



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102812680 A

(43) 申请公布日 2012. 12. 05

(21) 申请号 201280000858. 7

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012. 05. 09

H04L 27/26(2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日  
2012. 09. 24

H04L 27/227(2006. 01)

(86) PCT申请的申请数据

PCT/CN2012/075260 2012. 05. 09

(71) 申请人 华为技术有限公司

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为  
总部办公楼

(72) 发明人 刘镰斧 马骏

(74) 专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理  
有限公司 11205

代理人 刘芳

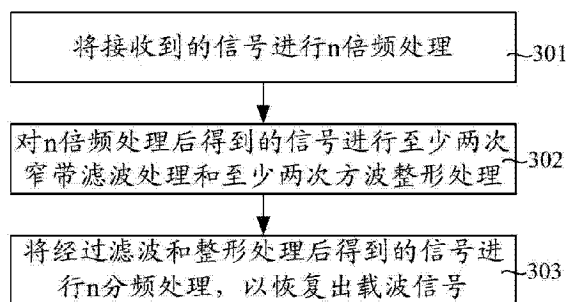
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 5 页

(54) 发明名称

载波同步方法、电路及系统

(57) 摘要

本发明实施例提供一种载波同步方法、电路及系统,方法包括:将接收到的信号进行  $n$  倍频处理;对  $n$  倍频处理后得到的信号进行至少两次窄带滤波处理和至少两次方波整形处理;将经过滤波和整形处理后得到的信号进行  $n$  分频处理,以恢复出载波信号;其中,  $n$  为大于或等于 4 的正整数。电路包括: $n$  倍频单元,用于将接收到的信号进行  $n$  倍频处理;滤波整形单元,用于对  $n$  倍频处理后得到的信号进行至少两次窄带滤波处理和至少两次方波整形处理; $n$  分频单元,用于将经过滤波和整形处理后得到的信号进行  $n$  分频处理,以恢复出载波信号;其中,  $n$  为大于或等于 4 的正整数。系统包括解调器和载波同步电路。本发明实施例相比于现有技术减小了载波恢复的过度时间。



1. 一种载波同步方法,其特征在于,包括:  
将接收到的信号进行  $n$  倍频处理;  
对  $n$  倍频处理后得到的信号进行至少两次窄带滤波处理和至少两次方波整形处理;  
将经过滤波和整形处理后得到的信号进行  $n$  分频处理,以恢复出载波信号;其中,  $n$  为大于或等于 4 的正整数。
2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述对  $n$  倍频处理后得到的信号进行至少两次窄带滤波处理和至少两次方波整形处理包括:  
对  $n$  倍频处理后得到的信号进行一次窄带滤波处理;  
对一次窄带滤波处理后得到的信号进行一次方波整形处理;  
对一次方波整形处理后得到的信号进行二次窄带滤波处理;  
对二次窄带滤波处理后得到的信号进行二次方波整形处理。
3. 根据权利要求 2 所述的方法,其特征在于,在所述对二次窄带滤波处理后得到的信号进行二次方波整形处理之后,还包括:  
对二次方波整形处理后得到的信号进行三次窄带滤波处理;  
对三次窄带滤波处理后得到的信号进行三次方波整形处理。
4. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的方法,其特征在于,还包括:  
根据获取的所述载波信号与所述接收到的信号之间的相位误差,对经过  $n$  分频处理后恢复出的载波信号进行移相处理,以使解调器根据移相处理后得到的载波信号对所述接收到的信号进行解调处理。
5. 根据权利要求 4 所述的方法,其特征在于,还包括:  
对解调处理后得到的信号进行相位判决,并生成判决误差;  
根据相位判决后的信号和所述判决误差生成所述载波信号与所述接收到的信号之间的相位误差。
6. 一种载波同步电路,其特征在于,包括:  
 $n$  倍频单元,用于将接收到的信号进行  $n$  倍频处理;  
滤波整形单元,用于对  $n$  倍频处理后得到的信号进行至少两次窄带滤波处理和至少两次方波整形处理;  
 $n$  分频单元,用于将经过滤波和整形处理后得到的信号进行  $n$  分频处理,以恢复出载波信号;其中,  $n$  为大于或等于 4 的正整数。
7. 根据权利要求 6 所述的电路,其特征在于,所述滤波整形单元包括:  
第一窄带滤波器,用于对  $n$  倍频处理后得到的信号进行一次窄带滤波处理;  
第一方波整形器,用于对一次窄带滤波处理后得到的信号进行一次方波整形处理;  
第二窄带滤波器,用于对一次方波整形处理后得到的信号进行二次窄带滤波处理;  
第二方波整形器,用于对二次窄带滤波处理后得到的信号进行二次方波整形处理。
8. 根据权利要求 7 所述的电路,其特征在于,所述滤波整形单元还包括:  
第三窄带滤波器,用于对二次方波整形处理后得到的信号进行三次窄带滤波处理;  
第三方波整形器,用于对三次窄带滤波处理后得到的信号进行三次方波整形处理。
9. 根据权利要求 6-8 中任一项所述的电路,其特征在于,还包括:  
移相器,用于根据获取的所述载波信号与所述接收到的信号之间的相位误差,对经过  $n$

分频处理后得到的载波信号进行移相处理,以使解调器根据移相处理后得到的载波信号对所述接收到的信号进行解调处理。

10. 根据权利要求9所述的电路,其特征在于,还包括:

相位误差估计单元,用于对解调处理后得到的信号进行相位判决,并生成判决误差,并根据相位判决后的信号和所述判决误差生成所述载波信号与所述接收到的信号之间的相位误差。

11. 一种载波同步系统,其特征在于,包括解调器和权利要求9或10所述的载波同步电路;

