

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01142128.2

[43] 公开日 2002 年 4 月 10 日

[11] 公开号 CN 1344062A

[22] 申请日 2001.9.13 [21] 申请号 01142128.2

[30] 优先权

[32]2000.9.13 [33]JP [31]278334/2000

[71] 申请人 日本电气株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 市原正贵

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

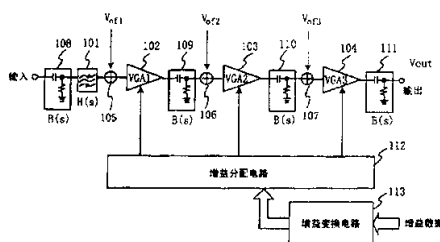
代理人 朱进桂

权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图页数 10 页

[54] 发明名称 控制基带增益的方法及电路

[57] 摘要

一种控制基带增益的方法及电路,它对基带电路中的多个可变增益放大器的增益进行设定从而抑制过渡电压的生成。增益变换电路提供了每次增益变化量的限定值,当增益输入数据变化太大,并且执行了超出限定量的增益变化,变化量被分成等于或小于限定值的多个变化量,控制可变增益放大器从而实现所需的增益变化。增益分配电路根据增益变换电路的增益输出数据对各个可变增益放大器分配增益控制数据。



ISSN 1008-4274

权利要求书

1、一种增益控制方法，用于保持来自含有串接可变增益放大器（VGA）
5 的基带放大器的输出的总放大增益，其采用预定增益限量和预定的时间
间隔，其特征在于，它含有以下步骤：

为所述基带放大器的所述输出设定一个预定增益；

把所述总放大增益与所述预定增益进行比较；

10 当所述总放大增益比所述预定增益高出所述预定增益限量或更大
时，把所述预定增益限量加入所述预定增益，或者当所述总放大增益比
所述预定增益低出所述预定增益限量或更大时，从所述预定增益中减去
所述预定增益限量；以及

重复上一步骤中的所述加法步骤或减法步骤，直至所述总放大增益
变成等于所述预定增益。

15 2、如权利要求 1 所述的增益控制方法，其特征在于，重复步骤的次
数以一个预定数为限。

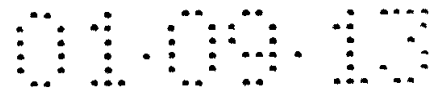
3、如权利要求 1 所述的增益控制方法，其特征在于，所述的预定增
益以如下方式被分配，当所述总放大增益将要被增大时，所述 VGA 的增
益按照从所述基带放大器的输入到输出的串接顺序顺次增大，当所述总
20 放大增益将要被减小时，所述的 VGA 的增益按照从所述基带放大器的输
出到输入的串接顺序顺次减小。

4、一种增益控制方法，用于保持来自含有串接可变增益放大器（VGA）
的基带放大器的输出的总放大增益，其采用预定增益限量和预定的时间
间隔，其特征在于，它含有以下步骤：

25 为出自所述基带放大器的所述输出设定一个预定增益；

把所述总放大增益与所述预定增益进行比较；

把所述的预定增益以如下方式进行分配，当所述总放大增益将要被
增大时，所述 VGA 的增益按照从所述基带放大器的输入到输出的串接顺
序顺次增大，当所述总放大增益将要被减小时，所述的 VGA 的增益按照
30 从所述基带放大器的输出到输入的串接顺序顺次减小。



5、一个含有串接的可变增益放大器、用于保持总放大增益的基带放大器，其特征在于，它包括：

一增益变换电路，其用于为所述基带放大器的输出设定一个预定增益；用于把所述总放大增益与所述预定增益进行比较；用于当所述总放大增益比所述预定增益高出预定增益限量或更大时，把所述预定增益限量加入所述预定增益，或者当所述总放大增益比所述预定增益低出所述预定增益限量或更大时，从所述预定增益中减去所述预定增益限量；以及用于重复上面所述加法步骤或减法步骤，直至所述总放大增益变成等于所述预定增益；和

10 把所述增益变换电路的输出进行分配的增益分配电路。

6、如权利要求 5 所述的基带放大器，其特征在于所述增益变换电路的所述输出被均等地分配给所述 VGA。

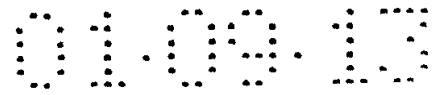
7、如权利要求 5 所述的基带放大器，其特征在于所述的重复步骤的次数以一个预定数为限。

15 8、如权利要求 5 所述的基带放大器，其特征在于所述的增益分配电路把所述的预定增益以如下方式进行分配，当所述总放大增益将要被增大时，所述 VGA 的增益按照从所述基带放大器的输入到输出的串接顺序顺次增大，当所述总放大增益将要被减小时，所述的 VGA 的增益按照从所述基带放大器的输出到输入的串接顺序顺次减小。

20 9、一个含有串接的可变增益放大器、用于保持总放大增益的基带放大器，其特征在于，它包括：

一增益变换电路，其用于为所述基带放大器的输出设定一个预定增益，用于把所述总放大增益与所述预定增益进行比较；以及

25 一个增益分配电路，其用于以下述方式分配所述增益变换电路的输出，即，当所述总放大增益将要被增大时，所述 VGA 的增益按照从所述基带放大器的输入到输出的串接顺序顺次增大，当所述总放大增益将要被减小时，所述的 VGA 的增益按照从所述基带放大器的输出到输入的串接顺序顺次减小。



说 明 书

控制基带增益的方法及电路

5

技术领域

本发明涉及基带增益控制，尤其是能够有效防止在直接变换基带电路的增益控制中由于直流补偿量引出问题的基带增益控制方法及电路。

10 背景技术

采用直接变换方式的接收机优于传统的超外差式接收机，因而有望在将来被广泛应用。其优点表现于以下几点：

1) 高频电路部分被简化，滤波器等部件的数目可减少。

15 2) 由于包括基带限制和 AGC（自动增益控制）在内的大部分功能是在基带频率执行的，因此它们可以由适合于 LSI（大规模集成电路）的 CMOS 模拟电路来实现。

图 6 是一个直接变换接收机的具体构成的示意图。图 6 所示是一个基带增益控制系统，它用于控制直接变换基带电路的增益，这个系统可以象 WCDMA（宽带码分多址）系统那样在接收机的接收信号中具有宽动态
20 范围。

由天线 201 接收的高频信号受制于高频带通滤波器 202 的频带限制，并且接收的频带被取出。如此限制频带的信号被低噪声放大器 LNA203 放大，并被直接输入给正交解调器 204。正交解调器 204 被由本地振荡器 225 所产生的本地信号所驱动。这个本地信号的频率与被接收的高频信号的中心频率相同。
25

正交解调器 204 由乘法电路 222 和 223 以及位相电路 224 组成。低噪声放大器 203 的平衡输出通过放大器 221 被乘法电路 222 和 223 进行乘法处理，这些乘法处理分别对应于具有本地信号的 0 度相位和 90 度相位的正交信号的平衡输出，基带信号直接产生自高频信号，且两种信号，
30 即基带信号 I 和 Q 作为解调输出被输出。这些基带信号分别受到基带滤

波器 205 和 206 的频带限制，之后又被 AGC 电路 207 放大，从而具有一个恒定的平均幅度值。

AGC 电路 207 的动态范围具有能达到几十个分贝（对于 CDMA 约为 80dB）的特性。AGC 电路 207 的输出作为信号 205 和 206 被分别输出给下一级。需要指出的是，控制该电路的增益的电路以及其中的算法因为与本发明无关，所以在此未加描述。

根据这个直接变换系统，用来抑制相邻波道的波道滤波器不是由用于 IF 频带的 SAW 滤波器实现，而是由基带滤波器 205 和 206 实现。由于基带滤波器 205 和 206 能由采用有源元件的电路来实现，所以它们适合于 IC。此外，由于高频信号被直接变换成基带信号，无需提供第二个本地振荡器。由于这些原因，有可能使从低噪放大器 LNA203 到基带输出的所有的接收电路，可以由一个芯片来实现。这大大有助于制造出体积更小的移动电话，并减少元件数量。

