



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101141091 B

(45) 授权公告日 2010.06.02

(21) 申请号 200710149153.2

H02P 3/18 (2006.01)

(22) 申请日 2007.09.04

B60L 7/00 (2006.01)

(30) 优先权数据

2006-240416 2006.09.05 JP

2007-223707 2007.08.30 JP

(73) 专利权人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 竹内启佐敏

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

公司 11127

代理人 黄纶伟

(51) Int. Cl.

H02K 29/08 (2006.01)

H02K 21/12 (2006.01)

H02P 6/00 (2006.01)

H02P 6/24 (2006.01)

H02P 3/14 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 2565193 Y, 2003.08.06, 全文.

JP 特開 2002-58230 A, 2002.02.22, 全文.

CN 1593003 A, 2005.03.09, 全文.

US 5872442 A, 1999.02.16, 全文.

审查员 王健

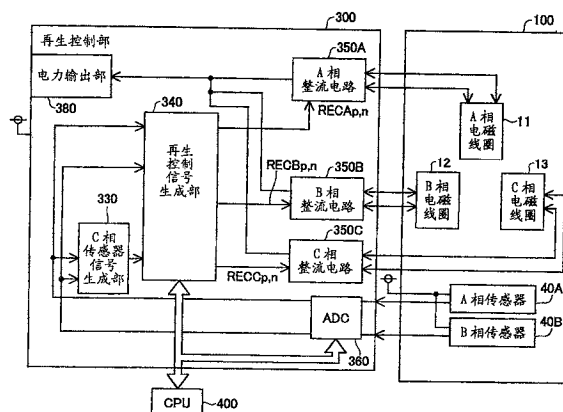
权利要求书 1 页 说明书 11 页 附图 21 页

(54) 发明名称

无电刷发电机

(57) 摘要

本发明提供一种无电刷发电机。本发明的课题是提供一种在无电刷发电机中可使各相驱动信号的相位更加匹配的技术。在本发明的无电刷发电机中,仅对 m 相电磁线圈组中的 n 相 (n 为 2 以上且小于 m 的整数) 电磁线圈组安装了 n 个磁传感器,没有对其余的 $(m-n)$ 相电磁线圈组安装磁传感器。再生控制信号生成部使用所述磁传感器的各传感器输出,生成与 n 个磁传感器关联的 n 相电磁线圈组用的 n 组再生控制信号。并且,再生控制信号生成部分别使用 n 个磁传感器的传感器输出中的 1 个以上的传感器输出,生成不与 n 个磁传感器关联的 $(m-n)$ 相电磁线圈组用的 $(m-n)$ 组再生控制信号。



1. 一种无电刷发电机,其具有:

具有 m 相电磁线圈组的线圈列,其中 m 是 3 以上的整数;

具有多个永久磁铁的磁铁列;

n 个磁传感器,其与所述 m 相电磁线圈组中的 n 相电磁线圈组关联,用于检测所述磁铁列和所述线圈列的相对位置,其中 n 为 2 以上且小于 m 的整数;以及

再生控制电路,其利用所述 n 个磁传感器的传感器输出,控制来自所述线圈列的电力的再生,

所述再生控制电路具有:

整流电路,其用于对来自所述线圈列的电力的再生;以及

再生控制信号生成部,其生成用于控制所述整流电路的再生控制信号,

所述再生控制信号生成部使用所述 n 个磁传感器的各自的传感器输出,生成与所述 n 个磁传感器关联的所述 n 相电磁线圈组用的 n 组再生控制信号,并且,

所述再生控制信号生成部分别使用所述 n 个磁传感器的传感器输出中的 1 个以上的传感器输出,生成不与所述 n 个磁传感器关联的 $(m-n)$ 相电磁线圈组用的 $(m-n)$ 组再生控制信号。

2. 根据权利要求 1 所述的无电刷发电机,其中,所述再生控制电路还具有模拟传感器输出生成部,该模拟传感器输出生成部根据将所述 n 个磁传感器的传感器输出中的 1 个以上的传感器输出用作变量的运算,生成不与所述 n 个磁传感器关联的 $(m-n)$ 相电磁线圈组用的 $(m-n)$ 个模拟传感器输出,

所述再生控制信号生成部根据包含所述 n 个磁传感器的传感器输出和所述 $(m-n)$ 个模拟传感器输出的 m 个传感器输出,生成所述 m 相电磁线圈组用的 m 组再生控制信号。

3. 根据权利要求 2 所述的无电刷发电机,其中,所述模拟传感器输出生成部根据将所述 n 个磁传感器的传感器输出中的 2 个以上的传感器输出用作变量的运算,生成不与所述 n 个磁传感器关联的 $(m-n)$ 相电磁线圈组用的 $(m-n)$ 个模拟传感器输出。

4. 根据权利要求 2 或 3 所述的无电刷发电机,其中,所述模拟传感器输出生成部通过使用所述 n 个磁传感器的传感器输出的实时运算来生成所述模拟传感器输出。

5. 根据权利要求 2 或 3 所述的无电刷发电机,其中,所述模拟传感器输出生成部使用以所述 n 个磁传感器的传感器输出为输入值、以所述模拟传感器输出为输出值的查询表,来生成所述模拟传感器输出。

6. 根据权利要求 1 ~ 3 中的任意一项所述的无电刷发电机,其中,所述整数 m 为 3,所述整数 n 为 2。

7. 根据权利要求 1 ~ 3 中的任意一项所述的无电刷发电机,其中,所述磁传感器是根据所述磁铁列和所述线圈列的相对位置来输出表示模拟变化的输出信号的传感器。

8. 一种移动体,其中,该移动体具有权利要求 1 所述的无电刷发电机。

无电刷发电机

技术领域

[0001] 本发明涉及无电刷发电机的驱动控制技术。

背景技术

[0002] 无电刷发电机是利用无电刷电动机结构的发电机。作为无电刷电动机，例如公知有在下述专利文献 1 中记载的无电刷电动机。

[0003] [专利文献 1] 日本特开 2001-298982 号公报

[0004] 在上述现有技术的无电刷电动机中，使用来自数字磁传感器的开 / 关信号来进行控制。具体而言，使用数字磁传感器的开 / 关信号，确定使施加到电磁线圈的电压极性反转的定时。并且，作为驱动信号，使用了 3 相驱动信号。

[0005] 在以往的无电刷电动机中，一般与 m 相线圈组对应地安装 m 个传感器，使用各相专用的传感器来生成各相线圈组的驱动信号。但是，已知由于在各传感器的传感器输出中含有误差或偏差，所以在使用各相专用的传感器来生成各相驱动信号时，有时各相驱动信号的相位不匹配而使电动机效率下降。

[0006] 这样的问题不限于用于驱动无电刷电动机的驱动信号，在用于控制无电刷发电机中的电力再生的再生控制信号中也存在这样的问题。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于，提供一种在无电刷发电机中能够使各相再生控制信号的相位更加匹配的技术。

[0008] 为达成上述目的，本发明的无电刷发电机具有：

[0009] 具有 m 相 (m 是 3 以上的整数) 电磁线圈组的线圈列；

[0010] 具有多个永久磁铁的磁铁列；

[0011] n 个磁传感器，其与所述 m 相电磁线圈组中的 n 相 (n 为 2 以上且小于 m 的整数) 电磁线圈组关联，用于检测所述磁铁列和所述线圈列的相对位置；以及

[0012] 再生控制电路，其利用所述 n 个磁传感器的传感器输出，控制来自所述线圈列的电力的再生，

[0013] 所述再生控制电路具有：

[0014] 整流电路，其用于对来自所述线圈列的电力的再生；以及

[0015] 再生控制信号生成部，其生成用于控制所述整流电路的再生控制信号，

[0016] 所述再生控制信号生成部使用所述 n 个磁传感器的各自的传感器输出，生成与所述 n 个磁传感器关联的所述 n 相电磁线圈组用的 n 组再生控制信号，并且，

[0017] 分别使用所述 n 个磁传感器的传感器输出中的 1 个以上的传感器输出，生成不与所述 n 个磁传感器关联的 $(m-n)$ 相电磁线圈组用的 $(m-n)$ 组再生控制信号。

[0018] 根据该无电刷发电机，使用比电磁线圈组的相数 m 少的 n 个磁传感器来生成 m 组再生控制信号，所以即使在各传感器的传感器输出中含有误差或偏差的情况下，也可使各

相再生控制信号的相位更加匹配。结果,能更高效地进行电力的再生。

[0019] 所述再生控制电路还具有模拟传感器输出生成部,其根据将所述 n 个磁传感器的传感器输出中的 1 个以上的传感器输出用作变量的运算,生成不与所述 n 个磁传感器关联的 $(m-n)$ 相电磁线圈组用的 $(m-n)$ 个模拟传感器输出,

[0020] 所述再生控制信号生成部也可以根据包含所述 n 个磁传感器的传感器输出和所述 $(m-n)$ 个模拟传感器输出的 m 个传感器输出,生成所述 m 相电磁线圈组用的 m 组再生控制信号。

[0021] 根据该结构,得到了与没有设置磁传感器的电磁线圈组关联的模拟传感器输出,所以可使用该模拟传感器输出容易地生成该电磁线圈组用的驱动信号。

[0022] 所述模拟传感器输出生成部也可以根据将所述 n 个磁传感器的传感器输出中的 2 个以上的传感器输出用作变量的运算,生成不与所述 n 个磁传感器关联的 $(m-n)$ 相电磁线圈组用的 $(m-n)$ 个模拟传感器输出。

[0023] 在该结构中,即使在无法根据 1 个传感器输出来确定模拟传感器输出的情况下,也可以准确地生成模拟传感器输出。

[0024] 所述模拟传感器输出生成部也可以通过使用所述 n 个磁传感器的传感器输出的实时运算来生成所述模拟传感器输出。

[0025] 在通过三角函数等比较简单的函数来赋予与 M 相电磁线圈组关联的 m 个磁传感器的传感器输出的相互关系的情况下,可使用实时运算来容易地生成模拟传感器输出。

[0026] 或者,所述模拟传感器输出生成部也可以使用以所述 n 个磁传感器的传感器输出为输入值、以所述模拟传感器输出为输出值的查询表,来生成所述模拟传感器输出。

[0027] 在该结构中,不论可否通过简单的函数来赋予与 m 相电磁线圈组关联的 m 个磁传感器的传感器输出的相互关系,都可容易地生成模拟传感器输出。

[0028] 并且,所述整数 m 可以为 3,所述整数 n 可以为 2。

[0029] 在该结构中,在 3 相无电刷电动机中仅设置 2 个磁传感器即可,所以与以往相比,可以将磁传感器的个数减少为 $2/3$ 。

[0030] 并且,所述磁传感器也可以是根据所述磁铁列和所述线圈列的相对位置来输出表示模拟变化的输出信号的传感器。

[0031] 此时,可利用该传感器输出的模拟变化来生成再生控制信号。

[0032] 另外,本发明可按多种方式实现,例如,能以无电刷发电机、无电刷电动机及它们的控制方法(或驱动方法)、使用了它们的致动器、移动体等方式来实现。

附图说明

[0033] 图 1 是示出实施例中的无电刷电动机的电动机主体的结构的剖面图。

[0034] 图 2 是示出电动机动作时的磁铁列和线圈列的位置关系的说明图。

[0035] 图 3 是示出电动机正转时的传感器输出和驱动信号的例子的说明图。

[0036] 图 4 是示出电动机反转时的传感器输出和驱动信号的例子的说明图。

[0037] 图 5 是示出本实施例的无电刷电动机的电动机控制电路的结构的框图。

[0038] 图 6 是示出本实施例的无电刷电动机的驱动控制电路的结构的框图。

[0039] 图 7 是示出 C 相传感器信号生成部 230 的内部结构的框图。

- [0040] 图 8 是示出驱动电路的内部结构的图。
- [0041] 图 9 是示出驱动信号生成部的内部结构和动作的说明图。
- [0042] 图 10 是示出传感器输出波形和驱动信号波形的对应关系的说明图。
- [0043] 图 11 是示出 PWM 部的内部结构的框图。
- [0044] 图 12 是示出电动机正转时的 PWM 部的动作的时序图。
- [0045] 图 13 是示出电动机反转时的 PWM 部的动作的时序图。
- [0046] 图 14 是示出励磁区间设定部的内部结构和动作的说明图。
- [0047] 图 15 是示出本实施例的无电刷电动机的再生控制电路的结构的框图。
- [0048] 图 16 是示出整流电路的内部结构的图。
- [0049] 图 17 是示出再生控制信号生成部 340 的内部结构和动作的说明图。
- [0050] 图 18 是示出再生时的传感器输出和再生电力的例子的说明图。
- [0051] 图 19 是示出电动机主体的其它结构的剖面图。
- [0052] 图 20 是示出作为本发明的其它实施例的 4 相无电刷电动机中的模拟传感器输出的运算方法的说明图。
- [0053] 图 21 是说明作为利用了本发明的实施例的电动机 / 发电机的移动体的一例的电动自行车 (电动加速自行车) 的说明图。
- [0054] 标号说明
- [0055] 10 : 定子部 ; 11 ~ 13 : 电磁线圈 ; 30 : 转子部 ; 32 : 磁铁 ; 40A、40B : 磁传感器 ; 42 : 霍尔元件 ; 44 : 偏置调节部 ; 46 : 增益调节部 ; 100 : 电动机主体 ; 112 : 旋转轴 ; 120 : 电路基板 ; 200 : 驱动控制电路 ; 221 ~ 235 : 锁存电路 ; 230 : C 相传感器信号生成部 ; 236 : 运算电路 ; 240 : 驱动信号生成部 ; 250 : 驱动电路 ; 260 : AD 转换部 ; 330 : C 相传感器信号生成部 ; 340 : 再生控制信号生成部 ; 342 : 电子可变电阻器 ; 344、346 : 电压比较器 ; 350 : 整流电路 ; 360 : AD 转换部 ; 380 : 电力输出部 ; 400 : CPU ; 510 : 基本时钟生成电路 ; 520 : 分频器 ; 530 : PWM 部 ; 531 : 计数器 ; 533 : EXOR 电路 ; 535 : 驱动波形形成部 ; 540 : 正反方向指示值寄存器 ; 550 : 乘法器 ; 560 : 编码部 ; 580 : 指令值寄存器 ; 590 : 励磁区间设定部 ; 592 : 电子可变电阻器 ; 594、596 : 电压比较器 ; 598 : OR 电路 ; 800 : 电动自行车 ; 810 : 电动机 (电动机 / 发电机) ; 820 : 控制电路 ; 830 : 充电池。

具体实施方式

- [0056] 下面, 按照以下顺序来说明本发明的实施方式。
- [0057] A. 电动机的结构和动作的概要 ;
- [0058] B. 驱动控制电路的结构 ;
- [0059] C. 再生控制电路的结构 ;
- [0060] D. 其他实施例 ;
- [0061] E. 变形例。
- [0062] A. 电动机的结构和动作的概要 :
- [0063] 图 1 (A) ~ (C) 是示出作为本发明的一个实施例的无电刷电动机的电动机主体结构的剖面图。该无电刷电动机具有作为电动机的功能和作为发电机的功能这两者。不过, 也可以作为仅具有其中的一个功能的电气设备来实现。

