



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115118140 A

(43) 申请公布日 2022. 09. 27

(21) 申请号 202210136536.0

(22) 申请日 2022.02.15

(30) 优先权数据

2021-047627 2021.03.22 JP

(71) 申请人 罗姆股份有限公司

地址 日本京都

(72) 发明人 石野勉

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限

责任公司 11287

专利代理师 奚勇

(51) Int. Cl.

H02M 1/32 (2007.01)

H02M 3/158 (2006.01)

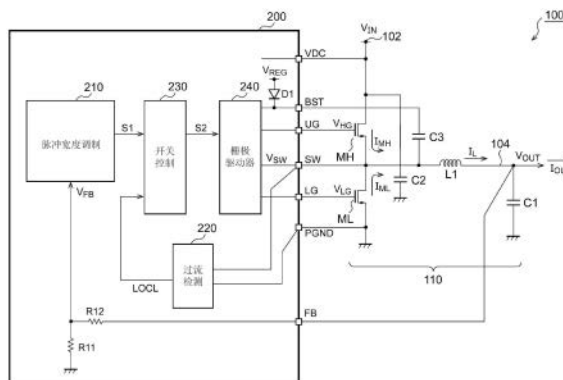
权利要求书4页 说明书12页 附图13页

(54) 发明名称

降压DC/DC转换器及其控制器及其控制方法、电子设备

(57) 摘要

本发明涉及一种降压DC/DC转换器及其控制器及其控制方法、电子设备。提供一种具有过流保护功能的DC/DC转换器的控制器。脉冲调制器(210)产生脉冲调制信号(S1),该脉冲调制信号(S1)以使降压DC/DC转换器(100)的输出接近目标状态的方式被脉冲调制。过流检测电路(220)将在低侧晶体管(ML)中流动的低侧电流(I_{ML})与规定的过流阈值(I_{OCPL})进行比较,当低侧电流(I_{ML})大于过流阈值(I_{OCPL})时,断言过流检测信号(LOCL)。(i)在第1模式下,输入到驱动电路(240)中的控制脉冲(S2)对应于脉冲调制信号(S1), (ii)在第2模式下,在过流检测信号(LOCL)被断言期间,控制脉冲(S2)取第2电平,在过流检测信号(LOCL)被否定后的固定导通时间内,控制脉冲(S2)取第1电平。



1. 一种控制器,是包含高侧晶体管及低侧晶体管的同步整流型降压DC/DC转换器的控制器,且具备:

脉冲调制器,产生脉冲调制信号,所述脉冲调制信号取第1电平与第2电平,以使所述降压DC/DC转换器的输出接近目标状态的方式被脉冲调制,所述第1电平指示所述高侧晶体管的导通、所述低侧晶体管的断开,所述第2电平指示所述高侧晶体管的断开、所述低侧晶体管的导通;

过流检测电路,将在所述低侧晶体管中流动的低侧电流与规定的过流阈值进行比较,产生过流检测信号,所述过流检测信号在所述低侧电流大于所述过流阈值时被断言;

开关控制电路,至少基于所述过流检测信号及所述脉冲调制信号,产生控制脉冲,所述控制脉冲在应使所述高侧晶体管导通、使所述低侧晶体管断开的期间内取第1电平,在应使所述高侧晶体管断开、使所述低侧晶体管导通的期间内取第2电平;及

驱动电路,根据所述控制脉冲来驱动所述高侧晶体管及所述低侧晶体管;且

(i) 在第1模式下,所述控制脉冲对应于所述脉冲调制信号,(ii) 在第2模式下,所述控制脉冲在所述过流检测信号被断言期间取所述第2电平,在所述过流检测信号被否定后的固定导通时间内取所述第1电平。

2. 根据权利要求1所述的控制器,其中所述开关控制电路

当在所述第2模式下所述过流检测信号被否定时,在所述脉冲调制信号为所述第1电平的情况下维持所述第2模式,

当在所述第2模式下所述过流检测信号被否定时,在所述脉冲调制信号为所述第2电平的情况下转换至所述第1模式。

3. 根据权利要求1或2所述的控制器,其中所述开关控制电路当在所述第1模式下所述过流检测信号被断言时,转换至所述第2模式。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的控制器,其中所述开关控制电路具备:

计时器电路,以所述控制脉冲向所述第2电平的转变作为触发进行动作,测量所述固定导通时间;且

在所述过流检测信号被否定期间,输出所述脉冲调制信号作为所述控制脉冲,在所述过流检测信号被断言期间,将所述控制脉冲设为所述第2电平,于所述过流检测信号被否定时所述脉冲调制信号为所述第1电平的情况下,在所述固定导通时间内,将所述控制脉冲设为所述第1电平,于所述过流检测信号被否定时所述脉冲调制信号为所述第2电平的情况下,输出所述脉冲调制信号作为所述控制脉冲。

5. 一种控制器,是包含高侧晶体管及低侧晶体管的同步整流型降压DC/DC转换器的控制器,且具备:

脉冲调制器,产生脉冲调制信号,所述脉冲调制信号取第1电平与第2电平,以使所述降压DC/DC转换器的输出接近目标状态的方式被脉冲调制,所述第1电平指示所述高侧晶体管的导通、所述低侧晶体管的断开,所述第2电平指示所述高侧晶体管的断开、所述低侧晶体管的导通;

过流检测电路,将在所述低侧晶体管中流动的低侧电流与规定的过流阈值进行比较,产生过流检测信号,所述过流检测信号在所述低侧电流大于所述过流阈值时被断言;

开关控制电路,至少基于所述过流检测信号及所述脉冲调制信号,产生控制脉冲,所述

控制脉冲在应使所述高侧晶体管导通、使所述低侧晶体管断开的期间内取第1电平,在应使所述高侧晶体管断开、使所述低侧晶体管导通的期间内取第2电平;及

驱动电路,根据所述控制脉冲来驱动所述高侧晶体管及所述低侧晶体管;且

所述开关控制电路在所述过流检测信号被否定期间,输出所述脉冲调制信号作为所述控制脉冲,在所述过流检测信号被断言期间,将所述控制脉冲设为所述第2电平,于所述过流检测信号被否定时所述脉冲调制信号为所述第1电平的情况下,在固定导通时间内,将所述控制脉冲设为所述第1电平,于所述过流检测信号被否定时所述脉冲调制信号为所述第2电平的情况下,输出所述脉冲调制信号作为所述控制脉冲。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的控制器,其中所述过流检测电路将所述低侧晶体的两端间电压与所述过流阈值所对应的阈值电压进行比较。

7. 根据权利要求6所述的控制器,其中所述过流检测电路包含:

电流源及第1晶体管,它们串联设置在电源线与连接于所述低侧晶体管的一端的接地线之间,且所述第1晶体管的栅极漏极间接线连接;

第1电阻及第2晶体管,它们串联设置在所述电源线与连接于所述低侧晶体的另一端的开关线之间,且所述第2晶体管的栅极与所述第1晶体管的栅极连接;

第2电阻、第3晶体管及阻抗元件,它们串联设置在所述电源线与所述接地线之间,且所述第3晶体管的栅极与所述第1晶体管的栅极连接;以及

电压比较器,将所述第1电阻与所述第2晶体管的连接节点的电压和所述第2电阻与所述第3晶体管的连接节点的电压进行比较。

8. 根据权利要求6所述的控制器,其中所述过流检测电路具备:

差动放大器,包含尾电流源、由PMOS晶体管或PNP型双极晶体管构成的输入差动对、及阻抗不平衡的电阻负载电路;以及

电压比较器,将所述输入差动对与所述电阻负载电路的两个连接节点的电压进行比较;且

所述输入差动对中的一个与所述低侧晶体的第1端连接,所述输入差动对中的另一个与所述低侧晶体的第2端连接。

9. 根据权利要求6所述的控制器,其中

所述过流检测电路包含:

差动放大器,包含尾电流源、由PMOS晶体管或PNP型双极晶体管构成的输入差动对、电流镜负载、及插入到所述输入差动对中的一个与所述尾电流源之间的阻抗元件;以及

输出级,将所述输入差动对与所述电流镜负载的两个连接节点中的一个的电压二值化。

10. 根据权利要求1至9中任一项所述的控制器,其中所述降压DC/DC转换器的输入电压越高,则所述固定导通时间越短。

11. 根据权利要求1至10中任一项所述的控制器,其中所述降压DC/DC转换器的输出电压越高,则所述固定导通时间越长。

12. 根据权利要求1至11中任一项所述的控制器,其中所述固定导通时间与所述降压DC/DC转换器的输入电压和输出电压的差分成反比。

13. 根据权利要求4所述的控制器,其中

所述计时器电路包含：

电容器；

可变电流源，产生与所述降压DC/DC转换器的输入电压和输出电压的差分成正比的电流，并供给到所述电容器；

开关，与所述电容器并联设置；及

电压比较器，将所述电容器的电压与规定的阈值电压进行比较。

14. 根据权利要求1至13中任一项所述的控制器，其一体集成化在一个半导体衬底上。

15. 一种降压DC/DC转换器，具备根据权利要求1至14中任一项所述的控制器。

16. 一种电子设备，具备根据权利要求1至14中任一项所述的控制器。

17. 一种控制方法，是包含高侧晶体管及低侧晶体管的同步整流型降压DC/DC转换器的控制方法，且包含以下步骤：

产生脉冲调制信号，所述脉冲调制信号取第1电平与第2电平，以使所述降压DC/DC转换器的输出接近目标状态的方式被脉冲调制，所述第1电平指示所述高侧晶体管的导通、所述低侧晶体管的断开，所述第2电平指示所述高侧晶体管的断开、所述低侧晶体管的导通；

将在所述低侧晶体管中流动的低侧电流与规定的过流阈值进行比较，产生过流检测信号，所述过流检测信号当所述低侧电流大于所述过流阈值时被断言；

至少基于所述过流检测信号及所述脉冲调制信号，产生控制脉冲，所述控制脉冲在应使所述高侧晶体管导通、使所述低侧晶体管断开的期间内取第1电平，在应使所述高侧晶体管断开、使所述低侧晶体管导通的期间内取第2电平；及

根据所述控制脉冲来驱动所述高侧晶体管及所述低侧晶体管；且

(i) 在第1模式下，所述控制脉冲对应于所述脉冲调制信号，(ii) 在第2模式下，所述控制脉冲在所述过流检测信号被断言期间取所述第2电平，在所述过流检测信号被否定后的固定导通时间内取所述第1电平。

18. 一种控制方法，是包含高侧晶体管及低侧晶体管的同步整流型降压DC/DC转换器的控制方法，且包含以下步骤：

产生脉冲调制信号，所述脉冲调制信号取第1电平与第2电平，以使所述降压DC/DC转换器的输出接近目标状态的方式被脉冲调制，所述第1电平指示所述高侧晶体管的导通、所述低侧晶体管的断开，所述第2电平指示所述高侧晶体管的断开、所述低侧晶体管的导通；

将在所述低侧晶体管中流动的低侧电流与规定的过流阈值进行比较，产生过流检测信号，所述过流检测信号当所述低侧电流大于所述过流阈值时被断言；

至少基于所述过流检测信号及所述脉冲调制信号，产生控制脉冲，所述控制脉冲在应使所述高侧晶体管导通、使所述低侧晶体管断开的期间内取第1电平，在应使所述高侧晶体管断开、使所述低侧晶体管导通的期间内取第2电平；及

根据所述控制脉冲来驱动所述高侧晶体管及所述低侧晶体管；且

产生所述控制脉冲的步骤包含以下步骤：

在所述过流检测信号被否定期间，将所述脉冲调制信号设为所述控制脉冲；

在所述过流检测信号被断言期间，将所述控制脉冲设为所述第2电平；

在所述过流检测信号被否定时所述脉冲调制信号为所述第1电平的情况下，于固定导通时间内，将所述控制脉冲设为所述第1电平；及

在所述过流检测信号被否定时所述脉冲调制信号为所述第2电平的情况下,将所述脉冲调制信号设为所述控制脉冲。

19. 根据权利要求17或18所述的控制方法,其中所述固定导通时间与所述降压DC/DC转换器的输入电压和输出电压的差分成反比。

降压DC/DC转换器及其控制器及其控制方法、电子设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种DC (direct current, 直流) /DC转换器 (开关调节器)。

