



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104520131 B

(45)授权公告日 2016.10.12

(21)申请号 201380041266.4

(22)申请日 2013.07.24

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104520131 A

(43)申请公布日 2015.04.15

(30)优先权数据

2012-190345 2012.08.30 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.02.03

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2013/069970 2013.07.24

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/034333 JA 2014.03.06

(73)专利权人 日立汽车系统株式会社

地址 日本,茨城县

(72)发明人 大山和人 宫崎英树 星野胜洋

(74)专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司 11322

代理人 龙淳

(51)Int.Cl.

B60L 7/14(2006.01)

B60L 3/00(2006.01)

B60L 7/24(2006.01)

H02P 27/06(2006.01)

(56)对比文件

JP 2003134602 A, 2003.05.09,

JP 4088378 B2, 2008.05.21,

CN 102490722 A, 2012.06.13,

US 2012056470 A1, 2012.03.08,

JP 2005329740 A, 2005.12.02,

审查员 谭井泉

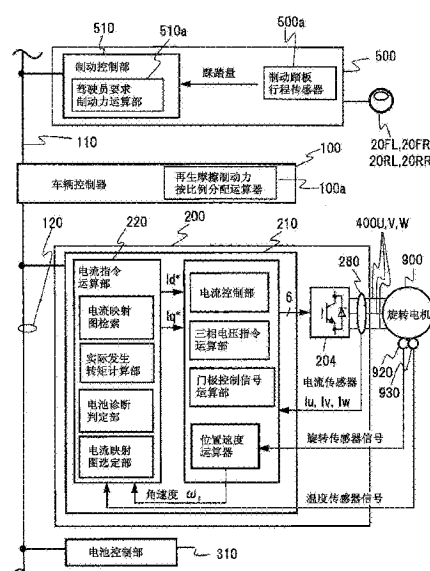
权利要求书2页 说明书13页 附图22页

(54)发明名称

电动车驱动系统

(57)摘要

为了提供在再生协调制动动作中的再生动作停止时能够实现车辆行驶的稳定性提高的电动车驱动系统,电动车驱动系统中,电池控制部(310)在再生协调制动控制中检测出电池状态是不可充电状态时诊断电池(300)是否能够充电,根据诊断结果判断为不可充电时输出Fail信号。并且,旋转电机控制部(210)在再生协调制动控制中接收到Fail预告信号时,执行使旋转电机(900)的转矩保持在与再生制动力相应的再生转矩、并且使旋转电机(900)的内部损失增大而减少再生制动产生的再生电力的损失增大控制。



1. 一种电动车驱动系统,其搭载于具有再生协调制动控制装置的电动车辆,并包括监视所述电动车辆中搭载的电池的状态的电池监视部、和控制所述电动车辆的旋转电机的旋转电机控制部,所述电动车驱动系统的特征在于:

所述电池监视部在再生协调制动控制中检测出所述电池状态是不可充电状态时,诊断所述电池是否能够充电,根据诊断结果判断为不可充电时输出不可充电信号,

所述旋转电机控制部在所述再生协调制动控制中接收到所述不可充电信号时,执行损失增大控制,所述损失增大控制是使所述旋转电机的转矩保持与所述再生制动力相应的再生转矩、并且使所述旋转电机的内部损失增大而减少再生制动产生的再生电力的控制,

所述电池监视部随着所述诊断的开始输出预告信号,

所述旋转电机控制部在所述再生协调制动控制中接收到所述预告信号时,执行所述损失增大控制。

2. 如权利要求1所述的电动车驱动系统,其特征在于:

所述电池监视部在根据所述诊断结果判断为能够充电时,输出异常解除信号,

所述旋转电机控制部在接收所述预告信号之后接收到所述异常解除信号时中止所述损失增大控制,在接收所述预告信号之后接收到所述不可充电信号时,继续进行所述损失增大控制。

3. 如权利要求2所述的电动车驱动系统,其特征在于:

所述电动车辆具有检测所述旋转电机的定子线圈的温度的温度传感器,

所述旋转电机控制部根据所述温度传感器的检测温度来调整所述损失增大控制中的所述旋转电机的内部损失量,使得在所述检测温度低的情况下内部损失量变大,在所述检测温度高的情况下内部损失量变小。

4. 如权利要求3所述的电动车驱动系统,其特征在于:

所述旋转电机控制部,

在所述定子线圈的温度在设定为低于规定上限温度的温度阈值以下的情况下,以使得所述旋转电机的内部损失量成为第一内部损失量的方式,执行所述损失增大控制,

当所述定子线圈的温度超过所述温度阈值时,以使得所述旋转电机的内部损失量成为比所述第一内部损失量小的第二内部损失量的方式,执行所述损失增大控制。

5. 如权利要求4所述的电动车驱动系统,其特征在于:

所述旋转电机控制部,在所述定子线圈的温度达到所述规定上限温度的情况下,中止所述损失增大控制。

6. 如权利要求2所述的电动车驱动系统,其特征在于:

所述旋转电机控制部,根据所述旋转电机的旋转角速度来调整所述损失增大控制中的所述旋转电机的内部损失量,使得在所述旋转角速度小的情况下内部损失量变小,在所述旋转角速度大的情况下内部损失量变大。

7. 如权利要求1~6中任一项所述的电动车驱动系统,其特征在于:

所述旋转电机控制部与内部损失的大小相应地具有多个表示所述旋转电机的转矩以及旋转角速度与供给电流的关系的电流映射图,

在不执行所述损失增大控制时,使用所述多个电流映射图中内部损失最小的最低内部损失电流映射图,

在执行所述损失增大控制时,使用除所述最低内部损失电流映射图以外的其他电流映射图中的任意者。

电动车驱动系统

技术领域

[0001] 本发明涉及搭载于进行再生协调制动控制的电动车辆的电动车驱动系统。

背景技术

[0002] 在利用旋转电机的驱动力驱动车轮的混合动力车和纯电动车等电动车中,在控制车辆速度时和对车辆进行制动时,使旋转电机进行再生动作产生制动力,将此时的再生电力返回给电池进行充电,从而有效地应用车辆动能。其中,以下,将电动机(motor)、发电机(generator)和电动发电机(motor generator)统称为旋转电机。

[0003] 即,现有的车辆中,制动时车辆的动能因摩擦制动成为摩擦热而被废弃,但是在设置有再生协调制动装置的电动车中,使驾驶员要求制动力按比例分配为摩擦制动力和再生制动力,将车辆的动能的一部分回收作为再生电力并对电池充电。但是,因为制动力的一部分按比例分配为旋转电机的再生制动力,所以在再生协调制动动作中发生电池故障禁止充放电的情况下,立刻停止旋转电机的再生动作时制动力不足,车辆行驶变得不稳定,或者会对驾驶员造成不安感。

[0004] 例如,已知这样一种技术:作为电池的电力接收受到限制的情况下的控制,使电流的相位变化从而降低发电效率,不使旋转电机的转矩变化地降低发电量(例如,参考专利文献1)。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2000-152409号公报

发明内容

[0008] 发明想要解决的技术问题

[0009] 但是,专利文献1的记载中,关于伴随着再生协调制动动作中的再生动作停止出现的车辆行驶的不稳定的技术问题,没有示出适当的方法。

[0010] 用于解决问题的技术方案

[0011] 本发明的一个技术方案是一种电动车驱动系统,其搭载于具有再生协调制动控制装置的电动车辆中,包括监视电动车辆中搭载的电池的状态的电池监视部、和控制电动车辆的旋转电机的旋转电机控制部,上述电动车驱动系统的特征在于:电池监视部在再生协调制动控制中检测到上述电池状态是不可充电状态时诊断电池是否能够充电,根据诊断结果判断为不可充电时输出不可充电信号,旋转电机控制部在再生协调制动控制中接收到不可充电信号时,执行损失增大控制,该损失增大控制是使旋转电机的转矩保持与上述再生制动力相应的再生转矩、并且使旋转电机的内部损失增大而减少再生制动产生的再生电力的控制。

[0012] 发明效果

[0013] 根据本发明,通过在再生协调制动动作中进行使再生电力减少的损失增大控制,

能够在再生协调制动动作中的再生动作停止时,实现车辆行驶的稳定性提高。

附图说明

- [0014] 图1是表示应用了电动车驱动系统的电动车1的结构的图。
- [0015] 图2是表示电动车1的主要部分的框图。
- [0016] 图3是表示电力转换装置200的结构的图。
- [0017] 图4是表示旋转电机控制部210的图。
- [0018] 图5是表示电流映射图的一例的图。
- [0019] 图6是表示再生协调制动动作中的摩擦制动与再生制动的按比例分配状态的变化图。
- [0020] 图7是表示再生协调制动动作中的电动车1的速度的图。
- [0021] 图8是表示再生协调制动动作中的摩擦制动与再生制动的切换处理的图。
- [0022] 图9是表示电池控制部310和电池300的图。
- [0023] 图10是表示电池异常的一例的图。
- [0024] 图11是表示瞬时地进行中止动作的情况下的摩擦制动力和再生制动力的图。
- [0025] 图12是表示本实施方式的再生协调制动中止处理的图。
- [0026] 图13是表示本实施方式的电池控制部310的电池诊断过程的图。
- [0027] 图14是表示输出Fail预告信号和Fail信号的情况下的电池状态的图。
- [0028] 图15是表示输出Fail预告信号和Fail解除信号的情况下的电池状态的图。
- [0029] 图16是表示再生转矩与电流相位的关系的图。
- [0030] 图17是点Ph1的电流相位下的d轴电流 I_d 、q轴电流 I_q 的矢量图。
- [0031] 图18是点Pj1的电流相位下的d轴电流 I_d 、q轴电流 I_q 的矢量图。
- [0032] 图19是更详细地表示图4所示的电流指令运算部220中的电流映射图220a的图。
- [0033] 图20是表示保护动作的第一例的图。
- [0034] 图21是表示在第一例中未进行Fail解除,确定电池Fail的情况的图。
- [0035] 图22是表示保护动作的第二例的图。
- [0036] 图23是表示保护动作的第三例的图。
- [0037] 图24是说明第三例中的电流映射图的图。
- [0038] 图25是表示设置多个损失增大电流映射图的情况下的再生转矩与电流相位的关系的图。
- [0039] 图26是说明第二实施方式的图。

具体实施方式

- [0040] 以下,参考附图说明用于实施本发明的方式。
- [0041] 一 第一实施方式一
- [0042] 图1是表示应用了本实施方式的电动车驱动系统的电动车1的结构的图。其中,图1所示的电动车1以纯电动车(以下记为“EV”)为例示出,但也能够同样应用于混合动力车(以下记为“HEV”)等电动车。
- [0043] 旋转电机900产生车辆的行驶用转矩。此外,旋转电机900不仅具有发生旋转转矩

的功能,相反,还具有车辆的行驶动能作为车轮10的旋转转矩被施加时,将行驶动能转换为电力的功能(再生功能)。旋转电机900例如是交流同步机或交流感应机,具有定子和转子(未图示),定子例如具有U相、V相、W相三相的定子线圈。旋转电机900如上所述,根据运转方法既作为电动机也作为发电机动作。

[0044] 将旋转电机900搭载于汽车的情况下,优选是小型的并且得到高输出(功率),转子(未图示)使用钕等的磁铁的永磁铁型的同步电动机是适合的。此外,永磁铁型的同步电动机与感应电动机相比转子的发热较少,从该观点出发也优选用于汽车。本实施方式中,设旋转电机900为永磁铁型的三相交流同步电动机进行说明。

[0045] 电动车1具有左右的前轮10FR、10FL和左右后轮10RR、10RL。旋转电机900的输出转矩通过变速器40和差速齿轮30F传递到左右的前轮10FR、10FL。本实施方式中,以前轮驱动的EV为例说明电动车1,但除此以外也可以是后轮驱动或四轮驱动的EV或HEV。

[0046] 另一方面,再生制动运转时,旋转转矩从车轮传递到旋转电机900,旋转电机900基于供给来的旋转转矩产生交流电力(再生电力)。产生的交流电力如后所述通过电力转换装置200转换为直流电力,用于电池300的充电。充电的电力被再次用作行驶能量。此外,旋转电机900中设置的旋转传感器920和温度传感器930的信号通过信号线290被导入电力转换装置200的旋转电机控制部210。

[0047] 电力转换装置200是具有旋转电机控制部210的逆变器。使旋转电机900进行牵引动作时,电力转换装置200将来自电池300的直流电力转换为交流电力,对旋转电机900供给。使旋转电机900进行再生动作时,电力转换装置200将旋转电机900生成的交流电力(再生电力)转换为直流电力而对电池300充电。旋转电机900与电力转换装置200通过AC线束(harness)400(U相、V相、W相三相)连接。电力转换装置200与电池300通过DC线束450P、450N连接。能够从旋转电机900向电池300、或从电池300向旋转电机900经由电力转换装置200双向地传递电力。

[0048] 电池300例如由NiMH(镍金属氢化物)电池或Li-ion(锂离子)电池构成,并具有电池控制部310。对电池300的结构详情在后文说明。在连接电力转换装置200与电池300的DC线束450P、450N,设置有继电器450a,能够通过该继电器450a使电力转换装置200与电池300机械地连接和切断。

[0049] 再生协调制动装置500具有制动控制部510。再生协调制动装置500基于制动踏板的踩踏量运算驾驶员要求的制动力,并发送到车辆控制器100。此外,产生与车辆控制器100的指令相应的制动力。再生协调制动中,产生从驾驶员要求的总制动力中减去再生制动力得到的量的制动力。关于再生协调制动动作的详情在后文说明。再生协调制动装置500通过制动液压配管520与前轮右侧制动钳20FR、后轮左侧制动钳20RL连接,并且通过制动液压配管530与前轮左侧制动钳20FR、后轮右侧制动钳20RL连接。制动力通过制动液压传递到车轮10FR、10FL、10RR、10RL。

[0050] 车辆控制器100是统一地管理车辆的最高级的控制装置。车辆控制器100与制动控制部510通过第一CAN110连接,此外,车辆控制器100与旋转电机控制部210和电池控制部310通过第二CAN120连接,能够分别进行CAN通信。

[0051] 接着,对本发明的实施方式的电动车1的控制模块结构进行说明。图2是表示电动车1的主要部分的框图,表示车辆控制器100、电力转换装置200、电池控制装置310、再生

协调制动装置500和旋转电机900。驾驶员踩踏加速踏板(未图示)或制动踏板时,车辆控制器100为了控制电动车1,参考从电池控制部310经由第二CAN120得到的电池信息(SOC和总电压)信号等,向旋转电机控制部210发送牵引或再生的转矩指令 T^* 。

[0052] 再生协调制动装置500中,设置有检测驾驶员踩踏制动踏板时的制动踩踏量的制动踏板行程传感器500a。再生协调制动装置500的制动控制部510中,设置有基于制动踏板行程传感器500a的检测结果,运算驾驶员要求的制动力的驾驶员要求制动力运算部510a。运算出的驾驶员要求制动力经由第一CAN110发送到车辆控制器100。

[0053] 车辆控制器100中,设置有再生摩擦制动力分配运算器100a。再生协调制动动作时,驾驶员要求制动力的一部分按比例分配为再生制动力。再生摩擦制动力分配运算器100a基于接收到的驾驶员要求制动力,运算能够确保电动机1的行驶稳定性并且不会对驾驶员造成制动力切换的不自然感的按比例分配量。车辆控制器100经由第一CAN110将摩擦制动部分(摩擦制动量)的制动力指令发送至制动控制部510。此外,关于按比例分配的再生制动力的指令,作为转矩指令 T^* 经由第二CAN120发送至旋转电机控制部210。此外,无论是牵引还是再生,车辆控制器100都向旋转电机控制部210发送用于驱动旋转电机900的转矩指令 T^* 。

[0054] 图3是表示电力转换装置200的结构图。电力转换装置200中,设置有逆变器电路204、旋转电机控制部210、驱动电路210a、平滑电容器205、电流传感器280。使旋转电机900进行牵引动作时,来自电池300的直流电力从DC线束450P、450N输送到平滑电容器205的正极侧205P和负极侧205N,供给至逆变器电路204。直流电力被逆变器电路204转换为交流电力,供给至旋转电机900。另一方面,使旋转电机900再生时,旋转电机900借由来自车轮的旋转转矩而旋转从而生成交流电力,该交流电力被逆变器电路204转换为直流电力。转换后的直流电力从平滑电容器205的正极侧205P和负极侧205N经由DC线束450P、450N供给至电池300,对电池300充电。

