

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680040859.9

[51] Int. Cl.

H04Q 7/38 (2006.01)

H04L 12/56 (2006.01)

H04N 7/24 (2006.01)

[43] 公开日 2008 年 11 月 19 日

[11] 公开号 CN 101310552A

[22] 申请日 2006.6.5

[21] 申请号 200680040859.9

[30] 优先权

[32] 2005.11.4 [33] US [31] 60/733,713

[86] 国际申请 PCT/US2006/021639 2006.6.5

[87] 国际公布 WO2007/053195 英 2007.5.10

[85] 进入国家阶段日期 2008.4.30

[71] 申请人 汤姆森特许公司

地址 法国布洛涅

[72] 发明人 高文 保罗·G·克努森

乔舒亚·L·科斯洛夫

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 吕晓章

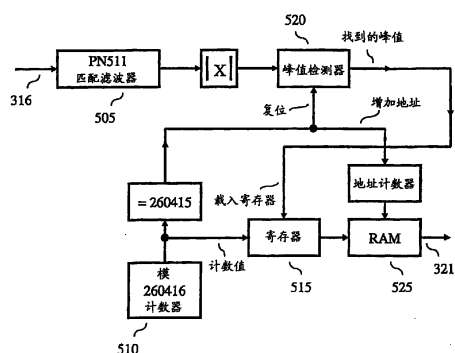
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 21 页
按照条约第 19 条的修改 3 页

[54] 发明名称

在低信噪比下感测高级电视系统委员会信号的装置和方法

[57] 摘要

一种无线区域网络 (WRAN) 接收机, 包括: 收发机, 用于通过多个频道之一与无线网络通信; 以及高级电视系统委员会 (ATSC) 信号检测器, 用于形成包括所述多个频道中的、在其上未检测到 ATSC 信号的那些频道的所支持的频道列表, 其中 ATSC 信号检测器包括与 ATSC 信号的 PN511 序列匹配的滤波器, 用于对在所述多个频道之一上所接收的信号进行滤波, 以提供用于确定所接收的信号是否是 ATSC 信号的经过滤波的信号。ATSC 信号检测器可以是相干或者非相干 ATSC 信号检测器。



1.一种装置，包括：

收发机，用于经由多个频道之一与无线网络通信；以及

高级电视系统委员会（ATSC）信号检测器，用于形成包括所述多个频道中的、在其上未检测到 ATSC 信号的那些频道的所支持的频道列表，其中所述 ATSC 信号检测器包括：

与 ATSC 信号的 PN511 序列相匹配的滤波器，用于对所述多个频道之一上的所接收的信号进行滤波，以提供用于确定所接收的信号是否是 ATSC 信号的经过滤波的信号。

2.如权利要求 1 所述的装置，还包括：

积分器，用于在一时间段上对所述经过滤波的信号进行积分，以提供用于确定所接收的信号是否是 ATSC 信号的积分后的信号。

3.如权利要求 1 所述的装置，还包括：

峰值检测器，用于检测所述经过滤波的信号的峰值；以及

存储器，用于存储一段时间上的峰值位置；以及

处理器，用于当一百分比的所存储的峰值位置相同时确定所接收的信号是 ATSC 信号。

4. 如权利要求 1 所述的装置，还包括：

处理器，耦接到 ATSC 信号检测器，用于形成包括所述多个频道中的、在其上未检测到 ATSC 信号的那些频道的所支持的频道列表；

其中，所述处理器经由所述收发机通过无线网络发送所支持的频道列表。

5. 如权利要求 1 所述的装置，其中所述无线网络是无线区域网络（WRAN）。

6. 如权利要求 1 所述的装置，其中所述 ATSC 信号检测器是相干的。

7. 如权利要求 1 所述的装置，其中所述 ATSC 信号检测器是非相干的。

8. 如权利要求 1 所述的装置，其中所述匹配滤波器包括：

多个相关器，每个相关器用于将所接收的信号与 PN511 序列的不同部分相关。

9. 如权利要求 8 所述的装置，还包括：

合并器，用于合并来自所述多个相关器中的每个相关器的相关器输出信

号的幅值，以提供用于确定所接收的信号是否是 ATSC 信号的输出信号。

10. 如权利要求 1 所述的装置，其中 ATSC 信号检测器还利用 ATSC 信号的 PN63 序列，来确定所接收的信号是否是 ATSC 信号。

11. 一种用于无线网络接收机的方法，该方法包括：

调谐到多个频道之一，以恢复所接收的信号；以及

利用高级电视系统委员会（ATSC）信号检测器来处理所接收的信号，所述高级电视系统委员会（ATSC）信号检测器用于形成包括所述多个频道中的、在其上未检测到 ATSC 信号的那些频道的所支持的频道列表，其中该处理步骤包括：

利用与 ATSC 信号的 PN511 序列匹配的滤波器对所接收的信号进行滤波，以提供用于确定所接收的信号是否是 ATSC 信号的经过滤波的信号。

12. 如权利要求 11 所述的方法，其中所述处理步骤还包括：

在一时间段上对所述经过滤波的信号进行积分，以提供用于确定所接收的信号是否是 ATSC 信号的积分后的信号。

13. 如权利要求 11 所述的方法，其中所述处理步骤还包括：

检测所述经过滤波的信号峰值；

存储一时间段上的峰值位置；以及

当一百分比的所储存的峰值位置相同时确定所接收的信号是 ATSC 信号。

14. 如权利要求 11 所述的方法，还包括：

发送所支持的频道列表。

15. 如权利要求 11 所述的方法，其中所述无线网络接收机是无线区域网络（WRAN）接收机。

16. 如权利要求 11 所述的方法，其中所述处理步骤还包括：

将所接收的信号与 PN511 序列的不同部分相关，以提供各个相关器输出信号；以及

合并所述相关器输出信号的幅值，以提供用于确定所接收的信号是否是 ATSC 信号的输出信号。

17. 权利要求 11 所述的方法，其中所述滤波步骤还包括

利用与 ATSC 信号的 PN63 序列匹配的滤波器对所接收的信号进行滤波。

在低信噪比下感测高级电视系统委员会信号的装置和方法

技术领域

本发明一般涉及通信系统，更具体地涉及无线系统，例如地面广播、蜂窝、无线保真（Wi-Fi）、卫星等等。

背景技术

在 IEEE 802.22 标准组中正在对无线区域网络（WRAN）系统进行研究。WRAN 系统意图在不产生干扰的基础上、利用电视（TV）频谱中的未使用的 TV 广播频道，以与服务于城市和郊区区域的宽带接入技术的性能水平类似的性能水平来面向（作为主要目标）乡村和偏远地区、以及低人口密度的服务水平较低(underserved)的市场。另外，WRAN 系统还可以能够扩展以服务于这样的较高人口密度的区域，在该区域中频谱是可用的。由于 WRAN 系统的一个目标是不与 TV 广播相干扰，因此首要例程(critical procedure)是鲁棒地并且精确地感测在由 WRAN 服务的区域（WRAN 区域）中存在的经许可的 TV 信号。

在美国，TV 频谱目前包括与 NTSC（国家电视系统委员会）NTSC 广播信号并存的 ATSC（高级电视系统委员会）广播信号。ATSC 广播信号也被称为数字 TV（DTV）信号。目前，NTSC 传输将在 2009 年停止，那时 TV 频谱将只包括 ATSC 广播信号。

如上所述，由于 WRAN 系统的一个目标是不与在特定 WRAN 区域中存在的那些 TV 信号相干扰，因此在 WRAN 系统中能够检测 ATSC 广播是重要的。一个已知的检测 ATSC 信号的方法是寻找作为 ATSC 信号的部分的小导频信号。这样的检测器是简单的，并且包括具有用于提取 ATSC 导频信号的非常窄的带宽滤波器的锁相环。在 WRAN 系统中，此方法提供简单的方式以通过简单地检查 ATSC 检测器是否提供提取出的 ATSC 导频信号来检查广播频道是否当前被使用。不幸的是，此方法可能不精确，尤其是在非常低的信噪比（SNR）的环境下。实际上，如果在导频载波位置具有频谱分量的波段中存在干扰信号，则可能发生 ATSC 信号的错误检测。

发明内容

为了提高在非常低的信噪比 (SNR) 的环境下检测 ATSC 广播信号的精确度, 利用在 ATSC DTV 信号内嵌入的区段 (segment) 同步码元和字段同步码元来提高检测概率, 同时减少错误警报概率。具体地, 并且根据本发明的原理, 装置包括: 收发机, 用于经由多个频道之一与无线网络通信; 以及高级电视系统委员会 (ATSC) 信号检测器, 用于形成包括所述多个频道中的、在其上未检测到 ATSC 信号的那些频道的所支持的频道列表, 其中 ATSC 信号检测器包括与 ATSC 信号的 PN511 序列相匹配的滤波器, 用于对所述多个频道之一上的所接收的信号进行滤波, 以提供用于确定所接收的信号是否是 ATSC 信号的经过滤波的信号。

在本发明的示例实施例中, 接收机是无线区域网络 (WRAN) 接收机, 并且其中 ATSC 信号检测器是相干 ATSC 信号检测器。

在本发明的另一示例实施例中, 接收机是无线区域网络 (WRAN) 接收机, 并且其中 ATSC 信号检测器是非相干 ATSC 信号检测器。

考虑到以上内容, 并且如将通过阅读详细描述而显而易见的, 其它实施例和特性也是可能的, 并且落入本发明的原理的范围内。

附图说明

图 1 示出了表 1, 其列出了电视 (TV) 频道;

图 2 和图 3 示出了表 2 和表 3, 其列出了所接收的 ATSC 信号在不同情况下的频率偏移;

图 4 示出了根据本发明的原理的示例 WRAN 系统;

图 5 示出了根据本发明的原理的、在图 4 的 WRAN 系统中使用的示例接收机;

图 6 示出了用于图 4 的 WRAN 系统的示例流程图;

图 7 和图 8 图示了图 5 的调谐器 305 和载波跟踪环路 315;

