

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04B 7/15 (2006.01)

H04B 3/36 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580014873.7

[43] 公开日 2007年7月4日

[11] 公开号 CN 1993904A

[22] 申请日 2005.5.12

[21] 申请号 200580014873.7

[30] 优先权

[32] 2004.5.13 [33] US [31] 60/570,465

[32] 2004.5.13 [33] US [31] 60/570,466

[32] 2004.5.13 [33] US [31] 60/570,439

[86] 国际申请 PCT/US2005/016592 2005.5.12

[87] 国际公布 WO2005/115022 英 2005.12.1

[85] 进入国家阶段日期 2006.11.10

[71] 申请人 威德菲公司

地址 美国佛罗里达

[72] 发明人 小詹姆斯 A 普罗克特 肯尼思 M 盖尼
费萨尔 M 沙德

[74] 专利代理机构 上海恩田旭诚知识产权代理有限公司
代理人 丁宪杰

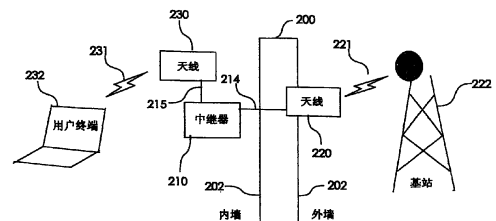
权利要求书 5 页 说明书 18 页 附图 7 页

[54] 发明名称

具检测及媒体接入控制的非变频中继器

[57] 摘要

一种用于时分双工 (TDD) 无线协议通信系统的非变频中继器 (110, 210, 300) 包括检测、重发送及自动增益控制。通过检测器 (309, 310) 及处理器 (313) 执行检测。使用逻辑单元 (314) 的处理器 (313) 可代替检测。可使用有多种形状因素的天线 (220, 230) 来耦接基站 (222) 与可用户终端 (232), 该用户终端可位于诸如建筑或类似者深处的次最优位置。



- 1、一种非再生中继方法，所述非再生中继方法中继根据时分双工（TDD）协议从第一站发送至第二站的信号，所述第一站由下行链路与所述第二站通信并且所述第二站由上行链路与所述第一站通信，所述方法包括：

检测与一或多所述上行链路及所述下行链路相关的间隔中所述信号的存在；

若在所述上行链路检测到所述信号，使用指向所述第一站的第一天线将所述信号从所述第二站重发送至所述第一站；及

若在所述下行链路检测到所述信号，使用指向所述第二站的第二天线与全向天线之一将所述信号从所述第一站重发送至所述第二站；

其中与一或多所述第一天线、所述第二天线及所述全向天线相关的形状因素便于所述检测及重发送。
- 2、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于进一步包括在将所述信号从前加入延迟至所述信号以补偿与所述检测相关的时间。
- 3、如权利要求 2 所述的方法，其特征在于所述延迟小于与所述协议相关的超时参数。
- 4、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于所述检测包括使用与接收信号强度指示器（RSSI）相关的开窗函数来检测上行链路间隔与下行链路间隔之间的一或多间隙。
- 5、如权利要求 4 所述的方法，其特征在于所述检测包括通过检测与所述 RSSI 相关的增加来检测一或多所述上行链路间隔及所述下行链路间隔的开始。
- 6、如权利要求 4 所述的方法，其特征在于所述检测包括将所述上行链路间隔识别为与相对的低功率电平相关以及将所述下行链路间隔识别为与相对较高的功率电平相关。
- 7、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于进一步包括指示与所述上行链路及所述下行链路相关的参数，所述参数的指示便于一或多所述第一天线、所述第二天线及所述全向天线的放置。
- 8、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于所述参数包括与所述上行链路及所述下行链路相关的同步级别。
- 9、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于所述协议包括 IEEE802.16 协议、802.20 协议、IEEE802.16(d)协议、IEEE802.16(e)协议、IEEE802.16(d/e)协议、个人手持电话系统（PHS）协议及时分同步码分多址接入（TDS-CDMA）协议之一。
- 10、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于所述第一站包括基站且所述第二站包括用户终端。
- 11、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于进一步包括保持用于所述上行链路的第一自动增益控制（AGC）电平以及用于所述下行链路的第二 AGC 电平，所述第二 AGC 电平独立于所述第一 AGC 电平。
- 12、一种非再生非变频中继器，所述中继器用于中继根据时分双工（TDD）

协议从第一站发送至第二站的信号，所述第一站由与空中接口相关的下行链路与所述第二站通信并且所述第二站由与空中接口相关的上行链路与所述第一站通信，所述中继器包括：

通过所述空中接口耦接至所述第一站的第一天线；

通过所述空中接口耦接至所述第二站的第二天线与全向天线之一；及耦接至所述第一天线及所述第二天线与所述全向天线之一的中继器模块，所述中继器模块包括：

检测一或多所述上行链路及所述下行链路上所述信号存在的检测器电路；

发送电路，若在所述上行链路检测到所述信号，所述发送电路使用指向所述第一站的第一天线将所述信号从所述第二站重发送至所述第一站并且若在所述下行链路检测到所述信号，所述发送电路使用指向所述第二站的第二天线与全向天线之一将所述信号从所述第一站重发送至所述第二站；

其中与一或多所述第一天线、所述第二天线及所述全向天线相关的形状因素便于所述信号的中继，所述形状因素包括放置。

- 13、如权利要求 12 所述的中继器，其特征在于所述第一天线之一及所述第二天线与所述全向天线之一通过所述中继器模块定义为耦接至施主天线，并且所述中继器模块配置为与从所述施主天线接收的所述信号同步，所述施主天线根据所述中继器的安装指导及与所述施主天线相关的所述信号的已知特性之一来定义。
- 14、如权利要求 13 所述的中继器，其特征在于所述施主天线根据信号质量量度定义，所述量度包括：接收信号强度指示器(RSSI)、信噪比(SNR)、及 E_b/N_0 值。
- 15、如权利要求 12 所述的中继器，其特征在于所述第一天线至少之一及所述第二天线与所述全向天线之一使用光缆耦接至所述中继器。
- 16、如权利要求 12 所述的中继器，其特征在于进一步包括指示器，所述指示器指示与所述上行链路及所述下行链路相关的参数，所述指示便于一或多所述第一天线、所述第二天线及所述全向天线的放置。
- 17、如权利要求 16 所述的中继器，其特征在于所述参数包括与所述下行链路及所述下行链路相关的同步级别。
- 18、如权利要求 12 所述的中继器，其特征在于所述中继器模块中进一步包括用于在藉由所述检测器电路的所述检测与藉由所述发送电路的所述发送之间加入延迟的延迟单元，所述延迟用于补偿与藉由所述检测器电路的检测相关的时间。
- 19、如权利要求 12 所述的中继器，其特征在于所述协议包括 IEEE802.16 协议、802.20 协议、IEEE802.16(d)协议、IEEE802.16(e)协议、IEEE802.16(d/e)协议、个人手持电话系统 (PHS) 协议及时分同步码分多址接入 (TDS-CDMA) 协议之一。

- 20、 如权利要求 12 所述的中继器，其特征在于所述第一站包括基站且所述第二站包括用户终端。
- 21、 如权利要求 12 所述的中继器，其特征在于所述检测器电路包括配置为使用开窗函数来检测上行链路间隔与下行链路间隔之间的一或多间隙的处理器，所述开窗函数与接收信号强度指示器（RSSI）相关，所述接收信号强度指示器与所述协议相关。
- 22、 如权利要求 19 所述的中继器，其特征在于所述处理器进一步配置为通过检测与所述 RSSI 相关检测的增加来检测一或多所述上行链路间隔及所述下行链路间隔的开始。
- 23、 一种用于非再生中继已发送信号的时分双工(TDD)中继器系统，所述系统包括：
 第一站；
 通过根据协议的空中接口耦接至所述第一站的第二站，所述协议与网络相关，所述第一站由与空中接口相关的下行链路与所述第二站通信并且所述第二站由与所述空中接口相关的上行链路与所述第一站通信；
 通过所述空中接口耦接至所述第一站的第一天线；
 通过所述空中接口耦接至所述第二站的第二天线与所述全向天线之一；及
 耦接至所述第一天线及所述第二天线与所述全向天线之一的中继器模块，所述中继器模块包括：
 检测一或多所述上行链路及所述下行链路上所述信号存在的检测器；
 发送器，若在所述上行链路检测到所述信号，所述发送器使用指向所述第一站的第一天线将所述信号从所述第二站重发送至所述第一站并且若在所述下行链路检测到所述信号，所述发送器使用指向所述第二站的第二天线与全向天线之一将所述信号从所述第一站重发送至所述第二站；
 其中与一或多所述第一天线、所述第二天线及所述全向天线相关的形状因素便于所述已发送信号的非再生中继。
- 24、 如权利要求 23 所述的 TDD 中继器系统，其特征在于：
 所述网络为具有多个载频的个人手持电话系统（PHS）网络；及
 所述中继器模块配置为同步及跟踪所述多个载频之一，并且在其它所述多个载频上中继。
- 25、 如权利要求 23 所述的 TDD 中继器系统，其特征在于所述形状因素包括用于一或多所述第一天线、所述第二天线及所述全向天线的放置位置。
- 26、 如权利要求 23 所述的中继器系统，其特征在于进一步包括与所述中继器模块耦接的指示器，所述指示器指示与所述上行链路及所述下行链路相关的参数，所述指示器便于一或多所述第一天线、所述第二天线及所述全向天线的放置。

