



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 99804328.1

[45] 授权公告日 2003 年 11 月 5 日

「11」 授权公告号 CN 1126866C

[22] 申请日 1999.12.9 [21] 申请号 99804328.1

〔30〕 優先権

[32] 1998.12. 9 [33] JP [31] 350577/1998

[32] 1998.12. 9 [33] JP [31] 350578/1998

[32] 1998.12. 9 [33] JP [31] 350579/1998

[32] 1998.12. 9 [33] JP [31] 350580/1998

[32] 1998.12. 9 [33] JP [31] 350581/1998

[86] 国际申请 PCT/JP99/06902 1999.12.9

[87] 国际公布 WO00/34649 日 2000.6.15

「85」 进入国家阶段日期 2000.9.22

〔71〕 专利权人 株式会社美姿把

地址 日本群馬县

[72] 发明人 野末裕 小林俊幸 及川诚

内山英和 若林和久 木村昭久

稻叶光则

审查员 张红漫

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

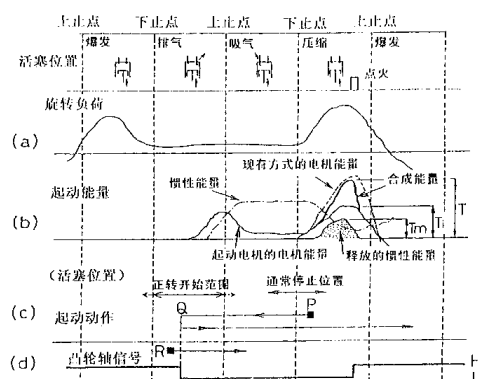
代理人 陈 健

权利要求书 4 页 说明书 54 页 附图 32 页

[54] 发明名称 内燃机的起动装置

[57] 摘要

在起动发动机时,使起动电动机逆转,使曲轴逆转,使活塞暂时返回排气冲程内。其后,使起动电动机正转,从活塞处于排气冲程内的状态使发动机起动。起动电动机以逆转通电时间 t_1 被逆转后,在停止通电时间 t_2 期间曲轴惯性旋转,使活塞位于排气冲程。逆转通电时间 t_1 和停止通电时间 t_2 由逆转通电时间表格和停止通电时间表格设定,从起动电动机的换向位置脉冲信号算出电动机的旋转速度和速度变化率、旋转角度,根据它们进行适当的反馈控制。由此,在排气冲程和吸气冲程中在曲轴的旋转系统上积蓄正转方向的惯性能量,由该惯性能量和起动电动机的旋转能量越过活塞的压缩冲程,可以使起动电动机小型化、低价格化。



1. 内燃机的起动装置，其特征在于：它包括起动电动机和控制装置，该起动电动机与将排气行程作为起动开始位置的内燃机的曲轴相连接，该控制装置用于由上述曲轴的旋转惯性能量与上述起动电动机的旋转能量的合力越过压缩行程。

2. 如权利要求1所述的内燃机的起动装置，其特征在于，上述控制装置使上述起动电动机逆转并返回到排气冲程。

3. 如权利要求1所述的内燃机的起动装置，其特征在于，上述控制装置使上述起动发电机仅以规定的通电时间逆转而驱动上述曲轴逆转后，通过使上述曲轴以规定的停止通电时间惯性旋转而使上述内燃机的活塞位于排气冲程，其后，使上述起动发动机正转而使上述内燃机起动。

4. 如权利要求3所述的内燃机的起动装置，其特征在于，上述起动装置上还设有存储了逆转通电时间表格及停止通电时间表格的存储装置，上述逆转通电时间表格是将温度和电源电压的至少一方作为参数设定上述逆转通电时间，上述停止通电时间表格是将温度作为参数设定上述停止通电时间。

5. 如权利要求3所述的内燃机的起动装置，其特征在于，它包括从温度和电源电压算出上述逆转通电时间的逆转通电时间算出装置和从温度算出上述停止通电时间的停止通电时间算出装置。

6. 如权利要求1所述的内燃机的起动装置，其特征在于，它包括：电动机旋转速度算出装置，它根据伴随与内燃机的曲轴相连接的起动电动机的旋转而输出的旋转脉冲信号算出上述起动电动机的旋转速度；电动机旋转角度算出装置，它根据上述旋转脉冲信号算出上述起动电动机的旋转角度；电动机逆转通电指示装置，它使上述起动电动机以规定的通电时间逆转；逆转量补正装置，它根据上述起动电动机的旋转速度补正上述曲轴的逆转通电时间；电动机停止通电指示装置，它在逆转驱动上述曲轴后以规定的停止通电时间停止对上述起动电动机通电，使上述

曲轴惯性旋转，使上述内燃机的活塞位于排气冲程；惯性旋转量补正装置，它根据上述起动电动机的旋转速度及旋转角度补正上述曲轴的惯性旋转量；电动机正转开始指示装置，它在上述停止通电时间结束后，从上述活塞位于排气冲程的状态使上述起动电动机正转，使上述内燃机启动。

7. 如权利要求6所述的内燃机的起动装置，其特征在于，上述逆转量补正装置将从上述起动电动机的旋转速度算出的旋转速度变化率与预定的基准值比较，在上述变化率为上述基准值以下时，提高上述起动电动机的目标旋回速度而增加上述曲轴的惯性能量，在上述变化率超过了上述基准值时，降低上述起动电动机的目标旋转速度，使上述曲轴的惯性能量减少。

8. 如权利要求6或7所述的内燃机的起动装置，其特征在于，上述逆转量补正装置也可以在上述起动电动机的旋转速度达到了目标旋转速度时，即使在上述逆转通电时间也停止对上述起动电动机的通电，在上述起动电动机的旋转速度在上述逆转通电时间内未达到目标旋转速度时，延长上述逆转通电时间，继续对上述起动电动机通电。

9. 如权利要求6~8中的任何一项所述的内燃机的起动装置，其特征在于，上述逆转量补正装置，在上述起动电动机的旋转速度在上述逆转通电时间内成为规定下限值时，即使是上述逆转通电时间内也停止对上述起动电动机通电。

10. 如权利要求6~9中的任何一项所述的内燃机的起动装置，其特征在于：上述惯性旋转量补正装置，在上述起动电动机的通电时间所产生的旋转角度超过了规定的逆转基准角度时，即使在停止通电时间内也使上述停止通电时间结束，由上述电动机正转开始装置使上述起动电动机正转，在旋转角度为上述逆转规定角度以下时，在上述起动电动机的转速为规定值以下时，即使为上述停止通电时间内，也使上述停止通电时间暂时终止，由上述电动机逆转通电装置再度使上述起动电动机逆转。

11. 如权利要求6~10中的任何一项所述的内燃机的起动装置，其特征在于：上述惯性旋转量补正装置也可以在从上述起动电动机的旋转

速度的算出的转速降低率越过了规定上限值时，即使在上述停止通电时间内，也使上述停止通电时间终止，由上述电动机正转开始装置使上述起动电动机正转。

12. 如权利要求1所述的内燃机的起动装置，其特征在于，它包括：与内燃机的曲轴连接的起动电动机；输出上述起动电动机的换向位置脉冲信号的换向位置检测装置；以如下方式控制上述起动电动机的控制装置，该方式为，通过使上述起动电动机逆转到活塞的爆发冲程内来压缩燃烧室的内气体，积蓄由其压缩反动产生的正转能量，在该能量上附加由上述起动电动机产生的旋转能量而在上述曲轴周围的旋转系统上积蓄惯性能量，从而越过压缩冲程，上述控制装置，在使上述起动电动机逆转时，根据由上述换向位置检测装置输出的脉冲信号的脉冲间隔的变化检测上述曲轴的旋转方向。

13. 如权利要求12所述的内燃机的起动装置，其特征在于，上述控制装置也可以在由上述换向位置检测装置输出的脉冲信号的脉冲间隔比规定值长时，判定为活塞到达了爆发冲程。

14. 如权利要求1所述的内燃机的起动装置，其特征在于，它包括：起动电动机，与内燃机的曲轴相连接；曲轴角度传感器，它检测上述曲轴的角度；控制装置，它以如下的方式控制上述起动电动机，该方式为：通过将上述起动电动机逆转到活塞的爆发冲程内来压缩燃烧室内的气体，积蓄由其压缩反动带来的正转能量，在该能量上附加上述起动电动机的旋转能量，从而在上述曲轴周围的旋转系统上积蓄惯性能量；由此超过压缩冲程，上述控制装置，在使上述起动电动机逆转时，根据由上述曲轴角度检测出的曲轴角度检测上述活塞到达了爆发冲程。

15. 如权利要求14所述的内燃机的起动装置，其特征在于，上述控制装置也可以根据由上述曲轴角度检测出的曲轴角度决定上述曲轴的正转通电开始。

16. 如权利要求1所述的内燃机的起动装置，其特征在于，它包括：与内燃机的曲轴连结的起动电动机；检测上述内燃机的凸轮位置的凸轮轴传感器；控制装置，它以如下方式控制上述起动电动机，该方式为：

通过使上述起动电动机逆转到活塞的爆发行程内来压缩燃烧室内的气体，积蓄由其压缩反动带来的正转能量，在该能量上附加上述起动电动机的旋转能量，在上述曲轴的周围的旋转系统上积蓄惯性能量，由此越过压缩冲程，上述控制装置，在使上述起动电动机逆转时，根据来自上述凸轮轴传感器的信号检测上述活塞到达了爆发冲程的情况。

17. 如权利要求 16 所述的内燃机的起动装置，其特征在于，上述控制装置根据由上述凸轮轴传感器检测出的曲轴角度决定上述曲轴的正转通电开始。

18. 如权利要求 12~17 中任一项所述的内燃机的起动装置，其特征在于，上述控制装置在对上述起动电动机停止逆转通电后，在使上述曲轴规定时间惯性旋转后进行正转通电。

19. 如权利要求 12~18 中任一项所述的内燃机的起动装置，其特征在于，上述控制装置在检测出了上述曲轴的旋转方向由于爆发冲程中的压缩反作用力转换为正转时开始正转通电。

20. 如权利要求 12~19 中任何一项所述的内燃机的起动装置，其特征在于，在将上述起动电动机逆转到活塞的爆发冲程内前，使其正转到压缩冲程内。

21. 如权利要求 1 所述的内燃机的起动装置，其特征在于，在内燃机起动时由曲轴的旋转惯性能量和起动电动机的旋转能量的合力越过压缩冲程的内燃机中，上述起动电动机与上述内燃机的曲轴相连接，并且可以根据旋转速度转换其特性。

22. 如权利要求 1 所述的内燃机的起动装置，其特征在于，上述起动电动机具有比上述内燃机的最大旋转负荷小的输出转矩。

内燃机的起动装置

技术领域

本发明涉及起动适用于机动二轮车或汽车等的内燃机的内燃机的起动装置及用于控制该起动装置的内燃机的起动控制装置。

背景技术

在起动发动机(内燃机)时,为了产生燃料的吸入、压缩及爆发,必须由外力使曲轴旋转直到保持所需要的旋转速度,为了使发动机起动,使用了以电池作为驱动源的起动装置即起动机。

作为原来的起动机有通过减速机构将马达的旋转传递给曲轴的类型和将马达直接连接在曲轴上的类型。通过减速机构使曲轴旋转的类型的起动机,小齿轮与设在发动机的飞轮外周上的齿圈啮合,小齿轮沿电动机轴前后运动,在起动时,小齿轮与齿圈啮合进行减速地将旋转力传递于曲轴,在起动结束后,脱开啮合而回到原始位置。

通常,在使发动机停止时,曲轴惯性旋转后,发动机的压缩冲程中的压缩负荷作为制动作用于曲轴上而使旋转轴暂时停止,其后稍微逆向返回,发动机大都在活塞的压缩冲程的下止点附近停止。因此,在使发动机起动时,大都从压缩冲程的下止点附近的位置开始曲轴的旋转。

但是,在为了从该位置使曲轴旋转进行起动而转动动力输出轴时,因为从旋转开始后紧接着压缩负荷就施加在曲轴上,曲轴的旋转速度难以上升,在压缩时的反作用力成为最大的位置,在起动电动机上流过与起动时相近的电流。因此,这时产生的扭矩是以几乎与起动扭矩相同的扭矩越过上止点,因而,起动电动机必须选用具有可以产生上述越过上止点的扭矩的特性的起动电动机。

特别是在将没有减速机构而直接与曲轴连接类型的电动机作为起动电动机时,更需要产生大的起动扭矩,因而,必须使用大型的昂贵的电动机。再有,在将磁铁使用于磁场时,需要强的磁场,铁损所引起的

内燃机的旋转阻抗变大，招致燃料费的上升及发动机的输出功率降低。

本发明的目的是使起动发动机的起动电动机小型化。

本发明的又一目的是使起动电动机以少的电力消耗起动电动机。

本发明的另一目的是谋求控制起动发动机的起动电动机的起动控制装置的成本降低。

本发明的上述及其他的目的是新颖的特征可从本说明书的记载及附图中得知。

发明的公开

本发明的内燃机的起动装置的特征是，它包括起动电动机和控制装置，该起动电动机与将排气行程作为起动开始位置的内燃机的曲轴相连接，并具有比该内燃机的最大旋转负荷小的输出转矩，该控制装置用于由上述曲轴的旋转惯性能量及上述起动电动机的旋转能量的合力越过压缩行程，由此，可以由惯性能量和起动电动机的旋转能量的合成能量来越过压缩行程。另外，在内燃机经过排气冲程和吸气冲程期间，曲轴的转速上升，在曲轴的旋转系统上积蓄正转方向的惯性能量。因此，可以降低用于越过初次的压缩冲程的起动电动机的旋转能量，可以实现起动电动机的小型化、低价格化。

另外，借助上述控制装置，通过使上述起动电动机逆转而返回到排气冲程，即使活塞在排气冲程以外的位置停止了的情况下，也可以在使活塞位于排气冲程内的状态下使内燃机起动。

另外，本发明内燃机的起动装置的特征是，它包括：起动发电机，该起动发电机与内燃机的曲轴连接；控制装置，它使上述起动发电机仅以规定的通电时间(逆转通电时间)逆转而驱动上述曲轴逆转后，通过使上述曲轴以规定的停止通电时间惯性旋转而使上述内燃机的活塞位于排气冲程，其后使上述起动发电机正转而使上述内燃机起动。

由此，在不特设凸轮轴传感器等的检测活塞位置的传感器的情况下就可以在使活塞位于排气冲程内的状态下使内燃机起动，可以提供省去了传感器的廉价的内燃机起动系统。

另外，通过在上述起动装置上再设置存储了逆转通电时间表格(MAP)

及停止通电时间表格的存储装置，进行对应于逆转通电时间或停止通电时间的温度补偿或电压变动补偿，即使环境变化也可以稳定地将活塞返回排气冲程。上述逆转通电时间表格是将温度和电源电压的至少一方作为参数设定上述逆转通电时间，上述停止通电时间表格是将温度作为参数设定上述停止通电时间。

另外，也可以在上述控制装置上设置从温度和电源电压算出上述逆转通电时间的逆转通电时间算出装置和从温度算出上述停止通电时间的停止通电时间算出装置。

另一方面，本发明的内燃机的起动控制装置的特征是，它包括：电动机旋转速度算出装置，它根据伴随与内燃机的曲轴相连接的起动电动机的旋转而输出的旋转脉冲信号算出上述起动电动机的旋转速度；电动机旋转角度算出装置，它根据上述旋转脉冲信号算出上述起动电动机的旋转角度；电动机逆转通电指示装置，它使上述起动电动机以规定的通电时间逆转；逆转量补正装置，它根据上述起动电动机的旋转速度补正上述曲轴的逆转通电时间；电动机停止通电指示装置，它在逆转驱动上述曲轴后以规定的停止通电时间停止对上述起动电动机通电，使上述曲轴惯性旋转，使上述内燃机的活塞位于排气冲程；惯性旋转量补正装置，它根据上述起动电动机的旋转速度及旋转角度补正上述曲轴的惯性旋转量；电动机正转开始指示装置，它在上述停止通电时间结束后，从上述活塞位于排气冲程的状态使上述起动电动机正转，使上述内燃机起动。

由此，可以根据起动电动机的旋转速度和旋转角度适当地反馈逆转通电时间和停止通电时间，可在不特设凸轮轴传感器等的活塞位置检测传感器的情况下，在使活塞处于排气冲程内的状态下使内燃机起动，可提供省去了传感器的廉价的内燃机起动系统。

这种情况下，上述逆转量补正装置，也可以将从上述起动电动机的旋转速度算出的旋转速度变化率与预定的基准值比较，在上述变化率为上述基准值以下时，提高上述起动电动机的目标旋回速度而增加上述曲轴的惯性能量，在上述变化率超过了上述基准值时，降低上述起动电动机的目标旋转速度，使上述曲轴的惯性能量减少。

另外，上述逆转量补正装置也可以在上述起动电动机的旋转速度达到了目标旋转速度时，即使在上述逆转通电时间也停止对上述起动电动机的通电，在上述起动电动机的旋转速度在上述逆转通电时间内未达到目标旋转速度时，延长上述逆转通电时间，继续对上述起动电动机通电。

再有，上述逆转量补正装置也可以在上述起动电动机的旋转速度在上述逆转通电时间内成为规定下限值以下时，即使在上述逆转通电时间内也可以停止对上述起动电动机的通电。

而且，上述惯性旋转量补正装置，也可以在上述起动电动机的通电时间的旋转角度超过了规定的逆转基准角度(例如 180 度)时，即使在上述停止通电时间内也使上述停止通电时间结束，由上述电动机正转开始装置使上述起动电动机正转，在旋转角度为上述逆转基准角度以下时在上述起动电动机的旋转度为规定值(例如 0)时，即使为上述停止通电时间内，也使上述停止通电时间暂时终止，由上述电动机逆转通电装置再度使上述起动电动机逆转。

再有，上述惯性旋转量补正装置也可以在从上述起动电动机算出的旋转速度的转速的降低率越过了规定上限值时，即使在上述停止通电时间内，也使上述停止通电时间终止，由上述电动机正转开始装置使上述起动电动机正转。

另外，本发明的内燃机的起动装置的特征是，它包括：与内燃机的曲轴连接的起动电动机；输出上述起动电动机的换向位置脉冲信号的换向位置检测装置；以下述方式控制上述起动电动机的控制装置，该方式为通过使上述起动电动机逆转到活塞的爆发冲程内压缩燃烧室内的气体，积蓄由其压缩反动产生的正转能量，在该能量上附加由上述起动电动机产生的旋转能量而在上述曲轴周围的旋转系统上积蓄惯性能量，从而越过压缩冲程，上述控制装置，在使上述起动电动机逆转时，根据由上述换向位置检测装置输出的脉冲信号的脉冲间隔的变化检测上述曲轴的旋转方向。

在这种情况下，上述控制装置也可以在由上述换向位置检测装置输出的脉冲信号的脉冲间隔比规定值长时，判定为活塞到达了爆发冲程。

再者，本发明的内燃机的起动装置的特征是，它包括：起动电动机，它与内燃机的曲轴相连接；曲轴角度传感器，它检测上述曲轴的角度；控制装置，它以以下的方式控制上述起动电动机，该方式为：通过将上述起动电动机逆转到活塞的爆发冲程内压缩燃烧室内的气体，积蓄其压缩反动带来的正转能量，在该能量上附加上述起动电动机的旋转能量，从而在上述曲轴周围的旋转系统上积蓄惯性能量，由此越过压缩冲程。上述控制装置，在使上述起动电动机逆转时，根据由上述曲轴角度检测出的曲轴角度检测上述活塞到达了爆发冲程的情况。

这时，上述控制装置也可以根据由上述曲轴角度检测出的曲轴角度决定上述曲轴的正转通电开始。

另外，本发明的内燃机起动装置的特征是，它包括：与内燃机的曲轴连接的起动电动机；检测上述内燃机的凸轮位置的凸轮轴传感器；控制装置，它以如下方式控制上述起动电动机，该方式为：通过使上述起动电动机逆转到活塞的爆发行程内压缩燃烧室内的气体，积蓄其压缩反动带来的正转能量，在该能量上附加上述起电动机的旋转能量，在上述曲轴的周围的旋转系统上积蓄惯性能量，由此越过压缩冲程。上述控制装置，在使上述起动电动机逆转时，根据来自上述凸轮轴传感器的信号检测上述活塞到达了爆发冲程的情况。

这时，上述控制装置也可以根据由上述凸轮传感器检测出的曲轴角度决定上述曲轴的正转通电开始。

并且，在上述内燃机的起动装置中，上述控制装置也可以在停止对上述起动电动机逆转通电后，使上述曲轴规定时间惯性旋转后进行正转通电。另外，上述控制装置也可以在检测出了上曲轴的旋转方向由爆发冲程的压缩反作用力转换为正转时，开始正转通电。再者，在将上述起动电动机逆转到活塞的爆发冲程内前也可以使其正转到压缩冲程内。

对于本发明，由于通过由起动电动机使活塞从其停止的位置逆转到爆发冲程来压缩燃烧室的气体，积蓄其压缩反动带来的正转的能量，通过在该能量上附加起动电动机的旋转能量使曲轴正转，从而可以用小转矩的起动电动机、以少的电力消耗使内燃机起动。

另外，对于本发明，由于在使曲轴起动前，首先使其逆转到压缩冲程的中途，压缩燃烧室内的气体，在积蓄了其压缩反动带来的逆转的能量后，使用其能量使曲轴逆旋转，由此，在使曲轴逆旋转到爆发冲程时，在旋转系统上积蓄惯性能量，可以充分地积蓄其后的爆发行程中的再逆转时的燃烧室的气体的压缩所带来的正旋转的能量。可以提高使曲轴正旋转越过压缩行程时的惯性能量。因此，可以在二冲程发动机那样地即使在爆发冲程和压缩冲程间没有长的冲程的情况下也可以确实地使内燃机起动。

另外，本发明的内燃机的起动装置的特征是，在由曲轴的旋转惯性能量和起动电动机的旋转能量的合力渡过压缩冲程的内燃机中，上述起动电动机与上述内燃机的曲轴相连接，并且其特性可以根据旋转速度转换。

本发明，在使活塞比压缩冲程更返回地使起动电动机逆转后，使起动电动机正转进入压缩冲程时，借助电动机特性的转换，增大起动扭矩，可以提高旋转上升率。在高到规定的旋转速度后可以提高最大旋转速度，可以将惯性能量高效地施加于旋转系统上。

附图的简单说明

图 1 是表示本发明的实施例 1 的发动机的起动电动机的构造的剖面图。

图 2 是图 1 的起动电动机的省略了壳体和盖的正视图。

图 3 是表示图 1 的起动电动机的控制系统的构成的框图。

图 4 是表示图 1 的起动电动机进行的 4 冲程发动机的起动动作的曲线图；(a)表示各种冲程中的旋转负荷；(b)表示起动能量；(c)表示起动动作时的活塞位置；(d)表示凸轮轴传感器信号。

图 5 是表示将本发明的起动电动机使用于 2 冲程发动机时的起动动作的曲线图；(a)表示各冲程中的旋转负荷；(b)表示起动能量；(c)表示起动动作时的活塞位置；(d)表示凸轮轴传感器信号。

图 6 是表示实施例 2 的起动电动机的控制系统的构成的框图。

图 7 是表示实施例 2 的起动电动机进行的 4 冲程发动机的起动动作

的曲线图；(a)表示各冲程的旋转负荷；(b)表示起动能量；(c)表示来自换向位置检测传感器的脉冲信号；(d)表示起动动作时的活塞位置。

图 8 是表示逆转通电时间表格的一例的说明图。

图 9 是表示停止通电时间表格的一例的说明图。

图 10 表示将本发明的起动电动机使用于 2 冲程发动机的起动动作的曲线图；(a)表各冲程中的旋转负荷；(b)表起动能量；(c)表示起动动作时的活塞位置；(d)表示凸轮轴传感器信号。

图 11 是表示实施例 3 的起动电动机的控制系统的构成的框图。

图 12 是本发明的发动机起动控制装置的功能框图。

图 13 是表示实施例 3 的起动电动机进行的 4 冲程发动机的起动动作的曲线图，(a)表示各冲程中的旋转负荷；(b)表示起动能量；(c)表示来自换向位置检测传感器的脉冲信号；(d)表示起动动作时的活塞位置。

图 14 是表示将使用了本发明的发动机起动控制装置的起动电动机使用于 2 冲程发动机时的起动动作的曲线图；(a)表示各冲程中的旋转负荷；(b)表示起动能量；(c)表示起动动作时的活塞位置；(d)表示凸轮轴传感器信号。

图 15 是表示本发明的实施例 4 的起动电动机的控制系统的构成的框图。

图 16 是表示实施例 4 的起动电动机的发动机起动动作的曲线图；(a)表示各冲程中的起动负荷；(b)表示起动能量；(c)表示起动动作时的活塞位置；(d)表示来自换向位置检测传感器的脉冲信号；(e)表示凸轮轴信号。

图 17 是表示实施例 4 的起动电动机的发动机起动动作的曲线图；(a)表示活塞位置的变化；(b)表示曲轴的转速的变化；(c)表示能量的变化；(d)表示电动机输出能量的变化；(e)表示越过能量的变化。

图 18 是表示实施例 4 的起动电动机的发动机起动时的能量积蓄过程的曲线图；(a)表示电动机的产生能量的变化；(b)表示旋转系统的旋转能量的变化。

图 19 是表示与实施例 4 相关的一变型例的发动机的起动电动机的起

动动作的曲线图。

图 20 是是图 19 所示的起动装置中的能量积蓄过程的曲线图；(a) 表达电动机的产生能量的变化；(b) 表示旋转系统的旋转能量的变化。

图 21 是表示将本发明的起动装置使用于 2 气缸的发动机时的曲线图。

图 22 是表示本发明的实施例 5 的发动机的起动电动机的构造。

图 23 是图 22 的起动电动机的省略了壳体和盖的正视图。

图 24 是表示图 22 和图 23 所示的起动电动机的特性的特性线图。

图 25 是表示图 22 和图 23 所示的起动电动机的特性的切换控制的特性线图。

图 26 是表示本发明的实施例 5 的起动装置的控制电路的框图。

图 27 是表示本发明的实施例 5 的起动装置的起动电动机的起动动作等的曲线图。

图 28 是表示与本发明的实施例 5 相关的一变型的起动装置的起动电动机的控制电路的框图。

图 29 是表示图 28 的变型例的起动电动机的起动动作等的曲线图。

图 30 是表示逆转通电时间的表格的一例的说明图。

图 31 是表示停止通电时间的表格的一例的说明图。

图 32 是表示用于进行图 29 所示的起动动作的其它的控制装置的发动机起动控制部的功能框图。

图 33 是表示关于实施例 5 的另一变型例的起动装置中的起动电动机的起动动作等的曲线图。

图 34 是表示图 33 所示的起动动作时的压缩反动能量的积蓄状态等的曲线图。

图 35 是表示关于实施例 5 的又一变型例的发动机的起动电动机的起动动作的曲线图。

图 36 是表示图 35 所示的起动装置的能量积蓄过程的曲线图。

实施本发明的最佳方式

以下根据附图详细说明本发明的实施例。

(实施例 1)

图 1 是表示本发明的实施例 1 的发动机的起动电动机的构造的剖面图，图 2 是图 1 的起动电动机的省略了壳体及盖的正视图，图 3 是表示图 1 的起动电动机的控制系统的构成的框图。

图 1 的起动电动机(起动电动机，以下简称电动机)10 直接连接在机动二轮车的 4 冲程发动机上，它备有固定在发动机的发动机壳体上的定子 12、与发动机的曲轴 13 相连接的转子 14。

