(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106911399 B
(45)授权公告日 2021.05.25

(21)申请号 201510968880.6
(22)申请日 2015.12.22
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106911399 A
(43)申请公布日 2017.06.30
(73)专利权人 是德科技股份有限公司
地址 美国加利福尼亚州
(72)发明人 孔宏伟 景雅
(74)专利代理机构 北京坤瑞律师事务所 11494
代理人 封新琴
(51)Int.Cl.
H04B 17/00(2015.01)
G01S 7/42(2006.01)

(56)对比文件
CN 103512713 A,2014.01.15

审查员 葛莉蓉

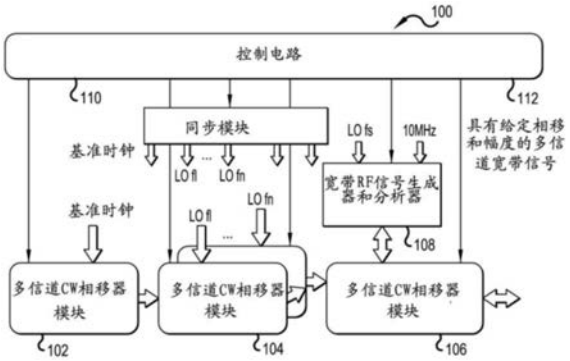
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

宽带宽的多信道信号生成和分析的系统和装置及关联方法

(57)摘要

多信道信号处理设备包括:多信道连续波形(CW)移相器模块,其配置为针对多个本地振荡器(LO)信号,以相同的频率生成相位控制并且对其中的干扰进行滤波;多信道上转换器模块,其配置为将多个LO信号上转换到期望频率,并且对其中的各个图像信号进行滤波;以及多信道宽带混频器模块,其配置为从多信道上转换器模块接收在期望频率处的上转换后的LO信号并且将其与射频(RF)信号进行混频。



CN 106911399 B

1.一种多信道信号生成设备,包括:

多信道连续波形(CW)移相器网络,其配置为针对多个本地振荡器(LO)信号,以相同的频率生成相位控制,并且对其中的干扰进行滤波;

多信道上转换器模块,其配置为将多个LO信号上转换到期望频率,并且对其中的各个图像信号进行滤波;以及

多信道宽带混频器模块,其配置为从多信道转换模块接收在期望频率处的上转换后的LO信号并且将其与射频(RF)信号进行混频。

2.如权利要求1所述的多信道信号生成设备,还包括宽带RF信号生成器,其配置为将RF信号提供给多信道宽带混频器模块。

3.如权利要求1所述的多信道信号生成设备,还包括:

天线阵列,其配置为将RF信号提供给多信道宽带混频器模块;以及

宽带RF信号分析器,其配置为捕获来自多信道宽带混频器模块的RF信号。

4.如权利要求1所述的多信道信号生成设备,还包括同步模块,其配置为将多个本地LO信号提供给多信道CW移相器网络。

5.如权利要求4所述的多信道信号生成设备,其中,同步模块进一步配置为将基准时钟提供给多信道CW移相器网络。

6.如权利要求1所述的多信道信号生成设备,还包括控制单元,其配置为控制多信道CW移相器网络、多信道上转换器模块、多信道宽带混频器模块。

7.如权利要求1所述的多信道信号生成设备,其中,多信道上转换器模块包括多级的上转换电路。

8.如权利要求1所述的多信道信号生成设备,其中,多信道CW移相器网络包括:

时钟放大分布电路;

直接数字合成器(DDs)阵列,其耦合到相对于时钟放大分布电路的下游;

衰减器网络,其耦合到相对于DDS阵列的下游;

滤波器网络,其耦合到相对于衰减器网络的下游;以及

相位幅度控制电路,其配置为将控制信号提供给DDS阵列和衰减器网络。

9.一种多信道信号生成设备,其包括:

多信道连续波形(CW)移相器网络,其配置为针对多个本地振荡器(LO)信号,以相同的频率生成相位控制,并且对其中的干扰进行滤波;

多信道上转换器模块,其配置为将多个LO信号上转换到期望频率,并且对其中的各个图像信号进行滤波;

多信道宽带混频器模块,其配置为从多信道转换模块接收在期望频率处的上转换后的LO信号并且将其与射频(RF)信号进行混频;

同步模块,其配置为将多个本地LO信号和基准时钟提供给多信道CW移相器网络;以及

控制单元,其配置为控制多信道CW移相器网络、多信道上转换器模块、多信道宽带混频器模块。

10.如权利要求9所述的多信道信号生成设备,还包括宽带RF信号生成器,其配置为将RF信号提供给多信道宽带混频器模块。

宽带宽的多信道信号生成和分析的系统和装置及关联方法

背景技术

[0001] 对于雷达和无线通信系统中的信号波束成形,需要多信道相位相干信号生成器以生成具有受控相位差的多信道信号,并且需要多信道相位相干信号分析器以捕获具有受控相位差的多信道信号。

[0002] 当前的方法通常采用以下方法:1)多RF相移组件;2)使用DDS(Direct Digital Synthesizer,直接数字合成器)以生成具有不同相位的多载波;3)基带数字相移法。

