



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104396205 B

(45)授权公告日 2019.03.12

(21)申请号 201480001511.3

(22)申请日 2014.04.28

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104396205 A

(43)申请公布日 2015.03.04

(30)优先权数据
13/905836 2013.05.30 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.12.12

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2014/061067 2014.04.28

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/191853 EN 2014.12.04

(73)专利权人 瑞典爱立信有限公司

地址 瑞典斯德哥尔摩

(72)发明人 N.麦克戈万 M.W.达西维尔韦拉

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 杨美灵 汤春龙

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

(56)对比文件
CN 102223338 A,2011.10.19,
US 2012320948 A1,2012.12.20,
CN 1954571 A,2007.04.25,

审查员 陈秀英

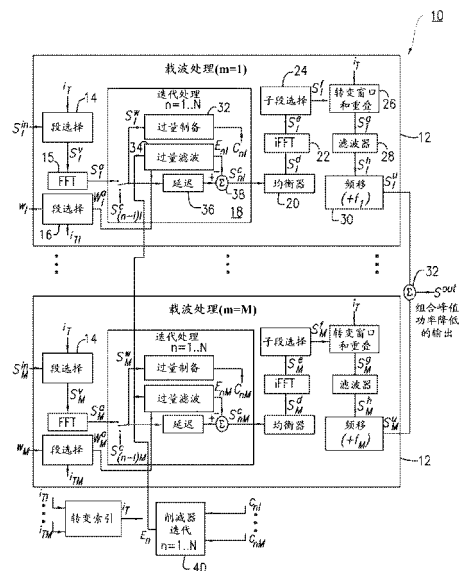
权利要求书3页 说明书9页 附图5页

(54)发明名称

通信无线电中的通用峰值功率降低

(57)摘要

本文公开了用于在无线电中实现峰值功率降低的方法和系统。根据一个方面,通用峰值功率降低用于在长期演进LTE系统中使用的诸如CDMA、WCDMA和GSM等时域信号及诸如OFDM信号等频率域信号上及在时间和频率域信号的组合上执行峰值功率降低。一次在数据的一个段上执行处理。选择的数据段的大小基于给定系统中所需的等待时间、频率分辨率和峰值功率降低性能。



1. 一种在无线电中峰值功率降低的方法,所述方法包括:

在至少一个分支中的每个分支中,每个分支对应于不同的载波:

接收具有对应载波的输入信号(S100);

使用配置成产生对应于所述输入信号的特性的权重集的段滤波器(16)(S102),所述权重在所述信号的所述特性更改时更改,所述段滤波器(16)还配置成产生表示所述权重发生更改的时间的转变索引(S104);

选择所述输入信号的连续信号段,选择的信号段的序列对应于权重集并且在最小转变索引表示的时间开始(S106),所述最小转变索引由所述至少一个分支中具有的转变索引小于任何其它分支的转变索引的分支供应;

基于对应权重处理每个信号段以产生削减的信号段(S108);以及

应用窗口到对应于不同权重的相邻削减的信号段之间的转变,所述窗口根据所述转变索引定位以产生降低的输出信号(S110);以及

组合每个分支的所述降低的输出信号以产生组合的峰值功率降低的输出信号。

2. 如权利要求1所述的方法,其中每个信号段的所述处理包括:

从所述信号段推导对应过量信号,所述过量信号具有超过阈值的所述信号段的能量;

通过应用对应于所述信号段的所述权重来滤波所述过量信号以产生滤波的过量信号;

以及

从所述信号段的表示减去所述滤波的过量信号以产生对应于在处理的所述信号段的削减的信号段。

3. 如权利要求2所述的方法,其中每个信号段的所述处理包括在所述推导步骤前将所述信号段转换到频率域,并且在所述减法步骤后将所述削减的信号转换到时间域。

4. 如权利要求1所述的方法,其中所述权重表示为:

$$W_m(k) = \frac{\sigma \left[\left(\sum_{m=1}^M N_{inband} \right) + N_{gap} \right] w_m(k)}{\sum_{m=1}^M \left(\sum_{k=0}^{K-1} w_m(k) \right)}$$

其中, N_{inband} 是所述载波的频谱内的样本的数量, N_{gap} 是在载波之间的频谱间隙的样本的数量, σ 是再生长优化因子, $w_m(k)$ 是来自基带处理器的输入权重,所述输入信号从所述基带处理器收到, M 是所述载波的数量, K 是所述权重的数量,以及 m 是载波索引。

5. 如权利要求4所述的方法,其中所述输入信号是长期演进LTE信号,并且所述输入权重对应于所述LTE信号的LTE载波的所需信噪比。

6. 如权利要求4所述的方法,其中所述输入信号是长期演进LTE信号,并且如果所述输入信号的符号更改,则所述权重更改。

7. 如权利要求1所述的方法,其中提供多个分支以同时处理多个输入信号,每个信号具有载波,每个载波是长期演进LTE载波、宽带码分多址WCDMA载波、CDMA载波及GSM载波之一。

8. 如权利要求1所述的方法,其中所述权重乘以时间域中的滤波器窗口(72),所述滤波器窗口(72)经选择以实现频谱发射的所需分辨率和所需抑制的至少之一。

9. 如权利要求1所述的方法,其中所述窗口的开始出现在表示如下的时间索引:

$$i_s(q) = i_r - (N_{mv} - 1) / 2 - (N_f - 1) / 2 + qN_s$$

其中 i_T 是所述转变索引, N_{TW} 是所述窗口的长度, N_f 是非零段滤波器权重的数量, N_s 是对应于当前权重集的段的数量, 以及 q 是非负整数。

10. 如权利要求9所述的方法, 其中选择的信号段的样本表示为:

$$S_m^v(q) = S_m^m(i_s(q), i_s(q)+1, \dots, i_s(q)+K-1)$$

其中 K 是所述选择的信号段中样本的总数量, $S_m^m(\cdot)$ 是时间域中的所述输入信号, 以及 m 是载波索引。

11. 如权利要求9所述的方法, 其中所述削减的信号段的可使用样本的数量是 N_{so} , 并且在所有可使用样本被使用时, 所述可使用样本的段的开始由所述索引表示为:

$$i_{ss}(q) = i_s(q) + (N_f - 1)/2$$

并且所述可使用样本表示为

$$S_m^f(q) = S_m^e(i_{ss}(q), i_{ss}(q)+1, \dots, i_{ss}(q)+N_{so}-1)$$

其中 $S_m^e(\cdot)$ 是时间域中的所述削减的信号段, 以及 m 是载波索引。

12. 一种峰值功率降低系统, 包括:

至少一个处理分支, 每个处理分支配置成接收时间域中的输入信号, 并且降低所述输入信号的峰值信号功率, 每个输入信号对应于不同载波, 所述至少一个处理分支包括:

段滤波器 (16), 配置成产生对应于所述输入信号的特性的权重, 所述权重在所述输入信号的所述特性更改时更改, 所述段滤波器 (16) 还配置成产生转变索引 i_T 以表示权重发生更改的时间;

