

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H03F 1/26 (2006.01)

H03J 5/24 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710142564.9

[43] 公开日 2009年3月4日

[11] 公开号 CN 101378248A

[22] 申请日 2007.8.29

[21] 申请号 200710142564.9

[71] 申请人 宏观微电子股份有限公司

地址 中国台湾新竹县

[72] 发明人 黄卓骏

[74] 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司

代理人 章社杲 李丙林

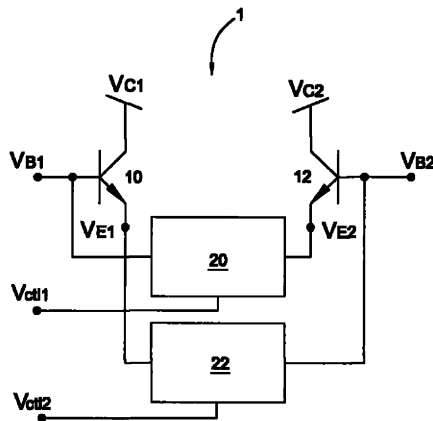
权利要求书 4 页 说明书 14 页 附图 4 页

[54] 发明名称

低噪声放大器以及包括该低噪声放大器的调谐器

[57] 摘要

本发明提供了一种低噪声放大器以及包括该低噪声放大器的调谐器，该低噪声放大器包括：第一有源元件，具有第一端、第二端以及第三端，其中第一端与一输入端连接；第二有源元件，具有第一端、第二端以及第三端，其中第一端与另一输入端连接；第一可调衰减器，其第一端与第一有源元件的第一端连接，而其第二端与第二有源元件的第二端连接；以及第二可调衰减器，其第一端与第一有源元件的第二端连接，而其第二端与第二有源元件的第一端连接。本发明提供了一种新的电路结构，使得本发明的低噪声放大器在调整增益时，可以使阻抗固定在很小的范围中变化，因此可使本发明的低噪声放大器与调谐器能够维持在最佳的阻抗匹配状态。



1. 一种低噪声放大器 (LNA), 包括:

第一有源元件, 具有第一端、第二端以及第三端, 其中所述第一端与一输入端连接;

第二有源元件, 具有第一端、第二端以及第三端, 其中所述第一端与另一输入端连接;

第一可调衰减器, 其第一端与所述第一有源元件的第一端连接, 而其第二端与所述第二有源元件的第二端连接;

第二可调衰减器, 其第一端与所述第一有源元件的第二端连接, 而其第二端与所述第二有源元件的第一端连接。

2. 根据权利要求 1 所述的低噪声放大器, 其中, 所述第一有源元件和所述第二有源元件可从下列组合中选择: 双极性晶体管、场效晶体管、金属氧化物半导体晶体管或互补金属氧化物半导体晶体管。

3. 根据权利要求 1 所述的低噪声放大器, 其中, 所述第一可调衰减器和所述第二可调衰减器可从下列组合中选择: 电阻、电感、电容、二极管 (或前述元件的任意组合)。

4. 根据权利要求 1 所述的低噪声放大器, 其中, 所述第一可调衰减器和所述第二可调衰减器均为三端有源元件。

5. 根据权利要求 1 所述的低噪声放大器, 其进一步包括至少一个相互并联的所述第一可调衰减器和至少一个相互并联的第二可调衰减器。

6. 根据权利要求1所述的低噪声放大器，其进一步包括：

第三有源元件，所述第三有源元件的第二端与所述第一有源元件的所述第三端连接，而所述第三有源元件的第三端与负载元件连接；以及

第四有源元件，所述第四有源元件的第二端与所述第二有源元件的所述第三端连接，而所述第四有源元件的第三端与负载元件连接。

7. 一种调谐器，由至少一个滤波器、低噪声放大器、混频器、本地振荡器以及频率选择器组成，其特征在于，所述低噪声放大器包括：

第一有源元件，具有第一端、第二端以及第三端，其中所述第一端与一输入端连接；

第二有源元件，具有第一端、第二端以及第三端，其中所述第一端与另一输入端连接；

第一可调衰减器，其第一端与所述第一有源元件的第一端连接，而其第二端与所述第二有源元件的第二端连接；

第二可调衰减器，其第一端与所述第一有源元件的第二端连接，而其第二端与所述第二有源元件的第一端连接。

8. 一种调谐器，由至少一个低噪声放大器、第一混频器、第一本地振荡器、滤波器、第二混频器、第二本地振荡器以及频率选择器组成，其特征在于，所述低噪声放大器包括：

第一有源元件，具有第一端、第二端以及第三端，其中所述第一端与一输入端连接；

第二有源元件，具有第一端、第二端以及第三端，其中所述第一端与另一输入端连接；

第一可调衰减器，其第一端与所述第一有源元件的第一端连接，而其第二端与所述第二有源元件的第二端连接；

第二可调衰减器，其第一端与所述第一有源元件的第二端连接，而其第二端与所述第二有源元件的第一端连接。

9. 一种调谐器，由至少一个低噪声放大器、第一多相位滤波器、双正交混频器、正交振荡器、第二多相位滤波器以及频率选择器组成，其特征在于，所述低噪声放大器包括：

第一有源元件，具有第一端、第二端以及第三端，其中所述第一端与一输入端连接；

第二有源元件，具有第一端、第二端以及第三端，其中所述第一端与另一输入端连接；

第一可调衰减器，其第一端与所述第一有源元件的第一端连接，而其第二端与所述第二有源元件的第二端连接；

第二可调衰减器，其第一端与所述第一有源元件的第二端连接，而其第二端与所述第二有源元件的第一端连接。

10. 一种调谐器，由至少一个低噪声放大器、正交混频器、第一正交振荡器、双正交混频器、第二正交振荡器、多相位滤波器以及频率选择器组成，其特征在于，所述低噪声放大器包括：

