



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102033186 B

(45) 授权公告日 2014. 06. 25

(21) 申请号 201010263197. X

US 2009134881 A1, 2009. 05. 28,

(22) 申请日 2010. 08. 25

US 2002121902 A1, 2002. 09. 05,

(30) 优先权数据

审查员 马丽

2009-232283 2009. 10. 06 JP

(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 吉田毅 野内隆夫

(74) 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司

公司 11322

代理人 龙淳

(51) Int. Cl.

G01R 31/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101223681 A, 2008. 07. 16,

US 4868445 A, 1989. 09. 19,

JP 2003255012 A, 2003. 09. 10,

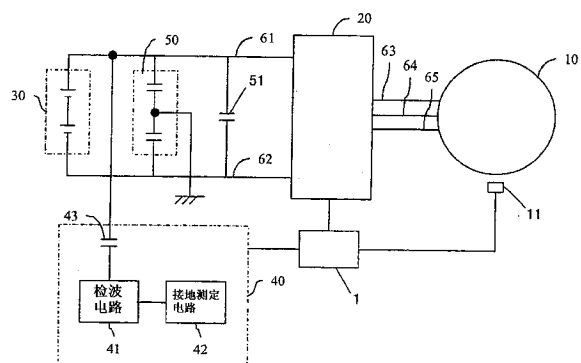
权利要求书1页 说明书5页 附图7页

(54) 发明名称

接地检测装置

(57) 摘要

本发明提供能够容易地检测交流侧的接地的接地检测装置。接地检测装置包括：检波电路(41)，其通过耦合电容器(43)与电池(30)的电源线连接，对包含电动机(10)在内的交流侧发生接地时产生的振幅波进行检测，提取该振幅波的包络线；和测定包络线的电压电平的测定电路(42)。接地测定电路(42)将测得的电压电平与接地判定值进行比较，判定交流侧是否发生接地。由此，在将来自电池(30)的直流电转换成交流电，并利用交流电驱动电动机(10)的驱动系统的交流侧中，即使发生了接地，也能够容易地检测出来。



1. 一种驱动系统的接地检测装置,该驱动系统将来自直流电源的直流电转换为交流电,利用该交流电来驱动电动机,该接地检测装置的特征在于,包括:

提取电路,其通过耦合电容器与所述直流电源的电源线连接,对包含所述电动机在内的交流侧发生接地时因所述电动机的旋转而产生的振幅波进行检测,提取该振幅波的包络线;

测定所述包络线的电压电平的测定电路;和

判定电路,其将由所述测定电路测得的电压电平与接地判定值进行比较,判定交流侧是否发生接地。

2. 如权利要求 1 所述的接地检测装置,其特征在于:

所述判定电路,将由所述测定电路测得的电压电平和预先设定的基准电压电平的差与所述接地判定值进行比较。

3. 如权利要求 1 所述的接地检测装置,其特征在于,还包括:

检查信号输出电路,其通过所述耦合电容器将具有周期波形的接地检查信号施加到所述直流电源的电源线上;和

直流侧接地检测电路,其检测接地检查信号施加时的响应波形,基于该响应波形的变化对包含所述直流电源在内的直流侧的接地进行检测,

所述提取电路提取与所述接地检查信号叠加的所述振幅波的包络线。

4. 如权利要求 3 所述的接地检测装置,其特征在于:

当具有周期波形的所述响应波形的振幅值小于预先设定的接地等同振幅值时,所述直流侧接地检测电路判定直流侧发生了接地。

5. 如权利要求 3 所述的接地检测装置,其特征在于:

具备进行如下控制的控制单元:当所述电动机停止时利用所述直流侧接地检测电路进行直流侧的接地检测;当所述电动机动作时,利用所述提取电路进行提取、利用所述测定电路进行测定并利用所述判定电路进行判定,由此进行交流侧的接地检测。

6. 如权利要求 5 所述的接地检测装置,其特征在于:

当交流侧和直流侧的至少一方检测出接地时,所述控制单元输出使所述驱动系统停止的指令。

7. 如权利要求 1 所述的接地检测装置,其特征在于:

所述接地判定值根据所述电动机的转速来设定。

8. 如权利要求 1 所述的接地检测装置,其特征在于:

所述提取电路是包络线检波电路。

9. 如权利要求 1 所述的接地检测装置,其特征在于:

所述提取电路是全波整流电路。

## 接地检测装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及接地检测装置。

### 背景技术

[0002] 在电动汽车和混合动力汽车中,由于安装有用于使电动机或逆变器(inverter)等设备动作的高压电池,必须具备用于保护乘车人员免受高压的危害的接地检测机构。因此,制定了用于保护乘车人员免受高压的危害的技术标准。例如,必须安装进行如下动作的装置,即,监视通电部与电底盘之间的绝缘电阻,当绝缘电阻值下降到每 1V 工作电压 100  $\Omega$  时,向驾驶员发出警告。

[0003] 现有的接地检测装置主要检测在高压电池侧即直流电侧发生的接地(例如,参考专利文献 1)。专利文献 1 所述的接地检测方法中,通过检测电阻和耦合电容器向直流电源电路供给接地检测信号。然后,对检测电阻和耦合电容器的连接点即接地检测点的电压振幅,以作为周期波形(接地检测信号)的周期的 1/2 的采样周期加以采样,求取在采样周期的第奇数个周期与第偶数个周期所检测出的电压振幅值的差,从而对接地进行判定。

[0004] 然而,因为专利文献 1 中公开的方法是检测电池侧(直流侧)的接地的结构,所以难以进行电动机侧(交流侧)的接地的检测。此外,在交流侧发生接地时,由于与电动机的转速相应的振幅波经由 Y 电容器叠加到周期波形上,上述接地判定可能会变得困难。

[0005] 专利文献 1:专利第 3678151 号公报

### 发明内容

[0006] 本发明是一种驱动系统的接地检测装置,该驱动系统将来自直流电源的直流电转换为交流电,利用该交流电来驱动电动机,该接地检测装置的特征在于,包括:提取电路,其通过耦合电容器与直流电源的电源线连接,对包含电动机在内的交流侧发生接地时产生的振幅波进行检测,提取该振幅波的包络线;测定包络线的电压电平的测定电路;和判定电路,其将由测定电路测得的电压电平与接地判定值进行比较,判定交流侧是否发生接地。

