各相占空U_DUTY、V_DUTY、W_DUTY与各相载波之间分别比较电平,在成为(占空)>(载波)的期间,输出高电平脉冲。作为其结果,如图3所示,若以V相载波的振幅最小相位(三角波的谷部)为基准相位,则U相的PWM信号脉冲U⁺以将从所述基准相位离开了载波周期的1/2后的点作为基准向后退、超前的双方向侧增减的方式使脉冲宽度变化,W相的PWM信号脉冲W⁺以从基准相位向超前方向侧(图中右侧)增减的方式使脉冲宽度变化,V相的PWM信号脉冲V⁺以从基准相位向滞后、超前的双方向侧增减的方式使脉冲宽度变化。

[0048] 电流检测部7中被从PWM信号生成部9供给有电流检测定时信号(例如V相载波)。电流检测部7根据电流检测定时信号,决定检测2相的电流的定时。例如,将V相载波的振幅最小相位设为基准相位。即,若将基准相位设为检测定时A,则将从该检测定时A起经过了待机时间 τ 以上后的时刻设为检测定时B。通过这样设定检测定时,在定时A能够检测到V相电流I_v,在定时B能够检测到U相电流(一)I_u。另外,电流检测部7为了决定电流检测定时而参照的载波,不限于V相,也可以是U、W相。并且,W相电流I_w是根据3相电流的总和为零,基于U、V相电流来求出的。

[0049] 此外,图4是将V相载波示出最大的相位(三角波的山部)作为基准的情况。关于U、W相载波未进行图示,但是,U相载波只要是与图3反转即可,W相载波按照图3原样即可。该情况下,关于U、V相,只要与图3相比使比较极性反转即可。此外,U、V、W的各相也可互换(将哪

个波形的载波分配给哪个相是任意的)。

[0050] 此外,图5示出了在图3所示的PWM信号脉冲中生成了空载时间的情况。生成空载时间之前的波形是与图3所示的波形同样的,对该波形,从 $U\pm$ 、 $V\pm$ 、 $W\pm$ 信号的前沿,一律减去规定的占空,由此生成空载时间。在这样生成了空载时间的情况下,在检测定时B,有可能FET5W+还未接通。因此,将检测定时B相对于图4的说明向滞后相位侧错开空载时间期间地进行调整即可。此外,空载时间的生成模式并不一定限于图5所示的情况。因此,电流检测定时A、B的错开方法也是,与其生成模式相应地进行错开即可。

[0051] 在此,说明在将3相的PWM信号脉冲以这样的相位关系进行输出的情况下由于各相的占空变化而给电流检测带来的影响。图6是表示马达施加电压成为0V附近的情况下的、与马达的电气角(转子位置 θ)对应的各相的设定占空。该情况下,各相的占空以50%程度相抗衡。若例如图7的左方所示那样使各相的PWM信号脉冲的中心设为载波的零电平而对齐,则在检测定时A、B完全检测不到电流。但是,在本实施方式的方式中,各相的PWM信号模式是如图7的右方所示那样,因此,在检测定时A、B能够进行2相的电流检测。

[0052] 此外,图8示出了向马达的施加电压较大的情况下的各相的设定占空。图中的(1)是如下情况:电气角为300度, U 、 V 相的占空相等为89%, W 相占空为11%。此时,在图9所示的PWM模式中, W 相在从三角波的谷部向滞后侧 $11\%/2=5.5\%=3\mu\text{sec}$ 的长度处断开。也就是说,相对于 $\tau=2\mu\text{sec}$ 而言, V 相及 W 相同时接通的期间为 $3\mu\text{sec}$,能够检测到 U 相电流。

[0053] 此外,图10是图8中(2)的电气角为180度的情况,相对于(1)而言,占空89%的相变为 U 、 W 相, V 相占空为11%。该情况下也能够检测定时A、B良好地进行检测。

[0054] 这样,即便各相的设定占空的大小发生变化,使PWM信号脉冲增减的基准相位也保持固定不变。此外,即使固定了电流的检测定时,也能够针对全部的PWM模式检测3相的马达电流。因此,不会如图23所示那样电流台阶状地变化,不会产生转矩变动或噪声。由此,能够对3相的马达电流从马达施加电压低的状态至高的状态进行检测。其中,根据2相的占空能够扩大到(载波周期) - (τ 时间 $\times 2$)这一情况,理论上的可检测的最大马达电压范围成为最小占空降低到(τ 时间) $\times 2$ 的区间。

[0055] 如以上所述,根据本实施方式,对构成逆变器电路3的MOSFET5 $U\pm$ 、 $V\pm$ 、 $W\pm$,按照规定的PWM信号模式进行接通断开控制。在逆变器电路3的直流母线2b侧连接分流电阻4,PWM信号生成部9基于马达6的相电流决定转子位置 θ ,以追随该转子位置 θ 的方式生成3相的PWM信号模式。电流检测部7基于分流电阻4中产生的信号和PWM信号模式,检测马达的相电流。PWM信号生成部9以使电流检测部7能够在载波周期内在固定2个点的定时检测到2相的电流的方式,生成3相的PWM信号模式。因此,不同于以往,相电流不会台阶状地变化,不会产生马达6的转矩变动或驱动时的噪声,因此,能够在马达施加电压低的状态至高的状态下检测3相的电流 I_u 、 I_v 、 I_w 。

[0056] 该情况下,PWM信号生成部9针对3相的PWM信号中的1相(第一相),将载波周期的任意的相位作为基准,使占空向滞后侧、超前侧的双方向增减。针对其他1相(第二相),将从第一相的基准离开了载波周期的1/2后的相位作为基准,使占空向滞后侧、超前侧的双方向增减,针对剩余的1相(第三相),将载波周期的任意的相位作为基准,使占空向滞后侧的方向增减。

[0057] 因此,在电流检测部7检测电流的情况下,如果以落入仅第二相的开关元件接通的

第一区间、以及第二相和第三相的开关元件同时接通的第二区间内的方式固定检测定时，则在第一区间中能够检测到第二相的电流，在第二区间中能够检测到第一相的电流。并且，PWM信号生成部9基于载波的振幅成为最大或者最小的相位来设定各相的基准，因此，电流检测部7的电流检测的定时也能够基于上述相位容易地设定。

[0058] 进而，PWM信号生成部9针对3相的PWM信号中的U、V相，将相互反相的三角波用作载波，针对W相，将以V相载波的三角波的振幅示出最小的相位为基准的锯齿状波用作载波。并且，基于各载波振幅的最大值或者最小值全部一致的相位，设定所述各相的基准。因此，按照各相分别使用不同波形的载波，由此，能够使对各相PWM信号的占空进行增减的相位方向变化。

[0059] (第二实施方式)

[0060] 图12示出了第二实施方式，对与第一实施方式相同的部分赋予相同符号并省略说明，以下针对不同部分进行说明。图12中，U、V相的载波使用的是与第一实施方式相同的载波，针对W相，使用与第一实施方式的载波反相的锯齿状波。

[0061] 并且，将V相载波的三角波的谷部设为检测定时A，将从该检测定时A起经过 τ 时间后的位置设为检测定时B。于是，在检测定时A，V(+)、W(+) 接通，因此，能够以负极性检测到U相电流 I_u ，在检测定时B，仅V(+) 接通，因此能够以正极性检测到V相电流 I_v 。因此，该情况也是，能够检测到3相的电流。如以上所述，根据第二实施方式，能够获得与第一实施方式同样的效果。

[0062] (第三实施方式)

[0063] 图13至图15示出了第三实施方式。图13是与图2相当的图，代替PWM信号生成部9而示出了PWM信号生成部(PWM信号生成单元)21的构成。PWM信号生成部21中，代替脉冲生成部13而具备脉冲生成部22。脉冲生成部22中，三角波的载波仅使用1个，与第一实施方式同样，为了使各相的PWM信号脉冲移位，进行逻辑运算。

[0064] 图14示出了如何将各相的占空 U_DUTY 、 V_DUTY 、 W_DUTY' 针对1个载波进行比较来生成各相PWM信号脉冲。在图14的上段，占空 U_DUTY' 为单点划线，占空 V_DUTY' 为实线，占空 W_DUTY' 为虚线。关于U相，在占空指令 U_DUTY' 比载波低的期间输出PWM信号脉冲。关于V相，在占空指令 V_DUTY' 比载波高的期间输出PWM信号脉冲。

[0065] 在此，将载波的振幅增加的期间设为第一区间，将振幅减少的期间设为第二区间。关于W相，在第一区间，在占空指令 W_DUTY' 比载波高的情况下，输出PWM信号脉冲，在第二区间，在占空指令 W_DUTY' 比载波低的情况下，输出PWM信号脉冲。作为其结果，针对三角波的载波而言的、各相PWM信号脉冲的输出模式与第一实施方式相同。图15示出了脉冲生成部22进行的上述信号处理的逻辑。

[0066] 接下来，对各相的占空的设定进行描述。作为具体例，设为 $U_DUTY=80\%$ 、 $W_DUTY=30\%$ ，载波的最大振幅MAX设为100%。首先，U相在相对于三角波载波而言始终比载波低的区间，输出高电平脉冲。因此，关于U相，将从最大振幅MAX中减去被实施了脉冲生成部22的处理的 U_DUTY 后的值作为 U_DUTY' ，将其与载波进行比较($U_DUTY'=100\%-U_DUTY$)。结果，关于U相，成为80%的期间高电平的脉冲以载波的山部为中心被输出。

[0067] 此外，V相在相对于三角波载波而言始终比载波高的区间，输出H脉冲。因此，关于V相，将被实施了脉冲生成部22的处理的 V_DUTY 原样作为 V_DUTY' ，将其与载波进行比较($V_DUTY'=V_DUTY$)。

DUTY' = V_DUTY)。结果,关于V相,成为80%的期间高电平的脉冲以载波的谷部为中心被输出。

[0068] 最后,关于W相,在第一区间,将实施了脉冲生成部22的处理的W_DUTY30%的2倍的值60%作为W_DUTY',来与载波进行比较。并且,在第二区间,将载波的MAX值100%作为W_DUTY',来与载波进行比较。虽为MAX值,但是由于是在电平比载波低时输出高电平的脉冲这样的逻辑,因此,脉冲不被输出。结果,W相脉冲在PWM周期中30%的期间,从载波的谷部朝向山部被输出。

[0069] 以上,对图14所示的各相PWM信号脉冲的情况进行了说明。其中,根据各相的占空的大小而设置值出现差异,但是,将进行DUTY→DUTY'的变换的逻辑一般化来表示的为图15。即,关于V相,将占空V_DUTY原样设定,关于U相,设定为从载波MAX值中减去占空U_DUTY后的值,使比较极性与V相是相反的。