第一有源元件，具有第一端、第二端以及第三端，其中所述第一端与一输入端连接；

第二有源元件，具有第一端、第二端以及第三端，其中所述第一端与另一输入端连接；

第一可调衰减器，其第一端与所述第一有源元件的第一端连接，而其第二端与所述第二有源元件的第二端连接；

第二可调衰减器，其第一端与所述第一有源元件的第二端连接，而其第二端与所述第二有源元件的第一端连接。

低噪声放大器以及包括该低噪声放大器的调谐器

技术领域

本发明涉及一种低噪声放大器，特别是涉及一种配置于调谐器（tuner）中的低噪声放大器。

背景技术

随着通讯技术及压缩技术的进步，全球的电视广播系统已从模拟电视广播转换成数字电视广播。数字电视广播的变革将带动相关产业的迅速发展，例如数字电视（HDTV）以及机顶盒（Set-Top-Box; STB）。不仅如此，未来更会朝向移动接收数字电视发展，因而使得随时随地接收电视节目不再是梦想，而调谐器电路在数字电视机和机顶盒或未来移动接收系统中都占有举足轻重的地位。

参照图 1A，其为一种传统的单转换（single conversion）调谐器的主要部分的示意图，该调谐器可以是一种超外差调谐器。如图 1A 所示，调谐器 100 包括滤波器 101、低噪声放大器 102（Low Noise Amplifier; LNA）、混频器（mixer）106、本地振荡器 110 以及滤波器 112，其中滤波器 101 和滤波器 112 均可以为一种 SAW 滤波器。调谐器 100 的天线（图中未示出）将所接收到的射频信号（例如频率范围 50-860 MHz）经过滤波器 101 后，送到低噪声放大器 102 放大，接着，经由一个混频器 106 以及本地振荡器 110（LO）将放大的射频信号降频至中频（IF）范围，例如 36 MHz，最后，由另一滤波器 112 来滤除不想要的频道。

接着，参照图 1B，其为一种传统的双转换（Dual conversion）调谐器的主要部分的示意图。如图 1B 所示，调谐器 100 包括低噪声放大器 102、混频器 106a、本地振荡器 110a、带通滤波器 104、混频器 106b、本地振荡器 110b、以及滤波器 112。低噪声放大器 102 的一端与天线连接，然后将所接收到的射频信号放大。接着，由一个混频器 106a 以及本地振荡器 110a（LO）将放大的射频信号升频至第一中频（IF），例如 1 GHz，其中混频器 106a 的一端与低噪声放大器 102 的输出端连接，而本地振荡器 110a 则与混频器 106a 的另一端连接并提供本地振荡的频率，例如 1 GHz~2 GHz。然后，带通滤波器 104 的输入端与混频器 106a 的输出端连接，用以在滤除噪声后将中频信号由另一端输出。再接着，由另一个混频器 106b 以及本地振荡器 110b 将第一中频信号降频至第二中频信号，最后，再由滤波器 112 将不想要的频道滤除。此外，滤波器 112 也可以是一频道选择滤波器（Channel Select Filter），用以去除其它不想要的频道，完成调谐器的功能。很明显地，使用双转换调谐器，即不需要使用多个滤波器来滤除镜面信号。

再接着，参照图 1C，其为另一种传统的单转换调谐器的主要部分的示意图。如图 1C 所示，射频信号经由低噪声放大器 102 进行放大后，接着将信号分成两个路径，分别送进复频混频器 114（Complex Mixer）（或称为双正交混频器（Dual Quadrature Mixer）），其中复频混频器 114 由多个混频器 106 组成；同时，一个振荡源 111（LO）将振荡信号送入复频混频器 114 中并混合出 I Path 和 Q Path 的低中频正交信号（Quadrature Low IF），其中正交信号由振荡源 111 和相位分离（phase separate）电路 115（例如除 2）来产生正交的相位。接着，再经过另一个 IF 多相位滤波器 113 将 I Path 和 Q Path 的低中频正交信号转为 I Path 和 Q Path 的低中频信号后，再经由频道选择滤波器（图中未示出）滤除不想要的频道，以完成调谐器的功能。

接着，继续参照图 1D，其示出了另一种传统的双转换调谐器的主要部分的示意图。如图 1D 所示，射频信号经由低噪声放大器 102 进行低噪声放大后，经由第一正交混频器 120（Quadrature Mixer1）和第一正交本地振荡器 117（Quadrature LO1）将频率升频或将频率降频后，再混合出同相信号（ I_{RF} ）和正相信号（ Q_{RF} ），然后经过复频混频器 122 和第二正交本地振荡器 119（Quadrature LO2）混合出 I_{IF} 和 Q_{IF} 的低中频正交信号，再接着，由 IF 多相位滤波器 118 将 I_{IF} 和 Q_{IF} 的低中频正交信号转换为低中频信号后，经由频道选择滤波器（图中未示出）滤除不想要的频道，以完成调谐器的功能。

