

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H02P 6/20

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95191127.9

[45] 授权公告日 2001 年 8 月 8 日

[11] 授权公告号 CN 1069462C

[22] 申请日 1995.9.11 [24] 颁证日 2001.5.2

[21] 申请号 95191127.9

[30] 优先权

[32] 1994.9.20 [33] JP [31] 224657/1994

[86] 国际申请 PCT/JP95/01794 1995.9.11

[87] 国际公布 WO96/09689 日 1996.3.28

[85] 进入国家阶段日期 1996.7.1

[73] 专利权人 大金工业株式会社

地址 日本大阪府大阪市

[72] 发明人 木村泰三

[56] 参考文献

JP 4-304193 1992.10.1 _

JP 5-219784 1993.8.1 _

审查员 张志杰

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

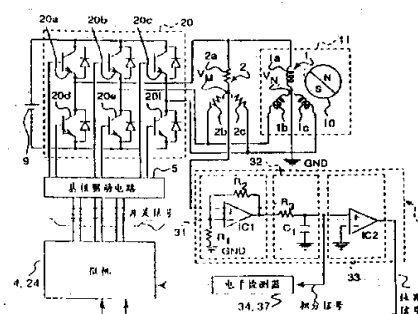
代理人 程天正 王忠忠

权利要求书 4 页 说明书 30 页 附图页数 37 页

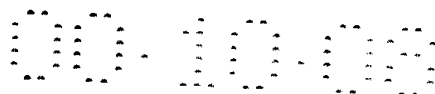
[54] 发明名称 能够稳定起动的无电刷直流电机

[57] 摘要

在起动时的使换流器输出的电压和频率增加的同步运转状态下,用电位差信号电平判定单元(41)判定为电位差信号不是预定的电平或模式比较单元(42)的比较结果为位置信号和换流器模式不具有一定的关系时,V/F 图形设定单元(44)对 PWM 单元(54)输出电压指令信号使换流器输出电压下降。另一方面,接受来自上述电位差信号电平判定单元(41)的判定信号和来自模式比较单元(42)的表面比较结果的信号,位置检测运转切换单元(43)在电位差信号电平判定单元(41)中判定为电位差信号是预定的电平且位置信号和换流器模式具有一定的关系时,把运转切换开关 SW 从同步运转一侧切换到位置检测运转一侧。



ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1. 一种无电刷直流电机，具有：

有多个磁极的磁铁的转子（10）；有 3 相 Y 型连接的电枢绕组（1a、1b、1c）的定子（1）；相对上述电枢绕组（1a、1b、1c）呈并联状态的 3 相 Y 型接线的电阻电路（2）；根据上述电枢绕组（1a、1b、1c）的中性点和上述电阻电路（2）的中性点的电位差检测上述转子（10）和上述定子（1）的相对转动位置并输出位置信号的转动位置检测装置（3）；根据来自上述转动位置检测装置（3）的上述位置信号切换上述电枢绕组（1a、1b、1c）的电压图形的换流单元（20）；

其特征在于，
具有：

起动时根据预定的图形输出上述换流单元（20）的换流器输出的电压及频率的同步运转控制装置（51、55、56、57）；

根据来自上述转动位置检测装置（3）的上述位置信号控制上述换流单元（20）的换流器输出的位置检测运转控制装置（52）；

在上述换流单元（20）由上述同步运转控制装置（51、55、56、57）控制为同步运转状态时，判断能否进行使用来自上述转动位置检测装置（3）的上述位置信号的位置检测运转的判定装置；

若上述判定装置判断为能够进行上述位置检测运转，则把对上述换流单元（20）的控制从上述同步运转控制装置（51、55、56、57）切换为上述位置检测运转控制装置（52）的运转切换装置（43、63、104、113）。

2. 权利要求 1 中记述的无电刷直流电机，其特征在于：

用上述同步运转控制装置（51、55、56、57）根据上述预定的图形输出上述换流单元（20）的换流器输出的电压及频率，上述预定的图形输出后，若上述判定装置判断为不能进行上述位置检测运转，则上述同步运转控制装置（51、55、56、57）降低上述换流单元（20）的换流器输出的电压 V 和频率 F 之比 V/F 直到上述判定装置判断为能够进行基于上述位置信号的位置检测运转为止。

3. 权利要求 1 中记述的无电刷直流电机，其特征在于：

上述判定装置具有判定上述电枢绕组（1a、1b、1c）的中性点和上述电阻电路（2）的中性点的上述电位差是否大于预定值的电平判定装置（34、35、36、37、41、60、61、100、101），若上述电平判定装置（34、35、36、37、41、60、61、100、101）判定为上述电位差大于上述预定值，则判断为能够进行上述位置检测运转。

4. 权利要求 3 中记述的无电刷直流电机，其特征在于：

上述电平判定装置（34、41）具有：对表示上述电枢绕组（1a、1b、1c）

的中性点和上述电阻电路（2）的中性点之电位差的信号进行整流的整流装置（15）、把来自上述整流装置（15）的已整流过的信号进行平滑的平滑装置（16）以及把来自上述平滑装置（16）的已平滑过的信号和预定的基准值（E0）进行比较的平滑信号比较装置（17），上述平滑信号比较装置（17）比较来自上述平滑装置（16）的已平滑过的信号和上述基准值（E0），若上述被平滑过的信号超过上述基准值（E0），则判定为上述电位差大于上述预定值。

5 5. 权利要求 3 中记述的无电刷直流电机，其特征在于：

10 上述电平判定装置（35、36、60、61）具有把表示上述电枢绕组（1a、1b、1c）的中性点和上述电阻电路（2）的中性点之上述电位差的信号和预定的基准值（E1、E2、E3）进行比较的电位差信号比较装置（18，19），在上述电位差信号比较装置（18，19）比较上述电位差信号和上述基准值（E1、E2、E3）而得到的上述电位差信号比较装置（18，19）的输出信号是预定的图形时，判定为上述电位差大于上述预定值。

6. 权利要求 3 中记述的无电刷直流电机，其特征在于：

15 上述电平判定装置（37，100，101）在把表示上述电枢绕组（1a、1b、1c）的中性点与上述电阻电路（2）的中性点之电位差的信号和基于滞后比较器（37）的滞后特性的预定的基准值（E4、E5）进行比较而得到的上述滞后比较器（37）的输出信号是预定的图形时，判定为上述电位差大于上述预定值。

7. 权利要求 1 中记述的无电刷直流电机，其特征在于：

20 上述判定装置具有比较来自上述转动位置检测装置（3）的位置信号和上述换流单元（20）的换流器输出是否具有预定关系的位置信号模式比较装置（42、62、102、111），上述位置信号模式比较装置（42、62、102、111）比较上述位置信号和上述换流器输出，在上述位置信号和上述换流器输出有预定的关系时判断为能够进行上述位置检测运转。

25 8. 权利要求 1 中记述的无电刷直流电机，其特征在于：

上述判定装置具有比较上述位置信号的周期的值和基于上述换流器输出的频率的与位置信号的周期相当的值之差的绝对值是否小于预定值的位置信号周期比较装置（103、112），在上述位置信号周期比较装置（103、112）比较为上述位置信号的周期的值和基于上述换流器输出的频率的与位置信号的周期相当的值之差的绝对值小于上述预定值时，判断为能够进行上述位置检测运转。

9. 权利要求 8 中记述的无电刷直流电机，其特征在于：

30 上述转动位置检测装置（110）具有检测上述电枢绕组（1a、1b、1c）的中性点和电阻电路（2）的中性点之电位差并输出电位差信号的电位差检测装置（31）、积分来自上述电位差检测装置（31）的上述电位差信号并输出积分信号的积分装置（32）和比较来自上述积分装置（32）的上述积分信号和预定的基准值（E6、E7）并输出上述位置信号的具有滞后特性的滞后比较器（38）。

10. 权利要求 1 中记述的无电刷直流电机，其特征在于：

上述判定装置具有下述装置之中的至少两个装置，这些装置是：

判定上述电枢绕组（1a、1b、1c）的中性点和上述电阻电路（2）的中性点
之上述电位差是否大于预定值、若判定为上述电位差大于上述预定值则上述判
5 定装置判断为能够进行上述位置检测运转的电平判定装置（34、35、36、37、
41、60、61、100、101）；

比较来自上述转动位置检测装置（3）的位置信号和上述换流单元（20）的
换流器输出是否有预定的关系、在上述位置信号和上述换流器输出有预定的关
系时，上述判定装置判断为能够进行上述位置检测运转的位置信号模式比较装
10 置（42、62、102、111）；

比较上述位置信号的周期的值和基于上述换流器输出的频率的与位置信号
的周期相当的值之差的绝对值是否小于预定值、在上述位置信号的周期的值和
基于上述换流器输出的频率的与位置信号的周期相当的值之差的绝对值小于上
述预定值时、上述判定装置判断为能够进行上述位置检测运转的位置信号周期
15 比较装置（103、102）。

11. 权利要求 2 中记述的无电刷直流电机，其特征在于：

上述判定装置具有判定上述电枢绕组（1a、1b、1c）的中性点和上述电阻
电路（2）的中性点的上述电位差是否大于预定值的电平判定装置（34、35、36、
37、41、60、61、100、101），若上述电平判定装置（34、35、36、37、41、
20 60、61、100、101）判定为上述电位差大于上述预定值，则判断为能够进行上
述位置检测运转。

12. 权利要求 2 中记述的无电刷直流电机，其特征在于：

上述判定装置具有比较来自上述转动位置检测装置（3）的位置信号和上述
换流单元（20）的换流器输出是否有预定的关系的位置信号模式比较装置（42、
25 62、102、111），上述位置信号模式比较装置（42、62、102、111）比较上述
位置信号和上述换流器输出，在上述位置信号和上述换流器输出有预定的关系
时，判断为能够进行上述位置检测运转。

13. 权利要求 2 中记述的无电刷直流电机，其特征在于：

上述判定装置具有比较上述位置信号的周期的值和基于上述换流器输出的
频率的与位置信号的周期相当的值之差的绝对值是否小于预定值的位置信号周
30 期比较装置（103、112），在上述位置信号周期比较装置（103、112）比较出
上述位置信号的周期的值和基于上述换流器输出的频率的与位置信号的周期相
当的值之差的绝对值小于上述预定值时，判断为能够进行上述位置检测运转。

14. 权利要求 2 中记述的无电刷直流电机，其特征在于：

35 上述判定装置具有下述装置中的至少两个装置，这些装置是：

判定上述电枢绕组（1a、1b、1c）的中性点和上述电阻电路（2）的中性点

之上述电位差是否大于预定值、若判定为上述电位差大于上述预定值，则上述判定装置判断为能够进行上述位置检测运转的电平判定装置（34、35、36、37、41、60、61、100、101）；

- 5 比较来自上述转动位置检测装置（3）的位置信号和上述换流单元（20）的换流器输出是否有预定的关系、在上述位置信号和上述换流器输出有预定的关系时、上述判定装置判断为能够进行上述位置检测运转的位置信号模式比较装置（42、62、102、111）；

- 10 比较上述位置信号的周期的值和基于上述换流器输出的频率的与位置信号的周期相当的值之差的绝对值是否小于预定值、在上述位置信号的周期的值和基于上述换流器输出的频率的与位置信号的周期相当的值之差的绝对值小于上述预定值时、上述判定装置判断为能够进行上述位置检测运转的位置信号周期比较装置（103、112）。

说明书

能够稳定起动的无电刷直流电机

技术领域

5 本发明涉及无电刷 DC(直流)电机,该无电刷 DC 电机起动时强制地给转子加上旋转磁场,使转子转动后,根据在各电枢绕组中感应的感应电压进行电枢绕组电压图形 (voltage pattern) 的切换。

背景技术

10 以往,作为无电刷 DC 电机,有记载于特公平 5 - 72197 号中的电机。这种无电刷 DC 电机如图 35 所示,具有:有多个磁极的永久磁铁的转子 70;有 3 相 Y 型连接的电枢绕组 71a、71b、71c 的定子 71;在与上述电枢绕组 71a、71b、71c 并联的状态下由 3 相 Y 型连接的电阻 72a、72b、72c 构成的电阻电路 72;检测转子 70 相对于上述电枢绕组 71a、71b、71c 的相对转动位置的转动位置检测器 73;接受来自上述转动位置检测器 73 的表示转子 70 的转动位置
15 的位置信号、输出对电枢绕组 71a、71b、71c 切换电压图形的开关信号的微机 74;接受来自上述微机 74 的开关信号、输出切换控制电枢绕组 71a、71b、71c 的电压图形的整流控制信号的基极驱动电路 75;接受来自上述基极驱动电路 75 的整流控制信号、切换电枢绕组 71a、71b、71c 的电压图形的换流单元 80。

上述换流单元 80 由分别经由开关 77 连接到直流电源 76 正极侧的 3 个晶体
20 管 80a、80b、80c 和分别连接到直流电源 76 负极侧的 3 个晶体管 80d、80e、80f 构成。上述晶体管 80a 和晶体管 80d 的集电极相互连接,上述晶体管 80b 和晶体管 80e 的集电极相互连接,上述晶体管 80c 和晶体管 80f 的集电极相互连接。在上述晶体管 80a、80d 的相互连接的部分上连接 U 相电枢绕组 71a、在晶体管 80b、80e 的相互连接的部分上连接 V 相电枢绕组 71b、在晶体管 80c、
25 80f 的相互连接的部分上连接 W 相电枢绕组 71c。而且,把来自上述基极驱动电路 75 的整流控制信号分别输入到换流单元 80 的各个晶体管 80a ~ 80f 的基极。

另外,上述转动位置检测器 73 具有输入上述电阻电路 72 的中性点电压 V_M 和电枢绕组 71a、71b、71c 的中性点电压 V_N 并输出表示电阻电路 72 的中性点和电枢绕组 71a、71b、71c 的中性点的电位差的电位差信号 V_{MN} 的差动放大
30 器 81、接受来自上述差动放大器 81 的电位差信号 V_{MN} 并积分该电位差信号 V_{MN} 的积分器 82 以及接受来自上述积分器 82 的积分了电位差信号 V_{MN} 而得到的积分信号并输出位置信号的过零比较器 83。还有,比较器 84 将其输入端子分别连接到上述电枢绕组 71c 的两端,把表示感应电压 E_N 的极性的信号输出到微机 74。

35 在上述结构的无电刷 DC 电机中,若把来自换流单元 80 的各 U 相、V 相、

W 相的电机端子电压记为 V_U 、 V_V 、 V_W ，把电枢绕组 71a、71b、71c 的 U 相、V 相、W 相的感应电压分别记为 E_U 、 E_V 、 E_W ，则电阻电路 72 的中性点电压 V_M 和电枢绕组 71a、71b、71c 的中性点电压 V_N 分别为：

$$V_M = (1/3)(V_U + V_V + V_W)$$

$$V_N = (1/3)\{(V_U - E_U) + (V_V - E_V) + (V_W - E_W)\}$$

从而，上述电阻电路 72 的中性点和电枢绕组 71a、71b、71c 的中性点的电位差信号 V_{MN} 为：

$$V_{MN} = V_M - V_N = (1/3)(E_U + E_V + E_W)$$

与电枢绕组 71a、71b、71c 的感应电压 E_U 、 E_V 、 E_W 之和成比例。

上述电枢绕组 71a、71b、71c 的感应电压 E_U 、 E_V 、 E_W 为每 180 度相位相异的梯形波，电位差信号 V_{MN} 为具有相对于感应电压 E_U 、 E_V 、 E_W 的 3 倍基波频率成分的近似三角波。该电位差信号 V_{MN} 的三角波的峰点成为电压图形的切换点。上述积分器 82 积分来自差动放大器 81 的电位差信号 V_{MN} ，输出近似正弦波的积分信号 $\int V_{MN} dt$ 。而且，上述过零比较器 83 检测积分信号 $\int V_{MN} dt$ 的过零点，向微机 74 输出位置信号。即，由于该电位差信号 V_{MN} 的峰点的振幅随转动速度而变动，故积分电位差信号 V_{MN} 从而检测出过零点。上述位置信号是表示转子 70 相对于上述定子 71 的电枢绕组 71a、71b、71c 的相对位置的信号。接着，上述微机 74 接受来自过零比较器 83 的位置信号，向基极驱动电路 75 输出开关信号，上述基极驱动电路 75 接受来自微机 74 的开关信号，向换流单元 80 的各晶体管 80a ~ 80f 的基极输出换流控制信号。而且，上述换流单元 80 的各晶体管 80a~80f 顺序通断，切换对于电枢绕组 71a、71b、71c 的电压图形。

这样，上述无电刷 DC 电机从电枢绕组 71a、71b、71c 的感应电压 E_U 、 E_V 、 E_W 检测出表示转子 70 的转动位置的位置信号，换流单元 80 根据该位置信号进行电枢绕组 71a、71b、71c 的电压图形的切换。

另外，该无电刷 DC 电机起动时，对于电枢绕组 71a、71b、71c 的特定相供给预定时间的励磁电流，利用转子 70 的永久磁铁和定子 71 之间的吸引力，使转子 70 产生以稳定点为中心的衰减振动从而收敛于稳定点。这时，如果振动着的转子 70 具有和想转动的方向相同方向的速度，则根据转动位置检测器 73 的位置信号切换电枢绕组 71a、71b、71c 的电压图形进行使转子 70 转动的位置检测运转。

然而，在驱动空调机等场合，由于电机绕组最大为 200V 电压，故需要用

电阻等进行分压以减小输入到比较器 84 的电枢线圈 71c 的感应电压 E_w 。由此，在起动时的低速转动区域，因为感应电压 E_N 的电平很低，因此难于用比较器 84 判别感应电压 E_w 的极性。而且，因为在负载为压缩机等的情况下起动时由于残差压和轴的摩擦而存在负载转矩，或者因为由制冷液、润滑油形成的粘性阻力，故转子 70 不产生衰减振动的可能性较高，有时不能起动，在控制可靠性方面问题非常大。

于是，作为另一种无电刷 DC 电机，如图 36 所示，在起动时，按预定的图形增加换流单元输出电压和输出频率以便加大感应电压直到能够进行位置检测运转；从而进行同步运转，如在图 37 中所示，这需要充分地提高换流单元输出的电压去进行加速，使得即使在压缩机的压差和电源电压变动的情况下也能够获得充分的转矩从而可以稳定地加速，并且需要电机运转切换为位置检测运转（参照特公平 1 - 54960 号公报）。

然而，上述技术仅在记载于上述特公平 1 - 54960 号公报的位置检测装置中有效，而在本发明的新技术所使用的位置检测装置中有以下所示的课题。

图 38 示出在上述按预定的图形增加换流单元输出电压和输出频率而进行同步运转的无电刷 DC 电机中换流单元输出频率为 12Hz 且无负载时转动位置检测器 73 中积分器 82 的积分信号相对于换流单元输出电压的特性，图 39 示出换流单元输出频率为 20Hz 且无负载时积分信号相对于换流器输出电压的特性。上述积分器 82 的积分信号随换流单元输出电压的升高而减小，换流单元输出电压的范围 B1、B2 成为积分了电位差信号而得到的积分信号电平的稳定范围，即，成为能够根据该电位差信号进行位置检测运转的范围 A。另外，图 38、39 的积分信号的电压示出从峰值点到零点的电压。还有换流单元输出电压分别比上述能够进行位置检测运转的范围 B1、B2 的下限低时，由于转矩不足而失步。

另外，图 40 示出图 38 中换流单元输出电压 10V 时的电机电流和稳定的积分信号的波形，图 41 示出图 38 中换流单元输出电压 20V 时的电机电流和不稳定积分信号的波形。还有，图 42 示出图 39 中换流单元输出电压 15V 时的电机电流和稳定的积分信号的波形，图 43 示出图 39 中换流单元输出电压 27V 时的电机电流和不稳定积分信号的波形。另外，图 40、图 41、图 42、图 43 的横轴（时间轴）是 20 毫秒/格。这样，上述无电刷 DC 电机存在这样的缺点，即，若起动时为加大转矩实现稳定加速而加大换流单元输出的电压，则电枢绕组 71a、71b、71c 和电阻电路 72 的中性点的电位差信号减小，成为不稳定状态，于是从同步运转向位置检测运转的切换失败。

还有，如图 44 所示，若负载从小向大变动则表示积分信号相对于换流单元输出电压的特性的近似直线将大致沿箭头 R 的方向平行移动。从而，作为积分了电位差信号而得到的积分信号电平的稳定范围、即能够根据该电位差信号进行位置检测运转的范围 A 的换流单元输出电压的范围从 B3 整体地变化到换流

单元输出电压高的一侧的 B4，同时，转矩不足的范围从 N1 成为上限的换流单元输出电压较宽阔的 N2。

还有，如图 45 所示，在负载固定而电源电压变动时，为得到预定的换流单元输出电压，而需要把整流控制信号作为 PWM（脉冲宽度调制）信号并改变其占空比。即，若电源电压大于标准电压时要减小占空比，使换流单元输出电压不上升，另一方面，若电源电压小于标准电压时要加大占空比，使换流单元输出电压不下降。然而，在不具备用于根据电流电压改变换流单元输出电压的装置时，由于换流单元输出电压随电源电压的变动而变化，故积分信号的特性亦变化。

这样，由于电位差信号随负载转矩、电源电压变动而变化，因此存在必须按照其变化设定换流单元输出电压而不能够预先设定换流单元输出电压使电位差信号成为稳定状态这样的问题。

发明的公开

于是，本发明的目的在于提供不受负载转矩及电源电压的变动的影

响、能够切实地从起动时的同步运转切换到位置检测运转的无电刷 DC 电机。

为达到上述目的，本发明提供一种无电刷 DC 电机，

它具备：有多个磁极的磁铁的转子；有 3 相 Y 型连接的电枢绕组的定子；相对上述电枢绕组呈并联状态的 3 相 Y 型连接的电阻电路；根据上述电枢绕组中性点和上述电阻电路中性点的电位差检测上述转子和上述定子的相对转动位置并输出位置信号的转动位置检测装置；根据来自上述转动位置检测装置的上述位置信号切换上述电枢绕组的电压图形的换流单元，其特征在于，该无电刷 DC 电机包括：

起动时根据预定的图形输出上述换流单元的换流器输出的电压及频率的同步运转控制装置；

根据来自上述转动位置检测装置的上述位置信号控制上述换流单元的换流器输出的位置检测运转控制装置；

在上述换流单元由上述同步运转控制装置控制为同步运转状态时，判断能否进行使用来自上述转动位置检测装置的上述位置信号的位置检测运转的判定装置；

若上述判定装置判断为能够进行上述位置检测运转则把对上述换流单元的控制从上述同步运转控制装置切换为上述位置检测运转控制装置的运转切换装置。

若根据该结构，则起动开始时，由上述同步运转控制装置根据预定的图形输出来自上述换流单元的换流器输出的电压及频率，上述预定的图形输出结束后，在同步运转状态下，上述判定装置判断能否进行基于来自转动位置检测装置的位置信号的位置检测运转。例如，若表示上述电枢绕组的中性点和上述电

阻电路的中性点的电位差的电位差信号稳定，则基于该电位差信号的位置信号也稳定，因此，通过判断上述电位差信号稳定与否，判断能否进行依据位置信号的位置检测运转。而且，若上述判定装置判断为能够进行基于位置信号的位置检测运转，则运转切换装置从同步运转控制装置切换为位置检测运转控制装置。而且，上述位置检测运转控制装置根据来自转动位置检测装置的位置信号控制换流单元的换流器输出。