[0070] 关于W相,在占空W_DUTY的2倍值比载波MAX值小的情况下,在第一区间将输出的W_DUTY'设定为所述2倍值,并且在第二区间将输出的W_DUTY'设定为载波MAX最大值。此外,在2倍值比载波MAX值大的情况下,将第一区间的W_DUTY'设定为载波MAX值,并且,将第二区间的W_DUTY'设定为从载波MAX值的2倍中减去2倍值后的值。

[0071] 如以上所述,根据第三实施方式,PWM信号生成部21将三角波用作载波。关于3相的PWM信号中的U、V相,使得用于比较载波振幅与PWM指令之间的大小关系来输出PWM信号的比较条件,设为在第一和第二区间是一定的,使所述比较条件在彼此的相中反转。关于W相,使所述比较条件在所述第一区间与所述第二区间之间发生变化。

[0072] 并且,关于U相,设定从载波MAX值中减去占空U_DUTY后的值,关于V相,原样设定占空V_DUTY。关于W相,将占空W_DUTY的2倍值与载波MAX值比较,根据其结果,将针对第一区间、第二区间设定的占空U_DUTY'、W_DUTY'按照图15所示的逻辑进行变换。因此,即使不像第一实施方式那样使用3种载波,也能够获得与第一实施方式同样的效果。另外,关于将U、V、W的各相分配给哪个比较条件,当然是任意的。

[0073] (第四实施方式)

[0074] 图16所示的第四实施方式示出了将马达控制装置应用于空调机的压缩机马达的情况。构成热泵系统31的压缩机(负载)32构成为将压缩部33和马达34收容在同一铁制封闭容器35内,马达34的转子轴被联结于压缩部33。并且,压缩机32、四通阀36、室内侧热交换器37、减压装置38、室外侧热交换器39连接成通过成为热传递介质流路的管而构成闭环。另外,压缩机32例如为旋转型的压缩机,马达34例如为3相IPM(Interior Permanent Magnet)马达(无刷DC马达)。空调机30具有上述的热泵系统31而构成。

[0075] 在暖房运转时,四通阀36处于实线所示的状态,由压缩机32的压缩部33压缩后的高温制冷剂被从四通阀36供给至室内侧热交换器37而被凝缩。并且,制冷剂被减压装置38减压,成为低温,流入室外侧热交换器39,在此蒸发后向压缩机32返回。另一方面,在冷房运转时,四通阀36被切换为虚线所示的状态。因此,由压缩机32的压缩部33压缩后的高温制冷剂被从四通阀36供给至室外侧热交换器39而被凝缩。之后,制冷剂被减压装置8减压,成为低温,流入室内侧热交换器37,在此蒸发后向压缩机32返回。然后,在室内侧、室外侧的各热交换器37、39中,分别通过风扇40、41被进行送风,通过该送风,高效地进行各热交换器37、39与室内空气、室外空气的热交换。并且,通过第一~第三实施方式的马达控制装置对马达34

进行驱动控制。

[0076] 根据以上那样构成的第四实施方式,对空调机30中的构成热泵系统31的压缩机32的马达34,通过实施方式的马达控制装置进行驱动控制,由此,能够提高空调机30的运转效率。

[0077] (第五实施方式)

[0078] 图17以及图18所示的第五实施方式是将马达控制装置应用于洗衣干燥机的滚筒马达以及/或者压缩机马达的情况。图17是概略地表示滚筒式洗衣干燥机51的内部构成的纵断侧面图。滚筒式洗衣干燥机51的形成外壳的外箱52在前面具有以圆形状开口的洗衣物出入口53。洗衣物出入口53通过门54而被开闭。在外箱52的内部,配置有背面被封闭的有底圆筒状的水槽55。在水槽55的背面中央部,通过螺止而固定有马达50的定子。马达50的旋转轴56的后端部(图17中为右侧的端部)被固定于马达50的转子的轴安装部,前端部(图17中为左侧的端部)向水槽55内突出。

[0079] 在旋转轴56的前端部,背面封闭的有底圆筒状的滚筒57相对于水槽55以成为同轴状的方式被固定。滚筒57通过马达50的驱动而与转子及旋转轴56一体旋转。滚筒57上设置有能够使空气及水流通的多个流通孔58、以及进行滚筒57内的洗衣物的刮起或揉洗的多个隔板59。水槽55连接有供水阀60,若该供水阀60被开放,则水槽55内被供水。此外,水槽55连接有具有排水阀61的排水软管62,若该排水阀61被开放,则水槽55内的水被排出。

[0080] 在水槽55的下方,设置有向前后方向延伸的通风管道63。该通风管道63的前端部经由前部管道64与水槽55内连接,后端部经由后部管道65与水槽55内连接。在通风管道63的后端部,设置有送风风扇66。通过送风风扇66的送风作用,水槽55内的空气如箭头所示那样,被从前部管道64送至通风管道63内,经由后部管道65返回水槽55内。

[0081] 在通风管道63内部的前端侧配置有蒸发器67,在后端侧配置有冷凝器68。这些蒸发器67以及冷凝器68与压缩机69以及节流阀70一起构成热泵71(参照图18)。在通风管道63内流动的空气被蒸发器67除湿后被冷凝器68加热,在水槽55内循环。节流阀70由膨胀阀构成,具有开度调整功能。

[0082] 在外箱52的前面,位于门54的上方地设置有操作面板72。操作面板72中设置有用于设定运转行程(course)等的多个操作开关(未图示)。操作面板72与将微型计算机作为主体来构成、对滚筒式洗衣干燥机51的运转整体进行控制的控制电路部(未图示)连接。该控制电路部按照经由操作面板72被设定的内容,一边控制马达50、供水阀60、排水阀61、压缩机69、节流阀70等的驱动,一边执行各种运转行程。并且,通过第一~第三实施方式的马达控制装置对构成马达50以及/或者压缩机69的压缩机马达进行驱动控制。

[0083] 根据以上那样构成的第五实施方式,通过实施方式的马达控制装置,对洗衣干燥机51中的滚筒旋转用的马达50以及/或者构成热泵系统71的压缩机69的马达进行驱动控制,由此能够提高洗衣干燥机51的运转效率。

[0084] (第六实施方式)

[0085] 图19及图20所示的第六实施方式示出了将马达控制装置应用于冰箱的压缩机马达的情况。图19是冰箱的纵断侧面图。冰箱81的储藏柜(cabinet)82由外箱和内箱构成,在其之间插入有隔热材。储藏柜82通过隔热分隔体83,被分隔成位于冰箱81的上部侧的冷藏空间(以下称作R空间)、以及位于下部侧的冷冻空间(以下称作F空间)。更具体地说,在冰箱

81中,作为储藏库而设置有冷藏室84、蔬菜室85以及包含有制冰室86的冷冻室87。其中,通过冷藏室84和蔬菜室85构成R空间,通过制冰室86和冷冻室87构成F空间。

[0086] 通过铰接而开闭自如的门84a设置在冷藏室84的前面,抽屉式的门85a、87a分别设置于蔬菜室85以及冷冻室87。机械室88设置在冷冻室87的背面侧、即储藏柜82的背面侧底部。压缩机89等配置在机械室88。在从冷藏室84的下部至冷冻室87的上部的背面,设置有相对于R空间以及F空间被分隔的冷却空间90。蒸发器91设置在冷却空间90的下部,冷却风扇92设置在冷却空间90的上部。

[0087] 挡板机构93设置在冷却风扇92的前方(吹出侧)。挡板机构93包括:对向R空间侧的空氣的流路进行开闭的冷藏用挡板(以下,称作R挡板94)、以及对向F空间侧的空氣的流路进行开闭的冷冻用挡板(以下,称作F挡板95)。并且,从R挡板94朝向上方,设置有供用于冷却R空间的空氣流动的冷藏管道(以下,称作R管道96),从F挡板95朝向下方,设置有供用于冷却F空间的空氣流动的冷冻管道(以下,称作F管道97)。

[0088] 作为冷藏温度感测单元的冷藏用温度传感器(以下,称作R传感器98)为了感测冷藏室84的箱内温度,而设置在冷藏室84的背面侧的壁部。冷冻用温度传感器(以下,称作F传感器99)为了测定冷冻室87的箱内温度,而设置在冷冻室87的背面侧的壁部。

[0089] 这些压缩机89及蒸发器91等如图20所示那样构成了冷冻循环器100。冷冻循环器100从压缩机89的喷出侧朝向制冷剂流动的方向依次连接有:冷凝器101、切换阀102、毛细管103及104、蒸发器91、储液器(accumulator)105、以及抽吸管106。这些作为整体,形成制冷剂循环的循环路径。另外,冷冻循环器100能够本身采用公知结构。此外,毛细管也可以不是多个而是1个。

[0090] 在冷冻循环器100中,在与冷凝器101连接的切换阀102的一个出口,连接有相对而言节流较强的毛细管103,在另一个出口,连接有相对而言节流较弱的毛细管104。这些毛细管103及104在制冷剂的出口侧汇为一个,与蒸发器91的入口连接。通过这些毛细管103及104构成节流机构。

[0091] 在蒸发器91的出口侧,连接有储液器105、抽吸管106,连接于压缩机89的吸入侧。该压缩机89是通过使运转频率变化来使转速变化的频率可变型。基本上来讲,通过提高压缩机89的运转频率,使冷却能力上升,通过降低运转频率,使冷却能力降低。切换阀102例如由三通阀构成。

[0092] 在此,对冷冻循环器100的作用进行说明。在冷冻循环器100中,制冷剂被压缩机89压缩而成为高温高压的气体状,另一方面,被冷凝器101散热而成为液体状。该液体状的制冷剂通过切换阀102而其流向被切换为毛细管103或者104,在任意一个中被减压成容易气化。之后,制冷剂被蒸发器91被气化,由此,从周围即冷却空间90中流动空气夺取热。

[0093] 从周围夺取热的制冷剂向储液器106流去,气液混合体状的制冷剂被分别分离为气体状的制冷剂和液体状的制冷剂。并且,仅气体状的制冷剂经由抽吸管106返回压缩机89,再次被压缩而成为高温高压的气体状。由此,在冷却空间90中流动的空气被冷却后,通过冷却风扇92被供给至R空间或F空间。并且,通过第一~第三实施方式的马达控制装置,对构成压缩机89的马达进行驱动控制。

[0094] 根据以上那样构成的第六实施方式,通过实施方式的马达控制装置,对冰箱81中的构成热泵系统100的压缩机89的马达进行驱动控制,由此能够提高冰箱81的运转效率。

[0095] (其他实施方式)

