



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102282843 B

(45) 授权公告日 2014. 08. 20

(21) 申请号 200980154690. 3

(22) 申请日 2009. 05. 12

(30) 优先权数据

61/144, 736 2009. 01. 15 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 07. 13

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/KR2009/002513 2009. 05. 12

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2010/082713 EN 2010. 07. 22

(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 朴正桓 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 张旭东

(51) Int. Cl.

H04N 7/015(2006. 01)

H04L 27/26(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1326273 A, 2001. 12. 12, 全文.

WO 2008/087598 A2, 2008. 07. 24, 全文.

WO 2008/130169 A1, 2008. 10. 30, 全文.

审查员 戚颖

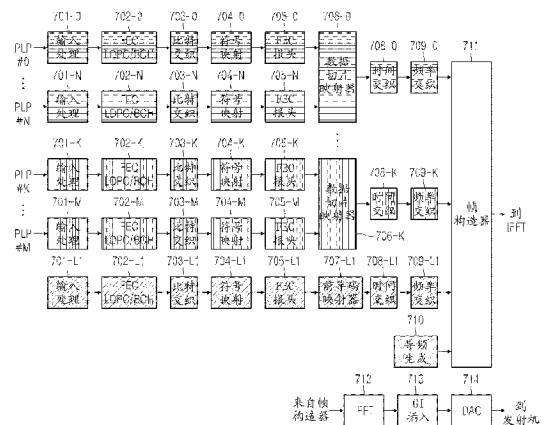
权利要求书3页 说明书32页 附图77页

(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

本发明涉及发送信号和接收信号的方法以及对应的装置。本发明的一个方面涉及对不包括导频的前导码进行去交织的方法。



1. 一种发送广播信号的方法,所述广播信号具有用于传送业务的业务数据和前导码数据,该方法包括以下步骤:

对所述前导码数据执行编码;

将经编码的前导码数据的比特映射成前导码数据符号,并且将所述业务数据的比特映射成业务数据符号;

通过行列扭曲形式对所述前导码数据符号执行时间交织,其中,所述行列扭曲形式包括将输入单元沿对角线方向串行写入交织存储器,并逐行串行读出;

基于所述业务数据符号和经时间交织的前导码数据符号构造信号帧;

利用正交频分复用 OFDM 方法对所述信号帧执行调制;以及

发送经调制的信号帧,

其中,对所述前导码数据符号执行时间交织的步骤包括根据交织存储器上的地址对所述交织存储器写入所述前导码数据符号,其中,所述地址按照以下方式确定:

对于所述交织存储器的第 i 个输入单元,

$$C_i = i \bmod W;$$

$$T_w = C_i \bmod D;$$

$$R_i = (T_w + (i \operatorname{div} W)) \bmod D,$$

其中, C_i 是针对所述第 i 个输入单元的列索引,并且 R_i 是针对所述第 i 个输入单元的行索引, W 是所述交织存储器的列数, D 是所述交织存储器的行数, \bmod 运算表示输出进行除法之后的余数的取模运算,并且 div 运算表示输出进行除法之后的商的除法运算。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,对所述前导码数据执行编码的步骤还按照缩短和打孔低密度奇偶校验 LDPC 方案对所述前导码数据执行编码。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,该方法还包括以下步骤:

对所述业务数据执行编码;和

通过行列扭曲形式对所述业务数据符号执行时间交织,其中,所述行列扭曲形式包括将输入单元沿对角线方向串行写入所述交织存储器,并逐行串行读出。

4. 根据权利要求 3 所述的方法,其中,对所述业务数据符号执行时间交织的步骤还考虑导频位置来对所述业务数据符号执行时间交织。

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 方法对所接收到的广播信号执行解调;

从经解调的广播信号获得信号帧,所述信号帧包括前导码数据符号和业务数据符号,所述前导码数据符号具有用于信令通知所述业务数据符号的第一层 L1 信令信息;

通过行列扭曲形式对所述前导码数据符号执行时间去交织,其中,所述行列扭曲形式包括将输入单元沿对角线方向串行写入去交织存储器,并逐行串行读出;

将经时间去交织的前导码数据符号去映射成前导码数据比特;以及

按照缩短和打孔低密度奇偶校验 LDPC 解码方案对所述前导码数据比特执行解码,

其中,对所述前导码数据符号执行时间去交织的步骤包括根据所述去交织存储器上的地址对所述去交织存储器写入所述前导码数据符号,

其中,所述地址按照以下方式确定:

对于所述去交织存储器的第 i 个输入单元,

$$C_i = i \bmod W;$$

$$T_w = C_i \bmod D;$$

$$R_i = (T_w + (i \operatorname{div} W)) \bmod D,$$

其中, C_i 是针对所述第 i 个输入单元的列索引, 并且 R_i 是针对所述第 i 个输入单元的行索引, W 是所述去交织存储器的列数, D 是所述去交织存储器的行数, \bmod 运算表示输出进行除法之后的余数的取模运算, 并且 div 运算表示输出进行除法之后的商的除法运算。

6. 根据权利要求 5 所述的方法, 该方法还包括以下步骤:

通过行列扭曲形式对所述业务数据符号执行时间去交织, 其中, 所述行列扭曲形式包括将输入单元沿对角线方向串行写入所述去交织存储器, 并逐行串行读出;

将经时间去交织的业务数据符号去映射成业务数据比特; 和

按照 LDPC 解码方案对所述业务数据比特执行解码。

7. 根据权利要求 6 所述的方法, 其中, 对所述业务数据符号执行时间去交织的步骤通过考虑导频位置来对所述业务数据符号执行所述时间去交织。

8. 一种发送广播信号的发射机, 所述广播信号具有用于传送业务的业务数据和前导码数据, 该发射机包括:

第一编码器, 该第一编码器被配置成对所述前导码数据执行编码;

第一映射器, 该第一映射器被配置成将经编码的前导码数据的比特映射成前导码数据符号;

第二映射器, 该第二映射器被配置成将所述业务数据的比特映射成业务数据符号;

第一时间交织器, 该第一时间交织器被配置成通过行列扭曲形式对所述前导码数据符号执行时间交织, 其中, 所述行列扭曲形式包括将输入单元沿对角线方向串行写入交织存储器, 并逐行串行读出;

帧构造器, 该帧构造器被配置成基于所述业务数据符号和经时间交织的前导码数据符号构造信号帧;

调制器, 该调制器被配置成利用正交频分复用 OFDM 方法来对所述信号帧执行调制; 以及

发送单元, 该发送单元被配置成发送经调制的信号帧,

其中, 所述第一时间交织器通过根据交织存储器上的地址对所述交织存储器写入所述前导码数据符号来对所述前导码数据符号执行时间交织, 并且其中, 所述地址按照以下方式确定:

对于所述交织存储器的第 i 个输入单元,

$$C_i = i \bmod W;$$

$$T_w = C_i \bmod D;$$

$$R_i = (T_w + (i \operatorname{div} W)) \bmod D,$$

其中, C_i 是针对所述第 i 个输入单元的列索引, 并且 R_i 是针对所述第 i 个输入单元的行索引, W 是所述交织存储器的列数, D 是所述交织存储器的行数, \bmod 运算表示输出进行除法之后的余数的取模运算, 并且 div 运算表示输出进行除法之后的商的除法运算。

9. 根据权利要求 8 所述的发射机, 其中, 所述第一编码器还按照缩短和打孔 LDPC 方案对所述前导码数据执行编码。

10. 根据权利要求 8 所述的发射机,该发射机还包括:

第二编码器,该第二编码器被配置成对所述业务数据执行编码;

第二时间交织器,该第二时间交织器被配置成通过行列扭曲形式对所述业务数据符号执行时间交织,其中,所述行列扭曲形式包括将输入单元沿对角线方向串行写入所述交织存储器,并逐行串行读出。

11. 根据权利要求 8 所述的发射机,其中,所述第一时间交织器在不考虑导频位置的情况下对所述前导码数据符号执行时间交织。

12. 一种接收广播信号的接收机,该接收机包括:

解调器,该解调器被配置成利用正交频分复用 OFDM 方法对接收到的广播信号执行解调;

帧解析器,该帧解析器被配置成从经解调的广播信号获得信号帧,所述信号帧包括前导码数据符号和业务数据符号,所述前导码数据符号具有用于信令通知所述业务数据符号的 L1 信令信息;

第一时间去交织器,该第一时间去交织器被配置成通过行列扭曲形式对所述前导码数据符号执行时间去交织,所述行列扭曲形式包括将输入单元沿对角线方向串行写入去交织存储器,并逐行串行读出;

第一去映射器,该第一去映射器被配置成将经时间去交织的前导码数据符号去映射为前导码数据比特;以及

第一解码器,该第一解码器被配置成按照缩短和打孔低密度奇偶校验 LDPC 解码方案对所述前导码数据比特执行解码,

其中,所述第一时间去交织器通过根据所述去交织存储器上的地址对所述去交织存储器写入所述前导码数据符号来对所述前导码数据符号执行时间去交织,其中,所述地址按照以下方式确定:

对于所述去交织存储器的第 i 个输入单元,

$$C_i = i \bmod W;$$

$$T_w = C_i \bmod D;$$

$$R_i = (T_w + (i \operatorname{div} W)) \bmod D,$$

其中, C_i 是针对所述第 i 个输入单元的列索引,并且 R_i 是针对所述第 i 个输入单元的行索引, W 是所述去交织存储器的列数, D 是所述去交织存储器的行数, \bmod 运算表示输出进行除法之后的余数的取模运算,并且 div 运算表示输出进行除法之后的商的除法运算。

13. 根据权利要求 12 所述的接收机,该接收机还包括:

第二时间去交织器,该第二时间去交织器被配置成通过行列扭曲形式对所述业务数据符号执行时间去交织,所述行列扭曲形式包括将输入单元沿对角线方向串行写入所述去交织存储器,并逐行串行读出;

第二去映射器,该第二去映射器被配置成将经时间去交织的业务数据符号去映射成业务数据比特;和

第二解码器,该第二解码器被配置成按照 LDPC 解码方案对所述业务数据比特执行解码。

14. 根据权利要求 12 所述的接收机,其中,所述第一时间去交织器在不考虑导频位置的情况下对所述前导码数据符号执行时间去交织。

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。

发明内容

[0004] 技术问题

[0005] 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。

[0006] 技术方案

[0007] 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。

[0008] 本发明的一个目的是提供一种用于发送和接收信号的方法以及发送和接收信号的装置,其能够改善数据传输效率。

[0009] 本发明的另一个目的是提供一种用于发送和接收信号的方法以及发送和接收信号的装置,其能够改善配置业务的比特的纠错能力。

[0010] 本发明的其它优点、目的及特征一部分将在以下的说明书中进行阐述,并且一部分对于本领域的技术人员来说将在研读以下内容后变得清楚。本发明的这些目的和其它优点可以通过在本书面描述及其权利要求书及附图中具体指出的结构来实现和获得。

[0011] 为了实现这些目的,本发明的第一方面提供了一种发送至少一个广播信号的方法,所述广播信号具有用于传送业务的数据和前导码数据,该方法包括以下步骤:对所述前

导码数据执行编码；通过行列扭曲形式对经编码的前导码数据执行时间交织，其中，所述行列扭曲形式包括将输入单元沿对角线方向串行写入交织存储器，并逐行串行读出；基于所述数据和经时间交织的前导码数据构造信号帧；利用正交频分复用（OFDM）方法对所述信号帧执行调制；以及发送经调制的信号帧，其中，所述时间交织包括根据交织存储器上的地址在所述交织存储器上写入所述前导码数据符号，其中，所述地址按照以下方式确定：

[0012] 对于所述交织存储器的第 i 个输入符号，

[0013] $C_i = i \bmod W$ ；

[0014] $T_w = C_i \bmod D$ ；

[0015] $R_i = (T_w + (i \operatorname{div} W)) \bmod D$ ，

[0016] 其中， C_i 是针对第 i 个输入符号的列索引， R_i 是针对第 i 个输入符号的行索引， W 是去交织存储器的列数，而 D 是所述去交织存储器的行数。

[0017] 本发明的另一个方面提供了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）方法对所接收到的信号执行解调；从经解调的信号获得信号帧，所述信号帧包括前导码符号和数据符号，所述前导码符号具有用于信令通知所述数据符号的 L1 信令信息；通过行列扭曲形式对所述前导码符号执行时间去交织，所述行列扭曲形式包括将输入单元沿对角线方向串行写入交织存储器，并逐行串行读出；将经时间去交织的前导码符号去映射成比特；以及按照缩短和打孔低密度奇偶校验（LDPC）解码方案对所述比特执行解码，其中，所述时间交织包括根据交织存储器上的地址在所述交织存储器上写入所述前导码数据符号，其中，所述地址按照以下方式确定：

[0018] 对于所述交织存储器的第 i 个输入符号，

[0019] $C_i = i \bmod W$ ；

[0020] $T_w = C_i \bmod D$ ；

[0021] $R_i = (T_w + (i \operatorname{div} W)) \bmod D$ ，

[0022] 其中， C_i 是针对第 i 个输入符号的列索引， R_i 是针对第 i 个输入符号的行索引， W 是所述去交织存储器的列数，而 D 是所述去交织存储器的行数。

[0023] 本发明的另一方面提供了一种发送至少一个广播信号的发射机，所述广播信号具有用于传送业务的数据和前导码数据，该发射机包括：编码器，该编码器被配置成对所述前导码数据执行编码；时间交织器，该时间交织器被配置成通过行列扭曲形式对经编码的前导码数据执行时间交织，其中，所述行列扭曲形式包括将输入单元沿对角线方向串行写入交织存储器，并逐行串行读出；帧构造器，该帧构造器被配置成基于所述数据和经时间交织的前导码数据构造信号帧；调制器，该调制器被配置成利用正交频分复用（OFDM）方法来对所述信号帧执行调制；以及发送单元，该发送单元被配置成发送经调制的信号帧，其中，所述时间交织器通过根据交织存储器上的地址在所述交织存储器上写入所述前导码数据符号来对所述前导码数据符号执行时间交织，并且其中，所述地址按照以下方式确定：

[0024] 对于所述交织存储器的第 i 个输入符号，

[0025] $C_i = i \bmod W$ ；

[0026] $T_w = C_i \bmod D$ ；

[0027] $R_i = (T_w + (i \operatorname{div} W)) \bmod D$ ，

[0028] 其中， C_i 是针对第 i 个输入符号的列索引， R_i 是针对第 i 个输入符号的行索引， W

是所述去交织存储器的列数,而 D 是所述去交织存储器的行数。

[0029] 本发明的又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,该解调器被配置成利用正交频分复用 (OFDM) 方法对接收到的信号执行解调;帧解析器,该帧解析器被配置成从经解调的信号获得信号帧,所述信号帧包括前导码符号和数据符号,所述前导码符号具有用于信令通知所述数据符号的 L1 信令信息;时间去交织器,该时间去交织器被配置成通过行列扭曲形式对所述前导码符号执行时间去交织,所述行列扭曲形式包括将输入单元沿对角线方向串行写入交织存储器,并逐行串行读出;去映射器,该去映射器被配置成将经时间去交织的前导码符号去映射为比特;以及解码器,该解码器被配置成按照缩短和打孔低密度奇偶校验 (LDPC) 解码方案对所述比特执行解码,其中,所述时间去交织器通过根据交织存储器上的地址在所述交织存储器上写入所述前导码数据符号来对所述前导码数据符号执行时间去交织,其中,所述地址按照以下方式确定:

[0030] 对于所述交织存储器的第 i 个输入符号,

[0031] $C_i = i \bmod W$;

[0032] $T_w = C_i \bmod D$;

[0033] $R_i = (T_w + (i \div W)) \bmod D$,

[0034] 其中, C_i 是针对第 i 个输入符号的列索引, R_i 是针对第 i 个输入符号的行索引, W 是所述去交织存储器的列数,而 D 是所述去交织存储器的行数。

附图说明

[0035] 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:

[0036] 图 1 是在欧洲 DVB-T 中使用的 64- 正交幅度调制 (QAM) 的示例。

[0037] 图 2 是二进制反射格雷码 (BRGC: Binary Reflected Gray Code) 的方法。

[0038] 图 3 是通过修改在 DVB-T 中使用的 64-QAM 而接近高斯型的输出。

[0039] 图 4 是 BRGC 中的反射对之间的汉明 (Hamming) 距离。

[0040] 图 5 是 I 轴和 Q 轴中的每一个都存在反射对的 QAM 中的特性。

[0041] 图 6 是利用 BRGC 的反射对修改 QAM 的方法。

[0042] 图 7 是经过修改的 64/256/1024/4096-QAM 的示例。

[0043] 图 8 到图 9 是利用 BRGC 的反射对修改的 64-QAM 的示例。

[0044] 图 10 到图 11 是利用 BRGC 的反射对修改的 256-QAM 的示例。

[0045] 图 12 到图 13 是是利用 BRGC 的反射对修改的 1024-QAM 的示例 (0 到 511)。

[0046] 图 14 到图 15 是是利用 BRGC 的反射对修改的 1024-QAM 的示例 (512 到 1023)。

[0047] 图 16 到图 17 是是利用 BRGC 的反射对修改的 4096-QAM 的示例 (0 到 511)。

[0048] 图 18 到图 19 是是利用 BRGC 的反射对修改的 4096-QAM 的示例 (512 到 1023)。

[0049] 图 20 到图 21 是是利用 BRGC 的反射对修改的 4096-QAM 的示例 (1024 到 1535)。

[0050] 图 22 到图 23 是是利用 BRGC 的反射对修改的 4096-QAM 的示例 (1536 到 2047)。

[0051] 图 24 到图 25 是是利用 BRGC 的反射对修改的 4096-QAM 的示例 (2048 到 2559)。

[0052] 图 26 到图 27 是是利用 BRGC 的反射对修改的 4096-QAM 的示例 (2560 到 3071)。

- [0053] 图 28 到图 29 是是利用 BRGC 的反射对修改的 4096-QAM 的示例 (3072 到 3583)。
- [0054] 图 30 到图 31 是是利用 BRGC 的反射对修改的 4096-QAM 的示例 (3584 到 4095)。
- [0055] 图 32 是对其中利用 BRGC 对 256-QAM 进行了修改的修改后的 QAM 进行比特映射的示例。
- [0056] 图 33 是将 MQAM 变换成不均匀的星座图的示例。
- [0057] 图 34 是数字发送系统的示例。
- [0058] 图 35 是输入处理器的示例。
- [0059] 图 36 是可以包括在基带 (BB) 中的信息。
- [0060] 图 37 是 BICM 的示例。
- [0061] 图 38 是缩短 / 打孔编码器的示例。
- [0062] 图 39 是应用各种星座的示例。
- [0063] 图 40 是考虑了常规系统之间的兼容性的情况的另一个示例。
- [0064] 图 41 是包括针对 L1 信令的前导码和针对 PLP 数据的数据符号的帧结构。
- [0065] 图 42 是帧构造器的示例。
- [0066] 图 43 是图 4 所示的导频插入 (404) 的示例。
- [0067] 图 44 是 SP 的结构。
- [0068] 图 45 是新的 SP 结构或导频模式 (PP) 5。
- [0069] 图 46 是所提出的 PP5' 的结构。
- [0070] 图 47 是数据符号与前导码之间的关系。
- [0071] 图 48 是数据符号与前导码之间的另一种关系。
- [0072] 图 49 是有线信道延迟概况的示例。
- [0073] 图 50 是使用 $z = 56$ 和 $z = 112$ 的分散导频结构。
- [0074] 图 51 是基于 OFDM 的调制器的示例。
- [0075] 图 52 是前导码结构的示例。
- [0076] 图 53 是前导码解码的示例。
- [0077] 图 54 是设计更优化的前导码的过程。
- [0078] 图 55 是前导码结构的另一个示例。
- [0079] 图 56 是前导码解码的另一个示例。
- [0080] 图 57 是前导码结构的示例。
- [0081] 图 58 是 L1 解码的示例。
- [0082] 图 59 是模拟处理器的示例。
- [0083] 图 60 是数字接收机系统的示例。
- [0084] 图 61 是在接收机处使用的模拟处理器的示例。
- [0085] 图 62 是解调器的示例。
- [0086] 图 63 是帧解析器的示例。
- [0087] 图 64 是 BICM 解调器。
- [0088] 图 65 是利用缩短 / 打孔的 LDPC 解码的示例。
- [0089] 图 66 是输出处理器的示例。
- [0090] 图 67 是 8MHz 的 L1 块重复率的示例。

- [0091] 图 68 是 8MHz 的 L1 块重复率的示例。
- [0092] 图 69 是新的 7.61MHz 的 L1 块重复率的示例。
- [0093] 图 70 是在帧报头中发送的 L1 信令的示例。
- [0094] 图 71 是前导码和 L1 结构仿真结果。
- [0095] 图 72 是符号交织器的示例。
- [0096] 图 73 是 L1 块发送的示例。
- [0097] 图 74 是在帧报头中发送的 L1 信令的另一个示例。
- [0098] 图 75 是频率或时间交织 / 去交织的示例。
- [0099] 图 76 是分析 L1 信令的开销的表, 该 L1 信令在图 3 中所示的 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。
- [0100] 图 77 示出了用于最小化开销的 FECFRAME 报头的结构。
- [0101] 图 78 示出了前述 L1 保护的误码率 (BER) 性能。
- [0102] 图 79 示出了传输帧和 FEC 帧结构的示例。
- [0103] 图 80 示出了 L1 信令的示例。
- [0104] 图 81 示出了 L1-pre 信令的示例。
- [0105] 图 82 示出了 L1 信令块的结构。
- [0106] 图 83 示出了 L1 时间交织。
- [0107] 图 84 示出了提取调制和编码 (code) 信息的示例。
- [0108] 图 85 示出了 L1-pre 信令的另一示例。
- [0109] 图 86 示出了前导码中发送的 L1 信令块的调度的示例。
- [0110] 图 87 示出了考虑了功率提升 (powerboosting) 的 L1-pre 信令的示例。
- [0111] 图 88 示出了 L1 信令的示例。
- [0112] 图 89 示出了提取调制和编码信息的另一示例。
- [0113] 图 90 示出了提取调制和编码信息的另一示例。
- [0114] 图 91 示出了 L1-pre 同步的示例。
- [0115] 图 92 示出了 L1-pre 信令的示例。
- [0116] 图 93 示出了 L1 信令的示例。
- [0117] 图 94 示出了 L1 信令通道的示例。
- [0118] 图 95 是在帧报头内发送的 L1 信令的另一示例。
- [0119] 图 96 是在帧报头内发送的 L1 信令的另一示例。
- [0120] 图 97 是在帧报头内发送的 L1 信令的另一示例。
- [0121] 图 98 示出了 L1 信令的示例。
- [0122] 图 99 是符号交织器的示例。
- [0123] 图 100 示出了图 99 的时间交织器的交织性能。
- [0124] 图 101 是符号交织器的示例。
- [0125] 图 102 示出了图 101 的时间交织器的交织性能。
- [0126] 图 103 是符号去交织器的示例。
- [0127] 图 104 是时间交织的另一示例。
- [0128] 图 105 是利用图 104 所示的方法的交织的结果。

- [0129] 图 106 是图 105 的寻址方法的示例。
- [0130] 图 107 是 L1 时间交织的另一示例。
- [0131] 图 108 是符号去交织器的示例。
- [0132] 图 109 是去交织器的另一示例。
- [0133] 图 110 是符号去交织器的示例。
- [0134] 图 111 是用于时间去交织的行地址和列地址的示例。
- [0135] 图 112 示出了没有使用导频的数据符号域中的普通 (general) 块交织的示例。
- [0136] 图 113 是使用数据切片的 OFDM 发射机的示例。
- [0137] 图 114 是使用数据切片的 OFDM 接收机的示例。
- [0138] 图 115 是时间交织器的示例和时间去交织器的示例。
- [0139] 图 116 是形成 OFDM 符号的示例。
- [0140] 图 117 是时间交织器 (TI) 的示例。
- [0141] 图 118 是时间交织器 (TI) 的示例。
- [0142] 图 119 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。
- [0143] 图 120 是在接收机处从前导码获得 L1_XFEC_FRAME 的处理的示例。
- [0144] 图 121 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。
- [0145] 图 122 是时间交织器 (TI) 的示例。

具体实施方式

[0146] 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。

[0147] 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。

[0148] 在使用常规的比特交织编码调制 (BICM:Bit Interleaved Coded Modulation) 的广播发送环境中,使用了利用二进制反射格雷码 (BRGC) 的正交幅度调制 (QAM) 作为调制方法。图 1 示出了在欧洲 DVB-T 中使用的 64-QAM 的示例。

[0149] 利用图 2 中示出的方法可以得到 BRGC。通过将 (n-1) 个比特的 BRGC 的反码 (即,反射码) 添加到 (n-1) 个比特的后面,将 0 添加到初始的 (n-1) 个比特的 BRGC 的前面,并且将 1 添加到反射码的前面,可以得到 n 个比特的 BRGC。使用此方法得到的 BRGC 码在相邻的码之间具有汉明距离一 (1)。此外,当将 BRGC 应用于 QAM 时,一个点和与该点最紧密地相邻的四个点之间的汉明距离是一 (1),而该点和与该点次最紧密相邻的另外四个点之间的汉明距离是二 (2)。可以把特定的星座点与其他相邻点之间的汉明距离的特性称为 QAM 中的格雷映射规律。

[0150] 为了使系统对加性高斯白噪声 (AWGN) 更加鲁棒,可以使从发射机发送来的信号的分布接近高斯分布。为此,可以对星座图中的点的位置进行修改。图 3 示出了通过修改在 DVB-T 中使用的 64-QAM 而得到的接近高斯型的输出。可以将这样的星座图称为不均匀 QAM (NU-QAM)。

[0151] 为了得到不均匀 QAM 的星座图,可以使用高斯累积分布函数 (CDF:Gaussian Cumulative Distribution Function)。在 64、256 或 1024QAM (即, 2^N QAM) 的情况下,可

以将 QAM 分成两个独立的 N-PAM。通过将高斯 CDF 分成具有相同概率的 N 段并且允许各段中的信号点代表该段,可以得到具有高斯分布的星座图。换言之,可以将新定义的不均匀的 N-PAM 的坐标 x_j 定义为:

$$[0152] \quad \int_{-\infty}^{x_j} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx = p_j, \quad p_j \in \left\{ \frac{1}{2N}, \frac{3}{2N}, \dots, \frac{2N-1}{2N} \right\} \quad (\text{式 1})$$

[0153] 图 3 是利用上述方法将 DVB-T 的 64QAM 变换成为 NU-64QAM 的示例。图 3 表示了利用上述方法来修改 I 轴和 Q 轴的坐标并将之前的星座图点映射到新定义的坐标的结果。在 32、128 或 512QAM (即,十字形 QAM,而不是 2^N QAM) 的情况下,通过恰当地修改 p_j ,可以发现新的坐标。

[0154] 本发明的一个实施方式可以利用 BRGC 的特性来修改 QAM。如图 4 所示, BRGC 中的反射对之间的汉明距离是一,这是由于反射对之间的唯一区别仅在于被添加到各个代码的前面的一个比特。图 5 示出了 I 轴和 Q 轴中的每一个都存在反射对的 QAM 中的特性。在该图中,反射对存在于黑色虚线的两侧。

[0155] 通过利用 QAM 中存在的反射对,可以降低 QAM 星座图的平均功率,同时在 QAM 中保持格雷映射规律。换言之,在平均功率被归一化为 1 的星座图中,可以增加该星座图中的最小欧式距离 (Euclidean distance)。当把这个经过修改的 QAM 应用于广播或通信系统时,可以利用与常规系统相同的能量实现对噪声更加鲁棒的系统或实现具有与常规系统相同性能但是使用更少能量的系统。

[0156] 图 6 示出了利用 BRGC 的反射对来修改 QAM 的方法。图 6a 示出了星座图,图 6b 示出了利用 BRGC 的反射对来修改 QAM 的流程图。首先,需要找到目标点,该点在星座点中具有最高的功率。候选的点是这样的点,即目标点可以在候选点中移动,该候选点是与目标点的反射对最邻近的点。接着,需要在候选点中找到具有最小功率的空点 (即,尚未被其他点采用的点),并且将目标点的功率与候选点的功率进行比较。如果候选点的功率较小,则目标点移动到候选点。在保持格雷映射规律的同时,重复这些处理,直到星座图上的点的平均功率达到最小。

[0157] 图 7 示出了经过修改的 64/256/1024/4096-QAM 的示例。格雷映射值分别对应于图 8 到图 31。除了这些示例以外,还可以实现使能相同的功率优化的其他类型的经过修改的 QAM。这是由于目标点可以移动到多个候选点。不仅可以使所提议的经过修改的 QAM 应用于 64/256/1024/4096-QAM,而且还可以应用于十字形 QAM、更大尺寸的 QAM、或利用其他 BRGC 而不是 QAM 的调制。

[0158] 图 32 示出了利用 BRGC 对 256-QAM 进行了修改的修改后的 QAM 的比特映射的一个示例。图 32a 和图 32b 示出了最高有效位 (MSB) 的映射。被表示为实心圆的点代表了 1 的映射,而被表示为空心圆的点则代表 0 的映射。按照相同的方式,如图 32(a) 到图 32(h) 所示那样映射每一个比特,直到映射了最低有效位 (LSB) 为止。如图 32 所示,除了 MSB 旁的一个比特以外,经过修改的 QAM 可以如常规 QAM 那样只利用 I 或 Q 轴来使能比特判决 (图 32c 和图 32d)。利用这些特性,通过局部地修改用于 QAM 的接收机,可以得到简单的接收机。通过仅在确定 MSB 旁的比特时才检查 I 值和 Q 值并且针对余下的比特仅计算 I 值或 Q 值,可以实现有效率的接收机。该方法可以应用于近似 LLR、准确 LLR、或硬判决。

[0159] 通过利用经过修改后的 QAM 或 MQAM (使用上述 BRGC 的特性), 可以得到不均匀星座图或 NU-MQAM。在使用了高斯 CDF 的上述等式中, 可以对 P_j 进行修改以适应 MQAM。与 QAM 相同, 在 MQAM 中, 可以考虑具有 I 轴和 Q 轴的两个 PAM。但是, 与其中与各个 PAM 轴的值相对应点的数量恒定的 QAM 不同的是, 在 MQAM 中的点的数量变化。如果在其中存在总共 M 个星座点的 MQAM 中将对应于 PAM 的第 j 个值的点的数量限定为 n_j , 则可以将 P_j 定义如下:

$$[0160] \quad \int_{-\infty}^{X_j} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx = P_j \quad P_j = \frac{\sum_{i=0}^{j-1} n_i + \frac{n_j}{2N}}{M}, \quad n_0 = 0 \quad (\text{式 } 2)$$

[0161] 通过利用新定义的 P_j , 可以将 MQAM 变换成不均匀星座图。针对 256-QAM 的示例, 可以将 P_j 定义如下:

$$[0162] \quad P_j \in \left\{ \frac{2.5}{256}, \frac{10}{256}, \frac{22}{256}, \frac{36}{256}, \frac{51}{256}, \frac{67}{256}, \frac{84}{256}, \frac{102}{256}, \frac{119.5}{256}, \frac{136.5}{256}, \frac{154}{256}, \frac{172}{256}, \frac{189}{256}, \frac{205}{256}, \frac{220}{256}, \frac{234}{256}, \frac{246}{256}, \frac{253.5}{256} \right\}$$

[0163] 图 33 是将 MQAM 变换成不均匀星座图的示例。利用这些方法得到的 NU-MQAM 能够利用各个 PAM 的修改后的坐标来保留 MQAM 接收机的特性。因而, 可以实现有效率的接收机。此外, 可以实现比先前的 NU-QAM 对噪声更加鲁棒的系统。针对更加有效的广播发送系统, 可以将 MQAM 和 NU-MQAM 混合起来。换言之, 通过将 MQAM 用于使用了高码率的纠错码的环境并且将 NU-MQAM 用于其它环境, 可以实现对噪声更加鲁棒的系统。针对这样的情况, 发射机可以使接收机具有当前使用的纠错码的码率和当前使用的调制种类的信息, 使得接收机可以根据当前使用的调制方法来进行解调制。

[0164] 图 34 示出了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。输入处理器模块 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。

[0165] 图 35 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。

[0166] 输入接口模块 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。输入流同步模块 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, 以便保证端到端的恒定的比特速率和延迟。

[0167] 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 36 中示出了可以被包括在 BB 报头中的信息。

[0168] 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 35 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 35 中的其他模块是当发送装置使用多个 PLP 时使用的模块。

[0169] 图 37 示出了 BICM 模块的一个示例。图 37a 示出了数据通道,图 37b 示出了 BICM 模块的 L1 通道。外部编码器模块 301 和内部编码器模块 303 可以向输入的比特流增加冗余以进行纠错。外部交织器模块 302 与内部交织器模块 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模块 302。比特解复用模块 305 可以控制从内部交织器模块 304 输出的各个比特的可靠性。符号映射器模块 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,符号映射器模块 306 可以根据码率和星座图容量来使用适当的星座图。图 39 示出了这样的组合的一个示例。

[0170] 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 40 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。

[0171] 图 37 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:

[0172] *FEC 类型 (1 比特) - 长或短 LDPC

[0173] * 码率 (3 比特)

[0174] * 调制 (3 比特) - 最高 64K QAM

[0175] *PLP 标识符 (8 比特)

[0176] 符号交织器模块 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所执行的处理相似的处理,但可能使用不同的参数 (301-1 到 308-1)。此处,可以将被缩短 / 打孔的编码模块 (303-1) 用于内部编码。

[0177] 图 38 示出了利用缩短 / 打孔来进行 LDPC 编码的示例。由于填充了 LDPC 编码所需的很多零比特,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 (301c)。被填充了零的输入比特流可以通过 LDPC 编码具有奇偶校验比特 (302c)。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,则可以根据码率来执行打孔 (304c)。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输出 (305c)。

[0178] 图 41 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 42，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 37，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 63 中示出的帧报头去除器 r401 可以提取出与调制和 FEC 码率相关的信息，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 64 中示出的 ModCod 提取模块 r307 和 r307-1 可以提取并提供 BICM 解码所需的参数。

[0179] 图 42 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：

- [0180] * 绑定的信道的数量 (4 比特)
- [0181] * 保护间隔 (2 比特)
- [0182] * PAPR (2 比特)
- [0183] * 导频模式 (2 比特)
- [0184] * 数字系统标识 (16 比特)
- [0185] * 帧标识 (16 比特)
- [0186] * 帧长度 (16 比特) 每个帧的正交频分复用 (OFDM) 符号的数量
- [0187] * 超帧长度 (16 比特) 每个超帧的帧的数量
- [0188] * PLP 的数量 (8 比特)
- [0189] * for 各个 PLP
- [0190] PLP 标识 (8 比特)
- [0191] 信道绑定 id (4 比特)
- [0192] PLP 起始 (9 比特)
- [0193] PLP 类型 (2 比特) 公共 PLP 或其它
- [0194] PLP 有效载荷类型 (5 比特)
- [0195] MC 类型 (1 比特) - 固定 / 可变调制 & 编码
- [0196] if MC 类型 == 固定调制 & 编码
- [0197] FEC 类型 (1 比特) - 长或短 LDPC
- [0198] 码率 (3 比特)
- [0199] 调制 (3 比特) 最高 64K QAM
- [0200] end if ;
- [0201] 陷波信道的数量 (2 比特)
- [0202] for 各个陷波
- [0203] 陷波起始 (9 比特)
- [0204] 陷波宽度 (9 比特)
- [0205] end for ;
- [0206] PLP 宽度 (9 比特) - PLP 的最大数量个 FEC 块
- [0207] PLP 时间交织类型 (2 比特)
- [0208] end for ;
- [0209] * CRC-32 (32 比特)

[0210] 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。

[0211] 图 43 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。

[0212] 图 43a 示出了如图 42 所示的导频插入模块 404 的一个示例。如图 43 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 43b 是图 51 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 43b 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。

[0213] 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 5 (PP5) 和导频模式 7 (PP7) 是仅频率插值的优良候选。针对 $GI = 1/64$, PP5 具有 $x = 12, y = 4, z = 48$, 而针对 $GI = 1/128$, PP7 具有 $x = 24, y = 4, z = 96$ 。为了更好的信道估计,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 这二者的单一导频模式。也可以将前导码导频用于时间插值,并且各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,并且对于利用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。

[0214] 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。

[0215] 此时,前导码导频位置可以与数据符号的各个 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) 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。

[0216] 当接收机接收到这样的 SP 时,如果需要,图 62 中示出的信道估计模块 r501 可以执行时间插值以得到图 43 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 43 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基准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。

[0217] 图 44 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 43 所示的不规律的 SP 结构的结构。图 44a 是数据符号的 SP 的结构,图 44b 是前导码符号的 SP 的结构。

[0218] 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 结构进行额外的信道估计,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。

[0219] 图 45 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 45 中示出了与 PP5 结构进行比较的导频位置。

[0220] 图 46 示出了信道绑定环境中新的 SP 模式或 PP5 结构的示例。如图 46 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。

[0221] 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。

[0222] 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。

[0223] 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。

[0224] 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,可以使用各个前导码中的导频。因此,可以改善帧的边界处的信道获取和信道估计。

[0225] 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;并且在频率偏置做出补偿前,无法进行 L1 解码(重新排列)。

[0226] 图 47 示出了当使用图 52 和图 53 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。

[0227] 因而,为了执行 L1 信号解码,接收机(具体地说,图 63 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 47 中两个垂直的阴影区域处的预期的前导码移位置,因此图 62 中的时间/频率同步模块 r505 可以估计载波频率偏置。基于该估计,图 64 中的 L1 信令通道(r308-1 到 r301-1)可以对 L1 进行解码。

[0228] 图 48 示出了当使用图 55 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模块 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 62 中的时间/频率同步模块 r505 可以根据峰的位置来估计出载波频率偏置。

[0229] 图 49 示出了有线信道延迟概况的一个示例。

[0230] 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 重复该模式一次,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 $9.3 \mu s$ (PP5) 和 $4.7 \mu s$ (PP7) 相比,PP5' 可以是 $8 \mu s$ 且 PP7' 可以是 $4 \mu s$ 。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。

[0231] 如果可以忽略 -40dB 的延迟通道,则实际的延迟扩展可以变成 $2.5 \mu s$ 、 $1/64GI = 7 \mu s$ 、或 $1/128GI = 3.5 \mu s$ 。这表示导频距离参数($z = 56$)是足够好的值。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。

[0232] 图 50 示出了在图 42 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。

[0233] 如图 50 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 62 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,都不可能出现不规则的导频模式。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。

[0234] 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这二者。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;并且经过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 也与 2047 互质;并且可以预期没有 PAPR 问题。

[0235] 图 51 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

号流转换至时域。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,从而以循环前缀的形式填充在保护间隔中。

[0236] 前导码插入模块 504 可以在各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。

[0237] 图 52 示出了在图 51 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 61 中所示的、使用 7.61MHz 带宽的调谐器 r603,则图 63 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 53) 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。图 53a 重新排列为图 53b。

[0238] 图 54 示出了设计更加优化的前导码的过程。图 52 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。

[0239] 图 55 示出了在图 42 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。前导码和数据符号这两者具有完全相同的带宽并且前导码和数据符号这两者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)。

[0240] 图 56 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 61 中示出的调谐器 r603 将 7.61MHz 带宽用于 L1 解码时,图 63 中的帧报头去除器 r401 需要将接收到的经过循环移位的 L1 块重新排列为初始形式,如图 56 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。

[0241] 一旦用零填充了该空白区,则在由图 63 中的频率去交织器 r403 或由图 64 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 64 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 56 的右下侧中示出的看上去被打孔了的形式。

[0242] 该 L1 块可以在图 64 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,可以使用整个调谐器带宽,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。

[0243] 此外,如果如图 58 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。

[0244] 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 64 中的打孔 / 缩短解码模块 r303-1 处执行解码。

[0245] 因此,所提出的新的前导码结构的优点在于: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这二者;并且相同的带宽可以用于前导码和数据这二者。

[0246] 图 59 示出了模拟处理器的一个示例。DAC 模块 601 可以将数字信号输入转换成模拟信号。在对传输频率带宽进行上变频(602)和模拟滤波(603)后,可以发送信号。

[0247] 图 60 示出了数字接收机系统的一个示例。接收到的信号在模拟处理模块 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 可以去掉导频和报头,并且使得可以选择需要被解码的业务信息。BICM 解调器 r102 可以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。

[0248] 图 61 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 模块 r603 可以从接收到的信号中选择需要的频率带宽。下变频模块 r602 可以恢复基带。ADC 模块 r601 可以将模拟信号转换成数字信号。

