(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104113310 B
(45)授权公告日 2018.05.29

(21)申请号 201410163658.4

(22)申请日 2014.04.22

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104113310 A

(43)申请公布日 2014.10.22

(30)优先权数据
61/814,756 2013.04.22 US
14/061,637 2013.10.23 US

(73)专利权人 三星显示有限公司
地址 韩国京畿道

(72)发明人 M.赫克马特 A.阿米尔卡尼

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所 11105
代理人 金玉洁

(51)Int.Cl.
H03K 5/22(2006.01)

(56)对比文件
US 5726597 A,1998.03.10,
US 5726597 A,1998.03.10,
CN 101933227 A,2010.12.29,
CN 101242160 A,2008.08.13,
CN 1274997 A,2000.11.29,
CN 101005282 A,2007.07.25,

审查员 黄彰

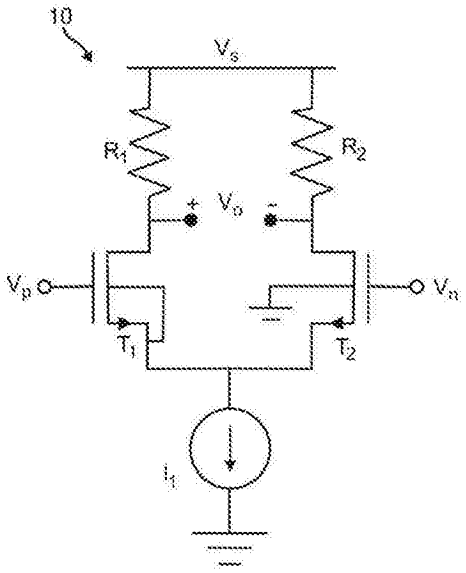
权利要求书4页 说明书11页 附图8页

(54)发明名称

失配差分电路

(57)摘要

一种差分放大器包括:包括第一晶体管的第一放大器腿;以及包括第二晶体管的第二放大器腿。这里,第一晶体管被配置为具有与第二晶体管的基体电势不同的基体电势。第一放大器腿和第二放大器腿一起可被配置为差分地放大接收到的差分输入信号。差分放大器可被配置为具有输入偏移电压,其对应于第一晶体管的基体电势与第二晶体管的基体电势之间的差异。差分放大器可处于比较器的输入级。



CN 104113310 B

1.一种差分放大器，包括：

包括第一晶体管的第一放大器腿；以及

包括第二晶体管的第二放大器腿，

其中，所述第一晶体管被配置为具有与所述第二晶体管的基体电势不同的基体电势，

其中，所述差分放大器被配置为处于比较器的输入级，

其中，所述第一放大器腿和所述第二放大器腿一起被配置为差分地放大接收到的差分输入信号，

其中，所述差分放大器被配置为具有输入偏移电压，并且

其中，所述输入偏移电压对应于所述第一晶体管的基体电势与所述第二晶体管的基体电势之间的差异，

其中，所述差分放大器还包括：

第一电流宿，被配置为吸收第一电流；

第二电流宿，被配置为吸收第二电流；

第三晶体管；以及

第四晶体管，

其中，所述第一晶体管、所述第二晶体管、所述第三晶体管和所述第四晶体管中的每一个包括第一端子、第二端子和栅极，

其中，所述第一晶体管的第一端子耦合到所述第四晶体管的第一端子，

其中，所述第二晶体管的第一端子耦合到所述第三晶体管的第一端子，

其中，所述第一晶体管的栅极耦合到所述第四晶体管的栅极，

其中，所述第二晶体管的栅极耦合到所述第三晶体管的栅极，

其中，所述第一晶体管的第二端子和所述第二晶体管的第二端子耦合在一起并耦合到所述第一电流宿，

其中，所述第三晶体管的第二端子和所述第四晶体管的第二端子耦合在一起并耦合到所述第二电流宿，并且

其中，所述输入偏移电压还对应于所述第一电流与所述第二电流之间的差异。

2.如权利要求1所述的差分放大器，

其中，所述第一晶体管具有第一器件尺寸并且所述第二晶体管具有与所述第一器件尺寸不同的第二器件尺寸，并且

其中，所述输入偏移电压还对应于所述第一器件尺寸与所述第二器件尺寸之间的差异。

3.如权利要求2所述的差分放大器，其中，所述第一器件尺寸对应于所述第一晶体管的沟道宽度或长度，并且所述第二器件尺寸对应于所述第二晶体管的沟道宽度或长度。

4.如权利要求1所述的差分放大器，其中，偏移电压能够通过调整以下各项中的至少一个来动态地配置：所述第一电流、所述第二电流、所述第一晶体管的基体电势、所述第二晶体管的基体电势、所述第一晶体管的有效宽度或长度、或者所述第二晶体管的有效宽度或长度。

5.如权利要求1所述的差分放大器，

其中，所述第一晶体管和所述第三晶体管具有第一器件尺寸，

其中，所述第二晶体管和所述第四晶体管中的每一个具有与所述第一器件尺寸不同的第二器件尺寸，并且

其中，所述输入偏移电压还对应于所述第一器件尺寸与所述第二器件尺寸之间的差异。

6.如权利要求1所述的差分放大器，

其中，所述第一晶体管和所述第二晶体管中的每一个是场效应晶体管并且包括基体、栅极、漏极和源极，

其中，所述第一晶体管的基体耦合到所述第一晶体管的源极、地或者偏置电压源之一，

其中，所述第二晶体管的基体耦合到所述第二晶体管的源极、地或者所述偏置电压源之一，并且

其中，所述第一晶体管的基体的耦合方式不同于所述第二晶体管的基体以使得所述第一晶体管的基体电势不同于所述第二晶体管的基体电势。

7.如权利要求6所述的差分放大器，

其中，所述第一晶体管和所述第二晶体管中的每一个是P-MOS场效应晶体管，

其中，所述第一晶体管的基体耦合到所述第一晶体管的源极，并且

其中，所述第二晶体管的基体耦合到所述偏置电压源。

8.如权利要求6所述的差分放大器，

其中，所述第一晶体管和所述第二晶体管中的每一个是N-MOS场效应晶体管，

其中，所述第一晶体管的基体耦合到所述第一晶体管的源极，并且

其中，所述第二晶体管的基体耦合到地。

9.如权利要求6所述的差分放大器，

其中，所述第一晶体管的基体耦合到所述偏置电压源，

其中，所述第二晶体管的基体耦合到地，并且

其中，能够控制所述偏置电压源来动态地改变所述第一晶体管的基体电势与所述第二晶体管的基体电势之间的差异。

10.一种多电平信号接收器，包括：

输入端子，用于接收多电平差分信号；

数据分割器，耦合到所述输入端子并且被配置为确定所述多电平差分信号的电压电平，所述数据分割器包括多个比较器；以及

解码器，耦合到所述数据分割器的输出并且被配置为对所述多电平差分信号的比特解码，

其中，每个比较器包括差分放大器，该差分放大器包括：

包括第一晶体管的第一放大器腿，以及

包括第二晶体管的第二放大器腿，所述第二晶体管被配置为具有与所述第一晶体管的基体电势不同的基体电势，

其中，所述第一放大器腿和所述第二放大器腿一起被配置为差分地放大所述多电平差分信号以生成阈值判定信号，

其中，所述差分放大器被配置为具有输入偏移电压，并且

其中，所述输入偏移电压对应于所述第一晶体管的基体电势与所述第二晶体管的基体

电势之间的差异，

其中，每个比较器被配置为具有与其他比较器的阈值电平不同的阈值电平，

其中，每个比较器被配置为向所述解码器输出其阈值判定信号以指示多电平信号是否大于其阈值电平，并且

其中，对于每个比较器，所述阈值电平对应于所述差分放大器的输入偏移电压。

11.如权利要求10所述的多电平信号接收器，

其中，所述多个比较器包括第一比较器、第二比较器和第三比较器，其中所述第一比较器的阈值电平被设定为第一电平，所述第二比较器的阈值电平被设定为第二电平，所述第三比较器的阈值电平被设定为第三电平，

其中，多电平信号被配置为利用四个信号电平来对两个比特编码，并且

其中，所述第一电平、所述第二电平和所述第三电平被分别设定来检测所述四个信号电平。

12.如权利要求10所述的多电平信号接收器，其中，在至少一个比较器的差分放大器中：

所述第一晶体管具有第一器件尺寸并且所述第二晶体管具有与所述第一器件尺寸不同的第二器件尺寸，并且

所述输入偏移电压还对应于所述第一器件尺寸与所述第二器件尺寸之间的差异。

13.如权利要求10所述的多电平信号接收器，

其中，每个比较器的差分放大器还包括：

第一电流宿，被配置为吸收第一电流；

第二电流宿，被配置为吸收第二电流；

第三晶体管；以及

第四晶体管，并且

其中，在至少一个比较器的差分放大器中：

所述第一晶体管、所述第二晶体管、所述第三晶体管和所述第四晶体管中的每一个包括第一端子、第二端子和栅极，

所述第一晶体管的第一端子耦合到所述第四晶体管的第一端子，

所述第二晶体管的第一端子耦合到所述第三晶体管的第一端子，

所述第一晶体管的栅极耦合到所述第四晶体管的栅极，

所述第二晶体管的栅极耦合到所述第三晶体管的栅极，

所述第一晶体管的第二端子和所述第二晶体管的第二端子耦合在一起并耦合到所述第一电流宿，

所述第三晶体管的第二端子和所述第四晶体管的第二端子耦合在一起并耦合到所述第二电流宿，并且

所述输入偏移电压还对应于所述第一电流与所述第二电流之间的差异。

14.如权利要求13所述的多电平信号接收器，其中，在至少一个比较器的差分放大器中，所述偏移电压能够通过调整以下各项中的至少一个来动态地配置：所述第一电流、所述第二电流、所述第一晶体管的基体电势、所述第二晶体管的基体电势、所述第一晶体管的有效宽度或长度、或者所述第二晶体管的有效宽度或长度。

