



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102239642 B

(45) 授权公告日 2014. 05. 28

(21) 申请号 200980148539. 9

(22) 申请日 2009. 12. 04

(30) 优先权数据

12/327, 990 2008. 12. 04 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 06. 02

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2009/066882 2009. 12. 04

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/065934 EN 2010. 06. 10

(73) 专利权人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 塞·C·高

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限

责任公司 11287

代理人 宋献涛

(51) Int. Cl.

H04B 1/10 (2006. 01)

H04B 15/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

W0 0219551 A2, 2002. 03. 07, 说明书第 6 页 13-22 行, 图 1-3.

W0 0219551 A2, 2002. 03. 07, 说明书第 6 页 13-22 行, 图 1-3.

W0 2004042937 A2, 2004. 05. 21, 权利要求 3, 13, 14, 说明书第 14 段.

W0 2005099109 A1, 2005. 10. 20, 权利要求 1, 说明书第 36 段, 图 4.

W0 2004040743 A1, 2004. 05. 13, 说明书全文.

审查员 董湘

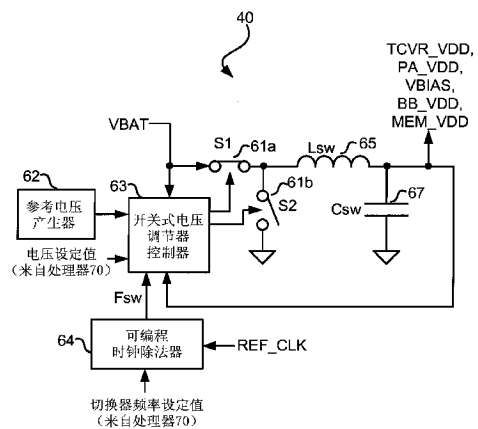
权利要求书2页 说明书11页 附图9页

(54) 发明名称

具有频率选择的开关式电压调节器

(57) 摘要

本发明提供用于通过智能地改变开关式电压调节器的切换器频率而减轻来自所述开关式电压调节器的干扰的技术。在一个方面中, 通过对到可编程时钟除法器的频率设定输入进行调整来设定所述切换器频率。在另一方面中, 处理器驱动可编程时钟除法器, 所述可编程时钟除法器接收代表除法因子的值, 将参考时钟频率信号除以所述除法因子, 以产生用于所述开关式电压调节器的所要切换器频率。选择性地改变所述可编程时钟除法器的值, 以实现最佳性能且减轻给定操作条件下切换器频率假性含量的效应。



1. 一种包括用于产生输出电压的开关式电压调节器的装置,其包含:
可编程时钟除法器,其经配置以响应于参考时钟频率信号及代表至少一当前操作模式条件的切换器频率设定值而产生切换器频率;以及
开关式电压调节器控制器,其经配置以响应于由所述可编程时钟除法器产生的所述切换器频率及参考电压而调节所述输出电压,其中:
所述开关式电压调节器控制器将所述输出电压与所述当前操作模式条件进行比较,并基于比较结果调整一个或多个开关的工作周期,以及
所述当前操作模式条件为选自不同预定操作模式集合的操作模式。
2. 根据权利要求1所述的装置,其中所述切换器频率设定值部分地基于接收信道带宽。
3. 根据权利要求1所述的装置,其中所述切换器频率设定值部分地基于在全双工操作模式期间的发射信道与接收信道频率分离。
4. 根据权利要求1所述的装置,其进一步包含用以产生干扰信号检测值的干扰检测电路,其中所述切换器频率设定值进一步部分地基于所述干扰信号检测值。
5. 根据权利要求4所述的装置,其中所述干扰信号检测值表示从所述接收信道频率偏移的干扰信号的存在。
6. 根据权利要求5所述的装置,其进一步包含处理器,所述处理器用于响应于所述干扰信号检测值而产生所述切换器频率设定值。
7. 一种用于产生开关式电压调节器的输出电压的集成电路(IC),其包含:
可编程时钟除法器,其经配置以响应于参考时钟频率信号及代表至少一当前操作模式条件的切换器频率设定值而产生切换器频率;以及
开关式电压调节器控制器,其经配置以响应于由所述可编程时钟除法器所产生的所述切换器频率及参考电压而调节所述输出电压,其中:
所述开关式电压调节器控制器将所述输出电压与所述当前操作模式条件进行比较,并基于比较结果调节一个或多个开关的工作周期,以及
所述当前操作模式条件为选自不同预定操作模式集合的操作模式。
8. 根据权利要求7所述的IC,其中所述切换器频率设定值部分地基于接收信道带宽。
9. 根据权利要求7所述的IC,其中所述切换器频率设定值部分地基于在全双工操作模式期间的发射信道与接收信道频率分离。
10. 根据权利要求7所述的IC,其进一步包含用以产生干扰信号检测值的干扰检测电路,其中所述切换器频率设定值进一步部分地基于所述干扰信号检测值。
11. 根据权利要求10所述的IC,其中所述干扰信号检测值表示从所述接收信道频率偏移的干扰信号的存在。
12. 根据权利要求11所述的IC,其进一步包含处理器,所述处理器用于响应于所述干扰信号检测值而产生所述切换器频率设定值。
13. 一种用于产生开关式电压调节器的输出电压的装置,其包含:
用于响应于参考时钟频率信号及代表至少一当前操作模式条件的切换器频率设定值而产生切换器频率的装置;以及
用于响应于由所述可编程时钟除法器产生的所述切换器频率及参考电压而调节所述

输出电压的装置，

其中所述用于产生切换器频率的装置包括：

用于将所述输出电压与选自不同预定操作模式集合的所述当前操作模式条件进行比较的装置，以及

用于基于比较结果调整一个或多个开关的工作周期的装置。

14. 根据权利要求 13 所述的装置，其中所述切换器频率设定值部分地基于接收信道带宽。

15. 根据权利要求 13 所述的装置，其中所述切换器频率设定值部分地基于在全双工操作模式期间的发射信道与接收信道频率分离。

16. 根据权利要求 13 所述的装置，其进一步包含用于产生干扰信号检测值的装置，其中所述切换器频率设定值进一步部分地基于所述干扰信号检测值。

17. 根据权利要求 16 所述的装置，其中所述干扰信号检测值表示从所述接收信道频率偏移的干扰信号的存在。

18. 根据权利要求 17 所述的装置，其进一步包含用于响应于所述干扰信号检测值而产生所述切换器频率设定值的装置。

19. 一种调节开关式电压调节器的输出电压的方法，其包含：

识别当前操作条件；

基于选自不同预定操作模式集合的所述当前操作模式条件产生切换器频率设定；

使用可编程时钟除法器，利用所述切换器频率设定值及参考频率时钟信号来产生切换器频率；

至少基于由所述可编程时钟除法器产生的所述切换器频率，使用开关式电压调节器控制器来产生开关信号；以及

来回切换耦合到所述开关式电压调节器控制器的输出的开关以调节所述输出电压，

其中产生切换频率包括将所述输出电压与所述当前操作模式条件进行比较，并基于比较结果调整一个或多个开关的工作周期。

20. 根据权利要求 19 所述的方法，其中所述切换器频率设定值部分地基于接收信道带宽。

21. 根据权利要求 19 所述的方法，其中所述切换器频率设定值部分地基于在全双工操作模式期间的发射信道与接收信道频率分离。

22. 根据权利要求 19 所述的方法，其进一步包含产生干扰信号检测值，其中所述切换器频率设定值进一步部分地基于所述干扰信号检测值。

23. 根据权利要求 22 所述的方法，其中所述干扰信号检测值表示从所述接收信道频率偏移的干扰信号的存在。

24. 根据权利要求 23 所述的方法，其进一步包含响应于所述干扰信号检测值而产生所述切换器频率设定值。

具有频率选择的开关式电压调节器

技术领域

[0001] 本发明大体上涉及集成电路,且更具体地说,涉及无线通信装置中的开关式电压调节器。

背景技术

[0002] 无线通信装置需要电池或外部 DC 电力供应器作为电源。在无线通信装置内,存在集成电路 (IC)。这些 IC 通常在比附接到无线通信装置的电池或外部 DC 电力供应器低得多的 DC 电压下操作。为了促进在低操作电压下的集成电路操作,通常需要开关式电压调节器来将外部 DC 电力供应器或电池电压转换成集成电路的较低供应电压。

[0003] 在电池电压 (VBAT) 与集成电路供应电压 (VDD) 之间的差大于几百毫伏时,开关式电压调节器提供最大功率效率。在一个特定实例中,电池由具有 3.6V 标称电压的锂离子电池构成,且集成电路在 1.8V 下操作。因此,电池电压与集成电路电压之间的差为 3.6V-1.8V 或 1.8V。在此特定实例中,开关式电压调节器比线性调节器好得多。线性调节器将经历电池与负载之间的全部 1.8V 降落。由线性调节器耗散的功率等于 $1.8V \times I_{DD}$ (集成电路的负载电流)。由此,开关式电压调节器可仅耗散由集成电路使用的能量的 10% (在较宽的负载电流范围上),而线性调节器将耗散由集成电路使用的能量的 100% 而与负载电流无关。为此,常常将开关式电压调节器用于无线通信装置中。

[0004] 开关式电压调节器可结合能量储存装置 (电感器或电容器) 使用一个或一个以上电子开关而在较高输入电压与较低输出电压之间转换,以在较高外部 DC 电力供应器电压与较低集成电路电压之间传送能量。

[0005] 作为背景,开关式电压调节器输出电压 (V_o) 与开关式电压调节器输入电压 (V_i) 之间的比率设定了开关式电压调节器的工作周期 (D) ($D = V_o/V_i$)。开关式电压调节器频率是由输出电压纹波要求、开关式电压调节器内的串联电感器及负载滤波电容器的大小、输出 DC 负载电流及开关式电压调节器的所要功率效率控制。在开关式电压调节器耦合到其它射频 (RF) 收发器电路的情况下,开关式电压调节器的切换器频率可产生对无线通信装置中的其它此类组件的干扰。此干扰表现为 RF 收发器电路的 VDD 及接地连接上的电压纹波。此电压纹波由离散频率分量构成。每一频率分量为开关式电压调节器的切换器频率的谐波。每一谐波的功率电平取决于以下各项:(i) 开关式电压调节器的切换器频率的工作周期;(ii) 输出电压的电容性滤波的程度;以及 (iii) 开关式电压调节器与 RF 收发器电路之间的耦合的类型。

