



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103293376 A

(43) 申请公布日 2013. 09. 11

(21) 申请号 201310215253. 6

(22) 申请日 2013. 05. 31

(71) 申请人 江汉大学

地址 430056 湖北省武汉市沌口经济技术开发区新江大路 8 号江汉大学

(72) 发明人 雷海东

(74) 专利代理机构 北京三高永信知识产权代理有限公司 11138

代理人 徐立

(51) Int. Cl.

G01R 23/02 (2006. 01)

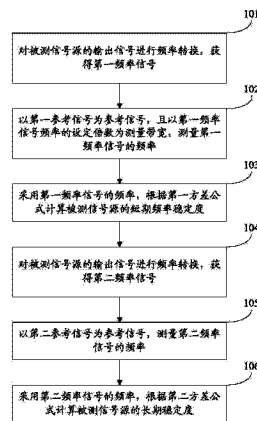
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

一种频率稳定度测量方法和装置

(57) 摘要

本发明公开了一种频率稳定度测量方法和装置,属于电子技术领域。所述方法包括对被测信号源的输出信号进行频率转换,获得第一频率信号;以第一参考信号为参考信号,且以第一频率信号频率的设定倍数为测量带宽,测量第一频率信号的频率;采用第一频率信号的频率,根据第一方差公式计算被测信号源的短期频率稳定度;对被测信号源的输出信号进行频率转换,获得第二频率信号;以第二参考信号为参考信号,测量第二频率信号的频率;采用第二频率信号的频率,根据第二方差公式计算被测信号源的长期稳定度。本发明通过在测量短期频率稳定时,对计数测量的测量带宽进行了控制,提高了测量短期频率稳定度的准确性。



1. 一种频率稳定度测量方法,其特征在于,所述方法包括:  
对被测信号源的输出信号进行频率转换,获得第一频率信号;  
以第一参考信号为参考信号,且以所述第一频率信号频率的设定倍数为测量带宽,测量所述第一频率信号的频率;  
采用所述第一频率信号的频率,根据第一方差公式确定所述被测信号源的短期频率稳定度;  
对所述被测信号源的输出信号进行频率转换,获得第二频率信号;  
以第二参考信号为参考信号,测量所述第二频率信号的频率;  
采用所述第二频率信号的频率,根据第二方差公式确定所述被测信号源的长期频率稳定度。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述设定倍数为1-5倍。
3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述以第二参考信号为参考信号,测量所述第二频率信号的频率,包括:  
采集所述第二频率信号和第三参考信号的瞬时相位差,获得表示所述相位差变化的数字信号;  
对所述数字信号进行积分,获得直流电压信号;  
对所述直流电压信号进行模数转换,获得所述第二频率信号和所述第三参考信号的相位差;  
根据所述相位差和所述第三参考信号,确定所述第二频率信号的频率。
4. 根据权利要求1-4任一项所述的方法,其特征在于,所述第一方差公式为阿伦方差公式,所述第二方差公式为哈达玛方差公式。
5. 一种频率稳定度测量装置,其特征在于,所述装置包括:  
用于对被测信号源的输出信号进行频率转换,获得第一频率信号的第一频率转换模块;  
用于对所述被测信号源的输出信号进行频率转换,获得第二频率信号的第二频率转换模块;  
用于以第一参考信号为参考信号,以所述第一频率信号的频率的设定倍数为测量带宽,测量所述第一频率切换模块获得的第一频率信号的频率的第一测量模块;  
用于以第二参考信号为参考信号,测量所述第二频率切换模块获得的所述第二频率信号的频率的第二测量模块;以及  
用于采用所述第一测量模块测得的所述第一频率信号的频率,根据第一方差公式确定所述被测信号源的短期频率稳定度,采用所述第二测量模块测得的所述第二频率信号的频率,根据第二方差公式确定所述被测信号源的长期频率稳定度的处理模块;  
所述第一频率转换模块分别与所述第一测量模块、所述处理模块电连接,所述第二频率转换模块分别与所述第二测量模块、所述处理模块电连接,所述处理模块分别与所述第一测量模块、所述第二测量模块电连接。
6. 根据权利要求5所述的装置,其特征在于,所述设定倍数为1-5倍。
7. 根据权利要求5所述的装置,其特征在于,所述第二测量模块包括:  
用于采集所述第二频率信号和第三参考信号的瞬时相位差的相位差采集单元;

用于对数字信号进行积分,获得直流电压信号的积分电路,所述数字信号是所述处理模块根据所述第二频率信号和第三参考信号的瞬时相位差获得的;

用于对所述直流电压信号进行模数转换,获得所述第二频率信号和所述第三参考信号的相位差的模数转换单元;

相应地,所述处理模块用于,

根据所述模数转换单元获得的所述相位差和所述第三参考信号,确定所述第二频率信号的频率。

8. 根据权利要求 5 所述的装置,其特征在于,所述第一频率转换模块和所述第二频率转换模块为同一模块。

9. 根据权利要求 5-8 任一项所述的装置,其特征在于,所述装置还包括用于提供所述第一参考信号的第一信号源和用于提供所述第二参考信号的第二信号源,所述第一信号源分别与所述第一频率转换模块、所述第一测量模块电连接,第一信号源为晶体振荡器;所述第二信号源分别与所述第二频率转换模块、所述第二测量模块电连接,第二信号源为原子钟。