图 9 和图 10 示出了 ATSC DTV 信号的格式; 以及

图 11 到图 21 示出了根据本发明的原理的、ATSC 信号检测器的各种实施例。

具体实施方式

除了发明构思之外，附图中所示的元件是公知的，并且将不对其进行详细描述。而且，假定熟悉电视广播、接收机以及视频编码，并且这里不对其进行详细描述。例如，除了本发明构思之外，假定熟悉诸如 NTSC（国家电视系统委员会）、PAL（逐行倒相）、SECAM（顺序与存储彩色电视系统）以及 ATSC（高级电视系统委员会）（ATSC）之类的现有的和所提出的推荐 TV 标准。可以在下面的 ATSC 标准中找到关于 ATSC 广播信号的其它信息：数字电视标准（A/53）、修订 C，包括修改 No. 1 以及勘误 No. 1，Doc. A/53C；以及 Recommended Practice: Guide to the Use of the ATSC Digital Television Standard（A/54）。同样地，除了本发明构思之外，假设诸如八级（level）残留边带（8-VSB）、正交幅度调制（QAM）、正交频分多路复用（OFDM）或者编码的 OFDM（COFDM）之类的传输概念，以及诸如射频（RF）前端之类的接收机组件、或者诸如低噪声块、调谐器、解调器、相关器、泄漏积分器和平方器之类的接收机部分。类似地，除了本发明构思之外，用于产生传输比特流的格式化和编码方法（诸如，运动画面专家组（MPEG）-2 系统标准（ISO/IEC 13818-1）是公知的并且不在这里对其进行描述。还应该注意的是：本发明构思可以使用传统编程技术来实施，同样将不在这里描述所述编程技术。最后，附图中相似标号表示相似元件。

图 1 的表 1 中示出了本领域中已知的美国的 TV 频谱，该表 1 提供了甚高频（VHF）和超高频（UHF）波段中的 TV 频道的列表。对于每个 TV 频道，示出了对应的所分配的频带的低边缘（low edge）。例如，TV 频道 2 开始于 54 MHz（兆赫兹），TV 频道 37 开始于 608 MHz，TV 频道 68 开始于 794 MHz 等。如在本领域中已知的，每个 TV 频道或波段占用 6 MHz 带宽。这样，TV 频道 2 覆盖 54 MHz 到 60 MHz 的频谱（或范围），TV 频道 37 覆盖从 608 MHz 到 614 MHz 的波段，并且 TV 频道 68 覆盖从 794 MHz 到 800 MHz 的波段，等等。如之前所述，WRAN 系统利用电视（TV）频谱中未使用的 TV 广播频道。在这点上，WRAN 系统执行“频道感测”，以确定在 WRAN 区域中这些 TV 频道中的哪些频道是实际有效的（或者“在用的（incumbent）”），以确定 TV 频谱的实际上可由 WRAN 系统使用的那部分。

除了图 1 中示出的 TV 频谱，特定频道中的特定的 ATSC DTV 信号也可能受与该 ATSC 信号位置相同（即，位于同一频道中）或者相邻（例如，在

下一较低或者下一较高的频道中)的 NTSC 信号或者甚至其它 ATSC 信号影响。这在图 2 的表 2 中在受不同的干扰情况影响的 ATSC 导频信号的背景(context)下例示。例如,表 2 的第一行 71 提供在不存在来自另一 NTSC 或 ATSC 信号的相同位置的或者相邻的干扰的情况下的、ATSC 导频信号的以赫兹(Hz)为单位的低边缘偏移。这对应于在上述 ATSC 标准中定义的 ATSC 导频信号,即,导频信号在特定频道的低边缘之上 309.44059 KHz(千赫兹)处出现。(再一次,图 1 的表 1 提供每个频道的以 MHz 为单位的低边缘值)。然而,参照表 2 中标号 72 的行,提供在存在相同位置的 NTSC 信号时提供 ATSC 导频信号的低边缘偏移。在这样的情况下,ATSC 接收机将接收高于低边缘 338.065 KHz 的 ATSC 导频信号。在 NTSC 和 ATSC 广播的背景下,可以从表 2 观察到可能的偏移的总数是 14。然而,一旦 NTSC 传输停止,可能的偏移的总数减少到 2,其容限为 10 Hz,这在图 3 的表 3 中示出。

由于对于任何频道感测而言精确是重要的,我们观察到:增加接收机中的定时或者载波频率基准的精确度提高信号检测或者频道感测技术的性能(无论这些技术是相干的还是非相干的)。具体地,接收机包括:调谐器,用于调谐到多个频道之一;广播信号检测器,其耦接到调谐器,用于检测是否在所述频道的至少一个频道上存在广播信号,其中将调谐器校准为所接收的广播信号的函数。在使用现有的 ATSC 频道作为基准的背景下描述本发明的示例实施例。

图 4 中示出了并入本发明的原理的示例无线网络(WRAN)系统 200。WRAN 系统 200 服务地理区域(WRAN 区域)(图 4 中未示出)。在通常情况下,WRAN 系统包括至少一个基站(BS)205,其与一个或多个客户端层内设备(customer premise equipment)(CPE)250 通信。后者可以是固定的或者移动的。CPE 250 是基于处理器的系统,并且包括一个或多个处理器以及相关联的存储器,如由以图 4 中虚线框的形式示出的处理器 290 和存储器 295 表示的。在此背景下,计算机程序或者软件被存储于存储器 295 中以供处理器 290 执行。后者表示一个或多个由存储程序控制的处理器,并且它们不需要专用于发射机功能,例如,处理器 290 还可以控制 CPE 250 的其它功能。存储器 295 表示任何存储设备,例如随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)等;可以在 CPE 250 的内部和/或外接于 CPE 250;并且根据需要是易失性的和/或非易失性的。经由天线 210 和 255 进行的、BS 205 和 CPE 250

之间的物理层通信示例性地是由收发机 285 的、基于 OFDM 的，并且由箭头 211 表示。为了进入 WRAN 网络，CPE 250 可以首先与 BS 210 “相关联”。在此关联期间，CPE 250 经由收发机 285 将关于 CPE 250 的能力的信息经由控制频道（未示出）发送到 BS 205。所报告的能力包括：例如最小和最大传输功率、以及传输和接收所支持的频道列表。在这点上，CPE 250 执行根据本发明的原理的“频道感测”，以确定在 WRAN 区域中哪些 TV 频道不是有效的。然后，将用于 WRAN 通信的产生的所支持的频道列表提供给 BS 205。

图 5 中示出了用于 CPE 250 的接收机 300 的示例部分。只示出了接收机 300 与本发明构思有关的那部分。接收机 300 包括调谐器 305、载波跟踪环路（CTL）315、ATSC 信号检测器 310 以及控制器 325。控制器 325 表示一个或多个由存储程序控制的处理器，例如微处理器（诸如处理器 290），并且这些不必专用于本发明构思，例如，控制器 325 还可以控制接收机 300 的其它功能。另外，接收机 300 包括存储器（诸如存储器 295），例如随机存取存储器（RAM）、只读存储器（ROM）等；并且可以是控制器 325 的一部分，或者与控制器 325 分离。为求简便，一些元件在图 5 中未示出，诸如自动增益控制（AGC）元件、模数转换器（ADC）（如果处理在数字域中进行）、以及附加的滤波。除了本发明构思之外，对于本领域技术人员来说这些元件是容易显而易见的。在这点上，这里描述的实施例可以在模拟或数字域中实施。另外，本领域技术人员将认识到根据需要一些处理可以包括复杂的信号路径。

在描述本发明构思之前，接收机 300 的一般操作如下。将输入信号 304（例如，经由图 4 的天线 255 所接收的）施加到调谐器 305。输入信号 304 表示根据前述“ATSC 数字电视标准”的数字 VSB 调制信号，并且在图 1 的表 1 中所示的频道之一上传输。由控制器 325 经由双向信号路径 326 将调谐器 305 调谐到所述频道中不同的频道，以选择具体的 TV 频道并提供以特定 IF（中频）为中心的经下变频的信号 306。将信号 306 施加到 CTL 315，其处理信号 306 以移除任何频率偏移（诸如发射机的本地振荡器（LO）和接收机的 LO 之间的），并且将所接收的 ATSC VSB 信号从中频（IF）解调降频到基带或者接近基带频率（例如，参见美国高级电视系统委员会“ATSC 数字电视标准使用指南”，文档 A/54，1995 年 10 月 4 日；以及 2001 年 5 月 15 日授予 Wang 的、标题为“Segment Sync Recovery Network for an HDTV receiver”的美国专利第 6233295 号）。CTL 315 将信号 316 提供给 ATSC 信号检测器 320，

其处理信号 316(下面进一步描述)以确定信号 316 是否是 ATSC 信号。ATSC 信号检测器 320 将所产生的信息经由路径 321 提供给控制器 325。

现在转向图 6, 示出了在接收机 300 中使用的示例流程图。具体地, 可以通过具有准确的载波和定时偏移信息来增强在 VHF 和 UHF TV 波段中检测低于解调有用信号所需的信号电平的信号电平的 ATSC DTV 信号的存在。示例地, 使用 DTV 频道自身的稳定性和已知的频率分配来提供此信息。如在上述 ATSC A/54A ATSC Recommended Practice 中指定的, 载波频率被指定为在至少 1 KHz(千赫兹)之内, 并且为了更好的实践建议更严格的容限。在这点上, 在步骤 260 中, 控制器 325 首先在诸如图 1 的表 1 中图示的已知的 TV 频道中扫描存在的、可容易识别的 ATSC 信号。具体地, 控制器 325 控制调谐器 305 以选择 TV 频道中的每一个频道。由 ATSC 信号检测器 320 处理所产生的信号(如果有的话)(下面进一步描述), 并且结果被经由路径 321 提供给控制器 325。优选地, 控制器 325 寻找在 WRAN 区域中当前广播的最强的 ATSC 信号。然而, 控制器 325 可能在首先检测到的 ATSC 信号处停止。

暂时转向图 7, 示出了调谐器 305 的示例框图。调谐器 305 包括放大器 355、乘法器 360、滤波器 365、除以 n 的元件 370、压控振荡器(VCO) 385、相位检测器 375、环路滤波器 390、除以 m 的元件 380 以及本地振荡器(LO) 395。除了本发明构思之外, 调谐器 305 的元件是公知的, 并且这里不进一步描述。通常, 在由 LO 395 和 VCO 385 提供的信号之间保持以下的关系:

$$\frac{F_{ref}}{m} = \frac{F_{VCO}}{n} \quad (1)$$

其中 F_{ref} 是由 LO 395 提供的基准频率, F_{VCO} 是由 VCO 385 提供的频率, n 是由除以 n 的元件 370 表示的除数的值, 以及 m 是由除以 m 的元件 380 表示的除数的值。可以将等式(1)改写为:

$$F_{VCO} = n \frac{F_{ref}}{m} = n F_{step} \quad (2)$$

可以从等式(2)观察到: 可以利用适当的 n 值将 F_{VCO} 设置为不同的 ATSC DTV 波段, 如由控制器 325(图 6 的步骤 260)经由路径 326 设置的。然而, 并且如上所述, 接收机 300 包括 CTL 315, 其移除任何频率偏移 F_{offset} 。主要存在两种频率偏移。第一种是由 LO 395 和发射机频率基准之间的频率差造成的误差。第二种是由用于 F_{step} 的值造成的误差, 这是因为由 LO 395 提供的实际频