[0096] 电流检测部7在载波周期内检测2相的电流的定时不是必须将载波的电平示出最小或者最大的相位作为基准,只要在能够检测到2相的电流的范围内基于载波的任意的相位来设定即可。

[0097] 此外,检测电流的定时不必与PWM载波的周期一致,例如也可以以载波周期的2倍或4倍的周期来进行检测。因此,向电流检测部7输入的电流检测定时信号不必是载波本身,例如也可以是与载波同步地具有规定的周期的脉冲信号。

[0098] 也可以将分流电阻4设置于正侧母线2a。此外,电流检测元件不限于分流电阻4,例如也可以设置CT(Current Transformer:电流互感器)等。

[0099] 开关元件不限于N沟道型的MOSFET,也可以使用P沟道型的MOSFET、IGBT、功率晶体管、以及作为宽带隙半导体的GaN、SiC等。

[0100] 也可以将马达控制装置应用于不具备干燥功能的洗衣机。

[0101] 以上说明了本发明的几个实施方式,但这些实施方式只是作为例子提示,不意图限定发明的范围。这些新的实施方式能够以其他各种方式来实施,在不脱离发明的主旨的范围内,能够进行各种省略、置换、变更。这些实施方式及其变形包含在发明的范围及主旨中,也包含在权利要求所记载的范围及其等同范围内。