段选择器 (14), 配置成选择所述输入信号的样本的连续段, 为峰值功率降低要对每个段进行单独处理, 选择的段的序列对应于权重集, 序列的开始出现在由转变索引 i_T 表示的时间, 所述转变索引 i_T 是由所述至少一个处理分支的所述段滤波器 (16) 产生的所述转变索引;

迭代处理器 (18), 配置成基于对应于所述段的所述权重, 降低选择的段的峰值功率以产生每个选择的段的削减的信号段; 以及

窗口, 配置成平滑处理在与选择的段的相邻序列对应的削减的信号段的相邻序列之间的转变, 所述窗口的位置基于所述转变索引 i_T 以产生降低的输出信号; 以及

组合器, 配置成组合来自所述至少一个处理分支中每个分支的所述降低的输出信号, 以产生组合的峰值功率降低的输出信号。

13. 如权利要求12所述的系统, 还包括配置成在将所述选择的段输入所述迭代处理器 (18) 前将所述选择的段变换到频率域的傅立叶变换器 (15)。

14. 如权利要求12所述的系统, 还包括配置成在所述削减的信号段由所述迭代处理器 (18) 输出后, 将所述削减的信号段变换到时间域的逆傅立叶变换器 (22)。

15. 如权利要求12所述的系统, 还包括配置成从削减的信号段选择样本的可使用子集的子序列选择器, 所述子集中样本的样本索引基于所述转变索引 i_T 。

16. 如权利要求12所述的系统, 还包括配置成从削减的信号段选择样本的可使用子集的子序列选择器, 所述子集中样本的样本索引基于所述窗口的宽度。

17. 如权利要求12所述的系统, 其中所述段滤波器 (16) 还包括应用到时间域中的所述权重的段滤波器窗口 (72)。

18. 如权利要求12所述的系统,其中所述迭代处理器(18)还包括配置成应用所述权重到过量信号的过量滤波器(34),所述过量信号表示所述信号段的峰值功率超过阈值。

19. 如权利要求18所述的系统,其中应用所述权重到频率域中的所述过量信号。

20. 如权利要求12所述的系统,其中输入信号的所述特性是所需信噪比和符号长度之一。

21. 一种峰值功率降低方法,包括:

在多个处理路径的每个处理路径中:

接收对应于载波的输入信号(S100);

基于所述输入信号的特性,确定权重集(S102);

产生指示所述特性更改的时间的转变索引 i_T (S104);

确定所述输入信号的信号段的序列,每个序列在由所述多个处理路径之一产生的转变索引 i_T 指示的时间开始,每个序列与对应权重集相关联(S106);以及

基于与所述信号段相关联的所述权重集,执行从每个信号段削减能量的迭代过程,以产生对应于所述信号段的能量削减的信号段(S108);以及

在能量削减的信号段的第一序列与能量削减的信号段的第二序列之间的转变上应用窗口,所述窗口的位置基于所述转变索引 i_T (S110)。

22. 如权利要求21所述的方法,还包括:

计算从削减表示在所述多个处理路径中的同时信号段的组合的信号推导的过量信号;

提供所述过量信号到所述多个处理路径中的每个迭代处理器(18);以及

在每个处理路径中使用所述处理路径确定的所述权重集来滤波所述过量信号(34)。

23. 如权利要求21所述的方法,其中所述迭代过程包括在组合所述多个处理路径的同时信号段以便削减前,更改信号段的采样率。

24. 如权利要求21所述的方法,其中第一处理路径接收长期演进LTE输入信号,并且第二处理路径同时接收码分多址CDMA输入信号。

通信无线电中的通用峰值功率降低

技术领域

[0001] 本发明涉及用于无线通信的无线电中的峰值功率降低。

背景技术

[0002] 在滤波信号以消除带外发射的同时,复杂的无线电信号的峰值对平均功率比(PAPR)的数字降低提供了在功率放大器上降低峰值需求的方式。这允许通过信号质量或误差向量值(EVM)的小但可接受的降级,改进无线电系统的效率和成本。

[0003] 正交频分复用(OFDM)技术具有带许多紧密间隔副载波的复杂无线电信号,每个副载波能够具有大不相同的EVM要求。然而,紧密的频率间隔使得在降低PAPR时从EVM角度提供区分变得更困难。现有技术未有效地区分副载波,并且也要求预留的副载波。另外,需要在相同功率放大器中一起处理诸如全球移动通信系统(GSM)、宽带码分多址(WCDMA)和码分多址(CDMA)等时间域技术和OFDM技术。

[0004] 在使用OFDM技术时,信号由对信号质量降级有不同的容许度的副载波的阵列组成。现有时间域解决方案不能区分副载波,并且因此在能够由最小容许度副载波应用的峰值功率降低(PPR)量方面受到限制。一些现有解决方案不区分业务副载波,并且要求从用于正常通信的分配的频谱离开的预留的信号音或预留的副载波,例如,2009年7月9日的美国专利申请公布说明书2009/0176466 A1“用于在电信系统的传送器中降低峰值功率的设备和方法”(APPARATUSES AND A METHOD FOR REDUCING PEAK POWER IN A TRANSMITTER OF TELECOMMUNICATIONS SYSTEMS)及2005年12月15日提出的美国专利7583583“使用预留频谱,用于在正交频分多址信号中降低峰值对平均功率比的系统和方法”(SYSTEM AND METHOD FOR REDUCING PEAK TO AVERAGE POWER RATIO IN ORTHOGONAL FREQUENCY DIVISION MULTIPLEXING SIGNALS USING RESERVED SPECTRUM)。其它现有解决方案区分业务副载波,但还要求从用于正常通信的分配的频谱离开的预留的副载波,例如,2009年4月9日的美国专利申请公布说明书2009/0092195 A1“用于正交频分复用通信网络中自适应峰值对平均功率比降低的方法和系统”(METHOD AND SYSTEM FOR ADAPTIVE PEAK TO AVERAGE POWER RATIO REDUCTION IN ORTHOGONAL FREQUENCY DIVISION MULTIPLEXING COMMUNICATION NETWORKS)。

[0005] OFDM和时间域技术在相同频带中(共享相同传送器)使用时,则使用的PPR方法可以是具有上面提及的限制的时间域方法。

发明内容

[0006] 本文公开了用于实现无线电中峰值功率降低的方法和系统。根据一个方面,本发明提供一种用于峰值功率降低的方法,包括建立对应于载波的至少一个分支以便进行处理。在至少一个分支中,接收具有对应载波的输入信号。使用配置成产生对应于输入信号的特性的权重集的段滤波器。在信号的特性更改时,权重更改。段滤波器还配置成产生表示权重发生更改的时间的转变索引。选择输入信号的连续信号段。选择的信号段的序列对应于

权重集,并且在转变索引表示的时间开始。转变索引由至少一个分支中具有的转变索引小于任何其它分支的转变索引的分支供应。基于对应权重处理每个信号段以产生削减的信号段。应用窗口到在对应于不同权重的相邻削减的信号段之间的转变。窗口根据转变索引定位以产生降低的输出信号。组合每个分支的降低的输出信号以产生组合的峰值功率降低输出信号。