[0064] 该电动机主体 100 具有外形分别为大致圆盘状的定子部 10 和转子部 30。在定子部 10(图 1(C))上,设有在电路基板 120 上构成 3 相的 3 组电磁线圈 11 ~ 13、和 2 个磁传感器 40A、40B。第 1 磁传感器 40A 是第 1 组线圈 11 用的传感器,第 2 磁传感器 40B 是第 2 组线圈 12 用的传感器。另外,没有安装第 3 组线圈 13 用的磁传感器。以下,将 3 组电磁线圈 11 ~ 13 称作“A 相线圈 11”、“B 相线圈 12”、和“C 相线圈 13”。并且,将磁传感器 40A、40B 称作“A 相传感器 40A”、“B 相传感器 40B”。

[0065] 在转子部 30(图 1(B))上,设有 4 个磁铁 32,转子部 30 的中心轴构成旋转轴 112。这些磁铁 32 的磁化方向为在图 1(B)中与纸面垂直的方向,这相当于图 1(A)中的上下方向。

[0066] 图 2(A) ~ (D) 是示出电动机动作时的磁铁列和线圈列的位置关系的说明图。如图 2(A)所示,磁铁 32 是按固定的磁极间距 P_m 配置的,相邻的磁铁彼此在相反方向上磁化。并且,构成 1 相的线圈组的 2 个线圈按固定的间距 P_c 配置,总是在相同方向上励磁。相邻相的线圈彼此隔开同相线圈间的间距 P_c 的 $1/3$ 。同相线圈间的间距 P_c 等于磁极间距 P_m 的 2 倍。按电气角来说,磁极间距 P_m 相当于 π 。另外,电气角 2π 对应于当驱动信号的相位变化了 2π 时移动的机械角度或距离。在本实施例中,当驱动信号的相位变化了 2π 时,转子部 30 移动磁极间距 P_m 的 2 倍。

[0067] 图 2(A) 示出相位为 0 或 2π 时的状态。并且,图 2(B) ~ (D) 分别示出相位为 $\pi/2$ 、 π 、 $3\pi/2$ 时的状态。另外,在图 2(A)、(C) 中省略了 A 相线圈 11 的剖面线,这是因为在这些定时 A 相线圈 11 的驱动信号的极性反转(即,励磁方向反转)。

[0068] 图 3 是示出电动机正转时的传感器输出和驱动信号的例子的说明图。图 3(A) 示出 A 相传感器 40A 的传感器输出 SSA 和 B 相传感器 40B 的传感器输出 SSB。另外,作为传感器 40A、40B,可利用具有模拟输出的霍尔 IC 传感器。图 3(B) 示出由 2 个传感器输出 SSA、SSB 合成的模拟 C 相传感器输出 SSC(也称作“C 相传感器模拟信号 SSC”)。将在后面叙述 C 相传感器模拟信号 SSC 的生成方法。可以理解 3 个传感器输出 SSA、SSB、SSC 构成相位依次偏移 $2\pi/3$ 的 3 相信号。

[0069] 图 3(C) 示出了通过利用这些 3 相传感器输出 SSA、SSB、SSC 的 PWM 控制分别生成的 3 相驱动信号的例子。A 相驱动信号 DRVA 1、DRVA 2 具有与 A 相传感器输出 SSA 相似形状的实效电压。另外,A 相第 1 驱动信号 DRVA 1 是仅当传感器输出 SSA 为正时才产生脉冲的信号,第 2 驱动信号 DRVA 2 是仅当传感器输出 SSA 为负时才产生脉冲的信号,在图 3(C)中,组合记载了这些内容。并且,为方便起见,将第 2 驱动信号 DRVA 2 描述为负侧的脉冲。其他的相也相同。

[0070] 图 4 是示出电动机反转时的传感器输出和驱动信号的例子的说明图。与图 3 相同,在反转时,C 相传感器输出 SSC 也是由其他 2 相传感器输出 SSA、SSB 合成的,利用这 3 个传感器输出 SSA、SSB、SSC 来生成 3 相驱动信号。

[0071] 在从线圈 11 ~ 13 再生电力时,同样地,C 相传感器输出 SSC 也是由其他 2 相传感器输出 SSA、SSB 合成的,利用这 3 个传感器输出 SSA、SSB、SSC 来生成 3 相再生控制信号。

[0072] 图 5 是示出本实施例的无电刷电动机的电动机控制电路的结构框图。电动机控制电路 1000 具有驱动控制电路 200、再生控制电路 300 以及 CPU 400。CPU 400 具有对各控制电路 200、300 内的各种寄存器设定值,或者对各控制电路 200、300 内指示指令值的功能。

以下,依次说明驱动控制电路 200 和再生控制电路 300 各自的结构和动作。

[0073] B. 驱动控制电路的结构:

[0074] 图 6(A) 是示出本实施例的无电刷电动机的驱动控制电路的结构的框图。驱动控制电路 200 具有 C 相传感器信号生成部 230、驱动信号生成部 240、3 相驱动电路 250A ~ 250C、以及 AD 转换部 260。AD 转换部 260 将 2 个传感器输出 SSA、SSB 转换为数字多值信号后提供给 C 相传感器信号生成部 230。C 相传感器信号生成部 230 生成图 3(B) 所示的 C 相传感器模拟信号 SSC。将在后面叙述 C 相传感器信号生成部 230 的内部结构。驱动信号生成部 240 根据 3 相传感器输出 SSA、SSB、SSC,生成 3 相驱动信号(图 3(C))。驱动电路 250A ~ 250C 根据这些 3 相驱动信号来驱动电动机主体 100 内的 3 相电磁线圈组 11 ~ 13。

[0075] 图 6(B) 示出磁传感器 40A 的内部结构的一个例子。B 相用磁传感器 40B 也具有与其相同的结构。该磁传感器 40A 具有霍尔元件 42、偏置调节部 44 和增益调节部 46。霍尔元件 42 测量磁通密度 X。偏置调节部 44 对霍尔元件 42 的输出 X 加上偏置值 b,增益调节部 46 对其乘上增益值 a。例如,通过以下的式 (1) 或式 (2) 来提供磁传感器 40A 的输出 SSA (= Y)。

$$[0076] \quad Y = a \cdot X + b \quad \cdots (1)$$

$$[0077] \quad Y = a(X + b) \quad \cdots (2)$$

[0078] 由 CPU 400 在磁传感器 40A 内设定磁传感器 40A 的增益值 a 和偏置值 b。通过将增益值 a 和偏置值 b 设定为适当值,可将传感器输出 SSA 校正为良好的波形形状。B 相传感器 40B 也相同。

[0079] 在本实施例中,仅对 3 相线圈组中的 2 相(A 相和 B 相)安装磁传感器,对另 1 相(C 相)省略磁传感器。如果适当设定增益和偏置(也称作“offset”),则各磁传感器可得到良好的波形形状的传感器输出。但是,为分别得到适当波形形状的传感器输出,需要进行如下的作业(校准):对各传感器输出进行实测来将增益和偏置设定为适当值。在本实施例中,由于仅对 3 相中的 2 相安装了磁传感器,所以存在可省略 1 相的与磁传感器相关的校准工作的优点。并且也具有如下优点:如果对所安装的 2 相磁传感器的输出 SSA、SSB 进行了正确的校准,则可容易地使 3 相驱动信号彼此的相位匹配。进而,从成本的观点来看,传感器数量越少越好。

[0080] 图 7 是示出 C 相传感器信号生成部 230 的内部结构的框图。C 相传感器信号生成部 230 具有 5 个锁存电路 231 ~ 235 和运算电路 236。第 1 锁存电路 231 和第 2 锁存电路 232 与时钟信号 CLK 的上升沿同步地分别锁存 A 相传感器输出 SSA 和 B 相传感器输出 SSB。第 3 锁存电路 233 和第 4 锁存电路 234 与时钟信号 CLK 的下降沿同步地分别锁存第 1 锁存电路 231 的输出和第 2 锁存电路 232 的输出。运算电路 236 通过实时地执行使用第 1 锁存电路 231 的输出和第 2 锁存电路 232 的输出这两者的运算,生成 C 相传感器输出 SSC。第 5 锁存电路 235 与时钟信号 CLK 的下降沿同步地锁存从运算电路 236 输出的传感器输出 SSC。其结果,从 3 个锁存电路 223 ~ 235 按相同的定时输出 3 相传感器输出 SSA、SSB、SSC。

[0081] 图 7(B) 示出由运算电路 236 执行的运算内容。在该表中,示出了与角度 θ (相位) 对应的各相传感器输出 SSA、SSB、SSC 的值。在本实施例中,假设各传感器输出的范围在 $0 \sim VDD$ (VDD 为电源电压) 之间。此时,可根据以下的运算式来运算 C 相传感器输出 SSC。

$$[0082] \quad SSC = -(SSB - (VDD/2)) - (SSA - (VDD/2)) + (VDD/2)$$

[0083] $= -SSB - SSA + 3/2 \cdot (VDD)$

[0084] 另外,也可以利用以 A 相传感器输出 SSA 和 B 相传感器输出 SSB 作为输入值、以 C 相传感器输出 SSC 作为输出值的查询表,来代替运算电路 236。该查询表预先存储有上述运算结果,在根据运算取得 C 相传感器输出 SSC 的方面与运算电路 236 相同。另外,可以通过模拟电路和数字电路中的任意一个来实现进行上述运算的电路。

[0085] 图 8(A) 示出驱动电路的内部结构。各相驱动电路 250A ~ 250C 分别构成 H 型桥电路。例如, A 相驱动电路 250A 根据驱动信号 DRVA 1、DRVA 2 来驱动 A 相线圈 11。附加有标号 IA 1、IA 2 的箭头分别表示通过驱动信号 DRVA 1、DRVA 2 而流过的电流方向。其他相也相同。图 8(B) 示出对 3 相线圈组 11 ~ 13 进行星型连接来减少晶体管数量的驱动电路 250 的例子。

[0086] 图 9 是示出驱动信号生成部 240 (图 6(A)) 的内部结构和动作的说明图。此处,为便于图示,仅示出 A 相用电路要素,但对于 B 相用和 C 相用也设有相同的电路要素。

[0087] 驱动信号生成部 240 具有基本时钟生成电路 510、1/N 分频器 520、PWM 部 530、正反方向指示值寄存器 540、乘法器 550、编码部 560、电压指令值寄存器 580 和励磁区间设定部 590。

[0088] 基本时钟生成电路 510 是产生具有规定频率的时钟信号 PCL 的电路,例如由 PLL 电路构成。分频器 520 产生具有该时钟信号 PCL 的 1/N 频率的时钟信号 SDC。N 的值被设定为规定的固定值。由 CPU 400 预先对分频器 520 设定该 N 值。PWM 部 530 根据时钟信号 PCL、SDC、从乘法器 550 提供来的相乘值 Ma、从正反方向指示值寄存器 540 提供来的正反方向指示值 RI、从编码部 560 提供来的正负符号信号 Pa、和从励磁区间设定部 590 提供来的励磁区间信号 Ea,生成 A 相驱动信号 DRVA 1、DRVA 2 (图 3(C))。将在后面叙述该动作。

[0089] 由 CPU 400 在正反方向指示值寄存器 540 内设定表示电动机旋转方向的值 RI。在本实施例中,当正反方向指示值 RI 为低电平时,电动机正转,当为高电平时,电动机反转。如以下那样确定提供给 PWM 部 530 的其他信号 Ma、Pa、Ea。

[0090] 磁传感器 40A 的输出 SSA 被提供到编码部 560。编码部 560 对传感器输出 SSA 的范围进行转换,并且将传感器输出的中位点的值设定为 0。其结果,由编码部 560 生成的传感器输出值 Xa 取正侧的规定范围 (例如 +127 ~ 0) 和负侧的规定范围 (例如 0 ~ -127) 的值。但是,从编码部 560 向乘法器 550 提供的是传感器输出值 Xa 的绝对值,其正负符号作为正负符号信号 Pa 被提供给 PWM 部 530。

[0091] 电压指令值寄存器 580 存储由 CPU 400 设定的电压指令值 Ya。该电压指令值 Ya 与后述的励磁区间信号 Ea 一起作为用于设定电动机的施加电压的值而发挥作用,例如取 0 ~ 1.0 的值。假设不设置非励磁区间而以将整个区间设为励磁区间的方式来设定励磁区间信号 Ea 时, Ya = 0 表示将施加电压设为 0, Ya = 1.0 表示将施加电压设为最大值。乘法器 550 对从编码部 560 输出的传感器输出值 Xa 和电压指令值 Ya 进行相乘后取整,向 PWM 部 530 提供该相乘值 Ma。

[0092] 图 9(B) ~ 8(E) 示出乘法值 Ma 取各种值时的 PWM 部 530 的动作。此处,假设整个期间为励磁区间而没有非励磁区间。PWM 部 530 是这样的电路:在时钟信号 SDC 的 1 个周期的期间内,产生 1 个占空比为 Ma/N 的脉冲。即,如图 9(B) ~ 8(E) 所示,随着相乘值 Ma 增大, A 相驱动信号 DRVA 1、DRAV 2 的脉冲的占空比增加。另外,第 1 驱动信号 DRVA 1 是仅

当传感器输出 SSA 为正时才产生脉冲的信号,第 2 驱动信号 DRVA 2 是仅当传感器输出 SSA 为负时才产生脉冲的信号,在图 9(B) ~ 8(E) 中,组合记载了这些内容。并且,为方便起见,将第 2 驱动信号 DRVA 2 描绘为负侧的脉冲。

[0093] 图 10(A) ~ 9(C) 是示出传感器输出波形和由 PWM 部 530 生成的驱动信号波形的对应关系的说明图。在图中,“Hiz”表示将电磁线圈设为未励磁状态的高阻抗状态。如图 9 中说明的那样,A 相驱动信号 DRVA1、DRVA 2 是通过利用传感器输出 SSA 的模拟波形的 PWM 控制而生成的。从而,可使用这些 A 相驱动信号 DRVA 1、DRVA 2,向各线圈提供表示与传感器输出 SSA 的变化对应的电平变化的实效电压。

[0094] 进而,PWM 部 530 构成为,仅在从励磁区间设定部 590 提供的励磁区间信号 Ea 所表示的励磁区间内输出驱动信号,在励磁区间以外的区间(非励磁区间)内不输出驱动信号。图 10(C) 示出了使用励磁区间信号 Ea 来设定了励磁区间 EP 和非励磁区间 NEP 时的驱动信号波形。在励磁区间 EP 中,仍然产生图 10(B) 的驱动信号脉冲,在非励磁区间 NEP 中不产生驱动信号脉冲。在如此设定励磁区间 EP 和非励磁区间 NEP 时,在传感器输出的中位点附近(其相当于反电动势波形的中位点附近)不对线圈施加电压,所以可进一步提高电动机的效率。另外,优选将励磁区间 EP 设定为以传感器输出波形(其与反电动势波形大致相等)的峰值为中心的对称区间,优选将非励磁区间 NEP 设定为以传感器输出波形的中位点(中心点)为中心的对称区间。

[0095] 另外,如上述那样,在将电压指令值 Ya 设定为小于 1 的值时,相乘值 Ma 与电压指令值 Ya 成比例地变小。从而,通过电压指令值 Ya 也可调节实效的施加电压。