在上述这些调谐器 100 中，为了使输入阻抗匹配并且具有好的增益（gain）以及能够降低接收到的射频信号噪声等，低噪声放大器 102 是一个重要的组件。在现有技术中，例如美国专利 US5384501 以及美国专利 US7081796 等均使用一种衰减元件来改善低噪声放大器。如图 2A 所示，其为美国专利 US7081796 的低噪声放大器的实施例的示意图，其使用四个 NMOS 晶体管（324、326、334 以及 336）作为放大器 320，并且使用电感（322、332）作为负载，其特征在于，在放大器 320 的输出端，即 NMOS 晶体管 324 和 334 的漏极端（Drain），再连接一个 NMOS 晶体管 340 所形成的衰减元件，并使 NMOS 晶体管 340 的栅极端（gate）与控制电压（ V_{CNTL} ）连接，通过对控制电压（ V_{CNTL} ）进行适当地控制来获得线性增益。此外，如图 2B 所示，其为另一现有技术的示意图，很明显地，在形成低频放大器的部分，是将一个衰减元件（即 NMOS 晶体管 230）与晶体管 210 和 220 的发射极端（emitter）连接，同样的，也是通过对控制电压（ V_{CNTL} ）进行适当地控制来获得线性增益。

然而，当图 2A 和图 2B 的增益改变时，例如调整至最大增益，会造成输入阻抗值变化太大，使得低噪声放大器的输入阻抗无法匹

配至最佳化,也因此使得调谐器的回馈损失(回波损耗, return loss)降低,同时也会使宽带信号的噪声抑制能力下降。

为此,本发明提供了一种新的电路结构,使得本发明的低噪声放大器在调整增益时,可以使阻抗固定在很小的范围中变化,因此可使本发明的低噪声放大器与调谐器能够维持在最佳的阻抗匹配状态。

发明内容

鉴于上述问题,为了符合产业上某些利益的需求,本发明的主要目的在于提供一种低噪声放大器,用以提供较佳的宽带输入阻抗匹配(broadband impedance match)。

本发明的另一主要目的在于提供一种低噪声放大器的结构,使宽带噪声最佳化(broadband noise optimum),并且使得增益和增益平稳度(gain flatness)达到最佳化。

依据上述目的,根据本发明的一个方面,提供了一种低噪声放大器,包括:第一有源元件,具有第一端、第二端以及第三端,其中该第一端与一输入端连接;第二有源元件,具有第一端、第二端以及第三端,其中该第一端与另一输入端连接;第一衰减器,其第一端与该第一有源元件的第一端连接,而其第二端与该第二有源元件的第二端连接;以及第二衰减器,其第一端与该第一有源元件的第二端连接,而其第二端与该第二有源元件的第一端连接。

根据本发明的另一个方面,提供了一种调谐器,其由至少一个滤波器、低噪声放大器、混频器、本地振荡器以及频率选择器组成,其中该低噪声放大器包括:第一有源元件,具有第一端、第二端以及第三端,其中该第一端与一输入端连接;第二有源元件,具有第

一端、第二端以及第三端，其中该第一端与另一输入端连接；第一衰减器，其第一端与该第一有源元件的第一端连接，而其第二端与该第二有源元件的第二端连接；以及第二衰减器，其第一端与该第一有源元件的第二端连接，而其第二端与该第二有源元件的第一端连接。

根据本发明的又一方面，提供了一种调谐器，其由至少一个低噪声放大器、第一混频器、第一本地振荡器、滤波器、第二混频器、第二本地振荡器以及频率选择器组成，其中该低噪声放大器包括：第一有源元件，具有第一端、第二端以及第三端，其中该第一端与一输入端连接；第二有源元件，具有第一端、第二端以及第三端，其中该第一端与另一输入端连接；第一衰减器，其第一端与该第一有源元件的第一端连接，而其第二端与该第二有源元件的第二端连接；以及第二衰减器，其第一端与该第一有源元件的第二端连接，而其第二端与该第二有源元件的第一端连接。

根据本发明的又一方面，提供了一种调谐器，其由至少一个低噪声放大器、第一多相位滤波器、双正交混频器、正交振荡器、第二多相位滤波器以及频率选择器组成，其中该低噪声放大器包括：第一有源元件，具有第一端、第二端以及第三端，其中该第一端与一输入端连接；第二有源元件，具有第一端、第二端以及第三端，其中该第一端与另一输入端连接；第一衰减器，其第一端与该第一有源元件的第一端连接，而其第二端与该第二有源元件的第二端连接；以及第二衰减器，其第一端与该第一有源元件的第二端连接，而其第二端与该第二有源元件的第一端连接。

根据本发明的又一方面，提供了一种调谐器，其由至少一个低噪声放大器、正交混频器、第一正交振荡器、双正交混频器、第二正交振荡器、多相位滤波器以及频率选择器组成，其中该低噪声放大器包括：第一有源元件，具有第一端、第二端以及第三端，其中

该第一端与一输入端连接；第二有源元件，具有第一端、第二端以及第三端，其中该第一端与另一输入端连接；第一衰减器，其第一端与该第一有源元件的第一端连接，而其第二端与该第二有源元件的第二端连接；以及第二衰减器，其第一端与该第一有源元件的第二端连接，而其第二端与该第二有源元件的第一端连接。

