

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H04L 27/08 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680004714.3

[43] 公开日 2008 年 2 月 13 日

[11] 公开号 CN 101124798A

[22] 申请日 2006.2.23

[21] 申请号 200680004714.3

[30] 优先权

[32] 2005.3.31 [33] US [31] 11/095,274

[86] 国际申请 PCT/US2006/006419 2006.2.23

[87] 国际公布 WO2006/107450 英 2006.10.12

[85] 进入国家阶段日期 2007.8.13

[71] 申请人 飞思卡尔半导体公司

地址 美国得克萨斯

[72] 发明人 詹姆斯·D·休斯

莱恩·R·弗雷泰格 马西伯·拉曼

[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 付建军

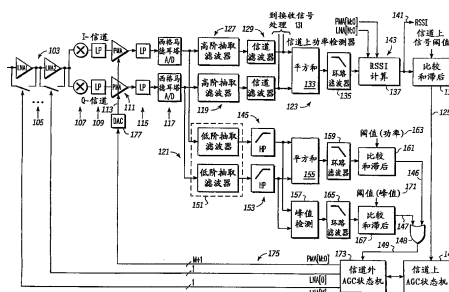
权利要求书 4 页 说明书 15 页 附图 5 页

[54] 发明名称

具有集成宽带干扰检测的 AGC

[57] 摘要

一种用于接收器的自动增益控制 (AGC) 系统以及有助于接收器的 AGC 的对应方法。该 AGC 系统包括信道上检测器 (123)，其配置为提供信道上自动增益控制 (AGC) 指示；信道外信号检测器 (145)，其配置为提供信道外 AGC 指示；以及与信道上 AGC 指示和信道外 AGC 指示耦合的控制器 (143, 173)，其配置为提供对应于信道上 AGC 指示和信道外 AGC 指示中至少一个的增益控制信号。



1. 一种用于接收器的自动增益控制系统，包括：
信道上检测器，其配置为提供信道上自动增益控制(AGC)指示；
信道外信号检测器，其配置为提供信道外 AGC 指示；以及
与所述信道上 AGC 指示和所述信道外 AGC 指示耦合的控制器，
其配置为提供对应于所述信道上 AGC 指示和所述信道外 AGC 指示中至少一个的增益控制信号。

2. 根据权利要求 1 的自动增益控制系统，其中所述信道外信号检测器进一步包括宽带功率检测器和宽带峰值检测器中的至少一个。

3. 根据权利要求 1 的自动增益控制系统，其中所述信道外信号检测器进一步包括与来自模拟数字转换器的数字信号耦合的宽带抽取滤波器。

4. 根据权利要求 3 的自动增益控制系统，其中所述信道外信号检测器进一步包括配置为抑制信道上信号的高通滤波器。

5. 根据权利要求 1 的自动增益控制系统，其中所述信道外信号检测器进一步包括比较器，用于执行干扰功率电平与宽带阈值的比较和干扰峰值电平与窄带阈值的比较中至少一项。

6. 根据权利要求 1 的自动增益控制系统，其中所述控制器进一步包括与信道上 AGC 指示耦合的信道上控制器和与信道外 AGC 指示耦合的信道外控制器，该信道上控制器和信道外控制器共同协作以提供增益控制信号。

7. 根据权利要求 6 的自动增益控制系统，其中当信道上 AGC 指

示对应于低于信道上阈值的信道上信号而且信道外 AGC 指示对应于高于信道外阈值的信道外信号时，所述信道上控制器关闭，并且所述信道外控制器提供增益控制信号。

8. 根据权利要求 6 的自动增益控制系统，还包括可变增益放大器，其可操作以根据所述增益控制信号放大所接收的信号。

9. 一种有助于在接收器中进行自动增益控制(AGC)的方法，该方法包括：

提供信道上 AGC 指示和信道外 AGC 指示；

选择信道上 AGC 指示和信道外 AGC 指示中的至少一个；以及

响应该选择，提供取决于信道上 AGC 指示和信道外 AGC 指示中的所述至少一个的增益控制信号。

10. 根据权利要求 9 的方法，其中：

所述提供信道上 AGC 指示和信道外 AGC 指示进一步包括提供对应于满足信道外阈值的干扰的信道外 AGC 指示以及提供对应于不满足信道上阈值的信道上信号的信道上指示；

所述选择进一步包括选择信道外 AGC 指示；并且

所述提供增益控制信号进一步包括响应信道外 AGC 指示提供增益控制信号和至少部分禁止信道上 AGC 控制。

11. 根据权利要求 10 的方法，还包括重复所述提供增益控制的步骤，直到信道外 AGC 指示不再满足信道外阈值为止；然后启动恢复模式，其中信道上 AGC 控制被启动，而且所述提供增益控制信号的步骤是响应信道上 AGC 指示而进行的。

12. 根据权利要求 9 的方法，其中：

所述提供信道上 AGC 指示和信道外 AGC 指示进一步包括提供

满足信道外阈值的信道外 AGC 指示;

所述选择进一步包括选择信道外 AGC 指示; 并且

所述提供增益控制信号进一步包括响应信道外 AGC 指示提供增益控制信号。

13. 根据权利要求 12 的方法, 其中所述提供信道上 AGC 指示和信道外 AGC 指示进一步包括提供满足信道上阈值的信道上 AGC 指示。

14. 根据权利要求 12 的方法, 其中所述提供信道上 AGC 指示和信道外 AGC 指示进一步包括提供对应于满足功率阈值和峰值阈值中至少一个的干扰的信道外 AGC 指示。

15. 根据权利要求 9 的方法, 其中所述提供信道外 AGC 指示进一步包括在模拟数字转换器的输出端对接收器信号进行高通滤波, 以提供干扰信号, 并且对干扰信号的信道外功率电平和干扰信号的信道外峰值电平中的至少一个与对应的阈值进行比较。

16. 根据权利要求 15 的方法, 其中所述比较干扰信号的信道外功率电平进一步包括比较信道外功率电平与对应于宽带码分多址 (W-CDMA) 干扰信号的阈值。

17. 根据权利要求 9 的方法, 其中所述比较干扰信号的信道外峰值电平进一步包括比较信道外峰值电平与对应于全球移动通信系统 (GSM) 干扰信号的阈值。

18. 一种有助于用于接收器的自动增益控制 (AGC) 的集成电路, 该集成电路包括:

窄带 AGC 检测器;

数字宽带 AGC 检测器；以及

与所述窄带 AGC 检测器和所述数字宽带 AGC 检测器耦合的控制器，该控制器配置为提供增益控制信号。

19. 根据权利要求 18 的集成电路，还包括：

可控增益放大器，具有与所述增益控制信号耦合的控制输入端、与接收器信号耦合的输入端、以及设置为以通过所述增益控制信号调整的电平提供接收器信号的输出端；以及

模拟数字转换器（ADC），具有与可控增益放大器的输出端耦合的输入端。

20. 根据权利要求 18 的集成电路，其中：

所述窄带 AGC 检测器进一步包括与 ADC 的输出端耦合的窄带宽滤波器、以及信道上信号电平检测器；并且

所述数字宽带 AGC 检测器进一步包括与 ADC 的输出端耦合的宽带宽滤波器、与所述宽带宽滤波器的输出端耦合的高通滤波器、以及信道外干扰电平检测器。

具有集成宽带干扰检测的 AGC

技术领域

本发明总地涉及通信接收器，更具体地涉及包括宽带干扰信号检测的自动增益控制（AGC）系统。

背景技术

自动增益控制或者说 AGC 系统是普遍公知和广泛使用的。但是目前所开发和建议的通信系统，如 UMTS（通用移动电话系统）——在涉及空气接口时也称为 WCDMA（宽带码分多址），以复杂的调制机制和信道编码机制来考虑相对较高的数据速率，每一个机制都预计会对用于将在这些系统中部署的接收器的整个 AGC 系统施加非常严格的要求。公知的 AGC 系统典型地存取信道上(on channel)信号电平并由此进行增益调整。

