



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101944882 A

(43) 申请公布日 2011.01.12

(21) 申请号 201010263897.9

(22) 申请日 2010.08.24

(71) 申请人 上海集成电路研发中心有限公司

地址 201210 上海市张江高斯路 497 号

(72) 发明人 冯程程 胡少坚

(74) 专利代理机构 上海思微知识产权代理事务
所（普通合伙） 31237

代理人 郑玮

(51) Int. Cl.

H03D 7/14 (2006.01)

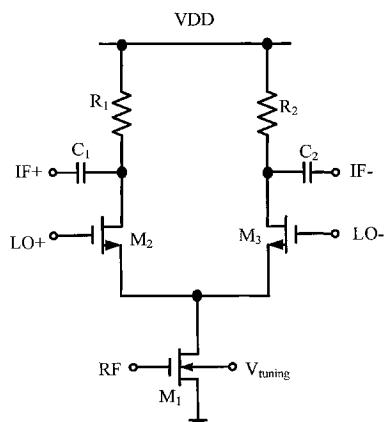
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 发明名称

混频器

(57) 摘要

本发明涉及一种混频器，包括差动放大电路和第一晶体管，所述第一晶体管将射频电压信号转换成射频电流信号提供给所述差动放大电路，所述混频器还包括电压控制端，所述电压控制端通过控制所述第一晶体管的衬底电压控制所述第一晶体管的阈值电压，进而调整所述混频器的增益。本发明的混频器的增益可调。



1. 一种混频器，包括差动放大电路和第一晶体管，所述第一晶体管将射频电压信号转换成射频电流信号提供给所述差动放大电路，其特征在于，所述混频器还包括电压控制端，所述电压控制端通过控制所述第一晶体管的衬底电压控制所述第一晶体管的阈值电压，进而调整所述混频器的增益。

2. 如权利要求 1 所述的混频器，其特征在于，所述第一晶体管的栅极连接所述混频器的射频信号输入端，所述第一晶体管的源极接地，所述第一晶体管的衬底连接所述电压控制端，所述第一晶体管的漏极在所述电压控制端的控制下向所述差动放大电路提供射频电流信号。

3. 如权利要求 1 所述的混频器，其特征在于，所述差动放大电路包括第二晶体管、第一本振信号输入端、第一电容和第一信号输出端，所述第二晶体管的栅极连接所述第一本振信号输入端，所述第二晶体管的源极连接所述第一晶体管的漏极，所述第二晶体管的漏极经所述第一电容连接所述第一信号输出端。

4. 如权利要求 3 所述的混频器，其特征在于，所述差动放大电路还包括第一电阻，所述第二晶体管的漏极经所述第一电阻连接直流电源。

5. 如权利要求 1 所述的混频器，其特征在于，所述差动放大电路包括第三晶体管、第二本振信号输入端、第二电容和第二信号输出端，所述第三晶体管的栅极连接所述第二本振信号输入端，所述第三晶体管的源极连接所述第一晶体管的漏极，所述第三晶体管的漏极经所述第二电容连接所述第二信号输出端。

6. 如权利要求 5 所述的混频器，其特征在于，所述差动放大电路还包括第二电阻，所述第三晶体管的漏极经所述第二电阻连接直流电源。

7. 如权利要求 1 到 6 中任意一项所述的混频器，其特征在于，所述第一晶体管是 N 型 MOS 管。

8. 如权利要求 1 到 6 中任意一项所述的混频器，其特征在于，所述混频器的本振信号为的频率为 900MHz，所述混频器的射频信号的频率为 910MHz。

9. 如权利要求 1 到 6 中任意一项所述的混频器，其特征在于，所述电压控制端的电压逐渐增大，所述混频器的增益逐渐减小。

混频器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种混频器，尤其涉及一种增益可调的混频器。

背景技术

[0002] 近几年来，随着 RFID 技术的发展，出现了很多的产品，应用领域也是越来越广泛，给生活和工作带来了很多方便。在 RFID 阅读器中，射频前端电路主要有低噪声放大器，混频器和频率综合器，低噪声放大器接收天线端的微小射频信号并进行放大，混频器把射频信号转换到基带频率，然后给基带模块处理，频率综合器则提供稳定的载波频率。

[0003] 请参见图 1，图 1 是一种现有技术的混频器的电路结构示意图。所述混频器包括第一晶体管 M' 1、第二晶体管 M' 2 和第三晶体管 M' 3。所述第三晶体管 M' 3 的栅极连接射频信号输入端 RF' +，所述第三晶体管 M' 3 的源极接地，所述第三晶体管 M' 3 的漏极连接所述第一晶体管 M' 1、第二晶体管 M' 2 的源极。所述第一晶体管 M' 1 的栅极连接所述混频器的第一本振信号输入端 LO' +，所述第一晶体管 M' 1 的漏极经第一电容 C' 1 连接所述混频器的第一信号输出端 IF' +，所述第一晶体管 M' 1 的漏极经第一电阻 R' 1 连接直流电源 VDD。所述第二晶体管 M' 2 的栅极连接所述混频器的第二本振信号输入端 LO' -，所述第二晶体管 M' 2 的漏极经第二电容 C' 2 连接所述混频器的第二信号输出端 IF' -，所述第二晶体管 M' 2 的漏极经第二电阻 R' 2 连接所述直流电源 VDD。