[0003] 多RF相移方法的缺点在于,移相器通常具有有限的频率范围。其无法覆盖5G应用所需的宽频率范围,并且相位控制分辨率通常受限。

[0004] 使用DDS的优点在于,其可以支持非常精细的相位调整。然而,缺点在于,其对于直接通过DDS支持高载波频率是非常有挑战性的,并且DDS相移通常应用于连续波形(CW)信号而非宽带调制信号。DDS信号通常同样遭受大量干扰。对于宽带数字相移法方法,其取决于RF上转换和下转换能力可以生成非常精细的相位控制,支持宽带调制信号,并且还覆盖宽频率跨段。然而,其要求包括RF下转换、数字化、相位调整、数模转换和上转换等的整个链实现相位控制。因此,当对于非常宽的频率跨段需要具有精细相位控制的多信道宽带信号生成/分析能力时,其是尤其非常昂贵的。

[0005] 使用多信道相位相干仪器和基带调整以生成多信道宽带信号和/或通过精细相位控制捕获多信道宽带信号是各种第三方法,并且因此享有相同优缺点。

[0006] 对于雷达测试和/或对于5G大规模多入多出(MIMO)测试,例如,需要一种可以覆盖非常宽频率跨段的成本有效多信道、宽带宽信号生成方法。

发明内容

[0007] 本发明实施例如下所述通过使用DDS或其它同类方法以生成精确相位控制并且然后使用上转换电路和宽带调制电路解决上述问题。

[0008] 根据代表性实施例,一种多信道信号处理设备,包括:多信道连续波形(CW)移相器模块,其配置为针对多个本地振荡器(LO)信号,以相同的频率生成相位控制,并且对其中的干扰进行滤波;多信道上转换器模块,其配置为将多个LO信号上转换到期望频率,并且对其中的各个图像信号进行滤波;以及多信道宽带混频器模块,其配置为从多信道上转换器模块接收在期望频率处的上转换后的LO信号并且将其与射频(RF)信号进行混频。

[0009] 在特定实施例中,多信道信号处理设备可以还包括宽带RF信号生成器,其配置为将RF信号提供给多信道宽带混频器模块。

[0010] 在特定实施例中,多信道信号处理设备可以还包括:天线阵列,其配置为将RF信号提供给多信道宽带混频器模块;以及宽带RF信号分析器,其配置为捕获来自多信道宽带混频器模块的RF信号。

[0011] 在特定实施例中,多信道信号处理设备可以还包括同步模块,其配置为将多个本地LO信号提供给多信道CW移相器模块。

[0012] 在特定实施例中,同步模块可以进一步配置为将基准时钟提供给多信道CW移相器

模块。

[0013] 在特定实施例中，多信道信号处理设备可以还包括控制单元，其配置为控制多信道CW移相器模块、多信道上转换器模块、多信道宽带混频器模块。

[0014] 在特定实施例中，多信道上转换器模块包括多级的上转换电路。

[0015] 在特定实施例中，多信道CW移相器模块可以包括：时钟放大分布电路；直接数字合成器(DDs)阵列，其耦合到相对于时钟放大分布电路的下游；衰减器网络，其耦合到相对于DDS阵列的下游；滤波器网络，其耦合到相对于衰减器网络的下游；以及相位幅度控制电路，其配置为将控制信号提供给DDS阵列和衰减器网络。

[0016] 另一实施例针对一种多信道信号处理设备，其包括：多信道连续波形(CW)移相器模块，其配置为针对多个本地振荡器(LO)信号，以相同的频率生成相位控制，并且对其中的干扰进行滤波；多信道上转换器模块，其配置为将多个LO信号上转换到期望频率，并且对其中的各个图像信号进行滤波；多信道宽带混频器模块，其配置为从多信道上转换器模块接收在期望频率处的上转换后的LO信号并且将其与射频(RF)信号进行混频。同步模块，其配置为将多个本地LO信号和基准时钟提供给多信道CW移相器模块；以及控制单元，其配置为控制多信道CW移相器模块、多信道上转换器模块、多信道宽带混频器模块。

[0017] 方法方面针对于多信道信号处理，其包括：通过多信道连续波形(CW)移相器模块，针对多个本地振荡器(LO)信号，以相同的频率生成相位控制，并且对其中的干扰进行滤波；通过多信道上转换器模块将多个LO信号上转换到期望频率，并且对其中的各个图像信号进行滤波；以及在多信道宽带混频器模块处从多信道转换模块接收在期望频率处的上转换后的LO信号，并且将其与射频(RF)信号进行混频。

[0018] 在特定实施例中，通过宽带RF信号生成器将RF信号提供给多信道宽带混频器模块。

[0019] 在特定实施例中，方法包括：通过天线阵列将RF信号提供给多信道宽带混频器模块；以及通过宽带RF信号分析器捕获来自多信道宽带混频器模块的RF信号。

[0020] 在特定实施例中，方法包括：通过同步模块将多个本地LO信号提供给多信道CW移相器模块。

[0021] 在特定实施例中，方法包括：通过同步模块将基准时钟提供给多信道CW移相器模块。

[0022] 在特定实施例中，方法包括：通过控制单元控制多信道CW移相器模块、多信道上转换器模块、多信道宽带混频器模块。

附图说明

[0023] 当结合附图阅读时，根据以下具体实施方式最佳地理解示例实施例。要强调的是，各个特征并非一定按比例绘制。实际上，为了讨论的清楚性，尺寸可以任意增加或减少。只要是可应用的并且实际的，相同标号就指代相同特征。