转子 14 具有使用铁等的磁性材料形成为有底的短圆筒形状的轭 15。在该轭 15 的底壁的内面上同心状地一体地突设着圆筒状的轂部 16。该轂部 16 和曲轴 13 各自的锥面彼此楔作用地结合，由装配螺母 17 固接，由此，该转子 14 与曲轴 13 一体地旋转地固定着。在轭 15 的内周面上沿周向固定多个构成磁场子磁极的永久磁铁 18，这些相邻的永久磁铁 18 磁极相异地被安装着。

电动机 10 的定子 12 具有芯 19，该芯 19 是用铁等的磁性材料形成为大致星形的薄的圆盘形状。芯 19 由作为紧固手段的螺栓 21 紧固在外壳 20 上，该外壳 20 与曲轴 13 同心地配设地安装在发动机壳体 11 的外面上。另外，在壳体 20 的外侧安装着盖 26。在壳体 20 内的定子 12 的外侧围绕着其外周地配设着转子 14，转子 14 由曲轴 13 驱动而绕着定子 12 的周围旋转。

芯 19 具有本体 22，该本体 22 形成为环形，它是多片地层积由铁制的磁性材料构成的薄板而一体化。在芯本体 22 的外周上放射状地突设着多根突极 23。在各突极 23 上三相接线绕组地分别绕着定子线圈 24，该定子线圈 24 通过图中未示的接线端子由引出线和电线束(都未图示)与电动机驱动器 31 相连接。即，该电动机 10 作为由电动机驱动器 31 驱动的可无刷电动机构成着。

另外，在电动机 10 中，多个(例如 3 个)换向位置检测传感器 25 配设在壳体 20 内，感应永久磁铁 18 的磁而检测转子 14 的旋转位置。换向位置检测传感器 25 的输出通过 CPU32 供给电动机驱动器 31，电动机驱动器 31 根据 CPU32 的指令生成对应于来自换向位置检测传感器 25 的检测

信号的通电信号，向定子线圈 24 供给基于上述通电信号的电流而依次地励磁定子线圈 24。在定子线圈 24 被顺次励磁时，由定子线圈 24 形成旋转磁场。该旋转磁场作用于永久磁铁 18，由该旋转磁场旋转转子 14，转子 14 的旋转力通过轂部 16 传递给曲轴 13，起动发动机。

另外，该电动机 10 如图 3 所示地被 CPU(控制装置)32 控制并由电动机驱动器 31 驱动。在该 CPU32 上连接着检测发动机的动阀凸轮的动作的凸轮轴传感器 33 和发动机的起动开关 34 以及点火开关 39。另外在 CPU32 上通过点火组件 36 连接着发动机点火用的点火线圈 35，还连接着存储着关于电动机驱动逻辑和发动机控制等的各种控制程序的 ROM37 及存储来自各种传感器类的数据等的 RAM38。而且，根据各种传感器的检测值向电动机驱动器 31 和点火组件 36 等送出控制信号，进行电动机 10 或发动机点火控制等。电动机 10 自身和 CPU32 等以车载的图中未示的电池作为电源而被驱动。

以下对该电动机 10 的发动机起动动作进行说明。图 4 是以与发动机的各冲程的关系表示电动机 10 的发动机起动动作的曲线图，(a)表示各冲程中的起动负荷；(b)表示由马达 10 的驱动力和曲轴 13 的惯性供给的起动能量；(c)表示起动动作时的活塞位置；(d)表示来自凸轮轴传感器的信号。

如图 4(a)所示，用于使曲轴 13 旋转的负荷由于发动机的动作行程进行变化。即，因为在排气冲程和吸气冲程中，在阀打开的状态下活塞上下运动，所以用于转动曲轴 13 的负荷比较小。与此相反，在压缩冲程中，由于是在阀关闭了的状态下使活塞上升。所以，曲轴 13 的动作负荷变大，其值在上止点的稍跟前处成为最大。因此，如前所述，在发动机停止时，通常，在压缩行程前的位置活塞停止，在原来的起动电动机中，从该位置起动发动机。因此，原来的起动电动机，在起动发动机时，为了克服该压缩冲程中的负荷，需要对曲轴供给图 4 中用虚线表示的能量。

与此相对，在本发明电动机 10 中，在起动发动机时，首先使电动机 10 逆旋回而将处于压缩冲程前的活塞暂时返回到排气行程，从其处起动发动机。由此，以在旋转负荷少的区间助跑的形式进入压缩冲程，以发

动机的飞轮等产生的旋转系统的惯性能量和电动机驱动转矩的合力克服最大负荷，通过减轻电动机的负荷实现电动机的小型化、低耗电化。

在此，当点火开关 39ON 时，CPU32 首先根据凸轮轴传感器 33 的检测信号确认现在活塞所处的位置，判定是否需要使活塞返回排气冲程。即，CPU32 通过使用凸轮轴传感器 33 的信号实施活塞位置的确认和活塞向排气冲程的确实的移动。

在活塞处于排气冲程以外的冲程时，CPU32 进行将活塞返回排气行程的决定，向电动机驱动器 31 发出指令，使电动机 10 暂时逆转，将曲轴 13 转到排气冲程侧。即，在点火开关 ON 阶段，例如活塞处于图 4(c) 的位置 P 时，将其用箭头所示地移动到排气冲程。这时，在该发动机中，活塞的位置经常地由凸轮轴传感器 33 监视着，凸轮轴传感器 33 在活塞来到排气冲程时，输出 H 信号。而且，当由来自该凸轮轴传感器 33 的检测信号(H)检知活塞来到了排气冲程时，CPU32 停止电动机 10 的逆转动作，活塞被暂时停止在位置 Q。

这时，活塞虽然返回到图 4(c)中称为“正转开始范围”的排气冲程的位置 Q，但，因为排气行程开始前的下止点附近位置的助跑区间最长，希望返回到其位置。但是位置 Q 作为开始正转的排气冲程内的位置包括排气冲程前后的爆发冲程的下止点附近和吸气冲程的上止点附近。

在由凸轮轴传感器 3 检测到在起动动作开始时刻活塞已经处于排气冲程的位置 R 时，CPU32 进行不需要使活塞返回排气冲程的决定，不进行上述的逆转动作。

在此，在使点火开关 39 ON 了时，进行电动机 10 的逆转动作，但在使起动开关 34 ON 了时，电动机 10 立即进入正转动作，从而使在发动机起动上不产生时间滞后。因此，不一定必须在点火开关 ON 时使电动机 10 逆转，也可以起动开关 34 ON 了时开始逆转动作。另外，也可以在发动机停止时使电动机逆转。

接着，在由起动开关 34 输入发动机起动信号时，CPU32 对电动机驱动器 31 输出使电动机 10 正转的信号，从排气冲程起动发动机。这时，曲轴 13 由于在排气冲程和吸气冲程中以低负荷进行旋转，因此，电动机

10 在活塞进入压缩冲程前达到与无负荷转速相近的几乎最大的转速，成为近于饱和状态的转速。因此，曲轴 13 也在压缩冲程跟前由电动机 10 驱动为以可能的最大转速旋转着，积蓄于其旋转系统上的惯性量的惯性能量也成为最大的状态地突入压缩冲程。

因此，曲轴 13 在压缩冲程中如图 4(b)所示地由惯性能量(点划线)和电动机能量(实线)的和的合成能量(粗实线)旋转。即，曲轴 13 由伴随着其转速的降低而放出的惯性能量带来的转矩 T_i 和由马达的驱动转矩 T_m 驱动，作为它们的和的超越转矩 $T=T_m+T_i$ 克服初次的压缩冲程负荷。

这时，在应用了本发明的电动机的发动机中，如图 4(b)所示，由于使 $T_m \leq T_i$ ，电动机驱动转矩 $T_m \leq T/2$ 。即，将惯性能量为主、电动机能量为副的进行压缩冲程负荷的克服，从而可以用克服越过力矩 T 的 $1/2$ 以下的最大扭矩(lock torquer)的电动机 10 起动发动机。另外，如图 4(b)所示，电动机 10 将其驱动能量分为助跑时和越过时二次地给予曲轴 13。因此，与由 1 次能量的赋予进行克服压缩冲程负荷的原来的电动机相比，可以用小输出功率的电动机产生大的越过扭矩。

另外，在发动机起动失败了时，直到其之后紧接着的再起动机时的排气冲程前的逆转动作只要点火开关 39 为 ON，在检测到发动机旋转停止时就马上自动地进行。因此，在起动开关 34 再度 ON 时，电动机 10 立即进入正转动作，不产生时间滞后。另外，电动机 10 的动作仅在检测出了制动动作或齿轮位置处于中立位置的任何一种、或检测到了双方都存在时才被许可，是为了防止车辆的冲出。

这样，在越过了初次的压缩行程后，积蓄惯性能量，可以容易地克服其后的压缩冲程中的负荷。而且，通过用规定的时间由点火开关 35 飞出电火花，使发动机起动。

以上，说明了将本发明应用到四冲程发动机上的例子，但，也可以将本发明应用于 2 冲程发动机上，图 5 是表示 2 冲程发动机中的动作的曲线图。2 冲程发动机与 4 冲程发动机不同，它在 1 转中进行吸气·压缩·爆发·排气的冲程。在 2 冲程发动机中，不存在 4 冲程发动机中的吸气阀和排气阀，但活塞自身起着阀的作用。

如图 5 所示, 在 2 冲程发动机中, 在压缩冲程和爆冲程中由活塞堵塞气缸的吸气孔和排气孔。另外, 排气冲程和吸气冲程同时进行。即, 活塞在与下止点接近的位置, 排气孔和吸气孔两方成为开放了的状态。这时, 相当于 4 冲程发动机的排气冲程的是在发动机动作(正转)时从排气孔或吸气孔的至少任何一方敞开后到活塞到达下止点之间。

因此, 从图 4、5 可知, 除了上述不同点之外, 通过在 2 冲程发动机中也进行与 4 冲程发动机相同的动作, 也可以获得上述同样的效果。

这样, 在本发明的电动机 10 中, 在起动发动机之前先暂时使活塞返回到排气冲程, 通过从其处起动发动机, 利用曲轴 13 所持有的惯性能量, 可由比以前小的电动机转矩越过初次的压缩冲程。因此, 可使电动机小型化和低成本化, 也可降低电动机的电耗。另外, 在将磁铁使于磁场的起动电动机中, 由于不需要过度地加强磁铁的磁力, 所以, 可以降低旋转阻抗, 可以实现防止耗油率的提高和发动机输出的降低。

(实施例 2)

以下, 对实施例 2 的发动机的起动电动机进行说明。由于起动电动机自身的构成与实施例 1 的相同, 省略其详细说明。

图 6 是表示该实施例 2 中的起动电动机的控制系统的构成的框图。如图 6 所示, 该电动机 10 由被 CPU32(控制装置)控制的电动机驱动器 31 驱动。该 CPU32 上连接着电动机温度传感器 42 和换向位置检测传感器 25、电池电压传感器 43 等的传感器类、以及发动机的起动开关 34 和点火开关 39 等的开关类。另外, 在 CPU32 上通过点火组件 36 连接着发动机点火用的点火线圈 35。还连接有存储着电动机驱动器驱动逻辑和后述的各种图表、关于发动机控制的各种控制程序等的 ROM(存储装置)37 和存储着来自各种传感器的数据等的 RAM38, 而且, 根据各种传感器类的检测值向电动机驱动器 31 和点火组件 36 等送出控制信号, 进行电动机 10 和发动机点火控制等。另外, 电动机 10 其自身和 CPU32 等以车载的图中未示的电池作为电源而被驱动。

下面说明该起动电动机 10 的是起动动作。图 7 是用与发动机的各冲程的关系表示电动机 10 的发动机起动动作的曲线图; (a)表示各冲程中

的起动负荷；(b)表示由电动机 10 的驱动力和曲轴 13 的惯性供给的起动能量；(c)表示来自换向位置检测传感器 25 的脉冲信号；(d)表示起动动作时的活塞位置。

如图 7(a)所示，用于使曲轴 13 转动的负荷由于发动机的动作冲程而变化。即，在排气冲程和吸气冲程中，在阀打开的状态下活塞进行上下运动，所以，使曲轴 13 的动作的负荷小。与此相反，在压缩冲程中，活塞在阀关闭的状态下进行上升，所以，曲轴 13 的动作负荷大，其值在上止点的稍跟前处成为最大。因此，如上所述，在发动机停止时，通常活塞停止在压缩冲程前的位置，在原来的起动电动机中，从该位置使发动机起动。因此，在原来的发动机中，在起动发动机时，为了克服该压缩冲程中的负荷，需要对曲轴供给图 7 中用虚线所示的能量。

与此相对，本发明的电动机 10，在发动机起动时，首先沿使曲轴 13 沿逆转的方向规定时间或规定角度地驱动曲轴在使活塞暂时移动到排气冲程后使发动机起动。这时，由该电动机 10 可以在不由凸轮传感器等的传感器类检知活塞的位置的情况下，适应地控制电动机 10 的逆转通电时间和其后的停止通电时间，由此，实现活塞向排气冲程的移动。这样，以在旋转负荷少的区间助跑的形式进入压缩行程，由发动机的飞轮等所产生的旋转系统的惯性能量和电动机驱动转矩的合力克服最大负荷，实现了减轻电动机的负荷使电动机小型化、低耗电化，并且，由于省去了传感器类，实现费用的降低。

在此，在点火开关 39 ON 的状态下起动开关 34 ON 时，CPU32 首先向电动机驱动器发出指令，只以规定时间对电动机 10 逆转通电，使曲轴 13 旋转到排气冲程侧。另外，在该逆转通电后，终止规定时间通电，使曲轴 13 惯性旋转。在规定的通电休止时间后，对电动机 10 进行正转通电，使曲轴 13 正转，使发动机起动。

另外，在此，在使起动开关 34 ON 了时，进行电动机 10 的逆转动作，但，在点火开关 39 ON 了时，通过使电动机 10 进行逆转动作，在将起动开关 34 ON 了时，电动机 10 马上进入正转动作，也可以在发动机上不产生时间滞后。因此，也可以不一定需要用起动开关 34 的 ON 使起动电动

机 10 逆转，而是在将点火开关 39 ON 了时开始逆转动作。另外，也可以在发动机停止时使电动机 10 逆转。

在此，上述的起动动作，根据活塞的停止位置表示为如下的 3 种形态。即，表示对应于活塞位于压缩冲程前的通常的停止位置的情况(形态①)、位于排气冲程和吸入行程之间的上止点前后的情况(形态②)、位于排气冲程前的下止点附近的情况(形态③)的不同的动作。

因此，前先对上述的形态①中的起动动作进行说明。在起动开关 34 ON 时，由 CPU32 的指令，使电动机 10 逆转 t_1 时间，曲轴 13 旋转到排气行程侧，活塞从位置 A 移动位置 B。其后向电动机 10 的停止通电 t_2 时间，这时，曲轴 13 由首先的 t_1 时间的通电获得的惯性力继续逆转。从吸气冲程到排气冲程之间，由于没有由活塞带来的压缩所以负荷力矩小，曲轴 13 进行惯性旋转。而且，由负荷力矩消耗惯性能量，旋转速度渐渐地降低，终于停止在位置 C。

这时，首先的逆转通电时间 t_1 设定为可以借助由通电得到的惯性力活塞由于惯性返回到排气冲程前的下止点附近的时间以上的值。另外，在逆转通电时间 t_1 过长时，曲轴 13 的旋转速度 13 的旋转速度过高，有惯性能量大，在停止通电时间 t_2 中超过爆发冲程的危险。因此，逆转通电时间 t_1 设定为在活塞处于压缩冲程前的下止点时，即使使曲轴 13 逆转，在惯性旋转中也不越过爆发冲程的时间以下。即，根据该条件决定逆转通电时间 t_1 的最小值·最大值。

另外，在停止通电时间 t_2 后，电动机 10 被正转通电，但，若停止通电时间 t_2 后过短，会产生在惯性旋转中活塞不返回排气冲程的情况。因此，在此决定停止通电时间 t_2 的最小值，也符合上述的逆转通电时间 t_1 ，借助这些条件设定，活塞在停止通电时间 t_2 期间从位置 B 移动到排气冲程中的位置 C。

另外，这时，活塞返回到图 7(d)中称为“正转开始范围”的排气冲程的位置 C，但由于排气冲程开始前的下止点附近位置助跑时间最长，所以最好返回到其位置。但是，位置 C 作为开始正转的“排气冲程内”的位置也包括排气冲程前后中的爆发冲程的下止点附近的吸气冲程的上止

点附近。

在停止通电时间 t_2 终止了时, CPU32 向电动机驱动器 31 输出使电动机 10 正转的信号, 使发动机从排气冲程起动, 这时, 由于曲轴 13 在排气冲程和吸气冲程中以低负荷进行旋转, 因此, 电动机 10 在活塞进入压缩冲程前, 达到与无负荷转速相近的几乎最大的转速, 成为接近于饱和状态的转速。因此, 曲轴 13 也在压缩冲程紧前方被电动机 10 以可能的最大的转速转动, 积蓄于其旋转系统的惯性团体上的惯性能量也成为最大的状态而突入压缩冲程。

因此, 曲轴 13 在压缩冲程中, 如图 7(b) 所示地由惯性能量(点划线)和电动机能量(实线)的和的合成能量(粗实线)旋转。即, 曲轴 13 由伴随着其转速的降低而释放出的惯性能量而产生的转矩 T_i 和电动机驱动转矩 T_m 驱动, 由作为它们的和的越过转矩 $T = T_m + T_i$ 克服初次的压缩行程负荷。

这时, 在应用了本发明的电动机的发动机中, 通过如图 7(b) 所示地使 $T_m \leq T_i$ 。电动机驱动转矩 $T_m \leq T/2$ 。即, 以惯性能量为主、电动机能量为辅地进行压缩冲程负荷的克服, 用越过转矩 T 的 $1/2$ 以下的最大转矩(起动扭矩)的电动机 10 就可以起动发动机。另外, 如图 7(b) 所示, 电动机 10 将其驱动能量分为助跑时和越过时 2 次地供给曲轴 13。因此, 与由 1 次能量进行克服压缩冲程负荷的原来的电动机相比, 可以用小的输出能量的电动机产生大的越过转矩。

这样地越过了初次的压缩冲程后, 积蓄惯性能量; 可以容易地克服其后的压缩行程中的负荷。而且, 通过以规定的时间由点火线圈 35 飞出电火花来起动发动机。

以下, 对上述的形态②中的起动动作进行说明。在此, 活塞处于排气冲程和吸气冲程之间的上止点附近(位置 D), 从此开始逆转动作。在这种情况下, 在逆转通电时间 t_1 的期间移动到位置 E, 以其后的惯性旋转, 活塞返回到排气冲程的下止点进入爆发冲程。但是, 在爆发行程中由于产生活塞带来的压缩负荷, 所以, 旋转负荷转矩变大, 惯性能量被该负荷转矩急剧地消耗。旋转速度降低并停止(位置 F)。这时, 由于活塞压缩的反作用力, 曲轴 13 稍稍向正转方向返回, 在下止点附近的位置 G 停止。

在通电时间 t_2 结束时，发动机的活塞从处于排气冲程的位置 G 的状态起动。由此，与上述相同，由排气冲程和吸气冲程的助跑所获得的惯性能量带来的转矩 T_i 和电动机的转矩 T_m 的和克服初次的压缩冲程负荷。

以下再对上述的形态③的起动动作进行说明。在此，活塞处于排气冲程前的下止点附近(位置 H)，从此处开始逆转动作。在这时，由于在逆转开始后马上进入爆发冲程，由活塞的压缩产生的旋转负荷力矩在逆转后马上产生。因此，曲轴 13 的旋转速度不上升，而且，也几乎不产生惯性能量。另外，由于电动机 10 的转矩设定为小于压缩越过转矩的 $1/2$ ，所以，不会由逆旋转越过爆发冲程，在活塞的压缩反作用力和马达的转矩几乎平衡了时，电动机锁定而停止(位置 I)。

在经过逆转通电时间 t_1 时，停止通电，马达转矩消失，曲轴 13 在停止通电时间 t_2 期间由活塞反作用力沿正转方向正转，并渐渐地增加正转转速，其后，在下止点附近，活塞反作用力消失，其后，旋转的惯性能量由旋转负荷力矩渐渐地消耗，在从排气冲程进入吸气冲程前的位置 J 停止。而且，与前述同样，曲轴运动从该位置开始。但是，由于在停止通电时间 t_2 期间，活塞也有可能从排气冲程进入吸气冲程，所以，停止通电时间 t_2 需要在活塞由于反作用力进入吸气冲程前结束。即，由此决定停止通电时间 t_2 的最大值。

这样，本发明的电动机 10，在起动发动机之前先以由上述的形态①说明的条件设定的逆转通电时间 t_1 使电动机 10 逆转。另外，以用形态(1)、(3)说明了的条件设定的停止通电时间 t_2 停止通电，使曲轴 13 惯性旋转。然后，通过使电动机 10 正转将活塞暂时返回到排气冲程，可使发动机起动。这时，该电动机 10 借助逆转通电时间 t_1 和停止通电时间 t_2 的设定可将活塞确实地返回排气冲程。因此，在不设凸轮轴传感器等的检测活塞位置的传感器的情况下可以进行从排气冲程起的发动机的起动。省去了传感器，可以实现产品的成本的降低。

另外，由于可以利用曲轴 13 具有的惯性能量越过初次的压缩冲程，所以，减轻了电动机 10 的负荷，也可以谋求电动机的小型化和低成本化、低耗电化。另外，即使在磁场中使了磁铁的起动机中，由于也不需要过

度地加强磁铁的磁力，所以，可以降低旋转阻抗，可以谋求防止油耗率的提高和发动机输出功率的降低。

另外，在发动机起动失败了的情况下，其后的紧接着的再起动机时的到排气冲程的逆转动作，只要起动开关 34 是 ON，在检测到了发动机旋转停止时就立刻被进行，或使起动开关 34 脱开并检测出了发动机的旋转停止时自动地被进行。因此，电动机 10 立即进行与上述同样的逆转、正转动作。另外，电动机 10 的动作仅在检测出了制动动作、或齿轮位置处于中立位置的任何一种情况或两情况都存在时才被许可，谋求防止车辆的冲出。

可是，上述的情况，即使设定逆转通电时间 t_1 和停止通电时间 t_2 ，电动机 10 的动作用的逆转量(角度)也由于电池的电压的变动、温度变动所引起的电动机性能变化、温度变动所引起的油的粘性的变化等所带来的内燃机的旋转负荷力矩(摩擦)变化而发生大的变化。因此，在本发明的电动机 10 中，在 ROM37 中储存着将起动电动机的温度和电源电压作为参数来设定逆转通电时间的逆转通电时间表格 1 和将起动电动机温度作为参数设定停止通电时间的停止通电时间表格 2，根据这些设定各时间。图 8、9 是表示这些图 1、2 的一例的说明图。

在此，电动机 10，电动机电压越低，电动机的输出功率越低。为了积蓄用于返回活塞所必要的旋转能量要花费时间。另外，温度越低油的粘性越高，由于旋转阻抗变大，积蓄移动活塞所需要的旋转能量要花费时间。再有，在这种情况下，由于惯性旋转时的惯性能量的消耗也大，所以，需要很多的惯性能量。因此，在图 8 中，从电池电压和起动电动机温度设定最适当的逆转通电时间 t_1 ，将其作为表格进行表示。

另一方面，在温度低时，由于旋转阻抗变大，曲轴 13 的旋转速度的降低得快，活塞返回到目标位置需要时间，因此，在图 9 中，由起动电动机温度设定最适当的停止通电时间 t_2 ，将其作为表格进行表示。

在该实施例中，虽然仅由温度条件决定停止通电时间，但也可以增添电池电压的表格数据，该表格数据起到将由于电池电压的降低，逆转通电带来的惯性能量不能充分地获得的那部分通过加长停止通电时间

t_2 、即惯性旋转时间来使活塞确实地返回到规定的位置的作用。

CPU32 从电动机温度传感器 42 取得电动机温度值 T_s ，从电池电压传感器 43 取得电池电压 V ，由这些值并参照逆转通电时间表格 1 及停止通电时间表格 2 来决定每次发动机起动的逆转通电时间 t_1 和停止通电时间 t_2 。由此，对应于逆转通电时间 t_1 和停止通电时间 t_2 进行温度补偿和电压变动补偿，即使有环境的变化也可以稳定地将活塞返回排气冲程。

在此，通过将上述的表格 1、2 储存在 ROM37 中来决定各时间 t_1 和 t_2 ，但也可以在 CPU32 中设从电动机温度值 T_s 和电池电压 V 算出逆转通电时间 t_1 的逆转通电时间算出部和从温度算出停止通电时间 t_2 的停止通电时间算出部来运算它们。这种情况下，各时间 t_1 、 t_2 由例如下式那样的近似式从电动机温度和电池电压算出。

$$t_1 = 0.18 + (12 - V) \times 0.02 + T_s$$

$$t_2 = 0.12 + T_s \times 0.01$$

另外，在上述的例子中，是使用电动机 10 的温度来决定各时间 t_1 、 t_2 的，但，作为参数可使用的温度值不限于此，例如，也可以采用发动机冷却水温度、发动机油温、外部气温等。另外，也可以将电动机 10 的温度以及上述的各种温度值作为多个参数使用制作表格或近似式。

以上说明了将本发明应用于 4 冲发动机的例。但也可以将它应用于 2 冲程发动机。图 10 是表示 2 冲程发动机中的动作的曲线图。2 冲程发动机与 4 冲程发动机的不同点是在 1 转中进行吸气·压缩·爆发·排气的冲程。在 2 冲程发动机中不存在 4 冲程发动机中的吸气阀和排气阀，但其活塞自身起到了阀的作用。

如图 10 所示，在 2 冲程发动机中，在压缩冲程和爆发冲程中，气缸的吸气孔和排气孔由活塞堵塞着。而且，同时进行排气冲程和吸气冲程。即，在活塞位于与下止点接近的位置成为排气孔和吸气孔双方都敞开的状态。这时，相当于 4 冲程发动机的排气冲程的是：在发动机动作时（正转）中，从排气孔或进气孔的至少任何一方被开放后到活塞到达下止点之间。

因此，从图 7、图 10 的曲线图可知，除了上述不同之外，由于在 2

冲程发动机中也进行与 4 冲程发动机相同的动作，可以得到前述同样的效果。

(实施例 3)

以下对应用了实施例 3 的起动控制装置的发动机的起动电动机进行说明，另外，由于起动电动机自身的构成与实施例 1 的相同，所以省略其详细说明。

图 11 是表示该实施例 3 的起动电动机的控制系统的构成的框图。如图 11 所示，该电动机 10，由被 CPU32 控制的电动机驱动器 31 驱动，该 CPU32 上连接着换向位置检测传感器 5 等的传感器类、发动机的起动开关 34 和点火开关 39 等的开关类。另外，在 CPU32 上通过点火组件 36 连接着发动机点火用的点火线圈 35，还连接着存储着关于电动机驱动器驱动逻辑和发动机控制等的各种控制程序等的 ROM(存储器)37 和存储来自各传感器类的数据等的 RAM38。而且，根据各传感器的输出值将控制信号送出到电动机驱动器 31 和点火组件 36，进行电动机 10 和发动机点火控制等。另外，电动机 10 自身和 CPU32 等以车载电池作为电源而被驱动。

