



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108572358 B

(45) 授权公告日 2023. 09. 01

(21) 申请号 201810211990.1

(22) 申请日 2018.03.14

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108572358 A

(43) 申请公布日 2018.09.25

(30) 优先权数据
17160924.1 2017.03.14 EP

(73) 专利权人 恩智浦有限公司
地址 荷兰埃因霍温高科技园区60邮编:
5656 AG

(72) 发明人 林郁 马尔滕·隆特

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021
专利代理师 杨静

(51) Int.Cl.

G01S 7/481 (2006.01)

G01S 7/483 (2006.01)

(56) 对比文件

WO 2008001092 A2, 2008.01.03

US 5717399 A, 1998.02.10

US 2008278370 A1, 2008.11.13

EP 2927706 A1, 2015.10.07

US 7492313 B1, 2009.02.17

CN 201259543 Y, 2009.06.17

US 2016266242 A1, 2016.09.15

审查员 李宏英

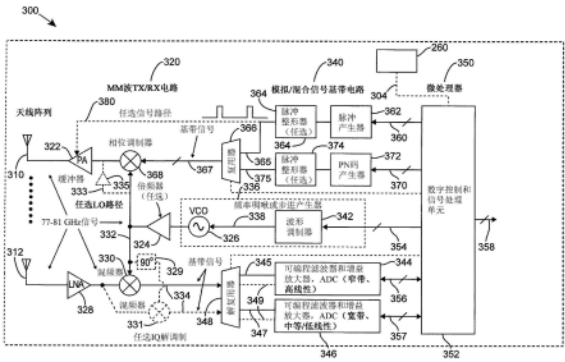
权利要求书2页 说明书15页 附图8页

(54) 发明名称

可重新配置的雷达单元、集成电路和其方法

(57) 摘要

描述一种可重新配置的雷达单元,其包括:毫米波(mmW)收发器(Tx/Rx)电路;混合模拟和基带集成电路;以及信号处理器电路。所述mmW Tx/Rx电路、混合模拟和基带集成电路以及信号处理器电路被配置成支持多个雷达操作模式。雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元(260)耦合到所述信号处理器电路且被配置成监测雷达性能,且响应于所述雷达性能,引发所述雷达操作模式的改变。以此方式,所述可重新配置的雷达单元支持多种雷达操作模式,且可取决于任何主导雷达性能条件动态地采用所述多种雷达操作模式。



1. 一种可重新配置的雷达单元,其特征在于,包括:

包括mmW Tx/Rx元件的mmW Tx/Rx电路,其被配置成放射发射雷达信号且接收所述发射雷达信号的回波信号;

包括混合模拟和基带元件的集成电路;以及

信号处理器电路;

其中所述mmW Tx/Rx电路、混合模拟和基带元件以及信号处理器电路被配置成支持多个雷达信号类型;以及

雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元(260),其耦合到所述信号处理器电路以及至少一个切换电路并且被配置成监测雷达性能,

其中所述多个雷达信号类型使用相同的mmW Tx/Rx元件并且在混合模拟和基带元件中采用不同的信号条件路径,且响应于检测到所监测到的雷达性能的减退,引发改变到不同的雷达信号类型,通过切换到使用在发送混合模拟和基带元件中的至少三个不同的发送信号条件路径中的不同的发送信号条件路径以及切换到使用在接收混合模拟和基带元件中的至少两个不同接收信号条件路径中的一个不同的接收信号条件路径,降低减退的雷达性能对改变后的雷达信号类型的影响。

2. 根据权利要求1所述的可重新配置的雷达单元,其特征在于,所述雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元(260)被配置成以实时方式引发两个雷达信号类型之间的切换。

3. 根据权利要求1或权利要求2所述的可重新配置的雷达单元,其特征在于,所述雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元(260)被配置成激活/启用相关联的电路以支持选定的雷达信号类型。

4. 根据权利要求1或权利要求2所述的可重新配置的雷达单元,其特征在于,所述多个雷达信号类型为三个或多于三个雷达信号类型。

5. 根据权利要求1或权利要求2所述的可重新配置的雷达单元,其特征在于,所述可重新配置的雷达单元被配置成支持来自以下的组中的多于两个雷达信号类型:调频连续波(FMCW)、脉冲模式连续波(PMCW)、频移键控(FSK)、超宽带(UWB)冲击雷达、脉冲多普勒雷达以及正交雷达信号处理。

6. 根据权利要求1或权利要求2所述的可重新配置的雷达单元,其特征在于,其中所述至少一个切换电路由所述信号处理器电路或所述雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元(260)控制以将选定的发射雷达信号传送到发射路径中的第一天线且从接收路径中的第二天线接收回波信号。

7. 根据权利要求6所述的可重新配置的雷达单元,其特征在于,所述至少一个切换电路包括发射路径中的复用器和接收路径中的解复用器,所述解复用器被配置成响应于选定的雷达信号类型而从所述信号处理器电路接收至少一个路径选择控制信号。

8. 根据权利要求1或权利要求2所述的可重新配置的雷达单元,其特征在于,所述可重新配置的雷达单元包括来自以下的组中的一个:

单芯片收发器,其包括所述mmW Tx/Rx电路、包括所述混合模拟和基带元件的集成电路以及包括所述信号处理器电路;

双集成电路收发器,其包括mmW Tx/Rx电路以及包括所述混合模拟和基带元件的集成电路,且其中所述信号处理器电路位于所述两个集成电路中的一个上;

三重集成电路收发器,其包括所述mmW TX/RX电路、包括所述混合模拟和基带的集成电路以及包括所述信号处理器电路。

9.根据权利要求1或权利要求2所述的可重新配置的雷达单元,其特征在于,在发射侧中,包含模拟和混合信号基带元件的集成电路包括:

多个雷达信号产生器电路;以及

复用器,其耦合到所述多个雷达信号产生器电路且被配置成选择由所述多个雷达信号产生器电路中的一个产生的雷达信号,以由所述可重新配置的雷达单元发射;

且在接收侧中包括:

多个雷达基带可编程电路;

解复用器,其耦合到所述多个雷达基带可编程电路且被配置成选择所述多个雷达基带可编程电路中的一个,以基于所述可重新配置的雷达单元的发射来处理接收到的雷达信号。

10.一种用于可重新配置的雷达单元的操作方法,所述可重新配置的雷达单元包括具有毫米波收发器元件的毫米波收发器电路,其被配置成发射发射雷达信号和接收所述发射雷达信号的回波信号;包含混合模拟和基带元件的集成电路;以及信号处理器电路;其特征在于,所述方法包括:

配置至少所述包含混合模拟和基带元件的集成电路以及信号处理器电路,以支持多个雷达信号类型;

其中所述方法的特征在于所述多个雷达信号类型使用相同的mmW Tx/Rx元件并且在混合模拟和基带元件中采用不同的信号条件路径,以及;

利用雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元(260)检测所述可重新配置的雷达单元的所监测到的雷达性能的减退;以及

响应于检测到所监测到的雷达性能的减退,引发改变到不同的雷达信号类型以少受减退的雷达性能的影响;

通过:

切换到使用在发送混合模拟和基带元件中的至少三个不同的发送信号条件路径中的不同的发送信号条件路径以及切换到使用在接收混合模拟和基带元件中的至少两个不同接收信号条件路径中的不同的接收信号条件路径,动态地重新配置所述包含混合模拟和基带元件的集成电路以及信号处理器电路中的至少一个的至少部分,以响应于所述检测到的雷达性能而实现所述雷达信号类型的改变。

可重新配置的雷达单元、集成电路和其方法

技术领域

[0001] 发明领域涉及用于毫米波 (mmW) 雷达单元的可重新配置的架构。取决于雷达单元的主导操作条件, 本发明适用于但不限于来自多个可能的支持架构的动态可选76-81GHz mmW射频 (RF) 架构。

背景技术

[0002] 对用于车辆的主动安全系统的需求日益增加。主动安全系统每车需要多个雷达传感器, 每个雷达传感器通常利用特定雷达技术工作。当前, 存在少数雷达传感器技术, 供领先的模块车辆制造商采用和安装。这些雷达传感器技术中的每一个在操作原理方面都不相同, 且通常每个雷达传感器架构 (和相关联的雷达技术) 由专用集成电路 (IC) 集合支持。76-81GHz的频段被分配用于此种雷达操作, 76-77GHz专用于长程操作, 77-81用于中程和短程汽车雷达操作。最普遍的架构支持调频连续波 (FMCW) 雷达信号的发射、接收和处理。此外, 其它已知架构和IC集合支持调相连续波 (PMCW) 雷达信号或频移键控 (FSK) 雷达信号或脉冲多普勒雷达信号或超宽带 (UWB) 冲击雷达信号的发射、接收和处理。采用不同雷达技术的雷达传感器提供替代的益处, 例如以便收集用于车辆安全系统的所有部分的物体的范围、速度和角度信息, 以正确运行。由于每个架构都具有各自的优势和劣势, 因此大多数实施方案都特别偏向支持某种雷达信号的主动安全系统, 且因此市场上存在许多替代的雷达技术。

[0003] 已知FMCW雷达单元可例如使用互补金属氧化物半导体 (CMOS) 技术在一个集成电路 (IC) 中实现, 或例如使用锗化硅 (SiGe) 技术在多个单独的IC中实现。现参看图1, 框图示出另一已知的FMCW雷达单元100。FMCW雷达单元100包括一个或多个发射器天线110和一个或多个接收器天线112和收发器以及信号处理电路。具有多个单独IC的雷达功能包括例如mmW收发器 (TxRx) 电路120、模拟/混合信号基带电路140和微处理器IC 150。在发射器意义上, 微处理器IC 150包括数字控制和信号处理单元152, 其将发射雷达信号154提供到频率啁啾产生器电路, 所述频率啁啾产生器电路包括模拟/混合信号基带电路140中的波形产生器142。波形产生器142将待调制的信号138提供到压控振荡器 (VCO) 电路126。接着任选地将经调制信号传递到倍频器124 (如果VCO产生的信号不处于FMCW雷达传感器100的工作频率)。VCO 126或倍频器124的高频输出132被传递到功率放大器122, 在所述功率放大器122处, 所述高频输出132被放大且被传递到一个或多个发射器天线110。

