



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111630763 B

(45) 授权公告日 2023. 06. 30

(21) 申请号 201880087335.8

(22) 申请日 2018.11.05

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111630763 A

(43) 申请公布日 2020.09.04

(30) 优先权数据

2018-010547 2018.01.25 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2020.07.22

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2018/041007 2018.11.05

(87) PCT国际申请的公布数据

W02019/146209 JA 2019.08.01

(73) 专利权人 株式会社电装

地址 日本爱知县

(72) 发明人 山中豊

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

专利代理师 吕文卓

(51) Int.Cl.

H02M 3/155 (2006.01)

(56) 对比文件

JP 2014128183 A, 2014.07.07

JP 2015171246 A, 2015.09.28

CN 1607715 A, 2005.04.20

审查员 周素梅

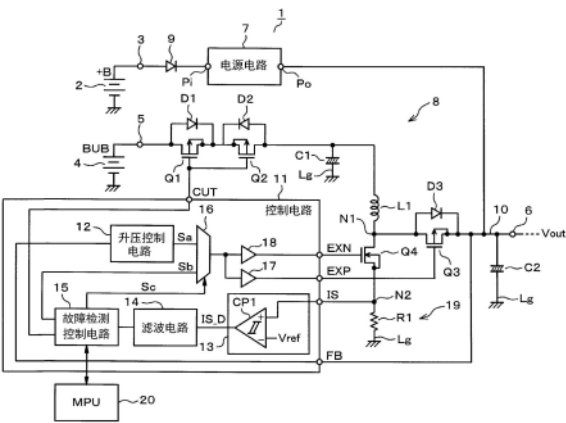
权利要求书2页 说明书12页 附图12页

(54) 发明名称

升压型开关电源电路

(57) 摘要

升压型开关电源电路(8, 22, 32, 42, 52, 62, 72, 82), 具备: 升压控制电路(12), 控制开关元件(Q4)的驱动而执行升压动作; 故障检测控制电路(15, 64, 83), 控制上述开关元件的驱动而检测上述开关元件的故障; 电流检测部(19, 33, 43, 63, 73), 检测流过上述开关元件的电流; 以及切换部(16), 进行切换以使得上述升压控制电路以及上述故障检测控制电路中的某一方能够控制上述开关元件的驱动。在上述升压动作的执行前, 上述切换部进行切换以使得通过上述故障检测控制电路来控制上述开关元件的驱动, 上述故障检测控制电路将上述开关元件进行导通驱动, 基于上述电流检测部的电流的检测结果, 检测上述开关元件的开路故障。



1. 一种升压型开关电源电路(8,22,32,42,52,62,72,82),具备电感器(L1)和通过导通而使流过上述电感器的电流增加的开关元件(Q4),进行将经由输入端子(5)供给的输入电压升压的升压动作,其特征在于,

具备:

升压控制电路(12),控制上述开关元件的驱动而执行上述升压动作;

故障检测控制电路(15,64,83),控制上述开关元件的驱动而检测上述开关元件的故障;

电流检测部(19,33,43,63,73),检测流过上述开关元件的电流;以及

切换部(16),进行切换以使得上述升压控制电路以及上述故障检测控制电路中的某一方能够控制上述开关元件的驱动,

在上述升压动作的执行前,

上述切换部进行切换以使得通过上述故障检测控制电路来控制上述开关元件的驱动,

上述故障检测控制电路将上述开关元件进行导通驱动,基于上述电流检测部的电流的检测结果,检测上述开关元件的开路故障,

上述升压控制电路输出用于控制上述开关元件的驱动的控制信号,

上述故障检测控制电路输出用于控制上述开关元件的驱动的控制信号,上述切换部具备进行将从上述升压控制电路及上述故障检测控制电路输出的各控制信号中的某一方输出的切换动作的选择器,并进行切换,以使得基于从上述选择器输出的控制信号将上述开关元件驱动,从而上述升压控制电路及上述故障检测控制电路中的某一方能够控制上述开关元件的驱动。

2. 如权利要求1所述的升压型开关电源电路,其特征在于,

还具备串联地介于从上述输入端子到上述电感器的电源供给路线中的通断电用开关,

上述通断电用开关(Q1,Q2)的通断由上述故障检测控制电路控制,

在上述升压动作的执行前,

上述故障检测控制电路使上述通断电用开关导通,基于上述电流检测部的电流的检测结果,检测上述开关元件的短路故障。

3. 如权利要求2所述的升压型开关电源电路,其特征在于,

上述故障检测控制电路在上述开关元件的开路故障的检测前进行上述开关元件的短路故障的检测。

4. 如权利要求1所述的升压型开关电源电路,其特征在于,

上述电流检测部(33,43,63)具备以串联地介于上述开关元件与接地之间的方式设置的分流电阻(R1)、和基于上述分流电阻的端子电压来检测流过上述开关元件的电流的检测电路(13,65),

上述检测电路以上述接地为基准电位进行动作。

5. 如权利要求1所述的升压型开关电源电路,其特征在于,

上述电流检测部(43,63,73)具备:

分流电阻(R1,R71),以串联地介于流过上述开关元件的电流所流动的路线中的方式设置;

放大电路(44),将上述分流电阻的端子电压放大;以及

检测电路(13,65,74),基于上述放大电路的输出电压来检测流过上述开关元件的电流。

6.如权利要求1~5中任一项所述的升压型开关电源电路,其特征在于,  
还具备对在上述开关元件中流过超过过电流判断阈值的过大电流进行检测的过电流检测电路(64),

上述电流检测部(63)通过将上述过电流检测电路的结构的部分至少一部分共用而构成。

## 升压型开关电源电路

[0001] 关联申请的相互参照

[0002] 本申请基于2018年1月25日申请的日本申请第2018-010547号,这里引用其记载内容。

### 技术领域

[0003] 本公开涉及进行升压动作的升压型开关电源电路。

### 背景技术

[0004] 例如,如专利文献1所公开的那样,在搭载于车辆的电子控制装置中,设有升压型开关电源电路。另外,以下,将电子控制装置也称作ECU,并且将升压型开关电源电路也称作升压电源。近年来,作为对于电子制品的功能安全的应对,要求对将安装在ECU中的包括升压电源的各分立部件作为制品出厂后的实际动作时是否没有发生部件脱落、故障等进行自检的功能。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2010-229877号公报

[0008] 在对升压电源具备的MOS晶体管等开关元件是否故障进行确认的情况下,需要使升压电源实际地动作。但是,关于设于ECU的升压电源,例如在由于起动拖动(cranking)等而电池电压暂时下降时辅助性地动作那样的使用方法较多。因此,在其他主要电源电路动作的情况下,升压电源不动作,从而难以确认上述故障。

[0009] 因此,考虑通过有意地提高升压电源的输出目标值、从而在主要电源电路的动作中也使升压电源强制地动作这样的方法。但是,为了采用这样的方法,需要对反馈系统的电路施加大幅变更及追加,从而产生导致电路规模的大幅增加的其他问题。

### 发明内容

[0010] 本公开的目的在于,提供不导致电路规模的大幅增加就能够检测开关元件的故障的升压型开关电源电路。

[0011] 关于本公开的一实施方式,升压型开关电源电路具备电感器和通过导通而使流过电感器的电流增加的开关元件,进行将经由输入端子而被供给的输入电压升压的升压动作。这样的升压型开关电源电路具备升压控制电路、故障检测控制电路、电流检测部以及切换部。升压控制电路控制开关元件的驱动而执行升压动作。故障检测控制电路控制开关元件的驱动而检测开关元件的故障。电流检测部检测流过开关元件的电流。切换部进行切换以使得升压控制电路以及故障检测控制电路中的某一方能够控制开关元件的驱动。

[0012] 根据上述结构,在升压动作的执行前,切换部进行切换以使得通过故障检测控制电路来控制开关元件的驱动。并且,故障检测控制电路将开关元件进行导通驱动,基于电流检测部的电流的检测结果来检测开关元件的开路故障。在上述结构中,在开关元件开路故

障的情况下,即使该开关元件被导通驱动,流过该开关元件的电流也不会增加。因此,在上述开路故障的检测中,例如能够在电流检测部的电流的检测值不达到规定的阈值的情况下判断为开关元件开路故障。

[0013] 这样,不执行实际的升压动作就能够检测开关元件的开路故障。并且,该情况下,通过对于以往的升压型开关电源电路的结构追加故障检测控制电路,从而上述开路故障的检测成为可能,不需要对反馈系统的电路施加大幅变更及追加。因而,根据上述结构,得到能够不导致电路规模的大幅增加地检测开关元件的故障的优异效果。

[0014] 关于本公开的一实施方式,升压型开关电源电路还具备串联地介于从输入端子到电感器的电源供给路线中的通断电用开关。该通断电用开关的通断由故障检测控制电路控制。该情况下,在升压动作的执行前,故障检测控制电路将通断电用开关导通,基于电流检测部的电流的检测结果来检测开关元件的短路故障。

[0015] 在上述结构下,在开关元件短路故障的情况下,若通断电用开关导通,则尽管上述开关元件没有被导通驱动,但是流过该开关元件的电流增加。因此,在上述短路故障的检测中,例如能够在电流检测部的电流的检测值达到规定的阈值的情况下判断为开关元件短路故障。这样,能够不执行实际的升压动作地除了开关元件的开路故障以外还对短路故障也进行检测。

## 附图说明

[0016] 有关本公开的上述目的及其他目的、特征及优点,参照附图且通过下述的详细记载会更加明确。

[0017] 图1是示意性地表示第1实施方式的电源系统的结构的图。

[0018] 图2是示意性地表示第1实施方式的故障检测处理的内容的图。

[0019] 图3用于说明第1实施方式的正常时的电源电路的动作,是示意性地表示各部的信号的波形的图。

[0020] 图4用于说明第1实施方式的检测阈值的具体设定例,是示意性地表示发生电流的图。

[0021] 图5用于说明第1实施方式的短路故障发生时的电源电路的动作,是示意性地表示各部的信号的波形的图。

[0022] 图6用于说明第1实施方式的开路故障发生时的电源电路的动作,是示意性地表示各部的信号的波形的图。

[0023] 图7是示意性地表示第2实施方式的电源系统的结构的图。

[0024] 图8是示意性地表示第3实施方式的电源系统的结构的图。

[0025] 图9是示意性地表示第4实施方式的电源系统的结构的图。

[0026] 图10是示意性地表示第5实施方式的电源系统的结构的图。

[0027] 图11是示意性地表示第6实施方式的电源系统的结构的图。

[0028] 图12是示意性地表示第7实施方式的电源系统的结构的图。

[0029] 图13是示意性地表示第8实施方式的电源系统的结构的图。

[0030] 图14用于说明第8实施方式的开路故障发生时的电源电路的动作,是示意性地表示各部的信号的波形的图。

## 具体实施方式

[0031] 以下,参照附图对多个实施方式进行说明。另外,在各实施方式中对于实质相同的结构附加同一符号而省略说明。

[0032] (第1实施方式)

