



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101978593 A

(43) 申请公布日 2011. 02. 16

(21) 申请号 200880128159. 4

代理人 段承恩 杨光军

(22) 申请日 2008. 12. 22

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

H02P 21/00 (2006. 01)

069572/2008 2008. 03. 18 JP

B60L 9/18 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

B60W 10/08 (2006. 01)

2010. 09. 17

B60W 20/00 (2006. 01)

(86) PCT申请的申请数据

H02P 6/08 (2006. 01)

PCT/JP2008/073321 2008. 12. 22

H02P 27/04 (2006. 01)

(87) PCT申请的公布数据

W02009/116216 JA 2009. 09. 24

(71) 申请人 丰田自动车株式会社

地址 日本爱知县

(72) 发明人 山川隼史 花田秀人 林和仁

洲滨将圭 桥本俊哉

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

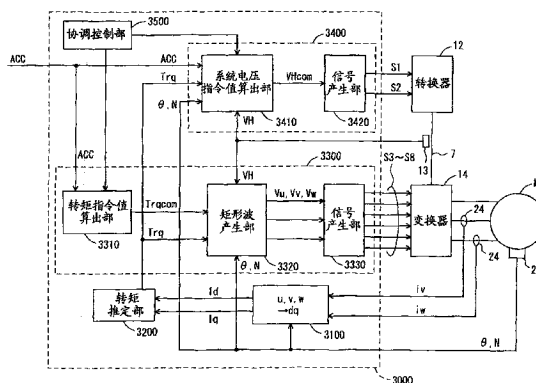
权利要求书 5 页 说明书 16 页 附图 17 页

(54) 发明名称

车辆的控制装置以及控制方法

(57) 摘要

在具备对蓄电装置的电力进行升压并输出的转换器(12)、对从转换器(12)输出的电力进行变换并输出至车辆驱动用的交流电机(M1)的变换器(14)的车辆中,矩形电压控制部(3300)通过基于转矩指令值(Trqcom)等的矩形波电压控制来控制变换器(14),由此控制交流电机(M1)的输出转矩。系统电压控制部(3400)控制转换器(12)的输出电压即系统电压(VH)。系统电压控制部(3400)基于加速开度等解除系统电压指令值(VHcom)的限制并使其增加。协调控制部(3500)在使系统电压指令值(VHcom)增加时,若处于变换器(14)的矩形波电压控制中,则使系统电压指令值(VHcom)和转矩指令值(Trqcom)协调增加。



CN 101978593 A

1. 一种车辆的控制装置,所述车辆具有蓄电装置(B)、对所述蓄电装置(B)的电压进行可变升压并输出的转换器(12)、对从所述转换器(12)输出的电力进行变换并输出的变换器(14)、和利用从所述变换器(14)输出的电力而工作的电机(M1),该控制装置包括:

第一控制部(3400),其基于电压指令值(VHcom)控制所述转换器(12)的输出电压(VH);

第二控制部(3300),其控制所述变换器(14),使其将基于指示所述电机(M1)的输出转矩的转矩指令值(Trqcom)和所述电压指令值(VHcom)的矩形波电压供给至所述电机(M1);和

第三控制部(3500),其控制所述电压指令值(VHcom)和所述转矩指令值(Trqcom),使得在使所述电压指令值(VHcom)增加时,所述转矩指令值(Trqcom)与所述电机(M1)的实际的输出转矩(Trq)之差变得比预先确定的值小。

2. 根据权利要求1所述的控制装置,其中,

所述第三控制部(3500),以第一增加率使所述电压指令值(VHcom)增加,并且在所述电压指令值(VHcom)的增加中以与所述第一增加率相应的第二增加率使所述转矩指令值(Trqcom)增加,所述第一增加率小到能够使所述转矩指令值(Trqcom)与所述实际的输出转矩(Trq)之差变得比所述预先确定的值小的程度。

3. 根据权利要求2所述的控制装置,其中,

所述第二增加率为使所述电压指令值(VHcom)达到所述转换器(12)的升压上限值(VH(MAX))的定时、与所述转矩指令值(Trqcom)达到与所述升压上限值(VH(MAX))相应的转矩上限值的定时一致的所述转矩指令值(Trqcom)的增加率。

4. 根据权利要求1所述的控制装置,其中,

所述第三控制部(3500),在使所述电压指令值(VHcom)增加至所述转换器(12)的升压上限值(VH(MAX))之后,使所述转矩指令值(Trqcom)增加。

5. 根据权利要求1所述的控制装置,其中,

所述第三控制部(3500),阶段性地交替进行所述电压指令值(VHcom)的增加和所述转矩指令值(Trqcom)的增加。

6. 根据权利要求4或5所述的控制装置,其中,

所述第三控制部(3500),使所述电压指令值(VHcom)的增加和所述转矩指令值(Trqcom)的增加以各自的最大增加率来增加。

7. 根据权利要求1所述的控制装置,其中,

所述第二控制部(3300),在基于所述电机(M1)的旋转位置而确定的电角度的一个周期内对所述电机(M1)供给一次所述矩形波电压,

所述控制装置还包括转速检测部(25),该转速检测部(25)检测所述电机(M1)每单位时间的转速,

所述第三控制部(3500),根据所述转速改变所述电压指令值(VHcom)的增加率,使得从一次所述矩形波电压的供给开始时到结束时的所述输出电压(VH)的增加量与所述转速无关而为一定值。

8. 根据权利要求7所述的控制装置,其中,

所述第二控制部(3300),基于所述输出电压(VH)的增加量校正一次所述矩形波电压

的供给时间。

9. 根据权利要求 1 所述的控制装置,其中,

所述控制装置还包括检测所述输出电压 (VH) 的电压检测部 (13),

在将 N 设为自然数时,所述第二控制部 (3300),基于所述转矩指令值 (Trqcom) 和在第 N-1 次所述矩形波电压的供给开始时由所述电压检测部 (13) 检测出的所述输出电压 (VH),设定第 N 次所述矩形波电压的供给时间。

10. 根据权利要求 1 所述的控制装置,其中,

所述控制装置还包括:

加速要求检测部 (26),其检测由所述车辆的驾驶者作出的加速的要求程度;

限制部 (3000),其将所述电压指令值 (VHcom) 限制为比所述转换器 (12) 的升压上限值 (VH(MAX)) 低的限制值 (VH(1));和

解除部 (3000),其在由所述限制部 (3000) 限制了所述电压指令值 (VHcom) 的情况下,如果由所述加速要求检测部 (26) 检测出的所述要求程度比预先确定的程度大,则解除由所述限制部 (3000) 对所述电压指令值 (VHcom) 的限制,

所述第三控制部 (3500),在由所述解除部 (3000) 解除了所述限制的情况下,使所述电压指令值 (VHcom) 和所述转矩指令值 (Trqcom) 增加。

11. 根据权利要求 1 所述的控制装置,其中,

所述控制装置还包括:

检测由所述车辆的驾驶者作出的加速的要求程度的加速要求检测部 (26);

检测输入到所述电机 (M1) 的电流的电流检测部 (24);

检测所述电机 (M1) 的旋转位置的旋转位置检测部 (25);

检测所述电机 (M1) 每单位时间的转速的转速检测部 (25);

推定部 (3200),其基于由所述电流检测部 (24) 检测出的电流和由所述旋转位置检测部 (25) 检测出的旋转位置,推定所述电机 (M1) 的实际的输出转矩 (Trq);

限制部 (3000),其将所述电压指令值 (VHcom) 限制为比所述转换器 (12) 的升压上限值 (VH(MAX)) 低的限制值 (VH(1));和

解除部 (3000),其在由所述限制部 (3000) 限制了所述电压指令值 (VHcom) 的情况下,当由所述加速要求检测部 (26) 检测出的所述要求程度比预先确定的程度大、且由所述推定部 (3200) 推定出的所述输出转矩 (Trq) 达到了转矩上限值时,解除由所述限制部 (3000) 进行的所述电压指令值 (VHcom) 的限制,所述转矩上限值是基于由所述转速检测部 (25) 检测出的所述转速和所述限制值 (VH(1)) 而确定的,

所述第三控制部 (3500),在由所述解除部 (3000) 解除了所述电压指令值 (VHcom) 的限制的情况下,使所述电压指令值 (VHcom) 和所述转矩指令值 (Trqcom) 增加。

12. 根据权利要求 10 或 11 所述的控制装置,其中,

所述控制装置还包括模式检测部 (27),该模式检测部 (27) 检测由所述车辆的驾驶者选择了通常模式和节约模式中的哪一种运行模式,

所述限制部 (3000),在由所述模式检测部 (27) 检测出选择了所述节约模式的情况下,将所述电压指令值 (VHcom) 限制为所述限制值 (VH(1))。

13. 一种控制车辆的控制装置执行的控制方法,所述车辆具有蓄电装置 (B)、对所述蓄

电装置 (B) 的电压进行可变升压并输出的转换器 (12)、对从所述转换器 (12) 输出的电力进行变换并输出的变换器 (14)、和利用从所述变换器 (14) 输出的电力而工作的电机 (M1), 该控制方法包括:

基于电压指令值 (VHcom) 控制所述转换器 (12) 的输出电压 (VH) 的步骤;

控制所述变换器 (14), 使其将基于指示所述电机 (M1) 的输出转矩 (Trq) 的转矩指令值 (Trqcom) 和所述电压指令值 (VHcom) 的矩形波电压供给至所述电机 (M1) 的步骤; 和

控制所述电压指令值 (VHcom) 和所述转矩指令值 (Trqcom), 使得在使所述电压指令值 (VHcom) 增加时, 所述转矩指令值 (Trqcom) 与所述电机 (M1) 的实际的输出转矩 (Trq) 之差变得比预先确定的值小的步骤。

14. 根据权利要求 13 所述的控制方法, 其中,

在控制所述电压指令值 (VHcom) 和所述转矩指令值 (Trqcom) 的步骤中, 以第一增加率使所述电压指令值 (VHcom) 增加, 并且在所述电压指令值 (VHcom) 的增加中以与所述第一增加率相应的第二增加率使所述转矩指令值 (Trqcom) 增加, 所述第一增加率小到能够使所述转矩指令值 (Trqcom) 与所述实际的输出转矩 (Trq) 之差变得比所述预先确定的值小的程度。

15. 根据权利要求 14 所述的控制方法, 其中,

所述第二增加率为使所述电压指令值 (VHcom) 达到所述转换器 (12) 的升压上限值 (VH(MAX)) 的定时、与所述转矩指令值 (Trqcom) 达到与所述升压上限值 (VH(MAX)) 相应的转矩上限值的定时一致的所述转矩指令值 (Trqcom) 的增加率。

16. 根据权利要求 13 所述的控制方法, 其中,

在控制所述电压指令值 (VHcom) 和所述转矩指令值 (Trqcom) 的步骤中, 在使所述电压指令值 (VHcom) 增加至所述转换器 (12) 的升压上限值 (VH(MAX)) 之后, 使所述转矩指令值 (Trqcom) 增加。

17. 根据权利要求 13 所述的控制方法, 其中,

在控制所述电压指令值 (VHcom) 和所述转矩指令值 (Trqcom) 的步骤中, 阶段性地交替进行所述电压指令值 (VHcom) 的增加和所述转矩指令值 (Trqcom) 的增加。

18. 根据权利要求 16 或 17 所述的控制方法, 其中,

在控制所述电压指令值 (VHcom) 和所述转矩指令值 (Trqcom) 的步骤中, 使所述电压指令值 (VHcom) 的增加和所述转矩指令值 (Trqcom) 的增加以各自的最大增加率来增加。

19. 根据权利要求 13 所述的控制方法, 其中,

在控制所述变换器 (14) 的步骤中, 在基于所述电机 (M1) 的旋转位置而确定的电角度的一个周期内对所述电机 (M1) 供给一次所述矩形波电压,

所述控制方法还包括检测所述电机 (M1) 每单位时间的转速的步骤,

在控制所述电压指令值 (VHcom) 和所述转矩指令值 (Trqcom) 的步骤中, 根据所述转速改变所述电压指令值 (VHcom) 的增加率, 使得从一次所述矩形波电压的供给开始时到结束时的所述输出电压 (VH) 的增加量与所述转速无关而为一定值。

20. 根据权利要求 19 所述的控制方法, 其中,

在控制所述变换器 (14) 的步骤中, 基于所述输出电压 (VH) 的增加量校正一次所述矩形波电压的供给时间。

21. 根据权利要求 13 所述的控制方法,其中,

所述控制方法还包括检测所述输出电压 (VH) 的步骤,

在将 N 设为自然数时,在控制所述变换器 (14) 的步骤中,基于所述转矩指令值 (Trqcom) 和在第 N-1 次所述矩形波电压的供给开始时通过检测所述输出电压 (VH) 的步骤检测出的所述输出电压 (VH),设定第 N 次所述矩形波电压的供给时间。

22. 根据权利要求 13 所述的控制方法,其中,

所述控制方法还包括:

检测由所述车辆的驾驶者作出的加速的要求程度的步骤;

将所述电压指令值 (VHcom) 限制为比所述变换器 (12) 的升压上限值 (VH(MAX)) 低的限制值 (VH(1)) 的步骤;和

在通过限制所述电压指令值 (VHcom) 的步骤限制了所述电压指令值 (VHcom) 的情况下,如果通过检测所述加速的要求程度的步骤检测出的所述要求程度比预先确定的程度大,则解除通过限制所述电压指令值 (VHcom) 的步骤对所述电压指令值 (VHcom) 的限制的步骤,

在控制所述电压指令值 (VHcom) 和所述转矩指令值 (Trqcom) 的步骤中,在通过解除所述电压指令值 (VHcom) 的限制的步骤解除了所述限制的情况下,使所述电压指令值 (VHcom) 和所述转矩指令值 (Trqcom) 增加。

23. 根据权利要求 13 所述的控制方法,其中,

所述控制方法还包括:

检测由所述车辆的驾驶者作出的加速的要求程度的步骤;

检测输入到所述电机 (M1) 的电流的步骤;

检测所述电机 (M1) 的旋转位置的步骤;

检测所述电机 (M1) 每单位时间的转速的步骤;

基于通过检测所述电流的步骤检测出的电流和通过检测所述旋转位置的步骤检测出的旋转位置来推定所述电机 (M1) 的实际的输出转矩 (Trq) 的步骤;

将所述电压指令值 (VHcom) 限制为比所述变换器 (12) 的升压上限值 (VH(MAX)) 低的限制值 (VH(1)) 的步骤;和

在通过限制所述电压指令值 (VHcom) 的步骤限制了所述电压指令值 (VHcom) 的情况下,在通过检测所述加速的要求程度的步骤检测出的所述要求程度比预先确定的程度大、且通过推定所述输出转矩 (Trq) 的步骤推定出的所述输出转矩 (Trq) 达到了转矩上限值时,解除通过限制所述电压指令值 (VHcom) 的步骤对所述电压指令值 (VHcom) 的限制的步骤,所述转矩上限值是基于通过检测所述转速的步骤检测出的所述转速和所述限制值 (VH(1)) 而确定的,

在控制所述电压指令值 (VHcom) 和所述转矩指令值 (Trqcom) 的步骤中,在通过解除所述电压指令值 (VHcom) 的限制的步骤解除了所述限制的情况下,使所述电压指令值 (VHcom) 和所述转矩指令值 (Trqcom) 增加。

24. 根据权利要求 22 或 23 所述的控制方法,其中,

所述控制方法还包括检测由所述车辆的驾驶者选择了通常模式和节约模式中的哪一种运行模式的步骤,

在解除所述电压指令值 (VHcom) 的限制的步骤中,在检测出选择了所述节约模式的情况下,将所述电压指令值 (VHcom) 限制为所述限制值 (VH(1))。

## 车辆的控制装置以及控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及车辆的控制,尤其涉及具有对蓄电装置的电力进行升压并输出的转换器和对从转换器输出的电力进行转换并输出至车辆驱动用电机的变换器的车辆的控制。