背景技术

[0002] 智能手机、平板电脑、车载设备、OA (Office Automation, 办公自动化) 设备等各种电子设备中搭载了需要比电池电压或外部电源电压更低的电源电压的电路零件。为了对这种电路零件供给适当的电源电压, 而使用降压DC/DC转换器 (Buck转换器)。

[0003] [背景技术文献]

[0004] [专利文献]

[0005] [专利文献1] 日本专利特开2020-162248号公报

发明内容

[0006] [发明要解决的问题]

[0007] 如果降压转换器的输出线接地短路, 那么电感器中流动的线圈电流就会增加, 会有大电流流入高侧晶体管及低侧晶体管。为了防止该情况发生, 要求降压转换器的控制器具有过流保护功能。

[0008] 本发明是在这种背景下完成的, 其某一形态的例示性目的之一在于提供一种具有过流保护功能的DC/DC转换器的控制器。

[0009] [解决问题的技术手段]

[0010] 本发明的某一形态涉及一种包含高侧晶体管及低侧晶体管的同步整流型降压DC/DC转换器的控制器。控制器具备: 脉冲调制器, 产生脉冲调制信号, 该脉冲调制信号取第1电平与第2电平, 以使降压DC/DC转换器的输出接近目标状态的方式被脉冲调制, 该第1电平指示高侧晶体管的导通、低侧晶体管的断开, 该第2电平指示高侧晶体管的断开、低侧晶体管的导通; 过流检测电路, 将在低侧晶体管中流动的低侧电流与规定的过流阈值进行比较, 产生过流检测信号, 该过流检测信号在低侧电流大于过流阈值时被断言; 开关控制电路, 至少基于过流检测信号及脉冲调制信号, 产生控制脉冲, 该控制脉冲在应使高侧晶体管导通、使低侧晶体管断开的期间内取第1电平, 在应使高侧晶体管断开、使低侧晶体管导通的期间内取第2电平; 以及驱动电路, 根据控制脉冲来驱动高侧晶体管及低侧晶体管。(i) 在第1模式下, 控制脉冲对应于脉冲调制信号, (ii) 在第2模式下, 控制脉冲在过流检测信号被断言期间取第2电平, 在过流检测信号被否定后的固定导通时间内取第1电平。

[0011] 此外, 将以上构成要素任意组合而成的形态、将构成要素或表述在方法、装置、系统等之间相互置换所得的形态, 也是本发明的有效形态。

[0012] [发明效果]

[0013] 根据本发明的某一形态, 能够实现同步整流型DC/DC转换器中的过流保护。

附图说明

- [0014] 图1是实施方式的DC/DC转换器的框图。
- [0015] 图2是图1的DC/DC转换器的第1模式的动作波形图。
- [0016] 图3是图1的DC/DC转换器的第2模式的动作波形图。
- [0017] 图4是对第2模式向第1模式的转变进行说明的波形图。
- [0018] 图5是对第1模式向第2模式的转变进行说明的波形图。
- [0019] 图6是表示开关控制电路的构成例的电路图。
- [0020] 图7是表示第2模式下线圈电流的变动幅度 ΔI_L 与输入电压 V_{IN} 的关系的图。
- [0021] 图8是表示计时器电路的构成例的电路图。
- [0022] 图9是表示计时器电路的构成例的电路图。
- [0023] 图10是表示过流检测电路的构成例的电路图。
- [0024] 图11是表示过流检测电路的另一构成例的电路图。
- [0025] 图12是表示过流检测电路的又一构成例的电路图。
- [0026] 图13是表示具备降压DC/DC转换器的电子设备的一例的图。

具体实施方式

[0027] (实施方式的概要)

[0028] 对本发明的若干例示性实施方式的概要进行说明。该概要是后述详细说明的前言,目的在于使人对实施方式有一个基本的理解,因而对一个或多个实施方式的若干概念进行简化说明,并不限定发明或公开的范围。另外,本概要并非能思及的所有实施方式的总括性概要,并不限定实施方式的必要构成要素。方便起见,有时“一实施方式”会用来指代本说明书中公开的一个实施方式(实施例及变化例)或多个实施方式(实施例及变化例)。

[0029] 一实施方式的控制电路用于控制包含高侧晶体管及低侧晶体管的同步整流型降压DC/DC转换器。控制电路具备:脉冲调制器,产生脉冲调制信号,该脉冲调制信号取第1电平与第2电平,以使降压DC/DC转换器的输出接近目标状态的方式被脉冲调制,该第1电平指示高侧晶体管的导通、低侧晶体管的断开,该第2电平指示高侧晶体管的断开、低侧晶体管的导通;过流检测电路,将在低侧晶体管中流动的低侧电流与规定的过流阈值进行比较,产生过流检测信号,该过流检测信号在低侧电流大于过流阈值时被断言;开关控制电路,至少基于过流检测信号及脉冲调制信号,产生控制脉冲,该控制脉冲在应使高侧晶体管导通、使低侧晶体管断开的期间内取第1电平,在应使高侧晶体管断开、使低侧晶体管导通的期间内取第2电平;以及驱动电路,根据控制脉冲来驱动高侧晶体管及低侧晶体管。(i) 在第1模式下,控制脉冲对应于脉冲调制信号,(ii) 在第2模式下,控制脉冲在过流检测信号被断言期间取第2电平,在过流检测信号被否定后的固定导通时间内取第1电平。

[0030] 根据该构成,能够实现基于低侧晶体管中流动的低侧电流的过流保护。更详细来说,能够在产生了造成过流的原因的状况下,将低侧电流限制在以过流阈值为下限的过流保护范围内。此外,“固定导通时间”的固定的意思是,不受主反馈回路(即脉冲调制的占空比(duty cycle)等)影响,换句话说,它是由计时器产生的,固定导通时间可以调节,也就是说,它可以是可变的,并非必须是固定不变的时间。

[0031] 一实施方式中,开关控制电路可以当在第2模式下过流检测信号被否定时,于脉冲

调制信号为第1电平的情况下维持第2模式,当在第2模式下过流检测信号被否定时,于脉冲调制信号为第2电平的情况下,转换至第1模式。

[0032] 一实施方式中,开关控制电路可以当在第1模式下过流检测信号被断言时,转换至第2模式。

[0033] 一实施方式中,开关控制电路可以具备:计时器电路,以控制脉冲向第2电平的转变作为触发进行动作,测量固定导通时间;且在过流检测信号被否定期间,输出脉冲调制信号作为控制脉冲,在过流检测信号被断言期间,将控制脉冲设为第2电平,于过流检测信号被否定时脉冲调制信号为第1电平的情况下,在固定导通时间内将控制脉冲设为第1电平,于过流检测信号被否定时脉冲调制信号为第2电平的情况下,输出脉冲调制信号作为控制脉冲。

[0034] 一实施方式的控制器具备:脉冲调制器,产生脉冲调制信号,该脉冲调制信号取第1电平与第2电平,以使降压DC/DC转换器的输出接近目标状态的方式被脉冲调制,该第1电平指示高侧晶体管的导通、低侧晶体管的断开,该第2电平指示高侧晶体管的断开、低侧晶体管的导通;过流检测电路,将在低侧晶体管中流动的低侧电流与规定的过流阈值进行比较,产生过流检测信号,该过流检测信号在低侧电流大于过流阈值时被断言;开关控制电路,至少基于过流检测信号及脉冲调制信号,产生控制脉冲,该控制脉冲在应使高侧晶体管导通、使低侧晶体管断开的期间内取第1电平,在应使高侧晶体管断开、使低侧晶体管导通的期间内取第2电平;以及驱动电路,根据控制脉冲来驱动高侧晶体管及低侧晶体管。开关控制电路在过流检测信号被否定期间,输出脉冲调制信号作为控制脉冲,在过流检测信号被断言期间,将控制脉冲设为第2电平,于过流检测信号被否定时脉冲调制信号为第1电平的情况下,在固定导通时间内将控制脉冲设为第1电平,于过流检测信号被否定时脉冲调制信号为第2电平的情况下,输出脉冲调制信号作为控制脉冲。

[0035] 根据该构成,能够实现基于低侧晶体管中流动的低侧电流的过流保护。更详细来说,能够在产生了导致过流的原因的状况下,将低侧电流及高侧电流限制在以过流阈值为下限的电流范围内。该电流范围的幅度可以根据固定导通时间来设计。

[0036] 一实施方式中,过流检测电路也可以将低侧晶体管的两端间电压与对应于过流阈值的阈值电压进行比较。由此,能够基于低侧晶体管的导通电阻,以低损耗检测低侧电流。

[0037] 一实施方式中,过流检测电路可以包含:电流源及第1晶体管,它们串联设置在电源线与连接于低侧晶体管的一端的接地线之间,第1晶体管的栅极漏极间接线连接;第1电阻及第2晶体管,它们串联设置在电源线与连接于低侧晶体的另一端的开关线之间,第2晶体管的栅极与第1晶体管的栅极连接;第2电阻、第3晶体管及阻抗元件,它们串联设置在电源线与接地线之间,第3晶体管的栅极与第1晶体管的栅极连接;以及电压比较器,将第1电阻与第2晶体管的连接节点的电压和第2电阻与第3晶体管的连接节点的电压进行比较。

[0038] 一实施方式中,过流检测电路可以具备:差动放大器,包含尾电流源、由PMOS(P-channel metal oxide semiconductor,P型金属氧化物半导体)晶体管或PNP型双极晶体管构成的输入差动对、及阻抗不平衡的电阻负载电路;以及电压比较器,将输入差动对与电阻负载电路的两个连接节点的电压进行比较;且输入差动对中的一个与低侧晶体管的第1端连接,输入差动对中的另一个与低侧晶体管的第2端连接。

[0039] 一实施方式中,过流检测电路可以包含:差动放大器,包含尾电流源、由PMOS晶体

管或PNP型双极晶体管构成的输入差动对、电流镜负载、及插入到输入差动对中的一个与尾电流源之间的阻抗元件；以及输出级，将输入差动对与电流镜负载的两个连接节点中的一个的电压二值化。

[0040] 一实施方式中，可以是降压DC/DC转换器的输入电压越高则固定导通时间越短。由此，能够抑制过流保护范围幅度的变动。

[0041] 一实施方式中，可以是降压DC/DC转换器的输出电压越高则固定导通时间越长。由此，能够抑制过流保护范围幅度的变动。

[0042] 一实施方式中，固定导通时间可以和降压DC/DC转换器的输入电压与输出电压的差分成正比。由此，能够使线圈电流的变动幅度固定不变。

[0043] 一实施方式中，计时器电路可以包含：电容器；可变电流量，产生和降压DC/DC转换器的输入电压与输出电压的差分成正比的电流，并供给到电容器；开关，与电容器并联设置；及电压比较器，将电容器的电压与规定的阈值电压进行比较。

[0044] 一实施方式中，控制器可以一体化集成在一个半导体衬底上。

[0045] (实施方式)

[0046] 以下，基于优选的实施方式，参照附图对本发明进行说明。对各附图中表示的同一或同等的构成要素、部件、处理标注同一符号，并适当省略重复说明。另外，实施方式是例示性的，并不限定发明或公开范围，实施方式中记述的所有特征及它们的组合未必是发明或公开的本质性内容。

[0047] 本说明书中，“部件A与部件B连接的状态”除了包含部件A与部件B直接物理连接的情况以外，还包含部件A与部件B经由不对它们的电连接状态产生实质性影响、或不损害通过它们的结合所发挥的功能或效果的其它部件而间接连接的情况。

[0048] 同样地，“部件C设置于部件A与部件B之间的状态”除了包含部件A与部件C、或部件B与部件C直接连接的情况以外，还包含经由不对它们的电连接状态产生实质性影响、或不损害通过它们的结合所发挥的功能或效果的其它部件而间接连接的情况。

[0049] 图1是实施方式的DC/DC转换器100的框图。DC/DC转换器100是降压型DC/DC转换器(Buck转换器)，在输入端子(输入线)102接受直流的输入电压 V_{IN} ，产生稳定在规定的目标值 $V_{OUT(REF)}$ 的输出电压 V_{OUT} ，并供给到连接于输出端子(输出线)104的负载。

