(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 105103510 B
(45)授权公告日 2018.07.03

(21)申请号 201480016039.0

(22)申请日 2014.03.17

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105103510 A

(43)申请公布日 2015.11.25

(30)优先权数据
13/840,478 2013.03.15 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.09.15

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2014/030525 2014.03.17

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2014/145716 EN 2014.09.18

(73)专利权人 盈诺飞公司
地址 美国伊利诺斯州

(72)发明人 徐阳 萨拉·穆诺茨·何尔莫索

(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 钟晶

(51)Int.Cl.
H04L 27/34(2006.01)
H04L 27/26(2006.01)

(56)对比文件
CN 1829209 A,2006.09.06,
Chi-Tsan Chen et al..Cognitive Polar Receiver Using Two Injection-Locked Oscillator Stages.《IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES》.2011,全文.
CHI-TSAN CHEN ET AL..Wireless polar receiver using two injection-locked oscillator stages for green radios.《MICAROWAVE SYMPOSIUM》.2011,全文.

审查员 楚彩虹

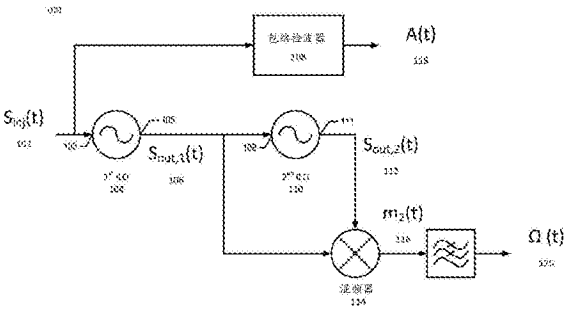
权利要求书3页 说明书9页 附图8页

(54)发明名称

极坐标接收器结构和信号处理方法

(57)摘要

利用二次谐波注入锁定振荡器对所接收调制信号的可变相位分量进行压缩,利用基波注入锁定振荡器来产生延迟相位压缩信号,将相位压缩信号与延迟相位压缩信号合并,得到可变相位分量的估算导数,以及进一步处理此估算导数以恢复所接收调制信号中含有的数据。



CN 105103510 B

1.一种极坐标接收器信号处理方法,包括:

接收含有可变相位分量的调制信号,其中所述可变相位分量包括第一相位范围的相位变化;

利用二次谐波注入锁定振荡器对所接收的调制信号进行处理,产生含有压缩可变相位分量的相位压缩信号,其中所述压缩可变相位分量包括第二相位范围的相位变化,所述第二相位范围是所述第一相位范围的一半;

产生含有延迟压缩可变相位分量的延迟相位压缩信号,所述延迟压缩可变相位分量相对于所述压缩可变相位分量被延迟;

将所述相位压缩信号与所述延迟相位压缩信号合并,得到所述可变相位分量的估算导数;

过滤掉所述可变相位分量的所述估算导数,产生估算可变相位分量信号;以及

将所述估算相位信号提供给极坐标解调电路。

2.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第一相位变化范围是弧度,所述第二相位变化范围是弧度。

3.根据权利要求2所述的方法,其特征在于,弧度。

4.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所接收的调制信号是相移键控信号。

5.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所接收的调制信号是正交调幅信号。

6.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所接收的调制信号是单载波信号。

7.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所接收的调制信号是正交频分复用信号。

8.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,产生所述相位压缩信号还包括从所接收的调制信号中移除所有的振幅变化。

9.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,如果所接收的调制信号也含有可变幅值分量,则所述方法还包括检测所接收调制信号的幅值。

10.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,还包括调节所述二次谐波注入锁定振荡器的参数以改变所述二次谐波注入锁定振荡器的自然频率。

11.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,还包括调节所述二次谐波注入锁定振荡器的一个或多个参数,其中所述一个或多个参数包括选自所述注入锁定振荡器的注入系数、品质因数和谐振频率的参数。

12.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述延迟相位压缩信号的延迟量被调节。

13.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述延迟相位压缩信号是在被注入所述相位压缩信号的基波注入锁定振荡器的输出产生。

14.根据权利要求13所述的方法,其特征在于,还包括调节所述基波注入锁定振荡器的一个或多个参数,其中所述一个或多个参数包括选自所述注入锁定振荡器的注入系数、品质因数和谐振频率的参数。

15.根据权利要求14所述的方法,其特征在于,所述方法通过调节一个或多个参数来调节所述延迟相位压缩信号的延迟量。

16.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,使用信号混频器将所述相位压缩信号与所述延迟相位压缩信号合并。

17.根据权利要求1所述的方法，其特征在于，对相关可变相位分量的估算导数进行滤波包括对所述估算导数进行低通滤波。

18.根据权利要求1所述的方法，其特征在于，还包括使用所述极坐标解调电路基于所述估算相位信号来恢复数据。

19.一种极坐标接收器信号处理装置，包括：

二次谐波注入锁定振荡器，用于产生含有压缩可变相位分量的相位压缩信号，其中所述压缩可变相位分量相对于注入锁定振荡器输入信号的可变相位分量被压缩；

基波注入锁定振荡器，其连接到所述二次谐波注入锁定振荡器，经配置以产生延迟相位压缩信号；

混频器，用于将所述相位压缩信号与所述延迟相位压缩信号合并，且输出含有所述可变相位分量估算导数的信号；以及

滤波器，用于根据所述可变相位分量的所述估算导数来产生估算可变相位分量信号。

20.根据权利要求19所述的装置，其特征在于，还包括控制电路，用于：(i)调整所述二次谐波注入锁定振荡器的一个或多个参数，从而改变所述二次谐波注入锁定振荡器的自然频率，使之接近所需信道的载波频率；以及(ii)调整所述基波注入锁定振荡器的一个或多个参数，从而改变所述基波注入锁定振荡器的自然频率，使之接近所需信道的所述载波频率的一半。

21.一种极坐标接收器信号处理装置，包括：

二次谐波注入锁定振荡器，具有输入节点和压缩信号输出节点，用于接收相位在第一相位范围内变化的含有可变相位分量的调制信号，且在所述压缩信号输出节点产生含有压缩可变相位分量的相位压缩信号，其中所述压缩可变相位分量的第二相位范围是所述第一相位范围的一半；

基波注入锁定振荡器，其具有输入节点和延迟输出节点，其中所述输入节点连接到所述压缩输出节点，所述基波注入锁定振荡器用于在所述延迟输出节点产生含有延迟压缩可变相位分量的相位压缩信号，其中所述延迟压缩可变相位分量相对于所述压缩可变相位分量被延迟；

混频器，其具有第一输入节点和第二输入节点，其中所述第一输入节点连接到所述压缩输出节点，所述第二输入节点连接到所述延迟输出节点，所述混频器用于将所述相位压缩信号与所述延迟相位压缩信号合并，且在混频器输出节点输出含有所述可变相位分量估算导数的信号；

滤波器，用于根据所述可变相位分量的所述估算导数来产生估算可变相位分量信号。

22.根据权利要求21所述的装置，其特征在于，还包括极坐标解调电路，用于基于所述估算可变相位分量信号来恢复数据信息。

23.根据权利要求21所述的装置，其特征在于，所述第一相位变化范围是$\pm\pi$弧度，所述第二相位变化范围是$\pm\pi/2$弧度。

24.根据权利要求21所述的装置，其特征在于，所接收的调制信号是下列信号之一：相移键控信号、正交调幅信号、单载波信号或正交频分复用信号。

25.根据权利要求21所述的装置，其特征在于，所述二次谐波注入锁定振荡器用于产生

相位压缩信号，其中所述相位压缩信号相对于所接收的调制信号含有减少的振幅变化。

26.根据权利要求21所述的装置，其特征在于，还包括振幅检测器，用于接收所收到的调制信号，且输出代表所接收调制信号幅度的幅度信号。

27.根据权利要求21所述的装置，其特征在于，还包括控制电路，用于调整所述二次谐波注入锁定振荡器的参数，从而改变所述二次谐波注入锁定振荡器的自然频率。

28.根据权利要求21所述的装置，其特征在于，还包括控制电路，用于调整所述二次谐波注入锁定振荡器的一个或多个参数，其中所述一个或多个参数包括选自振荡回路的注入系数、品质因数和电容的参数。