[0055] 如图3所示,将直流电力转换为交流电力的逆变器电路204具有6个开关元件201U、202U、201V、202V、201W和202W。开关元件使用IGBT或MOSFET等。开关元件201U的发射极电极与开关元件202U的集电极电极、开关元件201U的发射极电极与开关元件202U的集电极电极、开关元件201U的发射极电极与开关元件202U的集电极电极分别电连接。开关元件201U、201V、201W的集电极电极与电池300的正极侧经由DC线束450P电连接。开关元件202U、202V、202W的发射极电极与电池300的负极侧通过DC线束450N连接。

[0056] 串联连接的开关元件201U、202U的连接点203U与旋转电机900的U相线圈900U的一端连接。同样,开关元件201V、202V的连接点203V与旋转电机900的V相线圈900V的一端连接,开关元件201W、202W的连接点203W与旋转电机900的W相线圈900W的一端连接。U相线圈900U、V相线圈900V、W相线圈900W的另一端通过中性点900N连接。驱动电路210a基于从旋转电机控制部210的门极(gate)控制信号运算部250输出的门极控制信号,生成使开关元件201U、201V、201W和开关元件202U、202V、202W导通或断开的驱动信号。

[0057] 图2所示的电流传感器280检测旋转电机900的U相线圈900U、V相线圈900V、W相线圈900W中流过的三相交流电流 I_u 、 I_v 、 I_w 。检测到的电流值 I_u 、 I_v 、 I_w 被输入到旋转电机控制部210。旋转电机900中设置有旋转传感器920和温度传感器930。从旋转传感器920输出的旋转传感器信号被输入到旋转电机控制部210的位置速度运算器260。此外,温度传感器930检

测旋转电机900的定子(未图示)中设置的U相线圈900U、V相线圈900V、W相线圈900W中至少一者的线圈温度。检测到的线圈温度(温度传感器信号)被输入到电动机控制部210的电流指令运算部220。

[0058] 图4是表示旋转电机控制部210的图。旋转电机控制部210具有电流指令运算部220、电流控制部230、两相-三相转换器240a、三相-两相转换器240b、门极控制信号运算器250和位置速度运算器260。此外,电流指令运算部220具有电流映射图220a、实际发生转矩计算部220b、电池诊断判定部220c和电流映射图选定部220d。

[0059] 位置速度运算器260基于从旋转传感器920输入的旋转传感器信号,计算旋转电机900的转子(未图示)的磁极位置 θ_d 和角速度 ω_r 。磁极位置 θ_d 分别被输入到从dq轴(两相)系统转换为UVW(三相)系统的两相-三相转换器240a、和从UVW(三相)系统转换为dq轴(两相)系统的三相-两相转换器240b,用于各自的转换计算。此外,计算出的角速度 ω_r 被输入到电流指令运算部220。

[0060] 三相-两相转换器240b中,基于从位置速度运算器260输入的磁极位置 θ_d ,将从电流传感器280输入的电流值 I_u 、 I_v 、 I_w 转换为dq轴电流 I_{dc} 、 I_{qc} 。转换后的dq轴电流 I_{dc} 、 I_{qc} 被反馈(负反馈)给被输入到电流控制部230前的d轴电流指令 I_d^* 、q轴电流指令 I_q^* 。此外,dq轴电流 I_{dc} 、 I_{qc} 也被输入到实际发生转矩计算部220b。实际发生转矩计算部220b根据旋转电机900中实际流过的电流 I_{dc} 、 I_{qc} 运算实际发生转矩 T_a 。计算出的实际发生转矩 T_a 经由第二CAN120发送到车辆控制器100。

[0061] 旋转电机控制部210的电流指令运算部220基于从位置速度运算器260输入的磁极位置 θ_d 和从车辆控制器100输入的转矩指令 T^* ,从电流映射图220a中检索对旋转电机900的d轴电流指令 I_d^* 、q轴电流指令 I_q^* 。电流映射图220a是将根据角速度 ω_r 和转矩指令 T^* 决定的旋转电机900的各动作点所需的d轴电流指令 I_d^* 、q轴电流指令 I_q^* 预先映射图化的映射图。此外,电流指令运算部220根据从温度传感器930输入的线圈温度,对于来自车辆控制器100的转矩指令 T^* ,使牵引或再生时的旋转电机900的输出(功率)限制在0~100%之间。

[0062] 图5是表示电流映射图的一例的图。横轴是角速度 ω_r (或转速),纵轴是转矩指令值 T^* 。各动作点被分割为栅格状,在各动作点保存有以角速度 ω_r 输出转矩指令值 T^* 所需的d轴电流指令 I_d^* 、q轴电流指令 I_q^* 。此外,应用线性插值等计算各动作点之间的数据。

[0063] 在电流指令运算部220中,从电流映射图220a中检索的d轴电流指令 I_d^* 、q轴电流指令 I_q^* ,在如上所述dq轴电流 I_{dc} 、 I_{qc} 被反馈(负反馈)后,被输入到电流控制部230。电流控制部230将输入的dq轴电流指令转换为电压指令值(d轴电压指令 V_{dc}^* 、q轴电压指令 V_{qc}^*),并将它们输出到两相-三相转换器240a。两相-三相转换器240a基于磁极位置 θ_d ,将d轴电压指令 V_{dc}^* 、q轴电压指令 V_{qc}^* 转换为三相电压指令 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* 。门极控制信号运算部250基于该三相电压指令 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* ,生成用于使逆变器电路204中设置的开关元件导通或断开的控制信号。

[0064] (再生协调制动的说明)

[0065] 接着,对通常动作时的、即对于再生充电,电池300的充电接收具有充分的裕度的情况下的再生协调制动控制进行说明。在通常动作时的再生协调制动控制中,本实施方式中也进行与现有技术同样的控制。如上所述,再生协调制动中,驾驶员要求的制动力被按比例分配为摩擦制动和再生制动。图6是表示再生协调制动动作中的摩擦制动与再生制动的

按比例分配状态的变化图。图6中,纵轴表示摩擦制动和再生制动的制动力,横轴表示时间。线L1表示摩擦制动的制动力,线L2表示再生制动的制动力。此外,点划线示出的线L0表示驾驶员要求制动力。线L1上的点B1~B6与线L2上的相应的点G1~G6分别表示同一时刻的点。

[0066] 此外,图7是表示图6所示的再生协调制动动作中的电动车1的速度的图。其中,以下,以驾驶员用一定(恒定)的力踩踏制动踏板的情况、即如图6的线L0所示要求制动力恒定的情况为例进行说明。

[0067] 在图6的点S,驾驶员踩踏制动时,再生协调制动装置500根据制动踩踏量使摩擦制动力上升至点B0,首先确保驾驶员的要求制动力。直到点B1(G1)为止,仅用摩擦制动力确保驾驶员的要求制动力。

[0068] 点B1(G1)~B4(G4)之间是进行使摩擦制动部分(摩擦制动量)的一部分切换至再生制动部分(再生制动量)的所谓再生协调制动的切换动作的区间。该区间中,在维持式(1)表示的驾驶员要求制动力的状态下,反复执行图8所示的[动作1]~[动作4],使摩擦制动力的一部分逐渐切换至再生制动力。

[0069] (驾驶员要求制动力)=(摩擦制动力)+(再生制动力)……(1)

[0070] 在图6的点B4(G4)切换动作结束,此时的按比例分配量,即,使驾驶员请求制动力从摩擦制动力以何种程度切换至再生制动力的目标,由车辆控制器100来决定。车辆控制器100考虑电动车1的行驶稳定性、并且考虑不对驾驶员造成不自然感,而决定按比例分配的目标值。

[0071] 如图7所示,电动车1的车速减少时,车辆控制器100在点B5(G5)~B6(G6)之间,在维持驾驶员要求制动力的状态下,与区间B1(G1)~B4(G4)相反地使再生制动力的一部分逐渐切换至摩擦制动力。该切换动作也通过反复图8的[动作1]~[动作4]而达成。

[0072] [动作1]

[0073] 驾驶员踩踏制动时,由再生协调制动装置500的制动踏板行程传感器500a检测制动踩踏量。制动控制部510的驾驶员要求制动力运算部510a基于制动踏板行程传感器500a的检测结果,运算驾驶员要求的制动力。作为其运算结果的驾驶员要求制动力经由第一CAN110发送到车辆控制器100。

[0074] [动作2]

[0075] 车辆控制器100中设置的再生摩擦制动力分配运算器100a(参考图2)接收到驾驶员要求制动力时,再生摩擦制动力分配运算器100a以考虑电动车1的行驶稳定性,并且不对驾驶员造成制动力切换的不自然感的方式,决定将驾驶员要求制动力的一部分按比例分配为再生制动力时的按比例分配量。作为其按比例分配信息的再生转矩指令 T^* 经由第二CAN120发送到旋转电机控制部210。

[0076] [动作3]

[0077] 旋转电机控制部210按照接收到的再生转矩指令 T^* 使旋转电机900产生再生转矩。此外,在电流运算部220所具有的实际发生转矩运算部220b中,运算基于旋转电机900中流过的电流 I_{dc} 、 I_{qc} 的实际发生转矩 T_a 。该实际发生转矩 T_a 经由第二CAN120发送到车辆控制器100。设旋转电机900的极对数为 P_n ,转子磁铁磁通为 Φ ,三相线圈的d轴电感为 L_d ,q轴电感为 L_q 时,实际发生转矩 T_a 通过下式(2)求出。

[0078] $T_a = P_n \times \phi \times I_{qc} + P_n \times (L_d - L_q) \times I_{dc} \times I_{qc} \cdots \cdots (2)$

[0079] [动作4]

[0080] 车辆控制器100的再生摩擦制动力分配运算器100a接收到旋转电机900的实际发生转矩 T_a 时,运算实际发生转矩 T_a 所致的再生制动力。然后,将从驾驶员要求制动力减去再生制动力得到的摩擦制动力作为摩擦制动力指令经由第一CAN110发送至制动控制部510。制动控制部510按照接收到的摩擦制动力指令使摩擦制动力变化。

[0081] 之后,返回[动作1],在点B1(G1)~B4(G4)的切换动作区间,反复执行[动作1]~[动作4]。该切换动作中,始终在[动作1]中运算驾驶员要求制动力,因此即使驾驶员的制动踩踏力变化也能够追随。这样,在再生协调制动控制中,将因摩擦制动成为摩擦热而被丢弃的电动车1的动能的一部分转换为旋转电机900的再生电力,用该再生电力对电池300充电,因此有助于电动车1的耗电改善。

[0082] 图6所示的控制表示电池300处于正常状态下的动作,基本上与现有的再生协调制动控制相同。接着,对作为本实施方式特征的再生协调制动中电池300发生异常(Fail)的情况进行详细说明。

[0083] (电池诊断动作)

[0084] 首先,对电池控制部310中的电池诊断进行说明。图9是表示电池控制部310和电池300的图。在电池300的内部配置有多个单电池(图9中为 n 个), n 个单电池串联或并联连接生成电池300的总电压。电池控制部310始终监视电池的各种信息,例如总电压、温度、单电池电压等,当检测出异常时开始进行电池诊断(例如包括单电池电压诊断、总电压诊断等)。更详细而言,单电池电压诊断中,对图9的 n 个各单电池的电压是否在最大容许电压和最小容许电压的阈值内进行监视。总电压诊断中,对 n 个各单电池的电压之和即总电压是否在最大容许电压和最小容许电压的阈值内进行监视。特别是如EV(纯电动车)那样电池大容量化时,单电池的数量也增加,各单电池电压的偏差也增大,因此单电池电压的监视也变得重要。

[0085] 例如,图10所示的例子中,电池总电压是正常范围,但是第 $n-1$ 个单电池的电压超过了阈值。其中,图10的上侧的图表示电池300的总电压随时间的变化,下侧的图表示在上侧的图的黑色圆点的时刻的第一个单电池至第 n 个单电池的单电池电压。这样,某个(某些)单电池的单电池电压超过阈值的情况下,为了保护该单电池,现有技术中,执行图11所示的中止再生协调制动的处理。

[0086] 车辆控制器100从电池控制部310通过第二CAN120得到电池300的诊断结果。现有技术中,车辆控制器100经由第二CAN120从电池控制部310接收到电池300的Fail(异常)信号时,禁止对电池300的充放电,对旋转电机控制部210发送指令限制牵引再生动作,或中止电力转换装置200的开关动作,或进行设置于DC线束450P或DC线束450N的继电器450a的断开。

[0087] 例如,当再生协调制动中,电池300总电压异常而禁止充放电,车辆控制器100接收到作为诊断结果的Fail信号时,车辆控制器100为了立刻停止再生动作,进入再生协调制动中止的动作。

[0088] 图11是表示瞬时地进行中止动作的情况下的摩擦制动力和再生制动力的图。在点B2(G2),接收到来自电池控制部310的Fail信号时,车辆控制器100一边维持线L0所示的驾

驶员要求制动力,一边瞬时使再生制动力成为零,并且使摩擦制动力增加至驾驶员要求制动力。但是,现实上难以完全瞬时并且同时地进行切换,不仅对驾驶员造成制动力切换冲击(shock)的不自然感,电动车1的行驶稳定性也会恶化,特别是在路面状态差的地方显著出现行驶稳定性的恶化。

[0089] 于是,本实施方式中,进行图12所示的再生协调制动中止处理。在点B2(G2),接收到来自电池控制部310的Fail信号时,车辆控制器100一边维持驾驶员要求制动力一边反复执行图8所示的动作,使再生制动力从点G2成为G3,并且使摩擦制动力从点B2变为B3,优先考虑电动车1的行驶稳定性并且尽早切换至摩擦制动力。

[0090] 通过进行这样的再生协调制动控制,再生协调制动中发生电池Fail的情况下也能够维持驾驶员要求制动力,安全地中止电动车1的再生协调制动动作。

[0091] 然而,在图12所示的再生协调制动控制的情况下,从点G2至点G3之间残留有再生制动力,因此电池300通过旋转电机900生成的再生电力被充电。于是,本实施方式中,进行图12所示的再生协调制动中止处理并且从电池保护的观点出发,进行以下所述的电池保护动作。

[0092] 图13~15是说明本实施方式中的诊断动作的图。此处,如图14、15的实线所示,以检测出电池总电压异常而进入诊断动作的情况为例进行说明。电池控制部310检测到电池总电压超过了图14所示的最大总电压阈值 V_{th-max} 时,开始诊断,并且对第二CAN120发送Fail预告信号。该Fail预告信号指的是如下的信号:虽然电池状态还未成为异常状态(Fail状态),但是以该状态使用再生制动时会成为电池异常状态,因此通知需要进行保护动作。

[0093] 电池诊断中,如上所述包括单电池电压诊断、总电压诊断等,按规定时间间隔进行多次诊断。然后,如图14所示,即使进行了多次诊断仍然继续检测到电池总电压异常的情况下,电池控制部310结束诊断并发送Fail信号到第二CAN120。然后,该Fail信号被旋转电机控制部210接收到时,如图12的B2~B3区间和G2~G3区间示出的线所示,在满足驾驶员要求制动力的状态下控制摩擦制动力和再生制动力,最终成为仅有摩擦制动力。

[0094] 另一方面,如图15的实线所示,在结束多次诊断前电池总电压降至低于最大总电压阈值 V_{th-max} 的情况下,即,如果在多次诊断中成为了没有检测出电池总电压异常的状态,则电池控制部310结束诊断动作,发送Fail解除信号到第二CAN120。

[0095] 另外,本发明的实施方式中,如图2所示,旋转电气控制部210的电流指令运算部220具有电池诊断判定部220c,构成为即使不经由车辆控制器100也能够直接接收电池控制部310发送到第二CAN120的电池诊断信息(Fail预告信号、Fail信号、Fail解除信号等)。通过这样构成,具有诸如以下效果:即使不等待来自车辆控制器100的指令,也能够事先检测出再生协调制动中的电池Fail,能够预先应对。

[0096] (电池保护动作)

[0097] 本实施方式中,电流指令运算部220的电池诊断判定部220c在再生协调制动动作中接收到电池控制部310发送到第二CAN120上的Fail预告信号时,防备电池Fail进行增大旋转电机900的内部损失的处理。