[0096] 从上述说明可以理解,在本实施例的电动机中,可利用电压指令值 Ya 和励磁区间信号 Ea 这两者来调节施加电压。优选在驱动控制电路 200(图 6(A)) 内的存储器中预先以表的形式存储期望的施加电压、电压指令值 Ya 和励磁区间信号 Ea 之间的关系。由此,当驱动控制电路 200 从外部接收到期望的施加电压的目标值时,CPU 400 可根据该目标值,对驱动信号生成部 240 设定电压指令值 Ya 和励磁区间信号 Ea。另外,在调节施加电压时,也可以无需利用电压指令值 Ya 和励磁区间信号 Ea 这两者,而仅利用任意一方。

[0097] 图 11 是示出 PWM 部 530(图 9) 的内部结构的一个例子的框图。PWM 部 530 具有计数器 531、EXOR 电路 533 和驱动波形形成部 535。这些部分如下述那样动作。

[0098] 图 12 是示出电动机正转时的 PWM 部 530 的动作的时序图。在该图中,示出了 2 个时钟信号 PCL、SDC、正反方向指示值 RI、励磁区间信号 Ea、相乘值 Ma、正负符号信号 Pa、计数器 531 内的计数值 CM 1、计数器 531 的输出 S1、EXOR 电路 533 的输出 S2、和驱动波形形成部 535 的输出信号 DRVA 1、DRVA 2。计数器 531 在时钟信号 SDC 的每 1 个期间内,与时钟信号 PCL 同步地反复进行减计数动作,直到计数值 CM 1 变为 0。计数值 CM 1 的初始值被设定为乘法值 Ma。另外,在图 12 中,为便于图示,将相乘值 Ma 描绘为负值,但在计数器 531 中使用的是其绝对值 $|Ma|$ 。关于计数器 531 的输出 S1,在计数值 CM 1 不为 0 时被设定为高电平,在计数值 CM 1 成为 0 时下降为低电平。

[0099] EXOR 电路 533 输出表示正负符号信号 Pa 和正反方向指示值 RI 的异或值的信号 S2。在电动机正转时,正反方向指示值 RI 为低电平。从而,EXOR 电路 533 的输出 S2 成为与正负符号信号 Pa 相同的信号。驱动波形形成部 535 根据计数器 531 的输出 S1 和 EXOR 电路 533 的输出 S2,生成驱动信号 DRVA 1 和 DRVA 2。即,将计数器 531 的输出 S1 中的在

EXOR 电路 533 的输出 S2 是低电平的期间的信号作为第 1 驱动信号 DRVA 1 输出,将输出 S1 中的在输出 S2 是高电平的期间的信号作为第 2 驱动信号 DRVA 2 输出。另外,在图 12 的右端部附近,励磁区间信号 Ea 下降为低电平,由此设定了非励磁区间 NEP。从而,在该非励磁区间 NEP 中,驱动信号 DRVA 1、DRVA 2 均不输出,维持高阻抗状态。

[0100] 图 13 是示出电动机反转时的 PWM 部 530 的动作用的时序图。在电动机反转时,正反方向指示值 RI 被设定为高电平。其结果,与图 12 相比 2 个驱动信号 DRVA 1、DRVA 2 相替换,其结果,可理解电动机将反转。

[0101] 图 14 是示出励磁区间设定部 590 的内部结构和动作用的说明图。励磁区间设定部 590 具有电子可变电阻器 592、电压比较器 594、596、和 OR 电路 598。由 CPU 400 设定电子可变电阻器 592 的电阻值 R_v 。电子可变电阻器 592 的两端电压 V1、V2 被施加到电压比较器 594、596 的一个输入端子。传感器输出 SSA 被提供给电压比较器 594、596 的另一个输入端子。电压比较器 594、596 的输出信号 Sp、Sn 被输入到 OR 电路 598。OR 电路 598 的输出是用于区别励磁区间和非励磁区间的励磁区间信号 Ea。

[0102] 图 14(B) 示出了励磁区间设定部 590 的动作。通过调节电阻值 R_v 来变更电子可变电阻器 592 的两端电压 V1、V2。具体而言,将两端电压 V1、V2 设定为相对于电压范围的中央值 ($= VDD/2$) 的差分相等的值。在传感器输出 SSA 比第 1 电压 V1 高时,第 1 电压比较器 594 的输出 Sp 成为高电平,另一方面,在传感器输出 SSA 比第 2 电压 V2 低时,第 2 电压比较器 596 的输出 Sn 成为高电平。励磁区间信号 Ea 是取这些输出信号 Sp、Sn 的逻辑和的信号。从而,如图 14(B) 的下部所示,可将励磁区间信号 Ea 用作为表示励磁区间 EP 和非励磁区间 NEP 的信号。通过由 CPU 400 来调节可变电阻值 R_v 来进行励磁区间 EP 和非励磁区间 NEP 的设定。

[0103] 由此,在第 1 实施例的无电刷电动机中,仅对 3 相线圈组中的 2 相安装了磁传感器,而对另 1 相省略了磁传感器,所以可减轻与传感器的校准相关的作业负担,并且,可容易地使 3 相驱动信号的相位匹配。进而,可以低成本地提供效率良好的电动机。

[0104] C. 再生控制电路的结构:

[0105] 图 15 是示出本实施例的无电刷电动机的再生控制电路的结构的框图。再生控制电路 300 具有:C 相传感器信号生成部 330、再生控制信号生成部 340、3 相整流电路 350A ~ 350C、AD 转换部 360、和电力输出部 380。2 个传感器输出 SSA、SSB 被 AD 转换部 360 转换成数字多值信号,提供给 C 相传感器信号生成部 330。C 相传感器信号生成部 330 生成图 3(B) 所示的 C 相传感器模拟信号 SSC。C 相传感器信号生成部 330 的内部结构与在图 7(A) 中说明的相同。另外,也可以仅设置 1 个 C 相传感器信号生成部,由 2 个控制电路 200、300 共用。在该情况下,AD 转换部 260、360 也仅设置 1 个即可。

[0106] 再生控制信号生成部 340 根据 3 相传感器输出 SSA、SSB、SSC 生成 3 相再生控制信号 (RECAp、RECAn)、(RECBp、RECBn)、(RECCp、RECCn)。整流电路 350A ~ 350C 按照上述这些 3 相再生控制信号从电动机主体 100 内的 3 相电磁线圈组 11 ~ 13 再生电力。所再生的电力经由电力输出部 380 提供给外部。

[0107] 图 16(A) 示出整流电路的内部结构。各相整流电路 350A ~ 350C 分别构成为在 H 型桥电路中附加了整流元件(二极管)的全波整流电路。例如,A 相的整流电路 350A 按照再生控制信号 RECAp、RECAn 从 A 相线圈 11 再生电力。从 3 相线圈 11 ~ 13 再生的电力,作

为再生电力信号 RECP、RECN 从电力输出部 380 输出到外部。图 16(B) 示出对 3 相线圈组 11 ~ 13 进行星型连接来减少晶体管 and 二极管数量的整流电路 350 的例子。

[0108] 图 17 是示出再生控制信号生成部 340 的内部结构和动作的说明图。再生控制信号生成部 340 具有电子可变电阻器 342、电压比较器 344、346。另外,该再生控制信号生成部 340 具有与从图 14 所示的励磁区间设定部 590 的结构中省略掉 OR 电路 598 后的结构相同的结构。电子可变电阻器 342 的电阻值 R_v 由 CPU 400 进行设定。电子可变电阻器 342 的两端电压 V_1 、 V_2 被施加到电压比较器 344、346 的一个输入端子。传感器输出 SSA 被提供给电压比较器 344、346 的另一个输入端子。其结果,电压比较器 344、346 的输出信号 RECAp、RECAn 被提供给图 16 所示的整流电路 350A 的晶体管的控制端子。另外,在图 17 中,仅示出了 A 相用的电路,针对 B 相和 C 相也设有相同的电路。

[0109] 图 17(B) 示出了再生控制信号生成部 340 的动作。通过调节电阻值 R_v 来变更电子可变电阻器 342 的两端电压 V_1 、 V_2 。具体而言,将两端电压 V_1 、 V_2 设定为相对于电压范围的中央值 ($= VDD/2$) 的差分相等的值。在传感器输出 SSA 比第 1 电压 V_1 高时,第 1 电压比较器 344 的输出 RECAp 成为高电平,另一方面,在传感器输出 SSA 比第 2 电压 V_2 低时,第 2 电压比较器 346 的输出 RECAn 成为高电平。通过由 CPU 400 来调节可变电阻值 R_v 来调节这些再生控制信号 RECAp、RECAn 成为高电平的区间。

[0110] 另外,优选将再生控制信号 RECAp、RECAn 成为高电平的区间设定为以传感器输出波形 (其与反电动势波形大致相等) 的峰值为中心的对称区间。由此,能够高效地从线圈回收电力。

[0111] 图 18 是示出再生时的传感器输出和再生电力的例子的说明图。图 18(A) 示出了 A 相传感器 40A 的传感器输出 SSA 和 B 相传感器 40B 的传感器输出 SSB,图 18(B) 示出了由 2 个传感器输出 SSA、SSB 合成的 C 相传感器模拟信号 SSC。

[0112] 图 18(A) 示出了对再生控制信号生成部 340 所设定的两端电压 V_1 、 V_2 (图 17(B)) 的值。图 18(C) 示出了按照这些两端电压 V_1 、 V_2 的设定而再生的再生电力。将合成了这些 3 相再生电力信号后的信号,作为再生电力信号 RECP、RECN (图 16) 进行输出。

[0113] 如上所述,在本实施例的再生控制电路中,根据所安装的 2 相磁传感器的输出来生成另 1 相的磁传感器的输出,使用这些 3 相传感器输出来生成再生控制信号,因此,可容易地使 3 相再生控制信号的相位匹配。其结果,可高效地执行再生。

[0114] D. 其他实施例:

[0115] 图 19 是示出作为本发明的另一实施例的无电刷电动机的电动机主体的结构的剖面图。该电动机主体 100a 的定子部 10 和转子部 30 形成为其外形分别呈大致圆筒状,转子部 30 沿定子部 10 的外周旋转。

[0116] 从该例子中也可以理解,本发明的无电刷电动机的机械形状可采用各种形状。并且,本发明不限于 3 相 4 极电动机,还可以应用于任意相数和极数的无电刷电动机。

[0117] 图 20 示出作为本发明的另一实施例的 4 相无电刷电动机中的模拟传感器输出的运算方法。另外,省略了 4 相无电刷电动机的机械结构。在 4 相无电刷电动机中,根据以下运算式来运算出 C 相传感器输出 SSC 和 D 相传感器输出 SSD。

$$[0118] \quad SSC = -(SSA - (VDD/2)) + (VDD/2)$$

$$[0119] \quad = -SSA + VDD$$

[0120] $SSD = -(SSB - (VDD/2)) + (VDD/2)$

[0121] $= -SSB + VDD$

[0122] 另外,通常使用某些函数(三角函数等)来表示 m 相(m 为 3 以上的整数)电磁线圈组用的 m 个磁传感器输出的相互关系。从而,即使仅对 m 相中的 n 个(n 为 2 以上且小于 m 的整数)相安装了磁传感器,也可通过以 n 相磁传感器的输出作为变量的运算来求出没有安装磁传感器的(m-n)相的模拟传感器输出。另外,关于(m-n)相的模拟传感器输出,优选使用 n 个传感器输出中的 1 个以上的传感器输出来分别生成,优选使用 2 个以上传感器输出来生成。例如,在上述第 1 实施例那样的 3 相电动机的情况下,仅利用 2 相传感器输出中的一方无法唯一地确定出剩余相的传感器输出,使用 2 个传感器输出的两方才可确定出剩余相的传感器输出。

[0123] 由此,本发明可适用于对应于 m 相(m 为 3 以上的整数)电磁线圈组中的 n 相(n 为 2 以上且小于 m 的整数)电磁线圈组安装 n 个磁传感器,根据这 n 相磁传感器的输出来生成 m 相线圈组的再生控制信号(或者驱动信号)。并且,本发明还可以适用于分别使用所安装的 n 个磁传感器的传感器输出中的 1 个以上的传感器输出,生成没有安装磁传感器的(m-n)相电磁线圈组用的(m-n)组再生控制信号(或者驱动信号)。

[0124] E. 变形例:

[0125] 另外,本发明不限于上述实施例和实施方式,在不脱离其宗旨的范围内,可实施多种变更,例如可实现如下那样的变形。

[0126] E1. 变形例 1:

[0127] 在上述实施例中,利用了模拟磁传感器,但也可以使用具有多值模拟输出的数字磁传感器,以代替模拟磁传感器。模拟磁传感器和具有多值输出的数字传感器在具有表示模拟变化的输出信号的方面是相同的。另外,在本说明书中,“表示模拟变化的输出信号”广义地包括了具有 3 值以上的多个电平的数字输出信号和模拟输出信号这两者,而不是开/关的 2 值输出。

[0128] E2. 变形例 2:

[0129] 作为 PWM 电路,可采用图 9 所示电路以外的多种电路结构。例如,也可以利用通过比较传感器输出和基准三角波来进行 PWM 控制的电路。并且,也可以通过 PWM 控制以外的方法来生成驱动信号。并且,也可以采用通过 PWM 控制以外的方法来生成驱动信号的电路。例如,也可以采用放大传感器输出来生成模拟驱动信号的电路。

[0130] E3. 变形例 3:

[0131] 在上述实施例中,生成与没有安装磁传感器的相相关的模拟传感器输出,使用该输出来生成该相的再生控制信号(或者驱动信号),但也可以通过除此以外的方法来生成没有安装磁传感器的相的再生控制信号(或者驱动信号)。例如,也可以生成安装有磁传感器的 n 相的再生控制信号(或者驱动信号),使用这些 n 相的再生控制信号(或者驱动信号),生成没有安装磁传感器的(m-n)相的再生控制信号(或者驱动信号)。

[0132] E4. 变形例 4:

[0133] 本发明可应用于风扇电动机、钟表(指针驱动)、滚筒式洗衣机(单向旋转)、快速滑行车和振动电动机、移动体等各种装置的电动机和发电机。

[0134] 图 21 是表示作为利用了本发明的实施例的电动机/发电机的移动体的一例的电

动自行车（电动加速自行车）的说明图。该自行车 800 在前轮上设有电动机 810，在车座的下方的框架上设有控制电路 820 和充电电池 830。电动机 810 通过利用来自充电电池 830 的电力来驱动前轮，来对行驶进行加速。另外，在制动时由电动机 810 再生的电力被充电到充电电池 830。控制电路 820 是控制电动机的驱动和再生的电路。作为该电动机 810，可以利用上述各种无电刷电动机。