[0004] 在一个或多个接收器天线112处接收雷达信号, 且所述雷达信号被传递到低噪声放大器 (LNA) 128, 在所述LNA 128处被放大。经放大的接收到的雷达信号被传递到下混频器130, 在所述下混频器130处与从VCO 126输出的高频信号132混频。来自下混频器130的下变频转换的接收到的雷达信号134被输入到可编程基带电路144, 所述可编程基带电路144包括带通滤波器和一个或多个增益放大器, 以及模/数转换器 (ADC)。将来自可编程基带电路144的数字输出156输入到数字控制和信号处理单元152, 以供处理, 且输出接收到的经处理的雷达信号158。

[0005] 当前市场上的汽车雷达传感器中的大多数均内置有来自一个或多个不同IC设计

公司的芯片组(例如具有独立的接收器、发射器、PLL、基带和微处理器IC)。对此情况存在两个值得注意的观察结果。第一,车辆制造商此时公开的商业解决方案主要基于具有极其有限的可重新配置的特征的某种专用操作原理。具体地说,本发明的发明人已确定,在商业产品中尚未见到的大量成本是不同操作原理之间可重新配置的可能性,例如,从FMCW到PMCW到脉冲……,因而可重新配置性涉及包括为了实现所述可重新配置性的额外/冗余硬件。第二,制造商展示的通用雷达系统平台大多内置有现成的通用组件。此解决方案依赖于高性能数据转换器,以便实现可重新配置性,且这些高性能数据转换器功耗极大(通常几瓦特)。此外,此解决方案受到当前现有技术数据转换器的线性性能的限制,且因此在覆盖多种工作原理时仅能达到次优性能。可替换的是,可用于提供可重新配置性的高性能数据转换器当前不可用于涵盖所有严格的雷达系统要求(例如,无法满足无杂散动态范围(SFDR) > 90dBFS,带宽>1GHz),且通常也是昂贵的组件。

[0006] D.C.Vacanti的US9000974-B2描述了一种在单基地雷达系统中(其中天线通过环形器由发射器和接收器共享)组合具有不同但相似的操作原理的两个发射器/接收器(FMCW和脉冲)的方法。在此系统中,两个发射器(FMCW和脉冲)各自包括其自身相应的RF/mmW电路,但通过混合型耦合器共享相同的频率合成器。其输出通过定向耦合器组合到天线。在接收路径中,具有不同基带电路的两个接收器通过开关共享相同的RF/mmW前端电路(即,LNA和混频器),其相应的输出被传递到共享的信号处理单元(DSP)。值得注意的是,US9000974-B2的发明人没有考虑组合跨多种且相异的雷达技术的RF TxRx功能。

[0007] US7,148,840-B2和US3,688,313-B1都描述了能够组合最多两种类似的雷达技术即同样组合FMCW雷达与脉冲雷达以支持在单个雷达单元中的长程和短程目标追踪的架构。

[0008] 需要一种非专用、灵活的雷达架构,其支持更广泛的雷达技术,性能水平和成本都是可接受的。

发明内容

[0009] 根据本发明的第一方面,提供一种可重新配置的雷达单元,包括:

[0010] 毫米波(mmW)收发器(Tx/Rx)电路,其被配置成放射发射雷达信号且接收所述发射雷达信号的回波信号;

[0011] 混合模拟和基带集成电路;以及

[0012] 信号处理器电路;

[0013] 其中所述mmW Tx/Rx电路、混合模拟和基带集成电路以及信号处理器电路被配置成支持多个雷达操作模式;以及

[0014] 雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元,其耦合到所述信号处理器电路且被配置成监测雷达性能,且响应于所述雷达性能,引发所述雷达操作模式的改变。

[0015] 在一个或多个实施例中,所述雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元被配置成以实时方式引发多于两个雷达操作模式的切换。

[0016] 在一个或多个实施例中,所述雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元被配置成激活/启用相关联的电路以支持所述选定的雷达操作模式。

[0017] 在一个或多个实施例中,所述多个雷达操作模式为三个或多于三个雷达操作模式。

[0018] 在一个或多个实施例中,所述可重新配置的雷达单元被配置成支持来自以下的组中的多于两个雷达操作模式:调频连续波(FMCW)、脉冲模式连续波(PMCW)、频移键控(FSK)、超宽带(UWB)冲击雷达、脉冲多普勒雷达以及正交雷达信号处理。

[0019] 在一个或多个实施例中,所述可重新配置的雷达单元进一步包括至少一个切换电路,所述至少一个切换电路位于所述混合模拟和基带集成电路与所述mmW Tx/Rx电路之间,其中所述至少一个切换电路由所述信号处理器电路或所述雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元控制以将选定的发射雷达信号传送到发射路径中的第一天线且从接收路径中的第二天线接收回波信号。

[0020] 在一个或多个实施例中,所述至少一个切换电路包括发射路径中的复用器和接收路径中的解复用器,所述解复用器被配置成响应于选定的雷达操作模式而从所述信号处理器电路接收至少一个路径选择控制信号。

[0021] 在一个或多个实施例中,所述mmW Tx/Rx电路是被配置成支持多个雷达信号类型的单个可重新配置的mmW Tx/Rx电路。

[0022] 在一个或多个实施例中,所述混合模拟和基带集成电路被配置成支持发射侧中的至少三个不同信号调节路径。

[0023] 在一个或多个实施例中,所述混合模拟和基带集成电路被配置成支持接收侧中的至少两个不同信号调节路径。

[0024] 在一个或多个实施例中,所述可重新配置的雷达单元包括来自以下的组中的一个:

[0025] 单芯片收发器,其包括所述mmW Tx/Rx电路、所述混合模拟和基带集成电路以及所述信号处理集成电路;

[0026] 双集成电路收发器,其包括mmW Tx/Rx集成电路以及所述混合模拟和基带集成电路,且其中所述信号处理器位于所述两个集成电路中的一个上;

[0027] 三重集成电路收发器,其包括所述mmW TX/RX电路、所述混合模拟和基带集成电路以及所述信号处理集成电路。

[0028] 在一个或多个实施例中,所述mmW Tx/Rx电路被配置成在77-81GHz通信频率范围中操作。

[0029] 根据本发明的第二方面,提供一种用于可重新配置的雷达单元的模拟和混合信号基带集成电路,在发射侧中包括:

[0030] 多个雷达信号产生器电路;以及

[0031] 复用器,其耦合到所述多个雷达信号产生器电路且被配置成选择由所述多个雷达信号产生器电路中的一个产生的雷达信号,以由所述可重新配置的雷达单元发射;

[0032] 且在接收侧中包括:

[0033] 多个雷达基带可编程电路;

[0034] 解复用器,其耦合到所述多个雷达基带可编程电路且被配置成选择所述多个雷达基带可编程电路中的一个,以基于所述可重新配置的雷达单元的所述发射来处理接收到的雷达信号。

[0035] 在一个或多个实施例中,所述多个雷达基带可编程电路包括:

[0036] 第一可选可编程电路,其包括至少一个滤波器、至少一个放大器和被配置成用于

窄带和/或高线性操作的至少一个模/数转换器;以及

[0037] 第二可选可编程电路,其包括至少一个滤波器、至少一个放大器和被配置成用于宽带和/或低线性操作的至少一个模/数转换器。

[0038] 根据本发明的第三方面,提供一种用于可重新配置的雷达单元的操作方法,所述可重新配置的雷达单元包括毫米波(mmW)收发器(Tx/Rx)电路,其被配置成放射发射雷达信号和接收所述发射雷达信号的回波信号;混合模拟和基带集成电路;以及信号处理器电路;所述方法包括:

[0039] 配置至少所述混合模拟和基带集成电路以及信号处理器电路,以支持多个雷达操作模式;

[0040] 利用雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元监测所述可重新配置的雷达单元的性能;以及

[0041] 动态地重新配置所述混合模拟和基带集成电路以及信号处理器电路中的至少一个的至少部分,以响应于所述监测到的雷达性能而实现所述雷达操作模式的改变。

[0042] 本发明的这些和其它方面将从下文中所描述的实施例中显而易见且参考下文中所描述的实施例予以阐明。

附图说明

[0043] 将参考图式仅借助于例子描述本发明的另外的细节、方面和实施例。在图式中,相似附图标记用于识别相似或功能上类似的元件。为简单和清晰起见,示出图中的元件,且这些元件未必按比例绘制。

[0044] 图1示出已知调频连续波(FMCW)雷达单元的框图。

[0045] 图2示出根据本发明的示例实施例的具有IC架构和雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元的可重新配置的雷达单元的示例概观框图。

[0046] 图3示出根据本发明的示例实施例的建議的可重新配置的、多操作模式雷达单元和IC架构的示例详细框图。

[0047] 图4示出根据本发明的示例实施例的在选择用于图3的雷达IC架构的超宽带操作模式之后可重新配置的多操作模式雷达单元的电路启用和信号流图。

[0048] 图5示出根据本发明的示例实施例的在选择用于图3的雷达IC架构的PMCW操作模式之后可重新配置的多操作模式雷达单元的电路启用和信号流图。

[0049] 图6示出根据本发明的示例实施例的用于选择图3的建議的可重新配置的多操作模式雷达IC架构中的一个架构的复用器的框图。

[0050] 图7示出根据本发明的示例实施例的在选择用于图3的雷达IC架构的FMCW/FSK操作模式之后可重新配置的多操作模式雷达单元的电路启用和信号流图。

[0051] 图8示出根据本发明的示例实施例的用于选择建議的可重新配置的多操作模式雷达IC架构中的一个的示例流程图。

具体实施方式

[0052] 本发明的发明人已经认识且了解到,开发支持多种可选雷达技术且能够以实时方式在多种可选雷达技术之间切换的雷达架构/雷达单元设计将是有利的。参考可重新配置

的雷达单元来描述本发明的例子,所述可重新配置的雷达单元包括雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元,且能够以实时方式在多个雷达操作模式之间切换。尽管参考三个集成电路雷达解决方案(即,mmW TX/RX电路、混合模拟和基带集成电路以及信号处理集成电路)描述了本发明的例子,但可以设想本文中所描述的支持多于两个雷达操作模式的概念可以在单芯片收发器中实施。在本发明的替代例子中,单芯片收发器解决方案能够利用低功率且经济的雷达硬件平台来支持两个或多于两个雷达操作模式。在一些例子中,信号处理IC位于单个芯片上,以实现不同的多种操作模式之间的可重新配置性,以服务广泛的雷达应用。尽管参考三个集成电路雷达解决方案,即mmW TX/RX电路、混合模拟和基带集成电路以及信号处理集成电路,描述了本发明的例子,但可以设想本文中所描述的概念可以在单个集成电路雷达解决方案中实施,其中所有三个功能可位于一个集成电路中。