率 F_{ref} 只是近似已知在本地振荡器的给定的容限内。这样, F_{offset} 包括从 nF_{step} 的值到所选频道的误差以及由本地频率基准和发射机频率基准之间的频率差造成的误差两者。

现在参照图 8, 示出了 CTL 315 的示例框图。CTL 315 包括乘法器 405、相位检测器 410、环路滤波器 415、数值控制振荡器 (NCO) 420、以及正弦/余弦表 425。除了本发明构思之外, CTL 315 的元件是公知的, 并且这里不对其进行进一步描述。如本领域中已知的, NCO 420 确定 F_{offset} , 并且经由正弦/余弦表 425 和乘法器 405 从所接收的信号中移除这些频率偏移。

继续图 6 的步骤 270, 一旦找到存在的 ATSC 信号, 控制器 325 通过根据检测到的 ATSC 信号来确定至少一个相关的频率 (定时) 特性以校准接收机 300。具体地, 图 5 的接收机 300 的一般操作可以由下面的等式表示:

$$F_c = nF_{\text{step}} + F_{\text{offset}} \quad (3)$$

其中 F_c 表示检测到的 ATSC 信号的导频信号的频率。关于等式 (3) 中 F_{offset} 的值, 控制器 325 仅通过经由双向路径 327 访问 NCO 420 中的相关联的数据来确定此值。然而, 尽管对于所选择的 ATSC 频道已经通过控制器 325 确定 n 值, 但是 F_{step} 的实际值是未知的。然而, 可以将等式 (3) 改写为:

$$F_{\text{step}} = \frac{F_c - F_{\text{offset}}}{n} \quad (4)$$

尽管此解答似乎是简单明了的, 但是应该回想起 F_c 的值不是如图 1 的表 1 所建议的那样是唯一确定的。相反, 检测到的 ATSC DTV 信号可能受如图 2 的表 2 以及图 3 的表 3 中所示的其它 NTSC 或 ATSC 信号的影响。如果在 WRAN 区域中存在 NTSC 和 ATSC 传输, 则必须考虑图 2 的表 2 中所示的 14 个可能的偏移。然而, 如果在 WRAN 区域中不存在 NTSC 传输, 则只须考虑图 3 的表 3 中所示的 2 个偏移。为求简便, 假定不存在 NTSC 传输, 并且为此示例只使用表 3。

这样, 使用来自表 1 和表 3 的值 (例如, 存储在前面提到的存储器中), 控制器 325 执行两步计算来确定 F_{step} 的不同的值:

$$F_{\text{step}}^{(1)} = \frac{F_c^{(1)} - F_{\text{offset}}}{n} \quad (4a)$$

$$F_{\text{step}}^{(2)} = \frac{F_c^{(2)} - F_{\text{offset}}}{n} \quad (4b)$$

其中 $F_c^{(1)}$ 表示表 1 中的用于所选择的 ATSC 频道的低波段边缘加上表 3 的第一行中的低波段边缘偏移；以及 $F_c^{(2)}$ 表示表 1 中的用于所选择的 ATSC 频道的低波段边缘加上表 3 的第二行中的低波段边缘偏移。结果，控制器 325 确定用于接收机 300 的 F_{step} 的两个可能的值。因此，在步骤 270 中，控制器 325 确定用于校准接收机 300 的调谐参数。

最后，在步骤 275 中，控制器 325 扫描 TV 频谱，以确定所支持的频道列表，其包括一个或多个未被使用的 TV 频道，并且同样可用于支持 WRAN 通信。对于由控制器 325（例如，从表 1 的列表中）所选择的每个频道，对于等式 (3)、(4)、(4a) 和 (4b) 的观察结果仍然适用。换言之，对于每个所选择的频道，必须考虑表 3 中所示的偏移。由于表 3 中示出了两个偏移，并且如在步骤 270 中所确定的 F_{step} 有两个可能的值（等式 (4a) 和 (4b)），所以执行四次扫描。（如果使用表 2 中列出的偏移，则存在 14^2 次扫描或者 196 次扫描）。例如，在第一次扫描中，对于每个 ATSC 频道，控制器 325 经由路径 326 将调谐器 305 设置为不同的 n 值。控制器 325 通过对于 n 求解等式 (3) 来确定 n 值：

$$n = \frac{F_c - F_{\text{offset}}}{F_{\text{step}}} \quad (5)$$

其中 F_{step} 的值等于所确定的 $F_{\text{step}}^{(1)}$ 的值，并且 F_c 的值等于表 1 中的用于所选择的 ATSC 频道的低波段边缘加上表 3 的第一行中的低波段边缘偏移。然而，对于第二次扫描，尽管 F_{step} 的值仍然等于所确定的 $F_{\text{step}}^{(1)}$ 的值，但是 F_c 的值现在变为等于表 1 中的用于所选择的 ATSC 频道的低波段边缘加上表 3 的第二行中的低波段边缘偏移。除了现在将 F_{step} 的值设为等于所确定的 $F_{\text{step}}^{(2)}$ 的值之外，第三次和第四次扫描是类似的。在这些扫描的每次扫描期间，当调谐器 305 以提供所选择的频道时，ATSC 信号检测器 320 处理所接收的信号，以确定在当前选择的频道上是否存在 ATSC 信号。将关于 ATSC 信号的存在的数据或者信息经由路径 321 提供给控制器 325。根据此信息，控制器 325 建立所支持的频道列表。因此，使用 DTV 频道自身的稳定性和已知的频率分配来校准接收机 300，从而增强低 SNR ATSC DTV 信号的检测。这样，在步骤 275 中，由于在步骤 270 中确定的准确的频率信息（ F_{offset} 和 F_{step} 的各个值），接收机 300 甚至在非常低的 SNR 环境中也能够扫描可能存在的 ATSC 信号。目标灵敏度是检测具有 -116 dBm（相对于 1 毫瓦的功率等级的分贝）的信号

强度的 ATSC 信号。这低于可视性阈值 (ToV) 超过 30 dB (分贝)。应注意: 取决于本地振荡器的漂移特性, 可能需要定期重新校准。还应注意: 也可以实施对于上述方法的其它变型。例如, 可以从在步骤 275 中执行的扫描中排除在步骤 260 中检测的 ATSC 信号。另外, 可以通过调谐到来自步骤 260 的识别出的 ATSC 信号来立即执行任何重新校准, 而不需要再次执行步骤 260。而且, 一旦在步骤 275 中检测到 ATSC 信号, 就可以从任何随后的扫描中排除相关联的波段。

如上所述, 接收机 300 包括 ATSC 信号检测器 320。根据本发明的原理, ATSC 信号检测器 320 利用 ATSC DTV 信号的格式。使用 8-VSB (残留边带) 调制 DTV 数据。具体地, 对于在低 SNR 环境下操作的接收机, 接收机利用在 ATSC DTV 信号内嵌入的区段同步码元和字段同步码元, 来提高精确检测 ATSC DTV 信号的存在概率, 因此降低了错误警报的概率。在 ATSC DTV 信号中, 除了八级 (eight-level) 数字数据流之外, 在每个数据区段的开始处插入二级 (two-level) (二进制) 四个码元的数据区段同步。图 9 中示出了 ATSC 数据区段。ATSC 数据区段由 832 个码元组成: 数据区段同步的四个码元、以及 828 个数据码元。数据区段同步模式是二进制 1001 模式, 如可从图 9 观察到的。多个数据区段 (313 个区段) 包括一个 ATSC 数据字段, 其包括总共 260416 个码元 (832×313)。数据字段中的第一数据区段被称为字段同步区段。字段同步区段的结构在图 10 中示出, 其中每个码元表示一比特数据 (两级)。在字段同步区段中, 511 比特的伪随机序列 (PN511) 紧接着数据区段同步。在 PN511 序列之后, 存在连在一起的三个相同的 63 比特的伪随机序列 (PN63), 其中每隔一个数据字段第二个 PN63 序列取反一次。

考虑到以上内容, 图 11 中示出了根据本发明的原理的 ATSC 信号检测器 320 的一个实施例。在此实施例中, ATSC 信号检测器 320 包括匹配滤波器 505, 其与上述 PN511 序列匹配, 用于识别 PN511 序列的存在。图 12 中示出了另一个变型。在此附图中, 将来自匹配滤波器的输出累积多次以判断是否存在显著的峰值。这改进了检测概率并且降低了错误警报概率。图 12 的实施例的缺点在于: 需要较大的存储器。图 13 中示出了另一方案。在此方案中, 检测峰值 (520) 连同其在一个数据字段内的位置 (510、515)。应注意: 复位信号也对地址计数器增计数 (即, “增加 (bump) 地址”) 以将结果存储在 RAM 525 的不同位置中。这样, 在 RAM 525 中存储多个数据字段的结果。如果对

于某一百分比的数据字段而言,峰值位置是相同的,则判断在 DTV 频道中存在 DTV 信号。

检测 ATSC DTV 信号的存在的另一种方法是使用数据区段同步。由于对于每个数据区段而言数据区段同步都重复一次,通常将其用于定时恢复。在上述 Recommended Practice: Guide to the Use of the ATSC Digital Television Standard (A/54) 中概述了此定时恢复方法。然而,数据区段同步也可被用于使用定时恢复电路来检测 DTV 信号的存在。如果定时恢复电路提供定时锁定 (timing lock) 的指示,则其以高置信度确保 DTV 信号的存在。即使初始本地码元时钟与发射机码元时钟不接近,只要时钟偏移在定时恢复电路的捕捉 (pull-in) 范围内,此方法就将起作用。然而,应注意:由于可用范围下降到 0 dB SNR,因此需要额外的 15 dB 提升来达到上述 -116 dBm 的检测目标。

可被用于检测 ATSC 信号的另一方案是与所采用的定时恢复机制无关地处理区段同步。这在图 14 中图示,其示出了使用包括泄漏积分器 (其中码元 α 是预定义的常数) 的无限脉冲响应 (IIR) 滤波器 550 的相干区段同步检测器。IIR 滤波器的使用通过增加与一个区段的重复周期一起出现的信息来建立用于检测的定时峰值。这假定载波偏移和定时偏移较小。

除了上述用于检测 ATSC 信号的相干方法之外,也可以使用非相干方案,即,不需要通过使用导频载波来下变频到基带。这是有利的,因为在低 SNR 环境下鲁棒地提取导频可能是有问题的。图 15 中示出了一个示例性非相干区段同步检测器,其图示了延迟线结构。输入信号乘以其自身的延迟的共轭形式 (570、575)。该结果被施加到用于匹配数据区段同步的滤波器 (数据区段同步匹配滤波器 580)。共轭确保任何载波偏移都将不影响匹配滤波器之后的幅度。可替换地,可以采用积分及转储 (integrate-and-dump) 方案。在匹配滤波器 580 之后,取信号的幅值 (585) (或者更容易地,将幅值的平方取为 I^2+Q^2 , 其中 I 和 Q 分别为匹配滤波器输出的信号的同相和正交分量)。可以直接检查此幅值 (586) 以看出是否存在指示出现 DTV 信号的显著的峰值。可替换地,如图 15 所示,可以通过利用 IIR 滤波器 550 处理来进一步改善信号 586,从而在多个区段上改进估计的鲁棒性。图 16 中示出了替换实施例。在此实施例中,相干地执行积分 (580) (即,保持相位信息),在此之后取信号的幅值 (585)。