[0006] 射频 (RF) 压控振荡器 (VCO) 通常嵌入于 RF 收发器中,且充当本机振荡器 (LO) 以将通信信号从基带上变频转换到 RF 或将通信信号从 RF 下变频转换到基带。在开关式电压调节器直接或间接耦合到 RF VCO 的典型配置中,在开关式电压调节器的输出处的电压纹波可与 RF VCO 的频率调谐元件电压组合而在等于开关式电压调节器的切换器频率的谐波的偏移下产生对 RF VCO 输出的频率调制 (FM)。开关式电压调节器引起的对 RF VCO 的 FM 导致在从 RF VCO 的基本输出载波频率的偏移下出现谐波假性含量 (harmonic spurious

content)。

[0007] 由开关式电压调节器（直接或耦合到 RF VCO 上）引起的此谐波假性含量可在某些操作条件下干扰无线通信装置的性能。举例来说，较弱的接收信号强度、在从所要接收信道的特定频率偏移处存在外部干扰信号，及 / 或到全双工收发器中的接收路径中的发射泄漏均可在存在开关式电压调节器的情况下导致对待上变频转换到射频的模拟信号或待从射频下变频转换的模拟信号的较大干扰。

[0008] 减小由无线通信装置中的开关式电压调节器造成的切换器频率假性含量的效应的已知方式包括：(i) 使用脉冲宽度调制、脉冲密度调制或跳频来连续地调整开关式电压调节器的频率；b) 在无线通信收发器的仅接收模式期间，在开关式电压调节器与线性调节器之间来回切换；及 (iii) 将开关式电压调节器尽可能地移动远离（使用屏蔽及差动信号路径以实现改进的隔离）敏感的 VCO 及其它组件，所有这些方式均引入电路板或集成电路区域的一定程度的设计复杂性或低效使用。

[0009] 需要在无常规技术的缺点的情况下减小无线通信装置中来自开关式电压调节器的干扰的效应的改进方式。

发明内容

[0010] 本发明提供用于通过智能地改变开关式电压调节器的切换器频率来减轻来自所述开关式电压调节器的干扰的技术。在一个方面中，通过对到可编程时钟除法器的频率设定输入进行调整来设定所述切换器频率。在另一方面中，处理器驱动可编程时钟除法器，所述可编程时钟除法器接收代表除法因子的值，将参考时钟频率信号除以所述除法因子，以产生用于所述开关式电压调节器的所要切换器频率。选择性地改变所述可编程时钟除法器的值以实现最佳性能，且减轻给定操作条件下切换器频率假性含量的效应。

[0011] 下文中进一步详细地描述本发明的各种其它方面及实施例。

[0012] 发明内容无意且不应被解释为表示本发明的完整广度及范围，本发明的这些及额外方面将从详细描述（尤其是在连同附图一起进行时）中变得更显而易见。

附图说明

[0013] 图 1 为无线通信装置的框图。

[0014] 图 2 为射频 (RF) 收发器的框图。

[0015] 图 3 为射频 (RF) 本机振荡器 (LO) 产生块的图。

[0016] 图 4 为射频压控振荡器的示意图。

[0017] 图 5 为 RF VCO 输出频率对 RF VCO 调谐电压 (V_t) 的图解说明。

[0018] 图 6 为根据优选实施例的开关式电压调节器的框图。

[0019] 图 7 展示图 2 的接收信号处理块的框图。

[0020] 图 8 为展示在存在干扰信号的情况下来自开关式电压调节器的干扰对 (i) RF LO 输出、(ii) 发射 RF 信道泄漏及 (iii) 接收器性能的影响的图解说明。

[0021] 图 9 为根据优选实施例的利用开关式电压调节器控制器来选择用于开关式电压调节器的切换器频率的过程的操作流程图。

[0022] 图 10 为根据优选实施例的在针对 CDMA 模式的不同操作频带中为开关式电压调节

器选择最佳切换器频率 F_{sw} 的过程的操作流程图。

[0023] 为了便于理解,在可能的情况下已使用相同参考标号来表示图中共有的相同元件,只是在适当时可能添加了下标来区分此些元件。图式中的图像出于说明性目的而被简化,且未必按比例描绘。

[0024] 附图说明本发明的示范性配置,且由此不应被视为限制本发明的范围,本发明的范围可容许其它同等有效的配置。对应的是,已预期在无进一步叙述的情况下一些配置的特征可有益地并入其它配置中。

具体实施方式

[0025] 本文中所述的装置可用于各种无线通信频带,例如蜂窝式、PCS 以及 IMT 及例如 CDMA、TDMA、FDMA、OFDMA 及 SC-FDMA 等空中接口。除了蜂窝式、PCS 或 IMT 网络标准及频带之外,此装置可用于局域网或个人域网络标准、WLAN、蓝牙及超宽带 (UWB)。

[0026] 图 1 为根据如图所示的本发明实施例的无线通信装置 10 的框图。无线通信装置 10 包括连接到 RF 前端 14 的射频 (RF) 天线 12。RF 前端 14 使发射及接收 RF 信号路径分离,且提供放大及信号分配。在收发器 20 与 RF 前端 14 之间传递用于发射的 RF 信号 TX_RF 及用于接收的 RF 信号 RX_RF。

[0027] 收发器 20 经配置以将 RX_RF 信号从 RF 下变频转换到用于由处理器 70 (其可为基带调制解调器或其类似物) 进行基带 I/Q 解调的信号。收发器 20 经类似配置以使用基带 I/Q 调制将来自处理器 70 的信号上变频转换到 TX_RF 信号。待从基带 I/Q 调制上变频转换及待下变频转换到基带 I/Q 调制的信号被展示为连接于收发器 20 与处理器 70 之间。

[0028] 存储器 75 存储处理器程序及数据,且可实施为单个集成电路 (IC) (如图所示)。

[0029] 处理器 70 经配置以解调传入的基带接收 I/Q 信号、编码且调制基带发射 I/Q 信号,且运行来自存储装置 (例如,存储器 75) 的应用程序以处理数据或发送数据及命令以启用各种电路块 (均以已知方式)。

[0030] 另外,处理器 70 经由数据总线、串行总线或专用信号集合而产生到收发器 20 的控制信号。所述控制信号可包括 (例如) 接通及断开收发器 20、测量接收信号强度、设定发射 RF 信号功率或接收信号路径增益、改变 RF 信道、检测接收器信号干扰信号,及在高功率模式与省电模式之间切换发射 / 接收信号块。

[0031] 处理器 70 还经配置以读取收发器 20 的状态,且同时还从收发器 20 接收一个或一个以上中断信号 (未图示)。中断信号用以起始收发器 20 与处理器 70 之间的命令及算法。

[0032] 应了解,所属领域的技术人员众所周知并理解处理器 70、收发器 20 及存储器 75 的一般操作,且实施相关联的功能的各种方式 (包括跨越较少数集成电路 (IC) 或甚至在单个 IC 内提供或组合功能) 也是众所周知的。

[0033] 图 1 的处理器 70、收发器 20、存储器 75 及 RF 前端 14 通常需要 DC 电力供应器来操作。按照惯例,从一般 DC 电源 60 提供 DC 电力。DC 电源 60 可由外部 DC 电力供应器 61a (输出电压标记为 VEXT) 或电池 61b (输出电压标记为 VBAT) 组成。来自 DC 电力供应器 61a 的输出电压 VEXT 或来自电池 61b 的输出电压 VBAT 将供应电压驱动到开关式电压调节器 40 中。开关式电压调节器 40 经配置以将 VEXT 或 VBAT 的供应电压转换为用于为处理器 70 (BB_VDD)、收发器 20 (TCVR_VDD)、存储器 75 (MEM_VDD) 及 RF 前端 14 (PA_VDD 及 VBIAS) 中

的每一者供电的个别供应电压。开关式电压调节器 40 还可按需要将供应电压提供到其它块（未图示）。

[0034] 开关式电压调节器 40 经配置以通过在切换器频率（在下文中“ F_{sw} ”）下闭合及断开（toggle on/off）与能量储存装置（电感器或电容器）结合的一个或一个以上开关而在较高输入电压与较低输出电压之间转换，以在较高输入电压与较低输出电压之间传送能量。

[0035] 在一个方面中，处理器 70 依据收发器 20 的一个或一个以上条件而控制开关式电压调节器 40 的切换器频率 F_{sw} 。如先前在本发明的背景中所描述，开关式电压调节器 40 可能干扰收发器 20 的操作。

[0036] 收发器 20 的条件包括具有相关联的接收信号带宽的操作模式（CDMA、TDMA、FDMA、OFDMA、SC-FDMA、GPS...）、操作频带（US 蜂窝式、US PCS、IMT...）及接收干扰检测电路（存在的干扰信号、干扰信号功率电平，以及从所要接收信号的干扰信号频率偏移）。

[0037] 在无线通信装置 10 内，开关式电压调节器 40、收发器 20 及处理器 70 共享参考时钟振荡器 80。参考时钟振荡器 80 产生参考时钟频率信号 REF_CLK，如将在随后的图 2、图 3 及图 6 中所示。

[0038] 从功能或电路设计角度来说，RF 前端 14、收发器 20、开关式电压调节器 40、处理器 70、存储器 75 及参考时钟振荡器 80 可在适当时驻存在共用硅上、共用封装衬底上的单独硅上、作为单独经封装的装置，或其组合。

[0039] 图 2 为根据如图所示的本发明实施例的图 1 的射频（RF）收发器（收发器 20）的框图。收发器 20 包括发射信号处理块 22、接收信号处理块 24、RF 本机振荡器（RF LO）产生块 28，以及控制及状态块 26。控制及状态块 26 向处理器 70 提供 / 从处理器 70 提供包括干扰信号检测信号的数字控制逻辑。来自参考时钟振荡器 80 的 REF_CLK 馈入到 RF LO 产生块 28 中。

