



(45) 授权公告日 2015.05.20

代理人 李亚 戚传江

1. 一种数字放大器,对输入信号进行 D 类放大,其特征在于,具有:

开关元件,根据基于所述输入信号的数字脉冲信号的驱动信号进行开关动作;

驱动电路,向所述开关元件供给所述驱动信号;

输出滤波器,包括与所述开关元件的输出部连接的低通滤波器;以及

异常状态检测部,被设于所述开关元件的输出部,检测来自所述开关元件的输出电流的异常状态,并输出异常状态检测信号,

所述异常状态检测部具有:过电流检测电路,检测来自所述开关元件的输出电流中的预定值以上的过电流,并输出过电流检测信号作为所述异常状态检测信号;以及谐振电流检测电路,检测与在所述输出滤波器发生谐振时的输出电流相关的预定值以上的谐振电流,并输出谐振电流检测信号作为所述异常状态检测信号,

所述驱动电路通过反复进行如下控制来进行所述开关元件的电流限制动作,所述控制为:在所述异常状态检测部检测到作为所述异常状态检测信号的过电流检测信号或者谐振电流检测信号中至少一方的情况下,停止所述驱动信号,使所述开关元件的开关动作停止,在所述异常状态检测部没有检测到所述异常状态检测信号的情况下,所述驱动电路输出所述驱动信号,使再次开始所述开关元件的开关动作,

所述驱动电路在进行所述开关元件的电流限制动作时,在所述数字脉冲信号的基准振荡频率的 1 周期单位或者 1 周期单位内的任意定时输出 / 停止所述驱动信号,

所述异常状态检测部还具有使所述过电流检测信号的相位超前的进相电路,所述过电流检测信号是所述开关元件的电压。

2. 根据权利要求 1 所述的数字放大器,所述数字放大器具有控制部,该控制部判断所述谐振电流检测电路的谐振电流检测信号被持续输出预定时间,并且在持续输出所述预定时间的情况下输出表示该情况的信号。

3. 根据权利要求 1 所述的数字放大器,所述数字放大器具有:

温度检测部,检测所述开关元件或者其周围的温度;

输出切断部,切断所述开关元件的输出;

输入信号静音部,使所述输入信号成为预定电平以下的无音状态或者微小状态;以及

联动控制部,使所述输出切断部和所述输入信号静音部联动动作,

在由所述温度检测部检测到预定值以上的高温状态的情况下,所述联动控制部使所述输出切断部和所述输入信号静音部联动动作。

数字放大器

技术领域

[0001] 本发明涉及数字放大器,使输出级的开关元件进行开关动作,对输入信号进行 D 类放大。

背景技术

[0002] 数字放大器通过 PWM (Pulse Width Modulation :脉冲宽度调制)变换将模拟的输入信号变换为数字脉冲信号,利用该数字脉冲信号使 FET 等有源元件(开关元件)进行开关动作,由此进行功率放大(D 类放大)。并且,使功率放大后的数字脉冲信号通过 LC 电路的低通滤波器,由此得到对源信号进行功率放大后的模拟的输出信号。

[0003] 当在负载侧产生了过电流、谐振等情况下,这种数字放大器具有保护输出级的开关元件等放大电路的功能。例如,在由于负载短路等而成为过电流状态时,利用在放大器输出部设置的继电器等切断输出来保护开关元件。并且,在与数字放大器连接的扬声器较少时等轻负载时(高阻抗时),在放大器输出部的低通滤波器产生谐振,放大电路有可能由于该谐振现象而损坏。为了防止基于这种谐振现象的数字放大器的损坏,已经公知有这样的技术(例如参照专利文献 1),检测轻负载时的谐振电流,在过大的谐振电流流过的情况下使输入信号静音,由此保护放大电路。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献 1 :日本特开 2007 - 258903 号公报

发明内容

[0007] 发明要解决的课题

[0008] 在诸如上述专利文献 1 的结构中存在这样的问题,即如果检测到轻负载时的谐振电流就马上使输入信号静音,在下一次恢复为正常动作的情况下,由于 PWM 电路中的动作的初始化,数字放大器的起动需要时间。在这种情况下,将导致输出(声音等)由于输入信号的静音而停止。

[0009] 另外,为了保护数字放大器的电路,也可以考虑装配采用模拟电路的电流限制器的结构,该模拟电路限制放大电路的输出电流。在这种结构中,存在电流限制器的控制产生相位延迟而来不及进行电流限制动作的情况。并且,如果假设该控制延迟而进行电流限制控制,则电流限制器发挥作用的时间过早而使得频次增加,产生容易导致输出切断的问题。

[0010] 本发明就是鉴于上述情况而提出的,其目的在于提供一种数字放大器,能够缩短检测输出电流的异常的时间,尽可能地不停止输出,在异常时能够保护放大电路。

[0011] 用于解决课题的手段

[0012] 本发明提供一种对输入信号进行 D 类放大的数字放大器,该数字放大器具有 :开关元件,根据基于所述输入信号的数字脉冲信号的驱动信号进行开关动作 ;驱动电路,向所述开关元件供给所述驱动信号 ;输出滤波器,包括与所述开关元件的输出部连接的低通滤

波器；以及异常状态检测部，被设于所述开关元件的输出部，检测来自所述开关元件的输出电流的异常状态，并输出异常状态检测信号，所述异常状态检测部具有使所述异常状态检测信号的相位超前的进相功能，在根据所述异常状态检测信号检测到输出电流的异常状态的情况下，所述驱动电路停止所述驱动信号，使所述开关元件的开关动作停止。

[0013] 根据上述结构，在检测到异常状态时使来自驱动电路的驱动信号停止，使开关元件的开关动作停止，由此能够进行电流限制动作，而且不需进行停止输入信号、切断输出信号等动作。并且，根据异常状态检测部的进相功能，能够消除或者降低异常状态检测信号的相位延迟。因此，能够缩短检测输出电流的异常的时间，尽可能地不停止输出，在异常时能够保护放大电路。

[0014] 并且，在本发明的上述数字放大器中，所述异常状态检测部包括：过电流检测电路，检测来自所述开关元件的输出电流中的预定值以上的过电流，并输出过电流检测信号作为所述异常状态检测信号；以及进相电路，使所述过电流检测信号的相位超前。

[0015] 根据上述结构，作为输出电流的异常状态，在检测到来自开关元件的输出电流中的预定值以上的过电流的情况下，停止驱动信号，使开关元件的开关动作停止，能够进行电流限制。在这种情况下，在发生过电流时能够快速进行电流限制动作，尽可能地不停止输出，能够保护包括开关元件的放大电路。

[0016] 并且，在本发明的上述数字放大器中，所述异常状态检测部包括谐振电流检测电路，检测与在所述输出滤波器发生谐振时的输出电流相关的预定值以上的谐振电流，并输出谐振电流检测信号作为所述异常状态检测信号。

[0017] 根据上述结构，作为输出电流的异常状态，在检测到与在输出滤波器发生谐振时的输出电流相关的预定值以上的谐振电流的情况下，停止驱动信号，使开关元件的开关动作停止，能够进行电流限制。在这种情况下，当在输出部发生谐振时能够快速进行电流限制动作，使影响不波及到可听范围内的输出，能够保护包括开关元件的放大电路。

[0018] 并且，在本发明的上述数字放大器中，所述数字放大器具有：温度检测部，检测所述开关元件或者其周围的温度；输出切断部，切断所述开关元件的输出；输入信号静音部，使所述输入信号成为预定电平以下的无音状态或者微小状态；以及联动控制部，使所述输出切断部和所述输入信号静音部联动动作，在由所述温度检测部检测到预定值以上的高温状态的情况下，所述联动控制部使所述输出切断部和所述输入信号静音部联动动作。

[0019] 根据上述结构，在开关元件或者其周围的温度成为预定值以上的高温状态的情况下，通过使输出切断部和输入信号静音部联动动作，能够停止开关元件的输入及输出双方来保护开关元件。在这种情况下，如果切断开关元件的输出，则成为无负载状态，并且成为在输出滤波器中容易发生谐振的状态，然而通过进行输入信号的静音，能够防止在输出滤波器的谐振。

[0020] 并且，在本发明的上述数字放大器中，所述驱动电路通过反复进行如下控制来进行所述开关元件的电流限制动作，所述控制为：根据所述异常状态检测信号，在所述输出电流为预定值以上的情况下停止所述驱动信号，使所述开关元件的开关动作停止，在所述输出电流小于预定值的情况下反复进行输出所述驱动信号，使再次开始所述开关元件的开关动作。