与上述在基带操作的实施例类似,其它非相干的实施例也可以利用在字

段同步中发现的更长的 PN511 序列。然而，应注意：必须做出一些修改来适应频率偏移。例如，如果将 PN511 序列用作 ATSC 信号的指示符，则可以存在同时使用以检测该 PN511 序列的存在的几个相关器。考虑其中频率偏移使得载波在 PN511 序列期间经过一个完整的周期(cycle)或旋转的情况。在这样的情况下，输入信号和基准 PN511 序列之间的匹配相关器输出的和将为零。然而，如果将 PN511 序列分为 N 个部分，每个部分将具有可感知的能量，这是因为载波在每个部分期间将只旋转 $1/N$ 个周期。因此，可以通过将较长的相关器分为较小的序列来有利地利用非相干相关器方案，并且利用一个非相干相关器来处理每个子序列，如图 17 中所示。在此图中，将要进行相关的序列分为 N 个子序列，对其编号为 0 到 N-1。延迟输入数据使得将相关器输出合并 (590) 以产生可用的非相干合并。

图 18 中示出了根据本发明的原理的 ATSC 信号检测器的另一示例实施例。为了减少 ATSC 信号检测器的复杂度，图 18 的 ATSC 信号检测器使用与 PN63 序列匹配的匹配滤波器 (710)。将来自匹配滤波器 710 的输出信号施加到延迟线 715。在图 18 的实施例中，使用相干合并方案。由于每隔一个数据字段同步中间的 PN63 都取反一次，对应于两个数据字段同步的情况经由加法器 720 和 725 生成两个输出 y1 和 y2。如可以从图 18 观察到的，输出 y1 的处理路径包括乘法器，以在经由加法器 720 进行合并之前对中间的 PN63 取反。应注意：图 18 的实施例执行峰值检测。如果在 y1 或者 y2 中出现显著的峰值，则假定存在 ATSC DTV 信号。

图 19 中示出了与 PN63 序列匹配的 ATSC 信号检测器的替换实施例。除了将匹配滤波器 710 的输出信号首先施加到计算信号幅值的平方的元件 730 之外，此实施例类似于图 18 中所示的实施例。这是非相干合并方案的示例。如同在图 18 中那样，图 19 的实施例执行峰值检测。加法器 735 合并延迟线 715 的各个元素以提供输出信号 y3。如果在 y3 中出现显著的峰值，则假定存在 ATSC DTV 信号。应注意：当载波偏移相对较大时，图 19 的非相干合并方案可能比相干合并方案更适合。而且，应注意：元件 730 可以简单地确定信号的幅值。

图 20 和图 21 中示出了另外的变型。在这些示例实施例中，将 PN511 和 PN63 序列一起用于 ATSC 信号检测。首先转向图 20 中所示的实施例，如上面针对图 18 的实施例所述的生成信号 y1 和 y2，以检测 PN63 序列。另外，

将来自匹配滤波器 505 (与 PN511 序列匹配) 的输出施加到延迟线 770, 其存储三个 PN63 序列的时间间隔上的数据。图 20 的实施例执行峰值检测。如果在 $z1$ 或者 $z2$ (分别经由加法器 760 和 765 提供) 中出现显著的峰值, 则假定存在 ATSC DTV 信号。

现在转向图 21, 图 21 的实施例还合并 PN511 序列的检测与如图 19 所示的 PN63 序列的检测。在此实施例中, 将匹配滤波器 505 的输出信号首先施加到元件 780, 其计算信号的幅值的平方。这是另一个非相干合并方案的示例。如图 20 所示, 图 21 的实施例执行峰值检测。加法器 785 合并延迟线 770 的各个元素与输出信号 $y3$, 以提供输出信号 $z3$ 。如果在 $z3$ 中出现显著的峰值, 则假定存在 ATSC DTV 信号。而且, 应注意元件 780 可以简单地确定信号的幅值。

对上述内容的其它变型是可能的。例如, 可以级联 PN63 和 PN511 匹配滤波器, 从而利用它们固有的延迟线结构来减少所需的额外的延迟线的数量。在另一实施例中, 可以采用三个 PN63 匹配滤波器, 而不是单个 PN63 匹配滤波器加上延迟线。这可以使用或者不使用 PN511 匹配滤波器来进行。

如上所述, 通过在扫描其它广播信号的频谱之前首先将调谐器校准到所接收的广播信号, 来增强广播信号检测器的性能。因此, 在 WRAN 系统的背景下, 可以以高置信度在低信噪比环境下检测 ATSC DTV 信号的存在。应注意: 虽然在图 4 的 CPE 250 的背景下描述图 5 的接收机, 但是本发明不限制于此, 并且还应用于例如可以执行频道感测的 BS 205 的接收机。另外, 虽然在 WRAN 系统的背景下描述图 5 的接收机, 但是本发明不限制于此, 并且也应用于执行频道感测的任何接收机。而且, 应注意: 虽然优选地将所述 ATSC 信号检测器与较早前所述的校准调谐器一起使用, 但是不要求使用较早前所述的校准调谐器。

考虑到上述内容, 前面仅说明了本发明的原理, 因此将认识到: 本领域技术人员将能够设计很多替换配置, 尽管这里没有明确地描述, 但所述替换配置实施本发明的原理并且在其精神和范围之内。例如, 尽管在分立功能元件的背景下进行了例示, 但是这些功能元件可以在一个或多个集成电路 (IC) 上实施。类似地, 尽管作为分立元件示出, 但是可以在由存储程序控制的处理器 (例如, 数字信号处理器) 中实施任何或所有元件, 所述处理器执行例如对应于例如在图 6 中示出的一个或多个步骤等的相关软件。另外, 本发明

的原理可用于其它类型的通信系统，例如卫星、无线保真（Wi-Fi）、蜂窝等等。当然，本发明构思也可用于固定的或移动的接收机。因此应理解：可以对示例实施例做出很多修改并且可以设计其它配置，而不偏离由所附权利要求书限定的本发明的精神和范围。

表 1-TV 频道

频道	低边缘	频道	低边缘	频道	低边缘
2	54	29	560	56	772
3	60	30	566	57	728
4	66	31	572	58	734
5	76	32	578	59	740
6	82	33	584	60	746
7	174	34	590	61	752
8	180	35	596	62	758
9	186	36	602	63	764
10	192	37	608	64	770
11	198	38	614	65	776
12	204	39	620	66	782
13	210	40	626	67	788
14	470	41	632	68	794
15	476	42	638	69	800
16	482	43	644	70	806
17	488	44	650	71	812
18	494	45	656	72	818
19	500	46	662	73	824
20	506	47	668	74	830
21	512	48	674	75	836
22	518	49	680	76	842
23	524	50	686	77	848
24	530	51	692	78	854
25	536	52	698	79	860
26	542	53	704	80	866
27	548	54	710	81	872
28	554	55	716	82	878
				83	884

现有技术

图 1

表 2- 不同情况下的 ATSC 导频载波

低边缘偏移 (Hz)	容限 ± Hz	情况
309440.559	10	标准 DTV
322138	3	具有 -10 KHz 偏移的较相邻的 NTSC
328056	1000	具有 -10 KHz 偏移的同频道的 NTSC
328843.6	10	同频道的 DTV
332138	3	较相邻的 NTSC
338065	1000	同频道的 NTSC
341541	10	同频道 DTV、DTV、具有 -10kHz 偏移的较相邻的 NTSC
342138	3	具有 +10 KHz 偏移的较相邻的 NTSC
347459	1000	同频道 DTV、DTV、具有 -10kHz 偏移的同频道的 NTSC
348056	1000	具有 +10 KHz 偏移的同频道的 NTSC
351541	10	同频道 DTV、DTV、较相邻的 NTSC
357459	1000	同频道 DTV、DTV、同频道的 NTSC
361541	10	同频道 DTV、DTV、具有 +10kHz 偏移的较相邻的 NTSC
367459	1000	同频道 DTV、DTV、具有 +10kHz 偏移的同频道的 NTSC

