



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114365368 A

(43) 申请公布日 2022. 04. 15

(21) 申请号 202080063383.0

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

(22) 申请日 2020.07.01

代理人 龚伟 李鹤松

(30) 优先权数据

2019-166357 2019.09.12 JP

(51) Int.Cl.

H02H 9/02 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.03.10

H02H 1/00 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2020/025758 2020.07.01

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/049135 JA 2021.03.18

(71) 申请人 罗姆股份有限公司

地址 日本京都府

(72) 发明人 安坂信 岩田光太郎

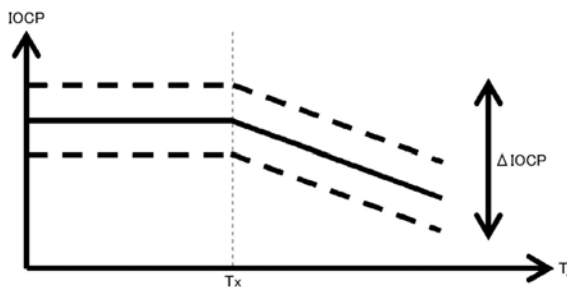
权利要求书2页 说明书9页 附图11页

(54) 发明名称

过电流保护电路

(57) 摘要

该过电流保护电路例如将要被监测的电流限制到限制电流值IOCP或更低,其中,当温度Tj低于阈值Tx时,电路操作以向限制电流值IOCP赋予平坦温度特性,并且当温度Tj高于阈值Tx时,将负温度特性赋予限制电流值IOCP。另外,所述过电流保护电路例如可以操作以使得当温度Tj低于阈值Tx时,限制电流值IOCP是具有平坦温度特性的第一限制电流值IOCP1,并且当温度Tj高于阈值Tx时,使得限制电流值IOCP是具有平坦温度特性并且低于第一限制电流值IOCP1的第二限制电流值IOCP2。



1. 一种过电流保护电路,用于将监测目标电流限制到或低于限制电流值,所述过电流保护电路被配置为,

当温度低于阈值时,给予所述限制电流值平坦温度响应,并且

当温度高于阈值时,给予所述限制电流值负温度响应。

2. 根据权利要求1所述的过电流保护电路,所述过电流保护电路包括:

电流检测器,其被配置为检测所述监测目标电流以生成具有平坦温度响应的检测信号;以及

放大器或比较器,其被配置为具有:

被馈送所述检测信号的第一输入端子,

被馈送具有平坦温度响应的第一参考信号的第二输入端子,以及

被馈送具有负温度响应的第二参考信号的第三输入端子,

所述放大器或比较器被配置为根据所述第一参考信号和所述第二参考信号中的一个与所述检测信号之间的差或比较结果来生成过电流保护信号。

3. 根据权利要求1所述的过电流保护电路,所述过电流保护电路包括:

电流检测器,其被配置为检测所述监测目标电流以生成具有平坦温度响应的检测信号;

第一放大器或第一比较器,其被配置为根据具有平坦温度响应的第一参考信号和所述检测信号之间的差或比较结果来生成第一过电流保护信号;以及

第二放大器或第二比较器,其被配置为根据具有负温度响应的第二参考信号和所述检测信号之间的差或比较结果来生成第二过电流保护信号。

4. 根据权利要求3所述的过电流保护电路,其中,

所述第一放大器或所述第一比较器具有比所述第二放大器或所述第二比较器更低的电流消耗,并且

所述第二放大器或所述第二比较器具有比所述第一放大器或所述第一比较器更快的响应。

5. 根据权利要求2至4中任一项所述的过电流保护电路,所述过电流保护电路包括:

第一参考信号生成器,其被配置为通过使用带隙电压来生成所述第一参考信号。

6. 根据权利要求2至5中任一项所述的过电流保护电路,所述过电流保护电路包括:

第二参考信号生成器,其被配置为通过使用二极管两端的正向电压降来生成所述第二参考信号。

7. 根据权利要求2至6中任一项所述的过电流保护电路,其中,

所述电流检测器被配置为通过使与所述监测目标电流成比例的镜像电流通过感测电阻器,从而使所述镜像电流经受电流-电压转换来生成所述检测信号。

8. 根据权利要求1所述的过电流保护电路,所述过电流保护电路包括:

第一电流检测器,其被配置为检测所述监测目标电流以生成具有平坦温度响应的第一检测信号;

第二电流检测器,其被配置为检测所述监测目标电流以生成具有正温度响应的第二检测信号;以及

放大器或比较器,其被配置为具有:

被馈送所述第一检测信号的第一输入端子，  
被馈送所述第二检测信号的第二输入端子，以及  
被馈送具有平坦温度响应的参考信号的第三输入端子，  
所述放大器或比较器被配置为根据所述第一检测信号和所述第二检测信号中的一个与  
所述参考信号之间的差或比较结果来生成过电流保护信号。

9. 根据权利要求1所述的过电流保护电路，所述过电流保护电路包括：

第一电流检测器，其被配置为检测所述监测目标电流以生成具有平坦温度响应的第一  
检测信号；

第二电流检测器，其被配置为检测所述监测目标电流以生成具有正温度响应的第二检  
测信号；

第一放大器或第一比较器，其被配置为根据具有平坦温度响应的参考信号和所述第一  
检测信号之间的差或比较结果来生成第一过电流保护信号；以及

第二放大器或第二比较器，其被配置为根据所述参考信号和所述第二检测信号之间的  
差或比较结果来生成第二过电流保护信号。

10. 一种过电流保护电路，用于将监测目标电流限制到或低于限制电流值，所述过电流  
保护电路被配置为，

当温度低于阈值时，将所述限制电流值设置为具有平坦温度响应的第一限制电流值，  
并且

当温度高于阈值时，将所述限制电流值设置为具有平坦温度响应且低于所述第一限制  
电流值的第二限制电流值。

## 过电流保护电路

### 技术领域

[0001] 本文中公开的本发明涉及一种过电流保护电路。

### 背景技术

[0002] 对于用于将监测目标电流限制到或低于限制电流值的过电流保护电路,传统上已经提出了许多建议。

[0003] 在以下确定的专利文献1中看到了与刚才提到的内容相关的已知技术的一个示例。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本专利申请特开2005-328606号公报

### 发明内容

[0007] 发明要解决的问题

[0008] 传统的过电流保护电路在根据温度优化限制电流值方面留下了进一步研究的空间,这是不方便的。

[0009] 鉴于本发明人遇到的上述问题,本文公开的本发明的目的是提供一种过电流保护电路,其提供从低温到高温范围的足够的过电流保护。

[0010] 解决问题的技术方案

[0011] 根据本文所公开内容的一个方面,一种过电流保护电路,用于将监测目标电流限制到或低于限制电流值,该过电流保护电路被配置为当温度低于阈值时给予限制电流值平坦温度响应,并且当温度高于阈值时给予负温度响应(第一配置)。

[0012] 上述第一配置的过电流保护电路可以包括:电流检测器,其被配置为检测所述监测目标电流以生成具有平坦温度响应的检测信号;以及放大器或比较器,其被配置为具有被馈送所述检测信号的第一输入端子、被馈送具有平坦温度响应的第一参考信号的第二输入端子、以及被馈送具有负温度响应的第二参考信号的第三输入端子。所述放大器或比较器可以被配置为根据所述第一参考信号和所述第二参考信号中的一个与所述检测信号之间的差或比较结果来生成过电流保护信号(第二配置)。

[0013] 上述第一配置的过电流保护电路可以包括:电流检测器,其被配置为检测所述监测目标电流以生成具有平坦温度响应的检测信号;第一放大器或第一比较器,其被配置为根据具有平坦温度响应的第一参考信号与所述检测信号之间的差或比较结果来生成第一过电流保护信号;以及第二放大器或第二比较器,其被配置为根据具有负温度响应的第二参考信号和所述检测信号之间的差或比较结果来生成第二过电流保护信号(第三配置)。

[0014] 在上述第三配置的过电流保护电路中,所述第一放大器或所述第一比较器可以具有比所述第二放大器或所述第二比较器更低的电流消耗,并且所述第二放大器或所述第二比较器可以具有比所述第一放大器或所述第一比较器更快的响应(第四配置)。

[0015] 上述第二配置至第四配置中的任何一个的过电流保护电路还可以包括：第一参考信号生成器，其被配置为通过使用带隙电压来生成所述第一参考信号（第五配置）。

[0016] 上述第二配置至第五配置中的任何一个的过电流保护电路还可以包括：第二参考信号生成器，其被配置为通过使用二极管两端的正向电压降来生成所述第二参考信号（第六配置）。

[0017] 在上述第二配置至第六配置中的任何一个的过电流保护电路中，所述电流检测器可以被配置为通过使与所述监测目标电流成比例的镜像电流通过感测电阻器，从而使所述镜像电流经受电流-电压转换来生成所述检测信号（第七配置）。

[0018] 上述第一配置的过电流保护电路可以包括：第一电流检测器，其被配置为检测所述监测目标电流以生成具有平坦温度响应的第一检测信号；第二电流检测器，其被配置为检测所述监测目标电流以生成具有正温度响应的第二检测信号；以及放大器或比较器，其被配置为具有被馈送所述第一检测信号的第一输入端子、被馈送所述第二检测信号的第二输入端子、以及被馈送具有平坦温度响应的参考信号的第三输入端子。所述放大器或比较器可以被配置为根据所述第一检测信号和所述第二检测信号中的一个与所述参考信号之间的差或比较结果来生成过电流保护信号（第八配置）。

[0019] 上述第一配置的过电流保护电路可以包括：第一电流检测器，其被配置为检测所述监测目标电流以生成具有平坦温度响应的第一检测信号；第二电流检测器，其被配置为检测所述监测目标电流以生成具有正温度响应的第二检测信号；第一放大器或第一比较器，其被配置为根据具有平坦温度响应的参考信号和所述第一检测信号之间的差或比较结果来生成第一过电流保护信号；以及第二放大器或第二比较器，其被配置为根据所述参考信号和所述第二检测信号之间的差或比较结果来生成第二过电流保护信号（第九配置）。