[0033] 以下,参照图1~图6对第1实施方式进行说明。

[0034] 图1所示的电源系统1应用于在车辆中搭载的被称作Data Communication Module(数据通信模块)即DCM的无线通信ECU。

[0035] 电源系统1被从车辆中搭载的车辆电池2经由输入端子3供给电压+B,并且被从车辆中搭载的备用电池4经由输入端子5供给电压BUB。另外,备用电池4例如包括锂离子电池等。电源系统1从电压+B或电压BUB生成成为上述无线通信ECU的各结构的电源电压的输出电压 $V_{out}$ ,并经由输出端子6输出。另外,输出电压 $V_{out}$ 的目标值例如为+5V。

[0036] 电源系统1具备2个电源电路7、8。电源电路7是将从车辆电池2供给的电压+B降压而输出的降压型的DC/DC转换器。该情况下,电源电路7在电压+B是被认为正常的范围的电压值的期间、即稳态时进行动作,是电源系统1中的主要电源电路。

[0037] 另一方面,电源电路8是将从备用电池4供给的电压BUB升压而输出的升压型开关电源电路。另外,详细结构后述,但本实施方式的电源电路8为同步整流结构。该情况下,电源电路8例如在由于起动机拖动等而电压+B的电压值下降到比输出电压 $V_{out}$ 的目标值小的情况、当车辆电池2从车辆脱落的情况等异常时进行动作,是电源系统1中的辅助性电源电路。

[0038] 电源电路7的输入端子 $P_i$ 将逆流阻止用的二极管9经由反方向而与电源系统1的输入端子3连接。电源电路7的输出端子 $P_o$ 与电源线10连接。另外,电源线10与电源系统1的输出端子6连接。电源电路7的输出电压的目标值成为与电源系统1的输出电压 $V_{out}$ 的目标值相同的值(例如+5V)。

[0039] 电源电路8进行将经由输入端子5供给的输入电压即电压BUB升压的升压动作,具备晶体管Q1~Q4、电感器L1、电容器C1、C2、电阻R1以及控制电路11等。晶体管Q1、Q2均为P沟道型的MOS晶体管。在晶体管Q1、Q2的各漏极·源极间,连接着以漏极侧为阳极的体二极管(body diode)D1、D2。

[0040] 晶体管Q1、Q2各自的源极被共通连接。晶体管Q1的漏极与输入端子5连接。晶体管Q2的漏极经由电容器C1而与提供成为电路的基准电位的接地电位(0V)的接地线 $L_g$ 连接。此外,晶体管Q2的漏极经由电感器L1而与节点N1连接。晶体管Q1、Q2的各栅极被提供从控制电路11输出的驱动信号CUT。由此,晶体管Q1、Q2的驱动被控制电路11控制。

[0041] 晶体管Q3是P沟道型的MOS晶体管,在其漏极·源极间,连接着以漏极侧为阳极的体二极管D3。晶体管Q3的漏极与节点N1连接,源极与电源线10连接。晶体管Q3的栅极被提供从控制电路11输出的驱动信号EXP。由此,晶体管Q3的驱动被控制电路11控制。在电源线10及接地线 $L_g$ 之间,连接着用于使输出电压 $V_{out}$ 平滑的电容器C2。

[0042] 晶体管Q4是N沟道型的MOS晶体管,漏极与节点N1连接。晶体管Q4的源极经由电流检测用的电阻R1而与接地线 $L_g$ 连接。晶体管Q4的栅极被提供从控制电路11输出的驱动信号EXN。由此,晶体管Q4的驱动被控制电路11控制。

[0043] 晶体管Q4以及电阻R1的相互连接点即节点N2的电压作为与流过晶体管Q4的电流对应的电压信号即电流检测信号IS而被输入到控制电路11。此外,电源线10的电压本身、或

者将电源线10的电压分压后的电压作为与输出电压 $V_{out}$ 对应的电压信号即电压检测信号FB而被输入到控制电路11。控制电路11基于电压检测信号FB,以使输出电压 $V_{out}$ 与目标值一致的方式进行反馈控制。

[0044] 在上述结构中,晶体管Q1、Q2相当于串联地介于从输入端子5到电感器L1的电源供给路线中的通断电用开关。此外,在上述结构中,晶体管Q4相当于通过导通而使流过电感器L1的电流增加的开关元件。进而,在上述结构中,电阻R1相当于以串联地介于开关元件与接地之间的方式设置的分流电阻。

[0045] 另外,该情况下,晶体管Q1、Q2在输入端子5以及电感器L1之间以使各自的体二极管D1、D2相互反向地方式串联连接。根据这样的结构,若晶体管Q1、Q2截止,则经由体二极管D1、D2流动电流的情况也得以防止,因此能够将从输入端子5到电感器L1的电源供给路线完全切断。

[0046] 控制电路11例如包括Application Specific Integrated Circuit(专用集成电路)即ASIC。控制电路11具备升压控制电路12、检测电路13、滤波电路14、故障检测控制电路15、选择器16以及预驱动器17、18。虽然省略了图示,但对于控制电路11,作为电源电压而供给电压BUB或基于电压BUB生成的电压。控制电路11成为接受这样的电源电压的供给而进行动作的结构。

[0047] 升压控制电路12对晶体管Q3、Q4的驱动进行控制而执行升压动作,例如包括逻辑电路。升压控制电路12基于电压检测信号FB将用于控制晶体管Q3、Q4的驱动的控制信号Sa生成并输出。

[0048] 该情况下,晶体管Q3、Q4当一方导通时另一方截止,即互补地通断。另外,“互补地通断”并不排除设置双方开关截止的期间、所谓死区间(dead time)的情况。从升压控制电路12输出的控制信号Sa被向选择器16的一方的输入端子输入。

[0049] 检测电路13基于电阻R1的端子电压来检测流过晶体管Q4的电流,具备带迟滞(hysteresis)的比较器CP1。比较器CP1的非反相输入端子被输入电流检测信号IS,反相输入端子被输入基准电压Vref。基准电压Vref由未图示的基准电压生成电路生成,是与流过晶体管Q4的电流的检测阈值对应的电压。另外,检测阈值用于后述的晶体管Q4的故障检测等。

[0050] 根据上述结构,比较器CP1的输出信号IS\_D,若电流检测信号IS低于基准电压Vref则成为低电平(例如0V),若电流检测信号IS高于基准电压Vref则成为高电平(例如+5V)。以下,将低电平称为L电平,将高电平称为H电平。该情况下,对流过晶体管Q4的电流进行检测的电流检测部19包括电阻R1及检测电路13。

[0051] 滤波电路14例如是低通滤波器,以比较器CP1的输出信号IS\_D为输入,输出从该输入的信号去除了噪声的信号。滤波电路14的输出信号被向故障检测控制电路15输入。故障检测控制电路15对晶体管Q3、Q4的驱动进行控制而检测晶体管Q4的故障,例如包括逻辑电路。详细后述,但故障检测控制电路15基于表示电流检测部19的电流的检测结果的滤波电路14的输出信号来检测晶体管Q4的故障。

[0052] 故障检测控制电路15生成用于将晶体管Q1、Q2驱动的驱动信号CUT,将该驱动信号CUT向晶体管Q1、Q2的栅极输出。即,该情况下,晶体管Q1、Q2的导通和截止被故障检测控制电路15控制。故障检测控制电路15生成并输出用于对晶体管Q3、Q4的驱动进行控制的控制

信号Sb。从故障检测控制电路15输出的控制信号Sb被向选择器16的另一方的输入端子输入。

[0053] 此外,故障检测控制电路15生成用于对选择器16的切换动作进行控制的切换信号Sc,将该切换信号Sc向选择器16输出。该情况下,故障检测控制电路15能够在与外部的控制装置20之间进行通信。另外,控制装置20以Micro Processor Unit(微处理器)即MPU为主体而构成。详细后述,但故障检测控制电路15在检测晶体管Q4的故障时与控制装置20进行通信。

[0054] 选择器16基于切换信号Sc,进行将所输入的控制信号Sa及Sb中的某一方输出的切换动作。选择器16的输出信号被提供给预驱动器17、18。该情况下,选择器16相当于进行切换以使升压控制电路12及故障检测控制电路15中的某一方能够对晶体管Q3、Q4的驱动进行控制的切换部。

[0055] 预驱动器17基于选择器16的输出信号生成用于驱动晶体管Q3的驱动信号EXP,将该驱动信号EXP向晶体管Q3的栅极输出。预驱动器18基于选择器16的输出信号生成用于对晶体管Q4进行驱动的驱动信号EXN,将该驱动信号EXN向晶体管Q4的栅极输出。

[0056] 接着,关于上述结构的作用参照说明。

[0057] [1]关于故障检测处理

[0058] 电源电路8中,在执行升压控制电路12的升压动作之前,进行用于检测晶体管Q4的故障的处理即故障检测处理。具体而言,电源电路8中,例如在起动时执行故障检测处理。另外,所谓起动时,是指电源接通时,即对电源电路8开始供给电压BUB时。

[0059] 故障检测处理是以故障检测控制电路15为主体而执行的,其具体内容为例如图2所示那样的内容。另外,该情况下,在故障检测处理开始的时点之前的任意时点,对选择器16的动作进行控制,以从选择器16输出控制信号Sb、即通过故障检测控制电路15控制晶体管Q3、Q4的驱动。

[0060] 如图2所示,若故障检测处理开始,则首先执行步骤S101。步骤S101中,晶体管Q1、Q2被导通(on)驱动。另外,在该时点,晶体管Q3、Q4被截止(off)驱动。在接着的步骤S102中,基于滤波电路14的输出信号,判断流过晶体管Q4的电流是否达到检测阈值。

[0061] 这里,在流过晶体管Q4的电流达到检测阈值的情况下,在步骤S102中成为“是”,前进至步骤S103。该情况下,可以认为尽管晶体管Q4被截止驱动、但是晶体管Q4中流过电流。因而,步骤S103中,晶体管Q4中发生短路故障的情况被检测,作为本次的故障检测处理的检测结果而存储“短路故障”。在步骤S103的执行后,故障检测处理结束。

[0062] 该情况下,由于在故障检测处理中晶体管Q4的短路故障被检测到,所以在故障检测处理结束后,升压控制电路12的升压动作的执行被禁止,并且执行故障检出时的处理。另外,作为故障检出时的处理,例如能够举出对控制装置20报告晶体管Q4故障这样的处理等。

[0063] 另一方面,在流过晶体管Q4的电流未达到检测阈值的情况下,步骤S102中成为“否”,前进至步骤S104。步骤S104中,晶体管Q4被导通驱动。在接着的步骤S105中,基于滤波电路14的输出信号,判断流过晶体管Q4的电流是否达到检测阈值。