### 背景技术

[0002] 最近,作为考虑到环境的机动车,混合动力车 (Hybrid Vehicle) 和电动车 (Electric Vehicle) 正在实用化。在这样的混合动力车或电动车中,为了使车辆适当地行驶同时使能源效率提高,就要求对电机供给与对于电机的负载相对应的电力。例如在日本特开 2007-89262 号公报 (专利文献 1) 中公开了不会使车辆的行驶性能降低还能提高燃料经济性的控制装置。

[0003] 日本特开 2007-89262 号公报所公开的控制装置,对具有对来自直流电源的电压进行升压并输出的升压转换器和将从升压转换器输出的直流电力转换为交流电力并输出至车辆驱动用电机的变换器的车辆进行控制。控制装置,根据驾驶者所要求的行驶模式适当地切换升压转换器的输出电压的目标值。控制装置,在选择了重视响应性的模式时,将比电机的要求输出相对应的电压高的一定的电压值设定为目标值,并控制升压转换器。另一方面,在选择了重视燃料经济性的模式时,控制装置基于电机的驱动要求转矩来设定目标值并控制升压转换器。因此,不会使车辆的行驶性能降低还能提高燃料经济性。

[0004] 根据日本特开 2007-89262 号公报所公开的控制装置,在驾驶者选择了重视燃料经济性的模式时,升压转换器的输出电压被控制为基于电机的驱动要求转矩所设定的值。此时的升压转换器的输出电压与选择了重视响应性的模式时相比较低。因此,能够降低升压转换器中的损失。由此,能够设为重视车辆的行驶性能的行驶模式,并且能够使燃料经济性提高。

[0005] 专利文献 1:日本特开 2007-89262 号公报

[0006] 专利文献 2:国际公开公报第 2003/015254 号小册子

### 发明内容

[0007] 但是,如日本特开 2007-89262 号公报所公开的控制装置那样,如果在选择了重视燃料经济性的模式时将升压转换器的输出电压 (下面也记为系统电压) 限制为低于选择了重视响应性的模式时的值,那么在超车等瞬间需要大转矩的情况下,转矩可能会不足。在为了解决该转矩不足而使系统电压增加的情况下,如果处于变换器的矩形波电压控制中,那么可能会有不能按转矩指令值控制电机的输出转矩的情况。

[0008] 即,在变换器的矩形波电压控制时,在一个电周期只进行一次开关,一次开关期间与 PWM (Pulse Width Modulation, 脉冲宽度调制) 控制时相比变长。因此,如果在矩形波电压控制中使系统电压增加的话,就难以像 PWM 控制那样使系统电压的变动反映于开关期间,有时从变换器输出至电机的电压不能成为如基于矩形波电压控制的指令电压值那样的值。在这样的状态下,如果使转矩指令值增加,那么有时就不能按照转矩指令值来控制电机

的输出转矩。

[0009] 本发明是为了解决上述的课题而做出的,其目的在于提供一种在具备对蓄电装置的电力进行升压并输出的转换器和对从转换器输出的电力进行转换并输出至车辆驱动用电机的变换器的车辆中、在使转换器的输出电压增加时能够对电机输出如指令值那样的转矩的控制装置以及控制方法。

[0010] 本发明所涉及的控制装置,对具有蓄电装置、对蓄电装置的电压进行可变升压并输出的转换器、对从转换器输出的电力进行变换并输出的变换器、和利用从变换器输出的电力而工作的电机的车辆进行控制。该控制装置,包括:第一控制部,其基于电压指令值控制转换器的输出电压;第二控制部,其控制变换器,使其将基于指示电机的输出转矩的转矩指令值和电压指令值的矩形波电压供给至电机;和第三控制部,其控制电压指令值和转矩指令值,使得在使电压指令值增加时,转矩指令值与电机的实际的输出转矩之差变得比预先确定的值小。

[0011] 优选,第三控制部,以第一增加率使电压指令值增加,并且在电压指令值的增加中以与第一增加率相应的第二增加率使转矩指令值增加,所述第一增加率小到能够使转矩指令值与实际的输出转矩之差变得比预先确定的值小的程度。

[0012] 更加优选,第二增加率为使电压指令值达到转换器的升压上限值的定时、与转矩指令值达到与升压上限值相应的转矩上限值的定时一致的转矩指令值的增加率。

[0013] 更加优选,第三控制部,在使电压指令值增加至转换器的升压上限值之后,使转矩指令值增加。

[0014] 更加优选,第三控制部,阶段性地交替进行电压指令值的增加和转矩指令值的增加。

[0015] 更加优选,第三控制部,使电压指令值的增加和转矩指令值的增加以各自的最大增加率来增加。

[0016] 更加优选,第二控制部,在基于电机的旋转位置而确定的电角度的一个周期内对电机供给一次矩形波电压。控制装置还包括转速检测部,该转速检测部检测电机每单位时间的转速。第三控制部根据转速改变电压指令值的增加率,使得从一次矩形波电压的供给开始时到结束时的输出电压的增加量与转速无关而为一定值。

[0017] 更加优选,第二控制部基于输出电压的增加量校正一次矩形波电压的供给时间。

[0018] 更加优选,控制装置还包括检测输出电压的电压检测部。在将N设为自然数时,第二控制部基于转矩指令值和在第N-1次矩形波电压的供给开始时由电压检测部检测出的输出电压,设定第N次矩形波电压的供给时间。

[0019] 更加优选,控制装置还包括:加速要求检测部,其检测由车辆的驾驶者作出的加速的要求程度;限制部,其将电压指令值限制为比转换器的升压上限值低的限制值;和解除部,其在由限制部限制了电压指令值的情况下,如果由加速要求检测部检测出的要求程度比预先确定的程度大,则解除由限制部对电压指令值的限制。第三控制部在由解除部解除了限制的情况下,使电压指令值和转矩指令值增加。

[0020] 更加优选,控制装置还包括:检测由车辆的驾驶者作出的加速的要求程度的加速要求检测部;检测输入到电机的电流的电流检测部;检测电机的旋转位置的旋转位置检测部;检测电机每单位时间的转速的转速检测部;推定部,其基于由电流检测部检测出的电

流和由旋转位置检测部检测出的旋转位置,推定电机的实际的输出转矩;限制部,其将电压指令值限制为比转换器的升压上限值低的限制值;和解除部,其在由限制部限制了电压指令值的情况下,当由加速要求检测部检测出的要求程度比预先确定的程度大、且由推定部推定出的输出转矩达到了转矩上限值时,解除由限制部进行的电压指令值的限制,所述转矩上限值是基于由转速检测部检测出的转速和限制值而确定的。第三控制部在由解除部解除了电压指令值的限制的情况下,使电压指令值和转矩指令值增加。

[0021] 更加优选,控制装置还包括模式检测部,该模式检测部检测由车辆的驾驶者选择了通常模式和节约模式中的哪一种运行模式。限制部在由模式检测部检测出选择了节约模式的情况下,将电压指令值限制为限制值。

[0022] 根据本发明,考虑到在使指示转换器的输出电压的电压指令值增加时、在矩形波电压控制下控制变换器,对电压指令值和转矩指令值进行控制,使得指示电机的输出转矩的转矩指令值和电机的实际的输出转矩之差变得比预先确定的值小。由此,矩形波电压控制下的电压指令值和变换器的输出电压的偏离被抑制为最小限度,所以能够抑制转矩偏离。

#### 附图说明

[0023] 图1是本发明的第一实施例所涉及的电机驱动系统的整体构成图。

[0024] 图2是表示电机转速、系统电压以及交流电机的转矩上限值之间的关系的图。

[0025] 图3是说明电机驱动系统中所用的控制方式的图。

[0026] 图4是说明控制方式的选择方法的流程图。

[0027] 图5是说明与电机条件相对应的控制方式的切换的图。

[0028] 图6是本发明的第一实施例所涉及的控制装置的功能框图。

[0029] 图7是表示矩形波电压控制下的矩形波脉冲的波形的一例的图。

[0030] 图8是表示本发明的第一实施例所涉及的控制装置的控制结构的流程图(之一)。

[0031] 图9是表示本发明的第一实施例所涉及的控制装置的控制结构的流程图(之二)。

[0032] 图10是本发明的第一实施例所涉及的控制装置所控制的系统电压指令值和转矩指令值的时间图。

[0033] 图11是表示根据转矩推定值和电机转速所求出的实际工作点的移动的图。

[0034] 图12是表示变换器的输出电压和矩形波脉冲下的电压指令值的图(之一)。

[0035] 图13是表示本发明的第二实施例所涉及的控制装置的控制结构的流程图。

[0036] 图14是本发明的第二实施例所涉及的控制装置所控制的系统电压指令值和转矩指令值的时间图。

[0037] 图15是表示本发明的第三实施例所涉及的控制装置的控制结构的流程图。

[0038] 图16是本发明的第三实施例所涉及的控制装置所控制的系统电压指令值和转矩指令值的时间图。

[0039] 图17是表示变换器的输出电压和矩形波脉冲下的电压指令值的图(之二)。

[0040] 图18是表示本发明的第四实施例所涉及的控制装置的控制结构的流程图。

[0041] 图19是表示本发明的第五实施例所涉及的控制装置的控制结构的流程图。

[0042] 附图标记说明

- [0043] 5 负极线 6、7 正极线 10、13 电压传感器  
[0044] 12 转换器 14 变换器 15U 相臂  
[0045] 16V 相臂 17W 相臂 24 电流传感器  
[0046] 25 分解器 (resolver) 26 加速开度传感器  
[0047] 27 节约开关 100 电机驱动系统 3000 控制装置  
[0048] 3100 坐标变换部 3200 转矩推定部 3300 矩形电压控制部  
[0049] 3310 转矩指令值算出部 3320 矩形波产生部  
[0050] 3330 信号产生部 3400 系统电压控制部  
[0051] 3410 系统电压指令值算出部 3420 信号产生部  
[0052] 3500 协调控制部 B 直流电源 C0、C1 平滑电容器  
[0053] D1 ~ D3 反并联二极管 L1 电抗器 M1 交流电机  
[0054] Q1 ~ Q8 开关元件 SR1、SR2 系统继电器

### 具体实施方式

[0055] 以下,参照附图对本发明的实施例进行说明。在下面的说明中,对同一部件标注同一附图标记。它们的名称以及功能也相同。因此,不重复对于它们的详细说明。

[0056] (第一实施例)

[0057] 参照图 1,对包括本发明的第一实施例所涉及的控制装置在内的车辆的电机驱动系统 100 进行说明。本发明能够适用的车辆,为由电机驱动系统 100 中所用的电机来驱动的电动车、或除了电机驱动系统 100 中所用的电机外还具备发动机作为驱动源的混合动力车等。

[0058] 该电机驱动系统 100 具有:直流电压产生部 10#、平滑电容器 C0、变换器 14、交流电机 M1 和控制装置 3000。

[0059] 交流电机 M1 为产生用于驱动车辆的驱动轮的转矩的驱动用电动机。或者,该交流电机 M1 也可构成为具有被发动机驱动的发电机的功能,也可构成为兼具电动机和发电机的功能。而且,交流电机 M1,相对于发动机作为电动机来工作,例如将其作为能够进行发动机起动的装置安装在混合动力车中。

[0060] 直流电压产生部 10#,包括构成为能够进行充电的直流电源 B、系统继电器 SR1、SR2、平滑电容器 C1 和转换器 12。

[0061] 直流电源 B 包括例如镍氢电池或锂离子等的二次电池而构成。或者,也可以通过双电荷层电容器等的蓄电装置构成直流电源 B。直流电源 B 输出的直流电压 Vb 通过电压传感器 10 来检测。电压传感器 10 将检测出的直流电压 Vb 向控制装置 3000 输出。

[0062] 系统继电器 SR1 连接于直流电源 B 的正极端子和正极线 6 之间,系统继电器 SR2 连接于直流电源 B 的负极端子和负极线 5 之间。系统继电器 SR1、SR2 通过来自控制装置 3000 的信号 SE 而被接通/断开。更加具体而言,系统继电器 SR1、SR2 通过来自控制装置 3000 的 H(逻辑高)电平的信号 SE 而被接通,通过来自控制装置 3000 的 L(逻辑低)电平的信号 SE 而被断开。平滑电容器 C1 连接在于正极线 6 和负极线 5 之间。

[0063] 转换器 12 包括电抗器 L1、电力用半导体开关元件 Q1、Q2 和二极管 D1、D2。

[0064] 电力用半导体开关元件 Q1、Q2 串联连接于正极线 7 和负极线 5 之间。电力用半导

体开关元件 Q1、Q2 的导通 / 截止, 通过来自控制装置 3000 的开关控制信号 S1 以及 S2 控制。

[0065] 在本发明的实施例中, 作为电力用半导体开关元件 (下面简称为“开关元件”), 可以使用 IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor, 绝缘栅双极晶体管)、电力用 MOS (Metal Oxide Semiconductor, 金属氧化物半导体) 晶体管, 或者电力用双极晶体管等。对于开关元件 Q1、Q2 分别配置有反并联二极管 D1、D2。

[0066] 电抗器 L1 连接于开关元件 Q1 以及 Q2 的连接节点和正极线 6 之间。另外, 平滑电容器 C0 连接于正极线 7 和负极线 5 之间。

[0067] 变换器 14 包括并联地设置在正极线 7 和负极线 5 之间的 U 相臂 15、V 相臂 16 和 W 相臂 17。各相臂包括串联连接于正极线 7 和负极线 5 之间的开关元件。例如, U 相臂 15 包括开关元件 Q3、Q4。V 相臂 16 包括开关元件 Q5、Q6。W 相臂 17 包括开关元件 Q7、Q8。另外, 对于开关元件 Q3 ~ Q8 分别配置有反并联二极管 D3 ~ D8。开关元件 Q3 ~ Q8 的导通 / 截止通过来自控制装置 3000 的开关控制信号 S3 ~ S8 控制。

[0068] 各相臂的中间点连接于交流电机 M1 的各相绕组的各相端。代表性的, 交流电机 M1 为三相永磁铁电动机, 是 U、V、W 相的三个绕组的一端共同连接于中性点而构成的。而且, 各相绕组的另一端与各相臂 15 ~ 17 的开关元件的中间点相连接。

[0069] 转换器 12, 在升压工作时, 将对从直流电源 B 供给的直流电压  $V_b$  进行升压所得的直流电压 (下面也将与向变换器 14 输入的输入电压相当的该直流电压称为“系统电压”)  $V_H$  向变换器 14 供给。更加具体而言, 响应来自控制装置 3000 的开关控制信号 S1、S2, 交替地设定开关元件 Q1 的导通期间以及 Q2 的导通期间, 升压比变为与它们的导通期间之比相应的比值。

[0070] 另外, 转换器 12, 在降压工作时, 对经由平滑电容器 C0 而从变换器 14 供给的直流电压 (系统电压)  $V_H$  进行降压并对直流电源 B 充电。更加具体而言, 响应来自控制装置 3000 的开关控制信号 S1、S2, 交替地设定仅开关元件 Q1 导通的期间以及开关元件 Q1 和 Q2 的两方截止的期间, 降压比变为与上述导通期间的占空比相应的比值。另外, 也可以代替开关元件 Q1 和 Q2 的两方截止的期间, 与反并联二极管 D1、D2 的导通期间相符地设定仅使开关元件 Q2 导通的期间。在这样的情况下, 原则上开关元件 Q1、Q2 相辅助地重复进行导通 / 截止。

[0071] 平滑电容器 C0, 对来自转换器 12 的直流电压进行平滑化, 并将该平滑化了的直流电压向变换器 14 供给。电压传感器 13, 对平滑电容器 C0 的两端的电压即系统电压进行检测, 将其检测值  $V_H$  向控制装置 3000 输出。

[0072] 变换器 14, 响应来自控制装置 3000 的开关控制信号 S3 ~ S8, 进行开关元件 Q3 ~ Q8 的开关工作。直流电压  $V_H$  从平滑电容器 C0 被供给至变换器 14。

