



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108123733 B

(45) 授权公告日 2020.12.29

(21) 申请号 201710318980.3

(22) 申请日 2017.05.08

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108123733 A

(43) 申请公布日 2018.06.05

(30) 优先权数据  
1661631 2016.11.29 FR

(73) 专利权人 意法半导体(格勒诺布尔2)公司  
地址 法国格勒诺布尔

(72) 发明人 M·艾劳德 S·拉梅特  
S·庞塔罗洛

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所  
11256  
代理人 王茂华 张昊

(51) Int.Cl.

H04B 1/401 (2015.01)

H04B 1/44 (2006.01)

H04B 1/04 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 207652424 U, 2018.07.24

CN 101627316 A, 2010.01.13

CN 1109664 A, 1995.10.04

JP 2011254408 A, 2011.12.15

US 6392490 B1, 2002.05.21

审查员 李靖

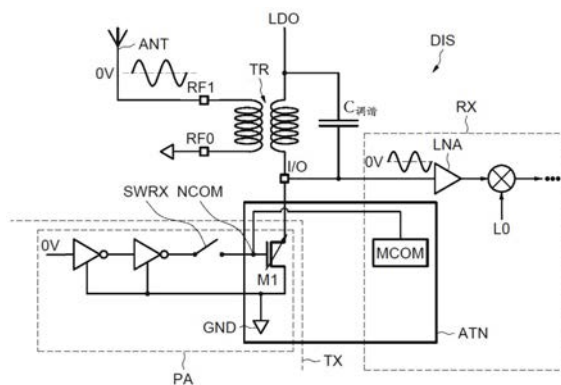
权利要求书3页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

射频发射级中的衰减器设备

(57) 摘要

本公开涉及射频发射级中的衰减器设备,例如,发射设备包括发射级(TX),该发射级旨在天线(ANT)的输入输出节点(I/O)上传递发射信号并且包括功率晶体管(M1),该功率晶体管连接至所述输入输出节点(I/O)并且被配置成用于放大待发射信号。该设备包括接收级(RX),该接收级旨在该输入输出节点(I/O)上对接收信号进行接收并且包括用于衰减该接收信号的装置(ATN)。该衰减装置(ATN)包括该功率晶体管(M1)以及能够将该功率晶体管(M1)置于三极管模式的控制装置(MCOM)。



1. 一种发射方法,包括:信号接收阶段,所述信号接收阶段包括对利用天线接收的信号进行衰减;以及信号发射阶段,所述信号发射阶段包括在发射之前由功率晶体管(M1)放大待利用所述天线发射的信号,所述衰减包括将所述功率晶体管(M1)置于三极管模式。

2. 根据权利要求1所述的发射方法,其中,所述将所述功率晶体管(M1)置于所述三极管模式包括在所述功率晶体管(M1)的栅极上传递控制电压( $V_{控制}$ ),所述控制电压是在基准晶体管(M2)的导电端子两端的基准电压( $V_{基准}$ )与模型电阻电路的端子两端的模型电压( $V_{模型}$ )之间进行比较的基础上获得的。

3. 根据权利要求2所述的发射方法,其中,所述传递所述控制电压( $V_{控制}$ )包括调整所述模型电压( $V_{模型}$ ),使用期望电阻值来将所述控制电压( $V_{控制}$ )的值调整为将所述功率晶体管(M1)置于三极管模式的值。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的发射方法,其中,所述所接收信号和所述待发射信号为射频信号。

5. 一种发射设备,包括:

发射级(TX),所述发射级被配置为于天线(ANT)的输入输出节点(I/O)上传递发射信号并且包括功率晶体管(M1),所述功率晶体管连接至所述输入输出节点(I/O)并且被配置成用于放大待发射信号;以及

接收级(RX),所述接收级被配置为于所述输入输出节点(I/O)上对接收信号进行接收并且包括用于衰减所述接收信号的衰减装置(ATN),其中,所述衰减装置(ATN)包括所述功率晶体管(M1)以及被配置为将所述功率晶体管(M1)置于三极管模式的控制装置(MCOM)。

6. 根据权利要求5所述的设备,其中,所述功率晶体管(M1)的导电端子分别耦合至所述输入输出节点(I/O)以及旨在接收参考电压GND的端子。

7. 根据权利要求5或6中任一项所述的设备,其中,所述控制装置(MCOM)包括模型电阻电路、一组至少一个基准晶体管( $M2, M2'$ )、差分放大器(AMP),所述模型电阻电路耦合在所述差分放大器(AMP)的第一输入端与旨在接收参考电压GND的端子之间,所述一组至少一个基准晶体管( $M2, M2'$ )耦合在所述差分放大器(AMP)的第二输入端与所述旨在接收参考电压GND的端子之间,所述差分放大器(AMP)的输出端耦合至所述组( $M2, M2'$ )的所述至少一个基准晶体管的栅极并且耦合至所述功率晶体管(M1)的栅极。

8. 根据权利要求7所述的设备,其中,所述组( $M2, M2'$ )的所述至少一个基准晶体管与所述功率晶体管(M1)配对。

9. 根据权利要求7所述的设备,其中,所述差分放大器(AMP)包括电流生成级(GEN),所述电流生成级被配置成用于使第一电流(I1)在所述模型电阻电路中流动并且使第二电流(I2)在所述组( $M2, M2'$ )中的所述至少一个基准晶体管中流动,所述差分放大器(AMP)被配置成使得所述第一电流(I1)与所述第二电流(I2)之差产生控制电压( $V_{控制}$ )的变化。

10. 根据权利要求9所述的设备,其中,所述控制装置(MCOM)包括指令装置(NUM),所述指令装置被配置成用于生成至少一个数字控制信号(B1-B4),所述至少一个数字控制信号被配置为以期望电阻值来将所述控制电压( $V_{控制}$ )调整为将所述功率晶体管(M1)置于三极管模式的值。

11. 根据权利要求10所述的设备,其中,所述一组至少一个基准晶体管包括通过由第一控制信号(B1)可控制的至少一个第一开关(SWM2)而并联连接的若干晶体管( $M2a, M2b$ )。

12. 根据权利要求10或11中任一项所述的设备,其中,所述模型电阻电路包括串联安装的若干电阻器(R1,R2,R3)、以及第二开关(SWRa,SWRb),所述第二开关由对应的第二控制信号(B3a,B3b)可控制并且连接在旨在接收参考电压GND的端子与位于所述串联的电阻器之间的对应节点之间。