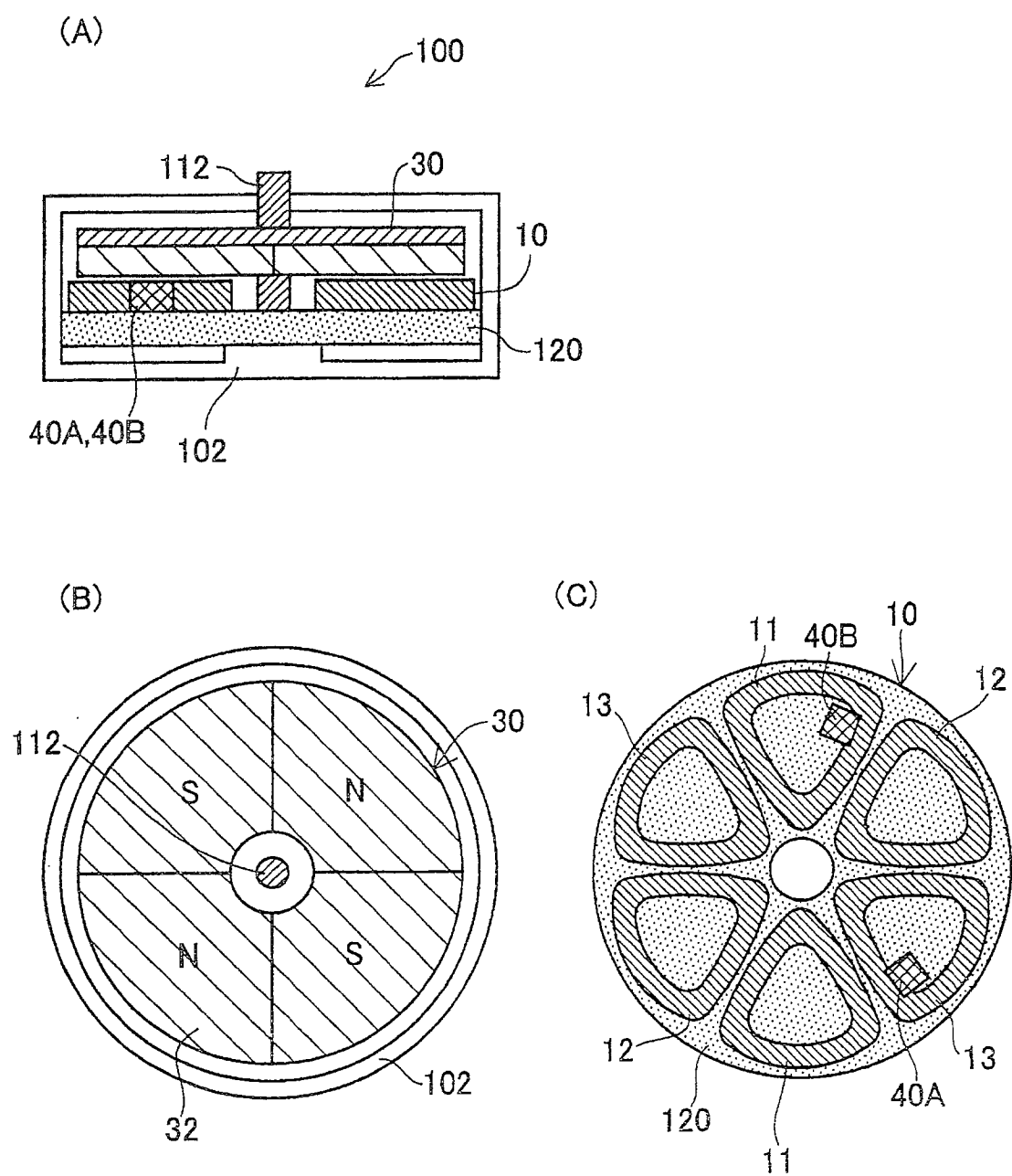


图 1

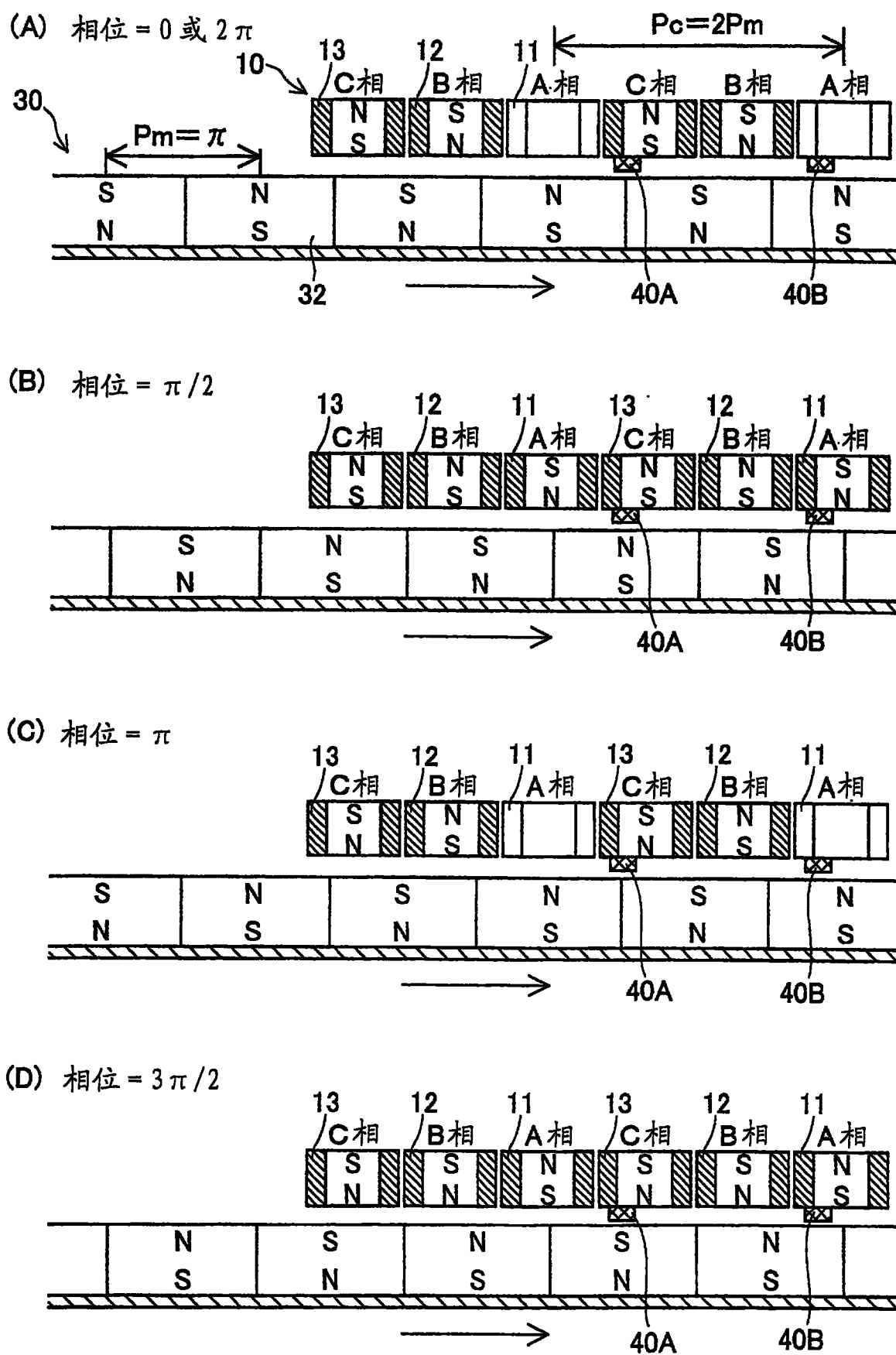


图 2

正转时

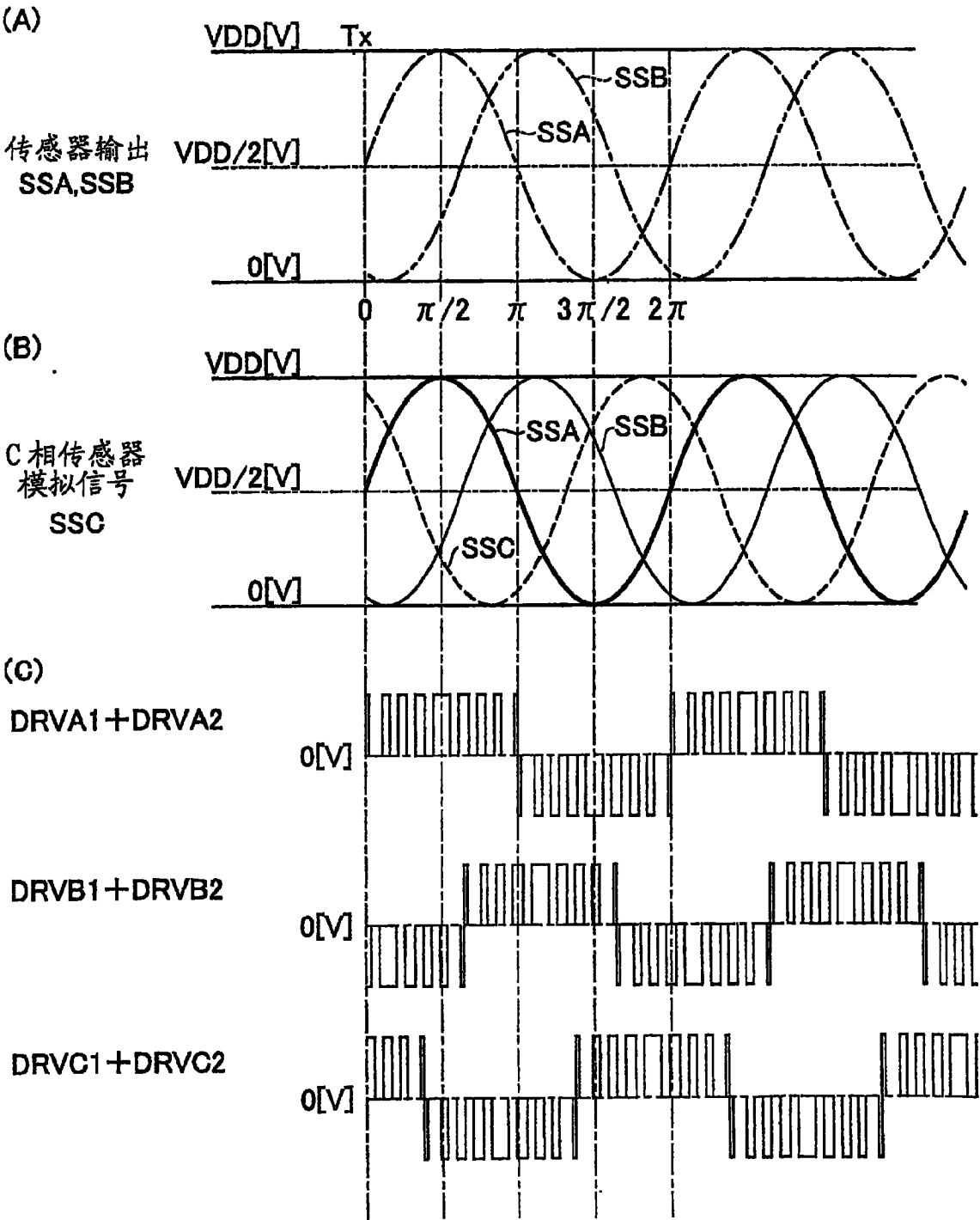


图 3

反转时

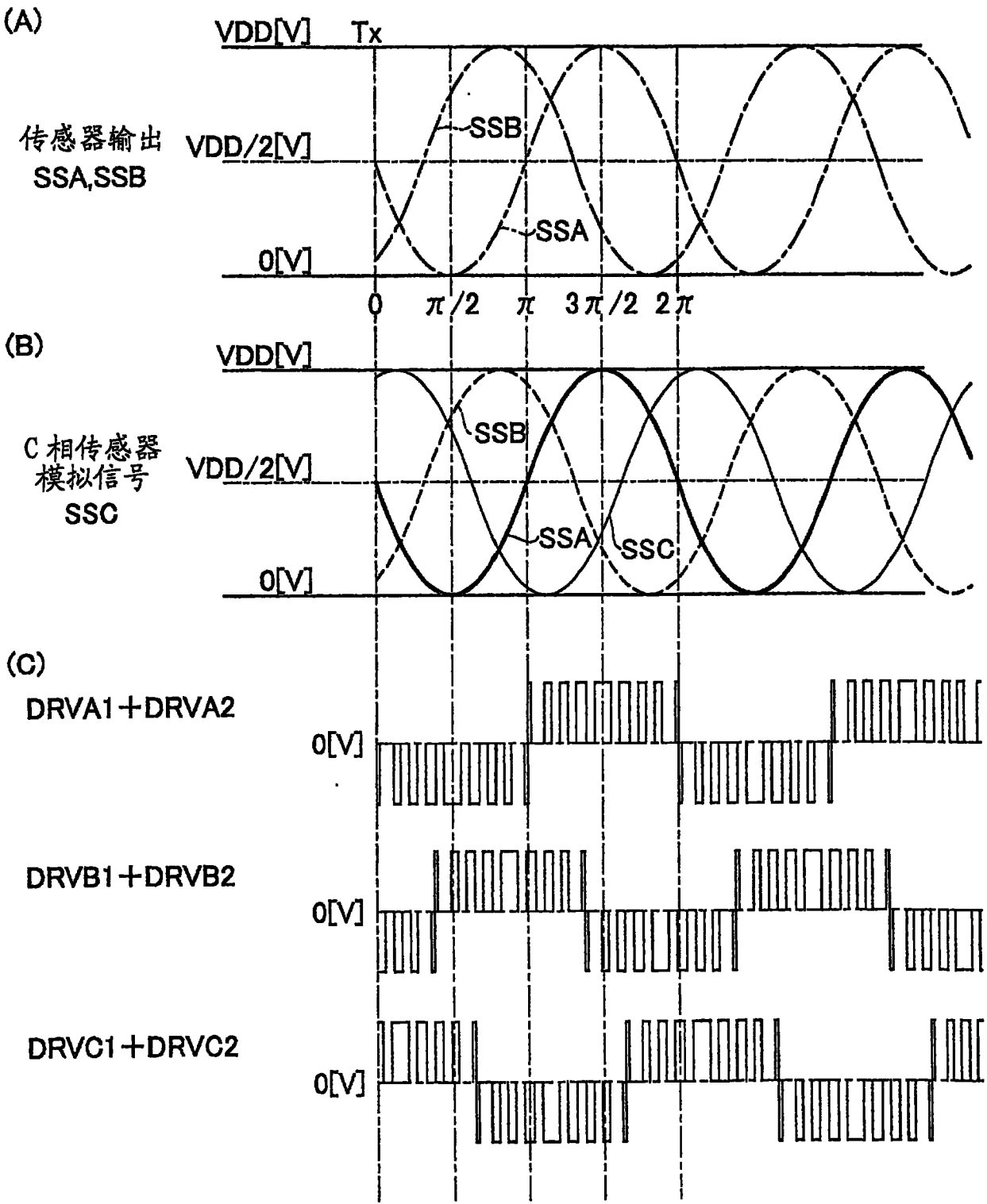


图 4

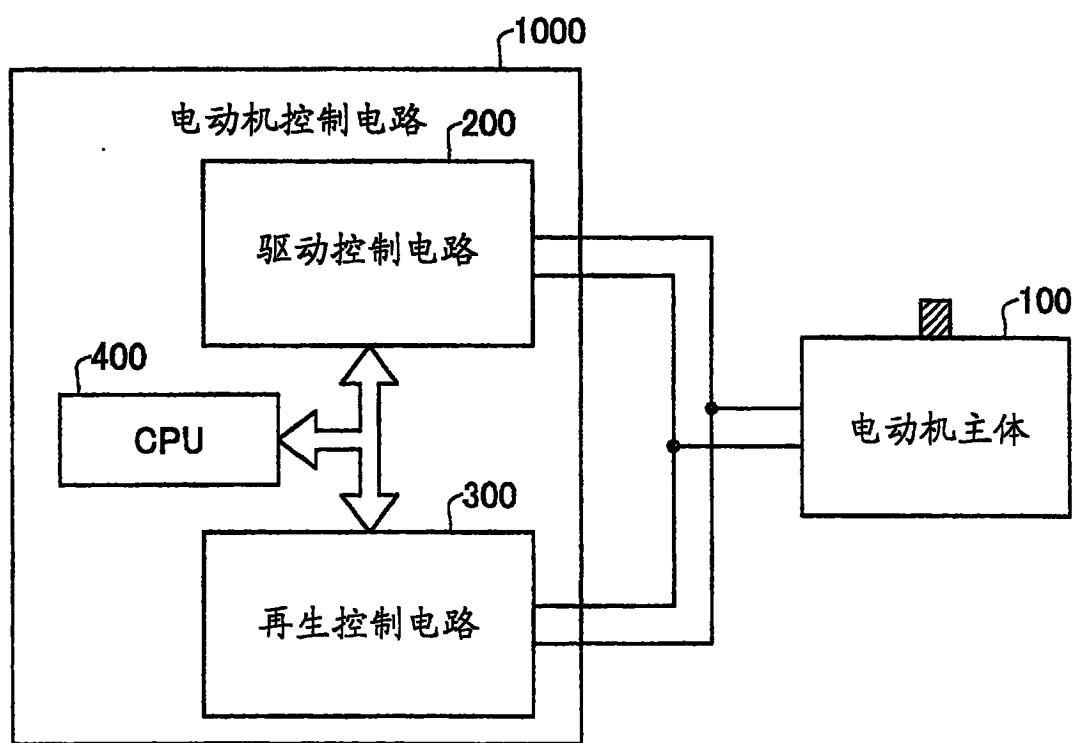


图 5

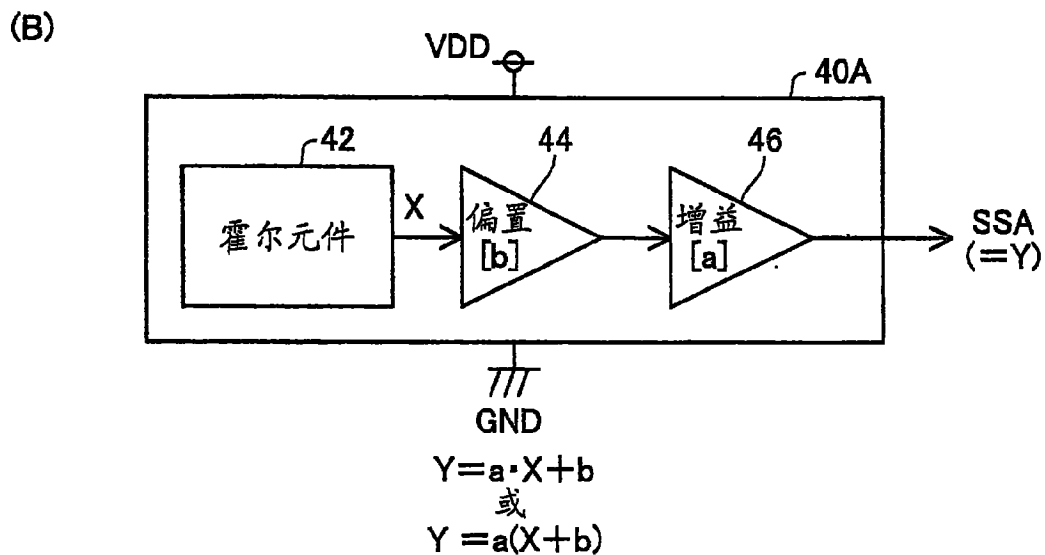
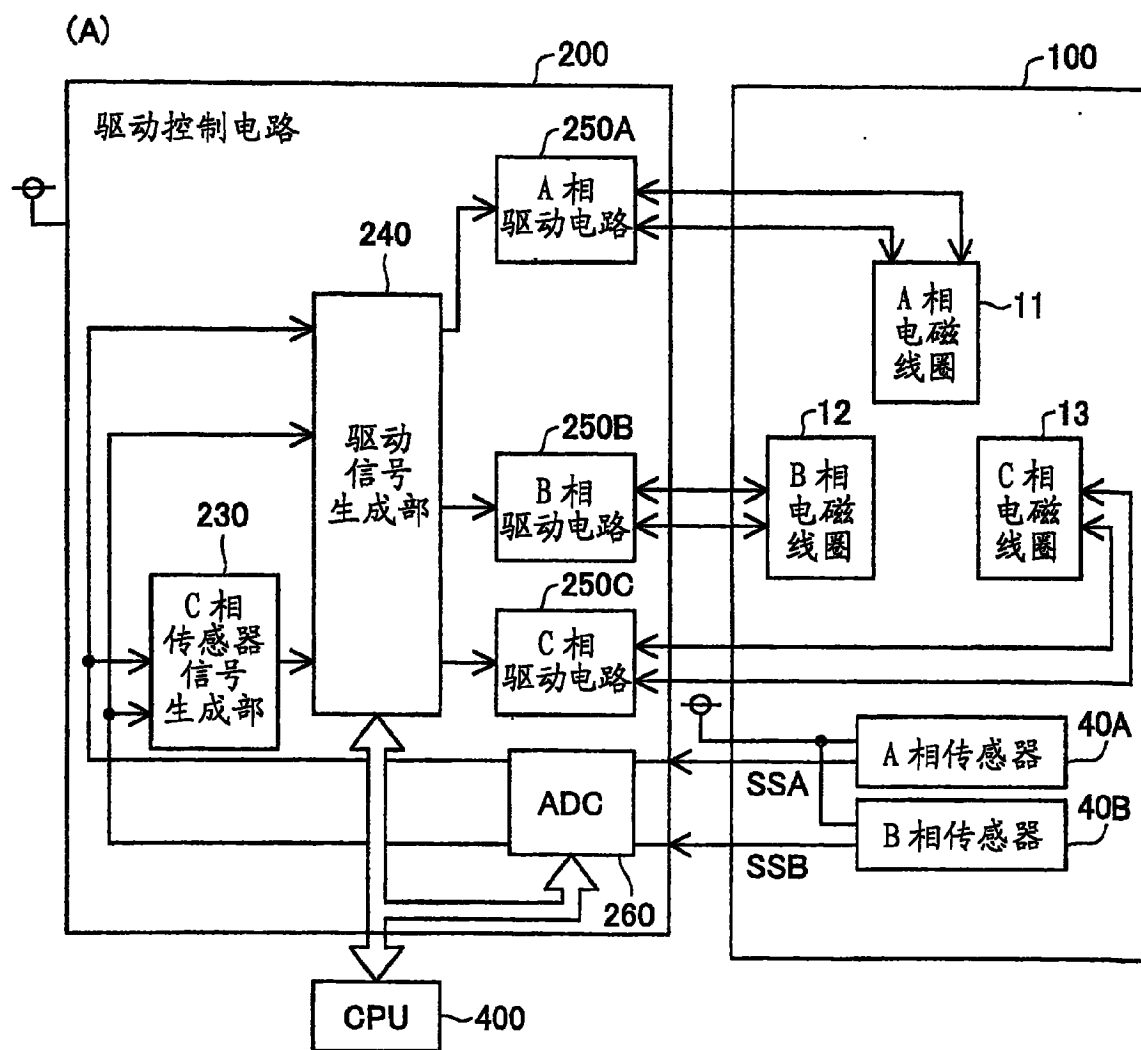
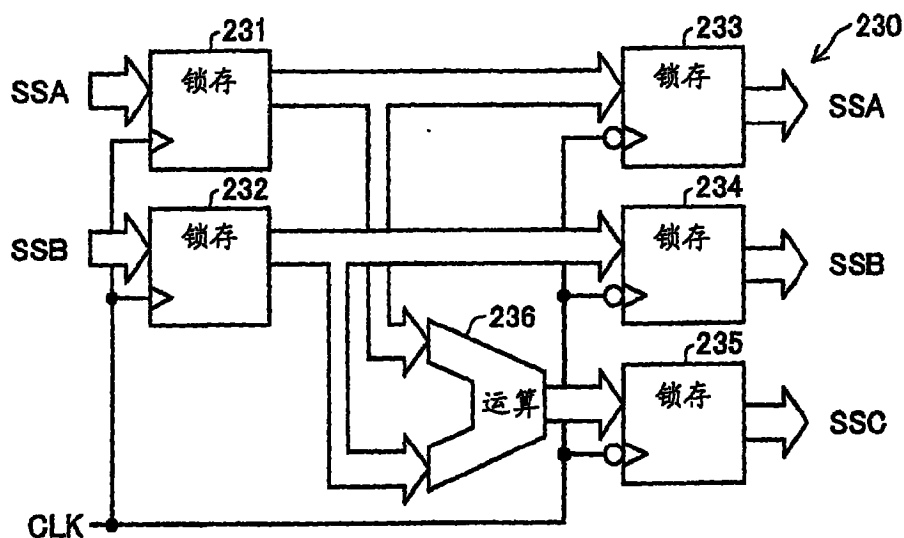
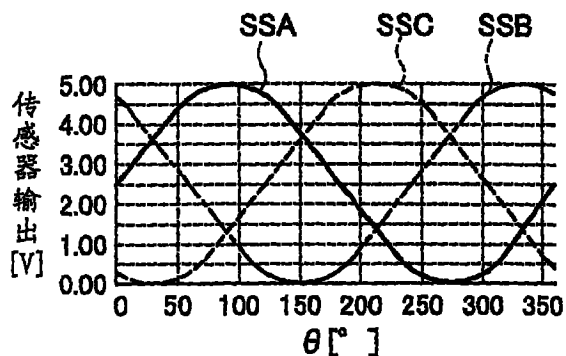


图 6



(B) C相传感器模拟信号 SSC 的生成

	SSA	SSB	SSC
角度	$\sin(\theta)$	$\sin(\theta+120)$	$\sin(\theta+240)$
θ°	0	120	240
0	2.50	4.67	0.33
10	2.93	4.42	0.15
20	3.36	4.11	0.04
30	3.75	3.75	0.00
40	4.11	3.36	0.04
50	4.42	2.93	0.15
60	4.67	2.50	0.33
70	4.85	2.07	0.58
80	4.96	1.64	0.89
90	5.00	1.25	1.25
100	4.96	0.89	1.64
