



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02813342.0

[43] 公开日 2004 年 8 月 18 日

[11] 公开号 CN 1522486A

[22] 申请日 2002.6.26 [21] 申请号 02813342.0

[30] 优先权

[32] 2001.7.2 [33] JP [31] 200843/2001

[86] 国际申请 PCT/JP2002/006439 2002.6.26

[87] 国际公布 WO2003/005552 日 2003.1.16

[85] 进入国家阶段日期 2003.12.30

[71] 申请人 株式会社安川电机

地址 日本福岡

[72] 发明人 山中克利 古贺宣考 善家充彦

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

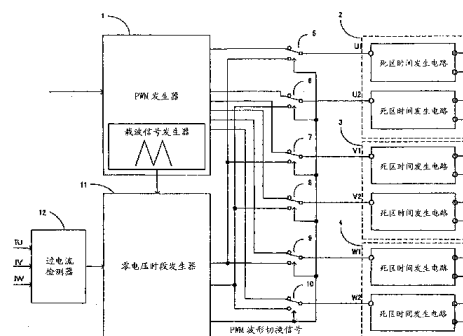
代理人 李 辉

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 13 页

[54] 发明名称 电力变换装置

[57] 摘要

本发明提供一种电力变换装置，其具有用于分压直流电压的串联电容器和多相的 PWM 桥式逆变器，该 PWM 桥式逆变器利用该电容器的连接点，将直流电压变换为具有正电压、负电压及其中间电压的 3 个电位的交流相电压，当过电流检测器(12)检测出负载电流达到第 1 过电流级时，由信号切换器(5~10)切换到零电压时段发生器(11)，设置使所述电力变换装置的所有相的输出相电压都变为中间电压的中间电压零电压时段，进行电流限制，从而以廉价的结构，可在瞬间抑制过电流检测时的逆变器激增的电流。



1. 一种电力变换装置，其具有用于分压直流电压的串联电容器以及多相的 PWM 桥式逆变器，该 PWM 桥式逆变器利用所述电容器的连接点，
- 5 把所述直流电压作成正电压、负电压及其中间电压 3 个电位，并将所述直流电压变换为 3 个电位的交流相电压，并具有：正侧主开关元件和正侧辅助开关元件，其插入到所述正电压侧和连接于负载的输出端子之间并相互串联；负侧主开关元件和负侧辅助开关元件，其插入到所述负电压侧和所述输出端子之间并相互串联；箝位二极管，其连接于所述中间
- 10 电压点和所述正侧主开关元件与正侧辅助开关元件的连接点之间以及所述中间电压点和所述负侧主开关元件与负侧辅助开关元件的连接点之间；多个续流二极管，其与所述各开关元件并联，

该电力变换装置的特征在于，当负载电流达到第 1 过电流级时，设置使所述电力变换装置的所有相的输出相电压均成为所述中间电压的中间电压零电压时段。

15

2. 如权利要求 1 所述的电力变换装置，其特征在于，

在所述零电压时段之后，选择下述 3 个时段轮流进行输出：所述电力变换装置的所有相的输出相电压都为所述正电压的正零电压时段；所述电力变换装置的所有相的输出相电压都为所述负电压的负零电压时段；所述中间电压零电压时段。

20

3. 如权利要求 2 所述的电力变换装置，其特征在于，

禁止从所述正零电压时段转移到所述负零电压时段，以及禁止从所述负零电压时段转移到所述正零电压时段。

4. 如权利要求 1 所述的电力变换装置，其特征在于，

25 当负载电流超过所述第 1 过电流级后，又低于所述第 1 过电流级时，恢复到通常的 PWM 脉冲。

5. 如权利要求 4 所述的电力变换装置，其特征在于，

在输出所述通常的 PWM 脉冲之前一定输出所述中间电压的零电压时段。

6. 如权利要求 5 所述的电力变换装置, 其特征在于,

使在输出所述通常脉冲之前输出的所述中间电压的零电压时段的时间等于死区时间或短于死区时间。

7. 如权利要求 4~6 的任何一项所述的电力变换装置, 其特征在于,

5 根据所述负载电流达到所述第 1 过电流级时的 PWM 脉冲, 切换恢复后的所述通常的 PWM 脉冲的波形。

电力变换装置

5 技术领域

本发明涉及进行电机可变速驱动的逆变器、伺服驱动器或系统连接的电力变换装置。

背景技术

10 三相中性点箝位式逆变器如图 10 所示具有这样的结构：使用每相具有 4 个开关元件和 2 个箝位二极管的桥式逆变器，并能把中间电压输出到各相输出端子，该中间电压是由串联的电容器将直流母线电压均等分压后得到的。在串联连接的 4 个开关元件中，当 S1、S2 导通而 S3、S4 截止时，相输出端子的电压为正，当 S3、S4 导通而 S1、S2 截止时，相输出端子的电压为负，当 S2、S3 导通，S1、S4 截止时，相输出端子的电压为中间电压。从而，由于 S1、S3 和 S2、S4 一定不同时导通，因此 S2 的导通/截止信号大多是将 S1 信号反转所得，S4 的导通/截止信号大多是将 S2 信号反转所得。

但是，由于在开关元件或驱动电路中具有延时，延时会引起各开关同时导通，从而存在着在开关元件中流过很大的短路电流而导致元件损坏的危险，因此考虑该延时量，把如图 11 所示的死区时间（dead time）发生电路内设于控制器中，在实际的开关元件的导通/截止信号中，必须设置如图 12 所示的作为同时截止时段的死区时间时段。图 11 的 PWM（脉冲宽度调制）发生器根据控制器内部所作出的输出电压指令，产生各相的 PWM 脉冲信号（U1、U2、V1、V2、W1、W2）。由于三相中性点箝位式逆变器必须以 S1 和 S3 为一组以及 S2 和 S4 为一组来产生 PWM 脉冲信号，因此各 PWM 脉冲信号通过反转电路、延时电路和与门，作出使 S1 和 S3 以及 S2 和 S4 不会同时导通的信号，通过用该导通/截止信号驱动各开关，以防止开关元件的短路。此外，由于当负荷电流变为超过开关元件允许

流过的电流时，也会存在损坏开关元件的危险，因此必须具有检测开关元件中流过的电流并截止、停止开关的保护装置。

作为这样的保护方法，有特开平 10-164854，特开平 11-32426 等项提案。

5 图 13 是特开平 10-164854 号所公开的电力变换器的结构图，其分别用短路检测/切断电路 5A、5B 和短路检测电路 6A、6B 来监视流过开关元件 3A~3D 的电流，对电源短路或负载电流异常等进行检测，当检测出异常时，根据短路检测/切断电路 5A、5B 的切断动作以及来自栅极控制部 16 的栅极信号，在比通常定时迟的定时，截止开关元件 3A、3D，其后，
10 使开关元件 3B 或 3C 中的一方导通，在比通常的定时迟的定时使另一方截止。

但是，一般来说，由于在控制逆变器的控制器中使用处理器，用软件来进行控制，在负载电流在 PWM 周期内那样的短时间内急剧变为过电流的条件下，不能由控制器的软件进行负载电流的抑制控制。因此，对于该负载电流的急剧增加，必须不使用处理器，而高速地抑制负载电流或者停止逆变器的开关动作。
15

当这样产生过电流时，作为不损坏逆变器的开关元件而又安全地停止开关动作的方法，虽有特开平 10-164854 以及特开平 11-32426 等提案，但其存在不能控制急增的负载电流这一问题，以及必须在开关元件的驱动信号系统中具有特别的延时电路或必须进行复杂的导通/截止动作的电路这样的问题。
20

发明内容

因此，本发明的目的在于提供一种廉价而安全的电力变换装置，其
25 无需特别的延时电路或复杂的电路，利用切换器和 PWM 波形发生器这一简单的结构，便可在瞬间可靠地抑制激增的电流。

为达到上述目的，权利要求 1 所述发明是一种电力变换装置，其具有用于分压直流电压的串联电容器以及多相的 PWM 桥式逆变器，该 PWM 桥式逆变器利用所述电容器的连接点，把所述直流电压作成正电压、负

