

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H02M 3/155 (2006.01)

H02M 3/137 (2006.01)

H02M 7/48 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580005342.1

[45] 授权公告日 2009 年 4 月 29 日

[11] 授权公告号 CN 100483907C

[22] 申请日 2005.2.15

[21] 申请号 200580005342.1

[30] 优先权

[32] 2004.2.19 [33] JP [31] 042277/2004

[86] 国际申请 PCT/JP2005/002270 2005.2.15

[87] 国际公布 WO2005/081385 日 2005.9.1

[85] 进入国家阶段日期 2006.8.18

[73] 专利权人 罗姆股份有限公司

地址 日本京都府

[72] 发明人 北条喜之

[56] 参考文献

JP2004056982A 2004.2.19

JP2003244946A 2003.8.29

CN1038914A 1990.1.17

CN1455507A 2003.11.12

审查员 马姗姗

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 李贵亮

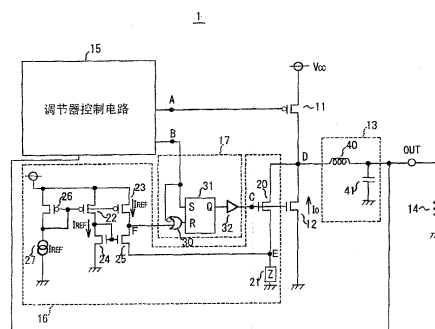
权利要求书 1 页 说明书 9 页 附图 3 页

[54] 发明名称

电流方向检测电路以及具有该电路的开关调节器

[57] 摘要

本发明的目的在于提供一种能够抑制开关调节器的功率损耗并且电路规模较小的电流方向检测电路。该电流方向检测电路(16)具有:控制端与输出端分别与接地侧输出晶体管(12)的控制端与输出端相连接的监视用晶体管(20);一端与监视用晶体管(20)的输入端相连接,另一端接地的阻抗元件(21);第1与第2恒流源(22、23);介插在第1恒流源(22)与接地电位之间的二极管连接的参考用晶体管(24);以及介插在第2恒流源(23)与阻抗元件(21)之间,并且控制端与参考用晶体管(24)的控制端相连接的传感用晶体管(25)。



1. 一种电流方向检测电路，在从接地的输入端向输出端流通电流的接地侧输出晶体管中，流通反向电流时，将其检测出来，其特征在于，

具有：

监视用晶体管，其控制端与输出端分别与接地侧输出晶体管的控制端与输出端相连接；

阻抗元件，其一端与监视用晶体管的输入端相连接，另一端接地；

第1与第2恒流源；

参考用晶体管，其被介插在第1恒流源与接地电位之间并呈二极管连接即控制端与漏极连接；以及

传感用晶体管，其被介插在第2恒流源与阻抗元件之间，控制端与参考用晶体管的控制端相连接，

将第2恒流源与传感用晶体管之间的电压作为控制信号输出，控制接地侧输出晶体管与监视用晶体管。

2. 一种开关调节器，具有：串联设置在输入电源与接地电位之间的电源侧输出晶体管以及接地侧输出晶体管；输入端连接在电源侧输出晶体管与接地侧输出晶体管之间，输出端与输出给定的DC电压的输出端子相连接的平滑用电路；以及对将输出端子的电压反馈输入并维持给定的DC电压的电源侧输出晶体管和接地侧输出晶体管进行导通截止控制的调节器控制电路，其特征在于，还具有：

如权利要求1所述的电流方向检测电路；以及

接地侧输出晶体管控制电路，其控制接地侧输出晶体管，使得通过调节器控制电路的控制信号使该接地侧输出晶体管导通后，一旦电流方向检测电路的控制信号上升，便继续截止。

电流方向检测电路以及具有该电路的开关调节器

技术领域

本发明涉及一种在接地侧输出晶体管中流有反向电流的情况下，能够将其检测出来的电流方向检测电路以及具有该电流方向检测电路的开关调节器（switching regulator）。

背景技术

开关调节器，在输入电源的端子与连接负载、输出给定的 DC 电压的端子之间，设置作为主开关元件的电源侧输出晶体管，通过对该电源侧输出晶体管进行导通截止（导通/不导通），维持给定的 DC 电压。由于其较为小型并且能够实现高功率效率，因此广泛应用，但作为进一步提高功率效率者，近年来正在使用设有作为同步整流用开关元件的接地侧输出晶体管的同步整流型开关调节器（例如专利文献 1）。

