[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H02M 7/00 (2006.01)
H02M 7/04 (2006.01)
H02M 7/06 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 99119063.7

[45] 授权公告日 2009 年 7 月 22 日

[11] 授权公告号 CN 100517933C

[22] 申请日 1999.9.13 [21] 申请号 99119063.7

[30] 优先权

[32] 1998. 9.16 [33] JP [31] 261042/1998

[73] 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 木下雅善 崎山史朗 梶原准
里见胜治 山本裕雄 大谷一弘

[56] 参考文献

US – A – 5446380 1995.8.29

US – A – 5570060 1996.10.29

US – A – 5666044 1997.9.9

EP – A1 – 0810504 1997.12.3

审查员 赵尤斌

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 汪惠民

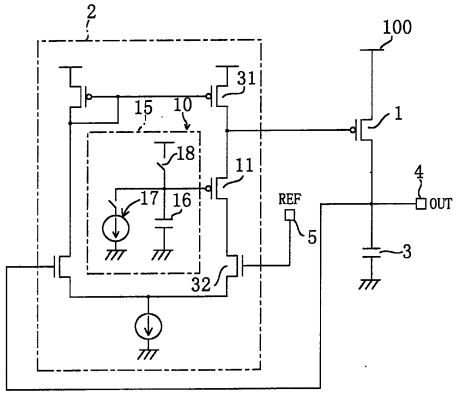
权利要求书 4 页 说明书 14 页 附图 15 页

[54] 发明名称

具有突入电流抑制手段的电源电路及具有该电源电路的集成电路

[57] 摘要

本发明涉及一种电源电路，包括：将电流供到输出端(4)的输出晶体管(1)；和控制输出晶体管(1)的电流供给，使得基准电压(REF)和输出电压(OUT)相等的差动放大电路(2)。 在差动放大电路(2)的输出级的电流通路上设置作为源随器的抑制用晶体管(11)，它的源电位控制输出晶体管(1)的栅电位。 在电源电路启动之前，由动作控制部(15)给电容器(16)充电，而在初始动作时靠电流源(17)使电容器(16)逐渐放电。 因此，输出晶体管(1)的栅源极间电压逐渐上升，这样，上述输出晶体管(1)的初始动作时的突入电流的产生可被抑制。



1. 一种电源电路，用于转换电源电压而输出的电源电路，其特征在于包括：

将电流从电源供到输出端的输出晶体管；

根据所设定的基准电压并按照所述输出端的电压，来控制所述输出晶体管的电流供给的差动放大电路；以及

突入电流抑制手段，该突入电流抑制手段在该电源电路的初始动作时可以通过将所述输出晶体管的电流供给量逐渐增加来抑制上述输出晶体管的初始动作时的突入电流；

上述突入电流抑制手段包括：

设置在上述差动放大电路的输出级的电流通路上的、具有可对上述输出晶体管的栅极电位进行控制的源极电位的抑制用晶体管和

可对所述抑制用晶体管的栅极电位进行控制的动作控制部；

上述动作控制部，在该电源电路的初始动作时，可将上述抑制用晶体管的栅极电位控制在一个不让上述输出晶体管供给过大的电流的值；在正常动作时，则将所述抑制用晶体管的栅极电位设在一个可将上述抑制用晶体管接通的值。

2. 根据权利要求 1 所述的电源电路，其特征在于：

上述动作控制部包括：

一端的电位可对上述抑制用晶体管的栅极电位进行控制的电容器；

在该电源电路启动之前，可将所述电容器的电压设到所规定的电压值的电容器预置手段；以及

可自由接通或断开，在接通时，可将所述电容器逐渐充、放电的电流源。

3. 根据权利要求 2 所述的电源电路，其特征在于：

上述电容器预置手段由在所述电容器的一端和电源端或者接地端之间串联设置的、可自由接通或者断开的开关和进行二极管连接的晶体管构成。

4. 根据权利要求 2 所述的电源电路，其特征在于：

上述动作控制部具备多个上述电流源，可选择要接通的电流源。

5. 根据权利要求 2 所述的电源电路，其特征在于：

上述动作控制部具有多个上述电容器，可选择为充、放电对象的电容器。

6. 根据权利要求 1 所述的电源电路，其特征在于：

上述动作控制部被施加了第 1 及第 2 控制电位，在该电源电路的初始动作时，它便选择所述第 1 控制电位；在正常动作时，则选择所述第 2 控制电位，按照所选择的控制电位而对上述抑制用晶体管的栅极电位进行控制。

7. 根据权利要求 1 所述的电源电路，其特征在于：

上述动作控制部包括：

由串联的多个电阻构成，可将其两端的电位差分割为多个电位的电阻列；和

可从由所述电阻列得到的多个电位中选择一个电位的电位选择手段，

按照由所述电位选择手段选出的电位而对上述抑制用晶体管的栅极电位进行控制。

8. 一种电源电路，用于转换电源电压而输出的电源电路，其特征在于包括：

将电流从电源供到输出端的输出晶体管；

根据所设定的基准电压并按照所述输出端的电压，来控制所述输出晶体管的电流供给的差动放大电路；以及

突入电流抑制手段，该突入电流抑制手段在该电源电路的初始动作时可以通过将所述输出晶体管的电流供给量逐渐增加来抑制上述输出晶体管的初始动作时的突入电流；

上述突入电流抑制手段包括：在电源和输出端之间，与上述输出晶体管串联设置的抑制用晶体管；和可控制所述抑制用晶体管的栅极电位的动作控制部，

上述动作控制部，在该电源电路的初始动作时，可将上述抑制用晶体管的栅极电位控制在一个不让上述输出晶体管供给过大的电流的值；在正常动作时，则将所述抑制用晶体管的栅极电位设在一个可将上述抑制用晶体管接通的值。

9. 根据权利要求 8 所述的电源电路，其特征在于：

上述动作控制部包括：

一端的电位可对上述抑制用晶体管的栅极电位进行控制的电容器；

在该电源电路启动之前，可将所述电容器的电压设到所规定的电压值的电容器预置手段；以及

可自由接通或断开，在接通时，可将所述电容器逐渐充、放电的电流源。

10. 根据权利要求 1 或 8 所述的电源电路，其特征在于：

在该电源电路的初始动作时，上述突入电流抑制手段可将上述输出晶体管的栅源极间电压从微小值逐渐增加。

11. 一种集成电路，包括权利要求 1 或 8 所述的电源电路，它在由该电源电路转换而输出的电压下进行动作。

具有突入电流抑制手段的电源电路及具有该电源电路的集成电路

本发明属于一种有关能转换电源电压而输出的电源电路的技术,尤其属于可抑制电源电路初始动作时，突入电流产生的技术。

在集成电路中，为了将电压施加到在与所给出的电源电压不同的电压下工作的电路元件，而使用电源电路。电源电路是可将电源电压转换成任意的一个电压而输出的电路。

图 17 示出现有的电源电路的结构。图 17 的电源电路包括：可将电流供到与输出端 4 连接的负载上的输出晶体管 1；可对输出晶体管 1 的电流供给量进行控制，以使设给基准端 5 的基准电压 REF 和从输出端 4 输出的输出电压 OUT 相等的差动放大电路 2；以及可减弱负载的急剧变化的平滑电容器 3。

然而，在图 17 所示的现有的电源电路中，由于在初始动作时，输出晶体管 1 便处于使可供给的最大电流流过的状态，因此有时候会发生过大的电流即所谓的突入电流从电源 100 通过输出晶体管 1 而流到平滑电容器 3 中的情形。这样的突入电流会对包括电源电路的 LSI (大规模集成电路)器件和外部构件造成损伤等不好影响。

在现有技术中有一种通过与输出晶体管串联设置用以抑制突入电流产生的双极型晶体管，来抑制上述的突入电流产生的方法 (参照日本国公开专利公报：特开平 8-154338 号)。在该构成中，利用双极型晶体管的发射极-集电极间电流被限定在基极电流乘以电流放大率(双极型晶体管的发射极-集电极间电流对基极电流之比小于或者等于基极电流的电流放大率)的特性，通过对突入电流抑制用的双极型晶体管的基极电流进行控制，来抑制突入电流产生。

然而，此时，另要一个可制造双极型晶体管的工序，因此，例如在用 MOS (金属-氧化物-半导体) 晶体管构成输出晶体管和差动放大电路的情

况下，即发生了制造工序变得很复杂的问题。

再就是，由于与输出晶体管 1 串联设置了突入电流抑制用晶体管，因此要想给出大电流作为输出电流时，就必须将该突入电流抑制用晶体管的沟道宽度设得极大。因此，又发生了电源电路的布置面积变大、成本也随之增高的问题。加上，在给出大电流作为输出电流时，由于突入电流抑制用晶体管的发射极-集电极间的压降增大，所以产生了给不出近似于电源电压的输出电压的问题。为了减小突入电流抑制用晶体管所引起的压降，将其沟道宽度加大即可，但是，若这样做，电源电路的布置面积会进一步加大，不能令人满意。

本发明是鉴于上述问题而想出来的。其目的是：提供一种可借助于和现有技术不同的构成而抑制初始动作时的突入电流产生的电源电路。尤其是，在不加大布置面积的情况下，制造一种可抑制突入电流产生的电源电路，并且使得只用 CMOS(互补型金属氧化半导体)制造工序而制成所述电源电路。