从而，能够切实地进行从起动时的同步运转向位置检测运转的切换，能够防止起因于上述电位差信号不稳定的失步。

在与一个实施例有关的无电刷 DC 电机中，用上述同步运转控制装置根据上述预定的图形输出上述换流单元的换流器输出的电压及频率，在上述预定的图形输出后，若上述判定装置判断为不能进行上述位置检测运转，则上述同步运转控制装置降低上述换流单元的换流器输出的电压 V 和频率 F 之比 V/F 直到上述判定装置判断为能够进行基于上述位置信号的位置检测运转为止。

从而，起动时在用上述同步运转控制装置进行预定的图形输出后，由于到能够进行基于来自转动位置检测装置的位置信号的位置检测运转之前，同步运转控制装置一直降低换流器输出的电压 V 和频率 F 之比 V/F ，因此，即使起动时随负载的大小和电源电压的变动，电位差信号的稳定范围也变动，但也能够切实地从同步运转向位置检测运转切换。

在与一个实施例有关的无电刷 DC 电机中，上述判定装置具有判断上述电枢绕组的中性点和上述电阻电路的中性点的上述电位差是否大于预定值的电平判定装置，若上述电平判定装置判断为上述电位差大于上述预定值，则判断为能够进行上述位置检测运转。

从而，把上述预定值设定在上述电枢绕组的中性点和上述电阻电路的中性点的电位差信号稳定的值，当上述电位差大于上述预定值时，能够判断上述电位差信号稳定，基于电位差信号的来自上述转动位置检测装置的位置信号也稳定，由此能够判断可以进行基于上述位置信号的位置检测运转。

在与一个实施例有关的无电刷 DC 电机中，上述电平判定装置具有对表示上述电枢绕组的中性点和上述电阻电路的中性点之电位差的信号进行整流的整流装置、把来自上述整流装置的已整流的信号进行平滑的平滑装置以及把来自上述平滑装置的已平滑了的信号和预定的基准值进行比较的平滑信号比较装置。而且，上述平滑信号比较装置比较来自上述平滑装置的已平滑了的信号和上述基准值，若上述已平滑了的信号超过上述基准值，则判断为上述电位差大于上述预定值。另外，上述整流装置既可以把表示上述电位差的信号进行全波整流，也可以进行半波整流。

从而，应用上述电平判定装置的整流装置、平滑装置及平滑信号比较装置，在把表示上述电位差的信号整流平滑后的信号超过了上述基准基时，能够判定

上述电位差大于预定值，能够判断基于表示电位差的信号的位置信号稳定。

在与一个实施例有关的无电刷 DC 电机中，上述电平判定装置具有把表示上述电枢绕组的中性点和上述电阻电路的中性点的上述电位差的信号与预定的基准值进行比较的电位差信号比较装置。而且，在上述电位差信号比较装置比较上述电位差信号和上述基准值而得到的上述电位差信号比较装置的输出信号是预定的图形时，判断为上述电位差大于上述预定值。例如，上述电位差信号比较装置的输出信号的脉冲为以预定的间隔连续并大于预定脉冲数时，电平判定装置判断为上述电位差大于上述预定值。

从而，能够判断上述电位差大于上述预定值，能够判断基于表示电位差的信号的位置信号稳定。

在与一个实施例有关的无电刷 DC 电机中，上述电平判定装置在把表示上述电枢绕组的中性点和上述电阻电路的中性点的上述电位差的信号与基于滞后比较器的滞后特性的预定基准值进行比较而得到的上述滞后比较器的输出信号是预定图形时，判断为上述电位差大于上述预定值。

从而，通过把基于上述滞后比较器的滞后特性的基准值取为与判定上述电位差的上述预定值相当的值，上述电平判定装置在上述滞后比较器的输出信号是预定的图形时，能够判断上述电位差大于上述预定值。另外，用上述滞后比较器能够简单地构成电平判定装置而不必使用全波整电路和多个比较器。

在与一个实施例有关的无电刷 DC 电机中，上述判定装置具有比较来自上述转动位置检测装置的位置信号与上述换流单元的换流器输出是否有预定的关系的位置信号模式比较装置。例如，上述位置信号模式比较装置比较换流器输出的电压图形的切换点与位置信号的 H 电平、C 电平的对应是否多次连续一致，或者比较上述换流器输出的电压图形的切换点和位置信号的切换点的相位是否在预定的范围内。而且，上述位置信号模式比较装置比较上述位置信号和上述换流器输出，在上述位置信号和上述换流器输出有预定的关系时，判断为能够进行上述位置检测运转。

从而，用上述位置信号模式比较装置，在上述位置信号和上述换流器输出有预定的关系时，能够判断为来自上述转动位置检测装置的位置信号稳定，可以进行位置检测运转。

在与一个实施例有关的无电刷 DC 电机中，上述判定装置具有比较上述位置信号的周期的值与和基于上述换流器输出的频率的与位置信号的周期相当的值之差的绝对值是否小于预定值的位置信号周期比较装置。而且，上述位置信号周期比较装置在上述位置信号的周期的值与和基于上述换流器输出的频率的位置信号的周期相当的值之差的绝对值小于上述预定值时，判断为能够进行上述位置检测运转。另一方面，上述判定装置在位置信号的周期的值与和基于换流器输出的频率的位置信号的周期相当的值之差的绝对值大于预定值时，判断

为不能进行位置检测运转。

从而，用上述位置信号周期比较装置能够判断基于上述电位差信号的位置信号是否稳定。

5 在与一个实施例有关的无电刷 DC 电机中，上述转动位置检测装置具有检测上述电枢绕组的中性点和上述电阻电路的中性点的电位差并输出电位差信号的电位差检测装置、积分来自上述电位差检测装置的上述电位差信号并输出积分信号的积分装置和比较来自上述积分装置的上述积分信号和预定的基准值并输出上述位置信号的具有滞后特性的滞后比较器。从而，上述转动位置检测装置在检测位置信号的同时，用滞后比较器能够判定上述电位差大于预定值，能够判断基于电位差信号的位置信号稳定。从而，由于在上述转动位置检测装置中具有比较电位差是否大于预定值的装置而不再需要其它判定电位差信号电平的装置，故能够降低成本。

15 在与一个实施例有关的无电刷 DC 电机中，上述判定装置至少具有上述实施例的电平判定装置、位置信号模式比较装置和位置信号周期比较装置中的 2 个，而且，在满足上述电平判定装置中上述电枢绕组的中性点和上述电阻电路的中性点的电位差大于预定值的条件、上述位置信号模式比较装置中来自上述转动位置检测装置的位置信号和上述换流单元的换流器输出具有预定的关系的条件、上述位置信号周期比较装置中上述位置信号的周期的值与和基于换流器输出的频率的位置信号的周期相当的值之差的绝对值小于预定值的条件之中的至少 2 个条件时，上述判定装置判断为能够进行基于位置信号的位置检测运转。

从而，在有负载变动和电源电压变动时，也能够根据表示上述电位差的信号的变动，判断可以进行上述位置检测运转，能够从同步运转切实地切换为位置检测运转。

附图的简单说明

25 图 1 是本发明第 1 实施例的无电刷 DC 电机的结构图。

图 2 是上述无电刷 DC 电机的微机的结构图。

图 3 是上述无电刷 DC 电机的电平检测器的电路图。

图 4A、4B、4C、4D、4E、4F、4G、4H、4I、4J、4K、4L、4M、4N、4O、4P 是表示上述无电刷 DC 电机各部分的信号的波形图。

30 图 5A、5B、5C、5D 是表示上述无电刷 DC 电机的仅依据电平判定进行位置检测运转切换的说明图。

图 6A、6B、6C 是表示上述无电刷 DC 电机的仅依据模式比较进行位置检测运转切换的说明图。

35 图 7A、7B、7C、7D 是表示上述无电刷 DC 电机的依据电平判定和模式比较进行位置检测运转切换的说明图。

图 8 是表示上述微机的同步运转的中断处理的流程。

图 9 是表示上述微机的位置检测运转的中断处理的流程。

图 10 是表示上述微机的基于相位修正定时的定时中断的中断处理的流程。

5 图 11 是表示上述无电刷 DC 电机起动时换流器输出电压、换流器频率的变化的曲线图。

图 12 是表示上述无电刷 DC 电机起动时，在加速停止后使换流器输出电压降低时换流器输出电压、换流器频率的变化的曲线图。

图 13 是本发明第 2 实施例的无电刷 DC 电机的结构图。

图 14 是上述无电刷 DC 电机的微机的结构图。

10 图 15 是上述无电刷 DC 电机的电平判定器的电路图。

图 16A、16B、16C、16D 是表示使用了图 15 的电平判定器时各部分信号的波形图。

图 17 是表示上述微机的同步运转的中断处理的流程。

图 18 是表示上述微机的位置检测运转的中断处理的流程。

15 图 19 是表示上述微机的由相位修正定时的中断进行的中断处理的流程。

图 20 是本发明第 3 实施例的无电刷 DC 电机的电平检测器的电路图。

图 21A、21B、21C、21D、21E 是表示使用了图 20 的电平判定器时各部分信号的波形图。

图 22 是本发明第 4 实施例的无电刷 DC 电机的电平检测器的电路图。

20 图 23 是上述无电刷 DC 电机的微机的结构图。

图 24A、24B、24C、24D、24E、24F 是表示上述无电刷 DC 电机的电平检测器各部分信号的波形图。

25 图 25A、25B、25C、25D、25E、25F、25G、25H 是表示由上述无电刷 DC 电机的周期比较单元进行的位置信号的周期和波形定时的周期相比较的波形图。

图 26 是表示上述微机的同步运转的中断处理的流程。

图 27 是表示上述微机的位置检测运转的中断处理的流程。

图 28 是表示上述微机的由相位修正定时的中断进行的中断处理的流程。

图 29 是本发明第 5 实施例的无电刷 DC 电机的位置检测电路的电路图。

30 图 30 是上述无电刷 DC 电机的微机的结构图。

图 31A、31B、31C、31D 是表示上述位置检测电路的各部分信号的波形图。

图 32 是表示上述微机的同步运转的中断处理的流程。

图 33 是表示上述微机的位置检测运转的中断处理的流程。

35 图 34 是表示上述微机的由相位修正定时的中断进行的中断处理的流程。

图 35 是以往的无电刷 DC 电机的结构图。

图 36 是表示上述无电刷 DC 电机起动时的换流器频率和换流器输出电压的关系的曲线图。

图 37 是表示上述无电刷 DC 电机起动时的换流器输出电压、换流器频率变化的曲线图。

5 图 38 是表示在上述无电刷 DC 电机中，换流器频率为 12Hz 情况下积分信号对于无负载时的换流器输出电压的特性的曲线图。

图 39 是表示在上述无电刷 DC 电机中，换流器频率为 20Hz 情况下积分信号对于无负载时的换流器输出电压的特性的曲线图。

10 图 40 是表示在上述无电刷 DC 电机中，换流器频率为 12Hz 情况下，换流器输出电压 10V 时电机电流、积分信号的波形的波形图。

图 41 是表示在上述无电刷 DC 电机中，换流器频率为 12Hz 情况下，换流器输出电压 20V 时电机电流、积分信号的波形的波形图。

图 42 是表示在上述无电刷 DC 电机中，换流器频率为 20Hz 情况下，换流器输出电压 15V 时电机电流、积分信号的波形的波形图。

15 图 43 是表示在上述无电刷 DC 电机中，换流器频率为 20Hz 情况下，换流器输出电压 27V 时电机电流、积分信号的波形的波形图。

图 44 是表示在上述无电刷 DC 电机中，根据负载大小，积分信号对于换流器输出电压的电压特性之变化的曲线图。

20 图 45 是表示在上述无电刷 DC 电机中，积分信号对于换流器输出电压的电压特性和电源电压对应于该换流器输出电压而变动时开关信号的 PWM 的占空比的曲线图。

实施发明的最佳方式

以下，根据实施例详细地说明本发明的无电刷 DC 电机。

〔第一实施例〕

25 图 1 示出本发明第 1 实施例的无电刷 DC 电机的结构，1 是把电枢绕组 1a、1b、1c Y 型连接的、通过旋转磁场使具有多个永久磁铁的转子 10 转动的定子、2 是以并联状态连接到上述电枢绕组 1a、1b、1c 上并把电阻 2a、2b、2c Y 型连接的电阻电路，3 是根据上述电阻电路 2 的中性点电压 V_M 和电机绕组 1a、1b、1c 的中性点电压 V_N 检测转子 10 的相对位置并输出位置信号的作为转动位置检测装置的转动位置检测器，4 是接受来自上述转动位置检测器 3 的位置信号并输出开关信号的微机，5 是接受来自上述微机 4 的开关信号并输出换流控制信号的基极驱动电路。来自上述基极驱动电路 5 的换流控制信号分别连接换流单元 20。另外，用上述定子 1 和上述转子 10 构成电机部分 11。

35 上述转动位置检测器 3 具有差动放大器 31、积分器 32 和过零比较器 33，其中，差动放大器 31 的放大器 IC1 的同相输入端子输入电阻电路 2 的中性点电压 V_M ，同时，放大器 IC1 的反相输入端子经电阻 R1 到接地 GND 点，在放大器

IC1 的输出和反相输入端子之间的连接电阻 R2, 积分器 32 由一端连接上述差
动放大器 31 的输出的电阻 R3 和连接在该电阻 R3 的另一端与接地点 GND 之
间的电容 C1 构成, 过零比较器 33 由其同相输入端子连接上述积分器 32 的电阻 R2
的另一端、反相输入端子连接接地点 GND 的放大器 IC2 构成。而且, 由于上述
5 电枢绕组 1a、1b、1c 的中性点经接地点 GND 和电阻 R1 连接到差动放大器 31
的反相输入端子。因此, 差动放大器 31 检测出电阻电路 2 的中性点电压 V_M 和
电枢绕组 1a、1b、1c 的中性点电压 V_N 的电位差信号 V_{MN} 。另外, 上述无电
刷 DC 电机具有接受来自转动位置检测器 3 的积分器 32 的积分信号并把电平检
测信号输出到微机 4 的电平检测器。

10 还有, 上述换流单元 20 由分别连接到直流电源 9 的正极一端的 3 个晶体管
20a、20b、20c 和分别连接到直流电源 9 的负极一端的 3 个晶体管 20d、20e、
20f 构成, 上述晶体管 20a 的发射极和晶体管 20d 的集电极相互连接, 晶体管 20b
的发射极和晶体管 20e 的集电极相互连接, 晶体管 20c 的发射极和晶体管 20f 的
集电极相互连接。还有, 在上述晶体管 20a、20d 相互连接的部分上连接 U 相
15 电枢绕组 1a, 晶体管 20b、20e 相互连接的部分上连接 V 相电枢绕组 1b、晶
体管 20c、20f 相互连接的部分上连接 W 相电枢绕组 1c。而且, 上述各晶体管
20a ~ 20f 的集电极和发射极之间分别反向并联着二极管。

另外, 上述微机 4 如图 2 所示, 具有: 接受来自电平检测器 34 (图 1 所示)
的电平检测信号并判断电位差信号 V_{MN} 的电平是否大于预定值的电位差信号电
20 平判定单元 41; 接受来自转动位置检测器 3 (图 1 所示) 的位置信号并比较位
置信号和后述换流器模式的作为位置信号模式比较装置的模式比较单元 42; 根
据来自上述电位差信号电平判定单元 41 的判定结果和来自模式比较器 42 的比
较结果输出位置检测运转切换信号的作为运转切换装置的位置检测运转切换单
元 43; 根据来自上述电位差信号电平判定单元 41 的判定结果和来自模式比较
25 器 42 的比较结果, 若从外部输入运转信号则输出用于起动的电压指令信号和频
率指令信号的 V/F 图形设定单元 44; 接受来自上述 V/F 图形设定单元 44 的频
率指令信号并输出中断信号 IRQ1 的波形定时器 T1。用 V/F 图形设定单元 44 和
波形定时器 T1 构成作为同步运转控制装置的同步运转控制单元 51。还有, 用
上述电位差信号判定单元 41 和电平检测器 34 构成电平判定装置。另外, 上述
30 模式比较单元 42 具有计数单元 42a 和计数判别单元 42b。

另外, 上述微机 4 具有: 经外部中断端子连接来自上述转动位置检测器 3
(图 1 所示) 的位置信号; 依据该位置信号起动的相位修正定时器 T2 接受上述
位置信号并测定电枢绕组 1a、1b、1c 的电压图形的周期的周期测定定时器
T3; 接受来自上述周期测定定时器 T3 的已测定的定时值、从该定时值运算电
35 枢绕组 1a、1b、1c 的电压图形的周期并输出表示周期的周期信号的位置信号
周期运算单元 45; 接受来自上述位置信号周期运算单元 45 的周期信号和来自

外部的相位量指令信号、从该周期计算相当于相位量的定时值并向相位修正定时器 T2 输出定时值设定信号的定时值运算单元 46；接受来自上述位置信号周期运算单元 45 的周期信号运算转动速度并输出当前速度信号的速度运算单元 47；接受来自上述速度运算单元 47 的当前速度信号和来自外部的速度指令信号并输出电压指令信号的速度控制单元 48。用相位修正定时器 T2、周期测定定时器 T3、位置信号周期运算单元 45、定时值运算单元 46、速度运算单元 47 及速度控制单元 48 构成作为位置检测运转控制装置的位置检测运转控制单元 52。

10 进而，上述微机 4 还具有经运转切换开关 SW 接受来自波形定时器 T1 的中断信号 IRQ1 并输出电压图形信号的换流器模式选择单元 53、在接收来自上述换流器模式选择单元 53 的电压图形信号的同时经运转切换开关 SW 接受来自 V/F 图形设定单元 44 的电压指令信号并输出开关信号的 PWM 单元 54。

15 图 3 示出上述电平检测器 34 的电路图，把来自转动位置检测器 3 的积分器 32 的积分信号经电阻 R4 连接到放大器 IC3 的反相输入端子，同时，放大器 IC3 的同相输入端子连接接地点 GND。

而且，上述放大器 IC3 的输出端子和反相输入端子之间连接着其阳极接在输出端子一侧的二极管 D1，同时，从放大器 IC3 的反相输入端子侧连接串联的电阻 R5 和二极管 D2。另外，上述二极管 D2 的阴极连接放大器 IC3 的输出端子，上述串联的电阻 R5 和二极管 D2 的连接点经电阻 R6 连接到放大器 IC4 的反相输入端子。而且，上述电阻 R4 的与放大器 IC3 相连端的另一端和放大器 IC4 的反相输入端子之间连接着电阻 R7。上述放大器 IC4 的同相输入端子连接接地点 GND 的同时，反相输入端子和输出端子之间连接着电阻 R8。经电阻 R9 把上述放大器 IC4 的输出端子连接到比较器 IC5 的反相输入端子，该电阻 R9 连接比较器 IC5 的一端和接地点 GND 之间连接着电容器 C2。而且，上述比较器 IC5 的同相输入端经电阻 R10 连接接地点 GND，同时，该同相输入端经电阻 R11 连接电源 + V_{cc}。

30 用上述电阻 R4 ~ R8、二极管 D1、D2 及放大器 IC3、IC4 构成作为整流装置一例的全波整流电路 15，用电阻 R9 和电容器 C2 构成作为平滑装置一例的平滑电路 16，同时，用电阻 R10、R11 及比较器 IC5 构成作为平滑信号比较装置一例的比较电路 17。

在上述结构的无电刷 DC 电机中，当运转切换开关 SW 被选择到位置检测运转一侧，电机遵从位置信号被驱动时，电枢绕组 1a、1b、1c 的 U 相、V 相、W 相的感应电压 E_U、E_V、E_N 如图 4A、4B、4C 所示，成为每 120° 相位相异的梯形波。而且，图 1 所示的转动位置检测器 3 的差动放大器 31 检测从放大器 IC1 的同相输入端子输入的电阻电路 2 的中性点电压 V_M 和经电阻 R1 输入到放大器 IC1 的反相输入端子的电枢绕组 1a、1b、1c 的中性点电压 V_N 的电位差

信号 V_{MN} 。而且，积分器 32 接受来自上述差动放大器 31 的电位差信号 V_{MN} ，积分该电位差信号 V_{MN} 并输出积分信号 $\int V_{MN} dt$ （示于图 4b）。上述积分信号 $\int V_{MN} dt$ 是频率为转动频率 3 倍的近似正弦波。而且，上述过零比较器 33 比较输入到同相输入端子的积分信号 $\int V_{MN} dt$ 和连接到反相输入端子的接地点 GND 的基准电压，输出位置信号（示于图 4E）。

另一方面，上述积分信号 $\int V_{MN} dt$ 经电阻 R4 输入到电平检测器 34 的放大器 IC3 的反相输入端子，由电平检测器 34 的全波整流电路 15 全波整流后，从放大器 IC4 的输出端子输出表示全波整流波形的信号（示于图 4G）。而且，上述表示全波整流波形的信号被由电阻 R9 和电容器 C2 组成的平滑电路 16 平滑，表示该平滑波形的平滑信号（示于图 4H）输入到比较器 IC5 的反相输入端子。而且，与用上述电阻 R10、R11 设定的基准电压 E_0 比较，当上述平滑信号比基准电压 E_0 还高时，比较器 IC5 的输出即电平检测信号（示于图 4I）为 L 电平。

接着，来自上述过零比较器 33 的位置信号被输入到周期测定定时器 T3，周期测定定时器 T3 测定位置信号的从上升沿到下降沿的时间间隔和从下降沿到上升沿的时间间隔，输出被测定的定时值。位置信号周期运算单元 45 接受来自上述周期测定定时器 T3 的表示定时值的信号，求位置信号的周期。即，上述位置信号从下降沿到上升沿的时间间隔和从上升沿到下降沿的时间间隔每 60° 重复一次，通过把被测定的各时间间隔的定时值取 6 倍，计算上述电压图形一个周期的定时值。

而且，定时值运算单元 46 接受来自上述位置信号周期运算单元 45 的表示周期的周期信号和来自外部的相位量指令信号，输出定时值设定信号。相位修正定时器 T2 接受来自上述定时值运算单元 46 的定时值设定信号，计时从位置信号到切换电压图形的时间。即，上述相位修正定时器 T2 一旦计数终止，则向换流器模式选择单元 53 输出中断信号 IRQ2，换流器模式选择单元 53 把相位修正过的电压图形信号（示于图 4J ~ 4O）输出到 PWM 单元 54。而且，上述 PWM 单元 54 把开关信号输出到图 1 所示的基极驱动电路 5，一旦基极驱动电路 5 把换流控制信号输出到换流单元 20，则换流单元 20 的各晶体管 20a ~ 20f 就分别通断。另外，图 4f 的位置信号编号为易于说明而对一个周期划分为 0 ~ 5 的编号。还有，示于图 4P 的换流器模式为与图 4J~4O 所示的电压图形信号相对应，也划分为 0 ~ 5 的编号。

接着，上述无电刷 DC 电机起动时，运转切换开关 SW 被选择在同步运转一侧，由同步运转控制单元 51 按预定的图形增加换流器输出的电压和频率。而且，当用上述电平检测器 34、电位差信号电平判定单元 41 及模式比较单元 42 判断为来自转动位置检测器 3 的积分器 32 的积分信号大于预定值并且转动位置检测器 3 的位置信号和换流器模式选择单元 53 的换流器模式具有预定的关系时，位置检测运转切换单元 43 把运转切换开关 SW 从同步运转侧切换到位置检