29.根据权利要求21所述的装置，其特征在于，还包括控制电路，用于调整所述基波注入锁定振荡器的一个或多个参数，从而调整所述延迟相位压缩信号的延迟量。

30.根据权利要求29所述的装置，其特征在于，所述一个或多个参数包括选自振荡回路的注入系数、品质因数和电容的参数。

极坐标接收器结构和信号处理方法

[0001] 相关申请案的交叉参考

[0002] 本申请书涉及下列待审申请案，所有这些申请案的内容已全部并入本文作为参考：2013年3月15日提出申请的名称为“极坐标接收器结构和信号处理方法”的美国申请案第13/840,478号；2013年3月15日提出申请的名称为“极坐标接收器信号处理装置和方法”的美国申请案第13/839,557号；2013年3月15日提出申请的名称为“在扩展动态范围内具有线性增益的低噪音放大器”的美国申请案第13/839,462号；以及2013年3月15日提出申请的名称为“数控注入锁定振荡器”的美国申请案第13/840,379号；以及2013年3月15日提出申请的名称为“单比特直接调制发送器”的美国申请案。

背景技术

[0003] 通讯收发器可采用很多种架构来恢复调制载波信号中的数据。这些架构包括使用中频转换或直接转换接收器进行相干解调(coherent demodulation)。此类接收器通常是利用锁相回路(phase-locked loop,PLL)和相干解调来恢复或再生通讯载波信号。最近提出了极坐标接收器架构，这种架构不必使用载波恢复电路便能够从接收到的调制信号中提取调制相位分量。然而，所提出的这种极坐标接收器架构及相关的信号处理有一些缺陷，会导致性能低下和比特误码率(bit error rates,BER)高。因此，需要对极坐标接收器信号处理和架构进行改良。

发明内容

[0004] 本发明的一方面提供一种方法，包括：接收含有可变相位分量的调制信号，其中所述可变相位分量包括第一相位范围的相位变化；利用二次谐波注入锁定振荡器对所接收的调制信号进行处理，产生含有压缩可变相位分量的相位压缩信号，其中所述压缩可变相位分量包括压缩相位范围大致是所述第一相位范围的一半的相位变化；产生含有延迟压缩可变相位分量的延迟相位压缩信号，所述延迟压缩可变相位分量相对于所述压缩可变相位分量被延迟；将所述相位压缩信号与所述延迟相位压缩信号合并，得到所述可变相位分量的估算导数；过滤掉所述可变相位分量的所述估算导数，产生估算可变相位分量信号；以及将所述估算相位信号提供给极坐标解调电路。

[0005] 本发明的另一方面提供一种装置，包括：二次谐波注入锁定振荡器，用于产生含有压缩可变相位分量的相位压缩信号，其中所述压缩可变相位分量相对于注入锁定振荡器输入信号的可变相位分量被压缩；基波注入锁定振荡器，其连接到所述二次谐波注入锁定振荡器，经配置以产生延迟相位压缩信号；混频器，用于将所述相位压缩信号与所述延迟相位压缩信号合并，且输出含有所述可变相位分量估算导数的信号；以及滤波器，用于根据所述可变相位分量的所述估算导数来产生估算可变相位分量信号。

[0006] 本发明的又一方面提供一种装置，包括：二次谐波注入锁定振荡器，具有输入节点和压缩信号输出节点，用于接收相位在第一相位范围内变化的含有可变相位分量的调制信号，且在所述压缩信号输出节点产生含有压缩可变相位分量的相位压缩信号，其中所述压

缩可变相位分量的压缩相位范围大致是所述第一相位范围的一半；基波注入锁定振荡器，其具有输入节点和延迟输出节点，其中所述输入节点连接到所述压缩输出节点，所述基波注入锁定振荡器用于在所述延迟输出节点产生含有延迟压缩可变相位分量的相位压缩信号，其中所述延迟压缩可变相位分量相对于所述压缩可变相位分量被延迟；混频器，其具有第一输入节点和第二输入节点，其中所述第一输入节点连接到所述压缩输出节点，所述第二输入节点连接到所述延迟输出节点，所述混频器用于将所述相位压缩信号与所述延迟相位压缩信号合并，且在混频器输出节点输出含有所述可变相位分量估算导数的信号；滤波器，用于根据所述可变相位分量的所述估算导数来产生估算可变相位分量信号。

附图说明

[0007] 附图与下文的具体实施方式一起被并入本说明书，构成本说明书的一部分，用来进一步阐述包括本发明在内的概念的实施例，并解释这些实施例的各种原理和优点。在单独视图中，相同的数字代表相同或功能上相似的元件。

[0008] 图1是根据一些实施例所提出的一种极坐标接收器的框图。

[0009] 图2是根据一些实施例所提出的一种极坐标接收器所产生的振幅和相位信息的信号图。

[0010] 图3是根据一些实施例所提出的一种极坐标接收器的输入信号和输出信号的信号图。

[0011] 图4是根据一些实施例所提出的一种可配置低通滤波器的电路图。

[0012] 图5是表示ILO信号关系的信号图。

[0013] 图6是根据一些实施例所提出的一种单比特发送器的框图。

[0014] 图7是根据一些实施例所提出的一种方法的流程图。

[0015] 图8是根据一些实施例使用极坐标解调电路来恢复的QPSK信号输出的信号图。

[0016] 图9是根据一些实施例所提出的一种方法的流程图。

[0017] 本领域技术人员应当理解，附图中的元件仅仅是为了简单和清楚起见而示出的，而且不一定是按比例绘制的举例而言，为了有助于更好地理解本发明的实施例，图中一些元件的尺寸可能相对于其他元件被放大。

[0018] 这些装置和方法组件已在图中适当之处用常用符号做了表示，仅示出那些与理解本发明之实施例有关的具体细节，这样就不会因为那些对熟悉本专业的技术人员而言明显易懂的细节，而弄不明白本说明书所披露的内容，这有利于本文的叙述。

具体实施方式

[0019] 请参考图1，下面将根据一些实施例来描述极坐标接收器100的框图。注入信号$S_{inj}(t)$ 102被施加在二次谐波(second harmonic)注入锁定振荡器(injection locked oscillator,ILO) 104(本文也称之为谐波ILO)的输入节点103，此注入信号是含有可变相位分量的接收调制信号。节点105处的谐波ILO输出信号$S_{out,1}(t)$ 106具有压缩可变相位分量，下文将做阐述。压缩可变相位信号106被施加在基波(fundamental)注入锁定振荡器ILO 110(本文也称之为基波ILO)的输入节点109，经过延迟后在输出节点111处产生输出信号$S_{out,2}(t)$ 112。也就是说，$S_{out,1}(t)$ 106和$S_{out,2}(t)$ 112通过基波ILO 110所施加的时间延迟而

相关联。相位压缩信号$S_{out,1}(t)$106和延迟相位压缩信号$S_{out,2}(t)$112被施加在混频器114上，产生输出信号$m_2(t)$116。混频器输出信号116经过低通滤波，过滤掉混频器114输出中的双频分量，得到预估相位导数信号Ω(t)120。注入信号$S_{inj}(t)$102也被施加在包络检波器108上，产生振幅波形A(t)118。

[0020] 请参考图2，其将极坐标接收器的输出绘示为振幅信号A(t)118、202和相位信息204，它们是对根据一些实施例而提出的极坐标接收器所输出的预估相位导数信号Ω(t)120进行整合而产生的。

[0021] 请参考图3，根据一些实施例，将接收调制信号的可变相位分量302与预估相位导数信号304(等同于瞬时频率信号)以及通过整合瞬时输入频率信号304而得到的恢复相位信号306做比较。

[0022] 请参考图4，下面将阐述一种注入锁定振荡器400的实例。在一个实施例中，ILO 400可在使用场效应晶体管(field effect transistor,FET)436的共模(common mode)节点434处配置一个谐波注入节点。在另一个实施例中，也可以使用共模节点421进行谐波注入。在又一个实施例中，也可以使用节点421和434来注入谐波锁定信号。振荡回路将与交叉耦合(cross-coupled)晶体管对(pair)426、428一同振荡并锁定在与注入信号的谐波相关的频率上。在一个实施例中，谐波是二次谐波，因此节点423、425处的输出频率将是注入信号的频率的一半。在谐波ILO实施例中，跨导增益级(transconductance gain stage)409是不必要的——或者通过控制电路将其切断，或者不存在。谐振电路411可包括振荡回路，其具有可变电容器420、422和电感器416、418。在另一个实施例中，振荡回路可采用RC振荡回路的形式，其包括可变电容器和电阻器。

[0023] 或者，ILO 400可配置成以差分方式将基波注入信号施加在节点402、404处。跨导增益级409与晶体管对410、412一同将电压输入信号的跨导提供给要在节点423、425处注入的电流信号。振荡回路将与交叉耦合晶体管对426、428一同振荡并锁定在与基波注入信号相关的频率上。

