(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 102292984 B
(45)授权公告日 2013.12.11

(21)申请号 200980155430.8
(22)申请日 2009.05.13
(30)优先权数据
61/156,884 2009.03.03 US
(85)PCT申请进入国家阶段日
2011.07.26
(86)PCT申请的申请数据
PCT/KR2009/002521 2009.05.13
(87)PCT申请的公布数据
WO2010/101328 EN 2010.09.10
(73)专利权人 LG电子株式会社
地址 韩国首尔
(72)发明人 高祐奭 文相喆
(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
代理人 李辉 吕俊刚
(51)Int.Cl.
H04N 7/015(2006.01)
(56)对比文件
CN 1595975 A,2005.03.16,
CN 1951114 A,2007.04.18,
WO 2008/097368 A3,2009.05.14,
WO 2009/008688 A2,2009.01.15,
US 2007/0180343 A1,2007.08.02,
审查员 陈茜茜

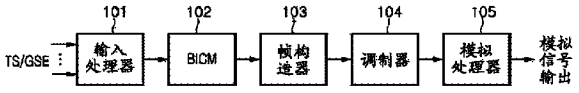
权利要求书3页 说明书42页 附图78页

(54)发明名称

用于发送和接收信号的装置以及用于发送和接收信号的方法

(57)摘要

本发明涉及一种发送信号的方法和接收信号的方法以及相应装置。本发明的一个方面涉及发射机和接收机的使用数据切片进行的有效第一层(L1)处理方法。



CN 102292984 B

1. 一种发送具有物理层管道(PLP)数据和包括第一层 L1 信令数据的前导码数据的至少一个广播信号帧的方法,该方法包括以下步骤:

对所述物理层管道数据和所述前导码数据进行编码;

将经编码的物理层管道数据映射成物理层管道数据符号并将经编码的前导码数据映射成前导码数据符号;

在所述物理层管道数据符号前选择性插入报头;

构造包括所映射的物理层管道数据符号的至少一个数据切片,所述数据切片的类型是多种类型中的一种,其中,第一类型的数据切片不包括报头,而第二类型的数据切片包括报头;

基于所述数据切片和所述前导码数据符号来构造信号帧,其中,所述前导码数据符号具有指示所述报头的类型的 FEC_HEADER_TYPE 信息,该 FEC_HEADER_TYPE 信息在所述数据切片为所述第二类型的数据切片时出现;

利用正交频分复用(OFDM)方法对所述信号帧进行调制;以及

发送经调制的信号帧,

其中,所述前导码数据符号包括针对所述第一类型的数据切片的第一层 L1 信令数据信令调制和编码参数。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述前导码数据符号具有数据切片类型信息,其中,所述数据切片类型信息指示所述数据切片的类型,所述数据切片的类型包括所述第一类型的数据切片和所述第二类型的数据切片。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述报头具有物理层管道 ID 信息以及调制与编码(ModCod)参数。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述 FEC_HEADER_TYPE 信息是普通模式或高效模式,并且其中,对于所述普通模式,所述报头被映射在 QPSK 星座上,而对于所述高效模式,所述报头被映射在 16QAM 星座上。

5. 一种接收广播信号的方法,该方法包括以下步骤:

利用正交频分复用(OFDM)方法对接收到的信号进行解调;

从经解调的信号中获得信号帧,所述信号帧包括数据切片和含有第一层 L1 信令数据的前导码符号,数据切片等同于一组数据符号;

按照所述数据切片级别对所述数据符号进行时间去交织;以及

从经时间去交织的数据切片中检测报头,其中,所述数据切片具有多种类型,并且第一类型的数据切片不包括报头,而第二类型的数据切片包括报头,

其中,所述前导码符号具有指示所述报头的类型的 FEC_HEADER_TYPE 信息,该 FEC_HEADER_TYPE 信息在所述数据切片为所述第二类型的数据切片时出现,并且,

其中,所述前导码符号包括针对所述第一类型的数据切片的信号调制和编码参数。

6. 根据权利要求 5 所述的方法,其中,所述前导码符号具有数据切片类型信息,其中,所述数据切片类型信息指示所述数据切片的类型,所述数据切片的类型包括所述第一类型的数据切片和所述第二类型的数据切片。

7. 根据权利要求 5 所述的方法,其中,所述报头具有物理层管道 ID 信息以及调制与编码(ModCod)参数。

8. 根据权利要求5所述的方法，其中，所述FEC_HEADER_TYPE信息是普通模式或高效模式，并且其中，对于所述普通模式，所述报头被映射在QPSK星座上，而对于所述高效模式，所述报头被映射在16QAM星座上。

9. 一种发送具有物理层管道（PLP）数据和包括第一层L1信令数据的前导码数据的至少一个广播信号帧的发射机，该发射机包括：

编码单元（301，301-1），其对所述物理层管道数据和所述前导码数据进行编码；

映射单元（704），其将经编码的物理层管道数据映射成物理层管道数据符号并将经编码的前导码数据映射成前导码数据符号；

报头插入单元（401），其在所述物理层管道数据符号前选择性插入报头；

数据切片构造单元（208），其构造包括所映射的物理层管道数据符号的至少一个数据切片，所述数据切片的类型是多种类型中的一种，其中，第一类型的数据切片不包括报头而第二类型的数据切片包括报头；

帧构造单元（103），其基于所述数据切片和所述前导码数据符号来构造信号帧，其中，所述前导码数据符号具有指示所述报头的类型的FEC_HEADER_TYPE信息，该FEC_HEADER_TYPE信息在所述数据切片为所述第二类型的数据切片时出现；

调制单元（104），其利用正交频分复用（OFDM）方法对所述信号帧进行调制；以及

发送单元，其发送经调制的信号帧，

其中，所述前导码数据符号包括针对所述第一类型的数据切片的第一层L1信令数据信令调制和编码参数。

10. 根据权利要求9所述的发射机，其中，所述前导码数据符号具有数据切片类型信息，其中，所述数据切片类型信息指示所述数据切片的类型，所述数据切片的类型包括所述第一类型的数据切片和所述第二类型的数据切片。

11. 根据权利要求9所述的发射机，其中，所述FEC_HEADER_TYPE信息是普通模式或高效模式，并且其中，对于所述普通模式，所述报头被映射在QPSK星座上，而对于所述高效模式，所述报头被映射在16QAM星座上。

12. 一种接收广播信号的接收机，该接收机包括：

解调单元（r104），其利用正交频分复用（OFDM）方法对接收到的信号进行解调；

帧解析单元（r103），其从经解调的信号中获得信号帧，所述信号帧包括数据切片和具有第一层L1信令数据的前导码符号，数据切片等同于一组数据符号，该组数据符号的类型为多种类型中的一种；

时间去交织单元（r710），其按照所述数据切片级别对所述数据符号进行时间去交织；以及

报头检测单元，其从经时间去交织的数据切片中检测报头，其中，第一类型的数据切片不包括报头，而第二类型的数据切片包括报头，

其中，所述前导码符号具有指示所述报头的类型的FEC_HEADER_TYPE信息，该FEC_HEADER_TYPE信息在所述数据切片为所述第二类型的数据切片时出现，并且，

其中，所述前导码符号包括针对所述第一类型的数据切片的信号调制和编码参数。

13. 根据权利要求12所述的接收机，其中，所述前导码符号具有数据切片类型信息，其中，所述数据切片类型信息指示所述数据切片的类型，所述数据切片的类型包括所述第一

类型的数据切片和所述第二类型的数据切片。

14. 根据权利要求 12 所述的接收机，其中，所述报头具有物理层管道 ID 信息以及调制与编码（ModCod）参数。

15. 根据权利要求 12 所述的接收机，其中，所述 FEC_HEADER_TYPE 信息是普通模式或高效模式，并且其中，对于所述普通模式，所述报头被映射在 QPSK 星座上，而对于所述高效模式，所述报头被映射在 16QAM 星座上。

用于发送和接收信号的装置以及用于发送和接收信号的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于发送和接收信号的方法以及用于发送和接收信号的装置，更具体地说，涉及能够提高数据传输效率的发送和接收信号的方法以及发送和接收信号的装置。

背景技术

[0002] 随着数字广播技术的发展，用户已经接收到高清晰 (HD) 的运动图像。随着压缩算法的持续发展和硬件性能的提高，未来将向用户提供更好的环境。数字电视 (DTV) 系统可以接收数字广播信号并向用户提供多种补充业务以及视频信号和音频信号。

[0003] 数字视频广播 (DVB :Digital Video Broadcasting)-C2 是加入第二代传输系统的 DVB 家族中的第三个规范。该规范开发于 1994 年，DVB-C 现在已经被部署在全世界范围内的超过 5 千万个有线电视调谐器中。与其他的 DVB 第二代系统一致，DVB-C2 使用了低密度的奇偶校验 (LDPC) 和 BCH 码的组合。与 DVB-C 相比，这种强大的前向纠错 (FEC) 在载波噪声比方面提供了大约 5dB 的改进。恰当的比特交织方案优化了 FEC 系统的整体鲁棒性。在通过报头扩展后，这些帧被称为物理层管道 (PLP :Physical Layer Pipe)。这些 PLP 中的一个或更多个被复用到数据切片中。向各个切片应用（时域和频域）二维交织，使接收机能够消除突发减损 (burst impairment) 和如单一频率窜入 (single frequency ingress) 的频率选择干扰的影响。

[0004] 随着这些数字广播技术的发展，对诸如视频信号和音频信号的业务的需要增加，并且用户需要的数据的大小和广播信道的数量逐渐上升。

发明内容

[0005] 技术问题

[0006] 因此，本发明致力于一种发送和接收信号的方法以及一种发送和接收信号的装置，该方法和装置能够大体上消除了由于相关技术的限制和缺点而引起的一个或更多个问题。

[0007] 技术方案

[0008] 本发明的一个目的是提供一种发送和接收信号的方法以及一种发送和接收信号的装置，该方法和装置能够提高数据发送效率。

[0009] 本发明的另一个目的是提供一种发送和接收信号的方法和一种发送和接收信号的装置，该方法和装置能够提高构成业务的比特的纠错能力。

[0010] 本发明的其它优点、目的和特征将在下面的描述中部分描述且部分内容将对于本领域普通技术人员在研究下文后变得明显。通过书面的说明书及其权利要求以及附图中具体指出的结构可以实现和获得本发明的目的和其它优点。

[0011] 为了实现这些目标，本发明的另一方面提供一种发送具有物理层管道 (PLP) 数据和前导码数据的至少一个广播信号帧的方法，该方法包括以下步骤 :对所述物理层管道数

据和所述前导码数据进行编码；将经编码的物理层管道数据映射成物理层管道数据符号并将经编码的前导码数据映射成前导码数据符号；在所述物理层管道数据符号前选择性插入报头；基于所映射的物理层管道数据符号和所述报头来构造至少一个数据切片，所述数据切片的类型是多种类型中的一种，其中，第一类型的数据切片没有所述报头而第二类型的数据切片具有所述报头；基于所述数据切片和所述前导码数据符号来构造信号帧，其中，所述前导码数据符号具有指示所述报头的类型的 FEC_HEADER_TYPE 信息，该 FEC_HEADER_TYPE 信息在所述数据切片为所述第二类型的数据切片时出现；利用正交频分复用 (OFDM) 方法对所述信号帧进行调制；以及发送经调制的信号帧。

[0012] 本发明的另一个方面提供了一种一种接收广播信号的方法，该方法包括以下步骤：利用正交频分复用 (OFDM) 方法对接收到的信号进行解调；从经解调的信号中获得信号帧，所述信号帧包括前导码符号和数据切片，所述数据切片等同于一组数据符号；按照所述数据切片级别对所述数据符号进行时间去交织；以及从经时间去交织的数据切片中检测报头，其中，所述数据切片具有多种类型，并且第一类型的数据切片没有所述报头，而第二类型的数据切片具有所述报头，其中，所述前导码符号具有指示所述报头的类型的 FEC_HEADER_TYPE 信息，该 FEC_HEADER_TYPE 信息在 所述数据切片为所述第二类型的数据切片时出现。

[0013] 本发明的另一方面提供一种发送具有物理层管道 (PLP) 数据和前导码数据的至少一个广播信号帧的发射机，该发射机包括：编码器，其被配置为对所述物理层管道数据和所述前导码数据进行编码；映射器，其被配置为将经编码的物理层管道数据映射成物理层管道数据符号并将经编码的前导码数据映射成前导码数据符号；报头插入模块，其被配置为在所述物理层管道数据符号前选择性插入报头；数据切片构造器，其被配置为基于所映射的物理层管道数据符号和所述报头来构造至少一个数据切片，所述数据切片的类型是多种类型中的一种，其中，第一类型的数据切片没有所述报头而第二类型的数据切片具有所述报头；帧构造器，其被配置为基于所述数据切片和所述前导码数据符号来构造信号帧，其中，所述前导码数据符号具有指示所述报头的类型的 FEC_HEADER_TYPE 信息，该 FEC_HEADER_TYPE 信息在所述数据切片为所述第二类型的数据切片时出现；调制器，其被配置为利用正交频分复用 (OFDM) 方法对所述信号帧进行调制；以及发送单元，其被配置为发送经调制的信号帧。

[0014] 本发明的另一个方面提供了一种接收广播信号的接收机，该接收机包括：解调器，其被配置为利用正交频分复用 (OFDM) 方法对接收到的信号进行解调；帧解析器，其被配置为从经解调的信号中获得信号帧，所述信号帧包括前导码符号和数据切片，所述数据切片等同于一组数据符号，该组数据符号的类型为多种类型中的一种；时间去交织器，其被配置为按照所述数据切片级别对所述数据符号进行时间去交织；以及报头检测单元，其被配置为从经时间去交织的数据切片中检测报头，其中，第一类型的数据切片没有所述报头，而第二类型的数据切片具有所述报头，其中，所述前导码符号具有指示所述报头的类型的 FEC_HEADER_TYPE 信息，该 FEC_HEADER_TYPE 信息在所述数据切片为所述第二类型的数据切片时出现。

[0015] 有益效果

[0016] 根据本发明，能够提供一种接收广播信号的接收机，该接收机包括：解调器，其被

配置为利用正交频分复用 (OFDM) 方法对接收到的信号进行解调；帧解析器，其被配置为从经解调的信号中获得信号帧，所述信号帧包括前导码符号和数据切片，所述数据切片等同于一组数据符号，该组数据符号的类型为多种类型中的一种；时间去交织器，其被配置为按照所述数据切片级别对所述数据符号进行时间去交织；以及报头检测单元，其被配置为从经时间去交织的数据切片中检测报头，其中，第一类型的数据切片没有所述报头，而第二类型的数据切片具有所述报头，其中，所述前导码符号具有指示所述报头的类型的 FEC_HEADER_TYPE 信息，该 FEC_HEADER_TYPE 信息在所述数据切片为所述第二类型的数据切片时出现。

附图说明

[0017] 附图被包括在本申请中以提供对本发明的进一步理解，并结合到本申请中且构成本申请的一部分，附图示出了本发明的（多个）实施方式，且与说明书一起用于解释本发明的原理。在附图中：

[0018] 图 1 是数字发送系统的示例。

[0019] 图 2 是输入处理器的示例。

[0020] 图 3 是可以包括在基带 (BB) 中的信息。

[0021] 图 4 是 BICM 模块的示例。

[0022] 图 5 是缩短 / 打孔编码器的示例。

[0023] 图 6 是应用各种星座的示例。

[0024] 图 7 是考虑了常规系统之间的兼容性的情况的另一个示例。

[0025] 图 8 是包括用于 L1 信令的前导码和用于 PLP 数据的数据符号的帧结构。

[0026] 图 9 是帧构造器的示例。

[0027] 图 10 是图 4 所示的导频插入模块 404 的示例。

[0028] 图 11 是 SP 的结构。

[0029] 图 12 是新的 SP 结构或导频模式 (PP5)。

[0030] 图 13 是所提出的 PP5’的结构。

[0031] 图 14 是数据符号与前导码之间的关系。

[0032] 图 15 是数据符号与前导码之间的另一种关系。

[0033] 图 16 是有线信道延迟概况的示例。

[0034] 图 17 是使用 z ＝ 56 和 z ＝ 112 的分散导频结构。

[0035] 图 18 是基于 OFDM 的调制器的示例。

[0036] 图 19 是前导码结构的示例。

[0037] 图 20 是前导码解码的示例。

[0038] 图 21 是设计更优化的前导码的过程。

[0039] 图 22 是前导码结构的另一个示例。

[0040] 图 23 是前导码解码的另一个示例。

[0041] 图 24 是前导码结构的示例。

[0042] 图 25 是 L1 解码的示例。

[0043] 图 26 是模拟处理器的示例。

[0044] 图 27 是数字接收机系统的示例。

[0045] 图 28 是在接收机处使用的模拟处理器的示例。

[0046] 图 29 是解调器的示例。

[0047] 图 30 是帧解析器的示例。

[0048] 图 31 是 BICM 解调器。

[0049] 图 32 是利用缩短 / 打孔的 LDPC 解码的示例。

[0050] 图 33 是输出处理器的示例。

[0051] 图 34 是 8MHz 的 L1 块重复率的示例。

[0052] 图 35 是 8MHz 的 L1 块重复率的示例。

[0053] 图 36 是新的 7.61MHz 的 L1 块重复率的示例。

[0054] 图 37 是在帧报头中发送的 L1 信令的示例。

[0055] 图 38 是前导码和 L1 结构仿真结果。

[0056] 图 39 是符号交织器的示例。

[0057] 图 40 是 L1 块发送的示例。

[0058] 图 41 是在帧报头中发送的 L1 信令的另一个示例。

[0059] 图 42 是频率或时间交织 / 去交织的示例。

[0060] 图 43 是分析在图 3 中示出的 BICM 模块的数据通道上的 ModCod 报头插入模块 307 处在 FECFRAME 报头中发送的 L1 信令的开销的表。

[0061] 图 44 示出了用于将开销最小化的 FECFRAME 报头的结构。

[0062] 图 45 示出了上述的 L1 保护的误比特率 (BER) 性能。

[0063] 图 46 示出了传输帧和 FEC 帧结构的示例。

[0064] 图 47 示出了 L1 信令的示例。

[0065] 图 48 示出了 L1 预信令的示例。

[0066] 图 49 示出了 L1 信令块的结构。

[0067] 图 50 示出了 L1 时间交织。

[0068] 图 51 示出了提取调制和编码信息的示例。

[0069] 图 52 示出了 L1 预信令的另一个示例。

[0070] 图 53 示出了调度在前导码中发送的 L1 信令块的示例。

[0071] 图 54 示出了考虑了功率增强的 L1 预信令的示例。

[0072] 图 55 示出了 L1 信令的示例。

[0073] 图 56 示出了提取调制和编码信息的另一个示例。

[0074] 图 57 示出了提取调制和编码信息的另一个示例。

[0075] 图 58 示出了 L1 预同步的示例。

[0076] 图 59 示出了 L1 预信令的示例。

[0077] 图 60 示出了 L1 信令的示例。

[0078] 图 61 示出了 L1 信令通道的示例。

[0079] 图 62 是在帧报头内发送的 L1 信令的另一个示例。

[0080] 图 63 是在帧报头内发送的 L1 信令的另一个示例。

[0081] 图 64 是在帧报头内发送的 L1 信令的另一个示例。

[0082] 图 65 示出了 L1 信令的示例。

[0083] 图 66 示出了符号交织器的示例。

[0084] 图 67 示出了图 66 的时间交织器的交织性能。

[0085] 图 68 是符号交织器的示例。

[0086] 图 69 示出了图 68 的时间交织器的交织性能。

[0087] 图 70 是符号去交织器的示例。

[0088] 图 71 是时间交织的另一个示例。

[0089] 图 72 是利用图 71 所示的方法进行交织的结果。

[0090] 图 73 是图 72 的寻址方法的示例。

[0091] 图 74 是 L1 时间交织的另一个示例。

[0092] 图 75 是符号去交织器的示例。

[0093] 图 76 是去交织器的另一个示例。

[0094] 图 77 是符号去交织器的一个示例。

[0095] 图 78 是用于时间去交织的行和列地址的示例。

[0096] 图 79 是示出了在未使用导频的数据符号域中进行一般块交织的示例。

[0097] 图 80 是使用数据切片的 OFDM 发射机的示例。

[0098] 图 81 是使用数据切片的 OFDM 接收机的示例。

[0099] 图 82 是时间交织器的示例和时间去交织器的示例。

[0100] 图 83 是形成 OFDM 符号的示例。

[0101] 图 84 是时间交织器 (TI) 的示例。

[0102] 图 85 是时间交织器 (TI) 的示例。

[0103] 图 86 是发射机处的前导码结构的示例和接收机处的处理的示例。

[0104] 图 87 是在接收机处从前导码中获得 L1_XFEC_FRAME 的处理的示例。

[0105] 图 88 是在发射机处的前导码结构的示例和接收机处的处理的示例。

[0106] 图 89 是时间交织器 (TI) 的示例。

[0107] 图 90 是使用数据切片的 OFDM 发射机的示例。

[0108] 图 91 是使用数据切片的 OFDM 接收机的示例。

[0109] 图 92 是时间交织器 (TI) 的示例。

[0110] 图 93 是时间去交织器 (TDI) 的示例。

[0111] 图 94 是时间交织器 (TI) 的示例。

[0112] 图 95 是前导码时间交织和去交织流程的示例。

[0113] 图 96 是 L1 报头信令中的时间交织深度参数。

[0114] 图 97 是 L1 报头信令、L1 结构、和填充方法的示例。

[0115] 图 98 是 L1 信令的示例。

[0116] 图 99 是 dslice_ti_depth 的示例。

[0117] 图 100 是 dslice_type 的示例。

[0118] 图 101 是 plp_type 的示例。

[0119] 图 102 是 Plp_payload_type 的示例。

[0120] 图 103 是 Plp_modcod 的示例。

[0121] 图 104 是 GI 的示例。

[0122] 图 105 是 PAPR 的示例。

[0123] 图 106 是 L1 信令的示例。

[0124] 图 107 是 plp_type 的示例。

[0125] 图 108 是 L1 信令的示例。

[0126] 图 109 是 L1 报头信令、L1 结构、和填充方法的示例。

[0127] 图 110 是 L1 信令的示例。

[0128] 图 111 是 L1 信令的字段的示例。

[0129] 图 112 是 L1 信令的示例。

[0130] 图 113 是 plp_type 的示例。

[0131] 图 114 是用于标准和捆绑 PLP 类型的 L1 信令和 L2 信令的示例。

[0132] 图 115 是具有 8MHz 的单个调谐器的常规 DVB-C2 接收机的 L1 和 L2 解码动作流程的示例。

[0133] 图 116 是具有多个调谐器或具有宽带单调谐器的高级 DVB-C2 接收机的 L1 和 L2 解码动作流程的示例。

[0134] 图 117 是用于 C2 的 L2 信令的示例。

[0135] 图 118 是活动 OFDM 符号的持续时间的示例。

[0136] 图 119 是保护间隔值的示例。

[0137] 图 120 是 L1 信令的示例。

[0138] 图 121 是 L1 块时间交织的示例。

[0139] 图 122 是使用数据切片的 OFDM 发射机的一个示例。

[0140] 图 123 是使用数据切片的 OFDM 接收机的一个示例。

[0141] 图 124 是发射机的 L1 数据处理流程的一个示例。

[0142] 图 125 是接收机的 L1 数据处理流程的一个示例。

[0143] 图 126 是发射机的 L1 时间交织过程的一个示例。

[0144] 图 127 是接收机的 L1 时间去交织过程的一个示例。图 128 是 PLP_MODCOD 的一个示例。

[0145] 图 129 是 L1 信令的一个示例。

[0146] 图 130 是 L1 信令字段的一个示例。

具体实施方式

[0147] 图 128 是 PLP_MODCOD 的一个示例。

[0148] 图 129 是 L1 信令的一个示例。

[0149] 图 130 是 L1 信令字段的一个示例。

[0150] 本发明的实施方式

[0151] 下面将详细描述本发明的优选实施方式，在附图中例示出了本发明的优选实施方式的示例。尽可能在整个附图中用相同的标号代表相同或类似部件。

[0152] 在下面的说明中，术语“业务”将表示能够通过信号发送 / 接收装置发送 / 接收的任意广播内容。

[0153] 图 1 示出了根据本发明的一种实施方式的数字发送系统的示例。输入可以包括多个 MPEG-TS 流或 GSE（通用流封装）流。输入处理器 101 可以向输入流添加传输参数，并且针对 BICM 模块 102 执行调度。BICM 模块 102 可以针对传输信道纠错来增加冗余并对数据进行交织。帧构造器 103 可以通过增加物理层信令信息和导频来构造帧。调制器 104 可以按照有效方法对输入的符号执行调制。模拟处理器 105 可以执行各种处理以将输入的数字信号转换成输出的模拟信号。

[0154] 图 2 示出了输入处理器的一个示例。输入预处理器可以将输入的 MPEG-TS 或 GSE 流变换成将被独立处理的总共 n 个流。这些流中的每一个都可以是包括多个业务成分的完整的 TS 帧或是包括业务成分（即，视频或音频）的最小 TS 帧。此外，这些流中的每一个都可以是发送多个业务或发送单个业务的 GSE 流。

[0155] 输入接口 202-1 可以分配与基带 (BB) 帧的最大数据字段容量相等的多个输入的比特。可以插入填充 (padding) 来完成 LDPC/BCH 码块容量。输入流同步器 203-1 可以提供在接收机中再生传输流（或打包的通用流）的时钟的机制，以便于保证端到端的恒定的比特速率和延迟。

[0156] 为了使得在接收机中无需额外的存储器就可以重组传输流，考虑到对一组中的数据 PLP 和相应的公共 PLP 的参数进行交织，由延迟补偿器 204-1 ～ n 来延迟所输入的传输流。空包删除模块 205-1 ～ n 可以通过去除针对 VBR（可变比特速率）业务的情况而插入的空包来提高传输效率。循环冗余校验 (CRC) 编码器模块 206-1 ～ n 可以添加 CRC 奇偶校验以提高 BB 帧的传输可靠性。BB 报头插入模块 207-1 ～ n 可以在 BB 帧的开始部分添加 BB 帧报头。在图 3 中示出了可以被包括在 BB 报头中的信息。

[0157] 合并器 / 分割器模块 208 可以根据各个 PLP 执行 BB 帧切片、合并来自多个 PLP 的 BB 帧、并且在传输帧内调度各个 BB 帧。因此，合并器 / 分割器模块 208 可以输出与 PLP 在帧中的分配情况相关的 L1 信令信息。最后，BB 加扰模块 209 可以使输入 的比特流随机化，以将比特流内的比特之间的相关性减到最小。图 2 中的阴影中的模块是当发送系统使用单个 PLP 时使用的模块，图 2 中的其他模块是当发送装置使用多个 PLP 时使用的模块。

[0158] 图 4 示出了根据本发明的 BICM 模块的一个实施方式。图 4a 示出了用于数据通道的 BICM，而图 4b 示出了用于 L1 信令通道的 BICM。

[0159] 参照图 4a，外部编码器 301 和内部编码器 303 可以向输入的比特流增加冗余以进行纠错。外部交织器 302 与内部交织器 304 可以对比特进行交织以防止突发错误。如果 BICM 专门用于 DVB-C2，则可以略去外部交织器 302。比特解复用 305 可以控制从内部交织器 304 输出的各个比特的可靠性。符号映射器 306 可以将输入的比特流映射到符号流中。这时，可以使用常规 QAM、利用了上述的 BRGC 以提高性能的 MQAM、利用了不均匀调制的 NU-QAM、或利用应用了不均匀调制的 BRGC 以提高性能的 NU-MQAM 中的任一种。为了构造对噪声更加鲁棒的系统，可以考虑根据纠错码的码率和星座图容量来对使用 MQAM 和 / 或 NU-MQAM 的调制进行组合。此时，符号映射器 306 可以根据码率和星座图容量来使用适当的星座图。图 6 示出了这样的组合的一个示例。

[0160] 情况 1 示出了只在低码率将 NU-MQAM 用于简化了的系统实现的示例。情况 2 示出了在各个码率使用优化的星座图的示例。发射机可以向接收机发送与纠错码的码率和星座图容量相关的信息，使得接收机可以使用恰当的星座图。图 7 示出了考虑到常规系统之间

的兼容性的情况的另一个示例。除了这些示例以外，用于优化系统的其他组合也是可能的。

[0161] 图 4 中示出的 ModCod 报头插入模块 307 可以得到自适应编码调制 (ACM :Adaptive Coding and Modulation)/ 可变编码调制 (VCM :Variable Coding and Modulation) 反馈信息，并且将在编码和调制中使用的参数信息作为报头添加到 FEC 块。调制类型 / 码率 (ModCod) 报头可以包括下列信息 :

[0162] *FEC 类型 (1 比特)- 长或短 LDPC

[0163] * 码率 (3 比特)

[0164] * 调制 (3 比特)- 最高 64K QAM

[0165] *PLP 标识符 (8 比特)

[0166] 符号交织器 308 可以在符号域中执行交织，以获得额外的交织效果。可以针对 L1 信令通道执行与针对数据通道执行处理相似的处理，但可能使用不同的参数 301-1 到 308-1。此处，可以将被缩短 / 打孔的编码器 303-1 用于内部编码。

[0167] 图 5 示出了利用缩短 / 打孔来进行 LDPC 编码的示例。由于可以由零填充模块 301c 来填充 LDPC 编码所需要的那样多的零比特，因此可以针对所具有的比特以比 LDPC 编码所需的比特数量少的输入块来执行缩短处理。通过 LDPC 编码器 302c，填充了零的输入比特流可以具有奇偶校验比特。此时，针对与初始比特流相对应的比特流，可以将零去除掉 (303c)，而针对奇偶校验比特流，则根据码率由奇偶校验打孔模块 304c 来执行打孔。可以将这些经过处理的信息比特流和奇偶校验比特流复用到初始序列并由复用器 305c 输出。

[0168] 图 8 示出了包括用于 L1 信令的前导码和用于 PLP 数据的数据符号的帧结构。可以看到，以一帧为单位，循环地生成前导码和数据符号。数据符号包括利用固定的调制 / 编码发送的 PLP 类型 0 和利用可变的调制 / 编码发送的 PLP 类型 1。针对 PLP 类型 0，在前导码中发送了诸如调制、FEC 类型、和 FEC 码率的信息 (见图 9，帧报头插入模块 401)。针对 PLP 类型 1，可以在数据符号的 FEC 块报头中发送相应的信息 (见图 3，ModCod 报头插入模块 307)。通过 PLP 类型的分离，针对以固定比特速率发送的 PLP 类型 0，可以从总的发送速率中将 ModCod 开销降低 3 ～ 4%。在接收机处，针对 PLP 类型 0 的固定的调制 / 编码 PLP，图 30 中示出的帧报头去除器 r401 可以提取出关于调制和 FEC 码率的信息，并且将提取出的信息提供给 BICM 解码模块。针对 PLP 类型 1 的可变调制 / 编码 PLP，图 31 中示出的 ModCod 提取器 r307 和 r307-1 可以提取并提供 BICM 解码所需的参数。

[0169] 图 9 示出了帧构造器的一个示例。帧报头插入模块 401 可以根据输入的符号流形成帧，并且可以在每个发送出的帧的前面增加帧报头。帧报头可以包括下列信息 :

[0170] * 绑定的信道的数量 (4 比特)

[0171] * 保护间隔 (2 比特)

[0172] *PAPR(2 比特)

[0173] * 导频模式 (2 比特)

[0174] * 数字系统标识 (16 比特)

[0175] * 帧标识 (16 比特)

[0176] * 帧长度 (16 比特) 每个帧的正交频分复用 (OFDM) 符号的数量

[0177] * 超帧长度 (16 比特) 每个超帧的帧的数量

[0178] *PLP 的数量 (8 比特)

[0179] *for 各个 PLP

[0180] PLP 标识 (8 比特)

[0181] 信道绑定 id(4 比特)

[0182] PLP 起始 (9 比特)

[0183] PLP 类型 (2 比特) 公共 PLP 或其它

[0184] PLP 有效载荷类型 (5 比特)

[0185] MC 类型 (1 比特)- 固定 / 可变调制 & 编码

[0186] ifMC 类型＝＝固定调制 & 编码

[0187] FEC 类型 (1 比特)- 长或短 LDPC

[0188] 码率 (3 比特)

[0189] 调制 (3 比特) 最高 64K QAM

[0190] end if ;

[0191] 陷波信道的数量 (2 比特)

[0192] for 各个陷波

[0193] 陷波起始 (9 比特)

[0194] 陷波宽度 (9 比特)

[0195] end for ;

[0196] PLP 宽度 (9 比特)-PLP 的最大数量个 FEC 块

[0197] PLP 时间交织类型 (2 比特)

[0198] end for ;

[0199] *CRC-32(32 比特)

[0200] 针对在帧报头中发送的 L1 信息来假定信道绑定环境，并且将与各个数据切片相对应的数据定义为 PLP。因此，需要关于绑定使用的各个信道的诸如 PLP 标识符、信道绑定标识符、和 PLP 起始地址的信息。本发明的一个实施方式提出，如果 PLP 类型支持可变调制 / 编码，则在 FEC 帧报头中发送 ModCod 字段，而如果 PLP 类型支持固定调制 / 编码，则在帧报头中发送 ModCod 字段，以减少信令开销。此外，如果存在各个 PLP 的陷波带，则通过发送陷波的起始地址以及陷波的宽度，可省去在接 收机处对相应的载波进行解码。

[0201] 图 10 示出了在信道绑定环境中应用的导频模式 (PP5) 的一个示例。如图所示，如果 SP 位置与前导码导频位置相同，则可以出现不规则的导频结构。

[0202] 图 10a 示出了如图 9 所示的导频插入模块 404 的一个示例。如图 10a 所示，如果使用了单个频段 (例如，8MHz)，则可用的带宽是 7.61MHz，而如果绑定了多个频段，则可以去除掉保护频带，因而可以极大地提高频率效率。图 10b 是图 18 所示的前导码插入模块 504 的一个示例，在帧的前部甚至利用信道绑定来发送图 10b 所示的示例，前导码具有 7.61MHz(L1 块的带宽) 的重复率。这是一种考虑了执行初始信道扫描的调谐器的带宽的结构。

[0203] 存在前导码和数据符号这二者的导频模式。针对数据符号，可以使用分散的导频 (SP ;scattered pilot) 模式。T2 的导频模式 (PP5) 和导频模式 (PP7) 是仅频率插值的不错候选。针对 GI ＝ 1/64，PP5 具有 x ＝ 12、y ＝ 4、z ＝ 48。而针对 GI ＝ 1/128，PP7 具有 x ＝ 24、y ＝ 4、z ＝ 96。为了更佳的信道估计，还可以进行额外的时间插值。前导码的导频

模式可以涵盖用于初始信道获取的全部可能的导频位置。此外，前导码导频位置应当与 SP 位置相同，并且需要用于前导码和 SP 二者的单一导频模式。也可以将前导码导频用于时间插值，并且每个前导码都可以具有相同的导频模式。这些要求对于扫描中的 C2 检测来说是很重要的，并且对于具有加扰序列相关性的频率偏置估计来说是必需的。在信道绑定环境中，由于不规则的导频结构可以降低插值性能，因此应当针对信道绑定而保持导频位置的一致。

[0204] 具体地说，如果 OFDM 符号中的分散导频 (SP) 之间的距离 z 是 48，并且如果沿时间轴与特定 SP 载波相对应的 SP 之间的距离 y 是 4，则在时间插值后的有效距离 x 变成 12。当保护间隔 (GI) 部分是 1/64 时如此。如果 GI 部分是 1/128，则可以使用 x ＝ 24、y ＝ 4、和 z ＝ 96。如果使用了信道绑定，则通过以分散导频结构产生不连续的点，可以使 SP 位置与前导码导频位置一致。

[0205] 此时，前导码导频位置可以与数据符号的每个 SP 位置相一致。当使用信道绑定时，可以不考虑 8MHz 的带宽间隔 (bandwidth granularity) 地来确定发送了业务的数据切片。但是，为了减小数据切片寻址的开销，可以选择从 SP 位置开始并在 SP 位置结束的发送。

[0206] 当接收机接收到这样的 SP 时，如果需要，图 29 中示出的信道估计 (r501) 可以 执行时间插值以得到图 10 中以虚线示出的导频，并且执行频率插值。此时，针对其间隔在图 10a 中被指定为 32 的不连续点，可以执行如下操作 ：单独地对左侧和右侧执行插值 ；或者，仅对一侧执行插值，接着通过利用间隔为 12 的已经被进行了插值的导频位置作为参考点来对另一侧执行插值。此时，数据切片宽度可以在 7.61MHz 内变化，因而接收机可以通过执行信道估计并只对需要的子载波进行解码来将功耗减到最小。

[0207] 图 11 示出了在信道绑定环境中应用的 PP5 的另一个示例或 SP 的用于将有效距离 x 维持在 12 以避免在使用信道绑定时出现图 10 所示的不规律的 SP 结构的结构。如图所示，如果在信道绑定的情况下保持 SP 距离一致，则在频率插值中将不存在问题，但数据符号与前导码之间的导频位置可能不一致。换言之，该结构不需要针对不规律的 SP 结构进行额外信道估计，但是，在信道绑定中使用的 SP 位置与前导码导频位置因各个信道而不同。

[0208] 图 12 示出了新的 SP 结构或 PP5 以提供对信道绑定环境中的上述两个问题的解决方案。具体地说，导频距离 x ＝ 16 可以解决这些问题。为了保持导频密度或为了维持相同的开销，PP5’ 可以针对 GI ＝ 1/64 而具有 x ＝ 16、y ＝ 3、z ＝ 48，并且 PP7’ 可以针对 GI ＝ 1/128 而具有 x ＝ 16、y ＝ 6、z ＝ 96。仅频率插值能力仍然可以被保持。在图 12 中示出了与 PP5 结构进行比较的导频位置。

[0209] 图 13 示出了信道绑定环境中新的 SP 模式或 PP5 结构的示例。如图 13 所示，不管是使用单一信道还是使用信道绑定，都可以提供有效的导频距离 x ＝ 16。此外，由于可以使 SP 位置与前导码导频位置相一致，因此可以避免由于 SP 不规律或不一致的 SP 位置而引起的信道估计劣化。换言之，频率插值器不存在不规律的 SP 位置，并且提供了前导码与 SP 位置之间的一致。

[0210] 因此，所提出的新的 SP 模式的优点在于 ：单一 SP 模式既可以用于单一信道又可以用于绑定的信道 ；不会产生不规律的导频结构，因而可以实现良好的信道估计 ；可以使前导码导频位置与 SP 导频位置这二者保持一致 ；可以使导频密度分别与 PP5 和 PP7 保持相

同；并且还可以保持仅频率插值能力。

[0211] 此外，前导码结构可以满足以下要求：针对初始信道获取，前导码导频位置应当涵盖所有可能的SP位置；针对初始扫描，载波的最大数量应当是3409(7.61MHz)；应当将完全相同的导频模式和加扰序列用于C2检测；并且不要求如T2中的P1那样 的专用检测前导码。

[0212] 在与帧结构的关系方面，可以将数据切片位置间隔修改为16个载波而不是12个载波。因而，发生的位置寻址开销更少，并且可以预期没有与数据切片状况、空(null)时隙状况等相关的其它问题。

[0213] 因此，在图62所示的信道估计模块r501处，当执行对数据符号的SP的时间插值时，可以使用每个前导码中的导频。因此，可以改善帧的边界处的信道获取和信道估计。

[0214] 现在，关于涉及前导码和导频结构的要求，存在着这样的共识：不管是否信道绑定，前导码导频的位置和SP的位置应当一致；L1块中的总的载波的数量应当可以被导频距离整除，以避免频段边缘处的不规律结构；应当在频域中重复L1块；并且在任意的调谐器窗口位置中，L1块应当总是可以被解码。其它的要求是：导频位置和导频模式应当按照8MHz的周期进行重复；在不知道信道绑定的情况下，应当估计出正确的载波频率偏置；并且在对频率偏置做出补偿前，无法进行L1解码（重新排列）。

[0215] 图14示出了当使用图19和图20示出的前导码结构时数据符号与前导码之间的关系。L1块可以按照6MHz的周期进行重复。对于L1解码来说，应当找出频率偏置和前导码移位模式这两者。在没有信道绑定信息的情况下，无法在任意调谐器位置进行L1解码，并且接收机不能区分前导码移位值和频率偏置。

[0216] 因而，为了执行L1信号解码，接收机（具体地说，图30中示出的帧报头去除器(r401)）需要获得信道绑定结构。由于已知图30中两个垂直的阴影区域处的预期的前导码移位量，因此图29中的时间/频率同步器r505可以估计载波频率偏置。基于该估计，图31中的L1信令通道r308-1到r301-1可以对L1进行解码。

[0217] 图15示出了当使用图22中示出的前导码结构时数据符号与前导码之间的关系。L1块可以按照8MHz的周期进行重复。为了对L1进行解码，只需要获知频率偏置，并且可以不需要信道绑定信息。通过利用已知的伪随机二进制序列(PRBS)序列，可以容易地估计出频率偏置。如图48所示，前导码与数据符号被对齐。因此，可以不需要额外的同步搜索。因此，对于接收机（具体地说，图63中示出的帧报头去除器r401）来说，要执行L1信号解码，只需获得具有导频加扰序列的相关峰即可。图29中的时间/频率同步器r505可以根据峰的位置来估计出载波频率偏置。

[0218] 图16示出了有线信道延迟概况的一个示例。

[0219] 从导频设计的角度来看，当前的GI已经对有线信道的延迟扩展进行了过分地保护。在最糟糕的情况下，可以选择重新设计信道模型。为了准确地每8MHz重复模式一次，导频距离应当是3584个载波的除数(z = 32或56)。导频密度z = 32会增加导频开销。因而，可以选择z = 56。在有线信道中，稍小的延迟覆盖可能并不重要。例如，与9.3μs(PP5)和4.7μs(PP7)相比，PP5’可以是8μs且PP7’可以是4μs。即使在最糟糕的情况下，两种导频模式也能够涵盖有意义的延迟。对于前导码导频位置来说，不再需要数据符号中的所有SP位置。

[0220] 如果可以忽略 -40dB 的延迟通道，则实际的延迟扩展可以变成 2.5us、1/64GI = 7μs、或 1/128GI = 3.5μs。这表示导频距离参数 (z = 56) 是非常合适的值。此外，z = 56 可以是构造实现图 48 中示出的前导码结构的导频模式的方便值。

[0221] 图 17 示出了在图 9 中的导频插入模块 404 处构造的、使用 z = 56 和 z = 112 的分散导频结构。提出了 PP5' (x = 14、y = 4、z = 56) 和 PP7' (x = 28、y = 4、z = 112)。可以插入边缘载波以封闭边缘。

[0222] 如图 17 所示，在距频段的各个边缘 8MHz 处将导频对齐，每个导频位置和导频结构可以每 8MHz 重复一次。因而，该结构可以支持图 48 中示出的前导码结构。此外，可以使用前导码和数据符号之间的公共导频结构。因此，图 29 中的信道估计模块 r501 可以利用对前导码和数据符号的插值来执行信道估计，这是由于不管由数据切片位置决定的窗口位置如何，都不可能出现不规律的导频模式。此时，只利用频率插值就足以补偿源于延迟扩展的信道失真。如果还执行了时间插值，则可以进行更加准确的信道估计。

[0223] 因此，在新提出的导频模式中，导频位置和导频模式可以基于 8MHz 的周期进行重复。单个导频模式可以用于前导码和数据符号二者。没有信道绑定信息，也始终能够进行 L1 解码。此外，所提出的导频模式可以不影响与 T2 的共同性，其原因在于 ：可以使用分散导频模式的相同的导频策略 ；T2 已经使用了 8 种不同的导频模式 ；并且修改的导频模式不会明显地增加接收机的复杂度。对于导频加扰序列来说，PRBS 的周期可以是 2047(m 序列) ；PRBS 生成可以每 8MHz 重置一次，其周期是 3584 ；导频重复率 56 也可以与 2047 互质 ；并且可以预期没有 PAPR 问题。

[0224] 图 18 示出了基于 OFDM 的调制器的一个示例。可以由 IFFT 模块 501 将输入的 符号流转换为时域。如果需要，可以在 PAPR 降低模块 502 处降低峰均功率比 (PAPR)。对于 PAPR 方法来说，可以使用动态星座扩展 (ACE ：active constellation extension) 或音调保留 (tone reservation)。GI 插入模块 503 可以复制有效的 OFDM 符号的最后一部分，从而以循环后缀的形式填充在保护间隔中。

[0225] 前导码插入模块 504 可以在每个被发送的帧的开头处插入前导码，使得接收机可以检测到数字信号、帧，并且获得时间 / 频率偏置获取。此时，前导码信号可以执行诸如 FFT 大小 (3 比特) 和保护间隔大小 (3 比特) 的物理层信令。如果调制器专门用于 DVB-C2，则可以略去前导码插入模块 504。

[0226] 图 19 示出了在图 18 中的前导码插入模块 504 中生成的、用于信道绑定的前导码结构的一个示例。一个完整的 L1 块在任意的 7.61MHz 调谐窗口位置都应当“总是可以解码的”，而且不管调谐器窗口位置如何 L1 信令都不应当出现任何损失。如图所示，L1 块在频域中可以按照 6MHz 的周期进行重复。可以每个 8MHz 对数据符号进行一次信道绑定。对于 L1 解码来说，如果接收机使用如图 28 中所示的、使用 7.61MHz 带宽的调谐器 r603，则图 30 中的帧报头去除器 r401 需要将接收到的循环移位后的 L1 块 (图 20) 重新排列为该 L1 块的初始形式。由于针对每个 6MHz 块对 L1 块进行重复，因此可以进行这样的重新排列。

[0227] 图 21 示出了设计更加优化的前导码的过程。图 19 的前导码结构仅将总的调谐器带宽 7.61MHz 中的 6MHz 用于 L1 解码。在频谱效率方面，7.61MHz 的调谐器带宽未被全部使用。因此，可以对频谱效率做出进一步的优化。

[0228] 图 22 示出了在图 9 中的帧报头插入模块 401 处生成的、用于完全频谱效率的前导

码结构或前导码符号的另一个示例。如同数据符号那样，L1 块可以在频域中按照 8MHz 的周期进行重复。在任意的 7.61MHz 调谐窗口位置中，一个完整的 L1 块仍然“总是可以解码的”。在调谐后，可以将 7.61MHz 数据视为虚拟打孔码。前导码和数据符号具有完全相同的带宽并且前导码和数据符号具有完全相同的导频结构可以使频谱效率最大化。诸如循环移位特性和在没有数据切片的情况下不发送 L1 块的其他特征可以保持不变。换言之，前导码符号的带宽可以与数据符号的带宽相同，或者如图 57 所示，前导码符号的带宽可以是调谐器的带宽（这里，是 7.61MHz）。可以将调谐器带宽限定为与使用单个信道时的总的活动载波的数量相对应的带宽。也就是说，前导码符号的带宽可以与总的活动载波的数量相对应（这里，是 7.61MHz）。

[0229] 图 23 示出了虚拟打孔码。可以将 8MHz 的 L1 块中的 7.61MHz 数据视为进行了打孔编码。当图 28 中示出的调谐器 r603 将 7.61MHz 带宽用于 L1 解码时，图 30 中的帧报头去除器 r401 需要将接收到的循环移位的 L1 块重新排列为初始形式，如图 23 所示。此时，L1 解码是利用调谐器的整个带宽来执行的。一旦对 L1 块进行了重新排列，由于 L1 块的初始大小是 8MHz 带宽，因此重新排列的 L1 块的频谱如图 56 的右上侧所示在频谱内可以具有空白区。

[0230] 一旦用零填充了该空白区，则在由图 30 中的频率去交织器 r403 或由图 31 中的符号去交织器 r308-1 在符号域中进行了去交织后，或者在由图 31 中的符号去映射器 r306-1、比特复用器 r305-1 和内部去交织器 r304-1 在位域中进行了去交织后，该 L1 块可以具有如图 23 的右下侧中示出的看上去被打孔了的形式。

[0231] 这个 L1 块可以在图 31 中的打孔 / 缩短解码模块 r303-1 中被解码。通过利用这些前导码结构，可以利用整个调谐器带宽，因而可以提高频谱效率和编码增益。此外，可以将相同的带宽和导频结构用于前导码和数据符号。

[0232] 此外，如果如图 25 所示将前导码带宽或前导码符号带宽设置为调谐器带宽（在本示例中是 7.61MHz），则即使不进行打孔也可以在重新排列后得到完整的 L1 块。换言之，对于具有前导码符号的帧（其中，该前导码符号具有至少一个层 1(L1) 块）来说，可以这样说，L1 块具有 3408 个活动子载波，并且该 3408 个活动子载波与 8MHz 的射频 (RF) 频段中的 7.61MHz 相对应。

[0233] 因而，可以将频谱效率和 L1 解码性能最大化。换言之，在接收机处，在仅在符号域中执行了去交织后，就可以在图 31 中的打孔 / 缩短解码模块框 r303-1 处执行解码。

[0234] 因此，所提出的新的前导码结构可以具有如下优点 ：除了带宽不同以外，与之前使用的前导码完全兼容 ；L1 块按照 8MHz 的周期进行重复 ；不管调谐器窗口位置如何，L1 块可以总是能够解码 ；全部调谐器带宽可以用于 L1 解码 ；最大的频谱效率可以保证更多的编码增益 ；可以将不完整的 L1 块视为经过了打孔编码 ；简单且相同的导频结构可以用于前导码和数据二者 ；并且相同的带宽可以用于前导码和数据二者。

[0235] 图 26 示出了模拟处理器的一个示例。DAC(601) 可以将数字信号输入转换成模拟信号。当在上变频器 602 处对传输频率带宽进行上变频后，可以发送通过模拟滤波器 603 进行了模拟滤波的信号。