13. 根据权利要求10或11所述的设备,其中,所述电流生成级(GEN<sup>1</sup>)被配置成用于使所述第一电流和所述第二电流(I1,I2)根据第三控制信号(B3)按照成对的不同值而流动。

14. 根据权利要求10或11所述的设备,其中,所述衰减装置包括具有由第四控制信号(B4)可控制的两个位置的切断开关,第一位置将所述功率晶体管(M1)的所述栅极耦合至所述差分放大器(AMP)的所述输出端,另一个位置将所述功率晶体管(M1)的所述栅极耦合至旨在接收参考电压GND的端子。

15. 根据权利要求5至6和8至11中任一项所述的设备,其中,所述发射信号和所述接收信号为射频信号。

16. 根据权利要求5所述的设备,其中,所述功率晶体管包括:

栅极,经由第一开关耦合到所述发射级的第一电路,

第一负载路径端子,耦合到参考端子,以及

第二负载路径端子,耦合到所述输入输出节点。

17. 一种包括根据权利要求5至14中任一项所述的设备的电子装置(APP)。

18. 根据权利要求17所述的电子装置(APP),其中所述电子装置是个人计算机或者移动电话。

19. 一种电路,包括:

功率晶体管,具有:

栅极,经由第一开关耦合到第一电路;

第一负载路径端子,耦合到参考端子,以及

第二负载路径端子,耦合到第一节点,所述第一节点耦合到第二电路,所述功率晶体管被配置为在所述第一节点处产生放大信号;以及

控制电路,耦合到所述功率晶体管的栅极,所述控制电路被配置为在所述第一开关打开时将所述功率晶体管置于三极管模式,其中所述功率晶体管被配置为对在所述第一节点处接收到的第二信号进行衰减。

20. 根据权利要求19所述的电路,其中,所述第一节点还耦合到变压器的绕组。

21. 根据权利要求20所述的电路,其中所述第二电路包括接收器电路,所述接收器电路具有耦合到混频器的低噪声放大器(LNA)。

22. 根据权利要求19所述的电路,其中,所述控制电路包括:

放大器,所述放大器的输出耦合到所述功率晶体管的栅极;

模型电阻电路,耦合在所述参考端子和所述放大器的第一输入之间;以及

基准晶体管,耦合在所述参考端子和所述放大器的第二输入之间,所述基准晶体管的栅极耦合到所述功率晶体管的栅极。

23. 根据权利要求22所述的电路,其中所述放大器的所述第一输入和所述第二输入耦合到相应的第一电流发生器和第二电流发生器。

24. 根据权利要求19所述的电路,还包括:发射级,被配置为传递所述第一节点上的发

射信号,所述发射级包括所述功率晶体管,其中所述第二电路是接收级,被配置为对所述第一节点上的接收信号进行接收。

## 射频发射级中的衰减器设备

[0001] 实施例和实施方式涉及对信号(特别是射频信号)的发射,并且具体地涉及对天线所接收的信号的衰减。

[0002] 图1表示了示例性射频发射设备DIS0。设备DIS0被结合到集成电路中并且以惯用方式包括天线ANT,该天线通过变压器TR联接到输入输出节点I/O上的接收级RX和发射级TX。

[0003] 发射级TX包括旨在放大发射信号(尤其是通过功率晶体管M1)的功率放大器PA。

[0004] 接收级RX就其本身而言包括低噪声放大器LNA,在该低噪声放大器的输出端处,混频器使用由本地振荡器LO生成的信号来执行频率变换。

[0005] 发射级TX和接收级RX被分别自然地实施,在接收级RX进行操作时,发射级TX被去激活,并且反之亦然。

[0006] 此外,在此示例中,接收级包括衰减器电路ATNR,该衰减器电路使得有可能衰减在天线ANT上接收的接收信号,以便减小由天线收取的信号的电平,从而将这些信号减小到接收级RX的适当动态范围内的可测量值。

[0007] 通常,衰减器由结合到位于变压器TR与低噪声放大器LNA之间的输入输出节点I/O上的接收级RX中的电路形成。例如,衰减器ATNR由具有各种值的并联电阻器R1、R2、R3的网络产生,这些电阻器同在接地端子与该输入输出节点I/O之间的对应开关SW1、SW2、SW3接线串联。

[0008] 这种衰减器使得有可能根据设备的需要和接收信号的高度按照可调整增益来实现对接收信号的衰减。

[0009] 这种标准设计引入了较大的寄生电容(尤其是由于开关SW1、SW2、SW3),这些寄生电容影响对变压器TR的调整并且可能造成接收信号的畸变。

[0010] 此外,具有退化增益的低噪声放大器使得有可能另外衰减接收信号,但是其差分设计将噪声引入到接收链中,特别是在低能量操作中。

[0011] 期望的是在共模操作中补救这些缺陷,尤其是在Wifi或者低能耗蓝牙型“BLE”(表示“蓝牙低能(Bluetooth Low Energy)”的首字母缩略词)的射频发射框架内。

[0012] 就这一点而言,根据实施例提出了一种共模射频发射设备,其中,有利的是,在接收期间还使用了发射级的功率晶体管(假借调电阻器的名义)。在不经受上述设计的约束的情况下,以三极管模式(或者线性模式)对功率晶体管进行调节以便根据可调增益来衰减接收信号。

[0013] 根据一方面,提出了一种方法,所述方法包括:信号接收阶段,该信号接收阶段包括对所接收信号进行衰减;以及信号发射阶段,该信号发射阶段包括在发射之前由功率晶体管放大待发射信号,该衰减包括将该功率晶体管(M1)置于三极管模式,在该三极管模式中,该功率晶体管具有电阻值。

[0014] 通过“处于三极管模式的晶体管”意指线性状态下的晶体管,也就是说,对于给定的栅极电压并且在饱和之前,在晶体管的导电端子中流动的电流根据被称为电阻值的值而与这些端子之间出现的电压基本上成比例。处于三极管模式的晶体管的电阻值取决于向其

施加的栅极电压。

[0015] 因此,在根据这个方面的方法中,有利的是,益处尤其源自已存在于集成电路中且在对接收信号进行接收期间未使用的电子部件。

[0016] 具体地,根据这个方面对接收信号进行衰减使得有可能避免由惯用设计的衰减器所实现的衰减的寄生电容问题。

[0017] 此外,分别自然地进行信号发射和信号接收,这个方面使得有可能对例如射频发射设备型设备的部件的使用进行优化。

[0018] 根据一种实施方式,将该功率晶体管 (M1) 置于该三极管模式包括在该功率晶体管的栅极上传递控制电压,该控制电压是在基准晶体管的导电端子两端的基准电压与模型电阻电路的端子两端的模型电压之间进行比较的基础上获得的。

