[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
H04L 27/22
H03L 7/091

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95190296.2

[45]授权公告日 2002 年 7 月 31 日

[11]授权公告号 CN 1088547C

[22]申请日 1995.4.12
[21]申请号 95190296.2
[30]优先权
[32]1994.4.13 [33]FI [31]941713
[86]国际申请 PCT/FI95/00212 1995.4.12
[87]国际公布 WO95/28771 英 1995.10.26
[85]进入国家阶段日期 1995.12.13
[73]专利权人 诺基亚电信公司
地址 芬兰埃斯波
[72]发明人 米高·佳瓦拉 朱克·索维里
[56]参考文献

US 5151926A	1992. 9.29	H04L27/22
WO 9009070A1	1990. 8. 9	H04L27/22

审查员 汪 涛

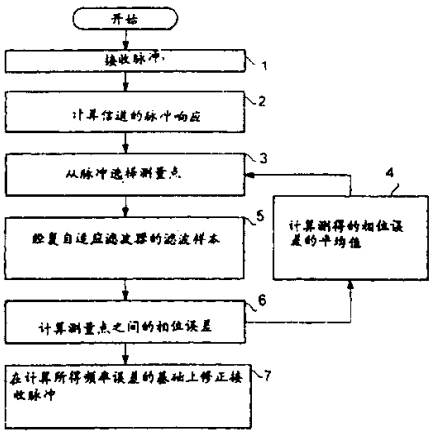
[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所
代理人 陆立英

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图页数 2 页

[54]发明名称 确定射频信号中的相位误差的方法及接收机

[57]摘要

本发明涉及一种在接收到的射频信号中确定相位误差的方法，特征在于接收信号的脉冲响应(2)被计算，测量点从信号(3)取出，样本从测量点附近的区域取出，样本被复数自适应滤波器滤波(5)，样本中的相位误差从滤波结果中被测量，接收信号中的全部相位 误差以被测相位误差为基础被计算出来。为了也能够测量大的相位误差，测量点以在更早的时候接收到的信号测得的相位误差为基 础来选择测量点使得在测量点的相位误差在一个预定的范围内。