[0020] 根据本文所公开内容的另一方面，一种过电流保护电路，用于将监测目标电流限制到或低于限制电流值，该过电流保护电路被配置为当温度低于阈值时将所述限制电流值设置为具有平坦温度响应的第一限制电流值，并且当温度高于阈值时，将所述限制电流值设置为具有平坦温度响应且低于所述第一限制电流值的第二限制电流值（第十配置）。

[0021] 发明的效果

[0022] 根据这里公开的本发明，可以提供一种过电流保护电路，其提供从低温到高温范围的足够的过电流保护。

## 附图说明

[0023] 图1是示出作为比较示例的线性电源的图。

[0024] 图2是示出普通过电流保护操作的图。

[0025] 图3是示出比较示例中的限制电流值的温度响应（第一模式）的图。

[0026] 图4是示出比较示例中的限制电流值的温度响应（第二模式）的图。

[0027] 图5是示出了常见的散热图的示意图。

[0028] 图6是示出根据第一实施方式的线性电源的图。

[0029] 图7是示出第一实施方式中的限制电流值的温度响应的图。

[0030] 图8是示出根据第二实施方式的线性电源的图。

[0031] 图9是示出第二实施方式中的参考信号的温度响应和限制电流值的图。

- [0032] 图10是示出根据第三实施方式的线性电源的图。
- [0033] 图11是示出根据第四实施方式的线性电源的图。
- [0034] 图12是示出第四实施方式中的检测信号、参考信号和限制电流值的温度响应的图。
- [0035] 图13是示出根据第五实施方式的线性电源的图。
- [0036] 图14是示出第六实施方式中的限制电流值的温度响应的图。
- [0037] 图15是示出根据第七实施方式的线性电源的图。
- [0038] 图16是示出根据第八实施方式的线性电源的图。

### 具体实施方式

[0039] <比较示例>

[0040] 首先,在描述根据新实施方式的线性电源(具体地,过电流保护电路)之前,将简要描述要与它们进行比较的比较示例。

[0041] 图1是示出比较示例的线性电源的图。比较示例的线性电源1包括输出晶体管10、分压器20、放大器30和过电流保护电路100。线性电源1是LDO(低压差)调节器,其抑制输入电压VIN以产生期望的输出电压VOUT。输入电压VIN由电池(未示出)等提供,并且不总是稳定的。输出电压VOUT被提供给后级中的负载2(诸如次级电源或微处理器)。上述线性电源1可以用作例如并入在电源IC中的参考电压源。

[0042] 输出晶体管10连接在用于输入电压VIN的输入端子和用于输出电压VOUT的输出端子之间,并且输出晶体管10的电导(相反地,其导通状态电阻值)由来自放大器30的栅极信号G10控制。在图示的示例中,作为输出晶体管10使用PMOSFET(P沟道MOSFET)。因此,随着栅极信号G10的减小,输出晶体管10的电导增大,输出电压VOUT上升,随着栅极信号G10的增大,输出晶体管10的电导减小,输出电压VOUT下降。也可用作输出晶体管10而不是PMOSFET的是NMOSFET或双极晶体管。

[0043] 分压器20包括串联连接在输出电压VOUT的输出端子和接地端子之间的电阻器21和22(具有电阻值R1和R2)。分压器20从这些电阻器之间的连接节点产生与输出电压VOUT成比例的反馈电压VFB( $=VOUT \times [R2 / (R1+R2)]$ )。在输出电压VOUT落在放大器30的输入动态范围内的情况下,可以省略分压器20,在这种情况下,作为反馈电压VFB,输出电压VOUT本身可以直接馈送到放大器30。

[0044] 放大器30通过生成栅极信号G10(对应于用于输出晶体管10的驱动信号)来驱动输出晶体管10,使得馈送到放大器30的非反相端子(+)的反馈电压VFB保持等于馈送到放大器30的反相端子(-)的预定参考电压VREF。具体地,当反馈电压VFB与参考电压VREF之间的差 $\Delta V (=VFB-VREF)$ 沿正方向增大时,放大器30升高栅极信号G10;当差 $\Delta V$ 沿负方向增大时,放大器30降低栅极信号G10。

[0045] 过电流保护电路100通过生成过电流保护信号Socp来控制放大器30的输出,以便将通过输出晶体管10的输出电流IOUT限制到或低于预定限制电流值IOCP。

[0046] 图2是示出由过电流保护电路100进行的普通过电流保护操作的图。沿水平轴取输出电流IOUT,沿垂直轴取输出电压VOUT。如将从图中理解的,直到输出电流IOUT达到限制电流值IOCP为止,输出电压VOUT保持在其目标值。当输出电流IOUT达到限制电流值IOCP时,电

流限制生效,并且输出电压 $V_{OUT}$ 从其目标值下降。

[0047] 如上所述,线性电源1设置有过电流保护电路100,使得即使在诸如输出处的短路之类的故障的情况下,线性电源1也不会导致集成有线性电源1的电源IC的损坏。不必说,出于与刚才提到的原因类似的原因,普通电源IC(不仅LDO调节器,而且DC-DC转换器等)通常设置有过电流保护电路。

[0048] <比较示例的问题>

[0049] 图3和图4是示出比较示例中的限制电流值 $I_{OCP}$ 的温度响应(分别具有平坦温度响应的第一模式和具有负温度响应的第二模式)的图。图中的虚线表示限制电流值 $I_{OCP}$ 的变化 $\Delta I_{OCP}$ 。

[0050] 例如,在如图3所示的情况下,即使当电源IC的芯片温度 $T_j$ (结温)变化时,限制电流值 $I_{OCP}$ 也具有平坦温度响应(即,限制电流值 $I_{OCP}$ 没有显示出温度依赖性),限制电流值 $I_{OCP}$ 不变化(虽然必须容忍轻微的变化,因为实际上限制电流值 $I_{OCP}$ 不可能具有完全平坦的温度响应)。

[0051] 相反,在如图4所示情况下,限制电流值 $I_{OCP}$ 具有负温度响应,随着芯片温度 $T_j$ 升高,限制电流值 $I_{OCP}$ 减小。

[0052] 如上所述,过电流保护电路100的限制电流值 $I_{OCP}$ 通常被给予平坦温度响应(参见图3)或负温度响应(参见图4)在整个使用温度范围内(从低到正常到高温范围内)。

[0053] 这里,当过电流保护电路100操作时,其强制地升高输出晶体管10的导通电阻值,从而将输出电流 $I_{OUT}$ 限制到或低于限制电流值 $I_{OCP}$ 。在该状态下,随着限制电流值 $I_{OCP}$ 增大,输出晶体管10中的电反转输入端子(发热)增大。

[0054] 图5是示出了常见的散热图的示意图。沿水平轴取环境温度 $T_a$ ,沿垂直轴取电源IC的容许封装功耗 $P_d$ 。如图所示,在等于或高于正常温度(25°C)的温度范围内,允许的封装功耗 $P_d$ 随着环境温度 $T_a$ 的升高而降低。

[0055] 因此,为了防止电源IC的损坏,优选地,限制电流值 $I_{OCP}$ 被给予负温度响应,使得随着芯片温度 $T_j$ 增加,限制电流值 $I_{OCP}$ 减小,目的是在高温范围内抑制输出晶体管10中的电反转输入端子(发热)。

[0056] 不方便地,在整个使用温度范围(从低到正常到高温范围)上给限制电流值 $I_{OCP}$ 一个负温度响应导致在从正常到低温范围中的高限制电流值 $I_{OCP}$ ,并且这使得结合线性电源1的组的设计复杂化。例如,在其中熔丝被插入在电源IC之前的级中的配置中,需要给出考虑,使得低温范围中的限制电流值 $I_{OCP}$ 可以不超过熔丝的熔丝电流,并且这导致高温范围中的限制电流值 $I_{OCP}$ 的过大安全裕度。

[0057] 相反,给予限制电流值 $I_{OCP}$ 平坦的温度响应使得组的设计容易,但是在实际使用中导致高温范围中的高发热。这需要额外的安全措施,如通过将过电流保护电路100与过热保护电路组合。

[0058] 下面给出的将是能够通过从低温到高温范围的足够的过电流保护来应对电源IC的允许封装功耗的新实施方式。

[0059] <第一实施方式>

[0060] 图6是示出根据第一实施方式的线性电源的图。在该实施方式的线性电源1中,过电流保护电路100具有根据芯片温度 $T_j$ 适当地切换限制电流值 $I_{OCP}$ 的温度响应的功能。

[0061] 图7是示出第一实施方式中的限制电流值IOCP的温度响应的图。如图中所示,过电流保护电路100在芯片温度 $T_j$ 低于阈值 $T_x$ 时给予限制电流值IOCP平坦温度响应,而在芯片温度 $T_j$ 高于阈值 $T_x$ 时给予负温度响应。阈值 $T_x$ 可以是恒定的或可变的。

[0062] 因此,当 $T_j < T_x$ 时(例如,在一个低到正常温度的范围内),不考虑芯片温度 $T_j$ ,IOCP的限流值变化保持较小;相反,当 $T_j > T_x$ 时(例如,在正常到高温范围中),随着芯片温度 $T_j$ 增加,限制电流值IOCP降低。以此方式,可以防止在高温范围中电源IC的损坏,并且可以防止在低温范围中过大的输出电流IOUT并且抑制限制电流值IOCP的变化。

[0063] <第二实施方式>

[0064] 图8是示出根据第二实施方式的线性电源的图。在本实施方式的线性电源1中,过电流保护电路100包括电流检测器110和放大器(或比较器)120。

[0065] 电流检测器110检测通过输出晶体管10的输出电流IOUT,并生成具有平坦温度响应的检测信号VS。电流检测器110可以设置在输出晶体管10的上游或下游。

[0066] 放大器(或比较器)120具有被馈送有检测信号VS的第一输入端子(+)、被馈送有具有平坦温度响应的参考信号VREF\_OPC1的第二输入端子(-)以及被馈送有具有负温度响应的参考信号VREF\_OPC2的第三输入端子(-)。放大器(或比较器)120根据参考信号VREF\_OPC1和VREF\_OPC2中的较低者与检测信号VS之间的差或比较结果来生成过电流保护信号SOCP。

[0067] 这种电路配置,即,采用单个放大器(或比较器)120来确定检测信号VS与参考信号VREF\_OPC1或VREF\_OPC2之间的差值或比较的电路配置,在电路面积方面是有利的。