为达到上述目的，本发明的第 1 个方案中所采用的电源电路是一种用于转换电源电压而输出的电源电路，它包括：将电流从电源供到输出端的输出晶体管；根据所设定的基准电压并按照所述输出端的电压，来控制所述输出晶体管的电流供给的差动放大电路；以及突入电流抑制手段，该突入电流抑制手段在该电源电路的初始动作时可以通过将所述输出晶体管的电流供给量逐渐增加来抑制上述输出晶体管的初始动作时的突入电流。上述突入电流抑制手段包括：设置在上述差动放大电路的输出级的电流通路上的、具有可对上述输出晶体管的栅极电位进行控制的源极电位的抑制用晶体管和可对所述抑制用晶体管的栅极电位进行控制的动作控制部；上述动作控制部，在该电源电路的初始动作时，可将上述抑制用晶体管的栅极电位控制在一个不让上述输出晶体管供给过大的电流的值；在正常动作时，则将所述抑制用晶体管的栅极电位设在一个可将上述抑制用晶体管接通的值。

按照上述第 1 个方案，由于突入电流抑制手段的作用，在该电源电路的初始动作时，输出晶体管的电流供给量便可逐渐增加。这样，可利用和现有技术不同的构成，来抑制初始动作时的突入电流产生。

按照上述第 1 个方案，输出晶体管的栅极电位即受抑制用晶体管的

源极电位的控制，抑制用晶体管的栅极电位则受动作控制部的控制。因而，在该电源电路的初始动作时，让抑制用晶体管起到源随器(source follower)的作用，从而靠着动作控制部对抑制用晶体管的栅极电位的控制，免得输出晶体管的电流供给量过大。这样一来，可抑制初始动作时的突入电流产生。

还有，例如，所述抑制用晶体管可由 MOS 晶体管构成，因此不需要双极型晶体管的制造工序，可仅用 CMOS 制造工序来制造可抑制突入电流的电源电路。

并且，由于所述抑制用晶体管不是与输出晶体管串联设置的，而是设在差动放大电路的输出级的电流通路中的，所以输出电流不流过抑制用晶体管。因此，不用将抑制用晶体管的沟道宽度加大，故可在不加大电源电路的布置面积的情况下抑制突入电流产生。此外，又不产生由于抑制用晶体管的压降所引起的输出电压的下降，所以在要给出大电流作为输出电流的情况下，也给得出近似于电源电压的输出电压。

本发明的第 2 个方案是：在上述第 1 个方案的电源电路中，动作控制部包括：一端的电位可对上述抑制用晶体管的栅极电位进行控制的电容器；在该电源电路启动之前，可将所述电容器的电压设到所规定的电压值的电容器预置手段；以及可自由接通或断开，在接通时，可将所述电容器逐渐充、放电的电流源。

在本发明的第 3 个方案中，上述第 2 个方案的电源电路中的电容器预置手段由在所述电容器的一端和电源端或者接地端之间串联设置的、可自由接通或者断开的开关和进行二极管连接的晶体管构成。

在本发明的第 4 个方案中，上述第 2 个方案的电源电路中的动作控制部具备多个上述电流源，可选择要接通的电流源。

在本发明的第 5 个方案中，上述第 2 个方案的电源电路中的动作控制部具有多个上述电容器，可选择要进行充、放电的电容器。

在本发明的第 6 个方案中，上述第 1 个方案的电源电路中的动作控制部被施加了第 1 及第 2 控制电位，在该电源电路的初始动作时，它便选择所述第 1 控制电位；在正常动作时，则选择所述第 2 控制电位，按照所选择的控制电位而对上述抑制用晶体管的栅极电位进行控制。

在本发明的第 7 个方案中，上述第 1 个方案的电源电路中的动作控

制部包括：由串联的多个电阻构成，可将其两端的电位差分割为多个电位的电阻列；和可从由所述电阻列得到的多个电位中选择一个电位的电位选择手段，按照由所述电位选择手段选出的电位而对上述抑制用晶体管的栅极电位进行控制。

在本发明的第 8 个方案中，上述第 1 个方案的电源电路中的突入电流抑制手段包括：在电源和输出端之间，与上述输出晶体管串联设置的抑制用晶体管；和可控制所述抑制用晶体管的栅极电位的动作控制部。

在本发明的第 9 个方案中，上述第 8 个方案的电源电路中的动作控制部，在该电源电路的初始动作时，可将上述抑制用晶体管的栅极电位控制在一个不让上述输出晶体管供给过大的电流的值；在正常动作时，则将所述抑制用晶体管的栅极电位设在一个可将上述抑制用晶体管接通的值。

本发明的第 10 个方案是：在上述第 8 个方案的电源电路中，动作控制部包括：一端的电位可对上述抑制用晶体管的栅极电位进行控制的电容器；在该电源电路启动之前，可将所述电容器的电压设到所规定的电压值的电容器预置手段；以及可自由接通或断开，在接通时，可将所述电容器逐渐充、放电的电流源。

在本发明的第 11 个方案中，上述第 1 个或 8 个方案的电源电路中的突入电流抑制手段，在该电源电路的初始动作时，可将上述输出晶体管的栅源极间电压从微小值逐渐增加。

本发明的第 12 个方案是：一种集成电路，包括上述第 1 个或第 8 个方案中所述的电源电路，它在由该电源电路转换而输出的电压下进行动作。

下面，对本发明中的附图作简要说明。

图 1 是表示本发明的第 1 实施例所涉及的具有突入电流抑制手段的电源电路的概略结构图。

图 2 是表示图 1 中所示的电源电路的动作特性的图，(a)表示栅源极间电压 Vgs 随时间的变化图，(b)表示输出晶体管的供给电流 Id 随时间的变化图。

图 3 是图 1 中所示的电源电路的电路结构图。

图 4 是图 1 中所示的电源电路的其他电路结构图。

图 5 表示突入电流抑制手段的第 1 个其他结构例。

图 6 表示突入电流抑制手段的第 2 个其他结构例。

图 7 表示突入电流抑制手段的第 3 个其他结构例。

图 8 表示突入电流抑制手段的第 4 个其他结构例。

图 9 表示突入电流抑制手段的第 5 个其他结构例。

图 10 表示突入电流抑制手段的第 6 个其他结构例。

图 11 表示图 3 的电源电路的变形例，是表示由电阻将输出电压进行分割而将该分压反馈到差动放大电路中的电源电路的结构图。

图 12 表示图 3 的电源电路的变形例，是表示用双极型晶体管构成输出晶体管和差动放大电路的电源电路的结构图。

图 13 表示图 3 的电源电路的变形例，是表示用 n 型晶体管构成输出晶体管的电源电路的结构图。

图 14 是本发明的第 2 实施例所涉及的电源电路的电路结构图。

图 15 是本发明的第 2 实施例所涉及的电源电路的其他电路结构图。

图 16 是具有本发明所涉及的电源电路的集成电路的概略结构图。

图 17 是现有的不具有突入电流抑制手段的电源电路的电路结构图。

下面，参照附图对本发明的实施例加以说明。

(第 1 实施例)

图 1 是表示本发明的第 1 实施例所涉及的具有突入电路抑制手段的电源电路的概略结构图。图 1 中所示的电源电路包括：可将电流从电源端 100 供到输出端 4 的输出晶体管 1、控制输出晶体管 1 所供给的电流值，以使输出端 4 的输出电压 OUT 和设给基准电压端 5 的基准电压 REF 相等的差动放大电路 2、以及平滑电容器 3。差动放大电路 2 包括突入电流抑制手段 10，它能在电源电路的初始动作时，将输出晶体管 1 的电流供给量逐渐增加。

在电源电路的初始动作时，差动放大电路 2 靠着其中的突入电流抑制手段 10 对输出晶体管 1 的栅源极间电压 Vgs 进行强制性的控制以使它从微小值逐渐增大。在进入正常动作之后，差动放大电路 2 执行原来的动作，即对输出晶体管 1 进行控制，以使输出电压 OUT 和基准电压 REF 相等。

图 2 示出图 1 的电源电路的动作特性。该图中，(a)是表示输出晶体管 1 的栅源极间电压 Vgs 随时间的变化而变化的图。实线 a1 表示具有突入电流抑制手段 10 时的情况，点划线 a2 表示没有突入电流抑制手段 10 时的情况。图 2(b)是表示输出晶体管 1 的供给电流 Id 随时间的变化而变化的图。实线 b1 表示具有突入电流抑制手段 10 时的情况，点划线 b2 表示没有突入电流抑制手段 10 时的情况。

如图 2 所示，在没有突入电流抑制手段 10 时，由于在初始动作时栅源极间电压 Vgs 高，因此会流过大电流即所谓的突入电流(点划线 a2、b2)。与此相对，通过设置突入电流抑制手段 10，在初始动作时，栅源极间电压 Vgs 便能从微小值逐渐增大，而在进入正常动作之后，便受与无突入电流抑制手段 10 时同样的控制。借助于这样的控制，初始动作时的突入电流产生可被抑制 (实线 a1、b1)。另外，在从动作开始时经过了一段时间之后，或者被突入电流抑制手段 10 所控制的电压 Vgs 超过正常动作时的电压 Vgs 时，电源电路便从初始动作进入正常动作。

图 3 具体地表示图 1 的电源电路的电路结构。在图 3 中，在构成了差动放大电路 2 的输出级的电流通路的晶体管 31、32 之间设置有抑制用晶体管 11，还设置有可对该抑制用晶体管 11 的栅极电位进行控制的动作控制部 15。由抑制用晶体管 11 和动作控制部 15 构成突入电流抑制手段 10。

在没有抑制用晶体管 11 的电路结构中，由于在初始动作时，基准电压 REF 高于输出电压 OUT，所以晶体管 31 不将电荷供到输出晶体管 1 的栅极，另一方面，晶体管 32 则从输出晶体管 1 的栅极抽出电荷。因此，输出晶体管 1 的栅极电位下降，从而产生突入电流。