所述解调器用于接收发射端发送的信号,并根据所述移相器移相处理后得到的载波信号对接收到的信号进行解调处理。

## 载波同步方法、电路及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及通信技术,尤其涉及一种载波同步方法、电路及系统。

### 背景技术

[0002] 在无线网络应用中,数据、多媒体文件等的下载逐渐成为应用的主流,导致上下行通信业务出现明显不对称的趋势。因此,如果采用频分双工(Frequency Division Duplexing;以下简称:FDD)传输模式,则上行通信频谱的利用率低,由此产生了时分双工(Time Division Duplexing;以下简称:TDD)传输模式。其中,TDD系统使用固定宽度的时隙,上下行通信传输使用相同的频带,根据上行通信或下行通信的业务需求分配时隙个数;如果下行通信的业务量大,则为下行通信分配较多的时隙个数,如果上行通信的业务量大,则为上行通信分配较多的时隙个数。TDD系统的时隙宽度对应一个TDD帧,由TDD时隙保护间隔和有效净荷组成。时隙保护间隔包括了射频电路延时,载波同步过度时间,射频开关切换时间等信号延迟时间,其中射频电路延时和射频开关切换时间为器件固定延时。图1为现有技术中TDD系统的工作原理示意图,如图1所示,A、B分别为两个无线TDD设备,二者均具有TDD射频开关以及对接收信号进行载波同步的同步模块。在保持有效数据率不变的情况下,TDD时隙分配的灵活性由时隙宽度决定,时隙宽度越小,则TDD系统中上下行时隙分配越灵活。而在减小TDD时隙宽度的同时,需要保持相同的数据有效率,需要等比例减小时隙保护间隔,也就是减小载波同步过度时间。

[0003] 图2为现有技术中载波同步过程的原理示意图,如图2所示,现有技术中采用科斯塔斯(Costas)环进行载波同步,采用两个正交的本地振荡信号作为反馈分别与接收到的两相相移键控(two Phase Shift Keying;以下简称:2PSK)信号相乘,分别得到信号 $v_3$ 和 $v_4$ ,再经过图2中的低通滤波处理,分别得到信号 $v_5$ 和 $v_6$ ,将信号 $v_5$ 和 $v_6$ 相乘得到信号 $v_7$ ,再对信号 $v_7$ 进行环路滤波可以得到本地振荡信号与2PSK信号的载波相位相差 $\theta(t)$ ,再经过图2中压控振荡器(Voltage Control Oscillator;以下简称:VCO)的处理后得到恢复出的本地振荡信号,即载波信号。图2所示的载波同步需要进行多次上述信号处理过程,即需要将得到的载波信号 $v_1$ 再反馈回去,重复上述处理过程,才能恢复出准确的载波信号,反馈次数越多,得到的载波信号越准确。

[0004] 然而,现有技术中科斯塔斯环载波同步电路的载波同步的过度时间长,无法用于突发通信中的快速载波恢复。

### 发明内容

[0005] 本发明实施例提供一种载波同步方法、电路及系统,减少载波同步的过度时间。

[0006] 本发明实施例的第一个方面是提供一种载波同步方法,包括:

[0007] 将接收到的信号进行 $n$ 倍频处理;

[0008] 对 $n$ 倍频处理后得到的信号进行至少两次窄带滤波处理和至少两次方波整形处理;

[0009] 将经过滤波和整形处理后得到的信号进行  $n$  分频处理,以恢复出载波信号;其中, $n$  为大于或等于 4 的正整数。

[0010] 本发明实施例的另一个方面是提供一种载波同步电路,包括:

[0011]  $n$  倍频单元,用于将接收到的信号进行  $n$  倍频处理;

[0012] 滤波整形单元,用于对  $n$  倍频处理后得到的信号进行至少两次窄带滤波处理和至少两次方波整形处理;

[0013]  $n$  分频单元,用于将经过滤波和整形处理后得到的信号进行  $n$  分频处理,以恢复出载波信号;其中, $n$  为大于或等于 4 的正整数。

[0014] 本发明实施例的再一个方面提供一种载波同步系统,包括解调器和如上所述的载波同步电路;所述解调器用于接收发射端发送的信号,并根据所述移相器移相处理后得到的载波信号对接收到的信号进行解调处理。

[0015] 本发明实施例的技术效果是:通过对接收到的信号进行  $n$  倍频处理,再对  $n$  倍频处理后得到的信号进行至少两次窄带滤波处理和至少两次方波整形处理,然后将经过滤波和整形处理后得到的信号进行  $n$  分频处理,从而恢复出载波信号,实现载波同步;本发明实施例不需要信号反馈,因此相比于现有技术不存在信号反馈的时间,从而减小了载波恢复的过度时间,减小了 TDD 时隙宽度,从而在保证 TDD 通信数据有效率不变的情况下,增强了 TDD 时隙分配的灵活性,适用于 TDD 突发通信设备中的载波恢复。

## 附图说明

[0016] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图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性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0017] 图 1 为现有技术中 TDD 系统的工作原理示意图;

[0018] 图 2 为现有技术中载波同步过程的原理示意图;

[0019] 图 3 为本发明载波同步方法实施例一的流程图;

[0020] 图 4 为本发明载波同步方法实施例一中时隙调整前后的对比示意图;

[0021] 图 5 为本发明载波同步方法实施例二的流程图;

[0022] 图 6 为本发明载波同步方法实施例二的应用场景示意图;

[0023] 图 7a 为本发明载波同步方法实施例二中 4QAM 包络信号的整体波形示意图;

[0024] 图 7b 为本发明载波同步方法实施例二中 4QAM 包络信号的局部波形放大示意图;

[0025] 图 8 为本发明载波同步方法实施例二中一次窄带滤波处理后得到的信号的局部波形放大示意图;

[0026] 图 9 为本发明载波同步方法实施例二中一次方波整形处理后得到的信号的局部波形放大示意图;

[0027] 图 10 为本发明载波同步方法实施例二中二次窄带滤波处理后得到的信号的局部波形放大示意图;

[0028] 图 11 为本发明载波同步方法实施例二中二次方波整形处理后得到的信号的局部波形放大示意图;

- [0029] 图 12 为本发明载波同步方法实施例三的流程圖；  
[0030] 图 13 为本发明载波同步电路实施例一的结构示意图；  
[0031] 图 14 为本发明载波同步电路实施例二的结构示意图；  
[0032] 图 15 为本发明载波同步电路实施例三的结构示意图。

### 具体实施方式

[0033] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0034] 图 3 为本发明载波同步方法实施例一的流程图，如图 3 所示，本实施例提供了一种载波同步方法，可以具体包括如下步骤：