ISSN1008-4274

权 利 要 求 书

1. 在所接收的射频信号中确定相位误差的方法，特征在于：

计算接收信号的脉冲响应；

从信号中选择测量点，样本(S1,S2)取自测量点的附近区域；

样本（S1，S2）经由一种复数自适应滤波器滤波；

样本(S1,S2)的相位误差由滤波结果来测量；

接收信号中的全部的相位误差根据所测得的相位误差来计算，其特征在于：

测量点根据先前被测接收信号的相位误差来选择，以使被测点的相位误差保持在预先确定的限制范围内。

2. 权利要求 1 中声明的方法，其特征在于通过计算先前测得的相位误差的平均值来选择测量点，这里测量点的选择采取了所测相位误差保持在预定范围内的方式。

3. 权利要求 1 或权利要求 2 中声明的方法，其特征在于预定限制范围在 0°到 60°之间，最好在 20°到 40°之间。

4. 权利要求 1 至权利要求 2 中任何一种方法，其特征在于由一个数字移动通信系统接收机接收的射频信号是一脉冲，最好是在 GSM 系统中。

5. 权 利要求 4 中声明的方法，特征在于从该脉冲选择两个测量点，一个在脉冲的顺序序列的前面而另一个在其后，从两个测量

点得到的样本都是从一个16比特的序列取出。

6. 一种接收射频信号的接收机，该接收机由以下组成：

计算所接收信号的脉冲响应的装置(12)，

在所选测量点提取信号样本的取样装置(13)，

对样本滤波的复数适应滤波装置(13)，

在滤波后的样本中测量相位误差的测量装置(13)，

根据测得的相位误差计算接收信号中全部相位误差的测量装置(13)所对应的计算装置(14)，及

在接收信号中补偿相位误差的补偿装置(14，*LO*；18)，其特征在于：

接收机由调整装置(13)组成，即根据前面所测得的相位误差调整采样装置中的测量点，以保持所测得的相位误差在预先确定的范围内。

7. 权利要求6中所声明的接收机，其特征在于调整装置(13)将根据前面所测得的相位误差的平均值来调整取样装置中的测量点 。

8. 权利要求6或7中所声明的接收机，其特征在于该接收机是一个数字移动通信系统的接收机，最好是*GSM* 系统，并且所说的信号是一脉冲。

9. 权利要求6－7任何一个中所声明的接收机，其特征在于其补偿装置(14，*LO*；18)是根据计算后的相位误差来补偿接收信号。

10. 权 利 要求6－7任一个所声明的接收机，其特征在于其补偿装置(14，*LO*；18)是根据计算后的全部相位误差的平均值来对接收信号进行补偿的。

说　明　书

确定射频信号中的相位误差的方法及接收机

本发明是关于一种在接收到的射频信号中确定相位误差的方法，特征在于计算了接收信号的脉冲响应，测量点选自该信号，采样点取自测量点附近的区域，样本被复数自适应滤波器滤波（*complex adapted filter*），样本中的相位误差由滤波结果测量出来，且接收信号的总的相位误差根据被测量的相位误差来计算。本发明还涉及一个接收射频信号的接收机，该接收机包含：计算接收信号脉冲响应的装置，在选择的测量点取样的取样装置，过滤这些样本的复数自适应滤波装置，在经滤波后的样本中测量相位误差的测量装置，针对根据已测得相位误差计算接收信号的全部相位误差的测量装置的计算装置，对接收信号的相位误差进行补偿的补偿装置。

本发明与数字移动通信系统有密切关系，例如泛欧移动通信系统 *GSM*（*Groupe Special Mobile*）和数字蜂窝系统 *DCS*（*Digital Cellular Sysecm*），例如 *GSM* 系统中的用户站把从一个基地台接收到的信号作为其频率基准。对于固定的用户站频率同步工作得很好，但是当用户站移动时，多普勒效应引起一个正比于移动电话移动速度的频率误差。被基站检测的该频率误差是从用户站看上去的两倍，因此就基地台（基站）而言，这个频率误差更成问题了。再

者，在 *DCS* 系统中，由于双倍的载波频率，这个问题是 *GSM* 系统中的两倍。

除了多普勒效应之外，用户站发射机的频率误差可以在基站的接收侧引起一附加误差。*GSM* 规格允许用户站的发射机存在 90Hz 的频率误差，在 *DCS* 系统中相应的误差值是 180Hz。在出故障的用户单元中，上述值可能大大地被超出。

在用户站上测量和补偿频率误差的一个现有方法是根据脉冲(*a brust*)的 开始和结束的相位误差来计算频率误差。一旦相位误差已知，它就可被用来计算接收信号的频率误差。在方法上，这一现有的解决方案利用了一种复数自适应滤波器的特性。通过滤波器后，信号的相位误差等于零，对于一个固定的频率误差，相位误差将朝着接收脉冲的边缘线性增长。

上述现有方法的缺点是测量频段太窄。在一个脉冲的边缘大的频率误差引起大的相位误差，由于信号状态图的过度卷入，大的相位误差（$>60°$）引起了测量误差。仅仅小的频率误差（400—500Hz 以下）可以用这种已知的方法来测量。实践表明，由于频率误差太大，这种测量算法检测出了错误的频率，这导致了修正频率误差的失败。

本发明的目标是解决上述问题，并且提出一种能够测量比已知方法明显更大的相位误差的方法。这个目标用本发明实现了，其特点为测量点根据从更早接收到的信号中所测得的相位误差来选择，以使在测量点处的相位误差被控制在预先确定的范围内。

本发明是基于下面思想，即：通过移动一个脉冲(*brust*)中的

测量点，与过去相比明显较大的相位和频率误差可以用测量仪器来测量。相应地，小的频率和相位误差可以通过移动测量点来改善。测量点的移动在脉冲的全部相位误差的计算中被考虑到了。本发明的方法的最显著的优点是它提供了确定比以前更大的相位和频率误差的装置，而且测量小的相位和频率误差的精度被改善了。

本发明的目标还包括提供利用本发明的方法将接收信号中的频率误差修正过来的接收机。其特点是：该接收机包括调整装置，根据前面测到的相位误差，调整采样装置的测量点，以便保持测得的相位误差在预定限制范围内。

本发明的方法和接收机优先的实施例可以从所附的权利要求2—5和7—10看到。

下面，本发明和它的优先的实施例以附图为参考很详细地被描述，这里

图1表示了已知的相位误差的测量方法，

图2表示了本发明中相位误差的测量方法，

图3表示了接收脉冲的相位误差被定义和修正的流程图，

图4表示了本发明的接收机的第一个优先的实施例

图5表示了本发明的接收机的第二个优先的实施例。

下面是与*GSM*系统有关的本发明的一个说明性描述。泛欧移动通信系统*GSM*，例如在“*The GSM System for Mobile Communications*”，一书中，*M. Moyly and M — B. Pautet*，*Palaiseau*，*France*，1992，*ISBN*：2—9507190—0—7，被详尽描述因此，在这里不对其进行更详尽的描述。

