



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114583930 B

(45) 授权公告日 2025.07.04

(21) 申请号 202110890051.6

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2021.08.04

H02M 1/088 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

H02M 1/32 (2007.01)

申请公布号 CN 114583930 A

H02M 3/156 (2006.01)

(43) 申请公布日 2022.06.03

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

JP 2011166593 A, 2011.08.25

2020-199676 2020.12.01 JP

US 2007139841 A1, 2007.06.21

(73) 专利权人 株式会社东芝

审查员 边境

地址 日本东京都

专利权人 东芝电子元件及存储装置株式会
社

(72) 发明人 林庸行

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

专利代理人 夏斌

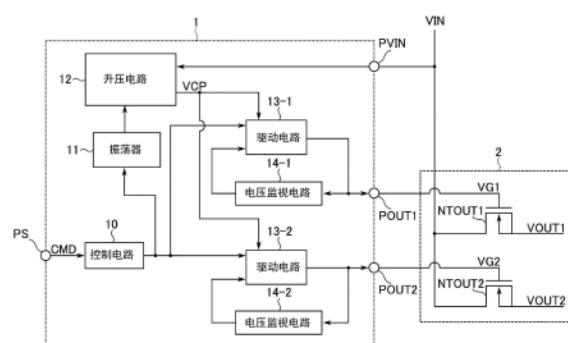
权利要求书3页 说明书16页 附图10页

(54) 发明名称

半导体装置

(57) 摘要

本发明涉及供一种半导体装置。实施方式的半导体装置具备：第1电路，构成为生成第1电压；第2电路，构成为将上述生成的第1电压传输至第1端子；以及第3电路，构成为生成第1信号，该第1信号在上述第1端子的电压为阈值电压以上的情况下成为第1电平，在上述第1端子的电压小于上述阈值电压的情况下成为第2电平。上述第2电路构成为，基于上述第2电平的第1信号而停止上述第1电压的传输。



1.一种半导体装置,具备:

第1电路,构成为生成第1电压;

第2电路,构成为将上述生成的第1电压传输至第1端子;以及

第3电路,构成为生成第1信号,该第1信号在上述第1端子的电压为阈值电压以上的情况下成为第1电平,在上述第1端子的电压小于上述阈值电压的情况下成为第2电平,

上述第2电路构成为,基于上述第2电平的第1信号,停止上述第1电压的传输,

上述第3电路具备:

第1开关元件,包括被输入第2电压的第1端、被接地的第2端、以及被输入基于上述第1端子的电压的电压的栅极;

第2开关元件,包括与上述第1开关元件的第1端连接的第1端、与上述第2电路连接的第2端、以及与上述第1开关元件的第1端连接的栅极;

第3开关元件,包括与上述第2开关元件的第2端连接的第1端、被接地的第2端、以及与上述第1开关元件的第1端连接的栅极,

第4开关元件,包括与上述第1端子连接的第1端、与上述第1开关元件的栅极连接的第2端、以及栅极;以及

第1电阻,包括与上述第1开关元件的栅极及上述第4开关元件的第2端连接的第1端、以及被接地的第2端,

上述第3电路基于上述第2开关元件的第2端及上述第3开关元件的第1端的电压,向上述第2电路输出上述第1信号。

2.根据权利要求1所述的半导体装置,还具备:

第4电路,构成为将上述生成的第1电压传输至第2端子;以及

第5电路,构成为生成第2信号,该第2信号在上述第2端子的电压为阈值电压以上的情况下成为第3电平,在上述第2端子的电压小于上述阈值电压的情况下成为第4电平,

上述第4电路构成为,基于上述第4电平的第2信号,停止上述第1电压的传输。

3.一种半导体装置,具备:

第1电路,构成为生成第1电压;

第2电路,构成为将上述生成的第1电压传输至第1端子;以及

第3电路,构成为生成第1信号,该第1信号在上述第1端子的电压为阈值电压以上的情况下成为第1电平,在上述第1端子的电压小于上述阈值电压的情况下成为第2电平,

上述第2电路构成为,基于上述第2电平的第1信号,停止上述第1电压的传输,

上述第3电路具备:

第1开关元件,包括与第1电流源连接的第1端、被接地的第2端、以及与上述第1端一起与上述第1电流源连接的栅极;

第2开关元件,包括与第1节点连接的第1端、被接地的第2端、以及与上述第1电流源连接的栅极;

第3开关元件,包括与第2节点连接的第1端、被接地的第2端、以及与上述第1电流源连接的栅极;

第4开关元件,包括被输入基于上述第1端子的电压的电压的第1端、与上述第1节点连接的第2端、以及与上述第2节点连接的栅极;

第5开关元件,包括被输入第2电压的第1端、与上述第2节点连接的第2端、以及与上述第2端一起与上述第2节点连接的栅极;

第6开关元件,包括与上述第5开关元件的第1端连接的第1端、与第3节点连接的第2端、以及与上述第1节点连接的栅极;

第7开关元件,包括与上述第6开关元件的第2端连接的第1端、被接地的第2端、以及与上述第1节点连接的栅极;

第8开关元件,包括与上述第5开关元件的第1端及上述第6开关元件的第1端连接的第1端、与上述第2电路连接的第2端、以及与上述第3节点连接的栅极;以及

第9开关元件,包括与上述第8开关元件的第2端连接的第1端、被接地的第2端、以及与上述第3节点连接的栅极,

上述第3电路基于上述第8开关元件的第2端及上述第9开关元件的第1端的电压,向上述第2电路输出上述第1信号。

4. 一种半导体装置,具备:

第1电路,构成为生成第1电压;

第2电路,构成为将上述生成的第1电压传输至第1端子;以及

第3电路,构成为生成第1信号,该第1信号在上述第1端子的电压为阈值电压以上的情况下成为第1电平,在上述第1端子的电压小于上述阈值电压的情况下成为第2电平,

上述第2电路构成为,基于上述第2电平的第1信号,停止上述第1电压的传输,

上述第3电路具备:

第1电压源,构成为能够输出第3电压;以及

第2电阻,将上述第1电压源与上述第1端子串联连接,

向上述第1电压源输入成为第5电平以及与上述第5电平不同的第6电平的第3信号,

上述第1电压源基于上述第5电平的第3信号,向上述第2电阻输出上述第3电压。

5. 根据权利要求4所述的半导体装置,其中,

上述第1电压源具备:

第1元件;以及

第5开关元件,包括被输入上述第3电压的第1端、与上述第1元件连接的第2端、以及被输入上述第3信号的栅极,

上述第1元件将上述第2电阻与上述第5开关元件串联连接。

6. 根据权利要求4所述的半导体装置,其中,

上述第1电压源具备:

第1元件;

第6电路,包括被输入上述第3信号的第1端、以及输出基于上述第3信号的第4信号的第2端;以及

第5开关元件,包括被输入上述第3电压的第1端、与上述第1元件连接的第2端、以及被输入上述第4信号的栅极,

上述第1元件将上述第2电阻与上述第5开关元件串联连接。

7. 根据权利要求4所述的半导体装置,其中,

上述第2电路构成为,基于上述第6电平的第3信号,使上述第1端子接地。

8. 根据权利要求4所述的半导体装置,其中,

上述第3电路还具备第11电路,该第11电路构成为,根据从外部发送的命令而输出上述第3信号。

9. 一种半导体装置,具备:

第1电路,构成为生成第1电压;

第2电路,构成为将上述生成的第1电压传输至第1端子;以及

第3电路,构成为生成第1信号,该第1信号在上述第1端子的电压为阈值电压以上的情况下成为第1电平,在上述第1端子的电压小于上述阈值电压的情况下成为第2电平,

上述第2电路构成为,基于上述第2电平的第1信号,停止上述第1电压的传输,

上述第2电路具备:

第7电路,构成为生成基于上述第1信号的第5信号;以及

第8电路,构成为基于根据上述第2电平的第1信号而生成的第5信号,停止向上述第1端子传输上述生成的第1电压。

10. 根据权利要求9所述的半导体装置,其中,

上述第8电路构成为,基于根据上述第2电平的第1信号而生成的第5信号,使上述第1端子接地。

11. 根据权利要求9所述的半导体装置,其中,

上述第8电路具备:

第9电路,向上述第1端子供给第1电流;以及

第10电路,向上述第1端子供给第2电流,

上述第9电路以及上述第10电路分别构成为,基于根据上述第2电平的第1信号而生成的第5信号,停止供给上述第1电流以及上述第2电流。

12. 根据权利要求11所述的半导体装置,其中,

上述第9电路包括第10开关元件,该第10开关元件具备被施加上述第1电压的输入端以及与上述第1端子连接并输出上述第1电流的输出端,

上述第10电路包括第11开关元件,该第11开关元件具备被施加上述第1电压的输入端以及与上述第1端子连接并输出上述第2电流的输出端,

接通状态下的上述第10开关元件的电阻值大于接通状态下的上述第11开关元件的电阻值。

半导体装置

[0001] 本申请享受以日本专利申请2020-199676号(申请日:2020年12月1日)为基础申请的优先权。本申请通过参照该基础申请而包含该基础申请的全部内容。

技术领域

[0002] 实施方式主要涉及一种半导体装置。

背景技术

[0003] 已知有用于向负载供给电压的半导体装置。

发明内容

[0004] 实施方式提供一种半导体装置,能够抑制由于短路而引起的电流增加。

[0005] 实施方式的半导体装置具备:第1电路,构成为生成第1电压;第2电路,构成为将上述生成的第1电压传输至第1端子;以及第3电路,构成为生成第1信号,该第1信号在上述第1端子的电压为阈值电压以上的情况下成为第1电平,在上述第1端子的电压小于上述阈值电压的情况下成为第2电平。上述第2电路构成为,基于上述第2电平的第1信号使上述第1电压的传输停止。

附图说明

[0006] 图1是用于说明实施方式的半导体装置的构成的一例的框图。

[0007] 图2是用于说明实施方式的半导体装置的驱动电路以及电压监视电路的构成的一例的电路图。

[0008] 图3是用于说明实施方式的半导体装置的驱动电路中包含的输出电路的构成的一例的电路图。

[0009] 图4是表示使用实施方式的半导体装置驱动外部的开关时的半导体装置的驱动动作的例子的时序图。

[0010] 图5是用于说明第1变形例的半导体装置的电压监视电路的构成的一例的电路图。

[0011] 图6是用于说明第2变形例的半导体装置的电压监视电路的构成的一例的电路图。

[0012] 图7是表示使用第2变形例的半导体装置驱动外部的开关时的半导体装置的驱动动作的例子的时序图。

[0013] 图8是用于说明第3变形例的半导体装置的电压监视电路的构成的一例的电路图。

[0014] 图9是用于说明第4变形例的半导体装置的驱动电路中包含的输出电路的构成的一例的电路图。

[0015] 图10是用于说明第5变形例的半导体装置的电压监视电路的构成的一例的电路图。

具体实施方式

[0016] 以下,参照附图对实施方式进行说明。另外,在以下的说明中,对具有相同的功能以及构成的构成要素标注共同的参照符号。

[0017] 1. 实施方式

[0018] 对实施方式的半导体装置进行说明。

[0019] 实施方式的半导体装置是供给用于驱动开关元件等负载的电压的驱动器。实施方式的半导体装置例如是IC(Integrated Circuit)芯片。

[0020] 1.1 构成

[0021] 对实施方式的半导体装置的构成进行说明。

[0022] 1.1.1 半导体装置的整体构成

[0023] 使用图1对实施方式的半导体装置的构成进行说明。图1是用于说明实施方式的半导体装置的构成的一例的框图。

[0024] 半导体装置1构成为,向半导体装置1外部的开关2供给用于驱动开关2的电压。

[0025] 开关2例如包括两个开关元件NTOUT(NTOUT1以及NTOUT2)。开关元件NTOUT是N沟道型的MOSFET(Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistor:金属氧化物半导体场效应晶体管)。另外,在图1的例子中,开关2包括两个开关元件NTOUT1以及NTOUT2,但开关元件NTOUT的数量并不限定于此。开关2可以包括一个或者三个以上的开关元件。

[0026] 开关元件NTOUT1以及NTOUT2各自的第1端被输入电压VIN。电压VIN是从半导体装置1外部的电压源供给的电压。外部的电压源例如经由便携式电子设备的USB(Universal serial bus)端子向开关元件NTOUT的第1端供给电压VIN。如后述那样,开关元件NTOUT1以及NTOUT2各自的栅极与半导体装置1连接。从开关元件NTOUT1以及NTOUT2各自的第2端分别输出电压VOUT1以及VOUT2。电压VOUT1以及VOUT2分别被供给至互不相同的负载(未图示)。负载例如是电池以及电源IC等。