[0024] 关于ILO的变化形式和更多细节，2013年3月15日提出申请的名称为“数控注入锁定振荡器”的待审申请案(代理人案卷号第71604.US.01号)做了更全面的阐述。

[0025] 在一个实施例中，极坐标接收器装置包括第一ILO，其利用谐波注入在输入处接收具有第一范围相位变化的调制信号。此谐波注入ILO可与图4所示之ILO相似，但其配置成使用一个或一个以上的共模注入点434、421，而不是在基波注入点402、404处具有注入信号。谐波ILO在差分输出节点414、424处产生输出信号，此输出信号将相位变化范围制约在某一范围，可能是第一范围的一半。

[0026] 在一个实施例中，ILO 104是二次谐波注入锁定振荡器，其输入节点103接收调制信号。此调制信号可由模拟前端(analog front-end,AFE)信号处理电路来提供。此AFE可包括调谐功能或信道选择功能。调谐或信道选择是指按所需的频率来隔离所需的信号，一般称之为信道。调谐或信道选择也可包括隔离预定带宽的信号，其中第一所需信号可具有第一带宽，第二所需信号可具有不同的带宽。

[0027] 二次谐波ILO在压缩信号输出节点105处提供相位压缩信号。也就是说，二次谐波ILO经配置以在谐波ILO输入节点103处接收含有可变相位分量(相位在第一相位范围内变化)的调制信号，且在压缩输出节点105处相应地产生具有压缩可变相位分量(在压缩相位

范围内，实质上是第一相位范围的一半)的相位压缩信号。

[0028] 输入信号的相位变化与输出谐波信号的对应相位变化之间的这种关系，通过图5可以更好地加以理解。输入信号相位变化π/2会导致输出相位变化π/4。具体而言，输入信号506(如虚线所示)是输出信号508频率的二倍。如图(A)所示，点504处出现信号对准，两个信号都从DC或平均值开始向下摆动，这表明，输入506和输出508具有稳态对准。值得注意的是，这种特殊对准只是为了便于说明，输入信号与输出信号之间的具体稳态关系可以取不同的值。

[0029] 在中间图(B)中，输入信号516被延迟90°或π/2弧度，而ILO输出信号514尚未变化。从点518的信号对准可以看到，与先前发生在下降沿504处的信号对准相比，此时信号是在负峰值处对准，这表明输入信号与输出信号之间的净相位关系已经发生了变化。根据点502和510可以看出输入信号516的相位变化，如520所示等于π/2。输入信号516的相位变化可能是输入信号调制的结果。虽然图5绘示为离散相位变化(例如，可能发生在PSK信号中)，但是本文所述的相位压缩特性同样适用于任何其他存在变化相位分量的调制类型，包括正交频分复用(orthogonal frequency division multiplexing,OFDM)。

[0030] 图(C)绘示为输出信号528再次锁定并相对于输入信号526达到最初相位关系时的状态，这从点524处的信号对准可以看到(即，信号对准回到了图(A)中初始点504所示的状态)。点512与522(它们是输出信号再次锁定前后的峰值)之间的比较表明π/2弧度的输入相位变化520只能使输出信号产生π/4弧度的变化530。

[0031] 再参考图5，图(D)、图(E)和图(F)550分别绘示为初始信号图、中间信号图和最终信号图，通过比较相位变化前后的输入信号峰值点552和554可以看到，输入信号的相位变化558为-π/2弧度。将ILO再次锁定前556处的输出信号峰值与输出恢复其相对于输入信号的稳态相位关系后560处的输出信号峰值相比较，可以看到对应的输出相位变化562为-π/4弧度。

[0032] 因此，极坐标接收器的二次谐波ILO经配置以接收相位在第一范围$\pm\varphi$弧度内变化的调制信号，且提供具有第二相位变化范围的输出信号，其中第二相位变化范围等于$\pm\varphi/2$弧度。此装置可经配置以接收下列形式的调制信号：相移键控信号、正交调幅信号、单载波信号或正交频分复用信号。

[0033] 再参考图1，基波ILO有一个输入节点连接到谐波ILO的压缩输出节点。基波ILO也有一个延迟输出节点，经配置以在此延迟输出节点产生具有延迟压缩可变相位分量的相位压缩信号，其相对于压缩可变相位分量而延迟。然后混频器可使用基波ILO的输入和输出来产生相位压缩信号的相位变化的导数估算(从而产生所接收的调制信号的原相位变化的估算，下文将全面阐述)。

[0034] 注入锁定振荡器的一种状态称为亚稳状态(metastable state)。这种亚稳状态会导致这样的现象：当输入信号发生相位变化时，ILO可朝着输入信号相位变化相反的方向调节其输出信号的相位直到达到稳态条件，以这种方式恢复其锁定状态。举例而言，瞬间增大输出信号514的频率以使其相位提前π/4弧度，或者瞬间减小输出信号514的频率以使其相位延迟-7π/4弧度，输出信号514便可移动到输出信号528所示的最终相位关系。因此，在某些情况下，输入信号频率瞬间增大而造成的输入信号相位变化实际上会导致输出频率瞬间

减小，从而使输出信号的相位延迟，直到ILO被再次锁定。这种现象会使ILO输出信号的频率/相位特性发生错误的改变，当使用基波ILO的输入和输出来产生相位变化的导数估算时会造成错误。

[0035] 请注意，当输入信号的相位变化足够大，以致于输入-输出ILO相位差大于亚稳状态下的相位差时，错误就会发生。因为当输入信号相位变化较大时亚稳状态更有可能传递错误的频率或相位变化到ILO输出信号中，所以在极坐标接收器的最初阶段使用二次谐波ILO来获得相位压缩显著减少了错误，提高了接收器的效能。

[0036] 在又一个实施例中，二次谐波ILO和基波ILO是可调节的，以便获得极坐标接收器的所需特性或效能。在一个实施例中，二次谐波ILO可通过调节来选择具有预定载波频率的所需信号。ILO调节可以是(例如)通过改变ILO振荡回路的电容来改变二次谐波ILO的自然频率(free-running frequency)f_r。极坐标接收器可包括ILO控制电路，其经配置以便在(例如)通过控制开关除去注入输入信号后测量ILO的自然频率f_r。ILO控制电路可调节振荡回路的电容，直到自然频率f_r相对于载波信号f_c(或信道中心频率)具有所需的关系。这种所需的关系可以是f_r偏离$f_c/2$。ILO控制电路也可调节二次谐波ILO的一个或一个以上参数，包括ILO注入系数α、品质因数Q以及振荡回路的电容，从而调节自然频率f_r。

[0037] ILO控制电路也可通过配置来调节基波ILO的一个或一个以上参数，从而调节延迟相位压缩信号的延迟量。通过调节包括注入系数α、品质因数Q和自然频率f_r在内的一个或一个以上参数，可调节这种延迟。通过改变ILO输入的跨导级，或者通过增加或移除并行配置的信号注入节点装置，或者通过改变ILO内的偏置信号，可调节注入系数。通过更改振荡回路内的电阻值，可调节品质因数。通过(例如)使用电容器组或变抗器(varactor)来改变ILO振荡回路的电容，可调节自然频率。在又一个实施例中，基波ILO可配置成在强注入模式下操作，而不是在弱注入模式下操作。弱注入的特征在于低注入比，如0.1(即，10％)。因此强注入可包括注入系数范围$\alpha>0.1$。在又一个实施例中，强注入模式可包括注入系数范围$\alpha>0.5$。

[0038] 二次谐波ILO和基波ILO的特征，包括品质因数Q、自然频率f_r和注入系数α，可根据2013年3月15日提出申请的名称为“数控注入锁定振荡器”的待审申请案(代理人档案号第71604.US.01号)中所述的结构和方法来调节。

[0039] 混频器具有：第一输入节点，其连接到压缩输出节点；以及第二输入节点，其连接到延迟输出节点。此混频器可以是(例如)吉尔伯特单元(Gilbert Cell)或者其他适当的信号混频器。此混频器经配置以将相位压缩信号与延迟相位压缩信号合并，且在混频器输出节点输出含有可变相位分量估算导数的信号。通常，混频器会在其输出节点提供频率等于输入信号频率之和的信号和频率等于输入信号频率之差的信号。

[0040] 本说明书所述之极坐标接收器架构对和频率(sum frequencies)并不关心，所以此接收器包括滤波器，用来过滤掉高频分量，从而根据可变相位分量的估算导数来产生估算可变相位分量信号。为了改善从混频器输出的估算可变相位分量的特性，可如上文所述通过更改基波ILO的参数来调节混频器两输入节点之间的相位关系。调节基波ILO的同时注意观察混频器的低通滤波输出，以便确定令人满意的操作点。在一个实施例中，ILO被注入稳态信号(即，无相位变化的载波信号)，且被调节直到混频器输出减小或者以其他方式发生可以接受的直流偏移(DC offset)。