[0053] 在本发明的例子中,包括雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元且能够以实时方式在多个操作模式之间切换的可重新配置的雷达单元能够支持普遍雷达操作原理中的每一个,例如FMCW、PMCW、FSK、UWB冲击雷达和正交雷达信号处理。在本发明的一些例子中,可使用高度集成的汽车雷达RFCMOS IC来提供经济的且低功率的雷达硬件平台,所述高度集成的汽车雷达RFCMOS IC可例如由软件重新配置以在各种操作模式下操作。以此方式,CMOS制造工艺技术的最新进展使得CMOS晶体管具有接近其它高速技术(例如SiGe和GaAs)的性能,由此在更大体积下制造CMOS IC的成本和产量要低得多。此外,调适CMOS允许将mmW/RF收发器和基带电路与数字信号处理器集成,由于CMOS工艺的进步,这种技术提供了更高的处理能力,而以前这些技术仅在其它技术中可用。因此,处理能力的增加可能能够提供更高水平的可重新配置性且支持性能监测功能。

[0054] 在本发明的例子中,可重新配置的雷达单元包括雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元,其耦合到信号处理电路,且在一些例子中耦合到单个可重新配置的mmW Tx/Rx电路,其能够通过以实时方式在雷达操作模式之间切换来克服已知雷达架构的限制。在一些例子中,可响应于确定雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元感测到的主要雷达性能的状态而以实时方式在雷达操作模式之间执行切换。在一些例子中,可重新配置的雷达单元包括单个可重新配置的mmW Tx/Rx电路,其能够有效地支持多种雷达信号类型,从而跨多种雷达信号类型重复使用相同的硬件电路和组件。以此方式,可以构造具有低设计复杂度和低功耗的可重新配置的雷达单元。

[0055] 本发明的第一方面描述一种可重新配置的雷达单元,其包括:毫米波(mmW)收发器(Tx/Rx)电路;混合模拟和基带集成电路;以及信号处理器电路。所述mmW Tx/Rx电路、混合模拟和基带集成电路以及信号处理器电路被配置成支持多个雷达操作模式。雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元耦合到信号处理器电路且被配置成监测雷达性能,且响应于所述雷达性能,引发雷达操作模式的改变。以此方式,可重新配置雷达单元支持多种雷达操作模式且可取决于任何主导雷达性能条件动态地采用所述多种雷达操作模式。此外,此种可重新配置的架构,且尤其各种功能和电路的选择和组合,提供了一种经济的硬件实施解决方案。

[0056] 在一些例子中,雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元被配置成引发以实时方式在两个雷达操作模式之间切换。以此方式,可重新配置的雷达单元可能能够取决于任何主导(例如快速改变的)雷达性能条件而在许多雷达操作模式中的任一个之间动态地切换。

[0057] 在一些例子中,多个雷达操作模式可包括多于两个雷达操作模式,例如来自以下的组中的两个或多于两个:调频连续波(FMCW)、脉冲模式连续波(PMCW)、频移键控(FSK)、超宽带(UWB)冲击雷达、脉冲多普勒雷达。以此方式,相比于当前已知的技术,可支持多种雷达操作模式。此外,支持的雷达操作模式可能比已知技术的雷达技术品种(和差异性)大得多。

[0058] 在一些例子中,mmW Tx/Rx电路可以是配置成支持多种雷达信号类型的单个可重新配置的mmW Tx/Rx电路。以此方式,例如对于汽车雷达应用,mmW Tx/Rx电路(和其中的每个组件和电路)可被配置为使用RFCMOS IC的高度集成的77-81GHz汽车雷达,其具有硬件,所述硬件可由软件重新配置成以支持的各种操作模式中的一个操作,例如重新配置PA以在正常PA模式或动态电源电压模式或切换模式(ASK)下工作。

[0059] 在一些例子中,可重新配置的雷达单元可包括以下的组中的一个:单芯片收发器,其包括mmW Tx/Rx电路、混合模拟和基带集成电路以及信号处理集成电路;双集成电路收发器,其包括mmW Tx/Rx集成电路和混合模拟和基带集成电路,且其中信号处理器位于两个集成电路中的一个上;三重集成电路收发器,其包括mmW TX/RX电路、混合模拟和基带集成电路以及不同的信号处理集成电路。

[0060] 在本发明的第二方面中,描述一种用于可重新配置的雷达单元的模拟和混合信号基带集成电路。模拟和混合信号基带集成电路在发射侧包括:多个雷达信号产生器电路;以及复用器,其耦合到多个雷达信号产生器电路且被配置成选择由多个雷达信号产生器电路中的一个产生的雷达信号,以由可重新配置的雷达单元进行发射。模拟和混合信号基带集成电路在接收侧另外包括:多个雷达基带可编程电路;以及解复用器,其耦合到多个雷达基带可编程电路,且被配置成选择多个雷达基带可编程电路中的一个,以基于可重新配置的雷达单元的发射来处理接收到的雷达信号。在一些例子中,多个雷达基带可编程电路可包括:第一可选可编程电路,其包括至少一个滤波器、至少一个放大器和至少一个模/数转换器,所述至少一个模/数转换器被配置成用于窄带、高线性操作;以及第二可选可编程电路,其包括至少一个滤波器、至少一个放大器和被配置成用于宽带、低线性操作的至少一个模/数转换器。

[0061] 在本发明的第三方面中,用于可重新配置的雷达单元的操作方法,所述可重新配置的雷达单元包括:毫米波(mmW)收发器(Tx/Rx)电路,其被配置成发射发射雷达信号和接收所述发射雷达信号的回波信号;混合模拟和基带集成电路;以及信号处理器电路;因此mmW Tx/Rx电路、混合模拟和基带集成电路以及信号处理器电路。方法包括配置至少混合模拟和基带集成电路以及信号处理器电路,以支持多个雷达操作模式;利用雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元监测雷达性能;以及动态地重新配置混合模拟和基带集成电路以及信号处理器电路中的至少一个的至少部分,以响应于监测到的雷达性能而实现雷达操作模式的改变。

[0062] 因为本发明的所示出实施例可以在很大程度上使用本领域的技术人员所熟知的电子组件和电路来实施,因此,为了理解和了解本发明的基础概念且避免混淆或无法专心于本发明的教导,下文将不再以比认为是说明所必要的程度更大的程度解释细节。

[0063] 现参看图2,示出根据本发明的示例实施例的具有IC架构和雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元260的可重新配置的雷达单元200的示例概观框图。可重新配置的雷达单元200包括雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元260,其接收雷达灵敏度监测信号

205且可操作地耦合到此例子中的77GHz汽车雷达单元的三个域中的至少一个域。可重新配置的雷达单元200包括一个或多个发射器天线210和一个或多个接收器天线212,所述可重新配置的雷达单元200被分割成各自由相应IC支持的三个域,即:毫米波(mmW)/RF IC(或域)220,基带和模拟信号IC(或域)240,以及数字IC(或域)250。在此例子中,可以设想雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元260可操作地耦合到数字IC(或域)250且被配置成监测主要雷达性能。在其它例子中,由于雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元260主要被实施为数字电路(原因在于其执行数字信号处理且产生用于重新配置mmWave/RF电路和基带电路的控制信号),所以其可并入其它数字控制和信号处理,例如,数字IC 250。

[0064] 在此例子中,可以设想可能被监测的主要雷达性能可包括例如来自在同一附近位置处操作的其它雷达单元的任何强烈的相互干扰(通常称为‘拥塞’)的存在。如果附近的车辆使用相同类型的雷达,其具有相似类型的发射波形,那么可以得知它们可能引起假报警(所谓的‘虚假目标’),或它们可能使彼此的灵敏度降级。例如可通过对接收到的信号的频谱的数字信号处理,且通过观察本底噪声或频调是否超过理论最大量值等来执行对干扰的检测。

[0065] 在一些例子中,取决于雷达单元遇到的干扰或拥塞信号的类型,以及雷达单元检测到的或被配置用于的任何实时操作环境,用户或车辆的主处理器可就地对雷达单元进行重新配置。在基于移动车辆的雷达应用中(这将不同于其它应用中使用的大多数是静止的雷达),本文中所描述的可重新配置性例子支持多种实际操作情形,例如在高速公路和城市地区中操作,而在其附近可有或没有静止和移动的物体。可以设想在一些例子中,本文中所描述的架构可例如用作FMCW,此时更多的输出功率集中在一个频率中,因此其具有更好的范围性能,但此时其可能更容易受到来自相同类型的干扰雷达的干扰。当主导操作条件较不易受到干扰的影响时,本文中所描述的架构可例如用作PMCW雷达,但此时存在较低的峰值功率且需要更多的计算功率。当期望良好的范围分辨率且可通过调整脉冲宽度来容易地调适范围分辨率时,本文中所描述的架构可例如用作UWB冲击雷达。类似地,当本文中所描述的架构还具有低功耗且可能需要提供方位角的宽覆盖但仅提供范围信息时可例如用作UWB冲击雷达(因此其具有抗干扰的鲁棒性,且是用于短距离目标检测,例如停车以及停止和运行传感器的有用选项)。在一些例子中,可通过处理接收信号,和/或由例如相机、激光雷达等汽车配备的其它传感器辅助来在数字域中执行检测。以此方式,相比于已知的非可重新配置的雷达单位,至少对于汽车应用来说,此可重新配置的雷达架构能够增加鲁棒性和安全性。

[0066] mmW/RF IC(或域)220可支持多个收发器信道且包括跨这些信道运行的电路和组件,例如:功率放大器(PA)、低噪声放大器(LNA)、混频器、乘法器或除法器、压控振荡器(VCO)、传输线等等。在一些例子中,基带和模拟信号IC(或域)240还包括电路和组件,例如:可编程门阵列、低通滤波器(LPF)、高通滤波器(HPF)、数/模转换器DAC、模/数转换器ADC、波形调制器、脉冲整形器、锁相回路、串行转并行接口(SPI)等等。数字IC(或域)250可包括电路和组件,例如:微处理器、数字信号处理器(DSP)、存储器等等。经数字处理的输出信号258从数字IC(或域)250输出。

[0067] 根据本发明的示例实施例,雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元260被配置成确定可重新配置的雷达单元200的主导操作条件,且响应于所述主导操作条件,选择将采

