

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H02P 6/08 (2006.01)

H02P 6/06 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02152468.8

[45] 授权公告日 2007 年 1 月 31 日

[11] 授权公告号 CN 1298103C

[22] 申请日 2002.12.3 [21] 申请号 02152468.8

[30] 优先权

[32] 2001.12.4 [33] JP [31] 2001-370515

[73] 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 岩永太志 山本泰永

[56] 参考文献

WO0131772A1 2001.5.3 H02P6/14

JP11-18474A 1999.1.22 H02P6/08

JP2001-211680A 2001.8.3 H02P6/08

WO0137419A1 2001.5.25 H02P6/14

审查员 李伟波

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 汪惠民

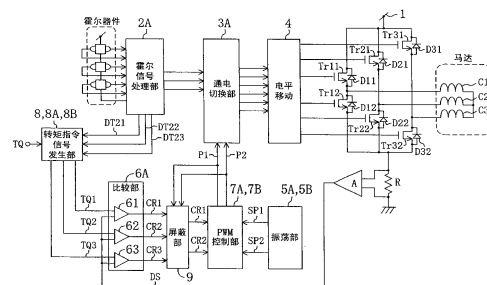
权利要求书 4 页 说明书 26 页 附图 22 页

[54] 发明名称

马达驱动装置及其驱动方法

[57] 摘要

一种马达驱动装置及其驱动方法，PWM 控制部 (7A) 产生相互独立的 PWM 控制脉冲信号 (P1) 及 (P2)，2 相并行地对由通电切换部所确定的通电相的通电进行 PWM 控制。比较部 (6A) 对代表这时在马达绕组中的电流大小的电流检测信号 (DS)、与由转矩指令信号发生部 (8) 所产生的各种转矩指令信号 (TQ1、TQ2、TQ3) 进行比较。然后，屏蔽部 (9) 根据需要对比较结果 (CR1) 及 (CR2) 进行屏蔽处理，确定 PWM 控制脉冲信号 (P1) 及 (P2) 的接通期间。这样从低转矩到高转矩，可以平滑进行相电流的切换，相电流就不会产生急剧变化。并可以降低马达的振动和所发出的噪声。



1. 一种马达驱动装置，是通过 PWM 控制向马达绕组的通电而驱动马达的马达驱动装置，其特征在于，包括：

以各给定周期确定应进行 PWM 控制的第 1 及第 2 通电相的通电切换部；

输入原转矩指令信号、并产生与该原转矩指令信号对应的振幅的第 1 及第 2 转矩指令信号的转矩指令信号发生部；

输入所述第 1 及第 2 转矩指令信号、以及检测向所述马达供给的电流的电流检测信号，并对该第 1 及第 2 转矩指令信号与该电流检测信号分别进行大小比较、输出第 1 及第 2 比较结果的比较部；

产生第 1 及第 2 设置脉冲信号的振荡部；以及

输入所述第 1 及第 2 设置脉冲信号、和所述第 1 及第 2 比较结果，根据该第 1 设置脉冲信号和该第 1 比较结果产生第 1PWM 控制信号的同时、根据该第 2 设置脉冲信号和第 2 比较结果产生第 2PWM 控制信号的 PWM 控制部，

分别按照由所述 PWM 控制部产生的第 1 及第 2PWM 控制信号，同时对由所述通电切换部确定的第 1 及第 2 通电相的通电进行 PWM 控制。

2. 根据权利要求 1 所述的马达驱动装置，其特征在于，所述转矩指令信号发生部，产生将所述第 1 及第 2 转矩指令信号合成的第 3 转矩指令信号，

所述比较部，对所述第 3 转矩指令信号与所述电流检测信号进行大小比较，并输出第 3 比较结果，

该马达驱动装置，包括：输入所述第 1 及第 2PWM 控制信号、和所述第 1、第 2 及第 3 比较结果，并根据该第 1 及第 2PWM 控制信号、和该第 3 比较结果，控制对该第 1 及第 2 比较结果是否进行屏蔽的屏蔽部。

3. 根据权利要求 2 所述的马达驱动装置，其特征在于，所述屏蔽部，在所述第 1 及第 2PWM 控制信号均处于接通状态的期间，对所述第 1 及

第 2 比较结果进行屏蔽。

4. 根据权利要求 3 所述的马达驱动装置, 其特征在于, 所述屏蔽部, 在所述第 1 及第 2PWM 控制信号均处于接通状态的期间, 当从所述第 3 比较结果, 检测到所述电流检测信号的电平达到所述第 3 转矩指令信号的电平时, 解除对所述第 1 及第 2 比较结果中的任一方的屏蔽, 而另一方的屏蔽则在给定时间之后解除。

5. 根据权利要求 4 所述的马达驱动装置, 其特征在于, 在所述给定周期中, 所述第 1 转矩指令信号持续增大, 而所述第 2 转矩指令信号持续减小,

所述屏蔽部, 在所述第 1 及第 2PWM 控制信号均处于接通状态的期间, 当从所述第 3 比较结果, 检测到所述电流检测信号的电平达到所述第 3 转矩指令信号的电平时, 解除对所述第 2 比较结果的屏蔽。

6. 根据权利要求 4 所述的马达驱动装置, 其特征在于, 在所述给定周期中, 所述第 1 转矩指令信号是持续增大, 而所述第 2 转矩指令信号是持续减小,

所述屏蔽部, 在所述第 1 及第 2PWM 控制信号均处于接通状态的期间, 当从所述第 3 比较结果, 检测到所述电流检测信号的电平达到所述第 3 转矩指令信号的电平时的该时刻, 处于所述给定周期的前半段时解除对所述第 1 比较结果的屏蔽, 而处于所述给定周期的后半段时解除对所述第 2 比较结果的屏蔽。

7. 根据权利要求 2 所述的马达驱动装置, 其特征在于, 所述比较部具有 3 个比较器, 并通过各比较器, 分别对所述第 1、第 2 及第 3 转矩指令信号与所述电流检测信号进行比较。

8. 根据权利要求 1 所述的马达驱动装置, 其特征在于, 所述马达是 3 相马达,

所述通电切换部, 相对所述马达中的各相的马达绕组中被通电的相电流的周期每隔电角 60° , 切换所述第 1 及第 2 通电相。

9. 根据权利要求 1 所述的马达驱动装置, 其特征在于, 所述马达是 4 相马达,

所述通电切换部, 相对所述马达中的各相的马达绕组中被通电的相

电流的周期每隔电角 90° ，切换所述第 1 及第 2 通电相。

10. 根据权利要求 8 或 9 所述的马达驱动装置，其特征在于，所述转矩指令信号发生部，输入转子检测信号，产生相当于该转子检测信号的周期中的所述电角期间的周期的所述第 1 及第 2 转矩指令信号。

11. 根据权利要求 8 或 9 所述的马达驱动装置，其特征在于，所述转矩指令信号发生部，输入转子检测信号，并利用按所述电角分割该转子检测信号的信号，产生所述第 1 及第 2 转矩指令信号。

12. 根据权利要求 1 所述的马达驱动装置，其特征在于，所述振荡部，产生具有相互独立的周期的所述第 1 及第 2 设置脉冲信号。

13. 根据权利要求 1 所述的马达驱动装置，其特征在于，所述振荡部，产生所述第 1 及第 2 设置脉冲信号，使所述第 1 及第 2 设置脉冲信号的相位差根据所述马达的转速而改变。

14. 根据权利要求 1 所述的马达驱动装置，其特征在于，所述 PWM 控制部，根据所述第 1 设置脉冲信号使所述第 1 PWM 控制信号接通，根据所述第 2 设置脉冲信号使所述第 2 PWM 控制信号接通。

15. 根据权利要求 1 所述的马达驱动装置，其特征在于，所述 PWM 控制部，当从所述第 1 比较结果，检测到所述电流检测信号的电平达到所述第 1 转矩指令信号的电平时，使所述第 1 PWM 控制信号关断，当从所述第 2 比较结果，检测到所述电流检测信号的电平达到所述第 2 转矩指令信号的电平时，使所述第 2 PWM 控制信号关断。

16. 根据权利要求 1 所述的马达驱动装置，其特征在于，所述 PWM 控制部，从关断所述第 1 PWM 控制信号的时刻开始，经过给定的期间之后，使所述第 1 PWM 控制信号接通，且从关断所述第 2 PWM 控制信号的时刻开始，经过给定的期间之后，使所述第 2 PWM 控制信号接通。

17. 一种马达驱动方法，是通过 PWM 控制向马达绕组的通电而驱动马达的马达驱动方法，其特征在于，包括：

以各给定周期确定应进行 PWM 控制的第 1 及第 2 通电相的通电切换过程；

产生与所给出的原转矩指令信号对应的振幅的第 1 及第 2 转矩指令信号的转矩指令信号产生过程；

对所述第 1 及第 2 转矩指令信号与检测供给所述马达的电流的电流检测信号分别进行比较的比较过程；以及

根据第 1 及第 2 设置脉冲信号、和所述比较过程的比较结果，产生所述第 1 和第 2 PWM 控制信号的 PWM 控制过程，

分别按照由所述 PWM 控制过程中产生的第 1 及第 2 PWM 控制信号，同时对由所述通电切换过程确定的第 1 及第 2 通电相的通电进行 PWM 控制。

18. 根据权利要求 17 所述的马达驱动方法，其特征在于，在所述转矩指令信号产生过程中产生所述第 1 及第 2 转矩指令信号合成的第 3 转矩指令信号，

在所述比较过程中对所述第 3 转矩指令信号与所述电流检测信号进行大小比较，

该马达驱动方法，包括：根据所述第 1 及第 2 PWM 控制信号、和所述比较过程的所述第 3 转矩指令信号与所述电流检测信号的比较结果，控制对所述第 1 转矩指令信号与所述电流检测信号的比较结果及所述第 2 转矩指令信号与所述电流检测信号的比较结果是否进行屏蔽的屏蔽过程。

19. 根据权利要求 17 所述的马达驱动方法，其特征在于，所述马达是 3 相马达，

所述通电切换过程，相对所述马达中的各相的马达绕组中被通电的相电流的周期每隔电角 60° ，切换所述第 1 及第 2 通电相。

20. 根据权利要求 17 所述的马达驱动方法，其特征在于，所述马达是 4 相马达，

所述通电切换过程，相对所述马达中的各相的马达绕组中被通电的相电流的周期每隔电角 90° ，切换所述第 1 及第 2 通电相。

马达驱动装置及其驱动方法

技术领域

本发明涉及一种马达的驱动技术，特别涉及 PWM 控制的马达的驱动技术。

背景技术

图 22 表示通过用 PWM 控制马达绕组的通电驱动 3 相（U 相、V 相以及 W 相）马达的现有的马达驱动装置的构成图。现有的马达驱动装置，包括驱动马达的电源 1、霍尔信号处理部 2、通电切换部 3、电平移动部 4、振荡部 5、比较部 6、PWM 控制部 7、并联连接的 3 组半桥电路、电流检测电阻以及放大其两端电压的放大器 A。

霍尔信号处理部 2，输入来自霍尔器件的霍尔信号，生成表示转子位置的逻辑信号。通电切换部 3，输入该逻辑信号，确定通电相。图 23 表示在由通电切换部 3 确定的通电相中通电后的相电流以及确定相电流的电流大小的转矩指令信号 TQ。图 23（a）表示 U 相电流，图 23（b）表示 V 相电流，图 23（c）表示 W 相电流，图 23（d）表示转矩指令信号 TQ。在图 23（a）、（b）、（c）中，在时间轴的上部为源电流通电，在下部为吸收（シンク）电流通电。此外，在图 23 中，由于转矩指令信号 TQ 的电平为恒定值，所以各相电流作为源电流或者吸收电流流动时的电流大小也为恒定值。

在现有的马达驱动装置中的向马达绕组的通电，在电角 120° 的期间，作为源电流（或者吸收电流）以对应于转矩指令信号 TQ 的电流大小进行。然后，在接下来的电角 60° 的期间，不进行通电，电流大小为 0。这之后，转到吸收电流（或者源电流），进行同样的通电。这样的矩形波的相电流通过在 3 相相互相差电角 120° 进行通电，在任意时刻，进行

1 相源电流和 1 相吸收电流共计 2 相中的通电，剩下的 1 相不进行通电。因此，现有的马达驱动装置中通电切换部 3，作为通电相，确定为 1 相源电流和 1 相吸收电流共计 2 相。另外，通电相的确定，按相隔电角 60° 进行。

PWM 控制部 7，对于通电切换部 3 所确定的通电相，利用 PWM 控制信号 P 进行 PWM 控制。当 PWM 控制信号 P 接通时，通过通电切换部 3 以及电平移动部 4，使半桥电路的三极管锁存导通，从电源 1 向马达绕组流入电流。然后，当 PWM 控制信号 P 关断时，使半桥电路的三极管锁存截止，停止从电源 1 的电流流入。PWM 控制信号 P 所控制的只要是源电流侧或者吸收电流侧的任一方的三极管即可，而使不进行 PWM 控制侧的三极管固定导通。在此，假设对源电流侧的三极管进行 PWM 控制，使吸收电流侧的三极管固定导通。因此，在图 23 (a)、(b)、(c) 中，阴影部分受 PWM 控制。

现有的马达驱动装置，如图 23 所示，在相电流的切换处，会产生相电流的急剧变化。这种相电流的急剧变化，会引起马达振动，还会成为马达产生噪音的原因。

发明内容

针对上述问题，本发明的目的在于在 PWM 控制的马达驱动技术中，实现相电流不产生急剧变化的通电相的切换、降低马达振动和马达发出的噪音。

为解决上述课题，本发明的装置，作为通过 PWM 控制向马达绕组的通电驱动马达的马达驱动装置，包括以各定周期确定应进行 PWM 控制的第 1 以及第 2 通电相的通电切换部、输入原转矩指令信号的、产生与该原转矩指令信号对应的振幅的第 1 以及第 2 转矩指令信号的转矩指令信号发生部、输入上述第 1 以及第 2 转矩指令信号、和检测向上述马达供给的电流的电流检测信号的、对该第 1 以及第 2 转矩指令信号和该电流检测信号分别进行大小比较的、输出第 1 以及第 2 比较结果的比较部、产生第 1 以及第 2 设置脉冲信号的振荡部、输入上述第 1 以及第 2 设置脉冲信号、和上述第 1 以及第 2 比较结果的、根据该第 1 设置脉冲

信号和第 1 比较结果产生第 1PWM 控制信号的、同时根据该第 2 设置脉冲信号和第 2 比较结果产生第 2PWM 控制信号的 PWM 控制部，分别根据由上述 PWM 控制部产生的第 1 以及第 2PWM 控制信号并行 PWM 控制向由上述通电切换部确定的第 1 以及第 2 通电相的通电。

依据本发明的马达驱动装置，对于由通电切换部确定的第 1 以及第 2 通电相，根据由转矩指令信号发生部产生的、相互不同的转矩指令的第 1 以及第 2 转矩指令信号的电流大小，通过 PWM 控制可以并行进行通电。这样，可以平滑进行相电流的切换。

优选上述转矩指令信号发生部产生上述第 1 以及第 2PWM 控制信号合成后的第 3 转矩指令信号，并且上述比较部对上述第 3 转矩指令信号与上述电流检测信号进行大小比较，输出第 3 比较结果。然后，本发明的马达驱动装置包括输入上述第 1 以及第 2PWM 控制信号、和上述第 1、第 2 以及第 3 比较结果、根据该第 1 以及第 2PWM 控制信号、和该第 3 比较结果、控制对该第 1 以及第 2 比较结果是否进行屏蔽的屏蔽部。

这样，例如以高转矩 PWM 控制马达时，同时在 2 相中通过 PWM 控制进行通电时，可以根据在该 2 相中通电的通电电流大小进行 PWM 控制。

具体讲，上述屏蔽部在上述第 1 以及第 2PWM 控制信号均处于接通状态的期间，对上述第 1 以及第 2 比较结果进行屏蔽。

进一步，上述屏蔽部在上述第 1 以及第 2PWM 控制信号均处于接通状态的期间，当根据上述第 3 比较结果，检测到上述电流检测信号的电平达到上述第 3 转矩指令信号的电平时，解除对上述第 1 以及第 2 比较结果中的任一方的屏蔽，而另一方的屏蔽则在给定时间之后解除。

进一步，优选在上述给定周期中，上述第 1 转矩指令信号是持续增大，而上述第 2 转矩指令信号是持续减小，上述屏蔽部，在上述检测时，解除对上述第 2 比较结果的屏蔽。

另外，优选在上述给定周期中，上述第 1 转矩指令信号是持续增大，而上述第 2 转矩指令信号是持续减小，上述屏蔽部，在上述检测时，当该时刻，在上述给定周期的前半段时解除对上述第 1 比较结果的屏蔽，而在上述给定周期的后半段时解除对上述第 2 比较结果的屏蔽。

另一方面，具体讲，上述比较部具有 3 个比较器，利用各比较器，分别将上述第 1、第 2 以及第 3 转矩指令信号与上述电流检测信号进行比较。

另外，具体讲，有关本发明的马达是 3 相马达，在本发明的马达驱动装置中上述通电切换部，向上述马达中各相的马达绕组通电的相电流的周期按相隔电角 60° 在上述第 1 以及第 2 通电相之间切换。

另外，具体讲，有关本发明的马达是 4 相马达，在本发明的马达驱动装置中上述通电切换部，向上述马达中各相的马达绕组通电的相电流的周期按相隔电角 90° 在上述第 1 以及第 2 通电相之间切换。

优选上述转矩指令信号发生部，输入转子检测信号，产生在该转子检测信号的周期中相当于上述电角的期间的周期的上述第 1 以及第 2 转矩指令信号。

另外，优选上述转矩指令信号发生部，输入转子检测信号，利用按相隔上述电角分割该转子检测信号的信号，产生上述第 1 以及第 2 转矩指令信号。

另一方面，具体讲，在本发明的马达驱动装置中上述振荡部，产生具有相互独立的周期的上述第 1 以及第 2 设置脉冲信号。

另外，具体讲，在本发明的马达驱动装置中上述振荡部，通过根据上述马达的转速改变上述第 1 以及第 2 设置脉冲信号的相位差，产生上述第 1 以及第 2 设置脉冲信号。

另外，具体讲，在本发明的马达驱动装置中上述 PWM 控制部，根据上述第 1 设置脉冲信号使上述第 1 PWM 控制信号接通，根据上述第 2 设置脉冲信号使上述第 2 PWM 控制信号接通。

