



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109417526 B

(45) 授权公告日 2021.07.16

(21) 申请号 201780038587.7

(22) 申请日 2017.05.12

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109417526 A

(43) 申请公布日 2019.03.01

(30) 优先权数据
1611071.0 2016.06.24 GB

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2018.12.19

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/GB2017/051323 2017.05.12

(87) PCT国际申请的公布数据
W02017/220959 EN 2017.12.28

(73) 专利权人 索尼公司

地址 日本东京

(72) 发明人 塞缪尔·阿桑本·阿通西里

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

代理人 余刚 吴孟秋

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

(56) 对比文件
CN 105103485 A, 2015.11.25 (续)

审查员 郝凯利

权利要求书3页 说明书19页 附图11页

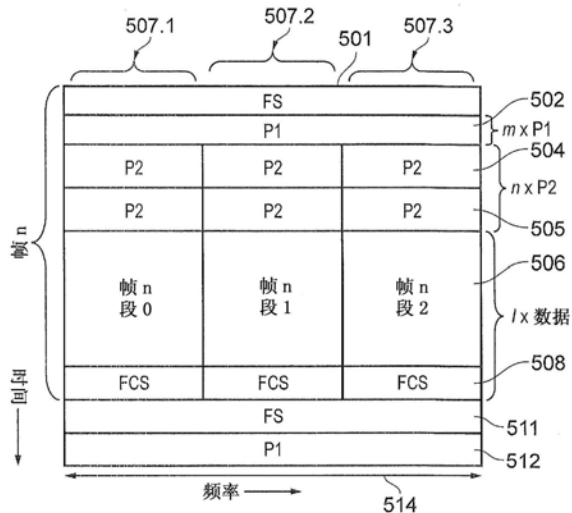
(54) 发明名称

在频分多路复用广播系统中传输信令数据

(57) 摘要

一种发射机被配置为使用正交频分多路复用OFDM符号来传输有效载荷数据。发射机包括：帧构建器，其被配置为接收要从多个不同信道中的每一个传输的有效载荷数据，并且将用于多个时间帧中的每一个的每个信道的有效载荷数据形成多个有效载荷数据帧，以进行传输；调制器，其被配置为针对多个有效载荷数据帧中的每一个生成帧同步OFDM符号、一个或多个主要信令OFDM符号、一个或多个次要信令OFDM符号，并且利用来自每个信道的有效载荷数据，调制一个或多个有效载荷OFDM符号；以及传输单元，用于传输每个有效载荷数据帧，作为多个传输帧，每个传输帧包括一个或多个有效载荷OFDM符号，在帧同步OFDM符号前面，随后有一个或多个主要信令OFDM符号，然后有一个或多个次要信令OFDM符号，随后有一个或多个有效载荷OFDM符号。在等于射频传输带宽的带宽中传输帧同步OFDM符号和一个或多个主要信令OFDM符号，并且在射频传输带宽中传输一个或多个次要信令OFDM符号和一个或多个有效载荷OFDM符号，一个或多个次要

信令OFDM符号和一个或多个有效载荷OFDM符号中的每一个在频率上划分，以提供多个频率段，每个频率段承载来自不同信道的有效载荷数据，每个频率段中的一个或多个次要信令OFDM符号承载物理层信令的多个实例的一个实例，用于检测和恢复从一个或多个有效载荷OFDM符号在频率段集合中传输的每个信道的有效载荷数据，并且一个或多个主要信令OFDM符号承载用于检测次要信令OFDM符号的主要信令数据。



CN 109417526 B

[接上页]

(56) 对比文件

- CN 105103484 A, 2015.11.25
- CN 102263724 A, 2011.11.30
- WO 2015026803 A1, 2015.02.26
- WO 2010148480 A1, 2010.12.29
- J. Zoellner. "Power Efficient Framing Structure for a Next Generation Mobile Broadcast System".《IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting 2011》.2011,全文.
- Advanced Television Systems Committee. "ATSC Candidate Standard: System Discovery and Signaling".《Advanced Television Systems Committee》.2015,全文.

1. 一种发射机,用于使用正交频分多路复用OFDM符号来传输有效载荷数据,所述发射机包括:

帧构建器,其被配置为接收要从多个不同信道中的每一个传输的有效载荷数据,并且将用于多个时间帧中的每一个的来自每个信道的有效载荷数据形成为多个有效载荷数据帧,以进行传输;

调制器,其被配置为针对所述多个有效载荷数据帧中的每一个生成帧同步OFDM符号、一个或多个主要信令OFDM符号、一个或多个次要信令OFDM符号,并且利用来自每个信道的有效载荷数据,调制一个或多个有效载荷OFDM符号;以及

传输单元,用于传输每个所述有效载荷数据帧,作为多个传输帧,每个传输帧包括所述一个或多个有效载荷OFDM符号,所述有效载荷OFDM符号前面有帧同步OFDM符号,在时间上紧跟在所述帧同步OFDM符号之后的是一个或多个主要信令OFDM符号,然后紧接着是所述一个或多个次要信令OFDM符号,随后紧接着是所述一个或多个有效载荷OFDM符号,其中,

在等于射频传输带宽的带宽中传输所述帧同步OFDM符号和所述一个或多个主要信令OFDM符号,并且在射频传输带宽中传输所述一个或多个次要信令OFDM符号和所述一个或多个有效载荷OFDM符号,所述一个或多个次要信令OFDM符号和所述一个或多个有效载荷OFDM符号中的每一个在频率上被划分,以提供多个频率段,每个频率段承载来自不同信道的有效载荷数据,每个频率段中的所述一个或多个次要信令OFDM符号承载物理层信令的多个实例中的一个实例,用于检测和恢复从所述一个或多个有效载荷OFDM符号在频率段集合中传输的每个信道的有效载荷数据,并且所述一个或多个主要信令OFDM符号承载用于检测次要信令OFDM符号的主要信令数据。

2. 根据权利要求1所述的发射机,所述发射机包括:

签名序列组合器,其被配置为用签名序列调制帧同步OFDM符号,并且调制所述一个或多个主要信令OFDM符号和相对于前一个符号循环移位的一个或多个时域主要信令OFDM符号中的每一个,其中,所述一个或多个时域主要信令OFDM符号的循环移位表示在所述一个或多个主要信令OFDM符号中承载的所述主要信令数据。

3. 根据权利要求1或2所述的发射机,其中,所述主要信令数据包括频率段的数量的指示。

4. 根据权利要求3所述的发射机,其中,所述主要信令数据包括紧急情况的指示。

5. 根据权利要求4所述的发射机,其中,所述主要信令数据包括傅立叶变换大小以及用于所述一个或多个次要信令OFDM符号和所述一个或多个有效载荷OFDM符号的保护间隔的指示。

6. 根据权利要求5所述的发射机,其中,所述调制器与发射机一起被配置为根据第一时域结构形成帧同步OFDM符号,所述第一时域结构包括所述帧同步OFDM符号A的有用部分的样本的第一部分C,所述第一部分C由所述帧同步OFDM符号的有用部分构成,并且,所述第一部分的部分B被复制,以形成所述帧同步OFDM符号的后同步码。

7. 根据权利要求6所述的发射机,其中,所述调制器与所述发射机一起被配置为形成所述一个或多个主要信令OFDM符号,所述主要信令OFDM符号具有所述主要信令OFDM符号A的有用部分的样本的第一部分B,所述第一部分B由所述主要信令OFDM符号的有用部分构成,并且所述主要信令OFDM符号A的有用部分的部分C被复制以形成所述主要信令OFDM符号的

第二部分。

8. 根据权利要求2所述的发射机,其中,所述签名序列包括Zadoff-chu序列和伪随机噪声序列的组合。

9. 一种使用正交频分多路复用OFDM符号传输有效载荷数据的方法,所述方法包括:

接收要从多个不同信道中的每一个传输的有效载荷数据,

将用于多个时间帧中的每一个的每个信道的所述有效载荷数据形成为多个有效载荷数据帧,以进行传输,

针对所述多个有效载荷数据帧中的每一个,生成帧同步OFDM符号、一个或多个主要信令OFDM符号、一个或多个次要信令OFDM符号,

利用来自每个信道的有效载荷数据,调制一个或多个有效载荷OFDM符号,

传输每个所述有效载荷数据帧,作为多个传输帧,每个所述传输帧包括所述一个或多个有效载荷OFDM符号,所述有效载荷OFDM符号前面有帧同步OFDM符号,在时间上紧跟在所述帧同步OFDM符号之后的是所述一个或多个主要信令OFDM符号,然后紧接着是所述一个或多个次要信令OFDM符号,随后紧接着是所述一个或多个有效载荷OFDM符号,其中,

在等于射频传输带宽的带宽中传输所述帧同步OFDM符号和所述一个或多个主要信令OFDM符号,并且在射频传输带宽中传输所述一个或多个次要信令OFDM符号和所述一个或多个有效载荷OFDM符号,所述一个或多个次要信令OFDM符号和一个或多个有效载荷OFDM符号中的每一个在频率上被划分,以提供多个频率段,每个频率段承载来自不同信道的有效载荷数据,每个频率段中的一个或多个次要信令OFDM符号承载物理层信令的多个实例中的一个实例,用于检测和恢复从所述一个或多个有效载荷OFDM符号在频率段集合中传输的每个信道的有效载荷数据,并且所述一个或多个主要信令OFDM符号承载用于检测所述次要信令OFDM符号的主要信令数据。

10. 根据权利要求9所述的方法,该方法包括

用签名序列调制所述帧同步OFDM符号,并且

调制所述一个或多个主要信令OFDM符号和相对于前一个符号循环移位的所述一个或多个时域主要信令OFDM符号中的每一个,其中,所述一个或多个时域主要信令OFDM符号的循环移位表示在所述一个或多个主要信令OFDM符号中承载的所述主要信令数据。

11. 根据权利要求9或10所述的方法,其中,所述主要信令数据包括频率段的数量的指示。

12. 根据权利要求9或10所述的方法,其中,所述主要信令数据包括紧急情况的指示。

13. 根据权利要求9或10所述的方法,其中,所述主要信令数据包括傅立叶变换大小以及用于所述一个或多个次要信令OFDM符号和所述一个或多个有效载荷OFDM符号的保护间隔的指示。

14. 根据权利要求9或10所述的方法,所述方法包括:

根据第一时域结构形成帧同步OFDM符号,所述第一时域结构包括所述帧同步OFDM符号A的有用部分的样本的第一部分C,所述第一部分C由所述帧同步OFDM符号的有用部分构成,并且所述第一部分的部分B被复制以形成所述帧同步OFDM符号的后同步码。

15. 根据权利要求9或10所述的方法,所述方法包括

形成所述一个或多个主要信令OFDM符号,其中,所述主要信令OFDM符号具有所述主要

信令OFDM符号A的有用部分的样本的第一部分B,所述第一部分B由所述主要信令OFDM符号的有用部分构成,并且所述主要信令OFDM符号A的有用部分的部分C被复制,以形成所述主要信令OFDM符号的第二部分。

16. 根据权利要求10所述的方法,其中,所述签名序列包括Zadoff-chu序列和伪随机噪声序列的组合。

17. 一种用于从接收信号中检测和恢复有效载荷数据的接收机,所述接收机包括:

射频解调电路,其被配置为检测和恢复所接收的信号,所接收的信号已经由发射机形成和传输,以在多个传输帧中的一个或多个传输帧中承载来自多个不同信道的有效载荷数据,作为正交频分多路复用(OFDM)符号,每个传输帧包括帧同步OFDM符号,在时间上紧跟在所述帧同步OFDM符号之后有一个或多个主要信令OFDM符号,然后紧接着有一个或多个次要信令OFDM符号,随后紧接着有一个或多个有效载荷OFDM符号,所述一个或多个有效载荷OFDM符号承载来自所述多个不同信道中每一个的多个时间帧中的一个的有效载荷数据,在等于射频传输带宽的带宽中已经传输了所述帧同步OFDM符号和所述一个或多个主要信令OFDM符号,并且在所述射频传输带宽中已经传输了所述一个或多个次要信令OFDM符号和所述一个或多个有效载荷OFDM符号,所述一个或多个次要信令OFDM符号和所述一个或多个有效载荷OFDM符号中的每一个在频率上被划分,以提供多个频率段,每个频率段提供来自不同信道的有效载荷数据,并且物理层信令的多个实例中的一个实例用于检测和恢复从所述一个或多个有效载荷OFDM符号的相应段在每个频率段中传输的每个信道的有效载荷数据,并且所述一个或多个主要信令OFDM符号承载用于检测所述次要信令OFDM符号的主要信令数据,

检测器电路,其被配置为从所述频率同步OFDM符号检测同步时序,用于将所述一个或多个主要信令OFDM符号或有效载荷OFDM符号的有用部分的时间长度转换到频域,

前向傅立叶变换器,其被配置为根据所识别的同步时序,将所述一个或多个主要信令OFDM符号或有效载荷OFDM符号的时间长度从时域转换到频域,以及

解调器电路,其被配置为从所述主要信令OFDM符号恢复所述主要信令数据,并且使用主要信令数据从所述一个或多个次要信令OFDM符号的一个频率段检测和恢复物理层信令数据,并且从所述多个有效载荷OFDM符号中的一个有效载荷OFDM符号的一个频率段恢复一个时间帧的有效载荷数据。

在频分多路复用广播系统中传输信令数据

技术领域

[0001] 本公开涉及使用正交频分多路复用 (OFDM) 符号传输有效载荷数据的发射机和方法。本公开要求 UK 1611071.0 的巴黎公约优先权, 其内容通过引用结合于此。

背景技术

[0002] 具有许多无线通信系统的示例, 其中, 使用正交频分多路复用 (OFDM) 来传送数据。已经被设置为根据数字视频广播 (DVB) 标准操作的电视系统例如将 OFDM 用于地面和有线传输。OFDM 通常可以被描述为提供被并行调制的 K 个窄带子载波 (其中, K 是整数), 每个子载波传送调制的数据符号, 例如, 正交幅度调制 (QAM) 符号或四相移键控 (QPSK) 符号。子载波的调制在频域中形成, 并转换到时域, 用于传输。因为在子载波上并行传送数据符号, 所以相同的调制符号可以在每个子载波上传送更长的一段时间。同时并行调制子载波, 使得调制后的载波组合形成 OFDM 符号。因此, OFDM 符号包括多个子载波, 每个子载波已经用不同的调制符号被同时调制。在传输期间, 由 OFDM 符号的循环前缀填充的保护间隔在每个 OFDM 符号之前。当存在时, 保护间隔的尺寸被设定为吸收可能由多径传播引起的传输信号的任何回波。

[0003] 在题为 ATSC 标准: A/321, System Discovery and Signaling [1] 的出版物中, 已经提出了一种称为高级电视系统委员会 (ATSC) 3.0 的电视系统, 以在承载广播数字电视节目的传输电视信号中包括前导码。前导码包括所谓的“自举”信号, 该信号旨在向接收机提供传输信号的一部分, 该传输信号具有更大的检测可能性, 因此, 可以用作初始检测的信号。这是因为除了仅广播电视之外, 广播公司预期在广播信号内提供多种服务。