[0027] 半导体装置1包括端子PVIN、POUT1、POUT2以及PS。

[0028] 端子PVIN被输入电压VIN。

[0029] 端子POUT1将半导体装置1与开关元件NTOUT1的栅极连接。端子POUT2将半导体装置1与开关元件NTOUT2的栅极连接。从端子POUT1以及POUT2分别输出用于对开关元件NTOUT1的栅极进行充电的电压以及用于对开关元件NTOUT2的栅极进行充电的电压。

[0030] 端子PS例如从半导体装置1的外部接收命令CMD。命令CMD例如包含使半导体装置1驱动开关2的旨意的命令以及使半导体装置1停止开关2的驱动的旨意的命令。半导体装置1基于所接收到的命令CMD来驱动开关2。

[0031] 半导体装置1包括控制电路10、振荡器11、升压电路12、驱动电路13以及电压监视电路14。驱动电路13包括驱动电路13-1以及13-2。电压监视电路14包括电压监视电路14-1以及14-2。另外,在以下的说明中,以半导体装置1分别各包括两个驱动电路13以及电压监视电路14的情况为例进行说明,但并不限定于此。半导体装置1也可以根据开关2中所包含的开关元件NTOUT的数量,而分别包括一个或者三个以上的驱动电路13以及电压监视电路14。

[0032] 控制电路10例如经由端子PS从半导体装置1的外部接收命令CMD,并基于所接收到的命令CMD对振荡器11以及升压电路12进行控制。

[0033] 振荡器11基于控制电路10的控制而生成时钟信号，并将所生成的时钟信号输出至升压电路12。

[0034] 从半导体装置1的外部经由端子PVIN向升压电路12输入电压VIN。升压电路12基于振荡器11的时钟信号将所输入的电压VIN升压至电压VCP而输出。升压电路12的电压VCP被用于驱动开关2。另外，在以下的说明中，将升压电路12将电压VIN升压至电压VCP而输出的动作称作升压动作。

[0035] 向驱动电路13-1以及13-2分别输入升压电路12的电压VCP。驱动电路13-1以及13-2使用所输入的升压电路12的电压VCP来驱动开关2。更具体而言，驱动电路13-1基于控制电路10以及电压监视电路14-1的控制，将升压电路12的电压VCP经由端子POUT1而传输至开关元件NTOUT1的栅极。由此，驱动电路13-1对开关元件NTOUT1的栅极进行充电，并驱动开关元件NTOUT1。此外，驱动电路13-2基于控制电路10以及电压监视电路14-2的控制，将升压电路12的电压VCP经由端子POUT2而传输至开关元件NTOUT2的栅极。由此，驱动电路13-2对开关元件NTOUT2的栅极进行充电，并驱动开关元件NTOUT2。

[0036] 电压监视电路14-1监视开关元件NTOUT1的栅极的电压VG1。电压监视电路14-1基于对电压VG1进行监视的结果，与控制电路10一起对驱动电路13-1进行控制。电压监视电路14-2监视开关元件NTOUT2的栅极的电压VG2。电压监视电路14-2基于对电压VG2进行监视的结果，与控制电路10一起对驱动电路13-2进行控制。另外，在以下的说明中，也将电压VG1以及VG2统称为电压VG。

[0037] 1.1.2 驱动电路以及电压监视电路的构成

[0038] 使用图2对实施方式的半导体装置1的驱动电路13以及电压监视电路14的构成进行说明。图2是用于说明实施方式的半导体装置1的驱动电路13以及电压监视电路14的构成的一例的电路图。另外，在图2中，与控制电路10、振荡器11以及升压电路12一起表示驱动电路13-1以及电压监视电路14-1的构成。在以下的说明中，与控制电路10、振荡器11以及升压电路12一起说明驱动电路13-1以及电压监视电路14-1的构成。对于驱动电路13-2以及电压监视电路14-2的构成，省略针对与驱动电路13-1以及电压监视电路14-1相同的构成的说明，主要对与驱动电路13-1以及电压监视电路14-1不同的构成进行说明。

[0039] 控制电路10根据命令CMD来生成信号S1，并向振荡器11以及驱动电路13输出信号S1。控制电路10在接收到驱动开关2的旨意的命令的情况下，使信号S1从“L”电平成为“H”电平。控制电路10在接收到停止开关2的驱动的旨意的命令的情况下，使信号S1从“H”电平成为“L”电平。

[0040] 振荡器11在控制电路10的信号S1为“H”电平的期间，生成时钟信号，并向升压电路12输出。

[0041] 升压电路12在控制电路10的信号S1为“H”电平的期间，基于振荡器11的时钟信号执行升压动作，并输出电压VCP。升压电路12在信号S1为“L”电平的期间，停止升压动作，并停止电压VCP的输出。

[0042] 对驱动电路13-1的构成进行说明。

[0043] 驱动电路13-1包括脉冲生成电路130、或(OR)电路131、与(AND)电路132以及输出电路133。

[0044] 脉冲生成电路130包括输入端以及输出端。向脉冲生成电路130的输入端输入信号

S1。脉冲生成电路130基于信号S1来生成信号S2。更具体而言，脉冲生成电路130在信号S1从“L”电平成为“H”电平的情况下，使信号S2从“L”电平成为“H”电平，在经过第1期间之后，使信号S2从“H”电平成为“L”电平。第1期间例如是比从升压电路12开始升压起到开关元件NTOUT的栅极被充分充电为止的期间长的期间。驱动电路13-1以及13-2例如分别基于电压监视电路14的构成等来预先设定第1期间。从脉冲生成电路130的输出端输出信号S2。

[0045] 或电路131具有第1输入端、第2输入端以及输出端。或电路131的第1输入端与脉冲生成电路130的输出端连接，被输入信号S2。如后述那样，或电路131的第2输入端与电压监视电路14-1连接，被输入电压监视电路14-1的信号S3。或电路131执行输入至或电路131的第1输入端的信号S2与输入至或电路131的第2输入端的信号S3之间的或运算，并生成信号S4。更具体而言，或电路131在信号S2以及S3均为“L”电平的情况下，将信号S4设为“L”电平，在信号S2以及S3的至少一方为“H”电平的情况下，将信号S4设为“H”电平。从或电路131的输出端输出信号S4。

[0046] 与电路132具有第1输入端、第2输入端以及输出端。向与电路132的第1输入端输入信号S1。与电路132的第2输入端与或电路131的输出端连接，被输入信号S4。与电路132执行输入至与电路132的第1输入端的信号S1与输入至与电路132的第2输入端的信号S4之间的与运算，并生成信号S5。更具体而言，与电路132在信号S1以及S4均为“H”电平的情况下，将信号S5设为“H”电平，在信号S1以及S4的至少一方为“L”电平的情况下，将信号S5设为“L”电平。从与电路132的输出端输出信号S5。

[0047] 输出电路133具有第1输入端、第2输入端以及输出端。输出电路133的第1输入端连接于与电路132的输出端，被输入信号S5。输出电路133的第2输入端与升压电路12连接，被输入升压电路12的电压VCP。输出电路133的输出端经由端子POUT1而与开关元件NTOUT1的栅极连接。另外，虽然未图示，但在驱动电路13-2中，输出电路133的输出端经由端子POUT2而与开关元件NTOUT2的栅极连接。在信号S5为“H”电平的情况下，输出电路133将升压电路12的电压VCP传输至开关元件NTOUT的栅极。由此，开关元件NTOUT的栅极被充电。在信号S5为“L”电平的情况下，输出电路133停止电压VCP的传输。由此，开关元件NTOUT的栅极接地。关于输出电路133的具体构成将后述。

[0048] 接着，对电压监视电路14-1的构成进行说明。

[0049] 电压监视电路14-1包括开关元件NT1、NT2、PT1以及电阻R1。开关元件NT1以及NT2是N沟道型的MOSFET。开关元件PT1是P沟道型的MOSFET。

[0050] 开关元件NT1的第1端与节点N1连接。开关元件NT1的第2端接地。开关元件NT1的栅极与输出电路133的输出端连接。

[0051] 电阻R1的第1端与节点N1连接。向电阻R1的第2端输入电压VBIAS。电压VBIAS例如是从半导体装置1内部的电压源(未图示)供给的电压。但是，电压VBIAS并不限于此，例如也可以是电压VIN。

[0052] 向开关元件PT1的第1端输入电压VBIAS。开关元件NT2的第2端接地。开关元件PT1的栅极以及开关元件NT2的栅极与节点N1共同连接。开关元件PT1的第2端与开关元件NT2的第1端以及或电路121的第2输入端共同连接。开关元件PT1的第2端与开关元件NT2的第1端之间的电压，被作为信号S3而输入至或电路131的第2输入端。

[0053] 通过以上那样的电压监视电路14的构成，在开关元件NTOUT的电压VG为开关元件

NT1的阈值电压以上的情况下,节点N1的电压成为“L”电平,信号S3成为“H”电平。在开关元件NTOUT的电压VG小于开关元件NT1的阈值电压的情况下,节点N1的电压成为“H”电平,信号S3成为“L”电平。

[0054] 1.1.3输出电路的构成

[0055] 使用图3对实施方式的驱动电路13的输出电路133的构成进行说明。图3是用于说明实施方式的半导体装置1的驱动电路13中包含的输出电路133的构成的一例的电路图。另外,在图3中示出驱动电路13-1中包含的输出电路133的构成,在以下的说明中,对驱动电路13-1中包含的输出电路133的构成进行说明。对于驱动电路13-2中包含的输出电路133的构成,省略与驱动电路13-1中包含的输出电路133相同的构成的说明,主要对与驱动电路13-1中包含的输出电路133不同的构成进行说明。

[0056] 输出电路133包括恒流源I1、电流镜CM1、电流镜CM2、传输控制电路SWTC以及转换速率控制电路STBC。

[0057] 恒流源I1向电流镜CM1供给电流。电流镜CM1生成基于恒流源I1的电流的电流,在电流镜CM2中流动该生成的电流。电流镜CM2生成基于电流镜CM1的电流的电流,并向输出电路133的输出端流动电流。传输控制电路SWTC基于向输出电路133输入的信号S5,对在电流镜CM1以及电流镜CM2中流动的电流进行控制,此外,对输出电路133的输出端的电压进行控制。转换速率控制电路STBC向输出电路133的输出端流动用于使输出电路133的输出端的电压稳定的电流。

[0058] 恒流源I1与节点N2连接。向恒流源I1输入例如电压VBIAS。恒流源I1将基于所输入的电压VBIAS的电流输出至节点N2。

[0059] 电流镜CM1包括开关元件NT3以及NT4。开关元件NT3以及NT4是N沟道型的MOSFET。

[0060] 开关元件NT3的第一端与开关元件NT3的栅极一起与节点N2连接。开关元件NT3的第二端与传输控制电路SWTC连接。

[0061] 开关元件NT4的第一端与节点N3连接。开关元件NT4的第二端与传输控制电路SWTC连接。开关元件NT4的栅极与节点N2连接。

[0062] 通过以上那样的电流镜CM1的构成,基于在开关元件NT3中流动的恒流源I1的电流,生成在开关元件NT4中流动的电流。

[0063] 电流镜CM2包括开关元件PT2以及PT3。开关元件PT2以及PT3是P沟道型的MOSFET。

[0064] 向开关元件PT2的第一端输入升压电路12的电压VCP。开关元件PT2的第二端与开关元件PT2的栅极一起与节点N3连接。

[0065] 向开关元件PT3的第一端输入升压电路12的电压VCP。开关元件PT3的第二端经由端子POUT1而与开关元件NTOUT1的栅极连接。另外,虽然未图示,但在驱动电路13-2中,开关元件PT3的第二端经由端子POUT2而与开关元件NTOUT2的栅极连接。开关元件PT3的栅极与节点N3连接。

[0066] 通过以上那样的电流镜CM2的构成,基于在开关元件PT2中流动的电流来生成在开关元件PT3中流动的电流。由此,在开关元件PT3中流动的电流对开关元件NTOUT的栅极进行充电。此外,在开关元件PT3中流动的电流是基于升压电路12的电压VCP的电流。由此,升压电路12的电压VCP被传输至开关元件NTOUT的栅极。