测运转侧。

下面，根据图 5A ~ 5D、图 6A ~ 6C、图 7A ~ 7D 说明上述微机 4 的同步运转控制单元 51 从同步运转向位置检测运转的切换动作。图 5A ~ 5D 示出根据来自上述电平检测器 34 的电平检测信号由电位差信号电平判定单元 41 从同步运转切换到位置检测运转时各部分的信号，图 6A ~ 6C 示出根据来自上述转动位置检测器 3 的位置信号和换流器模式选择单元 53 的换流器模式由模式比较单元 42 从同步运转切换到位置检测运转时各部分的信号。图 7A ~ 7D 示出根据来自上述电平检测器 34 的电平检测信号和来自转动位置检测器 3 的位置信号由电位差信号电平判定单元 41 和模式比较单元 42 从同步运转切换到位置检测运转时各部分的信号。

图 5A ~ 5D 中，在上述位置信号编号（示于图 5A）为 5 之点，电平检测信号（示于图 5B）从 H 电平变为 L 电平，在接着的位置信号编号的从 5 切换到 0 之点切换为位置检测运转。即，由上述位置检测运转切换单元 43 把运转切换开关 SW 切换到位置检测运转一侧，然后，在每个位置信号编号切换点都使相位修正定时器 T2 起动（示于图 5C）；而且，每次上述相位修正定时器 T2 的计数终止时都输出中断信号 IRQ2，把换流器模式选择单元 53 的换流器模式（示于图 5D）步进 1。

还有，在图 6A ~ 6C 中，若在由上述换流器模式选择单元 53 选择的换流器模式（示于图 6C）从“2”到“3”的切换点上取位置信号编号（示于图 6A）2 的位置信号为 H 电平，则在下一个换流器模式从“3”到“4”的切换点上位置信号编号 3 的位置信号为 L 电平。这样，若换流器模式为奇数时位置信号为 H 电平的条件和换流器模式为偶数时位置信号为 L 电平的条件连续 4 次成立，则认为切换条件成立，在下一个位置信号编号从 5 到 0 的切换点上由上述位置检测运转切换单元 43 把运转切换开关 SW 切换到位置检测运转一侧，在每个位置信号编号的切换点上使相位修正定时器 T2 起动（示于图 6B）。即，在上述位置信号和换流器模式具有预定的关系以及根据稳定的位置信号能够进行位置检测运转的情况下，从同步运转切换为位置检测运转。而且，每当上述相位修正定时器 T2 的计数结束就输出中断信号 IRQ2，使换流器模式选择单元 53 的换流器模式（示于图 6C）步进 1。

另外，图 7A ~ 7D 中，在上述位置信号编号（示于图 7A）为 1 的时点，用电位差信号电平判定单元 41 判别电平检测信号（示于图 7B）从 H 电平变化为 L 电平。其次，在上述换流器模式比较单元 42 中，若设由换流器模式选择单元 53 选择了的换流器模式（示于图 7D）在从“2”到“3”的切换点上位置信号编号（示于图 7A）2 的位置信号为 H 电平，则在接着的换流器模式从“3”到“4”的切换点上位置信号编号 3 的位置信号成为 L 电平。这样，如果换流器模式为奇数时位置信号为 H 电平的条件和换流器模式为偶数时位置信号为 L

电平的条件连续 4 次成立, 则认为切换条件成立, 在接着的从位置信号编号 5 到 0 的切换点上上述位置检测运转切换单元 43 把运转切换开关 SW 切换到位置检测运转一侧后, 在位置信号编号的每个切换点都使相位修正定时器 T2 起动(示于图 7C)。而且, 每当上述相位修正定时器 T2 的计数结束就输出中断信号 IRQ2, 使换流器模式选择单元 53 的换流器模式(示于图 7D)步进 1。另外, 图 6A ~ 6C、图 7A ~ 7D 中, 若在换流器模式的奇数、偶数的切换点位置信号的 H、L 电平的条件连续 4 次成立, 则认为切换条件成立, 但连续次数并不限制为 4 次, 这是不言而喻的。

下面, 根据图 8、图 9、图 10 的流程说明示于图 7A ~ 图 7D 的该无电刷 DC 电机起动时微机 4 的动作。另外, 起动前的运转切换开关 SW 被选择成在把波形定时器下的中断信号 IRQ1 连接到换流器模式选择单元 53 的同时把 V/F 图形设定单元 44 的电压指令信号连接到 PWM 单元 54 的同步运转一侧。

首先, 若从外部向上述微机 4 的 V/F 图形设定单元 44 输入运转信号, 则从 V/F 图形设定单元 44 输出频率指令信号, 波形定时器 T₁ 起动。而且, 若该波形定时器 T₁ 的计数结束, 从波形定时器 T₁ 输出中断信号 IRQ1, 在该波形定时器 T₁ 的中断信号 IRQ1 的每个发生间隔, 进行中断处理 1。

而且, 图 8 中, 在步骤 S101 判断换流器输出的频率是否增加到了一定的值, 若判断为频率已增加到一定值, 则进入步骤 S111, 另一方面, 若判断为频率未增加到一定值, 则进入步骤 S113。接着, 在步骤 S113 中读入预先存储在表格中的 V/F 图形的数据(电压指令信号用和频率指令信号用), 进入到步骤 S102。其次, 在步骤 S111 中, 判断是否不允许外部中断, 若判断为不允许外部中断, 则进入步骤 S114, 在步骤 S114 中允许外部中断, 进入步骤 S112。另一方面, 在步骤 S111 中允许外部中断时, 进入步骤 S112。另外, 若在步骤 S114 中允许外部中断, 则在位置信号的每个上升沿及下降沿进行后述的中断处理 2。

接着, 在步骤 S112 中判断来自电平检测器 34 的电平检测信号是否为 L 电平, 即, 判断来自上述转动位置检测器 3 的位置信号是否稳定。而且, 若在步骤 S112 中判断电平检测信号为 L 电平, 则进入步骤 S115, 另一方面, 若判断电平检测信号不是 L 电平, 则进入步骤 S116。接着, 在步骤 S116 是变更电压指令, 降低换流器输出电压, 进入步骤 S102。

其次, 在步骤 S115 中判断位置信号和换流器模式是否有一定的关系。即, 如图 7A ~ 7D 所示, 判断在换流器模式的奇数切换(如从 2 到 3、从 4 到 5)点上位置信号是否为 H 电平, 或在换流器模式的偶数切换(如从 3 到 4, 从 5 到 0)点上位置信号是否为 L 电平。而且, 在步骤 S115 中位置信号和换流器模式存在一定的关系时, 进入步骤 S117, 另一方面, 在位置信号和换流器模式不存在一定的关系时, 进入步骤 S118。而且, 在步骤 S118 中变更电压指令, 降低换流器输出电压, 进入步骤 S102。

其次，在步骤 S117 中，用模式比较单元 42 的计数单元 42a 计数上述换流器模式和位置信号的 H、L 电平的对应连续重复出现的次数，用模式比较单元 42 的计数判别单元 42b 判断是否计数了一定次数。即，判断是否如图 7A ~ 7D 所示，在换流器模式的奇数切换（如从 2 到 3、从 4 到 5）点上位置信号为 H 电平且在换流器模式的偶数切换（如从 3 到 4，从 5 到 0）点上位置信号为 L 电平这样的条件连续计数了一定的次数（图 7A ~ 7D 中 4 次）。而且，当在步骤 S117 中判断为计数了一定次数时，进入步骤 S119，请求位置检测运转切换，进入步骤 S102。另一方面，在步骤 S117 中判断为未计数一定次数时，进入步骤 S102。

10 接着，在步骤 S102 中，根据电压指令输出电压指令信号。然后，进入步骤 S102，用在 V/F 图形设定单元 44 中设定的频率指令即预先存在表中的频率数据运算波形定时器 T1 用的定时值。接着，进入步骤 S104，把在步骤 S103 中求出的定时值设置在波形定时器 T1 中并起动，结束该中断处理 1。

15 接着，根据上述中断处理 1 的步骤 S119 的位置信号运转切换请求，运转切换开关 SW 切换到位置检测运转一侧；在输入到微机 4 的外部中断端子的位置信号的每个上升沿和下降沿进行图 9 所示的中断处理 2。

首先，图 9 中，在步骤 S121 判断有没有位置检测运转切换请求，若有位置检测运转切换请求，则进入步骤 S131，另一方面，若没有位置检测运转切换请求，则进入步骤 S122。而且，在步骤 S131 中根据来自外部的相位量指令信号，在定时值运算单元 46 运算相位修正定时器 T2 用的相位修正定时值。接着，进入步骤 S132，把在步骤 S131 中求出的定时值设置在相位修正定时器 T2 中。而且，在步骤 S133 中起动相位修正定时器 T2，进入步骤 S134，停止同步运转控制单元 51 的波形定时器 T1。

25 接着，在步骤 S122 中停止周期测定定时器 T3，进入步骤 S123，读入周期测定定时器 T3 的定时值。然后，进入步骤 S124，使周期测定定时器 T3 起动。而且，在步骤 S125 中，位置信号周期运算单元 45 从周期测定定时器 T3 的定时值运算位置信号的周期。接着，在步骤 S126 中，速度运算单元 47 根据在步骤 S125 中求出的位置信号的周期运算电机的转速。

30 接着，进入步骤 S127，判断有没有位置检测运转切换请求，在有位置检测运转切换请求时，进入步骤 S128，根据来自外部的速度指令信号进行速度控制，输出电压指令信号，结束中断处理 2。另一方面，在步骤 S127 中没有位置检测运转切换请求时，结束中断处理 2。

而且，一旦在上述中断处理 2 中起动的相位修正定时器 T2 的计数结束，则相位修正定时器 T2 输出中断信号 IRQ2，在该中断信号 IRQ2 的每个发生间隔进行图 10 所示的中断处理 2。

35 即，若上述相位修正计数器 T2 的计数结束并输出中断信号 IRQ2，则中断

处理 3 起动，在步骤 S141 中换流器模式选择单元 53 把换流器模式步进 1，在步骤 S142 中输出电压图形，结束中断处理 3。

这样，在起动时的同步运转中，如图 11 所示，沿基于预先存在表中的电压、频率数据的预定的近似直线图形，渐渐增加换流器输出电压和换流器频率，加速转子 10。而且，在上述转子 10 加速到预定转数后，用电平检测器 34、电位差信号电平判定单元 41 及模式比较单元 42 检测电位差信号是否稳定，当电位差信号稳定时，位置检测运转切换单元 43 从同步运转切换为位置检测运转。

还有，如图 12 所示，在起动时的同步运转中，上述转子 10 加速到预定转数后，用电平检测器 43、电位差信号电平判定单元 41 及模式比较单元 42 检测电位差信号是否稳定，在电位差信号不稳定时，V/F 图形设定单元 44 逐渐降低换流器输出电压直到电位差信号稳定。而且，一旦上述电位差信号稳定，则位置检测运转切换单元 43 从同步运转切换为位置检测运转。另外，图 12 中，加速停止后的换流器输出取为一定的频率，然而也可以使之增加或减少。

从而，起动时，在由上述同步运转控制单元 51 加速转子 10 后，由于同步运转控制单元 51 降低换流器输出的电压直到能够进行依据来自转动位置检测器 3 的位置信号的位置检测运转，因此，即使起动时由于负载大小和电源电压的变动电位差信号稳定的范围变化，也能够切实地从同步运转切换为位置检测运转。

另外，V/F 图形设定单元 44 降低换流器输出电压直到上述电位差信号电平判定单元 41 判断为电枢绕组 1a、1b、1c 的中性点和电阻电路 2 的中性点的电位差大于预定值，而且模式比较单元 42 判断为位置信号和换流器输出具有预定的关系，若来自转动位置检测器 3 的位置信号稳定，则位置检测运转切换单元 43 判断为能够进行位置检测运转，并切实地从同步运转切换为位置检测运转。从而，即使在因负载变动及电源电压变动上述电位差信号的特性发生变化的情况下，也能够切实地从同步运转切换为位置检测运转。

进而，通过上述电平检测器 34 的全波整流电路 15、平滑电路 16 及比较电路 17，当来自转动位置检测器 3 的积分器 32 的积分信号的平均值超过与上述预定值相当的基准值 E0 时，电位差信号电平判定单元 41 能够判定为上述电位差大于预定值，能够判断基于电位差信号的位置信号稳定。

〔第 2 实施例〕

图 13 示出本发明第 2 实施例的无电刷 DC 电机的结构，除去电平检测器 35 和微机 14 之外，其余部分取与第 1 实施例相同的结构，省略其说明。

还有，图 14 示出上述微机 14 的结构，它具有：接受来自转动位置检测器 3（示于图 13）的位置信号和来自电平检测器 35（示于图 13）的电平检测信号、输出复位信号的电平检测器控制单元 60；从上述电平检测器控制单元 60 接受表示电平判定标志的信号判定电位差信号 V_{MN} 的电平是否大于预定值的电位差

信号电平判定单元 61；连接上述位置信号、作为比较该位置信号和换流器模式的位置信号模式比较装置的模式比较单元 62；根据来自上述电位差信号电平判定单元 61 的判定结果和来自模式比较单元 62 的比较结果输出位置检测运转切换信号的作为运转切换装置的位置检测运转切换单元 63；根据来自上述电位差
5 信号电平判定单元 61 的判定结果和来自模式比较单元 62 的比较结果、若输入来自外部的运转信号则输出用于起动的电压指令信号和频率指令信号的 V/F 图形设定单元 64；接受来自上述 V/F 图形设定单元 64 的频率指令信号输出中断信号 IRQ3 的波形定时器 T4。用 V/F 图形设定单元 64 和波形定时器 T4 构成作为同步运转控制装置的同步运转控制单元 55。还有，用上述电平检测器控制单元 60、电位差电平判定单元 61 和电平检测器 35 构成电平判定装置。还有，上述
10 电位差信号电平判定单元 61 中具有作为计数装置的计数单元 61a 和作为计数判定装置的计数判断单元 61b，同时，上述模式比较单元 62 中具有计数单元 62a 和计数判断单元 62b。另外，除上述同步运转控制单元 55、电平检测器控制单元 60、电位差信号电平判定单元 61、模式比较单元 62 及位置检测运转切换单元 63 外，微机 14 取和第 1 实施例的微机 4 相同的结构，相同结构部分标注相同
15 参考编号并省略说明。

图 15 示出图 13 的电平检测器 35 的电路图，经电阻 R21 把来自转动位置检测器 3 的积分器 32 的积分信号 $\int V_{MN}dt$ 连接到比较器 IC11 的同相输入端子，同时，经电阻 R22 把电源 $-V_{CC}$ 连接到比较器 IC11 的反相输入端子，经电阻 R23
20 把电源 $+V_{CC}$ 连接到比较器 IC11 的反相输入端子。另一方面，经电阻 R24 把来自上述转动位置检测器 3 的积分器 32 的积分信号 $\int V_{MN}dt$ 连接到比较器 IC12 的反相输入端子，同时，经电阻 R25 把电源 $-V_{CC}$ 连接到比较器 IC12 的同相输入端子，经电阻 R26 把电源 $+V_{CC}$ 连接到比较器 IC12 的同相输入端子。而且，把上述比较器 IC11、IC12 的各输出端子分别连接到逻辑和电路 OR1 的输入端子，把逻辑和电路 OR1 的输出端子连接到 D 触发器 FF1 的时钟输入端子 CLK。
25 上述 D 触发器 FF1 的输入端子 D 和输入端子 PR 上连接电源 VDD，从输出端子 Q 输出电平检测信号。还有，上述 D 触发器 FF1 的输入端子 R 上连接来自图 13 所示微机 14 的复位信号。另外，用上述电阻 R21 ~ R26 和比较器 IC11、IC12 构成作为电位差信号比较装置一例的比较电路 18。

30 在上述无电刷 DC 电机遵从位置信号被驱动时，如图 16A ~ 16D 所示，来自上述转动位置检测器 3 的积分器 32 的积分信号 $\int V_{MN}dt$ （示于图 16A）经电阻 R21 输入到电平检测器 35 的比较器 IC11 的同相输入端子，同时，经电阻 R24 输入到电平检测器 35 的比较器 IC12 的反相输入端子。而且，上述比较器 IC11 将其与由电阻 R22、R23 设定的基准值 E1 进行比较，在积分信号 $\int V_{MN}dt$ 大于基准值 E1 时，输出为 H 电平，另一方面，积分信号 $\int V_{MN}dt$ 小于基准值 E1 时，输出为 L 电平。还有，上述比较器 IC12 将其与由电阻 R25、R26 设定的基准值
35

E2 进行比较, 在积分信号 $\int V_{MN}dt$ 小于基准值 E2 时, 输出为 H 电平, 另一方面, 在积分信号 $\int V_{MN}dt$ 大于基准值 E2 时, 输出为 L 电平。而且, 若上述比较器 IC11、IC12 的任一方的输出为 H 电平, 则逻辑和电路 OR1 的输出 (示于图 16C) 为 H 电平。若上述逻辑和电路 OR1 的输出为 H 电平, 则 D 触发器 FF1 的时钟输入端子 CLK 上输入 H 电平, 用其从 L 电平到 H 电平的上升沿置位 D 触发器 FF1, 从输出端子 Q 输出的电平检测信号 (示于图 16D) 从 L 电平变成 H 电平。

其次, 上述微机 14 的电平检测控制单元 60 接受来自电平检测器 35 的 H 电平的电平检测信号, 根据下一个位置信号 (示于图 16B) 的上升沿或下降沿, 输出复位信号 (L 电平)。而且, 接受来自上述电平检测器控制单元 60 的复位信号, D 触发器 FF1 复位, 从 D 触发器 FF1 的输出端子 Q 输出的电平检测信号 (示于图 16D) 成为 L 电平。

这样, 上述电平检测器 35 把来自转动位置检测器 3 的积分器 32 的积分信号 $\int V_{MN}dt$ 在其每个半波与预定的基准值 E1、E2 进行比较, 输出电平检测信号。

下面, 按照图 17、图 18、图 19 的流程说明起动时微机 14 的动作。另外, 起动前的运转切换开关 SW 选择到同步运转一侧, 即把波形定时器 T4 的中断信号 IRQ3 连接到换流器模式选择单元 53, 同时, 把 V/F 图形设定单元 64 的电压指令信号连接到 PWM 单元 54。

首先, 一旦从外部向上述微机 14 输入运转信号, 则从 V/F 图形设定单元 64 输出频率指令信号, 波形定时器 T4 起动。而且, 若该波形定时器 T4 的计数结束, 则从波形计数器 T4 输出中断信号 IRQ3, 在该中断信号 IRQ3 的每个发生间隔进行中断处理 11。

图 17 中, 在步骤 S201 判断频率是否增加到一定值, 若判断为频率增加到一定值, 则进入步骤 S211, 另一方面, 若判断为频率未增加到一定值, 则进入步骤 S213。而且, 在步骤 S213 中读入预先存在表格中的 V/F 图形的数据 (电压指令信号用和频率指令信号用), 进入步骤 S202。其次, 在步骤 S211 中, 判断是否未允许外部中断, 若判断为未允许外部中断, 则进入步骤 S214, 允许外部中断。另一方面, 若在步骤 S211 中允许外部中断, 则进入步骤 S212, 另外, 若在步骤 S214 中允许外部中断, 则在位置信号的每个上升沿和下降沿进行后述的中断处理 12。

接着, 在步骤 S212 中判断电平判定标志的设置次数是否大于一定次数。即, 上述电位差电平判定单元 61 的计数单元 61a 计数在电平检测器控制单元 60 中连续设置电平判定标志的次数, 用计数判定单元 61b 判断是否计数了一定次数。而且, 在步骤 S212 中电平判定标志的设置次数大于一定次数时, 进入步骤 S215, 另一方面, 电平判定标志的设置次数不足一定次数时, 进入步骤 S216。而且, 在步骤 S216 中变更电压指令, 降低换流器输出电压, 进入步骤 S202。

其次, 在步骤 S215 中判断位置信号和换流器模式是否有一定的关系。即,

判断是否如上述第 1 实施例的图 7A ~ 7D 所示, 在换流器模式的奇数切换点上位置信号是 H 电平, 并且在换流器模式的偶数切换点上位置信号是 L 电平。而且, 在步骤 S215 中位置信号和换流器模式存在一定关系时进入步骤 S217, 另一方面, 位置信号和换流器模式不存在一定关系时, 进入步骤 S218。

5 在步骤 S217 中, 用模式比较单元 62 的计数单元 62a 计数上述换流器模式和位置信号的 H、L 电平的连续重复对应的次数, 用模式比较单元 62 的计数判断单元 62b 判断是否计数了一定次数。即, 判断是否如第 1 实施例的图 7A ~ 7D 所示在换流器模式的奇数切换 (如从 2 到 3、从 4 到 5) 点上位置信号为 H 电平, 且换流器模式的偶数切换 (如从 3 到 4, 从 5 到 0) 点上位置信号为 L 电平的
10 条件连续计数了一定次数 (图 7A ~ 7D 为 4 次)。而且, 在步骤 S217 中判断为计数了一定次数时, 进入步骤 S219, 请求位置检测运转切换, 进入步骤 S202。另一方面, 在步骤 S217 中判断为未计数一定次数时, 进入步骤 S202。

 接着, 在步骤 S202 中根据电压指令输出电压指令信号。然后, 进入步骤 S203, 依据在 V/F 图形设定单元 64 中设定的频率指令, 即预先存在表中的频率
15 数据运算波形定时器 T4 用的定时值。而且, 进入步骤 S204, 把在步骤 S203 中求出的定时值设置在波形定时器 T4 中并起动, 终止该中断处理 11。

 而且, 依据上述中断处理 11 的步骤 S219 的位置检测运转请求, 运转切换开关 SW 切换到位置检测运转一侧, 在输入到上述微机 14 的外部中断端子的位置信号的每个上升沿和下降沿进行图 18 所示的中断处理 12。

20 首先, 图 18 中, 在步骤 S221 判断有无位置检测切换请求, 没有位置检测切换请求时, 进入步骤 S231, 电平检测器控制单元 60 判定来自电平检测器 35 的电平检测信号的逻辑。而且, 如果在步骤 S231 中电平检测信号为 H 电平则进入步骤 S241, 设置电平判定标志后进入步骤 S232。另一方面, 如果在步骤 S231 中电平检测信号不是 H 电平则进入步骤 S242, 设置电平判定标志后进入步骤
25 S232。另外, 上述电位差信号电平判定单元 61 的计数单元 61a 计数电平检测器控制单元 60 的连续设置电平判定标志的次数。还有, 上述电平判定标志的初始状态是复位。

 接着, 在步骤 S232 中从电平检测器控制单元 60 输出复位信号。而且, 若上述电平检测器 35 的 D 触发器 FF1 的输入端子 R 上输入了 L 电平的复位信号,
30 则复位 D 触发器 FF1, 使从输出端子 Q 输出的电平检测信号变为 L 电平。

 接着, 在步骤 S222 中判断有没有位置检测运转切换请求, 若判断为有位置检测运转切换请求, 则进入步骤 S233, 另一方面, 若判断为没有位置检测运转切换请求, 则进入步骤 S223。而且, 在步骤 S233 根据来自外部的相位量指令在定时值运算单元 46 运算相位修正定时器 T2 用的相位修正定时值。接着, 进
35 入步骤 S234, 把在步骤 S233 求出的相位修正定时值设置在相位修正定时器 T2 中。而且, 在步骤 S235 中起动相位修正定时器 T2 后进入步骤 S236, 停止波形

定时器 T4 后进入步骤 S223。

接着，在步骤 S223 中停止周期测定定时器 T3，进入步骤 S224，读入周期测定定时器 T3 的定时值。接着，进入步骤 S225，使周期测定定时器 T3 起动。而且，在步骤 S226 中位置信号周期运算单元 45 从周期测定定时器 T3 的定时值运算位置信号的周期。接着，在步骤 S227 中速度运算单元 47 根据在步骤 S226 中求出的位置信号的周期运算电机的转动速度。