[0019] 这种实施方式尤其使得有可能补偿晶体管的特性(或者参数)的变化,比如,由于温度变化而造成的随机变化或者由制造方法的随机意外事件引起的系统变化。确实,因为可以有利地与功率晶体管同时制造基准晶体管,所以它们将经历它们的特性的相同变化(随机的和系统的),并且因此这种实施方式使得有可能施加其作用不受这些变化影响的控制电压。

[0020] 根据一种实施方式,传递该控制电压包括:调整该模型电压;以期望电阻值来将该控制电压的值调整为将该功率晶体管置于三极管模式的值。

[0021] 这种实施方式尤其使得有可能调整衰减增益,例如在0dB与-18dB之间。

[0022] 根据另一方面,提出了一种发射设备,所述发射设备包括:发射级,该发射级旨在天线的输入输出节点上传递发射信号并且包括功率晶体管,该功率晶体管连接至该输入输出节点并被配置成用于放大待发射信号;接收级,该接收级旨在该输入输出节点上对接收信号进行接收并且包括用于衰减该接收信号的装置,其中,该衰减装置包括该功率晶体管以及能够将该功率晶体管置于三极管模式的控制装置,在该三极管模式中,该功率晶体管具有一定电阻值。

[0023] 根据这个方面的射频发射设备有利地利用已存在于结合了该设备的集成电路中并且在接收期间未被使用的电子部件。

[0024] 具体地,所提出的设备使得有可能避免由惯用设计的衰减器所实施的衰减的寄生电容问题。

[0025] 此外,分别自然地进行信号发射和信号接收,所提出的设备使得有可能对存在于结合了所提出的设备的集成电路中的部件的使用进行优化。

[0026] 该功率晶体管的导电端子例如分别耦合至输入输出节点以及旨在接收参考电压的端子。

[0027] 根据一个实施例,该控制装置包括模型电阻电路、一组至少一个基准晶体管、差分放大器,该模型电阻电路耦合在该差分放大器的第一输入端与该旨在接收参考电压的端子之间,该基准晶体管组耦合在该差分放大器的第二输入端与旨在接收参考电压的该端子之间,并且该差分放大器的输出端耦合至该组的该至少一个基准晶体管的栅极并且耦合至该功率晶体管的栅极。

[0028] 该组的该至少一个基准晶体管有利地与该功率晶体管配对,也就是说,具有与功率晶体管的特性相同的特性(在大小因数内)。

[0029] 这种配置尤其使得有可能补偿晶体管的参数的变化,比如由于温度变化而造成的随机变化或者由制造方法的随机意外事件引起的系统变化。

[0030] 根据一个实施例,该差分放大器包括电流生成级,该电流生成级被配置成用于使第一电流在该模型电阻电路中流动并且使第二电流在该组的该至少一个基准晶体管中流动,该差分放大器被配置成使得该第一电流与该第二电流之差产生该控制电压的变化。

[0031] 因此,通过经过电阻电路的第一电流而生成模型电压,并且通过经过处于三极管模式的基准晶体管(也即,电阻元件)的第二电流而生成基准电压。

[0032] 此实施例使得有可能将用于实施差分放大的电流(假借第二电流的名义)经过基准晶体管。这展现了基本上节约的能耗优势。

[0033] 根据一个实施例,该控制装置包括指令装置,该指令装置被配置成用于生成至少一个数字控制信号,该至少一个数字控制信号使得有可能以期望电阻值来将该控制电压调整为将该功率晶体管置于三极管模式的值。

[0034] 这尤其使得有可能调整衰减增益,例如,在0dB与-18dB之间。

[0035] 根据一个实施例,该一组至少一个基准晶体管包括通过由第一控制信号可控制的至少一个第一开关而并联连接的若干晶体管。

[0036] 这使得有可能通过修改功率晶体管与基准晶体管之间的大小因数来调整处于三极管模式的功率晶体管的电阻值。

[0037] 根据一个实施例,该电阻电路包括串联安装的若干电阻器、以及第二开关,这些第二开关由对应的第二控制信号可控制并且连接在旨在接收参考电压的端子与位于这些串联的电阻器之间的对应节点之间。

[0038] 换句话说,模型电阻电路可以是分压器桥式安排,该分压器桥安排使得有可能修改电阻电路的等效电阻,从而调整功率晶体管的电阻值。

[0039] 根据一个实施例,该电流生成级被配置成用于使该第一电流和该第二电流根据第三控制信号按照成对的不同值而流动。

[0040] 这使得有可能通过修改对差分放大器供电的电流来调整功率晶体管的电阻值。

[0041] 根据一个实施例,该衰减装置包括具有由第四控制信号可控制的两个位置的切断开关,第一位置将该功率晶体管的该栅极耦合至该差分放大器的该输出端,另一个位置将该功率晶体管的该栅极耦合至旨在接收参考电压的端子。

[0042] 通常,发射信号和接收信号为例如射频信号。

[0043] 此处还提出了一种包括如以上所限定的射频发射设备的电子装置,如移动电话或者个人计算机。

[0044] 本发明的其它优点和特性将在审查了对完全非限制性实施例和实施方式以及所附附图的详细描述后变得显而易见,在附图中:

[0045] -图1(先前所描述的)表示了示例性惯用射频发射设备;

[0046] -图2至图7表示了根据本发明的射频发射设备的各种实施例和实施方式。

[0047] 图2表示了射频发射设备DIS,该射频发射设备包括天线ANT,该天线在所谓的输入输出节点I/O上通过变压器TR耦合至设备的其余部分。

[0048] 常规地,变压器TR包括彼此交织的初级电感电路和次级电感电路、以及补偿电容器 $C_{调谐}$ 。

[0049] 变压器TR的主要功能是向天线呈现独立于电路的其余部分的阻抗(通常固定在50欧姆)。

[0050] 接收级RX和发射级TX连接至变压器TR的次级电路的输入输出节点I/O。

[0051] 发射级TX以常规方式包括旨在放大发射信号(尤其是通过功率晶体管M1)的功率放大器PA。

[0052] 发射级TX属于常规设计并且本身是已知的,有利地就与集成电路的其余部分(具体地,耦合至输入输出节点I/O的发射接收链)的交互进行优化。

[0053] 接收级RX包括衰减装置ATN,该衰减装置包括功率晶体管M1和控制装置MCOM,该控制装置能够在耦合至功率晶体管M1的栅极的控制节点NCOM上控制该功率晶体管。