现有技术

图 2

表 3- 在不同情况下的 ATSC 导频载波

低边缘偏移 (Hz)	容限 ± Hz	情况
309440.559	10	标准 DTV
328843.6	10	同频道的 DTV

现有技术

图 3

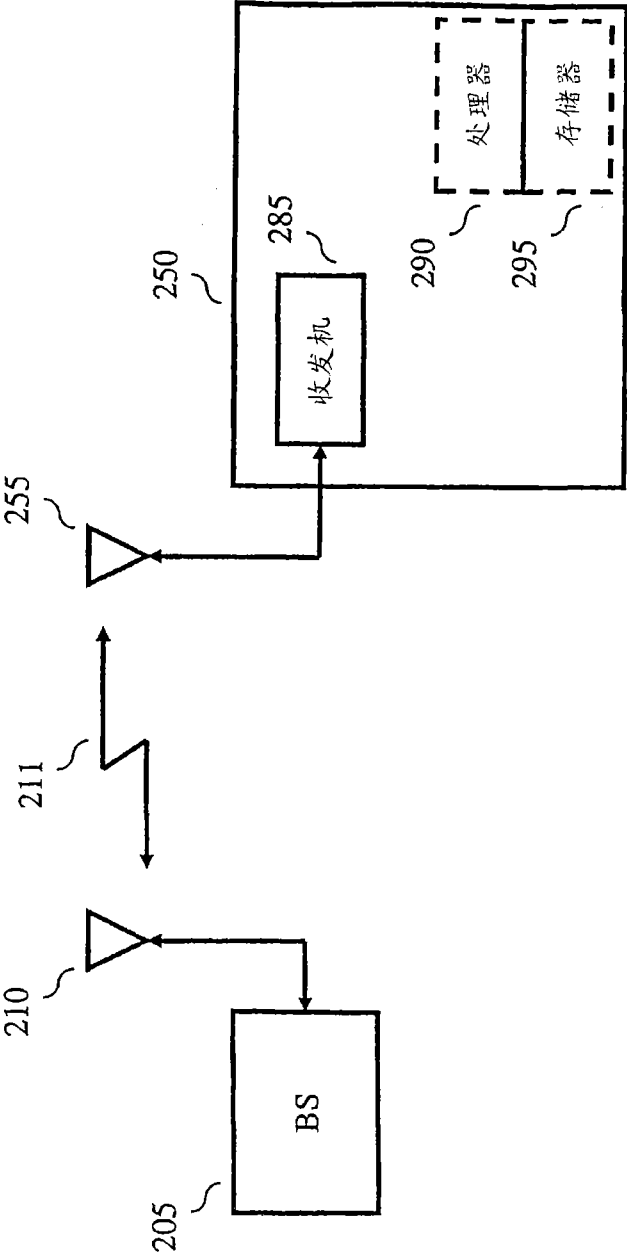


图 4

200

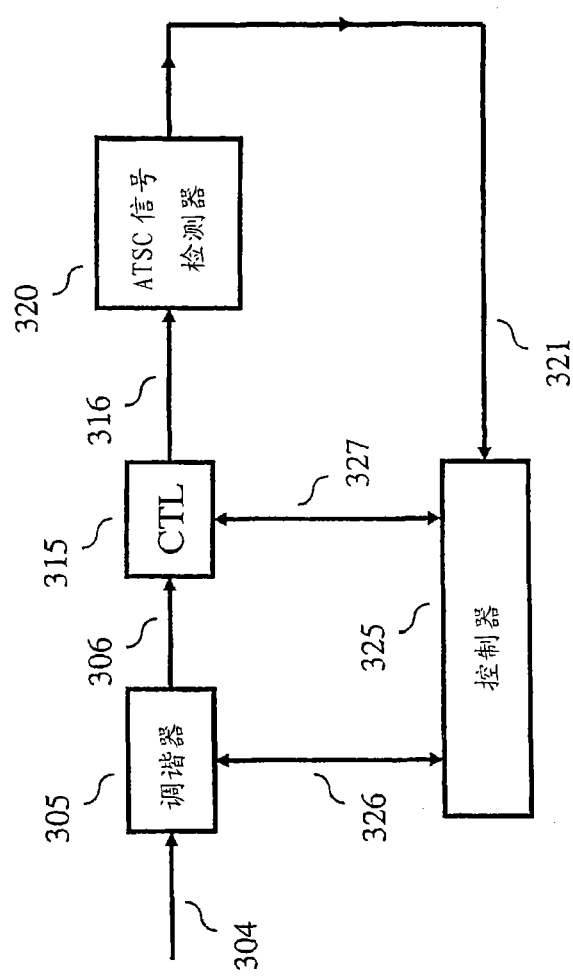


图 5

300

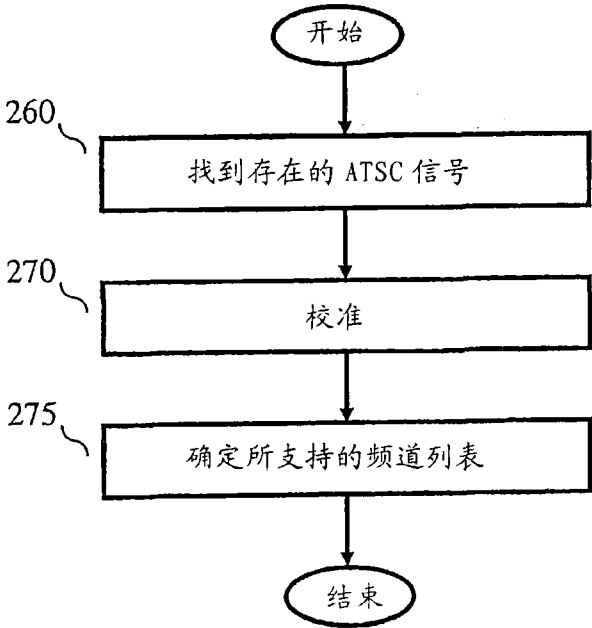


图 6

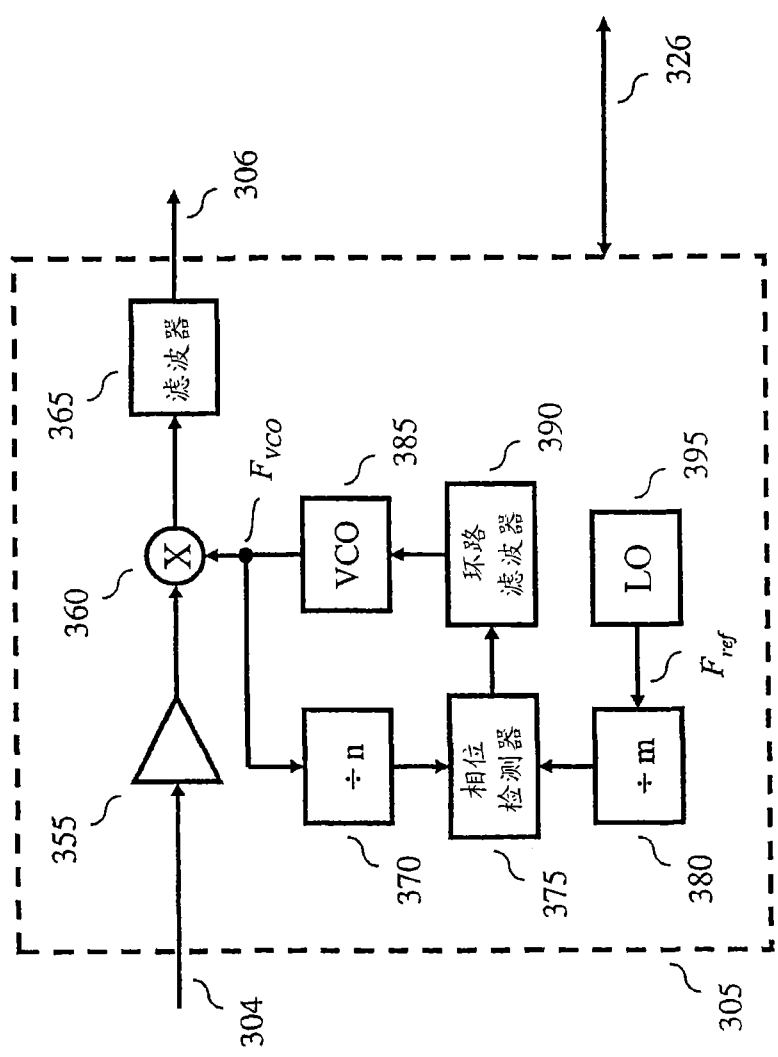


图 7

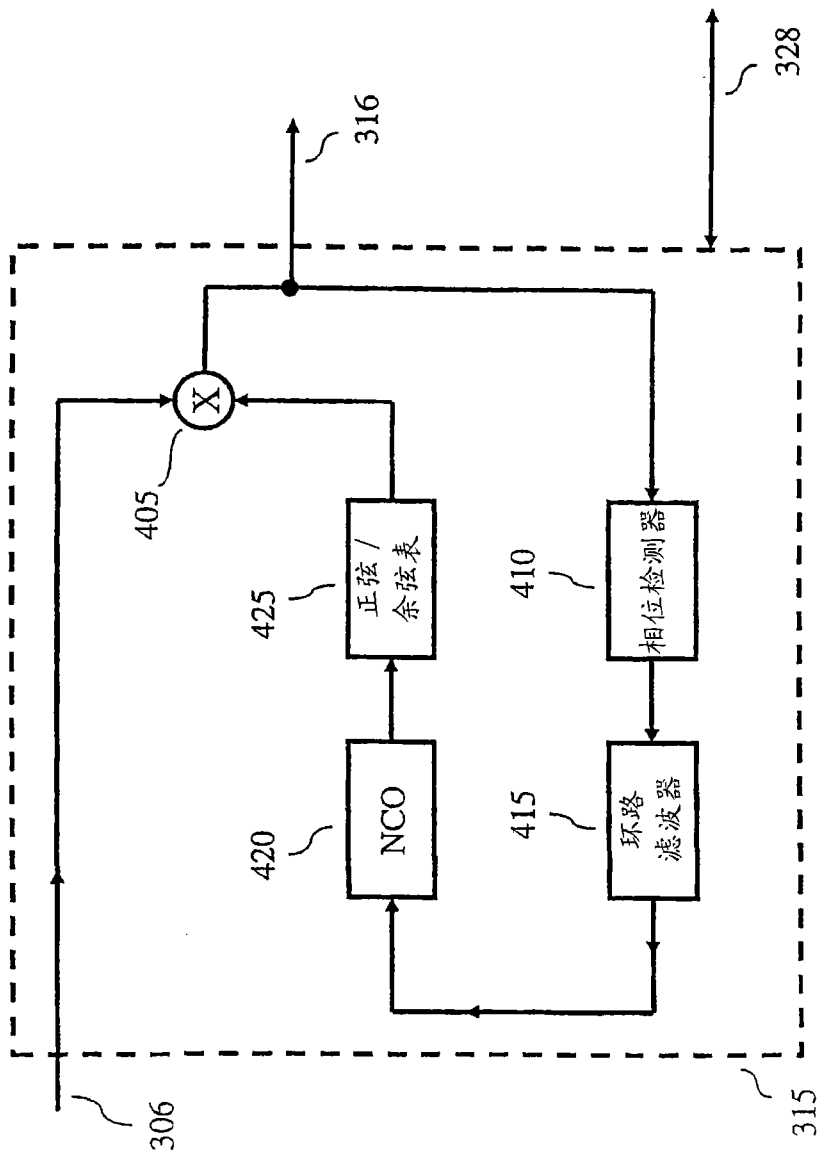
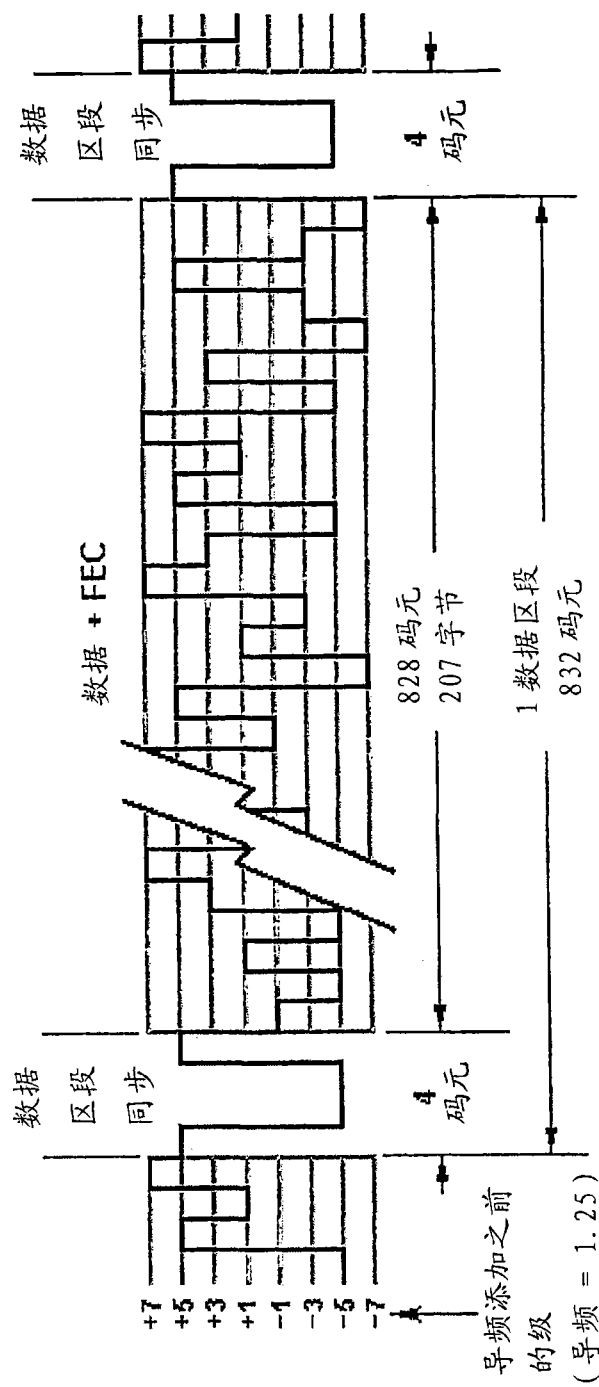


