



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108702137 B

(45) 授权公告日 2023.06.27

(21) 申请号 201780013582.9

(22) 申请日 2017.03.30

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108702137 A

(43) 申请公布日 2018.10.23

(30) 优先权数据
62/315,328 2016.03.30 US
15/142,134 2016.04.29 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2018.08.27

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2017/025093 2017.03.30

(87) PCT国际申请的公布数据
W02017/173120 EN 2017.10.05

(73) 专利权人 德克萨斯仪器股份有限公司
地址 美国德克萨斯州

(72) 发明人 W·谭 M·加格 N·纳尔库-泰特

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245
专利代理师 赵志刚 赵蓉民

(51) Int.Cl.
H03G 3/20 (2006.01)
H03F 3/45 (2006.01)

(56) 对比文件
JP 2012044260 A, 2012.03.01
WO 2015098893 A1, 2015.07.02
CN 1957527 A, 2007.05.02

审查员 李硕

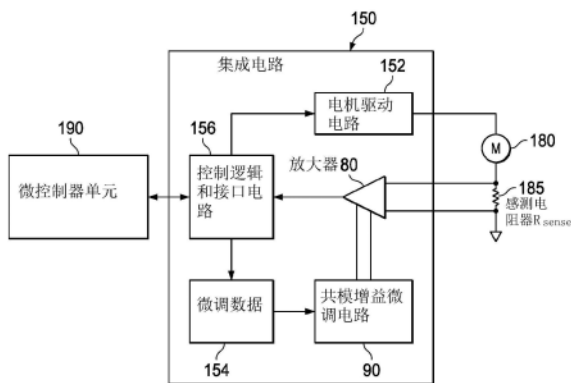
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

用于放大器的共模增益微调

(57) 摘要

在所描述的示例中,电气装置(150)(例如,集成电路)包括放大器(80)、可配置的共模增益微调电路(90)和存储器(154)。可配置的共模增益微调电路(90)耦合到放大器(80)。存储器(154)经配置以包括微调数据,该微调数据在电气装置(150)的初始化过程期间是可用的,以配置共模增益微调电路(90)。



1. 一种电气装置,其包括:

放大器,其具有负输入、正输入、输出、第一微调输入和第二微调输入;

共模增益微调电路,其具有耦合到所述第一微调输入的第一输出、耦合到所述第二微调输入的第二输出、接地和多个微调数据输入,所述共模增益微调电路包括耦合在所述第一输出和所述接地之间的第一阻抗匹配元件、耦合在所述第二输出和所述接地之间的第二阻抗匹配元件,并且每个阻抗匹配元件包括与电容器串联的场效应晶体管并且具有耦合到微调数据输入的控制输入;以及

存储器,其具有用于微调数据的存储装置和耦合到所述微调数据输入的微调数据输出。

2. 根据权利要求1所述的电气装置,其中所述微调数据可用于控制所述第一阻抗匹配元件和第二阻抗匹配元件中的每个的状态。

3. 根据权利要求1所述的电气装置,其中所述第一阻抗匹配元件和第二阻抗匹配元件中的每个包括串联组合的电容器和开关,其中所述开关经配置以由所述微调数据控制。

4. 根据权利要求3所述的电气装置,其中所述第一阻抗匹配元件和所述第二阻抗匹配元件内的所述电容器都具有共同电容值。

5. 根据权利要求3所述的电气装置,其中所述第一阻抗匹配元件内的所述电容器具有二进制加权的电容值,并且所述第二阻抗匹配元件内的所述电容器具有二进制加权的电容值。

6. 根据权利要求1所述的电气装置,其中所述放大器是不对称放大器。

7. 根据权利要求1所述的电气装置,其中所述电气装置是集成电路。

8. 根据权利要求1所述的电气装置,其包括驱动电机的电机驱动电路,并且所述放大器经配置以接收指示通过所述电机的电流水平的电压输入信号。

9. 一种集成电路,其包括:

不对称放大器,其具有负输入、正输入、输出、第一微调输入和第二微调输入,所述第一微调输入通过第一晶体管耦合到所述负输入,所述第二微调输入通过第二晶体管耦合到所述正输入;