[0004] 然而, 在使用在单个信道中共同时分多路复用 (TDM) 服务的 OFDM 的广播网络的当前标准 ISDB-T 中, 存在一个问题, 即, 一旦设置了调谐器, 移动服务的容量就会受到限制。鉴于对移动电视的需求日益增长, 这一问题变得越来越重要。

[0005] 建议为下一个标准 ISDB-T3 设计一种帧结构, 该帧结构可以被配置用于频分多路复用 (FDM) 或 TDM。在本文中提出了这种帧结构, 并参照本技术的实施例进行了定义。

发明内容

[0006] 在所附权利要求中提供了本公开的各种其他方面和实施例, 包括发射机和发射方法。

[0007] 根据本公开的实施例, 提供了一种发射机, 用于使用正交频分多路复用 OFDM 符号来传输有效载荷数据。所述发射机包括: 帧构建器, 其被配置为接收要从多个不同信道中的每一个传输的有效载荷数据, 并且将用于多个时间帧中的每一个的每个信道的有效载荷数据形成多个有效载荷数据帧, 以进行传输; 调制器, 其被配置为针对所述多个有效载荷数据帧中的每一个生成帧同步 OFDM 符号、一个或多个主要信令 OFDM 符号、一个或多个次要信令 OFDM 符号, 并且利用来自每个信道的有效载荷数据, 调制一个或多个有效载荷 OFDM 符号; 以及传输单元, 用于传输每个有效载荷数据帧, 作为多个传输帧, 每个传输帧包括一个或多个

个有效载荷OFDM符号,有效载荷OFDM符号前面有帧同步OFDM符号,帧同步OFDM符号随后有一个或多个主要信令OFDM符号,然后有一个或多个次要信令OFDM符号,随后有一个或多个有效载荷OFDM符号。在等于射频传输带宽的带宽中传输所述帧同步OFDM符号和所述一个或多个主要信令OFDM符号,并且在射频传输带宽中传输一个或多个次要信令OFDM符号和一个或多个有效载荷OFDM符号,所述一个或多个次要信令OFDM符号和一个或多个有效载荷OFDM符号中的每一个在频率上被划分,以提供多个频率段,每个频率段承载来自不同信道的有效载荷数据,每个频率段中的一个或多个次要信令OFDM符号承载物理层信令的多个实例的一个实例,用于检测和恢复从一个或多个有效载荷OFDM符号在频率段集合中传输的每个信道的有效载荷数据,并且所述一个或多个主要信令OFDM符号承载用于检测次要信令OFDM符号的主要信令数据。

[0008] 本公开由我们的共同未决专利申请号PCT/GB2014/050869、GB1305805.2、PCT/GB2014/050868、GB1305797.1、GB1305799.7、US14/226937、PCT/GB2014/050870、GB1305795.5、PCT/GB2014/050954、GB1312048.0、TW103121570、PCT/GB2014/051679、EP13170706.9、PCT/EP2014/061467、GB1403392.2、GB1405037.1、TW103121568和PCT/GB2014/051922、GB1420117.2支持,其整个内容通过引用结合于此。

[0009] 在所附权利要求中限定了本公开的各种其他方面和特征,所附权利要求还包括传输有效载荷数据的方法。

附图说明

[0010] 现在将仅通过示例的方式,参考附图来描述本公开的实施例,在附图中,相同的部件设有相应的附图标记,并且其中,

[0011] 图1提供了示出广播传输网络的设置的示意图;

[0012] 图2提供了示出用于经由图1的传输网络传输广播数据的示例传输链的示意方框图;

[0013] 图3提供了包括保护间隔的时域中的OFDM符号的示意图;

[0014] 图4提供了用于接收由图1的广播传输网络使用OFDM广播的数据的典型接收机的示意方框图;

[0015] 图5提供了根据本技术的用于同时传输包括在频域中分离的多个段中的多个服务的有效载荷数据的传输帧的示意图;

[0016] 图6提供了根据本技术的用于传输帧同步OFDM符号的图2所示的发射机的一部分的示意方框图;

[0017] 图7提供了根据本技术的生成帧同步OFDM符号时使用的伪噪声序列生成电路的示意图;

[0018] 图8提供了根据本技术的频域中的帧同步OFDM符号的示意图;

[0019] 图9是表示根据本技术的通过循环移位时域符号序列来生成一个或多个帧同步OFDM符号的发射机的示例操作的说明性流程图;

[0020] 图10提供了根据本技术的帧同步OFDM符号的时域结构的示意图;

[0021] 图11提供了根据本技术的主要信令OFDM符号的第二时域结构的示意图;

[0022] 图12是根据本技术的用于检测和恢复来自一个或多个帧同步OFDM符号的信令的

示例接收机的示意方框图；

[0023] 图13是根据本技术的用于检测帧同步OFDM符号的接收机的示意方框图,该帧同步OFDM符号包括识别用于对OFDM符号执行前向傅立叶变换的触发时间；

[0024] 图14是根据本技术的被配置为检测帧同步OFDM符号的相关器的示意方框图表示；

[0025] 图15是示出根据本技术的在生成帧同步OFDM符号和主要信令OFDM符号时在接收机处检测所使用的序列和频率偏移的流程图；

[0026] 图16是根据本技术的接收机的一部分的示意方框图,例如,图4所示的示例,该接收机被配置为检测签名序列的相对循环移位；

[0027] 图17是根据本技术的接收机的一部分的示意方框图,例如,图4所示的示例,该接收机被配置为检测签名序列的相对循环移位；

[0028] 图18是根据本技术的块误码率与符号-噪声比的曲线图,示出了使用除法的频域解码算法与使用如图16和图17所示的共轭乘法的方法相比的性能差异；

[0029] 图19提供了根据本技术的分段OFDM接收的示意图；以及

[0030] 图20是根据本技术的窄带接收机的一部分的示意方框图,该窄带接收机被配置为检测签名序列的相对循环移位。

具体实施方式

[0031] 本公开的实施例可以被设置成形成用于传输表示包括视频数据和音频数据的数据的信号的传输网络,使得该传输网络可以例如形成用于向电视接收装置传输电视信号的广播网络。在一些示例中,用于接收电视信号的音频/视频的装置可以是移动装置,在移动中接收电视信号。在其他示例中,音频/视频数据可以由传统的电视接收机接收,该电视接收机可以是固定的并且可以连接到一个或多个固定天线。

[0032] 电视接收机可以包括或不包括电视图像的集成显示器,并且可以是包括多个调谐器和解调器的记录器装置。天线可以内置于电视接收机装置中。连接的或内置的天线可用于促进接收不同信号以及电视信号。因此,本公开的实施例被配置成促进在不同环境中向不同类型的装置接收表示电视节目的音频/视频数据。

[0033] 可以理解,在移动中用移动装置接收电视信号可能会更加困难,因为无线电接收条件与其输入来自固定天线的传统电视接收机有很大不同。

[0034] 图1示出了电视广播系统的示例说明。在图1中,广播电视基站1被显示为连接到广播发射机2。广播发射机2在广播网络的覆盖区域内传输来自基站1的信号。图1所示的电视广播网络可以作为所谓的多频网络运行,其中,每个电视广播基站1通过与其他相邻电视广播基站1不同的频率传输其信号。图1所示的电视广播网络还可以作为所谓的单频网络来操作,其中,每个电视广播基站1同时传输传送音频/视频数据的无线电信号,使得这些信号可以被电视接收机4以及广播网络的覆盖区域内的移动装置6接收。对于图1所示的示例,使用正交频分多路复用(OFDM)传输广播基站1传输的信号,该OFDM可以提供用于从每个广播站2传输相同信号的装置,即使这些信号是从不同的基站1传输的,这些广播站也可以被电视接收机组合。假设广播基站1的间距使得由不同广播基站1传输的信号之间的传播时间小于或基本上不超过每个OFDM符号传输之前的保护间隔,则接收机装置4、6可以接收OFDM符号并以组合从不同广播基站1传输的信号的方式从OFDM符号恢复数据。以这种方式使用OFDM的

广播网络标准的示例包括DVB-T、DVB-T2和ISDB-T。

[0035] 图2示出了用于从音频/视频源传输数据的构成电视广播基站1的一部分的发射机的示例方框图。在图2中,不同的音频/视频信道20、22、24生成代表电视节目或内容的不同的音频/视频数据。在馈送到帧构建器26之前,编码和调制音频/视频数据。帧构建器26被设置成将要传输的数据形成到与时分单元或时间帧相对应的有效载荷数据帧内,用于传输。物理层信令数据由物理层数据块28提供给每个有效载荷数据帧,并添加到每个有效载荷数据帧中,用于传输。即,对于信道20、22、24中的每一个,音频/视频数据形成为对应于由图2的发射机在传输信号中生成的多个传输帧的多个时间帧中的每一个的多个有效载荷数据帧。该帧可以包括具有传输物理层信令的前导码的时分部分或频分部分以及传输由音频/视频源20、22、24生成的音频/视频数据的一个或多个数据传输部分。在馈送到OFDM调制器30之前,数据可以交织并形成符号。OFDM调制器30的输出传递到插入保护间隔的保护插入单元32,并且将所得信号馈送到传输单元40,由天线42从该传输单元40传输该信号。保护插入单元32还可以设置有由信令和同步生成单元34生成的信令和同步信息。将与帧同步信号和主要信令符号一起传输的信令信息在信令信息单元36中生成,并馈送到同步信号发生器单元38。信令发生器单元38生成帧同步信号和主要信令符号。如下文将解释的,信令信息可以表示为签名序列,该签名序列相对于帧同步OFDM符号的签名序列调制主要信令OFDM符号,作为帧同步OFDM符号在时域中的相对循环移位。

[0036] 与传统设置一样,OFDM被设置成生成频域中的符号,其中,要传输的数据符号映射到子载波上,然后使用可包括OFDM调制器30的一部分的傅立叶逆变换将子载波转换到时域。因此,在频域中形成,并在时域中传输要传输的数据。如图3所示,用持续时间 T_u 秒的有用部分和持续时间 T_g 秒的保护间隔生成每个时域符号。通过在时域中复制具有持续时间 T_g 的符号的有用部分的一部分来生成保护间隔,其中,复制的部分可以形成符号的末端部分。通过将时域符号的有用部分与保护间隔相关联,接收机可以被设置成检测OFDM符号的有用部分的开始,该OFDM符号的有用部分可以用于触发快速傅立叶变换,以将时域符号样本转换成频域,然后可以从该频域恢复传输的数据。这种接收机如图4所示。

[0037] 在图4中,接收机天线50被设置成在保护间隔被保护间隔去除单元56去除之前,检测经由调谐器52传送的并使用模数转换器54转换成数字信号的RF信号。在检测用于执行快速傅立叶变换(FFT)以将时域样本转换到频域的最佳位置之后,FFT单元58变换时域样本,以形成频域样本,这些频域样本馈送到信道估计和校正单元60。信道估计和校正单元60例如通过使用嵌入到OFDM符号中的导频子载波来估计用于均衡的传输信道。在排除导频子载波之后,所有数据承载的子载波馈送到解映射器单元62,解映射器单元62从OFDM符号的子载波中提取数据比特。这些数据比特然后馈送到解交织器64,解交织器64解交织子载波符号。数据比特现在被馈送到比特解交织器66,比特解交织器66执行解交织,使得纠错解码器可以根据纠错操作来纠错,例如,通过使用包括在前向纠错编码处理中的冗余数据。

[0038] 帧结构

[0039] 图5示出了根据本技术的示例实施例的帧的帧结构的示意图,可以在参考图1至图4描述的系统中传输和接收该帧。图5示出了用于承载来自不同信道的数据的传输信号的提出的一般结构。例如,这种结构可以用于例如在ISDB-T3帧中承载不同的电视信道。如图5所示,传输帧包括:

[0040] 接收机使用的帧同步OFDM符号501,用于:

[0041] a、检测帧的开始;

[0042] b、估计载波频率偏移;

[0043] 主要前导码包括一个或多个(m)特殊OFDM符号,这些符号可以称为主要信令OFDM符号502(P1),其承载关于次要前导码结构的初始信令信息;

[0044] 次要前导码包括一个或多个OFDM符号,这些符号可以称为次要信令OFDM符号504、505(P2),其承载物理层(第1层)参数,所述参数描述了帧的所有段的后-前导码(post-preamble)波形中承载有效载荷的方式。在提交日期,在例如DVB标准和草案ATS3.0物理层标准中描述合适的参数。在一些实施例中,帧内的一个或多个次要信令OFDM符号中的每一个中承载的信令数据是相同的。在一个示例中,这可以被构造成循环,以承载每个段的数据。即,P2次要信令OFDM符号504、505的不同频率段507.1、507.2、507.3中的每一个提供了定义每个频率段507.1、507.2、507.3的有效载荷OFDM符号506的结构的频带信息的实例;

[0045] 后-前导码部分包括承载有效载荷的多个有效载荷OFDM符号506,并且包括由不同信道生成的音频/视频数据形成的服务,并划分成PLP(物理层管道)。有效载荷OFDM符号506的数量可以在次要信令OFDM符号504、505中用信号通知(signaled)。术语物理层管道(PLP)用于标识可以从传输帧恢复的音频/视频数据的信道;

[0046] 在下一个频率同步OFDM符号511和主要(P1)信令OFDM符号512之前,由有效载荷OFDM符号的频率段507.1、507.2、507.3提供的每个信道被帧结束符号(FCS)508终止。

[0047] 在一些实施例中,在时间上紧跟在帧频率同步OFDM符号501、511之后的是一个或多个主要信令OFDM符号502。在一些实施例中,帧中的一个或多个主要信令OFDM符号502中的最后一个紧接着一个或多个次要信令OFDM符号504、505。在一些实施例中,时间帧中的一个或多个次要信令OFDM符号504、505中的最后一个紧接着有效载荷OFDM符号506。

[0048] 如上所述,传输帧进一步划分成M个频率段505.1、507.2、507.3,由此,如此划分帧的每个OFDM符号。每帧M的段数是可配置的,并且在主要信令OFDM符号中用信号通知。

[0049] 帧同步和主要信令OFDM符号被构造成跨越信道带宽,因此在本质上是宽带的,但是可以由带宽跨越整个信道的宽带接收机或者带宽与M个段中的一个的带宽相同的窄带接收机来检测和解码。次要信令OFDM和有效载荷OFDM符号都是在每个段中单独调制的,然后在通过IDFT转换到时域之前,在频域中按段顺序串联。因此,当使用频率分段时,每个次要信令OFDM符号和有效负载OFDM符号必须按段解码。