但是，如果在基带滤波器 205 和 206 和 AGC 电路 207 中有直流补偿，哪怕是很小，AGC 的增益有时会变得高达 80dB，并出现饱和现象，使得输出被固定为电源电压或接地电压。例如，如果在基带滤波器 205 中存在 1mV 的直流补偿，那么 AGC 电路 207 的增益就是 80dB，即高达输入的 10,000 倍，一个 10V 的直流成分被输出。不用说，这样一个电压远高于移动电话的电池的电压，其结果是移动电话无法工作。

如上所述，尽可能地消除直流补偿，是直接变换电路中的基带电路中最显著的问题。

传统上消除直流补偿的方法之一是在可变增益放大器的不同级之间使用高通滤波器 (C-cut)，它们各包含一个隔直流电容器。

图 7 的示意图表示图 6 中的用于 I 或 Q 的基带电路被去掉后的情况。这个基带电路包括具有 C-cut 结构的多个增益控制放大器。为简化描述，图 7 显示了作为单端电路的基带电路。基带滤波器 101 和可变增益放大器 102、103 和 104（这些放大器也可分别表述为 VGA1、VGA2 和 VGA3）分别对应于基带滤波器 205（206）和可变增益放大器 208（211）、209（212）和 210（213）。

按照这种结构，为防止直流补偿的发展以及由直流补偿的发展而造

成的信号的饱和，对应于 C-cut 结构的高通滤波器 108 至 111 被分别插入于电路的输入部分和 VGA102 之间、VGA102 和 VGA103 之间、VGA103 和 VGA104 之间，以及 VGA104 和输出部分之间。根据从外部输入进来的增益数据，按照增益分配电路 112 分配的增益控制数据，控制 VGA1、VGA2、
5 和 VGA3 的增益。

如上所述，通过把高通滤波器插入基带电路中的合适单元，在增益未发生变化的静态下防止了直流的传播。此外，可以防止由于直流补偿造成的信号饱和。

然而，根据传统的消除直接变换接收机中基带电路的直流补偿的方法，在增益发生巨大变化的动态控制状态下，会发生由于直流补偿而造成的过渡现象，这经常会对接收特性具有负面效应。

假设在图 7 所给出的电路中，补偿电压 V_{of1} 、 V_{of2} 、和 V_{of3} 被分别加到 VGA1、VGA2、和 VGA3 的输入一侧，应考虑如果各个增益 g_1 、 g_2 和 g_3 被改变，何种过渡现象将会出现。

在此假定如图 7 所示那样被插入的高通滤波器 109 至 111 的传递函数是一样的，而且用以下简化的方式表达：
15

$$B(s) = \frac{s}{s + \alpha} \quad \dots (1).$$

假定 VGA1、VGA2、和 VGA3 的增益（不是分贝值，而是实际值）分别是 g_1 、 g_2 和 g_3 ，而且这些增益分别变为 g_1' 、 g_2' 和 g_3' ，为了简化，设定下述条件：
20

- a) 增益 g_1 、 g_2 和 g_3 是输入的 1 至 16 倍高；
 - b) 增益 g_1 、 g_2 和 g_3 不是同时变化；而且
 - c) 增益 g_1 、 g_2 和 g_3 的变化是瞬间的。
- 1) 如果 VGA1 的增益从 g_3 变为 g_3' ：

由于分别被高通滤波器 109 和 110 阻断，补偿电压 V_{of1} 、 V_{of2} 对输出没有影响，仅 V_{of3} 对输出有影响。在高通滤波器 111 的输入端，一个台阶状的电压变化 ΔV_3 出现，如下表述：
25

$$\Delta V_3 = (g_3' - g_3) \cdot v_{of3} \quad \dots (2).$$

这个台阶状的变化影响通过高通滤波器 111 的输出 V_{out} 。它的一个作用可以用拉普拉斯变换表述如下。
30

$$V_{out(s)} = B(s) \cdot \frac{\Delta V_3}{s} = (g_3' - g_3) \cdot V_{of3} \cdot \frac{1}{s + \alpha} \quad \dots (3)。$$

假定 g_3 在 $t=0$ 时变化，可得到如下的时间响应

$$V_{out}(t) = (g_3' - g_3) \cdot V_{of3} \cdot e^{-\alpha t} \quad \dots (4)。$$

2) 如果 VGA2 的增益从 g_2 变成 g_2' ：

5 由于高通滤波器 110 的存在，在稳定态下，VGA2 的输出的补偿被滤波器 110 消除。然后，假定 g_2 变成 g_2' 。此时，如下的台阶状的电压变化 ΔV_2 出现在高通滤波器 110 的输入：

$$\Delta V_2 = (g_2' - g_2) \cdot v_{of2} \quad \dots (5)。$$

10 这个台阶状的变化影响通过两阶高通滤波器的输出 V_{out} 。它的一个作用可以用拉普拉斯变换表述如下。

$$V_{out(s)} = g_3 \cdot B(s)^2 \frac{\Delta V_2}{s} g_3 \cdot \Delta V_2 \cdot \frac{s}{s + \alpha} \cdot \frac{1}{s + \alpha} \quad \dots (6)。$$

假定 g_2 在 $t=0$ 时变化，可得到如下的以时间为变量的情况：

$$\begin{aligned} V_{out}(t) &= g_3 \cdot \Delta V_2 \cdot (1 - \alpha \cdot t) \cdot e^{-\alpha t} \\ &= g_3 \cdot (g_2' - g_2) \cdot V_{of2} \cdot (1 - \alpha \cdot t) \cdot e^{-\alpha t} \quad \dots (7)。$$

15 3) 如果 VGA1 的增益从 g_1 变成 g_1' ：

由于高通滤波器 109 的存在，在稳定态下，VGA1 的输出的补偿被 109 阻断。然后，假定 g_1 变成 g_1' 。此时，如下的台阶状的电压变化 ΔV_1 出现在高通滤波器 109 的输入：

$$\Delta V_1 = (g_1' - g_1) \cdot v_{of1} \quad \dots (8)。$$

20 这个台阶状的变化影响通过三级高通滤波器的输出 V_{out} 。它的一个作用可以用拉普拉斯变换表述成如下方式。

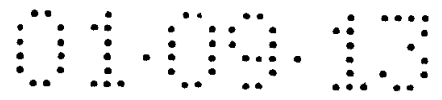
$$V_{out(s)} = g_3 \cdot g_2 \cdot B(s)^3 \frac{\Delta V_1}{s} g_3 \cdot g_2 \cdot \Delta V_1 \cdot \frac{s}{s + \alpha} \cdot \frac{s}{s + \alpha} \cdot \frac{1}{s + \alpha} \quad \dots (9)。$$

假定 g_1 在 $t=0$ 时变化，可得到如下的以时间为变量的情况：

$$\begin{aligned} V_{out}(t) &= g_3 \cdot g_2 \cdot \Delta V_1 \cdot (1 - 2 \cdot \alpha \cdot t + \frac{\alpha^2 \cdot t^2}{2}) \cdot e^{-\alpha t} \\ 25 \quad &= g_3 \cdot g_2 \cdot (g_1' - g_1) \cdot V_{of1} \cdot (1 - 2 \cdot \alpha \cdot t + \frac{\alpha^2 \cdot t^2}{2}) \cdot e^{-\alpha t} \quad \dots (10)。$$

图 8 所示是数学公式 (4) 在补偿电压 V_{of3} 为 1mV，增益 g_3 从输入的 1 倍变至 16 倍高时的波形图。

图 9 所示是数学公式 (7) 在补偿电压 V_{of2} 为 1mV，增益 g_3 为输入的



16 倍高，且增益 g_2 从输入的 1 倍变至 16 倍高时的波形图。

图 10 所示是数学公式 (10) 在补偿电压 V_{of1} 为 1mV，增益 g_3 和 g_2 为输入的 16 倍高，且增益 g_1 从输入的 1 倍变至 16 倍高时的波形。