电压及其中间电压 3 个电位，并将所述直流电压变换为 3 个电位的交流相电压，并具有：正侧主开关元件和正侧辅助开关元件，其插入到上述正电压侧和连接于负载的输出端子之间并相互串联；负侧主开关元件和负侧辅助开关元件，其插入到上述负电压侧和上述输出端子之间并相互串联；箝位二极管，其连接于上述中间电压点和上述正侧主开关元件与正侧辅助开关元件的连接点之间，以及连接于上述中间电压点和上述负侧主开关元件与负侧辅助开关元件的连接点之间；续流二极管，其与上述各开关元件并联，该电力变换装置的特征在于，当负载电流达到第 1 过电流级时，设置使上述电力变换装置的所有相的输出相电压均为上述中间电压的中间电压零电压时段。

此外，权利要求 2 所述发明是如权利要求 1 所述的电力变换装置，其特征在于，在上述零电压时段之后，选择下述 3 个时段轮流进行输出：上述电力变换装置的所有相的输出相电压都为上述正电压的正零电压时段；上述电力变换装置的所有相的输出相电压都为上述负电压的负零电压时段；上述中间电压零电压时段。

此外，权利要求 3 所述发明是如权利要求 2 所述的电力变换装置，其特征在于，禁止从上述正零电压时段转移到上述负零电压时段，以及禁止从上述负零电压时段转移到上述正零电压时段。此外，权利要求 4 所述发明的特征在于，在如权利要求 1 所述的电力变换装置中，当负载电流超过上述第 1 过电流级后，又低于上述第 1 过电流级时，恢复到通常的 PWM 脉冲。

此外，权利要求 5 所述发明是如权利要求 4 所述的电力变换装置，其特征在于，在输出上述通常的 PWM 脉冲之前一定输出为上述中间电压的零电压时段。

此外，权利要求 6 所述发明是如权利要求 5 所述的电力变换装置，其特征在于，使在输出上述通常脉冲之前输出的为上述中间电压的零电压时段的时间等于死区时间或短于死区时间。

此外，权利要求 7 所述发明是如权利要求 4~6 所述的电力变换装置，其特征在于，根据上述负载电流达到上述第 1 过电流级时的 PWM 脉冲，

切换恢复后的上述通常的 PWM 脉冲的波形。

对这样的电力变换装置，首先，以一般的 3 相 2 级的 PWM 逆变器为例，对 PWM 脉冲加以说明。通常，如作为零电压向量的说明图所表示的图 8、图 9 中的图 8 所示，PWM 脉冲是 5 把一个三角波载波与 3 相（U、V、W）的指令电压 ABC 相比较来生成各相的 PWM 脉冲。并且，图中的 0_n 、 0_p 、a、b 表示输出电压向量的名字。

另一方面，P、N、0 表示将各向量变换为开关元件的导通/截止的开关状态，P 表示逆变器的相输出端子连接到正母线的开关状态，N 表示连接到负母线的开关状态，0 表示连接到中性线的开关状态， PA 、 PB 、 PC 10 表示各相（U、V、W）的 PWM 脉冲输出。

此外，向量 0_n 、 0_p 表示输出 U、V、W 相被短路的线间电压为零的电压向量（零电压向量）的状态， 0_p 表示正母线侧的 3 个开关为导通的状态， 0_n 表示负母线侧的 3 个开关为导通的状态。

零电压向量输出时，施加到负载上的电压为零，负载电流减小。从而，在产生过电流时，若强制使各相间的电位差为零的话，便会使电机 15 电流减小，可实施输出电流的电流限制。

以上，说明了 3 相 2 级逆变器的例子，在 3 相 3 级逆变器中，当检测出逆变器的过电流时，若零电压时段发生器瞬间使各相的 S1 全部截止，使 S2 的开关状态全部成为 0 状态并导通，使各相（U、V、W）间的电位 20 差为零，使施加到负载上的电压为零的话，则由开关动作引起的浪涌电压小，使负载电流减小，可瞬间抑制过电流。

附图说明

图 1 是本发明的第 1 实施方式的电力变换装置的方框图。

25 图 2 是图 1 所示的 PWM 脉冲的示意图。

图 3 是本发明的第 2 实施方式的 PWM 脉冲的示意图。

图 4 是本发明的第 3 实施方式的 PWM 脉冲的示意图。

图 5 是图 4 所示的 PWM 脉冲的电流限制动作点不同时的图。

图 6 是本发明的第 4 实施方式的 PWM 脉冲的示意图。

图 7 是图 6 所示的 PWM 脉冲的电流限制动作点不同时的图。

图 8 是本发明的 PWM 脉冲的说明图。

图 9 是改变了图 8 所示的 PWM 脉冲的电压指令时的图。

图 10 是现有的 3 相中性点箝位式逆变器的电路图。

5 图 11 是图 10 所示的逆变器的死区时间发生电路的方框图。

图 12 是图 11 所示的死区时间的概念说明图。

图 13 是公知的电力变换器的结构图。

并且, 图中的符号 1 是 PWM 脉冲发生器, 2~4 是死区时间发生电路块, 5~10 是切换器, 11 是零电压时段发生器, 12 是过电流检测器。

10

具体实施方式

其次, 对本发明的第 1 实施方式, 参照附图进行说明。

图 1 是本发明的第 1 实施方式的电力变换装置的方框图。

图 2 是图 1 所示的 PWM 脉冲的示意图。

15 在图 1 中, 1 是 PWM 信号发生器, 通过三角波载波和电压指令的比较或运算生成 PWM 脉冲。

2~4 是与以往相同的死区时间发生器, 其将 PWM 脉冲 (U1、U2、V1、V2、W1、W2) 反转, 通过延时电路及与门, 将开关元件的导通/截止信号 S1u~S4w 输出到各开关元件。5~10 是 PWM 信号发生器 1 和零电压时段发生器的信号切换器, 其通过 PWM 波形切换信号切换 PWM 脉冲信号。11 是零电压时段发生器, 其替换 PWM 脉冲, 输出中间电压的零电压。12 是由电流检测器等构成的过电流检测器。

20 过电流检测器 12 取入逆变器输出 U、V、W 相的各电流, 逆变器的电流监视过电流级 1 (被预先设定), 将来自比较器 (图中未示) 的超过或未超过过电流级 1 的信号, 发送到零电压时段发生器 11。零电压时段发生器 11 使 U1、V1、W1 信号为截止, 使 U2、V2、W2 信号为导通, 产生使各相电压为中间电压的零电压信号。

其次, 对动作进行说明。

第 1 实施方式中, 零电压时段发生器 11 预先输出中间电压的零电压

信号，当接收到来自过电流检测器 12 的信号时，把信号切换器 5~10 瞬间从 PWM 信号发生器 1 的信号切换为零电压时段发生器 11 的信号。由于零电压时段使各相电压相同，因此零电压时段发生器 11 只要输出各相的 S1、S2 信号即可。这样一来，在逆变器流过的电流很大的情况下，当由硬件瞬间使输出线间电压为零电压时，由于施加到逆变器的电压为零，因此负载电流减小，可以抑制过电流。

加之，由于输出的零电位各相均为中间电压，因此不会把开关元件 S1 和 S2 从同时导通的状态切换到同时截止的状态，不会把 S3 和 S4 从同时导通的状态切换到同时截止的状态，具有使施加到开关元件和负载的浪涌电压变小的优点。

此外，在进行了该过电流抑制动作之后，当电流减小到低于过电流级 1 时，零电压时段发生器 11 监视 PWM 发生器 1 的载波信号发生器的信号和过电流检测器 12 的信号，在下次的 PWM 波形更新时，解除过电流抑制动作，输出通常的 PWM 波形继续进行运转，由此可以减小由于 PWM 波形的切换引起的冲击或浪涌电压，实现安全的负载驱动。

用图 2 来具体说明以上的动作。图 2 的 PWM 波形是将通常的 PWM 波形的图 2 (a) 和第 1 实施方式的过电流抑制动作时的 PWM 波形例的图 2 (b) 进行比较的图。在图 2 中虽然只描述了 1 个相的 PWM 波形，但在电流限制中，所有的相都输出同样的电压。此处，作为内设于 PWM 发生器 1 内的载波信号发生器的 PWM 载波，以一般使用的三角波为例。此外，还概念性地表示出 PWM 载波的顶点和最低点的周期是 PWM 周期的半周期和 PWM 波形的更新点的情况。

并且，PWM 脉冲用向量方式的 N、0、P 来表示，S1、S2 为导通，S3、S4 为截止时表示为 P；S3、S4 为导通，S1、S2 为截止时表示为 N，S2、S3 为导通，S1、S4 为截止时表示为 0。在电流限制中，S1 各相均为截止，S2 各相均为导通，为开关状态各相均为 0 状态的零电压输出。此外，在电流限制被解除的时间点，恢复到与图 2 (a) 相同 (NOPPON) 的通常的 PWM 波形输出。