[0249] 图 62 示出了解调器的一个示例。帧检测模块 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 / 频率同步模块 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。前导码去除模块 r504 可以从检测到的帧的开头去除前导码。GI 去除模块 r503 可以去掉保护间隔。FFT 模块 r501 可以将时域信号转换成频域信号。信道估计 / 均衡模块 r501 可以通过利用导频符号估计传输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,则可以省略前导码去除模块 r504。

[0250] 图 63 示出了帧解析器的一个示例。导频去除模块 r404 可以去掉导频符号。频率去交织模块 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。帧报头去除模块 r401 可以从各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以下处理中的参数。

[0251] 图 64 示出了 BICM 解调器的一个示例。图 64a 示出了数据通道,图 64b 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 可以从各个 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

变解调制和解码处理。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基准点,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 轴这二者,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。该方法可以应用于例如近似 LLR、准确 LLR 或硬判决。

[0252] 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,则可以省略外部去交织器 r302。

[0253] 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,以纠正传输信道中的错误。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。

[0254] 图 65 示出了利用缩短 / 打孔进行的 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来执行零填充 (r302a),针对奇偶校验部分,可以通过对经过打孔的部分解除打孔来生成 LDPC 解码器的输入的比特流 (r303a)。可以针对所生成的比特流执行 LDPC 解码 (r304a),可以去掉并输出 (r305a) 信息部分中的零。

[0255] 图 66 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 (209) 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 解码并使得可靠的 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。

[0256] 输出时钟恢复模块 r203-1 ~ n 可以根据从输入流同步模块 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,输出后处理模块 r201-1 ~ n 可以将多个 TS/GS 流恢复成完整的 TS/GS 流。图 66 所示的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。

[0257] 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。

[0258] 如图 67 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。

[0259] 如图 68 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。由于 L1 带宽和数据符号的带宽共享 $LCM = 24\text{MHz}$,因此 PAPR 出现了与 8MHz 的情况相似的问题。针对 6MHz 的重复率,为了通用性可以使用 4K-FFTDVB-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。

[0260] 图 69 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 带宽和数据符号的带宽共享 $LCM = 1704\text{MHz}$,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。

[0261] 图 70 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。尤其可以在图 64 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。

[0262] 图 72 是如图 37 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 64 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 72 中,带有斜线的块的数量表示单个 LDPC 块内的比特顺序。

[0263] 因此,当根据如图 72 所示的符号索引按照行的方向在交织存储器中写入比特并根据载波索引按照列的方向读出比特时,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。

[0264] 图 73 是 L1 块发送的一个示例。图 73 在帧域中例示了图 72。如图 73a 所示, L1 块可以跨越完整的调谐器带宽,或者如图 73b 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,接收机可以通过在不执行数据解码的情况下执行去交织来对 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 64 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。

[0265] 总而言之,在发射机处,可以通过按照行的方向将块写到存储器并按照列的方向从存储器中读出所写入的块来执行对 L1 区域的块的交织。在接收机处,可以通过按照列的方向将块写到存储器并按照行的方向从存储器中读出所写入的块来执行对 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。

[0266] 进行如下假定: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, 诸如仅前导码用于 L1 发送的结果或结论可能并不充分 ;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 / 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, 可以添加填充。当按照上面这些假定条件执行仿真时, 可以获得可忽略的开销。在图 71 中概述了结果。

[0267] 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优良的解决方案, 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, 高效的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。为了在 T2 通用性方面更加鲁棒, 可以执行时间交织。使得前导码中的数据发送开销更少。

[0268] 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 中使用该相同的技术来进行 P2 前导码交织。

[0269] 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该更多的冗余。由于 L1 块的 7.61MHz 的重复率, 不会发生 PAPR 问题。

[0270] 图 74 是在帧报头中发送的 L1 信令的另一个示例。图 74 与图 70 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 字段被划分成具有 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。

[0271] 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 70 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。

[0272] 图 75 是频率或时间交织 / 去交织的示例。图 75 示出了整个发送帧的一部分。图 75 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 75 所示, 前导码发送针对各个 7.61MHz 的 L1 块。

[0273] 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。

[0274] 为了在随机的调谐器窗口带宽处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 37 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。

[0275] 图 42 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。

[0276] 图 76 是分析 L1 信令的开销的表,该 L1 信令在如图 37 中所示的 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。从图 76 可以看出,对于短 LDPC 块(大小 = 16200),会产生不可忽略的 3.3% 的最大开销。在该分析中,假设 45 个符号用于 FECFRAME 保护,并且前导码是 C2 帧特定的 (specific) L1 信令,而 FECFRAME 报头是 FECFRAME 特定的 L1 信令,即, Mod(调制)Cod(编码)和 PLP 标识符。

[0277] 为减小 L1 开销,可以考虑与两个数据切片类型相应的方法。对于 ACM/VCM 类型和多 PLP 的情况,可以针对 FECFRAME 报头使帧保持相同。对于 ACM/VCM 类型和单 PLP 的情况,可以从 FECFRAME 报头移除 PLP 标识符,得到最大 1.8% 的开销缩减。对于 CCM 类型和多 PLP 的情况,可以从 FECFRAME 报头移除 Mod/Cod 字段,得到最大 1.5% 的开销缩减。对于 CCM 类型和单 PLP 的情况,不需要 FECFRAME 报头,因此,能够得到多达 3.3% 的开销缩减。

[0278] 在缩短的 (shortened) L1 信令中,可以发送 Mod/Cod(7 比特)或 PLP 标识符(8 比特),但它可能太短而不能获得任何编码增益。然而,由于 PLP 能够与 C2 传输帧对齐,因此可以不要求同步;可以根据前导码得知各 PLP 的每个 ModCod;并且,简单的计算就能够使得与特定 FECFRAME 同步。

[0279] 图 77 示出了用于最小化开销的 FECFRAME 报头的结构。在图 77 中,带有斜线的块和 FECFRAME 构造器表示图 37 中所示的 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 37 中所示的 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 和符号映射器 306 的示例。此时,可以执行缩短的 L1 信令,因为 CCM 不需要 Mod/Cod 字段,并且单个 PLP 不需要 PLP 标识符。对于比特数减小的该 L1 信号,可以在前导码中使该 L1 信号重复三次,并且可以执行 BPSK 调制,从而使得非常鲁棒的信令是可能的。最后,ModCod 报头插入模块 307 能够将所生成的报头插入到各个 FEC 帧中。图 84 示出了图 64 中所示的 BICM 解调模块的数据通道上的 ModCod 提取模块 r307 的示例。

[0280] 如图 84 所示,可以解析 FECFRAME 报头 (r301b),然后可以使在重复符号中发送相同信息的符号延迟、对齐,进而组合 (Rake 组合 r302b)。最后,当执行 BPSK 解调 (r303b) 时,可以恢复所接收的 L1 信号字段,并且可以将该恢复的 L1 信号字段发送给系统控制器,以用作用于解码的参数。可以将经解析的 FECFRAME 发送给符号去映射器。

[0281] 图 78 示出了前述 L1 保护的误码率 (BER) 性能。可以看到,通过三次重复获得了大约 4.8dB 的 SNR 增益。在 $BER = 1E-11$ 处所要求的 SNR 是 8.7dB。

[0282] 图 79 示出了传输帧和 FEC 帧结构的示例。图 79 的右上侧示出的 FEC 帧结构表示由图 37 中的 ModCod 报头插入模块 307 插入的 FECFRAME 报头。可以看出,根据条件(即, CCM 或 ACM/VCM 类型和单个或多个 PLP) 的不同组合,可以插入不同大小的报头。或者可以不插入报头。根据数据切片类型形成并在图 79 的左下侧示出的传输帧可以由图 42 中所示的帧构造器的帧报头插入模块 401 和图 35 中所示的输入处理器的合并器/分割器模块 208 形成。此时,可以根据不同类型的数据切片来发送 FECFRAME。利用该方法,可以减小最大 3.3% 的开销。在图 79 的右上侧,示出了四种不同类型的结构,但本领域的技术人员可以理

解的是,这些只是示例,并且这些类型中的任何类型及其组合都可以用于数据切片。

[0283] 在接收机侧,图 63 中所示的帧解析器模块的帧报头去除模块 r401 和图 64 中所示的 BICM 解调模块的 ModCod 提取模块 r307 可以提取解码所需的 ModCod 字段参数。此时,可以根据传输帧的数据切片类型来提取参数。例如,对于 CCM 类型,可以从在前导码中发送的 L1 信令提取参数,而对于 ACM/VCM 类型,可以从 FECFRAME 报头提取参数。

[0284] 如图 79 的右上侧所示,可以将 FEC 帧结构分成两组,其中,第一组是具有报头的上面三个帧结构,而第二组是没有报头的最后一个帧结构。

[0285] 图 80 示出了由图 42 中所示的帧构造器模块的帧报头插入模块 401 在前导码中发送的 L1 信令的示例。该 L1 信令与先前的 L1 信令的不同之处在于:可以在多个比特(L1_size,14 比特)中发送 L1 块大小;可以打开/关闭对数据切片的时间交织(dslice_time_intrlv,1 比特);以及通过定义数据切片类型(dslice_type,1 比特),减小了 L1 信令开销。此时,当数据切片类型是 CCM 时,可以在前导码内而不是在 FECFRAME 报头内发送 Mod/Cod 字段(plp_mod(3 比特),plp_fec_type(1 比特),plp_cod(3 比特))。

[0286] 在接收机侧,图 64 中所示的 BICM 解调模块的缩短/打孔内部解码器 r303-1 可以通过解码获得在前导码内发送的具有固定的 L1 块大小的第一 LDPC 块。还可以获得其余的 LDPC 块的数量和大小。

[0287] 当 L1 传输需要多个 OFDM 符号时或者当存在时间交织的数据切片时,可以使用时间交织。利用交织标记可以进行时间交织的灵活开/关。为进行前导码时间交织,可能需要时间交织标记(1 比特)和交织的 OFDM 符号的数量(3 比特),从而可以通过类似于缩短的 FECFRAME 报头的方式来保护总共 4 比特。

[0288] 图 81 示出了 L1-pre 信令的示例,该 L1-pre 信令能够在图 37 中所示的 BICM 模块的数据通道上的 ModCod 报头插入模块 307-1 处执行。带有斜线的块和前导码构造器是图 37 中所示的 BICM 模块的 L1 信令通道上的 ModCod 报头插入模块 307-1 的示例。实心块是如图 42 中所示的帧构造器的帧报头插入模块 401 的示例。

[0289] 此外,这些实心块可以是图 37 中所示的 BICM 模块的 L1 信令通道上的缩短/打孔内部编码模块 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。

[0290] 从图 81 可以看到,可以利用缩短/打孔 LDPC 编码来保护在前导码中发送的 L1 信号。可以以 L1-pre 的形式将相关参数插入到报头中。此时,在前导码的报头中可以仅发送时间交织参数。为保证更高的鲁棒性,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 64 中所示的 BICM 解调器的 L1 信令通道上的 ModCod 提取模块 r307-1 需要使用图 84 中所示的解码模块。此时,因为进行了不同于先前的对 FECFRAME 报头进行的解码的四次重复,所以需要使四次重复的符号同步并添加这些符号的 Rake 接收处理。

[0291] 图 82 示出了从图 42 中所示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。示出了前导码中不使用时间交织的情况。如图 82 所示,可以按照载波的顺序发送不同类型的 LDPC 块。一旦形成并发送了 OFDM 符号,则形成并发送随后的 OFDM 符号。对于要发送的最后 OFDM 符号,如果剩下任何载波,则这些载波可以用于数据传输或者可以进行哑数据填充(dummy padded)。图 82 中的示例示出了包括三个 OFDM 符号的前导码。在接收机侧,对于这种非交织情况,可以跳过如图 64 中所示的 BICM 解调器的 L1 信令通道上

的符号去交织器 r308-1。

[0292] 图 83 示出了执行 L1 时间交织的情况。如图 83 所示,以针对相同的载波索引形成 OFDM 符号然后针对下一载波索引形成 OFDM 符号的形式执行块交织。对于不执行交织的情况,如果剩余任何载波,则这些载波可以用于数据传输或者可以进行哑数据填充。在接收机侧,对于这种非交织情况,图 64 中所示的 BICM 解调器的 L1 信令通道上的符号去交织器 r308-1 可以通过以 LDPC 块的编号的递增顺序读取 LDPC 块来执行块交织。

[0293] 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 $dslice_type = 0$ 。该类型的数据切片没有 XFEC 帧报头,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 XFEC 帧报头,并且在 XFEC 帧报头中具有其 mod/cod 值。

[0294] XFEC 帧表示复序列前向纠错 (XFEC, complex Forward Error Correction) 帧,而 mod/cod 表示调制类型 / 编码率。

[0295] 在接收机处,帧解析器可以根据经解调的信号形成帧。该帧具有数据符号,并且这些数据符号可以具有第一类型的数据切片和第二类型的数据切片,第一类型的数据切片具有 XFEC 帧和 XFEC 帧报头,而第二类型的数据切片具有 XFEC 帧但没有 XFEC 帧报头。而且,接收机能够从前导码符号的 L1 提取用于指示对前导码符号执行时间去交织还是不对前导码符号执行时间去交织的字段。

[0296] 在发射机处,帧构造器可以构造帧。该帧的数据符号包括第一类型的数据切片和第二类型的数据切片,第一类型的数据切片具有 XFEC 帧和 XFEC 帧报头,而第二类型的数据切片具有 XFEC 帧但没有 XFEC 帧报头。而且,可以在前导码符号的 L1 中插入用于指示对前导码符号执行时间交织还是不对前导码符号执行时间交织的字段。

[0297] 最后,对于用于图 42 中所示的帧构造器的帧报头插入模块 401 的缩短 / 打孔编码,可以确定并在第一 LDPC 块中发送能够获得编码增益的码字的最小大小。这样,对于其余的 LDPC 块,可以根据该发送的 L1 块大小获得大小。

[0298] 图 85 示出了 L1-pre 信令的另一示例,该 L1-pre 信令能够从图 37 中所示的 BICM 模块的 L1 信令通道上的 ModCod 报头插入模块 307-1 发送。图 85 与图 81 的不同之处在于修改了报头部分的保护机制。从图 85 可以看到,L1 块大小信息 L1_size (14 比特) 不是在 L1 块中发送,而是在报头中发送。在报头中,也可以发送 4 比特的时间交织信息。为了进行总共 18 比特的输入,使用输出 45 比特的 BCH(45, 18) 码并将其复制到这两条通道,并且最后进行 QPSK 映射。对于 Q 通道,可以针对分集增益执行 1 比特循环移位,并且可以执行根据同步字的 PRBS 调制。可以从这些 I/Q 通道输入来输出总共 45 个 QPSK 符号。此时,如果时间交织深度被设定为要求发送 L1 块的多个前导码,则可以不必发送指示时间交织深度的 L1_span (3 比特)。换句话说,可以仅发送时间交织开 / 关标记 (1 比特)。在接收机侧,通过仅检查多个所发送的前导码,而不使用 L1_span,就能够获得时间交织深度。

[0299] 图 86 示出了在前导码中发送的 L1 信令块的调度的示例。如果能够在前导码中发送的 L1 信息的大小是 N_{max} ,则当 L1 的大小小于 N_{max} 时,一个前导码就能够发送该信息。然而,当 L1 的大小大于 N_{max} 时,可以将 L1 信息均等划分,使得划分的 L1 子块小于 N_{max} ,然后可以在前导码中发送所划分的 L1 子块。此时,对于由于 L1 信息小于 N_{max} 而没有使用的载波,不发送数据。

[0300] 相反,如图 88 所示,可以提升(boost)发送 L1 块的载波的功率以保持总前导码信号功率等于数据符号功率。功率提升因子可以根据所发送的 L1 的大小而变化,并且发射机和接收机可以具有该功率提升因子的设置值。例如,如果仅使用总的载波的一半,则功率提升因子可以是 2。

[0301] 图 87 示出了考虑了功率提升的 L1-pre 信令的示例。当与图 85 相比时,可以看出,QPSK 符号的功率可以提升并且可以发送给前导码构造器。

[0302] 图 89 示出了图 64 中所示的 BICM 解调模块的 L1 信令通道上的 ModCod 提取模块 r307-1 的另一示例。根据输入的前导码符号,L1 信令 FECFRAME 可以输出到符号去映射器中,并且可以仅对报头部分进行解码。

[0303] 对于输入的报头符号,可以执行 QPSK 去映射,并且可以获得对数似然比(LLR)值。对于 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。

[0304] 对齐的这两个 I/Q 通道值可以组合起来,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 解码器可以从所输入的 45 比特恢复 18 比特的 L1-pre。

[0305] 图 90 示出了接收机的对应的 ModCod 提取器。当与图 89 相比时,可以对 QPSK 去映射器输入符号执行功率控制,以从由发射机增大的功率水平恢复到其原始值。此时,可以通过考虑用于前导码中的 L1 信令的多个载波并对所获得的发射机的功率提升因子取倒数(inverse)来执行功率控制。功率提升因子设置彼此相同的前导码功率和数据符号功率。

[0306] 图 91 示出了 L1-pre 同步的示例,该 L1-pre 同步能够在图 64 中所示的 BICM 解调模块的 L1 信令通道上的 ModCod 报头插入模块 307-1 处执行。这是获得前导码中的报头的起始位置的同步处理。然后针对输出的 Q 通道,可以对输入的符号进行 QPSK 去映射,可以执行 1 比特循环移位的逆处理,并且可以执行对齐。两个 I/Q 通道值可以相乘,并且可以对通过 L1-pre 信令进行了调制的值进行解调。因此,乘法器的输出可以仅表示作为同步字的 PRBS。当该输出与已知序列 PRBS 相关时,可以获得报头处的相关峰。从而,可以获得前导码中的报头的起始位置。如果需要,可以对 QPSK 去映射器的输入执行功率控制,执行该功率控制以恢复原始功率水平,如图 90 所示。

[0307] 图 92 示出了 L1 块报头字段的另一示例,该 L1 块报头字段被发送给如图 37 中所示的 BICM 模块的 L1 信令通道上的报头插入模块 307-1。该图 92 与图 85 的不同之处在于:表示时间交织深度的 L1_span 减小到 2 比特,并且保留比特增加 1 比特。接收机可以根据所发送的 L1_span 获得 L1 块的时间交织参数。

[0308] 图 93 示出了将 L1 块均等划分成与前导码的数量一样多的部分、然后将报头插入到各个所划分的 L1 块中、并随后将插入了报头的 L1 块分配给前导码的处理。这可以在使用多个前导码执行时间交织时执行,其中前导码的数量大于发送 L1 块所需的前导码的最小数量。这可以在如图 37 所示的 BICM 模块的 L1 信令通道上的 L1 块处执行。在发送 L1 块之后剩余的载波可以具有循环重复模式,而不是零填充。

[0309] 图 94 示出了如图 64 所示的 BICM 解调模块的符号去映射器 r306-1 的示例。对于如图 93 所示的使 L1 FEC 块重复的情况,可以对齐、组合(r301f)L1 FEC 块的各起点,然后进行 QAM 去映射(r302f),以获得分集增益和 SNR 增益。此时,组合器可以包括对齐和添加各 L1 FEC 块并划分所添加的 L1 FEC 块的处理。对于如图 93 所示仅重复了最后 FEC 块的

一部分的情况,可以仅将所重复的部分划分成数量与 FEC 块报头的数量一样多,而可以通过比 FEC 块报头的数量小的值来划分另一部分。换句话说,划分数量对应于添加到各载波的载波数量。

[0310] 图 98 示出了 L1 块调度的另一示例。图 98 与图 93 的不同之处在于:当 L1 块没有填满一个 OFDM 符号时不是执行零填充或重复,而是可以通过在发射机处对缩短 / 打孔码执行更少的打孔来使用奇偶冗余填满 OFDM 符号。换句话说,当在图 38 中执行奇偶打孔 (304c) 时,可以根据打孔比确定有效码率,这样,由于通过打孔使得更少的比特需要进行零填充,所以可以降低有效码率,并且可以获得更好的编码增益。如图 65 所示的接收机的奇偶解除打孔模块 r303a 能够考虑较少打孔的奇偶冗余来执行解除打孔。此时,由于接收机和发射机能够具有总的 L1 块大小的信息,所以可以计算打孔比。

[0311] 图 95 示出了 L1 信令字段的另一示例。图 95 与图 74 的不同之处在于:对于数据切片类型是 CCM 的情况,可以发送 PLP 的起始地址 (21 比特)。这可以使各 PLP 的 FECFRAME 能够形成传输帧,而不需要使 FECFRAME 与传输帧的起始位置对齐。从而,可以消除在数据切片宽度较窄时发生的填充开销。接收机可以在数据切片类型是 CCM 时从如图 64 所示的 BICM 解调器的 L1 信令通道上的前导码获得 ModCod 信息,而不是从 FECFRAME 报头获得 ModCod 信息。此外,即使在传输帧的随机位置处发生了跳台 (zapping),也能够无延迟地执行 FECFRAME 同步,因为已经能够从前导码获得 PLP 的起始地址。

[0312] 图 96 示出了能够减小 PLP 寻址开销的 L1 信令字段的另一示例。

[0313] 图 97 示出了与取决于调制类型的 FECFRAME 相对应的 QAM 符号的数量。此时,QAM 符号的最大公约数是 135,因此可以减小 $\log_2(135) \sim 7$ 比特的开销。因此,图 96 与图 95 的不同之处在于:PLP_start 字段的比特数可以从 21 比特减少到 14 比特。这是将 135 个符号当作单个组并且对该组进行寻址的结果。接收机能够在获得 PLP_start 字段值并将其乘以 135 之后获得 PLP 在传输帧中开始的 OFDM 载波索引。

[0314] 图 99 和图 101 示出了符号交织器 308 的示例,符号交织器 308 能够对从如图 37 中所示的 BICM 模块的数据通道上的 ModCod 报头插入模块 307 发送的数据符号进行时间交织。

[0315] 图 99 是基于数据切片来工作的块交织器的示例。行值表示一个数据切片内的四个 OFDM 符号中的有效载荷单元的数量。可能不能基于 OFDM 符号进行交织,因为单元的数量可能在相邻 OFDM 单元之间改变。列值 K 表示时间交织深度,其可以是 1、2、4、8 或 16...。可以在 L1 信令内执行针对各数据切片的 K 的信令。可以在如图 37 所示的时间交织器 308 之前执行如图 42 所示的频率交织器 403。

[0316] 图 100 示出了如图 99 所示的时间交织器的交织性能。假设列值是 2,行值是 8,数据切片宽度是 12 个数据单元,并且假设在该数据切片当中没有连续 (continual) 导频。图 100 的上图是没有执行时间交织时的 OFDM 符号结构,而图 100 的下图是执行时间交织时的 OFDM 符号结构。黑色单元表示分散导频,而非黑色单元表示数据单元。相同类型的数据单元表示 OFDM 符号。在图 100 中,与单个 OFDM 符号相对应的数据单元被交织成两个符号。使用对应于 8 个 OFDM 符号的交织存储器,但交织深度对应于仅两个 OFDM 符号,因此,没有获得全交织深度。

[0317] 图 101 被提出,以实现全交织深度。在图 101 中,黑色单元表示分散导频,而非黑色

单元表示数据单元。如图 101 所示的时间交织器可以被实现为块交织器的形式,并且能够对数据切片进行交织。在图 101 中,列数 K 表示数据切片宽度,行数 N 表示时间交织深度,并且值 K 可以是随机值,即, $K = 1, 2, 3, \dots$ 。该交织处理包括以列扭曲 (twist) 形式写入数据单元并沿列方向读取 (导频位置除外)。即,可以说,以行列扭曲形式执行交织。

[0318] 此外,在发射机处,以交织存储器的列扭曲形式读取的单元对应于单个 OFDM 符号,并且在对这些单元进行交织时能够保持 OFDM 符号的导频位置。

[0319] 而且,在接收机处,以去交织存储器的列扭曲形式读取的单元对应于单个 OFDM 符号,并且在对这些单元进行时间去交织时能够保持 OFDM 符号的导频位置。

[0320] 图 102 示出图 101 的时间交织性能。为与图 99 进行比较,假设行值是 8,数据切片宽度是 12 个数据单元,并且假设在该数据切片当中没有连贯导频。在图 102 中,与单个 OFDM 符号相对应的数据单元被交织成 8 个 OFDM 符号。如图 102 所示,使用对应于 8 个 OFDM 符号的交织存储器,并且所得到的交织深度对应于 8 个 OFDM 符号,因此,获得了全交织深度。

[0321] 如图 101 所示的时间交织器的益处在于:可以利用相同的存储器获得全交织深度;交织深度可以是灵活的,与图 99 相反;因此,传输帧的长度也可以是灵活的,即,行不必是 4 的倍数。此外,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,并且还可以具有与使用一般 OFDM 的数字传输系统的通用性 (commonality)。具体地说,可以在使用如图 42 所示的频率交织器 403 之前使用如图 37 所示的时间交织器 308。对于接收机复杂度,除了可以要求非常小的复杂度的附加地址控制逻辑外不需要附加的存储器。

[0322] 图 103 示出了接收机中的相应的符号去交织器 r308。该符号去交织器 r308 可以在接收到来自帧报头去除模块 r401 的输出之后执行去交织。在这些去交织处理中,与图 99 相比,反转了块交织的写入和读取处理。通过使用导频位置信息,时间去交织器可以通过不向交织器存储器中的导频位置进行写入或者从该导频位置进行读取并通过向交织器存储器的数据单元位置进行写入或从该数据单元位置进行读取来执行虚拟去交织。经去交织的信息可以输出到 ModCod 提取模块 r307。

[0323] 图 104 示出了时间交织的另一示例。可以执行沿对角线方向的写入和逐行读取。如图 101 所示,考虑导频位置来执行交织。不对导频位置执行读取和写入,但通过仅考虑数据单元位置来访问交织存储器。

[0324] 图 105 示出了利用图 104 所示的方法的交织的结果。当与图 102 相比时,不仅在时域中而且在频域中使具有相同模式 (pattern) 的单元分散。换句话说,可以在时域和频域中都获得全交织深度。

[0325] 图 108 示出了相应的接收机的符号去交织器 r308。可以对帧报头去除模块 r401 的输出进行去交织。当与图 99 相比时,去交织转换了读取和写入的顺序。时间去交织器可以使用导频位置信息来执行虚拟去交织,使得在导频位置处不执行读取或写入,而使得可以仅在数据单元位置处执行读取或写入。经去交织的数据可以输出到 ModCod 提取模块 r307 中。

[0326] 图 106 示出了图 105 的寻址方法的示例。NT 表示时间交织深度,而 ND 表示数据切片宽度。假设行值 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 106 表示当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。寻址从行地址 (RA) = 0 并且列地址 (CA) = 0 的第一地址开始。每次发生寻址时,

使 RA 和 CA 递增。对于 RA, 可以执行对时间交织器中使用的 OFDM 符号的取模运算。对于 CA, 可以执行对与数据切片宽度相对应的载波数量的取模运算。当在存储器上写入与数据切片相对应的载波时可以使 RA 递增 1。仅在当前地址位置不是导频的位置时执行在存储器上的写入。如果当前地址位置是导频的位置, 则可以仅增加地址值。

[0327] 在图 106 中, 列数 K 表示数据切片宽度, 行数 N 表示时间交织深度, 而值 K 可以是随机值, 即, $K = 1, 2, 3, \dots$ 。该交织处理可以包括以列扭曲形式写入数据单元并沿列方向读取 (导频位置除外)。换句话说, 虚拟交织存储器可以包括导频位置, 但导频位置可以不包括在实际交织中。

[0328] 图 109 示出了去交织, 即, 如图 104 所示的时间交织的逆处理。逐行写入和沿对角线读取可以按照原始顺序恢复单元。

[0329] 发射机中使用的寻址方法可以用于接收机中。接收机可以在时间去交织器存储器上逐行写入所接收到的数据, 并且可以利用所生成的地址值和可能以与发射机类似的方式生成的导频位置信息来读取所写入的数据。作为另选方式, 用于进行写入的所生成的地址值和导频信息可以用于逐行读取。

[0330] 这些方法可以应用于发送 L1 的前导码。因为包括前导码的各 OFDM 符号可以在相同位置具有多个导频, 可以执行参照地址值且考虑导频位置的交织, 也可以执行参照地址值而不考虑导频位置的交织。对于参照地址值而不考虑导频位置的情况, 发射机每次在时间交织存储器中存储数据。对于这种情况, 在接收机或发射机处对前导码执行交织 / 去交织所需的存储器的大小变得与用于时间交织的 OFDM 符号中存在的有效载荷单元的数量相同。

[0331] 图 107 是 L1 时间交织的另一示例。在该示例中, 时间交织可以将载波置于所有 OFDM 符号中, 而当不执行时间交织时这些载波将全部位于单个 OFDM 符号中。例如, 对于位于第一 OFDM 符号中的数据, 第一 OFDM 符号的第一载波将位于其原始位置中。第一 OFDM 符号的第二载波将位于第二 OFDM 符号的第二载波索引中。换句话说, 位于第 n OFDM 符号中的第 i 数据载波将位于第 $((i+n) \bmod N)$ OFDM 符号的第 i 载波索引中, 其中, $i = 0, 1, 2, \dots, \text{载波数} - 1$, $n = 0, 1, 2, \dots, N - 1$, 而 N 是 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, 以如图 107 所示的扭曲形式执行了针对所有 OFDM 符号的交织。即使导频位置没有在图 107 中示出, 如上所述, 交织也能够应用于包括导频符号的所有 OFDM 符号。即, 可以说, 可以不考虑导频位置或者不管 OFDM 符号是否为导频符号, 针对所有 OFDM 符号执行交织。

[0332] 如果 L1 中使用的 LDPC 块的大小比单个 OFDM 符号的大小更小, 则剩余的载波可以具有该 LDPC 块的多个部分的副本或者可以进行零填充。此时, 可以执行与上述相同的时间交织。类似地, 在图 107 中, 接收机可以通过将 L1 时间交织中使用的所有块存储在存储器中并以对这些块进行交织的顺序 (即, 图 107 中所示的块中所写的编号的顺序) 读取这些块, 来执行去交织。

[0333] 当使用如图 106 中所示的块交织器时, 使用两个缓冲器。具体地说, 当一个缓冲器正在存储输入的符号时, 可以从另一个缓冲器读取先前输入的符号。一旦针对一个符号交织块执行了这些处理, 就可以通过转换读取和写入的顺序来执行去交织, 以避免存储器访问冲突。这种乒乓式 (ping-pong style) 去交织可以具有简单的地址生成逻辑。然而, 当

使用两个符号交织缓冲器时硬件复杂度可能增加。

[0334] 图 110 示出了如图 64 所示的符号去交织器 r308 或 r308-1 的示例。本发明的该所建议的实施方式可以仅使用单个缓冲器来执行去交织。一旦通过地址生成逻辑生成了地址值,则可以从该缓冲器存储器输出该地址值,并可以通过将输入的符号存储到同一地址中来执行置入 (in-placement) 操作。通过这些处理,可以在读取和写入时避免存储器访问冲突。此外,可以仅使用单个缓冲器来执行符号去交织。可以定义参数来解释该地址生成规则。如图 106 所示,去交织存储器的行数可以定义为时间交织深度 D ,而该去交织存储器的列数可以定义为数据切片宽度 W 。然后地址生成器可以生成以下的地址。

[0335] 第 j 块上的第 i 样本 (包括导频)

[0336] $i = 0, 1, 2, \dots, N-1$;

[0337] $N = D * W$;

[0338] $C_{i, j} = i \bmod W$;

[0339] $T_w = ((C_{i, j} \bmod D) * j) \bmod D$;

[0340] $R_{i, j} = ((i \operatorname{div} W) + T_w) \bmod D$;

[0341] $L_{i, j(1)} = R_{i, j * W + C_{i, j}}$;

[0342] 或者

[0343] $L_{i, j(2)} = C_{i, j * D + R_{i, j}}$;

[0344] 这些地址包括导频位置,因此假设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,则可能需要跳过相应地址的附加控制逻辑。此时, i 表示输入符号索引, j 表示输入交织块索引,而 $N = D * W$ 表示交织块长度。Mod 运算表示输出进行除法之后的余数的取模运算。Div 运算表示输出进行除法之后的商的除法运算。 $R_{i, j}$ 和 $C_{i, j}$ 分别表示第 j 交织块的第 i 符号输入的行地址和列地址。 T_w 表示多个符号所在的地址的列扭曲值。换句话说,各列可以被看作根据 T_w 值执行独立的扭曲的缓冲器。 $L_{i, j}$ 表示以一维序列存储器而不是二维实现单个缓冲器时的地址。 $L_{i, j}$ 可以具有从 0 到 $(N-1)$ 的值。可以有两种不同的方法。 $L_{i, j(1)}$ 在逐行连接存储器矩阵时使用,而 $L_{i, j(2)}$ 在逐列连接存储器矩阵时使用。

[0345] 图 111 示出了当 D 为 8 而 W 为 12 时用于时间交织的行地址和列地址的示例。 j 从 $j = 0$ 开始,并且针对各个 j 值,第一行可以表示行地址,而第二行可以表示列地址。图 111 仅示出了前 24 个符号的地址。各个列索引可以与输入的符号索引 i 相同。

[0346] 图 113 示出了使用数据切片的 OFDM 发射机的示例。如图 113 所示,该发射机可以包括数据 PLP 通道、L1 信令通道、帧构造器和 OFDM 调制部。数据 PLP 通道由具有水平线和垂直线的块表示。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 和 701-M 可以包括如图 35 中所示的针对各 PLP 所执行的输入接口模块 202-1、输入流同步模块 203-1、延迟补偿模块 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 和 BB 加扰器 209 的块和序列。FEC 模块 702-0、702-N、702-K 和 702-M 可以包括如图 37 中所示的外部编码器 301 和内部编码器 303 的块和序列。L1 通道上使用的 FEC 模块 702-L1 可以包括如图 37 中所示的外部编码器 301-1 和缩短 / 打孔内部编码器 303-1 的块和序列。L1 信号模块 700-L1 可以生成构成 (comprise) 帧所需的 L1 信息。

[0347] 比特交织模块 703-0、703-N、703-K 和 703-M 可以包括如图 37 中所示的内部交织

器 304 和比特解复用器 305 的块和序列。L1 通道上使用的比特交织器 703-L1 可以包括如图 37 中所示的内部交织器 304-1 和比特解复用器 305-1 的块和序列。符号映射器模块 704-0、704-N、704-K 和 704-M 可以执行与图 37 中所示的符号映射器 306 的功能相同的功能。L1 通道上使用的符号映射器模块 704-L1 可以执行与图 37 中所示的符号映射器 306-1 的功能相同的功能。FEC 报头模块 705-0、705-N、705-K 和 705-M 可以执行与图 37 中所示的 ModCod 报头插入模块 307 的功能相同的功能。用于 L1 通道的 FEC 报头模块 705-L1 可以执行与图 37 中所示的 ModCod 报头插入模块 307-1 的功能相同的功能。

[0348] 数据切片映射器模块 706-0 和 706-K 可以向相应数据切片调度 FEC 块,并且能够发送所调度的 FEC 块,其中,这些 FEC 块对应于指派给各数据切片的 PLP。前导码映射器 707-L1 块可以向前导码调度 L1 信令 FEC 块。在前导码中发送 L1 信令 FEC 块。时间交织器模块 708-0 和 708-K 可以执行图 37 中所示的能够对数据切片进行交织的符号交织器 308 的功能相同的功能。L1 通道上使用的符号交织器 708-L1 可以执行与图 37 中所示的符号交织器 308-1 的功能相同的功能。

[0349] 另选地,L1 通道上使用的符号交织器 708-L1 可以执行与图 37 中所示的符号交织器 308-1 的功能相同的功能,但仅仅是对前导码符号。

[0350] 频率交织器 709-0 和 709-K 可以对数据切片执行频率交织。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。

[0351] 导频生成模块 710 可以生成适于连续导频 (CP)、分散导频 (SP)、数据切片边缘和前导码的导频。可以通过对数据切片、前导码和导频的调度来构造 (711) 帧。IFFT 模块 712 块和 GI 插入模块 713 块可分别执行与图 51 中所示的 IFFT 模块 501 块和 GI 插入模块 503 块的功能相同的功能。最后,DAC 模块 714 可以将数字信号转换成模拟信号,并且可以发送经转换的信号。

[0352] 图 114 示出了使用数据切片的 OFDM 接收机的示例。在图 114 中,调谐器 r700 可以执行图 61 中所示的调谐器 /AGC 模块 r603 的功能和下转换模块 r602 的功能。ADCr701 可以将所接收到的模拟信号转换成数字信号。时间 / 频率同步模块 r702 可以执行与图 62 所示的时间 / 频率同步模块 r505 的功能相同的功能。帧检测模块 r703 可以执行与图 62 所示的帧检测模块 r506 的功能相同的功能。

[0353] 此时,在执行时间 / 频率同步之后,可以通过使用在跟踪处理期间从帧检测模块 r703 发送的各个帧中的前导码来改善同步。

[0354] GI 去除模块 r704 和 FFT 模块 r705 可分别执行与图 62 中所示的 GI 去除模块 r503 和 FFT 模块 r502 的功能相同的功能。

[0355] 信道估计模块 r706 和信道均衡模块 r707 可以执行如图 62 所示的信道 Est/Eq 模块 r501 的信道估计部和信道均衡部。帧解析器 r708 可以输出发送用户选择的业务的数据切片和前导码。用斜线表示的块处理前导码。用水平线表示的块 (可以包括公共 PLP) 处理数据切片。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。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。L1 通道上使用的 FEC 报头解码器 r712-L1、时间去交织器 r710-L1 和符号去映射器 r713-L1 可以执行与图 64 中所示的 ModCod 提取模块 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。

[0356] 比特去交织器 r714-L1 可以包括如图 64 所示的比特解复用器 r305-1 和内部去交织器 r304-1 的块和序列。FEC 解码器 r715-L1 可以包括图 64 中所示的缩短 / 打孔内部编码器 r303-1 和外部解码器 r301-1 的块或序列。此时, L1 通道的输出可以是 L1 信令信息, 并且可以被发送给系统控制器, 用于恢复在数据切片中发送的 PLP 数据。

[0357] 数据切片通道上使用的时间去交织器 r710 可以执行与图 64 中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 可以输出来自数据切片的用户选择的 PLP, 并且如果需要, 还可以输出与用户选择的 PLP 相关联的公共 PLP。FEC 报头解码器 r712-C 和 r712-K 可以执行与图 64 中所示的 ModCod 提取模块 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 64 中所示的符号去映射器 r306 的功能相同的功能。

[0358] 比特去交织器 r714-C 和 r714-K 可以包括如图 64 所示的比特解复用器 r305 和内部去交织器 r304 的块和序列。FEC 解码器 r715-C 和 r715-K 可以包括如图 64 所示的内部解码器 r303 和外部解码器 r301 的块和序列。最后, 输出处理模块 r716-C 和 r716-K 可以包括图 35 中的针对各 PLP 执行的 BB 解扰器 r209、BB 报头去除模块 r207-1、CRC 解码器 r206-1、空包插入模块 r205-1、延迟恢复器 r204-1、输出时钟恢复器 r203-1 和输出接口 r202-1 的块和序列。如果使用公共 PLP, 则该公共 PLP 和与该公共 PLP 相关联的数据 PLP 可以发送给 TS 重组器并且可以转换成用户选择的 PLP。

[0359] 从图 114 应当注意到, 在接收机中, 与其中块被对称地定位的数据通道相反, L1 通道上的块不是相对于发射机的对称顺序或者 L1 通道上的块为发射机的相反顺序。换句话说, 对于数据通道, 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 和 FEC 报头解码器 r712-C 和 r712-K。然而, 对于 L1 通道, 设置了频率去交织器 r709-L1、FEC 报头解码器 r712-L1 和时间去交织器 r710-L1。

[0360] 图 112 示出了没有使用导频的数据符号域中的一般块交织的示例。从图 112a 可以看出, 可以不用黑色导频填充交织存储器。为了形成矩形存储器, 可以在需要时使用填充单元。在图 112a 中, 填充单元被表示为具有斜线的单元。在本示例中, 因为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 符号持续期间需要总共三个填充单元。最终, 在图 112b 中, 示出了经交织的存储器内容。

[0361] 如图 112a 所示, 可以执行逐行写入并执行列扭曲; 或者可以从开始就执行扭曲方式的写入。交织器的输出可以包括从存储器逐行读取。当考虑 OFDM 传输时, 已经读取的输出数据可以如图 112c 所示设置。此时, 为简单化, 可以忽略频率交织。从图 112 中可以看到, 频率分集没有图 106 中的频率分集那么高, 但是保持在类似水平。尤其是, 其有益之处在于可以最优化执行交织和去交织所需的存储器。在本示例中, 存储器大小可以从 $W \times D$ 减小到 $(W-1) \times D$ 。随着数据切片宽度变大, 可以进一步减小存储器大小。