共模增益微调电路,其具有耦合在所述第一微调输入和地之间的第一多个阻抗匹配元件、耦合在所述第二微调输入和所述地之间的第二多个阻抗匹配元件,并且每个阻抗匹配元件包括与电容器串联的场效应晶体管并且具有控制输入;以及

存储器,其具有用于微调数据的存储装置,和耦合到所述控制输入以配置所述第一多个阻抗匹配元件和所述第二多个阻抗匹配元件的微调数据输出。

10. 根据权利要求9所述的集成电路,其中所述第一多个阻抗匹配元件和所述第二多个阻抗匹配元件中的每个包括电容器,并且所述第一多个阻抗匹配元件和所述第二多个阻抗匹配元件内的所述电容器都具有共同电容值。

11. 根据权利要求9所述的集成电路,其中所述第一多个阻抗匹配元件和所述第二多个阻抗匹配元件中的每个包括电容器,并且所述第一多个阻抗匹配元件内的所述电容器具有二进制加权的电容值,并且所述第二多个阻抗匹配元件内的所述电容器具有二进制加权的电容值。

12. 根据权利要求9所述的集成电路,其中所述放大器是感测放大器。

13. 根据权利要求9所述的集成电路,其中所述第一多个阻抗匹配元件和所述第二多个阻抗匹配元件中的每个阻抗匹配元件包括与可配置开关串联的电容器。

14. 一种用于共模增益微调的方法,其包括:

确定放大器的共模增益,所述放大器具有负输入、正输入、输出、第一微调节点以及第二微调节点;

比较所确定的共模增益和阈值;

通过调整所述第一微调节点和所述第二微调节点的阻抗并且将所述共模增益降低到所述阈值以下,生成微调数据以配置所述放大器的所述共模增益;

将所述微调数据存储存储在存储器中;以及

响应于存储在所述存储器中的所述微调数据,改变共模增益微调电路的配置,所述共模增益微调电路具有耦合到所述第一微调节点的第一阻抗匹配元件以及耦合到所述第二微调节点的第二阻抗匹配元件,其中每个阻抗匹配元件包括与电容器串联的场效应晶体管。

15. 根据权利要求14所述的方法,其中改变所述共模增益微调电路的所述配置包括生成用于所述共模增益微调电路的新的微调数据。

16. 根据权利要求15所述的方法,其中改变所述共模增益微调电路的所述配置包括将新生成的微调数据传输到包含所述放大器的装置。

17. 根据权利要求16所述的方法,其中确定所述共模增益、比较所确定的共模增益和所述阈值以及改变所述配置都通过包含所述放大器和共模增益微调电路的装置的初始化过程来触发。

18. 根据权利要求14所述的方法,其包括通过用户接口接收指示所述阈值的值。

用于放大器的共模增益微调

背景技术

[0001] 放大器被用于各种目的。例如,感测放大器可以用于测量电流。在低电阻值感测电阻器两端产生的电压是通过电阻器的电流的函数。感测放大器两端的电压由感测放大器放大,并可以用在控制反馈环路中。例如,感测放大器可以是电机控制器装置的一部分,并且通过电机的电流被用作反馈信号以帮助控制电机的速度。

[0002] 放大器能够具有各种各样的架构。例如,一些放大器具有不对称架构。不对称放大器是这样一种放大器,其电路对于每个输入到输出的信号流不同。例如,如果放大器是具有正输入和负输入的差分放大器,则正输入的输入电路的配置与负输入的输入电路不同。由于这种不对称性、装置建模不准确性、寄生效应和半导体工艺变化,放大器的共模增益可能高于各种应用可接受的值。

发明内容

[0003] 在所描述的示例中,电气装置(例如,集成电路)包括放大器、可配置的共模增益微调(trim)电路和存储器。可配置的共模增益微调电路耦合到放大器。存储器经配置以包括微调数据,该微调数据在电气装置的初始化过程期间是可用的,以配置阻抗匹配电路。