其次，对本发明的第 2 实施方式，参照附图进行说明。

图 3 是本发明的第 2 实施方式的 PWM 脉冲的示意图。

第 2 实施方式与前一实施方式共用图 1 的方框图，零电压时段发生器 11 先使各相的电压为中间电压，从下次的 PWM 波形的更新起，在电流限制中，把所有的相按中间电压—正电压—中间电压、中间电压—负电压—中间电压的顺序（OP0、ON0）依次切换输出。这样作，由于不存在正电压—负电压（PN）的切换和负电压—正电压（NP）的切换，因此不会把开关元件 S1 和 S2 从同时导通的状态切换为同时截止的状态，不会把 S3 和 S4 从同时导通的状态切换为同时截止的状态，从而具有减小施加到开关元件和负载的浪涌电压的优点。

在图 3 中表示出 PWM 波形的例子（一个相）。虽然在图 3 中只描述了一个相的 PWM 波形，但在电流限制中，所有的相都输出同样的电压。前一实施方式中，由于在电流限制中使所有的相为中间电压（S1、S4 截止、S2、S3 导通），因此超过过电流级 1 的负载电流继续流过开关元件 S2 或 S3，存在由于导通损耗所产生的热会破坏 S2、S3 的危险，通过如第 2 实施方式那样作，由于在切换 S2、S3 时负载电流流过，使导通损耗减小，可防止开关元件的破坏。

此外，在从紧接电流限制开始之后到下次的 PWM 波形的更新之间输出中间电压的零电压时段的情况下，从紧接电流限制开始之后起到下次的 PWM 波形更新之间，也可以按中间电压—正电压—中间电压或中间电压—负电压—中间电压的顺序进行切换动作。

其次，对本发明的第 3 实施方式，参照附图进行说明。

图 4 是本发明的第 3 实施方式的 PWM 脉冲的示意图。

图 5 是与图 4 所示的 PWM 脉冲的电流限制动作点不同的图。

在图 4、图 5 中，表示第 3 实施方式的 PWM 波形（一个相）。在图 4、图 5 中虽然只描述了一个相的 PWM 波形，但在电流限制中，所有的相都输出同样的电压。并且，图 1 作为公用图。

图 4 所示的第 3 实施方式的例子中，表示出在 PWM 载波的三角波从最低点向顶点上升的情况下，当负载电流进入电流限制动作时，一定在 PWM 载波的顶点解除电流限制动作（图 4（a）与图 3 相同）的情况。

并且，图 4 (b) 和图 4 (a) 中，从过电流检测器 12 恢复到正常值的时间点起到电流限制解除为止的时间是不同的。

在图 5 的例子中，表示出在 PWM 载波的三角波从顶点下降的情况下，当负载电流进入电流限制动作时，一定在 PWM 载波的最低点解除电流限制动作的情况。

例如，假定电流限制动作的解除只在例如 PWM 载波的最低点解除的话，则在电流限制动作及其解除重复发生的条件下，所输出的 PWM 脉冲从 PWM 载波的最低点起到向顶点上升的途中为止的 PWM 波形具有最大的输出概率，引起 PWM 脉冲的不均匀，在 3 相中性点箝位式逆变器的情况下，在电容器的分压点流过的电流（图 10 的 i_n ）变得不平衡，存在电容器的中间电位大，所以极大地偏离直流母线电压的 $1/2$ 的问题，但通过这样作，由于在所输出的 PWM 脉冲在 PWM 载波正在下降时进入电流限制动作的情况下，在解除时从 PWM 载波上升的波形开始，一定输出相反的 PWM 波形，在 PWM 载波正在上升时进入电流限制动作的情况下，在解除时从 PWM 载波下降的波形开始，一定输出相反的 PWM 波形，因此，即使在电流限制动作及其解除重复发生的条件下，所输出的 PWM 脉冲也被均匀化，使电容器分压点的电压不会大幅变动。

并且，图 5 (a) 和图 5 (b) 中，从过电流检测器 12 恢复到正常值的时间点起到电流限制解除为止的时间并不相同。

其次，对本发明的第 4 实施方式，参照附图进行说明。

图 6 是本发明的第 4 实施方式的 PWM 脉冲的示意图。

图 7 是图 6 所示的 PWM 脉冲的电流限制动作点不同的例子的图。

在图 6 (a)、图 7 (a) 中表示第 4 实施方式的 PWM 波形（一个相），以及图 6 (b)、图 7 (b) 中表示 S1~S4 的实际开关驱动信号波形。

在图 6、图 7 中虽然只描述了一个相的 PWM 波形，但在电流限制中，所有的相都输出同样的电压。在图 6 中，进入电流限制动作，首先输出中间电压的零电压时段，从其次的 PWM 更新时起，在 PWM 载波下降的情况下，输出“等于死区时间或比死区时间短的中间电压的零电压时段”——“正的零电压时段”——“等于死区时间或比死区时间短的中间电压的

零电压时段”，如图 7 所示，在 PWM 载波上升的情况下，输出“等于死区时间或比死区时间短的中间电压的零电压时段”——“负的零电压时段”——“等于死区时间或比死区时间短的中间电压的零电压时段”。这样一来，在电流限制时段中，由于 S1 和 S2 以及 S3 和 S4 的导通/截止时间仅有死区时间的大约 2 倍的差，大致相等，因此从 S1 到 S4 的开关元件的导通损耗大致相等，可以防止由 S2、S3 的发热而引起的破坏。

此外，由于中间电压的零电压时段与死区时间相等或稍短于死区时间，所以与在电流限制动作被解除时发生的死区时间相同的时间较短的脉冲通过死区时间发生电路的动作而被抑制。这样一来，如果等于死区时间或稍短于死区时间的脉冲被抑制，在电流限制动作和解除重复发生的条件下，就可以抑制一部分开关元件的开关次数的极端增加，可以抑制伴随开关损耗的发热引起的开关元件的破坏。

并且，即使与该例相反，首先输出中间电压的零电压时段，从其次的 PWM 更新时起，在 PWM 载波上升的情况下，输出“等于死区时间或比死区时间短的中间电压的零电压时段”——“正的零电压时段”——“等于死区时间或比死区时间短的中间电压的零电压时段”，在 PWM 载波下降的情况下，输出“等于死区时间或比死区时间短的中间电压的零电压时段”——“负的零电压时段”——“等于死区时间或比死区时间短的中间电压的零电压时段”，其效果也相同。

以上，由于进行本发明的动作的零电压时段发生器 11 等效于输出 3 相相同的 PWM 脉冲的 PWM 发生器 1，可以比较容易地使 PWM 发生器 1 具有该功能。在该情况下，可省略零电压时段发生器，可以用更简单的电路来实现本发明。

已详细地参考特定的实施方式说明了本发明，但对业内人士来说，在不违背本发明的精神和范围之下，显然可以加入各种各样的变更或修正。

本专利申请系根据 2001 年 7 月 2 日提出申请的日本专利申请（特愿 2001-200843）作出，其内容在此处作为参考被引入。

如以上说明的那样，根据本发明，利用采用在产生过电流时设置零

电压时段的逆变器的 PWM 脉冲发生方式的电力变换装置，只要用单纯的切换器和 PWM 波形发生器，便可使瞬间抑制急增的电流，使逆变器的控制电路的成本降低，而且，具有可以使安全性提高的效果。

加之，由于在 PWM 载波的三角波从顶点下降的情况下，进入电流限制动作时，一定在 PWM 载波的最低点解除电流限制动作，在三角波从最低点上升时进入电流限制动作的情况下，一定在 PWM 载波的顶点解除，根据进入电流限制动作的 PWM 波形来切换电流限制动作解除时的 PWM 波形，因此具有抑制由 PWM 脉冲的不均匀引起的中性点电位变动的效果。

加之，由于使在即将输出通常的 PWM 脉冲之前输出的中间电压的零电压时段的时间等于死区时间或比死区时间短，因此各开关元件的导通损耗相等，可以防止由发热引起的开关元件的损坏。