[0050] DC/DC转换器100具备控制器200及其外围电路110。DC/DC转换器100为同步整流型，外围电路110包含高侧晶体管(开关晶体管)MH、低侧晶体管(同步整流晶体管)ML、电感器L1、输出电容器C1、输入电容器C2及自举电容器C3。高侧晶体管MH及低侧晶体管ML可以是MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor,金属氧化物场效晶体管)，可以是IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor,绝缘栅双极晶体管)，也可以是双极晶体管。

[0051] 本实施方式中，高侧晶体管MH是N通道晶体管，自举电容器C3形成自举电路。

[0052] 控制器200以使DC/DC转换器100的输出状态接近目标状态的方式控制高侧晶体管MH及低侧晶体管ML。

[0053] 控制器200的输入电压引脚(端子)VDC被供给输入电压 V_{IN} 。在控制器200的自举引脚BST连接着自举电容器C3。高侧栅极引脚UG与高侧晶体管MH的控制端子(栅极)连接，低侧栅极引脚LG与低侧晶体管ML的控制端子(栅极)连接。接地引脚PGND接地。反馈引脚FB被反

馈与DC/DC转换器100的输出状态相应的信号(本实施方式中为输出电压 V_{OUT})。另外,开关端子SW与高侧晶体管MH和低侧晶体管ML的连接节点(开关线)连接。

[0054] 控制器200主要具备脉冲调制器210、过流检测电路220、开关控制电路230及驱动电路240,是集成化在一个半导体衬底上的功能IC(Integrated Circuit,集成电路)。此外,高侧晶体管MH及低侧晶体管ML也可以集成化在控制器200中。

[0055] 脉冲调制器210以使降压DC/DC转换器100的输出接近目标状态的方式产生脉冲调制信号S1。

[0056] 本实施方式中,脉冲调制器210中,利用电阻R11、R12将输出电压 V_{OUT} 分压,分压后的反馈信号 V_{FB} 被输入至脉冲调制器210。脉冲调制器210以使反馈信号 V_{FB} 接近其目标值 V_{REF} 的方式产生脉冲调制信号S1。通过利用脉冲调制器210进行反馈,使输出电压 V_{OUT} 稳定在以下的目标电压 $V_{OUT(REF)}$ 。

[0057]
$$V_{OUT(REF)} = V_{REF} \times (R11+R12) / R11$$

[0058] 脉冲调制信号S1可以是周期不变、占空比(脉冲宽度)变化的脉冲宽度调制(PWM)信号,脉冲调制器210可以是脉冲宽度调制器,但并不限于此。除脉冲宽度调制以外,也可以采用脉冲频率调制等。

[0059] 脉冲调制器210的构成并无限定,使用公知技术即可。例如脉冲调制器210可以是所谓的电压模式的脉冲宽度调制器,可包含:误差放大器,将与输出电压 V_{OUT} 相应的反馈信号 V_{FB} 和其目标电压 V_{REF} 的误差放大;振荡器,产生三角波或锯齿波的周期信号;以及PWM比较器,将周期信号与误差放大器的输出信号进行比较,产生与比较结果相应的PWM信号。

[0060] 或者,脉冲调制器210可以是峰电流模式或平均电流模式的调制器,也可以是以迟滞控制(Bang-Bang控制)、底部检测导通时间固定、峰检测断开时间固定为代表的涟波控制的调制器。

[0061] 脉冲调制信号S1取第1电平(亦称为导通电平)与第2电平(断开电平),第1电平指示高侧晶体管MH的导通、低侧晶体管ML的断开,第2电平指示高侧晶体管MH的断开、低侧晶体管ML的导通。以下,设为脉冲调制信号S1的第1电平为高(H),第2电平为低(L)。

[0062] 过流检测电路220将在低侧晶体管ML中流动的低侧电流 I_{ML} 与规定的过流阈值 I_{OCPL} 进行比较,产生过流检测信号LOCL,该过流检测信号LOCL在低侧电流 I_{ML} 大于过流阈值 I_{OCPL} 时被断言(这里是设为高电平)。

[0063] 在低侧晶体管ML的导通区间,在低侧晶体管ML中,低侧电流 I_{ML} 从源极向漏极流动。这时,在低侧晶体管ML的漏极源极间,产生与低侧电流 I_{ML} 成正比的电位差。低侧晶体管ML的漏极、即SW引脚的电压成为:

[0064]
$$V_{SW} = -I_{ML} \times R_{ON}$$

[0065] R_{ON} 是低侧晶体管ML的导通电阻。

[0066] 过流检测电路220基于低侧晶体管ML的两端间电压、即PGND引脚与SW引脚的电位差,监视低侧电流 I_{ML} ,详细情况将在下文中叙述。

[0067] 开关控制电路230至少基于过流检测信号LOCL及脉冲调制信号S1,产生控制脉冲S2。

[0068] 控制脉冲S2在应使高侧晶体管MH导通、使低侧晶体管ML断开的期间内取第1电平,在应使高侧晶体管MH断开、使低侧晶体管ML导通的期间内取第2电平。以下,设为控制脉冲

S2的第1电平为高(H),第2电平为低(L)。

[0069] DC/DC转换器100以第1模式与第2模式这两个模式进行动作。第2模式是过流在电感器L1中流动的过流状态,可以称为过流保护模式。第1模式是非过流状态的正常状态,可以称为通常模式。

[0070] 在第1模式与第2模式下,控制脉冲S2不同。具体来说,(i)在正常状态(第1模式)下,控制脉冲S2与脉冲调变信号S1相应。也就是说,脉冲调制信号S1为第1电平时,控制脉冲S2为第1电平,脉冲调制信号S1为第2电平时,控制脉冲S2为第2电平。

[0071] (ii)在过流状态(第2模式)下,控制脉冲S2在过流检测信号LOCL被断言期间取第2电平(低),在过流检测信号LOCL被否定后的固定导通时间TA内,取第1电平(高)。

[0072] 驱动电路240根据控制脉冲S2来驱动高侧晶体管MH及低侧晶体管ML。具体来说,驱动电路240使控制脉冲S2电平位移,产生高侧栅极信号 V_{HG} ,并从UG引脚输出。另外,驱动电路240产生与控制脉冲S2具有互补逻辑的低侧栅极信号 V_{LG} ,并从LG引脚输出。此外,开关控制电路230也可以输出高侧用控制脉冲S2及低侧用控制脉冲S2'。

[0073] 驱动电路240附属设置有作为整流元件的二极管D1。二极管D1与外设的自举电容器C3共同形成自举电路。二极管D1的阴极经由BST引脚与自举电容器C3连接,二极管D1的阳极被供给定电压 V_{REG} 。BST引脚与高侧晶体管MH及低侧晶体管ML的开关连动地产生比SW引脚高出定电压 V_{REG} 的自举电压 V_{BST} 。驱动电路240输出高侧栅极信号 V_{HG} ,该高侧栅极信号 V_{HG} 将自举电压 V_{BST} 设为高,将开关线的电压 V_{SW} 设为低。

[0074] 以上为DC/DC转换器100的构成。接下来对其动作进行说明。

[0075] 图2是图1的DC/DC转换器100的第1模式的动作波形图。图2中,从上侧起依次表示输出电压 V_{OUT} 、线圈电流 I_L 及输出电流 I_{OUT} 、在高侧晶体管MH中流动的高侧电流 I_{MH} 、在低侧晶体管ML中流动的低侧电流 I_{ML} 、脉冲调制信号S1、高侧晶体管MH的导通、断开状态(即高侧栅极信号 V_{HG})、低侧晶体管ML的导通、断开状态(即低侧栅极信号 V_{LG})。

[0076] 输出电压 V_{OUT} 通过反馈控制而保持固定不变。供给到未图示的负载的输出电流 I_{OUT} 是线圈电流 I_L 的平均值。

[0077] 在输出电流 I_{OUT} 固定不变的稳定状态下,脉冲调制信号S1的占空比DUTY稳定在下式的值附近:

$$[0078] \quad DUTY = V_{OUT} / V_{IN} \cdots (1)$$

[0079] 如图2所示,当输出电流 I_{OUT} 增加时,微观上,输出电压 V_{OUT} 变得比目标电压 $V_{OUT(REF)}$ 低,因此返回占空比DUTY变大、线圈电流 I_L 变大的反馈。然后,当输出电流 I_{OUT} 再次稳定时,脉冲调制信号S1的占空比收敛在式(1)的值附近。

[0080] 以上为DC/DC转换器100的第1模式的动作。接下来对第2模式的动作进行说明。

[0081] 图3是图1的DC/DC转换器100的第2模式的动作波形图。这里,设为因输出线104的接地短路(或负载的短路)引起了过流。

[0082] 图3中,从上侧起依次表示输出电压 V_{OUT} 、线圈电流 I_L 及输出电流 I_{OUT} 、低侧晶体管ML中流动的低侧电流 I_{ML} 、过流检测信号LOCL、脉冲调制信号S1、高侧晶体管MH的导通、断开状态(即高侧栅极信号 V_{HG})、低侧晶体管ML的导通、断开状态(即低侧栅极信号 V_{LG})。

[0083] 在输出线104接地短路的状态下,输出电压 V_{OUT} 降低到0V附近。其结果为,脉冲调制器210所产生的脉冲调制信号S1的占空比固定为100%,脉冲调制信号S1保持在高电平。

[0084] 过流检测信号LOCL在低侧电流 I_{ML} 大于阈值电流 I_{OCPL} 时为高(断言),在低侧电流 I_{ML} 小于阈值电流 I_{OCPL} 时为低(否定)。低侧晶体管ML的断开区间内,无低侧电流 I_{ML} 流动,所以过流检测信号LOCL为低。

[0085] 在第2模式下,过流检测信号LOCL为高(断言)的区间内,控制脉冲S2固定在第2电平(低)。如果低侧晶体管ML持续导通,那么线圈电流 I_L 、即低侧电流 I_{ML} 随时间减少,最终变得小于阈值电流 I_{OCPL} ,过流检测信号LOCL变为低,控制脉冲S2固定为低的情况被解除,控制脉冲S2转变为高。然后,控制脉冲S2在规定的导通时间TA内持续为高。在控制脉冲S2的高区间内,高侧晶体管MH导通,低侧晶体管ML断开,线圈电流 I_L 随时间增大。

[0086] 在高侧晶体管MH导通的区间内,电感器L1的一端(SW端子)被施加输入电压 V_{IN} ,电感器L1的另一端(输出线104)被施加输出电压 V_{OUT} 。也就是说,电感器L1的两端间电压 ΔV 为 $V_{IN} - V_{OUT}$,因此线圈电流 I_L 以斜率 dI_L/dt 随时间增大。

$$[0087] \quad dI_L/dt = \Delta V/L = (V_{IN} - V_{OUT})/L$$

[0088] 导通时间TA内的线圈电流 I_L 的增加量 ΔI_L 为:

$$[0089] \quad \Delta I_L = dI_L/dt \times TA = (V_{IN} - V_{OUT})/L \times TA。$$

[0090] 控制脉冲S2成为第1电平后、即从高侧晶体管MH导通起经过时间TA后,控制脉冲S2成为第2电平,低侧晶体管ML导通。这时,线圈电流 I_L 、即低侧电流 I_{ML} 为 $I_{OCPL} + \Delta I_L$,所以 $I_{ML} > I_{OCPL}$ 成立,过流检测信号LOCL实质上在低侧晶体管ML导通同时被设为高(被断言)。然后,低侧晶体管ML持续导通,直到低侧电流 I_{ML} 小于阈值电流 I_{OCPL} 为止。

[0091] DC/DC转换器100在第2模式下反复进行以上动作。由此,在以第2模式进行动作期间,线圈电流 I_L 维持在以阈值电流 I_{OCPL} 为下限、具有幅度 ΔI_L 的范围内。

[0092] 以上为DC/DC转换器100的动作。根据该DC/DC转换器100,能够实现基于低侧晶体管ML中流动的低侧电流 I_{ML} 的过流保护。更详细来说,能够在产生了引起过流的原因的状况下,将低侧电流 I_{ML} 及高侧电流 I_{MH} 限制在以过流阈值为下限的电流范围内。该电流范围幅度 ΔI_L 可以根据固定导通时间TA来设计。

