(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101616121 B
(45)授权公告日 2012.10.10

(21)申请号 200910140740.4

(22)申请日 2009.05.13

(30)优先权数据
12/144,072 2008.06.23 US

(73)专利权人 联发科技股份有限公司
地址 中国台湾新竹科学工业园区新竹市笃行一路一号

(72)发明人 杨顺安

(74)专利代理机构 北京万慧达知识产权代理有限公司 11111
代理人 葛强 张一军

(51)Int.Cl.
H04L 27/26(2006.01)
H04L 25/03(2006.01)
H04L 1/00(2006.01)

(56)对比文件
CN 1976271 A,2007.06.06,
JP 2009044345 A,2009.02.26,
CN 101060514 A,2007.10.24,
CN 1941763 A,2007.04.04,
CN 101496296 A,2009.07.29,

审查员 李妍

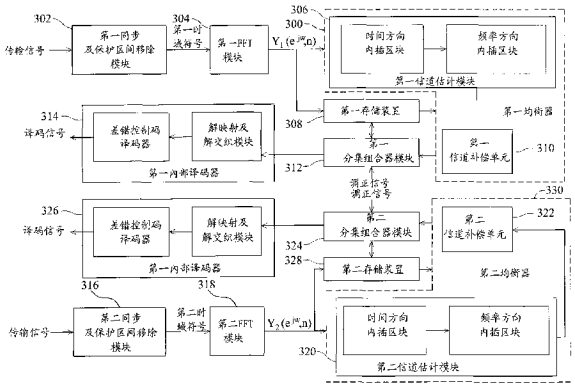
权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图 8 页

(54)发明名称

正交频分复用接收机与正交频分复用接收方法

(57)摘要

正交频分复用接收机与正交频分复用接收方法。OFDM接收机用于接收RF信号,具有由均衡器与分集组合器模块共享的存储装置,接收机包含:FFT模块,接收时域符号并将其转换为OFDM符号;存储装置,运作于单芯片模式时,储存第一OFDM符号组,在分集模式时,储存第二OFDM符号组;均衡器,用于接收并均衡OFDM符号,OFDM符号来自存储装置及FFT模块两者之一;分集组合器模块,用于接收调正信号与来自分集正交频分复用接收机的数据符号;第一与第二OFDM符号组不同,前者比后者包含更多的自FFT模块的符号。藉此提供灵活的工作模式,改善OFDM的接收质量并减少内存消耗。



CN 101616121 B

1. 一种正交频分复用接收机，用于接收射频传输的信号，具有存储装置，其中所述存储装置由均衡器与分集组合器模块共享，其中，所述正交频分复用接收机包含：

傅立叶变换模块，用于接收时域符号并且将所述时域符号转换为正交频分复用符号；

所述存储装置，运作于分集模式或单芯片模式下，当在所述单芯片模式下运作时，储存第一正交频分复用符号组；而当在所述分集模式下运作时，储存第二正交频分复用符号组；

所述均衡器，耦接于所述存储装置及所述傅立叶变换模块，用于接收并均衡所述正交频分复用符号，所述正交频分复用符号至少来自所述存储装置及所述傅立叶变换模块两者之一；以及

所述分集组合器模块，耦接于所述存储装置，用于接收调正信号与来自所述均衡器的数据符号；

其中，所述第一正交频分复用符号组与所述第二正交频分复用符号组不同，且所述第一正交频分复用符号组比所述第二正交频分复用符号组包含更多的输出自所述傅立叶变换模块的所述正交频分复用符号；

其中，所述存储装置在所述单芯片模式下比所述分集模式下储存更多的输出自所述傅立叶变换模块的正交频分复用符号，以从所述均衡器产生估计结果；所述存储装置在所述分集模式下储存比所述单芯片模式下更少的输出自所述傅立叶变换模块的正交频分复用符号，以具有对于来自所述均衡器的数据符号的比单芯片模式更多的储存空间。

2. 根据权利要求 1 所述的正交频分复用接收机，其特征在于，所述调正信号包括组合信息，所述组合信息用于对输出自所述傅立叶变换模块的正交频分复用符号和来自所述均衡器的所述数据符号进行组合。

3. 根据权利要求 1 所述的正交频分复用接收机，其特征在于，对所述第一正交频分复用符号组的大小与所述第二正交频分复用符号组的大小进行动态调整。

4. 根据权利要求 1 所述的正交频分复用接收机，其特征在于，根据均衡器需求的正交频分复用符号总数，对所述第一正交频分复用符号组的大小与所述第二正交频分复用符号组的大小进行动态调整。

5. 根据权利要求 1 所述的正交频分复用接收机，其特征在于，更包含同步及保护间隔消除模块，其中所述同步及保护间隔消除模块接收传输信号，同步所述信号以产生同步信号，并且消除所述同步信号的保护间隔以形成所述时域符号。

6. 根据权利要求 1 所述的正交频分复用接收机，其特征在于，所述均衡器包含估计模块，所述估计模块根据所述正交频分复用符号中的导频子载波，对传输信道的信道频率进行估计，所述正交频分复用符号输出自所述傅立叶变换模块。

7. 根据权利要求 6 所述的正交频分复用接收机，其特征在于，所述估计模块更包含：

时间方向内插区块，用于对正交频分复用符号的导频子载波进行内插，以形成多个伪导频子载波；以及

频率方向内插区块，接收所述多个伪导频子载波，并且根据所述伪导频子载波与导频子载波对正交频分复用符号的所有所述子载波进行内插。

8. 根据权利要求 1 所述的正交频分复用接收机，其特征在于，更包含解映射模块以及差错控制码译码器。

9. 根据权利要求 8 所述的正交频分复用接收机，其特征在于，输出自所述傅立叶变换模块的正交频分复用符号在所述解映射模块中被进一步解映射或解交织，并且所述解映射或解交织后的输出被送至所述分集组合器模块中，以和来自所述均衡器的所述数据符号相组合。

10. 根据权利要求 9 所述的正交频分复用接收机，其特征在于，来自所述分集正交频分复用接收机的所述数据符号被解映射或解交织。

11. 一种正交频分复用接收机，用于接收在射频上传输的信号，其特征在于，所述正交频分复用接收机包含：

傅立叶变换模块，接收时域符号并且将所述时域符号转换为正交频分复用符号；

存储装置，运作于非多协议封装前向纠错模式或多协议封装前向纠错模式下，当在所述非多协议封装前向纠错模式下运作时，储存第一正交频分复用符号组；当在所述多协议封装前向纠错模式下运作时，储存第二正交频分复用符号组；

均衡器，从所述傅立叶变换模块或存储装置中接收正交频分复用符号，根据所述正交频分复用符号中的导频子载波，对传输信道的信道频率响应进行估计，并且根据所述信道频率响应来均衡所述正交频分复用符号；

差错控制码译码器，对已均衡的所述正交频分复用符号进行译码以产生传输流；以及

多协议封装前向纠错模块运作于多协议封装前向纠错模式或非多协议封装前向纠错模式之一，当运作于多协议封装前向纠错模式下时，多协议封装前向纠错模块转发多协议封装前向纠错信息及来自所述存储装置的正交频分复用符号；以及

其中，所述第一正交频分复用符号组与所述第二正交频分复用符号组不同，且所述第一正交频分复用符号组比所述第二正交频分复用符号组包含更多的输出自所述傅立叶变换模块的所述正交频分复用符号。

