

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H02M 7/48 (2006.01)

H02M 1/14 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200610005157.9

[43] 公开日 2006年10月4日

[11] 公开号 CN 1841908A

[22] 申请日 2006.1.13

[21] 申请号 200610005157.9

[30] 优先权

[32] 2005. 3. 31 [33] JP [31] 2005 - 102984

[71] 申请人 株式会社日立制作所

地址 日本东京都

[72] 发明人 大和育男 稻叶博美

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 朱丹

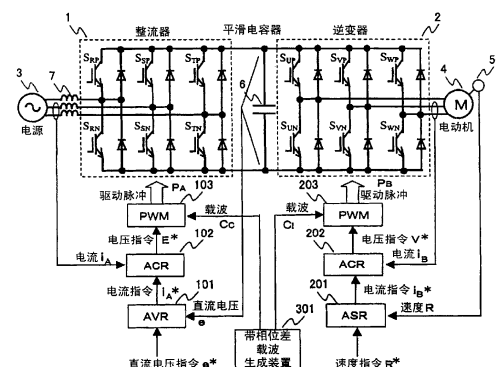
权利要求书 1 页 说明书 11 页 附图 8 页

[54] 发明名称

功率变换系统

[57] 摘要

一种功率变换系统，该功率变换系统能够将设置在直流中间电路中的平滑电容器的容量抑制在最小限度。在该功率变换系统中，整流器(1)与逆变器(2)之间具有平滑电容器(6)，其中，设置了一带相位差载波生成装置(301)，其在用于对整流器(1)进行PWM控制的载波(Cc)和用于对逆变器(2)进行PWM控制的载波(CI)之间赋予规定的相位差(Δ)，通过调整相位差(Δ)来降低流入平滑电容器(6)的电流，并减少平滑电容器(6)的容量。



-
- 1、一种功率变换系统，在脉宽调制方式的整流器部分与脉宽调制方
5 式的逆变器部分之间具有平滑电容器，其特征在于，
设置了相位差赋予装置，其对用于所述整流器部分进行脉宽调制的载
波和用于所述逆变器部分进行脉宽调制的载波赋予相位差。
- 2、如权利要求1所述的功率变换系统，其特征在于，
所述相位差被设定在 30° 以内的值。
- 10 3、如权利要求1所述的功率变换系统，其特征在于，
所述相位差被设定成所述整流器部分的输出电流脉冲与所述逆变器
部分的输入电流脉冲的重叠面积为最大时的相位差。
- 4、如权利要求1所述的功率变换系统，其特征在于，
所述相位差被设定成流入所述平滑电容器的电流为最小时的相位差。

功率变换系统

5 技术领域

[0001]

本发明涉及一种在整流器部分与逆变器部分之间具有直流电压平滑用的电容器的功率变换系统，尤其是涉及一种整流器部分以及逆变器部分以脉宽调制方式动作的功率变换系统。

10

背景技术

[0002]

近年来，在以感应电动机和同步电动机为代表的交流电动机的控制中，开始使用被称为VVVF逆变装置等的可变频变压的功率变换系统。此时，一般使用中间隔着直流电路连接整流器部分（converter）和逆变器部分（inverter）而成的功率变换系统。

[0003]

而且，如图8所示，在上述的功率变换系统中，例如通过整流器将商用电源等供给的交流（三相交流电）变换成直流（直流电），并向设置在直流中间电路上的平滑电容器充电，然后由逆变器将进行了充电的该平滑电容器的直流电压变换成具有作为负载的交流电动机所需要的电压与频率的交流（三相交流电）。

[0004]

以下对图8所示的功率变换系统进行详细说明。图示的功率变换系统被设置成具有整流器1和逆变器2，通过PWM（脉宽调制）对整流器1和逆变器2进行控制，采用整流器1将从交流的商用电源3经过电抗器7供应的三相交流电变换成直流电，通过逆变器2将该直流电变换成三相交流电，并供应给三相感应电动机等的电动机4。

[0005]

并且，在整流器1侧，首先将构成直流中间电路的平滑电容器6的端

30

子间的电压作为直流电压 e 进行反馈，通过 AVR（电压控制部分）101 生成电源侧的电流指令 i_A^* ，以使直流电压 e 与直流电压指令 e^* 相一致。然后，根据该电流指令 i_A^* ，由 ACR（电流控制部分）102 生成电源侧电流与指令值相一致的整流器 1 电源侧的电压指令 E^* 。

5 [0006]

然后，进行控制，以通过 PWM（脉宽控制部分）103，将载波生成装置 104 输出的三角波形的载波 CA 与该电压指令 E^* 进行比较，生成 PWM 控制用的驱动脉冲 PA，使整流器 1 的各个开关元件 SRP、SSP、STP、SRN、SSN 和 STN 导通 / 截止，对平滑电容器 6 的端子电压进行稳定控制，同时改进交流电源 3 的电流波形以及功率因数。

[0007]

以下对逆变器 2 侧进行说明。首先，如上所述，在逆变器 2 侧作为负载连接有电动机 4。此时，通过编码器 5 检测该电动机 4 的速度（旋转速度）R，并将其反馈，以通过 ASR（速度控制部分）201 生成逆变器 2 的电流指令 i_B^* ，使该电动机 4 的速度与速度指令 R^* 相一致。

[0008]

然后，根据该电流指令 i_B^* ，通过 ACR（电流控制部分）202 生成使电动机电流与指令值相一致的逆变器 2 电压指令 V^* ，并以此作为调制波，通过 PWM（脉宽控制部分）203，将其与载波生成装置 204 输出的三角波形的载波 CB 比较，以生成 PWM 控制用的驱动脉冲 PB，使逆变器 2 的各个开关元件 SUP、SVP、SWP、SUN、SVN 和 SWN 导通 / 截止，以向电动机 4 供应三相交流电。

[0009]

在上述 PWM 控制方式的功率变换系统中，整流器 1 的输出和逆变器 2 的输入均成为周期与载波相同的脉冲，此时，在图 8 所述的功率变换系统中，如上所述，整流器 1 侧的载波生成装置 104 和逆变器 2 侧的载波生成装置 204 单独设置，整流器 1 和逆变器 2 由与载波 CA 和载波 CB 不同的另外的载波单独地进行 PWM 控制，所以无法避免在整流器 1 侧的输出电流与逆变器 2 侧的输入电流间的脉冲中出现相位偏差。