[0068] 图9是示出参考信号VREF\_OPC1和VREF\_OPC2的温度响应(顶部)和限制电流值IOCP的温度响应(底部)的图。

[0069] 如图所示,当芯片温度 $T_j$ 低于阈值 $T_x$ 时, $VREF\_OPC1 < VREF\_OPC2$ 。因此,放大器(或比较器)120根据参考信号VREF\_OPC1和检测信号VS之间的差或比较结果来生成过电流保护信号Socp。结果,限制电流值IOCP具有平坦的温度响应,因此,与芯片温度 $T_j$ 无关,限制电流值IOCP的变化保持较小。

[0070] 相反,当芯片温度 $T_j$ 高于阈值 $T_x$ 时, $VREF\_OPC1 > VREF\_OPC2$ 。因此,放大器(或比较器)120根据参考信号VREF\_OPC2和检测信号VS之间的差或比较结果来生成过电流保护信号Socp。结果,限制电流值IOCP具有负温度响应,并且因此,随着芯片温度 $T_j$ 升高,限制电流值IOCP降低。

[0071] 这样,作为要与检测信号VS进行比较的参考信号,使用具有不同温度响应的两个参考信号VREF\_OPC1和VREF\_OPC2,使得当芯片温度 $T_j$ 低于阈值 $T_x$ 时,限制电流值IOCP可以给出平坦的温度响应,并且当芯片温度 $T_j$ 高于阈值 $T_x$ 时,可以给出负温度响应。

[0072] 另外,通过调整参考信号VREF\_OPC1的信号值和参考信号VREF\_OPC2的梯度,可以将阈值 $T_x$ 设置为期望的值。

[0073] <第三实施方式>

[0074] 图10是示出根据第三实施方式的线性电源的图。在本实施方式的线性电源1中,过电流保护电路100包括前面描述的电流检测器110以及放大器(或比较器)121和122。

[0075] 放大器(或比较器)121根据具有平坦温度响应的参考信号VREF\_OPC1与检测信号VS之间的差或比较结果来生成过电流保护信号Socp1,所述参考信号VREF\_OPC1被馈送到放大器(或比较器)121的反相输入端子(-),所述检测信号VS被馈送到放大器(或比较器)121



的非反相输入端子(+)

[0076] 放大器(或比较器)122根据具有负温度响应的参考信号VREF\_OPC2与检测信号VS之间的差或比较结果来生成过电流保护信号Socp2,所述参考信号VREF\_OPC2被馈送到放大器(或比较器)122的反相输入端子(-),所述检测信号VS被馈送到放大器(或比较器)122的非反相输入端子(+)

[0077] 这种电路配置,即,采用两个通道的放大器(或比较器)121和122来确定检测信号VS与参考信号VREF\_OPC1和VREF\_OPC2之间的差或比较的电路配置,在过电流保护电路100的电路设计中提供了更大的灵活性和自由度。

[0078] 例如,在低温范围中操作的放大器(或比较器)121需要是节能的而不是快速响应的,并且应当优选地被设计成具有比在高温范围中操作的放大器(或比较器)122更低的电流消耗。

[0079] 另一方面,在高温范围中操作的放大器(或比较器)122需要快速响应而非节能,并且优选地应当被设计成具有比在低温范围中操作的放大器(或比较器)121更快的响应。

[0080] <第四实施方式>

[0081] 图11是示出根据第四实施方式的线性电源的图。在该实施方式的线性电源1中,过电流保护电路100包括电流检测器111和112以及放大器(比较器)123。

[0082] 电流检测器111检测通过输出晶体管10的输出电流IOUT,并生成具有平坦温度响应的检测信号VS1。电流检测器111可以设置在输出晶体管10的上游或下游。

[0083] 电流检测器112检测通过输出晶体管10的输出电流IOUT,并生成具有正温度响应的检测信号VS2。电流检测器112可以设置在输出晶体管10的上游或下游。

[0084] 放大器(或比较器)123具有被馈送有检测信号VS1的第一输入端子(+)、被馈送有检测信号VS2的第二输入端子(+)、以及被馈送有具有平坦温度响应的参考信号VREF\_OPC的第三输入端子(-)。放大器(或比较器)123根据检测信号VS1和VS2中较高的一个与参考信号VREF\_OPC之间的差或比较结果来生成过电流保护信号SOCP。

[0085] 图12是示出检测信号VS1和VS2的温度响应(顶部)、参考信号VREF\_OPC的温度响应(中部)和限制电流值IOCP的温度响应(底部)的图。

[0086] 如图所示,当芯片温度Tj低于阈值Tx时,VS1>VS2。因此,放大器(或比较器)123根据参考信号VREF\_OPC和检测信号VS1之间的差或比较结果来生成过电流保护信号Socp。结果,限制电流值IOCP具有平坦的温度响应,因此,与芯片温度Tj无关,限制电流值IOCP的变化保持较小。

[0087] 相反,当芯片温度Tj高于阈值Tx时,VS1<VS2。因此,放大器(或比较器)123根据参考信号VREF\_OPC和检测信号VS2之间的差或比较结果来生成过电流保护信号Socp。结果,限制电流值IOCP具有负温度响应,并且因此,随着芯片温度Tj升高,限制电流值IOCP降低。

[0088] 这样,作为要与参考信号VREF\_OPC进行比较的检测信号,使用具有不同温度响应的两个检测信号VS1和VS2,使得当芯片温度Tj低于阈值Tx时,限制电流值IOCP可以给出平坦的温度响应,并且当芯片温度Tj高于阈值Tx时,可以给出负温度响应。

[0089] 另外,通过调整检测信号VS1的信号值和检测信号VS2的梯度,可以将阈值Tx设置为期望的值。

[0090] <第五实施方式>

[0091] 图13是示出根据第五实施方式的线性电源的图。在该实施方式的线性电源1中,过电流保护电路100包括前面描述的电流检测器111和112以及放大器(或比较器)124和125。

[0092] 放大器(或比较器)124根据具有平坦温度响应的参考信号VREF\_OPC与检测信号VS1之间的差或比较结果来生成过电流保护信号Socp1,所述参考信号VREF\_OPC被馈送到放大器(或比较器)124的反相输入端子(-),所述检测信号VS1被馈送到放大器(或比较器)124的非反相输入端子(+)

[0093] 放大器(或比较器)125根据参考信号VREF\_OPC与检测信号VS2之间的差或比较结果来生成过电流保护信号Socp2,所述参考信号VREF\_OPC被馈送到放大器(或比较器)125的反相输入端子(-),所述检测信号VS2被馈送到放大器(或比较器)125的非反相输入端子(+)

[0094] 这种电路配置,即,采用两个通道的放大器(或比较器)124和125来确定检测信号VS1和VS2与参考信号VREF\_OPC之间的差或比较的电路配置,在过电流保护电路100的电路设计中提供了更大的灵活性和自由度。其工作和益处类似于在先前描述的第三实施方式中实现的那些,因此将不重复重复描述。

[0095] <第六实施方式>

[0096] 图14是示出第六实施方式中的限制电流值IOCP的温度响应的图。在该实施方式中,当芯片温度Tj低于阈值Tx时,过电流保护电路100将限制电流值IOCP设置为具有平坦温度响应的限制电流值IOCP1,并且当芯片温度Tj高于阈值Tx时,将限制电流值IOCP设置为具有平坦温度响应并且低于限制电流值IOCP1的限制电流值IOCP2。

[0097] 同样,利用该电路配置,即根据芯片温度Tj来切换限制电流值IOCP的电路配置,与第一至第五实施方式的电路配置一样,可以防止在高温范围中电源IC的损坏,并且可以防止在低温范围中过大的输出电流IOUT并抑制限制电流值IOCP的变化。然而,应当注意,在限制电流值IOCP的切换点( $T_j \approx T_x$ )附近,过电流保护电路100易于发生不稳定操作(例如过电流保护操作的振荡)。

[0098] <第七实施方式>

[0099] 图15是示出根据第七实施方式的线性电源的图。在该实施方式的线性电源1中,过电流保护电路100是先前描述的第二实施方式(图8)中的过电流保护电路的更具体的实现。这里,除了电流检测器110和放大器(或比较器)120之外,过电流保护电路100还包括参考信号生成器131和132以及PMOSFET140。

[0100] 电流检测器110包括感测晶体管Ms(例如,PMOSFET)和感测电阻器Rs。感测晶体管Ms的源极和栅极分别连接到输出晶体管10的源极和栅极。感测晶体管Ms的漏极连接到感测电阻器Rs的第一端子,并且从它们之间的连接节点生成检测信号VS。输出晶体管10与感测晶体管Ms的尺寸比是 $\alpha:1$ (其中,例如 $\alpha=10000$ )。因此,通过感测晶体管Ms传递与输出电流IOUT成比例的镜像电流 $I_m (= I_{OUT}/\alpha)$ 。使镜像电流 $I_m$ 通过感测电阻器Rs并由此使其经受电流-电压转换产生检测信号 $V_S (= I_m \times R_s)$ 。

[0101] 参考信号生成器131通过使用随芯片温度Tj几乎不变化的电压(例如,带隙电压)来生成具有平坦温度响应的参考信号VREF\_OPC1。

[0102] 参考信号生成器132包括电流源CS和二极管D,电流源CS和二极管D串联连接在用于输入电压VIN的施加端子和接地端子之间,并且跨二极管D输出具有负温度响应的正向压

降 $V_f$ 作为参考信号 $VREF\_OPC2$ 。这里,通过调整由电流源CS产生的恒定电流,或者通过在参考信号生成器132之后的级中插入缓冲器或电阻器阶梯,可以根据需要设置参考信号 $VREF\_OPC2$ 的梯度和偏移。

[0103] PMOSFET 140的源极连接到输入电压 $V_{IN}$ 的施加端子。PMOSFET 140的漏极连接到栅极信号G10的施加端子(即,放大器30的输出端子)。PMOSFET140的栅极连接到过电流保护信号 $S_{ocp}$ 的施加端子(即,放大器(或比较器)120的输出端子)。

[0104] 当输出电流 $I_{OUT}$ 增加直到 $V_S > VREF\_OCP1$ (或 $VREF\_OCP2$ )时,过电流保护信号 $S_{ocp}$ 下降并且输出晶体管10的导通状态电阻减小。结果,栅极信号G10被上拉并且输出晶体管10的导通状态电阻被强制升高,这调用过电流保护,使得 $I_{OUT} \leq I_{OCP1}$ (或 $I_{OCP2}$ )。