12. 根据权利要求 11 所述的正交频分复用接收机，其特征在于，所述多协议封装前向纠错模块包含前向纠错译码器。

13. 根据权利要求 11 所述的正交频分复用接收机，其特征在于，更包含同步及保护间隔消除模块，其中所述同步及保护间隔消除模块接收传输信号，同步所述信号以产生同步信号，并且消除所述同步信号的保护间隔以形成所述时域符号。

14. 根据权利要求 11 所述的正交频分复用接收机，其特征在于，更包含解映射模块以及差错控制码译码器。

15. 一种正交频分复用接收方法，用于接收在射频传输的信号，所述接收方法中使用存储装置，所述存储装置由均衡器与分集组合器模块共享，其中，所述正交频分复用接收方法包含：

提供傅立叶变换模块，接收时域符号并且将所述时域符号转换为正交频分复用符号；

当运作于单芯片模式下时，在所述存储装置中储存第一正交频分复用符号组，而当运作于分集模式下时，储存第二正交频分复用符号组；

接收并均衡所述正交频分复用符号，其中所述正交频分复用符号从所述存储装置接收或直接接收自所述傅立叶变换模块；以及

接收调正信号与来自分集正交频分复用接收机中的数据符号；

其中，所述第一正交频分复用符号组与所述第二正交频分复用符号组不同，且所述第

一正交频分复用符号组比所述第二正交频分复用符号组包含更多的输出自所述傅立叶变换模块的正交频分复用符号；

其中，当所述存储装置工作在所述单芯片模式下时，比工作在所述分集模式下储存更多的输出自所述傅立叶变换模块的正交频分复用符号，以产生估计结果；当所述存储装置工作在所述分集模式下时，比工作在所述单芯片模式下储存更少的输出自所述傅立叶变换模块的正交频分复用符号，则比工作在单芯片模式下具有额外储存空间来储存已均衡的自所述正交频分复用信号。

16. 根据权利要求 15 所述的正交频分复用接收方法，其特征在于，所述调正信号包括组合信息，所述组合信息用于对输出自所述傅立叶变换模块的正交频分复用符号和从所述均衡器输出的已均衡所述数据符号进行组合。

17. 根据权利要求 15 所述的正交频分复用接收方法，其特征在于，对所述第一正交频分复用符号组的大小与所述第二正交频分复用符号组的大小进行动态调整。

18. 根据权利要求 15 所述的正交频分复用接收方法，其特征在于，根据实现均衡步骤所需的正交频分复用符号总数，对所述第一正交频分复用符号组的大小与所述第二正交频分复用符号组的大小进行动态调整。

19. 根据权利要求 15 所述的正交频分复用接收方法，其特征在于，输出自所述傅立叶变换模块的正交频分复用符号先被进一步解映射或解交织，并且所述解映射或解交织后的输出和来自所述均衡器的已均衡的所述数据符号相组合。

正交频分复用接收机与正交频分复用接收方法

技术领域

[0001] 本发明是有关于视频信号译码，更具体地，是有关于节省存储器成本的同时维持接收机性能 (performance) 的视频信号译码。

背景技术

[0002] 在无线通信系统中，可在传输路径中的某一特定频率上传送信号。近期的技术发展已经能够实现在单一传输路径上对多重信号 (multiple signals) 进行同步传输 (simultaneous transmission)。这些同步传输方法之一是频分复用 (Frequency Division Multiplexing，FDM) 传输。在 FDM 中，传输路径划分为多个次信道 (sub-channel)。对信息 (如话音、视频、音频、文本字、数据等等) 进行调制，然后在不同的子载波 (sub-carrier) 频率上通过所述次信道进行传输。

[0003] 一种具体的 FDM 类型是正交频分复用 (Orthogonal Frequency Division Multiplexing，OFDM)。在典型的 OFDM 传输系统中，包括 2N 个 OFDM 子载波。OFDM 系统通过提取 m 个复正交幅度调制 (Quadrature Amplitude Modulation，QAM) 符号 X_m 形成其系统符号，X_m 中的每个以频率 $f_m = k/T_u$ 调制子载波，其中 T_u 为 OFDM 符号的有用期 (useful period)。每个 OFDM 子载波在频域中表现为 sinc x = (sin x)/x 函数谱。图 1 显示的是 sinc 谱的示意图。图 2 显示的是 OFDM 信号中多个载波的频谱示意图。如图 2 中所示，通过在频域中将所述 2N 个子载波以 $1/T_u$ 的间隔区隔开，每个子载波的 sinc x 频谱的主峰与其它每个子载波频谱的零位 (null) 对应 (coincide)。这样，即使所述子载波的频谱之间发生重叠，它们对于彼此始终是正交的。OFDM 技术的优点之一在于一般情况下可以克服多径效应 (multiple path effects)。OFDM 技术的另一优点在于能传输并且接收大量信息。由于以上优点，业界已展开广泛研究以推动 OFDM 技术的发展。

[0004] OFDM 接收机的信道估计 (channel estimation) 依赖于导频子载波 (pilot sub-carrier)。导频子载波是频率序列，其中接收机已知所传输的数值，所以 OFDM 接收机可以利用所述导频值来实施信道估计。总体而言，信道估计的精确度对应于信道估计所使用的 OFDM 符号数量。但是要缓存所述 OFDM 符号需要大量的系统存储器。因此，OFDM 接收机的使用造成在对存储器的需求与信道估计精确度之间的权衡 (tradeoff) 问题。

发明内容

[0005] 一般来讲，现有技术中的 OFDM 接收机若要实现较高的信道估计精确度，就会产生较大的存储器需求量，难以达到较优的平衡，为了解决此问题，本发明提供一种正交频分复用接收机与正交频分复用接收方法，可以进行有效的信道估计。

[0006] 根据本发明之一实施例，提供一种正交频分复用接收机。该正交频分复用接收机用于接收射频传输的信号，具有存储装置，其中所述存储装置由均衡器与分集组合器模块共享，所述接收机包含：傅立叶变换模块，接收时域符号并且将所述时域符号转换为正交频分复用符号；所述存储装置，运作于分集模式或单芯片模式下，当在所述单芯片模式下运作

时，储存第一正交频分复用符号组；而当在所述分集模式下运作时，储存第二正交频分复用符号组；所述均衡器，耦接于所述存储装置及所述傅立叶变换模块，用于接收并均衡所述正交频分复用符号，所述正交频分复用符号至少来自所述存储装置及所述傅立叶变换模块两者之一；以及所述分集组合器模块，耦接于所述存储装置，用于接收调正信号与来自分集正交频分复用接收机中的数据符号；其中，所述第一正交频分复用符号组与所述第二正交频分复用符号组不同，且所述第一正交频分复用符号组比所述第二正交频分复用符号组包含更多的输出自所述傅立叶变换模块的所述正交频分复用符号；其中，所述存储装置在所述单芯片模式下储存更多的输出自所述傅立叶变换模块的正交频分复用符号，以从所述均衡器产生较佳估计结果；所述存储装置在所述分集模式下储存更少的输出自所述傅立叶变换模块的正交频分复用符号，以具有对于自所述分集正交频分复用接收机接收的正交频分复用信号的额外储存空间。