[0024] 图1是根据实施例的多信道信号处理设备的框图。

[0025] 图2是示出图1的多信道信号处理设备的多信道移相器模块的框图。

[0026] 图3是示出图1的多信道信号处理设备的多信道上转换器模块的框图。

[0027] 图4是示出用于图1的多信道信号处理设备的发射机实施例的多信道宽带混频器

模块的框图。

[0028] 图5是示出用于图1的多信道信号处理设备的接收机实施例的多信道宽带混频器模块的框图。

[0029] 图6是示出根据本发明实施例的特征的用于多信道信号处理的各个方法步骤的流程图。

具体实施方式

[0030] 在以下具体实施方式中，为了解释而非限制的目的，阐述用于公开具体细节的示例实施例，以提供对于根据本教导的实施例的透彻理解。然而，对于已受益于本公开的技术人员明显的是，根据本教导的、脱离在此所公开的具体细节的其它实施例仍然在所附权利要求的范围内。此外，可以省略公知的装置和方法的描述，以不使得示例性实施例的描述模糊。这些方法和装置显然在本教导的范围内。

[0031] 在此所使用的术语仅用于描述特定实施例的目的，而并非意图限制。除了所定义的术语的技术和科学含义之外，所定义的术语如同本教导的技术领域中通常理解和接受的那样。

[0032] 如说明书和所附权利要求中使用的那样，术语“一”、“一种”以及“所述”包括单数和复数指代，除非上下文另外清楚地指明。因此，例如，“一种设备”包括一个设备或多个设备。

[0033] 相对性术语可以用于描述各个要素彼此的关系，如附图所示。除了附图中所描绘的方位之外，这些相对术语意图还涵盖设备和/或要素的不同方位。

[0034] 应理解，当要素称为“连接到”或“耦合到”另一要素时，其可以是直接连接或耦合的，或可以出现中间要素。

[0035] 这里使用的“处理器”涵盖能够执行程序或机器可执行指令的电子组件。对包括“处理器”的计算设备的引用应解释为可能包含多于一个的处理器或处理内核。处理器可以例如是多内核处理器。处理器可以又称为单个计算机系统内或分布在多个计算机系统之间的处理器的集合。术语计算设备也应解释为可以指代均包括一个或多个处理器的计算设备的集合或网络。很多程序使得它们的指令由可以处于同一计算设备内或可以甚至分布得遍及多个计算设备的多个处理器执行。

[0036] “计算机存储器”或“存储器”是计算机可读存储介质的示例。计算机存储器是可对处理器直接存取的任何存储器。计算机存储器的示例包括但不限于RAM存储器、寄存器、寄存器文件。对“计算机存储器”或“存储器”的引用应解释为可能是多个存储器。存储器可以例如是同一计算机系统内的多个存储器。存储器也可以是分布在多个计算机系统或计算设备之间的多个存储器。

[0037] 在此所使用的“用户接口”是允许用户或操作者与计算机或计算机系统进行交互的接口。用户接口可以将信息或数据提供给操作者和/或从操作者接收信息或数据。用户接口可以使得来自操作者的输入能够由计算机接收，并且可以将输出从计算机提供给用户。换言之，用户接口可以允许操作者控制或操控计算机，接口可以允许计算机指示操作者的控制或操控的效果。将数据或信息显示在显示器或图形用户接口上是将信息提供给操作者的示例。通过触摸屏、键盘、鼠标，轨迹球、触摸板、指点杆、图形平板、操纵杆、游戏板、网络

相机、耳机、装备杆、方向盘、有线手套、无线遥控、加速计接收数据都是使得能够从操作者接收信息或数据的用户接口组件。

[0038] 在此所使用的“硬件接口”涵盖使得计算机系统的处理器能够与外部计算设备和/或装置进行交互和/或对其进行控制的接口。硬件接口可以允许处理器将信号或指令发送到外部计算设备和/或装置。硬件接口也可以使得处理器能够与外部计算设备和/或装置交换数据。硬件接口的示例包括但不限于通用串行总线、IEEE 1394端口、并行端口、IEEE 1284端口、串行端口、RS-232端口、IEEE-488端口、蓝牙连接、无线局域网连接、TCP/IP连接、以太网连接、控制电压接口、MIDI接口、模拟输入接口、数字输入接口。

[0039] 首先，我们指出本发明实施例的一些可能优点包括：高相位调整分辨率和高相位控制线性度，因为使用DDS以生成相位差可以支持次程度相位控制精度以及十分高的相位控制线性度；支持具有高质量的宽带调制，因为宽带仪器用于生成具有高质量的宽带调制RF信号，并且在相移网络之后捕获接收到的信号；具有高性能的高频率覆盖性，因为使用用于LO信号的上转换电路以及十分窄带滤波器，并且DDS信号的干扰可以得以有效地抑制而且上转换，以得到非常干净的高频率LO信号；以及关于信道的数目和频率覆盖度的成本的可分级性，因为DDS电路是十分低成本的，上转换电路是十分成本有效的，而且因为窄带宽。由于上转换步骤的数目取决于期望的应用可以是灵活的，因此频率覆盖性可以是可分级的。可以在相对低的频率处执行宽带RF信号生成和RF信号分析器，这同样减少成本。

[0040] 直接数字合成器(DDS)是本领域公知的，并且例如描述于Joseph Tierney等人的“A Digital Frequency Synthesizer”，IEEE Transactions on Audio and Electroacoustics，Col.AU-19，No.1，pages 48-57，March 1971以及“A High Purity等人IEEE International Frequency Control Symposium，pages 207-211，1993中。