[0105] <第八实施方式>

[0106] 图16是示出根据第八实施方式的线性电源的图。在该实施方式的线性电源1中,过电流保护电路100是先前描述的第三实施方式(图10)中的过电流保护电路的更具体的实现。这里,除了电流检测器110和放大器(或比较器)121和122之外,过电流保护电路100还包括参考信号生成器131和132以及PMOSFET 141和142。

[0107] 而在图16中,在放大器(或比较器)121和122之间共享单个电流检测器110,替代地,可以设置两个电流检测器110,为每个放大器(或比较器)121和122提供一个电流检测器。

[0108] PMOSFET 141和142的源极都连接到输入电压 $V_{IN}$ 的施加端子。PMOSFET141和142的漏极都连接到栅极信号G10的施加端子(即,放大器30的输出端子)。PMOSFET 141和142的栅极分别连接到过电流保护信号 $S_{ocp1}$ 和 $S_{ocp2}$ 的施加端子(即,放大器(或比较器)121和122的输出端子)。

[0109] 如果 $VREF\_OCP1 < VREF\_OCP2$ ,当输出电流 $I_{OUT}$ 增加直到 $V_S > VREF\_OCP1$ 时,过电流保护信号 $S_{ocp1}$ 下降并且PMOSFET 141的导通状态电阻减小。结果,栅极信号G10被上拉并且输出晶体管10的导通状态电阻被强制升高,这调用过电流保护,使得 $I_{OUT} \leq I_{OCP1}$ 。

[0110] 相反,如果 $VREF\_OCP2 < VREF\_OCP1$ ,当输出电流 $I_{OUT}$ 增加直到 $V_S > VREF\_OCP2$ 时,过电流保护信号 $S_{ocp2}$ 下降并且PMOSFET 142的导通状态电阻减小。结果,栅极信号G10被上拉并且输出晶体管10的导通状态电阻被强制升高,这调用过电流保护,使得 $I_{OUT} \leq I_{OCP2}$ 。

[0111] <其他的变型示例>

[0112] 虽然上述所有实施方式都涉及应用于线性电源的示例,但这并不意味着将根据本发明的过电流保护电路的应用限制于这些示例,更不必说,该过电流保护电路广泛地应用于需要过电流保护功能的任何电路中,例如任何其他类型的电源(例如开关电源)和开关电路中。

[0113] 这里公开的各种技术特征可以以不同于上述实施方式的任何其他方式来实现,并且允许在不脱离其技术独创性的精神的情况下进行任何修改。也就是说,上述实施方式应当被认为在每个方面都是说明性的而非限制性的,并且本发明的技术范围应当被理解为不是由上述实施方式的描述限定的,而是由所附权利要求书限定的,并且包括在与权利要求书等同的意义和范围内作出的任何修改。行业上的适用性

[0114] 本文公开的本发明应用于车辆相关电器、航海电器、办公电器、便携式电器、智能电话等。

- [0115] 符号的说明
- [0116] 1 线性电源
- [0117] 2 负载
- [0118] 10 输出晶体管 (PMOSFET)
- [0119] 20 分压器
- [0120] 21、22 电阻器
- [0121] 30 放大器
- [0122] 100 过电流保护电路
- [0123] 110、111、112 电流检测器
- [0124] 120、121、122、123、124、125 放大器 (或比较器)
- [0125] 131、132 参考信号生成器
- [0126] 140、141、142 PMOSFET
- [0127] CS 电流源
- [0128] D 二极管
- [0129] Ms 感测晶体管 (PMOSFET)
- [0130] Rs 感测电阻器