[0007] 根据本发明之一实施例，提供一种正交频分复用接收机。该正交频分复用接收机，用于接收在射频上传输的信号，包含：傅立叶变换模块，接收时域符号并且将所述时域符号转换为正交频分复用符号；存储装置，运作于非多协议封装前向纠错模式或多协议封装前向纠错模式下，当在所述非多协议封装前向纠错模式下运作时，储存第一正交频分复用符号组；当在所述多协议封装前向纠错模式下运作时，储存第二正交频分复用符号组；均衡器，从所述傅立叶变换模块或存储装置中接收正交频分复用符号，根据所述正交频分复用符号中的导频子载波，对传输信道的信道频率响应进行估计，并且根据所述信道频率响应来均衡所述正交频分复用符号；差错控制码译码器，对已均衡的所述正交频分复用符号进行译码以产生传输流；以及多协议封装前向纠错模块运作于多协议封装前向纠错模式或非多协议封装前向纠错模式之一，当运作于多协议封装前向纠错模式下时，多协议封装前向纠错模块转发多协议封装前向纠错信息及来自所述存储装置的正交频分复用符号。

[0008] 根据本发明之一实施例，提供一种正交频分复用接收方法。该正交频分复用接收方法用于接收在射频传输的信号，所述接收方法中使用到存储装置，所述存储装置由均衡器与分集组合器模块共享，包含：提供傅立叶变换模块，接收时域符号并且将所述时域符号转换为正交频分复用符号；当运作于单芯片模式下时，在所述存储装置中储存第一正交频分复用符号组，而当运作于分集模式下时，储存第二正交频分复用符号组；接收并均衡所述正交频分复用符号，其中所述正交频分复用符号从所述存储装置接收或直接接收自所述傅立叶变换模块；以及接收调正信号与来自分集正交频分复用接收机中的数据符号；其中，所述第一正交频分复用符号组与所述第二正交频分复用符号组不同，且所述第一正交频分复用符号组比所述第二正交频分复用符号组包含更多的输出自所述傅立叶变换模块的正交频分复用符号；其中，当所述存储装置工作在所述单芯片模式下时，储存更多的输出自所述傅立叶变换模块的正交频分复用符号，以产生较佳估计结果；当所述存储装置工作在所述分集模式下时，储存更少的输出自所述傅立叶变换模块的正交频分复用符号，则有额外储存空间来储存自所述分集正交频分复用接收机接收的所述正交频分复用信号。

[0009] 借此，本发明可提供灵活的工作模式，可改善 OFDM 的接收质量，并且减少存储器消耗。

附图说明

[0010] 图 1 显示的是 sinc 谱的示意图；

[0011] 图 2 显示的是 OFDM 信号中多个载波的频谱示意图；

[0012] 图 3 显示根据本发明一实施例的 OFDM 接收机的区块示意图；

[0013] 图 4 显示的是在 DVB-T OFDM 帧中的杂散导频子载波示意图；

[0014] 图 5 显示根据本发明另一实施例的 OFDM 接收机区块示意图；

[0015] 图 6 显示的是 DVB-H 发射机区块示意图；

[0016] 图 7 显示的是 MPE-FEC 矩阵的示意图；

[0017] 图 8 显示的是应用数据表的结构示意图；

[0018] 图 9 显示根据本发明另一实施例的 OFDM 接收机区块示意图。

具体实施方式

[0019] 为了让本发明的上述和其它目的、特征、和优点能更明显易懂，下文特举数较佳实施例，并配合附图，作详细说明如下：

[0020] 图 3 显示根据本发明实施例的 OFDM 接收机的区块示意图。所述 OFDM 接收机包含第一同步及保护区间移除 (guard-interval-removing) 模块 302、第一傅立叶变换模块 (Fourier transform module，以下简称 FFT 模块)304、第一存储装置 308、第一均衡器 (equalizer)300、第一分集组合器 (diversity combiner) 模块 312 以及第一内部译码器 314。第一同步及保护区间移除模块 302 接收传输信号，并对该信号进行同步以产生同步信号，以及消除同步信号的保护间隔以形成第一时域符号。第一 FFT 模块 304 接收第一时域符号并且将第一时域符号转换为第一 OFDM 符号 $Y_1(e^{jw}, n)$，其中 w 从 0 到 2 • π，且 n 是 OFDM 符号的时间指数 (index)。所述第一存储装置 308 运行在分集模式 (diversity mode) 或单芯片模式 (single chip mode) 中，当工作在单芯片模式中时，储存从 $Y_1(e^{jw}, n-i_1)$ 到 $Y_1(e^{jw}, n+k_1)$ 的 OFDM 符号；当工作在分集模式中时，储存从 $Y_1(e^{jw}, n-i_2)$ 到 $Y_1(e^{jw}, n+k_2)$ 的 OFDM 符号以及分集信息，其中 K_1 大于 K_2 且 n-i 为先于 (former)n 的时间指数，n+k 为晚于 (later)n 的时间指数。$Y_1(e^{jw}, n-i_1)$ 到 $Y_1(e^{jw}, n+k_1)$ 表示第一 OFDM 符号组，$Y_1(e^{jw}, n-i_2)$ 到 $Y_1(e^{jw}, n+k_2)$ 表示第二 OFDM 符号组。单芯片模式代表仅有一个接收装置接收 OFDM 符号。例如，单芯片模式仅使用区块 302 ～ 314 来接收 OFDM 符号，而分集模式进一步使用另一实质上相同的区块 316 ～ 330 来接收 OFDM 符号。第一均衡器 300 从第一存储装置 308 中接收 (retrieve)OFDM 符号，根据 OFDM 符号中的导频子载波来估计传输信道的信道频率响应，并且根据该信道频率响应均衡所述 OFDM 符号 $Y_1(e^{jw}, n)$。在本实施例中，所述信道频率响应由第一信道估计模块 306 进行估计。当第一存储装置 308 工作于分集模式中时，第一分集组合器模块 312 接收已均衡的 OFDM 符号与调正信号，以对分集接收机接收到的 OFDM 符号进行组合。其中，调正信号包括组合信息，组合信息用于对输出自 FFT 模块的 OFDM 符号和从分集 OFDM 接收机接收到的数据符号进行组合。当第一存储装置 308 工作于单芯片模式中时，可将第一分集组合器模块 312 置为旁路 (bypass)。第一内部译码器 314，包含解映射 (de-mapping) 与解交织 (de-interleaving) 模块和差错控制码译码器，对来自第一存储装置 308 或第一均衡器 300 的数据进行进一步译码，输出译码信号。因此，第一存储装置 308 可以利用组合的模块储存来自单一接收机或多个接收机的 OFDM 符号。输出自第一 FFT 模块 304 并储存于第一存储装置 308 中的符号的数量是动态调整的，换言之，第一 OFDM 符号

组与第二 OFDM 符号组的大小可动态调整。该调整过程基于系统是运行于单芯片模式还是分集模式中，以及均衡过程需要多少输出自第一 FFT 模块 304 的 OFDM 符号。因此，第一存储装置 308 可以作为环路缓冲器 (ring buffer)。