5 不论在何种情况下，各高通滤波器的 3dB 截止频率均为 5kHz， α 值为 31415.93。

从图 8 至 10 中显见，即使直流成份可以被高通滤波器阻断，然而高过渡电压会出现在输出，并通过改变各级的增益从而损坏其性能。

10 例如，图 8 表明，如果在 1mV 的直流补偿电压 V_{of3} 输入时 VGA3 的增益从 1 倍 (0dB) 变至 16 倍 (24dB) 时，会出现其值为 $1\text{mV} \times (16 - 1) = 15\text{mV}$ 的一个过渡电压脉冲。图 9 表明，如果在 1mV 直流补偿电压 V_{of2} 为输入时 VGA2 的增益从 1 倍 (0dB) 变至 16 倍 (24dB) 且增益 g_3 是 16 倍于输入 (24dB) 时，会出现其值为 $1\text{mV} \times 16 \times (16 - 1) = 240\text{mV}$ 的一个过渡电压脉冲。

15 此外，图 10 示出如果 VGA3 的增益 g_3 是 16 倍于输入 (24dB)，VGA2 的增益 g_2 是 16 倍于输入 (24dB)，VGA1 的增益 g_1 是从输入的 1 倍 (0dB) 至 16 倍 (24dB) 变化时，会出现其值为 $1\text{mV} \times 16 \times 16 \times (16 - 1) = 3840\text{mV}$ 的一个过渡电压脉冲。

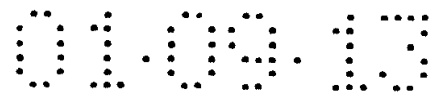
20 由此可以理解，如果多个可变增益放大器的增益是随机变化的，即使一个很低的补偿电压，在输出端也会出现一个高的过渡电压。这个过渡电压会极大地破坏了接收机的性能。

25 如上所述，对于直接变换型的接收机，需要在几乎整个基带频率控制增益。所以，由于出现在基带电路的各个部分的直流补偿电压导致不利地出现放大器饱和的情况。为防止这一问题，也许可以考虑在电路的合适位置设置高通滤波器从而阻断直流成份传输的方法。然而，在这样的情况下，过渡电压出现并且破坏取决于增益变化的接收性能。

发明内容

本发明的目的在于提供一种基带增益控制方法及电路，其能够抑制在基带电路中的多个可变增益放大器的增益设定中抑制过渡电压的生成。

30 本发明通过设定放大基带信号并且是串联连接的多个可变增益放大



器的增益，以控制基带增益，以减少因过渡现象而导致的电压生成。在基带电路中的多个可变增益放大器的增益的设定是通过如下方法进行控制的：

1、为可能在某个时间变化的增益的变化量设定一个限量。如果超出该限量的增益变化是必然的，则该增益变化被分成多个变化量，每一变化量等于或低于限量，同时通过多次控制多个变化量，获得一个期望的增益变化。

2、如果增益要增大，可变增益放大器的增益从靠近输入的那个开始顺次增大。如果增益要减小，可变增益放大器的增益从最远离输入的那个开始顺次减小。

3、按照上述 1 或 2 或 1 与 2 的结合的方法，通过增益控制抑制过渡电压的产生。

根据本发明，进行增益控制，以致对于一个基带信号设置多个可变增益放大器的增益的变化量的上限。进一步，如果增益要增大，可变增益放大器的增益从靠近输入的那个开始顺次增大。再进一步，如果增益要减小，可变增益放大器的增益从最远离输入的那个开始顺次减小。由此，可以有效地抑制在增益控制中由于直流补偿电压而造成的过渡电压的产生。

用于提供增益变化量的上限的增益控制与通过依据增益的增大与减小对多个可变增益放大器分配不同的增益分配控制的结合，使得能够有效的抑制因直流补偿电压而造成的过渡电压的产生。

如果本发明被应用于直接变换基带电路的增益控制，例如，象 WCDMA 类接收机那样的具有宽动态接收信号的直接变换基带电路的基带增益控制，本发明表现出显著的优点。

附图说明

图 1 是表示实施本发明的基带增益控制的一种方式示意图。

图 2 是表示在图 1 所给出的实施方式中的增益变换电路的工作情况的流程图。

图 3 是可变增益放大器的增益随增益控制数据变化方式的示意图。

图 4 是表示一个增益分配电路的工作情况的流程图。

图 5 是由一个 ROM 构成增益分配电路的示例的示意图。

图 6 是表示一个传统的直接变换接收机的构成的示意图。

图 7 是图 6 所示的电路的基带电路被简化为一个单端电路的示意图。

5 图 8 是公式 (4) 中如果 V_{of3} 是 1mV 且 g_3 由输入的 1 倍变为 16 倍高时的波形示意图。

图 9 是公式 (7) 中如果 V_{of2} 是 1mV, g_3 是输入的 16 倍高, 且 g_2 从输入的 1 倍变为 16 倍时的波形示意图。

10 图 10 是是公式 (10) 中如果 V_{of1} 是 1mV, g_3 和 g_2 是输入的 16 倍高, 且 g_1 从输入的 1 倍变为 16 倍时的波形示意图。

发明的优选实施方式

图 1 的示意图表示本发明所给出的一个基带增益控制电路的基本构成。其中所给出的一个信号路径, 类似于图 7 所示的传统的电路, 具有接收机接收信号基带控制系统的构成, 如在 WCDMA 系统中的构成那样。图 1 的框图给出了一个单端电路, 如传统电路中所描述的那样。

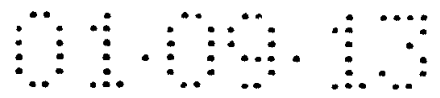
(第一实施例)

本发明的第一个实施例具有以下特征, 它包含图 1 中所示的一个增益分配电路 112 和一个增益变换电路 113, 且其中对增益变换电路 113 设置一个增益控制的上限。

所述的增益变换电路 113 是一个把输入增益数据 (增益数据: 对应于分贝 dB) 变换为被实际设定给可变增益放大器的增益输出数据 (增益输出: 对应于分贝) 的电路。

而且, 增益分配电路 112 是一个具有把输入自增益变换电路 113 的增益输出数据作为增益控制数据分配给多个可变增益放大器的功能和对数据进行控制的功能的电路。在实施本发明的这个实施例中, 它的电路的构成方式是使得增益输出数据 (或称之为增益输出) 要么是作为原样, 要么是统一地被放大或衰减后, 被分配并被提供给多个可变增益放大器。

30 这里, 如果增益输入发生较大变化, 如从 24dB 发生 48dB 的变化成为 72dB 且这一变化被分别发映在这些可变增益放大器的设定值上, 由直



流补偿电压会生成一个高过渡电压，就象在本发明要解决的问题那部分叙述中所详细描述的那样。

考虑到这一情况，在本实施例中，设定一次可变化的增益的上限或最大台阶 (MAXSTEP)。例如，MAXSTEP 被设为 2dB。通过如此设定，增益的变化量 24dB 就是通过 12 个变化量得到的，每个变化量为 2dB，且每次变化的间隔是预定的时间间隔 (预定间隔)。所以有效地抑制了过渡电压的生成。

例如，图 8 显示了如果 V_{of3} 是 1mV 且增益 g_3 由输入的 1 倍 (0dB) 变为 16 倍高 (24dB) 时的过渡电压。产生峰值是 $1\text{mV} \times (16-1) = 15\text{mV}$ 的过渡电压。

如果增益 g_3 由 22dB 变为 24dB，即变化 2dB，在 1mV 和 22dB 条件下会得到一个电压 X (dBm)，依据 $20\log_{10}X=22\text{dB}$ 其值为 $1\text{mV} \times 10^{(22/20)}$ 。所以，按照 2dB 的步进来改变增益，效果是过渡电压值为 $1\text{mV} \times (16-10^{(22/20)}) = 3.4\text{mV}$ 。