[0035] 步骤 301，将接收到的信号进行  $n$  倍频处理。

[0036] 在本实施例中，为了提高 TDD 系统上下行时隙分配的灵活性，在保持数据有效率不变的情况下需要减小 TDD 时隙宽度。图 4 为本发明载波同步方法实施例一中时隙调整前后的对比示意图，如图 4 所示，模式 A 中 TDD 时隙宽度  $a$  较大，模式 B 中 TDD 时隙宽度  $b$  较小，其中，时隙宽度  $a$  由有效数据  $a$  与同步开销  $a$  组成，时隙宽度  $b$  由有效数据  $b$  与同步开销  $b$  组成。数据有效率等于有效数据与时隙宽度的比值，由此可见，为了保持时隙调整前后的数据有效率不变，在减小时隙宽度的同时，同步开销必须与时隙宽度等比例缩小。因此，需要在较短的时间内完成载波同步，即减小载波同步的过度时间。

[0037] 本实施例提供的是一种载波同步方法，本步骤为先对接收到的信号进行  $n$  倍频处理，其中， $n$  为大于或等于 4 的正整数，即对接收到的信号进行 4 倍频、6 倍频或 8 倍频处理。对于四相移键控 (Quadrature Phase Shift Keying；以下简称：QPSK) 来说，本步骤中接收的信号可以为模拟形式的中频 (Intermediate Frequency；以下简称：IF) 信号或射频信号，其可以具体为 2PSK 信号或正交幅度调制 (Quadrature Amplitude Modulation；以下简称：QAM) 信号， $n$  倍频处理可以具体采用  $n$  级模拟乘法器来实现。

[0038] 步骤 302，对  $n$  倍频处理后得到的信号进行至少两次窄带滤波处理和至少两次方波整形处理。

[0039] 在对接收的中频信号进行  $n$  倍频处理后，再对  $n$  倍频处理后得到的信号进行至少两次窄带滤波处理和至少两次方波整形处理。此处的至少两次窄带滤波处理和至少两次方波整形处理具体为：先进行一次窄带滤波处理，接着进行一次方波整形处理，然后再依次进行一次窄带滤波处理和一次方波整形处理，以此类推，在每次窄带滤波处理之后执行一次方波整形处理。其中，窄带滤波器的中心频率为载波信号的  $n$  倍频点，从而使得  $n$  倍频处理后得到的信号经过窄带滤波处理后输出为  $n$  倍频载波。再将经过窄带滤波处理后得到的  $n$  倍频载波进行方波整形处理，本实施例中的方波整形处理可以采用比较器来实现，经过方波整形处理将  $n$  倍频载波整形成方波，得到方波形式的  $n$  倍频载波。在本实施例中，可以选择对  $n$  倍频处理后得到的信号进行两次窄带滤波处理和两次方波整形处理，也可以选择对  $n$  倍频处理后得到的信号进行三次窄带滤波处理和三次方波整形处理，还可以选择进行更多次的窄带滤波处理和更多次的方波整形处理，以恢复出更加平滑的载波信号；当然窄带

滤波和方波整形的次数越多,带来的延时可能越大,成本也较高,因此,优选地可以进行两次窄带滤波和方波整形处理,或者三次窄带滤波和方波整形处理。

[0040] 步骤 303,将经过滤波和整形处理后得到的信号进行  $n$  分频处理,以恢复出载波信号。

[0041] 在经过窄带滤波处理和方波整形处理后,将经过滤波和整形处理后得到的信号进一步进行  $n$  分频处理,即对  $n$  倍频载波信号进行相应的  $n$  分频处理,进而最终恢复出载波信号。由此可见,本实施例不需要信号反馈,因此与现有技术中反馈式载波恢复方法相比不存在信号反馈的时间,从而使得整体响应时间减短,减小了载波恢复的过度时间。

[0042] 本领域技术人员可以理解,由于接收端从发射端接收到信号为发射端在发送前通过载波信号进行调制后的调制信号,并非发射端实际要发送的原始信号,为了能在接收端准确恢复出发射端发送的原始信号,在接收端接收到该调制信号后,需要通过调制时使用的载波对该调制信号进行解调,从而得到原始信号。本实施例便是从接收到的信号中恢复出载波信号的过程,当接收端恢复出发射端所使用的载波后,便实现了接收端与发射端的载波同步,接收端便可以通过该载波信号进一步恢复得到原始信号。因此,本实施例中的载波同步过程便等同于载波恢复过程。

[0043] 本实施例提供了一种载波同步方法,通过对接收到的信号进行  $n$  倍频处理,再对  $n$  倍频处理后得到的信号进行至少两次窄带滤波和至少两次方波整形处理,然后将经过滤波和整形处理后得到的信号进行  $n$  分频处理,从而恢复出载波信号,实现载波同步;本实施例不需要信号反馈,因此相比于现有技术不存在信号反馈的时间,从而减小了载波恢复的过度时间,减小了 TDD 时隙宽度,从而在保证 TDD 通信数据有效率不变的情况下,增强了 TDD 时隙分配的灵活性,适用于 TDD 突发通信设备中的载波恢复。

[0044] 图 5 为本发明载波同步方法实施例二的流程图,如图 5 所示,本实施例提供了一种载波同步方法,可以具体包括如下步骤:

[0045] 步骤 501,将接收到的信号进行 4 倍频处理。

[0046] 图 6 为本发明载波同步方法实施例二的应用场景示意图,如图 6 所示,本实施例具体对接收到的信号进行 4 倍频、4 分频处理,并经过两次滤波和整形处理。本实施例中接收到的 IF 信号可以具体为 QAM 信号,在经过本步骤的 4 倍频处理后,QAM 信号的波形变为 4QAM 包络信号,如图 7a 所示为本发明载波同步方法实施例二中 4QAM 包络信号的整体波形示意图,图 7b 所示为本发明载波同步方法实施例二中 4QAM 包络信号的局部波形放大示意图。

[0047] 步骤 502,对 4 倍频处理后得到的信号进行一次窄带滤波处理。

[0048] 在对 QAM 信号进行 4 倍频处理后,对 4 倍频处理后得到的信号进行一次窄带滤波处理,即图 6 中的窄带滤波 1,一次窄带滤波器的中心频率为载波信号的 4 倍频点。图 8 为本发明载波同步方法实施例二中一次窄带滤波处理后得到的信号的局部波形放大示意图,为了显示清楚,图 8 为局部放大后的信号波形,经过窄带滤波处理后得到 4 倍频载波,一次窄带滤波处理后得到的信号如图 8 所示。