[0007] 通过本发明,能够容易地检测交流侧的接地。

### 附图说明

[0008] 图 1 是说明本发明的接地检测装置的第一实施方式的图。

[0009] 图 2 是说明交流侧发生接地的情况的图。

[0010] 图 3 是说明振幅波的图。

[0011] 图 4 是表示检波电路的第一例的图。

[0012] 图 5 是表示检波电路的第二例的图。

[0013] 图 6 是说明本发明的接地检测装置的第二实施方式的图。

[0014] 图 7 是表示第二实施方式中的检波电路 41 的一个例子的图。

[0015] 图 8 是表示电池侧接地检查中的检查信号的波形、响应波形以及包络线的图。

- [0016] 图 9 是表示电动机侧接地检查中的检查信号的波形、响应波形以及包络线的图。
- [0017] 图 10 是表示接地检测动作的一个例子的流程图。
- [0018] 附图标记说明：
- [0019] 1、主控制器
- [0020] 10、三相交流电动机
- [0021] 11、转速传感器
- [0022] 20、逆变器
- [0023] 30、电池
- [0024] 50、旁路 (line-bypass) 电容器
- [0025] 61、正母线
- [0026] 62、负母线
- [0027] 40、接地检测装置
- [0028] 41、检波电路
- [0029] 42、接地测定电路
- [0030] 43、耦合电容器
- [0031] 44、波形输出电路

### 具体实施方式

[0032] 以下,参照附图对本发明的实施方式进行了说明。

[0033] 第一实施方式

[0034] 图 1 是用于说明本发明的接地检测装置的第一实施方式的图。在此,以利用电池对电动机进行逆变驱动的车辆驱动系统中的接地检测装置为例进行说明。并且,在第一实施方式中,对电动机侧(交流侧)的接地检测进行说明。

[0035] 驱动系统具备主控制器 1、三相交流电动机(以下称为电动机)10、逆变器 20、作为直流电源的电池 30 以及接地检测装置 40。电池 30 是作为高压直流电源(例如输出电压  $V_B = 340V$ ) 设置的电池组,与车体(未图示)电绝缘。电池 30 与逆变器 20 由作为直流正极输电线的正母线 61 和作为直流负极输电线的负母线 62 连接。逆变器 20 是将直流电转换成交流电的电力转换装置,由电池 30 向逆变器 20 供给直流电,逆变器 20 将直流电转换成交流电供给到电动机 10。

[0036] 电容器 51 用以构成对因开关动作而产生的直流电压的变动进行抑制的平滑电路。此外,在正母线 61 和负母线 62 设置有用于消除叠加在直流电源上的噪声的旁路电容器(Y 电容器)50。逆变器 20 对电动机 10 的交流供电通过 U 相线 63、V 相线 64 和 W 相线 65 进行。电动机 10 的转速由转速传感器 11 测得,检测信号输入至主控制器 1 中。

[0037] 正母线 61 上连接有接地检测装置 40。另外,亦可将接地检测装置 40 与负母线 62 连接。接地检测装置 40 具备检波电路 41 和接地测定电路 42。检波电路 41 是从电动机接地时电源线中产生的振幅波中提取包络线的电路,通过耦合电容器 43 与正母线 61 连接。由耦合电容器 43 阻断正母线 61 的直流成分。接地测定电路 42 监视检波电路 41 所测得的包络线的电压电平,在电压电平超过阈值时,判定电动机侧发生了接地。

[0038] 图 2 是说明交流侧发生接地的情况的图。在此表示了电动机 10 的 W 相线发生接地

的情况,接地导致在 W 相线与接地电位之间等效地产生接地电阻 70。又因电动机 10 旋转时定子绕组中会产生感应电压,所以旋转的电动机 10 能视为电压源。因此,当电动机负荷的交流侧发生接地时,在该电压源的影响下,在电源线中产生作为电压电平的变动的振幅波。

[0039] 例如,当如图 2 所示电动机 10 的 W 相发生接地时,电压源成为在其他相(U 相、V 相)中产生的二相交流电。图 2 中,如符号 80 的箭头所示,所产生的振幅波经由接地电阻 70 ~ Y 电容器 50 的接地位置 ~ 耦合电容 43 这一路径,输入到接地检测装置 40 中。

[0040] 图 3 是说明电动机接地时产生的振幅波的图。纵轴表示电压电平。图 3(a) 表示电动机 10 未发生接地时的波形示例图。在此情况下,由于没有产生振幅波,通过耦合电容器 43 连接的接地检测装置 40 侧的电压电平 V100 恒定。另一方面,当电动机 10 发生接地时,上述振幅波叠加到电源线的电压上,检测到如图 3(b)、(c) 所示的振幅波 V101、V102。

[0041] 振幅波 V101、V102 的频率根据电动机 10 的特性(转速、极数等)而变化。具体来说,振幅波的频率与公式  $f = NP/120$  (N:转速,P 极数)算得的值相关联。图 3(b) 表示转速较低的情况,图 3(c) 表示转速较高的情况。此外,振幅波不但具有与转速 N 相关联的频率成分,并且转速 N 越高则振幅值越低。

[0042] 本实施方式中,通过监视这样的电压电平的变动,即自图 3(a) 的线 100 所示的基准电平的变动  $\Delta V$ ,进行发生接地的判定。线 111、112 分别是振幅波 V101、V102 的包络线。包络线 111、112 的电压电平相对基准电压电平高出  $\Delta V1$ 、 $\Delta V2$ 。例如,在这样的电压电平的变动  $\Delta V1$ 、 $\Delta V2$  超过阈值时判定为接地发生,但由于转速 N 的变化会造成变动  $\Delta V$  发生变化,因而阈值的设定要根据转速传感器 11 所测得的转速来进行。

[0043] 例如,将与转速相对应的多个阈值作为表加以存储,根据所测得的转速和表来选择阈值。当接地判定由接地检测装置 40 进行时,将表存储在接地检测装置 40 内;当接地判定由主控制器 1 进行时,将表存储在主控制器 1 内。也可以代替表将转速代入计算式中从而设定阈值。