10. 根据权利要求 5-8 任一项所述的装置,其特征在于,所述第一方差公式为阿伦方差公式,所述第二方差公式为哈达玛方差公式。

## 一种频率稳定度测量方法和装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电子技术领域,特别涉及一种频率稳定度测量方法和装置。

### 背景技术

[0002] 随着现代社会的高速发展,高精度时间频率技术的应用越来越广泛,人们对时钟源的时间频率输出的稳定性要求也越来越高。通常,时钟源的稳定性采用频率稳定度来衡量。

[0003] 现有一种测量频率稳定度测量方法,该方法包括:对被测信号源的输出信号进行分频处理;在设定时间内,对参考信号和分频后的被测信号源的输出信号的脉冲个数进行计数;根据脉冲个数计算被测信号的频率;根据被测信号源的输出信号的频率和频率稳定度的标准公式,计算被测信号源的频率稳定度。

[0004] 在实现本发明的过程中,发明人发现现有技术至少存在以下问题:

[0005] 现有技术中通常采用标准方差公式来计算信号源的频率稳定度,然而,经研究发现,一个信号源通常会有两个稳定度指标,这两个稳定度指标分别为短期频率稳定度和长期频率稳定度,其中,短期频率稳定度表征的是信号的抖动水平,长期频率稳定度表征的是信号频率随时间的漂移程度,因此,现有技术中采用单一的频率稳定度来衡量一个信号源的性能是不够准确的。

### 发明内容

[0006] 为了解决现有技术采用单一的频率稳定度衡量一个信号源的性能不够准确的问题,本发明实施例提供了一种频率稳定度测量方法和装置。所述技术方案如下:

[0007] 一方面,本发明实施例提供了一种频率稳定度测量方法,所述方法包括:

[0008] 对被测信号源的输出信号进行频率转换,获得第一频率信号;

[0009] 以第一参考信号为参考信号,且以所述第一频率信号频率的设定倍数为测量带宽,测量所述第一频率信号的频率;

[0010] 采用所述第一频率信号的频率,根据第一方差公式确定所述被测信号源的短期频率稳定度;

[0011] 对所述被测信号源的输出信号进行频率转换,获得第二频率信号;

[0012] 以第二参考信号为参考信号,测量所述第二频率信号的频率;

[0013] 采用所述第二频率信号的频率,根据第二方差公式确定所述被测信号源的长期频率稳定度。

[0014] 可选地,所述设定倍数为 1-5 倍。

[0015] 具体地,所述以第二参考信号为参考信号,测量所述第二频率信号的频率,包括:

[0016] 采集所述第二频率信号和第三参考信号的瞬时相位差,获得表示所述相位差变化的数字信号;

[0017] 对所述数字信号进行积分,获得直流电压信号;

- [0018] 对所述直流电压信号进行模数转换,获得所述第二频率信号和所述第三参考信号的相位差;
- [0019] 根据所述相位差和所述第三参考信号,确定所述第二频率信号的频率。
- [0020] 优选地,所述第一方差公式为阿伦方差公式,所述第二方差公式为哈达玛方差公式。
- [0021] 另一方面,本发明实施例提供了一种频率稳定度测量装置,所述装置包括:
- [0022] 用于对被测信号源的输出信号进行频率转换,获得第一频率信号的第一频率转换模块;
- [0023] 用于对所述被测信号源的输出信号进行频率转换,获得第二频率信号的第二频率转换模块;
- [0024] 用于以第一参考信号为参考信号,以所述第一频率信号的频率的设定倍数为测量带宽,测量所述第一频率切换模块获得的第一频率信号的频率的第一测量模块;
- [0025] 用于以第二参考信号为参考信号,测量所述第二频率切换模块获得的所述第二频率信号的频率的第二测量模块;以及
- [0026] 用于采用所述第一测量模块测得的所述第一频率信号的频率,根据第一方差公式确定所述被测信号源的短期频率稳定度,采用所述第二测量模块测得的所述第二频率信号的频率,根据第二方差公式确定所述被测信号源的长期频率稳定度的处理模块;
- [0027] 所述第一频率转换模块分别与所述第一测量模块、所述处理模块电连接,所述第二频率转换模块分别与所述第二测量模块、所述处理模块电连接,所述处理模块分别与所述第一测量模块、所述第二测量模块电连接。
- [0028] 可选地,所述设定倍数为 1-5 倍。
- [0029] 具体地,所述第二测量模块包括:
- [0030] 用于采集所述第二频率信号和第三参考信号的瞬时相位差的相位差采集单元;
- [0031] 用于对数字信号进行积分,获得直流电压信号的积分电路,所述数字信号是所述处理模块根据所述第二频率信号和第三参考信号的瞬时相位差获得的;
- [0032] 用于对所述直流电压信号进行模数转换,获得所述第二频率信号和所述第三参考信号的相位差的模数转换单元;
- [0033] 相应地,所述处理模块用于,
- [0034] 根据所述模数转换单元获得的所述相位差和所述第三参考信号,确定所述第二频率信号的频率。
- [0035] 可选地,所述第一频率转换模块和所述第二频率转换模块为同一模块。
- [0036] 可选地,所述装置还包括用于提供所述第一参考信号的第一信号源和用于提供所述第二参考信号的第二信号源,所述第一信号源分别与所述第一频率转换模块、所述第一测量模块电连接,第一信号源为晶体振荡器;所述第二信号源分别与所述第二频率转换模块、所述第二测量模块电连接,第二信号源为原子钟。
- [0037] 优选地,所述第一方差公式为阿伦方差公式,所述第二方差公式为哈达玛方差公式。
- [0038] 本发明实施例提供的技术方案带来的有益效果是:
- [0039] 通过对被测信号源的短期频率稳定度和长期频率稳定度分别进行了测量,采用两