按照*GSM*规格，一个正常的脉冲包含两个信息段(58*bits*)，在

脉冲串的中间被一个顺序序列(26*bits*)分隔开来。另外脉冲的端部包括一个短的(3*bits*)开头和结尾序列。正如图1所示,接收信号的频率误差传统上通过测量端部的相位误差来确定,这样测量点被选自脉冲的端部。样本*S*1和*S*2被取自一个16—*bit*的序列。一复数自适应滤波器的特征在测量中被利用,经过滤波,在脉冲中部的顺序序列中接收信号的相位误差为零。在固定频率误差的情况下,脉冲的相位误差将朝着脉冲边缘线性增长。在这种情况下,在脉冲的端部估计相位误差足够了。

图2表示了本发明的相位误差的测量方法。最初,测量点被取自脉冲测量范围的中部。在这种联系中测量范围涉及到由一已知顺序序列限制在脉冲中部、尾部(3*bits*)及头部(3*bits*)的两个范围。16—*bit*(16位)样本*S*1和*S*2被取自这些测量点。

在选择的测量点的相位误差被测出后,在预定的时间间隔测得的相位误差的平均值被计算出来。如果算得的平均值不在预定的限制值之内,在下一脉冲的相位误差被决定前测量点被移动了,以使测得相位误差被决定前测量点被移动了,以使测得相位误差保持在预先确定的限制以内。换句话说,当测得的相位误差小的时候,测量点朝着脉冲的边缘移动,当相位误差大的时候,测量点朝着位于脉冲的中间的顺序序列(*training sequence*)移动。

实验表明,测量的相位误差为60°或更大时将引起信号状态图过度卷入(*convolve excessively*),在这种情况下如果测量点在脉冲的边缘时相位误差不能确定。朝中间移动测量点将导致削弱测量精度。这是本发明中需动态调整测量点的原因。

图3显示了在接收脉冲中相位误差可以被确定和修正的流程

图。本发明的相位误差计算方法是基于一复数自适应滤波器的特征。

脉冲在模块 1 中被接收到之后，信道的脉冲响应在模块 2 中被计算出来。在 *GSM* 系统中，信道的脉冲响应用接收脉冲的已知的顺序序列的自相关技术计算得来，所说的序列位于脉冲的中部（比较图 1 和图 2）。该信道脉冲响应的估计的抽头(*taps*)被输入到复数自适应滤波器，该自适应滤波器至少在脉冲的中部完全地适应于接收信号，抽头是复的，每一个脉冲有它们中的 5 个。抽头在一个一位块的间隔(3.69μs)被估算。

接收脉冲的测量点被选择在模块 3。测量点的选择是基于更早接收到的脉冲中所测得的相位误差，即实际上它们的平均值，正如与图 2 相关联的解释。较早测量结果的信息从模块 4 接收。测量点被选定之后，接收脉冲的测量点附近的来自 16 位序列的样本连同所说的抽头一起输入到复自适应滤波器。

在模块 5 中样本经过复数自适应滤波器滤波。例如，一种数字式 *FIR* 滤波器(*FIR—filter*)可能被用到。一旦该滤波器完全地与接收信号匹配，一实信号作为过滤的结果被接收。如果接收到的脉冲有一相位误差，它将作为滤波结果中虚部的增加而出现在滤波结果中。该特征被用来估计接收脉冲的相位误差。在脉冲的开始或反过来在结束阶段作为滤波结果的向量被叠加起来。最终的相位矢量 V 表示从脉冲的中部到测量点之间平均的相位反转。

脉冲端部的信号的全部相位偏移 β 记作相位矢量 V：

$$\beta = 2 * arctan(Im(V)/Re(V))$$

为了提高该结果的可靠性，脉冲中的相位误差 β 可以被附加

地为了一种 *SACCH*(*Slow Associated Control Channel*)结构的持续期而被平均。

模块 6 接收的所得到的的相位偏移或相位误差 β 被反馈入模块 4 和模块 7。在模块 4,它被用来计算在预定的时间间隔内测得的相位误差的平均值。这个信息被用来选择下一接收脉冲(*brust*)中的测量点。