以下，对该电动机 10 的发动机起动动作进行说明。这种情况下，电动机 10 的起动动作的控制由作为起动控制装置的 CPU32 完成。在 CPU32 中还包含用于进行电动机 10 的起动控制的各种功能单元。图 12 是 CPU32 的功能框图。如图 12 所示，CPU32 首先输入来自换向位置传感器 25 的换向位置脉冲信号，具有电动机旋转速度算出单元 51 和电动机旋转角度算出单元 52。该电动机旋转速度算出单元 51 根据从换向位置检测传感器 25 来的换向位置脉冲信号算出电动机 10 的旋转速度，上述电动机旋转角度算出单元 52 根据上述脉冲信号算出电动机 10 的旋转角度。另外，取入存储在 ROM37 中的后述的逆转通电时间 t_1 和停止通电时间 t_2 ，还具有根据电动机 10 的旋转速度和旋转角度补正它们的逆转量补正单元 53 和惯性旋转量补正单元 54。

另外，CPU32 具有电动机逆转通电指示单元 55 和电动机停止通电指示单元 56，它们根据由逆转量补正单元 53 和惯性旋转量补正单元 54 设定的逆转通电时间 t_1 和停止通电时间 t_2 对电动机驱动器 31 指示对于电动

机 10 的通电状态。而且，还具有在停止通电时间 t_2 后使电动机 10 正转使发动机起动的电动机正转开始指示单元 57。

在此，参照图 13 对 CPU32 的发动机起动控制进行说明，图 13 是用与发动机的各冲程的关系表示电动机 10 的发动机起动动作的曲线图；(a) 表示各冲程中的起动负荷；(b) 表示由电动机 10 的驱动力和曲轴 13 的惯性供给的起动能量；(c) 表示来自换向位置检测传感器 25 的脉冲信号；(d) 表示起动动作时的活塞位置。

如图 13(a) 所示，用于使曲轴 13 旋转的负荷根据发动机的动作行程而变化。即，由于活塞在排气冲程和吸气冲程中，在阀打开的状态下进行上下移动，所以用于使曲轴 13 的运动的负荷比较小，与此相反，在压缩冲程中，由于在阀关闭的状态下使活塞上升，所以，曲轴 13 的动作负荷大，其值在上止点成为最大，因此，在如前所述地发动机停止时，通常，活塞停止在压缩冲程前的位置，原来的起动电动机从该位置使发动机起动。因此，原来的起动电动机在起动发动机时，需要对欲要越过该压缩冲程中的负荷的曲轴供给图 13 中由虚线表示的能量。

与此相对，本发明的电动机 10，在发动机起动时，首先沿使曲轴 13 逆转的方向以规定时间或规定角度进行驱动。这时，由该电动机 10 可以在不由凸轮传感器等的传感器类检知活塞的位置的情况下，适当地控制电动机 10 的逆转通电时间 t_1 和其后的停止通电时间 t_2 。由此，实现活塞向排气冲程的移动。这样，以在旋转负荷小的区间助跑的形式进入压缩行程，由发动机的飞轮等的旋转系统的惯性能量和电动机驱动转矩的合力克服最大负荷，实现了减轻电动机的负荷使电动机小型化、低耗电化，并且，由于省去了传感器类，实现费用的降低。

在此，在点火开关 39 ON 的状态下起动开关 34 ON 时，CPU32 首先向电动机驱动器发出指令，只以规定的逆转通电时间 t_1 对电动机 10 逆转通电，使曲轴 13 旋转到排气冲程侧。另外，在该逆转通电后，以规定的停止通电时间 t_2 使曲轴 13 惯性旋转。其后，对电动机 10 进行正转通电，使曲轴 13 正转，使发动机起动。

另外，在此，在使起动开关 34 ON 了时，进行电动机 10 的逆转动作，

但，在点火开关 39 ON 了时，通过使电动机 10 进行逆转动作，在将起动开关 34 ON 了时，电动机 10 马上进入正转动作，也可以在发动机起动上不产生时间滞后。因此，不一定需要用起动开关 34 的 ON 使起动电动机 10 逆转，也可以在将点火开关 39 ON 了时使逆转动作开始。另外，也可以在发动机停止时或起动开关 34 脱开(OFF)时使电动机 10 逆转。

在此，上述的起动动作，根据活塞的停止位置表示为如下的 3 种形态。即，表示对应于活塞位于压缩冲程前的通常的停止位置的情况(形态①)、位于排气冲程和吸入行程之间的上止点前后的情况(形态②)、位于排气冲程前的下止点附近的情况(形态③)的不同的动作。

因此，前先对上述的形态①中的起动动作进行说明。在起动开关 34 ON 时，由 CPU32 的电动机逆转通电指示单元 55 的指令使电动机 10 t_1 秒逆转，曲轴 13 旋转到排气行程侧，活塞从位置 A 移动位置 B。其后由停止通电指示单元 56 的指令向电动机 10 的停止通电 t_2 时间，这时，曲轴 13 由首先的 t_1 时间的通电获得的惯性力继续逆转。从吸气冲程到排气冲程之间，由于没有由活塞带来的压缩，负荷力矩小，曲轴 13 进行惯性旋转。而且，由负荷力矩消耗惯性能量，旋转速度渐渐地降低，终于停止在位置 C。

这时，在 CPU32 中，由电动机旋转速度算出手段 51 和电动机旋转角度算出单元从来自换向位置检测传感器 25 的换向位置脉冲信号常时地监视电动机 10 的旋转速度和旋转角度。即，从在通电时间中计数的换向位置脉冲信号的脉冲数和脉冲间隔算出旋转速度，另外还从脉冲数的积算值算出旋转角度。从换向位置脉冲信号算出电动机 10 的旋转速度的变化率(dv/dt)。另外，在 ROM37 中存储着旋转速度的变化率的基准值 X_r 和由逆转通电时间 t_1 电动机 10 应该到达的目标旋转速度 N_r 。而且，用逆转量补正单元 53 从旋转上升中途的旋转速度把握发动机的摩擦，将其反馈给电动机 10 的旋转控制。

在逆转量补正单元 53 中，首先进行从电动机 10 的旋转速度求得的旋转速度的变化率和上述基准值 X_r 的比较。在旋转速度的变化率小于基准值时，即，在速度变化平缓，预想电动机 10 达到目标旋转速度所需时

间比预定的长时，逆转量补正单元 53 判断为曲轴 13 的旋转负荷比预想的大。这时，预测到如果原样地放任不管时惯性旋转时的摩擦也大，有活塞不能返回到期待的位置的危险。在此，逆转量补正单元 53 提高目标旋转速度 N_r ，使积蓄在曲轴 13 上的惯性能量增加，使活塞按照预定返回排气冲程内。

与此相反，在旋转速度的变化率超过了基准值时，即，在预想到速度变化急剧，电动机 10 比预定快地到达目标旋转速度时，判断为曲轴 13 的旋转负荷比预想的小。这时，预测到若照原样地放任不管，惯性旋转时的摩擦也小，有活塞走过期待位置的危险。因此，逆转量补正单元 53 使目标旋转速度 N_r 下降，使积蓄在曲轴 13 上的惯性能量减少，活塞按照预定返回到排气冲程内。

另外，逆转量补正单元 53 监视电动机 10 的旋转度，也由此进行旋转能量的把握。即，在旋转速度达到了目标旋转速度 N_r 时，即使其时是在逆转通电时间 t_1 内也判断为惯性能量积蓄为规定量。而且，进行缩短逆转通电时间 t_1 的补正，起动电动机逆转通电指示单元 55，停止向电动机 10 的通电。与此相反，在未达到目标旋转速度 N_r 时，即使其时刻是逆转通电时间 t_1 结束了时，也判断为惯性能量积蓄不足。于是，进行延长逆转通电时间 t_1 的补正，起动电动机逆转通电指示单元 55 继续向电动机 10 的通电。

另外，在 ROM37 中存储着电动机 10 的逆转基准角度 θ_r ，在惯性旋转中，由惯性旋转量补正单元 54 比较电动机 10 的逆转通电时间的逆转角度和该逆转基准角度 θ_r 。在此，作为该逆转基准角度 θ_r ，设定为即使从最远的压缩冲程前的下止点开始逆转活塞也大致进入排气冲程的角度即 180 度。因此，该 CPU32 的惯性旋转量补正单元 54 判断电动机 10 的旋转角度是否超过了 180°，即，是否输入了相当于 180° 的换向位置脉冲信号。

在旋转角度超过了 180 度时，判断为活塞返回排气冲程内，即使是在停止通电时间 t_2 内，也假定达到了通电休止目的，使停止通电时间结束。于是将其意旨通知给电动机停止通电指示单元 56，并在起动开关 34

被 ON 了时对电动机正转开始指示单元 57 发出立刻开始电动机 10 的正转的指令。

与此相反，在旋转速度为 180° 以下时，在电动机 10 的脉冲信号成为规定周期以上的间隔、电动机旋转速度成为规定速度(例如速度 0=停止)以下时，判断为活塞返回到排气冲程内，于是，在此时，即使是停止通电时间 t_2 内也作为未达到通电休止目的，而暂时中止停止通电时间，再次短时间使电动机 10 逆转。即，在对电动机停止通电指示单元 56 通知通电时间结束的同时，给电动机逆转通电指示单元 55 发出短时间的逆转通电的命令。于是，在该短时间的逆转通电后，再次开始停止通电时间 t_2 ，在通电旋转角度超过了 180° 时，由前述的处理结束停止通电时间。

另外，通过这些逆转操作，活塞返回到图 13(d)中称为“正转开始范围”的排气冲程内的位置 C，但由于排气冲程开始前的下止点附近位置助跑时间最长，所以最好返回到其位置。但是，位置 C 开始正转的“排气冲程内”的位置也包括排气冲程前后中的爆发冲程的下止点附近和吸气冲程的上止点附近。

在停止通电时间 t_2 终止了时，CPU32 的电动机正转开始指示单元 57 向电动机驱动器 31 输出使电动机 10 正转的信号，使发动机从排气冲程起动。这时，由于曲轴 13 在排气冲程和吸气冲程中以低负荷进行旋转，因此，电动机 10 在进入压缩行程前，达到与无负荷转速接近的几乎最大的转速，成为与饱和状态接近的转速。因此在活塞进入压缩冲程跟前被电动机 10 以可能的最大的转速转动，积蓄于其旋转系统的惯性团体上的惯性能量也成为最大的状态而突入压缩冲程。

因此，曲轴 13 在压缩冲程中，如图 13(b)所示地由惯性能量(点划线)和电动机能量(实线)的和的合成能量(粗实线)旋转。即，曲轴 13 由伴随着其转速的降低而释放出的惯性能量而产生的转矩 T_i 和电动机驱动转矩 T_m 驱动，由作为它们的和的越过转矩 $T = T_m + T_i$ 克服初次的压缩行程负荷。

这时，在适用了本发明的电动机的发动机中，通过如图 13(b)所示地使 $T_m < T_i$ ，电动机驱动转矩 $T_m \leq T/2$ 。即，以惯性能量为主、电动机能量为辅地进行压缩冲程负荷的克服，用越过转矩 T 的 $1/2$ 以下的最大转

矩(起动扭矩)的电动机 10 就可以起动发动机。另外,如图 13(b)所示,电动机 10 将其驱动能量分为助跑时和越过时 2 次地供给曲轴 13。因此,与由 1 次能量进行克服压缩冲程的原来的电动机相比,可以用小的输出能量的电动机产生大的越过转矩。

在这样地越过了初次的压缩冲程后,积蓄惯性能量,可以容易地克服其后的压缩行程中的负荷。而且,通过在规定时间内由点火线圈 35 飞出电火花使发动机起动。

以下,对上述的形态②中的起动动作进行说明。在此,活塞处于排气冲程的吸气冲程之间的上止点附近(位置 D),从此开始逆转动作。在这种情况下,在逆转通电时间 t_1 的期间移动到位置 E,以其后的惯性旋转,活塞返回到排气冲程的下止点进入爆发冲程。但是,在爆发冲程中由于产生活塞带来的压缩负荷,所以,旋转负荷转矩变大,惯性能量被该负荷转矩急剧地消耗。旋转速度降低并停止(位置 F)。

这时,电动机 10 中,换向位置脉冲信号的脉冲间隔变长的状况急剧地变大,电动机 10 的旋转速度的变化率(减速率)急剧变化,超过其上限值 X_{max} 。在惯性旋转量补正单元 54 中,在确认旋转速度的变化率超过了其上限值 X_{max} ,判断为活塞通过排气冲程前的下止点,开始受到压缩阻抗。由此,取得最长的助跑区间,活塞进入了可将惯性能量最多地注入曲轴 13 的领域,检测出活塞到达了正转开始领域。

在此,惯性旋转量补正单元 54 中止停止通电时间 t_2 ,将其旨意通知给电动机停止通电指示单元 56,发出立刻开始电动机 10 的正转的指令。于是,这时,由于活塞压缩的反作用力,曲轴 13 稍微向正转方向返回,活塞在下止点附近的位置 G 处停止。

在停止通电时间 t_2 结束,由起动开关 34 输入发动机起动信号时,发动机从活塞处于排气冲程的位置 G 的状态起动。由此,与上述同样地由由排气冲程和吸气冲程的助跑所得到的惯性能量所产生的旋转力矩 T_i 和电动机的驱动转矩 T_m 的和克服初次的压缩行程负荷。

另外,对前述的曲线图③中的起动动作进行说明。在此,活塞处于排气冲程前的下止点(位置 H),从此处开始逆转动作。在这时,由于逆转

开始后立即进入爆发冲程，所以由活塞的压缩产生的旋转负荷力矩在逆转后立即产生。因此，曲轴 13 的旋转速度不上升，而且，也几乎不产生惯性能量。另外，由于电动机 10 的转矩设定于压缩越过转矩的 $1/2$ 以下，不会由逆旋转越过爆发冲程。在活塞的压缩反作用力和电动机转矩几乎平衡了时，电动机锁定而停止(位置 I)。

这时，电动机 10，伴随着其动作，在通电中暂时开始变短了的脉冲信号变长为规定值以上，旋转速度成为该下限值 $V_{\min}$ 以下。在逆转量补正单元 53 中，在确认旋转速度成为了该下限值 $V_{\min}$ 以下时，判断为活塞通过爆发冲程下止点开始产生压缩力矩。即，判断为达到了逆转动作目的，立刻使逆转通电时间 t_1 结束，将其意旨通知给电动机逆转通电指示单元 55，并且，在起动开关 34 被 ON 了时立刻对电动机正转开始指示单元 57 发出开始电动机 10 的正转。

在逆转通电时间 t_1 结束时，停止通电，电动机转矩消失，曲轴 13 在停止通电时间 t_2 期间，借助活塞反作用力沿正转方向开始旋转，渐渐地增加旋转。其后，在下止点附近，活塞反作用力消失。其后，由于旋转负荷转矩，旋转的惯性能量渐渐地被消耗，在从排气冲程进入吸气冲程前的位置 J 处停止。在此处的旋转负荷转矩变小了时，由于惯性旋转，活塞有可能在停止通电 t_2 期间从排气冲程进入吸气冲程，所以停止通电时间 t_2 需要在活塞进入吸气冲程前结束。因此，在电动机 10 的换向脉冲的最大超过了相当 180° 程度前，即使是在停止通电时间 t_2 结束前也开始正转通电，于是，与上述同样地，曲轴从该位置开始正转。

这样，本发明的起动控制装置，在起动发动机之前先使电动机 10 逆转通电时间 t_1 逆转后，以停止通电时 t_2 停止通电，使曲轴 13 惯性旋转，其后，使电动机 10 正旋转。这时，在该电动机 10 中从换向脉冲信号算出电动机 10 的旋转速度和速度变化率、旋转角度等，由它们推定活塞位置，适当地反馈控制逆转通电时间 t_1 和停止通电时间 t_2 。因此，在不特设凸轮等的检测活塞位置的传感器的情况下，可以确实地将活塞返回排气冲程，从其处起动发动机，省去传感器，可以谋求产品的成本降低。

另外，由于可以利用曲轴 13 具有的惯性能量来越过初次的压缩冲程，

所以,减轻了电动机 10 的负荷,也可以谋求电动机的小型化和低成本化、低耗电化。另外,即使在磁场中使了磁铁的起动机中,由于也不需要过度地加强磁铁的磁力,所以,可以降低旋转阻抗,可以谋求防止耗油率的提高和发动机输出功率的降低。

另外,在发动机起动失败了的情况下,其后的紧接着的再起动机时的到排气冲程前的逆转动作,只要起动开关 34 是 ON,在检测到了发动机旋转停止时就立刻被自动进行,因此,电动机 10 立即进行与上述同样的逆转、正转动作。另外,电动机 10 的动作仅在检测出了制动动作、或齿轮位置处于中立位置的任何一种情况或两情况都存在时在被许可,谋求防止车辆的冲出。

以上说明了将本发明应用于 4 冲程发动机的例子。但也可以将它应用于 2 冲程发动机。图 14 是表示 2 冲程发动机中的动作的曲线图。2 冲程发动机与 4 冲程发动机的不同点是在 1 转中进行吸气·压缩·爆发·排气的冲程。在 2 冲程发动机中不存在 4 冲程发动机中的吸气阀的排气阀,但,其活塞自身起到了阀的作用。

如图 14 所示,在 2 冲程发动机中,在压缩冲程和爆发冲程中,气缸的吸气孔和排气孔由活塞封塞着,另外,排气冲程和吸气冲程同时地进行。即,在活塞接近下止点的位置,排气孔和吸气孔的双方成为敞开的状态。这时,相当于 4 冲程发动机的排气冲程的是在发动机动作(正转)时。从排气孔成的气孔的至少任何一方开放后到活塞到达下止点之间。

因此,从图 13、图 14 的图表可知,除了上述不同点之外,在 2 冲程发动机中通过进行与 4 冲程发动机同样的动作,也可以得到与前述同样的效果。

(实施例 4)

再对实施例 4 的发动机的起动电动机进行说明,由于起动电动机自身的构造与实施例 1 的相同,所以,省略其详细说明。

图 15 是表示该实施例 3 的起动电动机的控制系统的框图。该电动机 10,如图 15 所示,由被 CPU32 控制的电动机驱动器 31 驱动。在该 CPU32 上连接着检测发动机的动阀凸轮的动作的凸轮轴传感器 33 和发动机的起

动开关 34 和点火关 39。另外,在 CPU32 上通过点火组件 36 连接着发动机点火用线圈 35。还连接着存储着关于电动机驱动器驱动逻辑和发动机控制等的各种控制程序的 ROM37 及存储着来自各种传感器类的数据等的 RAM38。根据各种传感器的检测值向电动机驱动器 31 和点火组件 36 等发出控制信号,进行电动机 10 和发动机点火控制等。电动机 10 自身和 CPU32 等以车载的图中未示的电池作为电源而被驱动。

图 16 是表示将本发明起动装置应用于 4 冲程发动机的起动原理的图。该发动机具有吸气冲程、压缩冲程、爆发冲程及排气冲程,该吸气冲程在吸气阀打开、排气阀关闭的状态下,活塞从上止点进行下降,混合气被吸入气缸内。该压缩冲程在吸气阀和排气阀都关闭了的状态压缩混化气。该爆发冲程在压缩冲程结束的上止点的稍前一点点点燃混合气,在吸气阀和排气阀开闭了的状态下,由燃烧产生的高压气体推下活塞。该排气冲程在吸气阀关闭、排气阀打开了的状态下将膨胀了的气体排出到外部。以曲轴 13 的 2 转、即 4 个冲程构成 1 个循环周期。

在发动机停止了的状态下,在使电动机 10 旋转进行起动时,如图(a)所示,根据在起动时发动机处于哪个冲程的位置,起动时的负荷不同,即在排气冲程和吸气冲程中,由于活塞是在排气阀或吸气阀的任何一个打开了的状态下进行上下运动,用于使曲轴 13 旋转的负荷比较小。与此相反,在压缩行程中使发动机起动时,由于是在吸气阀和排气阀都关闭了的状态下使活塞上升,所以,曲轴 13 的旋转负荷较大,其值在上止点的稍前方最大。

如前所述,在发动机停止时,活塞多停止在压缩冲程的下止点附近的位置。过去的起动装置由于是从该位置起动发动机的,在起动时需要由起动电动机对曲轴 13 供给图 16 中用虚线表示的能量,以便克服压缩行程中的负荷。

本发明的起动装置,在从图 16(c)所示的通常停止范围 P 中的、例如在停止位置 Pa 停止了的状态使发动机起动时,首先使曲轴 13 经过吸气冲程和排气冲程的位置逆转到爆发冲程内。在该逆转过程中,活塞沿与图 16 中用箭头所示的方向相反的方向进行移动,在吸入行程的位置,活

塞朝向上止点移动，在排气冲程的位置，活塞朝向下止点移动，在爆发行程的位置，朝向上止点移动。

因此，借助该逆转，在爆发冲程中，在吸气阀和排气阀关闭了的状态下，残留在燃烧室内的气体被压缩，在燃烧室内积蓄由压缩反动而产生的正转能量，图 16(b) 中的双点划线表示积蓄的能量。另外，在开始启动时，不仅在活塞位于通常停止范围 P 的情况下，而且在活塞停止在吸入冲程和排气冲程的位置的状态从其位置启动发动机的情况下也能进行与前述同样的逆转动作。

曲轴 13 在逆转到了爆发冲程的正转开始范围 Q 中的例如翻转位置、即正转位置 Qa 后，由电动机 10 正转曲轴 13。这时，由于燃烧室内的气体的压缩而积蓄的正转能量释放到含有飞轮等的曲轴 13 的旋转系统中，对旋转系统施加上述释放的压缩反动能量和由电动机 10 施加的旋转能量。

在图 16(b) 中，用实线表示由正转的电动机 10 施加到曲轴 13 上的电动机的能量的变化。用点划线表示积蓄到旋转系统上的惯性能量的变化。由此可见，在正转初期，在旋转系统上的惯性能量在由压缩积蓄的气体的能量的释放所产生的压缩反动中迅速地提高，再有，由于电动机 10 的旋转力，旋转系统的惯性能量从爆发冲程朝向压缩行程渐渐地增大。因此，在压缩冲程中，到此为止的积蓄的旋转系统上惯性能量和电动机 10 的能量的合成能量如粗实线所示地施加在曲轴 13 上。即，曲轴 13 由伴随着其转速的降低释放出的消耗在压缩行程的惯性能量和电动机 10 的转矩驱动。最大的超越转矩 T 借助惯性转矩的释放能量的最大值 T_i 和电动机转矩的最大值 T_m 的合计克服初次压缩行程的负荷。

图 17(a) 是表示启动中的活塞位置变化的图。图 17(b) 是表示曲轴的转速的变化的图。图 17(c) 是表示能量变化的图，图 17(d) 是表示电动机输出能量的变化的图。图 17(e) 是表示越过时的能量的变化图。另外，图 18 是表示在使曲轴 13 逆转到爆发冲程后使其正转时电动机的产生能量和旋转系统的能量的变化的图。

在本实施例中，通过在内燃机启动时使电动机 10 逆转到活塞的爆发

冲程内来压缩燃烧室内的气体，积蓄其压缩反动所产生的正转的能量，通过在该能量上附加由电动机 10 产生的旋转能量，在曲轴 13 的周围的旋转系统上积蓄惯性能量，由此来越过压缩冲程，由于是如此地控制电动机 10，可以使用小型的电动机 10。

在使曲轴 13 逆转到爆发冲程时，在 2 冲程的情况下，设置直接检测曲轴的角度的曲轴角度传感器，根据其检测量把握曲轴角，可以决定从逆转转到正转的位置。另外，在 4 冲程的情况下，为了检测曲轴 13 的停止位置 Pa 和正转位置 Qa，不仅可以用来自曲轴角传感器的信号，也可以使用来自凸轮轴传感器 33 的信号，可以由设在曲轴和凸轮轴上的角度传感器决定逆转通电的停止和正转通电的开始。也可以在检测到了曲轴的旋转方向由压缩反作用力改变为正转了时，进行正转通电的开始。另外，仅在从这些角度传感器发生的脉冲在伴有旋转速度降低的状态下发生了的情况下可以作为正转开始的信号和逆转结束的信号使用，这时，排气冲程中的脉冲被忽视。

在 2 冲程、4 冲程的情况下，通过以规定时间使电动机 10 从停止位置逆转，其后可以由惯性返回到爆发冲程，也可由电动机 10 驱动到爆发冲程。在停止逆转通电后进行规定时间的惯性旋转，其后进行正转通电，由此可防止过大的电流流到电动机中，使 FET 等的换向元件破坏。总之，可在不给 FET 等施加过的负荷的情况下将逆转通电立刻切换为正转通电情况那样地进行逆转动作。

如图 16(d)所示，在电动机 10 逆转时及正转时，由于可以从换向位置检测传感器 25 取出脉冲信号，也可以通过检测它而检测出从逆转状态反转到正转状态的位置。作为该逆转位置的检测方式也可以是计数电动机 10 逆转时的脉冲数。也可以是从脉冲间隔检测出速度，将反馈信号从检测结果送到控制部，由此可以确实地检测出翻转位置。

如果由脉冲间隔检测速度，在为了速度到达期待值而需要比预定时间长的时间时，有可能由于发动机的旋转阻力大而回不到规定的位置，由此，以提高速度目标值地进行反馈控制。另外，在速度达到期待值比规定时间早时，发动机的旋转阻力小，有走过规定位置的危险，所以，以

降低速度目标值的方式进行控制。

另外，也可以通过把握旋转系统的旋转惯性能量进行通电直到旋转系统的旋转速度达到规定的目标旋转速度，在达到了目标旋转速度时停止通电。

在活塞经过吸气冲程从排气冲程变化为爆发冲程时，在活塞通过下止点变为上升移动时要受到压缩阻抗，因此，如图 17(b)所示，逆转时的速度在渐渐地变高后变换为减速。因此，在旋转脉冲间隔由于增速其脉冲间隔变短后，进行减速，脉冲间隔变长。通过检测该脉冲间隔的变化，也可以检测出到达了爆发冲程的情况。另外，在不对电动机通电地以惯性返回到爆发冲程时，脉冲间隔变长的情况、即减速的情况突然大地进行变化，因此，也可以通过检测其变化检测出达了爆发冲程的情况。

以下，对发动机起动时的顺序进行说明，在点开关 39 ON 时，CPU32 首先根据凸轮轴传感器 33 的检测信号认识活塞现在处于的位置。即，CPU32 通过使用凸轮轴传感器 33 的信号进行活塞位置的确认和活塞向爆发冲程的逆转动作的准备。

在活塞停止在通常停止范围 P 以外的位置时，在设有凸轮轴传感器 33 的情况下，也可以由其检测信号检测停止位置。接着，在由起动开关 34 输入发动机起动信号时，CPU32 根据其检测结果进行将活塞返回到爆发冲程内的决定，将指令发给电动机驱动器 31，暂时使电动机 10 逆转，从而使曲轴 13 逆转到爆发冲程内。为了检测出活塞逆转到了爆发冲程内的正转起位置 Qa 的位置，在例如设置了凸轮轴传感器 33 的情况下，由凸轮轴传感器 33 输出表示活塞到达了爆发冲程内的 H 信号。由此，CPU32 停止电动机 10 的逆转动作，迅速地开始进行正转动作。

这时，曲柄轴 13 由于在排气冲程和吸入冲程中在低负荷下进行旋转，所以，电动机 10 活塞在进入压缩行程前就达到了与无负荷旋转速度相近的最大的旋转速度，因此，曲轴 13 也在压缩冲程紧前方由电动机 10 以尽可能最大的旋转速度旋转。积蓄在旋转系统中的惯性团体的惯性能量也成为最大的状态，在此状态下突入压缩冲程。

因此，曲轴 13 在压缩冲程中，如图 16(b)所示地由惯性能量(点划线)

和电动机能量(实线)的和、即合成能量(粗实线)旋转。另外,如图 16(b)所示,电动机 10 将其能量分为助跑时和越过时 2 次地供给于曲柄轴 13。因此,与由供给一次能量进行克服压缩冲程负荷的过去的电动机相比较,可以高效地活用电动机能量。