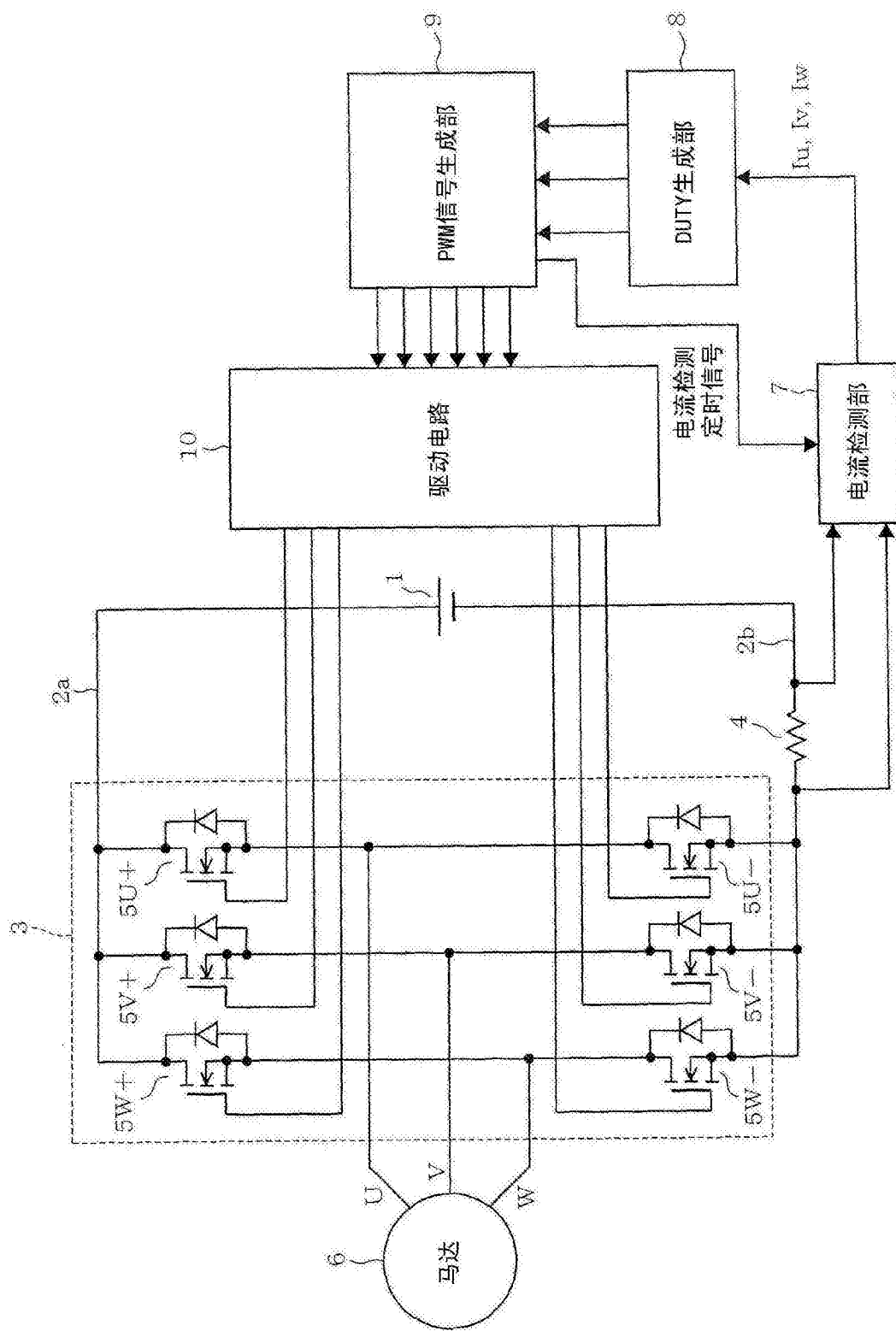


图1

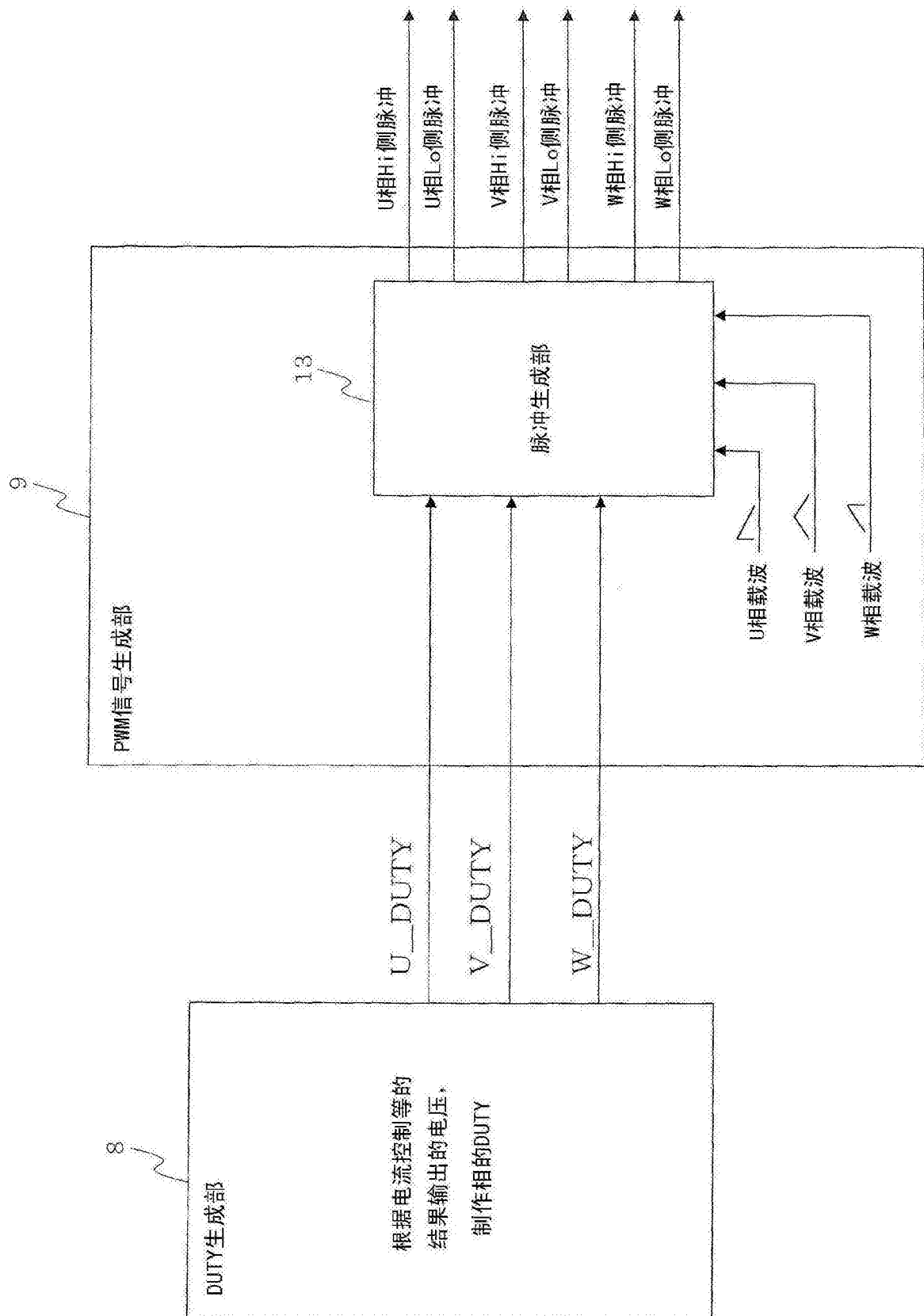


图2

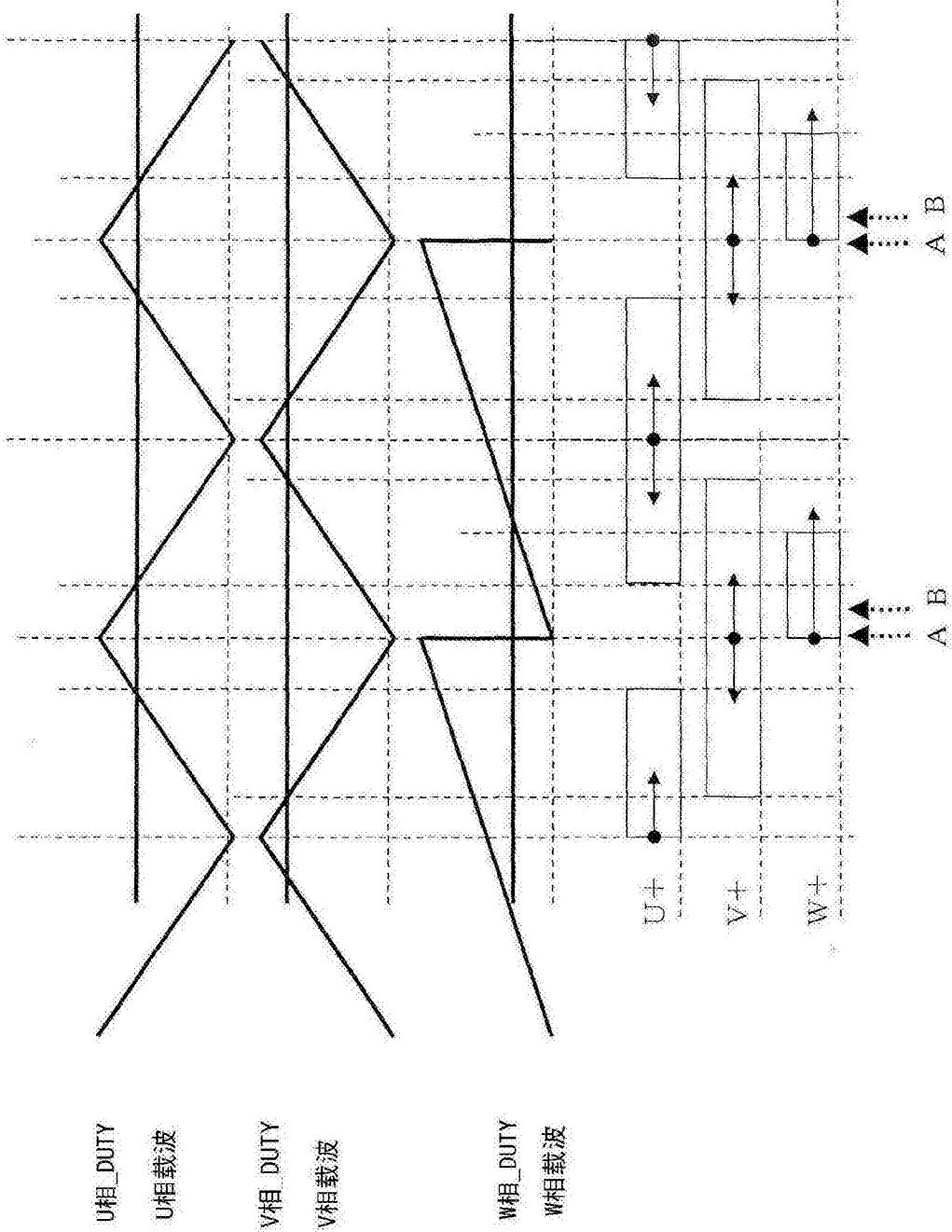


图3

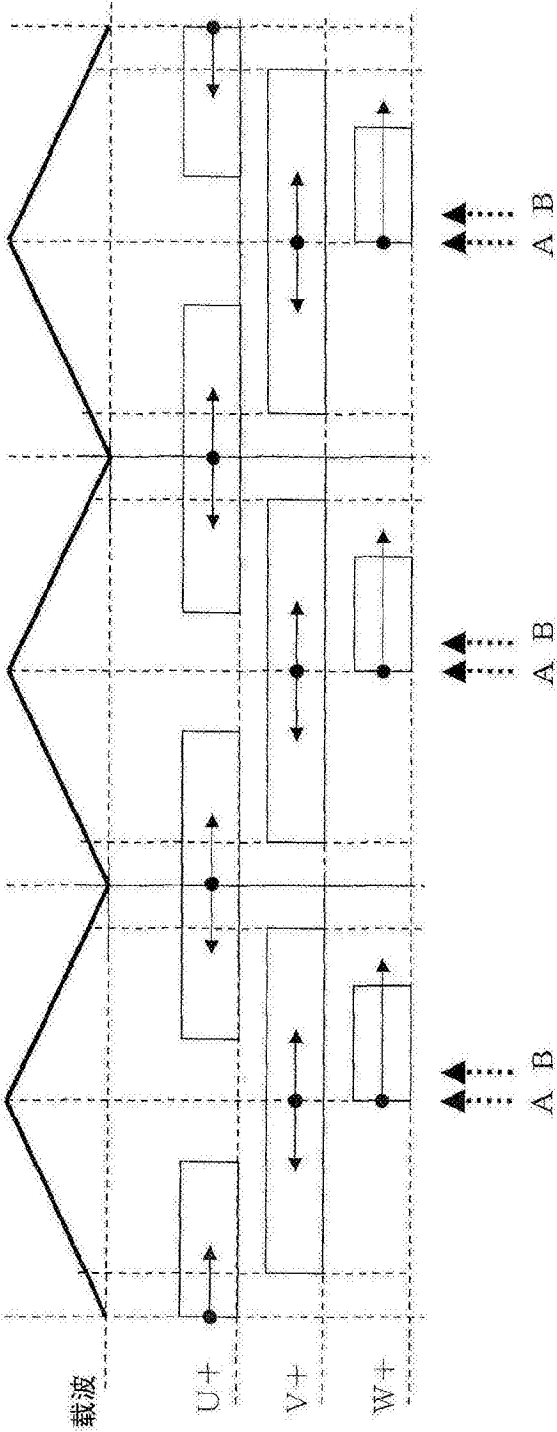


图4

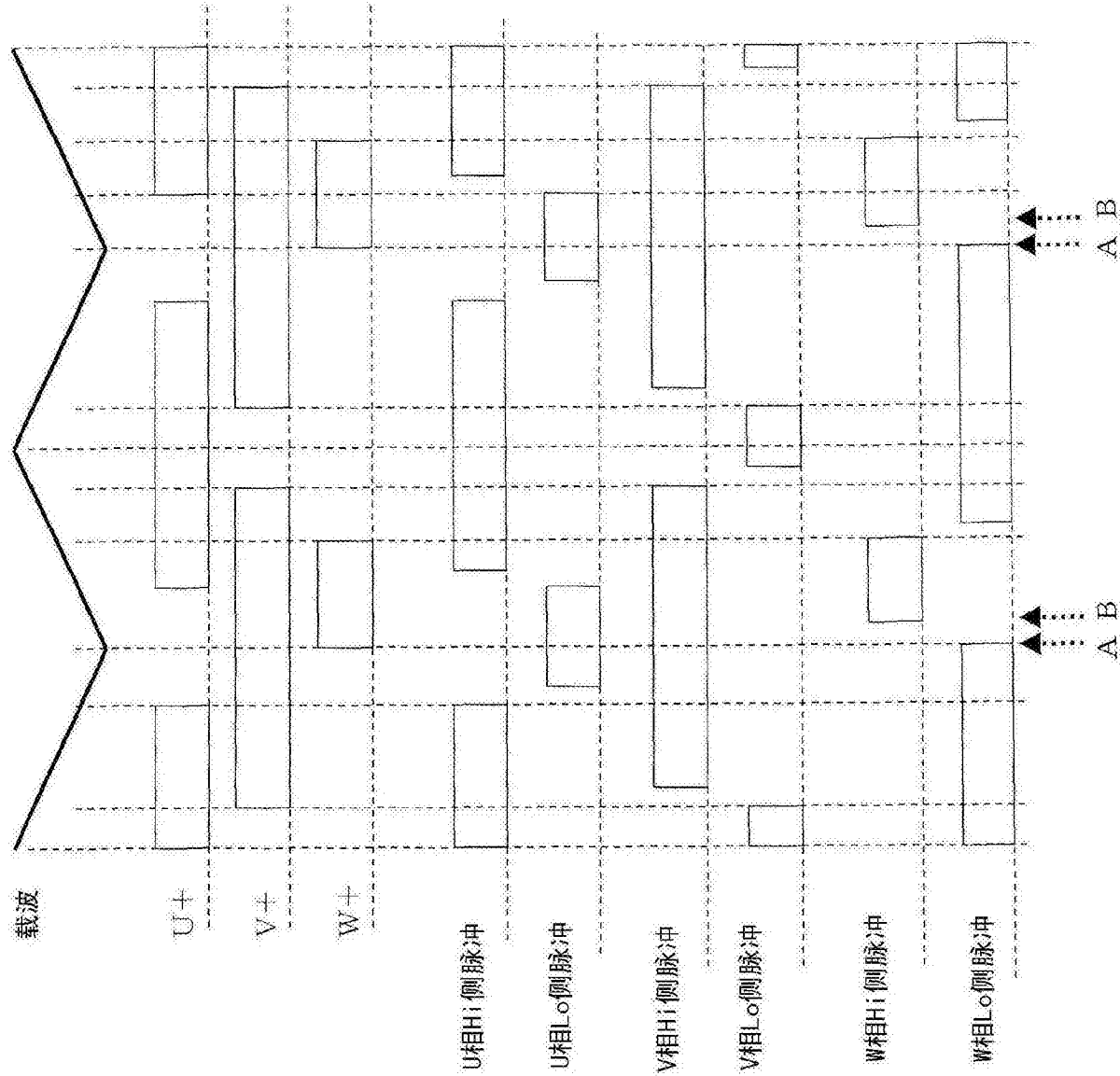


图5

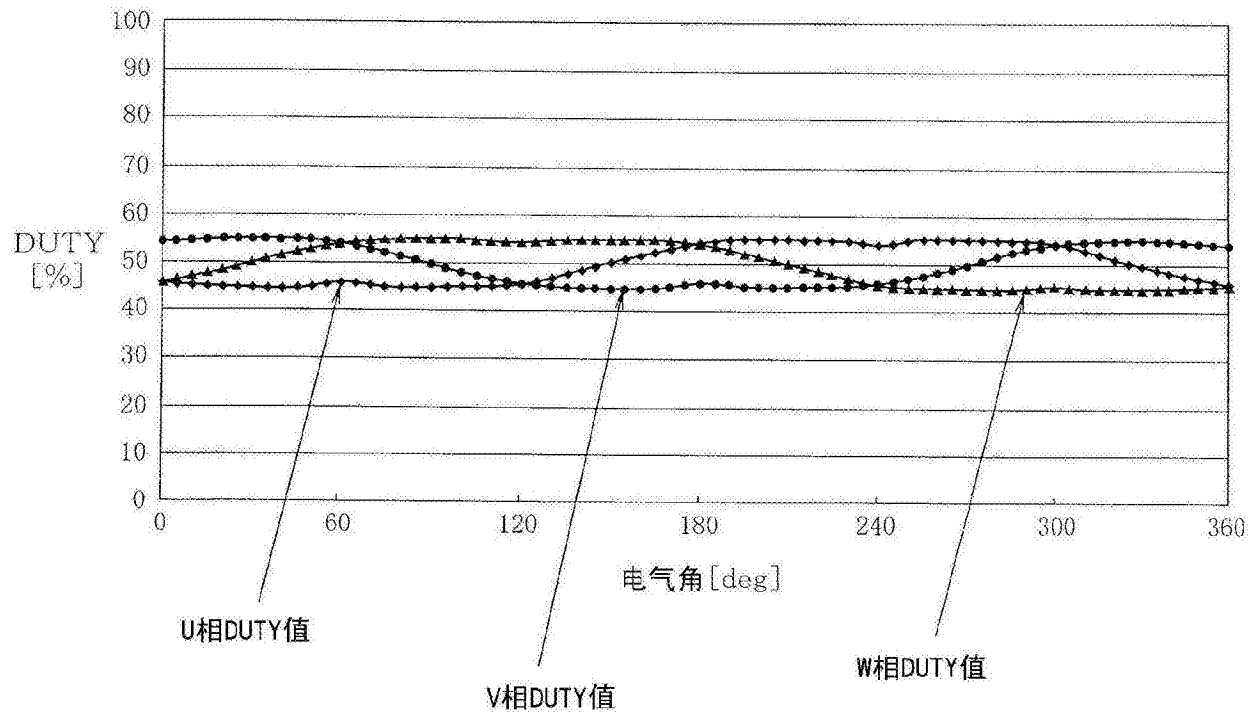