[0021] 根据上述结构，通过反复进行开关动作的停止 / 再次开始来进行电流限制动作，

能够保护包括开关元件的放大电路,而且使开关元件的动作尽可能地持续进行而不停止输出。

[0022] 并且,在本发明的上述数字放大器中,所述驱动电路在进行所述开关元件的电流限制动作时,在所述数字脉冲信号的基准振荡频率的 1 周期单位或者 1 周期单位内的任意定时输出 / 停止所述驱动信号。

[0023] 根据上述结构,在检测到过电流的发生或者谐振电流的发生等异常状态时,能够根据输入信号的数字脉冲信号的基准振荡频率快速进行实时的电流限制动作,尽可能地不停止输出,能够保护包括开关元件的放大电路。

[0024] 并且,在本发明的上述数字放大器中,所述数字放大器具有控制部,该控制部判断所述谐振电流检测电路的谐振电流检测信号被持续输出预定时间,并且在持续输出所述预定时间的情况下输出表示该情况的信号。

[0025] 根据上述结构,能够检测扩声系统的系统振荡,并且通知扩声系统的使用者发生了系统振荡,因而能够防止混频器、数字放大器或者扬声器等的故障。

[0026] 发明效果

[0027] 根据本发明能够提供一种数字放大器,能够缩短检测输出电流的异常的时间,尽可能地不停止输出,在异常时能够保护放大电路。

附图说明

[0028] 图 1 是表示本发明的一个实施方式的数字放大器的结构的电路图。

[0029] 图 2 是表示本实施方式的数字放大器的具体结构示例的电路图。

[0030] 图 3 是表示数字放大器与模拟放大器的热设计基准的比较的输出特性图。

[0031] 图 4 是表示基于本实施方式的电流限制电路的放大器动作时的波形的动作波形图。

[0032] 图 5 (A)、(B)是本实施方式的电流限制电路有无进相电路的输出电流波形的比较图。

[0033] 图 6 是表示数字放大器的基本结构的电路图。

[0034] 图 7 是在放大器输出部的低通滤波器中发生谐振时的放大电路的增益—频率特性图。

[0035] 图 8 是表示与本实施方式的数字放大器的电路保护功能相关的第一动作示例的流程图。

[0036] 图 9 是表示与本实施方式的数字放大器的电路保护功能相关的第二动作示例的状态推移图。

[0037] 图 10 是表示使用了本实施方式的数字放大器的扩声系统的图。

[0038] 图 11 是表示本发明的另一个实施方式的数字放大器的结构的电路图。

具体实施方式

[0039] 在下面的实施方式中,作为本发明的数字放大器的一例示出了这样的结构示例,即数字放大器的输出级的开关元件采用 FET,负载与扬声器连接,该数字放大器进行声音信号的放大。

[0040] 图 1 是表示本发明的一个实施方式的数字放大器的结构的电路图。本实施方式的数字放大器构成为具有 PWM 电路 11、驱动电路 12、开关元件 Q1、Q2。开关元件 Q1、Q2 利用 N 沟道的 MOSFET 等构成,漏极—源极之间相互串联连接,从而构成一对开关元件。该开关元件 Q1、Q2 根据针对栅极的驱动信号的输入而交替地进行开关动作,并进行输入信号的功率放大。此时,开关元件 Q1 的漏极被施加电压 +VB,开关元件 Q2 的源极被施加电压 -VB,开关元件 Q1、Q2 根据栅极电压而导通 / 截止。另外,开关元件不限于 FET,也可以是双极晶体管等能够进行开关动作的其它元件。

[0041] PWM 电路 11 进行输入信号的 PWM 变换,并输出具有与输入信号电平对应的脉冲宽度的数字脉冲信号。驱动电路 12 根据从 PWM 电路 11 输出的数字脉冲信号驱动开关元件 Q1、Q2,向开关元件 Q1、Q2 的栅极分别输出驱动信号。

[0042] 开关元件 Q1、Q2 的输出部与输出滤波器 15 连接,输出滤波器 15 包括由线圈 13 和电容器 14 构成的低通滤波器。该输出滤波器 15 的输出端与作为输出切断部的一例的用于开闭输出信号路径的继电器 16 连接,并通过继电器 16 与作为负载的扬声器 17 连接。另外,输出切断部往往采用继电器,但也可以是其它开关单元。

[0043] 模拟的声音信号的输入信号经由 PWM 电路 11 被变换为数字脉冲信号,并输入驱动电路 12。根据该数字脉冲信号,从驱动电路 12 向开关元件 Q1、Q2 的栅极输入驱动信号,开关元件 Q1、Q2 根据驱动信号进行开关动作。从开关元件 Q1、Q2 的输出部输出的功率被放大后的数字脉冲信号经由输出滤波器 15 被变换为模拟信号,作为功率被放大后的模拟的声音信号进行输出,并提供给扬声器 17。扬声器 17 根据该输出信号进行驱动,并播放出声音。

[0044] 并且,在放大器输出部的输出滤波器 15 的线圈 13 串联连接有检测电阻器 18,设有过电流检测电路 19,根据检测电阻器 18 的两端电压检测流向线圈 13 的电流,并检测流向负载的过电流。另外,电容器 14 串联连接有检测电阻器 20,设有谐振电流检测电路 21,根据检测电阻器 20 的两端电压检测流向电容器 14 的电流,并检测在输出滤波器 15 产生的谐振电流。

[0045] 过电流检测电路 19 的输出端与使过电流检测信号的相位超前的进相电路 22 连接,并通过该进相电路 22 与驱动电路 12 连接。谐振电流检测电路 21 的输出端也与驱动电路 12 连接。在过电流检测值为预定值以上的情况下,过电流检测电路 19 输出高电平的过电流检测信号作为异常状态检测信号。在谐振电流检测值为预定值以上的情况下,谐振电流检测电路 21 输出高电平的谐振电流检测信号作为异常状态检测信号。另外,过电流检测电路 19 和进相电路 22 当然也可以利用同一电路单元构成,而非不同的电路。在这种情况下,利用未图示的运算放大器检测检测电阻器 18 的两端的电压,在使该检测波形的相位超前后,由未图示的比较器与预定值进行比较,由此检测过电流。并且,谐振电流检测电路 21 除进相电路之外的电路结构,能够利用与上述过电流检测电路 19 相同的电路结构实现。

[0046] 驱动电路 12 在被输入了来自过电流检测电路 19 的过电流检测信号或者来自谐振电流检测电路 21 的谐振电流检测信号的情况下,停止动作并停止供给到开关元件 Q1、Q2 的驱动信号。由此,开关元件 Q1、Q2 的栅极电压小于预定值,双方均截止。开关元件 Q1、Q2 在通常的开关动作时以例如 400kHz 等的基准振荡频率的周期交替地导通 / 截止。与此相对,在驱动信号停止时双方截止,在该截止期间不流过输出电流。由上述过电流检测电路 19、

进相电路 22、谐振电流检测电路 21、驱动电路 12 构成本实施方式的进行异常时的开关元件 Q1、Q2 的电流限制的电流限制电路(电流限制器)。

[0047] 在 PWM 电路 11 的输入侧设有输入信号静音部 23。输入信号静音部 23 具有静音电路 24、旁通电路 25、对它们进行切换的开关 26、27, 根据来自外部的控制信号使静音电路 24 或者旁通电路 25 与输入信号路径连接。静音电路 24 用于使输入信号衰减为预定电平以下, 具有使输入信号成为无音状态或者微小状态的功能。

[0048] 并且, 在开关元件 Q1、Q2 的附近设有检测开关元件 Q1、Q2 或者其周围的温度的温度检测部 28。温度检测部 28 的输出端与联动控制部 29 连接, 联动控制部 29 对继电器 16 及输入信号静音部 23 进行联动控制。在温度检测部 28 的温度检测值为预定值以上的情况下, 联动控制部 29 向继电器 16 及输入信号静音部 23 输出控制信号, 使它们联动动作并执行继电器断开及输入信号静音。由此, 针对开关元件 Q1、Q2 的输入输出停止。

[0049] 图 2 是表示本实施方式的数字放大器的具体结构示例的电路图。图 2 表示驱动电路及进相电路的具体结构的一例。驱动电路 31 构成为具有反转电路 32、光耦合器 33、34、驱动器 35、36、开关元件 37、和 NOR 电路 38。一个光耦合器 33 的 LED 直接与 PWM 电路 11 的输出端连接, 另一个光耦合器 34 的 LED 通过反转电路 32 与连接 PWM 电路 11 的输出端。光耦合器 33、34 的光敏晶体管分别与驱动器 35、36 连接。根据这种结构, 光耦合器 33、34 中一方根据从 PWM 电路 11 输出的数字脉冲信号而导通, 另一方截止, 由此驱动器 35、36 被交替供给高电平的信号。驱动器 35、36 根据来自光耦合器 33、34 的输入信号, 交替地向开关元件 Q1、Q2 供给驱动信号, 由此使开关元件 Q1、Q2 进行开关动作而交替地导通 / 截止。另外, 在此示出了采用光耦合器和开关元件等的结构示例, 但也可以采用利用其它开关单元输出 / 停止驱动信号的结构。