另外,电动机 10 的动作仅在检测出了制动动作时、或齿轮啮合处于中立位置时的任何一种、或双方时才被许可进行,以谋求防止车辆的冲出。

在这样地越过了初次的压缩冲程时,由于积蓄着惯性能量,所以可以容易地克服其后的压缩冲程中的负荷。而且,以规定时间由点火线圈 35 飞出电火花,使发动机起动。

这样,在本发明的电动机 10 中,在起动发动机之前,先将活塞暂时返回到停止位置跟前的爆发行程中,从其处使发动机起动,可直到 1 次越过之前提高曲轴 13 所持有的惯性能量,所以,通过利用其能量,可由比从前小的电动机转矩越过初次的压缩行程。因此,可以实现电动机的小型化和低成本化。另外还可以降低电动机的电耗。

在上述的情况下,在使发动机起动时,首先使其从停止位置逆转到活塞的爆发冲程后,使其正转,一旦使其正转,从来自换向位置检测传感器 25 的脉冲间隔的变化检测出压缩冲程前的下止点,通过从该位置对电动机 10 逆转通电,在到达爆发冲程后的下止点时刻之前积蓄能量,可以以由该惯性能量释放产生的转矩和电动机 10 的转矩作为使活塞上升到爆发行程中的 Qa 位置的能量。

另外,首先,在使曲轴 13 正转到压缩行程的中途、例如压缩行程的上止点的跟前后,也可如前所述地使其逆转到爆发冲程。在这时,在压缩冲程中,同样地利用燃烧室内的残留气体的压缩反作用力与电动机的能量一起使曲轴逆转,可以作为使活塞上升到爆发冲程中的 Qa 位置的能量。由此,即使是更小的转矩的电动机也可以使爆发冲程中的使活塞上升的能量成为更大,可以得到更大的正转方向的反作用力。

这样,在起动时,首先使曲轴 13 正转,压缩燃烧室内的气体,利用其反动的进行逆转,该种方式对于 2 冲程的发动机有效。其原因是,在 2

冲程发动机中，因为每次成为爆发，仅使其逆转就马上进入了压缩行程，难以充分确保用于作为旋转能量积蓄的助跑区间。

图 19 是表示在起动时，首先使曲轴 13 正转到压缩冲程的中途，在压缩了燃烧室内的气体后，利用其反动使曲轴 13 逆转时的起动动作的图。图 20 是表示这种情况下的能量变化的图。这样，通过在逆转动作前增添正转动作，在 2 冲程发动机的情况下也可以实现电动机 10 的小型化。

再者，由于利用该正转侧的压缩反作用力和逆转侧的压缩反作用力越过正转方向的压缩点，积蓄惯性能量的方法对多气缸的发动机的起动有效。特别是 4 冲程发动机 180° 排列两气缸曲轴的发动机中，如图 21 所示，从停止位置起的正转方向逆转方向的任何一方，气缸 A 或气缸 B 的活塞成为压缩方向，所以形成积蓄旋转能量的助跑区间。

在这时，多次利用正转方向的压缩反作用力和逆转方向的压缩反作用力的双方渐渐地提高压缩的反作用力能量，最终可以获得越过正转方向的压缩点的惯性能量。

另外，在这些上述的多个实施例中，在利用在逆转方向中将惯性能量利用在爆发方向上来积蓄压缩能量时，由于温度所产生的旋转附加变化等有可能沿逆转方向越过了压缩，为了防止此种情况发生，检测逆转方向的压缩的活塞位置，在返回到有沿逆转方向越过的危险时的角度时，停止逆转方向的通电，必须立即切换为正转方向的通电。对于活塞位置的检测也可以使用曲轴角传感器和凸轮轴传感器，也可以使用无刷电动机的换向脉冲的脉冲计数数量。

(实施例 5)

以下对实施例 5 的发动机起动电动机进行说明。图 22 是表示本发明的一实施例中的发动机起动电动机的构造的剖面图。图 23 是省略了图 22 的起动电动机的壳体和盖的正视图。

图 22 的起动电动机(以下简称为电动机)110 直接连接在机动二轮车用的 4 冲程发动机上，具有固定在发动机的发动机壳体 111 上定子 112 和与发动机的曲轴 113 连接的转子 114。

转子 114 备有用铁等的磁性材料形成的有底的短圆筒形状的轭 115，

在这轭 115 的底壁的内面上同心状地一体地突设着圆筒状的轭部 116。轭部 116 和曲轴 113 的各自的锥面楔状地结合并由装配螺母 117 紧固着,从而使该转子 114 与曲轴 113 一体地转动。在轭 115 的内周面上沿周向交替地各多个地配置固定着相同数量的用铁等磁性材料(透磁率大的材料)形成的控制磁级 128 和用于构成励磁元件的永久磁铁 118。该永久磁铁 118 和控制磁级 128 形成为相互大小相等的圆弧状的长方体,并沿周向隔离等间隔地交替地配设着。另外,相邻的永久磁铁 118 彼此同极地形成,异极由其间的控制磁极 128 形成。

电动机 110 的定子 112 具有用铁等的磁性材料形成为大致星形的浅圆盘形的芯 119。芯 119 由作为紧固装置的螺栓 121 固接在壳体 120 上,在壳体 120 的外侧安装着盖 126,在壳体 120 内的定子 112 的外侧围其外周地配设着转子 114,该壳体 120 与曲轴 113 同心地配置地安装在发动机壳体 111 的外面上,转子 114 通过曲轴 113 的驱动而绕定子 112 旋转。

芯 119 具有将铁制叠层的许多片磁性材料构成的薄板而形成为一体的形成为环状的本体 122。在芯本体 122 的外周上放射状地突设着多根突极 123。在各突极 123 上分别三相绕组地线地绕着定子线圈 124。该定子线圈 124 通过图中未示的端子由导引线 and 细电线束(都未图示)连接在后述的电动机驱动器上。即,该电动机 110 为由电动机驱动器驱动 of 无刷电动机。

在芯本体 122 的轭 115 的底部侧圆筒状地形成着并且同心地配设固定着用于控制磁场磁通量的励磁控制线圈 129。励磁控制线圈 129 的绕线方法为相对于定子 122 及转子 114 地成为同心圆的方式。因此,分别形成励磁控制线圈 129 的磁通 F 其大部分经由芯 119 的本体 122、与控制磁极 122 相对的突极 123、转子 114 的控制磁极 128、轭 115、轭部 116 及芯 119 的闭磁路。

对于励磁控制线圈 129 的励磁控制由后述的励磁线圈控制部进行,在沿增加作用于定子线圈 124 上的磁场的有效磁通的方向励磁励磁控制线圈 129 时,与定子线圈 124 交链的磁场的磁通成为在永久磁铁 118 的磁通上重叠励磁控制线圈 129 的磁通 F 的磁通。磁通变化以对应于通电

于励磁控制线圈 129 中的电流的磁通增加了的程度变大, 产生于定子线圈 124 上的磁力增加。由此, 控制磁极 128 作为与永久磁铁 118 逆向的磁极获得同程度以上的磁力。可以构成起动扭矩大的电动机特性。

另外, 在为了使控制磁极 128 与永久磁铁 118 成为同极而与上述的情况逆向地对励磁线圈 129 通电时, 由于成为永久磁铁 118 的磁通和励磁控制线圈 129 的磁通 F 差动地交链于固定线圈 124 上, 磁通变化以对应于通电到励磁控制线圈 129 上的电流的磁通相抵消的程度变小。由此, 作用于定子线圈 124 上的有效磁通自身减少, 芯 119 的铁损减少。由此, 控制磁极 128 获得弱的磁力, 可以构成起动扭矩小的电动机特性。

在电动机 110 上, 多个(例如 3 个)换向位置检测传感器 125 配设在壳体 120 内, 用以感应永久磁铁 130 的磁性地检测转子 114 的旋转位置。换向位置检测传感器 125 的输出通过控制电路供给于后述的电动机驱动器上。电动机驱动器生成对应于来自换向位置检测传感器 125 的检测信号的通电信号, 将根据该通电信号的电流供给向定子线圈 124, 依次地励磁定子线圈 124。在依次地励磁定子线圈 124 时, 由定子线圈 124 形成旋转磁场。该旋转磁场作用于永久磁铁 118, 由该旋转磁场旋转转子 114, 转子 114 的旋转力通过轴 115 的轴部 116 传递到曲轴 113 上, 起动发动机。

图 24 是表示电动机 110 的特性的特性线图, 图 25 是表示电动机特性的切换控制的特性线图。

如这些特性线图所示, 在给励磁控制线圈 129 通电增强磁场时, 由于起动力矩变大, 所以低旋转时的旋转上升率变大。但是, 由于无负荷旋转速度低, 旋转速度的饱和快, 最大旋转速度变低。与此相反, 在减弱磁场时, 由于无负荷旋转速度高, 旋转速度的饱和慢, 最大旋转速度高, 但, 由于起动力矩小, 所以, 低旋转时的旋转上升率小。

因此, 如图 25 所示, 通过切换电动机特性, 通过在旋转速度低的区域增强磁通而提高旋转上升率, 在旋转速度高的区域减弱磁通可提高最大旋转速度。

图 26 是表示上述的电动机 110 的控制电路的框图, 对 CPU131 输入来自上述的换向位置检测传感器 125、检测发动机的动阀凸轮的动作的凸

轮轴传感器 132、起动开关 133、点火开关 134、ACG 脉冲发生器 135 的信号。从该 CPU131 对电动机控制器 136 和励磁线圈控制部 137 发送控制信号，该电动机控制器 136 用于控制对定子线圈 124 的电流供给，该励磁线圈控制部 137 控制对励磁控制线圈 129 的电流供给。从该 CPU131 还向控制发动机点火用点火线圈 138 的点火时间的点火部件 139 发送控制信号。另外，存储着关于电动机驱动器驱动逻辑和发动机控制等的各种控制程序的 ROM141 和存储着来自各种传感器类的数据等的 RAM142 与 CPU131 连接着。另外，电动机 110 其自身和 CPU131 等以车载的图中未示的电池作为电源被驱动。

图 27 是表示将本发明的起动装置应用于 4 冲程发动机时的起动动作的图。该发动机具有吸气冲程、压缩冲程、爆发冲程和排气冲程；在该吸气冲程中在吸气阀和排气阀关闭着的情况下活塞从上止点下降，混合气吸入气缸内；该压缩冲程中，在吸气阀和排气阀都关闭着的情况下压缩混合气；在爆发冲程中，在压缩冲程的结束的上止点的稍前处点燃混合气，在吸气阀和排气阀关闭着的状态下，由燃烧产生的高压气体推下活塞；在该排气冲程中，在吸气阀关闭、排气阀打开的状态下将膨胀的气体排出到外部。以曲轴 113 的 2 转、即 4 冲程构成一循环。

在发动机停止了的状态下，在使电动机 110 旋转进行起动时，如图 (a) 所示，在起动时根据发动机处于哪个冲程的位置，起动旋转时的负荷不同。即，在排气冲程和吸气冲程中，由于活塞在排气阀和吸气阀打开着的状态下进行上下运动，用于使曲轴 113 转动的负荷比较小。与此相反，在压缩冲程中使发动机起动时，由于是活塞在吸气阀和排气阀关闭着的状态使活塞上升，所以曲轴 113 的起动时的负荷大，其值在上止点处最大。同样，在爆发冲程中使发动机起动时，必须在吸气阀和排气阀关闭的状态下使活塞朝向下止点下降移动，曲轴 113 的起动负荷变大。

如前所述，在发动机停止时，通常活塞大都停止在压缩行程的下止点的附近的位置。在从前的起动装置中，从该位置起动发动机，在起动发动机时，需要由起动电动机对曲轴 113 供给由虚线所示的能量，以克服压缩行程中的负荷。

在图 27 所示的情况下，在使发动机从例如停止在停止位置 Pa 的状态进行起动时，首先，由电动机 10 使曲轴 13 逆转，在返回到排气冲程后，使曲轴 113 正转，由此，以在旋转负荷小的区间中进行助跑的形式进入压缩行程，以由发动机的飞轮等产生的旋转系统的惯性能量和电动机驱动转矩的合力克服最大负荷，通过减轻电动机的负荷谋求电动机小型化和低耗电化。

在使曲轴 113 正转时，如图 25 所示，通过对励磁控制线圈通电来增强励磁，从而使电动机 110 起动。在电动机 110 的旋转速度上升时，电动机 110 的起动转矩渐渐降低，如图 24 所示，在越过无负荷旋转速度的大致 $1/2$ 时的旋转速度时，电动机输出功率超过最大输出点，可以将电动机的输出有效地变换为旋转能量。即，旋转的上升率降低。

在这时减弱励磁时，电动机特性的起动转矩和最大输出功率变小，但在高的旋转速度下转矩和电动机输出功率变高。由此，可以再次将电动机输出有效地转换为旋转能量。即，可以提高旋转速度的上升率。在从电动机 110 的正转开始到压缩冲程之间反复进行该控制时，通过依次地将这时的通向励磁线圈的通电切换为沿加强励磁的方向大电流→小电流→无通电、沿减弱励磁的方向小电流→大电流，可以得到最佳效率的旋转上升、即惯性能量的积蓄。

这样，对于备有可改变磁场的励磁线圈的起动装置来说，在起动时，进行用于增强励磁的磁场通电，与电动机特性的切换时间相吻合地控制向励磁线圈的通电，可进行有效的旋转上升。

通过设置与电动机的旋转同步地发生脉冲的装置，可从该脉冲间隔求得旋转速度，但电动机使用的是无刷电动机时，通过利用用于检测电枢线圈的通电换向位置检测传感器脉冲，不需要设特别的传感器。

以下，对图 27 所示的发动机的起动顺序进行说明，在点火开关 134 ON 时，CPU131 首先根据凸轮轴传感器 132 的检测信号确定活塞现在所处的位置，判定活塞是否有必要返回排气冲程。总之，CPU131 通过使用凸轮轴传感器 132 的信号，实行活塞位置的确认和活塞向排气冲程的确实的移动。

在活塞处于排气冲程以外的冲程时，CPU131 进行将活塞返回到排气冲程的决定，向电动机驱动器 136 发送指令，暂时使电动机 110 逆转，将曲轴 113 旋转至排气冲程侧。即，在点火开关 ON 的阶段，在活塞处于图 27(c) 的位置 Pa 时，使其如箭头所示地逆转移移动到排气冲程。这时，发动机的活塞位置由凸轮轴传感器 132 经常地监视，凸轮轴传感器 132 在活塞来到了排气行程时，发出 H 信号。在由来自该凸轮轴传感器 132 的检测信号 (H) 检测出活塞来到排气行程时，CPU131 停止电动机 110 的逆转动作，使活塞在位置 Qa 暂时停止。

这时，活塞返回图 27(c) 中的正转开始范围 Q 的排气行程内的位置 Qa，但是，排气行程开始前的下止点近旁位置的助跑区间最长，因此希望回到其位置。但是，位置 Qa 作为开始正转的排气行程内的位置，包括排气行程前后的爆发冲程的下止点附近和吸气冲程的上止点附近。

另外，在由凸轮轴 132 检测到起动动作开始时刻，活塞已经处于排气冲程的位置 R 时，CPU131 进行不需要将活塞返回到排气冲程的决定，不进行上述那样的逆转动作。

在此，将点火开关 134 ON 了时，进行电动机 110 的逆转动作，这是为了使在使起动开关 133 ON 了时，电动机 110 马上进行正转动作，以使发动机起动不产生时间滞后。因此，不一定需要将点火开关 ON 使电动机 110 逆转，也可以从使起动开关 133 ON 时起使逆转动作开始。另外，也可以在发动机停止时和起动开关 OFF 了时使之逆转。

在从起动开关 133 输入发动机起动信号时，CPU131 对电动机驱动器 136 输出使电动机 110 正转的信号，将发动机从排气冲程使曲轴 113 正转。在电动机 110 开始旋转时刻沿增强励磁的方向对励磁线圈 129 通电，提高起动扭矩。在旋转速度渐渐地上升并越过规定的旋转速度 N1 时刻，停止向励磁线圈 129 通电，将电动机特性切换为无负荷转速高的特性，在旋转速度上升并越过规定转速 N1 时，沿减弱励磁的方向向励磁线圈 129 的通电，切换电动机特性(图 25)，由此，可以有效地提高电动机 110 的旋转速度，在活塞进入压缩冲程前，使之成为比以特性切换前的电动机特性可上升的最高转速还高的旋转速度。因此，曲轴 113 也在压缩行

程紧前处由电动机 110 以可能最大的旋转速度旋转，积蓄在其旋转系统的惯性团体上的惯性能量也成为最大状态，以此状态突入压缩冲程。

因此，曲轴 113 在压缩冲程中如图 27(b)所示地由惯性能量(点划线)和电动机能量(实线)的和的合成能量(粗实线)旋转。即，曲轴 113 由伴随着其转速的降低而放出的惯性能量带来的转矩 T_i 和由马达的驱动力矩 T_m 驱动，作为它们的和的越过力矩 $T = T_m + T_i$ 克服初次的压缩冲程负荷。

另外，由于克服该压缩行程时的惯性能量的释放，旋转速度降低，在比上述规定旋转速度 N_2 、 N_1 低时，再次切换为对应于其旋转速度的电动机特性。由此，可提高越过时的电动机转矩。

这时，在应用了本发明的电动机的发动机中，如图 27(b)所示，由于使 $T_m < T_i$ ，电动机驱动转矩 $T_m < T/2$ 。即，将惯性能量为主、电动机能量为辅地进行压缩冲程负荷的克服，从而可以用克服扭矩 T 的 $1/2$ 以下的最大起动扭矩(lock torquer)的电动机 110 起动发动机，另外，如图 27(b)所示，电动机 110 将其驱动能量分为助跑时和越过时的二次地给予曲轴 13。因此，与由 1 次能量的赋予进行克服压缩冲程负荷的原来的电动机相比，可以用小输出功能的电动机产生大的越过扭矩。

另外，在发动机不起动时，直到其之后紧接着的再起动机时的排气冲程前的逆转动作只要点火开关 134 为 ON，在检测到发动机旋转停止时就马上自动地进行。因此，在起动开关 133 再度 ON 时，电动机 110 立即进入正转动作，不产生时间滞后，另外，电动机 110 的动作仅在检测出了制动动作或齿轮位置处于中立位置的任何一种、或检测了双方都存在时才被许可，是为了防止车辆的冲出。

这样，在越过了初次的压缩行程后，积蓄惯性能量，可以容易地克服其后的压缩冲程中的负荷。而且，通过以规定的时间由点火开关 35 飞出电火花，使发动机起动。

这样，在图 27 所示的情况下，在发动机起动之前先将活塞暂时返回到排气冲程，从其处使发动机起动，由此，可以利用曲轴 113 所具有的惯性能量，由比原来小的电动机转矩进行初次的压缩行程的越过。因此，可以谋求电动机的小型化和低成本化。另外还可以降低电动机的电耗。

另外，即使在磁场中使用了磁铁的起动机中，由于不需要过度地增强磁铁的磁力，所以，可以降低旋转阻抗，可以谋求防止耗油量的提高和发动机输出的降低。

图 28 是表示本实施例的起动装置的控制电路的框图，图 29 是表示用与发动机的各冲程的关系表示由该控制电路作动的电动机 110 的发动机起动动作的曲线图表。这时电动机 110 也使用上述特性的电动机。

在这情况下，与图 27 所示的情况相同，在起动发动机时，首先沿使曲轴 113 逆转的方向进行驱动，在使活塞暂时移动到排气冲程后使发动机起动。但，在不由凸轮轴传感器等的传感器类检测活塞的位置的情况下，通过适当地控制电动机 110 的逆转通电时间和其后的通电时间，实现活塞向排气冲程的移动。因此，检测电动机的温度的电动机温度传感器 143 和检测电池电压的电池电压传感器 144 的检测信号被送到 CPU131。

在点火开关 134 ON 的状态下起动开关 133 ON 时，CPU131 首先向电动机驱动器 136 发出指令，只以规定时间对电动机 110 逆转通电，使曲轴 113 旋转至排气冲程侧。另外，在该逆转通电后，终止规定时间通电，使曲轴 113 惯性旋转。在规定的通电休止时间后，对电动机 110 进行正转通电，使曲轴 113 正转，使发动机起动。

另外，在此，在使起动开关 133 ON 了时，进行电动机 110 的逆转动作，但，在点火开关 134 ON 了时，电动机 110 马上进入正转动作，也可以在发动机上不产生时间滞后。因此，也可以不一定需要用起动开关 133 的 ON 使起动电动机 110 逆转，而是在将点火开关 134 ON 了时开始逆转动作。

上述的起动动作，根据活塞的停止位置表示为如下的 3 种形态。即，表示对应于活塞位于压缩冲程前的通常的停止位置的情况(形态①)、位于排气冲程和吸入行程之间的上止点前后的情况(形态②)、位于排气冲程前的下止点附近的情况(形态③)的不同的动作。

因此，首先对上述的形态①中的起动动作进行说明。在起动开关 133 ON 时，由 CPU131 的指令，使电动机 110 逆转 t_1 时间，曲轴 113 旋转到排气行程侧，活塞从位置 A 移动位置 B。其后向电动机 110 的通电停止

t_2 时间, 这时, 曲轴 113 由首先的 t_1 时间的通电获得的惯性力继续逆转。从吸气冲程到排气冲程之间, 由于没有由活塞带来的压缩所以负荷力矩小, 曲轴 113 进行惯性旋转。而且, 由负荷力矩消耗惯性能量, 旋转速度渐渐地降低, 终于停止在位置 C。

这时, 首先的逆转通电时间 t_1 设定为可以借助由通电得到的惯性力活塞由于惯性返回到排气冲程前的下止点附近的时间以上的值。另外, 在逆转通电时间 t_1 过长时, 曲轴 113 的旋转速度过高, 有惯性能量大, 在停止通电时间 t_2 中越过爆发冲程的危险。因此, 逆转通电时间 t_1 设定为在活塞处于压缩冲程前的下止点时, 即使使曲轴 113 逆转, 在惯性旋转中也不越过爆发冲程的时间以下。即, 根据该条件决定逆转通电时间 t_1 的最小值·最大值。

另外, 在停止通电时间 t_2 后, 电动机 10 被正转通电, 但, 若停止通电时间 t_2 后过短, 会产生在惯性旋转中活塞不返回排气冲程的情况。因此, 在此决定停止通电时间 t_2 的最小值, 也符合上述的逆转通电时间 t_1 , 借助这些条件设定, 活塞在停止通电时间 t_2 期间从位置 B 移动到排气冲程中的位置 C。

另外, 这时, 活塞返回到图 29(d) 中称为“正转开始范围”的排气冲程的位置 C, 但由于排气冲程开始前的下止点附近位置助跑时间最长, 所以最好返回到其位置。但是, 位置 C 作为开始正转的“排气冲程内”的位置也包括排气冲程前后中的爆发冲程的下止点附近的吸气冲程的上止点附近。

在停止通电时间 t_2 终止了时, CPU131 向电动机驱动器 136 输出使电动机 110 正转的信号, 使发动机从排气冲程起动, 这时, 由于曲轴 113 在排气冲程和吸气冲程中以低负荷进行旋转, 因此, 电动机 110 在活塞进入压缩冲程前, 达到与无负荷转速相近的几乎最大的转速, 成为接近于饱和状态的转速。因此, 曲轴 113 也在压缩冲程紧前方被电动机 110 以可能的最大的转速转动, 积蓄于其旋转系统的惯性团体上的惯性能量也成为最大的状态而突入压缩冲程。

因此, 曲轴 113 在压缩冲程中, 如图 29(b) 所示地由惯性能量(点划

线)和电动机能量(实线)的和的合成能量(粗实线)旋转。即,曲轴 113 由伴随着其转速的降低而释放出的惯性能量而产生的转矩 T_i 和电动机驱动转矩 T_m 驱动,由作为它们的和的越过转矩 $T=T_m+T_i$ 克服初次的压缩行程负荷。

这时,通过如图 29(b)所示地使 $T_m \leq T_i$ 。电动机驱动转矩 $T_m \leq T/2$ 。即,以惯性能量为主、电动机能量为辅地进行压缩冲程负荷的克服,用越过转矩 T 的 $1/2$ 以下的最大扭矩(起动扭矩)的电动机 110 就可以起动发动机。另外,如图 25(b)所示,电动机 110 将其驱动能量分为助跑时和越过时 2 次地供给曲轴 13。因此,与由 1 次能量进行克服压缩冲程负荷的原来的电动机相比,可以用小的输出能量的电动机产生大的越过转矩。

这样地越过了初次的压缩冲程后,积蓄惯性能量;可以容易地克服其后的压缩行程中的负荷。而且,通过以规定的时间由点火线圈 138 飞出电火花来起动发动机。

以下,对上述的形态②中的起动动作进行说明。在此,活塞处于排气冲程和吸气冲程之间的上止点附近(位置 D),从此开始逆转动作。在这种情况下,在逆转通电时间 t_1 的期间移动到位置 E,以其后的惯性旋转,活塞返回到排气冲程的下止点进入爆发冲程。但是,在爆发行程中由于产生活塞带来的压缩负荷,所以,旋转负荷转矩变大,惯性能量被该负荷转矩急剧地消耗。旋转速度降低并停止(位置 F)。这时,由于活塞压缩的反作用力,曲轴 113 稍稍向正转方向返回,在下止点附近的位置 G 停止。

在通电时间 t_2 结束时,发动机的活塞从处于排气冲程的位置 G 的状态起动。由此,与上述相同,由排气冲程和吸气冲程的助跑所获得的惯性能量带来的转矩 T_i 和电动机的转矩 T_m 的和克服初次的压缩冲程负荷。

以下再对上述的形式③的起动动作进行说明。在此,活塞处于排气冲程前的下止点附近(位置 H),从此处开始逆转动作。在这时,由于在逆转开始后马上进入爆发冲程,由活塞的压缩产生的旋转负荷力矩在逆转后马上产生。因此,曲轴 113 的旋转速度不上升,而且,也几乎不产生惯性能量。另外,由于电动机 10 的转矩设定为小于压缩越过转矩的 $1/2$,

所以，不会由逆旋转越过爆发冲程，在活塞的压缩反作用力和马达的转矩几乎平衡了时，电动机锁定而停止(位置 I)。

在经过逆转通电时间 t_1 时，停止通电，马达转矩消失，曲轴 13 在停止通电时间 t_2 期间由活塞反作用力沿正转方向正转，并渐渐地增加正转转速，其后，在下止点附近，活塞反作用力消失，其后，旋转的惯性能量由旋转负荷力矩渐渐地消耗，在从排气冲程进入吸气冲程前的位置 J 停止。而且，与前述同样，曲轴运动从该位置开始。但是，由于在停止通电时间 t_2 期间，活塞也有可能从排气冲程进入吸气冲程，所以，停止通电时间 t_2 需要在活塞由于反作用力进入吸气冲程前结束。即，由此决定停止通电时间 t_2 的最大值。

这样，本发明的电动机 110，在起动发动机之前先以由上述的形态①说明的条件设定的逆转通电时间 t_1 使电动机 110 逆转。另外，以用形态(1)、(3)说明了的条件设定的停止通电时间 t_2 停止通电，使曲轴 113 惯性旋转。然后，通过使电动机 110 正转将活塞暂时返回到排气冲程，可使发动机起动。这时，该电动机 10 借助逆转通电时间 t_1 和停止通电时间 t_2 的设定可将活塞确实地返回排气冲程。因此，在不设凸轮轴传感器等的检测活塞位置的传感器的情况下可以进行从排气冲程起的发动机的起动。省去了传感器，可以实现产品的成本的降低。