[0073] 变换器 14, 在交流电机 M1 的转矩指令值为正 ( $Tr_{qcom} > 0$ ) 的情况下, 通过开关元件 Q3 ~ Q8 的开关工作将直流电压转换为交流电压, 并驱动交流电机 M1, 使其输出正的转矩。

[0074] 变换器 14, 在交流电机 M1 的转矩指令值为零 ( $Tr_{qcom} = 0$ ) 的情况下, 通过开关元件 Q3 ~ Q8 的开关工作将直流电压转换为交流电压, 并驱动交流电机 M1, 使得转矩变为零。

[0075] 通过这样的控制, 交流电机 M1 被驱动, 使其产生通过转矩指令值  $Tr_{qcom}$  所指定的

零或正的转矩。

[0076] 而且,在搭载有电机驱动系统 100 的车辆再生制动时,交流电机 M1 的转矩指令值  $Trq_{com}$  被设定为负的 ( $Trq_{com} < 0$ )。在这样的情况下,变换器 14,通过开关元件 Q3 ~ Q8 的开关工作,将交流电机 M1 发电所得的交流电压转换为直流电压  $V_H$ ,将该转换了的直流电压(系统电压)  $V_H$  经由平滑电容器 C0 向转换器 12 供给。

[0077] 这里所谓的再生制动,包括伴随由驾驶车辆的驾驶者进行了脚制动装置操作时的再生发电的制动、和虽然没有操作脚制动装置但在行驶中通过松开加速踏板而进行再生发电、同时使车辆减速(或者中止加速)。

[0078] 电流传感器 24 检测在交流电机 M1 流动的电机电流,将该检测出的电机电流向控制装置 3000 输出。另外,三相电流  $i_u$ 、 $i_v$ 、 $i_w$  的瞬时值之和为零,所以如图 1 所示,电流传感器 24 只要以能检测出两相的电流(例如 V 相电流  $i_v$  和 W 相电流  $i_w$ ) 的方式配置即可。

[0079] 旋转角传感器(分解器)25 检测交流电机 M1 的转子的旋转角  $\theta$  和交流电机 M1 每单位时间的转速(电机转速)  $N$ ,向控制装置 3000 输出表示检测结果的信号。

[0080] 加速开度传感器 26 检测表示加速踏板(未图示)的操作量的加速开度 ACC,向控制装置 3000 输出该检测出的加速开度 ACC。

[0081] 节约开关 27,对由驾驶者选择了通常模式和节约模式中的哪一模式进行检测,向控制装置 3000 输出表示该检测结果的信号。所谓通常模式,为与能量效率的提高相比更重视车辆的操纵响应性的模式。所谓节约模式,为与车辆的操纵响应性相比更重视能量效率的提高的模式。通过驾驶者借助于节约开关 27 切换这些运行模式,由此不使车辆的行驶性能较低,还能谋求能量效率的提高。

[0082] 控制装置 3000 基于加速开度 ACC 计算出转矩指令值  $Trq_{com}$ 。控制装置 3000,基于来自电压传感器 10 的电池电压  $V_b$ 、来自电压传感器 13 的系统电压  $V_H$ 、来自电流传感器 24 的电机电流  $i_v$ 、 $i_w$ 、来自分解器 25 的旋转角  $\theta$  和节约开关 27 的检测结果,对转换器 12 和变换器 14 的工作进行控制,使得交流电机 M1 输出遵从了转矩指令值  $Trq_{com}$  的转矩。

[0083] 控制装置 3000,生成用于以上述方式控制转换器 12 和变换器 14 的开关控制信号  $S_1 \sim S_8$  并向转换器 12 和变换器 14 输出。

[0084] 控制装置 3000,在转换器 12 的升压工作时,对平滑电容器 C0 的输出电压(系统电压)  $V_H$  进行反馈控制,并以系统电压  $V_H$  变为系统电压指令值  $V_{Hcom}$  的方式生成开关控制信号  $S_1$ 、 $S_2$ 。

[0085] 控制装置 3000,根据节约开关 27 的检测结果(是通常模式还是节约模式)切换该系统电压指令值  $V_{Hcom}$ 。

[0086] 在选择了通常模式的情况下,控制装置 3000 将系统电压指令值  $V_{Hcom}$  设定为转换器 12 的升压上限值  $V_H(MAX)$ (例如 650V 左右)。由此,系统电压  $V_H$  变为  $V_H(MAX)$ 。

[0087] 另一方面,在选择了节约模式的情况下,控制装置 3000 限制系统电压  $V_H$ 。具体而言,控制装置 3000,将系统电压指令值  $V_{Hcom}$  设定为比  $V_H(MAX)$  低的电压值  $V_H(1)$ (例如 500V 左右)。由此,系统电压  $V_H$  变为  $V_H(1)$ ,节约模式时的转换器 12 中的电力损失与通常模式时相比降低。

[0088] 参照图 2,对于电机转速  $N$ 、系统电压  $V_H$  以及交流电机 M1 的转矩上限值(能够输出的最大转矩)之间的关系进行说明。

[0089] 在交流电机 M1 中,如果转速和 / 或输出转矩增加,则感应电压变高,其必要电压也变高。该电机必要电压 ( 感应电压 ) 的最大值由系统电压  $V_H$  确定。因此,系统电压  $V_H$  越低则交流电机 M1 的转矩上限值就变得越小,另外交流电机转速  $N$  越高则交流电机 M1 的转矩上限值就变得越小。

[0090] 节约模式时 ( 系统电压  $V_H = V_H(1)$  ) 的交流电机 M1 的转矩上限值,如图 2 的实线所示,在  $N < N(1)$  的范围内为最大值且一定,但在  $N > N(1)$  的范围内电机转速  $N$  越大则该转矩上限值越降低。

[0091] 通常模式时 ( 系统电压  $V_H = V_H(\text{MAX})$  ) 的交流电机 M1 的转矩上限值,如图 2 的单线所示,在  $N < N(2)$  ( $N(2) > N(1)$ ) 的范围内与节约模式时相同为最大值,在  $N > N(2)$  的范围内电机转速  $N$  越大则该转矩上限值越降低。

[0092] 而且,如果将系统电压  $V_H$  从  $V_H(1)$  升压至  $V_H(\text{MAX})$ ,则交流电机 M1 的转矩上限值从图 2 的实线所示的值增加到图 2 的点线所示的值。如果将系统电压  $V_H$  从  $V_H(\text{MAX})$  降压至  $V_H(1)$ ,则交流电机 M1 的转矩上限值从图 2 的点线所示的值降低至图 2 的实线所示的值。

[0093] 参照图 3 ~ 图 5 对由控制装置 3000 控制的、变换器 14 中的电力转换进行说明。

[0094] 图 3 是说明在电机驱动系统 100 中所使用的变换器 14 的控制方式的图。另外,图 3 中说明的调制率的数值为一例,并不限于此。

[0095] 如图 3 所示,在电机驱动系统 100 中,对于变换器 14 的电压转换,切换 3 种控制模式来使用。具体而言,3 种控制模式为正弦波 PWM 控制、过调制 PWM 控制以及矩形波电压控制的各控制模式。

[0096] 正弦波 PWM 控制是作为一般的 PWM 控制方式而使用的,各相臂中的开关元件的导通 / 截止按照正弦波状的电压指令值和载波 ( 代表性的三角波 ) 的电压比较来进行控制。其结果是,对于与上臂元件的导通期间相对应的高电平期间和与下臂元件的导通期间相对应的低电平期间的集合,控制占空比,使得在一定期间内其基本波成分变为正弦波。众所周知,在正弦波 PWM 控制中,只能将该基本波成分振幅升高至变换器输入电压的 0.61 倍。

[0097] 另一方面,在矩形波电压控制中,在上述一定期间内,与将 PWM 占空比维持为最大值的情况相当地,对交流电机施加一个脉冲量的高电平期间以及低电平期间的比值为 1 : 1 的矩形波。由此,调制率被提高到 0.78。

[0098] 过调制 PWM 控制,在以缩小载波的振幅的方式使载波失真的基础上,进行与上述正弦波 PWM 控制同样的 PWM 控制。其结果是,通过使基本波成分失真,能够将调制率提高至 0.61 ~ 0.78 的范围。在本实施例中,将 PWM 控制方式分类为通常的 PWM 控制方式即正弦波 PWM 控制以及过调制 PWM 控制这两者。

[0099] 图 4 是说明变换器 14 的控制方式的选择方法的流程图。如图 4 的流程所示,控制装置 3000 基于加速开度 ACC 计算出交流电机 M1 的转矩指令值  $Trqcom$  ( 步骤 10, 下面将步骤简写为 S ), 检测电机转速  $N(S12)$ , 基于转矩指令值  $Trqcom$  和电机转速  $N$ , 选择应用矩形波电压控制方式和 PWM 控制方式 ( 正弦波 PWM 控制方式 / 过调制 PWM 控制方式 ) 中的哪一种来进行电机控制 ( S14 ) 。

[0100] 具体而言,控制装置 3000, 对图 5 所示的映射图中的转矩指令值  $Trqcom$  和电机转速  $N$  的交点 ( 下面也称为指令工作点 ) 属于低转速区域 A1、中转速区域 A2、高转速区域 A3 中的哪一区域进行判断。控制装置 3000, 在指令工作点属于低转速区域 A1 的情况下为了减

小转矩变动而选择正弦波 PWM 控制,在指令工作点属于中转速区域 A2 的情况下选择过调制 PWM 控制,在指令工作点属于高转速区域 A3 的情况下选择过矩形波电压控制。

[0101] 尤其是,通过选择过调制 PWM 控制和矩形波电压控制,实现提高交流电机 M1 的输出。这样,对于使用图 2 所示的控制模式中的哪一种,能够在可实现的调制率的范围内确定。

[0102] 根据图 5 可以明确,在将系统电压  $V_H$  从  $V_H(1)$  升压至  $V_H(\text{MAX})$  的情况下,指令工作点属于高转速区域 A3,所以作为变换器 14 的控制方式,选择矩形波电压控制。

[0103] 也可以代替上述的指令工作点,基于图 5 所示的映射图中的交流电机 M1 的转矩推定值  $\text{Trq}$  和电机转速  $N$  的交点(下面也称为实际工作点),进行变换器 14 的控制方式的选择。对于转矩推定值  $\text{Trq}$ ,详情后述。

[0104] 在具有上述那样的构成的电机驱动系统 100 中,在选择了节约模式的情况下,控制装置 3000 也基于加速开度 ACC 以及实际工作点解除节约模式时的系统电压  $V_H$  的限制。

[0105] 而且,控制装置 3000,在解除系统电压  $V_H$  的限制而对系统电压指令值  $V_{Hcom}$  进行升压时,进行控制(协调控制)使得系统电压指令值  $V_{Hcom}$  和转矩指令值  $\text{Trqcom}$  相互协调地增加。

[0106] 图 6 表示在节约模式时矩形电压控制方式下控制变换器 14、同时控制转换器 12 时的控制装置 3000 的功能框图。

[0107] 控制装置 3000 包括坐标变换部 3100、转矩推定部 3200、矩形电压控制部 3300、系统电压控制部 3400 和协调控制部 3500。

[0108] 坐标变换部 3100,通过使用了解析器 25 检测出的旋转角  $\theta$  的坐标变换(3 相  $\rightarrow$  2 相),基于通过电流传感器 24 检测出的 V 相电流  $i_v$  以及 W 相电流  $i_w$ ,计算出 d 轴电流  $I_d$  以及 q 轴电流  $I_q$ 。

[0109] 转矩推定部 3200,使用通过坐标变换部 3100 求出的 d 轴电流  $I_d$  以及 q 轴电流  $I_q$ ,推定交流电机 M1 的实际的输出转矩作为转矩推定值  $\text{Trq}$ 。转矩推定部 3200 是由例如以 d 轴电流  $I_d$  以及 q 轴电流  $I_q$  为参数来输出转矩推定值  $\text{Trq}$  的转矩计算映射图而构成的。另外,转矩推定值  $\text{Trq}$  为基于解析器 25 和电流传感器 24 的检测值计算出的值,为与交流电机 M1 的实际的输出转矩极为接近的值。

[0110] 矩形电压控制部 3300 包括转矩指令值算出部 3310、矩形波产生部 3320 和信号产生部 3330。

[0111] 转矩指令值算出部 3310,通常根据加速开度 ACC 来算出转矩指令值  $\text{Trqcom}$ ,但是在被输入来自协调控制部 3500 的信号的情况下,除了加速开度 ACC 还根据来自协调控制部 3500 的信号来算出转矩指令值  $\text{Trqcom}$ 。

[0112] 矩形波产生部 3320,基于转矩指令值  $\text{Trqcom}$ 、转矩推定值  $\text{Trq}$ 、旋转角  $\theta$ (电机转速  $N$ ) 和系统电压指令值  $V_{Hcom}$ (系统电压  $V_H$ ),产生各相电压指令值(矩形波脉冲) $V_u$ 、 $V_v$ 、 $V_w$ 。矩形波产生部 3320,通过使用转矩推定值  $\text{Trq}$  对转矩指令值  $\text{Trqcom}$  进行反馈控制,从而抑制转矩偏离现象(交流电机 M1 的实际的输出转矩与转矩指令值  $\text{Trqcom}$  之差大为不同的现象)。具体而言,矩形波产生部 3320,基于转矩推定值  $\text{Trq}$  相对于转矩指令值  $\text{Trqcom}$  的偏差  $\Delta \text{Trq}$ ( $\Delta \text{Trq} = \text{Trqcom} - \text{Trq}$ ) 求出控制偏差,根据所求出的控制偏差、旋转角  $\theta$  和系统电压指令值  $V_{Hcom}$ (系统电压  $V_H$ ) 来设定矩形波脉冲。

[0113] 信号产生部 3330,按照各相电压指令值  $V_u$ 、 $V_v$ 、 $V_w$  生成开关控制信号  $S_3 \sim S_8$ 。变换器 14 执行遵从了开关控制信号  $S_3 \sim S_8$  的开关工作,从而施加由矩形波脉冲指令的电压作为电机的各相电压。由此,交流电机 M1 的输出转矩变为与转矩指令值  $Trq_{com}$  相应的值。

[0114] 图 7 中,示出了对 U 相臂 15 的开关元件 Q3 的矩形波脉冲的波形的一例。第 N 次 (N 为自然数) 导通开关元件 Q3 时的电压指令值  $V_{ON}(N)$  被设定为与第 (N-1) 次导通了开关元件 Q3 的时刻 (即第 (N-1) 次矩形波脉冲的上升时刻) 的系统电压指令值  $V_{Hcom}$  (或者系统电压  $V_H$ ) 相应的值。另外,第 N 次导通开关元件 Q3 时的导通期间  $TON(N)$  被设定为与第 (N-1) 次导通了开关元件 Q3 的时刻的系统电压指令值  $V_{Hcom}$  (或者系统电压  $V_H$ ) 和转矩指令值  $Trq_{com}$  相应的长度。

[0115] 图 7 的横轴为与时间的变化相对应的电角度,电角度基于转子的旋转角  $\theta$  而确定。另外,在矩形波电压控制下在一个电周期只进行一次开关。因此,转子的旋转角  $\theta$  的变化速度 (电机转速 N) 越低,则开关周期 T (从矩形波脉冲的上升到下一次上升的时间) 以及导通期间  $TON$  越长。

[0116] 再次参照图 6,系统电压控制部 3400 包括系统电压指令值算出部 3410 和信号产生部 3420。

[0117] 系统电压指令值算出部 3410,在节约模式时,通常将系统电压指令值  $V_{Hcom}$  限制为  $V_H(1)$ ,但是基于加速开度 ACC 和根据转矩推定值  $Trq$  和电机转速 N 求出的实际工作点,解除系统电压  $V_H$  的限制,并使系统电压指令值  $V_{Hcom}$  从  $V_H(1)$  增加到  $V_H(MAX)$ 。

