



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101136575 B

(45) 授权公告日 2011. 09. 21

(21) 申请号 200710147703. 7

审查员 韦晓娟

(22) 申请日 2007. 08. 24

(30) 优先权数据

2006-230779 2006. 08. 28 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 11127

代理人 黄纶伟

(51) Int. Cl.

H02K 29/00(2006. 01)

H02K 29/08(2006. 01)

H02P 6/08(2006. 01)

(56) 对比文件

US 4658190 A, 1987. 04. 14,

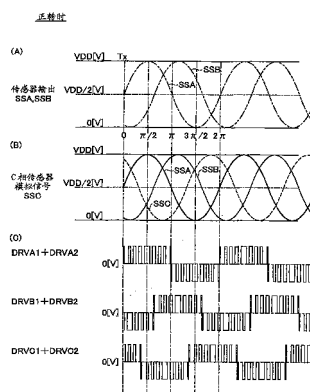
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 17 页

(54) 发明名称

无刷电动机

(57) 摘要

无刷电动机。本发明的课题是提供在无刷电动机中可使各相驱动信号的相位更加匹配的技术。在本发明的无刷电动机中, 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。驱动控制电路使用 n 个磁传感器的各传感器输出, 生成安装了磁传感器的 n 相电磁线圈组用的 n 组驱动信号。并且, 驱动控制电路分别使用 n 个磁传感器的传感器输出中的 1 个以上, 生成没有安装磁传感器的 $(m-n)$ 相电磁线圈组用的 $(m-n)$ 组驱动信号。



1. 一种无刷电动机,其具备:

具有 m 相的电磁线圈组的线圈列, m 为 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, n 为 2 以上且小于 m 的整数;以及

驱动控制电路,其利用所述 n 个磁传感器的传感器输出,驱动所述线圈列,

所述驱动控制电路使用所述 n 个磁传感器的各传感器输出,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 组驱动信号,并且,分别使用所述 n 个磁传感器的传感器输出中的 1 个以上,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 $(m-n)$ 组驱动信号,

并且,所述驱动控制电路具备:

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;以及

驱动信号生成部,其根据包含所述 n 个磁传感器的传感器输出和所述 $(m-n)$ 个模拟传感器输出在内的 m 个传感器输出,生成所述 m 相电磁线圈组用的 m 组驱动信号。

2. 根据权利要求 1 所述的无刷电动机,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。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的无刷电动机,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。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的无刷电动机,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作为输入值、以所述模拟传感器输出作为输出值的查询表,来生成所述模拟传感器输出。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的无刷电动机,其中,所述整数 m 为 3,所述整数 n 为 2。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的无刷电动机,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。

7. 一种电子设备,其具备:

权利要求 1 ~ 6 中的任一项所述的无刷电动机;以及

由所述无刷电动机驱动的被驱动部件,

所述无刷电动机具备:

具有 m 相的电磁线圈组的线圈列, m 为 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, n 为 2 以上且小于 m 的整数;以及

驱动控制电路,其利用所述 n 个磁传感器的传感器输出,驱动所述线圈列,

所述驱动控制电路使用所述 n 个磁传感器的各传感器输出,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 组驱动信号,并且,分别使用所述 n 个磁传感器的传感器输出中的 1 个以上,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

驱动信号。

8. 根据权利要求 7 所述的电子设备,其中,所述电子设备是投影机。

9. 一种使用燃料电池的设备,其具备:

无刷电动机;

由所述无刷电动机驱动的被驱动部件;以及

向所述无刷电动机提供电源的燃料电池,

所述无刷电动机具备:

具有 m 相的电磁线圈组的线圈列, m 为 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, n 为 2 以上且小于 m 的整数;以及

驱动控制电路,其利用所述 n 个磁传感器的传感器输出,驱动所述线圈列,

所述驱动控制电路使用所述 n 个磁传感器的各传感器输出,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 组驱动信号,

并且,分别使用所述 n 个磁传感器的传感器输出中的 1 个以上,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 $(m-n)$ 组驱动信号,

并且,所述驱动控制电路具备:

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;以及

驱动信号生成部,其根据包含所述 n 个磁传感器的传感器输出和所述 $(m-n)$ 个模拟传感器输出在内的 m 个传感器输出,生成所述 m 相电磁线圈组用的 m 组驱动信号。

无刷电动机

技术领域

[0001] 本发明涉及无刷电动机的驱动控制技术。

背景技术

[0002] 作为无刷电动机,例如公知有在下述专利文献 1 中记载的无刷电动机。

[0003] [专利文献 1] 日本特开 2001-298982 号公报

[0004] 在该现有技术的无刷电动机中,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的极性反转的定时。并且,作为驱动信号,使用了 3 相驱动信号。

[0005] 在以往的无刷电动机中,一般与 m 相线圈组对应地安装了 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,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。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供在无刷电动机中可使各相驱动信号的相位更加匹配的技术。

[0007] 为达成上述目的,本发明的无刷电动机具备:

[0008] 线圈列,其具有 m 相 (m 为 3 以上的整数) 电磁线圈组;

[0009] 磁铁列,其具有多个永久磁铁;

[0010] 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

[0011] 驱动控制电路,其利用所述 n 个磁传感器的传感器输出,驱动所述线圈列,

[0012] 所述驱动控制电路使用所述 n 个磁传感器的各传感器输出,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 组驱动信号,并且分别使用所述 n 个磁传感器的传感器输出中的 1 个以上,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 $(m-n)$ 组驱动信号。

[0013] 根据该无刷电动机,使用比电磁线圈组的相数 m 少的 n 个磁传感器来生成 m 组驱动信号,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,也可使各相驱动信号的相位更加匹配。

[0014] 所述驱动控制电路可以具备:

[0015] 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;以及

[0016] 驱动信号生成部,其根据包含所述 n 个磁传感器的传感器输出和所述 $(m-n)$ 个模拟传感器输出在内的 m 个传感器输出,生成所述 m 相电磁线圈组用的 m 组驱动信号。

[0017] 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。

[0018] 所述模拟传感器输出生成部可以根据将所述 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。

[0019] 在该结构中,即使在无法通过 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。

[0020] 所述模拟传感器输出生成部可以通过使用所述 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。

[0021] 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。

[0022] 或者,所述模拟传感器输出生成部可以使用将所述 n 个磁传感器的传感器输出作为输入值、将所述模拟传感器输出作为输出值的查询表,来生成所述模拟传感器输出。

[0023] 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。

[0024] 并且,优选所述整数 m 为 3、所述整数 n 为 2。

[0025] 在该结构中,在 3 相无刷电动机中仅设置 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 $2/3$ 。

[0026] 另外,所述磁传感器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。

[0027] 此时,可利用该传感器输出的模拟变化来生成驱动信号。

[0028] 另外,本发明可按多种方式实施,例如,可实施为无刷电动机及其制造方法(或驱动方法),使用了它们的致动器等方式。

附图说明

[0029] 图 1 是示出实施例中的无刷电动机的电动机主体的结构的剖面图。

[0030] 图 2 是示出电动机工作时的磁铁列和线圈列的位置关系的说明图。

[0031] 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。

[0032] 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。

[0033] 图 5 是示出本实施例的无刷电动机的驱动控制电路的结构的框图。

[0034] 图 6 是示出 C 相传感器信号生成部 230 的内部结构的框图。

[0035] 图 7 是示出驱动电路的内部结构的图。

[0036] 图 8 是示出驱动信号生成部的内部结构和工作的说明图。

[0037] 图 9 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。

[0038] 图 10 是示出 PWM 部的内部结构的框图。

[0039] 图 11 是示出电动机正转时的 PWM 部的工作的时序图。

[0040] 图 12 是示出电动机反转时的 PWM 部的工作的时序图。

[0041] 图 13 是示出励磁区间设定部的内部结构和工作的说明图。

[0042] 图 14 是示出电动机主体的其他结构的剖面图。

[0043] 图 15 是示出作为本发明的另一实施例的 4 相无刷电动机中的模拟传感器输出的运算方法的说明图。

[0044] 图 16 是示出利用本发明实施例的电动机的投影机的说明图。

[0045] 图 17 是示出利用本发明实施例的电动机的燃料电池式便携电话的说明图。

[0046] 标号说明

[0047] 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 ; 220 : CPU ; 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 : 驱动器电路 ; 260 : AD 转换部 ; 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 : 驱动波形生成部 ; 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 ; 584、596 : 电压比较器 ; 598 : OR 电路。

具体实施方式

[0048] 下面,按照以下顺序来说明本发明的实施方式。

[0049] A. 电动机的结构和工作概要 ;

[0050] B. 驱动控制电路的结构 ;

[0051] C. 其他实施例 ;

[0052] D. 变形例。

[0053] A. 电动机的结构和工作概要 :

[0054] 图 1(A) ~ (C) 是示出作为本发明的一个实施例的无刷电动机的电动机主体的结构的剖面图。该电动机主体 100 具有外形分别大致为圆盘状的定子部 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 称为“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 称为“A 相传感器 40A”、“B 相传感器 40B”。

[0055] 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。

[0056] 图 2(A) ~ (D) 是示出电动机工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,相邻的磁铁在相反的方向上磁化。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。相邻相的线圈之间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 (electrical angle) 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。

[0057] 图 2(A) 示出相位处于 0 或 2π 的状态。并且,图 2(B) ~ (D) 分别示出相位处于 $\pi/2$ 、 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）。

[0058] 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（也称为“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。可理解为 3 个传感器输出 SSA、SSB、SSC 构成相位逐次偏移 $2\pi/3$ 的 3 相信号。

[0059] 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 DRVA1、DRVA2 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 DRVA1 是仅当传感器输出 SSA 为正时产生脉冲的信号，第 2 驱动信号 DRVA2 是仅当传感器输出 SSA 为负时产生脉冲的信号，但在图 3(C) 中，将这些组合而记载。并且，为便于说明，将第 2 驱动信号 DRVA2 描述为负侧的脉冲。其他相也相同。

[0060] 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。

[0061] B. 驱动控制电路的结构：

[0062] 图 5(A) 是示出本实施例的无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 CPU 220、C 相传感器信号生成部 230、驱动信号生成部 240、3 相驱动器电路 250A ~ 250C、和 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)）。驱动器电路 250A ~ 250C 根据这 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。