图 3 中示出了以前的同步整流型开关调节器的结构。该开关调节器 101 具有：串联设置在输入电源 V_{CC} 与接地电位之间的采用 P 型 MOS 晶体管的电源侧输出晶体管 111 以及采用 N 型 MOS 晶体管的接地侧输出晶体管 112；输入端连接在两晶体管 111、112 之间，输出端与输出端子 OUT 相连接的平滑用电路 113；将输出端子 OUT 的电压反馈输入并应当维持给定的 DC 电压，输出对电源侧输出晶体管 111 与接地侧输出晶体管 112 进行导通截止控制的控制信号 A 以及控制信号 B 的调节器控制电路 115；在接地侧输出晶体管 112 中流通反向电流时将其检测出来，输出控制信号 F 的电流方向检测电路 116；以及根据控制信号 B 与控制信号 F 输出用来控制接地侧输出晶体管 112 的输出信号 C 的接地侧输出晶体管控制电路 117。这里，输出端子 OUT 在外部与负载 114 相连接。另外平滑用电路 113，由一端与电源侧输出晶体管 111 与接地侧输出晶体管 112 的接点（节点 D）相连接、另一端与输出端子 OUT 相连接的平滑用线圈 140，与一端与输出

端子 OUT 相连接、另一端接地的平滑用电容器 141 构成。另外，调节器控制电路 115，所输出的控制信号 A 与控制信号 B 几乎为同一波形。

电流方向检测电路 116，由反相输入端子被输入节点 D 的电压，同相输入端子被输入接地电位并进行比较的比较器 120 构成。另外，接地侧输出晶体管控制电路 117，由输入调节器控制电路 115 的控制信号 B 与电流方向检测电路 116 的控制信号 F 的 AND 电路 130，与提高其电流能力并输出的缓冲器 131 构成。

接下来，根据图 4 对开关调节器 101 的动作进行说明。图中， V_B 为调节器控制电路 115 的控制信号 B 的电压， V_C 为接地侧输出晶体管控制电路 117 的输出信号 C 的电压， I_O 为接地侧输出晶体管 112 中流通的电流， V_D 为节点 D 的电压。另外，该图为负载 114 较轻的情况下的波形，省略了负载 114 较重的情况。

在控制信号 B 为低电平的期间中，输出信号 C 为低电平，接地侧输出晶体管 112 截止。另外，由于控制信号 A 也为低电平，因此电源侧输出晶体管 111 导通。因此，接地侧输出晶体管 112 中流通的电流 I_O 为零，并且节点 D 的电压 V_D 变为高电平。

如果控制信号 B 变为高电平，则控制信号 A 也变为高电平，因此电源侧输出晶体管 111 截止。之后，如果节点 D 的电压 V_D 下降，变得比接地电位低，控制信号 F 就变为高电平，接地侧输出晶体管 112 导通。通过这样，首先从接地电位向节点 D 流通正向的电流 I_O 。此时，节点 D 的电压 V_D ，比接地电位低该电流 I_O 乘以接地侧输出晶体管 12 的导通电阻所得到的电压部分。

之后，电流 I_O 慢慢直线减少，相应的节点 D 的负电压 V_D 也慢慢直线上升。这里，在负载 114 较大的情况下，在电流 I_O 开始减少之前的初始电流值较大，因此直到其变为反向电流之前，经过高电平的期间，控制信号 B 恢复为低电平（未图示）。与此相对，在负载 114 较小的情况下，电流 I_O 变为反向电流，直到经过控制信号 B 的高电平的期间为止。由于该反向电流是向着接地电位流出的电流，因此变为功率损耗，开关晶体管 101 的功率效率降低该量。因此，如果变为反向电流，电流方向检测电路 116 便将其检测出来，输出低电平的控制信号 F。其结果是，输出信号 C 的电压

V_C 变为低电平, 通过这样, 接地侧输出晶体管 112 强制截止, 抑制了反向电流流通。

专利文献 1: 特开 2000—92824 号公报

这样, 在负载较小的情况下, 一旦电流 I_O 变为反向电流, 便将接地侧输出晶体管 112 强制截止, 通过这样, 能够提高功率效率。本发明人对进一步提高功率效率进行研究的结果是, 发现从电流方向检测电路 116 检测接地侧输出晶体管 112 的反向电流到将其截止, 存在一定的延迟 (图 4 中的期间 t_0), 该延迟使得反向电流短时间流通, 因此引起功率损耗。另外, 节点 D 的电压 V_D , 具有从电源电压到接地电位以下的大变动幅度。因此, 将这样的变动幅度较大的电压作为输入电压的电流方向检测电路 116 的比较器 120, 与将变动幅度较小的电压作为输入电压的通常的比较器相比, 电路规模较大。