[0362] 对于时间去交织器输入, 接收机应当在考虑填充单元的同时以图 112 的中间视图的形式恢复存储器缓冲器内容。基本上, OFDM 符号可以逐个符号地读取并且可以逐行地存储。然后可以执行对应于列扭曲的解除扭曲。去交织器的输出可以从图 112a 的存储器以逐行读取的形式输出。在这种方式下, 当与图 106 中所示的方法相比时, 可以最小化导频开销, 从而可以最小化交织 / 去交织存储器。

[0363] 图 115 示出了时间交织 (图 115a) 和时间去交织 (图 115b)。

[0364] 图 115a 示出了用于图 113 的 L1 通道的时间交织器 708-L1 的示例。如图 115a 所示,发送 L1 的前导码的时间交织可以包括交织 L1 数据单元,但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 106 所示的方法相同的方法沿对角线方向写入输入数据(实线),并且逐行读取这些数据(虚线)。

[0365] 图 115b 示出了如图 114 所示的 L1 通道上的时间去交织器 r712-L1 的示例。如图 115b 所示,对于发送 L1 的前导码,可以执行对 L1 数据单元的去交织(不包括通常在前导码中发送的导频)。该去交织方法可以与图 109 中所示的逐行写入输入数据(实线)并沿对角线方向读取这些数据(虚线)的方法相同。输入数据不包括任何导频,因此,输出数据具有也不包括导频的 L1 数据单元。当接收机在针对前导码的时间去交织中使用单个缓冲器时,可以使用具有如图 110 所示的去交织器存储器的地址生成器结构。

[0366] 可以使用如下的地址运算来执行去交织(r712-L1)。

[0367] 第 j 块上的第 i 样本(包括导频)

[0368] $i = 0, 1, 2, \dots, N-1$;

[0369] $N = D * W$;

[0370] $C_{i, j} = i \bmod W$;

[0371] $T_w = ((C_{i, j} \bmod D) * j) \bmod D$;

[0372] $R_{i, j} = ((i \operatorname{div} W) + T_w) \bmod D$;

[0373] $L_{i, j(1)} = R_{i, j * W + C_{i, j}}$;

[0374] 或者

[0375] $L_{i, j(2)} = C_{i, j * D + R_{i, j}}$;

[0376] 在以上运算中,行长度 W 为如图 115 所示的交织存储器的行的长度。列长度 D 是前导码时间交织深度,其为发送前导码所需的 OFDM 符号的数量。

[0377] 图 116 示出了通过调度来自如图 113 所示的帧构造器 711 的导频和输入前导码来形成 OFDM 符号的示例。空白单元形成作为 L1 通道上的 FEC 报头模块 705-L1 的输出信号的 L1 报头,如图 113 所示。灰色单元表示由如图 113 所示的导频生成模块 710 生成的用于前导码的连续导频。具有模式的单元表示作为如图 113 中所示的前导码映射器 707-L1 的输出信号的 L1 信令单元。图 116a 表示关闭时间交织时的 OFDM 符号,而图 116b 表示开启时间交织时的 OFDM 符号。L1 报头可以从时间交织中排除,因为 L1 报头发送 L1 信令字段长度和时间交织开/关标记信息。这是因为在时间交织之前添加 L1 报头。如前所述,执行时间交织(除导频单元外)。其余的 L1 数据单元可以如图 115 所示进行交织,然后指派给 OFDM 子载波。

[0378] 图 117 示出了时间交织器 708-0 ~ 708-K 的示例,这些时间交织器 708-0 ~ 708-K 能够对利用图 113 所示的数据切片在 OFDM 发射机的数据通道上从数据切片映射器 706-0 ~ 706-K 发送的数据符号进行交织。可以针对各数据切片执行时间交织。可以将时间交织符号输出到频率交织器 709-0 ~ 709-K 中。

[0379] 图 117 还示出了利用单个缓冲器的简单时间交织器的示例。图 117a 示出了时效交织之前的 OFDM 符号的结构。具有相同模式的块表示同一类型的 OFDM 符号。图 117b 和图 117c 示出了时间交织之后的 OFDM 符号的结构。时间交织方法可以分成类型 1 和类型 2。可以针对偶数符号和奇数符号交替执行各类型。接收机可以相应地执行去交织。交替使用

类型 1 和类型 2 的原因之一是通过在时间去交织期间使用单个缓冲器来减少接收机处所需的存储器。

[0380] 图 117b 示出了利用交织类型 1 的时间交织。输入符号可以沿向下的对角线方向写入,并且可以沿行方向读取。图 117c 示出了利用交织类型 2 的时间交织。输入符号可以沿向上的对角线方向写入,并且可以沿行方向读取。类型 1 和类型 2 之间的区别是写入输入符号的方向是向上还是向下。这两种方法在写入符号的方式上不同,然而这两种方法在展示全时间交织深度和全频率分集方面是相同的。然而,利用这些方法可能导致由于利用两种交织方案而在接收机处的同步过程中出现问题。

[0381] 可以有两种可能的解决方案。第一解决方案可以通过前导码的 L1 信令发送在各前导码之后首先到来的第一交织器块的交织类型的 1 比特的信息。该方法通过信令执行正确的交织。第二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,各帧的第一交织块可以具有相同类型,因此可以解决交织块同步问题。例如,可以通过向第一交织块应用类型 1 的交织并随后在各帧内应用到下一交织块,然后以类型 2 的交织结束各帧的最后交织块来解决同步问题。该方法要求一个帧由两个交织块组成,但优点在于不需要如第一方法中的附加信令。

[0382] 图 122 示出了如图 114 所示的接收机的时间去交织器 r710 的结构。可以对频率去交织器 r709 的输出执行时间去交织。图 122 的时间去交织器表示作为图 117 中所示的时间交织的逆处理的去交织方案。与图 117 相比,该去交织在读取和写入上将具有相反的方式。换句话说,类型 1 去交织器能够沿行方向写入输入符号,并沿向下的对角线方向读取所写入的符号。类型 2 去交织器能够沿向下的对角线方向写入输入符号,并沿行方向读取所写入的符号。这些方法可以通过使得类型 2 的去交织器的写入符号的方向与类型 1 的去交织器的读取符号的方向相同来使得能够在先前读取符号的地方写入所接收的符号。因此,接收机可以利用单个缓冲器执行去交织。此外,由于通过沿对角线方向或沿行方向写入和读取符号来执行类型 1 和类型 2 的去交织方法,所以可以实现简单的实施。

[0383] 然而,利用这些方法可能会导致由于利用了两种交织方案而在接收机处的同步方面的问题。例如,以类型 2 的方式对类型 1 的交织符号进行去交织可能导致性能劣化。可以有两种可能的解决方案。第一解决方案可以是利用所发送的 L1 信令部分的交织类型的 1 比特来确定前导码之后到来的交织块的类型。第二解决方案可以是在帧内的交织块的数量是偶数的情况下利用根据帧内的第一交织块的类型来执行去交织。经去交织的符号可以输出到数据切片解析器 r711。

[0384] 图 118 示出了在块交织器使用如图 106 所示的两个存储器缓冲器时与单个缓冲器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 106 中所示的功能相同的功能。通过将时间交织深度 D 定义为去交织存储器的行数并将数据切片宽度 W 定义为列数,可以通过地址生成器生成图 118 中所示的地址。这些地址可以包括导频位置。为了对仅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。对前导码进行交织时使用的地址可以不需要导频位置,并且可以利用 L1 块进行交织。 i 表示输入符号的索引, $N = D * W$ 表示交织块长度。 R_i 和 C_i 分别表示第 i 输入符号的行地址和列地址。 T_w 表示从符号所在的地址开始的列扭曲值或扭曲参数。 L_i 表示实现具有单个缓冲器的一维存储器时的地址。 L_i 的值可以从 0 到 $(N-1)$ 。在该一维存储器中,至少有两种方法是可

能的。Li(1) 与存储器矩阵逐行耦合 (couple)，而 Li(2) 与存储器矩阵逐列耦合。接收机可以在去交织期间在读取符号时使用地址生成逻辑。

[0385] 图 119 示出了前导码的另一示例。对于在 7.61MHz 带宽中使用具有 4K-FFT 大小的 OFDM 符号并且将 OFDM 符号内的第六载波和两端的载波用作导频时的情况，可以假设 L1 信令中能够使用的载波数是 2840。当多个信道被绑定时，可能存在多个前导码带宽。可以根据要使用的导频的类型、FFT 大小、绑定信道的数量及其它因素改变载波数量。如果包括要指派给单个 OFDM 符号的 L1_header(H) 和 L1 FEC 块 (L1_FEC1) 的 L1_XFEC_FRAME 的大小小于单个 OFDM 符号 ($5w-a-1$)，则可以使包括 L1_header 的 L1_XFEC_FRAME 重复以填充单个 OFDM 符号的剩余部分 ($5w-a-2$)。这类似于图 93 的前导码结构。对于接收定位于绑定信道的特定带宽中的数据切片的接收机，该接收机的调谐器窗口可以定位于特定带宽中。

[0386] 如果如图 119 的 $5w-a-3$ 定位接收机的调谐器窗口，则在合并重复的 L1_XFEC_FRAME 期间可能会发生错误结果。图 119 的情况 1 可以是这样的示例。接收机找出 L1_Header(H) 以确定 L1_Header(H) 在调谐器窗口内的起始位置，但是所找到的 L1_Header 可能是不完整的 L1_XFEC_FRAME 的报头 ($5w-a-4$)。如果基于该 L1_Header 获得 L1_XFEC_FRAME 的长度并且向该 L1_Header 的起始位置添加剩余部分 ($5w-a-5$)，则 L1 信令信息可能不被正确地获得。为防止这种情况，接收机可能需要附加操作以找出完整 L1_XFEC_FRAME 的报头。图 120 示出了这种操作。在本示例中，为找出完整 L1_XFEC_FRAME 的报头，如果在前导码中存在不完整 L1_XFEC_FRAME，则接收机可以使用至少两个 L1_Header 来找出 L1_Header 的起始位置，以合并 L1_XFEC_FRAME。首先，接收机可以从前导码 OFDM 符号找出 L1_Header ($5w-b-1$)。然后利用找出的 L1_Header 内的 L1_XFEC_FRAME 的长度，接收机可以检查当前 OFDM 符号内的每个 L1_XFEC_FRAME 是否是完整的块 ($5w-b-2$)。如果不是，则接收机可以从当前前导码符号找出另一 L1_Header ($5w-b-3$)。根据新找到的 L1_Header 和先前的 L1_Header 之间的计算距离，可以确定特定的 L1_XFEC_FRAME 是否为完整块 ($5w-b-4$)。完整 L1_XFEC_FRAME 的 L1_Header 可以用作合并的起始点。利用该起始点，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 119 中所示的情况 2 或正确的合并。可以在图 114 的 L1 信号通道上的 FEC 报头解码器 r712-L1 处执行这些处理。

[0387] 图 121 是可以在接收机处消除前述附加操作的前导码结构的示例。与先前的前导码结构相反，当 OFDM 符号的剩余部分被填充时，可以仅重复填充 L1_XFEC_FRAME 的 L1_FEC1 (不包括 L1_Header(H)) ($5w-c-2$)。这样，当接收机找到用于合并 L1_XFEC_FRAME 的 L1_Header(H) 的起始位置时，可以仅找出完整的 L1_XFEC_FRAME 的 L1_Header ($5w-c-4$)，从而不需要附加操作就能够利用所找出的 L1_Header 来合并 L1_XFEC_FRAME。因此，可以在接收机处消除诸如图 120 中所示的 $5w-b-2$ 、 $5w-b-3$ 和 $5w-b-4$ 的处理。可以在图 114 的接收机的 L1 信号通道上的 FEC 报头解码器 r712-L1 和图 113 的发射机的 L1 信号通道的 FEC 报头模块 705-L1 处执行这些处理以及这些处理的对应处理。

[0388] 图 114 的接收机的 L1 通道上的时间去交织器 r712-L1 可以对 L1 块单元或具有模式的单元 (除了诸如前导码报头和导频单元的其它单元) 进行去交织。L1 块单元由如图 116 所示的具有模式的单元表示。图 123 示出了使用数据切片的 OFDM 发射机的另一示例。除所添加和修改的块之外，该发射机可以具有与图 113 的发射机相同的结构并执行与图 113 的发射机相同的功能。前导码映射器 1007-L1 可以将 L1 块和从 FEC 报头模块 705-L1 输出

的 L1 块报头映射成在传输帧中使用的前导码符号。具体地说,可以针对各前导码使 L1 块报头重复,并且可以将 L1 块划分成与所使用的前导码的数量一样多。时间交织器 1008-L1 可以对划分成多个前导码的 L1 块进行交织。此时, L1 块报头可以包括在交织中或者不包括在交织中。是否包括 L1 块报头可能不会改变 L1 块报头的信号结构,但是它会改变对 L1 块进行交织和发送的顺序。L1_XFEC 重复模块 1015-L1 可以使经时间交织的 L1_XFEC 块在前导码带宽内重复。此时, L1 块报头可以在前导码内重复或可以不在前导码内重复。

[0389] 利用所提出的方法和设备,还存在的优点在于:能够实现高效的数字发射机、接收机和物理层信令的结构。

[0390] 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。

[0391] 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。该系统可以包括这里所公开的各个示例以及所述各个示例的组的发射机和接收机。

[0392] 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。还描述了一种使用 NU-MQAM 和 MQAM 的纠错码的码率的方法。该系统可以包括这里所公开的各个示例以及所述各个示例的组的发射机和接收机。

[0393] 所提出的 L1 信令方法通过在信道绑定期间将信令开销减到最小可以将开销降低 3 ~ 4%。

[0394] 对于本领域技术人员而言很明显的是,在不偏离本发明的精神或范围的条件下,可以对本发明做出各种修改和变型。

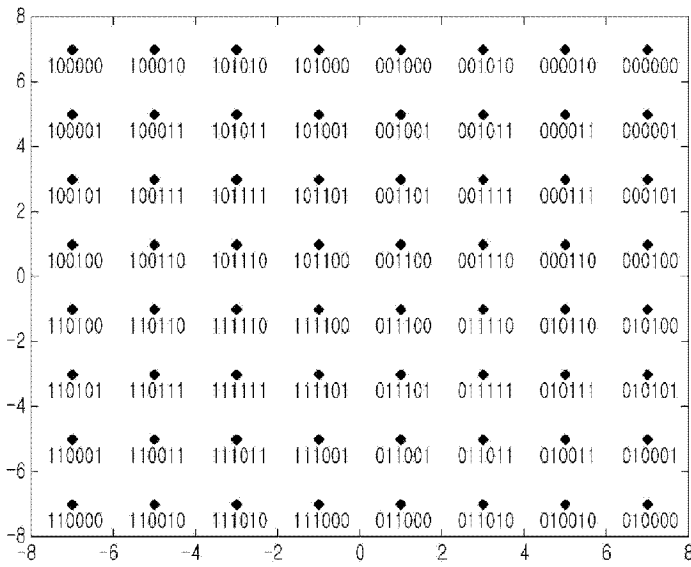


图 1

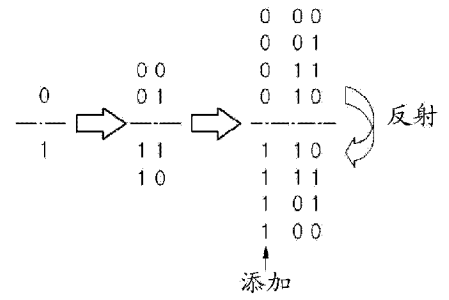


图 2

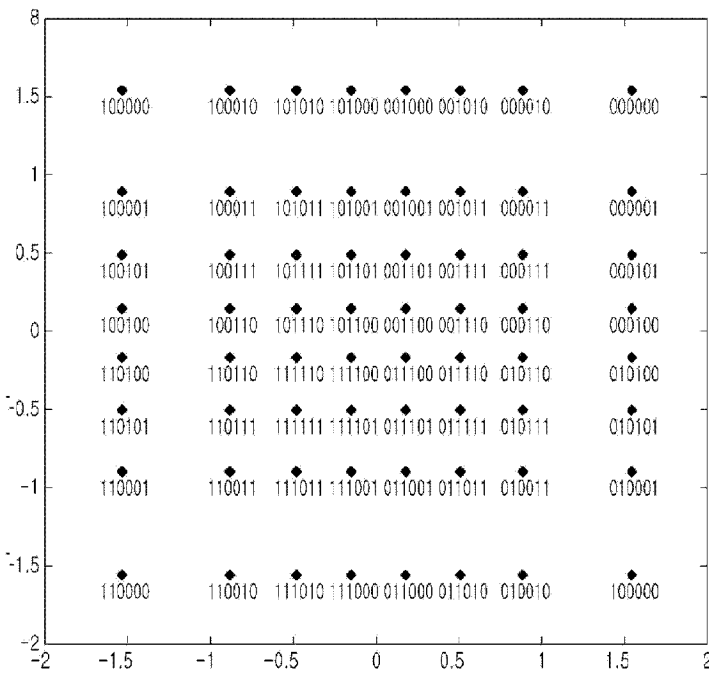


图 3

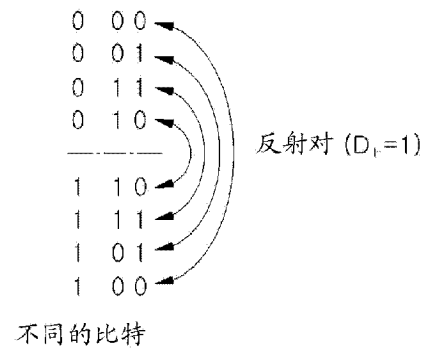


图 4

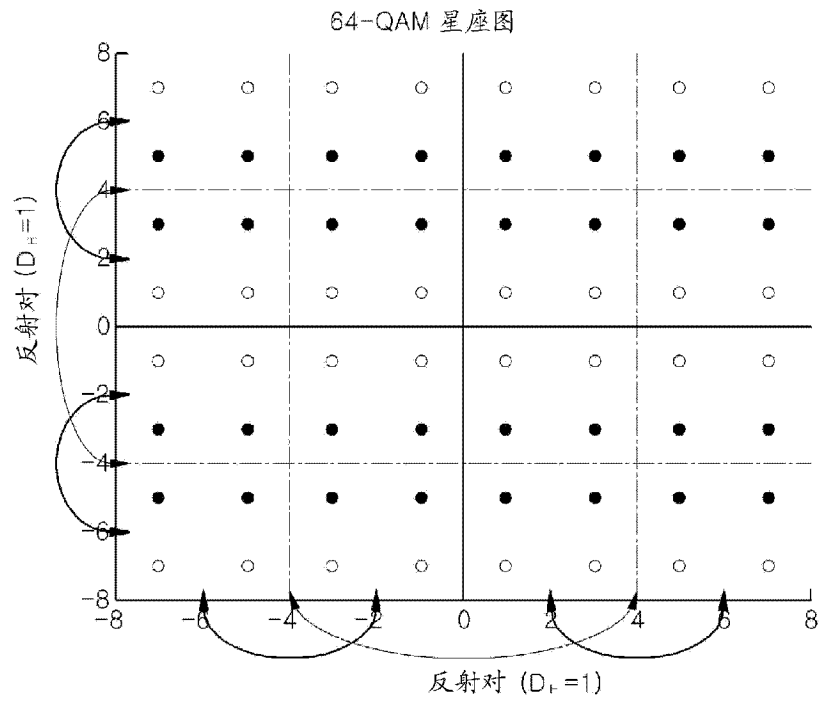
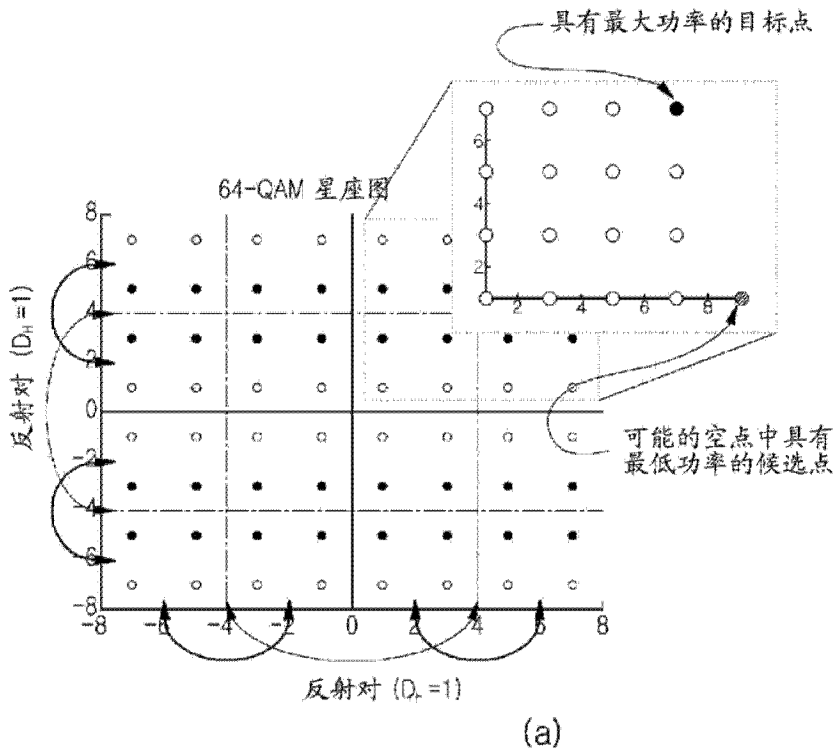


图 5



候选点是目标点的反射对的最接近的相邻点

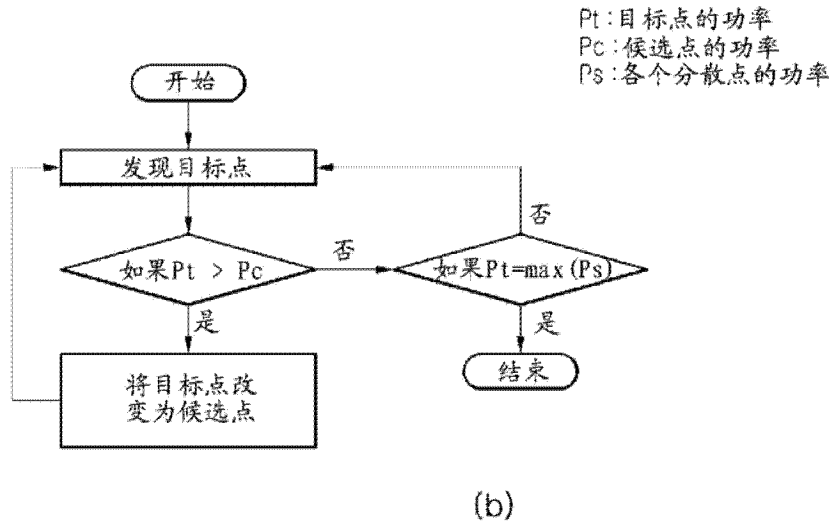


图 6

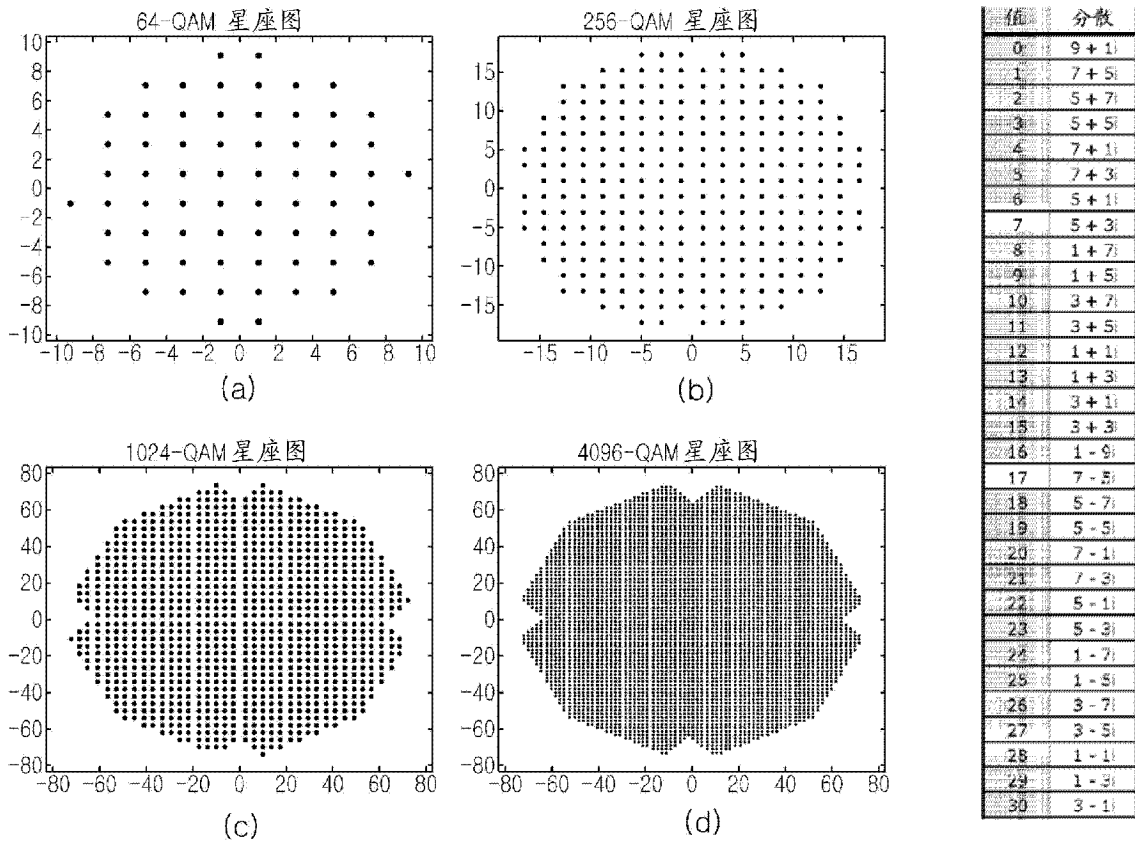


图 8

图 7

31	3 - 3
32	-1 + 9i
33	-7 + 5i
34	-5 + 7i
35	-5 + 5i
36	-7 + 1i
37	-7 + 3i
38	-5 + 1i
39	-5 + 3i
40	-1 + 7i
41	-1 + 5i
42	-3 + 7i
43	-3 + 5i
44	-1 + 1i
45	-1 + 3i
46	-3 + 1i
47	-3 + 3i
48	-9 - 1i
49	-7 - 5i
50	-5 - 7i
51	-5 - 5i
52	-7 - 1i
53	-7 - 3i
54	-5 - 1i
55	-5 - 3i
56	-1 - 7i
57	-1 - 5i
58	-3 - 7i
59	-3 - 5i
60	-1 - 1i
61	-1 - 3i
62	-3 - 1i
63	-3 - 3i

图 9

值	分散	值	分散	值	分散	值	分散
0	17 + 1i	64	1 - 17i	128	-1 + 17i	192	-17 - 1i
1	17 + 3i	65	17 - 3i	129	-17 + 3i	193	-17 - 3i
2	3 + 17i	66	3 - 17i	130	-3 + 17i	194	-3 - 17i
3	13 + 13i	67	13 - 13i	131	-13 + 13i	195	-13 - 13i
4	15 + 9i	68	15 - 9i	132	-15 + 9i	196	-15 - 9i
5	17 + 5i	69	17 - 5i	133	-17 + 5i	197	-17 - 5i
6	13 + 9i	70	13 - 9i	134	-13 + 9i	198	-13 - 9i
7	13 + 11i	71	13 - 11i	135	-13 + 11i	199	-13 - 11i
8	9 + 15i	72	9 - 15i	136	-9 + 15i	200	-9 - 15i
9	9 + 13i	73	9 - 13i	137	-9 + 13i	201	-9 - 13i
10	5 + 17i	74	5 - 17i	138	-5 + 17i	202	-5 - 17i
11	11 + 13i	75	11 - 13i	139	-11 + 13i	203	-11 - 13i
12	9 + 9i	76	9 - 9i	140	-9 + 9i	204	-9 - 9i
13	9 + 11i	77	9 - 11i	141	-9 + 11i	205	-9 - 11i
14	11 + 9i	78	11 - 9i	142	-11 + 9i	206	-11 - 9i
15	11 + 11i	79	11 - 11i	143	-11 + 11i	207	-11 - 11i
16	15 + 1i	80	15 - 1i	144	-15 + 1i	208	-15 - 1i
17	15 + 3i	81	15 - 3i	145	-15 + 3i	209	-15 - 3i
18	13 + 1i	82	13 - 1i	146	-13 + 1i	210	-13 - 1i
19	13 + 3i	83	13 - 3i	147	-13 + 3i	211	-13 - 3i
20	15 + 7i	84	15 - 7i	148	-15 + 7i	212	-15 - 7i
21	15 + 5i	85	15 - 5i	149	-15 + 5i	213	-15 - 5i
22	13 + 7i	86	13 - 7i	150	-13 + 7i	214	-13 - 7i
23	13 + 5i	87	13 - 5i	151	-13 + 5i	215	-13 - 5i
24	9 + 1i	88	9 - 1i	152	-9 + 1i	216	-9 - 1i
25	9 + 3i	89	9 - 3i	153	-9 + 3i	217	-9 - 3i
26	11 + 1i	90	11 - 1i	154	-11 + 1i	218	-11 - 1i
27	11 + 3i	91	11 - 3i	155	-11 + 3i	219	-11 - 3i
28	9 + 7i	92	9 - 7i	156	-9 + 7i	220	-9 - 7i
29	9 + 5i	93	9 - 5i	157	-9 + 5i	221	-9 - 5i
30	11 + 7i	94	11 - 7i	158	-11 + 7i	222	-11 - 7i

图 10

91	11 + 5i	95	11 - 5i	159	-11 + 5i	223	-11 - 5i
92	1 + 15i	96	1 - 15i	160	-1 + 15i	224	-1 - 15i
93	1 - 13i	97	1 - 13i	161	-1 + 13i	225	-1 - 13i
94	3 + 15i	98	3 - 15i	162	-3 + 15i	226	-3 - 15i
95	3 + 13i	99	3 - 13i	163	-3 + 13i	227	-3 - 13i
96	1 + 9i	100	1 - 9i	164	-1 + 9i	228	-1 - 9i
97	1 + 11i	101	1 - 11i	165	-1 + 11i	229	-1 - 11i
98	3 + 9i	102	3 - 9i	166	-3 + 9i	230	-3 - 9i
99	3 + 11i	103	3 - 11i	167	-3 + 11i	231	-3 - 11i
40	7 + 15i	104	7 - 15i	168	-7 + 15i	232	-7 - 15i
41	7 + 13i	105	7 - 13i	169	-7 + 13i	233	-7 - 13i
42	5 + 15i	106	5 - 15i	170	-5 + 15i	234	-5 - 15i
43	5 + 13i	107	5 - 13i	171	-5 + 13i	235	-5 - 13i
44	7 + 9i	108	7 - 9i	172	-7 + 9i	236	-7 - 9i
45	7 + 11i	109	7 - 11i	173	-7 + 11i	237	-7 - 11i
46	5 + 9i	110	5 - 9i	174	-5 + 9i	238	-5 - 9i
47	5 + 11i	111	5 - 11i	175	-5 + 11i	239	-5 - 11i
48	1 + 1i	112	1 - 1i	176	-1 + 1i	240	-1 - 1i
49	1 + 3i	113	1 - 3i	177	-1 + 3i	241	-1 - 3i
50	3 + 1i	114	3 - 1i	178	-3 + 1i	242	-3 - 1i
51	3 + 3i	115	3 - 3i	179	-3 + 3i	243	-3 - 3i
52	1 + 7i	116	1 - 7i	180	-1 + 7i	244	-1 - 7i
53	1 + 5i	117	1 - 5i	181	-1 + 5i	245	-1 - 5i
54	3 + 7i	118	3 - 7i	182	-3 + 7i	246	-3 - 7i
55	3 + 5i	119	3 - 5i	183	-3 + 5i	247	-3 - 5i
56	7 + 1i	120	7 - 1i	184	-7 + 1i	248	-7 - 1i
57	7 + 3i	121	7 - 3i	185	-7 + 3i	249	-7 - 3i
58	5 + 1i	122	5 - 1i	186	-5 + 1i	250	-5 - 1i
59	5 + 3i	123	5 - 3i	187	-5 + 3i	251	-5 - 3i
60	7 + 7i	124	7 - 7i	188	-7 + 7i	252	-7 - 7i
61	7 + 5i	125	7 - 5i	189	-7 + 5i	253	-7 - 5i
62	5 + 7i	126	5 - 7i	190	-5 + 7i	254	-5 - 7i
63	5 + 5i	127	5 - 5i	191	-5 + 5i	255	-5 - 5i

图 11

值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散
0	33 + 1i	64	31 + 1i	128	1 + 31i	192	1 + 1i	256	1 - 33i	320	31 - 1i	384	1 - 31i	448	1 - 1i
1	33 + 3i	65	31 + 3i	129	1 + 29i	193	1 + 3i	257	33 - 3i	321	31 - 3i	385	1 - 29i	449	1 - 3i
2	3 + 33i	66	29 + 1i	130	3 + 31i	194	3 + 1i	258	3 - 33i	322	29 - 1i	386	3 - 31i	450	3 - 1i
3	35 + 3i	67	29 + 3i	131	3 + 29i	195	3 + 3i	259	3 - 35i	323	29 - 3i	387	3 - 29i	451	3 - 3i
4	33 + 7i	68	31 + 7i	132	1 + 25i	196	1 + 7i	260	33 - 7i	324	31 - 7i	388	1 - 25i	452	1 - 7i
5	33 + 5i	69	31 + 5i	133	1 + 27i	197	1 + 5i	261	33 - 5i	325	31 - 5i	389	1 - 27i	453	1 - 5i
6	35 + 7i	70	29 + 7i	134	3 + 25i	198	3 + 7i	262	35 - 7i	326	29 - 7i	390	3 - 25i	454	3 - 7i
7	35 + 5i	71	29 + 5i	135	3 + 27i	199	3 + 5i	263	35 - 5i	327	29 - 5i	391	3 - 27i	455	3 - 5i
8	7 + 33i	72	25 + 1i	136	7 + 31i	200	7 + 1i	264	7 - 33i	328	25 - 1i	392	7 - 31i	456	7 - 1i
9	7 + 35i	73	25 + 3i	137	7 + 29i	201	7 + 3i	265	7 - 35i	329	25 - 3i	393	7 - 29i	457	7 - 3i
10	5 + 33i	74	27 + 1i	138	5 + 31i	202	5 + 1i	266	5 - 33i	330	27 - 1i	394	5 - 31i	458	5 - 1i
11	5 + 35i	75	27 + 3i	139	5 + 29i	203	5 + 3i	267	5 - 35i	331	27 - 3i	395	5 - 29i	459	5 - 3i
12	25 + 25i	76	25 + 7i	140	7 + 25i	204	7 + 7i	268	25 - 25i	332	25 - 7i	396	7 - 25i	460	7 - 7i
13	25 + 27i	77	25 + 5i	141	7 + 27i	205	7 + 5i	269	25 - 27i	333	25 - 5i	397	7 - 27i	461	7 - 5i
14	27 + 25i	78	27 + 7i	142	5 + 25i	206	5 + 7i	270	27 - 25i	334	27 - 7i	398	5 - 25i	462	5 - 7i
15	37 + 5i	79	27 + 5i	143	5 + 27i	207	5 + 5i	271	5 - 37i	335	27 - 5i	399	5 - 27i	463	5 - 5i
16	31 + 17i	80	31 + 15i	144	1 + 17i	208	1 + 15i	272	31 - 17i	336	31 - 15i	400	1 - 17i	464	1 - 15i
17	33 + 13i	81	31 + 13i	145	1 + 19i	209	1 + 13i	273	33 - 13i	337	31 - 13i	401	1 - 19i	465	1 - 13i
18	29 + 17i	82	29 + 15i	146	3 + 17i	210	3 + 15i	274	29 - 17i	338	29 - 15i	402	3 - 17i	466	3 - 15i
19	29 + 19i	83	29 + 13i	147	3 + 19i	211	3 + 13i	275	29 - 19i	339	29 - 13i	403	3 - 19i	467	3 - 13i
20	33 + 9i	84	31 + 9i	148	1 + 23i	212	1 + 9i	276	33 - 9i	340	31 - 9i	404	1 - 23i	468	1 - 9i
21	33 + 11i	85	31 + 11i	149	1 + 21i	213	1 + 11i	277	33 - 11i	341	31 - 11i	405	1 - 21i	469	1 - 11i
22	35 + 9i	86	29 + 9i	150	3 + 23i	214	3 + 9i	278	35 - 9i	342	29 - 9i	406	3 - 23i	470	3 - 9i
23	29 + 21i	87	29 + 11i	151	3 + 21i	215	3 + 11i	279	29 - 21i	343	29 - 11i	407	3 - 21i	471	3 - 11i
24	25 + 17i	88	25 + 15i	152	7 + 17i	216	7 + 15i	280	25 - 17i	344	25 - 15i	408	7 - 17i	472	7 - 15i
25	25 + 19i	89	25 + 13i	153	7 + 19i	217	7 + 13i	281	25 - 19i	345	25 - 13i	409	7 - 19i	473	7 - 13i
26	27 + 17i	90	27 + 15i	154	5 + 17i	218	5 + 15i	282	27 - 17i	346	27 - 15i	410	5 - 17i	474	5 - 15i
27	27 + 19i	91	27 + 13i	155	5 + 19i	219	5 + 13i	283	27 - 19i	347	27 - 13i	411	5 - 19i	475	5 - 13i
28	25 + 23i	92	25 + 9i	156	7 + 23i	220	7 + 9i	284	25 - 23i	348	25 - 9i	412	7 - 23i	476	7 - 9i
29	25 + 21i	93	25 + 11i	157	7 + 21i	221	7 + 11i	285	25 - 21i	349	25 - 11i	413	7 - 21i	477	7 - 11i
30	27 + 23i	94	27 + 9i	158	5 + 23i	222	5 + 9i	286	27 - 23i	350	27 - 9i	414	5 - 23i	478	5 - 9i