[0040] 虽然将收发器 20 展示为仅具有一个发射及接收信号处理块，但也可存在具有多个接收块、多个发射块，或任何数目的可能的发射及接收信号处理块配置的任何组合的收发器 20。举例来说，将发射信号处理器块 22 及接收信号处理块 24 展示为单独的功能块，但在半双工无线电装置模式中可在某种程度上组合。类似地，虽然将 RF LO 产生块 28 在逻辑上展示为安置于发射信号处理块 22 与接收信号处理块 24 之间的单独共用块，但也涵盖其它配置。可在不脱离本文中所描述的优选实施例的范围的情况下类似地重新配置控制及状态块 26。

[0041] 图 3 为根据如图所示的本发明实施例的图 2 的射频（RF）本机振荡器（LO）产生块 28 的图。RF LO 产生块 28 包括 RX LO 产生块 29 及 TX LO 产生块 37。RX LO 产生块 29 包括包含 RF PLL 及回路滤波器的信道选择调谐块 31。信道选择调谐块 31 将来自参考时钟振荡器 80 的 REF_CLK 与来自 RF VCO 33 的输出信号 RX_VCO 进行比较，以将 RF VCO 33 锁定到所要频率。来自信道选择调谐块 31 的输出 V_t 为用于调谐 RF VCO33 的输出信号 RX_VCO 的频率的模拟控制信号。

[0042] 输出信号 RX_VCO 由 LO 产生块 35 进一步处理，且经频率转换到所要的接收 RF 信道频率 RX_LO。可使用频率除法器、混频器、开关或所有三种类型元件的组合来实施 LO 产生块 35，以在信号 RX_VCO 与 RX_LO 之间产生多种倍频比或除频比。在特定操作频带（US 蜂窝

式、US-PCS、IMT、GPS 等) 中, RX_LO 信号频率等于所要的 RX RF 信道频率。RX_LO 信号连接到图 2 的接收信号处理块 24。

[0043] 为简洁起见而未展示 TX LO 产生 37 的等效块。应容易理解, 如针对 RX LO 产生块 29 所展示的类似块可用于 TX LO 产生块 37, 且可利用与 RX 与 TX 两者或仅 RX 的多个信号处理块所需一样多的 LO 产生块。

[0044] 图 4 为根据如图所示的本发明实施例的图 3 的射频压控振荡器 RF VCO 33 的示意图。RF VCO 33 包括固定电感器 L_{vco} 43, 其与两个变容二极管元件 41 (VCAP1 及 VCAP2) 并

联, 以使输出信号 RX_VCO 的频率移位。此频率 (以弧度 / 秒为单位) 等于 $\sqrt{\frac{1}{L_{vco} * C_{vcap}}}$, 其

中 C_{vcap} 为两个变容二极管元件 41 (VCAP1 及 VCAP2) 的总电容。通过调节来自信道选择调谐块 31 的输出 V_t (其为跨越 VCAP1 及 VCAP2 的输入) 来改变总电容而实现频率调谐。接着将 RF VCO 33 的输出 RX_VCO 输入回到信道选择调谐块 31 及输入到 LO 产生块 35 中, 如图 3 所示。

[0045] 可跨越与 RX 与 TX 两者的多个路径所需一样多的 RF VCO 而应用图 4 所示的电路。或者, 只要不需要在多个频带中的同时操作, 一个 RF VCO 就可涵盖多个模式及操作频带。已知可使 RF VCO 的输出频率移位但在功能上是等效的其它电路拓扑。

[0046] 图 5 为根据如图所示的本发明实施例的图 4 的 RF VCO 输出频率对调谐电压 (V_t) 的图解说明。在此实例设计中, RF VCO 33 的频率调谐范围是由处于 0 伏 DC 与 0.7 伏 DC 之间的调谐电压 V_t 连续地调整。可通过改变电路拓扑及元件值来更改 V_t 调谐斜率 ($K_v = \text{MHz/V}$) 及绝对频率调谐范围, 但 V_t 调谐斜率 ($K_v = \text{MHz/V}$) 及绝对频率调谐范围在功能上是等效的。

[0047] 如在图 5 中显而易见, V_t 调谐斜率 ($K_v = \text{MHz/V}$) 非常大 (大约 $K_v = 5,000 \text{MHz/V}$)。由于大 V_t 调谐斜率的缘故, RF VCO 33 极易受调谐电压 V_t 上的噪声影响。举例来说, 如果在 2MHz (F_{sw}) 下的 1uV (一伏的百万分之一) 的正弦纹波耦合到具有 0.2V DC 调谐电压的 V_t 上, 那么 RF VCO 33 的输出将由为 2.57GHz 的基本频率 (如在曲线图中针对 $V_t = 0.2V$ DC 所示) 及每隔 2MHz 间隔开的频谱分量 (假性含量) 构成。

[0048] 可使用用于 RF VCO 33 的频率调制 (FM) 的贝塞尔函数 (Bessel function) $J_n(\beta)$ 来计算假性含量的相对振幅, 其中 n 等于开关式电压调节器 40 的切换器频率 F_{sw} 的谐波指数 (1, 2, 3...), 且 β 为调制指数 ($\beta = K_v * \text{纹波} / F_{sw}$)。对于 $K_v = 5000 \text{MHz/V}$ 、电压纹波 = 1uV 及 $F_{sw} = 2 \text{MHz}$ 的值来说, 从 RF VCO 基本频率偏移 2MHz 的第一频谱分量 ($n = 1$) 将为 -58dBc。

[0049] 随着更多的电压纹波耦合到 V_t 上, 在 RF VCO 33 的输出上测量到的假性含量的振幅的相对振幅也将增加。如将随后在图 7 及图 8 中所展示, 此假性含量可在不同的操作条件下使收发器 20 的无线电性能降级。

[0050] 图 6 为根据图 1 的优选实施例的开关式电压调节器 40 的示意图。开关式电压调节器 40 包括: 来自图 1 的电源 61b 的电压源输入 VBAT; 以及图 1 的针对收发器 20 的电压输出 TCVR_VDD、针对 RF 前端 14 的电压输出 PA_VDD 及 VBIAS、针对处理器 70 的电压输出 BB_VDD 及针对存储器 75 的电压输出 MEM_VDD。如果图 1 中的切换器 40 或处理器 70 选择替代输入电压 VEXT, 那么也可使用替代输入电压 VEXT。如果需要不同的供应电压, 那么可通过

额外开关式电压调节器单独产生例如 PA_VDD、VBIAS、BB_VDD 及 MEM_VDD 等个别输出电压。

[0051] 在开关式电压调节器 40 的输入与输出, VEXT 与 TCVR_VDD (连同 PA_VDD、VBIAS、BB_VDD 及 MEM_VDD) 之间分别为开关 61a 及 61b 连同开关式电压调节器控制器 63、可编程时钟除法器 64、串联电感器 L_{sw} 65 及分路滤波电容器 C_{sw} 67。

[0052] 开关式电压调节器控制器 63 基于参考电压产生器 62 的输出电压将输出电压 TCVR_VDD (连同 PA_VDD、VBIAS、BB_VDD 及 MEM_VDD) 与可编程电压设定值进行比较, 且调整 S1 及 S2 的工作周期, 使得输出电压 TCVR_VDD (连同 PA_VDD、VBIAS、BB_VDD 及 MEM_VDD) 收敛到所编程的电压设定值。所编程的电压设定值是由处理器 70 设定或可经硬件配置为开关式电压调节器 40 内部的固定值。到开关式电压调节器控制器 63 的切换器频率 F_{sw} 由用于可编程时钟除法器 64 的切换器频率设定值设定。

[0053] 可编程时钟除法器 64 可为在 REF_CLK (在此实例中来自参考时钟振荡器 80) 与用以控制开关 61a 及 61b 的切换器频率 F_{sw} 之间的整数频率除法器。在一个实施例中, REF_CLK 输出频率为 19.2MHz, 且取决于随后在图 9 中所示的过程, 可编程时钟除法器 64 设定在 3 个不同的频率设定值之间 (除以 6、7 或 8)。

[0054] 开关式电压调节器 40 经由供应电压 TCVR_VDD 而直接耦合到收发器 20, 如图 1 及图 6 所示。开关式电压调节器 40 的切换器频率 F_{sw} 可干扰收发器 20 的性能。所述干扰表现为 TCVR_VDD 上的电压纹波。所述电压纹波由离散频率分量构成。每一频率分量为开关式电压调节器 40 的切换器频率 F_{sw} 的谐波。每一谐波的功率电平取决于以下各项: (i) 开关式电压调节器 40 的切换器频率 F_{sw} 的工作周期; (ii) 输出电压 TCVR_VDD 的电容性滤波的程度; 以及 (iii) TCVR_VDD 与收发器 20 内的敏感电路之间的耦合方法。

[0055] 如先前参考图 5 所提到, 收发器 20 内的最敏感电路之一为 RF VCO 33。开关式电压调节器 40 的输出处的电压纹波可与 RF VCO 33 的调谐电压 V_t 组合, 以在等于开关式电压调节器 40 的切换器频率 F_{sw} 的谐波的频率偏移处产生对 RF VCO 33 的输出 RX_VCO 的频率调制 (FM)。

[0056] 开关式电压调节器 40 (直接或耦合到 RF VCO 33) 的切换器频率 F_{sw} 可在特定操作条件下干扰无线通信装置 10 的性能。现在将针对不同操作条件描述根据本发明优选实施例的用于可调整地为图 1 及图 6 中所示的开关式电压调节器 40 选择操作切换器频率的技术。

[0057] 在开关式电压调节器 40 为图 1 的无线通信装置 10 的一部分的情况下, 第一操作条件是基于当前操作技术模式 (GSM、CDMA、WCDMA 等)。每一技术模式已与先前所确定的 RF 信道带宽 (F_{ch}) 相关联。对于 GSM 来说, RF 信道带宽 (F_{ch_gsm}) 为 200kHz。对于 CDMA 来说, RF 信道带宽 (F_{ch_cdma}) 为 1.23MHz。对于 WCDMA 来说, RF 信道带宽 (F_{ch_wcdma}) 为 3.84MHz, 等等。

