



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102348274 A

(43) 申请公布日 2012. 02. 08

(21) 申请号 201010244333. 0

(22) 申请日 2010. 07. 30

(71) 申请人 富士通株式会社

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 严闾中 孙刚 颜智 王昕

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

11227

代理人 潘士霖 陈炜

(51) Int. Cl.

H04W 52/52 (2009. 01)

H04B 7/26 (2006. 01)

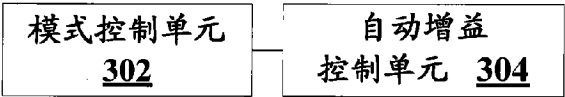
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 4 页

(54) 发明名称

无线通信终端以及自动增益控制方法

(57) 摘要

提供了无线通信终端以及自动增益控制方法。无线通信终端包括：自动增益控制单元，被配置为对无线通信终端的接收信号进行自动增益控制；以及模式控制单元，被配置为根据无线通信终端的状态来设置自动增益控制单元的模式，其中，无线通信终端的状态包括未获取帧定时的状态和已获取帧定时的状态，自动增益控制单元的模式包括高速模式和低速模式，自动增益控制单元在高速模式下的增益值调整周期小于在低速模式下的增益值调整周期，模式控制单元在无线通信终端进入未获取帧定时的状态时将自动增益控制单元的模式设置为高速模式，在无线通信终端进入已获取帧定时的状态时将自动增益控制单元的模式设置为低速模式。



无线通信终端 300

1. 一种无线通信终端,包括:

自动增益控制单元,被配置为对所述无线通信终端的接收信号进行自动增益控制;以及
模式控制单元,被配置为根据所述无线通信终端的状态来设置自动增益控制单元的模式,

其中,所述无线通信终端的状态包括未获取帧定时的状态和已获取帧定时的状态,所述自动增益控制单元的模式包括高速模式和低速模式,所述自动增益控制单元在高速模式下的增益值调整周期小于在低速模式下的增益值调整周期,所述模式控制单元在所述无线通信终端进入未获取帧定时的状态时将所述自动增益控制单元的模式设置为高速模式,在所述无线通信终端进入已获取帧定时的状态时将所述自动增益控制单元的模式设置为低速模式。

2. 如权利要求 1 所述的无线通信终端,其中所述自动增益控制单元在高速模式下的增益值调整周期小于等于一个子帧长度,而在低速模式下的增益值调整周期大于一个子帧长度。

3. 如权利要求 1 所述的无线通信终端,其中所述已经获取帧定时的状态包括已获取帧定时未获取帧配置的状态和已获取帧定时和帧配置的状态。

4. 如权利要求 3 所述的无线通信终端,其中所述自动增益控制单元包括:

增益生成器,被配置为生成增益值;
可变增益放大器,被配置为根据所述增益生成器生成的增益值来调整接收信号的幅度并输出调整后的信号;以及
模数变换器,被配置为将从所述可变增益放大器输出的信号变换为数字信号,
其中所述增益生成器包括:
功率测量模块,被配置为测量接收信号的功率;
功率比较模块,被配置为将测量的接收信号的功率与目标功率比较以确定功率调整量;以及
平均模块,被配置为将确定的当前的功率调整量与先前的功率调整量加权平均。

5. 如权利要求 4 所述的无线通信终端,其中在所述自动增益控制单元处于高速模式时,所述平均模块中的先前的功率调整量的权重设置为零。

6. 如权利要求 4 所述的无线通信终端,其中在所述自动增益控制单元处于低速模式时且所述无线通信终端处于已获取帧定时未获取帧配置的状态时,所述自动增益控制单元只在每个半帧的第一子帧重新生成增益值。

7. 如权利要求 4 所述的无线通信终端,其中在所述自动增益控制单元处于低速模式时且所述无线通信终端处于已获取帧定时和帧配置的状态时,所述自动增益控制单元只在下行子帧重新生成增益值。

8. 如权利要求 6 或 7 所述的无线通信终端,其中在所述自动增益控制单元处于低速模式时,所述平均模块中的先前的功率调整量的权重与当前的功率调整量的权重之比为 1 ~ 9。

9. 如权利要求 6 或 7 所述的无线通信终端,其中在所述自动增益控制单元处于低速模式时,所述功率测量模块的测量周期设置为一个子帧。

10. 如权利要求 6 所述的无线通信终端,其中在所述自动增益控制单元处于低速模式时且所述无线通信终端处于已获取帧定时未获取帧配置的状态时,所述自动增益控制单元先处于低速模式的过渡阶段,在该过渡阶段中,在固定的下行子帧,采用与高速模式下相同的工作参数进行自动增益控制。

无线通信终端以及自动增益控制方法

技术领域

[0001] 本申请涉及无线通信,尤其涉及时分双工(TDD)无线通信系统中的自动增益控制(AGC)。

背景技术

[0002] 无线通信终端中,由于无线信道的衰落效应(路径损耗,阴影衰落,多径衰落等),以及业务负载的变化,会造成接收信号的幅度和功率的动态的大幅度变化。针对这种动态范围较大的信号会导致的信号量化失真,一般使用自动增益控制(Automatic gain control, AGC)技术来解决。在不增加模数转换器(Analog to Digital Converter, ADC)的字长的前提下,将大动态范围的信号自动调整为适合于ADC字长的动态范围,来减少量化失真。采用AGC技术的另一个好处是降低实现成本,采用较小的ADC的字长,获得足够的量化精度,并降低了后续基带电路的实现复杂度。

[0003] 在时分双工(Time Division Duplex, TDD)系统中,用户终端(User Equipment, UE)在载频点可以同时收到来自于基站的下行信号和来自于相邻用户的上行信号。由于上行信号和下行信号分别来自于相互独立的信号源,对于终端接收机而言,上行工作区间和下行工作区间的接收信号统计特性和功率值通常会相差很大。在UE已经和基站建立同步的情况下,UE可以通过只测量下行信号来进行AGC增益的更新。但对于UE尚未与基站建立同步的情况,UE无法区分下行信号和邻近UE发送的上行信号,AGC可能会将根据上行信号功率生成的增益值应用于下行信号。当上行信号和下行信号的功率相差很大的时候,会造成下行信号被ADC削峰(Clipping)或有效量化比特的减少。这将造成量化后同步符号的损伤,并导致同步捕获时间的增加乃至无法获得同步。