[0041] 当前DDS为雷达激励器和/或无线通信系统提供灵活性以生成精细频率选择和脉冲压缩调制。

[0042] 首先参照图1，将描述根据第一实施例的多信道信号处理设备100的代表性实施例。

[0043] 该方法使用DDS或同类方法(例如模拟延迟线)，例如，以对于在相同频率处的多个本地振荡器(LO)信号生成精确相位控制，并且使用窄带滤波器以过滤掉归因于DDS或等同方法的干扰，以得到干净的LO信号。该部分称为多信道连续波形(CW)移相器模块102。取决于所需的频率使用多级的上转换电路将LO信号上转换到期望频率。对于上转换的每个级，应用窄带滤波以移除图像信号。该部分称为多信道上转换器模块104。

[0044] 多信道宽带混频器模块106对于发射机侧和接收机侧具有不同架构。发射机侧所使用的宽带射频(RF)信号生成器/分析器108可以是具有高性能的RF信号生成器仪器或同类设备。接收机侧所使用的宽带RF信号生成器/分析器108可以是具有高性能的RF信号分析器仪器或同类设备。

[0045] 对于多信道信号生成(即发送模式)，在正确频率处的干净的LO信号与来自宽带rf信号生成器/分析器108的RF信号混频并且受滤波，以得到具有期望相位和幅度的多信道宽带信号。

[0046] 对于多信道信号分析(即接收模式)，在正确频率处的干净的LO信号与来自天线阵列(图5)的RF信号混频，并且受滤波而且得以组合。宽带RF信号生成器/分析器108然后用于

在多信道cw移相器模块102(即波束成形器)之后捕获RF信号。

[0047] 多信道信号处理设备100应在不同部分之间应具有良好同步,因此存在同步模块110,以生成待由上述元件使用的不同基准时钟和LO信号LOf1-LOfn。多信道信号处理设备100也可以具有例如包括处理器和关联存储器的控制单元112,其可以对不同元件进行编程以关于不同信道的频率、信号波形、相位/幅度等调整参数。本领域技术人员应理解,可以经由硬件接口耦合各个元件,可以经由用于选择各个参数的用户接口和显示器访问控制单元112。

[0048] 为了对于每个信道实现精确相位和幅度控制,多信道信号处理设备100可能需要受校准。校准可以使用多信道(至少2信道)谱分析器以当每个信道设置为具有相同初始相位和幅度时测量它们的相位和幅度,然后调整多信道CW移相器模块102还有多信道宽带混频器模块106,以确保相位和幅度对于所有信道是相同的,并且幅度等于期望幅度。一旦其受校准,多信道信号处理设备100就应具有良好可重复性,以对于所有信道生成期望相位和幅度。

[0049] 因此,在该实施例中,多信道信号处理设备100包括:多信道连续波形(CW)移相器模块102,其配置为针对多个LO信号,以相同的频率生成相位控制并且对其中的干扰进行滤波;多信道上转换器模块104,其配置为将多个LO信号上转换到期望频率,并且对其中的各个图像信号进行滤波;多信道宽带混频器模块106,其配置为从多信道上转换器模块104接收在期望频率处的上转换后的LO信号并且将其与RF信号进行混频。

[0050] 另外参照图2,描述多信道连续波形(CW)移相器模块102的实施例。多信道CW移相器模块102可以包括:时钟放大分布电路120;直接数字合成器(DDs)阵列122,其耦合到相对于时钟放大分布电路的下游;衰减器网络124,其耦合到相对于DDS阵列122的下游;滤波器网络126,其耦合到相对于衰减器网络的下游;以及相位幅度控制电路128,其配置为将控制信号提供给DDS阵列122和衰减器网络124。

[0051] 另外参照图3,描述多信道上转换器模块104的级的实施例。多信道上转换器模块104可以包括:LO分布电路130,其用于分布例如同步模块110所提供的LO信号,以用于例如经由混频器网络132与来自多信道CW移相器模块102的CW信号的混频以及对期望频率的上转换。对于上转换的每个级,例如滤波器网络134的对应窄带滤波器用于移除图像或噪声信号。

[0052] 在发射机实施例(图4)中,多信道信号处理设备100包括宽带RF信号生成器/分析器108,其配置为将RF信号提供给多信道宽带混频器模块106T。在此,多信道宽带混频器模块106T可以包括RF信号分布电路140,其将RF信号从宽带RF信号生成器/分析器108分布到混频器网络142,混频器网络142从多信道上转换器模块104接收干净的LO信号。在正确频率处的干净的LO信号与RF信号混频并且经由滤波器网络144受滤波,而且经由衰减器网络146受衰减,以生成具有用于波束成形的期望相位和幅度的多信道宽带信号。

[0053] 在接收机实施例(图5)中,多信道信号处理设备100可以还包括天线阵列150,其配置为将RF信号提供给多信道宽带混频器模块106R。例如,来自天线阵列150的多信道宽带调制信号提供给低噪声放大器网络152,然后经由衰减器网络154受衰减,之后经由混频器网络156与在正确频率处的干净的LO信号进行混频,以产生接收到的波束成形的信号。再者,宽带RF信号生成器/分析器108配置为例如在滤波158和组合159之后捕获来自多信道宽带

混频器模块106R的RF信号。

[0054] 如讨论的那样，多信道信号处理设备100可以还包括同步模块110，其配置为将多个本地LO信号LOf1-LOfn提供给多信道CW移相器模块102。同步模块110可以进一步配置为将基准时钟提供给多信道CW移相器模块102和其它元件。控制单元112配置为控制多信道CW移相器模块102、多信道上转换器模块104、多信道宽带混频器模块106。