[0021] 在某些实施例中，$Y_1(e^{jw}, n-i_1)$ 到 $Y_1(e^{jw}, n+k_1)$ 的 OFDM 符号可以是一系列对称于 n 的第一 OFDM 符号。例如，$Y_1(e^{jw}, n-i_1) \sim Y_1(e^{jw}, n+k_1)$ 可以是 $Y_1(e^{jw}, n-4)$、$Y_1(e^{jw}, n-3)$、$Y_1(e^{jw}, n-2)$、$Y_1(e^{jw}, n-1)$、$Y_1(e^{jw}, n)$、$Y_1(e^{jw}, n+1)$、$Y_1(e^{jw}, n+2)$、$Y_1(e^{jw}, n+3)$ 与 $Y_1(e^{jw}, n+4)$。而 $Y_1(e^{jw}, n-i_2)$ 到 $Y_1(e^{jw}, n+k_2)$ 的 OFDM 符号可以是一系列不对称于 n 的 OFDM 符号。例如，符号 $Y_1(e^{jw}, n-i_2) \sim Y_1(e^{jw}, n+k_2)$ 可以是 $Y_1(e^{jw}, n-6)$、$Y_1(e^{jw}, n-5)$、$Y_1(e^{jw}, n-4)$、$Y_1(e^{jw}, n-3)$、$Y_1(e^{jw}, n-2)$、$Y_1(e^{jw}, n-1)$、$Y_1(e^{jw}, n)$、$Y_1(e^{jw}, n+1)$ 与 $Y_1(e^{jw}, n+2)$。

[0022] 对于对称的 OFDM 符号进行分析，通常可获得更精确的信道估计。但是要储存对称 OFDM 符号会占用更多的存储器。由于分集组合是用于改善 OFDM 接收质量的技术，当运行于分集模式时，第一存储装置 308 储存较少的输出自第一 FFT 模块 304 的 OFDM 符号，而储存接收自分集 OFDM 接收机中的 OFDM 符号，借此以减少存储器消耗。当运行于单芯片模式时，第一存储装置 308 储存对称 OFDM 符号以维持接收质量。

[0023] OFDM 接收机可进一步包含第二同步及保护区间移除模块 316、第二傅立叶变换模块 318、第二均衡器 330、第二存储装置 328、第二分集组合器模块 324 以及第二内部译码器 326。第二同步及保护区间移除模块 316 接收传输信号，并同步传输信号以产生同步信号，以及消除同步信号的保护间隔以形成第二时域符号。第二 FFT 模块 318 接收第二时域符号并且将第二时域符号转换为第二 OFDM 符号 $Y_2(e^{jw}, n)$，其中 w 从 0 到 $2 \cdot \pi$，且 n 是第二 OFDM 符号的时间指数。第二存储装置 328 运行在分集模式或单芯片模式中，当工作在单芯片模式中时，储存从 $Y_2(e^{jw}, n-i_1)$ 到 $Y_2(e^{jw}, n+k_1)$ 的 OFDM 符号；当工作在分集模式中时，储存从 $Y_2(e^{jw}, n-i_2)$ 到 $Y_2(e^{jw}, n+k_2)$ 的 OFDM 符号以及分集信息。第二均衡器 330 从第二存储装置 328 中接收 OFDM 符号，根据 OFDM 符号中的导频子载波来估计传输信道的信道频率响应，并且根据该信道频率响应均衡所述 OFDM 符号 $Y_2(e^{jw}, n)$。在本实施例中，所述信道频率响应由第二信道估计模块 320 进行估计。当第二存储装置 328 工作于分集模式中时，第二分集组合器模块 324 接收调正信号与来自第一分集组合器模块 312 中的 OFDM 符号，以对 OFDM 符号进行组合。存储装置 328 储存来自第一分集组合器模块 312 的 OFDM 符号，以及来自第二 FFT 模块 318 或来自第二均衡器 330 的 OFDM 符号。第二内部译码器 326，对来自第二分集组合器模块 324、第二存储装置 328 或第二均衡器 330 的数据进行进一步译码。

[0024] 第一均衡器 300 与第二均衡器 330 分别包含第一信道估计模块 306 与第二信道估计模块 320，以及第一信道补偿单元 310 与第二信道补偿单元 322。由于存在不同的导频位置，第一信道估计模块 306 与第二信道估计模块 320 均可包含时间方向内插 (time directional interpolation) 区块与频率方向内插 (frequency directional interpolation) 区块，例如，数字地面视频广播 (Digital Video Broadcasting-Terrestrial，DVB-T) 系统。图 4 显示的是在 DVB-T OFDM 帧 (frame) 中的杂散导频子载波 (scattered pilots) 示意图。DVB-T OFDM 帧当中包含 68 个 OFDM 符号。每隔 11 个数据子载波插入一个导频子载波，导频子载波在图 4 中表示为圆点 (dot)，并且导频子载波位置每过一个符号周期移位 3 个子载波。例如，导频子载波 402 插入 (insert) 于符号 0 的位置指数 7 上，在符号 1 处，导频子载波 404 插入于位置指数 10 上。如此，一位

置上要经过 4 个符号周期后才会再次插入导频子载波，即，在符号 4 的位置指数 7 上将插入导频子载波，以此类推。时间方向内插区块接收最少 4 个符号周期内的多个导频子载波，并且在相同位置上每隔 3 个子载波对导频子载波进行内插 (interpolate)。例如，在位置指数 7 上，对符号 0 与符号 4 的导频子载波进行内插，得到在符号 1、符号 2 及符号 3 处的伪 (pseudo) 导频子载波。位置指数 10 中的伪导频子载波是对符号 1 与符号 5 的导频子载波内插得到。然后频率方向内插区块接收多个伪导频子载波，并且根据伪导频子载波与导频子载波对 OFDM 符号的所有子载波进行内插。例如，符号 1 的位置指数 8 和 9 中的导频子载波是从位置指数 7 和 10 内插得到。发送所述经过导频内插的 (pilot-interpolated) 符号至第一均衡器 300 和第二均衡器 330，该符号代表传输信道的信道频率响应。

[0025] 图 9 显示根据本发明另一实施例的 OFDM 接收机区块示意图。图 9 中的结构与图 3 相似，区别在于分集组合器模块 924 将来自解映射及解交织模块 923 的输出搬移 (take) 至分集组合器模块 912，以进行组合。具体地，输出自 FFT 模块 904 与 FFT 模块 918 的 OFDM 符号分别在解映射及解交织模块 911 与解映射及解交织模块 923 中被进一步解映射或解交织（本领域普通技术人员应知解映射及解交织模块在实际操作中可仅为解映射模块或解交织模块），并且解映射或解交织后的输出被送至分集组合器模块 912 与 924 中，以和来自分集 OFDM 接收机的数据符号相组合。