增益变换电路 113 把增益数据按照增益设定值输出给增益分配电路 112，增益分配电路 112 把增益设定值，要么按照原样要么对其值进行放大或衰减后，分别分配给可变增益放大器 102、103 和 104。

如上所述，各个可变增益放大器的增益所受的控制是多次的，每次的时间间隔是预定的间隔，而且是根据增益的最大变化量或者说是 MAXSTEP 进行的，从而使过渡电压的峰值被大大减小。

图 2 是一个流程图，它表示的是实现本发明的第一个实施例的工作情况。如果被输入的增益输入值高出当前设定给可变增益放大器的增益输出的高出部分等于或大于 MAXSTEP dB (即步骤 s1 中的“是”)，那么，当前设定的增益输出就被增加 MAXSTEP dB 从而获得一个新的增益输出设定值 (步骤 s4)。相反，如果被输入的增益输入值低于当前设定的增益输出的部分等于或大于 MAXSTEP dB，(即 s1 步骤中的“否”且步骤 s2 中的“是”)，那么，当前设定的增益输出就被减去 MAXSTEP dB 从而获得一个新的增益输出设定值 (步骤 s6)。另一种情况下 (步骤 s1 中的“否”且步骤 s2 中的“否”)，当前设定的增益输出就变成一个新设定的增益输出 (步骤 s3)。这个操作按照每个预定的时间间隔 (预定周期) 来进行 (步

骤 s5 和步骤 s7), 直至增益输出变为等于增益输入。

结果是, 在每个预定间隔期增益输出的变化量被限定为 MAXSTEP dB 或更低。

也能够给图 2 的流程图的循环次数设定一个最大值, 以便于当循环
5 次数超过这个最大值时不再改变增益输出。

图 3 表示增益输出随增益输入变化的方式。在图 3 所给出的例子中, 在时间 $t=0$, 增益输入与增益输出相比显著升高, 然后, 增益输出在每个
10 预定间隔提高 MAXSTEP 的幅度。在时间 $t=t_1$, 增益输入与增益输出满足: 增益输入 \leq 增益输出 + MAXSTEP。在此情况下, 它们还满足: 增益输入 \geq 增益输出 - MAXSTEP。这样, 增益输出被设置为与增益输入相等 (增益输出 = 增益输入)。其后, 增益输入被减小为一个更低的水平, 使得在时间 $t=t_1$ 之后, 增益输出在每个预定间隔减小一个 MAXSTEP 的幅度, 且在时间 $t=t_2$, 增益输出被设定为等于增益输入 (增益输出 = 增益输入)。

可以看出, 如果增益每次可以变化的量被设置了一个限定值, 而且
15 超过这个限定值的增益变化被控制, 那么, 则按照每次增益变化等于或低于增益变化的限定值的执行多次控制, 以便获得一个需要的增益变化。即, 控制多个增益变化量和最后的增益变化量等于或低于限定值。

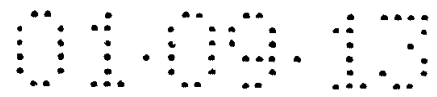
所以, 按照本发明的这一方式进行的增益控制, 即使增益输入发生
20 很大变化, 增益的变化也是在一长时间范围内逐渐发生的, 以致于增益输出的变化可以减小。由此, 即使是在多个可变增益放大器中存在一个补偿电压, 也有可能抑制突然的过渡电压的生成。

本发明的第二个实施例

在第一个实施例中的描述的情形是增益分配电路 113 把增益控制数
25 据均匀地分配给多个可变增益放大器。如果在增益分配电路 113 中采取另一种分配方法, 也可以大大地抑制过渡电压的生成。

在本发明的第二个实施例中, 增益分配电路 112 所进行的控制是把
不同的增益控制数据提供给多个可变增益放大器。

假定增益变换电路 113 把作为增益控制数据的增益数据原样输出。
图 10 中所给出的示例是如果 V_{of1} 是 1mV, VGA1 的增益 g_1 从输入的 1 倍 (即
30 0dB) 变为 16 倍 (即 24dB) 时, g_3 和 g_2 分别是最大增益 24dB 时的过渡



电压。生成的过渡电压的峰值为 $1\text{mV} \times (16-1) \times 16 \times 16 = 3840\text{mV}$ 。

这是因为增益 g_3 和 g_2 分别是最大增益 24dB。为防止这种情况，增益分配电路按如下方式对增益进行分配。

举例说，如果某个 VGA_x 的增益变化了，那么该 VGA_x 右侧的所有 VGA 的增益被分别设置为最小值。

根据本发明给出的示例，最小增益为 0dB。通过如此控制，过渡电压被限制为：

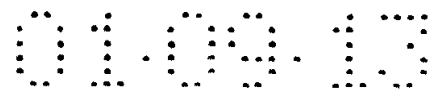
$$1\text{mV} \times (16-1) \times 1 \times 1 = 15\text{mV}。$$

图 4 是表示本发明的第二个实施例中的增益分配电路 112 的工作情况的流程图。在本实施例的增益分配电路 112 所进行的控制中应用了一个算法，该算法的内容是，从靠近输入的那个可变增益放大器开始，可变增益放大器的增益顺次增大，如果增益被减小，那么，从远离输入的那个可变增益放大器开始，可变增益放大器的增益顺次减小。增益分配电路 112 进行如此控制，以致使本实施例的可变增益放大器的放大增益的最大值变为可以例如是 24dB，增益分配电路的输入增益数据（增益）被设定为 24dB 和 48dB，各个可变增益放大器依据输入增益数据的状态而具有不同的增益。

在步骤 s11 中，判断输入给增益分配电路 112 的增益是否高于 48dB。如果增益高于 48dB，那么 VGA_1 、 VGA_2 、和 VGA_3 被分别设置为 24dB、24dB 和 (增益-48dB)，流程步骤操作返回步骤 s11。如果步骤 s11 判断的结果是该增益等于或低于 48dB，则接着在步骤 s12 中判断增益是否高于 24dB。如果增益高于 24dB，那么 VGA_1 、 VGA_2 、和 VGA_3 被分别设置为 24dB、(增益-24dB)、和 0dB，流程步骤操作返回步骤 s11。如果增益低于 24dB，那么 VGA_1 、 VGA_2 、和 VGA_3 被分别设置为增益、0dB、和 0dB，流程步骤操作返回步骤 s11。

如图 4 所示的那样，如果增益被分别作为可变增益放大器的增益控制数据分别分配给 VGA_1 、 VGA_2 和 VGA_3 ，且某个 VGA 被改变，那么，数据的控制就是使得相对于该 VGA 位于输出一侧的各个 VGA 的增益分别变为最小增益。

在该实施例中分配给 VGA_1 、 VGA_2 、和 VGA_3 的增益的示例中，增益分



配电路实施的控制是基于这样一个算法：如果来自增益变换电路 113 的增益控制数据或者说增益处于高水平（高于阈值 48dB），离输入相对近的 VGA1 和 VGA2 的增益被提高为 24dB，同时 VGA3 的增益保持为（增益-48dB）以满足 $VGA1 > VGA2 > VGA3$ ；即，如果该增益是一个中间值（高于阈值 24dB，且等于或低于阈值 48dB），那么 VGA1、VGA2、和 VGA3 被设置为满足： $VGA1 (=24dB) > VGA2 (=增益-24dB) > VGA3 (=0dB)$ ；即，该增益处于低水平（低于 24dB），那么 VGA1、VGA2、和 VGA3 被设置为满足： $VGA1 (=增益) > VGA2 (=0dB) > VGA3 (=0dB)$ 。简言之，如果该增益将被增大，从靠近输入的那个可变增益放大器开始的 5 可变增益放大器的增益顺次增大。如果增益将被减小，那么从最远离输入的那个可变增益放大器开始，可变增益放大器的增益顺次减小。