接收器体系结构也在不断发展，并且部分因为经济压力，在接收器前端和中间频率（IF）级中并入更少的选择性。从业者选择作为替代在后面的数字处理级中并入选择性。不幸的是，这意味着可能有更宽频带的信号存在于前端、IF 级或模拟数字转换器（ADC）（用于将接收的模拟信号转换到数字域）。前端以及尤其是后面的接收器级如 IF 级或 ADC 可能被大的近频带或频带外（信道外(off-channel)）信号弄得过载的可能性随着选择性的减小而增加。这可能对成本效率高的 ADC 导致严重的过载条件（超过动态范围）。

附图说明

附图用于进一步图解各个实施例，并说明根据本发明的各种原理和优点，其中在所有各附图中相似的附图标记表示相同或功能相似的元件，该附图与下面的详细描述一起并入本说明书中并成为说明书的

一部分。

图 1 以示例性的接收器示出按照本发明的自动增益控制 (AGC) 系统的示例性实施例;

图 2 示出信道上信号和各种信道外信号的频率关系的示例图;

图 3 和图 4 示出 AGC 系统如图 1 的系统中的方法的流程图的实施例;

图 5 示出针对图 1 中 AGC 系统的增益控制曲线和各种模拟数据;

图 6 和图 7 示出表示针对图 1 中 AGC 系统的增益控制的测量数据。

具体实施方式

总的来说,本公开文件涉及向通信单元或更具体地说向在其中进行操作的该通信单元的用户提供服务的通信系统和设备。更为具体地说,讨论和描述了体现在用于为通信单元中的接收器提供自动增益控制 (AGC) 系统的装置和方法中的各种创造性构思和原理,其中 AGC 系统运行以防止接收器中的各种功能受到信道外或频带外信号以及正常信道上 AGC 的影响。特别感兴趣的系统和接收器是已开发和已部署的系统和接收器,如 UMTS (通用移动通信系统)/WCDMA (宽带码分多址) 系统等等以及这些系统和在其中运行的设备的扩展、演化等等,尤其是在这些系统和设备共存并且与其它系统如遗传 GSM (全球移动系统) 系统协作之处。注意,如在接收器或 UMTS/WCDMA 系统的上下文中描述,确信按照本发明的构思和原理可应用于数字信号处理领域的很多系统,在该领域中可能由于噪声或其它不期望的人为因素而存在过载状况。

如下面进一步讨论的,本发明的各种原理及其组合有利地用于检测可能导致一个或多个功能如模拟数字转换器 (ADC) 过载的信道外或频带外信号,并且按照需要在这种状况下进行受控的增益减小,由此避免相反情况下可能会发生的任何有害影响。本发明的 AGC 系统和技术尤其可有利地用在示例性的 WCDMA 接收器中,由此减轻与公

知 AGC 系统关联的各种问题，并有助于实现更低成本更高性能的接收器，同时仍然提供自主且低功耗版本的 AGC 系统，如果利用这些原理或其等价物的话。

提供该快速公开是为了以使得能够的方式进一步说明实现和利用按照本发明的各种实施例的最佳模式。该公开还用于增强对本发明原理和优点的理解和评价，而不是要以任何方式限制本发明。本发明仅通过所附权利要求，包括在本申请未决期间所进行的任何修改以及所授权的权利要求的所有等同物来限定。

还要理解相关术语，如果存在的话，如“第一”和“第二”、“顶部”和“底部”等只用于将实体或动作彼此区分开而不必要求或暗示这些实体或动作之间实际存在任何这种关系或顺序。

本发明功能的很大部分和很多本发明原理用集成电路 (IC) 和软件或固件指令如定制或半定制 IC 如专用 IC，或在其中，最佳实施。希望本领域技术人员尽管可能面临由例如可用时间、当前工艺和经济考虑刺激的很多努力和很多设计选择，在由这里公开的构思和原理的引导下，将能够很容易地以最少的实验产生这样的指令和 IC。因此，为了简短和最小化任何使本发明原理和构思模糊的风险，对这些软件和 IC——如果存在的话——的进一步讨论将限于涉及优选实施例的原理和构思的实质。

参照图 1，讨论和描述包括自动增益控制 (AGC) 系统的各种实施例之一的示例性接收器的一部分。图 1 的接收器部分是从天线到信道滤波器的接收器前端，如用于 WCDMA 或 UMTS 信号的接收器或其它适用于高度集成和处理复杂调制高数据速率信号的相对宽带的接收器。该接收器包括或交互耦合到一个或多个射频 (RF) 放大器或低噪声放大器 (LNA) 103 上的普遍公知的天线 (未示出)。LNA 103 和关联电路包括旁路开关装置 105，其允许 LNA 可控地用作可操作以将固定的衰减量 (在一个实施例中例如是 18dB) 切换到接收路径的衰减器级。具体地说，该开关装置在运行时放弃 (forego) 该用于所接收信号的增益量。LNA 103 的输出端耦合到混合级 107，混合级 107 如所公

知的那样用于将射频信号降频转换为中间频率 (IF) 或基带频率。该混合级是复杂的混合器, 其由本地振荡器 (未示出) 驱动并提供正交信号分量, 例如公知的同相 (I) (图 1 中上面的功能或信道) 和正交 (Q) (图 1 中下面的功能或信道) 信号分量。

来自混合级 107 的降频转换的接收器信号被低通滤波器 109 滤波。具体地说, I 信道和 Q 信道信号分别由低通滤波器 109 滤波, 该滤波器例如是拐角频率设置为容纳任何感兴趣信号的带宽的电阻器电容器滤波器。来自低通滤波器 109 的输出或 I 和 Q 信道耦合到各个可变增益放大器 (PMA—混合器后放大器) 111。PMA 是可以根据增益控制信号放大所接收信号的可变放大器。PMA 具有通过增益控制输入 113 可变或可控的增益, 并且可以响应可变控制信号用作可变衰减器, 以提供针对所接收信号 (I 和 Q 信道) 的可变量的衰减或增益。PMA 111 在一些实施例中设置为以通常 3dB 的步长为 I 和 Q 信道信号提供大约 -30 到 +15dB (45dB 范围) 的衰减或增益控制。PMA 111 的输出耦合到另一个低通滤波器 115, I 和 Q 信道各有一个。在一个或多个实施例中, 这些低通滤波器实现为具有实极点 (real pole) 的 6dB 反相放大器、具有两个复数极点和统一 (unity) 增益的两个有源双四元组 (bi-quad) 滤波级以及输出缓冲器。在一个示例性实施例中, 基于模拟的集成电路包括混合级 107 到低通滤波器 115。

低通滤波器 115 的输出在一个或多个实施例中耦合到数字集成电路, 该数字集成电路包括模拟数字转换器、各种数字电路和基于数字信号处理的功能性。具体地说在示例性实施例中, 低通滤波器 115 的输出耦合或施加到模拟数字转换器 (ADC) 117, I 和 Q 信道信号各有一个 ADC。在一个适用于 WCDMA 接收器的示例性实施例中, ADC 是基于第二阶 sigma delta (西格马-德耳塔) 的 ADC, 其 12X 过采样 (对 WCDMA 信号的码元速率是 3.84M 码元/秒) 并以 46.08Mw/s (百万字每秒) 的速率提供 6 位输出字。来自 ADC 117 的输出耦合到正常接收数据路径 119 和信道外处理路径 121。

