

# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98125135.8

[45] 授权公告日 2002 年 10 月 23 日

[11] 授权公告号 CN 1093335C

[22] 申请日 1998.11.26 [21] 申请号 98125135.8

[30] 优先权

[32]1997.11.27 [33]JP [31]326444/97

[73] 专利权人 日本电气株式会社

地址 日本国东京都

[72] 发明人 角田雄二 深泽善亮 田口雄一

[56] 参考文献

CN 1098571A 1995. 2. 8 H03F1/42

审查员 段成云

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

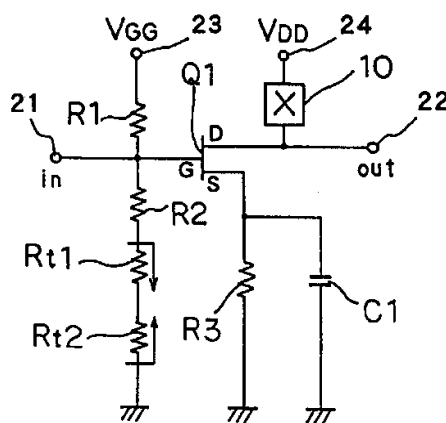
代理人 姜丽楼

权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 5 页

[54] 发明名称 一种可补偿由环境温度变化所引起的失真的半导体电路

[57] 摘要

一种半导体电路,其包括一放大电路并补偿由于环境温度变化引起的失真。如果放大电路为具有接地源极的场效应晶体管放大电路,则将补偿电路连在接地点与 FET 的源极之间用以补偿由于环境温度引起的从 FET 输出的信号的失真。将失真最小的温度作为标准温度,在温度下的漏电流为最小从而在环境温度偏离标准温度时漏电流上升,从而抑制了在环境温度变化时失真的增大。

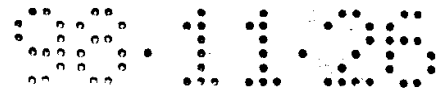


ISSN 1008-4274

## 权 利 要 求 书

---

- 5        1、一种半导体电路，其特征在于包含：  
      一放大电路，用于放大在输入节点输入的输入信号，并输出放大的信号；及  
      一偏压电路，用于向所述输入节点提供偏压，所述偏压具有V形的温度特性。
- 10       2、根据权利要求1所述的半导体电路，其特征在于所述偏压电路连接在第一电压源和第二电压源之间。
- 3、根据权利要求2所述的半导体电路，其特征在于所述偏压电路具有串联连接在所述第一或所述第二电压源之一和所述输入节点之间的第一和第二热敏电阻元件，所述第一热敏电阻元件具有正温度特性，所述
- 15       第二热敏电阻元件具有负温度特性。
- 4、根据权利要求3所述的半导体电路，其特征在于所述偏压电路还包括连接在所述第一或所述第二电压源的另一端和所述输入节点之间的电阻。
- 5、根据权利要求4所述的半导体电路，其特征在于所述放大电路还包括其栅极连接到所述输入节点的场效应晶体管。
- 20       6、根据权利要求5所述的半导体电路，其特征在于所述放大电路还包括其栅极通过具有负温度特性的第三热敏电阻元件连接到所述输入节点的场效应晶体管。



# 说明书

## 5 一种可补偿由环境温度变化所引起的失真的半导体电路

本发明涉及半导体电路，尤其涉及一种适用于有线电视（CATV）的混合集成电路中的集成电路。

10 用于在 CATV 系统中放大和中继信号的宽带放大器必须既能提供非常低失真的放大以避免损坏图像质量又能在即使是非常恶劣的户外条件下也可将性能维持在一预定水平上。因此通常用在 CATV 系统中的宽带放大器都使用电路以补偿因环境温度变化而引起的增益特性的波动。然而，环境温度的变化不仅影响放大器电路的增益，而且也影响失真特性。形成  
15 半导体电路的每个元件的失真通常随着温度从某一固定值起上升或下降而增大或减小。虽然存在用补偿因环境温度变化增益变化的电路，但至今还没有一种电路能补偿伴随环境温度变化的失真特性的降低。