[0093] 接下来,对第1模式与第2模式的转换进行说明。

[0094] 开关控制电路230可在脉冲调制信号S1保持为高的情况下以第2模式进行动作,在脉冲调制信号S1高低反复时以第1模式进行动作。

[0095] 例如开关控制电路230在以第2模式进行动作的过程中,当在过流检测信号LOCL被否定的时点,脉冲调制信号S1为第1电平(高)时,维持第2模式。也就是说,控制脉冲S2随着过流检测信号LOCL的否定而转变为第1电平,经过固定导通时间TA后,转变为第2电平。

[0096] 相反地,在以第2模式进行动作的过程中,当在过流检测信号LOCL被否定的时点,脉冲调制信号S1为第2电平(低)时,转换为第1模式。其后,以脉冲调制信号S1作为控制脉冲S2进行动作。

[0097] 开关控制电路230在以第1模式进行动作的过程中,当过流检测信号LOCL被断言时,在过流检测信号LOCL被断言期间,将控制脉冲S2固定在第2电平(低),转换成第2模式。

[0098] 以上为第1模式与第2模式的转变。图4是对第2模式向第1模式的转变进行说明的波形图。

[0099] 在时刻 t_0 之前,输出线104接地短路,存在引起过流的原因,DC/DC转换器100以第2模式进行动作。

[0100] 在时刻 t_0 ,当过流原因被排除(接地短路被消除)时,利用线圈电流 I_L 对输出电容器C1充电,输出电压 V_{OUT} 开始增大。在以第2模式进行动作期间,高侧晶体管MH的导通时间TA固定,因此输出电容器C1被过剩地充电,输出电压 V_{OUT} 超过目标电压 $V_{OUT(REF)}$ 。因输出电压 V_{OUT} 超过目标电压 $V_{OUT(REF)}$,所以脉冲调制器210产生的脉冲调制信号S1在时刻 t_1 转变为低。

[0101] 在时刻 t_2 ,过流检测信号LOCL被否定。在该时点,脉冲调制信号S1为低,因此DC/DC转换器100转换为第1模式。时刻 t_2 以后,脉冲调制信号S1成为控制脉冲S2。

[0102] 图5是对第1模式向第2模式的转变进行说明的波形图。

[0103] 在时刻 t_0 之前,状态正常,DC/DC转换器100以第1模式进行动作,输出电压 V_{OUT} 稳定在目标电压 $V_{OUT(REF)}$ 。

[0104] 在时刻 t_0 ,输出线104接地短路。由此,输出电流 I_{OUT} 开始增大。在时刻 t_1 ,低侧电流 I_{ML} 超过阈值电流 I_{OCPL} 时,过流检测信号LOCL被断言,转换成第2模式。

[0105] 在第2模式下,线圈电流 I_L 受到限制时,对输出电容器C1充电的电流不足,因此输出电压 V_{OUT} 降低。其结果为,脉冲调制信号S1的占空比增大,保持为高。在此以后,DC/DC转换器100持续以第2模式进行动作。

[0106] 接下来,对控制器200的各区块的具体构成例进行说明。

[0107] 图6是表示开关控制电路230的构成例的电路图。开关控制电路230包含计时器电路232及逻辑电路234。

[0108] 计时器电路232响应来自逻辑电路234的触发TON_START,测量规定时间TA,产生表示经过了规定时间TA的导通时间结束信号S3。逻辑电路234可基于过流检测信号LOCL的否定、或低侧晶体管ML的断开/高侧晶体管MH的导通,产生针对计时器电路232的触发TON_START。

[0109] 逻辑电路234基于脉冲调制信号S1、过流检测信号LOCL及导通时间结束信号S3,产生控制脉冲S2。

[0110] 逻辑电路234的构成并无特别限定,可由业者使用组合电路、时序电路、组合时序电路等,设计以脉冲调制信号S1及过流检测信号LOCL为输入,能通过与时器电路232的配合动作而产生控制脉冲S2的电路。

[0111] 如上所述,以第2模式进行动作的过程中,导通时间TA内的线圈电流 I_L 的增加量 ΔI_L 、即第2模式下低侧电流 I_{ML} 的变动范围幅度为:

$$[0112] \quad \Delta I_L = dI_L/dt \times TA = (V_{IN} - V_{OUT})/L \times TA.$$

[0113] 因此,在将DC/DC转换器100用于输入电压 V_{IN} 可以动态变动的应用程序或平台的情况下,若将导通时间TA固定,那么变动幅度 ΔI_L 会根据输入电压 V_{IN} 而变动。

[0114] 另外,DC/DC转换器100的输出电流 I_{OUT} 为线圈电流 I_L 的平均值,因此第2模式下的输出电流 $I_{OUT(OCF)}$ 以下式表示。

$$[0115] \quad I_{OUT(OCF)} = I_{OCPL} + \Delta I_L/2$$

[0116] 也就是说,当变动幅度 ΔI_L 变化时,过流状态下的输出电流 I_{OUT} 会发生变化。

[0117] 在不希望输出电流 I_{OUT} 变化的情况下,能够通过根据输入电压 V_{IN} 调节固定导通时间TA来抑制变动幅度 ΔI_L 的变动,甚至能够使输出电流 $I_{OUT(OCF)}$ 固定不变。具体来说,输入电压 V_{IN} 越高,固定导通时间TA越短即可。

[0118] 另外,输出电压 V_{OUT} 基本稳定在目标电压 $V_{OUT(REF)}$,但在比如过流保护发挥作用的状

况(例如接地短路)下,会降低到0V附近。在输出电压 V_{OUT} 相对于输入电压 V_{IN} 足够低的情况下(降压比较高的情况下),可以忽略输出电压 V_{OUT} 的影响:

$$[0119] \quad \Delta I_L = dI_L/dt \times TA = V_{IN}/L \times TA。$$

[0120] 在该情况下,以相对于输入电压 V_{IN} 成反比的方式调整固定导通时间TA即可。

[0121] 在降压比并不那么高的情况下,无法忽略输出电压 V_{OUT} 的变动的影晌。因此,在该情况下,基于输入电压 V_{IN} 与输出电压 V_{OUT} 两者来调节固定导通时间TA,由此能够抑制变动幅度 ΔI_L 的变动。具体来说,可以设为输入电压 V_{IN} 越高则固定导通时间TA越短,输出电压 V_{OUT} 越高则固定导通时间TA越长。

[0122] 在一实施例中,可以与输入电压 V_{IN} 和输出电压 V_{OUT} 的差分($V_{IN} - V_{OUT}$)成反比的方式调整导通时间TA。

[0123] 图7是表示第2模式下线圈电流的变动幅度 ΔI_L 与输入电压 V_{IN} 的关系的图。图7中,表示与输入电压 V_{IN} 及输出电压 V_{OUT} 无关地使固定导通时间TA固定不变时的特性、以及以与输入电压 V_{IN} 和输出电压 V_{OUT} 的差分成正比的方式控制固定导通时间TA时的特性。当使固定导通时间TA固定不变时,变动幅度 ΔI_L 随输入电压 V_{IN} 的变动而产生变动,与此相对,通过调节固定导通时间TA,能够与输入电压 V_{IN} 的变动无关地使变动幅度 ΔI_L 保持固定不变。

[0124] 图8是表示计时器电路232的构成例的电路图。计时器电路232具备电容器C4、可变电流源250、开关252、比较器254。电容器C4的第1端接地。可变电流源250与电容器C4的第2端连接,产生与输入电压 V_{IN} 和输出电压 V_{OUT} 的差分($V_{IN} - V_{OUT}$)成正比的电流 I_{CHG} ,并供给到电容器C4。 gm 为比例常数。

$$[0125] \quad I_{CHG} = gm (V_{IN} - V_{OUT})$$

[0126] 开关252与电容器C4并联设置,响应来自逻辑电路234的触发信号TON_START而断开。当开关252断开时,电容器C4的电压 V_{C4} 随时间经过,以与电流 I_{CHG} 成正比的斜率增加。

$$[0127] \quad V_{C4} = t \times I_{CHG}/C4 = t \times gm (V_{IN} - V_{OUT}) / C4$$

[0128] 比较器254将电容器C4的电压 V_{C4} 与规定的阈值电压 V_{TA} 进行比较。比较器254的输出为导通时间结束信号S3。该导通时间结束信号S3响应触发信号TON_START的断言,而测量经过时间,当经过固定导通时间TA后,比较器254的输出发生变化。

[0129] 开关252断开后至电容器C4的电压 V_{C4} 达到阈值电压 V_{TA} 为止的时间TA为:

$$[0130] \quad TA = V_{TA} \times C4 / \{ gm (V_{IN} - V_{OUT}) \}$$

[0131] 与输入电压 V_{IN} 和输出电压 V_{OUT} 的差分成反比。因此,能使以第2模式进行动作时的线圈电流 I_L 的变动幅度稳定,从而能使以第2模式进行动作过程中的输出电流 $I_{OUT(OCF)}$ 固定不变。

[0132] 图9是表示计时器电路232的构成例的电路图。可变电流源250包含第1缓冲器260、第2缓冲器262、减法放大器264、V/I(电压/电流)转换电路266、电流镜电路268。第1缓冲器260以适当的增益放大(衰减)FB引脚的输出电压 V_{OUT} 。第2缓冲器262以适当的增益放大(衰减)VIN引脚的输入电压 V_{IN} 。减法放大器264以增益 α 放大第1缓冲器260的输出与第2缓冲器262的输出的差分。减法放大器264的输出电压 V_{DIFF} 与输入电压 V_{IN} 和输出电压 V_{OUT} 的差分成正比。

$$[0133] \quad V_{DIFF} = \alpha \cdot (V_{IN} - V_{OUT})$$

[0134] V/I转换电路266包含电阻R21及运算放大器OA21,将减法放大器264的输出电压

V_{DIFF} 转换为电流信号 I_{DIFF} 。

$$[0135] \quad I_{DIFF} = V_{DIFF} / R21$$

[0136] 电流镜电路268回传V/I转换电路266的输出电流 I_{DIFF} ，产生充电电流 I_{CHG} 。

[0137] 接下来，对过流检测电路220的构成例进行说明。如上所述，过流检测电路220基于低侧晶体管ML的两端间电压（漏极源极间电压），检测低侧晶体管ML中流动的低侧电流 I_{ML} 超过阈值 I_{OCPL} 这一情况。

[0138] 图10是表示过流检测电路220的构成例的电路图。过流检测电路220接受开关引脚SW的电压 V_{SW} 及接地引脚GND的电压 V_{GND} ($=0V$)，监视两个电压的差分是否超过阈值电流 I_{OCPL} 所对应的阈值电压 V_{OCPL} 。

[0139] 也可以在过流检测电路220与两个引脚SW、PGND之间插入包含高耐压晶体管的保护电路222。

[0140] 过流检测电路220包含电流源CS31、第1晶体管M31、第2晶体管M32、第3晶体管M33、第1电阻R31、第2电阻R32、阻抗元件M34、电压比较器COMP31。

[0141] 电流源CS31及第1晶体管M31串联设置在电源线221与接地引脚（接地线）PGND之间。第1晶体管M31的栅极漏极间接线连接。第1电阻R31及第2晶体管M32串联设置在电源线221与开关引脚（开关线）SW之间。第2晶体管M32的栅极与第1晶体管M31的栅极连接。第2电阻R32、第3晶体管M33及阻抗元件M34串联设置在电源线221与接地线PGND之间。第3晶体管M33的栅极与第1晶体管M31及第2晶体管M32的栅极连接。

[0142] 阻抗元件M34可使用电阻元件、或控制端子被适当偏压的晶体管等。

[0143] 电压比较器COMP31将第1电阻R31与第2晶体管M32的连接节点的电压 V_{N1} 和第2电阻R32与第3晶体管M33的连接节点的电压 V_{N2} 进行比较，输出表示比较结果的过流检测信号LOCL。

[0144] 电压 V_{N1} 是将PGND引脚的电压向正方向电平位移 $\Delta V1$ 而得的电压，电压 V_{N2} 是将SW引脚的电压向正方向电平位移 $\Delta V2$ 而得的电压。根据阻抗元件M34的阻抗来决定电平位移量的差分 $\Delta V = \Delta V2 - \Delta V1$ 。