个频率稳定度衡量一个信号源的性能,准确度高。

### 附图说明

[0040] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0041] 图 1 是本发明实施例一提供的一种频率稳定度测量方法的流程图;

[0042] 图 2 是本发明实施例一提供的对被测信号进行频率转换的流程图;

[0043] 图 3 是本发明实施例一提供的对第二频率信号和第三参考信号进行相位比较的流程图;

[0044] 图 4 是本发明实施例提供的测量带宽与频率稳定度的关系图;

[0045] 图 5 是本发明实施例二提供的一种频率稳定度测量装置的结构示意图;

[0046] 图 6 是本发明实施例二提供的频率转换模块的结构示意图;

[0047] 图 7 是本发明实施例二提供的相位比较模块的结构示意图。

### 具体实施方式

[0048] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明实施方式作进一步地详细描述。

[0049] 实施例一

[0050] 本发明实施例提供了一种频率稳定度测量方法,参见图 1,该方法包括:

[0051] 步骤 101:对被测信号源的输出信号进行频率转换,获得第一频率信号。

[0052] 通过频率转换,可以将被测信号源的输出信号转换为低频信号,便于测量。同时,可以使本发明实施例适用的被测信号源的频率范围更广。

[0053] 在该步骤 101 中,对被测信号源的输出信号进行频率转换时,可以采用短期频率稳定度高的时钟源(比如压控晶体振荡器)的输出信号(如本发明实施例中的第一参考信号)作为时基信号,也可以采用长期频率稳定度高的时钟源(比如原子钟)的输出信号(如本发明实施例中的第二参考信号)作为时基信号。

[0054] 具体地,参见图 2,该步骤 101 可以包括:

[0055] 步骤 1011:以第一参考信号或第二参考信号为时基信号,对被测信号源的输出信号进行计数测量,获得被测信号源的输出信号的频率。

[0056] 更具体地,该步骤 1011 包括:

[0057] 以第一参考信号或第二参考信号为时基信号,测量在给定的时间内被测信号源的输出信号的脉冲个数,并按照如下公式(1)计算被测信号的频率:

[0058] 
$$F=1/(T/N) \quad (1);$$

[0059] 其中,F 为被测信号源的输出信号的频率,T 为给定的时间,N 为测得的被测信号源的输出信号的脉冲个数。

[0060] 步骤 1012:根据被测信号源的输出信号的频率,产生第三频率信号,第三频率信号的频率为与被测信号源的输出信号的频率最接近的整数频率。

[0061] 在本实施例中,该整数频率可以以 MHz (兆赫兹) 为单位。

[0062] 步骤 1013 :对第三频率信号进行倍频,获得第一频率信号。

[0063] 步骤 102 :以第一参考信号为参考信号,且以第一频率信号频率的设定倍数为测量带宽,测量第一频率信号的频率。

[0064] 其中,测量带宽为可以测量的第一频率信号的频率的范围,测量带宽为第一频率信号频率的设定倍数表示只对第一频率信号频率的设定倍数范围内的信号进行测量,如测量带宽的设备倍数为 5,则最多只对第一频率信号的五次谐波进行测量,相当于将第一频率信号中频率大于五次谐波的部分进行了滤除,提高了测量的准确度。

[0065] 具体地,设定倍数的范围可以为 1-5 倍。

[0066] 优选地,设定倍数的范围一般为 1 倍、2.5 倍或 5 倍。举例来说,如果第一频率信号频率为 1KHz (千赫兹),那么测量带宽可以为 1KHz、2.5KHz 或 5KHz。

[0067] 具体地,该步骤 102 可以包括:对第一信号进行低通滤波,滤波带宽为该测量带宽;以第一参考信号为时基信号,测量在给定的时间内被测信号源的输出信号的脉冲个数,并按照公式(1)计算被测信号的频率。

[0068] 步骤 103 :采用第一频率信号的频率,根据第一方差公式计算被测信号源的短期频率稳定度。

[0069] 可选地,第一方差公式可以为阿伦方差公式,阿伦方差公式(2)如下:

$$[0070] \quad \sigma_y(2, \tau, \tau, f_h) = \sqrt{\frac{1}{2(N-1)} \sum_{i=1}^{N-1} [y(\tau_{i+1}) - y(\tau_i)]^2} \quad (2)$$