[0058] 在本文中一方面中, 与给定技术模式相关联的开关式电压调节器 40 的切换器频率 F_{sw} 经调整以使得 F_{sw} 大于 RF 信道带宽的一半 (F_{sw} > F_{ch}/2)。此切换器频率调整减小或消除了切换器电压调节器 40 对收发器 20 的干扰, 使其不出现在基带模拟接收信号 (图 2 中的 RX_I_FILT 及 RX_Q_FILT) 及发射信号 (图 2 的 TX_I、TX_Q) 上。

[0059] 在无线通信装置 10 在全双工模式中操作的情况下, 将开关式电压调节器 40 的切换器频率设定成高于 RF 信道带宽的一半 (F_{sw} > F_{ch}/2) 在减轻干扰方面尤其有用。全双工

模式的一个实例为在发射 RF 信道（在 F_{tx} 处）与接收 RF 信道（在 F_{rx} 处）之间的频率分离等于 D ($D = F_{rx} - F_{tx}$)，且发射 RF 信道与接收 RF 信道两者在同一时刻起作用的情况。基于与无线通信装置 10 相关联的操作频带而设定 D 。在单频带无线通信装置 10 中，RF 操作频带仅包括所述技术模式所关注的一个频带（US 蜂窝式、US PCS、IMT 频带中的 CDMA 等）。在多频带无线通信装置 10（例如，US 蜂窝式、US PCS 及 / 或 CDMA (IMT) 能力）的情况下，操作频带为若干可能频带中的一者。对于 US 蜂窝式来说， $D = 45\text{MHz}$ 。对于 US PCS 来说， $D = 80\text{MHz}$ 。对于 IMT 频带中的 CDMA 来说， $D = 190\text{MHz}$ ，等等。

[0060] 在理想情形下，发射 RF 信道（在 F_{tx} 处）不得与假性含量（来自开关式电压调节器 40）混合，因为其可在接收 RF 信道频率下（在 F_{rx} 处）产生干扰。事实上，开关式电压调节器 40 的切换器频率 F_{sw} 不得落在使得 $D - F_{ch} < N * F_{sw} < D + F_{ch}$ 的频率范围内，其中 $N * F_{sw}$ 为到 D 的最近的整数切换器频率谐波。通过根据本文中一方面选择切换器频率，来自开关式电压调节器 40 的对发射 RF 信道及接收 RF 信道中的任一者的干扰得以减轻。

[0061] 图 7 为根据如图所示的本发明实施例的图 2 中的接收信号处理块 24 的框图。接收信号处理块 24 包括 RX RF I/Q 下变频转换器 55、一对基带模拟低通滤波器 57a 及 57b，以及干扰检测块 59。替代实施例可包括低噪声放大器、RF 滤波、多个 RF 频带及各种形式的增益控制电路。

[0062] 在使用 I/Q 下变频转换器 55 内的直接转换（RF 到基带）I/Q 混频器来下变频转换接收 RF 信号之前，来自（图 1 的）RF 前端块 14 的 RX_RF 信号以及 RX 频带外干扰馈入到 I/Q 下变频转换器 55 中。I/Q 下变频转换器 55 的输出 RX_I 及 RX_Q 在于模拟域（在收发器 20 或处理器 70 上）或数字域（在通过收发器 20 或处理器 70 上的模 / 数转换器进行转换之后）中的任一者中进一步处理之前，由低通滤波器 57a 及 57b 滤波。虽然未在图 7 中展示，但低通滤波器 57a 及 57b 可包括固定或可变增益，以在处理器 70 中的模 / 数转换之前调整 RX_I_FILT 及 RX_Q_FILT 的振幅。

[0063] 干扰检测电路 59 发送干扰信号检测信号，在存在干扰信号（其为从选定接收信道的频率偏移）时，干扰信号检测信号的值被传达到处理器 70。干扰检测电路 59 可在模拟低通滤波器 57a 及 / 或 57b 之前或之后在基带模拟域中进行测量，以检测在频率上从 RX_I 及 RX_Q 信号偏移的干扰信号的存在。或者，干扰检测块 59 可在处理器 70 中于数字域中实施，或分在收发器 20 与处理器 70 之间。

[0064] 在 RX_RF 信号路径中的在从所要接收 RF 信道的一个或两个不同频率偏移处的一个或两个干扰信号的存在可在与存在于（图 2 到图 4 的）RX_VCO 及 RF_LO 信号上的假性含量混合时干扰所要 RF 信道。此非所要的混合产物可落于在基带接收信号路径（图 7 的 RX_I、RX_Q、RX_I_FILT 及 RX_Q_FILT）处所测量的接收信号带宽内。

[0065] 在本文中的另一方面中，设定开关式电压调节器 40 的切换器频率，以便在基带接收信号路径中存在超过预定义及可检测阈值的一个或一个以上干扰信号时，在基带接收信号路径中减轻此干扰。可以图解方式说明作用于如上文结合图 2 及图 7 所描述的接收信号处理块 24 的假性含量问题。

[0066] 图 8 为根据如图所示的本发明实施例的针对图 1 到图 7 的展示在干扰信号存在的情况下来自开关式电压调节器的干扰对 (i) RF_LO 输出、(ii) 发射 RF 信道泄漏及 (iii) 接收器性能的影响的图解说明。说明 90 包括经放大 / 经滤波的 RX_RF 信号输入，其中 F_{rx} 处

的接收信号、 F_{tx} 处的发射信号泄漏及 F_{j1} 处的干扰信号（来自图 7 的块 53）作为到（图 7 的）I/Q 下变频转换器 55 的输入。说明 90 还包括 RX_{LO} 信号（来自图 3 的块 35），其中在对应于 $N \cdot F_{sw}$ （其中 $N = -2, -1, +1, +2, +3$ 及 $+4$ ）的频率偏移处的切换器频率假性含量作为到（图 7 的）I/Q 下变频转换器 55 的第二输入。说明 90 还包括来自图 7 的 I/Q 下变频转换器 55 的同相或 I 下变频转换器的 RX_I 信号。

[0067] 所说明的 RX_I 信号在 I/Q 下变频转换器 55 的基带输出处展示 RX_{RF} 与 RX_{LO} 输入信号的混合产物。 RX_I 信号路径中的所要接收基带信道 RX_{BB} 以 DC 为中心。在高于 RX_{BB} 信号带宽的频率下，在针对在 $J1$ 频率下的干扰信号及在 D_{tx} 频率下的 TX 信号泄漏的偏移处存在频谱分量。另外，存在落于接收信道 RX_{BB} 内的假性含量，具体地说， $J1 - 3 \cdot F_{sw}$ 及 $D_{tx} - N \cdot F_{sw}$ （其中 N 为整数， $N \cdot F_{sw}$ 为开关式电压调节器 40 的切换器频率的谐波）。在解调 RX_{BB} 信号之前不能滤波或移除在接收信道带宽内的假性含量，且所述假性含量干扰由处理器 70 进行的适当 RX_{BB} 解调。

[0068] 取决于 TX 频率与 RX 频率之间的频带偏移 (D)、开关式电压调节器 40 的切换器频率 (F_{sw}) 及偏移干扰信号频率（此例子中的 $J1$ ），可能存在如在 I/Q 下变频转换器 55 的基带输出处 (RX_I 或 RX_Q) 所测量到的多个接收信号处理干扰源。通过调整开关式电压调节器 40 的切换器频率 F_{sw} ，可针对不同操作条件使接收信号处理干扰最小化（如下文更详细地阐释）。

[0069] 图 9 为根据优选实施例的利用开关式电压调节器控制器来为开关式电压调节器选择切换器频率的过程的操作流程图。操作流程图 100 以处理器 70 识别当前操作条件（例如，当前操作频带、操作模式及 / 或干扰信号检测值）开始（框 101）。处理器 70 接着基于当前操作条件产生切换器频率设定值（框 103）。可编程时钟除法器 64 接收且处理与参考频率时钟信号 REF_CLK 组合的切换器频率设定值，且产生所要切换频率（框 105）。开关式电压调节器控制器 63 从可编程时钟除法器 64 接收切换频率，（例如）从处理器 70 接收电压设定值，且从参考电压调节器 62 接收信号，以产生开关信号（框 107）。所述开关信号用以来回切换具有调节开关式电压调节器 40 的输出电压的作用的开关 (61a、61b)（框 109）。在任何时候，如果当前操作条件改变，那么操作流程图 100 可重新开始（返回到框 101）。下文中进一步描述针对多频带 CDMA 无线通信装置的更具体的操作流程图。

[0070] 图 10 为根据优选实施例的在用于 CDMA 模式的不同操作频带中为开关式电压调节器选择最佳切换器频率 F_{sw} 的过程的操作流程图。操作流程图 200 以开始框（框 201）开始，接着针对待使用的特定操作频带对收发器 20 内的一个或一个以上寄存器进行编程（框 203）。一旦确定操作频带，就将开关式电压调节器 40 中的可编程时钟除法器 64 设定为三个不同值 6、7 或 8 中的一者，使得开关式电压调节器 40 的切换器频率 (F_{sw}) 基于为 19.2MHz 的参考时钟频率信号 REF_CLK 而等于 2.4MHz (CDMA PCS 频带)、2.74MHz (CDMA450/800 频带) 或 3.2MHz (CDMAIMT 频带)（框 205）。

[0071] 基于多个参数计算切换器频率 F_{sw} 。第一准则为所要信道带宽（对于 CDMA， $F_{ch} = 1.23\text{MHz}$ ）。 F_{sw} 必须大于 F_{ch} 的一半，以确保切换噪声不会直接耦合到如图 1、图 2、图 7 及图 8 所示的基带 I/Q 模拟信号中。以下的表 1 展示用于不同操作模式的 F_{ch} 。可包括额外操作模式。将操作流程图 200 简化成一种操作模式 CDMA。额外准则将要求在接收器输入处存在发射信号泄漏及 / 或干扰音调时将切换器频率 F_{sw} 调整到较高值。

[0072]