于是，在本实施例中，设置了抑制用晶体管 11 来对晶体管 32 从输出晶体管 1 的栅极抽出电荷的动作加以限制，这样抑制突入电流产生。由于实际上抑制用晶体管 11 起到源随电路的作用，因此输出晶体管 1 的栅极电位则是抑制用晶体管 11 的栅极电位和晶体管阈值电压的和。从而，通过将抑制用晶体管 11 的栅极电位进行控制，就能够对输出晶体管 1 的栅源极间电压 Vgs 进行控制。

于是，在电源电路的初始动作时，动作控制部 15 首先将抑制用晶体管 11 的栅极电位设得高，而随着时间的经过，将它逐渐降低。这样以来，

输出晶体管 1 的栅源极间电压 Vgs 便可从微小值逐渐增高，因此可抑制突入电流产生。在经过了一段时间之后，抑制用晶体管 11 的栅极电位变成十分低，而且基准电压 REF 和输出电压 OUT 成为相等，从而晶体管 31 开始将电荷供到输出晶体管 1 的栅极，因此抑制用晶体管 11 不再影响到差动放大电路 2 的动作，这样，电源电路自动地进入正常动作。

动作控制部 15 由电容器 16、带有开关的电流源 17 和充电用开关 18 构成。电容器 16 的一端与抑制用晶体管 11 的栅极连接，另一端接地，该一端的电位能控制抑制用晶体管 11 的栅极电位。带有开关的电流源 17 的正端与电容器 16 的上述一端连接，负端接地，它在开关接通时便启动，而将电容器 16 中的电荷逐渐地抽出。作为电容器预置手段的充电用开关 18 被设在电容器 16 的上述一端和电源之间，在接通状态下将电容器 16 充电到电源电压。

在电源电路启动之前，动作控制部 15 不令带有开关的电流源 17 进行动作而使充电用开关 18 接通，从而对电容器 16 进行预充电。其结果，电容器 16 被充电到电源电压，抑制用晶体管 11 的栅极电位被设为电源电压。电源电路启动时，动作控制部 15 将充电用开关 18 切换为断开状态，同时令带有开关的电流源 17 进行动作。这样一来，在初始动作时电容器 16 徐徐地放电，其电压也徐徐下降。结果，抑制用晶体管 11 的栅极电位也逐渐下降。

图 4 表示用 OTA (运算互导放大器) 型差动放大电路来构成图 1 的电源电路时的具体电路结构图。在图 4 中，抑制用晶体管 11 被设在构成 OTA 型差动放大电路 2A 的输出级的电流通路的晶体管 41、42 之间。动作控制部 15 具有和图 3 中的动作控制部 15 一样的构成。由于图 4 中的突入电流抑制手段 10 的动作和图 3 中的突入电流抑制手段 10 的一样，所以不再进行说明。

本实施例所涉及的电源电路和现有的电源电路构成不同，不用在电源端 100 和输出端 4 之间设置输出晶体管 1 以外的晶体管。换句话说，不用设置与输出晶体管 1 串联的大型晶体管，因此在保持小布置面积的电源电路的情况下，能够抑制突入电流产生。并且，在要给出大电流作为输出电流的情况下，也可给出近似于电源电压的输出电压。

另外，在本实施例中，示出了采用一级差动放大电路或者 OTA 型差动放大电路之类的差动放大电路的电源电路。但是，本发明并不局限于那些构成，例如，用二级差动放大电路等其他构成的差动放大电路，也是可以的。在此情况下，也和本实施例一样，通过在差动放大电路的输出级的电流通路中设置抑制用晶体管，便可容易构成突入电流抑制手段。再就是，在本实施例中采用了 n 型差动放大电路，但毫无疑问，采用 p 型差动放大电路，也是完全可以的。

下面，对本实施例所涉及的突入电流抑制手段的其他构成例加以说明。

(第 1 个其他例)

图 5 示出本实施例所涉及的突入电流抑制手段的第 1 个其他构成例。在图 5 所示的动作控制部 15A 中，在电容器 16 的一端和电源之间串联地连接着充电用开关 18 和进行二极管连接的晶体管 21、22，由它们构成电容器预置手段。由于加入了进行二极管连接的晶体管 21、22，使得电源电路启动前的电容器 16 充电到由式: (电源电压一晶体管阈值电压×2)所表示的那一电压。

在输出晶体管 1 的栅极电位成为(电源电位一晶体管阈值电压)时，即抑制用晶体管 11 的栅极电位成为(电源电位一晶体管阈值电压×2)时，输出晶体管 1 便能开始供给电流。因此，通过采用具有图 5 的构成的突入电流抑制手段，与图 3 或者图 4 中所示的电源电路相比，能够早点进入正常动作，即以输出晶体管 1 的栅极电位可达(电源电位一晶体管阈值电压)所需的时间，早进入正常动作状态。

另外，仅用一个进行二极管连接的晶体管，也可得到同样的效果，就是说，能够比图 3 或者图 4 的电源电路早点进入正常动作状态。

(第 2 个其他例)

图 6 示出本实施例所涉及的突入电流抑制手段的第 2 个其他构成例。在图 6 所示的动作控制部 15B 中，设置有多个带有开关的电流源 17，其中能够选择要接通的电流源 17。如图 3 和图 4 所示，在只有一个带有开关的电流源 17 时，由于电容器 16 的放电速度由该一个电流源 17 的能力来决定，因而，电源电路的启动所需的时间被固定了。与此相对，如果采用图 6 的构成，通过选择要接通的电流源 17，使得电容器 16 的放电速度

可变。因此，例如在没有产生突入电流的担心时，便可加快电容器 16 的放电速度，来缩短电源电路的启动所需的时间。

譬如，能够进行下述的控制：在平滑电容器 3 中没存储有电荷时，突入电流产生的可能性大，因此仅让小电流源(或者一个电流源)接通来抑制突入电流产生，另一方面，在平滑电容器 3 中存储有某一程度的电荷时，由于突入电流产生的可能性小，所以可通过接通大电流源(或者多个电流源)，来迅速地启动电源电路。

此时，通过设各不相同的电流源 17 的能力，选择接通合适的电流源 17，来调节电容器 16 的放电速度，也是可以的。或者，通过改变要接通的同一个能力的电流源 17 的数量，来调节电容器 16 的放电速度，也是可以的。

(第 3 个其他例)

图 7 示出本实施例所涉及的突入电流抑制手段的第 3 个其他构成例。在图 7 所示的动作控制部 15C 中，没设多个带有开关的电流源 17(如图 6 所示)，而设多个电容器 16。并且，在抑制用晶体管 11 的栅极和各电容器 16 的一端之间分别设置开关 23，以便可自由地选择为充放电对象的电容器 16。在图 7 的构成中,通过由开关 23 来选择为充放电对象的电容器 16，便可改变电容器 16 的总电容量。

在电容器 16 的总电容大的情况下，由于电流源 17 使电容器 16 放电所需的时间长，所以突入电流的产生可被抑制。与此相反，在电容器 16 的总电容小的情况下，电容器 16 很快地放完电，因此电源电路可在短的时间内启动。也就是说，按照所设定的电容器 16 的总电容，抑制用晶体管 11 的栅极电位下降的速度也发生变化。这样，可达成和图 6 的构成一样的作用。

此时，通过设互不相同的电容器 16 的电容量，从而选择要进行放电或者充电的电容器 16，来调节电容器 16 的总电容，也是可以的。或者，通过改变要进行放电或者充电的同一个电容的电容器 16 的数量，来调节电容器 16 的总电容，也是可以的。

(第 4 个其他例)

图 8 示出本实施例所涉及的突入电流抑制手段的第 4 个其他构成例。

图 8 所示的动作控制部 15D 包括被设为第 1 控制电位 CTL1 的端子 24a 和被设为第 2 控制电位 CTL2 的端子 24b。动作控制部 15D 还包括用于控制是否要将第 1 控制电位 CTL1 施加到抑制用晶体管 11 的栅极的开关 25a 和用于控制是否要将第 2 控制电位 CTL2 施加到抑制用晶体管 11 的栅极的开关 25b。

第 1 控制电位 CTL1 被设为一个在抑制用晶体管 11 的栅极被施加了该电位 CTL1 时，可靠抑制用晶体管 11 的动作来抑制突入电流产生的那一电位。第 2 控制电位 CTL2 被设为一个在加到抑制用晶体管 11 的栅极时，抑制用晶体管 11 不会影响到差动放大电路的正常动作的那一电位。

在电源电路的初始动作时，开关 25a 接通，第 1 控制电位 CTL1 被加到抑制用晶体管 11 的栅极。在过了一段时间之后，电源电路进入正常动作时，开关 25b 便接通，第 2 控制电位 CTL2 被加到抑制用晶体管 11 的栅极。通过这样的动作，突入电流的产生可被抑制。

另外，也可将第 1 控制电位 CTL1 设为多个值，从而根据要做的动作选择使用。

(第 5 个其他例)

图 9 示出本实施例所涉及的突入电流抑制手段的第 5 个其他构成例。在图 9 所示的动作控制部 15E 中，通过用电阻将电源电压进行分割而设定对应于图 8 中的第 1 及第 2 控制电位 CTL1、CTL2 的电位。就是说，在电源和接地之间设置由串联的多个电阻构成的电阻列 26，来将电源和接地之间的电位差分割为多个电位。从而，利用由多个开关构成的电位选择手段 27，从由电阻列 26 得到的多个电位中选择一个电位。被选择的电位便加到抑制用晶体管 11 的栅极。