发明内容

[0004] 在下文中给出关于本发明的简要概述,以便提供关于本发明的某些方面的基本理解。应当理解,这个概述并不是关于本发明的穷举性概述。它并不是意图确定本发明的关键或重要部分,也不是意图限定本发明的范围。其目的仅仅是以简化的形式给出某些概念,以此作为稍后论述的更详细描述的前序。

[0005] 根据本发明的一个方面,一种无线通信终端包括:自动增益控制单元,被配置为对无线通信终端的接收信号进行自动增益控制;以及模式控制单元,被配置为根据无线通信终端的状态来设置自动增益控制单元的模式,其中,无线通信终端的状态包括未获取帧定时的状态和已获取帧定时的状态,自动增益控制单元的模式包括高速模式和低速模式,自动增益控制单元在高速模式下的增益值调整周期小于在低速模式下的增益值调整周期,模式控制单元在无线通信终端进入未获取帧定时的状态时将自动增益控制单元的模式设置为高速模式,在无线通信终端进入已获取帧定时的状态时将自动增益控制单元的模式设置为低速模式。

[0006] 根据本发明的另一方面,一种用于无线通信终端的自动增益控制方法,包括:根据

无线通信终端的状态来设置自动增益控制操作的模式；以及按照设置的自动增益控制的模式对无线通信终端的接收信号进行自动增益控制操作，其中，无线通信终端的状态包括未获取帧定时的状态和已获取帧定时的状态，自动增益控制操作的模式包括高速模式和低速模式，在高速模式下增益值调整周期小于在低速模式下的增益值调整周期，在无线通信终端进入未获取帧定时的状态时将自动增益控制操作的模式设置为高速模式，在无线通信终端进入已获取帧定时的状态时将自动增益控制操作的模式设置为低速模式。

[0007] 本发明能够有效地实现时分双工无线通信系统中的自动增益控制。

附图说明

[0008] 参照下面结合附图对本发明实施例的说明，会更加容易地理解本发明的以上和其它目的、特点和优点。附图中的部件只是为了示出本发明的原理。在附图中，相同的或类似的技术特征或部件将采用相同或类似的附图标记来表示。

[0009] 图 1 示出了 TD-LTE 系统的帧结构；

[0010] 图 2 示出了 TD-LTE 系统的帧结构中参考信号的位置；

[0011] 图 3 示出了根据本公开的一个实施例的无线通信终端；

[0012] 图 4 示出了根据本公开的一个实施例的无线通信终端中的自动增益控制单元；

[0013] 图 5 示出了根据本公开的一个实施例的无线通信终端中的增益生成器；

[0014] 图 6 示出了根据本公开的实施例的高速模式的一种实现方式；

[0015] 图 7 示出了根据本公开的实施例的高速模式的另一种实现方式；

[0016] 图 8 示出了根据本公开的实施例的低速模式的前一阶段下自动增益控制的操作；

[0017] 图 9 示出了根据本公开的实施例的低速模式的后一阶段下自动增益控制的操作；以及

[0018] 图 10 示出了根据本公开的实施例的用于无线通信终端的自动增益控制方法。

具体实施方式

[0019] 下面参照附图来说明本发明的实施例。在本发明的一个附图或一种实施方式中描述的元素和特征可以与一个或多个其它附图或实施方式中示出的元素和特征相结合。应当注意，为了清楚的目的，附图和说明中省略了与本发明无关的、本领域普通技术人员已知的部件和处理的表示和描述。

[0020] 以下的部分内容以 3GPP 的 LTE(长期演进)TDD 系统(TD-LTE 系统)作为 TDD 系统的示例，但是应该理解，本发明不限于 TD-LTE 系统。

[0021] 图 1 示出了 TD-LTE 系统的帧结构示意图。TD-LTE 系统中包括三种子帧结构：上行子帧(subframe)、下行子帧和特殊子帧。在图 1 中子帧 #0、#3、#4 为下行子帧，子帧 #2 为上行子帧，子帧 #1 为特殊子帧。下面叙述中，用“D”标识下行子帧，“U”标识上行子帧，“S”标识特殊子帧，“X”标识当前子帧类型未知。每一个子帧包含两个长度为 0.5ms 的时隙(slot)。特殊子帧由 DwPTS, GP, 和 UpPTS 组成。主同步符号(Primary synchronization symbol, PSS)位于 DwPTS 的第三个符号，而辅同步符号(Secondary synchronization symbol, SSS)位于第一个子帧(SF#0)的最后一个符号，如图 1 所示。小区搜索就是利用对这两个同步符号的检测来获得帧定时和小区 ID 的。

[0022] 表 1 示出了 TD-LTE 系统中的几种帧配置。

[0023] 表 1 TD-LTE 系统中的帧配置

配置编号	上下行切换点 周期	子帧号									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	5 ms	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
[0024] 2	5 ms	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	10 ms	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	10 ms	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	10 ms	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

[0025] 图 2 示出了 TD-LTE 系统的帧结构中参考信号的位置。在图 2 中,标记为 R_0 的位置是 port0 的参考信号位置,阴影的位置是 port1 的参考信号位置。如图 -2 所示,参考信号位于 slot 中的 #0, #4 符号。在下行信号中,无论有无数据传输,参考信号都将发送。

[0026] 图 3 示出了根据本公开的一个实施例的无线通信终端 300。

[0027] 无线通信终端 300 包括模式控制单元 302 和自动增益控制单元 304。自动增益控制单元 304 被配置为对无线通信终端 300 的接收信号进行自动增益控制。模式控制单元 302 被配置为根据无线通信终端 300 的状态来设置自动增益控制单元 304 的模式。无线通信终端 300 的状态包括未获取帧定时的状态和已获取帧定时的状态。自动增益控制单元 304 的模式包括高速模式和低速模式。自动增益控制单元 304 在高速模式下的增益值调整周期小于在低速模式下的增益值调整周期。模式控制单元 302 在无线通信终端 300 进入未获取帧定时的状态时将自动增益控制单元 304 的模式设置为高速模式,在无线通信终端 300 进入已获取帧定时的状态时将自动增益控制单元 304 的模式设置为低速模式。在一个示例中,自动增益控制单元在高速模式下的增益值调整周期小于等于一个子帧长度,而在低速模式下的增益值调整周期大于一个子帧长度。

[0028] 例如,3GPP 的 LTE TDD 系统中的无线通信终端具有未获取帧定时的状态和已获取帧定时的状态。已经获取帧定时的状态又可以分为已获取帧定时未获取帧配置的状态和已获取帧定时和帧配置的状态。对于处于不同接收状态的无线通信终端,其信号接收的目的是不同的。在未获取帧定时的状态,接收信号的目的是帧定时的捕获和终端与基站间载波频偏的矫正;在已获取帧定时未获取帧配置的状态,接收信号的目的是获取系统控制信息;在已获取帧定时和帧配置的状态,接收信号的目的是数据恢复。