[0050] 并且, 光耦合器 33、34 的 LED 的另一端通过开关元件 37 被接地。来自经由进相电路 41 的过电流检测电路 19 的过电流检测信号或者来自谐振电流检测电路 21 的谐振电流检测信号, 通过 NOR 电路 38 供给到开关元件 37 的控制输入端。开关元件 37 在控制输入端被输入高电平时导通并接通, 在被输入低电平时截止并断开。在这种情况下, 在过电流检测信号和谐振电流检测信号至少一方成为高电平时, 开关元件 37 截止, 光耦合器 33、34 双方的 LED 截止。因此, 在由过电流检测电路 19 和谐振电流检测电路 21 检测到预定值以上的过电流或者谐振电流时, 能够使驱动电路 31 的动作停止, 使开关元件 Q1、Q2 的开关动作停止。

[0051] 进相电路 41 具有被串联连接的电容器 42 和电阻器 43, 利用通过电阻器 44 被接地的 CR 移相电路构成。该进相电路 41 通过电容器 42 使过电流检测信号进相, 并供给到驱动电路 31。另外, 进相电路不限于 CR 移相电路, 也可以采用 LC 移相电路等其它结构。根据该进相电路 41, 能够消除或者降低在检测输出电流的过电流并进行反馈的系统中产生的过电流检测信号的相位延迟。过电流检测信号的相位延迟主要是起因于输出滤波器 15 及过电流检测电路 19 的常数、频率特性等而产生的, 例如约为 $10 \mu \text{sec}$ 。其中, 关于进相电路中的相位的进相程度, 更优选设为考虑了直至检测输出电流的异常状态并停止驱动信号为止的系统整体的信号延迟的时间量。另外, 谐振电流检测电路 21 通过输出滤波器 15 的电容器 14 而具有进相功能, 因而不需要特别设置进相电路。这样通过设置具有进相功能的电路, 能够缩短过电流状态的检测时间, 提高针对过电流的电路保护动作的响应特性。

[0052] 在此,对数字放大器的热设计基准进行说明。图 3 是表示数字放大器与模拟放大器的热设计基准的输出的特性图。在图 3 的曲线图中,横轴表示输出,纵轴表示损失。数字放大器与模拟放大器相比在整个输出范围中损失较小,但相对于输出的损失基本上呈线性,随着输出增加(输出电流增大),损失增大。即,数字放大器的损失为(通常使用时) $\ll$ (异常时)。与此相对,模拟放大器的损失为(通常使用时) $\approx$ (异常时),即使异常时的损失增大,与通常使用时相比也不会产生较大的差异。放大器的热设计基准通常是根据通常使用时的损失进行设定的,并根据该热设计基准确定散热器尺寸等。在模拟放大器中,如果在通常使用时进行热设计,则即使不考虑异常时也不会产生问题。但是,在数字放大器中,如果不充分考虑异常时而进行热设计,则有时产生导致放大电路的故障等问题。

[0053] 但是,考虑异常时会使散热器变大型,这在数字放大器的设计中是不期望的,因而在此假设采用设置电流限制电路进行发生过电流时的电流限制控制的结构的情况。在本实施方式中具有如下的结构,根据过电流检测及谐振电流检测使驱动电路停止来进行电流限制控制,还在过电流检测电路中追加进相电路来补偿过电流检测信号的相位延迟。由此,当在数字放大器的负载中产生过电流或者谐振电流时,能够缩短输出电流的异常检测的时间,尽可能地不停止输出,并进行限制异常时的输出电流的电流限制控制。

[0054] 下面,对发生过电流时的电流限制动作进行详细说明。图 4 是表示基于本实施方式的电流限制电路的放大器动作时的波形的动作波形图。在图 4 中,电流限制值是指基于在过电流检测电路 19 中检测异常状态的预定值的电流限制用阈值的电流值。在输出电流值由于负载的异常等而达到该电流限制值以上的情况下,驱动电路 12 的动作停止,不再流过该电流限制值以上的输出电流。在此,在输出电流值达到预定值以上的情况下,驱动电路 12 停止驱动信号,使开关元件 Q1、Q2 的开关动作停止。其中,在输出电流值达到预定值以上的状态下,驱动电路 12 持续停止动作。然后,在输出电流值小于预定值的情况下,驱动电路 12 输出驱动信号,使开关元件 Q1、Q2 的开关动作再次开始。

[0055] 因此,在检测到异常状态并进行电流限制动作时,作为基于电流限制电路的电流限制控制,以数字放大器的基准振荡频率(数字脉冲信号的基准振荡频率、开关元件的开闭频率...例如 400kHz)的 1 周期单位,驱动电路 12 实时地进行驱动信号的输出/停止控制。由此,开关元件 Q1、Q2 反复开关动作的开始(一方导通)/停止(双方截止)。此时,如图 4 中的放大图所示,输出电流以基准振荡频率的 1 周期单位(例如每隔周期 T)呈锯齿状变动,电流值被限制为小于预定值。因此,不需停止来自开关元件 Q1、Q2 的输出,即可尽可能地持续开关动作,并保护包括开关元件的放大电路。另外,驱动信号的输出/停止控制也可以按照 1 周期内的任意定时进行输出/停止控制,而非 1 周期单位。

[0056] 图 5 (A)、(B)是本实施方式的电流限制电路有无进相电路的输出电流波形的比较图,(A)表示不设置进相电路时的动作波形,(B)表示设置进相电路时的动作波形。在图 5 (A)所示的不设置进相电路的情况下,将导致电流限制动作的开始由于过电流检测信号的相位延迟而延迟。开关元件 Q1、Q2 根据基准振荡频率(例如在 400kHz 时是每隔 2.5 μ sec)进行开关动作,因而在具有过电流检测信号的相位延迟时不能马上停止开关动作,不能进行实时的电流限制。在这种情况下,如利用符号 α 示出的那样,在发生过电流后的较短期间中,输出电流超过电流限制值,因而如果异常状态持续,则将导致放大电路的故障等。如果考虑到该相位延迟而降低电流限制值,则产生输出较早停止、频繁进行电流限制动作等

问题。与此相对,在图 5 (B)所示的设置进相电路的情况下(本实施方式),能够缩短过电流检测时间,防止电流限制动作的开始相对于开关动作而延迟,实现实时的电流限制。在这种情况下,如利用符号 β 示出的那样,自最初发生过电流起输出电流不会达到电流限制值以上,能够可靠地实施电流限制。

[0057] 下面,对发生谐振电流时的电流限制动作进行详细说明。图 6 是表示数字放大器的基本结构的电路图。图 7 是在放大器输出部的低通滤波器中发生谐振时的放大电路的增益—频率特性图。数字放大器的基本结构是具有输入信号源 51、放大电路 52、低通滤波器 53、扬声器等负载 54。在负载 54 为轻负载或者没有负载时(负载电阻 R_L 较小时),由低通滤波器 53 的线圈 L 和电容器 C 构成的 LC 谐振电路进行谐振,放大电路 52 进行振荡。通常,发生这种谐振的谐振频率 f_R 根据低通滤波器 53 的常数而达到比超过可听范围的 20kHz 高的频率。在本实施方式中,如果发生谐振电流时的输出电流值达到预定值以上,则停止驱动电路的动作,并抑制谐振电流。在这种情况下,对于可听范围的频率的过电流,基于过电流检测的电流限制器进行动作,由此进行电流限制,对于超过可听范围的频率的谐振电流,基于谐振电流检测的电流限制器进行动作,由此进行谐振电流抑制。

[0058] 其中,发生谐振电流时的电流限制动作与上述发生过电流时的电流限制动作同样是实时地进行电流限制。因此,其影响不会波及到可听范围的输出,能够抑制谐振电流。因此,即使是在由于负载的异常而产生谐振的情况下,也能够尽可能地不停止输出,并抑制谐振电流。

[0059] 图 8 是表示与本实施方式的数字放大器的电路保护功能相关的第一动作示例的流程图。在第一动作示例中,在数字放大器进行动作时,由过电流检测电路 19 进行输出级的过电流检测以及由谐振电流检测电路 21 进行输出级的谐振电流检测(S11)。在此,根据过电流检测值或者谐振电流检测值是否达到预定值以上,切换发生过电流 / 谐振电流时有无数字放大器的电路保护动作(S12)。在输出电流没有异常、未检测到预定值以上的过电流或者谐振电流的情况下,反复 S11 ~ S12 的动作。