在电源电路的初始动作时，电位选择手段 27 可将多个电位按从高电位到低电位的顺序加到抑制用晶体管 11 的栅极。这样，可抑制突入电流产生。另一方面，在正常动作时，电位选择手段 27 可将地电位加到抑制用晶体管 11 的栅极。这样一来，抑制用晶体管 11 便接通，差动放大电路进行正常动作。

(第 6 个其他例)

图 10 示出本实施例所涉及的突入电流抑制手段的第 6 个其他构成例。

图 10 所示的动作控制部 15F 还包括设在图 9 所示的动作控制部 15E 的电阻列 26 和电源之间的进行二极管连接的晶体管 28、29。

在第 1 个其他列中所说明过的那样，在抑制用晶体管 11 的栅极电位成为(电源电位一晶体管阈值电压×2)时，输出晶体管 1 便开始给出电流。因此，在图 10 的构成中，通过设置进行二极管连接的晶体管 28、29，来将电阻列 26 的上端的电位设为(电源电压一晶体管阈值电压×2)。按照这样的构成，与图 9 的情况相比，可进一步减小电阻列 26 的电阻值。

另外，仅用一个进行二极管连接的晶体管，也可得到一样的效果。

(图 3 的电源电路的变形例)

图 11 表示图 3 的电源电路的变形例。在图 11 中，将输出电压 OUT 由电阻 51、52 进行分割而反馈到差动放大电路 2 中。这样，可设输出电压 OUT 大于基准电压 REF。

图 3 的电源电路是由 MOS 晶体管构成的，但本发明并不限于此。例如在图 12 中所示，本发明也容易应用到用双极型晶体管构成输出晶体管 1A 和差动放大电路 2B 中的各晶体管的电源电路中。

还有，在图 3 的电源电路中，用 p 型晶体管构成输出晶体管 1，但如图 13 所示，用 n 型晶体管构成输出晶体管 1B，也是完全可以的。在此情况下，在电源电路的初始动作时，突入电流抑制手段 10A 可将输出晶体管 1B 的栅极电位从地电位慢慢地上升。

与图 3 的突入电流抑制手段 10 不一样，图 13 所示的突入电流抑制手段 10A 由设在构成差动放大电路 2C 的输出级的电流通路的晶体管 31、32 之间的 n 型抑制用晶体管 51 和可对该抑制用晶体管 51 的栅极电位进行控制的动作控制部 55 构成。

动作控制部 55 由电容器 56、带有开关的电流源 57 和放电用开关 58 构成。电容器 56 的一端与抑制用晶体管 51 的栅极连接，另一端接地，该前一端的电位可对抑制用晶体管 51 的栅极电位进行控制。带有开关的电流源 57 的正端与电源端连接，负端与电容器 56 的上述不接地的一端连接，它在开关接通时便启动，而将电荷慢慢地供到电容器 56 中。作为电容器预置手段的放电用开关 58 被设在电容器 56 的上述不接地的一端和接地之间，在接通状态下，使电容器 56 放电。

在电源电路启动之前，动作控制部55不将带有开关的电流源57接通而将放电用开关58接通，从而使电容器56进行预放电。其结果，电容器56的电压成为0V，抑制用晶体管51的栅极电位被设到地电位。电源电路启动时，动作控制部55将放电用开关58切换为断开状态，同时将带有开关的电流源57接通。这样一来，在初始动作时电容器56徐徐地被充电，其电压徐徐上升。结果，抑制用晶体管51的栅极电位也徐徐上升。由于抑制用晶体管51起到源随电路的作用，因此，输出晶体管1B的栅极电位也徐徐上升，这样，突入电流的产生可被抑制。

(第2实施例)

图14表示本发明的第2实施例所涉及的具有突入电流抑制手段的电源电路的结构。图14的电路结构是：与输出晶体管1串联设置抑制用晶体管61，而在该抑制用晶体管61的栅极上连接和第1实施例中所示的相同的、由电容器66、带有开关的电流源67和充电用开关68构成的动作控制部65的电路结构。由抑制用晶体管61和动作控制部65构成突入电流抑制手段60。

在电源电路的初始动作时，动作控制部65通过将从电源电位徐徐下降的电容器66的一端的电位施加到抑制用晶体管61的栅极，来抑制突入电流产生。另一方面，在电源电路的正常动作时，抑制用晶体管61的栅极电位成为地电位，所以抑制用晶体管61接通，几乎不影响到电源电路的动作。但在本实施例中，由于在电源电路的正常动作时，与输出电流相等的电流会流过抑制用晶体管61，因此就需要大型的抑制用晶体管61。为此，与第1实施例的电路结构相比，布置面积相当大。

图15表示图14的电源电路的变形例。动作控制部65A的结构和第1实施例所涉及的图5中的动作控制部15A的一样，即在电源端和电容器66之间串联设有充电用开关68和进行二极管连接的晶体管69。在抑制用晶体管61的栅极电位成为(电源电位－晶体管阈值电压)时，抑制用晶体管61便开始供给电流。因此，通过利用进行二极管连接的晶体管69，将电容器66的充电电位设到(电源电位－晶体管阈值电压)，便可更快地启动电源电路。

再就是，在第1实施例中所述的突入电流抑制手段的其他结构例，也

可同样地应用到本实施例中。

另外，在第 1 及第 2 实施例中，另设可使突入电流抑制手段无效的控制手段，也是可以的。

在电源电路启动之前，平滑电容器 3 中几乎没存储有电荷，并与所设定的基准电压相比，启动前的输出电压非常低时，会产生突入电流。另一方面，在电源电路启动之前，平滑电容器 3 被充电到近似于基准电压的那一电压时，就不产生突入电流。

因此，在电源电路启动之前，平滑电容器 3 已处于充电状态时，即不用启动本发明所涉及的突入电流抑制手段。假如，在启动它时，反而发生电源电路的启动所需的时间变长的问题。于是，通过设置可使突入电流抑制手段无效的控制手段，能构成一个可随时抑制突入电流产生，并且，在不用抑制突入电流产生时，便可使突入电流抑制手段无效，从而快速地启动电源电路的系统。

例如，在输出电流小的情况下，为了节省功耗而要间断地启动电源电路的那一系统中，就要设置所述的可使突入电流抑制手段无效的控制手段。此时，由于电源电路则在平滑电容器充电的状态下交替地反复地接通或者断开，所以仅在第一次接通时，必须启动突入电流抑制手段。在第一次接通之外的情况下，就必须在短时间内启动电源电路，所以最好使突入电流抑制手段无效。因而，在这样的系统中，最好设置可使突入电流抑制手段无效的控制手段。

图 16 表示用本发明所涉及的电源电路构成的 LSI 系统的示例。在图 16 中，集成电路 70 包括 LSI 核心部 71 和作为电源电路的直流/直流转换器 72，它还包括电容器 76 作为附设元件。73a～73e 是集成电路 70 的接线区。例如，直流/直流转换器 72 具备在上述实施例中所述的突入电流抑制手段，它可通过上述实施例所涉及的动作，将供到接线区 73a、73b 的电源电位 Vdd、Vss 转换成电压 Vnd，从而输出到接线区 73c。直流/直流转换器 72 的输出电压 Vnd 作为内部电源电压 Vout 而被供到 LSI 核心部 71。

如上所述，按照本发明，由于利用了突入电流抑制手段，输出晶体管的电流供给量能在该电源电路的初始动作时徐徐增大，所以通过和现有的

技术不同的结构来抑制在电源电路的初始动作时的突入电流产生。还有，由于可用 MOS 晶体管构成突入电流抑制手段中的抑制用晶体管，因此不再需要双极型晶体管的制造工序，仅用 CMOS 制造工序能够制成可抑制突入电流产生的电源电路。并且，通过在差动放大电路的输出级的电流通路中设置该抑制用晶体管，便可在保持小布置面积的情况下，抑制突入电流产生。再就是，即使在要供给大电流作为输出电流时，也能够给出近似于电源电压的输出电压。

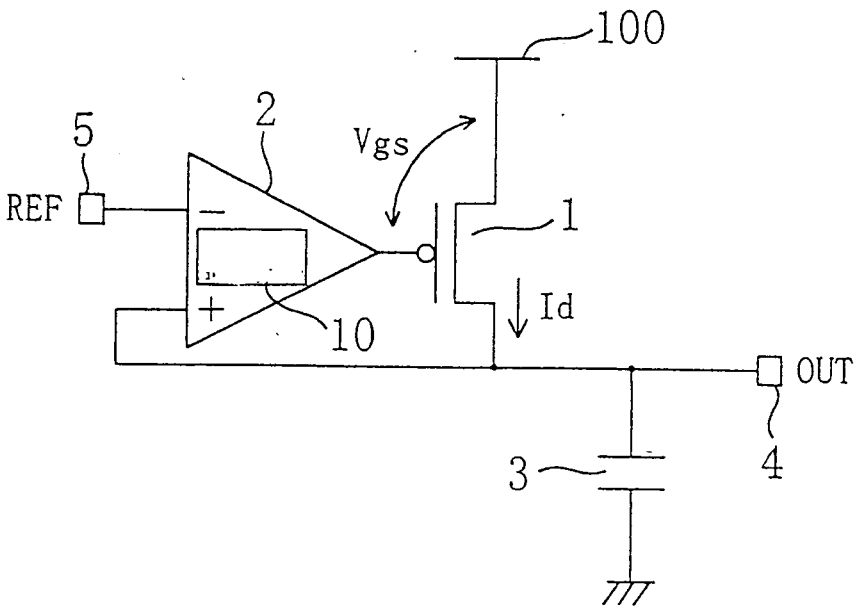


图 1

图 2 (a)