[0004] 在其他示例中,集成电路包括不对称放大器,该不对称放大器包括第一节点和第二节点以及耦合到放大器的可配置的共模增益微调电路。可配置的共模增益微调电路包括耦合在第一节点和地之间的第一多个阻抗匹配元件和耦合在第二节点和地之间的第二多个阻抗匹配元件。集成电路还可以包括存储器,该存储器经配置以包括微调数据,该微调数据在电气装置的初始化过程期间是可用的,以配置第一阻抗匹配元件和第二阻抗匹配元件。

[0005] 在又一示例中,一种方法包括确定放大器的共模增益,将所确定的共模增益与阈值进行比较,以及改变放大器的共模增益微调电路的配置,直到放大器的共(模)增益低于阈值为止。

附图说明

[0006] 图1示出了根据各种示例的放大器的电路架构,并且包括可配置的共模增益微调电路,以帮助减小放大器的共模增益。

[0007] 图2描绘了根据各种示例的集成电路,该集成电路包含可配置的共模增益微调电路和耦合到微控制器单元的放大器。

[0008] 图3示出了根据各种示例的集成电路,该集成电路耦合到编程单元以确定共模增益微调电路的微调数据,以便将放大器的共模增益减小到最大阈值以下。

[0009] 图4说明了根据各种示例的由编程单元执行的方法。

[0010] 图5说明由集成电路执行的方法,以在初始化过程期间配置共模增益微调电路。

具体实施方式

[0011] 考虑到各种类型的放大器的不对称性质(例如采用单端共栅极电路拓扑的放大器),所描述的实施例包括耦合到放大器的各种节点的共模增益微调电路。共模增益微调电路能够被配置为以增加共模抑制比和共(模)增益的方式调整节点的阻抗。在微调过程期间确定放大器的微调数据,并且微调数据被存储在包含放大器的装置(例如,集成电路)中的存储器中。在随后的装置初始化过程期间,从存储器检索微调数据并用于配置共模增益微调电路。

[0012] 本文描述的用于减小放大器的共模增益的技术能够应用于任何类型的放大器电路拓扑。所描述的技术对于不对称放大器拓扑可以特别有益,但该技术进一步适用于对称放大器拓扑。

[0013] 图1示出了放大器电路80(或简称放大器)的至少一部分。图1的示例中的放大器电路具有不对称架构,但在其他实施例中能够是对称的。放大器80的正输入和负输入分别表示为 IP_x 和 IN_x 。 IP_x 输入和 IN_x 输入通过电阻器R1和R2连接到晶体管MN1和MN2的源极。晶体管MP1和MP2分别向MN1和MN2提供偏置电流。二极管连接的MN2还连接到MN1的栅极。MN1充当共栅极放大器。由MN2、MN1和MN0形成负反馈回路以迫使MN2源极电压等于MN1源极电压。在来自MN2的偏置电流之外(over)的R2中的额外电流流过MN0。该电流包含 IP_x 和 IN_x 之间的差分电压的信息。该电流进一步被MP3和MP4镜像,然后通过电阻器R3转换为电压。

[0014] 共模增益微调电路90也在图1中示出。如图所示,共模增益微调电路90耦合到放大器节点100和120。共模增益微调电路90包括多个阻抗匹配电路92-98。第一多个阻抗匹配电路能够耦合在节点100和地之间,并且第二多个阻抗匹配电路能够耦合在节点120和地之间。在图1的示例中,耦合在节点100和地之间的第一多个阻抗匹配电路包括阻抗匹配电路92和94,并且耦合在节点120和地之间的第二多个阻抗匹配电路包括阻抗匹配电路96和98。因此,在该实施例中,每个多个阻抗匹配电路包括两个阻抗匹配电路。然而,每个多个阻抗匹配电路中的阻抗匹配电路的数量可以不是两个,包括一个或更多个这样的电路。此外,虽然耦合到每个放大器节点100和120的阻抗匹配电路的数量相同(即,在该示例中为2),但是耦合到节点100的阻抗匹配电路的数量可以与耦合到节点120的阻抗匹配电路的数量不同。例如,在另一个实施例中,两个阻抗匹配电路可以耦合到节点100,而三个阻抗匹配电路耦合到节点120。