[0049] 步骤 503,对一次窄带滤波处理后得到的信号进行一次方波整形处理。

[0050] 图 9 为本发明载波同步方法实施例二中一次方波整形处理后得到的信号的局部波形放大示意图,为了显示清楚,图 9 为局部放大后的信号波形。在对 4QAM 包络信号进行一次窄带滤波处理后,对一次窄带滤波处理后得到的信号进行一次方波整形处理,即图 6 中

的方波整形 1,从而得到幅度相同的方波信号如图 9 所示。

[0051] 步骤 504,对一次方波整形处理后得到的信号进行二次窄带滤波处理。

[0052] 在对 QAM 信号进行一次滤波和整形处理后,由于 QAM 信号的包络平滑,信号幅度相等,当对其进行 4 倍频处理后再经过一次窄带滤波后,使得滤波器的输出信号出现包络起伏,在传输某些数据序列是甚至出现包络过零点,如图 8 所示。而所有的整形电路均存在死区,例如比较器需要设置一个比较门限,高于此门限时比较器输出高电平,低于此门限时比较器输出低电平,而如果一个信号经过比较器的处理之后希望输出高电平,但却被比较器判断为低电平,此时则出现死区。在经过整形后,由于信号包络进入死区而造成分频信号相位上较大的抖动,即如图 9 所示的短暂的载波脉冲丢失。因此,在本实施例中,需要对信号进行二次滤波和整形处理,来消除载波脉冲丢失的问题。本步骤为对一次方波整形处理后得到的信号进行二次窄带滤波处理,即图 6 中的窄带滤波 2,由于窄带滤波器的惰性,即使前级整形处理后由于信号包络进入死区而导致短暂的载波脉冲丢失,经过二次窄带滤波处理后将包络波动平滑,如图 10 所示为本发明载波同步方法实施例二中二次窄带滤波处理后得到的信号的局部波形放大示意图,为了显示清楚,图 10 为局部放大后的信号波形。

[0053] 步骤 505,对二次窄带滤波处理后得到的信号进行二次方波整形处理。

[0054] 图 11 为本发明载波同步方法实施例二中二次方波整形处理后得到的信号的局部波形放大示意图,为了显示清楚,图 11 为局部放大后的信号波形。在对 4QAM 包络信号进行二次窄带滤波处理后,对二次窄带滤波处理后得到的信号进行二次方波整形处理,即图 6 中的方波整形 2,从而得到幅度相同的方波信号如图 11 所示。

[0055] 步骤 506,将经过滤波和整形处理后得到的信号进行 4 分频处理,以恢复出载波信号。

[0056] 在对 QAM 信号进行上述两次滤波和整形处理后,对经过两次滤波和整形处理后得到的信号进行 4 分频处理,进而可以恢复出载波信号。

[0057] 步骤 507,根据获取的载波信号与接收到的信号之间的相位误差,对经过 4 分频处理后恢复出的载波信号进行移相处理。

[0058] 本步骤为对恢复出的载波信号进行相位校准,以消除器件延时的影响,具体为根据获取的载波信号与接收到的信号之间的相位误差,对上述经过 4 分频处理后恢复出的载波信号进行移相处理。此处的相位误差可以是手动配置的,即将相位误差手动配置在图 6 中的压控单元,调整压控单元的电压大小,通过移相器来对载波信号进行移相处理。相位误差也可以通过解调器算法估计得到的,通过解调器中的相位误差估计单元对输入信号的相位误差进行判决,先生成判决误差,再根据相位判决后的信号和判决误差便可以得到相位误差。如图 6 所示,通过同相和正交(Inphase and Quadrature;以下简称:IQ)解调器对解调后的信号进行采样,得到基带 I 信号和基带 Q 信号,再经过滤波处理后输入到模数转换器(Analog Digital Convertor:ADC),经过模数转换后通过符号同步单元将信号同步到本地;再根据相位误差估计单元对输入的信号进行相位判决,根据判决后的信号(即标准的 QPSK 信号)和判决误差,便可以得到相位误差。在图 6 中,还将生成的相位误差通过移相信号生成单元进一步生成电压信号,通过电压信号来控制压控单元,将相位误差输入到移相器中。

[0059] 步骤 508,解调器根据经过移相处理后得到的载波信号,对所述接收到的信号进行解调处理。

[0060] 如图 6 所示,在通过 4 倍频、两次滤波和整形以及 4 分频对 QAM 信号进行处理后,得到恢复出的载波信号,解调器根据经过上述移相处理后得到的载波信号,再对接收到的 IF 信号进行解调处理,即根据恢复出的载波信号对 QAM 信号进行 IQ 解调处理。具体可以将载波信号与接收到的信号通过解调器进行解调,此处的解调器可以具体为乘法器,即将载波信号与接收到的信号相乘,便可以完成解调过程,得到解调后的信号。

[0061] 本实施例提供了一种载波同步方法,通过对接收到的信号进行 4 倍频处理,再对 4 倍频处理后得到的信号进行二次窄带滤波处理和二次方波整形处理,然后将经过二次滤波处理和二次整形处理后得到的信号进行 4 分频处理,从而恢复出载波信号,实现载波同步;本实施例不需要信号反馈,因此相比于现有技术不存在信号反馈的时间,从而减小了载波恢复的过度时间,减小了 TDD 时隙宽度,从而在保证 TDD 通信数据有效率不变的情况下,增强了 TDD 时隙分配的灵活性,适用于 TDD 突发通信设备中的载波恢复。

[0062] 图 12 为本发明载波同步方法实施例三的流程,如图 12 所示,本实施例提供了一种载波同步方法,可以具体包括如下步骤:

[0063] 步骤 1201,将接收到的信号进行 4 倍频处理。

[0064] 步骤 1202,对 4 倍频处理后得到的信号进行一次窄带滤波处理。

[0065] 步骤 1203,对一次窄带滤波处理后得到的信号进行一次方波整形处理。

[0066] 步骤 1204,对一次方波整形处理后得到的信号进行二次窄带滤波处理。

[0067] 步骤 1205,对二次窄带滤波处理后得到的信号进行二次方波整形处理。

[0068] 本实施例中的上述步骤 1201-1205 可以分别与上述实施例二中的步骤 501-505 类似,此处不再赘述。

[0069] 步骤 1206,对二次方波整形处理后得到的信号进行三次窄带滤波处理。

[0070] 本实施例在上述实施例二的基础之上,对二次方波整形处理后的信号再进行一次窄带滤波和方波整形处理。即本步骤具体为对二次方波整形处理后得到的信号进行三次窄带滤波处理,通过三次窄带滤波处理得到更加稳定的  $n$  倍频载波。窄带滤波的次数越多,得到的  $n$  倍频载波的幅度的稳定性越好,当然也会相应地导致延时增加,因此,通常选择对信号进行二次或三次滤波和整形处理即可。

[0071] 步骤 1207,对三次窄带滤波处理后得到的信号进行三次方波整形处理。

[0072] 在完成三次窄带滤波处理后,本实施例进一步对三次窄带滤波处理后得到的信号进行三次方波整形处理。本实施例相比于实施例二又增加了一次窄带滤波和方波整形处理,通过三次窄带滤波和方波整形可以更好地消除载波中存在的噪声等信号,使得恢复出的载波信号更加稳定,载波同步的准确性提高。

[0073] 步骤 1208,将经过滤波和整形处理后得到的信号进行 4 分频处理,以恢复出载波信号。

[0074] 步骤 1209,根据获取的载波信号与接收到的信号之间的相位误差,对经过 4 分频处理后恢复出的载波信号进行移相处理。

[0075] 步骤 1210,解调器根据经过移相处理后得到的载波信号,对所述接收到的信号进行解调处理。

[0076] 本实施例中的上述步骤 1208-1210 可以分别与上述实施例二中的步骤 506-508 类似,此处不再赘述。

[0077] 本实施例提供了一种载波同步方法,通过对接收到的信号进行 4 倍频处理,再对 4 倍频处理后得到的信号进行三次窄带滤波处理和三次方波整形处理,然后将经过三次滤波处理和三次整形处理后得到的信号进行 4 分频处理,从而恢复出载波信号,实现载波同步;本实施例不需要信号反馈,因此相比于现有技术不存在信号反馈的时间,从而减小了载波恢复的过度时间,减小了 TDD 时隙宽度,从而在保证 TDD 通信数据有效率不变的情况下,增强了 TDD 时隙分配的灵活性,适用于 TDD 突发通信设备中的载波恢复;且本实施例提高了载波同步的准确性和稳定性。

[0078] 本领域普通技术人员可以理解:实现上述各方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件来完成。前述的程序可以存储于一计算机可读取存储介质中。该程序在执行时,执行包括上述各方法实施例的步骤;而前述的存储介质包括:ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0079] 图 13 为本发明载波同步电路实施例一的结构示意图,如图 13 所示,本实施例提供了载波同步电路,可以具体执行上述方法实施例一中的各个步骤,此处不再赘述。本实施例提供的载波同步电路可以具体包括 n 倍频单元 1301、滤波整形单元 1302 和 n 分频单元 1303。其中,n 倍频单元 1301 用于将接收到的信号进行 n 倍频处理。滤波整形单元 1302 用于对 n 倍频处理后得到的信号分别进行至少两次窄带滤波处理和至少两次方波整形处理。n 分频单元 1303 用于将经过滤波和整形处理后得到的信号进行 n 分频处理,以恢复出载波信号。其中,n 为大于或等于 4 的正整数。

[0080] 图 14 为本发明载波同步电路实施例二的结构示意图,如图 14 所示,本实施例提供了载波同步电路,可以具体执行上述方法实施例二中的各个步骤,此处不再赘述。本实施例提供的载波同步电路在上述图 13 的基础之上,滤波整形单元 1302 可以具体包括第一窄带滤波器 1312、第一方波整形器 1322、第二窄带滤波器 1332 和第二方波整形器 1342。其中,第一窄带滤波器 1312 用于对 n 倍频处理后得到的信号进行一次窄带滤波处理。第一方波整形器 1322 用于对一次窄带滤波处理后得到的信号进行一次方波整形处理。第二窄带滤波器 1332 用于对一次方波整形处理后得到的信号进行二次窄带滤波处理。第二方波整形器 1342 用于对二次窄带滤波处理后得到的信号进行二次方波整形处理。

[0081] 进一步地,本实施例提供的载波同步电路还可以包括移相器 1401。其中,移相器 1401 用于根据获取的所述载波信号与所述接收到的信号之间的相位误差,对经过 n 分频处理后得到的载波信号进行移相处理,以使解调器根据经过移相处理后得到的载波信号对所述接收到的信号进行解调处理。

[0082] 更进一步地,本实施例提供的载波同步电路还可以进一步包括相位误差估计单元 1402,相位误差估计单元 1402 用于对解调处理后得到的信号进行相位判决,并生成判决误差,并根据相位判决后的信号和所述判决误差生成所述载波信号与所述接收到的信号之间的相位误差。

[0083] 图 15 为本发明载波同步电路实施例三的结构示意图,如图 15 所示,本实施例提供了载波同步电路,可以具体执行上述方法实施例三中的各个步骤,此处不再赘述。本实施例提供的载波同步电路在上述图 14 的基础之上,滤波整形单元 1302 还可以包括第三窄带滤

波器 1352 和第三方波整形器 1362。其中,第三窄带滤波器 1352 用于对二次方波整形处理后得到的信号进行三次窄带滤波处理。第三方波整形器 1362 用于对三次窄带滤波处理后得到的信号进行三次方波整形处理。

[0084] 本实施例提供了一种载波同步电路,通过对接收到的信号进行  $n$  倍频处理,再对  $n$  倍频处理后得到的信号进行至少两次窄带滤波和至少两次方波整形处理,然后将经过至少两次滤波和至少两次整形处理后得到的信号进行  $n$  分频处理,从而恢复出载波信号,实现载波同步;本实施例相比于现有技术减小了载波恢复的过度时间,减小了 TDD 时隙宽度,从而在保证 TDD 通信数据有效率不变的情况下,增强了 TDD 时隙分配的灵活性,适用于 TDD 突发通信设备中的载波恢复。

[0085] 本发明实施例还提供了一种载波同步系统,该载波同步系统可以具体包括解调器以及上述图 13、图 14 或图 15 所示的载波同步电路。其中,解调器可以用于接收发射端发送的信号,并根据所述移相器移相处理后得到的载波信号对接收到的信号进行解调处理。