[0029] 在本实施例中,根据接收状态的不同,信号接收指标的不同,模式控制单元 302 将自动增益控制单元 304 调整到不同的模式,保证了无线通信终端 300 在各个工作状态下必要的量化信号的精度。

[0030] 图 4 示出了根据本公开的一个实施例的无线通信终端中的自动增益控制单元

400。

[0031] 自动增益控制单元 400 包括增益生成器 406, 被配置为生成增益值; 可变增益放大器 402, 被配置为根据增益生成器 406 生成的增益值来调整接收信号的幅度并输出调整后的信号; 以及模数变换器 404, 被配置为将从可变增益放大器 402 输出的信号变换为数字信号。

[0032] 增益生成器 406 可以通过测量某一个时间段接收信号 (通过 ADC 后的信号) 的功率, 与参考功率相比较, 按照一定的算法来生成增益值 (gain), 然后传递给可变增益放大器 402 来调整下一个时间段接收到的模拟信号的幅度。

[0033] 图 5 示出了根据本公开的一个实施例的无线通信终端中的增益生成器 500。

[0034] 增益生成器 500 包括功率测量模块 502, 被配置为测量接收信号的功率; 功率比较模块 504, 被配置为将测量的接收信号的功率与目标功率比较以确定功率调整量; 以及平均模块 504, 被配置为将确定的当前的功率调整量与先前的功率调整量加权平均。

[0035] 下面以一个更具体的示例介绍增益生成器 500 的各个模块的操作。

[0036] 在一个示例中, 功率测量模块 502 对于接收信号 $r^{(i)}$, 测量 N_{measure} 个样点区间内的平均功率。 N_{measure} 个样点对应的长度 T_{meas} 与 TDD-LTE 系统中使用 Normal CP 的符号长度相当, 14 个 T_{meas} 的长度为一个子帧长度 1ms。所求平均功率即为:

$$[0037] \quad P_{\text{est}}(k) = \frac{1}{N_{\text{measure}}} \sum_{i=0}^{N_{\text{measure}}} |r(kN_{\text{measure}} + i)|^2, \quad k = 0, 1, 2, \dots, K_{\text{set}} - 1$$

[0038] K_{set} 为大于或等于 1 的整数。

[0039] 以上采用平均功率作为信号强度度量, 本发明不限于此, 也可以采用平均幅度作为信号强度度量。

[0040] 然后, 从 K_{set} 个测得功率中取最大值,

$$[0041] \quad P_{\text{est_max}} = \max(P_{\text{est}}(0), P_{\text{est}}(1), \dots, P_{\text{est}}(K_{\text{set}} - 1))$$

[0042] 可选地, 经过对数变换, 可得: $P_{\text{dB}} = 10 \log_{10}(P_{\text{est_max}})$ [dB]

[0043] 以上采用 K_{set} 个测得功率中的最大值作为测量的功率, 本发明不限于此, 也可以采用 K_{set} 个测得功率的平均值作为测量的功率。

[0044] 功率比较模块 504, 将测量的接收信号的功率与目标功率比较以确定功率调整量。目标功率可以由模数变换器的最大量化功率与裕度值 (Headroom) 之差来确定。模数变换器的最大量化功率由 ADC 的字长确定。假设 ADC 的字长 N_{bit} , 裕度值为 P_{HR} [dB]

$$[0045] \quad P_{\text{tar}} = 10 \log_{10}(2 \times (2^{N_{\text{bit}}-1} - 1)^2) - P_{\text{HR}} \text{ [dB]}$$

[0046] 其中的 P_{HR} 可以根据不同的自动增益控制单元的不同模式而设置, 也可以根据信号被 ADC 消峰的程度而设定。

[0047] 然后则可计算得到目标功率和测得功率的差 ΔP

$$[0048] \quad \Delta P = P_{\text{tar}} - P_{\text{dB}} \text{ [dB]}$$

[0049] 第 j 个测量区间的功率差 ΔP (也就是功率调整量) 可以写为:

$$[0050] \quad \Delta P(j) = P_{\text{tar}}(j) - P_{\text{dB}}(j)$$

[0051] 平均单元 506 可以利用如下的公式将当前的功率调整量和前几次调整量加权平均:

$$[0052] \quad \Delta\bar{P}(j) = a\Delta P(j) + (1-a)\Delta\bar{P}(j-1)$$

[0053] 其中,假设 $\Delta\bar{P}(-1) = 0$, α 为遗忘因子,对于不同的自动增益控制单元的模式,遗忘因子 $0 \leq \alpha \leq 1$ 。

[0054] 则最终增益值更新为

$$[0055] \quad G(j) = G(j-1) + \Delta\bar{P} [\text{dB}]。$$

[0056] 下面介绍在不同模式下自动增益控制单元的操作。

[0057] 在一个实施例中,当无线通信终端没有捕获到定时信息时(例如,无线通信终端在进行载波搜索、初始小区搜索或者从睡眠模式恢复到 Active 模式(活动模式)),模式控制单元将自动增益控制单元设置为高速模式,在高速模式中增益值的测量和调整周期很短,例如可以小于一个子帧长度。在小区搜索完成后,进入低速模式的前一阶段,这时终端只知道帧定时信息但不知道帧的上下行配置信息,只能利用固定的下行子帧进行 AGC 测量。当上下行配置信息被检出后,进入低速模式的下一阶段,可以利用所有的下行子帧进行 AGC 测量。

[0058] 1. 高速模式

[0059] 根据表 1 所示的帧结构,特殊子帧前的一个子帧必然是下行子帧。通过在该子帧及特殊子帧中的 DwPTS 里的调整,使增益值收敛到适合于同步符号的增益值。

[0060] 图 6 示出了根据本发明的实施例的高速模式的一种实现方式。在图 6 中。 $T_{\text{meas}}K_{\text{set}}$ 为测量(Measure)时间, T_{apply} 是增益值计算、增益值反馈到 VGA, VGA 根据增益值做出调整并至稳定所需要的处理时延,由器件水平决定。通常, T_{apply} 较之 $T_{\text{meas}}K_{\text{set}}$ 小得多,甚至可以忽略。