[0236] 图 27 示出了根据本发明的一种实施方式的数字接收机系统的一个示例。接收到的信号在模拟处理器 r105 处被转换成数字信号。解调器 r104 可以将该信号转换成频域中

的数据。帧解析器 r103 可以去除导频和报头，并且使得可以选择需要被解码的业务信息。BICM 解调器 r102 纠正传输信道中的错误。输出处理器 r101 可以恢复初始发送的业务流和定时信息。

[0237] 图 28 示出了在接收机处使用的模拟处理器的一个示例。调谐器 /AGC(自动增益控制器) 模块 r603 可以从接收到的信号中选择需要的频率带宽。下变频器 r602 可以恢复基带。ADC r601 可以将模拟信号转换成数字信号。

[0238] 图 29 示出了解调器的一个示例。帧检测器 r506 可以检查前导码，检查是否存在对应的数字信号，并且检测帧的开始。时间 / 频率同步器 r505 可以在时域和频域中执行同步。此时，针对时域同步，可以使用保护间隔相关性。针对频域同步，可以使用相关性，或者可以根据在频域中发送的子载波的相位信息来估计偏置。前导码去除器 r504 可以从检测到的帧的开头去除前导码。GI 去除器 r503 可以去除保护间隔。FFT 模块 r501 可以将时域信号变换成频域信号。信道估计 / 均衡模块 r501 可以通过利用导频符号估计发送信道中的失真来对错误进行补偿。如果解调器专门用于 DVB-C2，则可以略去前导码去除器 r504。

[0239] 图 30 示出了帧解析器的一个示例。导频去除 (r404) 可以去除导频符号。频率去交织器 r403 可以在频域中执行去交织。OFDM 符号合并器 r402 可以根据在 OFDM 符号中发送的符号流来恢复数据帧。帧报头去除器 r401 可以从每个发送的帧的报头中提取出物理层信令并去除报头。可以将提取出的信息用作接收机的随后处理中的参数。

[0240] 图 31 示出了 BICM 解调器的一个示例。图 31a 示出了数据通道，图 31b 示出了 L1 信令通道。符号去交织器 r308 可以在符号域中执行去交织。ModCod 提取器 r307 可以从每个 BB 帧的开头处提取出 ModCod 参数，并且使得这些参数可以被用于以下的自适应 / 可变解调和解码处理。符号去映射器 r306 可以将输入的符号流去映射为比特对数似然比 (LLR) 流。通过将发射机的符号映射器 306 中使用的星座图用作参考点，可以计算出输出的比特 LLR 流。此处，当使用了上述的 MQAM 或 NU-MQAM 时，通过在计算与 MSB 最近的比特时计算 I 轴和 Q 轴二者，并且在计算其余的比特时计算 I 轴或 Q 轴，可以实现高效的符号去映射器。该方法例如可以应用于近似 LLR、准确 LLR 或硬判决。

[0241] 当使用了根据发射机的符号映射器 306 处的纠错码的星座图容量和码率的经优化的星座图时，接收机的符号去映射器 r306 可以利用从发射机发送来的码率和星座图容量信息来得到星座图。接收机的比特复用器 r305 可以执行发射机的比特解复用器 305 的逆功能。接收机的内部去交织器 r304 和外部去交织器 r302 可以分别执行发射机的内部交织器 304 和外部交织器 302 的逆功能，以得到具有其初始序列形式的比特流。如果 BICM 解调器专门用于 DVB-C2，则可以略去外部去交织器 r302。

[0242] 接收机的内部解码器 r303 和外部解码器 r301 可以分别执行与发射机的内部编码器 303 和外部编码器 301 相对应的解码处理，以纠正发送信道中的错误。可以对 L1 信令通道执行与对数据通道执行的处理相似的处理，但是所使用的参数不同 r308-1 到 r301-1。此处，如在前导码部分中阐述的那样，可以将缩短 / 打孔码编码模块 r303-1 用于 L1 信令解码。

[0243] 图 32 示出了利用缩短 / 打孔模块 r303-1 进行的 LDPC 解码的一个示例。解复用器 r301a 可以分开地输出来自输入的比特流中的系统码的信息部分和奇偶校验部分。针对信息部分，可以根据 LDPC 解码器的输入的比特流的数量由零填充模块 r302a 来执行零填充，

并且针对奇偶校验部分，通过在奇偶校验解除打孔模块 r303a 处将经过打孔的部分解除打孔，可以产生 LDPC 解码器的输入的比特流。可以针对产生的比特流由模块 r304a 来执行 LDPC 解码，并且可以由零去除器 r305 去除信息部分中的零并输出。

[0244] 图 33 示出了输出处理器的一个示例。BB 解扰器 r209 可以恢复在发射机处加扰的比特流。分割器 r208 可以根据 PLP 通道来恢复与从发射机复用并发送来的多个 PLP 相对应的 BB 帧。针对各个 PLP 通道，BB 报头去除器 r207-1 ～ n 可以去除掉在 BB 帧的开头处发送的报头。CRC 解码器 r206-1 ～ n 可以执行 CRC 解码并使可靠的 BB 帧可供选择。空包插入模块 r205-1 ～ n 可以在空包的初始位置处恢复为了更高的发送效率而被去除掉的空包。延迟恢复模块 r204-1 ～ n 可以恢复在各个 PLP 通道之间存在的延迟。

[0245] 输出时钟恢复模块 r203-1 ～ n 可以根据从输入流同步器 203-1 ～ n 发送的定时信息来恢复业务流的初始定时。输出接口模块 r202-1 ～ n 可以根据 BB 帧中被切片的输入的比特流来恢复 TS/GS 分组中的数据。如果需要，输出后处理器 r201-1 ～ n 可以将多个 TS/GS 流恢复成完整的 TS/GS 流。图 33 中带阴影的块表示在一次处理单个 PLP 时可以使用的模块，而余下的块表示在同时处理多个 PLP 时可以使用的模块。

[0246] 前导码导频模式被仔细地设计以避免 PAPR 增加。因而，需要考虑 L1 重复率是否会增加 PAPR。L1 信息比特的数量根据信道绑定、PLP 的数量等动态地变化。具体地说，需要考虑以下方面 ：固定的 L1 块大小可能引入不必要的开销 ；L1 信令应当得到比数据符号更强的保护 ；并且 L1 块的时间交织可以比信道减损（如冲击噪声需要）更加提高鲁棒性。

[0247] 如图 34 所示，针对 8MHz 的 L1 块重复率，通过虚拟打孔表现出完全的频谱效率 (BW 增加 26.8％)，但是由于 L1 带宽与数据符号的带宽相同，因此可能增加 PAPR。针对 8MHz 的重复率，为了通用性可以使用 4K-FFT DVB-T2 频率交织，并且在交织后该同一个模式可以按照 8MHz 的周期来重复其自身。

[0248] 如图 35 所示，针对 6MHz 的 L1 块重复率，在没有虚拟打孔的情况下表现出降低的频谱效率，其中。由于 L1 带宽和数据符号带宽共享 LCM ＝ 24MHz，因此出现了与 8MHz 的情况相似的 PAPR 问题。针对 6MHz 的重复率，为了通用性可以使用 4K-FFT DVB-T2 频率交织，并且在交织后该同一个模式可以按照 24MHz 的周期来重复其自身。

[0249] 图 36 示出了新的 L1 块重复率 7.61MHz 或完全的调谐器带宽。在没有虚拟打孔的情况下，可以得到全频谱效率 (BW 增加 26.8％)。由于 L1 带宽和数据符号带宽共享 LCM ＝ 1704MHz，因此可以不存在 PAPR 问题。针对 7.61MHz 的重复率，为了通用性可以使用 4K-FFT DVB-T2 频率交织，并且在交织后该同一个模式可以按照大约 1704MHz 的周期来重复其自身。

[0250] 图 37 是在帧报头中发送的 L1 信令的一个示例。L1 信令中的各信息可以被发送到接收机，并且可以被用作解码参数。特别地，可以在图 31 中示出的 L1 信号通道中使用该信息，并且可以在各个数据切片中发送 PLP。可以获得针对各个 PLP 而增加的鲁棒性。

[0251] 图 39 是如图 4 中的 L1 信令通道中示出的符号交织器 308-1 的一个示例，并且也可以是如图 31 中的 L1 信令通道中示出的其相应的符号去交织器 r308-1 的一个示例。带有斜线的块表示 L1 块，而实心块表示数据载波。L1 块不仅可以在单个前导码中发送，而且还可以在多个 OFDM 块中发送。根据 L1 块的大小，交织块的大小可以变化。换言之，num_L1_sym 与 L1_span 可以彼此不同。为了将不必要的开销减到最少，可 以在发送 L1 块的 OFDM

符号的余下的载波中发送数据。此处，由于 L1 块的重复周期仍然是完全的调谐器带宽，因此可以保证完全的频谱效率。在图 39 中，带有斜线的块的数量表示单个 LDPC 块内的比特顺序。

[0252] 因此，当如图 72 所示根据符号索引在行的方向上在交织存储器中写入比特并根据载波索引在列的方向上读出比特时，可得到块交织效果。换言之，可以在时域和频域中对一个 LDPC 块进行交织并接着对该个 LDPC 块进行发送。Num_L1_sym 可以是预定值，例如，2 到 4 之间的数字可以被设为 OFDM 符号的数量。此处，为了增大 L1 块大小的间隔，可以将具有最小的码字长度的经过打孔 / 缩短的 LDPC 码用于 L1 保护。

[0253] 图 40 是 L1 块发送的一个示例。图 40 在帧域中例示了图 39。如图 40 的左侧所示，L1 块可以跨越在完整的调谐器带宽中，或者如图 40 的右侧所示，L1 块可以部分地跨越 L1 块，并且可以将余下的载波用于数据载波。在上述任一种情况下，可以看出，L1 块的重复率可以与完整的调谐器带宽相同。此外，针对使用包括前导码的 L1 信令的 OFDM 符号，可以只进行符号交织，同时不允许这些 OFDM 符号中的数据发送。因此，针对用于 L1 信令的 OFDM 符号，接收机可以通过执行去交织而不执行数据解码来对 L1 进行解码。此处，L1 块可以发送当前帧的 L1 信令或后续帧的 L1 信令。在接收机端，通过图 31 中示出的 L1 信令解码通道解码得到的 L1 参数可以用于对来自后续帧的帧解析器的数据通道的解码处理。

[0254] 总而言之，在发射机处，可以通过在行的方向上将块写到存储器并在列的方向上从存储器中读出写入的块来执行对 L1 区域的块的交织。在接收机处，可以通过在列的方向上将块写到存储器并在行的方向上从存储器中读出写入的块来对 L1 区域的块的去交织。发射机与接收机的读取和写入方向可以互换。

[0255] 当按照如下假定执行仿真时 ：为了 L1 保护和 T2 的通用性，令 CR = 1/2 ；16-QAM 符号映射 ；前导码中导频密度为 6 ；短 LDPC 的数量表示进行了所需数量的打孔 / 缩短，可以获得如下结果或结论，诸如仅用于 L1 发送的前导码可能并不充分 ；OFDM 符号的数量取决于 L1 块大小的量 ；为了灵活性和更精细的间隔，可以使用被缩短的 / 打孔的码中最短的 LDPC 码字（例如，192 个比特的信息）；并且如果需要，可以按照可忽略的开销来添加填充。在图 38 中概述了结果。

[0256] 因此，针对 L1 块重复率，在没有进行虚拟打孔的情况下的完整调谐器带宽可以是不错的解决方案，并且在全频谱效率的情况下也仍然可以不发生 PAPR 问题。针对 L1 信令，有效信令结构可以允许具有 8 个信道绑定、32 个陷波、256 个数据切片和 256 个 PLP 的环境中的最大构造。针对 L1 块结构，可以根据 L1 块大小来实现灵活的 L1 信令。为了使对 T2 通用性更加鲁棒，可以执行时间交织。使得前导码中的数据发送需要更少的开销。

[0257] 可以执行 L1 块的块交织以达到更好的鲁棒性。可以利用 L1 符号的固定的预定数量 (num_L1_sym) 和 L1 所跨越的载波数量作为参数 (L1_span) 来执行该交织。在 DVB-T2 中使用相同的技术来进行 P2 前导码交织。

[0258] 可以使用大小可变的 L1 块。大小可以适用于 L1 信令比特的量，从而使得开销降低。可以获得全频谱效率而没有 PAPR 问题。低于 7.61MHz 的重复意味着发送更多的冗余但不使用。由于 L1 块的 7.61MHz 的重复率，可以不发生 PAPR 问题。

[0259] 图 41 是在帧报头中发送的 L1 信令的另一个示例。图 41 与图 37 的不同之处在于将具有 12 个比特的 L1_span 字段划分成了两个字段。换言之，L1_span 字段被分割成具有

9 个比特的 L1_column 和具有 3 个比特的 L1_row。L1_column 表示 L1 跨越的载波索引。由于数据切片在每 12 个载波处开始和结束（导频密度），因此可以将 12 比特的开销降低 3 个比特以达到 9 个比特。

[0260] L1_row 表示当应用了时间交织时 L1 跨越的 OFDM 符号的数量。因此，在 L1_column 乘以 L1_row 的区域内，可以执行时间交织。或者，可以发送 L1 块的总的大小，使得在不执行时间交织时可以使用图 37 中示出的 L1_span。针对这样的情况，在示例中 L1 块的大小是 11,776×2 个比特，因而 15 个比特就足够了。因此，L1_span 字段可以由 15 个比特组成。

[0261] 图 42 是频率或时间交织 / 去交织的示例。图 42 示出了整个传输帧的一部分。图 42 还示出了多个 8MHz 带宽的结合。帧可以由发送 L1 块的前导码和发送数据的数据符号组成。不同类型的数据符号表示用于不同业务的数据切片。如图 42 所示，前导码发送各个 7.61MHz 的 L1 块。

[0262] 针对前导码，在 L1 块内执行频率或时间交织而不在 L1 块之间执行频率或时间交织。也就是说，对于前导码而言，可以说按照 L1 块的级别执行交织。这使得即使在调谐器窗口已经移动到信道绑定系统内的随机位置时也可以通过在调谐器窗口带宽内发送 L1 块来对 L1 块进行解码。

[0263] 为了在随机的调谐器窗口带宽中对数据符号进行解码，不应当在数据切片之间发生交织。也就是说，对于数据切片而言，可以说按照数据切片的级别进行交织。因此，应当在数据切片内执行频率交织和时间交织。因此，图 4 中示出的发射机的 BICM 模块的数据通道中的符号交织器 308 可以针对各个数据切片执行符号交织。L1 信号通道中的符号交织器 308-1 可以针对各个 L1 块执行符号交织。

[0264] 图 9 中示出的频率交织器 403 需要单独地对前导码和数据符号执行交织。具体地说，针对前导码，可以针对各个 L1 块执行频率交织，而针对数据符号，可以执行各个数据切片执行频率交织。此处，考虑到低延迟模式，可以不执行数据通道或 L1 信号通道中的时间交织。

[0265] 图 43 是分析在图 37 中示出的 BICM 模块的数据通道上的 ModCod 报头插入 (307) 处在 FECFRAME 报头中发送的 L1 信令的开销的表。如图 76 所示，针对短 LDPC 块（尺寸＝16200），可以出现不能忽视的最大开销 3.3％。在此分析中，假定 45 个符号用于 FECFRAME 保护，并且前导码是 C2 帧专用的 L1 信令，而 FECFRAME 报头是 FECFRAME 专用的 L1 信令（即，Mod、Cod、和 PLP 标识符）。

[0266] 为了降低 L1 开销，可以考虑根据两个数据切片的方法。针对 ACM/VCM 类型和多个 PLP 的情况，可以针对 FECFRAME 报头将帧保持不变。针对 ACM/VCM 类型和单个 PLP 的情况，可以从 FECFRAME 报头中去除 PLP 标识符，从而降低最多 1.8％的开销。针对 CCM 类型和多个 PLP 的情况，可以从 FECFRAME 报头中去除 Mod/Cod 字段，从而降低最多 1.5％的开销。针对 CCM 类型和单个 PLP 的情况，不需要 FECFRAME 报头，因此，可以得到最多 3.3％的开销降低。

[0267] 在被缩短的 L1 信令中，可以发送 Mod/Cod(7 比特）或 PLP 标识符 (8 比特），但是由于太短而不能得到任何的编码增益。但是，由于 PLP 可以与 C2 传输帧对准，因此可以不需要进行同步；可以从前导码知道各个 PLP 的每一个 ModCod；并且简单的计算可以使能与特定的 FECFRAME 同步。

[0268] 图 44 示出了用于将开销最小化的 FECFRAME 报头的结构。在图 44 中，带斜线的块和 FECFRAME 构造器代表了在图 4 中示出的 BICM 模块的数据通道上的 ModCod 报头插入模块 307 的详细框图。实心块表示图 4 中示出的 BICM 模块的数据通道上的内部编码模块 303、内部交织器 304、比特解复用器 305、和符号去映射器 306 的一种示例。此处，由于 CCM 不需要 Mod/Cod 字段且单个 PLP 不需要 PLP 标 识符，因此可以执行缩短的 L1 信令。在这个被减少了比特数量的 L1 信号上，L1 信号可以在前导码中重复三次，并且可以执行 BPSK 调制，因此，非常鲁棒的信令是可能的。最后，ModCod 报头插入模块 307 可以将产生的报头插入各个 FEC 帧中。图 51 示出了图 31 中示出的 BICM 解调模块的数据通道上的 ModCod 提取器 r307 的一种示例。

[0269] 如图 51 所示，可以在解析器 r301b 处解析 FECFRAME 报头，接着可以将在重复的符号中的、发送相同的信息的符号进行延迟、对齐、并接着在 Rake 组合模块 r302b 处将它们组合起来。最后，当在模块 r303b 处执行 BPSK 解调时，可以恢复接收到的 L1 信号字段，并且可以将这个恢复的 L1 信号字段发送到系统控制器以将其使用为解码参数。可以将经过解析的 FECFRAME 发送到符号去映射器。

[0270] 图 45 示出了上述的 L1 保护的误比特率 (BER) 性能。可以看出，通过三次重复，获得了大约 4.8dB 的 SNR 增益。在 BER = 1E-11 时，需要的 SNR 是 8.7dB。

[0271] 图 46 示出了传输帧和 FEC 帧结构的示例。在图 46 的右上侧示出的 FEC 帧结构表示由图 4 中的 ModCod 报头插入模块 307 插入的 FECFRAME 报头。可以看出，根据各种条件的组合 (即，CCM 或 ACM/VCM 类型和单个或多个 PLP)，可以插入不同尺寸的报头。或者，可以不插入任何报头。根据数据切片类型形成并在图 46 的左下侧示出的传输帧可以由图 9 所示的帧构造器的帧报头插入模块 401 和图 2 中示出的输入处理器的合并器 / 切片器 208 形成。此处，可以根据数据切片的不同类型来发送 FECFRAME。利用该方法，可以降低最多 3.3％的开销。在图 46 的右上侧，示出了四种不同类型的结构，但是本领域中的技术人员将理解这些结构仅仅是示例而已，这些类型中的任一种或他们的组合都可以用于数据切片。

[0272] 在接收机侧，图 30 中示出的帧解析模块的帧报头去除器 r401 和图 31 中示出的 BICM 解调模块的 ModCod 提取器 r307 可以提取解码所需的 ModCod 字段参数。此处，根据传输帧的数据切片类型，可以提取出参数。例如，针对 CCM 类型，可以从在前导码中发送的 L1 信令中提取出参数。针对 ACM/VCM 类型，可以从 FECFRAME 报头中提取出参数。

[0273] 如图 46 的右上侧所示，可以将 fecframe 结构分成两组，其中第一分组是具有报头的靠上的三种帧结构，第二分组是没有报头的最后一种帧结构。

[0274] 图 47 示出了 L1 信令的示例，其可以由图 42 中示出的帧构造器模块的帧报头插入模块 401 在前导码中发送。该 L1 信令与之前的 L1 信令的区别在于 ：可以以比特为单位来发送 L1 块尺寸 (L1_size，14 比特) ；开启 / 关闭对数据切片的时间交织是可能的 (dslice_time_intrlv，1 比特) ；并且通过限定数据切片的类型 (dslice_type，1 比特)，降低了 L1 信令开销。此处，当数据切片类型是 CCM 时，可以在前导码中而不是在 FECFRAME 报头 (plp_mod(3 比特)、plp_fec_type(1 比特)、plp_cod(3 比特)) 内发送 Mod/Cod 字段。

[0275] 在接收机侧，图 31 中示出的 BICM 解调的缩短 / 打孔的内部解码模块 r303-1 可以通过解码而获得在前导码中发送的、具有固定的 L1 块尺寸的第一个 LDPC 块。也可以获得其它 LDPC 块的数量和尺寸。

[0276] 当 L1 发送需要多个 OFDM 符号或当存在经过时间交织的数据切片时，可以使用时间交织。利用交织标记，可以灵活地开启 / 关闭时间交织。针对前导码时间交织，可能需要时间交织标记（1 比特）和交织的多个 OFDM 符号（3 比特），因此，通过与缩短的 FECFRAME 报头相似的方式，可以保护总共 4 个比特。

[0277] 图 48 示出了可以在图 4 示出的 BICM 模块的数据通道上的 ModCod 报头插入模块 307-1 处执行的 L1 预信令的一种示例。具有斜线的块和前导码构造器是在图 4 中示出的 BICM 模块的 L1 信令通道上的 ModCod 报头插入模块 307-1 的一种示例。实心块是图 42 中示出的帧构造器的帧报头插入模块 401 的一种示例。

[0278] 另外，实心块可以是图 4 中示出的 BICM 模块的 L1 信令通道上的缩短 / 打孔内编码模块 303-1、内部交织器 304-1、比特解复用器 305-1、和符号映射器 306-1 的示例。

[0279] 如图 48 所示，在前导码中发送的 L1 信号可以利用缩短 / 打孔 LDPC 编码来加以保护。可以将相关的参数以 L1 预信令的形式插入报头中。此处，在前导码的报头中只可以发送时间交织参数。为了确保更大的鲁棒性，可以执行四次重复。在接收机侧，为了能够对在前导码中发送的 L1 信号进行解码，图 31 中示出的 BICM 解调的 L1 信令通道上的 ModCod 提取器 r307-1 需要使用图 18 所示的解码模块。此处，与之前对 FECFRAME 报头进行的解码不同，由于存在四次重复，因此需要对重复了四次的符号进行同步的 Rake 接收处理并增加符号。

[0280] 图 49 示出了从图 42 中示出的帧构造器模块的帧报头插入模块 401 发送的 L1 信令块的结构。其示出了在前导码中没有使用时间交织的情况。如图 49 所示，不同类型的 LDPC 块可以按照载波的顺序发送。一旦形成并接着发送了 OFDM 符号，则形 成并发送了随后的 OFDM 符号。针对将要被发送的最后一个 OFDM 符号，如果剩余了任意载波，则可以将载波用于数据发送，或者可以使用虚假填充。图 49 中的示例示出了包括三个 OFDM 符号的前导码。在接收机侧，针对这种不交织的情况，可以跳过图 31 中示出的 BICM 解调的 L1 信令通道上的符号去交织器 r308-1。

[0281] 图 50 示出了执行了 L1 时间交织的情况。如图 50 所示，可以按照针对相同的载波索引形成 OFDM 符号并接着针对下一个载波索引形成 OFDM 符号的方式来执行块交织。在不执行交织的情况下，如果余下任一个载波，则可以将该载波用于数据发送或者可以将该载波虚假填充。在接收机侧，针对不交织的情况，图 31 中示出的 BICM 解调的 L1 信令通道上的符号去交织器 r308-1 可以通过按照逐渐增加 LDPC 块的序号的方式读取 LDPC 块来执行块去交织。

[0282] 此外，可以存在至少两种类型的数据切片。数据切片类型 1 在 L1 信令字段中具有 dslice_type ＝ 0。该类型的数据切片不具有 XFECFrame 报头，并且在 L1 信令字段中具有其 mod/cod 值。数据切片类型 2 在 L1 信令字段中具有 dslice_type ＝ 1。该类型的数据切片具有 XFECFrame 报头，并且在 XFECrame 报头中具有其 mod/cod 值。

[0283] XFECFrame 表示 XFEC（复杂前向纠错）帧，而 mod/cod 表示调制类型 / 码率。

[0284] 在接收机侧，帧解析器可以根据经过解调的信号来形成帧。该帧具有数据符号，并且数据符号可以具有包含 XFECFrame 和 XFECFrame 报头的第一类型的数据切片和包含不具有 XFECFrame 报头的 XFECFrame 的第二类型的数据切片。另外，接收机可以从前导码符号的 L1 中提取出用于指示是否对前导码符号执行时间去交织的字段。

[0285] 在发射机侧，帧构造器可以构造帧。帧的数据符号包括具有 XFECFrame 和 XFECFrame 报头的第一类型的数据切片和具有不带有 XFECFrame 报头的 XFECFrame 的第二类型的数据切片。此外，可以将用于指示是否对前导码符号执行时间交织的字段插入前导码符号的 L1 中。

[0286] 最后，针对用于图 9 中示出的帧构造器的帧报头插入模块 401 的缩短 / 打孔码，可以确定能够得到编码增益且能够在第一 LDPC 块中发送的码字的最小尺寸。按照这样的方式，可以根据已经发送的 L1 块尺寸来得到余下的 LDPC 块尺寸。

[0287] 图 52 示出了可以从图 4 中示出的 BICM 模块的 L1 信令通道上的 ModCod 报头插入模块 307-1 发送的 L1 预信令的另一个示例。图 52 与图 48 的不同之处在于对报 头部保护机制进行了修改。如图 52 所示，没有在 L1 块中而是在报头中发送了 L1 块尺寸信息 L1_size(14 比特)。在报头中，还可以发送 4 比特的时间交织信息。针对总共 18 个比特的输入，使用了输出 45 个比特的 BCH(45、18) 码并将其复制到两个通道并最终进行 QPSK 映射。针对 Q 通道，可以针对分集增益来执行 1 比特的循环移位，并且可以执行根据同步字的 PRBS 调制。可以根据这些 I/Q 通道输入来输出总共 45 个 QPSK 符号。此处，如果将时间交织的深度设置为被要求发送 L1 块的前导码的数量，则可以无需发送指示时间交织深度的 L1_span(3 比特)。换言之，只可以发送时间交织开启 / 关闭标记 (1 比特)。在接收机侧，通过只检查已发送的前导码的数量而不使用 L1_span，就可以得到时间交织深度。

[0288] 图 53 示出了调度在前导码中发送的 L1 信令块的一种示例。如果能够在前导码中发送的 L1 信息的尺寸是 Nmax，则当 L1 尺寸比 Nmax 小时，一个前导码可以发送该信息。但是，当 L1 尺寸比 Nmax 大时，可以均等地分割 L1 信息，使得所分割出的 L1 子块比 Nmax 小，于是可以在前导码中发送分割出的 L1 子块。此处，对于由于 L1 信息比 Nmax 小而未被使用的载波来说，不发送数据。

[0289] 相反，如图 55 所示，可以提高发送了 L1 块的载波的功率，以保持与数据符号功率相等的总前导码信号功率。功率升压系数可以根据发送的 L1 尺寸而变化，并且发射机和接收机可以具有该功率升压系数的设定值。例如，如果仅使用了总载波中的一半，则功率增强系数可以是二。

[0290] 图 54 示出了考虑了功率增强的 L1 预信令的一种示例。当与图 52 进行比较时，可以看出，可以提升 QPSK 符号的功率并将其发送到前导码构造器。

[0291] 图 56 示出了图 31 中示出的 BICM 解调模块的 L1 信令通道上的 ModCod 提取器 r307-1 的另一个示例。根据输入的前导码符号，可以将 L1 信令 FECFRAME 输出到符号去映射器中，并且仅对报头部分进行解码。

[0292] 针对输入的报头符号，可执行 QPSK 去交织，并且可以得到对数似然比 (LLR) 值。针对 Q 通道，可以执行根据同步字的 PRBS 解调，并且可以执行 1 比特循环移位的逆处理以进行恢复。

[0293] 可以组合这些对准的两个 I/Q 通道的值，并且可以获得 SNR 增益。可以将硬判决的输出输入到 BCH 解码器中。BCH 解码器可以根据输入的 45 个比特来恢复 L1 预信令的 18 个比特。

[0294] 图 57 示出了对等的、接收机的 ModCod 提取器。当与图 56 进行比较时，可以对 QPSK 去交织器输入的符号进行功率控制以将发射机升压的功率水平恢复到其初始值。此处，通

过考虑被用于前导码中的 L1 信令的多个载波并对得到的发射机的功率升压系数求逆，可以执行功率控制。功率升压系数将前导码功率和数据符号功率设定为彼此相等。

[0295] 图 58 示出了可以在图 31 中示出的 BICM 解调模块的 L1 信令通道上的 ModCod 提取器 r307-1 处执行的 L1 预同步的一种示例。这是获得前导码中的报头的开始位置的同步处理。可以将输入的符号进行 QPSK 去映射，接着针对输出的 Q 通道，可以执行 1 比特循环移位的逆处理，并且可以执行对齐。可以将两个 I/Q 通道的值相乘，并且可以对经过 L1 预信令调制的值进行解调。因而，乘法器的输出可以只表示作为同步字的 PRBS。当使输出与已知序列 PRBS 相关联时，可以获得报头处的相关峰。因而，可以获得前导码中的报头的开始位置。如果需要，如图 57 所示，可以对 QPSK 去映射器的输入执行功率控制，以恢复初始的功率水平。

[0296] 图 59 示出了被发送到图 4 中示出的 BICM 模块的 L1 信令通道上的报头插入模块 307-1 的 L1 块报头字段的另一个示例。图 59 与图 52 的不同之处在于，表示时间交织深度的 L1_span 被减少到 2 个比特，而预留的比特则增加了一个比特。接收机可以从发送的 L1_span 中得到 L1 块的时间交织参数。

[0297] 图 60 示出了将 L1 块等分成与前导码的数量同样多的部分并接着将报头插入到分割出的 L1 块中的每一个，并接着将插入了报头的 L1 块分配到前导码中。这可以在以多个前导码（前导码的数量比发送 L1 块所需要的 L1 信令的最小数量大）的数量来执行时间交织时来执行。这可以在图 37 中示出的 BICM 模块的 L1 信令通道上的 L1 块处执行。在发送 L1 块后，余下的载波可以具有循环重复模式而不是被以零填充。

[0298] 图 61 示出了图 31 中示出的 BICM 解调模块的符号去映射器 r306-1 的一种示例。针对如图 60 中所示那样重复 L1 FEC 块的情况，可以将 L1 FEC 块的各个开始点对齐，在模块 r301f 处将 L1 FEC 块组合起来，并且接着在 QAM 去映射器 r302f 处将其 QAM 去映射，以获得分集增益和 SNR 增益。此处，组合器可以包括对齐并添加每个 L1 FEC 块和分割所添加的 L1 FEC 块的处理。针对如图 60 所示那样仅重复了最后一个 FEC 块的部分的情况，只可以将重复的部分分割成与 FEC 块的数量同样多，并且可以将其它部分除以比 FEC 块报头的数量小一的值。换言之，除数对应于被添加到各个载 波的载波数量。

[0299] 图 65 示出了 L1 块调度的另一个示例。图 65 与图 60 的不同之处在于，在 L1 块未填满一个 OFDM 符号时，通过在发射机侧对缩短 / 打孔码执行更少的打孔，可以使用奇偶校验冗余来填满 OFDM 符号，而不是执行填充零或重复。换言之，当在图 5 执行奇偶校验打孔模块 304c 时，根据打孔比率来确定有效码率，因而，通过在需要被填充零的比特更少时打孔，可以降低有效码率并可以得到更好的编码增益。图 32 所示的接收机的奇偶校验解除打孔模块 r303a 可以在考虑更少的被打孔的奇偶校验冗余的情况下进行解除打孔。此处，由于接收机和发射机具有总的 L1 块尺寸的信息，因此可以计算出打孔的比例。

[0300] 图 62 示出了 L1 信令字段的另一个示例。图 62 与图 41 的不同之处在于，针对数据切片类型是 CCM 的情况，可以发送 PLP 的开始地址 (21 比特)。这可以使各个 PLP 的 FECFRAME 形成传输帧，无需将 FECFRAME 与传输帧的开始位置对齐。因而，可以消除在数据切片带宽较窄时出现的填充开销。当数据切片类型是 CCM 时，接收机可以根据图 31 中示出的 BICM 解调模块的 L1 信令通道处的前导码来获得 ModCod 信息，而不是从 FECFRAME 报头获得该信息。此外，即使当在传输帧的随机位置处出现切换 (zapping) 时，由于能够已经从

前导码获得了 PLP 的开始位置，因此也可以没有延迟地执行 FECFRAME 同步。

[0301] 图 63 示出了可以降低 PLP 寻址开销的 L1 信令字段的另一个示例。

[0302] 图 64 示出了根据调制类型而与 FECFRAME 相对应的 QAM 符号的数量。此处，QAM 符号的最大公约数是 135，因而，可以降低 log2(135) ～ 7 个比特的开销。因而，图 63 与图 62 的区别在于，PLP_start 字段比特的数量可以从 21 个比特减少到 14 个比特。这是将 135 个符号视为单个组并对该组进行寻址的结果。在获得 PLP_start 字段值并将其乘以 135 后，接收机可以获得传输帧中 PLP 开始的位置的 OFDM 载波索引。

[0303] 图 66 和图 68 示出了符号交织器 308 的示例，该符号交织器 308 可以对从图 4 中示出的 BICM 模块的数据通道上的 ModCod 报头插入模块 307 发送来的数据符号进行时间交织。

[0304] 图 66 是可以基于数据切片工作的、用于时间交织的块交织器的一种示例。行值表示一个数据切片中的四个 OFDM 符号中的有效载荷单元的数量。由于单元的数量 在相邻的 OFDM 单元之间变换，因此可能不能基于 OFDM 符号进行交织。列值 K 表示可以是 1、2、4、8、或 16... 的时间交织深度。在 L1 信令内，可以执行各个数据切片的 K 信令。在图 4 中示出的时间交织器 308 之前，可以执行图 9 所示的频率交织器 403。

[0305] 图 67 示出了图 66 中示出的时间交织器的交织性能。假定列值是 2，行值是 8，数据切片宽度是 12 个数据单元，并且在数据切片中没有连续导频。图 67 中上部的图是当不执行时间交织时的 OFDM 符号结构，而下部的图是当执行时间交织时 OFDM 符号的结构。黑色单元代表分散的导频，而非黑色的单元代表数据单元。同一类型的数据单元代表 OFDM 符号。在图 100 中，与单个 OFDM 符号相对应的数据单元被交织到两个符号中。使用了与八个 OFDM 符号相对应的交织存储器，但是交织深度仅对应于两个 OFDM 符号，因而，没有获得完全的交织深度。

[0306] 为了实现完全的交织深度，提出了图 68。在图 68 中，黑色单元代表分散导频，而非黑色单元代表数据单元。图 68 中示出的时间交织器可以以块交织器的形式实现，并且可以对数据切片进行交织。在图 68 中，列的数量 K 代表了数据切片的宽度，行的数量 N 代表了时间交织深度，并且值 K 可以是随机值（例如，K ＝ 1、2、3...）。交织处理包括以列扭曲的方式写数据单元并在行的方向上读取，其中不包括导频位置。即，可以说，交织是以行 - 列扭曲的方式执行的。

[0307] 此外，在发射机处，以交织存储器的列扭曲方式读取的单元对应于单个 OFDM 符号，并且在对单元进行交织的同时可以保持 OFDM 符号的导频位置不变。

[0308] 另外，在接收机处，以交织存储器的列扭曲方式读取的单元对应于单个 OFDM 符号，并且在对单元进行时间去交织的同时可以保持 OFDM 符号的导频位置不变。

[0309] 图 69 示出了图 68 的时间交织性能。为了与图 66 进行比较，假定行数是 8，数据切片宽度是 12 个数据单元，并且在数据切片中不具有连续导频。在图 69 中，对应于单个 OFDM 符号的数据单元被交织到八个 OFDM 符号中。如图 102 所示，使用了与八个 OFDM 符号相对应的交织存储器，并且所得到的交织深度对应于八个 OFDM 符号，因而，获得了完全的交织深度。

[0310] 图 68 中示出的时间交织器的优点在于 ：利用相同的存储器可以获得完全的交织深度 ；与图 66 相反，交织深度可以是灵活的 ；因此，传输帧的长度也可以是灵活的（即，行

数不需要是四的倍数）。另外，用于数据切片的时间交织器可以与用于前导 码的交织方法相同，并且还可以与使用一般的 OFDM 的数字发送系统具有共同的特征。具体地说，可以在使用图 9 中示出的频率交织器 403 之前使用图 4 中示出的时间交织器 308。至于接收机的复杂度，除了可能需要非常小的复杂度的附加的地址控制逻辑以外，可以不需要任何附加的存储器。

[0311] 图 70 示出了接收机中的对应的符号去交织器 (r308)。该符号去交织器可以在接收到来自帧报头去除器 r401 的输出后执行去交织。与图 66 相比，在去交织的过程中，反转了块交织的写处理和读处理。通过利用导频位置信息，时间去交织器可以通过不向或不从交织器存储器中的导频位置写入或读取并通过向或从交织器存储器中的数据单元位置写入或读取来执行虚拟去交织。可以将去交织的信息输出到 ModCod 提取器 r307 中。

[0312] 图 71 示出了时间交织的另一个示例。可以沿对角方向进行写入并逐行进行读取。在图 68 中，交织是考虑到导频位置而执行的。通过只考虑数据单元位置，没有针对导频位置执行读取和写入，而是访问了交织存储器。

[0313] 图 72 示出了利用图 71 所示的方法进行交织的结果。当与图 69 进行比较时，具有相同模式的单元不仅在时域中被分散，而且还在频域中被分散。换言之，可以既在时域又在频域中得到完全的交织深度。

[0314] 图 75 示出了对应的接收机的符号去交织器 r308。可以对帧报头去除器 r401 的输出执行去交织。当与图 66 进行比较时，去交织已经转换了读和写的顺序。时间去交织器可以使用导频位置信息来执行虚拟去交织，使得没有对导频位置执行读或写，而是可以仅对数据单元位置执行读或写。可以将经过去交织的数据输出到 ModCod 提取器 r307 中。

[0315] 图 73 是图 72 的寻址方法的一种示例。NT 表示时间交织深度，ND 表示数据切片宽度。假定行值 N 是 8，数据切片宽度是 12 个数据单元，并且在数据切片中没有连续导频。图 73 代表了在发射机执行时间交织时生成用于在时间交织存储器上写入数据的地址的方法。寻址从具有行地址 (RA) ＝ 0 和列地址 (CA) ＝ 0 的第一个地址开始。在发生寻址时，RA 和 CA 递增。针对 RA，可以对在时间交织器中使用的 OFDM 符号执行求模运算。针对 CA，可以对与数据切片宽度相对应的载波数量执行求模运算。当在存储器上写入与数据切片宽度相对应的载波时，RA 可以递增 1。只有在当前地址位置不是导频位置时才可以对存储器执行写入。如果当前的地址位置是导频的 位置，则只能增加地址值。

[0316] 在图 73 中，列的数量 K 代表数据切片的宽度，行的数量 N 代表时间交织深度，并且值 K 可以是随机值（即，K ＝ 1、2、3、...）。交织过程可以包括除了导频位置以外以列扭曲方式写入数据单元并在列的方向上读取。换言之，虚拟交织存储器可以包括导频位置，但是在实际交织中可以排除导频位置。

[0317] 图 76 示出了作为图 71 中示出的时间交织的逆过程的去交织。逐行的写入和在对角方向上的读取可以恢复初始序列中的单元。

[0318] 可以在接收机中使用在发射机中使用的寻址方法。接收机可以以逐行的方式将接收到的数据写在时间去交织器存储器上，并且可以利用生成的地址值和可以与发射机相似的方式产生的导频位置信息来读取被写入的数据。作为一种另选方式，所生成的被用于写入的地址值和导频信息可以被用于进行逐行读取。

[0319] 可以将这些方法应用于发送 L1 的前导码。由于包括前导码的每个 OFDM 符号都可

以在相同的位置具有导频，因此可以执行将导频位置考虑在内而参考地址值进行的交织或未将导频位置考虑在内而参照地址值进行的交织。针对未将导频位置考虑在内而参照地址值的情况，发射机每次都在时间交织存储器中存储数据。针对这样的情况，在接收机或发射机处对前导码进行交织 / 去交织所需的存储器的尺寸变得与在时间交织中使用的 OFDM 符号中存在的有效载荷单元的数量相同。

[0320] 图 74 是 L1 时间交织的另一个示例。在该示例中，时间交织可以将载波安排到所有的 OFDM 符号，但是如果未执行时间交织，则将把载波全部置于单个 OFDM 符号中。例如，针对位于第一个 OFDM 符号中的数据，将把第一个 OFDM 符号的第一个载波设置在其初始位置处。将把第一个 OFDM 符号的第二个载波设置在第二个 OFDM 符号的第二载波索引中。换言之，将把位于第 n 个 OFDM 符号中的第 i 个数据载波设置在第 (i+n)mod N 个 OFDM 符号的第 i 个载波索引中，其中 i = 0、1、2(载波号数 -1)，n = 0、1、2、N-1，并且 N 是在 L1 时间交织中使用的 OFDM 符号的数量。在该 L1 时间交织方法中，可以说，如图 107 所示那样以扭曲方式对所有 OFDM 符号进行了交织。如上所述，即使在图 107 中没有示出导频位置，也可以向包括导频符号的所有 OFDM 符号执行交织。即，可以说，可以无需考虑导频位置或不管 OFDM 符号是否是导频符号而对所有 OFDM 符号执行交织。

[0321] 如果在 L1 中使用的 LDPC 块的尺寸小于单个 OFDM 符号的尺寸，则余下的载波 可以具有 LDPC 块的部分的副本，或者可以向余下的载波填充零。此处，可以执行与上面所述相同的时间交织。同样，在图 74 中，通过在存储器中存储在 L1 时间交织中使用的所有的块并通过按照这些块被交织的顺序 (即，图 74 中示出的在块中写入的号数的顺序) 读取块，接收机可以执行去交织。

[0322] 当使用了图 73 中示出的块交织器时，使用了两个缓存器。具体地说，在一个缓存器中存储输入的符号时，可以从另一个缓存器中读取之前输入的符号。一旦针对一个符号交织块执行了这些处理，则可以通过转换读取和写入的顺序来执行去交织，以避免存储器存取冲突。这种“乒乓球”式的去交织可以具有简单的地址生成逻辑。但是，当使用两个符号交织缓存器时，可以增加硬件的复杂度。

[0323] 图 77 示出了图 31 中示出的符号去交织器 r308 或 r308-1 的一种示例。本发明提出的这个实施方式可以只使用单个缓存器来执行去交织。一旦由地址生成逻辑生成了地址值，则可以从缓冲存储器中输出该地址值，并且通过存储被输入到同一地址中的符号，可以执行填入 (in-placement) 运算。通过这些处理，在读取和写入的同时，可以避免存储器存取冲突。此外，仅利用单个缓存器就可以执行符号去交织。可以对参数进行限定以解释这个地址生成规则。如图 73 所示，可以将去交织存储器的行数限定为时间交织深度 D，并且将去交织存储器的列数限定为数据切片的宽度 W。于是，地址生成器可以生成以下地址。

[0324] 第 j 个块上的第 i 个采样，包括导频

[0325] i = 0、1、2、...、N-1 ;

[0326] N = D*W ;

[0327] Ci, j = i mod W ;

[0328] Tw = ((Ci, j mod D)*j)mod D ;

[0329] Ri, j = ((i div W)+Tw)mod D ;

[0330] Li, j(1) = Ri, j*W+Ci, j ;

[0331] 或者

[0332] Li，j(2) ＝ Ci，j*D+Ri，j；

[0333] 这些地址包括了导频位置，因此，假定输入的符号包括导频位置。如果需要处理仅包括数据符号的输入符号，则可以要求跳过相应地址的另外的控制逻辑。此处，i 代表了输入符号索引，j 代表输入的交织块索引，并且 N ＝ D*W 代表了交织块长度。Mod 运算代表了在除法后输出余数的求模运算。Div 运算代表在除法后输出商的除法运算。Ri，j 和 Ci，j 分别代表了第 j 个交织块的第 i 个符号输入的行地址和列地址。Tw 代表了针对符号所在地址的列扭曲值。换言之，可以将每一列都视为根据 Tw 值执行了独立的扭曲的缓存。Li，j 代表了当在一维而不是二维的顺序存储器中实现了单个缓存时的地址。Li，j 可以具有从 0 到 (N-1) 的值。两种不同的方法是可能的。当逐行地将存储器矩阵连接起来时使用 Li，j(1)，而当逐列地将存储器矩阵连接起来时使用 Li，j(2)。

[0334] 图 78 示出了当 D 是 8 且 W 是 12 时用于时间去交织的行地址和列地址的示例。J 从 j ＝ 0 开始，针对每一个 j 值，第一行可以代表行地址，而第二行可以代表列地址。图 78 只示出了前 24 个符号的地址。每个列索引都与输入的符号索引 i 相同。

[0335] 图 80 示出了使用数据切片的 OFDM 发射机的一种示例。如图 80 所示，发射机可以包括数据 PLP 通道、L1 信令通道、帧构造器、以及 OFDM 调制部。数据 PLP 通道由具有横线和竖线的块表示。L1 信令通道由具有斜线的块表示。输入处理模块 701-0、701-N、701-K、以及 701-M 可以包括针对图 2 所示的各个 PLP 而执行的输入接口模块 202-1、输入流同步器 203-1、延迟补偿器 204-1、空包删除模块 205-1、CRC 编码器 206-1、BB 报头插入模块 207-1、以及 BB 加扰器 209 的块和顺序。FEC 模块 702-0、702-N、702-K、以及 702-M 可以包括如图 4 所示的外部编码模块 301 和内部编码模块 303 的块和顺序。在 L1 通道上使用的 FEC 模块 702-L1 可以包括如图 4 所示的外部编码模块 301-1 和缩短 / 打孔内部编码模块 303-1 的块和顺序。L1 信号模块 700-L1 可以生成需要包含帧的 L1 信息。

[0336] 比特交织模块 703-0、703-N、703-K、以及 703-M 可以包括如图 37 所示的内部交织器 304 和比特解复用器 305 的块的顺序。在 L1 通道上使用的比特交织模块 703-L1 可以包括如图 4 所示的内部交织模块 304-1 和比特解复用器 305-1 的块和顺序。符号映射器 704-0、704-N、704-K、以及 704-M 可以执行与图 4 所示的符号映射器 306 的功能相同的功能。在 L1 通道上使用的符号映射器 701-L1 可以执行与图 4 所示的符号映射器 306-1 的功能相同的功能。FEC 报头模块 705-0、705-N、705-K、以及 705-M 可以执行与图 4 所示的 ModCod 报头插入模块 307 相同的功能。L1 通道的 FEC 报头 模块 705-L1 可以执行与图 4 所示的 ModCod 报头插入模块 307-1 的功能相同的功能。

[0337] 数据切片映射器模块 706-0 和 706-K 可以将 FEC 块调度到相应的数据切片，并且可以发送所调度的 FEC 块，其中 FEC 块对应于被分配给各个数据切片的 PLP。前导码映射器 707-L1 可以将 L1 信令 FEC 块调度到前导码。可以在前导码中发送 L1 信令 FEC 块。时间交织器模块 708-0 和 708-K 可以执行与图 4 所示的符号交织器 308 的功能相同的功能。在 L1 通道上使用的时间交织器 708-L1 可以执行与图 4 所示的符号交织器 308-1 的功能相同的功能。

[0338] 或者，在 L1 通道上使用的时间交织器 708-L1 可以执行与图 3 所示的符号交织器 308-1 的功能相同的功能（仅针对前导码符号）。

[0339] 频率交织器模块 709-0 和 709-K 可以对数据切片执行频率交织。在 L1 通道上使用的频率交织器 709-L1 可以根据前导码带宽来执行频率交织。

[0340] 导频生成模块 710 可以生成使用连续导频 (CP)、分散导频 (SP)、数据切片边缘、以及前导码的导频。可以通过在模块 711 处调度数据切片、前导码、和导频来构造帧。IFFT 模块 712 和 GI 插入模块 713 分别可以执行与图 18 所示的 IFFT 模块 501 和 GI 插入模块 503 的功能相同的功能。最后，DAC 714 可以将数字信号转换成模拟信号，并且可以发送经过转换的信号。

[0341] 图 81 示出了使用数据切片的 OFDM 接收机的一种示例。在图 81 中，调谐器 r700 可以执行图 61 所示的调谐器 /AGC r603 的功能和下变频器 r602 的功能。ADC r701 可以将接收到的模拟信号转换成数字信号。时间 / 频率同步器 r702 可以执行与图 62 所示的时间 / 频率同步器 r505 的功能相同的功能。帧检测器 r703 可以执行与图 62 所示的帧检测器 r506 的功能相同的功能。

[0342] 此处，在执行了时间 / 频率同步后，通过利用跟踪处理期间从帧检测器 r703 发送来的各个帧中的前导码，可以对同步做出改进。

[0343] GI 去除器 r704 和 FFT 模块 r705 分别可以执行图 62 所示的 GI 去除器 r503 和 FFT 模块 r502 的功能相同的功能。

[0344] 信道估计器 r706 和信道 EQ r707 可以执行图 62 所示的信道估计器 / 均衡器 r501 的信道估计部和信道均衡部。帧解析器 r708 可以输出发送了用户选择的业务的数据切片和前导码。斜线表示的块对前导码进行处理。横线表示的、可以包括公共 PLP 的块对数据切片进行处理。在 L1 通道上使用的频率去交织器 r709-L1 可以在前导码 带宽内执行频率去交织。在数据切片通道上使用的频率去交织器 r709 可以在数据切片内执行频率去交织。在 L1 通道上使用的 FEC 报头解码模块 r712-L1、时间去交织器 r710-L1 和符号去交织器 r713-L1 可以执行与图 31 所示的 ModCod 提取器 r307-1、符号去交织器 r308-1 和符号去映射器 r306-1 的功能相同的功能。