[0044] 如上所述,检波电路 41 是提取振幅波的包络线的电路,具体而言,具有如图 4 或图 5 所示的结构。图 4 所示的第一例为所谓的包络线检波电路,在二极管检波(二极管 D01)的后段具有组合电阻 R01 和电容器 C01 而成的时间常数电路。通过使时间常数与信号的周期一致,能够将信号波形的包络线提取出来。通过耦合电容器 43 输入的振幅波被二极管 D01 所整流。该输出的高频成分被电容器 C01 除去,低频成分被电容器 C01 平滑。

[0045] 此外,如果电容器 C01 和电阻 R01 的时间常数过大,则电容器 C01 放电所致的电压下降的倾斜度变得比振幅波的包络线的倾斜度更平缓,从而无法得到正常的输出波形,因此,在检波电路 41 中适当地设定电容器 C01 和电阻 R01 的时间常数,使得输出波形成为与输入波形的包络线相近的波形。检波电路 41 的部件个数少,部件本身也低廉,因此能将成本控制得较低。

[0046] 接地测定电路 42 检测由检波电路 41 得到的包络线的电压。通过计算该测得的电压与基准电压电平的差值,可得到  $\Delta V1$ 、 $\Delta V2$ 。接地测定电路 42 基于  $\Delta V1$ 、 $\Delta V2$  进行接地判定,例如,在  $\Delta V1$ 、 $\Delta V2$  超过阈值时判定为发生接地。此时,变动  $\Delta V$  因转速的不同而不同,因此接地判定的阈值根据转速来设定。

[0047] 如图 5 所示的第二例中,检波电路 41 由具有 4 个二极管 D02 ~ D05 的全波整流电路所构成。输入的振幅波由二极管桥全波整流,其输出由电阻 R02 和电容器 C02 的并联电

路所承受。

[0048] 像这样,在第一实施方式中,通过具备检波电路 41,提取因电动机侧的接地而产生的振幅波的包络线,基于该包络线的电压电平的变动来检测电动机侧是否发生了接地。因此,能够容易地检测电动机侧的接地。此外,虽然包络线的电压电平根据电动机的转速而变化,但由于接地判定的阈值根据电动机的转速设定,因而能够更可靠地进行接地检测。另外,由于采用判定包络线的电压电平的电路,所以检测包络线的电路变得简单,能够实现低成本。

[0049] 第二实施方式

[0050] 图 6 是用于说明本发明的接地检测装置的第二实施方式的图。接地检测装置 40 具备检波电路 41、接地测定电路 42、耦合电容器 43 和波形输出电路 44。第一实施方式中针对检测电动机侧的接地的接地检测装置进行了说明,而第二实施方式是能够既能够检测电动机侧(交流侧)的接地又能够检测电池侧(直流侧)的接地的结构。因此,检波电路 41 具备对应电动机侧的接地的电路和对应电池侧的接地的电路。

[0051] 图 7 是表示检波电路 41 的一个例子的图。电路 411 是对应电动机侧的接地的电路,与第一实施方式的检波电路 41 同样地提取振幅波的包络线。具体地,具有如图 4 或图 5 所示的结构。另一方面,电路 412 是对应电池侧的接地的电路,具备电阻 R32、电容器 C33 和稳压二极管 D34。电路 412 与波形输出电路 44 所组成的结构,构成了一般的交流电压分压型的接地检测电路。

[0052] 波形输出电路 44 输出具有周期波形的接地检查用的信号(以下称为检查信号)。例如,将频率 10Hz、具有 0-5V 振幅的占空比 50%的矩形波信号作为检查信号输出。检查信号叠加在作为测定对象电路的正母线 61 上。

[0053] 交流电压分压型的接地检测中,通过检测电阻 R31 和耦合电容器 43 来施加波形输出电路 44 的检查信号(交流信号),根据检测电阻 R31 与耦合电容器 43 的连接点 A 的响应波形的振幅变化来检测绝缘电阻的变化。图 8(a) 表示通过耦合电容器 43 叠加在正母线 61 上的检查信号的一个例子。图 8(b) 和图 8(c) 表示在施加了如图 8(a) 所示的矩形波信号时连接点 A 处的响应波形。此外,上升时和下降时的波形失真是由延迟等引起的。

[0054] 图 8(b) 的响应波形表示电池侧和电动机侧都未发生接地的正常时的波形。令此时的振幅为  $V_{r1}$ 。另一方面,当电池侧发生接地时,由于车辆侧的阻抗中增加了接地电阻,所以图 8(c) 所示的响应波形的振幅  $V_{r2}$  比未发生接地时的振幅  $V_{r1}$  小。接地测定电路 42 通过捕捉该响应波形的振幅的变化来判定电池侧是否发生接地。实际上,可以预先将等同于接地时的振幅值设定为阈值,当响应波形的振幅值小于该阈值时,判定直流侧发生了接地。

[0055] 图 9 是说明电动机侧发生了接地时的响应波形的图。图 9(a) 与图 8(a) 相同,是表示检测信号(输出波形)200 的图。此外,图 9(b) 表示正常时的响应波形,与图 8(b) 相同。而图 9(c) 表示电动机侧发生接地时的响应波形。当电动机侧发生接地时,在图 8(b) 所示的波形上会叠加频率与电动机 10 的转速相关的振幅波。

[0056] 当图 9(c) 所示的波形 202 的信号(响应波)通过用于提取振幅波的包络线的电路 412 时,能够提取出如图 9(d) 的符号 203 所示的包络线。图 9(d) 同时表示了未接地时的波形 201、振幅波叠加在检查信号上而得的波形 202、以及包络线 203。若以未发生接地时的波形 201 的电压电平作为基准电平,则根据振幅波得到的包络线 203 的电压电平相对于

基准电压产生  $\Delta V$  的变动。当该电压电平的变动  $\Delta V$  超过阈值时,判定为发生了接地。

[0057] 接地检测动作

[0058] 图 10 是表示图 7、图 8 所示接地检测装置中的接地检测动作的一个例子的流程图。在此说明由主控制器来进行该控制的情况,但也可由接地测定电路 42 进行该控制。例如,该流程图的处理从车辆的总开关接通时开始。在步骤 S100 中,判定电动机 10 处于停止状态还是动作状态。即、当电动机的转速  $N$  为  $N = 0$  时判定为停止状态,前往步骤 S110。另一方面,当转速  $N$  为  $N > 0$  时判定为动作状态,前往步骤 S130。