[0098] 如上所述,再生协调制动中,将驾驶员要求制动力按比例分配为摩擦制动力和再生制动力,使现有技术中全部成为摩擦制动的热而被丢弃的车辆的动能的一部分返回到电池300。即,由旋转电机900将车辆的动能的一部分转换为再生电力(交流电力),进而用电力

转换装置200从交流电力转换为直流电力对电池300充电。

[0099] 此处,再生电力并不是全部成为充电电力,如式(3)所示,一部分作为旋转电机900的内部损失被消耗。根据式(3),如果能够在不改变旋转电机900的再生转矩的状态下增加旋转电机900的内部损失,则能够减少对电池300的充电电力。

[0100] (再生电力)=(对电池300的充电电力)+(旋转电机900的内部损失)……(3)

[0101] 本实施方式中,用以下说明的方法,使得在不改变旋转电机900的再生转矩的状态下增加内部损失。图16~18是说明流过旋转电机900的U相线圈900U、V相线圈900V、W相线圈900W的相电流与再生转矩的关系的图。

[0102] 图16示出流过旋转电机900的U相线圈900U、V相线圈900V、W相线圈900W的相电流与再生转矩的关系在dq轴上的电流相位下怎样地变化。线a表示相电流为a时的电流相位与再生转矩的关系。同样,线b~j表示相电流为b~j时的电流相位与再生转矩的关系。相电流随着a→j而变大,相电流j是旋转电机900中能够流过的最大的相电流。如图16所示,即使相电流相同,如果电流相位不同,则产生的再生转矩的大小也会变化。图16中,白色圆点标记表示的点是使相电流的电流相位变化时产生最大的再生转矩的点,即最高效率点。

[0103] 用d轴电流 I_d 和q轴电流 I_q 表示相电流的有效值时,如式(4)所示。其中,式(4)中,“ $\wedge 2$ ”表示2次方(平方)。图17用矢量图表示了作为图16的白色圆点标记所示的最高效率点的电流相位下的d轴电流 I_d 、q轴电流 I_q 。

[0104] 相电流 $= (\sqrt{(I_d^2 + I_q^2)}) / \sqrt{3}$ ……(4)

[0105] 此处,着眼于点Ph1。从该点Ph1水平地转移至点Pj1时,产生的再生转矩相同,相电流值按h→j变化(增大)。图18用矢量图表示了点Pj1的电流相位下的d轴电流 I_d 、q轴电流 I_q 。相电流为 $h < j$,因点Ph1→点Pj1的转移,主要是d轴侧的电流增加。d轴侧的电流是在旋转电机900的磁铁磁通 ϕ 方向上流动的电流,不是成为转矩的电流而是成为电动机的内部损失的电流。

[0106] 图16中,尽管点Pj1是旋转电机900中能够流过的最大的相电流,但是其再生转矩与点Ph1相同。即,点Pj1是最低效率点。同样,黑色圆点标记Pj1、Pj2、Pj3、Pj4、Pj5表示的点是与最高效率点Ph1、Pg2、Pf3、Pe4、Pd5相应的最低效率点,相应的点彼此再生转矩相同。

[0107] 图19更详细地示出了图4所示的电流指令运算部220中的电流映射图220a,标准电流映射图221a中,基于作为白色圆点标记Ph1、Pg2、Pf3、Pe4、Pd5所示最高效率点的电流相位,使d轴电流 I_d 、q轴电流 I_q 映射图化。另一方面,损失增大电流映射图221e中,基于作为黑色圆点标记Pj1、Pj2、Pj3、Pj4、Pj5所示的最低效率点的电流相位,使d轴电流 I_d 、q轴电流 I_q 映射图化。

[0108] 图19所示的电流映射图选定部220d根据状况选定标准电流映射图221a和损失增大电流映射图221e中的某者(任一者)。本实施方式的情况下,通常选定标准电流映射图221a,在以下说明的再生协调制动动作中的保护动作的情况下,选定损失增大电流映射图221e。

[0109] (第一例)

[0110] 图20是表示保护动作的第一例的图。第一例中的保护动作中,在再生协调制动动作中电池诊断判定部220c接收到Fail预告信号时,即使没有来自车辆控制器100的指令也为了电池保护而在后台(background)识别旋转电机900的内部损失增大的必要性,电流映

射图选定部220d使电流映射图从标准电流映射图221a切换至损失增大电流映射图221e。旋转电机控制部210的电流指令运算部220基于转矩指令 T^* 和角速度 ω_r ,从损失增大电流映射图221e中搜索d轴电流指令 I_d^* 、q轴电流指令 I_q^* 。

[0111] 图20示出了图6的点B1(G1)至点B4(G4)的过程中的与再生制动相关的部分的线L2。图20所示的例子中,表示在点G1→G4的过程中,电池诊断判定部220c接收来自电池控制部310的Fail预告信号,之后接收到Fail解除信号的情况下的处理。这与电池总电压如图15所示地变化的情况相应。

[0112] 直至电池诊断判定部220c接收到Fail预告信号为止,图19的电流映射图选定部220d选定基于最大效率点的标准电流映射图221a。此时,式(3)中的旋转电机900的内部损失成为最小的状态。图20中,此时的再生电力用线L2下侧的施加了影线的区域表示。直至接收到Fail预告信号为止的使用标准电流映射图221a的状态下,对线L2的下侧整体施加了影线。

[0113] 第一例中,电池诊断判定部220c接收到Fail预告信号的情况下,即使没有来自车辆控制器100的指令,也为了电池保护而在后台实现旋转电机900的内部损失增大。因此,如果接收到了Fail预告信号,则电流映射图选定部220d使电流映射图从标准电流映射图221a切换至损失增大电流映射图221e。结果,使旋转电机900的再生转矩维持在来自车辆控制器100的再生转矩指令 T^* 并且使旋转电机900的内部损失增大的d轴电流指令 I_d^* 和q轴电流指令 I_q^* 从图4的电流指令运算部220输出到电流控制部230。

[0114] 电流映射图从标准电流映射图221a被切换至损失增大电流映射图221e时,再生电力减少旋转电机900的损失增加的量(损失增加部分的量)。因此,如图20所示,表示再生电力的影线区域的面积减少旋转电机900的损失增加的量(损失增加部分的量)。线L2下侧的空白区域表示旋转电机900的损失增加部分(损失增加的量)。

[0115] 之后,由电池诊断判定部220c接收到Fail解除信号时,即使没有来自车辆控制器100的指令,也在后台判断为不再有电池保护的必要性,而中止旋转电机900的内部损失增大处理。然后,电流映射图决定部220d使电流映射图从损失增大电流映射图220e切换至标准电流映射图220a。结果,空白区域消失,线L2的下侧全部成为表示再生电力的影线区域。由此,在维持来自车辆控制器100的再生转矩指令的状态下,中止旋转电机900的内部损失增大处理,对电流控制部230输出效率良好的状态的d轴电流指令 I_d^* 和q轴电流指令 I_q^* 。

[0116] 进行图20所示的控制时,接收Fail预告信号后的电池总电压如图15的虚线所示地变化。通过以接收Fail预告信号为契机使旋转电机900的损失增大,返回到电池300的再生电力减少,与不进行电流映射图的切换的情况(实线)相比电池总电压减少。结果,关于电池充电产生裕度(余裕),即使在进行了图12的G2~G3(B2~B3)所示的切换动作的情况下,也能够对于电池充电,保护电池300。

[0117] 图21是表示在第一例中未进行Fail解除,在点G2确定电池Fail的情况(接收到Fail信号的情况)的图。此处,与Fail解除的情况同样,如果接收到了Fail信号,则电流映射图从损失增大电流映射图221e被切换至标准电流映射图221a。因此,在G2~G3之间,线L2的下侧的所有区域被施加了影线,用再生电力对电池300充电。

[0118] 但是,通过从接收到Fail预告信号起直至确定Fail为止使旋转电机900的损失增大,其间的充电量减少,因此能够对于Fail确定以后的电池充电带来裕度,能够保护电池

300。通过预先进行像这样使充电量减少的控制,能够一边维持电动车1的行驶稳定性,一边在电池Fail后在点G2→G3之间,具有裕度地接收返回到电池300的再生电力。

[0119] (第二例)

[0120] 图22是表示保护动作的第二例的图,如图14所示,表示接收Fail预告信号后,还接收到Fail信号的情况下的动作。车辆控制器100接收到Fail信号时,通过第二CAN120从车辆控制器100向旋转电机控制部210发送使再生制动力如线L2的G2~G3所示地减少的再生转矩指令 T^* 。并且在第二例中,在Fail确定以后,仍然使电流映射图的选定维持在损失增大电流映射图221e。结果,在G2~G3区间,旋转电机900的损失也增大,再生电力减少空白区域表示的损失增加的量(损失增加部分的量)。

[0121] 将图22与图21进行比较可知,在第二例的情况下,旋转电机900的损失不仅在Fail预告与Fail确定之间增大,也在G2~G3区间增大。结果,与图21所示的例1的情况相比,电池保护效果进一步提高。

[0122] (第三例)

[0123] 图23是表示保护动作的第三例的图。如上所述使旋转电机900的内部损失增大的情况下,内部损失增大部分主要成为U相线圈900U、V相线圈900V、W相线圈900W的焦耳热,线圈温度上升。该温度上升由旋转电机900中设置的线圈温度传感器930检测。其检测结果被输入到旋转电机控制部210的电流指令运算部220。

[0124] 第三例中,如图23的下侧的图所示,对于旋转电机900的线圈温度设置有2个阈值 T_{th1} 、 T_{th2} 。图23的上侧所示的图是与图22同样的图,但是G2~G3区间中的使旋转电机900损失增大的方法不同。此处,根据线圈温度改变损失的大小。因此,如图24所示,在电流指令运算部220中设置有多个损失增大电流映射图。由电流映射图选定部220d选定使用哪一个电流映射图。

[0125] 图24所示的例子中,设置有3个损失增大电流映射图221e、221f、221g。内部损失的大小按照(映射图221e)>(映射图221f)>(映射图221g)的顺序变大。例如,图25中的黑色圆点标记Pj1、Pj2、Pj3是应用损失增大电流映射图221e的情况,黑色圆点标记Pg4是应用损失增大电流映射图220f的情况,黑色圆点标记Pe5是应用损失增大电流映射图220g的情况。其中,本发明的实施方式中设置了3种损失增大电流映射图,但是不限于3种,也可以设置更多。

[0126] 从旋转电机控制部210的电池诊断判定部220c接收到Fail预告信号时起,开始进行旋转电机900的内部损失增大处理,因此如图23的下侧的图所示,线圈温度也从Fail预告信号时起上升。此时,设电流映射图例如选定图24的损失增大电流映射图221e。线圈温度达到阈值 T_{th1} 时,电流指令运算部220为了降低线圈的焦耳热而切换至内部损失量更少的损失增大电流映射图221f或221g。结果,如图23的上侧的图所示,从损失增大电流映射图从221e切换至221f或221g的点Gth1起内部损失的比例变小,再生电力的比例变大。此外,线圈温度的上升的程度变小。

[0127] 进而,线圈温度上升而线圈温度超过阈值 T_{th2} 的情况下,电流指令运算部220为了保护旋转电机900而中止内部损失增大处理。即,电流映射图选定部220d选择标准电流映射图220a。因此,从点Gth2起内部损失增加部分(内部损失增加的量)成为零,线圈温度呈下降的趋势。这样,第三例中,一边监视旋转电机900的线圈温度一边进行内部损失增大控制,根

据线圈温度切换损失增大电流映射图来调整内部损失增加部分(内部损失增加的量),因此具有能够有效地应用旋转电机900能够容许的内部损失部分(内部损失增加的量),并且防止旋转电机900的破损的效果。

[0128] 其中,使用图24的结构的情况下,Fail预告信号时的映射图的切换中,与使用图19的情况同样地,从标准电流映射图221a切换至损失最大的损失增大电流映射图221e。

[0129] 一第二实施方式一

[0130] 上述第一实施方式中,通过接收Fail预告信号而开始进行增大旋转电机900的内部损失使再生电流减少的控制,从而准备直至再生制动中止为止的G2~G3区间的充电。第二实施方式中,如图26所示,在接收到Fail信号时开始进行增大旋转电机900的内部损失使再生电流减少的控制。这样的控制也能够使直至再生制动中止为止的电池300的充电量减少,因此虽然与上述实施方式相比效果较小,但是能够得到同样的电池保护效果。

[0131] 对以上说明的本实施方式进行总结时,如下所述。

[0132] 首先,本实施方式的电动车辆系统搭载于电动车辆,该电动车辆包括旋转电机和再生协调制动控制装置,该旋转电机能够选择用电池电力进行的电动机动作和用车辆行驶能量进行的发电动作,该再生协调制动控制装置进行使驾驶员要求制动力按比例分配为摩擦制动力和再生制动力的再生协调制动控制,并且当再生协调制动动作中上述电池不能充电时,以使制动力保持在上述驾驶员要求制动力的方式减少再生制动力并且增加摩擦制动力,中止再生协调制动控制,电动车辆系统包括监视电动车辆中搭载的电池的状态的电池监视部、和控制电动车辆的旋转电机的旋转电机控制部。

[0133] (1)作为电池监视部的电池控制部310在再生协调制动控制中检测出电池状态是不可充电状态时对电池300是否能够充电进行诊断,根据诊断结果判断为不可充电时输出Fail信号,旋转电机控制部210在再生协调制动控制中接收到Fail信号时,执行使旋转电机900的转矩保持与再生制动力相应的再生转矩、并且使旋转电机900的内部损失增大而减少再生制动产生的再生电力的损失增大控制。

[0134] 通过进行这样的控制,能够减少直至再生制动中止为止的电池300的充电量,能够减少电池的过剩的充电。结果,能够在再生协调制动控制中进行图12所示的再生动作停止处理,在再生协调制动控制中的再生动作停止时,能够实现车辆行驶的稳定性的提高。

[0135] (2)电池控制部310在诊断开始的同时输出Fail预告信号。而且,旋转电机控制部210在再生协调制动控制中接收到Fail预告信号时,执行损失增大控制。

[0136] 这样,从接收到Fail预告信号时起开始进行使旋转电机900的内部损失增大而使返回到电池300的再生电力减少的损失增大控制,因此电池300能够接收的充电量产生裕度,能够实现电池保护效果的进一步提高。

[0137] (3)另外,电池控制部310根据诊断结果判断为能够充电时输出Fail解除信号。并且,旋转电机控制部210在接收Fail预告信号之后接收到Fail解除信号时中止损失增大控制,在接收Fail预告信号之后接收到Fail信号时继续进行损失增大控制。接收到Fail解除信号的情况下中止损失增大控制,因此能够有效地进行能量消耗的节约。此外,接收到Fail信号后也继续进行上述损失增大控制使返回到电池300的再生电力减少,从而能够更可靠地进行电池保护。

[0138] (4)进而,电动车1具有检测旋转电机900的定子线圈(900U~900W)的温度的温度

传感器930,根据检测温度,调整损失增大控制中的旋转电机的内部损失量,使得在温度传感器930的检测温度低的情况下内部损失量变大,在检测温度高的情况下内部损失量变小,因此能够防止旋转电机900的线圈温度的过度的上升,除了电池300的保护以外,还能够实现旋转电机900的保护。

[0139] 此外,像这样根据线圈温度对内部损失量进行的调整,只要是损失增大控制中,就不限于图23的G2~G3的区间,能够在任意的区间执行。

[0140] (5)例如,如图23所示,定子线圈(900U~900W)的温度在设定为低于规定上限温度Tth2的温度阈值Tth1以下的情况下,使用多个电流映射图中的内部损失最大的最大损失电流映射图221e执行损失增大控制,线圈温度超过温度阈值Tth1时,使用内部损失比最大损失电流映射图221e小的电流映射图执行损失增大控制。其中,图23中以2个温度阈值的情况为例进行了说明,但也可以是设置3个以上的阈值,在各阈值下切换电流映射图的结构。

[0141] (6)进而,线圈温度到达规定上限温度Tth2的情况下,也可以将电流映射图切换至最低损失电流映射图(标准电流映射图221a),中止损失增大控制。通过进行这样的控制,线圈发热最低,能够防止线圈温度大幅超过规定上限温度Tth2。