图 12

31	27 + 21i	95	27 + 11i	159	5 + 21i	223	5 + 11i	287	27 - 21i	351	27 - 11i	415	5 - 21i	479	5 - 11i
32	17 + 31i	96	17 + 1i	160	15 + 31i	224	15 + 1i	288	17 - 31i	352	17 - 1i	416	15 - 31i	480	15 - 1i
33	17 + 29i	97	17 + 3i	161	15 + 29i	225	15 + 3i	289	17 - 29i	353	17 - 3i	417	15 - 29i	481	15 - 3i
34	13 + 33i	98	19 + 1i	162	13 + 31i	226	13 + 1i	290	13 - 33i	354	19 - 1i	418	13 - 31i	482	13 - 1i
35	19 + 29i	99	19 + 3i	163	13 + 29i	227	13 + 3i	291	19 - 29i	355	19 - 3i	419	13 - 29i	483	13 - 3i
36	17 + 25i	100	17 + 7i	164	15 + 25i	228	15 + 7i	292	17 - 25i	356	17 - 7i	420	15 - 25i	484	15 - 7i
37	17 + 27i	101	17 + 5i	165	15 + 27i	229	15 + 5i	293	17 - 27i	357	17 - 5i	421	15 - 27i	485	15 - 5i
38	19 + 25i	102	19 + 7i	166	13 + 25i	230	13 + 7i	294	19 - 25i	358	19 - 7i	422	13 - 25i	486	13 - 7i
39	19 + 27i	103	19 + 5i	167	13 + 27i	231	13 + 5i	295	19 - 27i	359	19 - 5i	423	13 - 27i	487	13 - 5i
40	9 + 33i	104	23 + 1i	168	9 + 31i	232	9 + 1i	296	9 - 33i	360	23 - 1i	424	9 - 31i	488	9 - 1i
41	9 + 35i	105	23 + 3i	169	9 + 29i	233	9 + 3i	297	9 - 35i	361	23 - 3i	425	9 - 29i	489	9 - 3i
42	11 + 33i	106	21 + 1i	170	11 + 31i	234	11 + 1i	298	11 - 33i	362	21 - 1i	426	11 - 31i	490	11 - 1i
43	21 + 29i	107	21 + 3i	171	11 + 29i	235	11 + 3i	299	21 - 29i	363	21 - 3i	427	11 - 29i	491	11 - 3i
44	23 + 25i	108	23 + 7i	172	9 + 25i	236	9 + 7i	300	23 - 25i	364	23 - 7i	428	9 - 25i	492	9 - 7i
45	23 + 27i	109	23 + 5i	173	9 + 27i	237	9 + 5i	301	23 - 27i	365	23 - 5i	429	9 - 27i	493	9 - 5i
46	21 + 25i	110	21 + 7i	174	11 + 25i	238	11 + 7i	302	21 - 25i	366	21 - 7i	430	11 - 25i	494	11 - 7i
47	21 + 27i	111	21 + 5i	175	11 + 27i	239	11 + 5i	303	21 - 27i	367	21 - 5i	431	11 - 27i	495	11 - 5i
48	17 + 17i	112	17 + 15i	176	15 + 17i	240	15 + 15i	304	17 - 17i	368	17 - 15i	432	15 - 17i	496	15 - 15i
49	17 + 19i	113	17 + 13i	177	15 + 19i	241	15 + 13i	305	17 - 19i	369	17 - 13i	433	15 - 19i	497	15 - 13i
50	19 + 17i	114	19 + 15i	178	13 + 17i	242	13 + 15i	306	19 - 17i	370	19 - 15i	434	13 - 17i	498	13 - 15i
51	19 + 19i	115	19 + 13i	179	13 + 19i	243	13 + 13i	307	19 - 19i	371	19 - 13i	435	13 - 19i	499	13 - 13i
52	17 + 23i	116	17 + 9i	180	15 + 23i	244	15 + 9i	308	17 - 23i	372	17 - 9i	436	15 - 23i	500	15 - 9i
53	17 + 21i	117	17 + 11i	181	15 + 21i	245	15 + 11i	309	17 - 21i	373	17 - 11i	437	15 - 21i	501	15 - 11i
54	19 + 23i	118	19 + 9i	182	13 + 23i	246	13 + 9i	310	19 - 23i	374	19 - 9i	438	13 - 23i	502	13 - 9i
55	19 + 21i	119	19 + 11i	183	13 + 21i	247	13 + 11i	311	19 - 21i	375	19 - 11i	439	13 - 21i	503	13 - 11i
56	23 + 17i	120	23 + 15i	184	9 + 17i	248	9 + 15i	312	23 - 17i	376	23 - 15i	440	9 - 17i	504	9 - 15i
57	23 + 19i	121	23 + 13i	185	9 + 19i	249	9 + 13i	313	23 - 19i	377	23 - 13i	441	9 - 19i	505	9 - 13i
58	21 + 17i	122	21 + 15i	186	11 + 17i	250	11 + 15i	314	21 - 17i	378	21 - 15i	442	11 - 17i	506	11 - 15i
59	21 + 19i	123	21 + 13i	187	11 + 19i	251	11 + 13i	315	21 - 19i	379	21 - 13i	443	11 - 19i	507	11 - 13i
60	23 + 23i	124	23 + 9i	188	9 + 23i	252	9 + 9i	316	23 - 23i	380	23 - 9i	444	9 - 23i	508	9 - 9i
61	23 + 21i	125	23 + 11i	189	9 + 21i	253	9 + 11i	317	23 - 21i	381	23 - 11i	445	9 - 21i	509	9 - 11i
62	21 + 23i	126	21 + 9i	190	11 + 23i	254	11 + 9i	318	21 - 23i	382	21 - 9i	446	11 - 23i	510	11 - 9i
63	21 + 21i	127	21 + 11i	191	11 + 21i	255	11 + 11i	319	21 - 21i	383	21 - 11i	447	11 - 21i	511	11 - 11i

图 13

512	-1 + 33i	576	-31 + 1i	640	-1 + 31i	704	-1 + 1i	768	-33 - 1i	832	-31 - 1i	896	-1 - 31i	960	-1 - 1i
513	-33 + 3i	577	-31 + 3i	641	-1 + 29i	705	-1 + 3i	769	-33 - 3i	833	-31 - 3i	897	-1 - 29i	961	-1 - 3i
514	-3 + 33i	578	-29 + 1i	642	-3 + 31i	706	-3 + 1i	770	-3 - 33i	834	-29 - 1i	898	-3 - 31i	962	-3 - 1i
515	-3 + 35i	579	-29 + 3i	643	-3 + 29i	707	-3 + 3i	771	-3 - 35i	835	-29 - 3i	899	-3 - 29i	963	-3 - 3i
516	-33 + 7i	580	-31 + 7i	644	-1 + 25i	708	-1 + 7i	772	-33 - 7i	836	-31 - 7i	899	-1 - 25i	964	-1 - 7i
517	-33 + 5i	581	-31 + 5i	645	-1 + 27i	709	-1 + 5i	773	-33 - 5i	837	-31 - 5i	901	-1 - 27i	965	-1 - 5i
518	-35 + 7i	582	-29 + 7i	646	-3 + 25i	710	-3 + 7i	774	-35 - 7i	838	-29 - 7i	902	-3 - 25i	966	-3 - 7i
519	-35 + 5i	583	-29 + 5i	647	-3 + 27i	711	-3 + 5i	775	-35 - 5i	839	-29 - 5i	903	-3 - 27i	967	-3 - 5i
520	-7 + 33i	584	-25 + 1i	648	-7 + 31i	712	-7 + 1i	776	-7 - 33i	840	-25 - 1i	904	-7 - 31i	968	-7 - 1i
521	-7 + 35i	585	-25 + 3i	649	-7 + 29i	713	-7 + 3i	777	-7 - 35i	841	-25 - 3i	905	-7 - 29i	969	-7 - 3i
522	-5 + 33i	586	-27 + 1i	650	-5 + 31i	714	-5 + 1i	778	-5 - 33i	842	-27 - 1i	906	-5 - 31i	970	-5 - 1i
523	-5 + 35i	587	-27 + 3i	651	-5 + 29i	715	-5 + 3i	779	-5 - 35i	843	-27 - 3i	907	-5 - 29i	971	-5 - 3i
524	-25 + 25i	588	-25 + 7i	652	-7 + 25i	716	-7 + 7i	780	-25 - 25i	844	-25 - 7i	908	-7 - 25i	972	-7 - 7i
525	-25 + 27i	589	-25 + 5i	653	-7 + 27i	717	-7 + 5i	781	-25 - 27i	845	-25 - 5i	909	-7 - 27i	973	-7 - 5i
526	-27 + 25i	590	-27 + 7i	654	-5 + 25i	718	-5 + 7i	782	-27 - 25i	846	-27 - 7i	910	-5 - 25i	974	-5 - 7i
527	-5 + 37i	591	-27 + 5i	655	-5 + 27i	719	-5 + 5i	783	-37 - 5i	847	-27 - 5i	911	-5 - 27i	975	-5 - 5i
528	-31 + 17i	592	-31 + 15i	656	-1 + 17i	720	-1 + 15i	784	-31 - 17i	848	-31 - 15i	912	-1 - 17i	976	-1 - 15i
529	-33 + 13i	593	-31 + 13i	657	-1 + 19i	721	-1 + 13i	785	-33 - 13i	849	-31 - 13i	913	-1 - 19i	977	-1 - 13i
530	-29 + 17i	594	-29 + 15i	658	-3 + 17i	722	-3 + 15i	786	-29 - 17i	850	-29 - 15i	914	-3 - 17i	978	-3 - 15i
531	-29 + 19i	595	-29 + 13i	659	-3 + 19i	723	-3 + 13i	787	-29 - 19i	851	-29 - 13i	915	-3 - 19i	979	-3 - 13i
532	-33 + 9i	596	-31 + 9i	660	-1 + 23i	724	-1 + 9i	788	-33 - 9i	852	-31 - 9i	916	-1 - 23i	980	-1 - 9i
533	-33 + 11i	597	-31 + 11i	661	-1 + 21i	725	-1 + 11i	789	-33 - 11i	853	-31 - 11i	917	-1 - 21i	981	-1 - 11i
534	-35 + 9i	598	-29 + 9i	662	-3 + 23i	726	-3 + 9i	790	-35 - 9i	854	-29 - 9i	918	-3 - 23i	982	-3 - 9i
535	-29 + 21i	599	-29 + 11i	663	-3 + 21i	727	-3 + 11i	791	-29 - 21i	855	-29 - 11i	919	-3 - 21i	983	-3 - 11i
536	-25 + 17i	600	-25 + 15i	664	-7 + 17i	728	-7 + 15i	792	-25 - 17i	856	-25 - 15i	920	-7 - 17i	984	-7 - 15i
537	-25 + 19i	601	-25 + 13i	665	-7 + 19i	729	-7 + 13i	793	-25 - 19i	857	-25 - 13i	921	-7 - 19i	985	-7 - 13i
538	-27 + 17i	602	-27 + 15i	666	-5 + 17i	730	-5 + 15i	794	-27 - 17i	858	-27 - 15i	922	-5 - 17i	986	-5 - 15i
539	-27 + 19i	603	-27 + 13i	667	-5 + 19i	731	-5 + 13i	795	-27 - 19i	859	-27 - 13i	923	-5 - 19i	987	-5 - 13i
540	-25 + 23i	604	-25 + 9i	668	-7 + 23i	732	-7 + 9i	796	-25 - 23i	860	-25 - 9i	924	-7 - 23i	988	-7 - 9i

图 14

541	-25 + 21i	605	-25 + 11i	669	-7 + 21i	733	-7 + 11i	797	-25 - 21i	861	-25 - 11i	925	-7 - 21i	989	-7 - 11i
542	-27 + 23i	606	-27 + 9i	670	-5 - 23i	734	-5 + 9i	798	-27 - 23i	862	-27 - 9i	926	-5 - 23i	990	-5 - 9i
543	-27 + 21i	607	-27 + 11i	671	-5 + 21i	735	-5 + 11i	799	-27 - 21i	863	-27 - 11i	927	-5 - 21i	991	-5 - 11i
544	-17 + 31i	608	-17 + 1i	672	-15 + 31i	736	-15 + 1i	800	-17 - 31i	864	-17 - 1i	928	-15 - 31i	992	-15 - 1i
545	-17 + 29i	609	-17 + 3i	673	-15 + 29i	737	-15 + 3i	801	-17 - 29i	865	-17 - 3i	929	-15 - 29i	993	-15 - 3i
546	-13 + 33i	610	-19 + 1i	674	-13 + 31i	738	-13 + 1i	802	-13 - 33i	866	-19 - 1i	930	-13 - 31i	994	-13 - 1i
547	-19 + 29i	611	-19 + 3i	675	-13 + 29i	739	-13 + 3i	803	-19 - 29i	867	-19 - 3i	931	-13 - 29i	995	-13 - 3i
548	-17 + 25i	612	-17 + 7i	676	-15 + 25i	740	-15 + 7i	804	-17 - 25i	868	-17 - 7i	932	-15 - 25i	996	-15 - 7i
549	-17 + 27i	613	-17 + 5i	677	-15 + 27i	741	-15 + 5i	805	-17 - 27i	869	-17 - 5i	933	-15 - 27i	997	-15 - 5i
550	-19 + 25i	614	-19 + 7i	678	-13 + 25i	742	-13 + 7i	806	-19 - 25i	870	-19 - 7i	934	-13 - 25i	998	-13 - 7i
551	-19 + 27i	615	-19 + 5i	679	-13 + 27i	743	-13 + 5i	807	-19 - 27i	871	-19 - 5i	935	-13 - 27i	999	-13 - 5i
552	-9 + 33i	616	-23 + 1i	680	-9 + 31i	744	-9 + 1i	808	-9 - 33i	872	-23 - 1i	936	-9 - 31i	1000	-9 - 1i
553	-9 + 35i	617	-23 + 3i	681	-9 + 29i	745	-9 + 3i	809	-9 - 35i	873	-23 - 3i	937	-9 - 29i	1001	-9 - 3i
554	-11 + 33i	618	-21 + 1i	682	-11 + 31i	746	-11 + 1i	810	-11 - 33i	874	-21 - 1i	938	-11 - 31i	1002	-11 - 1i
555	-21 + 29i	619	-21 + 3i	683	-11 + 29i	747	-11 + 3i	811	-21 - 29i	875	-21 - 3i	939	-11 - 29i	1003	-11 - 3i
556	-23 + 25i	620	-23 + 7i	684	-9 + 25i	748	-9 + 7i	812	-23 - 25i	876	-23 - 7i	940	-9 - 25i	1004	-9 - 7i
557	-23 + 27i	621	-23 + 5i	685	-9 + 27i	749	-9 + 5i	813	-23 - 27i	877	-23 - 5i	941	-9 - 27i	1005	-9 - 5i
558	-21 + 25i	622	-21 + 7i	686	-11 + 25i	750	-11 + 7i	814	-21 - 25i	878	-21 - 7i	942	-11 - 25i	1006	-11 - 7i
559	-21 + 27i	623	-21 + 5i	687	-11 + 27i	751	-11 + 5i	815	-21 - 27i	879	-21 - 5i	943	-11 - 27i	1007	-11 - 5i
560	-17 + 17i	624	-17 + 15i	688	-15 + 17i	752	-15 + 15i	816	-17 - 17i	880	-17 - 15i	944	-15 - 17i	1008	-15 - 15i
561	-17 + 19i	625	-17 + 13i	689	-15 + 19i	753	-15 + 13i	817	-17 - 19i	881	-17 - 13i	945	-15 - 19i	1009	-15 - 13i
562	-19 + 17i	626	-19 + 15i	690	-13 + 17i	754	-13 + 15i	818	-19 - 17i	882	-19 - 15i	946	-13 - 17i	1010	-13 - 15i
563	-19 + 19i	627	-19 + 13i	691	-13 + 19i	755	-13 + 13i	819	-19 - 19i	883	-19 - 13i	947	-13 - 19i	1011	-13 - 13i
564	-17 + 23i	628	-17 + 9i	692	-15 + 23i	756	-15 + 9i	820	-17 - 23i	884	-17 - 9i	948	-15 - 23i	1012	-15 - 9i
565	-17 + 21i	629	-17 + 11i	693	-15 + 21i	757	-15 + 11i	821	-17 - 21i	885	-17 - 11i	949	-15 - 21i	1013	-15 - 11i
566	-19 + 23i	630	-19 + 9i	694	-13 + 23i	758	-13 + 9i	822	-19 - 23i	886	-19 - 9i	950	-13 - 23i	1014	-13 - 9i
567	-19 + 21i	631	-19 + 11i	695	-13 + 21i	759	-13 + 11i	823	-19 - 21i	887	-19 - 11i	951	-13 - 21i	1015	-13 - 11i
568	-23 + 17i	632	-23 + 15i	696	-9 + 17i	760	-9 + 15i	824	-23 - 17i	888	-23 - 15i	952	-9 - 17i	1016	-9 - 15i
569	-23 + 19i	633	-23 + 13i	697	-9 + 19i	761	-9 + 13i	825	-23 - 19i	889	-23 - 13i	953	-9 - 19i	1017	-9 - 13i
570	-21 + 17i	634	-21 + 15i	698	-11 + 17i	762	-11 + 15i	826	-21 - 17i	890	-21 - 15i	954	-11 - 17i	1018	-11 - 15i
571	-21 + 19i	635	-21 + 13i	699	-11 + 19i	763	-11 + 13i	827	-21 - 19i	891	-21 - 13i	955	-11 - 19i	1019	-11 - 13i
572	-23 + 23i	636	-23 + 9i	700	-9 - 23i	764	-9 + 9i	828	-23 - 23i	892	-23 - 9i	956	-9 - 23i	1020	-9 - 9i
573	-23 + 21i	637	-23 + 11i	701	-9 + 21i	765	-9 + 11i	829	-23 - 21i	893	-23 - 11i	957	-9 - 21i	1021	-9 - 11i
574	-21 + 23i	638	-21 + 9i	702	-11 + 23i	766	-11 + 9i	830	-21 - 23i	894	-21 - 9i	958	-11 - 23i	1022	-11 - 9i
575	-21 + 21i	639	-21 + 11i	703	-11 + 21i	767	-11 + 11i	831	-21 - 21i	895	-21 - 11i	959	-11 - 21i	1023	-11 - 11i

图 15

值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散
0	65 + 1i	64	63 + 33i	128	33 + 63i	192	33 + 33i	256	63 + 1i	320	63 + 31i	384	33 + 1i	448	33 + 31i
1	65 + 3i	65	65 + 29i	129	33 + 61i	193	33 + 35i	257	63 + 3i	321	63 + 29i	385	33 + 3i	449	33 + 29i
2	3 + 65i	66	61 + 33i	130	29 + 65i	194	35 + 33i	258	61 + 1i	322	61 + 31i	386	35 + 1i	450	35 + 31i
3	67 + 5i	67	61 + 35i	131	35 + 61i	195	35 + 35i	259	61 + 3i	323	61 + 29i	387	35 + 3i	451	35 + 29i
4	65 + 7i	68	65 + 25i	132	33 + 57i	196	33 + 39i	260	63 + 7i	324	63 + 25i	388	33 + 7i	452	33 + 25i
5	65 + 5i	69	65 + 27i	133	33 + 59i	197	33 + 37i	261	63 + 5i	325	63 + 27i	389	33 + 5i	453	33 + 27i
6	67 + 7i	70	67 + 25i	134	35 + 57i	198	35 + 39i	262	61 + 7i	326	61 + 25i	390	35 + 7i	454	35 + 25i
7	67 + 5i	71	61 + 37i	135	35 + 59i	199	35 + 37i	263	61 + 5i	327	61 + 27i	391	35 + 5i	455	35 + 27i
8	7 + 65i	72	57 + 33i	136	25 + 65i	200	39 + 33i	264	57 + 1i	328	57 + 31i	392	39 + 1i	456	39 + 31i
9	7 + 67i	73	57 + 35i	137	25 + 67i	201	39 + 35i	265	57 + 3i	329	57 + 29i	393	39 + 3i	457	39 + 29i
10	5 + 65i	74	59 + 33i	138	27 + 65i	202	37 + 33i	266	59 + 1i	330	59 + 31i	394	37 + 1i	458	37 + 31i
11	5 + 67i	75	59 + 35i	139	37 + 61i	203	37 + 35i	267	59 + 3i	331	59 + 29i	395	37 + 3i	459	37 + 29i
12	71 + 7i	76	57 + 39i	140	39 + 57i	204	39 + 39i	268	57 + 7i	332	57 + 25i	396	39 + 7i	460	39 + 25i
13	7 + 69i	77	57 + 37i	141	39 + 59i	205	39 + 37i	269	57 + 5i	333	57 + 27i	397	39 + 5i	461	39 + 27i
14	69 + 7i	78	59 + 39i	142	37 + 57i	206	37 + 39i	270	59 + 7i	334	59 + 25i	398	37 + 7i	462	37 + 25i
15	69 + 5i	79	59 + 37i	143	37 + 59i	207	37 + 37i	271	59 + 5i	335	59 + 27i	399	37 + 5i	463	37 + 27i
16	65 + 15i	80	65 + 17i	144	33 + 49i	208	33 + 47i	272	63 + 15i	336	63 + 17i	400	33 + 15i	464	33 + 17i
17	65 + 13i	81	65 + 19i	145	33 + 51i	209	33 + 45i	273	63 + 13i	337	63 + 19i	401	33 + 13i	465	33 + 19i
18	67 + 15i	82	67 + 17i	146	35 + 49i	210	35 + 47i	274	61 + 15i	338	61 + 17i	402	35 + 15i	466	35 + 17i
19	67 + 13i	83	67 + 19i	147	35 + 51i	211	35 + 45i	275	61 + 13i	339	61 + 19i	403	35 + 13i	467	35 + 19i
20	65 + 9i	84	65 + 23i	148	33 + 55i	212	33 + 41i	276	63 + 9i	340	63 + 23i	404	33 + 9i	468	33 + 23i
21	65 + 11i	85	65 + 21i	149	33 + 53i	213	33 + 43i	277	63 + 11i	341	63 + 21i	405	33 + 11i	469	33 + 21i
22	67 + 9i	86	67 + 23i	150	35 + 55i	214	35 + 41i	278	61 + 9i	342	61 + 23i	406	35 + 9i	470	35 + 23i
23	67 + 11i	87	67 + 21i	151	35 + 53i	215	35 + 43i	279	61 + 11i	343	61 + 21i	407	35 + 11i	471	35 + 21i
24	71 + 15i	88	71 + 17i	152	39 + 49i	216	39 + 47i	280	57 + 15i	344	57 + 17i	408	39 + 15i	472	39 + 17i
25	71 + 13i	89	57 + 45i	153	39 + 51i	217	39 + 45i	281	57 + 13i	345	57 + 19i	409	39 + 13i	473	39 + 19i
26	69 + 15i	90	69 + 17i	154	37 + 49i	218	37 + 47i	282	59 + 15i	346	59 + 17i	410	37 + 15i	474	37 + 17i
27	69 + 13i	91	69 + 19i	155	37 + 51i	219	37 + 45i	283	59 + 13i	347	59 + 19i	411	37 + 13i	475	37 + 19i
28	71 + 9i	92	57 + 41i	156	39 + 55i	220	39 + 41i	284	57 + 9i	348	57 + 23i	412	39 + 9i	476	39 + 23i
29	71 + 11i	93	57 + 43i	157	39 + 53i	221	39 + 43i	285	57 + 11i	349	57 + 21i	413	39 + 11i	477	39 + 21i
30	69 + 9i	94	59 + 41i	158	37 + 55i	222	37 + 41i	286	59 + 9i	350	59 + 23i	414	37 + 9i	478	37 + 23i

图 16

31	69 + 11i	95	69 + 21i	159	37 + 53i	223	37 + 43i	287	59 + 11i	351	59 + 21i	415	37 + 11i	479	37 + 21i
32	15 + 65i	96	49 + 33i	160	17 + 65i	224	47 + 33i	288	49 + 1i	352	49 + 31i	416	47 + 1i	480	47 + 31i
33	15 + 67i	97	49 + 35i	161	17 + 67i	225	47 + 35i	289	49 + 3i	353	49 + 29i	417	47 + 3i	481	47 + 29i
34	13 + 65i	98	51 + 33i	162	19 + 65i	226	45 + 33i	290	51 + 1i	354	51 + 31i	418	45 + 1i	482	45 + 31i
35	13 + 67i	99	51 + 35i	163	19 + 67i	227	45 + 35i	291	51 + 3i	355	51 + 29i	419	45 + 3i	483	45 + 29i
36	15 + 71i	100	49 + 39i	164	17 + 71i	228	47 + 39i	292	49 + 7i	356	49 + 25i	420	47 + 7i	484	47 + 25i
37	15 + 69i	101	49 + 37i	165	17 + 69i	229	47 + 37i	293	49 + 5i	357	49 + 27i	421	47 + 5i	485	47 + 27i
38	13 + 71i	102	51 + 39i	166	45 + 57i	230	45 + 39i	294	51 + 7i	358	51 + 25i	422	45 + 7i	486	45 + 25i
39	13 + 69i	103	51 + 37i	167	19 + 69i	231	45 + 37i	295	51 + 5i	359	51 + 27i	423	45 + 5i	487	45 + 27i
40	9 + 65i	104	55 + 33i	168	23 + 65i	232	41 + 33i	296	55 + 1i	360	55 + 31i	424	41 + 1i	488	41 + 31i
41	9 + 67i	105	55 + 35i	169	23 + 67i	233	41 + 35i	297	55 + 3i	361	55 + 29i	425	41 + 3i	489	41 + 29i
42	11 + 65i	106	53 + 33i	170	21 + 65i	234	43 + 33i	298	53 + 1i	362	53 + 31i	426	43 + 1i	490	43 + 31i
43	11 + 67i	107	53 + 35i	171	21 + 67i	235	43 + 35i	299	53 + 3i	363	53 + 29i	427	43 + 3i	491	43 + 29i
44	9 + 71i	108	55 + 39i	172	41 + 57i	236	41 + 39i	300	55 + 7i	364	55 + 25i	428	41 + 7i	492	41 + 25i
45	9 + 69i	109	55 + 37i	173	41 + 59i	237	41 + 37i	301	55 + 5i	365	55 + 27i	429	41 + 5i	493	41 + 27i
46	11 + 71i	110	53 + 39i	174	43 + 57i	238	43 + 39i	302	53 + 7i	366	53 + 25i	430	43 + 7i	494	43 + 25i
47	11 + 69i	111	53 + 37i	175	21 + 69i	239	43 + 37i	303	53 + 5i	367	53 + 27i	431	43 + 5i	495	43 + 27i
48	49 + 49i	112	49 + 47i	176	47 + 49i	240	47 + 47i	304	49 + 15i	368	49 + 17i	432	47 + 15i	496	47 + 17i
49	49 + 51i	113	49 + 45i	177	47 + 51i	241	47 + 45i	305	49 + 13i	369	49 + 19i	433	47 + 13i	497	47 + 19i
50	51 + 49i	114	51 + 47i	178	45 + 49i	242	45 + 47i	306	51 + 15i	370	51 + 17i	434	45 + 15i	498	45 + 17i
51	51 + 51i	115	51 + 45i	179	45 + 51i	243	45 + 45i	307	51 + 13i	371	51 + 19i	435	45 + 13i	499	45 + 19i
52	49 + 55i	116	49 + 41i	180	47 + 55i	244	47 + 41i	308	49 + 9i	372	49 + 23i	436	47 + 9i	500	47 + 23i
53	49 + 53i	117	49 + 43i	181	47 + 53i	245	47 + 43i	309	49 + 11i	373	49 + 21i	437	47 + 11i	501	47 + 21i
54	13 + 73i	118	51 + 41i	182	45 + 55i	246	45 + 41i	310	51 + 9i	374	51 + 23i	438	45 + 9i	502	45 + 23i
55	51 + 53i	119	51 + 43i	183	45 + 53i	247	45 + 43i	311	51 + 11i	375	51 + 21i	439	45 + 11i	503	45 + 21i
56	55 + 49i	120	55 + 47i	184	41 + 49i	248	41 + 47i	312	55 + 15i	376	55 + 17i	440	41 + 15i	504	41 + 17i
57	73 + 13i	121	55 + 45i	185	41 + 51i	249	41 + 45i	313	55 + 13i	377	55 + 19i	441	41 + 13i	505	41 + 19i
58	53 + 49i	122	53 + 47i	186	43 + 49i	250	43 + 47i	314	53 + 15i	378	53 + 17i	442	43 + 15i	506	43 + 17i
59	53 + 51i	123	53 + 45i	187	43 + 51i	251	43 + 45i	315	53 + 13i	379	53 + 19i	443	43 + 13i	507	43 + 19i
60	73 + 9i	124	55 + 41i	188	41 + 55i	252	41 + 41i	316	55 + 9i	380	55 + 23i	444	41 + 9i	508	41 + 23i
61	73 + 11i	125	55 + 43i	189	41 + 53i	253	41 + 43i	317	55 + 11i	381	55 + 21i	445	41 + 11i	509	41 + 21i
62	11 + 73i	126	53 + 41i	190	43 + 55i	254	43 + 41i	318	53 + 9i	382	53 + 23i	446	43 + 9i	510	43 + 23i
63	53 + 53i	127	53 + 43i	191	43 + 53i	255	43 + 43i	319	53 + 11i	383	53 + 21i	447	43 + 11i	511	43 + 21i

图 17

值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散
512	1 + 63	576	1 + 33	640	31 + 63	704	31 + 33	768	1 + 11	832	1 + 31	896	31 + 11	960	31 + 31
513	1 + 61	577	1 + 35	641	31 + 61	705	31 + 35	769	1 + 31	833	1 + 29	897	31 + 31	961	31 + 29
514	3 + 63	578	3 + 33	642	29 + 63	706	29 + 33	770	3 + 11	834	3 + 31	898	29 + 11	962	29 + 31
515	3 + 61	579	3 + 35	643	29 + 61	707	29 + 35	771	3 + 31	835	3 + 29	899	29 + 31	963	29 + 29
516	1 + 57	580	1 + 39	644	31 + 57	708	31 + 39	772	1 + 7	836	1 + 25	900	31 + 7	964	31 + 25
517	1 + 59	581	1 + 37	645	31 + 59	709	31 + 37	773	1 + 5	837	1 + 27	901	31 + 5	965	31 + 27
518	3 + 57	582	3 + 39	646	29 + 57	710	29 + 39	774	3 + 7	838	3 + 25	902	29 + 7	966	29 + 25
519	3 + 59	583	3 + 37	647	29 + 59	711	29 + 37	775	3 + 5	839	3 + 27	903	29 + 5	967	29 + 27
520	7 + 63	584	7 + 33	648	25 + 63	712	25 + 33	776	7 + 11	840	7 + 31	904	25 + 11	968	25 + 31
521	7 + 61	585	7 + 35	649	25 + 61	713	25 + 35	777	7 + 3	841	7 + 29	905	25 + 3	969	25 + 29
522	5 + 63	586	5 + 33	650	27 + 63	714	27 + 33	778	5 + 11	842	5 + 31	906	27 + 11	970	27 + 31
523	5 + 61	587	5 + 35	651	27 + 61	715	27 + 35	779	5 + 3	843	5 + 29	907	27 + 3	971	27 + 29
524	7 + 57	588	7 + 39	652	25 + 57	716	25 + 39	780	7 + 7	844	7 + 25	908	25 + 7	972	25 + 25
525	7 + 59	589	7 + 37	653	25 + 59	717	25 + 37	781	7 + 5	845	7 + 27	909	25 + 5	973	25 + 27
526	5 + 57	590	5 + 39	654	27 + 57	718	27 + 39	782	5 + 7	846	5 + 25	910	27 + 7	974	27 + 25
527	5 + 59	591	5 + 37	655	27 + 59	719	27 + 37	783	5 + 5	847	5 + 27	911	27 + 5	975	27 + 27
528	1 + 49	592	1 + 47	656	31 + 49	720	31 + 47	784	1 + 15	848	1 + 17	912	31 + 15	976	31 + 17
529	1 + 51	593	1 + 45	657	31 + 51	721	31 + 45	785	1 + 13	849	1 + 19	913	31 + 13	977	31 + 19
530	3 + 49	594	3 + 47	658	29 + 49	722	29 + 47	786	3 + 15	850	3 + 17	914	29 + 15	978	29 + 17
531	3 + 51	595	3 + 45	659	29 + 51	723	29 + 45	787	3 + 13	851	3 + 19	915	29 + 13	979	29 + 19
532	1 + 55	596	1 + 41	660	31 + 55	724	31 + 41	788	1 + 9	852	1 + 23	916	31 + 9	980	31 + 23
533	1 + 53	597	1 + 43	661	31 + 53	725	31 + 43	789	1 + 11	853	1 + 21	917	31 + 11	981	31 + 21
534	3 + 55	598	3 + 41	662	29 + 55	726	29 + 41	790	3 + 9	854	3 + 23	918	29 + 9	982	29 + 23
535	3 + 53	599	3 + 43	663	29 + 53	727	29 + 43	791	3 + 11	855	3 + 21	919	29 + 11	983	29 + 21
536	7 + 49	600	7 + 47	664	25 + 49	728	25 + 47	792	7 + 15	856	7 + 17	920	25 + 15	984	25 + 17
537	7 + 51	601	7 + 45	665	25 + 51	729	25 + 45	793	7 + 13	857	7 + 19	921	25 + 13	985	25 + 19
538	5 + 49	602	5 + 47	666	27 + 49	730	27 + 47	794	5 + 15	858	5 + 17	922	27 + 15	986	27 + 17
539	5 + 51	603	5 + 45	667	27 + 51	731	27 + 45	795	5 + 13	859	5 + 19	923	27 + 13	987	27 + 19
540	7 + 55	604	7 + 41	668	25 + 55	732	25 + 41	796	7 + 9	860	7 + 23	924	25 + 9	988	25 + 23

图 18

541	7 + 53i	605	7 + 43i	669	25 + 53i	733	25 + 43i	787	7 + 11i	861	7 - 21i	925	25 + 11i	889	25 + 21i
542	5 + 55i	606	5 + 41i	670	27 + 55i	734	27 + 41i	788	5 + 9i	862	5 - 23i	926	27 + 9i	890	27 + 23i
543	5 + 53i	607	5 + 43i	671	27 + 53i	735	27 + 43i	789	5 + 11i	863	5 + 21i	927	27 + 11i	891	27 + 21i
544	15 + 63i	608	15 + 31i	672	17 + 63i	736	17 + 31i	800	15 + 1i	864	15 + 31i	928	17 + 1i	892	17 + 31i
545	15 + 61i	609	15 + 35i	673	17 + 61i	737	17 + 35i	801	15 + 3i	865	15 + 29i	929	17 + 3i	893	17 + 29i
546	13 + 63i	610	13 + 33i	674	19 + 63i	738	19 + 33i	802	13 + 1i	866	13 + 31i	930	19 + 1i	894	19 + 31i
547	13 + 61i	611	13 + 35i	675	19 + 61i	739	19 + 35i	803	13 + 3i	867	13 + 29i	931	19 + 3i	895	19 + 29i
548	15 + 57i	612	15 + 39i	676	17 + 57i	740	17 + 39i	804	15 + 7i	868	15 + 25i	932	17 + 7i	896	17 + 25i
549	15 + 59i	613	15 + 37i	677	17 + 59i	741	17 + 37i	805	15 + 5i	869	15 + 27i	933	17 + 5i	897	17 + 27i
550	13 + 57i	614	13 + 39i	678	19 + 57i	742	19 + 39i	806	13 + 7i	870	13 + 25i	934	19 + 7i	898	19 + 25i
551	13 + 59i	615	13 + 37i	679	19 + 59i	743	19 + 37i	807	13 + 5i	871	13 + 27i	935	19 + 5i	899	19 + 27i
552	9 + 63i	616	9 + 33i	680	23 + 63i	744	23 + 33i	808	9 + 1i	872	9 + 31i	936	23 + 1i	900	23 + 31i
553	9 + 61i	617	9 + 35i	681	23 + 61i	745	23 + 35i	809	9 + 3i	873	9 - 29i	937	23 + 3i	1001	23 + 29i
554	11 + 63i	618	11 + 33i	682	21 + 63i	746	21 + 33i	810	11 + 1i	874	11 + 31i	938	21 + 1i	1002	21 + 31i
555	11 + 61i	619	11 + 35i	683	21 + 61i	747	21 + 35i	811	11 + 3i	875	11 + 29i	939	21 + 3i	1003	21 + 29i
556	9 + 57i	620	9 + 39i	684	23 + 57i	748	23 + 39i	812	9 + 7i	876	9 - 25i	940	23 + 7i	1004	23 + 25i
557	9 + 59i	621	9 + 37i	685	23 + 59i	749	23 + 37i	813	9 + 5i	877	9 - 27i	941	23 + 5i	1005	23 + 27i
558	11 + 57i	622	11 + 39i	686	21 + 57i	750	21 + 39i	814	11 + 7i	878	11 + 25i	942	21 + 7i	1006	21 + 25i
559	11 + 59i	623	11 + 37i	687	21 + 59i	751	21 + 37i	815	11 + 5i	879	11 + 27i	943	21 + 5i	1007	21 + 27i
560	15 + 49i	624	15 + 47i	688	17 + 49i	752	17 + 47i	816	15 + 15i	880	15 + 17i	944	17 + 15i	1008	17 + 17i
561	15 + 51i	625	15 + 45i	689	17 + 51i	753	17 + 45i	817	15 + 13i	881	15 + 19i	945	17 + 13i	1009	17 + 19i
562	13 + 49i	626	13 + 47i	690	19 + 49i	754	19 + 47i	818	13 + 13i	882	13 + 17i	946	19 + 13i	1010	19 + 17i
563	13 + 51i	627	13 + 45i	691	19 + 51i	755	19 + 45i	819	13 + 15i	883	13 + 19i	947	19 + 15i	1011	19 + 19i
564	15 + 55i	628	15 + 41i	692	17 + 55i	756	17 + 41i	820	15 + 9i	884	15 + 23i	948	17 + 9i	1012	17 + 23i
565	15 + 53i	629	15 + 43i	693	17 + 53i	757	17 + 43i	821	15 + 11i	885	15 + 21i	949	17 + 11i	1013	17 + 21i
566	13 + 55i	630	13 + 41i	694	19 + 55i	758	19 + 41i	822	13 + 9i	886	13 + 23i	950	19 + 9i	1014	19 + 23i
567	13 + 53i	631	13 + 43i	695	19 + 53i	759	19 + 43i	823	13 + 11i	887	13 + 21i	951	19 + 11i	1015	19 + 21i
568	9 + 49i	632	9 + 47i	696	23 + 49i	760	23 + 47i	824	9 + 15i	888	9 - 17i	952	23 + 15i	1016	23 + 17i
569	9 + 51i	633	9 + 45i	697	23 + 51i	761	23 + 45i	825	9 + 13i	889	9 - 19i	953	23 + 13i	1017	23 + 19i
570	11 + 49i	634	11 + 47i	698	21 + 49i	762	21 + 47i	826	11 + 15i	890	11 + 17i	954	21 + 15i	1018	21 + 17i
571	11 + 51i	635	11 + 45i	699	21 + 51i	763	21 + 45i	827	11 + 13i	891	11 + 19i	955	21 + 13i	1019	21 + 19i
572	9 + 55i	636	9 + 41i	700	23 + 55i	764	23 + 41i	828	9 + 9i	892	9 - 23i	956	23 + 9i	1020	23 + 23i
573	9 + 53i	637	9 + 43i	701	23 + 53i	765	23 + 43i	829	9 + 11i	893	9 + 21i	957	23 + 11i	1021	23 + 21i
574	11 + 55i	638	11 + 41i	702	21 + 55i	766	21 + 41i	830	11 + 9i	894	11 + 23i	958	21 + 9i	1022	21 + 23i
575	11 + 53i	639	11 + 43i	703	21 + 53i	767	21 + 43i	831	11 + 11i	895	11 + 21i	959	21 + 11i	1023	21 + 21i