[0064] 这里,在流过晶体管Q4的电流未达到检测阈值的情况下,在步骤S105中成为“否”,前进至步骤S106。该情况下,可以认为尽管晶体管Q4被导通驱动、但是在晶体管Q4中没有流过电流。因而,步骤S106中,晶体管Q4发生开路(open)故障的情况被检测,作为本次的故障



检测处理的检测结果而存储“开路故障”。

[0065] 在步骤S106的执行后,故障检测处理结束。该情况下,由于在故障检测处理中晶体管Q4的开路故障被检测到,所以在故障检测处理结束后,升压控制电路12的升压动作的执行被禁止,并且执行故障检出时的处理。

[0066] 另一方面,在流过晶体管Q4的电流达到检测阈值的情况下,在步骤S105中成为“是”,前进至步骤S107。该情况下,可以认为在晶体管Q4中,短路故障及开路故障均未发生。因而,在步骤S107中,检测到晶体管Q4是正常的,作为本次的故障检测处理的检测结果而存储“正常”。

[0067] 此外,在步骤S107中,晶体管Q4被截止驱动。在步骤S107的执行后,故障检测处理结束。该情况下,由于在故障检测处理中检测到晶体管Q4是正常的,所以在故障检测处理结束后,许可升压控制电路12的升压动作的执行。

[0068] 这样,上述结构的电源电路8中,在升压控制电路12的升压动作的执行前,故障检测控制电路15对选择器16的动作进行控制,以通过故障检测控制电路15控制晶体管Q3、Q4的驱动。并且,故障检测控制电路15将晶体管Q4导通驱动,基于电流检测部19的电流的检测结果来检测晶体管Q4的开路故障。

[0069] 此外,上述结构的电源电路8中,在升压控制电路12的升压动作的执行前,故障检测控制电路15将晶体管Q1、Q2导通,基于电流检测部19的电流的检测结果来检测晶体管Q4的短路故障。但是,该情况下,故障检测控制电路15在晶体管Q4的开路故障的检测前,进行晶体管Q4的短路故障的检测。

[0070] [2]正常时的动作

[0071] 关于晶体管Q4没有发生故障的正常时的电源电路8的动作,参照图3进行说明。另外,在图3等中,电流检测信号IS由于纸面的限制而作为比较平缓地上升的波形来表示,但实际上为更陡峭地上升的信号波形。

[0072] 如图3所示,若电压BUB上升至稳态值,则控制电路11开始正常地动作。此时,驱动信号CUT及EXP成为与电压BUB相同程度的电压值即OFF电平,由此,晶体管Q1~Q3被截止驱动。此外,驱动信号EXN成为与接地电位(0V)相同程度的电压值即OFF电平,由此,晶体管Q4被截止驱动。

[0073] 在成为这样的状态的期间中的任意时刻t1,进行选择器16的切换动作以使得通过故障检测控制电路15将晶体管Q3、Q4的驱动进行控制。然后,在时刻t2,故障检测控制电路15使驱动信号CUT转变为与接地电位(0V)相同程度的电压值即ON电平,从而将晶体管Q1、Q2导通驱动。

[0074] 该情况下,由于晶体管Q4是正常的并且被截止驱动,所以在晶体管Q4中不流过电流。因此,电流检测信号IS不会从接地电位(0V)上升,从而输出信号IS\_D保持为L电平。因而,该情况下,能够判断为晶体管Q4没有发生短路故障。

[0075] 然后,在时刻t3,故障检测控制电路15使驱动信号EXN转变到与电源电压(例如电压BUB)相同程度的电压值即ON电平,从而将晶体管Q4导通驱动。该情况下,由于晶体管Q4是正常的并且被导通驱动,所以晶体管Q4中流过电流,随之,电流检测信号IS上升。

[0076] 并且,在电流检测信号IS达到基准电压Vref的时点、即流过晶体管Q4的电流达到检测阈值的时点即时刻t4,输出信号IS\_D转变为H电平。因而,该情况下,能够判断为晶体管

Q4没有发生开路故障。

[0077] 故障检测控制电路15若基于滤波电路14的输出信号检测到输出信号IS\_D转变为H电平,则使驱动信号EXN转变为OFF电平,从而将晶体管Q4截止驱动。另外,这里,若不立即将晶体管Q4截止驱动,则晶体管Q4中可能会流过过大电流。因此,故障检测控制电路15进行控制以使得在上述检测后立即将晶体管Q4截止驱动。

[0078] 但是,从上述检测起到实际上晶体管Q4截止为止,存在由于电路动作等引起的延迟时间。该情况下,故障检测控制电路15作为逻辑电路而构成,成为与时钟信号同步的动作。因而,在上述延迟时间中,还包含故障检测控制电路15的伴随时钟同步的延迟。若无视这样的延迟时间而设定检测阈值,则有可能从上述检测起到实际上晶体管Q4截止为止流过过大电流从而晶体管Q4故障。

[0079] 因此,在本实施方式中,考虑这样的延迟时间来设定检测阈值,以将流过晶体管Q4的电流抑制得小于晶体管Q4的额定电流。以下,关于检测阈值的具体设定例,参照图4进行说明。该情况下,上述延迟时间为 $1.5\mu\text{s}$ ,晶体管Q4的额定电流为6A。

[0080] 此外,该情况下,备用电池4是锂离子电池等二次电池,电压BUB的稳态值为+3.6V。此外,电感器L1的电感值为 $2.2\mu\text{H}$ 。进而,关于构成电源电路8的各元件的电阻的规格如下那样。

[0081] 晶体管Q1的导通电阻: $25\text{m}\Omega$

[0082] 晶体管Q2的导通电阻: $25\text{m}\Omega$

[0083] 电感器L1的等价串联电阻: $34\text{m}\Omega$

[0084] 晶体管Q4的导通电阻: $19\text{m}\Omega$

[0085] 电阻R1的电阻值: $33\text{m}\Omega$

[0086] 电路板等的寄生电阻: $50\text{m}\Omega$

[0087] 因而,从输入端子5到接地线Lg的路线的电阻值为 $186\text{m}\Omega$ 。

[0088] 上述结构的电源电路8中,在晶体管Q4刚刚导通后,由电压BUB的电压值、从输入端子5到接地线Lg的路线的电阻值、电感器L1的电感值等确定的电流流过晶体管Q4。另外,以下,将流过晶体管Q4的电流也称作发生电流。如图4所示,发生电流与从晶体管Q4导通的时点起的经过时间成比例地增加。

[0089] 本实施方式中,检测阈值被设定为1.26A。另外,为了将检测阈值设定为1.26A,将基准电压Vref设为42mV即可。该情况下,如图4所示,从晶体管Q4导通的时点起约 $0.8\mu\text{s}$ 后发生电流达到1.26A。由此,电流检测信号IS达到基准电压Vref,比较器CP1的输出信号IS\_D反转。

[0090] 然后,在经过了延迟时间( $1.5\mu\text{s}$ )后,即从晶体管Q4导通的时点起约 $2.3\mu\text{s}$ 后,晶体管Q4截止。此时,发生电流为3.49A,被抑制为比作为晶体管Q4的额定电流的6A充分低的电流。因而,根据上述结构,在故障检测处理中,晶体管Q4中不会流过超过其额定电流的电流。

[0091] [3]短路故障发生时的动作

[0092] 关于在晶体管Q4中发生短路故障的短路故障发生时的电源电路8的动作,参照图5进行说明。另外,该情况下,到晶体管Q1、Q2被导通驱动的时点即时刻 $t_2$ 为止的动作与正常时的动作相同。但是,该情况下,晶体管Q4短路故障。因此,若晶体管Q1、Q2被导通驱动,则晶体管Q4中立即流过电流,随之,电流检测信号IS上升。

[0093] 并且,在电流检测信号IS达到基准电压Vref的时点、即流过晶体管Q4的电流达到检测阈值的时点即时刻t3,输出信号IS\_D转变为H电平。因而,该情况下,能够判断为晶体管Q4发生了短路故障。

[0094] 故障检测控制电路15若基于滤波电路14的输出信号检测到输出信号IS\_D转变为H电平,则使驱动信号CUT转变为OFF电平,从而将晶体管Q1、Q2截止驱动。这样,防止了短路故障的晶体管Q4中流过过大电流。

[0095] [4]开路故障发生时的动作

[0096] 关于晶体管Q4中发生了开路故障的开路故障发生时的电源电路8的动作,参照图6进行说明。另外,该情况下,在到晶体管Q4被导通驱动的时点即时刻t3为止的动作与正常时的动作相同。但是,该情况下,由于晶体管Q4开路故障,所以即使晶体管Q4被导通驱动,晶体管Q4中也不流过电流。

[0097] 因此,电流检测信号IS不会从接地电位(0V)上升,从而输出信号IS\_D保持为L电平。因而,该情况下,能够判断为晶体管Q4发生了开路故障。这样,在开路故障的检测结束后,需要将晶体管Q4截止驱动。这是因为,若继续将晶体管Q4导通驱动,则在晶体管Q4突然恢复正常的情况下等,有可能会流过过大电流。

[0098] 在本实施方式中,故障检测控制电路15在被从外部的控制装置20提供将晶体管Q4截止驱动的指示为止继续晶体管Q4的导通驱动,若被提供上述指示则将晶体管Q4截止驱动。由此,在从开路故障的检测结束起经过了一定时间后,晶体管Q4被截止驱动。

[0099] 根据以上说明的本实施方式,可得如下那样的效果。

[0100] 电源电路8中,在升压控制电路12的升压动作的执行前,进行选择器16的切换动作以使得通过故障检测控制电路15将晶体管Q3、Q4的驱动进行控制。并且,故障检测控制电路15将晶体管Q4导通驱动,基于电流检测部19的电流的检测结果,检测晶体管Q4的开路故障。电源电路8中,在晶体管Q4开路故障的情况下,即使晶体管Q4被导通驱动,流过晶体管Q4的电流也不增加。因此,上述开路故障的检测中,在流过晶体管Q4的电流不达到规定的检测阈值的情况下能够判断为晶体管Q4开路故障。

[0101] 这样,能够不执行实际的升压动作地检测晶体管Q4的开路故障。并且,该情况下,通过对于以往的升压型开关电源电路的结构,追加作为逻辑电路而构成的故障检测控制电路15等,从而上述开路故障的检测成为可能,不需要对反馈系统的电路施加大幅变更及追加。因此,根据本实施方式,可得到能够不导致电路规模的大幅增加地检测晶体管Q4的故障的优异效果。

[0102] 电源电路8具备串联地介于从输入端子5到电感器L1的电源供给路线中的晶体管Q1、Q2,这些晶体管Q1、Q2的通断由故障检测控制电路15控制。该情况下,在升压动作的执行前,故障检测控制电路15将晶体管Q1、Q2导通驱动,基于电流检测部19的电流的检测结果,检测晶体管Q4的短路故障。