- 27、如权利要求 26 所述的中继器系统，其特征在于所述参数包括与所述下行链路及所述下行链路相关的同步级别。
- 28、如权利要求 23 所述的 TDD 中继器系统，其特征在于所述中继器模块进一步包括用于在藉由所述检测器电路的所述检测与藉由所述发送电路的所述发送之间加入延迟的延迟单元，所述延迟用于补偿与藉由所述检测器电路的检测相关的时间。
- 29、如权利要求 23 所述的 TDD 中继器系统，其特征在于进一步包括耦接至所述发送器的自动增益控制(AGC)模块，所述 AGC 模块用于控制与所述上行链路及所述下行链路上所述信号相关的发送电平，其中所述发送电平根据与所述网络相关的条件保持在用于所述上行链路的第一预定电平及用于所述下行链路的第二预定电平。
- 30、如权利要求 29 所述的 TDD 中继器系统，其特征在于所述 AGC 模块用于控制与所述上行链路及所述下行链路上所述信号相关的发送电平，其中所述发送电平根据与所述网络相关的条件保持在预定电平。
- 31、如权利要求 23 所述的 TDD 中继器系统，其特征在于进一步包括耦接至所述发送器的自动增益控制(AGC)模块，所述 AGC 模块用于控制与所述上行链路及所述下行链路上所述信号相关的发送电平，其中所述发送电平根据与所述网络相关的条件保持在用于所述上行链路上相应多个信道的第一多个预定电平与所述下行链路上相应多个信道的第二多个预定电平。
- 32、如权利要求 23 所述的 TDD 中继器系统，其特征在于所述协议包括 IEEE802.16 协议、802.20 协议、IEEE802.16(d)协议、IEEE802.16(e)协议、IEEE802.16(d/e)协议、个人手持电话系统 (PHS) 协议及时分同步码分多址接入 (TDS-CDMA) 协议之一。
- 33、如权利要求 23 所述的 TDD 中继器系统，其特征在于所述协议包括 IEEE802.16 协议、802.20 协议、IEEE802.16(d)协议、IEEE802.16(e)协议、IEEE802.16(d/e)协议、个人手持电话系统 (PHS) 协议及时分同步码分多址接入 (TDS-CDMA) 协议之一。
- 34、如权利要求 23 所述的 TDD 中继器系统，其特征在于所述第一站包括基站且所述第二站包括用户终端。
- 35、如权利要求 24 所述的 TDD 中继器系统，其特征在于所述第一站包括基站且所述第二站包括用户终端。
- 36、如权利要求 23 所述的 TDD 中继器系统，其特征在于所述检测器包括配置为使用开窗函数来检测上行链路间隔与下行链路间隔间的一或多间隙的处理器，所述开窗函数与接收信号强度指示器 (RSSI) 相关。
- 37、如权利要求 24 所述的 TDD 中继器系统，其特征在于所述处理器进一步配置为通过检测与所述 RSSI 相关检测的增加来检测一或多所述上行链路间隔及所述下行链路间隔的开始。
- 38、一种用于非再生中继已发送信号的时分双工(TDD)中继器系统，所述系统包括：
 - 第一多输入多输出(MIMO)站；
 - 多个通过根据协议的空中接口耦接至所述第一 MIMO 站的第二站，

所述协议与网络相关，所述第一 MIMO 站由与空中接口相关的下行链路与所述多个第二站通信并且所述多个第二站由多个与所述空中接口相关的上行链路与所述第一 MIMO 站通信；

通过所述空中接口耦接至所述第一 MIMO 站的第一多个天线；

通过所述空中接口耦接至所述多个第二站的第二多个天线；及

耦接至所述第一多个天线及所述第二多个天线的多个中继器模块。

- 39、一种非再生非变频中继器，所述中继器用于中继根据与网络相关的时分双工（TDD）协议从第一站发送的信号，所述第一站由与空中接口相关的下行链路通信，所述中继器包括：

第一天线模块，所述第一天线模块具有在用于安装于建筑物窗的包装内的第一天线对，所述第一天线对通过所述空中接口耦接至所述第一站；

耦接至所述空中接口的第二天线模块，所述第二天线模块位于所述建筑物内部；及

耦接至所述第一天线模块及所述第二天线模块的中继器模块，所述中继器模块包括：

使用所述第一天线模块检测所述下行链路上所述信号存在的检测器电路；

使用所述第二天线模块从所述第一站重发送所述信号至所述建筑物内部的发送电路。

- 40、如权利要求 39 所述的中继器，其特征在于所述网络为广域网(WAN)、无线局域网(WLAN)及无线城域网(WMAN)之一。

- 41、如权利要求 39 所述的中继器，其特征在于所述检测器进一步配置为：

使所述中继器模块与所述下行链路和所述上行链路之一的时隙定时同步，所述下行链路和所述上行链路与所述网络相关的；及

根据检测所述信号及所述同步的存在选择地致能或禁能中继。

具检测及媒体接入控制的非变频中继器

相关申请的交叉引用

本申请涉及下列申请：申请于 2004 年 5 月 13 日的第 60/570,439 号未决美国临时申请、申请于 2004 年 5 月 13 日的第 60/570,466 号未决美国临时申请及申请于 2004 年 5 月 13 日的第 60/570,465 号未决美国临时申请且要求该些申请的优先权，并且进一步涉及标题为“WIRELESS LOCAL AREA NETWORK WITH REPEATER FOR ENHANCING NETWORK COVERAGE（具有用于加强网络覆盖的中继器的无线局域网）”、国际申请号为 PCT/US03/28558 的 PCT 申请以及标题为“WIRELESS LOCAL AREA NETWORK REPEATER WITH DETECTION（具有检测的无线局域网中继器）”、国际申请号为 PCT/US03/35050 的 PCT 申请，该些内容合并在此作为参考。

技术领域

本发明主要涉及无线网络，特别地，本发明涉及非变频中继器的动态频率与时隙检测及媒体接入控制。

技术背景

用于一般称为 WLANs 的无线局域网或一般称为 WMANs 的无线城域网的若干新兴协议及/或规范已越来越流行，包括诸如 802.11、802.16d/e 的协议，以及被称为“WiFi”或“WiMAX”、时分同步码分多址接入（TDS-CDMA）、个人手持电话系统（PHS）的相关协议及类似者。许多该些协议，例如 PHS，作为发展中国家用于提供 WMAN 或蜂窝基础设施（cellular-like infrastructure）中网络接入的低成本选择已开始流行。

尽管使用上述标准无线协议的产品通常标明一定的数据率及覆盖范围，但该些性能级别的实现面临诸多挑战。实际的与规定的性能级别间的性能缺失具有多种原因，包括射频信号辐射路径的衰减，其对于 802.16d/e 典型地是与 2.3 至 2.4GHz 执照频带中的 10MHz 信道有关，尽管 802.16 可支持最大至 66GHz 的发送频率。如前述 PHS 的使用时分双工（TDD）协议工作的系统理应得到重视，部分原因为其在全球市场的广泛接受。

一些如需无线网络支持建筑物的结构中存在着问题，该些结构可能有包括阻隔壁布置及类似者的布局而且可能包括由可使射频信号衰减的材料制成的构造，所有这些都可能会使覆盖不足。再者，使用上述标准无线协议工作的装置

的数据率极其依赖信号强度。随着覆盖区域内距离的增加，典型地，无线系统的性能下降。最后，这些协议其本身的结构会影响工作范围。

无线业界通常使用中继器来扩大无线系统的范围。然而，在一个分配时隙之内工作的任何给定装置（例如 TDD 系统）中系统接收器及发送器中存在着问题及复杂性。该种系统中，当多发送器同时工作时（中继器工作中可能的情况）会产生困难。一些 TDD 协议提供定义的接收及发送时期藉此防止冲突。

TDD 系统中，接收与发送信道是通过时间而不是频率来分离，此外，一些诸如 PHS 系统及 802.16 系统的 TDD 系统使用用于特定上行链路/下行链路发送的预定时间。其它如 802.11 的 TDD 系统不使用预定时间隙来构造。TDD 系统的接收器及发送器可由包括物理分离、天线方向图、频率变换或极化隔离在内的任何数量的方法隔离。基于第 60/414,888 号美国临时申请、代理人案号为 WF02-05/27-003-PCT、标题为“WIRELESS LOCAL AREA NETWORK WITH REPEATER FOR ENHANCING NETWORK COVERAGE（具有用于加强网络覆盖的中继器的无线局域网）”、国际申请号为 PCT/US03/28558 的国际专利申请公开了一中使用频率转换隔离的示例。然而应当指出的是，为了保证工作稳健，非变频中继器为有效工作必须能够快速检测信号的存在并且与媒体接入控制及所有与该非变频中继器中继的 TDD 系统相关的协议协同工作以有效地中继时隙上的发送。

如本领域一般技术人员所熟知的，PHS 系统为具有指定控制时隙及多个业务时隙的 TDD 系统，这些指定控制时隙用于带宽为 300KHz 的指定频率信道上的上行链路及下行链路，这些业务时隙中之每一都可分配给 20MHz 带宽内的其它频率载波。PHS 系统中建立的每一连接，该上行链路及下行链路工作于相同的频率载波及“信道”，然而该上行链路及下行链路占用不同的时隙。更应重视的是，如应理解的，TDD 系统工作于 802.16 标准及所有时隙使用已知频率的协议。

发明内容

因此，在多种示范及代替示范实施例中，本发明扩展如 WLAN 环境的无线环境的覆盖范围，且一般地说，扩展任何时分双工系统中的覆盖范围，包括 IEEE802.16、IEEE802.20、PHS 及 TDS-CDMA，且具有可在使用预定上行链路及下行链路时隙或非预定随机接入（例如在基于 802.11 的系统中使用的）系统中执行的动态频率检测方法及中继方法。此外，一示范中继器可工作于诸如上行链路及下行链路的中继方向可藉由一段观测或藉由接收广播系统信息来确定之 802.16 及 PHS 系统的同步 TDD 系统。一示范 WLAN 非变频中继器允许两个或两个以上典型地具有非预定发送的 WLAN 节点，或诸如用户单元与基站

单元的同步及预定单元藉由与例如窄带下行链路控制信道上(如 PHS 系统中)的控制时隙间隔或任何有序下行链路间隔同步来通信, 并且中继一组较宽带宽的载频至宽带中继下行链路。在如 802.16 的其它系统中, 该控制时隙检测带宽与该被中继的带宽相同。在该上行链路侧, 该中继器最好藉由执行宽带监控来监控一或多用于用户侧发送的时隙, 且当测得上行链路发送时, 该接收到的信号可在该上行链路上朝该基站设备中继。根据多种示范实施例, 该中继器最好提供直接中继解决方案, 该方案实现在基本相同的时隙上(包括任何中继器延迟)发送所述接收到的信号。

附图说明

下文所附图示及详细说明共同合并在此且构成本说明书的一部分以进一步说明多种实施例并且解释根据本发明的多种原理及优点, 这些附图中, 相同的标号指代各独立图示中的相同或功能类似的元件。

图 1 为阐明根据多种示范实施例的示范非变频中继器的图示;

图 2 为阐明包括用户侧及基站侧的示范非变频中继器环境的图示;

图 3 为阐明与示范非变频中继器相关的示范检测及中继器电路的示意图;

图 4 为阐明与示范非变频中继器的多种实施例相关的接收信号强度指示器 (RSSI) 比示范检测时间的图表;

图 5 为阐明与示范非变频中继器的多种实施例相关的 TDD 间隔的中继器同步的流程图;

图 6 为阐明与示范非变频中继器的多种实施例相关的同步及预定 TDD 中继器的正常工作的流程图;

图 7 为阐明与示范非变频中继器的多种实施例相关的 PHS 频率分配计划的图表。

具体实施方式

现参见图 1, 示出了示范性非变频中继器 110。中继器 110 可包括通过如链路 112 (可为 RS-232 连接或类似者) 的通信链路连接至中继器 110 用以进行诸如配置中继器 110、收集多种量度或类似者的多种目的串行通信的控制终端 111。应理解, 中继器 110 的产量模式中, 由于在生产过程中完成该配置或者中继器 110 在如微处理器、控制器的控制下自动配置或类似者, 可能不使用该连接。中继器 110 系统亦可包括用于通过无线接口 121 与如基站 122 的 TDD 中继器连接的一侧进行通信的外部天线 120。应理解, 基站 122 可指任何能服务多用户的基础设施节点, 如 PHS 小区站 (cell station, CS) 或类似者。天线 120 可通过使用同轴电缆及 SMA 连接器的直接耦接或本领域一般技术人员公