[0142] (7)此外,电动车1的车速较低时,再生协调制动中的旋转电机900的再生电力也较低。因此,优选根据旋转角速度调整执行损失增大控制时的内部损失量,使得在旋转电机900的旋转角速度小的情况下内部损失量变小,在旋转角速度大的情况下内部损失量变大。通过这样考虑旋转电机900的旋转角速度,能够进行更有效的损失增大控制。

[0143] (8)旋转电机控制部210,也可以如图24所示,根据内部损失的大小,具有多个表示旋转电机900的转矩和旋转角速度与供给电流的关系的电流映射图221a~221g,在不执行损失增大控制时,使用多个电流映射图221a~221g中内部损失最小的标准电流映射图221a,在执行损失增大控制时,使用其他电流映射图221e、221f、221g中的任意者。通过预先准备这样的电流映射图,能够抑制旋转电机控制部210中的运算负荷增大。

[0144] 上述各实施方式可以分别单独使用,或者组合使用。这是因为各个实施方式的效果能够单独或协同实现。此外,只要不损害本发明的特征,本发明就不限于上述实施方式。

[0145] 附图标记说明

[0146] 1:电动车,100:车辆控制器,100a:再生摩擦制动力分配运算器,110:第一CAN,120:第二CAN,200:电力转换装置,204:逆变器电路,210:旋转电机控制部,220:电流指令运算部,220a:电流映射图,221a:标准电流映射图,220c:电池诊断判定部,220d:电流映射图选定部,221e、221f、221g:损失增大电流映射图,300:电池,310:电池控制部,500:再生协调制动装置,900:旋转电机,920:旋转传感器,930:温度传感器。