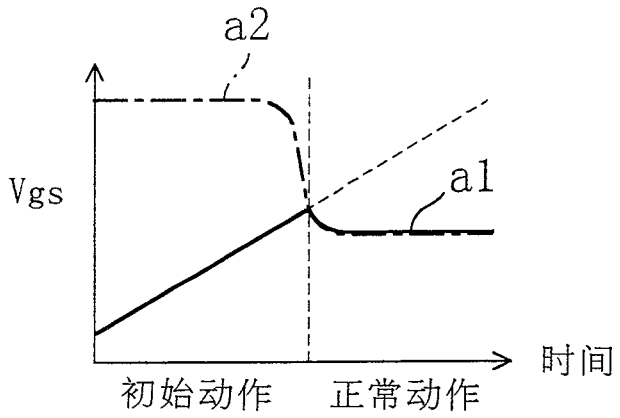
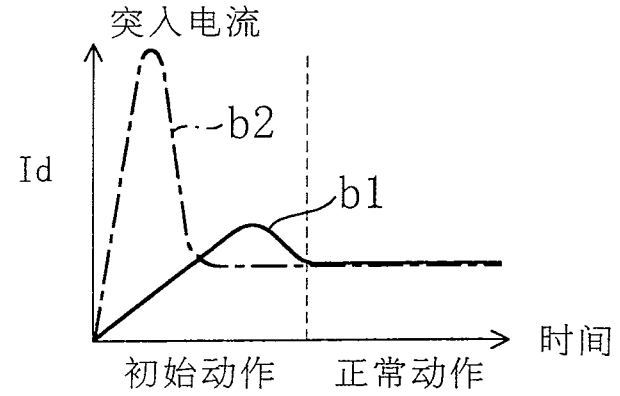


图 2 (b)