30 [0010]

此时，作为整流器 1 侧的脉冲状输出电流与逆变器 2 侧的脉冲状输入电流之差的电流流过平滑电容器 6。因此，如果在该等电流的相位出现偏差，出入平滑电容器 6 的电流就会增加，从而导致电压变动加大。

[0011]

5 于是，为了抑制直流电流的波动，实现直流电压的平滑化，此时也有必要增加平滑电容器 6 的容量，因此，在图 8 所示的功率变换系统中，需要大容量的电容器，从而会出现装置大型化和成本增加等问题。

[0012]

10 为此，例如专利文献一的日本发明专利特开平 4-121065 号公报中公开了一种解决上述问题的技术方案。以下参照图 9 对该方案所涉及的功率变换系统进行说明。图 9 所示的功率变换系统是将图 8 所示的现有技术中的整流器侧载波生成装置 104 和逆变器侧载波生成装置 204 组合而成的单独的载波生成装置 304，它的其他结构与图 8 所示的现有技术相同。

[0013]

15 为此，在图 9 所示的功率变换系统中，整流器 1 和逆变器 2 的 PWM 控制由该统一后的载波生成装置 304 输出的相同的载波 C 进行，因此，在整流器 1 侧的脉冲状输出电流与逆变器 2 侧的脉冲状输入电流中，脉冲没有出现相位差的余地，因此能够一直保持相位差为 0 的状态。

[0014]

20 其结果，根据图 9 所示的功率变换系统，不会出现因脉冲相位偏差而导致流入平滑电容器 6 的电流增加的问题，因此能够相应降低平滑电容器 6 的容量。

专利文献：特开平 4-121065 号公报

[0015]

25 上述现有技术存在以下问题，即，没有对整流器侧输出电流的脉冲波形与逆变器侧输入电流的脉冲波形之间存在波形差这一点作出考虑，从而存在需要在直流中间电路中设置大容量平滑电容器的问题。

[0016]

30 在上述现有技术中，整流器侧与逆变器侧的 PWM 用的载波相同，但由于整流器侧与逆变器侧之间存在脉冲波形差，因此，PWM 用载波的相

位差为 0 时，电容器电流不一定出现最小值，所以存在需要进一步抑制流入平滑电容器的电流的问题。

发明内容

5 [0017]

本发明的目的在于提供一种功率变换系统，该功率变换系统能够将设置在直流中间电路中的平滑电容器的容量抑制在最小限度。

[0018]

10 上述目的通过以下功率变换系统实现，在该功率变换系统中，脉宽调制方式的整流器部分与脉宽调制方式的逆变器部分之间具有平滑电容器，其中，设置了相位差赋予装置，其对用于所述整流器部分进行脉宽调制的载波和用于所述逆变器部分进行脉宽调制的载波赋予相位差。

[0019]

15 此时，即使将所述相位差设定在 30° 以内的值也能实现上述目的，或者将所述相位差设定成所述整流器部分的输出电流脉冲与所述逆变器部分的输入电流脉冲的重叠面积为最大时的相位差也能够实现上述目的，并且将所述相位差设定成流入所述平滑电容器的电流为最小时的相位差也能够实现上述目的。

发明的效果

20 [0020]

根据本发明，由于能够抑制直流中间电路的电压波动而不需增加平滑电容器的容量，所以能够实现系统的小型化并降低成本。

附图说明

图 1 是表示本发明功率变换系统一实施方式的方块结构图。

25 图 2 是功率变换系统中的电容器电流的特性图。

图 3 是表示本发明一实施方式中的控制系统一例的方块结构图。

图 4 是用于说明 PWM 定时单元动作的波形图。

图 5 是表示本发明一实施方式中的控制系统一例的动作的流程图。

图 6 是表示本发明一实施方式中的控制系统另一例的方块结构图。

30 图 7 是表示本发明一实施方式中的控制系统另一例的动作的流程图。

图 8 是表示采用现有技术的功率变换系统一例的方块结构图。

图 9 是表示采用现有技术的功率变换系统另一例的方块结构图。

图中符号说明：1 整流器，2 逆变器，3 商用电源，4 电动机（交流电动机），5 编码器，6 平滑电容器，101、201 AVR（电压控制部分），102、202 ACR（电流控制部分），103、203 PWM（脉宽控制部分），104、204 载波生成装置，301 带相位差载波生成装置，1000、2000、3000 MPU，1001、2001、3001 CPU，1002、1003、2002、3002 PWM 定时单元。

具体实施方式

10 [0021]

以下根据图示的实施方式对本发明的功率变换系统进行详细说明。

[0022]

图 1 表示本发明的一实施方式，图中，301 表示带相位差载波的生成装置，通过该载波生成装置能够生成具有三角波形的载波 CC 以及相对该载波 CC 具有一定相位差 Δ 的三角波形的载波 CI 这两种载波，并且能够将
15 该等载波分别供给 PWM103 和 PWM203。此外，其他结构与图 8 和图 9 所述的现有技术中的功率变换系统相同。

[0023]

而且，在图 1 的实施方式中，同样首先在整流器 1 侧将平滑电容器 6
20 的端子间的电压作为直流电压 e 进行反馈，通过 AVR101 生成电源侧的电流指令 iA^* ，以使直流电压 e 与直流电压指令 e^* 相一致。然后，根据该电流指令 iA^* ，由 ACR102 生成使电源侧电流与指令值相一致的整流器 1 的电源侧电压指令 E^* 。

[0024]

而且，通过 PWM103 将上述电压指令 E^* 与自带相位差载波生成装置
25 304 输出的载波 Cc 进行比较，生成 PWM 控制用的驱动脉冲 PA，驱动整流器 1 的各个开关元件 SRP、SSP、STP、SRN、SSN、STN 导通/截止，将平滑电容器 6 的端子电压控制为一定的同时，获得交流电源 3 的交流波形和功率因数的改善。

30 [0025]

并且，在逆变器 2 侧，同样通过对编码器 5 检测出的电动机 4 的速度 R 进行反馈，并由 ASR201 生成逆变器 2 的电流指令 i_B^* ，使该电动机 4 的速度与速度指令 R^* 相一致。

[0026]