[0103] 在电源电路8中,在晶体管Q4短路故障的情况下,若晶体管Q1、Q2被导通驱动,则尽管晶体管Q4没有被导通驱动,流过晶体管Q4中的电流也增加。因此,上述短路故障的检测中,在流过晶体管Q4的电流达到规定的检测阈值的情况下能够判断为晶体管Q4短路故障。这样,不执行实际的升压动作就能够除了晶体管Q4的开路故障之外对短路故障也进行检测。

[0104] 晶体管Q4串联地介于被提供电压BUB的输入端子5与接地线Lg之间。因此,在晶体管Q4短路故障的情况下,有可能流过过大的短路电流。另一方面,在晶体管Q4开路故障的情况下,虽然不能够执行升压动作,但是不会流过过大的短路电流。因此,在本实施方式中,故障检测控制电路15在晶体管Q4的开路故障的检测前,进行晶体管Q4的短路故障的检测。这样,在发生了故障的情况下能够优先执行更有可能成为问题的短路故障的检测,能够提高安全性。

[0105] 另外,根据本实施方式的结构,如以下那样,还能够检测晶体管Q3的短路故障。即,故障检测控制电路15在升压控制电路12的升压动作的执行前,将晶体管Q1、Q2导通驱动,并且将晶体管Q3、Q4截止驱动。在这样的状态下,控制装置20经由通信来监测电流检测信号FB。

[0106] 该情况下,如果晶体管Q3正常,则电流检测信号FB被固定为低电平(0V)。但是,在晶体管Q3短路故障的情况下,电流检测信号FB成为与电压BUB的电压值相近的电平。控制装置20能够考虑这样的情况,基于如上述那样进行监测的电流检测信号FB的电平来检测晶体管Q3的短路故障。另外,晶体管Q3的短路故障的检测可以并不一定在控制装置20侧进行,也可以在控制电路11侧进行。

[0107] (第2实施方式)

[0108] 以下,关于第2实施方式,参照图7进行说明。

[0109] 如图7所示,本实施方式的电源系统21具备的电源电路22是与第1实施方式的电源电路8相同的升压型开关电源电路。但是,电源电路22相对于电源电路8而言不同点在于,成为代替晶体管Q3而具备二极管D21的二极管整流的结构。

[0110] 该情况下,二极管D21的阳极与节点N1连接,阴极与电源线10连接。这样的二极管整流的结构的电源电路22也能够进行与第1实施方式相同的故障检测。因而,根据本实施方式,也能得到与第1实施方式相同的效果。

[0111] (第3实施方式)

[0112] 以下,关于第3实施方式,参照图8进行说明。

[0113] 如图8所示,本实施方式的电源系统31具备的电源电路32是与第1实施方式的电源电路8相同的升压型开关电源电路。但是,电源电路32相对于电源电路8而言不同点在于,代替电流检测部19而具备电流检测部33。电流检测部33具备与电流检测部19相同的结构即电阻R1及检测电路13。但是,该情况下,检测电路13的比较器CP1以电阻R1的低电位侧的电位即接地为基准电位进行动作。

[0114] 根据以上说明的本实施方式,也能够进行与第1实施方式相同的故障检测,所以可得与第1实施方式相同的效果。进而,本实施方式中,电流检测部33中的接地被共通化。即,电阻R1侧的接地和检测电路13侧的接地被共通化,因此不会发生由于接地的电位差引起的电流检测的误差。因而,根据本实施方式,能够提高电流检测的精度,从而能够提高故障检测的精度。

[0115] (第4实施方式)

[0116] 以下,关于第4实施方式,参照图9进行说明。

[0117] 如图9所示,本实施方式的电源系统41具备的电源电路42是与第3实施方式的电源电路32相同的升压型开关电源电路。但是,电源电路42相对于电源电路32而言不同点在于,

代替电流检测部33而具备电流检测部43。

[0118] 电流检测部43除了与电流检测部33相同的结构以外还具备放大电路44。放大电路44是差动放大器,其非反相输入端子被输入电流检测信号IS。放大电路44的反相输入端子被输入与接地线Lg的电位对应的信号。通过这样的结构,放大电路44将电阻R1的端子电压放大并输出。该情况下,比较器CP1的非反相输入端子被输入放大电路44的输出信号。

[0119] 根据以上说明的本实施方式,也能够进行与第1实施方式相同的故障检测,所以可得与第1实施方式相同的效果。进而,本实施方式中,设置将电阻R1的端子电压放大的放大电路44,利用该放大电路44的输出信号判断流过晶体管Q4的电流是否达到了检测阈值。这样,能够进一步减小电阻R1的电阻值,得到电源电路42的损耗降低、效率提高等效果。

[0120] (第5实施方式)

[0121] 以下,关于第5实施方式,参照图10进行说明。

[0122] 如图8所示,本实施方式的电源系统51具备的电源电路52相对于第1实施方式的电源电路8而言不同点在于,代替控制电路11而具备控制电路53。控制电路53除了与控制电路11相同的结构以外还具备晶体管Q3、Q4以及电阻R1。

[0123] 即,电源电路52中,晶体管Q3、Q4及电阻R1内置于作为ASIC而构成的控制电路53。这样将晶体管Q3、Q4等内置于控制电路53的结构的电源电路52也能够进行与第1实施方式相同的故障检测。因而,根据本实施方式,也能得到与第1实施方式相同的效果。

[0124] (第6实施方式)

[0125] 以下,关于第6实施方式,参照图11进行说明。

[0126] 通常,升压型开关电源电路具备过电流检测电路,以用于检测通过导通而使流过电感器的电流增加的开关元件中流过了超过过电流判断阈值的过大电流。通过将这样的过电流检测电路的结构的至少一部分共用,能够构成对流过晶体管Q4的电流进行检测的电流检测部。

[0127] 本实施方式中,通过将上述的过电流检测电路具备的比较器共用,构成对流过晶体管Q4的电流进行检测的电流检测部。具体而言,如图11所示,本实施方式的电源系统61具备的电源电路62相对于第1实施方式的电源电路8而言不同点在于以下方面等,即:代替电流检测部19而具备电流检测部63,代替故障检测控制电路15而具备故障检测控制电路64。

[0128] 电流检测部63的检测电路65具备与检测电路13具备的比较器CP1相同的带迟滞的比较器CP61、开关SW61、SW62等。比较器CP61的非反相输入端子被输入电流检测信号IS。比较器CP61的反相输入端子经由开关SW61而被输入基准电压Vref1,并且经由开关SW62而被输入基准电压Vref2。

[0129] 基准电压Vref1是与第1实施方式等中的基准电压Vref相同的与检测阈值对应的电压。另一方面,基准电压Vref2是与过电流判断阈值对应的电压,成为比基准电压Vref1高的电压。过电流判断阈值在检测在晶体管Q4中流过了过大电流时即过电流检测时被使用。

[0130] 开关SW61、SW62的通断由故障检测控制电路64控制。故障检测控制电路64与故障检测控制电路15同样,具有检测晶体管Q4的故障的功能,并且还具有检测在晶体管Q4中流过超过过电流判断阈值的过大电流的作为过电流检测电路的功能。另外,故障检测控制电路64可以是单独实现作为过电流检测电路的功能的结构、以及与外部的控制装置20协同动作而实现作为过电流检测电路的功能的结构中的任一种。

[0131] 故障检测控制电路64在电源电路62的起动时等将开关SW61导通并且将开关SW62断开。由此,在起动时等,能够执行与第1实施方式等相同的故障检测处理。此外,故障检测控制电路64在通常时将开关SW61断开并且将开关SW62导通。由此,在通常时,能够实现上述的过电流检测。

[0132] 根据以上说明的本实施方式,也能够进行与第1实施方式相同的故障检测,因此可得与第1实施方式相同的效果。进而,本实施方式中,通过共用用于检测在晶体管Q4中流过的电流的过电流检测电路的结构的一部分、具体而言是比较器CP61,构成用于故障检测的电流检测部63。这样,能够将电路元件削减共用的结构的量,从而得到能够将电源电路62的电路规模抑制得较小的效果。

[0133] (第7实施方式)

[0134] 以下,关于第7实施方式,参照图12进行说明。

[0135] 如图12所示,本实施方式的电源系统71具备的电源电路72相对于第1实施方式的电源电路8而言不同点在于以下方面等,即:代替电流检测部19而具备电流检测部73。电流检测部73与电流检测部19同样地,检测流过晶体管Q4的电流,但以下方面与电流检测部19不同。

[0136] 即,电流检测部19是在晶体管Q4的低侧设有作为分流电阻的电阻R1的低侧电流检测的结构。相对于此,电流检测部73成为在晶体管Q4的高侧设有作为分流电阻的电阻R71的高侧电流检测的结构。

[0137] 具体而言,电阻R71的一方的端子与晶体管Q2的漏极连接,另一方的端子经由电感器L1而与节点N1连接。电阻R71的各端子电压分别作为与流过晶体管Q4的电流对应的电压信号即电流检测信号ISP、ISN被向检测电路74输入。

[0138] 检测电路74基于电阻R71的端子电压来检测流过晶体管Q4的电流,具备带迟滞的比较器CP71。比较器CP71的非反相输入端子被输入电流检测信号ISP,反相输入端子被输入电流检测信号ISN。

[0139] 具备上述那样的高侧电流检测的结构的电流检测部73的电源电路72也能够进行与具备低侧电流检测的结构的电流检测部19的第1实施方式的电源电路8相同的故障检测。因而,根据本实施方式,也能得到与第1实施方式相同的效果。

[0140] (第8实施方式)

[0141] 以下,关于第8实施方式,参照图13及图14进行说明。

[0142] 如图13所示,本实施方式的电源系统81具备的电源电路82相对于第1实施方式的电源电路8而言不同点在于以下方面等,即:代替故障检测控制电路15而具备故障检测控制电路83。故障检测控制电路83与故障检测控制电路15同样,具有检测晶体管Q4的故障的功能。但是,故障检测控制电路83具有暂停(time out)功能,不在与外部的控制装置20之间进行通信而进行晶体管Q4的故障检测。本实施方式的结构下,开路故障发生时的动作如图14所示那样。

[0143] 另外,该情况下,到晶体管Q4被导通驱动的时点即时刻t3为止的动作与图6所示的第1实施方式的结构下的动作相同。但是,该情况下,故障检测控制电路83在判断为晶体管Q4发生了开路故障后,在输出信号IS\_D不反转而经过了一定时间Ta的时刻t4,将晶体管Q4截止驱动。