[0118] 信号产生部 3420,根据系统电压指令值  $V_{Hcom}$  生成开关控制信号  $S_1$ 、 $S_2$ 。变换器 12 进行遵从了开关控制信号  $S_1$ 、 $S_2$  的开关工作,从而使系统电压  $V_H$  变为由系统电压指令值  $V_{Hcom}$  指令的电压。

[0119] 协调控制部 3500,在通过系统电压指令值算出部 3410 使系统电压指令值  $V_{Hcom}$  从  $V_H(1)$  增加到  $V_H(MAX)$  时,在变换器 14 的控制方式为矩形波电压控制的情况下,进行控制使得系统电压指令值  $V_{Hcom}$  和转矩指令值  $Trq_{com}$  协调地增加。

[0120] 在本实施例中,在使系统电压指令值  $V_{Hcom}$  从  $V_H(1)$  增加到  $V_H(MAX)$  的情况下,如上所述,变换器 14 的控制方式一定为矩形波电压控制,因此一定执行由协调控制部 3500 进行的控制。

[0121] 参照图 8,对控制装置 3000 执行的程序的控制结构进行说明。该程序,在节约模式时系统电压  $V_H$  被限制为  $V_H(1)$  的情况下,以预先设定的周期定时重复执行。

[0122] 在 S100 中,控制装置 3000 检测加速开度 ACC。在 S102 中,控制装置 3000 判断加速开度 ACC 是否比阈值大。该阈值为用于判断驾驶者是否紧急要求车辆的加速 (转矩增加) 的值,例如如果将加速踏板全开时设为 100% 的话,则该阈值为 85% 左右的值。如果比阈值大 (S102 中是),则处理移至 S104。否则 (S102 中否),处理移至 S114。

[0123] 在 S104 中,控制装置 300 检测来自电流传感器 24 的 V 相电流  $i_v$  和 W 相电流  $i_w$ 。在 S106 中,控制装置 300 检测交流电机 M1 的转子的旋转角  $\theta$ 。

[0124] 在 S108 中,控制装置 300 基于 V 相电流  $i_v$ 、W 相电流  $i_w$  和旋转角  $\theta$ ,计算出转矩推定值  $Trq$ 。该处理相当于所述的功能框图中的转矩推定部 3200。在 S110 中,控制装置 3000 检测电机转速 N。

[0125] 在 S112 中,控制装置 3000,对在图 2 所示的映射图中转矩推定值  $Trq$  和电机转速

N 的交点即实际工作点是否达到了节约模式时的转矩上限值（图 2 的实线）进行判断。换言之，控制装置 3000，对转矩推定值  $Trq$  是否达到了电机转速 N 时的节约模式时的转矩上限值进行判断。转矩推定值  $Trq$ ，如上所述，为与交流电机 M1 的实际的输出转矩极为接近的值。如果实际工作点达到节约模式时的转矩上限值（S112 中是），则处理移至 S200。否则（S112 中否），则处理移至 S114。

[0126] 在 S200 中，控制装置 3000 解除系统电压  $VH$  的限制，并进行系统电压指令值  $VHcom$  的增加处理，使得系统电压  $VH$  从  $VH(1)$  增加至  $VH(MAX)$ 。对于该处理，通过图 9 进行详细说明。

[0127] 在 S114 中，控制装置 3000 为了维持系统电压  $VH$  的限制，将系统电压指令值  $VHcom$  维持在  $VH(1)$ 。

[0128] 参照图 9，对于控制装置 300 在图 8 的 S200 中进行系统电压指令值  $VHcom$  的增加处理时所执行的程序的控制结构进行说明。控制装置 3000，在该增加处理中，进行系统电压指令值  $VHcom$  和转矩指令值  $Trqcom$  的协调控制。

[0129] 在 S202 中，控制装置 3000 以即使在使转矩指令值  $Trqcom$  和系统电压指令值  $VHcom$  同时增加的情况下也能够抑制转矩偏离的充分小的一定的增加比率（每单位时间的增加量），使系统电压指令值  $VHcom$  增加。

[0130] 在 S204 中，控制装置 3000 以在系统电压指令值  $VHcom$  达到  $VH(MAX)$  的定时转矩指令值  $Trqcom$  达到通常模式时的转矩上限值（图 2 的点线）的一定的增加比率，使转矩指令值  $Trqcom$  增加。

[0131] 对于基于上述那样的结构以及流程图的、本实施例所涉及的控制装置 3000 的工作，参照图 10～图 12 进行说明。

[0132] 在下面的说明中，假定在节约模式时在系统电压  $VH$  被限制为  $VH(1)$  的状态下驾驶者使车辆运行的情况。

[0133] 如图 10 所示，当在时刻  $t(1)$  驾驶者强力踩踏加速踏板而使加速开度  $ACC$  达到阈值时（S102 中是），基于 V 相电流  $i_v$ 、W 相电流  $i_w$  和转子的旋转角  $\theta$ ，计算出转矩推定值  $Trq$ （S104～S108）。

[0134] 然后，在图 2 所示映射图上，对根据转矩推定值  $Trq$  和电机转速 N 求出的实际工作点是否达到了节约模式时的转矩上限值进行判断（S112）。

[0135] 此时，如图 11 所示，与加速开度  $ACC$  的增加相应地转矩指令值  $Trqcom$  也增加的结果是，时刻  $t(1)$  的指令工作点被包含于超过节约模式时的转矩上限值的区域。

[0136] 但是，时刻  $t(1)$  的实际工作点被包含在没有超过节约模式时的转矩上限值的区域，并在之后的时刻  $t(2)$  达到节约模式时的转矩上限值。即，转矩推定值  $Trq$  为与交流电机 M1 的实际的输出转矩极为接近的值，相对于转矩指令值  $Trqcom$  而延迟上升，因此不在时刻  $(t1)$  而在之后的时刻  $(t2)$  达到节约模式时的转矩上限值。因此，在时刻  $(t2)$  之前，即使维持将系统电压  $VH$  限制为  $VH(1)$ ，实际的输出转矩的上升也不会被限制。

[0137] 因此，如图 10 所示，直到不是指令工作点而是实际工作点达到节约模式时的转矩上限值为止（S112 中否），都维持系统电压  $VH$  的限制（S114）。由此，与在时刻  $(t1)$  解除对系统电压  $VH$  的限制的情况（参照图 10 的单点线）相比，能够产生驾驶者所要求的驱动力、同时降低转换器 12 中的电力损失。

[0138] 接着,当在时刻(t2)实际工作点达到节约模式时的转矩上限值时(S112中是),解除系统电压VH的限制(S200)。

[0139] 在时刻(t2)解除了系统电压VH的限制之后,在使系统电压指令值VHcom从VH(1)增加到VH(MAX)的情况下,如上所述,变换器14的控制方式一定为矩形波电压控制。

[0140] 在矩形波电压控制下,如上所述,在一个电周期内仅进行一次开关,与PWM控制相比一次导通期间TON变长。

[0141] 如果在这样的矩形波电压控制中使系统电压VH升压,则在一次导通期间TON中,系统电压VH(平滑电容器C0的输出电压)的增加量经由平滑电容器C0直接被输入变换器14。因此,如图12所示,在变换器14的输出电压(从变换器14输出至交流电机M1的电压)与矩形波脉冲下的电压指令值VON之间发生偏离。系统电压指令值VHcom的增加比率越大、则该偏离量就越大,另外矩形波脉冲的导通期间TON越长、则该偏离量越大。

[0142] 在这样的状态下,在使转矩指令值Trqcom和系统电压指令值VHcom同时以较大的变化量(例如最大比例)增加的情况下,不能通过反馈控制使转矩推定值Trq跟随转矩指令值Trqcom,可能会发生转矩偏离现象。

[0143] 因此,如图10所示,以能够抑制转矩偏离的充分小的一定的增加比率使系统电压指令值VHcom增加(S202)。由此,变换器14的输出电压与矩形波脉冲下的电压指令值VON的偏离量变小。

[0144] 而且,以在系统电压指令值VHcom达到VH(MAX)的定时转矩指令值Trqcom达到通常模式时的转矩上限值(图2的点线)的一定的增加比率使转矩指令值Trqcom增加(S204)。

[0145] 由此,能够将矩形波脉冲下的电压指令值VON和变换器14的输出电压的偏离抑制到最小限度,并抑制转矩偏离。另外,也不会由于转矩的急剧增加而让驾驶者感到不适。

[0146] 如上所述,根据本实施例所涉及的控制装置,在解除节约模式时的系统电压的限制来使系统电压增加的情况下,考虑到在矩形波电压控制下控制变换器的情况,以能够抑制转矩偏离的充分小的一定的增加比率使系统电压指令值VHcom增加,并且以与系统电压指令值VHcom的增加比率相应的一定的增加比率使转矩指令值Trqcom增加。因此,矩形波脉冲下的电压指令值VON和变换器的输出电压的偏离被抑制到最小限度。其结果是,能够抑制转矩偏离。

[0147] 在本实施例中,作为解除系统电压的限制(S200)的条件,对加速开度ACC比阈值大(S102中是)、且实际工作点达到了节约模式时的转矩上限值(S112中是)这样的条件进行了说明,但是解除系统电压的限制的条件并不限于此。例如,也可以不管实际工作点是否达到了节约模式时的转矩上限值,在加速开度ACC变得比阈值大的时刻,就解除系统电压VH的限制。由此,在驾驶者紧急要求转矩增加的情况下,与降低转换器中的电力损失相比使转矩增加优先,能够尽早开始解除系统电压的限制以及增加系统电压。

[0148] (第二实施例)

[0149] 下面,对本发明的第二实施例所涉及的控制装置进行说明。本实施例所涉及的控制装置,通过与上述的第一实施例所涉及的控制装置所执行的处理(图8的S200以及图9的处理)不同的方法来执行系统电压指令值VHcom的增加处理(系统电压指令值VHcom和转矩指令值Trqcom的协调增加)。额外的处理与上述的第一实施例相同。因此,这里,对于

与上述的第一实施例的控制装置相同的控制框图以及流程图,不重复进行详细说明。

[0150] 参照图 13,对本实施例所涉及的控制装置 3000 执行系统电压指令值  $VH_{com}$  的增加处理(系统电压指令值  $VH_{com}$  和转矩指令值  $Trq_{com}$  的协调增加)时的程序的控制结构进行说明。

[0151] 在 S1202 中,控制装置 3000 固定转矩指令值  $Trq_{com}$ 。在 S1204 中,控制装置 3000 使系统电压指令值  $VH_{com}$  以最大比率增加。

[0152] 在 S1206 中,控制装置 3000 对系统电压指令值  $VH_{com}$  是否达到了  $VH(MAX)$  进行判断。如果达到  $VH(MAX)$  (S1206 中是),则处理移至 S1208。否则(S1206 中否),处理返回 S1204。

[0153] 在 S1208 中,控制装置 3000 将系统电压指令值  $VH_{com}$  固定为  $VH(MAX)$ 。

[0154] 在 S1210 中,控制装置 3000 使转矩指令值  $Trq_{com}$  以最大比率增加。这里所说的最大比率,只是用于使转矩指令值  $Trq_{com}$  增加的最大比率,为与系统电压指令值  $VH_{com}$  的最大比率不同的值。

[0155] 在 S1212 中,控制装置 3000 对转矩指令值  $Trq_{com}$  是否达到了通常模式时的转矩上限值(图 2 的点线)进行判断。如果达到通常模式时的转矩上限值(S1212 中是),则处理移至 S1214。否则(S1212 中否),处理返回 S1210。

[0156] 在 S1214 中,控制装置 3000 将转矩指令值  $Trq_{com}$  固定为通常模式时的转矩上限值。

[0157] 对基于上述那样的结构流程图的、由本实施例所涉及的控制装置 3000 控制的系统电压指令值  $VH_{com}$  以及转矩指令值  $Trq_{com}$  的时间变化,参照图 14 进行说明。

[0158] 如在上述的第一实施例中描述的那样,在解除节约模式时的系统电压的限制时,在矩形波电压控制下控制变换器,所以在使转矩指令值  $Trq_{com}$  和系统电压指令值  $VH_{com}$  同时以最大比率增加的情况下、可能会发生转矩偏离现象。

[0159] 因此,如图 14 所示,如果在时刻 t(4) 实际工作点达到节约模式时的转矩上限值(S112 中是),则转矩指令值  $Trq_{com}$  被固定(S1202),并使系统电压指令值  $VH_{com}$  以最大比率增加(S1204)。

[0160] 如果在时刻 t(5) 系统电压指令值  $VH_{com}$  达到  $VH(MAX)$  (S1206 中是),则系统电压指令值  $VH_{com}$  被固定为  $VH(MAX)$  (S1208),使转矩指令值  $Trq_{com}$  以最大比率增加(S1210)

[0161] 如果在时刻 t(6) 转矩指令值  $Trq_{com}$  达到通常模式时的转矩上限值(S1212 中是),则转矩指令值  $Trq_{com}$  被固定为通常模式时的转矩上限值(S1214)。

[0162] 如上所述,根据本实施例所涉及的控制装置,在解除节约模式时的系统电压的限制并使系统电压增加时,考虑到在矩形波电压控制下控制变换器的情况,首先在固定了转矩指令值  $Trq_{com}$  的状态下使系统电压指令值  $VH_{com}$  以最大比率增加。因此,能够尽早使系统电压  $VH$  增加至  $VH(MAX)$ ,并且能够抑制系统电压  $VH$  增加期间的转矩偏离。如果系统电压指令值  $VH_{com}$  达到  $VH(MAX)$ ,则在将系统电压指令值  $VH_{com}$  固定为  $VH(MAX)$  的状态下,使转矩指令值  $Trq_{com}$  以最大比率增加。因此,能够尽早使电机的输出转矩增加至通常模式时的转矩上限值,并且能够抑制电机的输出转矩增加期间的转矩偏离。

[0163] (第三实施例)

[0164] 下面,对本发明的第三实施例所涉及的控制装置进行说明。本实施例所涉及的控制

制装置,通过与上述的第一实施例所涉及的控制装置进行的处理(图8的S200以及图9的处理)不同的方法进行系统电压指令值  $VH_{com}$  的增加处理(系统电压指令值  $VH_{com}$  和转矩指令值  $Trq_{com}$  的协调控制)。此外,与上述的第一实施例相同。因此,这里,对于与上述的第一实施例的控制装置相同的控制框图以及流程图,不重复进行详细说明。

[0165] 参照图15,对本实施例所涉及的控制装置3000执行系统电压指令值  $VH_{com}$  的增加处理(系统电压指令值  $VH_{com}$  和转矩指令值  $Trq_{com}$  的协调增加)时的程序的控制结构进行说明。

[0166] 在S2202中,控制装置3000固定转矩指令值  $Trq_{com}$ 。在S2204中,控制装置3000使系统电压指令值  $VH_{com}$  以最大比率增加至预先确定的电压值  $VH(A)$ 。该  $VH(A)$  为高于  $VH(1)$  且低于  $VH(MAX)$  的值。在S2206中,控制装置3000将系统电压指令值  $VH_{com}$  固定为  $VH(A)$ 。

[0167] 在S2208中,控制装置3000使转矩指令值  $Trq_{com}$  以最大比率增加至  $Trq(A)$ 。该  $Trq(A)$  为大于节约模式时的转矩上限值且小于通常模式时的转矩上限值的值。在S2210中,控制装置3000将转矩指令值  $Trq_{com}$  固定为  $Trq(A)$ 。

[0168] 在S2212中,控制装置3000使系统电压指令值  $VH_{com}$  以最大比率增加至预先确定的电压值  $VH(B)$ 。该  $VH(B)$  为高于  $VH(A)$  且低于  $VH(MAX)$  的值。在S2214中,控制装置3000将系统电压指令值  $VH_{com}$  固定为  $VH(B)$ 。