[0063] 图 5(B) 示出电磁传感器 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 在霍尔元件 42 的输出 X 上加上偏置值 b，增益调节部 46 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)。

[0064]
$$Y = a \cdot X + b \quad \dots (1)$$

[0065]
$$Y = a(X + b) \quad \dots (2)$$

[0066] 由 CPU 220 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。

[0067] 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。如果适当设定各磁传感器的增益和偏置（也称为“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,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的优点。并且具有如下优点: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。

[0068] 图 6 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 的输出这双方的运算,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。

[0069] 图 6 (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,将各传感器输出的范围假设为 $0 \sim VDD$ (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。

$$[0070] \quad SSC = -(SSB - (VDD/2)) - (SSA - (VDD/2)) + (VDD/2)$$

$$[0071] \quad = -SSB - SSA + 3/2 \cdot (VDD)$$

[0072] 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,以代替运算电路 236。该查询表预先存储有上述运算结果,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。

[0073] 图 7 (A) 示出驱动器电路的内部结构。各相驱动器电路 250A ~ 250C 分别构成 H 型桥电路。例如, A 相驱动器电路 250A 根据驱动信号 DRVA1、DRVA2 来驱动 A 相线圈 11。附加有标号 IA1、IA2 的箭头分别表示根据驱动信号 DRVA1、DRVA2 而流过的电流方向。其他相也相同。图 7 (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器电路 250 的例子。

[0074] 图 8 是示出驱动信号生成部 240 (图 5 (A)) 的内部结构和工作的说明图。此处,为便于图示,仅示出 A 相用电路要素,但在 B 相用和 C 相用中也设有相同的电路要素。

[0075] 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。

[0076] 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恒定值。由 CPU 220 预先在分频器 520 中设定该 N 值。PWM 部 530 根据时钟信号 PCL、SDC、从乘法器 550 提供来的乘法值 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 DRVA1、DRVA2 (图 3 (C))。将在后面叙述该工作。

[0077] 在正反方向指示值寄存器 540 内,由 CPU 220 来设定表示电动机的旋转方向的值

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。

[0078] 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 X_a 取正侧规定范围(例如 $+127 \sim 0$)和负侧规定范围(例如 $0 \sim -127$)的值。但是,从编码部 560 向乘法器 550 提供的是传感器输出值 X_a 的绝对值,将其正负符号作为正负符号信号 Pa 提供给 PWM 部 530。

[0079] 电压指令值寄存器 580 存储由 CPU 220 设定的电压指令值 Y_a 。该电压指令值 Y_a 与后述的励磁区间信号 Ea 一起作为设定电动机的施加电压的值而发挥作用,例如取 $0 \sim 1.0$ 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设定励磁区间信号 Ea 时, $Y_a = 0$ 表示将施加电压设为 0, $Y_a = 1.0$ 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 X_a 和电压指令值 Y_a 进行相乘后取整,向 PWM 部 530 提供该乘法值 Ma。

[0080] 图 8(B) ~ 8(E) 示出乘法值 Ma 取多种值时的 PWM 部 530 的工作。此处,假设整个区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 周期的期间内,产生 1 个占空比为 Ma/N 的脉冲。即,如图 8(B) ~ 8(E) 所示,随着乘法值 Ma 增大,A 相驱动信号 DRVA1、DRAV2 的脉冲的占空比增加。另外,第 1 驱动信号 DRVA1 是仅当传感器输出 SSA 为正时产生脉冲的信号,第 2 驱动信号 DRVA2 是仅当传感器输出 SSA 为负时产生脉冲的信号,但在图 8(B) ~ 8(E) 中,将这些组合而记载。并且,为便于说明,将第 2 驱动信号 DRVA2 描绘为负侧脉冲。

[0081] 图 9(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 8 中说明,A 相驱动信号 DRVA1、DRVA2 是通过利用传感器输出 SSA 的模拟波形的 PWM 控制来生成的。从而,可使用这些 A 相驱动信号 DRVA1、DRVA2,向各线圈提供表现出与传感器输出 SSA 的变化对应的电平变化的实效电压。

[0082] 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 9(C) 示出了使用励磁区间信号 Ea 来设定励磁区间 EP 和非励磁区间 NEP 时的驱动信号波形。在励磁区间 EP 中,直接产生图 9(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)不向线圈施加电压,所以可进一步提高电动机的效率。另外,优选地,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,并优选地,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。

[0083] 另外,如上述那样,在将电压指令值 Y_a 设定为小于 1 的值时,乘法值 Ma 与指令值 Y_a 成比例地变小。从而,通过电压指令值 Y_a 也可调节实效的施加电压。

[0084] 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 Y_a 和励磁区间信号 Ea 这两者来调节施加电压。优选地,在驱动控制电路 200(图 5(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 Y_a 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 220 可根据该目标值, 在驱动信号生成部 240 中设定电压指令值 Y_a 和励磁区间信号 E_a 。另外, 在调节施加电压时, 无需利用电压指令值 Y_a 和励磁区间信号 E_a 这两者, 也可以仅利用任意一方。

[0085] 图 10 是示出 PWM 部 530 (图 8) 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。这些如下述那样工作。

[0086] 图 11 是示出电动机正转时的 PWM 部 530 的工作的时序图。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 E_a 、乘法值 M_a 、正负符号信号 P_a 、计数器 531 内的计数值 CM1、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 DRVA1、DRVA2。计数器 531 在每 1 个时钟信号 SDC 的期间内, 与时钟信号 PCL 同步地反复进行向下计数动作, 直到计数值 CM1 变为 0。计数值 CM1 的初始值被设定为乘法值 M_a 。另外, 在图 11 中, 为便于图示, 将乘法值 M_a 描绘为负值, 但在计数器 531 中使用的是其绝对值 $|M_a|$ 。关于计数器 531 的输出 S1, 在计数值 CM1 不为 0 时被设定为高电平, 在计数值 CM1 成为 0 时下降为低电平。

[0087] EXOR 电路 533 输出表示正负符号信号 P_a 和正反方向指示值 RI 的异或的信号 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 P_a 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 DRVA1 和 DRVA2。即, 将计数器 531 的输出 S1 中的、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 DRVA1 来输出, 并将输出 S1 中的、输出 S2 是高电平的期间的信号作为第 2 驱动信号 DRVA2 来输出。另外, 在图 11 的右端部分附近, 励磁区间信号 E_a 下降为低电平, 由此设定非励磁区间 NEP。从而, 在该非励磁区间 NEP 中, 驱动信号 DRVA1、DRVA2 均不输出, 维持高阻抗状态。

[0088] 图 12 是示出电动机反转时的 PWM 部 530 的工作的时序图。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, 2 个驱动信号 DRVA1、DRVA2 相对于图 11 切换, 其结果, 可理解电动机将反转。

[0089] 图 13 是示出励磁区间设定部 590 的内部结构和工作的说明图。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 220 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 V_1 、 V_2 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 S_p 、 S_n 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 E_a 。

[0090] 图 13(B) 示出了励磁区间设定部 590 的工作。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 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中央值 ($= V_{DD}/2$) 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 594 的输出 S_p 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 596 的输出 S_n 成为高电平。励磁区间信号 E_a 是取这些输出信号 S_p 、 S_n 的逻辑和的信号。从而, 如图 13(B) 的下部所示, 可将励磁区间信号 E_a 用作为表示励磁区间 EP 和非励磁区间 NEP 的信号。通过 CPU220 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。

[0091] 由此, 在第 1 实施例的无刷电动机中, 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。

[0092] C. 其他实施例:

[0093] 图 14 是示出作为本发明的另一实施例的无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盘状,转子部 30 沿定子部 10 的外周旋转。

[0094] 从该例子中也可以理解,本发明的无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刷电动机。

[0095] 图 15 示出作为本发明的另一实施例的 4 相无刷电动机中的模拟传感器输出的运算方法。另外,省略了 4 相无刷电动机的机械结构。在 4 相无刷电动机中,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。

$$[0096] \quad SSC = -(SSA - (VDD/2)) + (VDD/2)$$

$$[0097] \quad = -SSA + VDD$$

$$[0098] \quad SSD = -(SSB - (VDD/2)) + (VDD/2)$$

$$[0099] \quad = -SSB + VDD$$

[0100] 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,优选地使用 n 个传感器输出中的 1 个以上来分别生成,优选使用 2 个以上来生成。例如,在上述第 1 实施例那样的 3 相电动机的情况下,仅通过 2 相传感器输出中的一方将无法唯一地确定出剩余相的传感器输出,使用 2 个传感器输出的双方才可确定出剩余相的传感器输出。

[0101] 由此,本发明可应用为,对 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 相线圈组的驱动信号。并且,本发明还可以应用为,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,生成没有安装的(m-n)相电磁线圈组用的(m-n)组驱动信号。

[0102] D. 变形例:

[0103] 另外,该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。

[0104] D1. 变形例 1:

[0105] 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。

[0106] D2. 变形例 2:

[0107] 作为 PWM 电路,可采用图 8 所示的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。

[0108] D3. 变形例 3:

[0109] 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驱动信号。例如,也可以生成安装了磁传感器的 n 相的驱动信号,使用这 n 相的驱动信号,生成没有安装磁传感器的 $(m-n)$ 相的驱动信号。

[0110] D4. 变形例 4:

[0111] 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)、过山车和振动电动机等多种装置的电动机。在将本发明应用于风扇电动机的情况下,上述各种效果(低功耗、低振动、低噪音、低旋转不均、低发热、高寿命)尤其显著。这样的风扇电动机例如可以用作为数字显示装置、车载设备、燃料电池式个人计算机、燃料电池式数字照相机、燃料电池式摄像机、燃料电池式便携电话等使用燃料电池的设备、投影机等各种装置的风扇电动机。本发明的电动机进一步还可以用作为各种家电设备和电子设备的电动机。例如,在光存储装置、磁存储装置、多面镜驱动装置等中,可将本发明的电动机用作为主轴电动机。

[0112] 图 16 是示出利用本发明实施例的电动机的投影机的说明图。该投影机 600 具备:发出红、绿、蓝这 3 色的色光的 3 个光源 610R、610G、610B;对这 3 色的色光分别进行调制的 3 个液晶光闸 640R、640G、640B;对调制后的 3 色的色光进行合成的合光棱镜(cross dichroic prism)650;向屏幕 SC 投射所合成的 3 色的色光的投影镜头系统 660;用于冷却投影机内部的冷却风扇 670、和对投影机 600 整体进行控制的控制部 680。可以将上述各种旋转式无刷电动机用作为对冷却风扇 670 进行驱动的电动机。