可是，上述的情况，即使设定逆转通电时间 t_1 和停止通电时间 t_2 ，电动机 110 的动作的逆转量(角度)也由于电池的电压的变动、温度变动所引起的电动机性能变化、温度变动所引起的油的粘性的变化等所带来的内燃机的旋转负荷力矩(摩擦)变化而发生大的变化。因此，在本发明的电动机 110 中，在 ROM141 中储存着将起动电动机的温度和电源电压作为参数来设定逆转通电时间的逆转通电时间表格 1 和将起动电动机温度作为参数设定停止通电时间的停止通电时间表格 2，根据这些设定各时间。图 30 是表示停止通电时间表格 3 的一例的说明图。

在此，电动机 111，电动机电压越低，电动机的输出功率越低。为了积蓄用于返回活塞所必要的旋转能量要花费时间。另外，温度越低油的粘性越高，由于旋转阻抗变大，积蓄移动活塞所需要的旋转能量要花费

时间。再有，在这种情况下，由于惯性旋转时的惯性能量的消耗也大，所以，需要很多的惯性能量。因此，在图 30 中，从电池电压和起动电动机温度设定最适当的逆转通电时间 t_1 ，将其作为表格进行表示。

在温度低时，由于旋转阻抗变大，曲轴 113 的旋转速度的降低得快，活塞返回到目标位置需要时间，因此，在图 31 中，由起动电动机温度设定最适当的停止通电时间 t_2 ，将其作为表格进行表示。

在这时，虽然仅由温度条件决定停止通电时间 t_2 ，但也可以增添电池电压的表格数据，该表格数据起到将由于电池电压的降低，逆转通电带来的惯性能量不能充分地获得的那部分通过加长停止通电时间 t_2 、即惯性旋转时间来使活塞确实地返回到规定的位置的作用。

CPU32，从电动机温度传感器 143 取得电动机温度值 T_s ，从电池电压传感器 144 取得电池电压 V ，由这些值并参照逆转通电时间表格及停止通电时间表格来决定每次发动机起动的逆转通电时间 t_1 和停止通电时间 t_2 。由此，对应于逆转通电时间 t_1 和停止通电时间 t_2 进行温度补偿和电压变动补偿，即使有环境的变化也可以稳定地将活塞返回排气冲程。

在此，通过将上述图 30 及图 31 所示的表格储存在 ROM141 中来决定各时间 t_1 和 t_2 ，但也可以在 CPU131 中设从电动机温度值 T_s 和电池电压 V 算出逆转通电时间 t_1 的逆转通电时间算出部和从温度算出停止通电时间 t_2 的停止通电时间算出部来运算它们。这种情况下，各时间 t_1 、 t_2 由例如下式那样的近似式从电动机温度和电池电压算出。

$$t_1 = 0.18 + (12 - V) \times 0.02 + T_s$$

$$t_2 = 0.12 + T_s \times 0.01$$

另外，在上述的例子中，是使用电动机 110 的温度来决定各时间 t_1 、 t_2 的，但，作为参数可使用的温度值不限于此，例如，也可以采用发动机冷却水温度、发动机油温、外部气温等。另外，也可以将电动机 110 的温度以及上述的各种温度值作为多个参数使用制作表格或近似式。

而且，在上述的情况下，由时间控制着逆转的惯性旋转，但也可以由电动机 110 的旋转角度控制它们，在这种情况下，由来自图 29(c) 所示的换向位置检测传感器 125 的检测脉冲信号确认电动机 110 的旋转角度，

实行规定角度移动程度的逆转通电和停止通电。

图 32 是表示为了进行与图 29 所示的情况相同的发动机的起动动作而设在 CPU131 上的各种功能单元的框图。

这种情况下的起动动作的控制与图 26 和图 28 所示的情况同样地由控制电路进行控制。

如图 32 所示, CPU131 首先输入来自换向位置传感器 125 的换向位置脉冲信号, 具有电动机旋转速度算出单元 151 和电动机旋转角度算出单元 152。该电动机旋转速度算出单元 151 根据从换向位置检测传感器 125 来的换向位置脉冲信号算出电动机 110 的旋转速度, 上述电动机旋转角度算出单元 152 根据上述脉冲信号算出电动机 10 的旋转角度。另外, 取入存储在 ROM141 中的后述的逆转通电时间 t_1 和停止通电时间 t_2 , 还具有根据电动机 110 的旋转速度和旋转角度补正它们的逆转量补正单元 153 和惯性旋转量补正单元 154。

另外, CPU131 具有电动机逆转通电指示单元 155 和电动机停止通电指示单元 156, 它们根据由逆转量补正单元 153 和惯性旋转量补正单元 154 设定的逆转通电时间 t_1 和停止通电时间 t_2 对电动机驱动器 136 指示对于电动机 110 的通电状态。而且, 还具有在停止通电时间 t_2 后使电动机 110 正转使发动机起动的电动机正转开始指示单元 157。

在此, 首先对图 29 所示的形态①中的起动动作进行说明。在点火开关 34 ON 的状态下, 起动开关 33 ON 时, CPU131 通过电动机逆转通电指示单元 155 的指令使电动机 110 t_1 秒逆转, 曲轴 113 旋转到排气冲程侧, 活塞从位置 A 移动到位置 B。而且, 其后通过电动机停止通电指示单元 156 的指令, t_2 秒停止向电动机 110 的通电。这时曲轴 113 借助由前面的 t_1 秒的通电所获得的惯性力继续逆转。从吸气冲程到排气冲程之间由于没有活塞的压缩, 负荷转矩小, 所以, 曲轴 113 进行惯性旋转。然后, 由于负荷转矩, 惯性能量被消耗, 旋转速度渐渐地降低、最终停止在位置 c。

这时, 在 CPU131 中, 由电动机旋转速度算出单元 151 及电动机旋转角度算出单元从来自换向位置检测传感器 125 的换向位置脉冲信号常时

地监视电动机 110 的旋转速度和旋转角度。即, 从在通电时间中计数的换向位置脉冲信号的脉冲数的脉冲间隔算出旋转速度, 另外, 从脉冲数的累计值算出旋转角度。另外, 还从换向位置脉冲信号算出电动机 110 的旋转速度的变化率(dv/dt), 另外, 在 ROM141 中储存着旋转速度的变化率基准值 X_r 和由逆转通电时间 t_1 电动机 110 应达到的目标旋转速度 N_r 。而且, 在装置量补正单元 153 中, 由旋转上升途中的旋转速度把握发动机的摩擦力, 将其反馈到电动机 110 的旋转控制中。

在逆转量补正单元 153 中, 首先进行从电动机 110 的旋转速度求得的旋转速度的变化率和上述基准值 X_r 的比较。在旋转速度的变化率为基准值以下时, 即, 在预想到速度变化平缓、电动机 110 达到目标旋转速度需要比预定的时间长的时间时, 逆转量补正单元 153 判定为曲轴 113 的旋转负荷比预想的大。这时, 预测到若原样地放任不管惯性旋转时的摩擦也大, 有活塞不返回到期待的位置的危险。因此, 逆转量补正单元 153 通过提高目标旋转速度 N_r 使积蓄在曲轴 113 上的惯性能量增加, 使活塞按照预定返回到排气冲程内。

与此相反, 在旋转速度的变化率超过了基准值时, 即, 预想速度变化急剧, 电动机 110 达到目标旋转速度比预定的早时, 判定曲轴 113 的旋转负荷比预想的小。这时, 若放任不管, 预测到惯性旋转时的摩擦力也小, 有活塞走过期待的位置的危险。因此, 逆转量补正单元 153 降低目标旋转速度 X_r , 使积蓄在曲轴 113 上的惯性能量减少, 活塞按照预定返回到排气冲程内。

另外, 在逆转量补正单元 153 中, 电动机 110 的旋转速度自身被监视, 旋转惯性能量的把握也由此进行。即, 在旋转速度达到了目标旋转速度 N_r 时, 即使其时刻是在逆转通电时间 t_1 内, 也判定惯性能量积蓄为规定量, 而且, 进行缩短逆转通电时间 t_1 的补正, 起动电动机逆转通电时间指示单元 155 而停止向电动机 110 的通电。与此相反, 在未达到目标旋转速度 N_r 时, 即使其时刻是逆转通电时间 t_1 结束了的时刻, 也判定为惯性能量积蓄量不足, 于是, 进行延长逆转通电时间 t_1 的补正, 起动电动机逆转通电指示单元 155 而继续向电动机 110 通电。

另外, 在 ROM141 中还存储着电动机 110 的逆转基准角度 θ_r , 在惯性旋转中, 由惯性旋转量补正单元 154 比较来自电动机 110 逆转开始时的逆转角度和该逆转基准角度 θ_r , 在此, 作为该逆转基准角度 θ_r , 设定为假设从最远的压缩冲程前的下止点开始逆转到活塞几乎进入了排气冲程的角度、即 180 度。因此, 在该 CPU131 的惯性旋转量补正单元 154 中判断电动机 110 的旋转角度是否超过了 180°, 即, 换向位置信号是否输入了相当于 180 度的程度。

在旋转角度超过了 180° 时, 判定活塞返回了排气冲程内, 即使是通电休止时间 t_2 内, 也假设达到了通电休止目的而使通电休止时间结束。然后, 将其意旨通知给电动机停止通电指示单位 156, 并且在起动开关 33ON 了时立即对电动机正转开始指示单元 157 发送电动机开始正转的指令。

与此相反, 在旋转角度为 180° 以下的时刻, 电动机 110 的脉冲信号为规定周期以上的间隔, 电动机旋转速度成为规定速度以下(例如速度 0=停止)时, 判定活塞还未返回到排气冲程内, 于是, 在这时, 即使在通电休止时间 t_2 内也假定未达到通电休止目的而暂时使通电休止时间中止, 再度使电动机短时间逆转。即、对电动机停止通电指示手段 156 通知停止通电时间结束并命令给电动机逆通电指示单元 156 短时间逆转通电。而且, 在该短时间逆转通电后再开始通电休止时间 t_2 , 在通电旋转角度超过了 180 度时刻由上述的处理终止通电休止时间。

这样, 在停止通电时间 t_2 结束时, CPU131 的电动机正转开始指示单元 157 向电动机驱动器 136 输出使电动机 110 正转的旨意的信号, 使发动机从排气冲程起动。这时, 曲轴 113 由于在排气冲程和吸气冲程中在低负荷下旋转, 电动机 110 在活塞进入压缩冲程前达到与无负荷转速相近的几乎最大的转速, 成为接近于饱和状态的转速。因此, 曲轴 113 也压缩冲程紧前处由电动机 110 以可能的最大的转速旋转, 积蓄在其旋转系统的惯性团体上的惯性能量也成为最大状态, 以该状态突入压缩冲程。

下面对上述的形态(2)的起动动作进行说明, 在此, 活塞处于排气冲程和吸气冲程之间的上止点附近(位置 D), 从此处开始进行逆转动作。在

这时，在逆转通电时间 t_1 期间移动到位置 E，活塞以其后的惯性旋转返回到排气冲程的下止点而进入爆发冲程。但是，在爆发冲程中，由于产生活塞的压缩负荷，所以，旋转负荷转矩变大。由该负荷转矩急剧地消耗惯性能量，旋转速度降低而停止(位置 F)。

这时，在电动机 110 中，换向位置脉冲信号的脉冲间隔变长的程度急剧地变大，电动机 110 的旋转速度的变化率(减速率)急剧变化，越过其上限值 X_{max} 。在惯性旋转量补正单元 154 中，在确定旋转速度变化率超过了该上限值 X_{max} 时，判断为活塞通过排气冲程前的下止点进入爆发冲程而开始受到压缩阻抗。因此，最长地取得助跑区间，活塞进入了可将惯性能量最多地注入曲轴 113 中的领域，检测出活塞到达了正转开始领域。

在此，惯性旋转量补正单元 154 发出中止停止通电时间 t_2 、将其意旨通知给电动机停止通电指示单元 156、立刻开始电动机 110 的正转的指令。于是，发动机由于活塞压缩的反作用力，曲轴 113 稍微向正转方向返回，活塞在下止点附近的位置 G 处停止。

在停止通电时间 t_2 结束，从起动开关 133 输入发动机起动信号时，发动机从活塞处于排气冲程的位置 G 的状态起动。由此，与上述同样，由排气冲程和吸气冲程的助跑获得的惯性能量所产生的转矩 T_i 和电动机的驱动转矩 T_m 的和克服初次的压缩冲程负荷。

再对前述形态③中的起动动作进行说明。在此，活塞处于排气冲程前的下止点附近(位置 H)，从此处开始逆转动作。在这时，由于逆转开始后马上进入爆发冲程，所以，在逆转后马上产生活塞的压缩所产生的旋转负荷力矩。因此，不仅曲轴 113 的旋转速度不提高，而且也几乎产生惯性能量，另外，电动机 110 的转矩设定为压缩越过转矩的 $1/2$ 以下，所以，不会由逆旋转越过爆发冲程，在活塞的压缩反作用力和电动机转矩平衡时，电动机锁定而停止(位置 1)。

这时，在电动机 110 中，伴随着其作动，在通电中暂时开始变短的脉冲信号变长为规定值以上，旋转速度成为规定下限值 V_{min} 以下。在逆转量补正单元 153 中，在确认旋转速度成为该下限值 W_{min} 以下时，判断

为活塞通过爆发冲程下止点，压缩力矩开始发生。即，判断为达到了逆转动作的目的，立刻使逆转通电时间 t_1 结束，将其意旨通知电动机逆转通电指示单元 155。

在逆转通电时间 t_2 结束了时，停止通电，电动机起动扭矩消失。曲轴 113 在停止通电时间 t_1 期间借助活塞反作用力开始沿正转方向旋转并渐渐地增加转速。其后，在下止点附近，活塞反作用力消失，其后，由于旋转负荷力矩，旋转的惯性能量渐渐地被消耗，在从排气冲程进入吸气冲程前的位置 J 停止。在此处的旋转负荷力矩小时，由于有可能由于惯性旋转，在停止通电时间 t_2 期间活塞从排气冲程进入了吸气冲程，停止通电时间必须在活塞进入吸气冲程前终止，因此，在电动机 110 的换向脉冲在最大超过相当于 180° 程度前即使是停止通电时间 t_2 结束前也开始正转通电。于是，与上述同样地从该位置开始转动曲轴。在停止通电时间 t_2 期间起动开关 33 被 ON 了时，即使是停止通电时间 t_2 内也立刻使电动机 110 开始正转。

这样，在起动发动机之前先以逆转通电时间 t_1 逆转电动机 110 然后仅停止通电时间 t_2 停止通电，使曲轴 113 惯性旋转，其后使电动机 110 正转。这时，在该电动机 110 中，从换向位置脉冲信号算出电动机 110 的旋转速度、速度变化率和旋转角度等，由它们推定的活塞位置，适当地反馈控制逆转通电时间 t_1 和停止通电时间 t_2 。因此，可以在不特设凸轮轴传感器等的检测活塞位置的传感器的情况下确实地将活塞返回到排气冲程。可以从那里起动发动机，省去了传感器，可以谋求产品的成本降低。

图 33 是表示本实施例的另一变型例的起动装置的发动机起动动作的曲线图。

在这时，在从图 33(c)所示的通常停止范围 P 中的例如停止位置 Pa 停止着状态使发动机起动时，首先，经过吸气冲程和排气冲程的位置使曲轴 113 逆转到爆发冲程内。因此，通过该逆转，在爆发冲程中，在吸气阀和排气阀关闭了的状态下，残留在燃烧室内的气体被压缩，在燃烧室内积蓄由压缩反动产生的正转能量。图 33(b)中的双点划线表示被积蓄

的能量。另外，在开始起动时，不仅活塞成为通常停止范围 P 内的情况下，而且在活塞停止在吸气冲程和排气冲程的位置的状态而从其位置使发动机起动的情况下可以与上述同样地进行逆转动作。

在曲轴 113 逆转到了爆发冲程的正转开始范围 Q 中的例如翻转位置。即正转位置 Qa 后，由电动机 110 正转曲轴 113。这时，由燃烧室内的气体的压缩积蓄的正转能量释放到含有飞轮等的曲轴 113 的旋转系统中，在旋转系统上施加该释放的压缩反动能量和由电动机 110 施加的旋转能量。

在图 33(b) 中，用实线表示由正转的电动机 110 施加在曲轴 113 上的电动机能量的变化，用点划线表示积蓄在旋转系统中的惯性能量的变化，如其所示，在正转初期，在旋转系统中，由压缩积蓄的气体的能量的释放带来的压缩反动惯性能量得到迅速地提高，而且，由于电动机 110 的旋转力，旋转系统从爆发冲程朝向压缩冲程其惯性能量渐渐地增加。因此，在压缩冲程中，在此之前积蓄在旋转系统中的惯性能量和电动机 110 的能量的合成能量用粗实线所示地施加在曲轴 113 上。即，曲轴 113 由伴随其旋转速度的降低而释放出来的消耗在压缩冲程上的惯性能量和电动机 110 的转矩驱动，最大的越过转矩 T 通过惯性转矩的释放能量的最大值 T_i 和电动机转矩的最大值 T_m 的合计克服初次的压缩冲程的负荷。

图 34(a) 是表示起动时的活塞位置的变化图，图 34(b) 是表示曲轴的转速的变化图，图 34(c) 是表示能量的变化图，图 34(d) 是表示电动机输出能量变化的图，图 34e 是表示越过时的能量的变化图。

在这时，在起动时使曲轴 113 逆转到爆发冲程，通过压缩燃烧室内的气体而积蓄由压缩反动而产生的正转的能量，通过将由电动机 110 产生的旋转能量附加在该能量上而积蓄曲轴周围的旋转系统的惯性能量，由此，越过能量不仅包含电动机 110 所产生的能量，又包含压缩反动能量，因此，可以使用小型的电动机 110。

在使曲轴 113 逆转到爆发冲程时，为了检测曲轴 113 的停止位置 Pa、检测正转位置 Qa，可以使用来自凸轮轴传感器 132 的信号。通过使电动

机 110 从停止位置以规定时间逆转，在其后，可以以惯性返回到爆发冲程，也可以由电动机 110 驱动到爆发冲程。

另外，如图 33(d)所示，在电动机 110 的逆转时及正转时，由于可以从换向位置检测传感器 125 取出脉冲信号，所以，通过检测它，也可以检测从逆转状态翻转为正转状态的位置。作为该逆转位置的检测方式，也可以为计数电动机 110 的逆转时的脉冲数的方式，也可以从脉冲间隔检测速度，通过检测结果将反馈信号送往控制部，可以确实地检测翻转位置。

如果要从脉冲间隔检测速度，在速度达到期待值而需要的时间比预定的时间长时，有由于发动机的旋转阻抗大而返回不到规定的位置的危险，所以，以降低速度目标值的方式进行控制。

另外，也可以通过把握旋转系统的旋转惯性能量，一直通电到旋转系统的旋转速度达到规定的目标值，在达到了目标旋转速度时，停止通电。

在活塞经过吸气冲程从排气冲程变化到爆发冲程时，由于活塞通过下止点变为上升移动时受到压缩抵抗，所以逆转时的速度在渐渐地变高后的转换为减速。因此，旋转脉冲间隔通过增速而变短后，通过减速脉冲间隔变长。通过检测该间隔的变化，也可以检测到达到了爆发冲程的情况。另外，在不对电动机通电的情况下以惯性返回到爆发冲程时，由于脉冲间隔变长的程度即减速的状况急剧地变化，所以也可以通过检测其变化检测到达到了爆发冲程的情况。

下面对发动机起动时的顺序进行说明，在点火开关 134 ON 时，CPU131 首先根据凸轮轴传感器 132 的检测信号确认现在活塞存在的位置、即，CPU131 通过使用凸轮轴传感器 132 的信号来实施活塞的位置的确认和活塞的向爆发冲程的逆转。

在活塞停止在通常停止范围 P 以外的位置时，在设有凸轮轴传感器 132 的情况下也可以由其检测信号检测停止位置。根据检测结果，CPU131 进行将活塞返回爆发行程内的决定，向电动机驱动器 136 发出指令，使电动机 110 暂时逆转，使曲轴 113 旋转到爆发冲程内。在检测出了活塞

逆转到了爆发冲程内的正转开始位置 Qa 的位置时，如果设置着凸轮轴传感器 132，由凸轮轴传感器 132 输出表示活塞到达了爆发冲程内的 H 信号。由此，CPU131 停止电动机 110 的逆转动作，将活塞暂时停止在位置 Qa。

接着，在由起动开关 133 输入发动机起动信号时，CPU131 向电动机驱动器 136 输出使电动机 110 正转的信号，使发动机从爆发冲程起动，这时，由于曲轴 113 在排气冲程及吸气冲程中以低负荷进行旋转，所以，电动机 110 在活塞进入压缩冲程前达到与无负荷转速接近的几乎最大的转速，成为与饱和状态接近的转速。因此，曲轴 113 也在压缩冲程紧前处由电动机 110 以可能最大的转速旋转，积蓄在其旋转系统的惯性团体上的惯性能量也成为最大状态地冲入压缩行程。

因此，曲轴 113 在压缩行程中如图 33(b)所示地由惯性能量(点划线)和电动机能量(实线)的和、即合成能量(粗实线)旋转。另外，如图 33(b)所示，电动机 110 将其驱动能量分为助跑时和越过时 2 次施加给曲轴 113。因此，与由 1 次能量赋予进行克服压缩行程的负荷的从前的电动机相比，可以高效地活用电动机能量。

这样，在发动机起动前先将活塞暂时返回到爆发行程，从其处起动发动机，由此，在发动内积蓄压缩反动能量，通过放出它而转换为曲轴 113 的惯性能量，利用旋转系统所具有的惯性能量，可以由比以前小的电动机转矩越过初次的压缩冲程。

在前述的情况下，在起动发动机时，首先，在从停止位置逆转到活塞的爆发行程后，使其正转，首先在将曲轴 113 正转到压缩冲程的中途、例如压缩冲程的上止点的跟前后，也可以使其逆转到爆发冲程。在该情况下，可以在压缩冲程中通过压缩燃烧室内的气体积蓄能量，可以通过放出其压缩能量，与电动机的能量一起使曲轴逆转。

这样，在起动时，首先使曲轴 113 正转而积蓄压缩能量，一边放出其一边使曲轴 113 逆转的方式，对 2 冲程发动机有效，这是因为在 2 冲程发动机中，在爆发冲程和压缩冲程之间有排气阀和排气阀即扫气阀同时打开的状态，由爆发冲程和压缩冲程之间的行程距离比 4 冲程发动机

短，不能确保足够的助跑距离。

图 35 是表示这样地在首先使曲轴 113 正转到压缩冲程的中途，压缩了燃烧室内的气体后，利用压缩能量使曲轴 113 逆转了的情况的运动的图。图 36 是表示该情况中的能量变化的图。这样，通过在逆转动作前施加正转动作，在 2 冲程发动机的情况下也可以实现电动机 110 的小型化。

本发明不限于上述实施例的形态，在不脱离其要旨的范围内可以进行种种变更。

例如，在上述实施例中，将二轮车用的发动机作为例子进行了说明，但也可以将本发明适用于四轮汽车用的发动机。另外，在上述的实施例中，是以直接连接在发动机的曲轴的电动机作例子进行了说明，但是，除了直接连接电动机外，也可适用于通过齿轮和电磁离合器驱动曲轴式的起动电动机。而且，电动机的种类也不限于上述那样的外转子式电动机，也可适用于内转子式电动机。

这样，根据本发明，在将活塞位置于排气冲程内的状态下使起动电动机正转使发动机起动，由此，在排气冲程和吸气冲程中在曲轴上积蓄惯性能量，可由惯性能量和起动电动机的旋转能量的合成能量越过压缩冲程，因此，可以降低用于越过压缩冲程的起动电动机的旋转能量。可以实现起动电动机的小型化和廉价化。

另外，即使在磁场中利用了磁铁的情况下，由于不需要过度地加强磁铁的磁力，所以可以降低旋转阻抗，可以谋求防止油耗率的提高和发动机输出功率的降低。

另外，在本发明的内燃机的起动装置中，通过使起动电动机逆转使活塞暂时移动到排气冲程内，即使在活塞停止在排气冲程以外的位置的情况下，也可以在使活塞位置于排气冲程内的状态下使内燃机起动。

并且，在以规定的逆转通电时间使起动电动机逆转后，停止规定时间的通电，使活塞位于排气冲程，其后，使起动电动机正转，使发动机起动，由此，在不特设凸轮轴传感器等的检测活塞位置的传感器的情况下，可以在使活塞位于排气冲程内的情况下使发动机起动，可以实现发动机起动装置的成本的降低。

另外，通过使用逆转通电时间表格和停止通电时间表格设定逆转通电时间和停止通电时间，可以对逆转通电时间和停止通电时间进行温度补偿和电压变动补偿，在环境变化时也可以稳定地将活塞返回排气冲程。

另外，根据本发明的控制装置，在使起动电动机以逆转通电时间 t_1 逆转后，仅以停止通电时间 t_2 停止通电，使曲轴惯性旋转，其后，在使电动机正转时，从起动电动机的换向位置脉冲信号算出电动机的旋转速度、速度变化率、旋转角度等，通过根据它们适当地反馈控制逆转通电时间 t_1 和停止通电时间 t_2 ，在不特设检测活塞位置的传感器的情况下就可以将活塞返回到排气冲程内，进行发动机起动。因此，省去了凸轮轴传感器等的传感器类，可以谋求降低发动机起动装置的成本。

并且，在本发明的内燃机的起动装置中，通过将活塞运动到爆发冲程地使起动电动机逆转压缩燃烧室内的气体，利用其膨胀的反动力而使曲轴正转，在正转时，使积蓄在旋转系统上的惯性能量增大，由其惯性能量和起动电动机的合计能量进行第1次压缩冲程的越过，所以可以降低越过时供给起动电动机的旋转能量，可以实现起动电动机的小型化和低价格化。

另外，在使曲轴逆转到爆发冲程前，首先通过使曲轴逆转到接下来的压缩行程的中途，压缩燃烧室内的气体，将其反动用于逆转时的旋转力，由此，可以实现逆转动作所需的能量的降低和越过时所积蓄的惯性能量的增大。由此，在例如2冲程发动机那样的可逆转区间短的发动机的情况下也可以确实地由小型的起动电动机使发动机起动。

另外，可以提高进入压缩冲程前的旋转系统的旋转速度，可以在旋转系统上积蓄大的惯性能量。由此，由于可以稳定地越过压缩冲程，所以可以获得可靠性高的移动装置，另外，由于可以以更小的输出功率的电动机获得越过所需要的旋转速度、即惯性能量，所以可获得廉价的起动装置。