知的其它直接连接而实现的连接 114 耦接至中继器 110。

可使用另一天线 130 来通过无线接口 131 与如用户终端 132 的该 TDD 中继器连接的另一侧进行通信。此处使用用户终端 132 来指代配置成作为用户实体、用户设备、终端设备从基站 122 接收服务的装置，如 PHS 个人站 (personal station, PS) 或类似者的。天线 130 可通过使用如前述同轴电缆及 SMA 连接器完成的连接 15 耦接至中继器 110。由标准外部 DC 电源为中继器 110 供电。

亦应理解，在一些实施例中，天线 120 及 130 可为定向天线，亦可连同与中继器 110 相关的中继器电路一起集成入单封装中，以使例如当该封装安装于结构的窗上或外墙上时，该封装的一侧可指向一个方向（如朝基站）且该封装或外壳的另一侧可指向另一方向（如朝用户或类似者）。此外，天线 120 及 130 在其辐射方向图中可为有向或全向的。对于个人互联网 (PI) 中继器，预期一天线应安装于建筑物的外部且另一天线应位于该建筑物的内部。该 PI 中继器亦可位于该建筑物的内部。亦应理解可使用许多不同的形状因素 (form factor) 以完成适当的布置和配置。如本领域一般技术人员熟知的，例如可使用如交叉极化贴片天线、平面天线、带状天线或类似者的交叉极化天线。此外，应理解可使用两根该类天线，一根用于输入而一根用于输出或类似者。典型情况下，天线 120 及 130 之一（本示例中为天线 120）定义为施主天线，即耦接至基站 122 的天线。

参见图 2 以更佳地理解根据多种示范实施例的示范中继器或中继器系统的工作环境。例如，由基于 802.16、TDS-CDMA、PHS 的系统或类似者的服务提供商运行的基站 222 可与例如位于建筑物内部的用户终端 232 进行通信。定向天线 220 可位于诸如窗、外表面或类似者的墙 200 的外壁部分 202 并且可通过链路 214 耦接至非变频中继器 210。用户终端 232 与基站 222 之间发送的封包可以下文更详细描述之方式中继。

尤其应注意的是，考虑到中继器 210 的物理结构方面，会作一些系统的基本假设。本论述中，尽管应理解在一些实施例中可包括多用户及/或基站，假设中继器 210 工作于由单基站 222 与单用户终端 232 组成的环境中。预先知道帧持续时间、接收/发送变换间隙 (receive/transmit transition gap, R/T-TG, 详见下文) 及根据该帧长度分配给下行链路子帧(subframe)的时间百分比，而且一些实施例中允许可变帧持续时间。典型会话(session)中，该预期帧持续时间为 5ms, R/T-TG 间隙预期至少为持续的 $5\mu\text{s}$ 。预期该帧的上行链路及下行链路子帧部分之间为 50%的分割。尽管有该些假设，应要求中继器 210 自发地以下文描述之方法与该帧的起始定时同步。此外，例如根据基于 802.16 的示范实施例，2.3 至 2.4GHz 传输频段中的 10MHz 工作信道可通过该服务提供商得知且可在中继器 210 处手动设置，如使用控制终端或类似者。

此外，根据基于 PHS 的示范实施例，典型基站 222 可支持多条信道，典型地为包括一条带宽为 300KHz 的控制信道在内的 4 信道。这些剩余的业务信道中之每一可分配给 20MHz 内的另一频率载波且提供基站 222 与多个用户终端 232 之间的双工通信链路。对于 PHS 系统中建立的每一连接，该上行链路与下行链路工作于相同的频率载波及成对的上行链路/下行链路时隙“信道”，然而该上行链路与下行链路占用不同的时隙（将参照图 7 作更详细的描述）。

若需要，可在该帧定时的适当同步完成时，使用 LED 指示器可视地提醒。此外，可设置一组 LED 指示器（例如不同颜色）来显示相对信号强度以帮助布置该天线及/或该中继器。如前所述，可设置 RS-232 连接器来连接控制终端，如含有由图形用户界面（GUI）驱动的中继器配置软件的笔记本电脑。该配置软件可配置例如该工作信道、该上行链路及下行链路 TDD 分割且可图形地观察该工作中的继器的关键参数。一旦该些参数确定或特定条件下应用特定值的方案确定，该工作控制可指派给具有工作程序的微处理器或类似者。然后该具有相关软件及/或固件的微处理器/控制器可用作产量中继器的参数控制。

出于全球市场商业应用之目的，应预期 IEEE802.16d/e 正交频分多址（OFDMA）（TTA-PI Korea）标准的 TDD 格式应与示范非变频中继器的开发良好兼容。由于该些上行链路及下行链路帧将在给定系统的多个基站间同步，同时发生基站发送与用户终端发送的风险很小，缓解了诸如远近效应（far-near effect）的问题以及缓解典型基站 222 传输时具有相较于该用户终端 232 大得多的有效全向辐射功率(EIRP)电平这一事实。

为了完成 TDD 中继，除了所需的信号放大，中继器 210 对该无线信号的唯一修改是加入约 $1\mu s$ 的传播延迟。由于该 $1\mu s$ 的附加延迟是恒定的，用户终端 232 或基站 222 处的符号同步不成问题。用户终端 232 可几乎没有影响地从基站 222 及中继器 210 两者处接收信号。假设循环前缀（CP）时间为 $12.8\mu s$ ，对于示范性的 802.16 结构，该附加延迟是相对极小的，且接收到该直接及已中继的信号时该 OFDM 子载波应保持正交。

应理解，根据一些如 802.16 的协议，用户终端 232 定时地接收 OFDMA 功率控制信息元素（Power Control Information Element），该功率控制信息元素包含指示了增量为 0.25dB 的功率电平改变的 8 位量化带符号值。由于与用户终端 232 相关之功率控制的可能性，中继器 210 的自动增益控制设定需尽可能地保持在恒定的水平。任何供给中继器 210 “输入”天线的增益需以相容的方式通过该功率放大器。为了防止该功率放大器的饱和，可定时地进行如 10dB 步长或类似者修改的粗修改以重建可接受的功率基线。只要基站 222 处的粗功率电平调整率极小于每分钟 30dB 的功率调整率，该种方式的调整不会产生问题。例如，该中继器 210 可以每分钟 10dB 的增量调整增益而不会对基于整体系统

的功率控制方案造成严重破坏。应指出的是，可根据特定用户的特定应用或一系列要求或类似者来决定该自动增益控制（AGC）回路的明确执行方式。下行链路上，该信号并非以功率控制，而是该用户终端 232 定时地向基站 222 报告增量为 1dB、范围为 40dBm 至 -123dBm 的测量到的 RSSI 及其方差。应预期，无论是否使用这些中继器，所接收信号强度会适当落在此量化范围内。

应理解，以 OFDMA，多个用户可在不同的子载波上同时接收或发送。分配给每一用户的子载波的数量以及用于用户业务的子载波的总数量对于不同帧是不同的。因此，由于并不是每帧中的所有子载波都被分配，中继器 210 的该天线输入处的所接收的功率电平会发生变化。然而，由于许多活动用户形成的平均值以及相较于帧的持续时间相对较慢的 AGC 回路，用户的频域复用对于中继器 210 不是大问题。

本领域的一般技术人员应理解，双工模式下中继器 210 可向这些输入及输出信号施加例如 60 至 70dB 的增益并且可工作于该上行链路与下行链路时段两者上的相同频率。若该输出信号的一部分带有足够增益地从外或从内到达该输入，会发生类似于在某些类型的 CDMA 中继器中发生的输入至输出振荡条件，极大地降低了系统性能。内部及外部隔离量相应地限制了中继器 210 可提供的放大量。因而，提供 75dB 的增益要求中继器 210 的天线至天线隔离以及特定安装的天线至天线隔离为大于该最大施加增益 10dB 的隔离或为 85dB 的隔离。为了实现所需的内部隔离，电路设计时，特别是输入信号与反馈路径设计时，应仔细考虑泄漏与电磁干扰的相关事项。为了实现所需的外部隔离，假定至少使用例如用于基站 222 的链路 221 的定向天线。亦可设定服务至基站 222 的链路 221 的天线 220 位于墙 200 的外壁 222 上尽可能地离基站 222 的直线连接 (line of site connection) 近的位置。设定从中继器 210 至用户终端 232 的链路 231 使用典型的安装与建筑物或结构内部的全向天线。若信号振荡继续发生，中继器 210 检测到该振荡且减少链路 231 的增益量，直至通过进一步分离这些天线或者通过优化他们的方向或布置而达成的较好天线至天线隔离。

为了进行适当的 TDD 工作，例如在 PHS 与 802.16 的示范实施例中，中继器 210 需通过判定与所述相应 TDD 协议相关的该下行链路及下行链路子帧的起始定时及结束定时以判定是以该下行链路方向还是该下行链路方向放大该信号。例如，在该下行链路子帧上，需放大该到达面对基站 222 的定向天线 220（亦称为施主端）的信号且将其在定向天线 230 处输出。在该上行链路子帧上，需以相反方向放大该从用户终端 232 到达定向天线 230 的信号并且在将其在定向天线 220 处输出至基站 222。

应注意的是，根据 802.11TDD 中继，检测该两根天线其中之一上封包的存在并且动态改变该放大方向。如 TDD 远程放大器（TDD remote amplifiers 的其

它 TDD 放大技术) 可对封包的开始进行削波, 其原因是该放大器在检测到波形存在前是禁用的。若未对该波形的前文进行削波, 可级联 802.11TDD 中继器以达到较深的室内穿透。尽管对于 802.11 系统, 级联及相关检测技术与 802.11 系统良好兼容, 但多用户发送时必须采用某些形式的上行链路/下行链路同步。若不使用更多系统信息, 多用户会使中继器发生混乱。

根据多种示范实施例, 可使用若干种方法来判定 TDD 成帧。因而中继器 210 可使用多种策略以精确地判定该信号放大发生的方向。由于诸如离中继器 210 间的传播距离等因素以及来自邻近小区站点的、在其被发送的子帧结束后到达的无用信号, 该在此描述的技术不受定时差异 (timing difference) 的影响。

判定放大方向的方法可包括量度的组合, 如使用第一到达门的信号并且门锁中继器 210。应注意的是, 由于基站 222 通过根据多种协议的正常系统工作来决定提前或推迟来自不同用户的发送以使封包发送在同一时间到达, 中继器 210 可配置为门锁第一到达信号且忽略该封包的其它任何信道检测。

应理解, 亦可使用作为时间函数的已接收功率电平的统计分析来判定放大方向。应预期, 在该下行链路子帧期间, 该朝对基站 222 的定向天线 220 中的已接收功率电平具有独特的属性。可进一步使用该来自基站 219 的信号相关的已知发送特征以实现或帮助同步。