图6

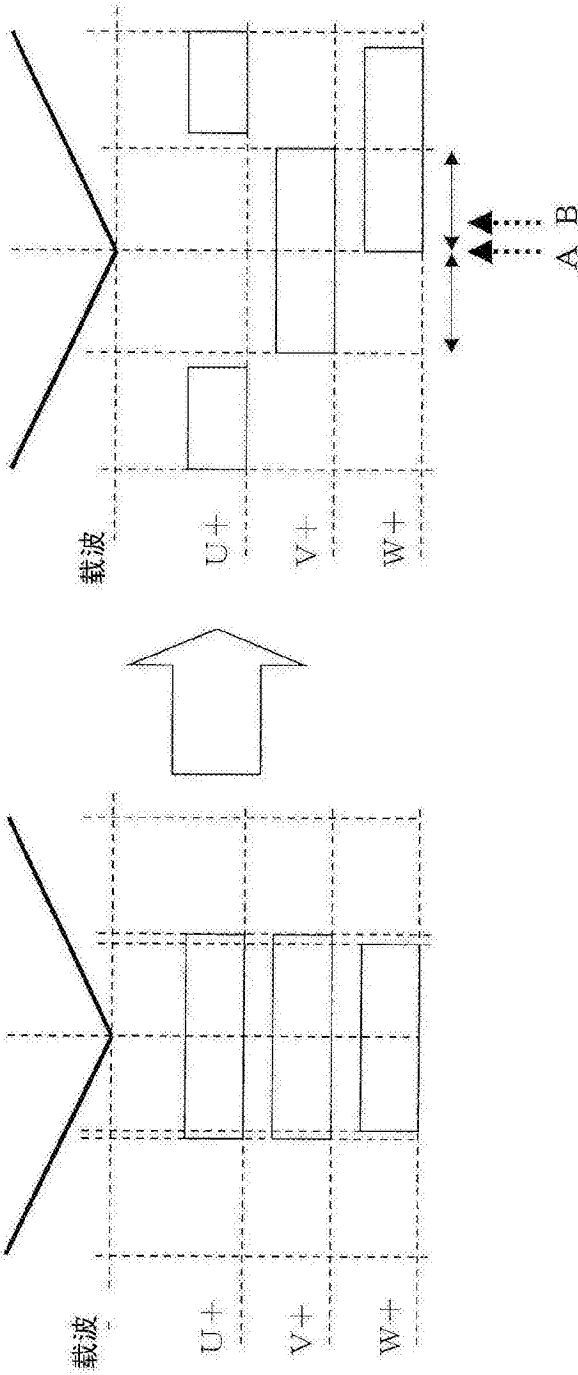


图7

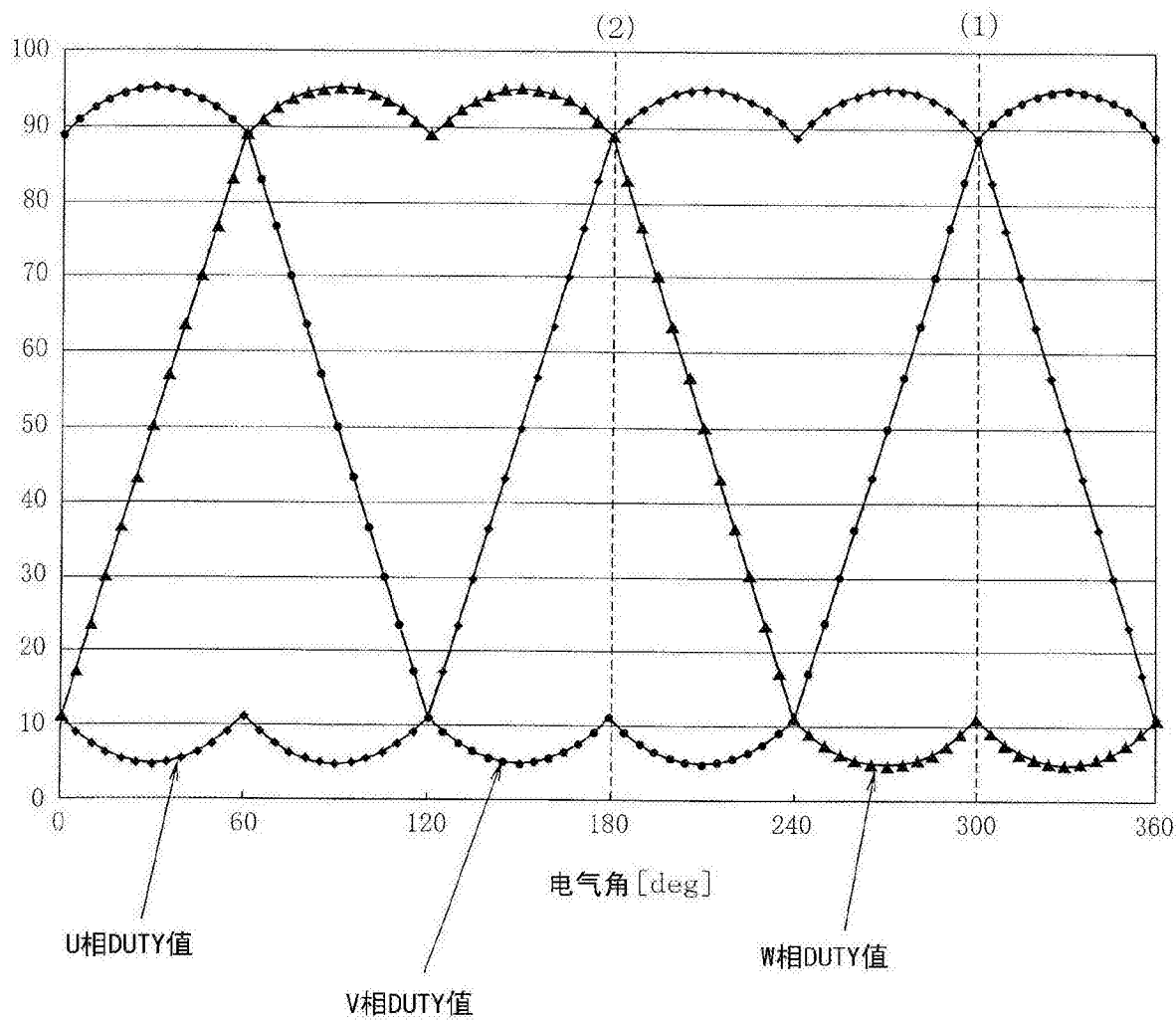


图8

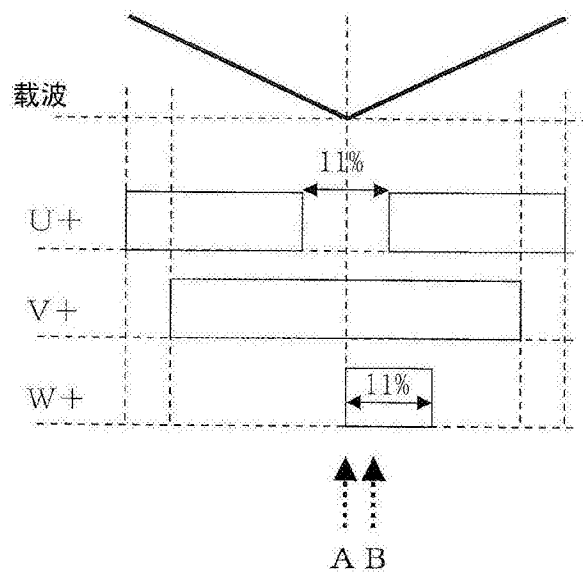


图9

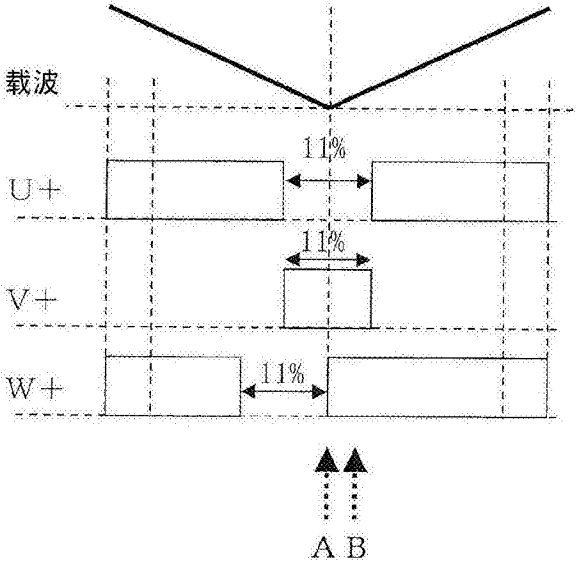


图10

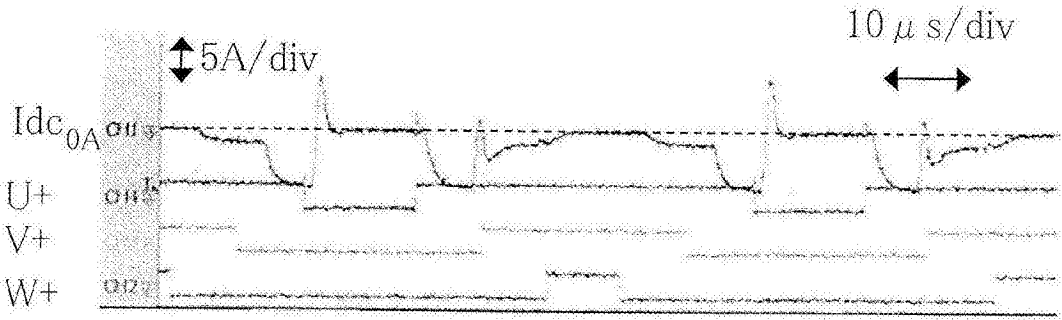


图11

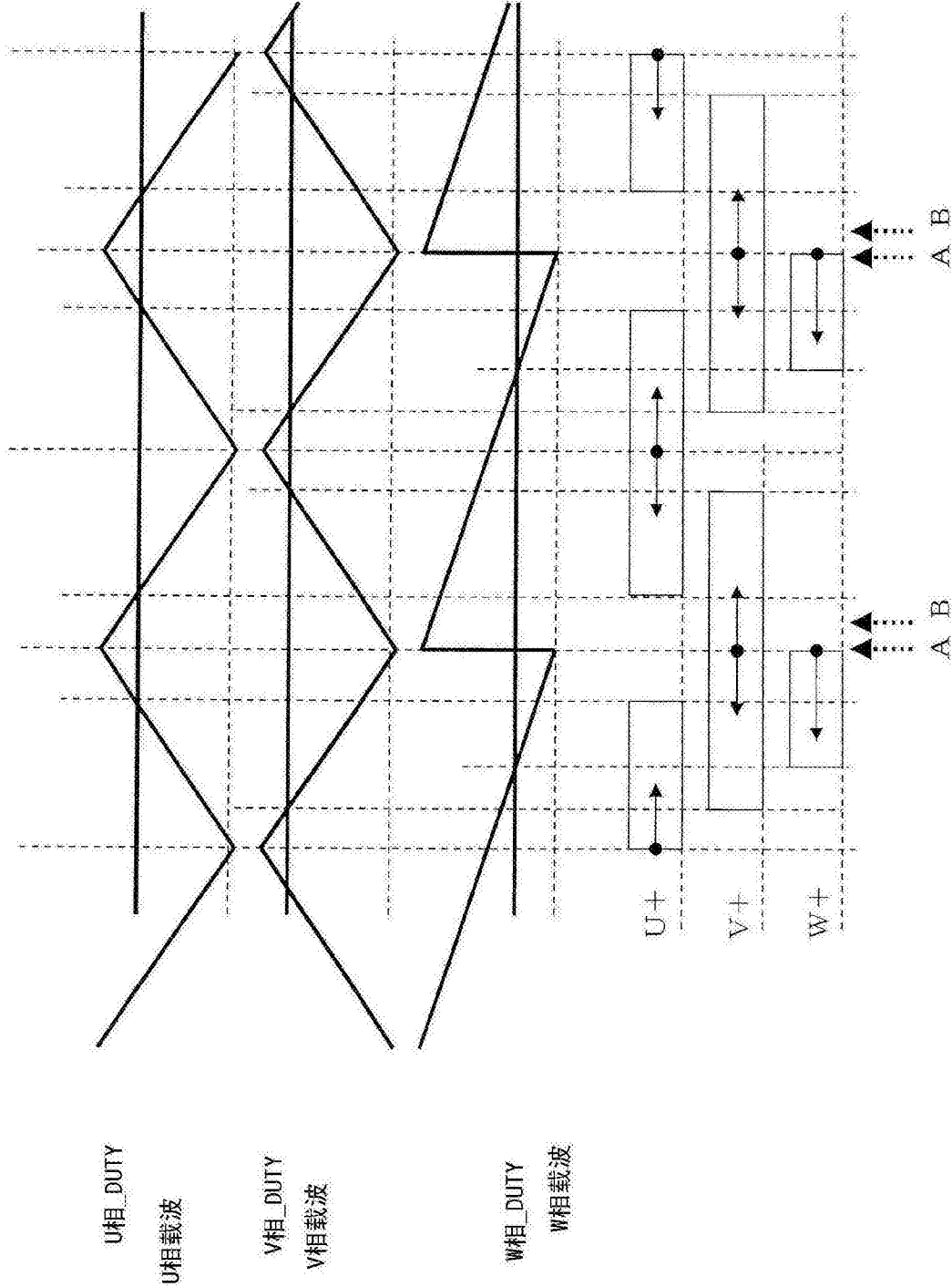