5 然后，根据该电流指令 i_B^* ，通过 ACR202 生成使电动机电流与指令值相一致的逆变器 2 电压指令 V^* ，并以此作为调制波，通过 PWM203，与带相位差载波生成装置 304 输出的另一个载波 CI 比较，以生成 PWM 控制用的驱动脉冲 PB ，使逆变器 2 的各个开关元件 SUP、SVP、SWP、SUN、SVN 和 SWN 导通 / 截止，以向电动机 4 供应三相交流电。

10 [0027]

因此，在图 1 所示的实施方式中，同样对整流器 1 和逆变器 2 进行 PWM 控制，通过整流器 1 将商用电源 3 所供应的三相交流电变换成直流，并且通过逆变器 2 将该直流电变换成三相交流电，以供给三相感应电动机 4 等的电动机 4，以上结构与上述现有技术中的功率变换系统相同，所不同的，在 PWM203 中所使用的载波是相对于 PWM103 中使用的载波 CC 具有一定相位差 Δ 的另一个载波 CI 。

[0028]

其结果，在图 1 实施方式中，从整流器 1 输出的电流的脉冲相位成为与载波 CC 相同的相位，而输入到逆变器 2 的电流的脉冲相位成为与载波 CI 相同的相位，其结果，从整流器 1 输出的电流的脉冲相位和输入到逆变器 2 的电流的脉冲相位之间被赋予了与相位差 Δ 相当的相位差。

[0029]

如上所述，作为整流器 1 侧的脉冲状输出电流与逆变器 2 侧的脉冲状输入电流之差的电流流过平滑电容器 6。因此，能够很容易地推测，只要该等电流的脉冲相位出现偏差，出入平滑电容器 6 的电流就会增加。

[0030]

因此，在图 9 所述的现有技术中，在整流器 1 侧和逆变器 2 侧使用相同的载波 C ，使整流器 1 侧的脉冲状输出电流与逆变器 2 侧的脉冲状输入电流的相位差为 0，而图 2 是以负载的大小作为参数对与此时的载波相位差相对的电容器电流（出入于平滑电容器 6 的电流）的大小进行评价而得

到的特性图。

[0031]

此时，图 2 表示以载波相位差为 90° 时为基准，将此时的电容器电流值归一化为 1.0 的情况。此处所谓的载波相位差指相对整流器 1 的载波相位减去逆变器 2 的载波相位后得到的相位差。此外，所谓的负载指逆变器 2 的输出功率，以额定功率为 100%。

[0032]

从图 2 可以知道，如果整流器 1 与逆变器 2 的载波的相位存在相位差，则电容器电流一定会增加，然而，整流器 1 与逆变器 2 的载波的相位相同（相位差为 0）并不一定是电容器电流出现最小值的条件。

[0033]

其理由大概是由于整流器 1 的输出电流脉冲与逆变器 2 的输入电流脉冲之间存在波形差异的缘故。这是由于，如果脉冲波形相同，只要使相位差为 0，从整流器 1 输出的全部电流都将输入到逆变器 2 中，所以，在理论上电容器电流应该为 0。

[0034]

如此可以知道，在脉冲波形不同时，电容器电流成为最小值的条件应该是两者的脉冲相重叠的面积成为最大的时候，此时，脉冲重叠的面积通过改变相位而改变。为此，只要对脉冲的相位，也就是载波的相位进行调整，就能够使电容器电流变得最小。

[0035]

在此，根据图 1 的实施方式，从整流器 1 输出的电流的脉冲相位和输入到逆变器 2 的电流的脉冲相位之间被赋予了与相位差 Δ 相当的相位差。为此，通过调节该相位差 Δ ，就能够将电容器电流调节成最小值。

[0036]

此时，在图 2 的举例中，电容器电流的最小值在相位差 Δ 约为 30° 时出现，此时，电容器电流为 0.5~0.6，与相位差 Δ 为 0 时的电容器电流 0.6~0.7 相比，能够减少容器电流，因此，根据本实施方式，能够降低平滑电容器 6 的容量，从而能够实现装置的小型化。

[0037]

可是，近年来，在上述功率变换系统中，一般采用微型计算机，即所谓的微电脑对整流器和逆变器进行控制。因此，下面就采用微电脑控制的本发明一实施方式进行说明。

[0038]

5 图3所示的实施方式是图1实施方式中的由整流器1和逆变器2以及平滑电容器6构成的主电路以外的部分由MPU（微处理器）1000构成时的实施方式。为此，如图所示，MPU1000中具有CPU1001以及PWM定时单元1002,1003、输出端口1004,1005以及输入端口1006。并且，图中只表示了进行以下说明所需的部分，而实际上该MPU1000还具有寄存器
10 和存储器等辅助装置。

[0039]

此外，CPU1001的程序被设置成从输入端口1006读取必要的数
据，通过运算处理实现图1所示控制系统的功能，作为其演算结果，将整流器1的调制信号供给PWM定时单元1002，同时将逆变器2的调制信号供给
15 PWM定时单元1003，通过各自的PWM定时单元1002,1003进行PWM控制，将整流器1的驱动脉冲PA以及逆变器2的驱动脉冲PB分别从输出端口1004,1005输出。

[0040]

此时，该等PWM定时单元1002,1003中设置有未图示的计时器，通
20 过该计时器进行上行计时和下行计时，能够获取用于PWM的载波信号。为此，以下参照图4就此时的详细动作进行说明。

[0041]

首先，PWM定时单元1002中具有寄存器，该寄存器中设定有电压指
令E*。在此，如图4(a)所示，在电压指令E*中，上侧线H与下侧线L的
25 间隔相当于指令电压值。而且，该电压指令E*与载波C进行比较，当两者一致时，如图所示，PWM脉冲PA生成并从输出端口1004输出。其结果，电压与电压指令E*相对应的直流电从整流器1输出。

[0042]

另外，在PWM定时单元1003中也同样具有寄存器，该寄存器中设
30 定有电压指令V*。在此，如图4(b)所示，在该电压指令V*中，上侧线H

与下侧线 L 的间隔也相当于电压值，但此时，其还根据逆变器 2 的输出频率呈正弦波状变化。

[0043]

并且，该电压指令 V^* 与载波 $C\Delta$ 进行比较，当两者一致时，如图所示，PWM 脉冲 PB 生成并从输出端口 1005 输出。其结果，从逆变器 2 输出电压与电压指令 V^* 相对应的三相交流电。