与定时相关的附加特征包括定义间隙及定时地连贯出现于该下行链路的控制信道时隙。由此, 该使用该连贯性及定时性以及诸如下行链路时隙参数的已知系统信息来标识该基站的定时及与该基站的定时同步。

如前所述, 特征检测可包括该来自基站 222 的信号的详细统计分析以标识该信号的已知特征及定时特性。因此, 中继器 210 可使用三个示范性步骤来判定该无线信号的放大方向。第一, 藉由在初始化期间监控定向天线 220 以部分地判定如下文所述的发送/接收变换间隙 (T/R-TG) 的位置。第二, 可判定该 5ms IEEE802.16 帧内的该下行链路子帧的起始定时及持续时间。最后, 以每帧一次的调整率来调整该上行链路与下行链路子帧间的发送及接收定时。示范 PHS 实施例中, 可使用该中继信道中 CS 的已知频率信道及控制信道时期。

另一种判定放大方向技术中, 可使用基于调制解调器的同步。可使用 IEEE802.16、PHS 或其它调制解调器来明确地接收关于该上行链路与下行链路子帧的信令信息且在同步中使用该信息。

根据一示范实施例, 中继器 210 的外观及功能与基于 cdma2000 射频的中继器类似, 但具有下文描述的普遍一般技术人员可理解的独特的不同之处。如上文所述的典型中继器系统包括增益约为 10dBi 室外定向天线且通过几英尺长的同轴电缆与室内中继器模块连接的。该中继器模块由外部直流电源供电。该中继器亦连接至室内全向天线, 该天线增益约为 5dBi、放大该信号至用户住所、

工作场所或类似场地的。只要有适当的天线至天线隔离，该室内天线亦可为定向天线。

应理解，可能需要技术支持人员来将定向天线 220 安装至该建筑物的墙 200 的外壁部分 202 并且将该线缆延伸至该建筑物的内部。然而，无需安装该室内中继器无需特殊布置，且住宅用户可根据喜好自行定向该室内天线。亦应注意，该个人中继器可包括一或多 LED 以指示 RSSI 级别、同步或类似者以帮助中继器 210 的布置、定向天线 220 及 230 的定向及布置，并且当中继器 210 已与该 TDD 上行链路及下行链路子帧适当同步时来指示。

根据其它示范实施例，非变频中继器服务旨在于诸如地铁服务或室内服务等先前难以接入的服务区域提供高性能互联网服务。例如，室内中继器可配置为小型室内单元，该小型室内单元具有一根用于室内或邻近室内布置的天线以及另一根用于室内布置（如前文所述）的天线的。其它中继器模型更适合自助安装。

可以预见的是，这些示范中继器的规格与现有中继器类似，如用于 IS-2000 系统的中继器。这些中继器可为多种形式，例如包括同频率室内中继器、室外基础设施中继器（*infrastructure repeater*），该基础设施中继器为用于补足室外安装（如在小巷内）的不良或难以处理的覆盖区域或者用于选择地将覆盖扩展至超出现有覆盖区域的大功率中继器。该室外基础设施中继器可放置于建筑物顶端、小区发射塔（*cell tower*）顶端及类似者。另一示范实施例可包括室内分布系统（*indoor distribution system*），该系统中中继器与天线之间必须隔开极大距离而且该天线耦接至该用于地铁或停车场的基站。再者，示范中继器可包括有相对短光缆距离的光缆中继器系统来完成“深度”建筑物内覆盖。应相信，长光缆距离会导致在此所述的中继器系统的系统级别的问题。

图 3 示出了示范中继器 300 的方块图。天线 301 及天线 302 分别耦接至发送/接收（T/R）开关 303 及 304。初始时，将每一 T/R 开关 303 及 T/R 开关 304 均设为将来自每一天线 301 及天线 302 的该信号馈入相应的低噪声放大器

（LNA）305 及 LNA306。然后，使用混频器 307 及混频器 308 将该已放大信号下变频并且再将其输入相应的信号检测器，如用于天线 301 的检测器 309 及用于天线 302 的检测器 311。藉由配置 T/R 开关 303 或 T/R 开关 304 其中之一，将信号经检测的该第一天线设为输入天线，并且亦藉由配置 T/R 开关 303 或 T/R 开关 304 其中之另一将该另一天线设为输出天线。应注意，在如 802.16 应用的典型应用中，该检测过程耗时约 500ns，且设置该发送开关的延迟约为 200ns。发送开关 315 将该来自该输入天线的、藉由在延迟组件 310 或延迟组件 312 之一中加入延迟量而延迟的信号输入 PA（功率放大器）316，该功率放大器将该已放大的信号通过另一发送开关 317 的工作馈入天线 301 或天线 302 之中如上

指定为该输出天线的一根。应理解，该延迟量不应超过甚至接近与该协议相关的超时值。此外，若该 TDD 协议要求同步，无需补偿该检测延迟。如本领域一般技术人员可理解地，可使用微控制器 313 及组合逻辑电路 314 来增大该检测过程的可靠性以及执行如系统维护、控制及类似程序附加程序，以及执行一定的软件来加强、补充或控制中继器 300 的工作。亦应理解，一些实施例中，天线 301 与 302 间连接的至少之一可使用光缆耦接至该示范中继器。同样在一些实施例中，可使用如 802.16 调制解调器或类似者的调制解调器来解调例如与控制信道相关的信令信息以收集与该网络相关的信道分配信息。调制解调器 320 亦可用于发送调制数据。

另外应注意的是，可单独使用检测器 311 来致能中继，或者与该同步上行链路或下行链路帧定时共同使用。或者，检测器 311 可仅用于保持上行链路及下行链路同步。例如，一旦同步，给定天线上的检测器 311 将导致从该天线至该另一天线的中继。然而，若检测器 311 在不为该假定天线的已定义有效中继器时隙中检测到信号时，则不中继该信息。

一些情况下可使用如前所述的中继器 300 的 NMS，如与该室内分布中继器及基础设施中继器一起使用时。然而，由于调制解调器、微处理器及存储器的附加费用，不应预期典型的个人中继器有 NMS 选项。NMS 可包括远程增益调整、远程固件升级。互联网防火墙、VPN、父母控制及垃圾邮件过滤，并且可与用户驻地设备（CPE）提供商协调开发。

图 4 中的图表 400 示出了定向天线 220 上接收信号强度（RSSI）与时间的关系。应注意的是，由于仅为阐明之目的，并未按比例示出 T/R-TG401、404 及 406 的持续时间以及来自该前一帧的多径功率。可使用从所述三步骤获得的信息来修改中继器 210 的上行/下行发送选择程序中的检测门限，该门限相当于根据该上行链路及下行链路时隙的已知同步动态修改的该上行链路极下行链路检测门限的先验检测算法。

在典型地规定为至少持续 $5\mu\text{s}$ 的 T/R-TG401、404 及 406 期间，该上行链路或下行链路上俱无空活动（air activity）。可使用与该 RSSI 相关的开窗函数来标识这些 TR 间隙的位置。使用算术平均值的开窗可为该形式：

$$\overline{RSSI}(n) = \frac{1}{W} \sum_{t=n-W+1}^n RSSI(n) \quad \text{公式 (1)}$$

其中，W 为样值数。指数 n 代表采样 RSSI 信号 402 及 405 所持续的离散时间间隔并且可设为例如该 $5\mu\text{s}$ 最小 T/R-TG 持续时间之 1/25 的采样期，以精确判定

该子帧定时。对于 $5 \mu s$ 的最小 T/R-TG，采样频率应为 5.0MHz。或者，为了强调更多的最新样值，可使用如下表示的使用指数遗忘因子（forgetting factor）的开窗函数：

$$\overline{RSSI}(n) = \lambda \overline{RSSI}(n-1) + (1-\lambda)RSSI(n) \quad \text{公式 (2)}$$

公式 2 给出的形式中，例如记忆因子（memory factor） λ 的选择应使该递归公式的功率时间常数 t_c 的 63% 极短于该最小 T/R-TG 间隙，如 $1 \mu s$ 。使用有限几何级数公式，可将该记忆因子 λ 的形式表现如下：

$$\lambda = e^{\frac{-1}{f_s t_c}} \quad \text{等式 (3)}$$

该下行链路及上行链路的开始典型地藉由滤波 RSSI 值的上升来标记。由此，检测子帧起始的一种方法为搜索该滤波 RSSI 中的若干连续增加。即，若该与 $\overline{RSSI}(n) - \overline{RSSI}(n-1)$ 相关的信号的若干连续样值为正，可知处于子帧的开始。亦已知的是该帧的总持续时间为 5ms，包括该发送间隙，并且可使用这一认知来验证该两个发送间隙及下行链路及上行链路子帧的总长度。类似地，该与 $\overline{RSSI}(n) - \overline{RSSI}(n-1)$ 相关的信号的若干连续样值为负时，标识子帧的结束。

或者，可使用模拟比较器及可调基准电压设置例如通过微控制器 313 来判定该 RSSI 大于或小于门限设置。该门限可根据已接收 RSSI 电平以及检测概率中的错误报警概率来修正。时期内与检测相关的统计量可作为同步的准则之一。例如，若临时时隙分配对于假定的协议环境是正确的，则以与该时隙中候选信号的相容接收相关的统计量来确认或验证该协议环境的初始假设以及该环境内的同步。

有若干方法可将子帧的开始与结束的错误检测概率降到最低。例如，已知子帧结束处该 $\overline{RSSI}(n)$ 功率电平显著高于底噪，且 $\overline{RSSI}(n)$ 的减少率为高。类似地，子帧开始处的该 $\overline{RSSI}(n)$ 功率电平接近底噪，且 $\overline{RSSI}(n)$ 的增大率为高。可使用该 $\overline{RSSI}(n)$ 功率电平比对底噪的认知及其导数的大小使错误检测降到最低。

必须进一步判定该已检测的子帧是上行链路方向还是下行链路方向。对于一些用户信道分成一组的协议，如 802.16，预期对于该基站侧天线（如定向天

线 220) 处的该已接收信号强度, 该强度在下行链路子帧上要比其在上行链路子帧上强得多, 其原因例如为使用定向室外天线时该上行链路与下行链路间的强隔离。因而, 该具较高功率电平的子帧成为该下行链路子帧而该具较小功率电平成为该上行链路子帧。

一旦确定该下行链路及上行链路子帧的定时, 初始例如该检测算法的跟踪模式。可使用诸如非相干 RSSI 斜率检测算法的算法来跟踪该些帧的开始及结束次数。为了阐明该下行链路子帧起始时间回路, 设该下行链路子帧的起始时间的估计值为 $s(n)$ 。然后, 从 5ms 帧至下一帧, 调整该下行链路子帧起始时间:

$$s(n+1) = \begin{cases} ws(n) + (1-w)d(n) & |d(n)| > 0 \\ s(n) & |d(n)| = 0 \end{cases} \quad \text{公式 (4)}$$