15.如权利要求13所述的多电平信号接收器，其中，在至少一个比较器的差分放大器中：

所述第一晶体管和所述第三晶体管中的每一个具有第一器件尺寸，

所述第二晶体管和所述第四晶体管中的每一个具有与所述第一器件尺寸不同的第二器件尺寸，并且

所述输入偏移电压还对应于所述第一器件尺寸与所述第二器件尺寸之间的差异。

16.如权利要求10所述的多电平信号接收器，其中，在至少一个比较器的差分放大器中：

所述第一晶体管和所述第二晶体管中的每一个是场效应晶体管并且包括基体、栅极、漏极和源极，

所述第一晶体管的基体耦合到所述第一晶体管的源极、地或者偏置电压源之一，

所述第二晶体管的基体耦合到所述第二晶体管的源极、地或者所述偏置电压源之一，并且

所述第一晶体管的基体的耦合方式不同于所述第二晶体管的基体以使得所述第一晶体管的基体电势不同于所述第二晶体管的基体电势。

17.如权利要求16所述的多电平信号接收器，其中，在至少一个比较器的差分放大器中：

所述第一晶体管和所述第二晶体管中的每一个是P-MOS场效应晶体管，

所述第一晶体管的基体耦合到所述第一晶体管的源极，并且

所述第二晶体管的基体耦合到所述偏置电压源。

18.如权利要求16所述的多电平信号接收器，其中，在至少一个比较器的差分放大器中：

所述第一晶体管和所述第二晶体管中的每一个是N-MOS场效应晶体管，

所述第一晶体管的基体耦合到所述第一晶体管的源极，并且

所述第二晶体管的基体耦合到地。

失配差分电路

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本发明专利申请要求2013年4月22日递交的标题为Triple-Mismatched Differential Pair、序列号为61/814,756的美国临时申请以及于2013年10月23日递交的序列号为14/061,637的美国非临时申请的优先权和权益，这里通过引用并入上述美国申请的全部内容。

技术领域

[0003] 本发明的各方面涉及失配差分电路(mismatched differential circuit)和包括失配差分电路的比较器。

背景技术

[0004] 比较器是比较两个输入信号并基于这个比较来输出信号的装置。在一种配置中，比较器接收两个输入信号并且输出指示接收到的信号中哪个更大的信号。在另一种配置中，比较器接收两个信号(例如，两个互补信号)并且输出指示两个接收到的信号之间的差异是否大于阈值电平的信号。

[0005] 实现来执行上述阈值检测的比较器具有许多的应用，包括多电平串行/并行链路、模拟到数字转换器和峰值检测。在比较器中可以使用失配差分电路来设定阈值电平。为了扩展比较器电路的可用范围(例如增大检测范围)，希望实现较宽范围的阈值电平。

发明内容

[0006] 本发明的各方面针对的是提供实现了宽范围的阈值电平的失配差分电路。作为示例，根据本发明的实施例的失配差分电路可用于比较器中。

[0007] 根据本发明的实施例，通过控制比较器的差分电路中的器件的基体电势(bulk potential)，可以扩展比较器的阈值电平的范围。例如，在一个实施例中，提供了包括具有失配的基体电势、尺寸和电流的器件的三重失配差分对，以为比较器实现宽范围的阈值电平。

[0008] 根据本发明的实施例，作为用于显示器的数字通信链路的一部分，提供了包括具有失配的基体电势的器件的失配差分电路。

[0009] 根据本发明的实施例，提供了一种差分放大器，其包括：包括第一晶体管的第一放大器腿(comparator leg)；以及包括第二晶体管的第二放大器腿。这里，第一晶体管被配置为具有与第二晶体管的基体电势不同的基体电势。

[0010] 差分放大器可被配置为处于比较器的输入级，第一放大器腿和第二放大器腿一起可被配置为差分地放大接收到的差分输入信号，差分放大器可被配置为具有输入偏移电压，并且输入偏移电压可对应于第一晶体管的基体电势与第二晶体管的基体电势之间的差异。

[0011] 第一晶体管可具有第一器件尺寸并且第二晶体管可具有与第一器件尺寸不同的

第二器件尺寸，并且输入偏移电压可还对应于第一器件尺寸与第二器件尺寸之间的差异。

[0012] 第一器件尺寸可对应于第一晶体管的沟道宽度或长度，并且第二器件尺寸可对应于第二晶体管的沟道宽度或长度。

[0013] 差分放大器还可包括：第一电流宿(current sink)，被配置为吸收第一电流；第二电流宿，被配置为吸收第二电流；第三晶体管；以及第四晶体管。这里，第一晶体管、第二晶体管、第三晶体管和第四晶体管中的每一个可包括第一端子、第二端子和栅极，第一晶体管的第一端子可耦合到第四晶体管的第一端子，第二晶体管的第一端子可耦合到第三晶体管的第一端子，第一晶体管的栅极可耦合到第四晶体管的栅极，第二晶体管的栅极可耦合到第三晶体管的栅极，第一晶体管的第二端子和第二晶体管的第二端子可耦合在一起并耦合到第一电流宿，第三晶体管的第二端子和第四晶体管的第二端子可耦合在一起并耦合到第二电流宿，并且输入偏移电压可还对应于第一电流与第二电流之间的差异。

[0014] 通过调整以下各项中的至少一个可动态地配置偏移电压：第一电流、第二电流、第一晶体管的基体电势、第二晶体管的基体电势、第一晶体管的有效宽度或长度、或者第二晶体管的有效宽度或长度。可通过控制一系列开关来动态地改变晶体管的宽度或长度，这些开关可以以各种方式连接来调整晶体管的宽度或长度。

[0015] 第一晶体管和第三晶体管中的每一个可具有第一器件尺寸，第二晶体管和第四晶体管中的每一个可具有与第一器件尺寸不同的第二器件尺寸，并且输入偏移电压可还对应于第一器件尺寸与第二器件尺寸之间的差异。

[0016] 第一晶体管和第二晶体管中的每一个可以是场效应晶体管并且可包括基体(bulk)、栅极、漏极和源极。这里，第一晶体管的基体可耦合到第一晶体管的源极、地或者偏置电压源之一，第二晶体管的基体可耦合到第二晶体管的源极、地或者偏置电压源之一，并且第一晶体管的基体的耦合方式可不同于第二晶体管的基体以使得第一晶体管的基体电势不同于第二晶体管的基体电势。

[0017] 第一晶体管和第二晶体管中的每一个可以是P-MOS场效应晶体管，第一晶体管的基体可耦合到第一晶体管的源极，并且第二晶体管的基体可耦合到偏置电压源。

[0018] 第一晶体管和第二晶体管中的每一个可以是N-MOS场效应晶体管，第一晶体管的基体可耦合到第一晶体管的源极，并且第二晶体管的基体可耦合到地。

[0019] 第一晶体管的基体可耦合到偏置电压源，第二晶体管的基体可耦合到地，并且可控制偏置电压源来动态地改变第一晶体管的基体电势与第二晶体管的基体电势之间的差异。

[0020] 根据本发明的另一实施例，提供了一种多电平信号接收器，其包括：输入端子，用于接收多电平差分信号；数据分割器(slicer)，耦合到输入端子并且被配置为确定多电平差分信号的电压电平，数据分割器包括多个比较器；以及解码器，耦合到数据分割器的输出并且被配置为对多电平差分信号的比特解码。这里，每个比较器包括差分放大器，该差分放大器包括：包括第一晶体管的第一放大器腿，以及包括第二晶体管的第二放大器腿，第二晶体管被配置为具有与第一晶体管的基体电势不同的基体电势，第一放大器腿和第二放大器腿一起被配置为差分地放大多电平差分信号以生成阈值判定信号，差分放大器被配置为具有输入偏移电压，并且输入偏移电压对应于第一晶体管的基体电势与第二晶体管的基体电势之间的差异，每个比较器被配置为具有与其他比较器的阈值电平不同的阈值电平，每个

比较器被配置为向解码器输出其阈值判定信号以指示多电平信号是否大于其阈值电平，并且对于每个比较器，阈值电平对应于差分放大器的输入偏移电压。

[0021] 多个比较器可包括第一比较器、第二比较器和第三比较器，其中第一比较器的阈值电平被设定为第一电平，第二比较器的阈值电平被设定为第二电平，第三比较器的阈值电平被设定为第三电平。这里，多电平信号可被配置为利用四个信号电平来对两个比特编码，并且第一电平、第二电平和第三电平可被分别设定来检测四个信号电平。

[0022] 在至少一个比较器的差分放大器中：第一晶体管可具有第一器件尺寸并且第二晶体管可具有与第一器件尺寸不同的第二器件尺寸，并且输入偏移电压可还对应于第一器件尺寸与第二器件尺寸之间的差异。