[0345] 比特去交织器 r714-L1 可以包括图 31 所示的比特解复用器 r305-1 和内部去交织器 r304-1 的模块和顺序。FEC 解码模块 r715-L1 可以包括图 31 所示的缩短 / 打孔内部编码模块 r303-1 和外部解码模块 r301-1 的模块和顺序。此处，L1 通道的输出可以是 L1 信令信息，并且可以发送到系统控制器以恢复在数据切片中发送的 PLP 数据。

[0346] 在数据切片通道上使用的时间去交织器 r710 可以执行与图 31 所示的符号去交织器 r308 的功能相同的功能。数据切片解析器 r711 可以从数据切片中输出用户选择的 PLP，并且如果需要，可以输出与用户所选的 PLP 相关联的公共 PLP。FEC 报头解码模块 r712-C 和 r712-K 可以执行与图 31 所示的 ModCod 提取器 r307 的功能相同的功能。符号去映射器 r713-C 和 r713-K 可以执行与图 31 所示的符号去映射器 r306 的功能相同的功能。

[0347] 比特去交织器 r714-C 和 r714-K 可以包括图 31 所示的比特解复用器 r305 和内部去交织器 r304 的块和顺序。FEC 解码模块 r715-C 和 r715-K 可以包括如图 31 所示的内部解码模块 r303 和外部解码模块 r301 的块和顺序。最后，输出处理器 r716-C 和 r716-K 可以包括针对图 2 中的各个 PLP 部署的 BB 去加扰器 r209、BB 报头去除器 r207-1、CRC 解码器 r206-1、空包插入模块 r205-1、延迟恢复器 r204-1、输出时钟恢复模块 r203-1、以及输出接口模块 r202-1 的块和顺序。如果使用了公共 PLP，则可以将公共 PLP 和与公共 PLP 相关联

的数据 PLP 发送到 TS 重组器，并且可以将其变换成用户选择的 PLP。

[0348] 从图 81 中应当注意到，在接收机中，L1 通道上的块并没有与其中对称地设置了块的数据通道相反地以对称的方式相对于发射机进行排列或者与发射机的顺序相反。换言之，针对数据通道，设置了频率去交织器 r709、时间去交织器 r710、数据切片解析器 r711 以及 FEC 报头解码模块 r712-C 和 r712-K。但是，针对 L1 通道，设置了频率去交织器 r701-L1、FEC 报头解码模块 r712-L1 和时间去交织器 r710-L1。

[0349] 图 79 示出了没有使用导频的数据符号域中的一般的块交织的一种示例。从左侧的图可以看到，可以不使用黑色的导频来填充交织存储器。为了形成矩形的存储器， 如果需要可以使用填充单元。在左侧的图中，填充单元由带有斜线的单元表示。在该示例中，由于一个连续导频可以与一种类型的分散导频模式交叠，因此在四个 OFDM 符号期间总共需要三个填充单元。最后，在中间的图中，示出了交织后的存储器内容。

[0350] 如图 79 的左侧图所示，可以执行逐行写入并执行列扭曲 ；或者可以从开始以扭曲的方式进行写入。交织器的输出可以包括从存储器中逐行的读取。当考虑到 OFDM 发送时，可以如右侧的图所示那样来布置已经读取的输出数据。此时，为了简单，可以忽略频率交织。如图所示，频率分集不如图 73 的频率分集那样高，但是维持在相似的水平上。特别是，其优点在于，可以优化执行交织和去交织所需要的存储器。在此示例中，存储器尺寸可以从 W*D 减少到 (W-1)*D。随着数据切片的宽度变得更大，可以进一步减少存储器尺寸。

[0351] 针对时间去交织器的输入，接收机应当在考虑填充单元的同时以中间图的形式来恢复存储器缓存内容。基本上，可以逐个符号地读取 OFDM 符号，并且可以逐行地保存 OFDM 符号。之后，可以执行与列扭曲相对应的去扭曲 (de-twisting)。可以从左侧图中的存储器以逐行读取的形式输出去交织器的输出。按照这样的方式，当与图 73 中示出的方法进行比较时，可以将导频开销减到最小，并且因此可以将交织 / 去交织存储器减到最小。

[0352] 图 82 示出了图 80 的 L1 通道的时间交织器 708-L1 的一种示例。如图 82 所示，用于发送 L1 的前导码的时间交织可以包括对 L1 数据单元的交织，其中不包括通常在前导码中发送的导频。该交织方法可以包括利用与参照图 73 所示的方法相同的方法在对角方向（实线）上写入输入的数据并逐行地（虚线）进行读取。

[0353] 图 82 示出了如图 81 所示的 L1 通道上的时间去交织器 r712-L1 的一种示例。如图 82 所示，针对发送了 L1 的前导码，可以对 L1 数据单元执行去交织，其中不包括在前导码中规则地发送的导频。该去交织方法可以是与图 76 所示的其中逐行写入（实线）并在对角方向（虚线）上读取输入的数据的方法相同的方法。输入的数据不包括任何导频，因此，输出的数据具有也不包括导频的 L1 数据单元。当接收机针对前导码在时间交织器中使用单个缓存时，可以使用具有与图 77 所示的去交织器存储器的地址生成器结构。

[0354] 可以利用如下的地址运算来执行去交织 r712-L1。

[0355] 第 j 个块上的第 i 个采样，包括导频

[0356] i = 0、1、2、...、N-1 ；

[0357] N = D*W ；

[0358] Ci, j = i mod W ；

[0359] Tw = ((Ci, j mod D)*j)mod D ；

[0360] Ri, j = ((i div W)+Tw)mod D ；

[0361] Li，j(1) ＝ Ri，j*W+Ci，j；

[0362] 或者

[0363] Li，j(2) ＝ Ci，j*D+Ri，j；

[0364] 在以上运算中，行的长度 W 是如图 82 所示的交织存储器的行的长度。列的长度 D 是前导码时间交织深度，其是发送前导码所需的 OFDM 符号的数量。

[0365] 图 83 示出了通过对来自图 80 中示出的帧构造器 711 的导频和输入的前导码进行调度来形成 OFDM 符号的一种示例。如图 80 所示，空白单元形成了作为 L1 通道上的 FEC 报头 705-L1 的输出信号的 L1 报头。灰色单元代表了由图 80 中示出的导频生成模块 710 生成的前导码的连续导频。带有图案的单元代表了作为图 80 中示出的前导码映射器 707-L1 的输出信号的 L1 信令单元。左侧的图代表了在关闭了交织时的 OFDM 符号，而右侧图代表了当开启时间交织时的 OFDM 符号。由于 L1 报头发送 L1 信令字段长度和时间交织开 / 关标记信息，因此可以从时间交织中排除 L1 报头。其原因在于在时间交织之前添加了该 L1 报头。如上所述，不包括导频单元地执行时间交织。可以如图 82 所示地对余下的 L1 数据单元进行交织，接着可以将其分派给 OFDM 子载波。

[0366] 图 84 示出了时间交织器 708-0 到 708-K 的一种示例，其可以对从图 80 中示出的使用数据切片的 OFDM 发射机的数据通道上的数据切片映射器 706-0 到 706-K 发送来的数据符号进行交织。可以针对各个数据切片执行时间交织。经过时间交织的符号可以输出到频率交织器 709-0 到 709-K 中。

[0367] 图 84 还示出了利用单个缓存器的简单的时间交织器的示例。图 84a 示出了时间交织前的 OFDM 符号的结构。带有相同图案的块代表了相同类型的 OFDM 符号。图 84b 和图 84c 示出了在时间交织后的 OFDM 符号的结构。可以将时间交织方法分为类 型 1 和类型 2。可以针对偶数符号和奇数符号交替地执行每一种类型。接收机可以相应地执行去交织。交替地利用类型 1 和类型 2 的一个原因是通过在时间去交织过程中利用单个缓存器在接收机处减少需要的存储器。

[0368] 图 84b 示出了利用交织类型 1 的时间交织。输入的符号可以在向下的对角方向上写入并且可以在行方向上读取。图 84c 示出了利用交织类型 2 的时间交织。输入的符号可以在向上的对角方向上写入并且可以在行方向上读取。类型 1 与类型 2 之间的差异在于写入输入的符号的方向是向上的还是向下的。这两种方法在写入符号的方式上不同，但是，这两种方法在展示完全的时间交织深度和完全的频率分集方面相同。但是，由于使用了两种交织方案，因此在接收机处进行同步期间，利用这些方法可以造成问题。

[0369] 存在两种可能的解决方案。第一种方案可以是通过前导码的 L1 信令以信号方式发送在每个前导码后第一个到达的、第一个交织器块的 1 个比特的交织类型。该方法通过信令来执行正确的交织。第二种解决方案可以是形成具有偶数个交织块的长度的帧。利用该方法，每个帧的第一个交织块可以具有相同的类型，因而，可以解决交织块同步的问题。例如，通过向第一个交织块应用类型 1 交织并依次应用于每个帧内接下来的交织块，接着使用类型 2 交织来结束每个帧的最后一个交织块，可以解决同步的问题。该方法需要由两种交织块组成的帧，但是其优点在于不像第一种方法那样需要额外的信令。

[0370] 图 89 示出了图 81 中示出的接收机的时间去交织器 r710 的一种结构。可以针对频率去交织器 r709 的输出来执行时间去交织。图 89 的时间去交织器代表了作为图 84 中

示出的时间交织的逆过程的去交织方案。与图 84 相比，去交织在读取和写入方面将具有相反的方式。换言之，类型 1 的去交织器可以在行的方向上写入输入的符号，并且可以在向下的对角方向上读取写入的符号。类型 2 的去交织器可以在向下的对角方向上写入输入的符号并且可以在行的方向上读取写入的符号。这些方法可以使能通过使类型 2 的交织器的写入符号的方向与类型 1 的交织器的读取符号的方向相同来写入接收到的符号（之前读取的符号）。因而，接收机可以利用单个缓存器来执行去交织。此外，由于通过在对角方向上或在行的方向上写入和读取符号而执行类型 1 和类型 2 的去交织方法，因此可以实现简单的实现方式。

[0371] 但是，由于利用了两种交织方案，因此使用这些方法可以在接收机处的同步中产生问题。例如，以类型 2 的方式对类型 1 交织的符号进行去交织可以造成性能的劣化。存在两种可能的解决方案。第一种解决方案可以是利用发送的 L1 信令部分的 1 个比特的交织类型来确定在前导码后到达的交织块的交织类型。第二种解决方案可以在帧中的交织块的数量是偶数的情况下利用根据帧中的第一个交织块的类型来执行去交织。经过去交织的符号可以输出到数据切片解析器 r711 中。

[0372] 图 85 示出了当块交织器如图 73 中那样使用两个存储器缓存时与单个缓存的地址生成逻辑相同的地址生成逻辑。该地址生成逻辑可以执行与图 73 中示出的功能相同的功能。通过将时间交织深度 D 限定为去交织存储器的行数并且将数据切片宽度 W 限定为列数，可以由地址生成器生成图 85 中示出的地址。该地址可以包括导频位置。为了对只包括数据符号的输入符号进行时间交织，可能需要能够跳过地址的控制逻辑。在对前导码进行交织过程中使用的地址可能不需要导频位置并且可以利用 L1 块来执行交织。i 代表输入符号的索引，N = D*W 代表交织块长度。Ri 和 Ci 分别代表第 i 个输入符号的行地址和列地址。Tw 代表从符号所在的地址开始的列扭曲值或扭曲参数。Li 代表了当实现了具有单个缓存的一维存储器时的地址。L1 的值可以从 0 到 (N-1)。在该一维存储器中，至少两种方法是可能的。Li(1) 是逐行地耦接存储器矩阵，并且 Li(2) 是逐列地耦接存储器矩阵。接收机可以在去交织期间读取符号时使用该地址生成逻辑。

[0373] 图 86 示出了前导码的另一个示例。针对当在 7.61MHz 带宽中使用具有 4K-FFT 的尺寸的 OFDM 符号并且将 OFDM 符号中的六个载波和两端的载波用作导频的情况，可以假定能够在 L1 信令中使用的载波的数量是 2840。当绑定了多个信道时，可以存在多个前导码带宽。载波的数量可以根据将要使用的导频的类型、FFT 尺寸、绑定的信道的数量、以及其他因素来变化。如果包括了将要分派给单个 OFDM 符号的 L1_header(H) 和 L1 FEC 块 (L1_FEC1) 的 L1_XFEC_FRAME 的尺寸比单个 OFDM 符号 (5w-a-1) 小，则可以重复包括了 L1_header 的 L1_XFEC_FRAME 以填充单个 OFDM 符号 (5w-a-2) 的余下部分。这与图 60 的前导码结构相似。为了接收机接收到位于绑定的信道中的特定带宽中的数据切片的接收机，可以将接收机的调谐器窗口设置在特定带宽中。

[0374] 如果接收机的调谐器窗口被定位为图 86 的 5w-a-3，则在合并重复的 L1_XFEC_FRAME 过程中可以出现不正确的结果。图 86 的第一种情况可以是这样一 个示例。接收机发现 L1_Header(H) 位于调谐器窗口的 L1_Header(H) 的开始位置处，但是所发现的 L1_Header 可以是不完整的 L1_XFEC_FRAME(5w-a-4) 的报头。如果基于该 L1_Header 获得了 L1_XFEC_FRAME 的长度并且将余下的部分 (5w-a-5) 添加到该 L1_Header 的开始位置，则可

能无法正确地获得了 L1 信令信息。为了防止这样的情况，接收机可能需要额外操作以发现完整的 L1_XFEC_FRAME 的报头。图 87 示出了这样的操作。在该示例中，为了发现完整的 L1_XFEC_FRAME 的报头，如果在前导码中存在不完整的 L1_XFEC_FRAME，则接收机可以使用至少两个 L1_Header 来发现 L1_Header 的开始位置以合并 L1_XFEC_FRAME。首先，接收机可以从前导码 OFDM 符号中发现 L1_Header(5w-b-1)。接着，利用所发现的 L1_Header 中的 L1_XFEC_FRAME 的长度，接收机可以检查当前的 OFDM 符号中的每一个 L1_XFEC_FRAME 是否是完整的块 (5w-b-2)。如果不是完整的块，则接收机可以从当前的前导码符号中发现另一个 L1_Header(5w-b-3)。根据计算出的、刚刚发现的 L1_Header 和前一个 L1_Header 之间的距离，可以确定某个 L1_XFEC_FRAME 是否是完整的块 (5w-b-4)。接着，可以将完整的 L1_XFEC_FRAME 的 L1_Header 用作合并的开始点。利用该开始点，可以合并 L1_XFEC_FRAME(5w-b-5)。利用这些处理，在接收机处可以预期图 86 中示出的情况 2 或正确的合并。可以在图 81 的 L1 信号通道上的 FEC 报头解码器 r712-L1 处执行这些处理。

[0375] 图 88 是可以消除上述的接收机处的额外操作的前导码结构的一种示例。与前一种前导码结构相反，当 OFDM 符号的余下部分被填充时，仅可以重复地填充 L1_XFEC_FRAME 的 L1_FEC1 而不包括 L1_Header(H)(5w-c-2)。这样，当接收机发现了 L1_Header(H) 的开始位置以合并 L1_XFEC_FRAME 时，仅可以发现完整的 L1_XFEC_FRAME 的 L1_Header(5w-c-4)。因而，可以利用发现的 L1_Header 来合并 L1_XFEC_FRAME 而无需额外的操作。因此，在接收机处可以消除图 87 中示出的诸如 (5w-b-2)、(5w-b-3) 和 (5w-b-4) 的处理。这些处理和这些处理的对等处理可以在图 81 的接收机的 L1 信号通道上的 FEC 报头解码器 712-L1 处和图 80 的发射机的 L1 信号通道上的 FEC 报头 705-L1 处执行。

[0376] 图 81 的接收机的 L1 通道上的时间去交织器 r712-L1 可以对 L1 块单元或带有图案的单元进行去交织，但不包括诸如前导码报头和导频单元的其他单元。L1 块单元可以由具有图 83 所示的图案的单元表示。图 90 示出了使用数据切片的 OFDM 发射 机的另一个示例。与图 80 的发射机相比，除了增加的和修改的块以外，该发射机可以具有相同的结构并可以执行相同的功能。前导码映射器 1007-L1 可以将 L1 块和从 FEC 报头 705-L1 输出的 L1 块报头映射到在传输帧中使用的前导码符号中。具体地说，可以针对每个前导码重复 L1 块报头，并且可以将 L1 块分割得与使用的前导码的数量一样多。时间交织器 1008-L1 可以对被分割成前导码的 L1 块进行交织。此处，在交织中可以包括或可以不包括 L1 块报头。是否包括 L1 块报头可能不改变 L1 块报头的信号结构，而是可以改变对 L1 块进行交织和发送的顺序。L1_XFEC 重复器 1015-L1 可以在前导码带宽内重复经过时间交织的 L1_XFEC 块。此处，在前导码内可以重复 L1 块报头，或者可以在前导码内不重复 L1 块报头。

[0377] 图 91 示出了使用数据切片的 OFDM 接收机的另一个示例。与图 81 的接收机相比，除了增加和修改的块以外，该接收机具有相同的结构并可以执行相同的功能。FEC 报头解码模块 r1012-L1 可以对前导码内的 L1 报头进行同步。如果重复了 L1 报头，则可以组合 L1 报头以得到 SNR 增益。接着，图 81 的 FEC 报头解码模块 r712-L1 可以执行 FEC 解码。该同步处理可以通过使报头的同步字与前导码关联起来而给出报头的位置。针对整数的倍数的频率偏置，关联范围可以根据循环寻址来确定。

[0378] 当在前导码内接收到被分割的 L1 块时，L1_XFEC 组合模块 r1017-L1 可以对 L1_XFEC 块进行组合以获得 SRN 增益。时间去交织器 r1010-L1 可以对前导码内的 L1 块进行时

间去交织。根据是否在发射机处对 L1 块报头进行时间交织，可以相应地在接收机处对 L1 块进行去交织。根据是否在发射机处对 L1 块报头进行了时间交织，可以改变 L1 块的去交织顺序。例如，当时间交织如图 83 那样开启时，作为第一前导码内的第一个 L1 块的第 33 个单元的位置可以变化。换言之，当没有在交织中包括 L1 块报头时，将接收到具有如图 83 中所示的单元的位置的经过交织的信号。如果在交织中包括了 L1 块报头，则利用第一个前导码中的第一个 L1 块报头的第一个单元作为基准，需要改变第 33 个单元的位置以对沿对角方向交织的单元进行去交织。L1_FEC 合并器 r1018-L1 可以将被分割成很多个前导码的 L1 块合并成为单个 L1 块以进行 FEC 解码。

[0379] 凭借额外的 1 个比特，在前导码中发送的 L1 信令字段的 PLP_type 字段可以具有以下的值。

[0380] PLP_type = 00（公共 PLP）

[0381] PLP_type = 01（标准数据 PLP）

[0382] PLP_type = 10（解复用的数据 PLP）

[0383] PLP_type = 11（保留）

[0384] 标准的数据 PLP 代表了当在单个数据切片中发送了单个业务时的数据 PLP。解复用的数据 PLP 代表了当把单个业务解复用为多个数据切片时的数据 PLP。当用户更换业务时，如果 L1 信令和 L2 信令存储在接收机处，则可以消除对下一帧中的 L1 信令信息的等待。因此，接收机可以有效地更换业务，并且用户在服务更换过程中可以具有较少延迟的益处。图 95 示出了针对时间交织流程和时间去交织流程的、在前导码中发送的 L1 块数据的信号结构。如图 95 所示，可以不针对整个前导码带宽执行交织和去交织，而是针对分割出的 L1 块来执行交织和去交织。

[0385] 图 96 是经过图 90 中示出的 L1 通道上的 FEC 报头 705-L1 处理的、L1 的信令字段的 L1 时间交织字段的一种示例。如图 96 所示，可以将一个比特或两个比特用于时间交织参数。如果使用了一个比特，则在比特值为 0 时不执行交织，并且在比特值为 1 时可以执行具有在前导码符号中使用的 OFDM 符号的深度的交织。如果使用了两个比特，则当比特值为 00 时执行交织深度为 0 的交织或者不执行交织，而当比特值为 01 时，可以执行具有在前导码符号中使用的 OFDM 符号的深度的交织。当比特值为 10 时，可以执行具有四个 OFDM 符号的深度的交织。当比特值为 11 时，可以执行具有八个 OFDM 符号的深度的交织。

[0386] 接收机（具体地说，图 91 中示出的 L1 通道上的 FEC 报头解码器 r1012-L1）可以提取图 96 中示出的时间交织（TI）参数。利用这些参数，时间去交织器 r1010-L1 可以根据交织深度来执行去交织。在 L1 报头中发送的参数是 L1 信息尺寸（15 个比特）、时间交织参数（最多 32 个比特）和 CRC（最多 2 个比特）。如果将里德穆勒码 RM(16,32) 用于对 L1 报头信令字段进行编码，则由于能够发送的比特是 16 个比特，因此不存在足够数量的比特。图 97 示出了可以被用于这样的情况的 L1 信令字段的一种示例。

[0387] 图 97 示出了在图 90 的 L1 通道上的 FEC 报头 705-L1 处执行的处理。在图 97a 中，信令字段列中的 L1() 代表了 L1 尺寸，并且 TI() 代表了时间交织参数的尺寸。针对第一种情况或当发送了 L1 尺寸（15 个比特）和 TI(1 比特）时，可能不需要额外的填充，并且可以获得 L1 报头的充分的解码性能。但是，由于发送了是否执行时间 交织的信息，对于短的 L1 块来说，不能获得交织效果。

[0388] 针对第二种情况或当把 L1 尺寸减少到原来尺寸的 1/8 时，使用多个比特（例如，L1(12 个比特）、TI(2 个比特）和 CRC(2 个比特））来发送信息变得可能。因而，针对第二种情况，可以预期最佳的 L1 解码性能和时间交织效果。但是，如果 L1 尺寸不是八的倍数，则第二种情况需要额外的填充处理以使得 L1 尺寸成为八的倍数。图 97b 示出了可以在图 90 的 L1 信号 700-L1 处执行的填充方法。其示出了填充被设置在 L1 块之后，并且以 CRC 编码来保护。结果，在接收机处，图 91 的 L1 通道上的 FEC 解码 BCH/LDPC r715-L1 可以执行 FEC 解码，如果在检查 CRC 字段时没有出现错误，则可以执行根据 L1 信令字段的比特解析，接着需要将余下的比特限定为填充或 CRC32 且从参数中排除余下的比特的处理。

[0389] 针对第三种情况或者当 L1 尺寸被表示为 QAM 映射单元的数量而不是比特的数量时，可以减少比特的数量。针对第四种情况，没有将 L1 尺寸表示为整个 L1 块的尺寸，而是将其表示为每个 OFDM 符号的 L1 尺寸。因而，为了接收机获得整个 L1 块的尺寸，需要将单个 OFDM 符号中的 L1 块的尺寸乘以在前导码中使用的 OFDM 符号的数量。在此情况下，真实的 L1 尺寸需要将填充排除在外。

[0390] 针对第五种情况，通过不将 L1 块表现为比特数量而是表现为 QAM 映射的单元的数量，进一步减少比特是可能的。针对第三到第五种情况，示出了 TI、CRC 参数和必需的填充比特的数量。针对将 L1 块尺寸表现为单元数量的情况，为了接收机得到以比特为单位的 L1 尺寸，接收机需要将其中只发送了单元的比特的数量乘以接收到的 L1 尺寸。此外，需要将填充比特的数量排除在外。

[0391] 最后一种情况示出了利用报头中的两个 RM 码块将比特的总数增加到 32 个比特。由于每个 RM 码块都需要两个比特的 CRC 字段，因此总的 CRC 字段变为四个比特。图 91 的 L1 通道上的接收机或 FEC 报头解码器 r1012-L1 需要通过对总共两个 FEC 块执行 FEC 解码来得到必要的参数。接收机（具体地说，图 91 的 L1 通道上的时间去交织器 r1010-L1）可以利用得到的参数来确定是否执行去交织，并且如果确定执行去交织，则可以获得去交织深度。此外，FEC 解码 BCH/LDPC r715-L1 可以获得执行 FEC 解码所需的 LDPC 块长度和缩短 / 打孔参数。可以去除向系统控制器发送 L1 信号所需的不必要的填充字段。

[0392] 图 92 示出了数据切片时间交织 (TI) 的一种示例。TI 处理假定已知所有的导频位置。TI 可以只输出数据单元而不包括导频。知道了导频位置使得能够校正各个 OFDM 符号的输出单元的数量。另外，TI 可以由接收机处的单个缓存来实现。

[0393] 图 93 示出了接收机处的时间去交织器的有效实现的一种示例。图 93a 示出了根据本发明的实施方式的四种不同的去交织方案。图 93b 示出了执行去交织的单个缓存。图 93c 示出了在 2D 矩阵或 1D 序列中对 L1 块进行寻址的示例性方案。

[0394] 如图 93a-c 所示，利用单个缓存算法可以更加有效地实现时间去交织器。该算法的特征在于：首先从存储器中读取输出的单元，接着在读取输出单元的地方写入输入单元。可以将对角方向寻址视为在各个列中的循环寻址。

[0395] 更具体地说，参照图 93a，这四种写入和读出方法依次地应用于在接收机处接收到的 C2 帧。在接收机处第一个接收到的帧被按照图 93a 中的第 0 个块的方式写入图 93b 中的去交织存储器，并且被按照第 1 个块的方式读出。第二个接收到的帧被按照第 1 个块的方式写入图 93b 的去交织存储器中，并且按照第 2 个块的方式读出。第三个接收到的帧被按照第 2 个块的方式写入图 93b 中的去交织存储器中，并且按照第 3 个块的方式读出。第

四个接收到的帧被按照第 3 个块的方式写入图 93b 中的去交织存储器中，并且按照第 0 个方式读出，如此这般。也就是说，可以将图 93a 中的写入和读出方法依次地和循环应用于依次接收到的 C2 帧。

[0396] 时间交织 (TI) 处理可以针对图 94 中示出的前导码来执行。导频位置是周期性的且容易被去除，并且 L1 块报头不需要交织。这是由于，前导码报头携带了 TI 参数，并且交织和不交织由于重复而具有相同的结果。因此，仅交织了 L1 信令单元。可以应用数据切片 TI 中使用的单个缓存。

[0397] 图 95 示出了前导码时间交织 / 去交织流程。可以在一个 L1 块中而不是在整个前导码中执行交织。在发射机处，如图 128a 所示，可以对 L1 块进行编码①，接着在 L1 块中执行交织②，并且在前导码中可以重复交织的 L1 块。在接收机处，如图 128b 所示，根据接收到的前导码①，可以将 L1 块组合或同步，并且可以获得 L1 块的单个周期②，并且可以将组合的 L1 块去交织③。

[0398] 图 96 示出了 L1 报头信令中的时间交织深度参数。针对 L1 报头结构，RM(16,32) 具有 16 个比特的容量。最多 2 个比特的 CRC 可以提高 RM BER 性能。需要的 L1 报头的信令字段是可以要求最多 5 个 OFDM 符号的 L1_info_size(15 个比特) 和 TI_depth(2 个比特或 1 个比特)。但是，总共 18 或 19 个比特超出了 L1 报头的容量。

[0399] 图 97 示出了 L1 报头信令和结构的示例和填充方法。

[0400] 图 98 示出了在帧报头中发送的 L1 信令的示例。L1 信令信息可以在接收机处被用作解码参数。特别地，图 91 的 L1 信号通道上的模块可以执行 L1 信令解码，并且图 91 的 PLP 通道上的模块可以使用参数，因而，可以对业务进行解码。接收机可以从根据各个字段的顺序和字段长度而解码的 L1 通道的信号中获得 L1 信令的参数。下面阐释了各个字段的含义及其用途。可以修改各个字段的名称、各个字段的比特数量、或者各个字段的示例。

[0401] Num_chbon :这个字段表示在信道绑定中使用的信道的数量。利用这个字段，接收机可以获得使用的信道的总带宽。信道可以具有 6MHz、7MHz、8MHz 或其它带宽值。

[0402] Num_dslice :这个字段表示在绑定的信道中存在着的数据切片的数量。在 L1 信令解码后，接收机访问包含了数据切片的信息的循环以获得数据切片信息。利用这个字段，接收机可以获得该循环的尺寸以用于解码。

[0403] Num_notch :这个字段表示在绑定的信道中存在着的陷波段的数量。在 L1 信令解码后，接收机进入含有陷波段信息的循环以获得陷波段信息。利用这个字段，接收机可以获得该循环的尺寸以用于解码。

[0404] 针对每个数据切片，可以在帧报头的前导码中发送 dslice_id、dslice_start、dslice_width、dslice_ti_depth、dslice_type、dslice_pwr_allocation、以及 PLP 信息。可以将数据切片视为包含一个或更多个 PLP 的特定带宽。业务可以在 PLP 中发送。接收机需要访问含有特定 PLP 的数据切片以对业务进行解码。

[0405] Dslice_id :这个字段可以用于数据切片标识。绑定的信道中的各个数据切片可以具有唯一值。当接收机访问 PLP 中的一个以对业务进行解码时，这个字段可以用于接收机对该 PLP 所在的数据切片与其他的数据切片进行区分。

[0406] Dslice_start :这个字段表示绑定的信道内数据切片的开始位置。利用这个字段，接收机可以获得数据切片开始的频率。此外，可以利用这个字段来执行调谐以访问数据切

片。

[0407] Dslice_width :这个字段表示数据切片的带宽。利用这个字段,接收机可以获得数据切片的尺寸。特别地,可以在时间去交织中使用这个字段以使能解码。在与 dslice_start 字段一起使用时,接收机可以确定从接收到的 RF 信号中解码出哪个频率。此处理可以在图 91 的调谐器 r700 处执行。诸如 dslice_start 和 dslice_width 的信息可以用作调谐器 (r700) 控制信号。

[0408] Dslice_ti_depth :这个字段表示在对数据切片进行时间交织中使用的时间交织器深度。在与 dslice_width 一起使用时,接收机可以获得时间交织器的宽度和深度,并且可以执行时间去交织。图 99 示出了 dslice_ti_depth 的示例。在该示例中,在时间交织中使用了 1 个、4 个、8 个或 16 个 OFDM 符号。这在图 91 的时间去交织器 r710 处执行。Dslice_width 和 dslice_ti_depth 可以用作控制信号。

[0409] Dslice_type :这个字段表示数据切片的类型。类型 1 的数据切片在其中具有单个 PLP,并且该 PLP 被应用了 CCM(恒定编码和调制)。类型 2 的数据切片代表了所有其他类型的数据切片。利用这个字段,接收机可以根据 PLP 来执行解码。类型 1 的 PLP 不具有 FECFRAME 报头,因而接收机不寻找 FECFRAME 报头。针对类型 2,接收机寻找 PLP 的 FECFRAME 报头以获得 MODCOD 信息。图 100 示出了 dslice_type 的示例。利用这个字段,图 91 的数据切片解析器 r711 可以控制 FEC 报头解码器 r712-c、r712-k。

[0410] Dslice_pwr_allocation :这个字段表示数据切片的功率。每个数据切片可以具有与其他数据切片不同的功率。这个字段用于对有线系统的链路调整。接收机可以使用这个字段来控制接收到的数据切片的功率。图 91 的调谐器 r700 可以利用这个字段来调整信号增益。

[0411] Num_plp :这个字段表示数据切片中的 PLP 的数量。在 L1 信令解码后,接收机访问包括了 PLP 信息的循环。利用这个字段,接收机可以获得该循环的尺寸并将 PLP 解码。

[0412] 针对各个 PLP,在帧报头(前导码)中可以发送 plp_id、plp_type、PSI/SI 再处理、plp_payload_type、plp_modcod、以及 plp_start_addr。各个 PLP 可以发送诸如 TS 和 GSE 的一个或更多个流或包。接收机可以通过将发送了业务的 PLP 解码来获得业务。

[0413] Plp_id :这个字段是 PLP 标识符,并且在绑定的信道中针对各个 PLP 具有唯一的值。利用这个字段,接收机可以访问存在将要被解码的业务的 PLP。这个字段可以用于与在 FECFRAME 报头中发送的 plp_id 相同的目的。图 91 中的 FEC 报头解码器 r712-c、r712-k 可以利用该字段来访问必要的 PLP。

[0414] Plp_type :字段表示 PLP 类型是公共 PLP 还是数据 PLP。利用这个字段,接收机可以发送公共 PLP 并可以从公共 PLP 中获得解码 TS 包所需的信息。此外,接收机可以将数据 PLP 中的 TS 包解码。图 101 示出了 plp_type 的示例。

[0415] PSI/SI 再处理 :这个字段表示了是否对接收到的信号的 PSI/SI 进行再处理。利用这个字段,接收机可以确定是否参考发送业务中的特定业务的 PSI/SI。如果接收机不能参考发送业务中的特定业务的 PSI/SI,则例如可以通过公共 PLP 来发送特定业务可以参考的 PSI/SI。利用这个信息,接收机可以对业务进行解码。

[0416] Plp_payload_type :这个字段表示了 PLP 所发送的有效载荷数据的类型。接收机可以在解码 PLP 内的数据前使用这个字段。如果接收机不能解码特定类型的数据,则可以

防止解码含有特定类型数据的PLP。图102示出了Plp_payload_type的一种示例。如果数据切片具有单个PLP并且向该数据切片应用了CCM(即,类型1的数据切片),则可以额外地发送诸如plp_modcod和plp_start_addr的字段。

[0417] Plp_modcod:这个字段表示了对PLP使用的调制类型和FEC码率。利用这个字段,接收机可以执行QAM解调和FEC解码。图103示出了plp_modcod的一种示例。在图中示出的那些值可以被用于在FECFRAME的报头中发送的modcod。图91的符号去映射器r713-c、r713-k和FEC解码BCH/LDPC r715-c、r715-k可以将这个字段用于解码。

[0418] Plp_start_addr:这个字段表示PLP的第一个FECFRAME出现在传输帧中位置。利用这个字段,接收机可以获得FECFRAME的位置并执行FEC解码。利用这个字段,图91的数据切片解析器r711可以将类型1的PLP的FECFRAME同步。针对每个陷波段,可以在帧报头(前导码)中发送诸如notch_start和notch_width的信息。

[0419] Notch-start:这个字段表示了陷波段的开始位置。Notch_width:这个字段表示了陷波段的宽度。利用notch_start和notch_width,接收机可以获得绑定的信道中的陷波段的位置和尺寸。此外,可以获得用于正确的业务解码的调谐位置,并且可以检查特定带宽内的业务的存在。图91的调谐器r700可以利用这个信息来执行调谐。

[0420] GI:这个字段表示了在系统中使用的保护间隔信息。接收机可以利用这个字段来获得保护间隔信息。图91的时间/频率同步器r702和GI去除器r704可以使用这个字段。图104示出了一种示例。

[0421] Num_data_symbols:这个字段表示了在帧中使用的、除了前导码以外的数据OFDM符号的数量。传输帧的长度可以由这个字段来限定。利用这个字段,接收机可以预测下一个前导码的位置,因而,可以使用这个字段来解码L1信令。图91的帧解析器r708可以使用这个字段并且预测作为前导码的OFDM符号并将信号发送到前导码解码通道。

[0422] Num_c2_frame:这个字段表示了存在于超帧中的帧的数量。接收机可以利用这个字段来获得超帧的边界并可以预测各个超帧所重复的信息。

[0423] Frame_idx:这个字段是帧索引,并且针对各个超帧而重置。利用这个字段,接收机可以获得当前帧号码并发现当前帧在超帧内的位置。利用这个字段,图91的帧解析器r708可以发现在超帧中有多少帧在当前帧的前面。在与num_c2_frames一起使用时,可以预测在L1信令中发生的变化,并且可以控制L1解码。

[0424] PAPR:这个字段表示了是否使用了音调预留以降低PAPR。利用这个字段,接收机可以进行相应的处理。图105示出了一种示例。例如,如果使用了音调预留,则接收机可以从解码中排除在音调预留中使用的载波。具体地说,图91的数据切片解析器r711可以使用这个字段以从解码中排除载波。

[0425] 预留(Reserved):这个字段是为将来用途而保留的额外比特。

[0426] 图106示出了在帧报头中发送的L1信令的另一个示例。在图106中,与图98相比额外增加的信息可以使得接收机更加有效地进行业务解码。下面的字段只对这些额外信息进行了解释。其它字段与图98相同。

[0427] Network_id:这个字段表示了被发送的信号所属的网络。接收机可以利用这个字段来发现当前的网络。当接收机调谐到另一个网络以在该网络中发现业务时,由于仅使用L1解码就足以做出所调谐的网络是否是期望的网络的确定,因此接收机可以更加快速地进

行处理。

[0428] C2_system_id :这个字段标识了发送的信号所属的系统。接收机可以利用这个字段来发现当前系统。当接收机调谐到另一个系统以发现该系统中的业务时，由于仅使用 L1 解码就足以做出所调谐的系统是否是期望的系统的确定，因此接收机可以更加快速地进行处理。

[0429] C2_signal_start_frequency :这个字段表示了绑定的信道的起始频率。C2_signal_stop_frequency :这个字段表示了绑定的信道的结束频率。利用 c2_signal_start_frequency 和 c2_signal_stop_frequency，通过对绑定的信道内具有特定 带宽的 L1 进行解码，可以发现所有的数据切片的 RF 带宽。此外，可以使用这个字段来获得在将 L1_XFEC_FRAME 同步所需要的频率偏置量。图 91 的 L1 XFEC 合并器 r1017-L1 可以使用这个字段。此外，当接收机接收到位于绑定的信道的两端的数据切片时，这个字段可以用于调谐到适当的频率。图 91 的调谐器 r700 可以使用这个信息。

[0430] Plp_type :这个字段表示 PLP 是公共 PLP、标准数据 PLP、还是组合的数据 PLP。接收机可以利用这个字段来识别公共 PLP，并且可以从公共 PLP 中获得解码 TS 包所需的信息，接着可以解码组合数据 PLP 内的 TS 包。这里，公共 PLP 可以是含有多个 PLP 共用的数据的 PLP。图 107 示出了这个字段的示例。标准数据 PLP 是不具有公共 PLP 的数据 PLP。在此情况下，接收机不需要发现公共 PLP。公共 PLP 或组合 PLP 可以发送如 plp_group_id 的信息。针对其他类型的 PLP，由于不需要发送额外信息，因此更加有效率的发送也是可能的。

[0431] Plp_group_id :这个字段表示了当前 PLP 所属的组。组合数据 PLP 可以利用公共 PLP 来发送公共 TS 参数。如果当前解码的 PLP 是组合 PLP，则接收机可以利用这个字段来发现必要的公共 PLP，获得组合 PLP 的 TS 包需要的参数，并且形成完整的 TS 包。

[0432] Reserved_1/reserved_2/reserved_3 :这些字段分别是针对数据切片循环、PLP 循环和传输帧的未来用途而保留的额外的比特。

[0433] 图 108 示出了在帧报头中发送的 L1 信令的另一个示例。与图 106 相比，可以发送更加优化的信息，因而，可以发生更少的信令开销。因此，接收机可以有效率地解码业务。特别地，图 91 的 L1 信号通道上的模块可以执行 L1 信令解码，并且图 91 的 PLP 通道上的模块可以使用这些参数，因而，可以对业务进行解码。接收机可以从 L1 通道的、根据各个字段的顺序和字段长度而解码的信号中获得 L1 信令的参数。可以修改各个字段的名称、各个字段的比特数量、或各个字段的例子。除了 dslice_width 以外，对字段的描述与上述字段的描述相同。Dslice_width 的根据示例的功能如下。

[0434] Dslice_width :这个字段表示了数据切片的宽度。接收机可以利用这个字段来获得数据切片的尺寸。特别地，这个字段可以在时间去交织中使用以使能解码。在与 dslice_start 字段一起使用时，接收机可以确定从接收到的 RF 信号中解码出哪个频率。 该处理可以在图 91 的调谐器 r700 处执行。可以将诸如 dslice_start 和 dslice_width 的信息用作调谐器 r700 控制信号。此处，通过将 12 个比特用于这个 dslice_width 字段，数据切片的宽度最多可以扩展到 64MHz。利用这个字段，接收机可以确定当前可用的调谐器是否能够对当前的数据切片进行解码。如果数据切片的宽度比接收机的传统调谐器的带宽大，则为了对这样的数据切片进行解码，接收机可以使用至少两个传统调谐器或具有足够大的带宽的调谐器。在该示例中，在 dslice_start、dslice_width、notch_start、及 notch_width

中使用的值的粒度可以是 12 个 OFDM 载波（单元）。换言之，接收机可以通过将发送的值乘以 12 来发现实际的 OFDM 单元的位置。在该示例中，针对 Plp_start_addr 的粒度，可以使用一个 OFDM 载波（单元）。换言之，接收机可以发现在 OFDM 符号中在 PLP 的开始位置前存在多少个 OFDM 符号和 OFDM 单元。Dslice_start 和 dslice_width 可以用于这个目的。图 91 的数据切片解析器 r711 可以执行这样的处理。

[0435] 图 109 示出了图 90 的 L1 通道上的 FEC 报头 705-L1 处的处理的一种示例。在 L1 通道的 FEC 报头中，可以发送总共 16 个比特。可以将十四个比特分配给 L1_info_size。如果 L1_info_size 具有实际发送的 L1 块长度的二分之一的值，则接收机可以将接收到的 L1_info_size 乘以二并且得到 L1 块的实际长度并开始解码 L1。得到的这个 L1 块的长度是包括了填充在内的长度。

[0436] 针对通过 CRC 检查而被确定为不具有错误的 L1 块，接收机可以在 L1 解码后将余下的比特视为填充。与之前的方法相似，可以将最后的两个比特用于表示前导码的时间交织深度。图 90 的前导码映射器 1007-L1 可以确定发送 L1 块所需要的 OFDM 符号。此后，图 90 的时间交织器 1008-L1 可以执行时间交织。利用时间交织信息和 L1_info_size，接收机可以发现在多少个 OFDM 符号中发送了什么尺寸的 L1 块。在图 91 的 L1 XFEC 组合器 12417-L1、L1_FEC 合并器 12418-L1 和时间去交织器 12410-L1 分别执行了 L1 块的组合、合并和时间去交织。

[0437] 在图 91 的接收机处，通过将总的 L1 块长度除以在前导码中使用的 OFDM 符号的数量，可以得到 OFDM 符号内的 L1 XFEC 块的长度。OFDM 符号的数量可以从 ti_depth 中限定的值获得。接收机的 L1 XFEC 组合器 12417-L1 可以获得 L1 XFEC 块。接着，可以利用 ti_depth 来执行时间去交织 12410-L1。最后，可以合并 L1 XFEC 块以获得 L1_FEC 块。在 L1_FEC 合并器 12418-L1、比特去交织 r714-L1 和 LDPC/BCH 解码 r715-L1 之后，可以获得 L1 块。可以将 L1_info_size 乘以二，可以对 L1 块进行 CRC 检查，并且可以对 L1 进行解码。可以忽略不必要的填充。

[0438] 图 110 示出了在帧报头中发送的 L1 信令的另一个示例。与图 108 相比，修改了某些字段的比特数量，并且增加了某些字段以提高接收机业务解码的效率。特别地，图 91 的 L1 信号通道上的模块可以执行 L1 信令解码，并且图 91 的 PLP 通道上的模块可以使用参数，因而，可以对业务进行解码。接收机可以从 L1 通道的、根据各个字段的顺序和字段长度而解码的信号来获得 L1 信令的参数。可以修改各个字段的名称、各个字段的比特数量或各个字段的例子。与前一幅图相比，除了经过修改的字段以外，对字段的描述与上述字段的描述相同。RESERVED_1、RESERVED_2、RESERVED_3 和 RESERVED_4 是为了未来用途而保留的字段。在该示例中，PLP_START 可以表示与上述的 plp_start_addr 相同的信息。

[0439] L1_PART2_CHANGE_COUNTER 表示了从第一帧开始到与之前的帧相比在任意 L1 信令信息中具有变化（除了 PLP_START 中的变化）的帧为止的帧的数量。也就是说，这个字段表示了在结构将发生变化的位置之前的帧的数量。利用这个字段，接收机可以跳过对每一个帧的 L1 进行解码以获得 L1 信息。换言之，通过利用 L1_PART2_CHANGE_COUNTER 的值，接收机可以确定相对于之前的帧而言哪一个帧的 L1 信息发生改变，因而，针对发生了 L1 改变的帧之前的帧，不执行 L1 解码，接着可以针对 L1 发生变化的帧执行 L1 解码。因而，可以跳过不必要的操作。利用这个字段，接收机可以避免冗余的 L1 解码操作。还可以由接收机

利用已经解码的 L1 信息来计算该值。

[0440] 如果 L1_PART2_CHANGE_COUNTER 是 0，则意味着在至少 256 个 (2^8，8 是被用于 L1_PART2_CHANGE_COUNTER 的比特数量）帧中没有 L1 的变化。在这个最佳情况之一中，接收机仅需要每 51 秒解码 L1 一次。可以在图 91 的帧解析器 r708 处执行这个处理。帧解析器可以确定当前前导码是否具有 L1 变化，并且可以控制 L1 信号通道上的后续处理。接收机无需执行 L1 解码来获得 PLP_START 就可以根据已经得到的 PLP_START 和 PLP_MODCOD 来计算特定帧的 PLP_START。

[0441] 图 111 示出了在图 110 中示出的字段的示例。接收机的块可以根据该示例中的字段表示的值来执行处理。

[0442] 图 112 示出了在帧报头中发送的 L1 信令的另一个示例。与图 110 相比，修改了 某些字段，并且增加了某些字段以提高接收机进行业务解码的效率。特别地，图 91 的 L1 信号通道上的模块可以执行 L1 信令解码，并且图 91 的 PLP 通道上的模块可以使用参数，因而，可以对业务进行解码。接收机可以从 L1 通道的、根据各个字段的顺序和字段长度而解码的信号中获得 L1 信令的参数。可以修改各个字段的名称、各个字段的比特数量或各个字段的例子。与前一幅图相比，除了经过修改的字段以外，对字段的描述与上述字段的描述相同。

[0443] 对 DSLICE_START、DSLICE_WIDTH、NOTCH_START、及 NOTCH_WDITH 的描述与之前的描述相同。但是，通过按照 GI 模式以最少数量的比特来处理这些字段，可以将信令开销减到最小。因此，可以说，对 DSLICE_START、DSLICE_WIDTH、NOTCH_START、及 NOTCH_WDITH 的处理是基于 GI 模式的。从图 91 的接收机的 L1 信号通道可以获得 L1 信息。系统控制器可以根据所得到的 GI 值来确定用于各个字段的比特数量，并且可以相应地读取这些字段。需要在其它值之前发送 GI 值。

[0444] 可以发送表示获得数据切片的最优位置的 12 个比特的调谐位置和表示数据切片的宽度的、相对于该调谐位置的 11 个比特的偏置值，而不发送 DSLICE_START 和 DSLICE_WIDTH。特别地，通过利用 11 个比特的偏置值，可以信号处理占用最多 8 个绑定的信道的数据切片，并且可以接收这样的数据切片的接收机可以适当地工作。图 91 的接收机的调谐器 r700 可以利用调谐位置来确定 RF 带宽，并且可以利用偏置值来获得数据切片的宽度，从而用于与上述的 DSLICE_WIDTH 相同的目的。

[0445] DSLICE_CONST_FLAG 是用于标识是否将特定的数据切片的结构保持不变的字段。利用这个从特定带宽的 L1 中得到的字段，接收机可以确定特定的数据切片是否具有恒定的结构，接着接收机无需额外的 L1 解码就可以接收特定的数据切片的 PLP。这类处理对于接收位于其中 L1 解码不可用的带宽中的数据切片来说是有用的。

[0446] DSLICE_NOTCH_FLAG 是用于表示位于特定的数据切片的两个边缘处的陷波段的字段或标记。最高有效位 (MSB) 可以被用作在低带宽处相邻的陷波段指示符，而最低有效位 (LSB) 可以被用作在高带宽处相邻的陷波段的指示符。利用这个字段，当接收机对特定的数据切片进行解码时，接收机可以通过发现在陷波段的两端处相邻的连续导频造成的活动载波中的变化来将陷波段考虑在内。该信息还可以从在 NOTCH_START 和 NOTCH_WIDTH 中发送的陷波信息中得到。图 91 的接收机的时间去交织器 r710 可以使用该信息来发现活动载波的位置并仅将与活动载波相对应的 数据发送到数据切片解析器。

[0447] 针对 PLP_TYPE，向图 110 增加了一个额外的比特。图 113 示出了图 112 的 PLP_TYPE

的一种示例。可以发送表示捆绑数据 PLP 的值。可以将具有高数据速率的大 TS 流复用为多个 PLP。可以将捆绑数据 PLP 用于表示其中发送了被复用的流的 PLP。针对部门对特定 PLP 解码的传统接收机，这个字段可以防止接收机访问该 PLP，因而，可以防止可能的故障。

[0448] 作为另选方法，如果与 dslice_start 字段和陷波信息一起使用了上述的 dslice_width，则接收机可以确定从接收到的 RF 信号中解码出哪一个频率。可以在图 91 的调谐器 (r700) 处执行这个处理。可以使用诸如 dslice_start、dslice_width、notch_start、及 notch_width 的信息作为调谐器 r700 的控制信号。因而，通过避免陷波，获得数据切片并同时调谐到不存在 L1 解码问题的 RF 段可以变为可能。