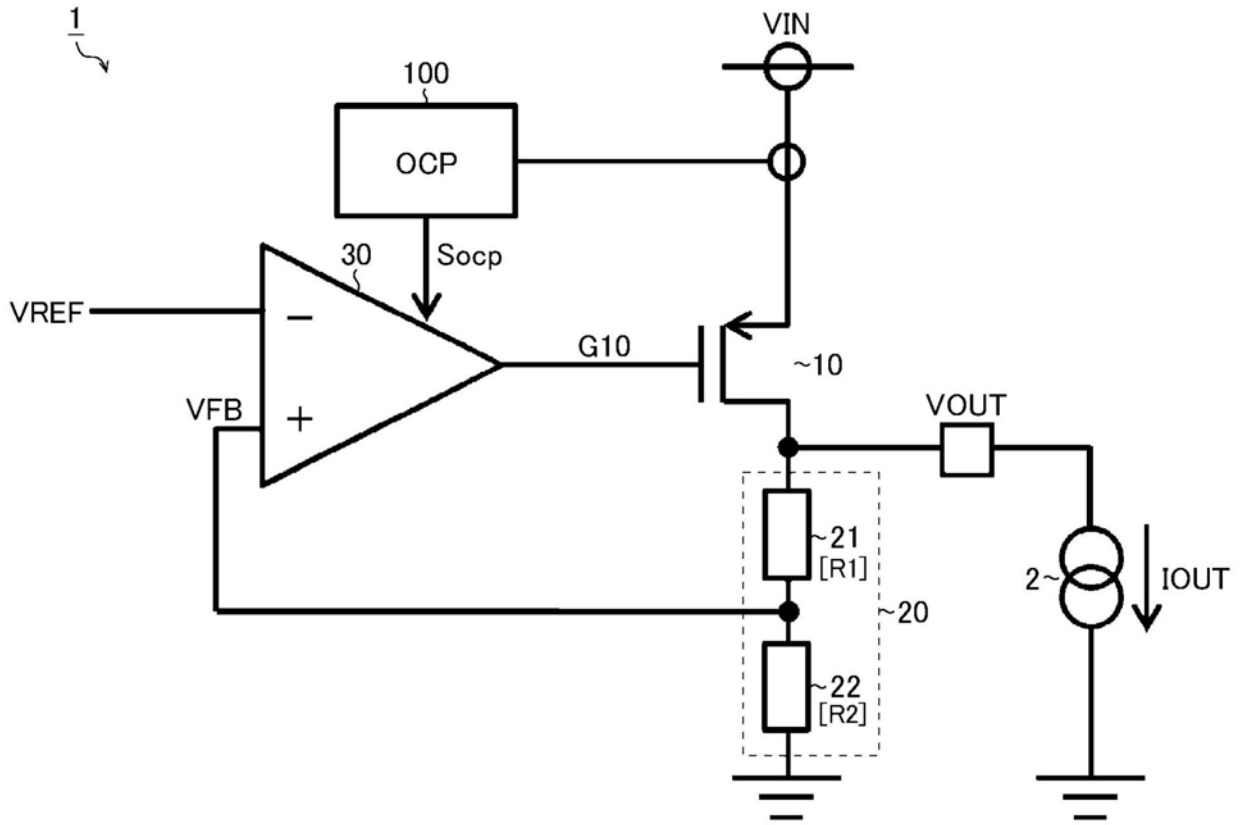


图1

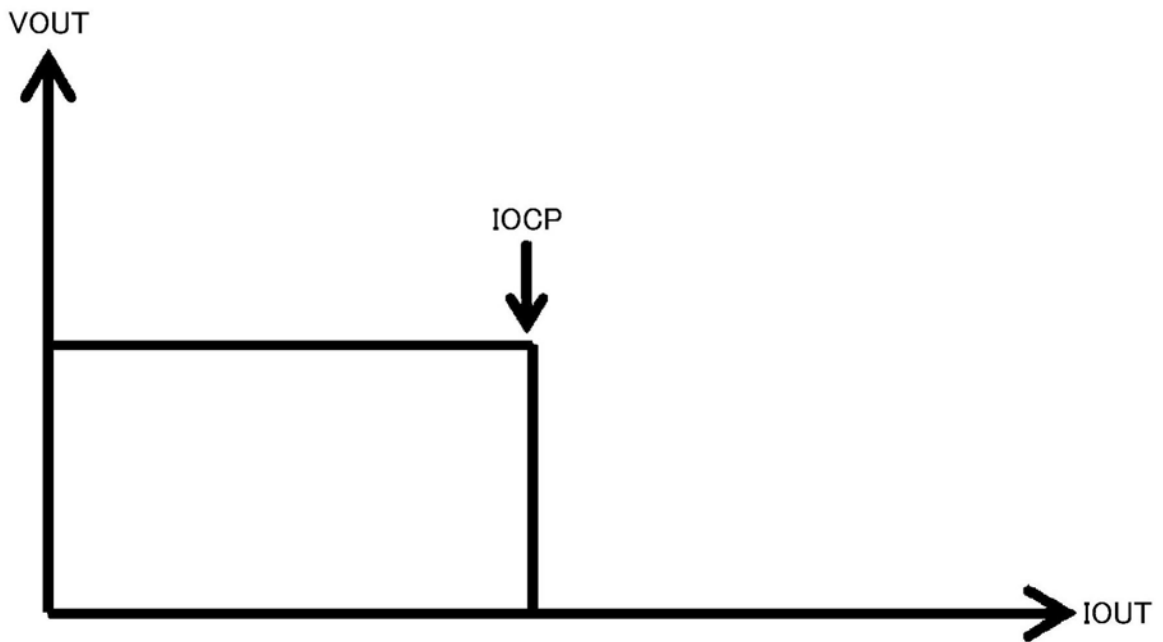


图2

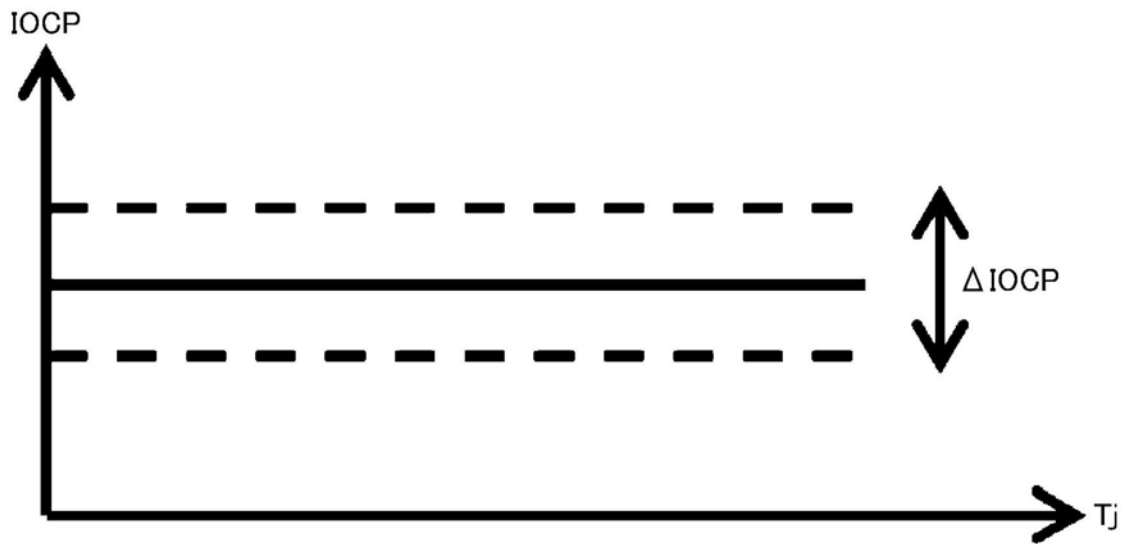


图3

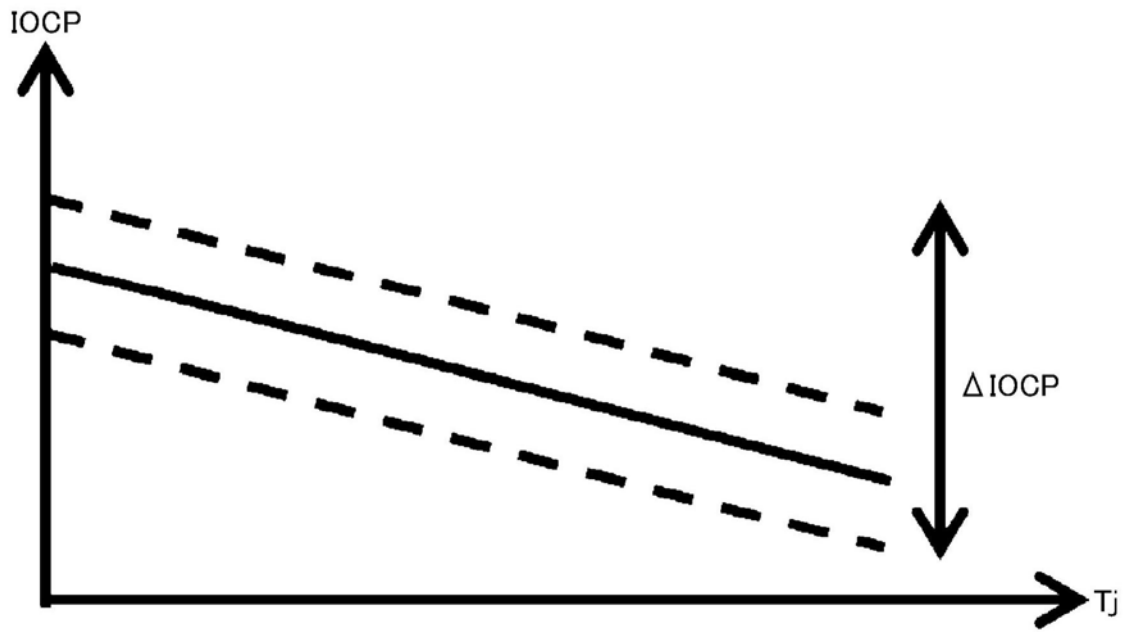


图4