[0050] 在一些实施例中,图5的传输信号的射频传输带宽514表示大约6Mhz或大约8Mhz的帧带宽。然而,应当理解,这些仅仅是示例,并且可以使用其他射频传输带宽,使得本公开的实施例不限于这些带宽。

[0051] 除了如何构造主要信令OFDM符号、如何承载信令信息及其承载的信息如何在接收机处解码之外,以下段落描述了帧同步OFDM符号如何在发射机处构造并在接收机处检测。

[0052] 同步信号

[0053] 图6示出了图2所示发射机的一部分的示意方框图,该发射机被配置成传输帧同步信号。在图6中,签名序列发生器600被设置成生成签名序列,该签名序列被子载波映射和零填充单元602映射到形成帧同步OFDM符号的OFDM符号的子载波上。然后,频域信号通过傅立叶逆变换604变换到时域。将与帧同步信号一起传输的信令信息在第一输入605上馈送到循

环移位单元606。循环移位单元606还在第二输入607上接收表示帧同步OFDM符号的时域OFDM符号。在本技术的实施例中，循环移位单元606结合其相应输入的操作可以等同于图2的信令和同步生成单元34的操作。如下文将解释的，信令信息表示为签名序列，该签名序列相对于帧同步OFDM符号承载的签名序列调制主要信令OFDM符号，作为帧同步OFDM符号在时域中的相对循环移位。主要信令OFDM符号然后馈送到保护间隔插入单元608，保护间隔插入单元608以形成帧同步OFDM符号的OFDM符号将由发射机单元609传输的形式将保护间隔添加到帧同步OFDM符号。

[0054] 帧同步OFDM符号具有与第一ATSC3.0自举符号类似的结构，如A/321[2]中所述。帧同步OFDM符号是 $2048p$ FFT大小的OFDM符号。 p 值可以是 $\{0.25, 0.5, 1, 2, 4\}$ 中的任何一个，从而使得帧同步OFDM符号分别是 $\{512, 1K, 2K, 4K, 8K\}$ FFT大小的OFDM符号。

[0055] 如图6所示，签名序列发生器600包括用于生成签名序列的伪随机序列发生器610和Zadoff-Chu序列发生器612。在由子载波映射和零填充单元602将组合序列映射到OFDM符号的子载波上之前，这两个序列由乘法器614相乘在一起。如图6所示，伪随机数发生器610的种子值馈送到第一输入620，第二输入622提供Zadoff-Chu (ZC) 序列发生器612的根的指示。使用以下等式生成ZC序列

$$[0056] \quad z_q(k) = e^{\frac{-j\pi qk(k+1)}{N_a}}$$

[0057] 其中， q 定义为ZC序列的根。

[0058] 如参考图6所述，通过将Zadoff-Chou (ZC) 序列的系数与从伪噪声 (PN) 序列发生器生成的双极系数相乘而映射到其子载波中，在频域中构建帧同步OFDM符号，如图7所示。因此，在组合序列的实施例中描述为 $(ZC*PN)$ 序列。

[0059] 图7提供了根据本技术的伪噪声生成电路610的示意图，伪噪声生成电路610形成了如图6所示的签名序列发生器600的一部分并用于生成帧同步OFDM符号。如图7所示，使用多项式

$$[0060] \quad p(x) = x^{16} + x^{15} + x^{14} + x + 1$$

[0061] 并使用生成电路，生成PN序列。在每个帧的开始，选择的16位种子 g 用于初始化每个元素 $r_{701}, 702, 704, 706$ 。这种种子的形式是

$$[0062] \quad g = \{g_{16}, \dots, g_0\} = \{1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1\}$$

[0063] 其中，每位 g_i 711、712、714、716、718、719具有0或1的二进制值。这些由多个加法元件721、722、724、726组合，以便形成16位种子 g 。

[0064] 图8示出了 $(ZC*PN)$ 序列的映射，以对称的方式将签名序列形成到OFDM符号上。

[0065] 如图8所示，在频域中，帧同步信号可被视为包括对称Zadoff-Chu (ZC) 序列的两半810。Zadoff-Chu序列中的每个符号被设置成调制有源载波812。相应地，PN序列被设置成调制子载波，如线814所示。不使用帧同步信号的其他子载波，因此被设置为零，例如，如在帧同步信号820、822的任一端所示。

[0066] $(ZC*PN)$ 序列 N_a 的长度是一个可配置的参数，称为每帧同步OFDM符号的有用子载波的数量。这意味着 $(ZC*PN)$ 系数仅映射到帧同步OFDM符号的中心 N_a 子载波，而其他子载波（在符号的低频带和低频带边缘）被设置为零。 $(ZC*PN)$ 序列在其结构中具有镜像对称，中心

系数设置为零。

[0067] 如图8所示,ZC序列和PN序列以产生关于OFDM符号的中心DC子载波的反射对称的方式映射到OFDM子载波。帧同步的第n个符号的子载波值 ($0 \leq n < N_B$) 可以如下式计算,其中, $N_H = (N_{ZC} - 1) / 2$, N_B 是符号的数量, $p(k)$ 是PN序列的元素。ZC序列由其根q确定,对于每个符号,根q可能是相同的,而PN序列应该随着每个符号前进。

$$[0068] \quad s_n(k) = \begin{cases} z_q(k + N_H) \times c((n + 1) \times N_H + k) & -N_H \leq k \leq -1 \\ z_q(k + N_H) \times c((n + 1) \times N_H - k) & 1 \leq k \leq N_H \\ 0 & \text{其他情况} \end{cases}$$

[0069] $c(k) = 1 - 2 \times p(k)$, 其中, $c(k)$ 具有值+1或-1。

[0070] 最终符号在该特定符号的子载波值的相位上反转(即,旋转180°)。这提供了帧同步和前导码信号的明确结束的指示。这是在存在其他符号的情况下提供的,在这种情况下,接收机具有最后一个OFDM符号的明确指示。即,可以使用任何数量的同步和信令OFDM符号。因此,接收机可以检测相位反转,从而检测帧同步信号的结束。

$$[0071] \quad \tilde{s}_n(k) = \begin{cases} s_n(k) & 0 \leq n < N_B - 1 \\ -s_n(k) & n = N_B - 1 \end{cases}$$

[0072] 在一个示例中,通过在时域中执行帧同步OFDM符号的数据确定的循环移位,可以在主要信令符号中传送信令数据。这通过图6所示的循环移位块来执行。图9总结了传送信令比特的过程。

[0073] 在图9中,在步骤S900中,频域序列由序列发生器700在频域中形成。在步骤S902中,IFFT模块704执行傅立叶逆变换,以将频域信号转换为时域。因此,在步骤S904中,在时域中形成序列。如步骤S906所示,形成信令比特,然后在步骤S908中,将其解释为相对循环移位值,并且在步骤S910中,将相对移位值转换为绝对移位值。如箭头S912所示,然后根据在步骤S910中确定的绝对循环移位来移位,在步骤S904中形成的时域序列。最后,在步骤S914中,产生要传输的时域序列。

[0074] 时域结构

[0075] 在一个示例中,每个帧同步OFDM符号由发射机从称为A、B和C的三个部分形成。如上所述,OFDM符号通常形成有保护间隔,该保护间隔是通过将时域中的一部分OFDM符号作为前导复制到OFDM符号来生成的,以便考虑接收机处的多径接收。以两种方式中的一个形成每个帧同步OFDM符号。图10和11示出了时域中帧同步OFDM符号和主要信令符号的不同形式。如图10和11所示,在添加保护间隔之前作为OFDM符号的原始形式的符号的数据承载部分被表示为部分A 1001、1101。因此,部分A 1001、1101被导出为频域结构的2048p个点IFFT,具有或没有上述循环移位,以表示由帧同步OFDM符号传送的信令比特,其中,部分A 1001、1101是由来自IFFT的2048p个样本组成的符号的有用部分。部分B 1002、1102和部分C 1004、1104由从部分A 1001、1101的末端采集的样本组成,其中,频率偏移 $\pm f_{\Delta}$ 等于由发射机引入到B 1002、1102的样本中的子载波间距,并相应地在接收机处去除。每个帧同步OFDM符号和主要信令符号一致地由3072p个样本组成,其中,A 1001、1101由2048p个样本组成,C 1004、1104由A 1001、1101的最后520p个样本1006和1008、1106和1108组成,B 1002、1102由C 1004、1104的最后504p个样本1006和1106组成,施加频率偏移 $\pm f_{\Delta}$ 。

[0076] 提供帧同步OFDM符号,用于其承载的特定(ZC*PN)序列的同步检测,采用如图10所示的C-A-B结构,并且对部分B 1002施加频率偏移 $+f_{\Delta}$ 。(ZC*PN)的选择可用于信令诸如使用中的标准的主要和次要版本、可用于提供紧急警告状态的警报状态、发射机标识或发射机位置等。

[0077] 一个或多个主要信令符号承载信令信息,并使用如图11所示的B-C-A结构,包括具有相位反转的最终符号,该相位反转如上所述提供前导码信号的终止,并对部分B 1102施加频率偏移 $-f_{\Delta}$ 。

[0078] 如[2]中所述,信息应通过使用 $\tilde{A}_n(t)$ 时域序列的时域中的循环移位,经由主要信令OFDM符号进行信号发送。这个序列的长度 $N_{FFT} = 2048p$,因此,2048p个不同的循环移位是可能的(从0到2047p,包括0到2047p)。

[0079] 对于2048p个可能的循环移位,可以信号传送多达 $\log_2(2048p)$ 位。实际上,并非所有这些位都将实际使用。假设 N_b^n 指定用于第n个主要信令OFDM符号的有效信令比特数($1 \leq n < N_s$),假设 $b_0^n, \dots, b_{N_b^n-1}^n$ 代表这些比特的值。有效信令位 $b_0^n, \dots, b_{N_b^n-1}^n$ 中的每一个都应具有值0或1。剩余信令位 $b_{N_b^n}^n, \dots, b_{10}^n$ 中的每一个都应设置为0。

[0080] 当取决于p时,一个或多个特定的主要信令OFDM符号的 N_b^n 可以增加到 $\log_2(2048p)$ 。下面的表I显示了p值的集合的每个主要信令OFDM符号的最大可能比特数 $N_p^n = \log_2(2048p)$ 。

[0081] 表I:每个FFT大小可以信号传送的最大比特数。

| P | FFT 大小 | N_p^n |
|------|--------|---------|
| 0.25 | 512 | 9 |
| 0.5 | 1024 | 10 |
| 1 | 2048 | 11 |
| 2 | 4096 | 12 |
| 4 | 8192 | 13 |

[0083] 假设 \tilde{M}_n ($0 \leq \tilde{M}_n < N_{FFT}$)代表相对于前一符号的循环移位的第n个主要信令OFDM符号的循环移位($1 \leq n < N_s$)。应根据第n个主要信令OFDM符号的有效信令比特值,使用根据以下等式创建的格雷码来计算 \tilde{M}_n 。假设 \tilde{M}_n 以二进制形式表示为一组位 $m_{N_p^n-1}^n \dots m_9^n \dots m_1^n m_0^n$ 。 \tilde{M}_n 的每位应按如下方式计算,其中,信号位(其后紧跟着模2运算)的总和有效地对所讨论的信令位执行逻辑异或运算。

$$[0084] \quad m_i^n = \begin{cases} \left(\sum_{k=0}^{N_p^n - 1 - i} b_k^n \right) \bmod 2 & i > N_p^n - 1 - N_b^n \\ 1 & i = N_p^n - 1 - N_b^n \\ 0 & i < N_p^n - 1 - N_b^n \end{cases}$$

[0085] 上述等式确保计算相对循环移位 \tilde{M}_n ，以在估计接收到的主要信令OFDM符号的相对循环移位时，为接收机处的任何误差提供最大容限。如果用于特定主要信令OFDM符号的有效信令比特数 N_b^n 在同一主版本内的未来次版本中增加，则该等式还确保将以这种方式计算该未来次版本主要信令OFDM符号的相对循环移位，使得这仍然允许为早期次版本提供的接收机正确解码为了解码而提供的信令比特值，因此，将保持向后兼容性。通常，如果 $i < k$ ，则信令比特 b_i^n 的预期鲁棒性将大于 b_k^n 的预期鲁棒性。

[0086] 帧同步OFDM符号应该用于初始时间同步，也可以经由选择ZC根和/或PN种子参数来信号传送系统的其他方面。该符号不信号传送任何额外信息，并且应始终具有0的循环移位。

[0087] 应用于第 n 个主要信令OFDM符号的不同编码的绝对循环移位 M_n ($0 \leq M_n < N_{FFT}$) 应通过对符号 $n-1$ 的绝对循环移位和符号 n 的相对循环移位求和来计算，以时域序列的长度为模。

$$[0088] \quad M_n = \begin{cases} 0 & n = 0 \\ (M_{n-1} + \tilde{M}_n) \bmod N_{FFT} & 1 \leq n < N_S \end{cases}$$

[0089] 然后，应用绝对循环移位，以从IFFT运算的输出中获得移位的时域序列。

$$[0090] \quad A_n(t) = \tilde{A}_n((t + M_n) \bmod N_{FFT})$$

[0091] 因此，总之，要在主要信令OFDM符号 n 中传输的信令参数被形成为 N_b^n 比特值。这些比特被灰色编码，以导出11比特值 \tilde{M}_n ，该值加入到在主要信令OFDM符号 $(n-1)$ 模 N_{FFT} 中传输的11比特值。出于这些目的，在帧同步 ($n=0$) 符号中传输的值被认为是零。这个新值 M_n 表示将应用于主要信令OFDM符号 n 的相对循环移位。

[0092] 接收机处的帧同步：宽带

[0093] 接收机必须检测帧同步OFDM符号的存在，作为帧开始的标记。接收机将被预先配置有 p, N_a 和 Δf 的正确值。可以在时域中检测到帧同步OFDM符号，但是必须在频域中进行进一步的处理，例如，找到任何载波频率偏移，和/或确认已经使用了哪个(ZC*PN)序列。首先，帧同步OFDM符号检测等同于帧开始的检测。

[0094] 图12示出了图4所示的接收机在操作以检测帧同步OFDM符号的存在是的适应性修改的示意方框图。如图4所示，由天线50检测到的信号被馈送到RF调谐器52，然后馈送到A-D转换器54。接收到的数字采样信号然后馈送到前向傅立叶变换处理器58，也馈送到开关1201的第一输入端，开关1201由控制器1202控制，以在帧同步检测器1204和两个帧同步处理器1206、1210中的第二个之间切换接收到的数字采样信号。帧同步检测器1204生成在信

道1208上馈送到FFT处理器58的触发信号,以便识别所接收的信号的最有用部分,该部分将从时域转换到频域,以验证帧同步信号并恢复信令数据。FFT处理器58的输出将接收信号的频域版本提供给第一帧同步处理器1210。第一帧同步处理器1210被配置为在输出信道1212处生成信道传递函数(CTF) $H(z)$ 的第一估计。