[0060] 在过电流检测值或者谐振电流检测值达到预定值以上、并检测到输出电流的异常状态的情况下,过电流检测信号或者谐振电流检测信号为高电平,驱动电路 12 的动作停止,开关元件 Q1、Q2 均截止(S13)。然后,根据过电流检测值或者谐振电流检测值是否达到预定值以上,切换驱动电路 12 的动作有无再次开始(S14)。在此,在过电流检测值或者谐振电流检测值达到预定值以上的情况下,驱动电路 12 持续停止动作。在过电流检测值及谐振电流检测值小于预定值的情况下,过电流检测信号及谐振电流检测信号为低电平,驱动电路 12 的动作再次开始,开关元件 Q1、Q2 的开关动作再次开始(S15)。

[0061] 并且,在数字放大器进行动作时,根据温度检测部 28 对开关元件 Q1、Q2 的温度检测值是否达到预定值以上,切换异常高温时的数字放大器的有无电路保护动作(S16)。在开关元件 Q1、Q2 的温度检测值小于预定值、不是异常高温状态的情况下,反复 S11 ~ S16 的动作。

[0062] 在输出电流的异常状态持续等、开关元件 Q1、Q2 过度发热而成为异常高温状态、温度检测值达到预定值以上的情况下,通过联动控制部 29 的控制,继电器 16 及输入信号静音部 23 联动动作,执行继电器断开及输入信号静音(S17)。

[0063] 在继电器 16 断开并切断了输出信号路径时,负载被切离而成为无负载状态,因而

更容易发生谐振。在本实施方式中,在发生谐振时驱动电路 12 及开关元件 Q1、Q2 也间歇地进行动作,并进行电流限制,因而如果谐振状态持续,则开关元件 Q1、Q2 有可能达到异常高温而损坏。因此,对继电器 16 及输入信号静音部 23 进行联动控制,使同时进行继电器断开及输入信号静音,由此使输入输出双方停止,能够防止谐振。

[0064] 另外,在图 8 的流程图中,将开关元件的温度检测(S16)设计在流程的最后,但也可以设计在刚刚起动后。这对于如下情况比较有效,即在开关元件 Q1、Q2 在初期由于器件不良等而发热时,能够迅速停止电路动作,而且不需进行异常电流检测。

[0065] 图 9 是表示与本实施方式的数字放大器的电路保护功能相关的第二动作示例的状态推移图。在第二动作示例中,在数字放大器进行动作时,由过电流检测电路 19 进行输出级的过电流检测、由谐振电流检测电路 21 进行输出级的谐振电流检测(S21)、以及由温度检测部 28 进行开关元件 Q1、Q2 的温度检测(S22)。在过电流检测值及谐振电流检测值正常且小于预定值的情况下,反复 S21 的过电流检测及谐振电流检测。在温度检测值正常且小于预定值的情况下,反复 S22 的温度检测。

[0066] 在过电流检测值或者谐振电流检测值达到预定值以上的情况下,过电流检测信号或者谐振电流检测信号为高电平,驱动电路 12 的动作停止,开关元件 Q1、Q2 截止(S23)。并且,继续进行过电流检测及谐振电流检测(S24)。在此,在过电流检测值或者谐振电流检测值达到预定值以上的情况下,反复 S24 的过电流检测及谐振电流检测,驱动电路 12 的动作停止状态持续。在过电流检测值及谐振电流检测值正常且小于预定值的情况下,过电流检测信号及谐振电流检测信号为低电平,驱动电路 12 的动作再次开始(S25)。然后,返回到 S21 的过电流检测及谐振电流检测,反复进行相同的动作。

[0067] 在温度检测值达到预定值以上的情况下,通过联动控制部 29 的控制,继电器 16 及输入信号静音部 23 联动动作,执行继电器断开及输入信号静音(S26)。并且,继续进行温度检测(S27)。在此,在温度检测值达到预定值以上的情况下,反复 S27 的温度检测,继电器断开及输入信号静音的状态持续。在温度检测值正常且小于预定值的情况下,通过联动控制部 29 的控制,解除继电器 16 及输入信号静音部 23 的联动动作,执行继电器接通及静音解除(S28)。然后,返回到 S22 的温度检测,反复进行相同的动作。另外,也能够以如下方式进行动作,即在 S25 的驱动电路 12 的动作再次开始后进入到 S22 的温度检测,在温度检测值达到预定值以上的情况下,处于 S26 的继电器断开及输入信号静音状态,在温度检测值小于预定值的情况下,进入到 S21 过电流检测及谐振电流检测。

[0068] 下面,使用图 10 和图 11 说明将本实施方式的数字放大器应用于扩声系统的情况。图 10 是表示使用了本实施方式的数字放大器的扩声系统的图。扩声系统将由传声器 70 集音的声音信号通过线缆传输到混频器 71,再从混频器 71 传输到数字放大器 72,再从数字放大器 72 传输到扬声器 73,由此从扬声器 73 将声音信号扩声到想要扩声的扩声空间中。

[0069] 并且,图 11 表示本扩声系统使用的数字放大器的结构。在图 11 所示的结构中,与图 2 的不同之处在于具有控制部 80 和 LED81,以使谐振电流检测电路 21 的输出也输入到控制部 80,当谐振电流检测电路 21 的输出结果在控制部 80 中持续了预定时间的情况下,能够在 LED81 进行显示。

[0070] 在这种扩声系统中,本发明的数字放大器 72 能够检测在扬声器 73 的连接数量较少即所谓轻负载等时发生的谐振电流,但检测的频率也可以是如图 7 所示的 20kHz 以上的

非可听范围频率频带。

[0071] 另外,在包括传声器 70 和扬声器 73 的扩声系统中公知:来自扬声器 73 的扩声声音再次经由传声器 70 被集音,由此在可听范围频率频带中发生的振荡频率成为振鸣。与此相对,在如图 10 所示传声器 70 和扬声器 73 的线缆相互沿着彼此而布线时等,输入输出进行电气/磁气耦合而实施正反馈,引发振荡。该振荡被称为系统振荡,不像振鸣那样能被人的耳朵听到,因而被延迟检测到,并经常成为导致混频器 71、数字放大器 72 及扬声器 73 等的故障的原因。

[0072] 但是,根据本发明的数字放大器的谐振电流检测电路 21,也能够一并检测发生系统振荡的频带,因而在恒定地产生该谐振电流时,能够判断为发生了系统振荡。因此,检测谐振电流检测电路 21 的输出在控制部 80 或者未图示的微处理器等中持续预定时间,在持续了预定时间的情况下使 LED81 点亮,由此能够通知扩声系统的使用者发生了系统振荡。另外,控制部 80 也可以构成为在内部具有积分电路,如果该积分值达到预定值以上就使 LED81 点亮。

[0073] 由此,使用者能够得知系统振荡的发生,并在混频器 71、数字放大器 72 及扬声器 73 等发生故障之前采取适当的对策。

[0074] 另外,作为控制部 80,只要能够判断检测到检测谐振电流检测电路 21 的输出持续预定时间即可,因而也可以采用定时器等。并且,LED81 也可以设于数字放大器内,也可以设于扩声系统中使用者容易看到的位置例如混频器 71,或者还可以在天花板、墙壁等设置 LED 或者警告灯等单体的发光体、或者液晶或有机 EL 等单体的显示体。另外,在将来自各种音频音源的声音信号扩声的情况下,也可以检测系统振荡来取代来自传声器 70 的声音信号。

[0075] 如以上说明的那样,在本实施方式中,在检测用于进行电流限制控制的输出电流的异常状态的电路中设置检测信号的进相电路,由此能够加快异常状态检测时的响应,缩短检测时间,快速且可靠地进行电流限制动作。在这种情况下,不需要进行假设了相位延迟的电流限制控制,因而在发生过电流等异常状态时,能够在进行电流限制的同时持续进行输出,而不需马上切断输出电流。由此,例如在将本实施方式的数字放大器适用于公务播放系统、紧急播放系统、扩声系统等,能够在放大电路完全发生故障之前持续进行动作并持续输出声音。

[0076] 并且,设置谐振电流检测电路,根据流向输出滤波器的电容器的电流检测在轻负载时发生的放大器输出部的输出滤波器的谐振现象,通过该谐振电流检测能够进行电流限制。因此,对基于输出部的谐振现象的过电流也能够进行恰当的电流限制动作,并保护放大电路。即,在本实施方式中,能够应对作为异常状态的负载短路时等发生过电流时、和负载断开时或者轻负载时等发生谐振时双方的负载异常。