用的合适雷达操作模式,且在一些例子中,启用相应域/IC中的电路和组件来支持选定的雷达操作模式。以此方式,在一个例子中,雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元260支持可动态选择的77-81GHz mmW射频(RF)雷达架构,其支持对多种可能的雷达信号类型的处理。可替换的是,在一些例子中,雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元260可提供感测到的详述雷达单元200的一个或多个主导操作条件的信号,且将此感测到的信号发送到数字IC(或域)250,以供位于其中的信号处理器建议激活/启用哪个雷达配置和相关的电路和组件。

[0068] 根据本发明的示例实施例,数字IC(或域)250已被配置成支持来自单个(或多个)信号处理单元的多种雷达配置和雷达信号类型。根据本发明的示例实施例,基带和模拟信号IC(或域)240已被配置成在发射侧中并行地包括三个不同信号调节路径,且在接收侧中具有两个到三个不同信号调节路径。

[0069] 根据本发明的示例实施例,mmW/RF IC(或域)220已被配置成主要支持使用单个雷达RF架构的多种雷达信号类型。包括功率放大器(PA)、低噪声放大器(LNA)、压控振荡器(VCO)的mmW/RF IC(或域)220在所有雷达操作模式和信号类型中被重复使用,这是因为汽车雷达应用中的所有操作模式处于相同频段(76-81GHz)。以此方式,可避免使用重复的雷达RF IC,且可有效地实现单个可重新配置的雷达架构的重复使用。就雷达单元的功耗和硅面积来说,使用单个雷达RF架构(而非用以支持多种雷达信号类型的多个并行架构)是有利的,其中mmW前端电路倾向于占用接近70%的功耗和硅面积。这在汽车雷达系统的示例应用中尤其有用,由此无论所采用的雷达技术原理如何,频谱调节对于所有雷达操作都指定相同的频率范围(77-81GHz)。根据本发明的一些示例实施例,mmW/RF IC(或域)220已被配置成支持额外任选的雷达信号处理类型,例如以正交形式处理的雷达信号。

[0070] 本领域的技术人员应认识到,如果不同雷达架构不在相同频段(例如,77GHz和24GHz)中操作,那么mmW电路中的一些不可被共享。此外,如果在特定情况中用户希望选择最高性能,那么可使用至少部分使用单独的专用mmW/RF前端电路的架构的决策。然而,对于基带和数字域电路,如果最小化功耗并非首要考虑因素且期望较好的灵活性,那么也可以做出不同的决策。在此情况下,为了替换所有专用信号产生子模块(例如脉冲产生器、脉冲整形器,波形调制器等……),可采用高性能DAC,以及位于接收路径中的高性能但功耗大的ADC。

[0071] 在本发明的一些例子中,尽可能合理地共享mmWave/RF电路,这是因为mmW/RF组件体积大且消耗大的芯片面积。相比之下,一些基带电路是分离的,以便实现现有技术实施方案的当前状态中的最高性能,且受益于其功率和硅面积消耗比mmW/RF电路小得多。此外,在一些例子中,尽可能实际地共享数字信号处理电路,这是因为数字电路使用相同的门资源提供良好的可重新配置性。

[0072] 现参看图3,示出建议的可重新配置的多操作模式雷达单元300的示例概观框图。在示出的例子中,为了简单的目的,仅示出一个收发器(发射器和接收器)。在其它例子中,可以设想本文中所描述的概念可适用于并行地含有多个收发器的IC,例如在多输入多输出(MIMO)系统或相控阵列雷达系统中。多操作模式雷达单元架构300包括一个或多个发射器天线310和一个或多个接收器天线312,且在此例子中,三个单独集成电路(IC)功能:mmW收发器(TxRx)电路320、模拟/混合信号基带电路340和微处理器IC 350。多操作模式雷达单元

300包括雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元260,其被配置成监测雷达性能,且响应于所述雷达性能,引发雷达操作模式的改变。在一些例子中,雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元260可被配置成确定雷达单元的主导操作条件,且响应于所述主导操作条件,选择更适合于所确定的主导操作条件的合适的雷达操作模式。以此方式,在一个例子中,雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元260支持可动态选择的77GHz mmW射频(RF)操作模式,且在一些例子中被配置成选择和激活/启用相关联的电路,以支持所述操作模式。因此,雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元260将控制信号提供到微处理器IC 350,以建议激活/启用(或为微处理器IC 350提供主导操作条件信息,以选择)哪个雷达配置。

[0073] 在发射器意义上,对于第一FMCW操作模式,微处理器IC 350包括数字控制和信号处理单元352,所述数字控制和信号处理单元352将第一发射雷达信号354提供到频率啁啾产生器电路,所述频率啁啾产生器电路包括模拟/混合信号基带电路340中的波形产生器342。波形产生器342将待调制的信号338提供到压控振荡器电路326。接着任选地将经调制信号传递到倍频器324(如果VCO产生的信号不处于FMCW雷达单元300的工作频率)。倍频器324的高频输出332经由缓冲器335和任选的本地振荡器路径333传递到功率放大器322,在所述功率放大器322中被放大且被传送到一个或多个发射器天线310。

[0074] 在发射器意义上,对于第二UWB脉冲操作模式的第一例子,数字控制和信号处理单元352将第二发射雷达信号360提供到模拟/混合信号基带电路340中的脉冲产生器电路362。脉冲产生器电路362产生经脉冲信号,所述经脉冲信号可在任选的脉冲整形器364中整形且被传送365到复用器366。复用器366由控制信号控制,在此例子中,所述控制信号由数字控制和信号处理单元352提供。如果选定,那么复用器366将呈基带形式的经脉冲(经整形)信号367输出到上混频器368。上混频器368通过使呈基带形式的经脉冲(经整形)信号367与由压控振荡器电路326产生的高频本地振荡器信号混频来将所述经脉冲信号367上变频转换成高频雷达信号。接着经调制的上变频转换的经脉冲(经整形)信号被传递到功率放大器322,在其中,被放大且被传送到一个或多个发射器天线310。

[0075] 在发射器意义上,对于第二UWB脉冲操作模式的第二例子,数字控制和信号处理单元352将第二发射雷达信号360提供到模拟/混合信号基带电路340中的脉冲产生器电路362。脉冲产生器电路362产生经脉冲信号,所述经脉冲信号可在任选的脉冲整形器364中整形且作为任选的信号路径被直接传送到功率放大器322。在UWB脉冲操作模式的此第二例子中,经脉冲调制雷达信号通过功率放大器322内的高频切换电路和短脉冲产生电路产生,所述功率放大器322通过将其‘打开’和‘关闭’来调制发射信号。脉冲串的重复间隔由脉冲产生器电路,例如任选的脉冲整形器364控制。

[0076] 在发射器意义上,对于第三伪随机噪声(PN)码操作模式,数字控制和信号处理单元352将第三发射雷达信号370提供到模拟/混合信号基带电路340中的PN码产生器电路362。PN经译码的产生器电路372产生PN码信号,所述PN码信号可在任选的脉冲整形器374中整形且被传送375到复用器366。复用器366由控制信号控制,在此例子中,所述控制信号由数字控制和信号处理单元352提供。如果选定且基于控制信号,那么复用器366将呈基带形式的经脉冲(经整形)信号367输出到上混频器368。上混频器368通过使呈基带形式的经脉冲(经整形)信号367与由压控振荡器电路326产生的高频本地振荡器信号混频来将所述经脉冲信号367上变频转换成高频雷达信号。接着经调制的上变频转换的经脉冲(经整形)信

号被传递到功率放大器322,在其中,被放大且被传递到一个或多个发射器天线310。

[0077] 在接收器意义上,第一接收到的雷达信号可在一个或多个接收器天线312处被接收,且被传递到在其中被放大的低噪声放大器(LNA) 328。经放大的接收到的雷达信号被传递到下混频器330,在所述下混频器330处与从VCO 326输出的高频未经调制的信号332混频。来自下混频器330的下变频转换的接收到的雷达信号334被输入到解复用器348,所述解复用器348由控制信号控制,在此例子中,所述控制信号由数字控制和信号处理单元352提供。如果选定,且基于控制信号,那么解复用器348将宽带基带信号345(通常从几百MHz到几GHz)输出到第一可编程基带电路344,所述第一可编程基带电路344包括一个或多个可编程滤波器和一个或多个增益放大器,以及模/数转换器(ADC)。第一可编程基带电路344将数字化宽带、中等线性信号356输出到数字控制和信号处理单元352,以供处理,且将接收到的经处理雷达信号358输出到车辆的中央处理器,在其中对雷达检测数据(例如范围、速度、物体的角度、干扰存在情况等信息)进行另外处理。

[0078] 在接收器意义上,第二接收到的雷达信号可在一个或多个接收器天线312处被接收,且被传递到在其中被放大的LNA 328。经放大的接收到的雷达信号被传递到下混频器330,在所述下混频器330处与从VCO 326输出的高频未经调制的信号332混频。来自下混频器330的下变频转换的接收到的雷达信号334被输入到解复用器348,所述解复用器348由控制信号控制,在此例子中,所述控制信号由数字控制和信号处理单元352提供。如果选定且基于控制信号,那么解复用器348将宽带基带信号347输出到第二可编程基带电路346,所述第二可编程基带电路346包括一个或多个可编程滤波器和一个或多个增益放大器,以及模/数转换器(ADC)。第二可编程基带电路346将宽带、低(或中等)线性信号357输出到数字控制和信号处理单元352,以供处理,且输出接收到的经处理雷达信号358。

[0079] 在接收器意义上,第三接收到的雷达信号可在一个或多个接收器天线312处被接收且被传递到在其中被放大的LNA 328。经放大的接收到的雷达信号在此示例操作模式中被传递到由两个独立混频器(形成I和Q信号路径)330和331组成的正交下混频器,其中它与从VCO 326输出的同相和正交相移329高频信号进行正交下混频。当选择正交信号处理时,来自下混频器331的正交下变频转换的接收到的雷达信号334包括同相(‘I’)信号和正交(‘Q’)信号两种。因此,两个I/Q路径中的对应电路被激活,且取决于模式选择,I和Q信号都经由解复用器348被传递到第一可编程基带电路344或第二可编程基带电路346。第一可编程基带电路344和第二可编程基带电路346包括一个或多个可编程滤波器和一个或多个增益放大器,以及模/数转换器(ADC)。正交信号处理允许复杂的信号处理,以增强接收器的性能(例如灵敏度、带宽等)。从第一可编程基带电路344和第二可编程基带电路346输出的正交基带信号被输入356或357到数字控制和信号处理单元352,以供处理,且输出接收到的经处理雷达信号358。