[0449] 关于图 112 的 L1 信令，图 114 示出了当 PLP 是捆绑类型时 L1 信令与 L2 信令之间的关系。另外，图 114 还示出了接收机针对这样的情况可以采取的行动。可以通过 L2 的 c2dsd 将 TS1 映射到 PL37 中。这个 TS1 对应于 L1 的标准 PLP，因而，可以通过标准接收机（单个 8MHz 调谐器）和高级接收机（多个调谐器或宽带（＞ 8MHz）调谐器）来对 PLP 进行解码。通过 c2dsd 分别将 TS2 和 TS3 映射到 PLP39 和 PLP44 中。这些对应于 L1 的捆绑 PLP，因而，这些 PLP 可以由高级接收机（多个调谐器或宽带（＞ 8MHz）调谐器）解码，但不能由标准接收机（单个 8MHz 调谐器）解码。因此，根据 L1 信息，接收机可以检查是否接收到对应的 TS。

[0450] 图 115 和图 116 是分别描述了在标准接收机和高级接收机中针对捆绑 PLP 类型和标准 PLP 类型的 L1 解码动作和 L2 解码动作的流程图。图 117 示出了在考虑到图 112 的同时用于 L2 信令的 c2_delivery_system_descriptor 结构和语法的示例。该描述符可以将 TS_id 映射到图 114 中示出的 plp_id 中。可以在 L1 中处理捆绑信息，因而，不需要在 L2 中处理捆绑信息。图 117 中示出的变量被描述如下。

[0451] Plp_id：这个 8 比特字段唯一地标识了 C2 系统内的数据 PLP。

[0452] C2_system_id：这个 16 比特字段唯一地标识了 C2 系统。因为该参数唯一地适用于在具体 C2 系统上携带的所有数据切片，因此这个描述符在 C2_system_id 字段后的余下部分每个 C2 系统仅存在一次。该部分的存在与否可以从描述符长度字段中得出。在余下部分不存在的情况下，该长度等于 0x07，否则赋予该长度更大的值。

[0453] C2_System_tuning_frequency：这个 32 比特字段表示频率值。编码范围可以从最小的 1Hz (0x00000001) 一直到最大的 4,294,967,295Hz (0xFFFFFFFF) 为止。这个数据字段可以给出其中在调谐窗口中发送了完整的前导码的调谐频率。总体上，C2_System_tuning_frequency 是 C2_System 的中心频率，但是在这个区域中存在陷波的情况下可以偏离中心频率。

[0454] Active_OFDM_symbol_duration：这个 3 比特字段表示活动 OFDM 符号的持续时间。在图 118 中示出了其示例。

[0455] Guard_interval：这个 3 比特字段表示保护间隔。在图 119 中示出了其示例。

[0456] 在之前的 L1 时间交织 / 去交织的示例中，针对当 TI_DEPTH 是“10”或“11”时的情况，图 90 的前导码映射器 1007-L1 可以将原来的 L1 块均匀地分割成四个或八个子块。但是，如果子块的尺寸小于执行 FEC 编码所需的最小尺寸，则可能不能恰当地执行 FEC 编码。可能的解决方案可以是设置阈值。如果 L1 块的尺寸比设定的阈值小，则在 TI_DEPTH 是“10”或“11”时的情况将 L1 块重复四次或八次。如果 L1 块的尺寸比设定的阈值大，则可以将 L1

块均匀地分成四个或八个子块。可以将阈值设定为执行 FEC 编码所需的最小尺寸的四倍或八倍。

[0457] 此外，将 TI_DEPTH 设定为“10”或“11”是针对当由于 L1 块尺寸小而没有获得时间交织效果时的情况。因而，可以将阈值限定为单个前导码符号能够发送的信息比特的尺寸。例如，如果假定与 DVB-T2 相同的 L1FEC 编码，则阈值将是 4,772 个比特。

[0458] 针对当 TI_DEPTH 是“10”或“11”时的情况，利用 L1 尺寸信息、TI 深度和在收发机与接收机之间分享的阈值，接收机的模块（从图 91 的 FEC 报头解码器 r1012-L1 到 L1_FEC_Merger r1018-L1）可以取得 L1 子块的尺寸，组合并合并在前导码的 OFDM 符号中发送的 L1 子块。

[0459] 如果 L1 尺寸小于阈值，则由于在四个或八个 OFDM 符号中根据 TI_DEPTH 重复发送了原来的 L1 块，因此图 91 的 L1_FEC_Merger r1018-L1 不需要合并分开的子块。但是，如果 L1 尺寸大于阈值，则由于使用了比发送 L1 块所需的 OFDM 符号的数量更多个符号数量，因此图 91 的 FEC 报头解码器 r1012-L1 可以利用 TI_DEPTH 来获得子块的尺寸。接着，L1_FEC 组合器 r1017-L1 可以组合 L1 FEC 块，并且时间去交织器 r1010-L1 可以执行去交织。最后，L1_FEC 合并器 r1018-L1 可以合并 L1_FEC 块以恢复原来的 L1 块。

[0460] 图 120 示出了在帧报头中发送的 L1 信令的另一个示例。与图 112 相比，修改了某些字段，并且增加了某些字段以提高接收机进行业务解码的效率。特别地，图 91 的 L1 信号通道上的模块可以执行 L1 信令解码，并且图 91 的 PLP 通道上的模块可以使用参数，因而，可以对业务进行解码。接收机可以从 L1 通道的、根据各个字段的顺序和字段长度而解码的信号来获得 L1 信令的参数。可以修改各个字段的名称、各个字段的比特数量或各个字段的例子。与前一幅图相比，除了经过修改的字段以外，对字段的描述与上述字段的描述相同。

[0461] DSLICE_TUNE_POS 表示了接收机获得数据切片的调谐位置。根据 GI 模式，可以将这个值表现为 12 或 11 个比特。DSLICE_OFFSET_RIGHT 和 DSLICE_OFFSET_LEFT 表示相对于调谐位置的偏置值或数据切片的宽度，根据 GI 模式，可以将 DSLICE_OFFSET_RIGHT 和 DSLICE_OFFSET_LEFT 表现为 9 个或 8 个比特。如果偏置可以具有带符号的值（即，正值或负值），则也可以表现具有较窄频段的数据切片的位置和宽度。图 91 中的接收机的调谐器 r700 可以利用调谐位置来确定 RF 段，接着利用这个带符号的偏置值，可以得到数据切片宽度。因而，这个字段可以用于与上述的 DSLICE_WIDTH 相同的目的。接收机可以利用 GI 值获得位宽。

[0462] DSLICE_NOTCH_FLAG 是表示与陷波段相邻的特定数据切片的标记。其可以用于与上述示例相同的目的，但是此处，每个数据切片只将 1 个比特用于这个字段。利用这个 1 比特信息，接收机可以执行与上述示例相同的功能。

[0463] PLP_BUNDLED_FLAG 表示了 PLP 是捆绑数据 PLP。也就是说，PLP_BUNDLED_FLAG 表示 PLP 是否与广播系统内的其他 PLP 捆绑在一起。这个字段可以用于与上述的图 112 的 PLP_TYPE 的捆绑数据 PLP 相同的目的。在图 110 中示出了 PLP_TYPE。

[0464] 图 121 示出了可以在图 90 的 L1 通道上使用的时间交织的另外两个示例。如图所示，在时间交织 ON(1) 中，交织可以仅仅是块交织。与图 83 中示出的方法相比，频率交织性能可能不如图 83 中示出的方法那样好。但是，针对当 TI_DEPTH 是“10”或“11”而根据阈值不重复或不分割 L1 块时的情况，L1 块可以不管 L1 块尺寸如何而分布在时间方向上，接着，

如果前导码中存在空间，则可以在前导码中重复 L1 块，因而，该方法有利于简化控制。交织可以通过在时间方向上写入输入的符号流并在频率方向上读出写入的符号流来执行。图 91 的 L1 通道上的时间去交织器 r1010-L1 可 以通过在频率方向上写入输入的符号流并在时间方向上读出写入的符号流来执行去交织。

[0465] 与时间交织 ON(1) 相比，图 121 的第二个示例或时间交织 ON(2) 包括了额外的处理，即，在行的方向上的循环移位。通过该处理，除了时间交织 ON(1) 的优点以外，可以获得在频域中扩散的效果。图 91 的接收机的 L1 通道上的时间去交织器 r1010-L1 需要在执行时间交织 ON(1) 的处理之前在上的方向上循环地执行再移位。

[0466] 图 122 示出了使用数据切片的 OFDM 发射机的另一个示例。它与图 90 的不同在于 L1 路径上的框。提供图 124 和图 126，以详细描述这些不同的框。L1 信令模块 700-L1 可以执行与图 90 中的相同的块的功能相同的功能。FEC LDPC/BCH 编码器 1902-L1 可以执行图 124 中所示的 L1 分区和编码。利用可以通过单个 OFDM 前导码符号发送的 L1 信息比特作为基准，如果需要，可以对 L1 进行分区并且可以对所分区的 L1 进行 FEC 编码。比特交织器 703-L1 和符号映射器 704-L1 可以执行与图 80 或图 90 的相同的框的功能相同的功能。即，比特交织器 703-L1 对 L1 信令块进行交织，并且符号映射器将经过比特交织的 L1 信令块解复用成多个单元字，并执行将这些单元字映射成与第一层信令信息符号相对应的星座值。在这种情况下，符号映射器可以是 QAM 映射器。

[0467] 时间交织器 1908-L1 可以利用 L1 时间交织深度对前导码符号进行时间交织，如图 124 所示。根据时间交织深度，可以如图 126 中那样执行时间交织。对于无时间交织的情况 (L1_TI_MODE ＝″ 00″)，不执行时间交织。对于时间交织深度是发送 L1 数据需要的 OFDM 符号的最小数量的情况 (L1_TI_MODE ＝″ 01″)，执行与 OFDM 符号的数量相应的时间交织。对于时间交织深度大于发送 L1 数据需要的 OFDM 符号的最小数量的情况 (L1_TI_MODE ＝″ 10″ 并且深度＝ 4 个 OFDM 符号)，时间交织块的大小可以在行数上为时间交织深度的值而在列数上为发送 L1 数据需要的 QAM 符号的数量除以该时间交织深度得到的商。可以对具有时间交织块的大小的行列矩阵存储器执行时间交织。L1 报头插入模块 1905-L1 可以将 L1 报头插入到前导码内针对各 OFDM 符号进行了时间交织的 L1 块中，如图 124 所示。前导码映射器 1907-L1 可以将 L1 报头和 L1 块映射成前导码中的预定 OFDM 符号。对于各 OFDM 符号，L1 重复模块 1915-L1 可以使 L1 报头和 L1 块重复，以填充前导码带宽。最终，频率交织器 709-L1 可以执行与图 90 的相同的块的功能相同的功能。

[0468] 图 123 示出了使用数据切片的 OFDM 接收机的另一个示例。它与图 91 的不同在于 L1 路径上的框。提供图 125 和图 127，以详细描述这些不同的框。频率去交织器 r709-L1 可以执行与图 91 中的相同的块的功能相同的功能。L1 组合器 r1917-L1 可以使 L1 块同步，如图 125 所示。此外，可以从对前导码带宽内重复的 L1 报头和 L1 块进行组合来获得 SNR 增益。L1 报头解码器 r1912-L1 可以通过参照 L1 时间交织深度对沿时间方向反复发送的 L1 报头进行组合来获得附加 SNR 增益。此外，可以从 L1 报头 FEC 解码获得 L1 时间交织参数和 L1 数据大小。时间去交织器 r1910-L1 可以执行图 125 和图 127 中所示的过程，这些过程是图 124 和图 126 中所示的在接收机处执行的过程的逆过程。

[0469] 符号去映射器 r713-L1 可以根据输入符号计算比特 LLR 并输出该比特 LLR。利用 L1 报头中发送的 L1 数据长度和 L1 时间交织深度并考虑具有分区的 L1 数据的 L1 块的数量

和对 L1 块的进行扩频的 OFDM 符号的数量，L1 合并器 r1918-L1 可以恢复需要执行 FEC 解码的 L1 块。比特去交织器 r714-L1 和 FEC 解码 BCH/LDPC r715-L1 可以执行与图 91 中的相同的块的功能相同的功能。

[0470] 图 128 示出了在图 110 中示出的 PLP_MODCOD 的另一个示例。从图 128 可以看到，不使用“000000”能够减小由噪声造成的接收机对 PLP_MODCOD 无法正确解码的概率。

[0471] 图 129 示出了在帧报头中发送的 L1 信令的另一个示例。与图 120 相比，修改了某些字段，并且增加了某些字段以提高接收机进行业务解码的效率。尤其是，图 123 的 L1 信号路径上的模块能够执行 L1 信令解码，而图 123 的 PLP 路径上的模块可以使用多个参数，从而能够对业务进行解码。接收机能够从 L1 路径的信号获得 L1 信令的参数，根据各字段的顺序和字段长度对 L1 路径的信号进行解码。各字段的名称、各字段的位数或各字段的示例可以修改。与前一幅图相比，除了经过修改的字段以外，对字段的描述与前面对这些字段的描述相同。

[0472] NUM_CH 能够执行与前述 NUM_CHBON 的功能相同的功能。然而，随着位宽度从 3 位扩展到 5 位，可以使用更宽的带宽。类似地，DSLICE_TUNE_POS 和 NOTCH_START 根据 GI 可以具有 14 位或 13 位。因此，当使用较宽的带宽时，可以发送数据切片的位置并且接收机能够正确找到数据切片。

[0473] 如果数据切片的类型是单个 PLP 并且没对该数据切片应用 CCM，或者数据切片的 PLP 具有 FEC_FRAME_HEADER，则可以发送对 FEC_FRAME_HEADER 应用的调制类型。此时，当数据切片的类型是单个 PLP 并且没有对该数据切片应用 CCM 时，接收机能够对 FEC_HEADER_TYPE 进行解码，以找到适当的 FEC_FRAME_HEADER。图 123 的 FEC 报头解码器 r712-C，...K 可以执行这些过程。

[0474] 当数据切片的类型是单个 PLP 并且对该 PLP 应用了 CCM，则可以以信号方式发送该 PLP 的调制、码率和 FEC 类型。图 130 的 PLP_MOD、PLP_COD 和 PLP_FEC_TYPE 分别示出了该信令的示例。这些功能是与前述 PLP_MODCOD 执行的功能相同的功能。在找出数据切片并利用参数值之后，接收机可以对 PLP 进行解码。此外，接收机可以对具有 FEC_FRAME_HEADER 的 PLP 进行解码。

[0475] 利用所提出的方法和装置，在其它优点中，能够实现有效率的数字发射机、接收机和物理层信令的结构。

[0476] 通过在各个 BB 帧报头中发送 ACM/VCM 所需的 ModCod 信息并在帧报头中发送其余的物理层信令，可以将信令开销减到最小。

[0477] 可以实现用于更加节能的发送或对噪声更加鲁棒的数字广播系统的经过修改的 QAM。系统可以包括这里所公开的各个示例的发射机和接收机和他们的组合。

[0478] 可以实现用于更加节能的发送和对噪声更加鲁棒的数字广播系统的经过改进的不均匀 QAM。还描述了一种利用 NU-MQAM 和 MQAM 的纠错码和码率的方法。系统可以包括这里所公开的各个示例的发射机和接收机和他们的组合。

[0479] 通过在信道绑定期间将信令开销减到最小，所提出的 L1 信令方法可以将开销降低 3 ～ 4％。

[0480] 对于本领域技术人员而言很明显，在不偏离本发明的精神或范围的条件下，可以在本发明中做出各种修改和变型。

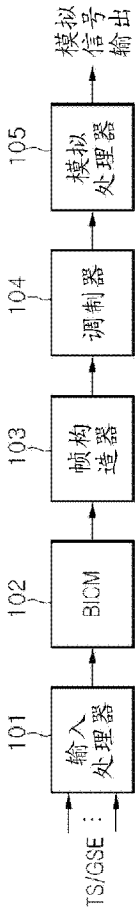

TS/GSE
101
输入处理器
102
BICM
103
帧构造器
104
调制器
105
模拟处理器
模拟信号输出

图 1

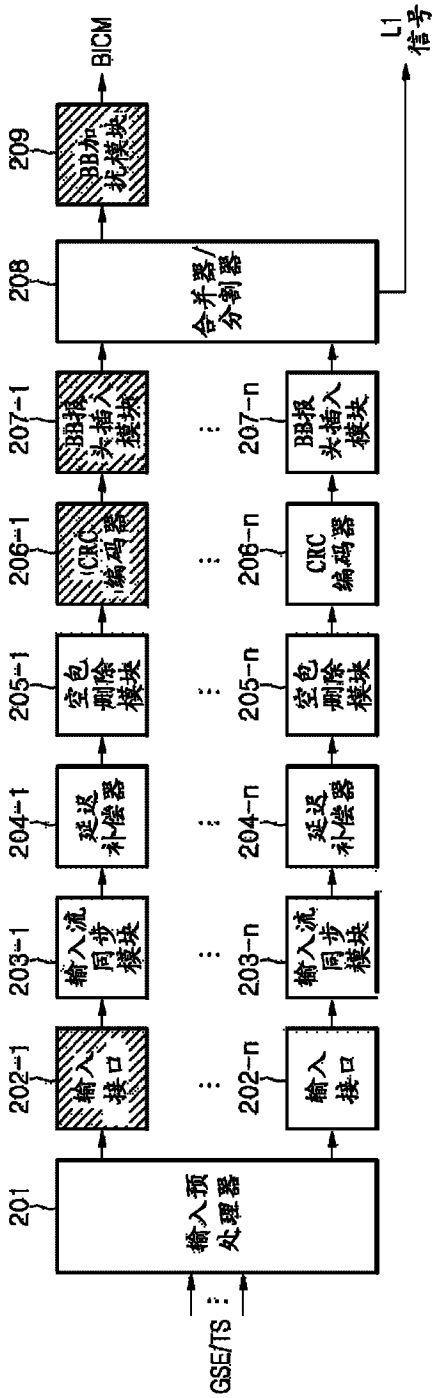

GSE/TS
201
输入预处理器
202-1
输入接口
202-n
输入接口
203-1
输入流同步模块
203-n
输入流同步模块
204-1
延迟补偿器
204-n
延迟补偿器
205-1
空包删除模块
205-n
空包删除模块
206-1
CRC编码器
206-n
CRC编码器
207-1
BB报头插入模块
207-n
BB报头插入模块
208
合并器/分割器
209
BB加扰模块
BICM
L1信号

图 2

TS/GS (2比特)	SIS/MIS(1比特)	CCM/ACM (1比特)	ISSYI (1比特)	NPD (1比特)	EXT (2比特)
00 = GFPS 11 = TS 01 = GCS 10 = GSE	1 = 单个 0 = 多个	1 = CCM 0 = ACM	1 = 活动的 0 = 不活动的	1= 活动的 0 = 不活动的	保留用于将来使用

字段	大小 (字节)	说明
MATYPE	2	如上所述
UPL	2	以比特为单位的用户包长度，在范围[0, 65535]中
DFL	2	以比特为单位的数据字段长度，在范围[0, 53760]中
SYNC	1	用户包同步字节的副本
SYNCD	2	以比特为单位的从DATA FIELD开始到数据字段的第一个完整的UP的距离。SYNCD=0c表示将第一个UP与数据字段的开始对齐。SYNCD=65535D表示在DATA FIELD中没有UP开始。
CRC-8 MODE	1	CRC-8（1个字节）字段与MODE字段（1个字节）的XOR。 CRC-8是应用于BBHEADER的前9个字节的错误检查码。 MODE（8字节）应是: • 0_0标准模式 • 1_0高效模式 • 其它值：保留用于将来使用

图 3

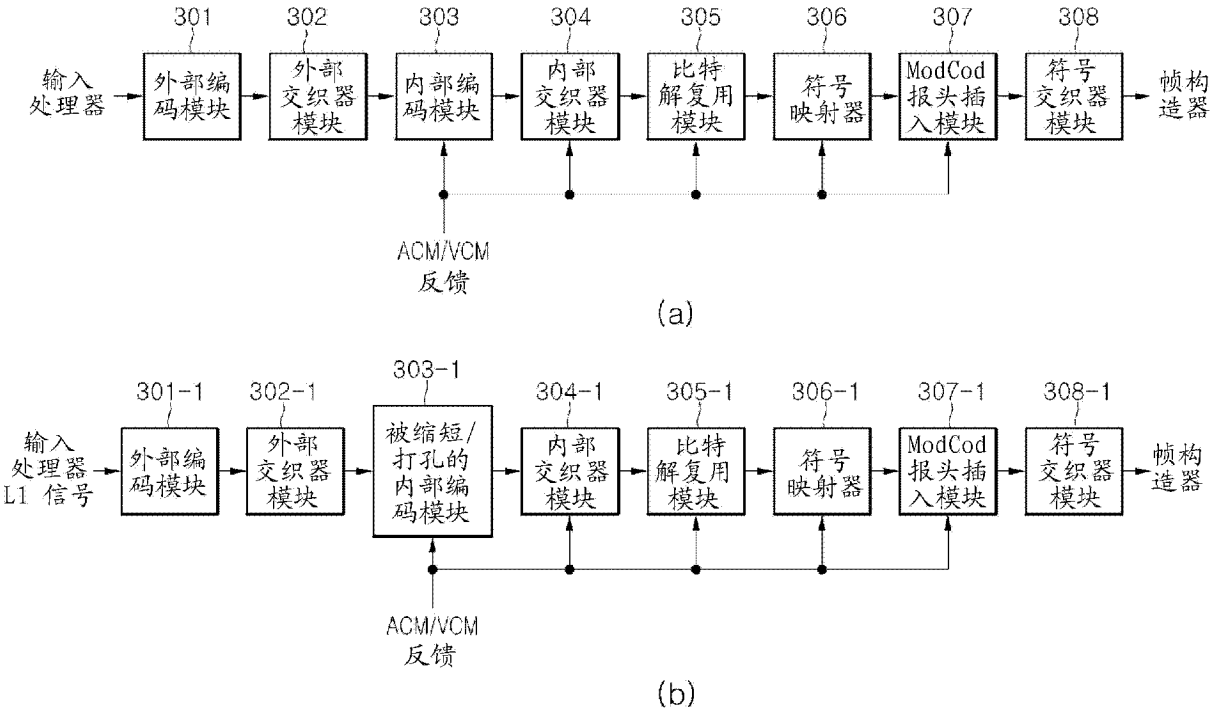


图 4

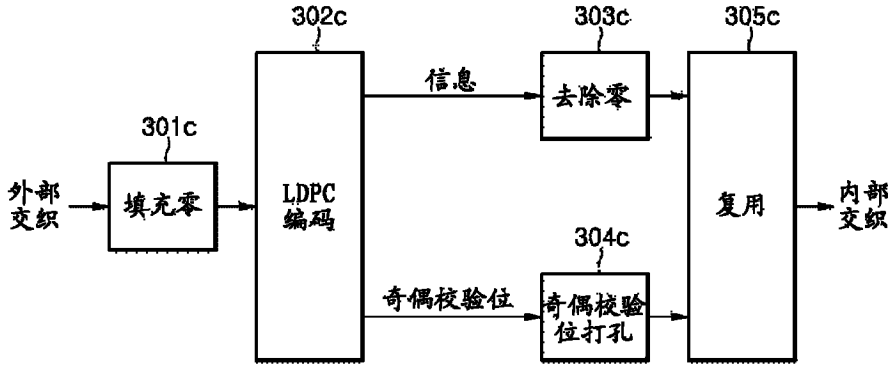


图 5

			情况1	情况2
容量 (比特/s/Hz)			调制	调制
6	1/2	3.0	NU-MQAM	NU-QAM
	2/3	4.0	NU-MQAM	NU-QAM
	3/4	4.5	NU-MQAM	NU-MQAM
	4/5	4.8	MQAM	MQAM
	5/6	5.0	MQAM	MQAM
	8/9	5.3	MQAM	MQAM
	9/10	5.4	MQAM	MQAM
8	1/2	4.0	NU-MQAM	NU-QAM
	2/3	5.3	NU-MQAM	NU-QAM
	3/4	6.0	NU-MQAM	NU-MQAM
	4/5	6.4	NU-MQAM	NU-MQAM
	5/6	6.7	MQAM	MQAM
	8/9	7.1	MQAM	MQAM
	9/10	7.2	MQAM	MQAM
10	1/2	5.0	NU-MQAM	NU-QAM
	2/3	6.7	NU-MQAM	NU-QAM
	3/4	7.5	NU-MQAM	NU-MQAM
	4/5	8.0	NU-MQAM	NU-MQAM
	5/6	8.3	NU-MQAM	NU-MQAM
	8/9	8.9	MQAM	MQAM
	9/10	9.0	MQAM	MQAM
12	1/2	6.0	NU-MQAM	NU-QAM
	2/3	8.0	NU-MQAM	NU-QAM
	3/4	9.0	NU-MQAM	NU-MQAM
	4/5	9.6	NU-MQAM	NU-MQAM
	5/6	10.0	NU-MQAM	NU-MQAM
	8/9	10.7	MQAM	MQAM
	9/10	10.8	MQAM	MQAM

图 6

			情况1	情况2	情况2
容量（比特/s/Hz）			调制	调制	调制
2	1/2	3.0	QAM	QAM	QAM
	2/3	4.0	QAM	QAM	QAM
	3/4	4.5	QAM	QAM	QAM
	4/5	4.8	QAM	QAM	QAM
	5/6	5.0	QAM	QAM	QAM
	8/9	5.3	QAM	QAM	QAM
	9/10	5.4	QAM	QAM	QAM
4	1/2	3.0	QAM	QAM	QAM
	2/3	4.0	QAM	QAM	QAM
	3/4	4.5	QAM	QAM	QAM
	4/5	4.8	QAM	QAM	QAM
	5/6	5.0	QAM	QAM	QAM
	8/9	5.3	QAM	QAM	QAM
	9/10	5.4	QAM	QAM	QAM
6	1/2	3.0	QAM	QAM	QAM
	2/3	4.0	QAM	QAM	QAM
	3/4	4.5	QAM	QAM	QAM
	4/5	4.8	QAM	QAM	QAM
	5/6	5.0	QAM	QAM	QAM
	8/9	5.3	QAM	QAM	QAM
	9/10	5.4	QAM	QAM	QAM
8	1/2	4.0	QAM	QAM	QAM
	2/3	5.3	QAM	QAM	QAM
	3/4	6.0	QAM	QAM	QAM
	4/5	6.4	QAM	QAM	QAM
	5/6	6.7	QAM	QAM	QAM
	8/9	7.1	QAM	QAM	QAM
	9/10	7.2	QAM	QAM	QAM
10	1/2	5.0	NU-MQAM	NU-QAM	MQAM
	2/3	6.7	NU-MQAM	NU-QAM	MQAM
	3/4	7.5	NU-MQAM	NU-MQAM	MQAM
	4/5	8.0	NU-MQAM	NU-MQAM	MQAM
	5/6	8.3	NU-MQAM	NU-MQAM	MQAM
	8/9	8.9	MQAM	MQAM	MQAM
	9/10	9.0	MQAM	MQAM	MQAM
12	1/2	6.0	NU-MQAM	NU-QAM	MQAM
	2/3	8.0	NU-MQAM	NU-QAM	MQAM
	3/4	9.0	NU-MQAM	NU-MQAM	MQAM
	4/5	9.6	NU-MQAM	NU-MQAM	MQAM
	5/6	10.0	NU-MQAM	NU-MQAM	MQAM
	8/9	10.7	MQAM	MQAM	MQAM
	9/10	10.8	MQAM	MQAM	MQAM

图 7

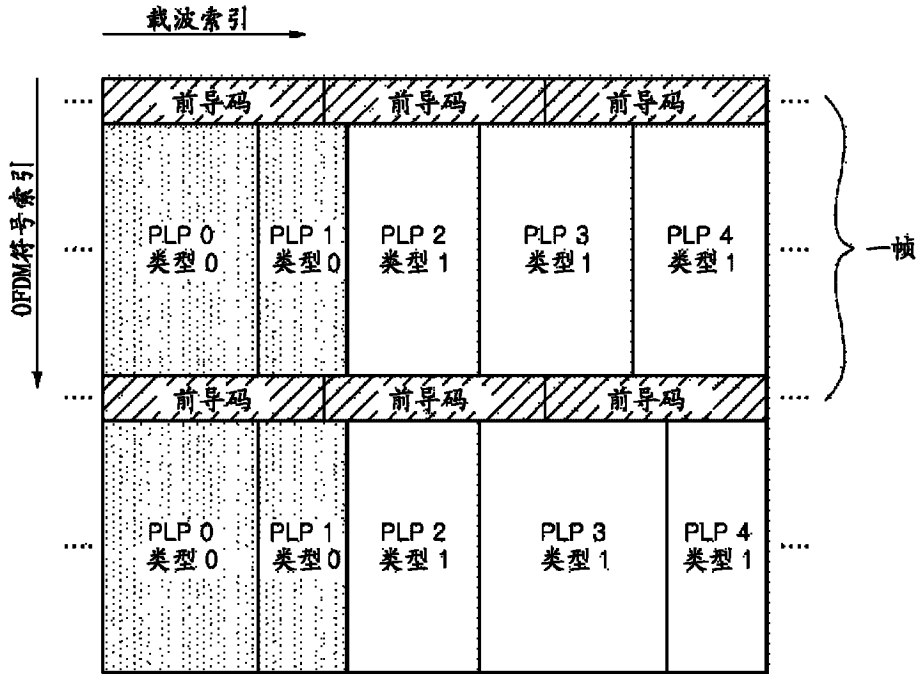

载波索引
OFDM符号索引
前导码
前导码
前导码
PLP 0
类型 0
PLP 1
类型 0
PLP 2
类型 1
PLP 3
类型 1
PLP 4
类型 1
一帧
前导码
前导码
前导码
PLP 0
类型 0
PLP 1
类型 0
PLP 2
类型 1
PLP 3
类型 1
PLP 4
类型 1

图 8

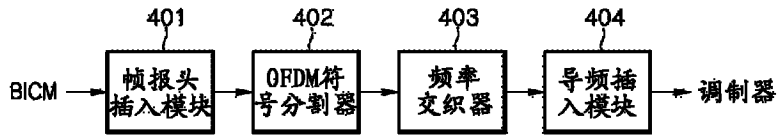

401
402
403
404
BICM
帧报头
插入模块
OFDM符
号分割器
频率
交织器
导频插
入模块
调制器

图 9

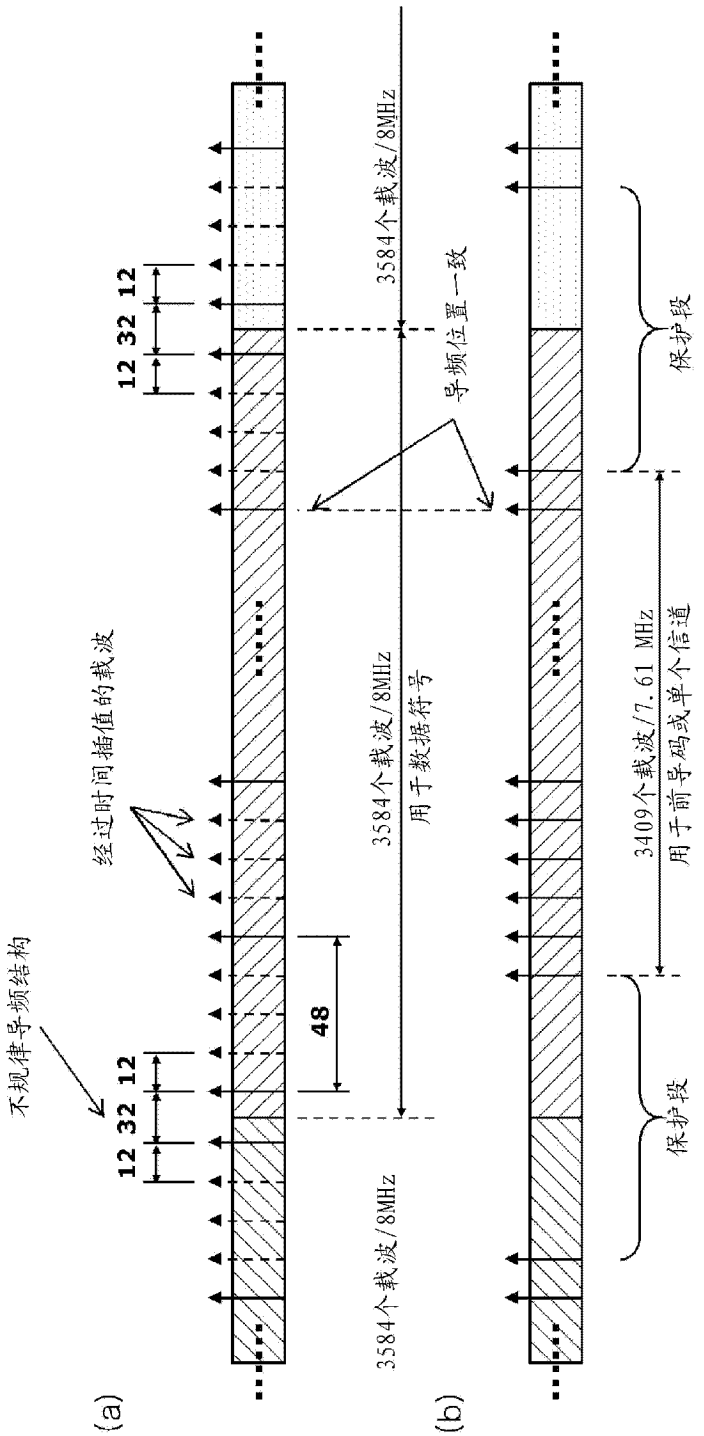

不规律导频结构
12 32 12
经过时间插值的载波
48
3584个载波/8MHz
用于数据符号
3584个载波/8MHz
(a)
12 32 12
3584个载波/8MHz
导频位置一致
保护段
3409个载波/7.61 MHz
用于前导码或单个信道
保护段
(b)

图 10

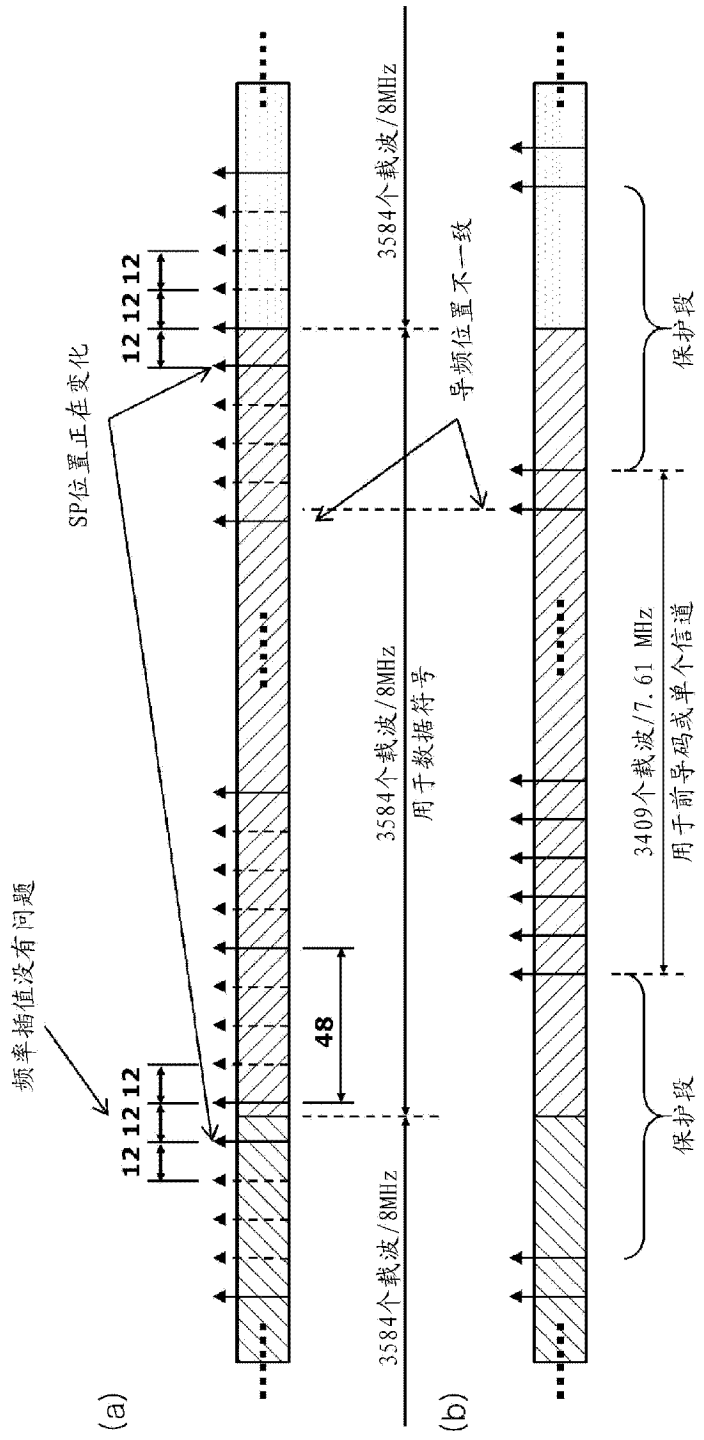

频率插值没有问题
SP位置正在变化
12 12 12
12 12 12
48
3584个载波/8MHz
用于数据符号
3584个载波/8MHz
(a)
3584个载波/8MHz
导频位置不一致
3409个载波/7.61 MHz
用于前导码或单个信道
保护段
保护段
(b)

图 11

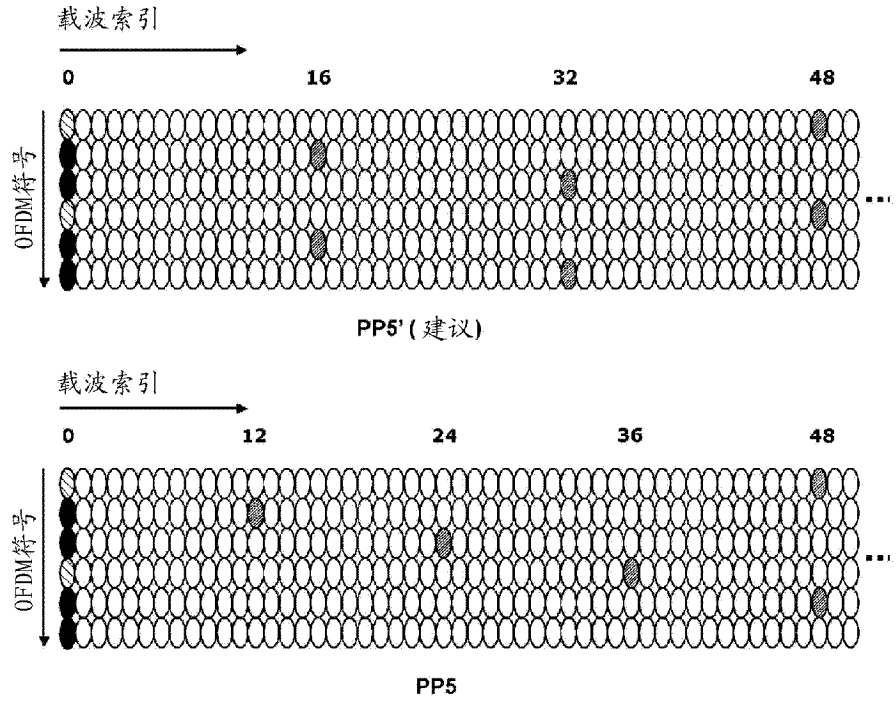


图 12

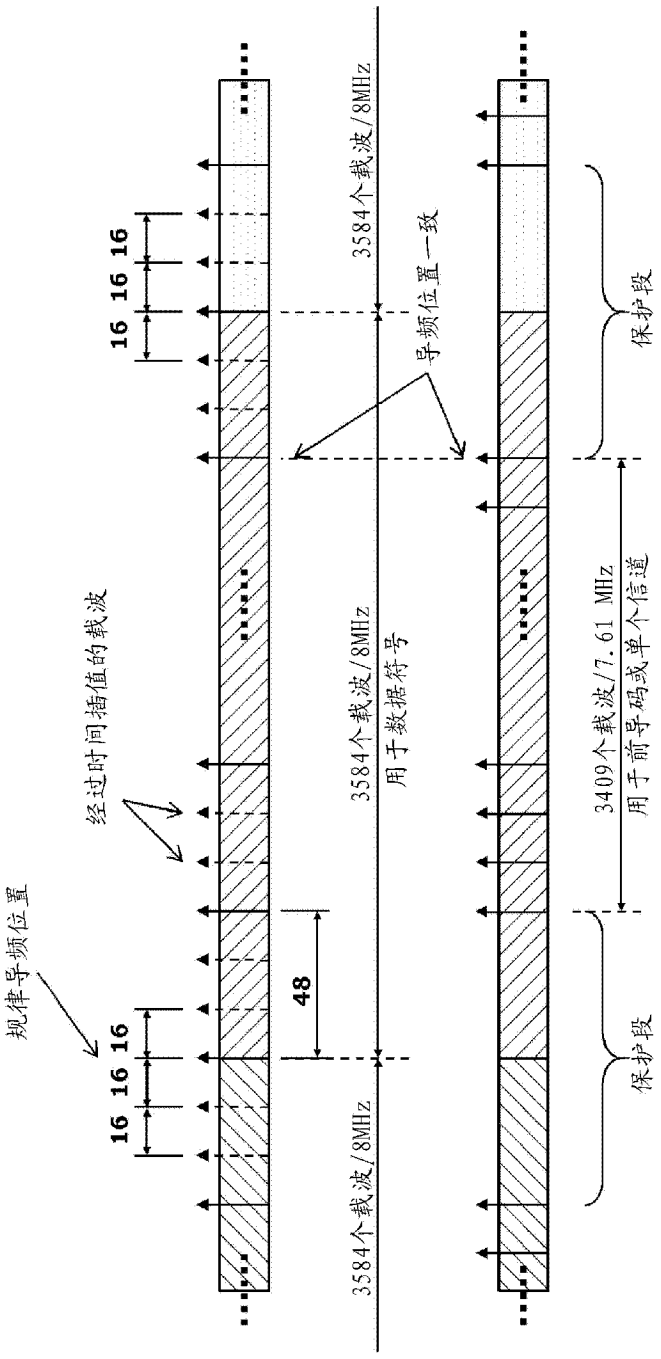

规律导频位置
经过时间插值的载波
16 16 16
16 16 16
48
3584个载波/8MHz
用于数据符号
3584个载波/8MHz
导频位置一致
3584个载波/8MHz
3409个载波/7.61 MHz
用于前导码或单个信道
保护段
保护段

图 13

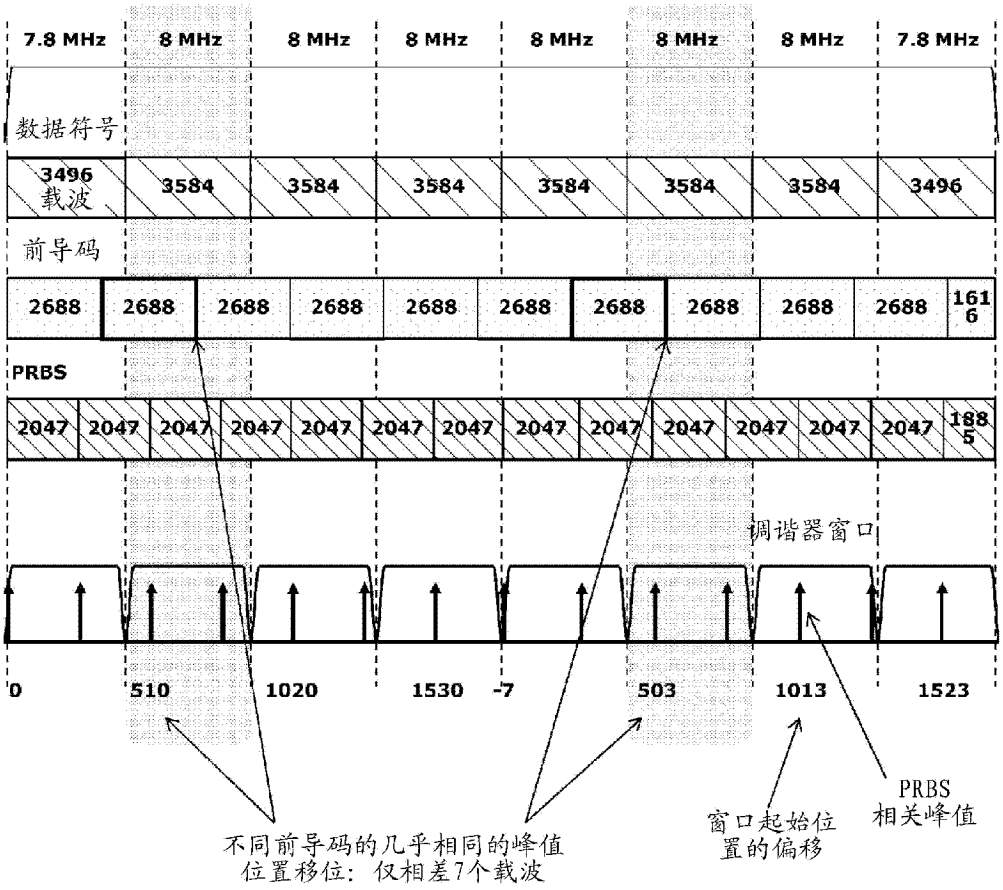

7.8 MHz
8 MHz
8 MHz
8 MHz
8 MHz
8 MHz
8 MHz
7.8 MHz
数据符号
3496 载波
3584
3584
3584
3584
3584
3584
3496
前导码
2688
2688
2688
2688
2688
2688
2688
2688
2688
2688
1616
PRBS
2047
2047
2047
2047
2047
2047
2047
2047
2047
2047
2047
2047
2047
1885
调谐器窗口
0
510
1020
1530
-7
503
1013
1523
不同前导码的几乎相同的峰值
位置移位：仅相差7个载波
窗口起始位
置的偏移
PRBS
相关峰值