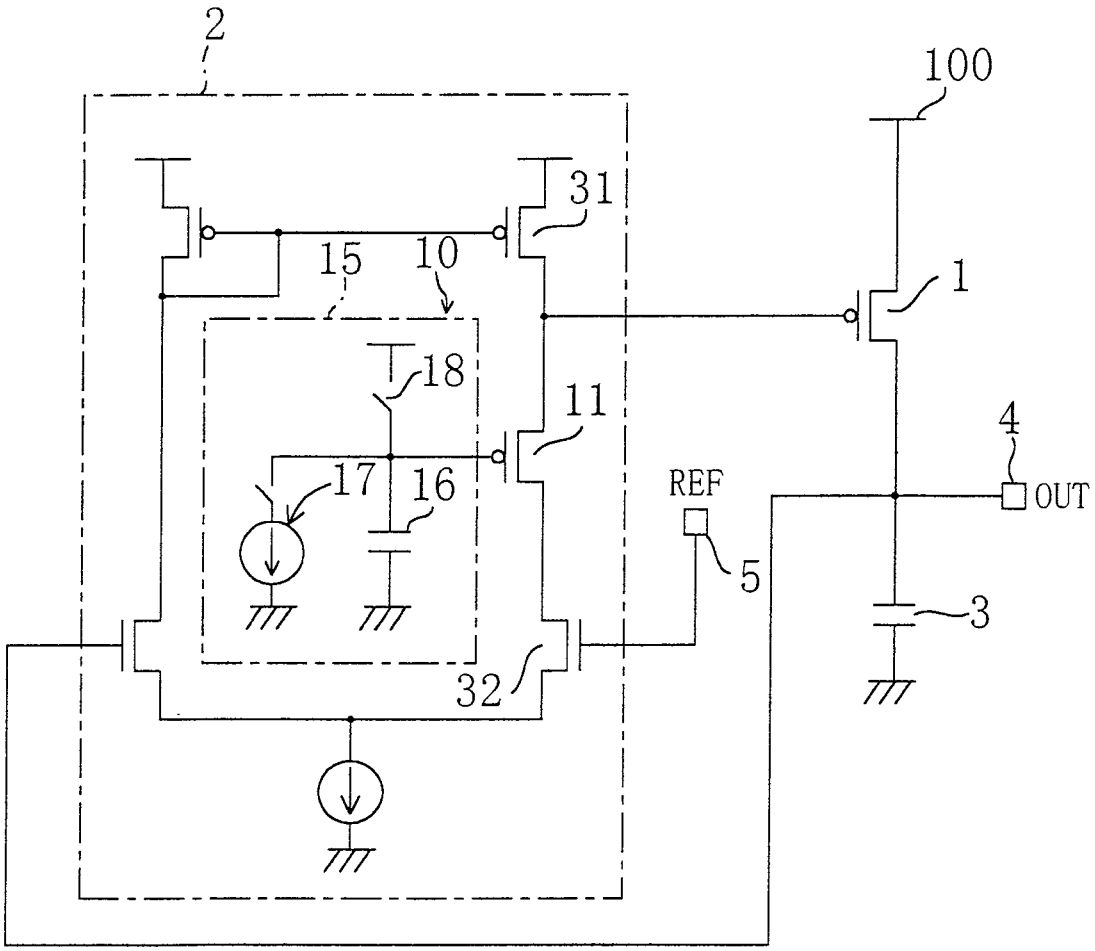


图 3

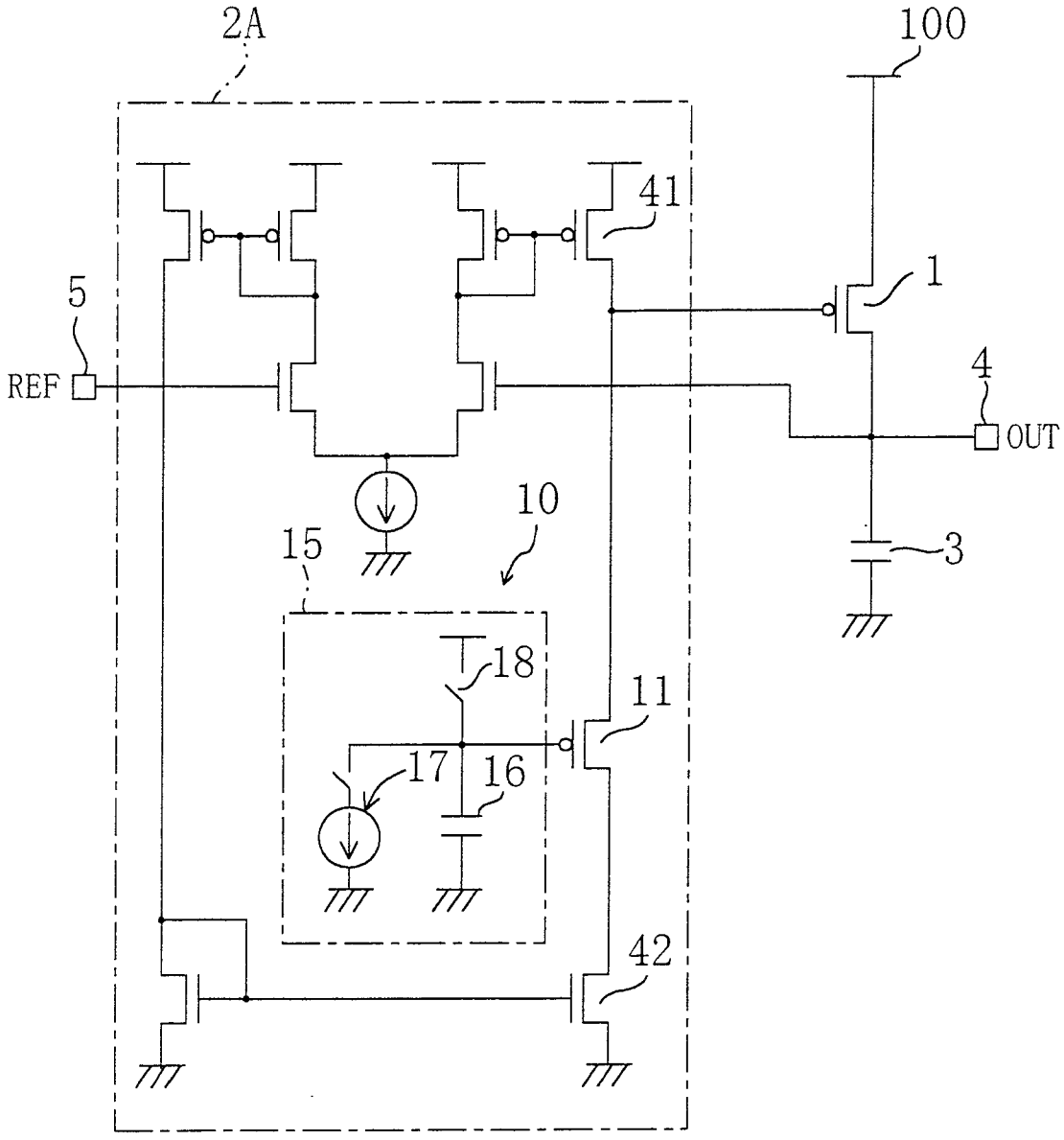


图 4

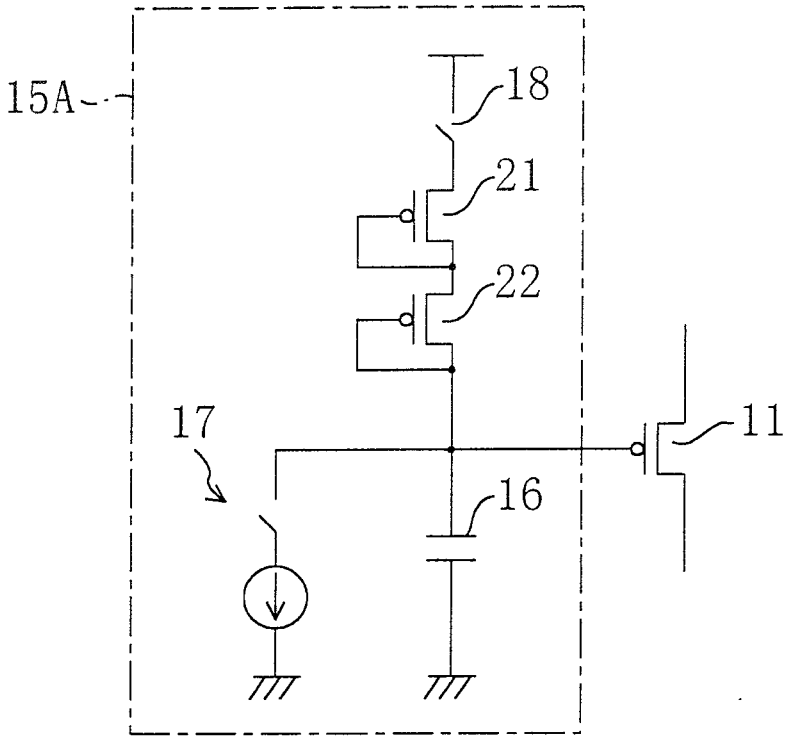


图 5

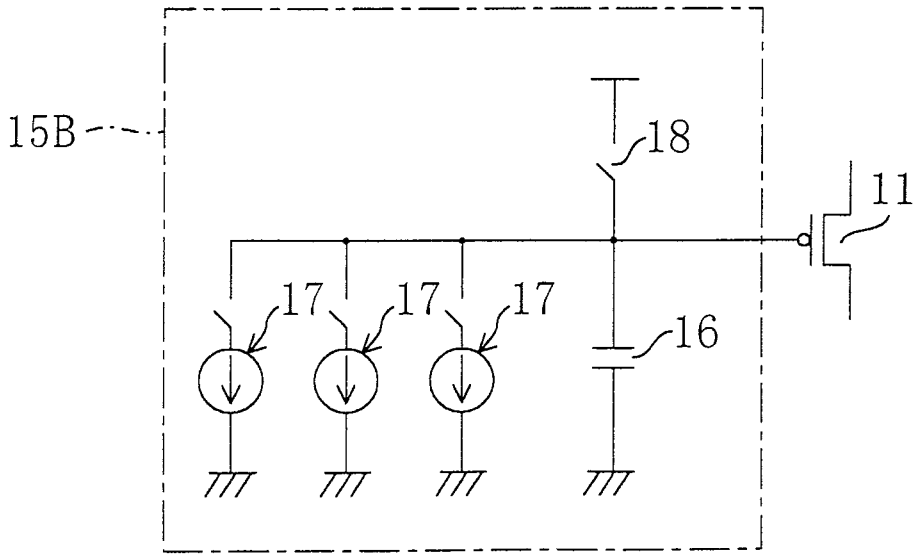


图 6

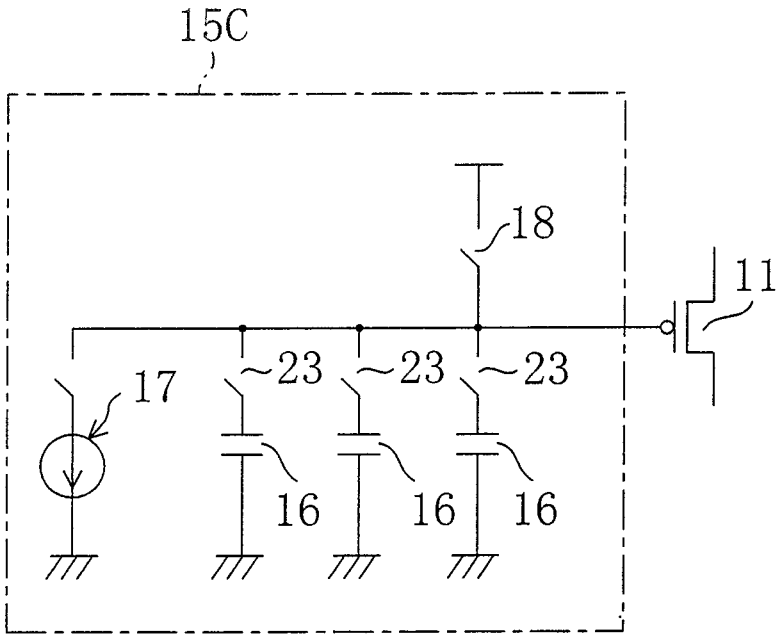


图 7

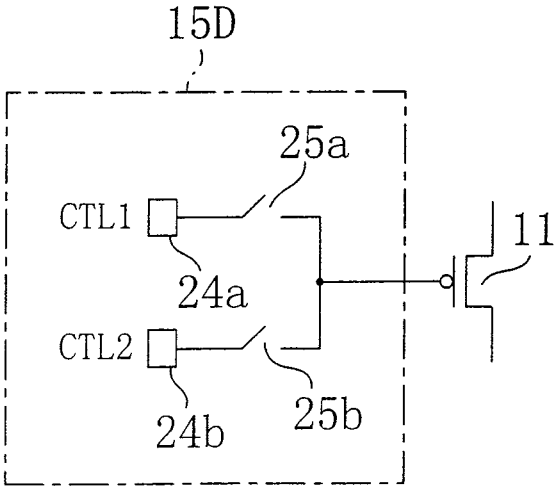