[0113] 图 17 是示出利用本发明实施例的电动机的燃料电池式便携电话的说明图。图 17(A) 示出便携电话 700 的外观,图 17(B) 示出内部结构的例子。便携电话 700 具备对便携电话 700 的工作进行控制的 MPU710、风扇 720、和燃料电池 730。燃料电池 730 向 MPU 710 和风扇 720 提供电源。风扇 720 用于从便携电话 700 的外部向内部送风以向燃料电池 730 提供空气、或者从便携电话 700 的内部向外排出由燃料电池 730 生成的水分。另外,也可以如图 17(C) 所示那样,将风扇 720 配置在 MPU 710 之上来冷却 MPU 710。可将上述各种旋转式无刷电动机用作为驱动风扇 720 的电动机。

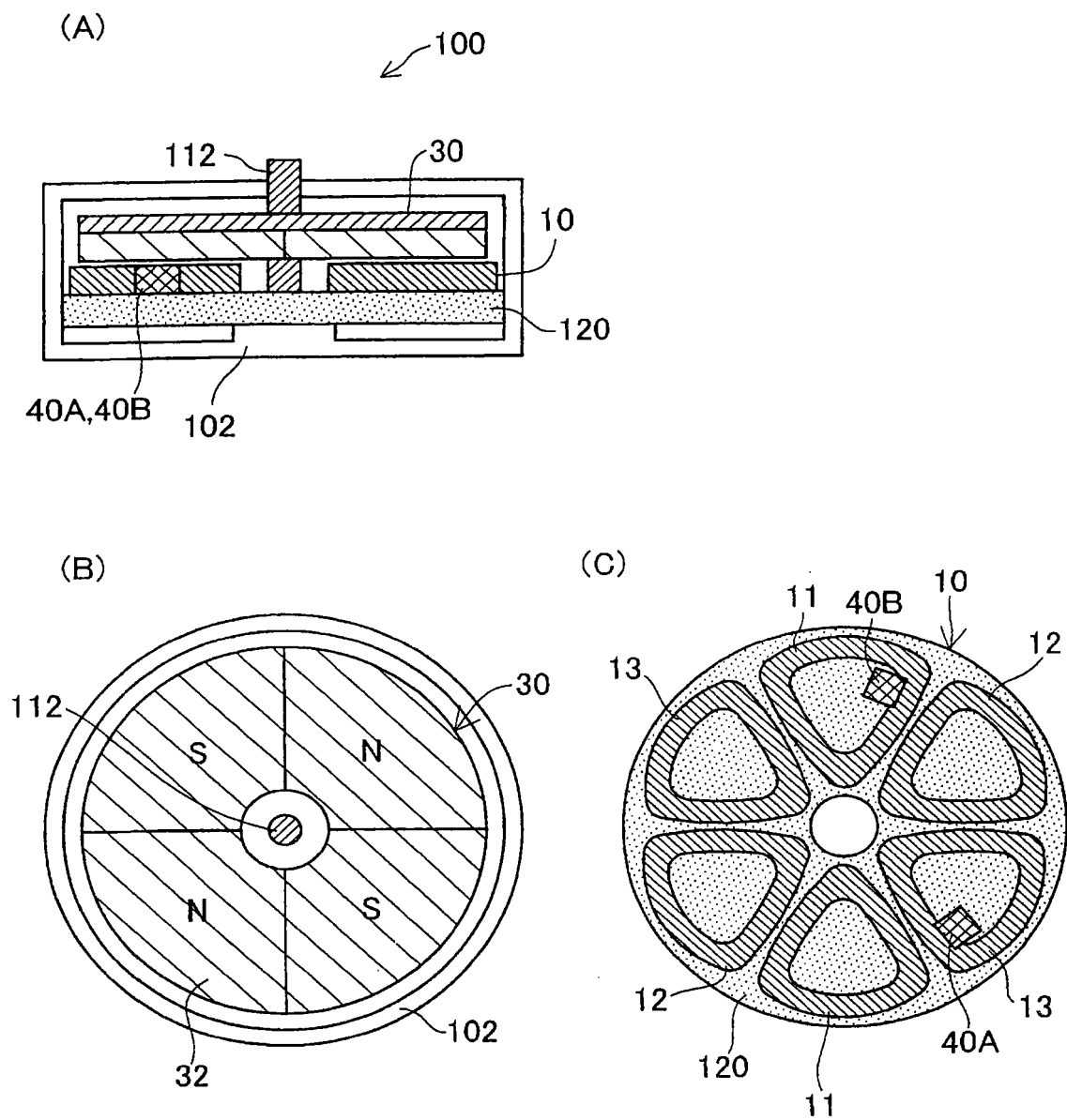


图 1

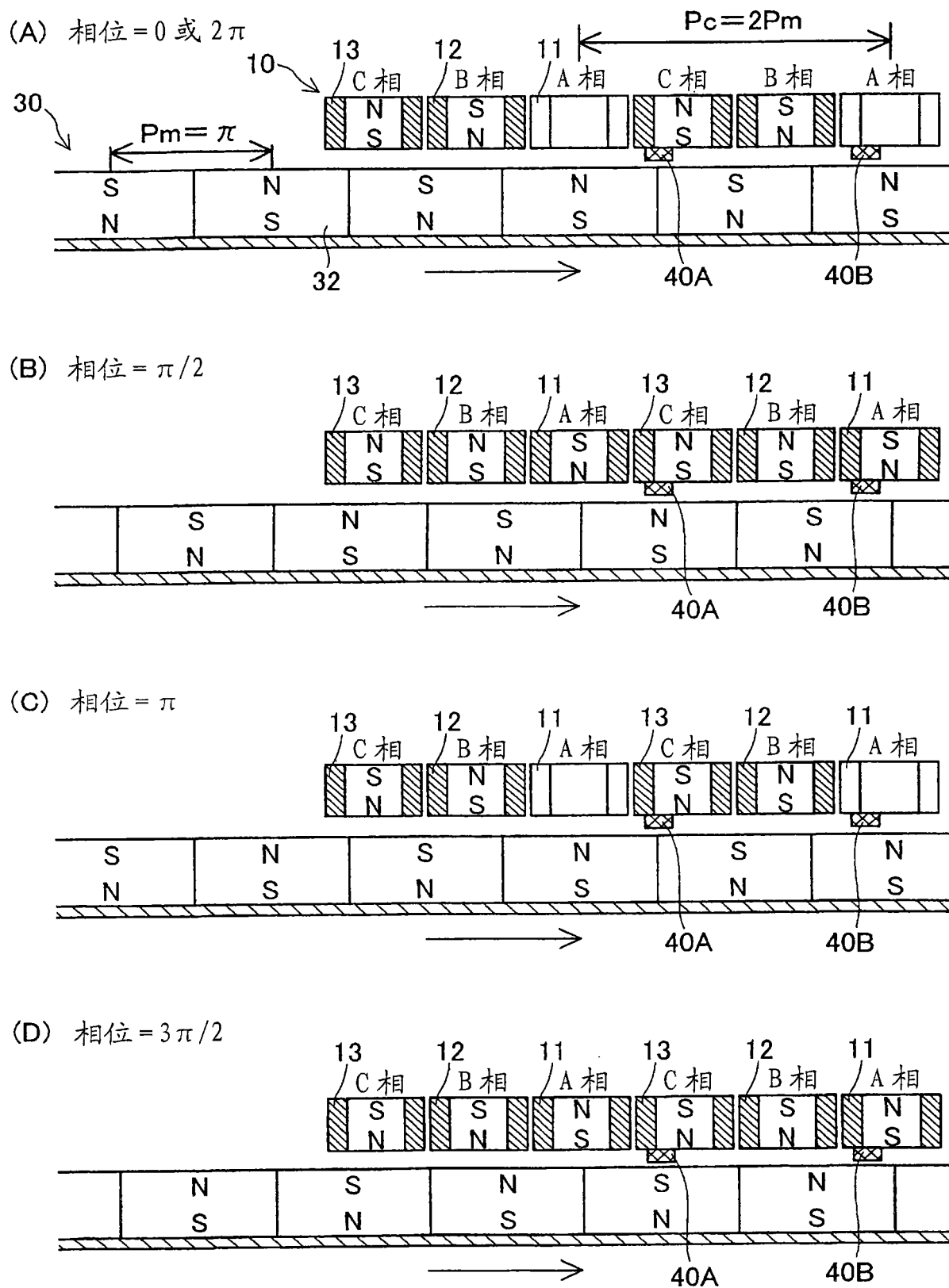


图 2

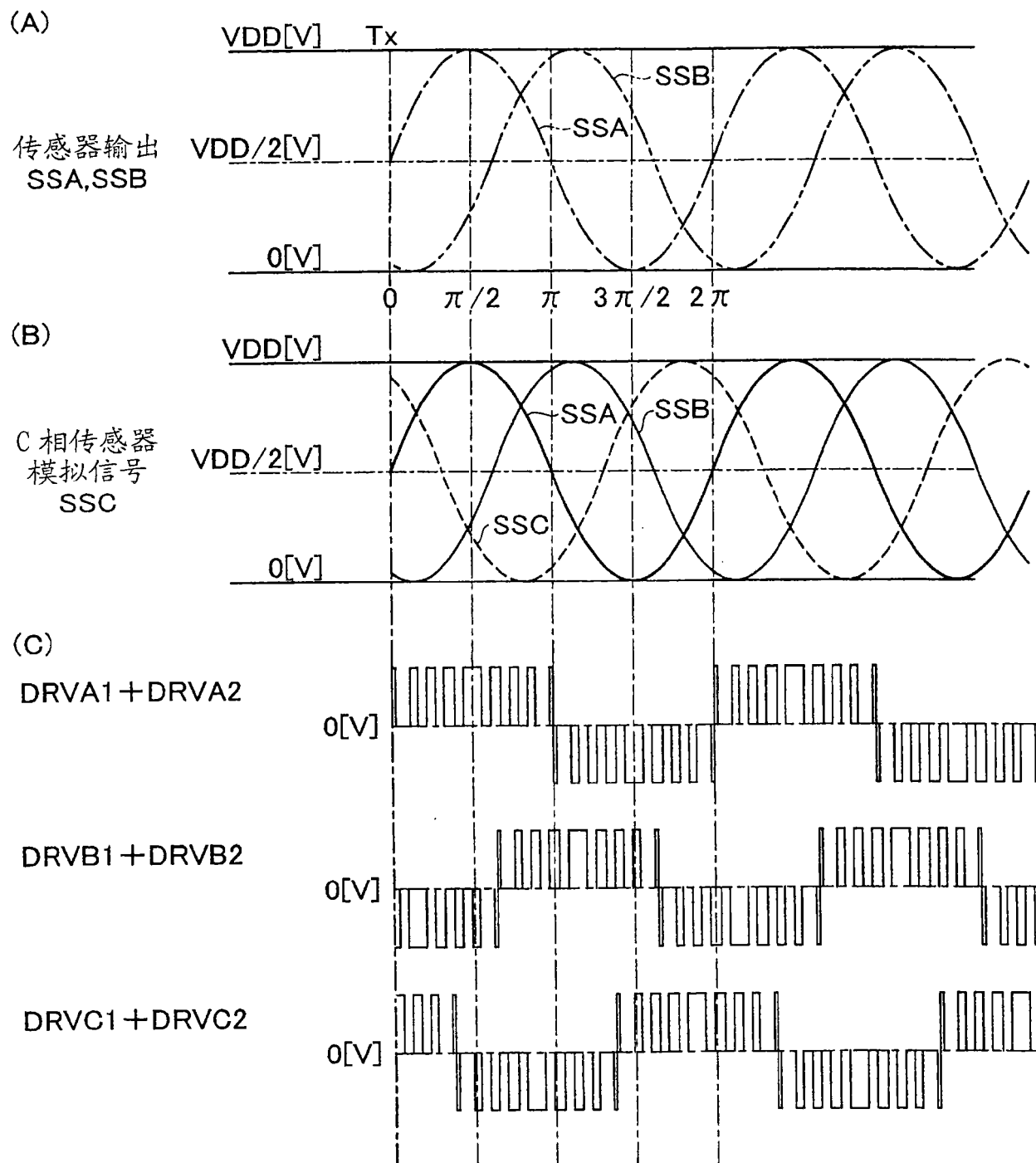
正转时

图 3

反转时

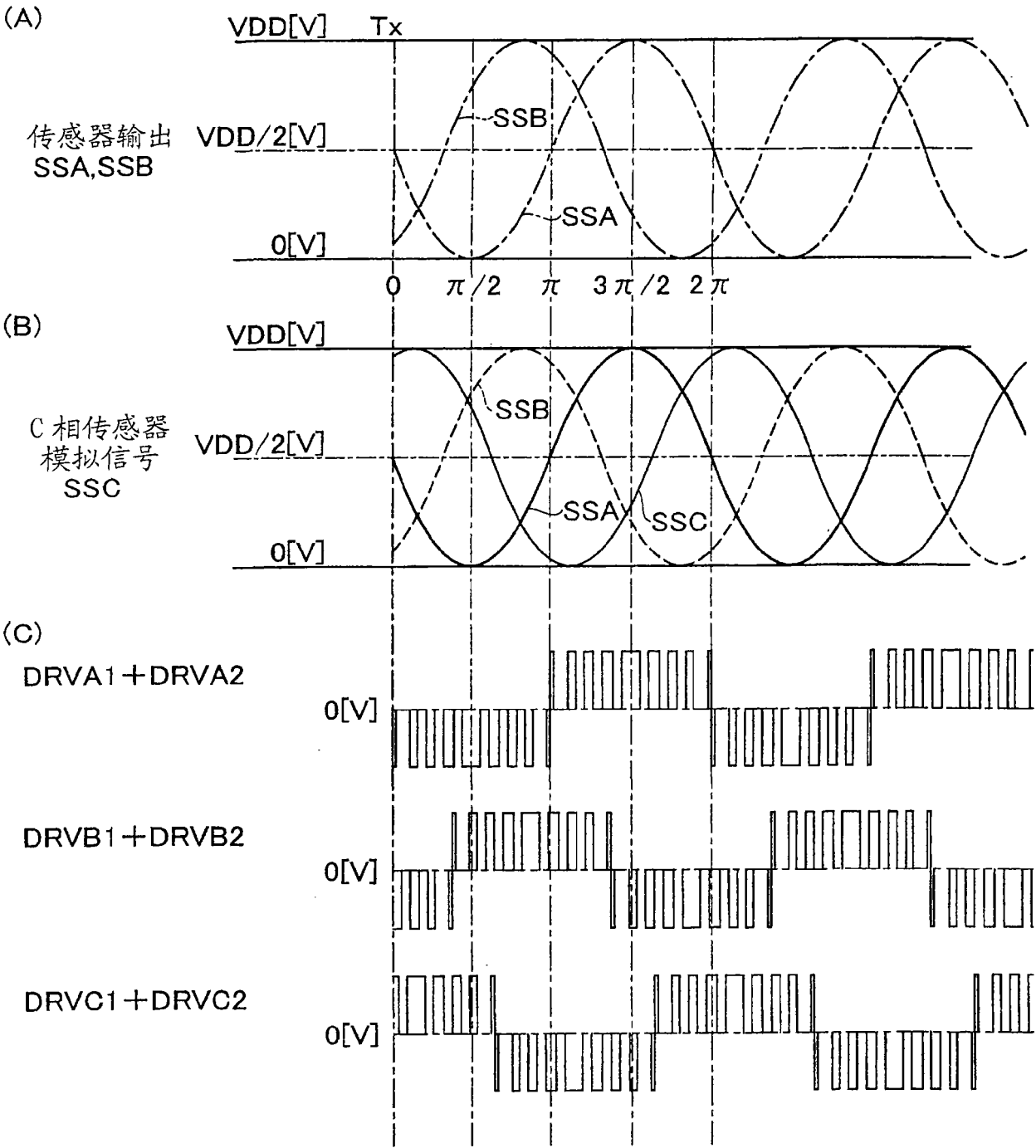
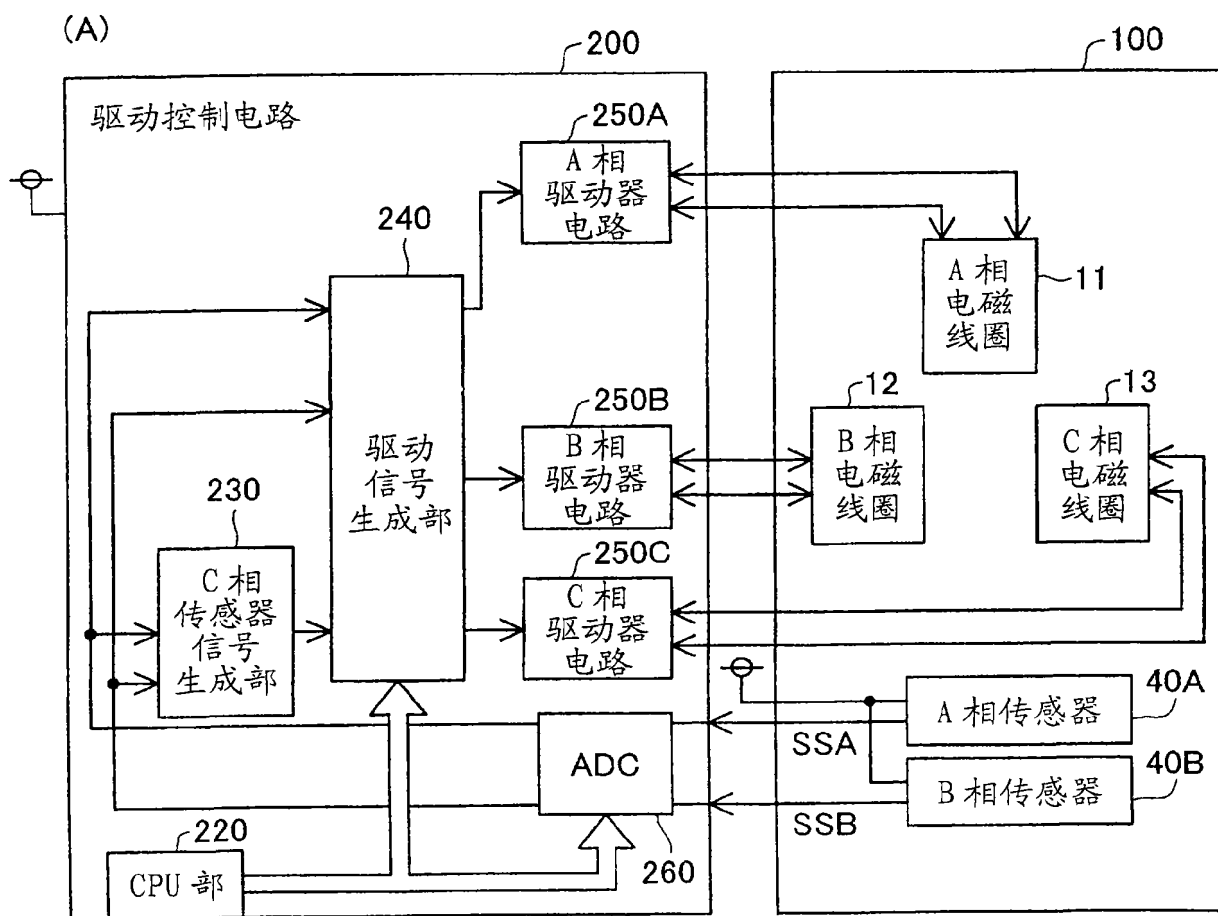
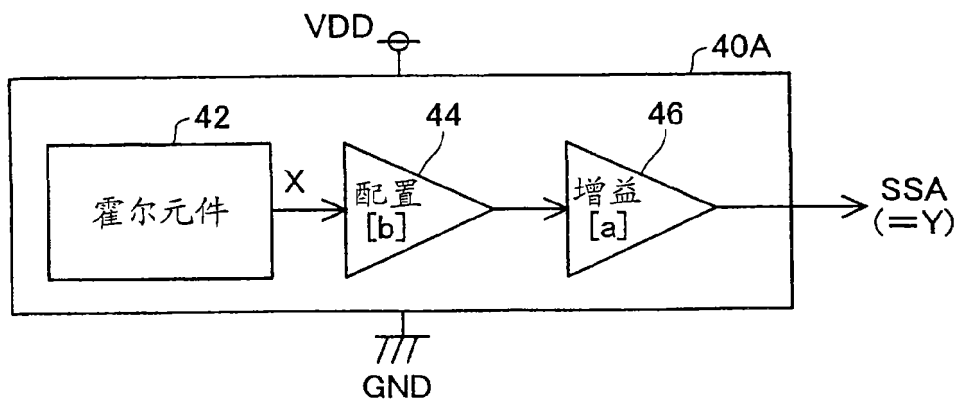