针对现有技术中的上述问题，本发明的目的是提供一种能在环境温度变化情况下补偿失真的半导体电路。

20 可实现本发明目的的电路包含：可放大交流信号并输出被放大信号的放大电路；可补偿伴随环境温度的变化所引起的放大信号的失真的补偿电路。

在本发明中，补偿电路通常将电阻随环境温度成正温度系数变化的一个热敏电阻元件和电阻随环境温度成负温度系数变化的另一个热敏电阻元件结合起来用于补偿从放大电路输出的由于环境温度变化引起的信号  
25 失真的变化。当将这些具有正及负温度系数的热敏电路元件结合起来时，如果将在标准温度下流过的电流设定在最小值，则当环境温度下降到低于标准温度时电路电流增大。此外，当环境温度上升到高于标准温度时，电路电流上升。

30 这里，当放大电路的电路电流上升时放大失真通常下降而当电路电流下降时放大失真上升，如果忽略掉元件自身温度变化引起的失真变化的



话，由于电路电流上升引起的失真在环境温度变化时下降。因此，如果将标准温度设定在使构成半导体电路的元件的失真为最小的值，元件自身由于环境温度变化引起的失真增大可通过由于电路电流增大而导致失真下降予以抵消，由此可补偿由于环境温度变化而造成的失真。

5 在本发明中，热变阻器可被用作热敏电阻元件。

如果在放大电路的输入侧设置作为具有负温度特性的热敏电阻元件的热变阻器，则Q因数（质量因数）下降到使热变阻器的电阻上升的程度及增大到使电阻下降的程度，由此在环境温度上升时放大电路的Q因数上升，在环境温度下降时其也下降。这里，Q因数是表示谐振水平的  
10 因数。在半导体器件中，在环境温度上升时增益斜率变缓而在环境温度下降及增益上升时斜率变陡。在放大电路的输入端上设置具有负温度特性的热变阻器可以通过增益特性相对于增益斜率的环境温度的波动抵消掉Q因数相对于环境温度的波动，从而增益斜率的斜度特性在与环境温度无关的情况下而被固定。

15 通过下面结合相应附图对本发明最佳实施例的描述会使人们对本发明的上述及其它目的、特征及优点有更清楚的了解。

图1为本发明中用于控制失真相对于环境温度升高的原理示意图。

图2为用于描述具有负温度特性的热变阻器的性能的示意图。

图3为用于描述具有正温度特性的热变阻器的性能的示意图。

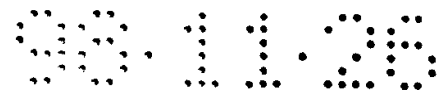
20 图4为本发明第一实施例的半导体电路结构的电路图；

图5为在将具有正温度特性的热变阻器与具有负温度特性的热变阻器相结合从而电路电流在标准温度附近变为最小的情况下，用于CATV系统的HIC放大器中电路电流的温度特性的示意图；

图6为本发明第二实施例的半导体电路结构的电路图；

25 图7为本发明第三实施例的半导体电路结构的电路图。

构成半导体电路的元件通常具有这样一种特性，即在温度上升到高于或下降到低于某一特定温度时其失真增大。同样失真特性随流过电路的电流而发生变化，当流过电路的电流下降时失真增大，而当流过电路的电流增大时失真下降，因此通过控制电路的电流能够控制相对于环境  
30 温度的失真程度。



如图 1 所示, 其针对这样一种情况, 即流过电路的电流  $I_{DD}$  在一特定的固定标准温度  $T_{ref}$  时被设定到最小, 并当环境温度上升或下降超过标准温度时, 该电流值上升。在此情况下, 当温度相对于某一特定固定温度上升或下降时, 元件特性会带来失真的增大, 但当温度相对于某一特定的固定温度上升或下降而流过电路的电流增大时, 失真也会下降, 因此失真的变化被抵消。因此可以控制在环境温度相对于某一特定固定温度上升或下降时失真的增大。