[0023] 每个比较器的差分放大器还可包括：第一电流宿，被配置为吸收第一电流；第二电流宿，被配置为吸收第二电流；第三晶体管；以及第四晶体管。这里，在至少一个比较器的差分放大器中：第一晶体管、第二晶体管、第三晶体管和第四晶体管中的每一个可包括第一端子、第二端子和栅极，第一晶体管的第一端子可耦合到第四晶体管的第一端子，第二晶体管的第一端子可耦合到第三晶体管的第一端子，第一晶体管的栅极可耦合到第四晶体管的栅极，第二晶体管的栅极可耦合到第三晶体管的栅极，第一晶体管的第二端子和第二晶体管的第二端子可耦合在一起并耦合到第一电流宿，第三晶体管的第二端子和第四晶体管的第二端子可耦合在一起并耦合到第二电流宿，并且输入偏移电压可还对应于第一电流与第二电流之间的差异。

[0024] 在至少一个比较器的差分放大器中，通过调整以下各项中的至少一个可动态地配置偏移电压：第一电流、第二电流、第一晶体管的基体电势、第二晶体管的基体电势、第一晶体管的有效宽度或长度、或者第二晶体管的有效宽度或长度。

[0025] 在至少一个比较器的差分放大器中，第一晶体管和第三晶体管中的每一个可具有第一器件尺寸，第二晶体管和第四晶体管中的每一个可具有与第一器件尺寸不同的第二器件尺寸，并且输入偏移电压可还对应于第一器件尺寸与第二器件尺寸之间的差异。

[0026] 在至少一个比较器的差分放大器中，第一晶体管和第二晶体管中的每一个可以是场效应晶体管并且可包括基体、栅极、漏极和源极，第一晶体管的基体可耦合到第一晶体管的源极、地或者偏置电压源之一，第二晶体管的基体可耦合到第二晶体管的源极、地或者偏置电压源之一，并且第一晶体管的基体的耦合方式可不同于第二晶体管的基体以使得第一晶体管的基体电势不同于第二晶体管的基体电势。

[0027] 在至少一个比较器的差分放大器中，第一晶体管和第二晶体管中的每一个可以是P-MOS场效应晶体管，第一晶体管的基体可耦合到第一晶体管的源极，并且第二晶体管的基体可耦合到偏置电压源。

[0028] 在至少一个比较器的差分放大器中，第一晶体管和第二晶体管中的每一个可以是N-MOS场效应晶体管，第一晶体管的基体可耦合到第一晶体管的源极，并且第二晶体管的基体可耦合到地。

附图说明

[0029] 附图图示了本发明的示范性实施例，并且与本说明书一起用来说明本发明的特征和方面。

[0030] 图1图示出根据本发明的实施例的失配差分电路。

[0031] 图2是图示出根据本发明的实施例的晶体管的基体到源极电压(bulk-to-source voltage)与其阈值电压之间的关系的曲线图。

[0032] 图3是图示出根据本发明的实施例的差分电路的I-V特性的曲线图。

[0033] 图4是图示出根据本发明的其他实施例的差分电路的I-V特性的曲线图。

[0034] 图5图示出根据本发明的另一实施例的失配差分电路。

[0035] 图6图示出用于脉冲幅度调制数据系统的接收器。

[0036] 图7描绘了图示出根据本发明的实施例的三个差分电路的I-V特性的曲线图。

[0037] 图8是根据本发明的实施例的用于显示器的数字通信链路的框图。

具体实施方式

[0038] 本发明的各方面涉及实现了宽范围的阈值电平的失配差分电路。

[0039] 根据本发明的实施例的失配差分电路可被包括在比较器中。例如，失配差分电路可用于调整比较器的阈值电平。失配差分电路可实现为差分放大器对(通常称为“差分对”)，其中具有共同(射极、源极、阴极等等)退化的两个放大级(或腿)具有不同的(或失配的)属性。这个属性失配在放大级中产生了固有的偏移。因此，通过改变属性失配，该偏移变化；从而，可以调整比较器的阈值电平。

[0040] 根据本发明的一个或多个实施例，通过控制比较器的差分电路中的器件的基体电势，可以扩展比较器的阈值电平的范围。控制差分电路中的器件的基体电势提供了一种成本划算且强大的在差分电路中产生属性失配的方式。

[0041] 根据本发明的实施例，可以以静态或动态方式控制器件的基体电势以控制偏移电压，从而扩展比较器的阈值电平的可实现范围。根据本发明的其他实施例，通过控制器件的基体电势来调整阈值电压的方法与其他方法相结合，例如器件尺寸或偏置电流失配，以进一步扩展比较器的阈值电平的可实现范围。

[0042] 以下，以举例说明的方式示出和描述本发明的某些实施例。正如本领域技术人员将会认识到的，本发明可以以许多不同的形式来实现，而不应当被解释为限于本文记载的实施例。反而，详细描述应当被解释为涵盖了权利要求及其等同物的范围。另外，在本申请中，当称一元件“耦合”(例如电气耦合或连接)到另一元件时，其可直接耦合到该另一元件，或者间接耦合到该另一元件并且有一个或多个居间的元件介于其间。以下，相似的标号指代相似的元件。

[0043] 图1图示出根据本发明的实施例的失配差分电路。

[0044] 本实施例的失配差分电路10包括第一晶体管T_1和第二晶体管T_2，它们的源极共同耦合到电流宿I_1，并且它们的漏极通过相应的电阻器R_1和R_2耦合到电压源V_s。

[0045] 总体上，第一晶体管T_1和第二晶体管T_2、第一电阻器R_1和第二电阻器R_2、电压源V_s以及电流宿I_1形成差分对放大器(通常称为“差分对”)的至少一部分，该差分对放大器具有彼此互补的第一放大级和第二放大级。这里，差分对的包括第一晶体管T_1的那侧对应于第一放大级，并且差分对的包括第二晶体管T_2的那侧对应于第二放大级。

[0046] 根据本发明的实施例，差分对的第一放大级和第二放大级是失配的。也就是说，第一放大级与第二放大级具有不同的属性。通过使第一放大级和第二放大级失配，产生了差

分对的输入偏移(或偏移电压),而该输入偏移进而又可用于设定比较器的阈值电平。

[0047] 换言之,比较器的阈值电平可以是比较器的输入级处的差分对的属性中的特定失配的函数。

[0048] 这种失配可例如起因于差分对的组件的尺寸或阈值电压的差异。例如,在本实施例中,失配可起因于第一晶体管T_1和第二晶体管T2的器件尺寸或阈值电压的差异。

[0049] 在差分对的一些实施例中,可根据以下式子来确定输入偏移:$V^2_{os}=(I_D/g_m)^2(\Delta(W/L)/(W/L))^2+\Delta V^2_{th}$。这里,$V_{os}$是如下电压:对于该电压,差分对的输出电压为零(即,偏移电压),I_D是晶体管的漏极电流,g_m是晶体管的跨导,W是晶体管的宽度,并且L是晶体管的长度。

[0050] 在许多应用中,经由晶体管阈值电压V_{th}来控制输入偏移是尤其有吸引力的,因为其直接在输入处表现为偏移并且可以以最低限度的额外电路复杂度来高效地实现。根据本发明的实施例,通过以静态或动态方式控制差分对的晶体管的基体电势来设定(或部分设定)差分对的偏移电压,从而扩展了比较器的阈值电平的可实现范围。

[0051] 可以以静态方式通过例如将晶体管的基体硬接线到晶体管的特定节点(例如源极)、到地或者到静态电压源(例如偏置电压)来控制晶体管的基体电势。

[0052] 图1的差分电路10的第一晶体管T_1和第二晶体管T_2例示了静态控制的基体电势的示例实施例。本实施例的第一晶体管T_1例示了基体到源极实现方式,并且第二晶体管T_2例示了基体到地实现方式。通过不同地连接第一晶体管T_1和第二晶体管T_2的基体,各个晶体管的基体电势相互不同,这进而引起了差分电路中的阈值电压V_{th}差异(即,属性失配)。如上所述,这个属性失配设定了差分对的偏移电压V_{os},从而控制了比较器的阈值电平。

[0053] 可以通过例如将晶体管的基体中的至少一个耦合到可调整的电压源来动态地控制基体电势。通过利用可调整的电压源来调整晶体管的基体电势,可以控制晶体管的阈值电压V_{th}之间的差异;从而,可以动态地调整差分对的偏移电压V_{os}。

[0054] 可以通过调整晶体管的有效尺寸(例如,有效长度或宽度)来动态地控制阈值电压V_{th}之间的差异。例如,可以通过电子地控制一系列开关来动态地改变晶体管的宽度或长度,这些开关可以以各种方式连接来调整晶体管的有效宽度或长度。

[0055] 图2是图示出根据本发明的实施例的晶体管的基体到源极电压与其阈值电压之间的关系的曲线图。

[0056] 如图2所示,通过控制晶体管的基体到源极电压V_{BS}(例如,如上所述以动态或静态方式),可以设定晶体管的阈值电压V_{th}。例如,当基体到源极电压V_{BS}被设定到约0V时,阈值电压V_{th}可以约为470mV,或者当基体到源极电压V_{BS}被设定到约-500mV时,阈值电压V_{th}可以约为575mV。

[0057] 返回参考图1,差分电路还包括两个输入节点来分别接收输入信号V_p和V_n的互补对,并且包括两个输出节点来分别输出输出信号V_{o+}和V_{o-}的互补对。在本实施例中,两个输入节点在第一晶体管T_1和第二晶体管T_2的栅极处,并且输出节点在第一晶体管T_1和第二晶体管T_2的漏极处。

[0058] 输入信号V_p和V_n的互补对(一起称为差分输入信号)被差分对差分地放大(即进行减法和乘法)以生成输出信号V_{o+}和V_{o-}的互补对(一起称为差分输出信号)。