另外，具体讲，在本发明的马达驱动装置中上述 PWM 控制部，从上述第 1 比较结果，检测到上述电流检测信号的电平达到上述第 1 转矩指令信号的电平时，使上述第 1 PWM 控制信号关断，从上述第 2 比较结果，检测到上述电流检测信号的电平达到上述第 2 转矩指令信号的电平时，使上述第 2 PWM 控制信号关断。

另外，具体讲，在本发明的马达驱动装置中上述 PWM 控制部，从上述第 1 PWM 控制信号关断的时刻开始，经过给定的期间之后，使上述

IN021632

第1PWM控制信号接通,从上述第2PWM控制信号关断的时刻开始,经过给定的期间之后,使上述第2PWM控制信号接通。

另一方面,为了解决上述课题,本发明的方法,是通过PWM控制向马达绕组的通电而驱动马达的马达驱动方法,包括以给定的周期确定应进行PWM控制的第1以及第2通电相的通电切换过程、产生与所给出的原转矩指令信号对应的振幅的第1以及第2转矩指令信号的转矩指令信号产生过程、对上述第1以及第2转矩指令信号和检测向上述马达供给的电流的电流检测信号分别进行比较的比较过程、根据第1以及第2设置脉冲信号、和上述比较过程的比较结果产生上述第1和第2PWM控制信号的PWM控制过程,分别根据由上述PWM控制过程中产生的第1以及第2PWM控制信号并行PWM控制向由上述通电切换过程确定的第1以及第2通电相的通电。

依据本发明的马达驱动方法,对于在通电切换过程中确定的第1以及第2通电相,根据在转矩指令信号产生过程中产生的、相互不同的转矩指令的第1以及第2转矩指令信号的电流大小,通过PWM控制可以并行进行通电。这样,可以平滑进行相电流的切换。

优选在上述转矩指令信号产生过程中产生上述第1以及第2转矩指令信号合成的第3转矩指令信号,在比较过程中对上述第3转矩指令信号与上述电流检测信号进行大小比较。然后,上述马达驱动方法包括根据上述第1以及第2PWM控制信号、和上述比较过程的所述第3转矩指令信号与上述电流检测信号的比较结果、控制对上述第1转矩指令信号与上述电流检测信号的比较结果及所述第2转矩指令信号与上述电流检测信号的比较结果是否进行屏蔽的屏蔽过程。

这样,例如,在马达以高转矩受到控制的情况下,相应2相PWM控制同时受到通电控制时,可以相应该2相所通电的电流大小进行PWM控制。

具体讲,有关本发明的马达是3相马达,在本发明的马达驱动方法中上述通电切换过程,向上述马达中各相的马达绕组通电的相电流的周期按相隔电角 60° 在上述第1以及第2通电相之间切换。

另外,具体讲,有关本发明的马达是4相马达,在本发明的马达驱动方法中上述通电切换过程,向上述马达中各相的马达绕组通电的相电流的周期按相隔电角 90° 在上述第1以及第2通电相之间切换。

附图说明

图 1 是有关本发明的第 1~实施例 5 的马达驱动装置的构成图。

图 2 是在有关本发明的第 1、第 4 以及实施例 5 的马达驱动装置中的相电流以及各种转矩指令信号的图。

图 3 是在有关本发明的第 1 以及实施例 2 的马达驱动装置中的转矩指令信号发生部的构成图。

图 4 是由有关本发明的实施例 1 的图 3 所示转矩指令信号发生部在产生各种转矩指令信号时的时序图。

图 5 是在有关本发明的第 1~实施例 6 的马达驱动装置中的 PWM 控制的流程图。

图 6 是在有关本发明的第 1~实施例 5 的马达驱动装置中在低转矩时的 PWM 控制的时序图。

图 7 是在有关本发明的第 1~实施例 5 的马达驱动装置中向马达绕组通电时的状况图。

图 8 是在有关本发明的第 1~实施例 5 的马达驱动装置中向马达绕组通电时的状况图。

图 9 是在有关本发明的第 1~实施例 5 的马达驱动装置中向马达绕组通电时的状况图。

图 10 是在有关本发明的第 1~实施例 5 的马达驱动装置中向马达绕组通电时的状况图。

图 11 是在有关本发明的第 1~实施例 5 的马达驱动装置中在高转矩时的 PWM 控制的时序图。

图 12 是在有关本发明的实施例 2 的马达驱动装置中的相电流以及各种转矩指令信号的图。

图 13 是由有关本发明的实施例 2 的图 3 所示转矩指令信号发生部在产生各种转矩指令信号时的时序图。

图 14 是在有关本发明的实施例 3 的马达驱动装置中的转矩指令信号发生部的构成图。

图 15 是由图 14 所示转矩指令信号发生部在产生各种转矩指令信号

时的时序图。

图 16 是图 14 的转矩指令信号发生部中阶梯波发生部的电路图。

图 17 是在有关本发明的实施例 4 的马达驱动装置中设置脉冲信号的例子。

图 18 是在有关本发明的实施例 5 的马达驱动装置中设置脉冲信号、PWM 控制信号以及计数脉冲信号的图。

图 19 是在有关本发明的实施例 5 的马达驱动装置中 PWM 控制信号的图。

图 20 是有关本发明的实施例 6 的马达驱动装置的构成图。

图 21 是在有关本发明的实施例 6 的马达驱动装置中的相电流以及各种转矩指令信号的图。

图 22 是现有的马达驱动装置的构成图。

图 23 是在现有的马达驱动装置中的相电流以及转矩指令信号的图。

符号说明

3A、3B—通电切换部；8、8A、8B、8C—转矩指令信号发生部；6A—比较部；61、62、63—比较器；5A、5B—振荡部；7A、7B—PWM 控制部；9—屏蔽部；TQ—原转矩指令信号；DS—电流检测信号；TQ1—增加转矩指令信号（第 1 转矩指令信号）；TQ2—减少加转矩指令信号（第 2 转矩指令信号）；TQ3—合成转矩指令信号（第 3 转矩指令信号）；CR1—比较结果（第 1 比较结果）；CR2—比较结果（第 2 比较结果）；CR3—比较结果（第 3 比较结果）；SP1—设置脉冲信号（第 1 设置脉冲信号）；SP2—设置脉冲信号（第 2 设置脉冲信号）；P1—PWM 控制信号（第 1 PWM 控制信号）；P2—PWM 控制信号（第 2 PWM 控制信号）；DT21、DT22、DT23—霍尔信号（转子检测信号）。

具体实施方式

以下参照附图说明本发明的优选实施例。

（实施例 1）

图 1 表示有关本发明的实施例 1 的马达驱动装置的构成。有关本实

施例的马达驱动装置，是通过 PWM 控制向马达绕组的通电驱动 3 相（U 相、V 相以及 W 相）马达的，它包括驱动马达的电源 1、霍尔信号处理部 2A、通电切换部 3A、电平移动部 4、振荡部 5A、比较部 6A、PWM 控制部 7A、转矩指令信号发生部 8、屏蔽部 9、并联连接的 3 组半桥电路、电流检测电阻 R 以及放大其两端电压的放大器 A。

控制向 U 相的马达绕组 C1 通电的半桥电路，由控制源电流的通电的三极管 Tr11、和控制吸收电流的通电的三极管 Tr12 所构成。同样，控制向 V 相的马达绕组 C2 通电的半桥电路，由控制源电流的通电的三极管 Tr21、和控制吸收电流的通电的三极管 Tr22 所构成。并且，控制向 W 相的马达绕组 C1 通电的半桥电路，由控制源电流的通电的三极管 Tr31、和控制吸收电流的通电的三极管 Tr32 所构成。

在三极管 Tr11、Tr12 的漏极和源极之间，与施加栅极电压所产生的电流方向相反的方向地分别连接二极管 D11、D12。同样，在三极管 Tr21、Tr22 的漏极和源极之间，与施加栅极电压所产生的电流方向相反的方向地分别连接二极管 D21、D22。然后，在三极管 Tr31、Tr32 的漏极和源极之间，与施加栅极电压所产生的电流方向相反的方向地分别连接二极管 D31、D32。

霍尔信号处理部 2A，输入来自霍尔器件的霍尔信号，生成表示转子位置的逻辑信号。通电切换部 3A，输入该逻辑信号，确定通电相。图 2 表示在由通电切换部 3A 确定的通电相中通电后的相电流以及确定相电流的电流大小的各种转矩指令信号。图 2(a)表示 U 相电流，图 2(b)表示 V 相电流，图 2(c)表示 W 相电流。在图 2(a)、(b)、(c)中，在时间轴的上部为源电流通电，在下部为吸收电流通电。

图 2(d)表示相当于本发明的第 1 转矩指令信号的增加转矩指令信号 TQ1、相当于第 2 转矩指令信号的减少转矩指令信号 TQ2、以及相当于第 3 转矩指令信号的合成转矩指令信号 TQ3。这些转矩指令信号 TQ1、TQ2、TQ3，是以相电流一周期中相当于电角 60° 的期间作为周期的信号，由转矩指令信号发生部 8 产生。增加转矩指令信号 TQ1，在电角 60° 的期间为连续增加，减少转矩指令信号 TQ2 为连续减少。而合成转矩指令信号 TQ3 是增加转矩指令信号 TQ1 和减少转矩指令信号 TQ2 之和。

在有关本实施例的马达驱动装置中的各马达绕组 C1、C2 以及 C3 的通电，在电角 60° 的期间作为源电流（或者吸收电流），相应增加转矩指令信号 TQ1 增加电流的大小，在接下来的电角 60° 的期间，相应合成转矩指令信号 TQ3 控制电流的大小，又在接下来的电角 60° 的期间，相应减少转矩指令信号 TQ2 减少电流的大小。然后，转换到吸收电流（或者源电流），进行同样的通电。通过使这样的梯形波的相电流在 3 相中相互相差电角 120° 进行通电，整体上就形成了相应增加转矩指令信号 TQ1 的通电相、相应减少转矩指令信号 TQ2 的通电相、以及相应合成转矩指令信号 TQ3 的通电相为每隔电角 60° 进行切换。

通电切换部 3A，在某一电角 60° 的区间，作为通电相选择源电流的 2 相和吸收电流的 1 相。并且，在接下来的电角 60° 的区间，作为通电相选择源电流的 1 相和吸收电流的 2 相。源电流侧或者吸收电流侧所选择的 2 相通电相，相当于相应增加转矩指令信号 TQ1 的通电相和相应减少转矩指令信号 TQ2 的通电相，用 PWM 控制这些通电相的通电。与其相反侧的源电流侧或者吸收电流侧所选择的 1 相通电相，相当于相应合成转矩指令信号 TQ3 的通电相，控制该通电相的三极管固定为导通。因此，在图 2(a)、(b)、(c) 中，阴影部分为进行 PWM 控制的区域。

电平移动部 4，和现有的马达驱动装置中的部分具有相同的构成，根据来自通电切换部 3A 的信号，向半桥电路中的各三极管施加栅极电压。

振荡部 5A，产生相当于本发明的第 1 以及第 2 设置脉冲信号的设置脉冲信号 SP1 以及 SP2，并输出给 PWM 控制部 7A，该设置脉冲信号 SP1 以及 SP2，确定使 PWM 控制部 7A 所产生的 PWM 控制信号 P1 以及 P2 接通的时序。

比较部 6A，具有 3 个比较器 61、62、63。比较器 61 对转矩指令信号 TQ1 和电流检测信号 DS 进行比较，输出相当于本发明的第 1 比较结果的比较结果 CR1。比较器 62 对转矩指令信号 TQ2 和电流检测信号 DS 进行比较，输出相当于本发明的第 2 比较结果的比较结果 CR2。然后，比较器 63 对转矩指令信号 TQ3 和电流检测信号 DS 进行比较，输出相当于本发明的第 3 比较结果的比较结果 CR3。此外，电流检测信号 DS，

是在马达绕组通电后的电流流经电流检测电阻 R 时将电流检测电阻 R 两端的电压用放大器 A 进行放大后的信号。

PWM 控制部 7A, 输入来自振荡部 5A 的设置脉冲信号 SP1 以及 SP2, 同时输入来自比较部 6A 的比较结果 CR1 以及 CR2, 产生如图 2 所示的相电流通电的 PWM 控制信号 P1 以及 P2。PWM 控制信号 P1 以及 P2 相当于本发明的第 1 以及第 2 PWM 控制信号。PWM 控制部 7A, 将这些 PWM 控制信号 P1 以及 P2 输出给通电切换部 3A, 并行地进行对由通电切换部 3A 所确定的源电流侧或者吸收电流侧的 2 相通电相的 PWM 控制。

转矩指令信号发生部 8, 输入相当于本发明的原转矩指令信号的转矩指令信号 TQ, 同时输入从霍尔信号处理部 2A 经过波形整形后的霍尔信号 DT21、DT22、DT23, 产生增加转矩指令信号 TQ1、减少转矩指令信号 TQ2、合成转矩指令信号 TQ3。霍尔信号 DT21、DT22、DT23 相当于本发明的转子检测信号。

图 3 表示转矩指令信号发生部 8 的内部构成。转矩指令信号发生部 8 包括区间分割部 81、合成部 82、振幅调制部 83, 它直接利用输入的霍尔信号 DT21、DT22、DT23, 产生各种转矩指令信号 TQ1、TQ2、TQ3。

首先, 区间分割部 81, 输入霍尔信号 DT21、DT22、DT23 (图 4(a)), 产生按电角 60° 分割的分割信号 DT811、DT812、DT813、DT814、DT815 以及 DT816 (图 4(b))。然后, 合成部 82, 相应每个分割信号 DT811、DT812、DT813、DT814、DT815 以及 DT816 切出霍尔信号 DT21、DT22、DT23, 并通过差动电路产生固定增加的三角波 DT821 和固定减少的三角波 DT822 (图 4(c))。并且, 将这些三角波 DT821 以及 DT822 合成, 产生恒定值的合成波 DT823 (图 4(c)) 最后, 振幅调制部 83, 相应转矩指令信号 TQ 对合成部 82 所产生的三角波 DT821 以及 DT822 和合成波 DT823 进行幅度调制, 根据三角波 DT821 产生增加转矩指令信号 TQ1, 根据三角波 DT822 产生减少转矩指令信号 TQ2, 根据合成波 DT823 产生合成转矩指令信号 TQ3。

屏蔽部 9, 从比较部 6A 输入比较结果 CR1、CR2 以及 CR3, 同时从 PWM 控制部 7A 输入 PWM 控制信号 P1 以及 P2, 根据 PWM 控制信

号 P1 以及 P2 和比较结果 CR3 对比较结果 CR1、CR2 进行屏蔽处理。该屏蔽处理在后面详细说明。

以下对由以上构成的马达驱动装置所进行的 PWM 控制, 采用图 5 的流程图进行说明。此外, 在此假定是在马达以低转矩驱动、PWM 控制信号 P1 以及 P2 不会同时处于接通状态的情况下进行说明。

PWM 控制开始后, 在步骤 S1, 检查是否输入了设置脉冲信号 SP1, 如果没有输入则进入到步骤 S2, 如果已经输入则进入到步骤 S3。在步骤 S2, 检查是否输入了设置脉冲信号 SP2, 如果没有输入则返回到步骤 S1, 如果已经输入则进入到步骤 S7。

在步骤 S3, 接通 PWM 控制信号 P1。然后进入到步骤 S4, 检查 PWM 控制信号 P1 以及 P2 是否均处于接通状态。在此所说明的是不会均处在接通的状态, 因此进入到步骤 S5。

在步骤 S5, 检查电流检测信号 DS 的电平是否达到增加转矩指令信号 TQ1 的电平, 如果没有达到则返回到步骤 S4, 如果已经达到则进入到步骤 S6。然后, 在步骤 S6, 关断 PWM 控制信号, 返回到步骤 S1。

在步骤 S7, 接通 PWM 控制信号 P2。然后, 进入步骤 S8, 判断 PWM 控制信号 P1 及 P2 是否均为导通状态。在此, 所说明的是不会均处在接通的状态, 因此进入到步骤 S9。

在步骤 S9, 对电流检测信号 DS 的电平是否已达到减少转矩指令信号 TQ2 的电平进行判断, 若没有达到则返回步骤 S8, 若已达到则进入步骤 S10。然后, 在步骤 S10 中, 断开 PWM 控制信号 P2, 返回步骤 S1。

下面用将图 2 中的时刻 t1 前后在时间轴上放大后的图 6 中的时序图, 来说明通过如上所述的 PWM 控制对马达绕组进行通电的情况。此外, 在时刻 t1 所属的电角 60° 的区间内, 作为通电相, 源电流侧选择 V 相以及 W 相, 吸收电流侧选择 U 相。V 相电流由 PWM 控制信号 P1 实施 PWM 控制, W 相电流由 PWM 控制信号 P2 实施 PWM 控制。

图 6(a)表示设置脉冲信号 SP1 以及 SP2。在此, 设置脉冲信号 SP1 以及 SP2 的周期相同, 相互之间相差半个周期。图 6(b)表示 PWM 控制信号 P1 以及 P2。图 6(c)表示电流检测信号 DS。图 6(d)表示 V 相电流, 图 6(e)表示 W 相电流。此外, 在图 6(b)、(c)、(d)中的期间 A 相当于 PWM

控制信号 P1 的接通期间，在图 6(b)、(c)、(e)中的期间 B 相当于 PWM 控制信号 P2 的接通期间。另外，在图 6 (d)、(e)中的期间 C 产生再生电流。

PWM 控制部 7A，输入设置脉冲信号 SP1，就接通 PWM 控制信号 P1。相应 PWM 控制信号 P1 的接通，通电切换部 3A，经电平移动部 4，使 PWM 控制信号 P1 所对应的通电相、也就是 V 相中源电流侧的三极管 Tr21 锁存导通，因而由电源 1 流入源电流。此外，控制吸收电流侧的通电相、也就是 U 相的三极管 Tr12，在时刻 t1 所属的电角 60° 的区间内，为一直导通状态。

图 7 表示这时在马达绕组中的电流流动状况。随着 PWM 控制信号 P1 的接通，如图 7 中的实线所示，电流沿电源 1—三极管 Tr21—马达绕组 C2—马达绕组 C1—三极管 Tr12 的方向流动。然后，最后流经电流检测电阻 R，产生电流检测信号 DS。此外，图 7 中虚线所示的电流，是这时在马达绕组中流动的再生电流。

随着电流检测信号 DS 的电平逐渐增大，不久达到增加转矩指令信号 TQ1 的电平（图 6(c)）。这时，比较部 6A 中的比较器 61 的比较结果 CR1 的输出改变。屏蔽部 9，这时不进行屏蔽处理，将比较结果 CR1 直接输出给 PWM 控制部 7A。