[0015] 每个阻抗匹配电路92-98可以包括电容器和串联连接的开关。阻抗匹配电路92包括电容器C1和对应的开关MN3。阻抗匹配电路94包括电容器C2和对应的开关MN4。阻抗匹配电路96包括电容器C3和对应的开关MN5。阻抗匹配电路98包括电容器C4和对应的开关MN6。因此,共模增益微调电路90包括多个电容器和对应的多个开关。在一些实施例中,电容器可以包括横向磁通(lateral flux)金属电容器,但在其他实施例中可以是不同类型的电容器。共模增益微调电路90中的每个电容器C1-C4通过其对应的开关MN3-MN6可被单独地选择。在诸如图1中所示的一些实施例中,开关可以是n型金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET),但在其他实施例中可以是其他类型的晶体管,例如p型MOSFET。

[0016] 每个开关MN3-MN6能够基于提供给其栅极端子的控制信号被操作在断开或闭合位置。每个开关可以由分开的控制信号控制,并且因此每个开关都是单独地被控制的。因为每个开关都具有接地的源极端子,所以闭合给定的开关致使对应的电容器耦合在放大器节点

100或120与地之间。断开开关致使对应的电容器有效地与电路在操作上断开连接。因此,能够设置控制信号以便将电容器C1-C4的任何组合连接到放大器节点100、120。例如,如果开关MN3和MN4都未由它们的控制信号置于闭合状态,则节点100可以不具有连接到它的电容器。在另一种配置中,开关MN3可以闭合而MN4断开,从而仅电容器C1电连接在节点100和地之间。在又一种配置中,开关MN3可以打开而MN4闭合,从而仅电容器C2电连接在节点100和地之间。最后,如果开关MN3和MN4两者都闭合,则电容器C1和C2两者都并联连接在节点100和地之间。开关MN5和MN6及其对应的电容器C3和C4的控制是类似的,从而使电容器C3和C4两者都离开放大器电路80、仅将电容器C3和C4的一个或另一个电连接到节点120或者将电容器C3和C4两者都电连接到节点120。

[0017] 要施加到共模增益微调电路90中的各个开关MN3-MN6的栅极的控制信号在本文中可以为“微调数据”。可以在使用放大器电路80之前确定这种微调数据。例如,可以在部件出厂之前在工厂确定微调数据。可以如下所述执行微调数据确定过程,以确定共模增益微调电路90中的哪些电容器将电连接在它们各自的节点100、120和地之间。在节点100或120与地之间连接电容器调节了该节点的阻抗(相对于当没有电容器时将会是什么阻抗)。确定微调数据以便更接近地平衡节点100和120之间的阻抗,这进而有利地减小了放大器电路80的共模增益值。

[0018] 在一些实施例中,电容器能够通过对应的开关的操作电耦合在放大器节点100、120和地之间,这些电容器全部都可以具有相同的电容值,这允许基于时间数据值将C(例如,C可以是30毫微微法拉)的不同整数倍电耦合在放大器节点和地之间,该时间数据值闭合多个电容器开关,该多个电容器开关对应于所期望的整数个电容器。例如,如果期望2C电容器,则闭合两个电容器开关,以在放大器节点和地之间电耦合两个电容器。在其他实施例中,要被选择性地耦合到给定节点的电容器可以是二进制加权的(1C、2C、4C等),其允许基于二进制微调数据值将C的不同整数倍电耦合在放大器节点和地之间。

[0019] 图2说明了可以包括或者是集成电路150的电气装置,该集成电路150包括放大器电路80和共模增益微调电路90。集成电路还可以包括附加组件,诸如电机驱动电路152、用于微调数据154的存储装置,以及控制逻辑和接口电路156。集成电路150能够耦合到电机180,电机180可以是单相或多相电机。电机180可以具有其自己的功率FET,该FET由电机驱动电路152产生的电流(充电或放电电流)驱动。电机180通过低电阻感测电阻器185接地。感测电阻器185耦合到放大器80,该放大器80放大由于流过电机180的电流而在感测电阻器两端产生的电压。放大器将其放大的输出信号提供给控制逻辑和接口电路156(控制逻辑和接口电路156可以包括调节电路,诸如钳位电路)。集成电路150可以耦合到微控制器单元(MCU)190,该MCU能够用于编程和控制集成电路。