其中 $d(n)$ 为该下行链路子帧起始定时的调整方向, w 为该与起始时间 $s(n)$ 相关的记忆因子。应注意, $d(n)$ 藉由如下公式定义:

$$d(n) = -\text{sign}\left[\sum_{k=-N}^{N-1} f(\overline{\text{RSSI}}(n+k), \overline{\text{RSSI}}(n+k-1))\right] \quad \text{公式 (5)}$$

其中 N 为该帧得起始定时每侧的样值数, 且

$$f(a,b) = \begin{cases} +1 & , b-a > \text{门限} \\ -1 & , \text{其它} \end{cases} \quad \text{公式 (6)}$$

公式 6 中的门限应足够大以使只有与下行链路子帧起始相关的 $\overline{\text{RSSI}}(n)$ 的显著增大才赋予正值。参见图 4, 门限 403 可代表基线门限值。

如上所述, 该中继器的规格要求该发送及返回天线间有 75dB 的隔离。实际上, 由于该些天线的方向性及该外部天线与内部天线间的墙, 该隔离量可能更大。用于网络的非变频中继器已存在实际使用, 因此, 经验证据表明隔离应不是大问题。诸如装于窗上的单个单元的其它中继器实施例仅达到 40dB 或 50dB 的隔离, 在此情况下, 可减小该放大。

然而, 若发生导致不稳定放大回路的反馈, 自动增益控制 (AGC) 电路可

辨识该反馈条件并且可配置为减少该信号的放大，以损失一些中继器增益的代价消除不需要的振荡。设 $x[n]$ 为离散时间 n 时的该输入信号。该输入天线所接收信号的总增益量，如在该输出天线处测得的，由 g_a 项进行量化。离散时间 n 时的该输出信号为 $y[n]$ 。该反馈封包由该反馈增益及 g_f 单位时间延迟组成。然后可由如下公式给出差分方程：

$$y[n] = g_a x[n] + g_f g_a y[n-1] \quad \text{公式 (7)}$$

为了达到稳定性，该放大器增益与该反馈增益的乘积须小于 1。换言之，由该增益 g_f 量化的该发送及接收天线间的隔离需大于该通过该中继器的信号的增益 g_a 。

再参见图 3，应注意的是，根据示范实施例，需要时中继器 300 可延迟该输入射频信号，所述延迟量等于例如前述的判定信号放大方向所费时间。刚好在该进入功率放大器 316 的已延迟输入信号到达之前，将所有诸如 T/R 开关 302、303 及 T/X 开关 315、317 的发送及接收开关设置为正确方向，因此未削波该信号的任一部分。可根据该定义时隙及该同步成帧得知该放大方向。这样，可共同使用上述技术以致能中继。例如，必须给出特定天线端上的同步及检测以致能中继。换言之，只有当在给定天线端上检测到届时应出现的信号时（如在根据该同步的有效上行链路或下行链路时隙期间）才会致能中继。

在处理有关邻小区干扰的问题时，由于该邻小区干扰的增加，中继器 300 可减少一些位于单网络系统（single network system）中邻小区边缘处的一些用户的比特率。与由于用户侧信号中继至分离频段而绝不会增加干扰的变频中继器形成对比的是，对于连接到该基站，中继器 300 相对于所述用户终端处于更有利的环境，因此该上行链路上，以该分配给该基站的频率向邻近小区生成的干扰实际为较低。由于相同原因，该下行链路上，该来自该基站的信号对该用户终端生成较小的干扰。

对于非变频中继器，在该下行链路上可生成对于该邻近小区站（cell site）的干扰，特别是若该中继器增益为高。然而，足够的天线下倾（down-tilt）可减轻干扰。此外，由于该中继器显然是在若不使用该中继器只有最小信号强度的区域提供信号放大，因此预期该邻近小区边缘或结构内部的总干扰信号功率不会很大。而且，在具有单位重用因子（unity reuse factor）的实际应用中，邻近基站可选择不同的 OFDMA 子载波来发送至其各自位于该小区边缘的用户，且这将进一步增大该小区边缘所见的比特率。对于 PHS 实施例，由于每一基站

或 CS 将执行动态频率分配而预期仅有稍许干扰。示范实施例中，该中继器根据该已知时隙结构以及 300KHz 时隙信道之一（如仅在一频率载波上的该控制信道）来同步及跟踪。然后，该中继器贯穿该 20MHz 频段地中继，引起仅根据该窄带信道上的同步的、贯穿该整个 20MHz 频段的上行链路及下行链路两方向上的窄带检测与宽带非变频中继。

在上行链路上，该目标基站处的干扰级别应相同，但由于该中继器接近其相关基站，因此在这些邻近基站处的干扰级别更低。根据基于 IEEE802.16 的系统，将位于小区外缘的用户分配给分离的子载波，意味着即使该小区的大小随所述中继器增加些许，该干扰可通过该子载波计划来限制。

应注意，使用有源射频中继器相较于使用工作在数据链路层或网络层的储存转发中继器在延迟、比特率及复杂性方面具有优势。储存转发中继器恢复该信号以及将该信号重发送以延伸该范围或增进该系统的吞吐量。可使用简单指数功率路径损耗模型来检查该中继器系统的性能。设该信号遵循 n^{th} 阶路径损耗模型且该中继器位于该用户终端与接入点的中间位置。该中继器处与该用户终端的已接收功率之比为：

$$\frac{P_r}{P_s} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_t r_r^{-n}}{P_t r_s^{-n}} \right) = -3n \quad \text{公式(8)}$$

因具有 3 阶路径损耗，该储存转发中继器由此提供该已接收 SNR 中的 9dB 增益。表 1 指示所需的 SNR 级别及与该 IEEE802.16 标准相关的不同调制率及编码方案的每块比特数。对于三种最低的调制方案，该块大小随链路预算中的该 9dB 增大到 2 至 3 倍，意味着尽管需发送该封包两次，吞吐量仍有净增大，尽管该增大非常小且有增加了的延迟。表 1 指示不同调制及码率方案中块大小的增大。若该链路预算中加入 9dB，该块大小增大比，例如为该块所占用比特数的增加。亦应注意，随着更高阶的路径损耗，可预期吞吐量甚至有更大的增大。

由于延迟的改善、吞吐量的改善以及复杂性的减少，相较存储转发中继器，有源射频中继器具有优势。此外，因无需密钥而使复杂性和管理量降低，从而保持数据安全方案与基于射频的中继器的完整性。该射频中继器的延迟为不到一微秒，且可能为几百纳秒，而该存储转发中继器的延迟大于该帧时间（对于 IEEE802.16 为 5ms）。这一量级延迟的增加对于多数延迟敏感应用是不可容忍的。应理解由于该达到的比特率受最慢点对点链路比特率的限制，该存储转发中继器的比特率产生瓶颈。由于不可能总是将该中继器放在该用户与基站间准

确的中间位置。该吞吐量及范围的增大相当有限。而且，如表 1 所示，较小的块大小的比特率增大最大，且较大块大小的该比特率增大减小。由于每一封包需发送两次，在 $R=3/4$ 16-QAM 及 64QAM 调制的情况下，该存储转发中继器减少该小区吞吐量。最后，存储转发中继器本质上较复杂，其原因是其具有用于恢复及重发送该封包的附加处理从而增加该中继器的价格以及增大功率消耗。涉及安全与服务质量 (QoS) 的协议、安装成本及网络管理中的实际限制会阻碍存储发送中继器的广泛采用。

如前所述，表 1 显示接收器 SNR 及 IEEE802.16 信号群(Signal Constellations) 未编码块大小，以及随 9dB SNR 增大的块大小增大比。

调制	编码率	接收器 SNR(dB)	未编码块大小	块大小增大比
QPSK	$1/2$	9.4	24	3
QPSK	$3/4$	11.2	36	2
16-QAM	$1/2$	16.4	48	2.25
16-QAM	$3/4$	18.2	72	1.5
64-QAM	$2/3$	22.7	96	1.125
64-QAM	$3/4$	24.4	108	0

应理解，示范中继器可提供该用户及基站设备的内功率控制回路与外功率控制回路的界限之内的增益。例如，如上所述，该示范中继器可通过配置工具进行编程以提供 40 与 80dB 间的增益，其受限于与该功率放大器相关的 15dBm 峰值功率限制。该自动控制增益(AGC)回路设计为可适应 IEEE802.16d/e 协议的最快上行链路功率控制，该最快上行链路功率控制由供应商指定，但要求调整为渐强至每秒 30dBs。该中继器的 AGC 回路之目的是为了防止由如前所述的振荡或者从信源进入该输入天线的过高功率而造成的该放大器饱和。然而，由于该些情况不太可能经常发生，可预期如 10dB 调整的相对粗放及偶尔的 AGC 电平调整足以处理该些问题。

应注意，该 AGC 回路的大增益调整可能导致系统扰动，向下调整会导致帧删除而向上调整会导致对邻近小区干扰的增加。因此须有限制该调整频率的策略。限制该调整的一种方法为简单地以小于该功率放大器饱和电平的额定工作电平工作。另一策略为超标准设计(over-design)该功率放大器的散热器以使其可在有限时间量内保持超过额定峰值级别的热量级别，并且若该功率输出超过该设计限制一持续时间量，仅调整该 AGC 增益。

保持每一该上行链路及下行链路子帧的独立 AGC 状态亦有好处。独立状态的动机之一是减少与该用户终端相关的功率消耗以及通过权衡用户终端功率放大器增益与该上行链路中继器增益来减少干扰的生成。由于该中继器天线

的较高方向性及该中继器处可能更佳的无线传播(radio propagation)条件,可能通过增大该中继器的上行链路增益来达到具较小邻近小区站点干扰的目标接收器灵敏度。考虑到 n 阶简单指数功率路径损耗,假设需一定的发送功率电平 P_0 来达到该目标接收器灵敏度 $P(r)$, 其中该基站离用户终端 232 的距离为 r 米。接收器灵敏度可定义为如下:

$$P(r) = P_0 r^{-n} \quad \text{公式 (9)}$$

第二种情况下, 设 $r/2$ 米外有一中继器。接收器灵敏度可定义为如下:

$$P'(r) = P_1 \left(\frac{r}{2}\right)^{-n} \quad \text{公式 (10)}$$

若希望该中继器的输入天线处与该基站的输入天线处的接收功率相同, 发送功率电平比为:

$$\begin{aligned} \frac{P_1}{P_0} &= 2^{-n} \\ &= -3n \text{ dB} \end{aligned} \quad \text{公式 (11)}$$

由此, 以相同接收器灵敏度到达该中继器所需的总功率为 $-3n$ dB。通过将该信号路径分为两部分, 相对于该直接发送, 该用户终端及该中继器站的总发送功率为 $-3n+3$ dB。因 3 阶路径损耗, 需要总共有降低 -6 dB 的总发送功率电平。该 3 阶路径损耗和该中继器天线与邻近小区的较好隔离的结合意味着该置于该用户与基站中间位置的上行链路中继器的情况下, 小区干扰显著地降低。