PWM 控制部 7A，输入比较结果 CR1，检测到电流检测信号 DS 的电平已经达到增加转矩指令信号 TQ1 的电平，使 PWM 控制信号 P1 关断。这样，三极管 Tr21 锁存截止。然后，由在马达绕组中残存的电能，产生沿马达绕组 C2—马达绕组 C1—三极管 Tr12—二极管 D22 的方向的再生电流。

然后，PWM 控制部 7A，输入设置脉冲信号 SP2，接通 PWM 控制信号 P2。相应 PWM 控制信号 P2 的接通，通电切换部 3A，经电平移动部 4，使 PWM 控制信号 P2 所对应的通电相的 W 相中源电流侧的三极管 Tr31 锁存导通，因而由电源 1 流入源电流。此外，控制吸收电流侧的通电相的 U 相的三极管 Tr12，继续处于导通状态。

图 8 表示这时在马达绕组中的电流流动状况。随着 PWM 控制信号 P2 的接通，如图 8 中的实线所示，电流沿电源 1—三极管 Tr31—马达绕

组 C3—马达绕组 C1—三极管 Tr12 的方向流动。然后，最后流经电流检测电阻 R，产生电流检测信号 DS。此外，图 8 中虚线所示的电流，是刚才 PWM 控制信号 P1 关断后在马达绕组中流动的再生电流。

随着电流检测信号 DS 的电平逐渐增大，不久达到减少转矩指令信号 TQ2 的电平（图 6(c)）。这时，比较部 6A 中的比较器 62 的比较结果 CR2 的输出改变。屏蔽部 9，这时不进行屏蔽处理，将比较结果 CR2 直接输出给 PWM 控制部 7A。

PWM 控制部 7A，输入比较结果 CR2，检测到电流检测信号 DS 的电平已经达到减少转矩指令信号 TQ2 的电平，使 PWM 控制信号 P2 关断。这样，三极管 Tr231 锁存截止。然后，由在马达绕组中残存的电能，产生沿马达绕组 C3—马达绕组 C1—三极管 Tr12—二极管 D32 的方向的再生电流。

然后，说明图 2 中时刻 t2 所属的电角 60°的区间内的 PWM 控制。该区间是时刻 t1 所属的区间的下一个区间。在时刻 t2 所属的电角 60°的区间内，作为通电相，源电流侧选择 V 相，吸收电流侧选择 U 相以及 W 相。W 相电流由 PWM 控制信号 P1 实施 PWM 控制，U 相电流由 PWM 控制信号 P2 实施 PWM 控制。此外，时刻 t2 前后在时间轴上放大后的时序图，再次利用图 6 进行说明。这时，图 6(d)表示 W 相的吸收电流，图 6(e)表示 U 相的吸收电流。

PWM 控制部 7A，输入设置脉冲信号 SP1，接通 PWM 控制信号 P1。相应 PWM 控制信号 P1 的接通，通电切换部 3A，经电平移动部 4，使 PWM 控制信号 P1 所对应的通电相也就是 W 相中吸收电流侧的三极管 Tr32 锁存导通。此外，控制源电流侧的通电相也就是 V 相的三极管 Tr21，在时刻 t2 所属的电角 60°的区间内，为一直导通状态。

图 9 表示这时在马达绕组中的电流流动状况。随着 PWM 控制信号 P1 的接通，如图 9 中的实线所示，电流沿电源 1—三极管 Tr21—马达绕组 C2—马达绕组 C3—三极管 Tr32 的方向流动。然后，最后流经电流检测电阻 R，产生电流检测信号 DS。此外，图 9 中虚线所示的电流，是这时在马达绕组中流动的再生电流。

随着电流检测信号 DS 的电平逐渐增大，不久达到增加转矩指令信

号 TQ1 的电平（图 6(c)）。这时，比较部 6A 中的比较器 61 的比较结果 CR1 的输出改变。屏蔽部 9，这时不进行屏蔽处理，将比较结果 CR1 直接输出给 PWM 控制部 7A。

PWM 控制部 7A，输入比较结果 CR1，检测到电流检测信号 DS 的电平已经达到增加转矩指令信号 TQ1 的电平，使 PWM 控制信号 P1 关断。这样，三极管 Tr32 锁存截止。然后，由在马达绕组中残存的电能，产生沿马达绕组 C2—马达绕组 C3—二极管 D31—三极管 Tr31 的方向的再生电流。

然后，PWM 控制部 7A，输入设置脉冲信号 SP2，接通 PWM 控制信号 P2。相应 PWM 控制信号 P2 的接通，通电切换部 3A，经电平移动部 4，使 PWM 控制信号 P2 所对应的通电相也就是 U 相中吸收电流侧的三极管 Tr12 锁存导通。此外，控制源电流侧的通电相也就是 V 相的三极管 Tr21，继续处于导通状态。

图 10 表示这时在马达绕组中的电流流动状况。随着 PWM 控制信号 P2 的接通，如图 10 中的实线所示，电流沿电源 1—三极管 Tr21—马达绕组 C2—马达绕组 C1—三极管 Tr12 的方向流动。然后，最后流经电流检测电阻 R，产生电流检测信号 DS。此外，图 10 中虚线所示的电流，是刚才 PWM 控制信号 P1 关断后在马达绕组中流动的再生电流。

随着电流检测信号 DS 的电平逐渐增大，不久达到减少转矩指令信号 TQ2 的电平（图 6(c)）。这时，比较部 6A 中的比较器 62 的比较结果 CR2 的输出改变。屏蔽部 9，这时不进行屏蔽处理，将比较结果 CR2 直接输出给 PWM 控制部 7A。

PWM 控制部 7A，输入比较结果 CR2，检测到电流检测信号 DS 的电平已经达到减少转矩指令信号 TQ2 的电平，使 PWM 控制信号 P2 关断。这样，三极管 Tr12 锁存截止。然后，由在马达绕组中残存的电能，产生沿马达绕组 C2—马达绕组 C1—二极管 D11—三极管 Tr21 的方向的再生电流。

以上对于假定在马达以低转矩驱动、PWM 控制信号 P1 以及 P2 不会同时处于接通状态的情况进行了说明。其次，假定在马达以高转矩驱动的情况。当马达以高转矩驱动，向马达绕组的通电量增加。因此，PWM

控制信号 P1 以及 P2 均处于接通状态，出现源电流侧和吸收电流侧的 2 相均同时通电的情况。以下对于 PWM 控制信号 P1 以及 P2 均处于接通状态时的 PWM 控制，采用图 5 的流程图进行说明。

如果 PWM 控制信号 P1 以及 P2 均处于接通状态，从步骤 S4 或者步骤 S8 进入到步骤 S11。在步骤 S11，对比较结果 CR1 以及 CR2 进行屏蔽后进入到步骤 S12。对比较结果 CR1 以及 CR2 进行屏蔽是因为以下的原因。如果 PWM 控制信号 P1 以及 P2 均处于接通状态，电流检测信号 DS，成为对应源电流侧和吸收电流侧中均有 2 相同时通电时的合成电流。因此，增加转矩指令信号 TQ1 以及减少转矩指令信号 TQ2 不能以这时的电流检测信号 DS 作为比较对象，如果进行比较将输出错误的比较结果。

在步骤 S12，检测电流检测信号 DS 的电平是否达到合成转矩指令信号 TQ3 的电平，在达到之前重复执行步骤 S12。另一方面，如果达到则进入步骤 S13。

步骤 S13，使 PWM 控制信号 P2 关断，只解除对比较结果 CR2 的屏蔽，然后进入到步骤 S14。在此，使 PWM 控制信号 P2 比 PWM 控制信号 P1 先关断是基于以下的原因。PWM 控制信号 P1 是用于对相应增加转矩指令信号 TQ1 的相电流进行 PWM 控制的，而 PWM 控制信号 P2 是用于对相应减少转矩指令信号 TQ2 的相电流进行 PWM 控制的。因此，进行电能逐渐增加的控制的 PWM 控制信号 P1，与进行电能逐渐减少的控制的 PWM 控制信号 P2 相比，需要更长的接通期间。为此，为了尽可能延长 PWM 控制信号 P1 的接通期间，所以先行关断 PWM 控制信号 P2。

然后，在步骤 S14，从在步骤 S12 检测到电流检测信号 DS 的电平达到合成转矩指令信号 TQ3 的电平的时刻开始，经过给定期间 t_{m1} 之后，解除比较结果 CR1 的屏蔽，返回到步骤 S4。在此，到解除比较结果 CR1 的屏蔽之前设置给定期间 t_{m1} 是基于以下的理由。在步骤 S13 通过使 PWM 控制信号 P2 关断，电流检测信号 DS 成为表示 PWM 控制信号 P1 接通时的通电电流的信号。但是，在刚关断 PWM 控制信号 P2 的时刻，由于在放大器 A 中还残存有关断前的电能，所以这时产生的比较结果 CR1 有可能是错误的。另外，给定期间 t_{m1} 优选设置在几百 ns 左右。

下面采用将图 2 中的时刻 t_1 前后在时间轴上放大后的图 11 的时序图, 来说明通过如上所述的 PWM 控制对马达绕组通电的情况。此外, 在时刻 t_1 所属的电角 60° 的区间内, 作为通电相, 源电流侧选择 V 相以及 W 相, 吸收电流侧选择 U 相。V 相电流由 PWM 控制信号 P1 实施 PWM 控制, W 相电流由 PWM 控制信号 P2 实施 PWM 控制。

图 11(a)表示设置脉冲信号 SP1 以及 SP2。在此, 设置脉冲信号 SP1 以及 SP2 的周期相同, 相互之间相差半个周期。图 11(b)表示 PWM 控制信号 P1 以及 P2。图 11(c)表示电流检测信号 DS。图 11(d)表示 V 相电流, 图 11(e)表示 W 相电流。此外, 在图 11(b)、(c)、(d)中的期间 A 相当于 PWM 控制信号 P1 的接通期间, 在图 11(b)、(c)、(e)中的期间 B 相当于 PWM 控制信号 P2 的接通期间。另外, 在图 11(d)、(e)中的期间 C 产生再生电流。另外, 图 11(c)中的期间 D 相当于 PWM 控制信号 P1 以及 P2 同时接通的期间。

PWM 控制部 7A, 输入设置脉冲信号 SP1, 接通 PWM 控制信号 P1。相应 PWM 控制信号 P1 的接通, 通电切换部 3A, 经电平移动部 4, 使 PWM 控制信号 P1 所对应的通电相也就是 V 相中源电流侧的三极管 Tr21 锁存导通, 因而从电源 1 流入源电流。此外, 控制吸收电流侧的通电相的 U 相的三极管 Tr12, 在时刻 t_1 所属的电角 60° 的区间内, 为一直导通状态。

随着电流检测信号 DS 的电平逐渐增大, 不久接近增加转矩指令信号 TQ1 的电平 (图 11(c))。但是, 在达到增加转矩指令信号 TQ1 的电平之前, PWM 控制部 7A, 输入设置脉冲信号 SP2, 接通 PWM 控制信号 P2。相应 PWM 控制信号 P2 的接通, 通电切换部 3A, 经电平移动部 4, 使 PWM 控制信号 P2 所对应的通电相也就是 W 相中源电流侧的三极管 Tr31 锁存导通, 因而从电源 1 流入源电流。从这时开始, V 相以及 W 相的 2 相开始同时通电。

屏蔽部 9 检测到 PWM 控制信号 P1 以及 P2 均处于接通状态, 对比较器 6A 的比较结果 CR1 以及 CR2 进行屏蔽, 并输出给 PWM 控制部 7A。通过屏蔽比较结果 CR1 以及 CR2, PWM 控制部 7A 不会使 PWM 控制信号 P1 以及 P2 关断, 将继续向 V 相以及 W 相通电。

电流检测信号 DS 的电平逐渐增大,不久达到合成转矩指令信号 TQ3 的电平。这时,比较部 6A 中的比较器 63 的比较结果 CR3 的输出改变。屏蔽部 9,输入比较结果 CR3,检测到电流检测信号 DS 的电平已经达到合成转矩指令信号 TQ3 的电平,解除对比较结果 CR2 的屏蔽。

PWM 控制部 7A,输入比较结果 CR2,检测到电流检测信号 DS 的电平已经达到减少转矩指令信号 TQ2 的电平,使 PWM 控制信号 P2 关断。这样,三极管 Tr31 锁存截止。然后,由在马达绕组中残存的电能,产生再生电流。

屏蔽部 9,从检测到电流检测信号 DS 的电平达到合成转矩指令信号 TQ3 的电平的时刻开始经过给定期间 t_{m1} 之后,解除对比较结果 CR1 的屏蔽。这时电流检测信号 DS 的电平还没有达到增加转矩指令信号 TQ1 的电平。

电流检测信号 DS 的电平逐渐增大,不久达到增加转矩指令信号 TQ1 的电平。这时,比较部 6A 中的比较器 61 的比较结果 CR1 的输出改变。PWM 控制部 7A,输入比较结果 CR1,检测到电流检测信号 DS 的电平已经达到增加转矩指令信号 TQ1 的电平,使 PWM 控制信号 P1 关断。这样,三极管 Tr21 锁存截止。然后,由在马达绕组中残存的电能,产生再生电流。

然后,说明图 2 中时刻 t_2 所属的电角 60° 的区间内的 PWM 控制。该区间是时刻 t_1 所属的区间的下一个区间。在时刻 t_2 所属的电角 60° 的区间内,作为通电相,源电流侧选择 V 相,吸收电流侧选择 U 相以及 W 相。W 相电流由 PWM 控制信号 P1 实施 PWM 控制,U 相电流由 PWM 控制信号 P2 实施 PWM 控制。此外,时刻 t_2 前后在时间轴上放大后的时序图,再次利用图 11 进行说明。这时,图 11(d)表示 W 相的吸收电流,图 11(e)表示 U 相的吸收电流。

PWM 控制部 7A,输入设置脉冲信号 SP1,接通 PWM 控制信号 P1。相应 PWM 控制信号 P1 的接通,通电切换部 3A,经电平移动部 4,使 PWM 控制信号 P1 所对应的通电相也就是 W 相中吸收电流侧的三极管 Tr32 锁存导通。此外,控制源电流侧的通电相也就是 V 相的三极管 Tr21,在时刻 t_2 所属的电角 60° 的区间内,为一直导通状态。

随着电流检测信号 DS 的电平逐渐增大,不久接近增加转矩指令信号 TQ1 的电平(图 11(c))。但是,在达到增加转矩指令信号 TQ1 的电平之前,PWM 控制部 7A,输入设置脉冲信号 SP2,接通 PWM 控制信号 P2。相应 PWM 控制信号 P2 的接通,通电切换部 3A,经电平移动部 4,使 PWM 控制信号 P2 所对应的通电相也就是 U 相中吸收电流侧的三极管 Tr12 锁存导通。从这时开始,U 相以及 W 相的 2 相开始同时通电。

屏蔽部 9 检测到 PWM 控制信号 P1 以及 P2 均处于接通状态,对比较器 6A 的比较结果 CR1 以及 CR2 进行屏蔽,并输出给 PWM 控制部 7A。通过屏蔽比较结果 CR1 以及 CR2,PWM 控制部 7A 不会使 PWM 控制信号 P1 以及 P2 关断,继续向 U 相以及 W 相通电。

电流检测信号 DS 的电平逐渐增大,不久达到合成转矩指令信号 TQ3 的电平。这时,比较部 6A 中的比较器 63 的比较结果 CR3 的输出改变。屏蔽部 9,输入比较结果 CR3,检测到电流检测信号 DS 的电平已经达到合成转矩指令信号 TQ3 的电平,解除对比较结果 CR2 的屏蔽。

PWM 控制部 7A,输入比较结果 CR2,检测到电流检测信号 DS 的电平已经达到减少转矩指令信号 TQ2 的电平,使 PWM 控制信号 P2 关断。这样,三极管 Tr12 锁存截止。然后,由在马达绕组中残存的电能,产生再生电流。

屏蔽部 9,从检测到电流检测信号 DS 的电平达到合成转矩指令信号 TQ3 的电平的时刻开始经过给定期间 tm1 之后,解除对比较结果 CR1 的屏蔽。这时电流检测信号 DS 的电平还没有达到增加转矩指令信号 TQ1 的电平。

电流检测信号 DS 的电平逐渐增大,不久达到增加转矩指令信号 TQ1 的电平。这时,比较部 6A 中的比较器 61 的比较结果 CR1 的输出改变。PWM 控制部 7A,输入比较结果 CR1,检测到电流检测信号 DS 的电平已经达到增加转矩指令信号 TQ1 的电平,使 PWM 控制信号 P1 关断。这样,三极管 Tr32 锁存截止。然后,由在马达绕组中残存的电能,产生再生电流。

如上所述,依据本实施例,对 2 相的通电相,并行地进行 PWM 控制通电,可以使相电流圆滑变化。这样,可以抑制马达的振动,降低马

达所产生的噪声。另外，由于可以平滑进行从低转矩向高转矩的控制转移，所以对于所有转矩情况，都可以获得相同的效果。

此外，在 PWM 控制信号 P1 以及 P2 同时接通的期间，当电流检测信号 DS 的电平达到合成转矩指令信号 TQ3 的电平时，虽然是使 PWM 控制信号 P2 关断，也可以使 PWM 控制信号 P1 先行关断。但是，如果使进行电能逐渐增加的控制的 PWM 控制信号 P1 先行关断，则难以相应增加转矩指令信号 TQ1 的电平进行通电，因此，优选使 PWM 控制信号 P2 先行关断。另外，也可以从电流检测信号 DS 的电平达到合成转矩指令信号 TQ3 的电平的时刻开始，在合成转矩指令信号 TQ3 的周期的前半时段使 PWM 控制信号 P1 关断，而后半时段使 PWM 控制信号 P2 关断。

另外，马达驱动装置虽然包括了放大器 A，但也可以省略该放大器 A，以电流检测电阻 R 两端的电压直接作为电流检测信号 DS。另外，电流检测电阻 R 如图所示虽然连接在低电位侧，例如也可以连接在紧接电源 1 之后的高电位侧。

另外，比较部 3A 虽然包括 3 个比较器 61、62 以及 63，但通过与 PWM 控制信号 P1 以及 P2 同步、选择与电流检测信号 DS 进行比较的转矩指令信号，也可以只采用 1 个比较器。