另外, 这样的开关晶体管 101 中, 如图 4 所示, 如果接地侧输出晶体管 112 强制截止之后所产生的渐次衰减的电压的摆动, 也即振铃(ringing), 使得节点 D 的电压 V_D 变为接地电压以下, 电流方向检测电路 116 便会瞬间动作, 有可能消耗无效的功率, 产生噪声。

发明内容

本发明鉴于以上事由, 目的在于提供一种用于开关调节器等中, 能够进一步抑制其功率损耗, 并且电路规模较小的电流方向检测电路, 以及通过具有该电路, 来抑制功率损耗, 并且在反向电流检测后, 电流方向检测电路不会再次动作的开关调节器。

为了解决上述问题, 本发明的理想实施方式的相关电流方向检测电路, 是一种在从接地的输入端向输出端流通电流的接地侧输出晶体管中, 流通反向电流时, 将其检测出来的电流方向检测电路, 具有: 控制端与输出端分别与接地侧输出晶体管的控制端与输出端相连接的监视用晶体管; 一端与监视用晶体管的输入端相连接, 另一端接地的阻抗元件; 第 1 与第 2 恒流源; 介插在第 1 恒流源与接地电位之间的二极管连接即控制端与漏极连接的参考用晶体管; 以及介插在第 2 恒流源与阻抗元件之间, 控制端与参考用晶体管的控制端相连接的传感用晶体管, 将第 2 恒流源与传感用晶体管之间的电压作

为控制信号输出，控制接地侧输出晶体管与监视用晶体管。

本发明的理想实施方式的相关开关调节器，在这种具有：串联设置在输入电源与接地电位之间的电源侧输出晶体管以及接地侧输出晶体管；输入端连接在电源侧输出晶体管与接地侧输出晶体管之间，输出端与输出给定的 DC 电压的输出端子相连接的平滑用电路；以及对将输出端子的电压反馈输入并维持给定的 DC 电压的电源侧输出晶体管、接地侧输出晶体管进行导通截止控制的调节器控制电路的开关调节器中，还具有：上述电流方向检测电路；以及接地侧输出晶体管控制电路，其控制接地侧输出晶体管，使得通过调节器控制电路的控制信号使该接地侧输出晶体管导通后，一旦电流方向检测电路的控制信号上升，便继续截止。

发明效果

本发明的理想实施方式的相关电流方向检测电路，如上所述，具有监视用晶体管、阻抗元件、第 1 与第 2 恒流源、参考用晶体管、以及传感用晶体管，通过这样，检测出接地侧输出晶体管中流通的电流刚刚变为反向之前的状态，输出控制信号，在开关调节器等中使用，能够进一步抑制其功率损耗，并且还能够让电路规模变小。另外，本发明的理想实施方式的相关开关调节器，在检测到反向电流之后，电流方向检测电路不会再次工作，因此能够抑制振铃所引起的无效功率消耗与噪声的产生。

附图说明

图 1 为本发明的实施方式的相关电流方向检测电路以及具有它的开关调节器的电路图。

图 2 为上述电路的工作波形图。

图 3 为背景技术中的开关调节器的电路图。

图 4 为上述电路的工作波形图。

图中：1—开关调节器，11—电源侧输出晶体管，12—接地侧输出晶体管，13—平滑用电路，14—负载，15—调节器控制电路，16—电流方向检测电路，17—接地侧输出晶体管控制电路，20—监视用晶体管，21—阻抗元件，22—第 1 恒流源，23—第 2 恒流源，24—参考用晶体管，25—传感用晶体管， V_{CC} —输入电源，OUT—输出端子。