110	4.85	0.58	2.07
120	4.67	0.33	2.50
130	4.42	0.15	2.93
140	4.11	0.04	3.36
150	3.75	0.00	3.75
160	3.36	0.04	4.11
170	2.93	0.15	4.42
180	2.50	0.33	4.67
190	2.07	0.58	4.85
200	1.64	0.89	4.96
210	1.25	1.25	5.00
220	0.89	1.64	4.96
230	0.58	2.07	4.85
240	0.33	2.50	4.67
250	0.15	2.93	4.42
260	0.04	3.36	4.11
270	0.00	3.75	3.75
280	0.04	4.11	3.36
290	0.15	4.42	2.93
300	0.33	4.67	2.50
310	0.58	4.85	2.07
320	0.89	4.96	1.64
330	1.25	5.00	1.25
340	1.64	4.96	0.89
350	2.07	4.85	0.58
360	2.50	4.67	0.33



$$\begin{aligned} SSC &= -(SSB - \frac{VDD}{2}) - (SSA - \frac{VDD}{2}) + \frac{VDD}{2} \\ &= -SSB - SSA + \frac{3}{2} VDD \end{aligned}$$

图 7

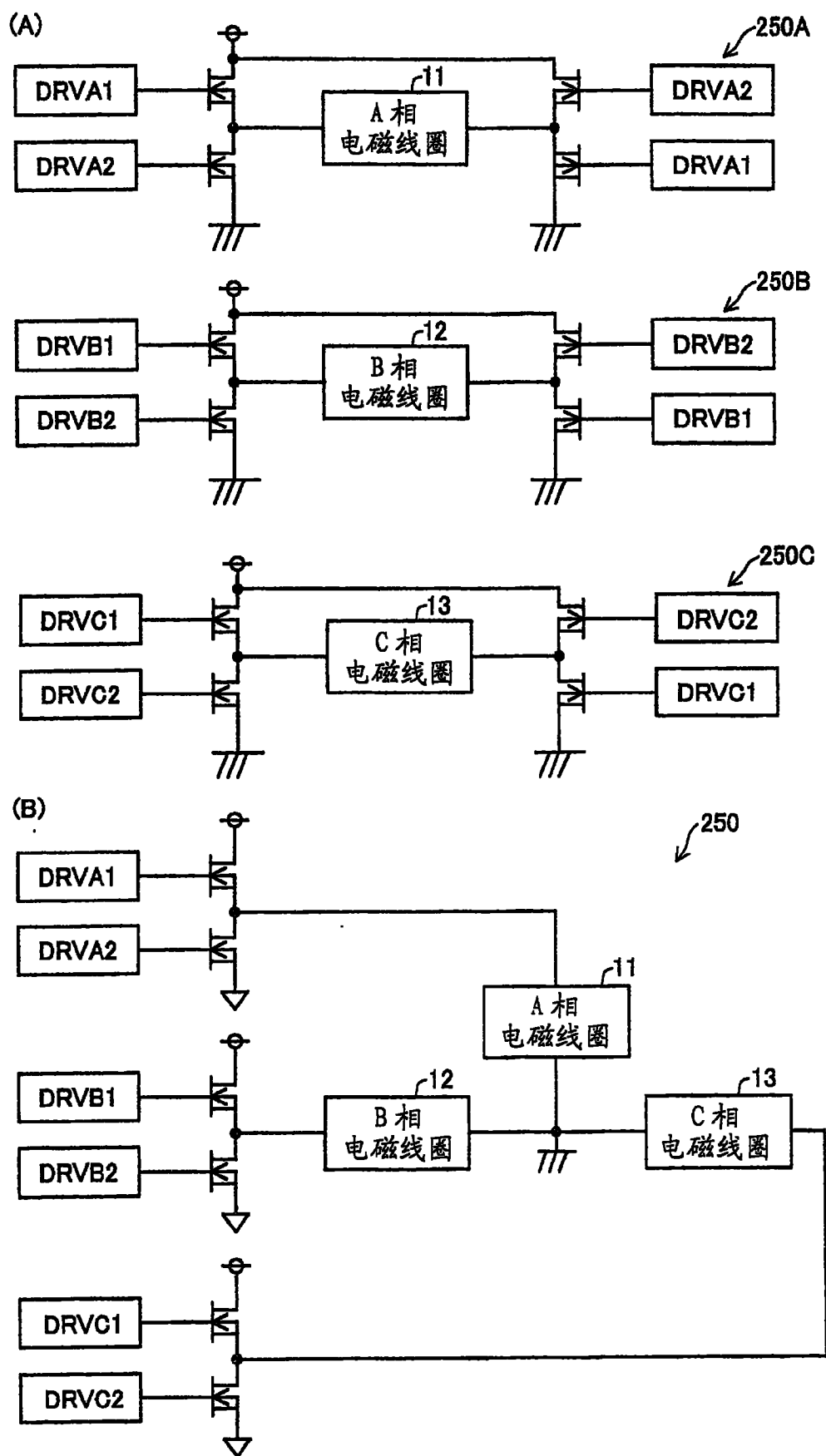
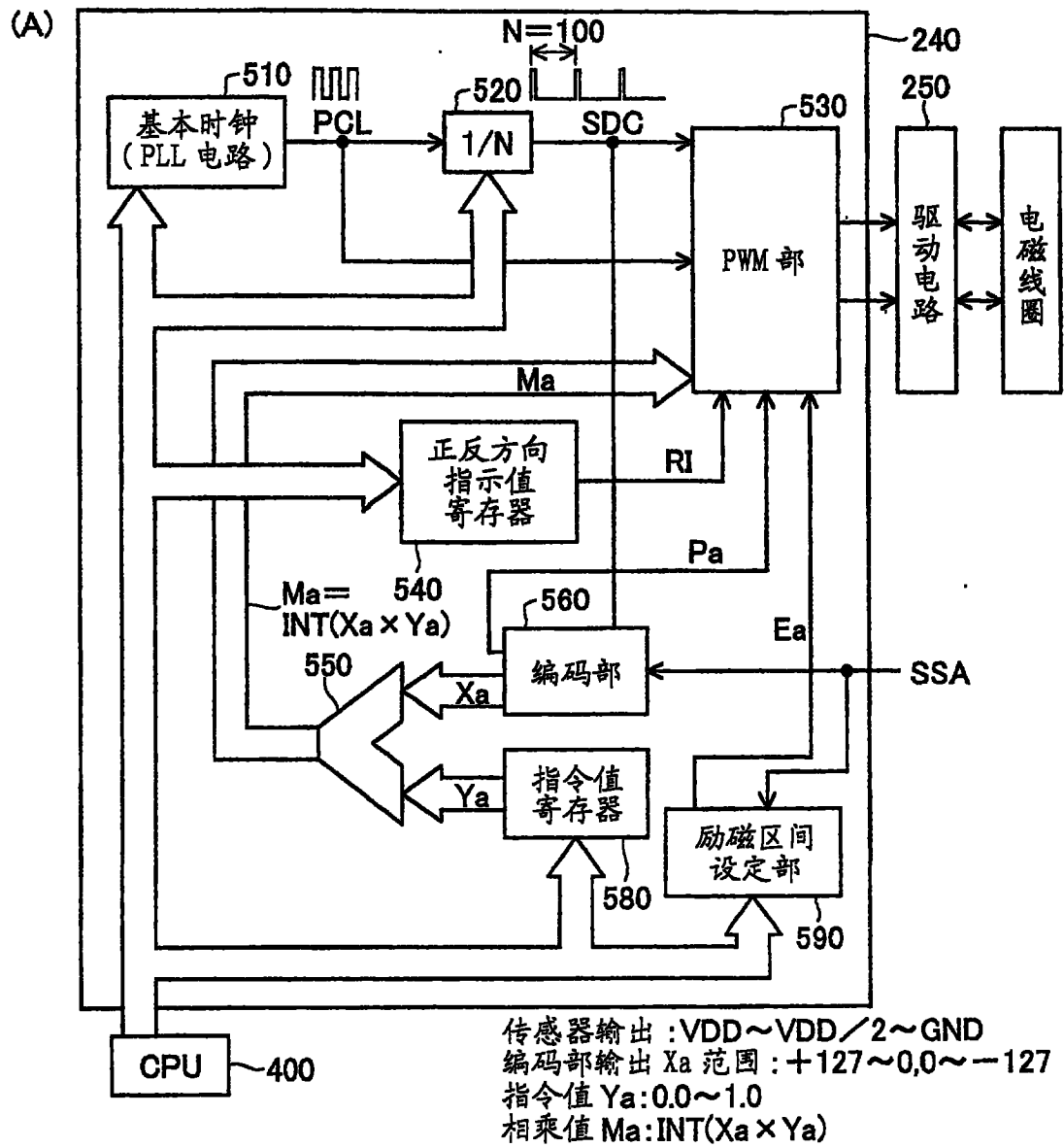