图12

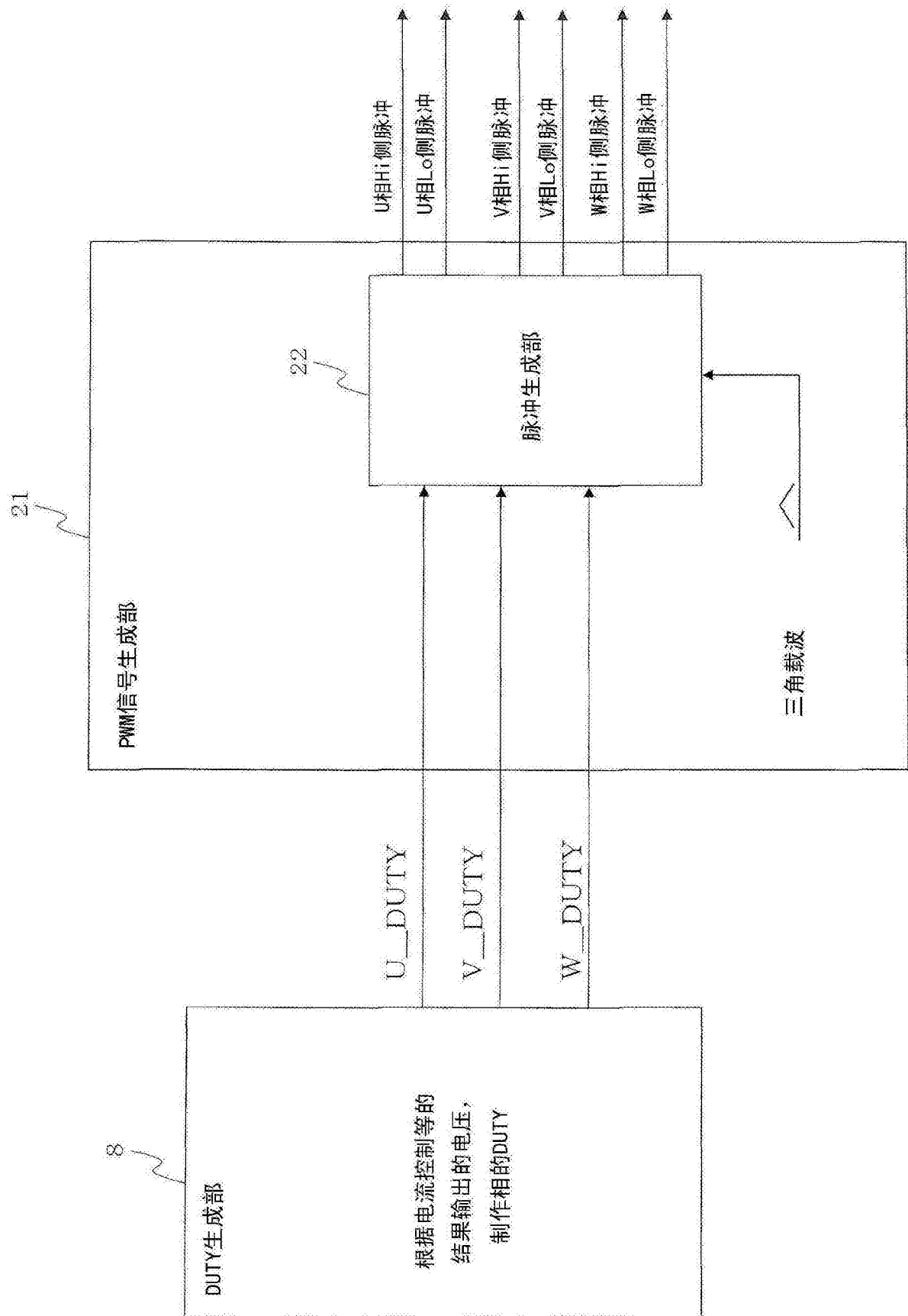


图13

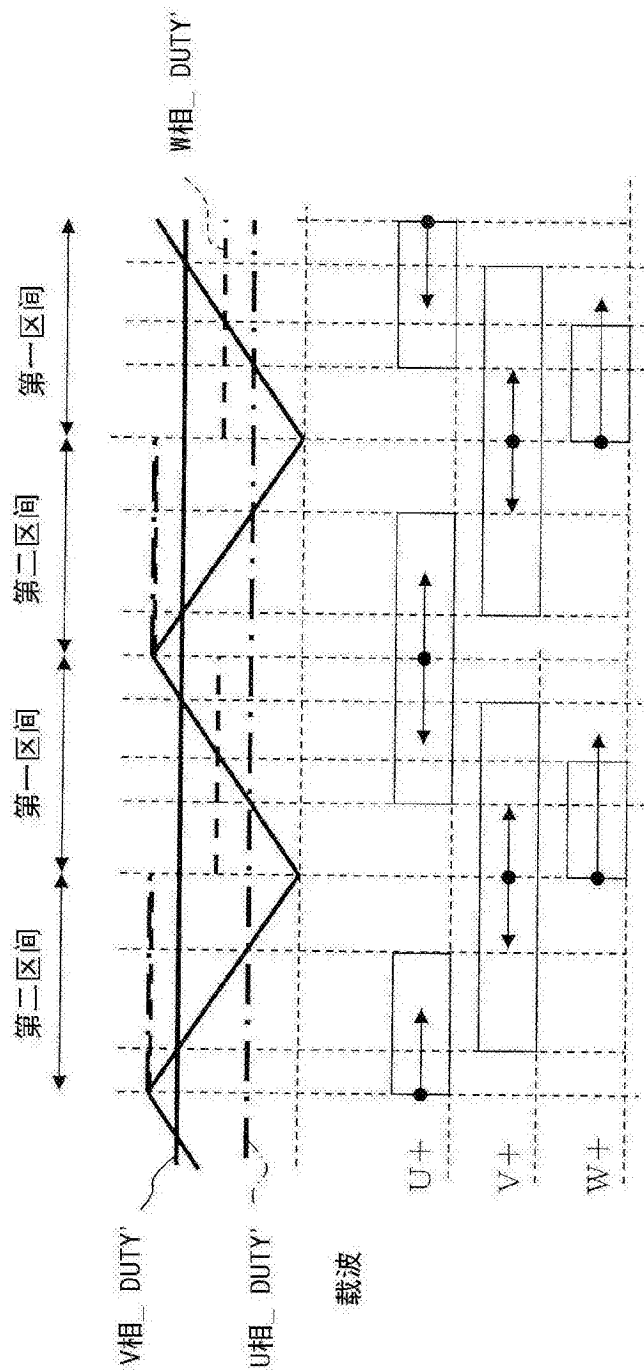


图14

第一区间的设定值的变换

U相 DUTY'	V相 DUTY'	W相 DUTY'
载波MAX—U DUTY (DUTY比载波低的情况下输出高电平)	V相DUTY (DUTY比载波高的情况下输出高电平)	If W相DUTY×2<载波最大值 →载波最大值 Else → 2×载波最大值—2×W相DUTY (DUTY比载波低的情况下输出高电平)