[0067] 传输控制电路SWTC包括开关元件NT5、NT6及NT7、电阻R2以及反相电路INV1。开关

元件NT5、NT6以及NT7是N沟道型的MOSFET。

[0068] 开关元件NT5的第1端与开关元件NT3的第2端连接。开关元件NT5的第2端接地。开关元件NT5的栅极被输入与电路132的信号S5。

[0069] 开关元件NT6的第1端与开关元件NT4的第2端连接。开关元件NT6的第2端接地。开关元件NT6的栅极被输入与电路132的信号S5。

[0070] 反相电路INV1包括输入端以及输出端。反相电路INV1的输入端被输入与电路132的信号S5。反相电路INV1生成使信号S5的电压电平(“H”电平或者“L”电平)反相的信号/S5。更具体而言,反相电路INV1在信号S5为“H”电平的情况下,将信号/S5设为“L”电平,在信号S5为“L”电平的情况下,将信号/S5设为“H”电平。从反相电路INV1的输出端输出信号/S5。

[0071] 开关元件NT7的第1端经由电阻R2而与开关元件PT3的第2端(输出电路133的输出端)连接。开关元件NT7的第2端接地。开关元件NT7的栅极与反相电路INV1的输出端连接,并被输入信号/S5。

[0072] 通过以上那样的传输控制电路SWTC的构成,在信号S5为“H”电平的情况下,开关元件NT5以及NT6成为接通状态,开关元件NT7成为断开状态。由此,在电流镜CM1以及电流镜CM2中流动电流,升压电路12的电压VCP经由端子POUT而传输至开关元件NTOUT的栅极。在信号S5为“L”电平的情况下,开关元件NT5以及NT6成为断开状态,开关元件NT7成为接通状态。由此,开关元件NOUT的栅极经由开关元件NT7而接地,开关元件NOUT的栅极的电压VG成为接地电压VSS。

[0073] 转换速率控制电路STBC包括开关元件NT8和PT4、电阻R3以及延迟电路DLYC。开关元件NT8是N沟道型的MOSFET。开关元件PT4是P沟道型的MOSFET。

[0074] 向电阻R3的第1端输入升压电路12的电压VCP。电阻R3的第2端与节点N4连接。

[0075] 向开关元件PT4的第1端输入升压电路12的电压VCP。开关元件PT4的第2端与开关元件PT3的第2端以及电阻R2的第1端连接。开关元件PT4的栅极与节点N4连接。接通状态下的开关元件PT4的电阻值例如小于接通状态下的开关元件PT3的电阻值。另外,在以后的说明中,将接通状态下的开关元件的电阻称作接通电阻。通过将开关元件PT3设为接通电阻的值比开关元件PT4大的元件,由此能够抑制在电流镜电路CM2的开关元件PT3中流动的大电流的产生。另外,开关元件PT3以及PT4各自的接通电阻的值,例如能够根据开关元件NTOUT的耐压特性、接通电阻的值等而适当变更。

[0076] 延迟电路DLYC包括输入端以及输出端。延迟电路DLYC的输入端被输入与电路132的信号S5。延迟电路DLYC基于信号S5来生成信号S6。更具体而言,延迟电路DLYC在信号S5从“L”电平成为“H”电平的情况下,在经过第1期间之后,使信号S6从“L”电平成为“H”电平。即,延迟电路DLYC使信号S6的从“L”电平向“H”电平的变化(以下,也称作上升)相对于信号S5的上升延迟第1期间。延迟电路DLYC在信号S5为“H”电平且未经过第1期间的情况下以及信号S5为“L”电平的情况下,将信号S6设为“L”电平。延迟电路DLYC的输出端输出信号S6。

[0077] 另外,延迟电路DLYC也可以使信号S6的上升延迟与第1期间不同的第2期间。第2期间例如是从信号S5从“L”电平成为“H”电平的时刻起到通过后述的半导体装置1的驱动动作而开关元件NTOUT的栅极电压成为规定电压的时刻为止的期间。规定电压是高于接地电压VSS且小于电压VCP的电压。延迟电路DLYC例如基于开关元件PT3的接通电阻、电压VCP等来

预先设定规定电压。另外,延迟电路DLYC例如也可以具有对开关元件NTOUT的栅极电压进行监视的构成,在该情况下,第2期间也可以是由延迟电路DLYC监视的开关元件NTOUT的栅极电压成为规定电压以上的期间。

[0078] 开关元件NT8的第1端与节点N4连接。开关元件NT8的第2端接地。开关元件NT8的栅极与延迟电路DLYC的输出端连接,并被输入信号S6。

[0079] 通过以上那样的转换速率控制电路STBC的构成,在开关元件NTOUT的栅极电压被充电至规定电压的情况下,开关元件NT8以及PT4成为接通状态,在开关元件PT4中流动电流。由此,在开关元件PT4中流动的电流与在开关元件PT3中流动的电流一起对开关元件NTOUT的栅极进行充电,升压电路12的电压VCP被传输至开关元件NTOUT的栅极。如上所述,开关元件PT4的接通电阻小于开关元件PT3的接通电阻。由此,在开关元件PT4中流动的电流小于在开关元件PT3中流动的电流。因此,在开关元件PT4中流动的电流例如能够抑制由于噪声等而引起的开关元件NTOUT的栅极的电压VG1以及VG2的变动。

[0080] 1.2动作

[0081] 使用图4对实施方式的半导体装置1的动作进行说明。图4是表示实施方式的半导体装置1的驱动动作的例子的时序图。驱动动作是从控制电路10接收到驱动开关2的旨意的命令起到控制电路10接收到停止开关2的驱动的旨意的命令为止的半导体装置1的动作。在图4中表示在驱动动作中产生了开关元件NTOUT1的栅极短路的情况。

[0082] 此外,在以下的说明中,在对驱动电路13-1的信号S3、S4以及S5与驱动电路13-2的信号S3、S4以及S5进行区别的情况下,分别称为信号S3_1、S4_1及S5_1以及信号S3_2、S4_2以及S5_2。

[0083] 此外,在以下的说明中,将开关元件NT1的阈值电压VNT1、开关元件NTOUT1以及NTOUT2各自的阈值电压相同的情况表示为例子。阈值电压VNT1是比接地电压VSS高的电压。但是,并不限于此,阈值电压VNT1可以高于开关元件NTOUT的阈值电压,也可以小于开关元件NTOUT的阈值电压。

[0084] 此外,在以下的说明中,表示升压电路12将电压VIN升压至电压V1并输出的情况。电压V1与升压电路12的电压VCP的最大值相同,是比开关元件NT1的阈值电压VNT1高的电压。

[0085] 在时刻T1,控制电路10接收驱动开关2的旨意的命令。由此,开始半导体装置1的驱动动作(图4中,开始驱动动作)。基于接收到的命令,控制电路10使信号S1从“L”电平成为“H”电平。此外,基于信号S1的变化,驱动电路13的脉冲生成电路130使信号S2从“L”电平成为“H”电平。

[0086] 在时刻T1,电压VG1低于阈值电压VNT1。因此,电压监视电路14基于所监视的电压VG1,将信号S3设为“L”电平。或电路131基于“H”电平的信号S2以及“L”电平的信号S3,输出“H”电平的信号S4。与电路132基于“H”电平的信号S1以及“H”电平的信号S40,输出“H”电平的信号S5。

[0087] 振荡器11基于“H”电平的信号S1生成时钟信号。基于该生成的时钟信号,升压电路12将电压VIN升压至电压V1,升压后的电压V1被传输至驱动电路13的输出电路133的第2输入端。驱动电路13的输出电路133基于“H”电平的信号S5,开始开关元件NTOUT的栅极的充电(图4中,开始充电)。另外,在开关元件NTOUT的栅极的充电完成之前,升压电路12的电压VCP

低于电压V1。此外,向驱动电路13-1的输出电路133的输出端流动用于对开关元件NTOUT1的栅极进行充电的电流IG1。向驱动电路13-2的输出电路133的输出端流动用于对开关元件NTOUT2的栅极进行充电的电流IG2。

[0088] 在时刻T2,开关元件NTOUT的栅极被充电至阈值电压VNT1。由此,电压监视电路13基于电压VG使信号S3从“L”电平成为“H”电平。

[0089] 此外,开关元件NTOUT1以及NTOUT2从断开状态成为接通状态。

[0090] 在时刻T3,电压VG1、VG2以及VCP成为电压V1,开关元件NTOUT1以及开关元件NTOUT2各自的栅极的充电完成(图4中,充电完成)。由此,几乎不流动电流IG1以及IG2。

[0091] 在时刻T4,驱动电路13的脉冲生成电路130在从时刻T1起经过第1期间之后,使信号S2从“H”电平成为“L”电平。

[0092] 在时刻T5,产生开关元件NTOUT1的栅极短路。由于发生短路,因此向驱动电路13-1的输出电路133的输出端流动电流IG1,产生电压VG1的降低。另外,随着电压VG1的降低,升压电路12的电压VCP以及电压VG2也降低。此外,电压VG2相对于时间的电压降的比例,小于电压VG1相对于时间的电压降的比例。

[0093] 在时刻T6,由于开关元件NTOUT1的栅极短路,因此开关元件NTOUT1的栅极的电压VG1变得小于开关元件NT1的阈值电压VNT1。由此,电压监视电路13-1基于电压VG1使信号S3_1从“H”电平成为“L”电平。或电路131基于“L”电平的信号S3_1以及“L”电平的信号S2,输出“L”电平的信号S4_1。与电路132基于“H”电平的信号S1以及“L”电平的信号S4_1,输出“L”电平的信号S5_1。由此,驱动电路13-1的输出电路133将开关元件NTOUT1的栅极的电压VG1设为接地电压VSS。因此,电流IG1的供给停止。由于变得不流动电流IG1,因此升压电路12的电压VCP以及开关元件NTOUT2的栅极的电压VG2再次成为电压V1。

[0094] 此外,开关元件NTOUT1从接通状态变为断开状态。开关元件NTOUT2维持接通状态。

[0095] 在时刻T7,控制电路10接收停止开关2的驱动的旨意的命令,并基于接收到的命令使信号S1从“H”电平成为“L”电平。由此,信号S3_2、S4_2、S5_2从“H”电平成为“L”电平,升压电路12对电压VIN的升压停止。此外,电压VG2以及VCP成为接地电压VSS,开关元件NTOUT2与开关元件NTOUT1一起成为断开状态。如此,半导体装置1的驱动动作结束(图4中,驱动动作结束)。

[0096] 1.3本实施方式的效果

[0097] 根据实施方式,能够抑制由于短路而引起的电流增加。以下,对实施方式的效果进行说明。

[0098] 当在低压侧使用N沟道型的MOSFET即外部的开关元件的情况下,在外部的开关元件的第1端连接例如由外部电源等驱动的LED、螺线管等负载。外部的开关元件的第2端例如接地。在外部的开关元件的栅极连接用于驱动外部的开关元件的半导体装置。半导体装置通过向外部的开关元件的栅极输入电压,并驱动外部的开关元件,由此从外部的开关元件的第1端向外部的开关元件的第2端流动在负载中流动的电流。在驱动外部的开关元件时,半导体装置向外部的开关元件的栅极输出例如10V以上且小于20V的电压。

[0099] 另一方面,当在高压侧使用N沟道型的MOSFET即外部的开关元件的情况下,在外部的开关元件的第1端经由USB端子等而连接例如便携式电子设备等外部电源。外部的开关元件的第2端例如连接有与连接于外部的开关元件的第1端的外部电源不同的电源IC、电池

等。在外部的开关元件的栅极连接用于驱动外部的开关元件的半导体装置。外部电源例如以40V～50V驱动，并向外部的开关元件的第1端输入例如40V的电压。在一般情况下，外部的开关元件的接通电阻值例如为 $10\text{m}\Omega$ 。在从外部电源向外部的开关元件的第1端流动的负载电流例如为10A的情况下，外部的开关元件的第1端与外部的开关元件的第2端之间的电位差为与向外部的开关元件的第1端输入的电压相比足够低的100mV。由此，外部的开关元件的第2端的电压是与外部的开关元件的第1端的电压大致相同的电压(例如，(40-0.1)V)。因此，在驱动外部的开关元件时，半导体装置将外部的开关元件的第2端的电压与外部的开关元件的阈值电压 V_{th} 相加而得到的电压以上的电压(例如，(40+ V_{th})V以上的电压)，输入至外部的开关元件的栅极。即，在高压侧使用外部的开关元件的情况下向外部的开关元件的栅极输入的电压，与在低压侧使用外部的开关元件的情况下向外部的开关元件的栅极输入的电压相比为足够大。因此，在高压侧使用外部的开关元件的情况下由于外部的开关元件的栅极短路等而从半导体装置向外部的开关元件的栅极流动的电流，与在低压侧使用外部的开关元件的情况下由于外部的开关元件的栅极短路等而从半导体装置向外部的开关元件的栅极流动的电流相比为足够大。因而，当在高压侧使用外部的开关元件的情况下，优选抑制由于外部的开关元件的栅极短路等而从半导体装置向外部的开关元件的栅极流动的电流增大。