模块 7 中,根据计算得出的相位误差 β,接收脉冲被修正。在频率误差补偿过程中,通过一误差角度的相反值反转它的相位,取自每一脉冲的样本被修正。

为了实现这个,计算得出的相位误差首先被内推到整个脉冲的长度中,即:如果相位误差 β 已经从例如 128 位的长度被测得,那么整个相位误差中一位所占的比例为 $\beta/128$。

信号相位的反转,即相位误差的修正是通过将信号点,即每个样本(In,Qn)与一个旋转矩阵相乘来实现的,修正的信号点由下面公式给出:

$$\begin{bmatrix} \hat{I}_n \\ \hat{Q}_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(-\alpha_n) & -\sin(-\alpha_n) \\ \sin(-\alpha_n) & \cos(-\alpha_n) \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} I_n \\ Q_n \end{bmatrix}$$

这里 a_n 是位 n 的估计和内推的相位误差。

图 4 显示了本发明的接收机的第一个优先的实施例。图 4 表示一 *GSM* 基站的接收单元,该单元按照图 3 的模块图测量接收脉冲的相位误差。由天线 10 接收的射频脉冲输入到接收机 11。接收机 11 将利用振荡器 *LO* 分解输入信号,而后接收信号被送入数模转换器。由数模变换器输出得到的样本被送入脉冲响应计算单元

12，进入测量模块 13，并且进入补偿单元 18。

脉冲响应计算单元将以已知的方式计算信道的脉冲响应，将估测的信道脉冲响应抽头传送进入测量模块 13。

测量模块 13 根据由计算器 14 计算所得的所测相位误差的平均值来选择测量点，以便相位误差的平均值保持在 0°到 60°之间，最好在 20°—40 之间。下一步，样本在测量模块中取自被选择的测量点以使样本取自两个测量点的一个 16 位序列。接着，样本被一复数自适应滤波器滤波。如果接收脉冲有一相位误差，它将做为滤波结果虚部的增加而出现在滤波结果中。

被测相位误差的信息被送入计算器 14，它通常被用来计算与图 3 有关的全部相位误差，并且计算测得的相位误差的平均值。由计算器 14 计算的平均的被测相位误差被送入测量模块 13。计算器 14 将信号补偿所需信息送入补偿单元 18。

补偿单元 18 将修正取自接收信号的样本以去除相位误差（即频率误差）的影响；它通过将每一样本与图 3 所示的旋转矩阵相乘来完成。补偿最好是根据平均相位误差，这样有可能使可能存在的瞬时干扰的影响最小化。被补偿单元修正的样本被送入与接收信号匹配的滤波器 17。从滤波器 17 的输出得到的信号被送入维持比探测器(*Viterbi—detector*)15，在这里由多路径传输引起的干扰被去除。维持比探测器 15 的输出信号被送入信道译码器 16，在这里接收信号以熟知的方式被译码。

图 5 表示了本发明的接收机的第二个优先的实施例。图 5 显示了一个 *GSM* 基站的接收单元，上述单元对应于图 4 中的，有一点不同的是补偿单元 18 与计算器 14 相连。在这种方式，计算器 14

将根据平均全部相位误差调整接收机 11 的本地振荡器 *LO*，这样相位误差（即频率误差）得到了补偿。

应该明白上述描述和附图仅是打算说明本发明。本发明中的方法也可以被应用到其它情况而不仅限于所示的 *GSM* 系统的情况。本发明中的方法和接收机的优先的实施例可以在附加的权利要求的范围内变化。