[0071] 其中,  $\sigma_y$  为阿伦方差值,  $\tau$  为采样周期和采样时间,  $f_h$  为信号源的高截止频率,  $N$  为采样个数,  $y_i(t) = \frac{\Delta f}{f_0} = \frac{1}{f_0} [f_i(t) - f_0]$ ,  $y$  为每个采样时间输出频率的相对频偏,  $f_0$  为参考信号的频率,  $f_i$  为被测信号源的输出信号的频率。

[0072] 步骤 104 :对被测信号源的输出信号进行频率转换,获得第二频率信号。

[0073] 在该步骤 104 中,对被测信号源的输出信号进行频率转换时,可以采用短期频率稳定度高的时钟源(比如压控晶体振荡器)的输出信号(如本发明实施例中的第一参考信号)作为时基信号,也可以采用长期频率稳定度高的时钟源(比如原子钟)的输出信号(如本发明实施例中的第二参考信号)作为时基信号。

[0074] 具体地,该步骤 104 可以包括:以第一参考信号或第二参考信号为时基信号,对被测信号源的输出信号进行计数测量,获得被测信号源的输出信号频率;根据被测信号源的输出信号的频率,产生第四频率信号,第四频率信号的频率为与被测信号源的输出信号的频率最接近的整数频率;对第四频率信号进行倍频,产生第二频率信号。

[0075] 步骤 105 :以第二参考信号为参考信号,测量第二频率信号的频率。

[0076] 具体地,参见图 3,该步骤 105 包括:

[0077] 步骤 1051 :采集第二频率信号和第三参考信号的瞬时相位差,获得表示相位差变化的数字信号。

[0078] 优选地,可以以信号的上升沿触发对第二频率信号和第三参考信号的瞬时相位差的采集。

[0079] 可选地,数字信号为表示第二频率信号和第三参考信号的相位差变化的数字方波

信号。

[0080] 步骤 1052 :对数字信号进行积分,获得直流电压信号。

[0081] 步骤 1053 :对直流电压信号进行模数转换,获得第二频率信号和第三参考信号的相位差。

[0082] 步骤 1054 :根据相位差和第三参考信号,获得第二频率信号的频率。

[0083] 步骤 106 :采用第二频率信号的频率,根据第二方差公式计算被测信号源的长期稳定度。

[0084] 具体地,第二方差公式可以为阿伦方差公式,也可以为哈达玛方差公式;优选为哈达玛方差公式,哈达玛方差公式(3)如下:

$$[0085] \quad H\sigma_y(3, \tau) = \sqrt{\frac{1}{6(m-2)} \sum_{k=1}^{m-2} (y_{k+2} - 2*y_{k+1} + y_k)^2} \quad (3)$$

[0086] 其中,  $H\sigma_y$  为哈达玛方差值,  $\tau$  为采样时间,  $m$  为采样个数,  $y_k$  为输出频率的相对频偏。

[0087] 哈达玛方差公式(3)中,  $y_{k+2} - 2*y_{k+1} + y_k = (y_{k+2} - y_{k+1}) - (y_{k+1} - y_k)$ , 由于前一个括号  $(y_{k+2} - y_{k+1})$  中包含有频率漂移对频率稳定度的影响, 后一个括号  $(y_{k+1} - y_k)$  中也包含有频率漂移的影响, 因此前一个括号与后一个括号相减, 即可消除频率漂移对频率稳定度的影响。

[0088] 下面结合图 4 简单介绍一下测量带宽与频率稳定度的关系, 如图 4 所示, 纵轴表示的是稳定度, 横轴表示的是采样时间, 图中的三根曲线分别是在不同的测量带宽下所测得的频率稳定度。由图 1 可知, 当采样时间小于 1s 时, 频率稳定度与测量带宽有关, 当采用时间大于 1s 时, 频率稳定度基本与测量带宽无关。由于进行短期频率稳定度测量时, 采用时间一般小于 1s, 进行长期频率稳定度测量时, 采用时间一般大于 1s, 本发明实施例在进行短期频率稳定度测量时, 进行了带宽控制, 因此测得的频率稳定度准确性高。

[0089] 本发明实施例通过对被测信号源的短期频率稳定度和长期频率稳定度分别进行了测量, 采用两个频率稳定度衡量一个信号源的性能, 准确度高。而且在测量短期频率稳定时, 对测量带宽进行了控制, 考虑到了短期频率稳定度与测量带宽之间的关系, 提高了测量短期频率稳定度的准确性。

[0090] 实施例二

[0091] 本发明实施例提供了一种频率稳定度测量装置, 参见图 5, 该装置包括第一频率转换模块 1、第二频率转换模块 2、第一测量模块 3、第二测量模块 4、以及处理模块 5。第一频率转换模块 1 用于对被测信号源的输出信号进行频率转换, 获得第一频率信号。第二频率转换模块 2 用于对被测信号源的输出信号进行频率转换, 获得第二频率信号。第一测量模块 3 用于以第一参考信号为参考信号, 以第一频率信号的频率的设定倍数为测量带宽, 测量第一频率转换模块 1 获得的第一频率信号的频率。第二测量模块 4 用于以第二频率信号为参考信号, 测量第二频率转换模块 2 获得的第二频率信号的频率。处理模块 5 用于采用第一测量模块 3 测得的第一频率信号的频率, 根据第一方差公式确定被测信号源的短期频率稳定度, 采用第二测量模块测得的第二频率信号的频率, 根据第二方差公式确定被测信号源的长期频率稳定度。