[0059] 当前进至步骤 S110 时,因为电动机 10 不旋转,所以即使电动机侧发生了接地也因未产生振幅波而无法得到包络线。因此,发出禁止包络线检波功能的指令,禁止利用包络线检波来进行接地检测的功能。然后,在步骤 S120 中,发出使 DC 线接地检测功能动作的指令。即,进行图 9 的使用了电路 412 的电池侧的接地检测。即,将由接地测定电路 42 测得的响应波形的振幅值(图 8 的  $V_{r1}$  和  $V_{r2}$ )与接地判定的阈值进行比较。接地判定的阈值是将绝缘电阻值换算为电压电平而得的值。

[0060] 在从步骤 S120 前进至步骤 S140 时,根据步骤 S120 的比较结果判定电池侧是否发生接地。当振幅值低于阈值时,判定发生了接地,前往步骤 S150。反之,当振幅值为阈值以上时,认为未发生接地,前往步骤 S160。

[0061] 当在步骤 S140 中判定为发生了接地、前进至步骤 S150 时,停止驱动系统,结束一连串的接地检测动作。另一方面,当判定未发生接地、前进至步骤 S160 时,使驱动系统的动作继续进行,返回步骤 S100。

[0062] 另一方面,当在步骤 S100 中判定电动机 10 的转速  $N$  为  $N > 0$ 、前进至步骤 S130 时,在步骤 S130 中,利用对电动机侧的接地加以检测的检波电路 412 进行接地检测动作。即、接地测定电路 42 对由检波电路 412 所得的包络线的电压电平进行测定,将其相对于基准电平的电压电平的变动  $\Delta V$  与阈值进行比较。在从步骤 S130 前进至步骤 S140 时,根据步骤 S130 的比较结果判定电动机侧是否发生了接地。如果判定为发生了接地则前进至步骤 S150,如果判定为未发生接地则前进至步骤 S160。

[0063] 如上所述,在第二实施方式中,除了对电池侧(直流侧)的接地进行检测的现有的接地检测装置外,还设置有用于求取因电动机侧(交流侧)的接地而产生的振幅波的包络线的电路 412。而且,通过在电动机 10 不旋转的状态下进行电池侧的接地的检测,能够不受振幅波的影响地可靠地进行电池侧的接地的检测。若通过该检测确认电池侧未发生接地,则在电动机 10 旋转的状态下进行电动机侧的接地检测。若确认电动机侧未发生接地,则由电路 411 进行的直流侧的接地检测结果也有足够高的可信度。即、通过第二实施方式的结构,能够可靠地检测电池侧和电动机侧两者的接地,实现了安全性的提高。

[0064] 上述各实施方式可以分别单独使用或组合起来使用。因为各实施方式的效果能够单独发挥或组合发挥。此外,只要不丧失本发明的特征,本发明并不限于上述实施方式。例如,虽然上述实施方式中施加矩形波脉冲作为检查信号,但只要是周期性变化的信号,即使不是矩形波亦可。