[0100] 根据实施方式，升压电路12将电压VIN升压至电压VCP并输出至驱动电路13-1。驱动电路13-1经由端子POUT1向外部的开关元件NTOUT1的栅极传输电压VCP。由此，驱动电路13-1对开关元件NTOUT1的栅极进行充电，并驱动开关元件NTOUT1。电压监视电路14-1对由驱动电路13-1充电的开关元件NTOUT1的栅极的电压VG1进行监视。电压监视电路14-1生成信号S3，该信号S3在电压VG1为电压监视电路14-1内的开关元件NTOUT1的阈值电压VNT1以上的情况下成为“H”电平，在电压VG1小于阈值电压VNT1的情况下成为“L”电平。驱动电路13-1基于“L”电平的信号S3，停止向开关元件NTOUT1的栅极传输电压VCP。由此，半导体装置1为，在由于开关元件NTOUT1的栅极短路而开关元件NTOUT1的栅极的电压VG1变得小于开关元件NTOUT1的阈值电压VNT1的情况下，能够基于“L”电平的信号S3，停止向产生了短路的开关元件NTOUT1的栅极传输电压VCP。因此，能够抑制向产生了短路的开关元件NTOUT1的栅极流动的电流增大。因而，即使在高压侧使用外部的开关元件的情况下，也能够抑制由于开关元件NTOUT的栅极短路而引起的电流增加。另外，即使在实施方式的半导体装置1分别具有一个驱动电路13以及电压监视电路14的情况下，也能够起到相同的效果。

[0101] 此外，根据实施方式，升压电路12与驱动电路13-1一起向驱动电路13-2输出电压VCP。驱动电路13-2经由端子POUT2而向外部的开关元件NTOUT2的栅极传输电压VCP。由此，驱动电路13-2对开关元件NTOUT2的栅极进行充电，并驱动开关元件NTOUT2。即，半导体装置1并行地驱动外部的开关2内的两个开关元件NTOUT1以及NTOUT2。由此，例如，在开关元件NTOUT1的栅极发生了短路的情况下，通过停止向开关元件NTOUT1的栅极传输电压VCP，由此能够抑制升压电路12的电压VCP大幅度降低，且还能够抑制未发生短路的开关元件NTOUT2的栅极的电压VG2大幅度降低。因此，半导体装置1能够停止开关元件NTOUT1的驱动，而维持开关元件NTOUT2的驱动。因而，能够抑制由于开关2内的开关元件NTOUT的短路而未发生开关2内的短路的开关元件NTOUT成为断开状态。

[0102] 2. 变形例

[0103] 另外,上述实施方式能够进行各种变形。

[0104] 以下,对变形例的半导体装置进行说明。在以下,对于变形例的半导体装置1的构成以及动作,以与实施方式的半导体装置的不同点为中心进行说明。根据变形例的半导体装置,也能够发挥与实施方式相同的效果。

[0105] 2.1第1变形例

[0106] 在上述实施方式中,示出了向电压监视电路14的开关元件NT1的栅极直接输入开关元件NTOUT的栅极的电压VG的例子,但并不限于此。例如,也可以向电压监视电路14的开关元件NT1的栅极输入使开关元件NTOUT的栅极的电压VG降低后的电压。

[0107] 使用图5对第1变形例的半导体装置1进行说明。图5是用于说明第1变形例的半导体装置1的电压监视电路14-1的构成的一例的电路图。另外,在图5中,作为例子而示出了电压监视电路14-1的构成,在以下的说明中,主要说明电压监视电路14-1的构成。对于电压监视电路14-2的构成,省略与电压监视电路14-1相同的构成的说明,主要对与电压监视电路14-1不同的构成进行说明。

[0108] 另外,第1变形例的半导体装置1的除了电压监视电路14以外的构成与实施方式相同,因此省略其说明。

[0109] 第1变形例的电压监视电路14包括电平移位电路140。

[0110] 电平移位电路140是用于降低开关元件NTOUT的栅极的电压VG的电路。

[0111] 电平移位电路140包括开关元件NT9以及电阻R4。开关元件NT9是能够使开关元件NT9的第1端与开关元件NT9的第2端之间的电位差成为升压电路12的电压V1以上的高耐压的N沟道型的MOSFET。

[0112] 开关元件NT9的第1端与驱动电路13-1的输出电路133的输出端连接。另外,虽然未图示,但在电压监视电路14-2中,开关元件NT9的第1端与驱动电路13-2的输出电路133的输出端连接。开关元件NT9的第2端与开关元件NT1的栅极连接。向开关元件NT9的栅极输入参照电压VREF1。参照电压VREF1是参照电压VREF1与开关元件NT9的阈值电压VNT9之间的差分电压(VREF1-VNT9)为开关元件NT1的阈值电压VNT1以上且小于升压电路12的电压V1的电压。例如,从与电压VBIAS不同的半导体装置1内部的电压源供给参照电压VREF1。但是,并不限于此,参照电压VREF1可以从与电压VBIAS相同的半导体装置1内部的电压源供给,也可以是从半导体装置1外部供给的电压VIN。

[0113] 电阻R4的第1端与开关元件NT1的栅极以及开关元件NT9的第2端连接。电阻R4的第2端接地。

[0114] 第1变形例的电压监视电路14的除了电平移位电路140以外的构成与实施方式的电压监视电路14的构成相同。

[0115] 对第1变形例的半导体装置1的动作进行说明。第1变形例的动作除了向开关元件NT1的栅极输入的电压以外,与实施方式实质上相同。在以下,主要说明向开关元件NT1的栅极输入的电压,省略除此以外的说明。

[0116] 在时刻T2,开关元件NT9成为接通状态,开关元件NT9的第2端的电压被输入至开关元件NT1的栅极。开关元件NT9的第2端的电压是上述差分电压(VREF1-VNT9)。由此,开关元件NT1成为接通状态,信号S3从“L”电平成为“H”电平。

[0117] 此外,在时刻T6,开关元件NTOUT1的栅极的电压VG1降低,开关元件NT9成为断开状

态。由此,开关元件NT1成为断开状态,信号S3从“H”电平成为“L”电平。

[0118] 根据第1变形例,向开关元件NT1的栅极输入差分电压(VREF1-VNT9)以下的电压。由此,即使在充电后的开关元件NTOUT的栅极的电压VG高于能够向开关元件NT1的栅极输入的电压的情况下,也能够抑制由于电压VG被直接输入至开关元件NT1的栅极而引起的开关元件NT1的劣化以及破坏。

[0119] 2.2第2变形例

[0120] 在上述实施方式中,示出了在开关元件NTOUT的栅极发生了短路的情况下,停止向发生了短路的开关元件NTOUT的栅极传输电压的例子,但并不限于此。例如,电压监视电路14也可以为,在停止了向发生了短路的开关元件NTOUT的栅极传输电压之后,在消除了开关元件NTOUT的栅极短路的情况下,通过自动恢复电路而重新开始向该开关元件的栅极传输电压VCP。

[0121] 使用图6对第2变形例的半导体装置1的构成进行说明。图6是用于说明第2变形例的半导体装置1的电压监视电路14-1的构成的一例的电路图。另外,在以下的说明中,主要说明电压监视电路14-1的构成,对于电压监视电路14-2的构成,省略与电压监视电路14-1相同的构成的说明,主要对与电压监视电路14-1不同的构成进行说明。此外,第2变形例的半导体装置1的除了电压监视电路14以外的构成与实施方式相同,因此省略其说明。

[0122] 第2变形例的电压监视电路14包括自动恢复电路141。

[0123] 自动恢复电路141是用于在消除了短路的情况下,使成为接地电压VSS的开关元件NTOUT的栅极电压自动地成为开关元件NT1的阈值电压以上的电压的电路。

[0124] 自动恢复电路141包括开关元件NT10、二极管D以及电阻R5。开关元件NT10是N沟道型的MOSFET。

[0125] 向开关元件NT10的第一端输入电压VBIAS。向开关元件NT10的栅极输入控制电路10的信号S1。开关元件NT10的第二端经由串联连接的二极管D以及电阻R5而与开关元件NT1的栅极以及驱动电路13-1的输出电路133的输出端连接。二极管D正向连接在开关元件NT10与电阻R5之间。即,二极管D的阳极与开关元件NT10的第二端连接,二极管D的阴极与电阻R5的第一端连接。电阻R5的第二端与开关元件NT1的栅极以及驱动电路13-1的输出电路133的输出端连接。另外,相对于输出电路133的电阻R2的电阻值Rv2以及电阻R5的电阻值Rv5来说,开关元件NT10的接通电阻值小到能够忽视的程度。此外,在第2变形例中,电压VBIAS、二极管D的正向电压Vf以及电阻R2和R5构成为,后述的电压VRT1满足后述的第1条件。

[0126] 另外,虽然未图示,但在电压监视电路14-2中,电阻R5的第二端与开关元件NT1的栅极以及驱动电路13-2的输出电路133的输出端连接。

[0127] 第2变形例的电压监视电路14的除了自动恢复电路141以外的构成与实施方式的电压监视电路14的构成相同。

[0128] 使用图7对第2变形例的半导体装置1的动作进行说明。图7是表示第2变形例的半导体装置1的驱动动作的例子的时序图。

[0129] 在以下的说明中,说明在实施方式的时刻T6与时刻T7之间的时刻,电压VG1降低至接地电压VSS之后的动作。到电压VG1降低至接地电压VSS为止的动作与实施方式实质上相同,因此省略其说明。

[0130] 在时刻T21,消除开关元件NTOUT1的栅极短路消除(图7中,消除短路)。此时,开关

元件NTOUT1的栅极为,经由驱动电路13-1的输出电路133中包含的传输控制电路SWTC的电阻R2而接地,并经由自动恢复电路141的二极管D以及电阻R5而被供给电压VBIAS。由此,开关元件NTOUT1的栅极的电压VG1成为由下述式(1)表示的电压VRT1。另外,电压VRT1是开关元件NT1的阈值电压VNT1以上的电压(第1条件)。由此,开关元件NTOUT1成为接通状态。

$$[0131] \quad VRT1 = Rv2 \times (VBIAS - Vf) / (Rv2 + Rv5) \quad (1)$$

[0132] 此外,基于向开关元件NT1的栅极输入的电压VRT1,通过电压监视电路14-1而信号S3_1从“L”电平成为“H”电平。基于“L”电平的信号S2以及“H”电平的信号S3_1,通过或电路131而信号S4_1从“L”电平成为“H”电平。基于“H”电平的信号S1以及“H”电平的信号S4_1,通过与电路132而信号S5_1从“L”电平成为“H”电平。

[0133] 此外,基于“H”电平的信号S5,通过驱动电路13-1的输出电路133而开始对开关元件NTOUT1的栅极进行充电。通过开关元件NTOUT1的栅极的充电,升压电路12的电压VCP以及VG2变得小于电压V1。由此,开关元件NTOUT2的栅极也被充电。但是,电压VG2被维持为比开关元件NTOUT的阈值电压VNT1高的电压。即,开关元件NTOUT2被维持为接通状态。另外,在对开关元件NTOUT1以及NTOUT2各自的栅极进行充电的期间,向开关元件NTOUT1以及NTOUT2各自的栅极分别流动电流IG1以及IG2。电流IG1是大于电流IG2的电流。

[0134] 在时刻T22,开关元件NTOUT1以及开关元件NTOUT2各自的栅极的充电结束,电压VG1、VG2以及VCP成为电压V1。

[0135] 在时刻T23,通过与实施方式的时刻T7的动作相同动作,信号S1、S3、S4、S5从“H”电平成为“L”电平,升压电路12对电压VIN的升压停止。此外,电压VG1、VG2以及VCP成为接地电压VSS,开关元件NTOUT成为断开状态。如此,半导体装置1的驱动动作结束(图7中,驱动动作结束)。

[0136] 根据以上那样的构成,在发生了栅极短路且成为断开状态的开关元件NTOUT的栅极短路消除了的情况下,为了使该开关元件NTOUT再次成为接通状态,无需停止半导体装置1的动作并再次使其驱动。由此,能够抑制由于对全部开关元件NTOUT的栅极再次进行充电而引起的电流增大。