[0041] 在此极坐标接收器架构中，一些实施例经配置以接收具有振幅变化或信号包络变化的调制信号。请注意，二次谐波ILO可经配置以产生相位压缩信号，其振幅变化相对于所接收的调制信号实质上减小。包络尺寸越恒定，对基波ILO的输出造成的振幅诱导相位失真越小。

[0042] 在一些实施例中，极坐标接收器可包括振幅检测器，其经配置以处理所接收的调制信号，且输出表示所接收调制信号幅度的幅度信号。通过这种方式，信号包络被保存下来，随后与估算相位信号再合并。

[0043] 此极坐标接收器也可包括极坐标解调电路，其经配置以根据估算可变相位分量信号来恢复数据信息。在一个实施例中，此解调电路通过配置首先将极坐标信息(振幅和相位信号)转换成更常规的同相和正交信号分量，通常称为I信号和Q信号。然后采用发达的信号处理技术和架构来对这些常规IQ信号进行处理，这里不必再赘述。

[0044] 请看图6，其是根据一些实施例所提出的一种单比特发送器的框图。具体而言，图6绘示为一种示例接收器600的框图。输入信号601被示例接收器600捕捉到，且经过低噪音放大器(low noise amplifier,LNA)602和极坐标接收器604。2013年3月15日提出申请的名称为“在扩展动态范围内具有线性增益的低噪音放大器”的待审申请案(代理人案卷号第71603.US.01号)阐述了这样一种适当的LNA。此类LNA提供适当的邻频抑制(adjacent channel rejection)以及放大，参考申请案中有更全面的阐述。

[0045] 极坐标接收器604的输出信号作为输入信号被提供给DC偏移电路606，且作为输入信号被提供给相位振幅对准电路612。另外，DC偏移电路606的输出被提供给相位积分电路608。此外，相位积分电路608的输出信号作为输入信号被提供给相位定标电路610。此外，相位定标电路610的输出信号被提供给相位振幅对准电路612。相位振幅对准电路612提供同相(I)信号614和正交(Q)信号616。

[0046] 示例接收器600还包括计时电路618，I信号和Q信号(614和616)被提供给此计时电路618。计时电路618的输出信号被提供给相关器电路620，检测该信号关于巴克码相关性(Barker code correlation)的最大值。另外，相关器电路的输出信号被反馈到相位定标电路610和相位振幅对准电路612。此反馈可用来调节定标和/或相位振幅对准。此外，电路620的输出信号被提供给帧同步电路622。另外，帧同步电路622的输出信号被提供给解调器/信道估算电路624，以提供接收器输出信号626。

[0047] 图7是一种示例方法700的框图。此示例方法700包括相位定标，估算相位信号的一定数量的离散标度值，如方块702所示。在一个实施例中，使用19个不同的值，不过也可以使用其他数量。定标因数可具有线性间隔，也可具有非线性间隔。由于相位信息是以信号幅度(如电压信号)的形式存在，且必须使用(例如)正弦-余弦查表法(lookup table,LUT)将其转换成I和Q信道，所以电压信号与角度值之间必须建立映射(mapping)。在一个实施例中，对大部分数字PSK信号的阶跃(step transitions)特性进行相位变化分析，然后通过将电压转换映射为那些预期的相位阶跃来进行适当的定标。在另外的实施例中，可利用二元树(binary tree)搜索或穷举搜索(exhaustive search)，从而测定接收器的效能，以递增方式调节定标。在所接收的调制信号包含巴克编码(或者其他可提供编码增益的扩展代码)的实施例中，可基于巴克相关性电路的性能来进行迭代法评估。

[0048] 由于不正确的定标(电压-相位角映射)会导致期望信号点旋转，所以另一个实施

例可包括巴克相关性电路，其配置有多个相关器，每个相关器用来测试IQ信号中是否存在依次旋转的巴克序列。

[0049] 示例方法700还包括使信号的振幅和相位(A&P)同步(即，时间移位)，如方块704所示，以便利用这些信号的不同对准来评估接收器的性能。在一个实施例中，以迭代或穷举方式设定各种时间偏移，且利用巴克相关性电路的性能来评估最佳时间偏移。在另一个实施例中，可对相位信号进行关联，以辨别同步序列是否存在预定的相位特性，且可对包络/幅度信号进行二次关联，关联结果用来使信号对准。在又一个实施例中，可利用单独的振幅相位关联来进行粗对准(coarse alignment)，然后利用迭代过程进行精对准(finer alignment)。

[0050] 在一个实施例中，示例方法700包括八条11-Mbps数据流，如方块706所示，它们可以每个码元(码片)周期有8个样本。可对每条11-Mbps数据流进行单独的巴克关联，如方块708所示。在一些实施例中，巴克关联可被反馈给相位定标模块、振幅相位同步模块和八个11-Mbps数据流。

[0051] 关于极坐标解调电路和校准程序，2013年3月15日提出申请的名称为“极坐标接收器信号处理装置和方法”的(代理人案卷号第71602.US.01号)做了更详细的阐述。

[0052] 请参考图8，其绘示为使用本说明书所述之极坐标解调电路来恢复的QPSK信号输出的信号图。

[0053] 下面将参考图9所示之流程图来阐述一种信号解调方法900的实施例。在一个实施例中，此方法900可包括接收含有可变相位分量的调制信号902。此可变相位分量可包括第一相位范围的相位变化。所接收的调制信号可具有第一相位变化范围$\pm\varphi$弧度，且第二相位变化范围是$\pm\varphi/2$弧度。在一个实施例中，$\varphi=\pi$弧度。

[0054] 一般相位范围可取决于信号调制性质，或者通常视为等于±π弧度。所接收的调制信号可以是相移键控信号、正交调幅信号、诸如正交频分复用信号等单载波或多载波信号。

[0055] 此方法也可包括产生含有压缩可变相位分量的相位压缩信号904。利用二次谐波注入锁定振荡器对所接收的调制信号进行处理，可产生压缩可变相位分量。如上文所述，压缩可变相位分量包括压缩相位范围内的相位变化，其中压缩相位范围实质上是第一相位范围的一半，通常限定于±π/2弧度。

[0056] 在906，可产生含有延迟压缩可变相位分量的延迟相位压缩信号，其中延迟压缩可变相位分量相对于压缩可变相位分量被延迟。可通过调整延迟量在混频器输出得到所需的信号混频。在908，相位压缩信号和延迟相位压缩信号被合并以得到可变相位分量的估算导数。在910，产生估算可变相位分量信号。使用低通滤波器对可变相位分量的估算导数进行滤波，可产生估算可变相位分量。低通滤波之后也可配置积分器。积分器也可由低通滤波器来实施。在912，估算相位信号可被输出或以其他方式提供给极坐标解调电路。

[0057] 在一些实施例中，产生相位压缩信号还可包括从所接收的调制信号中清除实质上所有的振幅变化。在另一些实施例中，此方法还可包括：如果所接收的调制信号也含有可变幅值分量，则检测所接收调制信号的幅值。

[0058] 一些实施例的方法还可包括调节二次谐波ILO的参数以改变二次谐波ILO的自然频率。此外，调节二次谐波ILO的一个或一个以上参数可包括调节振荡回路的注入系数、品

质因数和/或自然频率。

[0059] 在另一个实施例中，例如，通过调节基波ILO的一个或一个以上参数，包括振荡回路的注入系数、品质因数和谐振频率，来调节延迟相位压缩信号的延迟量。

[0060] 在一些实施例中，使用信号混频器(如吉尔伯特单元)将相位压缩信号与延迟相位压缩信号合并。

[0061] 具体实施例已在本说明书中做了阐述如上。然而，在不脱离权利要求书所列出的本发明技术方案范围的前提下，熟悉本专业的技术人员当可对其做出各种修饰和更动。因此，本说明书和附图应视为例示而非限制，且所有此类修饰都应包括在本发明的技术方案范围内。

[0062] 好处、优点、问题的解决办法以及可能带来任何好处、优点或解决办法或使之更明显的元件不应解释为权利要求中关键的、必需的或基本的特征或元件。本发明只能由后附之权利要求来界定，包括本申请案在待审期间所做的任何修订以及专利发布时这些权利要求的所有等同项。