[0004] 混频器承载着信号频率搬移的任务，把射频信号转换成基带信号，并且能够提供一定的增益以抑制后续模块的噪声，同时对噪声系数、线性度和隔离度也有一定的要求。在应用系统中，部分混频器是单端有源混频器，其增益是不可调的。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种增益可调的混频器。

[0006] 一种混频器，包括差动放大电路和第一晶体管，所述第一晶体管将射频电压信号转换成射频电流信号提供给所述差动放大电路，所述混频器还包括电压控制端，所述电压控制端通过控制所述第一晶体管的衬底电压控制所述第一晶体管的阈值电压，进而调整所述混频器的增益。

[0007] 本发明优选的一种技术方案，所述第一晶体管的栅极连接所述混频器的射频信号输入端，所述第一晶体管的源极接地，所述第一晶体管的衬底连接所述电压控制端，所述第一晶体管的漏极在所述电压控制端的控制下向所述差动放大电路提供射频电流信号。

[0008] 本发明优选的一种技术方案，所述差动放大电路包括第二晶体管，第一本振信号输入端和第一电容，所述第二晶体管的栅极连接所述第一本振信号输入端，所述第二晶体管的源极连接所述第一晶体管的漏极，所述第二晶体管的漏极经所述第一电容连接所述混频器的第一信号输出端。

[0009] 本发明优选的一种技术方案，所述差动放大电路还包括第一电阻，所述第二晶体管的漏极经所述第一电阻连接直流电源。

[0010] 本发明优选的一种技术方案，所述差动放大电路包括第三晶体管，第二本振信号输入端和第二电容，所述第三晶体管的栅极连接所述第二本振信号输入端，所述第三晶体管的源极连接所述第一晶体管的漏极，所述第三晶体管的漏极经所述第二电容连接所述混频器的第二信号输出端。

[0011] 本发明优选的一种技术方案，所述差动放大电路还包括第二电阻，所述第三晶体管的漏极经所述第二电阻连接直流电源。

[0012] 本发明优选的一种技术方案，所述第一晶体管是N型MOS管。

[0013] 本发明优选的一种技术方案，所述本振信号为的频率为900MHz，所述射频信号的频率为910MHz。

[0014] 本发明优选的一种技术方案，所述电压控制端的电压逐渐增大，所述混频器的增益逐渐减小。

[0015] 与现有技术相比，本发明的混频器在所述第一晶体管的衬底增加电压控制端，通过所述混频器的电压控制端改变所述第一晶体管的衬底电压，进而改变所述第一晶体管的阈值电压，从而达到调节所述混频器的增益的目的。

附图说明

[0016] 图1是一种现有技术的混频器的电路结构示意图。

[0017] 图2是本发明的混频器的电路结构示意图。

[0018] 图3是本发明的混频器的增益与电压控制端电压变化的对照表。

具体实施方式

[0019] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面结合附图对本发明作进一步的详细描述。

[0020] 请参阅图2，图2是本发明的混频器的电路结构示意图。所述混频器主要包括差动放大电路、第一晶体管M₁和电压控制端V_{tuning}。所述第一晶体管M₁将射频电压信号转换成射频电流信号提供给所述差动放大电路。所述电压控制端V_{tuning}通过控制所述第一晶体管M₁的衬底电压控制所述第一晶体管M₁的阈值电压，进而调整所述混频器的增益。

[0021] 具体的，所述第一晶体管M₁的栅极连接所述混频器的射频信号输入端RF，所述第一晶体管M₁的源极接地，所述第一晶体管M₁的衬底连接所述电压控制端V_{tuning}，所述第一晶体管M₁的漏极在所述电压控制端V_{tuning}的控制下向所述差动放大电路提供射频电流信号。

[0022] 所述差动放大电路主要包括第二晶体管M₂、第三晶体管M₃、第一本振信号输入端LO+和第二本振信号输入端LO-。所述第二晶体管M₂的栅极连接所述第一本振信号输入端LO+，所述第二晶体管M₂的源极连接所述第一晶体管M₁的漏极，所述第二晶体管M₂的漏极经第一电容C₁连接所述混频器的第一信号输出端IF+，所述第二晶体管M₂的漏极经第一电阻R₁连接直流电源VDD。所述第三晶体管M₃的栅极连接所述第二本振信号输入端LO-，所述第三晶体管M₃的源极连接所述第一晶体管M₁的漏极，所述第三晶体管M₃的漏极经第二电容C₂连接所述混频器的第二信号输出端IF-。所述第三晶体管M₃的漏极经第二电阻R₂连接所述直流电源VDD。优选的，所述第一晶体管M₁、所述第二晶体管M₂、所述第三晶体管M₃是N型MOS管。