[0137] 另外,在图6所示的例子中,作为例子而示出了电压监视电路14不包含电平移位电路140的情况,但并不限于此。电压监视电路14也可以包含电平移位电路140。在该情况下,自动恢复电路141的电阻R5的第2端与第1变形例中的开关元件NT9的第1端以及驱动电路13的输出电路133的输出端连接。根据这样的构成,能够发挥与第1变形例相同的效果。

[0138] 2.3第3变形例

[0139] 在上述第2变形例中,示出了自动恢复电路141包含N沟道型的MOSFET的情况,但并不限于此。自动恢复电路141也可以代替N沟道型的MOSFET而包含P沟道型的MOSFET以及反相电路。

[0140] 使用图8对第3变形例的半导体装置1进行说明。图8是用于说明第3变形例的半导体装置1的电压监视电路14-1的构成的一例的电路图。

[0141] 另外,第3变形例的半导体装置1的除了自动恢复电路141以外的构成与第2变形例相同,因此省略其说明。此外,第3变形例的半导体装置1的动作与第2变形例实质上相同,因此省略其说明。

[0142] 第3变形例的自动恢复电路141包括反相电路INV2、开关元件PT5、二极管D以及电

阻R5。开关元件PT5是P沟道型的MOSFET。

[0143] 反相电路INV2包括输入端以及输出端。向反相电路INV2的输入端输入控制电路10的信号S1。反相电路INV2生成使信号S1的电压电平(“H”电平或者“L”电平)反相的信号S1。更具体而言,反相电路INV2为,在信号S1为“H”电平的情况下,将信号S1设为“L”电平,在信号S1为“L”电平的情况下,将信号S1设为“H”电平。从反相电路INV2的输出端输出所生成的信号/S1。

[0144] 向开关元件PT5的第一端输入电压VBIAS。开关元件PT5的栅极与反相电路INV2的输出端连接。与第2变形例中的开关元件NT10的第二端相同,开关元件PT5的第二端与开关元件NT1的栅极连接。

[0145] 根据这样的构成,也能够发挥与第2变形例相同的效果。

[0146] 另外,在图8所示的例子中,作为例子而示出了电压监视电路14不包括电平移位电路140的情况,但并不限于此。第3变形例的电压监视电路14也可以包括电平移位电路140。在该情况下,自动恢复电路141的电阻R5的第二端与第1变形例中的开关元件NT9的第一端以及驱动电路13的输出电路133的输出端连接。根据这样的构成,能够发挥与第1变形例相同的效果。

[0147] 2.4第4变形例

[0148] 在上述第2变形例以及第3变形例中,作为例子而示出了在开关元件NTOUT的栅极短路消除了的情况下,该开关元件NTOUT的栅极电压成为由电阻值Rv2和Rv5、电压VBIAS以及二极管D的正向电压Vf表示的电压VRT1,但并不限于此。也可以为,在开关元件NTOUT的栅极短路消除了的情况下,该开关元件NTOUT的栅极电压成为由电压VBIAS以及正向电压Vf表示的电压。

[0149] 使用图9对第4变形例的半导体装置1进行说明。图9是用于说明第4变形例的半导体装置1的输出电路133的构成的一例的电路图。另外,第4变形例的半导体装置1的除了输出电路133以外的构成能够与第2变形例以及第3变形例相同,因此省略其说明。

[0150] 在第4变形例中,向传输控制电路SWTC中包含的反相电路INV1的输入端输入控制电路10的信号S1。

[0151] 输出电路133中包含的其他构成与实施方式、第1变形例、第2变形例以及第3变形例相同。

[0152] 另外,在第4变形例中,电压VBIAS以及二极管D的正向电压Vf构成为,后述的电压VRT2满足后述的第2条件。

[0153] 对第4变形例的动作进行说明。另外,第4变形例的动作,除了第2变形例的时刻T21的电压VG的值以外,与第2变形例以及第3变形例实质上相同。以下,主要说明时刻T21的电压VG,省略其他说明。

[0154] 在时刻T21,在开关元件NTOUT1的栅极短路消除了的情况下,在电压监视电路14-1的自动恢复电路141中,经由二极管D向开关元件NTOUT1的栅极供给电压VBIAS。由此,开关元件NTOUT1的栅极的电压VG1成为由下述式(2)表示的电压VRT2。另外,电压VRT2是开关元件NT1的阈值电压VNT1以上的电压(第2条件)。由此,开关元件NTOUT1成为接通状态。

[0155] $VRT2 = VBIAS - Vf \quad (2)$

[0156] 另外,与第2变形例以及第3变形例相同,电压VG2例如被维持为比开关元件NTOUT2

的阈值电压高的电压,开关元件NTOUT2被维持为接通状态。

[0157] 根据这样的构成,也能够发挥与第2变形例以及第3变形例相同的效果。

[0158] 2.5第5变形例

[0159] 在上述实施方式中,示出了对电压VG进行监视并基于所监视的电压VG输出信号S3的电压监视电路14的一例,但电压监视电路14的构成并不限于此。电压监视电路14也可以包括下述构成。

[0160] 使用图10对第5变形例的半导体装置1进行说明。图10是用于说明第5变形例的半导体装置1的电压监视电路14的构成的一例的电路图。另外,在图10中示出电压监视电路14-1的构成,在以下的说明中说明电压监视电路14-1的构成。对于电压监视电路14-2的构成,省略与电压监视电路14-1相同的构成的说明,主要对与电压监视电路14-1不同的构成进行说明。

[0161] 第5变形例的电压监视电路14包括比较电路CMPC以及非反相电路NINVC。

[0162] 比较电路CMPC基于开关元件NTOUT的栅极的电压VG与后述的参照电压之间的比较结果,生成信号。非反相电路NINVC生成由该比较电路CMPC生成的信号的非反相信号,并将所生成的非反相信号输出至驱动电路13的或电路131的第2输入端。

[0163] 比较电路CMPC包括恒流源I2、电流镜CM3以及电流镜CM4。

[0164] 恒流源I2与节点N5连接。向恒流源I2输入例如电压VBIAS。恒流源I2将基于所输入的电压VBIAS的电流输出至节点N5。

[0165] 电流镜CM3包括开关元件NT11、NT12以及NT13。开关元件NT11、NT12以及NT13是N沟道型的MOSFET。开关元件NT11、NT12以及NT13各自的沟道宽度W与沟道长度L之比W/L例如相同。

[0166] 开关元件NT11的第一端与开关元件NT11的栅极一起与节点N5连接。开关元件NT11的第二端接地。

[0167] 开关元件NT12的第一端与节点N6连接。开关元件NT12的第二端接地。开关元件NT12的栅极与开关元件NT11的第一端以及开关元件NT11的栅极一起与节点N5连接。

[0168] 开关元件NT13的第一端与节点N7连接。开关元件NT13的第二端接地。开关元件NT13的栅极与开关元件NT11的第一端、开关元件NT11的栅极以及开关元件NT12的栅极一起与节点N5连接。

[0169] 通过以上那样的电流镜CM3的构成,基于在开关元件NT11中流动的恒流源I2的电流,生成在开关元件NT12以及NT13中流动的电流。如上所述,开关元件NT11、NT12以及NT13各自的比W/L相同,因此在开关元件NT11、NT12以及NT13各自中流动的电流分别相同。

[0170] 电流镜CM4包括开关元件PT6以及PT7。开关元件PT6以及PT7是P沟道型的MOSFET。开关元件PT6以及PT7各自的沟道宽度W与沟道长度L之比(W/L)例如相同。

[0171] 开关元件PT6的第一端与开关元件NTOUT1的栅极连接。另外,虽然未图示,但在电压监视电路14-2中,开关元件PT6的第一端与开关元件NTOUT2的栅极连接。开关元件PT6的第二端与节点N6连接。开关元件PT6的栅极与节点N7连接。

[0172] 向开关元件PT7的第一端输入参照电压VREF2。参照电压VREF2是小于升压电路12的电压V1的电压。例如,从与电压VBIAS以及参照电压VREF1不同的半导体装置1内部的电压源,供给参照电压VREF2。但是,并不限于此,参照电压VREF2可以从与电压VBIAS相同的电

压源供给,也可以从与参照电压VREF1相同的电压源供给。此外,参照电压VREF2也可以是电压VIN。开关元件PT7的第2端与开关元件PT7的栅极一起与节点N7连接。

[0173] 通过以上那样的电流镜CM4的构成,基于在开关元件PT7中流动的电流,生成在开关元件PT6中流动的电流。如上所述,开关元件PT6以及PT7各自的比W/L相同,因此在开关元件NTOUT的栅极的电压VG高于参照电压VREF2的情况下,在开关元件PT6中流动的电流的大小变得大于在开关元件PT7中流动的电流的大小。在电压VG为参照电压VREF2以下的情况下,在开关元件PT6中流动的电流的大小成为在开关元件PT7中流动的电流的大小以下。

[0174] 通过以上那样的比较电路CMPC的构成,在电压VG高于参照电压VREF2的情况下,节点N6的电压(以下,也称作比较电路CMPC的信号)成为“H”电平。在电压VG小于参照电压VREF2的情况下,比较电路CMPC的信号成为“L”电平(节点N6的电压成为接地电压VSS)。

[0175] 非反相电路NINVC包括开关元件NT14、NT15、PT8以及PT9。开关元件NT14以及NT15是N沟道型的MOSFET。开关元件PT8以及PT9是P沟道型的MOSFET。

[0176] 向开关元件PT8的第一端输入参照电压VREF2。开关元件PT8的第二端与节点N8连接。开关元件PT8的栅极与节点N6连接。

[0177] 开关元件NT14的第一端与节点N8连接。开关元件NT14的第二端接地。开关元件NT14的栅极与节点N6连接。

[0178] 向开关元件PT9的第一端输入参照电压VREF2。开关元件PT9的第二端与驱动电路13-1的或电路131的第二输入端连接,并输出信号S3。开关元件PT9的栅极与节点N8连接。

[0179] 开关元件NT15的第一端与驱动电路13-1的或电路131的第二输入端连接。开关元件NT15的第二端接地。开关元件NT15的栅极与节点N8连接。

[0180] 通过以上那样的构成,在开关元件NTOUT的电压VG为参照电压VREF2以上的情况下,基于为“H”电平的比较电路CMPC的信号,信号S3成为“H”电平,在开关元件NTOUT的电压VG小于参照电压VREF2的情况下,基于为“L”电平的比较电路CMPC的信号,信号S3成为“L”电平。

[0181] 对第5变形例的动作进行说明。另外,除了实施方式的时刻T2以及T6的电压VG的值以外,第5变形例的动作与实施方式的动作相同,因此以下主要说明时刻T2以及T6的电压VG的值,而省略其他说明。

[0182] 在时刻T2,电压VG成为参照电压VREF2以上,通过电压监视电路14而信号S3从“L”电平成为“H”电平。

[0183] 此外,在时刻T6,电压VG1变得小于参照电压VREF2,通过电压监视电路14而信号S3从“H”电平成为“L”电平。

[0184] 其他动作与实施方式相同,因此省略其说明。

[0185] 根据这样的构成,也能够发挥与实施方式相同的效果。

[0186] 另外,第5变形例的电压监视电路14也可以包括第2变形例的自动恢复电路141或者第3变形例的自动恢复电路141。在该情况下,自动恢复电路141的电阻R5的第二端与驱动电路13的输出电路133的输出端以及开关元件PT6的第一端连接。另外,上述电压VRT1被设定为比参照电压VREF2高的电压。

[0187] 此外,第5变形例的半导体装置1也可以包括第2变形例的自动恢复电路141或者第3变形例的自动恢复电路141,且第5变形例的半导体装置1的输出电路133具有与第4变形例

的输出电路133相同的构成。另外,在该情况下,上述电压VRT2被设定为比参照电压VREF2高的电压。

[0188] 此外,在第5变形例中示出了具有比较电路CMPC的电压监视电路14的例子,但电压监视电路14的构成并不限定于此。电压监视电路14例如也可以包括公知的比较电路。在该情况下构成为,该比较电路对基于输出电路133的输出端电压的电压与基准电压进行比较,电压监视电路14基于该比较结果来生成信号S3。更具体而言,在图10的电压监视电路14-1中,也可以代替比较电路CMPC而包括公知的比较电路,基于该比较电路的比较结果的信号被输入至开关元件PT8的栅极以及开关元件NT14的栅极。