接收数据路径 119 包括可以布置和配置为例如在端子 125 提供信

道上自动增益控制 (AGC) 指示的信道上检测器 123。该信道上检测器 123 可以称为“信道上 AGC 检测器”或“窄带 AGC 检测器”。接收数据路径 119 包括抽取来自 ADC 117 的 I 和 Q 信道信号的高阶抽取滤波器 127。高阶抽取滤波器在一个实施例中按因子 3 抽取 I 和 Q 信号, 利用公知的 3 级级联梳状滤波器来以 15.36MHz 速率提供包括 14 位字的输出信号。抽取滤波器 127 向信道滤波器 129、具体地说向 I 和 Q 信道滤波器提供 I 和 Q 输入信号。信道滤波器在一个或多个实施例中包括公知的半频带类型的滤波器, 其进一步按因子 2 抽取相应的输入信号。半频带滤波器后面是与 I 和 Q 匹配的选择性滤波器, 其提供对系统中其它滤波器等的补偿, 并且以 7.68MHz 运行以按 7.68MHz 提供包括 13 位字的输出信号。来自信道滤波器 129 的输出信号耦合到附加的接收处理 131 (解调、误差校正等与本发明无关的) 以及信道上 AGC 处理。通过接收器的滤波调整(lineup)的合成响应布置和配置为向 WCDMA 信号提供平方根升余弦响应, 其具有适用于接收感兴趣信号的带宽如 1.92-2.0MHz。注意, 一些或所有数字滤波器或其它数字信号处理可以双重用途地执行, 即可以在 I 和 Q 信道信号之间多路复用, 由此在集成电路实施例中节省一些硅面积。

在很多实施例中, 信道上 AGC 处理包括信道上信号电平检测器, 其如在示例性形式中所示为信道上功率检测器路径。信道上功率检测器路径在可编程带宽上对到来的 I 和 Q 信道信号进行采样、滤波和集成, 并将累加/标准化的值转换为 dB, 然后计算接收信号强度指示 (RSSI) 值。该信息用于控制 PMA 111 的增益或衰减, 并且在“正常”情况下为给定频带切换到 LNA 103 或者切换出 LNA 103。信道上功率检测包括计算平方和(I^2+Q^2)的平方和功能 133, 其用于计算所检测的功率或信道上功率电平。平方和功能 133 还对进入信道上 AGC 的带内 I 和 Q 信道信号或数据流进行滤波和累加。IIR HP 滤波器 (未具体示出) 放置在平方和功能 133 之前, 并对到来的数据流执行可编程高通滤波 (拐角频率大约是 100KHz), 以消除可能由混合级 107 等等导致的任何 DC 偏移 (这保证了环路稳定性)。

平方和功能 133 耦合到作为公知的累加并转储(dump)滤波器的环路滤波器 135, 其提供对应于信道上信号电平如功率电平的输出信号。环路滤波器 135 在一个或多个实施例中设置为累加大约 1000 个码元 (260 微秒)。该累加时间和反馈延迟以及转换延迟一起使得大约每 270 微秒更新一次。环路滤波器在很大程度上建立起本领域技术人员可以理解的信道上 AGC 控制环路动态特性。该环路滤波器的输出和对应信号耦合到 RSSI 计算器 137, 后者向比较/滞后功能 139 以及在 141 的其它接收处理功能提供 RSSI 值。注意, RSSI 计算器包括 AGC 控制输入 143 (下面将进一步讨论), 该输入用于调整 RSSI 值, 并由此引起(account for)由各种增益控制级如 LNA 103 或 PMA 111 提供的任何衰减, 使得 RSSI 值代表天线上的功率输入。比较/滞后功能 139 将信道上信号电平如信道上功率电平与可编程的信道上阈值相比较。比较/滞后功能 139 由此检查所检测的信道上功率是否满足 (高于或低于) 可编程信道上阈值, 以确定是需要例如 PMA 或 LNA 更多还是更少的衰减。这反映在端子 125 的信道上 AGC 指示中。可以理解需要信道上 AGC 系统具有一定精度。因此, 端子 125 处的 AGC 指示可以包括幅度和符号两者, 其中幅度表示 RSSI 值和阈值之间的差值并由此表示可能需要的衰减变化量。注意, 滞后的运行是要施加两个不同的阈值, 如: 高阈值, 其在被信道上 RSSI 值超过时表示更多的衰减是必要/合适的; 以及低阈值, 其在 RSSI 低于该低阈值时表示需要更少的衰减。通过合适的选择高和低阈值, 可以减小由信道上 AGC 环路造成的不同增益或衰减设置之间的摇摆(hunting)或来回切换(toggling)。信道上 AGC 指示耦合到下面将描述的信道上状态机或控制器 143 中。

信道外处理路径 121 包括信道外信号检测器 145, 其布置和配置为例如在端子 146、147 或者通过或门 148 在端子 149 提供一个或多个信道外 AGC 指示。信道外信号检测器可以称为“宽带 AGC 检测器”, 其在在一个或多个实施例中是数字宽带 AGC 检测器。宽带检测器路径对来自 ADC 117 的 I 和 Q 信道信号进行采样、滤波和集成, 以提供

对信道外信号电平的估计，如用于改变干扰信号类型的信号电平，该干扰信号例如是来自相邻信道的其它 WCDMA 信号或 GSM 信号或其它载波或其它可能落入下面将参照图 2 进一步讨论的接收器系统的带宽中的干扰信号。

信道外信号检测器包括宽带抽取滤波器，其在一个实施例中是低阶抽取滤波器 151，如分别用于来自 ADC 117 的 I 和 Q 数字信号的滤波器。抽取滤波器 151 在一个实施例中提供一级梳状滤波。注意，各种实施例可以在高阶抽取滤波器 127 中的一级梳状滤波之后使用交织的 RX_IQ 信号。该单级的抽取滤波使得信道外信号检测器可以测量宽的带宽上的信道外干扰，并由此测量 2.7MHz、3.5MHz 处的干扰，或者在相邻 5MHz 信道中的 WCDMA 干扰。来自低阶抽取滤波器 151 的输出耦合到高通滤波器 (HPF) 153。HPF 153 是拐角频率大约为 2.5-2.6MHz 的无限脉冲响应滤波器。HPF 153 可编程(拐角频率或带宽、增益等)为对到来的数据流如 I 和 Q 信道信号进行高通滤波。HPF 153 布置和配置为抑制或衰减信道上信号，并由此保证不管什么由信道外检测器检测的信号都是信道外信号或干扰。

来自 HPF 153 的输出耦合到宽带功率检测器 155 和宽带峰值检测器 157。宽带功率检测器在一个实施例中包括平方和功能 155。平方和功能包括与环路滤波器 159 耦合的输出。这些一起按照类似于上述信道上路径的方式运行。注意，在各种实施例中，宽带功率检测器可以有用地用于检测诸如相邻信道的 WCDMA 信号的信号的功率电平。环路滤波器 159 的输出耦合到比较器，如比较/滞后块 161，其将检测的功率电平如干扰功率电平与在 163 可得到的一个或多个功率或宽带阈值比较，并由此基于宽带干扰阈值确定是否指示例如 PMA 的更多或更少衰减。比较/滞后块 161 在端子 146 提供对应于信道外功率电平的信道外 AGC 指示或信道外宽带 AGC 指示。

宽带峰值检测器 157 包括公知的用于估计信号包络幅度的峰值检测器。对由峰值检测器检测的峰值电平的指示耦合到环路滤波器 165。环路滤波器 165 类似于环路滤波器 135，并执行类似于环路滤波器 135