具体实施方式

下面对照附图，对本发明的理想实施方式进行说明。图1为本发明的实施方式的相关电流方向检测电路以及具有它的开关调节器的电路图。该开关调节器1具有：串联设置在输入电源 V_{CC} 与接地电位之间的采用P型MOS晶体管的电源侧输出晶体管11以及采用N型MOS晶体管的接地侧输出晶体管12；输入端连接在两晶体管11、12之间，输出端与输出端子OUT相连接的平滑用电路13；将输出端子OUT的电压反馈输入并应当维持给定的DC电压，输出对电源侧输出晶体管11与接地侧输出晶体管12进行导通截止控制的控制信号A以及控制信号B的调节器控制电路15；在接地侧输出晶体管12中流通反向电流时将其检测出来，输出控制信号F的电流方向检测电路16；以及根据控制信号B与控制信号F输出用来控制接地侧输出晶体管12的输出信号C的接地侧输出晶体管控制电路17。这里，输出端子OUT在外部与负载14相连接。另外平滑用电路13，由一端与电源侧输出晶体管11与接地侧输出晶体管12的接点（节点D）相连接、另一端与输出端子OUT相连接的平滑用线圈40，与一端与输出端子OUT相连接、另一端接地的平滑用电容器41构成。另外，调节器控制电路15，所输出的控制信号A与控制信号B几乎为同一波形。

电流方向检测电路16具有：栅极（控制端）以及漏极（输出端）分别与接地侧输出晶体管12的栅极（控制端）以及漏极（输出端）相连接的采用N型MOS晶体管的监视用晶体管20；一端与监视用晶体管20的源极（输入端）相连接，另一端接地的阻抗元件21；均由P型MOS晶体管所构成的第1及第2恒流源22、23；介插在第1恒流源22与接地电位之间的采用二极管连接，也即漏极与栅极连接在一起的采用N型MOS晶体管的参考用晶体管24；介插在第2恒流源23与阻抗元件21之间，并且栅极（控制端）与参考用晶体管的栅极（控制端）相连接的采用N型MOS晶体管的传感用晶体管25。另外，电流方向检测电路16，还具有第1及第2恒流源22、23、构成电流反射镜电路并设定其电流值的P型MOS晶体管26、以及生成其中所流通的电流的恒流源27。这样，电流方向检测电路16，将第2恒流源23与传感用晶体管25间（节点F）的电压作为控

制信号输出，经接地侧输出晶体管控制电路 17 控制接地侧输出晶体管 12 与监视用晶体管 20。

这里，监视用晶体管 20，为了流通与接地侧输出晶体管 12 的电流值成比例的较少的电流，而设为接地侧输出晶体管 12 的给定值 (N) 分之一的大小。阻抗元件 21 是对应于流通的电流而生成电压的元件，例如使用电阻元件或导通电阻较高的 N 型 MOS 晶体管等。第 1 恒流源 22 与第 2 恒流源 23 具有流通相等的恒流 I_{REF} (例如 $1\mu A$) 的能力。另外，设定参考用晶体管 24 的大小，使得第 1 恒流源 22 与参考用晶体管 24 的接点变为高电平。并且，参考用晶体管 24 与传感用晶体管 25 的大小相等，如果节点 E 的电压 V_E 几乎为接地电位以上，则节点 F 也即电流方向检测电路 16 所输出的控制信号的电压 V_F 变为高电平。与此相对，如果节点 E 的电压 V_E 几乎降低到接地电位以下，则传感用晶体管 25 的导通电阻下降，节点 F 的电压 V_F 变为低电平。

节点 E 的电压为接地电位以上的情况，具体地来说为监视用晶体管 20 截止的情况，与监视用晶体管 20 导通并且节点 D 的电压 V_D 为接地电位以上的情况。在监视用晶体管 20 截止的情况下，为了从第 2 恒流源 23 向阻抗元件 21 (例如 $1K\Omega$) 流通电流，将节点 E 的电压从接地电位稍稍上升。另外，在监视用晶体管 20 导通并且节点 D 的电压 V_D 为接地电位以上的情况下，为了从节点 D 通过监视用晶体管 20 与阻抗元件 21 流通电流，而让节点 E 的电压 V_E 为通过监视用晶体管 20 的导通电阻与阻抗元件 21 的电阻分割节点 D 的电压 V_D 所得到的值。另外，节点 E 的电压 V_E 比接地电位低的情况，具体是指监视用晶体管 20 导通并且节点 D 的电压 V_D 为接地电位以下的电压，也即负电压的情况。这种情况下，为了从接地电位通过阻抗元件 21 与监视用晶体管 20 流通电流，而让节点 E 的电压 V_E 为通过阻抗元件 21 的电阻与监视用晶体管 20 的导通电阻分割节点 D 的负电压 V_D 所得到的值。