[0061] 在高速模式的起始,例如当终端开机后,先通过数次测量调整(warm up),将接收信号的水平调整到 ADC 工作范围之内。调整的次数可根据 ADC 动态范围和接收信号的动态范围设定。例如,对于 12bit ADC, 72dB 动态范围的信号,为了保证从一个随机设定的增益值收敛到一个可用的增益值,初始阶段进行 3-5 次增益值调整。之后,无线通信终端开始进行小区搜索。为了保证 AGC 能够追踪信号功率的变化,遗忘因子 α 可以取值为 1,也就是说,平均模块中的先前的功率调整量的权重可以设置为零。另外,为了保证信号尽量不被削峰,并有一个合理的动态范围, P_{HR} 取值为 9-36dB,更优选地,选择为约 18 ~ 27dB。为了保证在 PSS/SSS 符号前有四次左右的增益值调整,则 K_{set} 值越小越好,但是考虑到 K_{set} 的设定不应该小于即参考信号之间的最大时间间隔以免测到的完全的空符号,参照图 2,可以将 K_{set} 取值为 4-5。也就是说将功率测量模块的测量周期为接收信号中的参考信号的最大时域间隔或者比接收信号中的参考信号的最大时域间隔大一个符号长度。如图 6 所示,各个测量周期互不重叠,并且自动增益控制单元的增益值调整周期 (G_0, G_1, \dots) 等于功率测量模块的测量周期。在一个实施例中,自动增益控制单元的增益值调整周期可以大于功率测量模块的测量周期。

[0062] 另外,为了防止上下行间隔 GP 对 AGC 的影响,可以在固定 P_{HR} 的基础上增加一个裕度值偏移值。从而目标功率可以表示为:

$$[0063] \quad P_{\text{tar}} = 10\log_{10}(2 \times (2^{\text{Nbit}} - 1)^2) - P_{\text{HR}} - P_{\text{offset}}$$

[0064] 其中的 $P_{\text{offset}} \geq 0$, 由信号被消峰的比例确定,消峰越多则 P_{offset} 越大。例如,可

以利用 ADC 的 overflow(溢出) 输出机制来求出裕度值偏移值。具体地,可以统计对应高速模式测量区间 $T_{\text{meas}} \cdot K_{\text{set}}$ 内 overflow 的样点数目与总样点数目的比值。可以采用固定门限值的方法,当该比值超过 10%, $P_{\text{offset}} = 3\text{dB}$; 比值超过 20%, $P_{\text{offset}} = 6\text{dB}$ 。如果 ADC 不具有 overflow 输出功能,可采用满量程输出的样点数与总样点数的比值来代替。

[0065] 图 7 示出了根据本发明的实施例的高速模式的另一种实现方式。与图 6 的不同点是各个测量周期 (Measure) 互相重叠,自动增益控制单元的增益值调整周期 (G_0, G_1, \dots) 小于功率测量模块的测量周期,调整周期为 1-2 个 T_{meas} ,另外在该图 7 中忽略 T_{apply} 。在图 7 中,增益值的收敛速度比图 6 中的更快。

[0066] 2. 低速模式

[0067] 图 8 示出了根据本公开的实施例的低速模式的前一阶段下自动增益控制的操作。在低速模式的前一阶段,也就是终端处于已获取帧定时未获取帧配置的状态时,AGC 会在每半帧的第一个子帧进行低速的增益值的测量和更新,该阶段会持续到终端获得上下行配置信息为止。在该阶段,继续同步跟踪和系统配置检测单元,进行 PBCH, PCFICH, PDCCH 检测,并在 PDSCH 的 SIB(system information block) 中获得 TD-LTE 帧结构的上下行配置信息。

[0068] 在低速模式的前一阶段,根据终端是否获得帧的上下行配置来决定是进入下一阶段。在低速模式的前一阶段,只测量下行信号,信号功率的变化主要受快衰影响,不会变化太剧烈。由于在低速模式的前一阶段有可能做一些与检测测量相关的工作,为了保证增益值的稳定性,则遗忘因子 α 取值为 0.1 ~ 0.5,也就是说,平均模块中的先前的功率调整量的权重与当前的功率调整量的权重之比为 1 ~ 9。 K_{set} 为 14,也就是功率测量模块的测量周期为一个子帧, P_{nr} 取值为 9-36dB,更优选地为约 18 ~ 27dB。

[0069] 图 9 给出了根据本公开的实施例的低速模式的最后一阶段下自动控制的操作。在获得帧的上下行配置后,进入低速模式的最后一阶段。在低速模式的最后一阶段,AGC 单元只利用下行子帧进行 AGC 更新。对于特殊子帧,采用保持 (hold) 操作,即此时不进行增益值测量和更新。遇到上行子帧,存储当前的 AGC 增益值,在上行子帧期间不进行任何操作 (stop),当再次遇到下行子帧,恢复 (restore) 之前的 AGC 存储值用于信号接收。针对不同的上下行配置,增益值的更新和测量流程也相应调整。在低速模式的最后一阶段,为了保证增益值的稳定性,则遗忘因子 α 取值为 0.1 ~ 0.5,也就是说,平均模块中的先前的功率调整量的权重与当前的功率调整量的权重之比为 1 ~ 9。 K_{set} 为 14,也就是功率测量模块的测量周期为一个子帧, P_{nr} 取值为 9-36dB,更优选地为约 18 ~ 27dB。

[0070] 在一个实施例中,在低速模式的前一阶段之前,还可以存在一个过渡阶段。存在过渡阶段的目的是,由于高速模式下所获得的增益值距离理想的对应下行信号的增益可能还有距离,因而增加这一阶段使增益值进一步收敛稳定。

[0071] 在一个示例中,对应于成功小区搜索的搜索区间,将该区间内所有进行 AGC 更新的增益值进行存储(其中包括对应 SSS 检测成功区间的 AGC 增益值),在后续的低速模式的前一阶段中,使用对应 SSS 成功检测的 AGC 增益作为该模式下 AGC 的初始值。

[0072] 在另一个示例中,对应于成功小区搜索的搜索区间,将该区间内最后一次 AGC 更新的增益值进行存储。在后续的低速模式的前一阶段中作为 AGC 的初始值。在获得同步定时后,利用已知的固定下行子帧 0 和 5,进行高速的增益值的测量和更新,该阶段可以持续 1-2 个半帧。同时,进行同步跟踪,通过定时和频率跟踪来提高同步精度。其中,过渡状态