的功能。但是在一个或多个实施例中，集成时间更短，如 100-500 码元或大约 25-130 微秒，由此产生大约 30-150 微秒的更新周期。注意，在各种实施例中，宽带峰值检测器可以有利地用于检测诸如相邻信道的窄带干扰的信号如 GSM 信号的峰值电平。环路滤波器 165 的输出耦合到比较器，如另一个比较/滞后块 167，其将检测的功率电平如干扰峰值电平与在 171 可得到的一个或多个峰值或窄带干扰阈值比较，并由此基于窄带干扰阈值确定是否指示例如 PMA 的更多或更少衰减。应当注意，峰值阈值可以不同于上述功率阈值或相对于上述功率阈值独立选择地变化，例如在一个实施例中峰值阈值选择为超过功率阈值大约 6-12dB。注意，环路滤波器 159、165 还可以使它们各自的累加时间相互独立地调整或编程。比较/滞后块 167 在端子 147 提供对应于信道外峰值电平的信道外宽带 AGC 指示。基于功率和峰值的 AGC 指示是在或门 148 执行 OR 运算，并耦合到信道外状态机或控制器 173。注意，控制器 173 与控制器 143 相互耦合。

信道上控制器 143 和信道外控制器 173 分别与信道上 AGC 指示和信道外 AGC 指示耦合，并一起用作配置为提供对应于信道上 AGC 指示或信道外 AGC 指示的增益控制信号的控制器。该控制器由此包括与信道上 AGC 指示耦合的信道上控制器以及与信道外 AGC 指示耦合的信道外控制器，其中信道上控制器和信道外控制器合作以用于提供增益控制信号，具体地说是在 175 的包括多个控制行 (PMA[M:0], LNA[0], ...LNA[N]) 的数字增益控制信号。PMA[M:0] 向数字模拟转换器 (DAC) 177 传送 4 位控制信号。该控制信号由 DAC 177 转换为模拟增益控制信号，并且该信号用作增益控制信号 113 以调整 PMA 111 的增益或衰减。如下面参照图 3 和图 4 进一步讨论的，信道上和信道外控制器合作以按照各种方式运行，包括：具有或没有信道外干扰的信道上 AGC 控制；信道外 AGC 控制，其中信道上 AGC 控制 (至少 PMA 部分) 关闭或被禁止，尽管在一个或多个实施例中信道上 AGC 检测器系统连续运行并且提供上述 RSSI 信号，并且连续控制 LNA 103；以及信道上 AGC 恢复模式。例如，在信道上 AGC 指示对应于

小于信道上阈值或在某些实施例中高于信道上阈值的信道上信号，并且信道外 AGC 指示对应于高于信道外阈值的信道外信号时，信道上控制器关闭，并且信道外控制器提供增益控制信号。

参照图 2，简要讨论和描述从图 1 的接收器和 AGC 系统来看的信道上和各种信道外信号的频率关系的示意图。水平轴 201 示出相对于信道上信号 202 的中心频率的频率，而垂直轴 203 是相对振幅或功率。信道上信号 205 可以低于 -100dBm（接收器的灵敏度），并且占据 3.8 至 4.0MHz 的两侧(two sided) 3dB 宽带，其中信道间隔为 5.0MHz。位于相邻信道的类似信号 207 如 UMTS 或 WCDMA 信号占据以等于从信道上信号的中心频率中去掉 5.0MHz 的频率为中心的大约 4.6MHz 的带宽，并且可以具有高达 -52dBm 的振幅（即比信道上信号大 48dBm）。注意，该干扰信号可以随着信道上信号 202 增加到 -25dBm 而 dB 对 dB (dB for dB)地增加。可以比较靠近信道上信号的其它信号或干扰信号是窄带干扰，如 GSM 信号（带宽大约是 25KHz），其中在 2.7MHz 处示出一个 GSM 信号 209，在 3.5MHz 处示出另一个 GSM 信号 211，每个信号都具有高达 -44dBm 的振幅或功率（比这一个信道信号高 56dBm）。注意，可以存在另外的干扰（未示出）。这些干扰信号类似地可以随着信道上信号 dB 对 dB 地增加。图 2 还示出代表高通滤波器 153 的一个实施例的示例性频率响应曲线 213。注意，信道上信号会被高通滤波器大大衰减，而信道外干扰不会。

图 2 示出可能以很少或有限的选择性在 ADC 117 前端或之前产生的各种问题，即 ADC 117 或由于各种因素包括经济因素以及功耗、尺寸和重量因素而固有地具有有限动态范围的其它更靠前或更靠后的功能，可能被大的信道外干扰信号如信号 207、209 或 211 弄得过载(超过动态范围)。由于传统的信道上 AGC 系统（参见 123）必须向信道上信道信号的接收信号强度（RSSI）提供一定的分辨率，以有助于合适地接收该信号，因此传统的系统没有装备成处理信道外干扰。信道上 AGC 系统在进行很多或全部系统滤波之后处理窄带信道上信号（见高阶抽取滤波器 127 和信道滤波器 129），因此不测量信道外信号，

如信号 207-211, 并因此不能避免或减轻可能例如在 ADC 117 发生的任何过载条件。根据本发明的一个或多个实施例有利地解决这些和其它问题。信道外信号检测器 121, 考虑到具有其频率响应曲线 213 的高通滤波器 153, 具体地对信道外信号电平进行评估, 并与信道上 AGC 系统合作以便于整个接收器系统的合适增益控制。

参照图 3 和图 4, 将讨论和描述根据一个或多个实施例的如图 1 的系统在 AGC 系统中的方法的流程图。尽管这些方法在上下文合适时是参照图 1 来讨论的, 可以理解该方法可以在图 1 的系统中实践, 并且还可以用其它适当配置的装置实施或实践, 只要利用根据下面讨论的构思或原理即可。

图 3 和图 4 示出接收器中有助于自动增益控制 (AGC) 的方法 300、400。该方法包括提供信道上 AGC 指示 (401 对应于来自 137 的 RSSI 数据) 和信道外 AGC 指示 (301 对应于来自 159 或 165 的输出数据); 选择信道上 AGC 指示和信道外 AGC 指示中的至少一个; 并且响应该选择, 提供取决于信道上 AGC 指示和信道外 AGC 指示中的该至少一个的增益控制信号。注意, 给定各 AGC 数据或指示, 图 3 和图 4 的平衡很大程度上专用于选择合适的数据或指示并根据该选择和下面将要讨论的其它规格提供合适的增益控制信号的细节。注意, 信道上 AGC 数据或指示可以大于或小于强信号阈值 (单独就可以导致过载条件的大的信道上信号) 或大于或小于 (例如小于) 正常的信道上阈值。还要注意, 信道外数据或 AGC 指示可以大于或小于表示可能存在大的信道外信号或干扰的 HI(高)阈值 (功率或峰值), 或者大于或小于表示不再存在大的信道外信号的 LOW(低)阈值。图 3 和图 4 的各种方法或过程合作以根据信道上和信道外 AGC 数据或指示的各种状态提供合适的增益控制信号。

参照图 3, 示出包括对应控制器 (例如信道外检测器 121 和信道外控制器 173) 的专用于信道外 AGC 系统的过程。首先在 301, 确定信道外数据是否准备好。该数据将由于高通滤波来自 ADC 的输出的接收器信号而可获得, 从而提供例如干扰信号。这也使得在环路滤波

器 159、165 的输出端可获得由于最近 AGC 增益控制更新等而产生的任何新数据有足够的时间(反馈延迟、滤波器累加时间、数据转换等)。该信道外或输入数据(滤波器 159、165 的输出)相对于各种阈值进行检查或与该阈值比较,如表示干扰的信道外功率电平的数据(例如,对应于 W-CDMA 或 UMTS 信号)与功率阈值比较,同时表示干扰的信道外峰值电平的数据(例如对应于 GSM 信号)与峰值阈值比较。基于该检查或比较,该路径前进到 305 或该路径前进到 307。