另外，马达绕组的再生电流，通过连接在半桥电路的各三极管的源极和漏极之间的二极管流动。但是，也可以不采用二极管，而是对与接通的三极管串联连接的三极管，进行错开时间从而不使贯通电流流入半桥电路中的反相同步控制。这样，将消除二极管在通电时的电压损失，从而可以降低马达驱动装置的消耗功率。另外，三极管也可以采用功率 BJT、功率 MOS、IGBT 等。

另外，为了检测转子位置，虽然采用了霍尔器件的霍尔信号，也可以不采用霍尔信号，对于没有传感器的马达，可以根据马达绕组的反电动势来检测转子位置。

（实施例 2）

有关本发明实施例 2 的马达驱动装置，包括与实施例 1 的马达驱动装置中的转矩指令信号发生部 8 具有不同构成的转矩指令信号发生部

8A。其余的构成以及动作和实施例 1 相同，在此省略其说明。此外，采用图 1 所示的符号说明有关本实施例的马达驱动装置的各构成要素以及各种信号。

有关本实施例的马达驱动装置，是采用正弦波的相电流对马达进行驱动的。图 12 表示在由通电切换部 3A 确定的通电相中通电后的相电流以及确定相电流的电流大小的各种转矩指令信号。图 12(a)表示 U 相电流、V 相电流、及 W 相电流。在图 12(a)中，在时间轴的上部为源电流通电，在下部为吸收电流通电。

图 12(b)表示相当于本发明的第 1 转矩指令信号的增加转矩指令信号 TQ1、相当于第 2 转矩指令信号的减少转矩指令信号 TQ2、以及相当于第 3 转矩指令信号的合成转矩指令信号 TQ3。这些转矩指令信号 TQ1、TQ2、TQ3，是以相电流一周期中相当于电角 60° 的期间作为周期的信号，由转矩指令信号发生部 8A 产生。增加转矩指令信号 TQ1，在电角 60° 的期间为连续增加，减少转矩指令信号 TQ2 为连续减少。而合成转矩指令信号 TQ3 是增加转矩指令信号 TQ1 和减少转矩指令信号 TQ2 之和。

转矩指令信号发生部 8A，输入相当于本发明的原转矩指令信号的转矩指令信号 TQ，同时输入从霍尔信号处理部 2A 经过波形整形后的霍尔信号 DT21、DT22、DT23，产生增加转矩指令信号 TQ1、减少转矩指令信号 TQ2、及合成转矩指令信号 TQ3。

图 3 表示转矩指令信号发生部 8A 的内部构成。转矩指令信号发生部 8A 包括区间分割部 81、合成部 82A、振幅调制部 83，直接利用输入的霍尔信号 DT21、DT22、DT23，产生各种转矩指令信号。

首先，区间分割部 81，输入霍尔信号 DT21、DT22、DT23（图 13(a)），产生按电角 60° 分割的分割信号 DT811、DT812、DT813、DT814、DT815 以及 DT816（图 13(b)）。然后，合成部 82A，相应每个分割信号 DT811、DT812、DT813、DT814、DT815 以及 DT816 从霍尔信号 DT21、DT22、DT23 切出电角 $0^\circ \sim 60^\circ$ 的第 1 正弦波 DT821，电角 $120^\circ \sim 180^\circ$ 的第 2 正弦波 DT822，电角 $60^\circ \sim 120^\circ$ 的第 3 正弦波 DT823（图 13(c)）。最后，振幅调制部 83，相应转矩指令信号 TQ 对合成部 82A 所产生的第 1 正弦波 DT821、第 2 正弦波 DT822、第 3 正弦波 DT823 进行幅度调制，根据

第1正弦波DT821产生增加转矩指令信号TQ1,根据第2正弦波DT822产生减少转矩指令信号TQ2,根据第3正弦波DT823产生合成转矩指令信号TQ3。

如上所述,依据本实施例,可以在马达绕组中通入正弦波的相电流,可以进一步实现马达的低振动化以及低噪声化。

此外,为了检测转子位置,虽然采用了霍尔器件的霍尔信号,也可以不采用霍尔信号,对于没有传感器的马达,可以根据马达绕组的反电动势检测转子位置。

(实施例3)

有关本发明实施例3的马达驱动装置,包括与实施例1的马达驱动装置中的转矩指令信号发生部8具有不同构成的转矩指令信号发生部8B。其余的构成以及动作和实施例1相同,在此省略其说明。此外,采用图1所示的符号说明有关本实施例的马达驱动装置的各构成要素以及各种信号。

转矩指令信号发生部8B,输入相当于本发明的原转矩指令信号的转矩指令信号TQ,同时输入从霍尔信号处理部2A经过波形整形后的霍尔信号DT21、DT22、DT23,产生增加转矩指令信号TQ1、减少转矩指令信号TQ2、合成转矩指令信号TQ3。这些转矩指令信号为阶梯波。

图14表示转矩指令信号发生部8B的内部构成。转矩指令信号发生部8B包括区间分割部81、区间细分部84、阶梯波发生部85。

首先,区间分割部81,输入霍尔信号DT21、DT22、DT23,产生按电角60°分割的分割信号DT811、DT812、DT813、DT814、DT815以及DT816。然后,区间细分部84将各分割信号DT811、DT812、DT813、DT814、DT815以及DT816,进一步8分割产生细分信号 $\theta 0$ 、 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ 、 $\theta 3$ 、 $\theta 4$ 、 $\theta 5$ 、 $\theta 6$ 以及 $\theta 7$ 。图15表示抽出其中的分割信号DT811以及DT812后的时序图。图15(a)表示分割信号DT811以及DT812。图15(b)表示对分割信号DT811以及DT812细分后的细分信号 $\theta 0 \sim \theta 7$ 。

图16表示阶梯波发生部85的电路构成。阶梯波发生部85由串联连接的多个电阻、向这些电阻提供电流的放大器以及三极管、向串联在各细分信号 $\theta 0 \sim \theta 7$ 上的电阻提供电压的开关以及逻辑电路构成。输入细

分信号00~07 以及转矩指令信号 TQ, 产生增加转矩指令信号 TQ1、减少转矩指令信号 TQ2、及合成转矩指令信号 TQ3 (图 15(c))。

如上所述, 依据本实施例, 通过改变阶梯波发生部 85 中串联连接的多个电阻的电阻比, 可以产生各种各样的转矩指令信号。

此外, 区间细分部 84, 虽然产生将区间分割信号分别 8 分割后的细分信号, 也可以采用 16 分割和 32 分割等更细的分割方式。分割越细, 就可以产生越接近正弦波的阶梯波的各种转矩指令信号。另外, 转矩指令信号发生部 8B, 虽然输入的是霍尔信号, 但并不限于霍尔信号, 只要是表示转子位置的信号即可。例如, 对于没有传感器的马达, 也可以输入马达绕组的反电动势。

(实施例 4)

有关本发明实施例 4 的马达驱动装置, 包括与实施例 1 的马达驱动装置中的振荡部 5A 具有不同构成的振荡部 5B。其余的构成以及动作和实施例 1 相同, 在此省略其说明。此外, 采用图 1 所示的符号说明有关本实施例的马达驱动装置的各构成要素以及各种信号。

振荡部 5B, 产生周期相互独立的设置脉冲信号 SP1 以及 SP2, 图 17 表示振荡部 5B 所产生的设置脉冲信号 SP1 以及 SP2 的几个例子。图 17(a) 表示设置脉冲信号 SP1 和 SP2 为相同的例子。图 17(b) 表示设置脉冲信号 SP1 和 SP2 的频率相互不同的例子。

图 17(c) 表示根据马达的转速改变设置脉冲信号 SP1 和 SP2 之间的相位差的例子。马达的转速为低速时, 如 d1 那样增大相位差, 高速时, 如 d2 那样减小相位差。在高速转动时通过减少相位差, 可以加长由 PWM 控制的 2 相同时通电的期间。

如上所述, 依据本实施例, 例如根据马达的转速改变设置脉冲信号 SP1 和 SP2 之间的相位差, 可以调节由 PWM 控制的 2 相同时通电的期间。

(实施例 5)

有关本发明实施例 5 的马达驱动装置, 包括与实施例 1 的马达驱动装置中的 PWM 控制部 7A 具有不同构成的 PWM 控制部 7B。其余的构成以及动作和实施例 1 相同, 在此省略其说明。此外, 采用图 1 所示的

符号说明有关本实施例的马达驱动装置的各构成要素以及各种信号。

PWM 控制部 7B, 在将 PWM 控制信号 P1 (或者 P2) 关断并经过给定时间之后, 接通。作为一例, 图 18(a)表示设置脉冲信号 SP1, 图 18(b)表示 PWM 控制信号 P1, 图 18(c)表示计数脉冲信号 CP。此外, 计数脉冲信号 CP 的周期比设置脉冲信号 SP1 要充分短。

PWM 控制部 7B, 在从将 PWM 控制信号 P1 关断开始至计数脉冲信号 CP 的脉冲数达到给定数之前, 不使 PWM 控制信号 P1 接通, 设置一段 PWM 关断的期间。然后, 在计数脉冲信号 CP 的脉冲数达到给定数之后, 使 PWM 控制信号 P1 接通。

如上所述, 依据本实施例, 通过将 PWM 关断的期间保持为恒定, 例如, 在低转矩控制时, 可以抑制 PWM 接通期间较短时所产生的马达不均匀。并且, 可以进一步实现马达的低振动化以及低噪声化。

此外, PWM 关断期间, 没有必要使 PWM 控制信号 P1 以及 P2 相同。也可以是图 19(a)的 PWM 控制信号 P1 的 PWM 关断期间 d3, 与图 19(b)的 PWM 控制信号 P2 的 PWM 关断期间 d4 不相同的情况。

(实施例 6)

图 20 表示有关本发明的实施例 6 的马达驱动装置的构成。本实施例的马达驱动装置, 是通过 PWM 控制向马达绕组的通电驱动 4 相 (U 相、V 相、W 相以及 X 相) 马达的装置, 包括驱动马达的电源 1、霍尔信号处理部 2B、通电切换部 3B、电平移动部 4、振荡部 5A、比较部 6A、PWM 控制部 7A、转矩指令信号发生部 8C、屏蔽部 9、并联连接的 4 组半桥电路、电流检测电阻 R 以及放大其两端电压的放大器 A。

控制向 X 相的马达绕组 C4 通电的半桥电路, 由控制源电流的通电的三极管 Tr41、控制吸收电流的通电的三极管 Tr42 所构成。在三极管 Tr41、Tr42 的漏极和源极之间, 按与施加栅极电压所产生的电流方向相反的方向分别连接二极管 D41、D42。对于 U 相、V 相、W 相, 由于和实施例 1 相同, 在此省略其说明。另外, 振荡部 5A、比较部 6A、PWM 控制部 7A 以及屏蔽部 9 也和实施例 1 相同, 在此省略其说明。

霍尔信号处理部 2B, 输入来自霍尔器件的霍尔信号, 生成表示转子位置的逻辑信号。通电切换部 3B, 输入该逻辑信号, 确定通电相。图 21(a)

表示在由通电切换部 3B 确定的通电相中通电后的 U 相、V 相、W 相以及 X 相的相电流。在图 21(a)中, 在时间轴的上部为源电流通电, 在下部为吸收电流通电。

图 21(b)表示相当于本发明的第 1 转矩指令信号的增加转矩指令信号 TQ1、相当于第 2 转矩指令信号的减少转矩指令信号 TQ2、以及相当于第 3 转矩指令信号的合成转矩指令信号 TQ3。这些转矩指令信号 TQ1、TQ2、TQ3, 是以相电流一周期中相当于电角 90° 的期间作为周期的信号, 由转矩指令信号发生部 8C 产生。增加转矩指令信号 TQ1, 在电角 90° 的期间为连续增加, 减少转矩指令信号 TQ2 为连续减少。而合成转矩指令信号 TQ3 是增加转矩指令信号 TQ1 和减少转矩指令信号 TQ2 之和。

在 4 相马达的驱动中, 相位相差 180° 的相组成 1 对, 对共计 2 对进行 PWM 控制。即, 在图 21(a)中, 如果将 U 相和 W 相组成第 1 对, V 相和 X 相组成第 2 对, 则在第 1 对以相应增加转矩指令信号 TQ1 的电流大小受到 PWM 控制时, 使控制 U 相的源电流 (或者吸收电流) 通电的三极管 Tr11 (或者 Tr12) 以及控制 W 相的吸收电流 (或者源电流) 通电的三极管 Tr32 (或者 Tr31) 同时进行开关。因此, 4 相马达的驱动实质上成为 2 相马达的驱动。

通电切换部 3B, 在某一电角 90° 的区间, 作为相应增加转矩指令信号 TQ1 的通电相选择第 1 对, 作为相应减少转矩指令信号 TQ2 的通电相选择第 2 对。然后, 在接下来的电角 90° 的区间, 作为相应增加转矩指令信号 TQ1 的通电相选择第 2 对, 作为相应减少转矩指令信号 TQ2 的通电相选择第 1 对。

电平移动部 4A, 根据来自通电切换部 3B 的信号, 向 4 组半桥电路中的各三极管施加栅极电压。

转矩指令信号发生部 8C, 输入相当于本发明的原转矩指令信号的转矩指令信号 TQ, 同时输入从霍尔信号处理部 2B 经过波形整形后的霍尔信号 DT21、DT22、DT23 以及 DT24, 产生增加转矩指令信号 TQ1、减少转矩指令信号 TQ2、合成转矩指令信号 TQ3, 并输出给比较部 6A。此外, 各种转矩指令信号的生成, 与实施例 2 相同, 在此省略其说明。

对于以上构成的马达驱动装置中的 PWM 控制, 与实施例 1 相同,

在此省略其说明。

如上所述，依据本实施例，即使在驱动 4 相马达时，也可以对于 2 对通电相，并行地进行 PWM 控制的通电，从而使相电流圆滑变化。这样，可以抑制马达的振动，降低马达所产生的噪声。另外，由于可以平滑进行从低转矩向高转矩的控制转移，所以对于所有转矩情况，都可以获得相同的效果。

此外，马达驱动装置虽然包括了放大器 A，但也可以省略该放大器 A，以电流检测电阻 R 两端的电压直接作为电流检测信号 DS。另外，电流检测电阻 R 如图所示虽然连接低电位侧，例如也可以连接在紧接电源 1 之后的高电位侧。

另外，比较部 3A 虽然包括 3 个比较器 61、62 以及 63，但通过与 PWM 控制信号 P1 以及 P2 同步、选择与电流检测信号 DS 进行比较的转矩指令信号，也可以只采用 1 个比较器。

另外，马达绕组的再生电流，通过连接在半桥电路的各三极管的源极和漏极之间的二极管流动。但是，也可以不采用二极管，而对与接通的三极管串联连接的三极管，进行错开时间从而不使贯通电流流入半桥电路中的反相同步控制。这样，将消除二极管通电时的电压损失，降低马达驱动装置的消耗功率。另外，三极管也可以采用功率 BJT、功率 MOS、IGBT 等。

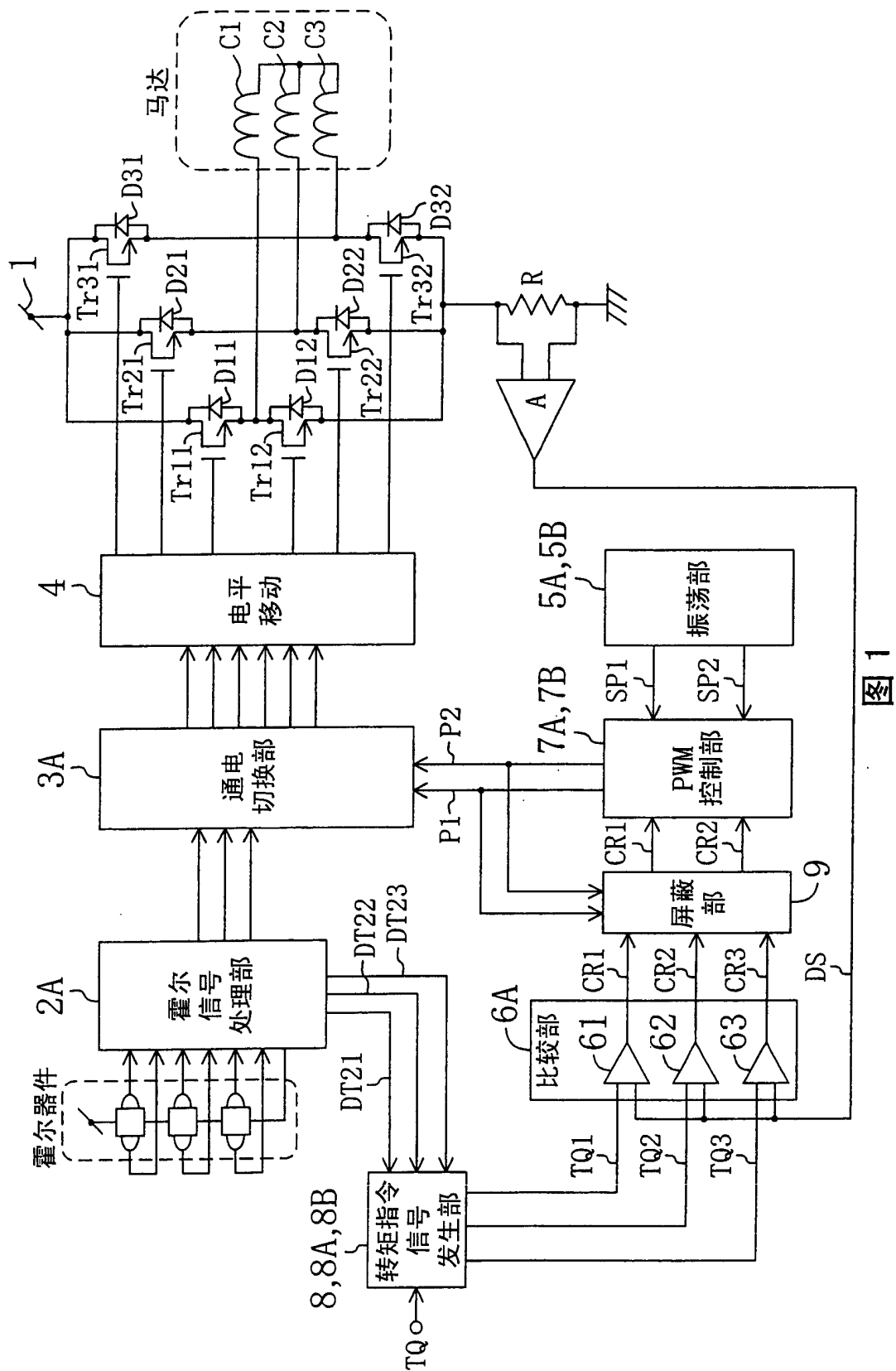
另外，为了检测转子位置，虽然采用了霍尔器件的霍尔信号，但也可以不采用霍尔信号，对于没有传感器的马达，可以根据马达绕组的反电动势检测转子位置。