图 14

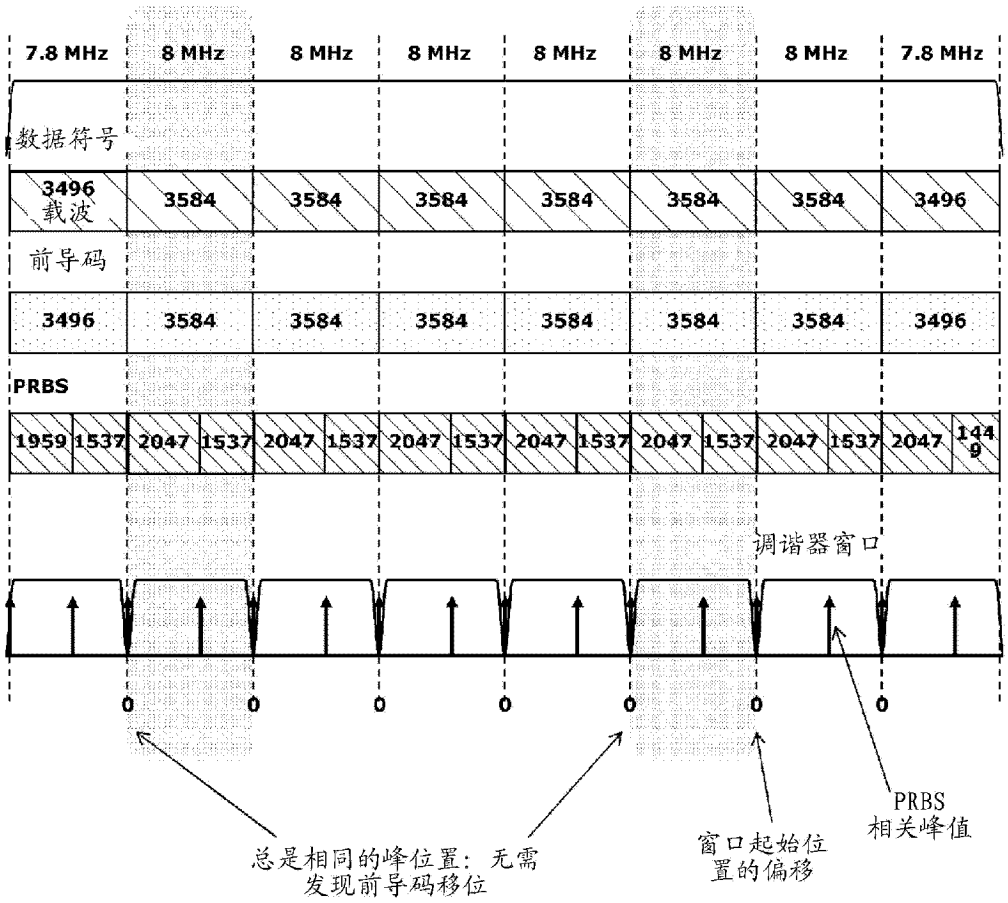


图 15

延迟 (μs)	0.2	0.4	0.8	1.2	2.5	15
衰减 (dB)	-11	-14	-17	-23	-32	-40

可忽略的延迟路径

图 16

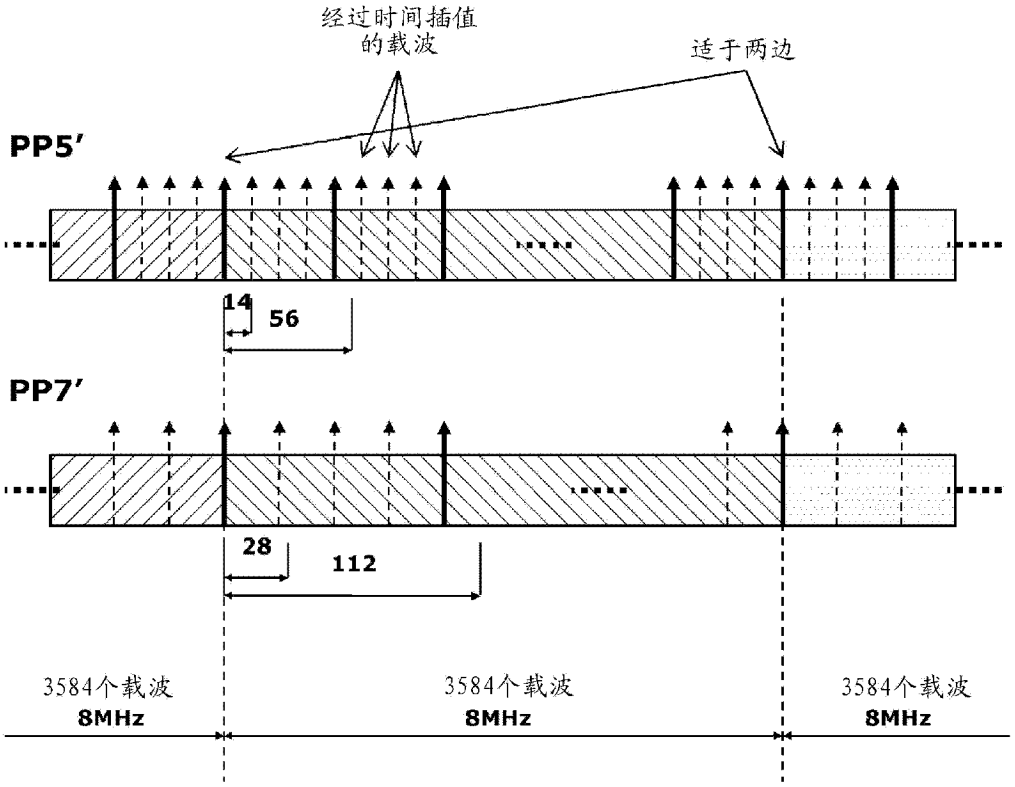

经过时间插值
的载波
适于两边
PP5′
14
56
PP7′
28
112
3584个载波
8MHz
3584个载波
8MHz
3584个载波
8MHz

图 17

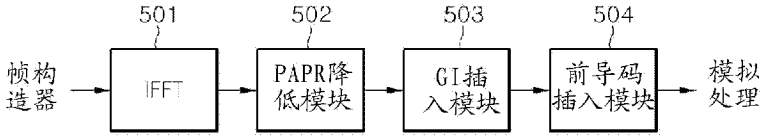

501
502
503
504
帧构
造器
IFFT
PAPR降
低模块
GI插
入模块
前导码
插入模块
模拟
处理

图 18

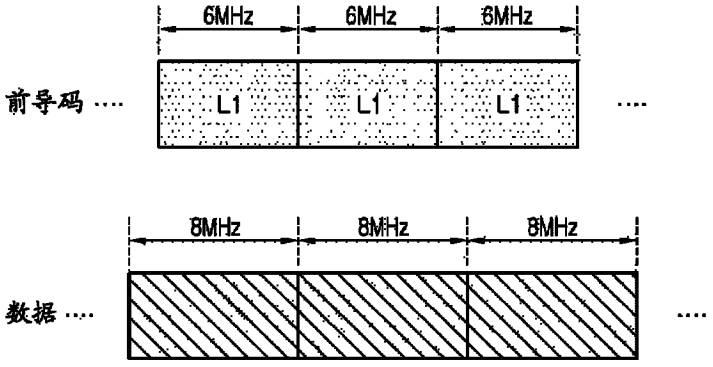

6MHz
6MHz
6MHz
前导码 ····
L1
L1
L1
····
8MHz
8MHz
8MHz
数据 ····
····

图 19

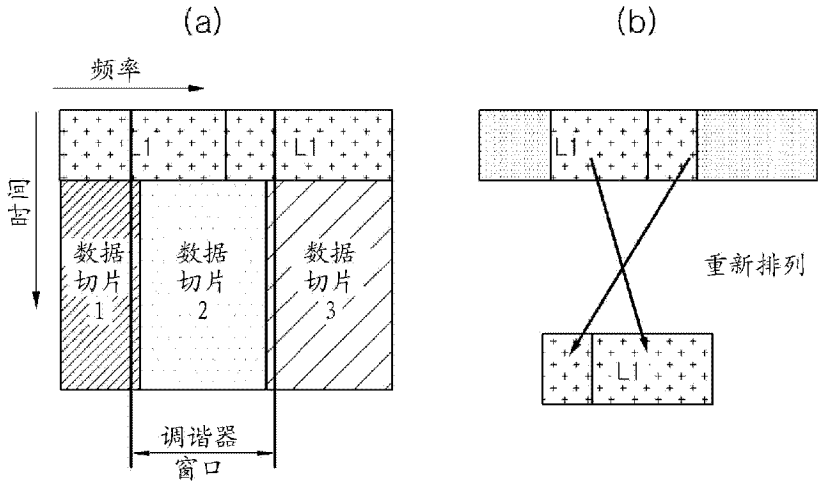

(a)
(b)
频率
时间
数据切片1
数据切片2
数据切片3
L1
调谐器窗口
重新排列

图 20

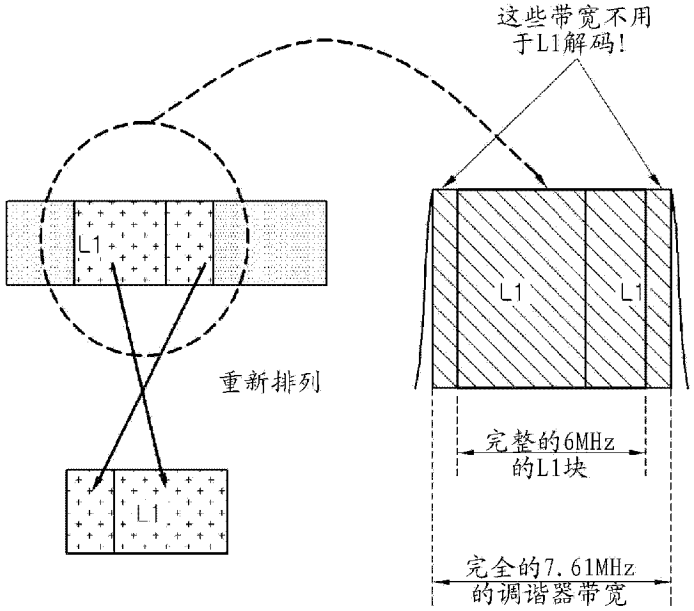

这些带宽不用于L1解码!
L1
重新排列
完整的6MHz的L1块
完全的7.61MHz的调谐器带宽

图 21

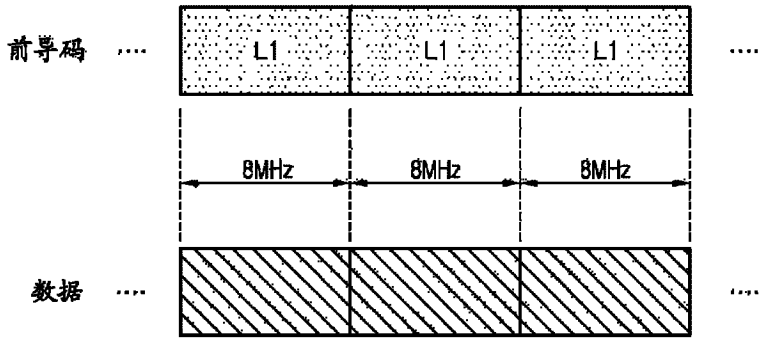

前导码
L1
L1
L1
8MHz
8MHz
8MHz
数据

图 22

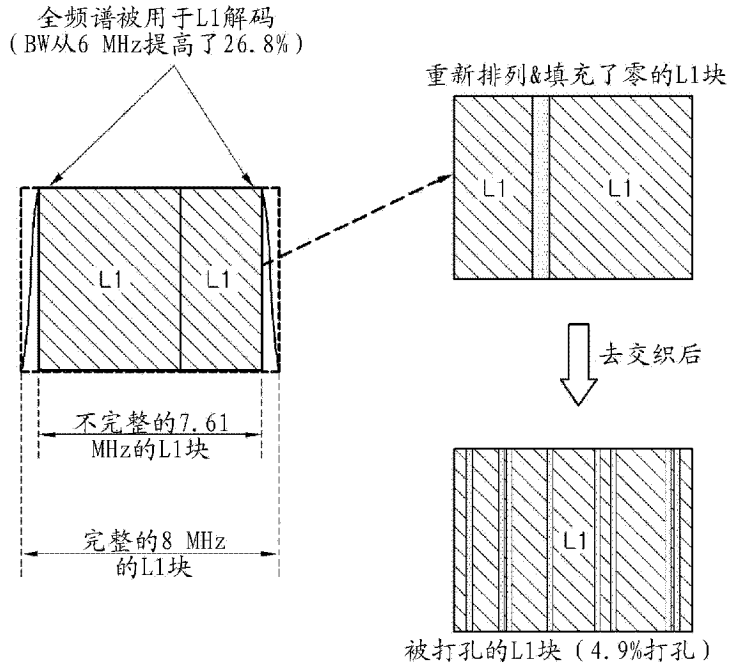

全频谱被用于L1解码
(BW从6 MHz提高了26.8%)
重新排列&填充了零的L1块
L1
L1
L1
L1
去交织后
不完整的7.61
MHz的L1块
完整的8 MHz
的L1块
L1
被打孔的L1块 (4.9%打孔)

图 23

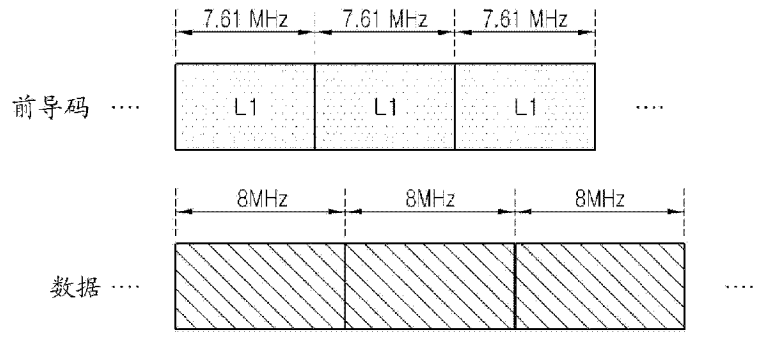

7.61 MHz
7.61 MHz
7.61 MHz
前导码
L1
L1
L1
8MHz
8MHz
8MHz
数据

图 24

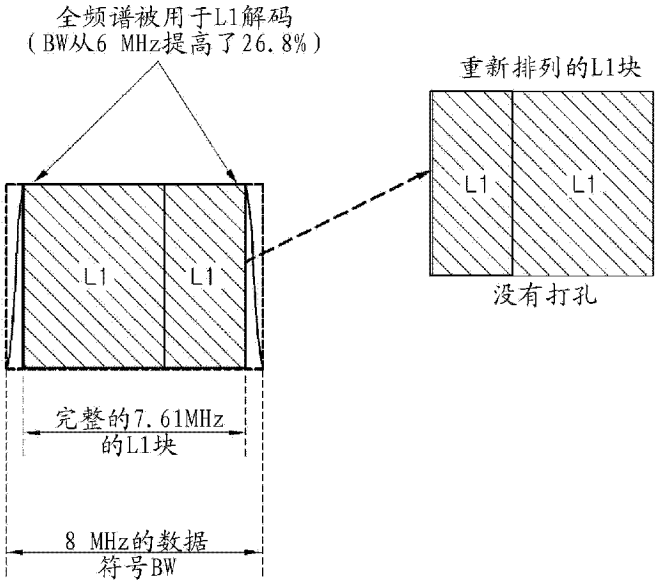


图 25

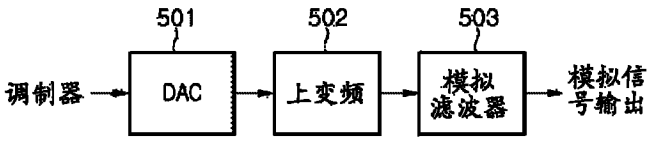


图 26

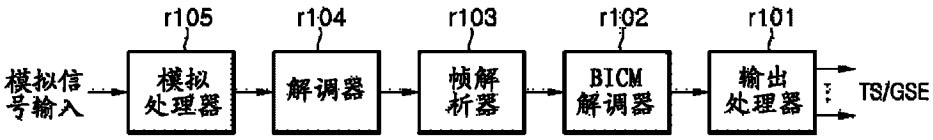


图 27

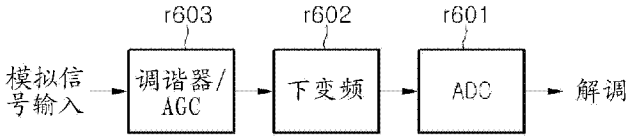


图 28

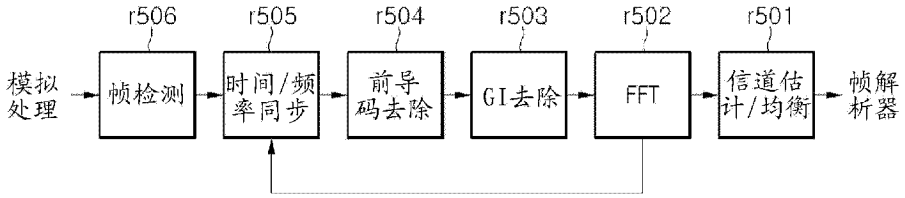

r506
r505
r504
r503
r502
r501
模拟处理
帧检测
时间/频率同步
前导码去除
GI去除
FFT
信道估计/均衡
帧解析器

图 29

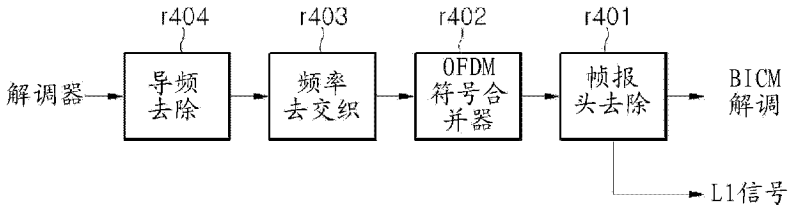

r404
r403
r402
r401
解调器
导频去除
频率去交织
OFDM符号合并器
帧报头去除
BICM解调
L1信号

图 30

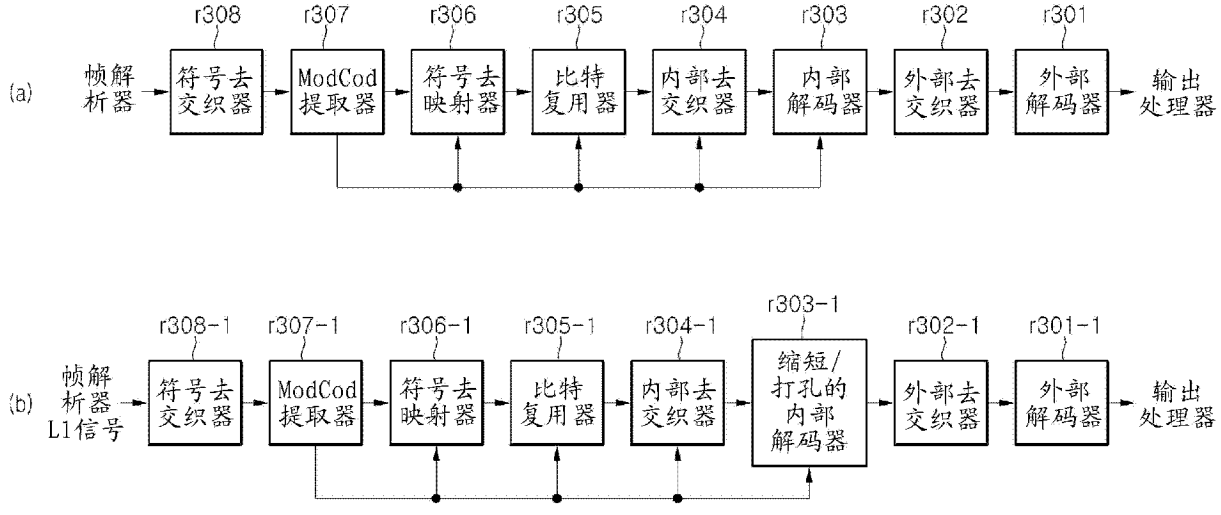

r308
r307
r306
r305
r304
r303
r302
r301
(a)
帧解析器
符号去交织器
ModCod提取器
符号去映射器
比特复用器
内部去交织器
内部解码器
外部去交织器
外部解码器
输出处理器
r308-1
r307-1
r306-1
r305-1
r304-1
r303-1
r302-1
r301-1
(b)
帧解析器L1信号
符号去交织器
ModCod提取器
符号去映射器
比特复用器
内部去交织器
缩短/打孔的内部解码器
外部去交织器
外部解码器
输出处理器

图 31

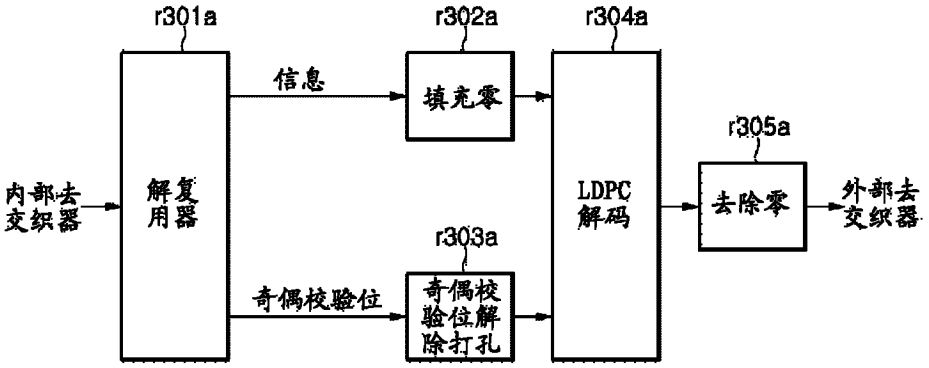

r301a
r302a
r304a
r305a
信息
填充零
内部去交织器
解复用器
LDPC解码
去除零
外部去交织器
r303a
奇偶校验位
奇偶校验位解除打孔

图 32

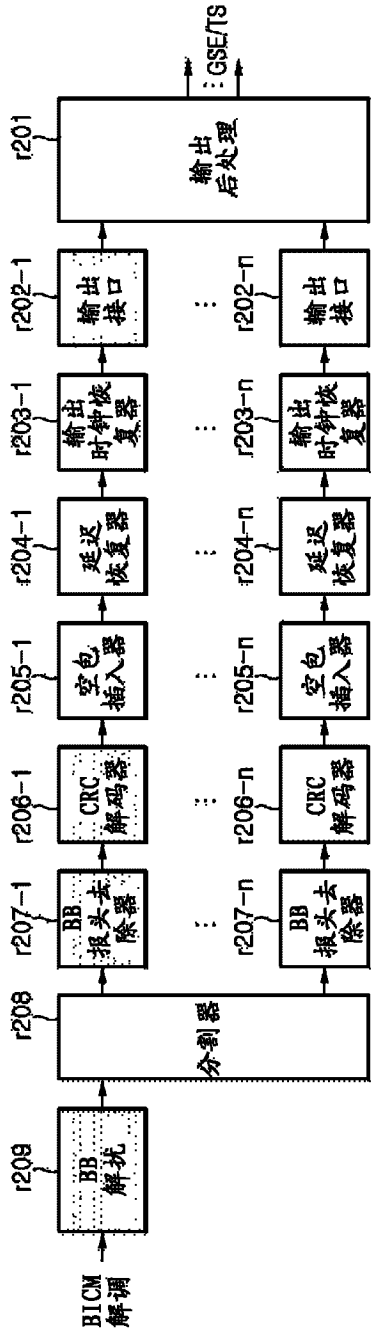

GSE/TS
r201
输出后处理
r202-1
输出接口
r202-n
输出接口
r203-1
输出时钟恢复器
r203-n
输出时钟恢复器
r204-1
延迟恢复器
r204-n
延迟恢复器
r205-1
空包插入器
r205-n
空包插入器
r206-1
CRC解码器
r206-n
CRC解码器
r207-1
BB报头去除器
r207-n
BB报头去除器
r208
分割器
r209
BB解扰
BICM解调

图 33

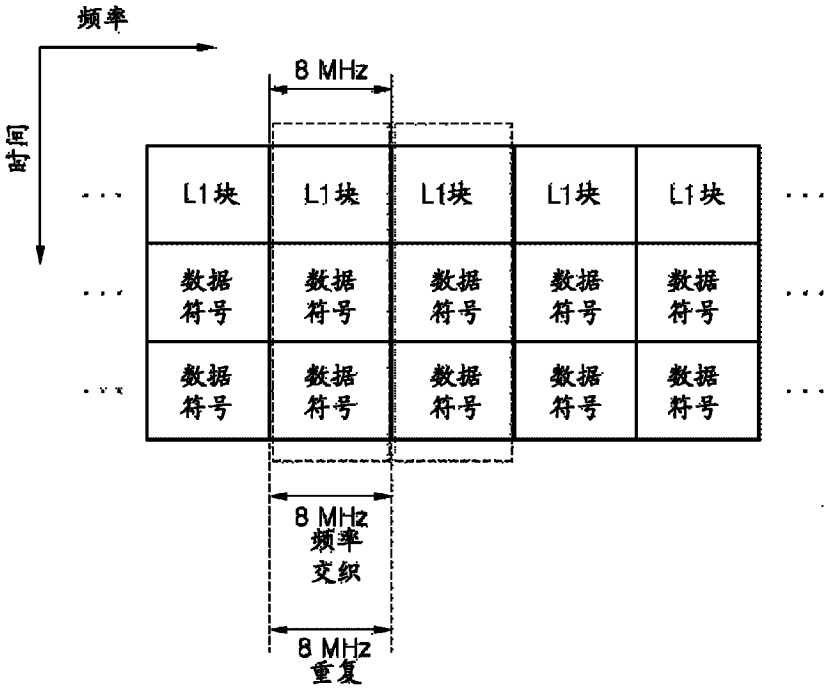

频率
时间
8 MHz
L1块
数据符号
8 MHz
频率交织
8 MHz
重复

图 34

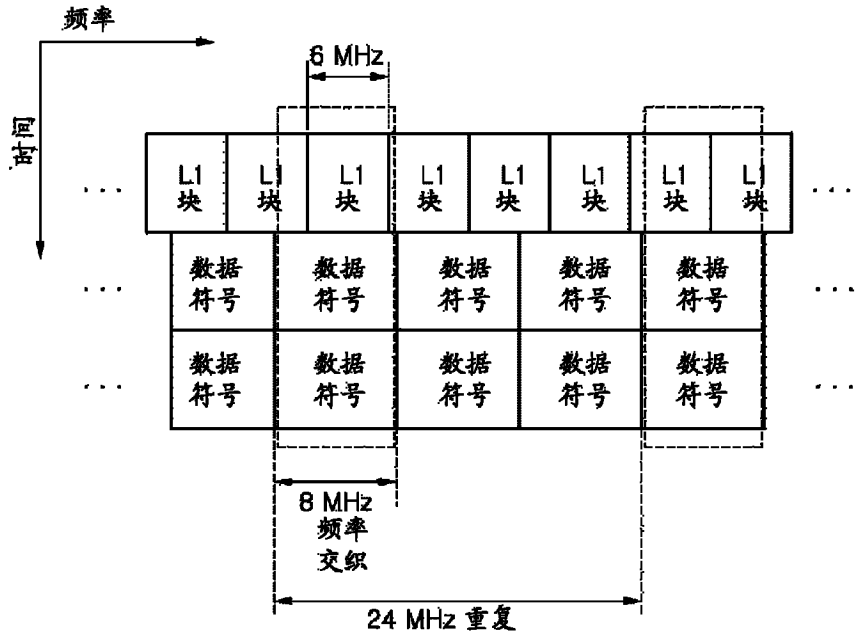

频率
时间
6 MHz
L1 块
数据 符号
8 MHz
频率
交织
24 MHz 重复

图 35

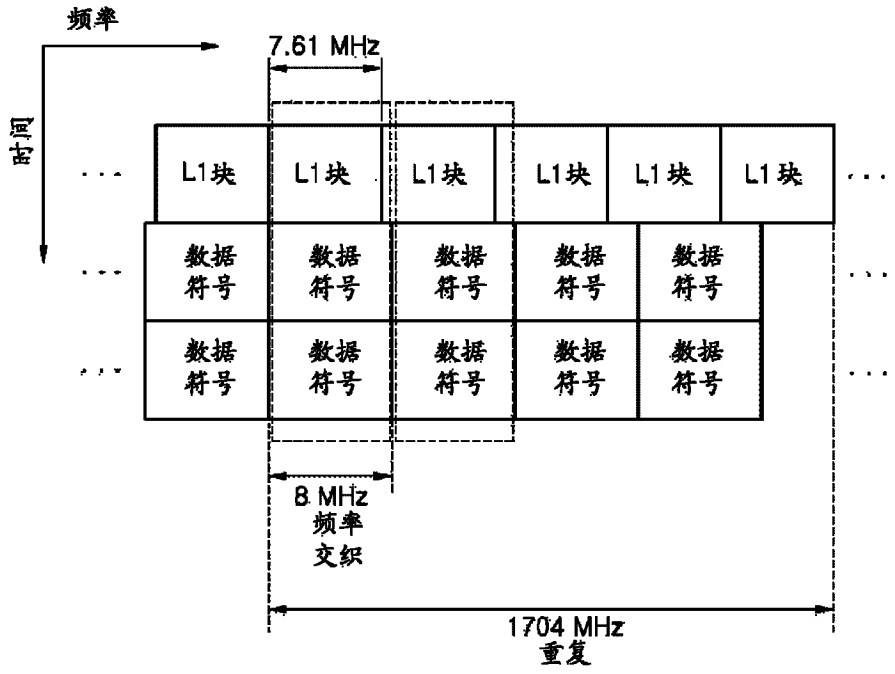

频率
时间
7.61 MHz
L1块
数据 符号
8 MHz
频率
交织
1704 MHz
重复

图 36

字段	比特	
L1_span	12	一个OFDM符号内L1块跨越的载波的数量（Max=7.61 MHz）
num_chbon	3	绑定的信道的数量
num_dslice	8	数据切片的数量
num_plp	8	PLP的数量
num_notch	5	陷波波段的数量
for dslice {		
chbon_index	3	绑定的信道的索引
dslice_start	9	一个信道内数据切片的起始（8MHz）
dslice_width	9	数据切片的宽度
}		
for plp {		
dslice_id	8	数据切片ID
plp_id	8	PLP ID
plp_type	1	PLP类型（普通/数据）
plp_payload_type	5	PLP有效载荷类型（TS，GS…）
}		
for notch {		
chbon_index	3	绑定的信道的索引
notch_start	9	一个信道内数据切片的起始（8MHz）
notch_width	9	陷波波段的宽度
}		
gi	1	保护间隔模式
sframe_id	16	超帧ID
frame_id	16	帧ID
reserved	0	Rfu
crc32	32	CRC32
总共	11760	

L1信息比特的数量根据各种构造/条件而改变

图 37

L1信息（比特）	11760
L1块（比特）	23520
16-QAM 符号	5880
总的载波	3408
前导码SP距离	6
数据载波	2840
短LDPC	1.45
OFDM符号	2.07

最大尺寸

图 38

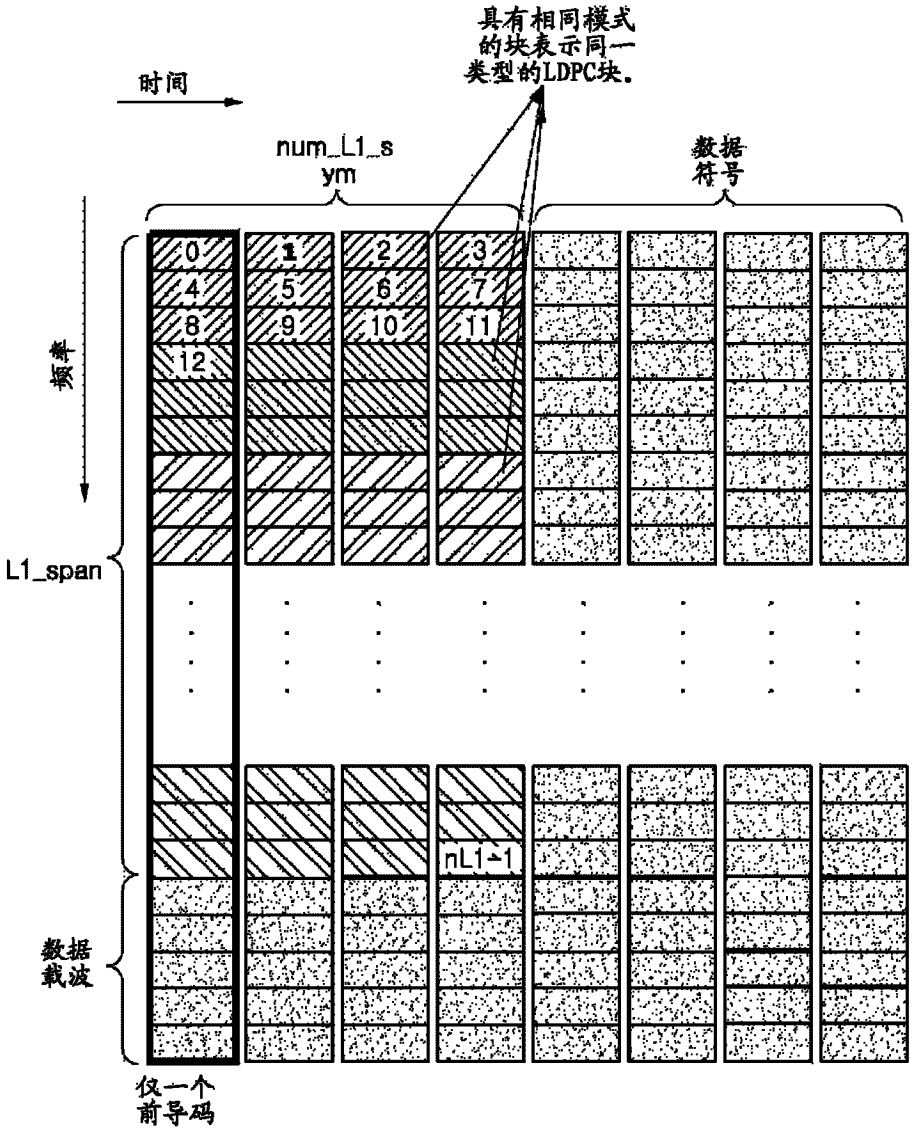

具有相同模式
的块表示同一
类型的LDPC块。
时间
num_L1_s
ym
数据
符号
频率
L1_span
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
nL1-1
数据
载波
仅一个
前导码

图 39

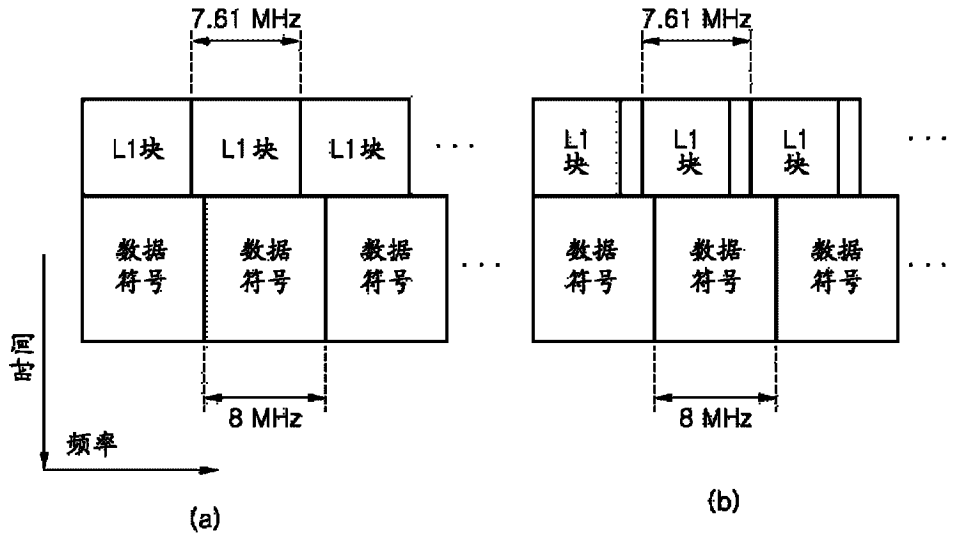

7.61 MHz
L1块
L1块
L1块
数据符号
数据符号
数据符号
8 MHz
时间
频率
(a)
7.61 MHz
L1块
L1块
L1块
数据符号
数据符号
数据符号
8 MHz
(b)

图 40

字段	比特	
L1_column	9	一个OFDM符号内L1块跨越的载波的数量（Max=7.61 MHz）
L1_row	3	L1块跨越的OFDM符号的数量
num_chbcn	3	绑定的信道的数量
num_plp	8	数据切片的数量
num_dslice	8	PLP的数量
num_notch	5	陷波波段的数量
for dslice {		
chbcn_index	3	绑定的信道的索引
dslice_start	9	一个信道内数据切片的起始（8MHz）
dslice_width	9	数据切片的宽度
}		
for plp {		
dslice_id	8	数据切片ID
plp_id	8	PLP ID
plp_type	1	PLP类型（普通/数据）
plp_payload_type	5	PLP有效载荷类型（TS，GS…）
}		
for notch {		
chbcn_index	3	绑定的信道的索引
notch_start	9	一个信道内陷波波段的起始（8MHz）
notch_width	9	陷波波段的宽度
}		
gi	1	保护间隔模式
sframe_id	16	超帧ID
frame_id	16	帧ID
reserved	16	rfu
crc32	32	CRC32
总共	11776	

L1信息比特的数量根据各种构造/条件而改变

图 41

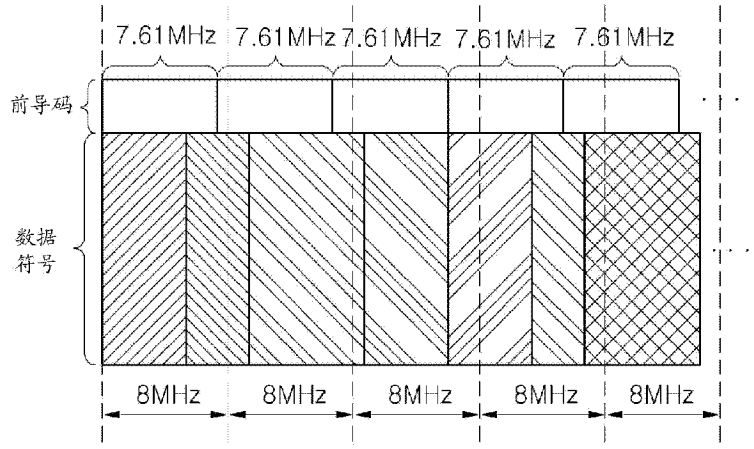


图 42

LDPC块尺寸	调制 (bps/Hz)	QAM 符号	ModCod 开销
64800	4	16200	0.28%
	6	10800	0.42%
	8	8100	0.56%
	10	6480	0.69%
	12	5400	0.83%
16200	4	4050	1.11%
	6	2700	1.67%
	8	2025	2.22%
	10	1620	2.78%
	12	1350	3.33%

图 43

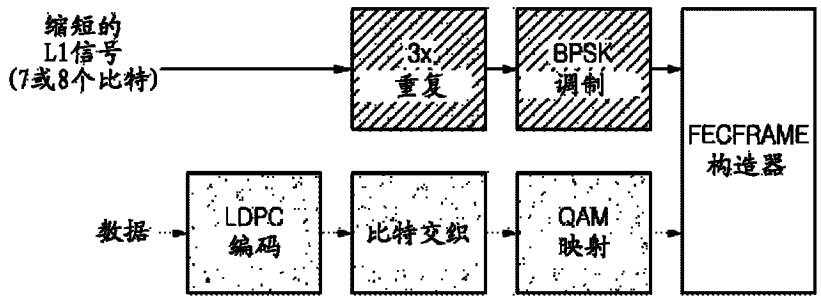


图 44

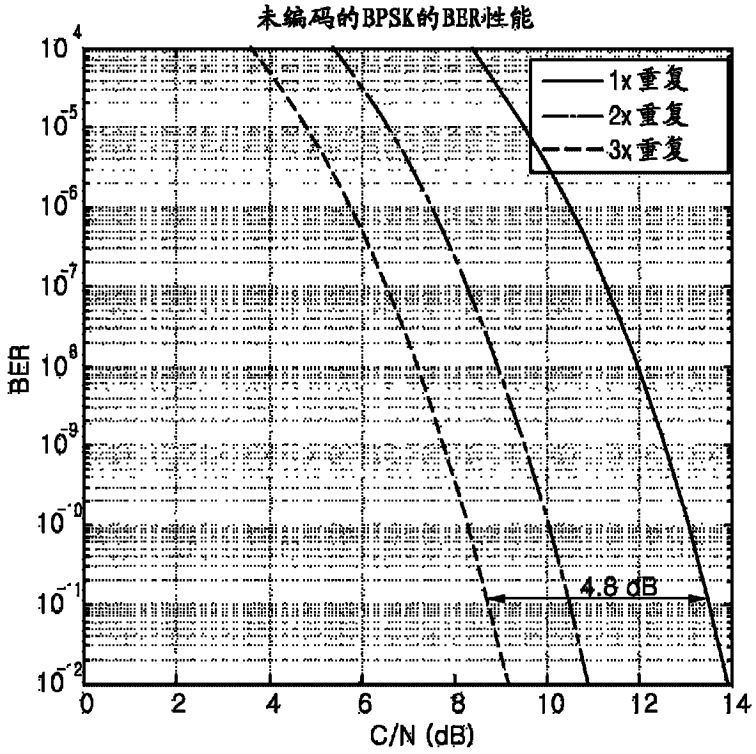

未编码的BPSK的BER性能
1x重复
2x重复
3x重复
4.8 dB
BER
C/N (dB)
10^4
10^-5
10^-6
10^-7
10^-8
10^-9
10^-10
10^-11
10^-12
0
2
4
6
8
10
12
14

图 45

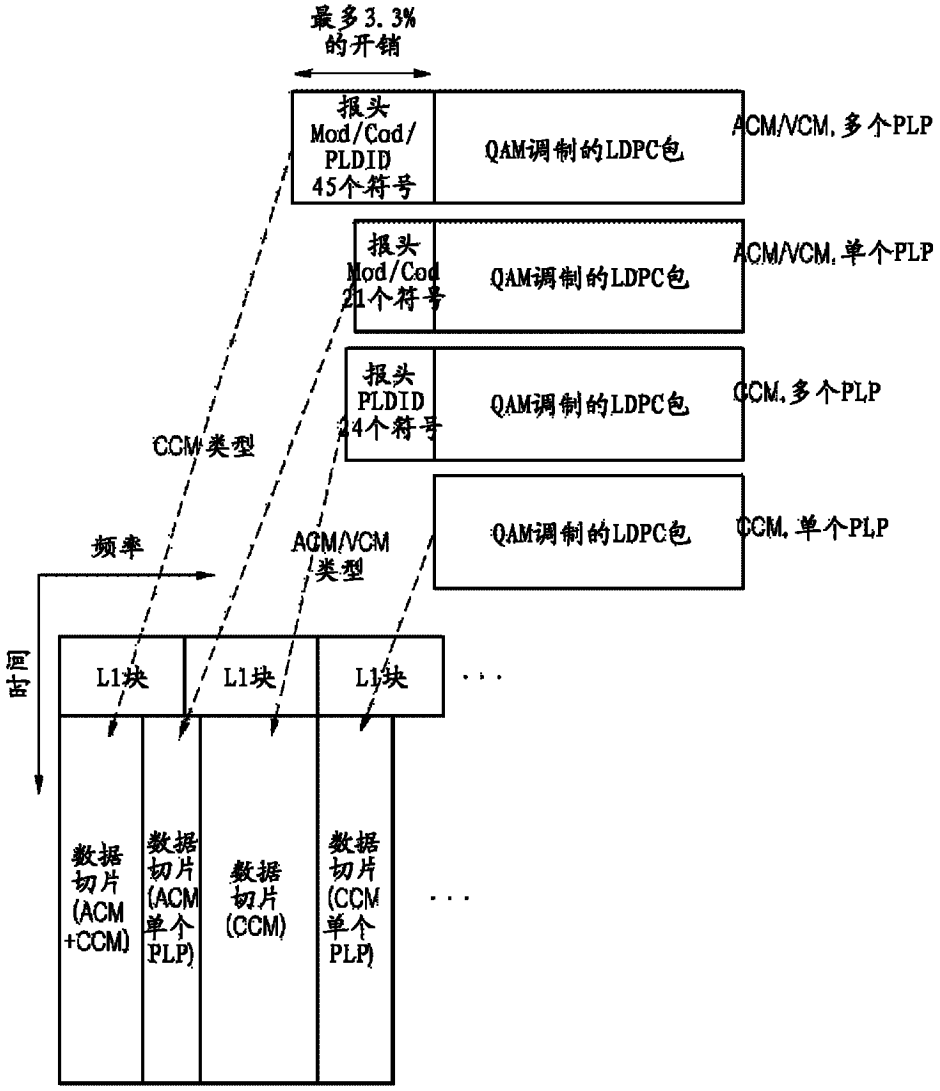

最多3.3%
的开销
报头
Mod/Cod/
PLDID
45个符号
QAM调制的LDPC包
ACM/VCM,多个PLP
报头
Mod/Cod
21个符号
QAM调制的LDPC包
ACM/VCM,单个PLP
报头
PLDID
24个符号
QAM调制的LDPC包
CCM,多个PLP
CCM类型
QAM调制的LDPC包
CCM,单个PLP
频率
ACM/VCM
类型
时间
L1块
L1块
L1块
数据
切片
(ACM
+CCM)
数据
切片
(ACM
单个
PLP)
数据
切片
(CCM)
数据
切片
(CCM
单个
PLP)

图 46

字段	比特	
L1_size	14	L1块尺寸（比特）
num_chbon	3	绑定的信道数量
num_dslice	8	数据切片的数量
num_plp	8	PLP的数量
num_notch	5	陷波波段的数量
for dslice {		
chbon_index	3	绑定的信道的索引
dslice_start	9	数据切片在一个信道内的开始（8MHz）
dslice_width	9	数据切片的宽度
dslice_time_intrlv	1	时间交织开启/关闭
dslice_type	1	数据切片类型（CCM, ACM/VCM）
}		
for plp {		
dslice_id	8	数据切片ID
plp_id	8	PLP ID
plp_type	1	PLP类型（普通/数据）
plp_payload_type	5	PLP有效载荷类型(TS, GS, ...)
if dslice_type=CCM {		
plp_mod	3	PLP调制类型
plp_fec_type	1	PLP FEC类型（长/短）
plp_cod	3	PLP码率
}		
}		
for notch {		
chbon_index	3	绑定的信道的索引
notch_start	9	陷波波段在一个信道内的开始（8MHz）
notch_width	9	陷波波段的宽度
}		
gi	1	保护间隔模式
sframe_id	16	超帧ID
frame_id	16	帧ID
reserved	16	rfu
crc32	32	CRC32
总共	14082	

在第一个LDPC块上发送了L1块尺寸（固定的最短长度=192个比特）

时间交织开启/关闭以支持短延迟模式

用于L1信令开销降低的数据切片类型

仅针对CCM类型在前导码上发送Mod/Cod字段

图 47

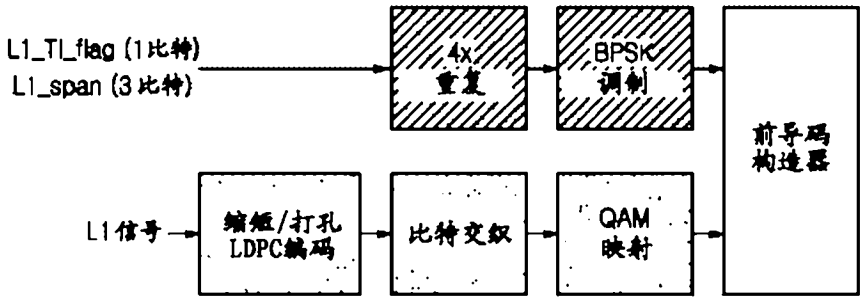


图 48

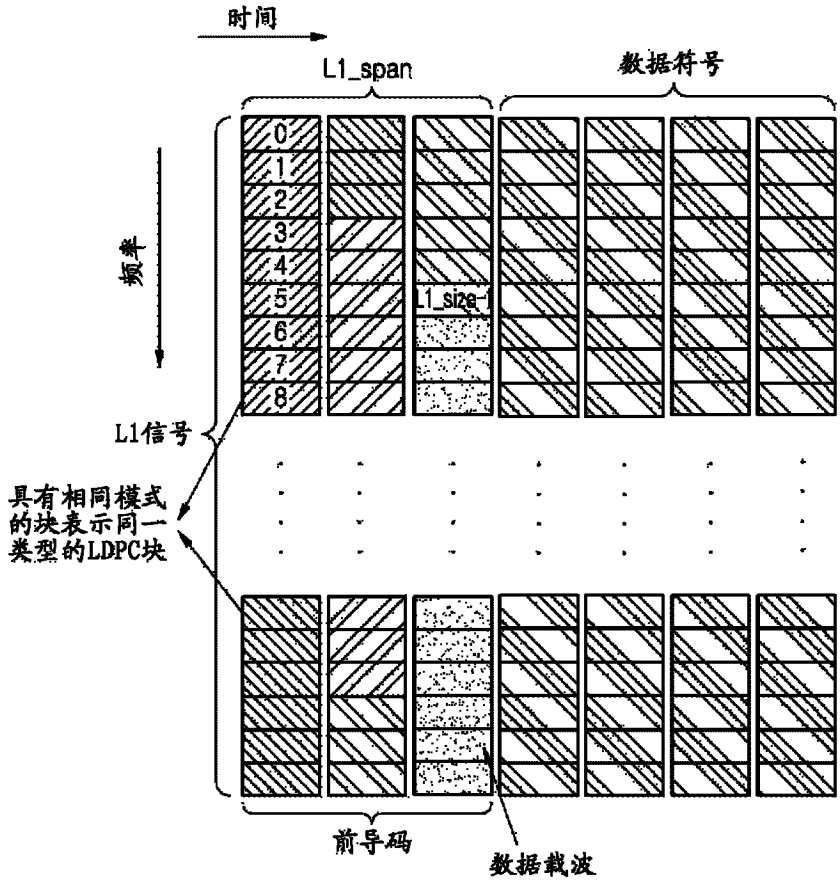

时间
L1_span
数据符号
频率
0
1
2
3
4
5
6
7
8
L1_size-1
L1信号
具有相同模式的块表示同一类型的LDPC块
前导码
数据载波

图 49

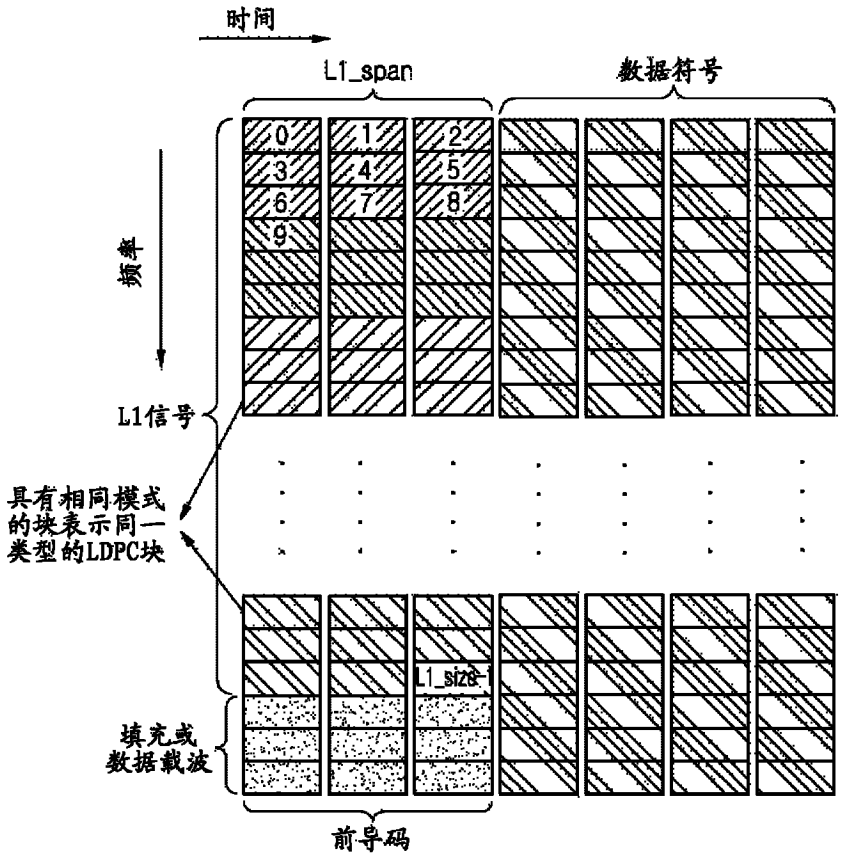

时间
L1_span
数据符号
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
频率
L1信号
具有相同模式的块表示同一类型的LDPC块
L1_size
填充或数据载波
前导码

图 50

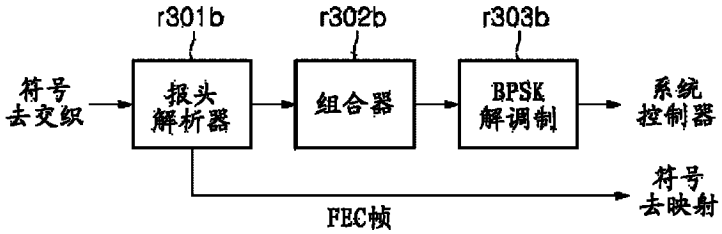

r301b
r302b
r303b
符号去交织
报头解析器
组合器
BPSK解调制
系统控制器
符号去映射
FEC帧

图 51

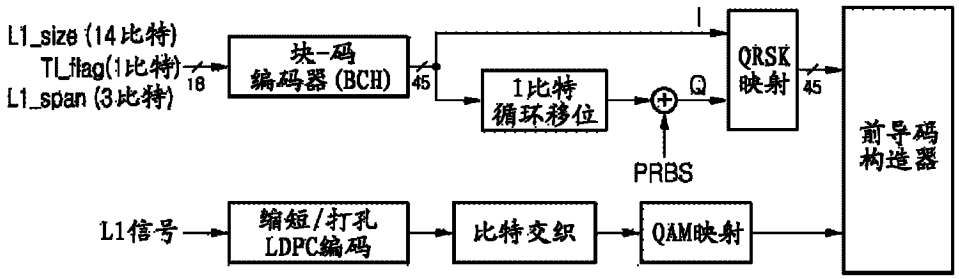

L1_size (14比特)
TI_flag(1比特)
L1_span (3比特)
18
块-码编码器 (BCH)
45
1比特循环移位
I
Q
PRBS
QRSK映射
45
前导码构造器
L1信号
缩短/打孔LDPC编码
比特交织
QAM映射