[0077] 在本实施方式的电流限制控制中,仅在检测到异常状态时停止驱动电路的输出,其前级的 PWM 电路等正常进行动作,因而在恢复为正常状态时再次开始动作不需要时间。因此,在异常状态被解除时能够迅速起动数字放大器使开始输出。

[0078] 并且,设置联动控制部进行输出级的开关元件的温度检测,在温度检测值达到预定值以上的情况下,进行使输出部的继电器断开、并且使输入信号静音的输出停止的联动控制。由此,在处于异常高温状态时停止输入输出双方,能够防止开关元件损坏。例如,在

根据异常状态检测进行电流限制动作的状态下,在负载变动而产生了过电流时等,能够根据温度检测来停止输出,并保护放大电路。

[0079] 这样,根据本实施方式,能够缩短导致输出级的开关元件损坏的过电流及谐振电流的检测时间,并且将输出的停止控制在最小限度,能够实施更恰当的电流限制动作。

[0080] 另外,关于本发明,在不脱离本发明的宗旨及范围的前提下,本领域技术人员根据说明书的记载及公知技术进行各种变更、应用,均是本发明的可以预测到的事项,且包含在要求保护的范围之内。并且,也可以在不脱离本发明的宗旨的范围内对上述实施方式的各个构成要素进行任意组合。

[0081] 本发明依据于 2010 年 2 月 8 日提出申请的日本专利申请(日本特愿 2010 - 033362),其内容通过引用被包含于此。

[0082] 产业上的可利用性

[0083] 本发明具有能够缩短输出电流的异常检测的时间,尽可能地不停止输出,在异常时保护放大电路的效果,例如能够用作进行公务播放等中的声音信号等的放大的数字放大器等。

[0084] 标号说明

- [0085] 11 PWM 电路
- [0086] 12、31 驱动电路
- [0087] 13 线圈
- [0088] 14 电容器
- [0089] 15 输出滤波器
- [0090] 16 继电器
- [0091] 17 扬声器
- [0092] 18、20 检测电阻
- [0093] 19 过电流检测电路
- [0094] 21 谐振电流检测电路
- [0095] 22、41 进相电路
- [0096] 23 输入信号静音部
- [0097] 24 静音电路
- [0098] 25 旁通电路
- [0099] 26、27 开关
- [0100] 28 温度检测部
- [0101] 29 联动控制部
- [0102] 32 反转电路
- [0103] 33、34 光耦合器
- [0104] 35、36 驱动器
- [0105] 37 开关元件
- [0106] 38 NOR 电路
- [0107] 42 电容器
- [0108] 43、44 电阻器

- [0109] 51 输入信号源
- [0110] 52 放大电路
- [0111] 53 低通滤波器
- [0112] 54 负载
- [0113] Q1、Q2 开关元件