[0054] 开关SWRX使得有可能将功率晶体管M1的该栅极与功率放大电路PA的其余部分断开,例如,在发射发射信号期间,开关SWRX处于闭合位置。

[0055] 接收级RX就其本身而言包括低噪声放大器LNA,在该低噪声放大器的输出端处,混频器使用由本地振荡器LO以常规方式生成的信号来执行频率变换,之后是对接收链进行处理的装置,如例如,解调器。

[0056] 衰减装置ATN的功能是将控制电压施加在控制节点NCOM上以便通过使用给定电阻值来将发射级TX的功率晶体管M1置于三极管模式从而假借可调电阻器在接收期间使用该功率晶体管。

[0057] 在接收期间,开关SWRX则处于打开位置。

[0058] 在此示例中,功率晶体管M1为N型晶体管,其漏极连接至输入输出节点并且其源极连接至旨在接收参考电压的端子GND(例如,地)。

[0059] 因此,调节处于三极管模式的功率晶体管M1的电阻的控制电压( $V_{控制}$ )使得有可能根据可调增益并以最优方式来衰减接收信号。

[0060] 图3表示了衰减装置ATN的实施例。

[0061] 衰减装置ATN包括能够将功率晶体管M1置于三极管状态以便将其用作具有期望电阻值的可调电阻器的控制装置MCOM。

[0062] 控制装置MCOM包括在第一分支Br1中生成第一电流I1的第一电流源 $I_{生成1}$ 、以及在第二分支Br2中生成电流I2的第二电流源 $I_{生成2}$ 。

[0063] 在第一分支Br1上,联接至地GND的电阻电路(此处为电阻器R)传递电流I1,该电流在该电阻电路的端子两端产生所谓的模型电压 $V_{模型}$ , $V_{模型}=R*I1$ 。

[0064] 电流I2从被称为基准晶体管M2的晶体管的漏极流到源极,晶体管M2的源极联接至地GND。

[0065] 在处于三极管模式的基准晶体管M2的导电端子中流动的电流I2在该基准晶体管M2的漏极与源极之间产生基准电压 $V_{基准}$ 。

[0066] 基准电压 $V_{基准}$ 可以以形式 $V_{基准}=R_{M2}*I2$ 来表达, $R_{M2}$ 为处于三极管模式的晶体管M2的电阻值或者电阻的表达。

[0067] 根据电阻 $R_{M2}$ 的可接受近似值, $1/R_{M2}=k_n/2*(W/L)*(V_{gs}-V_{th})$ , $k_n$ 为晶体管M2的特性常数, $W$ 为其有源区的宽度, $L$ 为其有源区的长度, $V_{th}$ 为其阈值电压,并且 $V_{gs}$ 为晶体管M2的栅极与源极之间存在的电压。

[0068] 基准晶体管M2的栅极耦合至控制节点NCOM,此外,功率晶体管M1的栅极耦合至该

控制节点。

[0069] 差分放大器AMP在正输入端上接收基准电压 $V_{\text{基准}}$ 并且在负输入端上接收模型电压 $V_{\text{模型}}$ ,并且向控制节点NCOM施加控制电压 $V_{\text{控制}}$ ,该控制电压表示正输入端和负输入端上存在的基准电压与模型电压之差。

[0070] 因此,控制电压 $V_{\text{控制}}$ 将控制处于三极管模式的基准晶体管M2的电阻 $R_{M2}$ 并且因此使基准电压 $V_{\text{基准}}$ 变化,直到在该基准电压与该模型电压之间达到平衡状态为止。

[0071] 也就是说,差分放大器AMP被配置成用于通过改变控制电压 $V_{\text{控制}}$ 来平衡基准电压 $V_{\text{基准}}$ 与模型电压 $V_{\text{模型}}$ 。

[0072] 功率晶体管M1与基准晶体管M2配对,也就是说,晶体管M2是根据与晶体管M1相同的技术方法来产生的,使得有可能产生具有相同的特征或者参数(此处在大数因数内)的这些晶体管M1和M2。

[0073] 更确切地,晶体管M1和M2具有相同的特性常数 $k_n$ 、相同的阈值电压 $V_{th}$ 、相同的长度 $L$ ,但是宽度 $W$ 根据因子 $n$ 而不同,也就是说 $W_{M1} = n * W_{M2}$ , $W_{M1}$ 为功率晶体管M1的宽度并且 $W_{M2}$ 为功率晶体管M2的宽度。

[0074] 在同一技术方法期间生产(它们实际上确实如此),对于这两个晶体管,这些特性的系统变化也相同。

[0075] 属于同一集成电路(它们实际上确实如此),对于这两个晶体管,例如由于温度而造成的随机变化也相同。

[0076] 因此,处于三极管模式的功率晶体管M1的电阻值或者电阻 $R_{M1}$ 与基准晶体管M2的电阻 $R_{M2}$ 成比例,其中, $R_{M1} = R_{M2}/n$ ,并且基准晶体管M2的有效电阻 $R_{M2}$ 将支持与功率晶体管M1的有效电阻 $R_{M1}$ 相同的随机变化和系统变化。

[0077] 因此,此实施例使得有可能在晶体管M2的与功率晶体管M1的具体行为非常类似的具体行为的基础上在模型电压 $V_{\text{模型}}$ 的基础上精确地控制对功率晶体管M1的有效电阻 $R_{M1}$ 的定制,该模型电压由电流 $I_1$ 经过电阻器 $R$ 而产生,该电阻器的实施例得到很好地掌控并且仅变化很小。

[0078] 图4表示了衰减装置ATN的有利实施例。

[0079] 控制装置MCOM包括生成参考电流 $I_{\text{参考}}$ 的电流生成电路GEN,该参考电流通过nMOS晶体管的电流镜安排的惯用手段被传输至电流分配电路DIST。

[0080] 电流分配电路DIST包括pMOS晶体管的电流镜安排,该电流镜安排在参考电流 $I_{\text{参考}}$ 和电源电压VBAT的基础上将第一电流 $I_1$ 分配在控制装置MCOM的电路的第一分支 $Br_1$ 中并且将第二电流 $I_2$ 分配在第二分支 $Br_2$ 中。