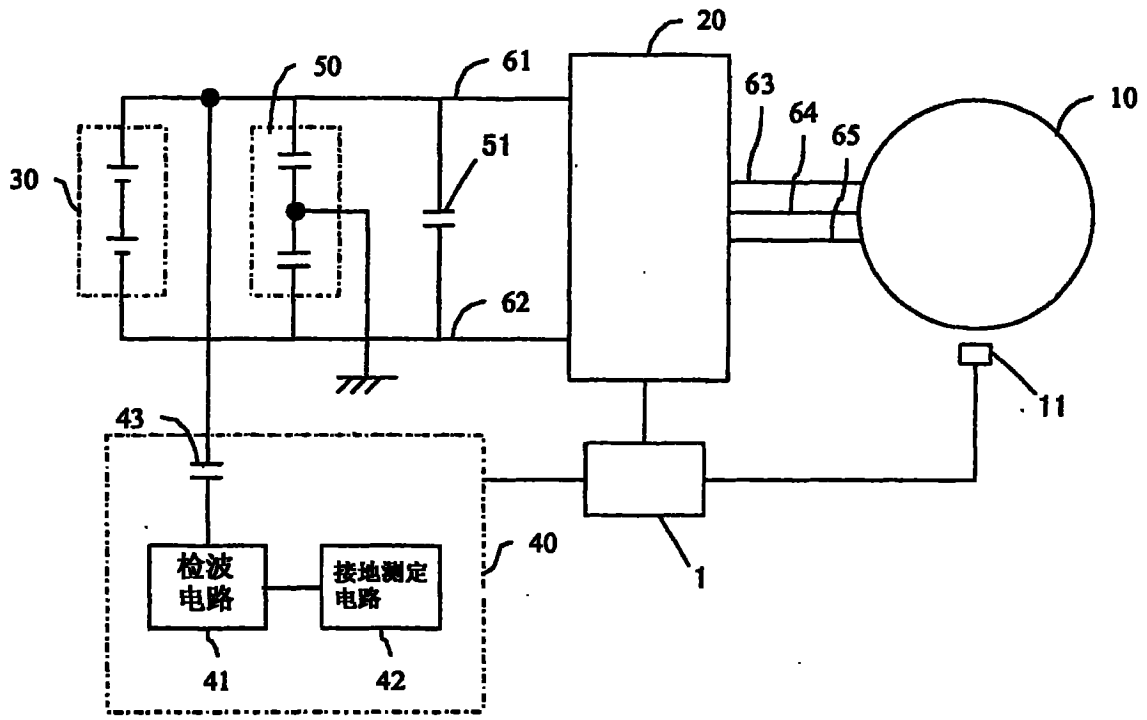


图 1

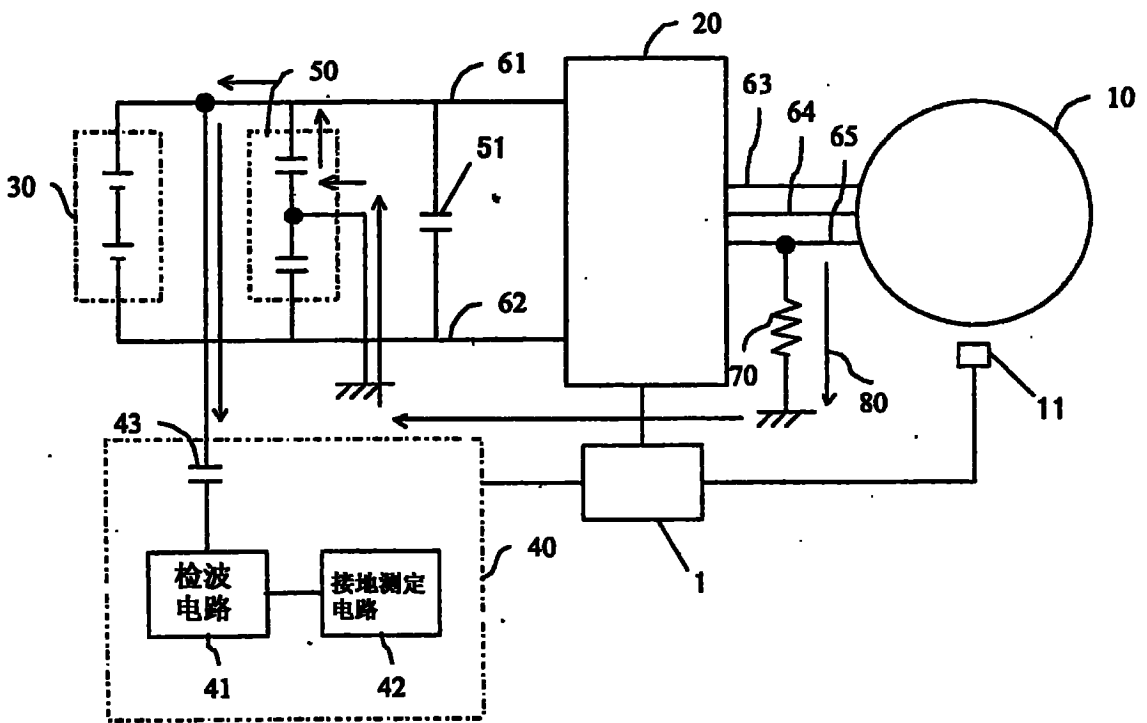


图 2



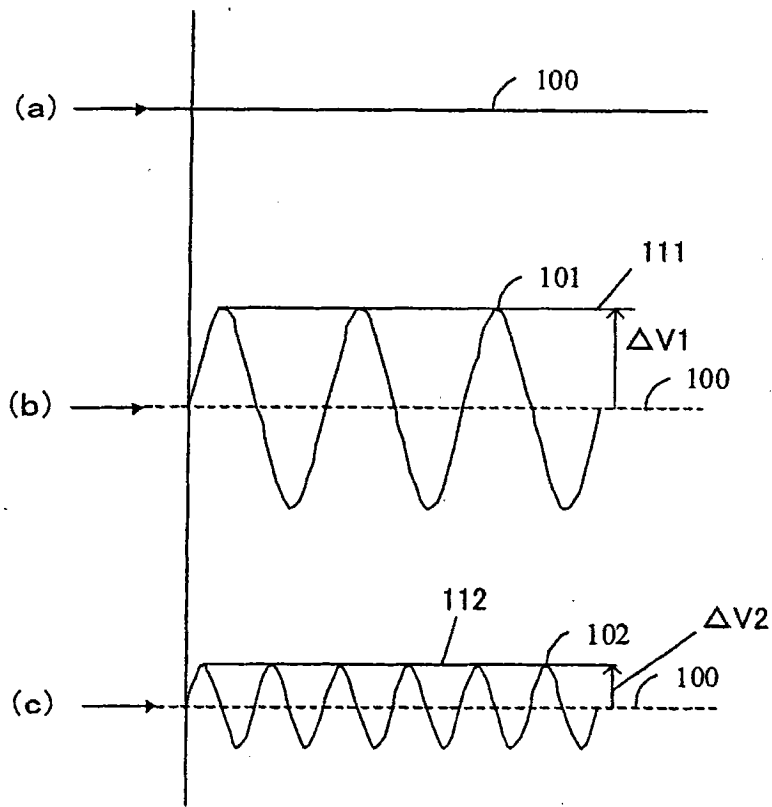