持续的时间为 5 ~ 10ms (通过 1-2 个半帧的调节使增益值收敛到下行信号对应的增益值)。对于过渡状态,遗忘因子 α 取值为 1, K_{set} 为 4-5, P_{RR} 取值为 9-36dB, 优选地为约 18 ~ 27dB。在固定下行子帧之后,保持 (hold) 最后一次 AGC 增益值。可以看出,在该过渡阶段中,在固定的下行子帧,采用与高速模式下相同的工作参数进行自动增益控制。

[0073] 在一个实施例中,自动增益控制单元在各个模式下的工作参数,例如遗忘因子 α , K_{set} , P_{RR} 等可以由模式控制单元设置。在另一个实施例中,模式控制单元仅设置自动增益控制单元的模式和 / 或模式中的阶段,各个工作模式下的参数可以预先设置在自动增益控制单元中。

[0074] 图 10 示出了根据本公开的实施例的用于无线通信终端的自动增益控制方法。

[0075] 在步骤 1002 中,根据无线通信终端的状态来设置自动增益控制操作的模式。在步骤 1004 中,按照设置的自动增益控制的模式对无线通信终端的接收信号进行自动增益控制操作。无线通信终端的状态包括未获取帧定时的状态和已获取帧定时的状态,自动增益控制操作的模式包括高速模式和低速模式,在高速模式下增益值调整周期小于在低速模式下的增益值调整周期,在无线通信终端进入未获取帧定时的状态时将自动增益控制操作的模式设置为高速模式,在无线通信终端进入已获取帧定时的状态时将自动增益控制操作的模式设置为低速模式。

[0076] 在一个示例中,自动增益控制操作在高速模式下的增益值调整周期小于等于一个子帧长度,而低速模式下的增益值调整周期大于一个子帧长度。

[0077] 在一个示例中,已经获取帧定时的状态包括已获取帧定时未获取帧配置的状态和已获取帧定时和帧配置的状态。

[0078] 在一个示例中,自动增益控制操作包括:生成增益值;根据增益值来调整接收信号的幅度;以及对调整后的信号进行模数变换以变换为数字信号。在一个示例中,生成增益值包括:测量接收信号的功率;将测量的接收信号的功率与目标功率比较以确定功率调整量;以及将确定的当前的功率调整量与先前的功率调整量加权平均。

[0079] 在一个示例中,自动增益控制操作为高速模式时,先前的功率调整量的权重设置为零。

[0080] 在一个示例中,目标功率可以为最大量化功率与裕度值之差,在自动增益控制操作为高速模式时,裕度值设置为 9 ~ 36dB,更优选为 18 ~ 27dB。

[0081] 在一个示例中,目标功率为最大量化功率减去裕度值与裕度值偏移值之和,裕度值偏移值随着在模数变换中被消峰的信号的比例的增大而增大,在自动增益控制操作为高速模式时,裕度值设置为 9 ~ 36dB,更优选为 18 ~ 27dB。

[0082] 在一个示例中,在自动增益控制操作为高速模式时,测量接收信号的功率中的测量周期设置为接收信号中的参考信号的最大时域间隔或者比接收信号中的参考信号的最大时域间隔大一个符号长度,各个测量周期互不重叠,自动增益控制操作的增益值调整周期大于等于测量周期。

[0083] 在一个示例中,在自动增益控制操作为高速模式时,测量接收信号的功率中的测量周期设置为接收信号中的参考信号的最大时域间隔或者比接收信号中的参考信号的最大时域间隔大一个符号长度,各个测量周期互相重叠,自动增益控制操作的增益值调整周期小于测量周期。

[0084] 在一个示例中,在自动增益控制操作为低速模式时且无线通信终端处于已获取帧定时未获取帧配置的状态时,自动增益控制操作只在每个半帧的第一子帧重新生成增益值。

[0085] 在一个示例中,在自动增益控制操作为低速模式时且无线通信终端处于已获取帧定时和帧配置的状态时,自动增益控制操作只在下行子帧重新生成增益值。

[0086] 在一个示例中,在自动增益控制操作为低速模式时,先前的功率调整量的权重与当前的功率调整量的权重之比为 1 ~ 9。

[0087] 在一个示例中,目标功率为最大量化功率与裕度值之差,在自动增益控制操作为低速模式时,裕度值设置为 9 ~ 36dB,更优选地为 18 ~ 27dB。

[0088] 在一个示例中,在自动增益控制操作为低速模式时,测量接收信号的功率中的测量周期设置为一个子帧。

[0089] 在一个示例中,在自动增益控制操作为低速模式时且无线通信终端处于已获取帧定时未获取帧配置的状态时,自动增益控制操作先处于低速模式的过渡阶段,在该过渡阶段中,在固定的下行子帧,采用与高速模式下相同的工作参数进行自动增益控制。

[0090] 关于图 10 中的操作的具体细节可以参考结合图 3- 图 9 对无线通信终端的描述,这里不再赘述。

[0091] 在以上对于根据本公开的实施例的无线通信终端的描述中,载波搜索、小区搜索、同步跟踪以及系统配置检测等操作以及完成这些操作的相应的部件是本领域的技术人员可以实现的,这里不再详细描述。

[0092] 在本发明的实施例中,无线通信终端可以是手机,便携计算机, PDA, 数据卡, USB 棒,车载接收机,智能家电,智能仪表等任何凡是装载 LTE 芯片的电子设备。

[0093] 上面对本发明的一些实施方式进行了详细的描述。如本领域的普通技术人员所能理解的,本发明的方法和装置的全部或者任何步骤或者部件,可以在任何计算设备(包括处理器、存储介质等)或者计算设备的网络中,以硬件、固件、软件或者它们的组合加以实现,这是本领域普通技术人员在了解本发明的内容的前提下运用他们的基本编程技能就能实现的,因此不需在此具体说明。

[0094] 此外,显而易见的是,在上面的说明中涉及到可能的外部操作的时候,无疑要使用与任何计算设备相连的任何显示设备和任何输入设备、相应的接口和控制程序。总而言之,计算机、计算机系统或者计算机网络中的相关硬件、软件和实现本发明的前述方法中的各种操作的硬件、固件、软件或者它们的组合,即构成本发明的设备及其各组成部件。

[0095] 因此,基于上述理解,本发明的目的还可以通过在任何信息处理设备运行一个程序或者一组程序来实现。所述信息处理设备可以是公知的通用设备。因此,本发明的目的也可以仅仅通过提供包含实现所述方法或者设备的程序代码的程序产品来实现。也就是说,这样的程序产品也构成本发明,并且存储或者传输这样的程序产品的介质也构成本发明。显然,所述存储或者传输介质可以是本领域技术人员已知的,或者将来所开发出来的任何类型的存储或者传输介质,因此也没有必要在此对各种存储或者传输介质一一列举。