[0007] 根据此方面,每个信号段的处理包括从对应信号段推导过量信号。过量信号具有超过阈值的信号段的能量。通过应用对应于信号段的权重以产生滤波的过量信号,滤波过量信号。从信号段的表示减去滤波的过量信号以产生对应于在处理的信号段的削减的信号段。在一些实施例中,每个信号段的处理包括在推导步骤前将信号段转换到频率域,并且在减法步骤后将削减的信号转换到时间域。在一些实施例中,权重表示为:

$$[0008] \quad W_m(k) = \frac{\sigma \left[\left(\sum_{m=1}^M N_{inband} \right) + N_{gap} \right] w_m(k)}{\sum_{m=1}^M \left(\sum_{k=0}^{K-1} w_m(k) \right)}$$

[0009] 其中, N_{inband} 是载波的频谱内样本的数量, N_{gap} 是在载波之间频谱间隙的样本的数量, σ 是再生长优化因子, $w_m(k)$ 是来自基带处理器的输入权重,而输入信号从基带处理器收到,以及 k 是频率索引。在一个实施例中,输入信号是长期演进LTE信号,并且输入权重对应于LTE信号的LTE载波的所需信噪比。输入信号是长期演进信号时,如果输入信号的符号更改,则权重可更改。在一些实施例中,提供多个分支以同时处理多个输入信号。每个输入信号具有不同载波。每个载波携带长期演进载波、宽带码分多址载波、码分多址载波及GSM载波之一。设想的是,可使用任何数量的这些不同载波类型或未提及的其它载波类型。在一些实施例中,转换到时间域的权重乘以时间域中的滤波器窗口。滤波器窗口经选择以实现频谱发射的所需频率域分辨率和所需抑制至少之一。在一些实施例中,窗口的开始出现在表示如下的时间索引:

$$[0010] \quad i_s(q) = i_T - (N_{TW} - 1) / 2 - (N_f - 1) / 2 + qN_s,$$

[0011] 其中, i_T 是转变索引, N_{TW} 是窗口的长度, N_f 是非零段滤波器权重的数量, N_s 是对应于当前权重集的段的数量,以及 q 是非负整数。在此实施例中,选择的信号段的样本表示为:

$$[0012] \quad S_m^v(q) = S_m^{in}(i_s(q), i_s(q) + 1, \dots, i_s(q) + K - 1),$$

[0013] 其中, K 是选择的信号段中样本的总数量。削减的信号段的可使用样本的数量是 N_{so} ,并且在所有可使用样本已使用时,所述可使用样本的段的开始由所述索引表示为:

$$[0014] \quad i_s(q) = i_T - (N_{TW} - 1) / 2 - (N_f - 1) / 2 + qN_s,$$

[0015] 并且所述可使用样本表示为

$$[0016] \quad S_m^f(q) = S_m^e(i_{ss}(q), i_{ss}(q) + 1, \dots, i_{ss}(q) + N_{so} - 1)。$$

[0017] 根据另一方面,本发明提供峰值功率降低系统。峰值功率降低系统包括至少一个处理分支。每个处理分支配置成接收时间域中的输入信号并且降低输入信号的峰值信号功率。每个输入信号对应于不同载波。至少一个处理分支包括配置成产生对应于输入信号的

特性的权重的段滤波器。在输入信号的特性更改时,权重更改。段滤波器还配置成产生表示权重发生更改的时间的转变索引。段选择器配置成选择输入信号的样本的连续段。每个段要为峰值功率降低单独进行处理。选择的段的序列对应于权重集。序列的开始出现在转变索引表示的时间。转变索引是由至少一个分支的段滤波器产生的转变索引。迭代处理器配置成基于对应于段的权重,降低选择的段的峰值功率以产生用于每个选择的段的削减的信号段。窗口配置成平滑处理在与选择的段的相邻序列对应的削减的信号段的相邻序列之间的转变。窗口的位置基于转变索引以产生降低的输出信号。组合器组合来自至少一个分支中每个分支的降低的输出信号,以产生组合的峰值功率降低的输出信号。

[0018] 根据此方面,在一些实施例中,系统还包括配置成在将选择的段输入迭代处理器前将选择的段变换到频率域的傅立叶变换器。在一些实施例中,系统还包括配置成在削减的信号段由迭代处理器输出后,将削减的信号段变换到时间域的逆傅立叶变换器。在一些实施例中,系统还包括配置成从削减的信号段选择样本的可使用子集的子序列选择器,子集中样本的样本索引基于转变索引。在一些实施例中,系统还包括配置成从削减的信号段选择样本的可使用子集的子序列选择器,子集中样本的样本索引基于窗口的宽度。在一些实施例中,段滤波器还包括应用到时间域中权重的段滤波器窗口。在一些实施例中,迭代处理器还包括配置成应用权重到过量信号的过量滤波器,过量信号表示信号段的峰值功率超过阈值。可应用权重到频率域中的过量信号。输入信号的特性可以是所需信噪比和符号长度之一。

[0019] 根据另一方面,本发明提供峰值功率方法。方法在多个处理路径的每个处理路径中执行。在处理路径接收对应于载波的输入信号。基于输入信号的特性,确定权重集。产生指示特性更改的时间的转变索引。确定输入信号的信号段的序列。每个序列在由多个处理路径之一产生的转变索引指示的时间开始。每个序列与对应权重集相关联。基于与信号段相关联的权重集,执行从每个信号段削减能量的迭代过程,以产生对应于信号段的能量削减的信号段。在能量削减的信号段的第一序列与能量削减的信号段的第二序列之间的转变上应用窗口。窗口的位置基于转变索引。

[0020] 根据此方面,在一个实施例中,方法还包括计算从削减表示在多个处理路径中同时信号段的组合的信号推导的过量信号。提供过量信号到多个处理路径中的每个迭代处理器。使用处理路径确定的权重集,在每个处理路径中滤波过量信号。在一些实施例中,迭代过程包括在组合多个处理路径的同时信号段以便削减前,更改信号段的采样率。在一些实施例中,第一处理路径接收LTE输入信号,并且第二处理路径同时接收CDMA输入信号。

附图说明

[0021] 图1是根据本发明的原理实现的PPR系统的框图;

[0022] 图2是示范迭代处理块的框图;

[0023] 图3是示范过量制备块的框图;

[0024] 图4是示范削减器块的框图;

[0025] 图5是示范过量滤波器块的框图;

[0026] 图6是示范段滤波器的框图;

[0027] 图7是在段的边界应用的转变窗口的图;

[0028] 图8是示范峰值功率降低器的框图;以及

[0029] 图9是用于峰值功率降低的示范过程的流程图。

具体实施方式

[0030] 在详细描述根据本发明的示范实施例前,要注意的是,实施例主要存在于与在无线通信系统中无线电中的峰值功率降低有关的设备组件和处理步骤的组合。相应地,系统和方法组件已在适当之处通过图中的常规符号表示,只示出与理解本发明的实施例有关的那些特定细节,以免受益于本文中的描述的本领域技术人员由于容易明白的细节而混淆公开内容。