图 19

值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散
1024	1 - 65	1088	63 - 33i	1152	33 - 63	1216	33 - 33i	1280	63 - 1i	1344	63 - 31i	1408	33 - 1i	1472	33 - 31i
1025	65 - 3	1089	65 - 29i	1153	33 - 61	1217	33 - 35i	1281	63 - 2i	1345	63 - 29i	1409	33 - 3i	1473	33 - 29i
1026	3 - 65	1090	61 - 33i	1154	29 - 65	1218	35 - 33i	1282	61 - 1i	1346	61 - 31i	1410	35 - 1i	1474	35 - 31i
1027	3 - 67	1091	61 - 35i	1155	35 - 61	1219	35 - 35i	1283	61 - 3i	1347	61 - 29i	1411	35 - 3i	1475	35 - 29i
1028	65 - 7	1092	65 - 25i	1156	33 - 57	1220	33 - 39i	1284	63 - 7i	1348	63 - 25i	1412	33 - 7i	1476	33 - 25i
1029	65 - 5	1093	65 - 27i	1157	33 - 59	1221	33 - 37i	1285	63 - 5i	1349	63 - 27i	1413	33 - 5i	1477	33 - 27i
1030	67 - 7	1094	67 - 25i	1158	35 - 57	1222	35 - 39i	1286	61 - 7i	1350	61 - 25i	1414	35 - 7i	1478	35 - 25i
1031	67 - 5	1095	61 - 37i	1159	35 - 59	1223	35 - 37i	1287	61 - 5i	1351	61 - 27i	1415	35 - 5i	1479	35 - 27i
1032	7 - 65	1096	57 - 33i	1160	25 - 65	1224	39 - 33i	1288	57 - 1i	1352	57 - 31i	1416	39 - 1i	1480	39 - 31i
1033	7 - 67	1097	57 - 35i	1161	25 - 67	1225	39 - 35i	1289	57 - 3i	1353	57 - 29i	1417	39 - 3i	1481	39 - 29i
1034	5 - 65	1098	59 - 33i	1162	27 - 65	1226	37 - 33i	1290	59 - 1i	1354	59 - 31i	1418	37 - 1i	1482	37 - 31i
1035	5 - 67	1099	59 - 35i	1163	37 - 61	1227	37 - 35i	1291	59 - 3i	1355	59 - 29i	1419	37 - 3i	1483	37 - 29i
1036	7 - 71	1100	57 - 39i	1164	39 - 57	1228	39 - 39i	1292	57 - 7i	1356	57 - 25i	1420	39 - 7i	1484	39 - 25i
1037	7 - 69	1101	57 - 37i	1165	39 - 59	1229	39 - 37i	1293	57 - 5i	1357	57 - 27i	1421	39 - 5i	1485	39 - 27i
1038	69 - 7	1102	59 - 39i	1166	37 - 57	1230	37 - 39i	1294	59 - 7i	1358	59 - 25i	1422	37 - 7i	1486	37 - 25i
1039	5 - 69	1103	59 - 37i	1167	37 - 59	1231	37 - 37i	1295	59 - 5i	1359	59 - 27i	1423	37 - 5i	1487	37 - 27i
1040	65 - 15i	1104	65 - 17i	1168	33 - 49	1232	33 - 47i	1296	63 - 15i	1360	63 - 17i	1424	33 - 15i	1488	33 - 17i
1041	65 - 13i	1105	65 - 19i	1169	33 - 51	1233	33 - 45i	1297	63 - 13i	1361	63 - 19i	1425	33 - 13i	1489	33 - 19i
1042	67 - 15i	1106	67 - 17i	1170	35 - 49	1234	35 - 47i	1298	61 - 15i	1362	61 - 17i	1426	35 - 15i	1490	35 - 17i
1043	67 - 13i	1107	67 - 19i	1171	35 - 51	1235	35 - 45i	1299	61 - 13i	1363	61 - 19i	1427	35 - 13i	1491	35 - 19i
1044	65 - 9	1108	65 - 23i	1172	33 - 55	1236	33 - 41i	1300	63 - 9i	1364	63 - 23i	1428	33 - 9i	1492	33 - 23i
1045	65 - 11i	1109	65 - 21i	1173	33 - 53	1237	33 - 43i	1301	63 - 11i	1365	63 - 21i	1429	33 - 11i	1493	33 - 21i
1046	67 - 9	1110	67 - 23i	1174	35 - 55	1238	35 - 41i	1302	61 - 9i	1366	61 - 23i	1430	35 - 9i	1494	35 - 23i
1047	67 - 11i	1111	67 - 21i	1175	35 - 53	1239	35 - 43i	1303	61 - 11i	1367	61 - 21i	1431	35 - 11i	1495	35 - 21i
1048	71 - 15i	1112	71 - 17i	1176	39 - 49	1240	39 - 47i	1304	57 - 15i	1368	57 - 17i	1432	39 - 15i	1496	39 - 17i
1049	71 - 13i	1113	57 - 45i	1177	39 - 51	1241	39 - 45i	1305	57 - 13i	1369	57 - 19i	1433	39 - 13i	1497	39 - 19i
1050	69 - 15i	1114	69 - 17i	1178	37 - 49	1242	37 - 47i	1306	59 - 15i	1370	59 - 17i	1434	37 - 15i	1498	37 - 17i
1051	69 - 13i	1115	69 - 19i	1179	37 - 51	1243	37 - 45i	1307	59 - 13i	1371	59 - 19i	1435	37 - 13i	1499	37 - 19i
1052	71 - 9	1116	57 - 41i	1180	39 - 55	1244	39 - 41i	1308	57 - 9i	1372	57 - 23i	1436	39 - 9i	1500	39 - 23i
1053	71 - 11i	1117	57 - 43i	1181	39 - 53	1245	39 - 43i	1309	57 - 11i	1373	57 - 21i	1437	39 - 11i	1501	39 - 21i
1054	69 - 9	1118	59 - 41i	1182	37 - 55	1246	37 - 41i	1310	59 - 9i	1374	59 - 23i	1438	37 - 9i	1502	37 - 23i
1055	69 - 11i	1119	69 - 21i	1183	37 - 53	1247	37 - 43i	1311	59 - 11i	1375	59 - 21i	1439	37 - 11i	1503	37 - 21i

图 20

1056	15 - 65i	1120	49 - 33i	1184	17 - 65i	1248	47 - 33i	1312	49 - 1i	1376	49 - 31i	1440	47 - 1i	1504	47 - 31i
1057	15 - 67i	1121	49 - 35i	1185	17 - 67i	1249	47 - 35i	1313	49 - 3i	1377	49 - 29i	1441	47 - 3i	1505	47 - 29i
1058	13 - 65i	1122	51 - 33i	1186	19 - 65i	1250	45 - 33i	1314	51 - 1i	1378	51 - 31i	1442	45 - 1i	1506	45 - 31i
1059	13 - 67i	1123	51 - 35i	1187	19 - 67i	1251	45 - 35i	1315	51 - 3i	1379	51 - 29i	1443	45 - 3i	1507	45 - 29i
1060	15 - 71i	1124	49 - 39i	1188	17 - 71i	1252	47 - 39i	1316	49 - 7i	1380	49 - 25i	1444	47 - 7i	1508	47 - 25i
1061	15 - 69i	1125	49 - 37i	1189	17 - 69i	1253	47 - 37i	1317	49 - 5i	1381	49 - 27i	1445	47 - 5i	1509	47 - 27i
1062	13 - 71i	1126	51 - 39i	1190	19 - 71i	1254	45 - 39i	1318	51 - 7i	1382	51 - 25i	1446	45 - 7i	1510	45 - 25i
1063	13 - 69i	1127	51 - 37i	1191	19 - 69i	1255	45 - 37i	1319	51 - 5i	1383	51 - 27i	1447	45 - 5i	1511	45 - 27i
1064	9 - 65i	1128	55 - 33i	1192	23 - 65i	1256	41 - 33i	1320	55 - 1i	1384	55 - 31i	1448	41 - 1i	1512	41 - 31i
1065	9 - 67i	1129	55 - 35i	1193	23 - 67i	1257	41 - 35i	1321	55 - 3i	1385	55 - 29i	1449	41 - 3i	1513	41 - 29i
1066	11 - 65i	1130	53 - 33i	1194	21 - 65i	1258	43 - 33i	1322	53 - 1i	1386	53 - 31i	1450	43 - 1i	1514	43 - 31i
1067	11 - 67i	1131	53 - 35i	1195	21 - 67i	1259	43 - 35i	1323	53 - 3i	1387	53 - 29i	1451	43 - 3i	1515	43 - 29i
1068	9 - 71i	1132	55 - 39i	1196	21 - 71i	1260	41 - 39i	1324	55 - 7i	1388	55 - 25i	1452	41 - 7i	1516	41 - 25i
1069	9 - 69i	1133	55 - 37i	1197	21 - 69i	1261	41 - 37i	1325	55 - 5i	1389	55 - 27i	1453	41 - 5i	1517	41 - 27i
1070	11 - 71i	1134	53 - 39i	1198	23 - 71i	1262	43 - 39i	1326	53 - 7i	1390	53 - 25i	1454	43 - 7i	1518	43 - 25i
1071	11 - 69i	1135	53 - 37i	1199	21 - 69i	1263	43 - 37i	1327	53 - 5i	1391	53 - 27i	1455	43 - 5i	1519	43 - 27i
1072	49 - 49i	1136	49 - 47i	1200	47 - 49i	1264	47 - 47i	1328	49 - 15i	1392	49 - 17i	1456	47 - 15i	1520	47 - 17i
1073	49 - 51i	1137	49 - 45i	1201	47 - 51i	1265	47 - 45i	1329	49 - 13i	1393	49 - 19i	1457	47 - 13i	1521	47 - 19i
1074	51 - 49i	1138	51 - 47i	1202	45 - 49i	1266	45 - 47i	1330	51 - 15i	1394	51 - 17i	1458	45 - 15i	1522	45 - 17i
1075	51 - 51i	1139	51 - 45i	1203	45 - 51i	1267	45 - 45i	1331	51 - 13i	1395	51 - 19i	1459	45 - 13i	1523	45 - 19i
1076	49 - 55i	1140	49 - 41i	1204	47 - 55i	1268	47 - 41i	1332	49 - 9i	1396	49 - 23i	1460	47 - 9i	1524	47 - 23i
1077	49 - 53i	1141	49 - 43i	1205	47 - 53i	1269	47 - 43i	1333	49 - 11i	1397	49 - 21i	1461	47 - 11i	1525	47 - 21i
1078	13 - 73i	1142	51 - 41i	1206	45 - 55i	1270	45 - 41i	1334	51 - 9i	1398	51 - 23i	1462	45 - 9i	1526	45 - 23i
1079	51 - 53i	1143	51 - 43i	1207	45 - 53i	1271	45 - 43i	1335	51 - 11i	1399	51 - 21i	1463	45 - 11i	1527	45 - 21i
1080	55 - 49i	1144	55 - 47i	1208	41 - 49i	1272	41 - 47i	1336	55 - 15i	1400	55 - 17i	1464	41 - 15i	1528	41 - 17i
1081	73 - 13i	1145	55 - 45i	1209	41 - 51i	1273	41 - 45i	1337	55 - 13i	1401	55 - 19i	1465	41 - 13i	1529	41 - 19i
1082	53 - 49i	1146	53 - 47i	1210	43 - 49i	1274	43 - 47i	1338	53 - 15i	1402	53 - 17i	1466	43 - 15i	1530	43 - 17i
1083	53 - 51i	1147	53 - 45i	1211	43 - 51i	1275	43 - 45i	1339	53 - 13i	1403	53 - 19i	1467	43 - 13i	1531	43 - 19i
1084	9 - 73i	1148	55 - 41i	1212	41 - 55i	1276	41 - 41i	1340	55 - 9i	1404	55 - 23i	1468	41 - 9i	1532	41 - 23i
1085	73 - 11i	1149	55 - 43i	1213	41 - 53i	1277	41 - 43i	1341	55 - 11i	1405	55 - 21i	1469	41 - 11i	1533	41 - 21i
1086	11 - 73i	1150	53 - 41i	1214	43 - 55i	1278	43 - 41i	1342	53 - 9i	1406	53 - 23i	1470	43 - 9i	1534	43 - 23i
1087	53 - 53i	1151	53 - 43i	1215	43 - 53i	1279	43 - 43i	1343	53 - 11i	1407	53 - 21i	1471	43 - 11i	1535	43 - 21i

图 21

值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散
1536	1-63	1600	1-33	1664	31-63	1728	31-33	1792	1-11	1856	1-31	1920	31-11
1537	1-61	1601	1-35	1665	31-61	1729	31-35	1793	1-31	1857	1-29	1921	31-31
1538	3-63	1602	3-33	1666	29-63	1730	29-33	1794	3-11	1858	3-31	1922	29-11
1539	3-61	1603	3-35	1667	29-61	1731	29-35	1795	3-31	1859	3-29	1923	29-31
1540	1-57	1604	1-39	1668	31-57	1732	31-39	1796	1-71	1860	1-25	1924	31-71
1541	1-59	1605	1-37	1669	31-59	1733	31-37	1797	1-51	1861	1-27	1925	31-51
1542	3-57	1606	3-39	1670	29-57	1734	29-39	1798	3-71	1862	3-25	1926	29-71
1543	3-59	1607	3-37	1671	29-59	1735	29-37	1799	3-51	1863	3-27	1927	29-51
1544	7-63	1608	7-33	1672	25-63	1736	25-33	1800	7-11	1864	7-31	1928	25-11
1545	7-61	1609	7-35	1673	25-61	1737	25-35	1801	7-31	1865	7-29	1929	25-31
1546	5-63	1610	5-33	1674	27-63	1738	27-33	1802	5-11	1866	5-31	1930	27-11
1547	5-61	1611	5-35	1675	27-61	1739	27-35	1803	5-31	1867	5-29	1931	27-31
1548	7-57	1612	7-39	1676	25-57	1740	25-39	1804	7-71	1868	7-25	1932	25-71
1549	7-59	1613	7-37	1677	25-59	1741	25-37	1805	7-51	1869	7-27	1933	25-51
1550	5-57	1614	5-39	1678	27-57	1742	27-39	1806	5-71	1870	5-25	1934	27-71
1551	5-59	1615	5-37	1679	27-59	1743	27-37	1807	5-51	1871	5-27	1935	27-51
1552	1-49	1616	1-47	1680	31-49	1744	31-47	1808	1-15	1872	1-17	1936	31-15
1553	1-51	1617	1-45	1681	31-51	1745	31-45	1809	1-13	1873	1-19	1937	31-13
1554	3-49	1618	3-47	1682	29-49	1746	29-47	1810	3-15	1874	3-17	1938	29-15
1555	3-51	1619	3-45	1683	29-51	1747	29-45	1811	3-13	1875	3-19	1939	29-13
1556	1-55	1620	1-41	1684	31-55	1748	31-41	1812	1-9	1876	1-23	1940	31-9
1557	1-53	1621	1-43	1685	31-53	1749	31-43	1813	1-11	1877	1-21	1941	31-11
1558	3-55	1622	3-41	1686	29-55	1750	29-41	1814	3-9	1878	3-23	1942	29-9
1559	3-53	1623	3-43	1687	29-53	1751	29-43	1815	3-11	1879	3-21	1943	29-11
1560	7-49	1624	7-47	1688	25-49	1752	25-47	1816	7-15	1880	7-17	1944	25-15
1561	7-51	1625	7-45	1689	25-51	1753	25-45	1817	7-13	1881	7-19	1945	25-13
1562	5-49	1626	5-47	1690	27-49	1754	27-47	1818	5-15	1882	5-17	1946	27-15
1563	5-51	1627	5-45	1691	27-51	1755	27-45	1819	5-13	1883	5-19	1947	27-13
1564	7-55	1628	7-41	1692	25-55	1756	25-41	1820	7-9	1884	7-23	1948	25-9
1565	7-53	1629	7-43	1693	25-53	1757	25-43	1821	7-11	1885	7-21	1949	25-11
1566	5-55	1630	5-41	1694	27-55	1758	27-41	1822	5-9	1886	5-23	1950	27-9
1567	5-53	1631	5-43	1695	27-53	1759	27-43	1823	5-11	1887	5-21	1951	27-11
1568	15-63	1632	15-33	1696	17-63	1760	17-33	1824	15-1	1888	15-31	1952	17-1
1569	15-61	1633	15-35	1697	17-61	1761	17-35	1825	15-3	1889	15-29	1953	17-3
1570	13-63	1634	13-33	1698	19-63	1762	19-33	1826	13-1	1890	13-31	1954	19-1

图 22

1571	13-611	1635	13-351	1699	19-611	1763	19-351	1827	13-31	1891	13-291	1955	19-31	2019	19-291
1572	15-571	1636	15-391	1700	17-571	1764	17-391	1828	15-71	1892	15-251	1956	17-71	2020	17-251
1573	15-591	1637	15-371	1701	17-591	1765	17-371	1829	15-51	1893	15-271	1957	17-51	2021	17-271
1574	13-571	1638	13-391	1702	19-571	1766	19-391	1830	13-71	1894	13-251	1958	19-71	2022	19-251
1575	13-591	1639	13-371	1703	19-591	1767	19-371	1831	13-51	1895	13-271	1959	19-51	2023	19-271
1576	9-631	1640	9-331	1704	23-631	1768	23-331	1832	9-11	1896	9-311	1960	23-11	2024	23-311
1577	9-611	1641	9-351	1705	23-611	1769	23-351	1833	9-31	1897	9-291	1961	23-31	2025	23-291
1578	11-631	1642	11-331	1706	21-631	1770	21-331	1834	11-11	1898	11-311	1962	21-11	2026	21-311
1579	11-611	1643	11-351	1707	21-611	1771	21-351	1835	11-31	1899	11-291	1963	21-31	2027	21-291
1580	9-571	1644	9-391	1708	23-571	1772	23-391	1836	9-71	1900	9-251	1964	23-71	2028	23-251
1581	9-591	1645	9-371	1709	23-591	1773	23-371	1837	9-51	1901	9-271	1965	23-51	2029	23-271
1582	11-571	1646	11-391	1710	21-571	1774	21-391	1838	11-71	1902	11-251	1966	21-71	2030	21-251
1583	11-591	1647	11-371	1711	21-591	1775	21-371	1839	11-51	1903	11-271	1967	21-51	2031	21-271
1584	15-491	1648	15-471	1712	17-491	1776	17-471	1840	15-151	1904	15-171	1968	17-151	2032	17-171
1585	15-511	1649	15-451	1713	17-511	1777	17-451	1841	15-131	1905	15-191	1969	17-131	2033	17-191
1586	13-491	1650	13-471	1714	19-491	1778	19-471	1842	13-151	1906	13-171	1970	19-151	2034	19-171
1587	13-511	1651	13-451	1715	19-511	1779	19-451	1843	13-131	1907	13-191	1971	19-131	2035	19-191
1588	15-551	1652	15-411	1716	17-551	1780	17-411	1844	15-91	1908	15-231	1972	17-91	2036	17-231
1589	15-531	1653	15-431	1717	17-531	1781	17-431	1845	15-111	1909	15-211	1973	17-111	2037	17-211
1590	13-551	1654	13-411	1718	19-551	1782	19-411	1846	13-91	1910	13-231	1974	19-91	2038	19-231
1591	13-531	1655	13-431	1719	19-531	1783	19-431	1847	13-111	1911	13-211	1975	19-111	2039	19-211
1592	9-491	1656	9-471	1720	23-491	1784	23-471	1848	9-151	1912	9-171	1976	23-151	2040	23-171
1593	9-511	1657	9-451	1721	23-511	1785	23-451	1849	9-131	1913	9-191	1977	23-131	2041	23-191
1594	11-491	1658	11-471	1722	21-491	1786	21-471	1850	11-151	1914	11-171	1978	21-151	2042	21-171
1595	11-511	1659	11-451	1723	21-511	1787	21-451	1851	11-131	1915	11-191	1979	21-131	2043	21-191
1596	9-551	1660	9-411	1724	23-551	1788	23-411	1852	9-91	1916	9-231	1980	23-91	2044	23-231
1597	9-531	1661	9-431	1725	23-531	1789	23-431	1853	9-111	1917	9-211	1981	23-111	2045	23-211
1598	11-551	1662	11-411	1726	21-551	1790	21-411	1854	11-91	1918	11-231	1982	21-91	2046	21-231
1599	11-531	1663	11-431	1727	21-531	1791	21-431	1855	11-111	1919	11-211	1983	21-111	2047	21-211

图 23

值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散
2048	-1 + 65i	2112	-63 + 33i	2176	-33 + 63i	2240	-33 + 33i	2304	-63 + 11i	2368	-63 + 31i	2432	-33 + 11i	2496	-33 + 31i
2049	-65 + 3i	2113	-65 + 29i	2177	-33 + 61i	2241	-33 + 35i	2305	-63 + 3i	2369	-63 + 29i	2433	-33 + 11i	2497	-33 + 29i
2050	-3 + 65i	2114	-61 + 33i	2178	-29 + 65i	2242	-35 + 33i	2306	-61 + 11i	2370	-61 + 31i	2434	-35 + 11i	2498	-35 + 31i
2051	-3 + 67i	2115	-61 + 35i	2179	-35 + 61i	2243	-35 + 35i	2307	-61 + 3i	2371	-61 + 29i	2435	-35 + 3i	2499	-35 + 29i
2052	-65 + 7i	2116	-65 + 25i	2180	-33 + 57i	2244	-33 + 39i	2308	-63 + 7i	2372	-63 + 25i	2436	-33 + 7i	2500	-33 + 25i
2053	-65 + 5i	2117	-65 + 27i	2181	-33 + 59i	2245	-33 + 37i	2309	-63 + 5i	2373	-63 + 27i	2437	-33 + 5i	2501	-33 + 27i
2054	-67 + 7i	2118	-67 + 25i	2182	-35 + 57i	2246	-35 + 39i	2310	-61 + 7i	2374	-61 + 25i	2438	-35 + 7i	2502	-35 + 25i
2055	-67 + 5i	2119	-61 + 37i	2183	-35 + 59i	2247	-35 + 37i	2311	-61 + 5i	2375	-61 + 27i	2439	-35 + 5i	2503	-35 + 27i
2056	-7 + 65i	2120	-57 + 33i	2184	-25 + 65i	2248	-39 + 33i	2312	-57 + 11i	2376	-57 + 31i	2440	-39 + 11i	2504	-39 + 31i
2057	-7 + 67i	2121	-57 + 35i	2185	-25 + 67i	2249	-39 + 35i	2313	-57 + 3i	2377	-57 + 29i	2441	-39 + 3i	2505	-39 + 29i
2058	-5 + 65i	2122	-59 + 33i	2186	-27 + 65i	2250	-37 + 33i	2314	-59 + 11i	2378	-59 + 31i	2442	-37 + 11i	2506	-37 + 31i
2059	-5 + 67i	2123	-59 + 35i	2187	-37 + 61i	2251	-37 + 35i	2315	-59 + 3i	2379	-59 + 29i	2443	-37 + 3i	2507	-37 + 29i
2060	-7 + 71i	2124	-57 + 39i	2188	-39 + 57i	2252	-39 + 39i	2316	-57 + 7i	2380	-57 + 25i	2444	-39 + 7i	2508	-39 + 25i
2061	-7 + 69i	2125	-57 + 37i	2189	-39 + 59i	2253	-39 + 37i	2317	-57 + 5i	2381	-57 + 27i	2445	-39 + 5i	2509	-39 + 27i
2062	-69 + 7i	2126	-59 + 39i	2190	-37 + 57i	2254	-37 + 39i	2318	-59 + 7i	2382	-59 + 25i	2446	-37 + 7i	2510	-37 + 25i
2063	-5 + 69i	2127	-59 + 37i	2191	-37 + 59i	2255	-37 + 35i	2319	-59 + 5i	2383	-59 + 27i	2447	-37 + 5i	2511	-37 + 27i
2064	-65 + 15i	2128	-65 + 17i	2192	-33 + 49i	2256	-33 + 47i	2320	-63 + 15i	2384	-63 + 17i	2448	-33 + 15i	2512	-33 + 17i
2065	-65 + 13i	2129	-65 + 19i	2193	-33 + 51i	2257	-33 + 45i	2321	-63 + 13i	2385	-63 + 19i	2449	-33 + 13i	2513	-33 + 19i
2066	-67 + 15i	2130	-67 + 17i	2194	-35 + 49i	2258	-35 + 47i	2322	-61 + 15i	2386	-61 + 17i	2450	-35 + 15i	2514	-35 + 17i
2067	-67 + 13i	2131	-67 + 19i	2195	-35 + 51i	2259	-35 + 45i	2323	-61 + 13i	2387	-61 + 19i	2451	-35 + 13i	2515	-35 + 19i
2068	-65 + 9i	2132	-65 + 23i	2196	-33 + 55i	2260	-33 + 41i	2324	-63 + 9i	2388	-63 + 23i	2452	-33 + 9i	2516	-33 + 23i
2069	-65 + 11i	2133	-65 + 21i	2197	-33 + 53i	2261	-33 + 43i	2325	-63 + 11i	2389	-63 + 21i	2453	-33 + 11i	2517	-33 + 21i
2070	-67 + 9i	2134	-67 + 23i	2198	-35 + 55i	2262	-35 + 41i	2326	-61 + 9i	2390	-61 + 23i	2454	-35 + 9i	2518	-35 + 23i
2071	-67 + 11i	2135	-67 + 21i	2199	-35 + 53i	2263	-35 + 43i	2327	-61 + 11i	2391	-61 + 21i	2455	-35 + 11i	2519	-35 + 21i
2072	-71 + 15i	2136	-71 + 17i	2200	-39 + 49i	2264	-39 + 47i	2328	-57 + 15i	2392	-57 + 17i	2456	-39 + 15i	2520	-39 + 17i
2073	-71 + 13i	2137	-57 + 45i	2201	-39 + 51i	2265	-39 + 45i	2329	-57 + 13i	2393	-57 + 19i	2457	-39 + 13i	2521	-39 + 19i
2074	-69 + 15i	2138	-69 + 17i	2202	-37 + 49i	2266	-37 + 47i	2330	-59 + 15i	2394	-59 + 17i	2458	-37 + 15i	2522	-37 + 17i
2075	-69 + 13i	2139	-69 + 19i	2203	-37 + 51i	2267	-37 + 45i	2331	-59 + 13i	2395	-59 + 19i	2459	-37 + 13i	2523	-37 + 19i
2076	-71 + 9i	2140	-57 + 41i	2204	-39 + 55i	2268	-39 + 41i	2332	-57 + 9i	2396	-57 + 23i	2460	-39 + 9i	2524	-39 + 23i
2077	-71 + 11i	2141	-57 + 43i	2205	-39 + 53i	2269	-39 + 43i	2333	-57 + 11i	2397	-57 + 21i	2461	-39 + 11i	2525	-39 + 21i
2078	-69 + 9i	2142	-59 + 41i	2206	-37 + 55i	2270	-37 + 41i	2334	-59 + 9i	2398	-59 + 23i	2462	-37 + 9i	2526	-37 + 23i
2079	-69 + 11i	2143	-69 + 21i	2207	-37 + 53i	2271	-37 + 43i	2335	-59 + 11i	2399	-59 + 21i	2463	-37 + 11i	2527	-37 + 21i
2080	-15 + 65i	2144	-49 + 33i	2208	-17 + 65i	2272	-47 + 33i	2336	-49 + 11i	2400	-49 + 31i	2464	-47 + 11i	2528	-47 + 31i

图 24

2081	-15 + 67	2145	-49 + 351	2209	-17 + 67	2273	-47 + 351	2337	-49 + 31	2401	-49 + 29	2465	-47 + 31	2529	-47 + 29
2082	-13 + 65	2146	-51 + 331	2210	-19 + 55	2274	-45 + 331	2338	-51 + 11	2402	-51 + 31	2466	-45 + 11	2530	-45 + 31
2083	-13 + 67	2147	-51 + 351	2211	-19 + 67	2275	-45 + 351	2339	-51 + 31	2403	-51 + 29	2467	-45 + 31	2531	-45 + 29
2084	-15 + 71	2148	-49 + 391	2212	-17 + 71	2276	-47 + 391	2340	-49 + 71	2404	-49 + 25	2468	-47 + 71	2532	-47 + 25
2085	-15 + 69	2149	-49 + 371	2213	-17 + 69	2277	-47 + 371	2341	-49 + 51	2405	-49 + 27	2469	-47 + 51	2533	-47 + 27
2086	-13 + 71	2150	-51 + 391	2214	-45 + 57	2278	-45 + 391	2342	-51 + 71	2406	-51 + 25	2470	-45 + 71	2534	-45 + 25
2087	-13 + 69	2151	-51 + 371	2215	-19 + 69	2279	-45 + 371	2343	-51 + 51	2407	-51 + 27	2471	-45 + 51	2535	-45 + 27
2088	-9 + 65	2152	-55 + 331	2216	-23 + 65	2280	-41 + 331	2344	-55 + 11	2408	-55 + 31	2472	-41 + 11	2536	-41 + 31
2089	-9 + 67	2153	-55 + 351	2217	-23 + 67	2281	-41 + 351	2345	-55 + 31	2409	-55 + 29	2473	-41 + 31	2537	-41 + 29
2090	-11 + 65	2154	-53 + 331	2218	-21 + 65	2282	-43 + 331	2346	-53 + 11	2410	-53 + 31	2474	-43 + 11	2538	-43 + 31
2091	-11 + 67	2155	-53 + 351	2219	-21 + 67	2283	-43 + 351	2347	-53 + 31	2411	-53 + 29	2475	-43 + 31	2539	-43 + 29
2092	-9 + 71	2156	-55 + 391	2220	-41 + 57	2284	-41 + 391	2348	-55 + 71	2412	-55 + 25	2476	-41 + 71	2540	-41 + 25
2093	-9 + 69	2157	-55 + 371	2221	-41 + 59	2285	-41 + 371	2349	-55 + 51	2413	-55 + 27	2477	-41 + 51	2541	-41 + 27
2094	-11 + 71	2158	-53 + 391	2222	-43 + 57	2286	-43 + 391	2350	-53 + 71	2414	-53 + 25	2478	-43 + 71	2542	-43 + 25
2095	-11 + 69	2159	-53 + 371	2223	-43 + 59	2287	-43 + 371	2351	-53 + 51	2415	-53 + 27	2479	-43 + 51	2543	-43 + 27
2096	-49 + 49	2160	-49 + 471	2224	-47 + 49	2288	-47 + 471	2352	-49 + 15	2416	-49 + 17	2480	-47 + 15	2544	-47 + 17
2097	-49 + 51	2161	-49 + 451	2225	-47 + 51	2289	-47 + 451	2353	-49 + 13	2417	-49 + 19	2481	-47 + 13	2545	-47 + 19
2098	-51 + 49	2162	-51 + 471	2226	-45 + 49	2290	-45 + 471	2354	-51 + 15	2418	-51 + 17	2482	-45 + 15	2546	-45 + 17
2099	-51 + 51	2163	-51 + 451	2227	-45 + 51	2291	-45 + 451	2355	-51 + 13	2419	-51 + 19	2483	-45 + 13	2547	-45 + 19
2100	-49 + 55	2164	-49 + 411	2228	-47 + 55	2292	-47 + 411	2356	-49 + 9	2420	-49 + 23	2484	-47 + 9	2548	-47 + 23
2101	-49 + 53	2165	-49 + 431	2229	-47 + 53	2293	-47 + 431	2357	-49 + 11	2421	-49 + 21	2485	-47 + 11	2549	-47 + 21
2102	-13 + 73	2166	-51 + 411	2230	-45 + 55	2294	-45 + 411	2358	-51 + 9	2422	-51 + 23	2486	-45 + 9	2550	-45 + 23
2103	-51 + 53	2167	-51 + 431	2231	-45 + 53	2295	-45 + 431	2359	-51 + 11	2423	-51 + 21	2487	-45 + 11	2551	-45 + 21
2104	-55 + 49	2168	-55 + 471	2232	-41 + 49	2296	-41 + 471	2360	-55 + 15	2424	-55 + 17	2488	-41 + 15	2552	-41 + 17
2105	-73 + 13	2169	-55 + 451	2233	-41 + 51	2297	-41 + 451	2361	-55 + 13	2425	-55 + 19	2489	-41 + 13	2553	-41 + 19
2106	-53 + 49	2170	-53 + 471	2234	-43 + 49	2298	-43 + 471	2362	-53 + 15	2426	-53 + 17	2490	-43 + 15	2554	-43 + 17
2107	-53 + 51	2171	-53 + 451	2235	-43 + 51	2299	-43 + 451	2363	-53 + 13	2427	-53 + 19	2491	-43 + 13	2555	-43 + 19
2108	-9 + 73	2172	-55 + 411	2236	-41 + 55	2300	-41 + 411	2364	-55 + 9	2428	-55 + 23	2492	-41 + 9	2556	-41 + 23
2109	-73 + 11	2173	-55 + 431	2237	-41 + 53	2301	-41 + 431	2365	-55 + 11	2429	-55 + 21	2493	-41 + 11	2557	-41 + 21
2110	-11 + 73	2174	-53 + 411	2238	-43 + 55	2302	-43 + 411	2366	-53 + 9	2430	-53 + 23	2494	-43 + 9	2558	-43 + 23
2111	-53 + 53	2175	-53 + 431	2239	-43 + 53	2303	-43 + 431	2367	-53 + 11	2431	-53 + 21	2495	-43 + 11	2559	-43 + 21

图 25

值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散
2560	-1 + 63i	2624	-1 + 33i	2688	-31 + 63i	2752	-31 + 33i	2816	-1 + 11i	2880	-1 + 31i	2944	-31 + 11i	3008	-31 + 31i	3072	-31 + 31i	3136	-31 + 31i	3200	-31 + 31i	3264	-31 + 31i
2561	1 + 61i	2625	1 + 35i	2689	-31 + 61i	2753	31 + 35i	2817	1 + 3i	2881	1 + 29i	2945	31 + 3i	3009	31 + 29i	3073	31 + 29i	3137	31 + 29i	3201	31 + 29i	3265	31 + 29i
2562	-3 + 63i	2626	-3 + 33i	2690	-29 + 63i	2754	-29 + 33i	2818	-3 + 11i	2882	-3 + 31i	2946	-29 + 11i	3010	-29 + 31i	3074	-29 + 31i	3138	-29 + 31i	3202	-29 + 31i	3266	-29 + 31i
2563	3 + 61i	2627	-3 + 35i	2691	-29 + 61i	2755	-29 + 35i	2819	-3 + 3i	2883	-3 + 29i	2947	-29 + 3i	3011	-29 + 29i	3075	-29 + 29i	3139	-29 + 29i	3203	-29 + 29i	3267	-29 + 29i
2564	-1 + 57i	2628	-1 + 39i	2692	-31 + 57i	2756	-31 + 39i	2820	-1 + 7i	2884	-1 + 25i	2948	-31 + 7i	3012	-31 + 25i	3076	-31 + 25i	3140	-31 + 25i	3204	-31 + 25i	3268	-31 + 25i
2565	-1 + 59i	2629	-1 + 37i	2693	-31 + 59i	2757	-31 + 37i	2821	-1 + 5i	2885	-1 + 27i	2949	-31 + 5i	3013	-31 + 27i	3077	-31 + 27i	3141	-31 + 27i	3205	-31 + 27i	3269	-31 + 27i
2566	-3 + 57i	2630	-3 + 39i	2694	-29 + 57i	2758	-29 + 39i	2822	-3 + 7i	2886	-3 + 25i	2950	-29 + 7i	3014	-29 + 25i	3078	-29 + 25i	3142	-29 + 25i	3206	-29 + 25i	3270	-29 + 25i
2567	-3 + 59i	2631	-3 + 37i	2695	-29 + 59i	2759	-29 + 37i	2823	-3 + 5i	2887	-3 + 27i	2951	-29 + 5i	3015	-29 + 27i	3079	-29 + 27i	3143	-29 + 27i	3207	-29 + 27i	3271	-29 + 27i
2568	-7 + 63i	2632	-7 + 33i	2696	-25 + 63i	2760	-25 + 33i	2824	-7 + 11i	2888	-7 + 31i	2952	-25 + 11i	3016	-25 + 31i	3080	-25 + 31i	3144	-25 + 31i	3208	-25 + 31i	3272	-25 + 31i
2569	-7 + 61i	2633	-7 + 35i	2697	-25 + 61i	2761	-25 + 35i	2825	-7 + 3i	2890	-7 + 29i	2953	-25 + 3i	3017	-25 + 29i	3081	-25 + 29i	3145	-25 + 29i	3209	-25 + 29i	3273	-25 + 29i
2570	-5 + 63i	2634	-5 + 33i	2698	-27 + 63i	2762	-27 + 33i	2826	-5 + 11i	2891	-5 + 31i	2954	-27 + 11i	3018	-27 + 31i	3082	-27 + 31i	3146	-27 + 31i	3210	-27 + 31i	3274	-27 + 31i
2571	-5 + 61i	2635	-5 + 35i	2699	-27 + 61i	2763	-27 + 35i	2827	-5 + 3i	2892	-5 + 29i	2955	-27 + 3i	3019	-27 + 29i	3083	-27 + 29i	3147	-27 + 29i	3211	-27 + 29i	3275	-27 + 29i
2572	-7 + 57i	2636	-7 + 39i	2700	-25 + 57i	2764	-25 + 39i	2828	-7 + 7i	2893	-7 + 25i	2956	-25 + 7i	3020	-25 + 25i	3084	-25 + 25i	3148	-25 + 25i	3212	-25 + 25i	3276	-25 + 25i
2573	-7 + 59i	2637	-7 + 37i	2701	-25 + 59i	2765	-25 + 37i	2829	-7 + 5i	2894	-7 + 27i	2957	-25 + 5i	3021	-25 + 27i	3085	-25 + 27i	3149	-25 + 27i	3213	-25 + 27i	3277	-25 + 27i
2574	-5 + 57i	2638	-5 + 39i	2702	-27 + 57i	2766	-27 + 39i	2830	-5 + 7i	2895	-5 + 25i	2958	-27 + 7i	3022	-27 + 25i	3086	-27 + 25i	3150	-27 + 25i	3214	-27 + 25i	3278	-27 + 25i
2575	-5 + 59i	2639	-5 + 37i	2703	-27 + 59i	2767	-27 + 37i	2831	-5 + 5i	2896	-5 + 27i	2959	-27 + 5i	3023	-27 + 27i	3087	-27 + 27i	3151	-27 + 27i	3215	-27 + 27i	3279	-27 + 27i
2576	-1 + 49i	2640	-1 + 47i	2704	-31 + 49i	2768	-31 + 47i	2832	-1 + 15i	2897	-1 + 17i	2960	-31 + 15i	3024	-31 + 17i	3088	-31 + 17i	3152	-31 + 17i	3216	-31 + 17i	3280	-31 + 17i
2577	-1 + 51i	2641	-1 + 45i	2705	-31 + 51i	2769	-31 + 45i	2833	-1 + 13i	2898	-1 + 19i	2961	-31 + 13i	3025	-31 + 19i	3089	-31 + 19i	3153	-31 + 19i	3217	-31 + 19i	3281	-31 + 19i
2578	3 + 49i	2642	3 + 47i	2706	-29 + 49i	2770	-29 + 47i	2834	3 + 15i	2899	3 + 17i	2962	-29 + 15i	3026	3 + 17i	3090	3 + 17i	3154	3 + 17i	3218	3 + 17i	3282	3 + 17i
2579	-3 + 51i	2643	-3 + 45i	2707	-29 + 51i	2771	-29 + 45i	2835	-3 + 13i	2899	-3 + 19i	2963	-29 + 13i	3027	-29 + 19i	3091	-29 + 19i	3155	-29 + 19i	3219	-29 + 19i	3283	-29 + 19i
2580	-1 + 55i	2644	-1 + 41i	2708	-31 + 55i	2772	-31 + 41i	2836	-1 + 9i	2900	-1 + 23i	2964	-31 + 9i	3028	-31 + 23i	3092	-31 + 23i	3156	-31 + 23i	3220	-31 + 23i	3284	-31 + 23i
2581	1 + 53i	2645	1 + 43i	2709	-31 + 53i	2773	-31 + 43i	2837	1 + 11i	2901	1 + 21i	2965	-31 + 11i	3029	1 + 21i	3093	1 + 21i	3157	1 + 21i	3221	1 + 21i	3285	1 + 21i
2582	-3 + 55i	2646	-3 + 41i	2710	-29 + 55i	2774	-29 + 41i	2838	-3 + 9i	2902	-3 + 23i	2966	-29 + 9i	3030	-29 + 23i	3094	-29 + 23i	3158	-29 + 23i	3222	-29 + 23i	3286	-29 + 23i
2583	-3 + 53i	2647	-3 + 43i	2711	-29 + 53i	2775	-29 + 43i	2839	-3 + 11i	2903	-3 + 21i	2967	-29 + 11i	3031	-29 + 21i	3095	-29 + 21i	3159	-29 + 21i	3223	-29 + 21i	3287	-29 + 21i
2584	-7 + 49i	2648	-7 + 47i	2712	-25 + 49i	2776	-25 + 47i	2840	-7 + 15i	2904	-7 + 17i	2968	-25 + 15i	3032	-25 + 17i	3096	-25 + 17i	3160	-25 + 17i	3224	-25 + 17i	3288	-25 + 17i
2585	-7 + 51i	2649	-7 + 45i	2713	-25 + 51i	2777	-25 + 45i	2841	-7 + 13i	2905	-7 + 19i	2969	-25 + 13i	3033	-25 + 19i	3097	-25 + 19i	3161	-25 + 19i	3225	-25 + 19i	3289	-25 + 19i
2586	-5 + 49i	2650	-5 + 47i	2714	-27 + 49i	2778	-27 + 47i	2842	-5 + 15i	2906	-5 + 17i	2970	-27 + 15i	3034	-27 + 17i	3098	-27 + 17i	3162	-27 + 17i	3226	-27 + 17i	3290	-27 + 17i
2587	-5 + 51i	2651	-5 + 45i	2715	-27 + 51i	2779	-27 + 45i	2843	-5 + 13i	2907	-5 + 19i	2971	-27 + 13i	3035	-27 + 19i	3099	-27 + 19i	3163	-27 + 19i	3227	-27 + 19i	3291	-27 + 19i
2588	-7 + 55i	2652	-7 + 41i	2716	-25 + 55i	2780	-25 + 41i	2844	-7 + 9i	2908	-7 + 23i	2972	-25 + 9i	3036	-25 + 23i	3100	-25 + 23i	3164	-25 + 23i	3228	-25 + 23i	3292	-25 + 23i
2589	-7 + 53i	2653	-7 + 43i	2717	-25 + 53i	2781	-25 + 43i	2845	-7 + 11i	2909	-7 + 21i	2973	-25 + 11i	3037	-25 + 21i	3101	-25 + 21i	3165	-25 + 21i	3229	-25 + 21i	3293	-25 + 21i
2590	-5 + 55i	2654	-5 + 41i	2718	-27 + 55i	2782	-27 + 41i	2846	-5 + 9i	2910	-5 + 23i	2974	-27 + 9i	3038	-27 + 23i	3102	-27 + 23i	3166	-27 + 23i	3230	-27 + 23i	3294	-27 + 23i