图 3

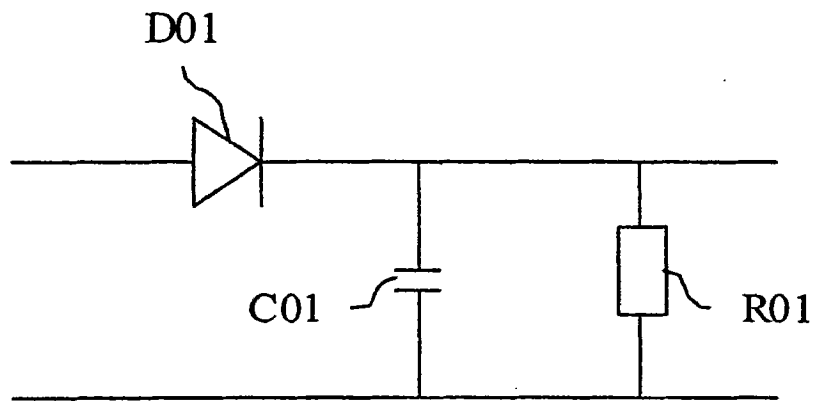


图 4

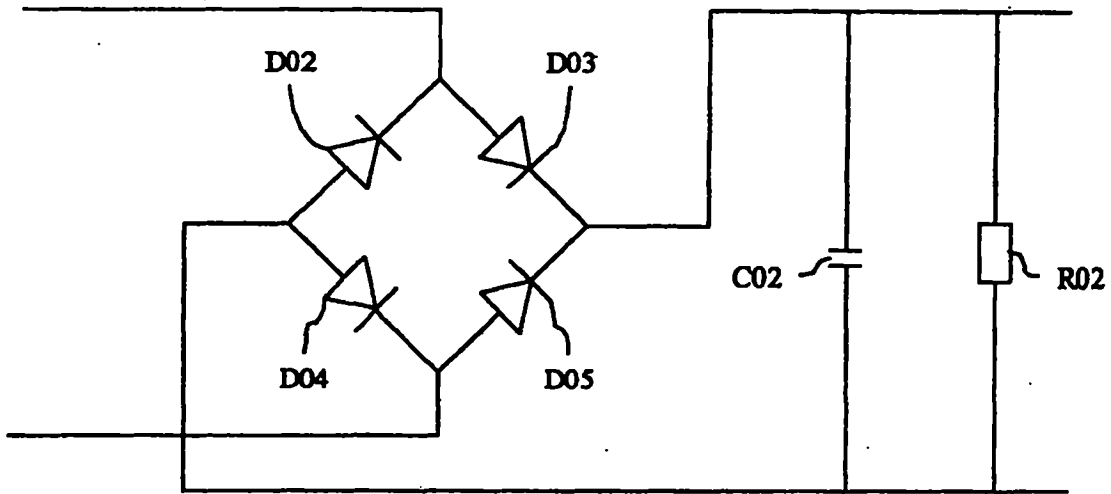


图 5