说　明　书　附　图

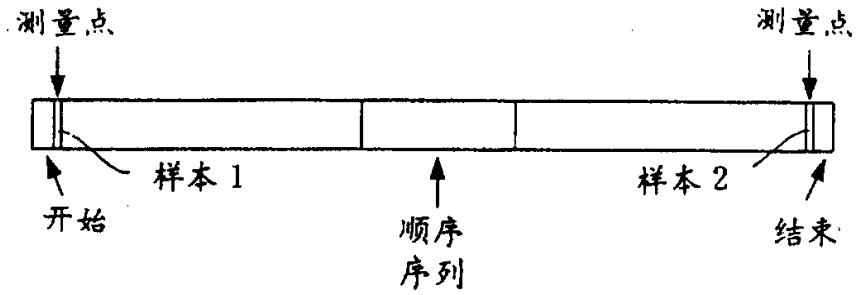


图 1

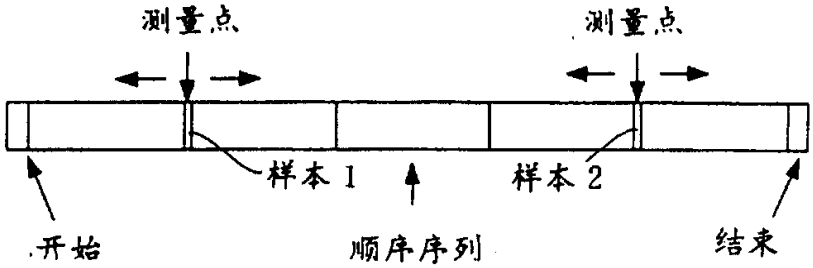


图 2

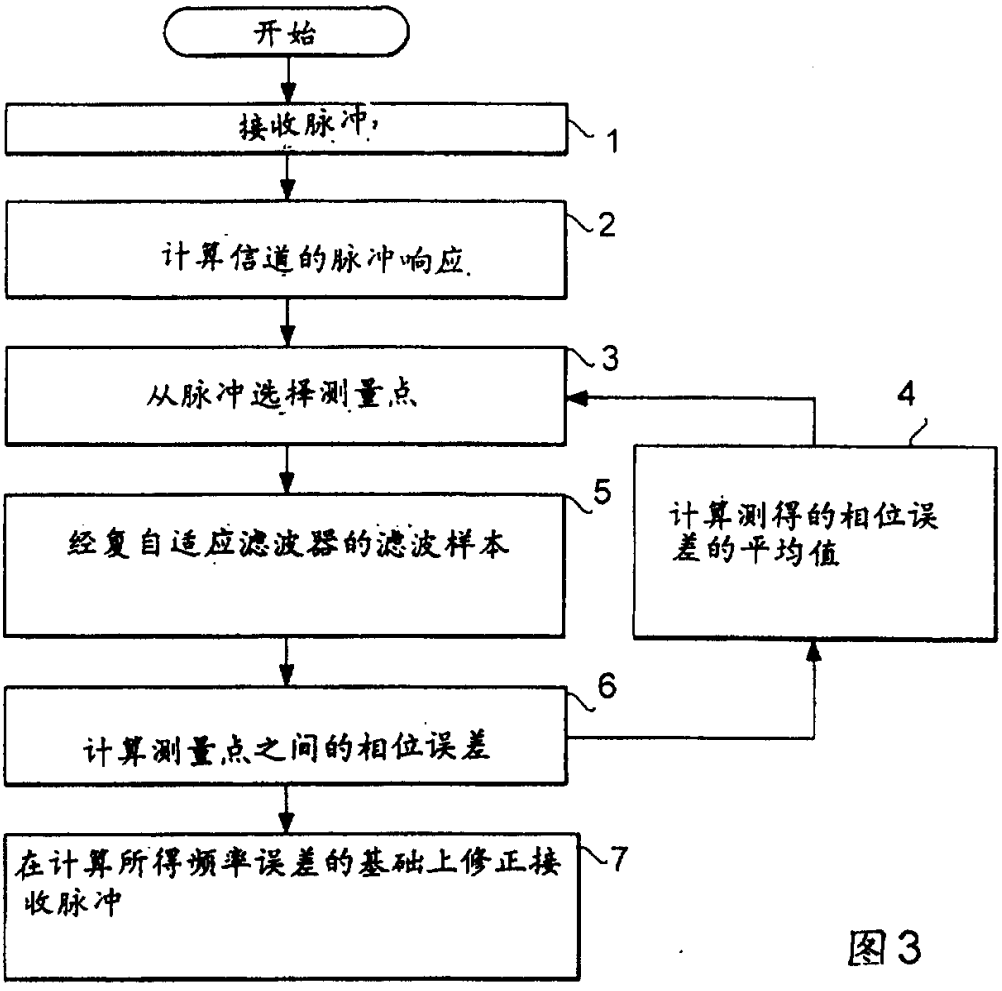


图 3

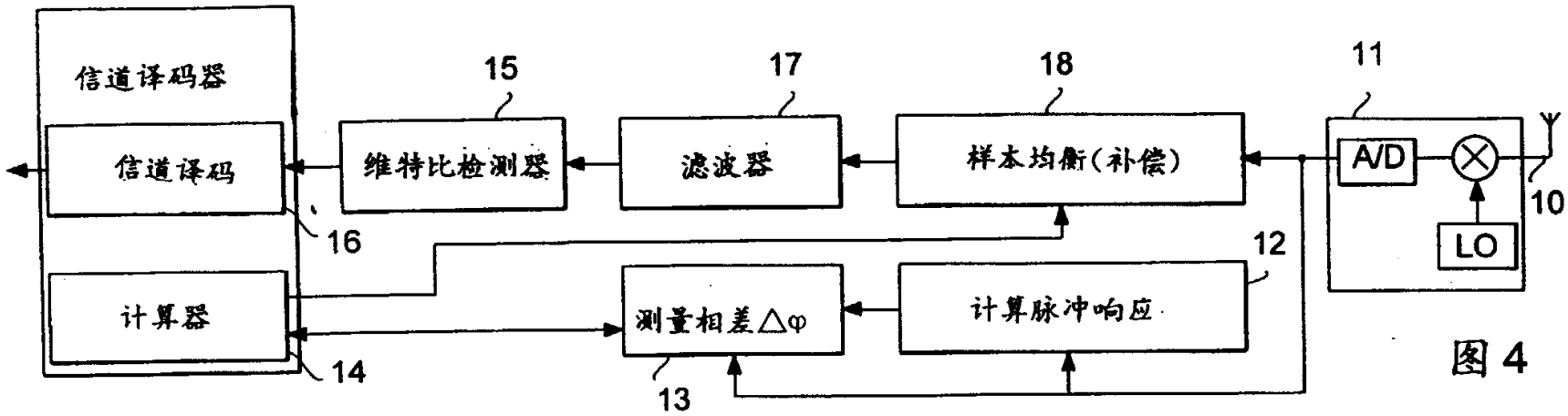

信道译码器