在此情况下, 将热变阻器用作热敏电路元件以根据环境温度控制流过电路的电流。

图 2 示出具有负温度特性的热变阻器的温度-电阻特性的示意图。如此图中所示, 当环境温度上升时具有负温度特性的热变阻器的电阻下降, 因此流过的电流增大。因此在具有上述失真特性的半导体电路中, 使用具有负温度特性的热变阻器会由于在高于最小失真温度的温度下电流的增大而造成失真减小, 但还会由于在低于最小失真温度的温度下的流过的电流的下降而导致失真的增大。

图 3 示出具有正温度特性的热变阻器的温度-电阻特性示意图。如此图中所示, 具有正温度特性的热变阻器的电阻在环境温度升高时增大, 因此流过的电流减小。在具有上述失真特性的半导体电路中使用具有正温度特性的热变阻器由于流过电流的增大在低于最小失真温度的温度下会导致失真减小, 但同样在高于最小失真温度的温度下由于流过电流的减少而导致失真增大。

本发明的发明人已认识到通过将具有正温度系数的热敏电阻元件与另一个具有负温度系数的热敏电阻元件相结合从而获得环境温度与图 1 中电路电流间的关系。

### 第一实施例

图 4 示出根据本发明第一实施例的半导体电路的结构示意图。图 4 只示出半导体电路的交流电路部分, 并示出采用单一 FET (场效应晶体管) 的放大电路。

FET Q1 的栅极 G 与输入端 1 相连, 而漏极 D 与输出端 2 相连。电阻 R1 被插在 FET Q1 的栅极 G 与栅偏压  $V_{GG}$  的供电端 3 之间, 高阻抗电路

10 被插在 FET Q1 的漏极 D 与漏电压  $V_{DD}$  的供电端 4 之间。高阻抗电路 10 是具有高阻抗作为交流电路但相对于直流电流具有低电阻的电路以提供漏电流  $I_{DD}$ 。在 FET Q1 的源极 S 与接地点间并联设置电阻 R3 及电容 C1。另外，电阻 R2 及热变阻器 Rt1 及 Rt2 串联连接在 FET Q1 的栅极 G  
5 与接地点之间。

热变阻器 Rt1 为具有负温度特性（如图 2 中所示）的热敏电阻元件，而热变阻器 Rt2 为具有正温度特性（如图 3 中所示）的热敏电阻元件。

如果具有负温度特性的热变阻器 Rt1 及具有正温度特性的热变阻器 Rt2 如图 4 所示的串联连接，此串联电路的电阻表现出 V-形的温度特性，  
10 其中电阻在某一特定温度为最小，并随与此温度之差的增大而增大。由此提供给 FET Q1 的栅极的偏压也表现出在该温度下具有最小值的 V-形温度特性，而 FET Q1 的漏电流  $I_{DD}$  在该温度下也表现出在该温度下具有最小值的 V-形温度特性。

如果将热变阻器 Rt1 及 Rt2 相结合，从而在一预定的标准温度附近电  
15 路电流变为最小，则在标准温度流过电路的电流变为最小，而如图 1 中所示，当温度高于或低于标准温度时，流过电路的电流增大。因此当温度高于或低于标准温度时，失真也下降，从而防止了在当环境温度发生变化的情况下失真的增大。

对于 CATV 系统 HIC 放大器中的失真特性，在温度从  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  到  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$   
20 变化范围内，必须将失真的损坏相对于在  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  的失真抑制在 2-3dB 或更小的程度。失真特性与电路电流成正比例变化，但在现有技术的放大器中此电流与环境温度成正比例变化，其结果是当环境温度上升时失真特性损坏量会高于 2-3dB。

针对此问题，将具有正温度特性的热变阻器与具有负温度特性的热变  
25 阻器相结合从而在电流在  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  的周围达到最小，在环境温度从  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  下降时电路电流上升，而且，在环境温度从  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  上升时电路电流上升。由此，在环境温度发生变化的情况下，失真特性的损坏量相对于  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  的环境温度下的失真特性可被限制或抑制到最小。