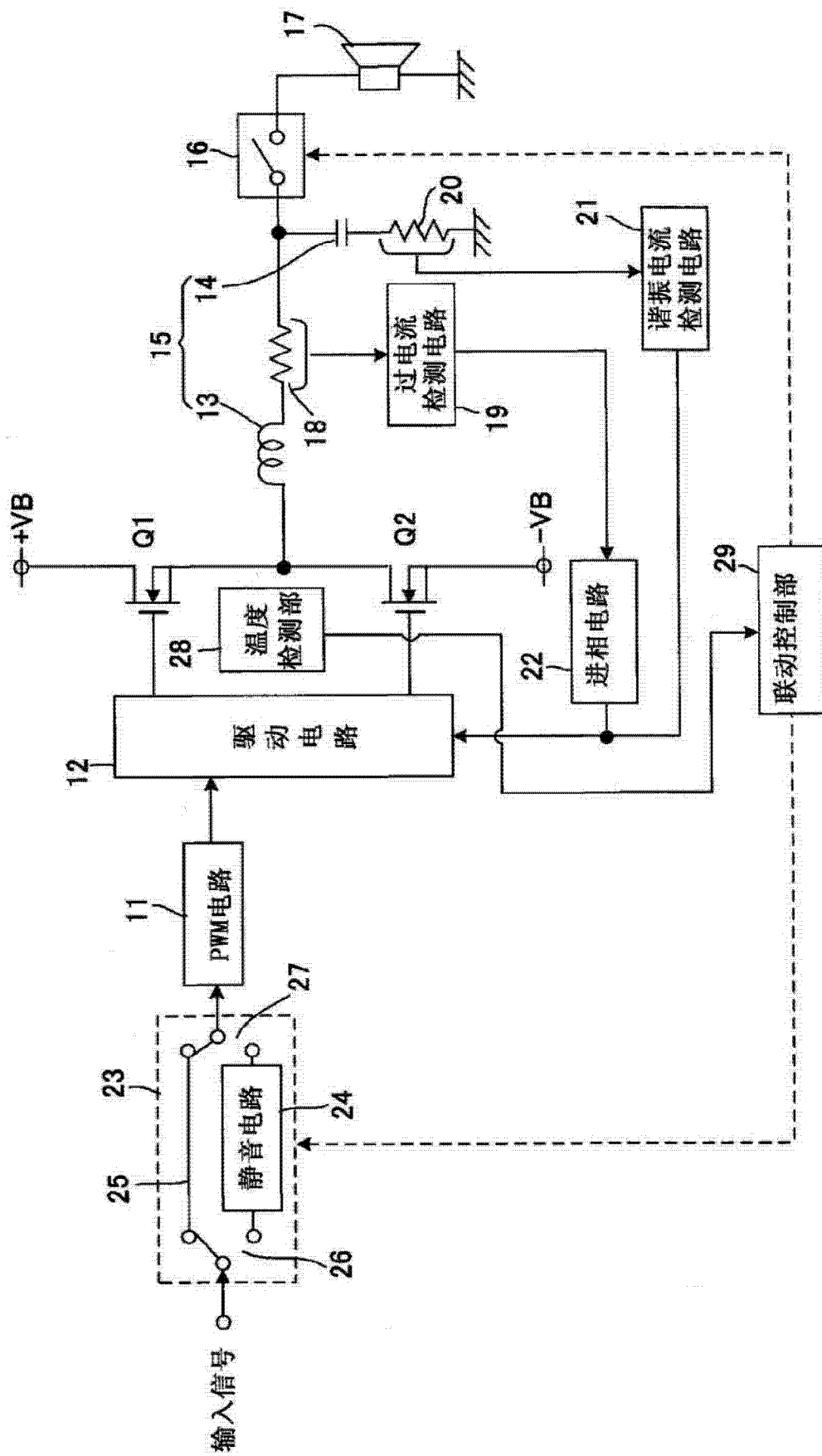


图 1

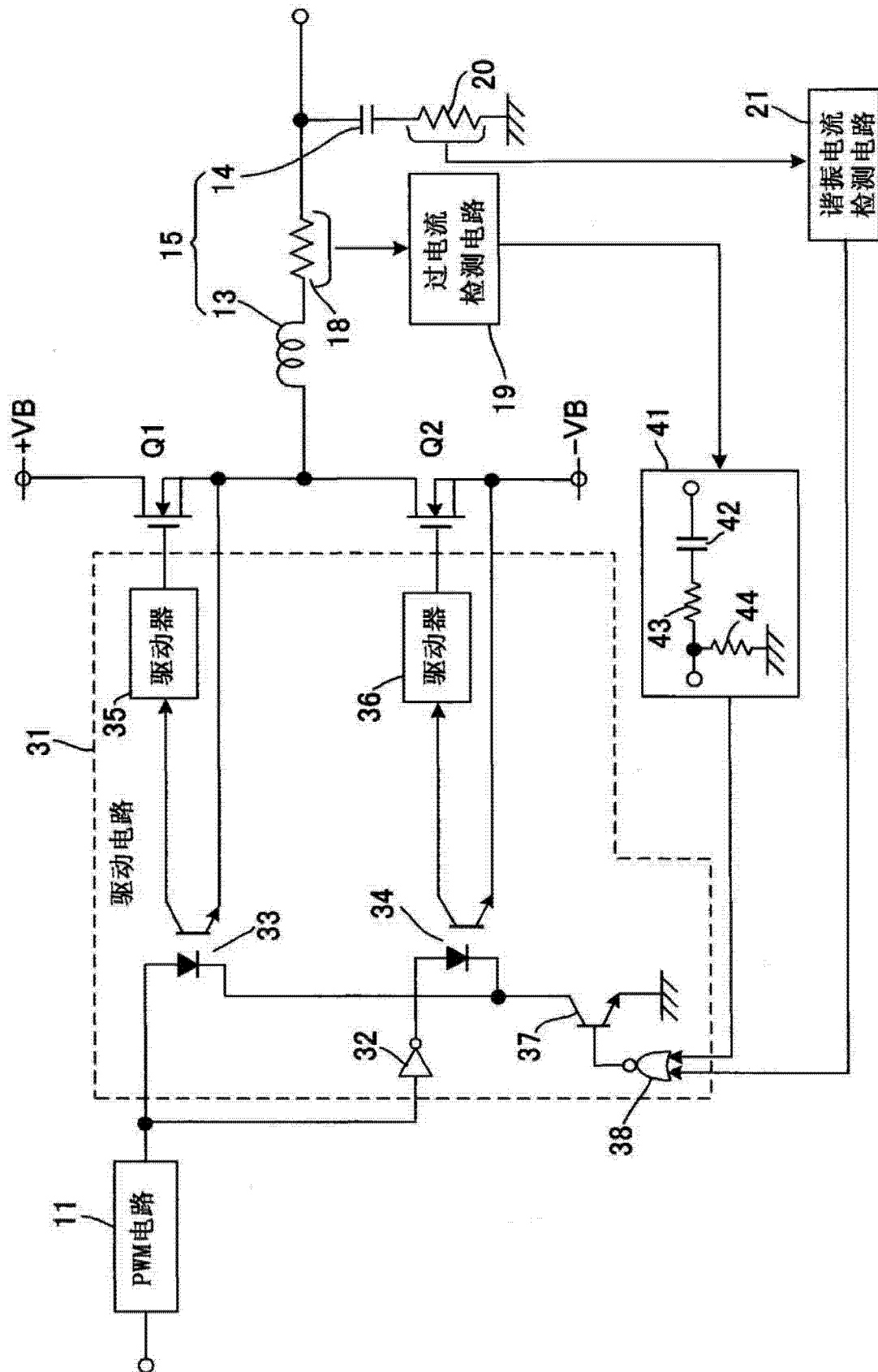


图 2

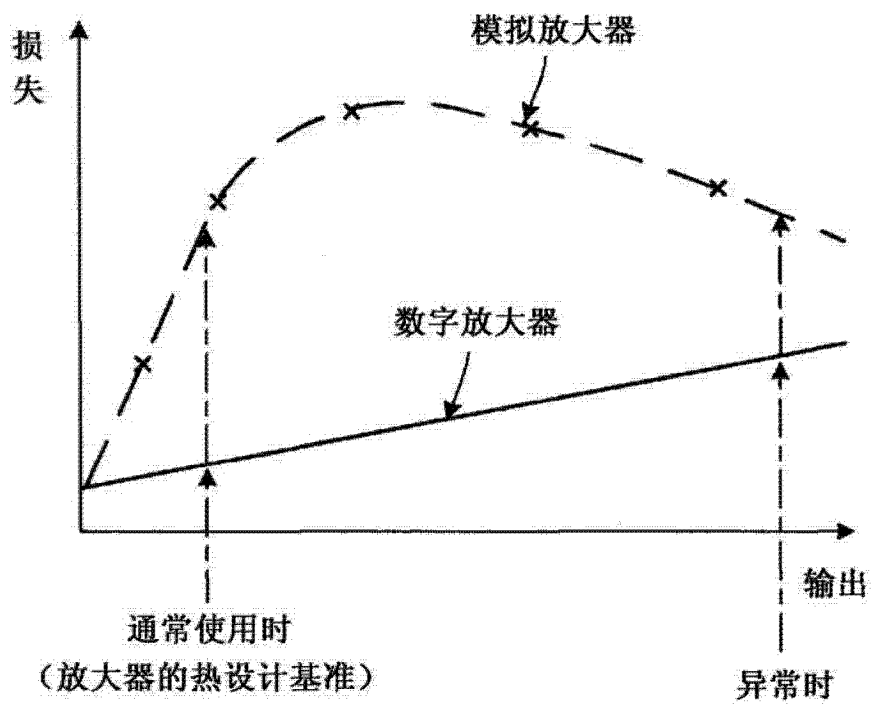


图 3

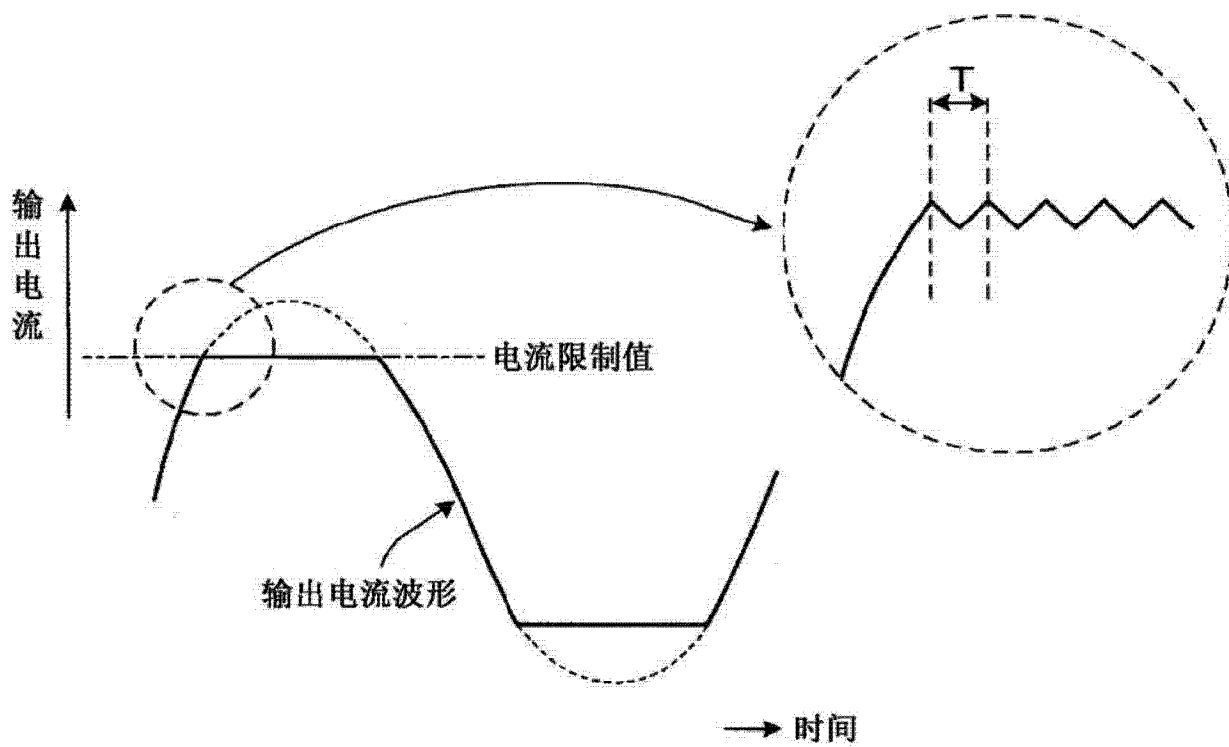