[0026] 在实际操作中，分集组合器模块 912 或 924 放置于解映射及解交织器模块 911 或 923 的前方或后方皆可。

[0027] 图 5 显示根据本发明另一实施例的 OFDM 接收机区块示意图。该 OFDM 接收机包含同步及保护区间移除模块 502、FFT 模块 504、存储装置 510、信道估计及均衡模块 506、差错控制码译码器 508 以及多协议封装前向纠错 (MultiProtocol Encapsulation Forward Error Correction，MPE-FEC) 模块 512。另外还可包含解映射模块，作为一可选组件，未标示于图 5 中。同步及保护区间移除模块 502 接收传输信号，并同步传输信号以产生同步信号，以及消除同步信号的保护间隔以形成时域符号。FFT 模块 504 接收该时域符号并且将时域符号转换为 OFDM 符号。存储装置 510 运行在非 MPE-FEC 模式或 MPE-FEC 模式中，当工作在非 MPE-FEC 模式中时，储存从 $Y_1(e^{jw},n-i_1)$ 到 $Y_1(e^{jw},n+k_1)$ 的 OFDM 符号（即第一 OFDM 符号组）；当工作在 MPE-FEC 模式中时，储存从 $Y_1(e^{jw},n-i_2)$ 到 $Y_1(e^{jw},n+k_2)$ 的 OFDM 符号（即第二 OFDM 符号组）以及 MPE-FEC 信息，其中 k_1 大于 k_2 且 n-i 为先于 n 的时间指数，n+k 为后于 n 的时间指数。OFDM 符号储存于存储装置 510 中，以便信道估计与均衡模块 506 使用或直接由 MPE-FEC 模块 512 使用。信道估计与均衡模块 506 从存储装置 510 与 FFT 模块 504 中接收 OFDM 符号，根据 OFDM 符号中的导频子载波来估计传输信道的信道频率响应，并且根据该信道频率响应均衡所述 OFDM 符号。差错控制码译码器 508 对已均衡的 OFDM 符号进行译码以产生传输流。MPE-FEC 模块 512 接收传输流，其可运行于活动模式下 (MPE-FEC 模式）或空闲模式下（非 MPE-FEC 模式）。当 MPE-FEC 模块 512 工作于空闲模式中时，存储装置 510 储存第一数量的符号；当 MPE-FEC 模块 512 工作于活动模式中时，存储装置 510 储存第二数量的符号以及 MPE-FEC 译码信息（第二数量小于第一数量），MPE-FEC 模块 512 转发所述 MPE-FEC 译码信息与来自存储装置的 OFDM 符号。

[0028] 设计 MPE-FEC 模块 512 以改善在移动信道中对于多普勒效应 (Doppler effect) 的容限 (tolerance)。如手持式数字视频广播 (Digital Video Broadcast Hand-held，DVB-H)

等现代通信标准中，规定使用多协议封装前向纠错，以提供交织与纠错的一附加层，借此在移动环境中提供更稳健 (robust) 的信号。图 6 显示的是 DVB-H 发射机区块示意图。DVB-H 发射机包含因特网协议封装器 (IP-encapsulator)602、里德 - 所罗门 (Reed-Solomon，RS) 编码器 608、外部交织器 (interleaver)610、卷积码 (convolutional) 编码器 612、内部交织器 614、映射器 (mapper)616、OFDM 调制器 618、数模转换器 (Digital-to-Analog converter，DAC)620 以及射频 (Radio Frequency，RF) 前端 622。内部交织器 614 与外部交织器 610 试图使错误尽可能随机地分布，使得接收机中的 RS 译码器与卷积码译码器（维特比）可以从随机错误中获得最大优势。IP 封装器 602 包含时间分割模块 604 与 MPE-FEC 编码器 606。时间分割模块 604 提供弹性周期，并且可以与 DVB-H 的服务相适应。时间分割周期可以长达 500 毫秒，短至 50 毫秒。MPE-FEC 编码器 606 提供附加前向纠错功能，该功能可使接收机应对特别困难的接收条件。MPE-FEC 帧设定为矩阵，该矩阵有 255 列 (column) 以及弹性的行数 (row)。图 7 显示的是 MPE-FEC 矩阵的示意图。根据传输情况，所述列数可以在 1 到 1024 之间不等。矩阵中的每一位置保存一个信息字节。由最左边的 191 列构成的 MPE-FEC 帧的左边部分被称为应用数据表 (Application data table)，专用于 IP 数据块 (datagram) 与可能的填充部分 (padding)，其中还包含应用填充行。图 8 显示的是应用数据表的结构示意图。图 8 中已详细叙明应用数据表的第 1 至第 191 列中所包含的内容，本领域普通技术人员应可明了应用数据表的详细结构，不再对照图式详细叙述。参考图 7，由 64 个最右边的列构成的 MPE-FEC 帧的右边部分被称为 RS 资料表，其中包含 RS 资料与删减 (punctured) RS 数据列，RS 数据表专用于 FEC 码的奇偶 (parity) 信息。在应用数据表中的每个字节位置具有一地址，范围从行数的 1 倍到 191 倍。同理，在 RS 数据表中的每个字节位置具有一地址，范围从行数的 1 倍到 64 倍。通过在独立 MPE-FEC 区段中加入并传送奇偶信息，即使在恶劣接收条件下也能输出 (MPE-FEC 译码之后）无错误 IP 数据块，其中奇偶信息是由 IP 数据块中计算得出。每个 MPE-FEC 区段包含 16 个字节开销 (overhead)，由标头及循环冗余校验码 -32(Cyclic Redundancy Check-32，CRC-32) 导致产生。通过在 MPE-FEC 封包标头当中使用循环冗余校验码，若 CRC 校验失败则将 MPE-FEC 封包内容标记为不可靠。根据 DVB-H 规范，在 DVB-H 系统中时间分割为指定项，MPE-FEC 为可选项。MPE-FEC 标准后向兼容于非 MPE-FEC 从属的 (non-MPE-FEC-compliant) 接收机。

[0029] 再次参照图 5，MPE-FEC 模块 512 包含时间分割模块，MPE-FEC 译码器以及 IP 解封装模块，并产生 IP 输出。MPE-FEC 模块 512 可以间或开启。当接收到 MPE-FEC 突发信号 (burst) 时，MPE-FEC 模块 512 将数据缓存在自身的存储器内，以备在时间间隔内的消耗。对于每个接收到的区段（属于应用数据表或 RS 数据表），MPE-FEC 模块 512 在区段标头中查找区段中 MPE-FEC 帧的起始地址（行号与列号），于是可以将 MPE-FEC 帧置于各自表格的正确位置上。在此程序后，所有接收到的突发信号都可以根据 CRC-32 的校验和 (checksum) 被标记为“可靠”或“不可靠”。由于 MPE-FEC 可能会被忽略，MPE-FEC 模块 512 则决定是否将所有的 MPE-FEC 突发信号标记为“可靠”。如果是，那么为了节约电力，仍将 MPE-FEC 模块 512 关闭。否则开启 MPE-FEC 模块 512。

[0030] 在某些实施例中，$Y_1(e^{jw}, n-i_1)$ 到 $Y_1(e^{jw}, n+k_1)$ 的 OFDM 符号可以是一系列对称于 n 的第一 OFDM 符号。例如，$Y_1(e^{jw}, n-i_1) \sim Y_1(e^{jw}, n+k_1)$ 可以是 $Y_1(e^{jw}, n-4)$、$Y_1(e^{jw}, n-3)$、$Y_1(e^{jw}, n-2)$、$Y_1(e^{jw}, n-1)$、$Y_1(e^{jw}, n)$、$Y_1(e^{jw}, n+1)$、$Y_1(e^{jw}, n+2)$、$Y_1(e^{jw}, n+3)$ 与 $Y_1(e^{jw}, n+4)$。

$Y_1(e^{jw}, n-i_2)$ 到 $Y_1(e^{jw}, n+k_2)$ 的 OFDM 符号可以是一系列不对称于 n 的第二 OFDM 符号。例如，符号 $Y_1(e^{jw}, n-i_2)$ ～ $Y_1(e^{jw}, n+k_2)$ 可以是 $Y_1(e^{jw}, n-6)$、$Y_1(e^{jw}, n-5)$、$Y_1(e^{jw}, n-4)$、$Y_1(e^{jw}, n-3)$、$Y_1(e^{jw}, n-2)$、$Y_1(e^{jw}, n-1)$、$Y_1(e^{jw}, n)$、$Y_1(e^{jw}, n+1)$ 与 $Y_1(e^{jw}, n+2)$。