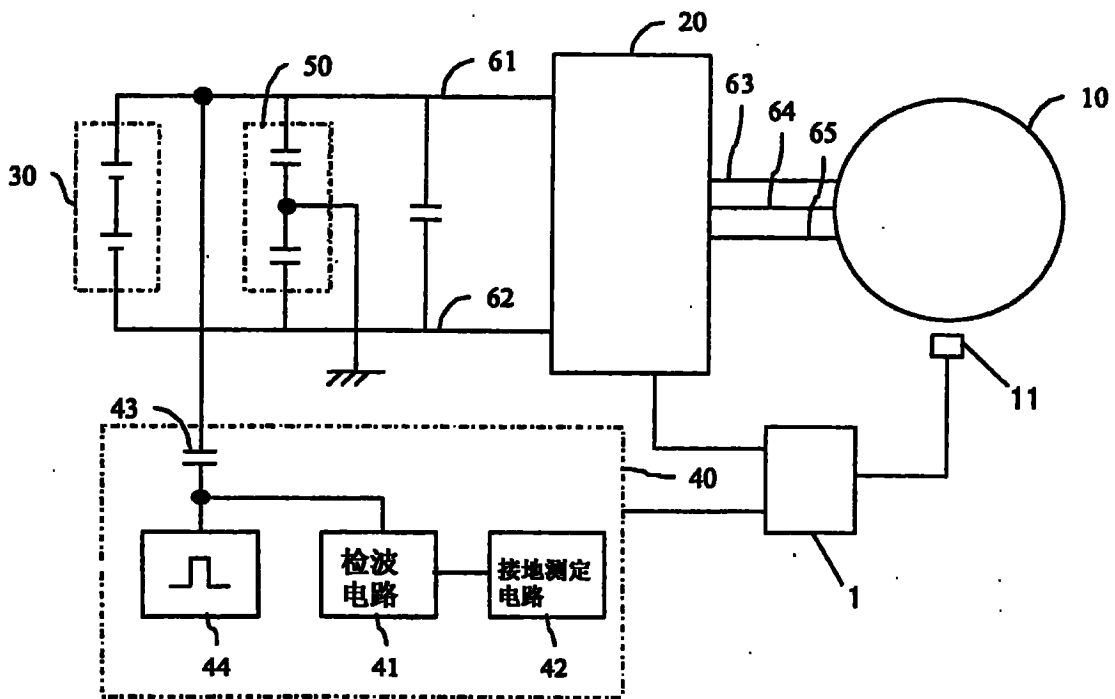


图 6

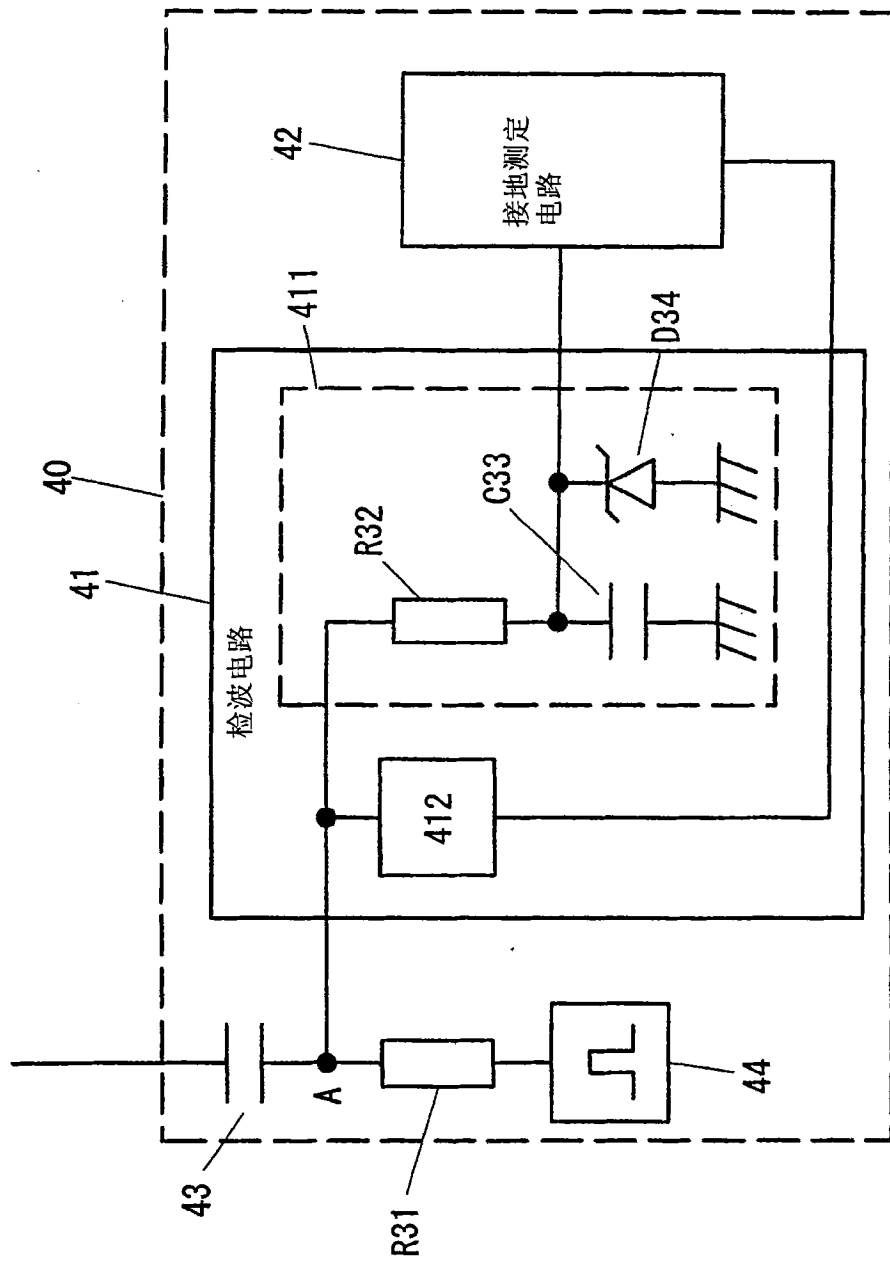


图 7

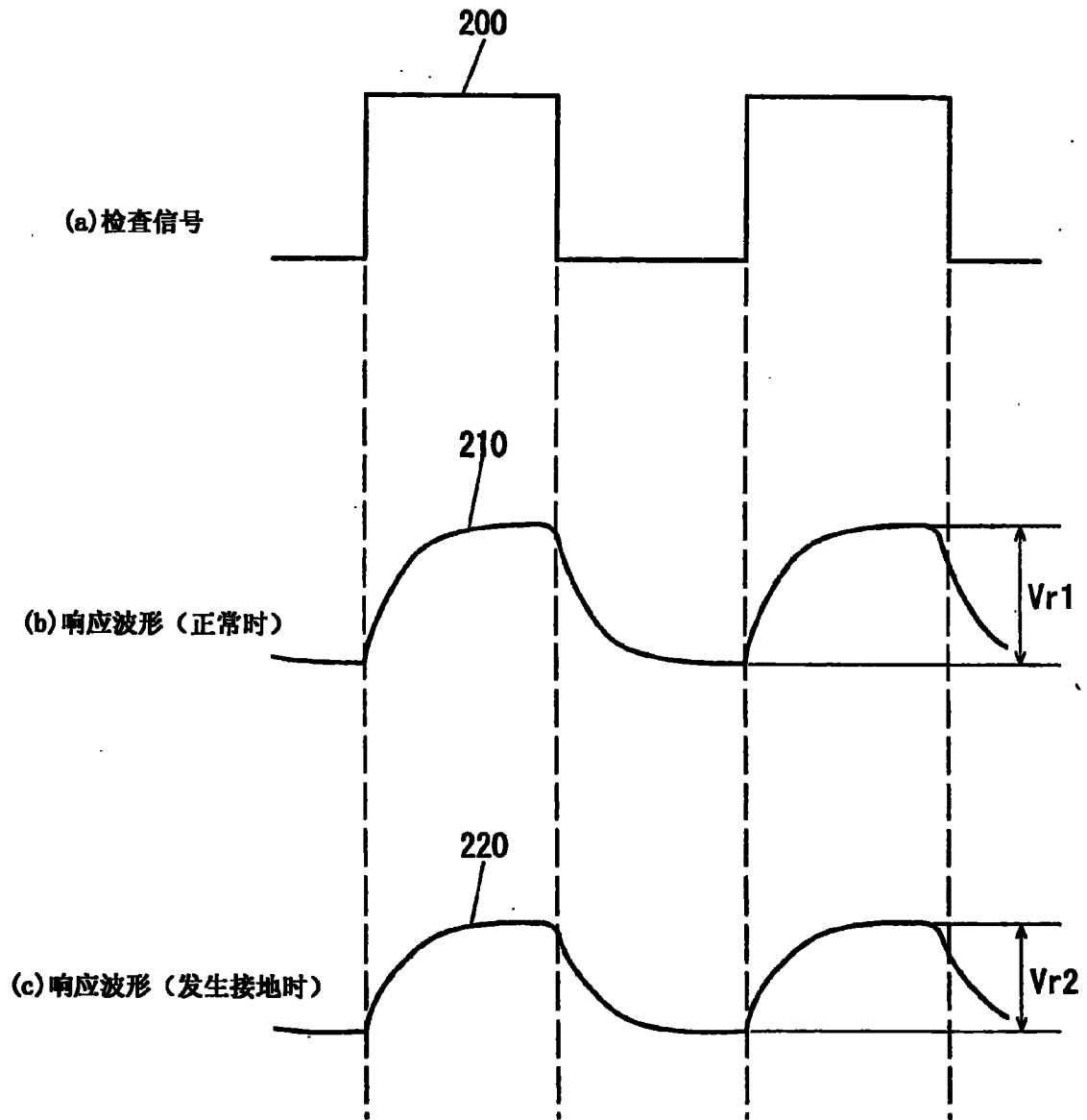