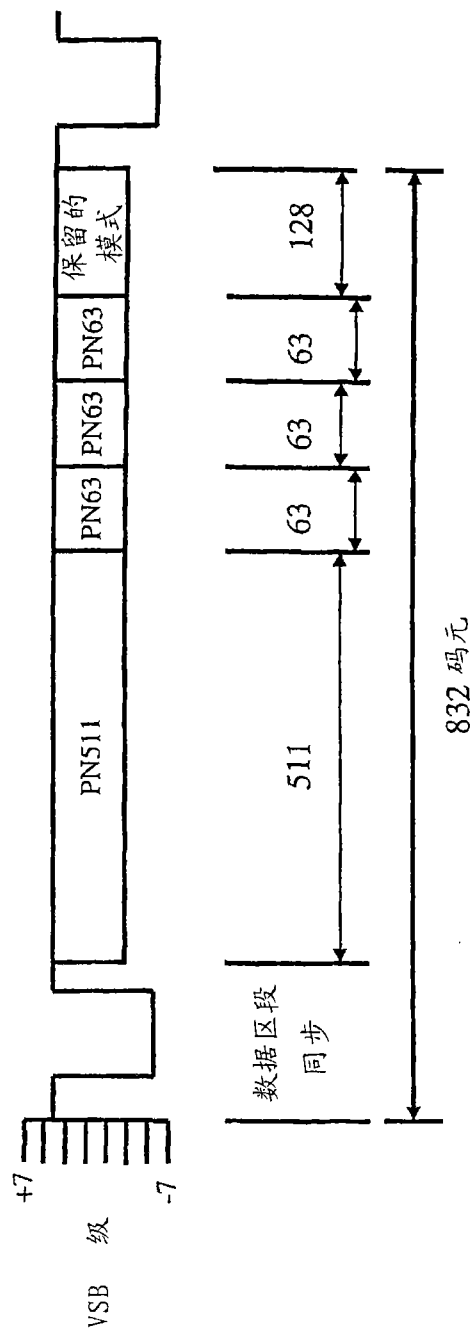
图 8



ATSC 8-VSB 数据区段

现有技术

图 9



ATSC 8-VSB 字段同步

现有技术

图 10

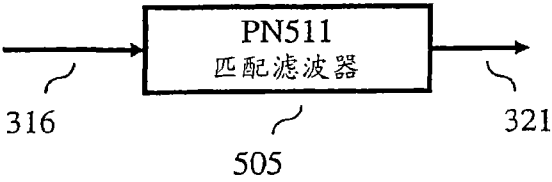


图 11

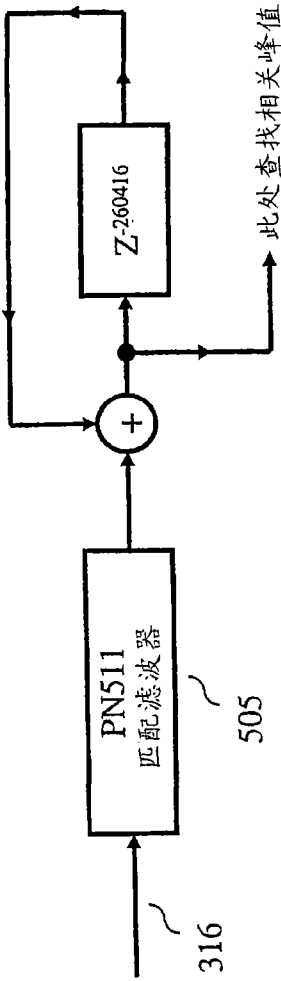


图 12

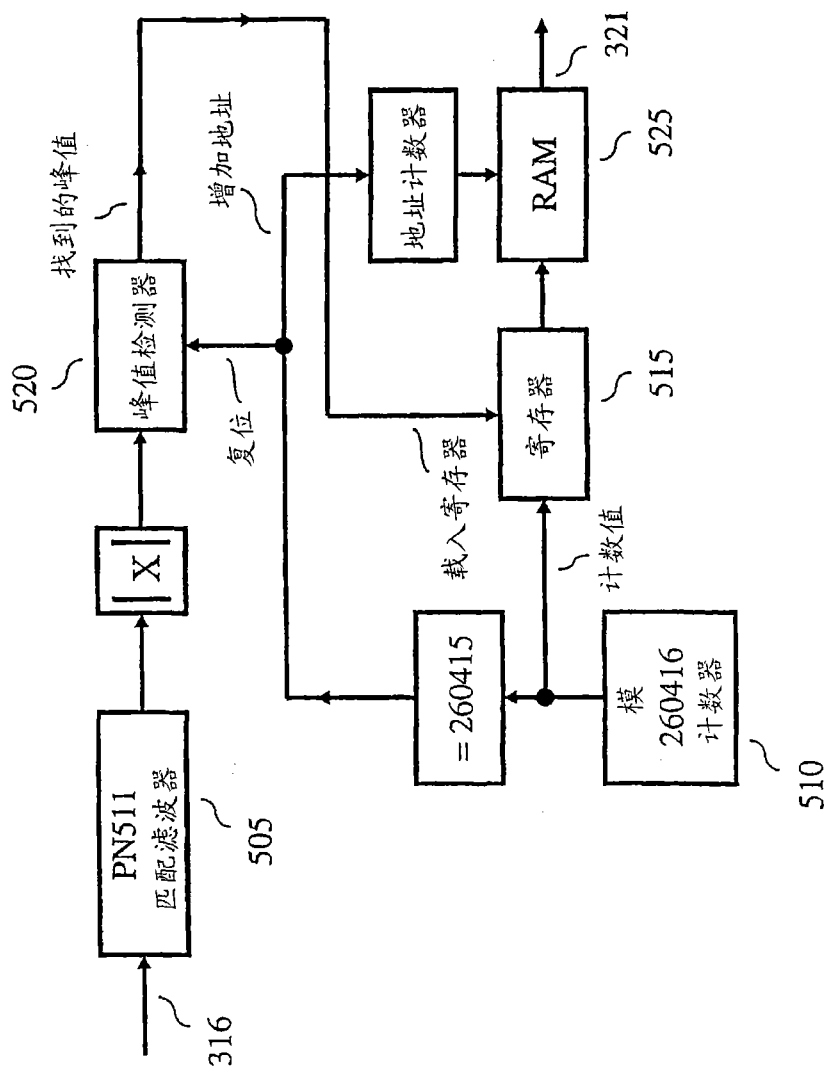


图 13

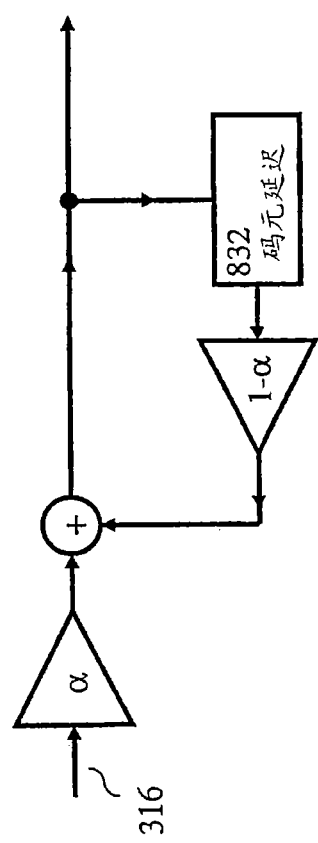


图 14

550

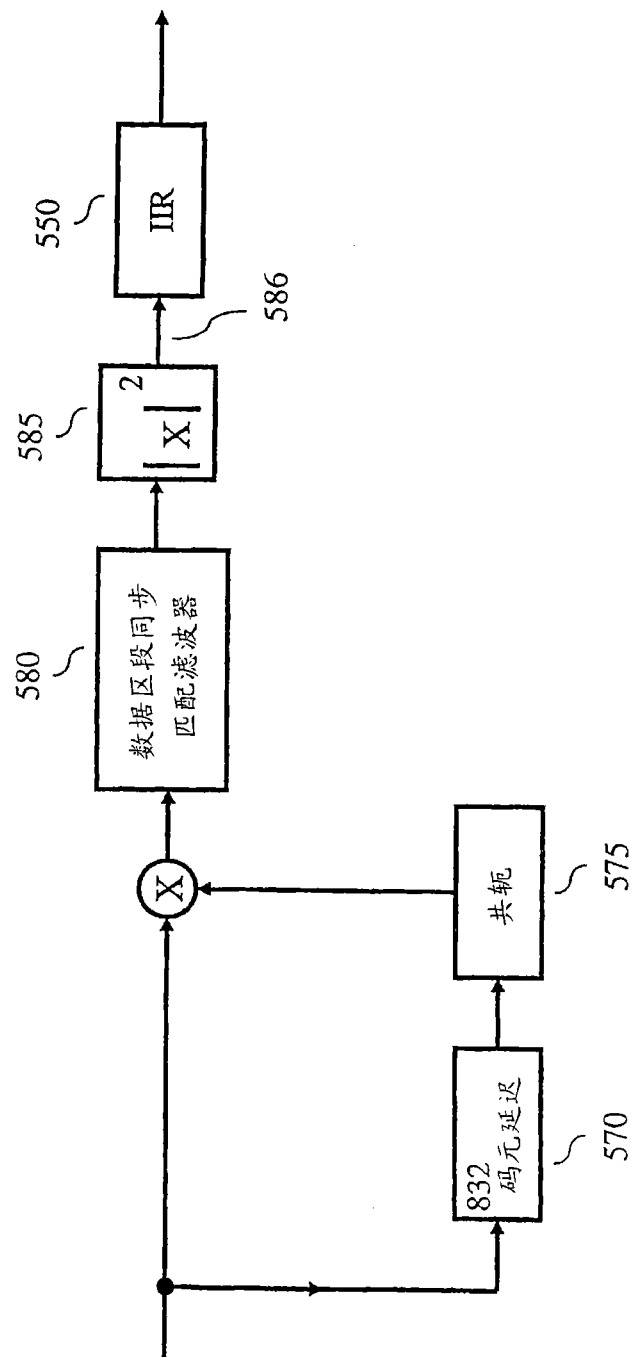


图 15

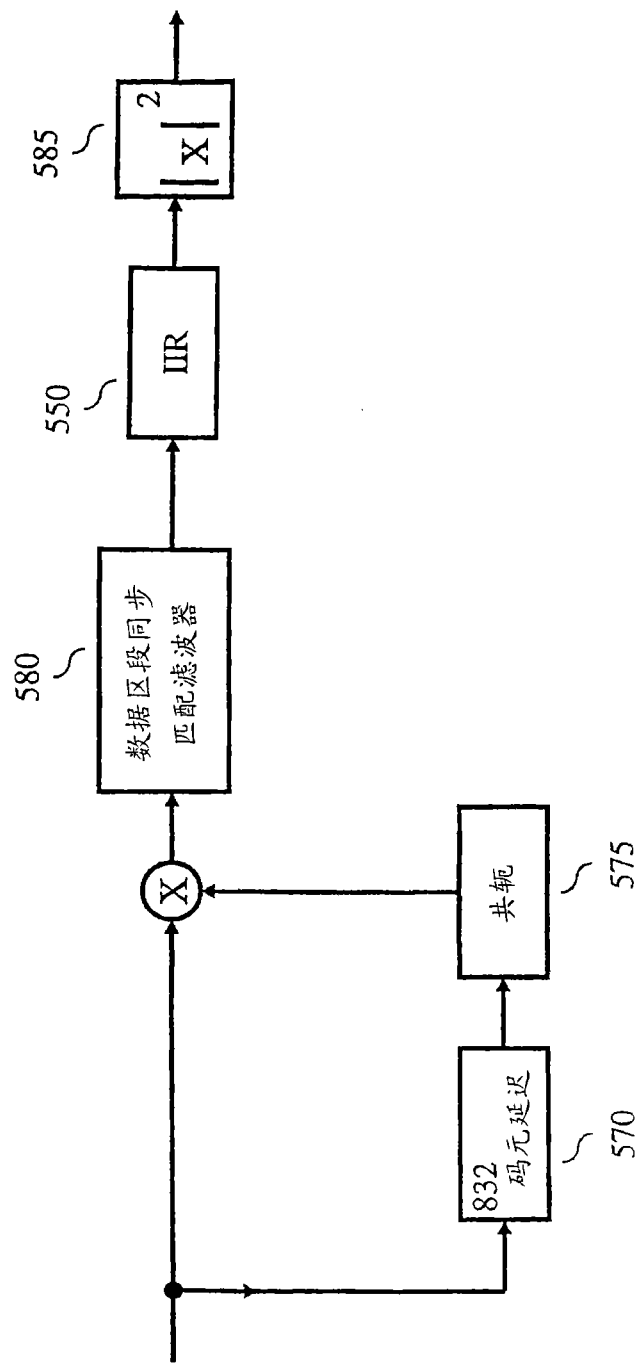


图 16

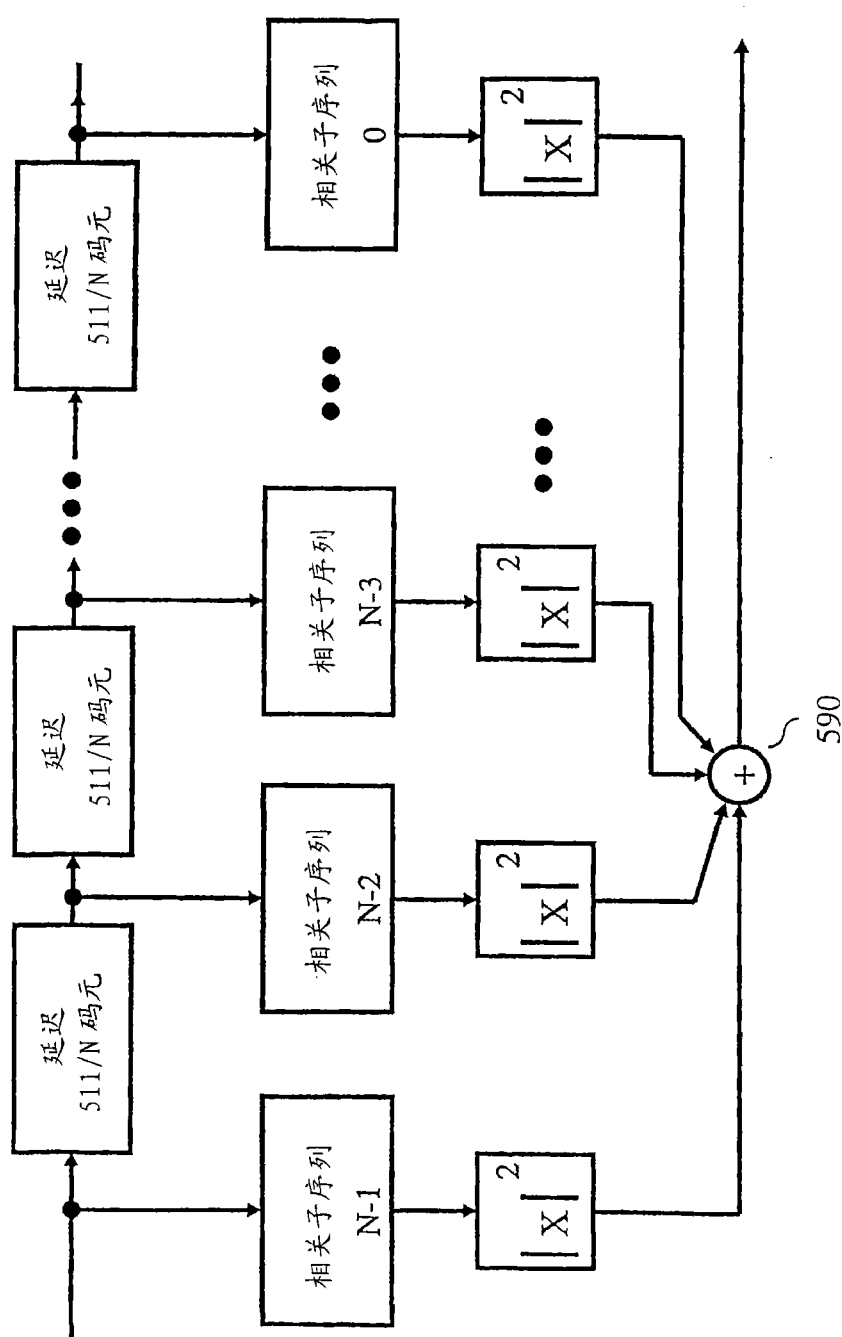


图 17

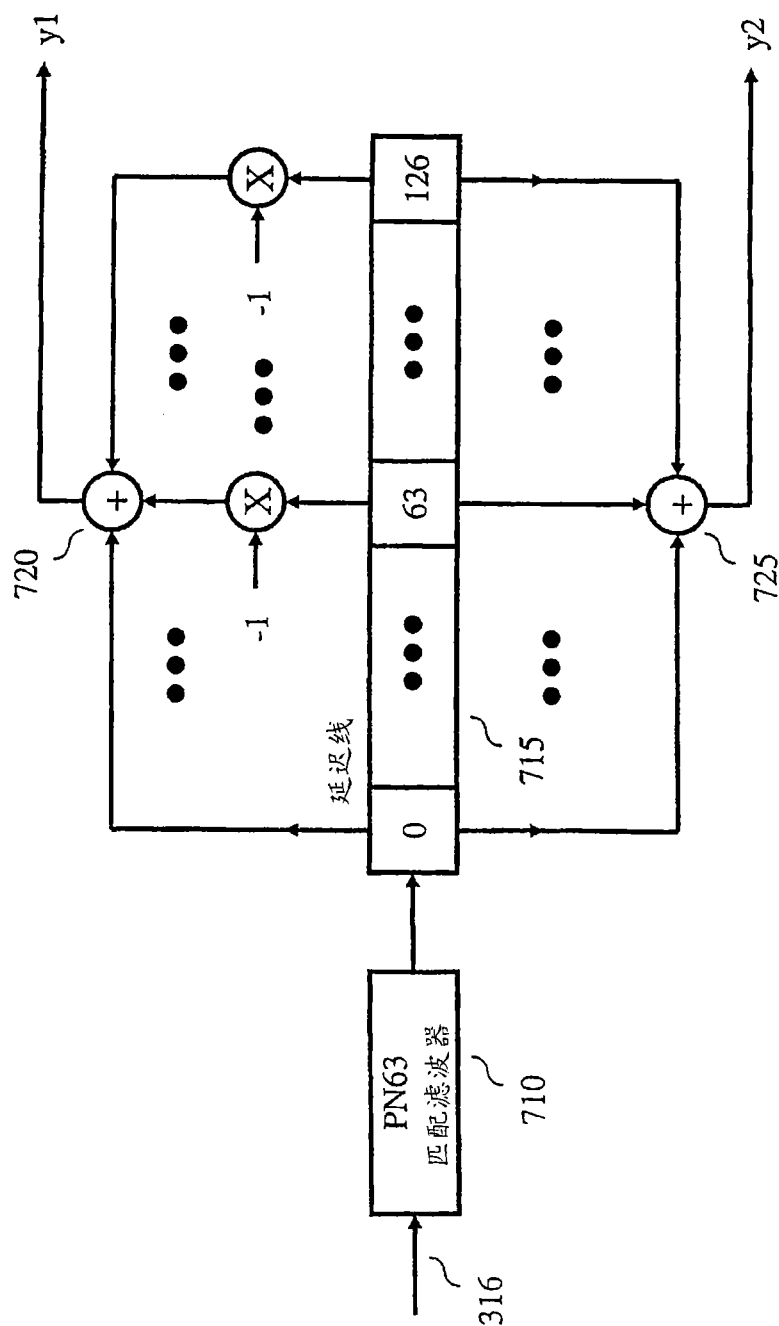


图 18

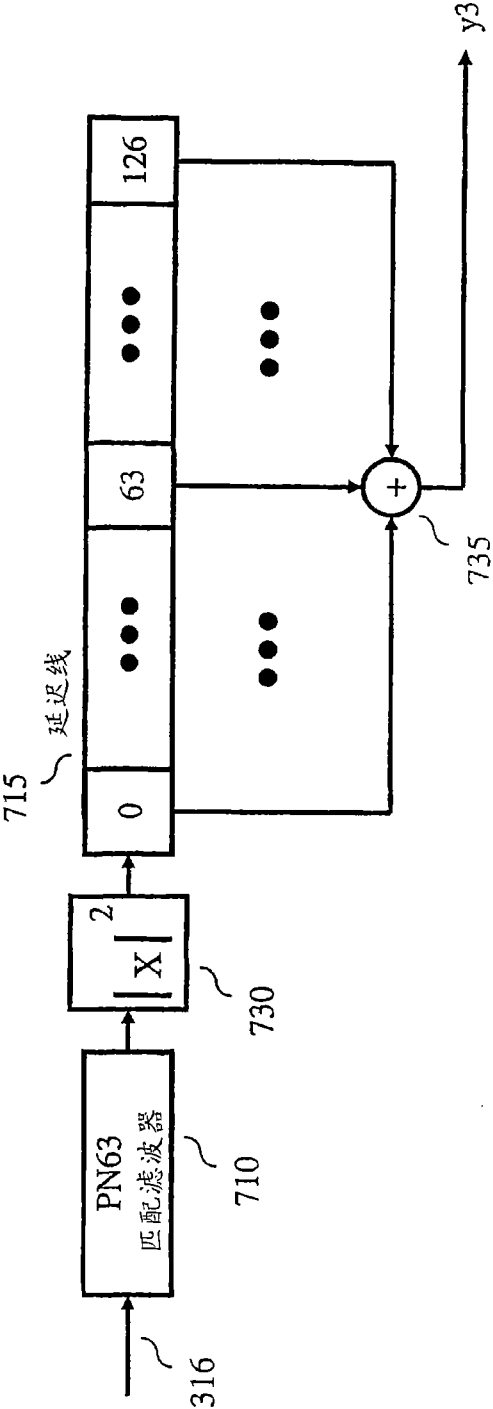


图 19

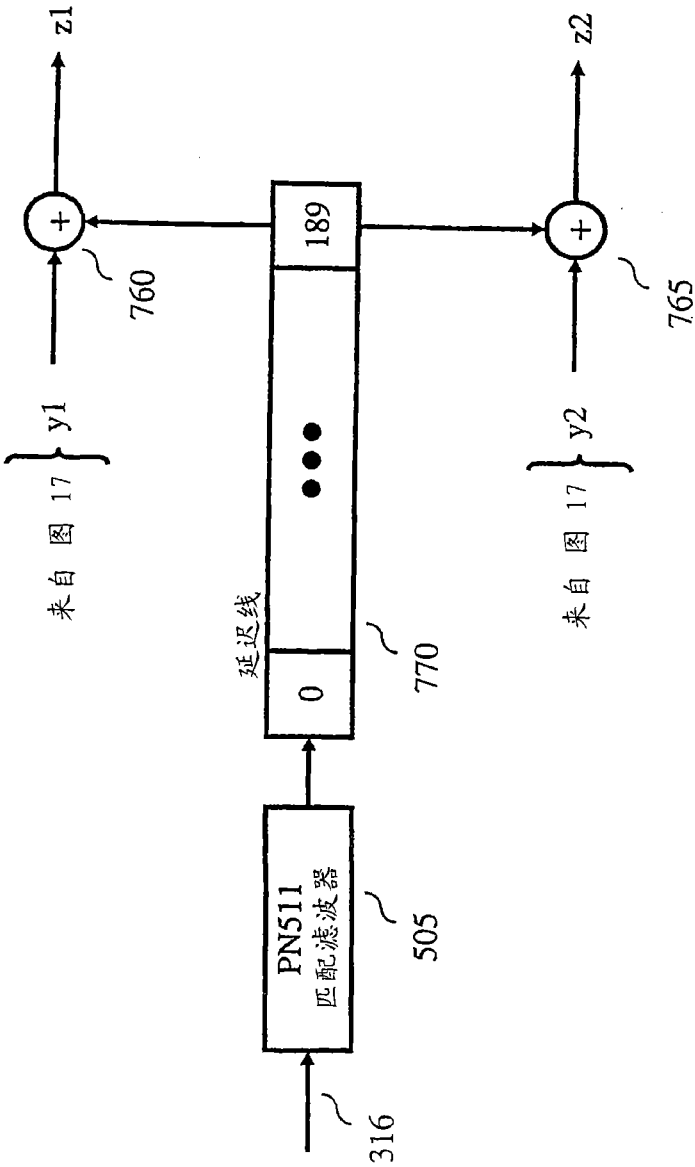


图 20

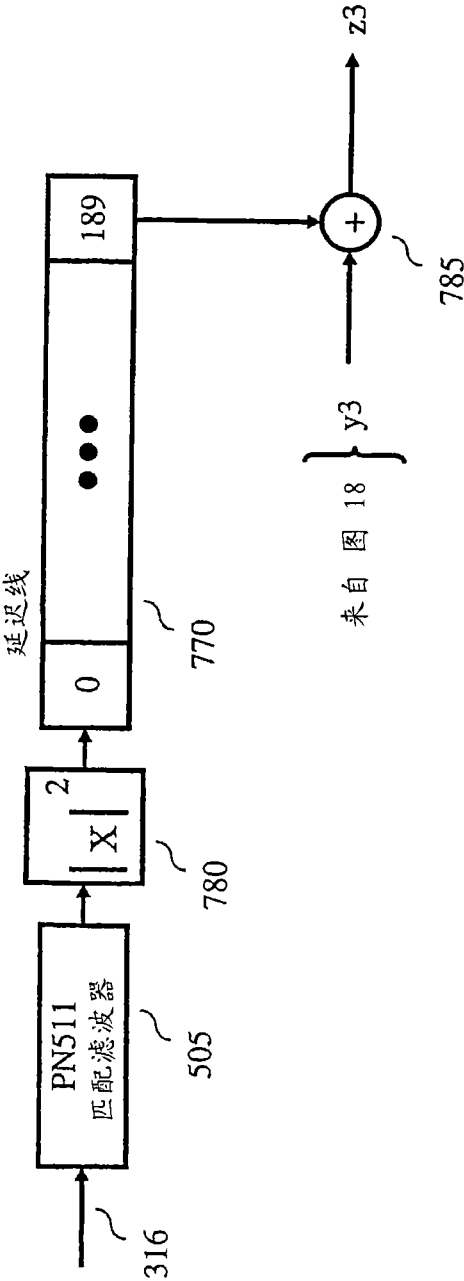


图 21

第 19 条修改的声明

关于在替换页上示出的权利要求, 修改了独立权利要求 1 和 12 以改善其格式(原始提交的权利要求 1 和 11)。添加了从属权利要求 2 和 13。重新编号了其余权利要求。

1.一种装置, 包括:

收发机, 用于经由多个频道之一与无线网络通信; 以及