[0031] 虽然本发明已以具体实施例揭露如上，然其并非用以限定本发明，任何本领域的普通技术人员，在不脱离本发明的精神和范围内，当可作些许的更动与润饰，因此本发明的保护范围当视权利要求书所界定的为准。

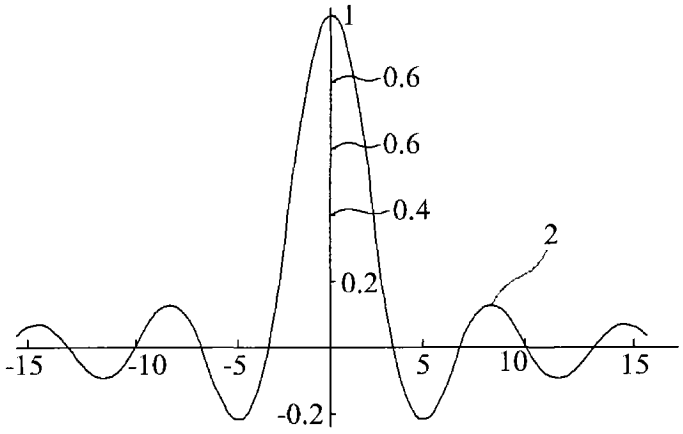


图 1

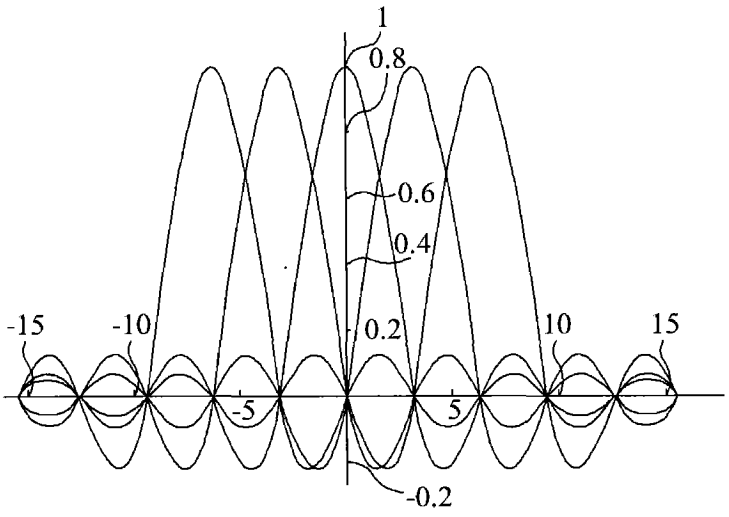


图 2

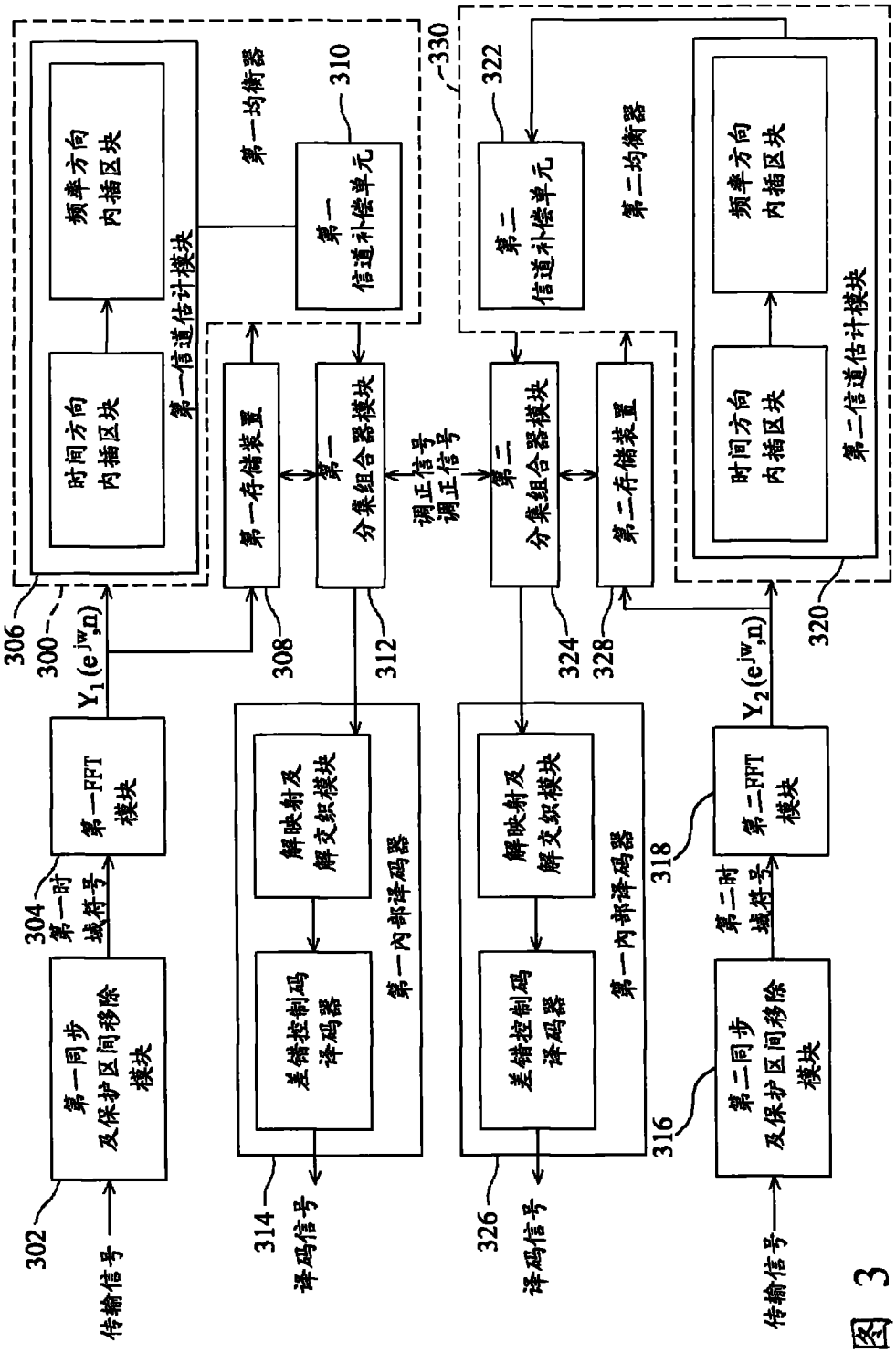

第一同步及保护区间移除模块
第一时域符号
第一FFT模块
第一信道估计模块
时间方向内插区块
频率方向内插区块
第一均衡器
第一信道补偿单元
第一存储装置
第一分集组合器模块
调正信号
第一内部译码器
解映射及解交织模块
差错控制码译码器
传输信号
译码信号
第二同步及保护区间移除模块
第二时域符号
第二FFT模块
第二信道估计模块
第二均衡器
第二信道补偿单元
第二存储装置
第二分集组合器模块
302
304
306
308
310
312
314
316
318
320
322
324
326
328
330