[0081] 以类似于图3的表示的方式,电阻器 $R$ 连接至第一分支 $Br_1$ 和地GND,并且基准晶体管M2的漏极连接至第二分支 $Br_2$ 并在其源极连接至地GND。基准晶体管M2的栅极耦合至控制节点NCOM。

[0082] 此外,nMOS晶体管 $M_{dif}$ 的电流镜安排将第一分支 $Br_1$ 中流动的电流 $I_1$ 复制到第二分支 $Br_2$ 中,并且在第一分支 $Br_1$ 的位于电流分配电路DIST与电流镜 $M_{dif}$ 之间的部分上存在的电压被施加到控制节点NCOM上。

[0083] 因此,通过平衡通过使电流经过电阻部件来获得的电压,电流镜安排 $M_{dif}$ 使得有可能在控制节点NCOM上产生控制电压 $V_{\text{控制}}$ ,该控制电压表示分别在基准晶体管M2和电阻器 $R$

中流动的电流 $I_2$ 与 $I_1$ 之差。

[0084] 电压 $V_{控制}$ 控制基准晶体管 $M_2$ 的电阻,在基准电压 $V_{基准}$ 等于模型电压 $V_{模型}$ 时达到平衡状态。

[0085] 此平衡状态对应于控制基准晶体管 $M_2$ 的有效电阻 $R_{M_2}$ 的控制电压 $V_{控制}$ ,等于有效电阻 $R$ 。

[0086] 换句话说,刚刚已经描述的安排对应于使用放大电流( $I_2$ )来电阻性地生成基准电压( $V_{基准}$ )的具有电流反馈的差分放大器。

[0087] 因此,衰减装置 $ATN$ 使得有可能根据受控且稳定的电阻值(这里等于电阻 $R$ )并且进一步地以节能的方式来使功率晶体管 $M_1$ 成为电阻式的。

[0088] 电阻电路 $R$ 可以是由控制装置 $MCOM$ 控制的可变电阻器,进而使得有可能根据例如在 $0dB$ 与 $-18dB$ 之间选择的可调增益来对接收信号进行衰减。

[0089] 此外,复制在第一分支 $Br_1$ 和第二分支 $Br_2$ 中的参考电流 $I_{参考}$ 的 $pMOS$ 晶体管可以分别具有不同的大小系数 $m_1$ 、 $m_2$ ,例如, $m_1=1$ 并且 $m_2=10$ 。

[0090] 大小系数此处意指联接至第一分支 $Br_1$ 的 $pMOS$ 晶体管的宽度等于 $m_1*W$ ,并且联接至第二分支 $Br_2$ 的 $pMOS$ 晶体管的宽度等 $m_2*W$ , $W$ 为参考宽度。

[0091] 因此,电流 $I_2$ 比电流 $I_1$ 大 $m_2/m_1$ 倍。

[0092] 然后,根据相同的比率 $m_2/m_1$ 产生电流镜安排 $M_{dif}$ 。

[0093] 图5表示了衰减装置 $ATN$ 的有利实施例的示例。

[0094] 此实施例包括不同的“模块”(也就是说,一组基准晶体管 $M_2'$ 、可调电流生成级 $GEN'$ 、可变电阻电路 $R_{可变}$ 以及断路器安排 $CC$ ),这些模块使得有可能根据期望电阻值将控制电压 $V_{控制}$ 调整为根将功率晶体管 $M_1$ 置于三极管模式的值。

[0095] 指令装置 $NUM$ 被配置成用于生成控制各种“模块”以便将功率晶体管 $M_1$ 的电阻值调整为期望值的数字控制信号 $B_1$ 、 $B_2$ 、 $B_3$ 、 $B_4$ 。

[0096] 期望电阻值可以例如对应于 $0dB$ 、 $-6dB$ 、 $-12dB$ 或 $-18dB$ 的衰减。

[0097] 一方面,在此示例中,若干基准晶体管 $M_2'$ 组包括经由具有两个位置的开关 $SWM_2$ 并联联接的第一基准晶体管 $M_{2a}$ 和第二基准晶体管 $M_{2b}$ 。

[0098] 开关 $SWM_2$ 由指令装置 $NUM$ 生成的第一数字控制信号 $B_1/B_{1B}$ 控制。逻辑值 $B_1$ 控制第一位置,在该第一位置中,第二基准晶体管 $M_{2b}$ 的栅极耦合至第一基准晶体管 $M_{2a}$ 的栅极(并且因此也耦合至控制节点 $MCOM$ )。

[0099] 值 $B_1$ 的补充逻辑值 $B_{1B}$ 控制开关 $SWM_2$ 的第二位置,在该第二位置中,该另一个基准晶体管 $M_{2b}$ 的栅极耦合至地 $GND$ 。

[0100] 换句话说,此一组基准晶体管 $M_2'$ 形成等效基准晶体管( $M_2'$ ),其大小因数由第一控制信号 $B_1/B_{1B}$ 可控制。

[0101] 因此,可以修改基准晶体管 $M_2'$ 与功率晶体管 $M_1$ 之间的大小因数 $n$ ,根据逆因数修改功率晶体管 $M_1$ 的电阻 $R_{M_1}$ ,进而调整衰减增益。

[0102] 例如,对于单位宽度,第二基准晶体管 $M_{2b}$ 的大小因数可以等于3并且第一基准晶体管 $M_{2a}$ 的大小因数可以等于1。

[0103] 因此,在此示例中,等效基准晶体管 $M_2'$ 与功率晶体管 $M_1$ 之间的大小因数 $n$ 根据第一控制信号 $B_1$ 而等于4或者1。

[0104] 此外,可调电流生成级GEN' 被配置成能够生成可具有两个强度值的参考电流 $I_{\text{参考}}$ 。

[0105] 在可调电流生成级GEN' 中,电流镜安排使电流 $I_{\text{参考}}$ 流向电流分配电路DIST。

[0106] 该电流镜安排的以二极管方式安装的晶体管还包括经由具有两个位置的开关SWGEN并联联接的第一晶体管和第二晶体管,该开关由第二控制信号B2控制。

[0107] 逻辑值B2将开关SWGEN设置成这些晶体管的栅极耦合到地GND的位置,并且补充逻辑值B2B将其设置成将以二极管方式安装的第二晶体管的栅极耦合到地GND的位置。

[0108] 因此,在分配电路中流动的参考电流 $I_{\text{参考}}$ 可以有两个可能的值,这些值由第二控制信号B2控制并且取决于并联安装的晶体管的大小因数。