[0086] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

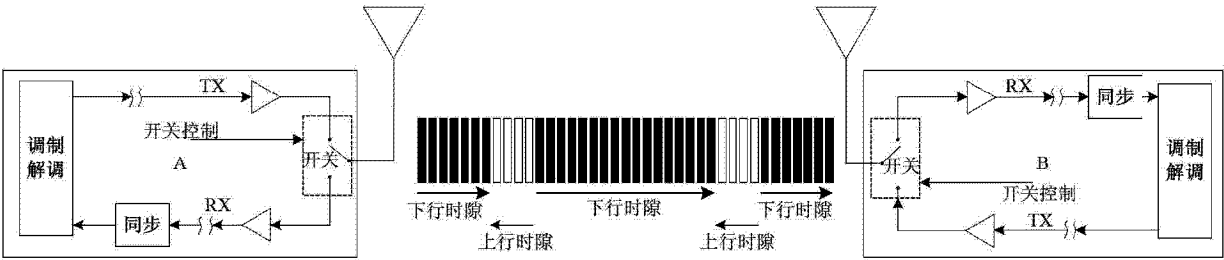


图 1

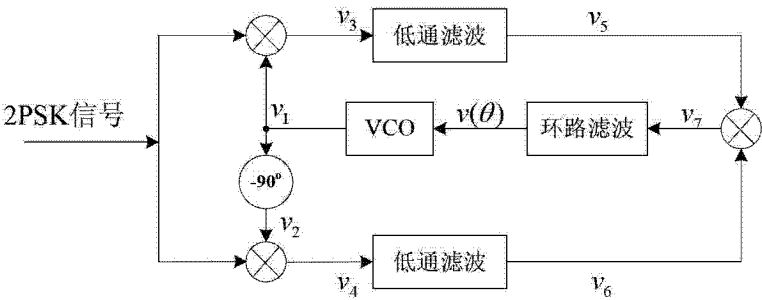


图 2

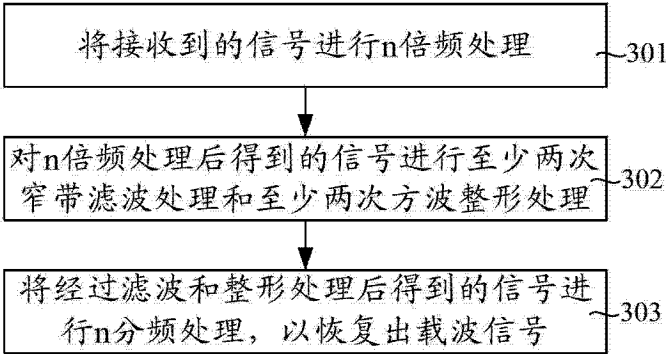


图 3

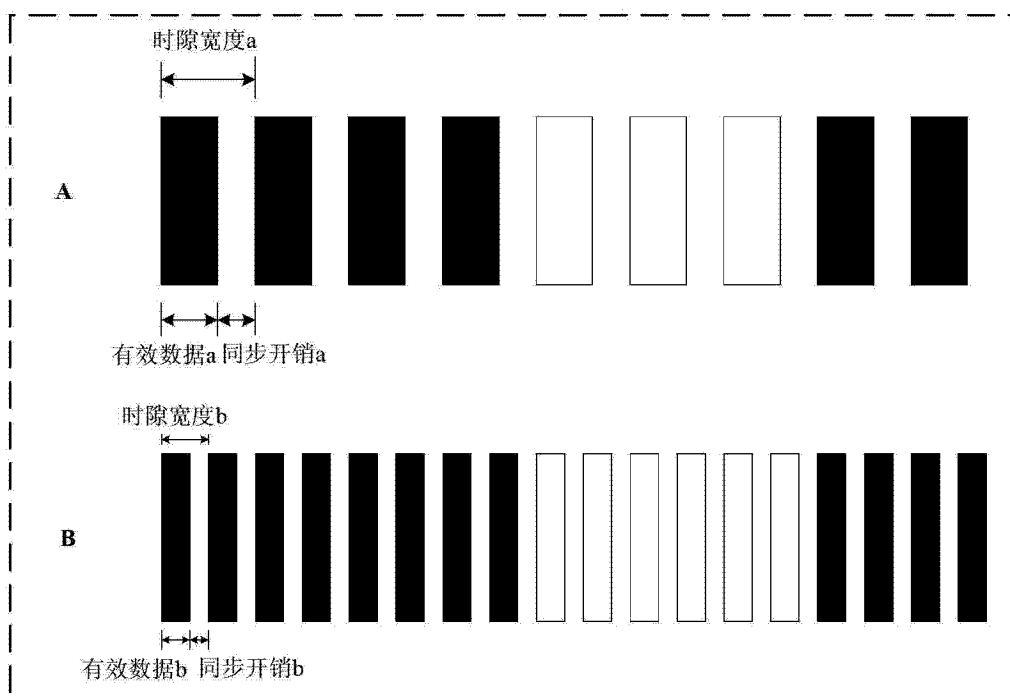


图 4