第二区间的设定值的变换

U相 DUTY'	V相 DUTY'	W相 DUTY'
载波MAX—U DUTY (DUTY比载波低的情况下输出高电平)	V相DUTY (DUTY比载波高的情况下输出高电平)	If W相DUTY×2<载波最大值 →载波最大值 Else → 2×载波最大值—2×W相DUTY (DUTY比载波低的情况下输出高电平)

图15

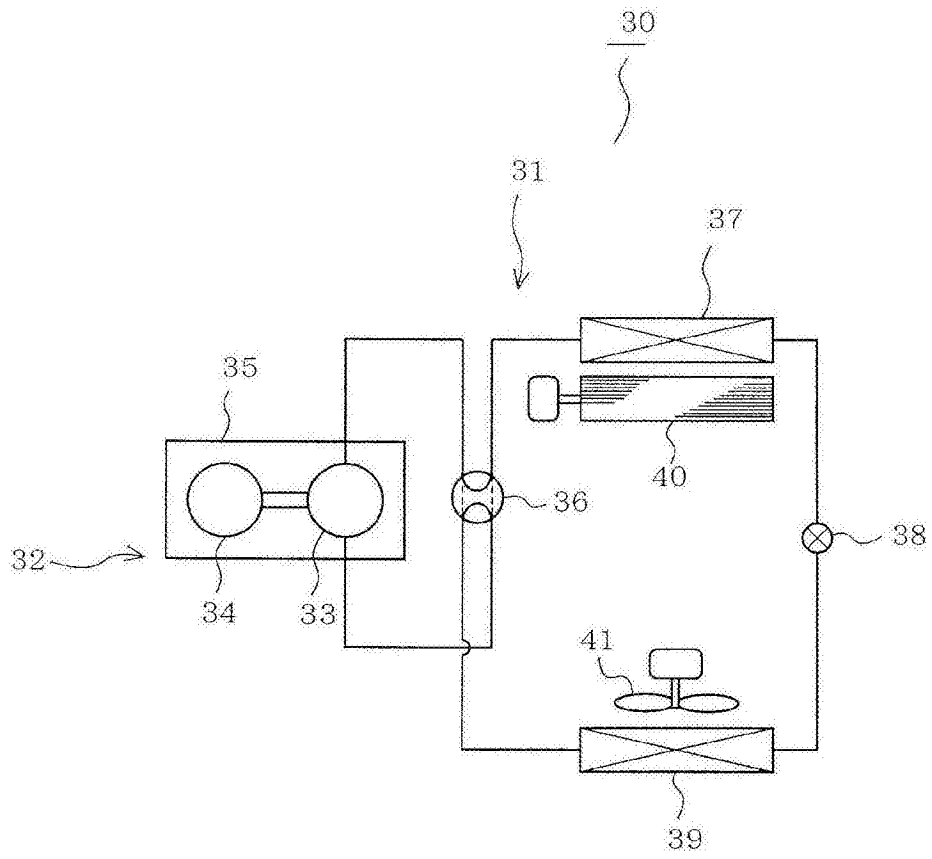


图16

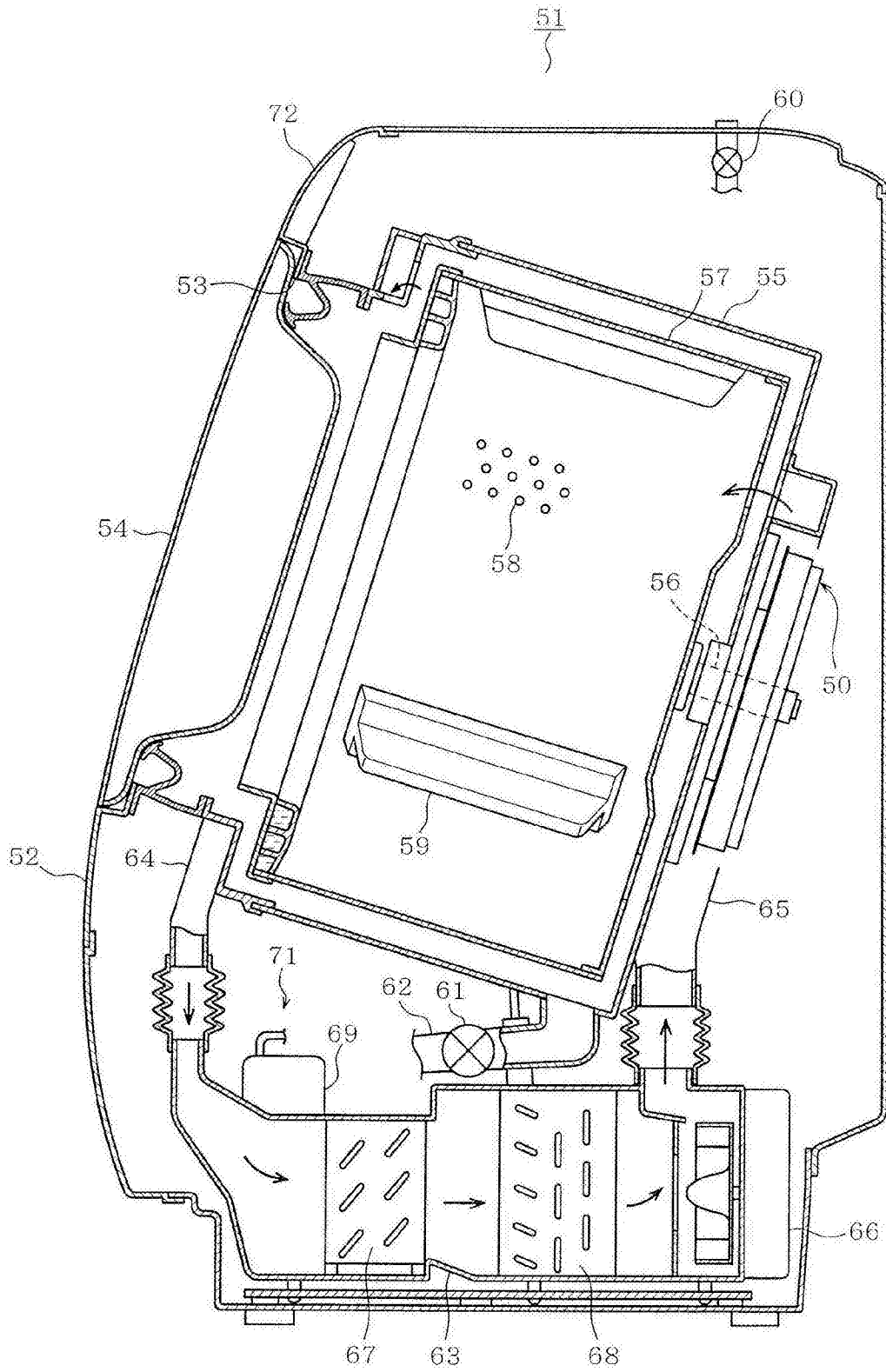


图17