图 5 示出一种 CATV 系统的 HIC 放大器的电路电流的温度特性，其  
30 中将具有正温度特性的热变阻器与具有负温度特性的热变阻器相结合从



而电路电流在标准温度的附近为最小。这里，将标准温度设定为 $30^{\circ}\text{C}$ 。

如图5中所示，电路电流在 $30^{\circ}\text{C}$ 为最小，同时其在环境温度低于以及高于 $30^{\circ}\text{C}$ 时都上升。从而电路电流表现为以 $30^{\circ}\text{C}$ 为最低点的V-形特性。

### 第二实施例

5 图6示出根据本发明第二实施例的半导体电路的结构图。图6只示出了半导体电路的交流电路部分，并示出了使用单个FET（场效应晶体管）的放大电路。

在此放大电路中，电容C2被设置在输入端1与电阻R1和R2间的连接点间，此外，具有负温度特性的热变阻器Rt3与电感L1串联并被插在FET  
10 Q1的栅极与图4中所示的电阻R1与R2的连接点之间。

在如上所述的半导体电路结构中，当环境温度上升时热变阻器Rt3的电阻上升，而当环境温度下降时热变阻器Rt3的电阻上升。

表示典型谐振电路中的谐振点水平的Q因数降低到使热变阻器Rt3的电阻上升的程度及上升到使热变阻器Rt3的电阻下降的程度，因此，当  
15 环境温度上升时Q因数上升，而当环境温度下降时Q因数下降。另外，在具有增益斜率的电路中，当环境温度上升时增益斜率变缓，而当环境温度下降时增益上升而增益斜率变陡。因此，图6中所示的电路的功能在于通过利用增益特性的增益斜率相对于环境温度的波动而消除掉Q因数相对于环境温度的波动，因此在不受环境温度影响的情况下将增益斜率的斜率特性固定。  
20

还可通过将FET Q1的栅极与热变阻器Rt3相连的连线或导电布线构成电感L1。

### 第三实施例

在图7所示的本发明的第三实施例中，输入到输入端1的信号被分为  
25 两个信号，两个被分解的信号分别由放大电路12及13进行放大，然后将在放大电路12和13放大的信号结合并输出。

通过电容C34及C35接地的变压器T1被作为分隔器用于将通过输入端1输入的信号分解为两个不同相的信号。输入信号加入到变压器T1，经过水平的上线圈和垂直的右线圈经电容C35接地形成回路，右线圈上形  
30 成电势的输入信号被加到晶体管Q12的基极。同时，当输入信号经过水



平的上线圈和垂直的右线圈时在与其绕法相反的水平下线圈和垂直左线圈上产生相位相反的电势，在水平下线圈上产生的电势作为反相的输入信号被输入到晶体管Q22的基极。通过电容C37接地的变压器T2被作为结合器用于将通过放大电路12及13放大的两个信号结合为一个信号。

5       放大电路12包含多级连接的FET Q11—Q13。在放大电路12中，并联连接的热变阻器RT11及电阻R13被设置为作为第二级FET的FET Q11的栅极电阻，而电感L13被插在此栅极电阻与FET Q11的栅极之间。电阻R11、电容C11及热变阻器Rt12串联连接在作为放大电路12的第一级的FET Q12的栅极与漏极之间。FET Q12的漏极通过串联连接在一起的电阻  
10 R12及电容C12与规定的电势点相连，并进而通过电容C13与FET Q11的栅极电阻（即热变阻器Rt11及电阻R13）相连，最后，通过串联连接的电感L11及电阻R17与FET Q11的源极相连。电感L11及电阻R17间的连接点通过电容C15与规定的电势点相连。

电阻R14、电容C14及热变阻器Rt13，串联连接在FET Q12的漏极与  
15 FET Q13的漏极之间。电阻R16与FET Q13的栅极相连。电阻R15、电感L12及电容C16一起并联连接在FET Q13的漏极与放大电路12的输出端之间。FET Q13的源极与FET Q11的漏极相连。

放大电路13与放大电路12的结构相同，设置有多级相连的FET Q21—Q23、电阻R21—R27、热变阻器Rt21—Rt23、电容C21—C26及电感L21—L24，它们分别与放大电路12的电阻R11—R17、热变阻器Rt11—  
20 Rt13、电容C11—C16及电感L11—L14相对应。FET Q21—Q23分别与放大电路12的FET Q11—Q13对应。