图 4



(B)

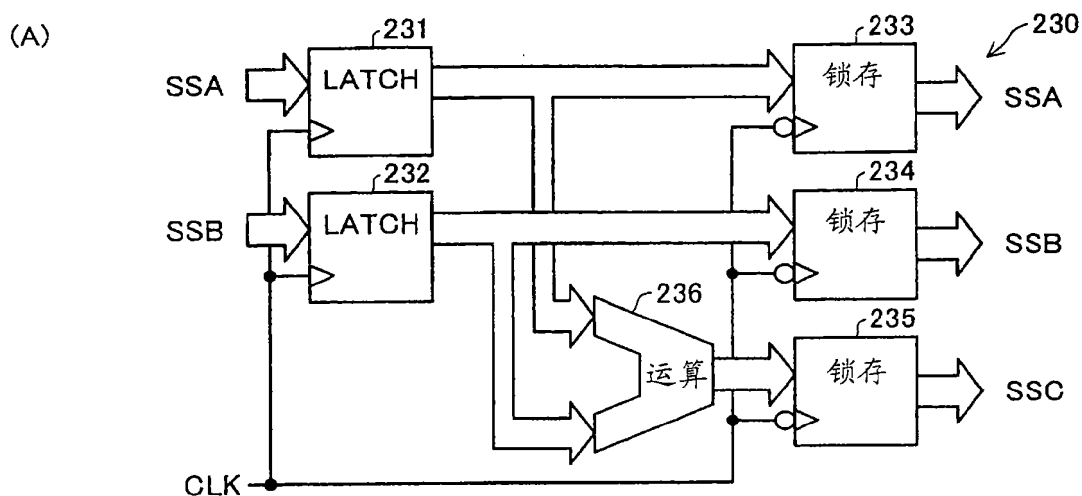


$$Y = a \cdot X + b$$

或

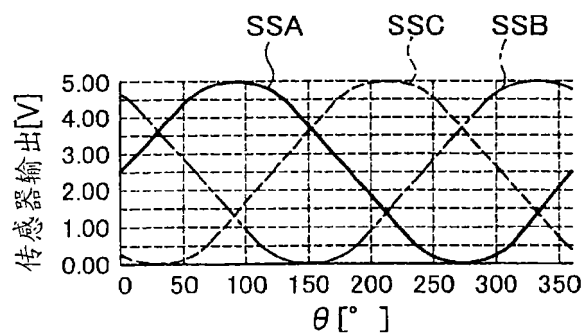
$$Y = a(X + b)$$

图 5



(B) C相传感器模拟信号 SSC 的生成

角度 θ°	SSA $\sin(\theta)$	SSB $\sin(\theta + 120)$	SSC $\sin(\theta + 240)$
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



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

图 6

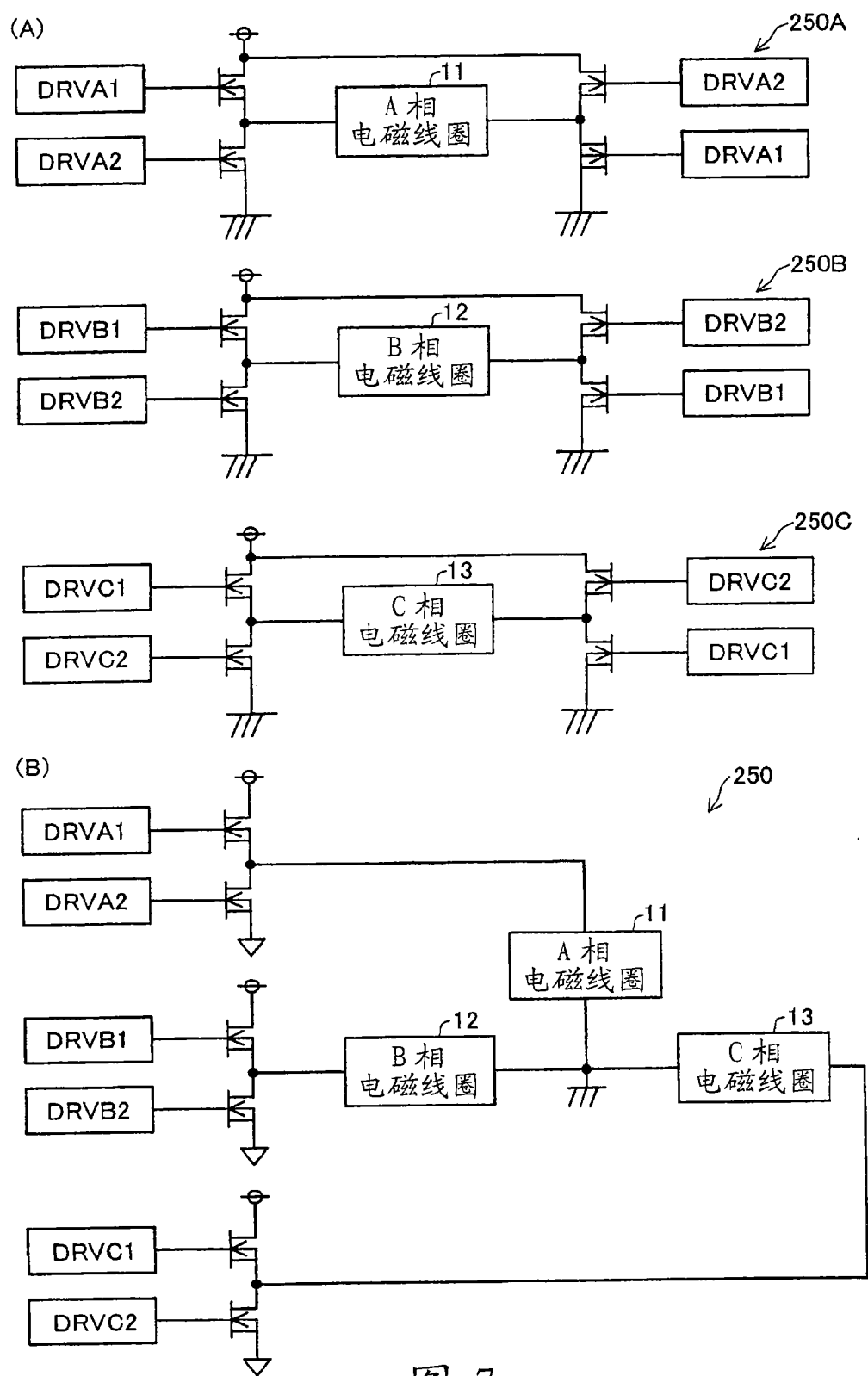
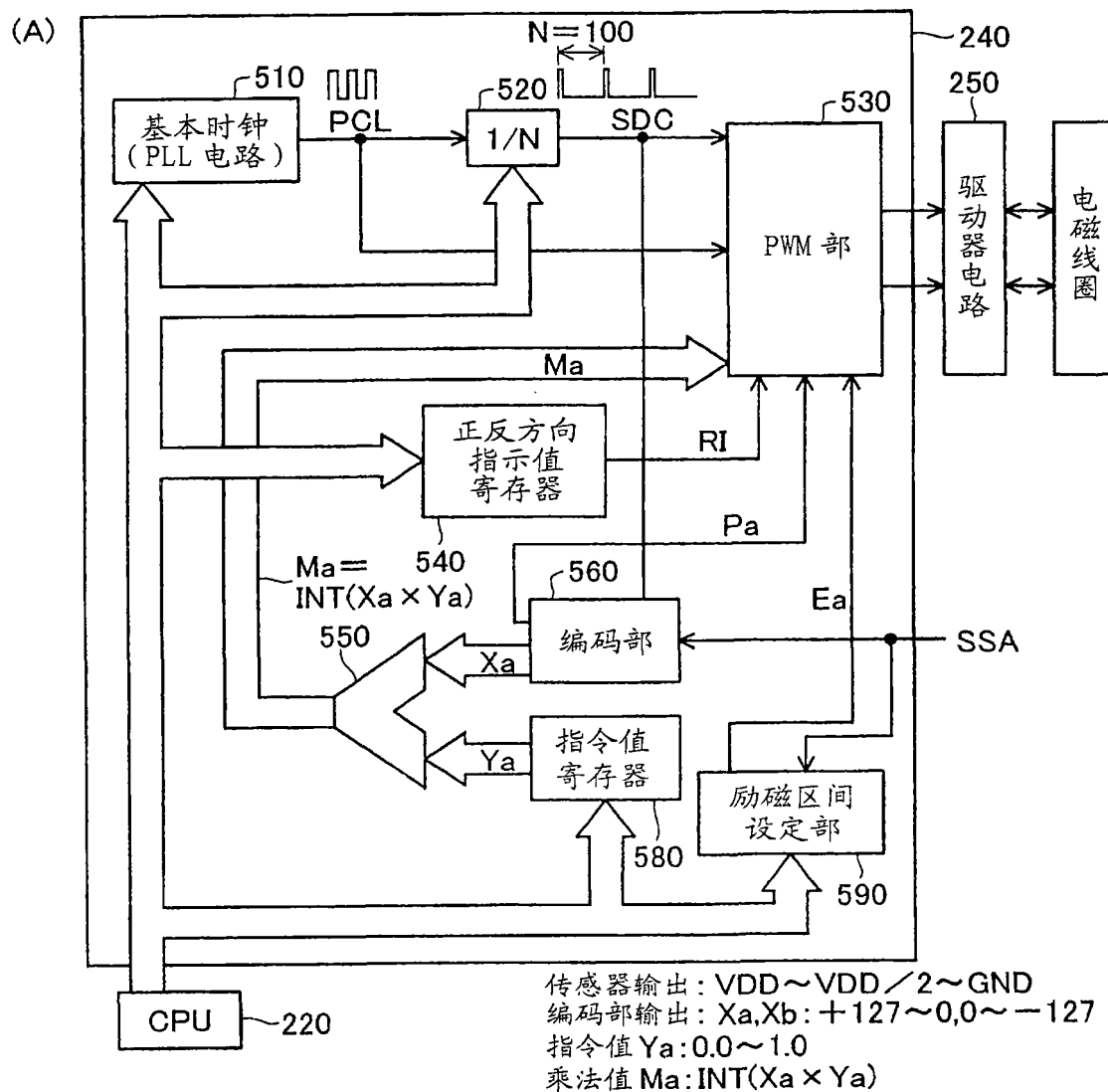