另外，即使对于比 4 相还多相的马达，通过采用本发明的各种转矩指令信号 TQ1、TQ2、TQ3，2 相并行地进行 PWM 控制的通电，也可以实现相电流的平滑切换。因此，依据本发明，也可以针对多相马达驱动装置，降低马达的振动和马达产生的噪声。

发明的效果，

如上所述，依据本发明，通过对于 2 相的通电相，并行地进行 PWM 控制的通电，从而可以不使相电流产生急剧的变化。另外，通过采用梯

形波和正弦波的转矩指令信号，可以以梯形波或者正弦波向马达绕组通电。这样，可以抑制马达的振动，降低马达发出的噪声。



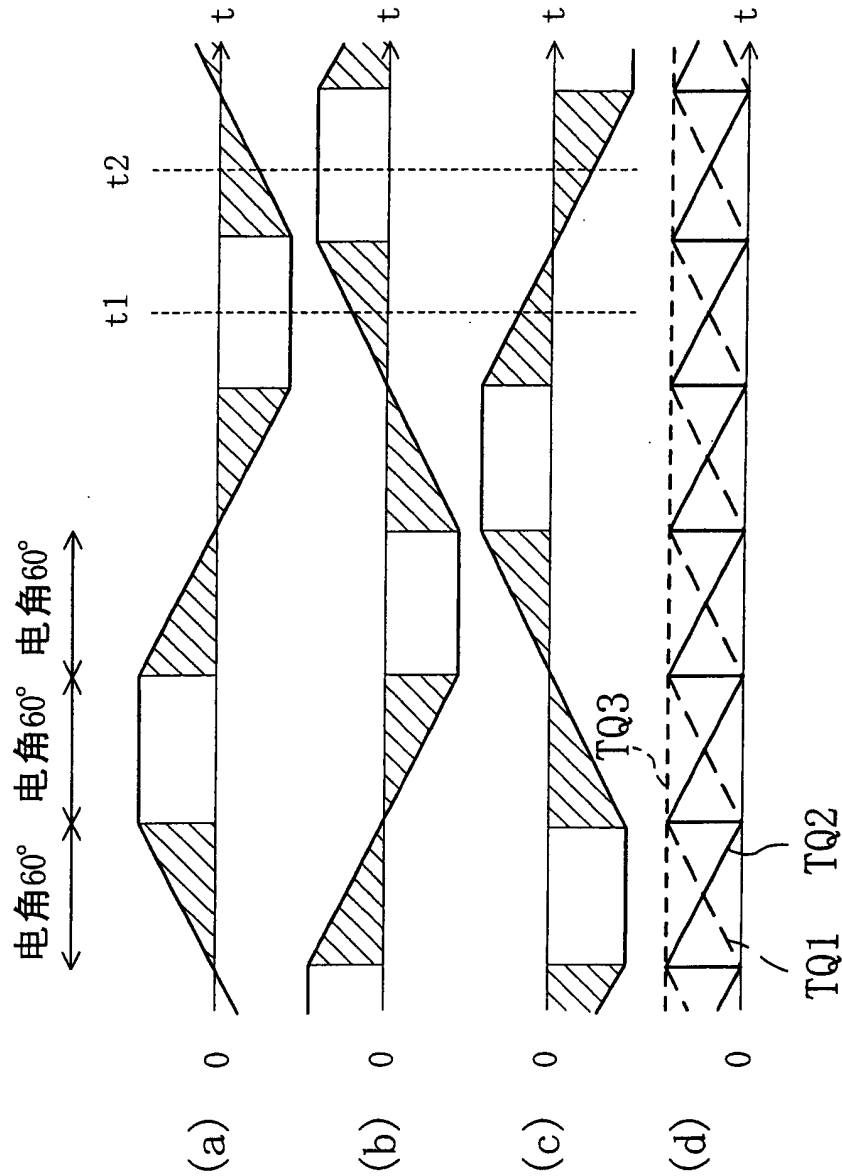


图 2

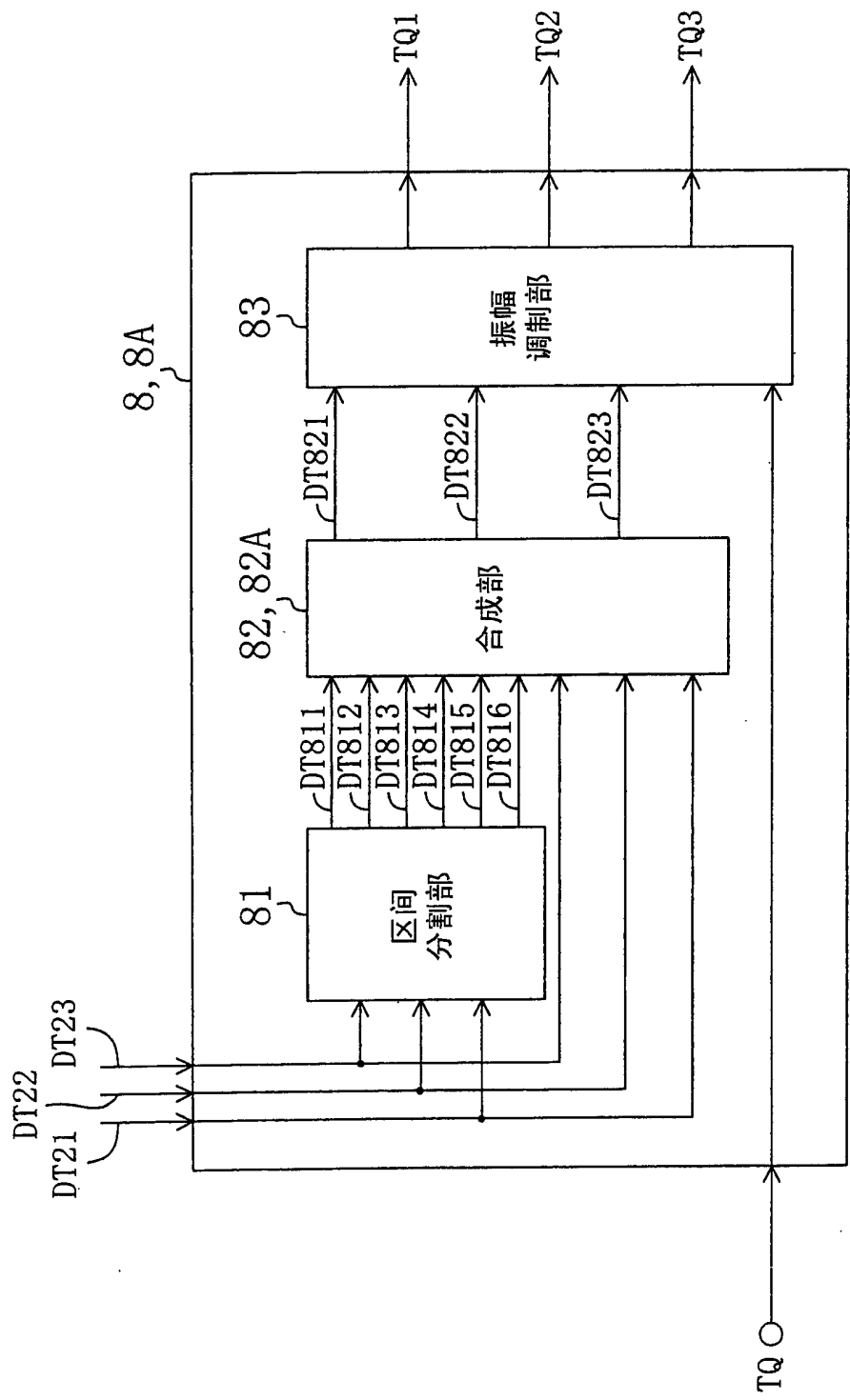