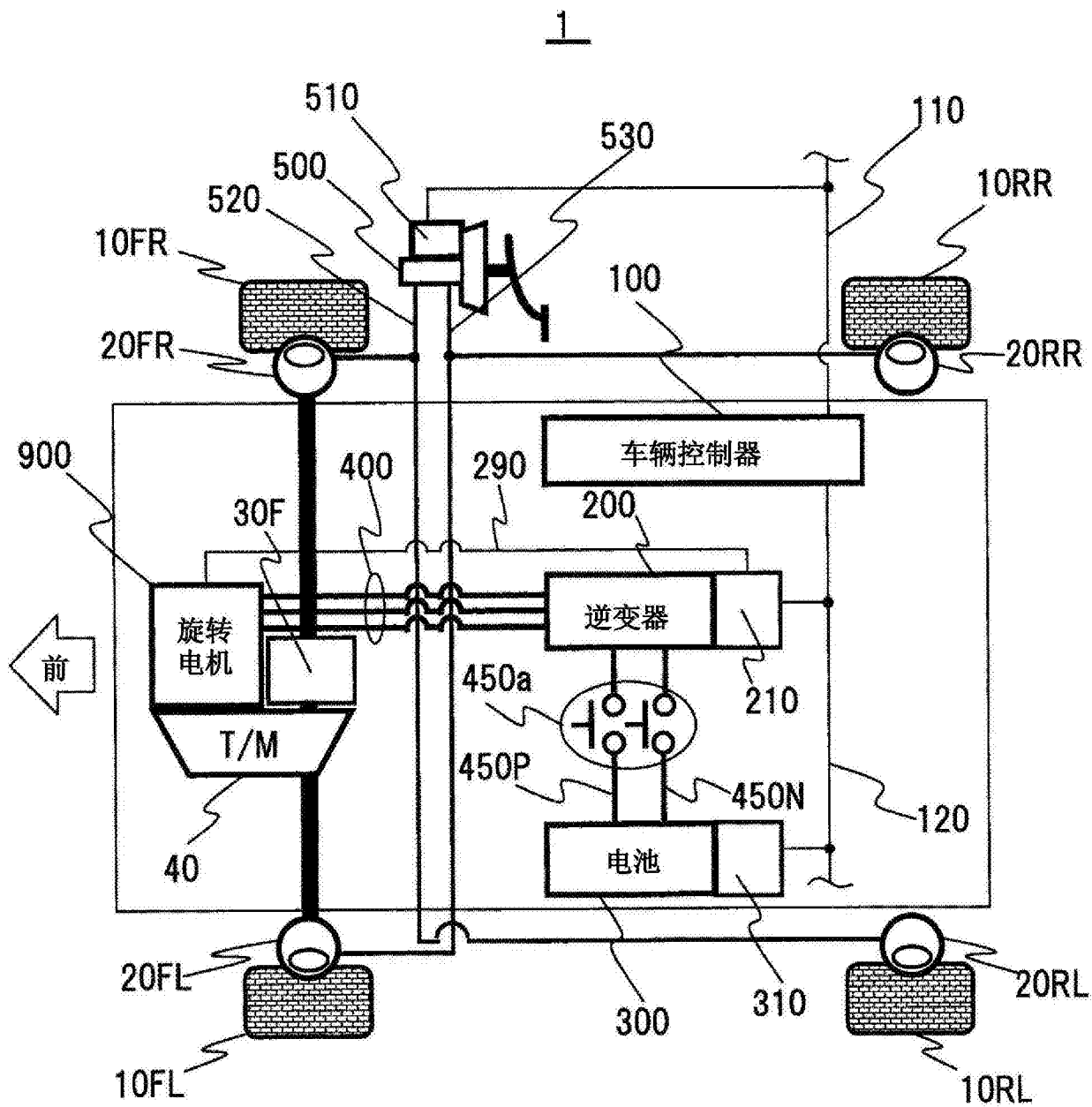


图1

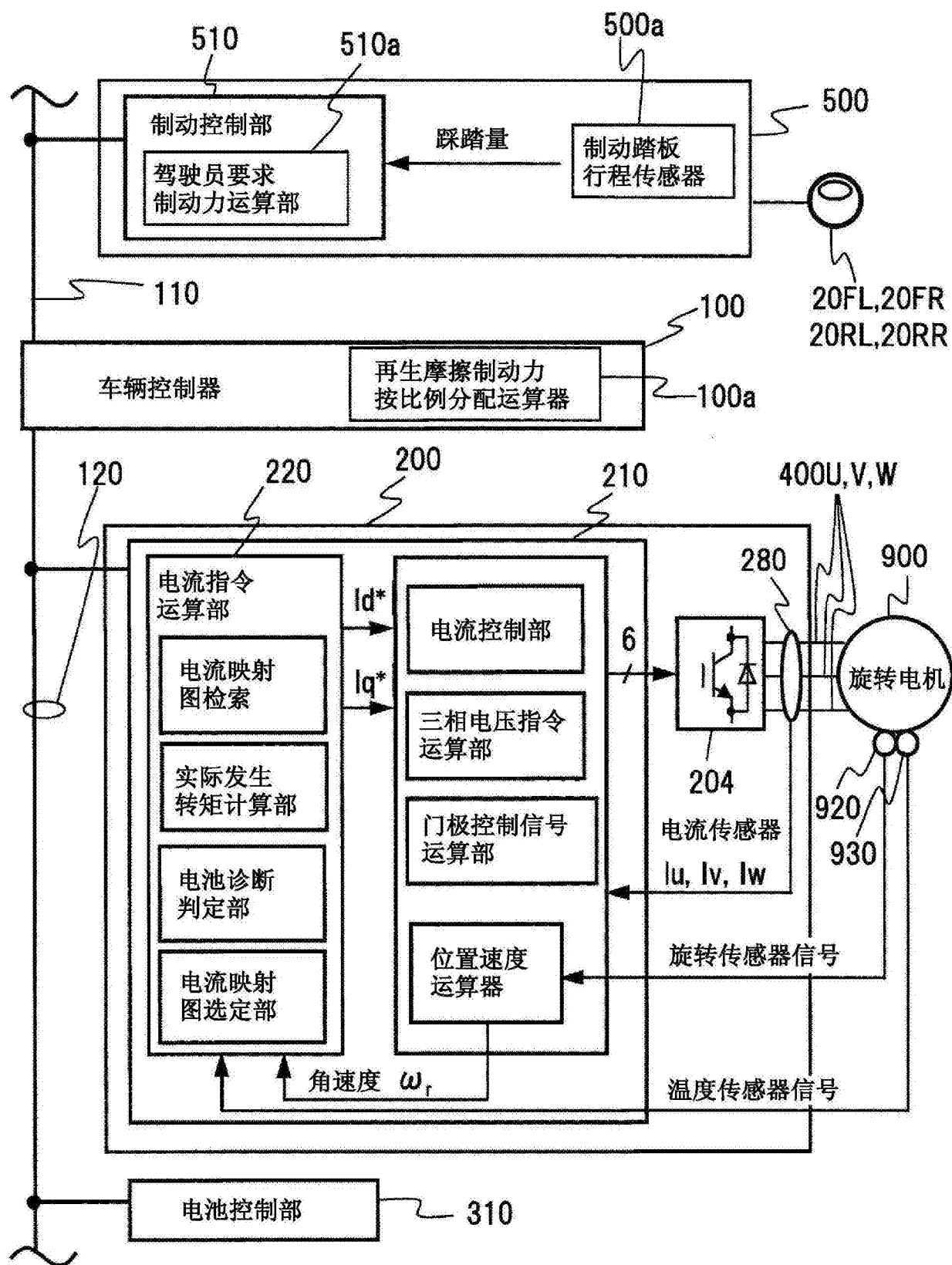


图2

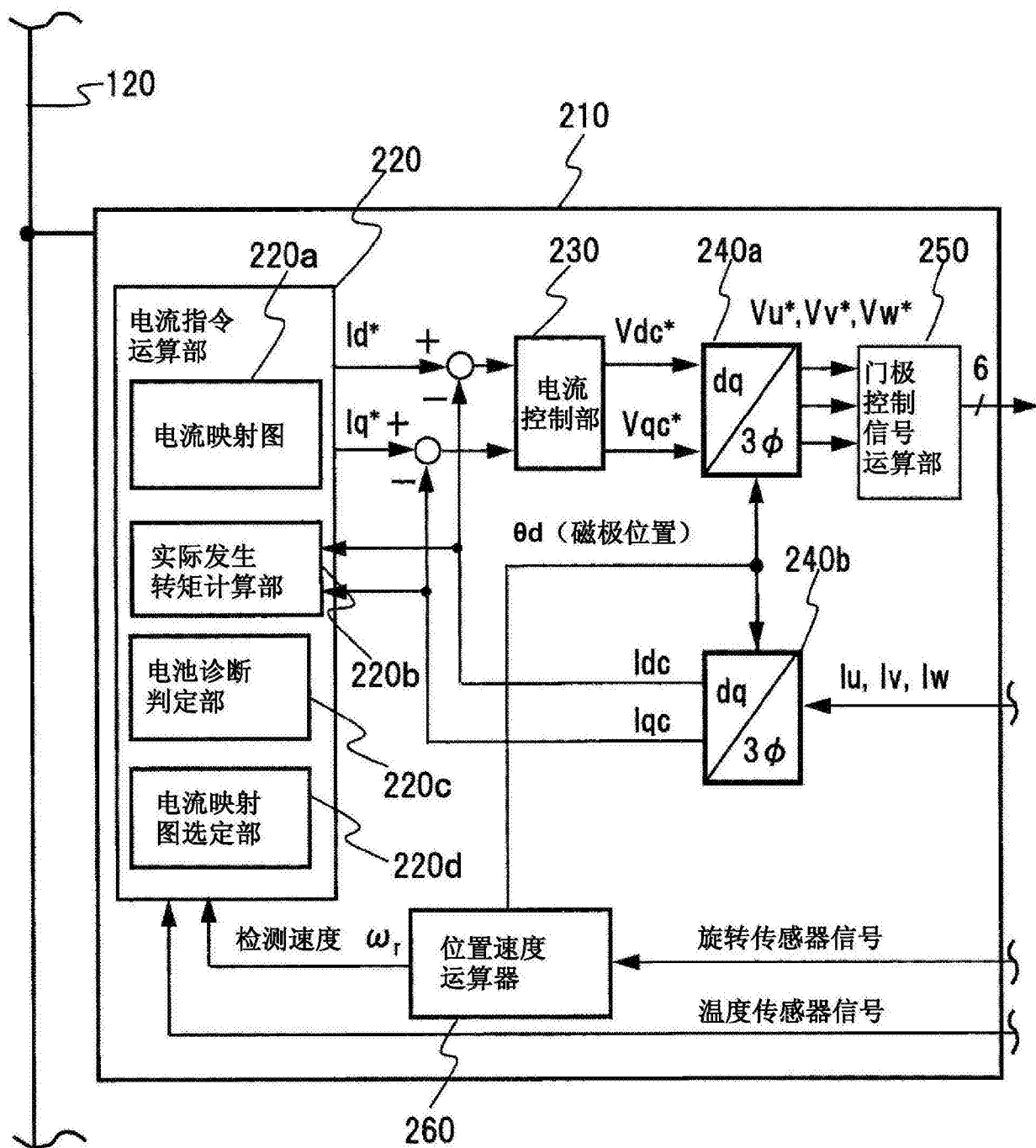


图4

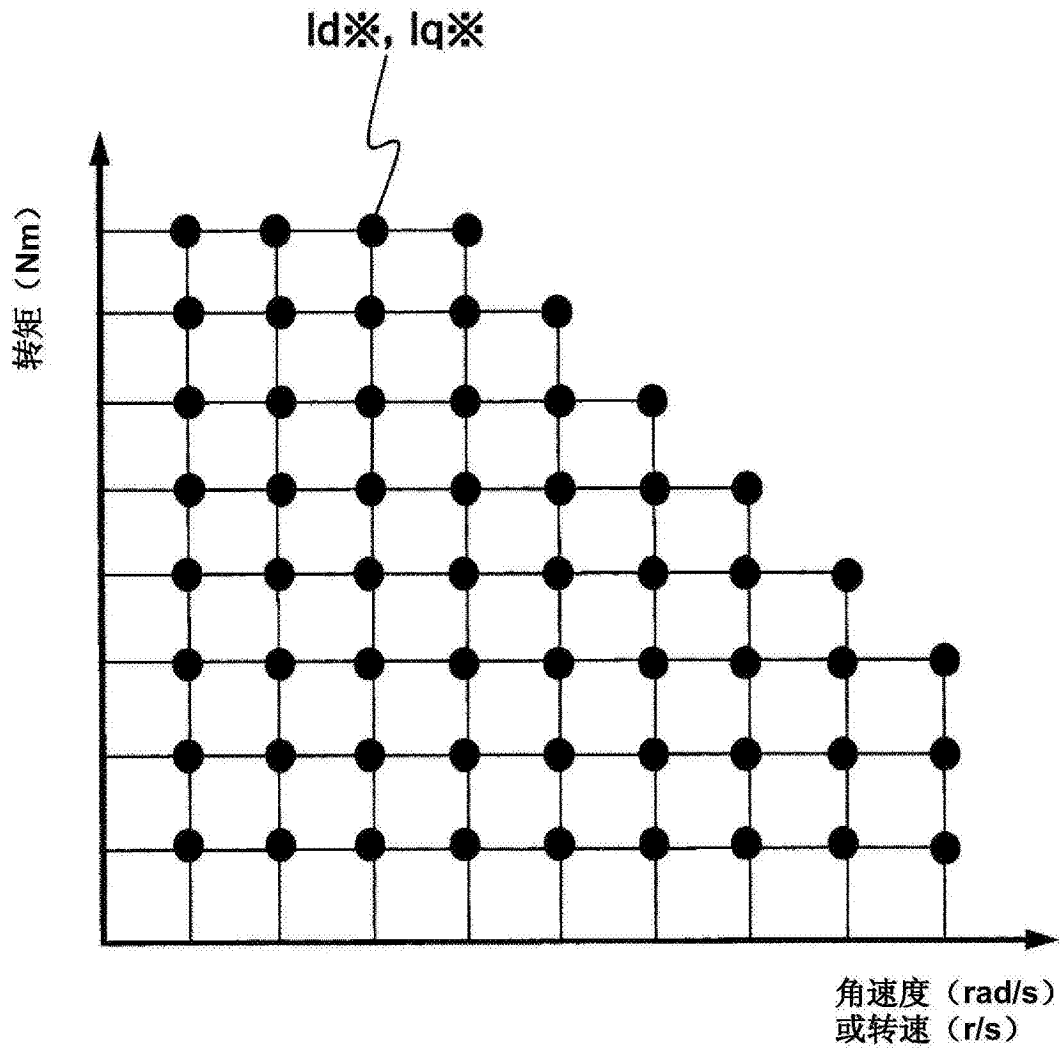


图5

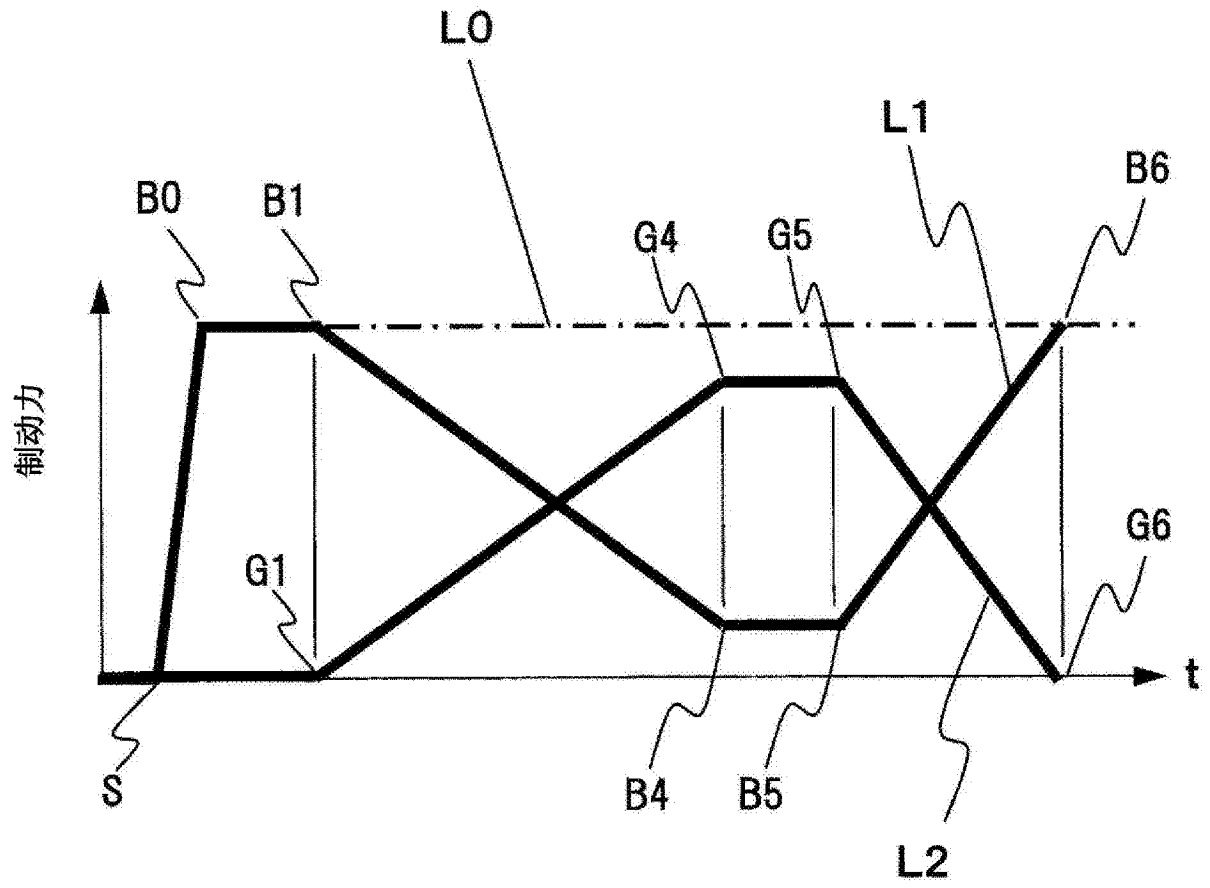


图6

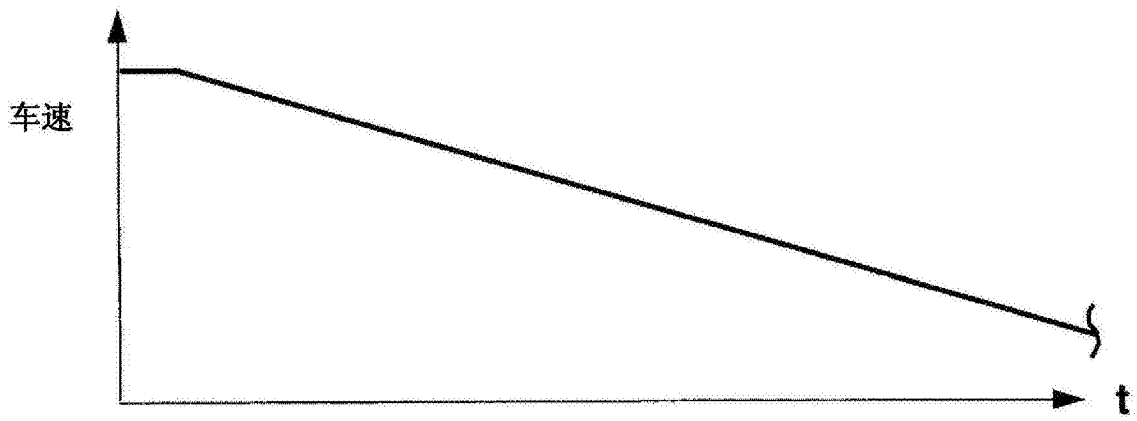


图7