图 52

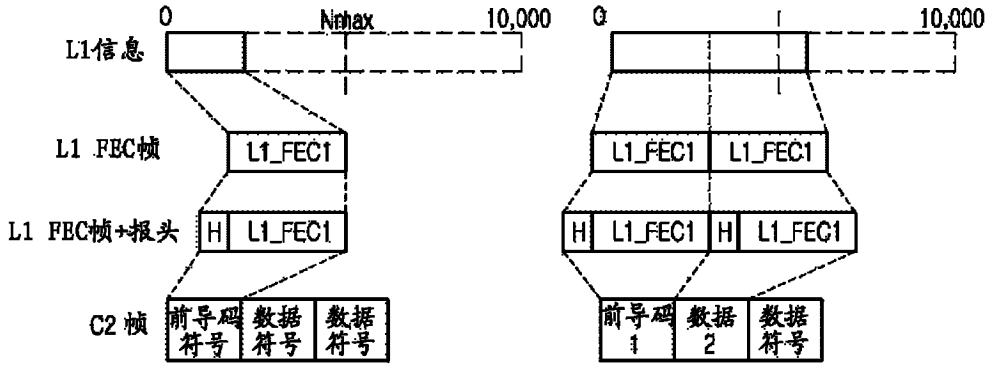

0
Nmax
10,000
0
10,000
L1信息
L1 FEC帧
L1_FEC1
L1 FEC帧+报头
H
L1_FEC1
C2 帧
前导码符号
数据符号
数据符号
L1_FEC1
L1_FEC1
H
L1_FEC1
H
L1_FEC1
前导码1
数据2
数据符号

图 53

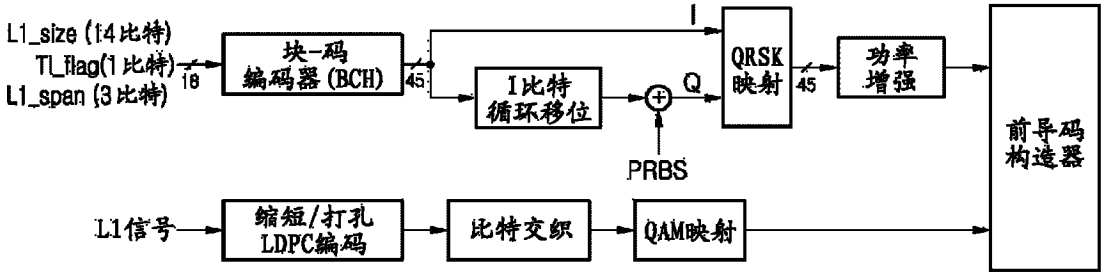

L1_size (14比特)
TI_flag(1比特)
L1_span (3比特)
16
块-码编码器 (BCH)
45
I
I比特循环移位
Q
PRBS
QRSK映射
45
功率增强
前导码构造器
L1信号
缩短/打孔LDPC编码
比特交织
QAM映射

图 54

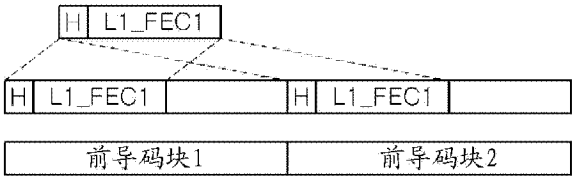

H
L1_FEC1
H
L1_FEC1
H
L1_FEC1
前导码块1
前导码块2

图 55

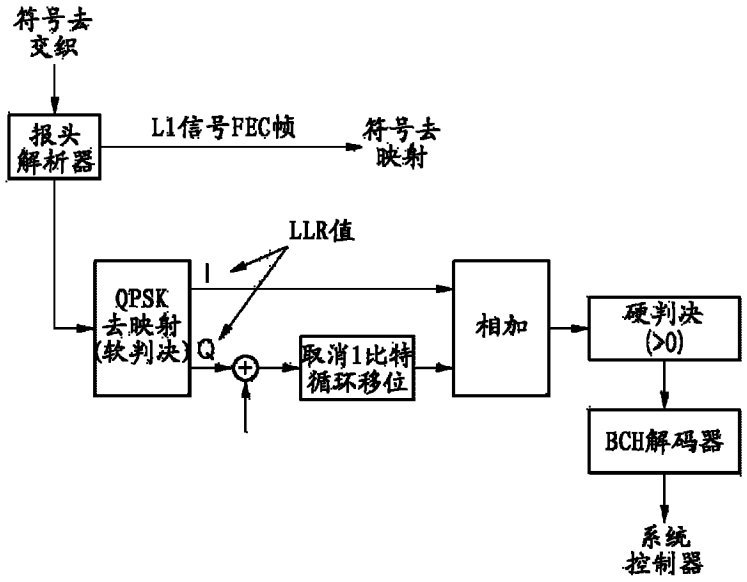

符号去交织
报头解析器
L1信号FEC帧
符号去映射
LLR值
I
QPSK去映射(软判决)
Q
取消1比特循环移位
相加
硬判决(>0)
BCH解码器
系统控制器

图 56

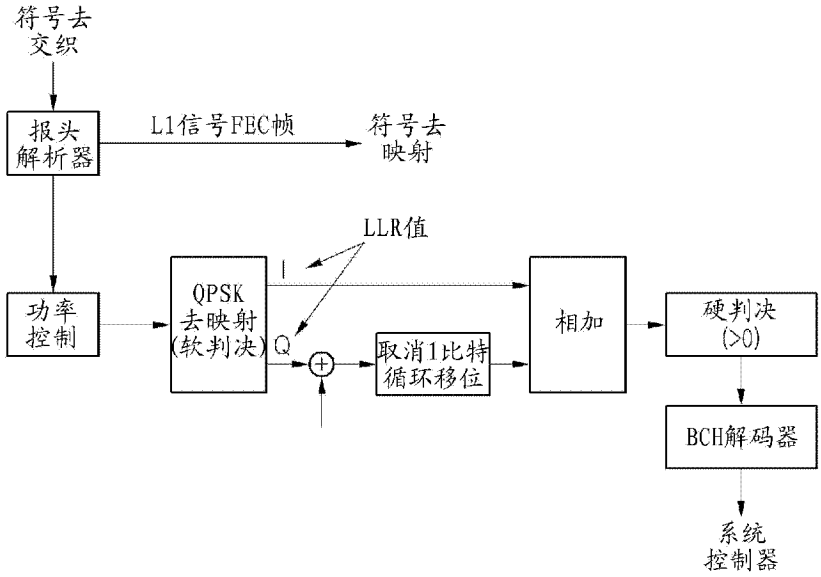

符号去交织
报头解析器
L1信号FEC帧
符号去映射
LLR值
功率控制
I
QPSK去映射(软判决)
Q
取消1比特循环移位
相加
硬判决(>0)
BCH解码器
系统控制器

图 57

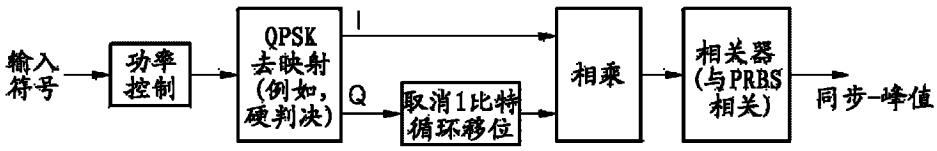

输入符号
功率控制
QPSK去映射(例如,硬判决)
I
Q
取消1比特循环移位
相乘
相关器(与PRBS相关)
同步-峰值

图 58

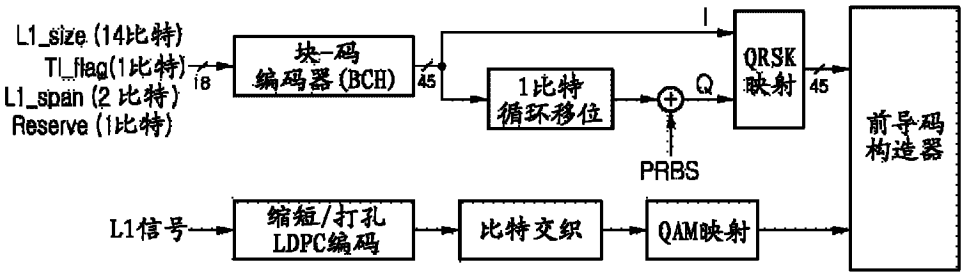

L1_size (14比特)
TI_flag(1比特)
L1_span (2 比特)
Reserve (1比特)
18
块-码
编码器 (BCH)
45
1比特
循环移位
I
Q
PRBS
QRSK
映射
45
前导码
构造器
L1信号
缩短/打孔
LDPC编码
比特交织
QAM映射

图 59

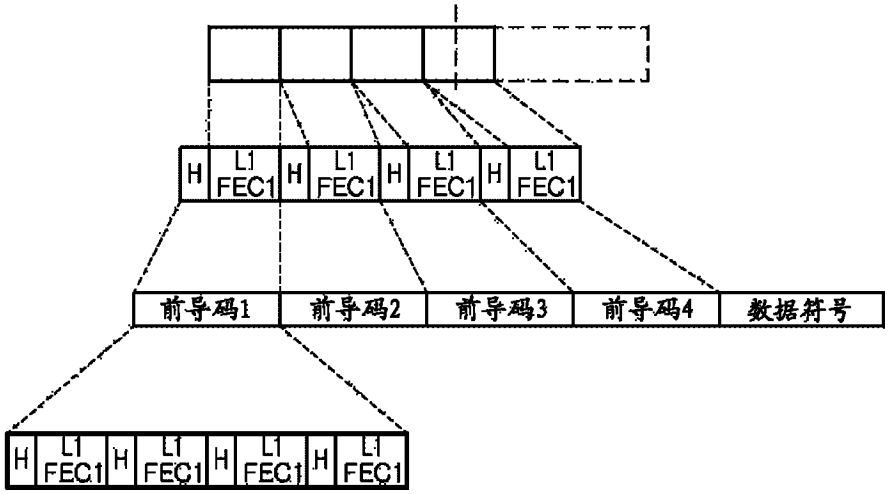

H
L1
FEC1
前导码1
前导码2
前导码3
前导码4
数据符号

图 60

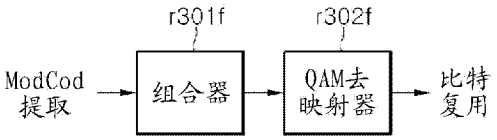

r301f
r302f
ModCod
提取
组合器
QAM去
映射器
比特
复用

图 61

字段	比特	
L1_size	14	L1块尺寸（比特）
num_chbon	3	绑定的信道数量
num_dslice	8	数据切片的数量
num_plp	8	PLP的数量
num_notch	5	陷波波段的数量
for dslice {		
chbon_index	3	绑定的信道的索引
dslice_start	9	数据切片在一个信道内的开始（8MHz）
dslice_width	9	数据切片的宽度
dslice_time_intrlv	1	时间交织开启/关闭
dslice_type	1	数据切片类型（CCM,ACM/VCM）
}		
for plp {		
dslice_id	8	数据切片ID
plp_id	8	PLP ID
plp_type	1	PLP类型（公共/数据）
plp_payload_type	5	PLP有效载荷类型(TS,GS,...)
if dslice_type=CCM {		
plp_mod	3	PLP调制类型
plp_fec_type	1	PLP FEC类型（长/短）
plp_cod	3	PLP码率
plp_start	21	PLP开始地址
}		
}		
for notch {		
chbon_index	3	绑定的信道的索引
notch_start	9	陷波波段在一个信道内的开始（8MHz）
notch_width	9	陷波波段的宽度
}		
gi	1	保护间隔模式
sframe_id	16	超帧ID
frame_id	16	帧ID
reserved	16	rfu
crc32	32	CRC32
总共	19458	

L1信息比特的数量根据
不同的结构和条件而变化

图 62

字段	比特	
L1_size	14	L1块尺寸（比特）
num_chbon	3	绑定的信道数量
num_dslice	8	数据切片的数量
num_plp	8	PLP的数量
num_notch	5	陷波波段的数量
for dslice {		
chbon_index	3	绑定的信道的索引
dslice_start	9	数据切片在一个信道内的开始（8MHz）
dslice_width	9	数据切片的宽度
dslice_time_intrlv	1	时间交织开启/关闭
dslice_type	1	数据切片类型（CCM,ACM/VCM）
}		
for plp {		
dslice_id	8	数据切片ID
plp_id	8	PLP ID
plp_type	1	PLP类型（公共/数据）
plp_payload_type	5	PLP有效载荷类型(TS,GS,...)
if dslice_type=CCM {		
plp_mod	3	PLP调制类型
plp_fec_type	1	PLP FEC类型（长/短）
plp_cod	3	PLP码率
plp_start	14	PLP开始地址
}		
}		
for notch {		
chbon_index	3	绑定的信道的索引
notch_start	9	陷波波段在一个信道内的开始（8MHz）
notch_width	9	陷波波段的宽度
}		
gi	1	保护间隔模式
sframe_id	16	超帧ID
frame_id	16	帧ID
reserved	16	rfu
crc32	32	CRC32
总共	17666	

L1信息比特的数量根据
不同的结构和条件而变化

图 63

LDPC长度	QAM类型	QAM符号
64800	16 QAM	16200
64800	64 QAM	10800
64800	256 QAM	8100
64800	1024 QAM	6480
64800	4096 QAM	5400
16200	16 QAM	4050
16200	64 QAM	2700
16200	256 QAM	2025
16200	1024 QAM	1620
16200	4096 QAM	1350

图 64

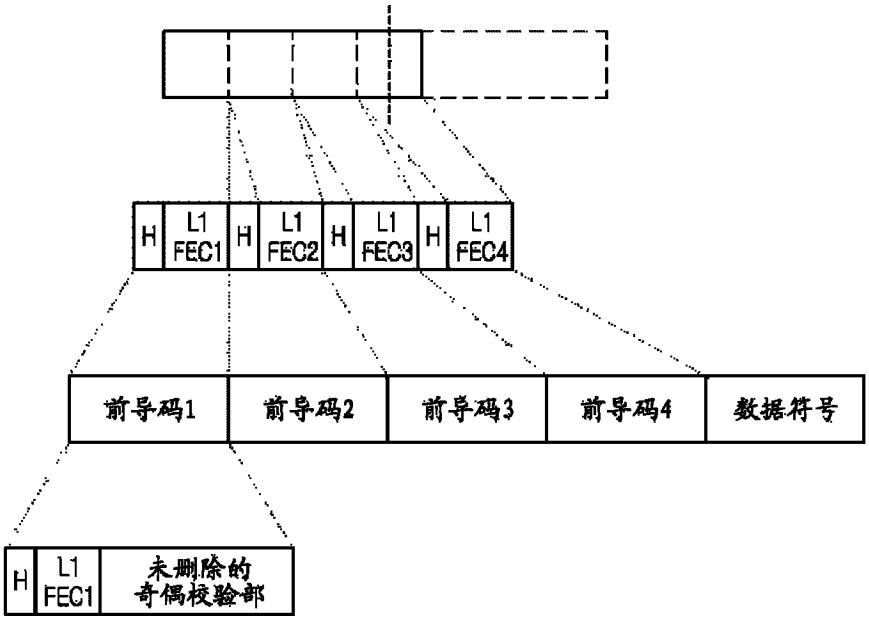


图 65

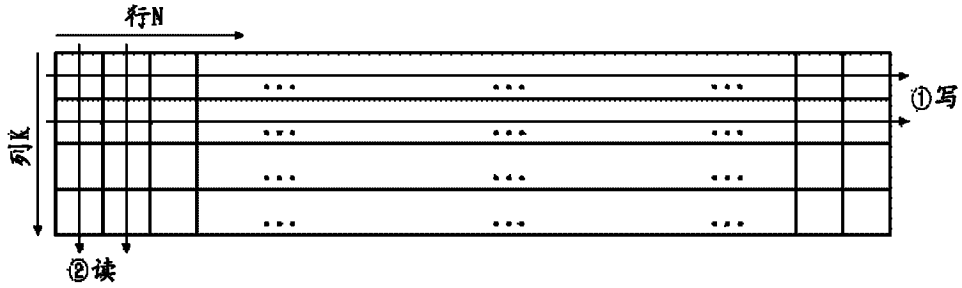

行N
列K
①写
②读

图 66

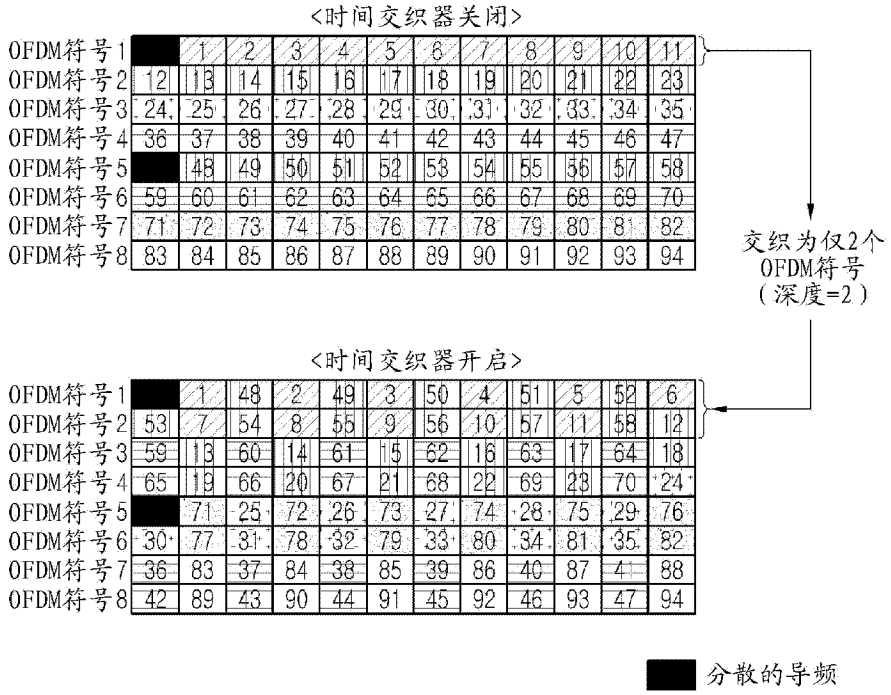

<时间交织器关闭>
OFDM符号1 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
OFDM符号2 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23
OFDM符号3 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35
OFDM符号4 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47
OFDM符号5 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58
OFDM符号6 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70
OFDM符号7 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82
OFDM符号8 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94
交织为仅2个OFDM符号（深度=2）
<时间交织器开启>
OFDM符号1 1 48 2 49 3 50 4 51 5 52 6
OFDM符号2 53 7 54 8 55 9 56 10 57 11 58 12
OFDM符号3 59 13 60 14 61 15 62 16 63 17 64 18
OFDM符号4 65 19 66 20 67 21 68 22 69 23 70 24
OFDM符号5 71 25 72 26 73 27 74 28 75 29 76
OFDM符号6 30 77 31 78 32 79 33 80 34 81 35 82
OFDM符号7 36 83 37 84 38 85 39 86 40 87 41 88
OFDM符号8 42 89 43 90 44 91 45 92 46 93 47 94
分散的导频

图 67

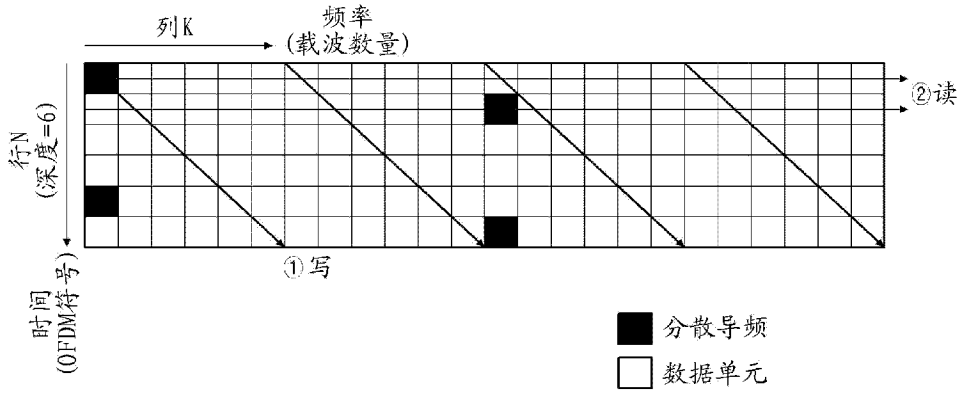

列K
频率
（载波数量）
行N
（深度=6）
时间
（OFDM符号）
①写
②读
分散导频
数据单元

图 68

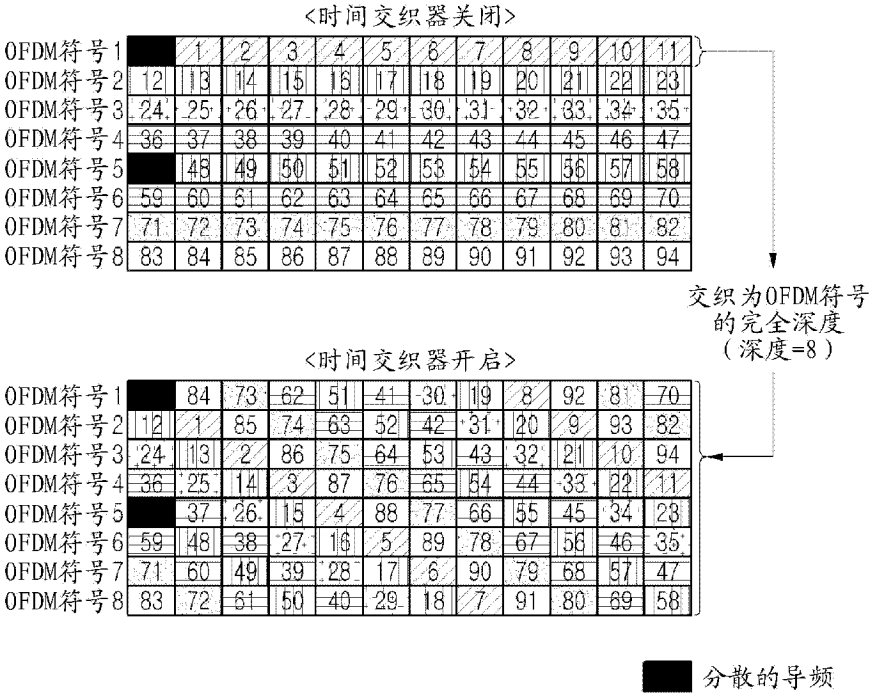

<时间交织器关闭>
OFDM符号1 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
OFDM符号2 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23
OFDM符号3 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35
OFDM符号4 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47
OFDM符号5 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58
OFDM符号6 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70
OFDM符号7 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82
OFDM符号8 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94
交织为OFDM符号
的完全深度
（深度=8）
<时间交织器开启>
OFDM符号1 84 73 62 51 41 30 19 8 92 81 70
OFDM符号2 12 1 85 74 63 52 42 31 20 9 93 82
OFDM符号3 24 13 2 86 75 64 53 43 32 21 10 94
OFDM符号4 36 25 14 3 87 76 65 54 44 33 22 11
OFDM符号5 37 26 15 4 88 77 66 55 45 34 23
OFDM符号6 59 48 38 27 16 5 89 78 67 56 46 35
OFDM符号7 71 60 49 39 28 17 6 90 79 68 57 47
OFDM符号8 83 72 61 50 40 29 18 7 91 80 69 58
分散的导频

图 69

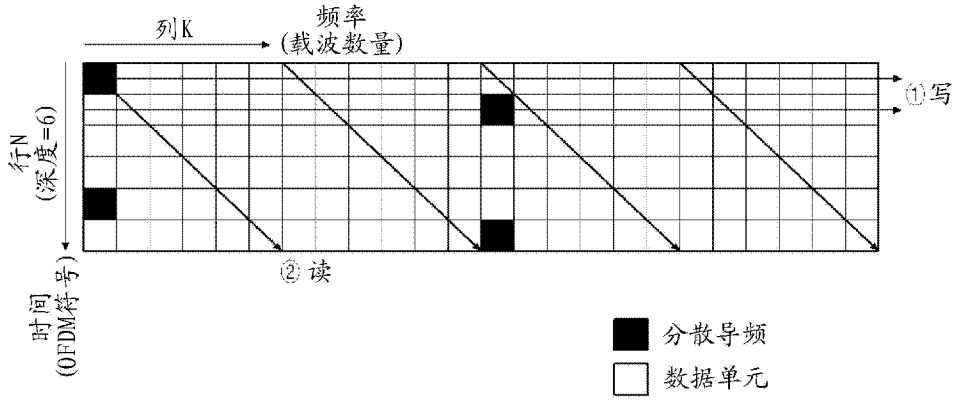

列K
频率
(载波数量)
行N
(深度=6)
时间
(OFDM符号)
①写
②读
分散导频
数据单元

图 70

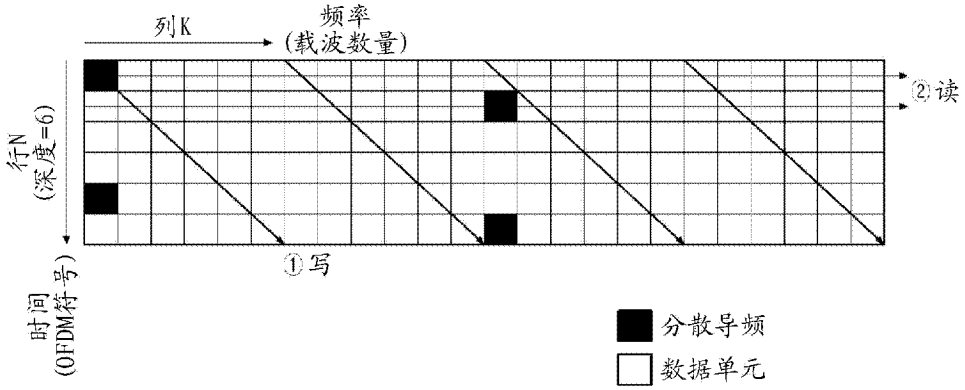

列K
频率
(载波数量)
行N
(深度=6)
②读
①写
时间
(OFDM符号)
分散导频
数据单元

图 71

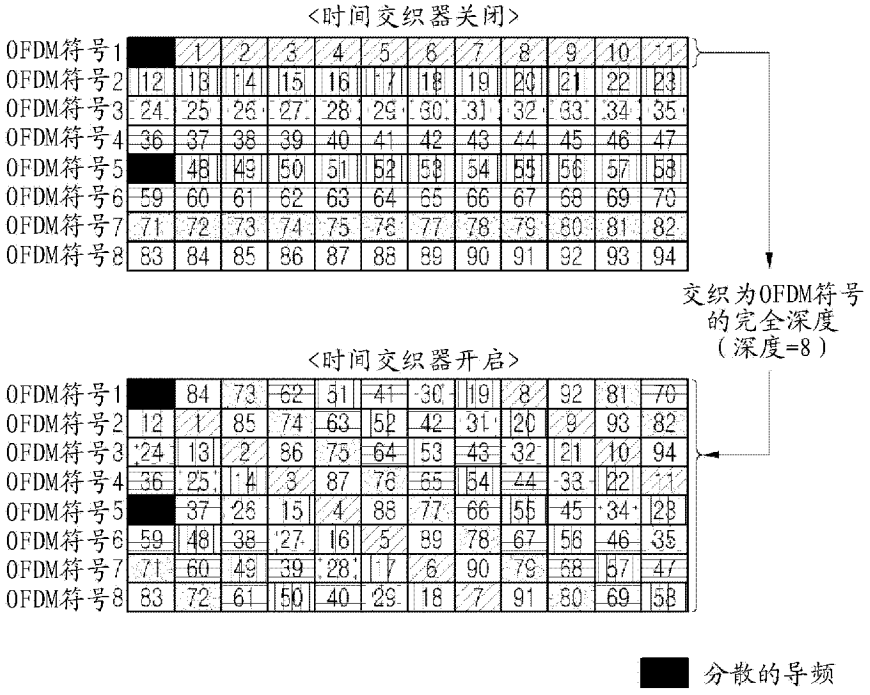
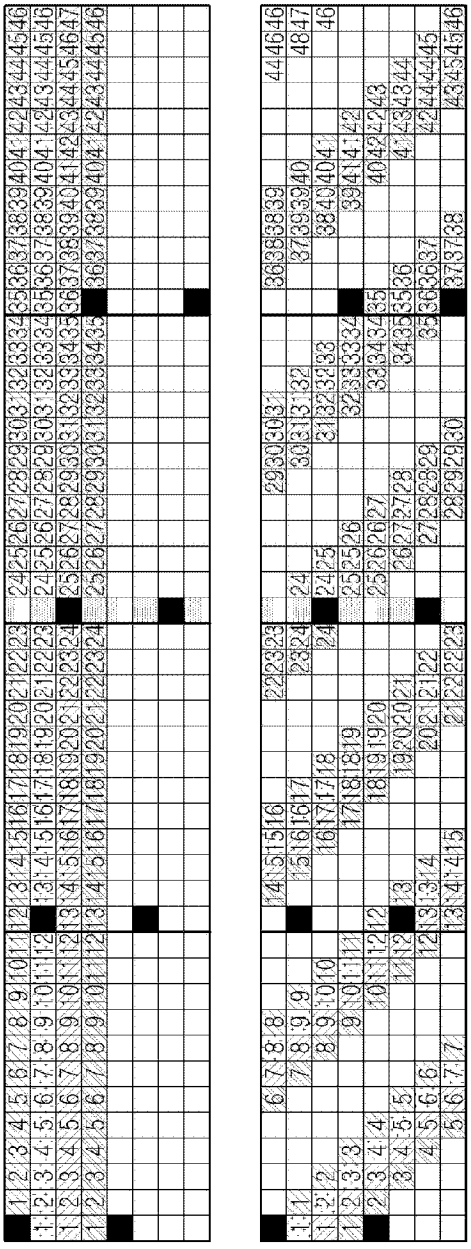

<时间交织器关闭>
OFDM符号1 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
OFDM符号2 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23
OFDM符号3 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35
OFDM符号4 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47
OFDM符号5 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58
OFDM符号6 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70
OFDM符号7 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82
OFDM符号8 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94
交织为OFDM符号
的完全深度
(深度=8)
<时间交织器开启>
OFDM符号1 84 73 62 51 41 30 19 8 92 81 70
OFDM符号2 12 1 85 74 63 52 42 31 20 9 93 82
OFDM符号3 24 13 2 86 75 64 53 43 32 21 10 94
OFDM符号4 36 25 14 3 87 76 65 54 44 33 22 11
OFDM符号5 37 26 15 4 88 77 66 55 45 34 23
OFDM符号6 59 48 38 27 16 5 89 78 67 56 46 35
OFDM符号7 71 60 49 39 28 17 6 90 79 68 57 47
OFDM符号8 83 72 61 50 40 29 18 7 91 80 69 58
分散的导频

图 72



在应用时间交织后 在应用时间交织前

```
RA=0; CA=0;

while I<nCELL loop

      If addr = pilot position
    RA = [RA+1] mod NT;
    CA = [CA+1] mod ND;
     end if   ;

  WRITE;

  RA = [RA+1] mod NT;
  CA = [CA+1] mod ND;

      if CA = 0
    RA = RA+1;
     end if   ;

end loop;
```

■ 分散导频

▨ 连续导频

RA = 行地址
CA = 列地址
nCell = # T1块内的单元数量

存储器开销 = 2%

图 73

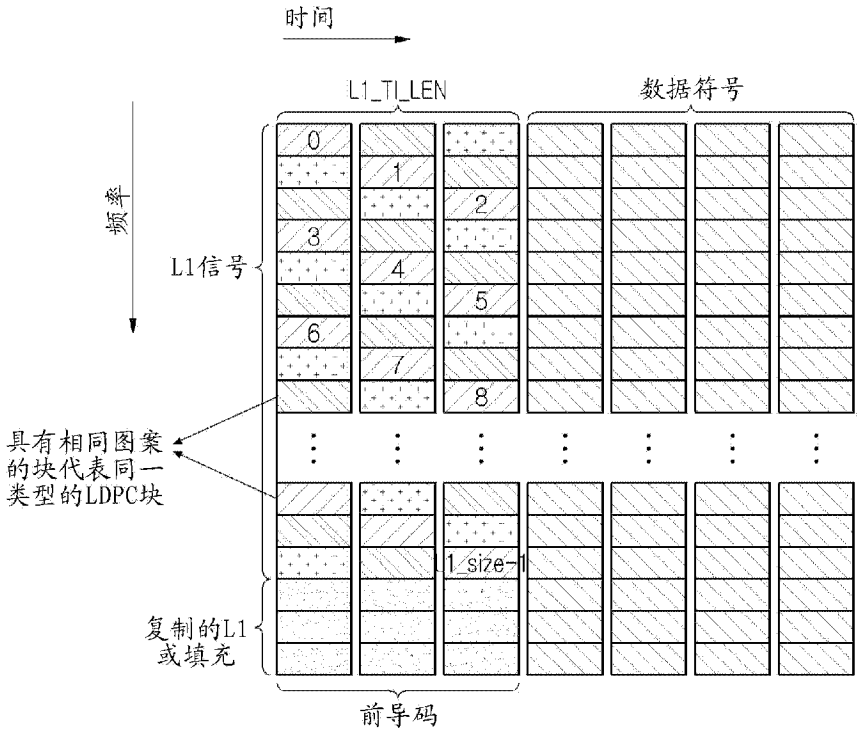

时间
L1_TI_LEN
数据符号
频率
L1信号
0
1
2
3
4
5
6
7
8
具有相同图案的块代表同一类型的LDPC块
1_size-1
复制的L1或填充
前导码

图 74

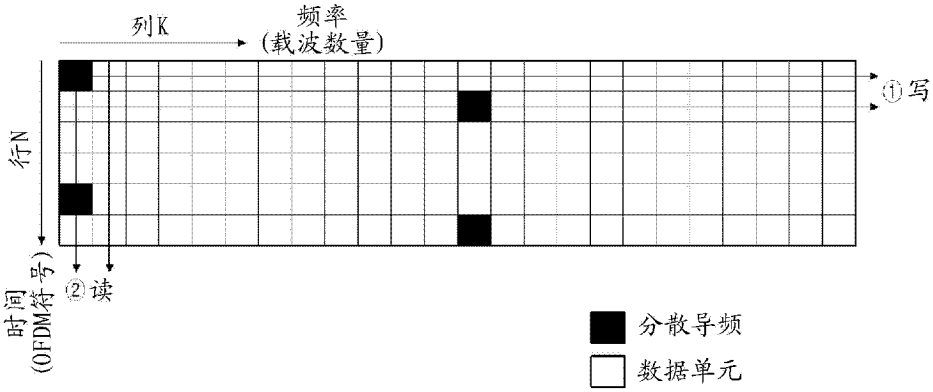

列K
频率
(载波数量)
行N
时间
(OFDM符号)
①写
②读
分散导频
数据单元

图 75

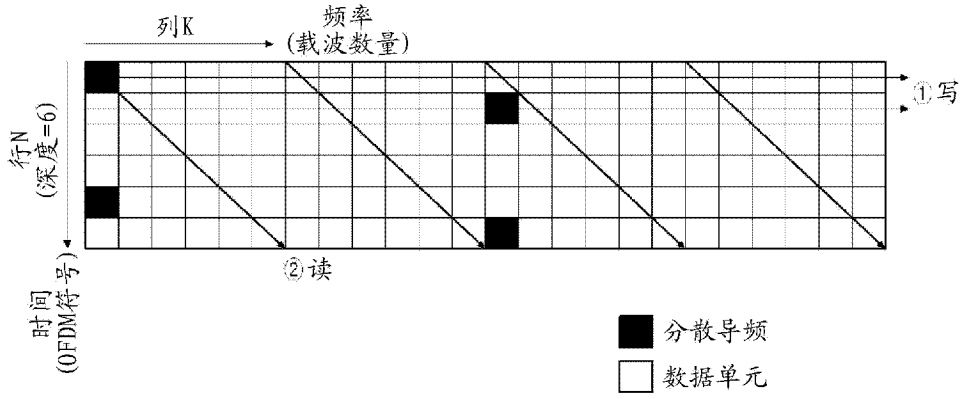


图 76

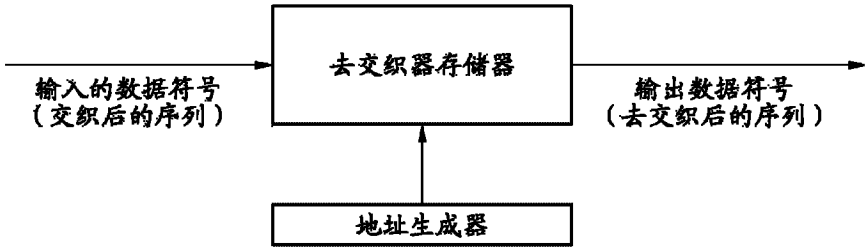


图 77

		i=0												i=12											
j=0	Ri,j	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Ci,j	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
j=1	Ri,j	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4
	Ci,j	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
j=2	Ri,j	0	2	4	6	0	2	4	6	0	2	4	6	1	3	5	7	1	3	5	7	1	3	5	7
	Ci,j	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
j=3	Ri,j	0	3	6	1	4	7	2	5	0	3	6	1	1	4	7	2	5	0	3	6	1	4	7	2
	Ci,j	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

图 78

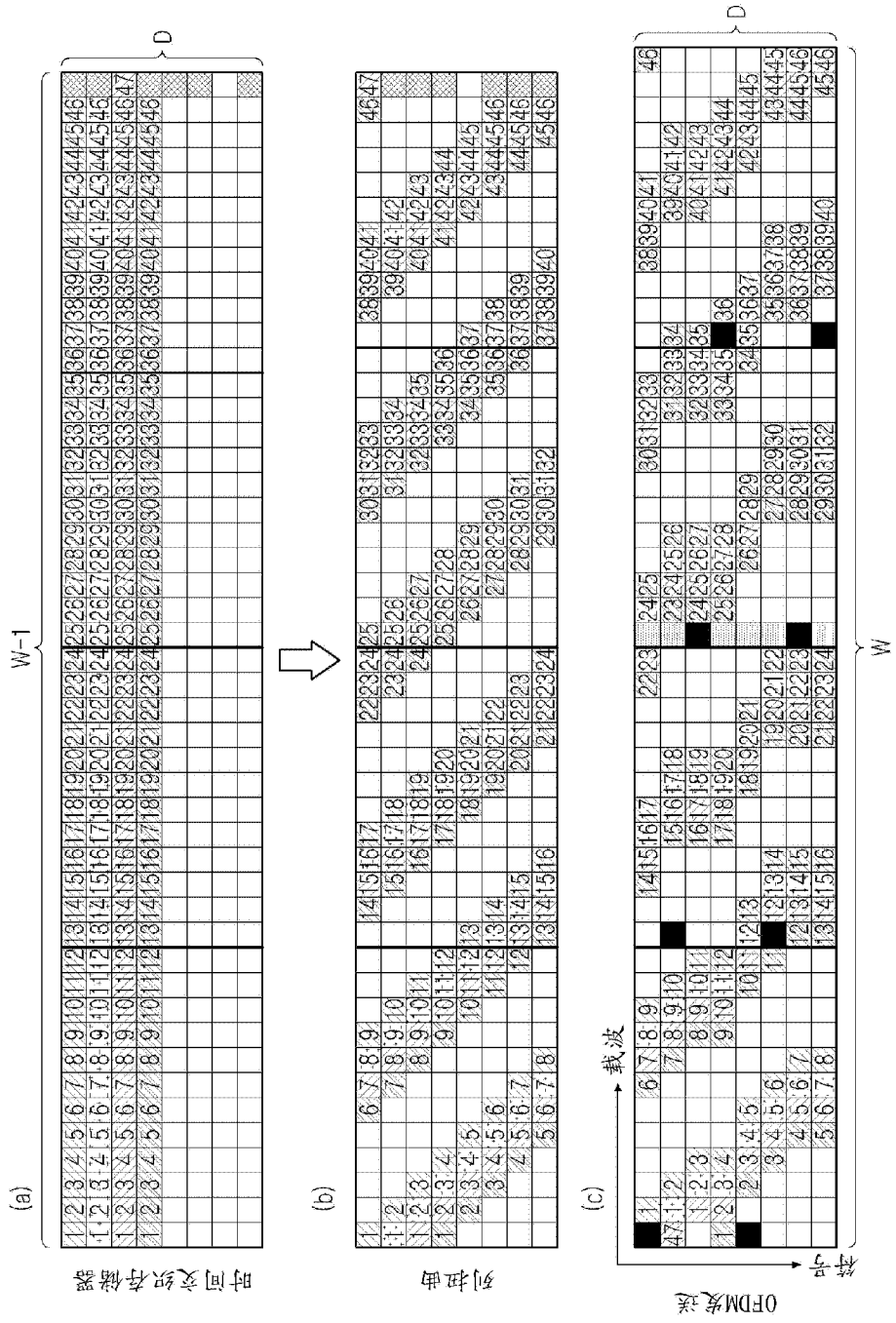


图 79

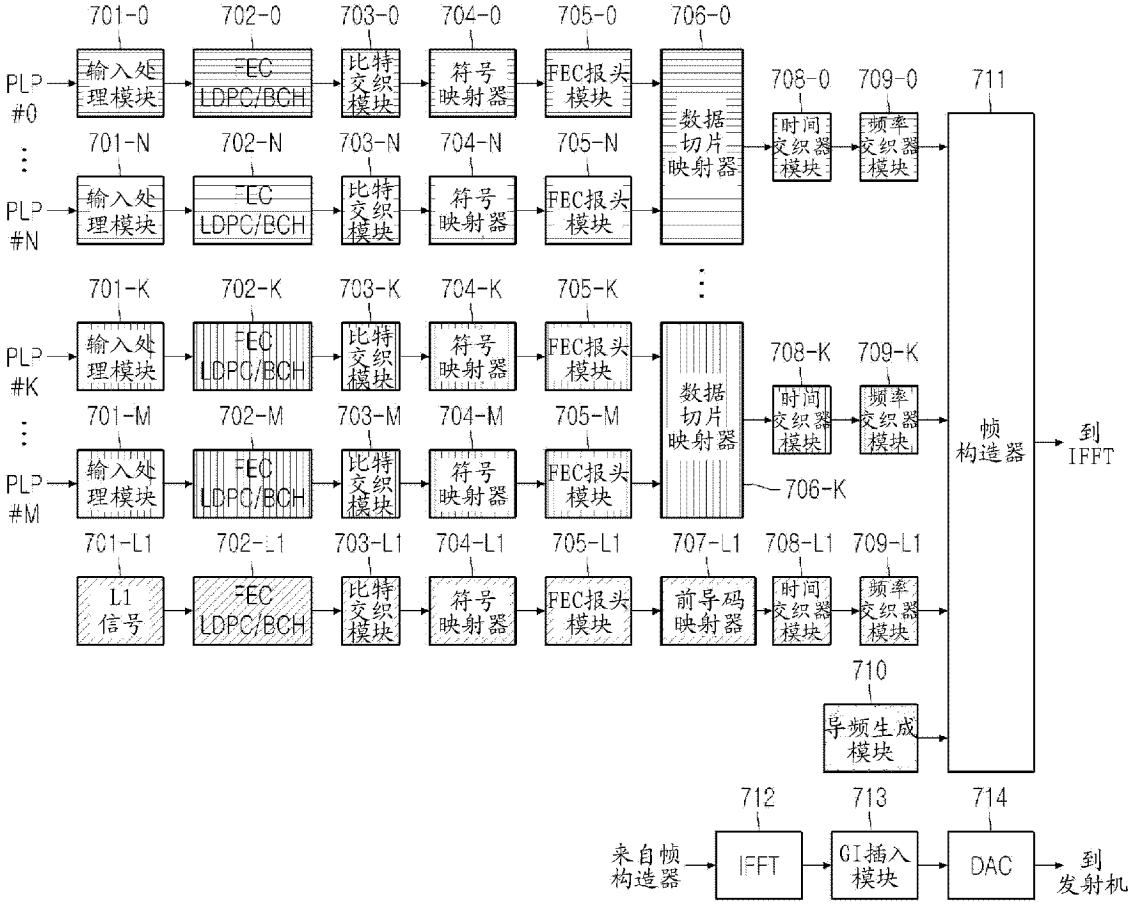

701-0
702-0
703-0
704-0
705-0
706-0
PLP #0
输入处理模块
FEC LDPC/BCH
比特交织模块
符号映射器
FEC报头模块
数据切片映射器
708-0
709-0
711
时间交织器模块
频率交织器模块
701-N
702-N
703-N
704-N
705-N
PLP #N
701-K
702-K
703-K
704-K
705-K
708-K
709-K
PLP #K
701-M
702-M
703-M
704-M
705-M
706-K
帧构造器
到IFFT
PLP #M
701-L1
702-L1
703-L1
704-L1
705-L1
707-L1
708-L1
709-L1
L1信号
前导码映射器
710
导频生成模块
712
713
714
来自帧构造器
IFFT
GI插入模块
DAC
到发射机

图 80

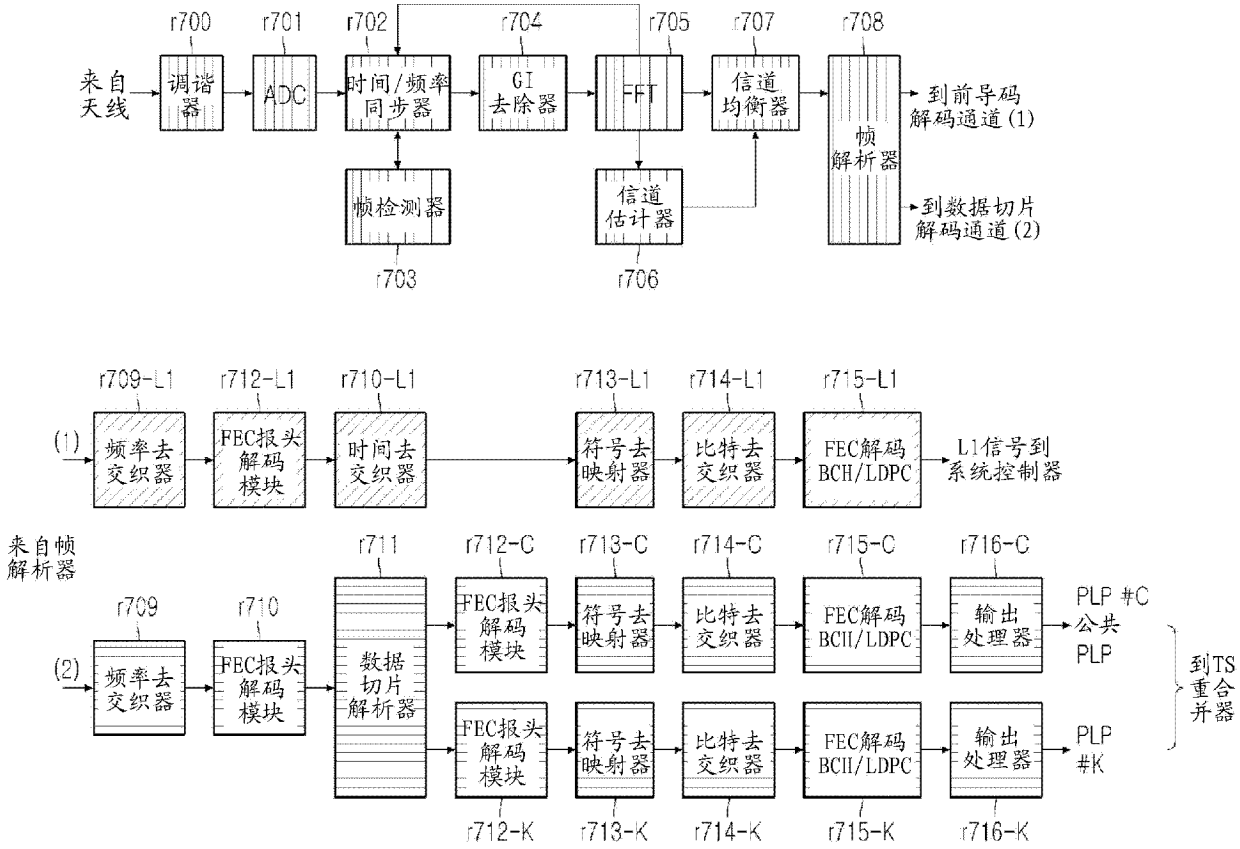

r700
r701
r702
r704
r705
r707
r708
来自天线
调谐器
ADC
时间/频率同步器
GI去除器
FFT
信道均衡器
帧解析器
到前导码解码通道(1)
到数据切片解码通道(2)
帧检测器
信道估计器
r703
r706
r709-L1
r712-L1
r710-L1
r713-L1
r714-L1
r715-L1
(1)
频率去交织器
FEC报头解码模块
时间去交织器
符号去映射器
比特去交织器
FEC解码BCH/LDPC
L1信号到系统控制器
来自帧解析器
r711
r712-C
r713-C
r714-C
r715-C
r716-C
r709
r710
(2)
数据切片解析器
输出处理器
PLP #C
公共PLP
PLP #K
到TS重合并器
r712-K
r713-K
r714-K
r715-K
r716-K