图 3

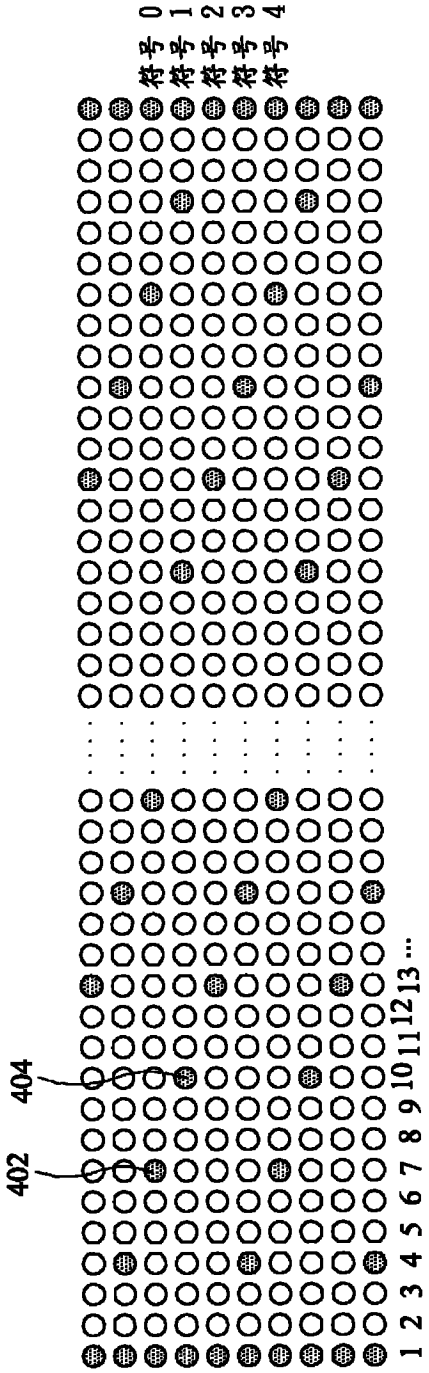


图 4

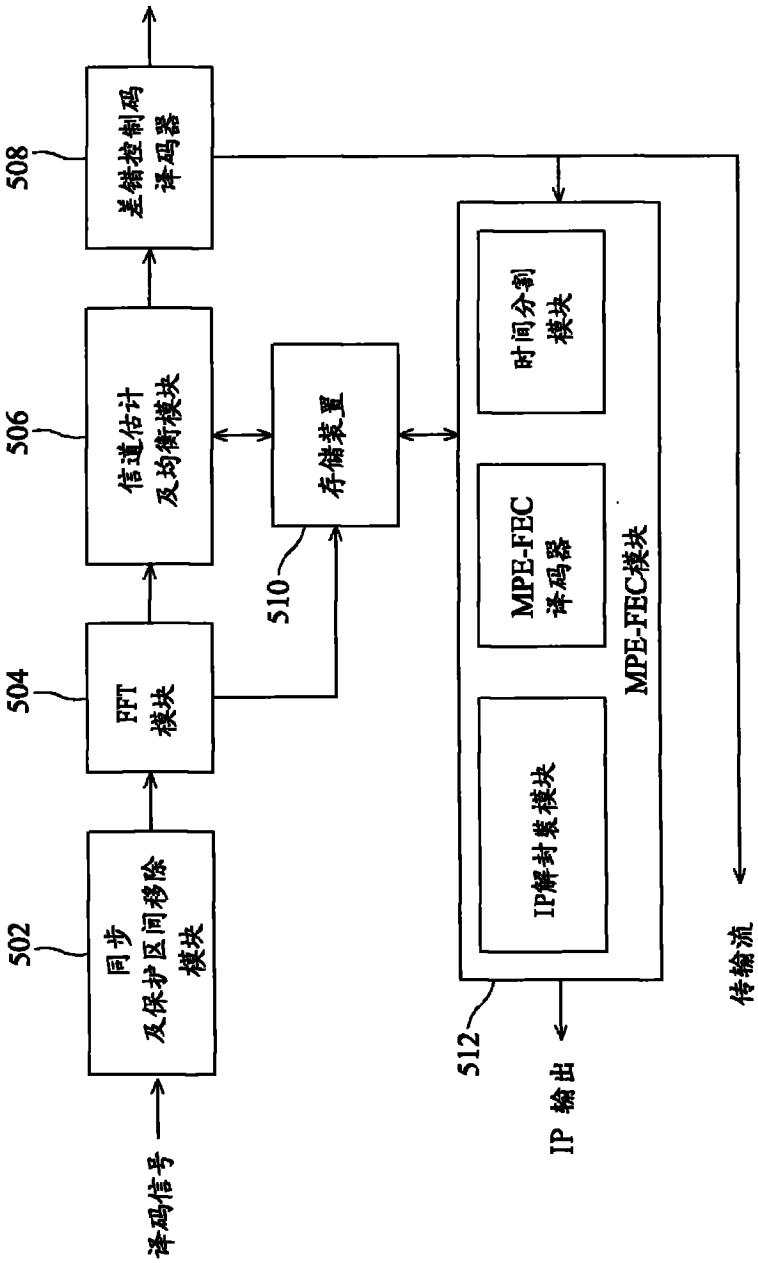

译码信号
502
同步
及保护区间移除
模块
504
FFT
模块
506
信道估计
及均衡模块
508
差错控制码
译码器
510
存储装置
MPE-FEC模块
时间分割
模块
MPE-FEC
译码器
IP解封装模块
512
IP 输出
传输流