操作模式	信道带宽 Fch
GSM/EDGE	200 kHz
CDMA	1.23 MHz
UMTS	3.92 MHz

[0073] 表 1. 实例操作模式及信道带宽 (Fch)

[0074] 第二准则为发射 RF 信道泄漏 (在例如 CDMA 等全双工系统中) 不破坏接收 RF 信道。如先前所描述, RF LO 产生块 28 将被来自开关式电压调节器 40 的切换器频率电压纹波及对应的谐波频率污染。如果切换器频率谐波处于接近于发射 RF 信道与接收 RF 信道之间的频率分离的频率偏移处, 那么特定切换器谐波将在 I/Q 下变频转换器 55 处与发射 RF 信道泄漏混合 (在切换器频率电压纹波已耦合到 RF VCO 33 (RX_VCO 与 RX_LO 信号) 中之后), 且产生接收信号处理干扰。同样地, 切换器频率电压纹波及对应的谐波频率可在 TX LO 产生块 37 内耦合到 RF VCO, 且在收发器 20 的发射信号处理块 22 的输出中产生假性含量。此发射假性含量可落在接收 RF 信道内, 且产生接收 RF 信道干扰。

[0075] 以下在表 2 中展示针对不同操作频带的接收 RF 信道与发射 RF 信道的分离。通过确保 Fsw 满足等式 $|N * F_{sw} - D| > F_{ch} / 2$ (其中 N 为整数), 切换器频率谐波将不直接耦合到如图 7 到图 8 所示的接收基带 I/Q 模拟信号 RX_I 及 / 或 RX_Q 中。为了满足以上等式, Fsw 还必须大于 Fch (而不是 Fch/2)。

[0076]

操作频带	RX-TX 分离 D
CDMA450	10 MHz
US 蜂窝式	45 MHz
US PCS	80 MHz
IMT	190 MHz

[0077] 表 2. 实例操作频带及 RX-TX 信道分离 (D)

[0078] 第三准则是基于在频率上接近于所要接收 RF 信道的干扰的存在。基本切换器频率 (耦合到 RF VCO 33 上) 可与偏移干扰音调 (图 8 的在 RF 处的 FJ1、在基带处的 J1) 混合而在接收基带信道带宽 (图 8 的 RX_BB) 内产生无法滤除或消除的干扰。可应用针对不同操作频带及模式的接收信号处理块 24 的干扰规格, 使得无线装置符合公开的最小性能标准。在 CDMA 的情况下, 如以下表 3 中按以下操作频带指定从所要 RX RF 信道的干扰信号频率偏移 (对于单音调测试为 J1 偏移, 或对于双音调测试为 J1+J2 偏移)。

[0079]

CDMA 频带	J1 频率偏移	J2 频率偏移
CDMA450	900 kHz	1.7 MHz
US 蜂窝式	900 kHz	1.7 MHz
US PCS	1.25 MHz	2.05 MHz
IMT	2.5 MHz	4.9 MHz

[0080] 表 3. 针对不同 CDMA 操作频带的干扰偏移 (J1 或 J1+J2)

[0081] 假定接收信号处理块 24 具有 (图 7 的) 干扰检测电路 59, 那么可调整切换器频率, 使得 $F_{sw} > (J1 \text{ 或 } J2) + F_{ch} / 2$ 。取决于所允许的最大切换器频率, 可针对以上 Fsw 公式从表 3 选择 J1 或 J2 频率偏移。如果不存在满足第二或第三准则两者的切换器频率, 那么

干扰的存在比 TX 信号泄漏（第二准则）优先。

[0082] 应用所述三个约束,同时假定将 19.2MHz 时钟频率信号 REF_CLK 输入到(图6的)可编程时钟除法器 64,那么可针对 CDMA 模式中的多个操作条件计算最佳切换器频率 F_{sw} ,且如以下表 4 中所示而存储所述最佳切换器频率 F_{sw} 。2.4MHz 是通过将 19.2MHz 除以 8 而产生;2.74MHz 是通过将 19.2MHz 除以 7 而产生;且 3.2MHz 是通过将 19.2MHz 除以 6 而产生。在一个实施例中,针对具有干扰信号及不具有干扰信号的不同 CDMA 频带选择为 6、7 及 8 的切换器频率值。

[0083]

CDMA 频带	不具有干扰信号	具有干扰信号	切换器频率值
---------	---------	--------	--------

[0084]

CDMA450	2.74 MHz	2.74 MHz	7
US 蜂窝式	2.74 MHz	2.74 MHz	7
US PCS	2.4 MHz	2.74 MHz	8 (不具有干扰信号) 7 (具有干扰信号)
IMT	3.2 MHz	3.2 MHz	6

[0085] 表 4. 针对具有干扰信号干扰及不具有干扰信号干扰的不同 CDMA 操作频带的切换器频率 F_{sw}

[0086] 一旦对 F_{sw} 进行编程,就轮询干扰检测电路 59 或将其用作中断(框 107)。当在 CDMA-PCS 模式中干扰信号检测信号为活动(高逻辑电平)(根据表 4)时,通过将切换器频率值从 8 改变为 7 而将切换器频率(F_{sw})从 2.4MHz 改变为 2.74MHz(框 109)。一旦干扰信号不再存在,干扰信号检测就转变到低逻辑电平,且通过将切换器频率值改变为 8,切换器频率(F_{sw})将变回 2.4MHz(重复框 105),且干扰检测电路 59 将继续监视(框 107,等等)。可取决于可用参考时钟频率信号 REF_CLK 及可编程时钟除法器 64 的除法器比率而使用其它切换器频率,使得最佳地满足三个准则。

[0087] 所属领域的技术人员将理解,可使用多种不同技术中的任一者来表示信号。举例来说,可贯穿以上描述而参考的数据、指令、信号可由电压、电流、电磁波、磁场或磁粒子或其任何组合来表示。

[0088] 所属领域的技术人员将进一步了解,结合本文中的揭示内容而描述的各种说明性射频或模拟电路块在执行与本发明中所描述的功能相同的功能时,可在多种不同电路拓扑中、在一个或一个以上集成电路上,与逻辑电路及系统分离或与逻辑电路及系统组合而实施。

[0089] 所属领域的技术人员将进一步了解,结合本文的揭示内容而描述的各种说明性逻辑块、模块、电路及算法步骤可实施为电子硬件、计算机软件或两者的组合。为了清楚地说明硬件与软件的这种可互换性,上文已经大体上根据各种说明性组件、块、模块、电路及步骤的功能性描述了各种说明性组件、块、模块、电路及步骤。将此类功能性实施为硬件还是软件取决于特定应用及强加于整个系统的设计限制。熟练的技术人员可针对每一特定应用以不同的方式来实施所描述的功能性,但此类实施决策不应被解释为导致与本发明范围的偏离。

[0090] 可用经设计以执行本文中所描述的功能的通用处理器、数字信号处理器(DSP)、专

用集成电路 (ASIC)、现场可编程门阵列 (FPGA) 或其它可编程逻辑装置、离散门或晶体管逻辑、离散硬件组件或其任何组合来实施或执行结合本文中的揭示内容而描述的各种说明性逻辑块、模块及电路。通用处理器可为微处理器,但在替代方案中,处理器可为任何常规处理器、控制器、微控制器或状态机。还可将处理器实施为计算装置的组合,例如 DSP 与微处理器的组合、多个微处理器的组合、结合 DSP 核心的一个或一个以上微处理器,或任何其它此类配置。

[0091] 结合本文中的揭示内容而描述的方法或算法的步骤可直接包含在硬件中、由处理器执行的软件模块中或两者的组合中。软件模块可驻存在 RAM 存储器、快闪存储器、ROM 存储器、EPROM 存储器、EEPROM 存储器、寄存器、硬盘、可装卸盘、CD-ROM,或此项技术中已知的任何其它形式的存储媒体中。示范性存储媒体耦合到处理器,使得处理器可从存储媒体读取信息及将信息写入到存储媒体。在替代方案中,存储媒体可与处理器成一体式。处理器及存储媒体可驻存在 ASIC 中。ASIC 可驻存在用户终端中。在替代方案中,处理器及存储媒体可作为离散组件而驻存在用户终端中。

[0092] 提供对本发明的先前描述是为了使所属领域的技术人员能够制作或使用本发明。对于所属领域的技术人员来说,对本发明的各种修改将是显而易见的,且可在不脱离本发明的范围的情况下,将本文中所定义的一般原理应用于其它变化。因此,本发明无意限于本文中所描述的实例及设计,而是应被赋予与本文中所揭示的原理及新颖特征一致的最宽范围。