信号检测器, 用于形成包括所述多个频道中的、在其上未检测到在用信号的那些频道的所支持的频道列表, 其中所述信号检测器包括:

与伪随机数序列相匹配的滤波器, 用于对所述多个频道之一上的所接收的信号进行滤波, 以提供用于确定所接收的信号是否是在用信号的经过滤波的信号。

2.如权利要求 1 所述的装置, 其中所述伪随机数序列是高级电视系统委员会(ATSC)信号的 PN511 序列。

3.如权利要求 2 所述的装置, 还包括:

积分器, 用于在一时间段上对所述经过滤波的信号进行积分, 以提供用于确定所接收的信号是否是 ATSC 信号的积分后的信号。

4.如权利要求 2 所述的装置, 还包括:

峰值检测器, 用于检测所述经过滤波的信号峰值; 以及

存储器, 用于存储一段时间上的峰值位置; 以及

处理器, 用于当一百分比的所存储的峰值位置相同时确定所接收的信号是 ATSC 信号。

5. 如权利要求 2 所述的装置, 还包括:

处理器, 耦接到信号检测器, 用于形成包括所述多个频道中的、在其上未检测到 ATSC 信号的那些频道的所支持的频道列表;

其中, 所述处理器经由所述收发机通过无线网络发送所支持的频道列表。

6. 如权利要求 2 所述的装置, 其中所述匹配滤波器包括:

多个相关器, 每个相关器用于将所接收的信号与 PN511 序列的不同部分相关。

7. 如权利要求 6 所述的装置, 还包括:

合并器, 用于合并来自所述多个相关器中的每个相关器的相关器输出信号的幅值, 以提供用于确定所接收的信号是否是 ATSC 信号的输出信号。

8. 如权利要求 2 所述的装置, 其中信号检测器还利用 ATSC 信号的 PN63 序列, 来确定所接收的信号是否是 ATSC 信号。

9. 如权利要求 1 所述的装置, 其中所述无线网络是无线区域网络(WRAN)。