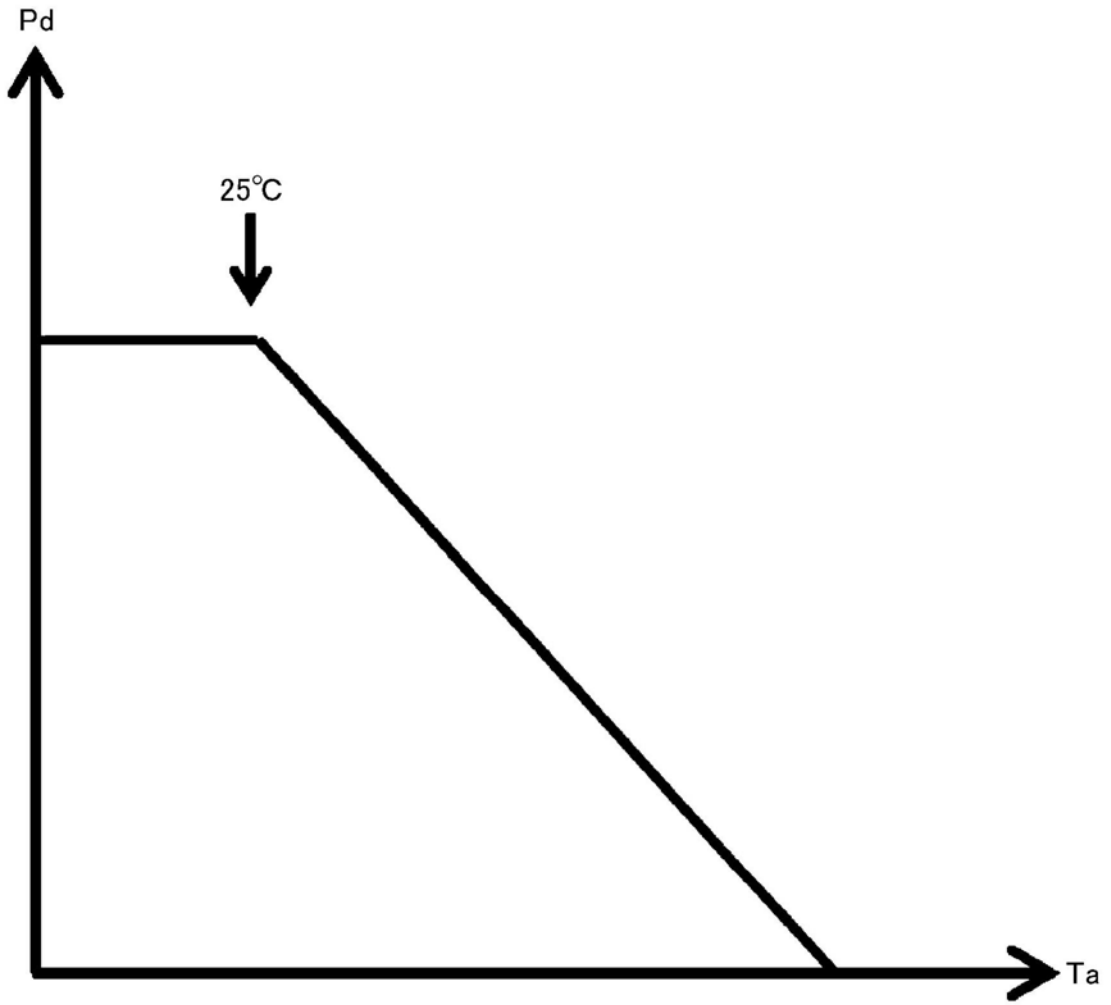


图5

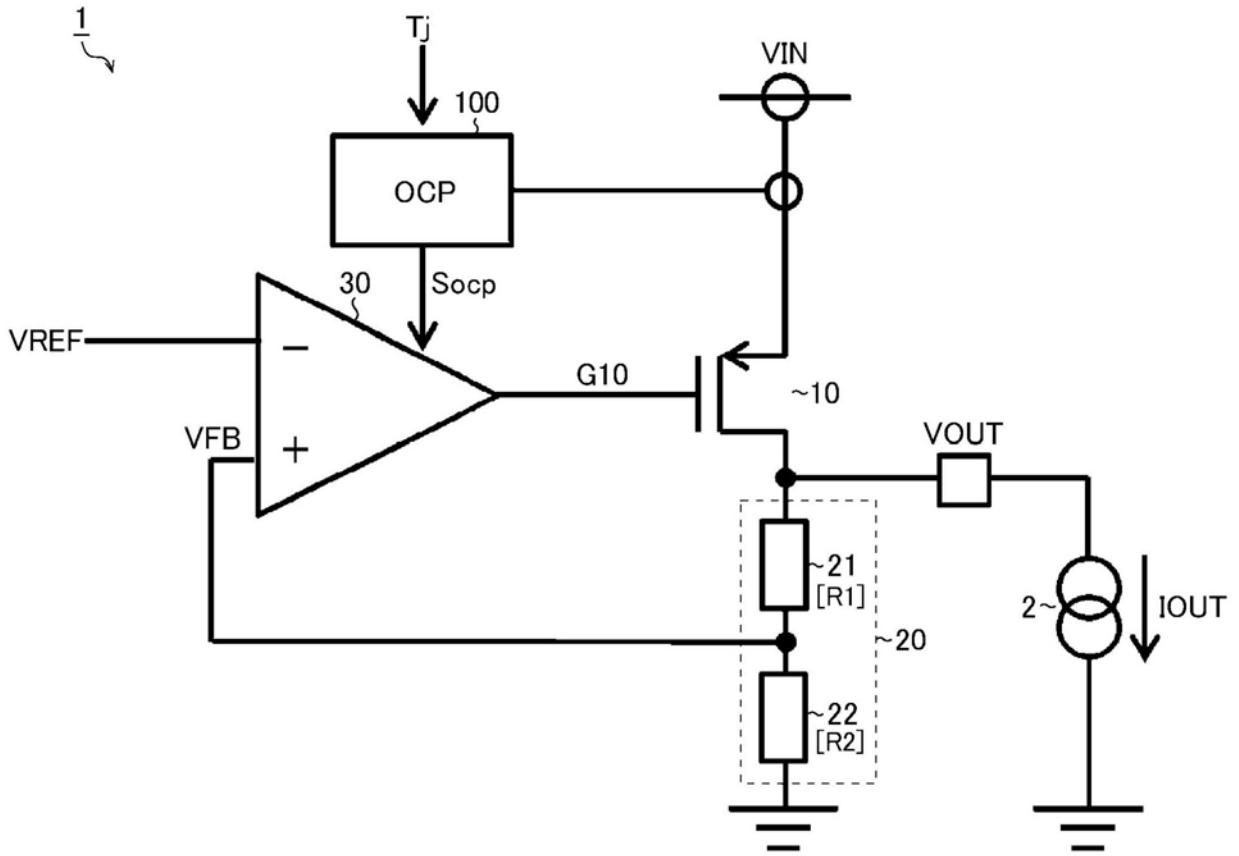


图6

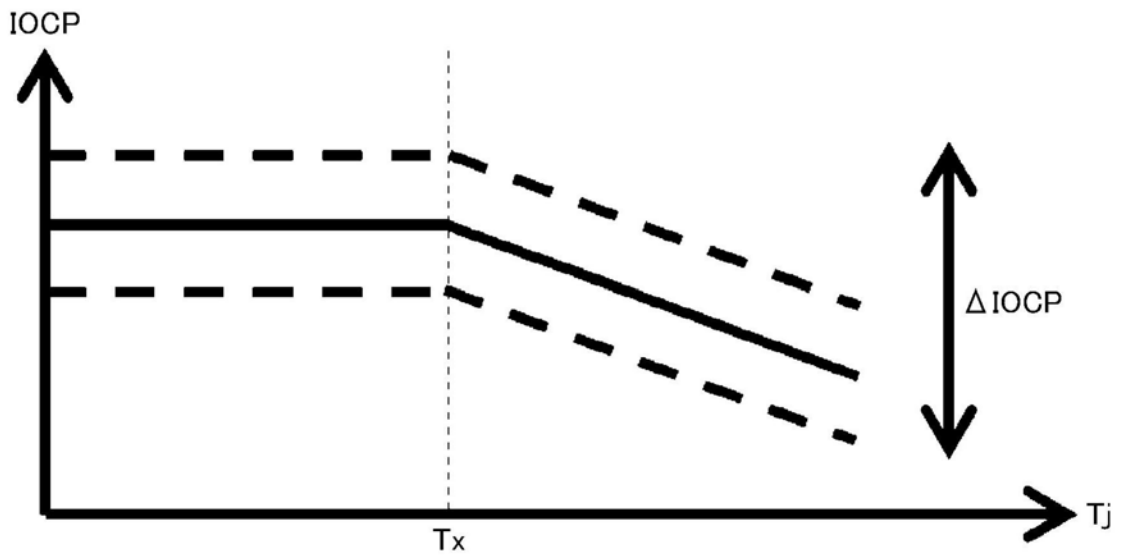


图7



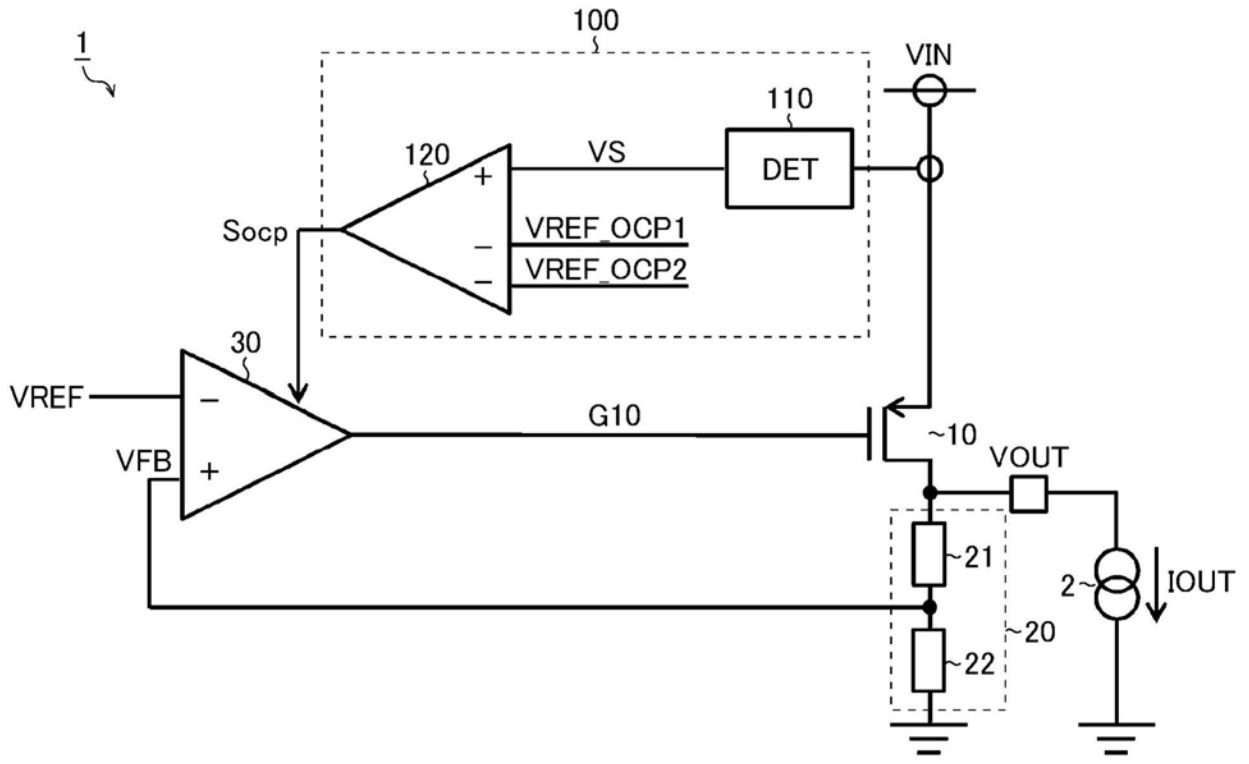


图8