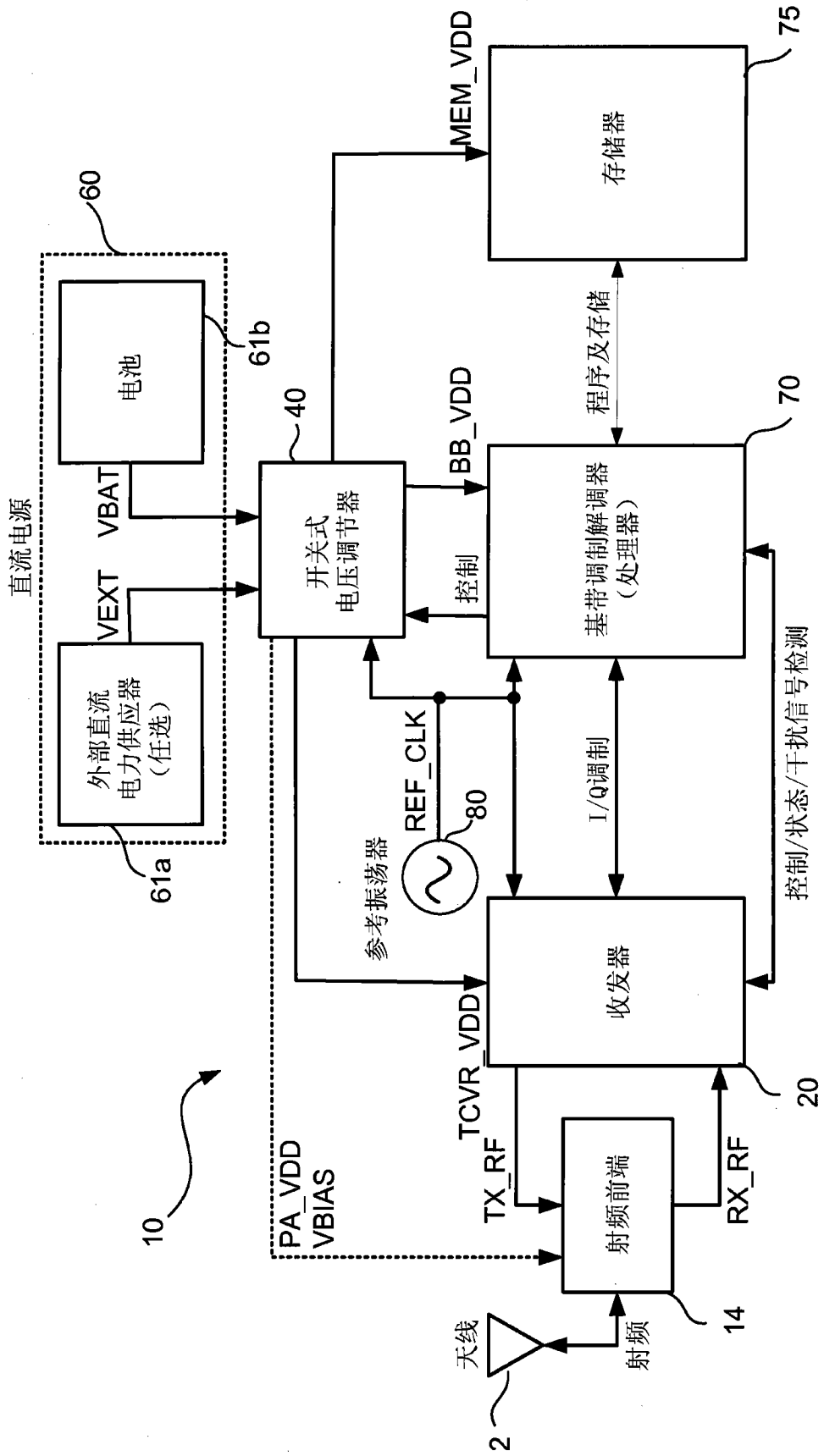


图 1

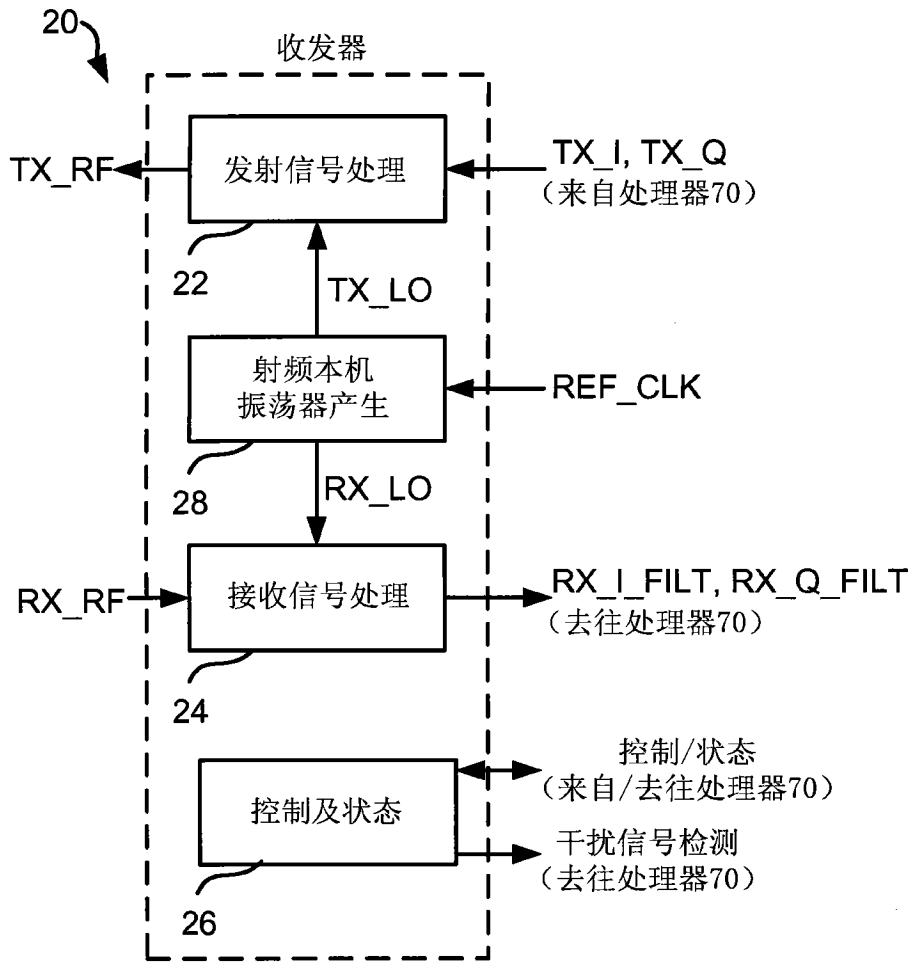


图 2

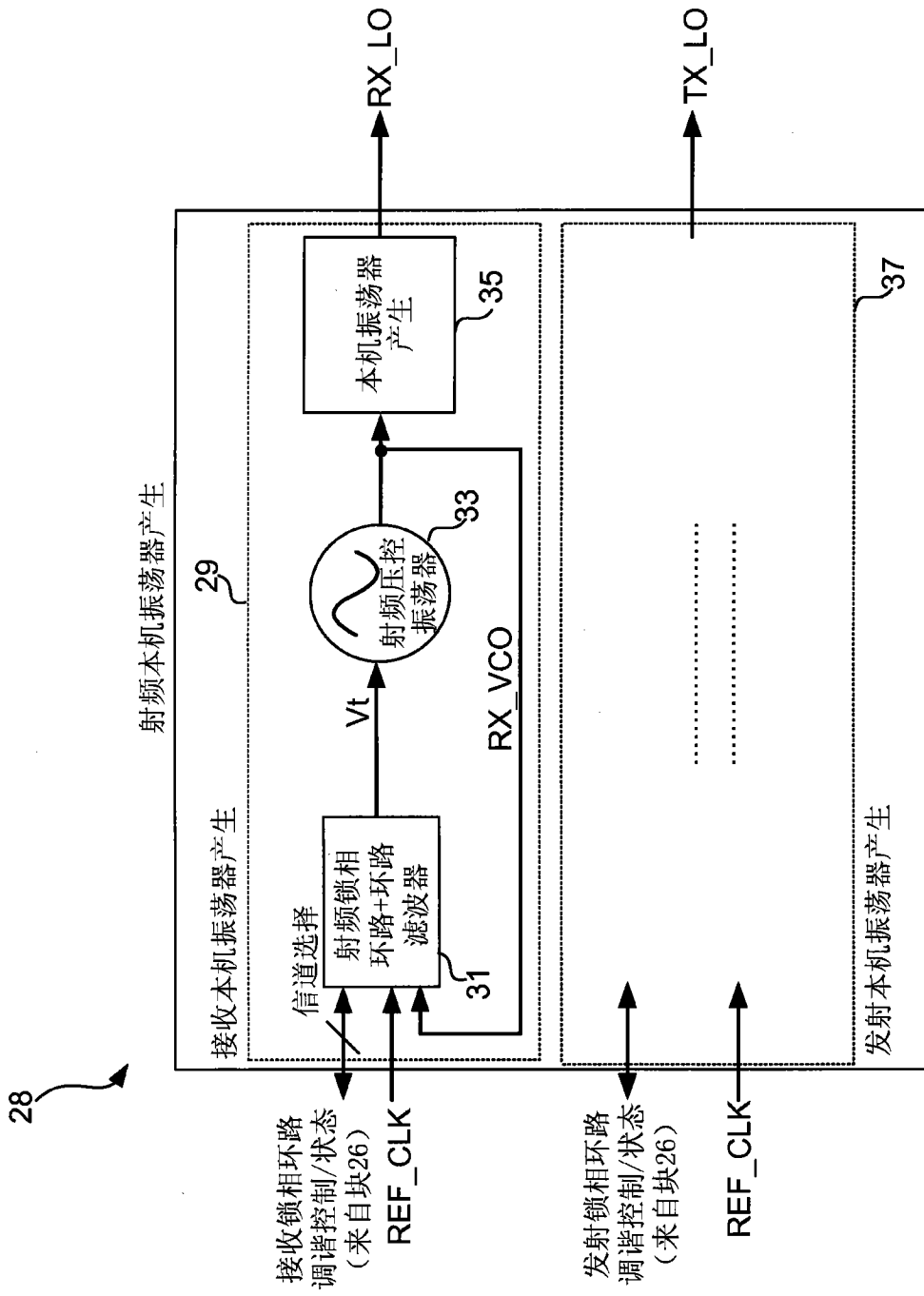


图 3

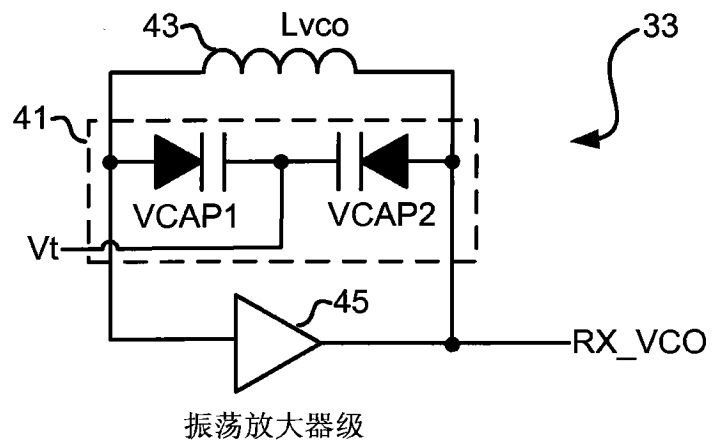