附图说明

图 1A~图 1D 为现有技术中调谐器的示意图；

图 2A~图 2B 为现有技术中低噪声放大器的示意图；

图 3A~图 3B 为本发明的低噪声放大器的示意图；

图 4A~图 4B 为本发明的低噪声放大器的另一实施例的示意图；
以及

图 5 是本发明的低噪声放大器的又一实施例的示意图。

具体实施方式

本发明在此所讨论的主题为一种用于宽带调谐器的低噪声放大器。为了能彻底地了解本发明，将在下列的描述中提出详尽的步骤及其组成。显然地，本发明的实施并不限于宽带调谐器领域的普通技术人员的特殊细节。另一方面，众所周知的宽带调谐器以及低噪声放大器的详细结构并未描述于细节中，以避免造成对本发明不必要的限制。然而本发明的优选实施例将详细描述如下，而除了这些详细描述之外，本发明还可以广泛地用于其它的实施例中，并且本发明的范围不限于此，而是以所附的权利要求的范围为准。

首先,参照图 3A,其为本发明的低噪声放大器的电路示意图。如图 3A 所示,低噪声放大器 1 至少由第一有源元件 10、第二有源元件 12 以及多个可调衰减器 (adjustable attenuation device) 20、22 组成。在低噪声放大器 1 中的每一个有源元件均包括第一端、第二端以及第三端。在本实施例中,这些有源元件为双极性晶体管 (BJT),其第一端为基极端 (base)、第二端为发射极端 (emitter) 以及第三端为集电极端 (collector)。另外,可调衰减器 20、22 可以是一个两端元件,例如:电阻、电感、电容、二极管或前述元件的任意组合;同时,该可调衰减器也可以是一个三端元件,例如:双极性晶体管 (BJT)、场效应晶体管 (FET)、金属氧化物半导体场效应晶体管 (MOSFET) 或互补金属氧化物半导体晶体管 (CMOS) 等元件。

继续参照图 3A,第一有源元件 10 和第二有源元件 12 的基极端均与输入端连接,用以接收经由调谐器的天线所馈入 (feedthrough) 的宽带射频信号,而当第一可调衰减器 20 为一种二端元件时,其第一端与第一有源元件 10 的基极端连接,而其另一端则与第二有源元件 12 的发射极端连接;另外,当第二可调衰减器 22 也为一种二端元件时,其第一端与第二有源元件 12 的基极端连接,而其另一端则与第一有源元件 10 的发射极端连接。很明显地,当调整或改变第一有源元件 10 基极端的电压 (V_{B1}) 以及第二有源元件 12 发射极端的电压 (V_{E2}) 时,可以改变可调衰减器 20 的阻抗 (impedance); 而当调整或改变第一有源元件 10 发射极端的电压 (V_{E1}) 以及第二有源元件 12 基极端的电压 (V_{B2}) 时,可以改变可调衰减器 22 的阻抗。因此,当本发明的低噪声放大器中的第一有源元件 10 和第二有源元件 12 的增益被调整时,例如使用功率管理装置来调整低噪声放大器的增益时,可以通过第一可调衰减器 20 和第二可调衰减器 22 的连接,使低噪声放大器 1 的输入阻抗能够在很小的范围中变化,例如,输入阻抗可以固定在 $50 \pm 2 \Omega$

的范围中变化。因此本发明的低噪声放大器与调谐器能够维持在最佳的阻抗匹配状态。当然，在输入信号经由调谐器的天线送到低噪声放大器 **1** 之前，也可以选择先经过一个放大电路（图中未示出），例如一种自动增益控制电路（AGC Circuit）。

此外，为了可以进一步地调整输入阻抗的匹配，本实施例中的可调衰减器 **20**、**22** 均可以选择具有调整功能的元件，例如可变电阻、可变电容、可变电感等。另外，在第一有源元件 **10** 和第二有源元件 **12** 的第三端，例如集电极端，则可以进一步与两端元件（图中未示出）连接，作为低噪声放大器 **1** 中的负载，其中该两端元件可以是电阻、电感、电容、二极管或前述元件的任意组合。

接着，参照图 3B，其为本发明的低噪声放大器另一实施例的电路示意图。低噪声放大器 **1** 的第一有源元件 **10** 和第二有源元件 **12** 的基极端均与输入端连接，用以接收经由调谐器的天线所馈入的宽带射频信号，而当第一可调衰减器 **20** 为一种三端元件时（例如一个 BJT），其第三端（例如集电极端）与第一有源元件 **10** 的基极端连接，而其第二端（例如发射极端）则与第二有源元件 **12** 的发射极端连接，其第一端（例如基极端）则与一个可以调整电压的电压控制端（ V_{ct1} ）连接。此外，当第二可调衰减器 **22** 也为一种三端元件时（例如一个 BJT），其第三端（例如集电极端）与第二有源元件 **12** 的基极端连接，而其第二端（例如集电极端）则与第一有源元件 **10** 的发射极端连接，其第一端（例如基极端）则与一个可以调整电压的电压控制端（ V_{ct2} ）连接。很明显地，当将第一有源元件 **10** 基极端的电压（ V_{B1} ）以及第二有源元件 **12** 发射极端的电压（ V_{E2} ）调整或改变至固定的值时，通过调整可调衰减器 **20** 的电压控制端（ V_{ct1} ）的电压值，即可以改变可调衰减器 **20** 的阻抗；同样地，当将第二有源元件 **12** 基极端的电压（ V_{B2} ）以及第一有源元件 **10** 发射极端的电压（ V_{E1} ）调整或改变至一固定的值时，通过调