[0059] 图3是图示出根据本发明的实施例的差分电路的I-V特性的曲线图。图3图示出两

个示例I-V特性，一个是关于平衡的差分电路的(由短划线指示)，另一个是关于失配的差分电路的(由实线指示)。在图3中，x轴表示差分输入电压，并且y轴表示差分电路的差分输出电流。

[0060] 在平衡差分电路(例如具有匹配的放大级的差分放大器对)中，当差分输入信号为0V时，差分输出信号为0V。这在图3中由平衡差分电路I-V特性的过零点在0V处图示。另外，在本示例中，当差分输入信号为正时，生成负差分输出信号，而当差分输入信号为负时，生成正差分输出信号。

[0061] 平衡差分电路可用在具有0V阈值电平的比较器电路中。也就是说，其可用于检测接收到的差分输入信号是小于还是大于0V。

[0062] 在失配差分电路(例如具有失配的放大级的差分放大器)中，当差分输入信号处于偏移电压V_{os}时，差分输出信号为0V。这在图3中由失配差分电路I-V特性的过零点在偏移电压V_{os}处来图示。另外，在本实施例中，当差分输入信号大于偏移电压V_{os}时，生成负差分输出信号，而当差分输入信号小于偏移电压V_{os}时，生成正差分输出信号。

[0063] 失配差分电路可用在具有处于(或基于)偏移电压V_{os}的阈值电平的比较器电路中。也就是说，其可用于检测接收到的差分输入信号是小于还是大于偏移电压V_{os}。

[0064] 如上所述，可通过调整差分电路中的晶体管的基体电势来设定偏移电压V_{os}。然而，本发明的实施例不限于此；例如，调整差分电路的偏移电压的其他方法可与调整基体电势结合使用。

[0065] 根据本发明的一个实施例，通过调整差分电路中的器件的尺寸以及基体电势，可以扩展可实现的比较器阈值电平的范围。根据本发明的一方面，器件尺寸包括晶体管的沟道的宽度和/或长度。

[0066] 根据一个实施例，差分对中的晶体管可具有失配的基体电势(例如，一个晶体管具有基体到源极连接，而另一个具有基体到地连接)和宽度(例如，一个晶体管具有15μm的宽度，而另一个具有5μm的宽度)。

[0067] 图4是图示出根据本发明的其他实施例的差分电路的I-V特性的曲线图。图4图示了四个示例I-V特性，一个是关于平衡差分电路的(由具有一横、两点、一横然后重复的线条指示，即-··-)，第二个是关于基体失配差分电路的(由具有一横、一点、一横然后重复的线条指示，即-·-)，第三个是关于宽度失配差分电路的(由短划线指示，即---)，并且第四个是关于宽度和基体失配差分电路的(由实线指示)。在图4中，x轴表示差分输入电压，并且y轴表示差分电路的差分输出电流。

[0068] 在平衡差分电路(例如具有匹配的放大级的差分放大器)中，当差分输入信号为0V时，差分输出信号为0V。这在图4中由平衡差分电路I-V特性的过零点在0V处图示。另外，在本实施例中，当差分输入信号为正时，生成负差分输出信号，而当差分输入信号为负时，生成正差分输出信号。

[0069] 平衡差分电路可用在具有0V阈值电平的比较器电路中。也就是说，其可用于检测接收到的差分输入信号是小于还是大于0V。

[0070] 在基体失配差分电路(例如包括具有失配的基体电势的放大级的差分放大器)中，当差分输入信号处于第一偏移电压V_{os1}时，差分输出信号为0V。这在图4中由基体失配差分电路I-V特性的过零点在第一偏移电压V_{os1}处来图示。另外，在本实施例中，当差分输入信号

大于第一偏移电压V_{os1}时，生成负差分输出信号，而当差分输入信号小于第一偏移电压V_{os1}时，生成正差分输出信号。

[0071] 基体失配差分电路可用在具有处于第一偏移电压V_{os1}的阈值电平的比较器电路中。也就是说，其可用于检测接收到的差分输入信号是小于还是大于第一偏移电压V_{os1}。

[0072] 在宽度失配差分电路(例如包括具有失配的器件宽度的放大级的差分放大器)中，当差分输入信号处于第二偏移电压V_{os2}时，差分输出信号为0V。这在图4中由宽度失配差分电路I-V特性的过零点在第二偏移电压V_{os2}处来图示。另外，在本实施例中，当差分输入信号大于第二偏移电压V_{os2}时，生成负差分输出信号，而当差分输入信号小于第二偏移电压V_{os2}时，生成正差分输出信号。

[0073] 宽度失配差分电路可用在具有处于第二偏移电压V_{os2}的阈值电平的比较器电路中。也就是说，其可用于检测接收到的差分输入信号是小于还是大于第二偏移电压V_{os2}。

[0074] 在宽度和基体失配差分电路(例如包括具有失配的器件宽度和基体电势的放大级的差分放大器)中，当差分输入信号处于第三偏移电压V_{os3}时，差分输出信号为0V。这在图4中由宽度和基体失配差分电路I-V特性的过零点在第三偏移电压V_{os3}处来图示。另外，在本实施例中，当差分输入信号大于第三偏移电压V_{os3}时，生成负差分输出信号，而当差分输入信号小于第三偏移电压V_{os3}时，生成正差分输出信号。

[0075] 基体和宽度失配差分电路可用在具有处于第三偏移电压V_{os3}的阈值电平的比较器电路中。也就是说，其可用于检测接收到的差分输入信号是小于还是大于第三偏移电压V_{os3}。

[0076] 如图4所示，通过组合偏移电压移动方法，与只使用一种方法相比，实现了更大范围的可实现偏移电压(从而实现了更大范围的比较器阈值电平)。

[0077] 此外，偏移电压移动方法不限于调整器件特性。例如，可通过控制差分电路中的电流失配来调整偏移电压。

[0078] 图5图示出根据本发明的另一实施例的用于比较器的失配差分电路。图5的失配差分电路10’例示了本发明的一种提供三重失配差分对的实施例。也就是说，失配差分电路10’例示了可在器件基体电势、器件宽度和偏置电流上具有属性失配的差分放大器电路。

[0079] 根据本实施例的失配差分电路10’包括两个差分放大器对，其中每个的配置基本上与联系图3描述的差分放大器对类似。

[0080] 具体而言，图5的失配差分电路10’包括第一至第四晶体管T_1至T_4，其中每个晶体管对应于两个放大器对之一的一个放大级。这里，第一晶体管T_1和第二晶体管T_2的源极共同耦合到第一电流宿I_1并且它们通过相应的电阻器R_1和R_2耦合到电压源V_s。第一晶体管T_1和第二晶体管T_2对应于第一差分放大器对。类似地，第三晶体管T_3和第四晶体管T_4的源极共同耦合到第二电流宿I_2并且它们通过相应的电阻器R_1和R_2耦合到电压源V_s。第三和第四晶体管T_3和T_4对应于第二差分放大器对。

[0081] 第一和第二差分放大器对耦合在一起以实际上作为单个差分放大器对来工作。也就是说，第一和第二差分对共同接收同一差分输入信号并且一起工作来产生单个差分输出信号。

[0082] 使用两个耦合的差分放大器对的一个特征在于可以使不同的电流宿失配以提供额外的偏移电压范围。例如，第一电流宿I_1的电流的值可被设定为大于第二电流宿I_2的电流

的值，这产生了非对称的放大腿，从而得到了所寻求的对偏移电压的控制。

[0083] 使用两个耦合的差分放大器对的另一个特征在于有更多的器件参数可用于调整，这添加了更多的偏移电压灵活性。例如，可以调整晶体管的基体电势和/或宽度W_1至W_4，以实现可用偏移电压的进一步灵活性。

[0084] 根据本发明的实施例的失配差分电路可由互补金属氧化物半导体(complementary metal oxide semiconductor，CMOS)器件形成。例如，如图1和图5所示，失配差分电路可由N-MOS场效应晶体管(field effect transistor，FET)形成。然而，正如本领域普通技术人员将会明白的，本发明的范围适用于除了本申请中明确描述和图示的那些以外的器件。例如，根据本发明的差分电路可利用P-MOS FET来实现。根据一个实施例，当利用P-MOS FET来实现差分电路时，P-MOS FET的基体可耦合到偏置电压源，而如果使用N-MOS FET，基体将耦合到地。

[0085] 以下，描述具有根据本发明的实施例的失配差分电路的比较器的应用。具体而言，以下描述关于将具有失配差分电路的比较器用在多电平数据系统中。

[0086] 多电平数据系统将数据量化成多于两个电平，从而与相同容量的二元数据系统相比使用更少的信道带宽。一个这种多电平数据系统是PAM-4(pulse amplitude modulation-4，脉冲幅度调制-4)数据系统。PAM-4数据系统可包括发送器、传送链路和接收器。PAM-4发送器将一对比特编码成一个四电平信号，例如V_1、V_2、V_3和V_4(例如，-0.66V、-0.33V、0.33V和0.66V)并且将编码的多电平信号通过传送链路发送到PAM-4接收器。PAM-4接收器通过将接收到的信号与三个不同的阈值电压V_{R1}、V_{R2}和V_{R3}相比较来重建发送的多电平信号。

[0087] 在PAM-4接收器的一个实施例中，阈值电压是根据以下逻辑来确定的：$V_1<V_{R1}<V_2<V_{R2}<V_3<V_{R3}<V_4$。例如，在多电平信号的四个电平是-0.66V、-0.33V、0.33V和0.66V的情况下，阈值电压可以是-0.5V、0V和0.5V(例如，差分配置)。在另一示例中，在多电平信号的四个电平是0V、0.33V、0.66V和1V的情况下，阈值电压可以是0.25V、0.5V和0.75V(例如，单端配置)。