应理解, 通过中继器的信号放大一般不会造成 OFDM 波形的信号失真。由于示范中继器工作于射频级, 且由该中继器施加的增益为贯穿例如根据 IEEE802.16 的 10MHz 通带的平坦增益, 因此 OFDM 子载波波形通过该中继器而未被修改。应注意, 若该未放大信号及该已放大信号都到达该接收器, RMS 延迟扩展会增加。然而, 由于通过该中继器的延迟小于 1000ns 且很可能为几百 ns, 该接收器的符号间干扰的增加为最小, 因为该延迟适当地在每一 OFDM 符号开始处的 $12.8 \mu\text{s}$ 的循环前缀之内。

发送及接收天线分集方案亦与该示范中继器协同工作。例如，IEEE802.16标准规定了空时编码(STC)的结构，其与空时发送分集(STTD)类似，该STTD已标准化为与该示范中继器兼容的3GPP/PP2标准。此外，由于该示范中继器相等地放大该通带中接收的信号，因此所有形式的发送及接收分集应与该示范中继器兼容。尽管该有效无线信道由该中继器修改，对于来自所有天线的已中继信号的相位及增益修改是恒定的。因而，对于该发送及接收天线分集方案不会有不利影响。因此，使用例如多非变频中继器来支持多输入多输出(MIMO)系统。MIMO是指具有多发送器处天线及多接收器侧天线的多无线链路。具有多天线的情况下，可使用该无线环境的空间维来增进该无线链路的性能。

对于PHS的工作，在整个系统使用固定频率控制信道时隙可使PS知道与特定小区无关的控制信道位置，极大地方便了切换及类似者并且在小区间移动时寻找控制信道时无需使用PS。该CS基于根据动态信道分配(DCA)的使用及干扰级别来动态分配业务信道。应注意，DCA通过去除固定频率分配使能有效使用频谱。因此，每一回话或呼叫的实际业务信道时隙及频率可不同。该DCA方法对于PHS及WiMAX是重要的，其原因是，例如对于PHS，对上行链路及下行链路时隙两者上的该20MHz频段内的多载波提供支持。

应注意，若不同的OFDM子信道中发生多重同时发送（正如例如IEEE802.16OFDMA所允许的），其允许时域及频域两者的复用，则该向单独用户的发送可同时占用不同的子载波。由于该示范中继器与该上行链路子帧及该下行链路子帧的开始同步而不考虑有多少用户正在这些子帧上发送，因此该中继器可以顺利放大该多重同时发送。然而，不同数目的所占子载波可造成该AGC输入功率的波动，但该增益控制算法应提供足够的精确裕度。

为了更好地理解根据多种示范实施例的示范TDD中继器的工作，图5示出了显示正常工作的流程图。该工作可分为三个基本工作状态：初始化状态510、捕获状态520及跟踪与中继状态530。511处开始后，在512处对该中继器加电并且以诸如增益参数、检测门限或类似者的某些参数进行初始化以用于根据诸如PHS、802.16或类似者的协议环境工作。在将该中继器预设置为根据特定协议工作的情况下，可在512处读取及设定该预配置协议的配置参数。该中继器可预设缺省工作模式或可配置为监听该无线环境并且判定哪些参数应被调用。还应注意的是，根据多种示范实施例，中继器硬件应典型地配置为用于一种网络环境，如PHS或802.16或类似者。由此，虽然图5显示了与基于PHS或802.16的网络环境相关的判定块，应理解该多网络判定结构仅用于说明之目的。或者，虽然该中继器硬件典型地配置为仅在一网络环境中操作，该中继器软件为能够用于多种网络环境通用软件基线(common software baseline)或者为专门用于一种网络环境的软件。由此，可例如通过预配置、分

配或初始化期间的配置、检测或类似者来在 512 处判定该工作网络是 PHS 网络或者在 514 处判定是 802.16 或其它网络。

若该网络环境为 PHS 网络，在捕获状态 520 期间该中继器可在 521 处检测窄带信号，其代表来自该施主天线的下行链路信号。检测到信号时，可在 522 处通过比较观察到的信号特征与指示该控制信道位置的已知信息来设置自动增益控制(AGC)参数或其它参数并且尝试判定基本定时，该已知信息可如该下行链路的重复周期(repetition period)或其它先验信息及或推断(heuristics)。一旦捕获该下行链路信号，可在 523 处例如以全 20MHz 带宽向该用户中继该信号并且可执行持续下行链路检测及例如跟踪。若该网络为 802.16 或其它网络，可在 524 处以全带宽检测该下行链路或施主侧。检测到信号时，可在 525 处通过比较观察到的信号特征与指示该控制信道位置的已知信息来设置自动增益控制(AGC)参数或其它参数并且尝试判定基本定时，该已知信息可如该下行链路的重复周期或其它先验信息及或推断。捕获到该下行链路信号时，可在 526 以全带宽向该用户中继该信号并且继续执行下行链路检测。最后，一旦捕获状态 520 完成，在 531 处可在用户侧检测到上行链路信号且将该信号向该基站或 CS 中继。应理解，尽管示范程序指示为在 532 处结束，上述过程或程序可为如所示的更大循环过程的一部分，且由此本领域一般技术人员应理解可重复上述并非结尾的过程或者将其传给其它过程或类似者。

图 6 示出了根据多种示范实施例的示范过程之包括同步的更详细视图。应理解，设在开始 611 处，例如设如上所述的初始化已进行且已进入捕获状态 610。开始后，即初始化后，该示范中继器可在 612 检测假定来自基站或 CS 且与施主侧的与下行链路相关的信号。该中继器可通过设定与 AGC 值相关的增益电平或类似者以及相关参数来改善该些用于捕获的信号。捕获后，可进入同步状态 620。同步状态 620 中，该中继器在 621 处可搜寻该些下行链路信号的定时规律性或定期性并且将该定时信息和与多种协议相关的已知信息比较以试图识别该中继器所在网络的类型。应注意，如前所述，该中继器可使用与 RSSI 及其它参数相关的统计信息来试图定位可与已知下行链路及上行链路特性相关的间隙或间隔。可使用其它统计方法来验证关于该网络的假定。例如，若该中继器假设其位于 PHS 网络内，其可建立用于该控制信道的假设位置，如时隙或时隙对（上行链路及下行链路）。通过积累对给定捕获间隔上的统计量，该中继器可以某种确切的程度验证该假设信道为控制信道。亦应理解，在装有如图 3 中调制解调器 320 的调制解调器的中继器中，如前所述，可在 622 处提取诸如控制信道位置、信道定时、业务信道分配、功率控制及类似信息的信息来增进该些中继器的能力以有效地及精确地在所需时隙及/或频段内中继。一旦同步，该中继器可进入跟踪及中继状态 630，在该处检测可用于中继

而且保持同步以及用于中继（如在 631 处向该用户中继）。应理解，如前所述，最好仅在检测及同步为有效时进行中继，即当该检测到的信号在适当时隙之内时。关于保持同步，若该关于业务信道时隙及类似者的定时信息与该使用检测判定的定时之间有定时差异，可调整该中继器保持的定时信息。同步后，可检测到该用户侧的上行链路信号且将该信号中继，例如在 632 处向该施主天线中继。应注意，若，例如，在用户侧天线检测到信号，但该信号发生在错误时隙，则不中继该信号。该信号必须被检测到且必须有适当的同步才使中继发生。应理解，尽管该示范过程指示为在 633 处结束，如前参考图 5 所述，该示范过程可循环或者将执行传给其它过程或类似者。

因此，使用上述过程及电路，可完成多种协议环境中的中继，这些环境需非再生、物理层（PHY）、TDD 型中继。一些协议环境中，如前述及将在图 7 中进一步说明的 PHS 环境，该信道结构是固定的以更加方便地检测及同步。图 7 所示的显示时隙分配与频率之关系的图表中，典型的 PHS 有多个频率载波：控制载波 701、载波 1 702、载波 2 703 及载波 3 704。每一这些载波支持四信道（信道 1-信道 4）及八时隙，每一信道具有上行链路及下行链路时隙对，这些信道之一为分配给一载波（如载波 701）的控制信道，该载波与业务载波（如载波 701 载波 1 702-载波 3 704）不同。由于这些业务信道通过时隙来区别，因此这些业务信道可有不同或相同的载波。应理解，该载波间距为 300KHz 且该频段根据现行标准为服务 77 信道的 1895.15-1917.95MHz。典型的 PS 以 10mW 或以下发送而典型的 CS 以 500mW 或以下发送。以 $\pi/4$ 移位 QOSK 调制，该发送率约为 384kbps。如图 7 所示，用于 PHS 发送帧的帧时间 721 一般持续 5ms，预留给上行链路帧 722 及上行链路帧 723 近 2.5ms。每一下行链路帧 722 及下行链路 723 包含一条控制信道与三条业务信道。下行链路帧 722 包含下行链路控制信道 711 以及其后的业务信道 1 712、业务信道 2 713、业务信道 3 714。在该上行链路侧，上行链路帧 723 包含上行链路控制信道 715 以及其后的业务信道 1 716、业务信道 2 717、业务信道 3 718。

本领域普通技术人员应理解，如上所述，本发明中可使用多种技术来确定不同信号检测器的配置，以及设定检测门限或类似者。此外，可将各个组件，例如检测器元件 309 和 311、组合逻辑元件 314，以及微控制器 313 和其它元件的功能性，组合入单一的集成装置。本领域中普通技术人员对特定部件进行其它改变和变化及其互连，但这些仍不脱离本发明的范围和精神。