[0092] 其中, 第一频率转换模块 1 分别与第一测量模块 3、处理模块 5 电连接, 第二频率转换模块 2 分别与第二测量模块 4、处理模块 5 电连接, 处理模块 5 分别与第一测量模块 3、第



二测量模块 4 电连接。

[0093] 可选地,该设定倍数可以为 1-5 倍。

[0094] 可选地,第一频率转换模块 1 和第二频率转换模块 2 可以为同一模块。

[0095] 可选地,该装置还可以包括用于提供第一参考信号的第一信号源,第一信号源分别与第一频率转换模块 1、第一测量模块 3 电连接。

[0096] 具体地,第一信号源可以为晶体振荡器。

[0097] 可选地,该装置还可以包括用于提供第二参考信号的第二信号源,第二信号源分别与第二频率转换模块 2、第二测量模块 4 电连接。

[0098] 具体地,第二信号源可以为原子钟,如氢原子钟、铷原子钟或铯原子钟。

[0099] 优选地,该装置还可以包括用于对第二参考信号进行分频,获得第三参考信号的 DDS (Direct Digital Synthesizer,直接数字式频率合成器)。

[0100] 具体地,处理模块 5 可以包括中央处理器、单片机、微控制器或微处理器。

[0101] 具体地,参见图 6,第一频率转换模块 1 包括走时计数单元 11、DDS12 和 PLL(Phase Locked Loop,锁相环)13。走时计数单元 11 用于以第一参考信号或第二参考信号为基准信号,对被测信号源的输出信号进行计数测量,获得被测信号源的输出信号的频率。DDS12 用于在控制模块 5 的控制下,产生第三频率信号,第三频率信号的频率为与走时计数单元 11 获得的被测信号源的输出信号的频率最接近的整数频率。PLL13 用于对 DDS12 产生的第三频率信号进行倍频,产生第一频率信号。走时计数单元 11 通过处理模块 5 与 DDS12 电连接。PLL13 分别与 DDS12、处理模块 5 电连接。

[0102] 更具体地,DDS12 获得的频率信号的频率和 PLL13 的倍频比例由处理模块 5 控制。处理模块 5 可以通过向 DDS12 发送命令控制字,改写 DDS12 的内部频率寄存器,使 DDS12 输出频率为与走时计数单元 11 获得的被测信号频率最接近的整数的频率信号,命令控制字是处理模块 5 根据走时计数单元 11 获得的被测信号频率获得的。如走时计数单元 11 获得被测信号的频率为 11.0592MHz,处理模块 5 根据该频率获得与频率最接近的整数为 11MHz,处理模块 5 向 DDS12 发送与 11MHz 对应的命令控制字,改写了 DDS12 的内部频率寄存器,使 DDS12 输出频率为 11MHz 的频率信号。PLL13 根据处理模块 5 的倍频比例,对 11MHz 的频率信号进行倍频,获得所需频率的频率信号,如 1KHz 的频率信号。

[0103] 相应地,第一频率转换模块 2 包括走时计数单元 21、DDS22 和 PLL23。走时计数单元 21 用于以第一参考信号或第二参考信号为基准信号,对被测信号源的输出信号进行计数测量,获得被测信号源的输出信号的频率。DDS22 用于在控制模块 5 的控制下,产生第四频率信号,第四频率信号的频率为与走时计数单元 21 测得的被测信号源的输出信号的频率最接近的整数频率。PLL23 用于对 DDS22 产生的第四频率信号进行倍频,产生第二频率信号。走时计数单元 21 通过处理模块 5 与 DDS22 电连接。PLL23 分别与 DDS22、处理模块 5 电连接。

[0104] 具体地,参见图 7,第二测量模块 4 包括相位差采集单元 41、积分电路 42 和模数转换单元 43。相位差采集单元 41 用于采集第二频率信号和第三参考信号的瞬时相位差的相位差采集单元 41、用于对数字信号进行积分,获得直流电压信号的积分电路 42、以及用于对积分电路 42 获得的直流电压信号进行模数转换,获得第二频率信号和第三参考信号的相位差的模数转换单元 43。相位采集单元 41 与第二频率转换模块 2 电连接。相位采集单

元 41 通过处理模块 5 与积分电路 42 电连接。积分电路 42 和模数转换单元 43 电连接。模数转换单元 43 与处理模块 5 电连接。

[0105] 其中,数字信号是处理模块 5 根据第二频率信号和第三参考信号的瞬时相位差获得的。

[0106] 相应地,处理模块 5 用于,根据模数转换单元 3 获得的相位差和第三参考信号,确定第二频率信号的频率。

[0107] 本发明实施例通过对被测信号源的短期频率稳定度和长期频率稳定度分别进行了测量,采用两个频率稳定度衡量一个信号源的性能,准确度高。而且在测量短期频率稳定时,对测量带宽进行了控制,考虑到了短期频率稳定度与测量带宽之间的关系,提高了测量短期频率稳定度的准确性。