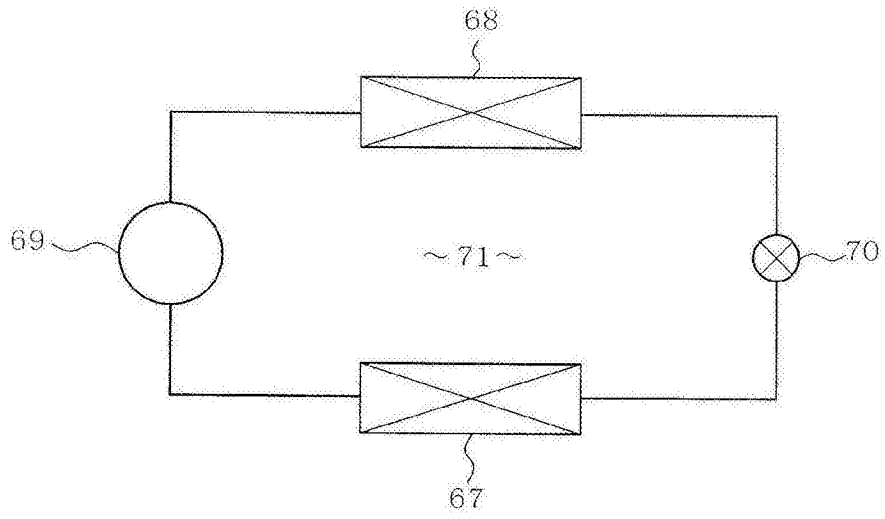


图18

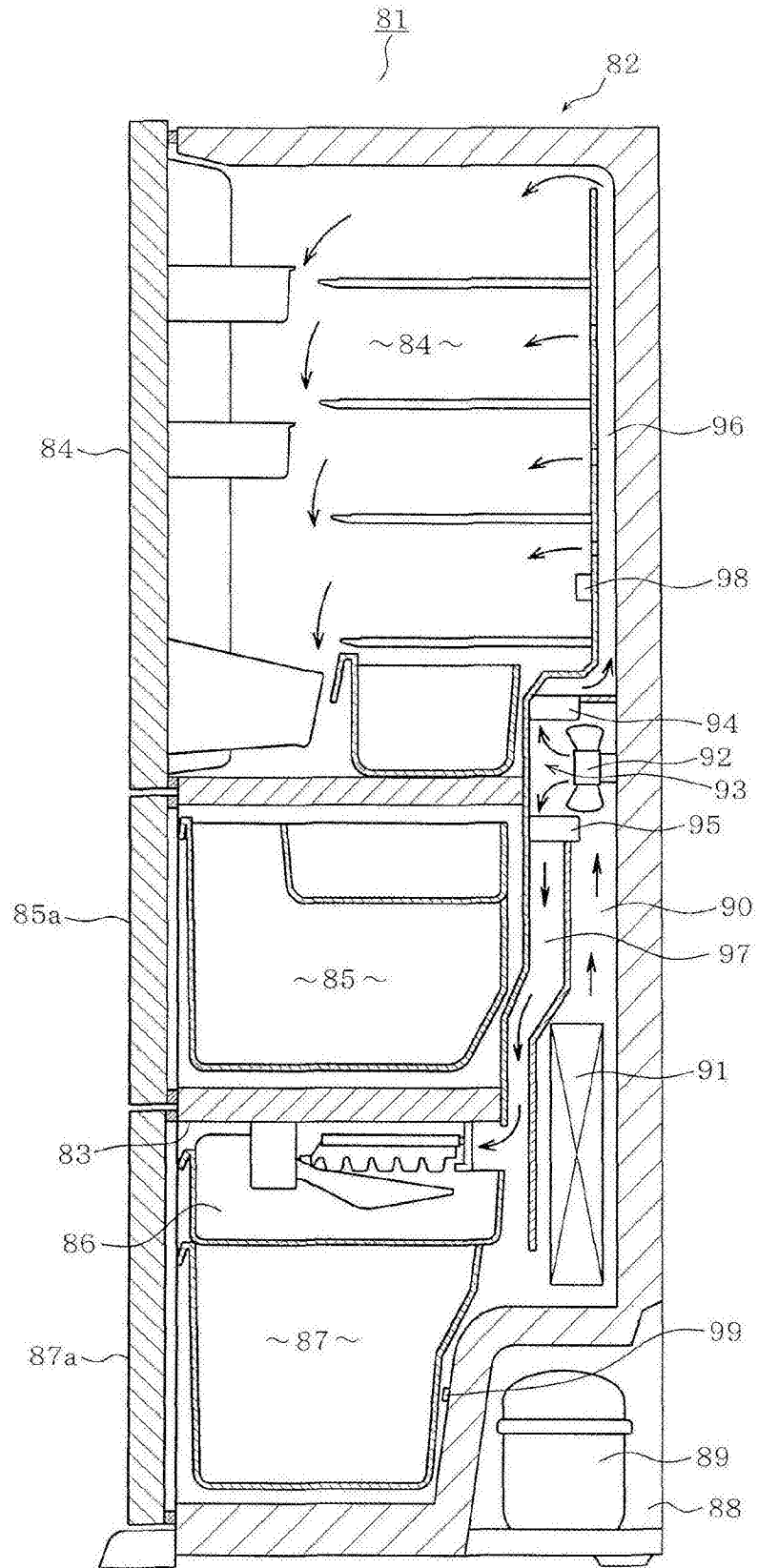


图19

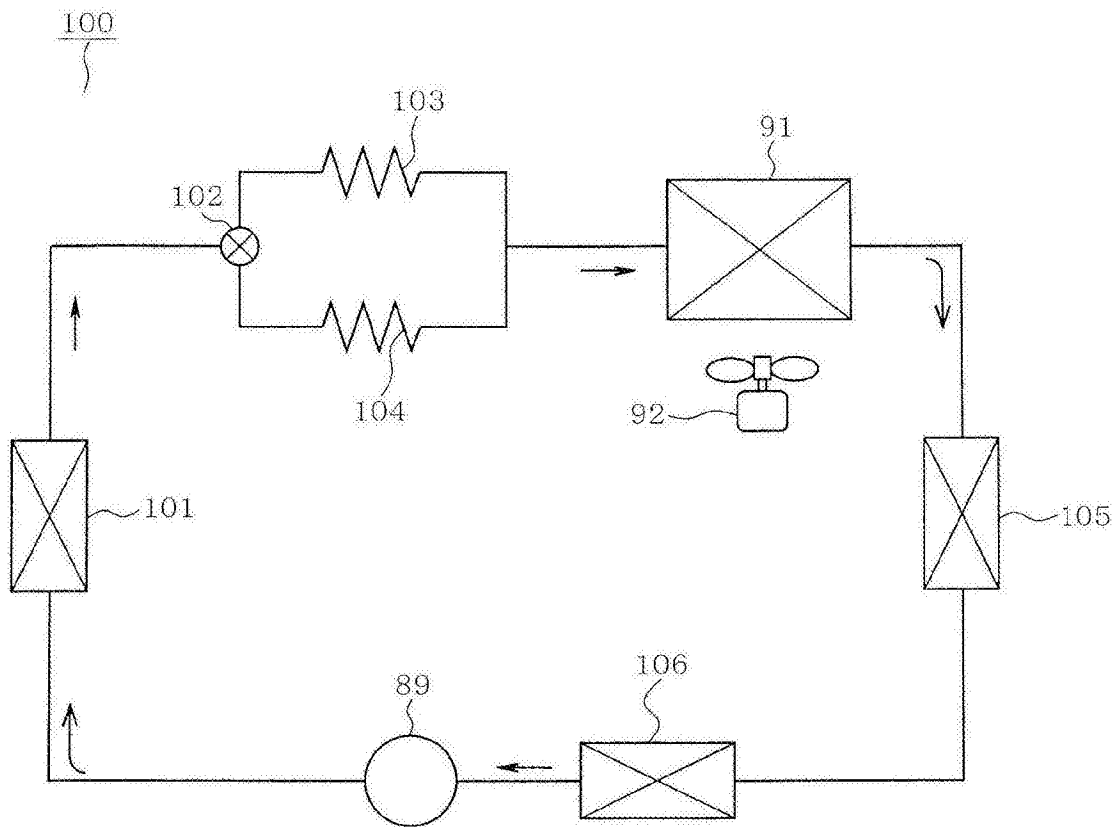


图20

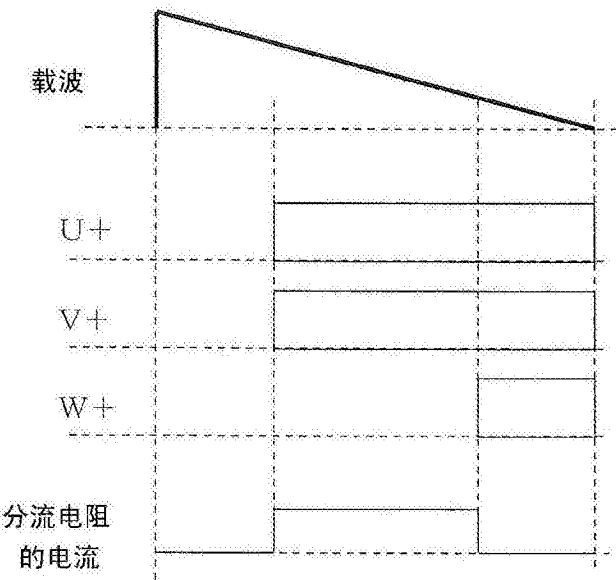


图21

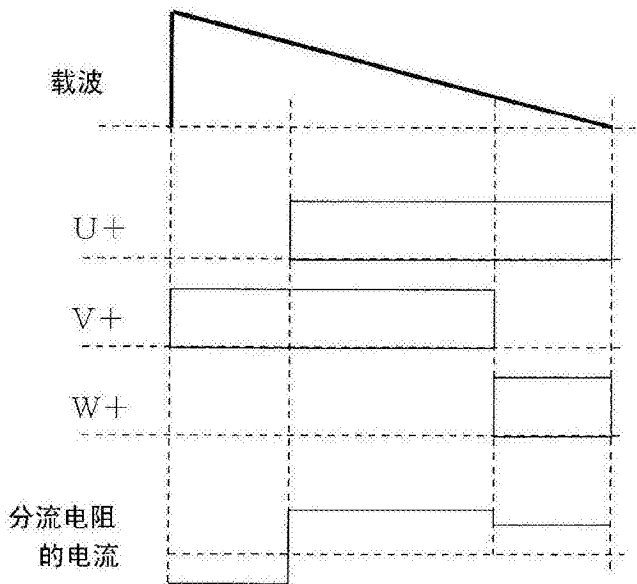


图22

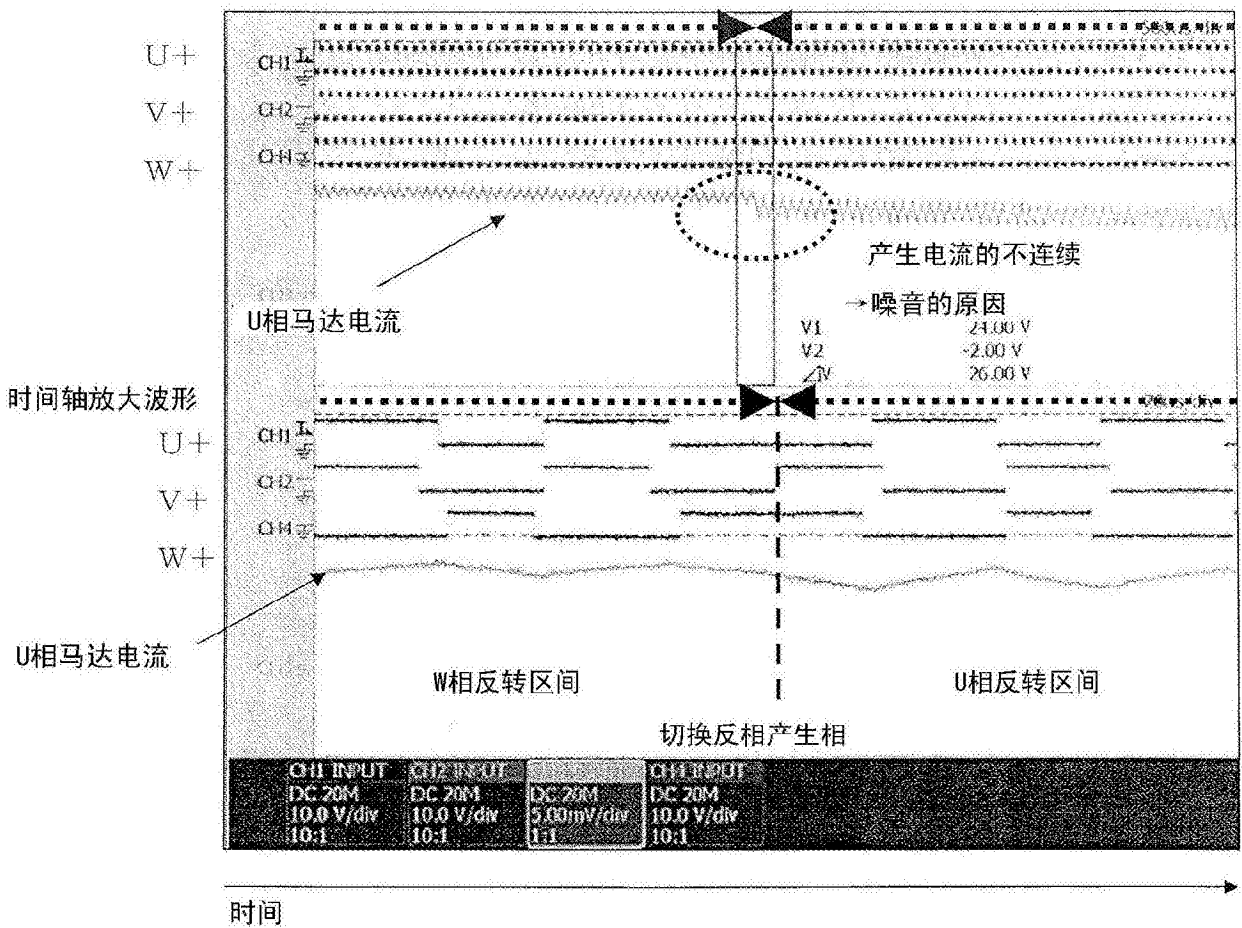


图23