本发明的第三个实施例

为了更有效地在本发明的增益控制中抑制过渡电压，第三个实施例是本发明的第一与第二实施例的结合。它结合了通过为增益变化量设定一个上限而进行的增益控制与通过依据增益的增大与减小把不同的增益分配给多个可变增益放大器而进行的分配控制，因而能够实现以一种复合的方式来抑制过渡电压的效果。

在该第三实施例中，增益变换电路 113 的构成方式是使它实现第一实施例中给出的电路 113 中的最大台阶情况下的操作。增益分配电路 112 的构成方式是使它象第二实施例中那样来分配增益控制数据。

在第二实施例中过渡电压被限制为： $1mV \times (16-1) \times 1 \times 1 = 15mV$ 的同时，过渡电压在本实施例中被进一步减小为： $1mV \times (16-10^{(22/20)}) \times 1 \times 1 = 3.4mV$ 。

当使用流程图给出描述的同时，通过用功能描述语言如 VHDL 描述实际功能，可以用硬件实现流程图的功能。

本发明的第四实施例

作为本发明的另一个实施例，增益分配电路 112 的构成可以采用一个 ROM，电路的基本构成与前述一样。

图 5 给出了增益分配电路 112 的构成采用一个 ROM 的示例。如图 5 中所示，来自增益变换电路 113 的一个增益设定值被设置成一个地址输

入，相应于该地址输入的各个可变增益放大器的增益被从 ROM 中读出并被设置。对 ROM 写入数据被预定为以便满足图 4 所给出的算法，使得增益分配电路的工作方式与前述几个实施例中相同。