[0031] 在本文中使用时,诸如“第一”和“第二”、“顶部”和“底部”及诸如此类等关系术语可只用于区分一个实体或元素与另一实体或元素,而不一定要求或暗示在此类实体或元素之间的任何物理或逻辑关系或顺序。

[0032] 在本文中描述的实施例中,通用PPR用于在长期演进LTE系统中使用的诸如CDMA、WCDMA和GSM等时域信号及诸如OFDM信号等频率域信号上及在时间和频率域信号的组合上执行峰值功率降低。一次在数据的一个段上执行处理。选择的数据段的大小基于给定系统中所需的等待时间、频率分辨率和峰值功率降低性能。

[0033] 迭代执行每个段的处理。PPR的每次迭代将来自前一迭代的信号的频率域表示作为输入,确定在频率域中表示的过量信号,并且从输入中减去此信号以产生峰值功率进一步降低的频率域信号。

[0034] 由于量化噪声和其它失真对主信号无影响,因此,所有操作在过量路径中执行,以便能够最小化计算复杂性。另外,如果没有高于配置的峰值功率降低阈值的峰值,则信号通过PPR迭代而无更改。

[0035] 根据用于每个副载波或载波的失真容许度(EVM)对过量信号进行加权。保护频带中的一部分频谱可用于改进PPR性能。可在保护频带中的频谱上执行均衡以改进PPR性能和降低滤波复杂性。在过量信号权重上执行归一化步骤以确保在最小化EVM影响的同时满足目标峰值生产。

[0036] 在样本之间的内插确保对所有峰值产生作用,并且回到原样本的内插在访问路径中和在其更易于实现的频率域中进行。执行内插无需额外的快速傅立叶变换(FFT)或逆傅立叶变换(IFFT)。段滤波器更改时出现的转变由转变窗口处理。

[0037] 图1是根据本发明的原理构建的PPR系统的高级框图,并且概括示为系统10。有M个输入时间域基带载波信号 $S_m^{in}(i)$ 进入PPR系统10,其中, $m=1,2,\dots,M$ 是载波索引,并且*i*是样本索引。因此,有M个载波处理块12。

[0038] 输入基带载波信号能够属于不同技术,如LTE、CDMA、WCDMA或GSM。此外,多个载波可以进行频移,并且组合,以及随后作为用于PPR目的单个载波处理。另外,通过将频率域样本分成子频带(其中随后将每个子频带作为载波处理)以及通过降低K和采样率(其中K是段的长度),可将单个载波分成两个或更多个载波。

[0039] 在每个载波处理块12中,有段选择块14。段选择块14的功能是选择载波信号的K个样本的段。对于每个段,通过执行K点快速傅立叶变换FFT 15,将段的K个样本变换到频率

域。同时,段滤波器16产生权重 $W_m^a(k)$,以便由迭代处理块18使用。在迭代处理块18中,执行PPR处理的N次迭代。在PPR迭代完成后,载波信号由均衡器20均衡并且由逆傅立叶变换器22转换到时间域。子段选择块24基于普通快速卷积属性,选择段的样本的完全卷积部分。跨段滤波器16更改处的边界应用转变窗口和重叠块26。随后,由滤波器块28可选地滤波信号。移频器30将每个载波信号与正确的偏移频率混合,随后组合器32将所有载波组合以产生PPR组合的峰值功率降低的输出信号。

[0040] 因此,段选择块14对每个时间域载波信号的PPR处理的第一级包括选择有K个样本 $S_m^v = S_m^{dx}(i_s, i_s + 1, \dots, i_s + K - 1)$ 的段,其中, i_s 是段信号的开始索引。随后,通过在块15中执行K点FFT,将段转换成频率域信号。

[0041] 参照图2,迭代处理块18具有过量制备块32、过量滤波块34、延迟块36和减法块38。过量制备块32生成与载波频率 f_m 频移的内插时间域信号。随后,将频移信号 C_{nm} 输入削减器块40。削减器块40输出过量信号 E_n ,过量信号包括超过削减阈值的频移信号的部分。过量滤波块34使用快速卷积滤波削减的过量信号。具体而言,在过量滤波块34内将来自段滤波器块16的段滤波器权重乘以频率域中的过量信号。随后,过量滤波块34应用相位斜率以将滤波的过量样本时间内插回原信号样本时间以产生输出 E_{nm} 。在减法块38中从由前一迭代产生的信号的延迟版本 S_m^w 减去从过量滤波块34输出的过量信号 E_{nm} 。从前一迭代产生的信号的延迟版本从延迟块36获得。对于第一次迭代 $n=1$,输入延迟块36的信号等于FFT块15的输出,并且对于随后的迭代等于前一迭代的输出。

[0042] 图3是过量制备块32的更详细框图。过量制备块32配置成内插输入信号,将内插的输入信号转换到时间域,应用可选速率转移,以及随后将信号移位到正确的偏移频率。将正相位斜率42应用到输入信号的频率域分量。通过执行K点IFFT 44,将正相位斜率块42的输出 S_m^{wb} 转换到时间域。可选的是,将IFFT块44的输出输入速率更改块46。速率更改块46具有两个功能。首先,速率更改块46更改每个载波的速率,以便所有载波的采样率在组合载波前是相同的。第二,能够增大所有载波的采样率,以便增大组合的载波信号的采样率,结果是特定性能级别降低了迭代的次数。最后,在频移块48中将从速率更改块46输出的信号 S_m^{wc} 频移到载波频率以产生输出过量制备时间域信号 C_{nm} ,该信号是到削减器块40的输入。

[0043] 图4是削减器块40的更详细框图。削减器块配置成组合载波信号并且生成过量信号 E_n 。M个时间域信号 C_{nm} 由削减器块40接收并且由加法器50相加以产生组合的信号 C_{comb} 。此组合的信号表示将降低的时间域信号的峰值。过量信号 E_n 由削减过量块52产生。过量信号表示超过预确定的峰值功率阈值的输入信号的部分 C_{tot} 。过量信号可在削减过量块52中通过以下等式计算:

$$[0044] \quad E_n = \left[1 - \frac{\sqrt{T_{PPR}(n)}}{|C_{comb}|} \right] C_{comb}$$

[0045] 过量信号能够改写为:

$$[0046] \quad E_n = f(u) C_{comb}$$

[0047] 其中

$$[0048] \quad f(u) = \begin{cases} 0; & u \leq 1 \\ 1 - \frac{1}{\sqrt{u}}; & u > 1 \end{cases}$$

[0049] 以及

$$[0050] \quad u = \frac{|C_{comb}|^2}{T_{PPR}(n)} = \frac{l}{T_{PPR}(n)} |C_{comb}|^2。$$