[0108] 上述本发明实施例序号仅仅为了描述,不代表实施例的优劣。

[0109] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

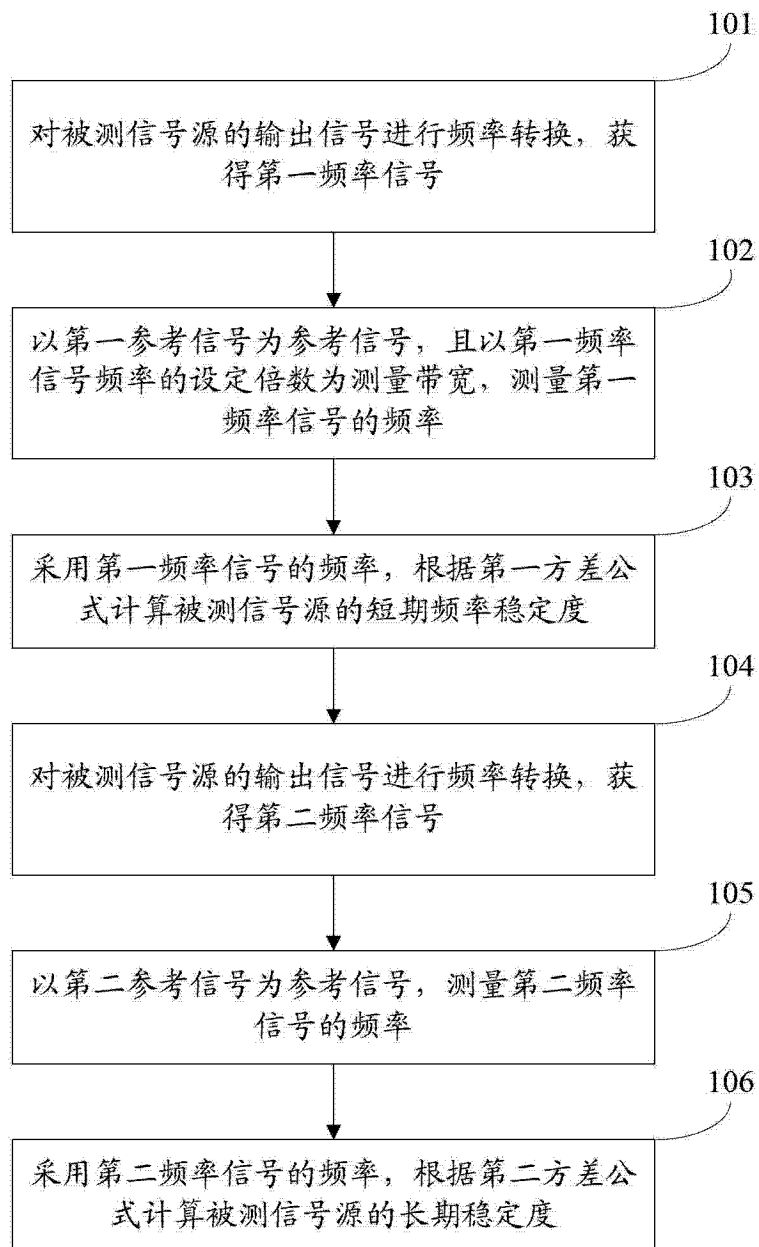


图 1