图 8



(B) DRVA1+DRVA2

Ma=0

(C) DRVA1+DRVA2

Ma=+10

Ma=-10

(D) DRVA1+DRVA2

Ma=+30

Ma=-30

(E) DRVA1+DRVA2

Ma=+60

Ma=-60



图 9

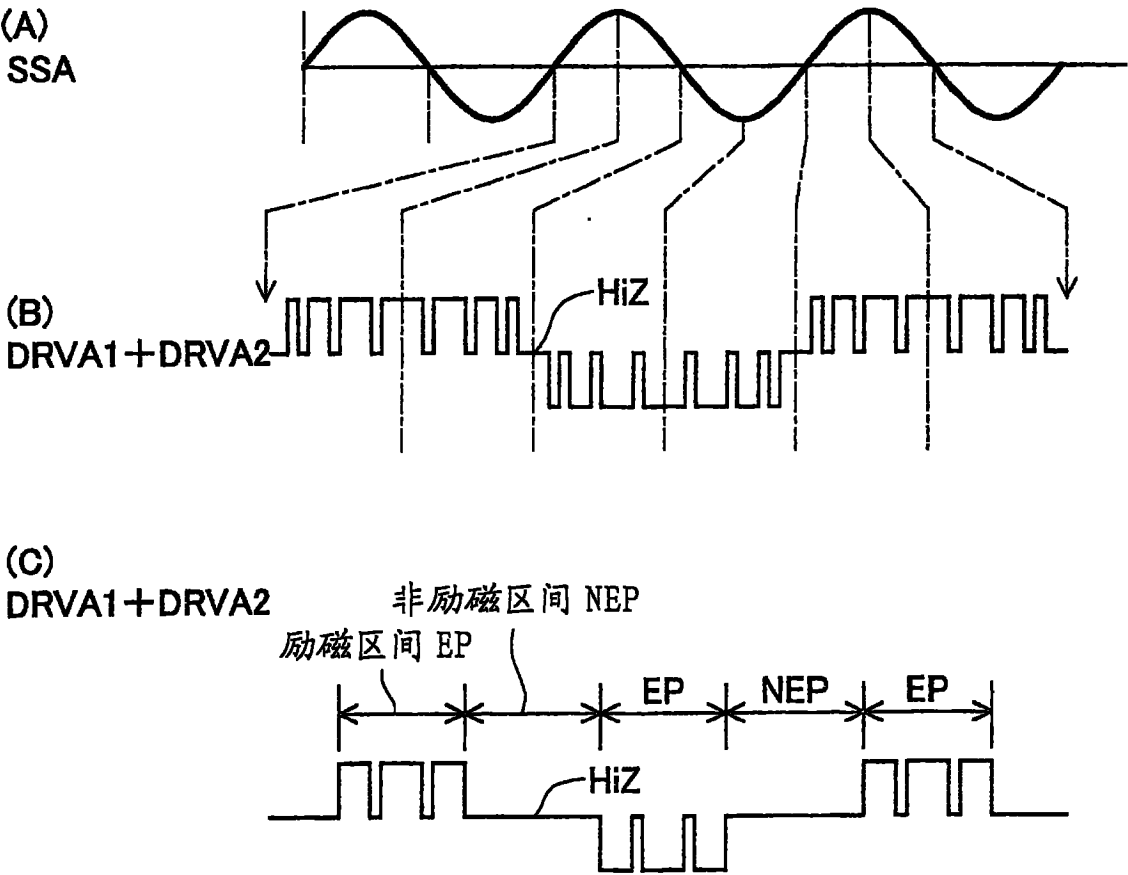


图 10

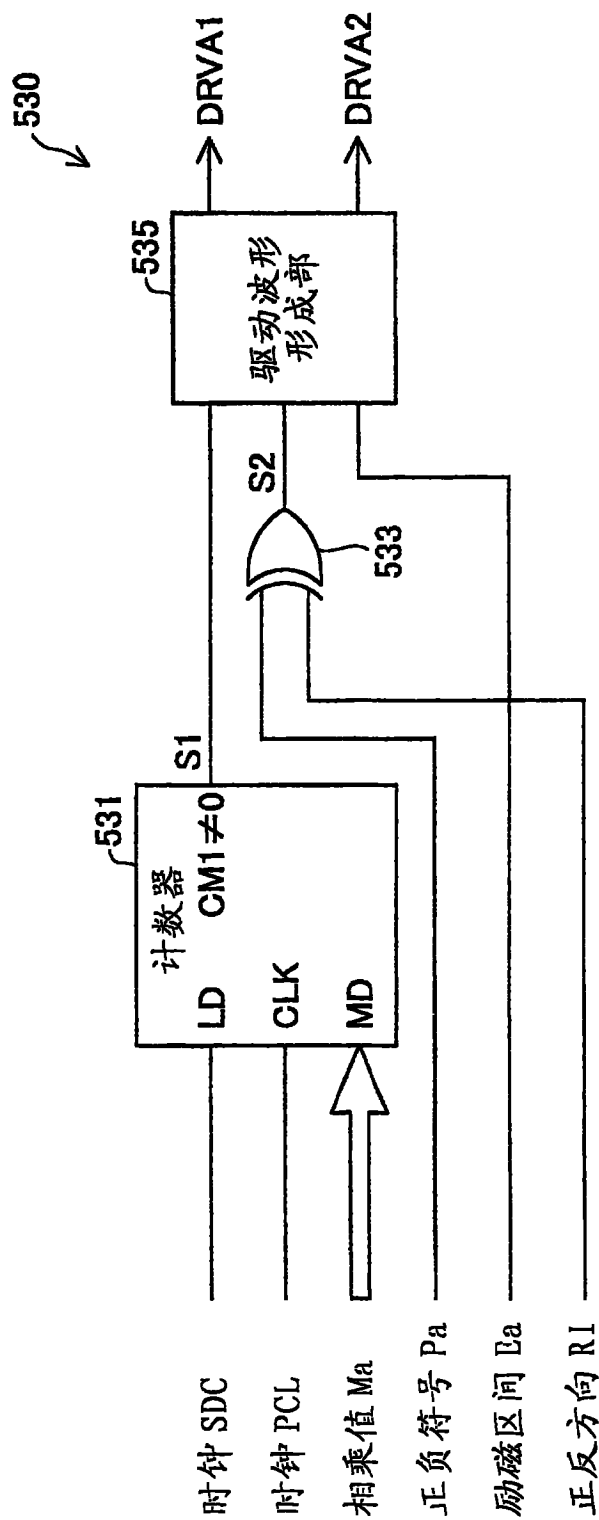


图 11

正转时 (RI="L")

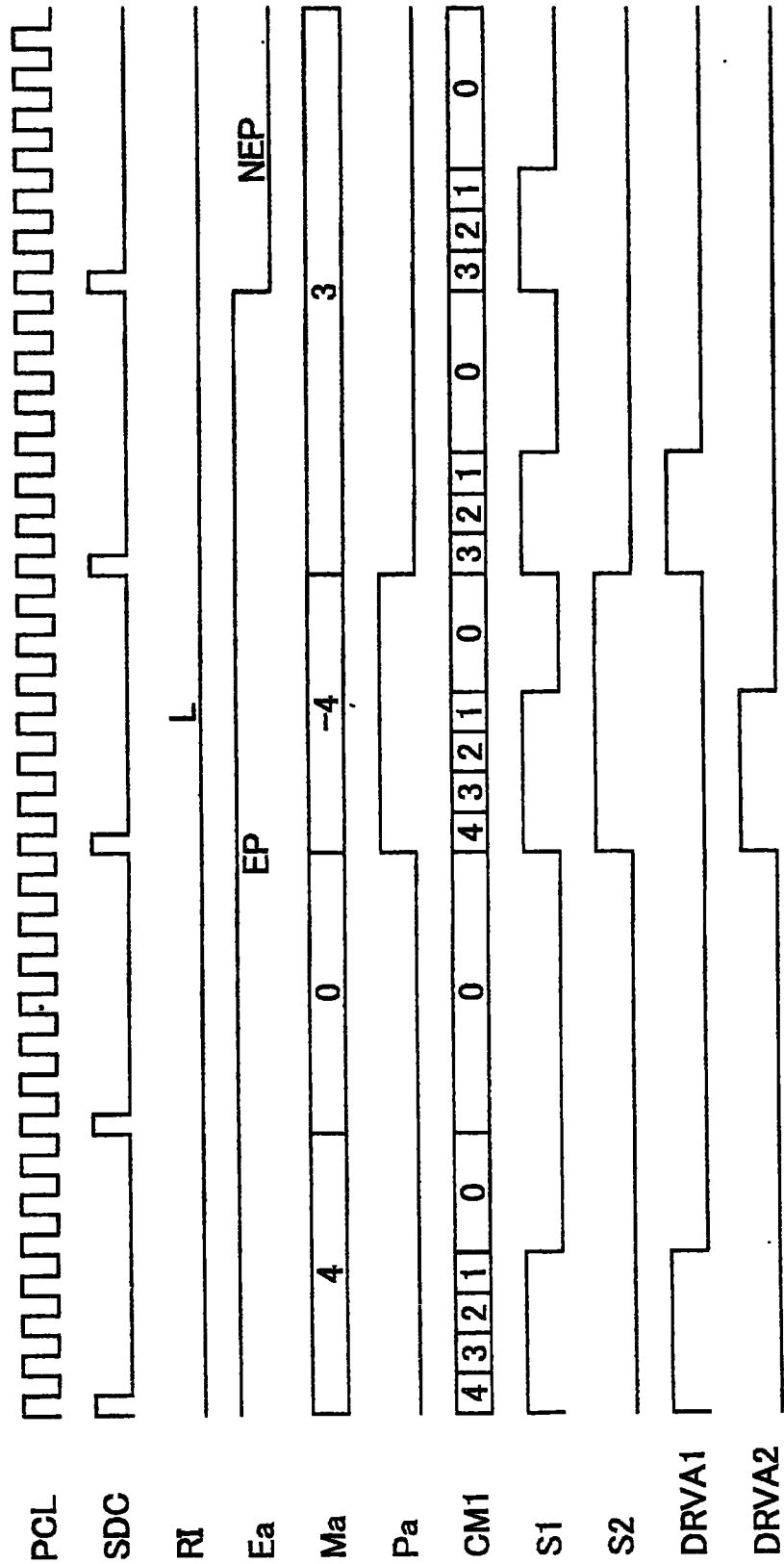


图 12

反转时 (RI="H")