整可调衰减器 **22** 的电压控制端 (V_{ctl2}) 的电压值, 即可以改变可调衰减器 **22** 的阻抗。如此, 通过可调衰减器 **20** 或可调衰减器 **22** 的连接, 使得低噪声放大器 **1** 的输入阻抗能够在很小的范围中变化, 例如, 输入阻抗可以固定在 $75\pm 5 \Omega$ 的范围中变化, 因此本发明的低噪声放大器与调谐器能够维持在最佳的阻抗匹配状态。当然, 在输入信号经由调谐器的天线送到低噪声放大器 **1** 之前, 也可以选择先经过一个放大电路 (图中未示出), 例如一种自动增益控制电路。

此外, 为了可以进一步地调整输入阻抗的匹配, 本实施例中的可调衰减器 **20** 以及可调衰减器 **22** 均可以选择双极性晶体管、场效应晶体管、金属氧化物半导体场效应晶体管或互补金属氧化物半导体晶体管等元件。同时, 在一优选实施例中, 电压控制端 (V_{ctl1} 、 V_{ctl2}) 的电压值选择为零电压。而在第一有源元件 **10** 以及第二有源元件 **12** 的第三端, 例如, 集电极端, 则可以进一步与两端元件 (图中未示出) 连接, 作为低噪声放大器 **1** 中的负载, 其中该两端元件可以是电阻、电感、电容、二极管或前述元件的任意组合。

另外, 在本发明图 3A 和图 3B 中的第一可调衰减器 **20** 和第二可调衰减器 **22** 也可以选择使用多个相互并联的元件来形成, 也就是说, 第一可调衰减器 **20** 和第二可调衰减器 **22** 可以由多个相互并联的可调衰减器来形成。

接着, 参照图 4A, 其为本发明的低噪声放大器的又一实施例的电路示意图。如图 4A 所示, 低噪声放大器 **2** 至少由第一有源元件 **30**、第二有源元件 **32** 以及多个可调衰减器 **40**、**42** 组成, 其中有源元件 (**30**; **32**) 可以为场效应晶体管 (FET)、金属氧化物半导体场效应晶体管 (MOSFET) 或互补金属氧化物半导体晶体管 (CMOS) 等元件, 因此其第一端为栅极端 (gate)、第二端为源极端 (source) 以及第三端为漏极端 (drain)。另外, 可调衰减器可以是一个两端

元件，例如：电阻、电感、电容、二极管或前述元件的任意组合；同时，该可调衰减器可以是一个三端元件，例如：双极性晶体管、场效应晶体管、金属氧化物半导体场效应晶体管或互补金属氧化物半导体晶体管等元件。

很明显地，本实施例与图 3A 和图 3B 中的电路连接结构是相同的，仅是将图 3A 和图 3B 中的每一有源元件由 BJT 换成 FET、MOSFET 或 CMOS，而在本实施例中，使用 NMOS 来说明该有源元件。

如图 4A 所示，第一有源元件 **30** 以及第二有源元件 **32** 的栅极端均与输入端连接，用以接收经由调谐器的天线所馈入的宽带射频信号，而当第一可调衰减器 **40** 为一种二端元件时，其第一端与第一有源元件 **30** 的栅极端 (V_{G1}) 连接，而其另一端则与第二有源元件 **32** 的源极端 (V_{S2}) 连接；另外，当第二可调衰减器 **42** 也为一种二端元件时，其第一端与第二有源元件 **32** 的栅极端 (V_{G2}) 连接，而其另一端则与第一有源元件 **30** 的源极端 (V_{S1}) 连接。很明显地，本发明的低噪声放大器 **2** 的增益被调整时，例如使用一功率管理装置来调整低噪声放大器的增益时，可以通过第一可调衰减器 **40** 和第二可调衰减器 **42** 的连接，使低噪声放大器 **2** 的输入阻抗能够在很小的范围中变化，例如：输入阻抗可以固定在 $50\pm 2 \Omega$ 的范围中变化。因此本发明的低噪声放大器与调谐器能够维持在最佳的阻抗匹配状态。当然，在输入信号经由调谐器的天线送到低噪声放大器 **2** 之前，也可以选择先经过一个放大电路（图中未示出），例如一种自动增益控制电路。

此外，为了可以进一步地调整输入阻抗的匹配，本实施例中的可调衰减器 **40** 和可调衰减器 **42** 均可以选择具有调整功能的元件，例如：可变电阻、可变电容或可变电感等。而在第一有源元件 **30** 和第二有源元件 **32** 的第三端，例如漏极端，则可以进一步与两端