接着，进入步骤 S228，判断有没有位置检测运转切换请求，若判断为有位置检测运转切换请求，则进入步骤 S237，根据速度指令信号进行速度控制，输出电压指令信号，结束中断处理 12。另一方面，若在步骤 S228 中判断为没有位置检测运转切换请求，则结束中断处理 12。

而且，一旦结束在上述中断处理 12 中起动的相位修正定时器 T2 的计数，则相位修正定时器 T2 输出中断信号 IRQ2，在该中断信号 IRQ2 的每个发生间隔进行图 19 所示的中断处理 13。

即，如果上述相位修正定时器 T2 的计数结束，输出中断信号 IRQ2，则中断处理 13 起动，在步骤 S251 中换流器模式选择单元 53 把换流器模式步进 1，在步骤 S252 中输出电压图形，结束中断处理 13。

这样，在起动时的同步运转中，根据上述电平检测器 35 的电平检测信号，电平检测器控制单元 60 和电位差信号电平判定单元 61 判定上述电位差是否大于预定值，由此能够判断基于电位差信号的位置信号是否稳定。从而，该无电刷 DC 电机在起动时能够判断能否进行依据位置信号的位置检测运转，能够切实地进行起动时从同步运转向位置检测运转的切换。另外，由于在来自上述转动位置检测器 3 的积分器 32 的积分信号的每个半波进行判定，因此能够加速从同步运转向位置检测运转切换的响应时间。

〔第 3 实施例〕

图 20 示出本发明第 3 实施例的无电刷 DC 电机的电平检测器的电路图，除该电平检测器外和第 2 实施例的无电刷 DC 电机结构相同，故省略说明。

如图 20 所示，经电阻 R3 把来自转动位置检测器 3 的积分器 32 的积分信号 V_{MNd} 连接到放大器 IC13 的反相输入端子，同时，放大器 IC13 的同相输入端子连接接地点 GND。而且，在上述放大器 IC13 的输出端子和反相输入端子之间，连接着其阳极位于输出端子一侧的二极管 D3，同时，连接着从放大器 IC13 的反相输入端子侧串连的电阻 R32 和二极管 D4。另外，上述二极管 D4 的阴极侧连接着放大器 IC13 的输出端子。经电阻 R33 把上述串联的电阻 R32 和二极管 D4 的连接点连接在放大器 IC14 的反相输入端子。而且，上述电阻 R31 的连接放大器 IC13 的另一端和放大器 IC14 的反相输入端子之间连接着电阻 R34。上述放大器 IC14 的同相输入端子连接接地点 GND 的同时，在反相输入端子和输出端子之间连接着电阻 R35。而且，经电阻 R36 把上述放大器 IC14 的输出端子

5 5 连接到比较器 IC15 的同相输入端子。经电阻 R37 把上述比较器 IC15 的反相输入端子连接接地点 GND 的同时，经电阻 R38 连接电源 + V_{CC} 。上述比较器 IC15 的输出端子连接着 D 触发器 FF2 的时钟输入端子 CLK。上述 D 触发器 FF2 的输入端子 D 和输入端子 PR 上连接电源 V_{DD} ，从输入端子 Q 输出电平检测信号。还有，上述 D 触发器 FF2 的输入端子 R 上连接着来自图 13 所示的微机 14 的电平检测器控制单元 60 的复位信号。另外，用上述电阻 R37、R38 和比较器 IC15 构成作为电位差信号比较装置一例的比较电路 19。

10 在上述无电刷 DC 电机根据位置信号被驱动时，如图 21A ~ 21E 所示，来自上述转动位置检测器 3 的积分器 32 的积分信号 $\int V_{MN} dt$ (示于图 21A) 经电阻 R31 输入到电平检测器 36 的放大器 IC13 的反相输入端子。而且，用由电阻 R31 ~ R35、二极管 D3、D4 及放大器 IC13、IC14 构成的全波整流电路对上述积分信号 $\int V_{MN} dt$ 全波整流，使其成为全波整流波形 (示于图 21C)。然后，上述比较器 IC15 把该全波整流波形与由电阻 R37、R38 设定的基准值 E3 相比较，在全波整流波形比基准值 E3 大时，比较器 IC15 的输出成为 H 电平，另一方面，在全波整流波形比基准值 E3 小时，比较器 IC15 的输出成为 L 电平。而且，若上述比较器 IC15 的输出信号 (示于图 21D) 成为 H 电平，则 D 触发器 FF2 的时钟输入端子 CLK 被输入 H 电平，用从其 L 电平到 H 电平的上升沿置位 D 触发器 FF2，从输出端子 Q 输出 H 电平的电平检测信号 (示于图 21E)。

15 接着，图 14 所示的微机 14 的电平检测器控制单元 60 接受来自电平检测器 36 的 H 电平的电平检测信号，根据下一个位置信号 (示于图 21B) 的上升沿或下降沿，输出复位信号 (L 电平)。而且，接受来自上述电平检测器控制单元 60 的复位信号，D 触发器 FF2 被复位，从输出端子 Q 输出的电平检测信号 (示于图 21E) 成为 L 电平。这样，上述电平检测器 36 把来自图 13 所示的转动位置检测器 3 的积分器 32 的积分信号 $\int V_{MN} dt$ 在其每半波与预定的基准值 E3 进行比较，输出电平检测信号。

25 这样，在起动时的同步运转中，根据上述电平检测器 36 的电平检测信号，电平检测器控制单元 60 和电位差信号电平判定单元 61 判定上述电位差是否大于预定值，由此，能够判断基于电位差信号的位置信号是否稳定。从而，该无电刷 DC 电机能够判断起动时基于来自转动位置检测器 3 的积分器 32 的位置信号的位置检测运转能否进行，能够切实地进行从同步运转向位置检测运转的切换。另外，由于在上述积分信号的每个半波进行判定，因此能够加速从同步运转向位置检测运转切换的响应时间。

〔第 4 实施例〕

35 图 22 示出本发明第 4 实施例的无电刷 DC 电机的电平检测器的电路图，除去该电平检测器和后述的微机外，其余部分取与第 1 实施例的无电刷 DC 电机相同的结构，故省略其说明。

如图 22 所示, 把来自转动位置检测器 3 的积分器 32 的积分信号 $[V_{MN}dt]$ 连接到放大器 IC16 的反相输入端子, 同时, 把放大器 IC16 的同相输入端子经电阻 R41 连接接地点 GND。而且, 经电阻 R42 把上述放大器 IC16 的输出端子和同相输入端子连接在一起, 用上述电阻 R41、R42 和放大器 IC16 构成具有滞后特性的作为滞后比较器的电平检测器 37。

还有，图 23 示出微机 24 的结构，它具有：接受来自转动位置检测器 3 的位置信号和来自电平检测器 37（示于图 22）的电平检测信号的电平判定标志设定单元 100；从上述电平判定标志设定单元 100 接受表示电平判定标志的信号、判定电位差信号 V_{MN} 的电平是否大于预定值的电位差信号电平判定单元 101；连接上述位置信号并比较该位置信号和换流器模式的作为位置信号模式比较装置的模式比较单元 102；接受来自位置信号周期运算单元 45 的表示位置信号周期的周期信号、把位置信号周期的值和基于换流器输出频率的与位置信号的周期相当的值进行比较的作为位置信号周期比较装置的周期比较单元 103；根据来自上述电位差信号电平判定单元 101 的判定结果、来自模式比较单元 102 的比较结果和来自周期比较单元 103 的比较结果输出位置检测运转切换信号的作为运转切换装置的位置检测运转切换单元 104；根据来自上述电位差信号电平判定单元 101 的判定结果、来自模式比较单元 102 的比较结果和来自周期比较单元 103 的比较结果、若输入来自外部的运转信号则输出用于起动的电压指令信号和频率指令信号的 V/F 图形设定单元 105；接受来自上述 V/F 图形设定单元 105 的频率指令信号、输出中断信号 IRQ3 的波形定时器 T4。用上述 V/F 图形设定单元 105 和波形定时器 T4 构成作为同步运转控制装置的同步运转控制单元 56。还有，用上述电平检测器 37、电平判定标志设定单元 100 和电位差信号电平判定单元 101 构成电平判定装置。还有，上述电位差信号电平判定单元 101 中，具有计数单元 101a 和计数判断单元 101b，同时，上述模式比较单元 102 中具有计数单元 102a 和计数判断单元 102b。

另外，把来自上述 V/F 图形设定单元 105 的频率指令信号连接到周期比较单元 103。该频率指令信号是表示在波形定时器 T4 中设定的定时值的信号，能够根据换流器输出的频率求出与位置信号的周期相当的值。即，设定在上述波形定时器 T4 的定时值是相当于换流器输出频率的 6 倍频率的值，能够根据该定时值求出相当于位置信号的周期的值。另外，从设定在上述波形定时器 T4 的定时值求出了相当于位置信号的周期的值，但也可以根据 V/F 图形设定单元 105 的换流器输出的频率求出。

上述无电刷 DC 电机根据位置信号被驱动, 如图 24A ~ 24F 所示, 在来自转动位置检测器 3 的积分器 32 的积分信号 $\int V_{MN} dt$ (示于图 24A) 稳定时, 若输入到电平检测器 37 的放大器 IC16 的反相输入端子的积分信号 $\int V_{MN} dt$ 超过基准值 E4, 则放大器 IC16 的输出端子成为 L 电平, 若不足基准值 E5, 则放大器 IC16

的输出端子成为 H 电平。即，上述电平检测器 37 的电平检测信号（示于图 24C）成为和位置信号（示于图 24B）的相位相异而周期相同的信号。相反，在上述积分信号 $\int V_{MN}dt$ 如图 24D 所示那样不稳定时，若积分信号 $\int V_{MN}dt$ 没有超过基准值 E4 或不足基准值 E5，则电平检测信号（示于图 24F）与位置信号（示于图 24E）相比频率降低，占空比相异。即，上述积分信号的不稳定状态表现为电平检测信号的频率和占空比的变化，根据该变化能够检测基于积分信号的位置信号的稳定/不稳定。

还有，如图 25A ~ 25H 所示，在来自转动位置检测器 3 的积分器 32 的积分信号 $\int V_{MN}dt$ （示于图 25A）稳定时，若周期测定定时器 T3（示于图 25C）的定时值和波形定时器 T4（示于图 25D）的定时值之差的绝对值小于预定值，则根据位置信号（示于图 25B）能够进行位置检测运转。与此相反，在上述积分信号 $\int V_{MN}dt$ 如图 25E 所示那样不稳定时，若周期测定定时器 T3（示于图 25G）的定时值和波形定时器 T4（示于图 25H）的定时值之差的绝对值超过预定值，则不能够根据位置信号（示于图 25F）进行位置检测运转。另外，上述周期测定定时器 T3 的定时值，以表示来自位置信号周期运算单元 45 的位置信号的周期的周期信号表示，波形定时器 T4 的定时值以来自 V/F 图形设定单元 105 的频率指令信号表示。而且，上述周期比较单元 103 根据该周期信号和频率指令信号判断周期测定定时器 T3 的定时值和波形定时器 T4 的定时值之差的绝对值是否小于预定值。

下面，按照图 26、图 27、图 28 的流程说明起动时微机 24 的动作。另外，起动前的运转切换开关 SW 选择在把波形定时器 T4 的中断信号 IRQ3 连接到换流器模式选择单元 53 的同时，把 V/F 图形设定单元 105 的电压指令信号连接到 PWM 单元 54 的同步运转一侧。

首先，若从外部把运转信号输入到上述微机 24，则从 V/F 图形设定单元 105 输出频率指令信号，波形定时器 T4 起动。而且，若上述波形计数器 T4 的计数结束，则从波形定时器 T4 输出中断信号 IRQ3，在该中断信号 IRQ3 的每个发生间隔进行中断处理 21。

图 26 中，在步骤 S301 中判断频率是否增加到一定值，若判断为频率已增加到一定值，则进入步骤 S311，另一方面，若判断为频率未增加到一定值，则进入步骤 S313。而且，在步骤 S313 中读入预先存在表中的 V/F 图形的数据（电压指令信号用和频率指令信号用），进入步骤 S302。

在步骤 S311 中判断是否未允许外部中断，若判断为未允许外部中断，则进入步骤 S314，在允许外部中断后，进入步骤 S312。另一方面，在步骤 S311 中允许外部中断时，进入步骤 S312。另外，在步骤 S314 中，若允许外部中断，则在位置信号的每个上升沿及下降沿进行后述的中断处理 22。

接着，在步骤 S312 中判断被设置在波形定时器 T4 中的波形定时值和位置信

号周期之差的绝对值是否小于预定值。即，在上述周期比较单元 103 中，判断作为来自 V/F 图形设定单元 105 的频率指令信号的、与基于换流器输出频率的位置信号周期相当的波形定时器值和基于来自位置信号周期运算单元 45 的周期信号的位置信号周期值之差的绝对值是否小于预定值。而且，若判断为上述波形定时值和位置信号周期之差小于预定值，则进入步骤 S315，另一方面，若判断为波形定时值和位置信号周期之差超过预定值，则进入步骤 S316，变更电压指令，降低换流器输出电压，进入步骤 S302。

其次，在步骤 S315 中判断电平判定标志的设置次数是否大于一定次数。即，上述电位差电平判定单元 101 的计数单元 101a 计数在电平判定标志设定单元 100 中电平判定标志被连续设置的次数，用计数判定单元 101b 判断是否计数了一定次数。而且，在电平判定标志的设置次数被设置为一定次数以上时，上述电平检测信号作为预定的图形，进入到步骤 S317，另一方面，电平判定标志的设置次数不足一定次数时，进入步骤 S318。而且在步骤 S318 中变更电压指令，降低换流器输出电压，进入步骤 S302。

在步骤 S317 中，判断位置信号和换流器模式是否存在一定的关系。即，判断是否如图 7A ~ 7D 所示，在换流器模式的奇数切换点上位置信号为 H 电平，而且在换流器模式的偶数切换点上位置信号为 L 电平。而且，在步骤 S317 中位置信号和换流器模式存在一定关系时，进入步骤 S319，另一方面，位置信号和换流器模式不存在一定关系时进入步骤 S320。而且，在步骤 S320 中变更电压指令，降低换流器输出电压，进入步骤 S302。

在步骤 S319 中，用模式比较单元 102 的计数单元 102a 计数上述换流器模式和位置信号的 H、L 电平的对应连续重复的次数；用模式比较单元 102 的计数判断单元 102b 判断是否计数了一定次数。即，判断是否如第 1 实施例的图 7A ~ 7D 所示那样，换流器模式的奇数切换（如从 2 到 3、从 4 到 5）点上位置信号为 H 电平，而且换流器模式的偶数切换（如从 3 到 4，从 5 到 0）点上位置信号为 L 电平这样的条件连续计数了一定次数。而且，在步骤 S319 中判断为计数了一定次数时，进入步骤 S321，请求位置检测运转切换后进入步骤 S302。另一方面，在步骤 S319 中判断为没有计数一定次数时，进入步骤 S302。

接着，在步骤 S302 中根据电压指令输出电压指令信号。然后，进入步骤 S303，依据在 V/F 图形设定单元 105 中设定的频率指令即预先存在表中的频率数据运算波形定时器 T4 用的定时值。接着，进入步骤 S304，把在步骤 S303 中求出的定时值设置在波形定时器 T4 中并起动，结束该中断处理 21。

而且，依据上述中断处理 21 的步骤 S321 的位置检测运转切换请求，运转切换开关 SW 切换到位置检测运转一侧，在上述微机 24 的外部中断端子上所输入的位置信号的每个上升沿及下降沿进行图 27 所示的中断处理 22。

首先，图 27 中，在步骤 S331 判断有没有位置检测切换请求，在没有位置

检测切换请求时，进入步骤 S341，电平判定标志设定单元 100 判定来自转动位置检测器 3 的位置信号是否为上升沿。而且，若在步骤 S341 中判断为位置信号是上升沿，则进入步骤 S351，另一方面，若判断为位置信号不是上升沿，则进入步骤 S352。而且，在步骤 S351 中电平判定标志设定单元 100 判断来自电平检测器 37 的电平检测信号是否为 H 电平，若判断为电平检测信号为 H 电平，则进入步骤 S353，设置电平判定标志。另一方面，若在步骤 S351 中判断为电平检测信号不是 H 电平，则进入步骤 S354，复位电平判定标志。

5 还有，若进入步骤 S352，则电平判定标志设定单元 100 判断来自电平检测器 37 的电平检测信号是否为 L 电平，若判断为电平检测信号是 L 电平，则进入步骤 S355，置位电平判定标志。另一方面，若在步骤 S352 中判断为电平检测信号不是 L 电平，则进入步骤 S356，复位电平判定标志。另外，上述电位差信号电平判定单元 101 的计数单元 101a 计数在电平判定标志设定单元 100 中连续置位电平判定标志的次数。还有，上述电平判定标志的初始状态复位。

10 其次，在步骤 S332 判断有没有位置检测运转切换请求，若判断为有位置检测运转切换请求，则进入步骤 S342，另一方面，若判断为没有位置检测运转切换要求，则进入步骤 S333。而且，在步骤 S342 中，根据来自外部的相位量指令，在定时值运算单元 46 中运算相位修正定时器 T2 用的相位修正定时值。接着，进入步骤 S343，把在步骤 S342 中求出的相位修正定时值设置在相位修正定时器 T2 中。而且，在步骤 S344 中起动相位修正定时器 T2 后进入步骤 S345，
20 停止波形定时器 T4 后，进入步骤 S333。

接着，在步骤 S333 中停止周期测定定时器 T3，进入步骤 S334，读入周期测定定时器 T3 的定时值。接着，进入步骤 S335，使周期测定定时器 T3 起动。而且，在步骤 S336 中位置信号周期运算单元 45 从周期测定定时器 T3 的定时值运算位置信号的周期。接着，在步骤 S337 中速度运算单元 47 根据在步骤 S336
25 中求出的位置信号的周期，运算电机的转速。

接着，进入步骤 S338，判断有没有位置检测运转切换请求，若判断为有位置检测运转切换请求，则进入步骤 S346，根据速度指令信号进行速度控制，输出电压指令信号，结束中断处理 22。另一方面，若在步骤 S388 中判断为没有位置检测运转切换请求，则结束中断处理 22。

30 而且，一旦在上述中断处理 22 中起动的相位修正定时器 T2 的计数结束，则相位修正定时器 T2 输出中断信号 IRQ2，在该中断信号 IRQ2 的每个发生间隔进行图 28 所示的中断处理 23。

即，若上述相位修正定时器 T2 的计数结束，输出中断信号 IRQ2，则起动中断处理 23，在步骤 S361 中换流器模式选择单元 53 使换流器模式步进 1，在
35 步骤 S362 中输出电压图形，结束中断处理 23。

这样，用上述电位差信号电平判定单元 101、模式比较单元 102 和周期比

较单元 103，即使起动时因负载变动和电源电压变动，电位差信号的特性发生变化，也能够判断能否进行基于来自转动位置检测器 3 的位置信号的位置检测运转，能够切实地从同步运转切换为位置检测运转。

还有，当用上述电平检测器 37 比较来自上述转动位置检测器 3 的积分器 32 的积分信号 $\int V_{MN} dt$ 和基于滞后特性的基准值 $E4$ 、 $E5$ 而得到的电平检测信号是预定的图形时，能够判定为上述电位差是大于上述预定值。从而，能够不用全波整流电路和多个比较器而通过上述电平检测器 37 简单地构成电平判定装置。

〔第 5 实施例〕

图 29 示出本发明第 5 实施例的无电刷 DC 电机的转动位置检测器的电路图，除去该转动位置检测器和后述的微机以外，其余部分与第 1 实施例的无电

平检测器的无电刷 DC 电机结构相同，省略其说明。

如图 29 所示，转动位置检测器 110 由图 1 所示第 1 实施例的转动位置检测器 3 的作为电位差检测装置的差动放大器 31、作为积分装置的积分器 32 和滞后比较器 38 构成。上述滞后比较器 38 由把来自积分器 32 的积分信号 $\int V_{MN} dt$ 连接到反相输入端子的放大器 IC17、把该放大器 IC17 的同相输入端子连接到接地点 GND 的电阻 R44、连接放大器 IC17 的输出端子和同相输入端子的电阻 R45 构成，具有滞后特性。

还有，图 30 示出上述微机 120 的结构，它具有：连接来自上述转动位置检测器 110 的“位置信号 + 电平检测信号”、比较该“位置信号 + 电平检测信号”和换流器模式的作为位置信号模式比较装置的模式比较单元 111；接受来自位置信号周期运算单元 45 的表示位置信号的周期的周期信号、比较位置信号的周期值和基于换流器输出频率的与位置信号的周期相当的值的作为位置信号周期比较装置的周期比较单元 112；根据来自上述模式比较单元 111 的比较结果和来自周期比较单元 112 的比较结果、输出位置检测运转切换信号的位置检测运转切换单元 113；根据来自上述模式比较单元 111 的比较结果和来自周期比较单元 112 的比较结果、若输入来自外部的运转信号则输出用于起动的电压指令信号和频率指令信号的 V/F 图形设定单元 114；接受来自上述 V/F 图形设定单元 114 的频率指令信号输出中断信号 IRQ3 的波形定时器 T4。用上述 V/F 图形设定单元 114 和波形定时器 T4 构成作为同步运转控制装置的同步运转控制单元 57。还有，上述模式比较单元 111 中，具有计数单元 111a 和计数判断单元 111b。

另外，把来自上述 V/F 图形设定单元 114 的频率指令信号连接到周期比较单元 112。该频率指令信号是表示在波形定时器 T4 中设定的定时值的信号，能够求出与基于换流器输出的频率的位置信号的周期相当的值。

上述无电刷 DC 电机按照位置信号被驱动，如图 31A ~ 31D 所示，来自上述转动位置检测器 110 的积分器 32 的积分信号 $\int V_{MN} dt$ （示于图 31A）稳定时，输入到滞后比较器 38 的放大器 IC17 的反相输入端子，若超过基准值 $E6$ ，则放

大器 IC17 的输出端子为 L 电平, 若不足基准值 E7, 则放大器 IC17 的输出端子为 H 电平。而且, 上述转动位置检测器 110 根据基准值 E6、E7 输出“位置信号 + 电平检测信号”(示于图 31B)。与此相对, 在上述积分信号 $\int V_{MN} dt$ 如图 31C 所示那样不稳定、且未超过基准值 E6 或不小于基准值 E7 时, “位置信号 + 电平检测信号”(示于图 31D) 与图 31B 相比频率降低, 占空比相异。即, 上述积分信号的不稳定状态表现为该“位置信号 + 电平检测信号”的频率和占空比的变化, 根据该变化, 能够检测基于积分信号的位置信号的稳定/不稳定。

下面, 按照图 32、图 33、图 34 的流程说明起动时微机 120 的动作。另外, 起动前的运转切换开关 SW 选择到把波形定时器 T4 的中断信号 IRQ3 连接到换流器模式选择单元 53 的同时把 V/F 图形设定单元 114 的电压指令信号连接 PWM 单元 54 的同步运转一侧。

首先, 若从外部把运转信号输入到上述微机 120, 则从 V/F 图形设定单元 114 输出频率指令信号, 波形定时器 T4 起动。而且, 一旦该波形定时器 T4 的计数结束, 则从波形定时器 T4 输出中断信号 IRQ3, 在该中断信号 IRQ3 的每个发生间隔进行中断处理 31。