[0088] 这里，如果接收到的多电平信号小于V_{R1}，则接收器确定多电平信号是在发送与V_1相关联的逻辑电平(例如00)。如果接收到的多电平信号大于V_{R1}、但小于V_{R2}，则接收器确定多电平信号是在发送与V_2相关联的逻辑电平(例如01)。如果接收到的多电平信号大于V_{R2}、但小于V_{R3}，则接收器确定多电平信号是在发送与V_3相关联的逻辑电平(例如10)。并且，如果接收到的多电平信号大于V_{R2}，则接收器确定多电平信号是在发送与V_4相关联的逻辑电平(例如11)。

[0089] 在PAM-4接收器的一种实现方式中，通过利用各自具有不同的阈值电平的三个比较器以及一个解码器来重建多电平信号。

[0090] 图6图示出根据本发明的实施例的PAM-4接收器。

[0091] 根据本发明的实施例，脉冲幅度调制(PAM)接收器100包括用于接收多电平数据信号S_m(其编码了多于一比特数据)的传送链路110、包括多个比较器130的数据分割器120、以及解码器140。PAM接收器还可包括前置放大器150来在多电平数据信号S_m到达数据分割器120之前向其提供增益和均衡。根据本发明的实施例，多电平数据信号S_m是差分信号。

[0092] 根据本发明的一个方面，数据分割器120包括建立第一阈值电压V_{R1}的第一比较器

130A、建立第二阈值电压V_{R2}的第二比较器130B、以及建立第三阈值电压V_{R3}的第三比较器130C。如上所述，第二阈值电压V_{R2}可大于第一阈值电压V_{R1}并小于第三阈值电压V_{R3}。

[0093] 比较器130A、130B和130C建立这三个阈值电平来依据多电平数据信号S_m与三个阈值的关系提供四个不同的输出。从而，比较器130A、130B和130C的输入被耦合到一起以形成共同的差分输入端子来接收多电平数据信号S_m。

[0094] 另外，比较器130A、130B和130C中的每一个具有耦合到解码器140的差分输出端子。解码器140从比较器130A、130B和130C各自的差分输出端子接收它们每一个的差分输出信号(例如阈值判定信号)，并且基于接收到的差分输出信号来对经由多电平数据信号S_m传送的数据进行解码。

[0095] 如上所述，比较器130A、130B和130C总体上向解码器提供四个不同的输出。这些输出中的每一个对应于对两比特数据编码的PAM-4发送器所生成的四个信号电平中的特定一个。从而，解码器可对由PAM-4多电平数据信号S_m传送的两比特数据进行解码。

[0096] 根据本发明的一方面，利用失配差分电路来控制比较器130A、130B和130C的阈值电平。

[0097] 例如，第一比较器130A可包括具有第一偏移电压V_{os1}以实现第一阈值电平电压V_{R1}的第一失配差分电路，第二比较器130B可包括具有第二偏移电压V_{os2}以实现第二阈值电平电压V_{R2}的第二失配差分电路，并且第三比较器130C可包括具有第三偏移电压V_{os3}以实现第三阈值电平电压V_{R3}的第三失配差分电路。

[0098] 根据本发明的一个实施例，比较器130A、130B和130C中的每一个包括与以上联系图1至图4描述的失配差分电路10相对应的电路。这里，各个比较器130A、130B或130C中包括的每个失配差分电路10具有彼此不同的偏移电压V_{os}以提供三个不同的阈值电平。

[0099] 例如，第一比较器130A可包括宽度失配差分电路来提供第一阈值电平电压V_{R1}，第二比较器130B可包括基体失配差分电路来提供第二阈值电平电压V_{R2}，并且第三比较器130C可包括宽度和基体失配差分电路来提供第三阈值电平电压V_{R3}。

[0100] 根据本发明的另一实施例，每个失配差分电路是利用与以上联系图5描述的失配差分电路10’相对应的电路来实现的。这里，各个比较器130A、130B或130C中包括的每个失配差分电路10’具有彼此不同的偏移电压V_{os}以提供三个不同的阈值电平。

[0101] 在此实施例中，失配差分电路10’中的至少一个可被配置为三重失配差分对。也就是说，这些失配差分电路中的至少一个可具有三个不同的失配参数，例如基体电势、器件宽度和偏置电流。这实现了宽范围的偏移电压V_{os}，从而为比较器实现了宽范围的阈值电平。

[0102] 可实现的偏移电压范围的示例在图7中图示。图7示出了图示出根据本发明的实施例的差分电路的I-V特性的曲线图。

[0103] 图7图示出三个差分电路的I-V特性范围。这三个I-V特性曲线图可对应于以上联系图6描述的比较器130A、130B和130C的三个差分电路。如这些曲线图中所示，三个失配差分电路可配置为提供下部组、中间组和上部组的偏移电压范围，以对应于多电平接收器中使用的比较器的下部、中间和上部阈值电平。

[0104] 根据一个实施例，下部和上部失配差分电路是可配置为具有基体电势、器件宽度和偏置电流失配的三重失配差分电路。下部和上部失配差分电路可以是彼此的镜像。也就是说，下部失配差分电路中的放大器腿可具有电路属性的特定失配，并且上部失配差分电

路中的放大器腿可具有电路属性的相应但相反的失配(例如在哪个腿具有哪些电路属性方面是相反的)。

[0105] 例如,返回参考图5,下部失配差分电路可被配置成使得第一晶体管T_1和第四晶体管T_4具有基体到源极连接,第二晶体管T_2和第三晶体管T_3具有基体到地连接,并且第一晶体管的宽度W_1和第三晶体管的宽度W_3是相同尺寸的并且大于第二晶体管的宽度W_2和第四晶体管的宽度W_4(W_2和W_4是相同尺寸的)。这个配置产生了第一偏移电压V_{os1}。例如,在第一宽度W_1和第三宽度W_3约为4.8μm并且第二宽度W_2和第四宽度W_4约为1.2μm的实施例中,第一偏移电压V_{os1}可约为-203mV。

[0106] 通过以与下部失配差分电路相对应但相反的方式来配置上部失配差分电路,其可具有与第一偏移电压V_{os1}幅值相同但极性相反的第三偏移电压V_{os3}。例如,上部失配差分电路可被配置成使得第一晶体管T_1和第四晶体管T_4具有基体到地连接,第二晶体管T_2和第三晶体管T_3具有基体到源极连接,并且第一晶体管的宽度W_1和第三晶体管的宽度W_3是相同尺寸的并且小于第二晶体管的宽度W_2和第四晶体管的宽度W_4(W_2和W_4是相同尺寸的)。在第一宽度W_1和第三宽度W_3约为1.2μm并且第二宽度W_2和第四宽度W_4约为4.8μm的实施例中,第三偏移电压V_{os3}可约为+203mV。

[0107] 从而,利用此镜像失配配置,下部和上部失配差分电路可具有幅值相同但极性不同的偏移电压。

[0108] 另外,根据一个实施例,中间差分电路可被配置成使得其器件属性是匹配的(即,是平衡的),从而其偏移电压V_{os2}为0V。

[0109] 另外,如上所述,通过调整偏置电流,这些差分电路可配置为具有三重失配。例如,返回参考图5,可以使电流宿I_1和I_2失配(总体上是设定偏置电流)以进一步扩展偏移电压范围。这可动态或静态地实现。图7的I-V曲线图图示了此场景的一个实施例。

[0110] 在图7中,x轴表示差分输入电压,并且y轴表示差分电路的差分输出电流。在每个曲线图中,实线表示偏置电流完全由第一电流宿I_1提供的配置,并且短划线表示偏置电流完全由第二电流宿I_2提供的配置。这两条线之间的区域在失配差分电路的可工作范围内,并且是通过调整第一电流宿I_1和第二电流宿I_2的失配来实现的。根据一个实施例,偏置电流根据以下表达式可变:偏置电流$=I_1+I_2$。

[0111] 在一个实施例中,偏移电压范围以偏置电流在第一电流宿I_1和第二电流宿I_2之间平衡的配置的偏移电压为中心。这样,偏移电压范围的中心对应于以上描述的分别与镜像的下部和上部失配差分电路相对应的第一偏移电压V_{os1}和第三偏移电压V_{os3}以及与平衡的中间差分电路相对应的第二偏移电压V_{os2}。

[0112] 根据一个实施例,偏置电流约为400μA。因此,第一电流宿I_1和第二电流宿I_2的电流的值合计达400μA。这里,偏移电压范围的幅值可以约为600mV。

[0113] 从而,下部失配差分电路的一个实施例可具有以约-203mV为中心的偏移电压和约-409mV到约206mV的范围,中间失配差分电路的一个实施例可具有以约0V为中心的偏移电压和约-306mV到约306mV的范围,并且上部失配差分电路的一个实施例可具有以约203mV为中心的偏移电压和约-206mV到约409mV的范围。

[0114] 这样,当配置具有根据本发明的实施例的失配差分电路的比较器来用在多电平信号接收器中时,可以得到宽范围的阈值电平。

[0115] 图8图示出根据本发明的实施例的接收器在用于显示器的数字通信链路中的示范性应用。在本实施例中，显示数据源1010通过传送链路1110向显示器1020发送显示数据信号。显示数据信号可包括用于在显示器上显示图像的信息。显示器例如可以是有机发光二极管显示器、液晶显示器或者等离子体显示器。

[0116] 显示器1020包括接收器1100。接收器1100可利用以上联系图6和图7描述的接收器电路100来实现。也就是说，接收器1100可利用具有根据本发明的实施例的失配差分电路的比较器来实现以接收作为多电平信号发送的显示数据信号。