放大电路12的FET Q13的栅极通过电阻R16及R26与放大电路13的FET Q23的栅极相连。

25       在变压器T1的输入端，串联连接的电容C33及电感L31设置在变压器T1与输入端1之间，电容C33与电感L31间的连接点通过串联连接的电容C31及电阻R31与规定电势点相连。电容C33与电感L31间的连接点通过电容C32与规定电势点相连。

在变压器T2的输出端，串联连接的电感L32及电容C39设置在变压器  
30 T2与输出端2之间，而电感L32与电容C39间的连接点与通过电容C39与规



定的电势点相连。

放大电路12的FET Q11的源极与放大电路13的FET Q13的源极通过电阻R41相连，而FET Q11的栅极通过串联连接的电阻R39及R40与FET Q21的栅极相连。电阻R33及R34串联连接并被插接在变压器T1与电阻R39及R40间的5 中点之间。将电源电压 $V_{cc}$ 施加在R33及R34间的连接点。电阻R33与变压器T1间的连接点通过电阻R32及串联的热变阻器Rt32及Rt31与规定的电势点相连。电阻R39及R40间的中点通过电阻R35与规定的电势点相连。

FET Q12的源极通过电阻R36与规定的电势点相连，FET Q22的源极10 通过电阻R38与规定的电势点相连，FET Q12及Q22的源极通过电阻R37连在一起。作为FET Q13栅极电阻的电阻R16与作为FET Q23栅极电阻R26在点A连在一起，而串联连接的电阻R42及R43设置在点A与变压器T2之间。并联连接的电阻R44与电容C40设置在规定的电势点与电阻R42和电阻R43间的连接点之间。将电源电压 $V_{cc}$ 施加在给电阻R42与变压器T2间的连接15 点，而电容C36设置在此连接点与规定电热点之间。

这里，热变阻器Rt11、Rt21及Rt31为热敏电阻元件，其中电阻根据环境温度以负温度特性进行变化；而热变阻器Rt12、Rt13、Rt23及Rt32全部为热敏电阻元件，其中，电阻根据环境温度以正温度特性变化。

在根据上述的半导体电路结构中，具有负温度特性的热变阻器Rt3120 与具有正温度特性的热变阻器Rt32相结合，且这些热变阻器Rt31及Rt32被提供用于作为控制FET Q11及Q12的栅极电势的电阻，从而流过电路的电流在预定的标准温度下为最小，且当温度高于或低于标准温度时，流过电路的电流增大。这里，“流过电路的电流”是指FET Q11及Q12的漏电流。

25 因此当温度高于或低于标准温度时，失真下降，从而可以补偿在环境温度变化情况下的失真。

在此半导体电路中，具有负温度特性的热变阻器Rt11及Rt12被分别设置作为FET Q11及Q12的栅极电阻。在放大电路12中，由谐振电路（由电感L12及电容C16构成）产生的相对于环境温度的增益特性的增益斜率30 波动可通过在由电容C13、热变阻器Rt11及电感L13构成的电路中的Q因

数相对于环境温度的波动加以抵消。因此从放大电路12输出的增益斜率的增益特性不会受环境温度影响而被固定。

5 这里构成产生增益斜率的谐振电路的电感L12及电容C16和电感L22及电容C26都设置在反馈环路的外部。由此阻抗的变化只发生在输出端从而可很容易地进行阻抗校正。

在上述的半导体电路中，具有阻值为10-100  $\Omega$  的电阻R43被设置在电阻R42与电阻R16和电阻R26间的连接点之间，而电容C40被设置在规定的电势点与电阻R42和R43间的连接点之间，这些元件的电路常数根据端接条件进行设定。在图中点A处不产生电势波动及驻波的情况下，电势的波动可被电阻R43吸收，由此即使在由驻波生成偶次失真（尤其是CS0（复合第二级）失真）的情况下也可防止失真损坏。