[0080] 图3的架构当试图被重新配置成在成本、功耗和硅面积以及可重新配置性方面支持一系列不同的性能水平时有利地提供良好折衷。

[0081] 现参看图4,示出根据本发明的示例实施例的在选择用于图3的可重新配置的雷达单元的超宽带(UWB)操作模式之后多操作模式雷达单元的电路启用和信号流图400。多操作模式雷达单元架构包括一个或多个发射器天线310和一个或多个接收器天线312,且在此例子中,三个单独集成电路(IC)功能:mmW收发器(TxRx)电路420、模拟/混合信号基带电路440

和微处理器IC 450。多操作模式雷达单元架构300包括雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元260,其被配置成确定雷达单元的主导操作条件,且在此例子中响应于所述主导操作条件选择UWB操作模式。在第一示例UWB操作模式中,UWB冲击收发器在发射路径中沿着路径402或路径404且在接收路径中沿着路径406。

[0082] 当选择发射路径404时,数字控制和信号处理单元352将第一UWB发射雷达信号360提供到模拟/混合信号基带电路440中的脉冲产生器电路362。脉冲产生器电路362产生经脉冲信号,所述经脉冲信号可在任选的脉冲整形器364中整形且被传送365到复用器366。复用器366由控制信号控制,在此例子中,所述控制信号由数字控制和信号处理单元352提供。如果选定且基于控制信号,那么复用器366将呈基带形式的经脉冲(经整形)信号367输出到上混频器368。上混频器368通过使呈基带形式的经脉冲(经整形)信号367与由压控振荡器电路326产生的高频本地振荡器信号混频来将所述经脉冲信号367上变频转换成高频雷达信号。接着经调制的高频转换的经脉冲(经整形)信号被传递到功率放大器322,在其中,被放大且被传送到一个或多个发射器天线310。

[0083] 当选择发射路径402时,数字控制和信号处理单元352将第二发射雷达信号360提供到模拟/混合信号基带电路340中的脉冲产生器电路362。脉冲产生器电路362产生经脉冲信号,所述经脉冲信号可在任选的脉冲整形器364中整形且作为任选的信号路径被直接传送到功率放大器322。在UWB脉冲操作模式的此第二例子中,来自任选的脉冲整形器364的控制信号可用于控制PA 322内的高频开关(未示出),其调制来自上混频器368的待发射信号的振幅。

[0084] 在接收器意义上,UWB接收到的雷达信号在一个或多个接收器天线312处被接收且被传递到在其中被放大的低噪声放大器(LNA) 328。经放大的接收到的雷达信号被传递到下混频器330,在所述下混频器330处与从VCO 326输出的高频信号332混频。来自下混频器330的下变频转换的接收到的雷达信号334被输入到解复用器348,所述解复用器348由控制信号控制,在此例子中,所述控制信号由数字控制和信号处理单元352提供。解复用器348将宽带基带信号347输出到宽带可编程基带电路346,所述宽带可编程基带电路346包括一个或多个可编程滤波器和一个或多个增益放大器,以及模/数转换器(ADC)。宽带可编程基带电路346包括中等到低分辨率ADC,其处理范围从几百MHz到数GHz的宽带信号。宽带可编程基带电路346将数字信号357输出到数字控制和信号处理单元352,以供处理,且输出接收到的经处理雷达信号458。

[0085] 现参看图5,示出根据本发明的示例实施例的在选择用于图3的雷达IC架构的PMCW操作模式之后多操作模式雷达单元的电路启用和信号流图。多操作模式雷达单元架构包括一个或多个发射器天线310和一个或多个接收器天线312,且在此例子中,三个单独集成电路(IC)功能:mmW收发器(TxRx)电路520、模拟/混合信号基带电路540和微处理器IC 550。多操作模式雷达单元架构300包括雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元260,其被配置成确定雷达单元的主导操作条件,且在此例子中响应于所述主导操作条件选择PMCW操作模式。在PMCW操作模式中,PMCW收发器在发射路径中沿着路径502且在接收路径中沿着路径506。

[0086] 在发射器意义上,对于PMCW操作模式,数字控制和信号处理单元352将发射雷达信号370提供到模拟/混合信号基带电路540中的伪随机噪声(PN)码产生器电路362。在一些例

子中,发射器路径中的相位调制器可以是二元相位调制器或多相调制器,例如由并行定位的两个二元相位调制器构建。PN经译码的产生器电路372产生二元相位经译码信号或PN经译码波形信号,其可在任选的脉冲整形器374中整形且被传送375到复用器366。复用器366由控制信号控制,在此例子中,所述控制信号由数字控制和信号处理单元352提供。如果选定且基于控制信号,那么复用器366将呈基带形式的经脉冲(经整形)信号367输出到上混频器368。上混频器368通过使呈基带形式的经脉冲(经整形)信号367与由压控振荡器电路326产生的高频本地振荡器信号混频来将所述经脉冲信号367上变频转换成高频雷达信号。经调制的上变频转换的经脉冲(经整形)信号是接着被传递到功率放大器322的相控经调制连续波信号,其在所述功率放大器322中被放大且被传送到一个或多个发射器天线310。就此来说,上混频器368用作使PN码序列与L0信号混频的相位调制器368,因此(在每个码周期)对连续波信号的相位进行调制。

[0087] 在接收器意义上,PMCW接收到的雷达信号在一个或多个接收器天线312处被接收且被传递到在其中被放大的低噪声放大器(LNA)328。经放大的接收到的雷达信号被传递到下混频器330,在所述下混频器330处与从VCO 326输出的高频信号332混频。来自下混频器330的下变频转换的接收到的雷达信号334被输入到解复用器348,所述解复用器348由控制信号控制,在此例子中,所述控制信号由数字控制和信号处理单元352提供。解复用器348将宽带基带信号347输出到可编程基带电路346,所述可编程基带电路346包括一个或多个可编程宽带滤波器和一个或多个增益放大器,以及模/数转换器(ADC)。宽带可编程基带电路346包括中等到低分辨率ADC,其处理范围从几百MHz到数GHz的宽带信号。在一些例子中,应注意中等到低分辨率ADC类似于UWB冲击接收路径;然而,ADC上的所需分辨率可以是不同的。宽带可编程基带电路346将数字信号357输出到数字控制和信号处理单元352,以供处理,且输出接收到的经处理雷达信号558。

[0088] 图6示出根据本发明的示例实施例的用于选择图3的所建议的多操作模式雷达IC架构中的一个架构的复用器366或解复用器348的框图。在此例子中,复用器366或解复用器348是开关复用器,其被配置成将一个输入606连接到许多输出602中的一个,或反之亦然。基于选择和控制信号608控制由复用器366或解复用器348执行的连接。在此例子中,选择和控制信号608可由雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元260或图3的数字控制和信号处理单元352控制。在FMCW模式中,复用器366被停用且仅输出恒定值。

[0089] 现参看图7,示出根据本发明的示例实施例的在选择用于图3的雷达IC架构的PMCW/FSK操作模式之后的多操作模式雷达单元的电路启用和信号流程图700。多操作模式雷达单元架构包括一个或多个发射器天线310和一个或多个接收器天线312,且在此例子中,包括三个单独集成电路(IC)功能:mmW收发器(TxRx)电路720、模拟/混合信号基带电路740和微处理器IC 750。多操作模式雷达单元架构300包括雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元260,其被配置成确定雷达单元的主导操作条件,且在此例子中响应于所述主导操作条件而选择FMCW/FSK操作模式。在FMCW/FSK操作模式中,FMCW/FSK收发器在发射路径中沿着路径702且在接收路径中沿着路径706。

[0090] 在发射器意义上,对于选定的FMCW/FSK操作模式,微处理器IC 350包括数字控制和信号处理单元352,所述数字控制和信号处理单元352将第一发射雷达信号354提供到频率啁啾产生器电路,所述频率啁啾产生器电路包括模拟/混合信号基带电路740中的波形产

生器342(有时被称作波形调制器)。波形产生器342将待调制的信号338提供到压控振荡器电路326。

[0091] 在一些例子中,波形产生器342可以是DAC或是频率合成器的部分。在一些例子中,波形产生器342可被设计成支持多种连续波形模式,例如通过产生各种调频波形(例如锯齿(上或下)或三角形波形)的FMCW模式、通过产生步进调频波形的频移键控(FSK)模式和/或为FMCW和FSK的组合适合的线性频率步进波形(LFSW)。

[0092] 接着任选地将经调制信号传递到倍频器324(如果VCO产生的信号不处于FMCW雷达单元300的工作频率)。倍频器324的高频输出332经由缓冲器335和任选的本地振荡器路径333传递到功率放大器322,在所述功率放大器322中被放大且被传送到一个或多个发射器天线310。

[0093] 在接收器意义上,第一接收到的雷达信号可在一个或多个接收器天线312处被接收且被传递到在其中被放大的LNA 328。经放大的接收到的雷达信号被传递到下混频器330,在所述下混频器330处与从VCO 326输出的高频信号332混频。来自下混频器330的下变频转换的接收到的雷达信号334被输入到解复用器348,所述解复用器348由控制信号控制,在此例子中,所述控制信号由数字控制和信号处理单元352提供。如果选定且基于控制信号,那么解复用器348将窄带基带信号345输出到第一可编程基带电路344,所述第一可编程基带电路344包括一个或多个可编程带通滤波器和一个或多个增益放大器,以及高线性ADC,所述高线性ADC处理例如在几kHz与10到20MHz之间的范围内的相对窄带信号。第一可编程基带电路344将窄带高线性信号356输出到数字控制和信号处理单元352,以供处理,且输出接收到的经处理雷达信号758。

[0094] 现参看图8,示出根据本发明的示例实施例的用于选择建议的多操作模式雷达IC架构中的一个的示例流程图800。在802处,初始化雷达单元系统且可重新配置的雷达单元被配置成在默认的操作模式中操作。在一个例子中,这可通过由(图3的)数字信号处理器352选择发射雷达信号且配置数字控制位以在预先选定的操作模式中操作复用器366或解复用器348来实现。之后,在804处,对于所述选定的操作模式,可重新配置的雷达单元在正常操作中操作。在806处,例如通过雷达灵敏度监测和架构重新配置控制单元260监测雷达数据而例如基于对雷达数据的数字后处理,确定雷达性能是否已经改变。举例来说,雷达性能改变的一个例子可能是灵敏度降级,以指示已检测到干扰。如果806中不存在雷达性能改变,那么可重新配置的雷达单元在808中继续而不重新配置且循环回到804。