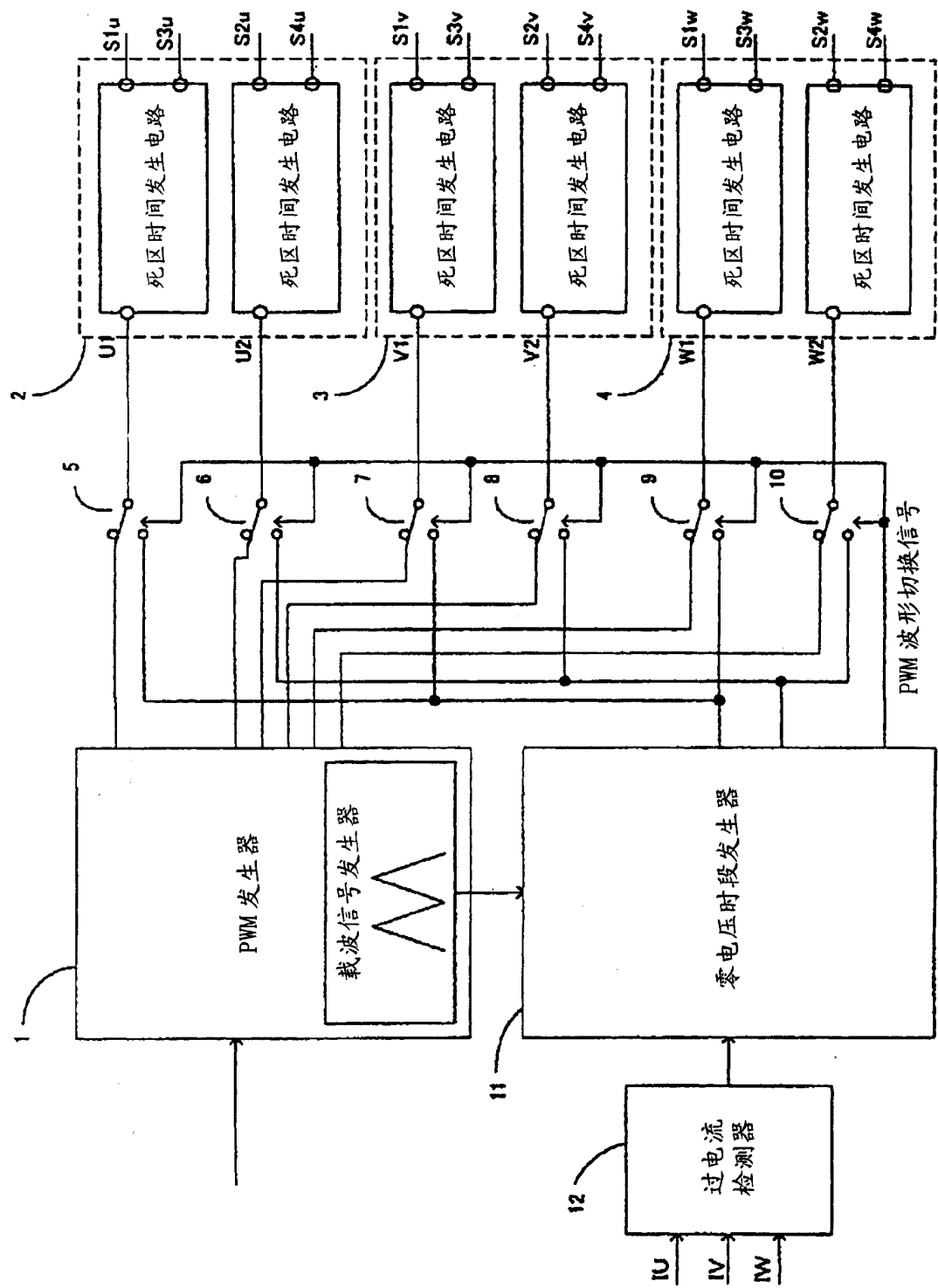


图 1

电流限制动作的 PWM 脉冲例 2
(一个相)

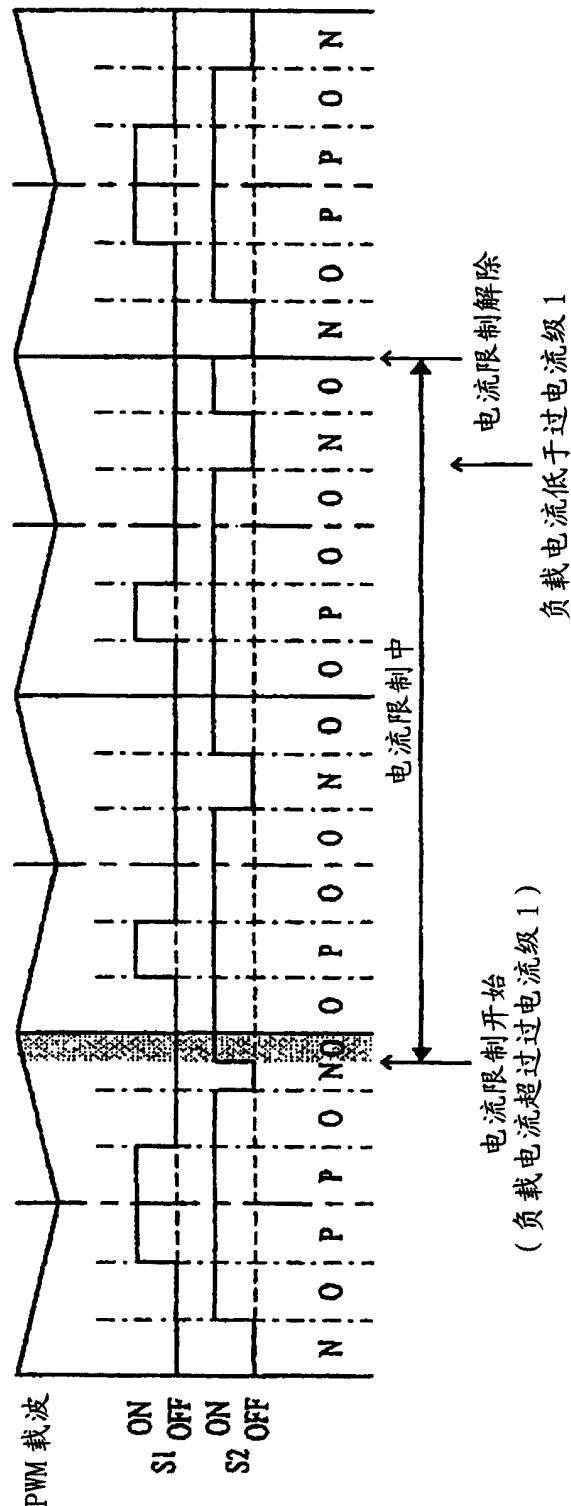
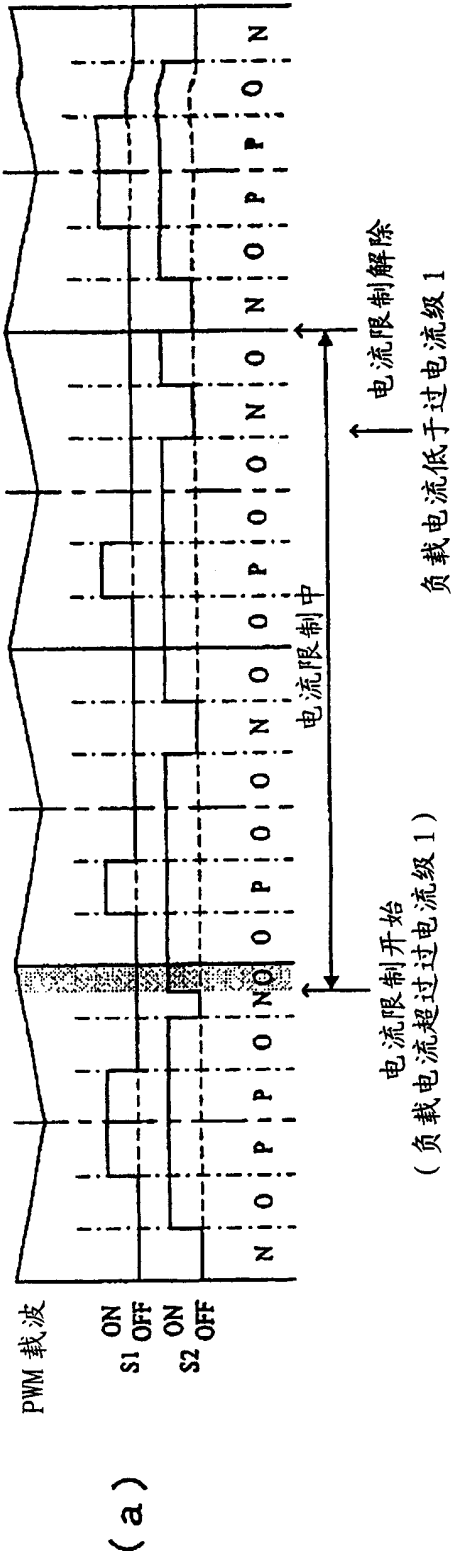