图 1

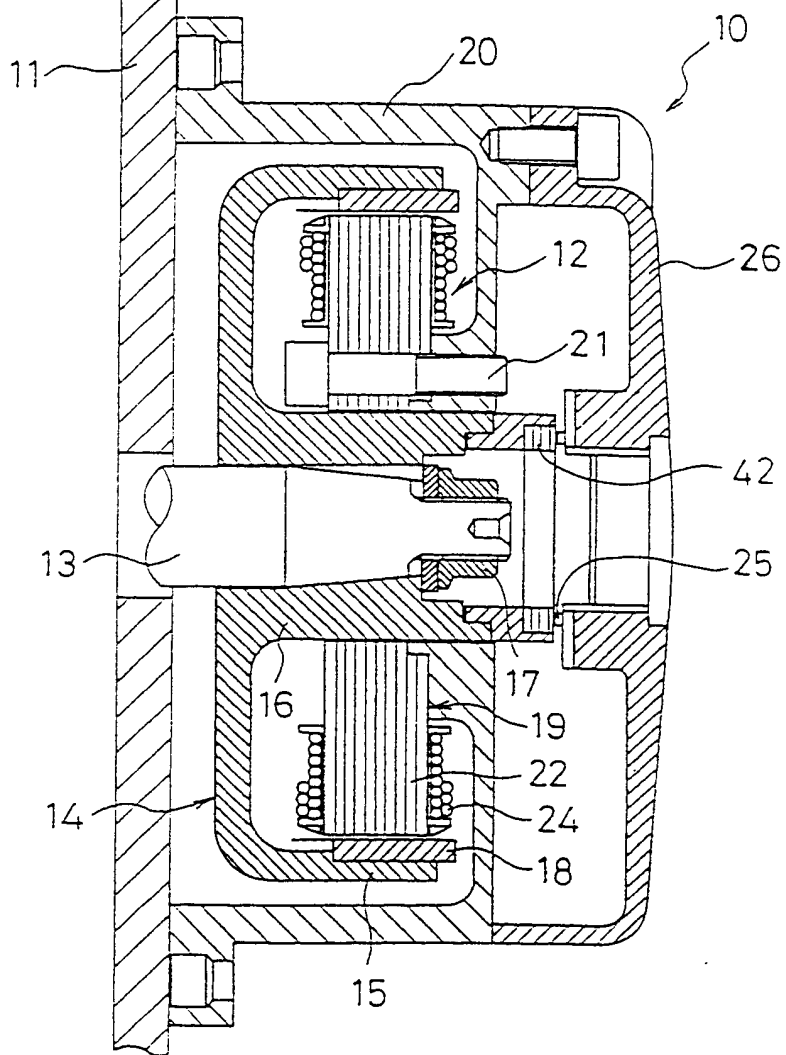


图2

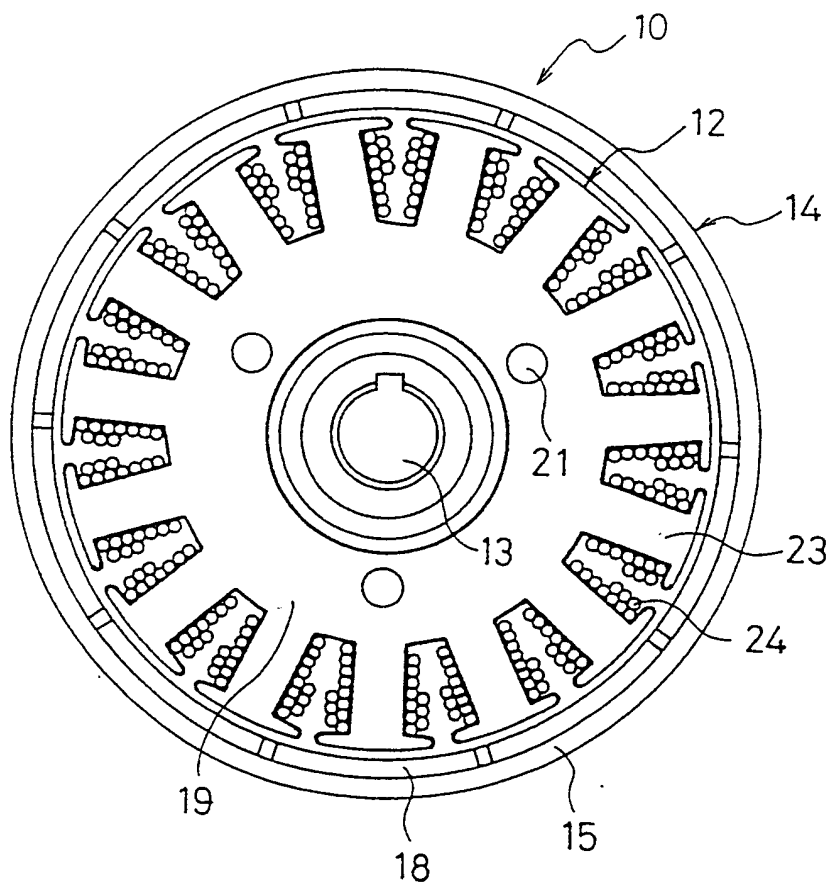
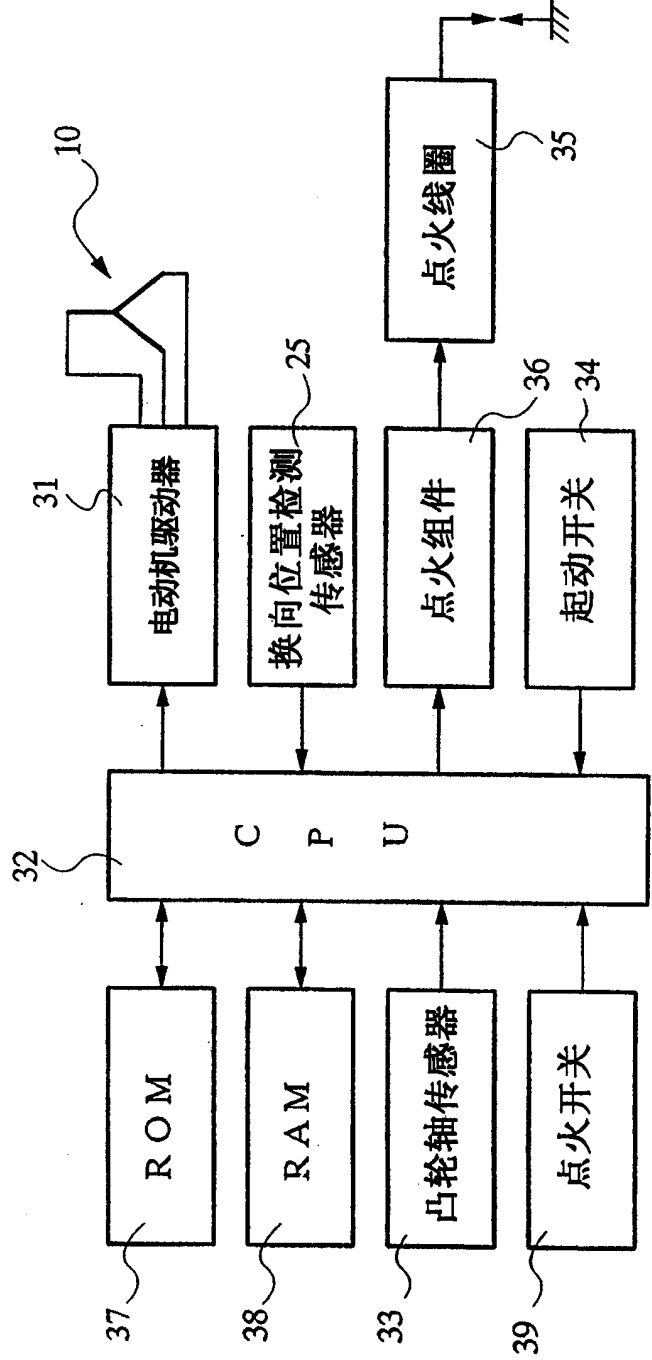


图3



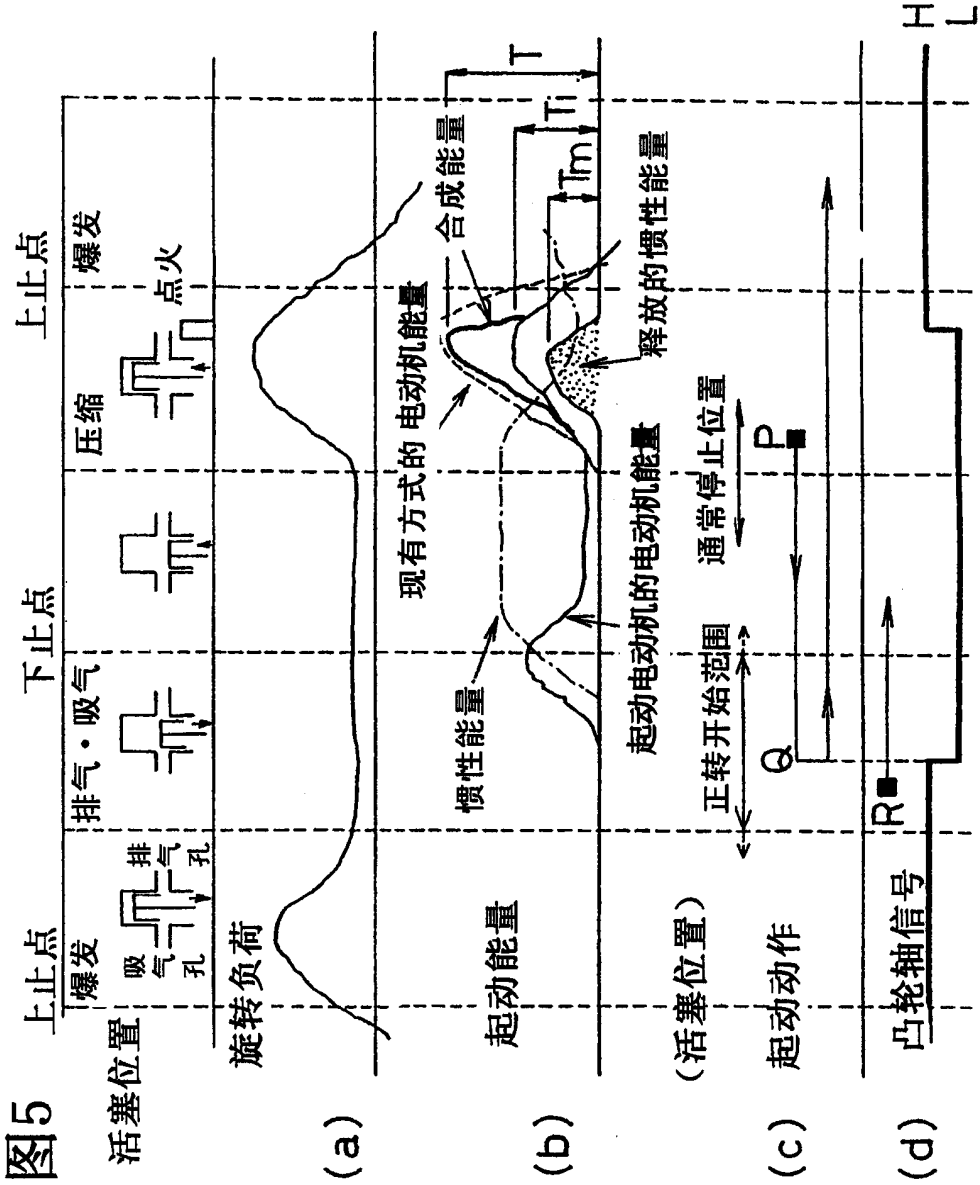
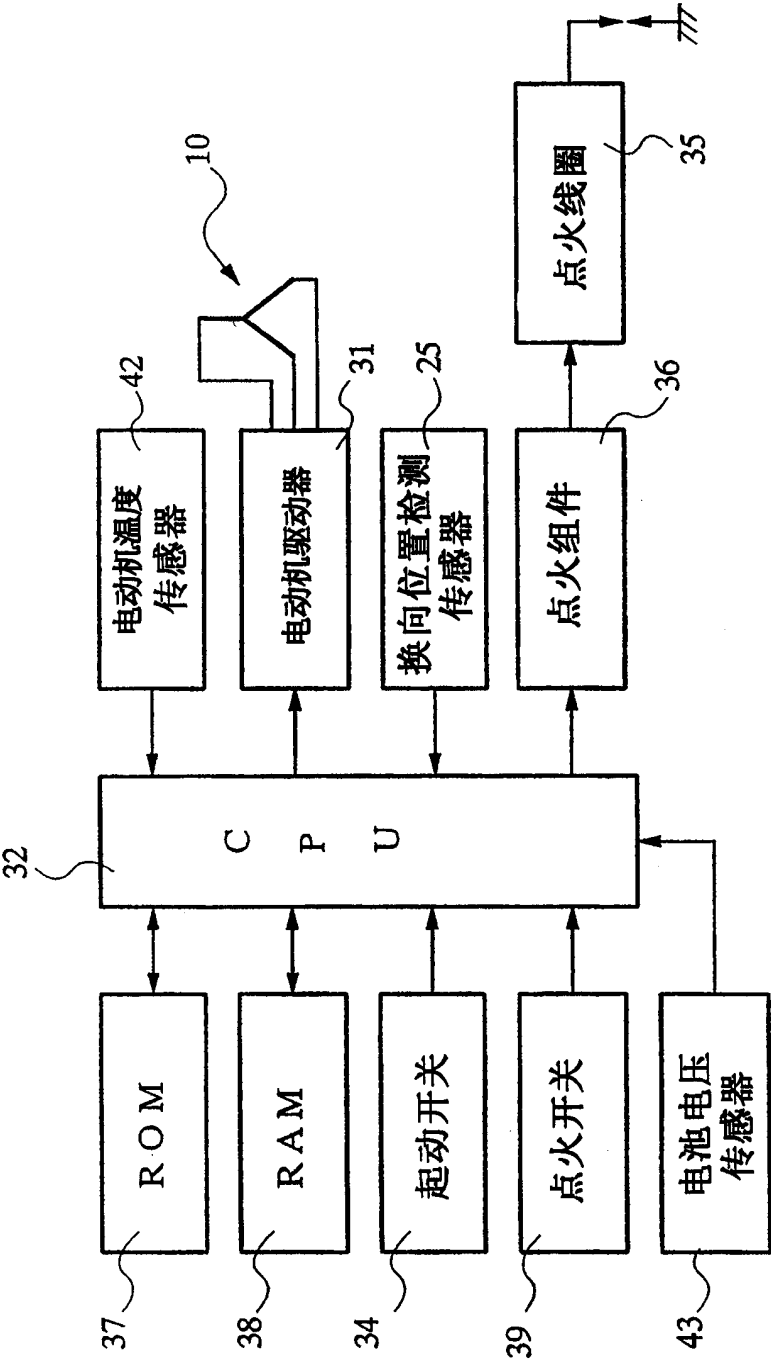


图6



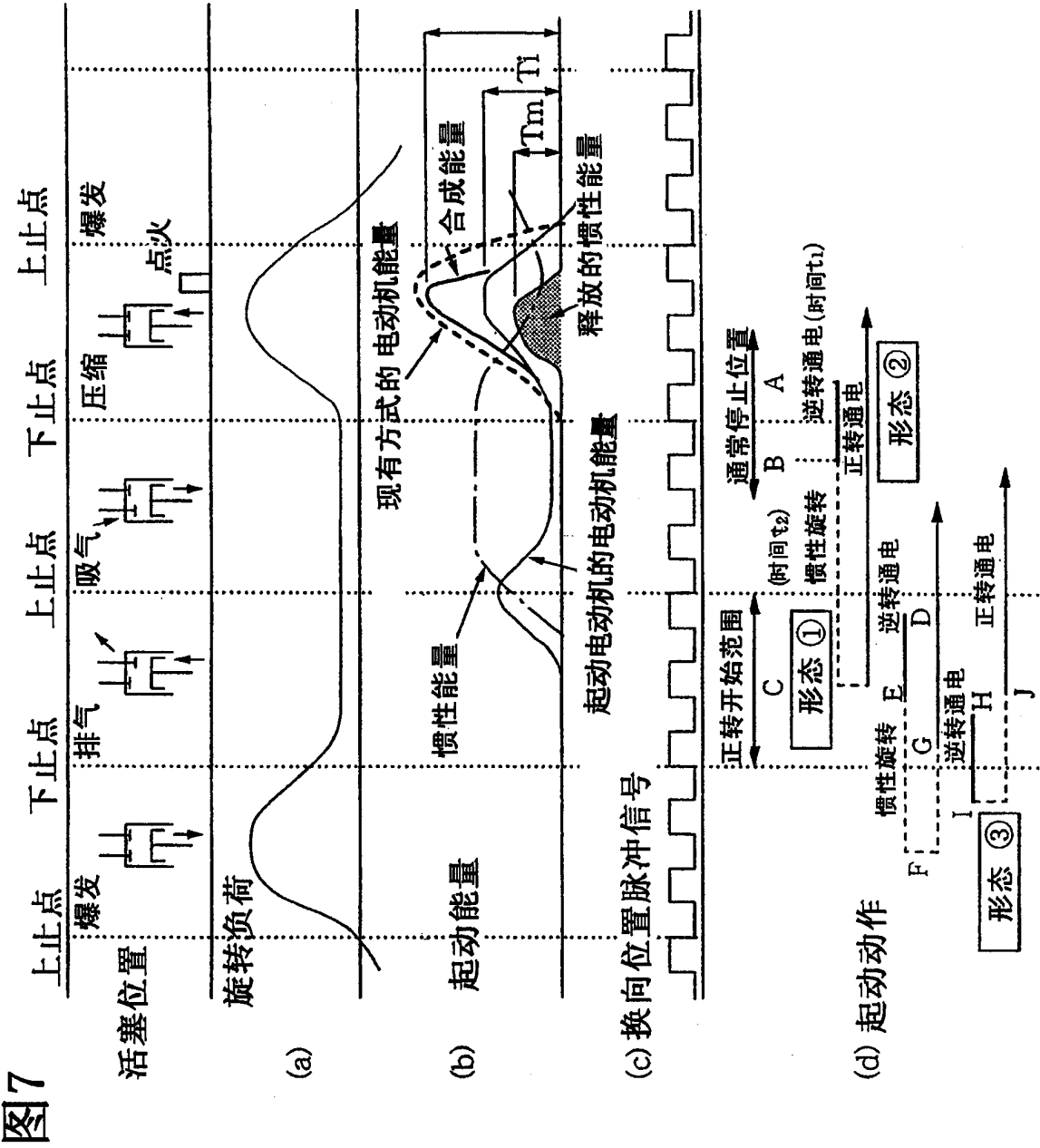


图8

表格1（逆转能电时间） 单位：秒

电池电压（V）	起动电动机温度（℃）					
	-20	0	20	40	80	100
12	0.20	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10
11	0.22	0.20	0.18	0.16	0.14	0.12
10	0.24	0.22	0.20	0.18	0.16	0.14
9	0.26	0.24	0.22	0.20	0.18	0.16
8	0.28	0.26	0.24	0.22	0.20	0.18
7	0.30	0.28	0.26	0.24	0.22	0.20

图9

表格2（停止通电时间）

起动电动机温度(℃)	-10	0	20	40	80	100
时间（秒）	0.14	0.12	0.10	0.08	0.06	0.04

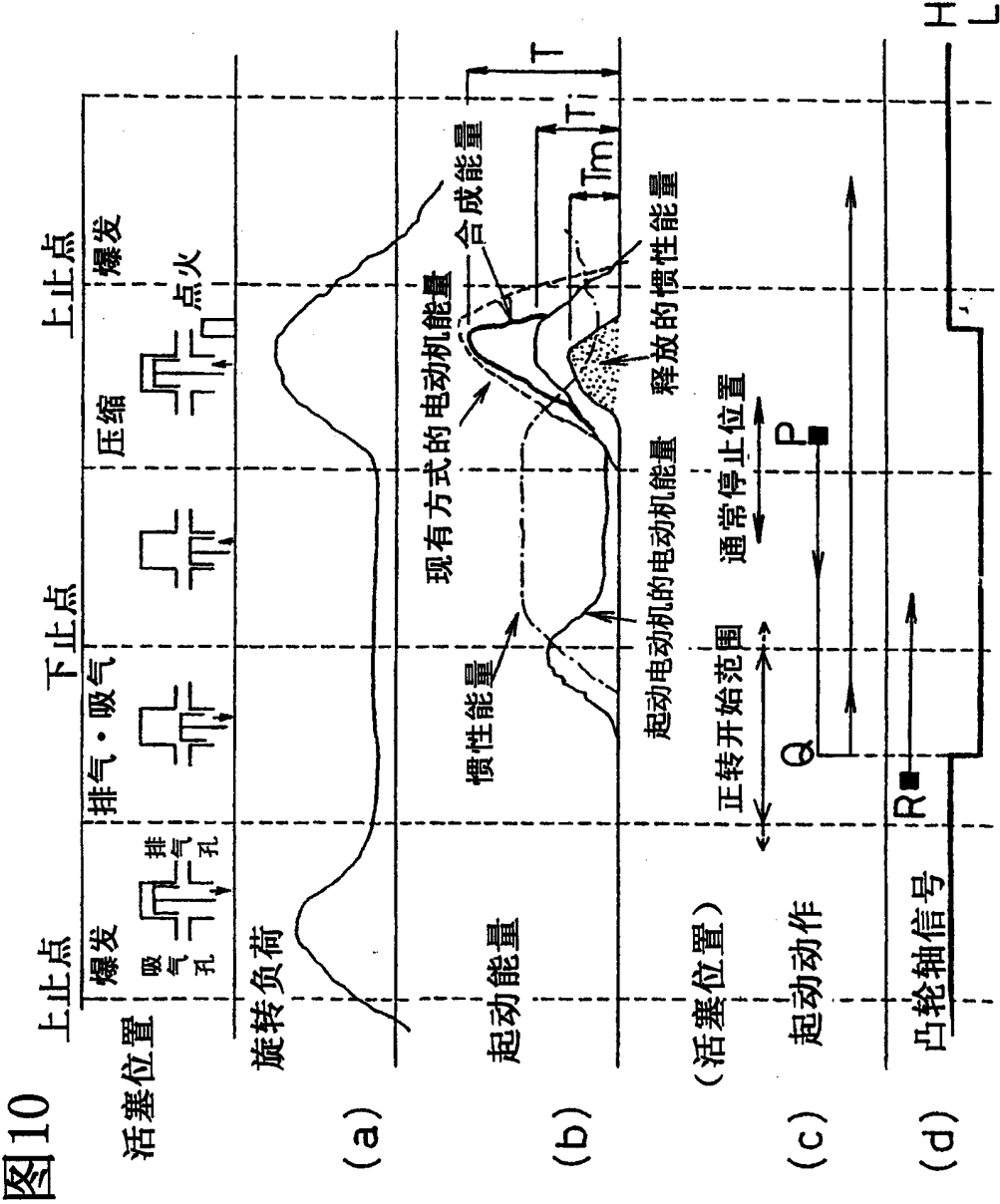
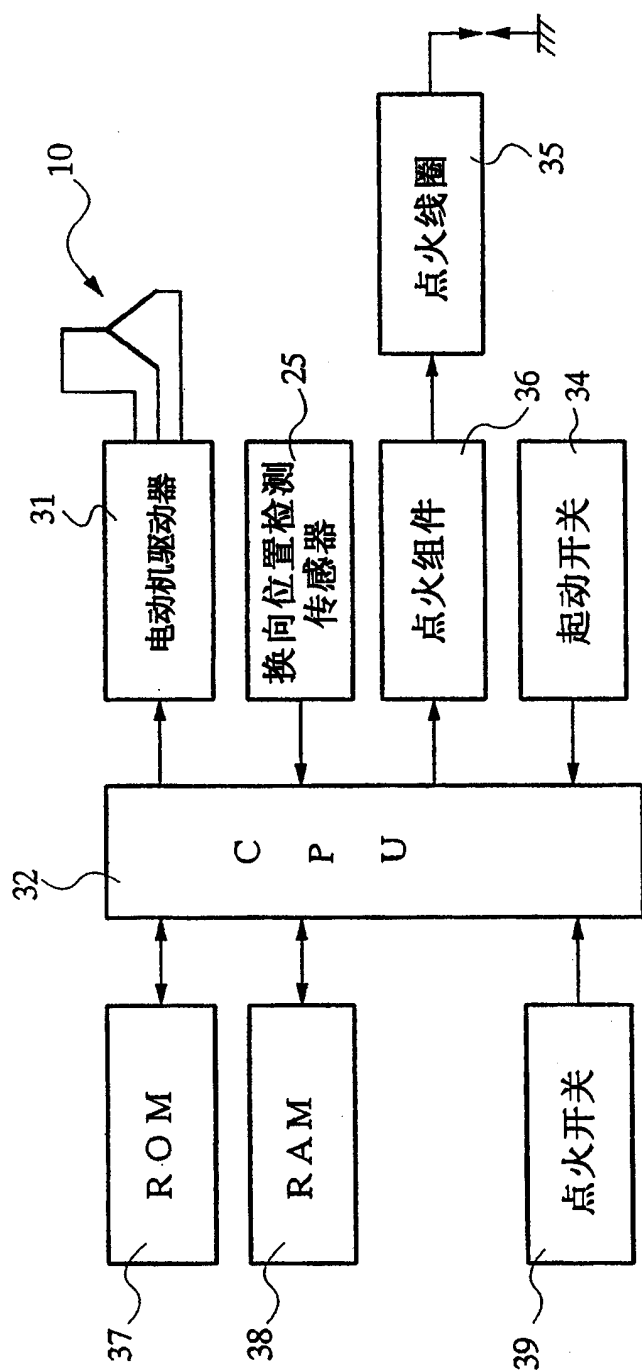