[0055] 在特定实施例中，多信道上转换器模块104包括多级的上转换电路，如图1所示。例如，每个级可以对应于期望LO信号LOf1-LOfn。

[0056] 图6是使用上述方法的方法的流程图。方法方面针对多信道信号处理，并且包括：通过多信道连续波形(CW)移相器模块102针对多个本地振荡器(LO)信号，以相同的频率生成相位控制，并且对其中的干扰进行滤波(块160)。方法继续于：通过多信道上转换器模块104将多个LO信号上转换到期望频率，并且对其中的各个图像信号进行滤波(块162)；以及在多信道宽带混频器模块106处从多信道上转换器模块104接收在期望频率处的上转换后的LO信号，并且将其与射频(RF)信号进行混频(块164)。

[0057] 在特定实施例中，通过宽带RF信号生成器/分析器108将RF信号提供给多信道宽带混频器模块106T。

[0058] 在特定实施例中，所述方法包括：通过天线阵列150将RF信号提供给多信道宽带混频器模块106R；以及通过宽带RF信号生成器/分析器108从多信道宽带混频器模块106R捕获RF信号。

[0059] 在特定实施例中，所述方法包括：通过同步模块110将多个本地LO信号提供给多信道CW移相器模块102。在特定实施例中，方法包括：通过同步模块110将基准时钟提供给多信道CW移相器模块102。在特定实施例中，方法包括：通过控制单元控制多信道CW移相器模块102、多信道上转换器模块104、多信道宽带混频器模块106。

[0060] 虽然已经在附图和前面描述中详细描述了本发明，但这种说明和描述被看作是说明性或示例性而非限制性的；本发明不限于所公开的实施例。

[0061] 根据研究附图、本公开以及所附权利要求，本领域技术人员可以在实践本发明时理解并且实现所公开的实施例的其它变形。在权利要求中，词语“包括”不排除其它要素或步骤，并且词语“一”或“一种”不排除多个。单个处理器或其它单元可以实现权利要求中记载的若干项的功能。在相互不同的从属权利要求中记载特定措施的这一纯粹性事实不表明这些措施的组合不能用于优点。计算机程序可以存储/分布在合适的介质(例如连同其它硬件一起或作为其一部分而提供的光存储介质或固态介质)上，但也可以以其它形式(例如，诸如经由上述互联网或其它有线或无线通信系统)加以分布。

[0062] 虽然在此公开了代表性实施例，但本领域技术人员应理解，根据本教导的很多变形是可能的，并且仍然在所附权利要求集合的范围内。因此，除了所附权利要求范围内之外，本发明并不受限。

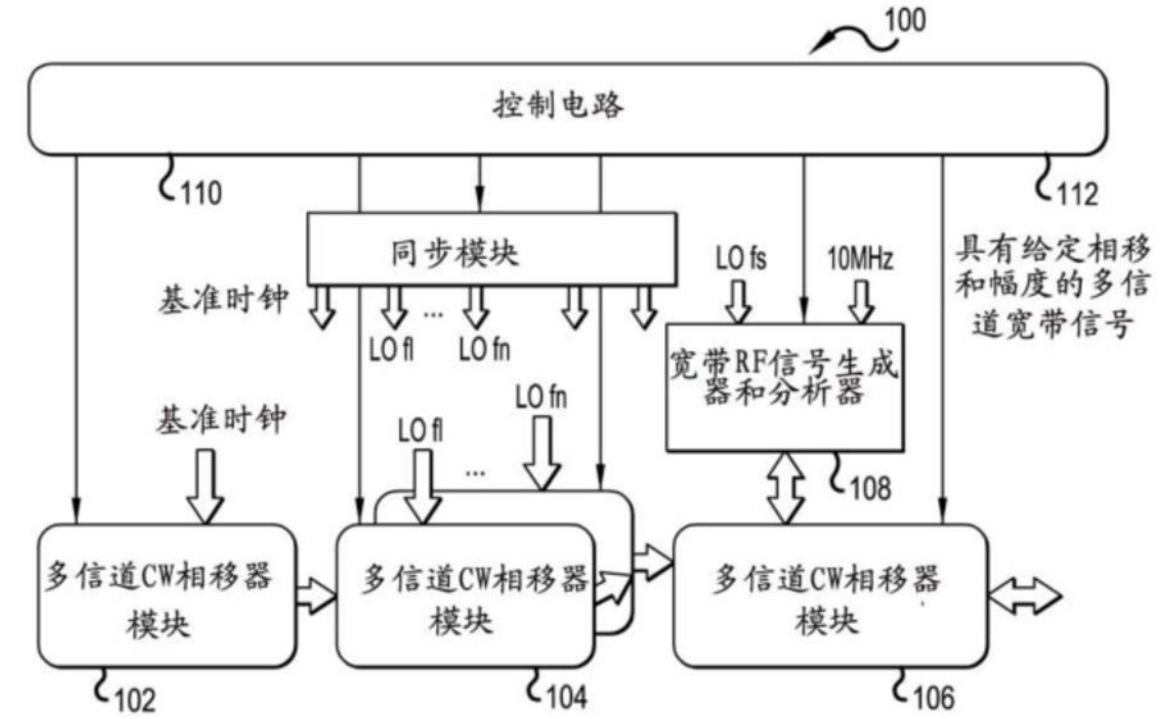

100
控制电路
110
112
同步模块
LO fs
10MHz
具有给定相移和幅度的多信道宽带信号
基准时钟
LO f1
LO fn
宽带RF信号生成器和分析器
基准时钟
LO fn
LO f1
108
多信道CW相移器模块
多信道CW相移器模块
多信道CW相移器模块
102
104
106