[0145] 也就是说，电压比较器COMP31是将两个电压 V_{N1} 、 V_{N2} 进行比较。

$$[0146] \quad V_{N1} = \Delta V1$$

$$[0147] \quad V_{N2} = V_{SW} + \Delta V2 = V_{SW} + \Delta V1 + \Delta V$$

[0148] 电压比较器COMP31的输出LOCL表示 $-V_{SW}$ 与 ΔV 的比较结果。在低侧晶体管ML的导通区间内， V_{SW} 为负电压，所以 $-V_{SW}$ 表示开关引脚SW的电压 V_{SW} 的绝对值 $|V_{SW}|$ ，因此，表示 $R_{ON} \times I_{ML}$ 。 R_{ON} 为低侧晶体管ML的导通电阻。也就是说，过流检测信号LOCL表示低侧电流 I_{ML} 与相当于 $\Delta V / R_{ON}$ 的阈值电流 I_{OCPL} 的比较结果。

[0149] 在该电路中，阈值电流 I_{OCPL} 由 ΔV 、即阻抗元件M34的阻抗决定。当使用晶体管作为阻抗元件M34时，能够根据施加于其控制端子的偏压电压来调节阈值电流 I_{OCPL} 。

[0150] 进而，阻抗元件M34优选其阻抗（导通电阻）具有与低侧晶体管ML的导通电阻相同的温度依存性，因此，阻抗元件M34可使用与低侧晶体管ML相同的晶体管（在本例中为N通道MOSFET）。由此，当低侧晶体管ML的导通电阻随温度变动而发生变化时，阻抗元件M34的导通电阻也追随其一并变化，所以可保持阈值电流 I_{OCPL} 固定不变。

[0151] 图11是表示过流检测电路220的另一构成例的电路图。过流检测电路220包含差动

放大器224及电压比较器COMP41。差分放大器224包含尾电流源CS41、由PMOS晶体管(或PNP型双极晶体管)构成的输入差分对M41、M42、以及阻抗不平衡的电阻负载电路R41、R42。输入差分对M41、M42中的一个(M41)与低侧晶体管ML的第1端(漏极)、即开关引脚SW连接,输入差分对M41、M42中的另一个(M42)与低侧晶体管ML的第2端(源极)、即接地引脚SW连接。

[0152] 电压比较器COMP41将输入差分对M41、M42与电阻负载电路R41、R42的两个连接节点的电压 V_{N1} 、 V_{N2} 进行比较,输出表示比较结果的过流检测信号LOCL。

[0153] 图12是表示过流检测电路220的又一构成例的电路图。过流检测电路220具备差分放大器226及输出级228。

[0154] 差分放大器226包含尾电流源CS51、由PMOS晶体管(或PNP型双极晶体管)构成的输入差分对M51、M52、电流镜负载M53、M54、以及插入到输入差分对中的一个M52与尾电流源CS51之间的阻抗元件R51。

[0155] 输出级228将输入差分对M51、M52与电流镜负载M53、M54的两个连接节点中的一个的电压 V_{N2} 二值化。例如输出级228包含晶体管M55、电流源CS52及变流器INV51。

[0156] 过流检测电路220的构成并不限于此处的例示。

[0157] (用途)

[0158] 图13是表示具备实施方式的降压DC/DC转换器100的电子设备700的一例的图。电子设备700例如为手机终端、数码相机、数码摄像机、平板终端、便携式音频播放器等电池驱动型设备。电子设备700具备壳体702、电池704、微处理器706及DC/DC转换器100。DC/DC转换器100在其输入端子接受来自电池704的电池电压 V_{BAT} (= V_{IN}),并向连接于输出端子的微处理器706或其它负载供给输出电压 V_{OUT} 。

[0159] 电子设备700的种类并不限于电池驱动型设备,可以是车载设备,也可以是传真机等OA设备,还可以是产业设备。

[0160] 使用具体术语说明的实施方式仅表示本发明的原理、应用,在不脱离权利要求书所规定的本发明的思想的范围,实施方式可以有多种变化例及配置变更。

[0161] [符号说明]

[0162] 100:DC/DC转换器

[0163] 102:输入线

[0164] 104:输出线

[0165] 110:外围电路

[0166] MH:高侧晶体管

[0167] ML:低侧晶体管

[0168] L1:电感器

[0169] C1:输出电容器

[0170] C2:输入电容器

[0171] C3:自举电容器

[0172] D1:二极管

[0173] 200:控制器

[0174] 210:脉冲调制器

[0175] 220:过流检测电路

- [0176] CS31:电流源
- [0177] M31:第1晶体管
- [0178] M32:第2晶体管
- [0179] M33:第3晶体管
- [0180] R31:第1电阻
- [0181] R32:第2电阻
- [0182] COMP31:电压比较器
- [0183] M34:阻抗元件
- [0184] 224:差动放大器
- [0185] COMP41:电压比较器
- [0186] CS41:尾电流源
- [0187] M41、M42:输入差动对
- [0188] R41、R42:电阻负载电路
- [0189] 226:差动放大器
- [0190] 228:输出级
- [0191] CS51:尾电流源
- [0192] M51、M52:输入差动对
- [0193] M53、M54:电流镜负载
- [0194] R51:阻抗元件
- [0195] M55:晶体管
- [0196] CS52:电流源
- [0197] INV51:变流器
- [0198] 230:开关控制电路
- [0199] 232:计时器电路
- [0200] 234:逻辑电路
- [0201] 240:驱动电路
- [0202] C4:电容器
- [0203] 250:可变电流源
- [0204] 252:开关
- [0205] 254:比较器
- [0206] 260:第1缓冲器
- [0207] 262:第2缓冲器
- [0208] 264:减法放大器
- [0209] 266:V/I转换电路
- [0210] 268:电流镜电路
- [0211] S1:脉冲调制信号
- [0212] LOCL:过流检测信号
- [0213] S2:控制脉冲
- [0214] S3:导通时间结束信号。