[0095] 图13中提供了前导码信号的帧同步OFDM符号的示例检测器。如上所述,只有第一帧同步OFDM符号具有C-A-B结构,传输该结构,以提供初始同步。图13提供了帧同步OFDM符号检测器的示例方框图。如图13所示,接收的离散时间信号 $r(n)$ 馈送到延迟单元1301和C-A-B结构检测器1302。C-A-B结构检测器1302在第一输出1304上生成精细频率偏移(FFO)的估计,该精细频率偏移是小于OFDM符号子载波间隔的频率偏移,并且可能已经在帧同步OFDM符号的传输期间发生。从第二信道1306还输出时序(timing)触发的指示,用于指示被FFT处理器58变换的接收的OFDM符号的周期,以便尽可能捕获接收的OFDM帧同步OFDM符号的最大能量。然而,在将接收到的帧同步OFDM符号变换到频域之前,乘法器1308去除总频率偏移。乘法器1308在第一输入端上接收来自延迟单元1301的延迟接收信号,在第二输入端上接收由加法器1310和音调发生器1312形成的总频率偏移的倒数。总频率偏移由加法器1310从由馈送到第一输入端的C-A-B检测器1302估计的精细频率偏移(FFO)和/或帧同步信号处理器1310估计的整数频率偏移(IFO)形成。这个总频率偏移输入到音调发生器1310中,促使其以等于总频率偏移的频率生成正弦音调。帧同步信号处理器1210通过将频域子载波与由用PN序列调制的ZC序列的组合生成的签名序列的重新生成的版本相关联来生成IFO。然后,相关输出的峰值位置用于估计IFO,IFO是多个子载波相对于帧同步信号的频带内的频率基准在频域中的位移。因此,由乘法器1308和音调发生器1210从由CAB结构检测器1302估计的FFO和由帧同步信号处理器1210估计的IFO中估计和去除总频率偏移。

[0096] 如上所述,图13所示的用于检测帧同步OFDM符号的检测器1302用于生成FFO,并指示用于前向傅立叶变换(FFT)的输入信号突发的有用部分。

[0097] 图14是根据本技术的被配置为检测帧同步OFDM符号的相关器的示意方框图表示。该检测指示可以在其上执行FFT的帧同步OFDM符号的A部分的开始。该过程的其余部分包括检测在帧同步OFDM符号上使用的(ZC*PN)序列,随后解码在以下主要信令OFDM符号中承载的信令参数。以下每个主要信令OFDM符号使用与帧同步OFDM符号相同的ZC序列和PN序列的已知段。因此,第一阶段是检测使用了哪些ZC(序列的根)和PN(序列的种子)序列。

[0098] 如图14所示,接收到的离散时间信号 $r(n)$ 馈送到延迟单元1402和乘法器1408,其中,进行频率偏移,对应于音调发生器1401的频率调整 $e^{j2\pi fT}$ 。乘法器1408的输出馈送到另外两个延迟单元1404和1406中,这两个延迟单元用于将接收信号延迟分别等于帧同步OFDM符号的A、A_B和B部分中的数量的样本数量。每个延迟单元输出被传递到另外的乘法器1410、1412和1414,在那里,它们被乘以接收的离散时间信号 $r(n)$ 的复共轭,并且馈送到移动平均滤波器1416、1418和1420,以在延迟A、A+B和B之后形成接收信号相对于本身的相关性。移动平均滤波器1416、1418、1420的输出分别由延迟元件1422延迟,并由缩放元件1424、1426放大,其中,两个缩放元件1424和1426的输出由加法器1428求和。然后,乘法器1430将该加法器的输出与延迟元件1422的输出相乘,以通过将接收信号的部分C、A和B中的每一个与其相应的副本相关联,来生成峰值组合样本,以识别在输出1432处检测到FFT触发点的峰值。相应地,峰值的相位确定输出1434上提供的FFO。

[0099] 所使用的 (ZC*PN) 序列映射到帧同步OFDM符号的子载波。对于ATSC3.0,应通过以下乘法形成所使用的序列:

[0100] 根 $q=137$ 的ZC序列,以及

[0101] 具有发生器种子的PN序列是取自下表II的序列中的一个。

[0102] 表II:PN序列发生器的可能种子

| $r_{init} = \{r_{l-1}, \dots, r_0\}$ | | |
|--------------------------------------|---------------------|--------|
| 种子编号 | 二进制 | 十六进制 |
| 0 | 0000 0001 1001 1101 | 0x019D |
| 1 | 0000 0000 1110 1101 | 0x00ED |
| [0103] 2 | 0000 0001 1110 1000 | 0x01E8 |
| 3 | 0000 0000 1110 1000 | 0x00E8 |
| 4 | 0000 0000 1111 1011 | 0x00FB |
| 5 | 0000 0000 0010 0001 | 0x0021 |
| 6 | 0000 0000 0101 0100 | 0x0054 |
| 7 | 0000 0000 1110 1100 | 0x00EC |

[0104] 有可能定义和使用其他PN序列种子和可能的另一发生器多项式。因此可得出结论,对于ATSC3.0,发射机可以使用可能的8 (ZC*PN) 序列。在本技术的实施例,所有8个序列都是预先生成的,并存储在接收机处。当试图检测使用了8个序列中的哪一个时,接收机可以依次将每个存储的序列与帧同步OFDM符号的A部分的FFT结果相关联。提供最高峰值相关性的序列是发射机处使用的 (ZC*PN) 序列。频率偏移是介于 $-F_{max}$ 和 F_{max} 之间的该峰值相关性的相对仓 (bin) 位置,其中, F_{max} 是FFT仓中的最大目标整数频率偏移。

[0105] 这个过程流程图如图15所示,其中, $R_1(k)$ 是帧同步OFDM符号的FFT, $C_i(k)$ 是第*i* (ZC*PN) 个序列。检测到整数频率偏移和 (ZC*PN) 序列后,接收机可以在频率偏移校正之后继续解码主要信令OFDM符号。

[0106] 可以如下概括图15所示的示图:

[0107] 开始:在过程开始时,接收到的符号在频域中,如图15所示。在一些实施例中,符号频谱可以被过采样,从大于2048p个频谱输出分量的FFT导出。

[0108] S1501:在循环开始时,参考签名序列索引变量被初始化为 $i=1$ 。

[0109] S1502:因此,在接收的频域OFDM符号和第*i*个签名序列之间执行循环相关。

[0110] S1504和S1506:如果参考特征序列*i*与在发射机处使用的相同,则在IF0范围内的互相关的输出中将检测到显著峰值。如果没有检测到显著峰值,则处理进入步骤S1508,并且参考签名序列索引变量*i*增加,并且在互相关中尝试下一个参考签名序列。候选参考签名序列可以预先存储在接收机中,索引基于Zadoff-Chu的根和用于生成特定序列的PN发生器的种子的组合。

[0111] S1510:如果已经检测到互相关的显著峰值,则*i*的当前值是想要的参考签名序列的索引;如果频谱过采样,则互相关输出中的峰值的相对位置用于确定整数频率偏移 (IF0) 和精细频率偏移 (FF0)。

[0112] 在停止时,过程结束。

[0113] 检测主要信令数据

[0114] 在每个主要信令OFDM符号中承载信令。信令参数被编码为主要信令OFDM符号的A部分上的相对循环移位。相对循环移位也逐符号地进行差分编码。在一个示例中,解码过程可以检测给定符号上的相对循环移位,然后用前一个符号的循环移位对其进行差分解码。在一个示例中,差分循环移位被确定为解码过程本身的一部分。这样做的优点是可以避免计算量很大的显式信道估计和校正。

[0115] 假设 $R_n(k)$ 、 $H_n(k)$ 、 $P_n(k)$ 、 $Z_n(k)$ 分别是第n个符号的接收频谱序列、信道传递函数、使用的PN序列和使用的ZC序列,其中,k是子载波索引。此外,假设 M_{n-1} 是符号n-1上的绝对循环移位,而对符号n中承载的信令参数进行编码的相对于符号n-1的增量循环移位是m。然后,对于主要信令OFDM符号n-1和n,并对于给定帧进行回顾(recalling),

[0116] $Z(k) = Z_{n-1}(k) = Z_n(k)$

[0117] 即,相同的ZC序列用于给定帧的帧同步OFDM符号和所有主要前导符号,并且将符号n中的噪声指定为 $N_n(k)$,可以写为:

[0118] $R_{n-1}(k) = H_{n-1}(k).Z(k).P_{n-1}(k).e^{-j2\pi kM_{n-1}/N_{FFT}} + N_{n-1}(k)$

[0119] $R_n(k) = H_n(k).Z(k).P_n(k).e^{-j2\pi(M_{n-1}+m)k/N_{FFT}} + N_n(k)$

[0120] 回顾一下,对于 $n-1=0$, $M_{n-1}=0$,即,在帧的帧同步OFDM符号上没有循环移位。解码算法需要将 $R_n(k)$ 除以 $R_{n-1}(k)$,并找到剩余信号的相位斜率,该相位斜率代表这两个符号之间的相对m采样循环移位。因此,可以执行:

[0121]
$$\frac{R_n(k)}{R_{n-1}(k)} = \frac{H_n(k).Z(k).P_n(k).e^{-j2\pi(M_{n-1}+m)k/N_{FFT}} + N_n(k)}{H_{n-1}(k).Z(k).P_{n-1}(k).e^{-j2\pi kM_{n-1}/N_{FFT}} + N_{n-1}(k)}$$

[0122] 考虑到每个帧同步OFDM符号或主要前导符号的短持续时间,可以合理地假设对于给定的中心频率 f_0 和相对接收机速度 $v=c/f_0$,其中,c是光速,信道将在两个连续符号之间有效地保持恒定,即,

[0123] $H(k) = H_{n-1}(k) = H_n(k)$

[0124] 作为一个示例, $f_0=690\text{MHz}$ 是用于电视的超高频带的最大范围,v必须超过约1564km/h,信道才能在符号之间发生显著变化。

[0125] 在上述等式中,噪声变得倍增,从而导致难以处理的分析和较差的性能。然而,由于期望解码的相对循环移位处于相位斜率中,所以上述等式的任何分量结果的幅度并不特别重要。因此,有可能将 $R_{n-1}(k)$ 的除法改为与其共轭相乘。这避免了难以处理的数学问题,并产生了所有噪声都加到主要相位信号上的结果。就相位斜率而言,除法的结果相当于与共轭相乘的结果:

[0126]
$$\frac{R_n(k)}{R_{n-1}(k)} \cong R_n(k)R_{n-1}^*(k)$$

[0127] 因此,忽略索引k,左手边可以如下展开:

[0128]
$$R_n R_{n-1}^* = (H.Z.P_n.e^{-j2\pi(M_{n-1}+m)k/N_{FFT}} + N_n) * (H.Z.P_{n-1}.e^{-j2\pi M_{n-1}k/N_{FFT}} + N_{n-1})^*$$

[0129] 展开:

$$[0130] \quad R_n R_{n-1}^* = P_n \cdot P_{n-1} \cdot e^{-j2\pi m/N_{FFT}} + H \cdot Z \cdot P_n \cdot e^{-j\beta} \cdot N_{n-1}^* + H^* \cdot Z^* \cdot P_{n-1} e^{j\alpha} \cdot N_n + N_n \cdot N_{n-1}^*$$

[0131] 其中, $\beta = 2\pi (M_{n-1} + m) / N_{FFT}$ 并且 $\alpha = 2\pi M_{n-1} / N_{FFT}$ 。除以 P_n 和 P_{n-1} (或者乘以, 因为这两者都是双极的)。

$$[0132] \quad R_n R_{n-1}^* = e^{-j2\pi m/N_{FFT}} + H \cdot Z \cdot P_{n-1} \cdot e^{-j\beta} \cdot N_{n-1}^* + H^* \cdot Z^* \cdot P_n e^{j\alpha} \cdot N_n + .P_{n-1} \cdot P_n N_n \cdot N_{n-1}^*$$

[0133] 右手边的第二项和第三项是调制噪声, 而最后一项只是纯白噪声, 记得 P_n 和 P_{n-1} 是双极序列。由于所有噪声都是加法, 这些项的组合功率取决于所接收信号的 SNR。因此, 可以预期, 在合理的 SNR 水平下, 结果的论证或相位轨迹将由右边的第一项主导。因此, 通过检测结果的相位斜率, 可以检测 m , 两个符号之间的相对循环移位。此外, 还可以通过检测结果执行 IFFT 并获取峰值振幅的采样位置来检测循环移位, 因为:

$$[0134] \quad IFFT(e^{-j2\pi mk/N_{FFT}}) = FFT(e^{j2\pi mk/N_{FFT}}) / N_{FFT}$$

[0135] 该算法如图 16 所示。根据图 16 所示的接收机, 在输入 1600 处接收由 RF 调谐器 52 下变频的信号, 并且在保护移除单元 56 之后, 输入信号已经去除了所有前缀和后缀。接收到的信号馈送到两个分支。在第一分支上, 接收信号被延迟单元 1601 延迟等于 OFDM 符号的有用部分的样本数量, 使得先前接收的频谱序列 R_{n-1} 被第一 FFT 单元 1604 变换。接收到的信号还经由第二分支馈送, 使得接收到的每个符号也由第二 FFT 单元 1602 变换, 其中, 第一 FFT 单元 1604 的输出的共轭 1606 乘以 1608 FFT 单元 1602 的输出。乘法器 1608 的结果随后划分 1610 为用于当前和先前符号 1620 的 PN 序列的倍数, 并馈送到 IFFT 单元 1612。在 IFFT 1612 之后, 在从 2048p 频谱输出分量中减去 1618 之前, IFFT 变换后的信号输入到峰值检测器 1614 中。

[0136] 如果 $R_{n-1}(k)$ 除以 $R_n(k)$, 则可以避免在峰值检测器的输出处的峰值位置的进一步处理, 即, 从 2048p 减去。在这种情况下, 使用共轭代替除法的相关方程变成:

$$[0137] \quad R_{n-1} R_n^* = e^{j2\pi m/N_{FFT}} + H \cdot Z \cdot P_n \cdot e^{-j\beta} \cdot N_n^* + H^* \cdot Z^* \cdot P_{n-1} e^{j\alpha} \cdot N_{n-1} + .P_{n-1} \cdot P_n N_{n-1} \cdot N_n^*$$

[0138] 这种方法如图 17 所示。

[0139] 图 17 基本上与图 16 相同, 因此仅描述不同之处。与图 16 相反, 图 17 所示的接收机形成当前接收的频谱序列 R_n 的共轭, 该共轭是共轭的 1606 并乘以 1608 FFT 变换的先前接收的频谱序列 R_{n-1} 的输出。乘法器 1608 的结果然后 1610 除以用于当前和先前符号 1720 的 PN 序列的倍数。此处不需要从 2048p 减去, 因此从峰值检测器 1614 接收最终输出。