图1

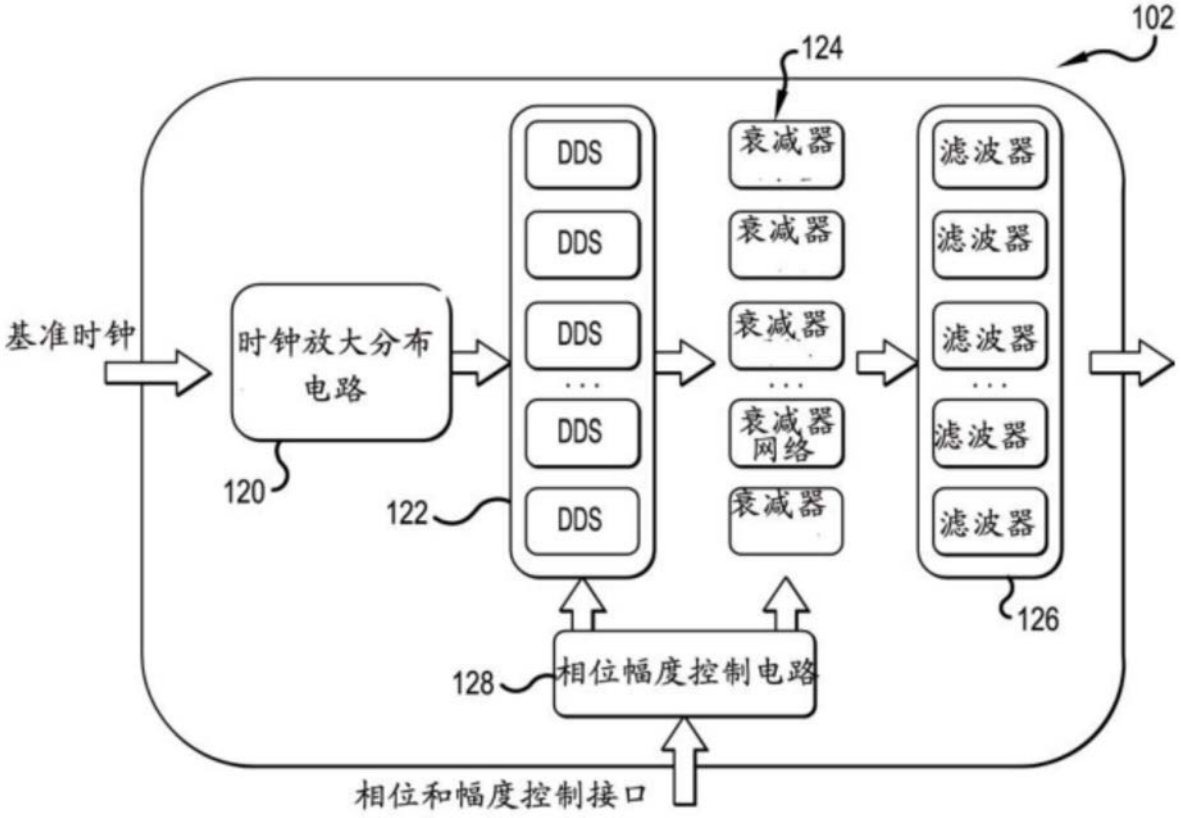

102
124
DDS
DDS
DDS
DDS
DDS
衰减器
衰减器
衰减器
衰减器网络
衰减器
滤波器
滤波器
滤波器
滤波器
滤波器
基准时钟
时钟放大分布电路
120
122
126
128
相位幅度控制电路
相位和幅度控制接口