[0063] 此外，在本文中，相关术语如“第一”和“第二”、“上”和“下”等只是用来区分一个实体或活动与另一个实体或活动，未必表示这些实体或活动之间存在任何实际的关系或次序。术语“包括”、“具有”、“包含”或任何其他变体，是一种非排他性的包括，因此包括、具有、包含一系列元件的过程、方法、文章或装置不仅仅包括那些元件，而是也可能包括未明确列出的或该过程、方法、文章或装置所固有的其他元件。在包括、具有、包含一个元件的过程、方法、文章或装置中，如果此元件后面有“包括”、“具有”、“包含”，则在没有更多限制条件的情况下，此元件不排除存在额外的相同元件。术语“一个”和“一种”被定义为一个或一个以上，除非本说明书另行明确规定。术语“实质上”、“本质上”、“近似于”、“约为”或任何其他变体，定义为接近熟悉本专业的技术人员所了解的，在一个非限制性实施例中，此术语定义为10％以内，另一个实施例中定义为50％以内，又一个实施例中定义为1％以内，再一个实施例中定义为0.5％以内。本说明书中所用的术语“耦合”定义为连接，但未必是直接连接，也未必是机械连接。以某种方式进行“配置”的装置或结构至少以那种方式进行配置，但也可能以其他未明确列出的方式进行配置。

[0064] 应理解的是：一些实施例可包括：一个或一个以上的通用或专用处理器(或“处理装置”)，如微处理器、数字信号处理器、自定义处理器和现场可编程门阵列(field programmable gate arrays,FPGAs)；以及特有的存储程式指令(包括软件和固件)，其结合某些非处理器电路来控制这一个或一个以上处理器的执行操作，其方法与/或装置的一部分、大部分或全部功能已在本说明书中做了阐述。或者，一部分或全部功能可由不具有存储程式指令的状态机(state machine)或一个或一个以上的专用集成电路(application specific integrated circuits,ASICs)来执行，其中每个功能或某些功能组合是作为定制逻辑来执行的。当然，也可以这两种方式相结合。

[0065] 因此，本说明书的一些实施例或其一部分可将一个或一个以上的处理装置与储存在计算机可读有形记忆装置中的一个或一个以上的软件组件(如程式代码、固件、常驻软件、微代码等)结合起来，其组合起来形成能够执行本说明书所述之功能的具有特定配置的装置。这些构成特殊程式化装置的组合在此通常可称为“模块”。此模块的软件组件部分可用任何计算机语言来编写，可成为庞大代码库的一部分，或者可在离散的代码中进行开发，

如典型的是面向对象的计算机语言。另外，此模块可分布到多个计算机平台、服务器、终端等。甚至可以通过执行一个给定的模块来使处理装置与/或计算机硬件平台各自执行所述的功能。

[0066] 此外，实施例可以作为计算机可读存储媒体来实施，其储存着计算机可读代码，用来给计算机(例如，包括处理器)编程，以便执行本说明书所阐述和要求的方法。此类计算机可读存储媒体的实例包括(但不限于)硬盘、CD-ROM、光存储装置、磁存储装置、ROM(只读存储器)、PROM(可编程只读存储器)、EPROM(可擦除可编程只读存储器)、EEPROM(电可擦除可编程只读存储器)以及快闪存储器(Flash memory)。另外，在本说明书所披露的概念和原理的指导下，熟悉本专业的技术人员有望通过最少的试验就能产生这样的软件指令和程式，但可能要付出大量的努力和通过(例如)可用时间、当前技术和经济考量而激发出的设计选择。

[0067] 说明书摘要旨在让读者能够快速了解所披露的技术的本质。应当明白的是，其并非用以解释或限定权利要求的技术方案范围或含义。另外，在上文的“具体实施方案”中，为了简化内容，各实施例将各种特征组合在一起。这种披露方法不应理解为“这表明提出权利要求的实施例所要求的特征超过每项权利要求明确列举的特征”。准确地说，正如下文权利要求书所表明的那样，发明标的物存在于比单一实施例之全部特征少的特征之中。故，下文的权利要求书在此并入“具体实施方案”，每一项权利要求作为单独提出的标的物而独立存在。

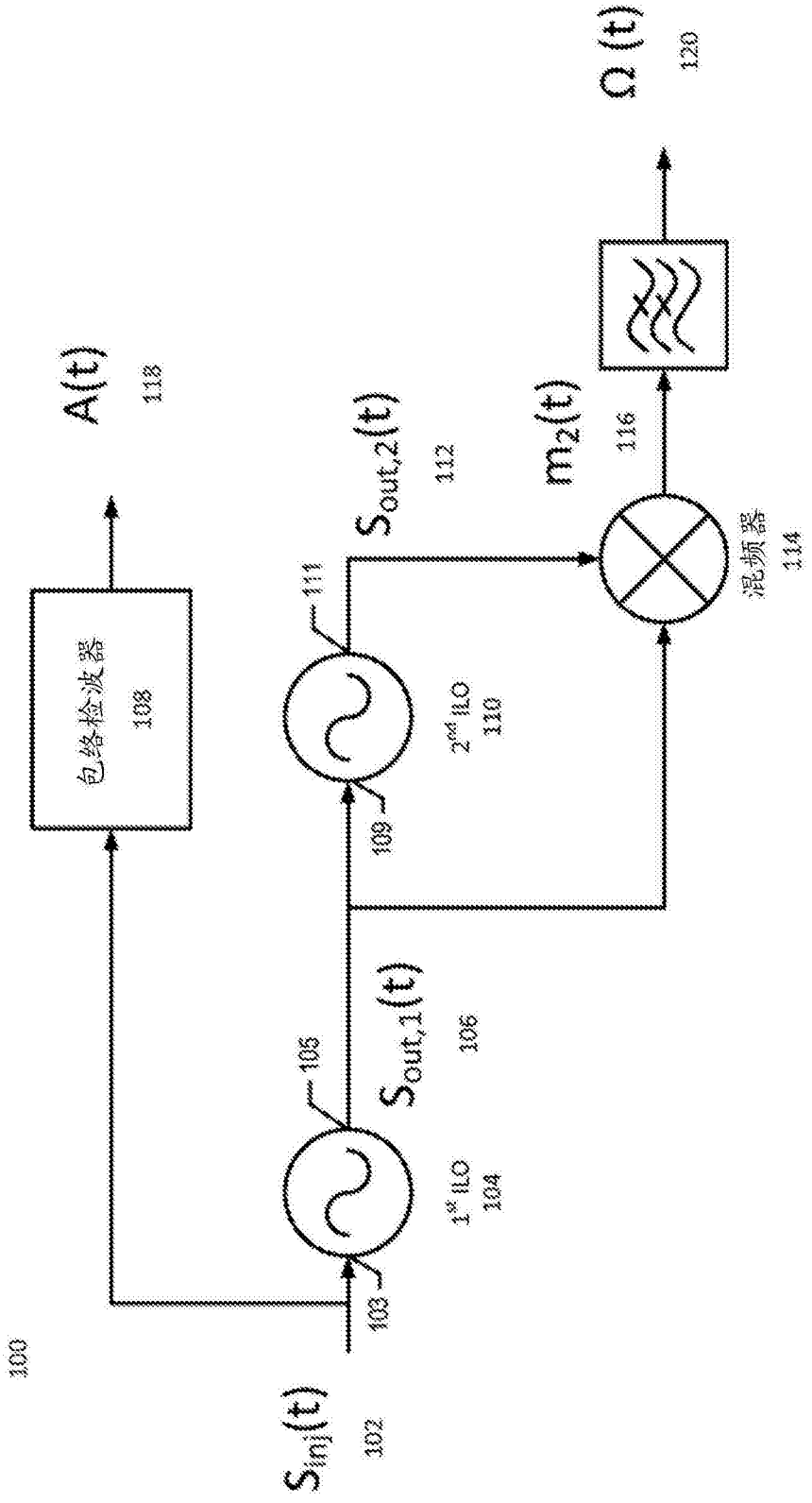

Q(t)
120
A(t)
118
$S_{out,2}(t)$
112
$m_2(t)$
116
包络检波器
108
111
混频器
114
2nd LO
110
109
$S_{out,1}(t)$
106
106
1st LO
104
103
100
$S_{inj}(t)$
102