[0189] 3. 其他

[0190] 对本发明的几个实施方式进行了说明,但这些实施方式是作为例子而提示的,并不意图对发明的范围进行限定。这些实施方式能够以其他各种方式加以实施,在不脱离发明的主旨的范围内能够进行各种省略、置换、变更。这些实施方式及其变形包含于发明的范围及主旨中,并且包含于专利请求范围所记载的发明和与其等同的范围中。

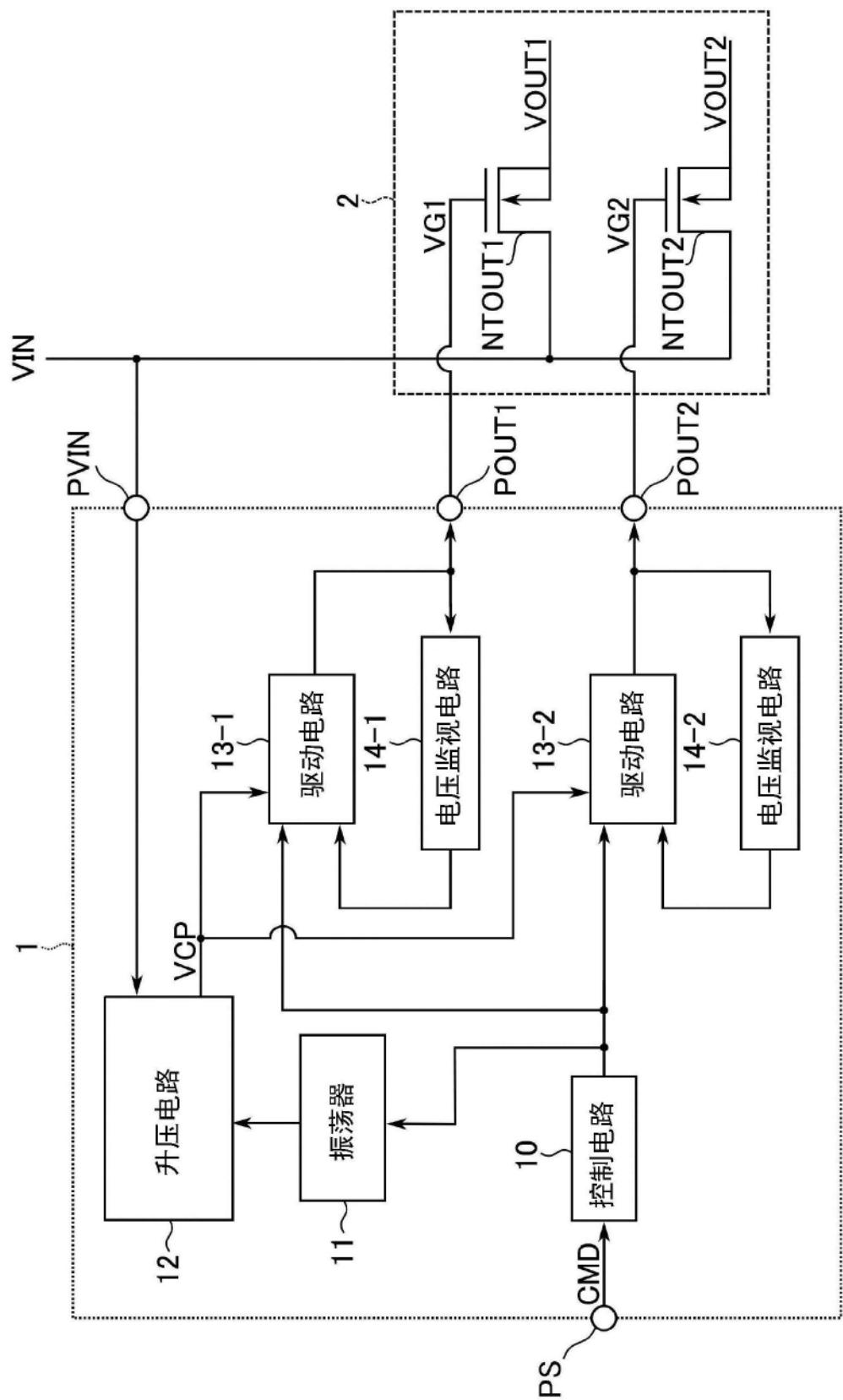