图 26

2591	-5 + 53	2655	-5 + 43	2719	-27 + 53	2783	-27 + 43	2847	-5 + 11	2911	-5 + 21	2975	-27 + 11	3039	-27 + 21
2592	-15 + 63	2656	-15 + 53	2720	-17 + 63	2784	-17 + 53	2848	-15 + 1	2912	-15 + 31	2976	-17 + 1	3040	-17 + 31
2593	-15 + 61	2657	-15 + 35	2721	-17 + 61	2785	-17 + 35	2849	-15 + 3	2913	-15 + 29	2977	-17 + 3	3041	-17 + 29
2594	-13 + 63	2658	-13 + 33	2722	-19 + 63	2786	-19 + 33	2850	-13 + 1	2914	-13 + 31	2978	-19 + 1	3042	-19 + 31
2595	-13 + 61	2659	-13 + 35	2723	-19 + 61	2787	-19 + 35	2851	-13 + 3	2915	-13 + 29	2979	-19 + 3	3043	-19 + 29
2596	-15 + 57	2660	-15 + 39	2724	-17 + 57	2788	-17 + 39	2852	-15 + 7	2916	-15 + 25	2980	-17 + 7	3044	-17 + 25
2597	-15 + 59	2661	-15 + 37	2725	-17 + 59	2789	-17 + 37	2853	-15 + 5	2917	-15 + 27	2981	-17 + 5	3045	-17 + 27
2598	-13 + 57	2662	-13 + 39	2726	-19 + 57	2790	-19 + 39	2854	-13 + 7	2918	-13 + 25	2982	-19 + 7	3046	-19 + 25
2599	-13 + 59	2663	-13 + 37	2727	-19 + 59	2791	-19 + 37	2855	-13 + 5	2919	-13 + 27	2983	-19 + 5	3047	-19 + 27
2600	-9 + 63	2664	-9 + 33	2728	-23 + 63	2792	-23 + 33	2856	-9 + 1	2920	-9 + 31	2984	-23 + 1	3048	-23 + 31
2601	-9 + 61	2665	-9 + 35	2729	-23 + 61	2793	-23 + 35	2857	-9 + 3	2921	-9 + 29	2985	-23 + 3	3049	-23 + 29
2602	-11 + 63	2666	-11 + 33	2730	-21 + 63	2794	-21 + 33	2858	-11 + 1	2922	-11 + 31	2986	-21 + 1	3050	-21 + 31
2603	-11 + 61	2667	-11 + 35	2731	-21 + 61	2795	-21 + 35	2859	-11 + 3	2923	-11 + 29	2987	-21 + 3	3051	-21 + 29
2604	-9 + 57	2668	-9 + 39	2732	-23 + 57	2796	-23 + 39	2860	-9 + 7	2924	-9 + 25	2988	-23 + 7	3052	-23 + 25
2605	-9 + 59	2669	-9 + 37	2733	-23 + 59	2797	-23 + 37	2861	-9 + 5	2925	-9 + 27	2989	-23 + 5	3053	-23 + 27
2606	11 + 57	2670	11 + 39	2734	-21 + 57	2798	-21 + 39	2862	11 + 7	2926	11 + 25	2990	-21 + 7	3054	-21 + 25
2607	-11 + 59	2671	-11 + 37	2735	-21 + 59	2799	-21 + 37	2863	-11 + 5	2927	-11 + 27	2991	-21 + 5	3055	-21 + 27
2608	-15 + 49	2672	-15 + 47	2736	-17 + 49	2800	-17 + 47	2864	-15 + 15	2928	-15 + 17	2992	-17 + 15	3056	-17 + 17
2609	-15 + 51	2673	-15 + 45	2737	-17 + 51	2801	-17 + 45	2865	-15 + 13	2929	-15 + 19	2993	-17 + 13	3057	-17 + 19
2610	-13 + 49	2674	-13 + 47	2738	-19 + 49	2802	-19 + 47	2866	-13 + 15	2930	-13 + 17	2994	-19 + 15	3058	-19 + 17
2611	-13 + 51	2675	-13 + 45	2739	-19 + 51	2803	-19 + 45	2867	-13 + 13	2931	-13 + 19	2995	-19 + 13	3059	-19 + 19
2612	-15 + 55	2676	-15 + 41	2740	-17 + 55	2804	-17 + 41	2868	-15 + 9	2932	-15 + 23	2996	-17 + 9	3060	-17 + 23
2613	-15 + 53	2677	-15 + 43	2741	-17 + 53	2805	-17 + 43	2869	-15 + 11	2933	-15 + 21	2997	-17 + 11	3061	-17 + 21
2614	-13 + 55	2678	-13 + 41	2742	-19 + 55	2806	-19 + 41	2870	-13 + 9	2934	-13 + 23	2998	-19 + 9	3062	-19 + 23
2615	-13 + 53	2679	-13 + 43	2743	-19 + 53	2807	-19 + 43	2871	-13 + 11	2935	-13 + 21	2999	-19 + 11	3063	-19 + 21
2616	-9 + 49	2680	-9 + 47	2744	-23 + 49	2808	-23 + 47	2872	-9 + 15	2936	-9 + 17	3000	-23 + 15	3064	-23 + 17
2617	-9 + 51	2681	-9 + 45	2745	-23 + 51	2809	-23 + 45	2873	-9 + 13	2937	-9 + 19	3001	-23 + 13	3065	-23 + 19
2618	-11 + 49	2682	-11 + 47	2746	-21 + 49	2810	-21 + 47	2874	-11 + 15	2938	-11 + 17	3002	-21 + 15	3066	-21 + 17
2619	-11 + 51	2683	-11 + 45	2747	-21 + 51	2811	-21 + 45	2875	-11 + 13	2939	-11 + 19	3003	-21 + 13	3067	-21 + 19
2620	-9 + 55	2684	-9 + 41	2748	-23 + 55	2812	-23 + 41	2876	-9 + 9	2940	-9 + 23	3004	-23 + 9	3068	-23 + 23
2621	-9 + 53	2685	-9 + 43	2749	-23 + 53	2813	-23 + 43	2877	-9 + 11	2941	-9 + 21	3005	-23 + 11	3069	-23 + 21
2622	-11 + 55	2686	-11 + 41	2750	-21 + 55	2814	-21 + 41	2878	-11 + 9	2942	-11 + 23	3006	-21 + 9	3070	-21 + 23
2623	-11 + 53	2687	-11 + 43	2751	-21 + 53	2815	-21 + 43	2879	-11 + 11	2943	-11 + 21	3007	-21 + 11	3071	-21 + 21

图 27

值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散
3072	-65 - 11	3136	-63 - 33	3200	-33 - 63	3264	-33 - 33	3328	-63 - 11	3392	-63 - 31	3456	-33 - 11	3520	-33 - 31
3073	65 - 31	3137	65 - 29	3201	33 - 61	3265	33 - 35	3329	63 - 31	3393	63 - 29	3457	33 - 31	3521	33 - 29
3074	-3 - 65	3138	-61 - 33	3202	-29 - 65	3266	-35 - 33	3330	-61 - 11	3394	-61 - 31	3458	-35 - 11	3522	-35 - 31
3075	-67 - 31	3139	-61 - 35	3203	-35 - 61	3267	-35 - 35	3331	-61 - 31	3395	-61 - 29	3459	-35 - 31	3523	-35 - 29
3076	-65 - 71	3140	-65 - 25	3204	-33 - 57	3268	-33 - 39	3332	-63 - 71	3396	-63 - 25	3460	-33 - 71	3524	-33 - 25
3077	-65 - 51	3141	-65 - 27	3205	-33 - 59	3269	-33 - 37	3333	-63 - 51	3397	-63 - 27	3461	-33 - 51	3525	-33 - 27
3078	-67 - 71	3142	-67 - 25	3206	-35 - 57	3270	-35 - 39	3334	-61 - 71	3398	-61 - 25	3462	-35 - 71	3526	-35 - 25
3079	-67 - 51	3143	-61 - 37	3207	-35 - 59	3271	-35 - 37	3335	-61 - 51	3399	-61 - 27	3463	-35 - 51	3527	-35 - 27
3080	-7 - 65	3144	-57 - 33	3208	-25 - 65	3272	-39 - 33	3336	-57 - 11	3400	-57 - 31	3464	-39 - 11	3528	-39 - 31
3081	-7 - 67	3145	-57 - 35	3209	-25 - 67	3273	-39 - 35	3337	-57 - 31	3401	-57 - 29	3465	-39 - 31	3529	-39 - 29
3082	-5 - 65	3146	-59 - 33	3210	-27 - 65	3274	-37 - 33	3338	-59 - 11	3402	-59 - 31	3466	-37 - 11	3530	-37 - 31
3083	-5 - 67	3147	-59 - 35	3211	-37 - 61	3275	-37 - 35	3339	-59 - 31	3403	-59 - 29	3467	-37 - 31	3531	-37 - 29
3084	-71 - 71	3148	-57 - 39	3212	-39 - 57	3276	-39 - 39	3340	-57 - 71	3404	-57 - 25	3468	-39 - 71	3532	-39 - 25
3085	-7 - 69	3149	-57 - 37	3213	-39 - 59	3277	-39 - 37	3341	-57 - 51	3405	-57 - 27	3469	-39 - 51	3533	-39 - 27
3086	-69 - 71	3150	-59 - 39	3214	-37 - 57	3278	-37 - 39	3342	-59 - 71	3406	-59 - 25	3470	-37 - 71	3534	-37 - 25
3087	-69 - 51	3151	-59 - 37	3215	-37 - 59	3279	-37 - 37	3343	-59 - 51	3407	-59 - 27	3471	-37 - 51	3535	-37 - 27
3088	-65 - 15	3152	-65 - 17	3216	-33 - 49	3280	-33 - 47	3344	-63 - 15	3408	-63 - 17	3472	-33 - 15	3536	-33 - 17
3089	65 - 13	3153	65 - 19	3217	33 - 51	3281	33 - 45	3345	63 - 13	3409	63 - 19	3473	33 - 13	3537	33 - 19
3090	-67 - 15	3154	-67 - 17	3218	-35 - 49	3282	-35 - 47	3346	-61 - 15	3410	-61 - 17	3474	-35 - 15	3538	-35 - 17
3091	-67 - 13	3155	-67 - 19	3219	-35 - 51	3283	-35 - 45	3347	-61 - 13	3411	-61 - 19	3475	-35 - 13	3539	-35 - 19
3092	-65 - 9	3156	-65 - 23	3220	-33 - 55	3284	-33 - 41	3348	-63 - 9	3412	-63 - 23	3476	-33 - 9	3540	-33 - 23
3093	-65 - 11	3157	-65 - 21	3221	-33 - 53	3285	-33 - 43	3349	-63 - 11	3413	-63 - 21	3477	-33 - 11	3541	-33 - 21
3094	-67 - 9	3158	-67 - 23	3222	-35 - 55	3286	-35 - 41	3350	-61 - 9	3414	-61 - 23	3478	-35 - 9	3542	-35 - 23
3095	-67 - 11	3159	-67 - 21	3223	-35 - 53	3287	-35 - 43	3351	-61 - 11	3415	-61 - 21	3479	-35 - 11	3543	-35 - 21
3096	-71 - 15	3160	-71 - 17	3224	-39 - 49	3288	-39 - 47	3352	-57 - 15	3416	-57 - 17	3480	-39 - 15	3544	-39 - 17
3097	-71 - 13	3161	-57 - 45	3225	-39 - 51	3289	-39 - 45	3353	-57 - 13	3417	-57 - 19	3481	-39 - 13	3545	-39 - 19
3098	-69 - 15	3162	-69 - 17	3226	-37 - 49	3290	-37 - 47	3354	-59 - 15	3418	-59 - 17	3482	-37 - 15	3546	-37 - 17
3099	-69 - 13	3163	-69 - 19	3227	-37 - 51	3291	-37 - 45	3355	-59 - 13	3419	-59 - 19	3483	-37 - 13	3547	-37 - 19
3100	-71 - 9	3164	-57 - 41	3228	-39 - 55	3292	-39 - 41	3356	-57 - 9	3420	-57 - 23	3484	-39 - 9	3548	-39 - 23

图 28

3104	-71 - 11	3165	-57 - 43	3229	-39 - 53	3293	-39 - 43	3357	-57 - 11	3421	-57 - 21	3485	-39 - 11	3549	-39 - 21
3105	-69 - 9	3166	-59 - 41	3230	-37 - 55	3294	-37 - 41	3358	-59 - 9	3422	-59 - 23	3486	-37 - 9	3550	-37 - 23
3106	-69 - 11	3167	-69 - 21	3231	-37 - 53	3295	-37 - 43	3359	-59 - 11	3423	-59 - 21	3487	-37 - 11	3551	-37 - 21
3107	-15 - 65	3168	-49 - 33	3232	-17 - 65	3296	-47 - 33	3360	-49 - 11	3424	-49 - 31	3488	-47 - 11	3552	-47 - 31
3108	-15 - 67	3169	-49 - 35	3233	-17 - 67	3297	-47 - 35	3361	-49 - 31	3425	-49 - 29	3489	-47 - 31	3553	-47 - 29
3109	-13 - 65	3170	-51 - 33	3234	-19 - 65	3298	-45 - 33	3362	-51 - 11	3426	-51 - 31	3490	-45 - 11	3554	-45 - 31
3110	-13 - 67	3171	-51 - 35	3235	-19 - 67	3299	-45 - 35	3363	-51 - 31	3427	-51 - 29	3491	-45 - 31	3555	-45 - 29
3111	-15 - 71	3172	-49 - 39	3236	-17 - 71	3300	-47 - 39	3364	-49 - 71	3428	-49 - 25	3492	-47 - 71	3556	-47 - 25
3112	-15 - 69	3173	-49 - 37	3237	-17 - 69	3301	-47 - 37	3365	-49 - 51	3429	-49 - 27	3493	-47 - 51	3557	-47 - 27
3113	-13 - 71	3174	-51 - 39	3238	-15 - 71	3302	-45 - 39	3366	-51 - 71	3430	-51 - 25	3494	-45 - 71	3558	-45 - 25
3114	-13 - 69	3175	-51 - 37	3239	-19 - 69	3303	-45 - 37	3367	-51 - 51	3431	-51 - 27	3495	-45 - 51	3559	-45 - 27
3115	-9 - 65	3176	-55 - 33	3240	-23 - 65	3304	-41 - 33	3368	-55 - 11	3432	-55 - 31	3496	-41 - 11	3560	-41 - 31
3116	-9 - 67	3177	-55 - 35	3241	-23 - 67	3305	-41 - 35	3369	-55 - 31	3433	-55 - 29	3497	-41 - 31	3561	-41 - 29
3117	-11 - 65	3178	-53 - 33	3242	-21 - 65	3306	-43 - 33	3370	-53 - 11	3434	-53 - 31	3498	-43 - 11	3562	-43 - 31
3118	-11 - 67	3179	-53 - 35	3243	-21 - 67	3307	-43 - 35	3371	-53 - 31	3435	-53 - 29	3499	-43 - 31	3563	-43 - 29
3119	-9 - 71	3180	-55 - 39	3244	-17 - 71	3308	-41 - 39	3372	-55 - 71	3436	-55 - 25	3500	-41 - 71	3564	-41 - 25
3120	-9 - 69	3181	-55 - 37	3245	-15 - 69	3309	-41 - 37	3373	-55 - 51	3437	-55 - 27	3501	-41 - 51	3565	-41 - 27
3121	-11 - 71	3182	-53 - 39	3246	-13 - 71	3310	-43 - 39	3374	-53 - 71	3438	-53 - 25	3502	-43 - 71	3566	-43 - 25
3122	-11 - 69	3183	-53 - 37	3247	-13 - 69	3311	-43 - 37	3375	-53 - 51	3439	-53 - 27	3503	-43 - 51	3567	-43 - 27
3123	-49 - 49	3184	-49 - 47	3248	-47 - 49	3312	-47 - 47	3376	-49 - 15	3440	-49 - 17	3504	-47 - 15	3568	-47 - 17
3124	-49 - 51	3185	-49 - 45	3249	-47 - 51	3313	-47 - 45	3377	-49 - 13	3441	-49 - 19	3505	-47 - 13	3569	-47 - 19
3125	-51 - 49	3186	-51 - 47	3250	-45 - 49	3314	-45 - 47	3378	-51 - 15	3442	-51 - 17	3506	-45 - 15	3570	-45 - 17
3126	-51 - 51	3187	-51 - 45	3251	-45 - 51	3315	-45 - 45	3379	-51 - 13	3443	-51 - 19	3507	-45 - 13	3571	-45 - 19
3127	-49 - 55	3188	-49 - 41	3252	-47 - 55	3316	-47 - 41	3380	-49 - 9	3444	-49 - 23	3508	-47 - 9	3572	-47 - 23
3128	-49 - 53	3189	-49 - 43	3253	-47 - 53	3317	-47 - 43	3381	-49 - 11	3445	-49 - 21	3509	-47 - 11	3573	-47 - 21
3129	-13 - 73	3190	-51 - 41	3254	-45 - 55	3318	-45 - 41	3382	-51 - 9	3446	-51 - 23	3510	-45 - 9	3574	-45 - 23
3130	-51 - 53	3191	-51 - 43	3255	-45 - 53	3319	-45 - 43	3383	-51 - 11	3447	-51 - 21	3511	-45 - 11	3575	-45 - 21
3131	-55 - 49	3192	-55 - 47	3256	-41 - 49	3320	-41 - 47	3384	-55 - 15	3448	-55 - 17	3512	-41 - 15	3576	-41 - 17
3132	-73 - 13	3193	-55 - 45	3257	-41 - 51	3321	-41 - 45	3385	-55 - 13	3449	-55 - 19	3513	-41 - 13	3577	-41 - 19
3133	-53 - 49	3194	-53 - 47	3258	-43 - 49	3322	-43 - 47	3386	-53 - 15	3450	-53 - 17	3514	-43 - 15	3578	-43 - 17
3134	-53 - 51	3195	-53 - 45	3259	-43 - 51	3323	-43 - 45	3387	-53 - 13	3451	-53 - 19	3515	-43 - 13	3579	-43 - 19
3135	-73 - 9	3196	-55 - 41	3260	-41 - 55	3324	-41 - 41	3388	-55 - 9	3452	-55 - 23	3516	-41 - 9	3580	-41 - 23
3136	-73 - 11	3197	-55 - 43	3261	-41 - 53	3325	-41 - 43	3389	-55 - 11	3453	-55 - 21	3517	-41 - 11	3581	-41 - 21
3137	-11 - 73	3198	-53 - 41	3262	-43 - 55	3326	-43 - 41	3390	-53 - 9	3454	-53 - 23	3518	-43 - 9	3582	-43 - 23
3138	-53 - 53	3199	-53 - 43	3263	-43 - 53	3327	-43 - 43	3391	-53 - 11	3455	-53 - 21	3519	-43 - 11	3583	-43 - 21

图 29

值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	值	分散	
3584	-1 - 63i	3648	-1 - 33i	3712	-31 - 63i	3776	-31 - 33i	3840	-1 - 1i	3904	-1 - 31i	3968	-31 - 1i	4032	-31 - 31i									
3585	-1 - 61i	3649	-1 - 35i	3713	-31 - 61i	3777	-31 - 35i	3841	-1 - 3i	3905	-1 - 29i	3969	-31 - 3i	4033	-31 - 29i									
3586	-3 - 63i	3650	-3 - 33i	3714	-29 - 63i	3778	-29 - 33i	3842	-3 - 1i	3906	-3 - 31i	3970	-29 - 1i	4034	-29 - 31i									
3587	-3 - 61i	3651	-3 - 35i	3715	-29 - 61i	3779	-29 - 35i	3843	-3 - 3i	3907	-3 - 29i	3971	-29 - 3i	4035	-29 - 29i									
3588	-1 - 57i	3652	-1 - 39i	3716	-31 - 57i	3780	-31 - 39i	3844	-1 - 7i	3908	-1 - 25i	3972	-31 - 7i	4036	-31 - 25i									
3589	-1 - 59i	3653	-1 - 37i	3717	-31 - 59i	3781	-31 - 37i	3845	-1 - 5i	3909	-1 - 27i	3973	-31 - 5i	4037	-31 - 27i									
3590	-3 - 57i	3654	-3 - 39i	3718	-29 - 57i	3782	-29 - 39i	3846	-3 - 7i	3910	-3 - 25i	3974	-29 - 7i	4038	-29 - 25i									
3591	-3 - 59i	3655	-3 - 37i	3719	-29 - 59i	3783	-29 - 37i	3847	-3 - 5i	3911	-3 - 27i	3975	-29 - 5i	4039	-29 - 27i									
3592	-7 - 63i	3656	-7 - 33i	3720	-25 - 63i	3784	-25 - 33i	3848	-7 - 1i	3912	-7 - 31i	3976	-25 - 1i	4040	-25 - 31i									
3593	-7 - 61i	3657	-7 - 35i	3721	-25 - 61i	3785	-25 - 35i	3849	-7 - 3i	3913	-7 - 29i	3977	-25 - 3i	4041	-25 - 29i									
3594	-5 - 63i	3658	-5 - 33i	3722	-27 - 63i	3786	-27 - 33i	3850	-5 - 1i	3914	-5 - 31i	3978	-27 - 1i	4042	-27 - 31i									
3595	-5 - 61i	3659	-5 - 35i	3723	-27 - 61i	3787	-27 - 35i	3851	-5 - 3i	3915	-5 - 29i	3979	-27 - 3i	4043	-27 - 29i									
3596	-7 - 57i	3660	-7 - 39i	3724	-25 - 57i	3788	-25 - 39i	3852	-7 - 7i	3916	-7 - 25i	3980	-25 - 7i	4044	-25 - 25i									
3597	-7 - 59i	3661	-7 - 37i	3725	-25 - 59i	3789	-25 - 37i	3853	-7 - 5i	3917	-7 - 27i	3981	-25 - 5i	4045	-25 - 27i									
3598	-5 - 57i	3662	-5 - 39i	3726	-27 - 57i	3790	-27 - 39i	3854	-5 - 7i	3918	-5 - 25i	3982	-27 - 7i	4046	-27 - 25i									
3599	-5 - 59i	3663	-5 - 37i	3727	-27 - 59i	3791	-27 - 37i	3855	-5 - 5i	3919	-5 - 27i	3983	-27 - 5i	4047	-27 - 27i									
3600	-1 - 49i	3664	-1 - 47i	3728	-31 - 49i	3792	-31 - 47i	3856	-1 - 15i	3920	-1 - 17i	3984	-31 - 15i	4048	-31 - 17i									
3601	-1 - 51i	3665	-1 - 45i	3729	-31 - 51i	3793	-31 - 45i	3857	-1 - 13i	3921	-1 - 19i	3985	-31 - 13i	4049	-31 - 19i									
3602	-3 - 49i	3666	-3 - 47i	3730	-29 - 49i	3794	-29 - 47i	3858	-3 - 15i	3922	-3 - 17i	3986	-29 - 15i	4050	-29 - 17i									
3603	-3 - 51i	3667	-3 - 45i	3731	-29 - 51i	3795	-29 - 45i	3859	-3 - 13i	3923	-3 - 19i	3987	-29 - 13i	4051	-29 - 19i									
3604	-1 - 55i	3668	-1 - 41i	3732	-31 - 55i	3796	-31 - 41i	3860	-1 - 9i	3924	-1 - 23i	3988	-31 - 9i	4052	-31 - 23i									
3605	-1 - 53i	3669	-1 - 43i	3733	-31 - 53i	3797	-31 - 43i	3861	-1 - 11i	3925	-1 - 21i	3989	-31 - 11i	4053	-31 - 21i									
3606	-3 - 55i	3670	-3 - 41i	3734	-29 - 55i	3798	-29 - 41i	3862	-3 - 9i	3926	-3 - 23i	3990	-29 - 9i	4054	-29 - 23i									
3607	-3 - 53i	3671	-3 - 43i	3735	-29 - 53i	3799	-29 - 43i	3863	-3 - 11i	3927	-3 - 21i	3991	-29 - 11i	4055	-29 - 21i									
3608	-7 - 49i	3672	-7 - 47i	3736	-25 - 49i	3800	-25 - 47i	3864	-7 - 15i	3928	-7 - 17i	3992	-25 - 15i	4056	-25 - 17i									
3609	-7 - 51i	3673	-7 - 45i	3737	-25 - 51i	3801	-25 - 45i	3865	-7 - 13i	3929	-7 - 19i	3993	-25 - 13i	4057	-25 - 19i									
3610	-5 - 49i	3674	-5 - 47i	3738	-27 - 49i	3802	-27 - 47i	3866	-5 - 15i	3930	-5 - 17i	3994	-27 - 15i	4058	-27 - 17i									
3611	-5 - 51i	3675	-5 - 45i	3739	-27 - 51i	3803	-27 - 45i	3867	-5 - 13i	3931	-5 - 19i	3995	-27 - 13i	4059	-27 - 19i									
3612	-7 - 55i	3676	-7 - 41i	3740	-25 - 55i	3804	-25 - 41i	3868	-7 - 9i	3932	-7 - 23i	3996	-25 - 9i	4060	-25 - 23i									
3613	-7 - 53i	3677	-7 - 43i	3741	-25 - 53i	3805	-25 - 43i	3869	-7 - 11i	3933	-7 - 21i	3997	-25 - 11i	4061	-25 - 21i									
3614	-5 - 55i	3678	-5 - 41i	3742	-27 - 55i	3806	-27 - 41i	3870	-5 - 9i	3934	-5 - 23i	3998	-27 - 9i	4062	-27 - 23i									
3615	-5 - 53i	3679	-5 - 43i	3743	-27 - 53i	3807	-27 - 43i	3871	-5 - 11i	3935	-5 - 21i	3999	-27 - 11i	4063	-27 - 21i									

图 30

3616	-15 - 63	3680	-15 - 33	3744	-17 - 63	3808	-17 - 33	3872	-15 - 11	3936	-15 - 31	4000	-17 - 11	4064	-17 - 31
3617	-15 - 61	3681	-15 - 35	3745	-17 - 61	3809	-17 - 35	3873	-15 - 3	3937	-15 - 29	4001	-17 - 3	4065	-17 - 29
3618	-13 - 63	3682	-13 - 33	3746	-19 - 63	3810	-19 - 33	3874	-13 - 11	3938	-13 - 31	4002	-19 - 11	4066	-19 - 31
3619	-13 - 61	3683	-13 - 35	3747	-19 - 61	3811	-19 - 35	3875	-13 - 3	3939	-13 - 29	4003	-19 - 3	4067	-19 - 29
3620	-15 - 57	3684	-15 - 29	3748	-17 - 57	3812	-17 - 29	3876	-15 - 7	3940	-15 - 25	4004	-17 - 7	4068	-17 - 25
3621	-15 - 59	3685	-15 - 37	3749	-17 - 59	3813	-17 - 37	3877	-15 - 5	3941	-15 - 27	4005	-17 - 5	4069	-17 - 27
3622	-13 - 57	3686	-13 - 39	3750	-19 - 57	3814	-19 - 39	3878	-13 - 7	3942	-13 - 25	4006	-19 - 7	4070	-19 - 25
3623	-13 - 59	3687	-13 - 37	3751	-19 - 59	3815	-19 - 37	3879	-13 - 5	3943	-13 - 27	4007	-19 - 5	4071	-19 - 27
3624	-9 - 63	3688	-9 - 35	3752	-23 - 63	3816	-23 - 35	3880	-9 - 11	3944	-9 - 31	4008	-23 - 11	4072	-23 - 31
3625	-9 - 61	3689	-9 - 35	3753	-23 - 61	3817	-23 - 35	3881	-9 - 3	3945	-9 - 29	4009	-23 - 3	4073	-23 - 29
3626	-11 - 63	3690	-11 - 33	3754	-21 - 63	3818	-21 - 33	3882	-11 - 11	3946	-11 - 31	4010	-21 - 11	4074	-21 - 31
3627	-11 - 61	3691	-11 - 35	3755	-21 - 61	3819	-21 - 35	3883	-11 - 3	3947	-11 - 29	4011	-21 - 3	4075	-21 - 29
3628	-9 - 57	3692	-9 - 39	3756	-23 - 57	3820	-23 - 39	3884	-9 - 7	3948	-9 - 25	4012	-23 - 7	4076	-23 - 25
3629	-9 - 59	3693	-9 - 37	3757	-23 - 59	3821	-23 - 37	3885	-9 - 5	3949	-9 - 27	4013	-23 - 5	4077	-23 - 27
3630	-11 - 57	3694	-11 - 39	3758	-21 - 57	3822	-21 - 39	3886	-11 - 7	3950	-11 - 25	4014	-21 - 7	4078	-21 - 25
3631	-11 - 59	3695	-11 - 37	3759	-21 - 59	3823	-21 - 37	3887	-11 - 5	3951	-11 - 27	4015	-21 - 5	4079	-21 - 27
3632	-15 - 49	3696	-15 - 47	3760	-17 - 49	3824	-17 - 47	3888	-15 - 15	3952	-15 - 17	4016	-17 - 15	4080	-17 - 17
3633	-15 - 51	3697	-15 - 45	3761	-17 - 51	3825	-17 - 45	3889	-15 - 13	3953	-15 - 19	4017	-17 - 13	4081	-17 - 19
3634	-13 - 49	3698	-13 - 47	3762	-19 - 49	3826	-19 - 47	3890	-13 - 15	3954	-13 - 17	4018	-19 - 15	4082	-19 - 17
3635	-13 - 51	3699	-13 - 45	3763	-19 - 51	3827	-19 - 45	3891	-13 - 13	3955	-13 - 19	4019	-19 - 13	4083	-19 - 19
3636	-15 - 55	3700	-15 - 41	3764	-17 - 55	3828	-17 - 41	3892	-15 - 9	3956	-15 - 23	4020	-17 - 9	4084	-17 - 23
3637	-15 - 53	3701	-15 - 43	3765	-17 - 53	3829	-17 - 43	3893	-15 - 11	3957	-15 - 21	4021	-17 - 11	4085	-17 - 21
3638	-13 - 55	3702	-13 - 41	3766	-19 - 55	3830	-19 - 41	3894	-13 - 9	3958	-13 - 23	4022	-19 - 9	4086	-19 - 23
3639	-13 - 53	3703	-13 - 43	3767	-19 - 53	3831	-19 - 43	3895	-13 - 11	3959	-13 - 21	4023	-19 - 11	4087	-19 - 21
3640	-9 - 49	3704	-9 - 47	3768	-23 - 49	3832	-23 - 47	3896	-9 - 15	3960	-9 - 17	4024	-23 - 15	4088	-23 - 17
3641	-9 - 51	3705	-9 - 45	3769	-23 - 51	3833	-23 - 45	3897	-9 - 13	3961	-9 - 19	4025	-23 - 13	4089	-23 - 19
3642	-11 - 49	3706	-11 - 47	3770	-21 - 49	3834	-21 - 47	3898	-11 - 15	3962	-11 - 17	4026	-21 - 15	4090	-21 - 17
3643	-11 - 51	3707	-11 - 45	3771	-21 - 51	3835	-21 - 45	3899	-11 - 13	3963	-11 - 19	4027	-21 - 13	4091	-21 - 19
3644	-9 - 55	3708	-9 - 41	3772	-23 - 55	3836	-23 - 41	3900	-9 - 9	3964	-9 - 23	4028	-23 - 9	4092	-23 - 23
3645	-9 - 53	3709	-9 - 43	3773	-23 - 53	3837	-23 - 43	3901	-9 - 11	3965	-9 - 21	4029	-23 - 11	4093	-23 - 21
3646	-11 - 55	3710	-11 - 41	3774	-21 - 55	3838	-21 - 41	3902	-11 - 9	3966	-11 - 23	4030	-21 - 9	4094	-21 - 23
3647	-11 - 53	3711	-11 - 43	3775	-21 - 53	3839	-21 - 43	3903	-11 - 11	3967	-11 - 21	4031	-21 - 11	4095	-21 - 21

图 31

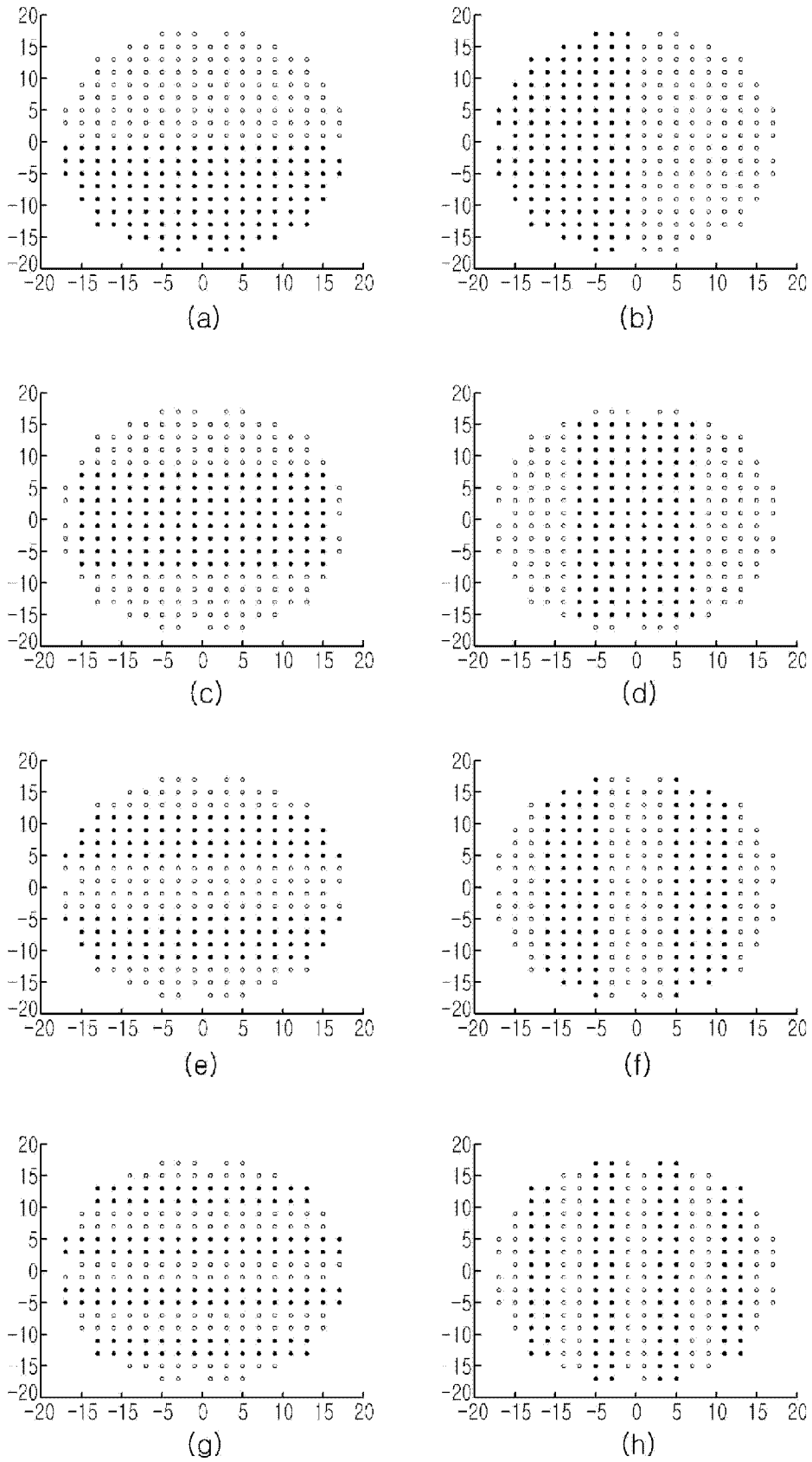


图 32

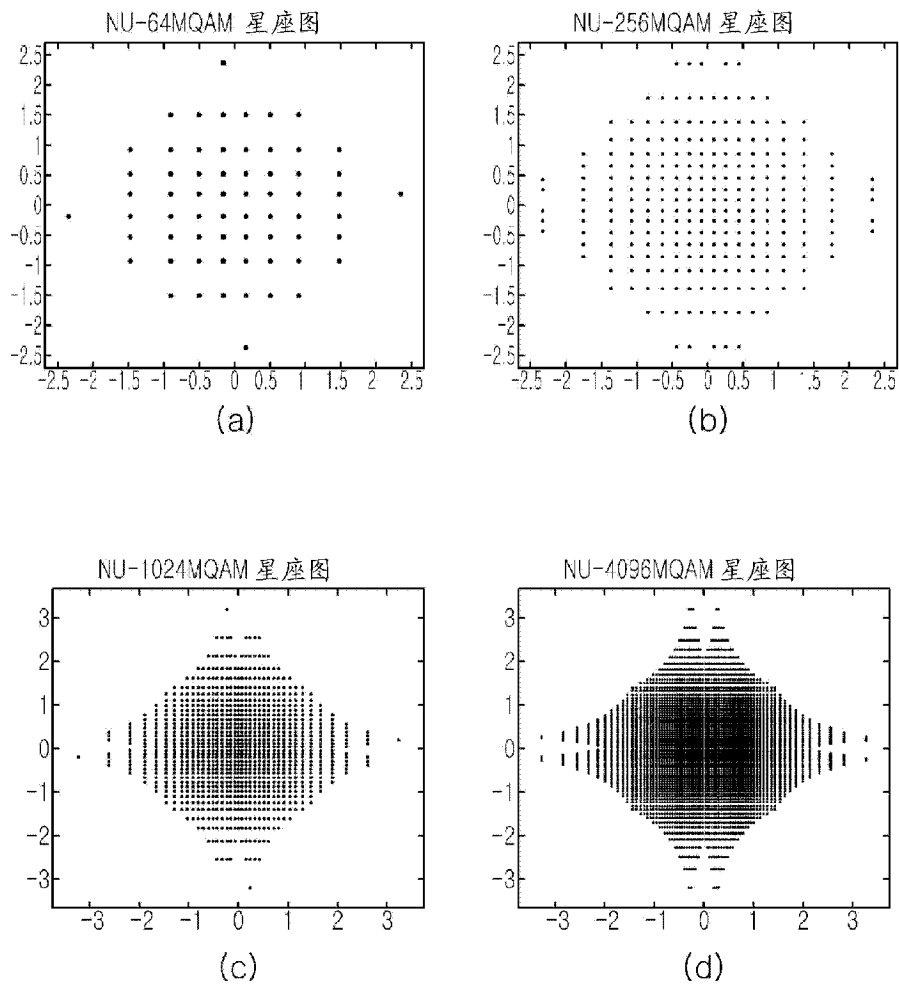


图 33

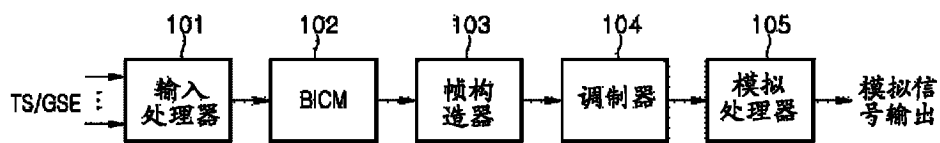


图 34

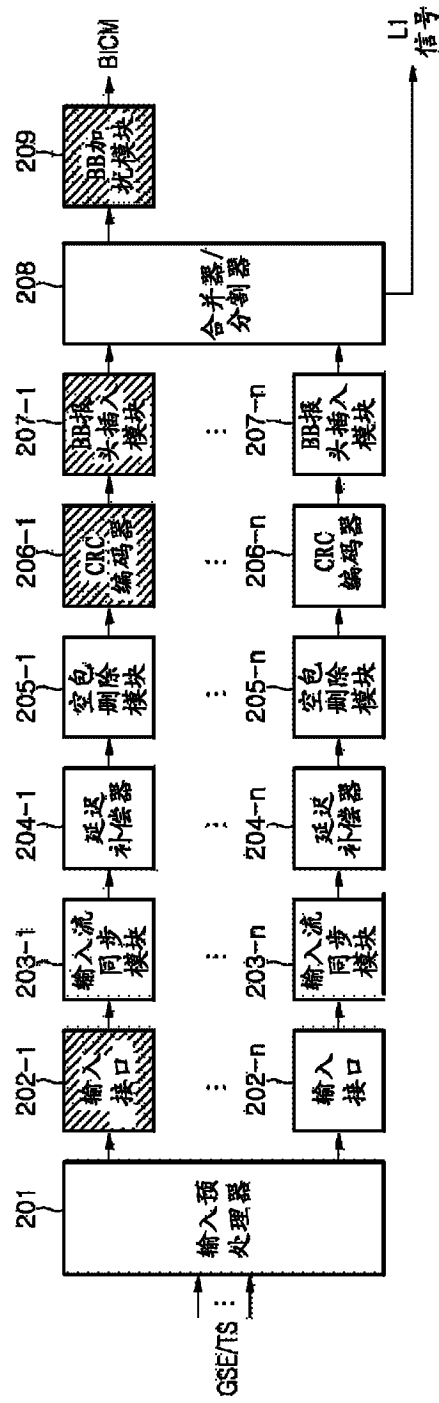


图 35

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=0 _p 表示将第一个UP与数据字段的开始对齐。SYNCD=65535 _p 表示UP没有开始于该DATA FIELD中。
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: <ul style="list-style-type: none"> • 0, 标准模式 • 1, 高效模式 • 其它值: 保留用于将来使用