图2

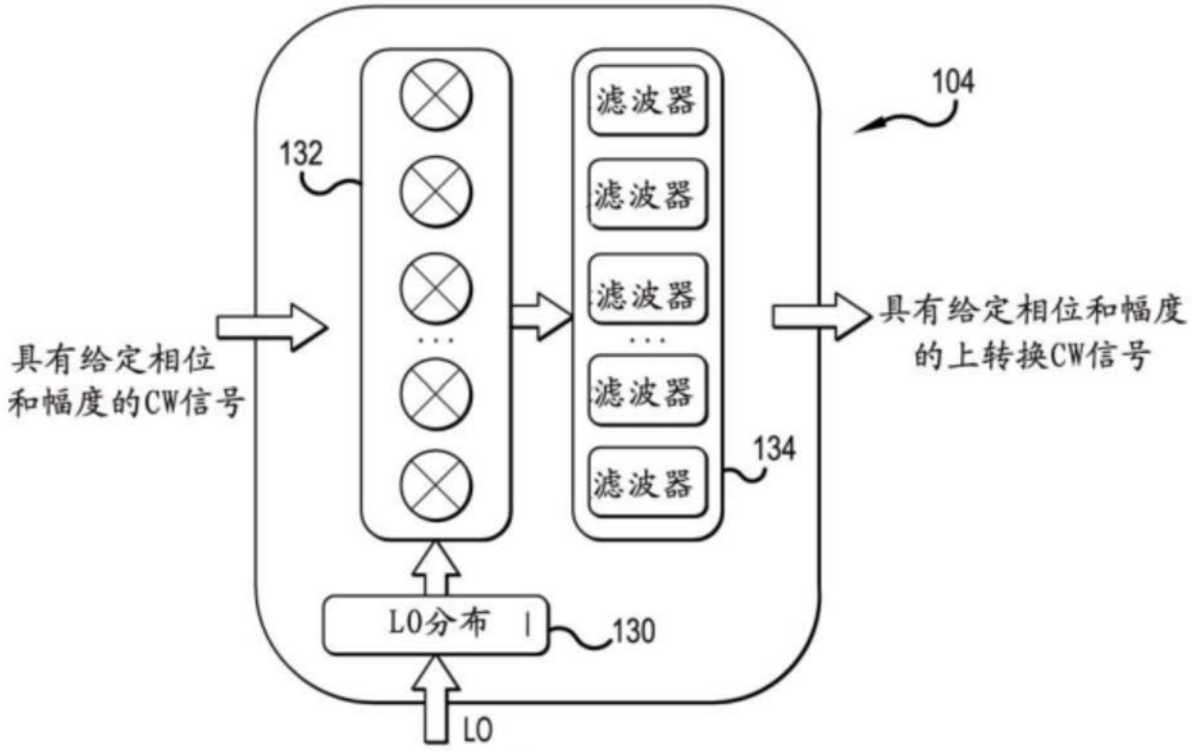

104
132
滤波器
滤波器
滤波器
滤波器
滤波器
134
具有给定相位和幅度的上转换CW信号
具有给定相位和幅度的CW信号
LO分布
130
LO

图3

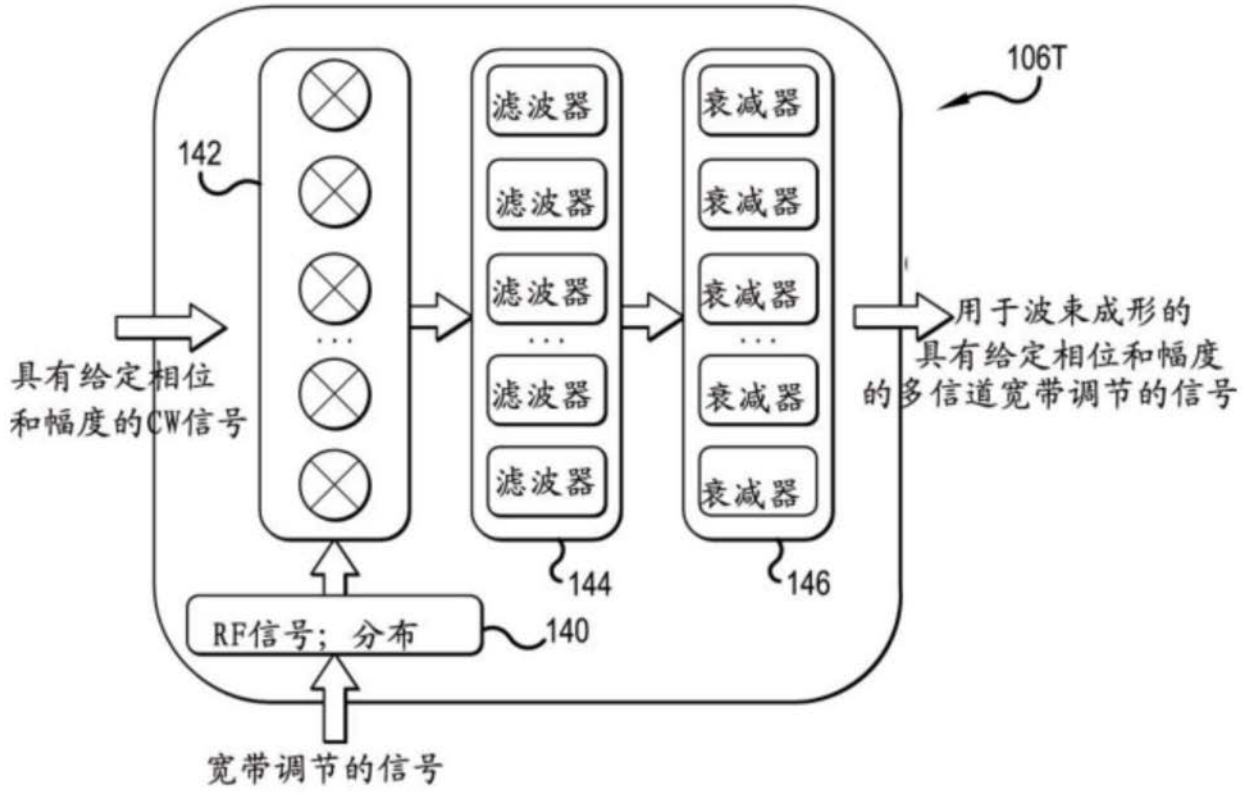

106T
142
滤波器
滤波器
滤波器
滤波器
滤波器
衰减器
衰减器
衰减器
衰减器
衰减器
用于波束成形的具有给定相位和幅度的多信道宽带调节的信号
具有给定相位和幅度的CW信号
144
146
RF信号；分布
140
宽带调节的信号