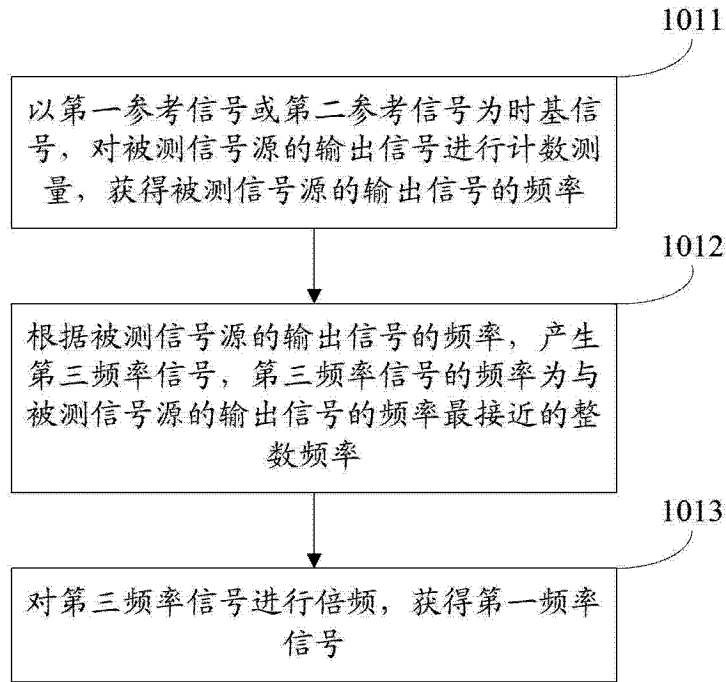


图 2

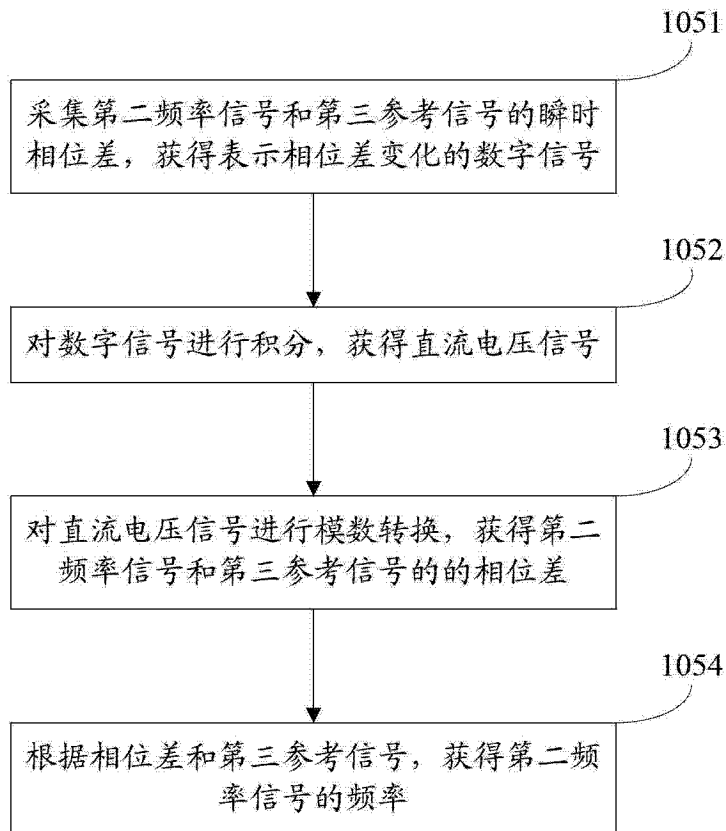


图 3

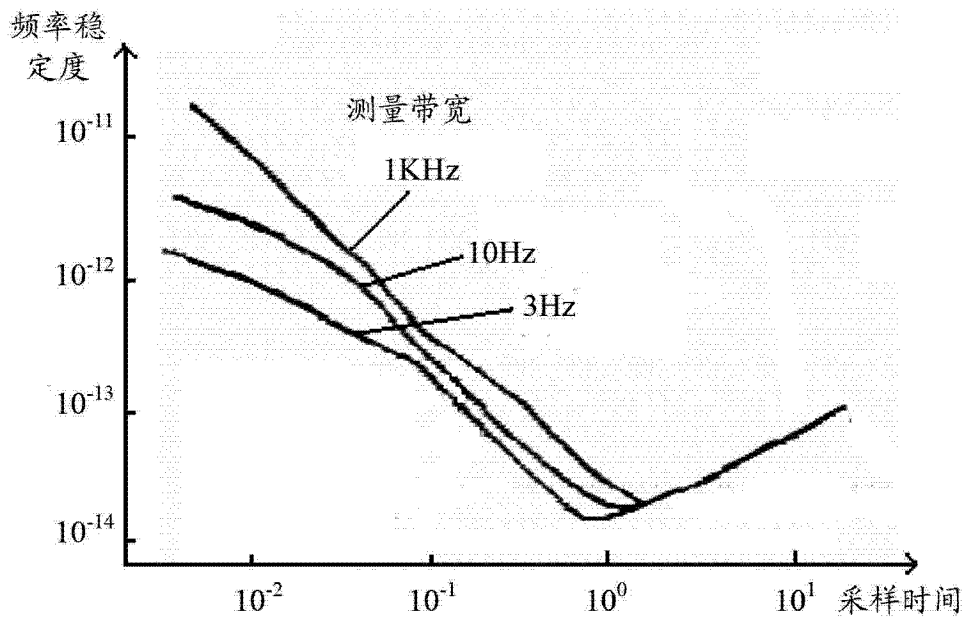


图 4