图 8

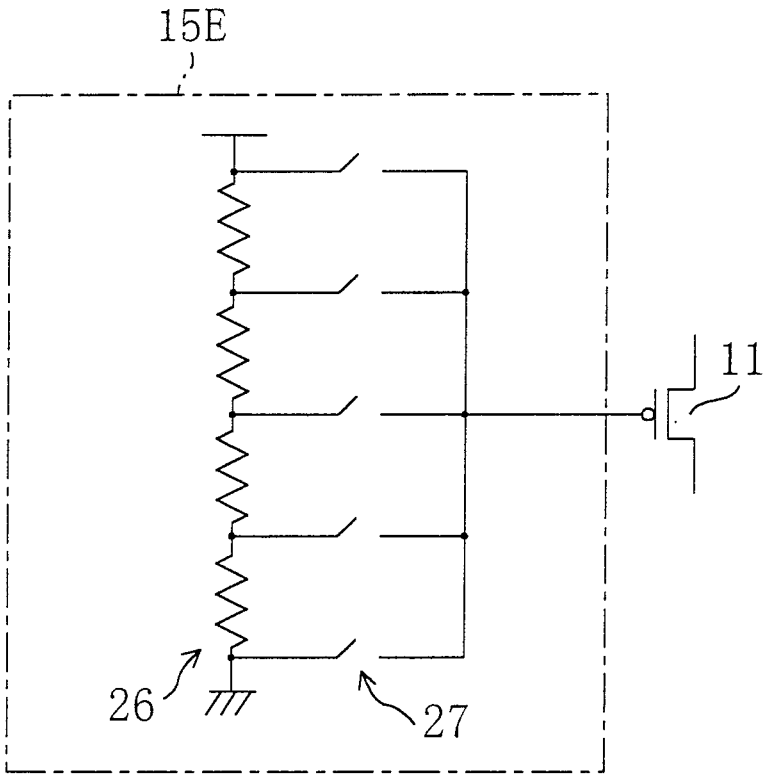


图 9

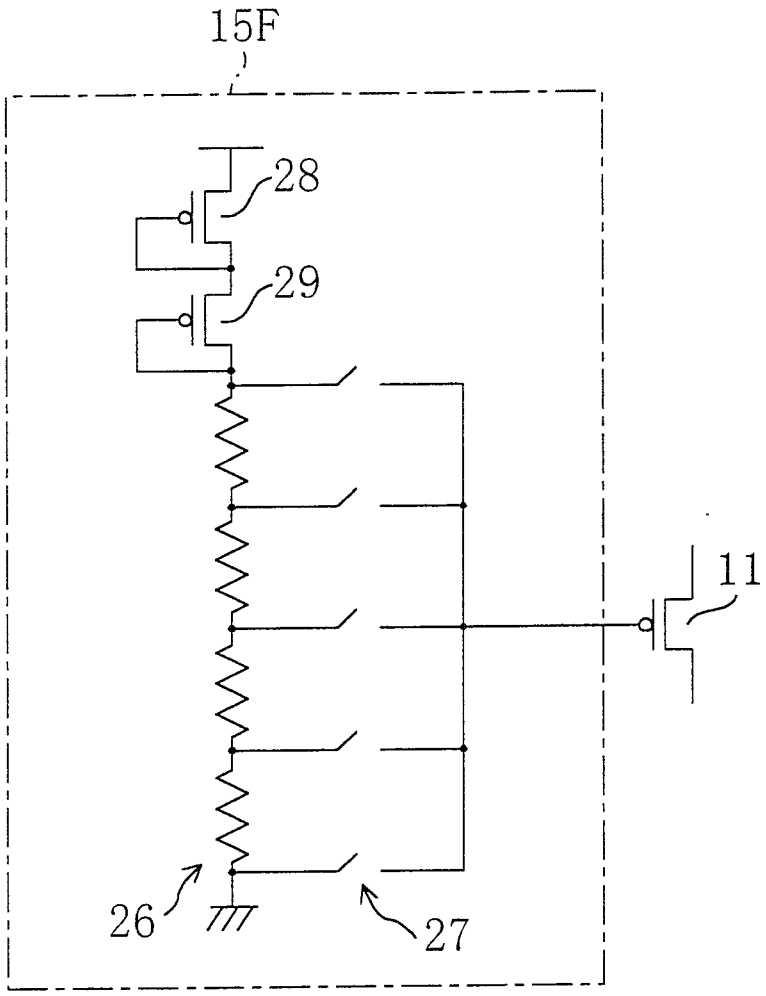


图 10

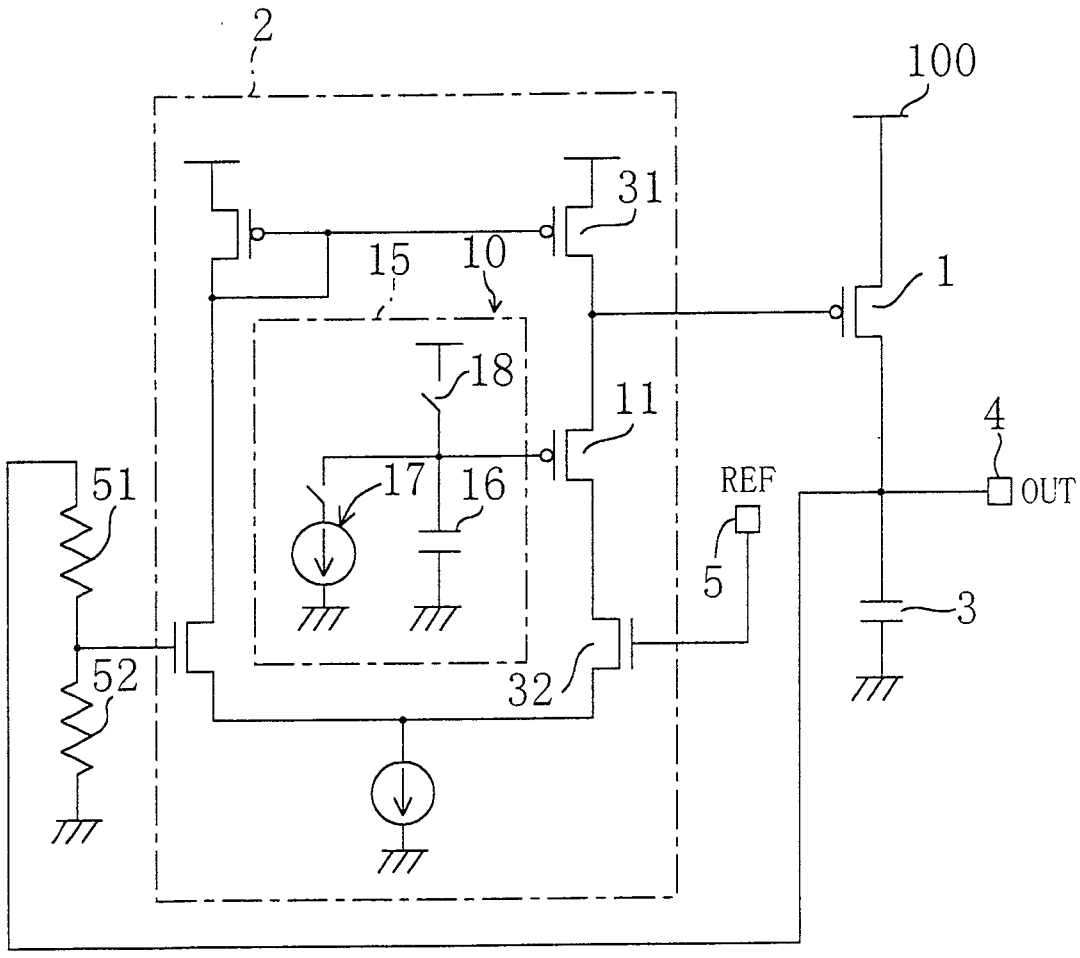


图 11

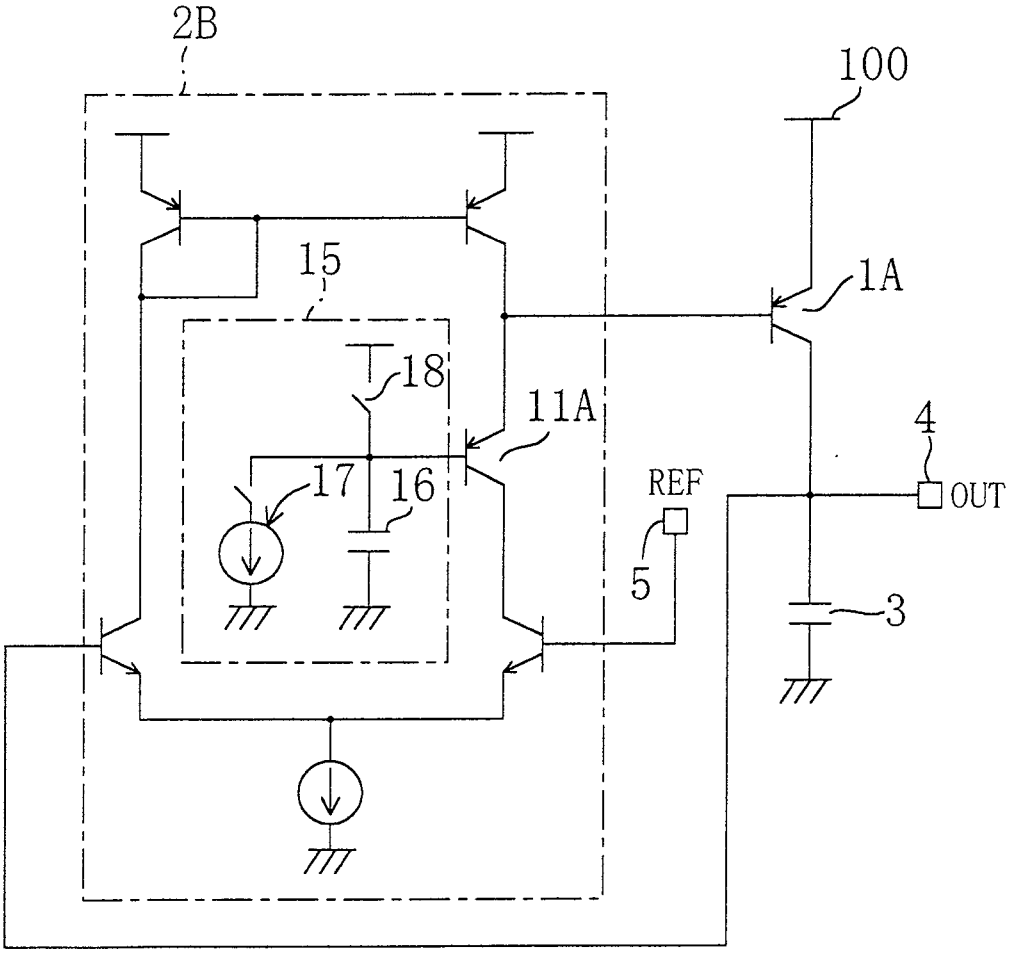


图 12

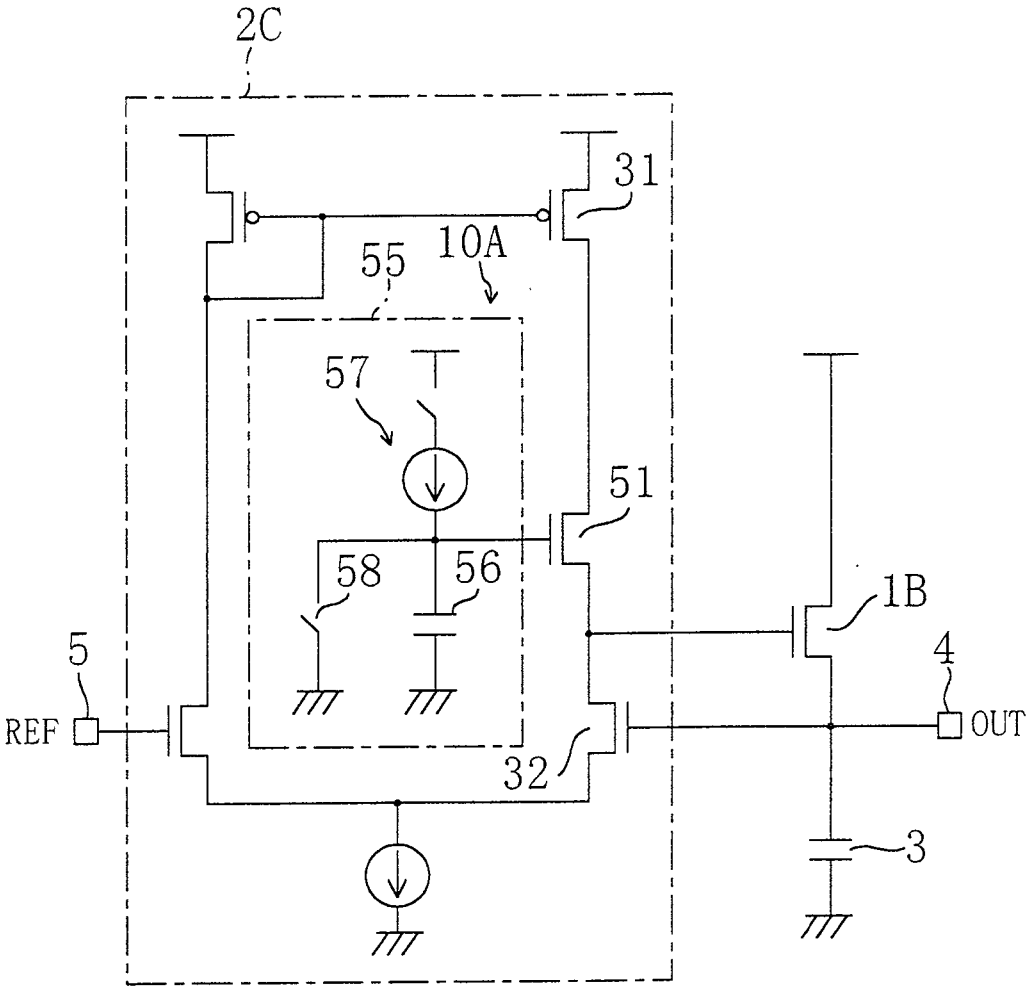


图 13