图 3

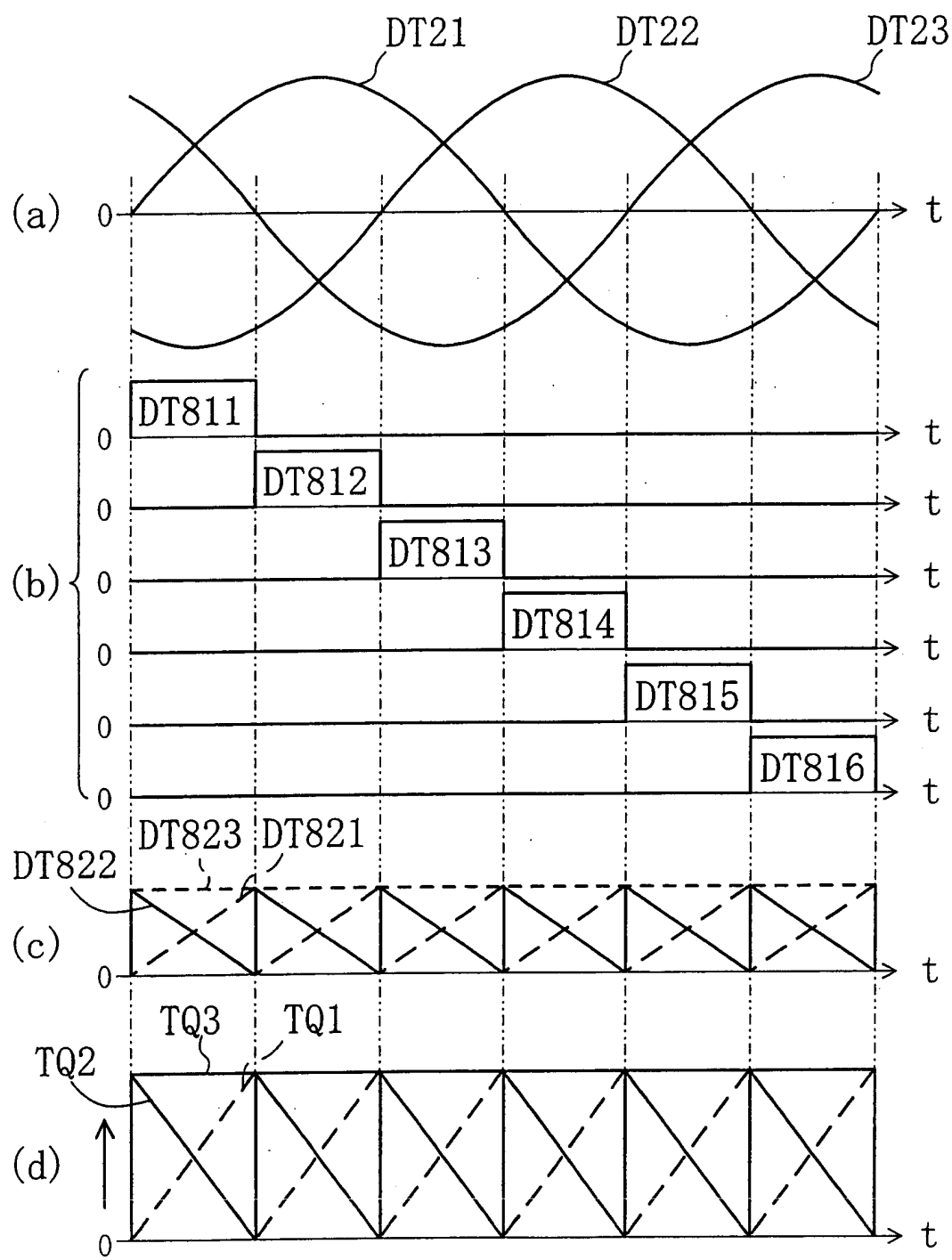


图 4

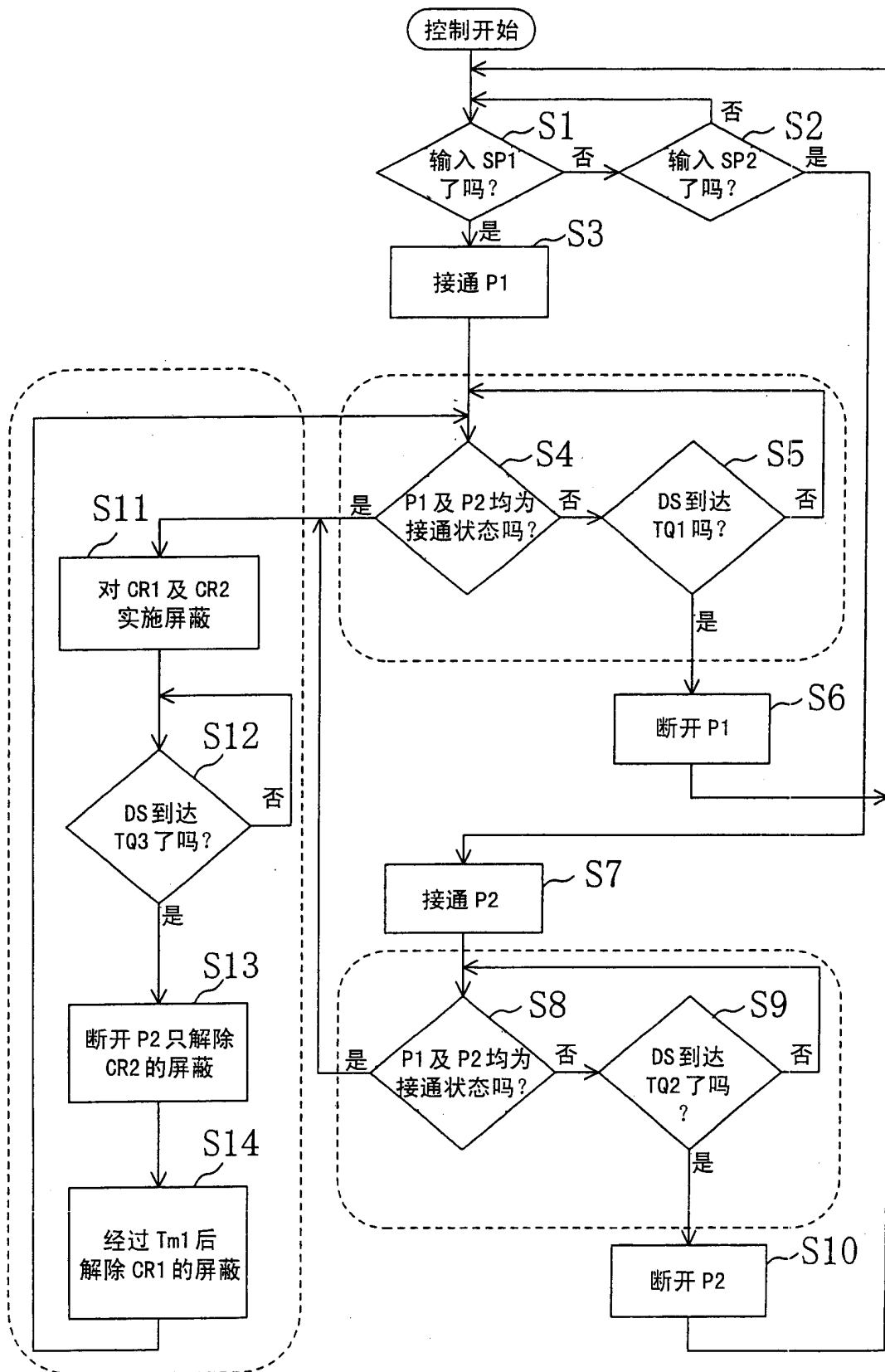


图 5

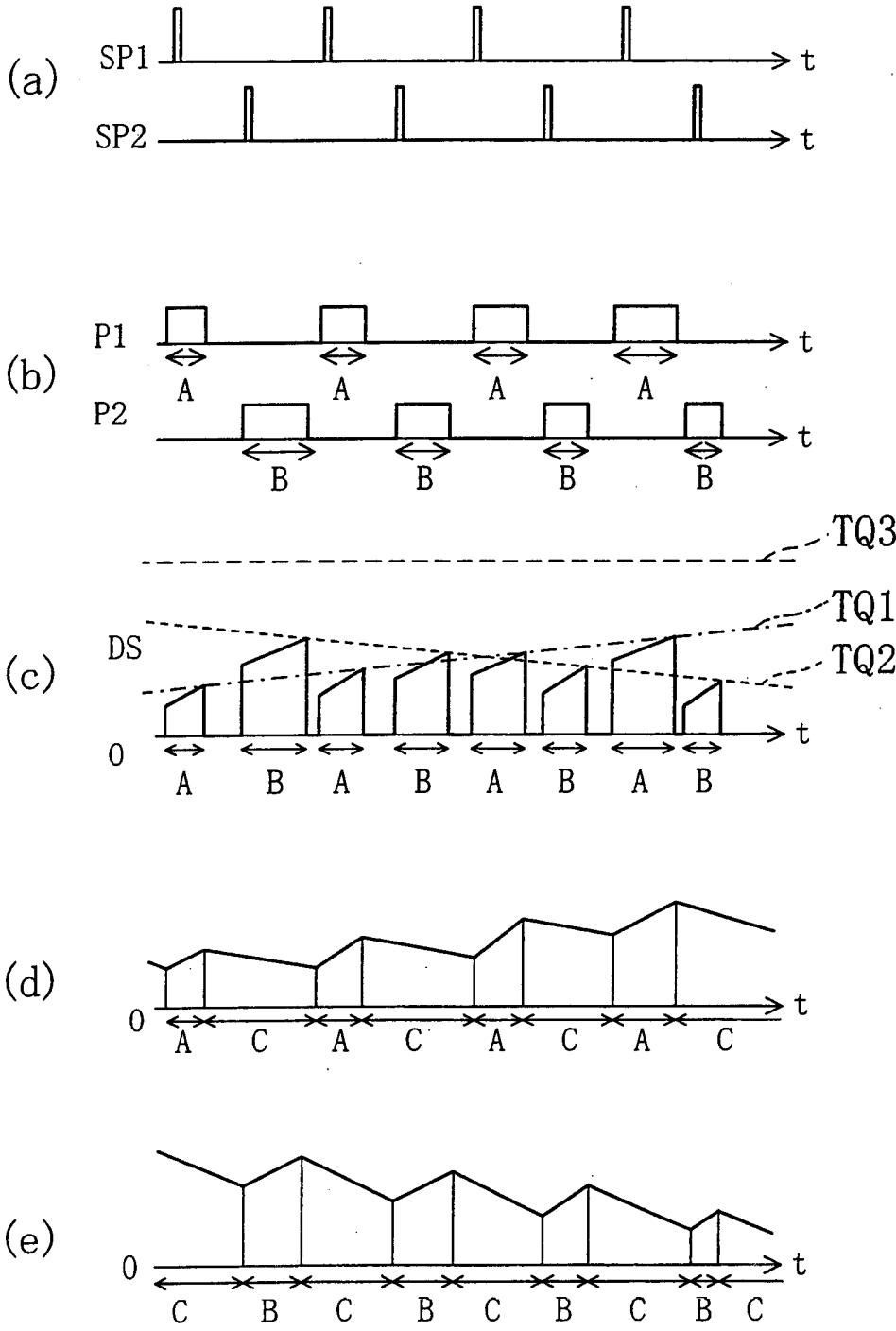


图 6

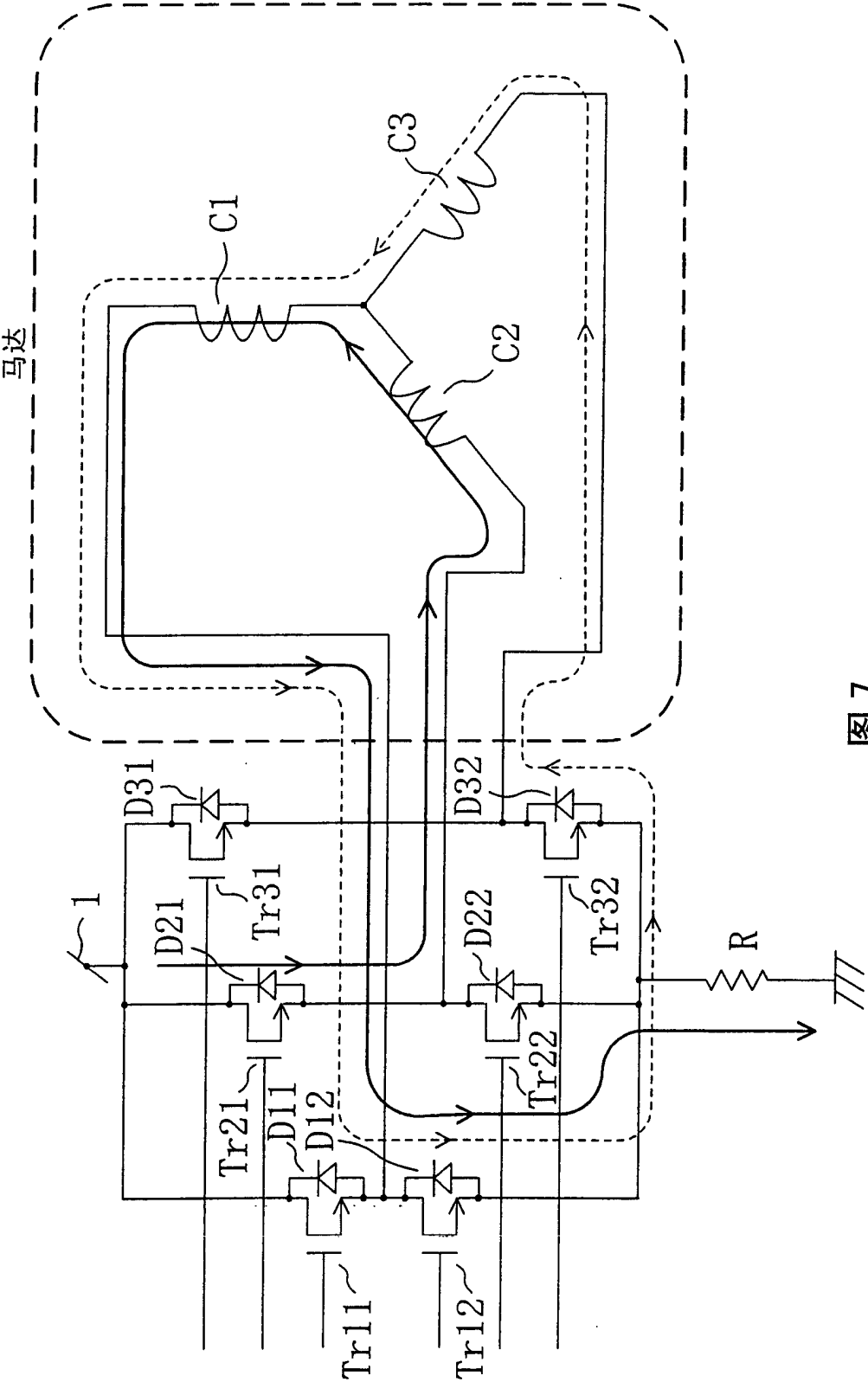


图7

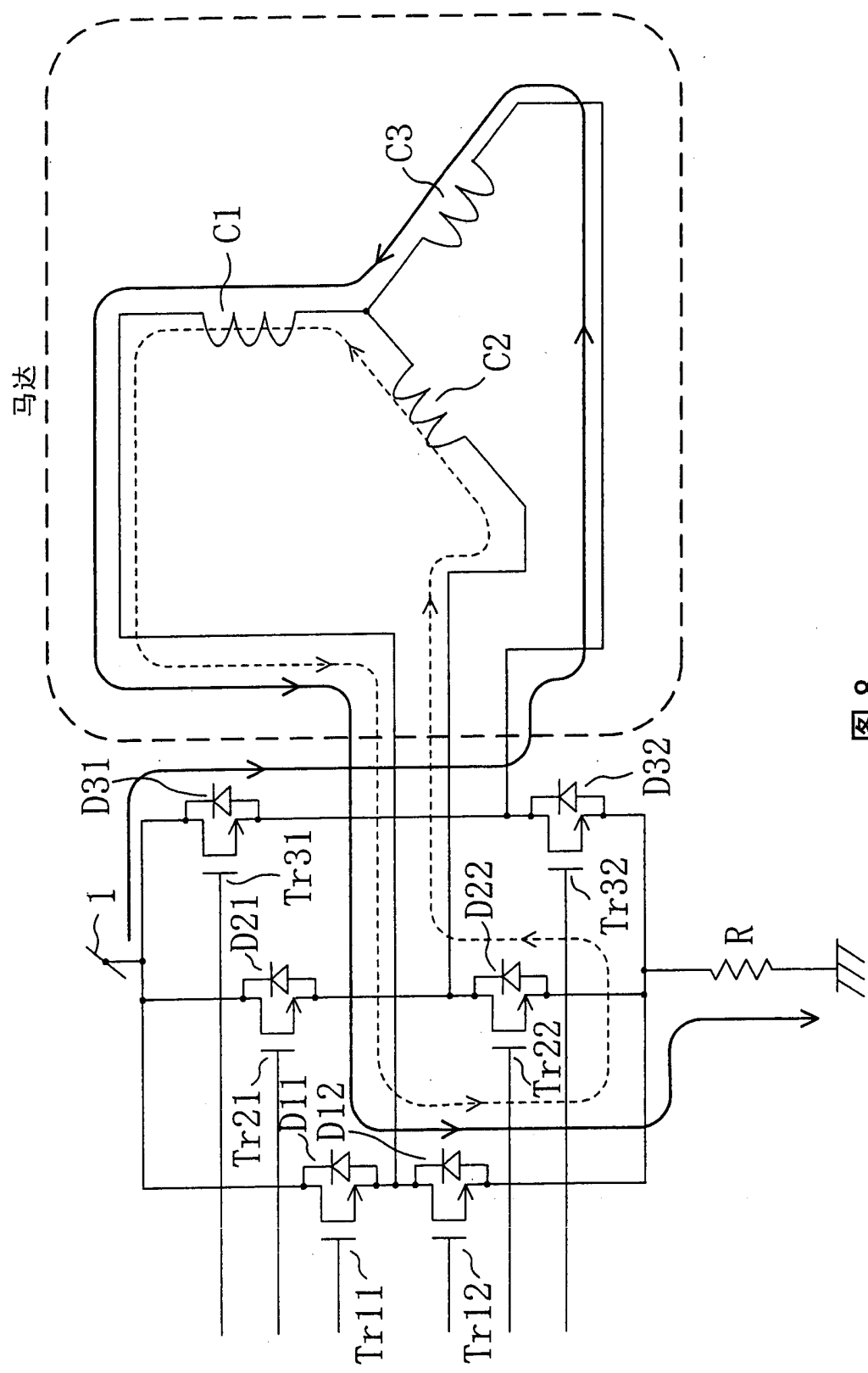


图 8

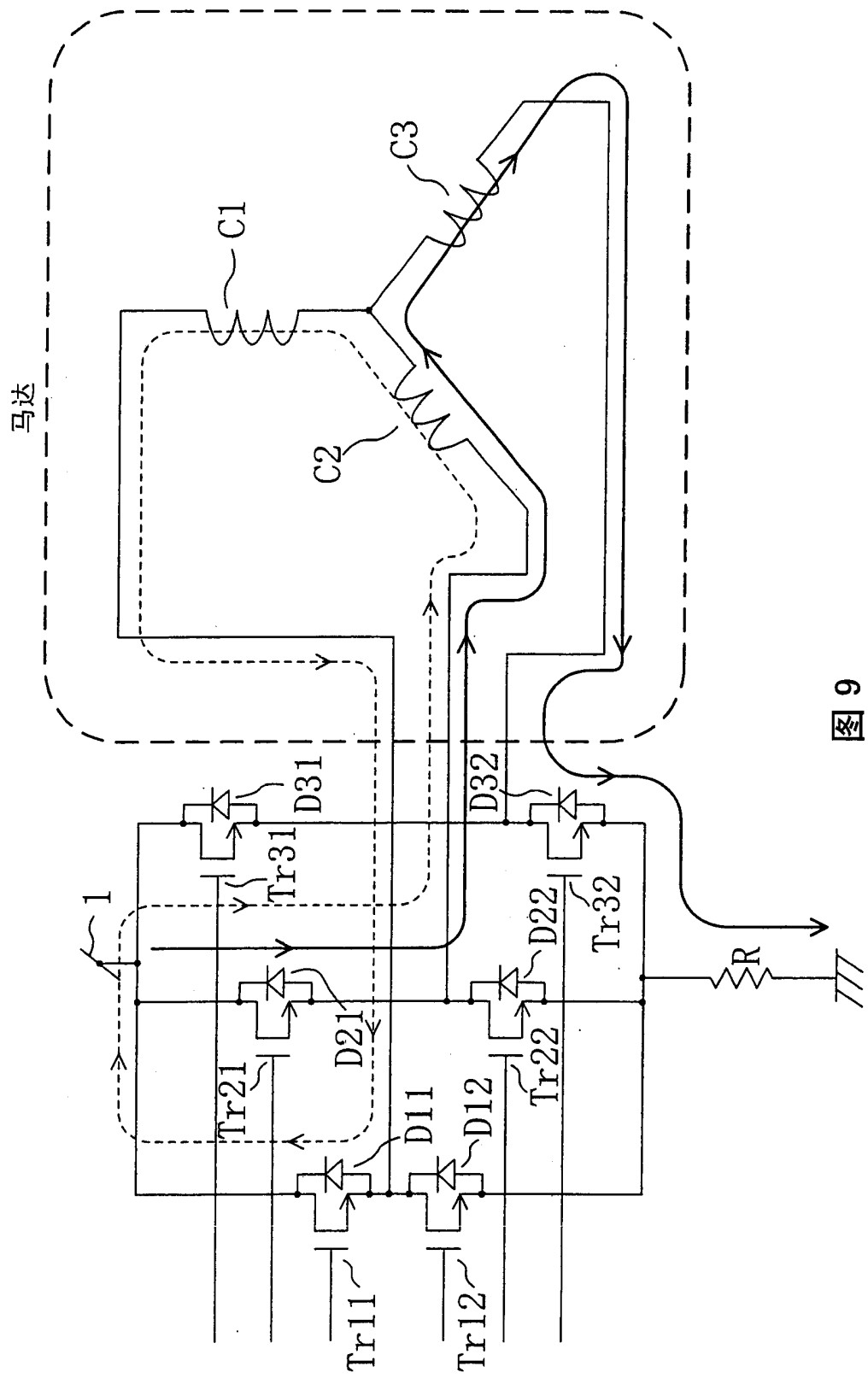


图 9