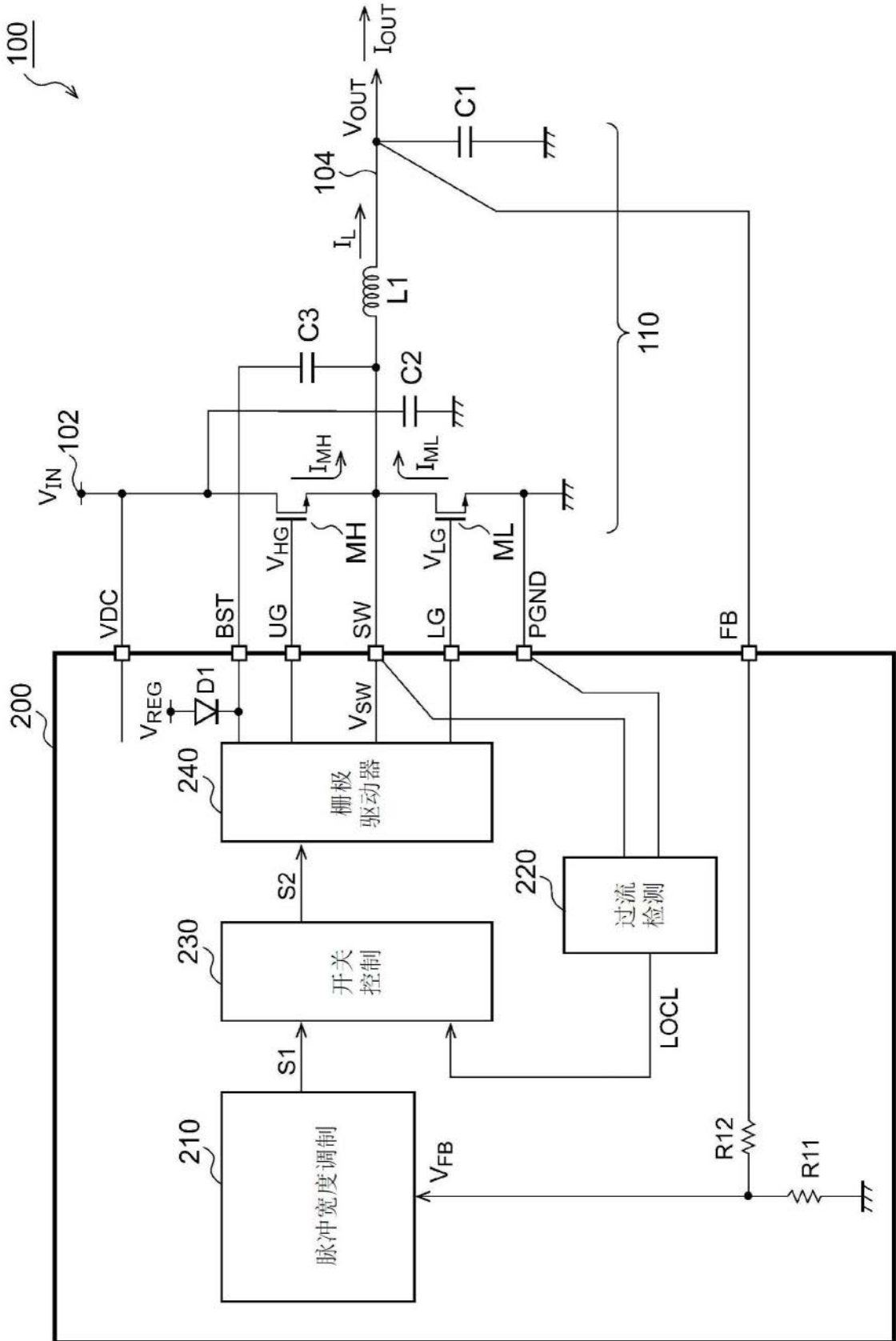


图1

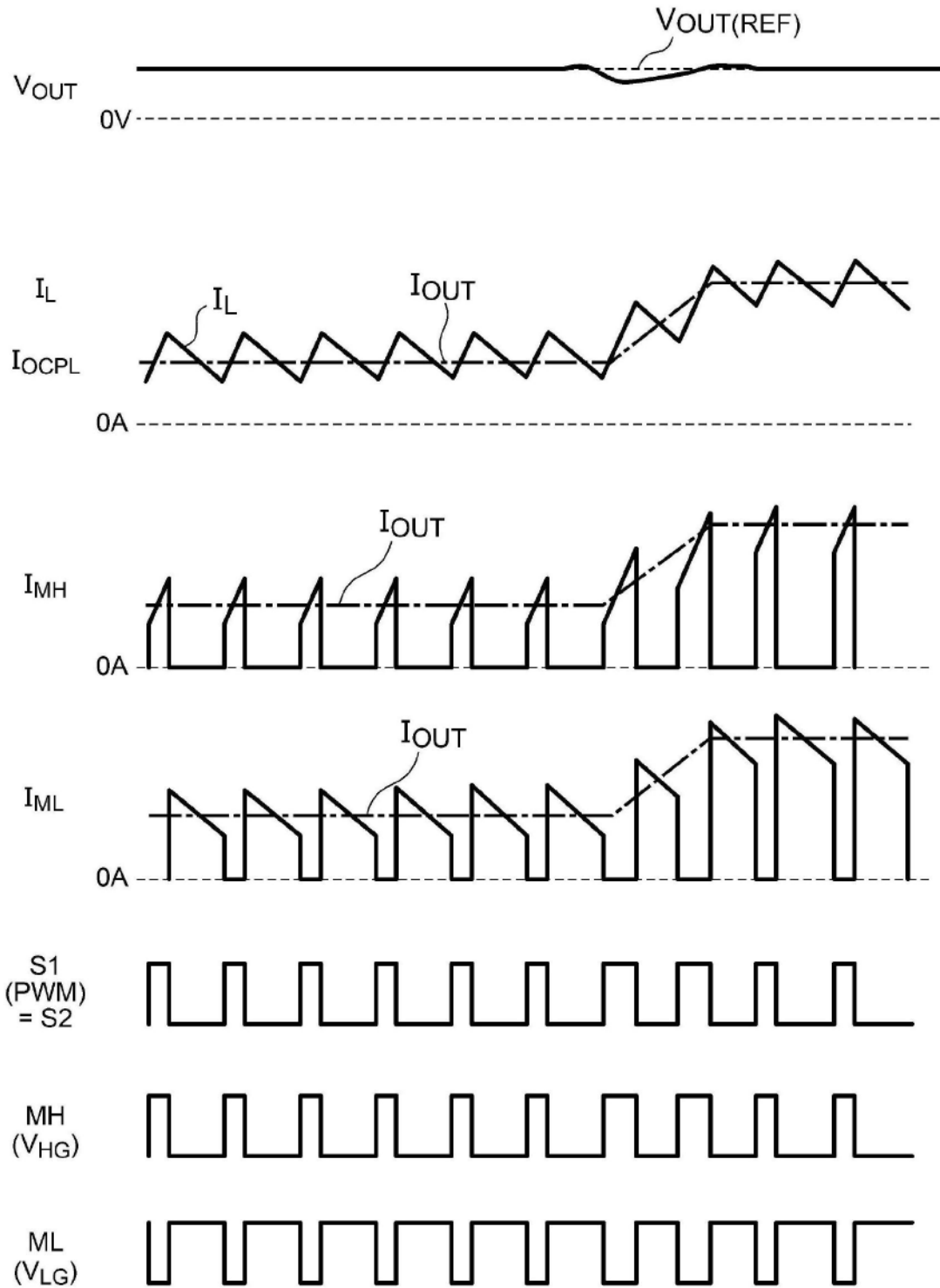


图2

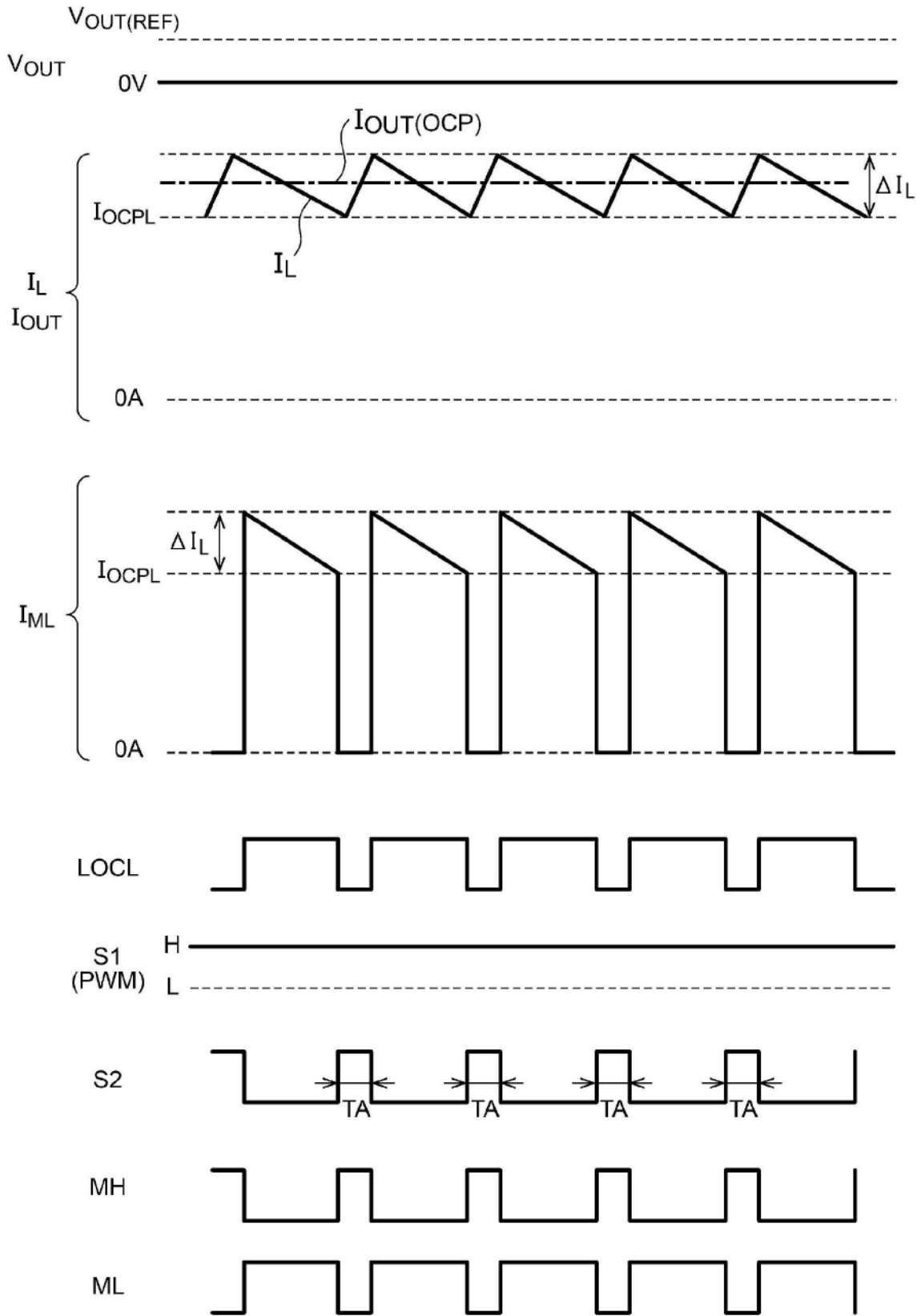


图3

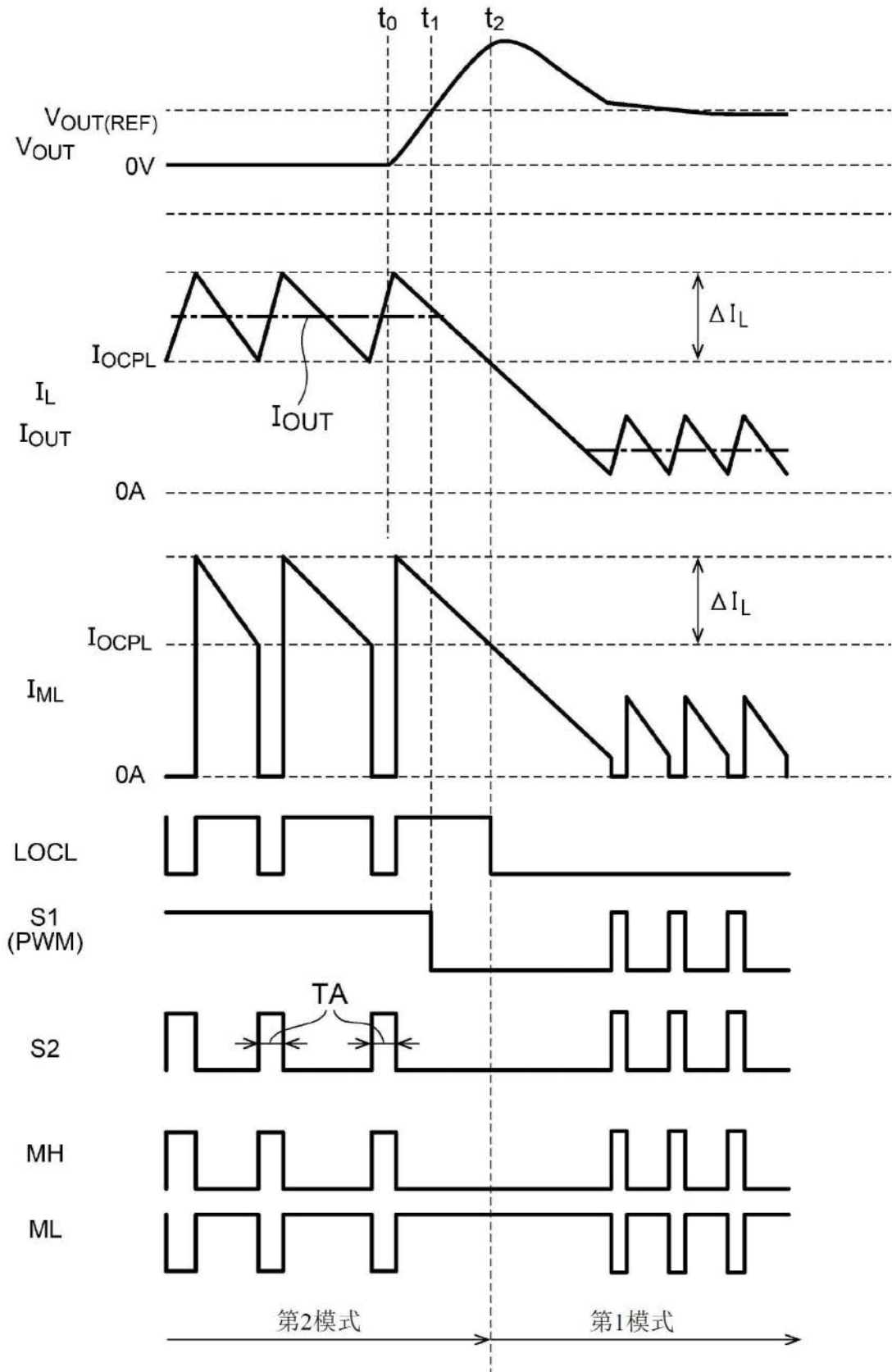


图4