[0144] 如以上说明的那样,即使是不在与外部的控制装置20之间进行通信而进行晶体管Q4的故障检测的结构的电源电路82,也能够进行与第1实施方式相同的短路故障的检测以及开路故障的检测。因而,根据本实施方式,也能得到与第1实施方式相同的效果。

[0145] (其他实施方式)

[0146] 另外,本公开不限于上述且附图中记载的各实施方式,在不脱离其主旨的范围内能够任意地变形、组合或扩展。

[0147] 上述各实施方式中所示的数值等作为例示,并不限定于此。

[0148] 本公开不限于车辆中搭载的无线通信ECU所适用的电源电路8、22、32、42、52、62、72、82,能够适用于全体升压型开关电源电路。

[0149] 本公开依据实施例进行了记载,但应理解的是本公开不限于该实施例及构造。本公开还包括各种各样的变形例及均等范围内的变形。除此以外,各种各样的组合及形态、进而在它们中仅包含一要素、其以上或其以下的其他组合及形态也落入本公开的范畴及思想范围。

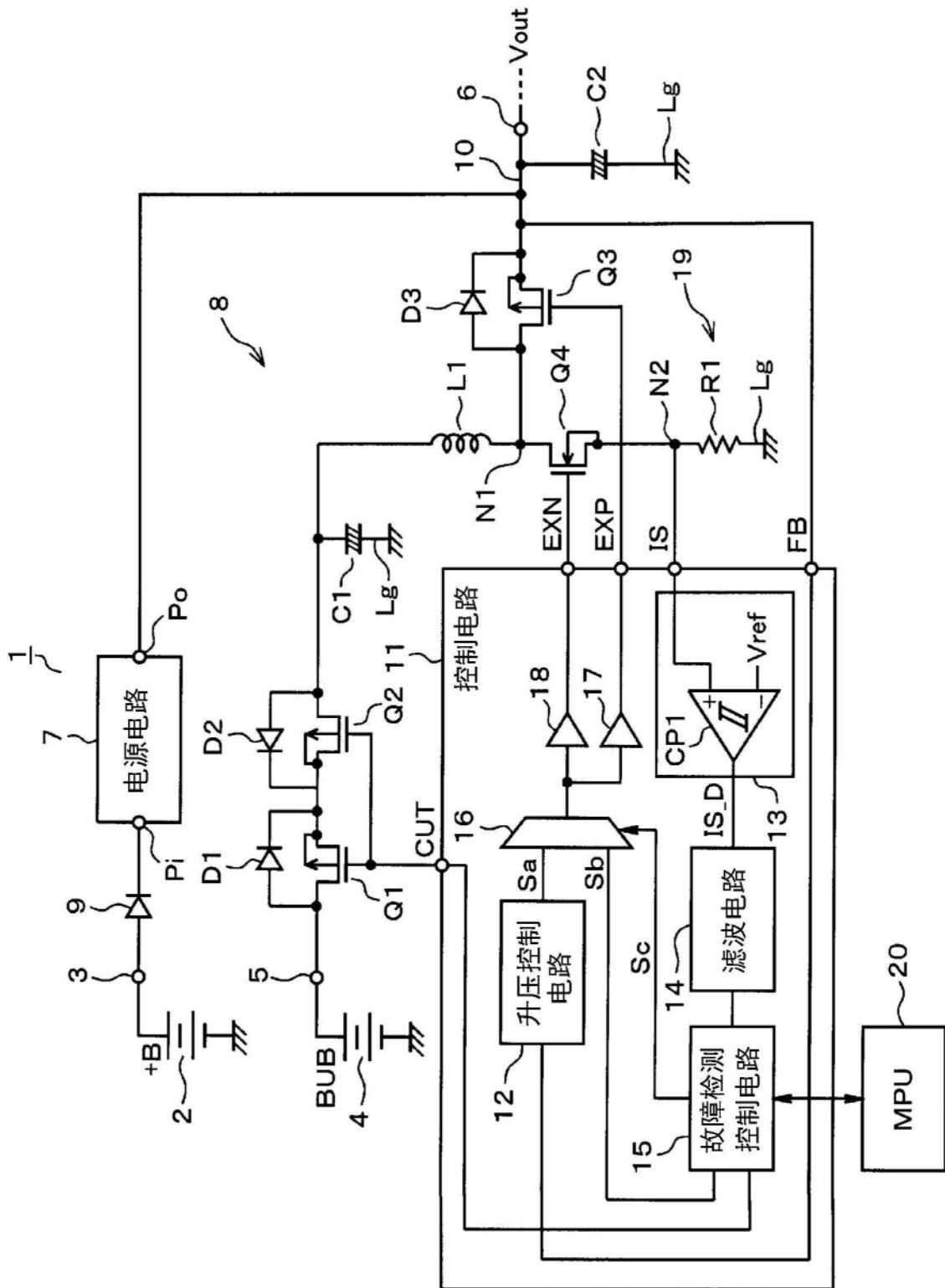


图1



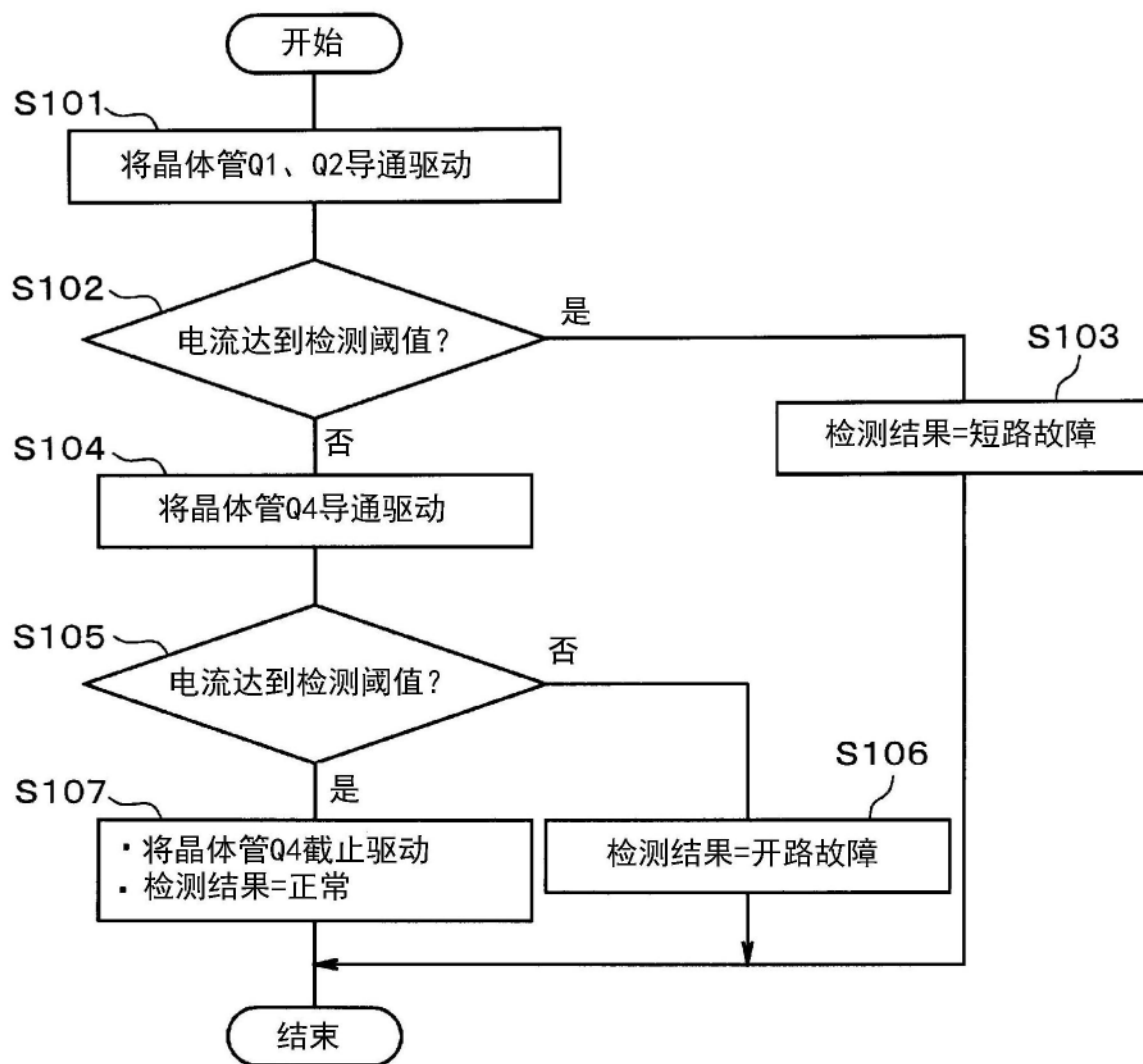


图2

<正常时>

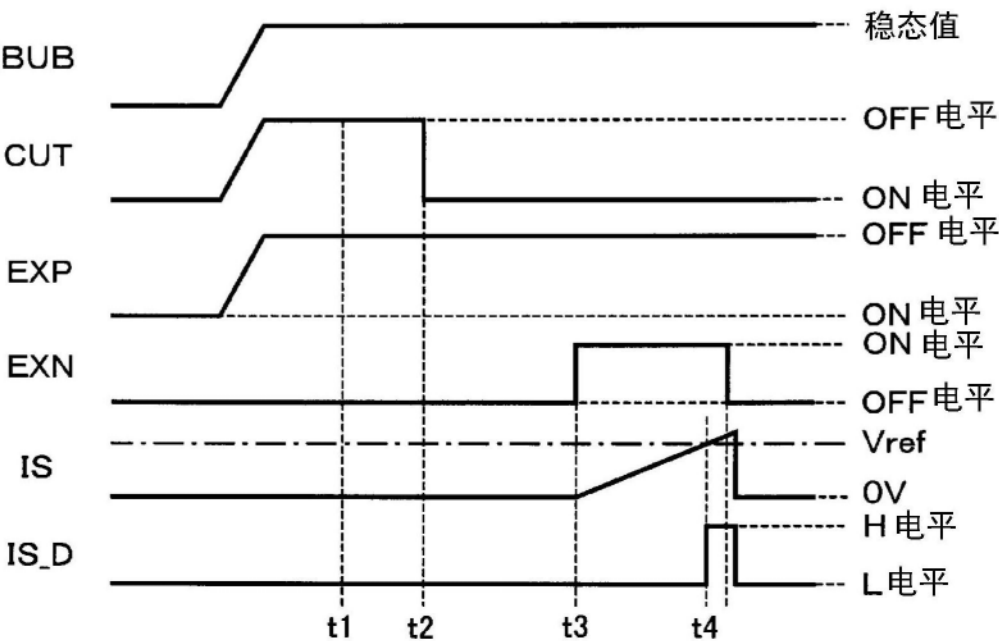