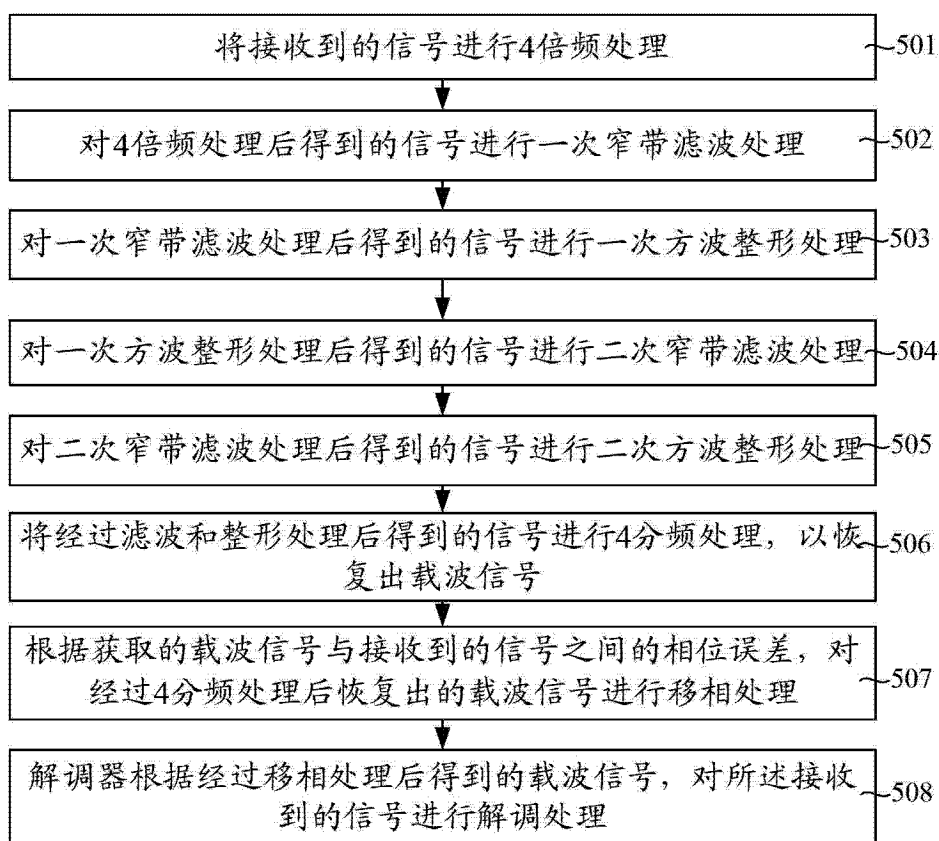


图 5

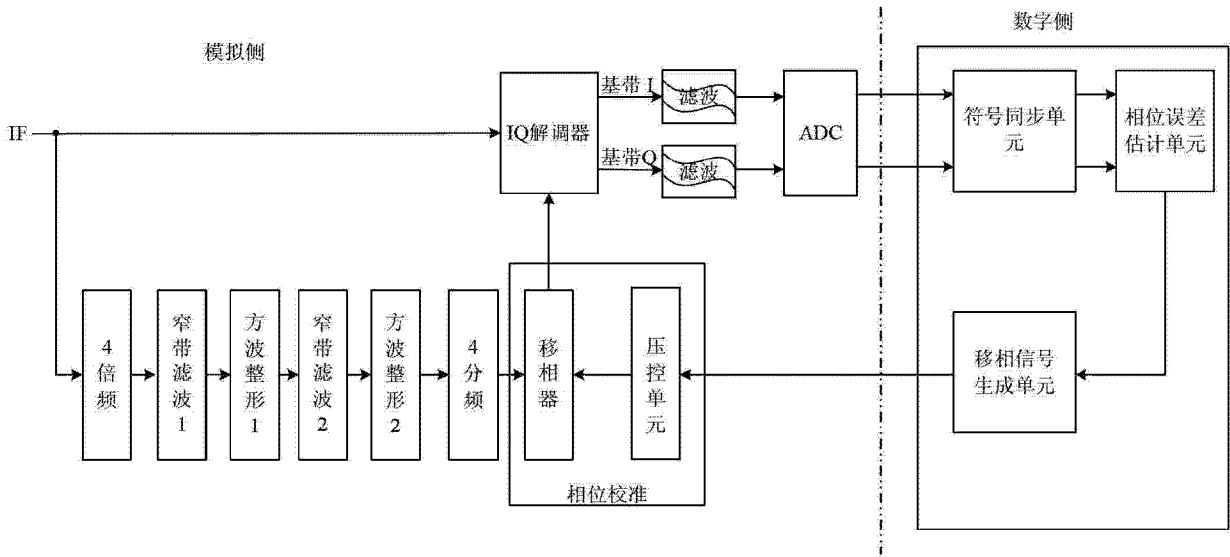


图 6

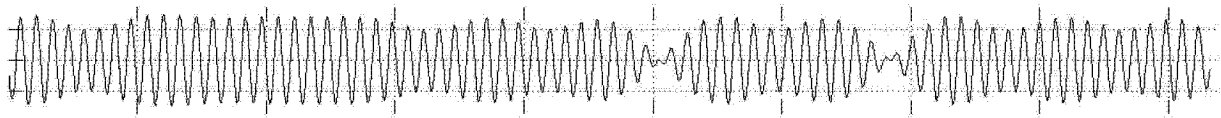


图 7a

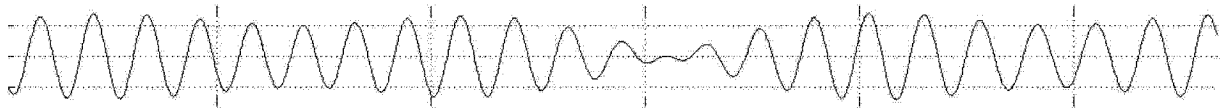


图 7b

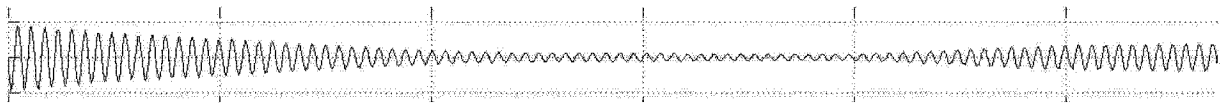


图 8

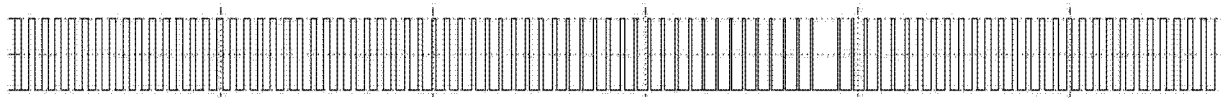