更严格地说，即使在监视用晶体管 20 导通并且节点 D 变为负电压的情况下，如果该负电压值较小，则节点 E 的电压 V_E 有可能为接地电位以上。也即，例如如果将监视用晶体管 20 的导通电阻值与阻抗元件 21 的电阻值均设为 R，则节点 E 的电压 V_E 为

$$V_E = (V_D + I_{REF} \times R) / 2$$

I_{REF} 如前所述, 是第 2 恒流源 23 的恒流值。由于在 $V_D = -I_{REF} \times R$ 时, V_E 变为零, 因此即使节点 D 的电压 V_D 为负, 但如果小于 $(I_{REF} \times R)$, 节点 E 的电压 V_E 也为接地电位以上。这样, 节点 D 的电压 V_D 具有从接地电位向负方向的偏置量 (offset), 由电流检测电路 16 检测出来。该偏置值, 能够通过 I_{REF} 或阻抗元件 21 的电阻值来调整。利用这一点, 在接地侧输出晶体管 12 中稍稍流通反向电流之前, 就能够检测到, 详细情况将在后面说明。

接下来, 对接地侧输出晶体管控制电路 17 进行说明。接地侧输出晶体管控制电路 17 由下述部分构成: 由输入调节器控制电路 15 的控制信号 B 的反相信号与电流方向检测电路 16 的控制信号 F 的 OR 电路 30; 置位输入端子 S 被输入控制信号 B, 复位输入端子 R 被输入 OR 电路 30 的输出, 并从同相输出端子 Q 输出的边缘检测电路 31; 以及提高边缘检测电路 31 的电流能力并输出的缓冲器 32。边缘检测电路 31, 通过置位输入端子 S 的输入信号的上升沿, 从同相输出端子 Q 输出高电平, 并维持该状态, 通过复位输入端子 R 的输入信号的上升沿, 从同相输出端子 Q 输出低电平, 并维持该状态。

接下来, 根据图 2 以电流方向检测电路 16 的动作为中心, 对开关调节器 1 的动作进行说明。图中, V_B 为调节器控制电路 15 的控制信号 B 的电压, V_C 为接地侧输出晶体管控制电路 17 的输出信号 C 的电压, I_O 为接地侧输出晶体管 12 中流通的电流, V_D 为节点 D 的电压, V_E 为节点 E 的电压, V_F 为电流方向检测电路 16 的控制信号 F 的电压。另外, 放大图中 V_E 的高度而进行显示。另外, 该图为负载 14 较小的情况下的波形, 省略了负载 14 较大的情况。

在控制信号 B 为低电平的期间中, 输出信号 C 为低电平, 使得接地侧输出晶体管 12 与监视用晶体管 20 截止。另外, 控制信号 A 也为低电平, 电源侧输出晶体管 11 导通。因此, 接地侧输出晶体管 12 中流通的电流 I_O 为零, 节点 D 的电压 V_D 变为高电平。另外, 由于监视用晶体管 20 截止, 因此如前所述, 节点 E 的电压 V_E 从接地电位稍稍上升, 节点 F 的电压 V_F 变为高电平。

如果控制信号 B 变为高电平, 由于控制信号 A 也为高电平, 因此电源侧输出晶体管 11 截止。这样, 接地侧输出晶体管控制电路 17, 接收控制信号 B 的上升沿, 输出高电平, 接地侧输出晶体管 12 与监视用晶体管 20 均导通。通过接地侧输出晶体管 12 的导通, 首先从接地电位向节点 D 流通正向的电流 I_O 。此时, 节点 D 的电压 V_D , 比接地电位降低该电流 I_O 与接地侧输出晶体管 12 的导通电阻相乘所得到的电压量。另外节点 E 的电压 V_E 也为负电压, 节点 F 的电压 V_F 变为低电平。

之后, 电流 I_O 慢慢直线减少, 相应地, 节点 D 的负电压 V_D 以及节点 E 的电压 V_E 也慢慢直线上升。这里, 在负载 14 较大的情况下, 由于电流 I_O 开始减少之前的初始电流值较大, 因此到其变为反向电流之前, 要经过高电平的期间后, 控制信号 B 恢复到低电平 (未图示)。这种情况下, 接地侧输出晶体管控制电路 17, 接收所输入的控制信号 B 的下降沿, 输出低电平, 使接地侧输出晶体管 12 与监视用晶体管 20 截止 (未图示)。