元件（图中未示出）连接，作为低噪声放大器 2 中的负载，其中该两端元件可以是电阻、电感、电容、二极管或前述元件的任意组合。

接着，参照图 4B，其为本发明的低噪声放大器另一实施例的电路示意图。低噪声放大器 2 的第一有源元件 30 和第二有源元件 32 的栅极端均与输入端连接，用以接收经由调谐器的天线所馈入的宽带射频信号，而当第一可调衰减器 40 为一种三端元件时（例如一个 NMOS），其第三端（例如漏极端）与第一有源元件 30 的栅极端（ V_{G1} ）连接，而其第二端（例如源极端）则与第二有源元件 32 的源极端（ V_{S2} ）连接，其第一端（例如栅极端）则与一个可以调整的电压控制端（ V_{ctl1} ）连接。此外，当第二可调衰减器 42 也为一种三端元件时（例如一个 NMOS），其第三端（例如漏极端）与第二有源元件 32 的栅极端（ V_{G2} ）连接，而其第二端（例如源极端）则与第一有源元件 30 的源极端（ V_{S1} ）连接，其第一端（例如栅极端）则与一个可以调整的电压控制端（ V_{ctl2} ）连接。很明显地，当将第一有源元件 30 栅极端的电压（ V_{G1} ）以及第二有源元件 32 源极端的电压（ V_{S2} ）调整或改变至一固定的电压值时，同时，再将第一可调衰减器 40 的电压控制端（ V_{ctl1} ）调整至适当的电压值后，即可以改变可调衰减器 40 的阻抗；而当调整或改变第一有源元件 30 源极端的电压（ V_{S1} ）以及第二有源元件 32 栅极端的电压（ V_{G2} ），同时，再将第二可调衰减器 42 的电压控制端（ V_{ctl2} ）调整至适当的电压值后，即可以改变可调衰减器 42 的阻抗。因此，通过可调衰减器 40 或可调衰减器 42 的连接，使得低噪声放大器 2 的输入阻抗能够在很小的范围中变化，例如：输入阻抗可以固定在 $75\pm 5 \Omega$ 的范围中变化，因此本发明的低噪声放大器与调谐器能够维持在最佳的阻抗匹配状态。当然，在输入信号经由调谐器的天线送到低噪声放大器 2 之前，也可以选择先经过一个放大电路（图中未示出），例如一种自动增益控制电路。

此外，为了可以进一步的调整输入阻抗的匹配，本实施例中的可调衰减器 **40**、**42** 均可以选择双极性晶体管、场效应晶体管、金属氧化物半导体场效应晶体管或互补金属氧化物半导体晶体管等元件。同时，在一优选实施例中，电压控制端 (V_{ct1} 、 V_{ct2}) 的电压值选择为零电压。而在第一有源元件 **30** 以及第二有源元件 **32** 的第三端，例如：漏极端，则可以与两端元件（图中未示出）连接，作为低噪声放大器 **2** 中的负载，其中该两端元件可以是电阻、电感、电容、二极管或前述元件的任意组合。

另外，在本发明图 4A 和图 4B 中的第一可调衰减器 **40** 和第二可调衰减器 **42** 也可以选择使用多个相互并联的元件来形成，也就是说，第一可调衰减器 **40** 和第二可调衰减器 **42** 可以由多个相互并联的可调衰减器来形成。

再接着，参照图 5，其为本发明的低噪声放大器另一实施例的电路示意图。如图 5 所示，低噪声放大器 **3** 至少由一个第一有源元件 **30**、一个第二有源元件 **32**、一个第三有源元件 **34**、一个第四有源元件 **36** 以及多个可调衰减器 **40**、**42** 组成，其中有源元件可以为场效应晶体管 (FET)、金属氧化物半导体场效应晶体管 (MOSFET) 或互补金属氧化物半导体晶体管 (CMOS) 等元件，因此其第一端为栅极端、第二端为源极端以及第三端为漏极端。另外，可调衰减器可以是一个两端元件，例如：电阻、电感、电容、二极管或前述元件的任意组合；同时，该可调衰减器可以是一个三端元件，例如，双极性晶体管、场效应晶体管、金属氧化物半导体场效应晶体管或互补金属氧化物半导体晶体管等元件。

很明显地，本实施例与图 4A 以及图 4B 中的电路连接结构是相同的，仅是在图 4A 和图 4B 中的每一有源元件 **30**、**32** 上再各自连接一有源元件 **34**、**36**，其中有源元件 **30** 的第三端（漏极端）与有源元件 **34** 的第二端（源极端）连接，此外，有源元件 **34** 的第三

端（漏极端）则与一负载元件连接，而有源元件 34 的第一端（栅极端）则与接地点连接。同样地，有源元件 32 的第三端（漏极端）与有源元件 36 的第二端（源极端）连接，有源元件 36 的第三端（漏极端）则与一负载元件连接，而有源元件 36 的第一端（栅极端）则与接地点连接。通过增加有源元件 34 和有源元件 36，可进一步增加低噪声放大器的输出阻抗。

同理，在本发明的图 3A 和图 3B 的实施例中，也可以在有源元件 10、12 上再各自连接一有源元件，当然，该新增加的有源元件可以是双极性晶体管、场效应晶体管、金属氧化物半导体场效应晶体管或互补金属氧化物半导体晶体管等元件。由于电路结构和操作过程均相同，在此不再赘述。

另外，要强调的是，由于半导体制程技术的进步，已可以将上述低噪声放大器的电路形成于晶圆（wafer）上，使得调谐器可以达到芯片化。同时，本发明中的低噪声放大器均可用来代替调谐器 100（如图 1A 至图 1D 的现有技术）中的低噪声放大器 102，通过适当的偏压设计，可以使得加入本发明的低噪声放大器的调谐器具有良好的阻抗匹配度，也可以提高电路的噪声抑制能力。

显然地，依照上述实施例中的描述，本发明可能有许多修改和变化。因此需要在其所附权利要求所限定的范围内加以理解，除了上述详细的描述外，本发明还可以广泛地在其它的实施例中实施。上述仅为本发明的优选实施例，并非用以限定本发明权利要求的范围；凡其它不脱离本发明所披露的精神下所进行的等同改变或修饰，均应包含在所附的权利要求的范围内。