10

虽然已用具体术语对本发明的最佳实施例进行了描述，此类描述只是用于阐述的目的，需明确的是所做的各种变化及修改都不脱离下面权利要求的实质或范围。

# 说明书附图

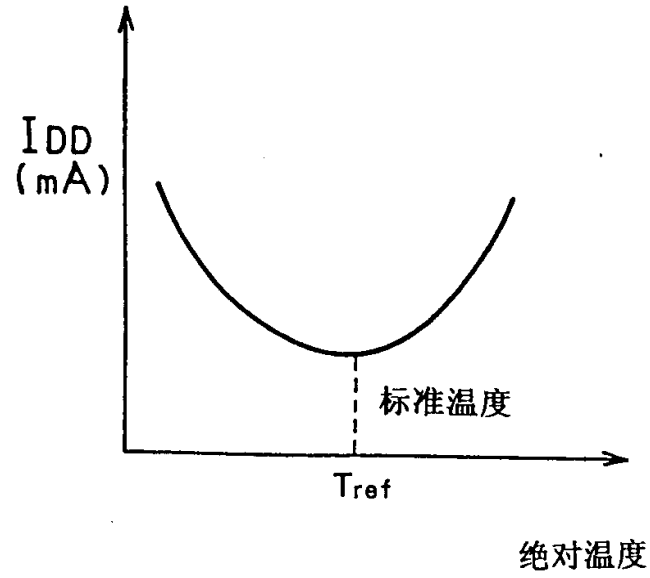