信道译码
计算器
维特比检测器
滤波器
样本均衡(补偿)
A/D
LO
测量相差△φ
计算脉冲响应
15
17
18
11
16
14
13
12
10

图 4

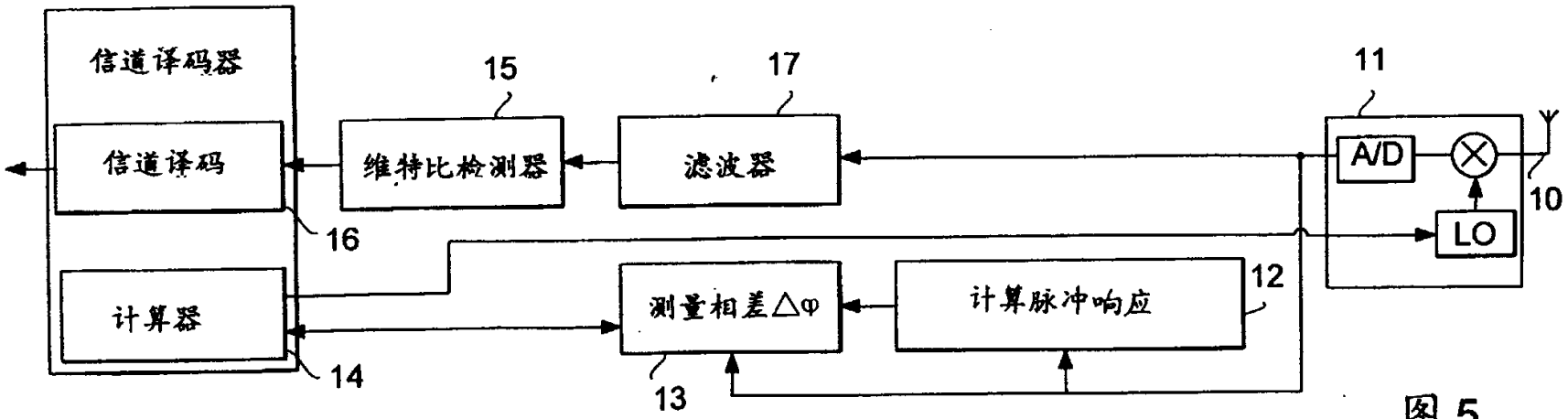

信道译码器
信道译码
计算器
维特比检测器
滤波器
A/D
LO
测量相差△φ
计算脉冲响应
15
17
11
16
14
13
12
10

图 5