主要组件符号说明

1、2、3 低噪声放大器	10、12 有源元件
20、22 可调衰减器	30、32、34、36 有源元件
40、42 有源元件	100 调谐器
101 滤波器	102 低噪声放大器
104 滤波器	105 多相位滤波器
106 混频器	110 本地振荡器
111 正交振荡源	112 滤波器
114 复频混频器（双正交混频器）	
115 相位分离电路	116 频道选择滤波器
117 正交本地振荡器	118 多相位滤波器
119 正交本地振荡器	120 正交混频器
122 复频混频器（双正交混频器）	
210、220 晶体管	230 衰减元件
320 放大器	322 电感
324、326 NMOS 晶体管	330 放大器
332 电感	334、336 NMOS 晶体管
340 衰减元件	

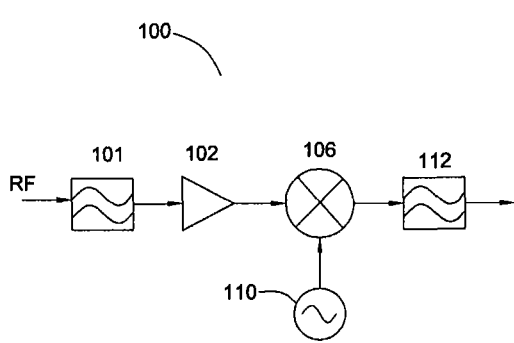


图 1A
(现有技术)

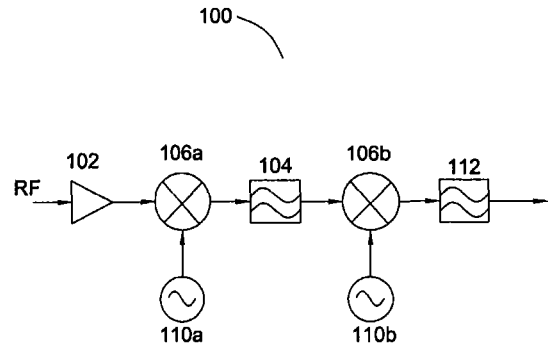


图 1B
(现有技术)

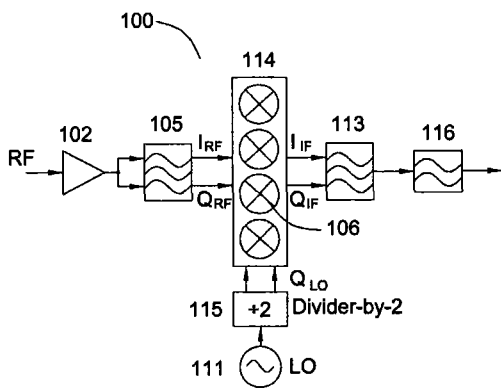


图 1C
(现有技术)

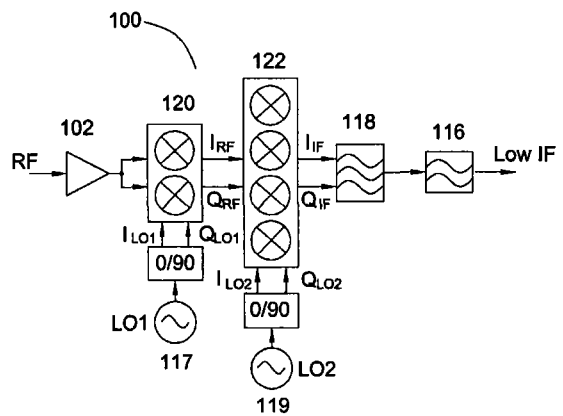


图 1D
(现有技术)

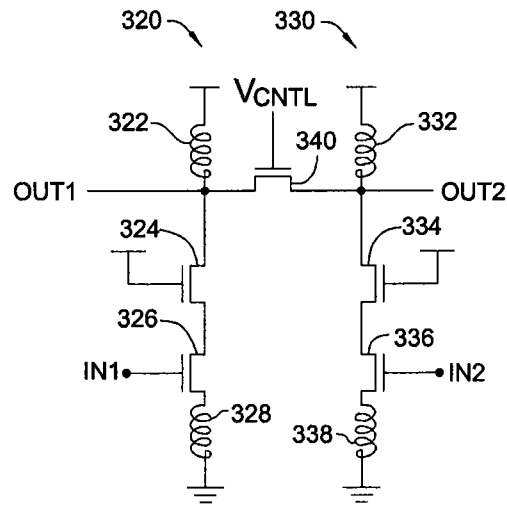


图 2A
(现有技术)

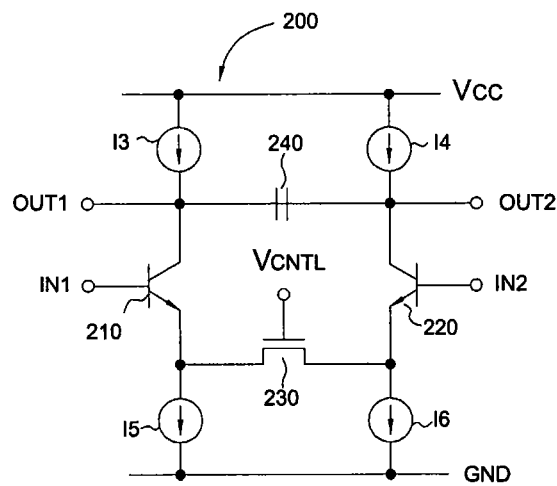


图 2B
(现有技术)