[0140] 如图 16 和 17 提供的示例所示, 本技术的实施例可以提供一种设置, 其中, 通过检测由频率同步 OFDM 符号和一个主要信令 OFDM 符号承载的签名序列的循环移位来估计主要信令数据。如图 16 中提供的示例所示, FFT 单元 1602、1604 被配置为将频率同步 OFDM 符号和一个或多个主要信令 OFDM 符号中的每一个的有用部分的时间长度连续地转换到频域中。如将理解的, 在其他示例中, 可以使用单个 FFT 单元并依次操作, 来代替两个 FFT 单元 1602、1604。乘法器 1608 被配置为接收当前一个主要信令 OFDM 符号的每个频域样本, 并将每个样本与共轭相乘, 该共轭由一个帧同步 OFDM 符号中的一个或者紧接在当前一个主要信令 OFDM 符号之

前的一个或多个主要信令OFDM符号中的一个的对应样本的共轭1606产生,以针对每个子载波样本产生中间样本。IFFT单元1612被配置为将由当前一个主OFDM符号产生的中间样本转换为时域。由峰值检测器1614形成的循环移位检测器被配置为通过从时域中间样本的峰值检测存在于一个或多个主要信令OFDM符号中的每一个中的签名序列的循环移位来估计由一个或多个主要信令OFDM符号中的每一个传送的主要信令数据。

[0141] 因此,根据本技术的示例实施例,接收机可以被配置为通过检测频率同步OFDM符号和主要信令OFDM符号之间的相对循环移位来检测主要信令数据,这仅导致检测过程中存在附加噪声。因此,使用如图16和17所示的共轭乘法提供了一个优点,因为可以通过以较低的信噪比检测签名序列的循环移位来正确估计信令数据。

[0142] 图18是根据本技术的块误码率与符号-噪声比的曲线图,示出了使用除法的频域解码算法与使用如图16和图17所示的共轭乘法的方法相比的性能差异。

[0143] 该图针对加性高斯白噪声(AWGN)信道,并且可以清楚地看到,本技术的实施例采用的共轭乘法算法在SNR方面远远优于使用实际除法的算法。当存在多径时,这种比较更加明显。

[0144] 利用相对循环移位 \ddot{M}_n ,可以在以下步骤中解码传输的参数:

[0145] N_b^n ,主要信令OFDM符号n中承载的比特数是已知的;

[0146] 将 \ddot{M}_n 转换成位向量 $d = d_{N_p^n-1}^n \dots d_9^n \dots d_1^n d_0^n$;

[0147] 期望的解码的位向量 $b = b_{N_b^n-1}^n \dots b_9^n \dots b_1^n b_0^n$;

[0148] 使用以下等式从d中提取b:

$$[0149] \quad b_i = \begin{cases} d_{N_p^n-1} & i = 0 \\ d_{N_p^n} \oplus d_{N_p^n-1-i} & 1 \leq i < N_b^n \\ 0 & N_b^n \leq i < N_p^n - 1 \end{cases}$$

[0150] 接收机处的帧同步:窄带

[0151] 当使用FDM的发射机将信道分成每个带宽为 ω_s 的频率段时,可以使用窄带或段接收。在段接收中,接收机仅使用 ω_s 的调谐器带宽,因此只看到 $N_a^s = N_a/\gamma$,其中, $\gamma = W/\omega_s$ 是发射机配置的段数,W是信道的有用带宽。表3示出了当 $\gamma = 32$ 时,表I中的帧同步OFDM符号FFT大小的示例编号。

[0152] 表III:FDM中的每段的帧同步OFDM符号的子载波的示例数量

| [0153] | FFT (N_u) | | |
|--------|---------------|-------|---------|
| | | N_a | N_a^s |
| | 512 | 433 | 14 |
| | 1024 | 865 | 27 |
| | 2048 | 1729 | 49 |
| | 4096 | 3457 | 108 |
| | 8192 | 6913 | 216 |

[0154] 在窄带接收中,接收机将只调谐到相关的段。这由图19中的根据本技术的实施例的发射机用该结构传输的信号的代表来说明,图19示出了频率相对于用于承载次要信令的频率分段OFDM符号的信号功率以及当 $\gamma = 7$ 时的有效载荷数据的曲线图,图20中示出了示例接收机。图20所示的接收机对应于图16所示的示例,使得仅描述图16和19之间的差异。可以理解,对于图17所示的示例,也可以实现示例窄带接收机,进行相应的改变。

[0155] 对于窄带接收机的示例,如图20所示,由于射频检测器/调谐器52和接收机单元仅接收图19的窄带频率段3内的信号,因此接收机输入采样率可以降低因子 γ ,所以可以以较低的速率采样接收信号。等效地,相对于图16和17所示的示例,对图20所示的示例接收机进行以下调整:

[0156] 在输入处的延迟单元1601将减小到 N_u/γ ;

[0157] 因此,FFT单元1602-1604的尺寸减小了 N_u/γ 。

[0158] 由于以比全频带射频传输带宽信号更低的速率采样信号,所以时域符号的每个CAB区域的长度减少了 γ 。因此,图14中的所有延迟和移动平均滤波器长度也将减少因子 γ 。缩放单元1622还被配置为将具有 $P_n * P_{n-1}$ 的PN序列的部分与来自作为乘法器1608的输出处的中间结果而产生的接收的窄带信号的样本相除(或相乘)。

[0159] 只有在特定段(例如,段3)的子载波上调制的(ZC*PN)序列段必须与(ZC*PN)相关,用于频偏检测。这意味着,如果相关段编号为 $l \in 0, 1, 2, \dots, \gamma - 1$,则只有子载波集合 $[Z(k) P_n(k)]$,其中, $k = lN_a^s \dots (l+1)N_a^s - 1$ 应该与图15的流程图中的接收到的 $R(k)$ 相关联。

[0160] 在检测相对循环移位时,将使用图16或17的方案来处理如上所述的所有相关子载波。在执行最终的IFFT之前,由来自缩放单元1622的与 $P_n * P_{n-1}$ 相除(或者相乘,因为这两者都是双极的)产生的相关子载波的段馈送到IFFT单元1612,其中,每个子载波处于其正确位置,并且所有其他子载波被设置为零。即,上采样单元2001被配置为将零样本附加到在除法单元1610的输出处提供的频域样本。然后,应用由IFFT单元1612应用的IFFT大小,就像正在使用全频带接收机一样。然后,输出将以与图16和17对应的方式提供相位斜率。IFFT单元1612的输出的峰值高度受处理段中的子载波的绝对数量的影响。这意味着对于使用低FFT大小的主要信令OFDM符号,峰值明显较低,因此,与较大FFT大小相比,增加了块错误的风险。

[0161] 因此,根据本技术的示例性实施例,接收机的射频解调电路被配置为检测和恢复对应于一个或多个次要信令OFDM符号和一个或多个有效载荷OFDM符号的一个频率段的带

宽内的无线电信号。傅立叶逆变换被配置为变换通过将当前一个主要信令OFDM符号的频域样本与先前一个频率同步OFDM符号的共轭相乘而产生的中间样本(其中,每个样本对应于OFDM符号段的每个检测到的子载波的复样本)。中间样本变换到时域中,并且表示来自一个或多个主OFDM符号中的当前一个的结果,但是根据对应于射频传输带宽的带宽进行上采样。循环移位检测器由此可以从为中间样本生成的时域中间样本检测签名序列的循环移位,其中,带宽增加到射频传输带宽。

[0162] 因此,根据一个示例,上采样器2001被配置为接收频域中的中间样本,并将零样本附加到中间样本,这对应于射频传输带宽的频域中的等同物。

[0163] 从上面的解释可以理解,本技术的实施例可以提供一种设置,用于允许在相同射频信道内对服务进行时分多路复用和频分多路复用。这是通过采用图5中提出的帧结构并根据本技术的实施例来实现的,这允许移动服务具有更大的容量。

[0164] 以下编号的段落定义了本技术的进一步示例方面和特征:

[0165] 段落1.一种发射机,用于使用正交频分多路复用OFDM符号来传输有效载荷数据,所述发射机包括:

[0166] 帧构建器,其被配置为接收要从多个不同信道中的每一个传输的有效载荷数据,并且将用于多个时间帧中的每一个的来自每个信道的有效载荷数据形成为多个有效载荷数据帧,以进行传输;

[0167] 调制器,其被配置为针对所述多个有效载荷数据帧中的每一个生成帧同步OFDM符号、一个或多个主要信令OFDM符号、一个或多个次要信令OFDM符号,并且利用来自每个信道的有效载荷数据,调制一个或多个有效载荷OFDM符号;以及

[0168] 传输单元,用于传输每个有效载荷数据帧,作为多个传输帧,每个传输帧包括一个或多个有效载荷OFDM符号,在帧同步OFDM符号前面,随后有一个或多个主要信令OFDM符号,然后有一个或多个次要信令OFDM符号,随后是一个或多个有效载荷OFDM符号,其中,

[0169] 在等于射频传输带宽的带宽中传输所述帧同步OFDM符号和所述一个或多个主要信令OFDM符号,并且在射频传输带宽中传输一个或多个次要信令OFDM符号和一个或多个有效载荷OFDM符号,所述一个或多个次要信令OFDM符号和一个或多个有效载荷OFDM符号中的每一个在频率上划分,以提供多个频率段,每个频率段承载来自不同信道的有效载荷数据,每个频率段中的一个或多个次要信令OFDM符号承载物理层信令的多个实例的一个实例,用于检测和恢复从一个或多个有效载荷OFDM符号在频率段集合中传输的每个信道的有效载荷数据,并且所述一个或多个主要信令OFDM符号承载用于检测次要信令OFDM符号的主要信令数据。

[0170] 段落2.根据段落1所述的发射机,所述发射机包括:

[0171] 签名序列组合器,其被配置为用签名序列调制帧同步OFDM符号,并且调制一个或多个主要信令OFDM符号和相对于前一个符号循环移位的一个或多个时域主要信令OFDM符号中的每一个,其中,所述一个或多个时域主要信令OFDM符号的循环移位表示在一个或多个主要信令OFDM符号中承载的主要信令数据。

[0172] 段落3.根据段落1或2所述的发射机,其中,所述主要信令数据包括频率段的数量的指示。

[0173] 段落4.根据段落1、2或3中任一项所述的发射机,其中,所述主要信令数据包括紧

急情况的指示。

[0174] 段落5. 根据段落1、2、3或4中任一项所述的发射机,其中,所述主要信令数据包括傅立叶变换大小以及用于所述一个或多个次要信令OFDM符号和所述一个或多个有效载荷OFDM符号的保护间隔的指示。

[0175] 段落6. 根据段落1至5中任一项所述的发射机,其中,所述调制器与发射机一起被配置为根据第一时域结构形成帧同步OFDM符号,所述第一时域结构包括帧同步OFDM符号A的有用部分的样本的第一部分C,所述第一部分C包括帧同步OFDM符号的有用部分,并且复制第一部分的部分B,以形成帧同步OFDM符号的后同步码。

[0176] 段落7. 根据段落1至6中任一项所述的发射机,其中,所述调制器与发射机一起被配置为形成一个或多个主要信令OFDM符号,其中,主要信令OFDM符号A的有用部分的样本的第一部分B包括主要信令OFDM符号的有用部分,并且复制主要信令OFDM符号A的有用部分的部分C,以形成主要信令OFDM符号的第二部分。

[0177] 段落8. 根据段落1所述的发射机,其中,所述签名序列包括Zadoff-chu序列和伪随机噪声序列的组合。

[0178] 段落9. 一种使用正交频分多路复用OFDM符号传输有效载荷数据的方法,所述方法包括:

[0179] 接收要从多个不同信道中的每一个传输的有效载荷数据,

[0180] 将用于多个时间帧中的每一个的每个信道的有效载荷数据形成为多个有效载荷数据帧,以进行传输,

[0181] 针对所述多个有效载荷数据帧中的每一个,生成帧同步OFDM符号、一个或多个主要信令OFDM符号、一个或多个次要信令OFDM符号,

[0182] 利用来自每个信道的有效载荷数据,调制一个或多个有效载荷OFDM符号,

[0183] 传输每个有效载荷数据帧,作为多个传输帧,每个传输帧包括一个或多个有效载荷OFDM符号,在帧同步OFDM符号前面,随后有一个或多个主要信令OFDM符号,然后有一个或多个次要信令OFDM符号,随后有一个或多个有效载荷OFDM符号,其中,

[0184] 在等于射频传输带宽的带宽中传输所述帧同步OFDM符号和所述一个或多个主要信令OFDM符号,并且在射频传输带宽中传输一个或多个次要信令OFDM符号和一个或多个有效载荷OFDM符号,所述一个或多个次要信令OFDM符号和一个或多个有效载荷OFDM符号中的每一个在频率上划分,以提供多个频率段,每个频率段承载来自不同信道的有效载荷数据,每个频率段中的一个或多个次要信令OFDM符号承载物理层信令的多个实例的一个实例,用于检测和恢复从一个或多个有效载荷OFDM符号在频率段集合中传输的每个信道的有效载荷数据,并且所述一个或多个主要信令OFDM符号承载用于检测次要信令OFDM符号的主要信令数据。

[0185] 段落10. 根据段落1所述的方法,该方法包括

[0186] 用签名序列调制帧同步OFDM符号,并且

[0187] 调制一个或多个主要信令OFDM符号和相对于前一个符号循环移位的一个或多个时域主要信令OFDM符号中的每一个,其中,所述一个或多个时域主要信令OFDM符号的循环移位表示在一个或多个主要信令OFDM符号中承载的主要信令数据。

[0188] 段落11. 根据段落1或2所述的方法,其中,所述主要信令数据包括频率段的数量的

指示。

[0189] 段落12. 根据段落1、2或3中任一项所述的方法,其中,所述主要信令数据包括紧急情况的指示。

[0190] 段落13. 根据段落1、2、3或4中任一项所述的方法,其中,所述主要信令数据包括傅立叶变换大小以及用于所述一个或多个次要信令OFDM符号和所述一个或多个有效载荷OFDM符号的保护间隔的指示。

[0191] 段落14. 根据段落1至5中任一项所述的方法,所述方法包括:

[0192] 根据第一时域结构形成帧同步OFDM符号,所述第一时域结构包括帧同步OFDM符号A的有用部分的样本的第一部分C,所述第一部分C包括帧同步OFDM符号的有用部分,并且复制第一部分的部分B,以形成帧同步OFDM符号的后同步码。

[0193] 段落15. 根据段落1至6中任一项所述的方法,所述方法包括

[0194] 形成一个或多个主要信令OFDM符号,其中,主要信令OFDM符号A的有用部分的样本的第一部分B包括主要信令OFDM符号的有用部分,并且复制主要信令OFDM符号A的有用部分的部分C,以形成主要信令OFDM符号的第二部分。

[0195] 段落16. 根据段落1所述的方法,其中,所述签名序列包括Zadoff-chu序列和伪随机噪声序列的组合。

[0196] 段落17. 一种用于从接收信号中检测和恢复有效载荷数据的接收机,所述接收机包括:

[0197] 射频解调电路,其被配置为检测和恢复所接收的信号,所接收的信号已经由发射机形成和传输,以在多个传输帧中的一个或多个传输帧中承载来自多个不同信道的有效载荷数据,作为正交频分多路复用(OFDM)符号,每个传输帧包括帧同步OFDM符号,随后有一个或多个主要信令OFDM符号,然后有一个或多个次要信令OFDM符号,随后有一个或多个有效载荷OFDM符号,所述一个或多个有效载荷OFDM符号承载来自多个不同信道中每一个的多个时间帧中的一个的有效载荷数据,在等于射频传输带宽的带宽中传输所述帧同步OFDM符号和所述一个或多个主要信令OFDM符号,并且在射频传输带宽中传输一个或多个次要信令OFDM符号和一个或多个有效载荷OFDM符号,所述一个或多个次要信令OFDM符号和一个或多个有效载荷OFDM符号中的每一个在频率上划分,以提供多个频率段,每个频率段提供来自不同信道的有效载荷数据,每个频率段提供来自不同信道的有效载荷数据,并且物理层信令的多个实例的一个实例用于检测和恢复从一个或多个有效载荷OFDM符号的相应段在每个频率段中传输的每个信道的有效载荷数据,并且所述一个或多个主要信令OFDM符号承载用于检测次要信令OFDM符号的主要信令数据,

[0198] 检测器电路,其被配置为从频率同步OFDM符号检测同步时序,用于将一个或多个主要信令OFDM符号或有效载荷OFDM符号的有用部分的时间长度转换到频域,

[0199] 前向傅立叶变换器,其被配置为根据所识别的同步时序,将所述一个或多个主要信令OFDM符号或有效载荷OFDM符号的时间长度从时域转换到频域,以及

[0200] 解调器电路,其被配置为从主要信令OFDM符号恢复主要信令数据,并且使用主要信令数据从一个或多个次要信令OFDM符号的一个频率段检测和恢复物理层信令数据,并且从一个或多个有效载荷OFDM符号的一个频率段恢复一个时间帧的有效载荷数据。

[0201] 在所附权利要求中定义本技术的各种其他方面和特征,并且从属权利要求的特征

可以与独立权利要求的特征进行各种组合,而不是针对权利要求依赖性叙述的特定组合。在不脱离本技术的范围的情况下,还可以对上述实施例进行修改。例如,可以在硬件、软件以及逻辑或模拟电路中实现实施例的处理元件。此外,尽管似乎结合特定实施例来描述特征,但是本领域技术人员将认识到,所描述的实施例的各种特征可以根据本技术来组合。

[0202] [1]ATSC Standard:A/321,System Discovery and Signaling Doc.A/321:2016
23 March 2016

[0203] [2]ATSC Candidate Standard:System Discovery and Signaling(Doc.A/321
Part 1),Advanced Television Systems Committee,15 July,2015