[0044]

此外，该 CPU1001 的程序被设置成进一步执行图 5 流程图所示的处理。在此，图 5 流程图所示的处理在上述的 PWM 定时单元 1002,1003 启动时只执行一次，之后，过渡到执行所述 PWM 定时单元 1002,1003 生成 PWM 脉冲 PA 和 PWM 脉冲 PB 所必须的处理。

[0045]

图 5 所示处理从 P101 开始，在 P101 的处理到 P102、P103 的处理中，进行 PWM 定时单元 1002,1003 的动作模式设定等初始设定。之后，首先在 P104 中使 PWM 定时单元 1002 内的计时器开始计时，然后在 P105 中等待规定时间经过，在 P106 中使 PWM 定时单元 1003 内的计时器开始计时。

[0046]

其结果，从 PWM 定时单元 1002 的计时器开始计时起到 PWM 定时单元 1003 的计时器开始计时为止，只赋予 P105 中设定的规定时间的迟延，并与该迟延相应，对整流器 1 和逆变器 2 的载波赋予相位差 Δ ，因此，通过将此时的规定时间设定为适当的值，即设置成为了降低平滑电容器 6 的电流所需的值，则能够降低平滑电容器 6 的容量。

[0047]

可是，在图 3 所示的实施方式中，通过一台 MPU1000 执行对整流器 1 和逆变器 2 的控制，但也可以使用不同的 MPU 分别对整流器 1 和逆变器 2 进行控制，此时，如图 6 所示，由一台 MPU2000 生成整流器 1 的驱动脉冲 PA，而由另一台 MPU3000 生成逆变器 2 的驱动脉冲 PB。

[0048]

为此，在 MPU2000 中，通过 CPU2001 的运算实现整流器 1 控制所需

的处理，并且作为其运算结果，将整流器 1 的调制信号发送给 PWM 定时单元 2002 以进行 PWM 控制，并从输出端口 2003 输出整流器 1 的驱动脉冲 PA。

[0049]

5 同样，在 MPU3000 中，通过 CPU3001 的运算实现逆变器 2 控制所需的处理，并作为其运算结果，将逆变器 2 的调制信号发送给 PWM 定时单元 3002 以进行 PWM 控制，并从输出端口 3003 输出逆变器 2 的驱动脉冲 PB。

[0050]

10 图 7 的流程图表示进行图 6 实施方式中的图 1 所示带相位差载波生成装置 301 的动作而需要进行的处理，图 7(a)是 MPU2000 的 PWM 定时单元 2002 启动时的处理流程图，图 7(b) ,(c)是 MPU3000 的 PWM 定时单元 3002 启动时的处理流程图，该等处理均在进入正常控制前只执行一次，此时，进入 P201 和 P301 的处理。

[0051]

15 在由图 7(a)所示的 MPU2000 所进行的处理中，从 P201 开始进入处理，通过处理步骤 P202，进行 PWM 定时单元 2002 的动作模式设定等初始设定。之后，在处理步骤 P203 中向输出端口 2004 输出用于 MPU3000 的中断信号。之后，在处理步骤 P204 中，使 PWM 定时单元 2002 内的未图示的
20 的计时器开始计时。

[0052]

在由图 7(b)所示的 MPU3000 进行的处理中，从 P301 开始进入处理，通过处理步骤 P302，进行 PWM 定时单元 3002 的动作模式设定等初始设定。之后，在处理步骤 P303 中以等待中断信号的状态待机。并且，在中断信号端口 3004 中，如果检测到来自 MPU2000 的中断信号，则进入处理
25 步骤 P401，在处理步骤 P402 中等待规定的时间经过，在处理步骤 P403 中，使 PWM 定时单元 3002 内的未图示的计时器开始计时。

[0053]

30 由此，整流器 1 和逆变器 2 的载波的相位差 Δ 通过 P105 的处理步骤中所设定的规定时间得以确保，能够降低平滑电容器 6 的电流。并且，在

本实施方式中，由于可以将与图 3 实施方式中 CPU1001 相同的运算负荷分配给 CPU2001 和 CPU3001 二台进行，所以与图 3 的 MPU1000 相比，能够抑制成本，因此具有降低成本的效果。

[0054]

- 5 并且，在以上所述的实施方式中，如图所示，整流器 1 的开关元件 SRP、SSP、STP、SRN、SSN 和 STN 以及逆变器 2 的开关元件 SUP、SVP、SWP、SUN、SVN 和 SWN，均以 IGBT 为例进行了说明，但当然也可以使用 FET（场效应晶体管）等其他的半导体元件。