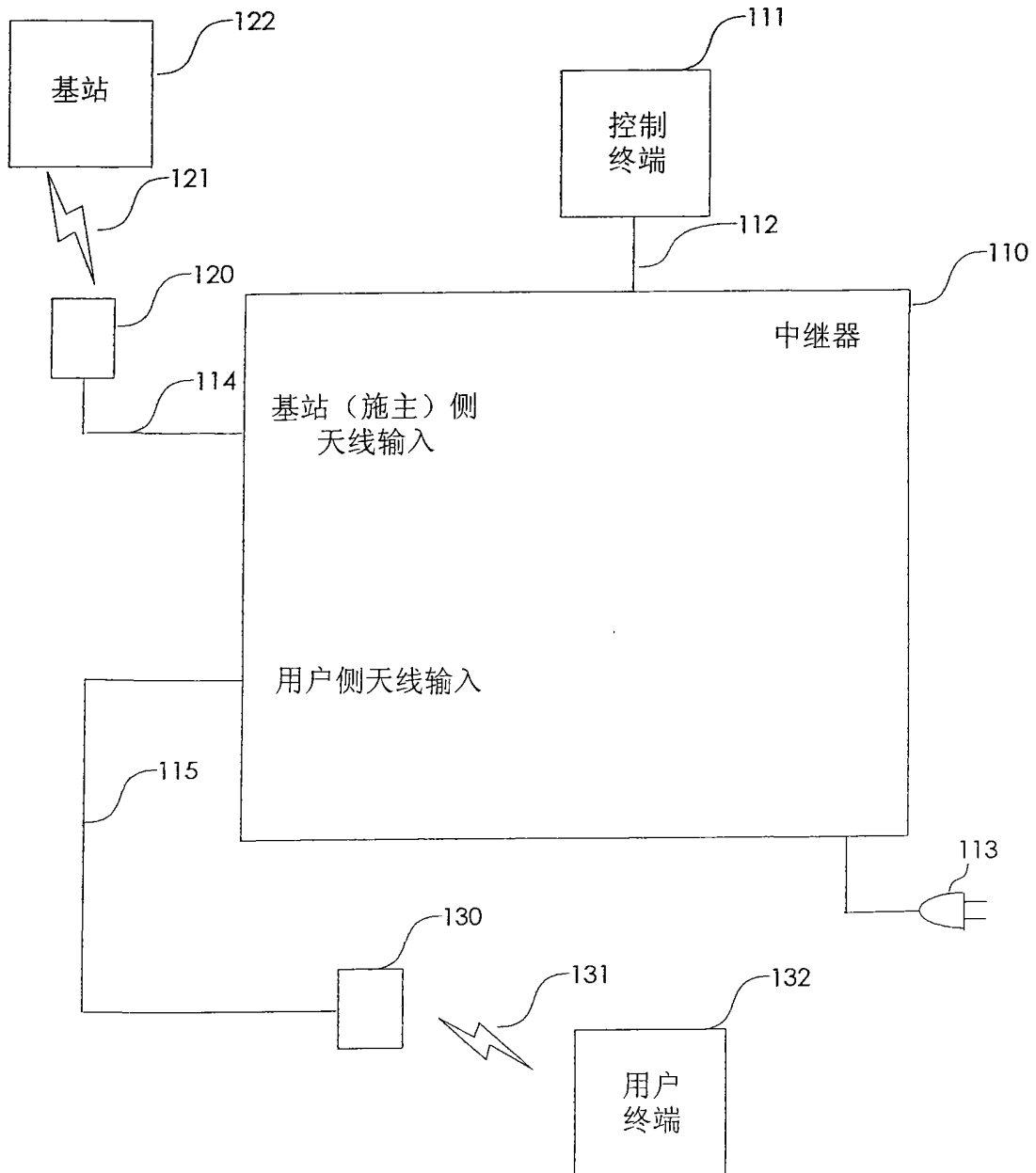


图 1

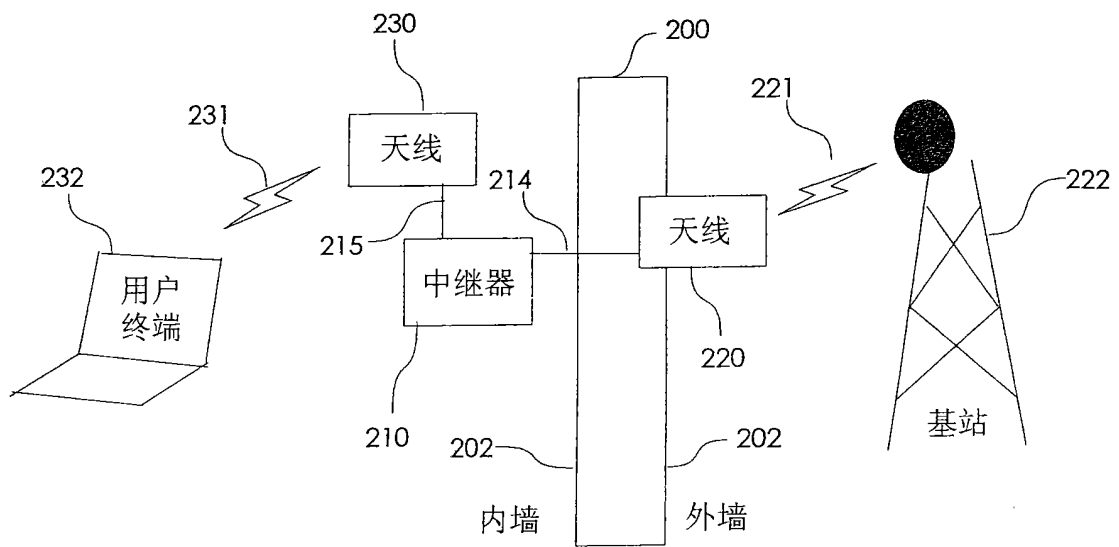


图 2

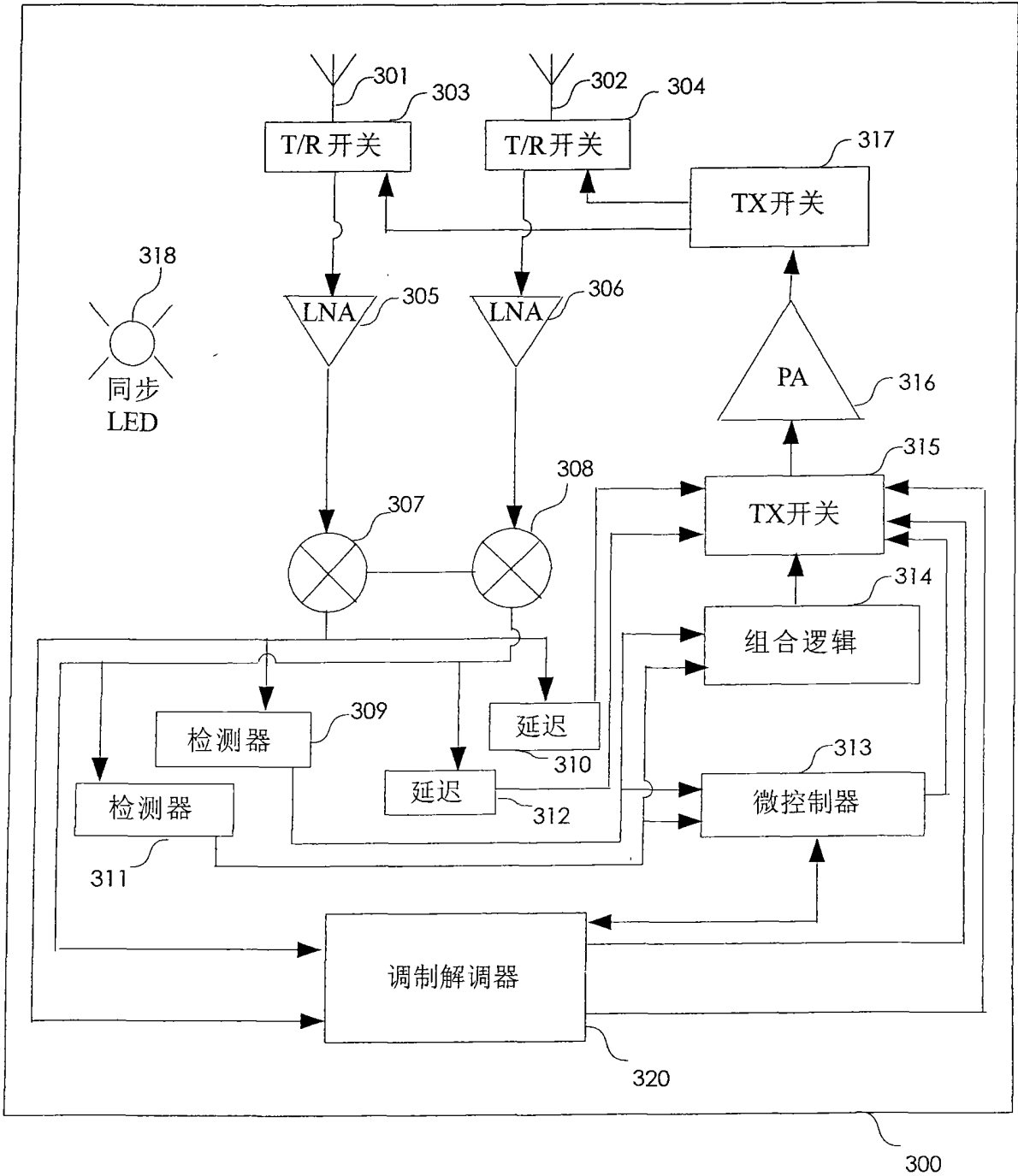


图 3

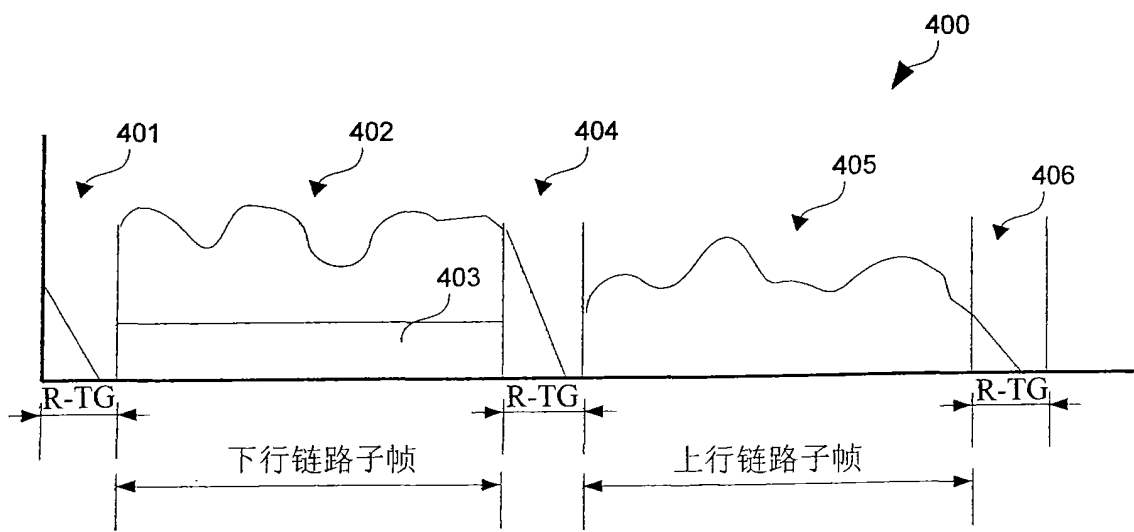