与此相对, 在负载 14 较轻的情况下, 在控制信号 B 的高电平的期间经过之前, 接地侧输出晶体管 12 中流通的电流 I_O 变为反向电流, 节点 D 的电压 V_D 变为正电压。但是, 如前所述, 节点 D 的电压 V_D 具有从接地电位向负方向的偏置量, 被电流方向检测电路 16 检测出来。也即, 电流方向检测电路 16, 检测出电流 I_O 刚刚变为反向前状态, 给节点 F 输出高电平的控制信号。并且, 接地侧输出晶体管控制电路 17, 接收所输入的电流方向检测电路 16 的控制信号 F 的上升沿, 输出低电平, 将接地侧晶体管 12 强制截止。也即, 接地侧输出晶体管控制电路 17, 控制接地侧输出晶体管 12, 使得通过调节器控制电路 15 的控制信号 B 使该输出晶体管导通后, 一旦电流方向检测电路 16 的控制信号 F 上升, 便继续截止。

这样, 电流方向检测电路 16, 在接地侧输出晶体管 12 中刚刚流通反向电流之前, 便将其检测出来, 通过这样, 对电流方向检测电路 16 以及接地侧输出晶体管控制电路 17 所引起的电路延迟进行补偿, 抑制功率损耗, 据此能够提高功率效率。另外, 电流方向检测电路 16, 与背景技术中的开关调节器 101 中所使用的将变动幅度较大的电压作为输入电压的电流方向检测电路 116 相比, 输入电压的变动幅度较小, 电路结构简单, 因此电路规模较小。

另外，如果接地侧输出晶体管 12 被强制截止，节点 D 的电压 V_D 便经过振铃，集中到输出端子 OUT 的电压电平并稳定，但此时，由于接地侧输出晶体管控制电路 17，控制接地侧输出晶体管 12，使得一旦电流方向检测电路 16 的控制信号 F 上升，便继续截止，因此不会像背景技术中的开关调节器 101 那样，因振铃而有可能使得电流方向检测电路 16 再次工作。