[0020] 图3说明一种配置,该配置中集成电路150耦合到外部编程单元200。编程单元200可以经配置以确定待编程到集成电路150中的微调数据154,以减少和/或最小化放大器80的共模增益。编程单元可以是计算机或其他类型的电子设备,编程单元具有适于连接到集成电路150的电接口。编程单元200可以包括由编程单元200的内部处理器执行的软件或固件。编程单元在执行其软件时,可以经配置以确定集成电路的放大器80的共模增益,并且生成某些微调数据154,以配置共模增益微调电路90来调整放大器的节点100和120的阻抗以减小共模增益。例如,编程单元200可以经配置以确定共模增益微调电路90的微调数据154,

致使放大器的共模增益低于期望阈值。具体阈值可以在编程单元的软件中预设,或者可以由编程单元的用户编程。一些应用可以需要比其他应用更低的放大器共模增益值,并且编程单元可以经配置以帮助确保放大器的共模增益下降到低于期望阈值。

[0021] 编程单元200可以被连接到放大器的输入引脚(即,以其他方式被连接至感测电阻器185的引脚)。编程单元能够产生共模信号以施加到放大器80的两个输入。然后调节从放大器80所得的输出信号并将其提供回编程单元。计算放大器的输出信号与共模输入信号的幅度(magnitude)的比率,并且该比率表示放大器80的共模增益。

[0022] 编程单元200能够将共模信号注入放大器的输入中、记录输出信号幅度并计算共模增益。如果共模增益太高(相对于期望的最大水平),则编程单元能够将更新的微调数据发送到集成电路150,用于调整共模增益微调电路90的配置。然后编程单元200能够使用新近重配置的共模增益微调电路计算放大器的共模增益。如果新计算的共模增益小于目标最大水平,则该过程停止并且微调数据154保持存储在集成电路150中。否则,编程单元再次将更新的微调数据发送到集成电路以试图减小共模增益。该过程是反复的,直到编程单元为放大器80计算出适当低的共模增益。

[0023] 图4是说明用于配置集成电路的微调数据154的过程的方法流程图。在210处,该方法包括确定放大器的共模增益。能够如上所述进行该确定(例如,将共模信号注入放大器中,测量输出信号的幅度并计算输出信号幅度与输入信号幅度的比率)。编程单元200能够用于执行该操作。

[0024] 然后在212处,编程单元200将计算的共模增益与阈值进行比较。阈值可以已经被预编程到编程单元中,或者可以是通过用户界面接收的指示阈值的值,从而允许编程单元的用户调整阈值以适合具体应用。如果共(模)增益大于阈值,则在214处,该方法包括改变放大器的共模增益微调电路的配置,以试图减小放大器的共模增益。在一些实施例中,该操作可以包括编程单元200生成新的微调数据。例如,微调数据能够用于选择共模增益微调电路90内的目标电容器。然后,新生成的微调数据可以被发送到包含放大器80和共模增益微调电路90的集成电路,以存储为微调数据154。然后,控制回路回到操作210,此时,共模增益用新编程的微调数据被再评估。在编程单元200确定放大器的共模增益小于阈值(或小于或等于阈值)之后,该过程停止并且最近发送到集成电路的多数微调数据保持被加载到集成电路中并且从那时起开始使用。

[0025] 图5是可以在每次初始化集成电路时(例如可在通电事件期间发生时)执行的过程流程的示例。集成电路的初始化过程开始于220处并且触发其余的过程流程发生。在初始化过程期间或之后,在222处从存储器检索微调数据。状态机(例如,可编程控制器)可以包括在集成电路中并用于检索来自存储器的微调数据。然后在224处(例如,通过状态机)使用微调数据以配置共模增益微调电路90。微调数据可以包括若干位,并且在一些实施例中,每一位被用于断开或闭合对应的开关(例如,图1的示例中的MN3-MN6),以选择性地将每个这种开关的电容器电耦合(或不电耦合)在放大器节点和地之间。