[0117] 虽然已联系某些示范性实施例图示和描述了本发明的各方面，但要理解本发明不限于所描述的实施例，而是相反，打算覆盖包括在权利要求的精神和范围内的各种修改和等同布置。

[0118] 例如，虽然本发明的一些示范性实施例是联系PAM-4多电平数据系统来描述的，但本发明的实施例不限于此。也就是说，本发明的各方面和特征可以有各种应用，例如应用在其他脉冲幅度调制系统(例如PAM-5、-6、-7等等)、数字到模拟转换器、峰值检测器或者任何其他可以使用失配差分电路的应用中。

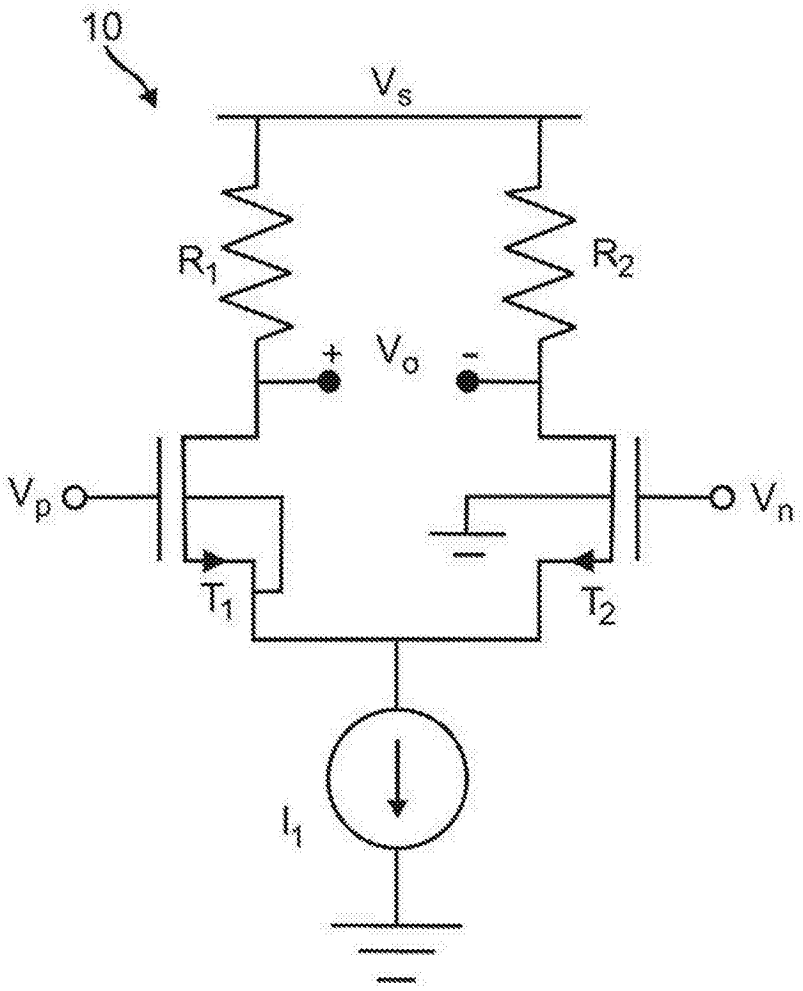