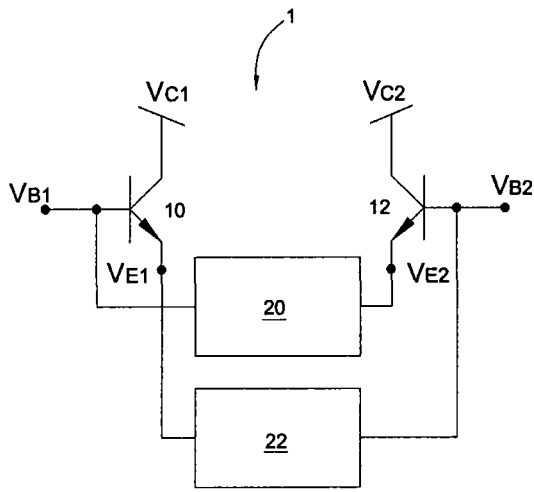


图 3A

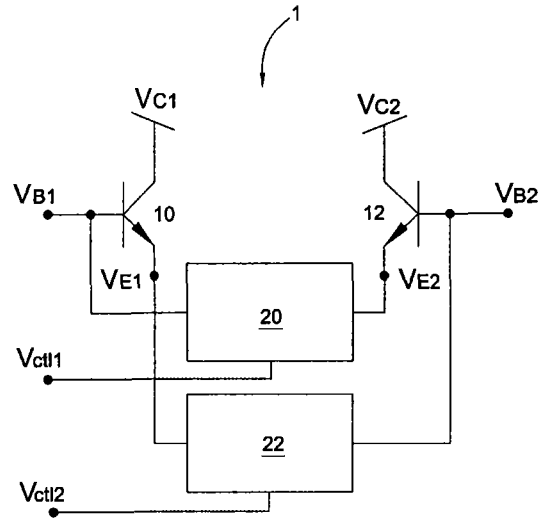


图 3B

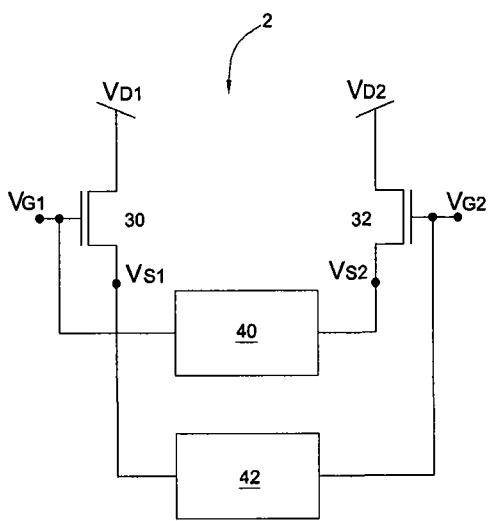


图 4A

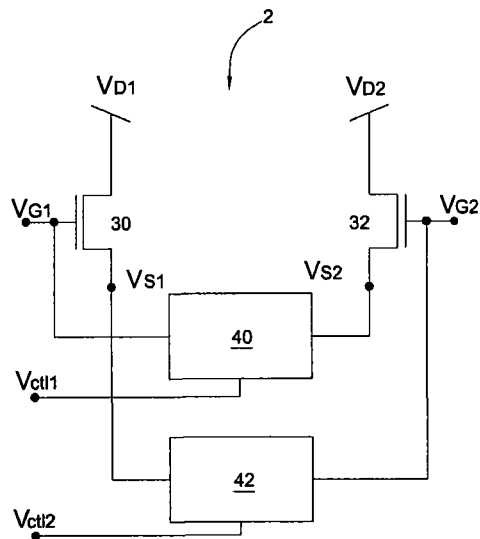


图 4B

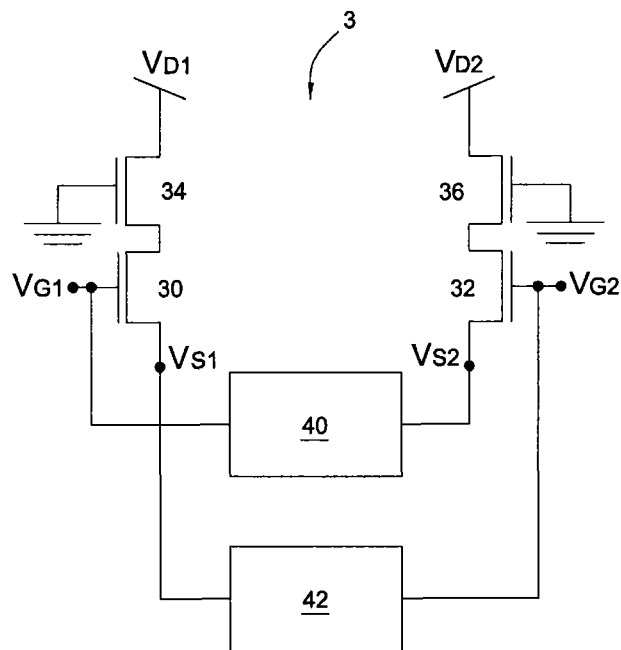


图 5