另外，本发明的实施方式的电流方向检测电路，虽然是为了开关调节器而提出的，但还可以用于具有向线圈输出电流的接地侧输出晶体管的其他装置（例如电动机驱动装置等）。

另外，本发明并不仅限于上述实施方式，还可以在权利要求所记载的事项的范围内进行各种各样的设计变更。

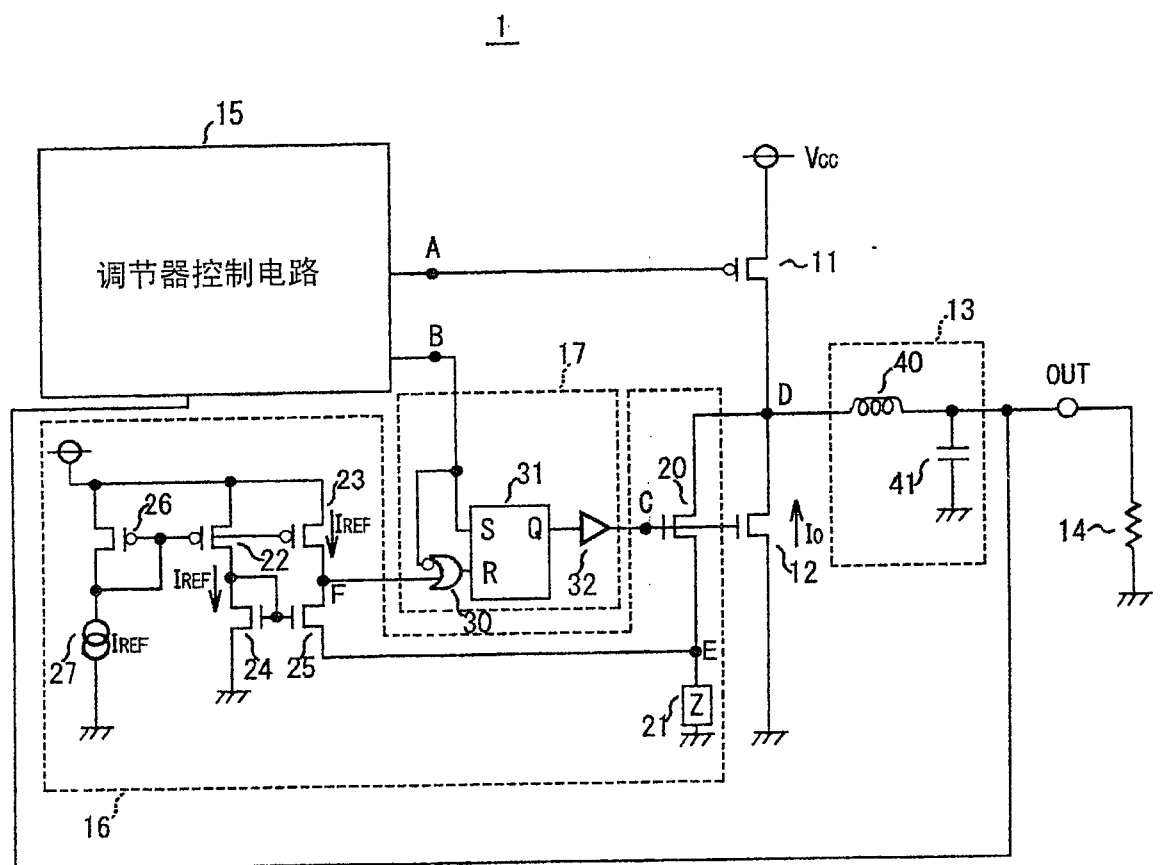