图 3

电流限制动作的 PWM 脉冲例 2
(一个相)



电流限制动作的 PWM 脉冲例 3
(一个相)

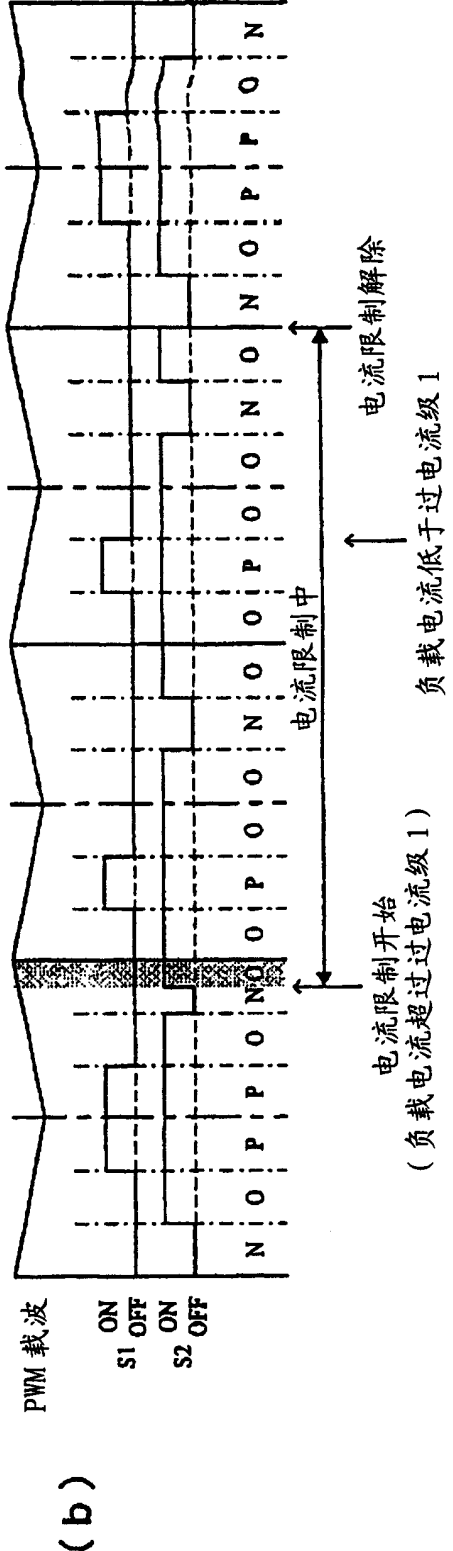
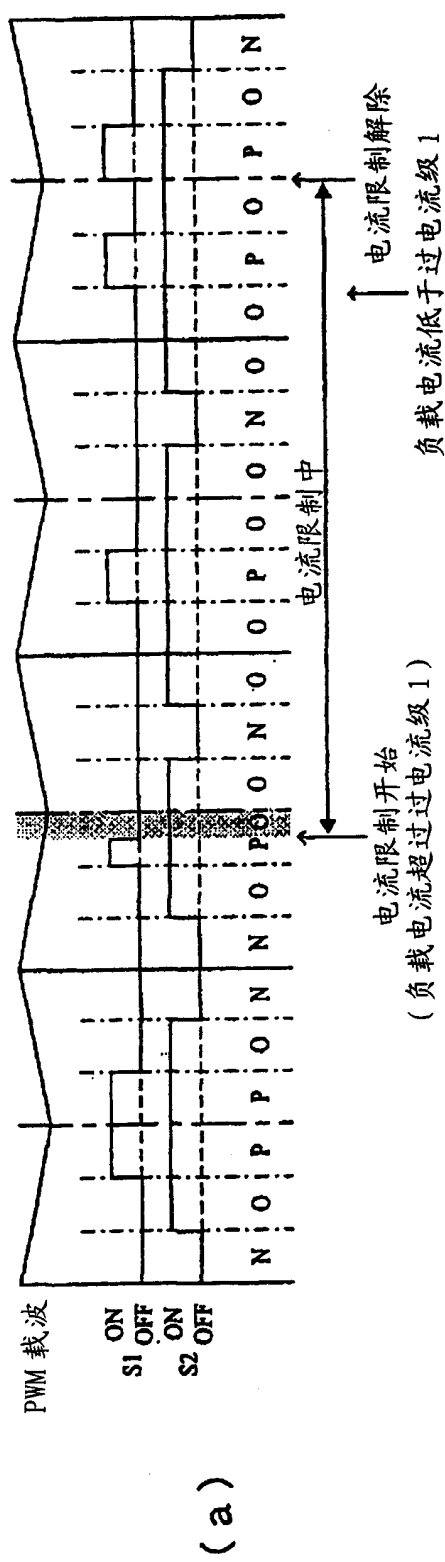


图 4

电流限制动作的 PWM 脉冲例 4
(一个相)



电流限制动作的 PWM 脉冲例 5
(一个相)

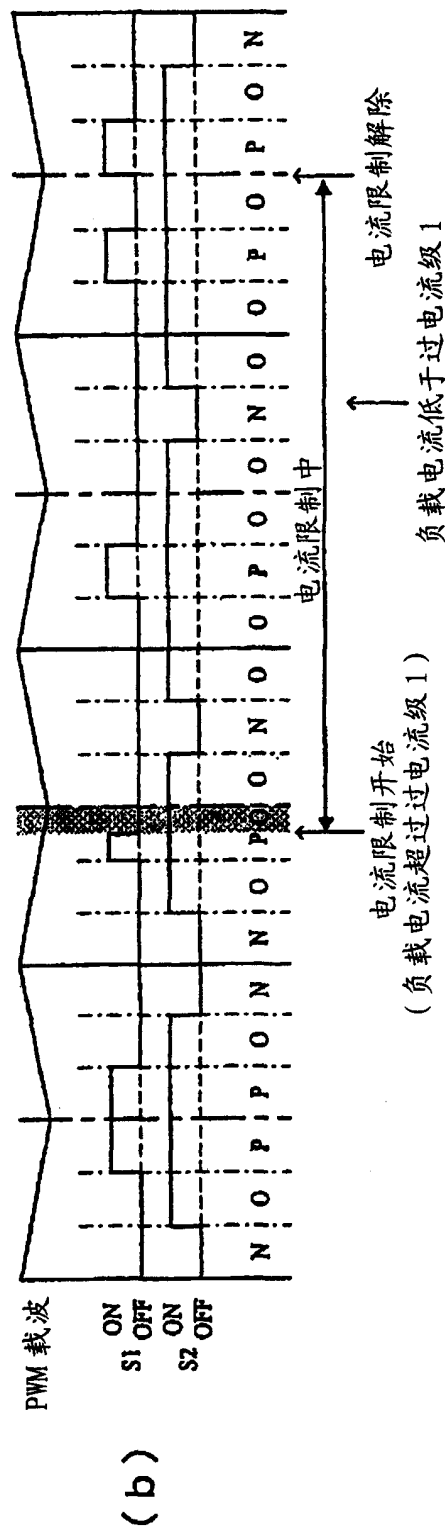


图 5

电流限制动作的 PWM 脉冲例 7
(一个相)