图11



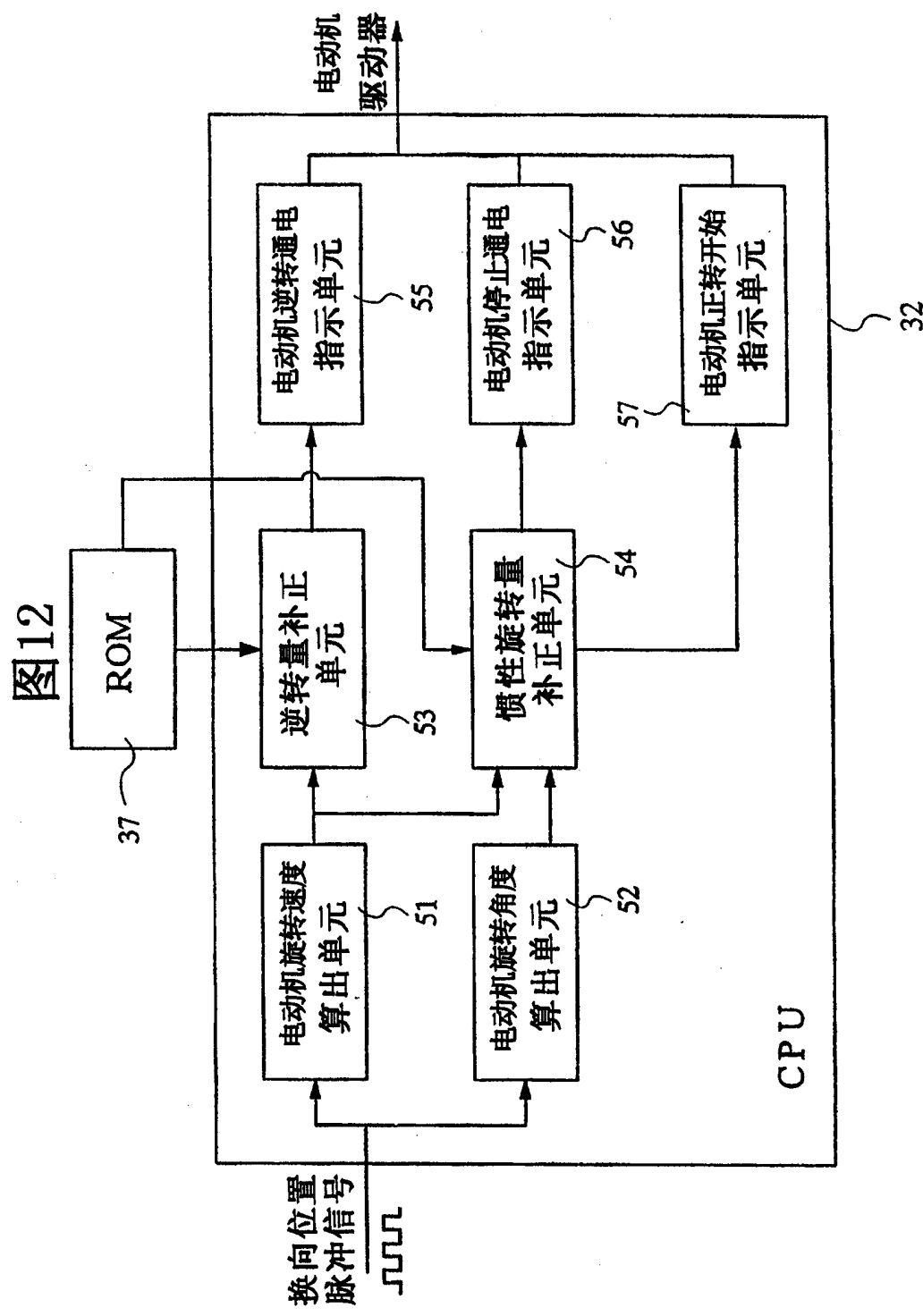


图13

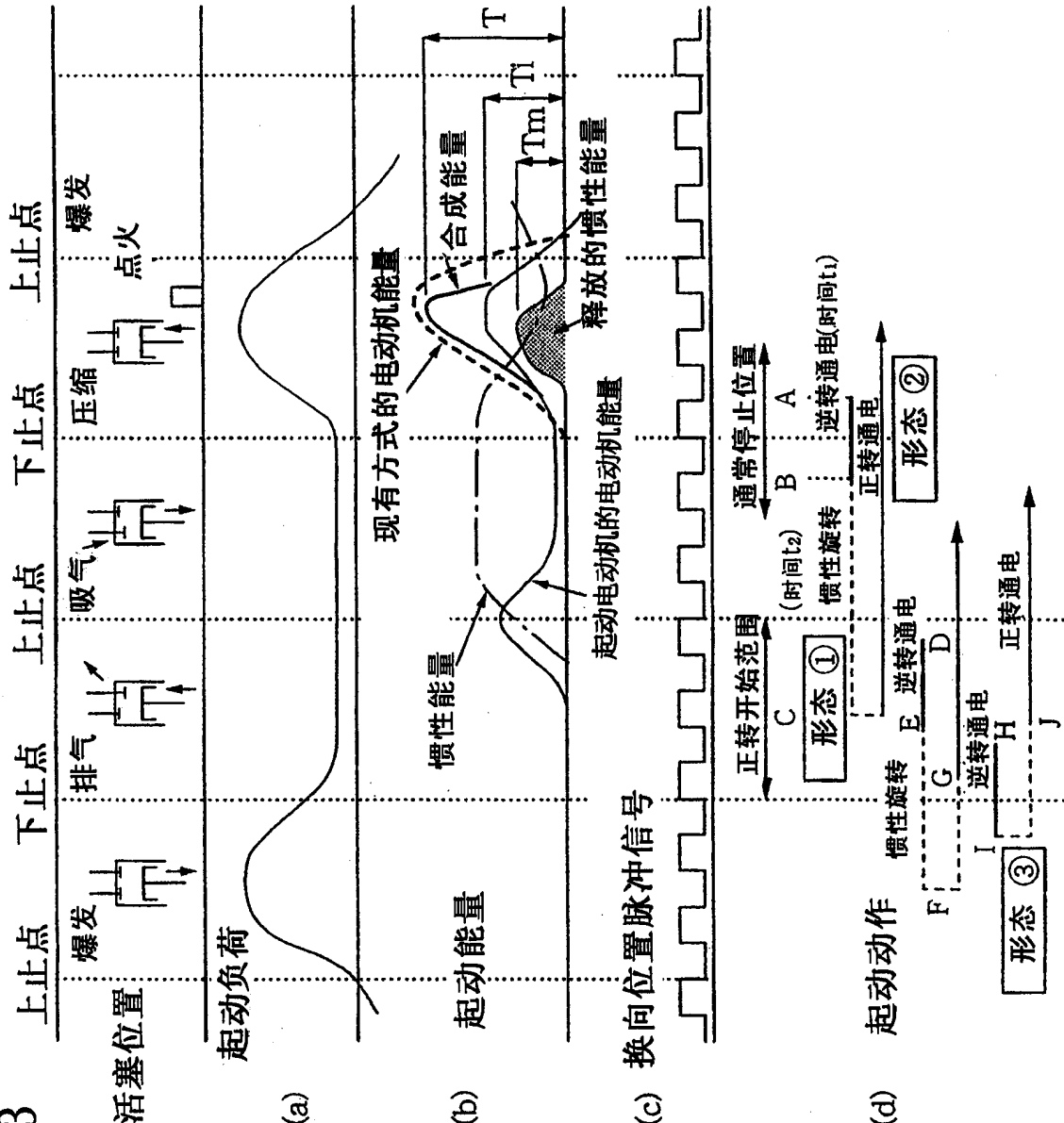


图15

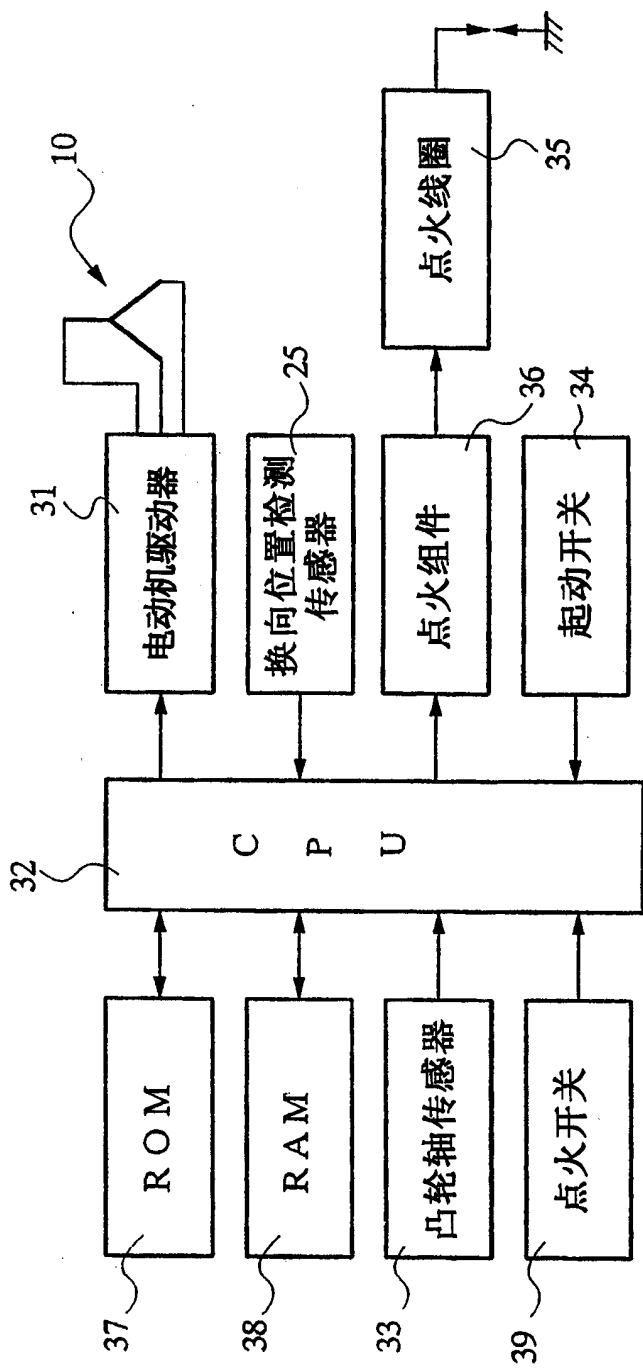
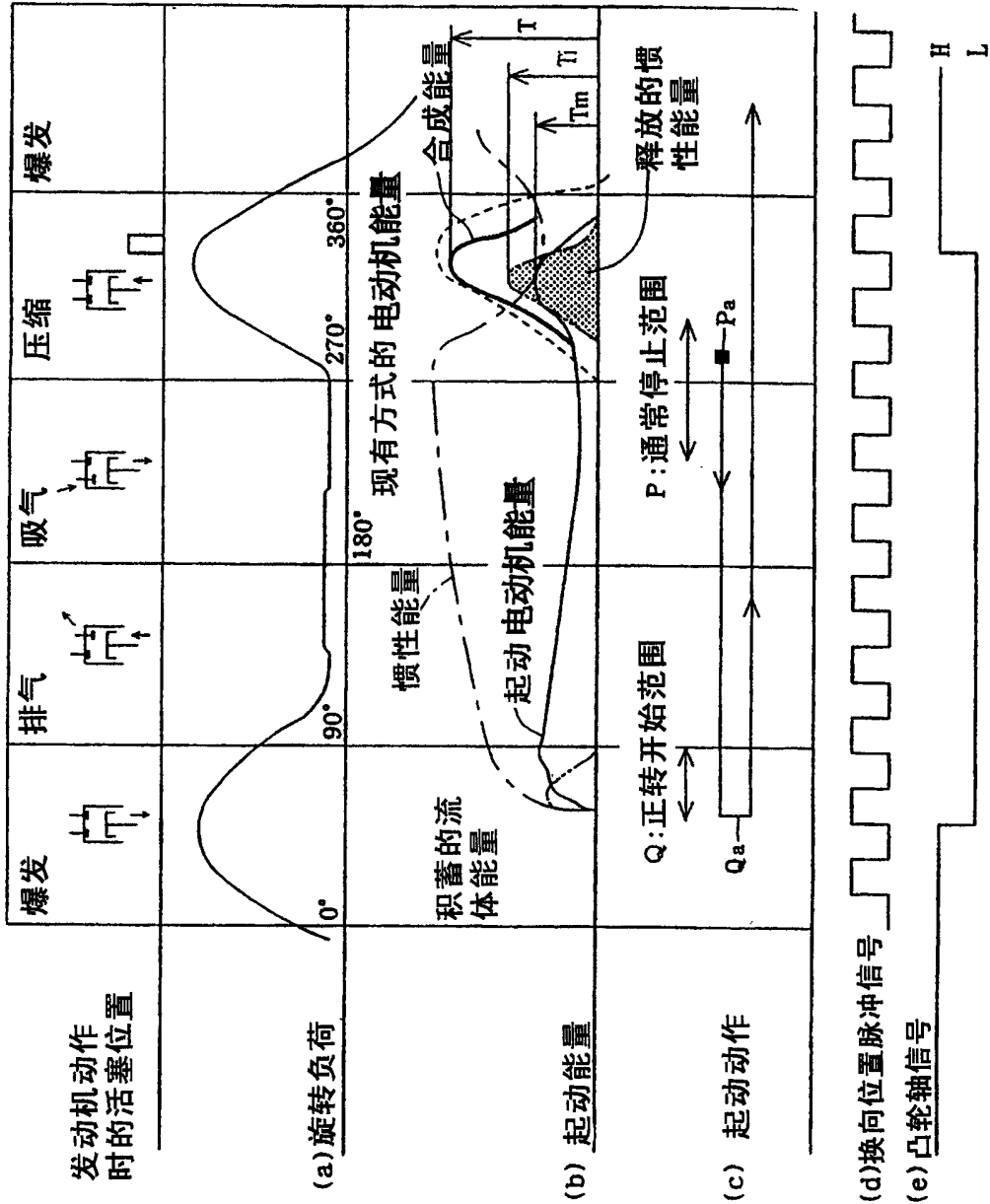