图 4

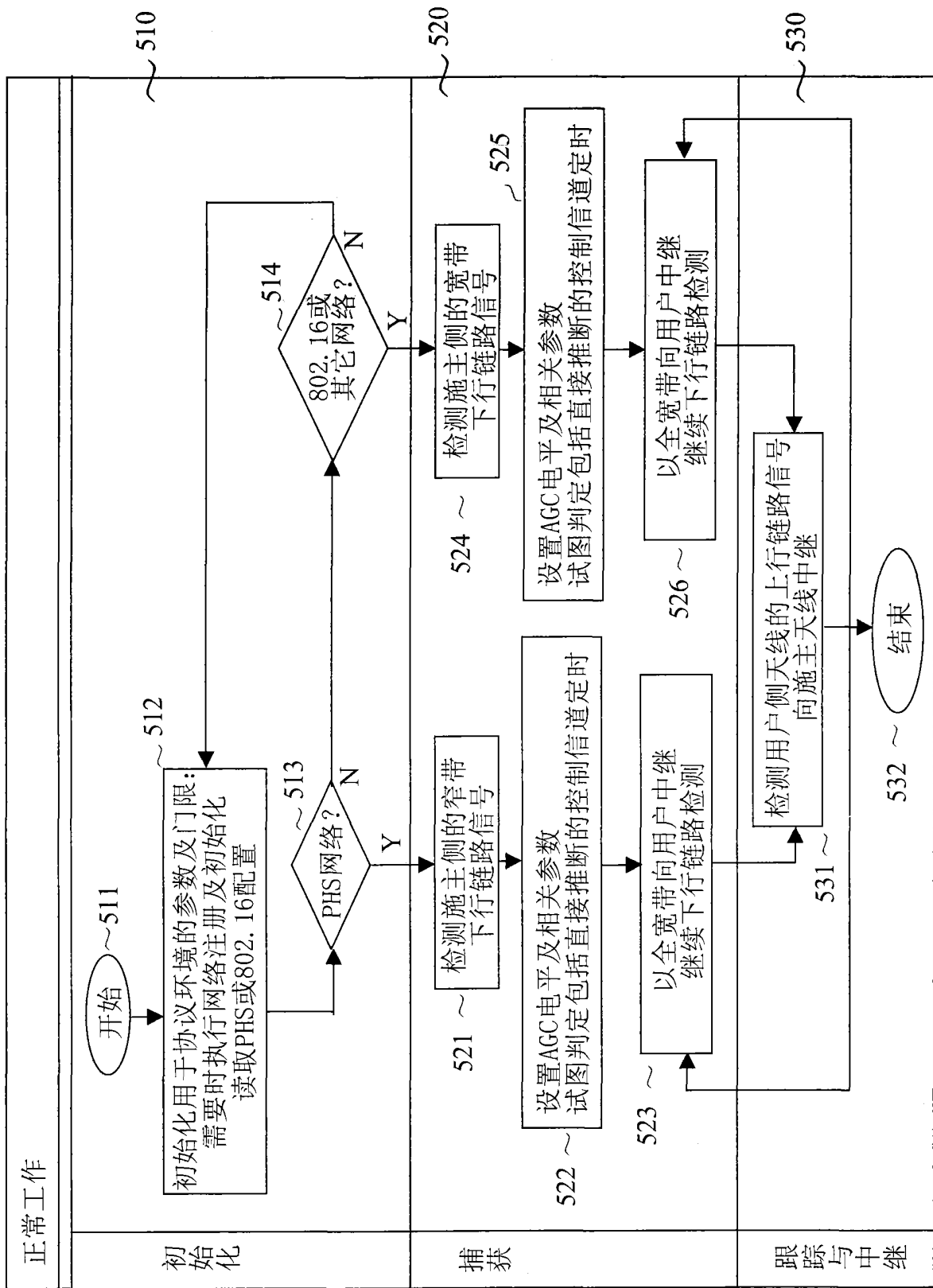


图 5

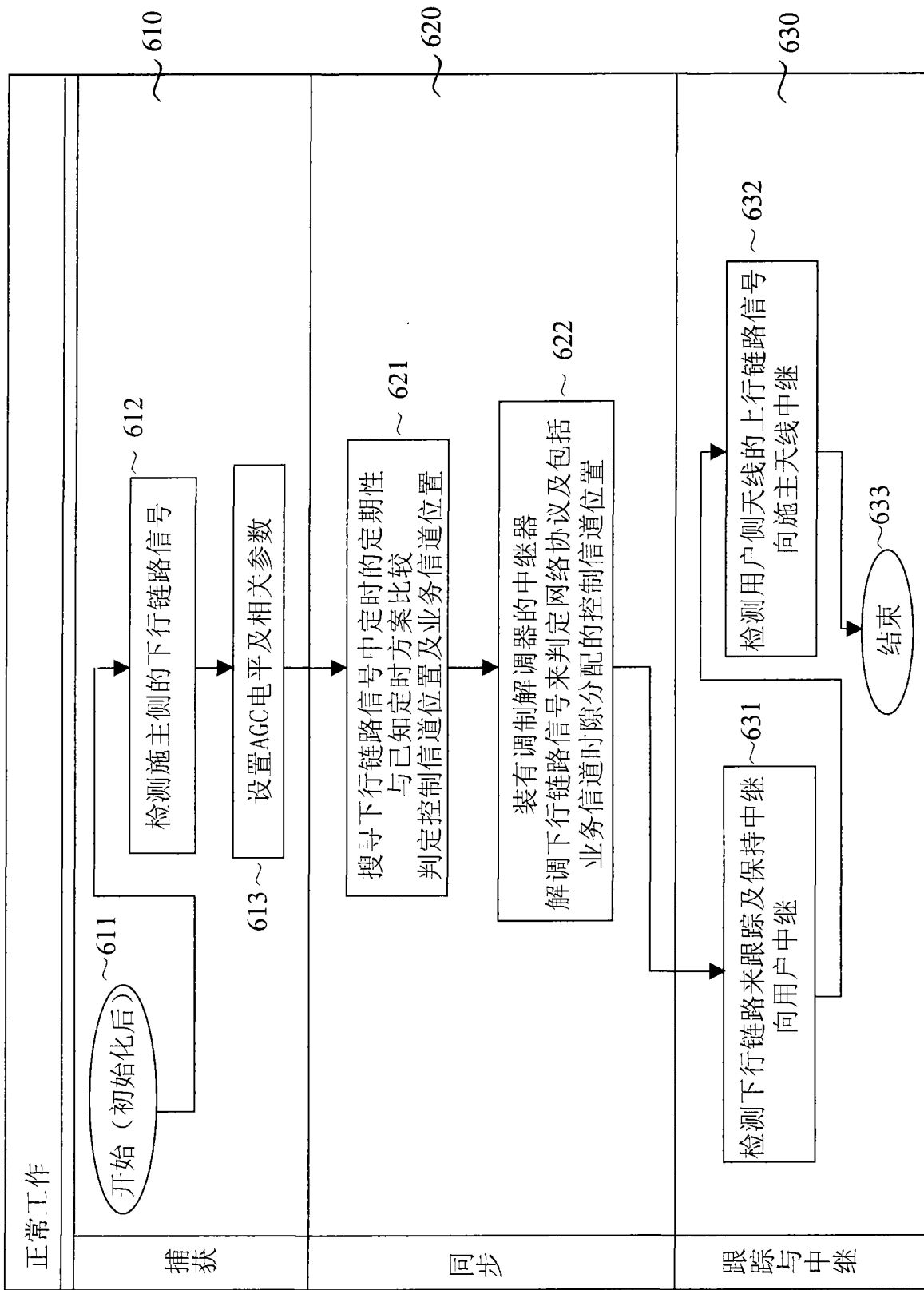


图 6

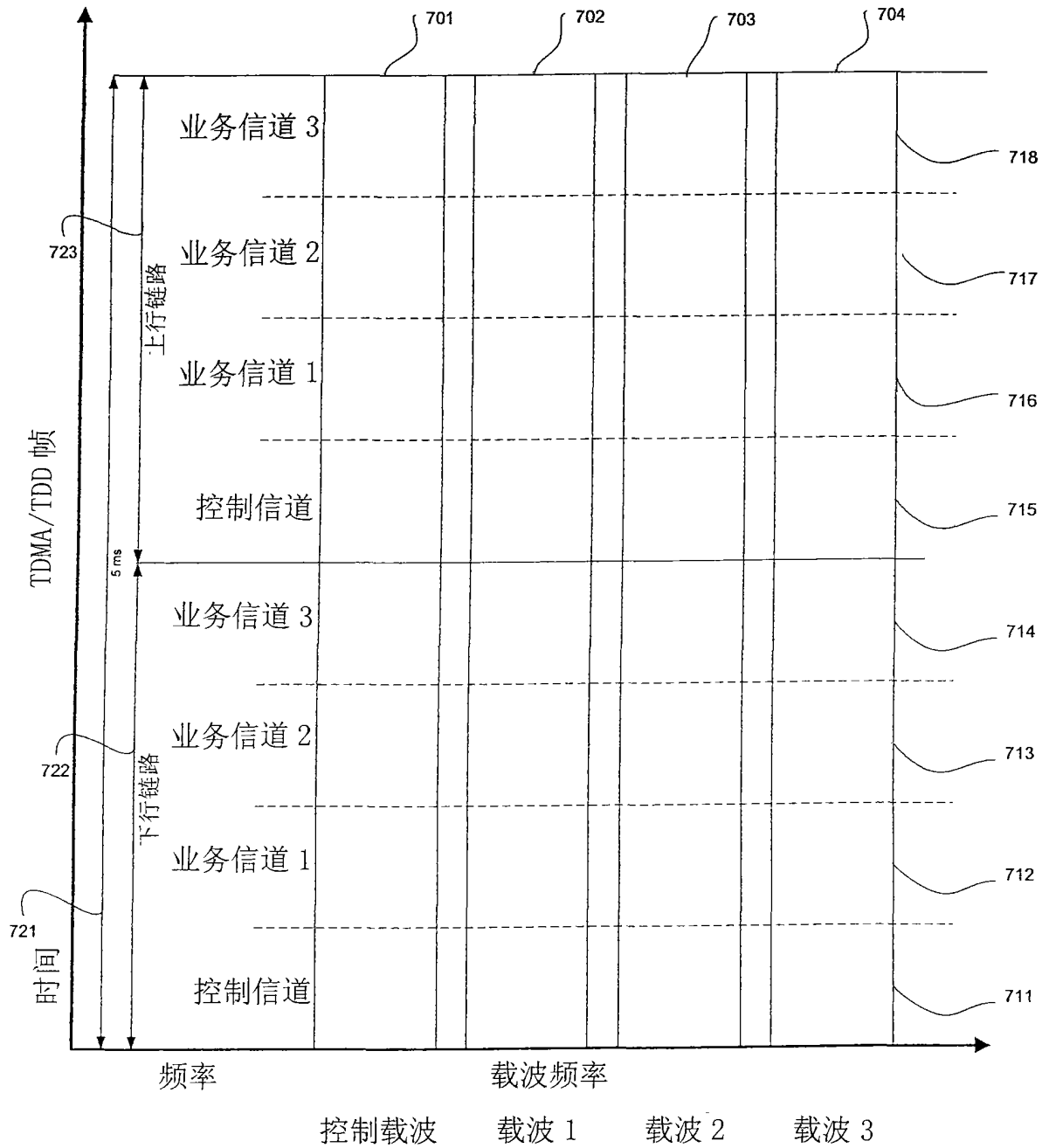


图 7