图 8

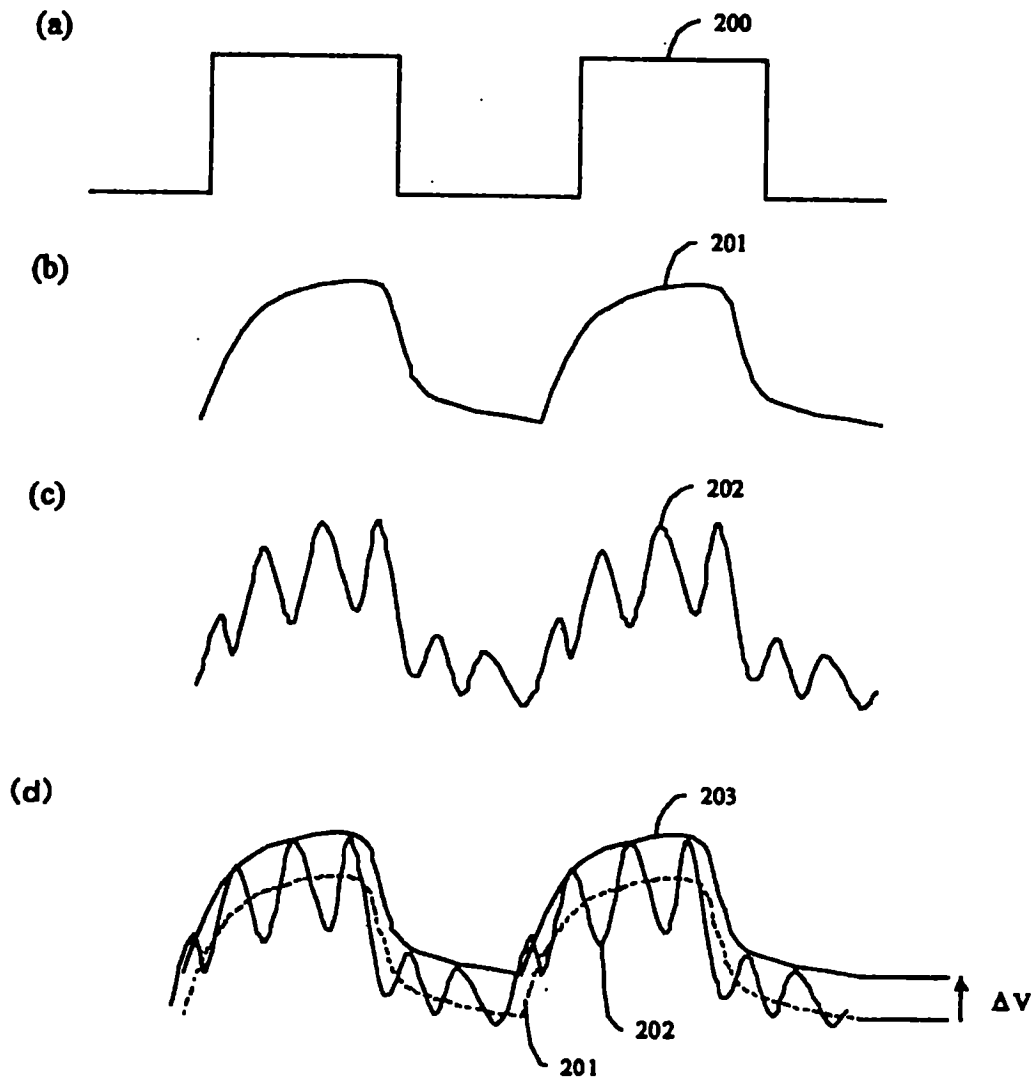


图 9

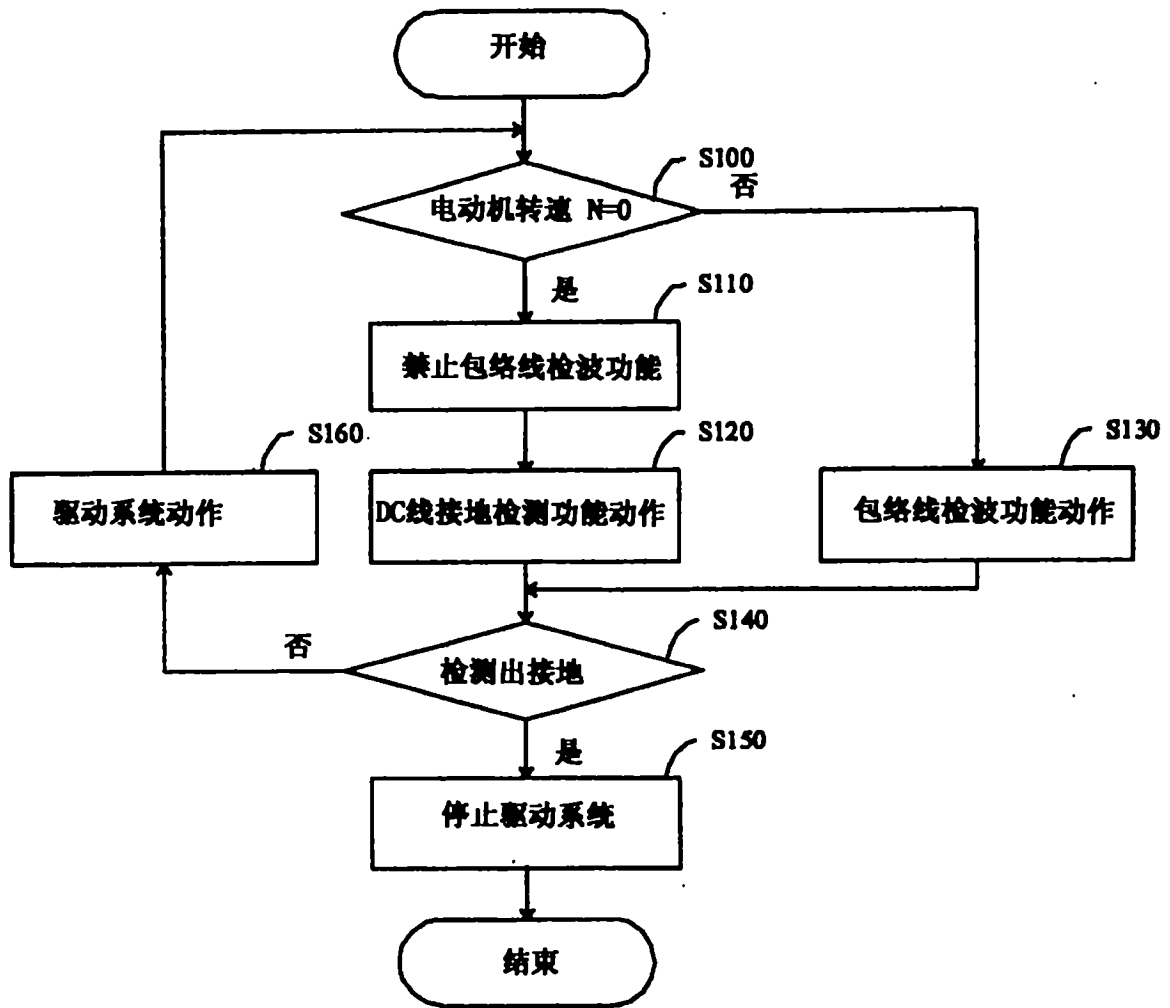


图 10