图 4

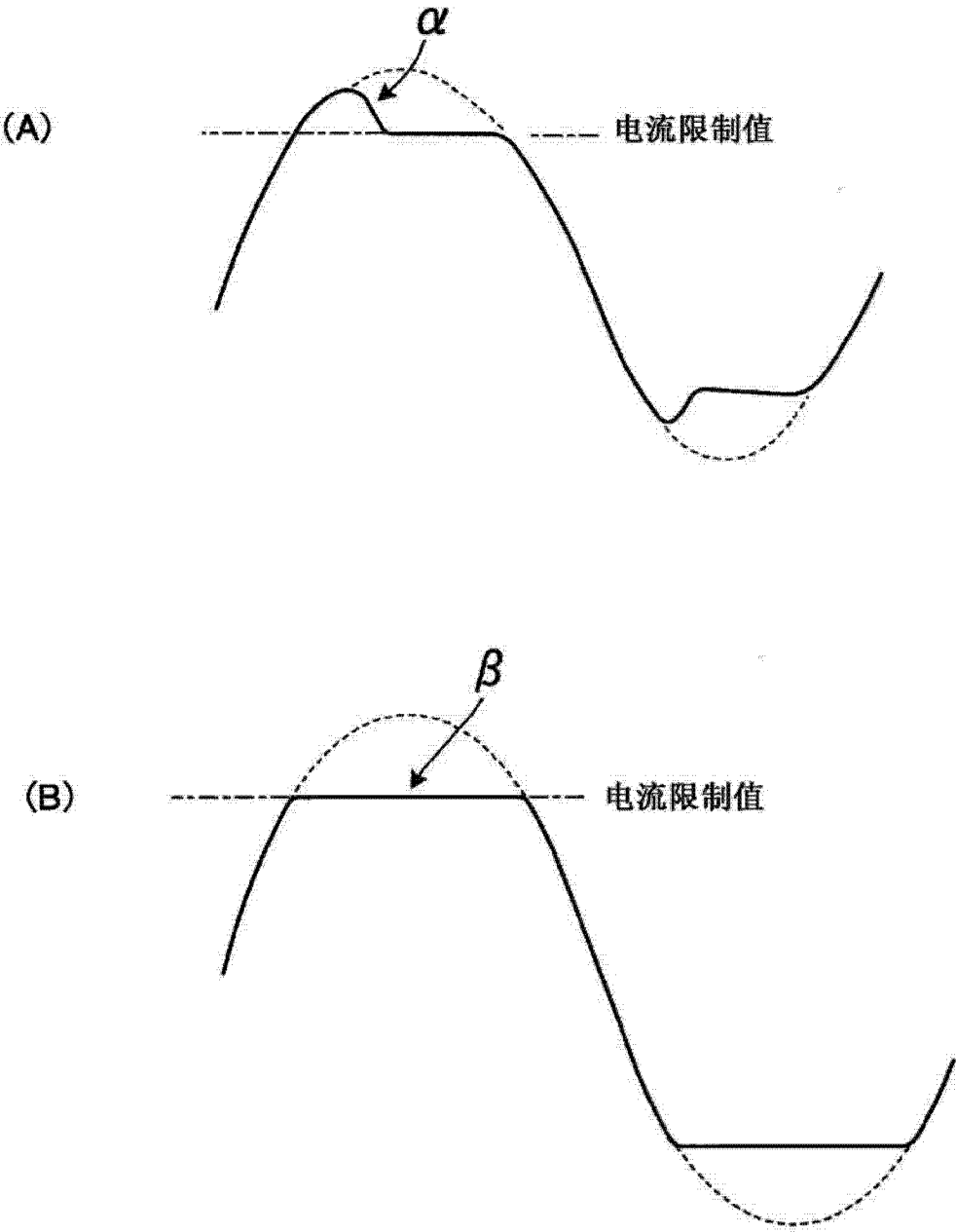


图 5

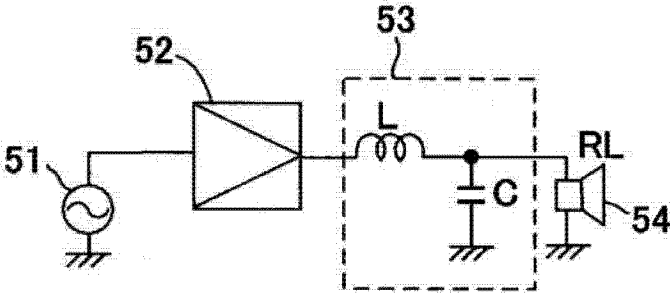


图 6

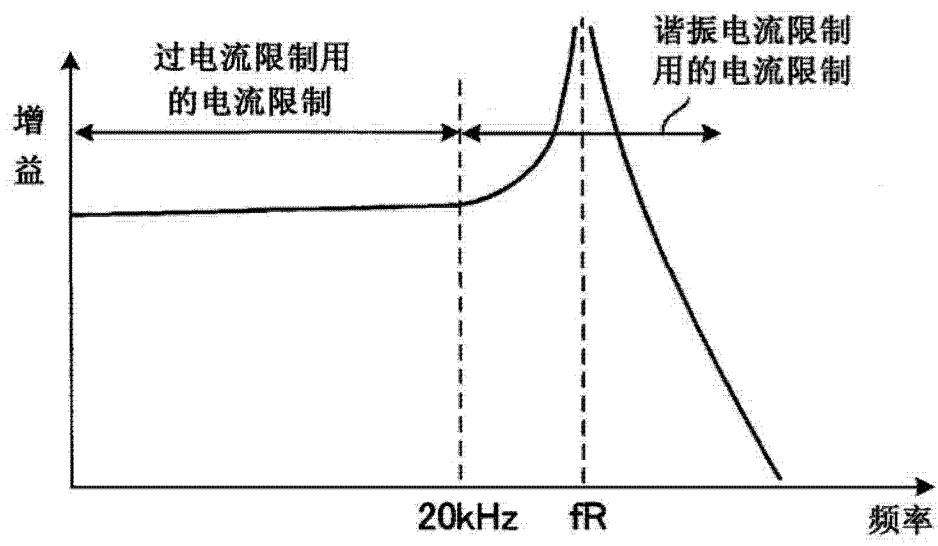


图 7