[0109] 此外,在此示例中,可变电阻电路 $R_{\text{可变}}$ 包括并联安装在输入输出节点I/O与接地端子GND之间的三个电阻器R1、R2、R3。

[0110] 分别连接至位于电阻器R1与R2之间的节点以及位于电阻器R2与R3之间的节点的两个可控开关SWRa、SWRb使得有可能将这些节点联接到地GND。

[0111] 开关SWRa、SWRb分别由两个第三控制信号B3a、B3b控制,使得有可能以分压器桥安排的方式控制可变电阻电路的等效电阻。

[0112] 例如,串联的电阻可以包括16.71k  $\Omega$  的电阻R1、35.55k  $\Omega$  的电阻R2以及8.12k  $\Omega$  的电阻R3。

[0113] 此外,断路器安排CC使得有可能将功率晶体管M1的栅极或者耦合至控制节点NCOM(在这种情况下,实施了衰减),或者耦合至参考电压端子GND(在这种情况下,功率晶体管M1是关闭的并且没有实施衰减)。

[0114] 断路器安排CC包括由第四控制信号B4控制的具有两个位置的开关SWCC。

[0115] 逻辑值B4控制将功率晶体管M1的栅极耦合至参考电压GND,并且值B4的补充逻辑值B4B控制将该栅极与控制节点NCOM耦合。

[0116] 换句话说,控制装置MCOM被配置成用于调整该大小因数和/或该可变电阻和/或该参考电流的值以便期望电阻值来将控制电压调整为将功率晶体管置于三极管模式的值。

[0117] 此外,在图5所表示的示例中,衰减器ATN包括增益级G,该增益级使得有可能以放大且比尤其是在结合图4所描述的实施例中更加精确的方式施加控制电压 $V_{\text{控制}}$ ,该控制电压表示分别在等效基准晶体管M2' 和可变电阻电路 $R_{\text{可变}}$ 中流动的电流 $I_2$ 与 $I_1$ 之差。

[0118] 图6表示了使得有可能使用各种增益来实施衰减示例的逻辑值B1、B2、B3a、B3b和B4的表。

[0119] 表中增益值对应于图5中所表示的示例的配置,其中,衰减装置ATN的各个部件将先前所给出的示例作为值,初始电流 $I_{\text{参考}}$ 为1 $\mu\text{A}$ 。

[0120] 为了不实施任何衰减,即0dB增益衰减,信号B1、B2、B3a、B3b处于低值,信号B4处于高值并且功率晶体管M1是关闭的。

[0121] 对于-6dB增益衰减,信号B1、B2和B3b处于高值,并且信号B3a和B4处于低值。

[0122] 对于-12dB增益衰减,信号B2处于高值,信号B1、B3a、B3b和B4处于低值。

[0123] 对于-18dB增益衰减,信号B3a处于高值,信号B1、B2、B3b和B4处于低值。

[0124] 图7表示了包括射频发射设备DIS的电子装置APP,如触敏平板计算机或者个人计算机,此处为移动电话。

[0125] 装置APP例如尤其旨在于天线ANT上执行射频发射,比如,Wifi、Zigbee、蓝牙或者BLE(“蓝牙低能”)型通信,如果由设备DIS的衰减装置ATN恰当地实施,则其接收可能需要衰减。

[0126] 本发明不限于这些实施例而是包含其所有变体。例如,在以上已经结合图5描述了同时包括若干模块(GEN',M2',R<sub>可变</sub>,CC)的组合的同时,将有可能单独或者组合地产生这些模块中的至少某些模块的各种组合并且能够支持设计变体。