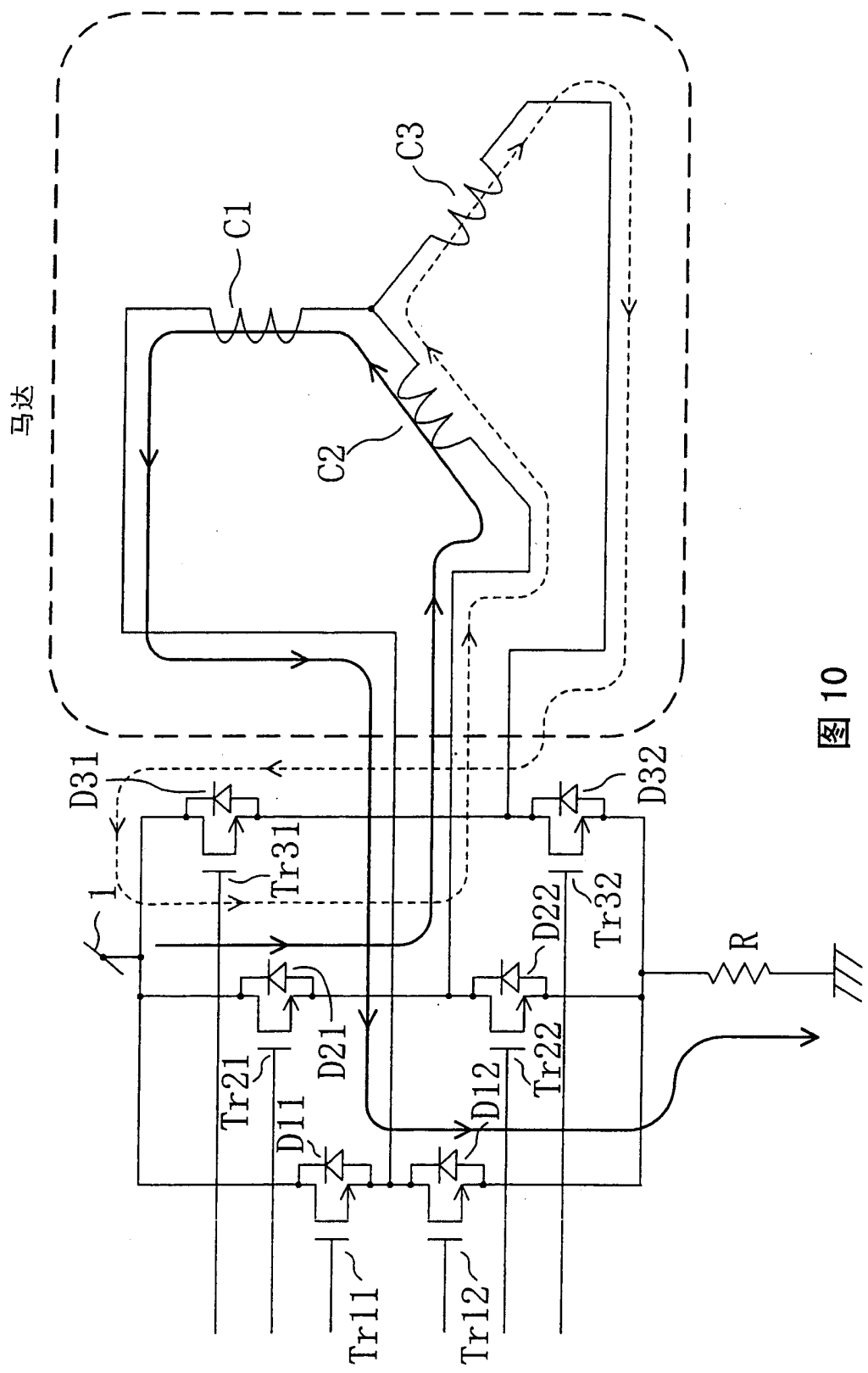


图 10

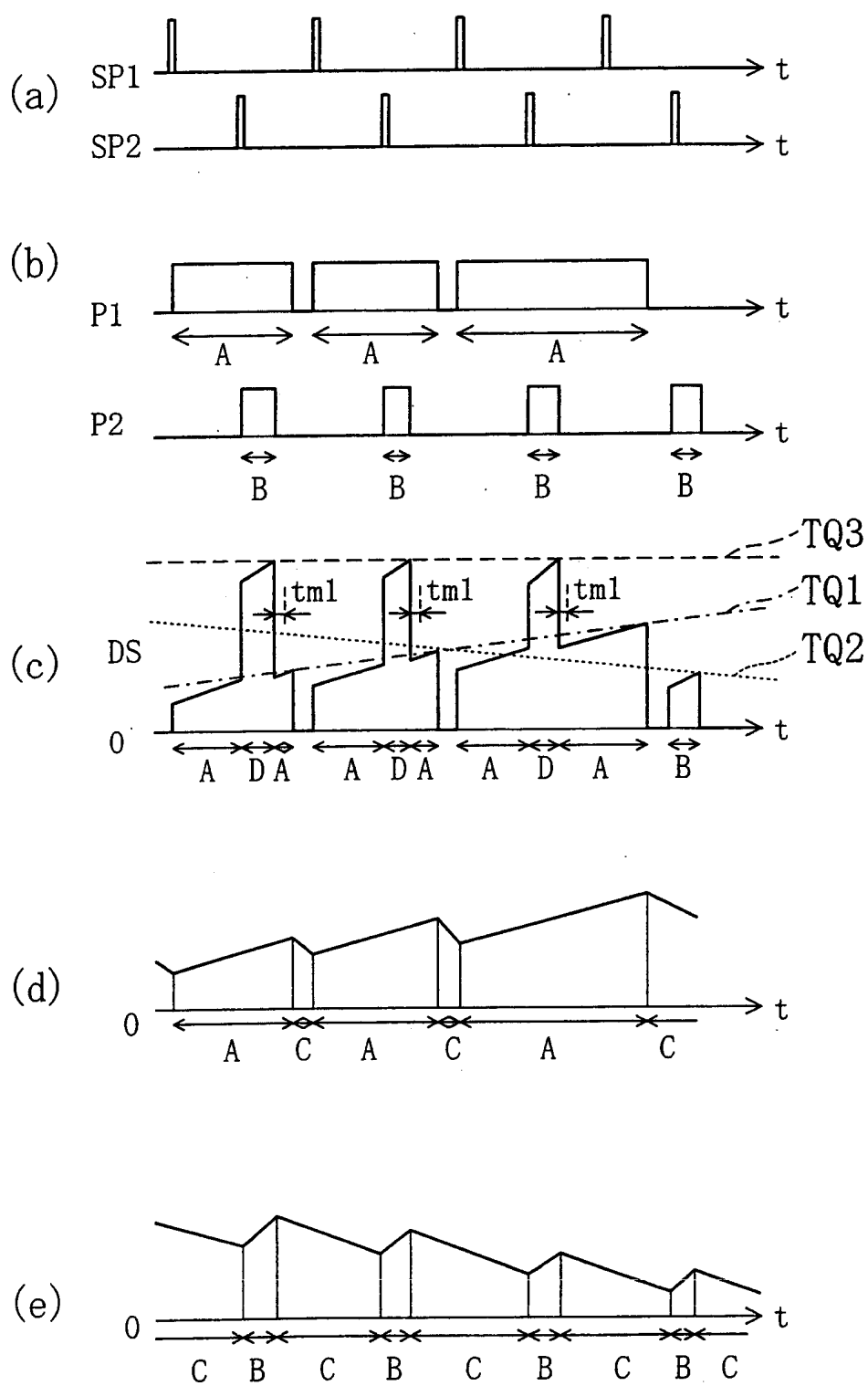


图 11

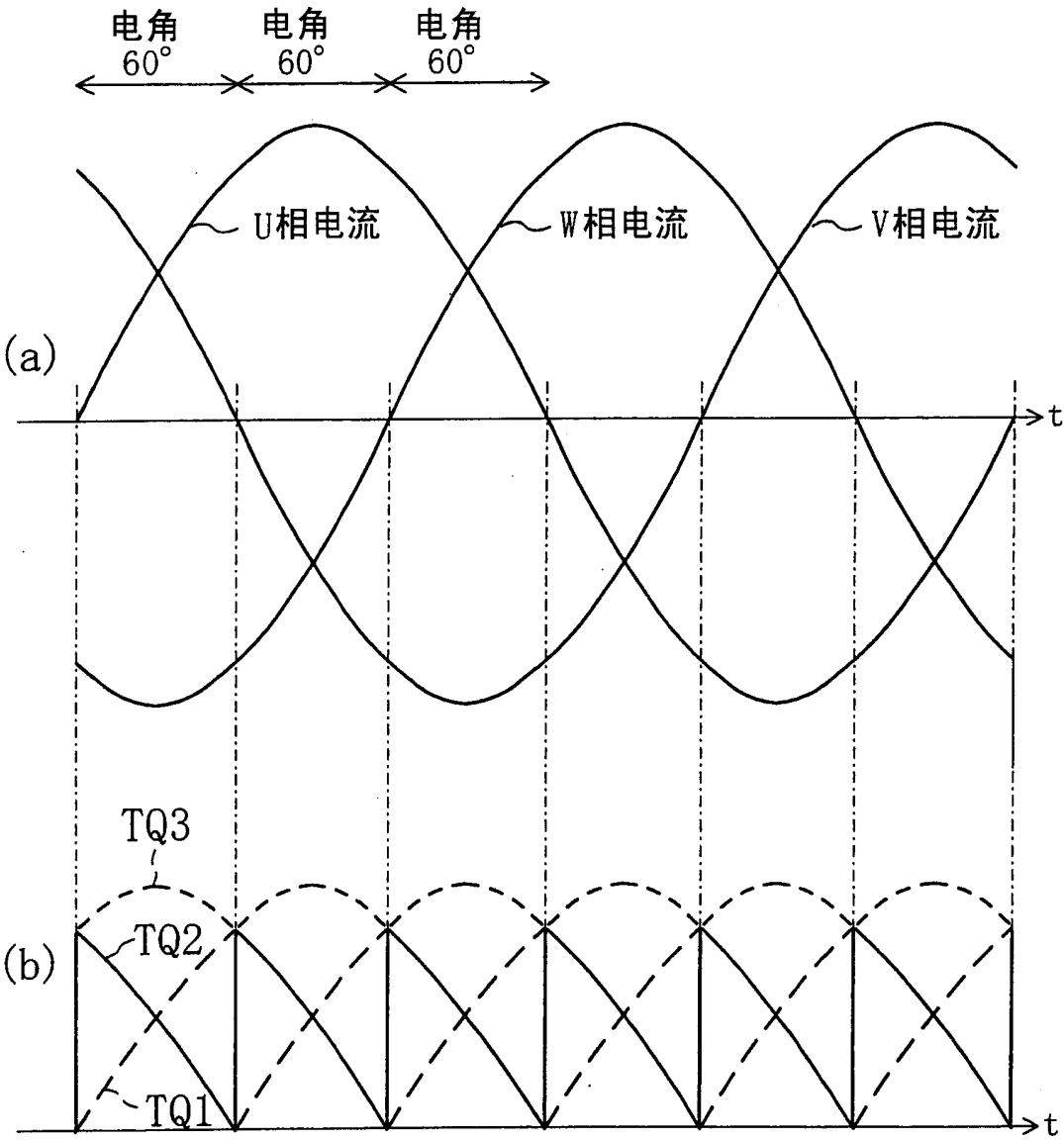


图 12

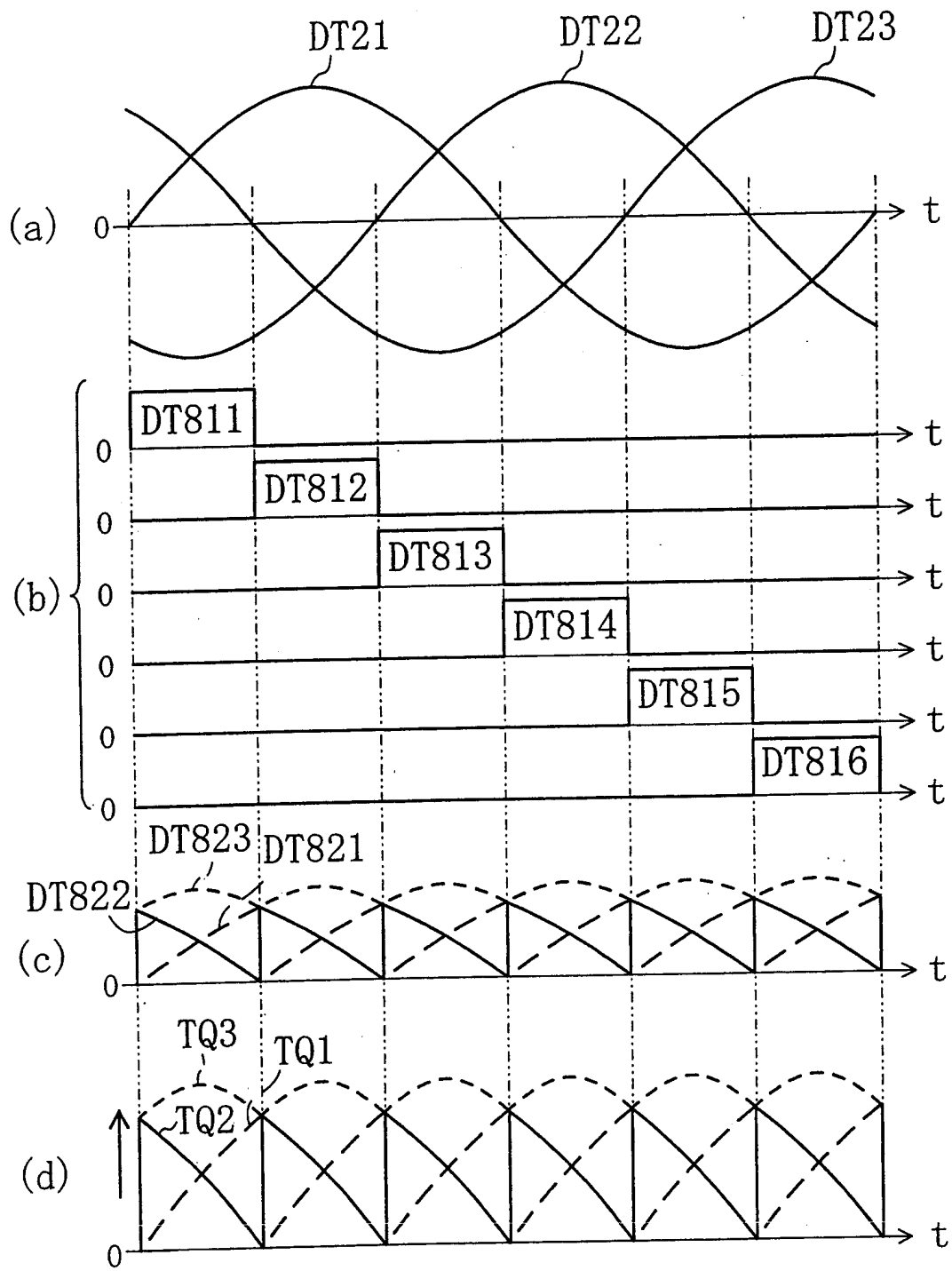


图 13

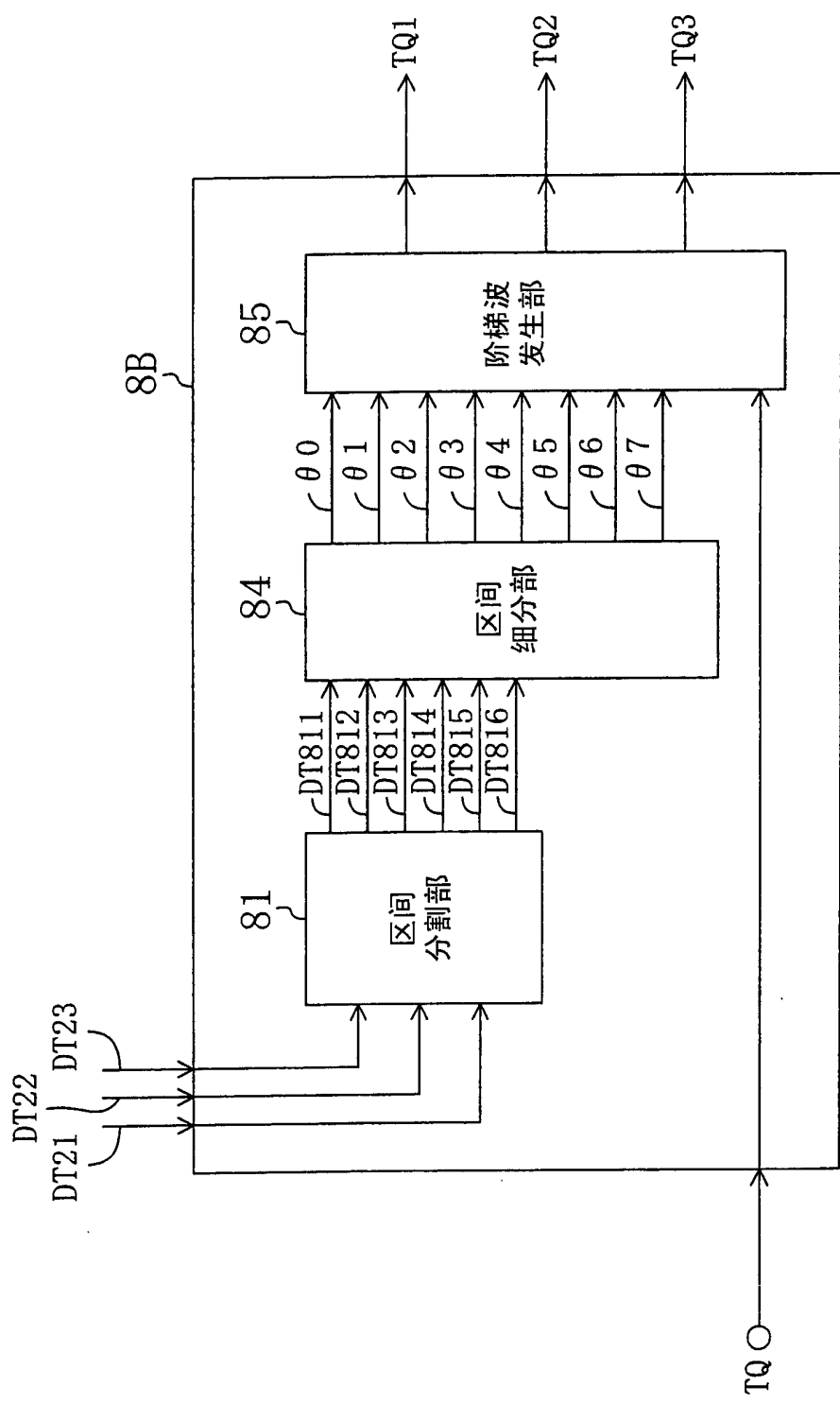


图 14

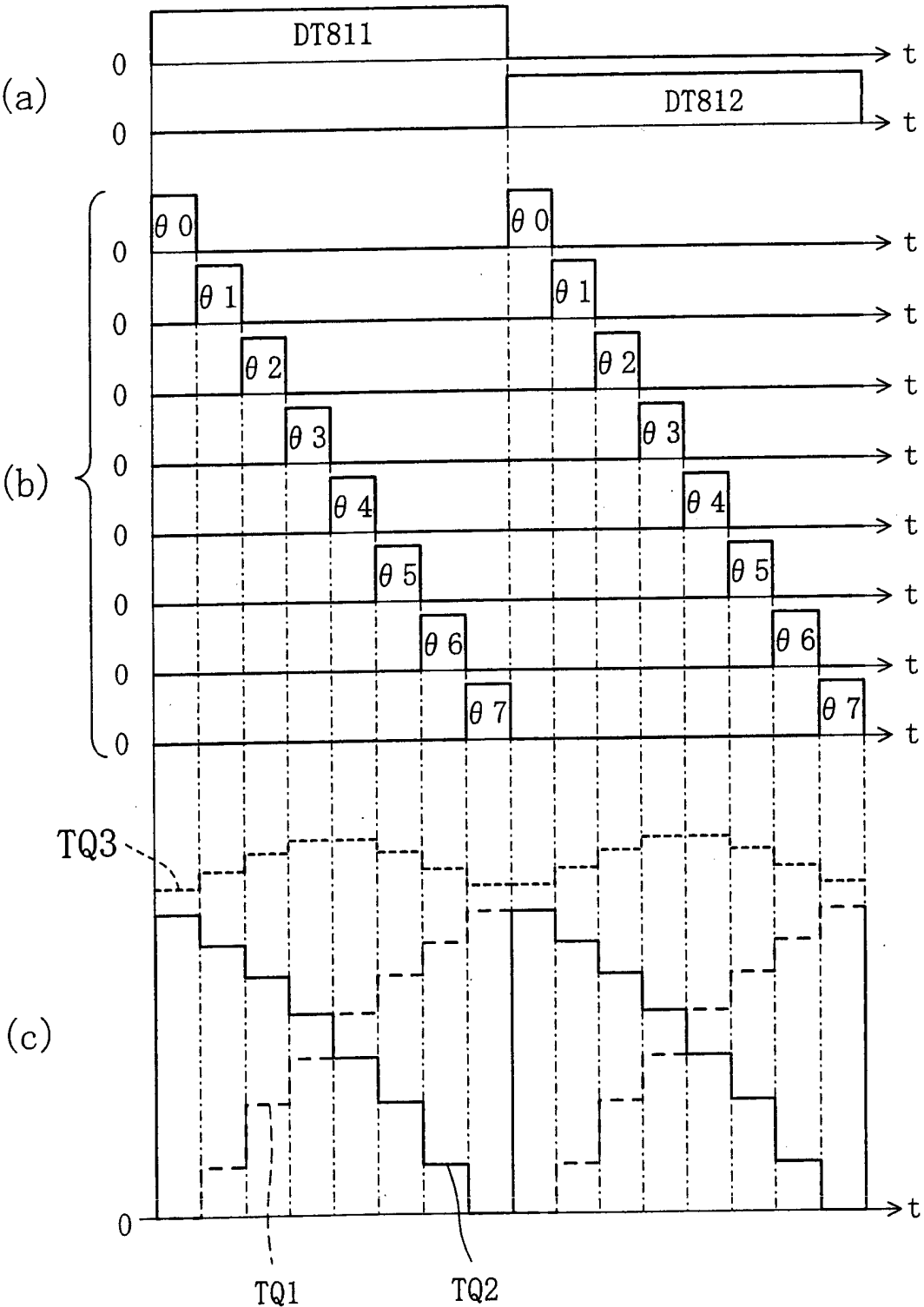


图 15

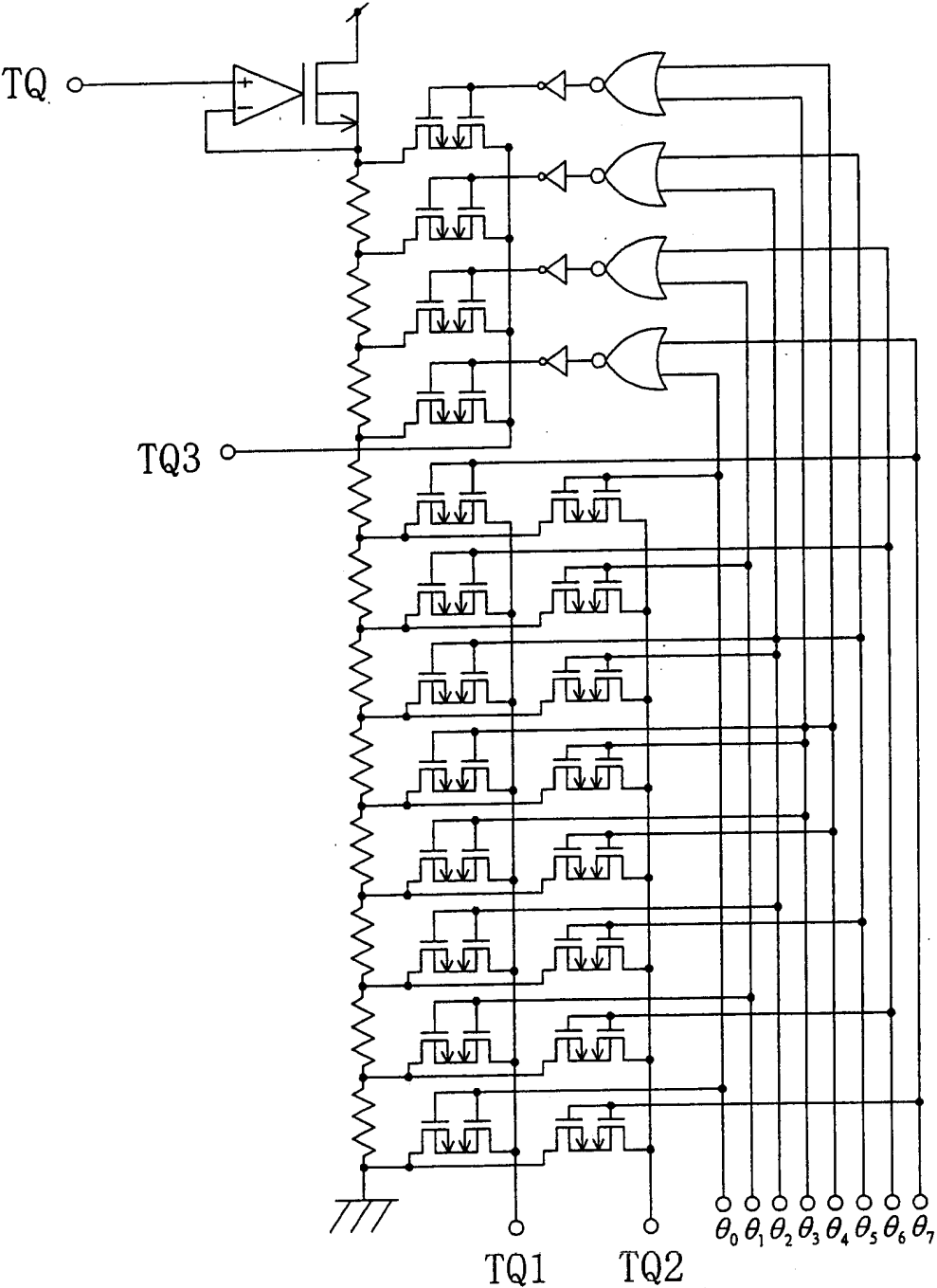


图 16