假定信道外 AGC 数据或指示超过 HI 阈值,由此存在强的信道外信号如干扰,从而表示例如在 PMA 中减小增益是合适的。在 305,在这些情况下,可选地,该方法首先检查信道上数据或 AGC 指示是否满足(例如超过)强信号阈值(信道上信号大到足以使 ADC 或其它功能过载)。如果信道上数据小于或等于强信号阈值,则一个或多个实施例启动或进入关闭过程,并且通常将禁止 PMA 309 的信道上 AGC 控制。在任何情况下,311 表示 PMA(或其它可控制的增益)减少(在信道外 AGC 控制下),该方法从 301 开始重复。由此,在一个或多个实施例中,提供信道上 AGC 指示和信道外 AGC 指示进一步包括提供对应于满足信道外或 HI 阈值的干扰的信道外 AGC 指示,以及可选地提供对应于不满足强信号阈值的信道上信号的信道上指示。在这种情况下,该选择进一步包括选择信道外 AGC 指示;提供增益控制信号进一步包括响应该信道外 AGC 指示而提供增益控制信号。

如果信道上 AGC 数据或指示满足强信号阈值,可选地,313 表示 AGC 系统的信道上控制继续下去。由此,提供信道上 AGC 指示和信道外 AGC 指示进一步包括提供对应于满足信道上强信号阈值的信道上信号的信道上指示。在这些实施例中,选择进一步包括选择信道上 AGC 指示,提供增益控制信号进一步包括响应该强信号 AGC 指示(强信号 RSSI 较不(less)正常阈值)而提供增益控制信号。注意,当信道外 AGC 指示对应于满足一个信道外阈值的干扰时,信道外 AGC 系统将通常地控制和提供增益控制信号,而不管信道上 AGC 指示。可选地,例外是当信道上 AGC 指示满足大的信号阈值时。

注意，信道外 AGC 控制和禁止信道上 AGC 控制需要图 3 的过程和图 4 的过程之间的交互和合作功能性，下面将对此讨论。在图 1 中，该交互或合作功能性设置在所示信道外和信道上控制器 173、143 之间。注意，在各种实施例中，即使信道上 AGC 控制被禁止，RSSI 计算功能仍然继续运行并提供 RSSI 数据 141，而且还要注意，LNA 通常在信道上 AGC 控制下。

在图 1 中，可以理解，减小 PMA 等等表示提供 PMA[M:0]（或 LNA[M],...,LNA[0]）上的信号以由此调整 PMA 的增益。注意，各种实施例可能发现，当信道外 AGC 系统控制接收器增益时，利用小增益减小步长如 3dB 来减小 PMA 等是有利的，由此避免接收器增益的过补偿和接收器对信道上信号接收的不正确操作。实际上，这是上述关闭过程。这也可以允许使用更低成本和可能更小精度的信道外检测器。

假定信道外数据或 AGC 指示不超过 HI 阈值(峰值或功率阈值)，而且 AGC 信道上 PMA 控制系统未关闭，则延迟信道上 AGC 系统以进行 AGC 控制 307，并且方法从 301 开始。如果 AGC 方法已经关闭（参见 309），则在 315，信道外数据与低阈值 315（在一些实施例中比 HI 阈值小 4dB - 6dB）比较。如上所述，HI 和 LOW 阈值是滞后功能 161、167 的一部分。如果信道外 AGC 指示或数据不小于 LOW 阈值，然后继续关闭过程 317，例如继续禁止信道上 AGC PMA 控制和减小 PMA。如果信道外 AGC 数据小于 LOW 阈值，则将信道上 AGC 过程设置在恢复模式，即启动信道上 AGC 控制，但只允许可能以快于正常的速度进行小的增益变化。因此，图 3 的方法实际上重复提供增益控制和减小 PMA，直到信道外 AGC 指示不再满足信道外阈值(考虑滞后)为止，然后启动或激活恢复模式，在这种模式中，信道上 AGC 控制被激活，而且响应信道上 AGC 指示而提供增益控制信号。这通过下面对图 4 的讨论而变得更加清楚。

参照图 4，讨论和描述针对 AGC 系统如图 1 的系统中的方法的另一流程图。该方法在 401 开始提供信道上 AGC 指示或数据，即在

RSSI 计算功能 137 的输出端数据可以得到,例如已经对增益控制信号等等进行了任何更新,而且环路滤波器有时间累积新数据。在 405,检查信道上 AGC 系统的状态。信道上 AGC 系统可以处于关闭过程,例如信道上 AGC PMA 控制被禁止(从 309 开始),并且在这种情况下,信道上 AGC 407 不提供对 PMA 等的更新。信道上 AGC 系统可以在恢复过程 409,在这种情况下,增益控制信号是根据信道上 AGC 指示来提供的,但是一次只允许小的最大增益变化(在一些实施例中是 3dB),直到该恢复过程结束为止。基本上在一个或多个实施例中,通过该过程或方法 400,恢复阶段是计数或循环的预定最大次数,如 4-10 次。如果该方法在恢复过程中,则 411 表示检查恢复计数,如果该计数等于预定次数,则该恢复阶段或过程在 413 结束,该过程从 401 继续。如果恢复计数小于预定次数 415,则该计数增加,恢复继续,方法从 401 继续下去。注意,更新之间的时间可以通过例如对环路滤波器 135 的累积时间进行编程来改变。如果信道上 AGC 过程或系统没有关闭或不在恢复中 417,则进行正常的信道上 AGC 控制,即选择信道上 AGC 指示或数据并且响应该信道上 AGC 指示提供增益控制信号。注意,当信道上 AGC 系统不处于恢复过程时,允许远大于(例如 10-15dB)小的最大增益变化(在一些实施例中是 3dB)的步长大小。

上面参照图 1 至图 4 的讨论描述了本发明针对 AGC 系统的各种构思和原理,其可以有利地例如实施为有助于接收器的自动增益控制(AGC)的集成电路。该集成电路包括窄带 AGC 检测器 123、数字宽带 AGC 检测器 145,以及与窄带 AGC 检测器和数字宽带 AGC 检测器耦合并配置为提供增益控制信号的控制器 143、173。该集成电路还可以包括可控增益放大器(具有耦合到增益控制信号的控制输入端 113、耦合到接收器信号的输入端以及设置为以通过增益控制信号调整的电平提供接收器信号的输出端的 PMA 111)、和具有耦合到可控增益放大器的输出端的输入端的模拟数字转换器(ADC) 117。在各种实施例中,窄带 AGC 检测器进一步包括与 ADC 的输出端耦合的窄带

宽滤波器（滤波器 127、129 的组合）和信道上信号电平检测器 123，数字宽带 AGC 检测器进一步包括耦合到 ADC 的输出端的宽带宽滤波器 151、耦合到宽带宽滤波器的输出端的高通滤波器 153、以及信道外干扰电平检测器 155、157。

参照图 5，各种模拟结果展示出针对图 1 的 AGC 系统的增益控制曲线 500。在该图中，当关闭过程 502、504 被启动 503、505 时，将关闭信号或标志 501 设置为“1”。该关闭是通过存在的大的信道外信号或干扰所导致的。注意，在关闭时 PMA 507 的增益以 3dB 的步长（在一些实施例中可以编程）减小。例如在第一次关闭时，增益以 5 个步长从 12dB 减小到 -3dB。

当恢复过程 510、512 被启动 511、513 时，将恢复标志 509 或信号设置为“1”，关闭标志或信号 501 设置为“0”。由此第一次恢复开始，小的最大增益变化（3dB）用于将 PMA 的增益从 -3 缓慢增加到 6dB。注意，在恢复过程中步长可以是正的或负的。还要注意，在第一次恢复过程 510 期间的恢复计数 515 从 5 减小到 2。该恢复在 505 被假定的其它信道外干扰信号中断，而且第二关闭过程在 505 开始。第二次恢复 512 在 513 开始，但是在这种情况下 PMA 增益还从 -9 减小到 -27，计数器从 5 减小到 0，恢复标志设置为“0”，正常的信道上 AGC 控制在 517 开始，在此正常的控制允许更大的增益变化步长。