现有技术

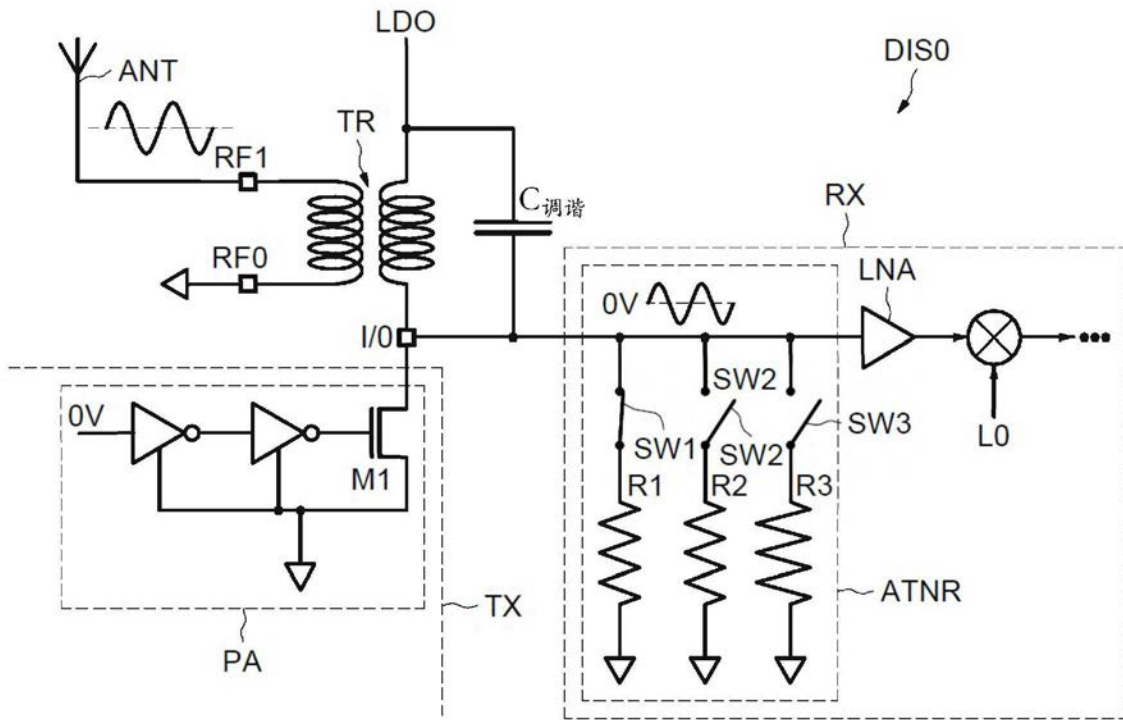


图1

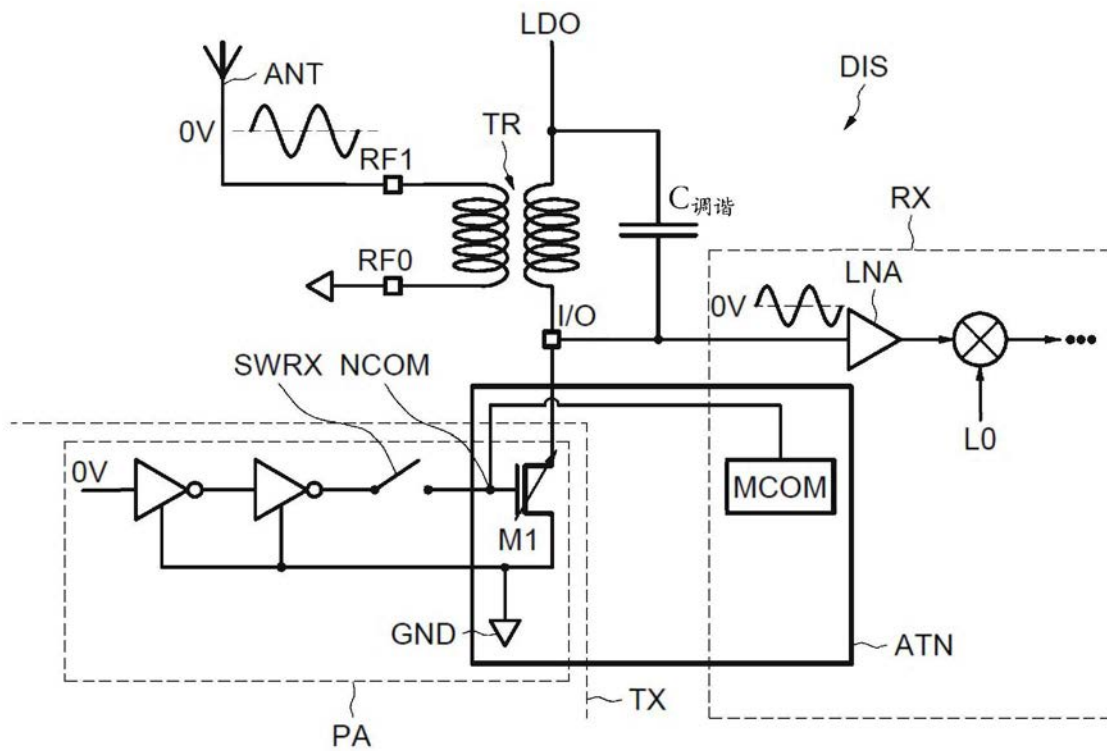


图2

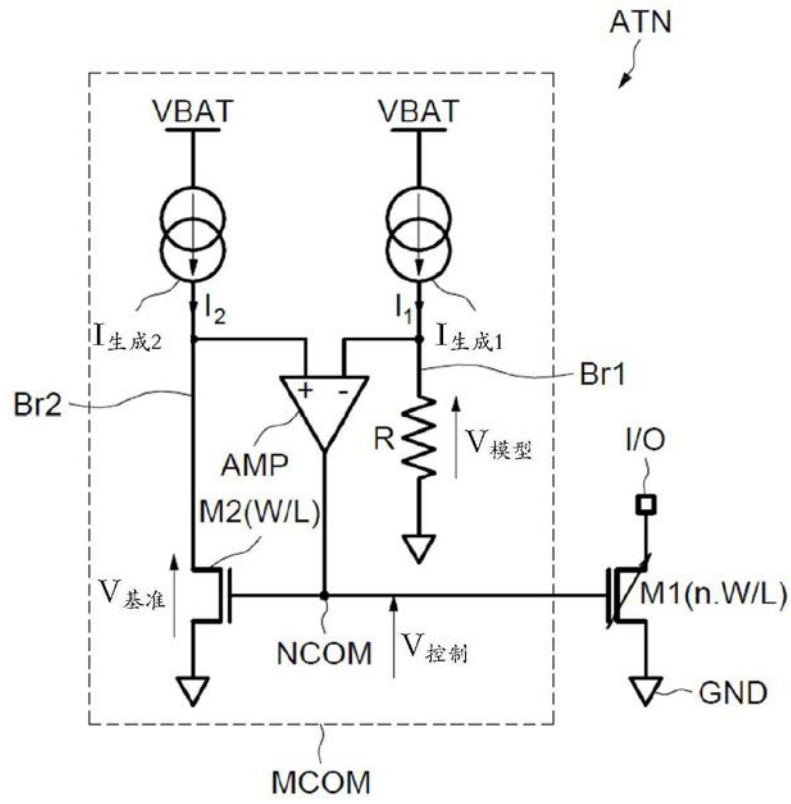


图3

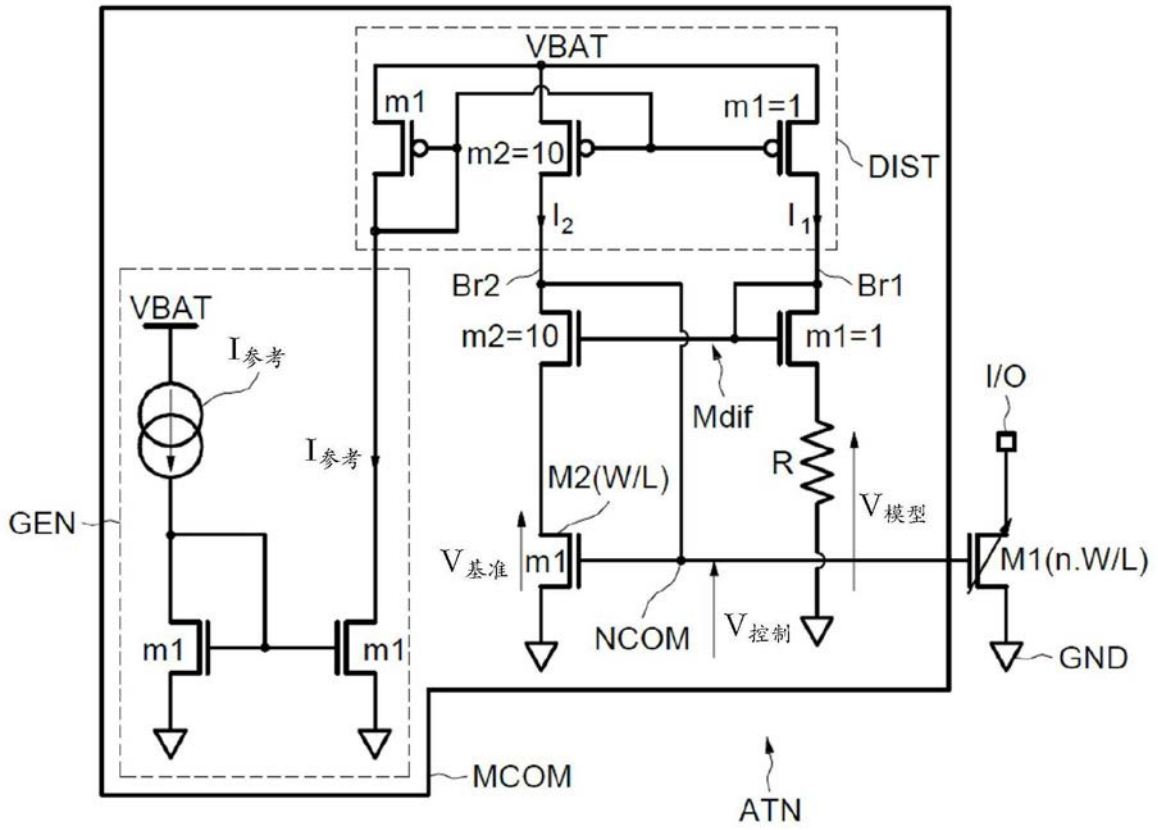