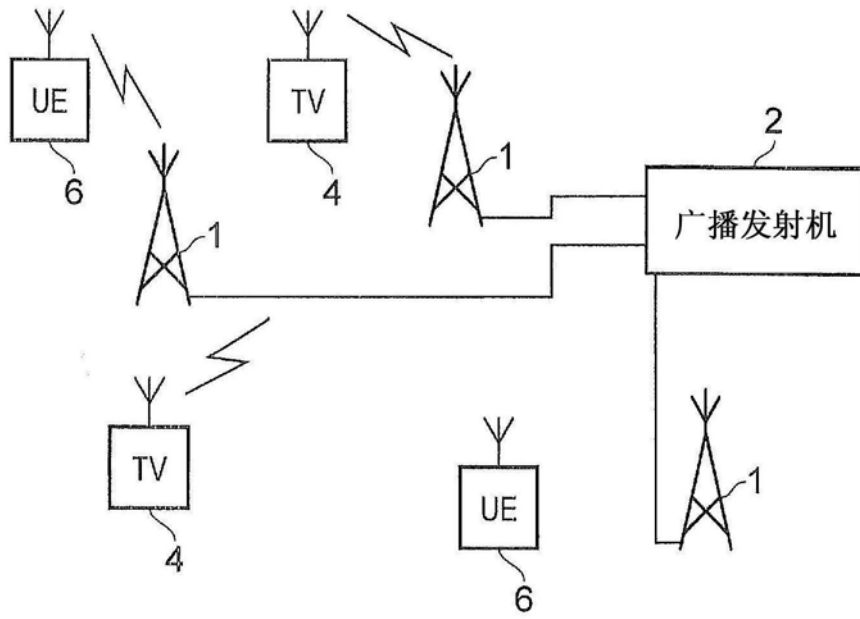


图1

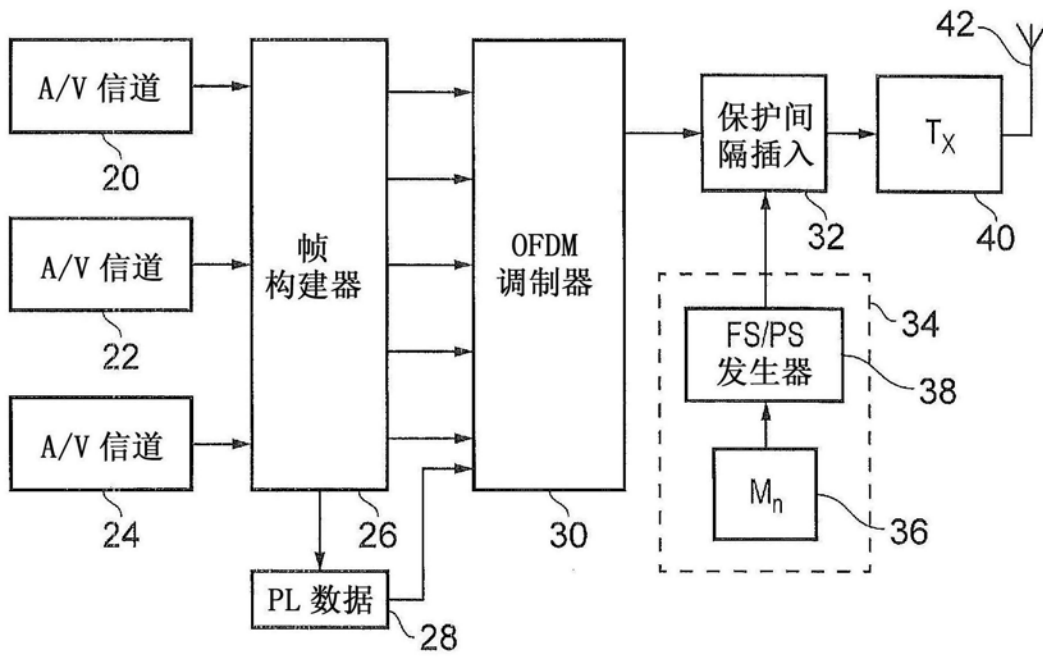


图2

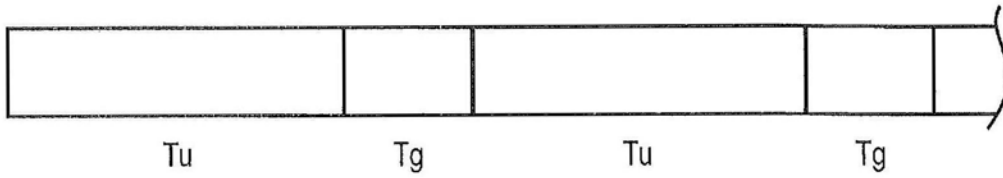


图3

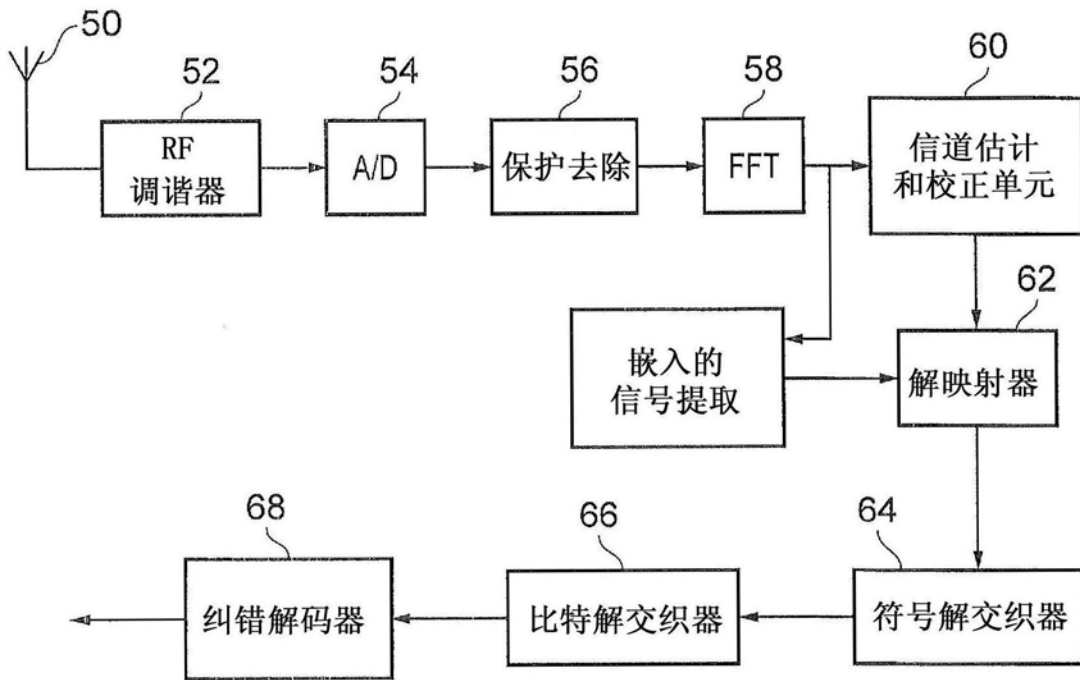


图4

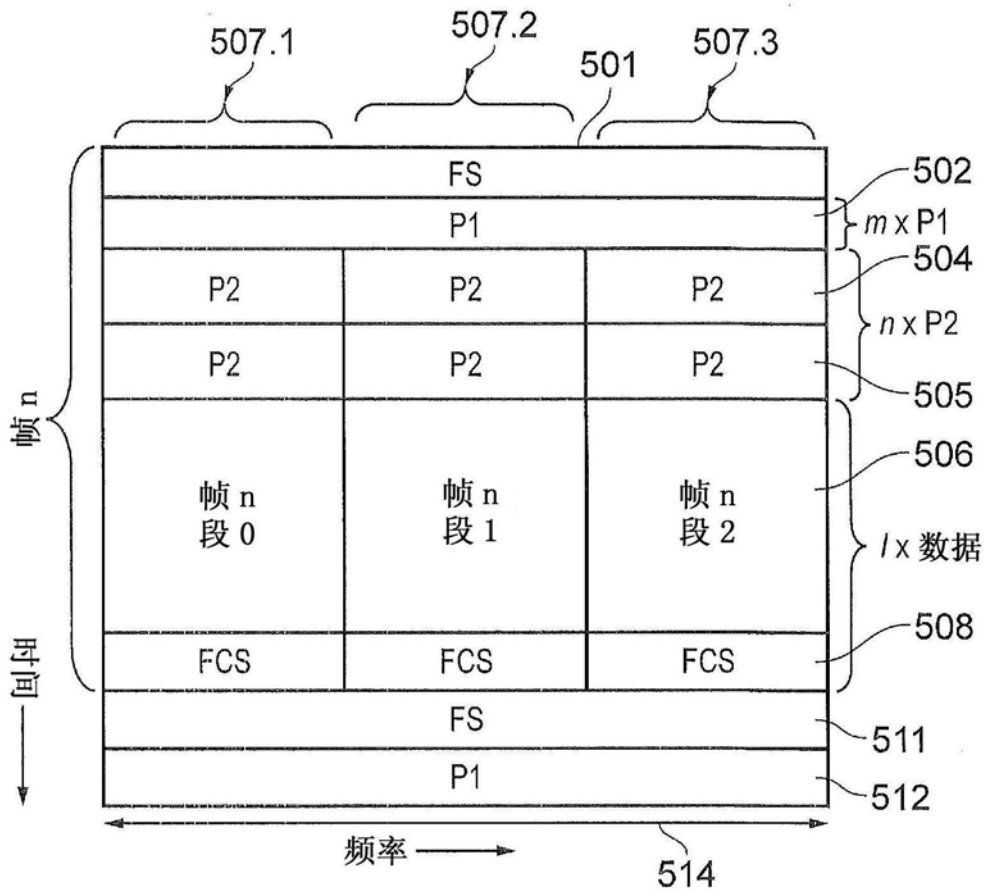


图5

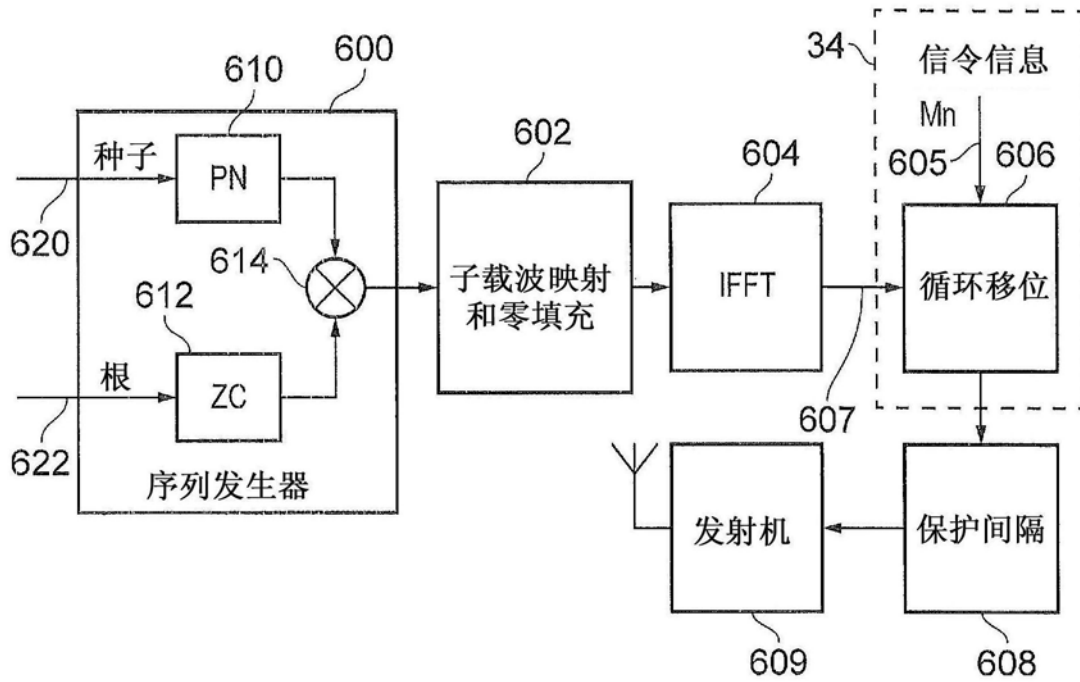


图6

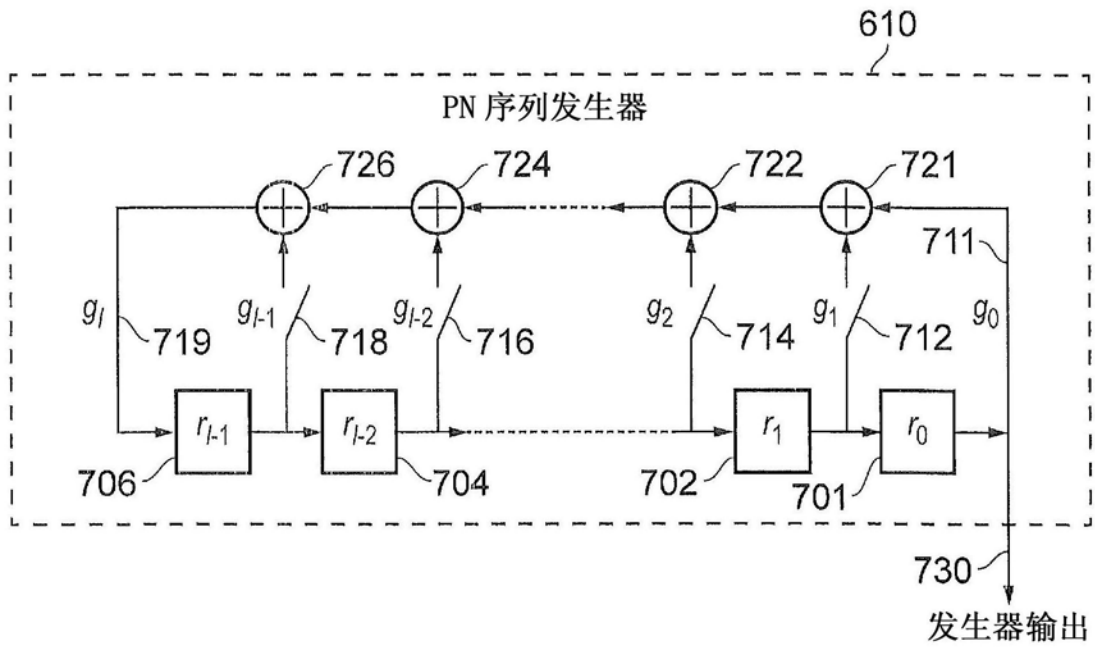


图7

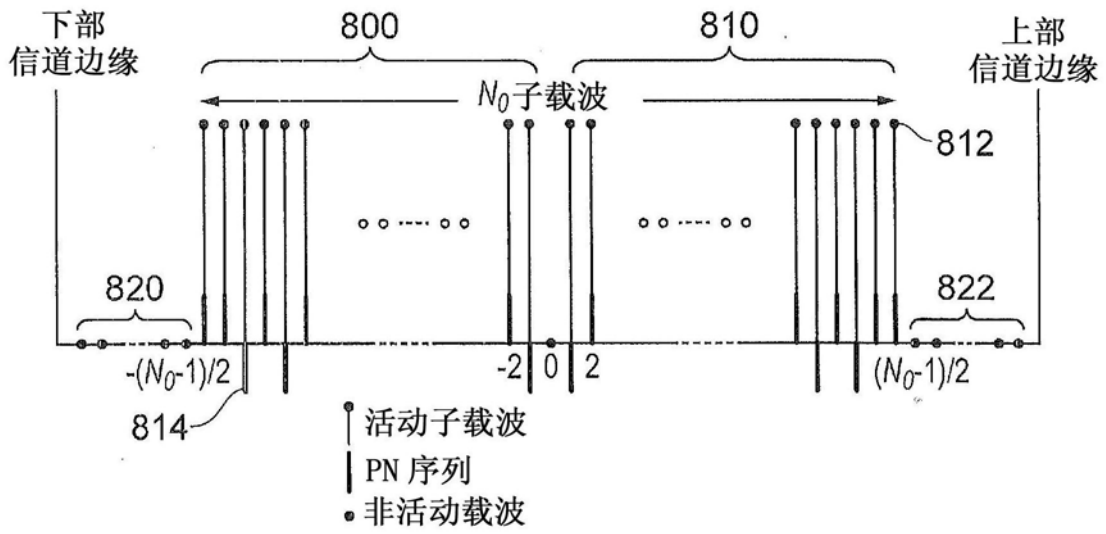


图8

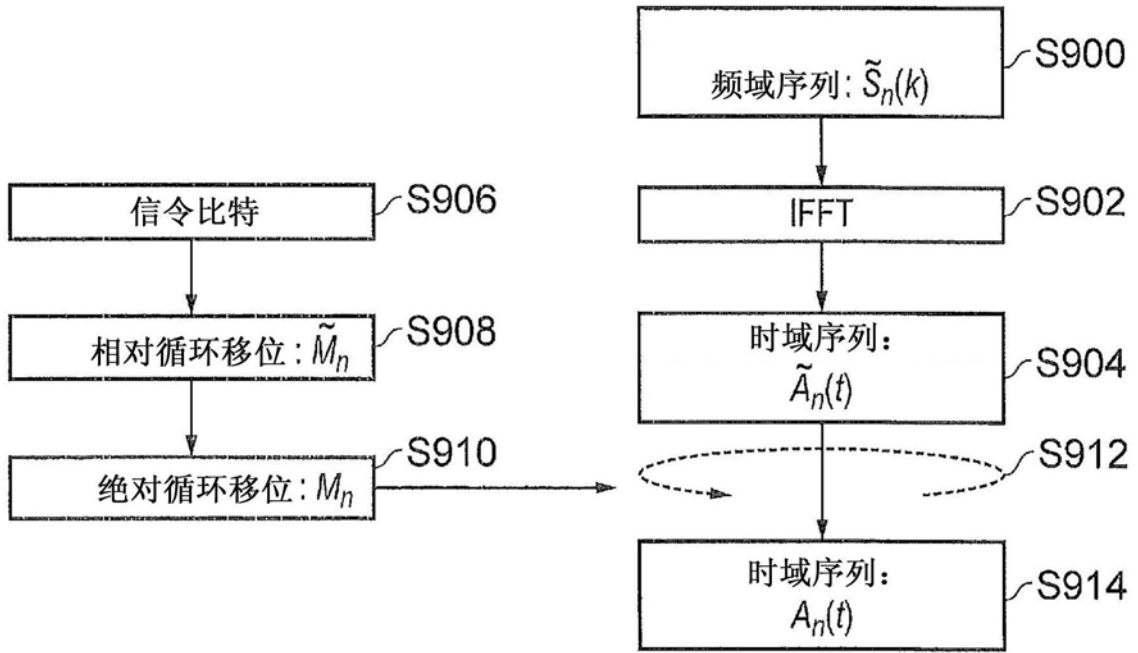


图9

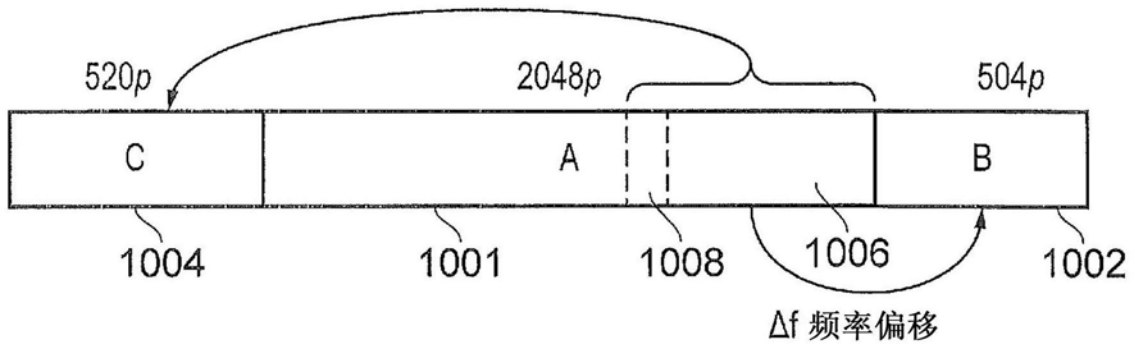


图10