图1

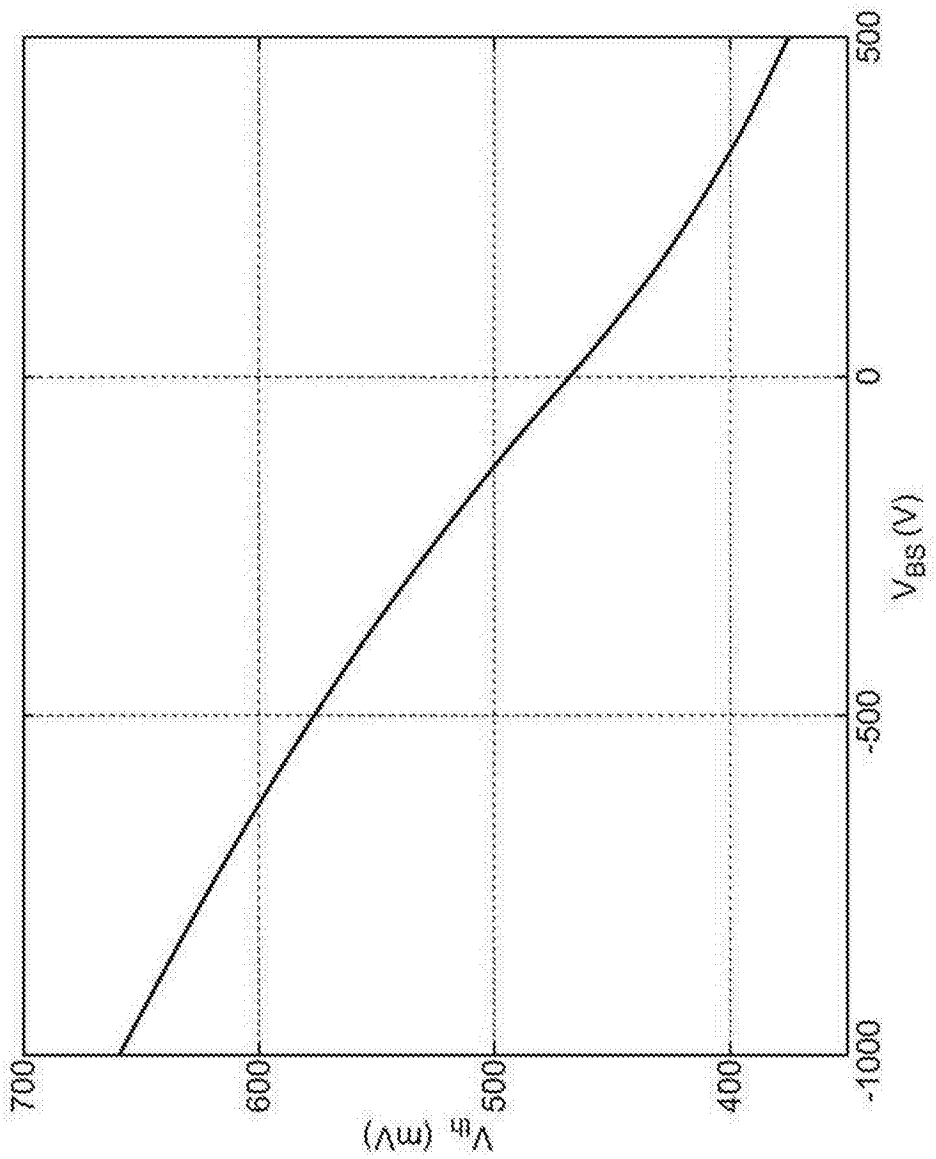


图2

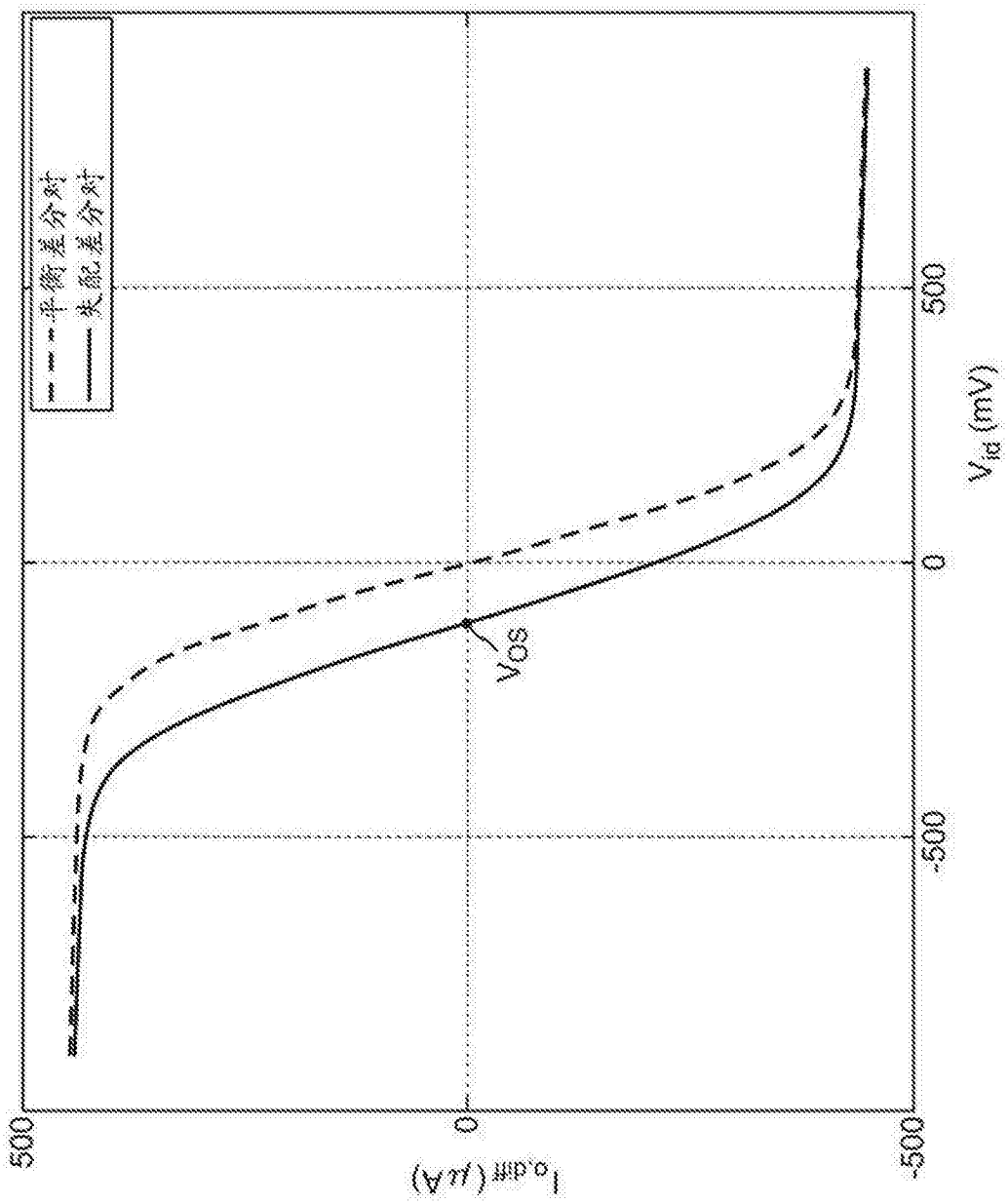


图3

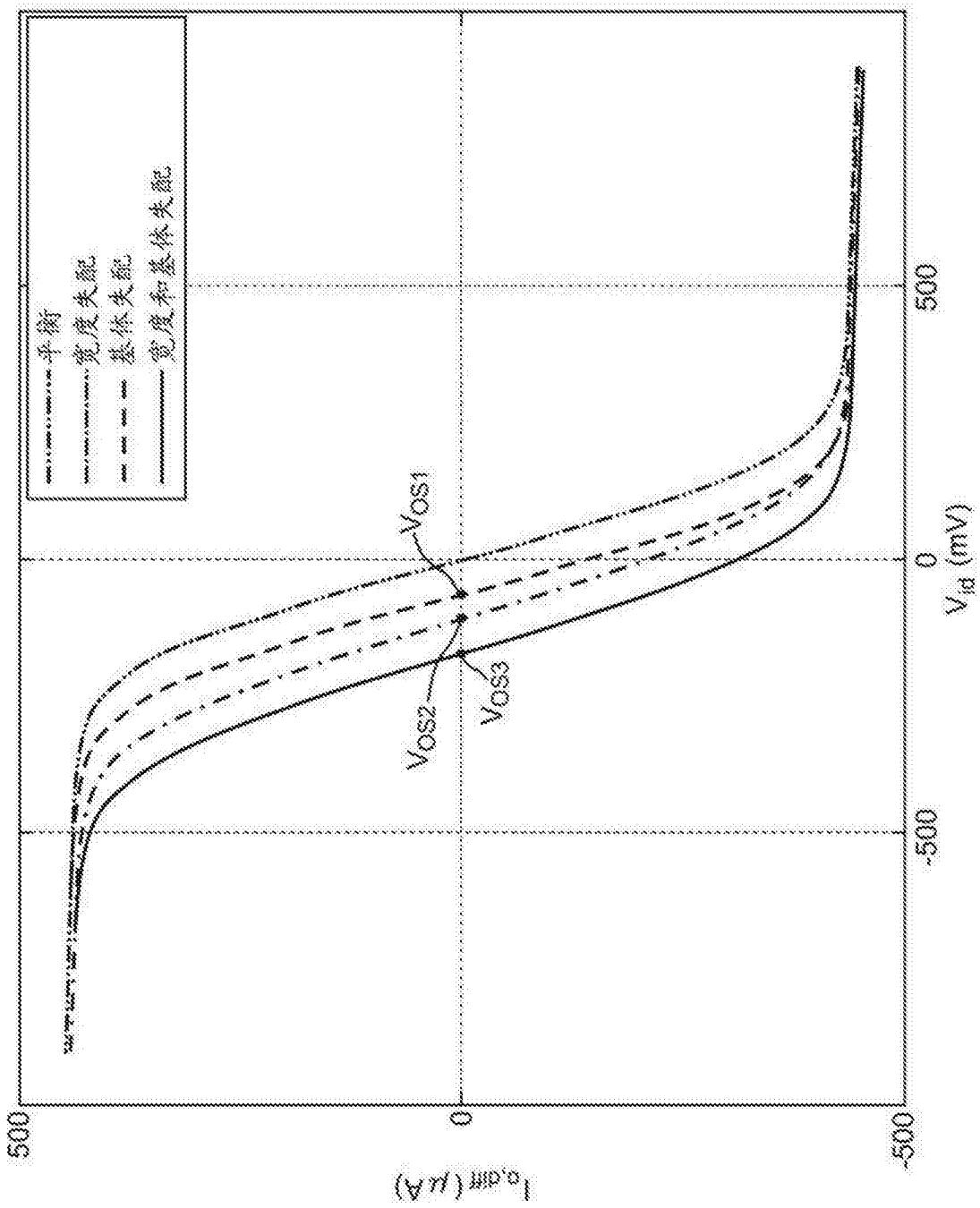

平衡
宽度失配
基体失配
宽度和基体失配
V_{OS1}
V_{OS2}
V_{OS3}
500
0
-500
$V_{i\alpha}$ (mV)
500
0
-500
$I_{o,diff}$ (μA)