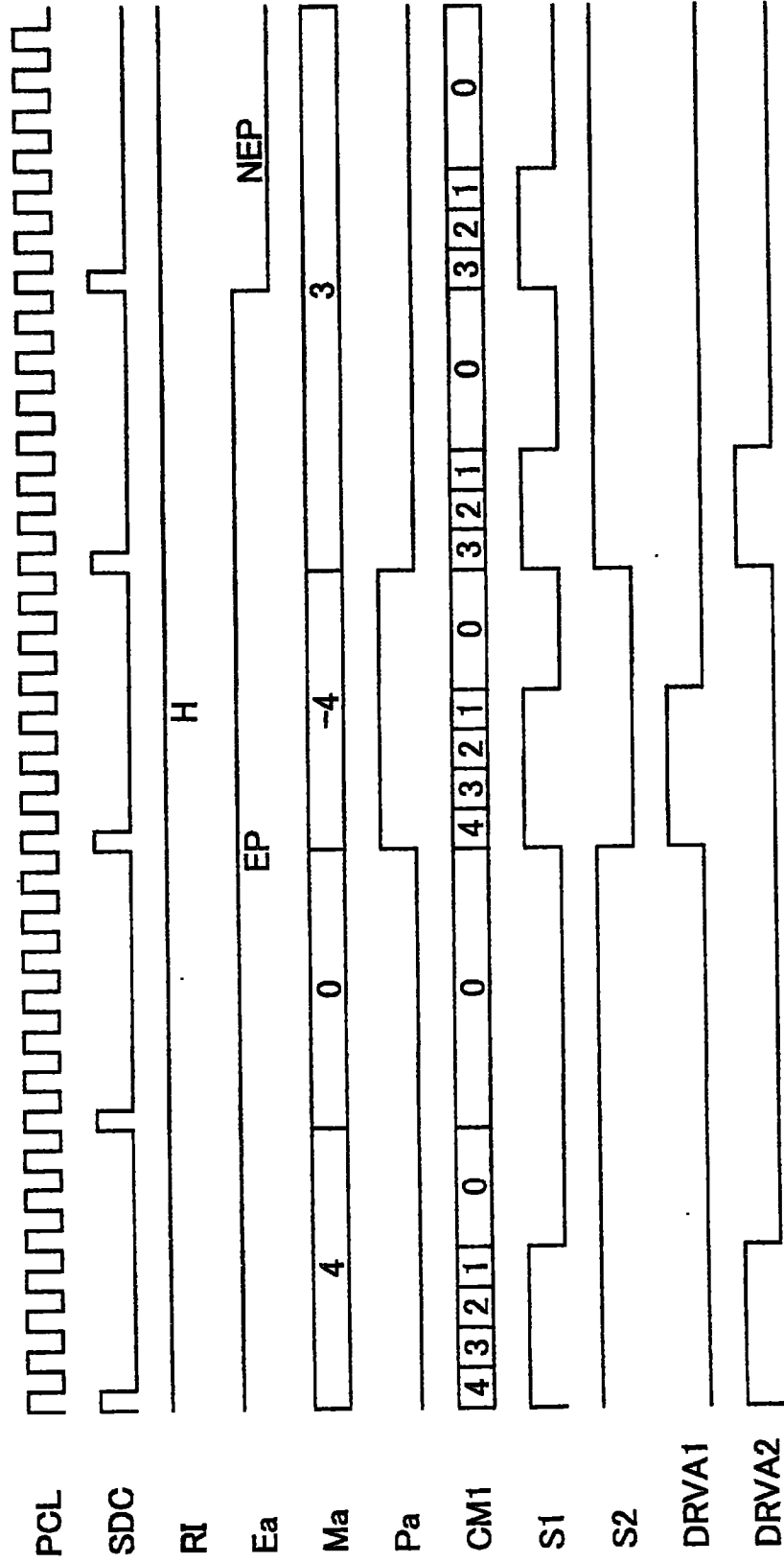


图 13

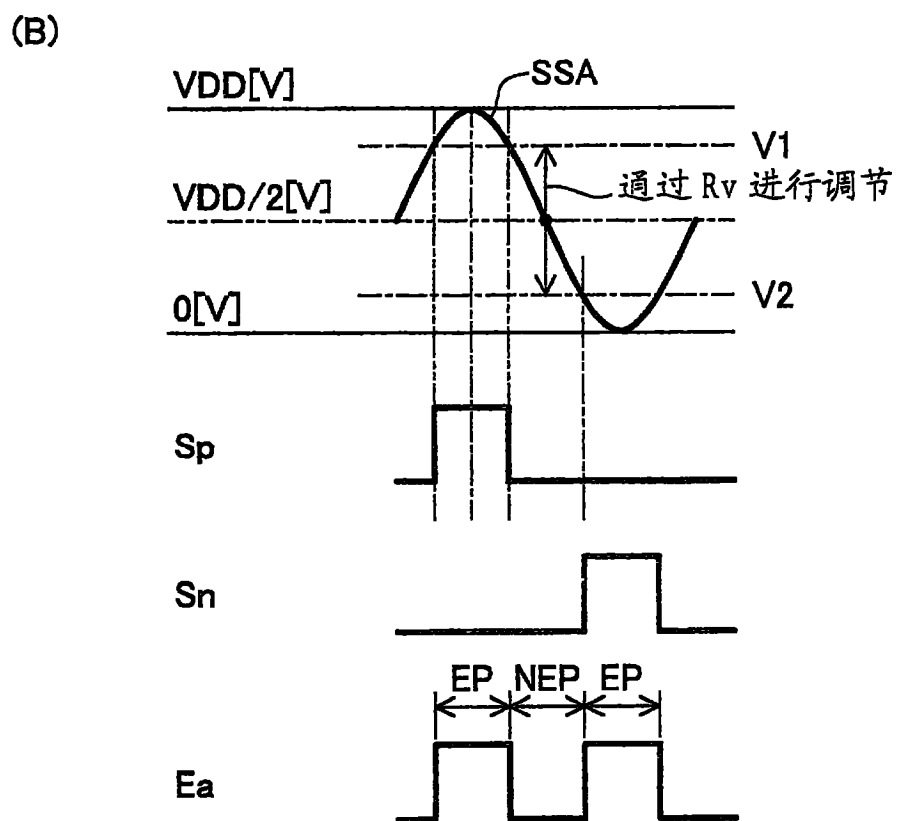
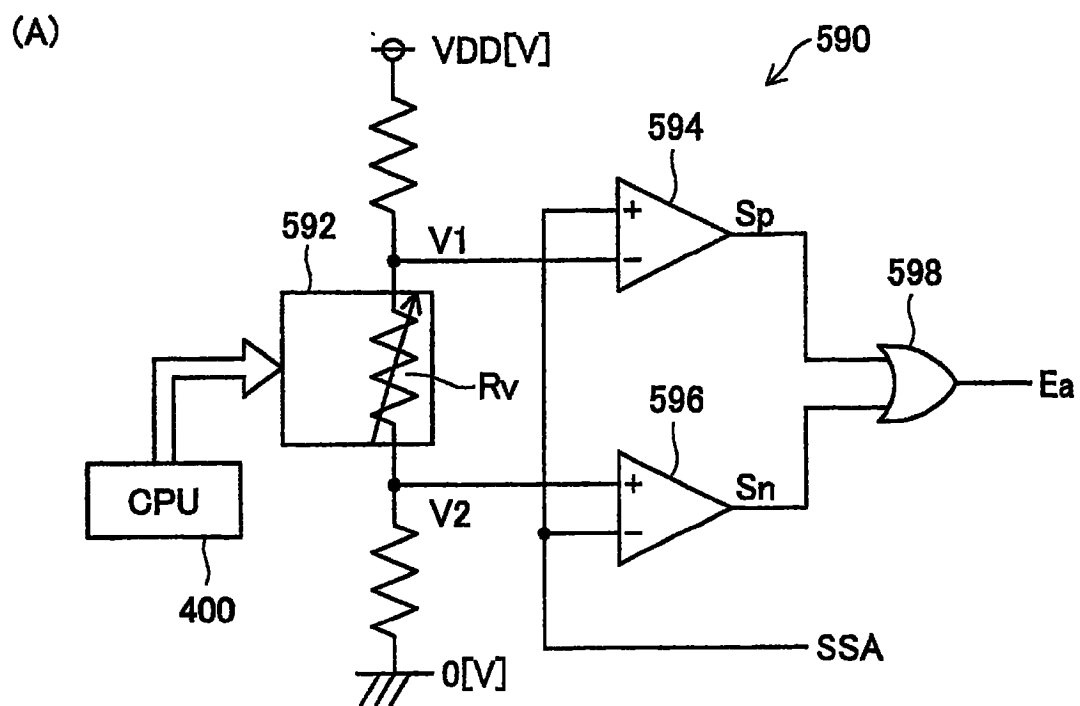


图 14

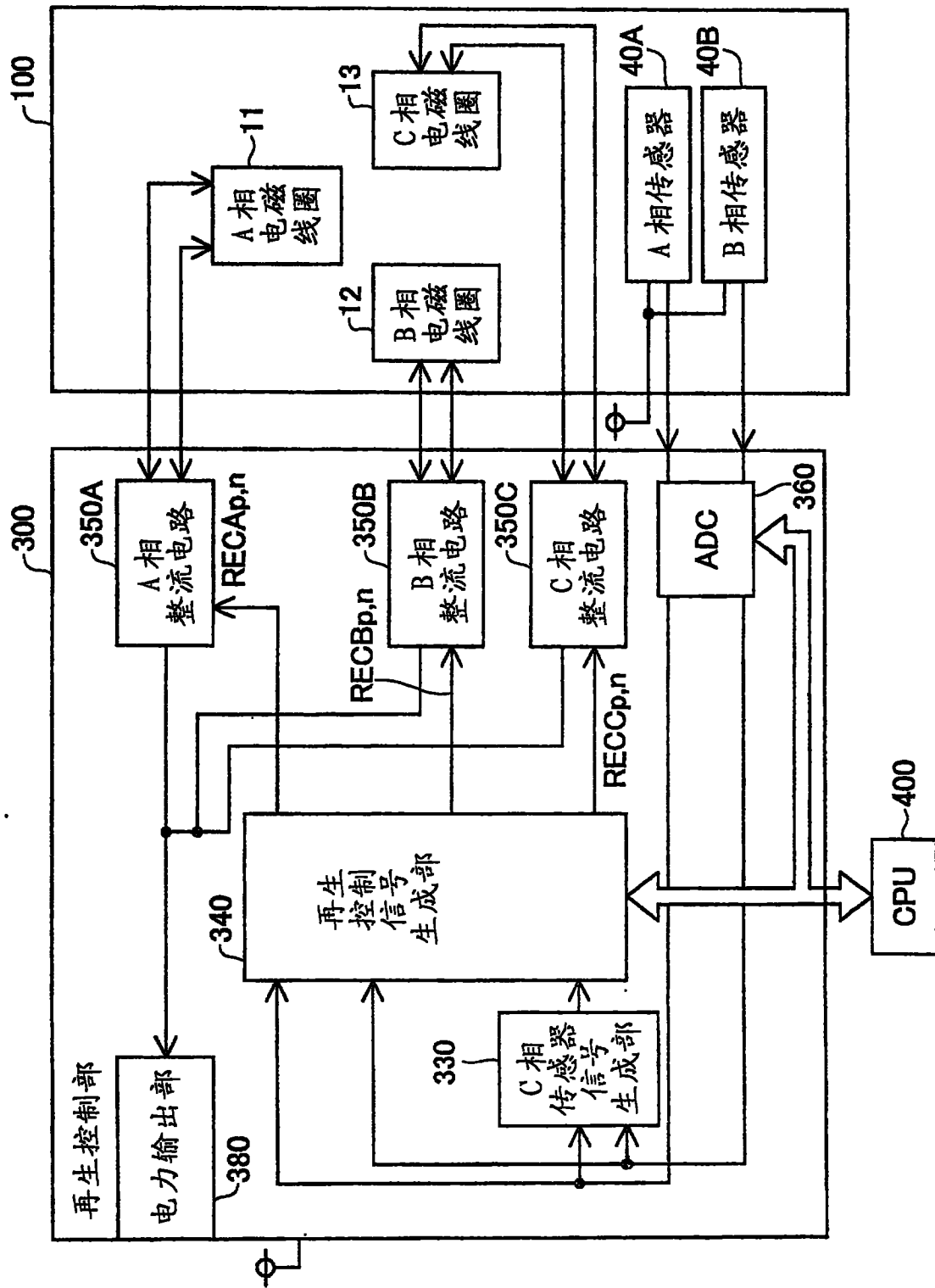
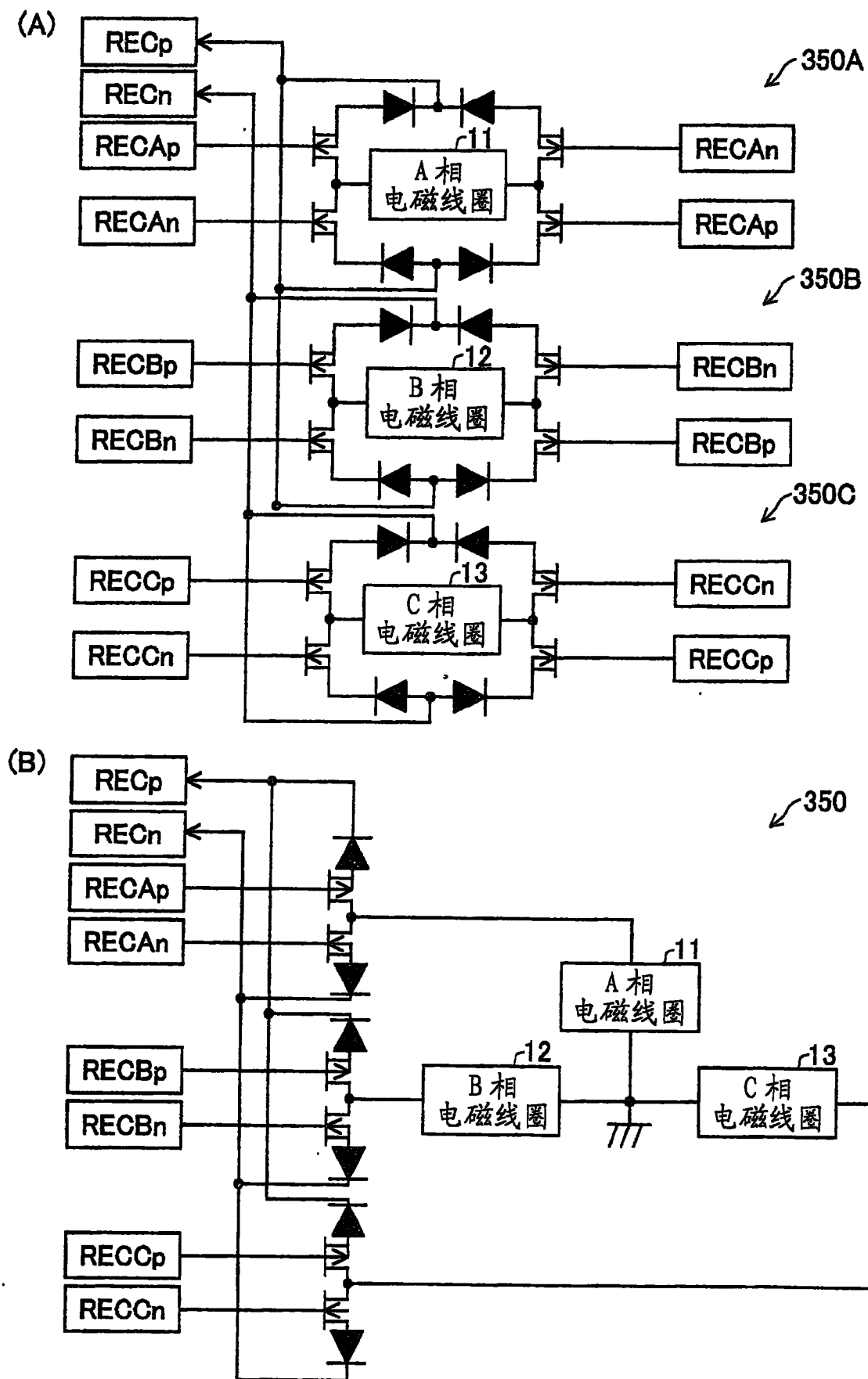