图 32 中, 在步骤 S401 中判断频率是否增加到一定值, 若判断为频率增加到一定值, 则进入步骤 S411, 另一方面, 若判断为频率未增加到一定值, 则进入步骤 S413。而且, 在步骤 S413 中读入预定存在表中的 V/F 图形的数据(电压指令信号用和频率指令信号用), 进入步骤 S402。其次, 在步骤 S411 中判断是否不允许外部中断。若判断为不允许外部中断, 则进入步骤 S414, 在允许外部中断后, 进入步骤 S412。另一方面, 在步骤 S411 中允许外部中断时, 进入步骤 S412。另外, 若在步骤 S414 允许外部中断, 则在位置信号的每个上升沿和下降沿进行后述的中断处理 32。

接着, 在步骤 S412 中判断波形定时值和位置信号周期之差是否小于预定值。即, 在上述周期比较单元 112 中判断作为来自 V/F 图形设定单元 114 的频率指令信号的、与基于换流器输出频率的位置信号周期相当的定时值和基于来自位置信号周期运算单元 45 的周期信号的位置信号周期值之差的绝对值是否小于预定值。而且, 若判断为波形定时值和位置信号周期之差小于预定值, 则进入步骤 S416, 另一方面, 若判断为波形定时值和位置信号周期之差不小于预定值, 则进入步骤 S415, 变更电压指令, 降低换流器输出电压, 进入步骤 S402。

其次, 在步骤 S416 中判断位置信号和换流器模式是否存在一定关系。即, 判断是否如上述第 1 实施例的图 7A ~ 7D 所示那样, 在换流器模式的奇数切换点上位置信号为 H 电平, 而且在换流器模式的偶数切换点上位置信号为 L 电平。而且, 在步骤 S416 中位置信号和换流器模式存在一定关系时, 进入步骤 S417, 另一方面, 在位置信号和换流器模式不存在一定关系时, 进入步骤 S418, 变更电压指令, 降低换流器输出电压, 进入步骤 S402。

其次，在步骤 S417 中，用模式比较单元 111 的计数单元 111a 计数上述换流器模式和位置信号的 H、L 电平的对应连续重复的次数，用模式比较单元 111 的计数判断单元 111b 判断是否计数了一定次数。即，判断是否如第 1 实施例的图 7A ~ 7D 所示那样在换流器模式的奇数切换（如从 2 到 3，从 4 到 5）点上位置信号为 H 电平，而且在换流器模式的偶数切换（如从 3 到 4，从 5 到 0）点上位置信号为 L 电平的条件连续计数了一定次数。而且，在步骤 S417 中判断为计数了一定次数时，进入步骤 S419，请求位置检测运转切换后进入步骤 S402。另一方面，在步骤 S417 中判断为没有计数一定次数时，进入步骤 S402。

接着，在步骤 S402 中，根据电压指令输出电压指令信号。然后，进入步骤 S403，依据在 V/F 图形设定单元 114 中设定的频率指令即预先存在表中的频率数据运算波形定时器 T4 用的定时值。接着，进入步骤 S304，把在步骤 S403 中求出的定时值设置在波形定时器 T4 中并起动的，结束该中断处理 31。

而且，根据上述中断处理 31 的步骤 S419 的位置检测运转切换请求，运转切换开关 SW 切换到位置检测运转一侧，在上述微机 120 的外部中断端子上所输入的位置信号的每个上升沿及下降沿进行图 33 所示的中断处理 32。

首先，图 33 中，在步骤 S421 判断有没有位置检测运转切换请求，若判断为有位置检测运转切换请求，则进入步骤 S341，另一方面，若判断为没有位置检测运转切换请求，则进入步骤 S422。而且，在步骤 S341 中根据来自外部的相位量指令，在定时值运算单元 46 运算相位修正定时器 T2 用的相位修正定时值。然后，进入步骤 S432，把在步骤 S431 中求出的相位修正定时值设置在相位修正定时器 T2 中。而且，在步骤 S433 中起动相位修正定时器 T2 后进入步骤 S434 中，停止波形定时器 T4 后进入步骤 S422。

接着，在步骤 S422 中，停止周期测定定时器 T3，进入步骤 S423，读入周期测定定时器 T3 的定时值。接着，进入步骤 S424，使周期测定定时器 T3 起动。而且，在步骤 S425 中位置信号周期运算单元 45 从周期测定定时器 T3 的定时值运算位置信号的周期。接着，在步骤 S426 中，速度运算单元 47 根据在步骤 S425 中求出的位置信号的周期，运算电机的转速。

然后，进入步骤 S427，判断有没有位置检测运转切换请求，若判断为有位置检测运转切换请求，则进入步骤 S435，根据速度指令信号进行速度控制，输出电压指令信号，结束中断处理。另一方面，若在步骤 S427 中判断为没有位置检测运转切换请求，则结束中断处理 32。

而且，若结束在上述中断处理 32 中起动的相位修正定时器 T2 的计数，则相位修正定时器 T2 输出中断信号 IRQ2，在该中断信号 IRQ2 的每个发生间隔进行图 34 所示的中断处理 33。

即，若上述相位修正定时器 T₂ 的计数结束并输出中断信号 IRQ2，则中断处理 33 起动，在步骤 S441 中换流器模式选择单元 53 把换流器模式步进 1，在

步骤 S442 中输出电压图形，结束中断处理 33。

这样，用上述转动位置检测器 110 的滞后比较器 38，在检测位置信号的同时，比较来自积分器 32 的积分信号 $\int V_{MN} dt$ 和基于滞后比较器 38 的滞后特性的基准值 E6、E7，输出“位置信号 + 电平检测信号”。而且，在“位置信号 + 电平检测信号”的周期值（基于来自位置信号周期运算单元 45 的周期信号的值）和与基于换流器输出的频率的位置信号的周期相当的值（波形定时器 T4 中设定的定时值）之差的绝对值小于预定值时，能够判定为上述电位差信号 V_{MN} 大于预定值，能够判断为基于电位差信号 V_{MN} 的位置信号稳定。还有，由于上述转动位置检测器 110 具有滞后比较器 38，而该滞后比较器 38 具有上述第 1、2、3、4 实施例的电平比较器的功能，因此，不必特别地具备电平检测器，能够减少成本。

在上述第 1、2、3、4、5 实施例中，把上述电枢绕组 1a、1b、1c 的电压图形切换方式取为 180 度通电，而电压图形的切换方式不限于 180 度，也可以是 120 ~ 180 度的通电方式。

还有，作为测定上述位置信号的周期的装置，使用周期测定定时器 T3 和位置信号周期运算单元 45，计数从位置信号的上升沿到下降沿或从下降沿到上升沿的时间（相位角 60 度），从该定时值测定电压图形的周期，但不限于此，也可以计数从位置信号的上升沿到下一个上升沿或从下降沿到下一个下降沿的时间（相位角 120 度），测定电压图形的周期。

还有，使用了上述微机 4、14、24、120，而也可以用逻辑电路等构成去代替微机。

还有，使起动时的上述换流单元 20 的换流器输出的电压、频率增加的同步运转是使用如图 11、图 12 所示的直线图形进行的，但也可以使用曲线图形使换流器输出的电压、频率增加。还有，换流器输出的电压、频率也可以恒定。进而，还可以在换流器输出的电压、频率中使某一方增加，另一方恒定。

还有，上述 V/F 图形设定单元 44、64、105、114 使用了预先存在表中的 V/F 图形的数据，但也可以使用运算式运算该情况下的 V/F 图形的数据。

还有，使换流器电压下降直到判定为电位差信号稳定，但也可以降低换流器输出的电压 V 和频率 F 之比 V/F ，即换流器电压恒定而使频率增加。另外，也可以降低电压，提高频率。

还有，上述电平检测器 34、35、36 接受来自转动位置检测器 3 的积分器 32 的积分信号输出电平检测信号，但也可以用电平判定装置判定电枢绕组中性点和电阻电路中中性点的电位差是否大于预定值。

还有，上述第 1 实施例中，在比较上述转动位置检测器 3 的位置信号和换流器模式选择单元 53 的换流器模式的作为位置信号模式比较装置的模式比较单元 42 中，比较换流器模式的切换点和位置信号的 H、L 电平的对应是否连续一

致，但作为位置信号比较装置不限于此，也可以比较换流器模式的切换点和位置信号的切换点的相位是否为预定的范围。

还有，上述第 1 实施例中，使用了作为整流装置的全波整流电路 15，但整流装置不限于此，也可以使用半波整流电路。

5 还有，使用了作为整流装置的全波整流电路 15、作为平滑装置的平滑电路 16 和作为平滑信号比较装置的比较电路 17，然而不限于此，也可以用数字电路构成整流装置、平滑装置及平滑信号比较装置，在把上述积分信号 A/D 变换后，通过数字运算求电平检测信号。

10 还有，在上述第 2、第 3 实施例中，在来自转动位置检测器 3 的积分信号 $\int V_{MN} dt$ 的每个半波判断是否超过基准值 E1、E2 或 E3，但也可以把积分信号半波整流，判断该被半波整流的积分信号的仅半波部分是否越过了基准值 E3。还有，也可以仅设置基准值 E1 或 E2 之一，判断积分信号 $\int V_{MN} dt$ 是否越过基准值 E1 或 E2 的某一个。

15 还有，上述第 2、第 3 实施例中，根据作为电位差信号比较装置的比较电路 18、19 的电平检测信号，在电平检测器控制单元 60 中设定电平判定标志，电位差信号电平判定单元 61 的计数单元 61a 计数连续设置电平判定标志的次数，然而不限于此，电平判定装置也可以在电位差信号比较装置的输出信号的脉冲幅度或频率等是预定的图形时，判定上述电位差是否大于预定值。

20 还有，积分器 32 设为由电容器和电阻组成的积分器，也可以使用应用运算放大器构成了一阶延迟电路的积分器放大积分信号，这种情况下，由于积分信号被充分放大，故提高了抗噪声能力，进一步得到改善。

25 还有，转动位置检测器 3 在第 1 级配设差动放大器 31，在第 2 级配设了积分器 32，然而，结构不限于此，也可以在第 1 级配设积分器 32，第 2 级配设放大器 31，若在第 1 级的积分器 32 使用运算放大器则也可以不配设第 2 级的放大器 31。

30 还有，差动放大器 31 为简化电路，故使用同相放大电路，把电枢绕组 1a、1b、1c 的中性点作为接地点 GND，把 3 相 Y 型接线的电阻电路 2 的中性点电位输入到 IC1 的同相输入端子，而也可以把换流器单元 20 的晶体管 20d、20e、20f 的发射极作为接地点 GND，把电枢绕组 1a、1b、1c 的中性点电位 V_N 及 3 相 Y 型接线的电阻电路 2 的中性点电位 V_M 分别输入到差动输入减法电路的输入端。

产业上的利用可能性

本发明的无电刷 DC 电机适用于换流空调等空调机、洗衣机、吸尘器等家用电器中。

说明书附图

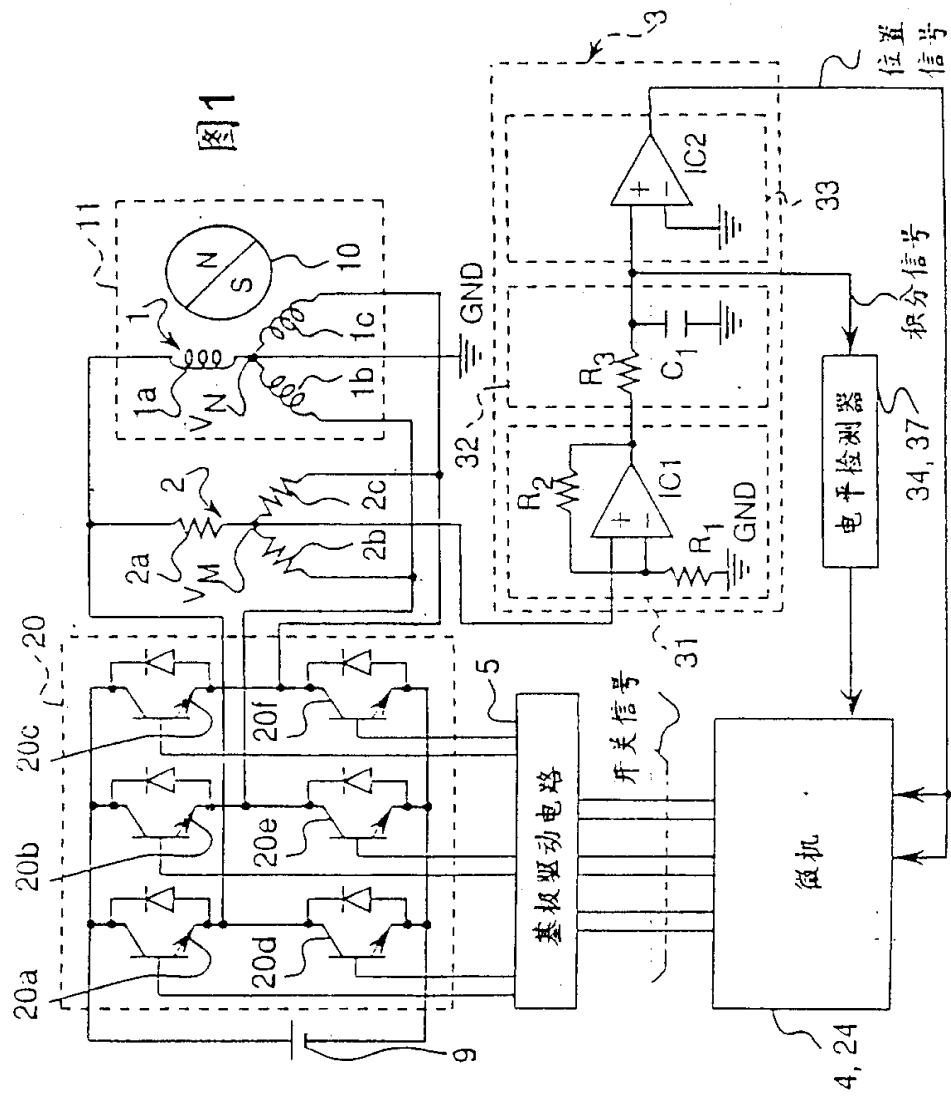
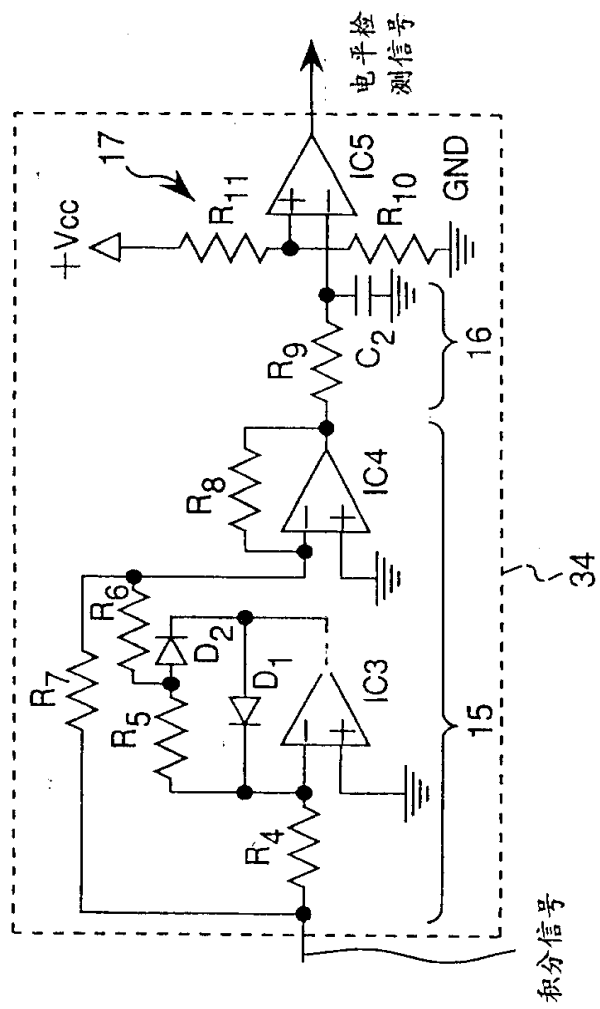
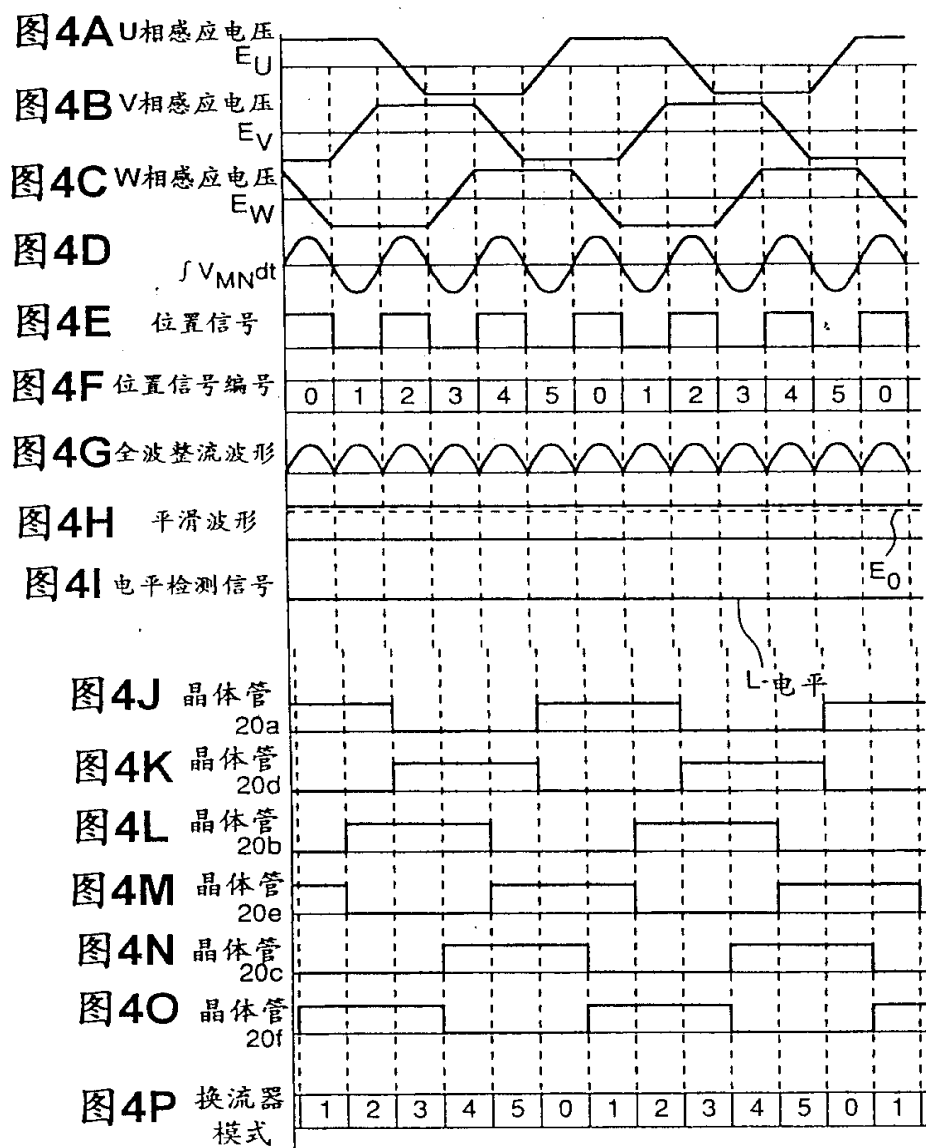


图3





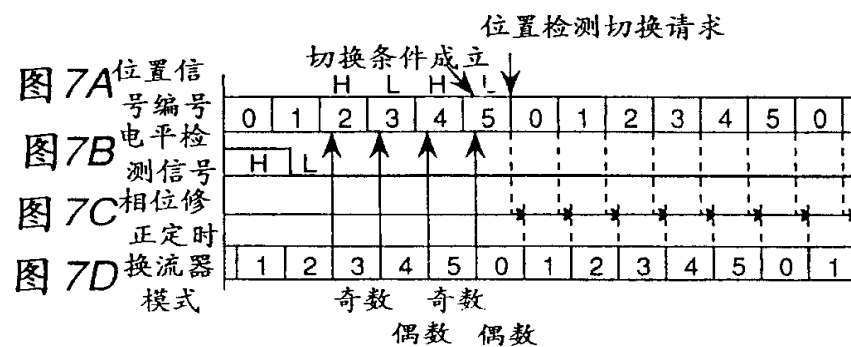
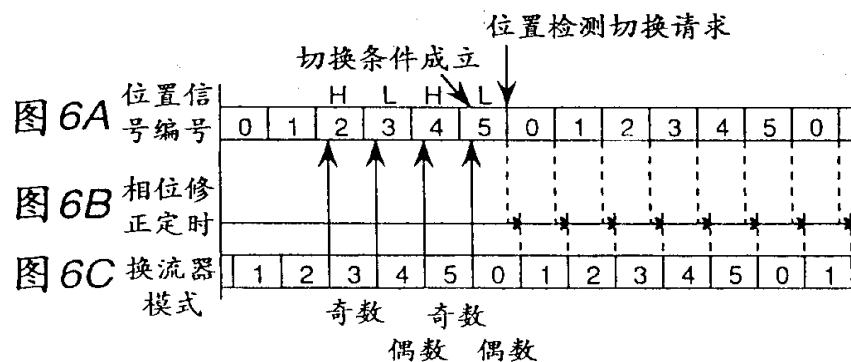
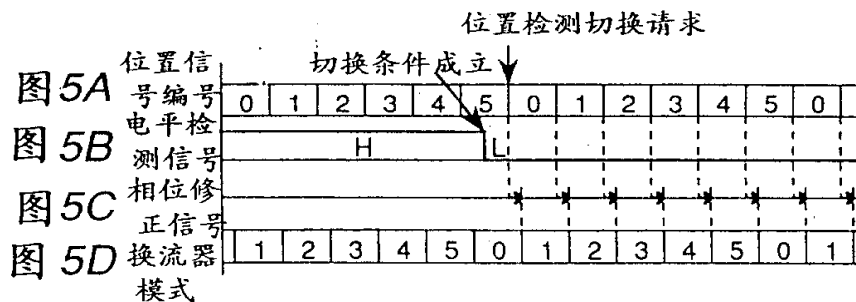
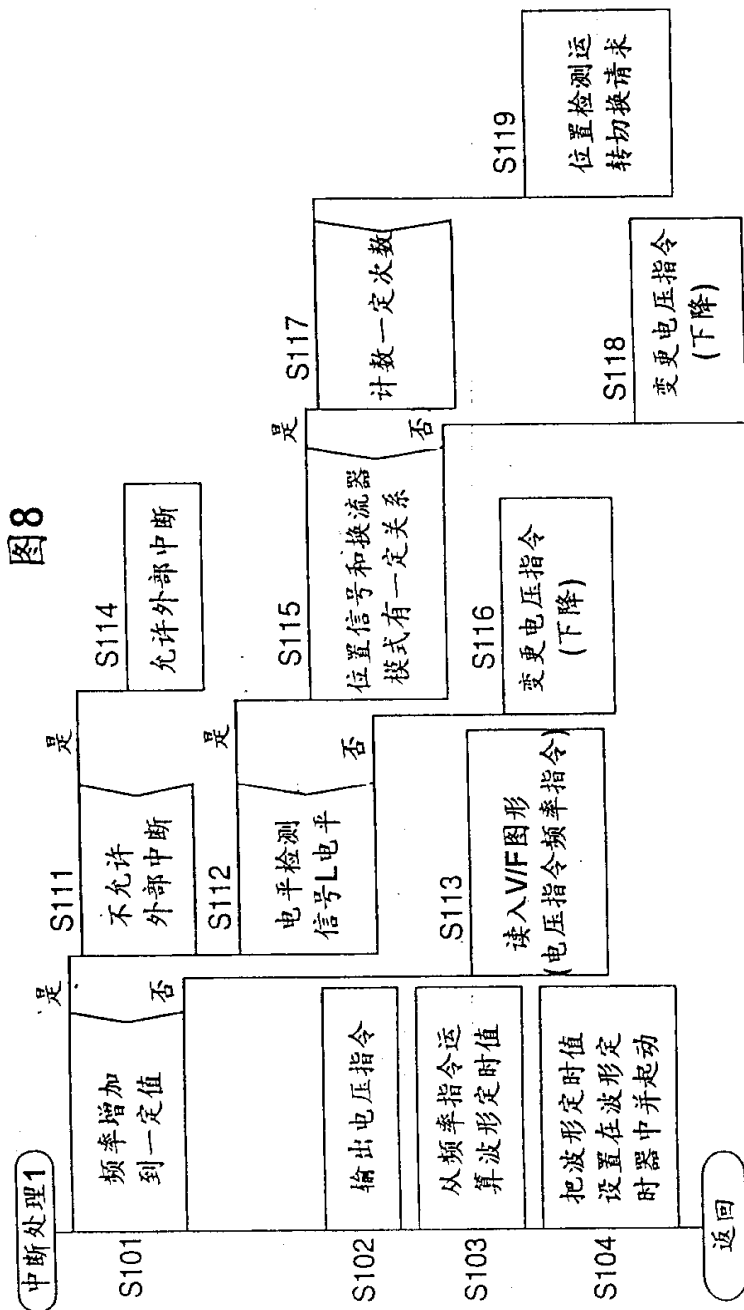