[0096] 在本发明的设备和方法中,显然,各部件或各步骤是可以分解、组合和 / 或分解后重新组合的。这些分解和 / 或重新组合应视为本发明的等效方案。还需要指出的是,执行上述系列处理的步骤可以自然地按照说明的顺序按时间顺序执行,但是并不需要一定按照时

间顺序执行。某些步骤可以并行或彼此独立地执行。同时，在上面对本发明具体实施例的描述中，针对一种实施方式描述和 / 或示出的特征可以以相同或类似的方式在一个或更多个其它实施方式中使用，与其它实施方式中的特征相组合，或替代其它实施方式中的特征。

[0097] 应该强调，术语“包括 / 包含”在本文使用时指特征、要素、步骤或组件的存在，但并不排除一个或更多个其它特征、要素、步骤或组件的存在或附加。

[0098] 虽然已经详细说明了本发明及其优点，但是应当理解在不超出由所附的权利要求所限定的本发明的精神和范围的情况下可以进行各种改变、替代和变换。而且，本申请的范围不仅限于说明书所描述的过程、设备、手段、方法和步骤的具体实施例。本领域内的普通技术人员从本发明的公开内容将容易理解，根据本发明可以使用执行与在此所述的相应实施例基本相同的功能或者获得与其基本相同的结果的、现有和将来要被开发的过程、设备、手段、方法或者步骤。因此，所附的权利要求旨在在它们的范围内包括这样的过程、设备、手段、方法或者步骤。

[0099] 关于包括以上各实施例的实施方式，还公开了以下的附记。

[0100] 附记

[0101] 1. 一种无线通信终端，包括：

[0102] 自动增益控制单元，被配置为对所述无线通信终端的接收信号进行自动增益控制；以及

[0103] 模式控制单元，被配置为根据所述无线通信终端的状态来设置自动增益控制单元的模式，

[0104] 其中，所述无线通信终端的状态包括未获取帧定时的状态和已获取帧定时的状态，所述自动增益控制单元的模式包括高速模式和低速模式，所述自动增益控制单元在高速模式下的增益值调整周期小于在低速模式下的增益值调整周期，所述模式控制单元在所述无线通信终端进入未获取帧定时的状态时将所述自动增益控制单元的模式设置为高速模式，在所述无线通信终端进入已获取帧定时的状态时将所述自动增益控制单元的模式设置为低速模式。

[0105] 2. 如附记 1 所述的无线通信终端，其中所述自动增益控制单元在高速模式下的增益值调整周期小于等于一个子帧长度，而在低速模式下的增益值调整周期大于一个子帧长度。

[0106] 3. 如附记 1 所述的无线通信终端，其中所述已经获取帧定时的状态包括已获取帧定时未获取帧配置的状态和已获取帧定时和帧配置的状态。

[0107] 4. 如附记 3 所述的无线通信终端，其中所述自动增益控制单元包括：

[0108] 增益生成器，被配置为生成增益值；

[0109] 可变增益放大器，被配置为根据所述增益生成器生成的增益值来调整接收信号的幅度并输出调整后的信号；以及

[0110] 模数变换器，被配置为将从所述可变增益放大器输出的信号变换为数字信号，

[0111] 其中所述增益生成器包括：

[0112] 功率测量模块，被配置为测量接收信号的功率；

[0113] 功率比较模块，被配置为将测量的接收信号的功率与目标功率比较以确定功率调整量；以及

- [0114] 平均模块,被配置为将确定的当前的功率调整量与先前的功率调整量加权平均。
- [0115] 5. 如附记 4 所述的无线通信终端,其中在所述自动增益控制单元处于高速模式时,所述平均模块中的先前的功率调整量的权重设置为零。
- [0116] 6. 如附记 4 所述的无线通信终端,其中所述目标功率为所述模数变换器的最大量化功率与裕度值之差,在所述自动增益控制单元处于高速模式时,所述裕度值设置为 9 ~ 36dB。
- [0117] 7. 如附记 4 所述的无线通信终端,其中所述目标功率为所述模数变换器的最大量化功率减去裕度值与裕度值偏移值之和,所述裕度值偏移值随着在所述模数变换器中被消峰的信号的比例的增大而增大,在所述自动增益控制单元处于高速模式时,所述裕度值设置为 9 ~ 36dB。
- [0118] 8. 如附记 6 或 7 所述的无线通信终端,其中在所述自动增益控制单元处于高速模式时,所述裕度值设置为 18 ~ 27dB。
- [0119] 9. 如附记 4 所述的无线通信终端,其中在所述自动增益控制单元处于高速模式时,所述功率测量模块的测量周期设置为接收信号中的参考信号的最大时域间隔或者比接收信号中的参考信号的最大时域间隔大一个符号长度,各个测量周期互不重叠,所述自动增益控制单元的增益值调整周期大于或等于所述功率测量模块的测量周期。
- [0120] 10. 如附记 4 所述的无线通信终端,其中在所述自动增益控制单元处于高速模式时,所述功率测量模块的测量周期设置为接收信号中的参考信号的最大间隔或者比接收信号中的参考信号的最大间隔大一个符号长度,各个测量周期互相重叠,所述自动增益控制单元的增益值调整周期小于所述功率测量模块的测量周期。
- [0121] 11. 如附记 4 所述的无线通信终端,其中在所述自动增益控制单元处于低速模式时且所述无线通信终端处于已获取帧定时未获取帧配置的状态时,所述自动增益控制单元只在每个半帧的第一子帧重新生成增益值。
- [0122] 12. 如附记 4 所述的无线通信终端,其中在所述自动增益控制单元处于低速模式时且所述无线通信终端处于已获取帧定时和帧配置的状态时,所述自动增益控制单元只在下行子帧重新生成增益值。
- [0123] 13. 如附记 11 或 12 所述的无线通信终端,其中在所述自动增益控制单元处于低速模式时,所述平均模块中的先前的功率调整量的权重与当前的功率调整量的权重之比为 1 ~ 9。
- [0124] 14. 如附记 11 或 12 所述的无线通信终端,其中所述目标功率为所述模数变换器的最大量化功率与裕度值之差,在所述自动增益控制单元处于低速模式时,所述裕度值设置为 9 ~ 36dB。
- [0125] 15. 如附记 14 所述的无线通信终端,在所述自动增益控制单元处于低速模式时,所述裕度值设置为 18 ~ 27dB。
- [0126] 16. 如附记 11 或 12 所述的无线通信终端,其中在所述自动增益控制单元处于低速模式时,所述功率测量模块的测量周期设置为一个子帧。
- [0127] 17. 如附记 11 所述的无线通信终端,其中在所述自动增益控制单元处于低速模式时且所述无线通信终端处于已获取帧定时未获取帧配置的状态时,所述自动增益控制单元先处于低速模式的过渡阶段,在该过渡阶段中,在固定的下行子帧,采用与高速模式下相同