说明书附图

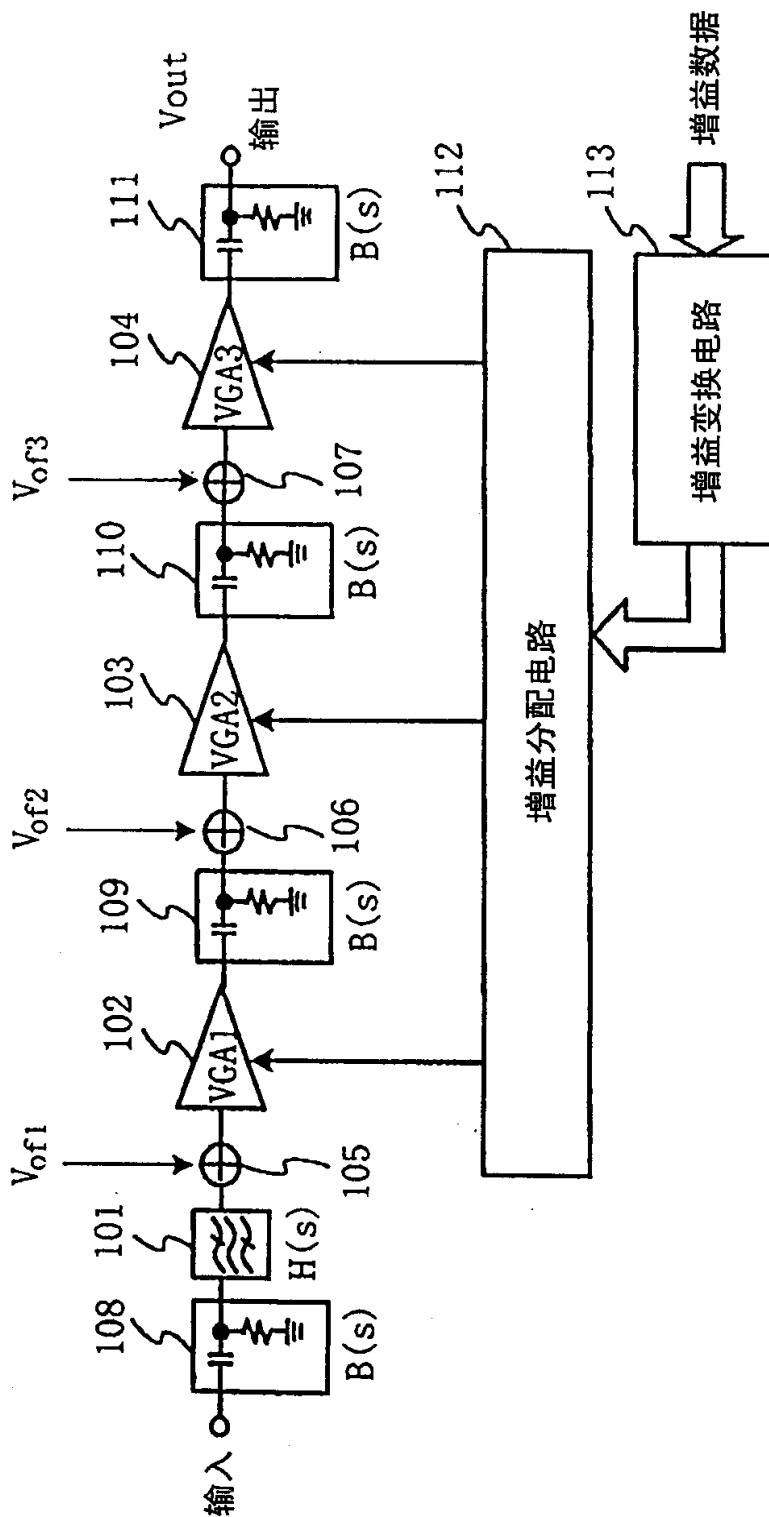


图 1

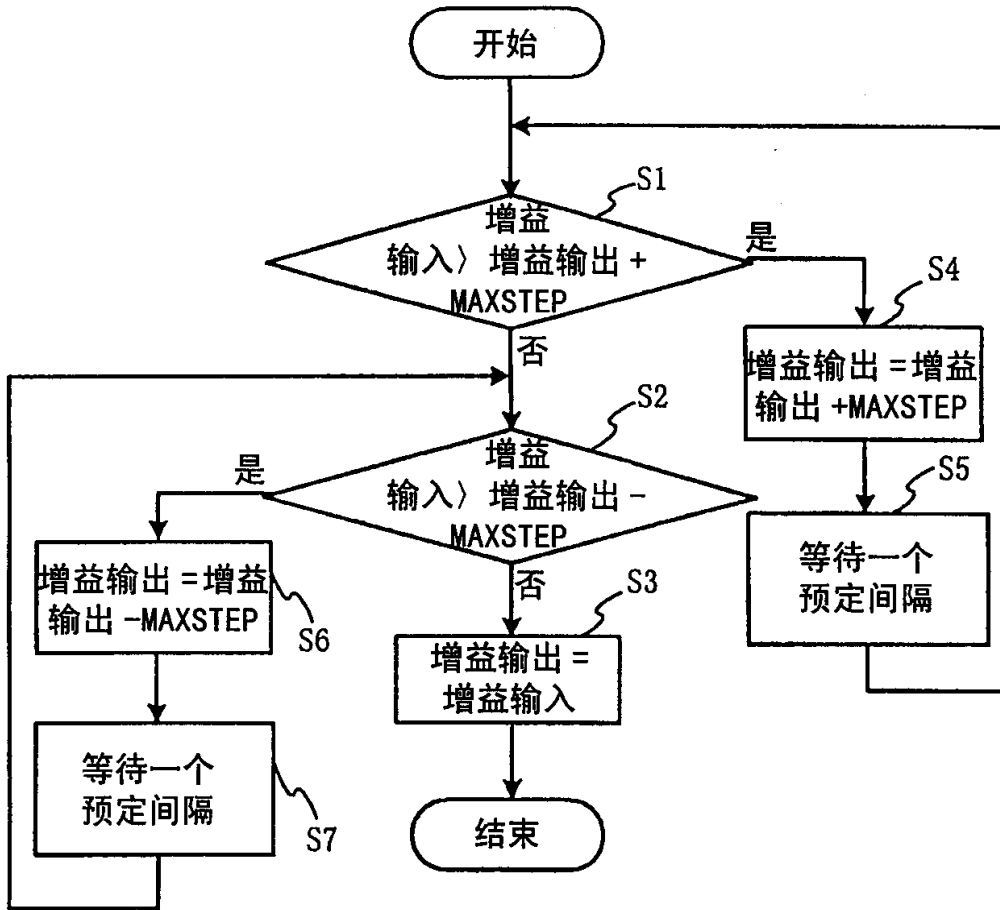


图 2

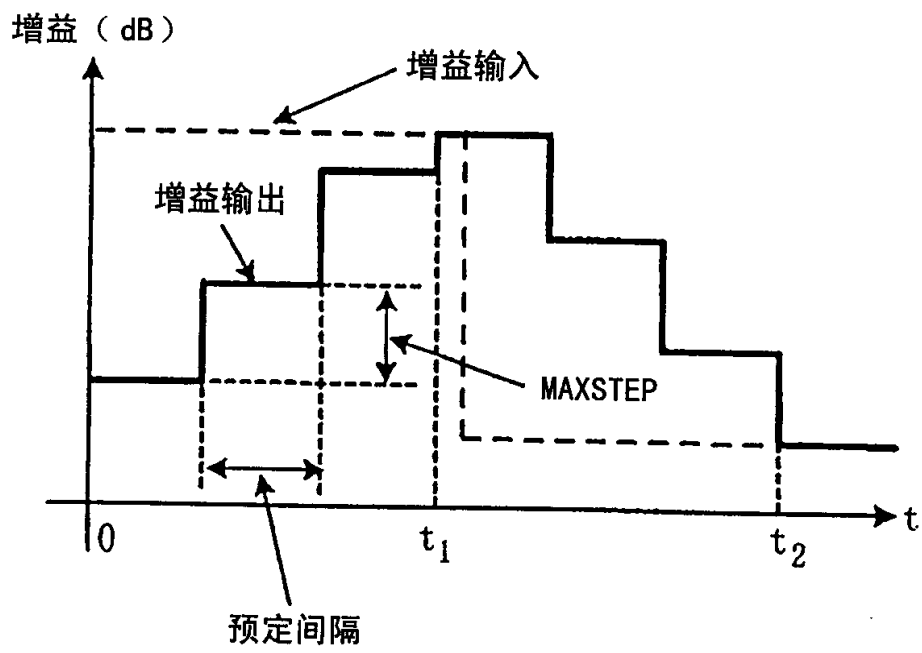


图 3