图 7



(B) DRVA1+DRVA2

 $M_a = 0$

(C) DRVA1+DRVA2

 $M_a = +10$ $M_a = -10$

(D) DRVA1+DRVA2

 $M_a = +30$ $M_a = -30$

(E) DRVA1+DRVA2

 $M_a = +60$ $M_a = -60$ $N=100$

Ma

图 8

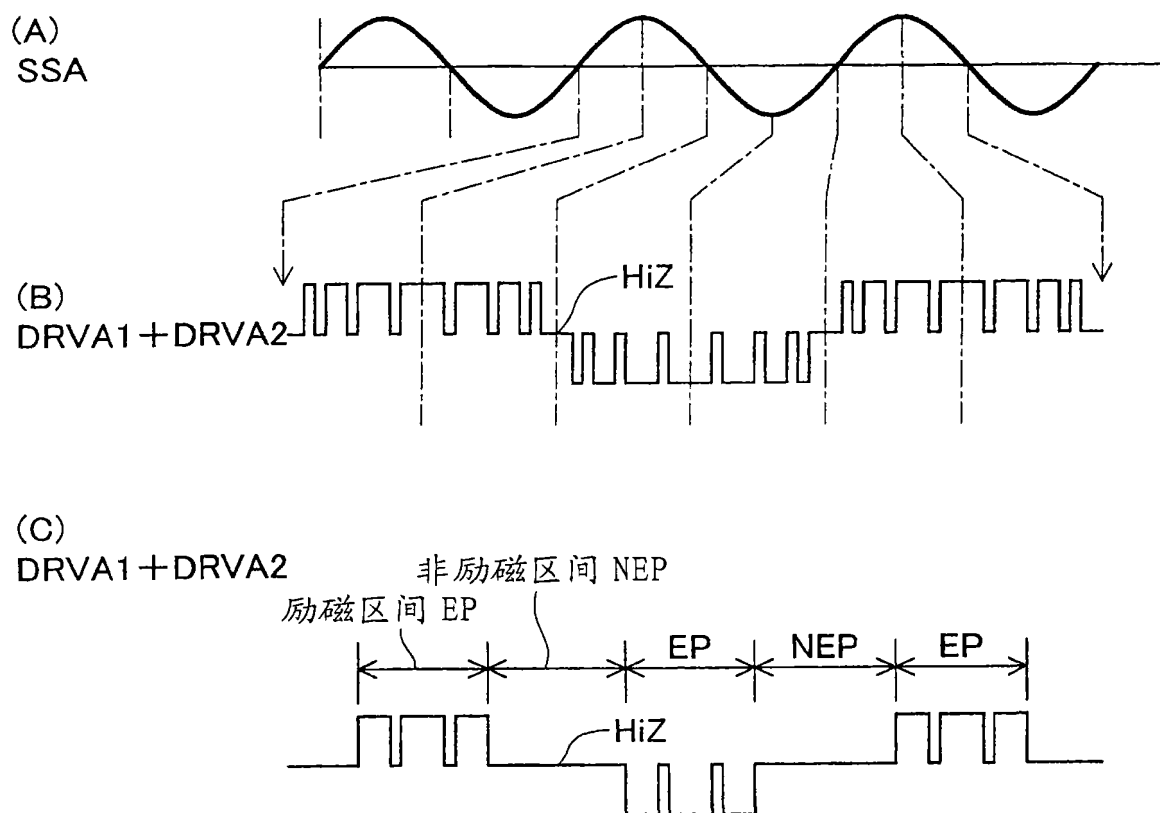


图 9

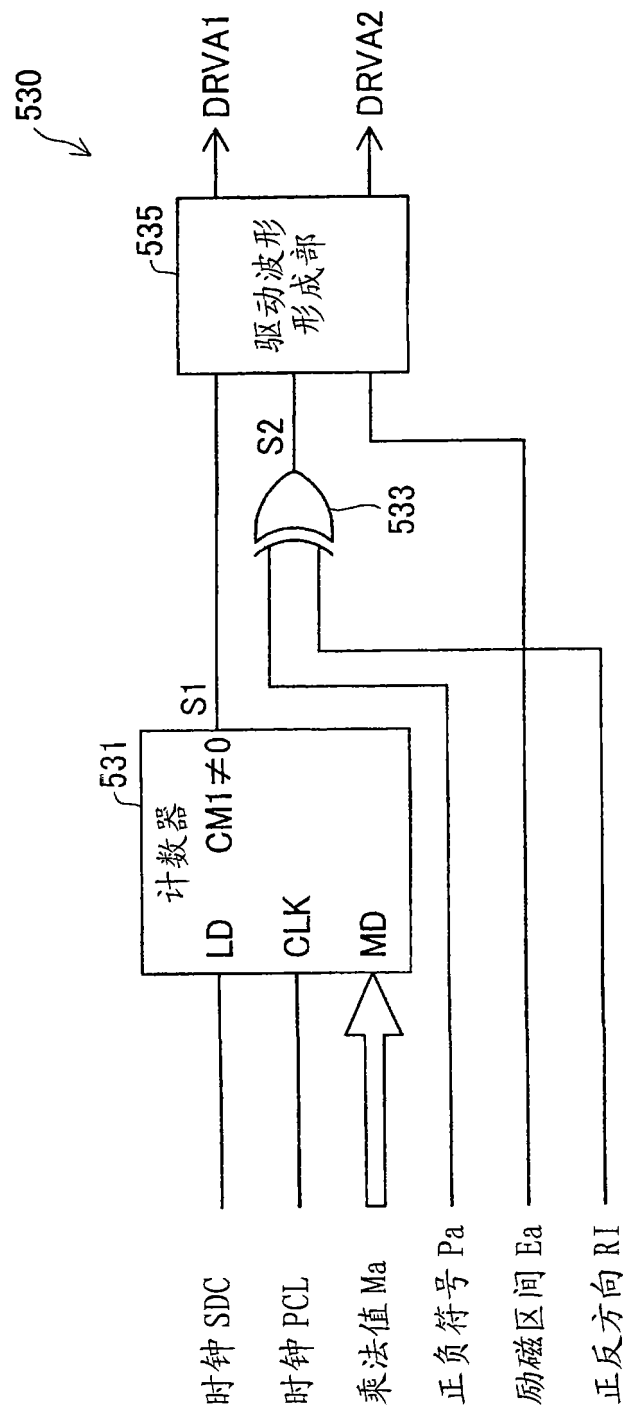


图 10

正转时 (RI= “L”)

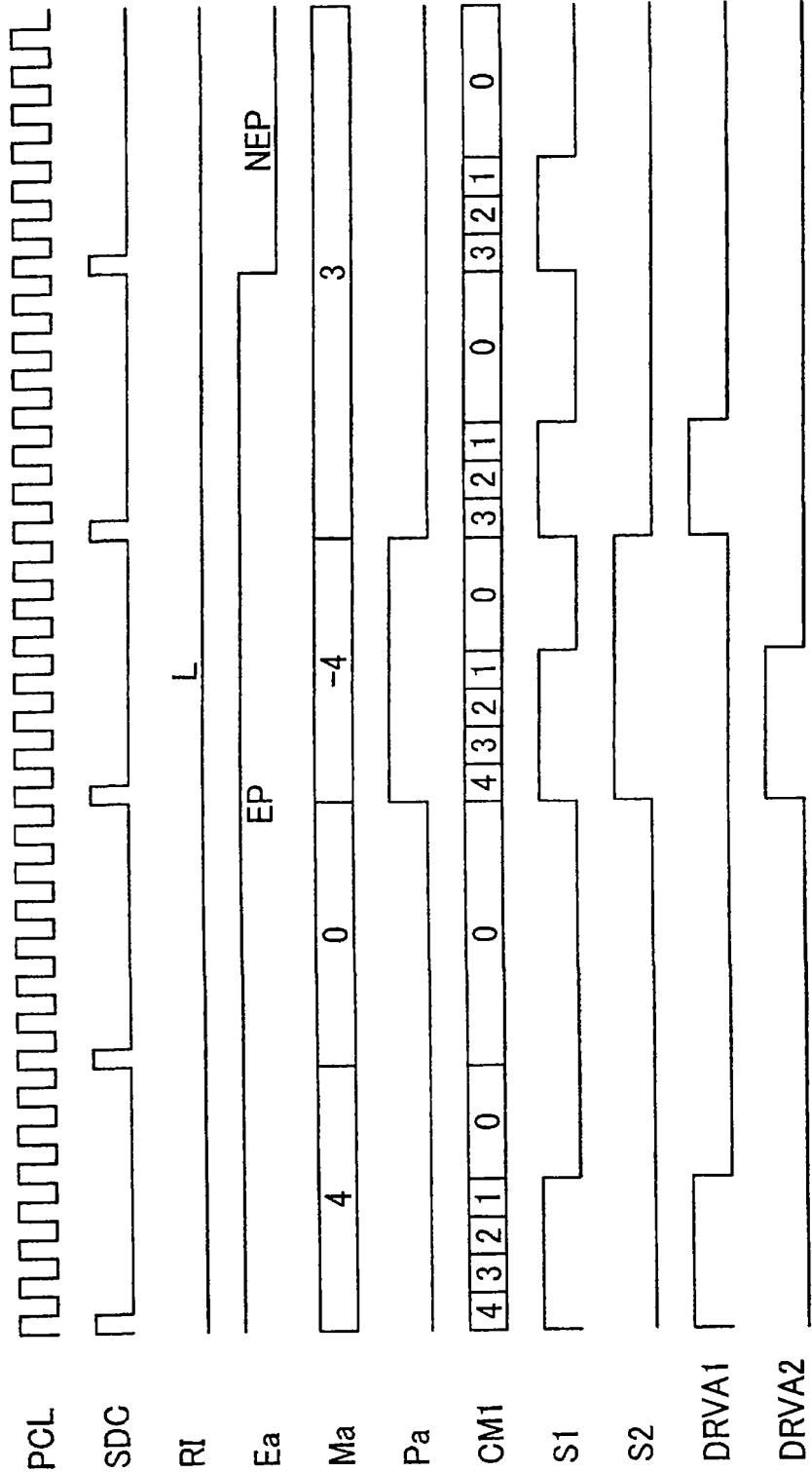


图 11

反转时 (RI=“H”)