图 5

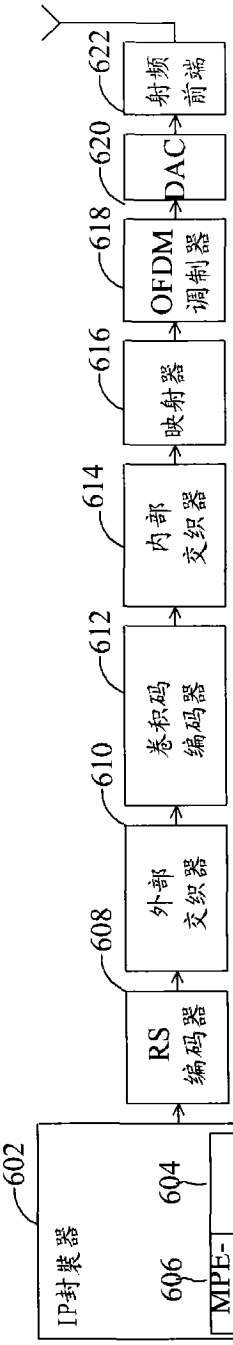

602
IP封装器
604
时间分割模块
606
MPE-FEC编码器
608
RS编码器
610
外部交织器
612
卷积码编码器
614
内部交织器
616
映射器
618
OFDM调制器
620
DAC
622
射频前端

图 6

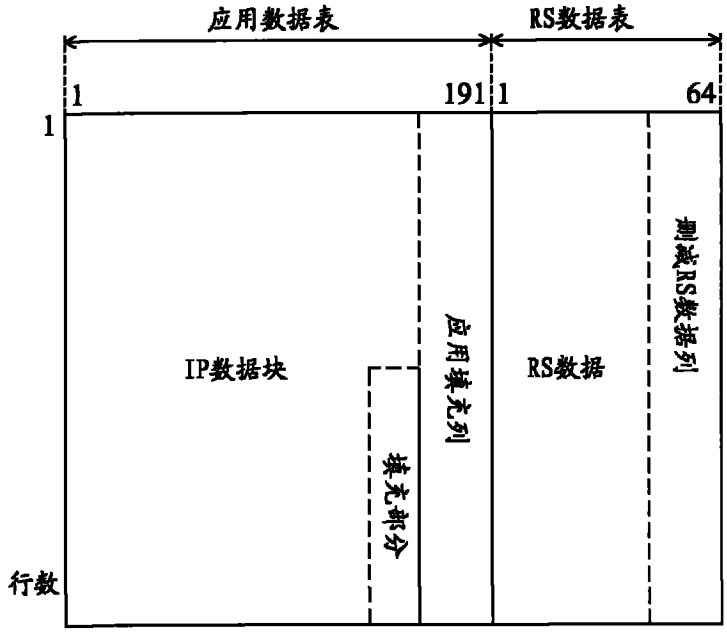


图 7

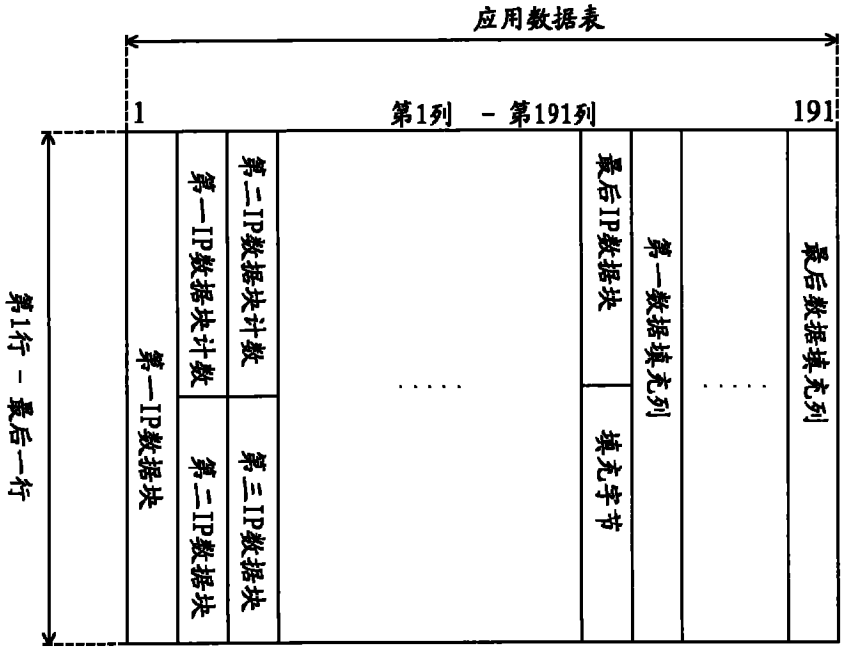

应用数据表
1
第1列 - 第191列
191
第1行 - 最后一行
第一IP数据块
第一IP数据块计数
第二IP数据块计数
第二IP数据块
第三IP数据块
最后IP数据块
填充字节
第一数据填充列
最后数据填充列

图 8

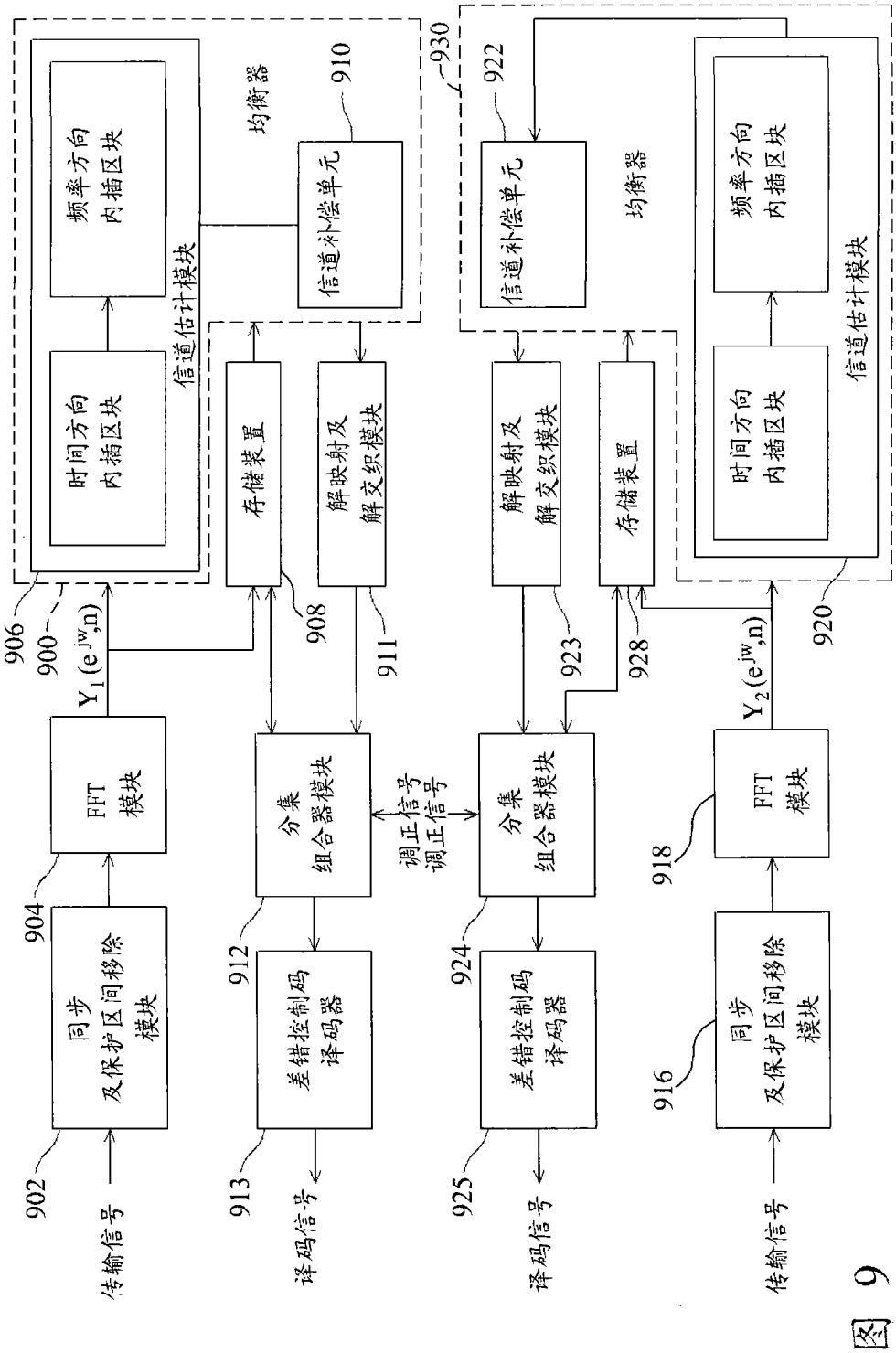

906
900
$Y_1(e^{jw},n)$
时间方向
内插区块
频率方向
内插区块
信道估计模块
均衡器
910
信道补偿单元
908
存储装置
911
解映射及
解交织模块
904
FFT
模块
902
同步
及保护区间移除
模块
传输信号
912
分集
组合器模块
913
差错控制码
译码器
译码信号
调正信号
调正信号
924
分集
组合器模块
925
差错控制码
译码器
译码信号
930
922
信道补偿单元
均衡器
923
解映射及
解交织模块
928
存储装置
920
信道估计模块
时间方向
内插区块
频率方向
内插区块
$Y_2(e^{jw},n)$
918
FFT
模块
916
同步
及保护区间移除
模块
传输信号

图 9