图 9

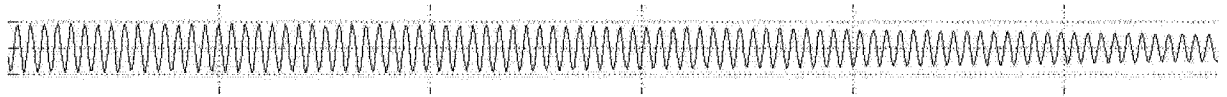


图 10

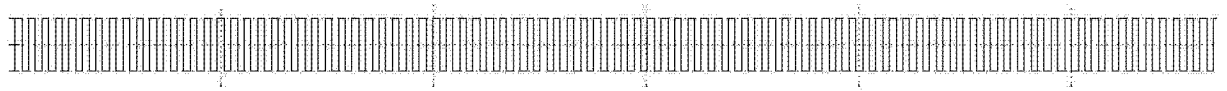


图 11

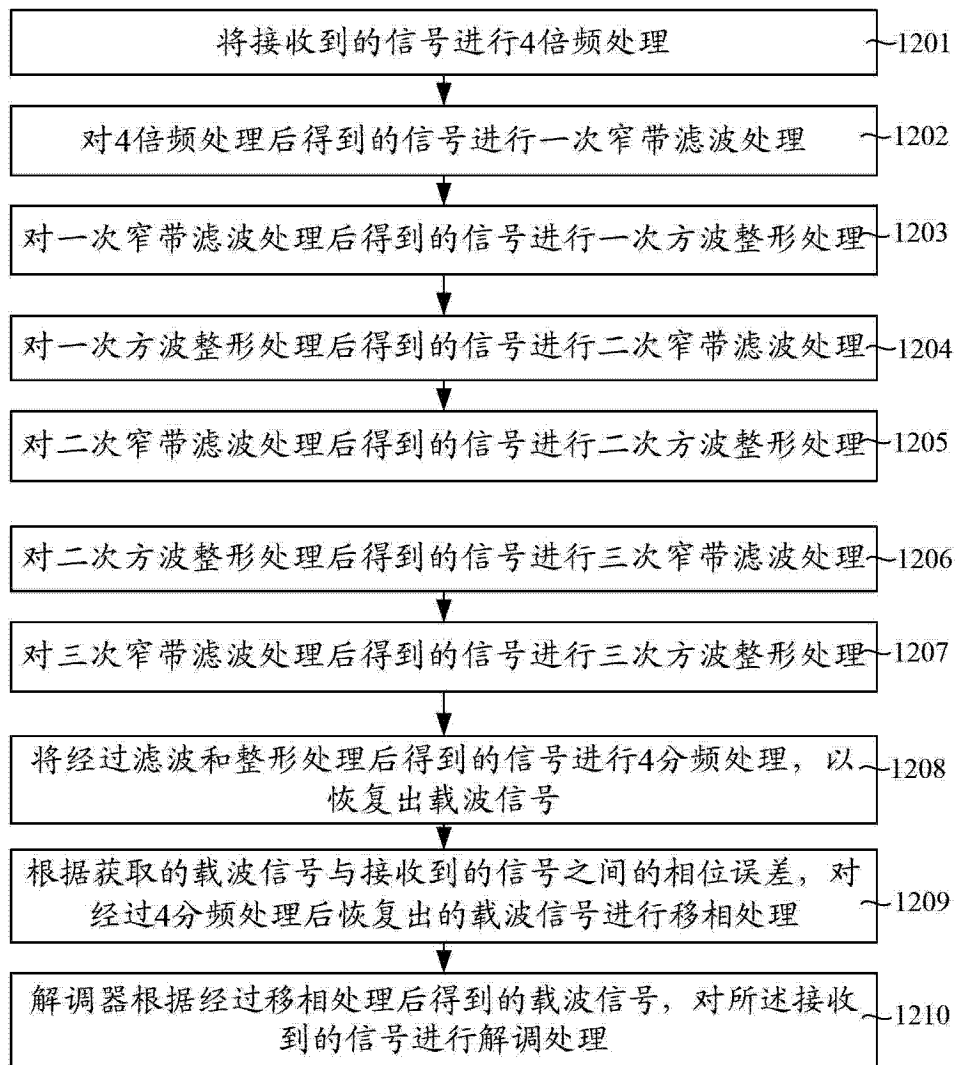


图 12



图 13

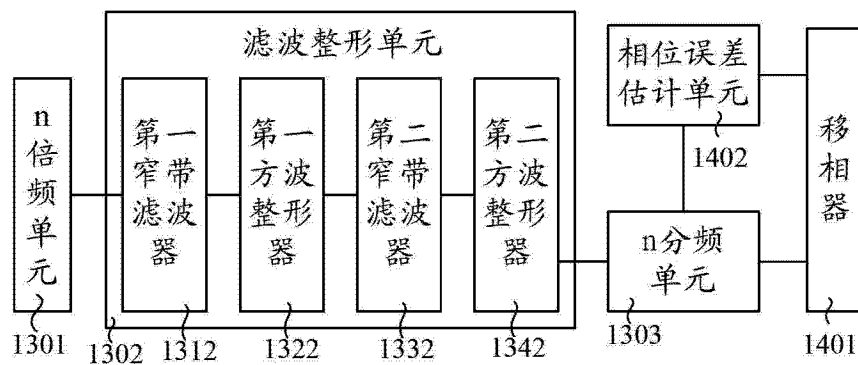


图 14

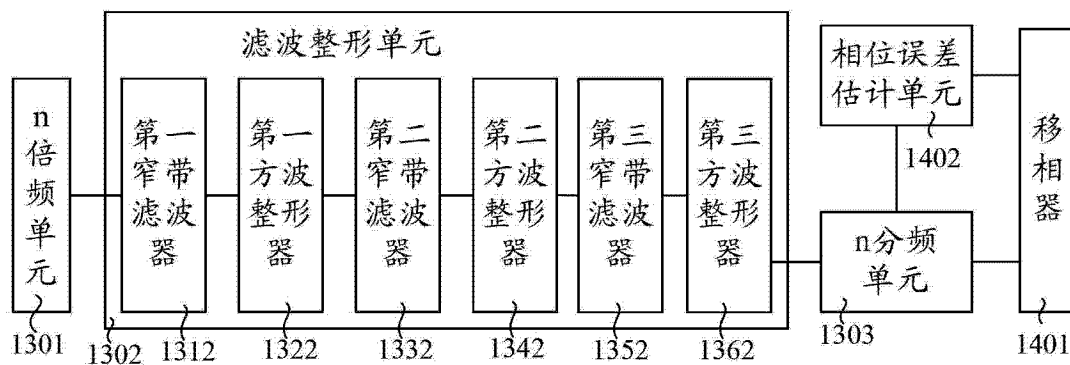


图 15