图 81

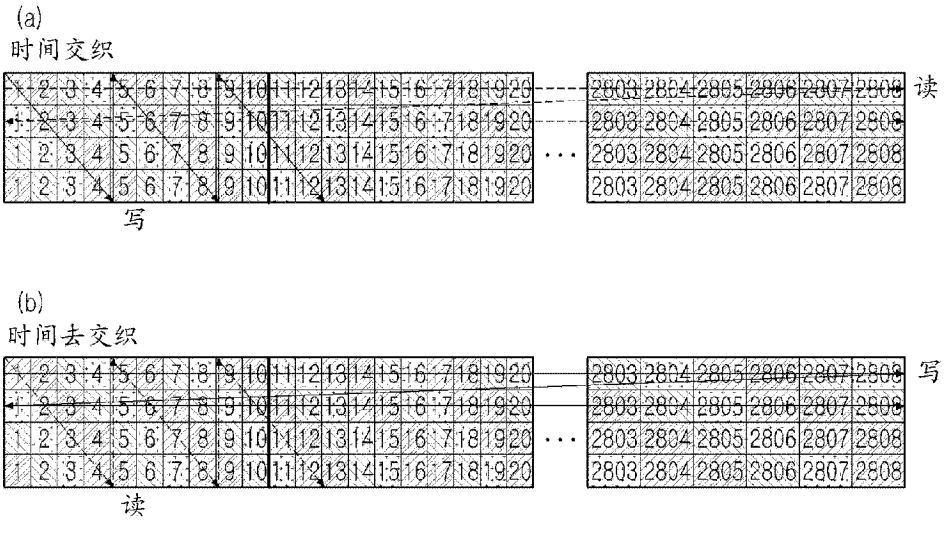

(a)
时间交织
读
写
(b)
时间去交织
写
读

图 82

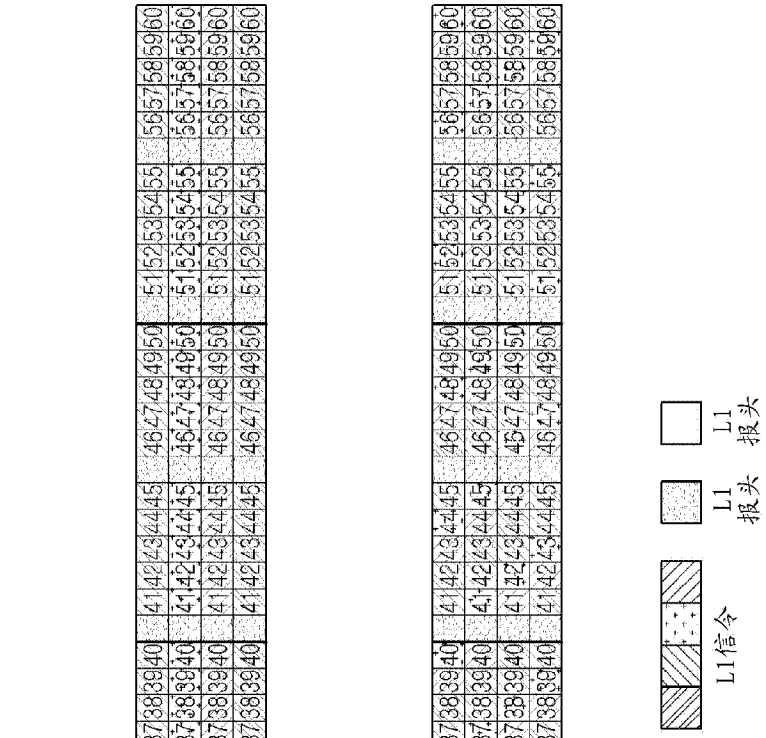


图 83

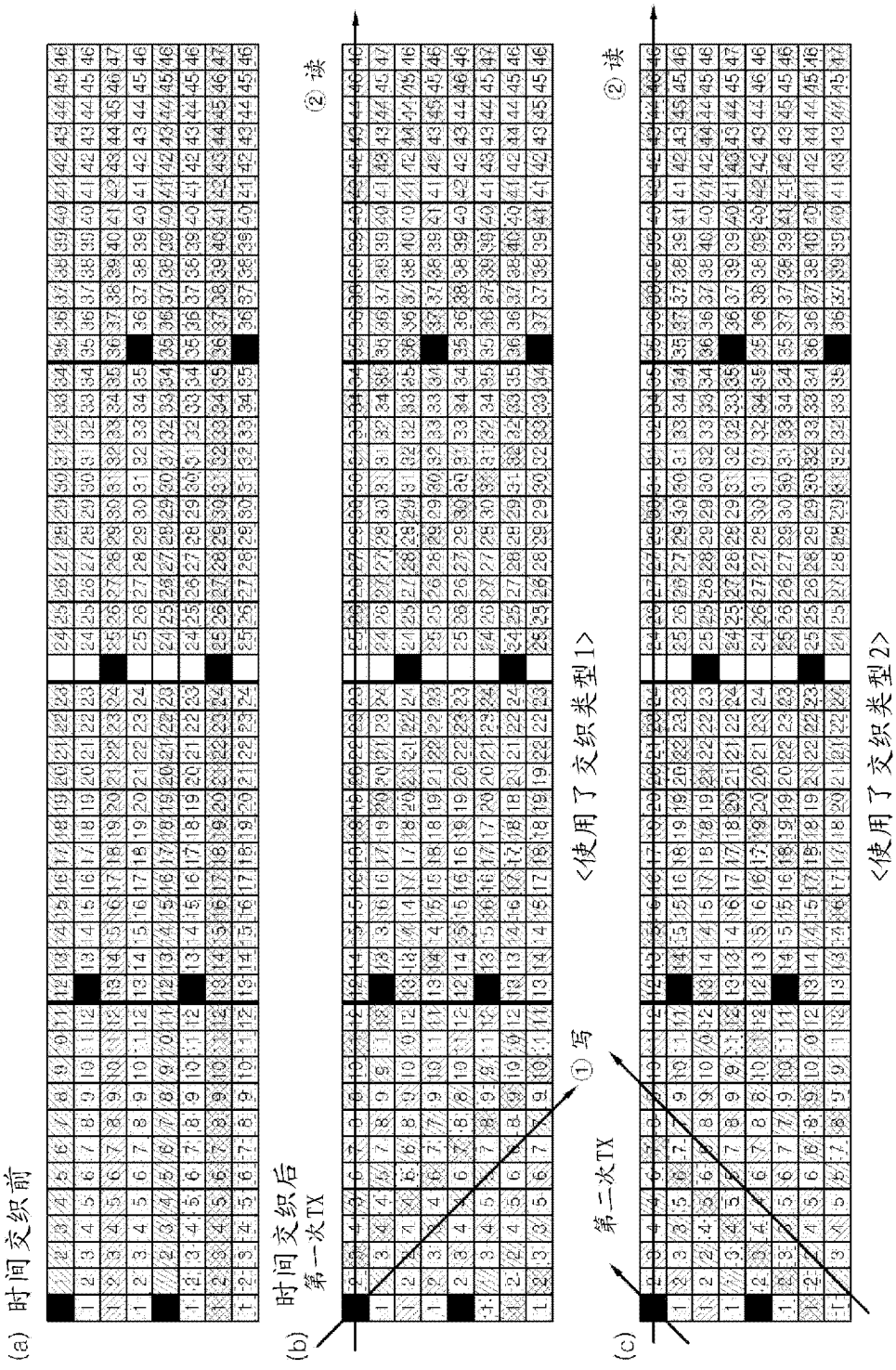


图 84

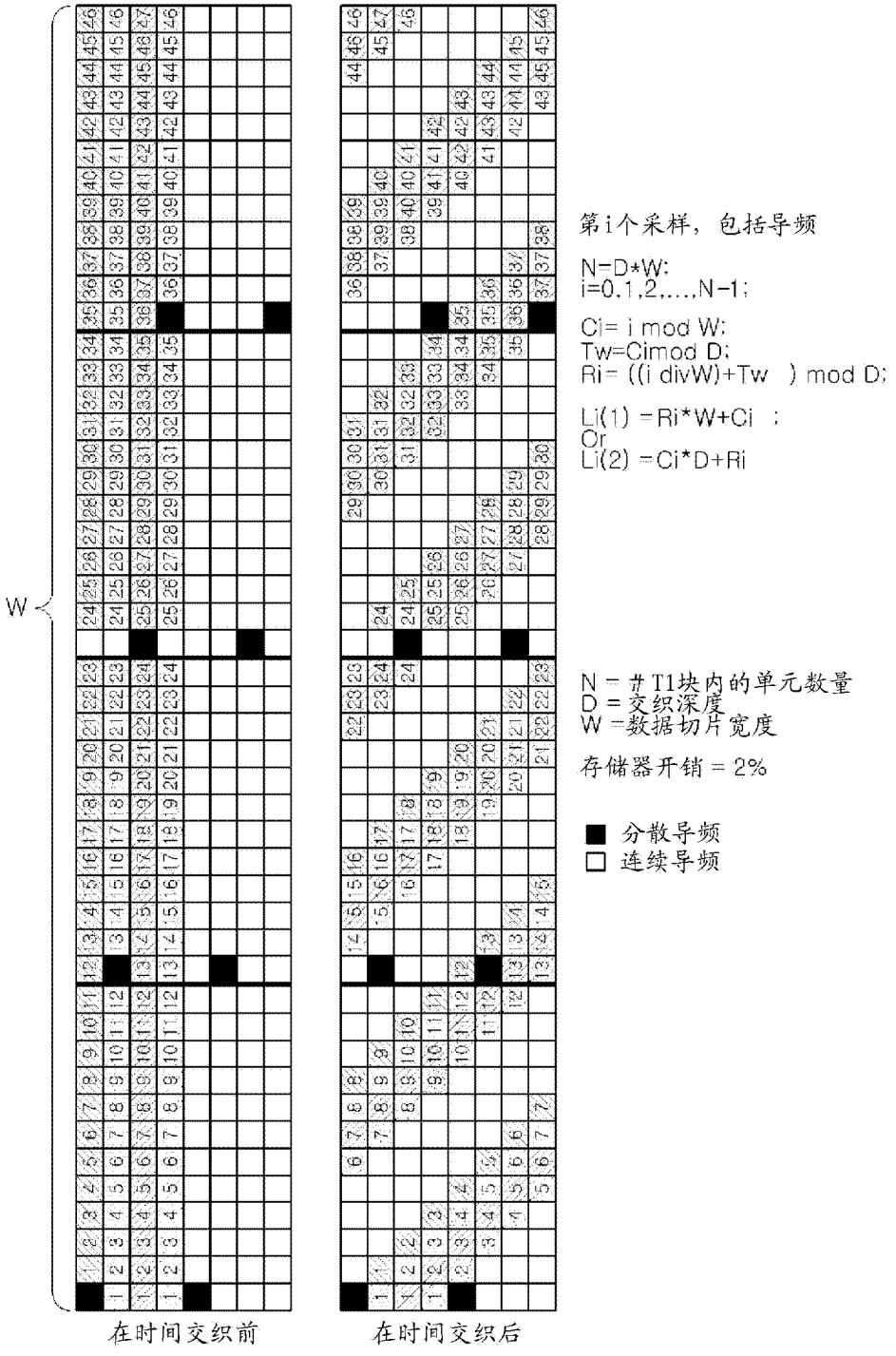

W
在时间交织前
在时间交织后
第i个采样，包括导频
N=D*W;
i=0,1,2,...,N-1;
Ci= i mod W;
Tw=Cimod D;
Ri= ((i divW)+Tw) mod D;
Li(1) =Ri*W+Ci ;
Or
Li(2) =Ci*D+Ri
N = #T1块内的单元数量
D = 交织深度
W =数据切片宽度
存储器开销 = 2%
分散导频
连续导频

图 85

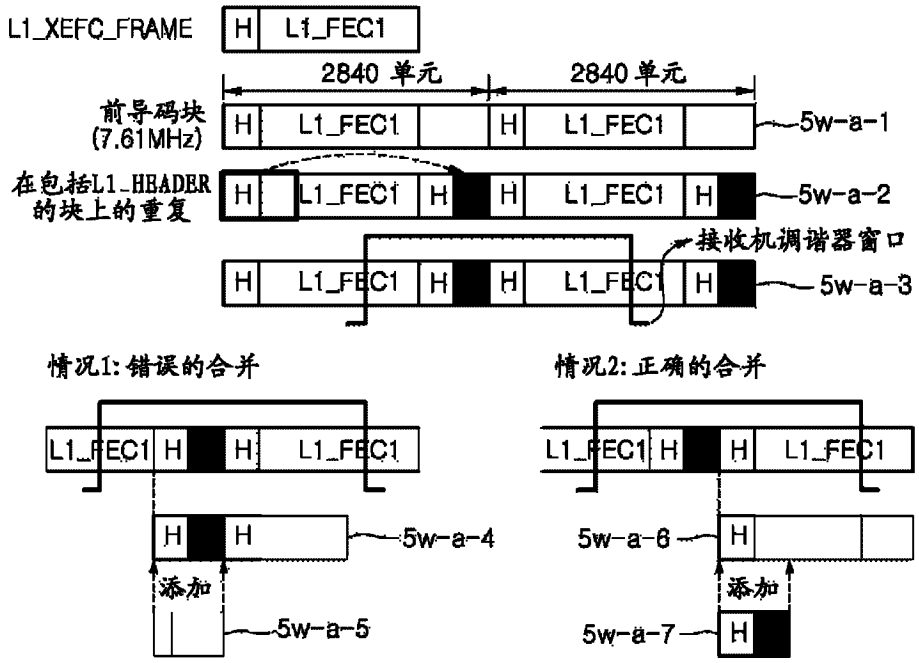

L1_XEFC_FRAME
H
L1_FEC1
2840 单元
2840 单元
前导码块
(7.61MHz)
5w-a-1
在包括L1_HEADER
的块上的重复
5w-a-2
接收机调谐器窗口
5w-a-3
情况1:错误的合并
情况2:正确的合并
5w-a-4
添加
5w-a-5
5w-a-6
添加
5w-a-7

图 86

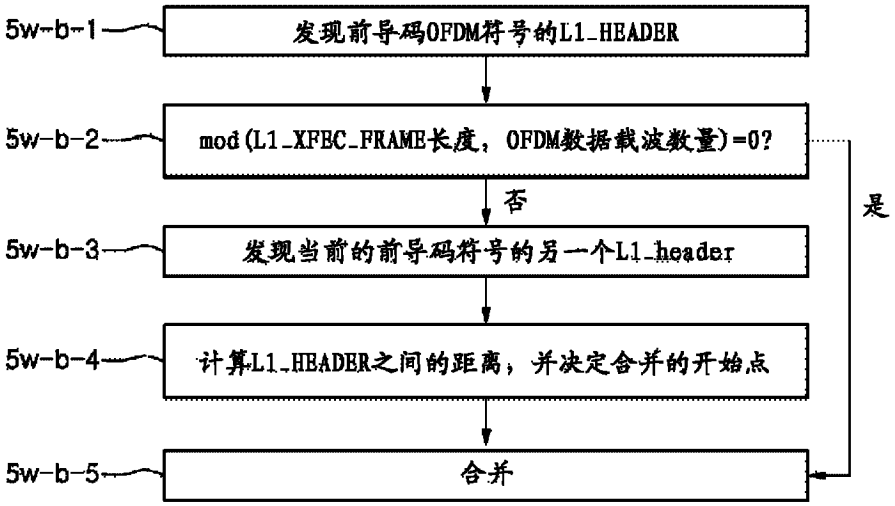

5w-b-1
发现前导码OFDM符号的L1_HEADER
5w-b-2
mod(L1_XFEC_FRAME长度，OFDM数据载波数量)=0?
否
是
5w-b-3
发现当前的前导码符号的另一个L1_header
5w-b-4
计算L1_HEADER之间的距离，并决定合并的开始点
5w-b-5
合并

图 87

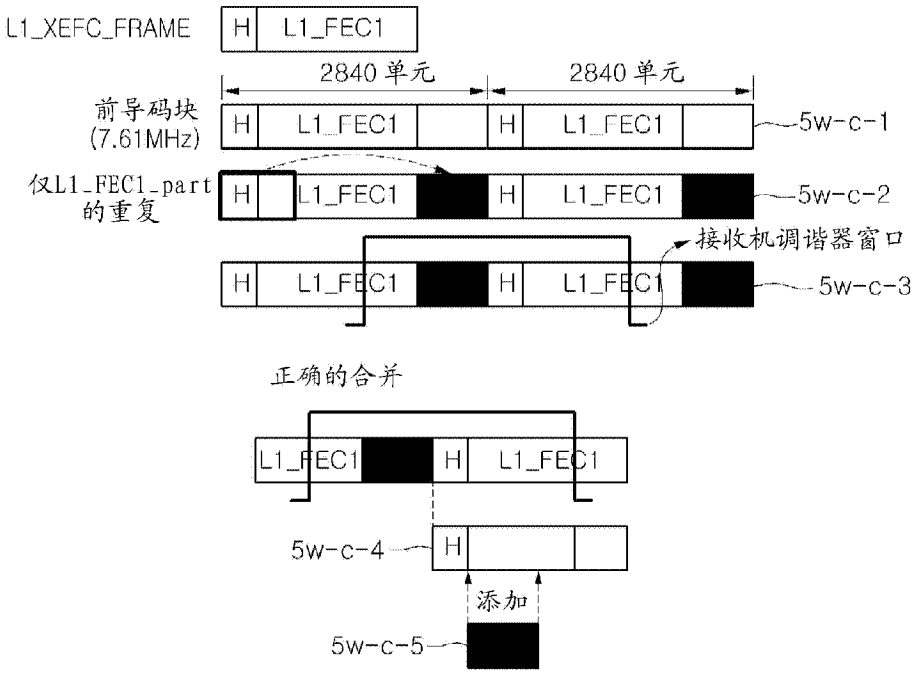

L1_XEFC_FRAME
H
L1_FEC1
2840 单元
2840 单元
前导码块
(7.61MHz)
5w-c-1
仅L1_FEC1_part
的重复
5w-c-2
接收机调谐器窗口
5w-c-3
正确的合并
5w-c-4
添加
5w-c-5

图 88

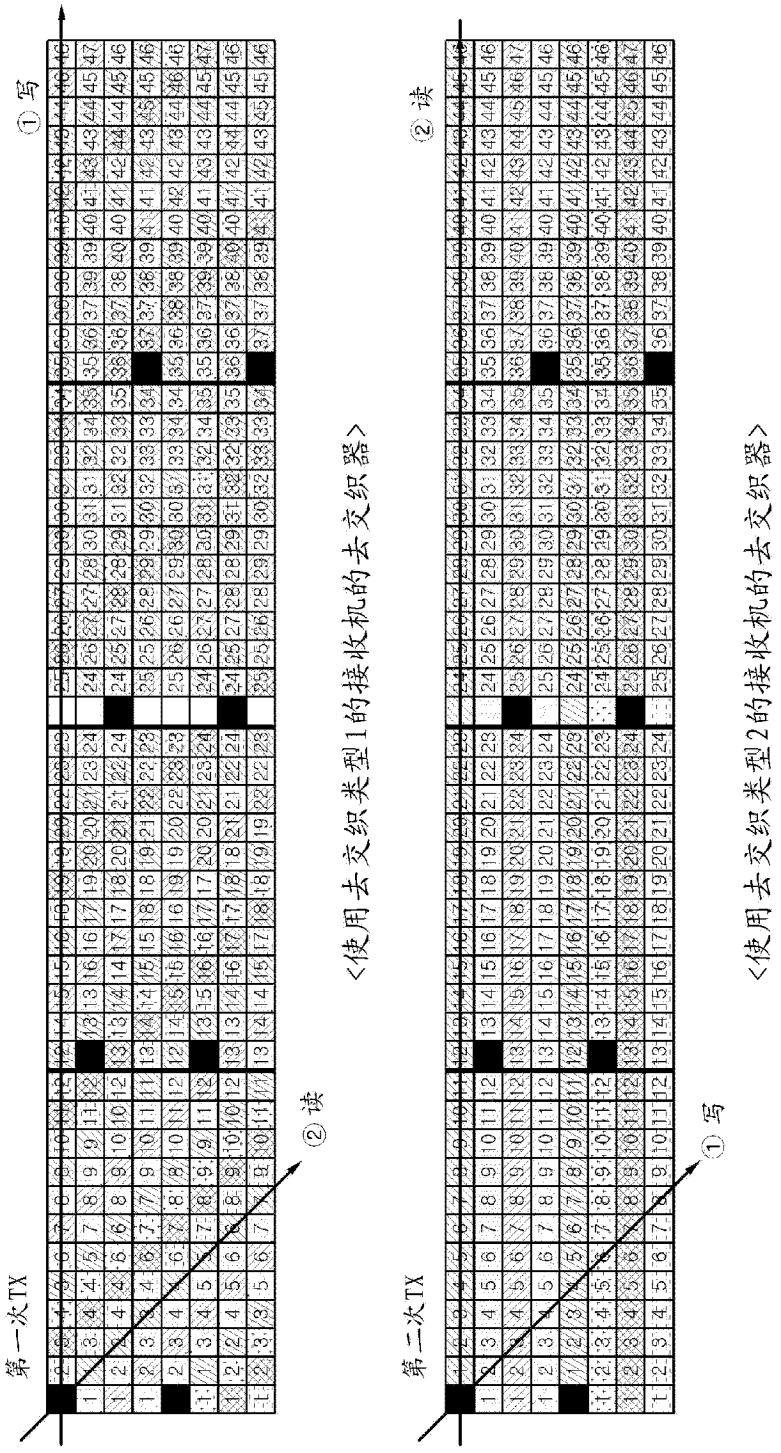

第一次TX
① 写
② 读
<使用去交织类型1的接收机的去交织器>
第二次TX
② 读
① 写
<使用去交织类型2的接收机的去交织器>

图 89

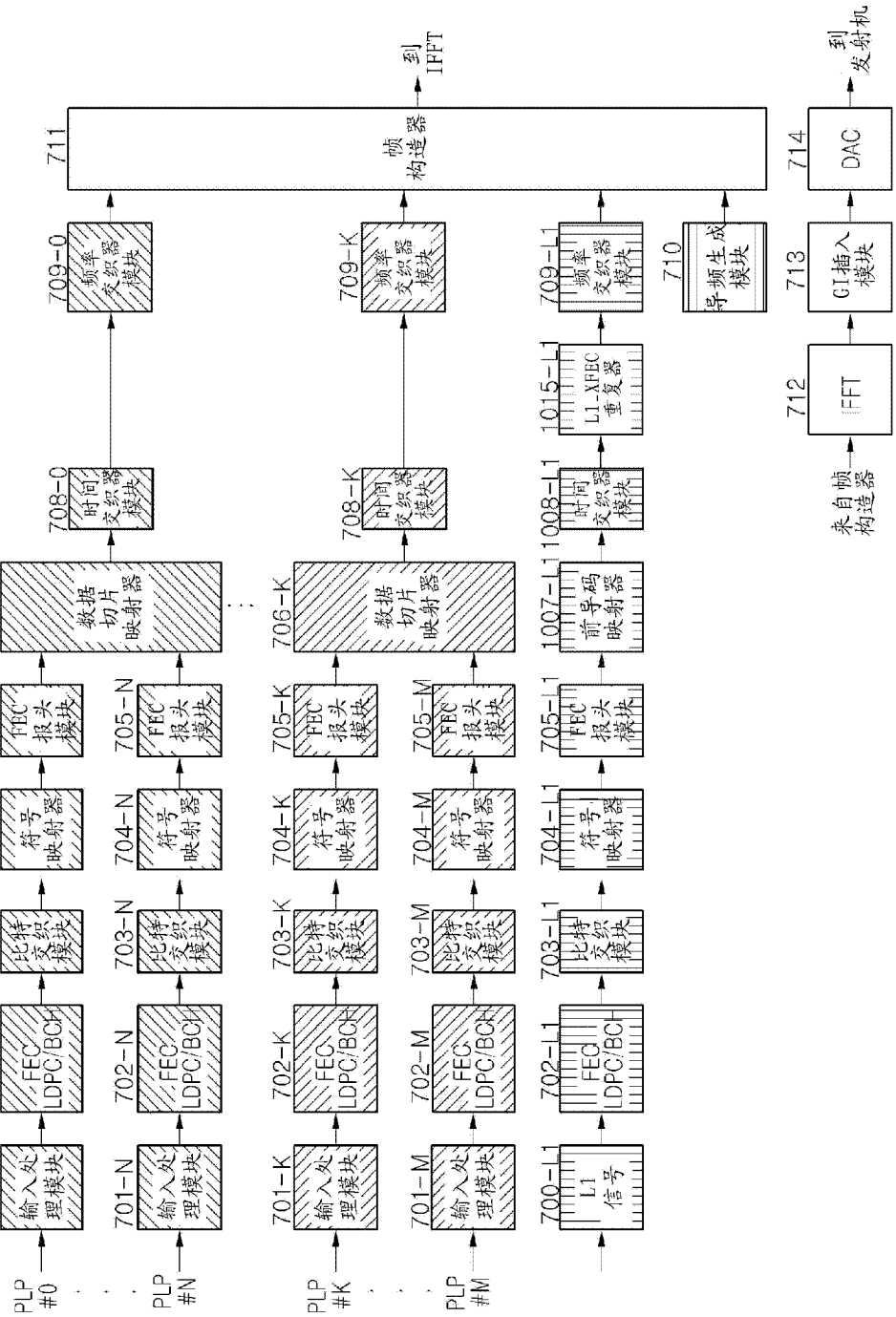

PLP #0
PLP #N
PLP #K
PLP #M
701-0 输入处理模块
701-N 输入处理模块
701-K 输入处理模块
701-M 输入处理模块
700-L1 L1信号
702-0 FEC LDPC/BCH
702-N FEC LDPC/BCH
702-K FEC LDPC/BCH
702-M FEC LDPC/BCH
702-L1 FEC LDPC/BCH
703-0 比特交织模块
703-N 比特交织模块
703-K 比特交织模块
703-M 比特交织模块
703-L1 比特交织模块
704-0 符号映射器
704-N 符号映射器
704-K 符号映射器
704-M 符号映射器
704-L1 符号映射器
705-0 FEC报头模块
705-N FEC报头模块
705-K FEC报头模块
705-M FEC报头模块
705-L1 FEC报头模块
706-0 数据切片映射器
706-K 数据切片映射器
1007-L1 前导码映射器
708-0 时间交织器模块
708-K 时间交织器模块
1008-L1 时间交织器模块
709-0 频率交织器模块
709-K 频率交织器模块
709-L1 频率交织器模块
1015-L1 L1-XFEC重复器
710 导频生成模块
711 帧构造器
到IFFT
712 FFT
来自帧构造器
713 GI插入模块
714 DAC
到发射机

图 90

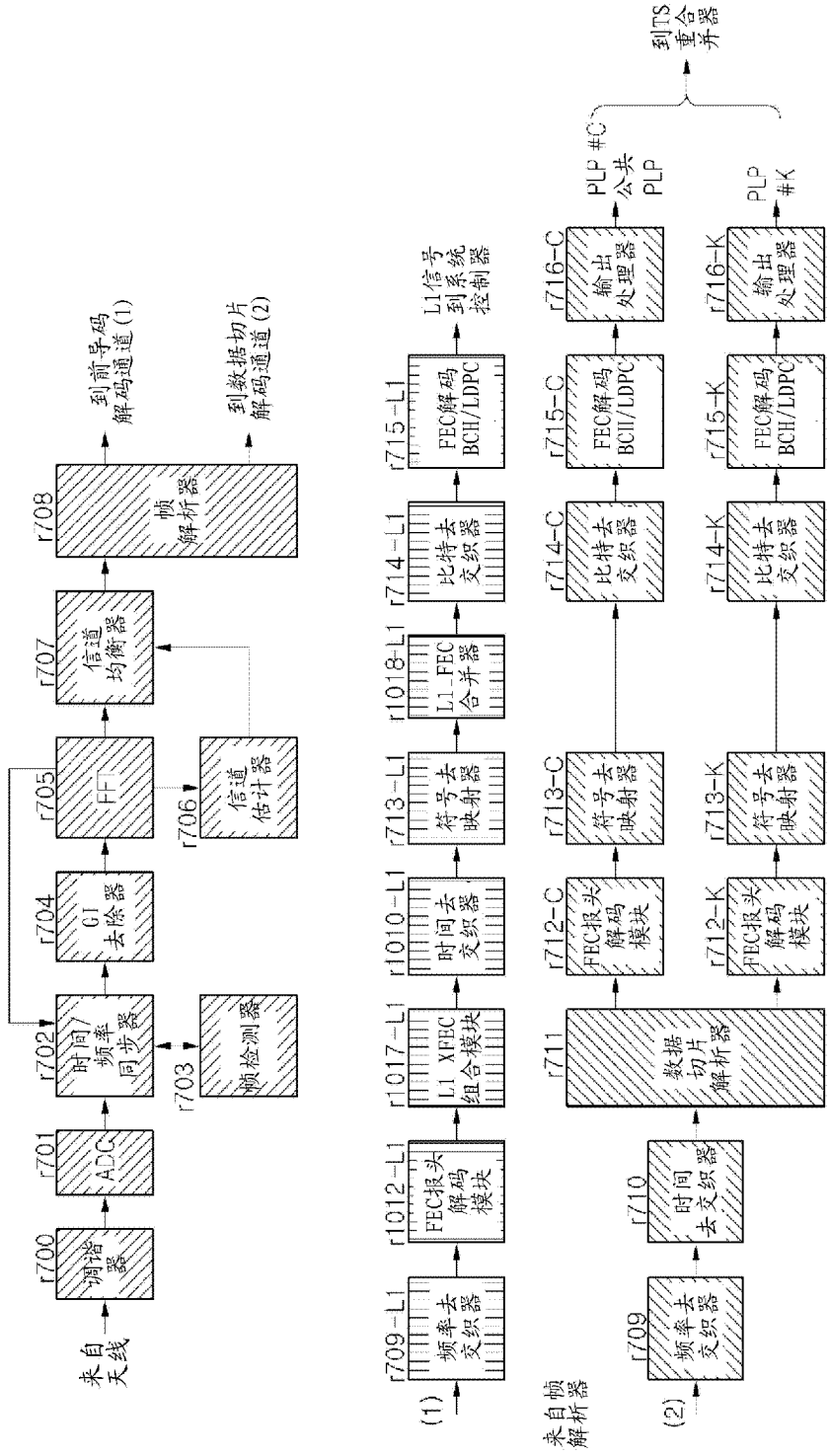

来自天线
r700 调谐器
r701 ADC
r702 时间/频率同步器
r703 帧检测器
r704 GI去除器
r705 FFT
r706 信道估计器
r707 信道均衡器
r708 帧解析器
到前导码解码通道(1)
到数据切片解码通道(2)
(1)
r709-L1 频率去交织器
r1012-L1 FEC报头解码模块
r1017-L1 L1 XFEC组合模块
r1010-L1 时间去交织器
r713-L1 符号去映射器
r1018-L1 L1_FEC合并器
r714-L1 比特去交织器
r715-L1 FEC解码BCH/LDPC
L1信号到系统控制器
来自帧解析器
(2)
r710 时间去交织器
r709 频率去交织器
r711 数据切片解析器
r712-C FEC报头解码模块
r713-C 符号去映射器
r714-C 比特去交织器
r715-C FEC解码BCH/LDPC
r716-C 输出处理器
PLP #0 公共PLP
r712-K FEC报头解码模块
r713-K 符号去映射器
r714-K 比特去交织器
r715-K FEC解码BCH/LDPC
r716-K 输出处理器
PLP #K
到TS重合并器

图 91

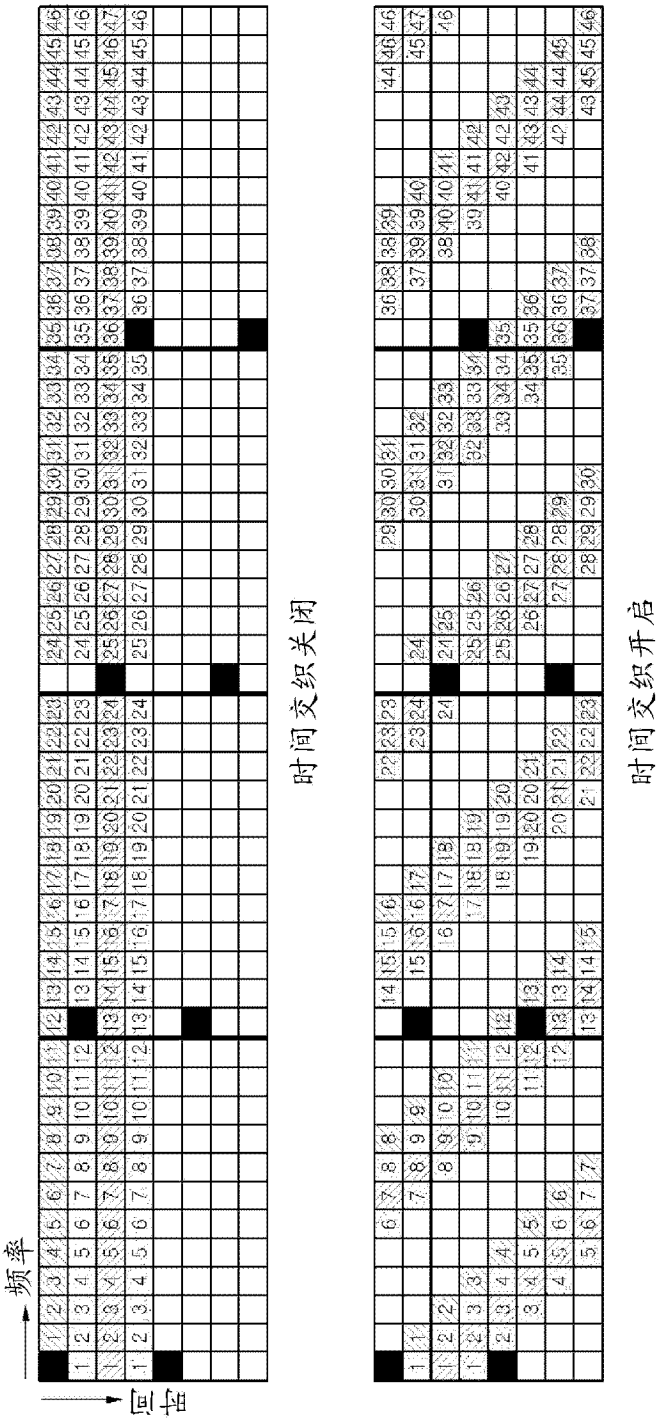


图 92

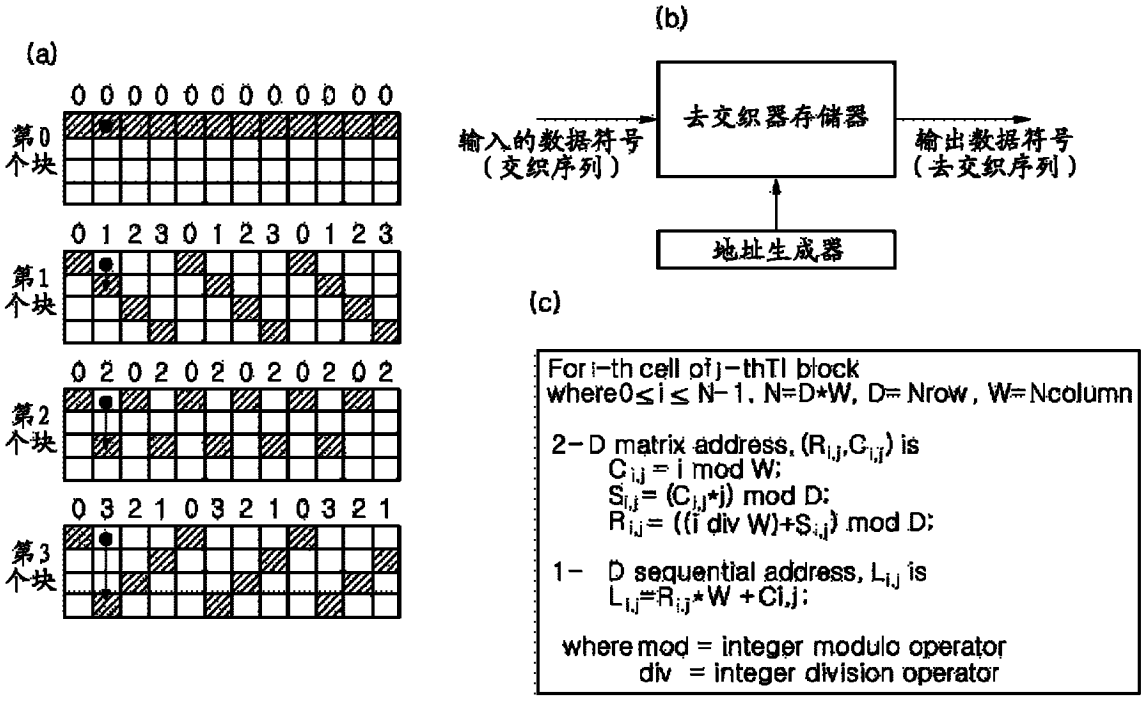

(a)
第0个块
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
第1个块
0 1 2 3 0 1 2 3 0 1 2 3
第2个块
0 2 0 2 0 2 0 2 0 2 0 2
第3个块
0 3 2 1 0 3 2 1 0 3 2 1
(b)
输入的数据符号
（交织序列）
去交织器存储器
输出数据符号
（去交织序列）
地址生成器
(c)
For i-th cell of j-thTI block
where 0≤i≤N-1, N=D*W, D=Nrow, W=Ncolumn
2-D matrix address, (Ri,j,Ci,j) is
Ci,j = i mod W;
Si,j = (Ci,j*j) mod D;
Ri,j = ((i div W)+Si,j) mod D;
1-D sequential address, Li,j is
Li,j=Ri,j*W+Ci,j;
where mod = integer modulo operator
div = integer division operator

图 93

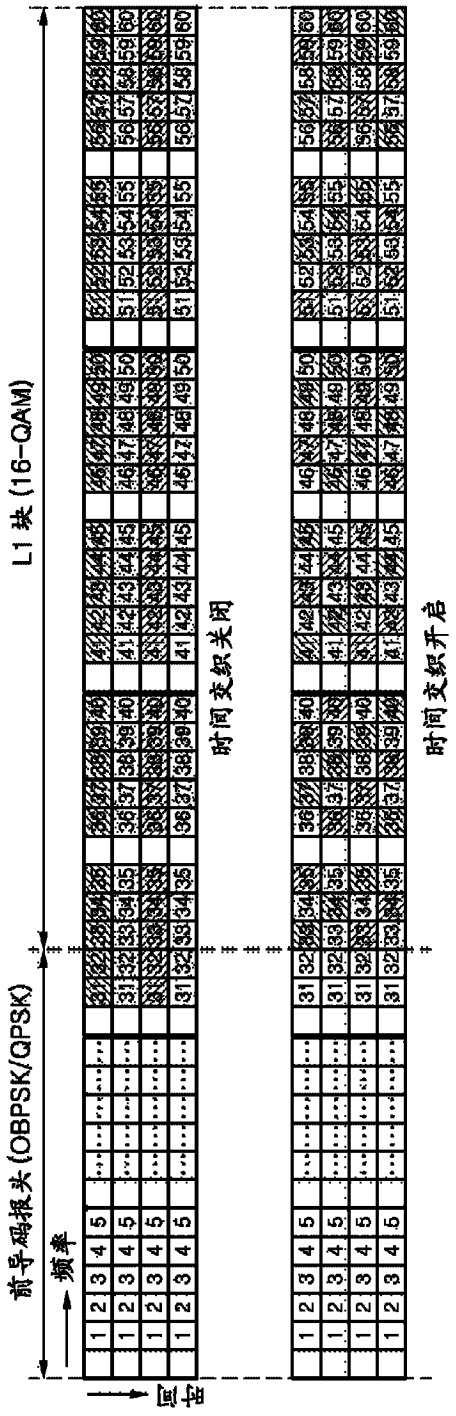


图 94

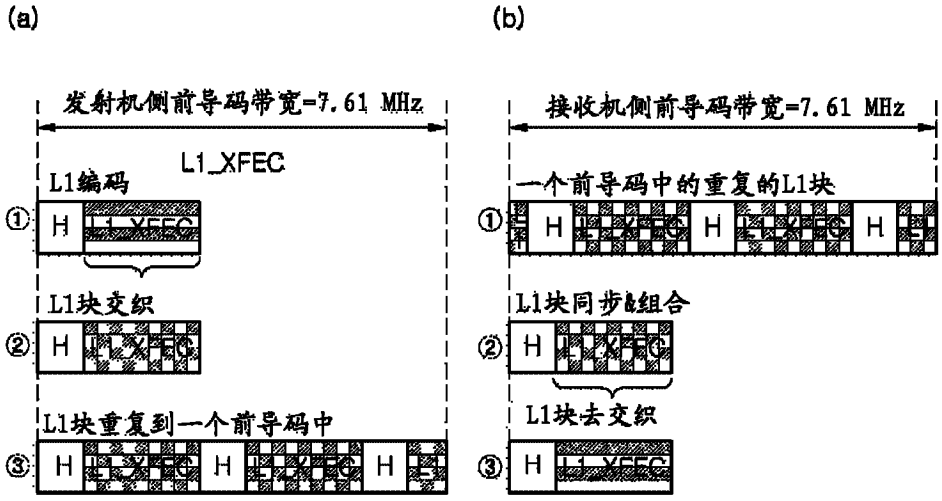


图 95

值	TI深度	
00	没有TI	当使用了TI_FLAG(1比特)时
01	最佳匹配	
10	4个OFDM符号	短L1块的TI
11	8个OFDM符号	为了更好的TI性能

图 96

(a)

报头信令&结构

号码	关键特征	信令字段	填充	每种性能的L1报头	L1块TI性能	附加开销
1	仅TI开启/关闭标记	L1 (15), TI (1), 无CRC	无	标准	对短的L1块不好	无
2	L1_size_bits / 8	L1 (12), TI (2), CRC (2)	最多7比特	最好	好	无
3	L1_size_cells	L1 (13), TI (2), CRC (1)	最多3比特	好	好	无
4	每符号的L1_size_bits	L1 (13), TI (2), CRC (1)	最多4比特	好	好	无
5	每符号的L1_size_cells	L1 (11), TI (2), CRC (2), Rfu (1)	最多19比特	最好	好	无
6	两个报头(32比特)	L1 (15), TI (2), CRC (4), Rfu (11)	无	最好	好	0.01%(可以忽略)

(b)

填充方法

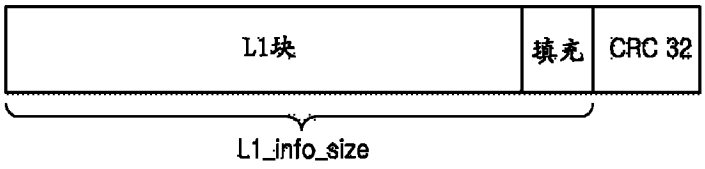


图 97

字段	比特	描述
num_chbon	3	绑定的信道数量
num_dslice	8	数据切片的数量
num_notch	4	陷波波段的数量
for i=0..num_dslice-1 {		
dslice_id	8	数据切片标识符
dslice_start	12	C2信道中数据切片的开始(最大64MHz)
dslice_width	9	数据切片的宽度(最大7.61MHz)
dslice_ti_depth	2	时间交织器深度
dslice_type	1	数据切片类型(类型1、类型2)*
dslice_pwr_allocation	2	数据切片功率分配
num_plp	8	PLP数量
for i=0..num_plp-1 {		
plp_id	8	PLP标识符
plp_type	1	PLP类型(公共/数据)
PSI/SI reprocessing	1	PSP/SI再处理标记
plp_payload_type	5	PLP有效载荷类型(TS、GS、...)
if dslice_type=='0' {		
plp_modcod	5	PLP调制/编码
plp_start_addr	14	PLP开始地址
}		
}		
}		
for i=0..num_notch-1{		
notch_start	12	陷波波段在C2信道内的开始(最大64MHz)
notch_width	9	陷波波段的宽度(最大7.61MHz)
}		
gi	2	保护间隔模式
num_data_symbols	10	每个C2帧的数据OFDM符号数量
num_c2_frames	8	每个超帧的C2帧数量
frame_idx	8	一个超帧内的C2帧索引
PAPR	1	PAPR标记
reserved	0	为将来使用而保留
crc32	32	CRC32

*类型1:具有CCM的单个PLP
*类型2:其它

图 98

dslice_ti_depth	TI深度
"00"	1
"01"	4
"10"	8
"11"	16

图 99

dslice_type	类型
"0"	具有CCM的单个PLP
"1"	其它

图 100

plp_type	类型
"0"	公共PLP
"1"	数据PLP

图 101

plp_payload_type	有效载荷类型
"00000"	GFPS
"00001"	GCS
"00010"	GSE
"00011"	TS
其它	为将来使用而保留

图 102

plp_modcod	调制	码率	LDPC 块
"00000"	16QAM	4/5	长
"00001"			短
"00010"		9/10	长
"00011"		8/9	短
"00100"	64QAM	2/3	长
"00101"			短
"00110"		4/5	长
"00111"			短
"01000"		9/10	长
"01001"		8/9	短
"01010"	256QAM	3/4	长
"01011"			短
"01100"		5/6	长
"01101"			短
"01110"		9/10	长
"01111"		8/9	短
"10000"	1024QAM	3/4	长
"10001"			短
"10010"		5/6	长
"10011"			短
"10100"		9/10	长
"10101"		8/9	短
"10110"	4096QAM	5/6	长
"10111"			短
"11000"		9/10	长
"11001"		8/9	短
其它	为将来使用而保留	为将来使用而保留	为将来使用而保留

图 103

gi	值
"00"	1/128
"01"	1/64
其它	为将来使用而保留

图 104

PAPR	值
"0"	停用
"1"	启用

图 105

字段	比特	描述
network_id	16	当前的DVB-C2网络的ID
c2_system_id	16	DVB-C2网络中的C2系统的ID
C2_signal_start_frequency	32	C2信号开始频率
C2_signal_stop_frequency	32	C2信号结束频率
num_chbon	3	绑定的信道的数量
num_dslice	8	数据切片的数量
num_notch	4	陷波波段的数量
for i=0..num_dslice-1 {		
dslice_id	8	数据切片标识符
dslice_start	12	C2信道中数据切片的开始(最大64MHz)
dslice_width	9	数据切片的宽度(最大7.61MHz)
dslice_ti_depth	2	时间交织器深度
dslice_type	1	数据切片类型(类型1、类型2)*
dslice_pwr_allocation	2	数据切片功率分配
reserved_1	0	为将来用途保留
num_plp	8	PLP数量
for i=0..num_plp-1 {		
plp_id	8	PLP标识符
plp_type	2	PLP类型(公共/标准数据/分组数据)
if plp_type=='common' or 'grouped' {		
plp_group_id	8	PLP分组标识符
}		
plp_payload_type	5	PLP有效载荷类型(TS、GS、...)
PSI/SI reprocessing	1	PSP/SI再处理标记
reserved_2	0	为将来用途保留
if dslice_type=='0' {		
plp_modcod	5	PLP调制/编码
plp_start_addr	14	PLP开始地址
}		
}		
}		
for i=0..num_notch-1 {		
notch_start	12	陷波波段在C2信道内的开始(最大64MHz)
notch_width	9	陷波波段的宽度(最大7.61MHz)
}		
gi	2	保护间隔模式
num_data_symbols	10	每个C2帧的数据OFDM符号数量
num_c2_frames	8	每个超帧的C2帧数量
frame_idx	8	一个超帧内的C2帧索引
PAPR	1	PAPR标记
reserved_3	0	为将来使用而保留
crc32	32	CRC32

*类型1:具有CCM的单个PLP

*类型2:其它

图 106

plp_type	类型
"00"	公共PLP
"01"	标准数据PLP
"10"	分组数据PLP
其它	为将来使用保留

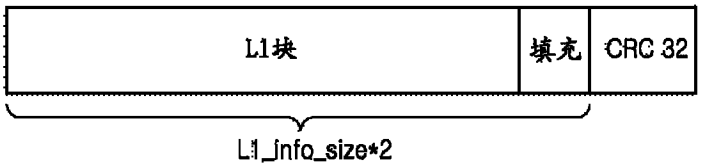
图 107

字段	比特	描述
network_id	16	当前的DVB-C2网络的ID
c2_system_id	16	DVB-C2网络中的C2系统的ID
C2_signal_start_frequency	32	C2信号开始频率
num_chbon	3	绑定的信道的数量
num_dslice	8	数据切片的数量
num_notch	4	陷波波段的数量
for i=0..num_dslice-1 {		
dslice_id	8	数据切片标识符
dslice_start	12	C2信道中数据切片的开始(最大64MHz)
dslice_width	12	数据切片的宽度(最大64MHz)
dslice_ti_depth	2	时间交织器深度
dslice_type	1	数据切片类型(类型1、类型2)*
num_plp	8	PLP数量
reserved_1	0	为将来用途保留
for i=0..num_plp-1 {		
plp_id	8	PLP标识符
plp_type	2	PLP类型(公共/标准数据/分组数据)
if plp_type=='common' or 'grouped' {		
plp_group_id	8	PLP分组标识符
}		
PSI/SI reprocessing	1	PSP/SI再处理标记
plp_payload_type	5	PLP有效载荷类型(TS、GS、...)
reserved_2	0	为将来用途保留
if dslice_type=='0' {		
plp_modcod	5	PLP调制/编码
plp_start_addr	14	PLP开始地址
}		
}		
}		
for i=0..num_notch-1 {		
notch_start	12	陷波波段在C2信道内的开始(最大64MHz)
notch_width	9	陷波波段的宽度(最大7.61MHz)
}		
gi	2	保护间隔模式
PAPR	1	PAPR标记
reserved_3	0	为将来使用而保留
crc32	32	CRC32
总共	221	