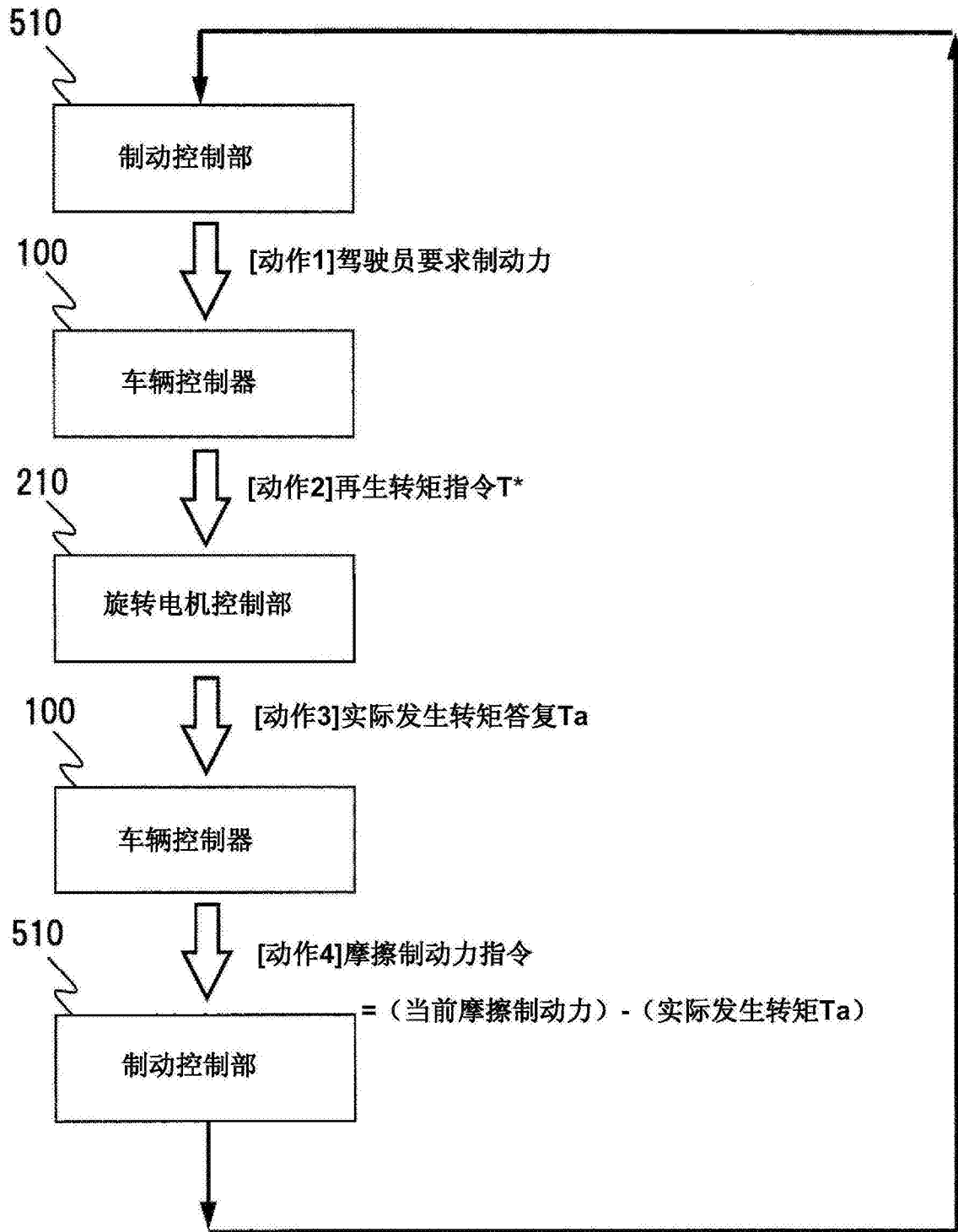


图8

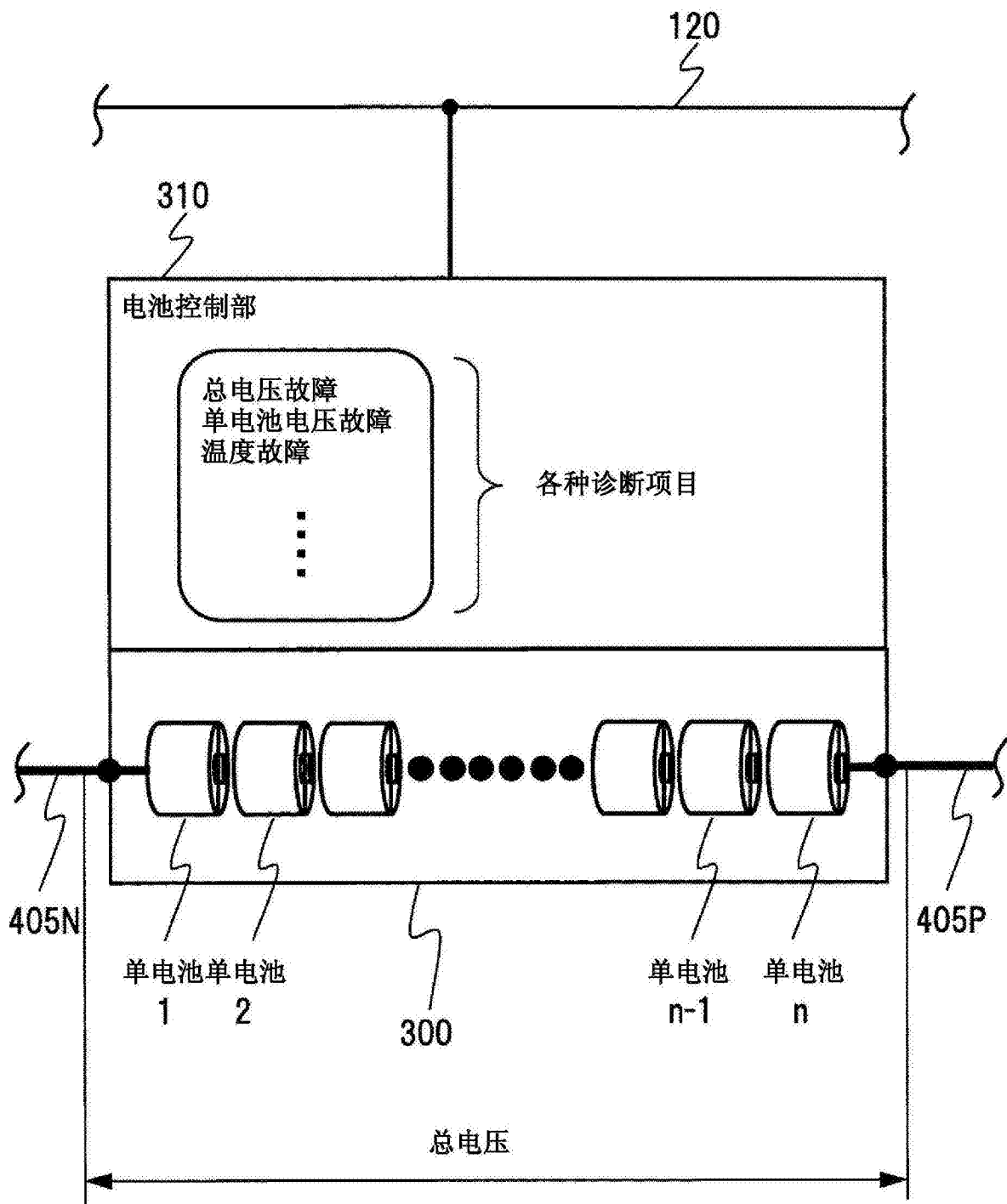


图9

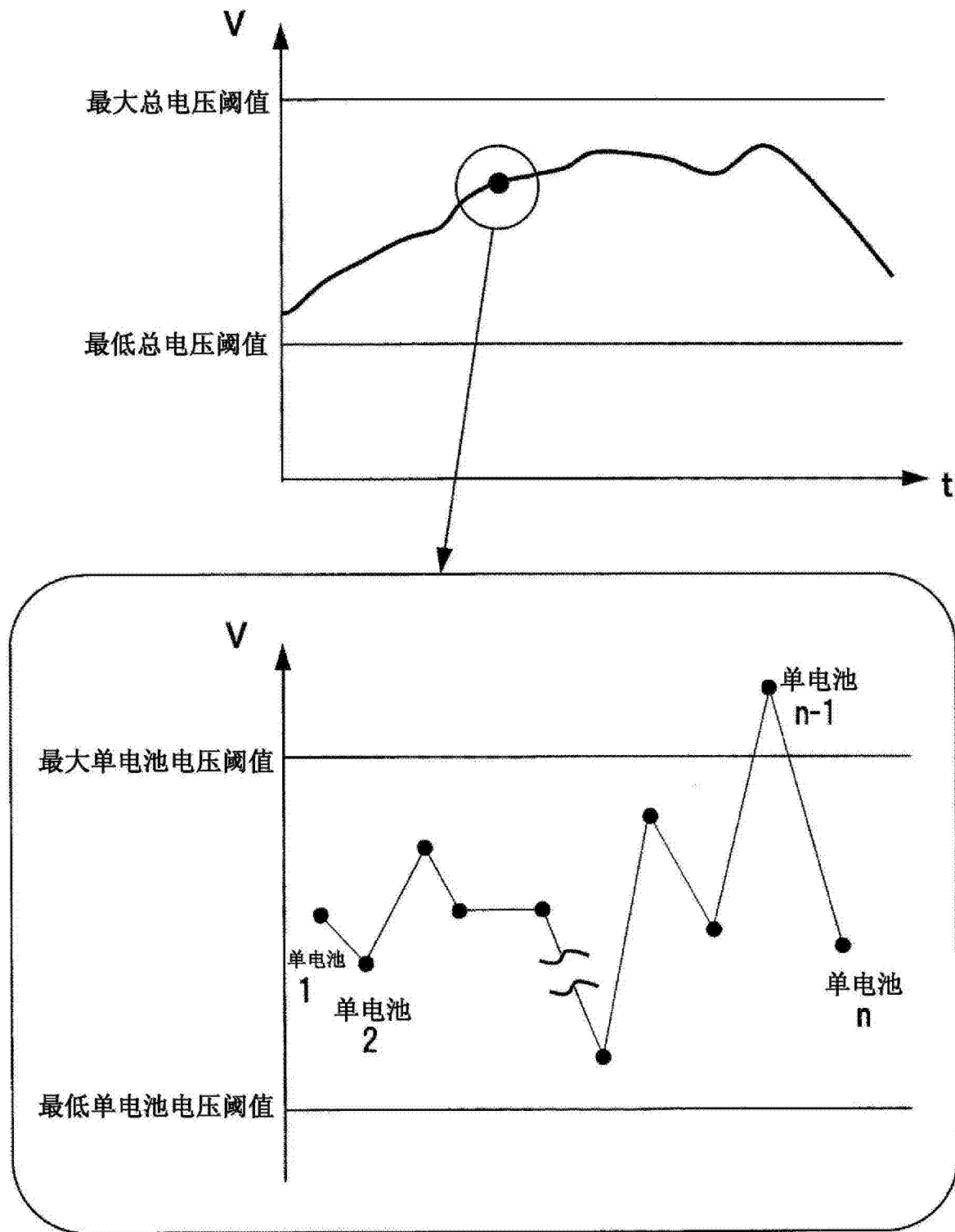


图10

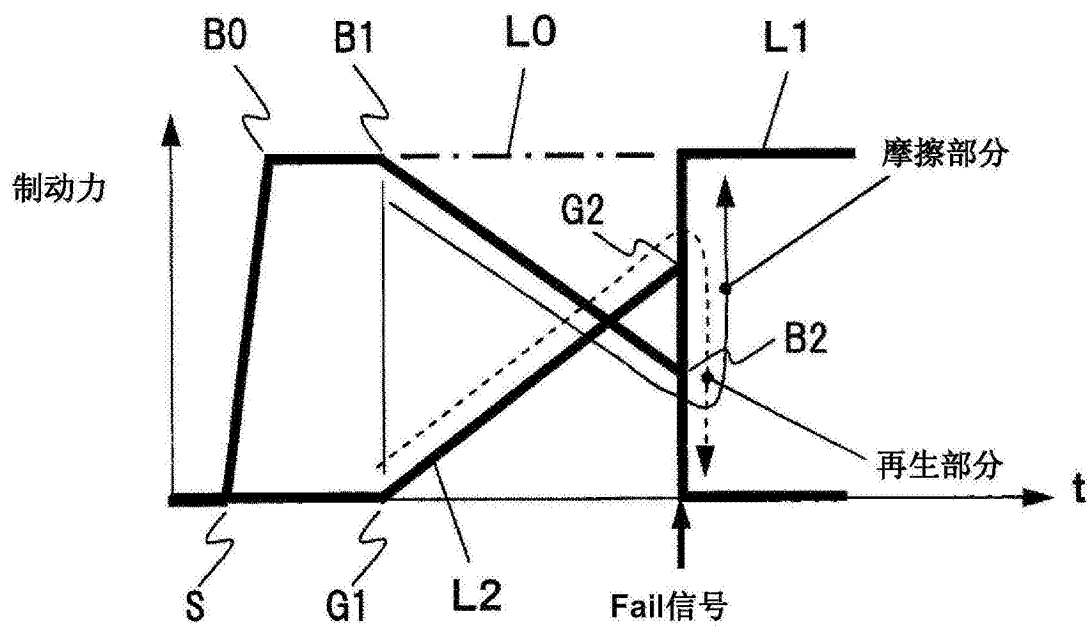


图11

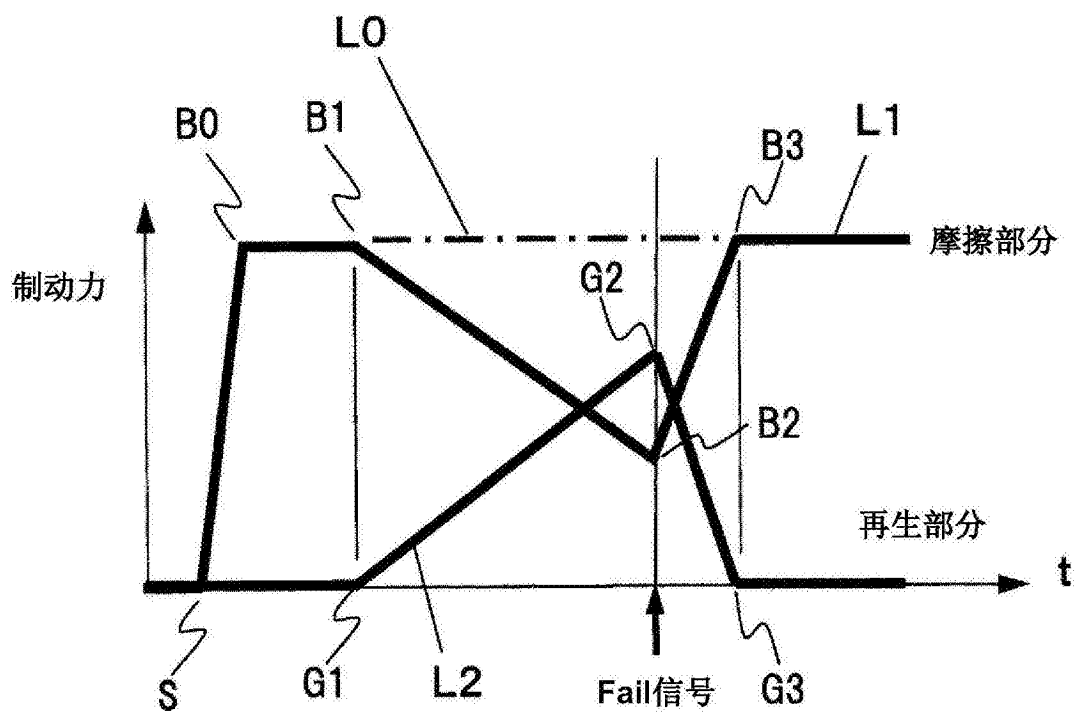


图12

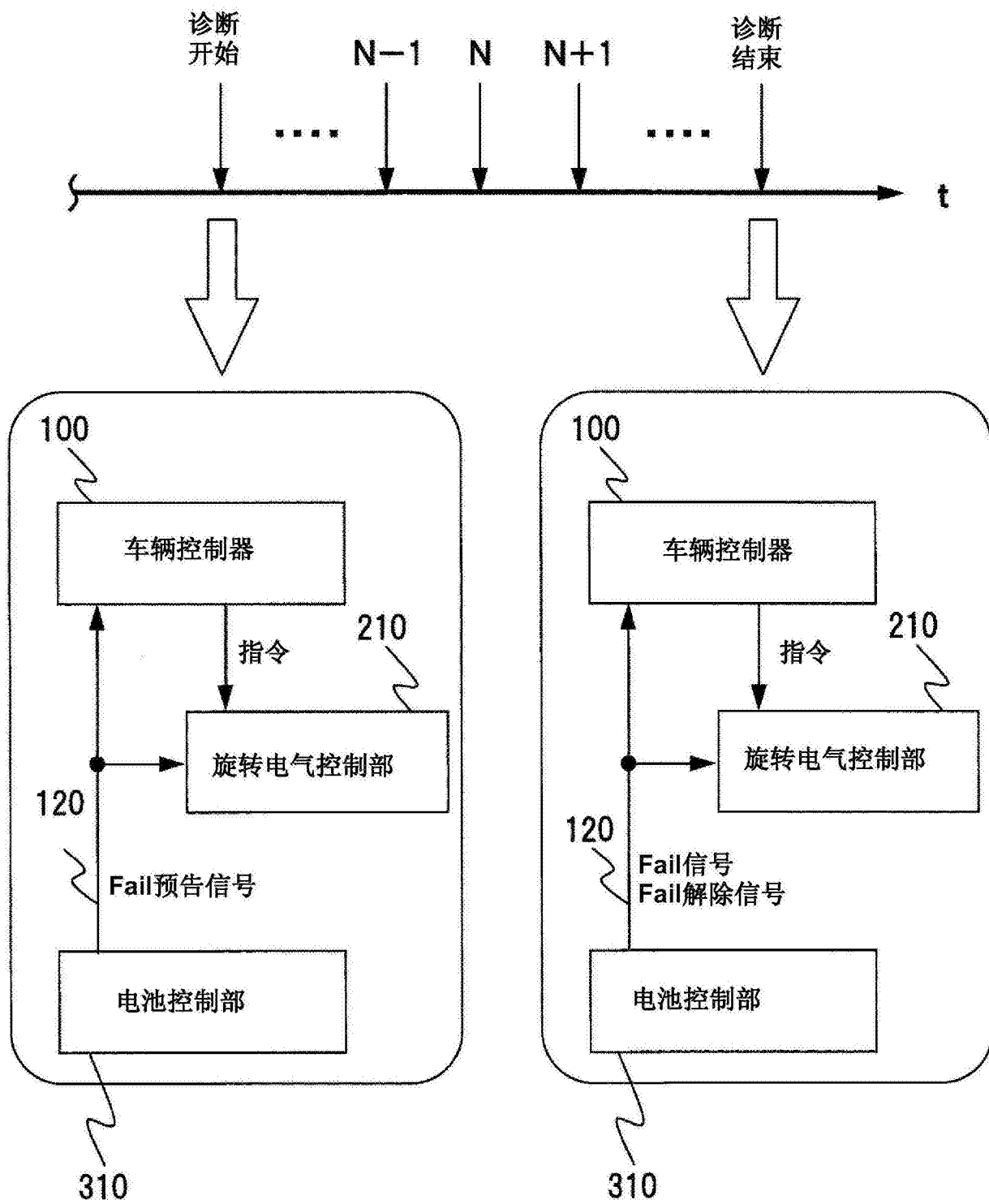


图13

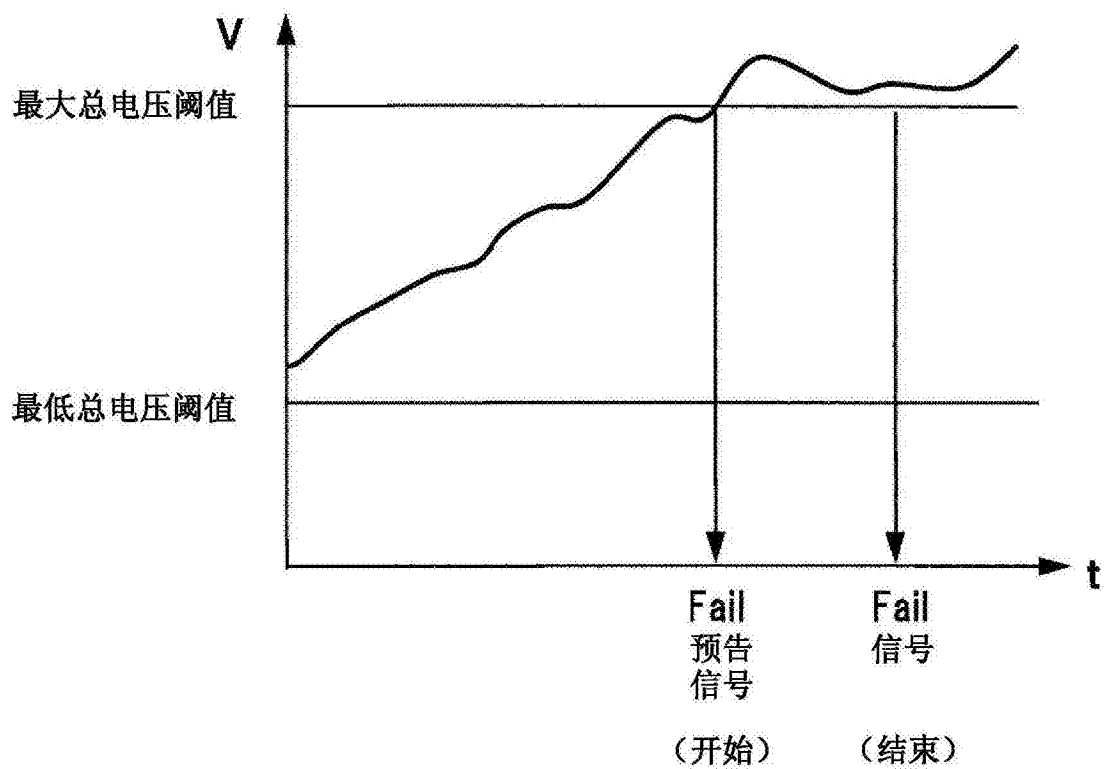