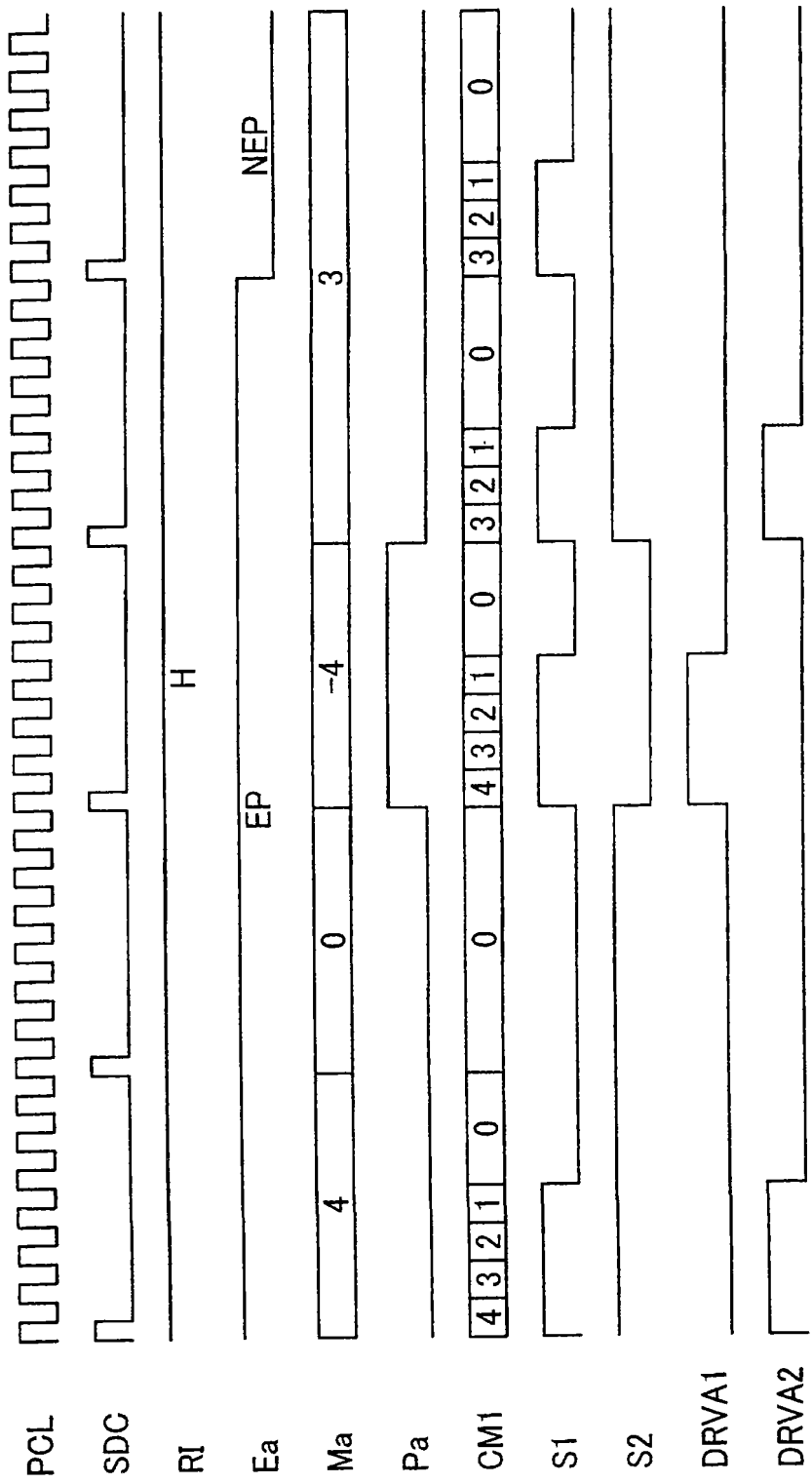


图 12

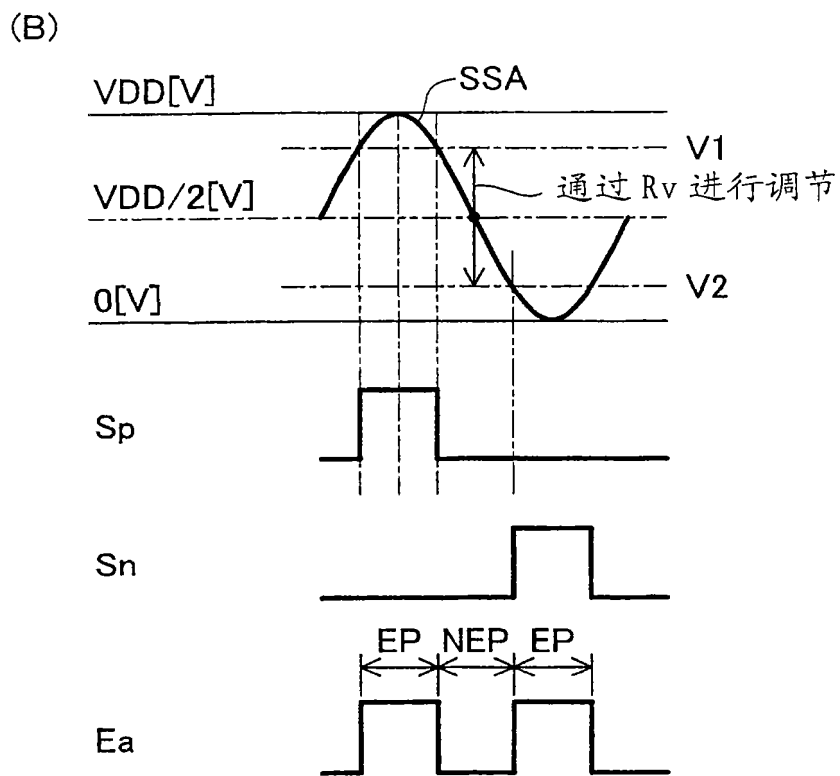
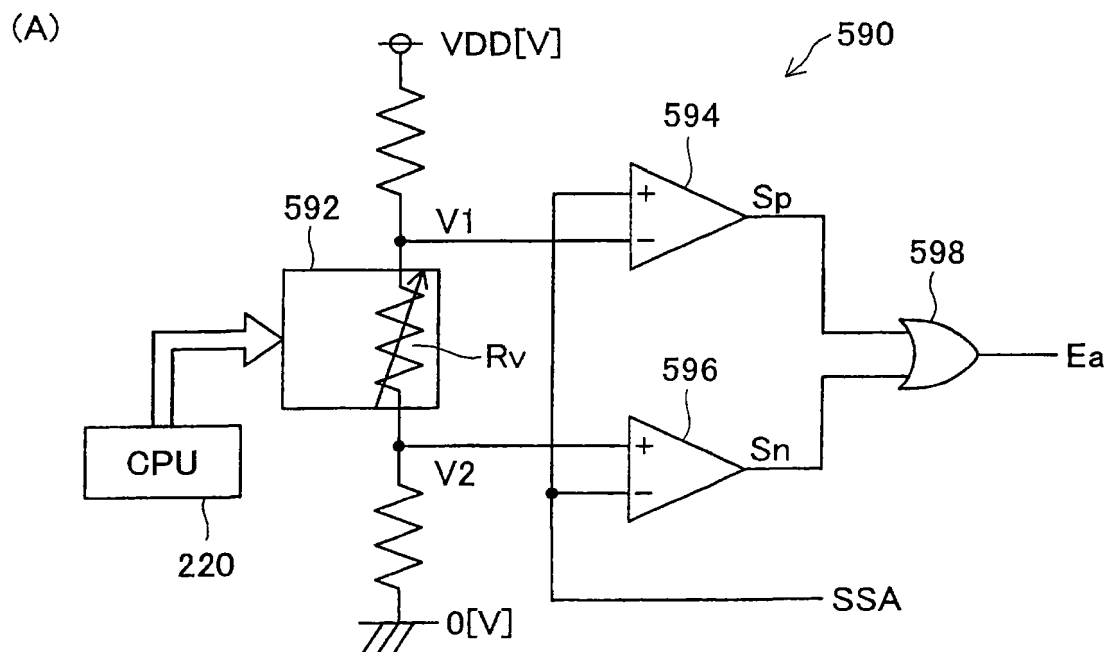