图1

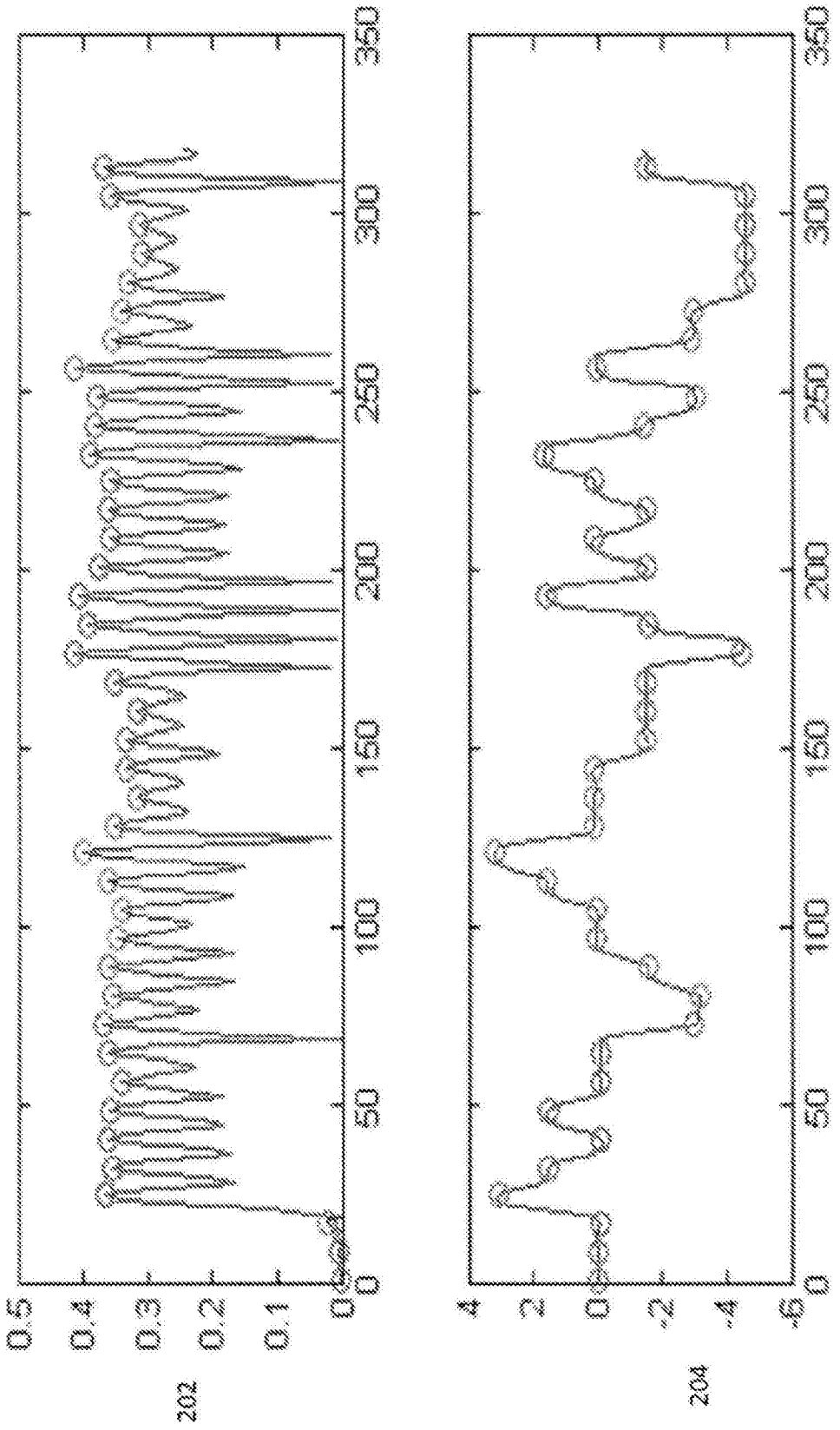

0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0
50
100
150
200
250
300
350
202
4
2
0
-2
-4
-6
0
50
100
150
200
250
300
350
204