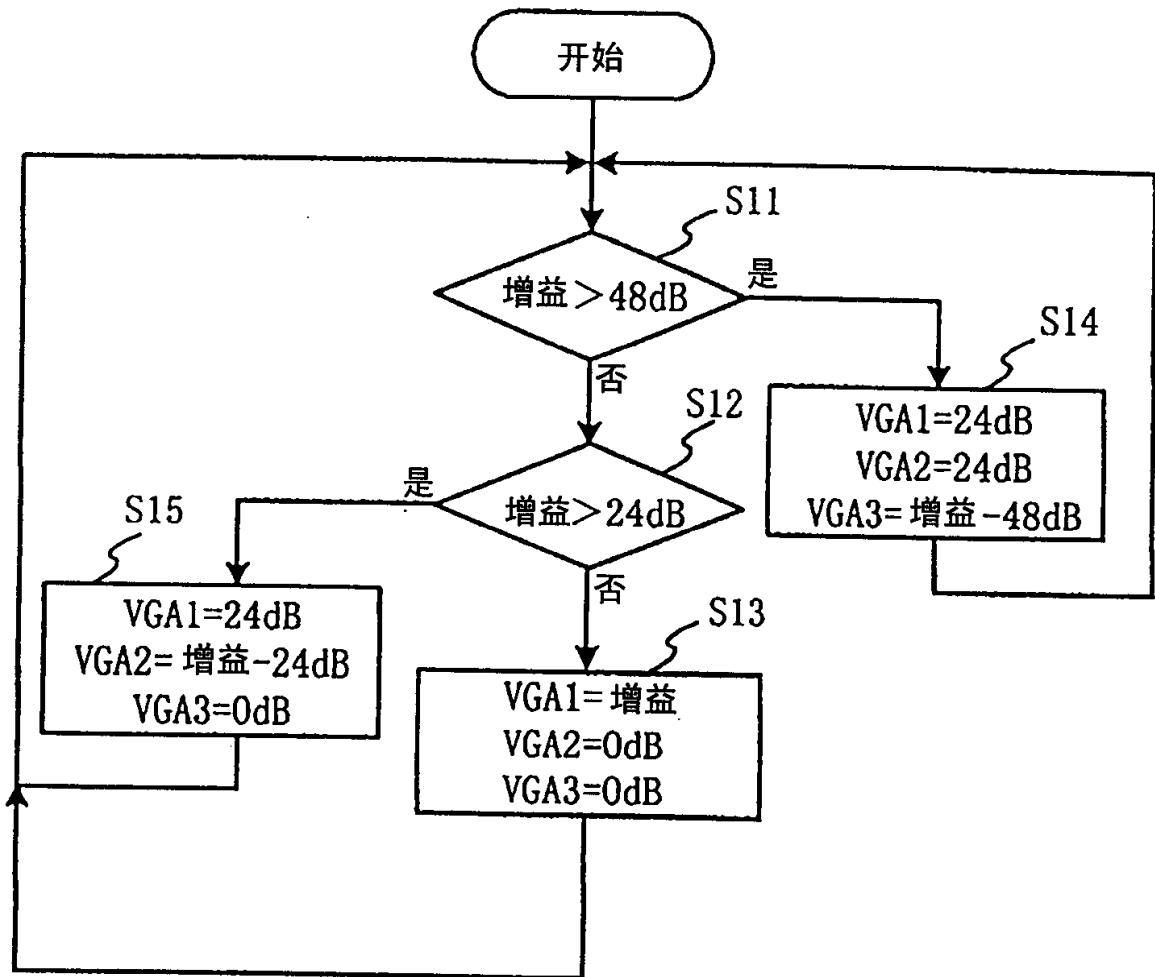


图 4

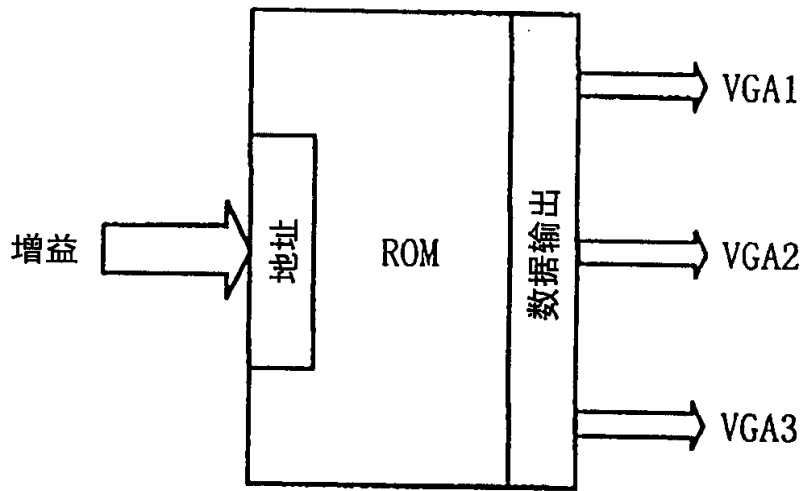


图 5

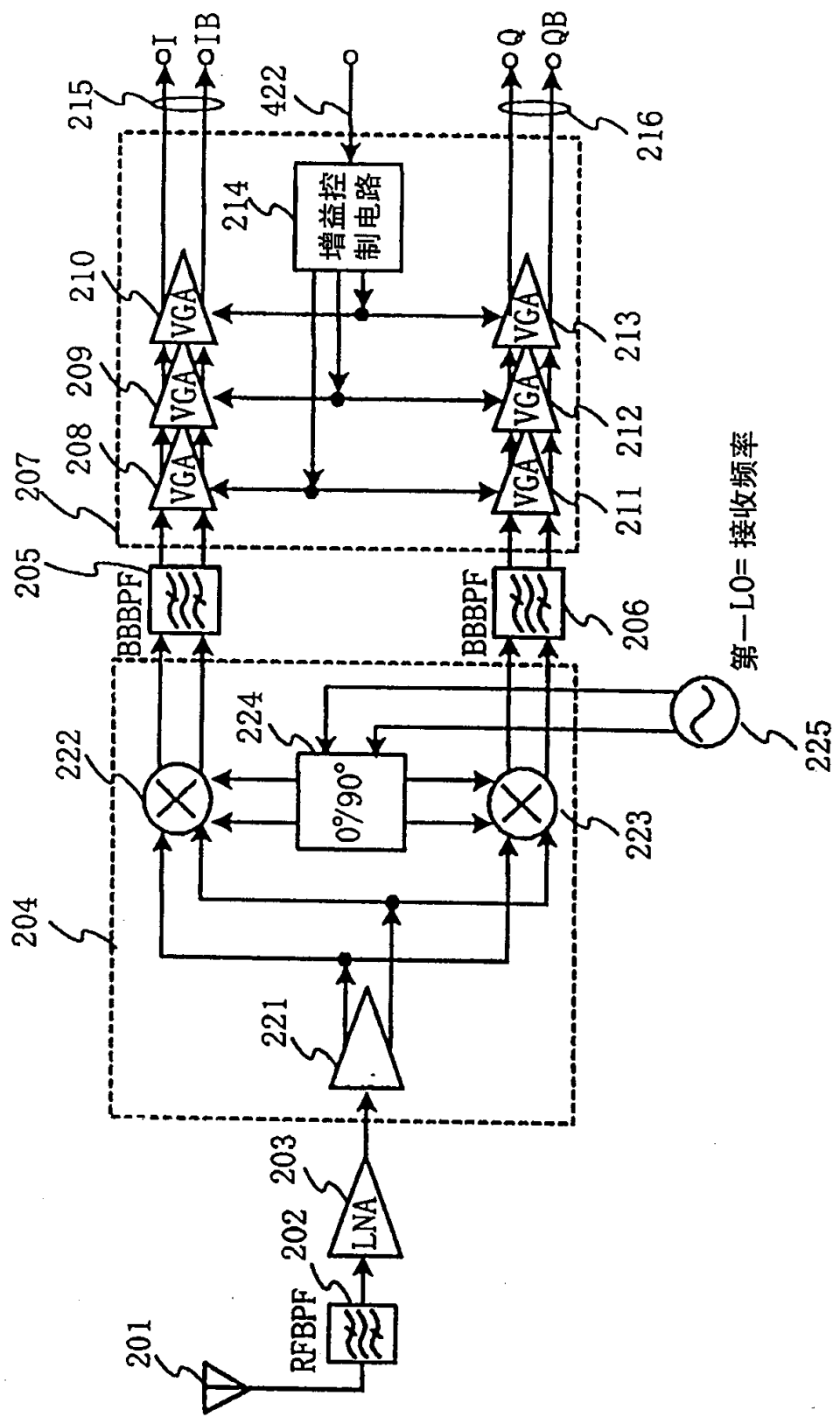


图 6

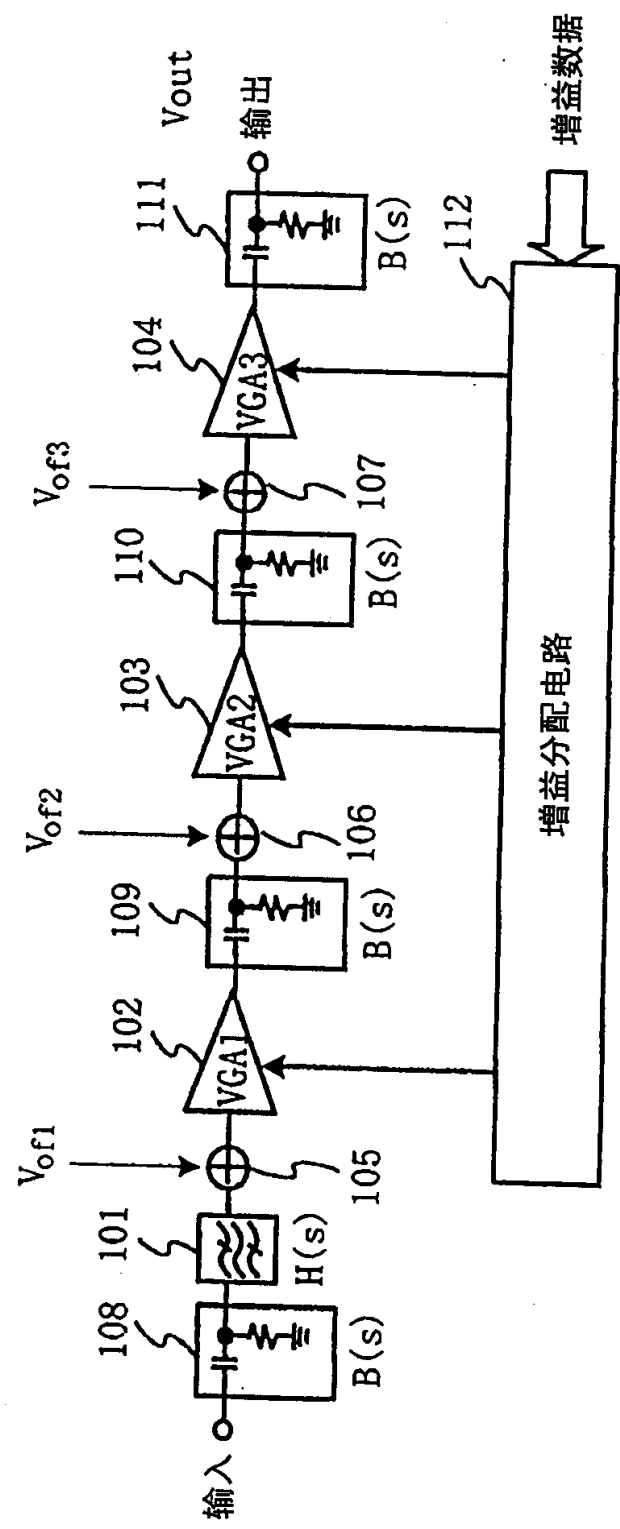