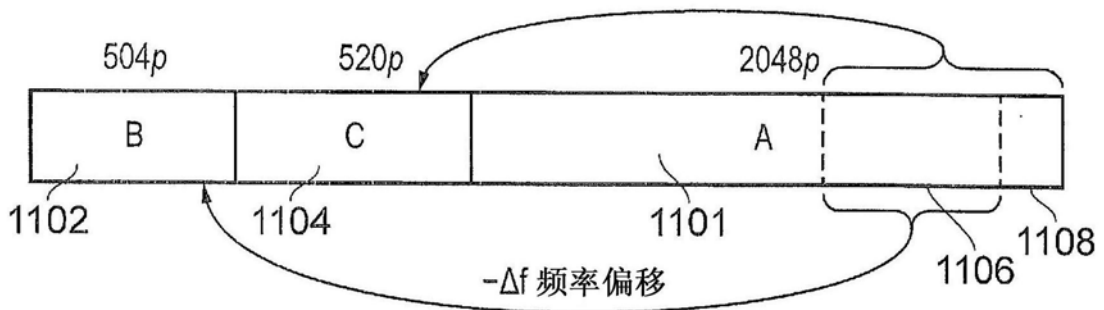


图11

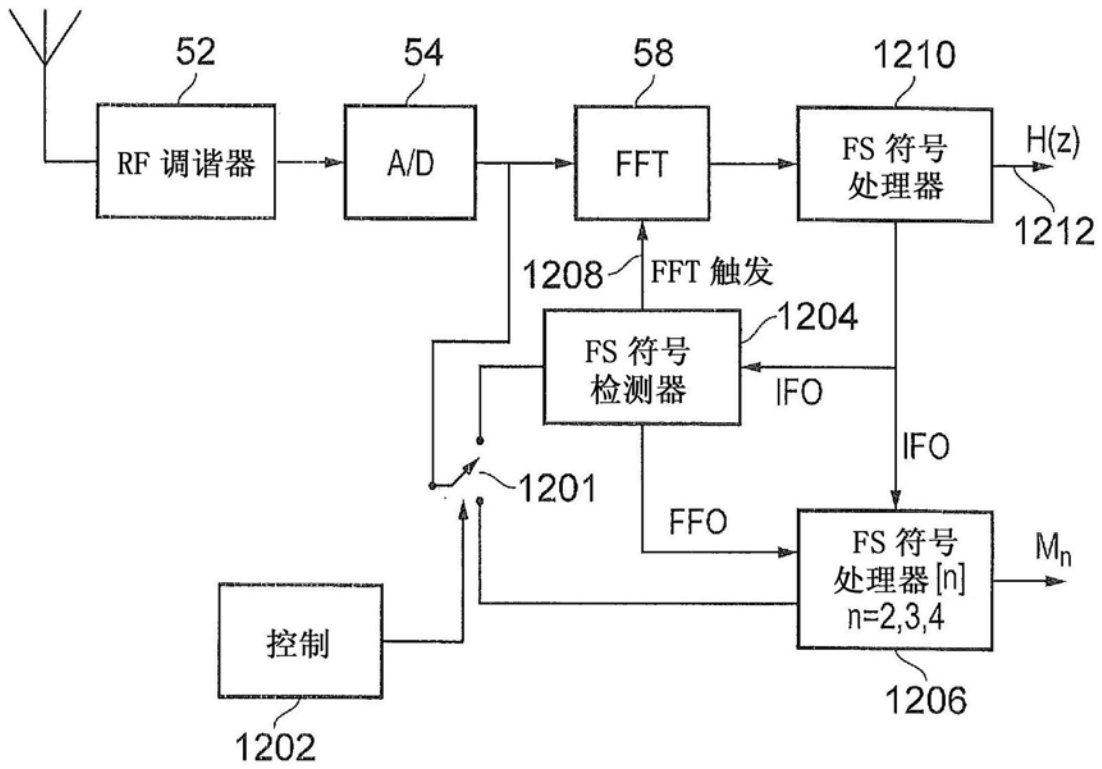


图12

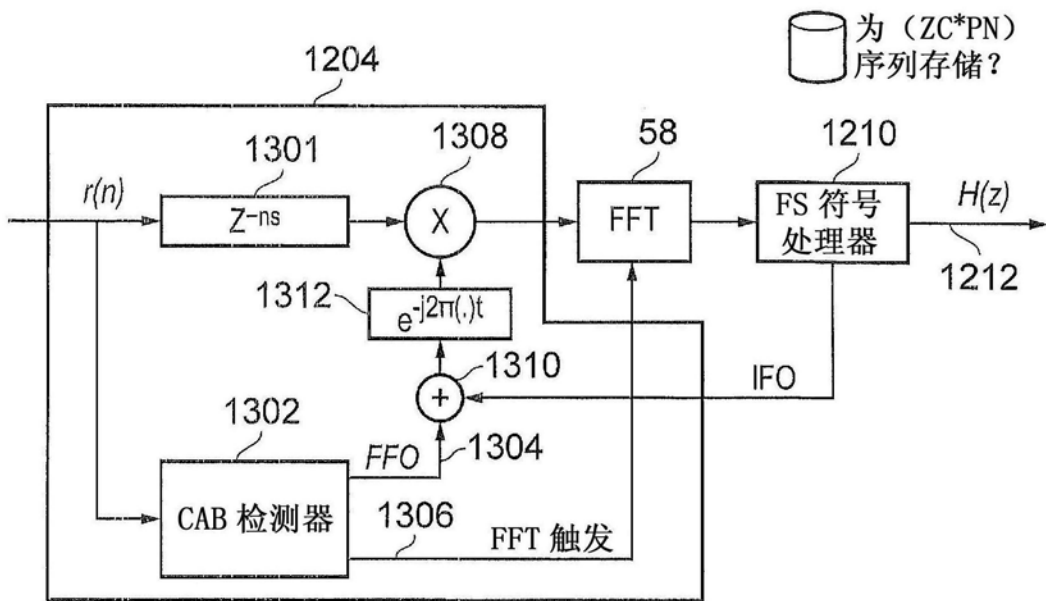


图13

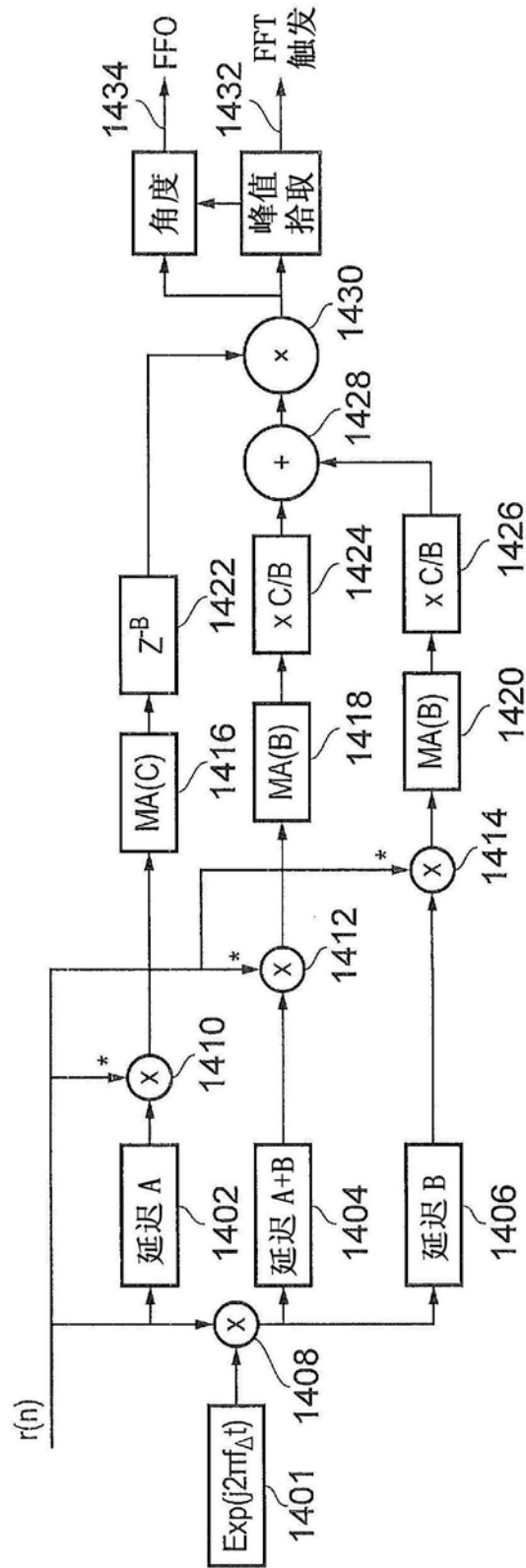


图14

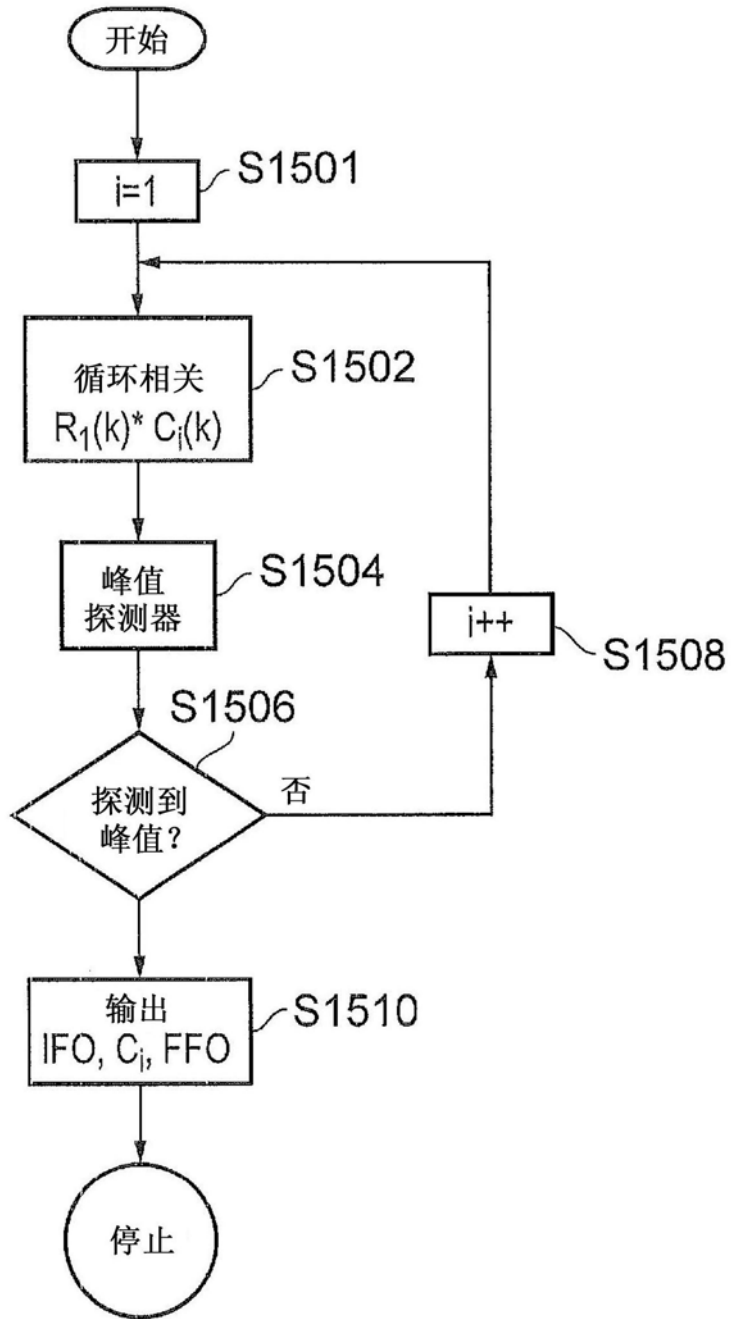


图15

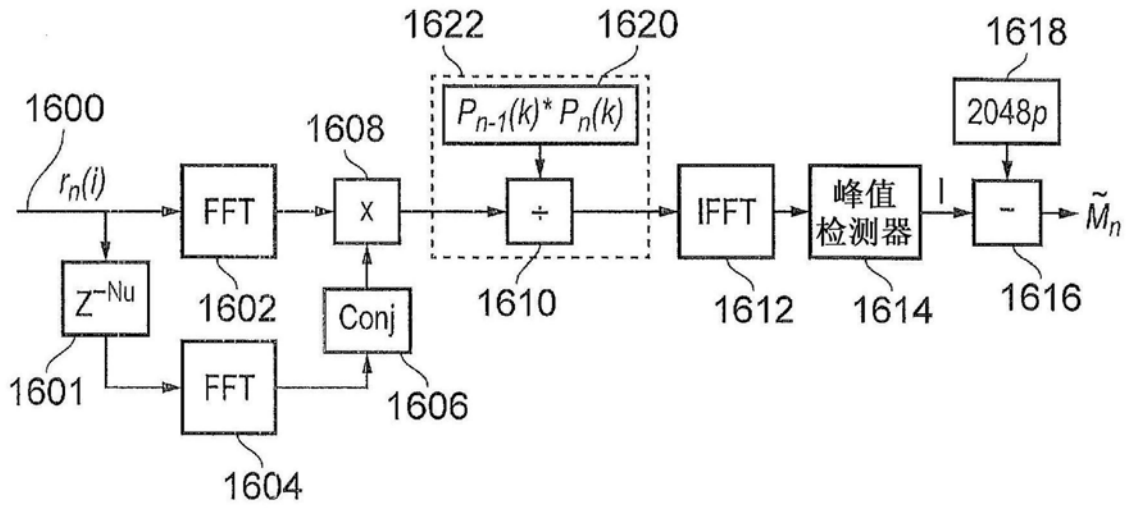


图16

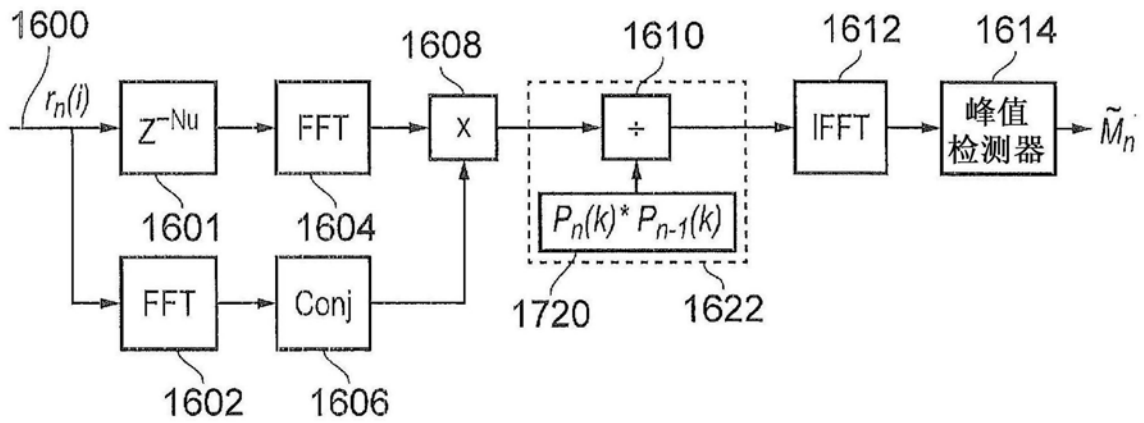


图17

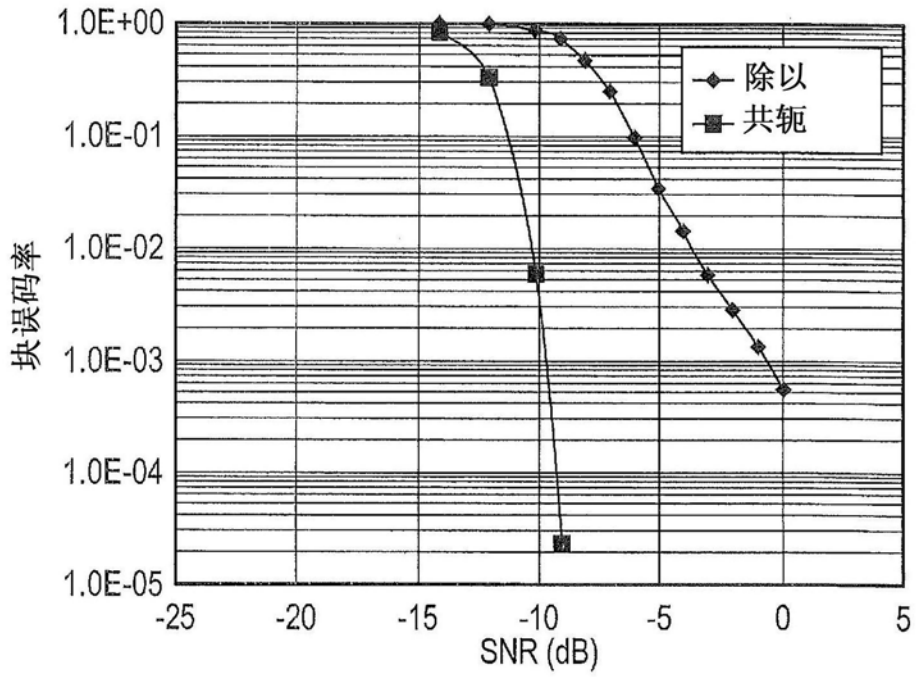


图18

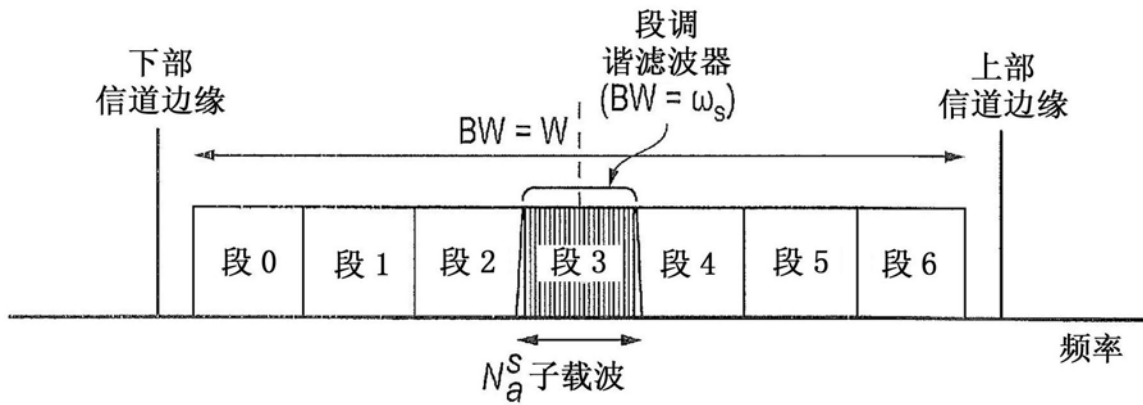


图19

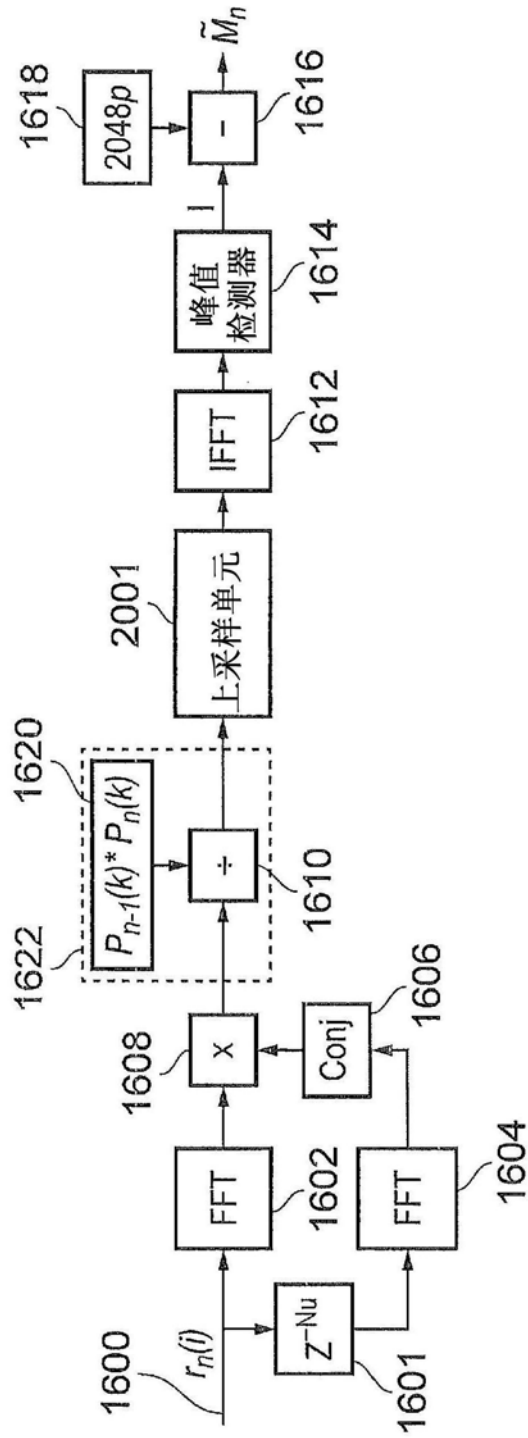


图20