[0023] 射频信号输入端 RF 输入射频信号, 所述第一晶体管 M₁ 将射频电压信号转换成射频电流信号。所述第一本振信号输入端 LO+ 和所述第二本振信号输入端 LO- 输入一对幅度固定的差分信号, 这两个信号可以控制所述第二晶体管 M₂ 和所述第三晶体管 M₃ 的开关状态, 这样所述混频器的第一信号输出端 IF+ 和第二信号输出端 IF- 就输出了差分的中频信号。在下混频器中, 关注的是射频信号和本振信号的差频信号。例如, 当射频信号的频率为 910MHz, 本振信号的频率为 900MHz 时, 经过混频得出的信号频率分别是 10MHz 和 1.81GHz, 在下混频器中, 即可得到频率为 10MHz 的中频信号。

[0024] 所述第一晶体管 M₁ 的阈值电压和衬底电压的关系公式如下:

$$[0025] V_{TH} = V_{TH0} + \gamma(\sqrt{|2\phi_f + V_{SB}|} - \sqrt{|2\phi_f|})$$

[0026] 其中, V_{TH0} 是界面的电子浓度等于 p 型衬底多子浓度的栅压, γ 是体效应系数, 为一常数, φ_f 是与衬底浓度有关的一常数, V_{SB} 为源衬电压。由此公式可以看出, 所述第一晶体管 M₁ 的衬底电压的变化影响着所述第一晶体管 M₁ 的阈值电压, 从而通过调整所述第一晶体管 M₁ 的阈值电压影响所述混频器的性能。

[0027] 当通过所述混频器的电压控制端 V_{tuning} 改变所述第一晶体管 M₁ 的衬底电压时, 所述第一晶体管 M₁ 的源衬电压改变, 进而改变了所述第一晶体管 M₁ 的阈值电压, 所述第一晶体管 M₁ 的跨导随着阈值电压的改变而改变, 从而一定程度上控制了所述混频器的增益, 达到所述混频器的增益可调的目的。请参阅图 3, 图 3 是本发明的混频器的增益与电压控制端电压变化的对照表。由图可见, 当所述第一晶体管 M₁ 的电压控制端 V_{tuning} 的电压从 0V 变化到 0.35V 的情况下, 所述混频器的增益从 13.95dB 逐渐递减至 12.12dB。

[0028] 现有技术中的混频器中, MOS 管的衬底电压和源极电压都是接地的, 所以源衬电压 V_{SB} = 0, 这样就消除了体效应, 阈值电压也是一个固定值。与现有技术相比, 本发明的混频器在所述第一晶体管 M₁ 的衬底增加电压控制端 V_{tuning}, 通过所述混频器的电压控制端 V_{tuning} 改变所述第一晶体管 M₁ 的衬底电压, 进而改变所述第一晶体管 M₁ 的阈值电压, 从而达到调节所述混频器的增益的目的。本发明的混频器可以用在接收路径中, 也可以用在发射路径中。本发明的混频器和传统混频器比较起来, 具有增益高和功耗小等优点, 并且增益是可调的, 且结构简单容易实现。

[0029] 在不偏离本发明的精神和范围的情况下还可以构成许多有很大差别的实施例。应当理解, 除了如所附的权利要求所限定的, 本发明不限于在说明书中所述的具体实施例。