图 1

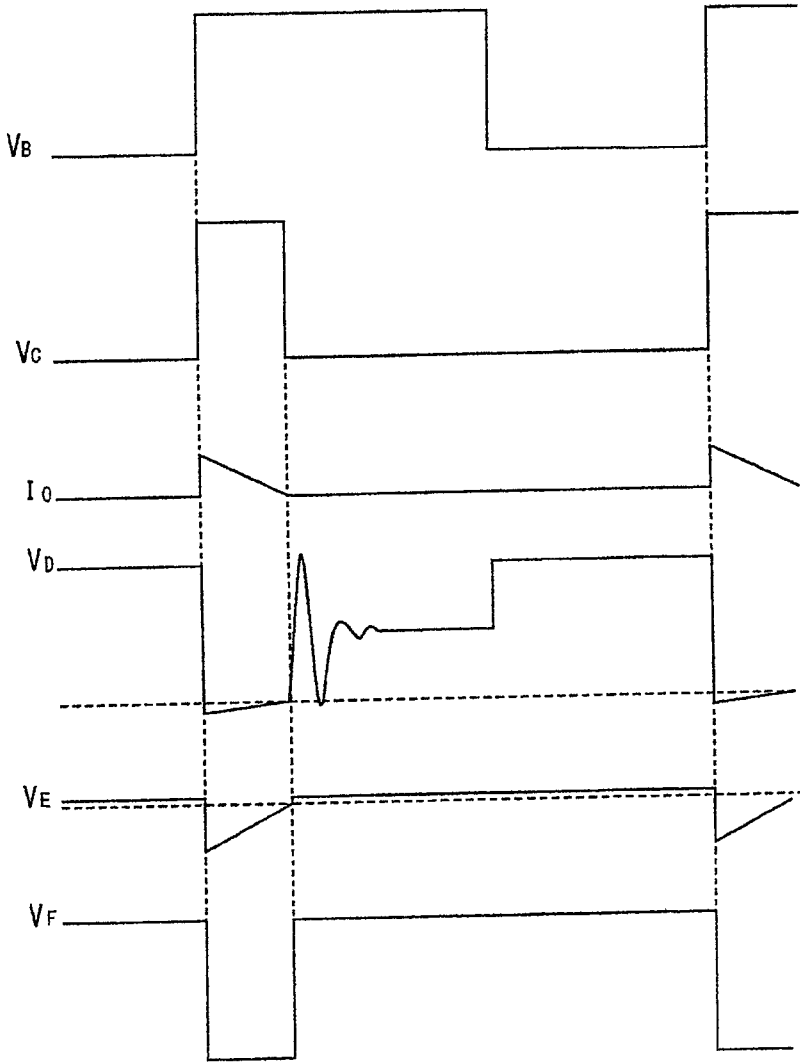


图 2

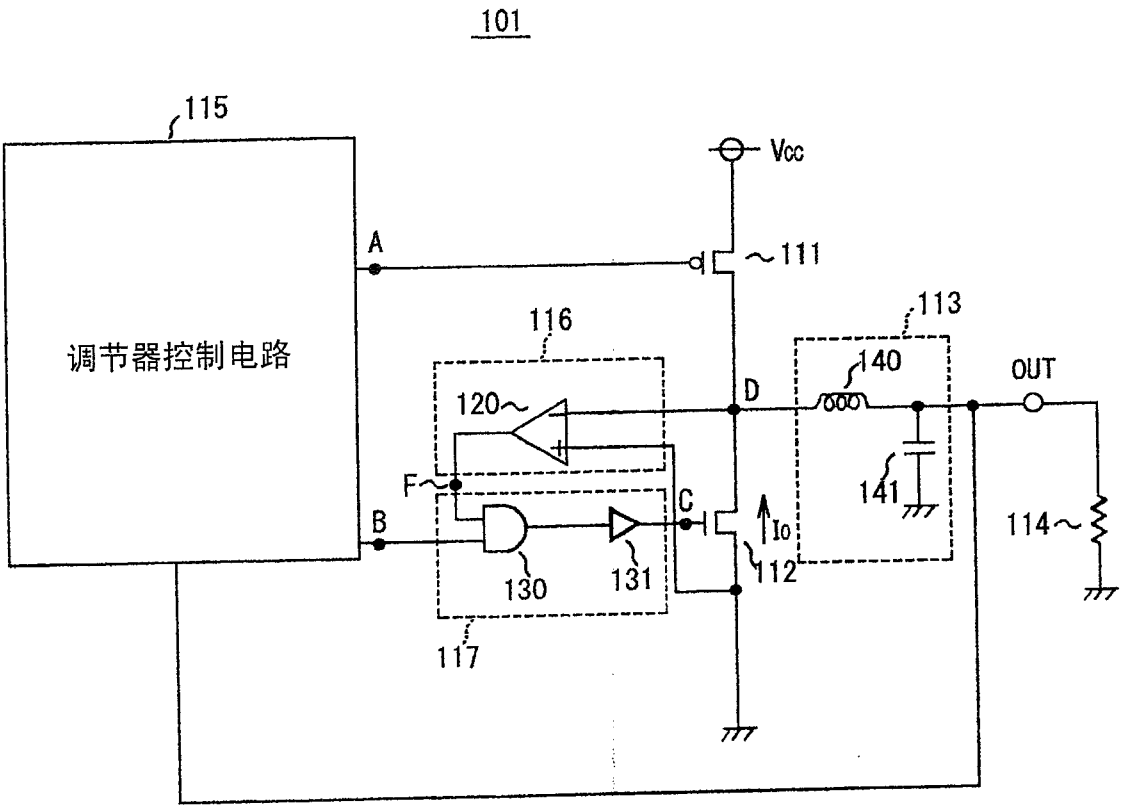


图 3

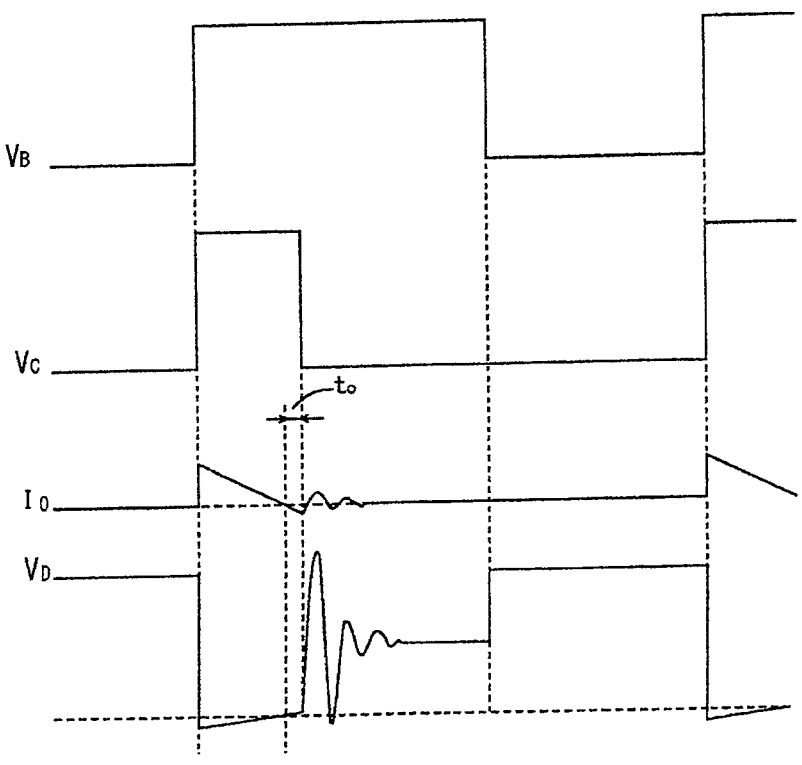


图 4