[0095] 在一些例子中,可以设想雷达单元还可被重新配置成跨不同操作模式种的一些、许多或所有在时分双工(TDD)操作模式中操作。以此方式,在TDD模式中操作可能降低被干扰拥塞的几率。在一些例子中,可以设想雷达单元还可被重新配置成跨不同操作模式中的一些、许多或所有使用多个雷达检测器的组合进行操作,以便得益于每个雷达检测器的组合优势(例如增加的检测鲁棒性)。

[0096] 然而,如果在806中存在雷达性能改变,那么在此例子中,可重新配置的雷达单元在810中确定性能如何改变。在812处,可重新配置的雷达单元接着选择受降级性能影响较小的操作模式。在814处,可重新配置的雷达单元接着利用动态、实时的重新配置继续到新操作模式,且循环回到804。在本发明的例子中,814包括动态地重新配置混合模拟和基带集成电路以及信号处理器电路中的至少一个的至少一部分(且在某些操作模式中,全部),以

响应于监测到的雷达性能而实现雷达操作模式的改变。在一些例子中,814还可包括重新配置mmW收发器电路的至少一部分(且在某些操作模式中,全部)。

[0097] 在一些例子中,可被配置成支持多操作模式的可重新配置的雷达单元可通过专用软件或固件进行编程以支持不同操作原理。在一些例子中,复用器366和解复用器348的控制位可额外受用户接口控制,由此允许用户发掘多操作模式可重新配置的雷达单元的潜力,例如在操作期间在利用不同操作原理的模式之间切换以增强其系统的性能。举例来说,在交通密集的城市地区,由于其它车辆的相互干扰,一个特定操作模式的灵敏度可能会降级。在此情况下,数字信号处理器控制单元352或车辆用户可以重新配置可重新配置的雷达单元,以在不同操作模式中运行,从而较不易受到所遇到的特定类型的干扰的影响。

[0098] 尽管参考用于汽车安全系统的雷达单元描述本发明的例子,但可以设想本文中所描述的概念可适用于其它应用,例如用于机器人或无人机的雷达。

[0099] 在前述说明书中,已参考本发明的实施例的具体例子描述了本发明。然而,将显而易见的是,可在不脱离如所附权利要求书中所阐明的本发明的范围的情况下在本文中作出各种修改和改变且权利要求不限于上文所描述的具体例子。如本文中所论述连接可以是适合于发射来自相应节点、单元或集成电路装置的信号或将信号发射到所述相应节点、单元或集成电路装置的任何类型的连接。因此,除非以其它方式暗示或陈述,否则连接可例如为直接连接或间接连接。此外,可以用以串行方式或以时分复用方式发射多个信号的单个连接来代替多个连接。同样地,可以将携带多个信号的单个连接分成携带这些信号的子集的各种不同连接。因此,存在用于发射信号的许多选项。

[0100] 本领域的技术人员应认识到,本文中所描绘的架构仅为示例性的,且实际上,可实施实现相同功能性的许多其它架构。实现相同功能性的组件的任何布置有效地‘相关联’,以便实现所要的功能性。因此,本文中经组合以实现特定功能性的任何两个组件都可以被视为彼此‘相关联’,以便实现所要的功能性,而不管架构或中间组件如何。同样地,如此关联的任何两个组件还可以被视为彼此‘以可操作方式连接’或‘以可操作方式耦合’以实现所要的功能性。

[0101] 此外,本领域的技术人员应认识到,上文所描述的操作之间的界限仅仅是说明性的。多个操作可组合成单个操作,单个操作可分散于额外的操作中,且操作的执行可在时间上至少部分地重合。此外,替代实施例可包括特定操作的多个例子,且在不同其它实施例中操作的次序可更改。

[0102] 此外,举例来说,在一个实施例中,所示出的例子可被实施为位于单个集成电路上或同一装置内的电路系统。可替换的是,电路和/或组件例子可实施为以合适的方式与彼此互连的任何数目个单独集成电路或单独装置。因此,说明书和图式应被视为具有说明性意义而非限制性意义。

[0103] 在权利要求书中,放置在圆括号中的任何附图标记不应被认作限制所述权利要求。词语‘包括’不排除除了权利要求书中所列的那些元件或步骤之外的元件或步骤的存在。此外,如本文中所用,术语‘一’被定义为一个或多于一个。此外,权利要求书中对例如‘至少一个’和‘一个或多个’等介绍性短语的使用不应被认作暗示由不定冠词‘一’引入的另一权利要求要素将含有此类所引入的权利要求要素的任何特定权利要求限制为仅含有一个此类要素的发明,即使是在同一权利要求包括介绍性短语‘一个或多个’或‘至少一个’

和例如‘一’的不定冠词时也如此。定冠词的使用也是如此。除非另外陈述,否则例如‘第一’和‘第二’等术语用于任意地区别此类术语所描述的元件。因此,这些术语未必意图指示这些元件的时间优先级或其它优先级。在彼此不同的权利要求中叙述某些措施这一单纯事实并不表示无法使用这些措施的组合来获得优势。