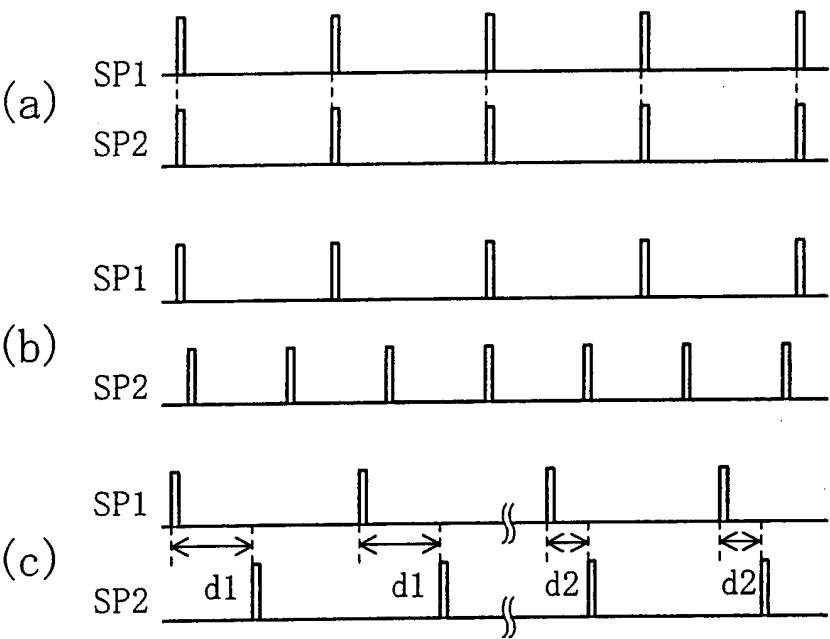


图 17

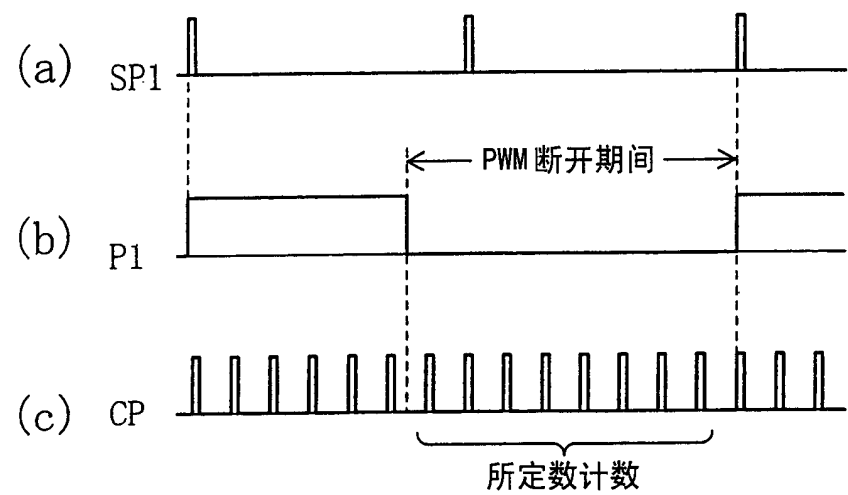


图 18

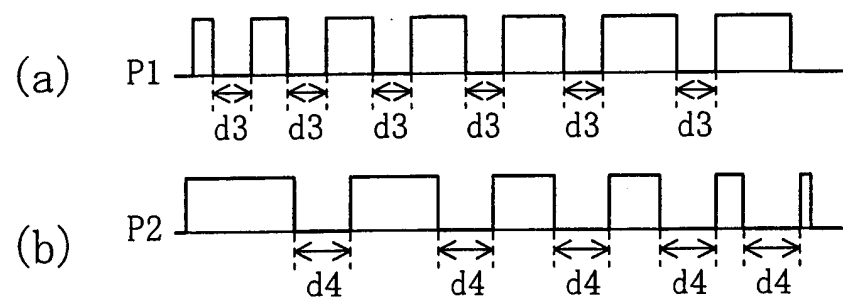


图 19

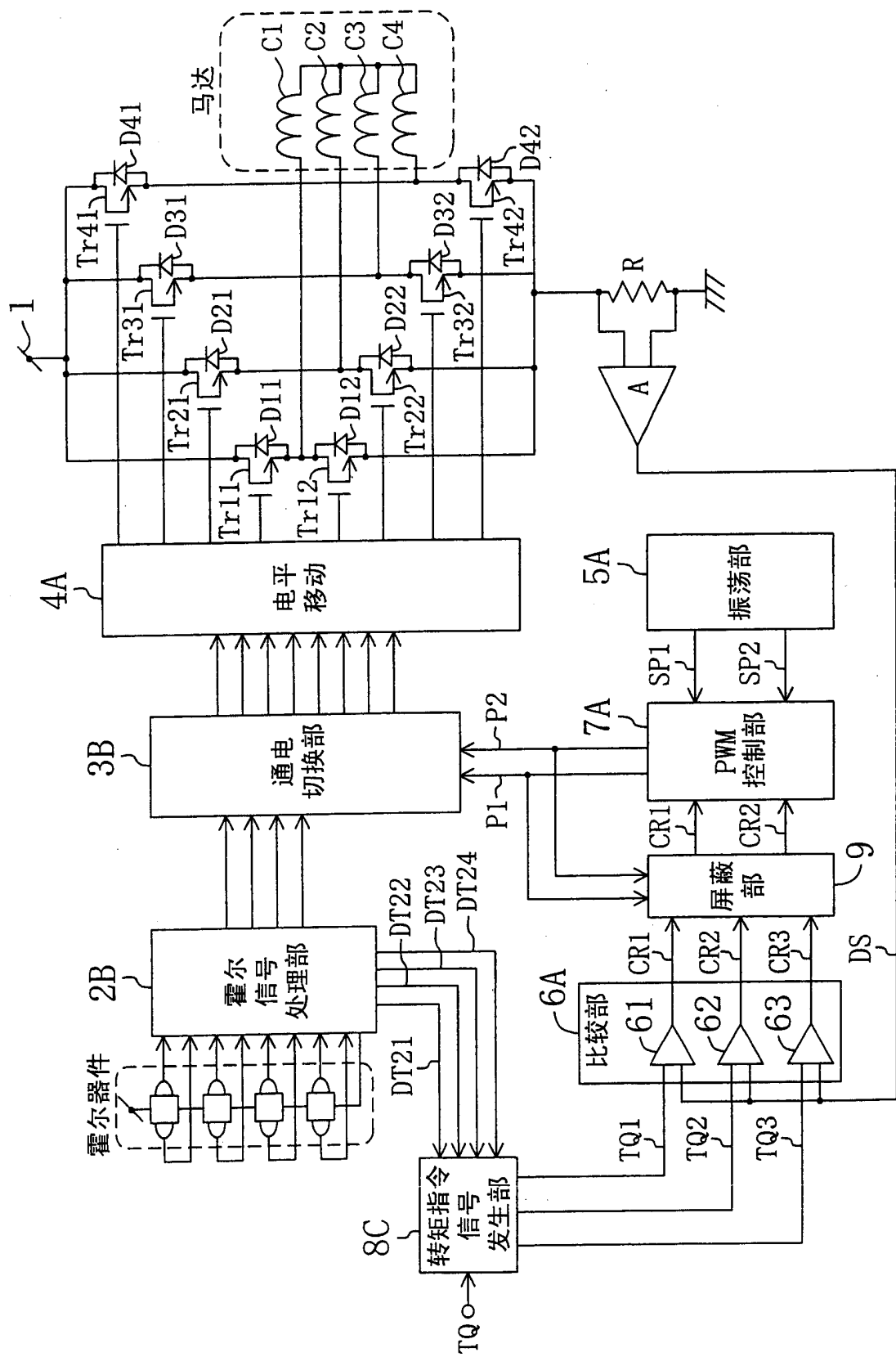


图 20

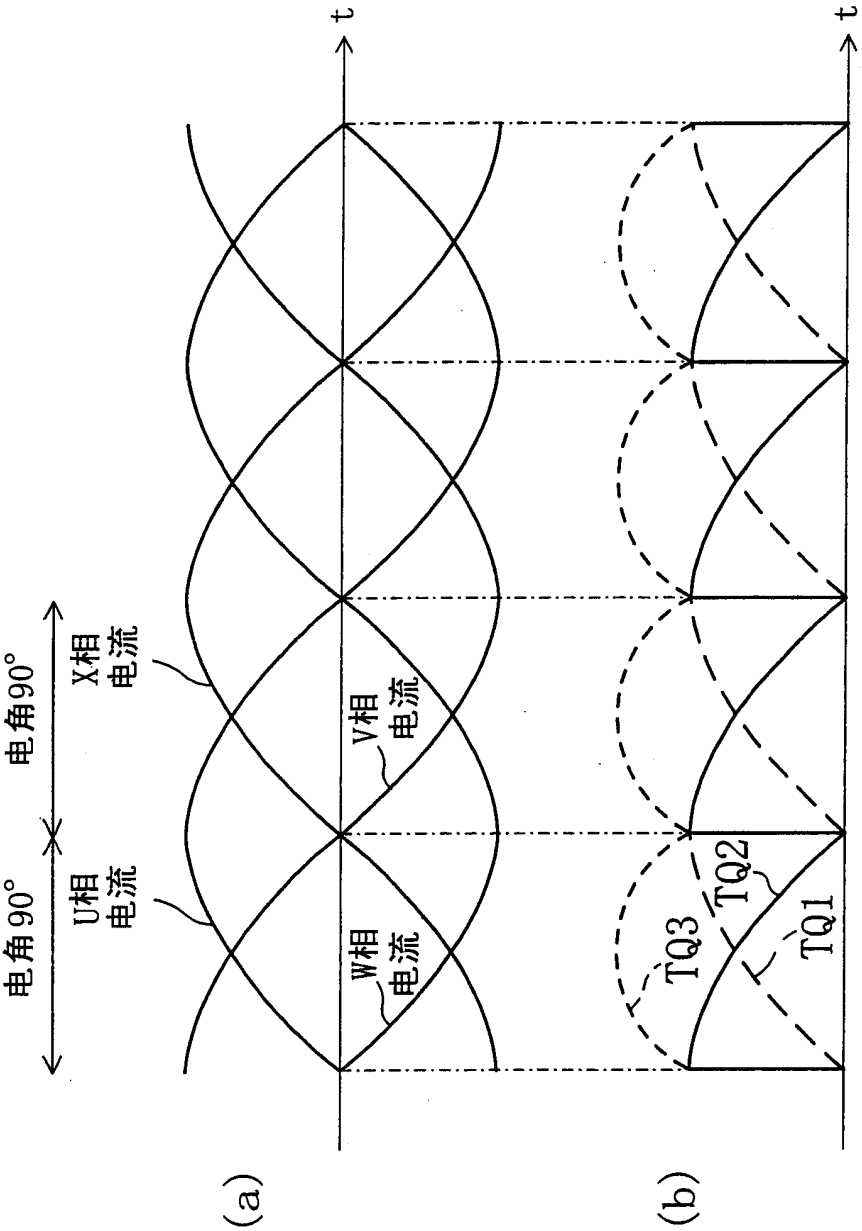
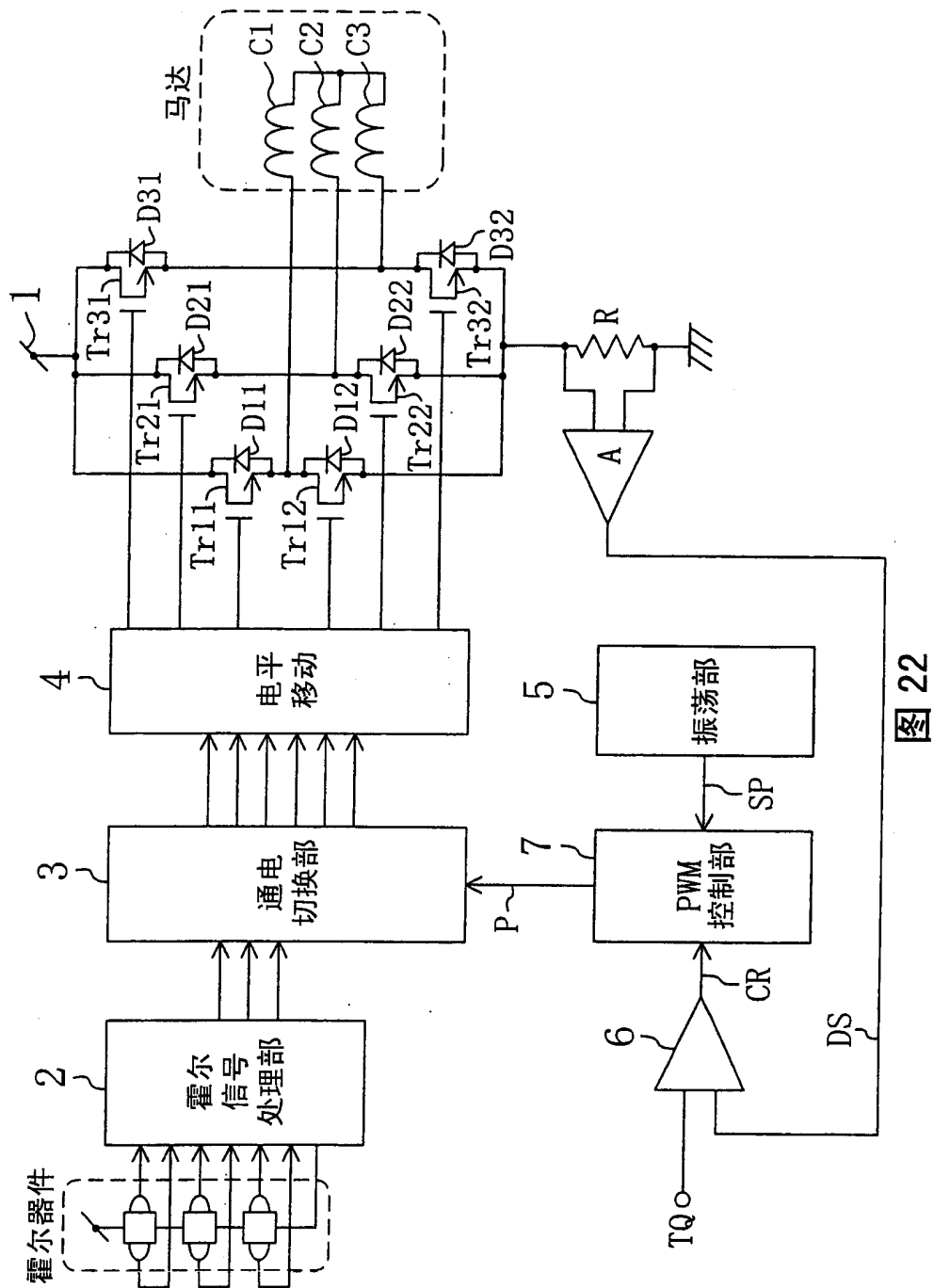


图 21



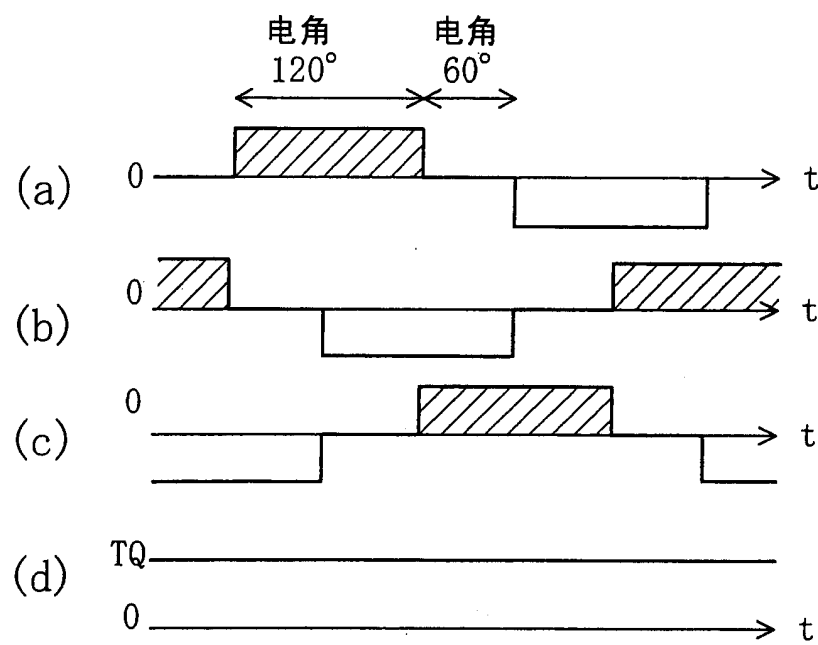


图 23