图8



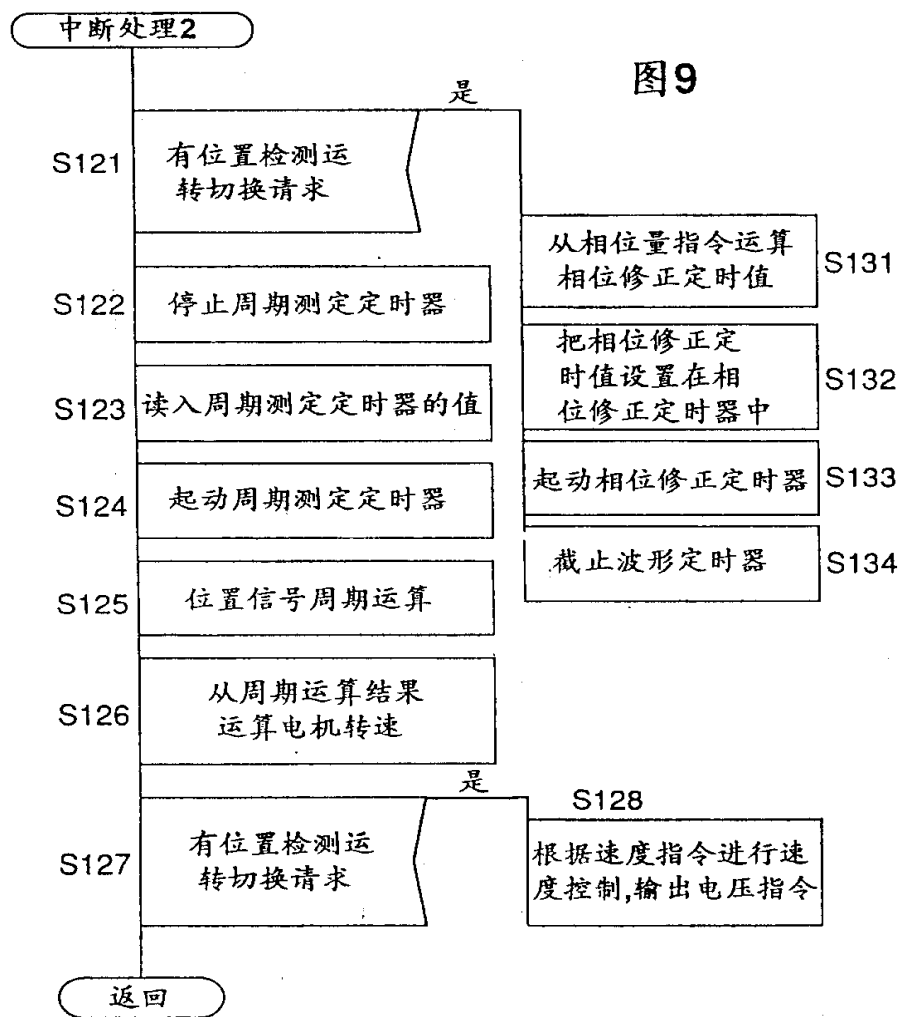
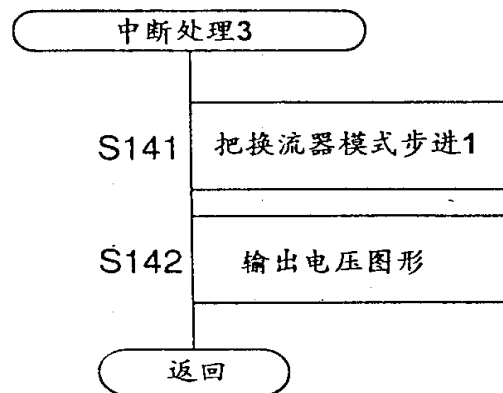


图10



(V) 换波器输出电压

(F) 换流器频率

图11

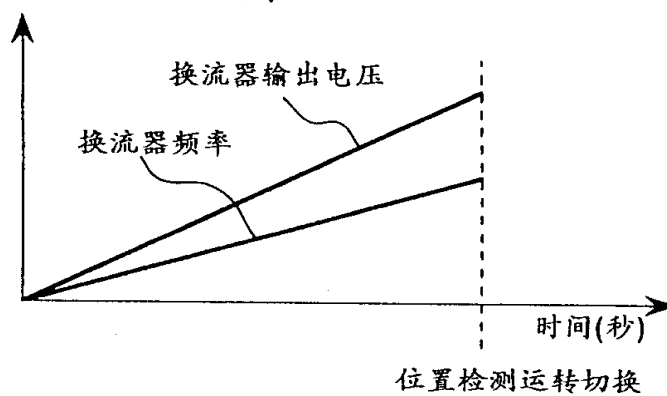
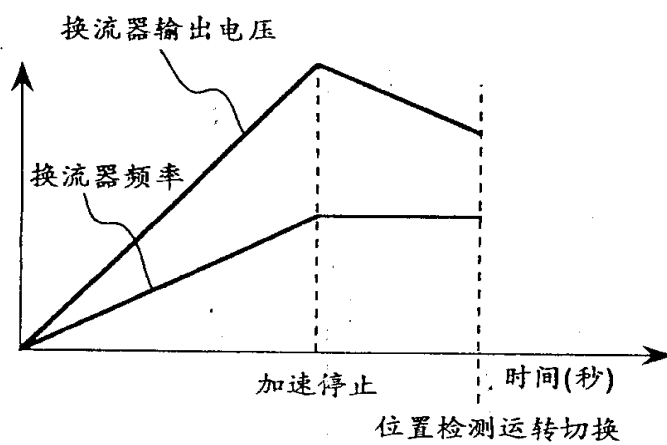


图12

(V) 换流器输出电压

(F) 换流器频率



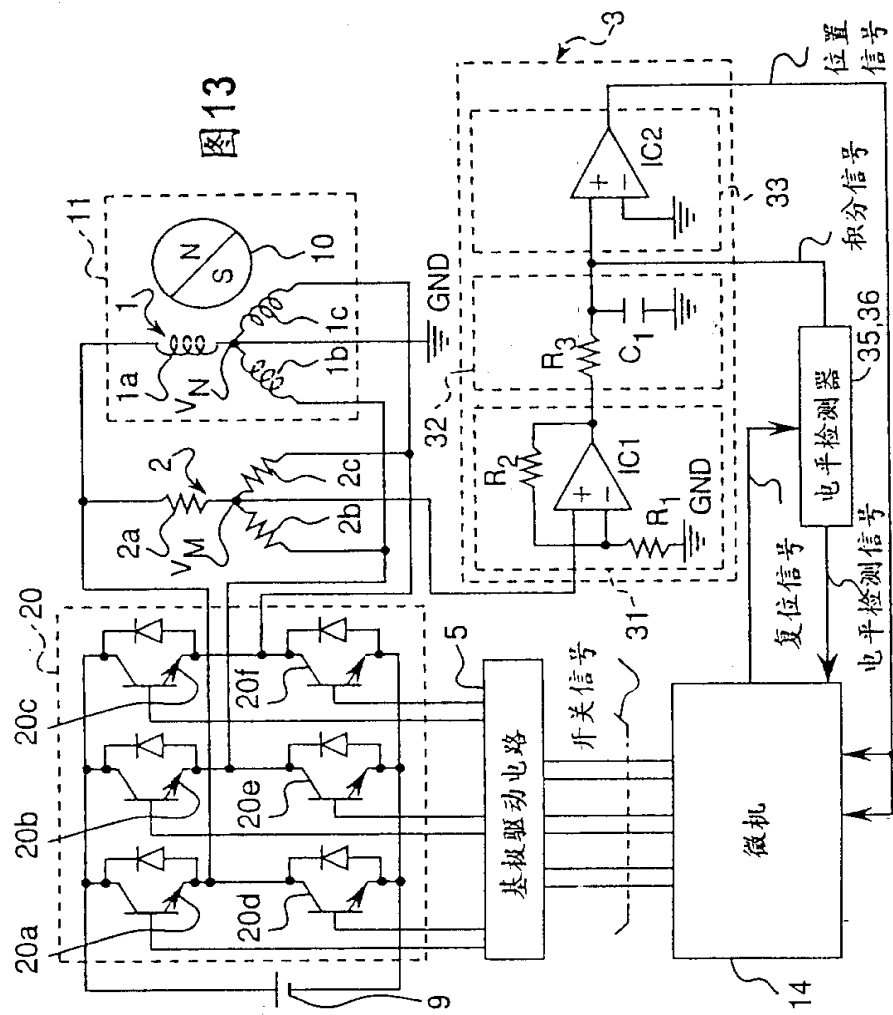
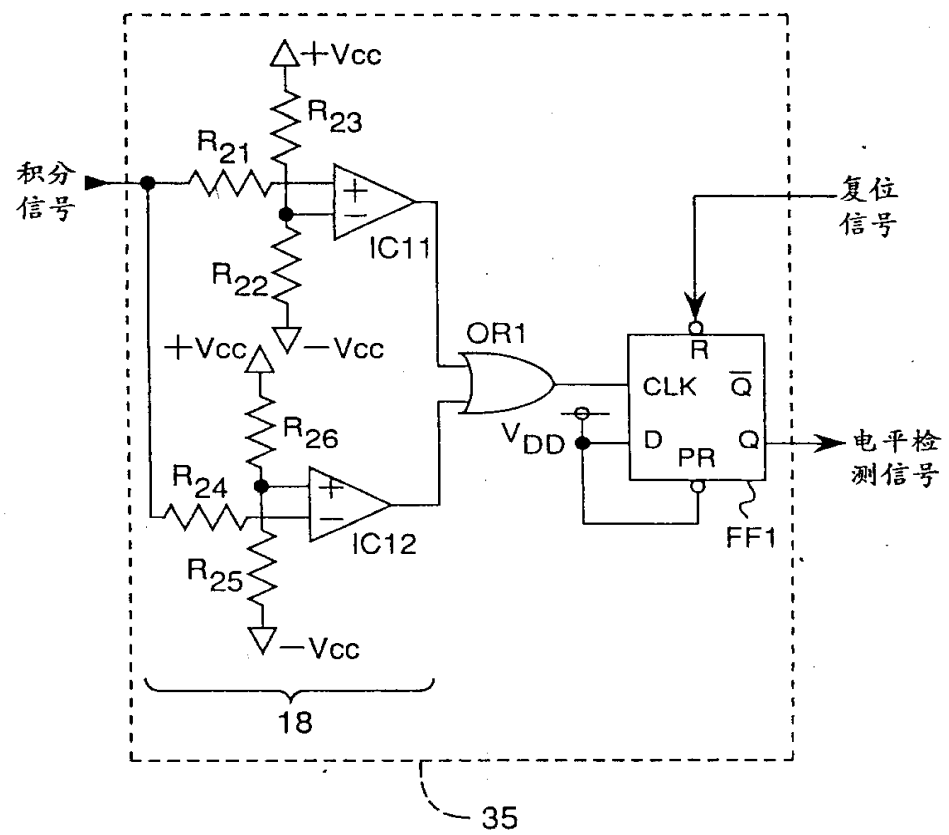


图15



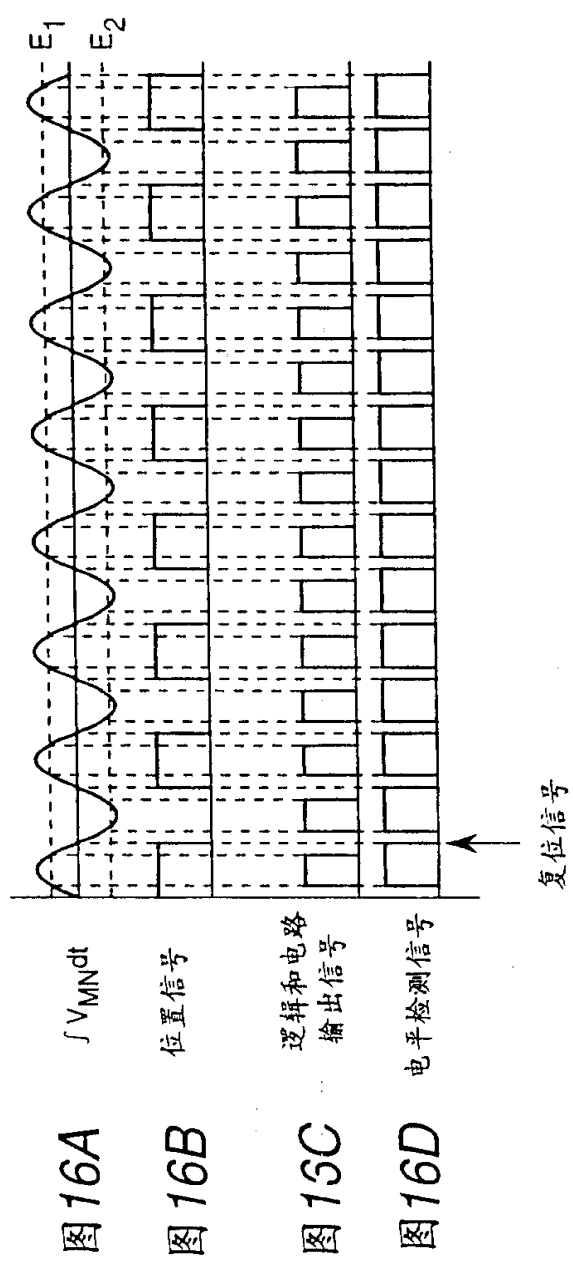
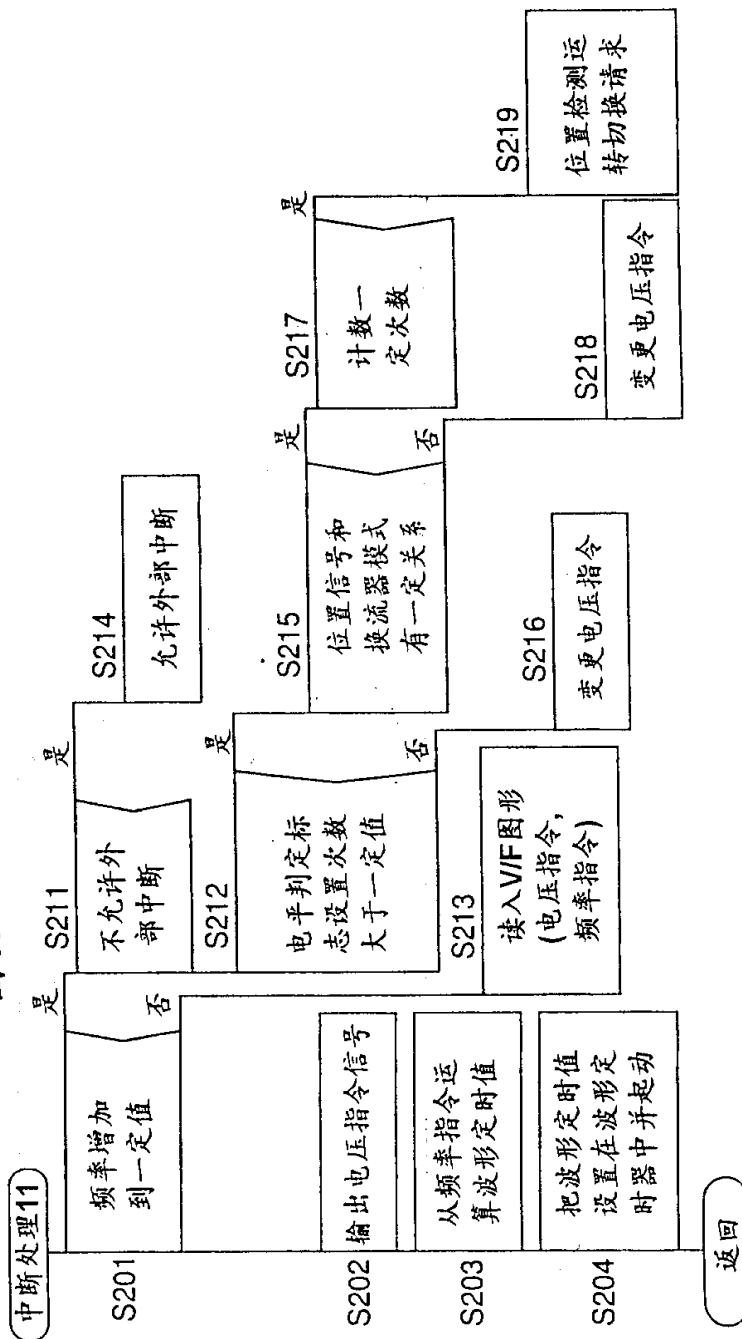


图17



中断处理12

图18

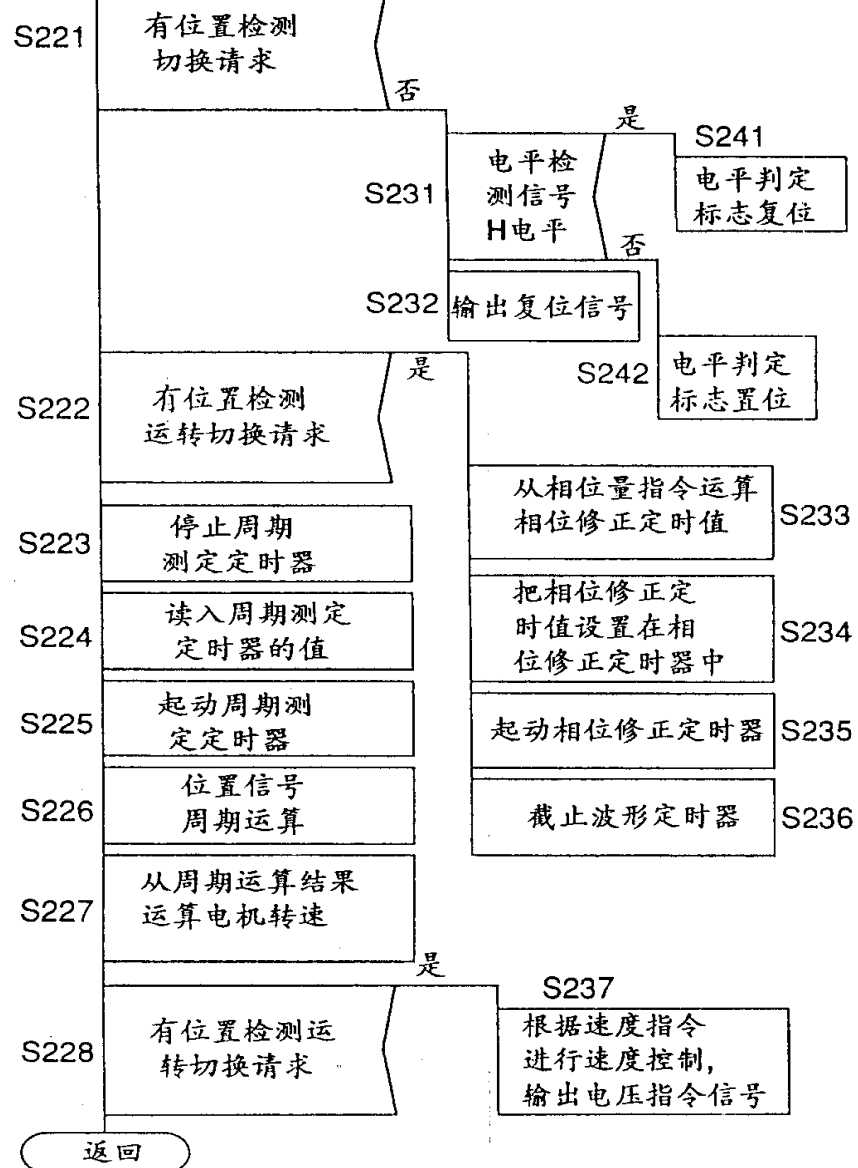
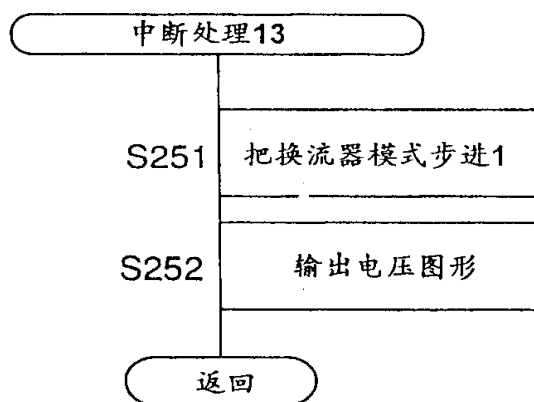