图4

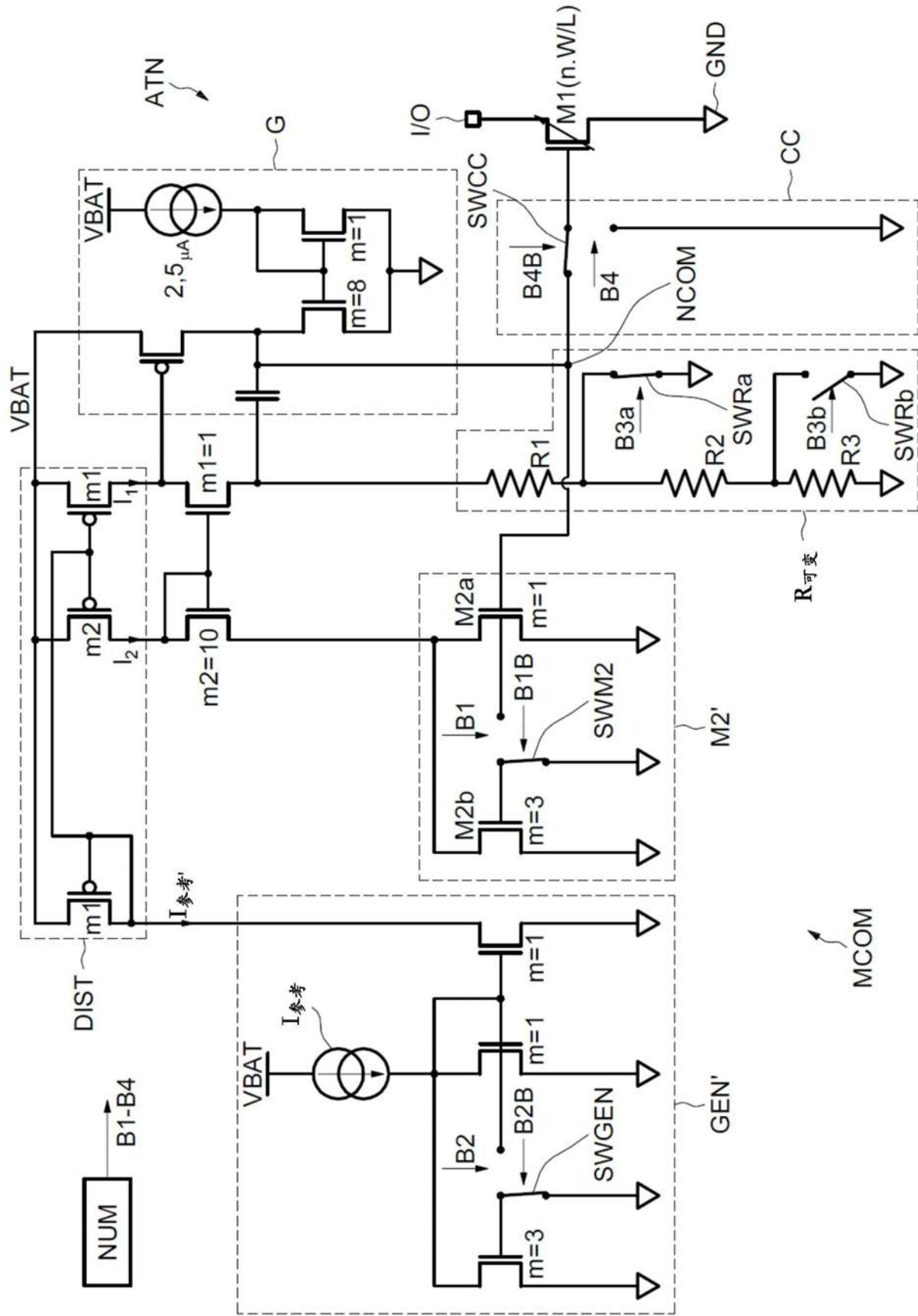


图5

	B1	B2	B3a	B3b	B4
0dB	0	0	0	0	1
-6dB	1	1	0	1	0
-12dB	0	1	0	0	0
-18dB	0	0	1	0	0

图6

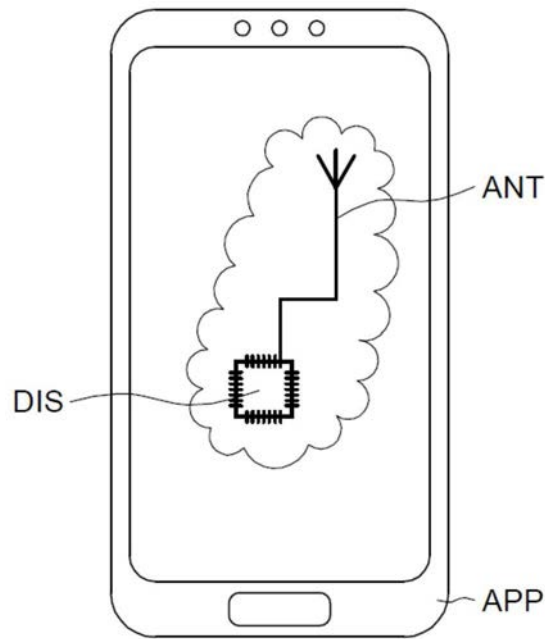


图7