[0169] 在S2216中,控制装置3000使转矩指令值  $Trq_{com}$  以最大比率增加至  $Trq(B)$ 。该  $Trq(B)$  为大于  $Trq(A)$  且小于通常模式时的转矩上限值的值。在S2218中,控制装置3000将转矩指令值  $Trq_{com}$  固定为  $Trq(B)$ 。

[0170] 在S2220中,控制装置3000使系统电压指令值  $VH_{com}$  以最大比率增加至  $VH(MAX)$ 。在S2222中,控制装置3000将系统电压指令值  $VH_{com}$  固定为  $VH(MAX)$ 。

[0171] 在S2224中,控制装置3000使转矩指令值  $Trq_{com}$  以最大比率增加至通常模式时的转矩上限值的值。在S2226中,控制装置3000将转矩指令值  $Trq_{com}$  固定为通常模式时的转矩上限值的值。

[0172] 对基于上述那样的结构流程图的、由本实施例所涉及的控制装置3000控制的系统电压指令值  $VH_{com}$  以及转矩指令值  $Trq_{com}$  的时间变化,参照图16进行说明。

[0173] 如图16所示,如果在时刻  $t(7)$  实际工作点达到节约模式时的转矩上限值(S112中是),则转矩指令值  $Trq_{com}$  被固定(S2202),使系统电压指令值  $VH_{com}$  以最大比率增加至  $VH(A)$ (S2204)。

[0174] 在系统电压指令值  $VH_{com}$  达到  $VH(A)$  的时刻  $t(8)$  以后,系统电压指令值  $VH_{com}$  被固定为  $VH(A)$ (S2206),使转矩指令值  $Trq_{com}$  以最大比率增加至  $Trq(A)$ (S2208)。

[0175] 这样,在系统电压指令值  $VH_{com}$  达到了小于  $VH(MAX)$  的  $VH(A)$  的时刻,将系统电压指令值  $VH_{com}$  暂时固定为  $VH(A)$ ,同时使转矩指令值  $Trq_{com}$  增加。因此,与例如在使系统电压指令值  $VH_{com}$  增加到  $VH(MAX)$  之后使转矩指令值  $Trq_{com}$  增加的情况相比,能够缩短开始增加交流电机  $M1$  的输出转矩之前的时间。因此,能够抑制转矩偏离,同时抑制让驾驶者感到不适(迟缓感)。

[0176] 在转矩指令值  $Trq_{com}$  达到  $Trq(A)$  的时刻  $t(9)$  以后,转矩指令值  $Trq_{com}$  被固定为  $Trq(A)$ (S1210),使系统电压指令值  $VH_{com}$  以最大比率增加至  $VH(B)$ (S2212)。

[0177] 在系统电压指令值  $VH_{com}$  达到  $VH(B)$  的时刻  $t(10)$  以后,系统电压指令值  $VH_{com}$  被固定为  $VH(B)$  (S2214),使转矩指令值  $Trq_{com}$  以最大比率增加至  $Trq(B)$  (S2216)。

[0178] 在转矩指令值  $Trq_{com}$  达到  $Trq(B)$  的时刻  $t(11)$  以后,转矩指令值  $Trq_{com}$  被固定为  $Trq(B)$  (S1218),使系统电压指令值  $VH_{com}$  以最大比率增加至  $VH(MAX)$  (S2220)。

[0179] 在系统电压指令值  $VH_{com}$  达到  $VH(MAX)$  的时刻  $t(12)$  以后,系统电压指令值  $VH_{com}$  被固定为  $VH(MAX)$  (S2222),使转矩指令值  $Trq_{com}$  以最大比率增加 (S22224)。在转矩指令值  $Trq_{com}$  达到了通常模式时的转矩上限值的时刻  $t(13)$ ,转矩指令值  $Trq_{com}$  被固定 (S2226)。

[0180] 这样一来,根据本实施例所涉及的控制装置,在解除节约模式时的系统电压的限制来使系统电压增加时,考虑到在矩形波电压控制下控制变换器的情况,使系统电压指令值  $VH_{com}$  和转矩指令值  $Trq_{com}$  阶段性地交替地以各自的最大比率增加。因此,能够抑制转矩偏离,同时能够缩短开始增加电机的输出转矩之前的时间,抑制让驾驶者感到不适(迟缓感)。

[0181] (第四实施例)

[0182] 下面,对本发明的第四实施例所涉及的控制装置进行说明。本实施例所涉及的控制装置,通过与上述的第一实施例所涉及的控制装置进行的处理(图8的S200以及图9的处理)不同的方法来进行系统电压指令值  $VH_{com}$  的增加处理(系统电压指令值  $VH_{com}$  和转矩指令值  $Trq_{com}$  的协调控制)。额外的处理与上述的第一实施例相同。因此,这里,对于与上述的第一实施例的控制装置相同的控制框图以及流程图,不重复进行详细说明。

[0183] 如上述的第一实施例所描述的那样,在矩形波电压控制下在一个电周期内只进行一次开关。因此,矩形波脉冲的导通期间  $TON$  因电机转速  $N$  不同而不同。即,如图17所示,电机转速  $N$  的低转速时(参照图17(B)),与高转速时(参照图17(A))相比,导通期间  $TON$  变长。因此,在系统电压指令值  $VH_{com}$  的增加比率相同的情况下,与高转速时相比,在低转速时,矩形波脉冲下的电压指令值  $VON$  与变换器14的实际的输出电压之差变大。

[0184] 因此,在本实施例中,与电机转速  $N$  相应地变更系统电压指令值  $VH_{com}$  的增加比率,使得矩形波脉冲的系统电压指令值  $VON$  与变换器14的实际的输出电压之差(一次矩形波脉冲的导通期间  $TON$  中的从开始上升时到结束时的系统电压  $VH$  的增加量)与电机转速  $N$  无关而为一定值。

[0185] 参照图18,对本实施例所涉及的控制装置3000执行系统电压指令值  $VH_{com}$  的增加处理(系统电压指令值  $VH_{com}$  和转矩指令值  $Trq_{com}$  的协调控制)时的程序的控制结构进行说明。

[0186] 在S3202中,控制装置3000检测电机转速  $N$ 。在S3204中,控制装置3000计算出将预定值除以电机转速  $N$  所得的值作为系统电压指令值  $VH_{com}$  的增加比率。该预定值为与在一次矩形波脉冲的导通期间  $TON$  中系统电压  $VH$  的增加量相当的值,被设定为能够通过反馈控制抑制转矩偏离的值。即,控制装置3000根据电机转速  $N$  算出系统电压指令值  $VH_{com}$  的增加比率,使得一次矩形波脉冲的导通期间  $TON$  中系统电压  $VH$  的增加量变为能够抑制转矩偏离的增加量(即预定值)。

[0187] 在S3206中,控制装置3000以计算出的增加比率使系统电压指令值  $VH_{com}$  增加。

[0188] 在S3208中,控制装置3000进行矩形波脉冲的导通期间  $TON$  的校正处理。具体而言,控制装置3000按预定值/2(即一次矩形波脉冲的导通期间  $TON$  中系统电压  $VH$  的增加

量的平均值)来校正第 N 次矩形波脉冲的导通期间 TON(N)。

[0189] 在 S3210 中,控制装置 3000 判断系统电压指令值  $VH_{com}$  是否达到了  $VH(MAX)$ 。如果达到  $VH(MAX)$ (在 S3210 中是),则处理移至 S3212。否则(在 S3210 中否),处理返回 S3202。

[0190] 在 S3212 中,控制装置 3000 将转矩指令值  $Trq_{com}$  以最大比率增加至通常模式时的转矩上限值。

[0191] 对基于上述那样的结构流程图的、由本实施例所涉及的控制装置 3000 控制的系统电压指令值  $VH_{com}$  以及转矩指令值  $Trq_{com}$  的时间变化,进行说明。

[0192] 根据本实施例所涉及的控制装置,在解除节约模式时的系统电压的限制来使系统电压增加时,考虑到在矩形波电压控制下控制变换器的情况,以能使一次矩形波脉冲的导通期间 TON 中系统电压  $VH$  的增加量与电机转速  $N$  无关而为一定(预定值)的增加比率,使系统电压指令值  $VH_{com}$  增加(S3202 ~ S3206)。而且,该预定值被设定为能够通过反馈控制抑制转矩偏离的值。因此,即使在电机转速低的情况下,也能够抑制转矩偏离。

[0193] 而且,矩形波脉冲的导通期间 TON(N),通过一次矩形波脉冲的导通期间 TON 中系统电压  $VH$  的增加量的平均值来进行校正(S3208)。由此,能够更适当地抑制转矩偏离。

[0194] (第五实施例)

[0195] 下面,对本发明的第五实施例所涉及的控制装置进行说明。本实施例所涉及的控制装置,除了上述的第一实施例所涉及的控制装置之外,还具有下面将说明的图 19 的流程图所示的控制结构。除此之外的处理,与上述的第一实施例相同。因此,这里,对与上述的第一实施例的控制装置相同的控制框图以及流程图,不重复进行详细说明。

[0196] 参照图 19,对本实施例所涉及的控制装置 3000 执行的程序的控制结构进行说明。该程序,在节约模式时解除了系统电压  $VH$  的限制而将其维持为  $VH(MAX)$  的情况下,以预先设定的周期定时重复执行。在图 19 所示的流程图中,对与上述的图 8 所示的流程图相同的处理标注相同的步骤编号。对于这些步骤,处理也相同。因此,这里不重复对于它们的详细说明。

[0197] 在 S1100 中,控制装置 300,判断在图 2 所示的映射图上、转矩推定值  $Trq$  与电机转速  $N$  的交点即实际工作点是否被包含在比节约模式时的转矩上限值(图 2 中的实线)低的区域中。如果被包含在比节约模式时的转矩上限值低的区域中(S1100 中是),则处理移至 S1102。否则(S1100 中否),处理移至 S1104。

[0198] 在 S1102 中,控制装置 3000 为了将系统电压  $VH$  限制为  $VH(1)$ ,使系统电压指令值  $VH_{com}$  从  $VH(MAX)$  降压至  $VH(1)$ 。

[0199] 在 S1104 中,控制装置 3000 将系统电压  $VH$  维持为  $VH(MAX)$ 。

[0200] 根据本实施例所涉及的控制装置,在节约模式时解除了系统电压  $VH$  的限制而系统电压  $VH$  被维持为  $VH(MAX)$  的情况下,与加速开度  $ACC$  无关,基于实际工作点是否被包含在比节约模式时的转矩上限值低的区域中(S1100),判断是将系统电压  $VH$  维持为  $VH(MAX)$ (S1104) 还是将其降压至  $VH(1)$ (S1102)。

[0201] 即,即使在加速开度  $ACC$  比阈值大的情况下,在实际工作点变为了被包含在比节约模式时的转矩上限值低的区域中的时刻(S1100 中是),系统电压  $VH$  被降压至  $VH(1)$ 。因此,与在加速开度  $ACC$  比阈值大时将系统电压  $VH$  维持为  $VH(MAX)$  的情况相比,能够降低转

换器 12 中的电力损失。

[0202] 应该认为本次所公开的实施例在所有方面都是例示的而非限定性的。本发明的范围不由上述的说明而由权利要求表示,包括与权利要求等同的意思以及范围内的所有变更。

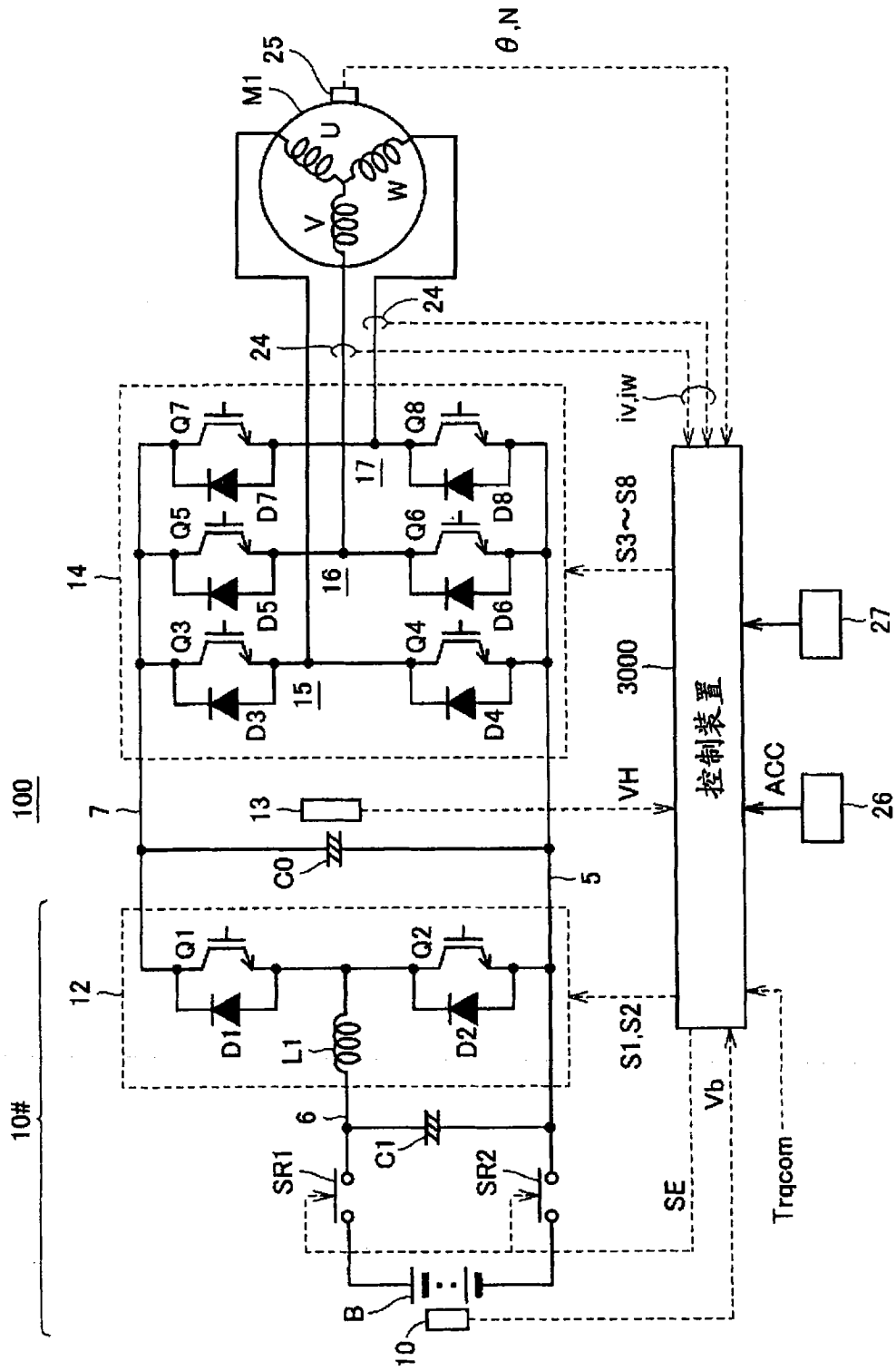


图 1

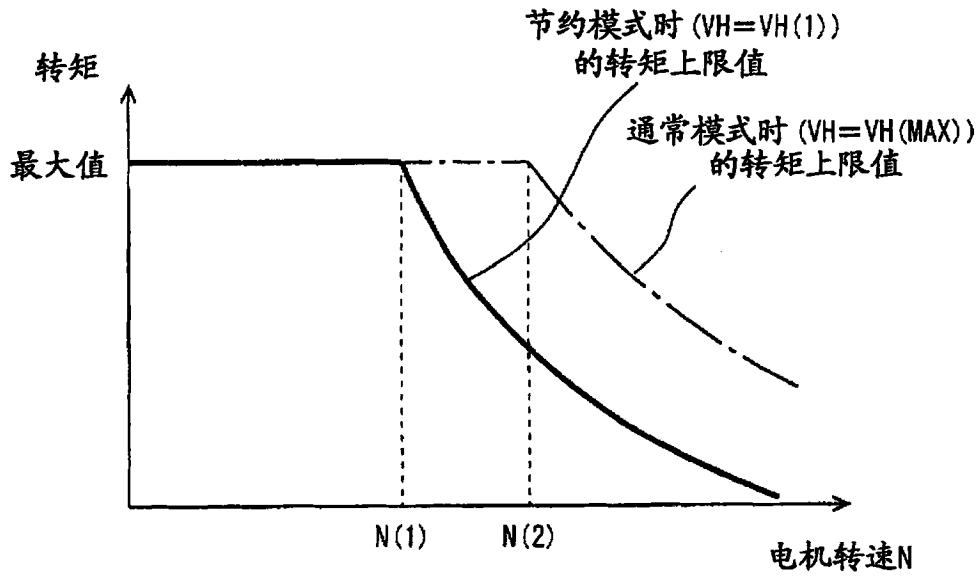


图 2

控制	PWM控制方式		矩形波电压控制方式
	正弦波 PWM	过调制 PWM	矩形波(1 个脉冲)
变换器的输出电压波形	基本波成分 	基本波成分 	基本波成分 
调制率	0~0.61	0.61~0.78	0.78
特征	转矩变动小	中速区域的输出提高	高速区域的输出提高