图 1

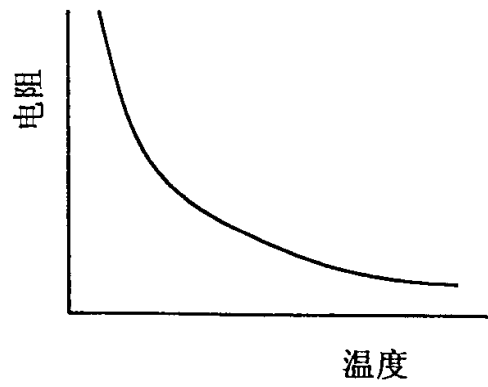


图 2



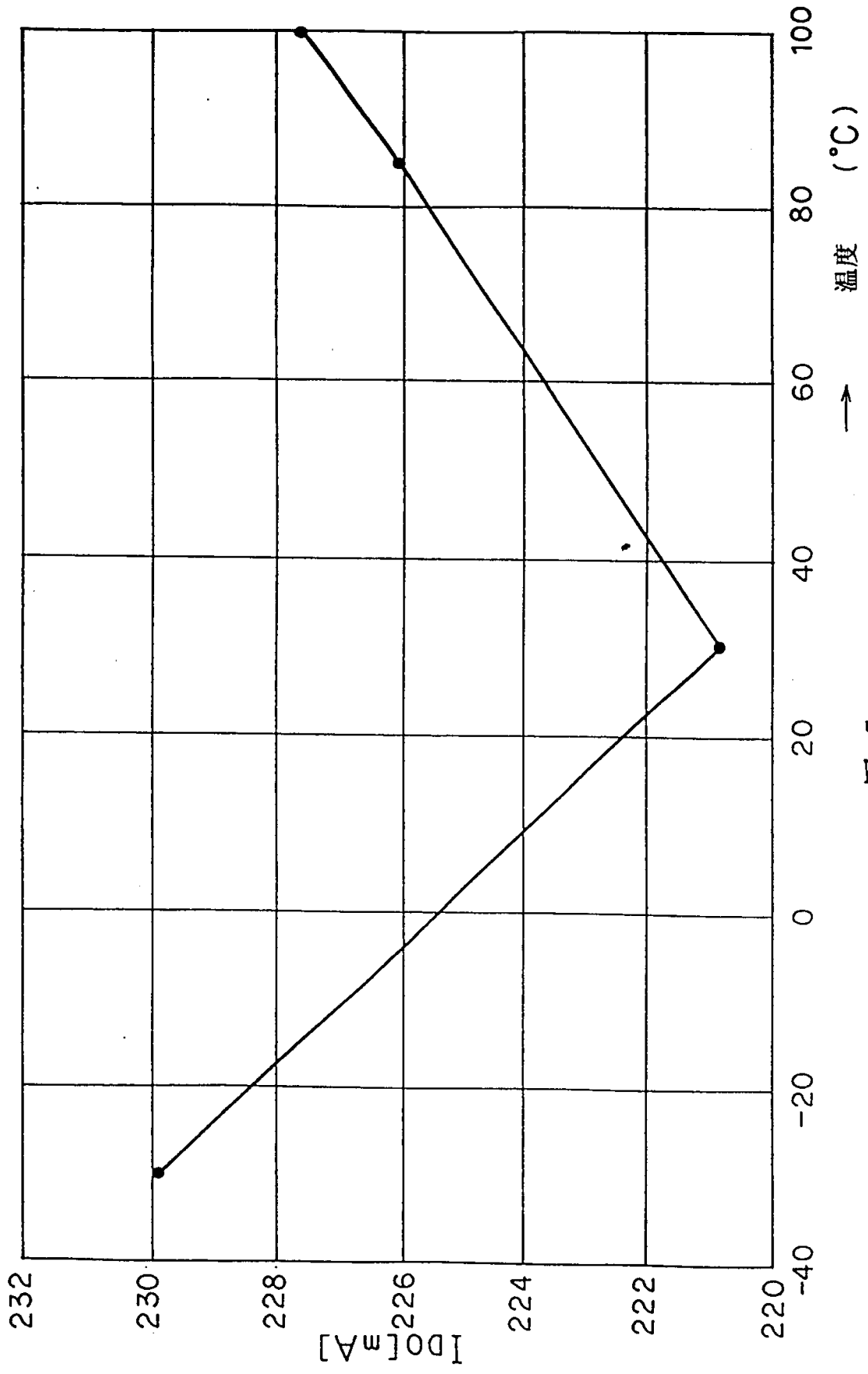