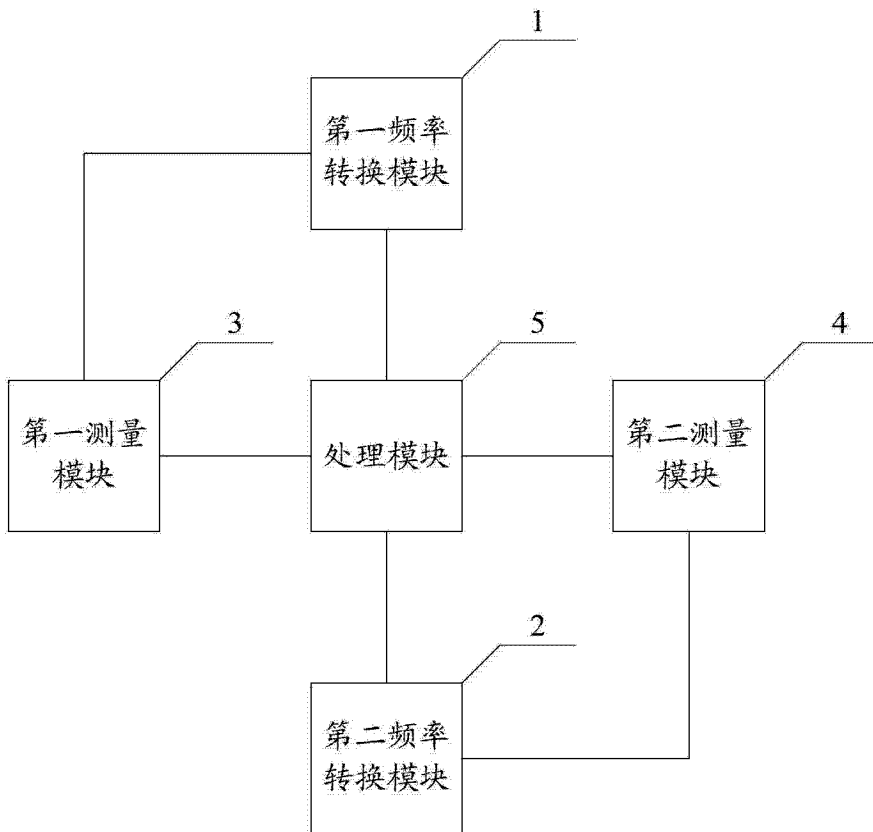


图 5

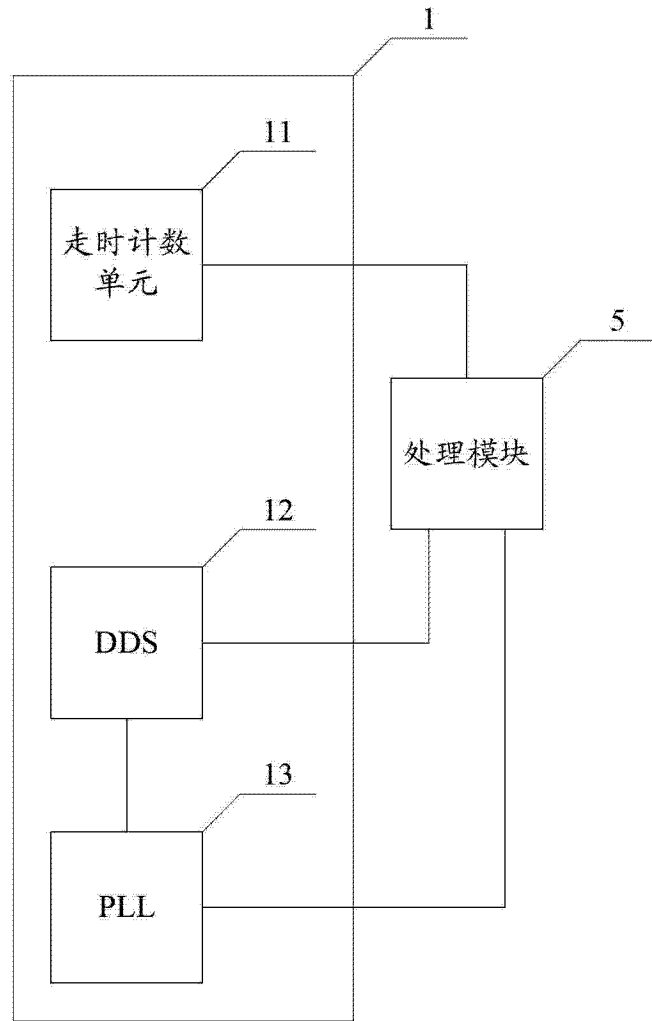


图 6

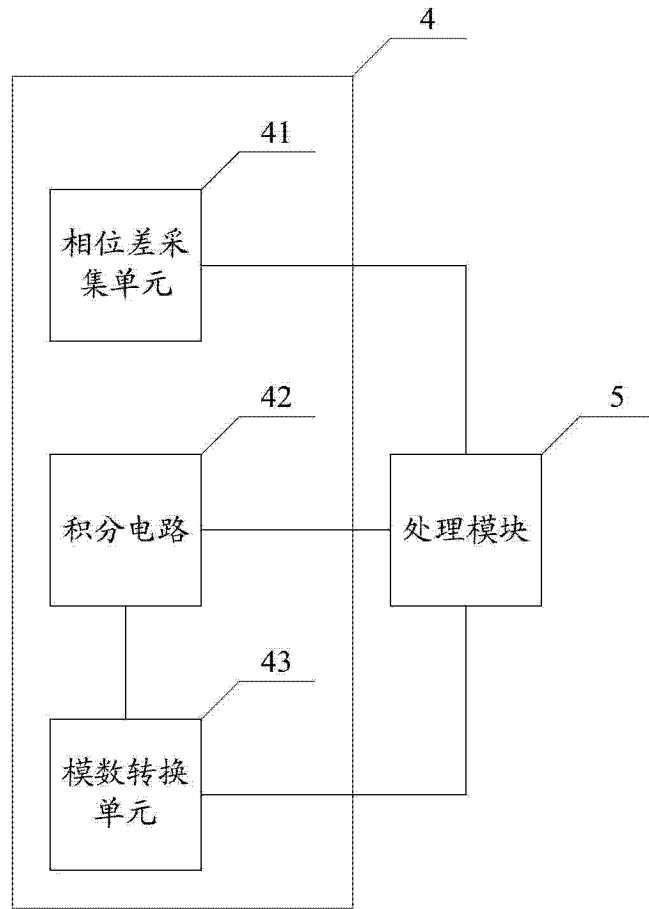


图 7