图1

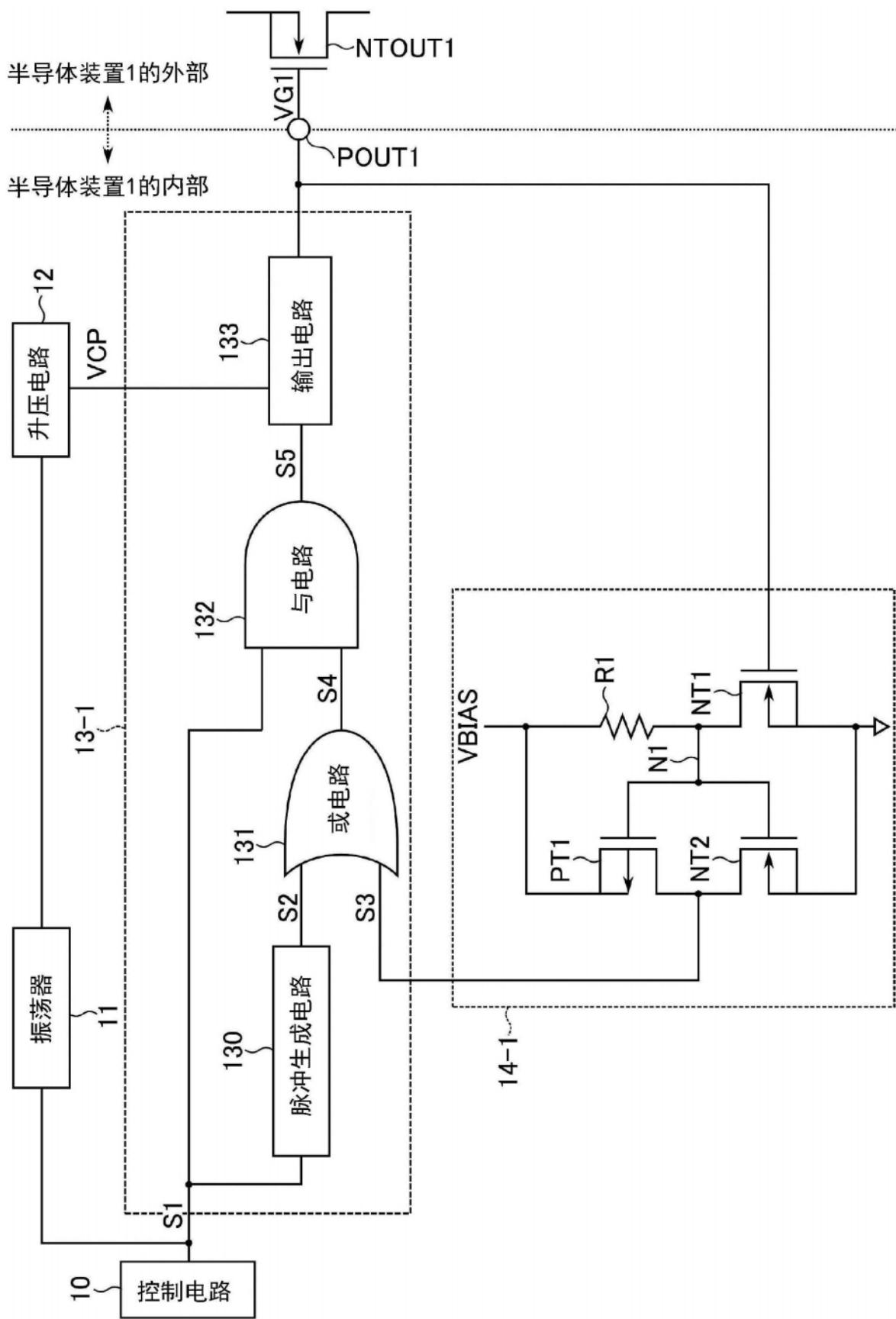


图2

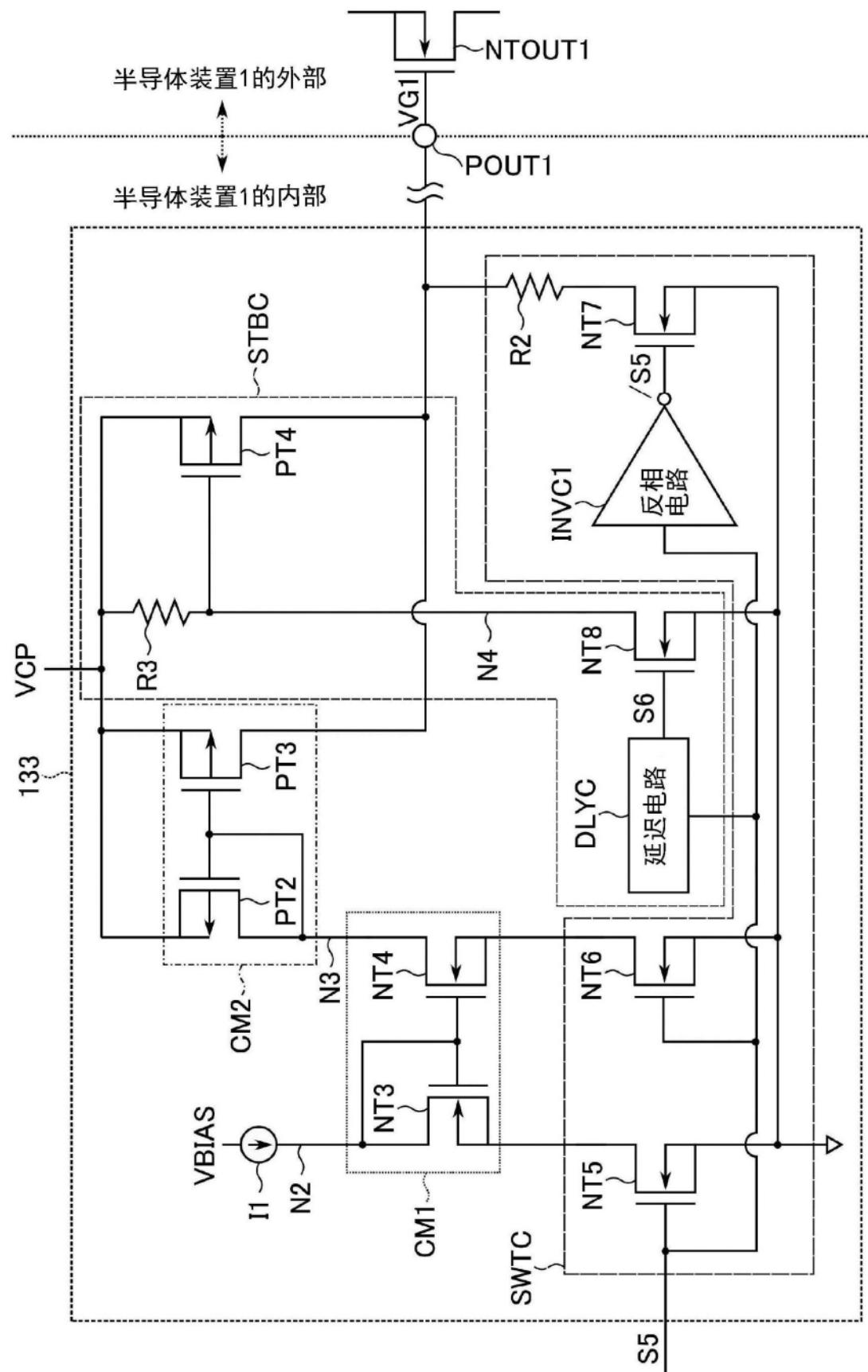


图3

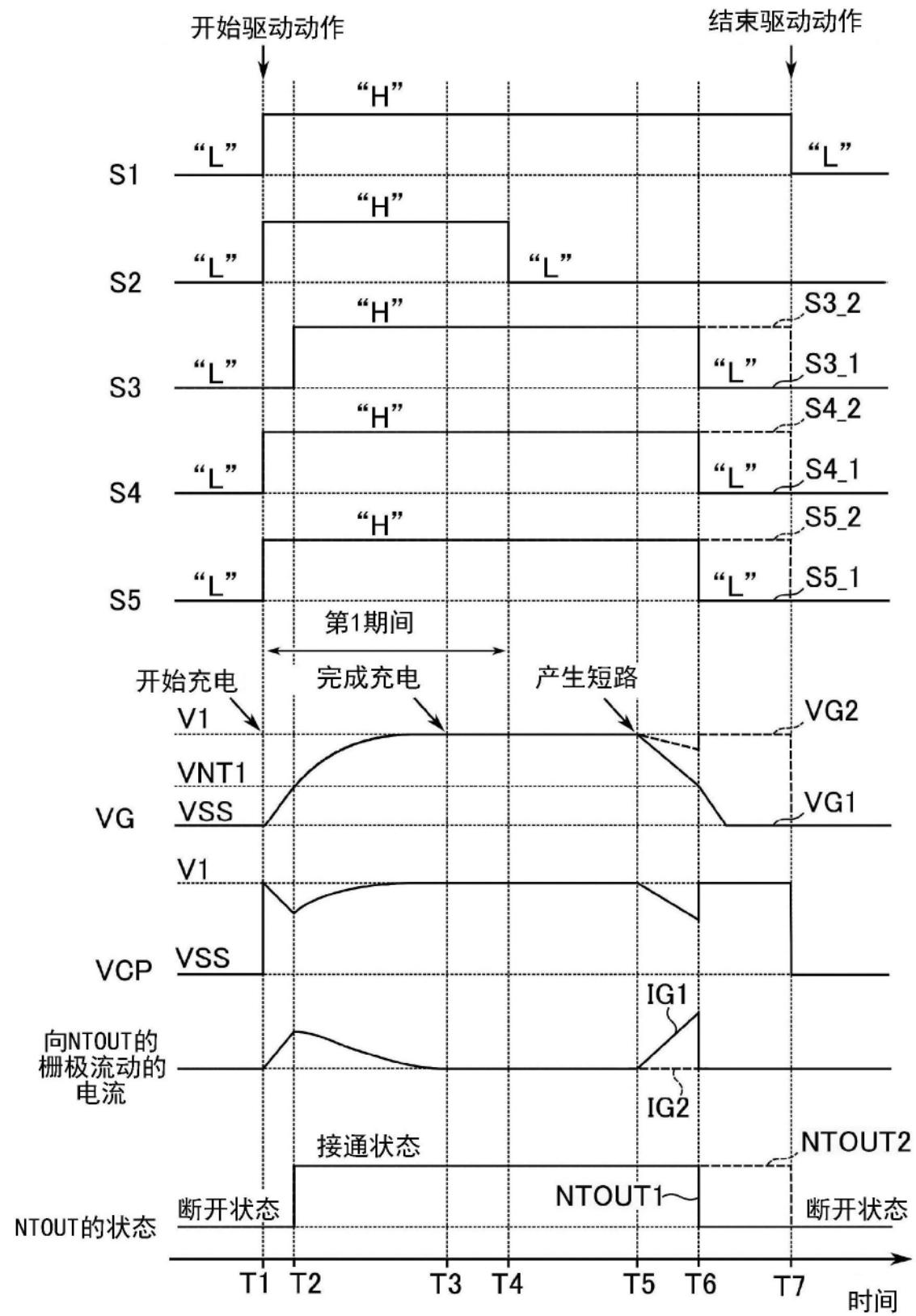


图4

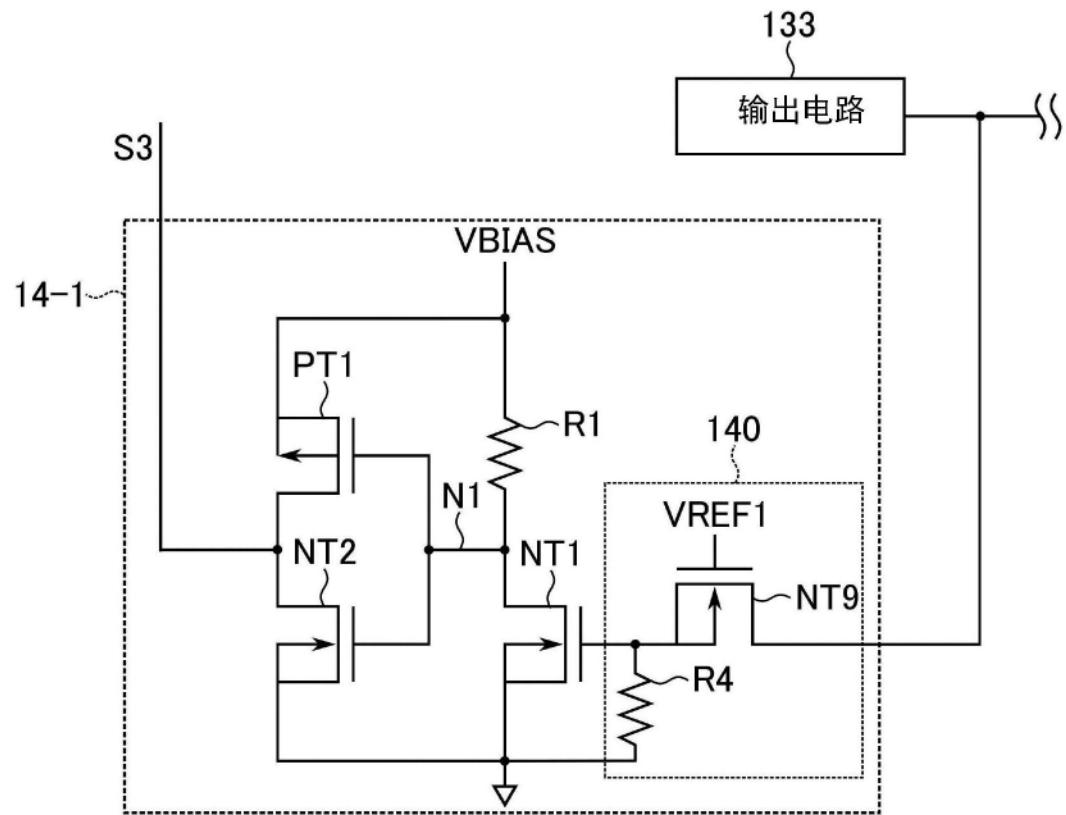


图5