图 13

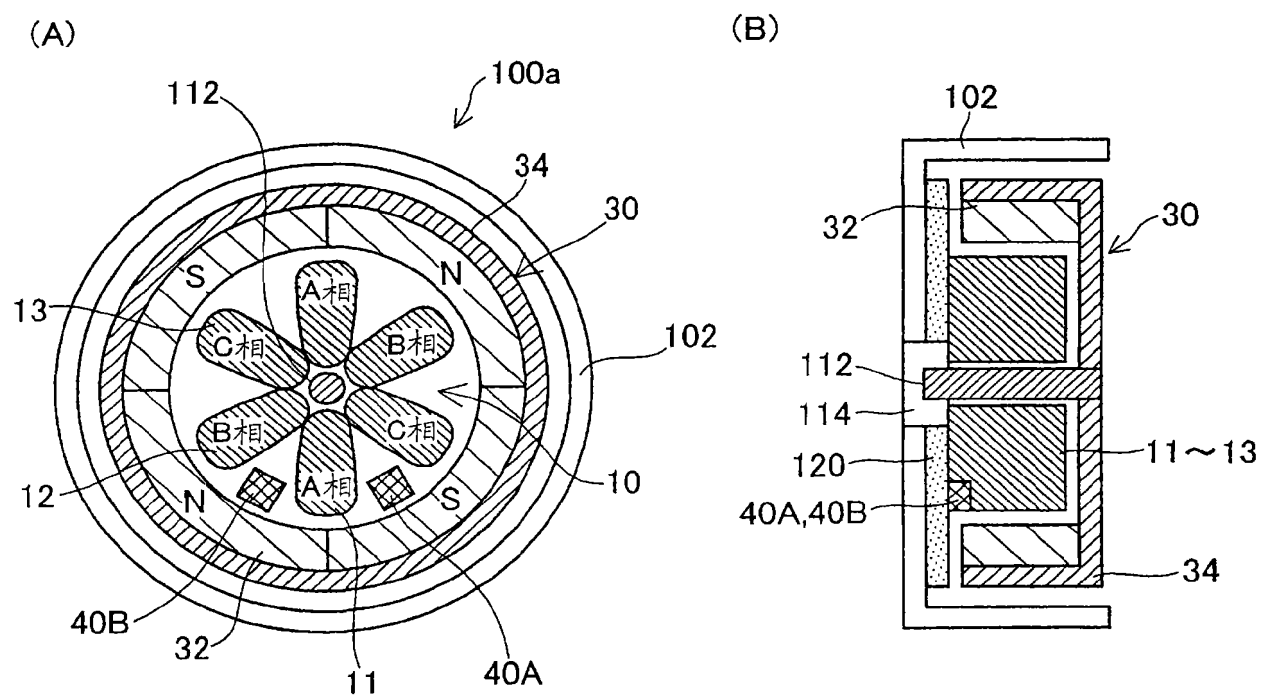
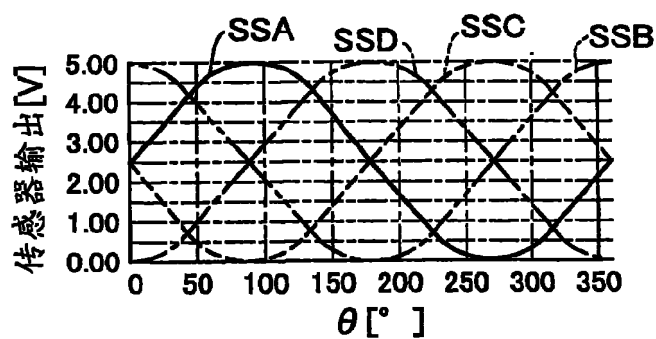


图 14

	SSA	SSB	SSC	SSD
角度 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



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

图 15

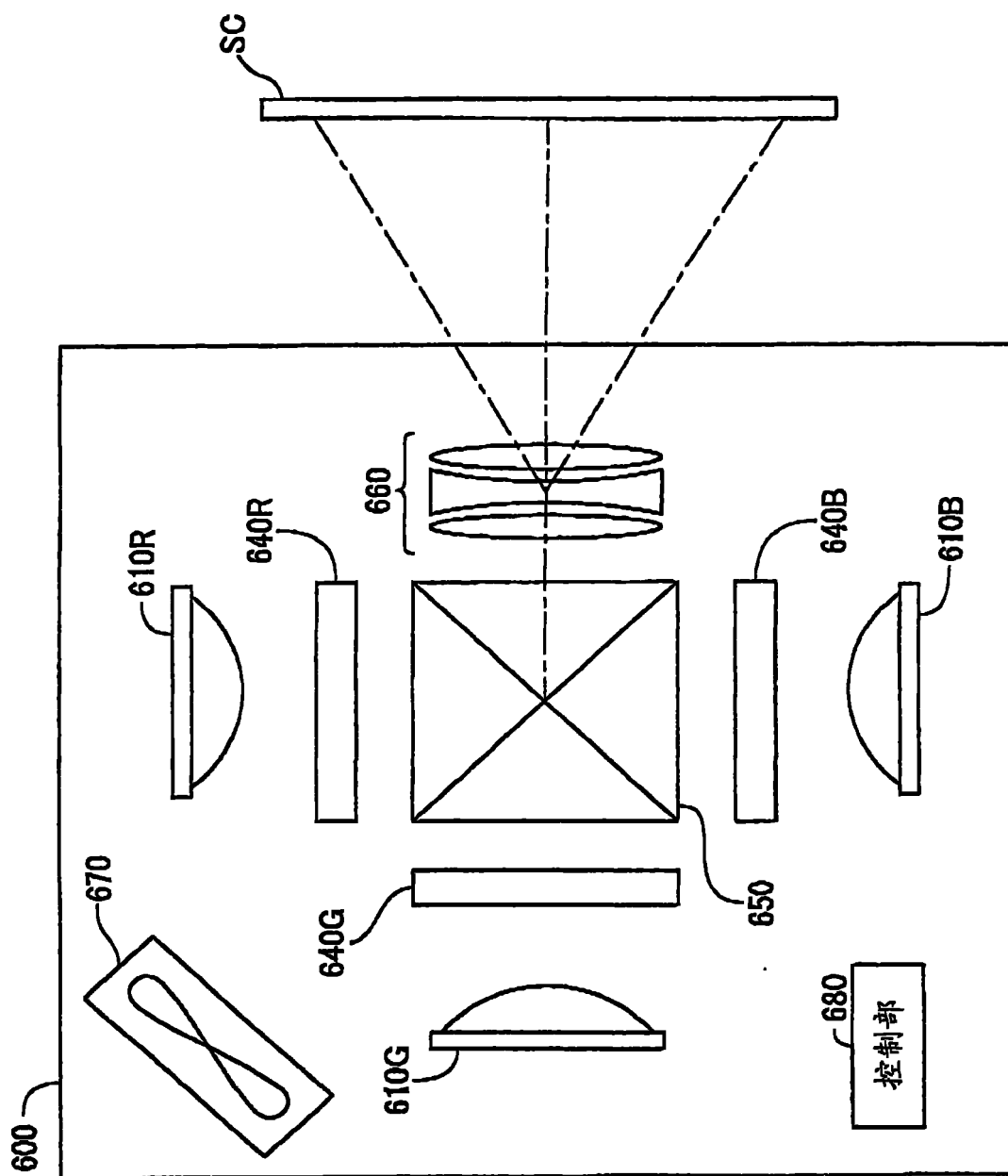


图 16

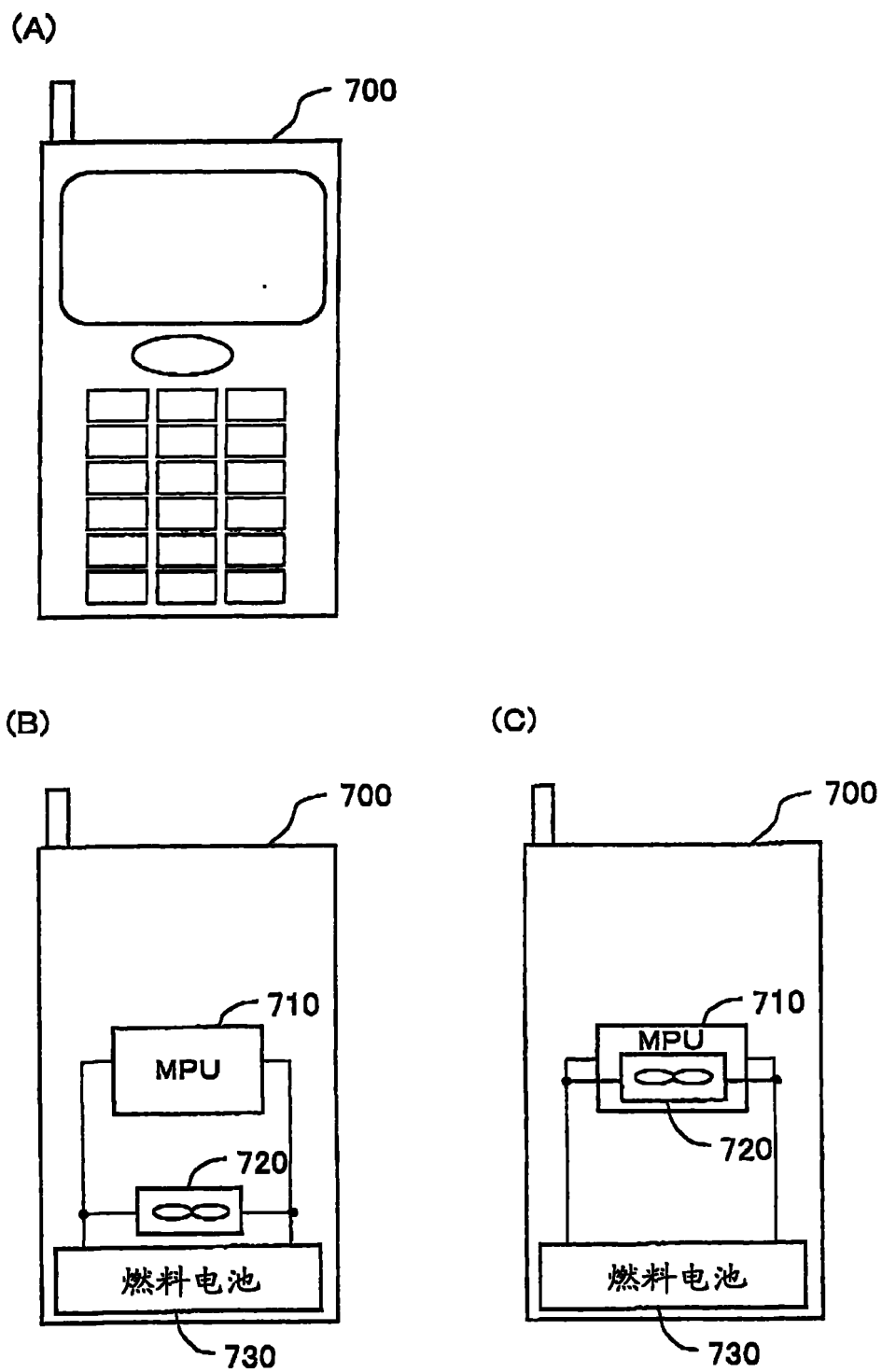


图 17