图 3

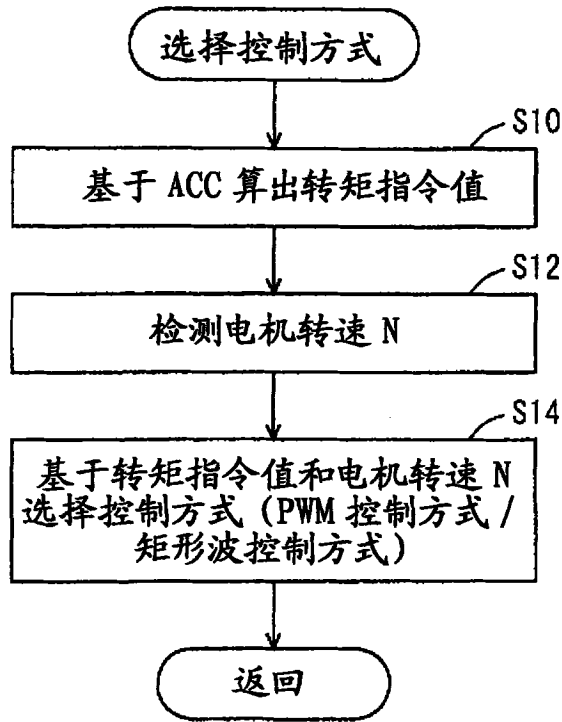


图 4

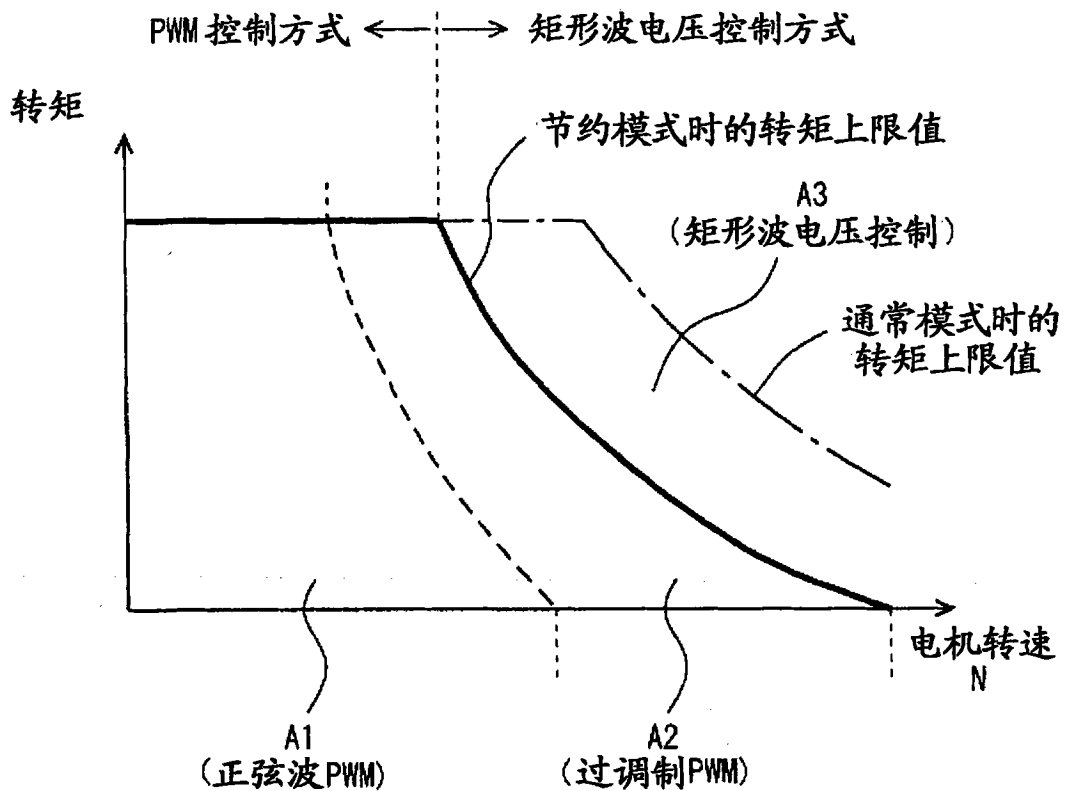


图 5

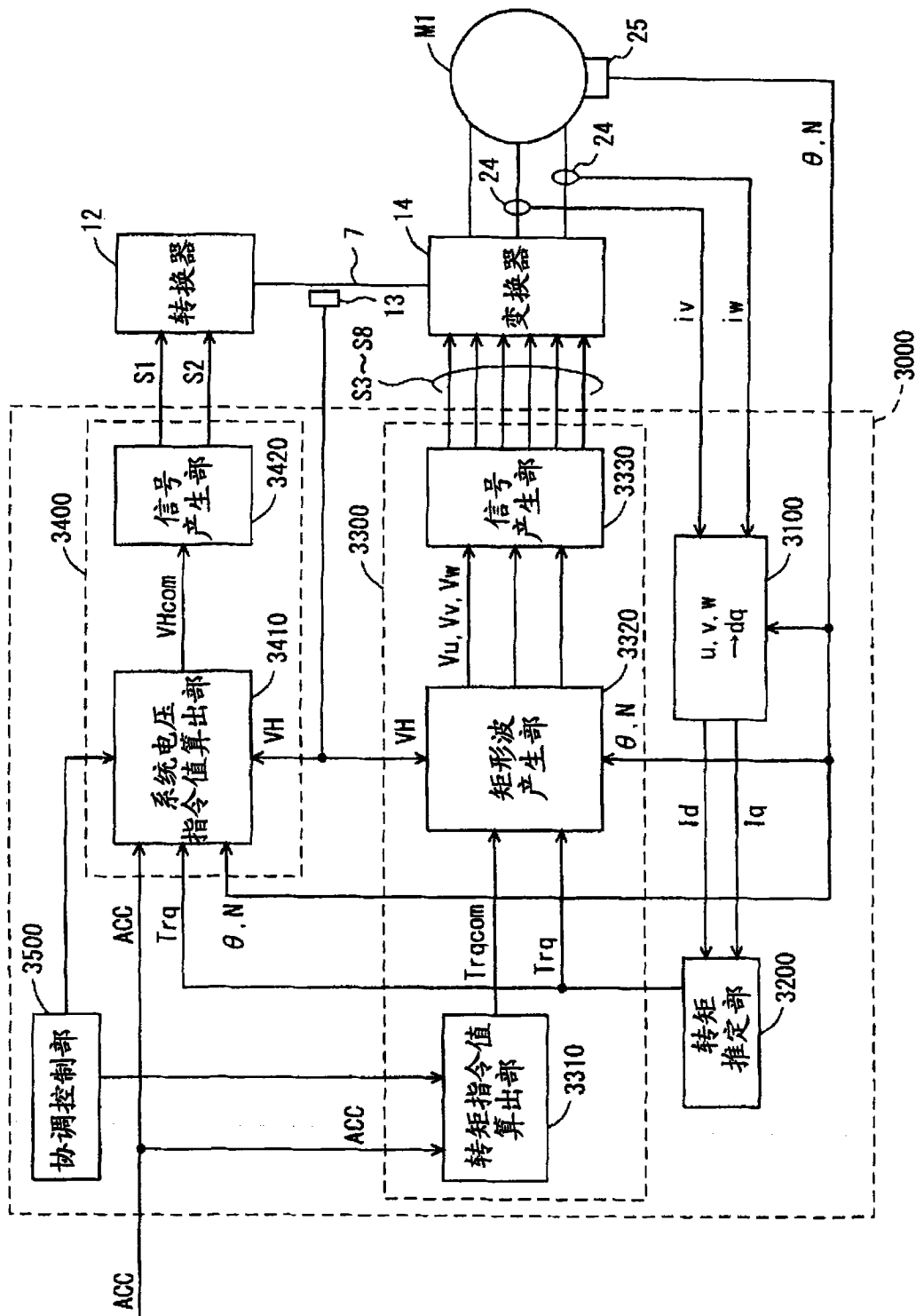


图 6

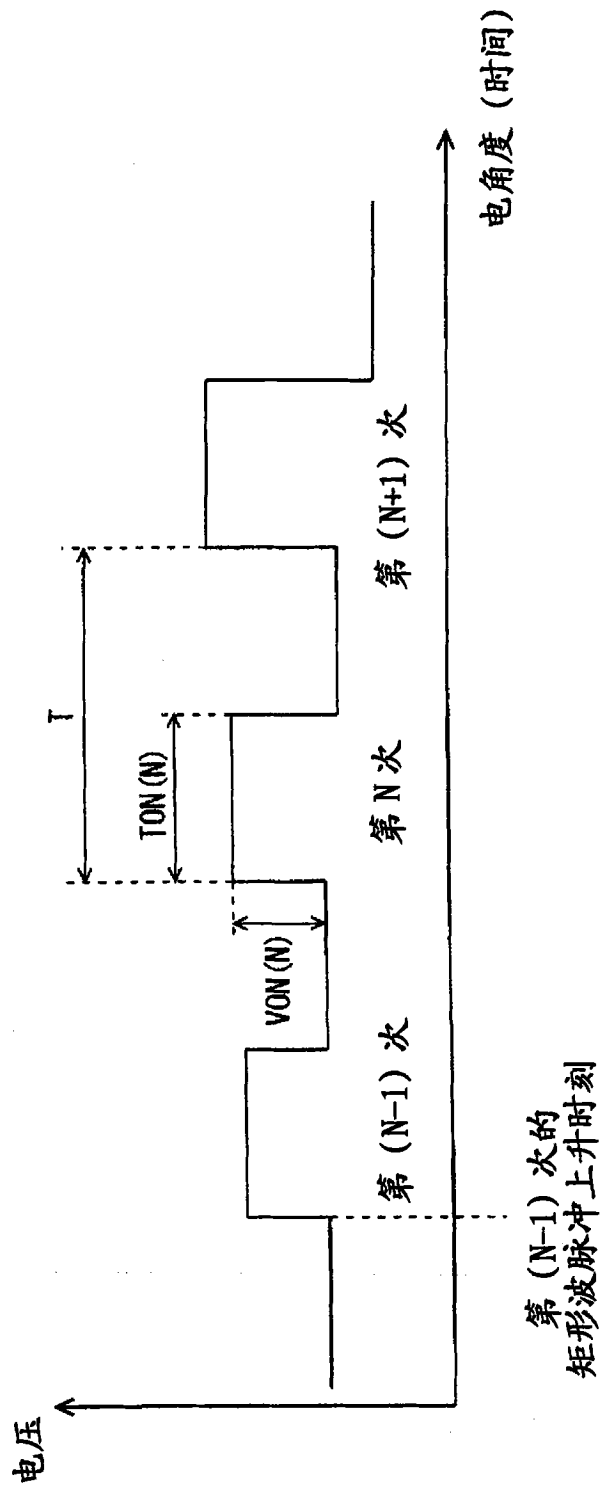


图 7

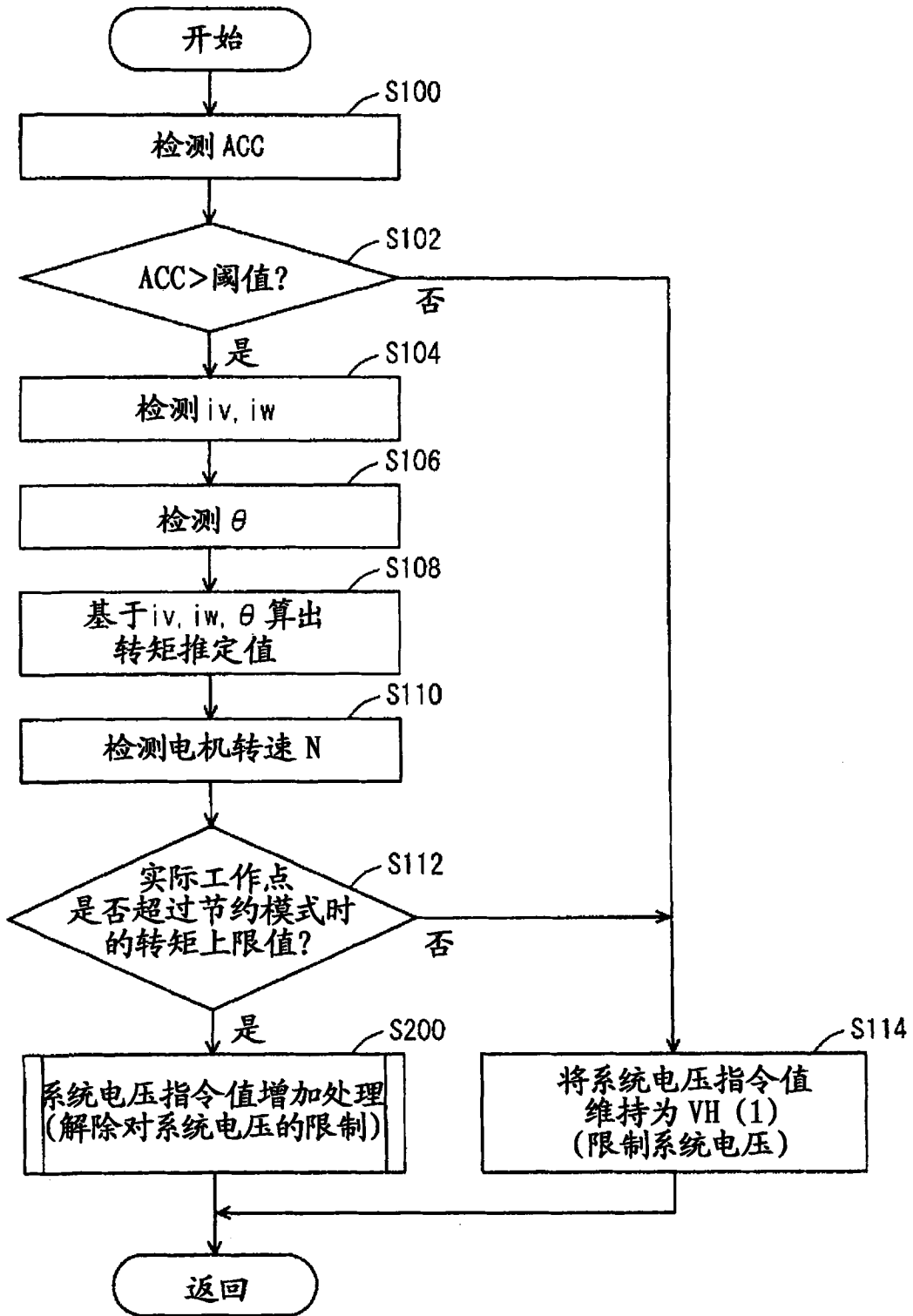


图 8