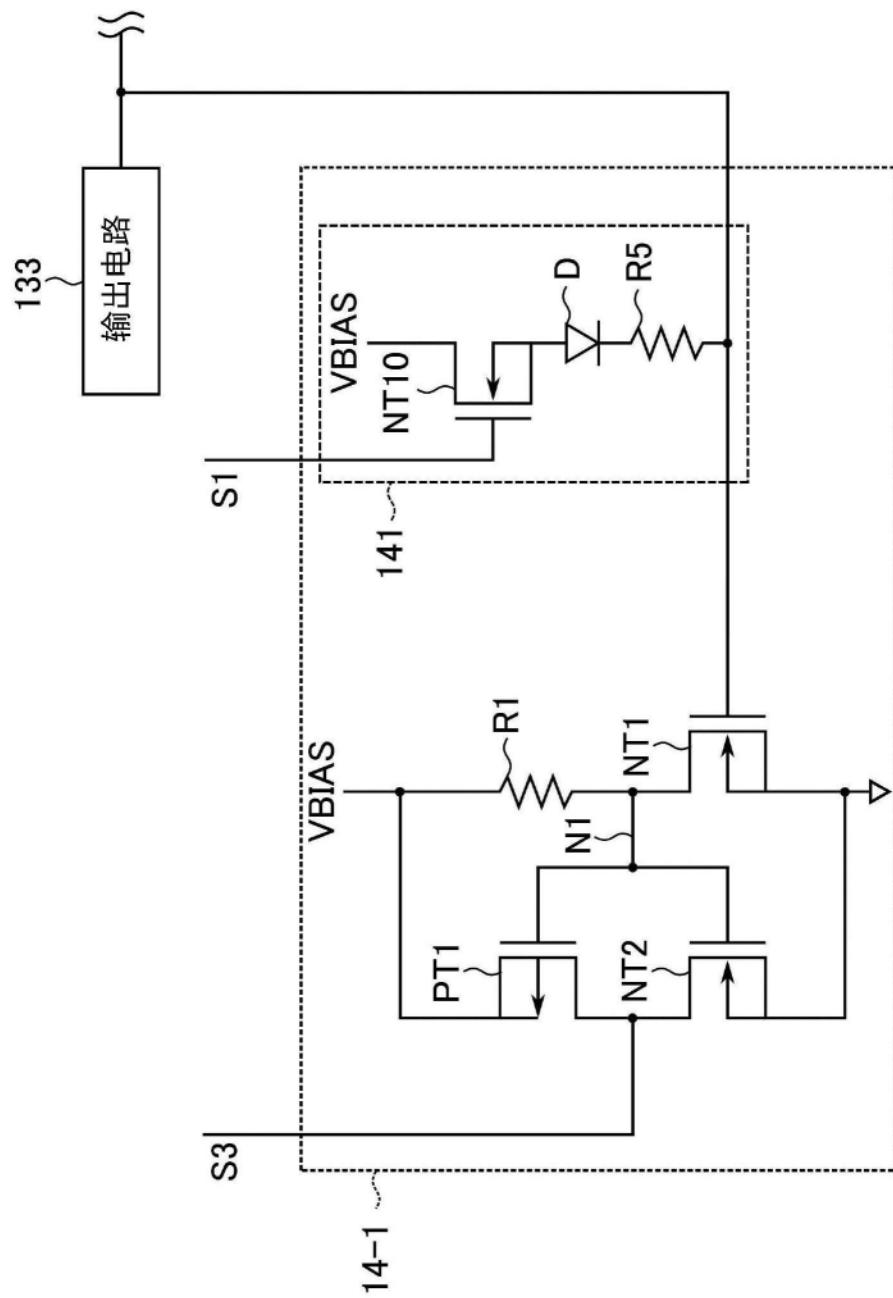


图6

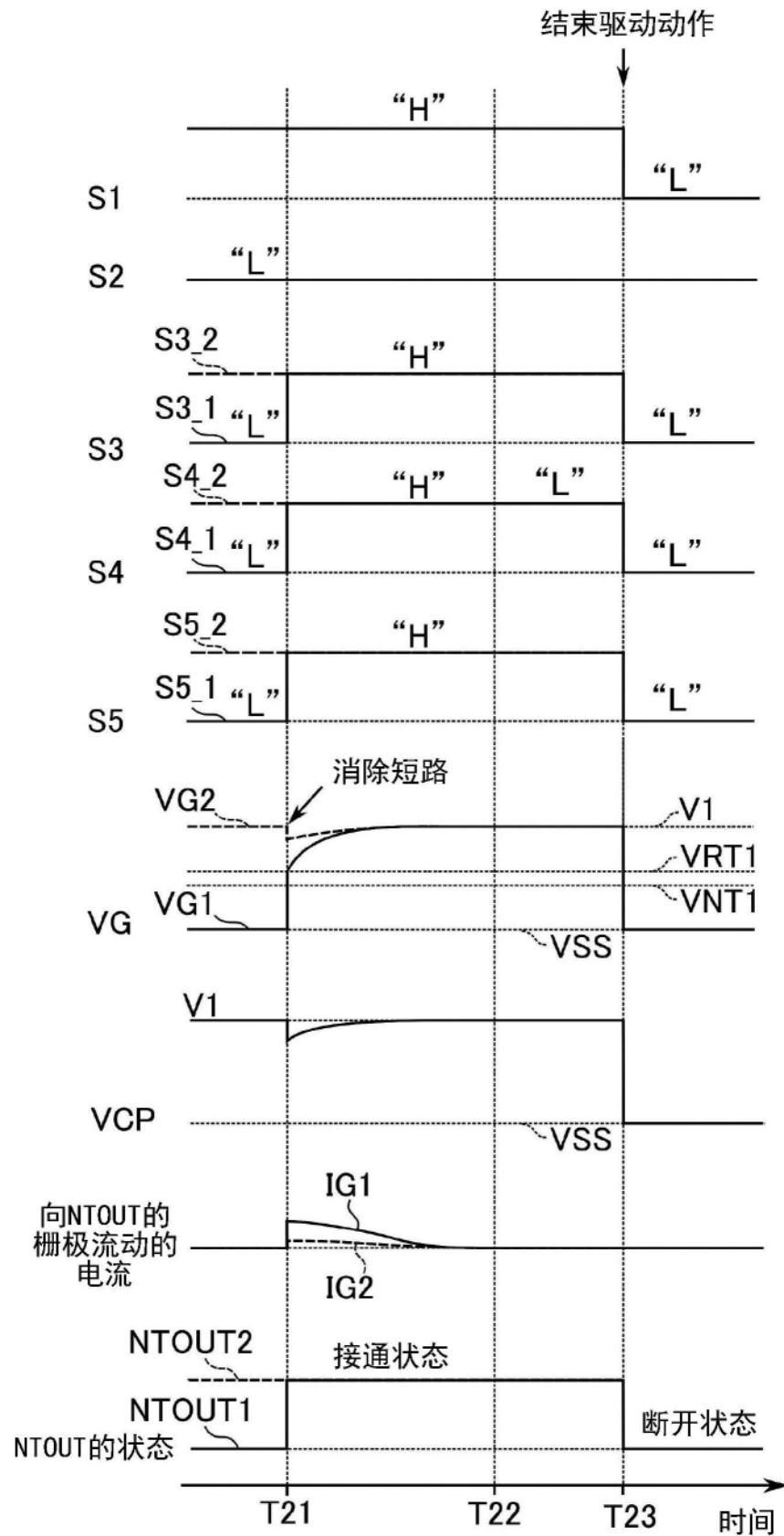


图7

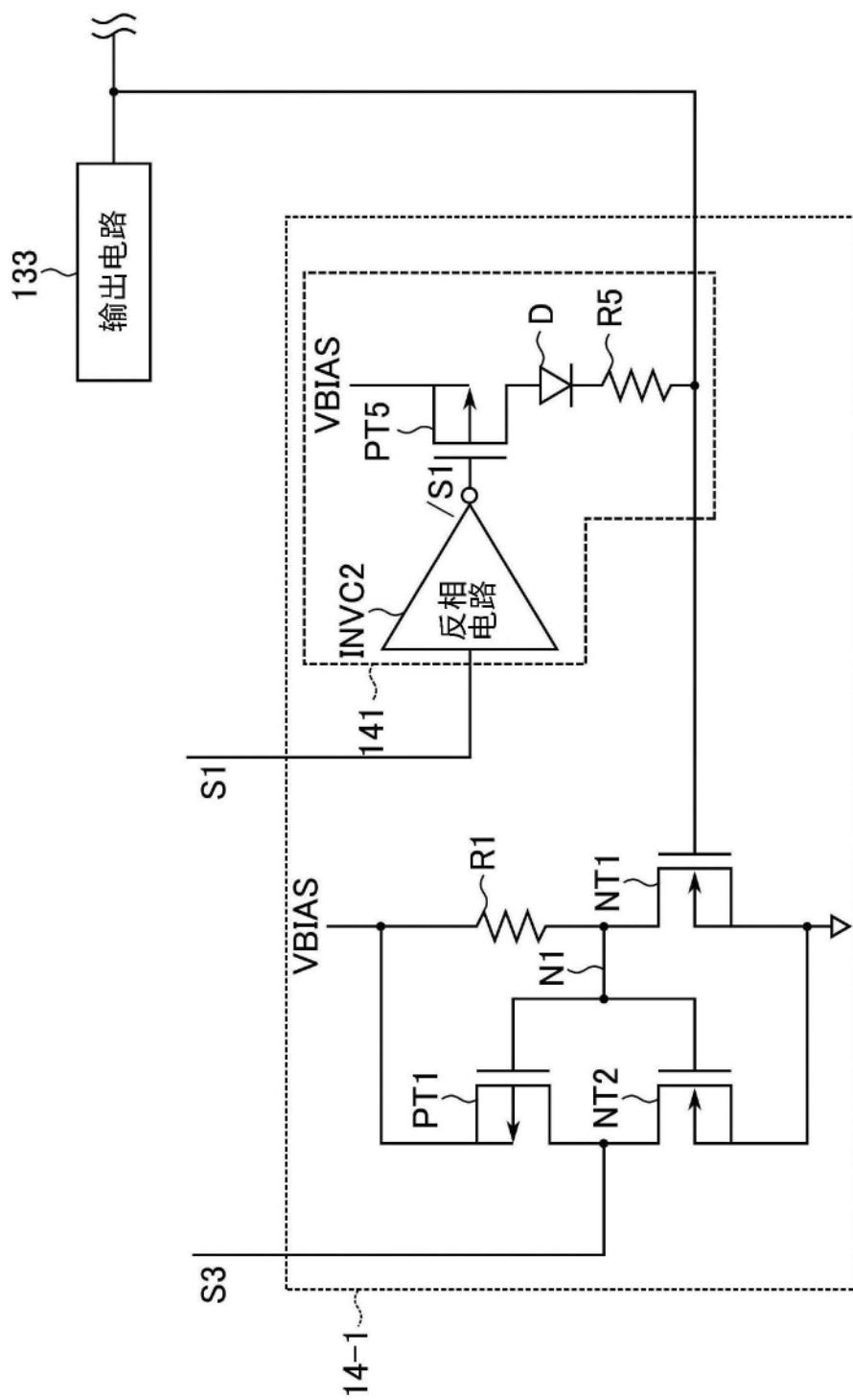


图8

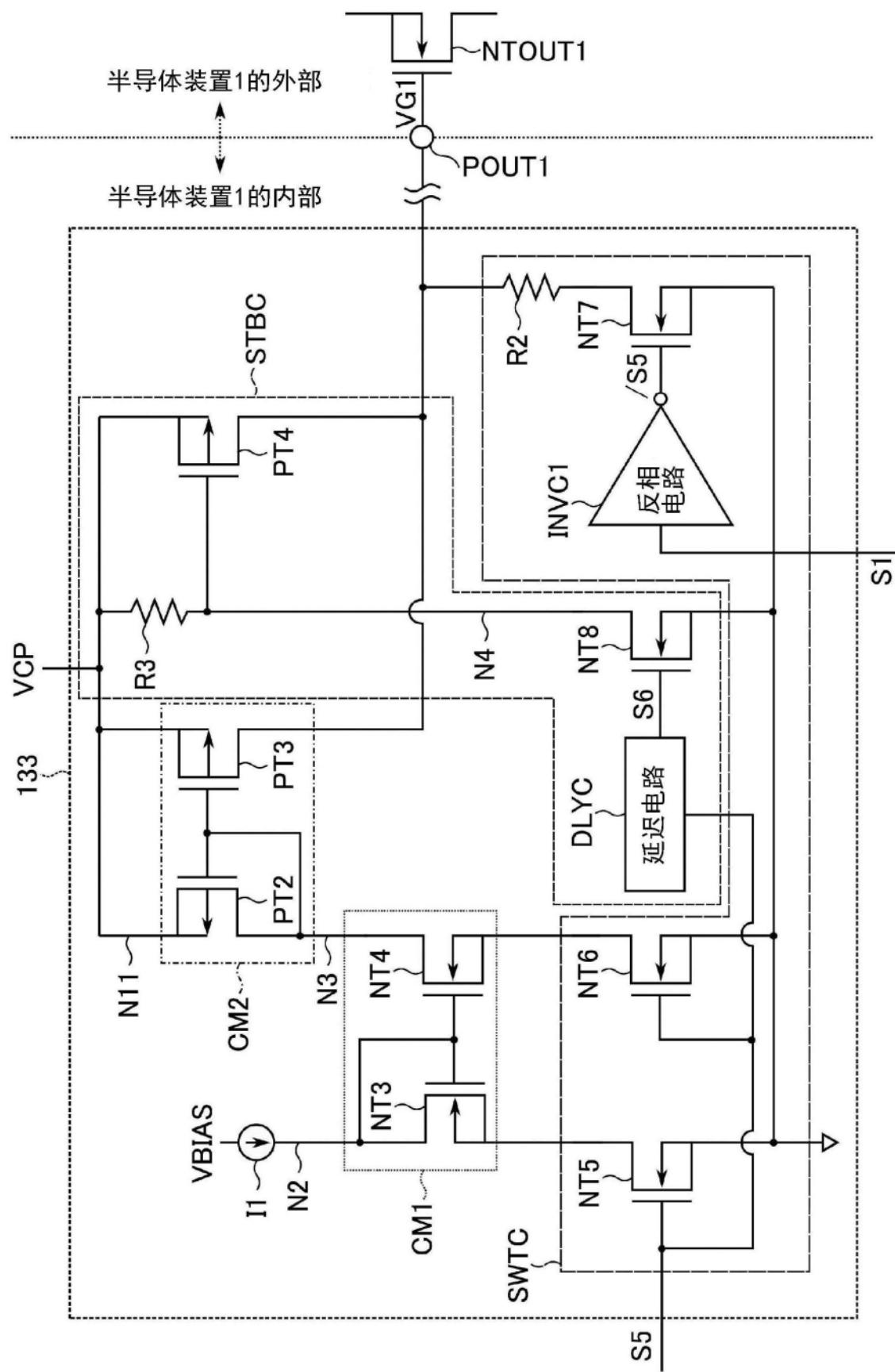


图9

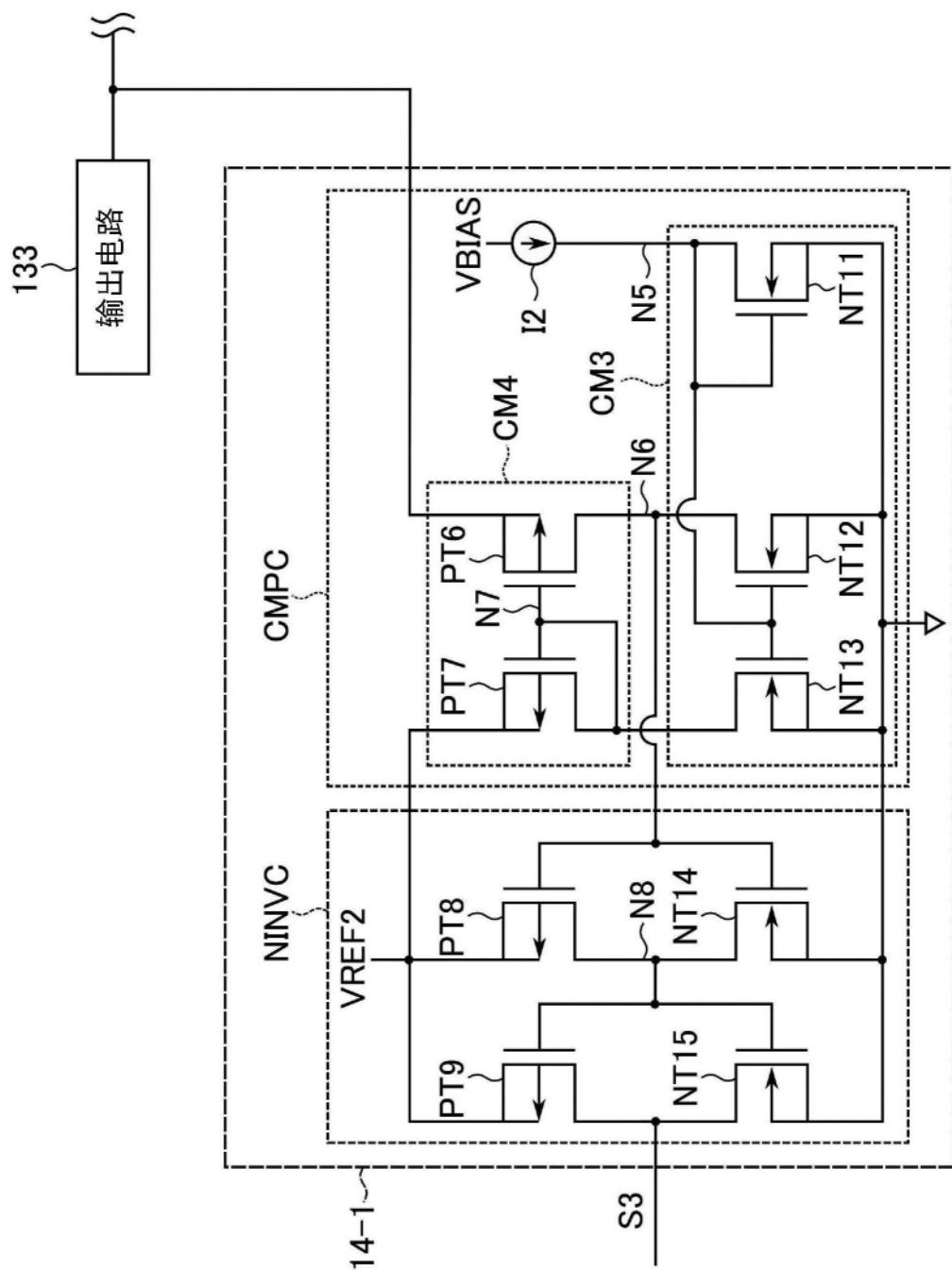


图10