图19



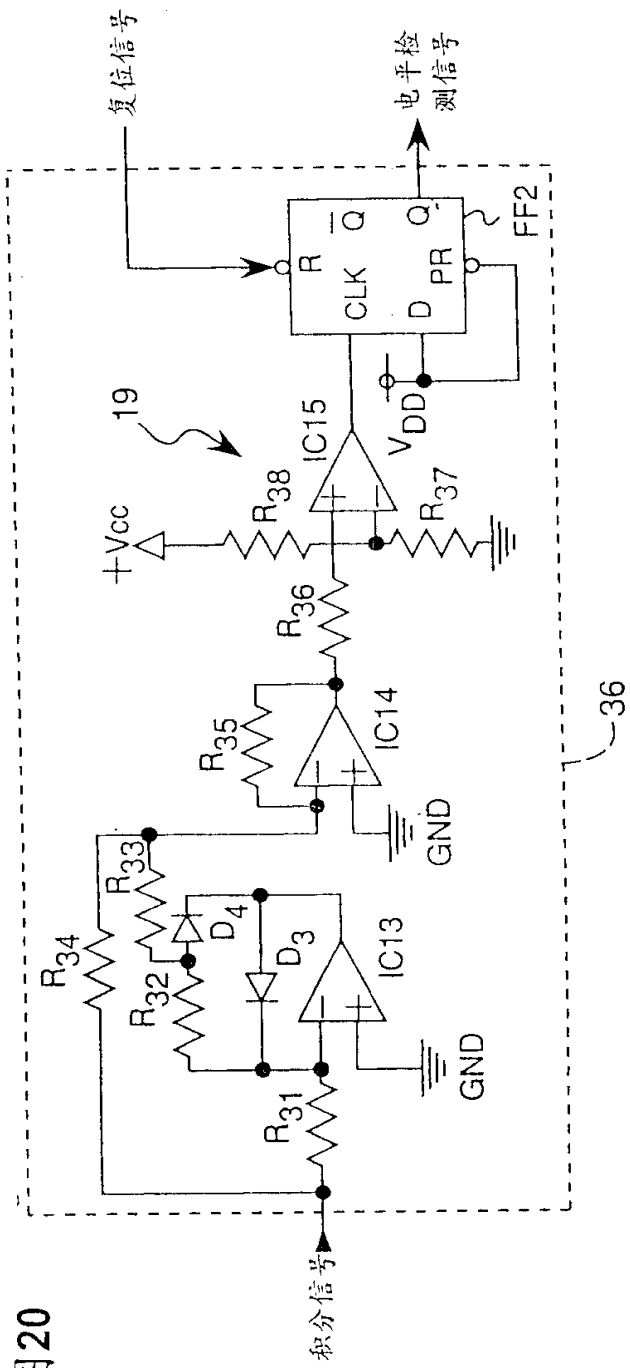


图 20

图 21A $\int V_{MN} dt$

图 21B 位置信号

图 21C 全波整流信号

图 21D 比较器输出信号

图 21E 电平检测信号

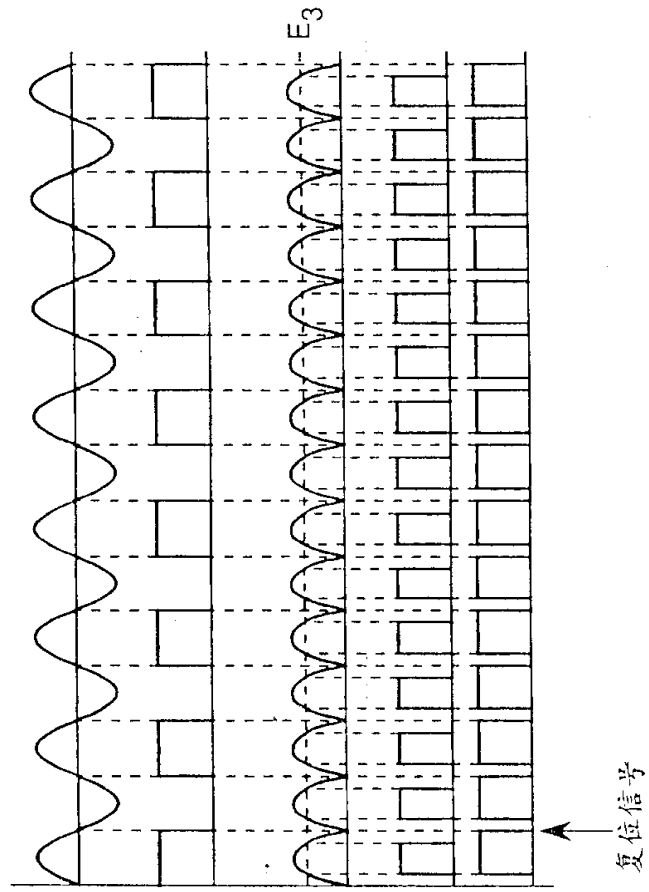


图22

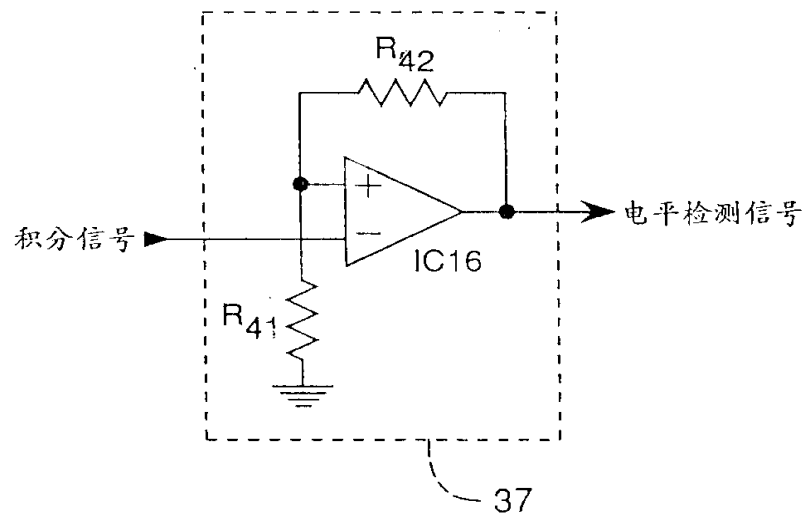


图24A $\int V_{MN} dt$

图24B 位置信号

图24C 电平检测信号

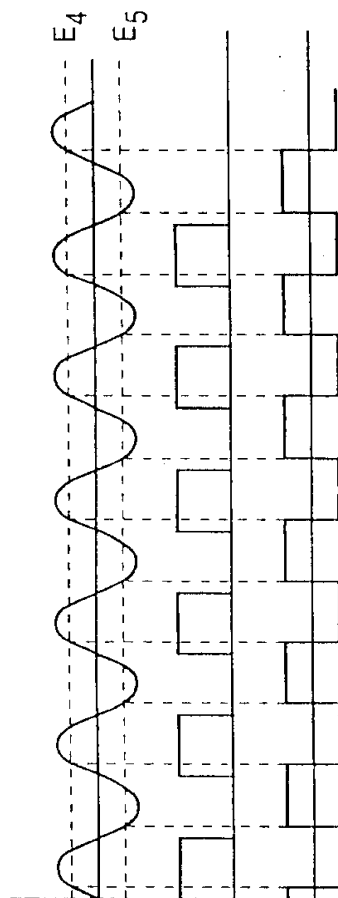
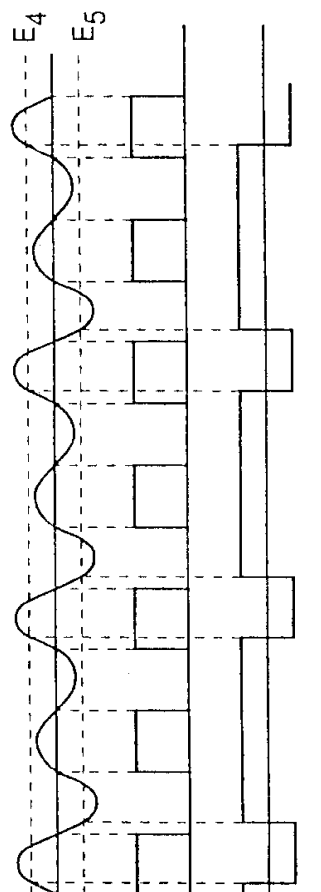
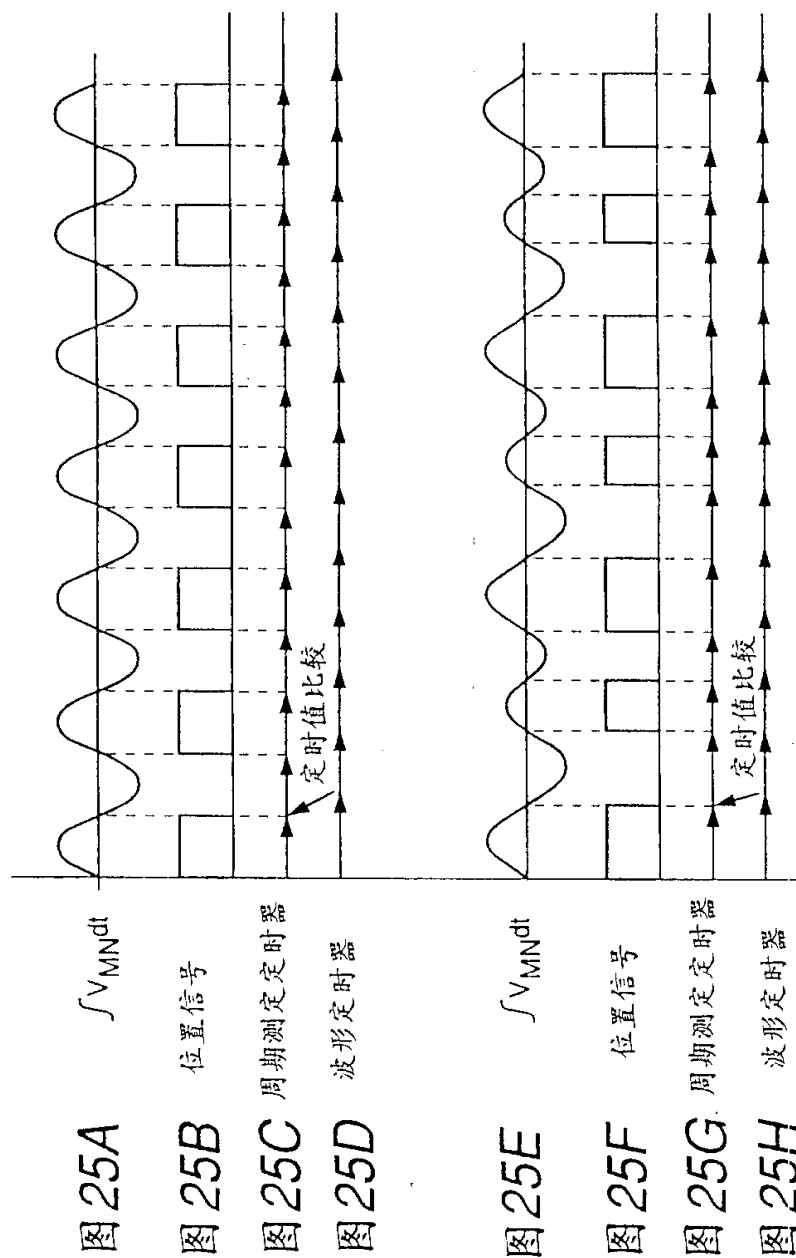


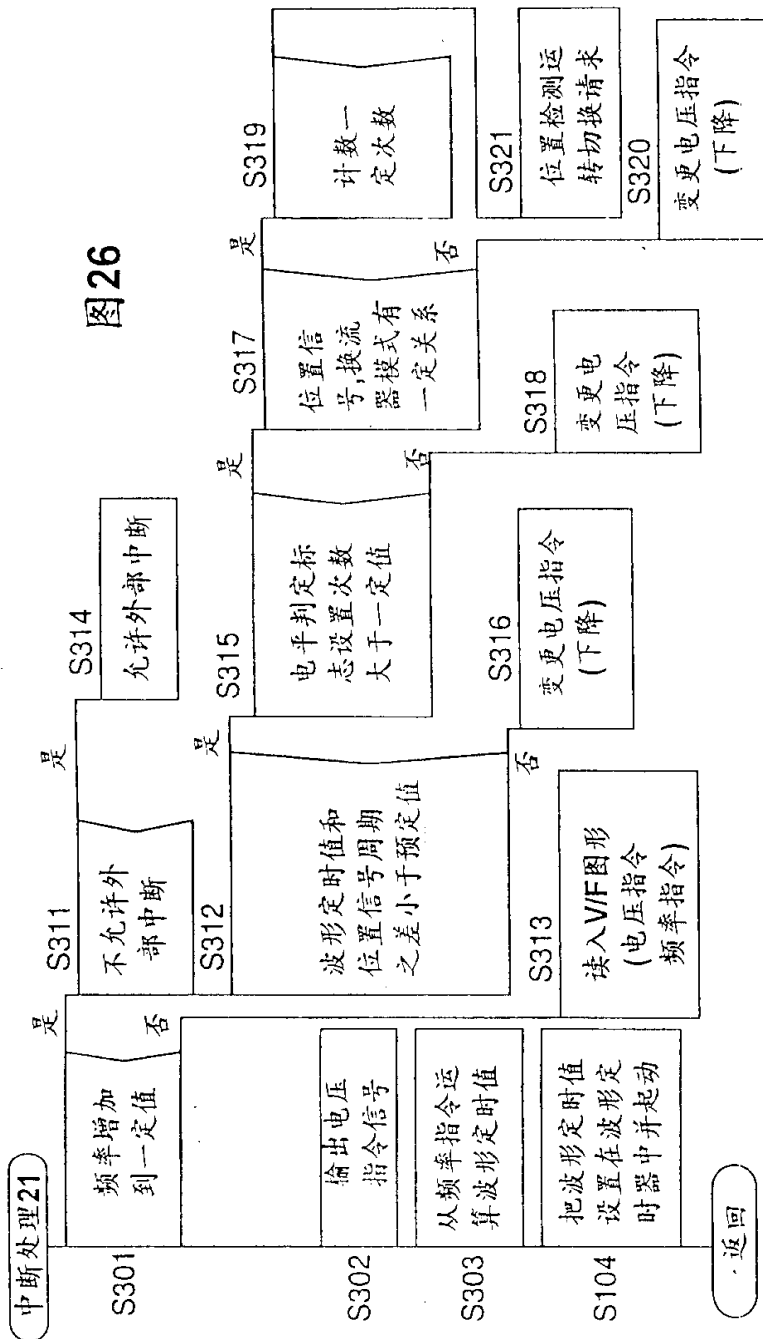
图24D $\int V_{MN} dt$

图24E 位置信号

图24F 电平检测信号







中断处理22

图27

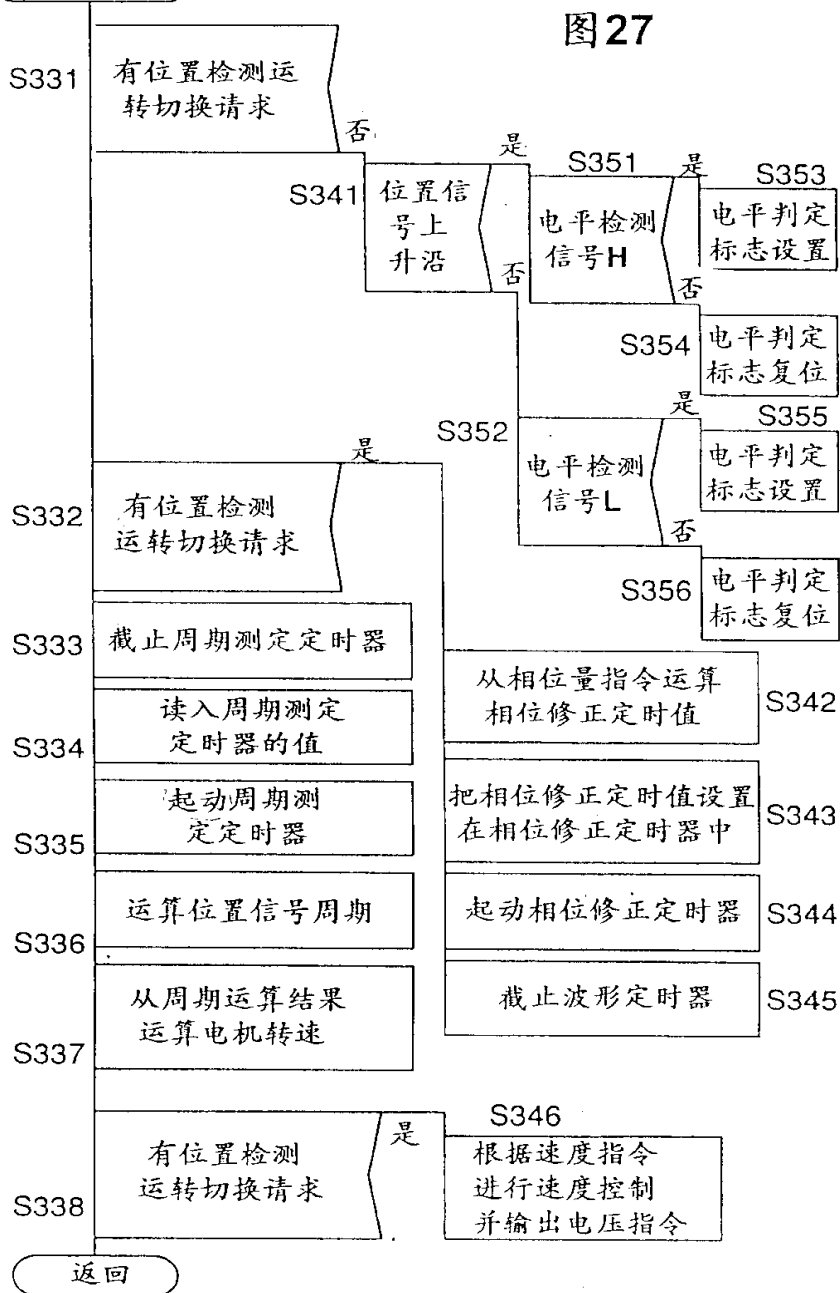


图28

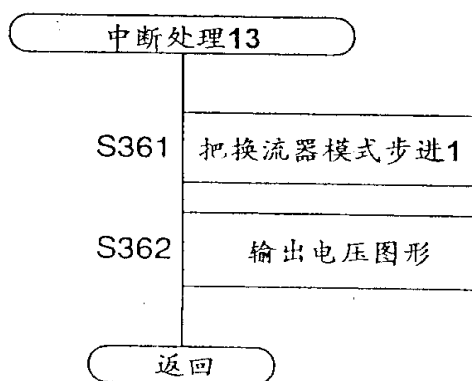
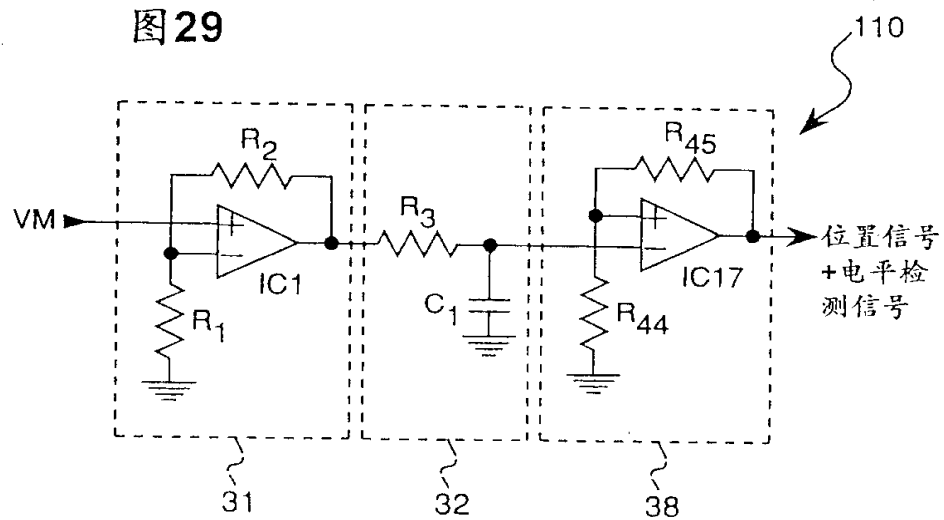