*类型1:具有CCM的单个PLP

*类型2:其它

图 108



值	TI深度	
00	没有TI	当使用了TI_FLAG(1比特)时
01	最佳匹配	
10	4个OFDM符号	短L1块的TI
11	4个OFDM符号	为了更好的TI性能

图 109

字段	比特	描述
NETWORK_ID	16	当前的DVB-C2网络的ID
C2_SYSTEM_ID	16	DVB-C2网络中的C2系统的ID
C2_SIGNAL_START_FREQUENCY	32	C2信号开始频率
NUM_CHBON	3	绑定的信道的数量
NUM_DSLICE	8	数据切片的数量
NUM_NOTCH	4	陷波波段的数量
for i=0..NUM_DSLICE-1 {		
DSLICE_ID	8	数据切片标识符
DSLICE_START	12	C2信道中数据切片的开始(最大64MHz) (单位=12个OFDM单元)
DSLICE_WIDTH	12	数据切片的宽度(最大64MHz)(单位=12个OFDM单元)
DSLICE_TI_DEPTH	2	时间交织器深度
DSLICE_TYPE	1	数据切片类型(具有CCM的单个PLP、其它)
DSLICE_NUM_PLP	8	当前数据切片中的PLP数量
for i=0..DSLICE_NUM_PLP-1 {		
PLP_ID	8	PLP标识符
PLP_TYPE	2	PLP类型(公共/标准数据/分组数据)
PLP_PAYLOAD_TYPE	5	PLP有效载荷类型(GFPS、GCS、GSE、TS、RFU)
if(PLP_TYPE=='00' or '01') {		
PLP_GROUP_ID	8	PLP分组标识符
}		
if(DSLICE_TYPE=='0') {		
PLP_START	14	PLP开始地址(单位=1个OFDM单元)
PLP_MODCOD	5	PLP调制/编码
}		
PSI/SI_REPROCESSING	1	PSP/SI再处理标记
RESERVED_1	8	为将来用途保留
}		
RESERVED_2	8	为将来用途保留
}		
for i=0..NUM_NOTCH-1 {		
NOTCH_START	12	C2信道中数据切片的开始(最大64MHz) (单位=12个OFDM单元)
NOTCH_WIDTH	9	陷波波段的宽度(最大7.61MHz)(单位=12个OFDM单元)
RESERVED_3	8	为将来用途保留
}		
GI	2	保护间隔模式
PAPR	1	PAPR标记
L1_PART2_CHANGE_COUNTER	8	除了PLP_start以外，L1_part2变化前 的C2帧的数量(单位=1个C2帧)
RESERVED_4	16	为将来使用而保留
CRC32	32	CRC32
总共	269	

图 110

DSLICE_TI_DEPTH

值	TI深度
00	1个OFDM符号
01	4个OFDM符号
10	8个OFDM符号
11	16个OFDM符号

PAPR

值	PAPR
0	停用
1	启用

DSLICE_TYPE

值	数据切片类型
0	具有CCM的单个PLP
1	其它

GI

值	保护间隔分数
00	1/128
01	1/64
10到11	为将来使用而保留

PLP_TYPE

值	PLP类型
00	公共PLP
01	分组数据PLP
10	标准数据PLP
11	为将来使用而保留

PLP_PAYLOAD_TYPE

值	有效载荷类型
00000	GFPS
00001	GCS
00010	GSE
00011	TS
00100到11111	为将来使用而保留

PLP_MODCOD

值	调制	码率	FEC类型
00000	16QAM	4/5	64K LDPC
00001			16K LDPC
00010		9/10	64K LDPC
00011		8/9	16K LDPC
00100	64QAM	2/3	64K LDPC
00101			16K LDPC
00110		4/5	64K LDPC
00111			16K LDPC
01000		9/10	64K LDPC
01001		8/9	16K LDPC
01010	256QAM	3/4	64K LDPC
01011			16K LDPC
01100		5/6	64K LDPC
01101			16K LDPC
01110		9/10	64K LDPC
01111		8/9	16K LDPC
10000	1024QAM	3/4	64K LDPC
10001			16K LDPC
10010		5/6	64K LDPC
10011			16K LDPC
10100		9/10	64K LDPC
10101		8/9	16K LDPC
10110	4096QAM	5/6	64K LDPC
10111			16K LDPC
11000		9/10	64K LDPC
11001		8/9	16K LDPC
11010到11111	为将来使用而保留		

图 111

字段	比特	描述
NETWORK_ID	16	当前的DVB-C2网络的ID
C2_SYSTEM_ID	16	DVB-C2网络中的C2系统的ID
C2_SIGNAL_START_FREQUENCY	32	C2信号开始频率(单位=1Hz)
GI	2	保护间隔模式
L1_PART2_CHANGE_COUNTER	8	除了PLP_start以外，L1_part2变化前的C2帧的数量(单位=1个C2帧)
NUM_CHBON	3	绑定的信道的数量
NUM_DSLICE	8	数据切片的数量
NUM_NOTCH	4	陷波波段的数量
for i=0NUM_DSLICE { DSLICE_ID	8	数据切片标识符
DSLICE_START	12(11)	C2信道中数据切片的开始(最大64MHz) (单位=12或24个OFDM单元，分别针对 1/64、1/128 GI)
DSLICE_WIDTH	12(11)	数据切片的宽度(最大64MHz) (单位=12或24个OFDM单元，分别针对 1/64、1/128 GI)
DSLICE_TI_DEPTH	2	时间交织器深度
DSLICE_TYPE	1	数据切片类型(具有CCM的单个PLP、其它)
DSLICE_CONST_FLAG	1	恒定数据切片的指示符
DSLICE_NOTCH_FLAG	2	相邻陷波的指示符
DSLICE_NUM_PLP	8	当前数据切片中的PLP数量
for i=0DSLICE_NUM_PLP{ PLP_ID	8	PLP标识符
PLP_TYPE	3	PLP类型（公共/分组数据/标准数据/捆绑数据）
PLP_PAYLOAD_TYPE	5	PLP有效载荷类型（GFPS、GCS、GSE、TS、RFU）
if PLP_TYPE=00' or 01' { PLP_GROUP_ID	8	PLP分组标识符
} if DSLICE_TYPE= 0' {		
PLP_START	14	PLP开始地址（单位=1个OFDM单元）
PLP_MODCOD	5	PLP调制/编码
} PSI/SI_REPROCESSING	1	PSP/SI再处理标记
RESERVED_1	8	为将来使用途保留
} RESERVED_2	8	为将来使用途保留
} for i=0..NUM_NOTCH-1 {		
NOTCH_START	12(11)	陷波波段在C2信道内的开始(最大64MHz) (单位=12或24个OFDM单元，分别针对 1/64、1/128 GI)
NOTCH_WIDTH	9(8)	陷波波段的宽度(最大7.61MHz) (单位=12或24个OFDM单元，分别针对 1/64、1/128 GI)
RESERVED_3	8	为将来使用途保留
} PAPR	1	PAPR标记
RESERVED_4	16	为将来使用而保留
CRC32	32	CRC32
总共	228	

图 112

值	PLP类型
000	公共PLP
001	分组数据PLP
010	标准数据PLP
011	捆绑数据PLP
100 到 111	为将来使用而保留

图 113

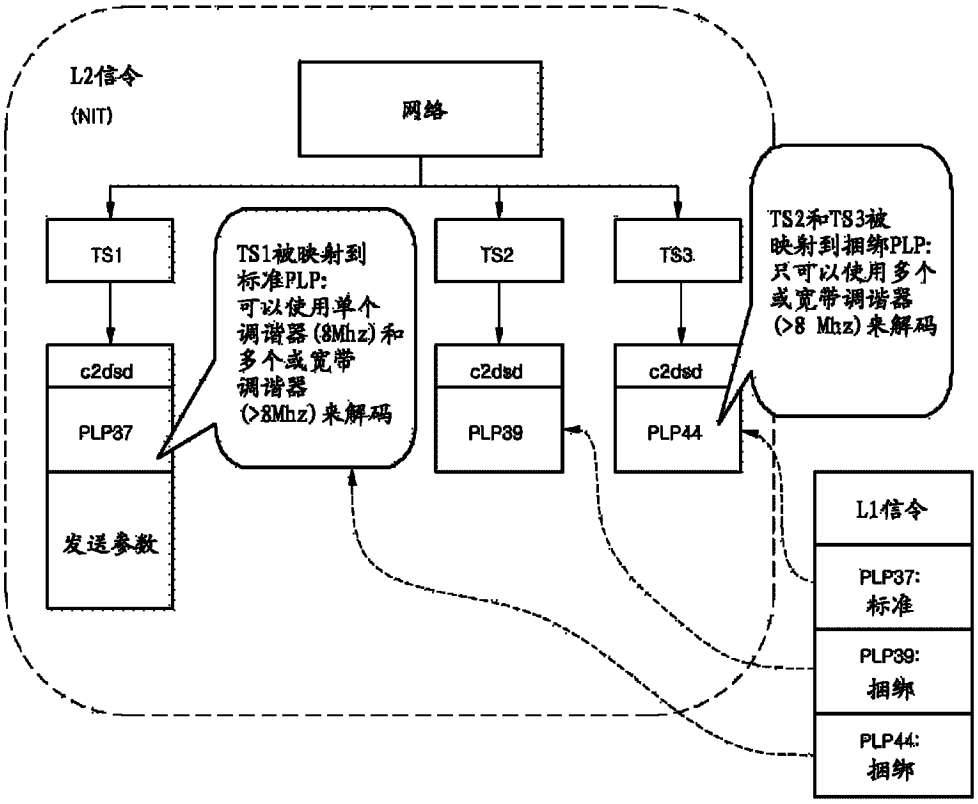

L2信令
(NIT)
网络
TS1
TS2
TS3
TS1被映射到
标准PLP:
可以使用单个
调谐器(8Mhz)和
多个或宽带
调谐器
(>8Mhz)来解码
TS2和TS3被
映射到捆绑PLP:
只可以使用多个
或宽带调谐器
(>8 Mhz)来解码
c2dsd
PLP37
发送参数
c2dsd
PLP39
c2dsd
PLP44
L1信令
PLP37:
标准
PLP39:
捆绑
PLP44:
捆绑

图 114

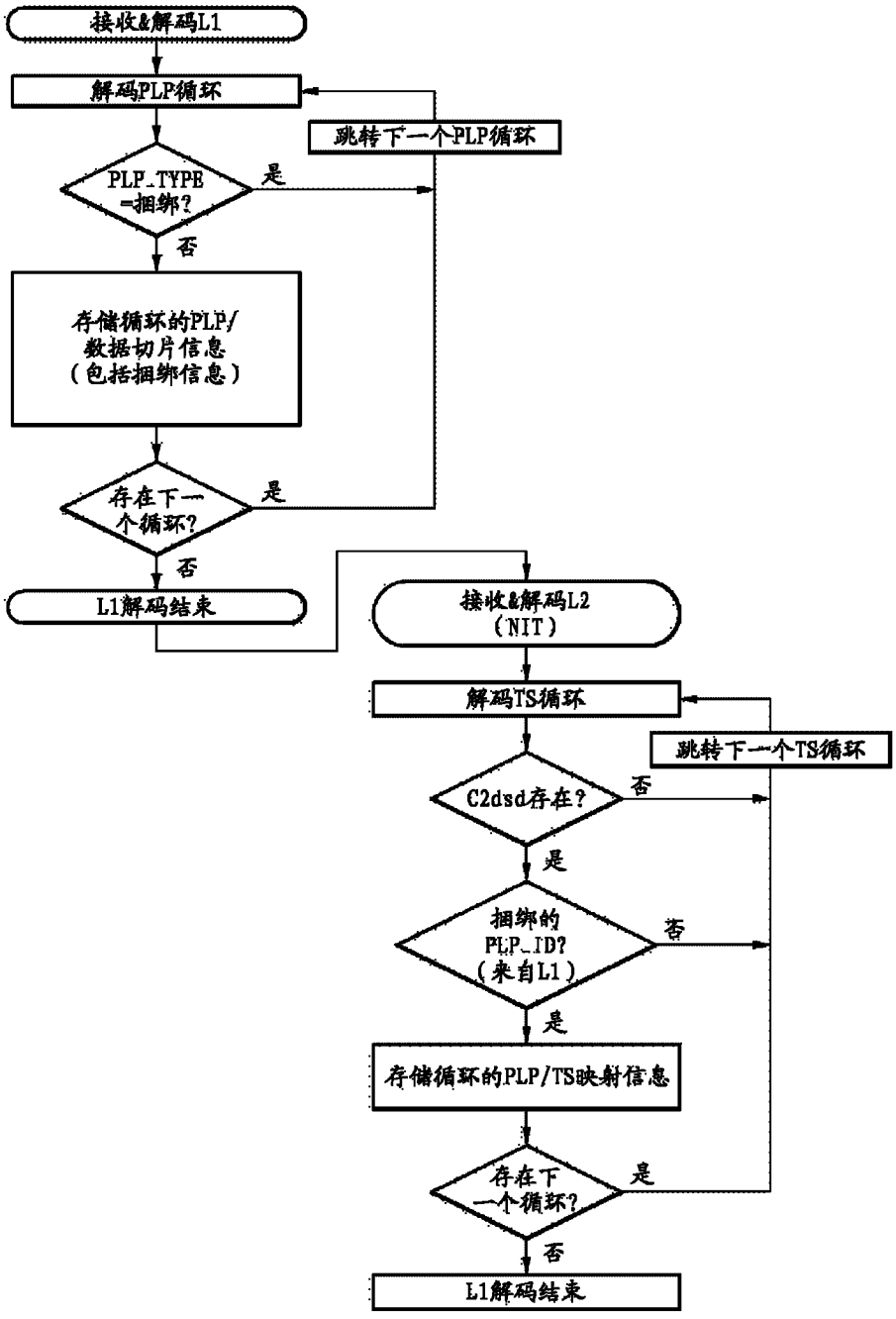

接收&解码L1
解码PLP循环
跳转下一个PLP循环
PLP_TYPE =捆绑?
是
否
存储循环的PLP/ 数据切片信息 (包括捆绑信息)
存在下一个循环?
是
否
L1解码结束
接收&解码L2 (NIT)
解码TS循环
跳转下一个TS循环
C2dsd存在?
否
是
捆绑的 PLP_ID? (来自L1)
否
是
存储循环的PLP/TS映射信息
存在下一个循环?
是
否
L1解码结束

图 115

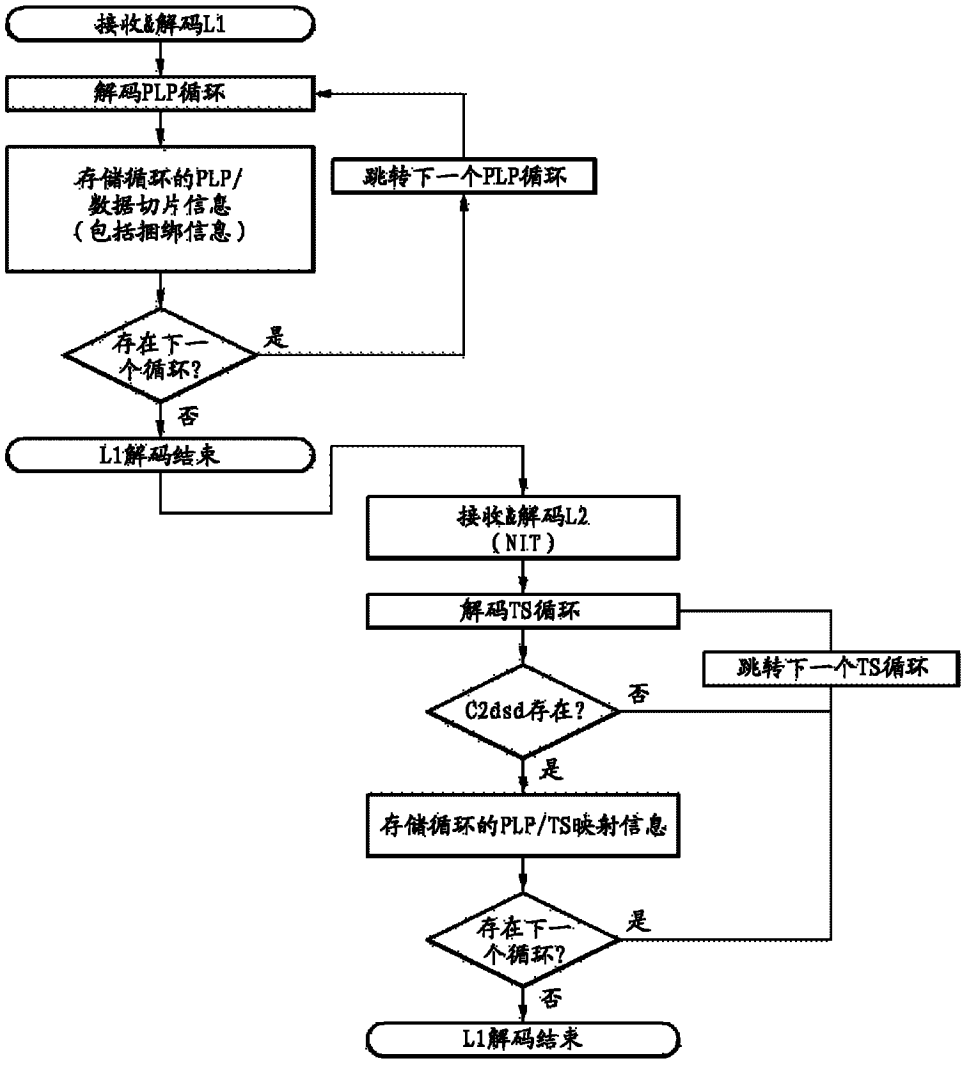

接收&解码L1
解码PLP循环
存储循环的PLP/
数据切片信息
（包括捆绑信息）
跳转下一个PLP循环
存在下一
个循环?
是
否
L1解码结束
接收&解码L2
（NIT）
解码TS循环
跳转下一个TS循环
C2dsd存在?
否
是
存储循环的PLP/TS映射信息
存在下一
个循环?
是
否
L1解码结束

图 116

语法	比特数量	标识符
C2_delivery_system_descriptor() {		
descriptor_tag	8	uimsbf
descriptor_length	8	uimsbf
descriptor_tag_extension	8	uimsbf
plp_id	8	uimsbf
C2_system_id	16	uimsbf
if (descriptor_length > 5){		
C2_System_tuning_frequency	32	bslbf
active OFDM symbol duration	3	bslbf
guard_interval	3	bslbf
reserved	2	bslbf
}		
}		

图 117

Active_OFDM_symbol_duration	描述
000	448μs(针对8MHz带宽的CATV系统的4k FFT模式)
001	597μs(针对6MHz带宽的CATV系统的4k FFT模式)
010 到 111	为将来使用而保留

图 118

guard_interval	保护间隔值
000	1/128
001	1/64
010 到 111	为将来使用而保留

图 119

字段	比特	描述
NETWORK_ID	16	当前的DVB-C2网络的ID
C2_SYSTEM_ID	16	DVB-C2网络中的C2系统的ID
C2_SIGNAL_START_FREQUENCY	32	C2信号开始频率(单位=1Hz)
GI	2	保护间隔模式
L1_PART2_CHANGE_COUNTER	8	除了PLP_start以外，L1_part2变化前的C2帧的数量(单位=1个C2帧)
NUM_CHBON	3	结合的信道的数量
NUM_DSLICE	8	数据切片的数量
NUM_NOTCH	4	陷波波段的数量
for i=0NUM_DSLICE {		
DSLICE_ID	8	数据切片标识符
DSLICE_TUNE_POS	12(11)	当前数据切片的调谐位置(单位=12或24个OFDM单元，分别针对 1/64、1/128 GI)
DSLICE_OFFSET_LEFT	9(8)	调谐位置左边缘相对于调谐位置的偏移量(单位=12或24个OFDM单元，分别针对 1/64、1/128 GI)，带符号
DSLICE_OFFSET_RIGHT	9(8)	调谐位置右边缘相对于调谐位置的偏移量(单位=12或24个OFDM单元，分别针对 1/64、1/128 GI)，带符号
DSLICE_TI_DEPTH	2	时间交织器深度
DSLICE_TYPE	1	数据切片类型（具有CCM的单个PLP、其它）
DSLICE_CONST_FLAG	1	恒定数据切片的指示符
DSLICE_NOTCH_FLAG	1	相邻陷波的指示符
DSLICE_NUM_PLP	8	当前数据切片中的PLP数量
for i=0..DSLICE_NUM_PLP-1 {		
PLP_ID	8	PLP标识符
PLP_BUNDLED_FLAG	1	捆绑PLP标记
PLP_TYPE	2	PLP类型（公共/分组/标准数据）
PLP_PAYLOAD_TYPE	5	PLP有效载荷类型（GFPS、GCS、GSE、TS、RFU）
if PLP_TYPE=='00' or '01' {		
PLP_GROUP_ID	8	PLP分组标识符
}		
if DSLICE_TYPE ='0' {		
PLP_START	14	PLP开始地址（单位=1个OFDM单元）
PLP_MODCOD	5	PLP调制/编码
}		
PSI/SI_REPROCESSING	1	PSP/SI再处理标记
RESERVED_1	8	为将来使用途保留
}		
RESERVED_2	8	为将来使用途保留
}		
for i=0..NUM_NOTCH-1 {		
NOTCH_START	12(11)	陷波波段在C2信道内的开始(最大64MHz)(单位=12或24个OFDM单元，分别针对 1/64、1/128 GI)
NOTCH_WIDTH	9(8)	陷波波段的宽度（最大7.61MHz）(单位=12或24个OFDM单元，分别针对 1/64、1/128 GI)
RESERVED_3	8	为将来使用途保留
}		
PAPR	1	PAPR标记
RESERVED_4	16	为将来使用途保留
CRC 32	32	CRC32
总共	227	

图 120

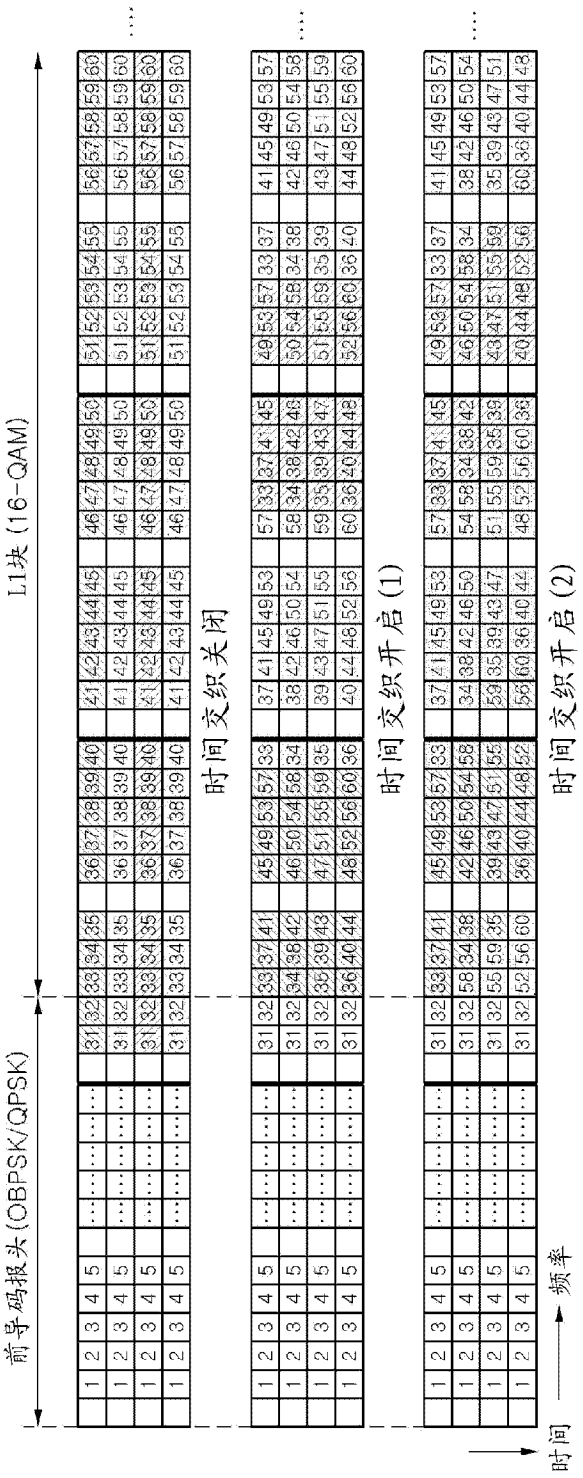


图 121

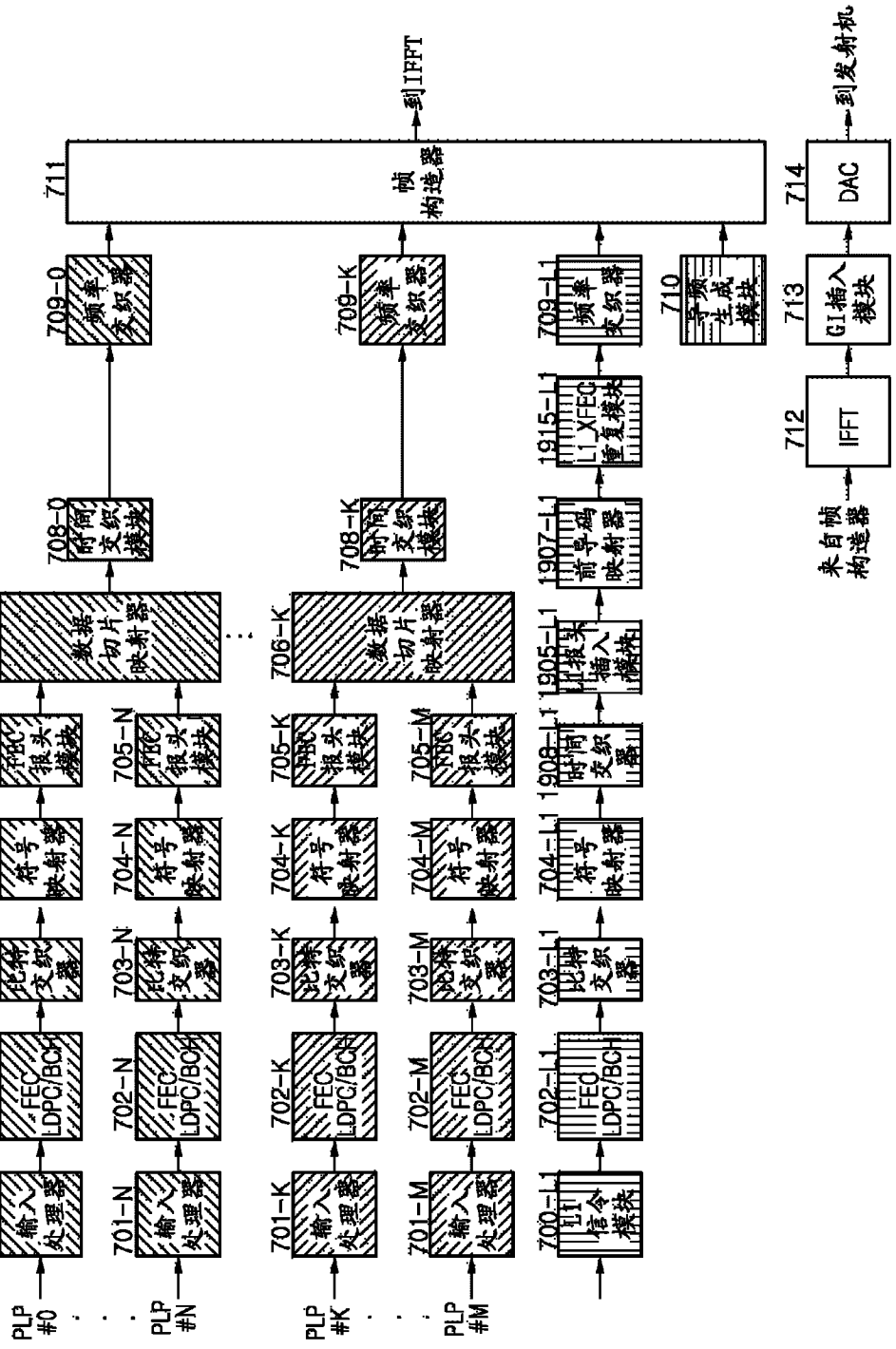

PLP #0
PLP #N
PLP #K
PLP #M
701-0 输入处理器
701-N 输入处理器
701-K 输入处理器
701-M 输入处理器
700-L1 L1信令模块
702-0 FEC LDPC/BCH
702-N FEC LDPC/BCH
702-K FEC LDPC/BCH
702-M FEC LDPC/BCH
702-L1 FEC LDPC/BCH
703-0 比特交织器
703-N 比特交织器
703-K 比特交织器
703-M 比特交织器
703-L1 比特交织器
704-0 符号映射器
704-N 符号映射器
704-K 符号映射器
704-M 符号映射器
704-L1 符号映射器
705-0 FRC报头模块
705-N FRC报头模块
705-K FRC报头模块
705-M FRC报头模块
706-0 数据切片映射器
706-K 数据切片映射器
708-0 时间交织模块
708-K 时间交织模块
709-0 频率交织器
709-K 频率交织器
709-L1 频率交织器
710 导频生成模块
711 帧构造器
到IFFT
1905-L1 L1报头插入模块
1907-L1 前导码映射器
1908-L1 时间交织器
1915-L1 L1_XFEC重复模块
712 IFFT
来自帧构造器
713 GI插入模块
714 DAC
到发射机

图 122

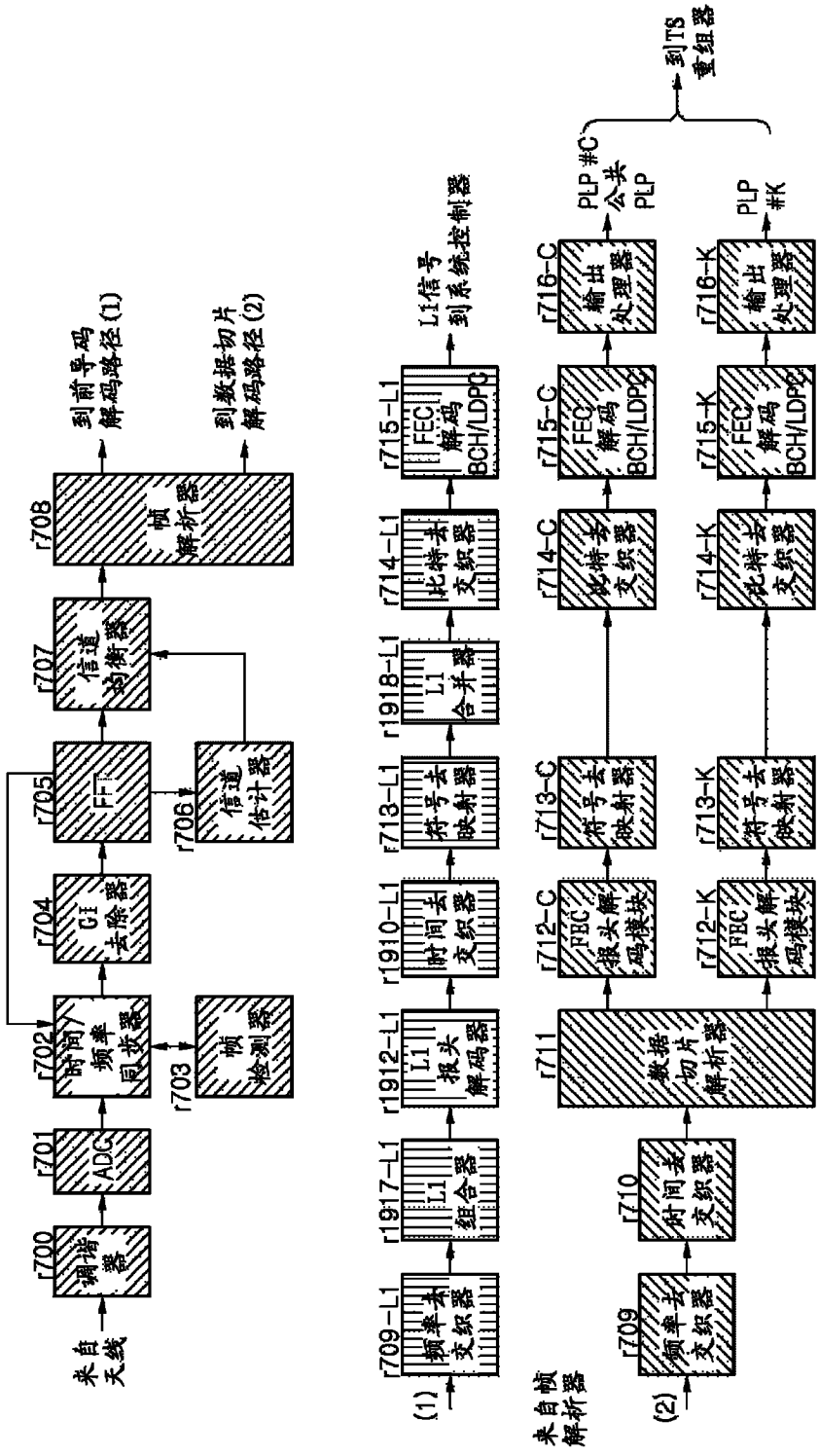

来自天线
r700 调谐器
r701 ADC
r702 时间/频率同步器
r703 帧检测器
r704 GI去除器
r705 FFT
r706 信道估计器
r707 信道均衡器
r708 帧解析器
到前导码解码路径(1)
到数据切片解码路径(2)
r709-L1 频率去交织器
r1917-L1 L1组合器
r1912-L1 L1报头解码器
r1910-L1 时间去交织器
r713-L1 符号去映射器
r1918-L1 L1合并器
r714-L1 比特去交织器
r715-L1 FEC解码 BCH/LDPC
L1信号到系统控制器
(1)
来自帧解析器
r709 频率去交织器
r710 时间去交织器
r711 数据切片解析器
r712-C FEC报头解码模块
r712-K FEC报头解码模块
r713-C 符号去映射器
r713-K 符号去映射器
r714-C 比特去交织器
r714-K 比特去交织器
r715-C FEC解码 BCH/LDPC
r715-K FEC解码 BCH/LDPC
r716-C 输出处理器
r716-K 输出处理器
PLP #C 公共PLP
PLP #K
到TS重组器
(2)

图 123

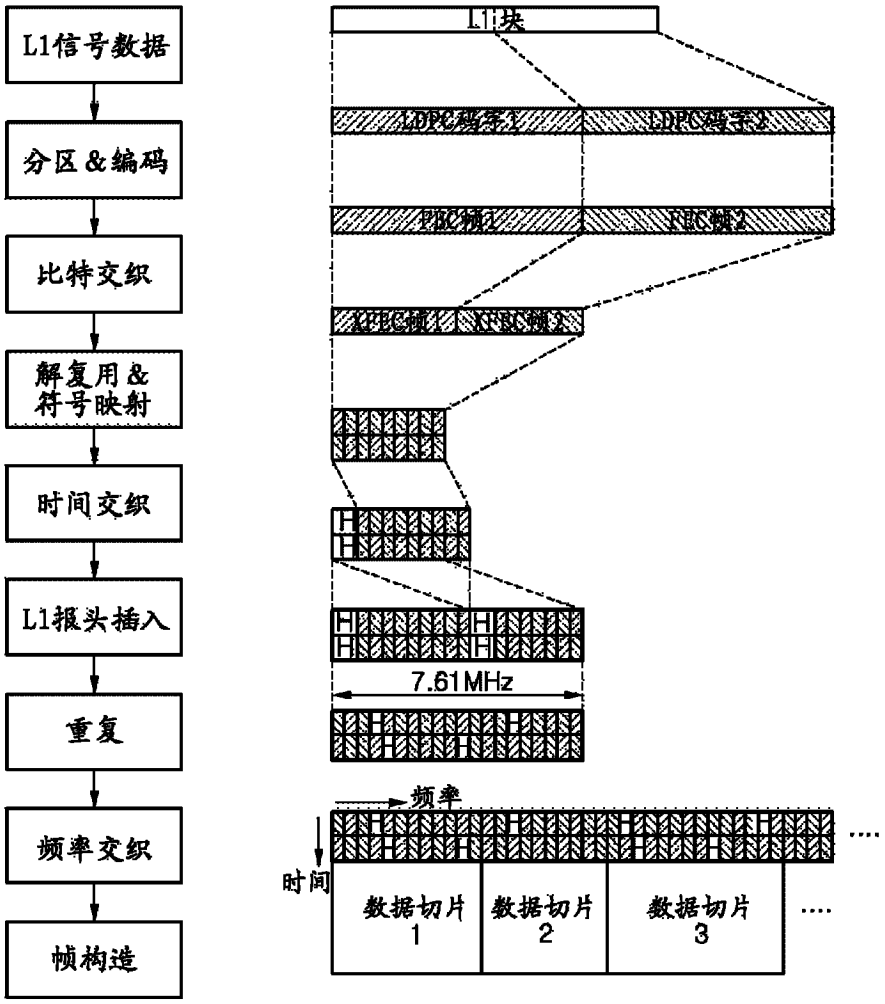

L1信号数据
分区&编码
比特交织
解复用&
符号映射
时间交织
L1报头插入
重复
频率交织
帧构造
L1块
LDPC码字1
LDPC码字2
FEC帧1
FEC帧2
7.61MHz
频率
时间
数据切片
1
数据切片
2
数据切片
3

图 124

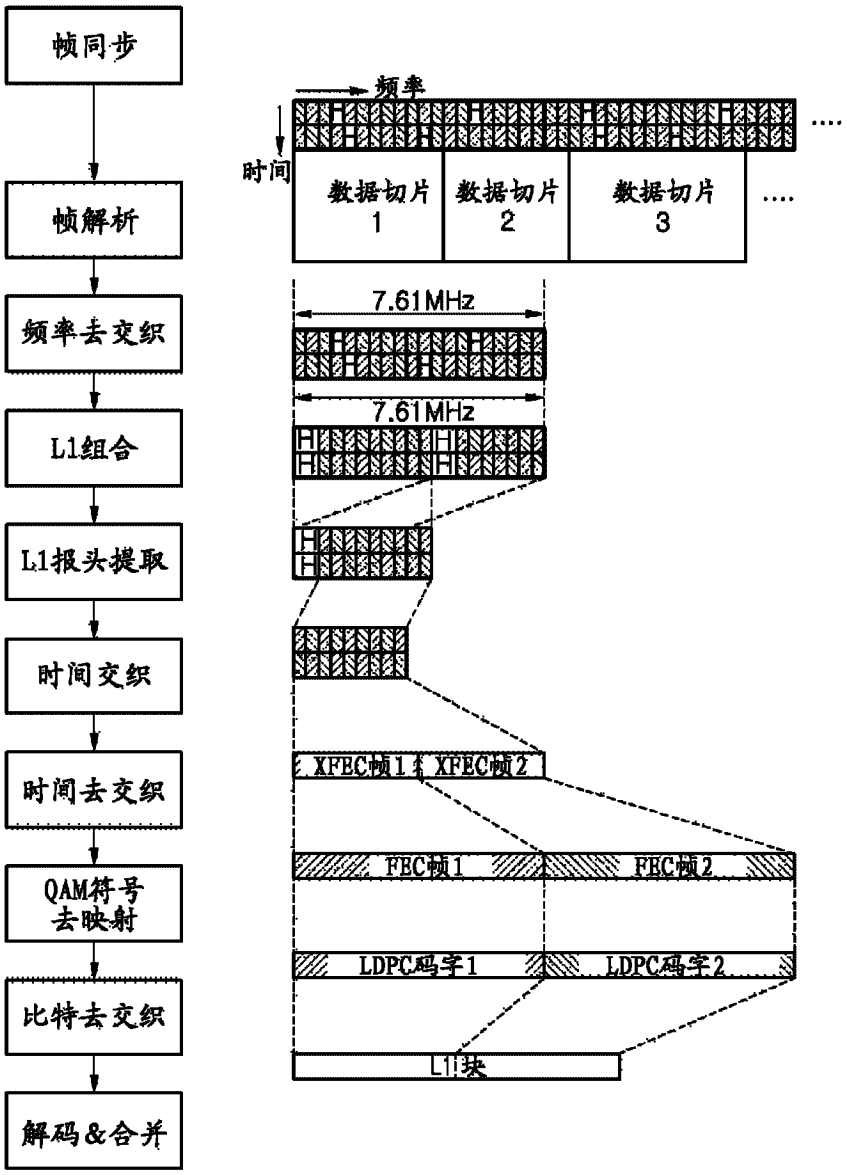

帧同步
帧解析
频率去交织
L1组合
L1报头提取
时间交织
时间去交织
QAM符号
去映射
比特去交织
解码&合并
频率
时间
数据切片
1
数据切片
2
数据切片
3
7.61MHz
7.61MHz
XFEC帧1
XFEC帧2
FEC帧1
FEC帧2
LDPC码字1
LDPC码字2
L1块

图 125

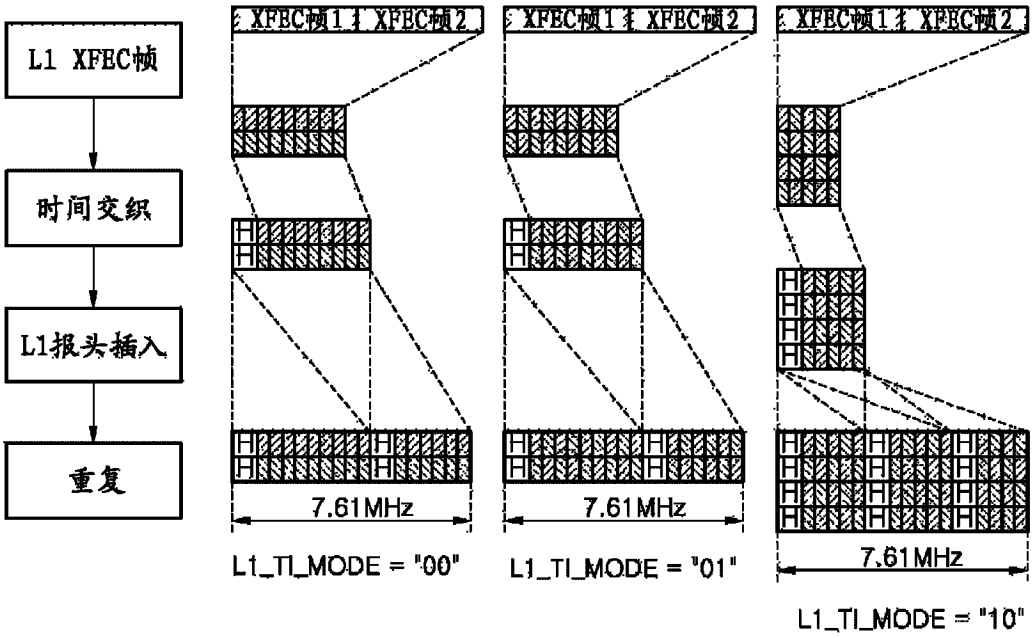

L1 XFEC帧
时间交织
L1报头插入
重复
XFEC帧1
XFEC帧2
7.61MHz
L1_TI_MODE = "00"
L1_TI_MODE = "01"
L1_TI_MODE = "10"

图 126

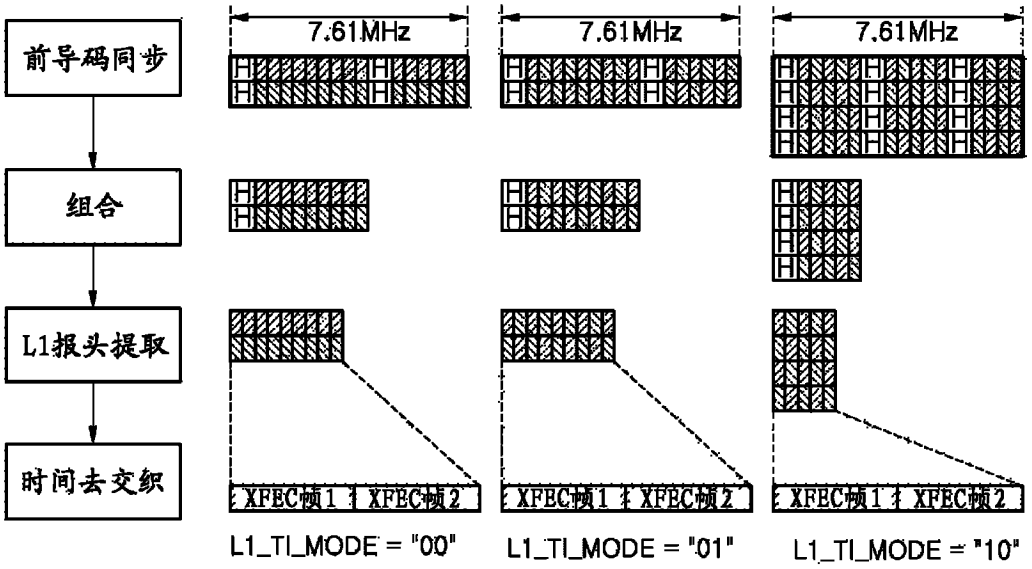

前导码同步
组合
L1报头提取
时间去交织
7.61MHz
XFEC帧1
XFEC帧2
L1_TI_MODE = "00"
L1_TI_MODE = "01"
L1_TI_MODE = "10"

图 127

PLP_MODCOD

值	调制	码率	FEC类型
00001	16QAM	4/5	64K LDPC
00010			16K LDPC
00011		9/10	64K LDPC
00100		8/9	16K LDPC
00101	64QAM	2/3	64K LDPC
00110			16K LDPC
00111		4/5	64K LDPC
01000			16K LDPC
01001		9/10	64K LDPC
01010		8/9	16K LDPC
01011	256QAM	3/4	64K LDPC
01100			16K LDPC
01101		5/6	64K LDPC
01110			16K LDPC
01111		9/10	64K LDPC
10000		8/9	16K LDPC
10001	1024QAM	3/4	64K LDPC
10010			16K LDPC
10011		5/6	64K LDPC
10100			16K LDPC
10101		9/10	64K LDPC
10110		8/9	16K LDPC
10111	4096QAM	5/6	64K LDPC
11000			16K LDPC
11001		9/10	64K LDPC
11010		8/9	16K LDPC
00000, 11011 to 11111	为未来使用保留		

图 128

字段	位	描述
NETWORK_ID	16	当前DVB-C2网络的ID
C2_SYSTEM_ID	16	在DVB-C2网络内C2系统的ID
START_FREQUENCY	32	当前C2系统内C2信号起始频率(单位=1Hz)
GUARD_INTERVAL	2	保护间隔模式
L1_PART2_CHANGE_COUNTER	8	C2帧的数量,这些C2帧之前L1_part2会改变(除PLP_START外)(单位=1 C2帧)
NUM_CH	5	绑定信道的数量
NUM_DSLICE	8	数据切片的数量
NUM_NOTCH	4	陷波带数量
for i=0.. NUM_DSLICE -1 {		
DSLICE_ID	8	数据切片标识符
DSLICE_TUNE_POS	14(13)	当前数据切片的调谐位置(单位=12或24个OFDM单元,分别针对1/64、1/128 GI)
DSLICE_OFFSET_LEFT	9(8)	数据切片左缘与调谐位置的偏离(单位=12或24个OFDM单元,分别针对1/64、1/128 GI,带符号)
DSLICE_OFFSET_RIGHT	9(8)	数据切片右缘与调谐位置的偏离(单位=12或24个OFDM单元,分别针对1/64、1/128 GI,带符号)
DSLICE_TI_DEPTH	2	时间交织器深度
DSLICE_TYPE	1	数据切片类型(具有CCM的单个PLP,其它)
if DSLICE_TYPE=='1' {		
FEC_HEADER_TYPE	1	FEC帧报头类型(QPSK/16QAM)
}		
DSLICE_CONST_CONF	1	用于恒定配置数据切片的指示符
DSLICE_LEFT_NOTCH	1	用于相邻陷波带的指示符
DSLICE_NUM_PLP	8	当前数据切片中PLP的数量
for i=0.. DSLICE_NUM_PLP -1 {		
PLP_ID	8	PLP标识符
PLP_BUNDLED	1	绑定PLP标记
PLP_TYPE	2	PLP类型(公共/分组数据/普通数据)
PLP_PAYLOAD_TYPE	5	PLP有效载荷类型(GFPS,GCS,GSE,TS,RFU)
if PLP_TYPE =='00' or '01' {		
PLP_GROUP_ID	8	PLP分组标识符
}		
if DSLICE_TYPE =='0' {		
PLP_START	14	PLP起始地址 (单位=1OFDM单元)
PLP_MOD	3	PLP调制类型
PLP_COD	3	PLP码率
PLP_FEC_TYPE	1	PLP FEC类型
}		
PSI/SI_REPROCESSING	1	PSP/SI再处理标记
RESERVED_1	8	为未来使用保留
}		
RESERVED_2	8	为未来使用保留
}		
for i=0..NUM_NOTCH-1 {		
NOTCH_START	14(13)	C2信道内陷波带(最大64MHz)的开始(单位=12或24个OFDM单元,分别针对1/64、1/128 GI)
NOTCH_WIDTH	9(8)	陷波带的宽度(最大7.61MHz)(单位=12或24个OFDM单元,分别针对1/64、1/128 GI)
RESERVED_3	8	为未来使用保留
}		
RESERVED_TONE	1	为PAPR减小而保留的子载波标记
RESERVED_4	16	为未来使用保留
CRC32	32	CRC32

图 129

PLP_MOD

值	调制
001	16-QAM
010	64-QAM
011	256-QAM
100	1024 QAM
101	4096-QAM
000, 110 到 111	为未来使用保留

PLP_COD

值	码率
001	2/3
010	3/4
011	4/5
100	5/6
101	8/10 或 8/9
000, 110 到 111	为未来使用保留

PLP_FEC_TYPE

值	PLP FEC类型
0	16K LDPC
1	64K LDPC

图 130