图3

<发生电流>

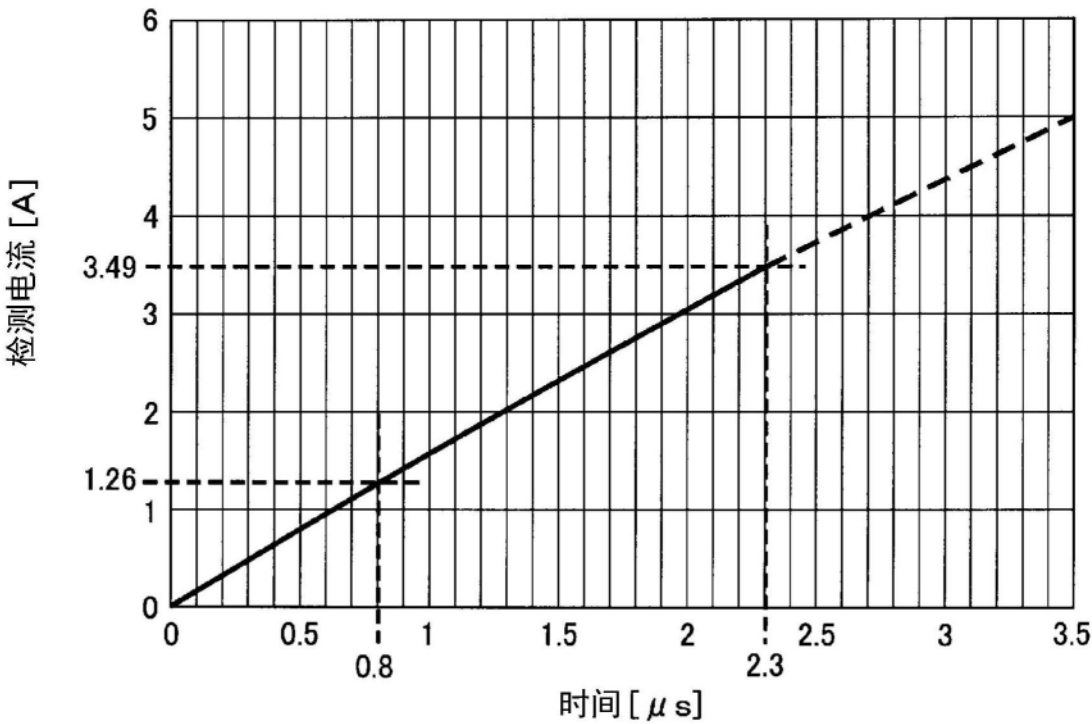


图4

## &lt; 短路故障发生时 &gt;

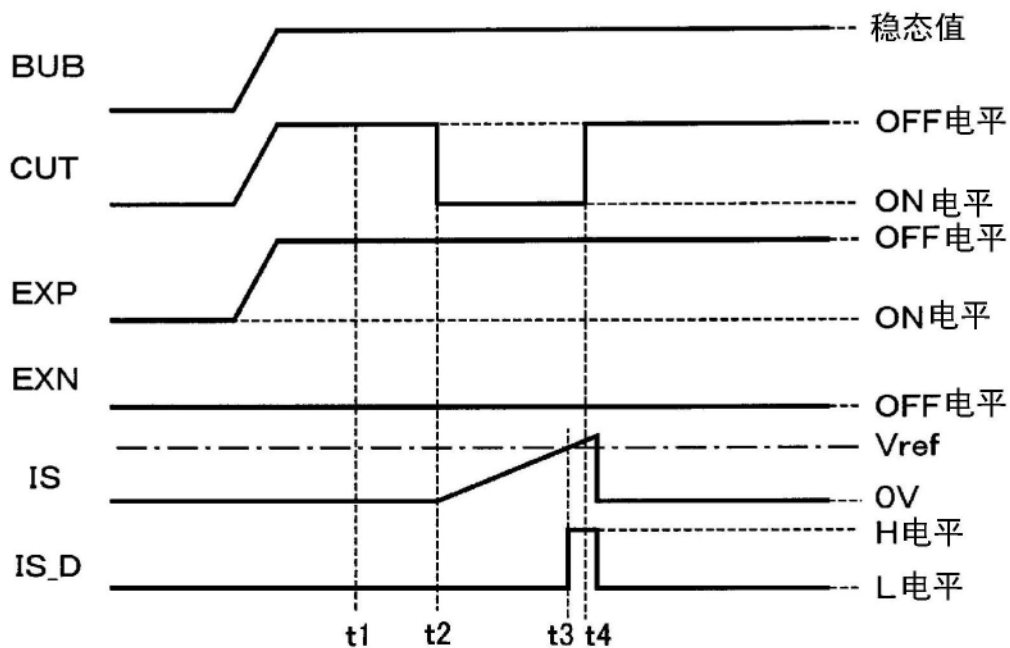


图5

## &lt; 开路故障发生时 &gt;

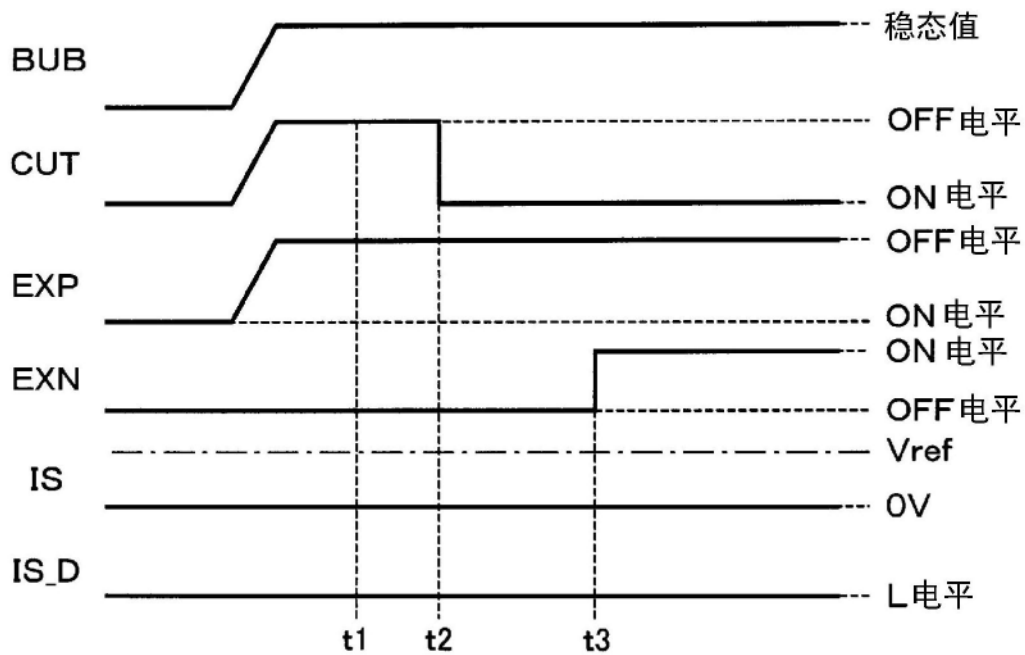


图6

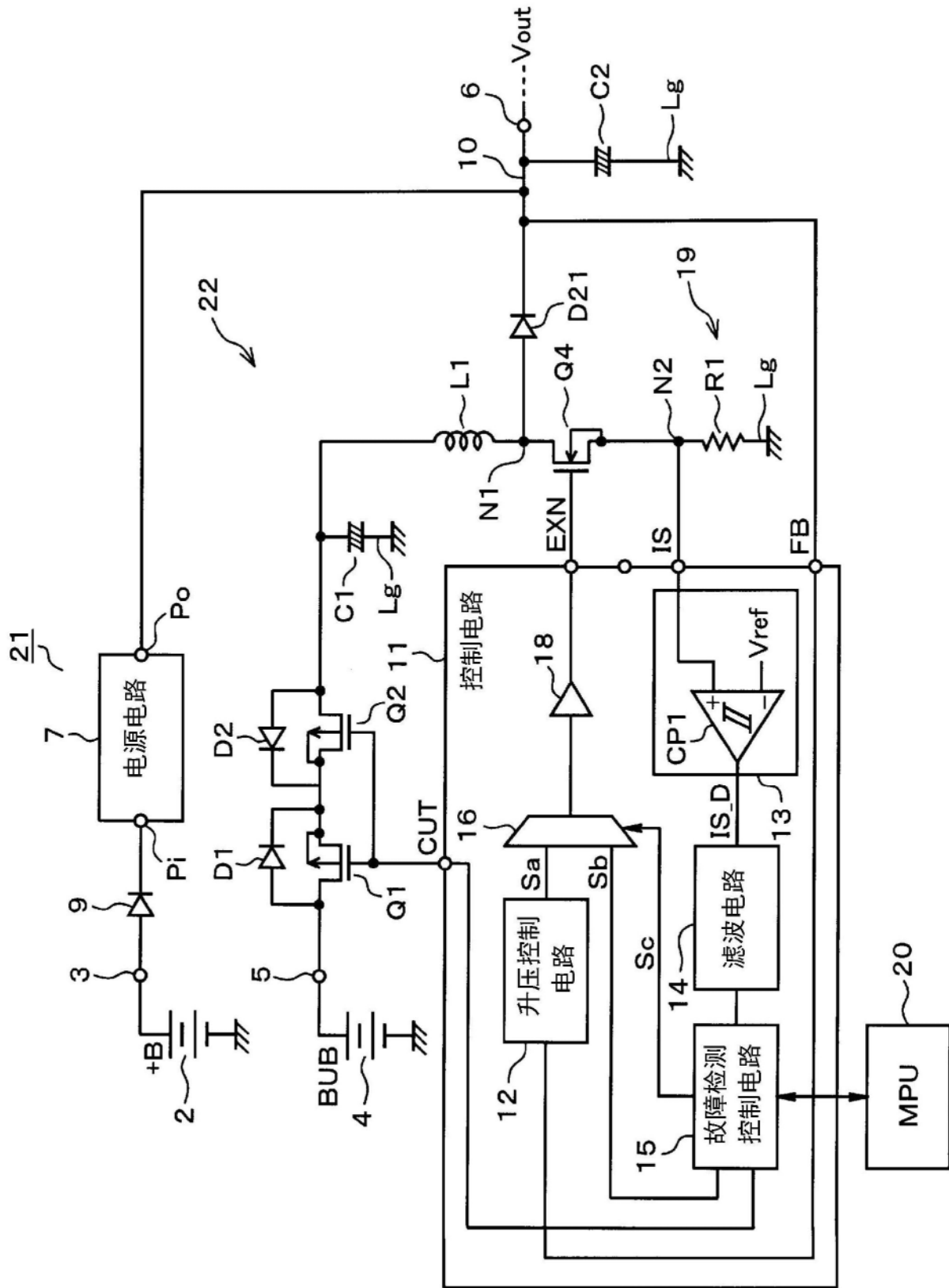


图7