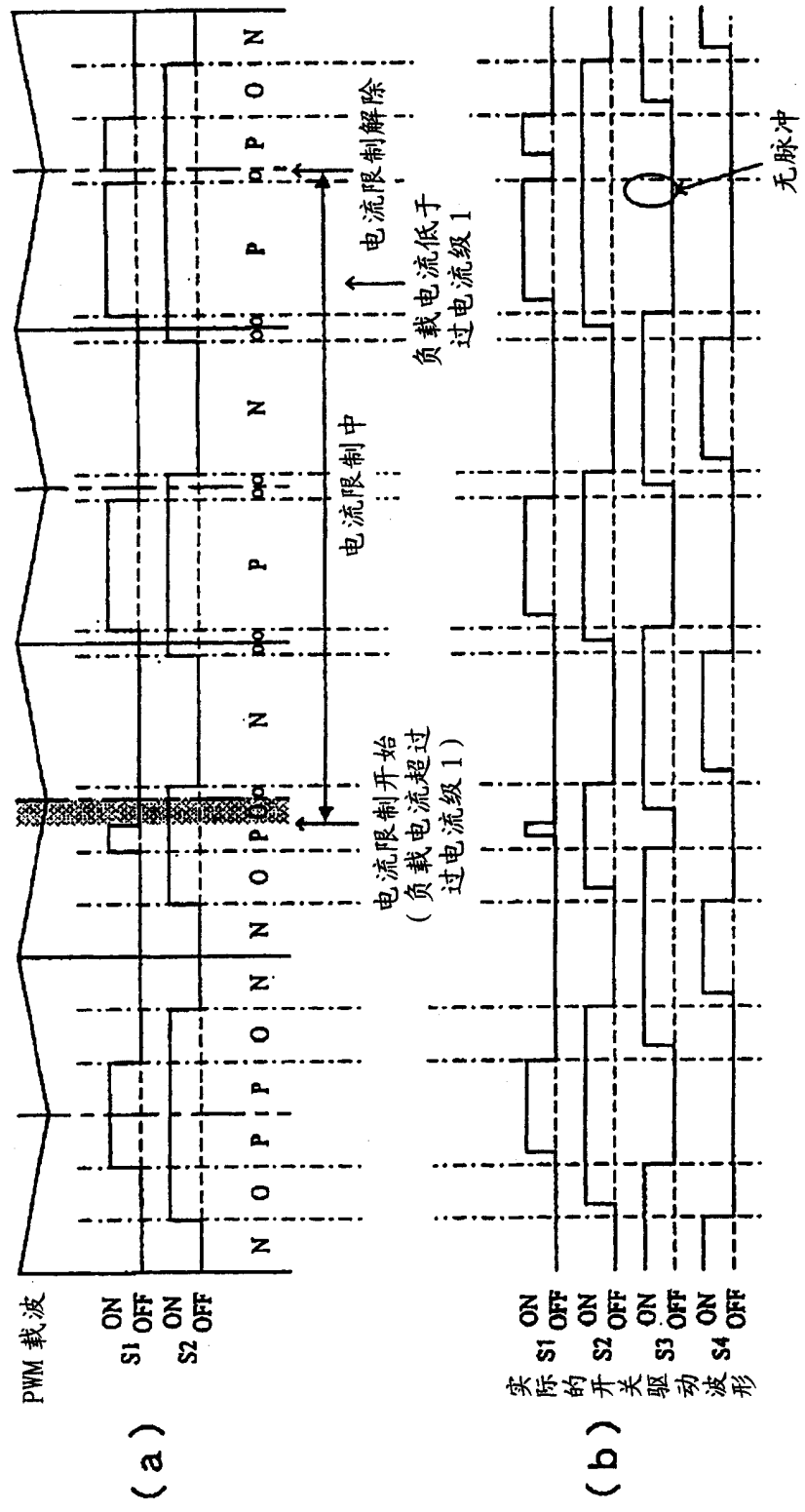


图 7

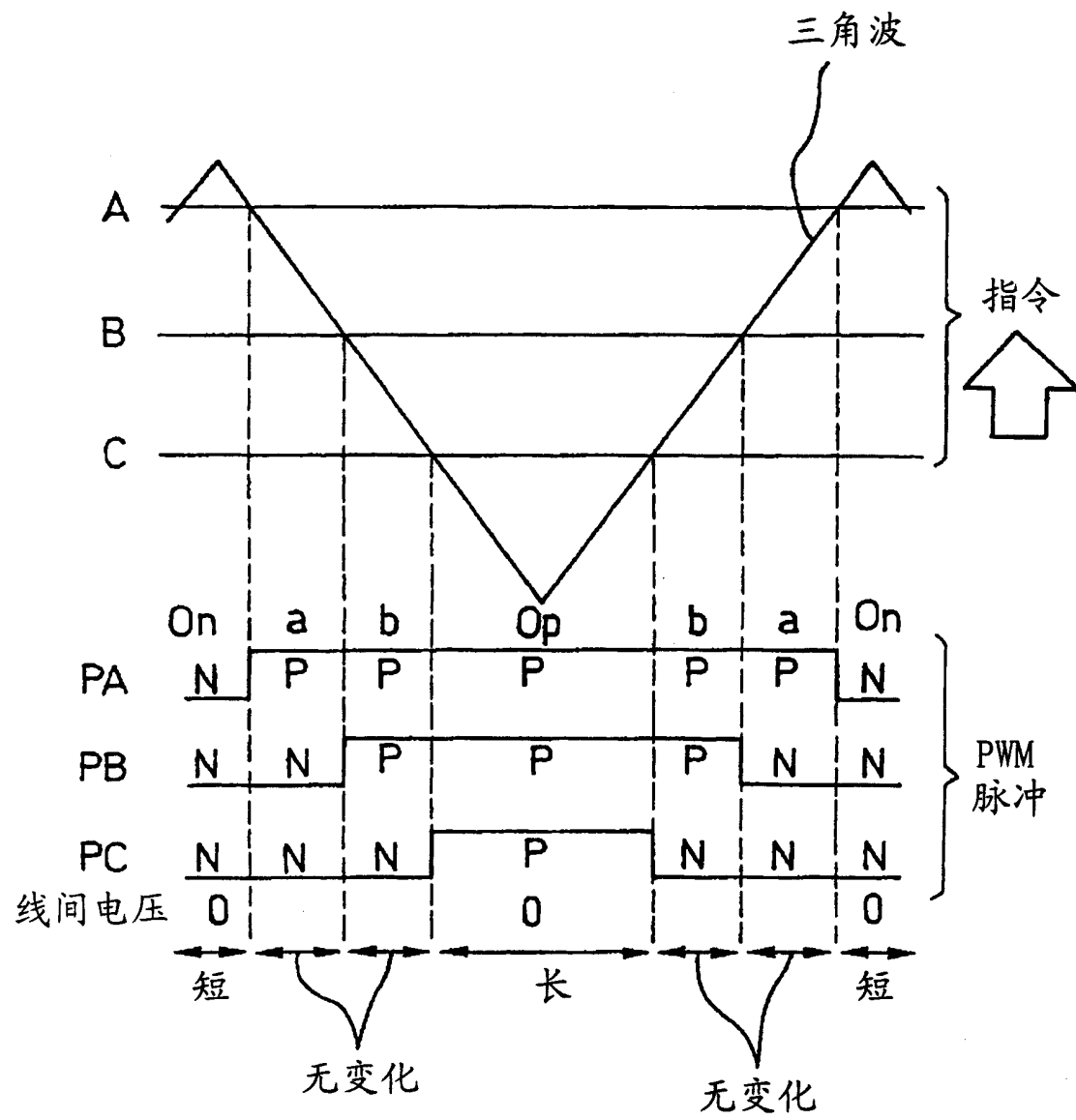


图 8