[0026] 在本说明书中,术语“耦合”表示间接或直接、有线或无线连接。例如,如果第一装置耦合到第二装置,则该连接可以通过直接连接或通过经由其他装置和连接的间接连接。

[0027] 在权利要求的范围内,在所描述的实施例中的修改是可能的,并且其他实施例也

是可能的。

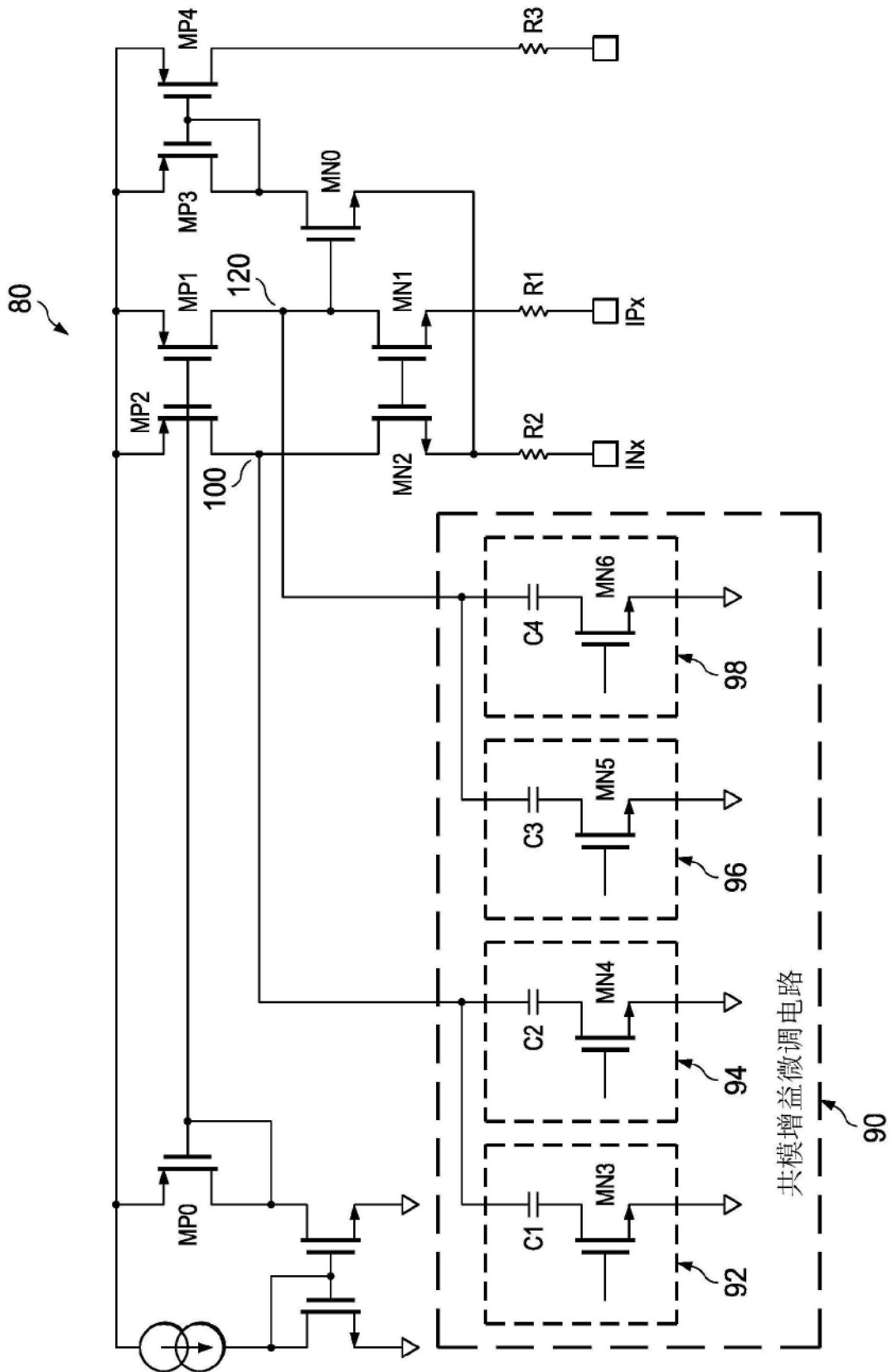


图1

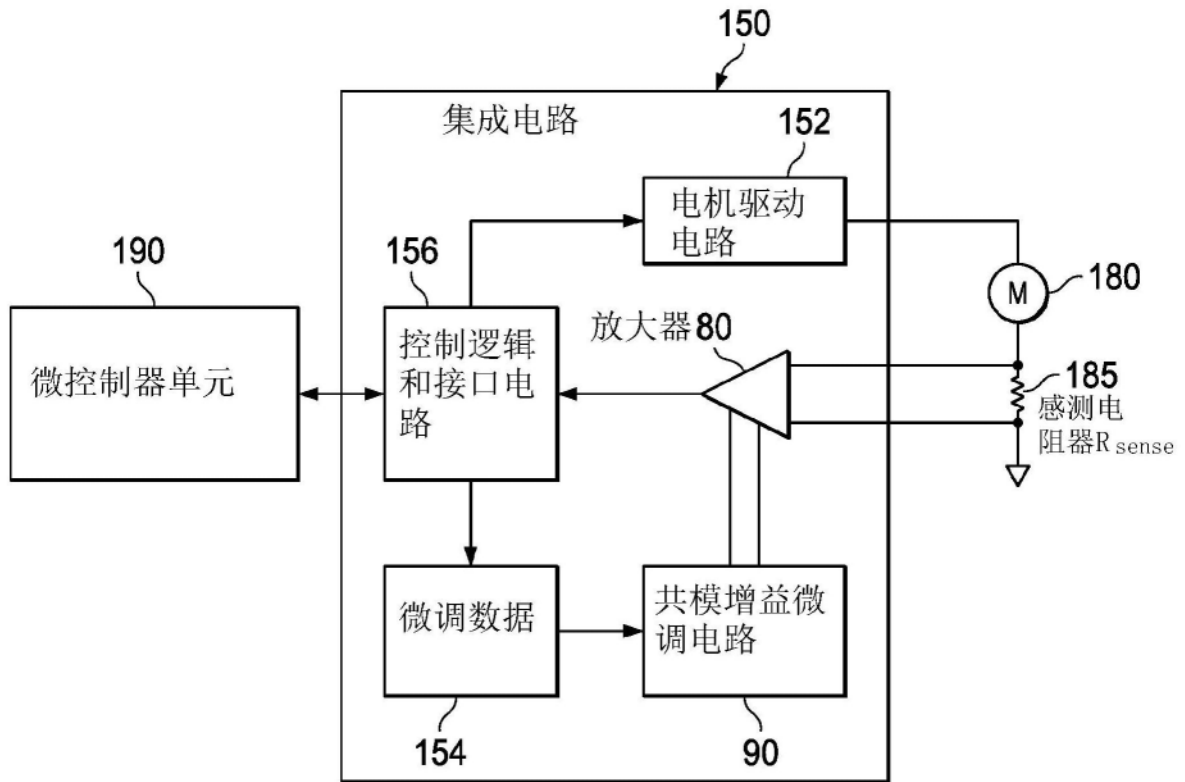


图2

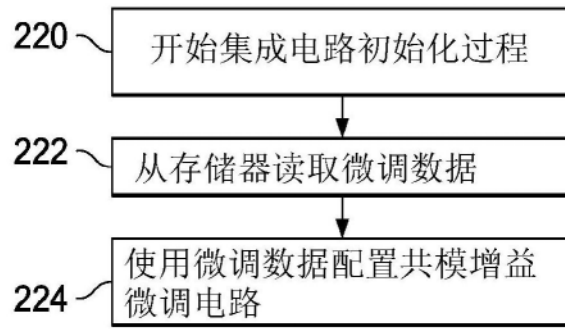


图5