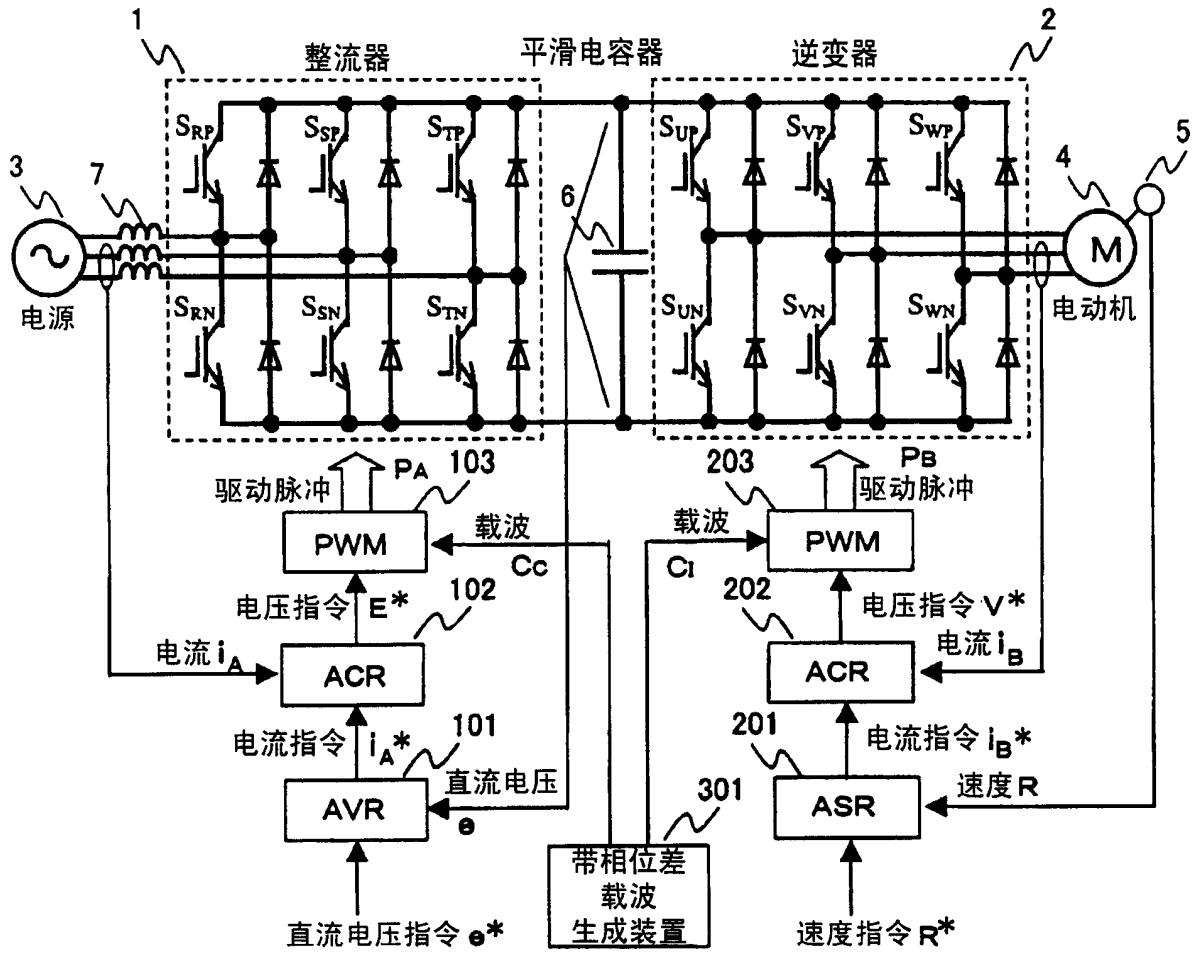


图 1

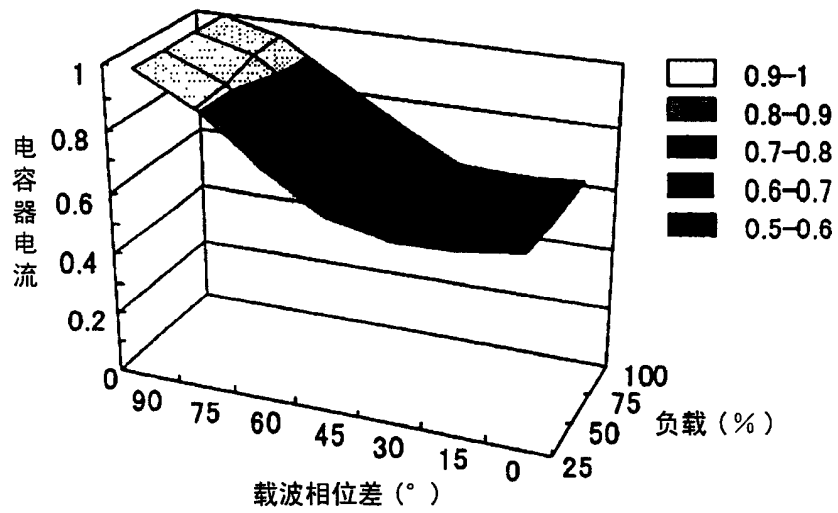


图 2