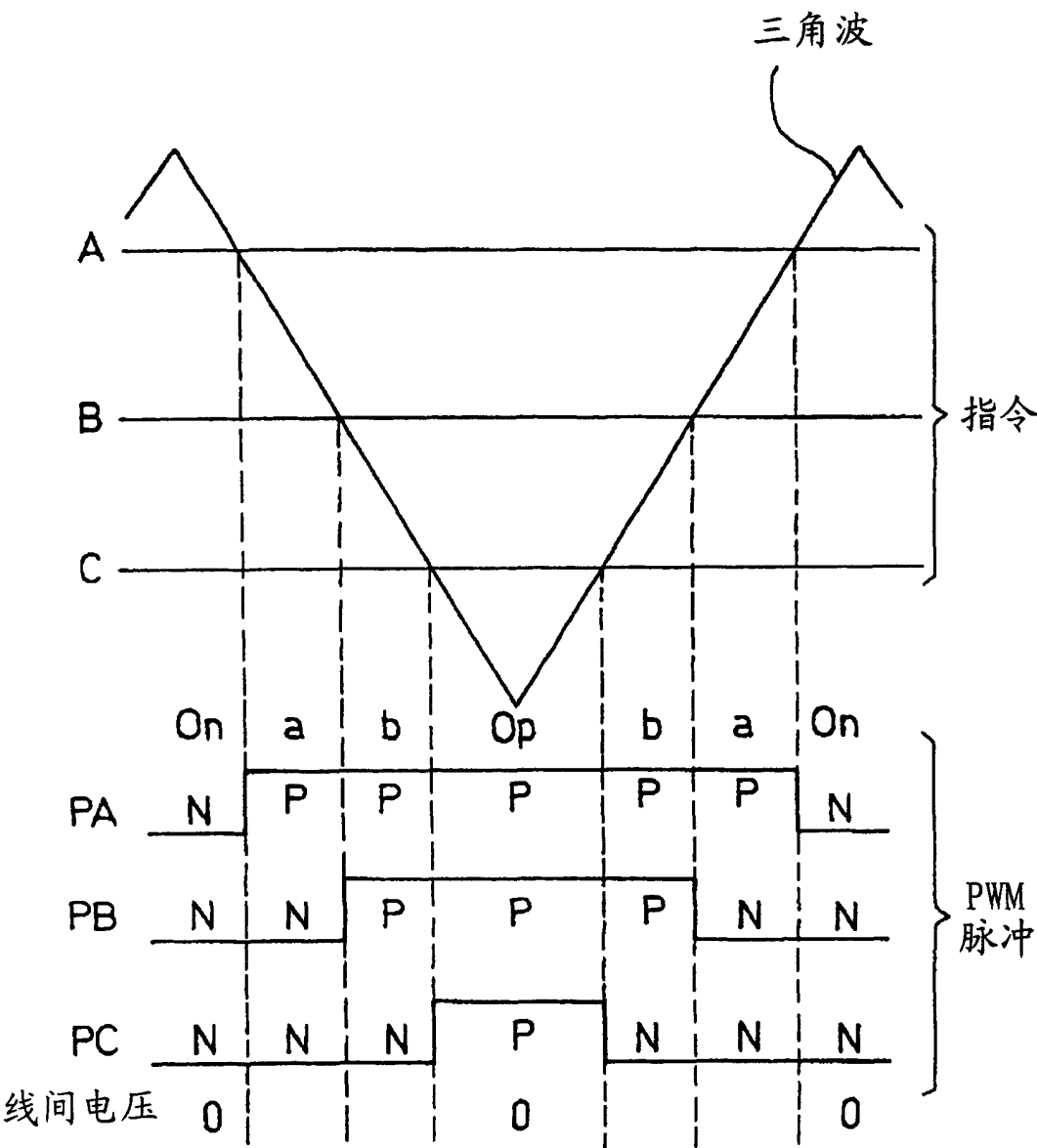


图 9

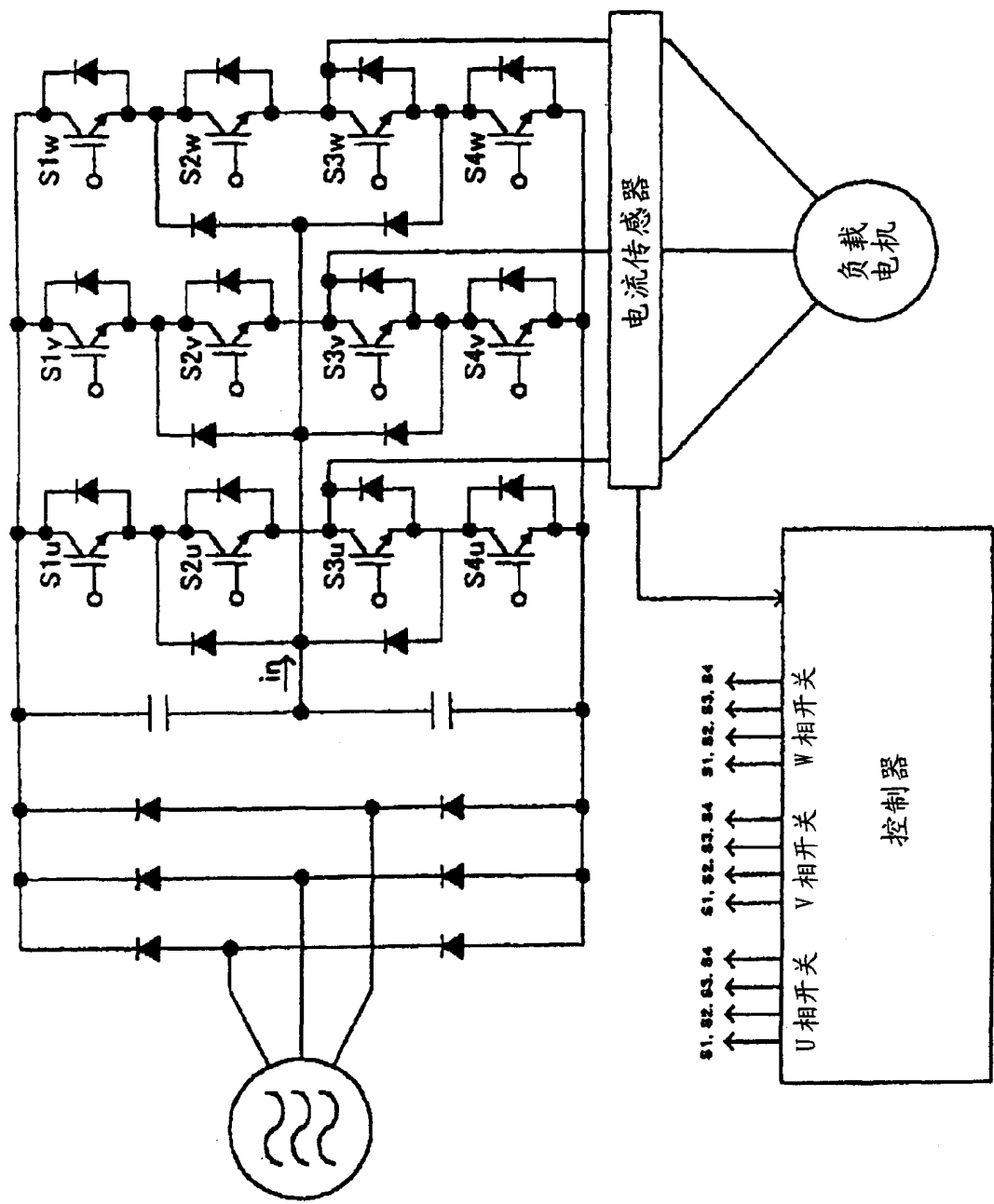


图 10

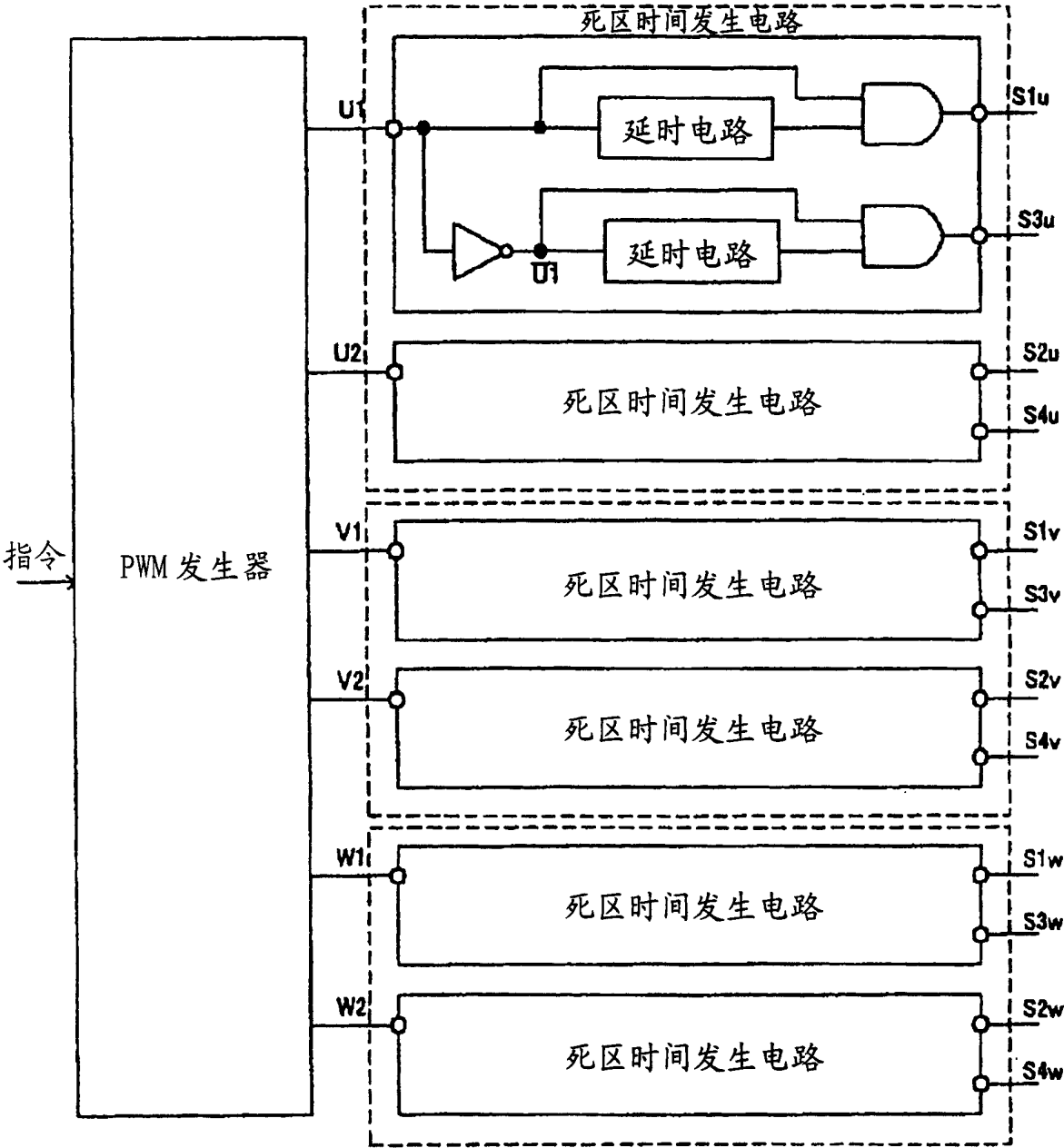