[0051] 过量信号被传递到所有载波的迭代处理块18,其中,将在过量滤波块34中应用滤波。

[0052] 图5是过量滤波块34的更详细框图。过量滤波块34借助于段滤波器权重与频率域中过量信号的相乘,在过量信号上执行快速卷积滤波。在频移块54中,时间域过量信号 E_n 与频率 $-f_m$ 混合,回到基带以产生信号 E_{nm}^a 。在过量制备块32中执行可选速率增大的情况下,速率必须降低相同的量以使用于载波信号回到原采样率。这由速率更改块56执行。信号的K个样本 E_{nm}^b 输入 K点FFT 58以将过量信号转换到频率域。随后,在乘法器60通过将K频率域值 $E_{nm}^c(k)$ 乘以来自段滤波器16的段滤波器权重值 $W_m^a(k)$, 滤波信号。通过跨频率分量应用相位斜率62以产生输出信号 E_{nm} , 将部分延迟添加到加权的信号。在应用部分延迟后,信号样本点现在与输入信号样本点齐平。

[0053] 图6是段滤波器16的更详细框图。到段滤波器16的输入是具有在0与1之间的值的K个权重 $w_m(k)$ 。权重 $w_m(k)$ 基于信号的特性。信号的特性更改时,权重更改。在检测到权重 $w_m(k)$ 更改时,将输出转变发生处的索引 i_{Tm} 。此索引由检测块64确定。用于每个频率仓 (frequency bin) 的权重值控制将轮到该频率分量的削减的能量的相对量。归一化权重值 $W(k)$ 表示为:

$$[0054] \quad W_m(k) = \frac{\sigma \left[\left(\sum_{m=1}^M N_{inband} \right) + N_{gap} \right] w_m(k)}{\sum_{m=1}^M \left(\sum_{k=0}^{K-1} w_m(k) \right)}。$$

[0055] 变量 σ 是一般大约为0.3-1.0的再生长优化因子。如果载波未彼此紧邻,则 N_{gap} 是在载波之间的频谱间隙。使用可变再生长优化因子的归一化在归一化块66中执行,并且在乘法器中乘以权重 $w_m(k)$ 以产生权重值 $W(k)$ 。

[0056] 就LTE信号而言,权重分量 $w_m^{LTE}(k^{LTE})$ 将对应于LTE副载波所需信噪比SNR,其中, k^{LTE} 是LTE副载波频率索引。权重分量的数量将等于用于载波的FFT大小。例如,10 MHz LTE载波能够具有等于1024的基本FFT大小 K^{LTE} 。

[0057] 如上所述,使用快速卷积执行过量信号 E_n 的滤波,其中,在频率域中的过量信号 $E_{nm}^c(k)$ 乘以频率域段滤波器 $W_m^a(k)$ 。为一次产生线性卷积输出样本的不止一个等效物,由 IFFT 70 将段滤波器变换到时间域,以 0 进行填充。非 0 部分由滤波器窗口 72 加窗。线性卷积输出样本的数量将等于填充 0 的数量加 1。滤波器窗口 72 具有长度 N_f 。滤波器窗口形状有助于确定有效频谱分辨率及与频谱发射级别有关的最终抑制。更低的发射窗口将产生更低的分辨率。滤波器窗口 72 的输出由 FFT 74 变换到时间域。FFT 大小 K 确定在段能够被处理前需要的数据量,并因此影响等待时间。等待时间、处理性能和所需的分辨率用于选择 N_f 和 K 的大小。

[0058] 易于计算且具有控制发射级别的单个参数 α 的近似最佳段滤波器窗口表示为:

DPS-Kaiser 窗口 (用于离散 椭球形窗口的改进近似)

$$w[n] = \left\{ \sum_{m=0}^{50} \left[\left(\pi \alpha \left[1 - \left(\frac{2n\epsilon}{N-1} \right)^2 \right]^\delta \right)^{2m} \left(2^m m! \right)^{-2} \right]^\gamma \right\} \left\{ \sum_{m=0}^{50} \left[\left(\pi \alpha \right)^{2m} \left(2^m m! \right)^2 \right]^{-\gamma} \right\}$$

[0059] or $w[n] = I_0 \left(\pi \alpha \left[1 - \left(\frac{2n\epsilon}{N-1} \right)^2 \right]^\delta \right)^\gamma I_0(\pi \alpha)^{-\gamma}$

$$1 \leq \alpha \leq 10; \quad \alpha \cong \frac{-\text{(单位为 dBc 的旁瓣电平)} - 4}{28}; \quad \text{e.g. } \alpha = \frac{-(-60 \text{ dBc}) - 4}{28} = 2.0$$

$$\gamma = 0.8925$$

$$\delta = 0.50219 + 10^{1.196 \log(\alpha)^3 - 3.188 \log(\alpha)^2 + 1.879 \log(\alpha) - 2.492}$$

$$\epsilon = \frac{1}{1 + 10^{-0.967 \log(\alpha)^3 + 2.261 \log(\alpha)^2 - 4.298 \log(\alpha) - 0.722}}$$

[0060] 快速卷积滤波器权重 $w_m(k)$ 的大小 K 能够比基本 LTE 权重大小 K^{LTE} 更大或更小。在 $K > K^{LTE}$ 的情况下,通过例如使用 K^{LTE} 点 IFFT 将 $w_m^{LTE}(k^{LTE})$ 转换到时间域,零填充权重向量,以及随后执行 K 点 FFT,将权重 $w_m^{LTE}(k^{LTE})$ 上采样到大小 K。在 $K < K^{LTE}$ 的情况下,将权重 $w_m^{LTE}(k^{LTE})$ 下采样。

[0061] 要注意的是,在通带外的一些频谱能够分配用于 PPR 削减的能量分布,同时仍满足发射要求。在此情况下,权重值一般情况下将为 $w_m(k) = 1$ 。此保护频带频谱不从载波取走任何频谱,因此不对载波的容量产生任何影响。

[0062] 基于随后分布到段选择块 14 和转变窗口和重叠块 26 的索引的集合的最早索引 i_{TM} ,转变索引检测块 64 输出下一转变索引 i_T 。

[0063] 回到段选择块 14,在每段 K 个样本的重叠段中处理输入数据。通常,段滤波器随时

间更改,并且 N_s 是使用相同段滤波器的段的数量。虽然这些段具有相同段滤波器,但处理仍是每次进行一段以便最小化等待时间。例如,考虑从样本索引 i_T 开始,段滤波器每 L 个样本更改的情况, T 是段滤波器标识符。将跨段滤波器的更改边界应用长度为 N_{TW} 的转变窗口,边界转变窗口的中心值在段滤波器更改处的索引。这在图7中示出。应用转变窗口的原因是降低在其它情况下将从段滤波器的更改产生的带外发射。