图29



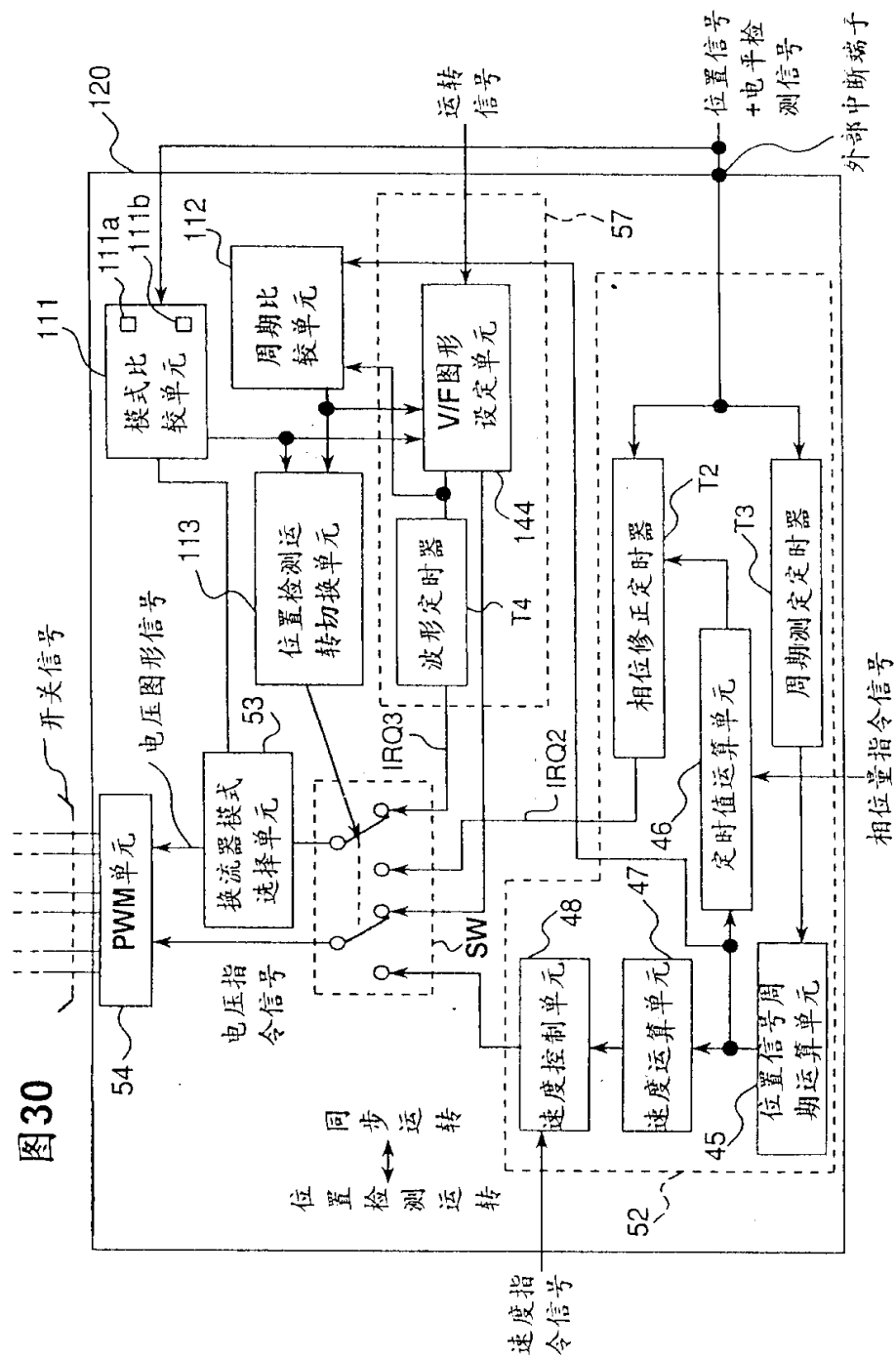


图 31A $\int V_{MN} dt$
位置信号+电
平检测信号

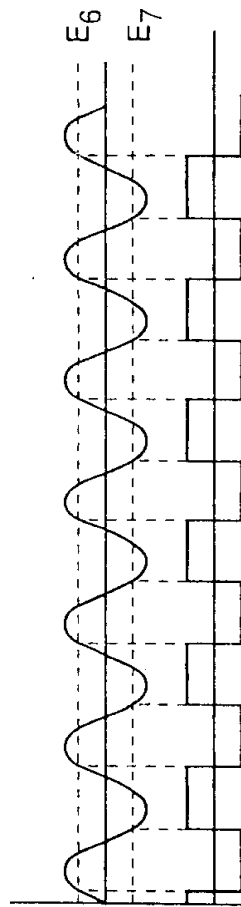


图 31B

图 31C $\int V_{MN} dt$
位置信号+电
平检测信号

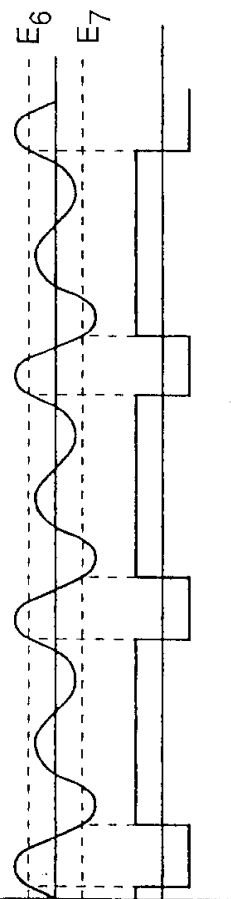
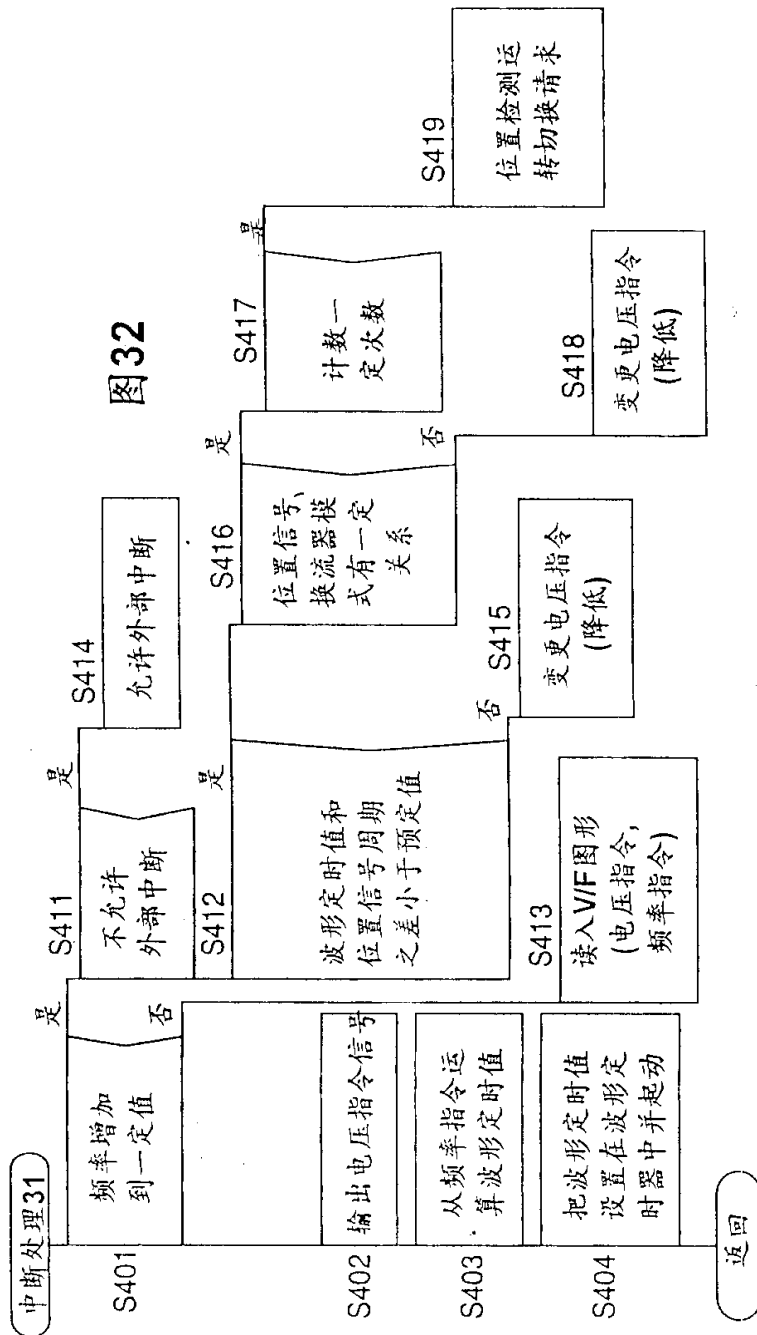


图 31D



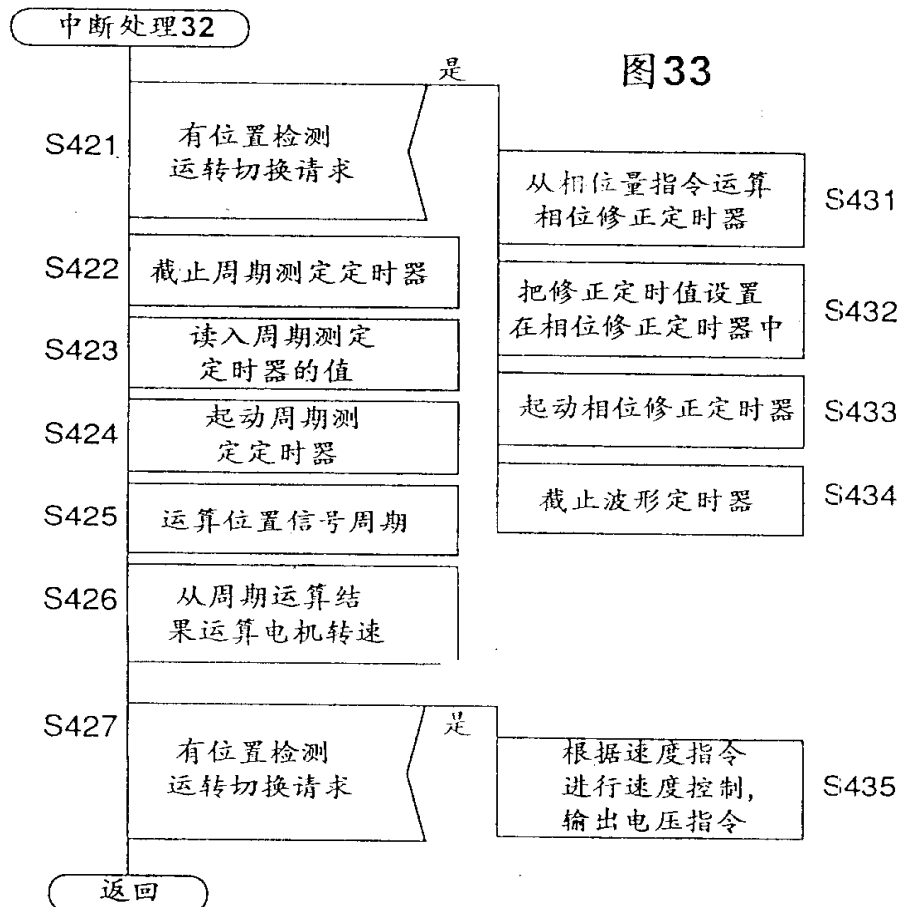


图34

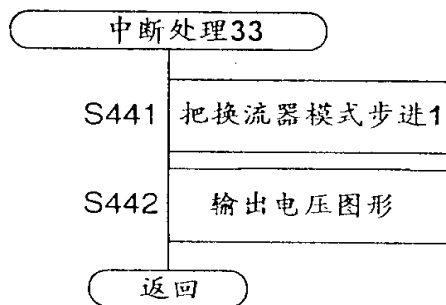


图35

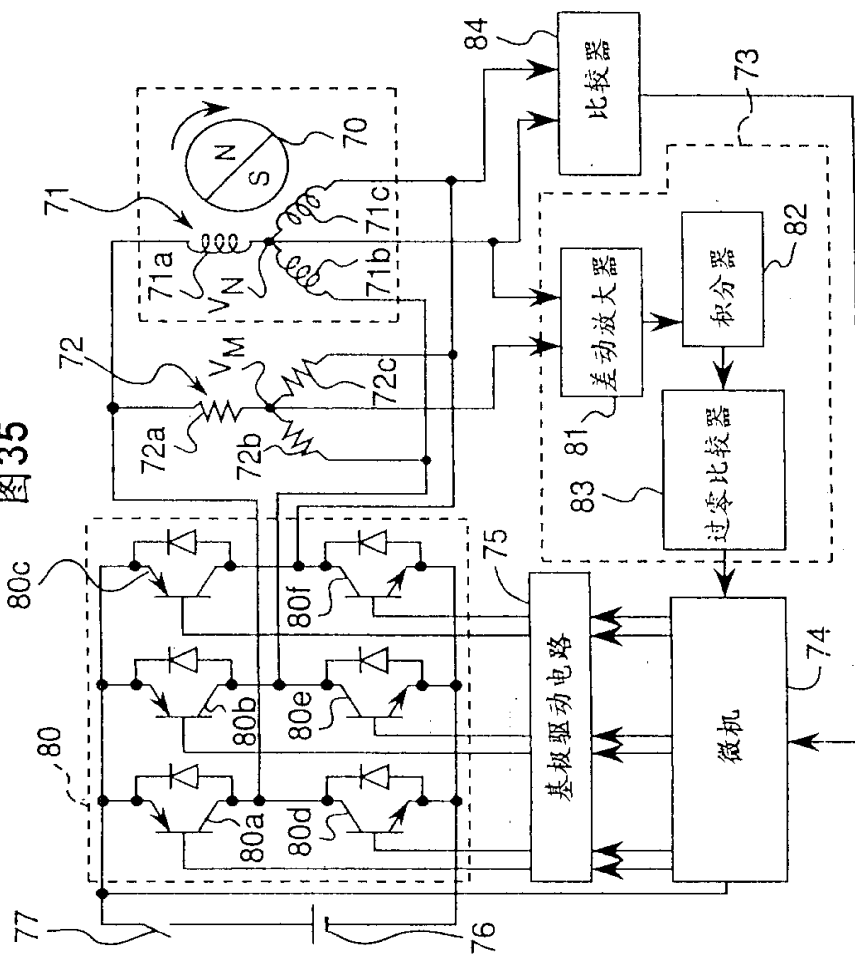


图36

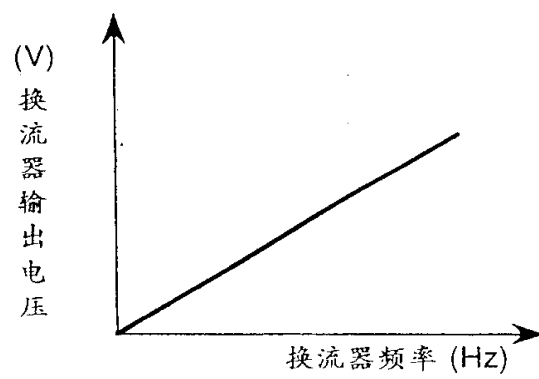


图37

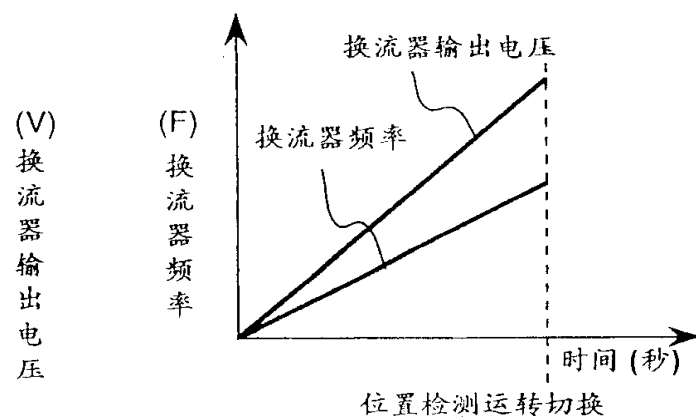


图38

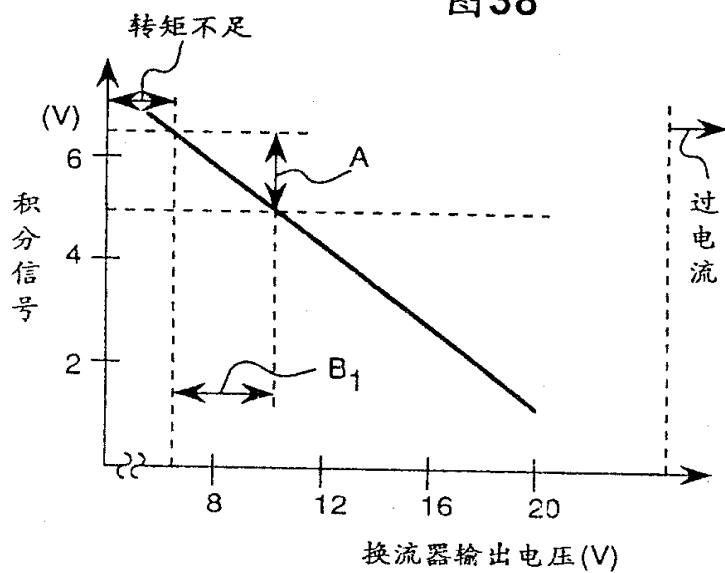
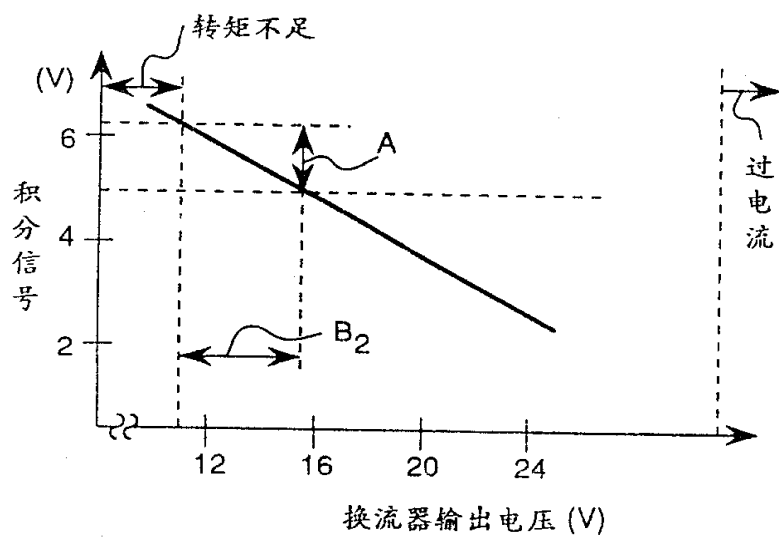
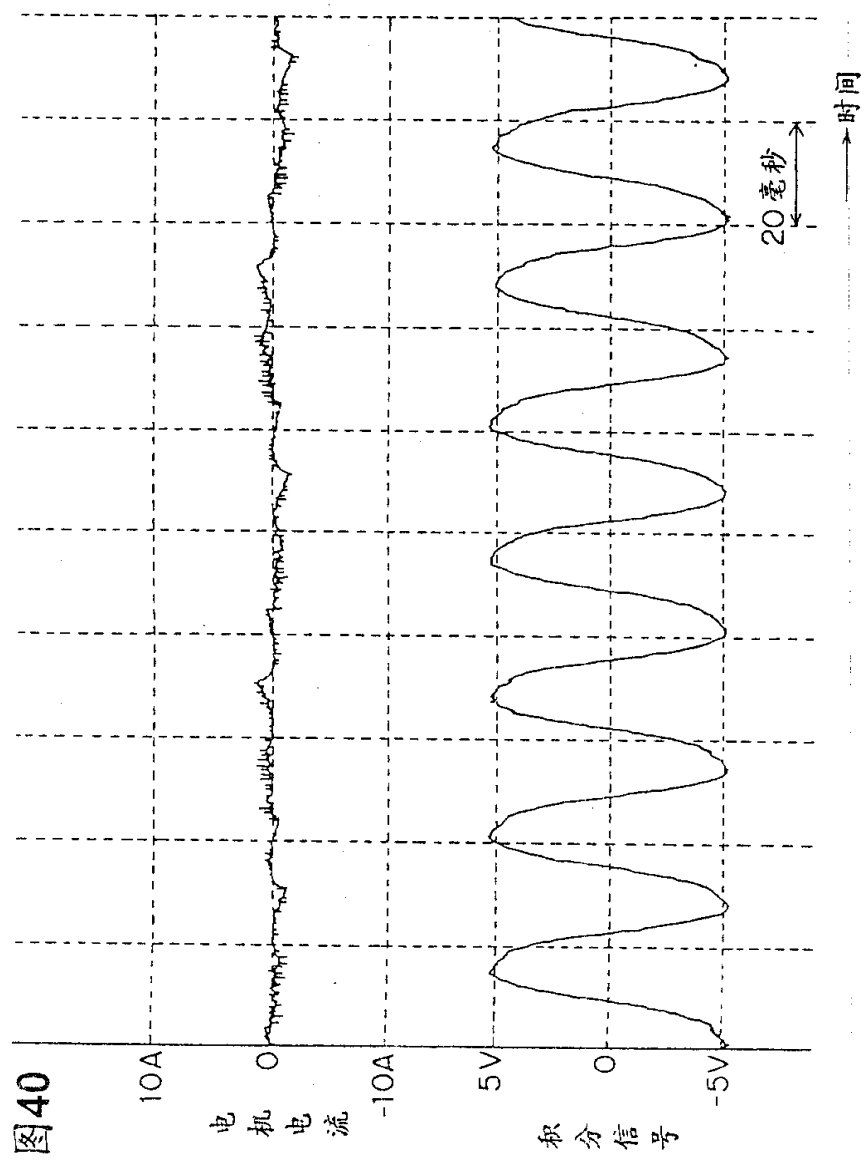


图39





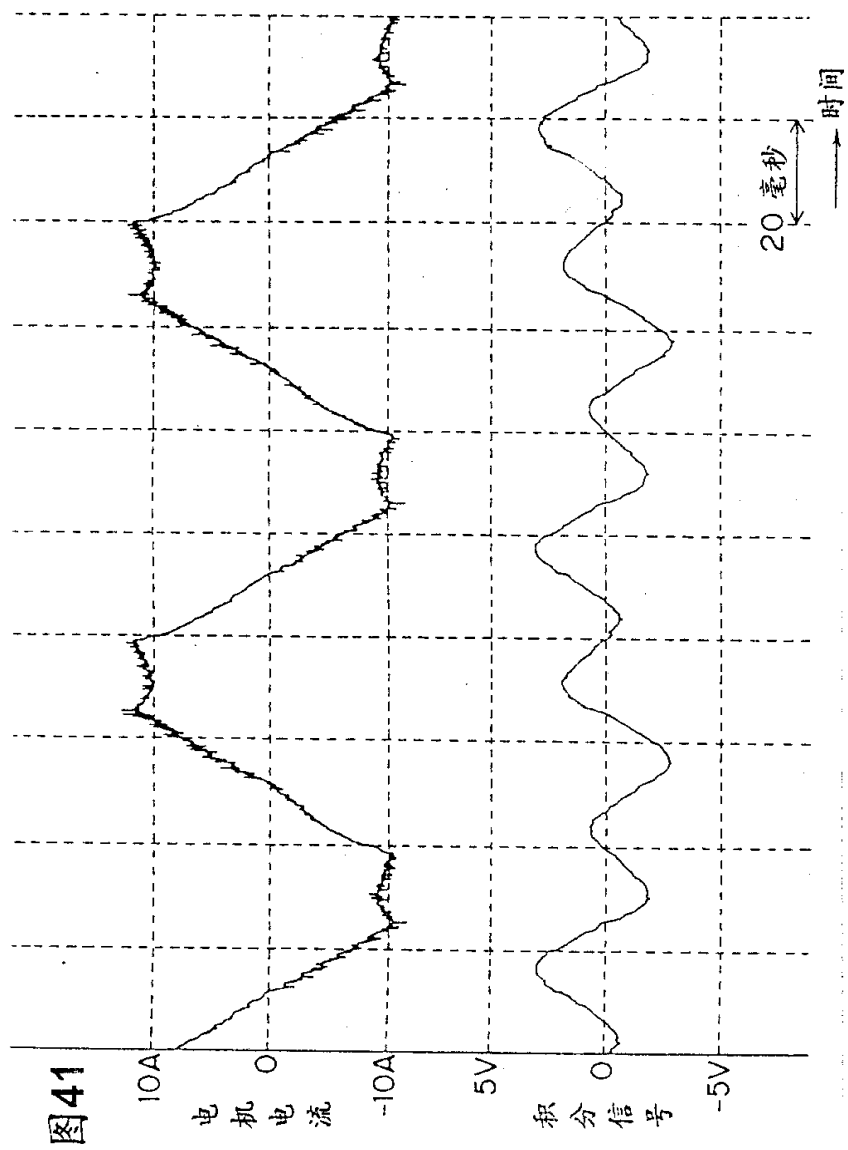


图42

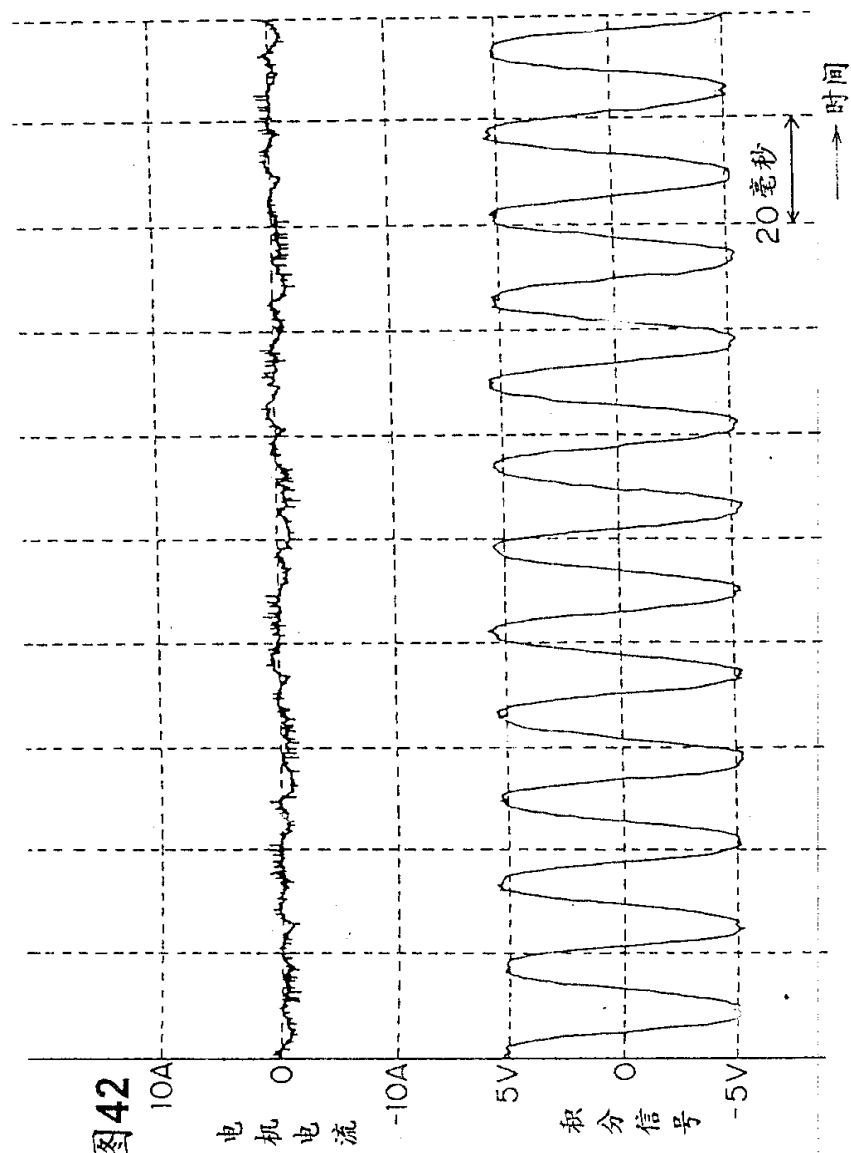


图43