图4

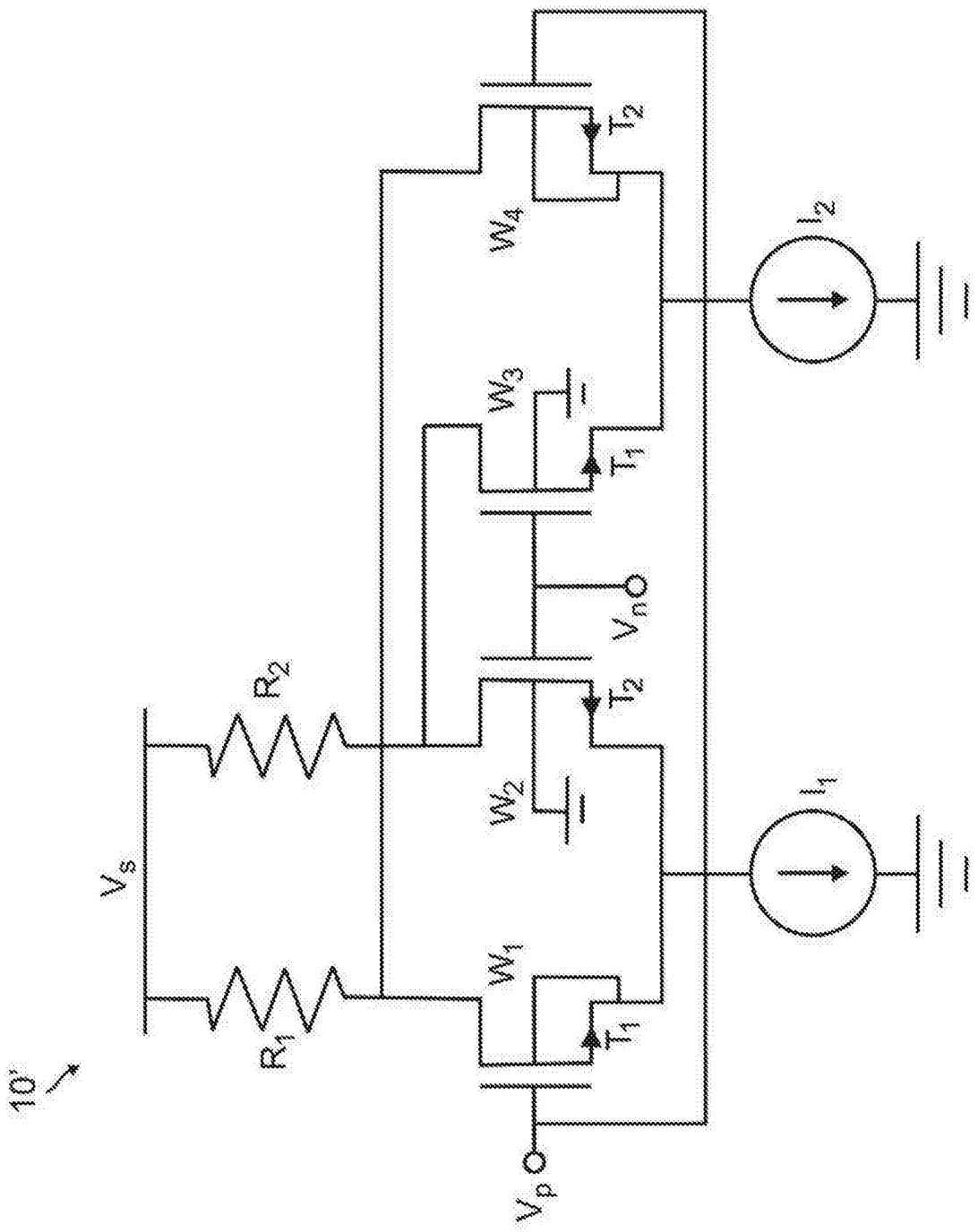


图5

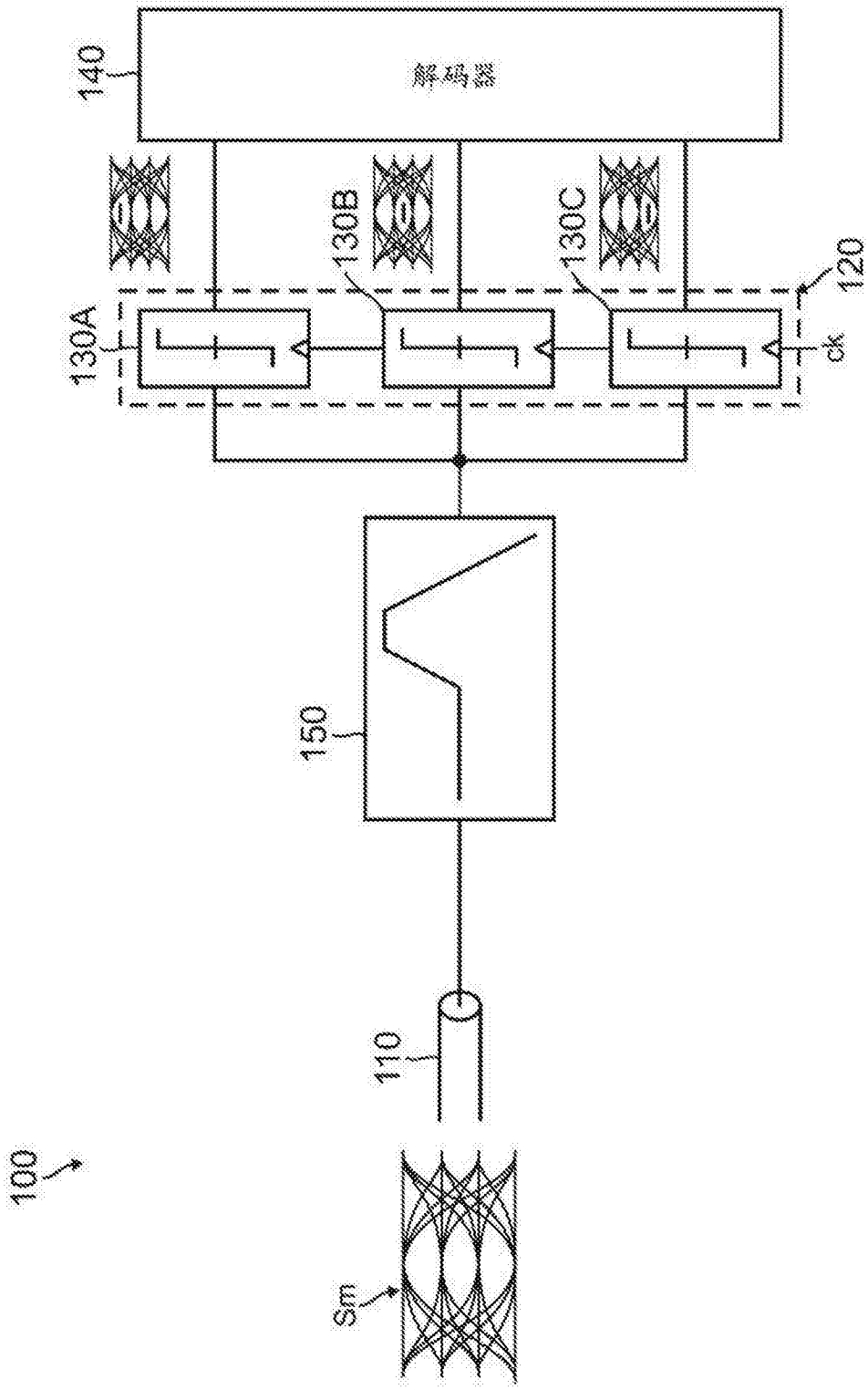


图6

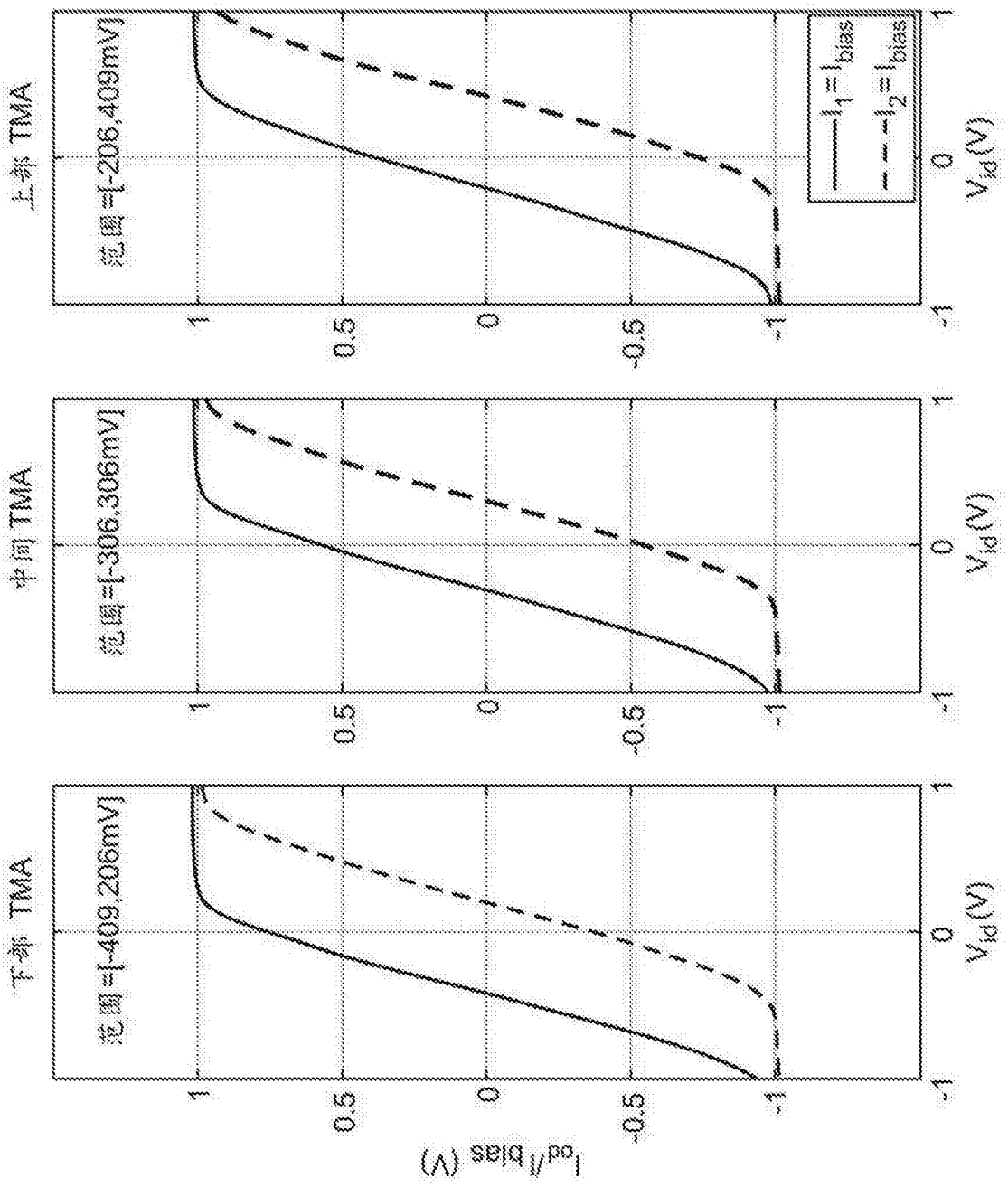

上部 TMA
范围=[-206,409mV]
中间 TMA
范围=[-306,306mV]
下部 TMA
范围=[-409,206mV]
I_{id}/I_{bias} (V)
V_{id} (V)
$I_1 = I_{bias}$
$I_2 = I_{bias}$
1
0.5
0
-0.5
-1

图7

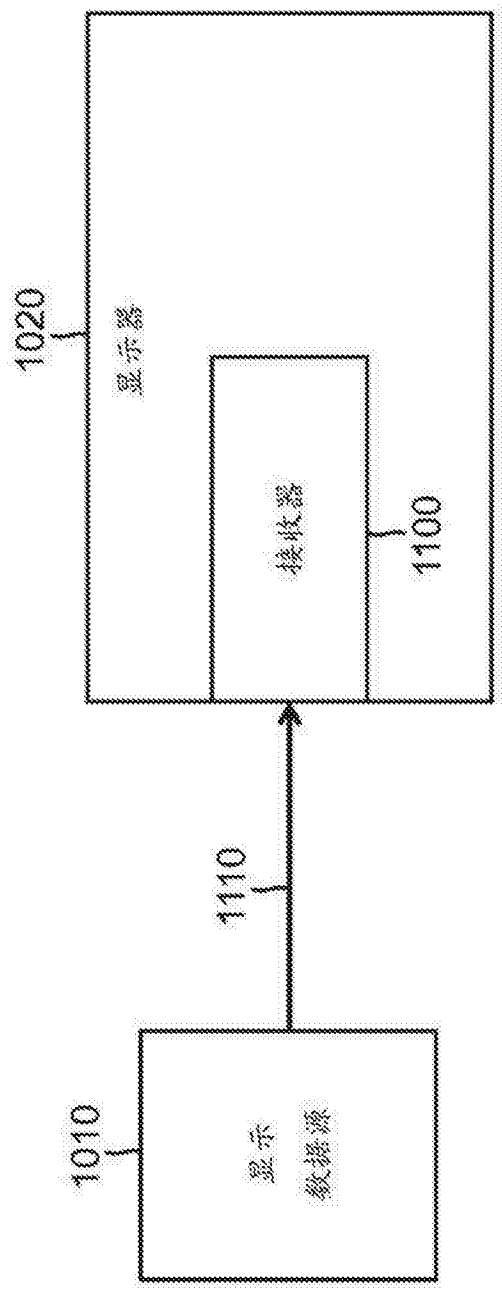


图8