[0064] 使用相同段滤波器的段的数量 N_s 表示为:

$$[0065] \quad N_s = \lceil L_{TW} / N_{so} \rceil$$

[0066] 其中, $\lceil \cdot \rceil$ 是上限函数,以及其中

$$[0067] \quad L_{TW} = L + N_{TW},$$

$$[0068] \quad N_{so} = K - N_f + 1$$

[0069] N_{TW} 是转变窗口的长度, N_f 是非零段滤波器抽头的数量,以及 N_{so} 是为每个段生成的可使用输出样本的数量。在选择所有可使用输出样本的情况下,用于新段滤波器适用 ($q = 0$) 的第一段和用于随后段 ($q = 1, 2, \dots$) 的开始索引 $i_s(q)$ 为:

$$[0070] \quad i_s(q) = i_T - (N_{TW} - 1) / 2 - (N_f - 1) / 2 + qN_s,$$

[0071] 段选择块因此选择样本:

$$[0072] \quad S_m^w(q) = S_m^{\text{in}}(i_s(q), i_s(q) + 1, \dots, i_s(q) + K - 1)。$$

[0073] 回到子段选择块24,为每个段生成的可使用输出样本的数量为 N_{so} 。在选择所有可使用输出样本的情况下,则用于每个子段的样本的开始索引为:

$$[0074] \quad i_{ss}(q) = i_s(q) + (N_f - 1) / 2$$

[0075] 子段选择块24因此选择样本:

$$[0076] \quad S_m^f(q) = S_m^e(i_{ss}(q), i_{ss}(q) + 1, \dots, i_{ss}(q) + N_{so} - 1)$$

[0077] 如果样本的数量 L_{TW} 不是 N_{so} 的准确的数倍,则可调整用于每个段的输出样本的开始位置和/或数量。

[0078] 回到转变窗口和重叠块26,如图7所示,将跨段滤波器更改处的边界应用转变窗口。转变窗口函数最初能够是定义如下的上升余弦窗口:

$$[0079] \quad F_{TW}(i) = 0.5 - 0.5 \cos(\pi i / (N_{TW} + 1))$$

[0080] $i = 1, 2, \dots, N_{TW}$, 并且其中,样本 $i = (N_{TW} - 1) / 2 + 1$ 与上面定义的段滤波器更改样本 i_T 对齐。转变窗口函数最后应为 $1 - F_{TW}(i)$ 。在新段滤波器开始处最初的转变窗口数据与在前一段滤波器停止处结束的转变窗口数据重叠并且相加在一起。

[0081] 图8是通过执行在存储器80中存储的载波处理代码82的一个或更多个处理器78实现的峰值功率降低器76的框图。备选,峰值功率降低器76能够由一个或更多个专用集成电路或数字信号处理器实现。

[0082] 图9是用于峰值功率降低的示范过程的流程图。接收具有载波的输入信号(框S100)。由例如段滤波器16基于输入信号的特性,确定权重集(框S102)。转变索引指示产生更改的权重的时间(框S104)。由例如段选择块14确定信号段的序列。每个序列在转变索引指示的时间开始(框S106)。执行由例如迭代处理块18执行的从每个信号段削减能量的迭代过程,以产生能量削减的信号段。迭代过程基于权重(框S108)。将诸如由转变窗口和重叠块26应用的窗口应用到在能量削减的信号段的相邻序列之间的转变。窗口的位置基于转变索引(框S110)。

[0083] 本文中所述通用峰值功率降低系统和方法平行处理多载波时间域和频率域信号。至少由于信号由更少量的样本表示,并且至少由于在平行处理时间域和频率域信号的同时,所有信号处理在过量路径中进行,因此,这允许信号处理的成本和复杂性更低。在EVM要求更不严格时,在满足PAPR和发射级别的同时,本文中所述技术允许更佳的灵活性,例如,针对更高输出功率。此外,本文中所述系统能够在同时处理时间域信号及其对应EVM要求时,跨载波的副载波和跨多个载波适应EVM要求变化。此外,保护频带中的频谱能够用于为频率域和时间域载波改进PPR性能。通用PPR段处理和快速卷积段滤波使得易于配置系统,以便优化在延迟、滤波性能和PPR性能之间的折衷。

[0084] 本发明能够在硬件或硬件和软件的组合中实现。适用于执行本文中所述方法的任何种类的计算装置或其它设备适合执行本文中所述的功能。硬件和软件的典型组合能够是专用计算机系统,系统具有一个或多个处理元素和在存储媒体上存储的计算机程序A,计算机程序在被加载和执行时,控制计算机系统,使得它执行本文中描述的方法。本发明也能够在计算机程序产品中实施,计算机程序产品包括允许实现本文中所述方法的所有特征,且在计算系统中被加载时,能够执行这些方法。存储媒体指任何易失性或非易失性存储装置。

[0085] 本上下文中的计算机程序或应用程序指以任何语言、代码或记法的形式指令集的任何表示,旨在促使具有信息处理能力的系统直接或在以下两个操作任意之一或两者后执行特定功能:a)到另一语言、代码或记法的转换;b)不同材料形式的再现。

[0086] 本领域技术人员将领会的是,本发明不限于本文中上面明确示出和描述的内容。另外,除非上面有提及,否则,应注意的是,所有附图不按比例画出。鉴于仅受所附权利要求书限制的上面的教导,多种修改和变化是可能的。