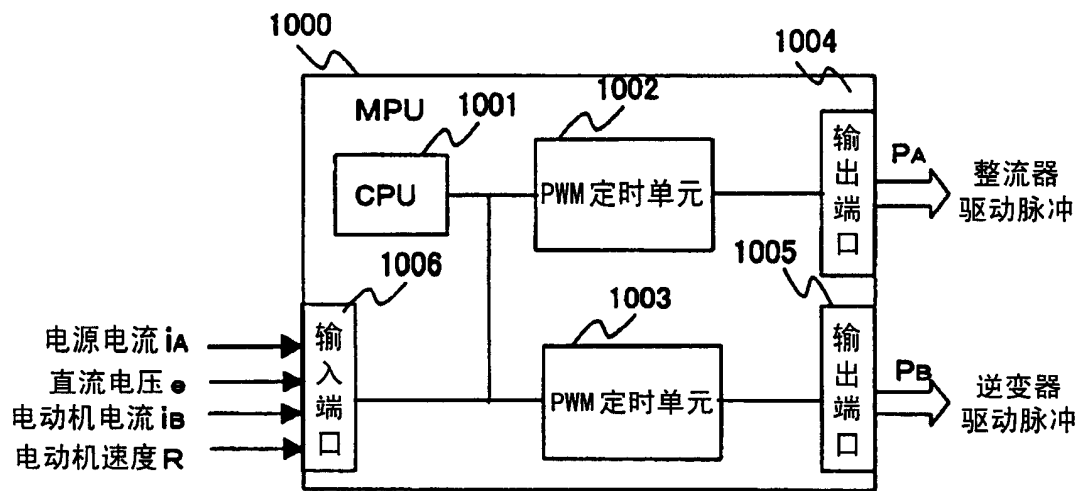


图 3

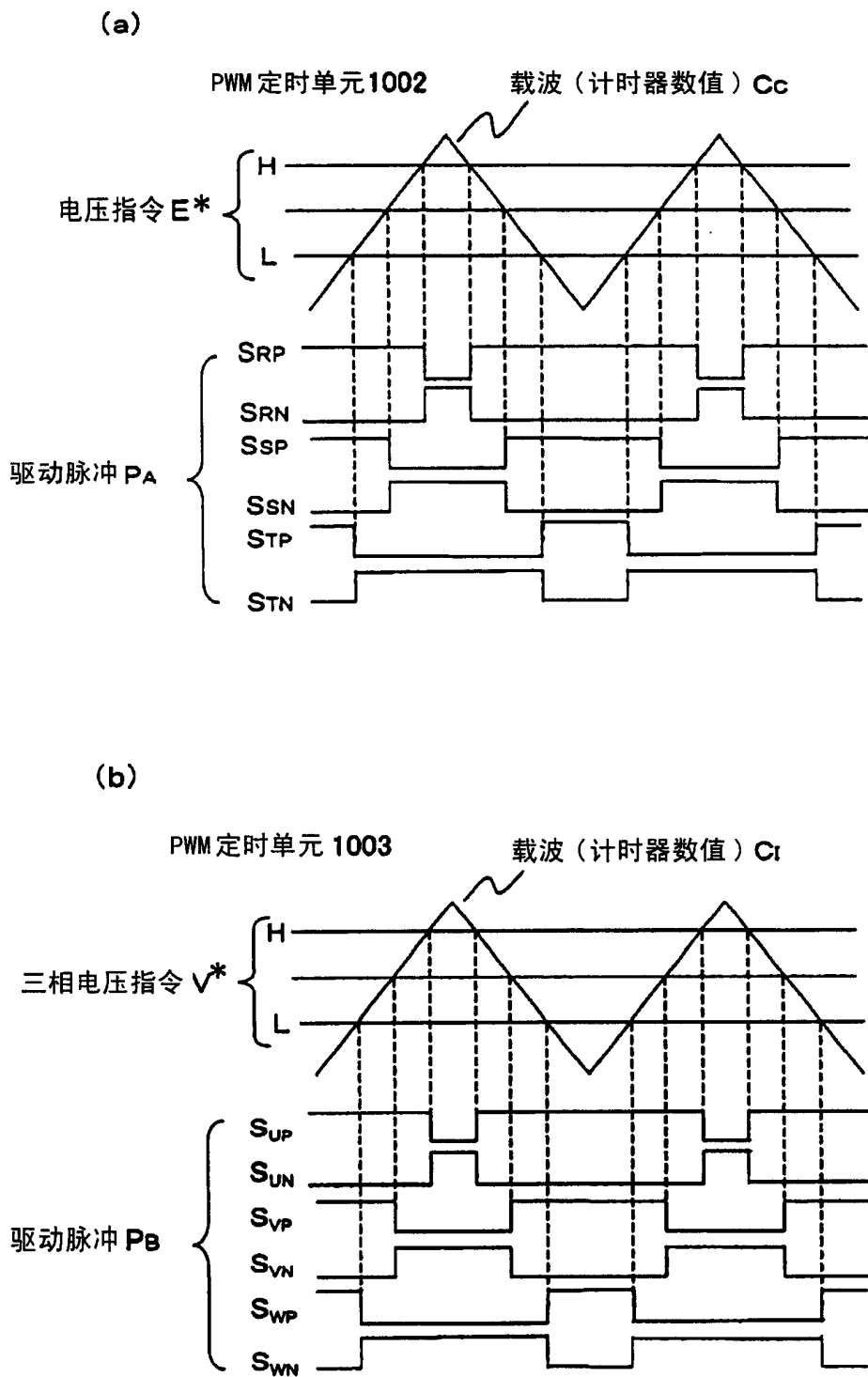


图 4

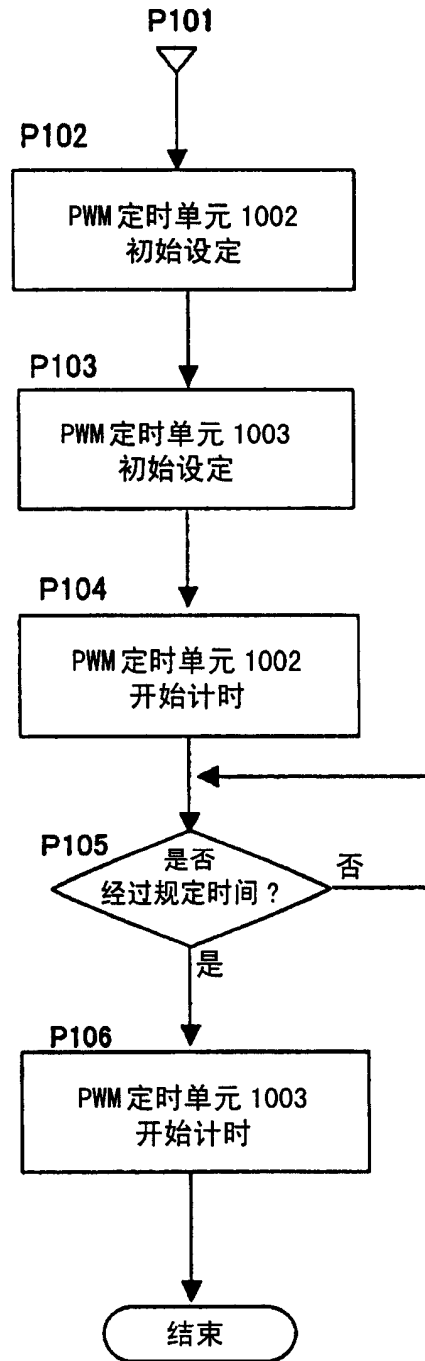