图14

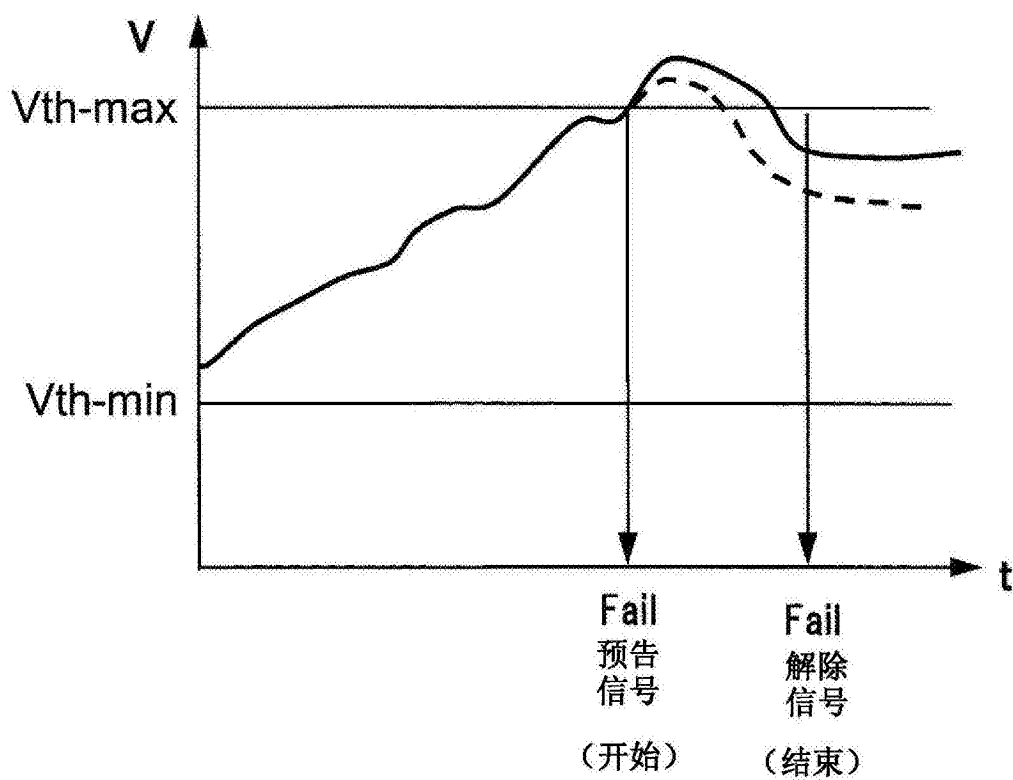


图15

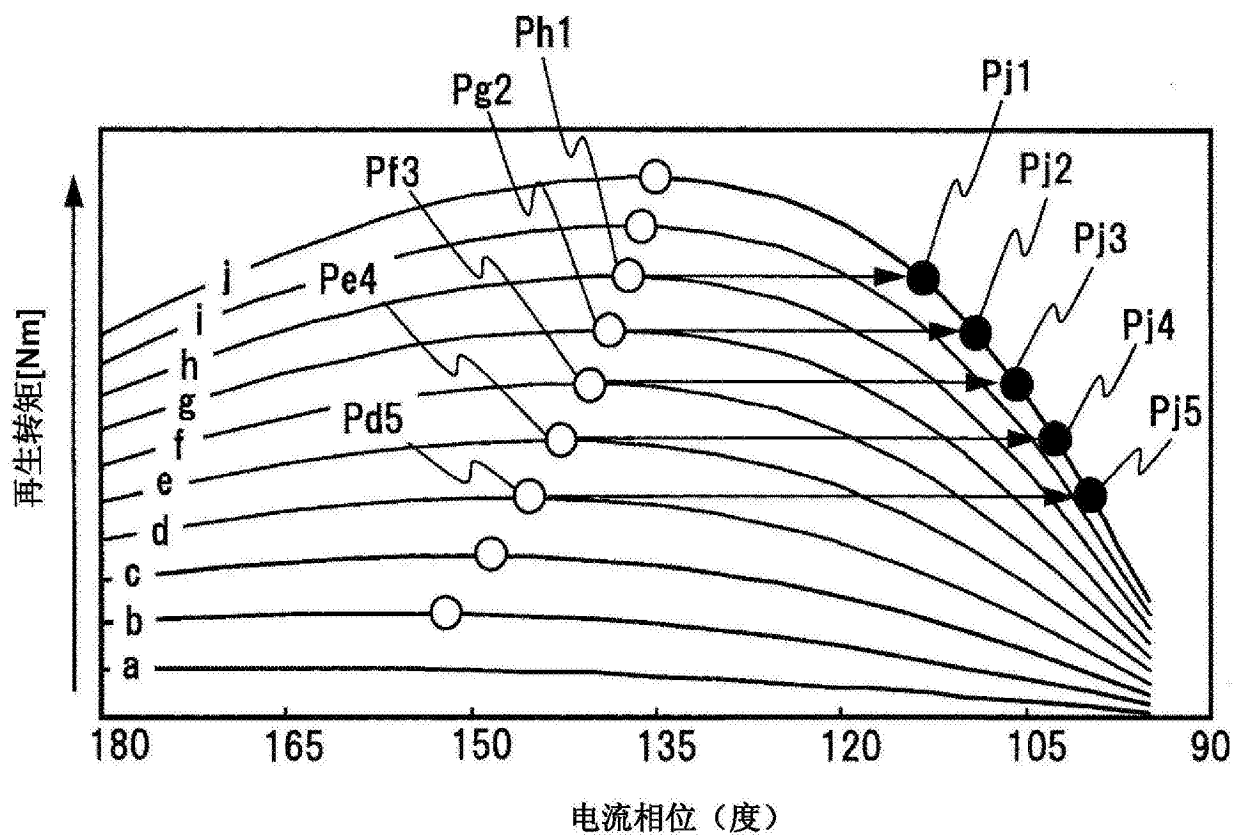


图16

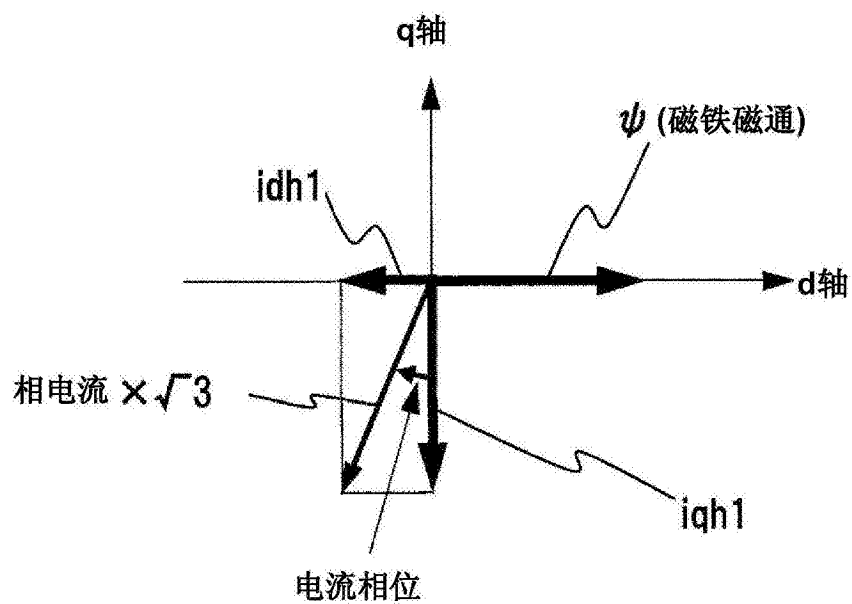


图17

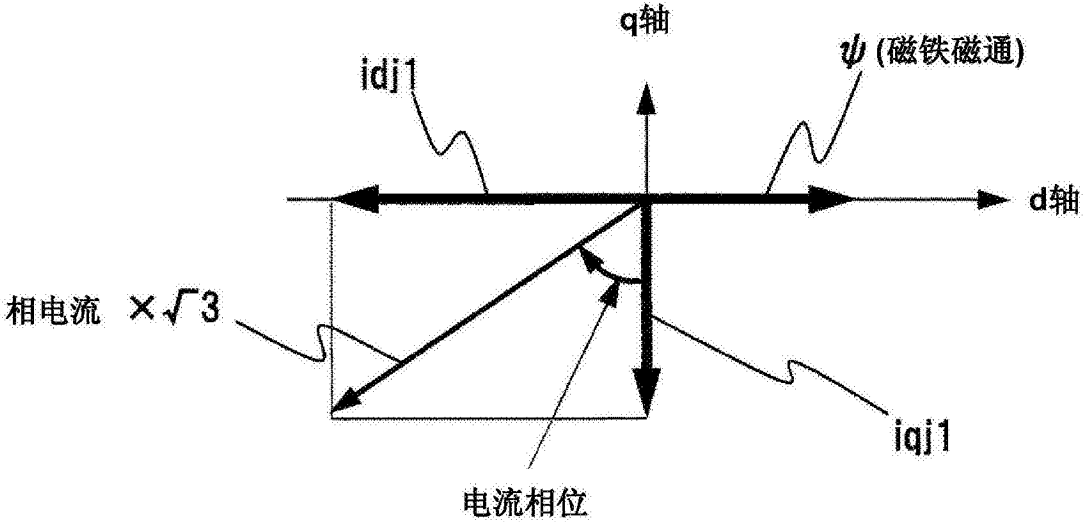


图18

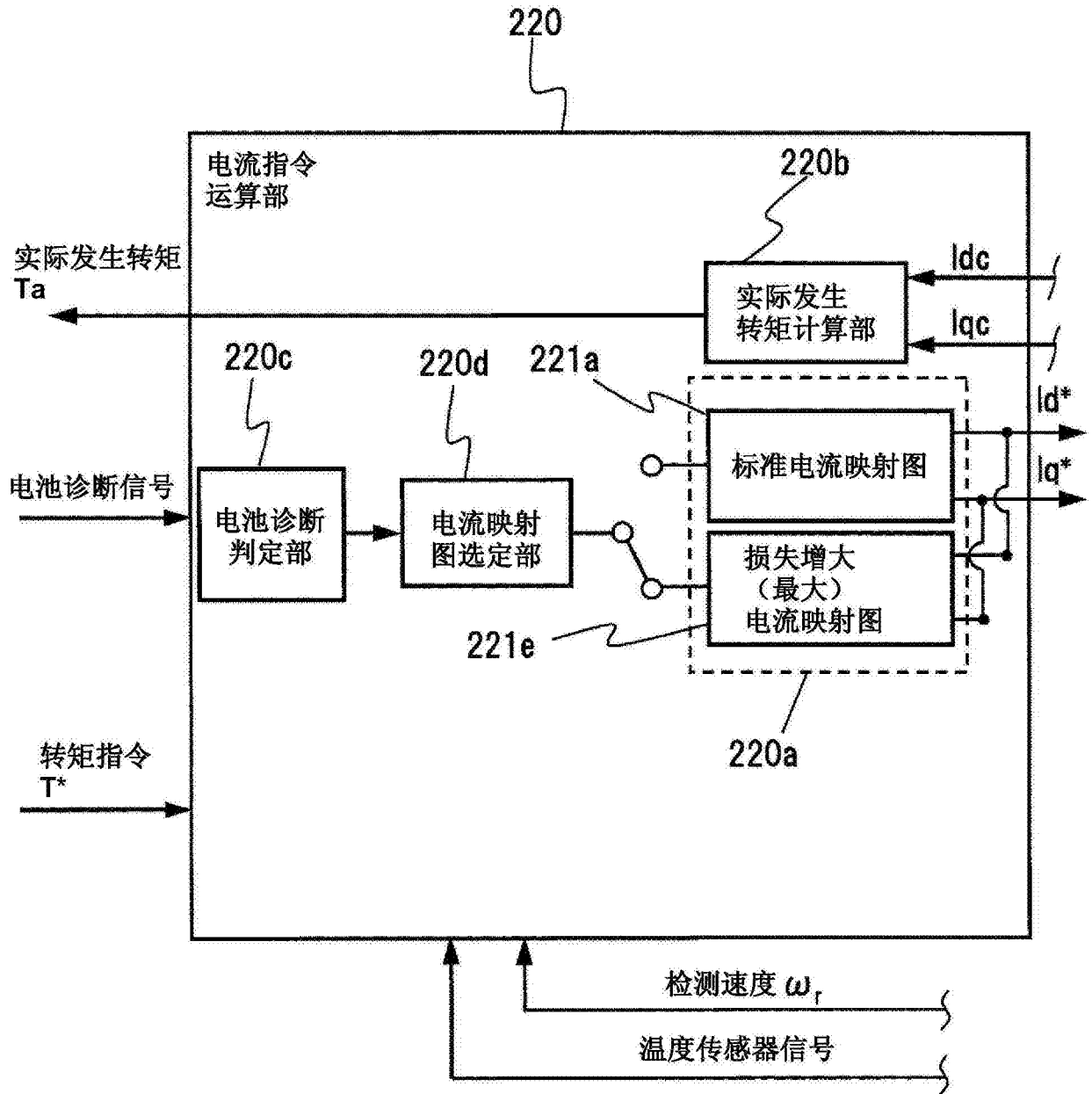


图19

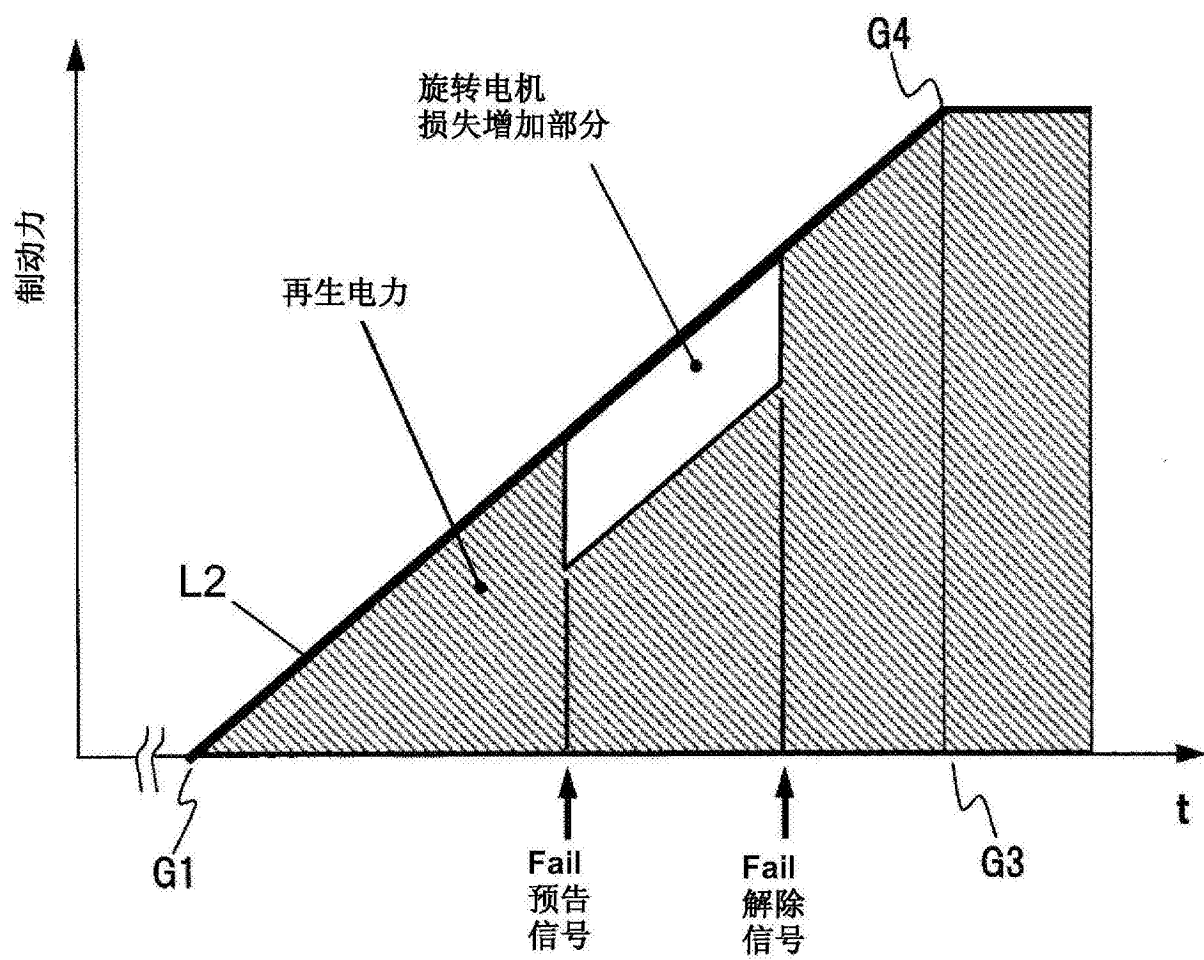