图4

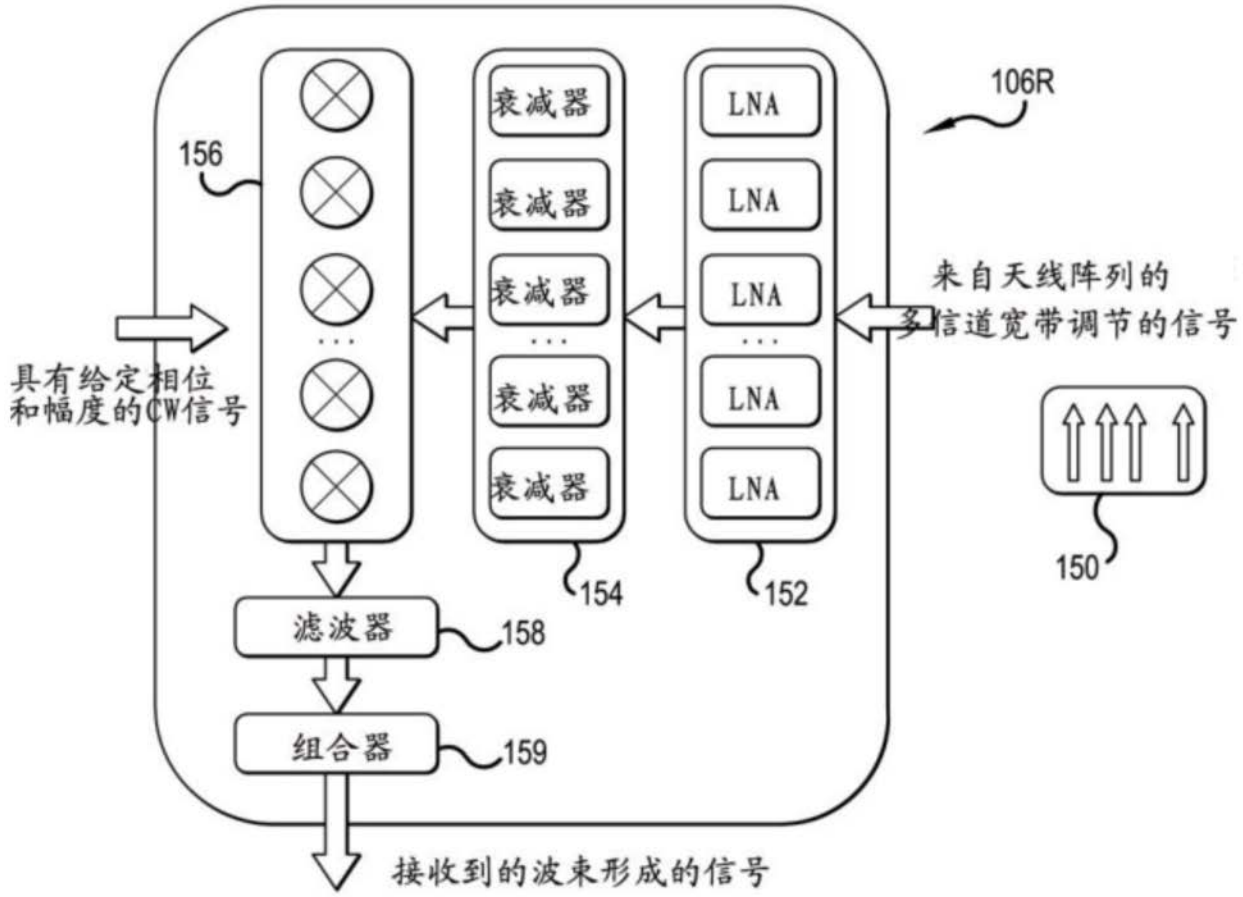

106R
156
衰减器
衰减器
衰减器
衰减器
衰减器
LNA
LNA
LNA
LNA
LNA
来自天线阵列的
多信道宽带调节的信号
具有给定相位
和幅度的CW信号
154
152
150
滤波器
158
组合器
159
接收到的波束形成的信号

图5

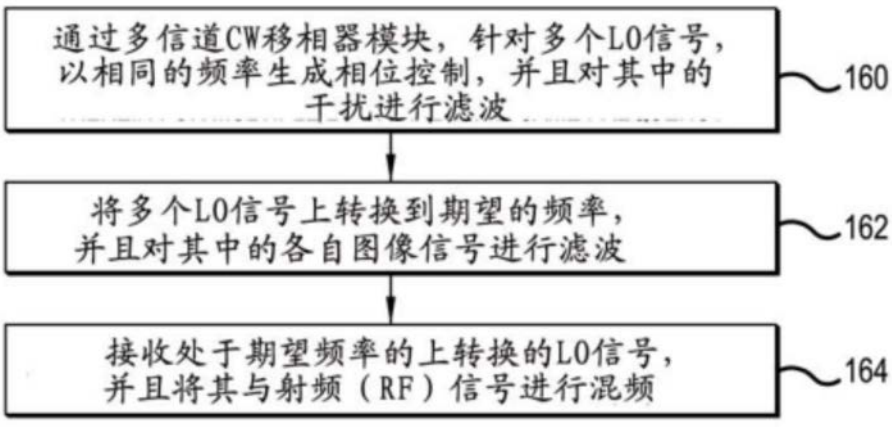

通过多信道CW移相器模块，针对多个LO信号，
以相同的频率生成相位控制，并且对其中的
干扰进行滤波
160
将多个LO信号上转换到期望的频率，
并且对其中的各自图像信号进行滤波
162
接收处于期望频率的上转换的LO信号，
并且将其与射频（RF）信号进行混频
164

图6