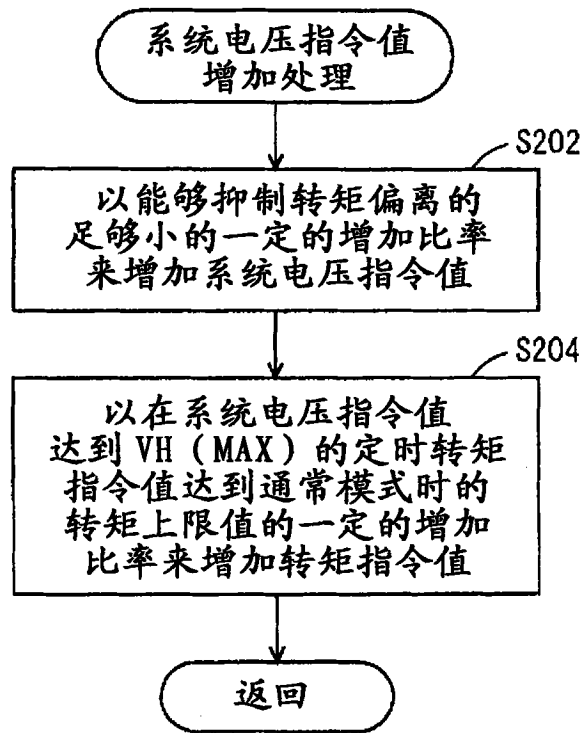


图 9

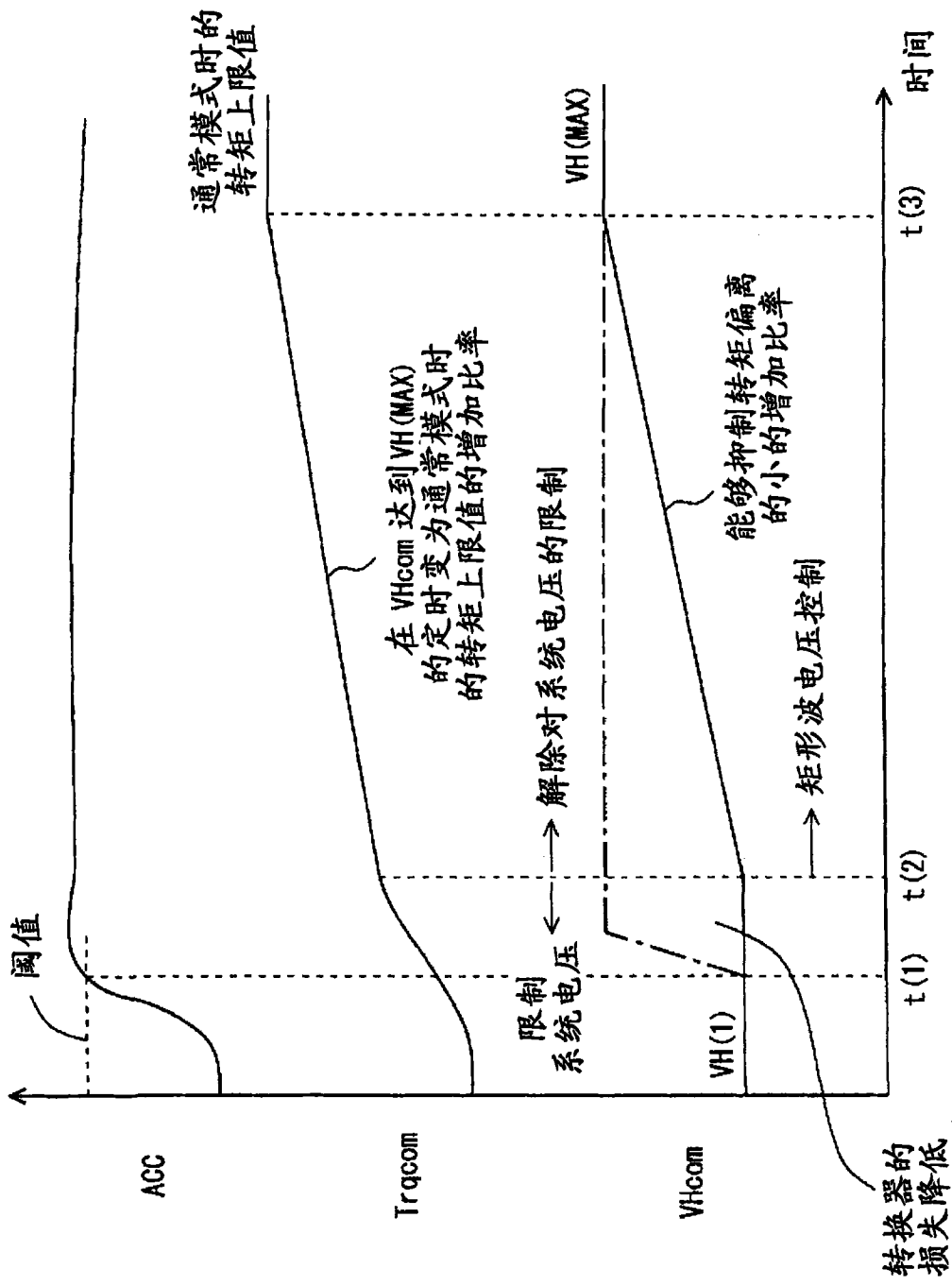


图 10

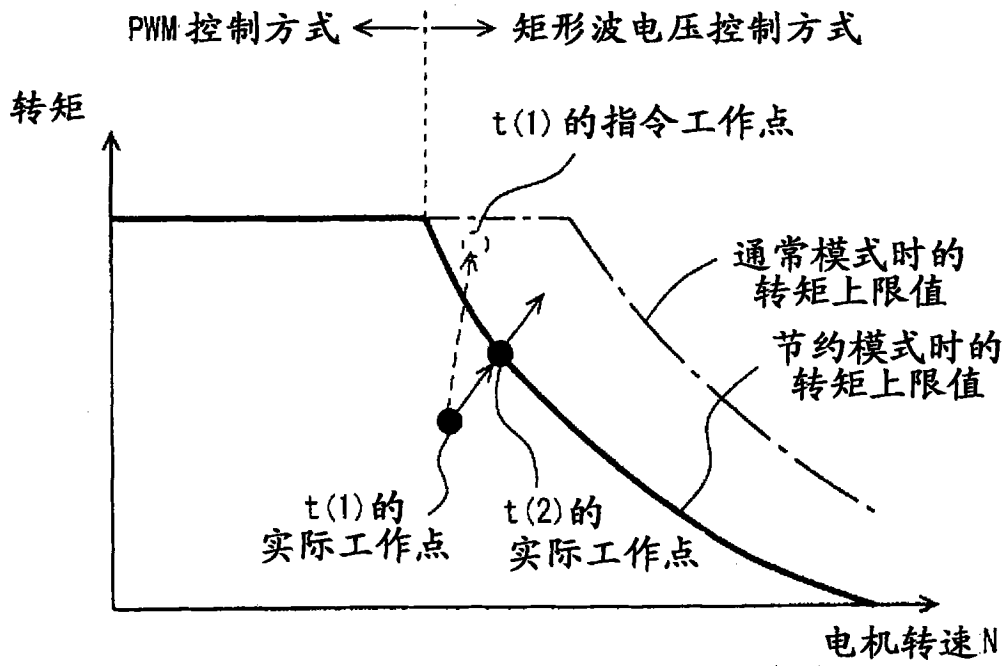


图 11

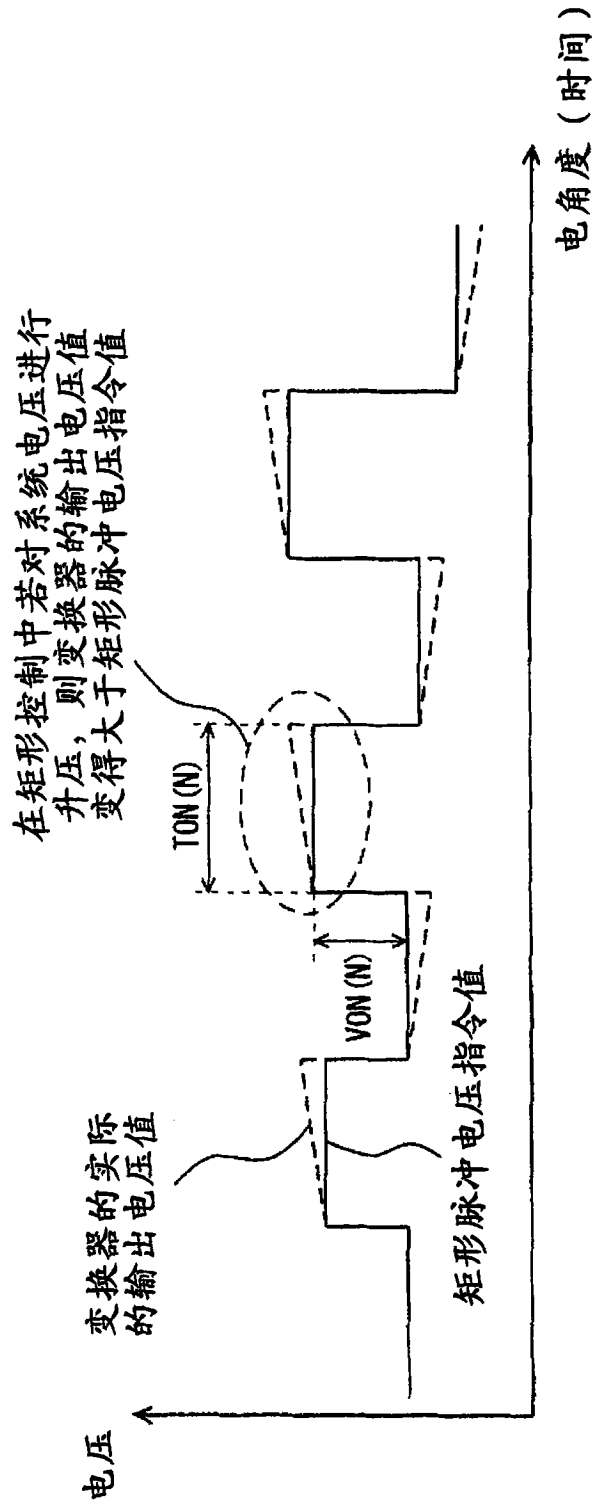


图 12

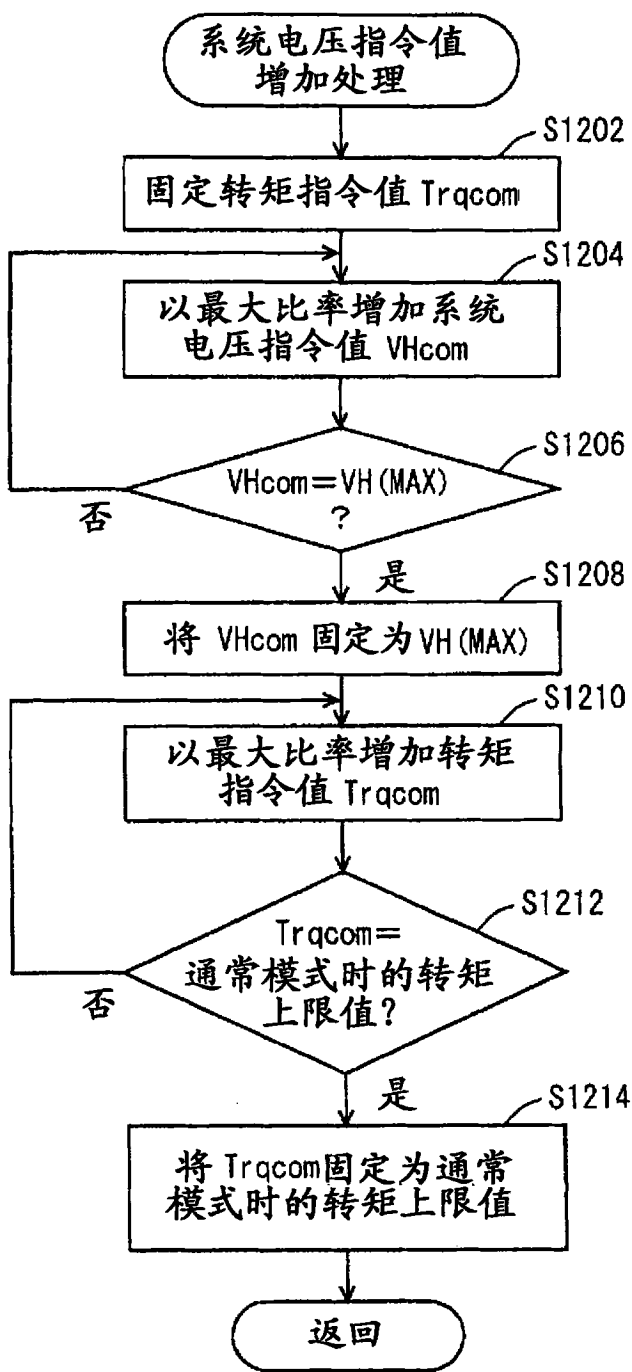


图 13

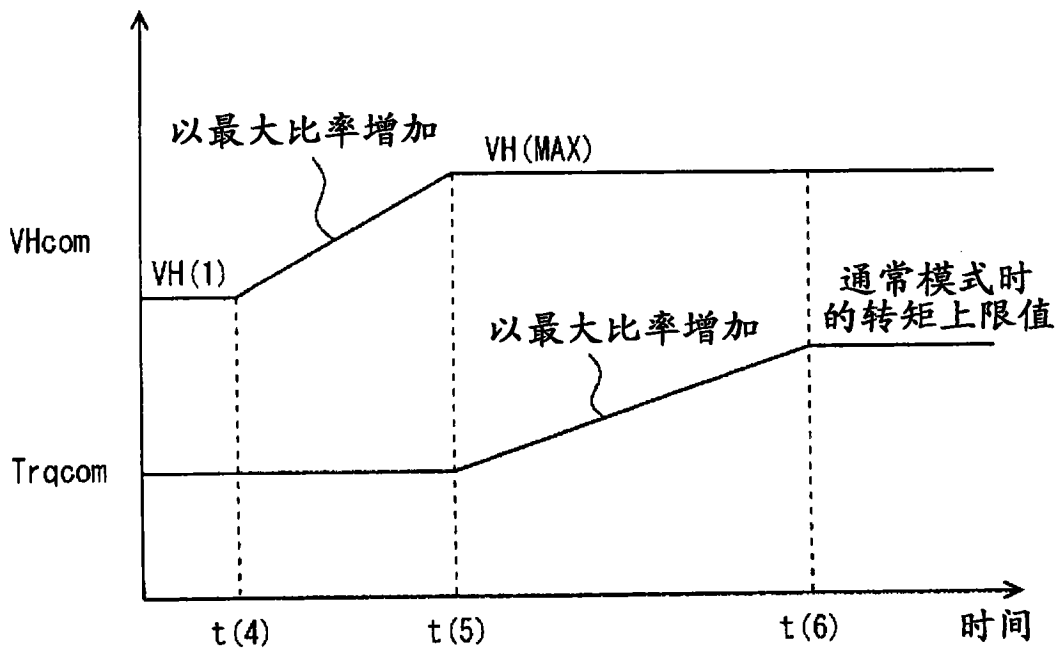