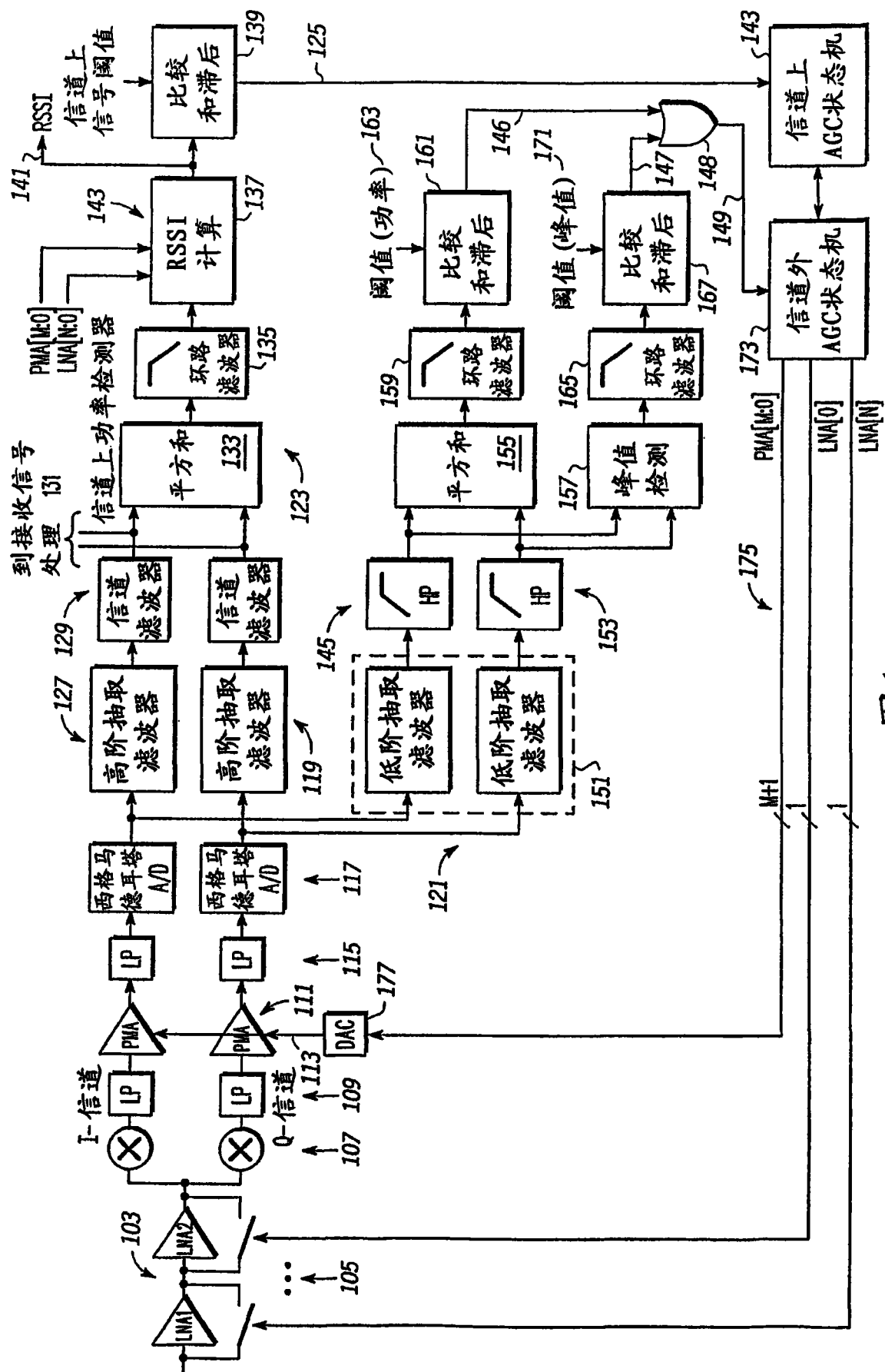
参照图 6，将讨论和描述其它表示对图 1 的 AGC 系统的信道上增益控制的另一曲线。图 6 作为信道上输入信号电平 609 的函数示出专用信号电平（RSSI 值）601、在 RSSI 计算输入端 603 的实际信号电平、LNA 增益控制信号 605、PMA 增益 607。注意，当输入信号电平上升时 PMA 的增益减小。当 LNA 被绕过 611（增益控制信号变为 0）时，增益替换发生，PMA 增益增加。一旦所有可提供的增益控制或衰减都发生之后，RSSI 计算器输入端的信号电平增加 603。

参照图 7，将讨论和描述其它表示针对图 1 的 AGC 系统的信道外增益控制的曲线。图 7 示出这样的情况，其中信道外 10MHz 的信号振幅（水平轴 701）增加到在 ADC 上产生过载的点。宽带或信道

外检测器响应并减小 PMA 703 的增益。LNA 没有被关闭或绕过 705，而且 RSSI 信号 707（RSSI 计算的输出）、709（RSSI 计算的输入）经历了有限的增加。

上面讨论和描述了用于接收器的自动增益控制系统，其设置和构造为提供增益控制来减轻接收器中信道外干扰的影响，其中针对这种干扰的防护有限。一般来说，自动增益控制有利地使用传统的信道上 AGC 检测器以及信道外 AGC 检测器和控制器，它们一起合作以便在存在干扰时和不存在这种干扰时提供合适的增益控制信号。

该公开物意欲说明如何根据本发明形成和使用各种实施例，而不是要限制其真实的、期望的和合理的范围和精神。上面的描述不是要穷尽或限制本发明到所公开的精确形式。在上述教益的启发下可以进行修正或更改。选择和描述了实施例，以提供对本发明的原理及其实际应用的最佳说明，而且使本领域的技术人员可以在各种实施例中利用本发明，并采用适合于预期的特定用途的各种修改。在以根据合理、合法和公正授权的宽度解释时，所有这样的修正和变化都落入在专利本申请的未决期间可能进行修改的所附权利要求及所有等同物所确定的本发明范围内。