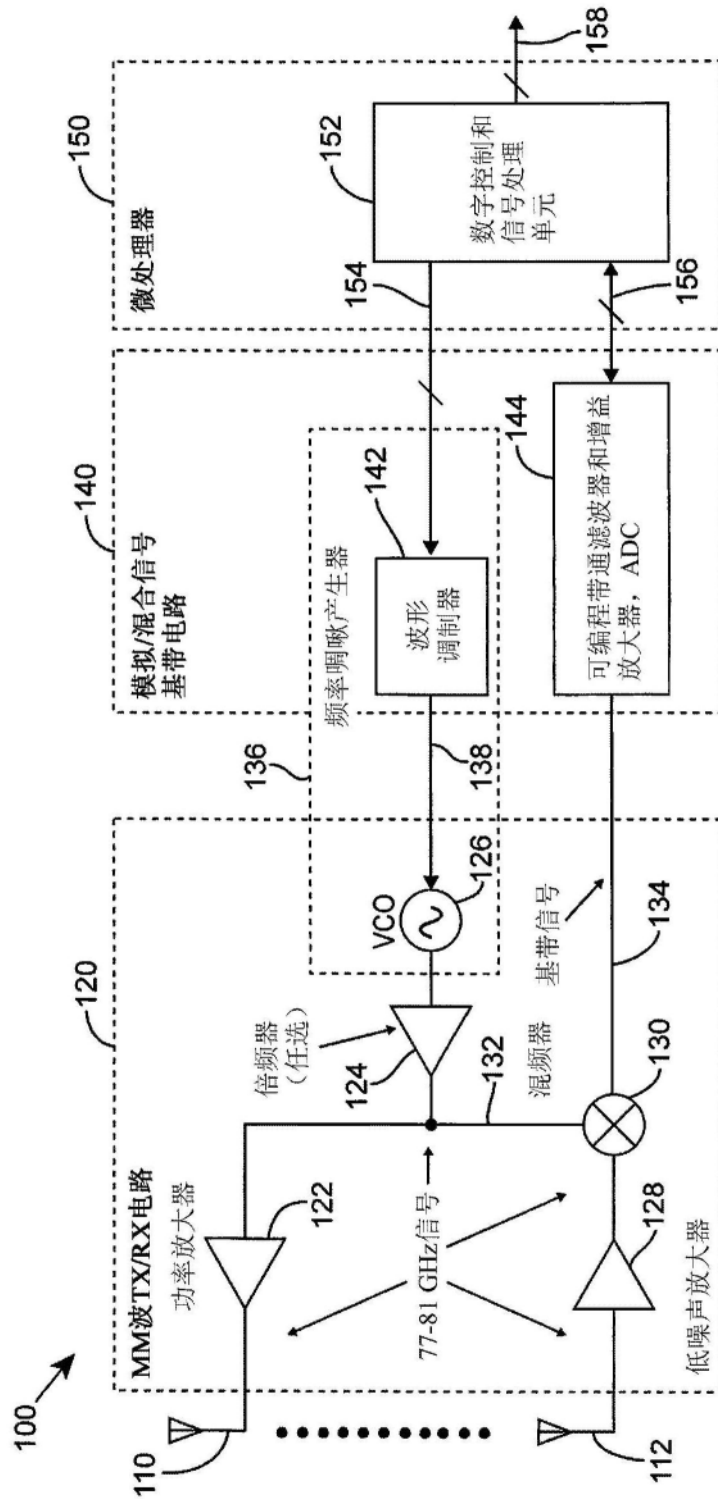


图1

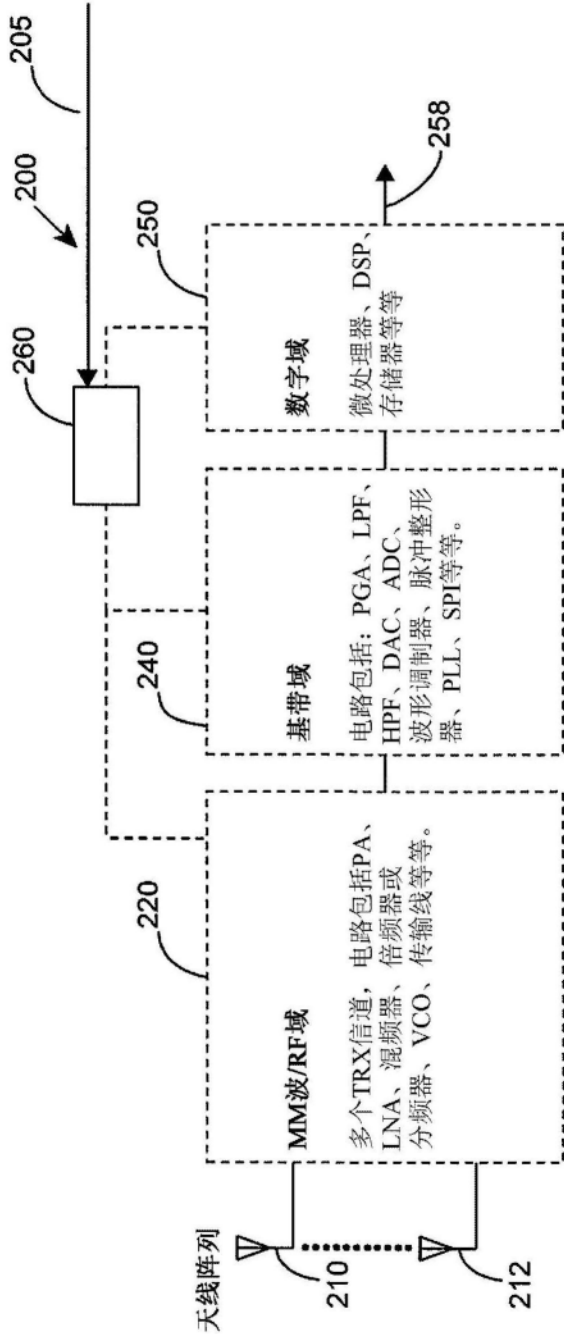


图2

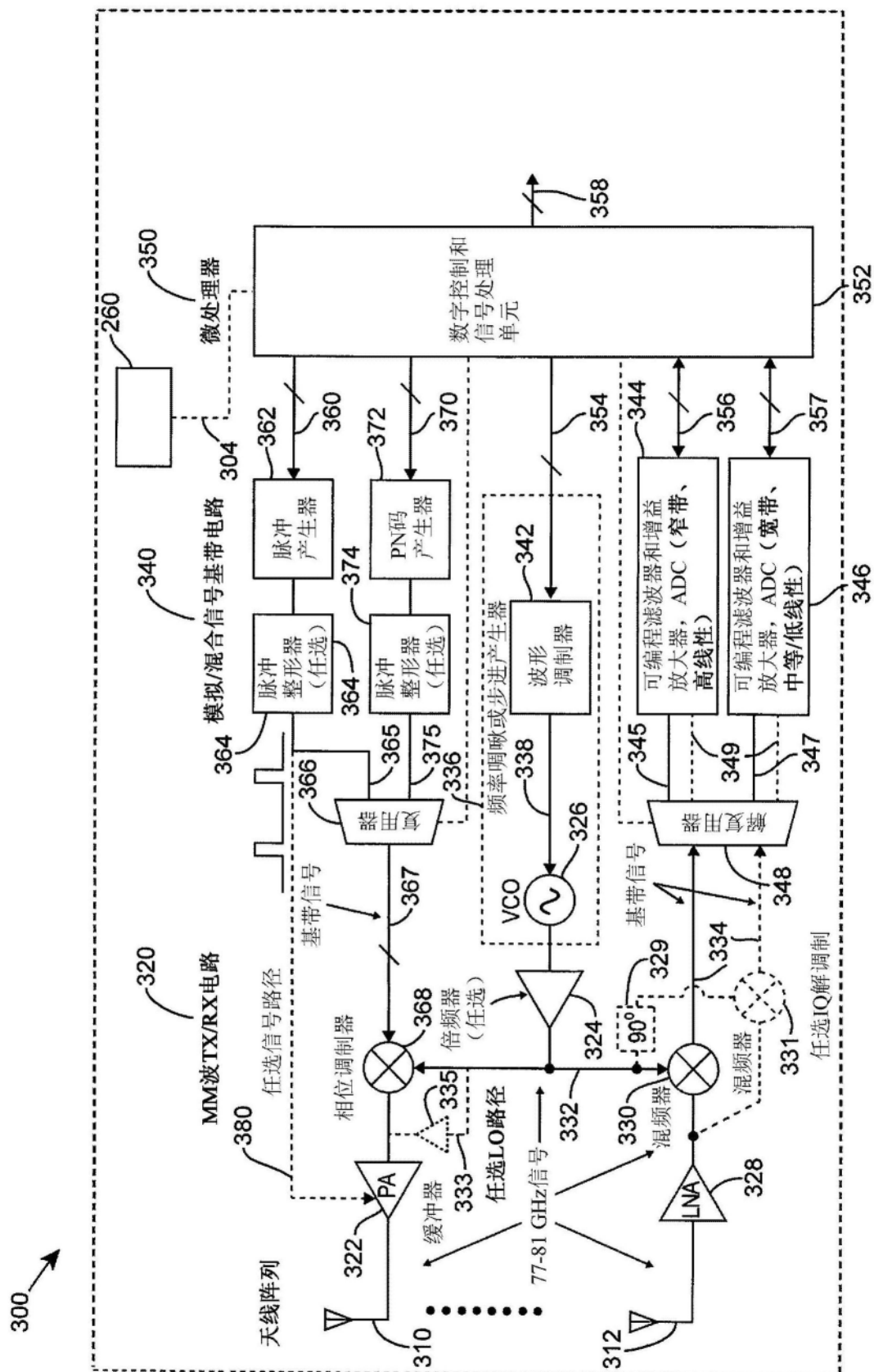


图3

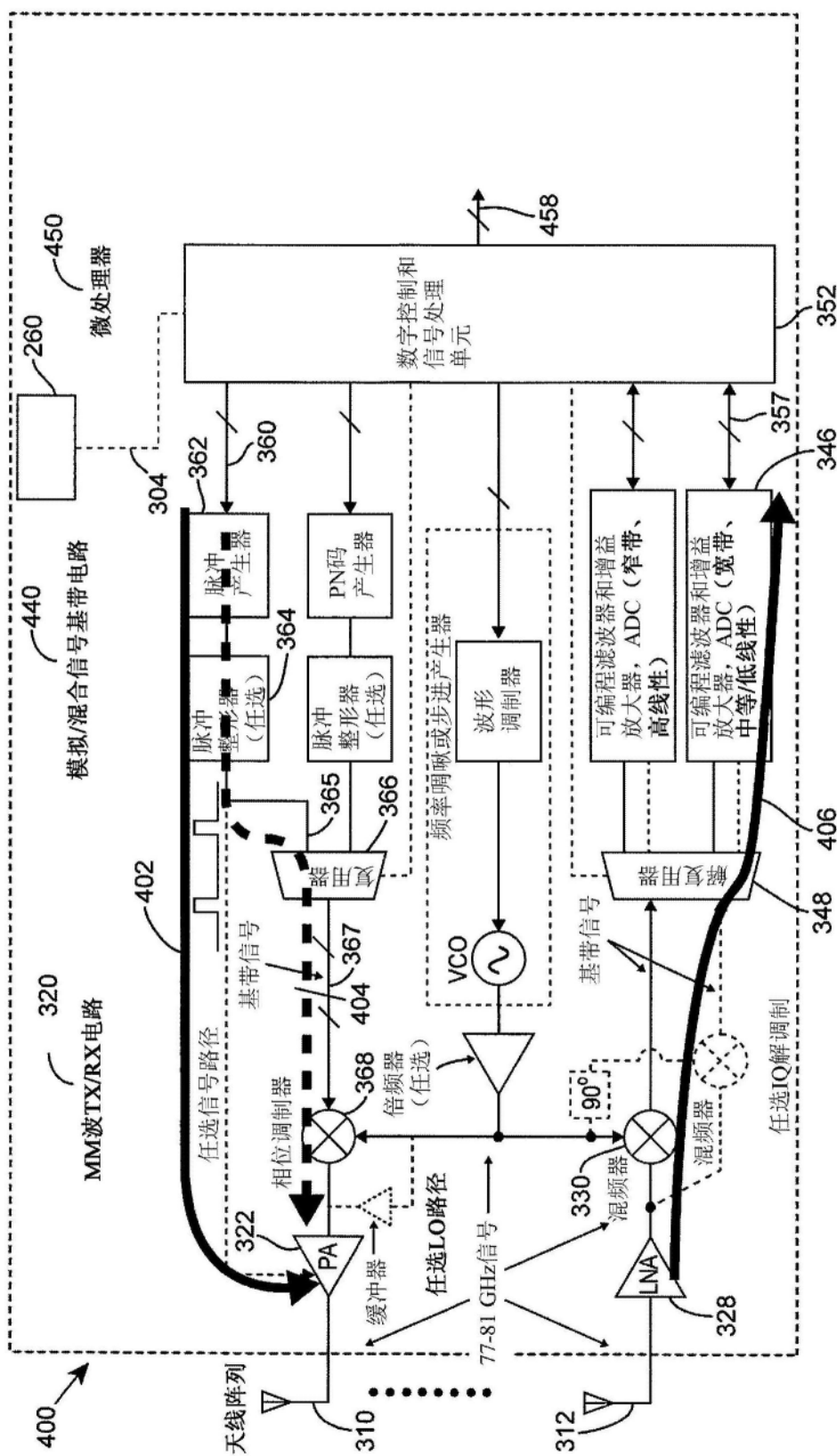


图4