10. 如权利要求 1 所述的装置, 其中所述信号检测器是相干的。

11. 如权利要求 1 所述的装置, 其中所述信号检测器是非相干的。

12. 一种用于无线网络接收机的方法, 该方法包括:

调谐到多个频道之一, 以恢复所接收的信号; 以及

利用信号检测器来处理所接收的信号, 所述信号检测器用于形成包括所述多个频道中的、在其上未检测到在用信号的那些频道的所支持的频道列表, 其中该处理步骤包括:

利用与伪随机数序列匹配的滤波器对所接收的信号进行滤波, 以提供用于确定所接收的信号是否是在用信号的经过滤波的信号。

13. 如权利要求 12 所述的方法, 其中所述伪随机数序列是高级电视系统委员会(ATSC)信号的 PN511 序列。

14. 如权利要求 13 所述的方法, 其中所述处理步骤还包括:

在一时间段上对所述经过滤波的信号进行积分, 以提供用于确定所接收的信号是否是 ATSC 信号的积分后的信号。

15. 如权利要求 13 所述的方法, 其中所述处理步骤还包括:

检测所述经过滤波的信号峰值;

存储一时间段上的峰值位置; 以及

当一百分比的所储存的峰值位置相同时确定所接收的信号是 ATSC 信号。

16. 如权利要求 13 所述的方法, 还包括:

发送所支持的频道列表。

17. 如权利要求 13 所述的方法, 其中所述处理步骤还包括:

将所接收的信号与 PN511 序列的不同部分相关, 以提供各个相关器输出信号; 以及

合并所述相关器输出信号的幅值, 以提供用于确定所接收的信号是否是 ATSC 信号的输出信号。

18. 权利要求 13 所述的方法, 其中所述滤波步骤还包括

利用与 ATSC 信号的 PN63 序列匹配的滤波器对所接收的信号进行滤波。

19. 如权利要求 12 所述的方法, 其中所述无线网络接收机是无线区域网络(WRAN)接收机。