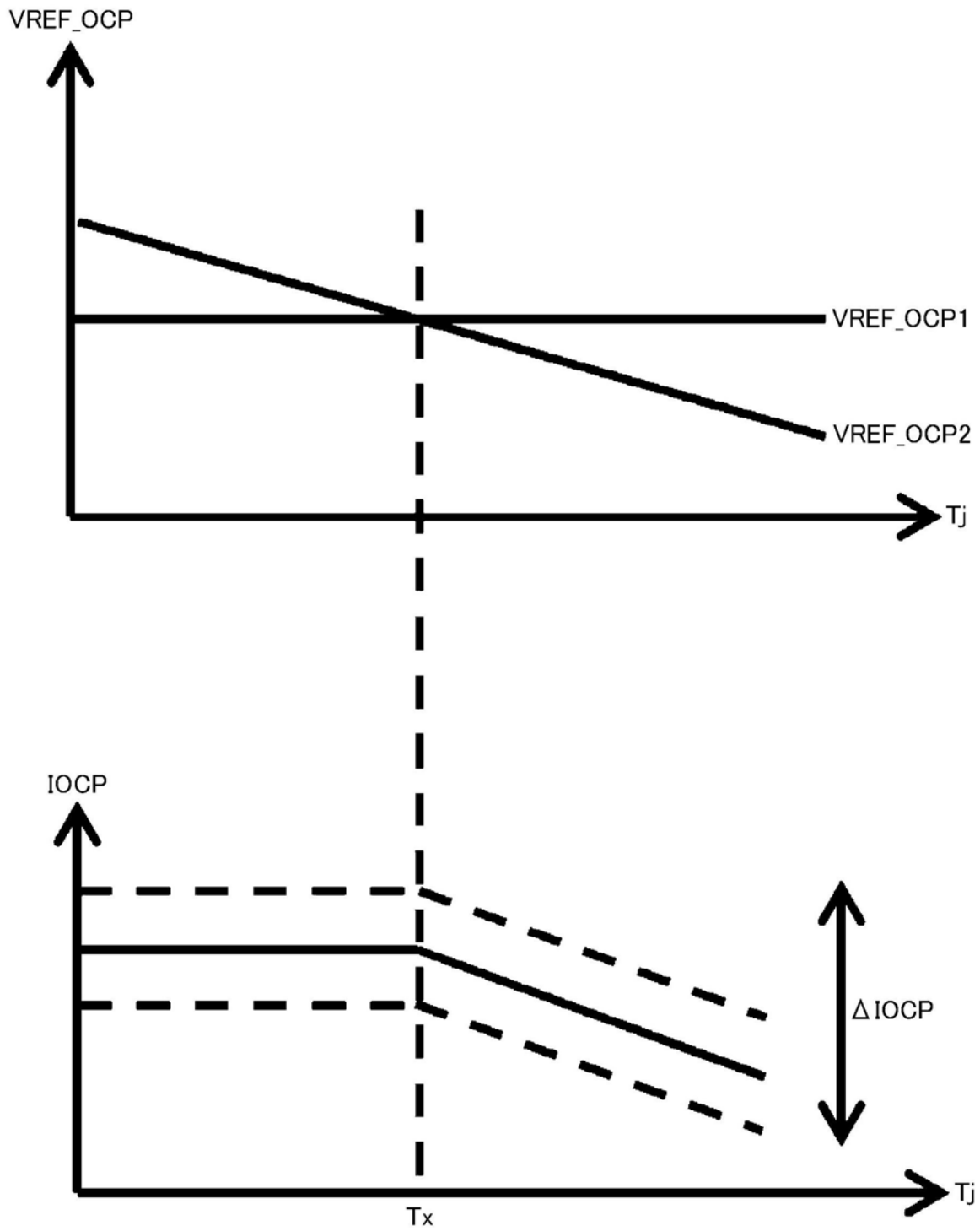


图9

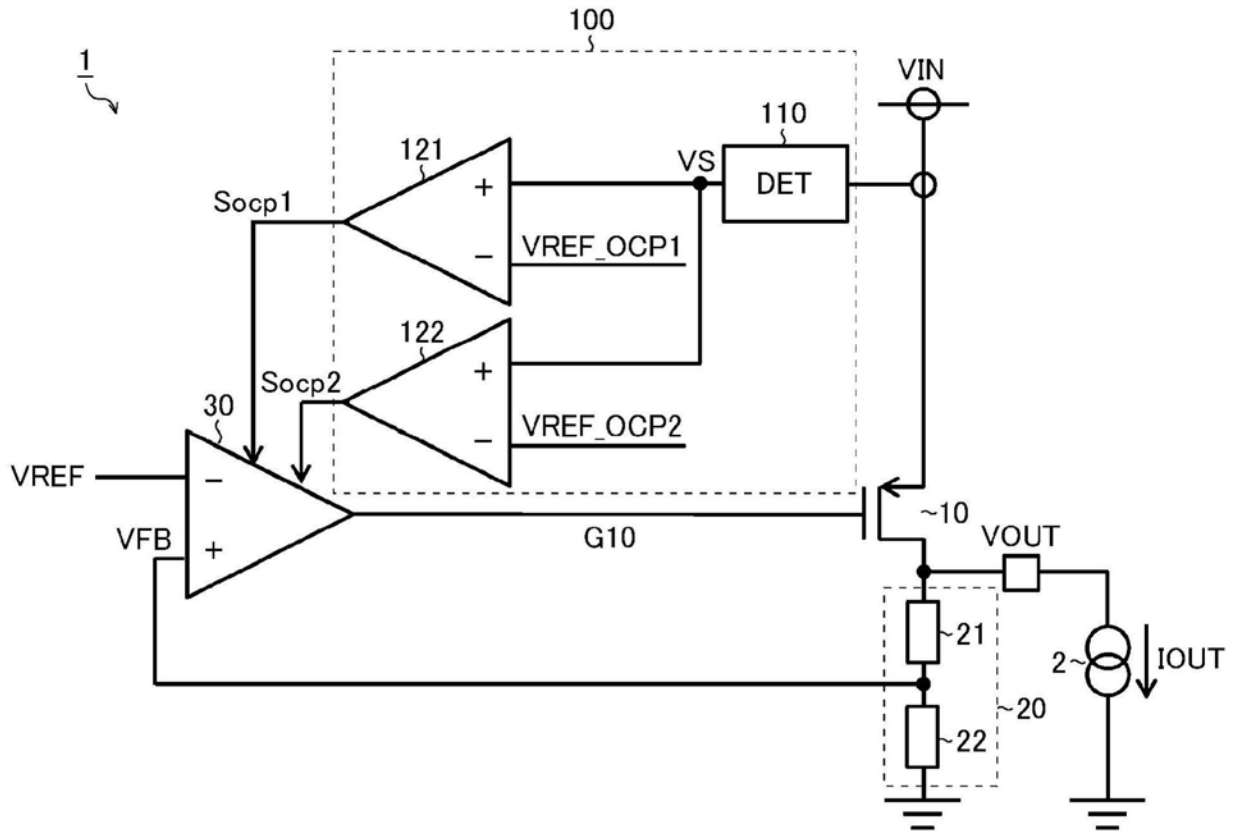


图10

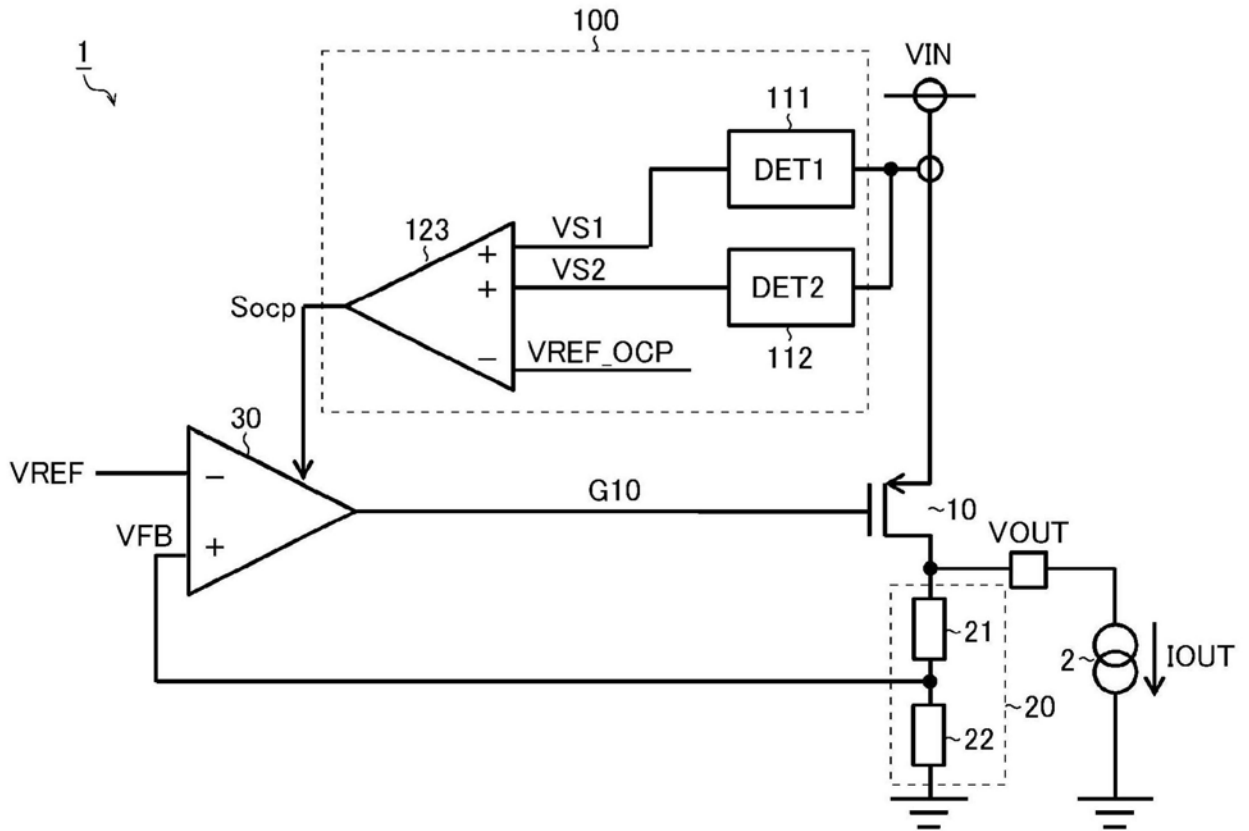


图11

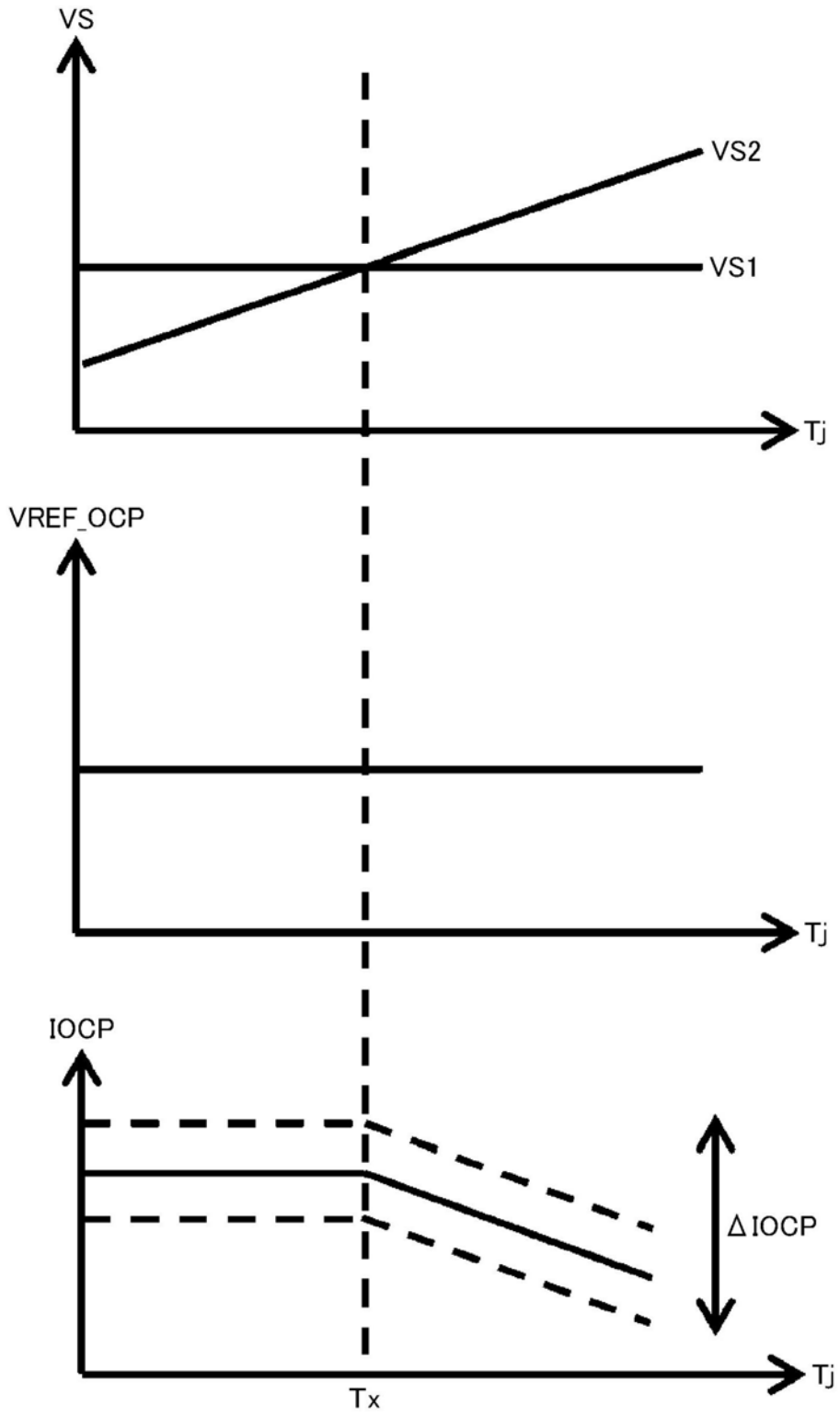


图12