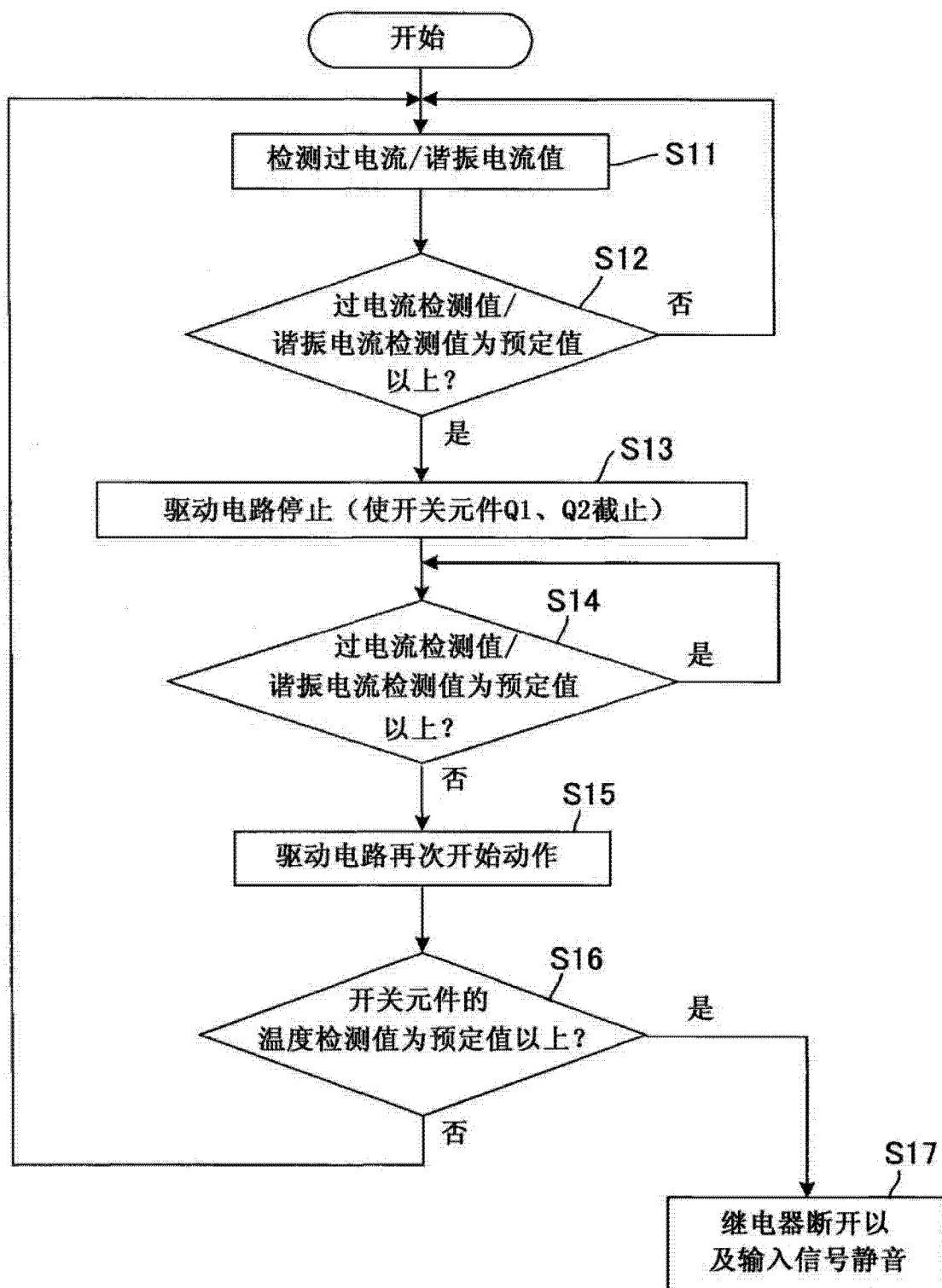


图 8

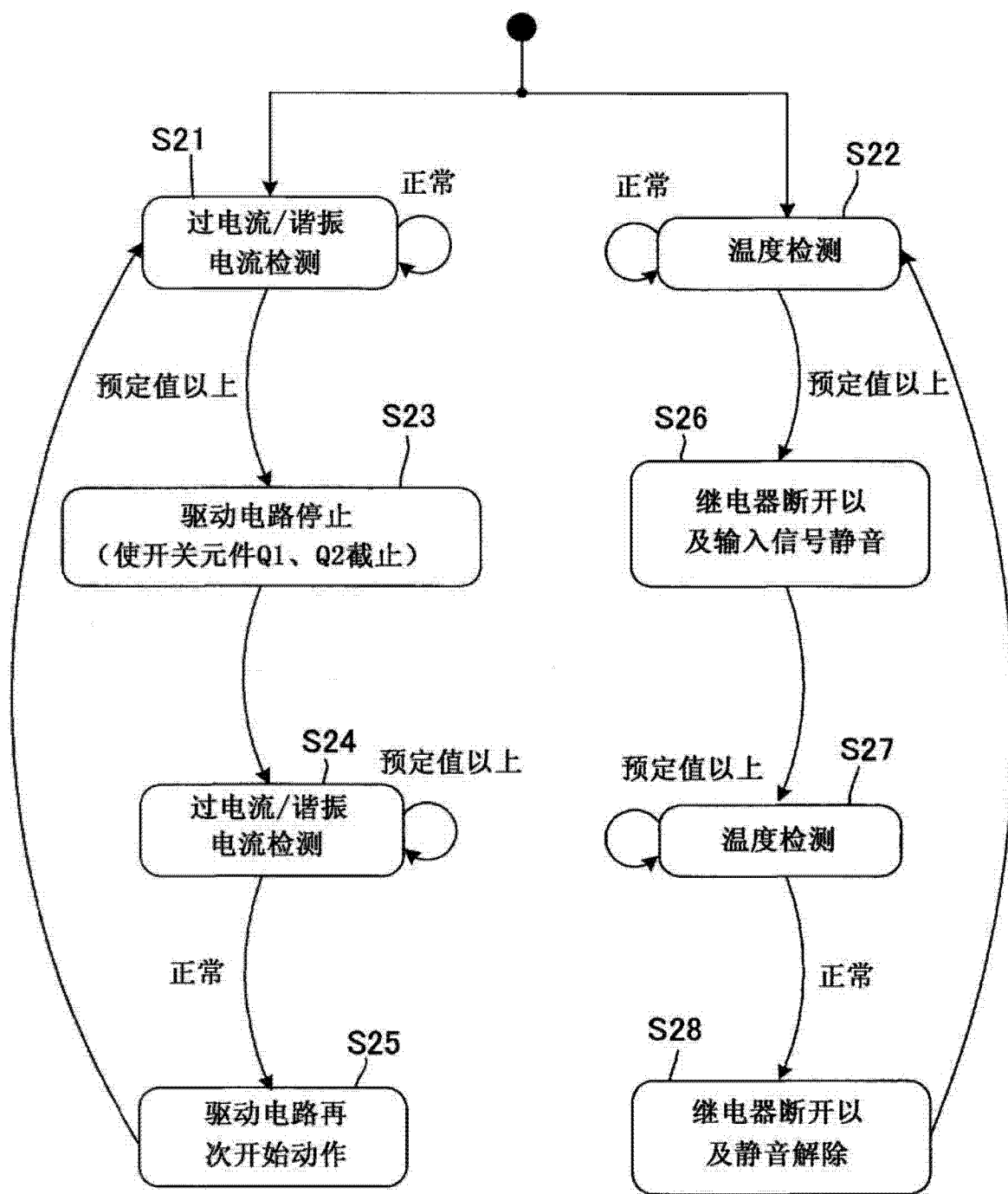


图 9

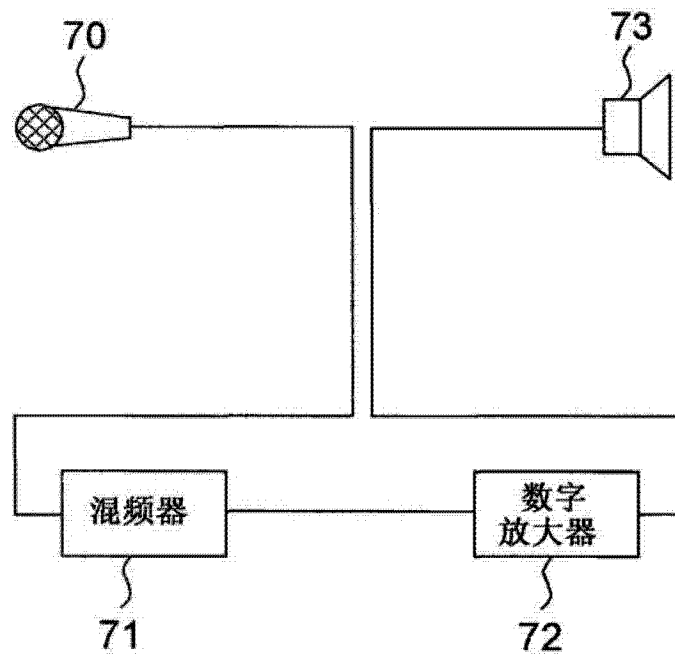


图 10

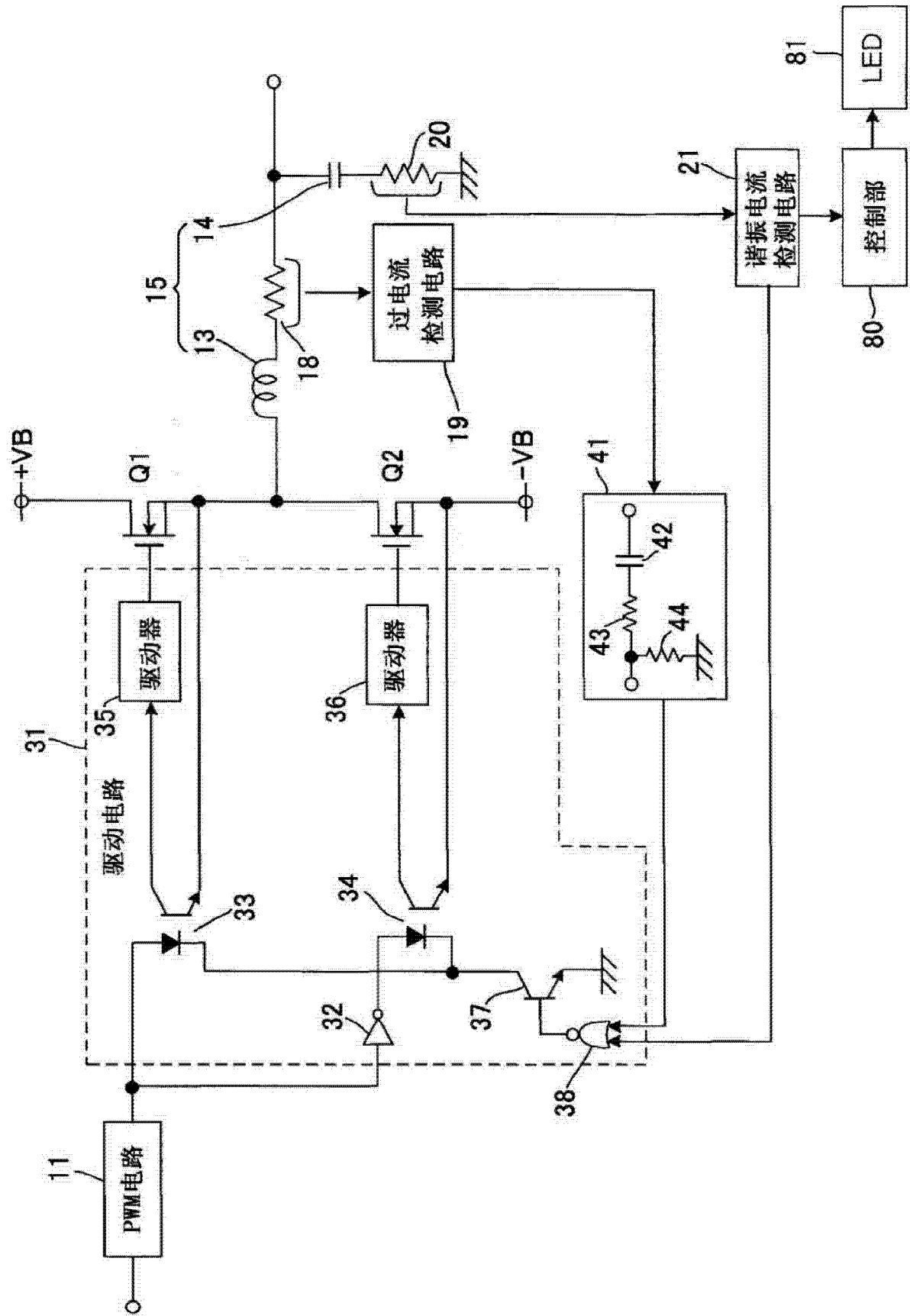


图 11