图 36

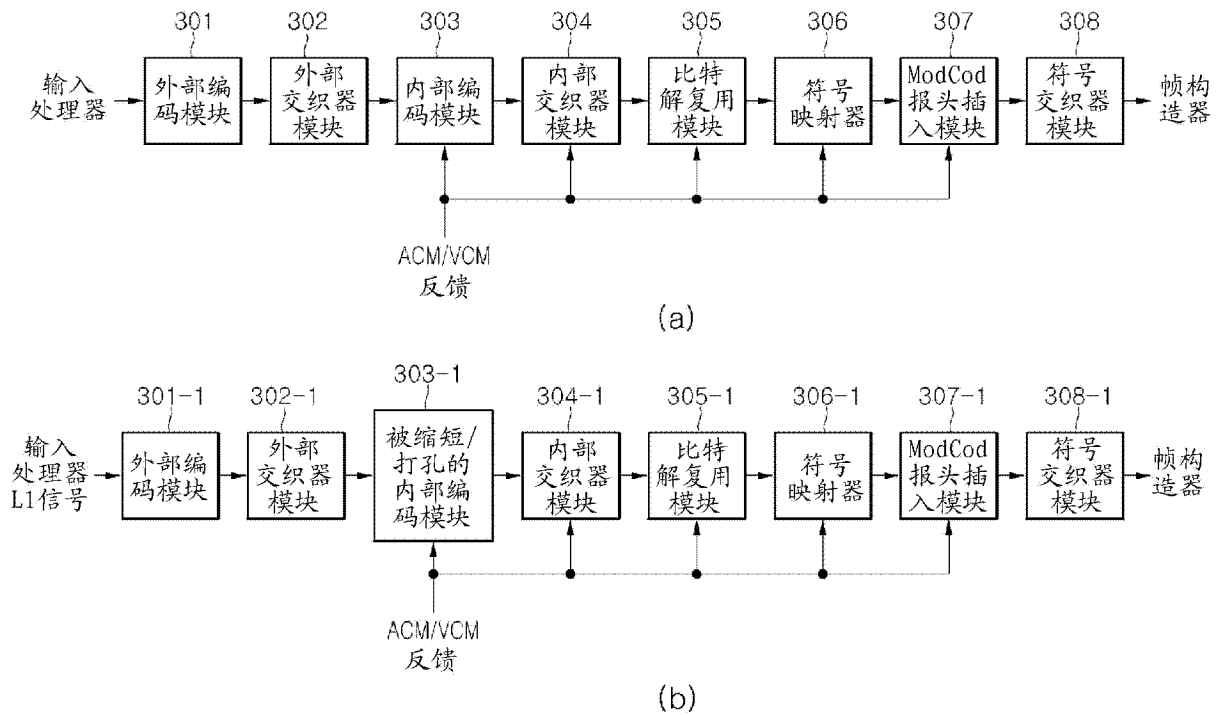


图 37

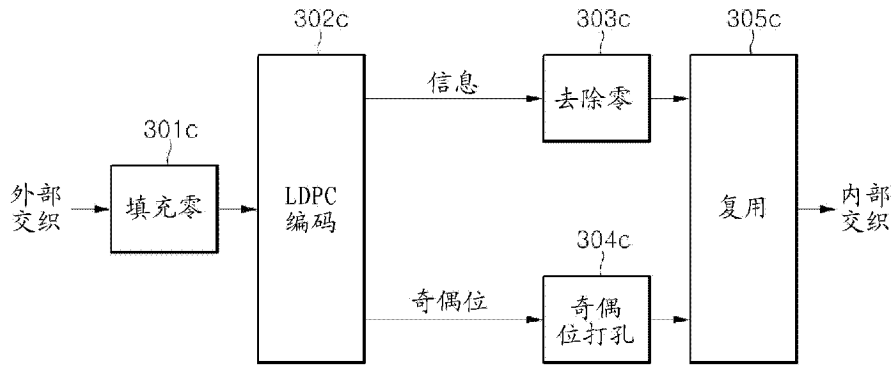


图 38

		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	NU-QAM
	2/3	4.0	NU-MQAM	NU-QAM	NU-QAM
	3/4	4.5	NU-MQAM	NU-MQAM	NU-MQAM
	4/5	4.8	MQAM	MQAM	MQAM
	5/6	5.0	MQAM	MQAM	MQAM
	8/9	5.3	MQAM	MQAM	MQAM
	9/10	5.4	MQAM	MQAM	MQAM
8	1/2	4.0	NU-MQAM	NU-QAM	NU-QAM
	2/3	5.3	NU-MQAM	NU-QAM	NU-QAM
	3/4	6.0	NU-MQAM	NU-MQAM	NU-MQAM
	4/5	6.4	NU-MQAM	NU-MQAM	NU-MQAM
	5/6	6.7	MQAM	MQAM	MQAM
	8/9	7.1	MQAM	MQAM	MQAM
	9/10	7.2	MQAM	MQAM	MQAM
10	1/2	5.0	NU-MQAM	NU-QAM	NU-QAM
	2/3	6.7	NU-MQAM	NU-QAM	NU-QAM
	3/4	7.5	NU-MQAM	NU-MQAM	NU-MQAM
	4/5	8.0	NU-MQAM	NU-MQAM	NU-MQAM
	5/6	8.3	NU-MQAM	NU-MQAM	NU-MQAM
	8/9	8.9	MQAM	MQAM	MQAM
	9/10	9.0	MQAM	MQAM	MQAM
12	1/2	6.0	NU-MQAM	NU-QAM	NU-QAM
	2/3	8.0	NU-MQAM	NU-QAM	NU-QAM
	3/4	9.0	NU-MQAM	NU-MQAM	NU-MQAM
	4/5	9.6	NU-MQAM	NU-MQAM	NU-MQAM
	5/6	10.0	NU-MQAM	NU-MQAM	NU-MQAM
	8/9	10.7	MQAM	MQAM	MQAM
	9/10	10.8	MQAM	MQAM	MQAM

图 39

	容量 (比特/s/Hz)		情况1	情况2	情况2
			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
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
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
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
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
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 40

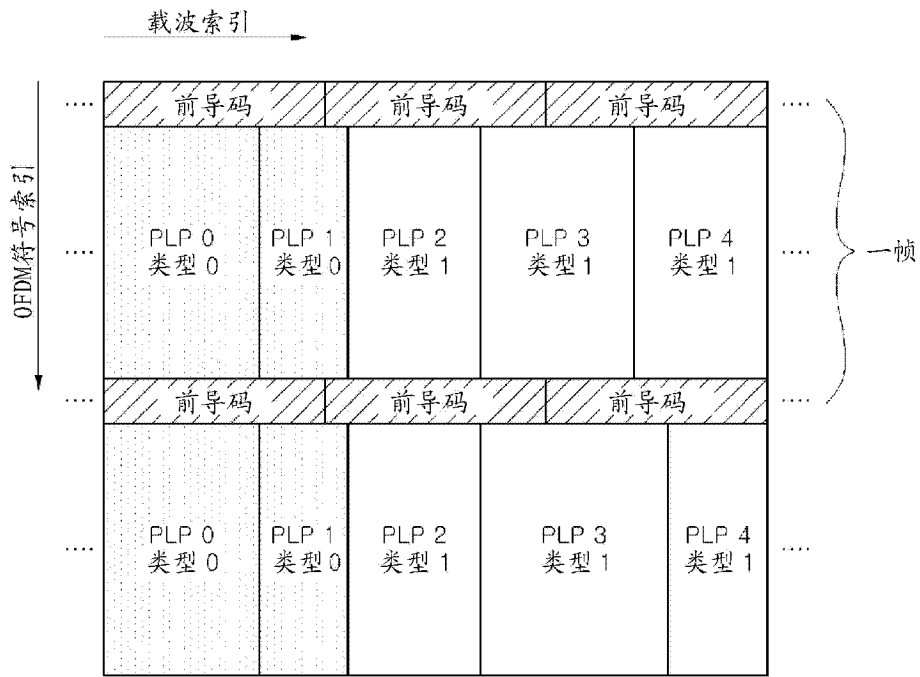


图 41

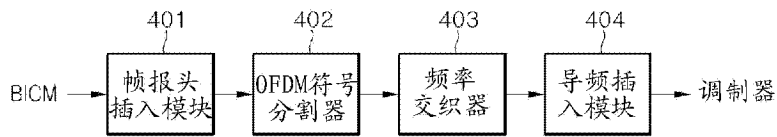


图 42

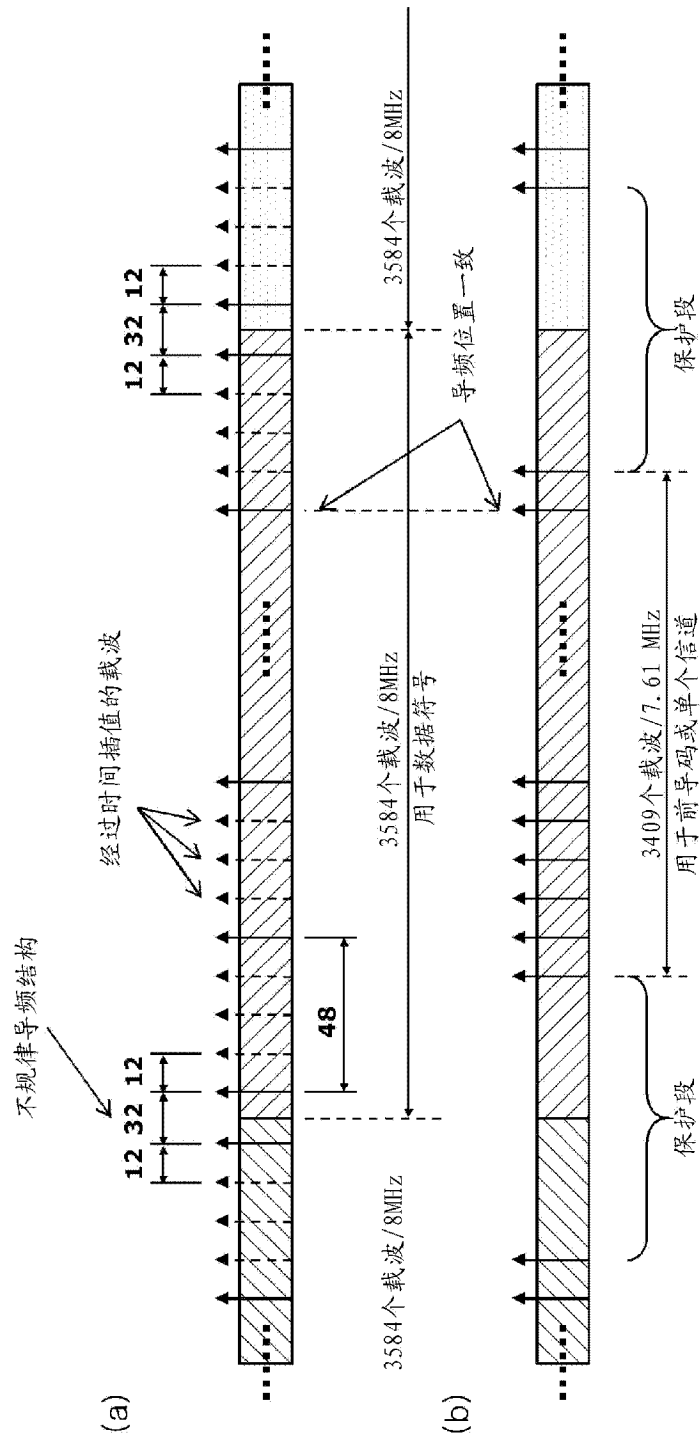


图 43

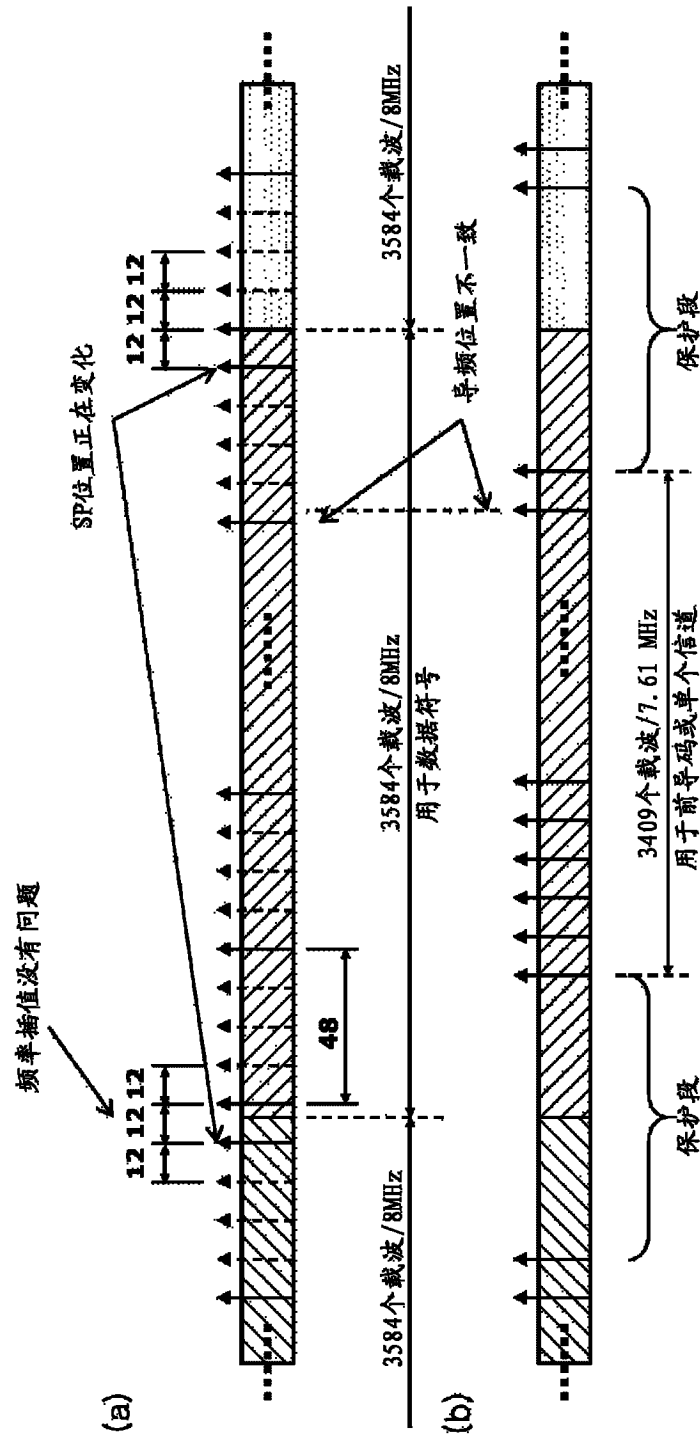


图 44

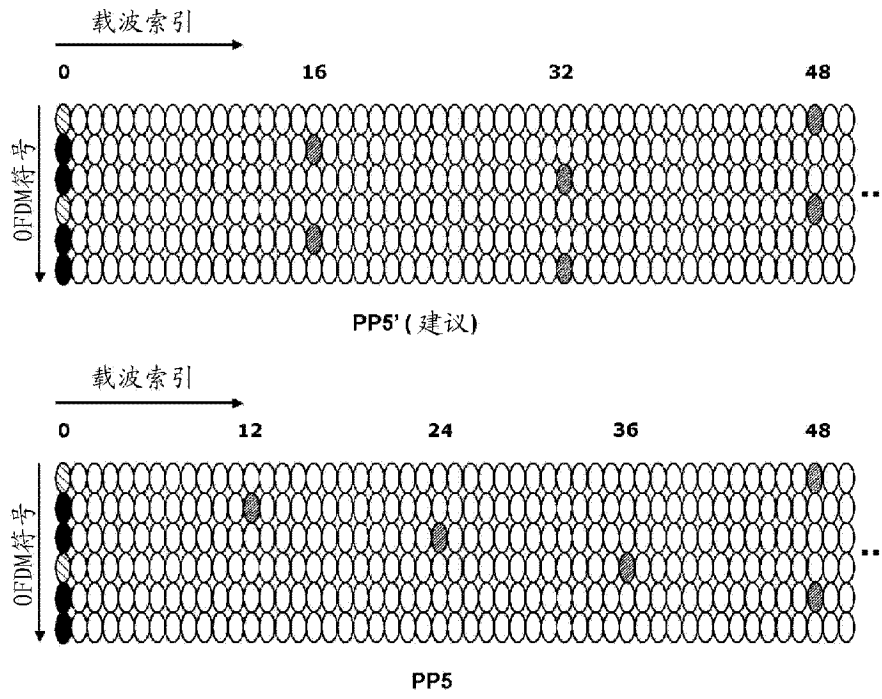


图 45

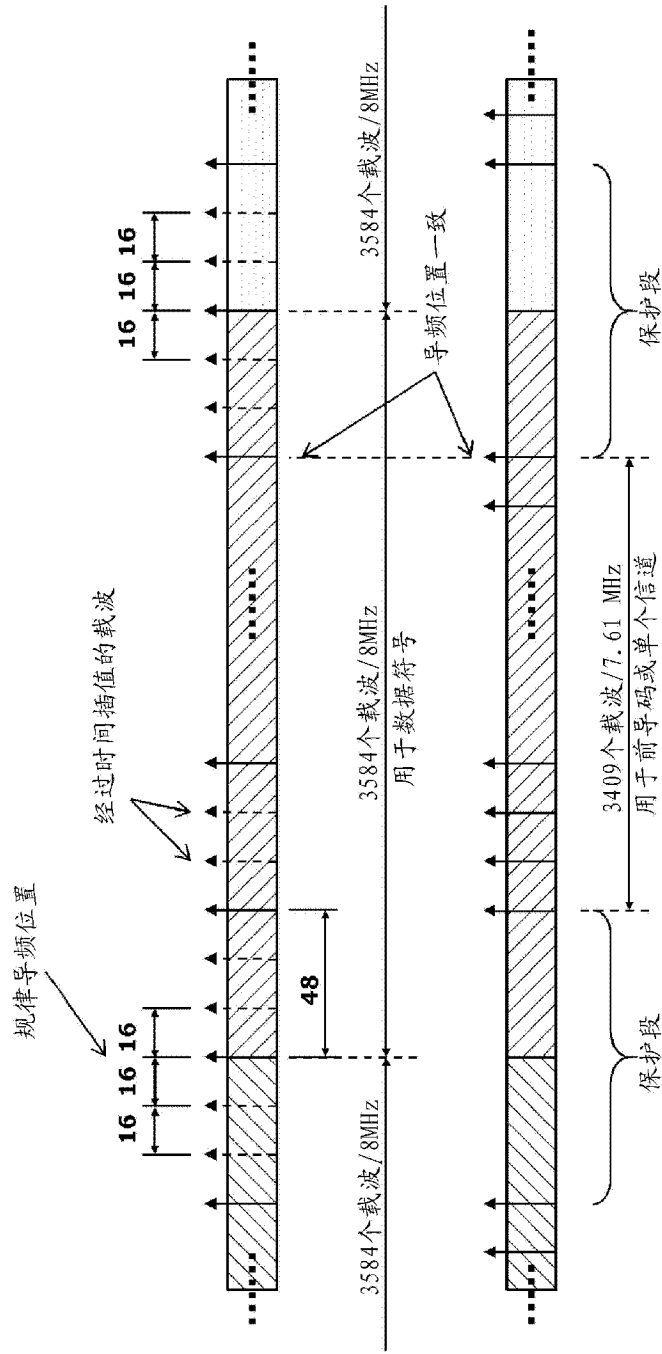


图 46

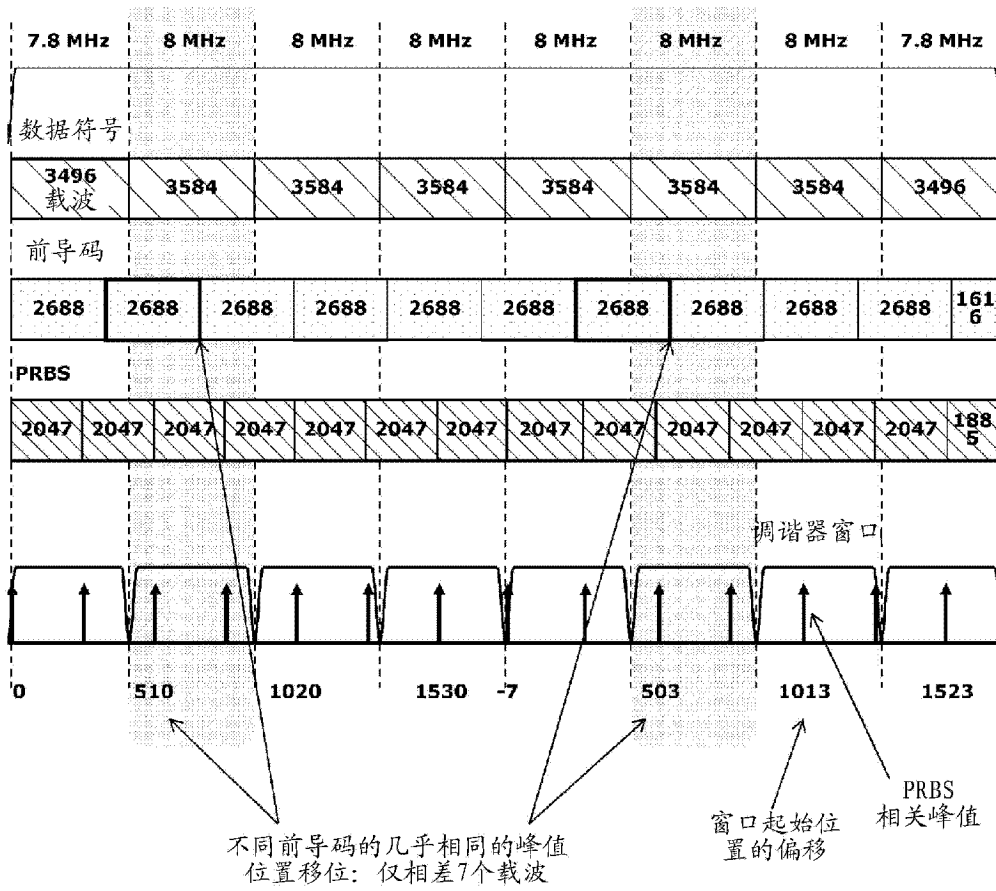


图 47

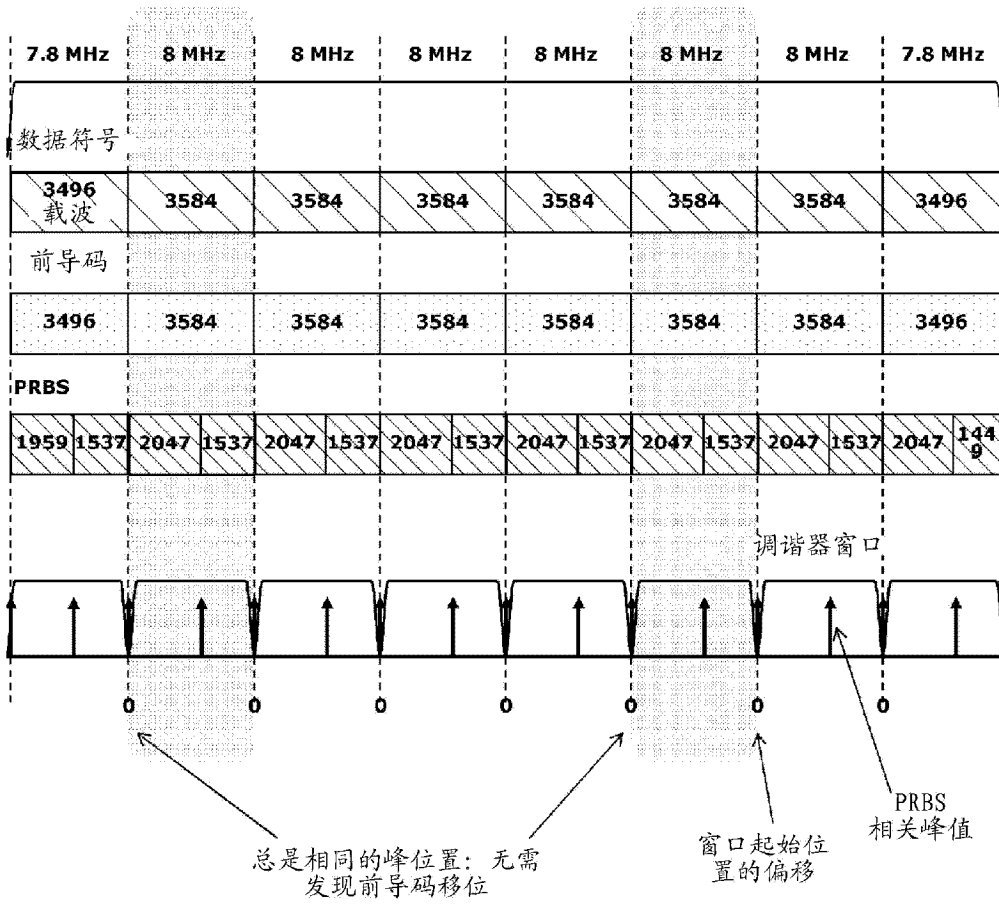


图 48

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 (Negligible delay path)