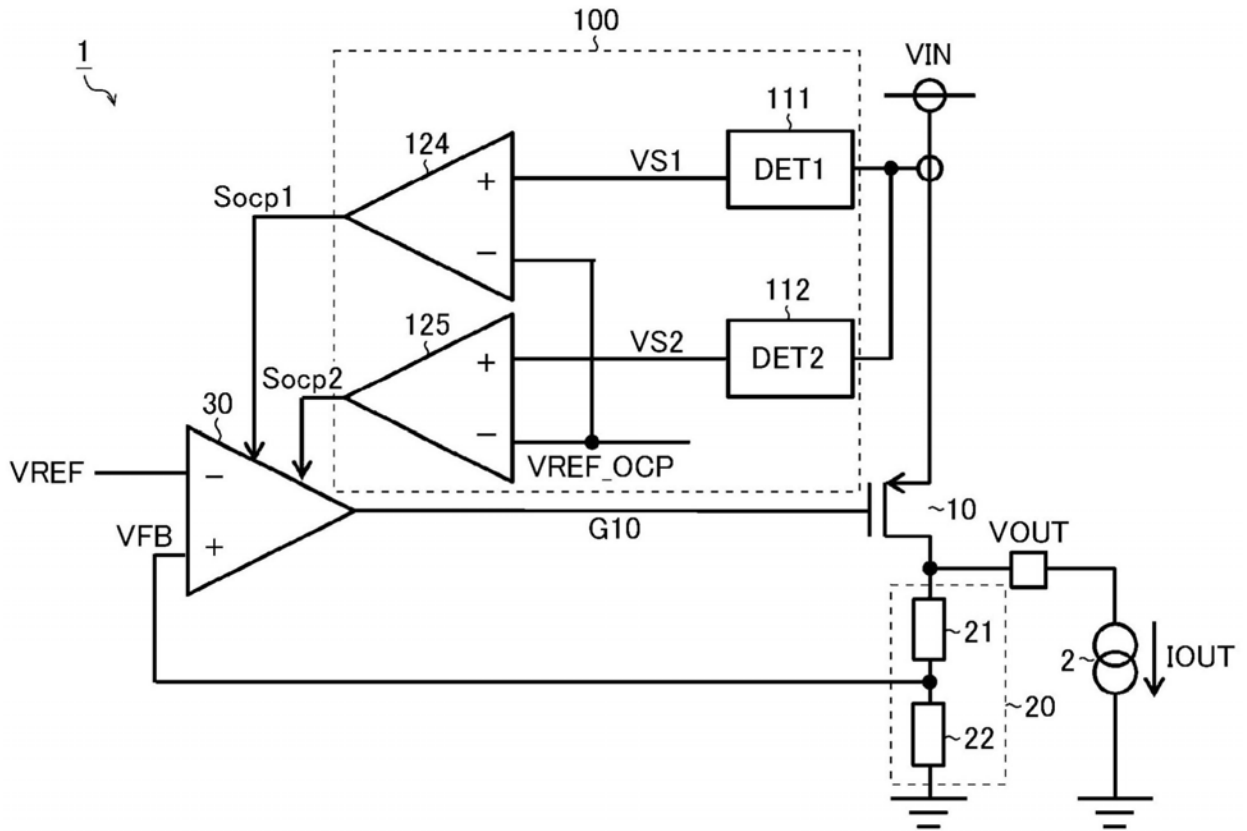


图13

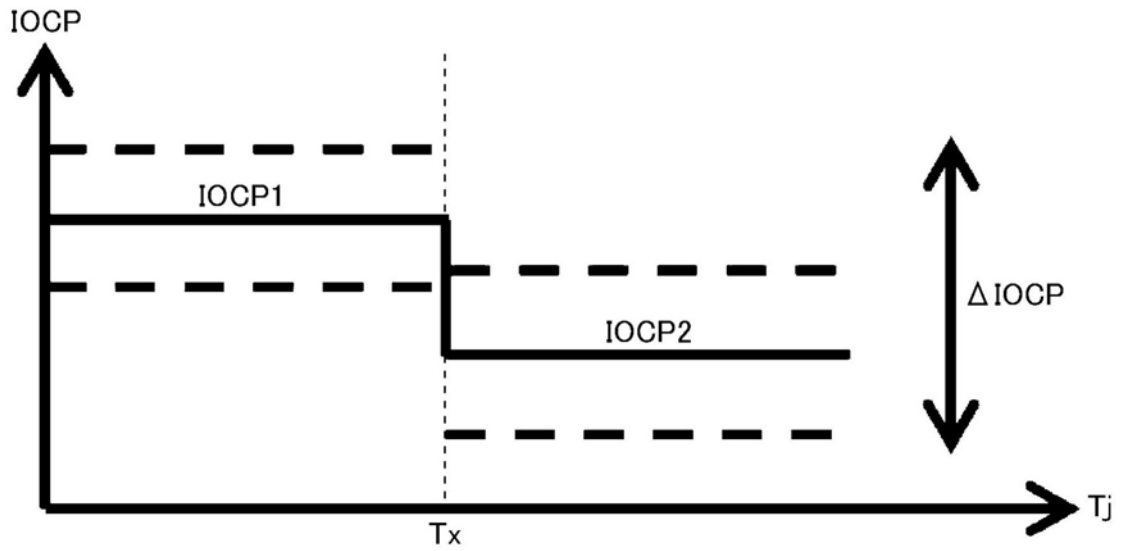


图14

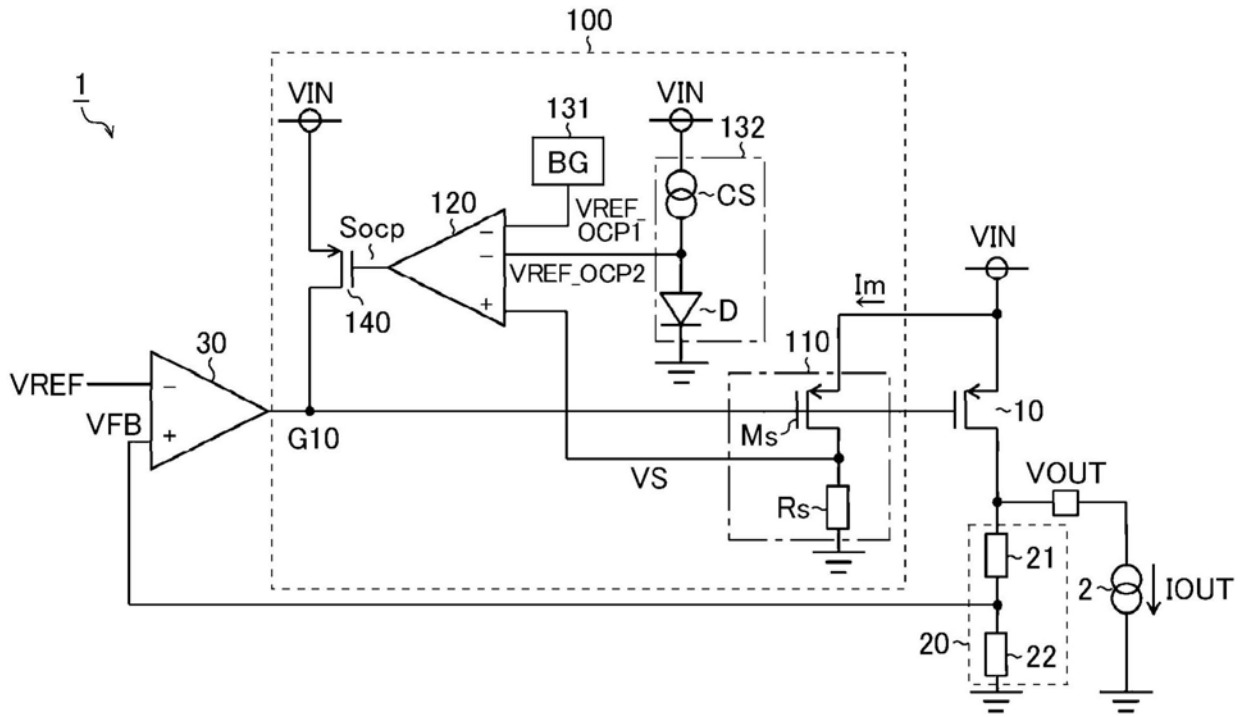


图15

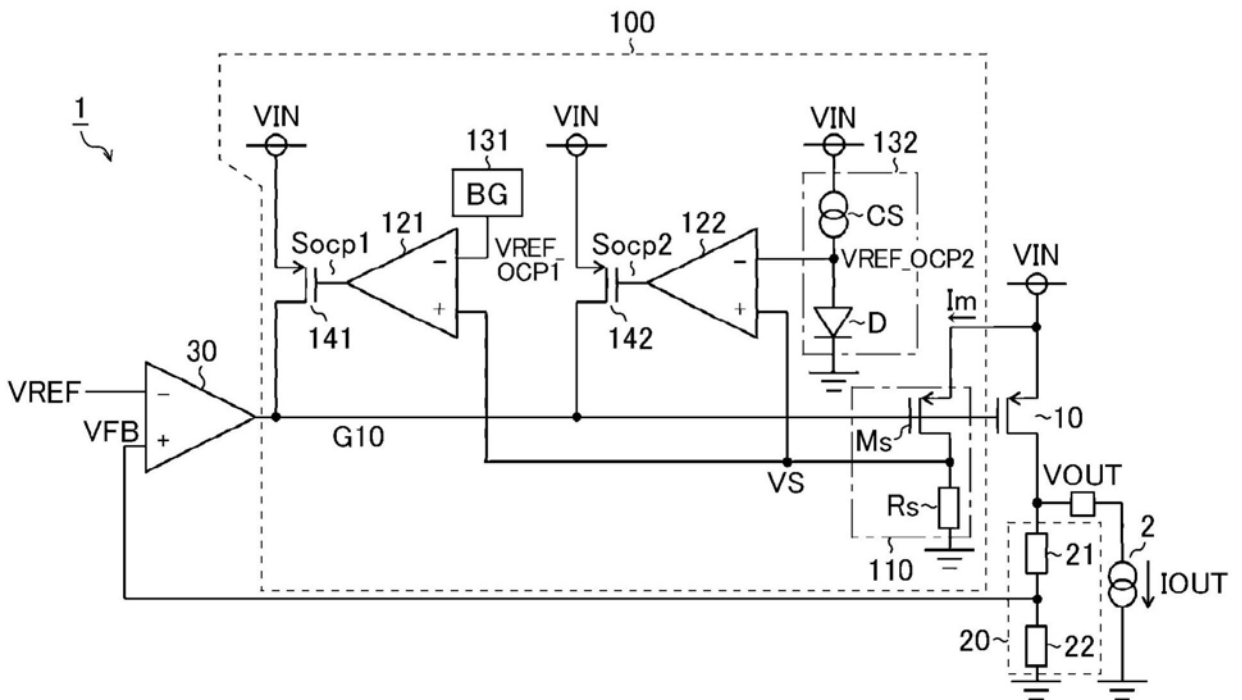


图16