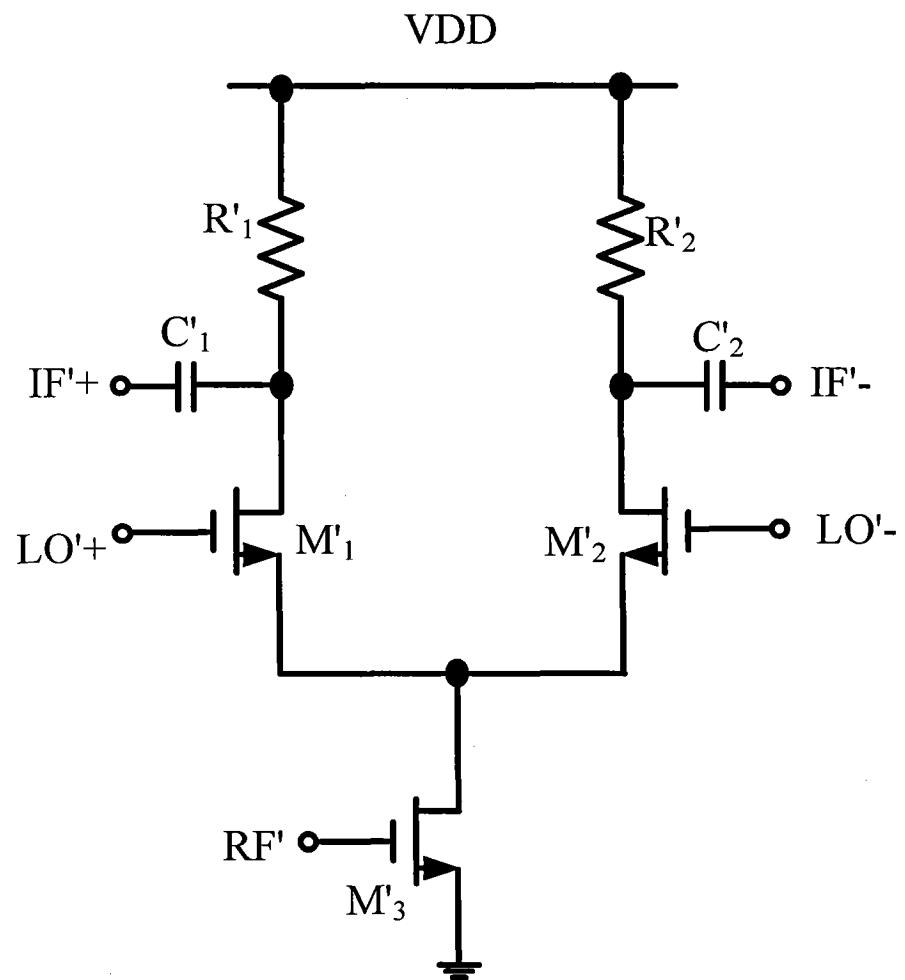


图 1

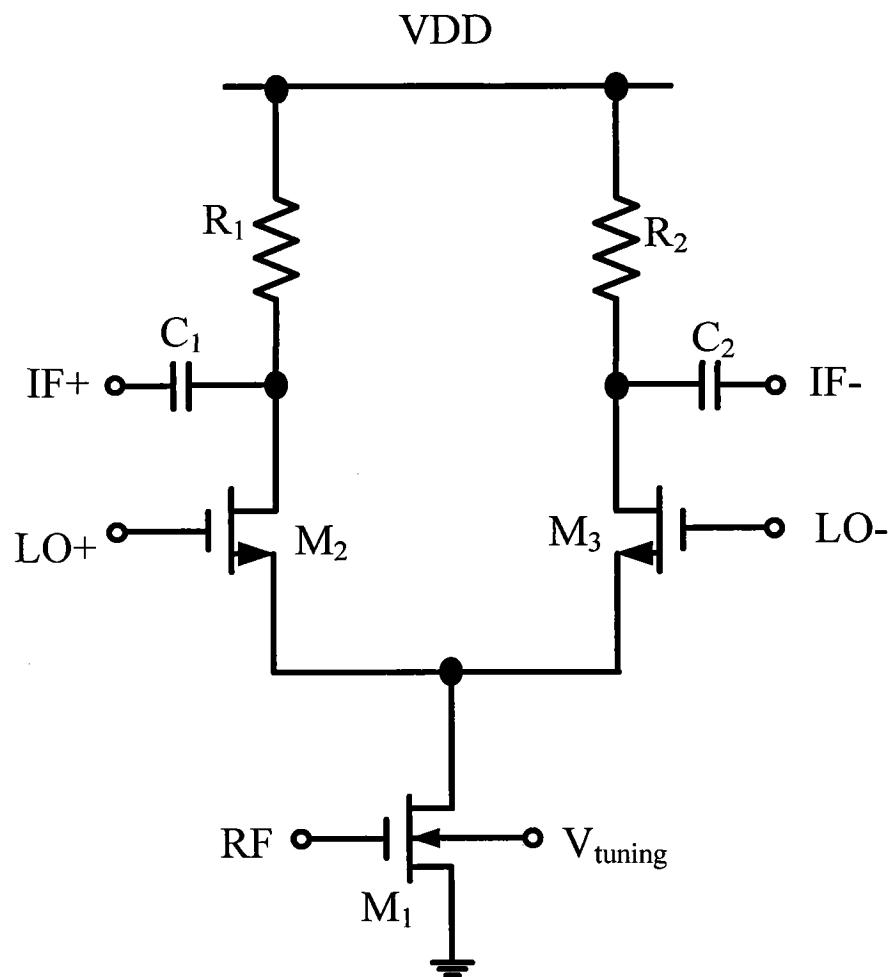


图 2

$V_{\text{tuning}}(\text{V})$	0	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35
增益(dB)	13.95	13.54	13.39	13.12	12.8	12.51	12.3	12.12

图 3