图 4

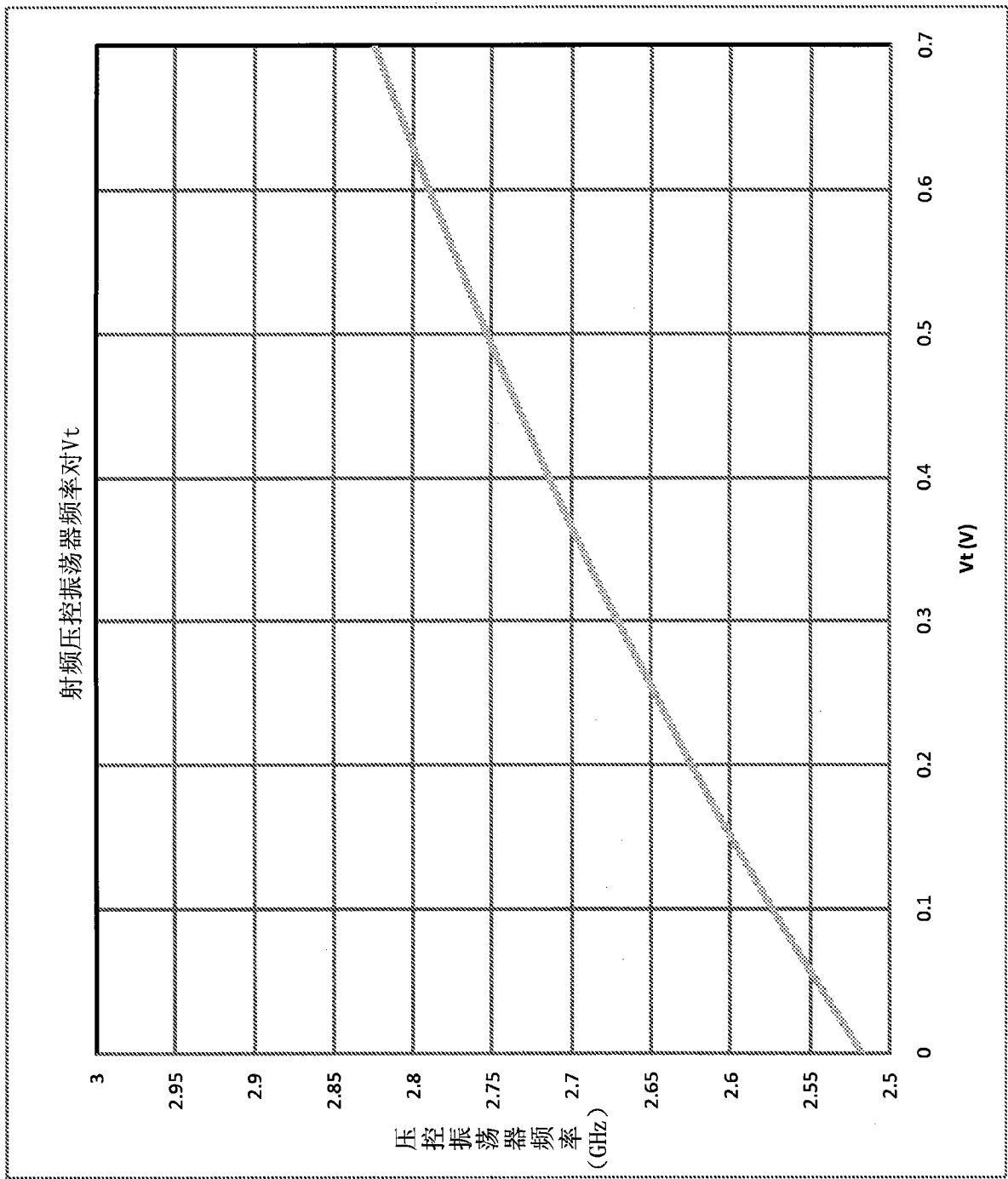


图 5

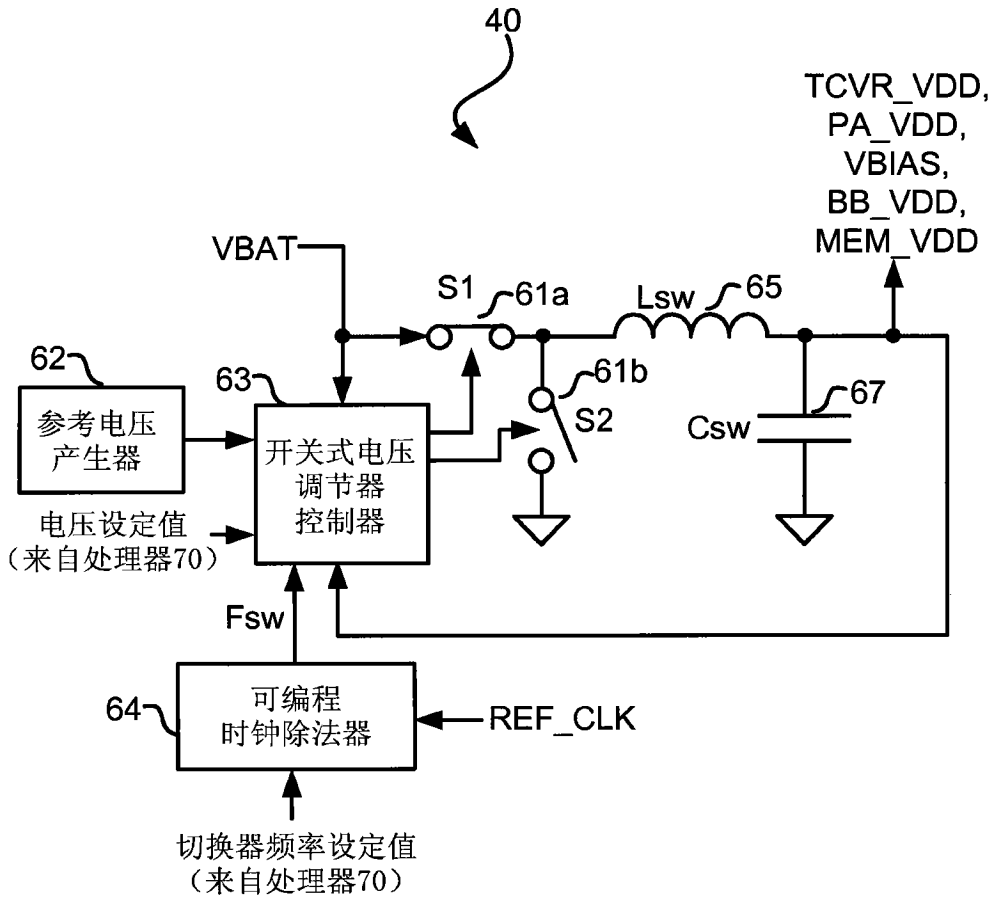


图 6

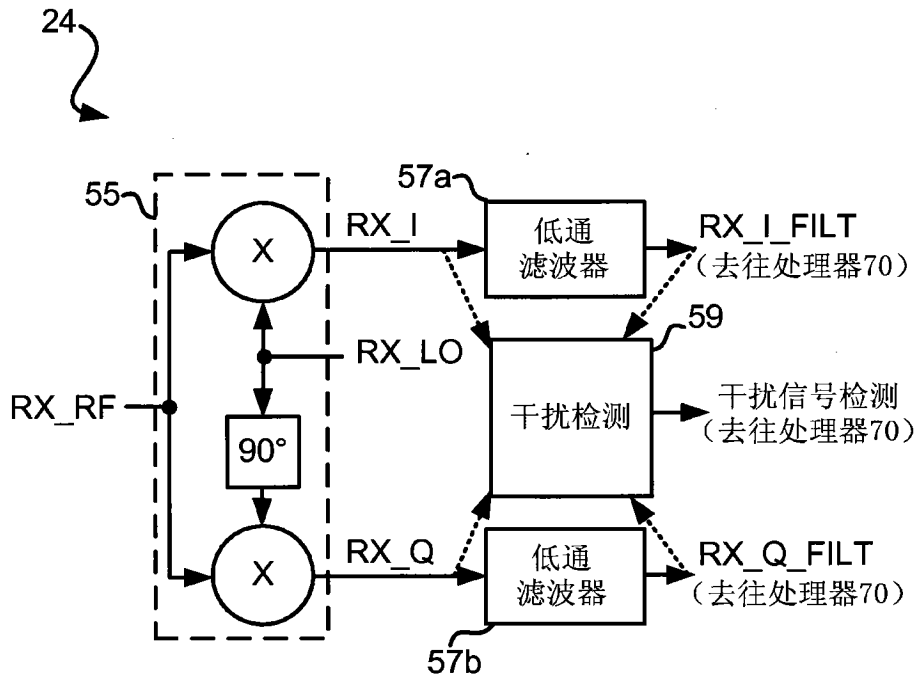
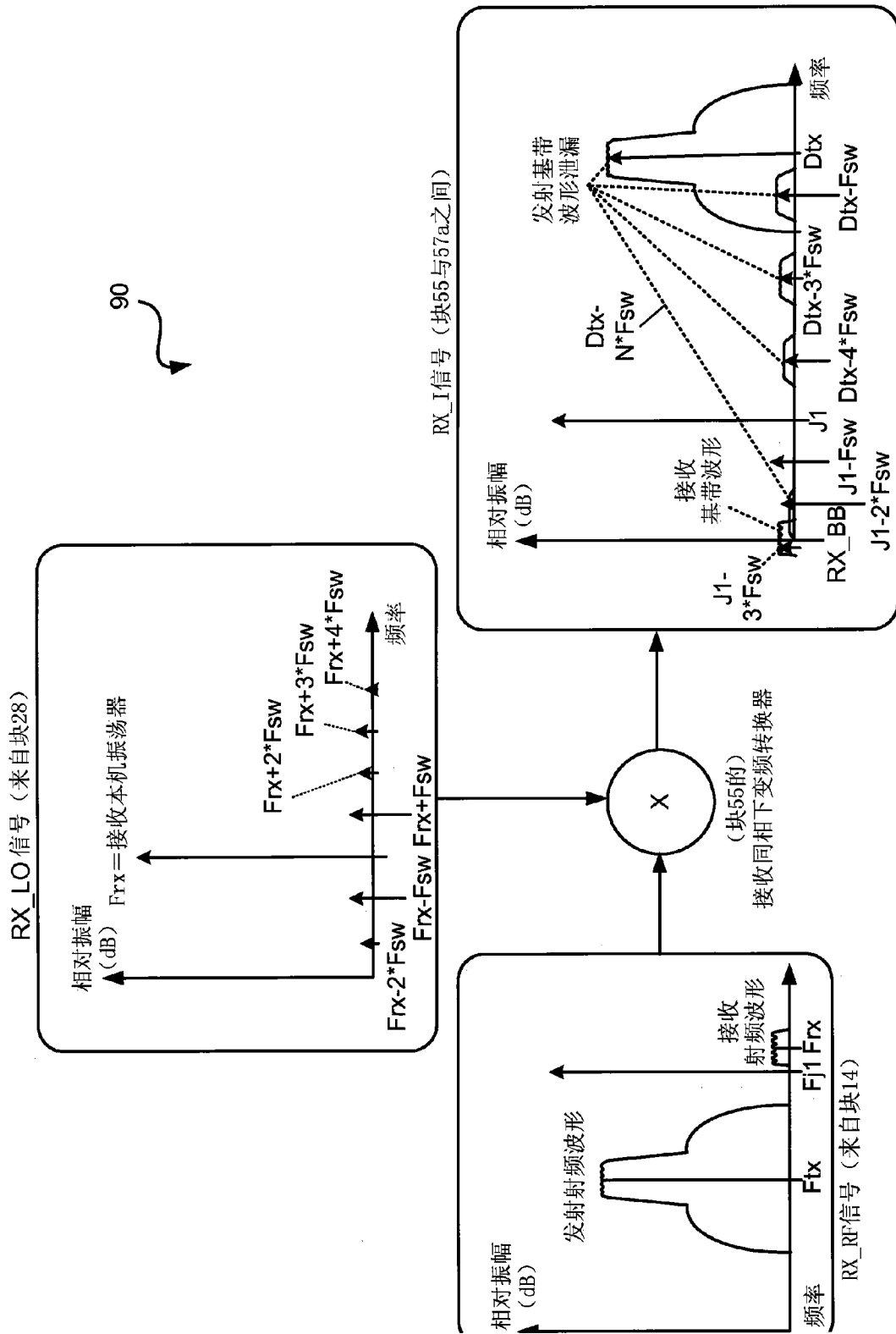