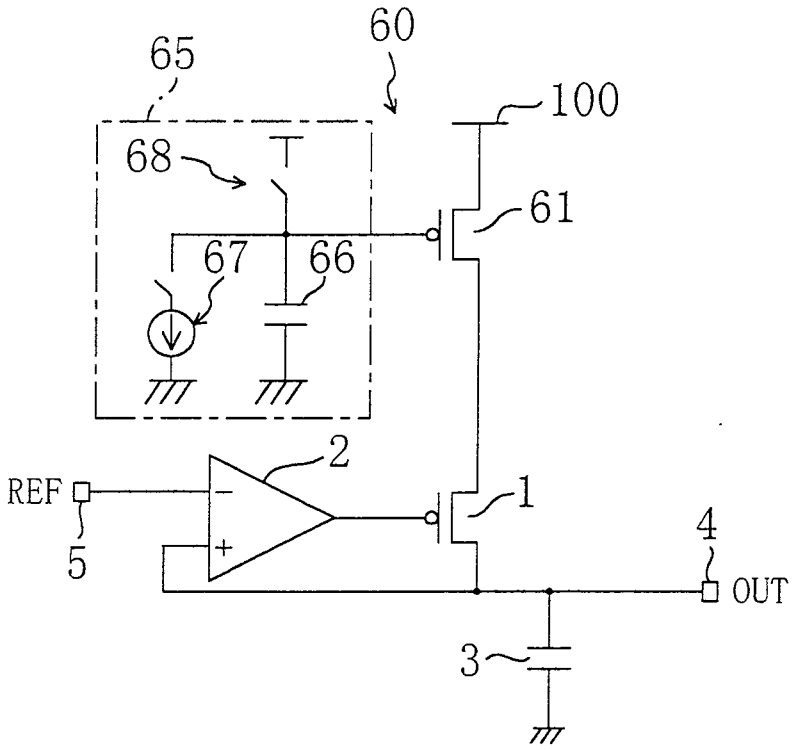


图 14

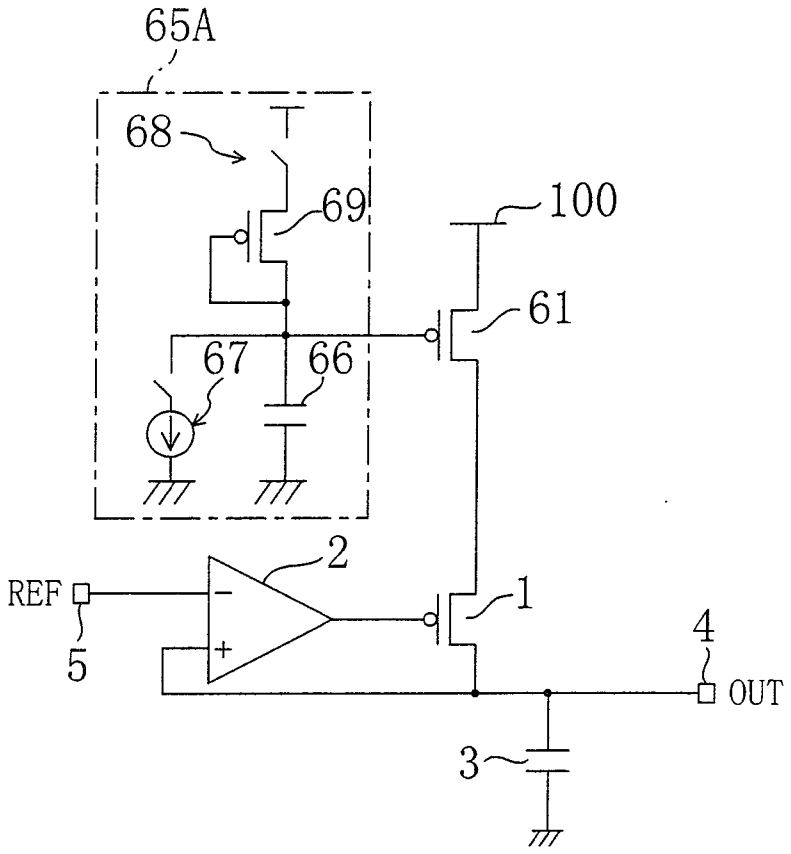


图 15

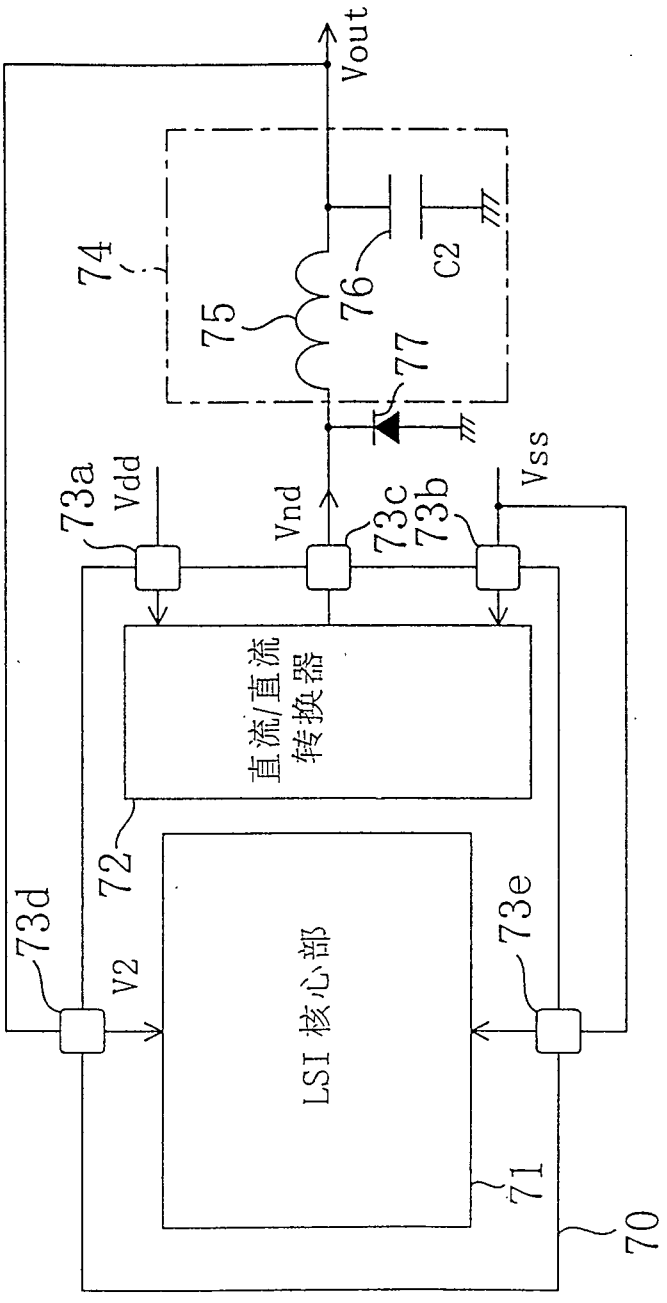

Vout
74
75
76
C2
77
73a
Vdd
Vnd
73c
73b
Vss
直流/直流
转换器
72
73d
V2
LSI 核心部
73e
71
70

图 16

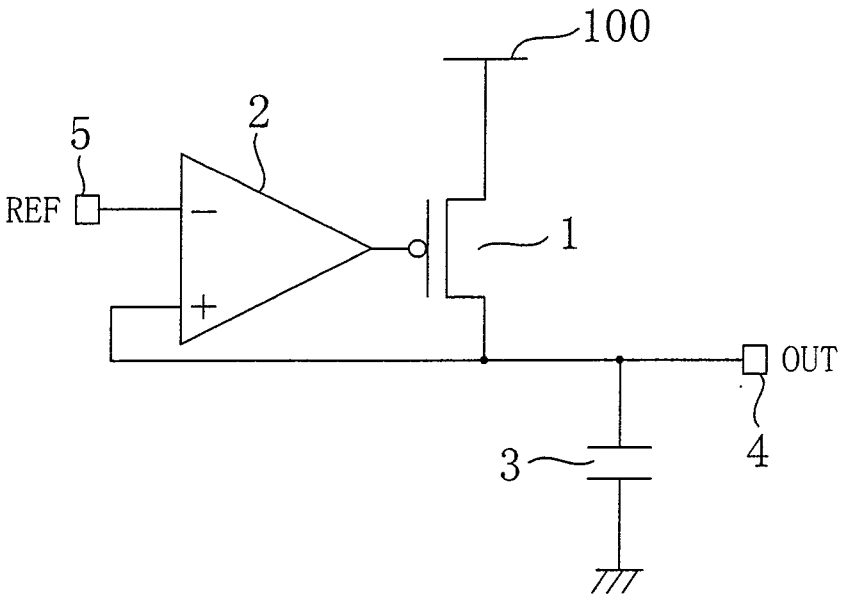


图 17