图16



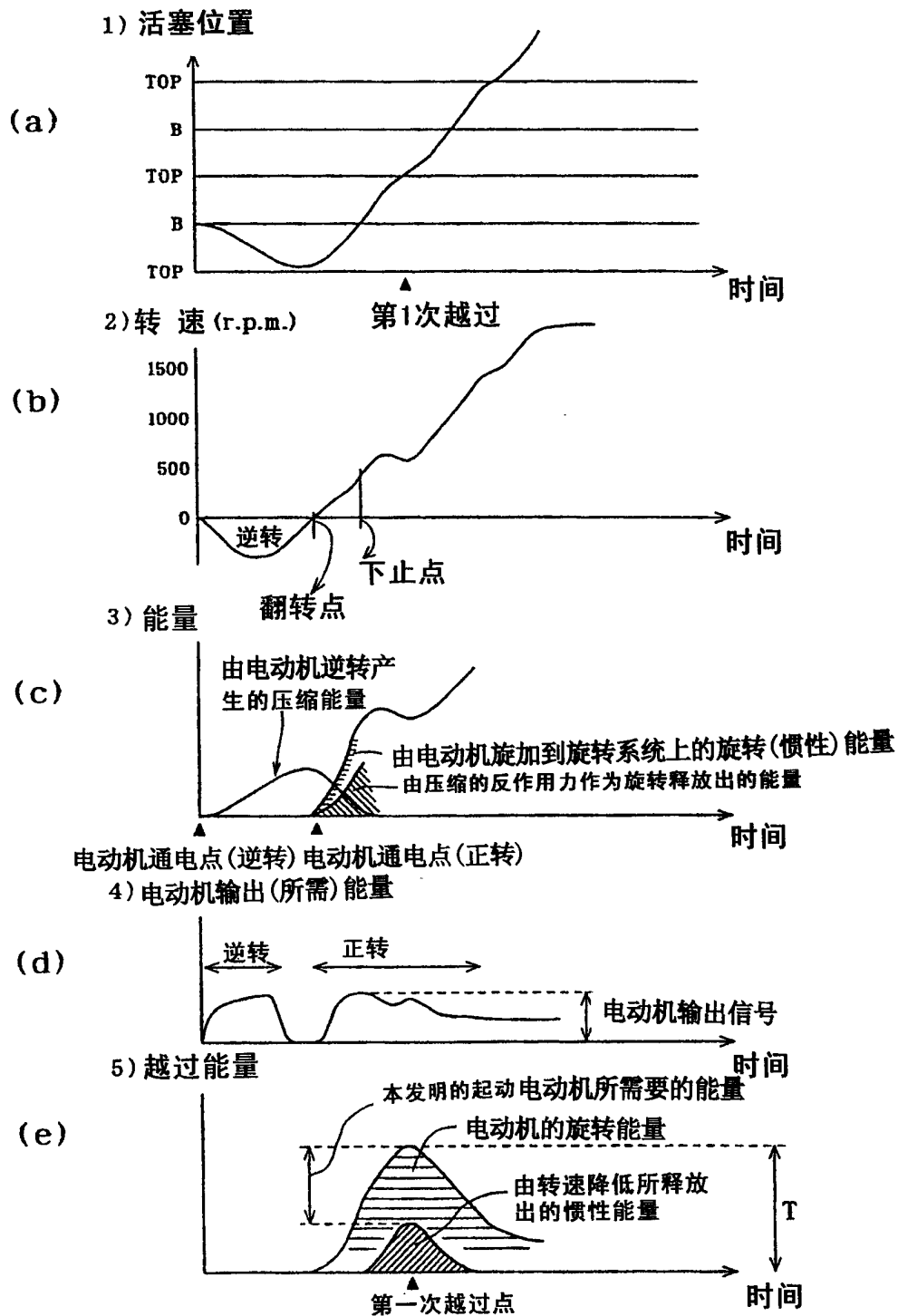


图17

图19

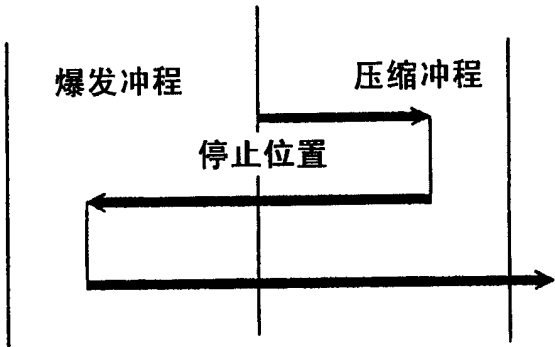


图20

能量积蓄过程

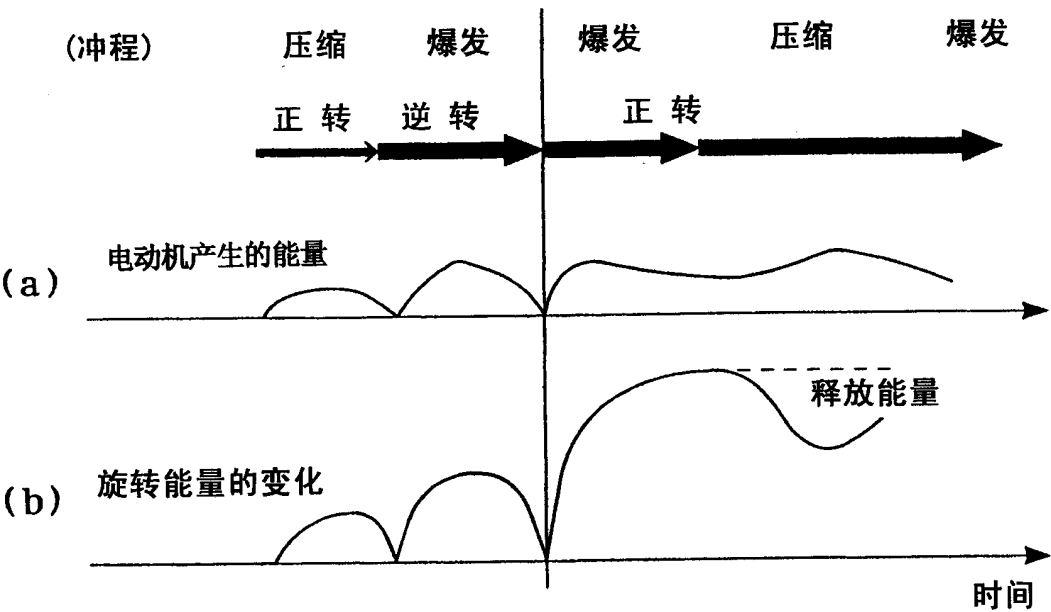


图21

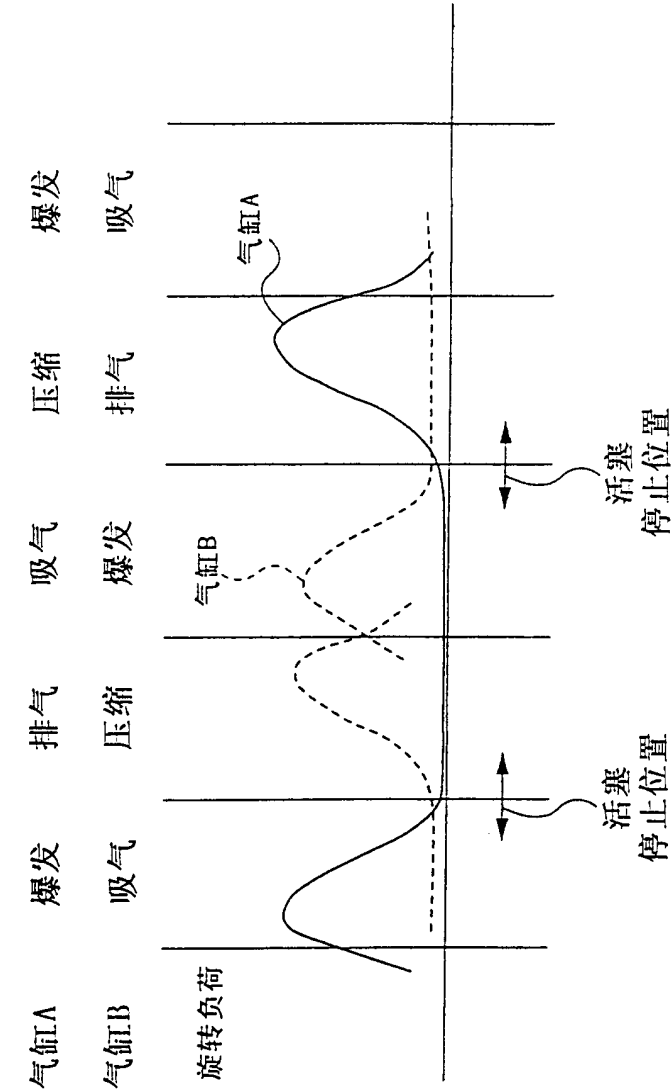


图22

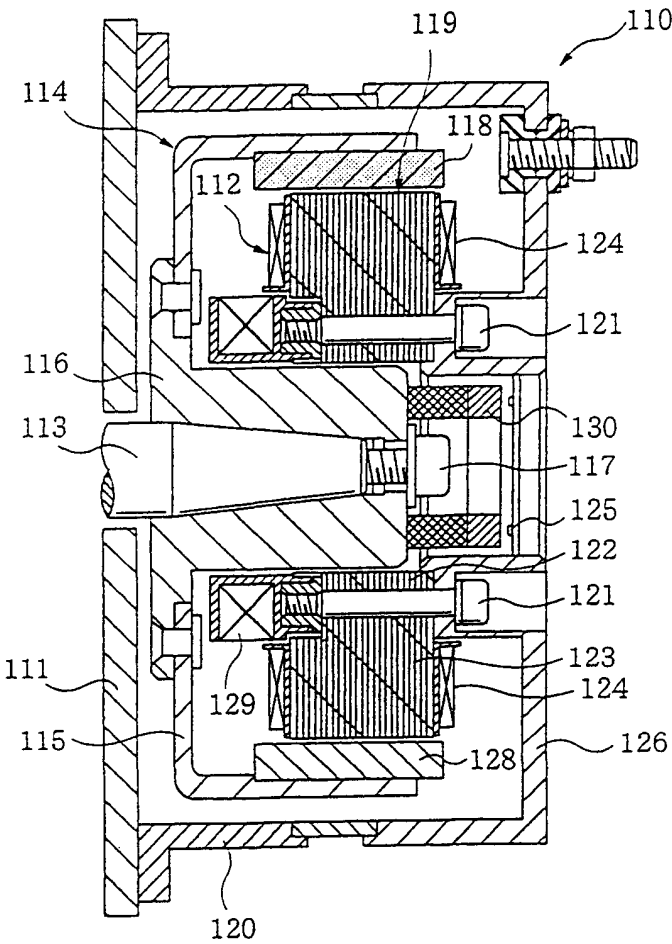


图24

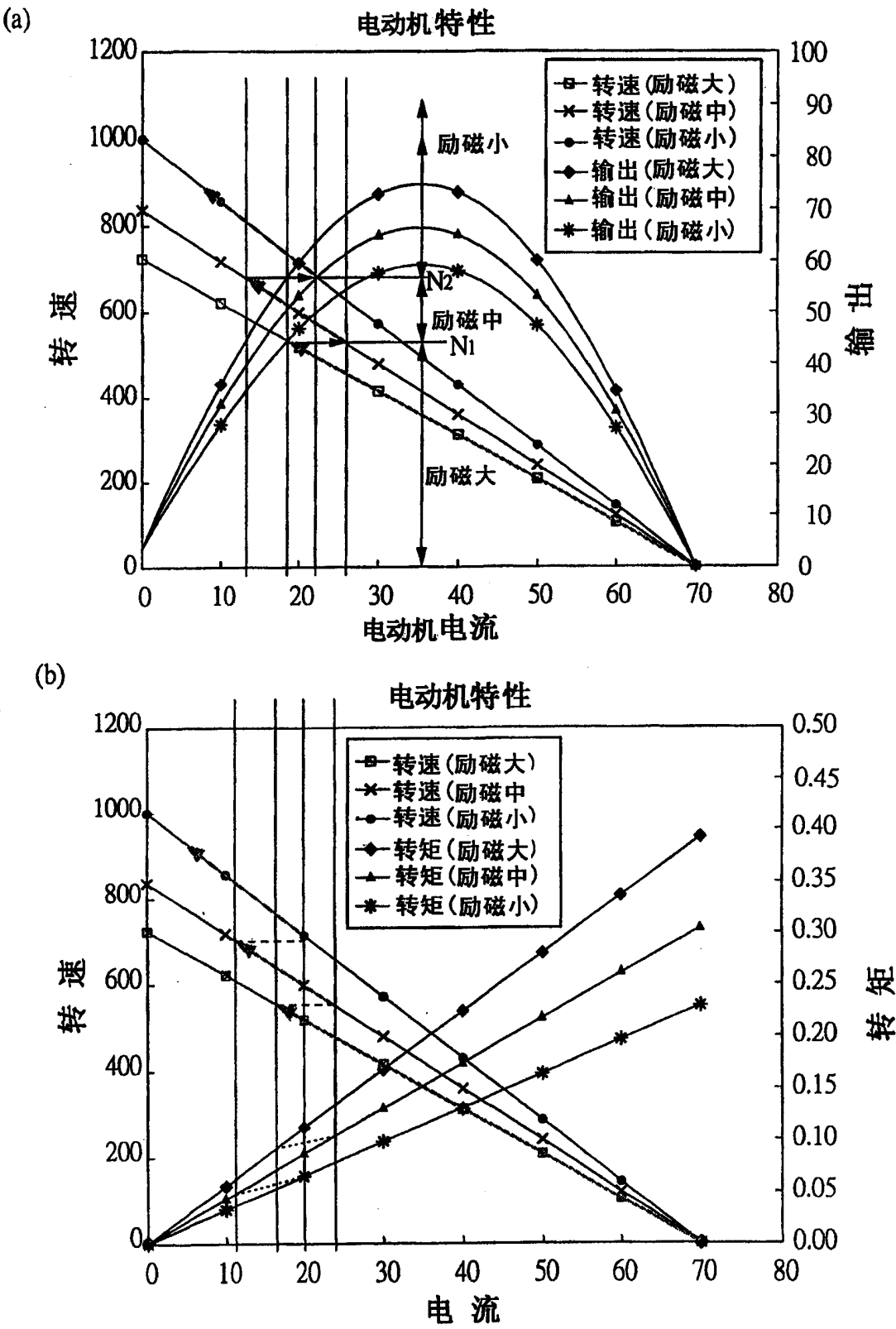


图 25

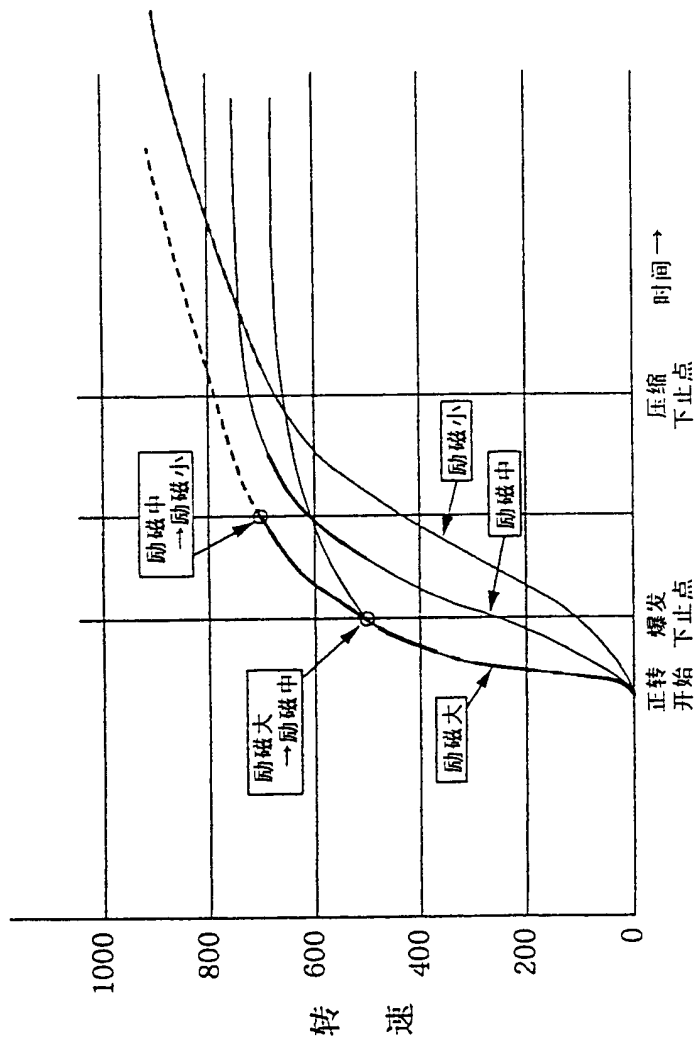


图26

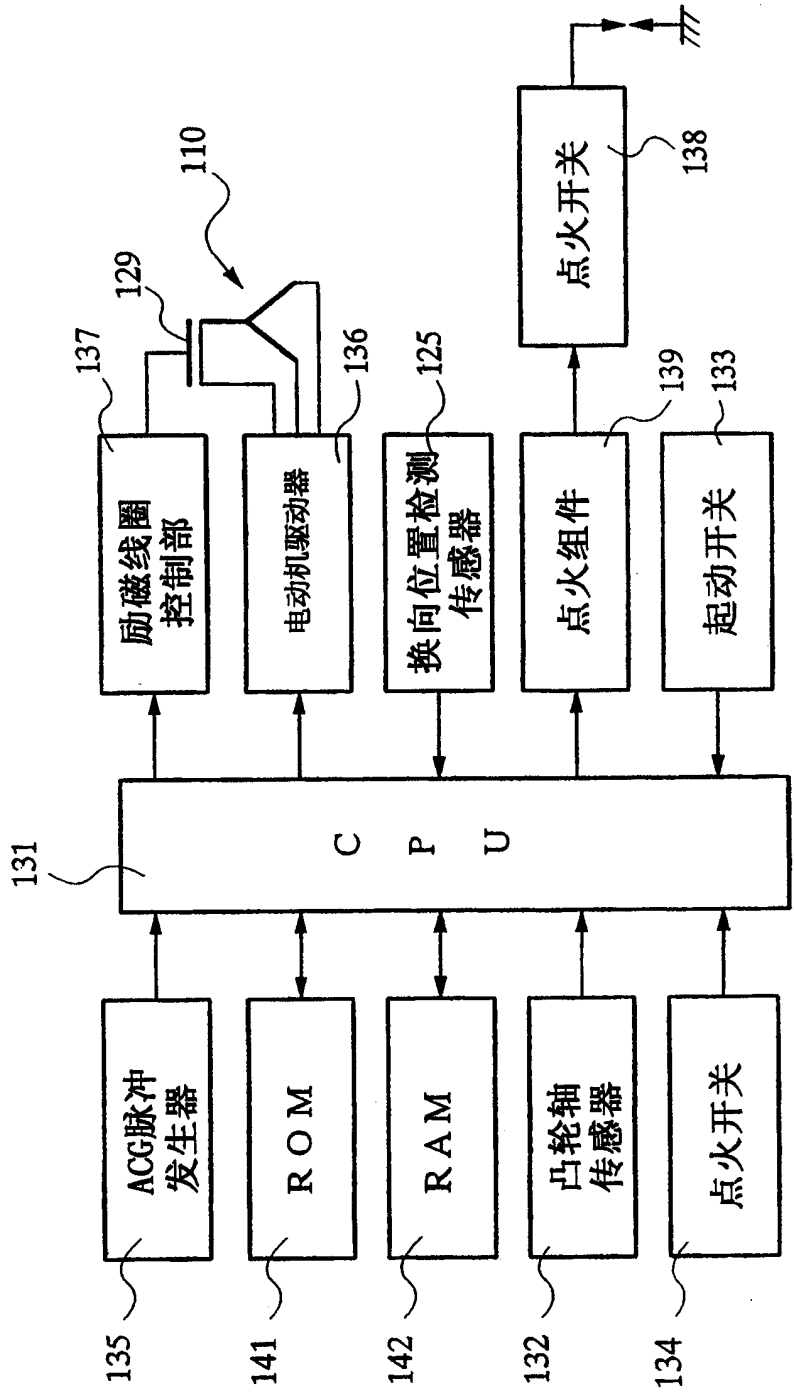


图27

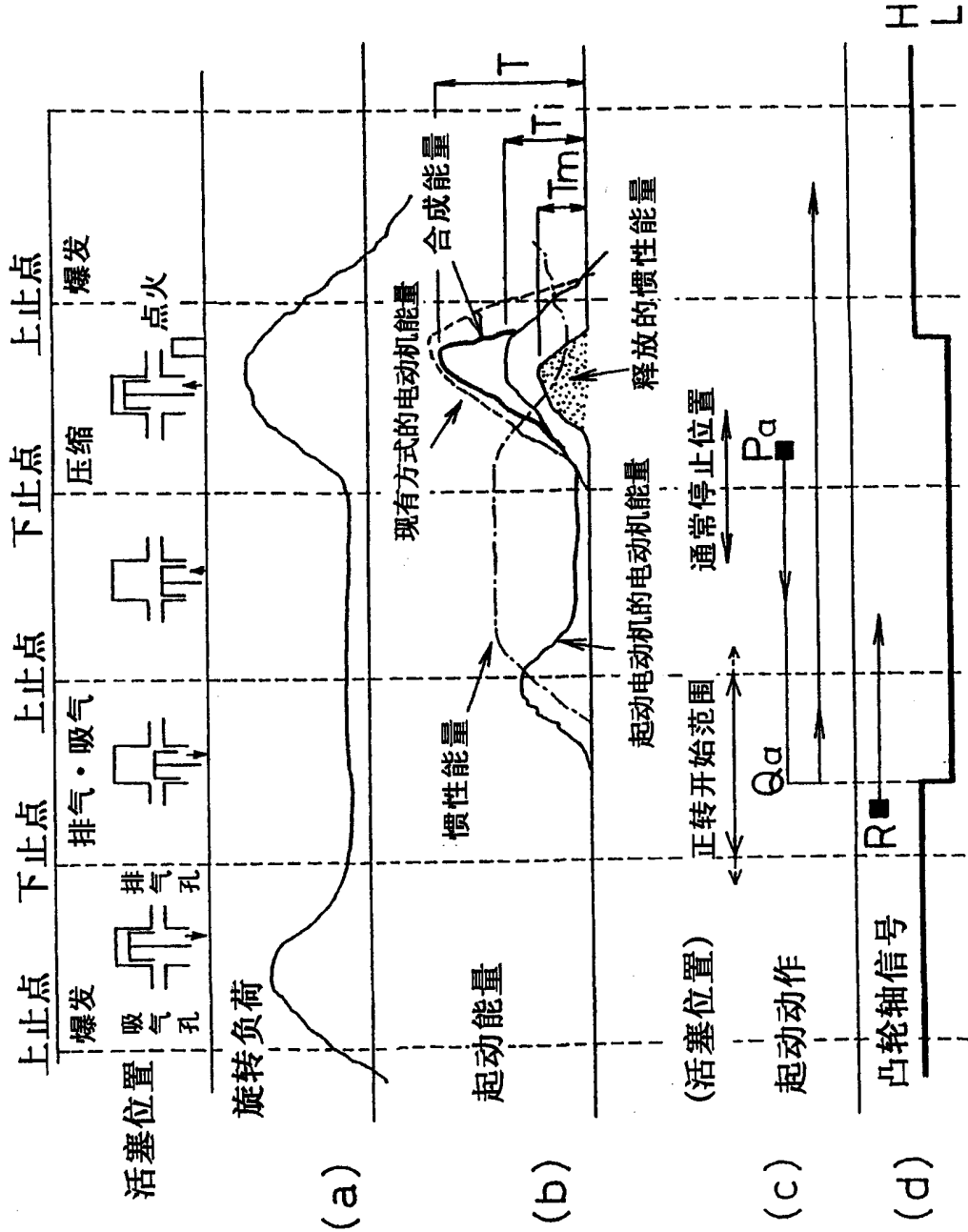


图28

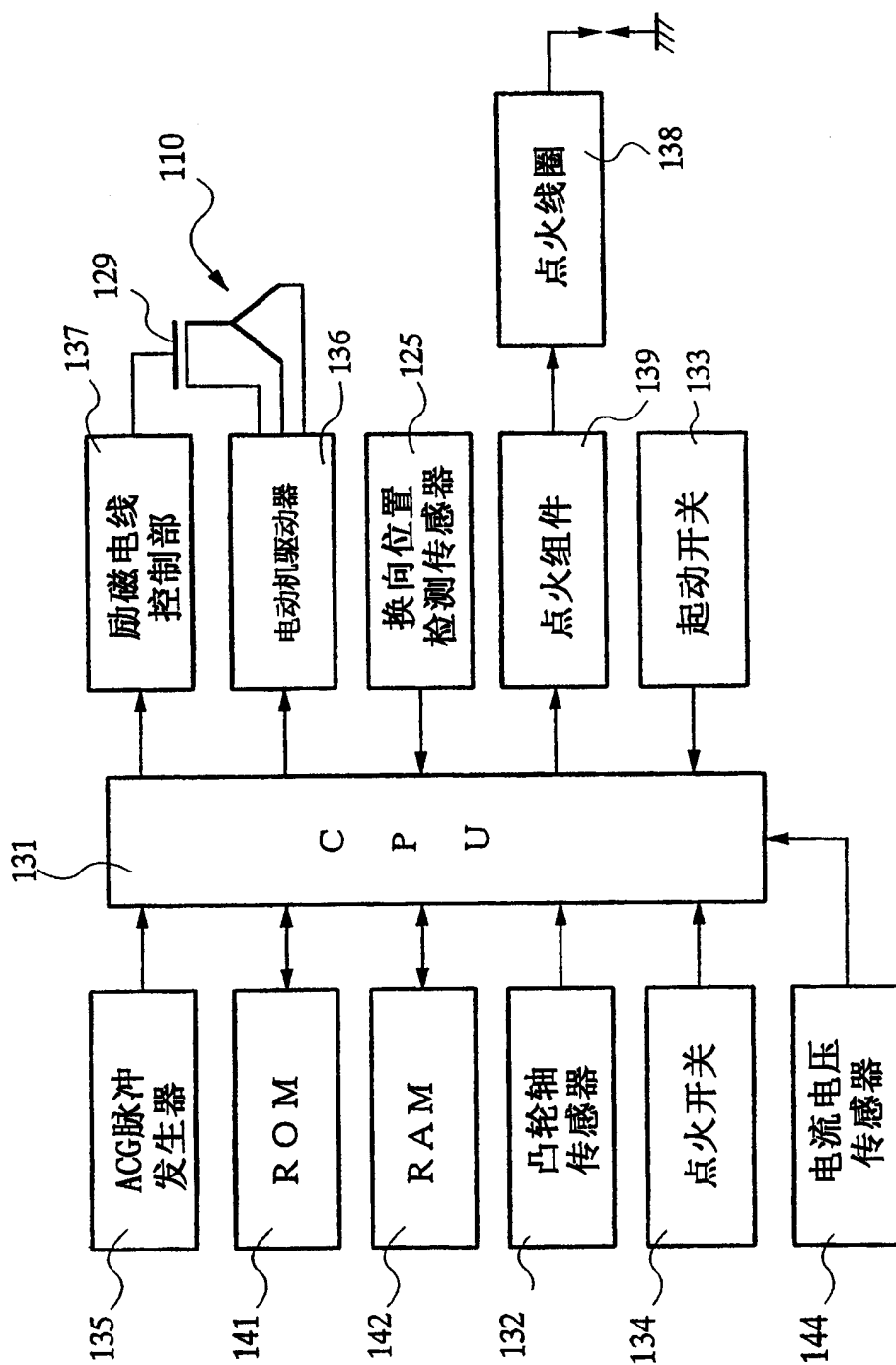


图29

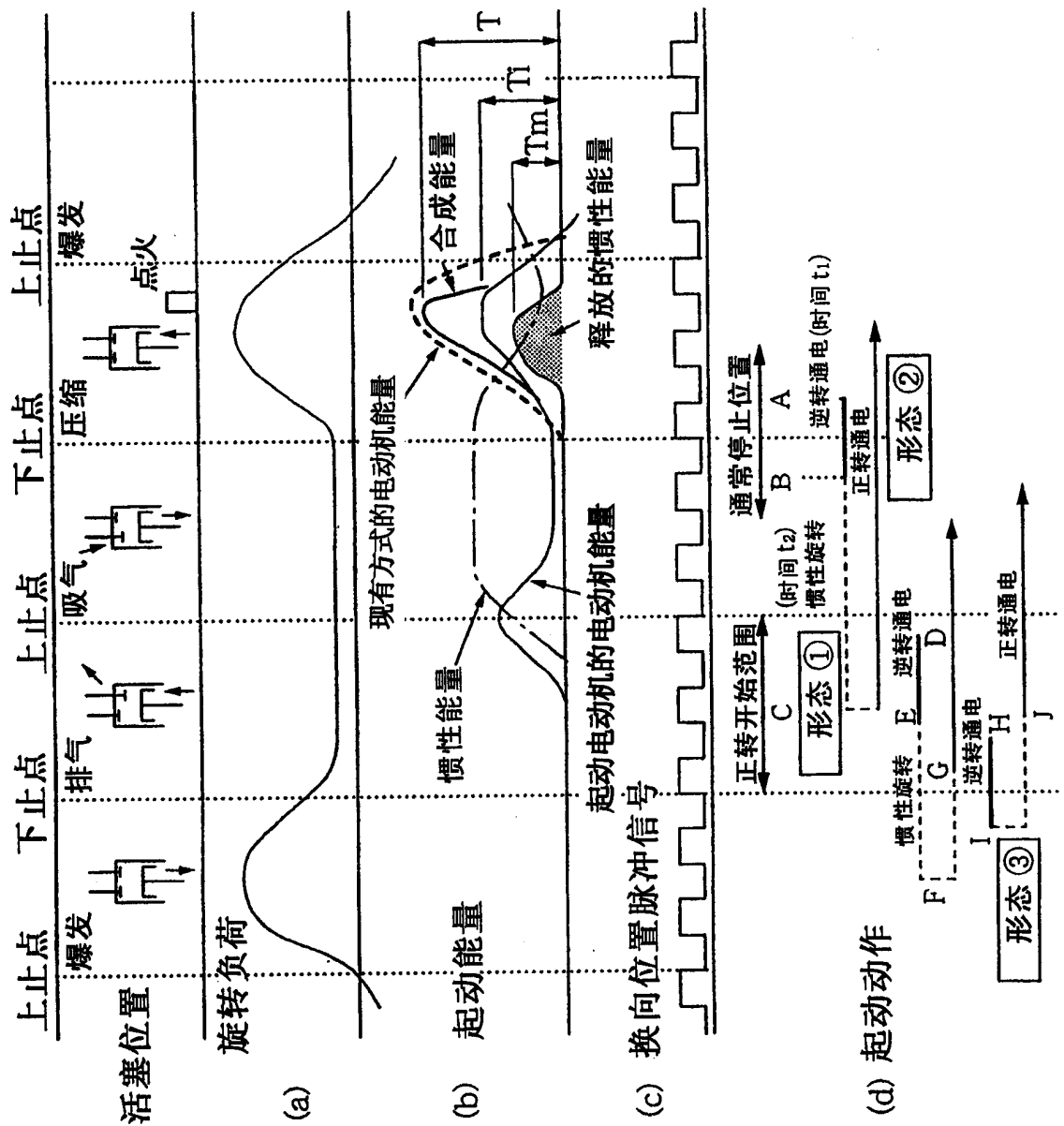


图30

表格1(逆转通电时间) 单位:秒

	起动电动机温度 (°C)					
电池电压 (V)	-20	0	20	40	80	100
12	0.20	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10
11	0.22	0.20	0.18	0.16	0.14	0.12
10	0.24	0.22	0.20	0.18	0.16	0.14
9	0.26	0.24	0.22	0.20	0.18	0.16
8	0.28	0.26	0.24	0.22	0.20	0.18
7	0.30	0.28	0.26	0.24	0.22	0.20

图31

表格2(通电停止时间)

起动电动机温度 (°C)	-10	0	20	40	80	100
时间(秒)	0.14	0.12	0.10	0.08	0.06	0.04

图32

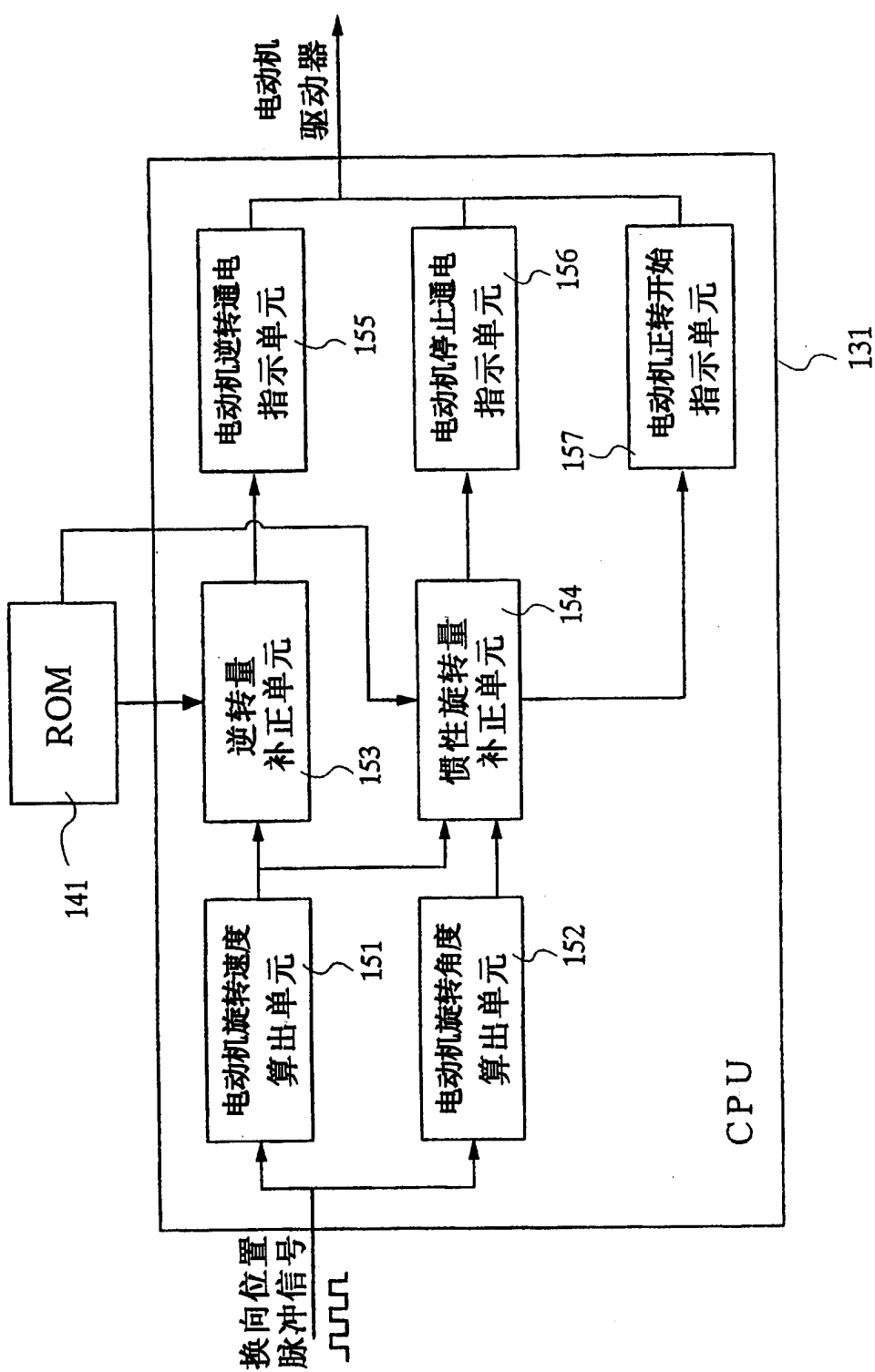


图33

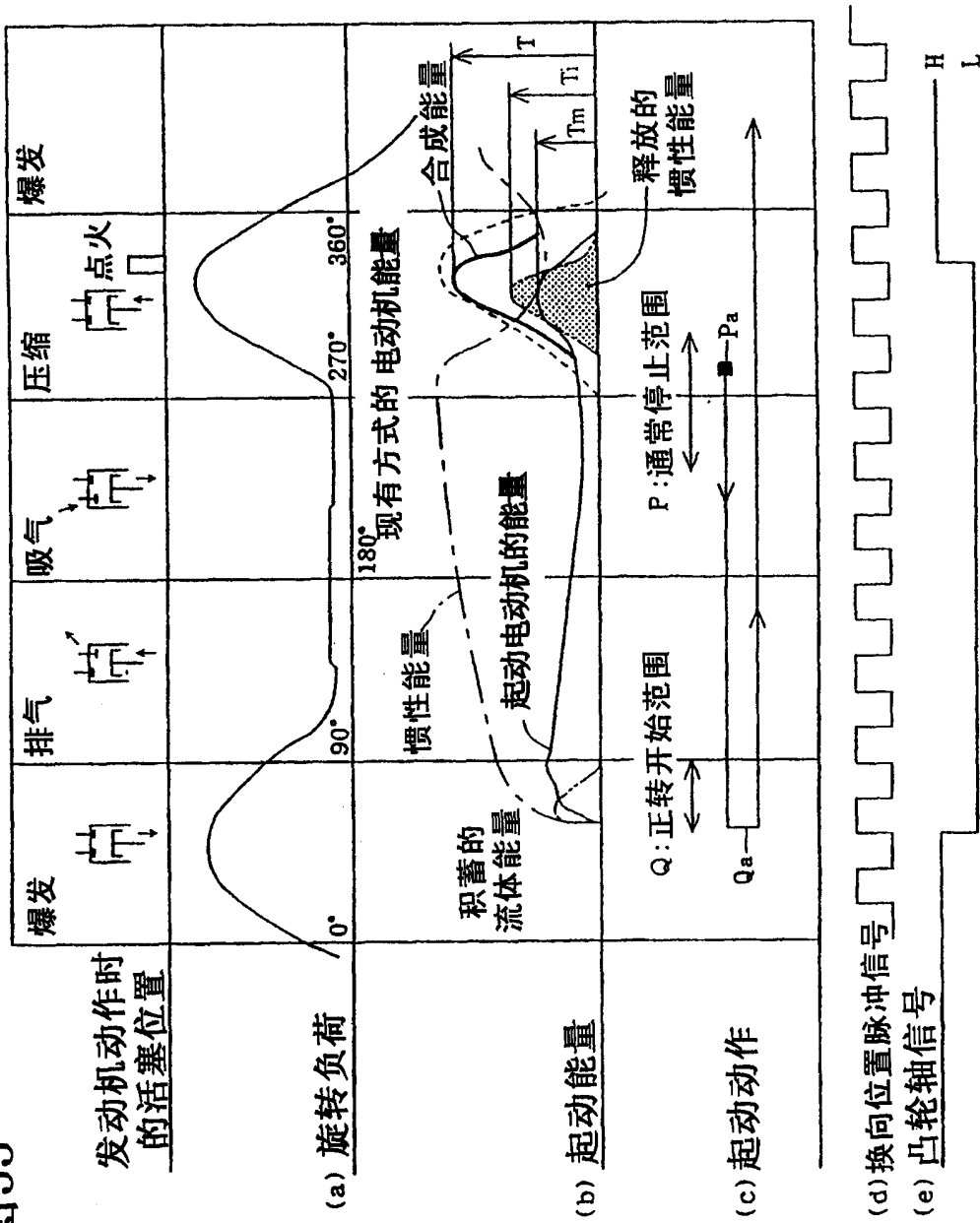


图34

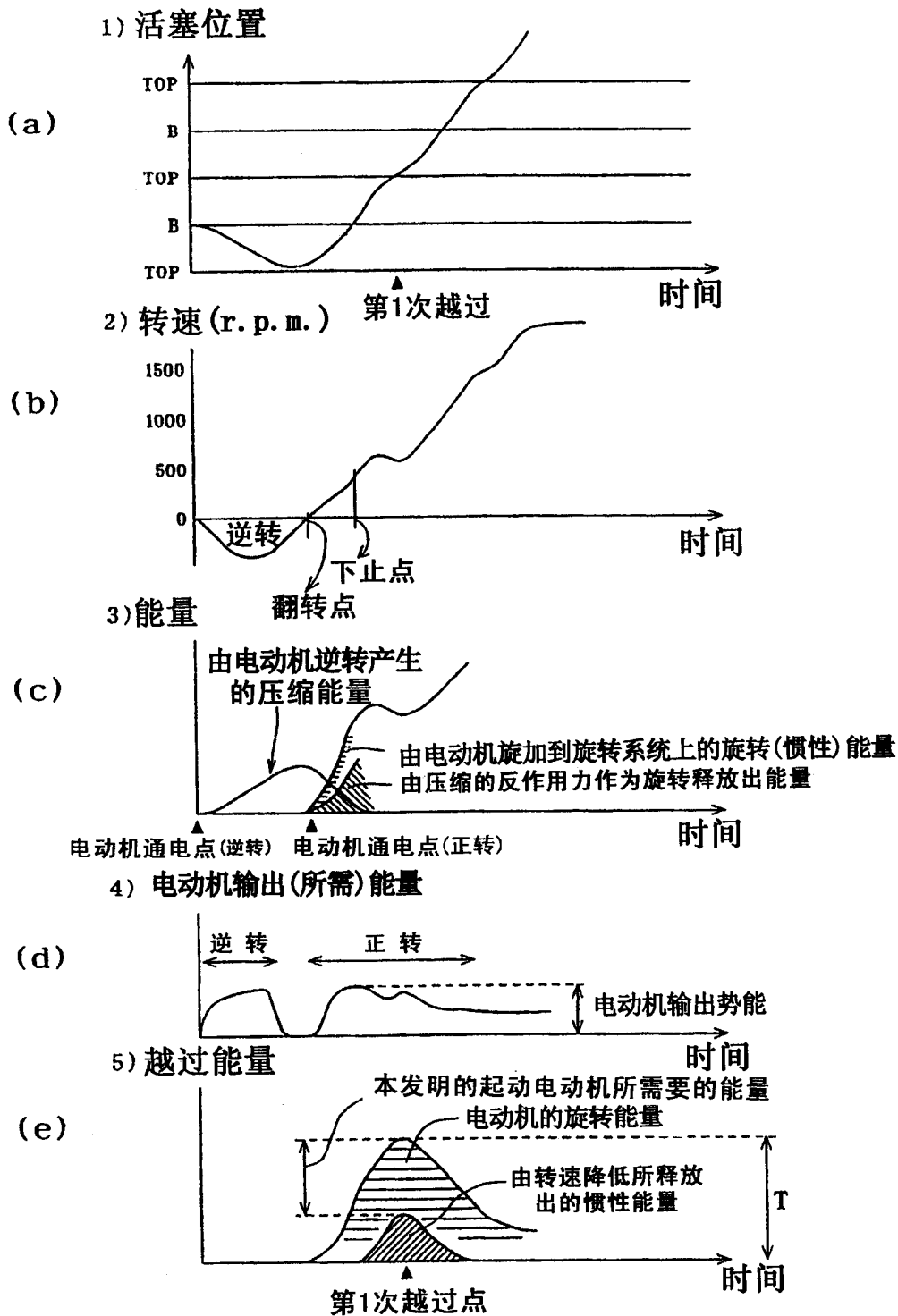


图35

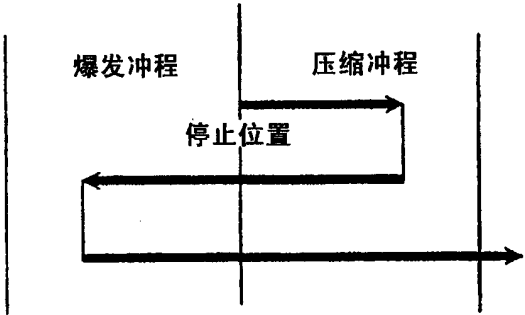


图36

能量积蓄过程