图 14

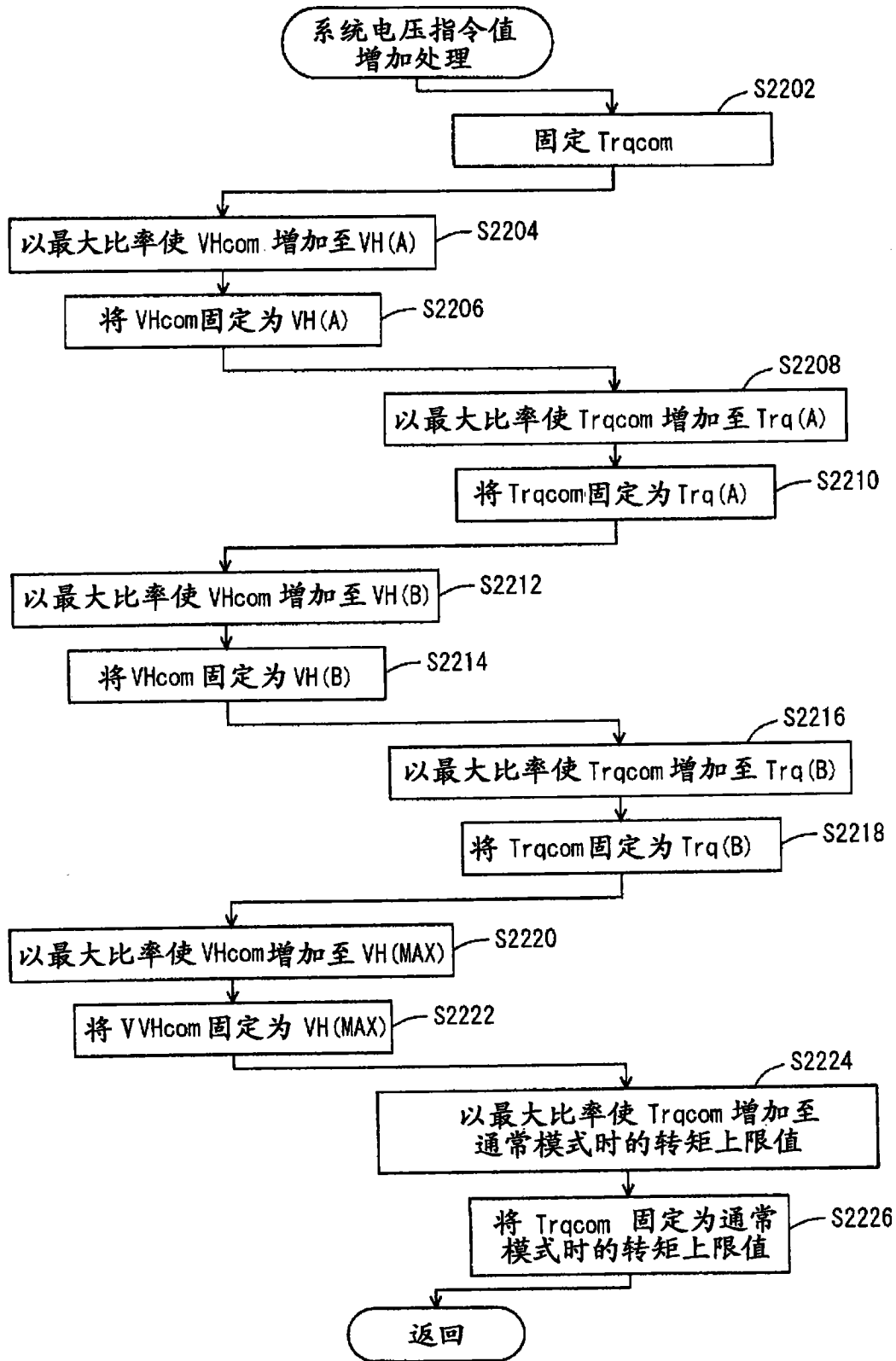


图 15

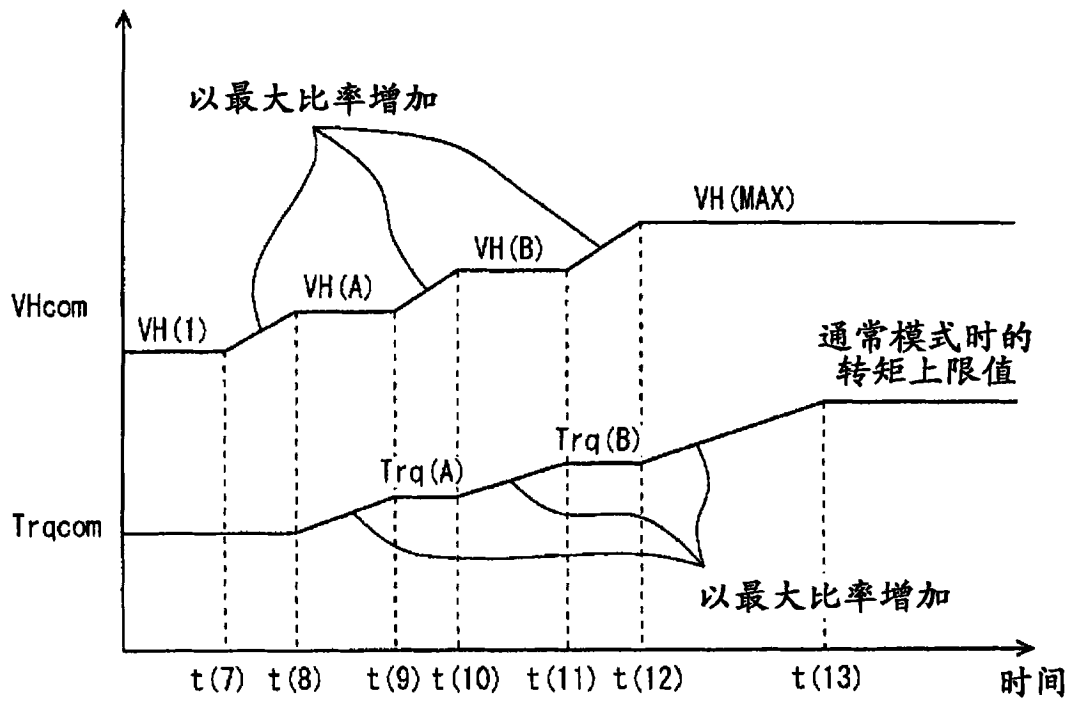


图 16

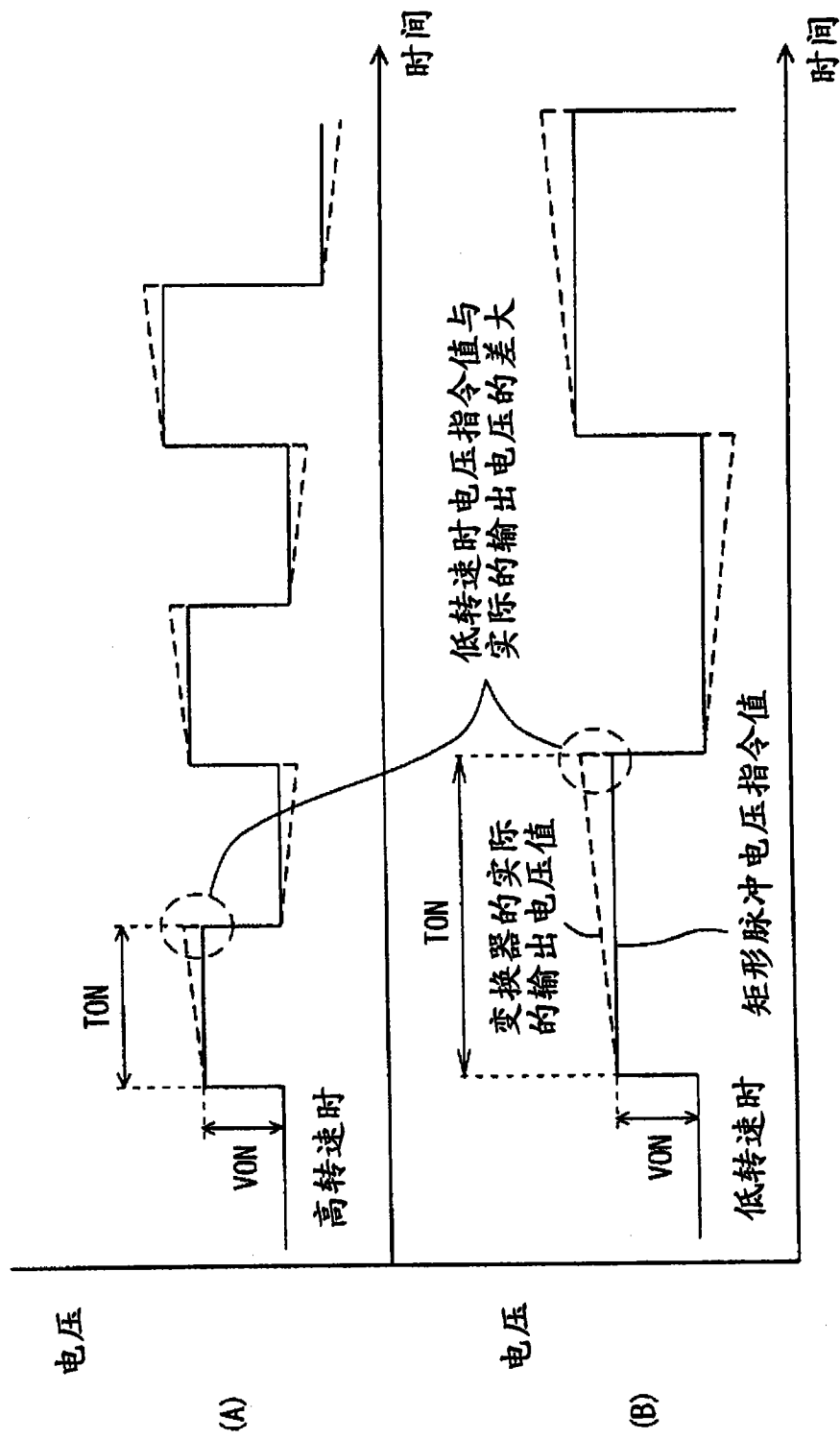


图 17

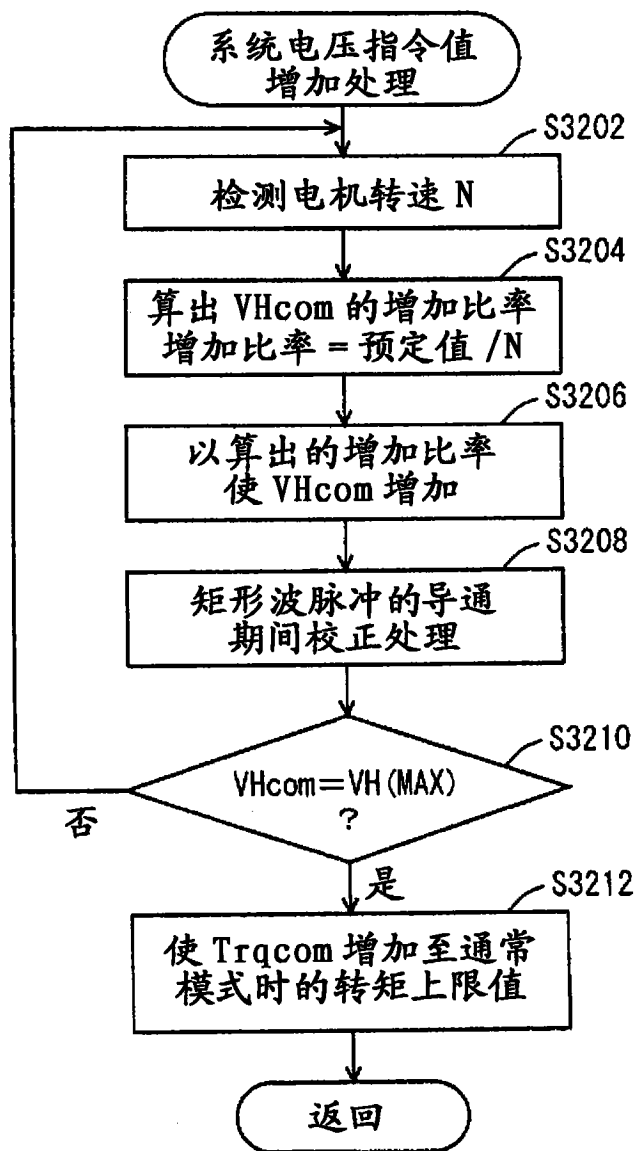


图 18

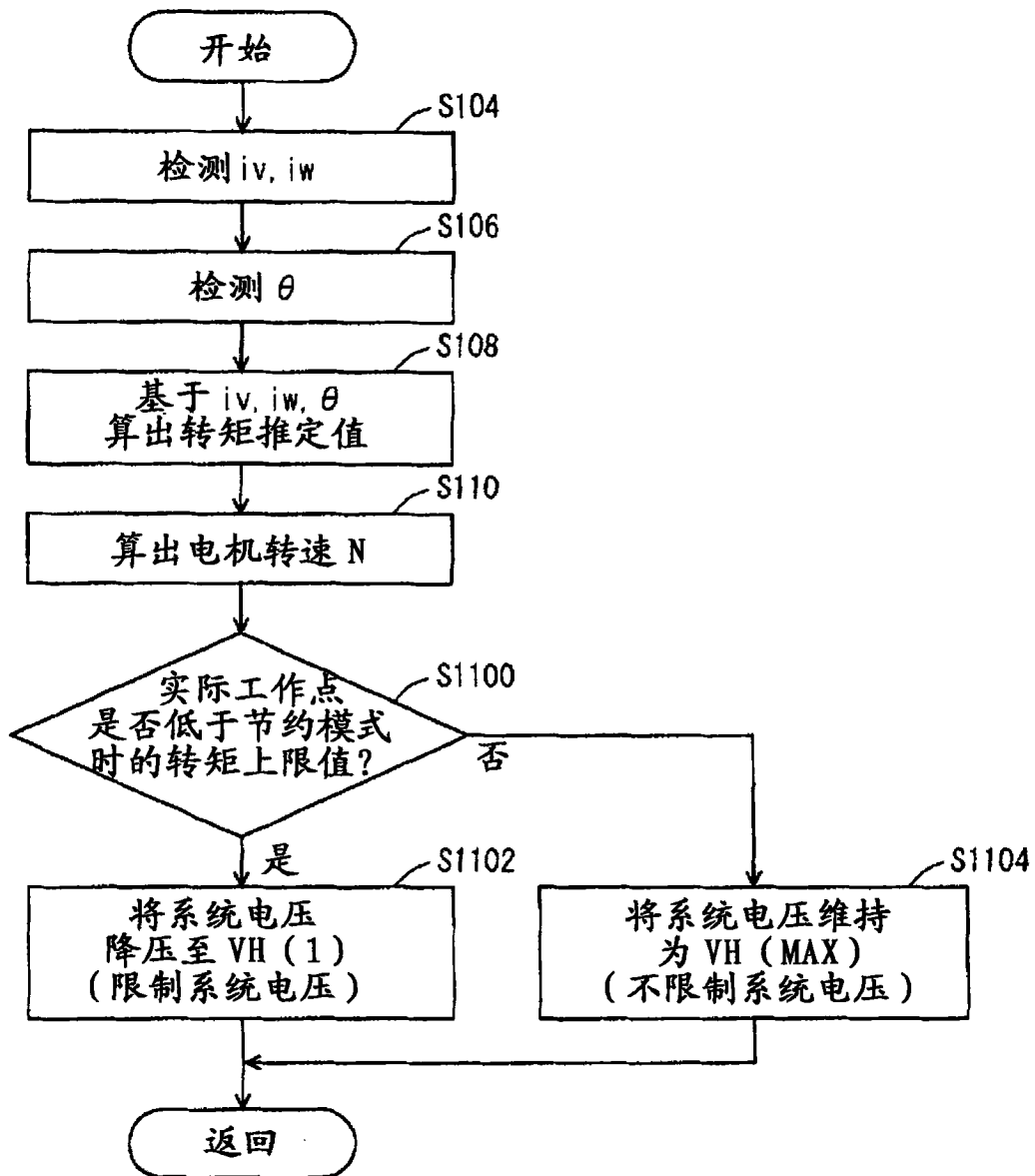


图 19