图 11

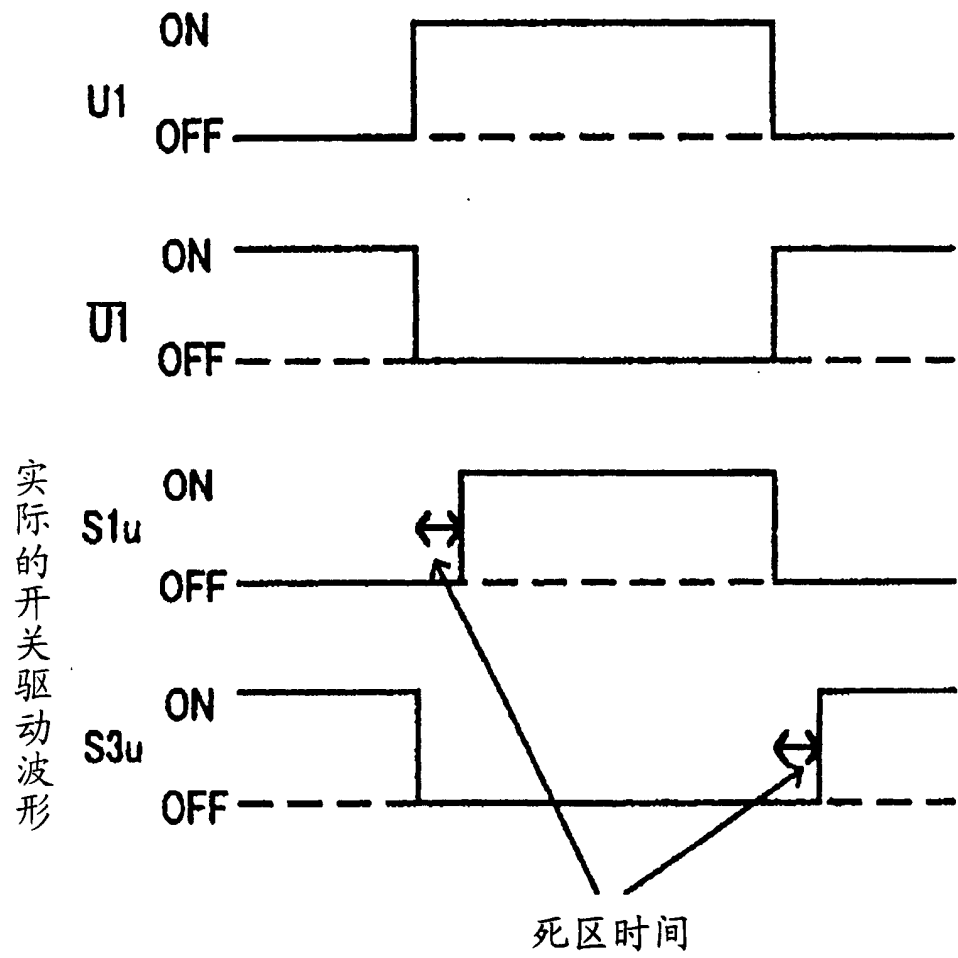


图 12

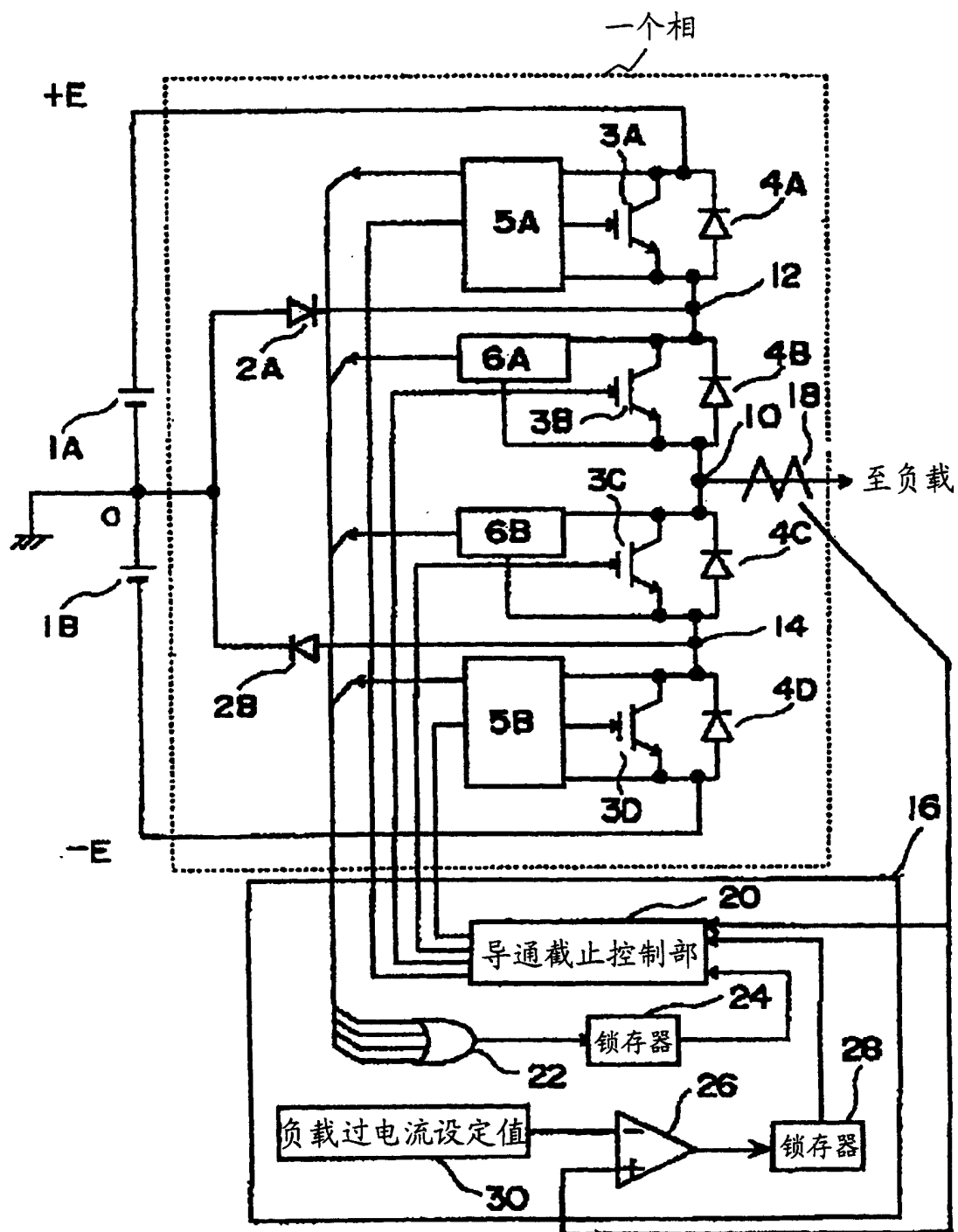


图 13