图 7

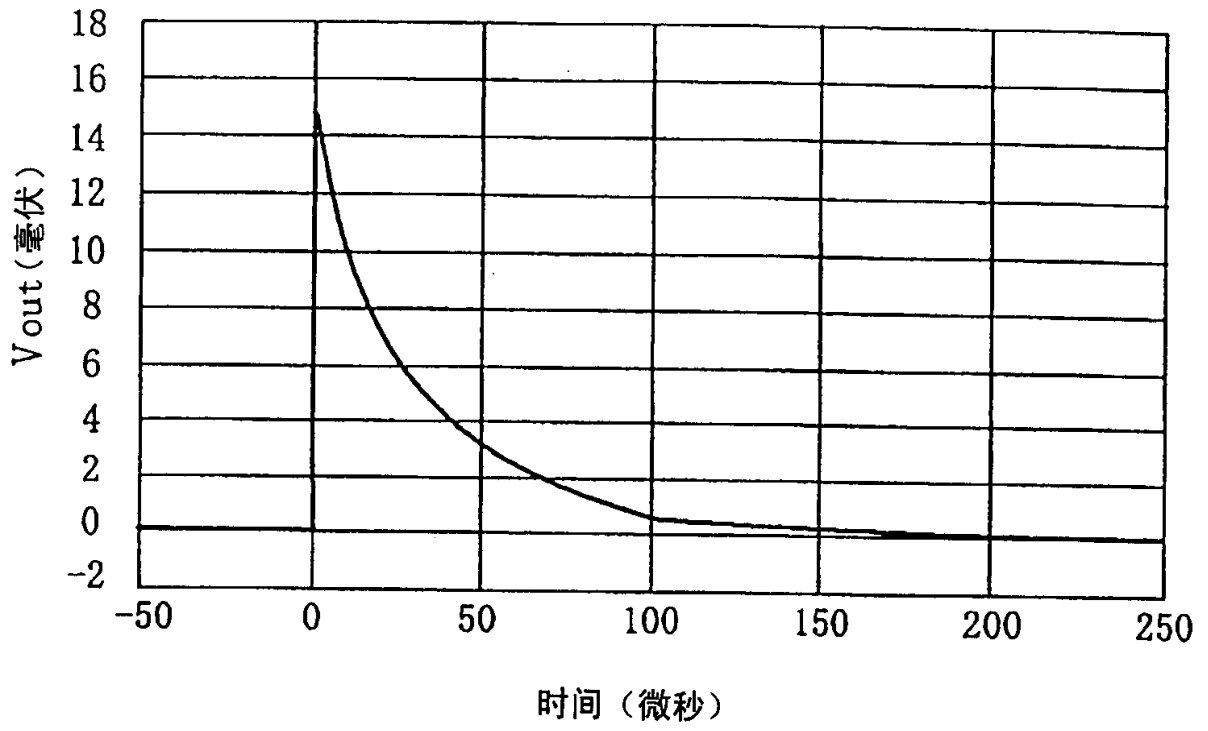


图 8

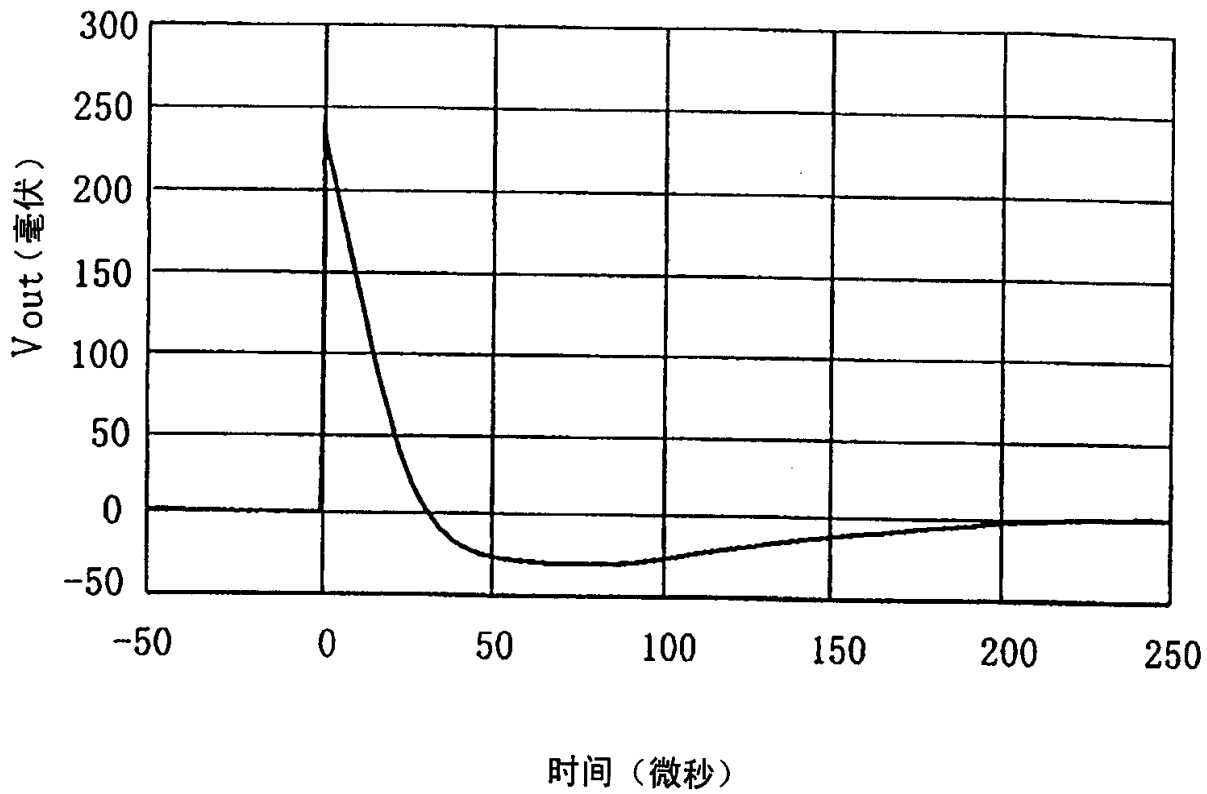


图 9

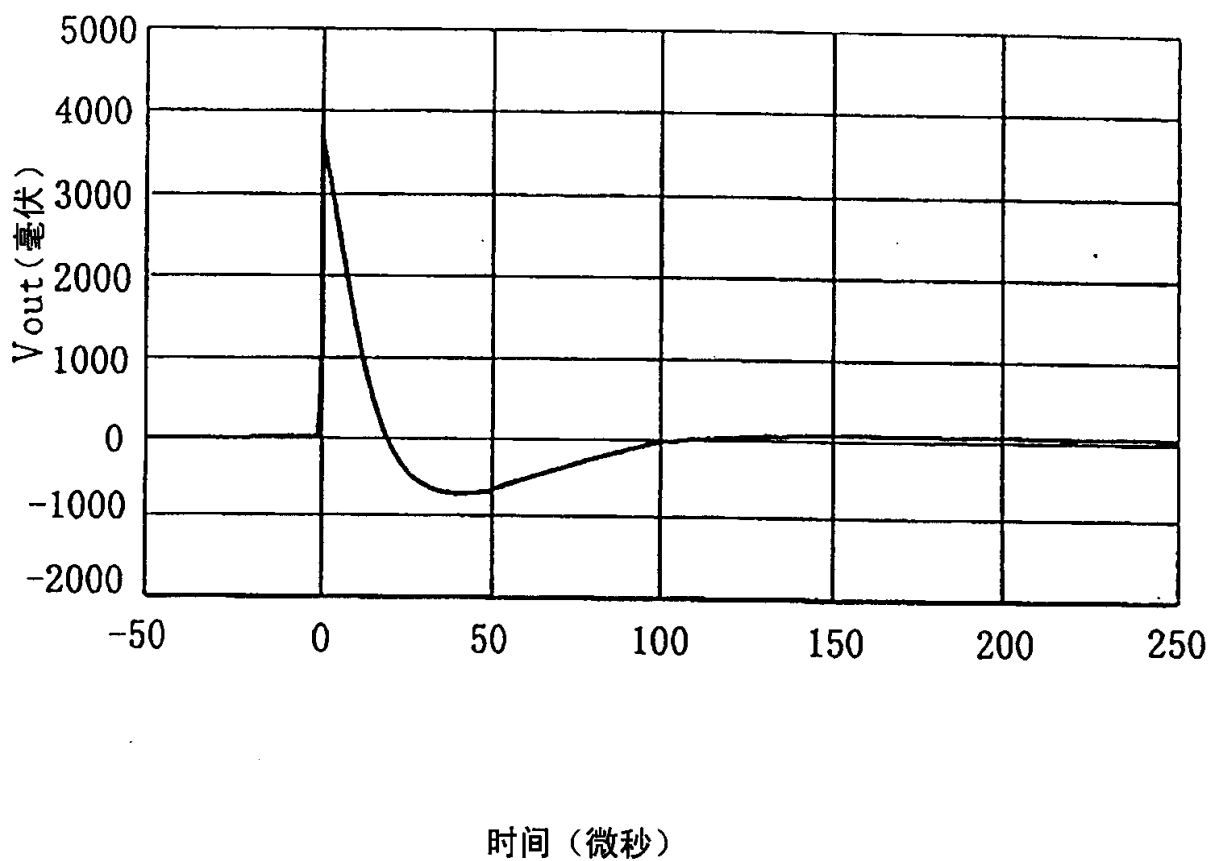


图 10