图20

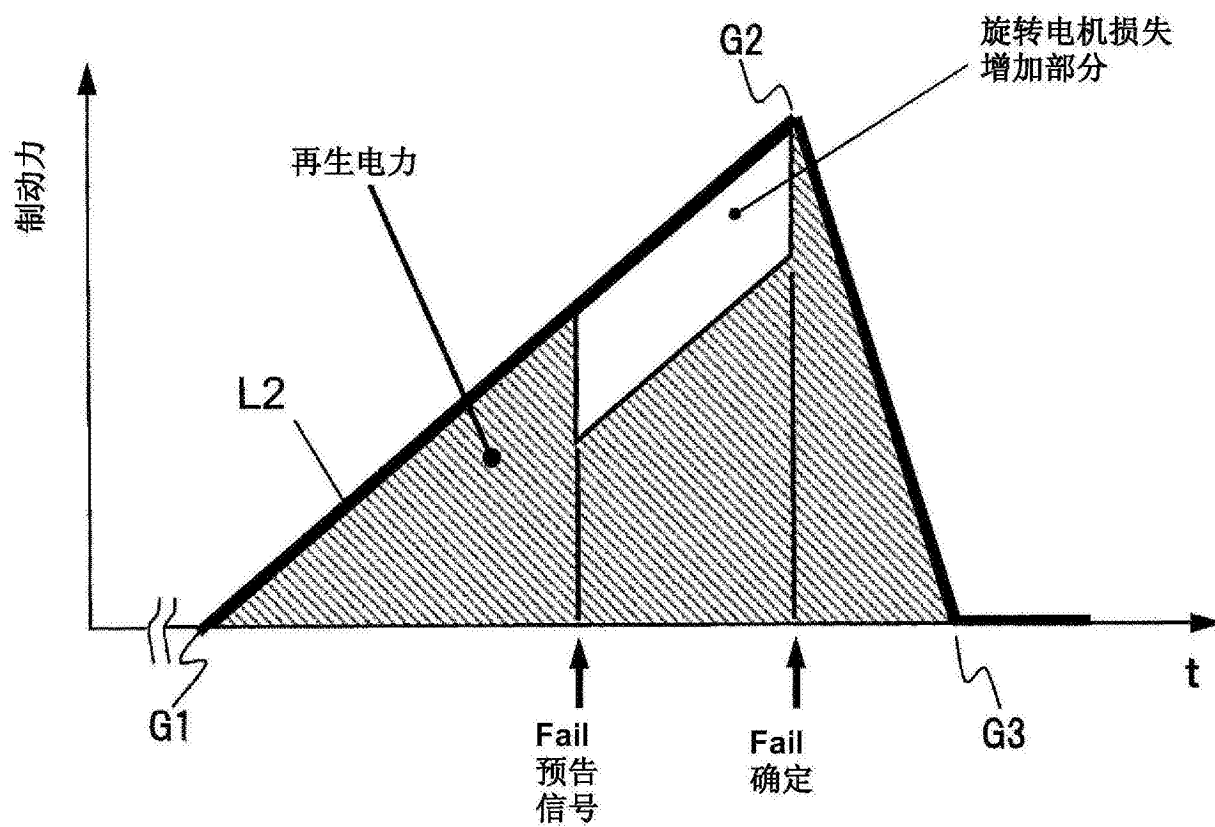


图21

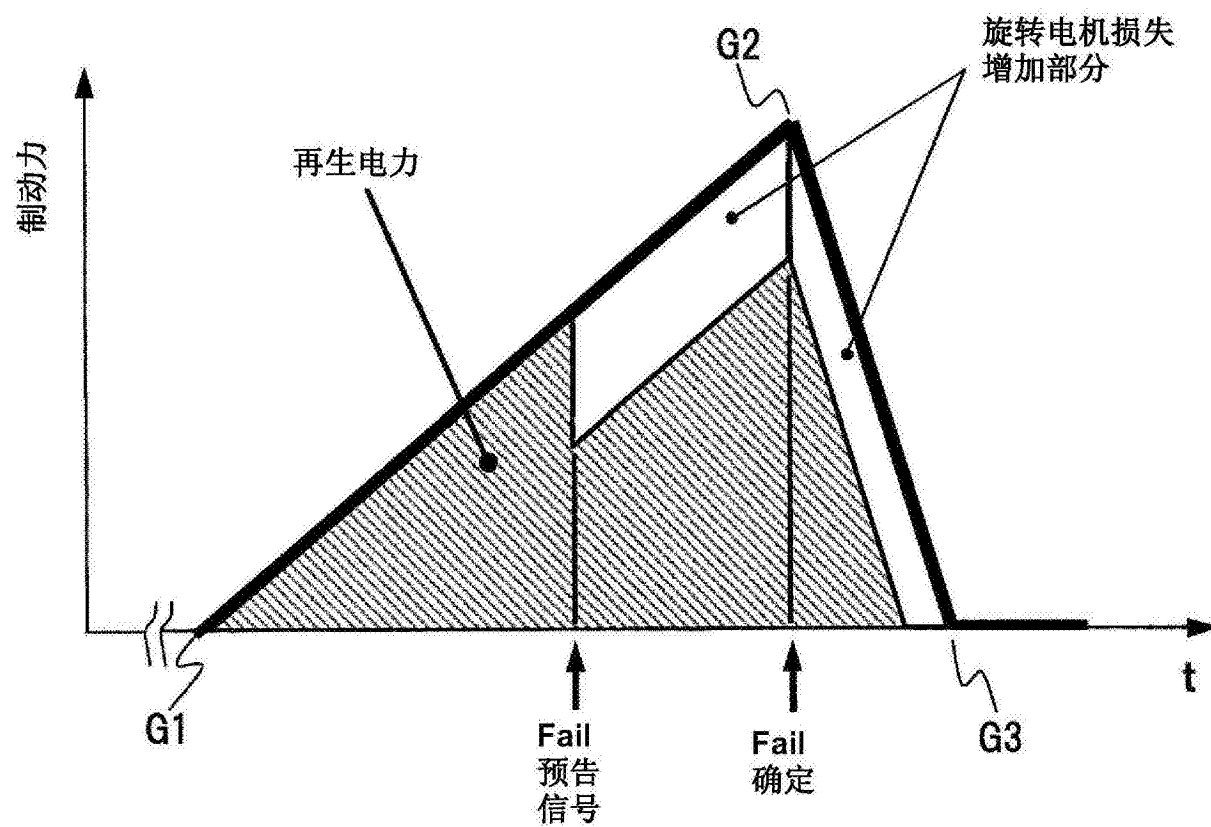


图22

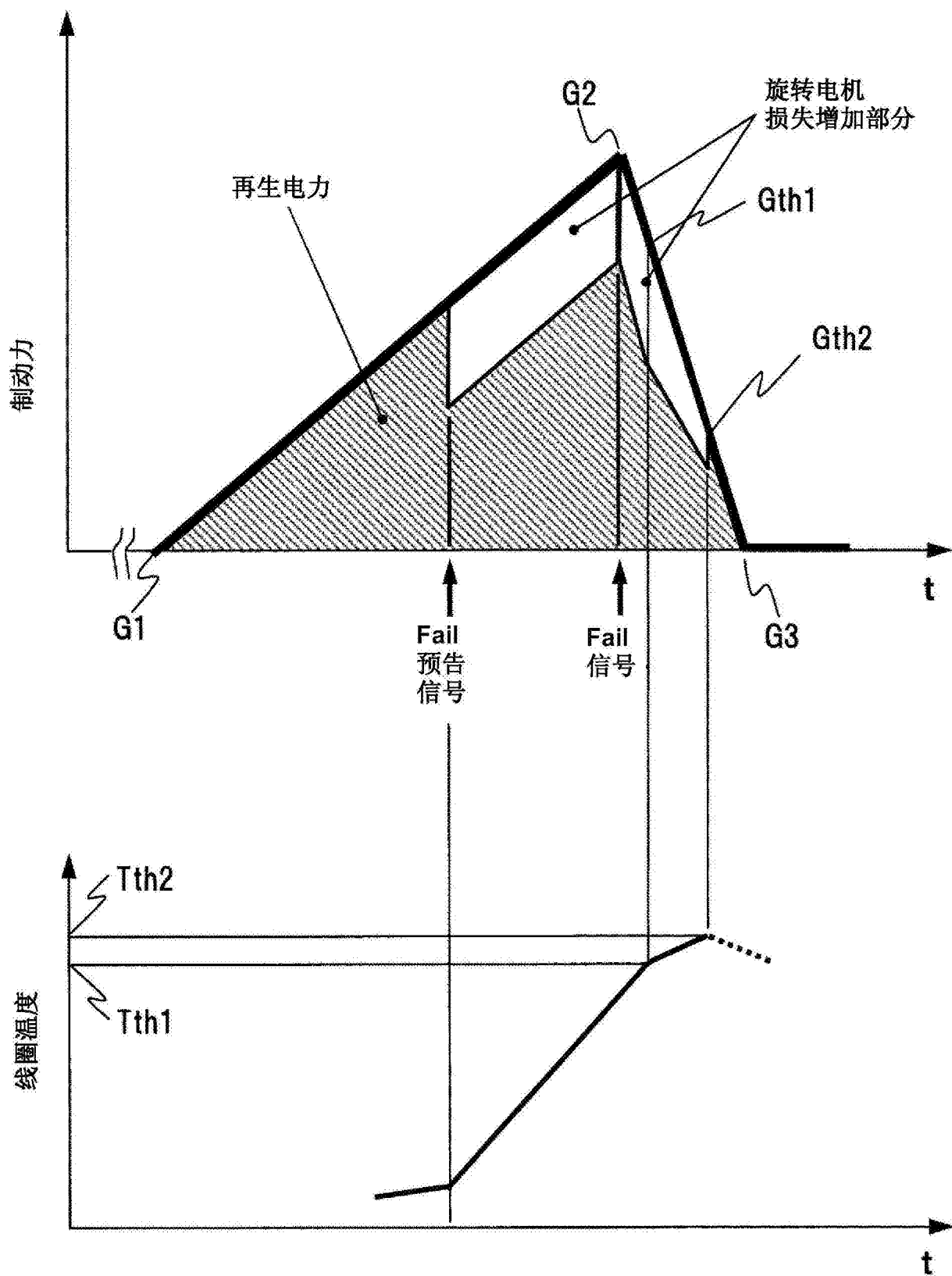


图23

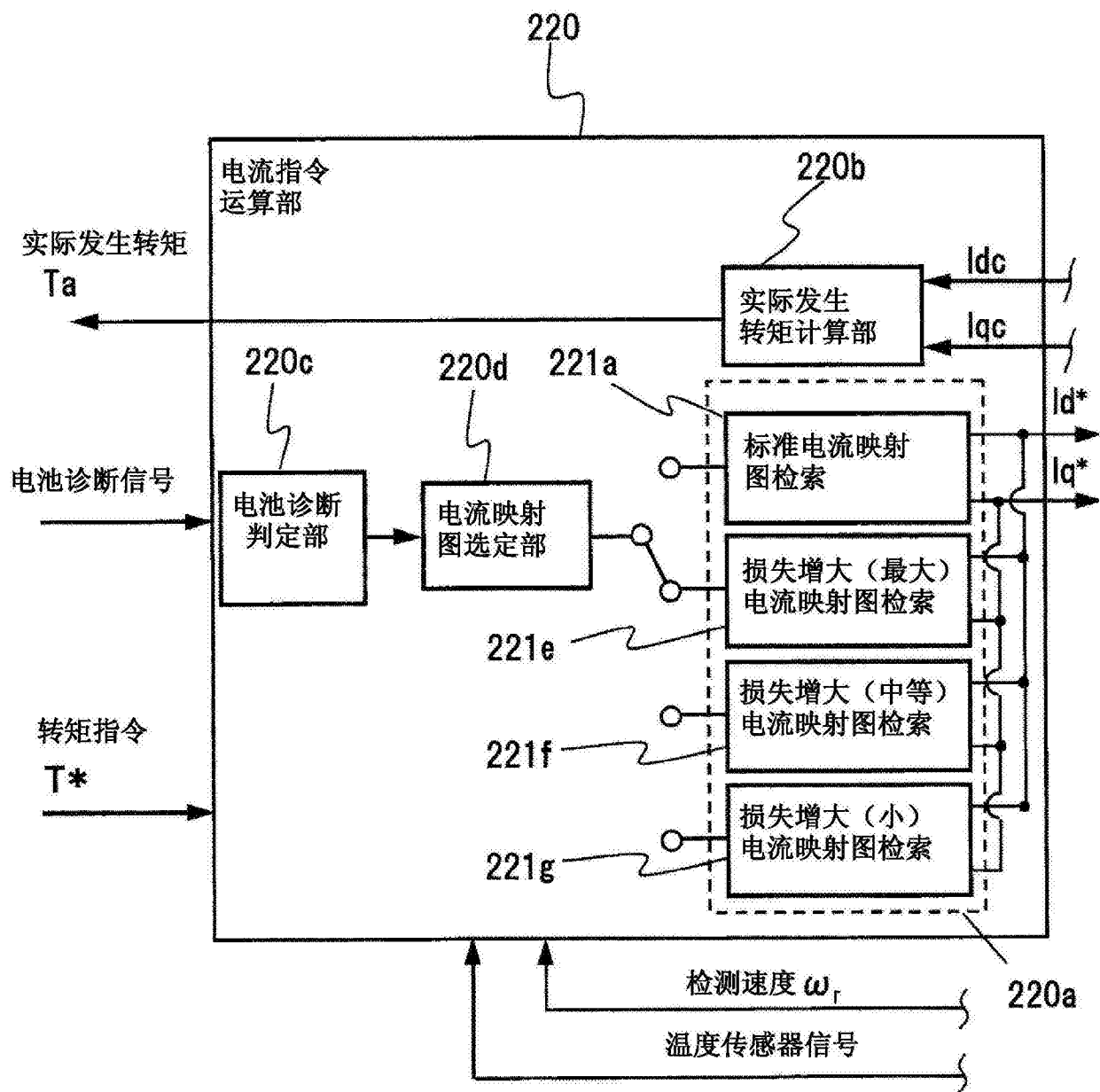


图24

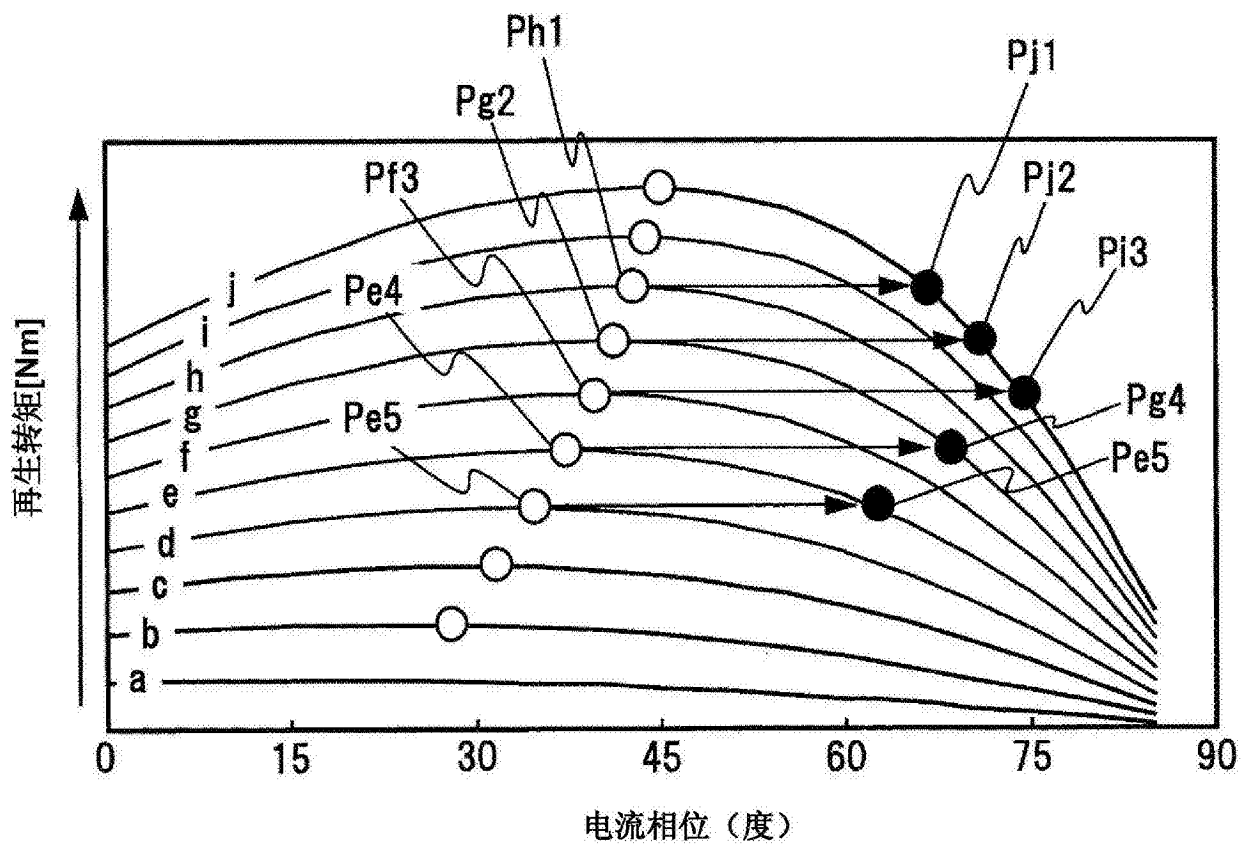


图25

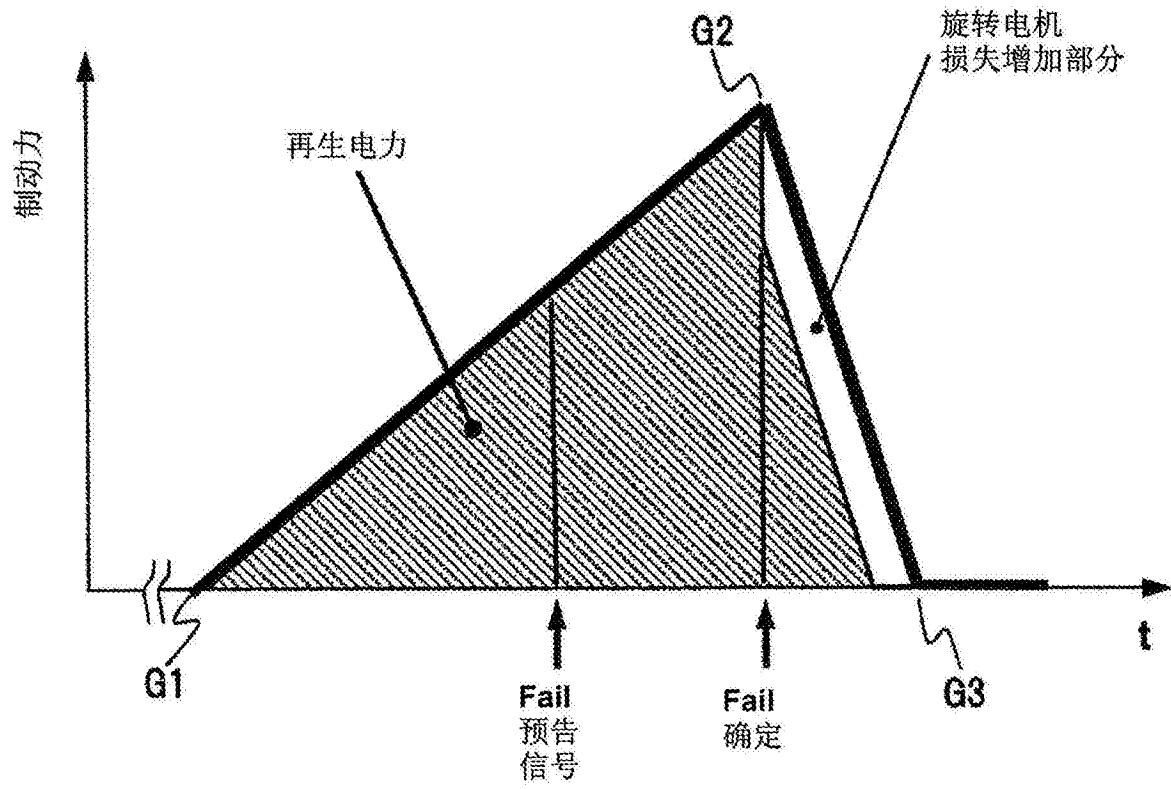


图26