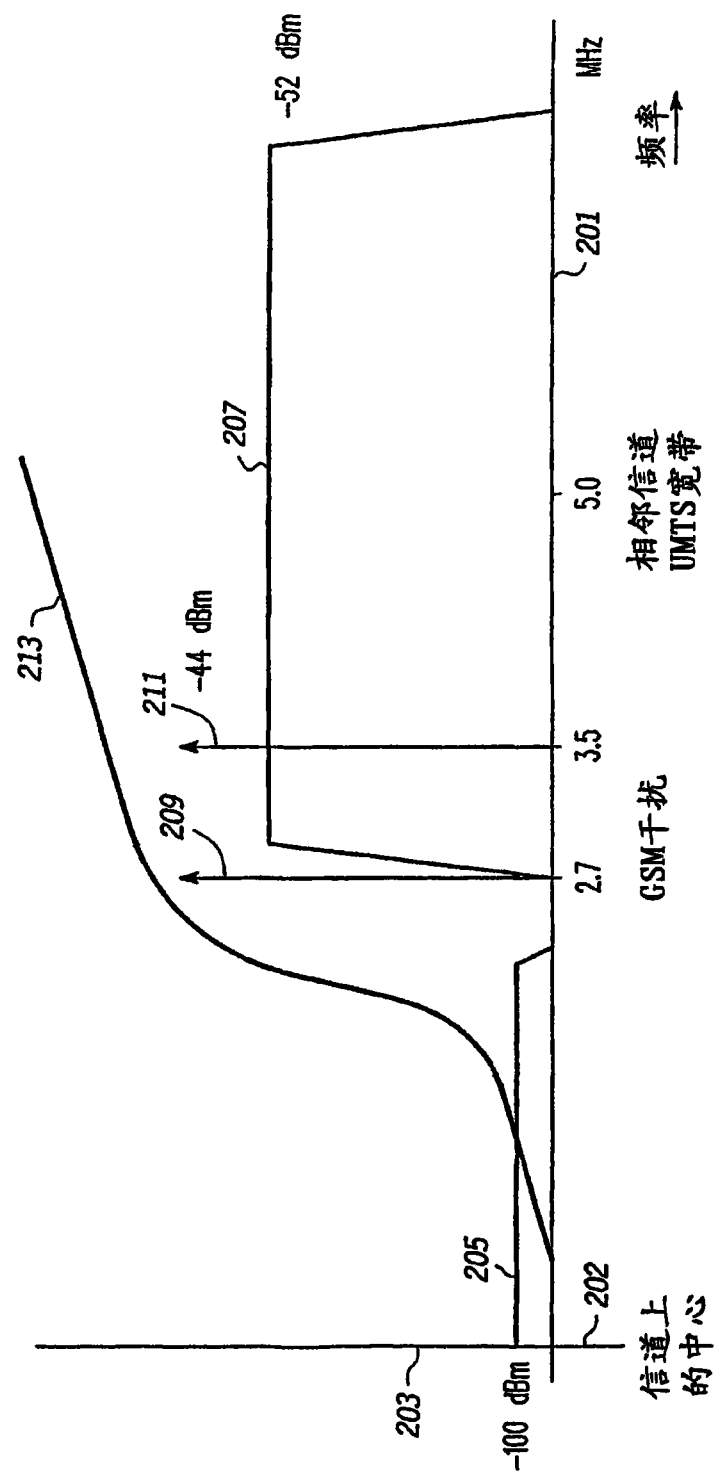


图 2

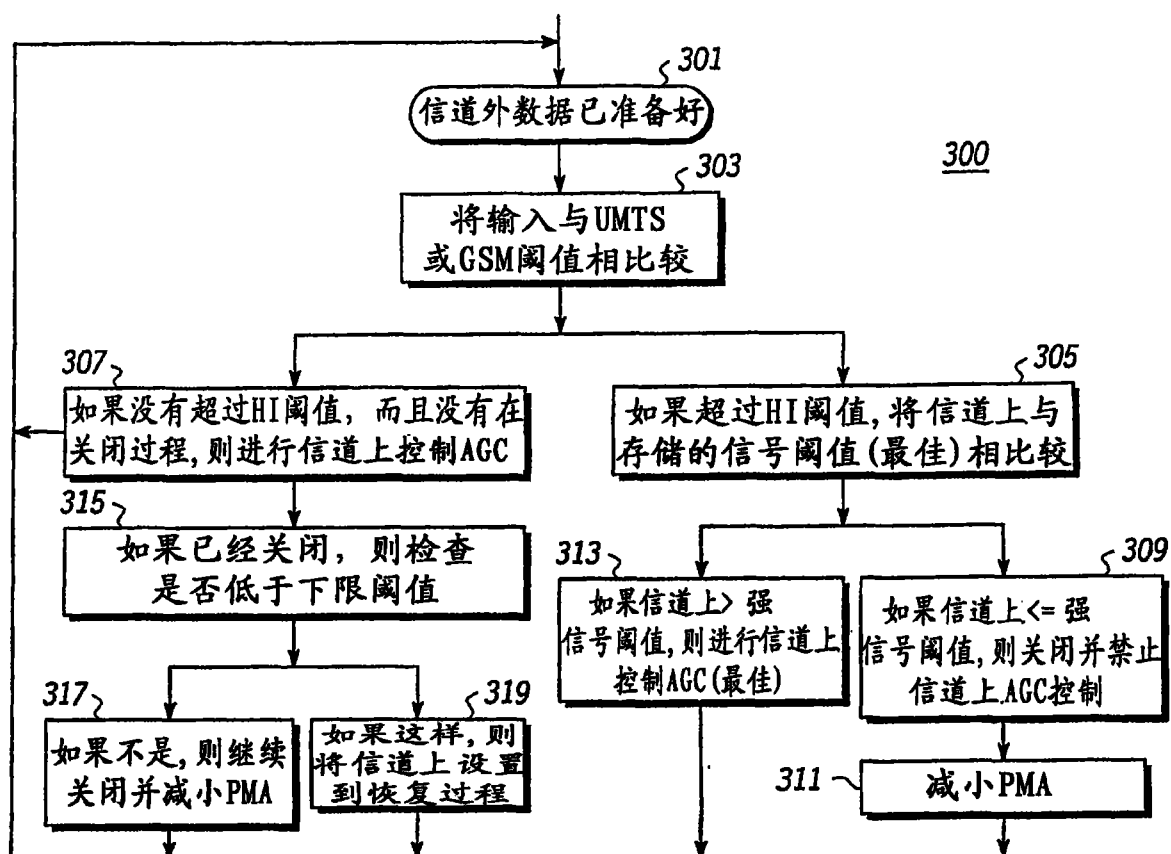


图 3

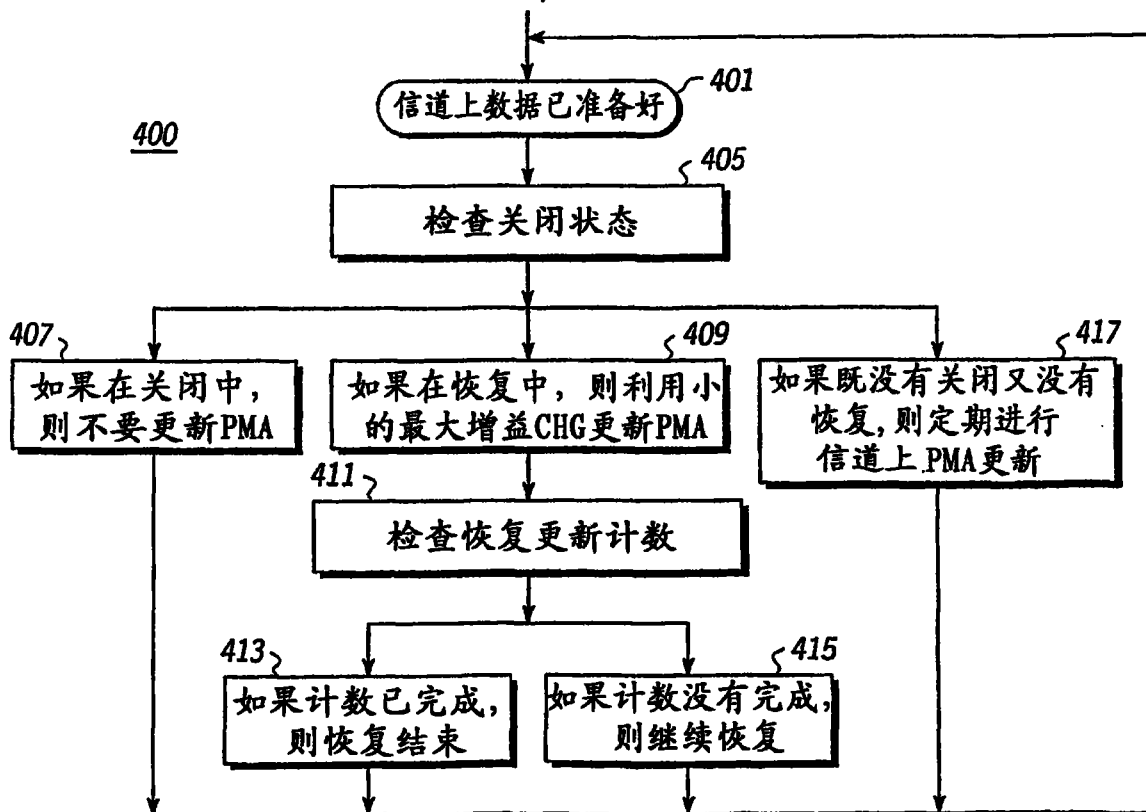


图 4