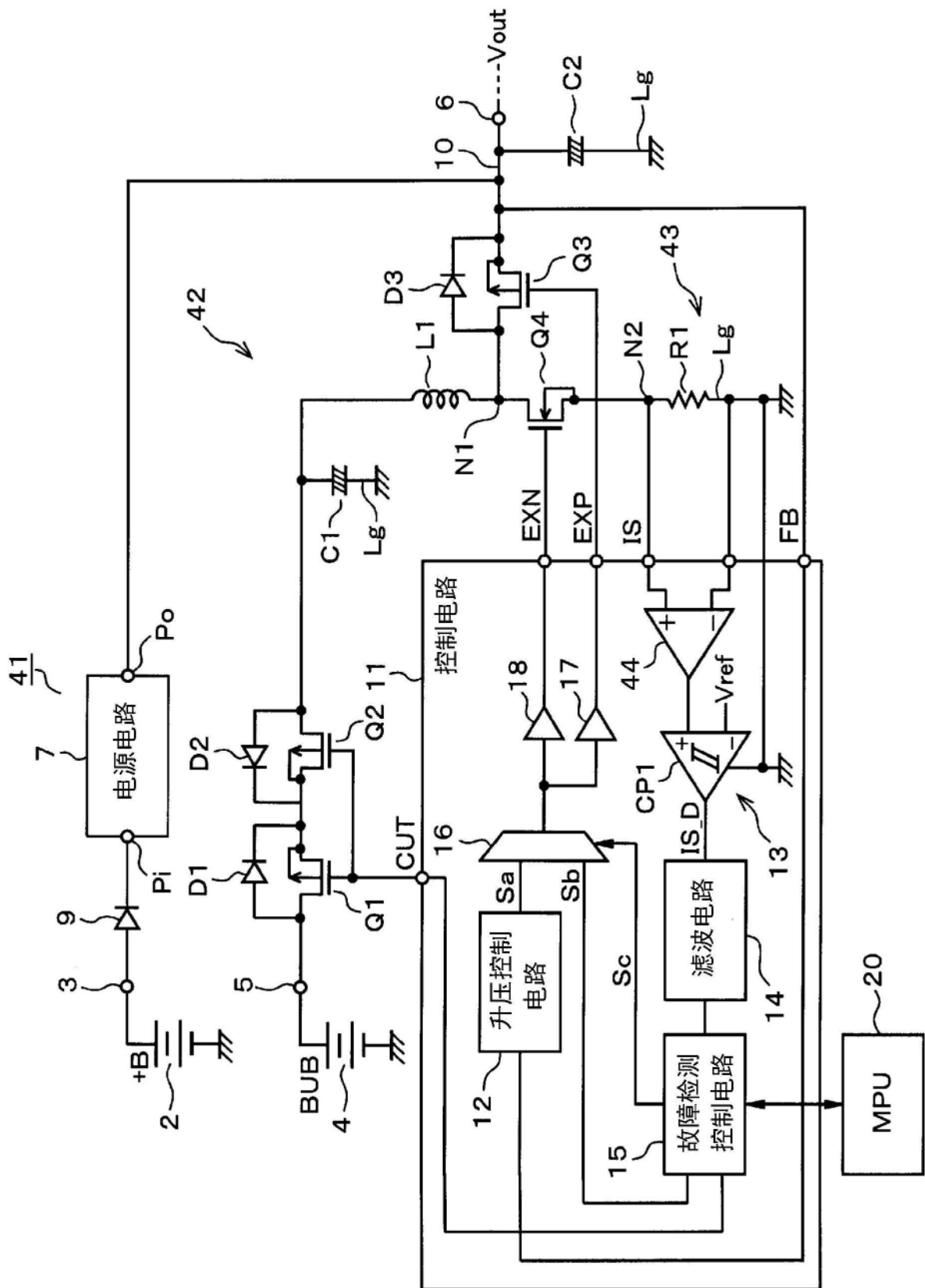


图9

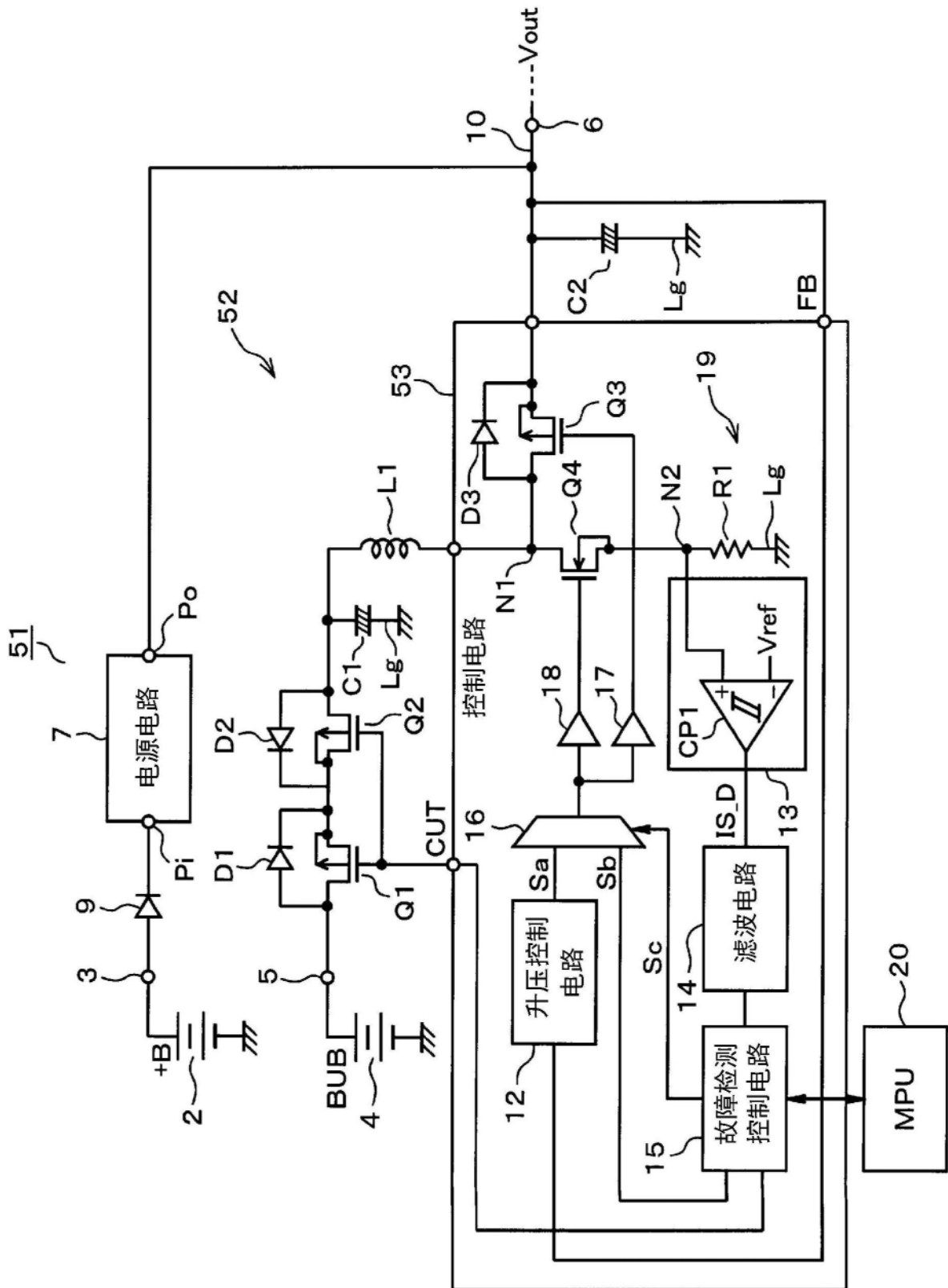


图10

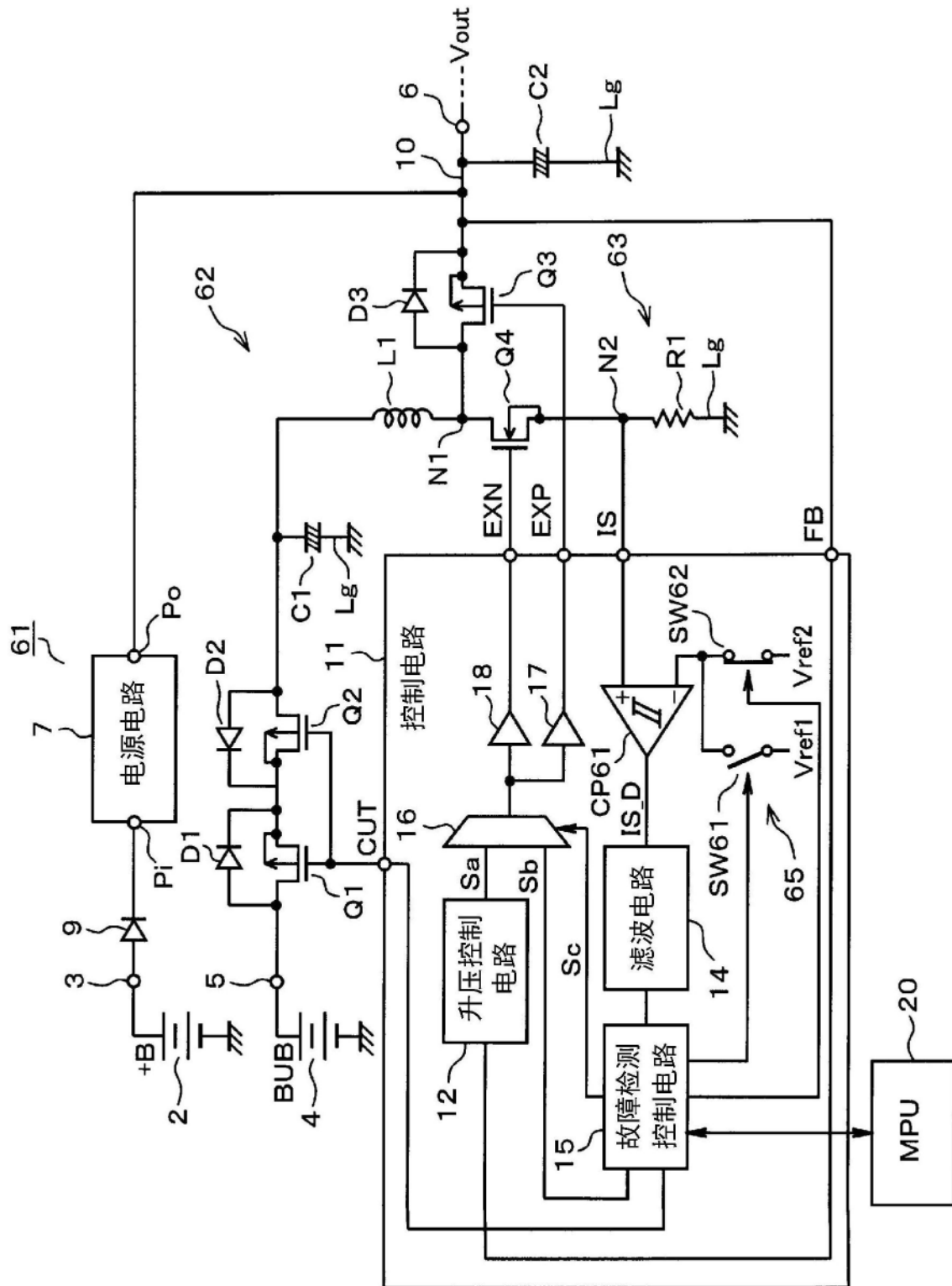


图11



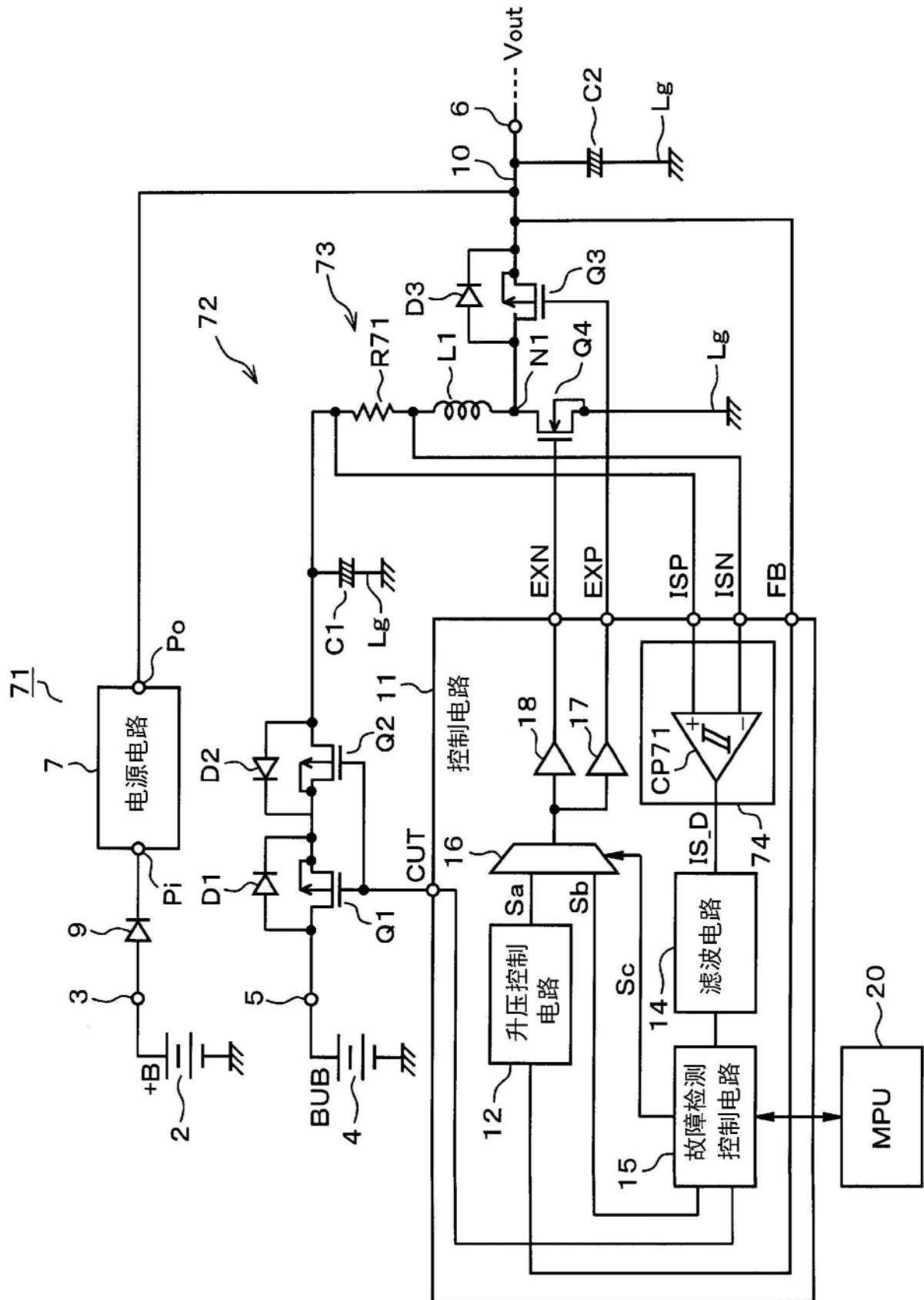


图12

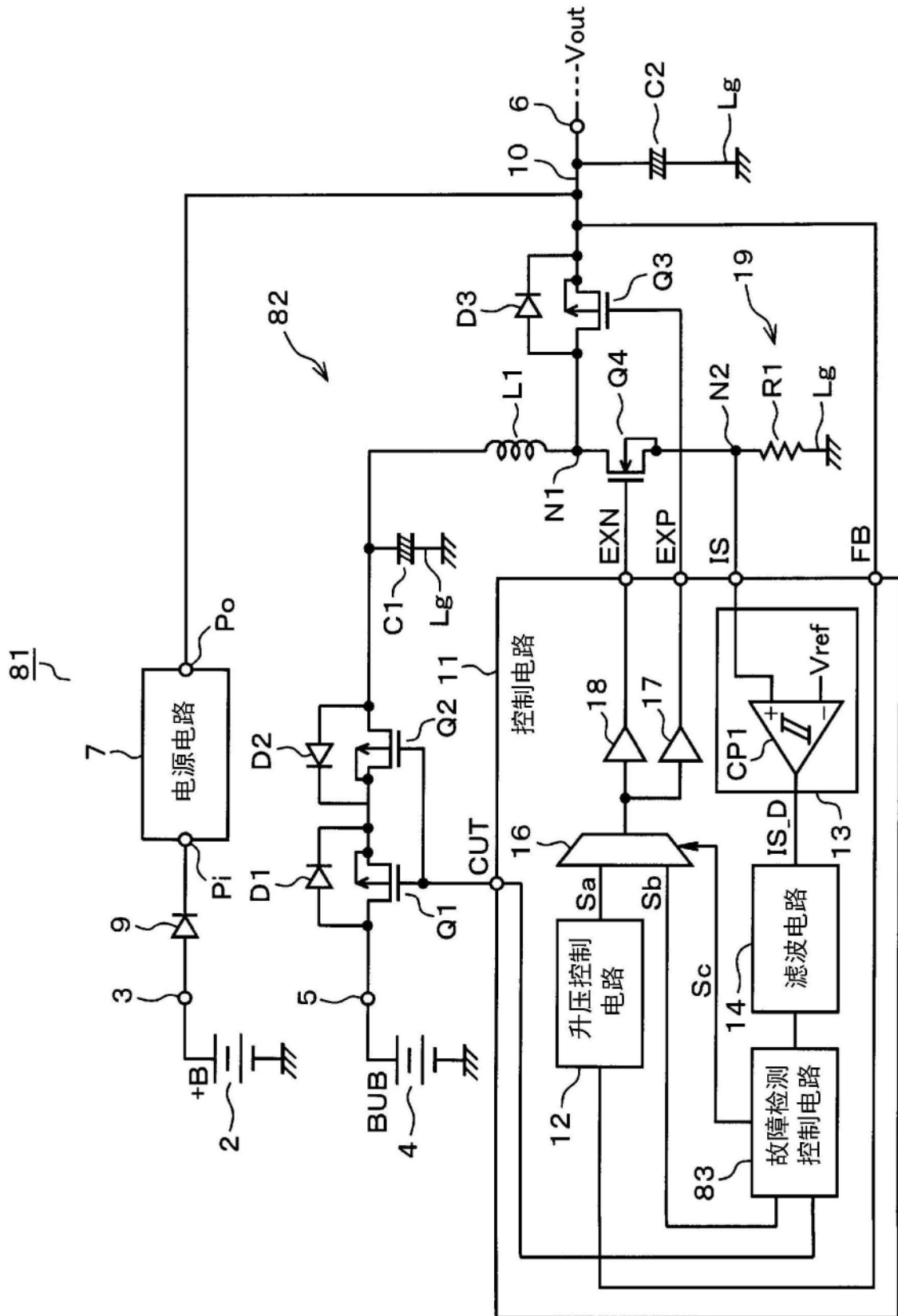


图13

< 开路故障发生时 >

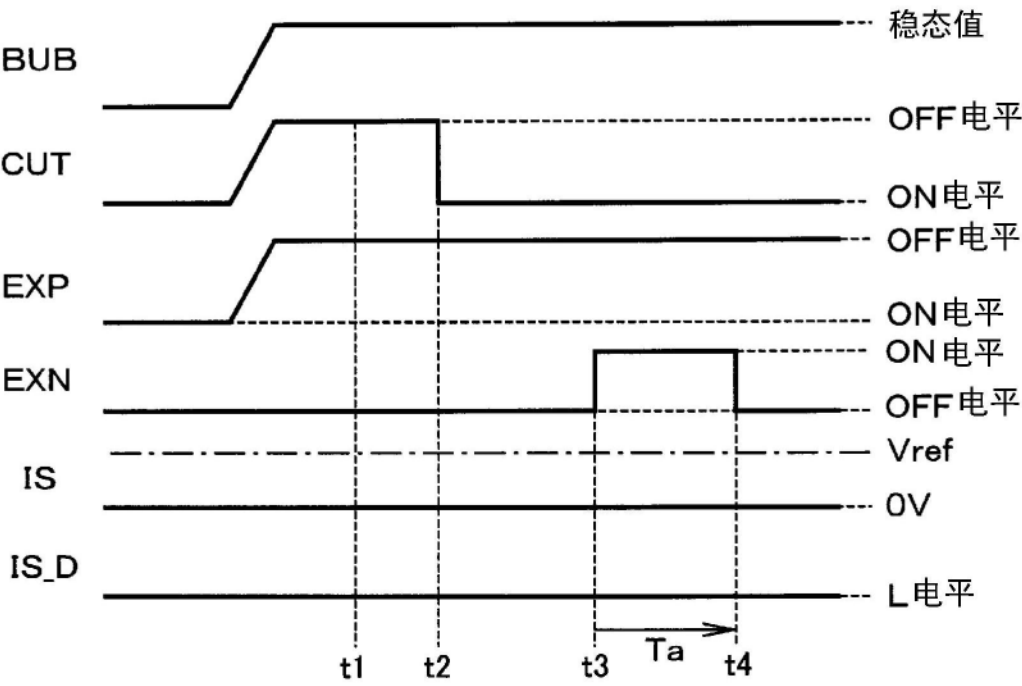


图14