图 7



90

图 8

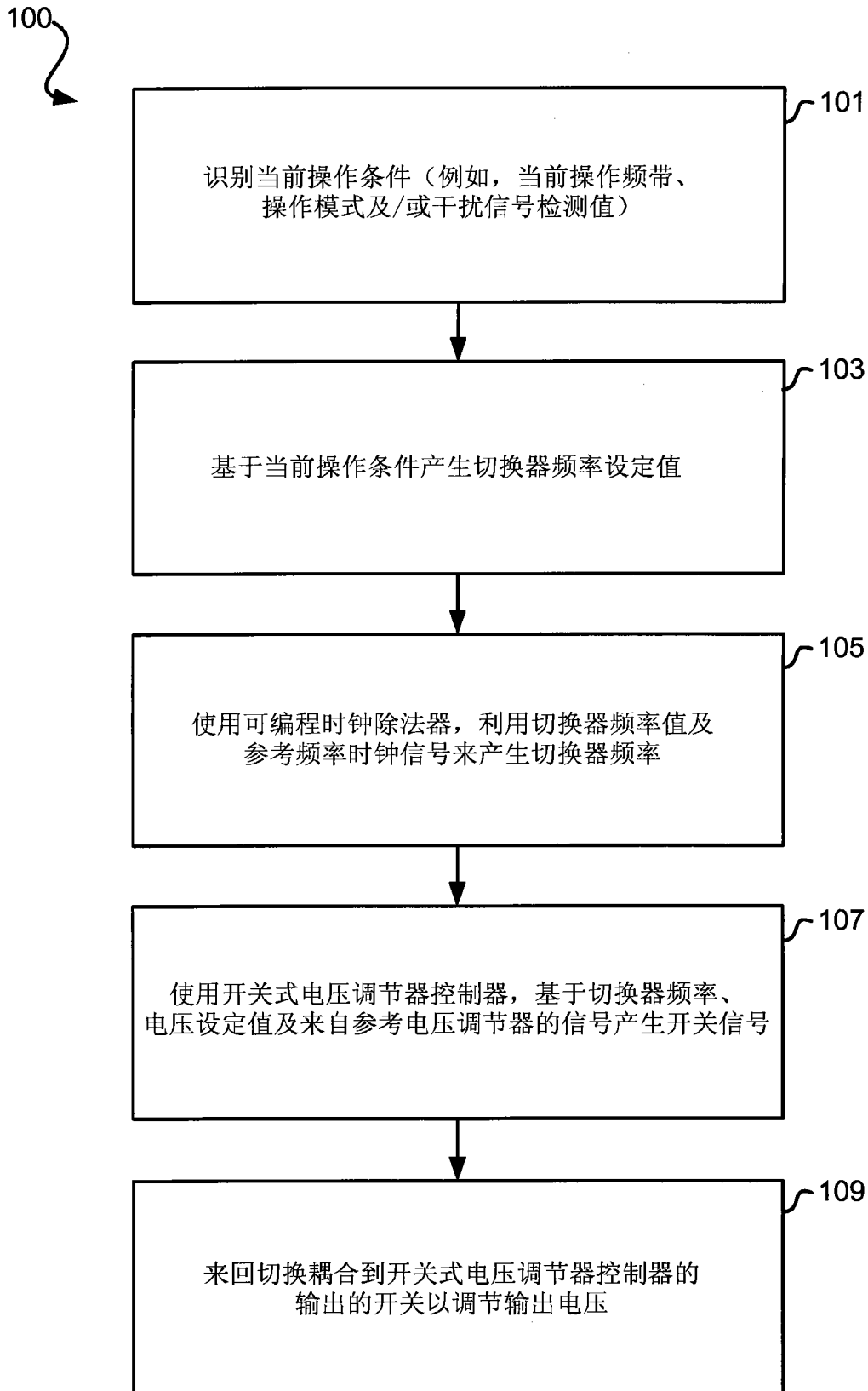


图 9

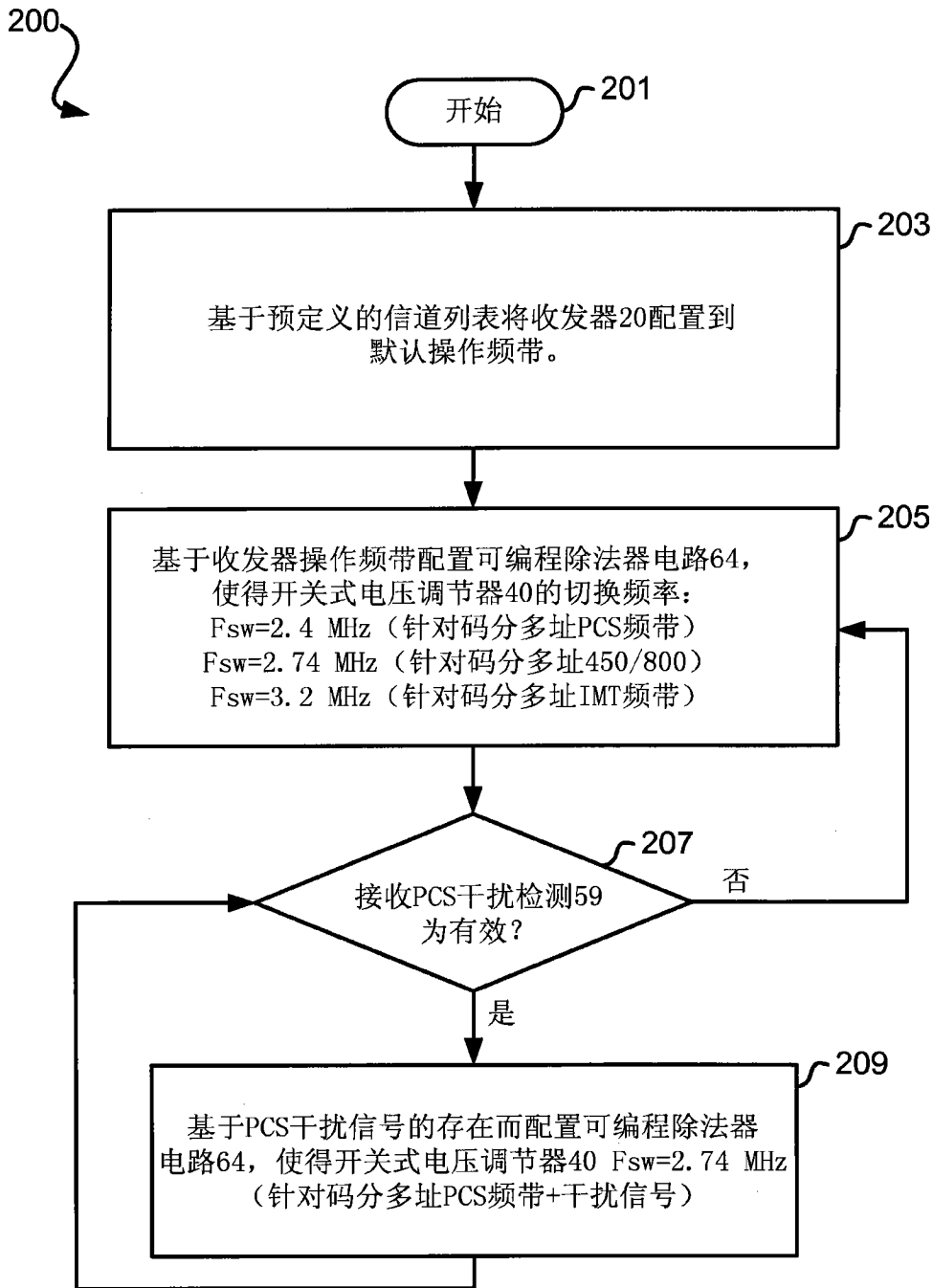


图 10