图 5

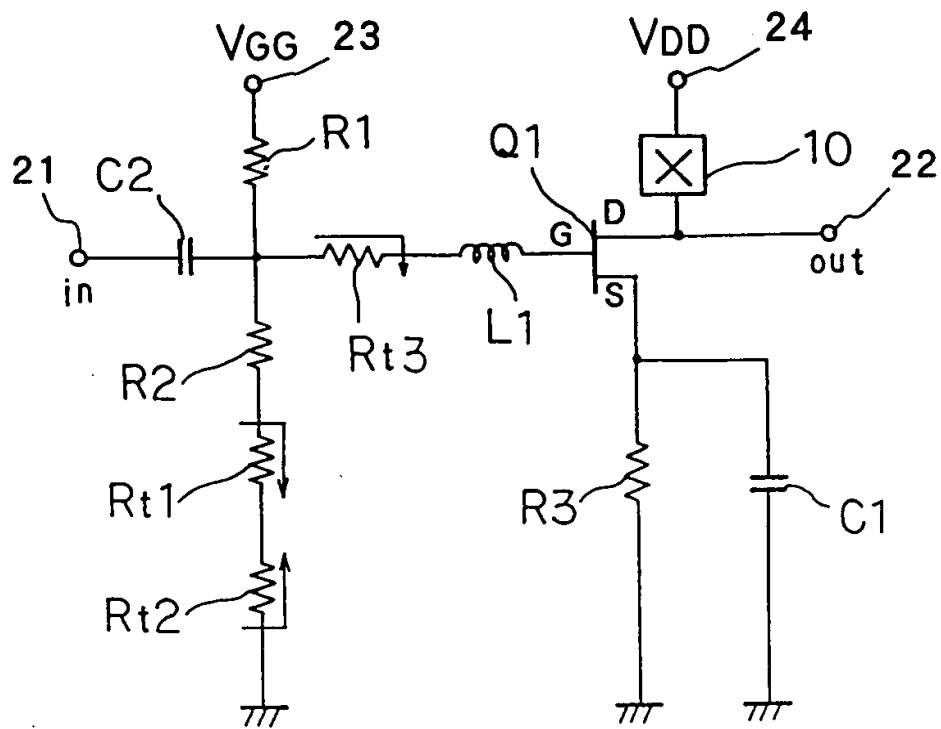


图 6

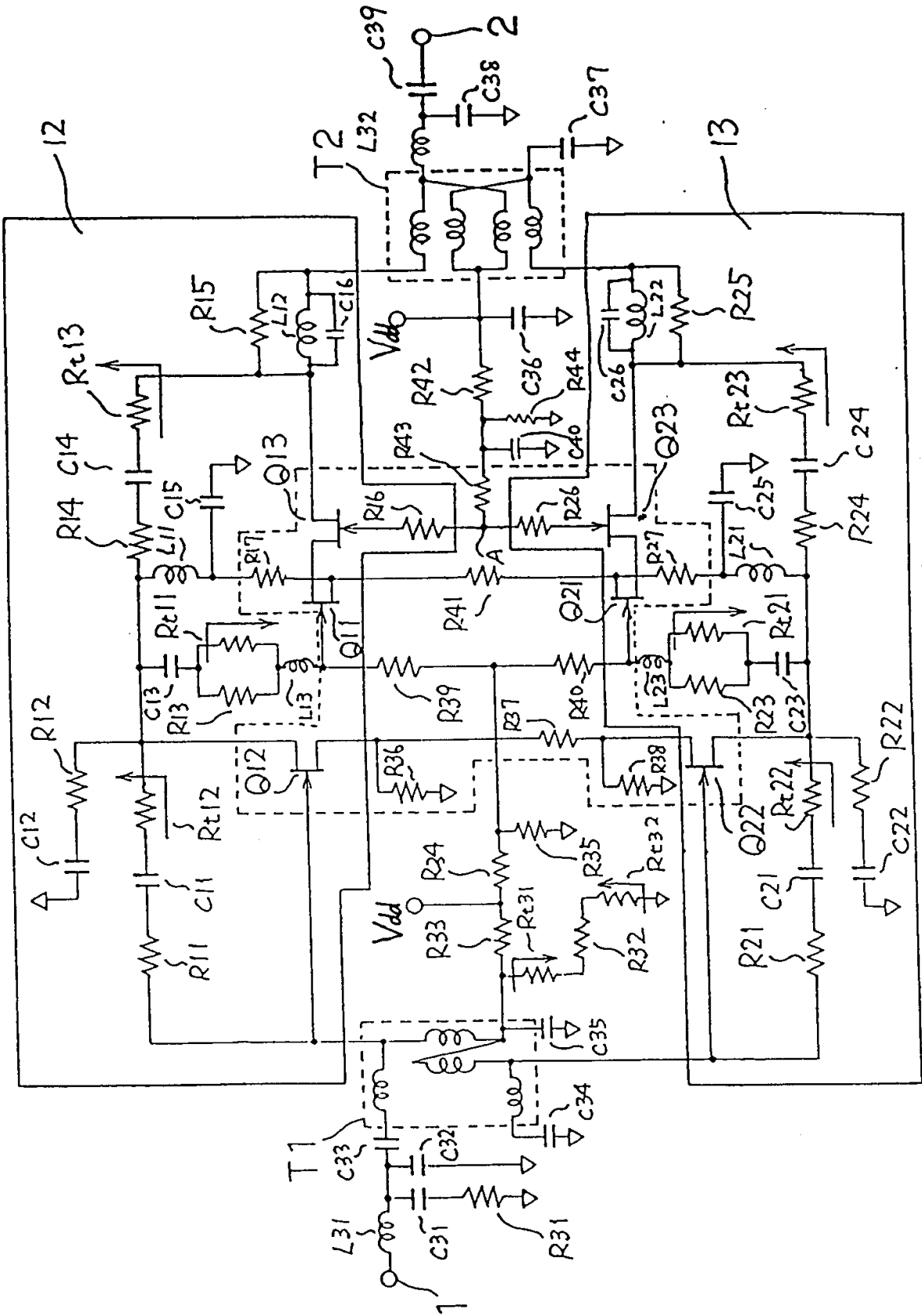


图 7