的工作参数进行自动增益控制。

[0128] 18. 一种用于无线通信终端的自动增益控制方法,包括:

[0129] 根据所述无线通信终端的状态来设置自动增益控制操作的模式;以及

[0130] 按照设置的自动增益控制的模式对所述无线通信终端的接收信号进行自动增益控制操作;

[0131] 其中,所述无线通信终端的状态包括未获取帧定时的状态和已获取帧定时的状态,所述自动增益控制操作的模式包括高速模式和低速模式,在高速模式下增益值调整周期小于在低速模式下的增益值调整周期,在所述无线通信终端进入未获取帧定时的状态时将所述自动增益控制操作的模式设置为高速模式,在所述无线通信终端进入已获取帧定时的状态时将所述自动增益控制操作的模式设置为低速模式。

[0132] 19. 如附记 18 所述的方法,其中所述自动增益控制操作在高速模式下的增益值调整周期小于等于一个子帧长度,而在低速模式下的增益值调整周期大于一个子帧长度。

[0133] 20. 如附记 18 所述的方法,其中所述已经获取帧定时的状态包括已获取帧定时未获取帧配置的状态和已获取帧定时和帧配置的状态。

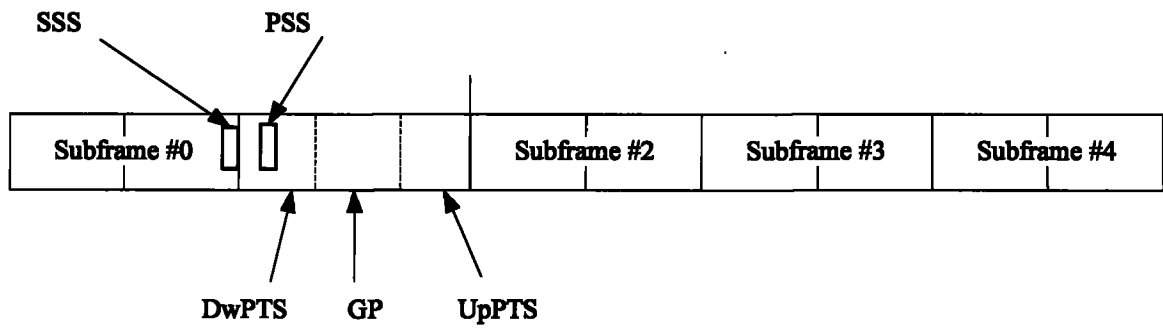


图 1

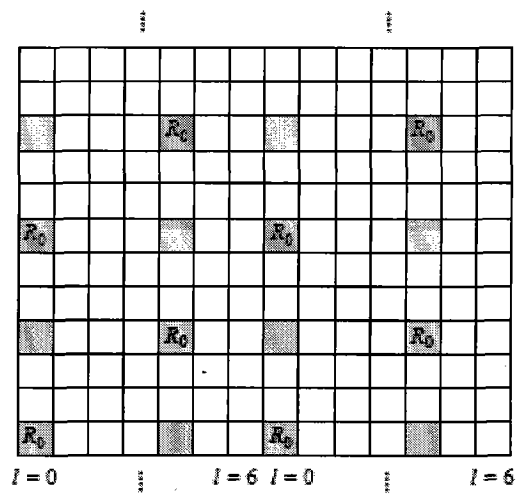
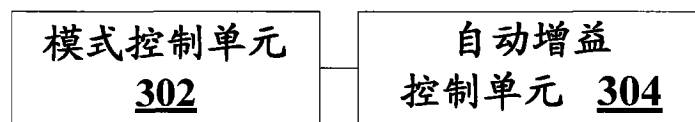


图 2



无线通信终端 300

图 3

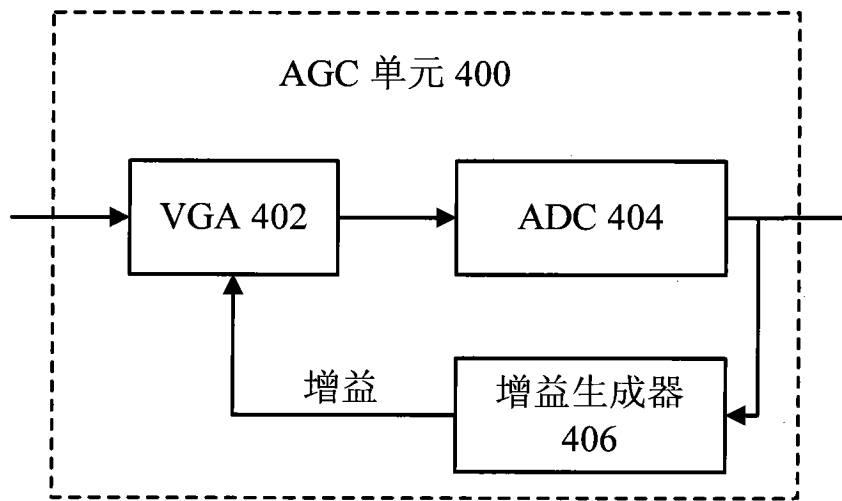
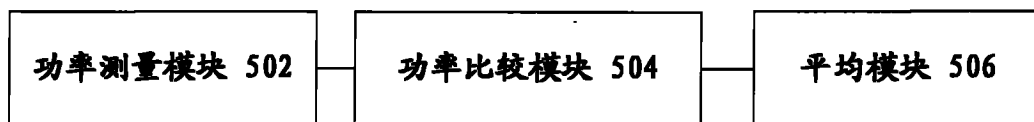