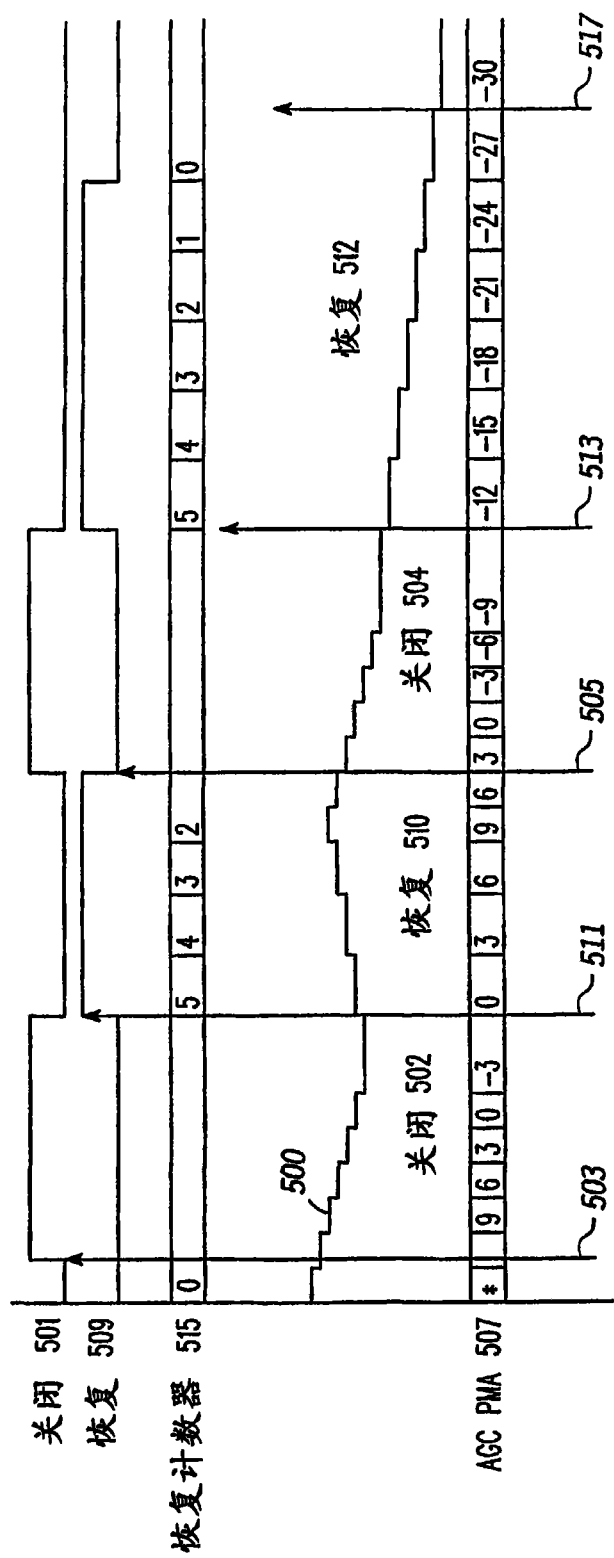


图5

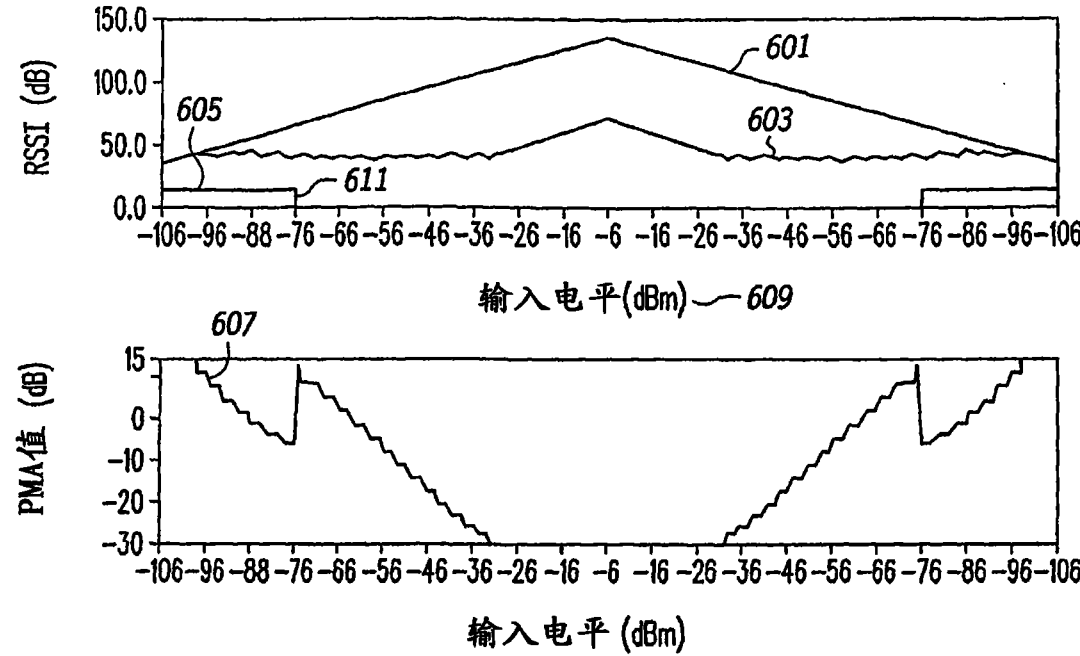


图 6

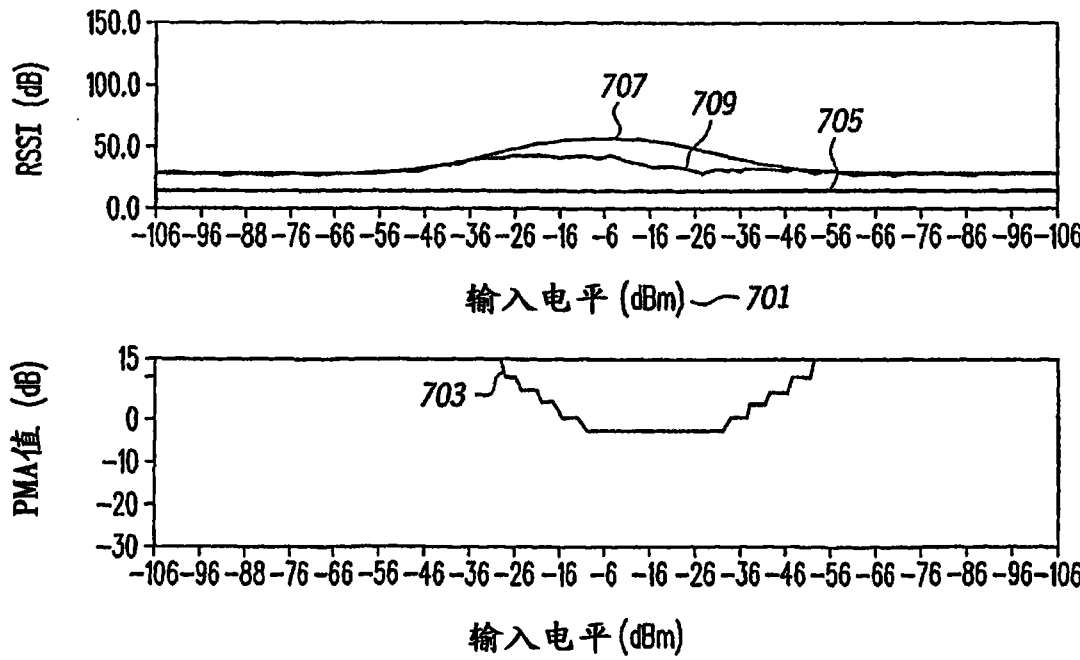


图 7