图 5

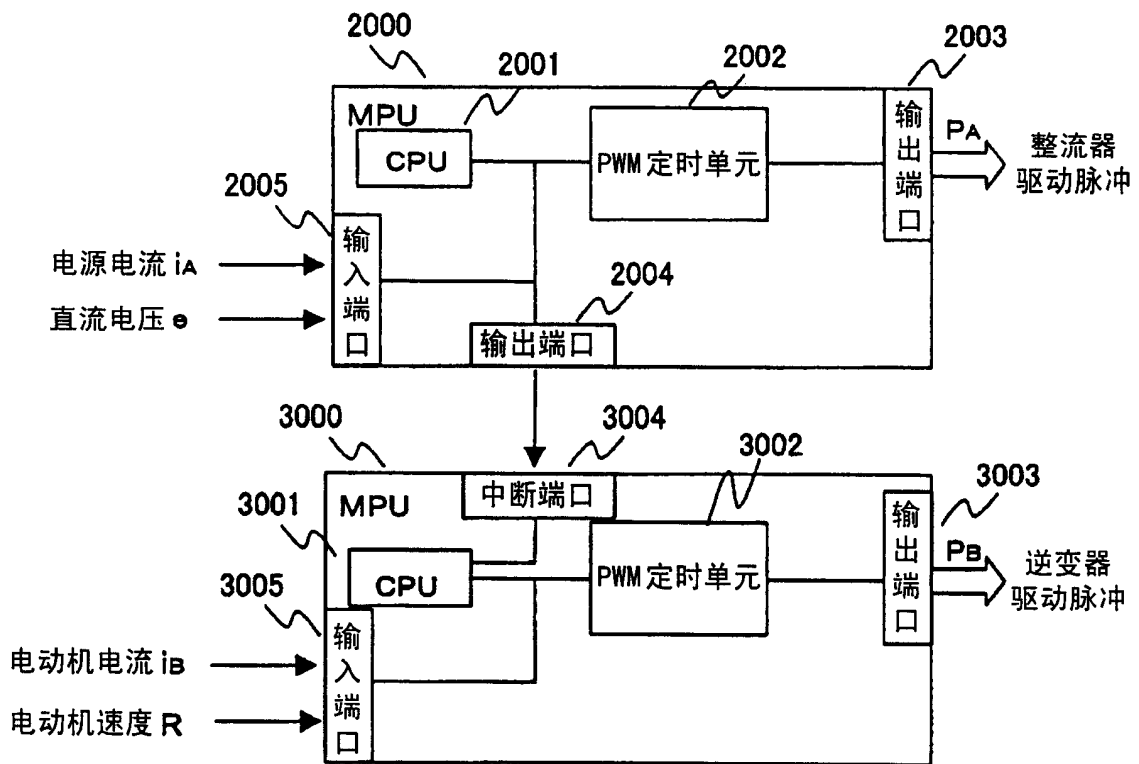


图 6

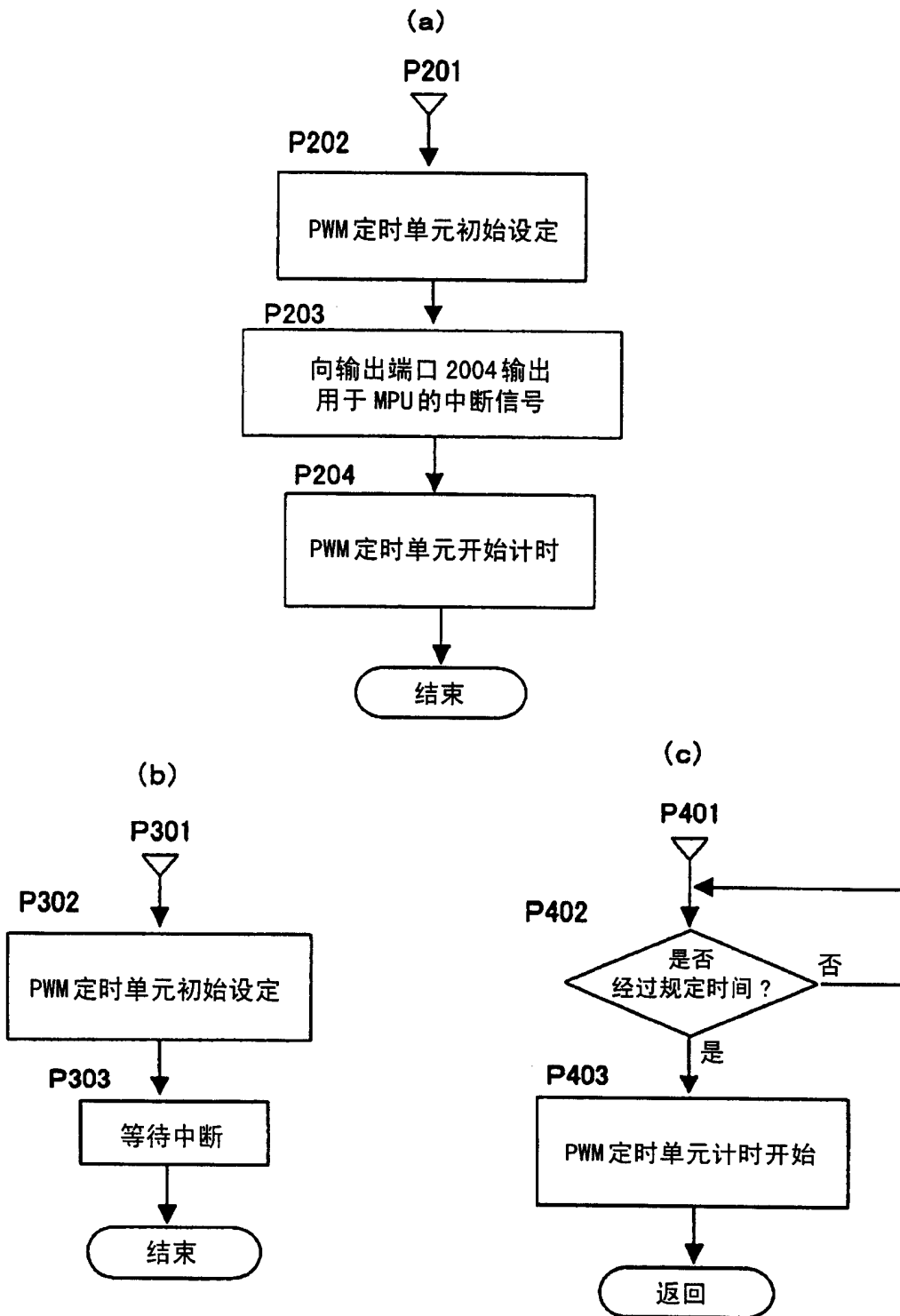