图 15



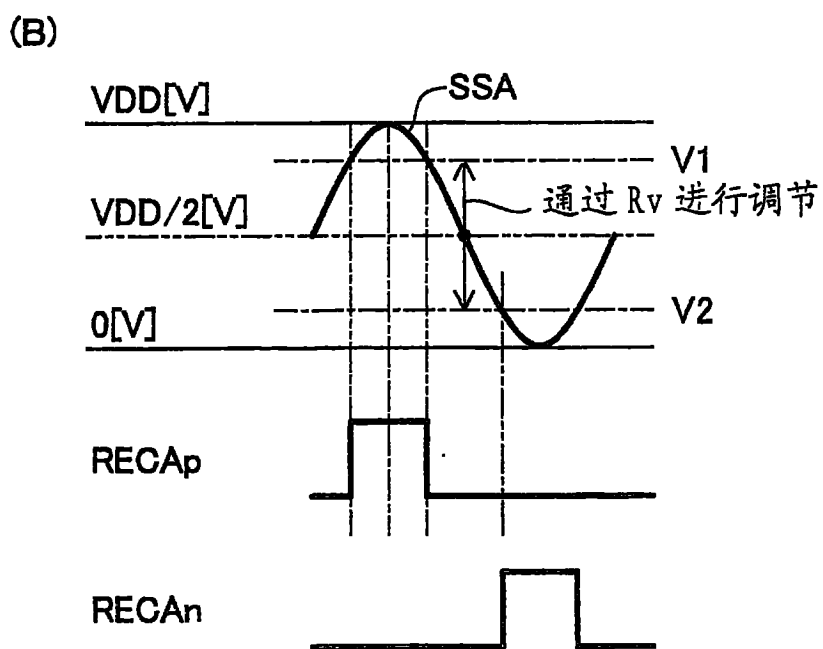
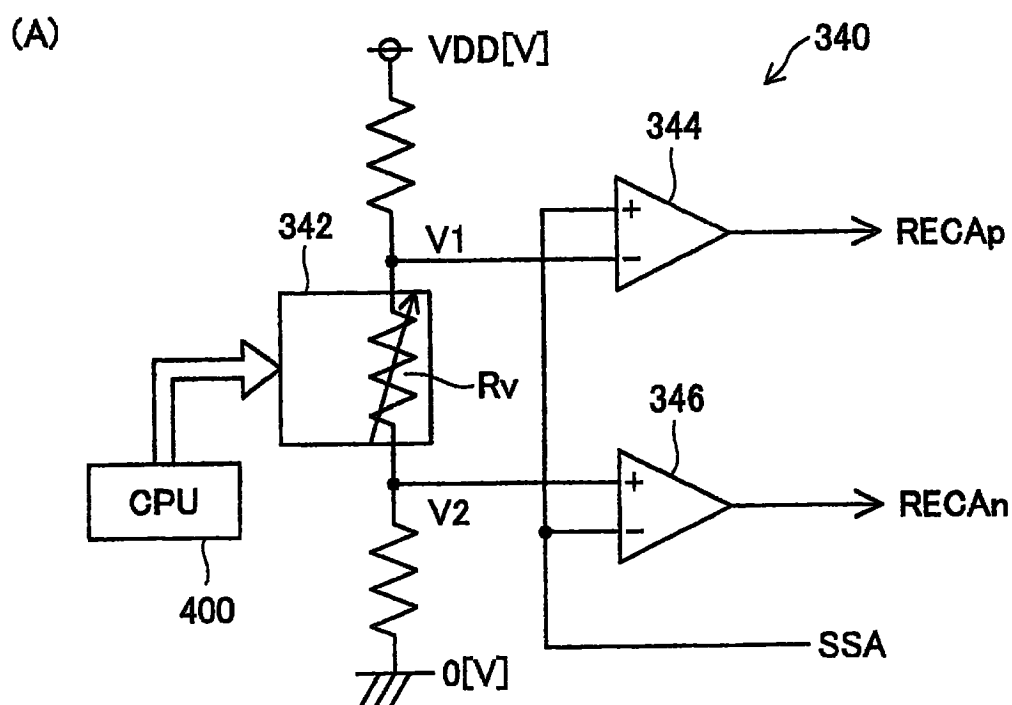


图 17

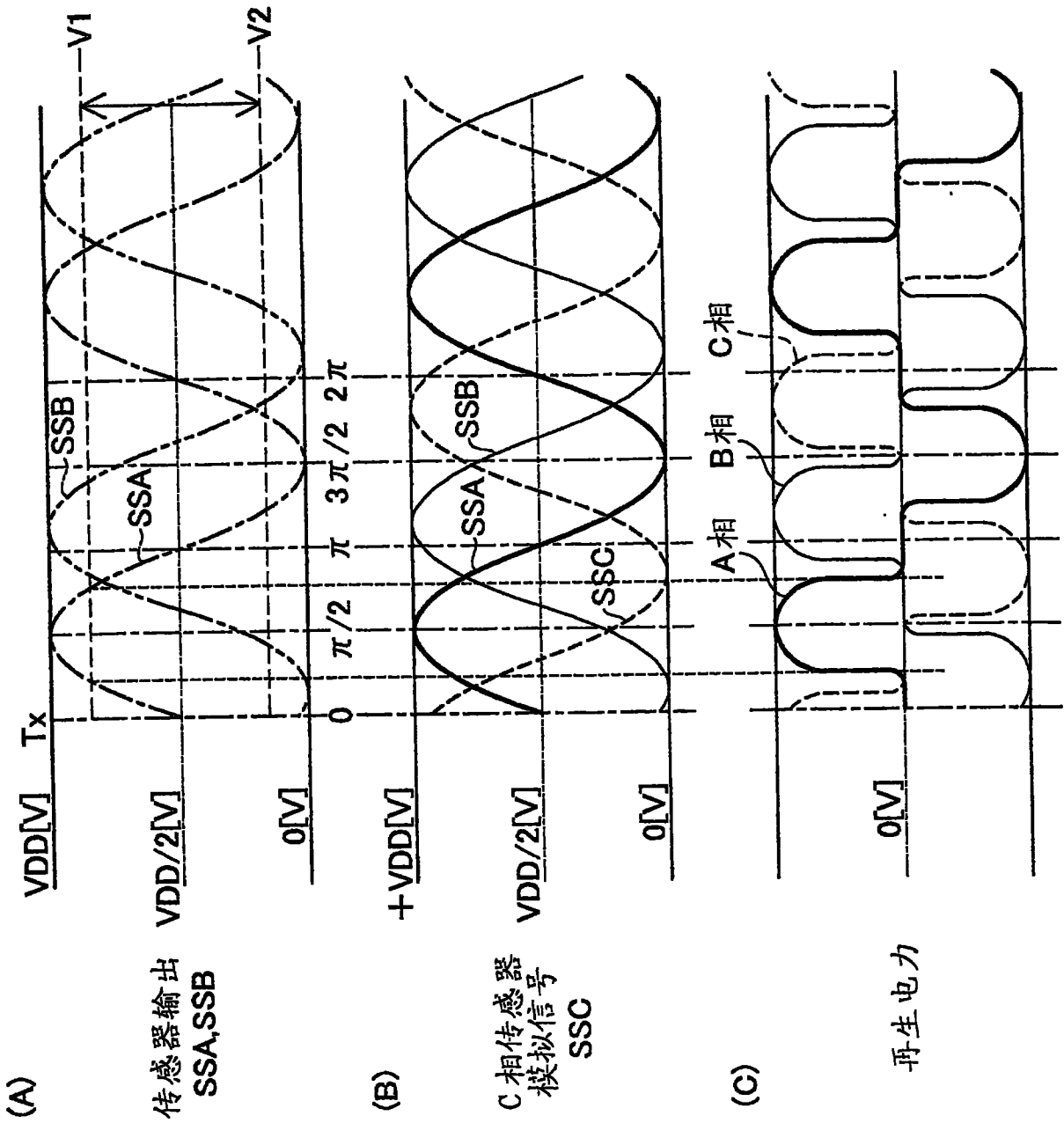


图 18

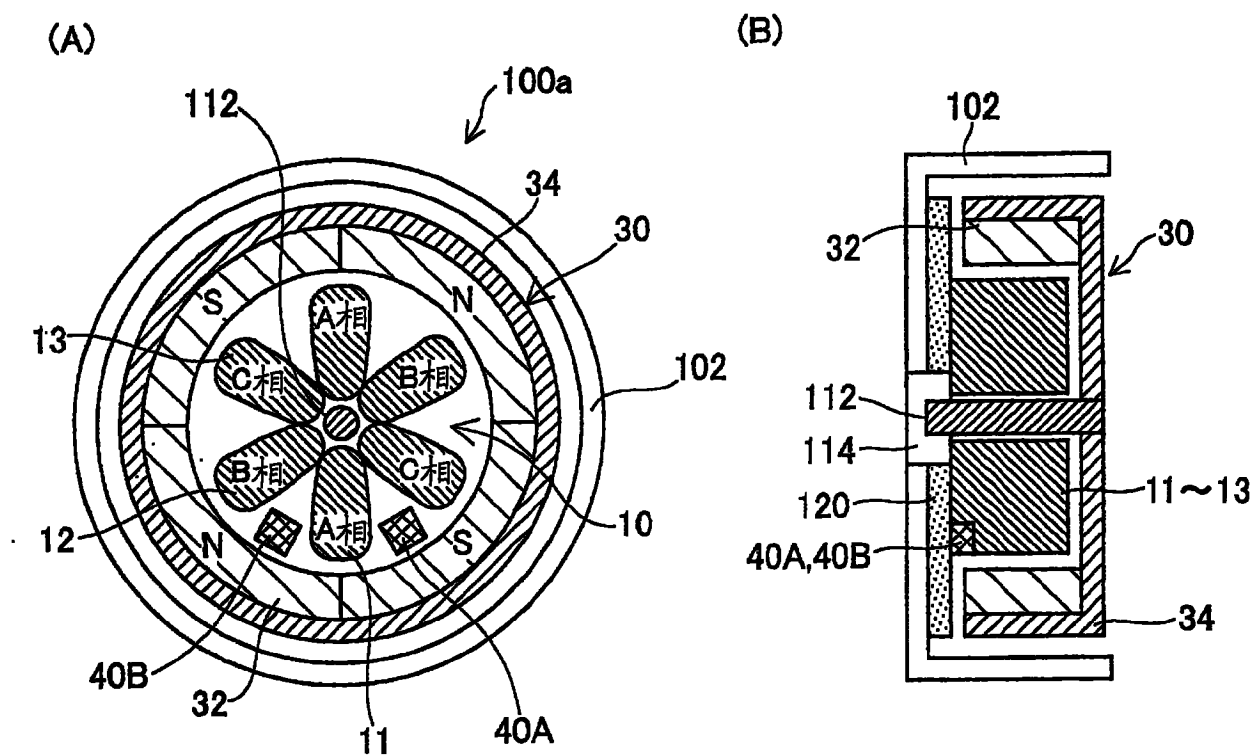
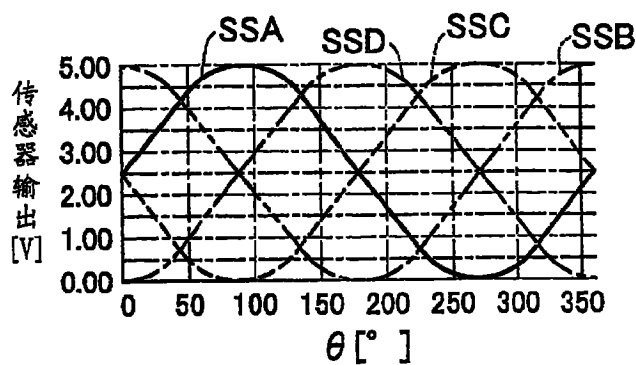


图 19

角度	SSA	SSB	SSC	SSD
θ°	$\sin(\theta)$	$\sin(\theta+90)$	$\sin(\theta+180)$	$\sin(\theta+270)$
θ°	0	90	180	270
0	2.50	5.00	2.50	0.00
10	2.93	4.96	2.07	0.04
20	3.36	4.85	1.64	0.15
30	3.75	4.67	1.25	0.33
40	4.11	4.42	0.89	0.58
50	4.42	4.11	0.58	0.89
60	4.67	3.75	0.33	1.25
70	4.85	3.36	0.15	1.64
80	4.96	2.93	0.04	2.07
90	5.00	2.50	0.00	2.50
100	4.96	2.07	0.04	2.93
110	4.85	1.64	0.15	3.36
120	4.67	1.25	0.33	3.75
130	4.42	0.89	0.58	4.11
140	4.11	0.58	0.89	4.42
150	3.75	0.33	1.25	4.67
160	3.36	0.15	1.64	4.85
170	2.93	0.04	2.07	4.96
180	2.50	0.00	2.50	5.00
190	2.07	0.04	2.93	4.96
200	1.64	0.15	3.36	4.85
210	1.25	0.33	3.75	4.67
220	0.89	0.58	4.11	4.42
230	0.58	0.89	4.42	4.11
240	0.33	1.25	4.67	3.75
250	0.15	1.64	4.85	3.36
260	0.04	2.07	4.96	2.93
270	0.00	2.50	5.00	2.50
280	0.04	2.93	4.96	2.07
290	0.15	3.36	4.85	1.64
300	0.33	3.75	4.67	1.25
310	0.58	4.11	4.42	0.89
320	0.89	4.42	4.11	0.58
330	1.25	4.67	3.75	0.33
340	1.64	4.85	3.36	0.15
350	2.07	4.96	2.93	0.04
360	2.50	5.00	2.50	0.00



$$SSC = -\left(SSA - \frac{VDD}{2}\right) + \frac{VDD}{2}$$

$$= -SSA + VDD$$

$$SSD = -\left(SSB - \frac{VDD}{2}\right) + \frac{VDD}{2}$$

$$= -SSB + VDD$$

图 20

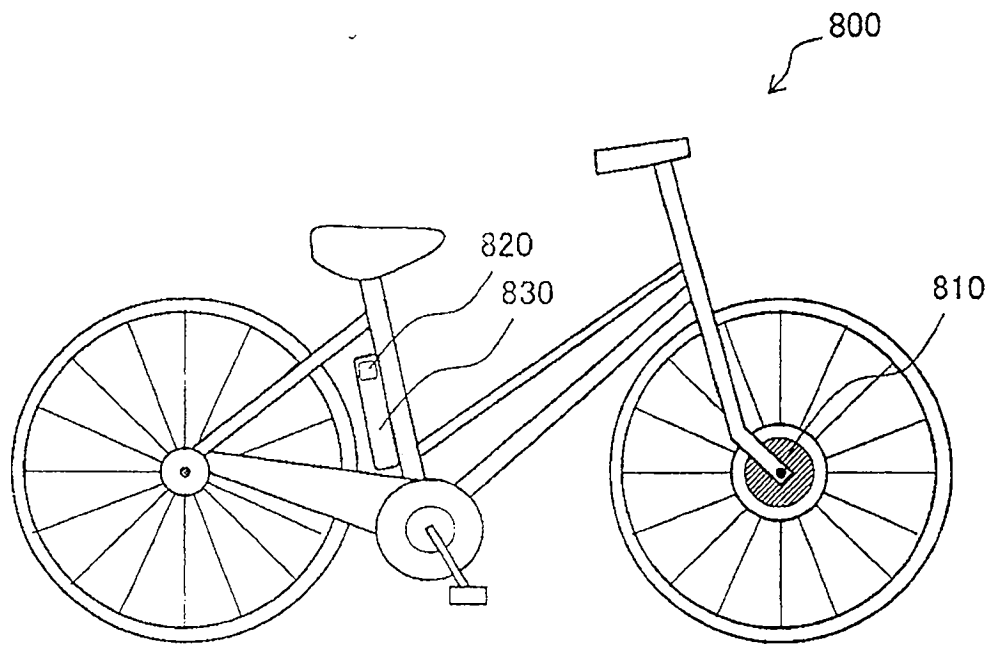


图 21