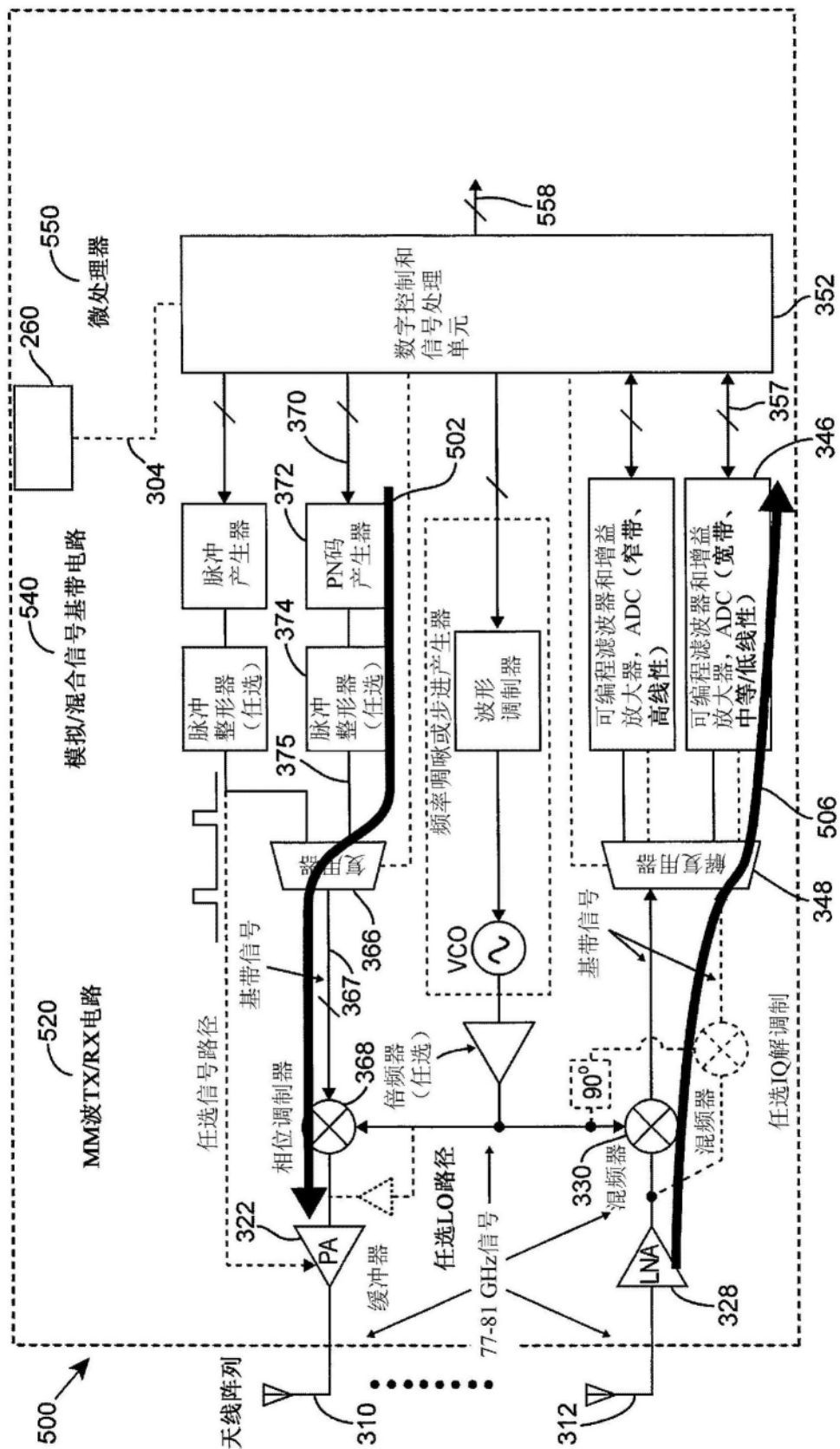


图5

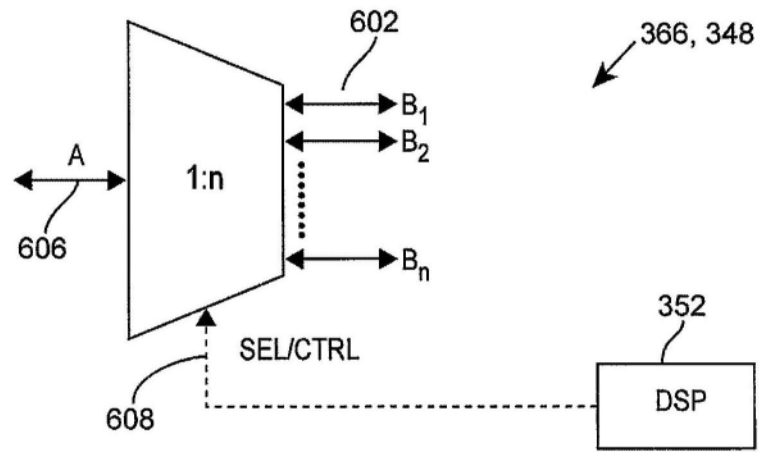


图6

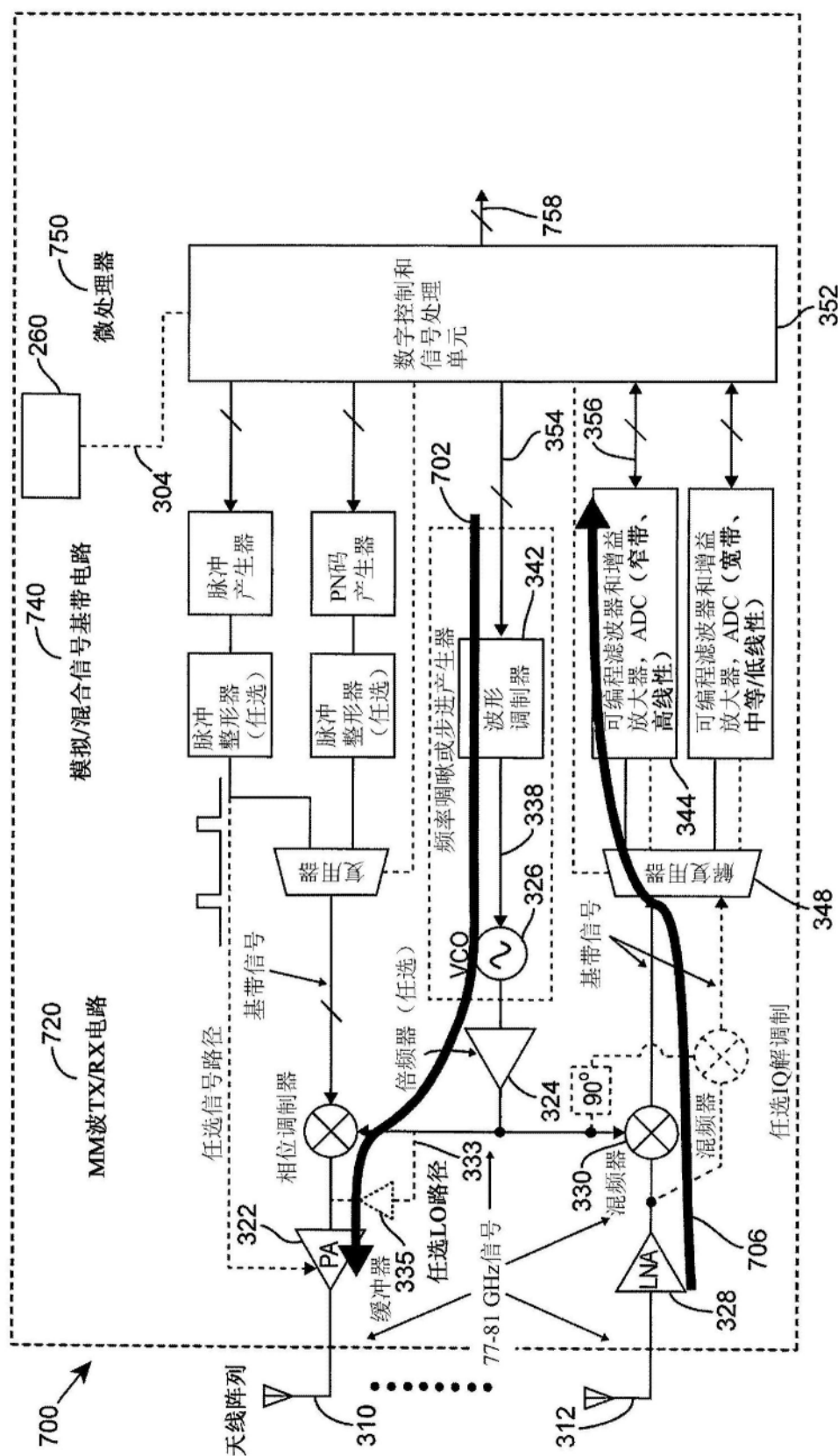


图7

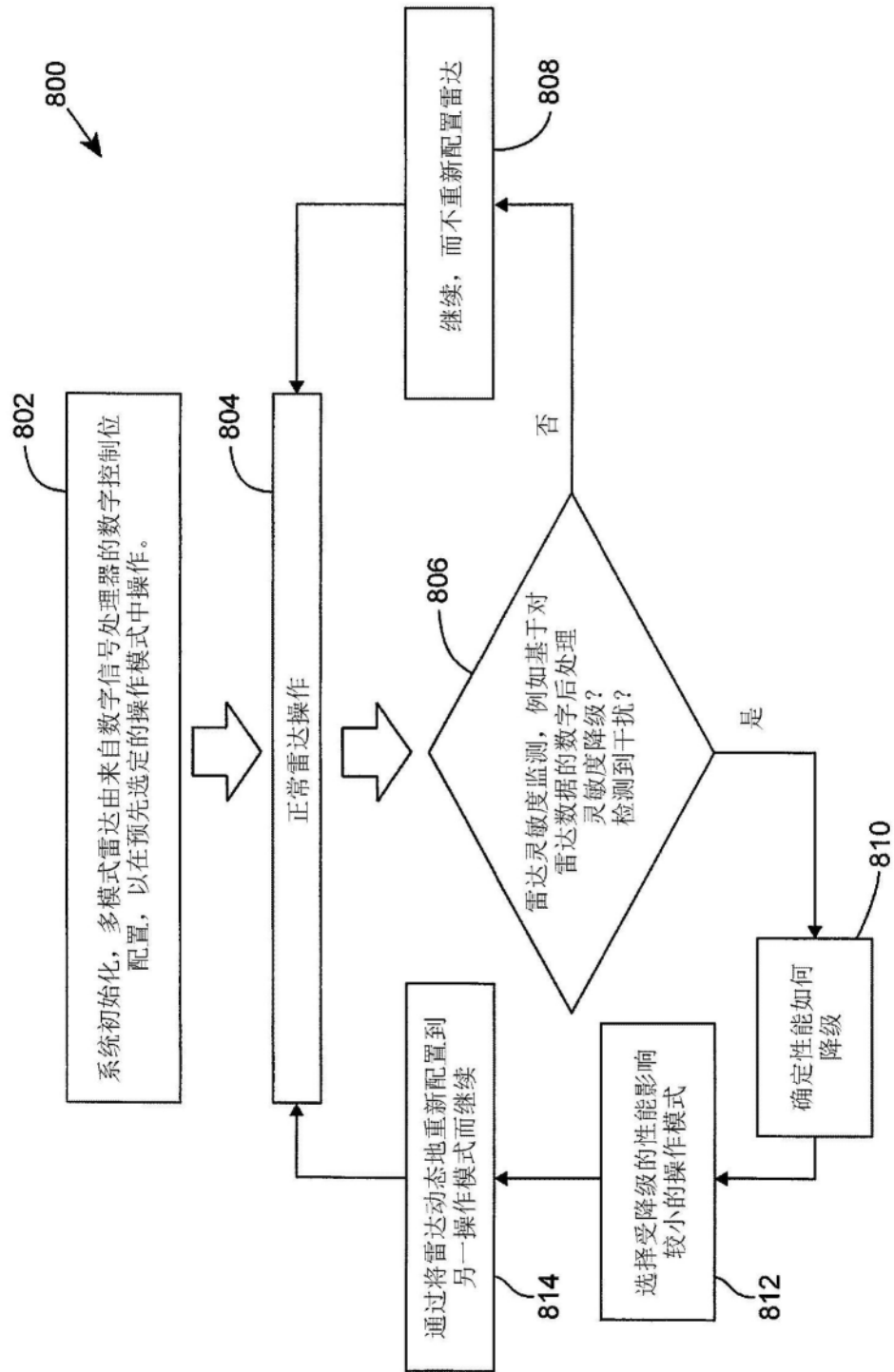


图8