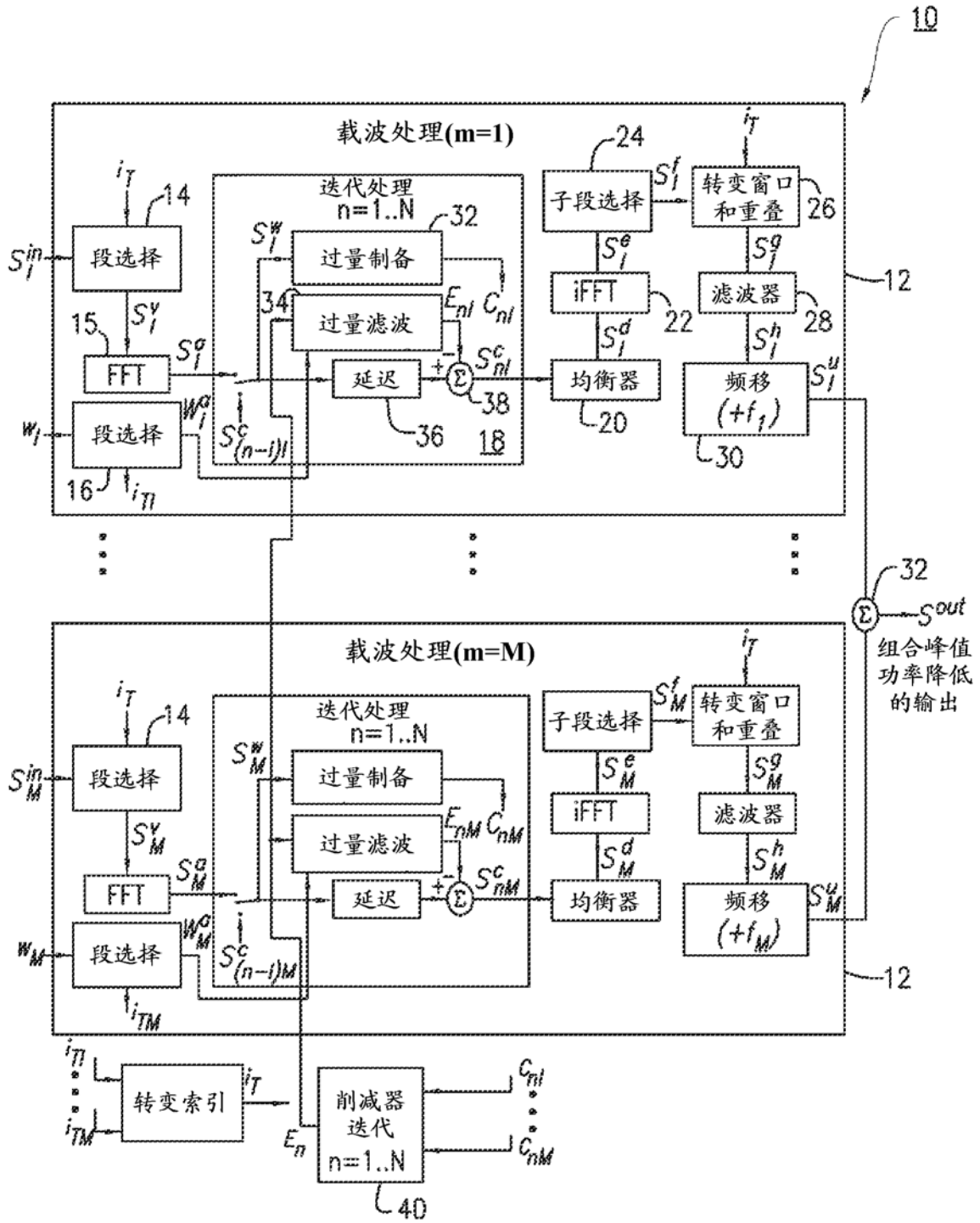


图 1

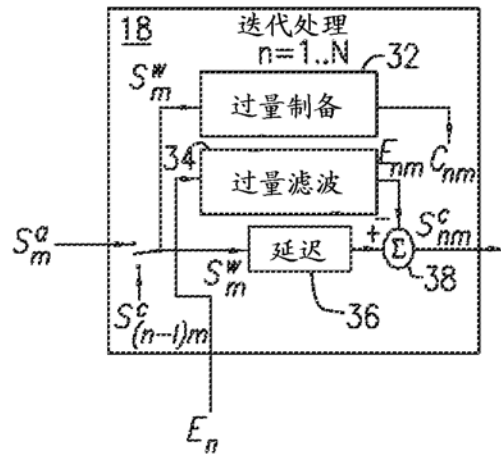


图 2

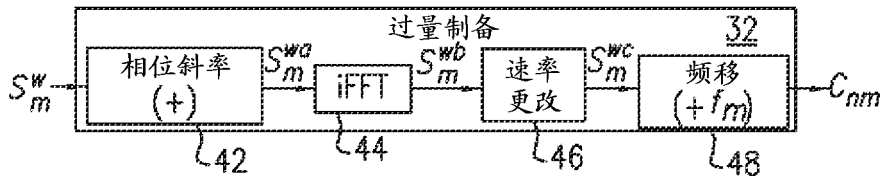


图 3

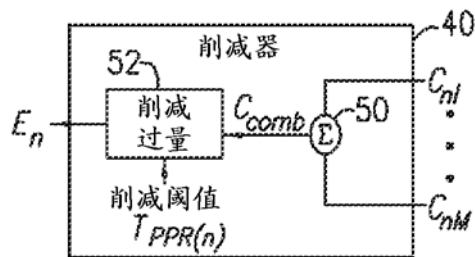


图 4

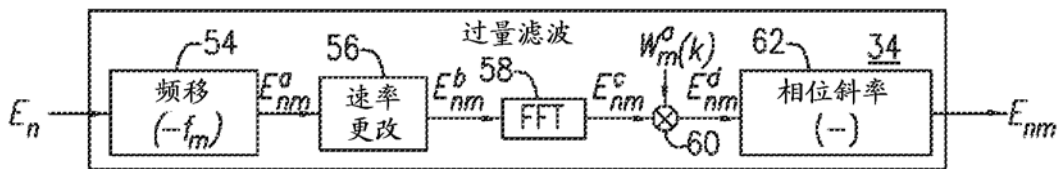