图 7

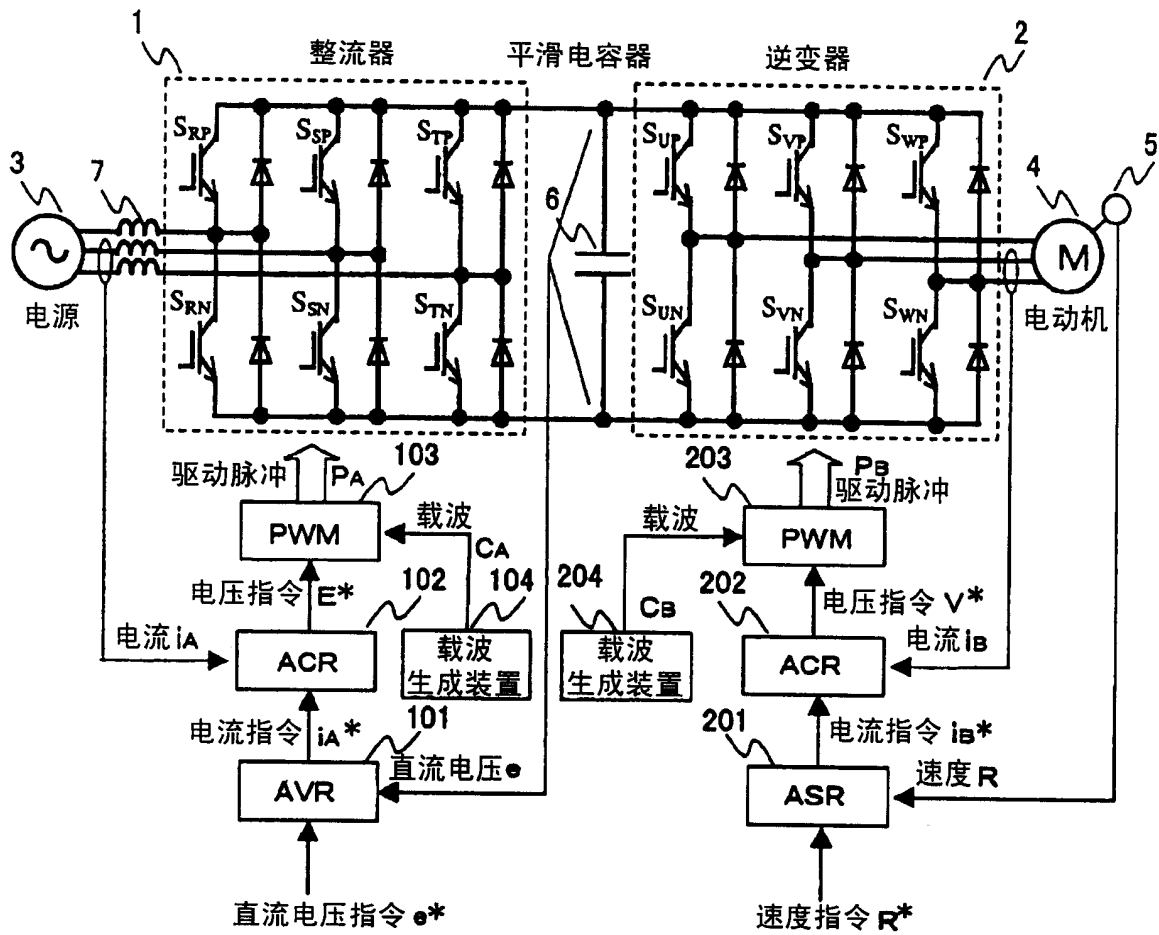


图 8

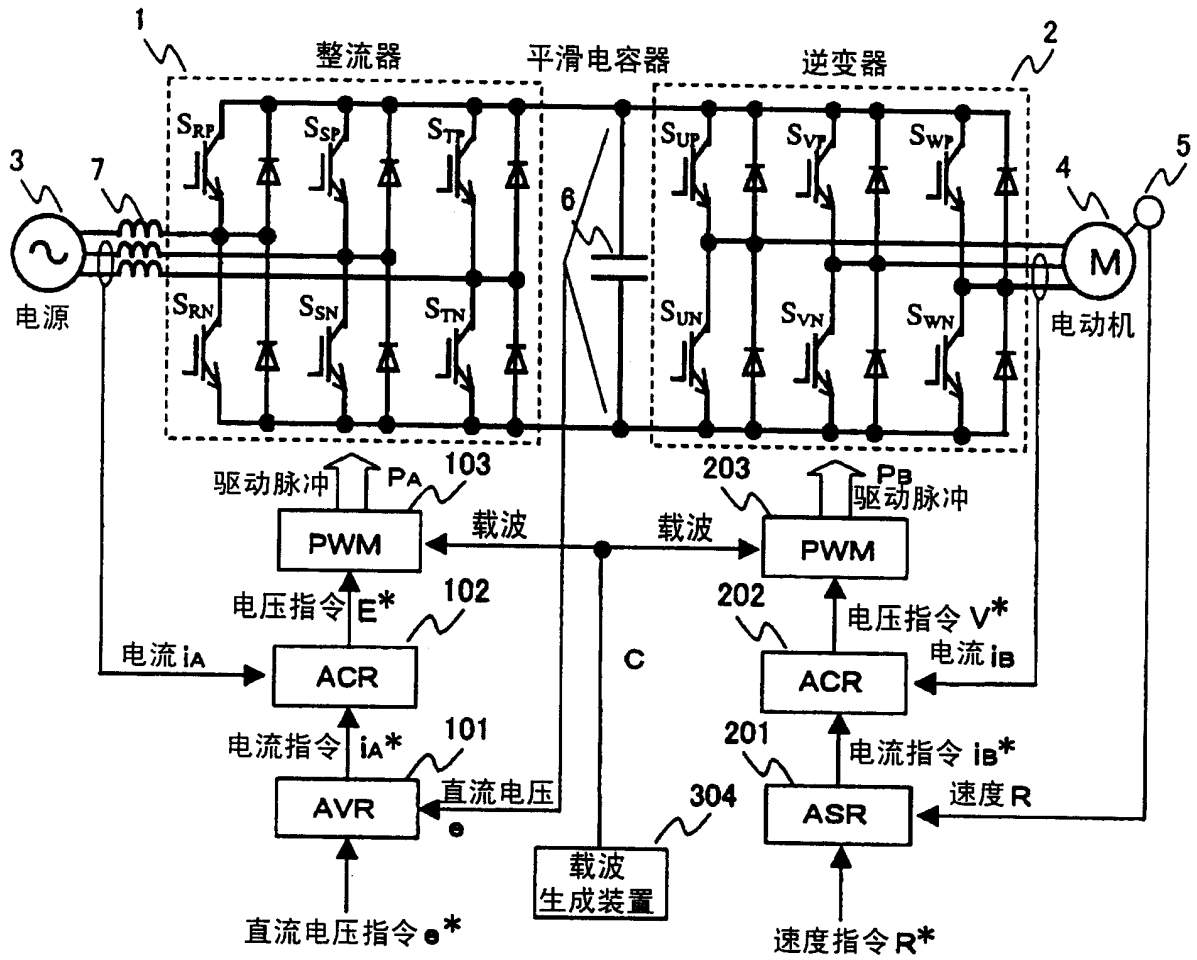


图 9