图2

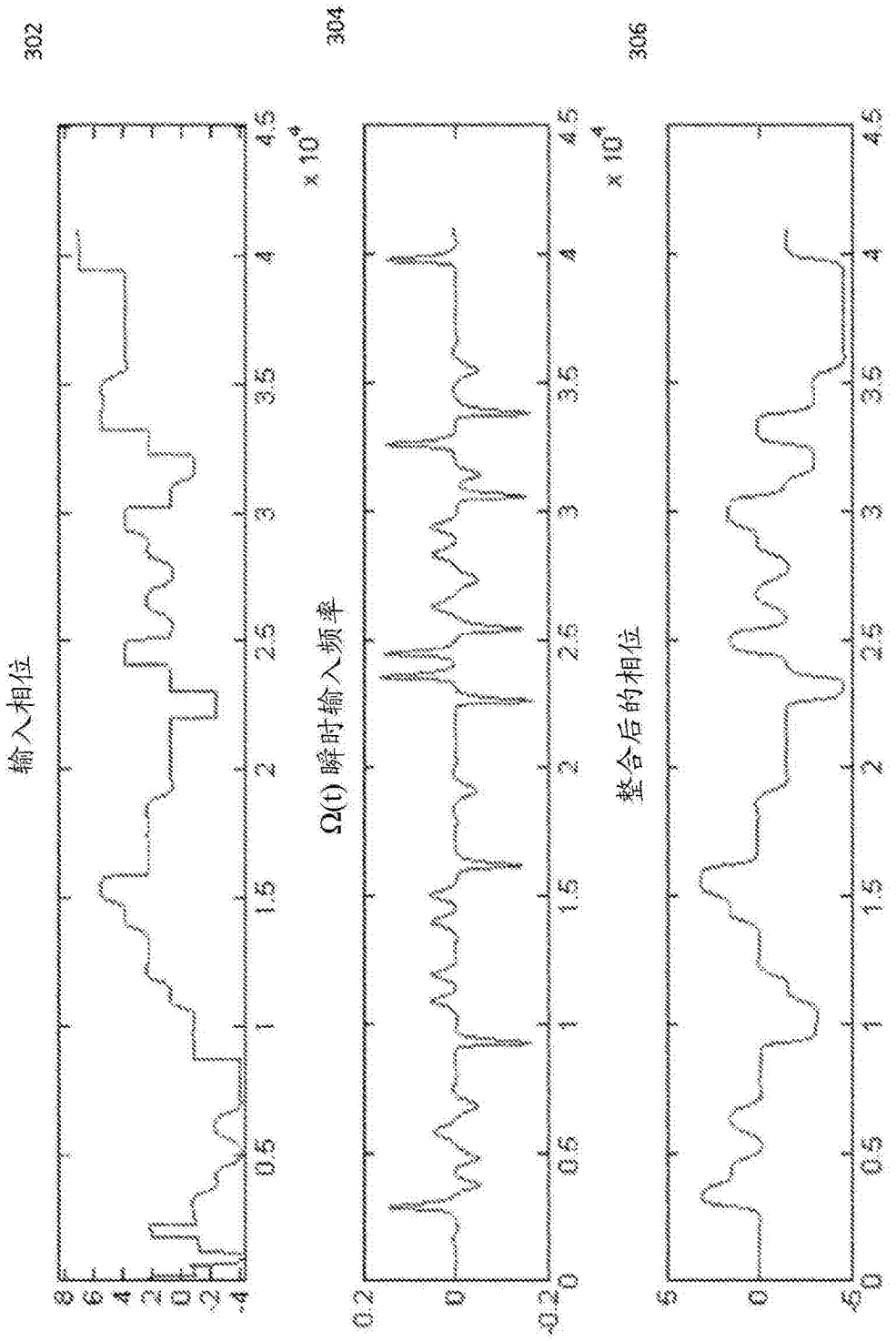


图3

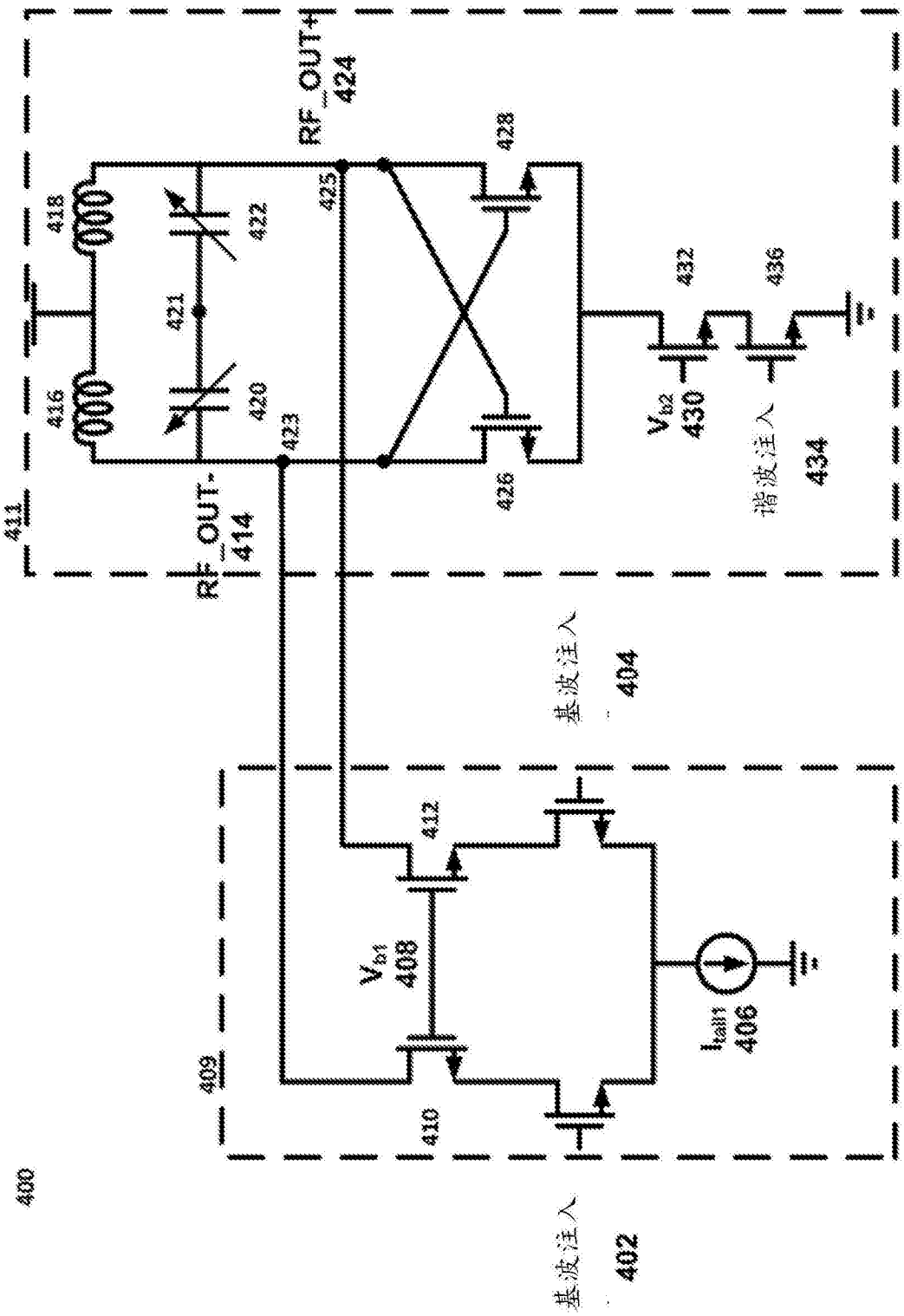

400
411
409
RF_OUT+
424
RF_OUT-
414
418
416
422
421
420
425
423
428
426
432
436
V_{b2}
430
谐波注入
434
基波注入
404
412
410
V_{b1}
408
I_{tail1}
406
基波注入
402

图4

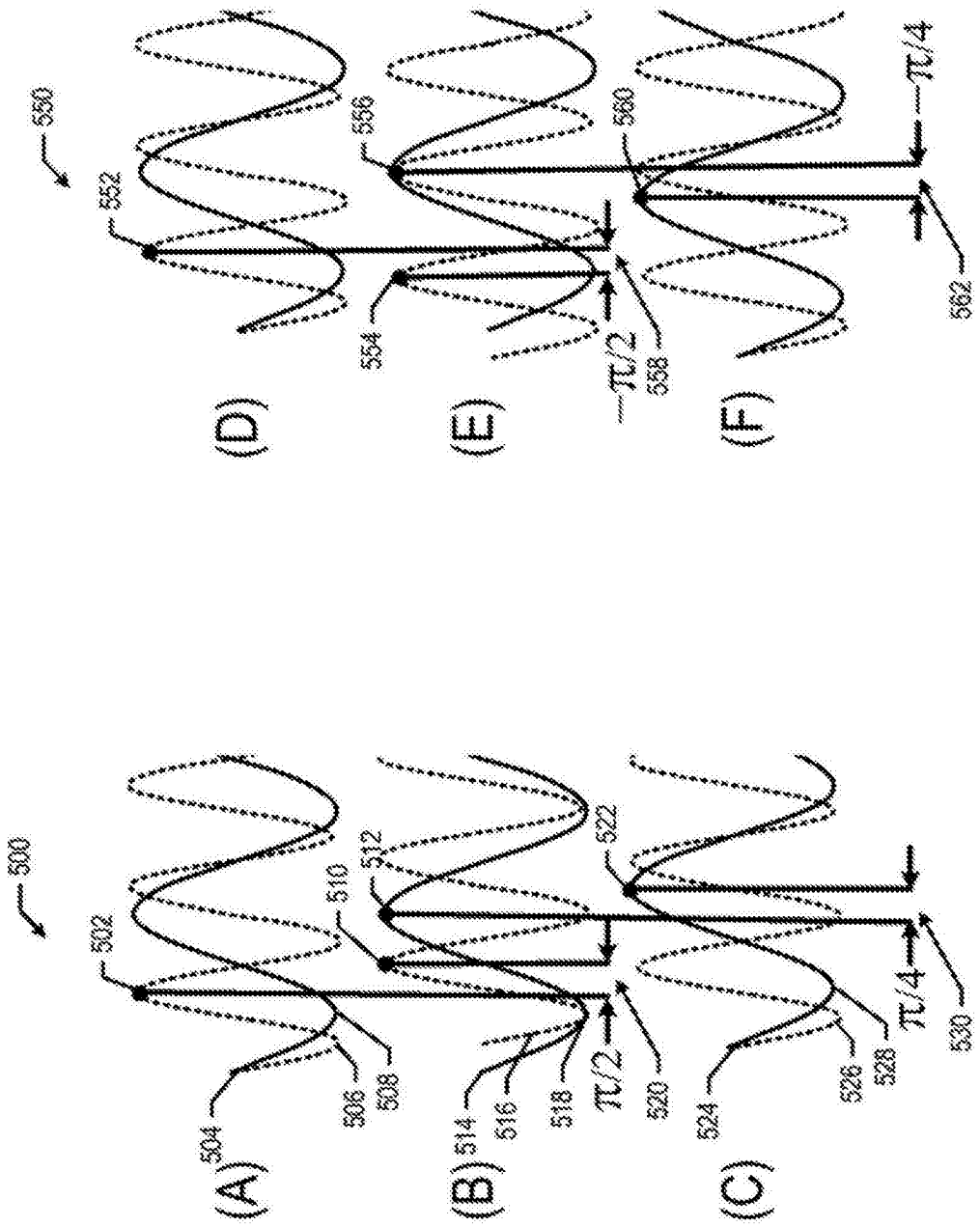

500
502
504
506
508
510
512
514
516
518
520
522
524
526
528
530
π/2
π/4
(A)
(B)
(C)
550
552
554
556
558
560
562
π/2
π/4
(D)
(E)
(F)