图 4



增益生成器 500

图 5

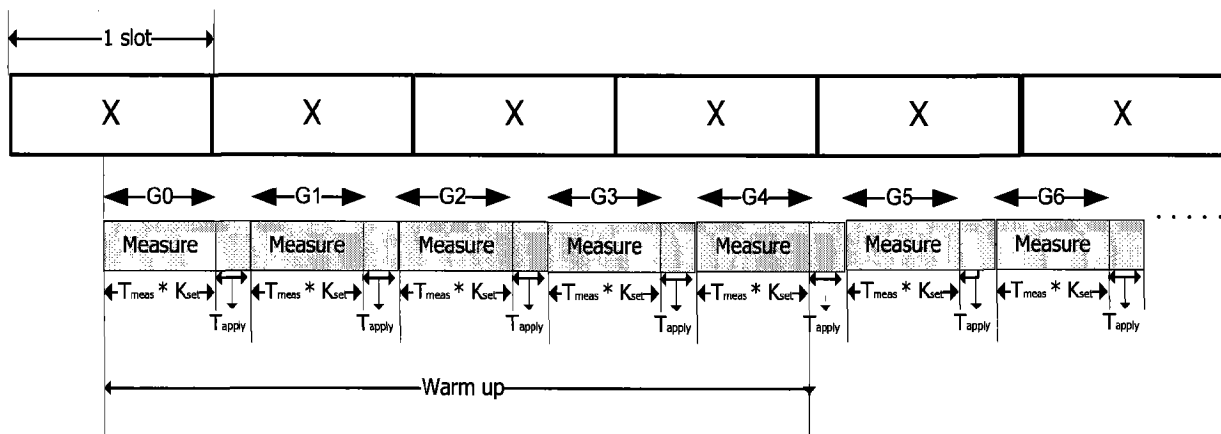


图 6

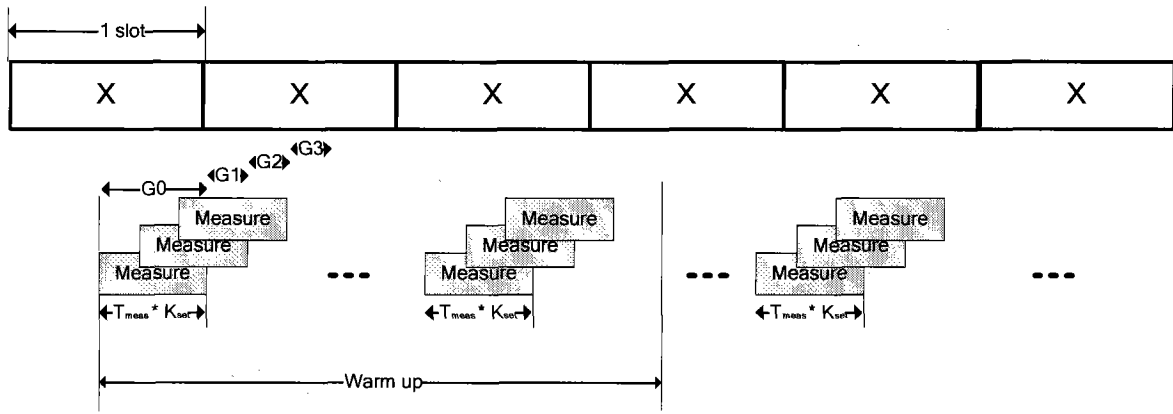


图 7

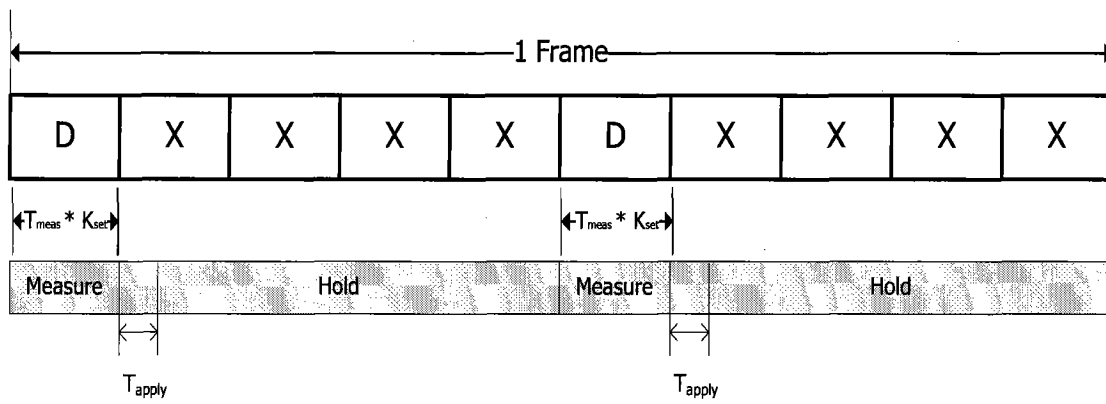


图 8

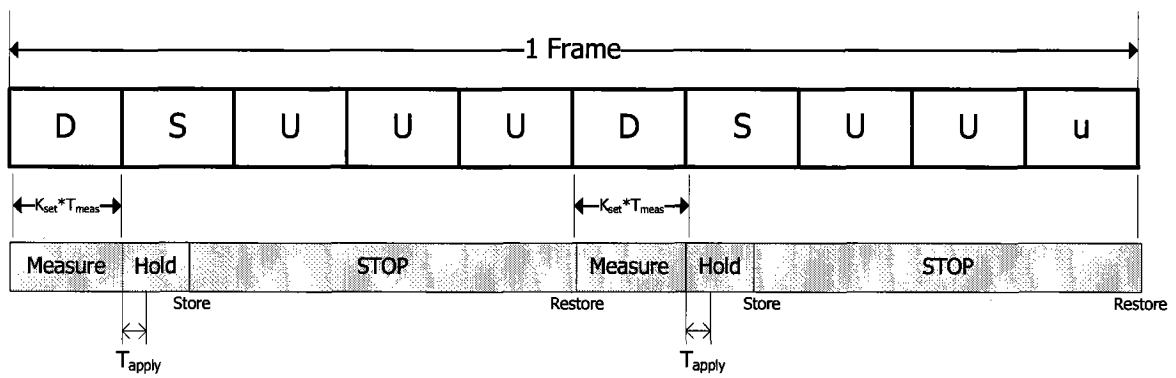


图 9

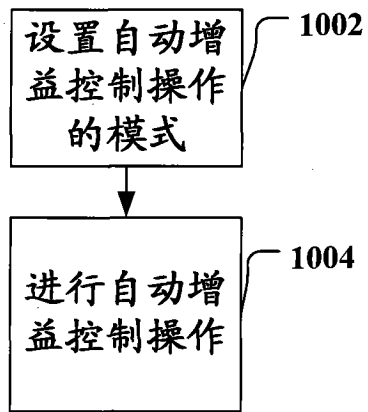


图 10