图 5

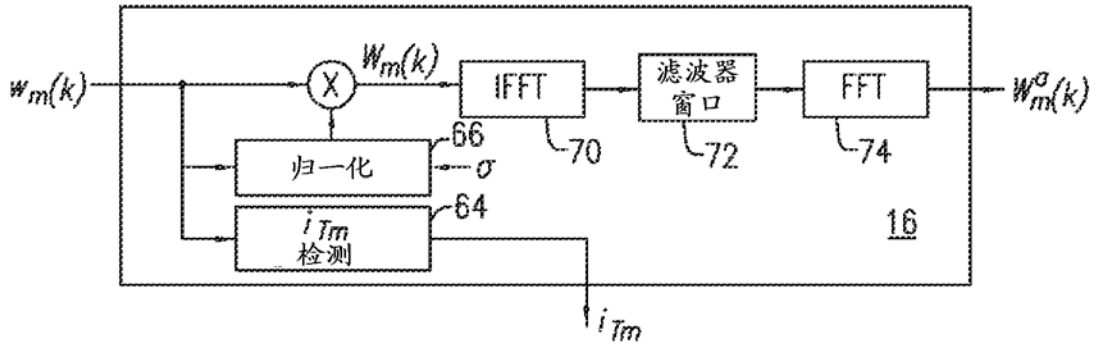


图 6

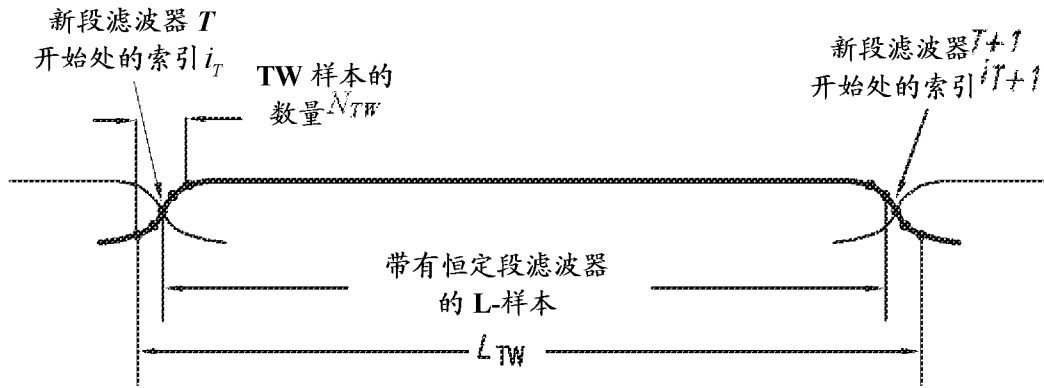


图 7

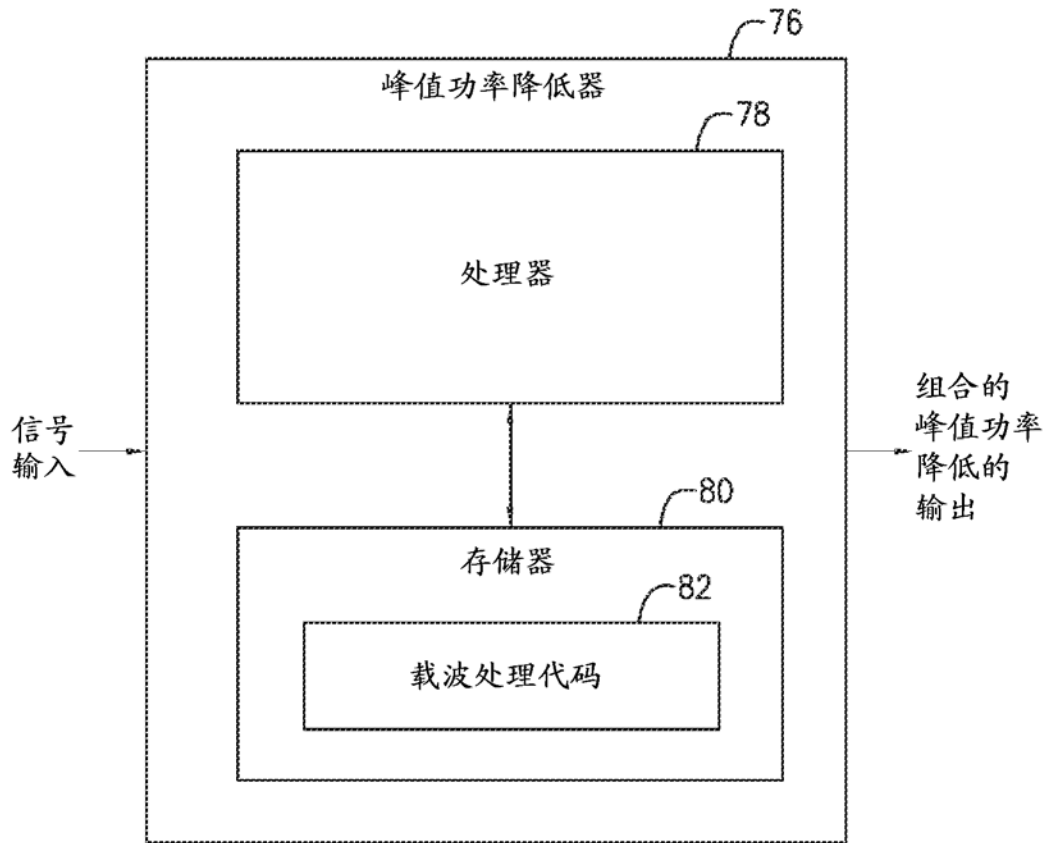


图 8

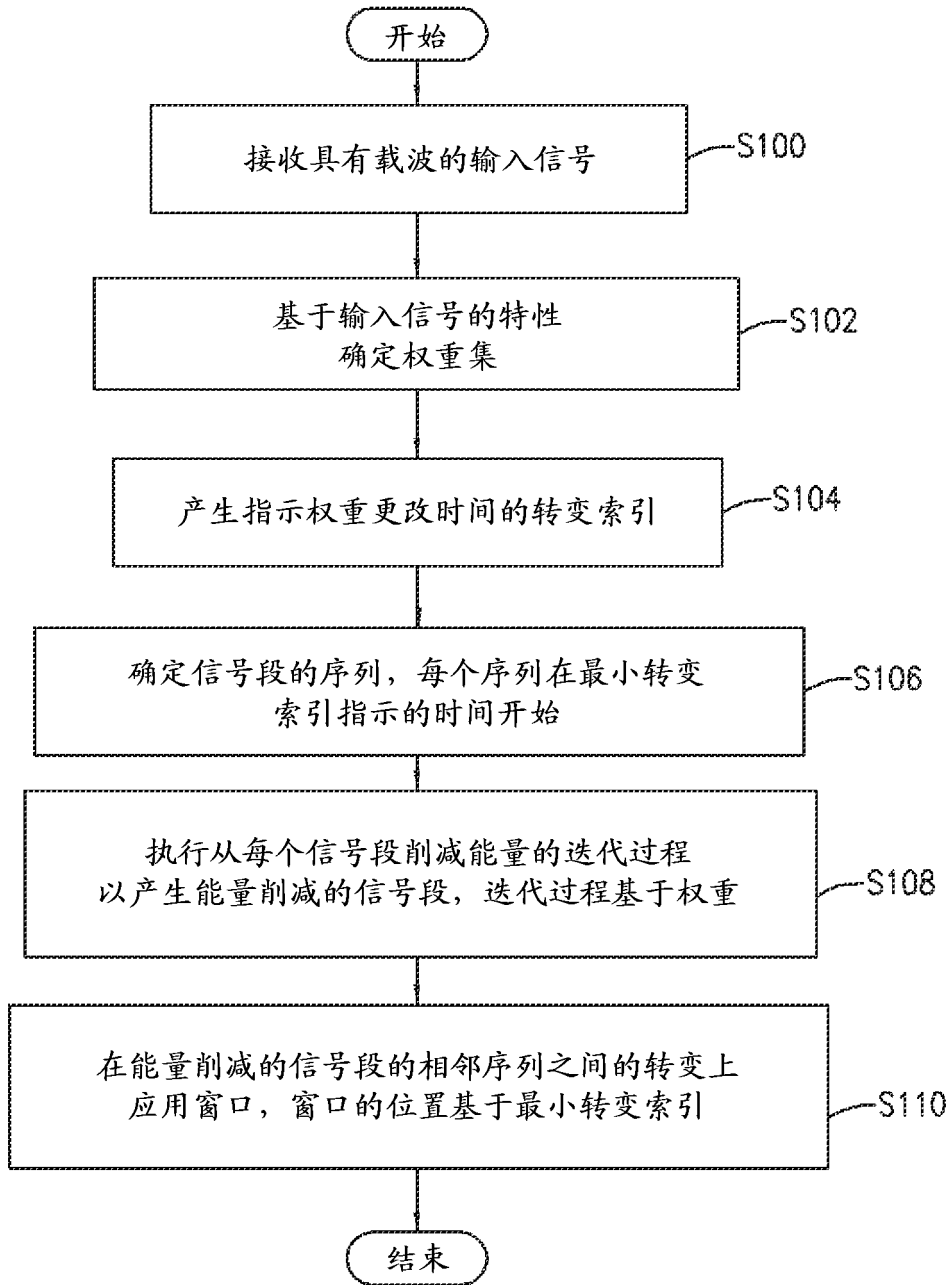


图 9