图5

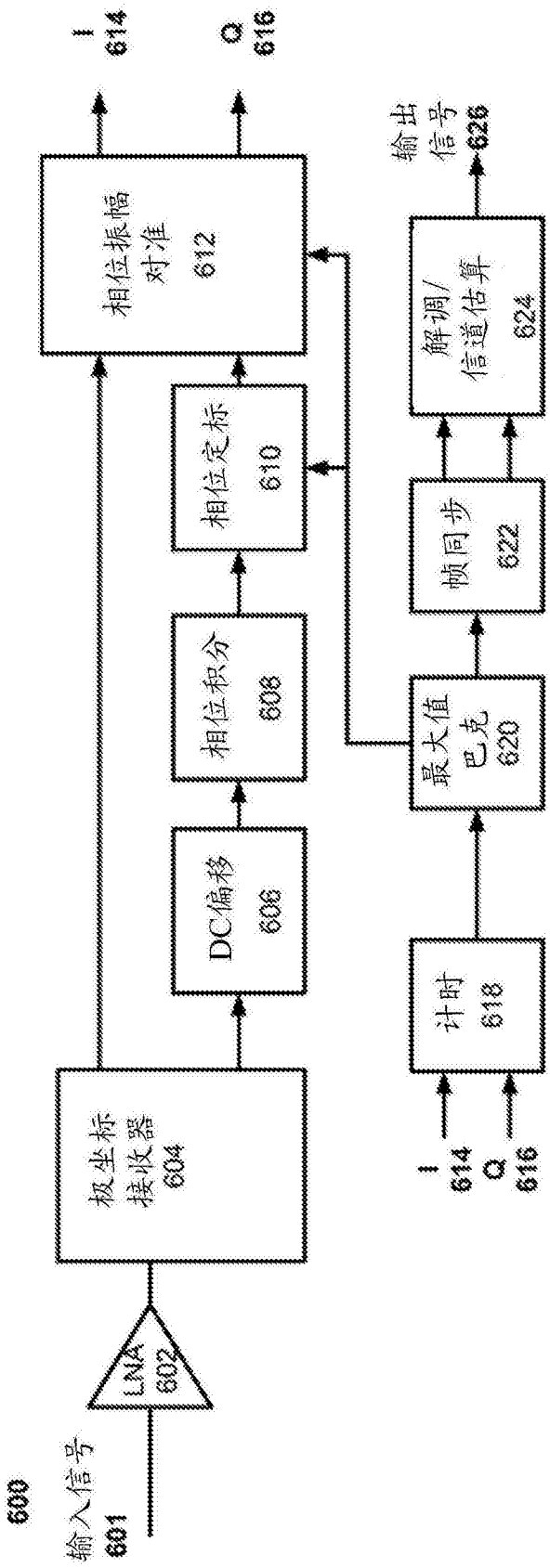

600
输入信号
601
LNA
602
极坐标
接收器
604
DC偏移
606
相位积分
608
相位定标
610
相位振幅
对准
612
I
614
Q
616
计时
618
最大值
巴克
620
帧同步
622
解调/
信道估算
624
输出
信号
626

图6

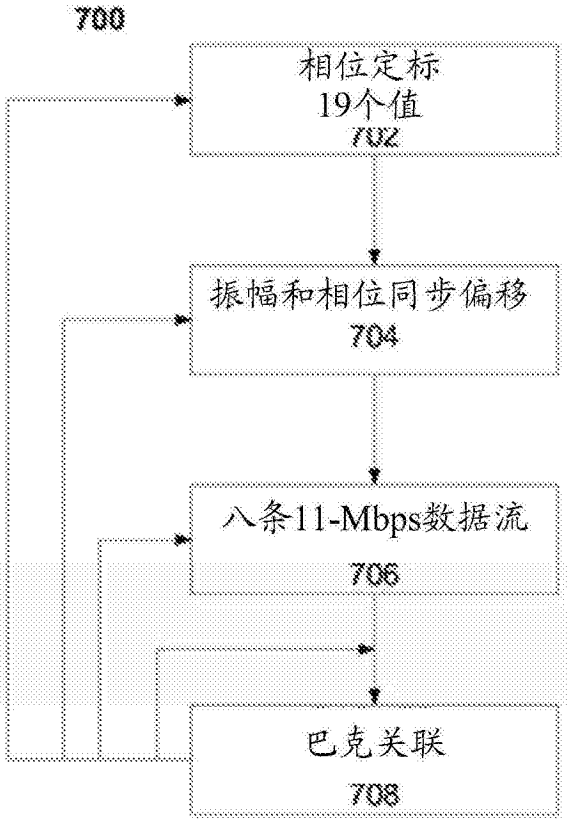

700
相位定标
19个值
702
振幅和相位同步偏移
704
八条11-Mbps数据流
706
巴克关联
708

图7

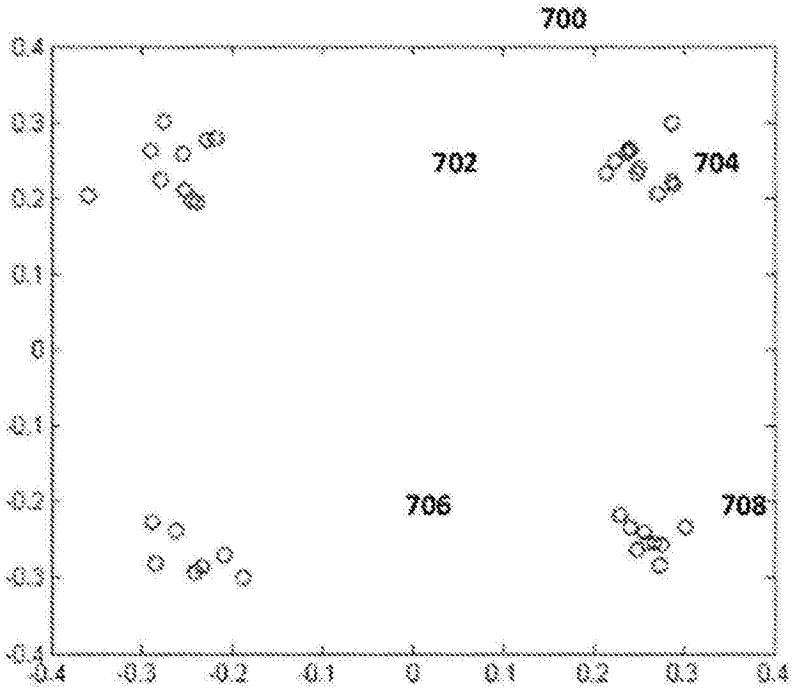

700
702
704
706
708
0.4
0.3
0.2
0.1
0
-0.1
-0.2
-0.3
-0.4
-0.4
-0.3
-0.2
-0.1
0
0.1
0.2
0.3
0.4

图8

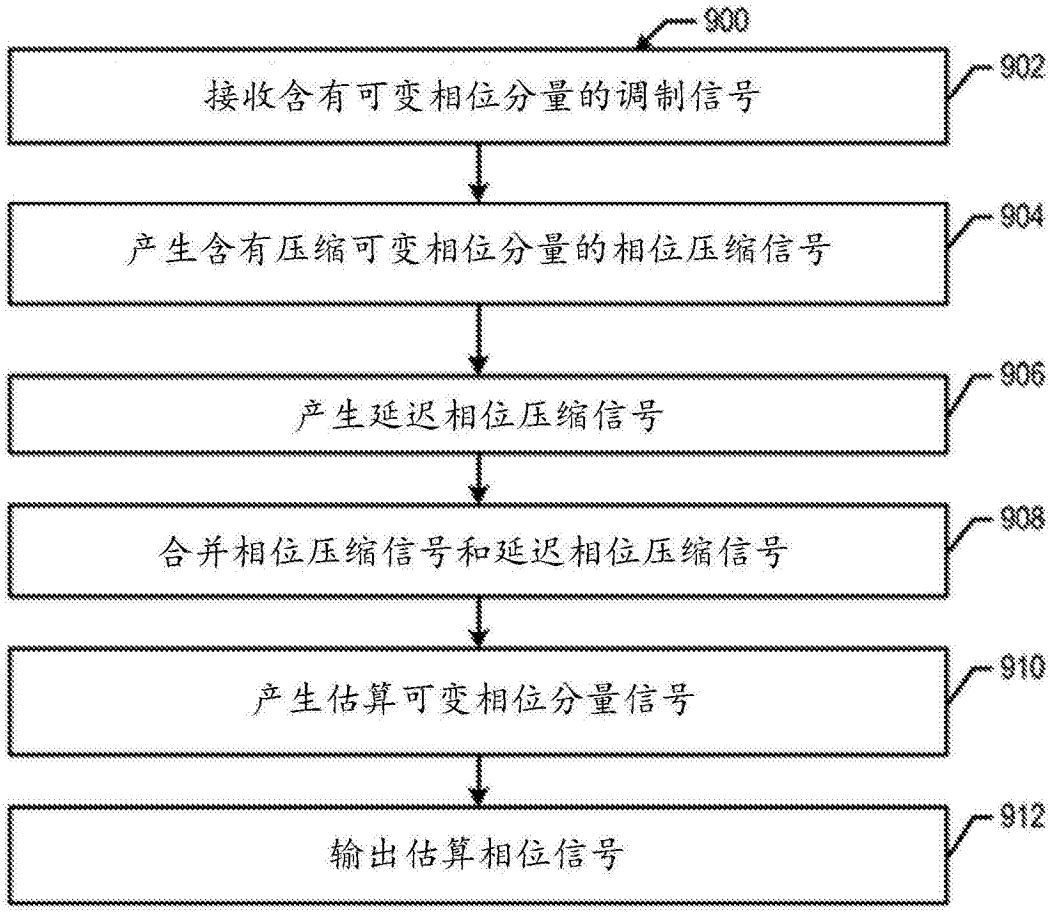

900
接收含有可变相位分量的调制信号
902
产生含有压缩可变相位分量的相位压缩信号
904
产生延迟相位压缩信号
906
合并相位压缩信号和延迟相位压缩信号
908
产生估算可变相位分量信号
910
输出估算相位信号
912

图9