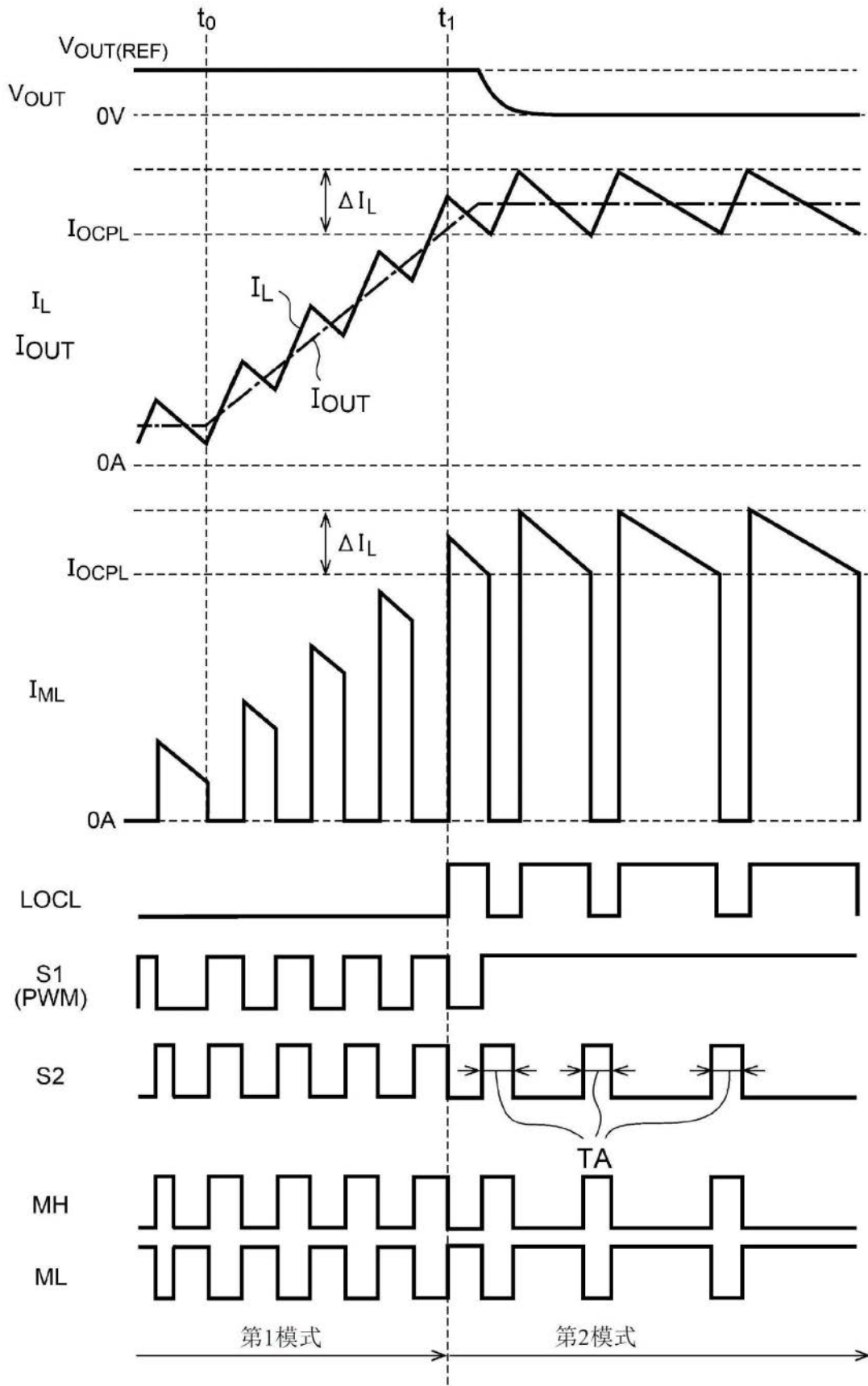


图5

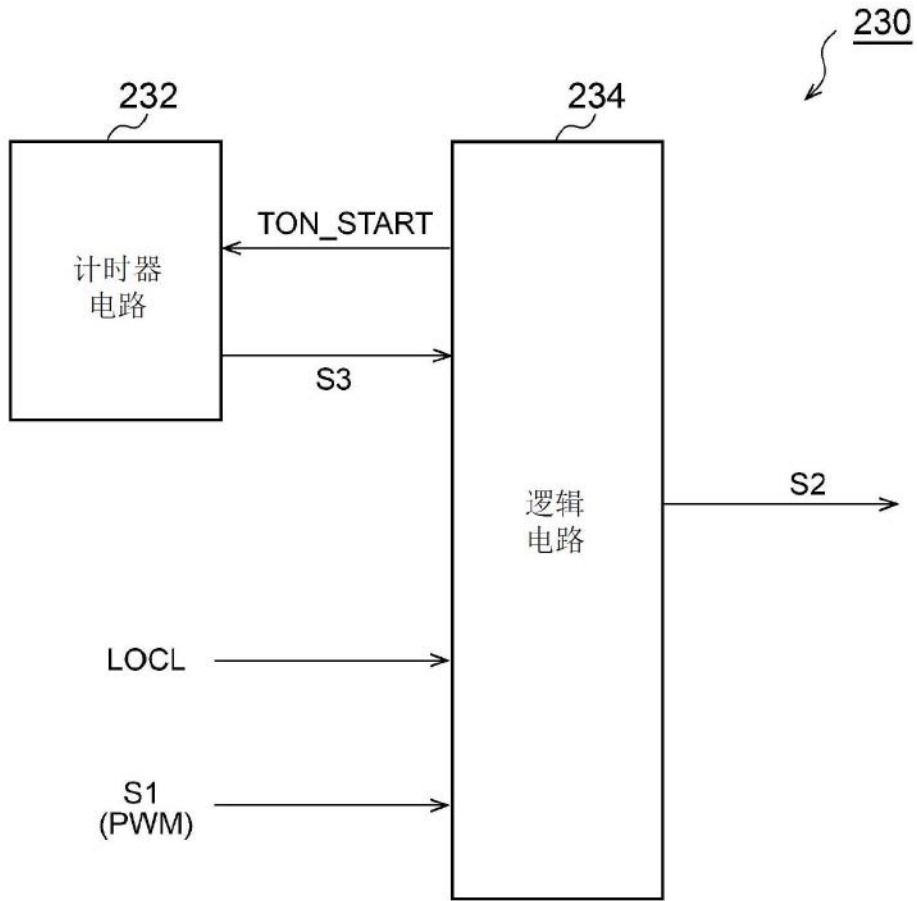


图6

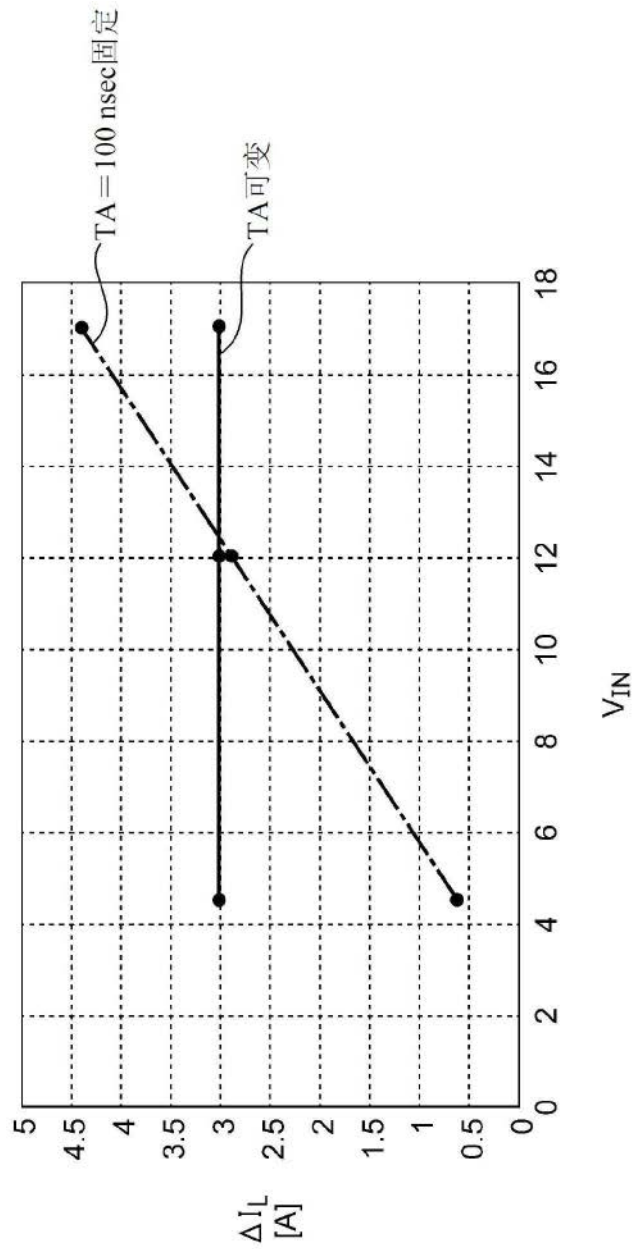


图7

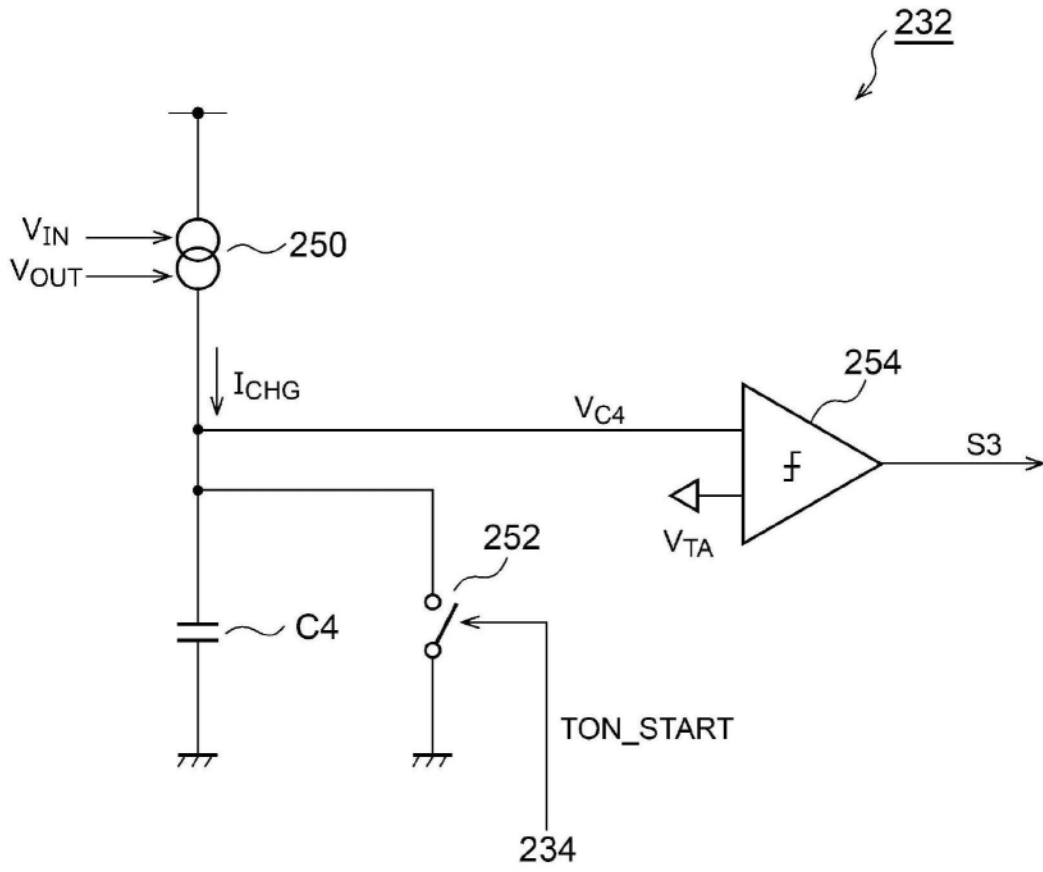


图8

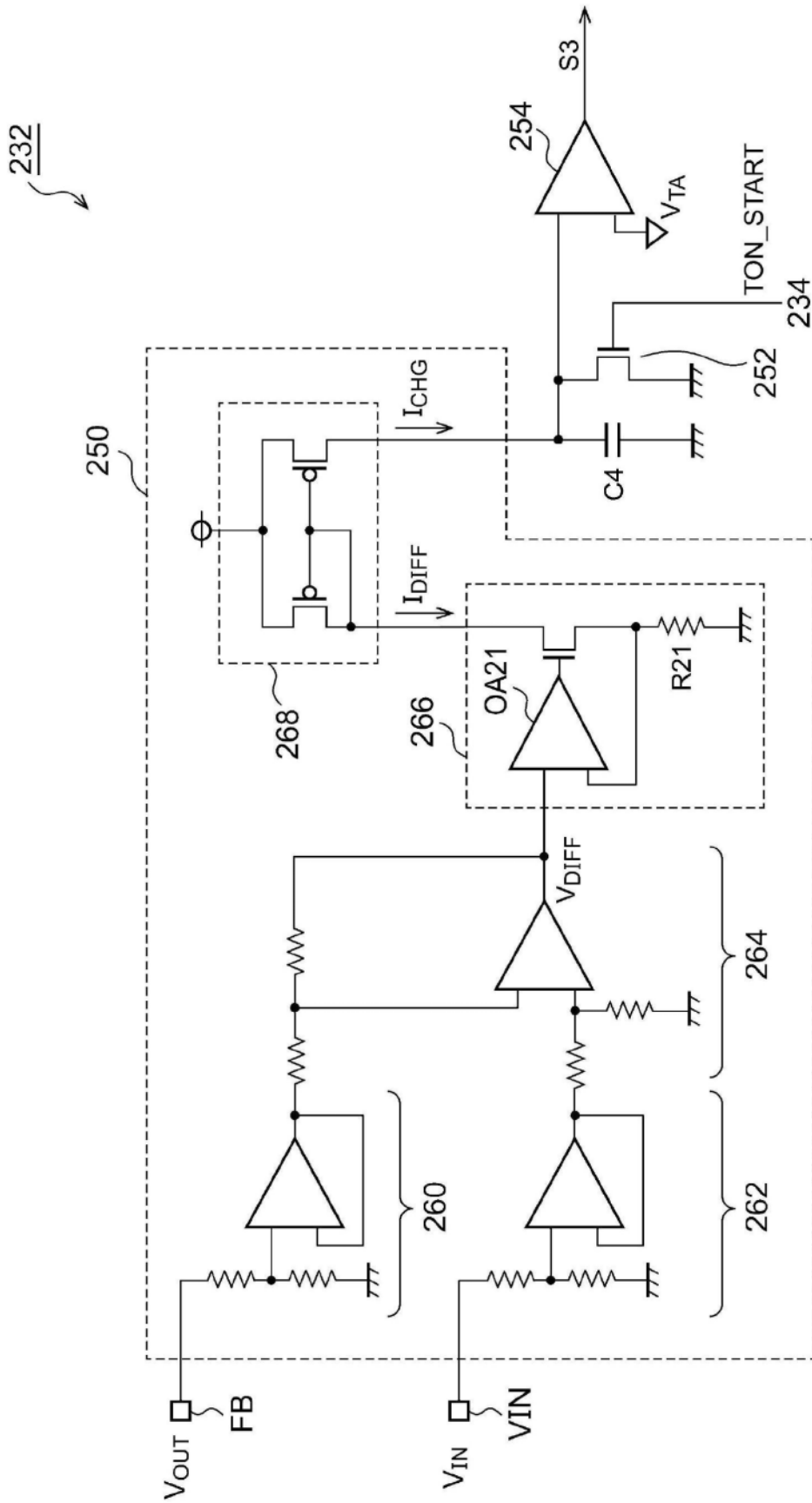


图9

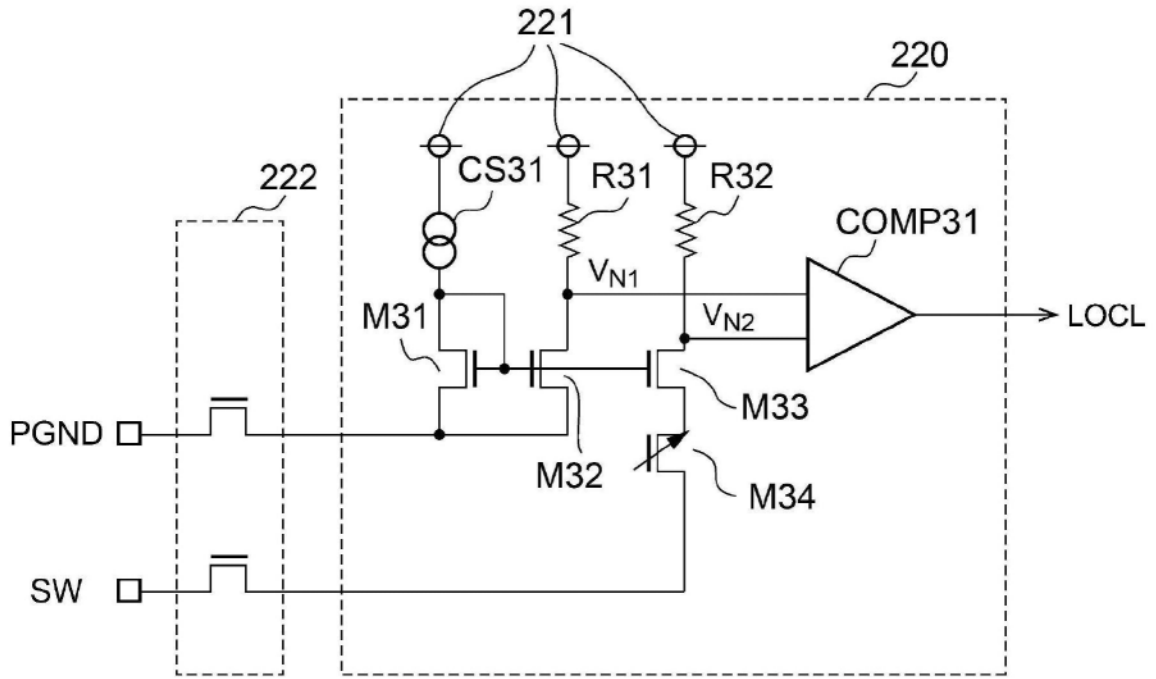


图10

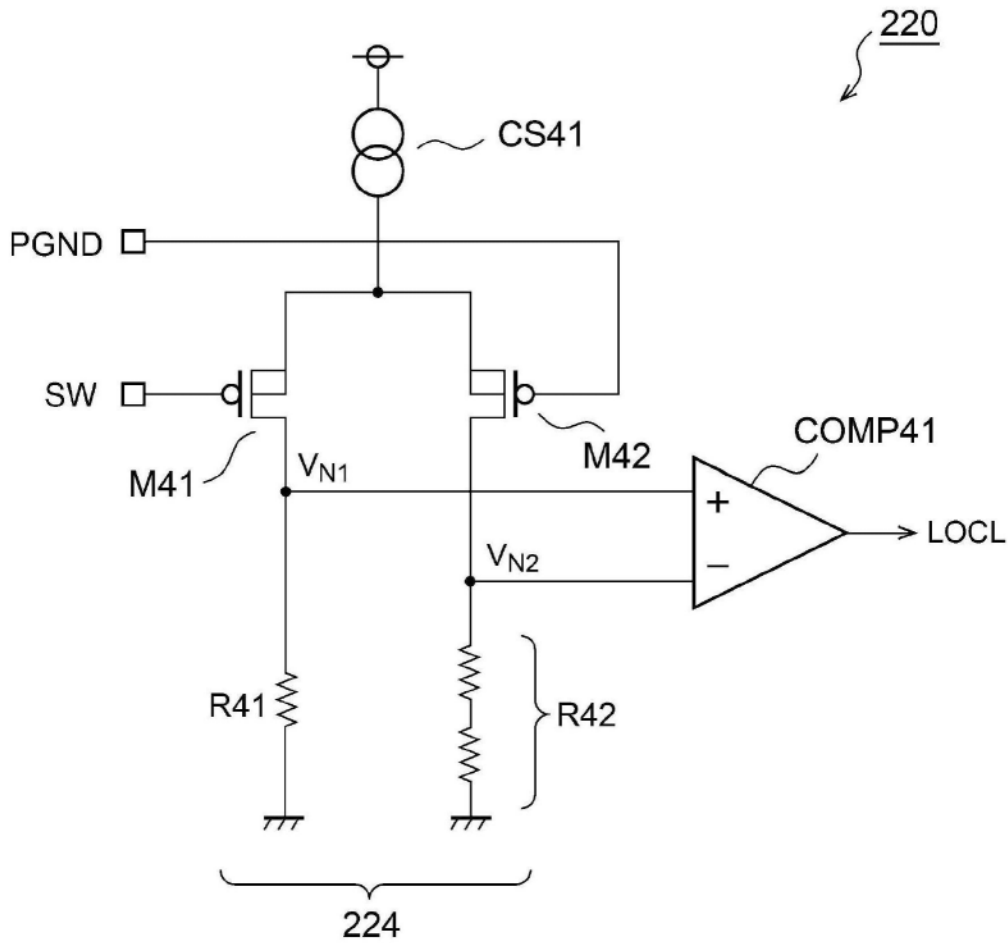


图11

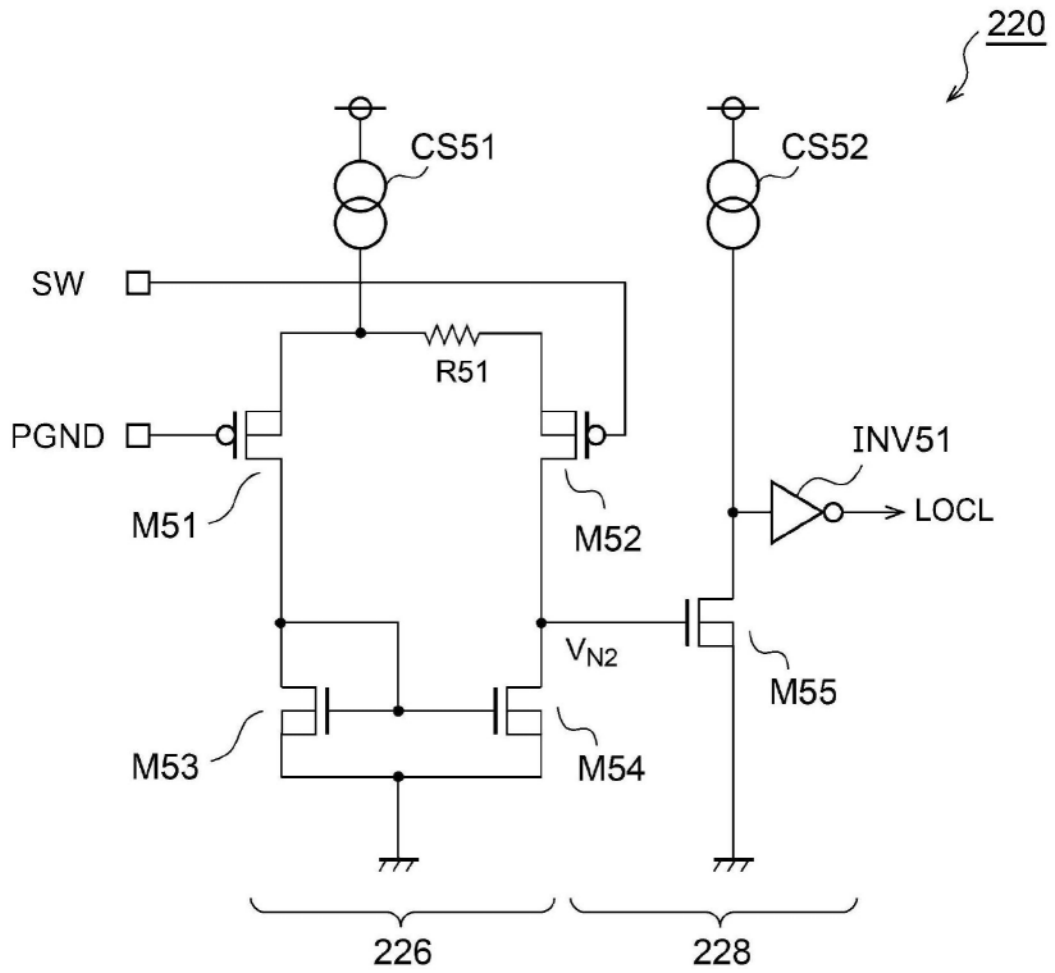
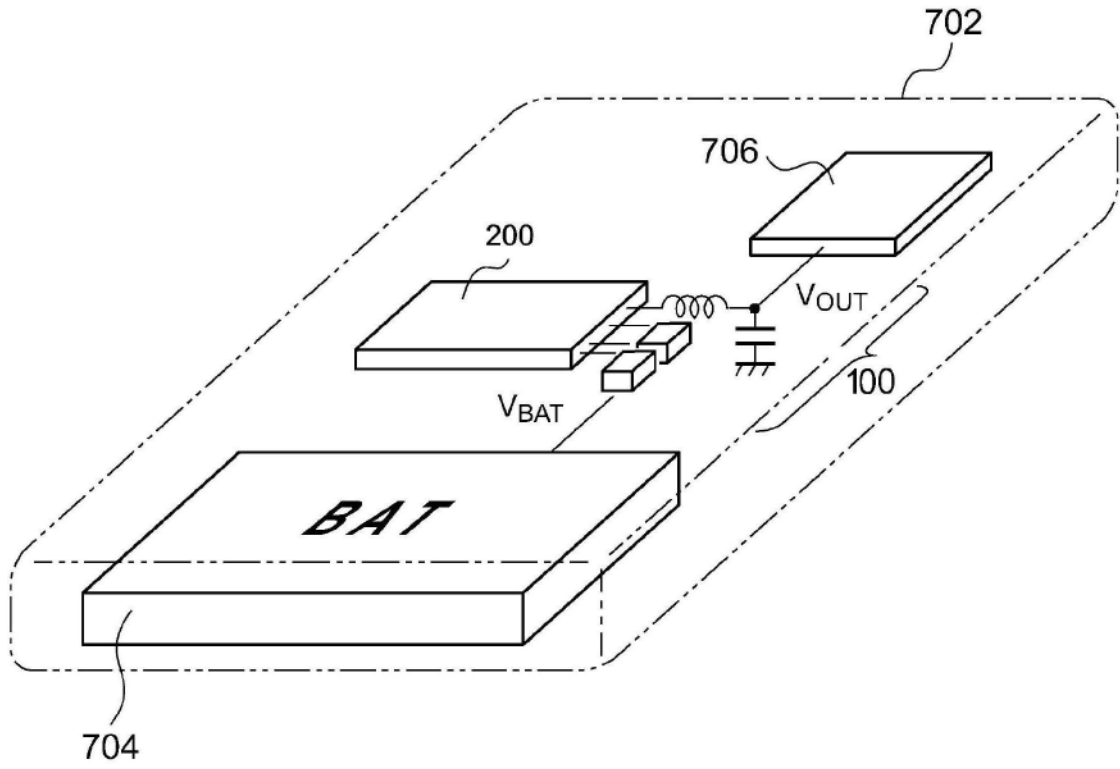


图12



700

图13