图 49

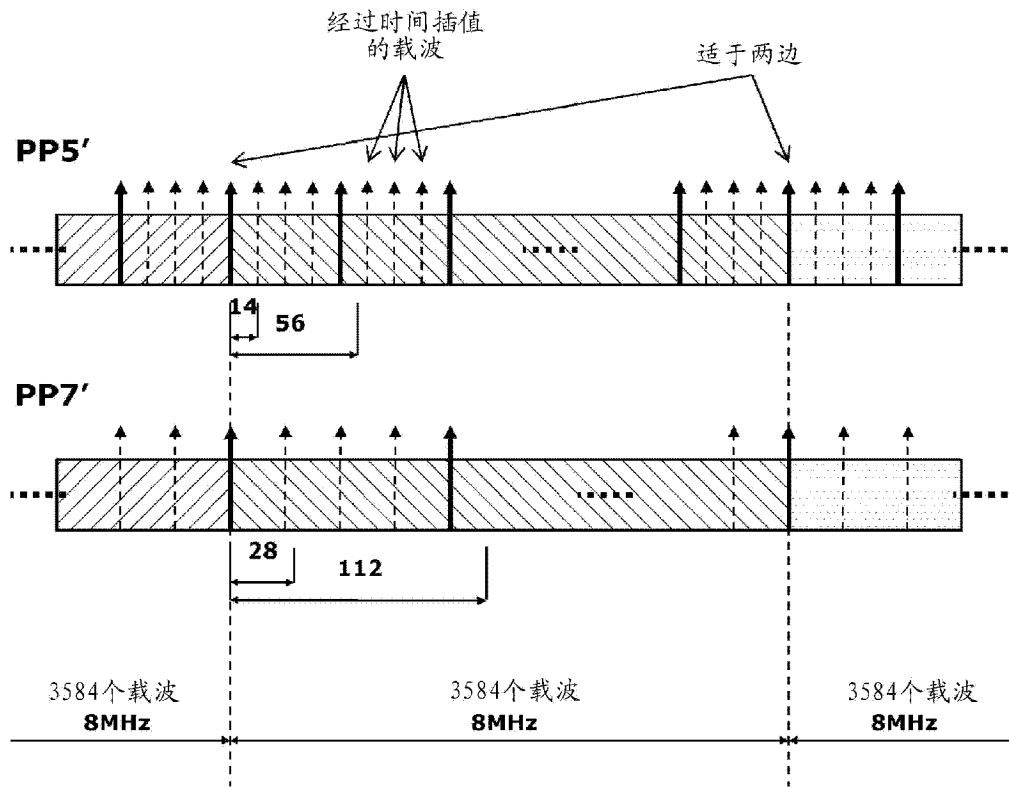


图 50

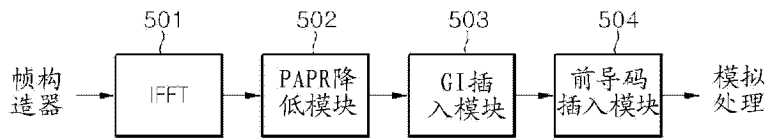


图 51

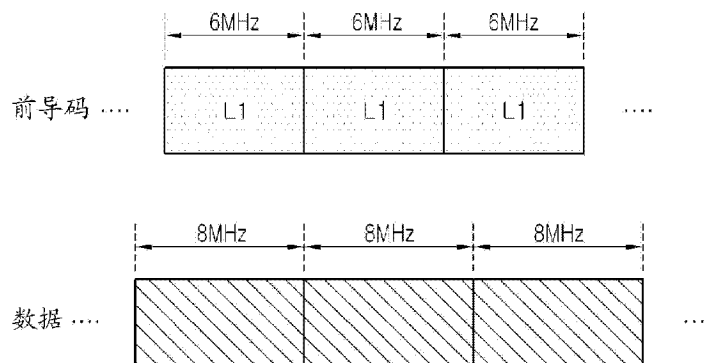


图 52

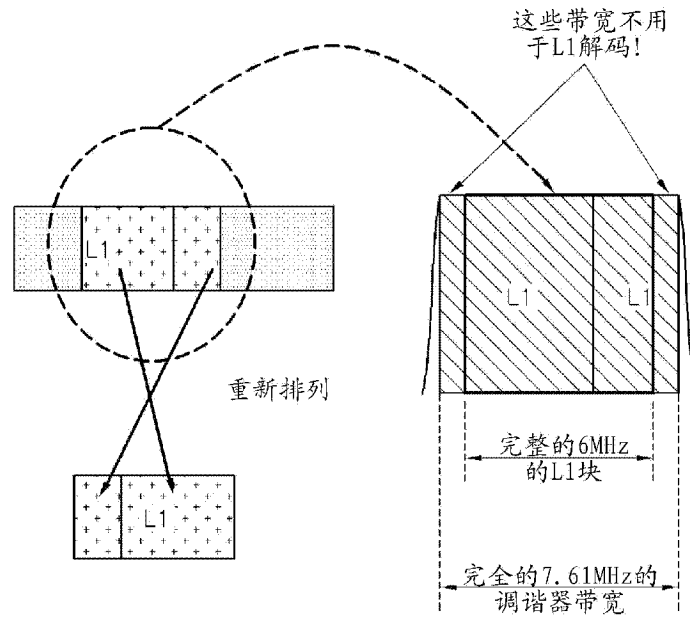


图 53

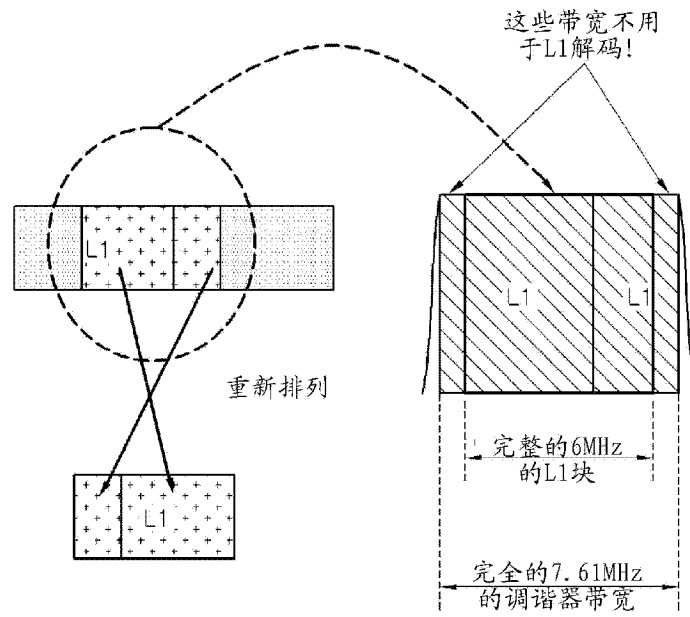


图 54

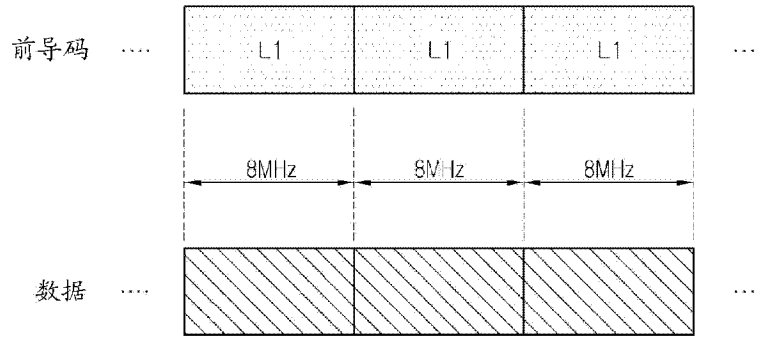


图 55

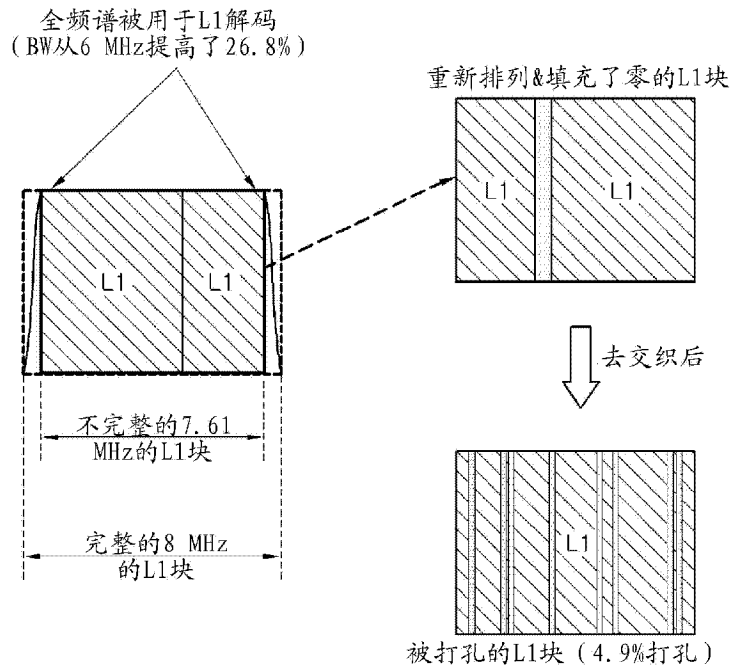


图 56

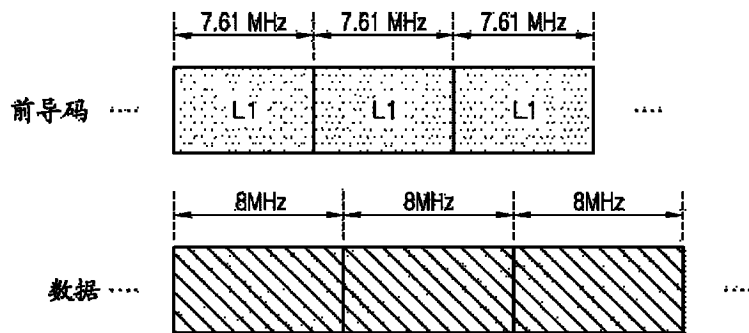


图 57

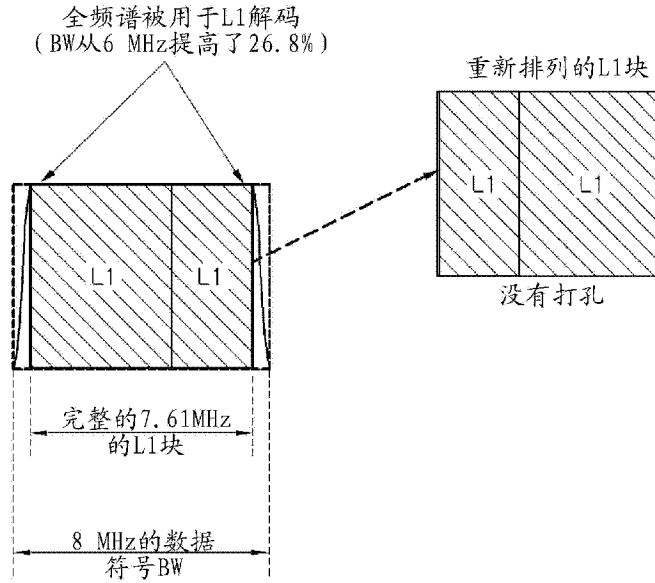


图 58

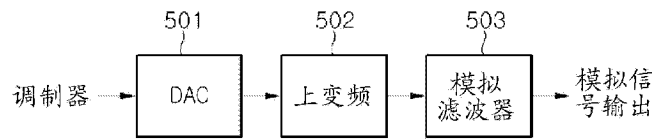


图 59

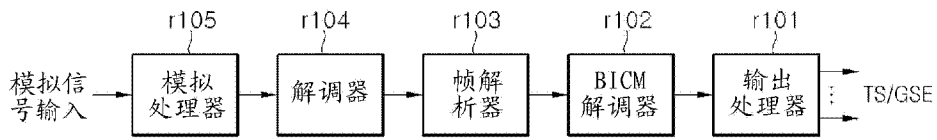


图 60

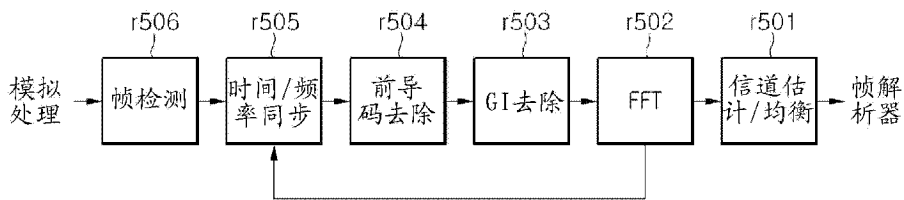


图 61

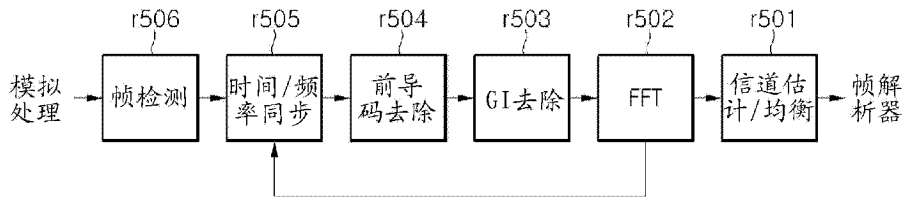


图 62

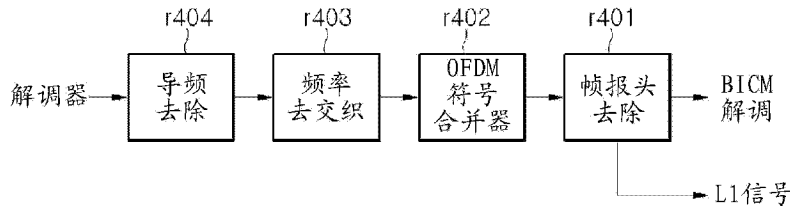


图 63

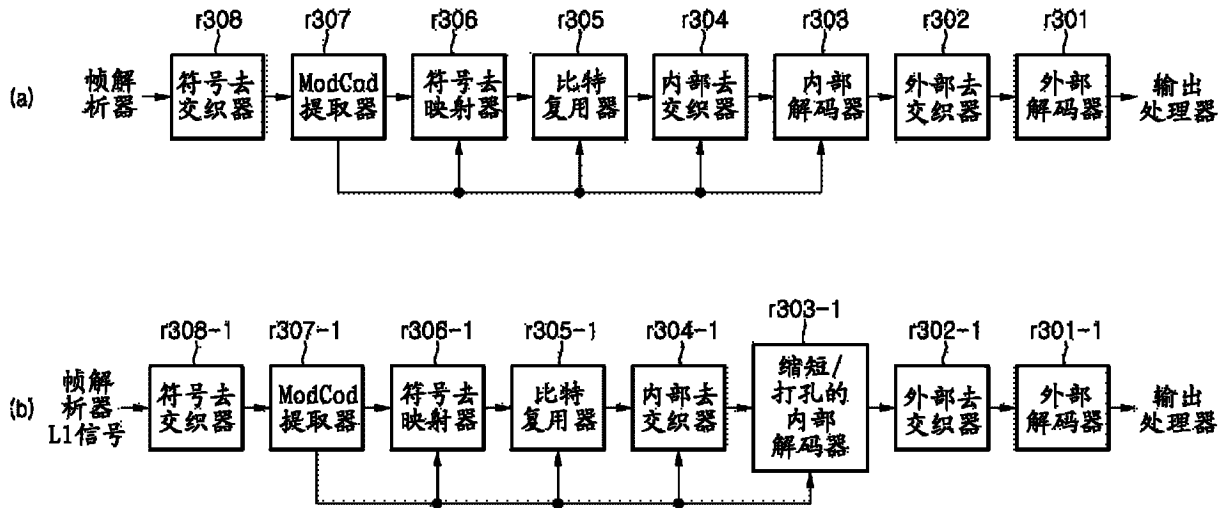


图 64

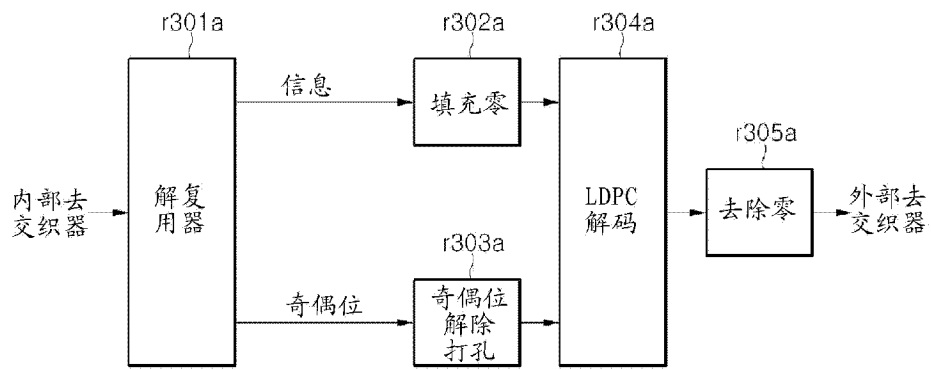


图 65

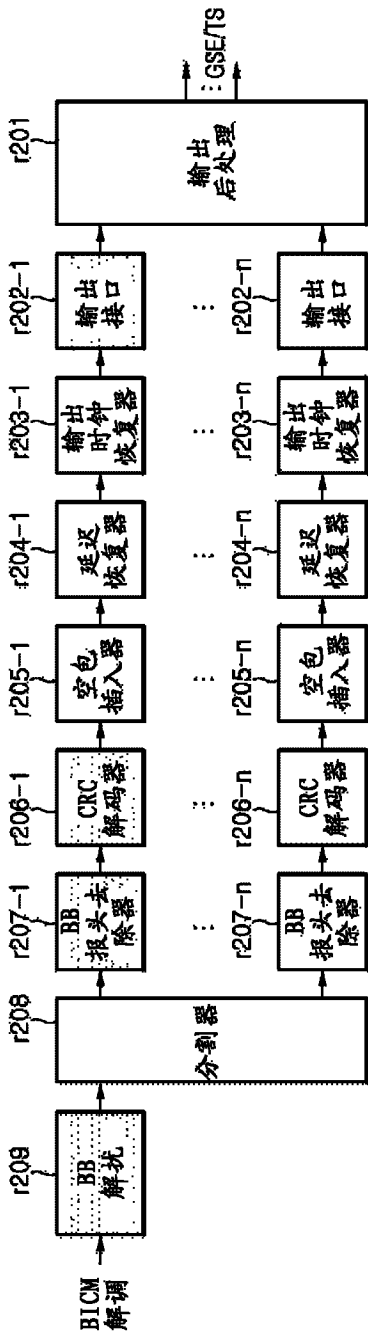


图 66

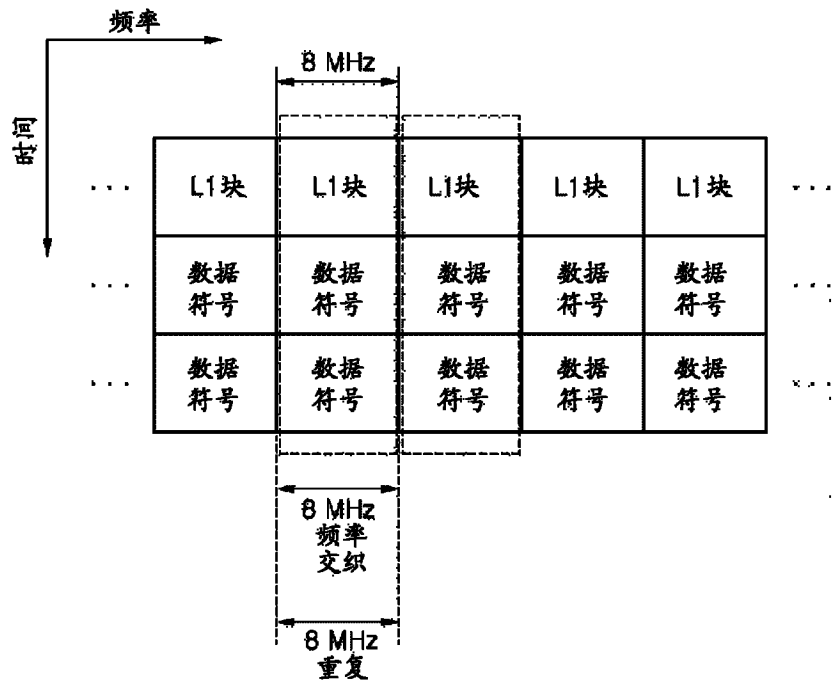


图 67

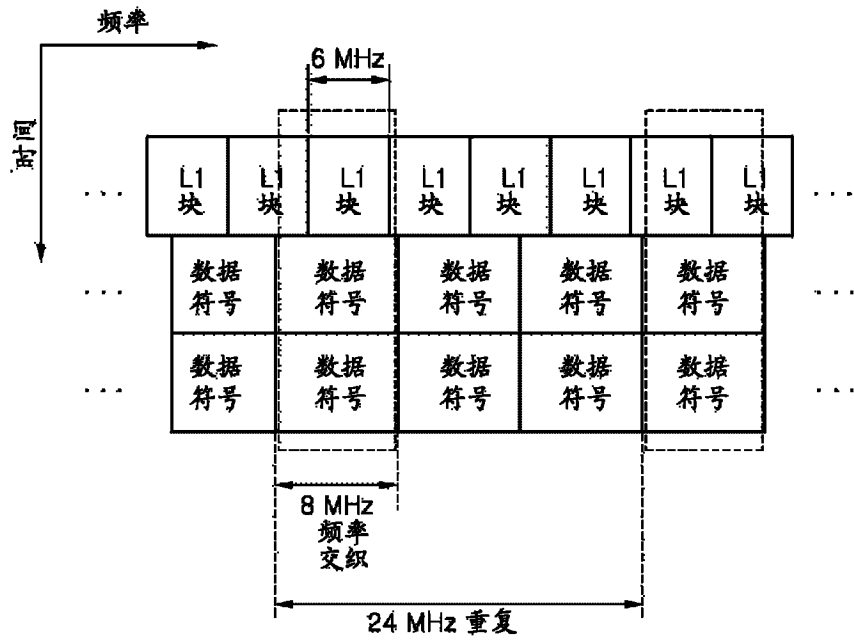


图 68

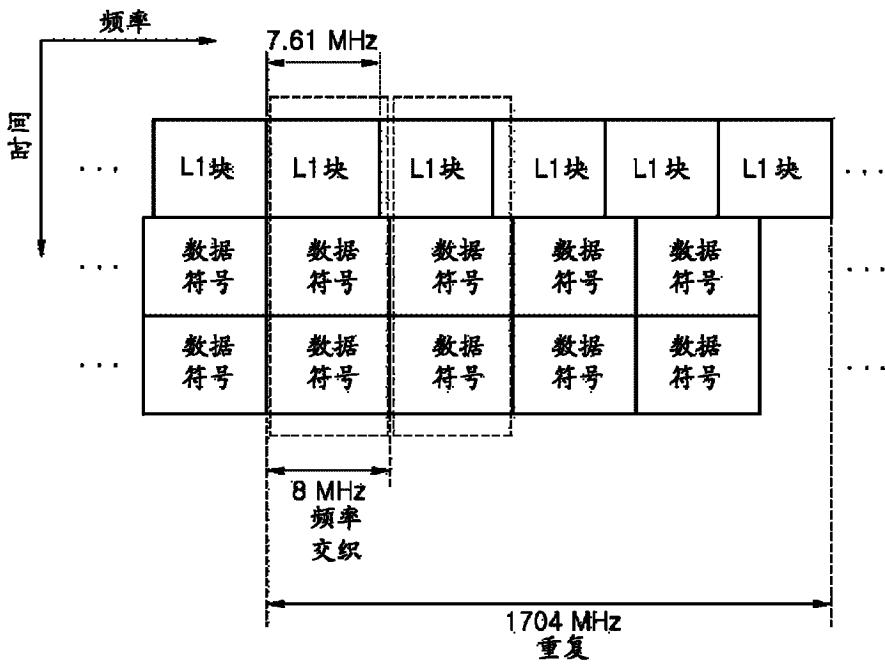


图 69

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
}		
qi	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 70

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 71

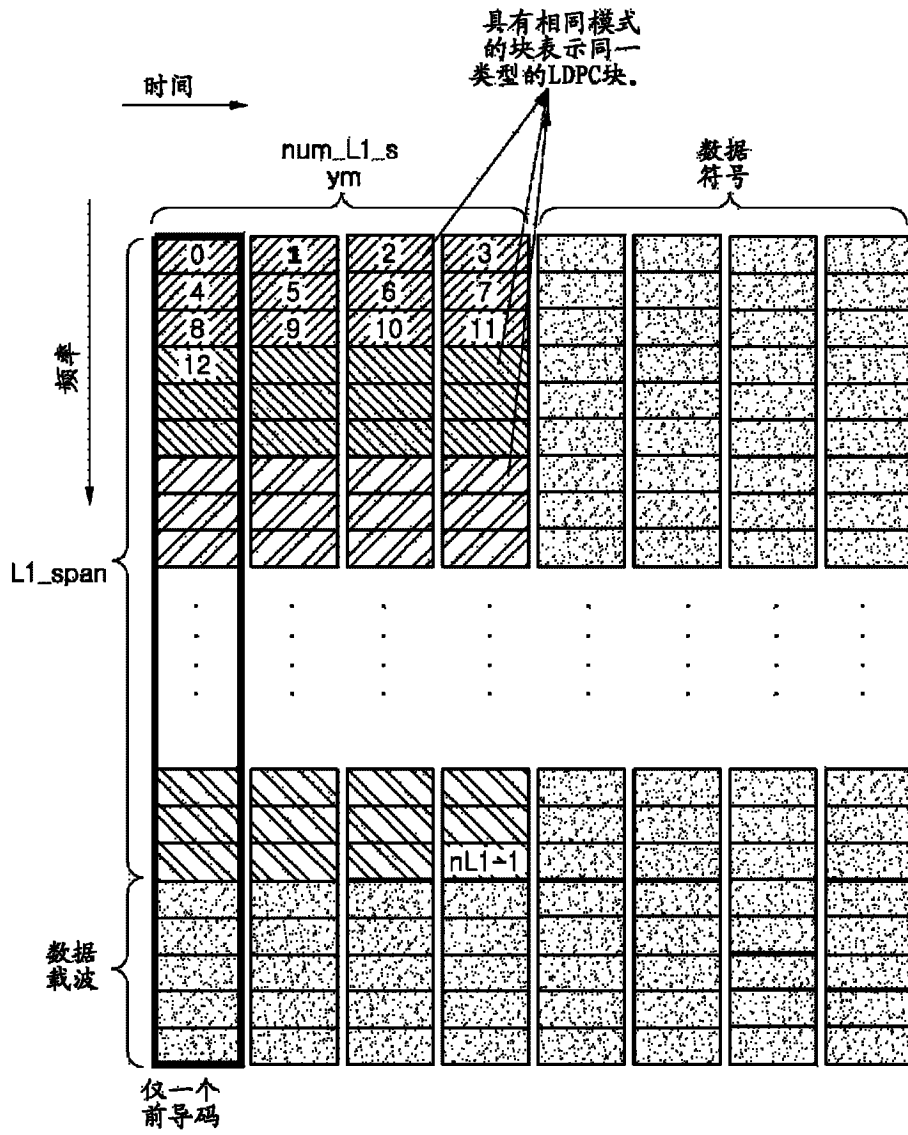


图 72

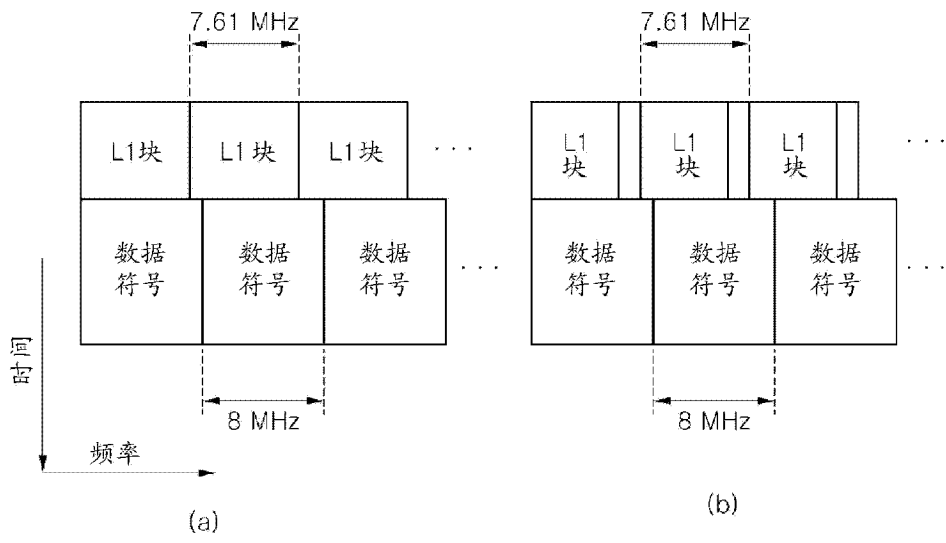


图 73

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_chbon	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 {		
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 74

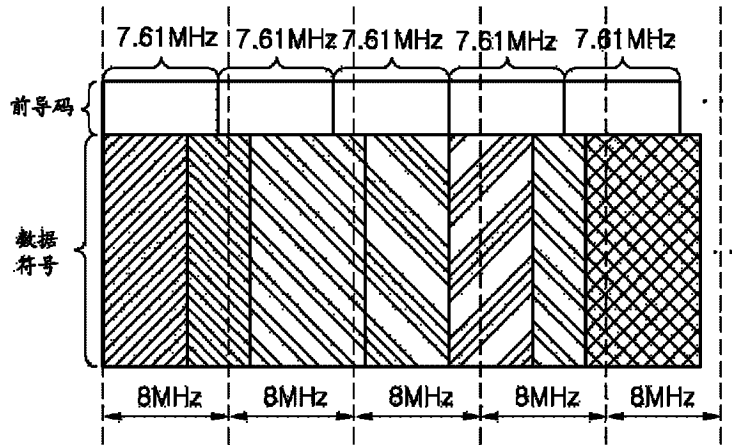


图 75

LDPC 块大小	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 76

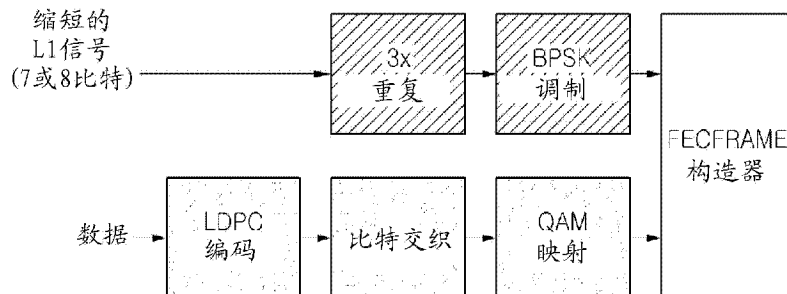


图 77

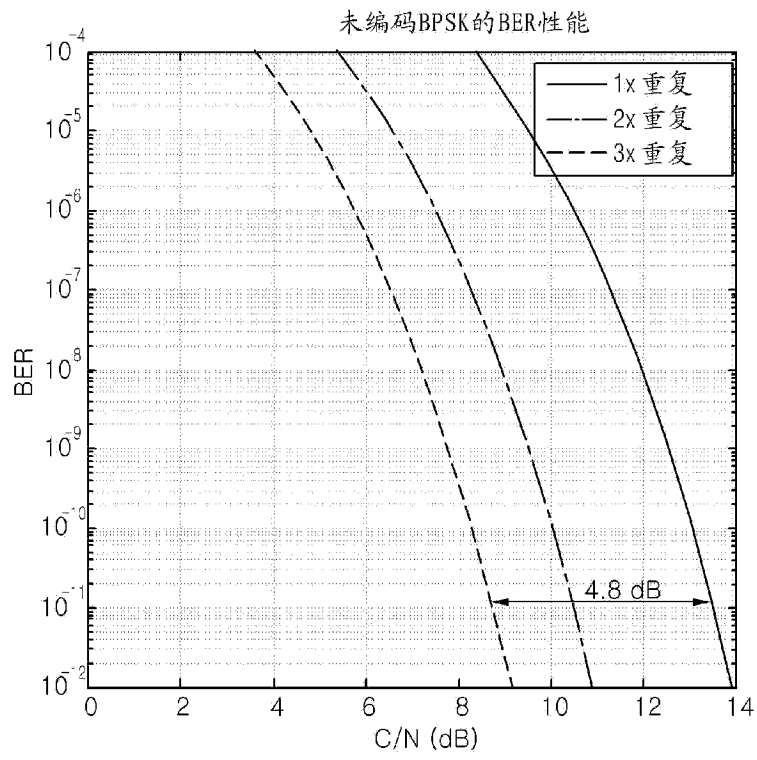


图 78

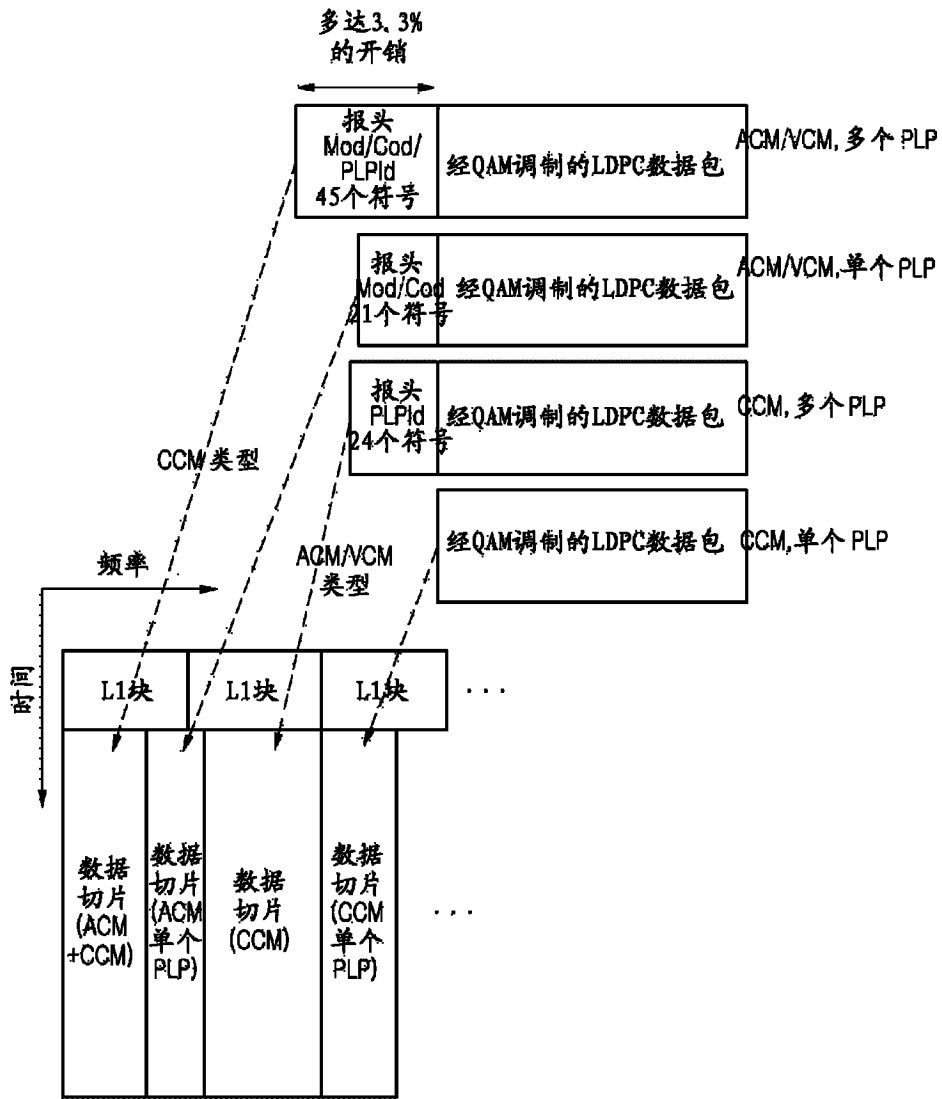


图 79

字段	比特	
L1_size	14	L1块大小 (比特)
num_chbon	3	绑定信道的数量
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	绑定信道索引
dslice_start	9	一个信道 (8 MHz) 内的数据切片的开始
dslice_width	9	数据切片的宽度
dslice_time_intrlv	1	时间交织开/关
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
}		
}		
for notch {		
chbon_index	3	绑定信道索引
notch_start	9	一个信道 (8 MHz) 内的陷波波段的开始
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LDPC块
上发送L1块大小
(固定的最短长度=
192比特)

支持短延迟模式的
时间交织开/关

用于L1信令
开销减少的
数据切片类型

在前导码上
仅针对CCM型发送
Mod/Cod字段

图 80

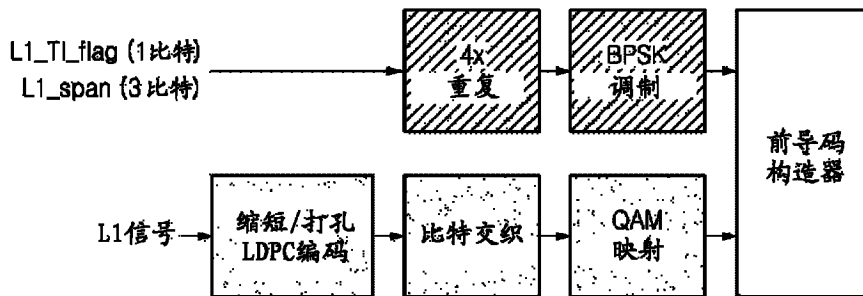


图 81

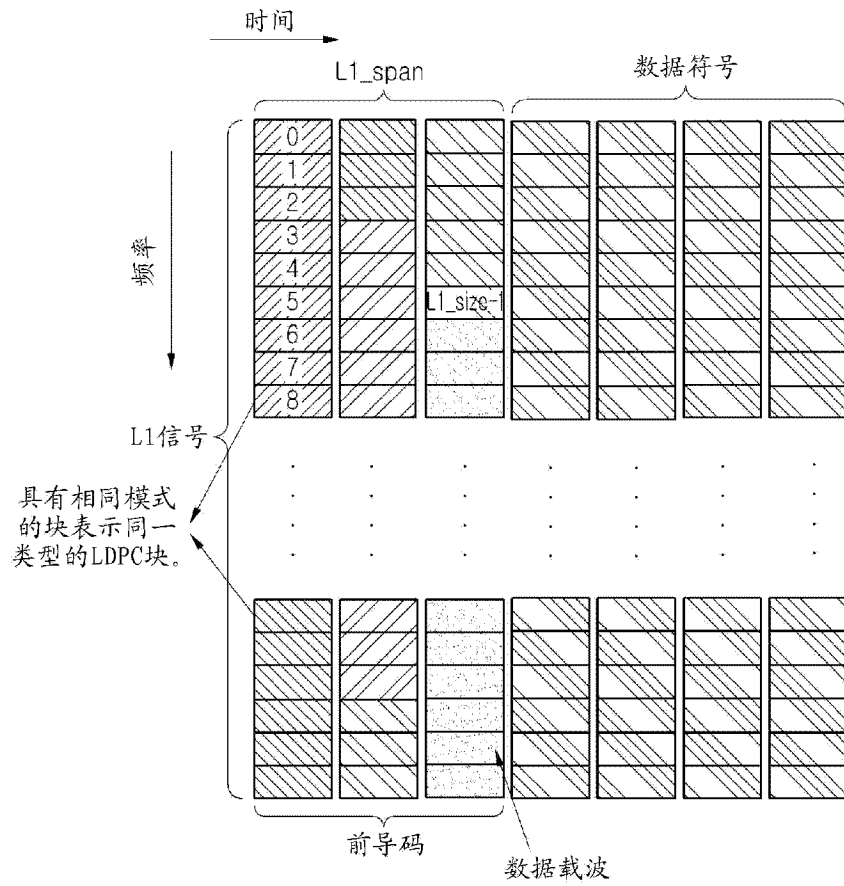


图 82

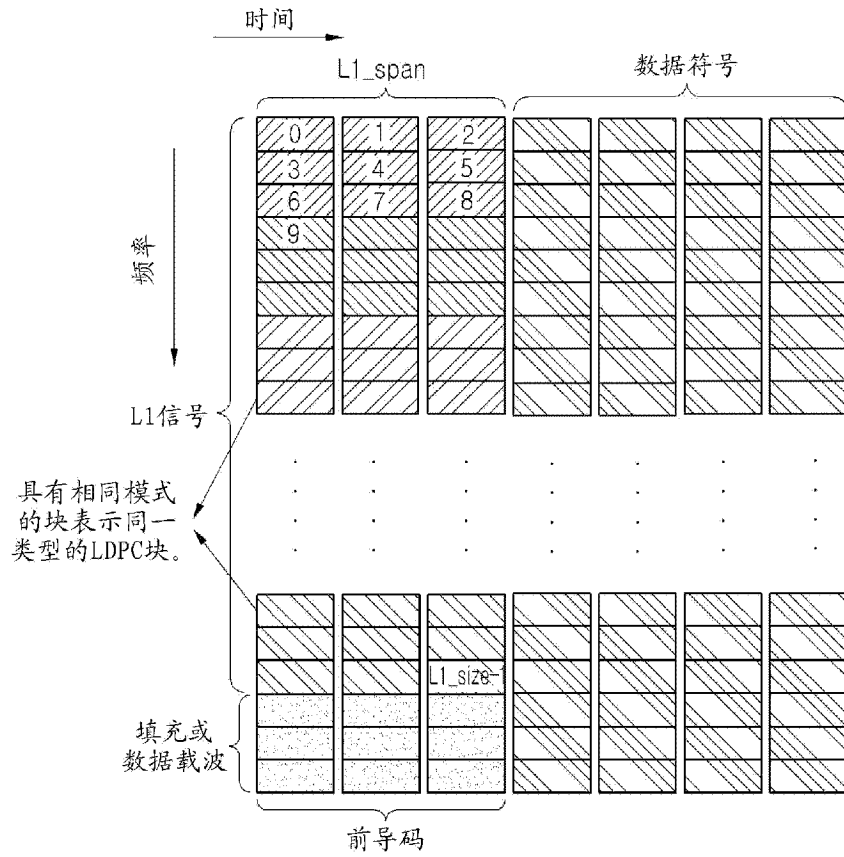


图 83

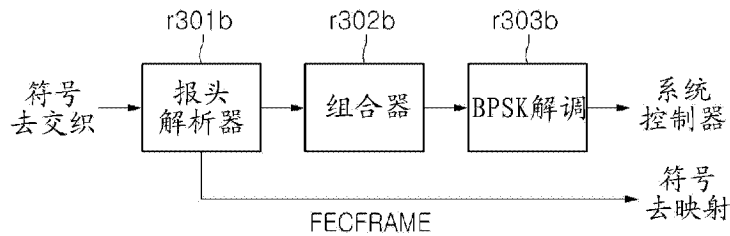


图 84

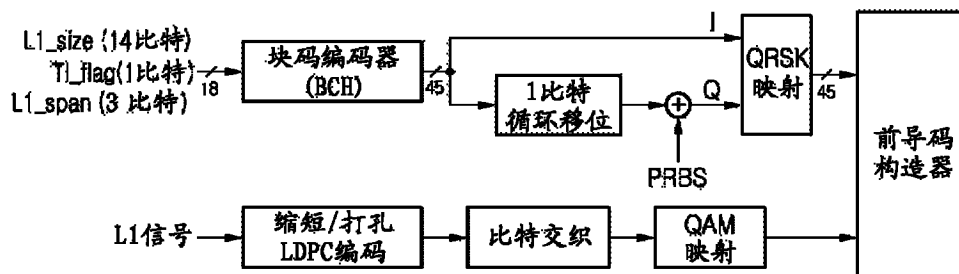


图 85

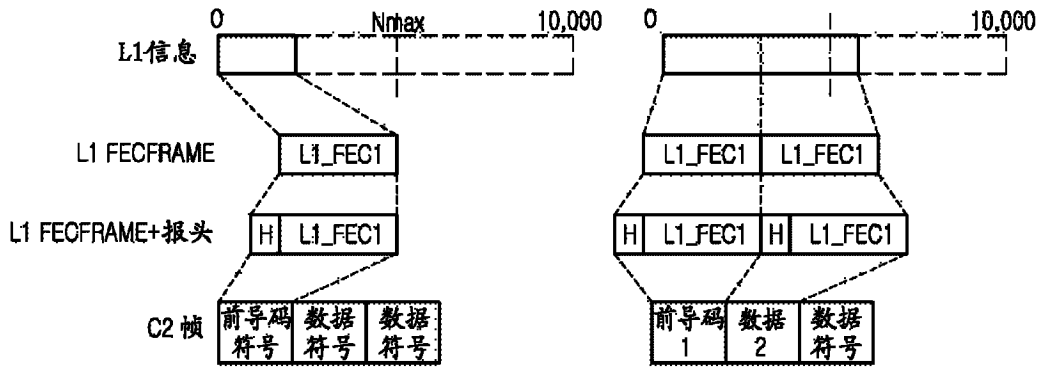


图 86

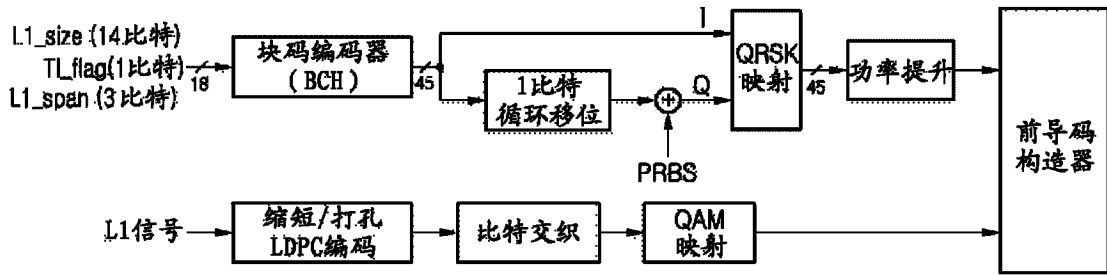


图 87

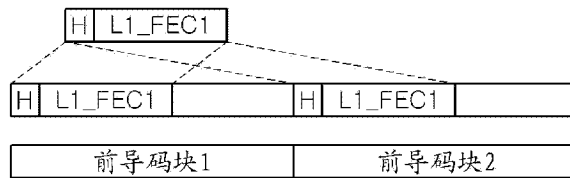


图 88

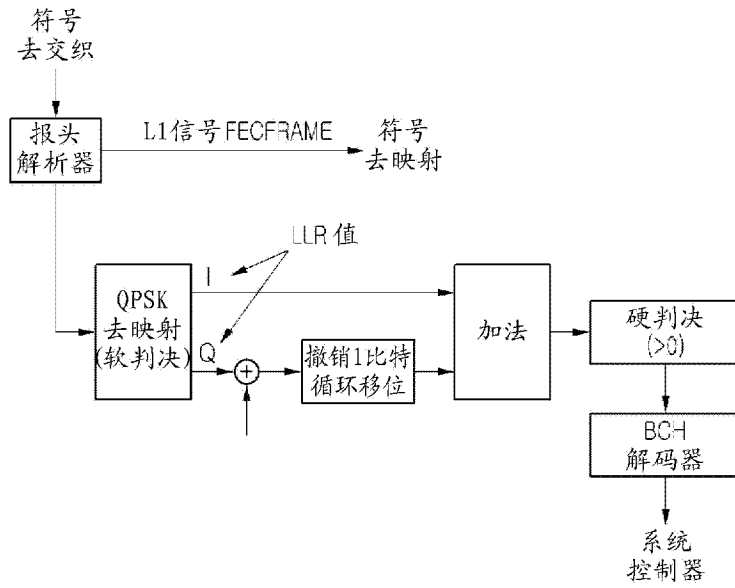


图 89

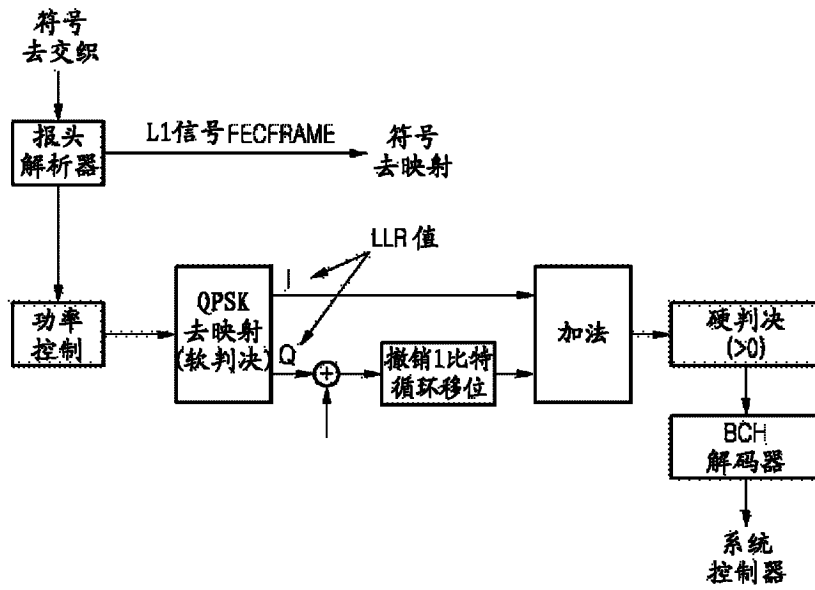


图 90

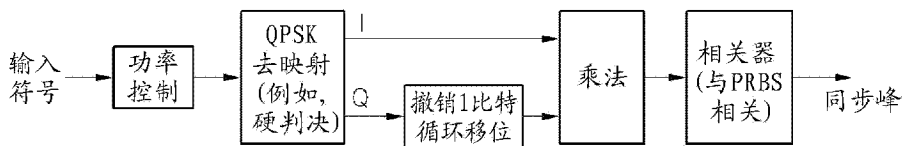


图 91

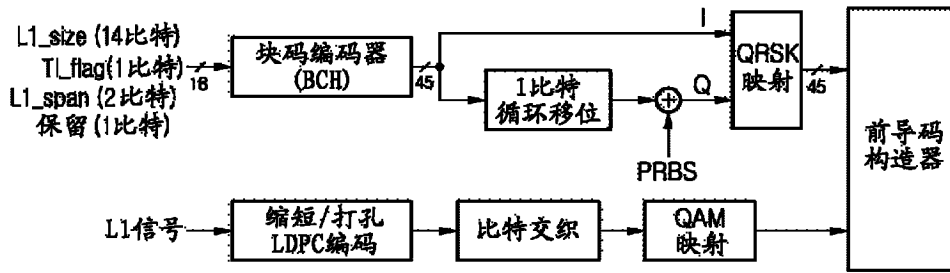


图 92

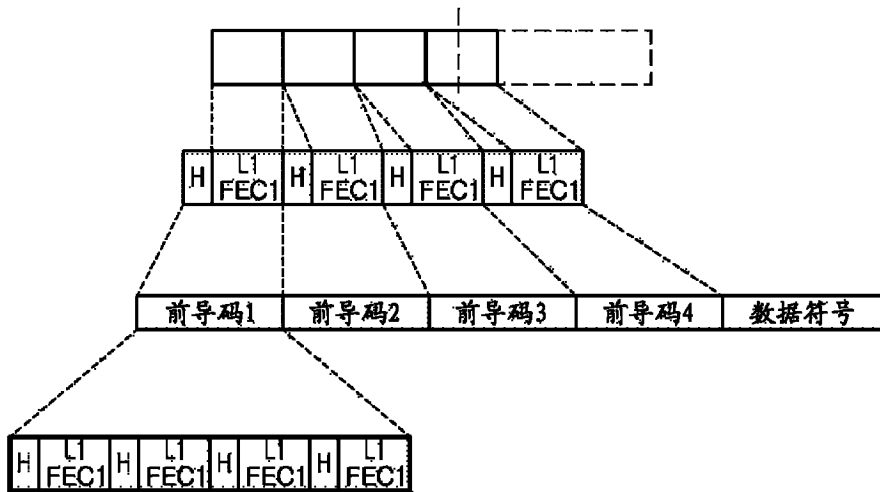


图 93

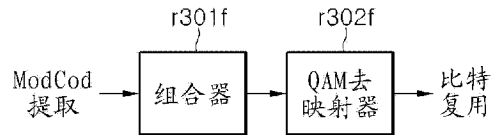


图 94

字段	比特	
L1_size	14	L1块大小 (比特)
num_chbon	3	绑定信道的数量
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	绑定信道索引
dslice_start	9	一个信道 (8 MHz) 内的数据切片的开始
dslice_width	9	数据切片的宽度
dslice_time_intrlv	1	时间交织开/关
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起始地址
}		
}		
for notch {		
chbon_index	3	绑定信道索引
notch_start	9	一个信道 (8 MHz) 内的陷波波段的开始
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各种构造/条件变化

图 95

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 97

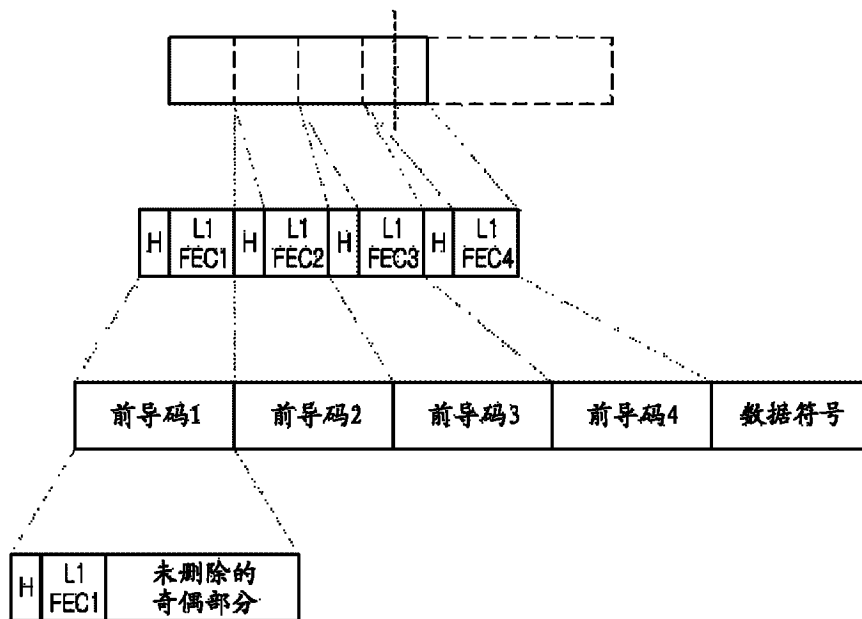


图 98

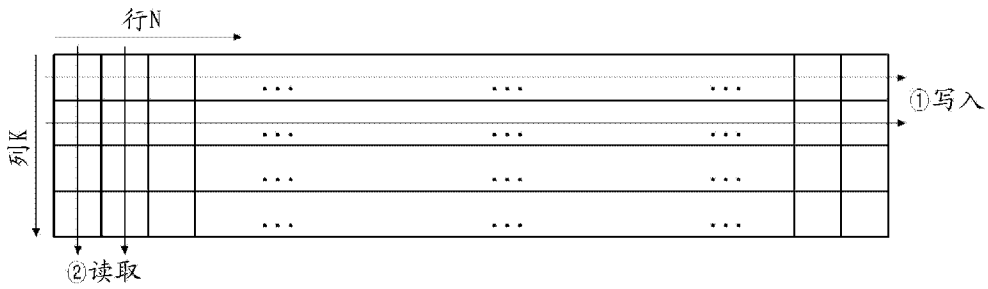


图 99

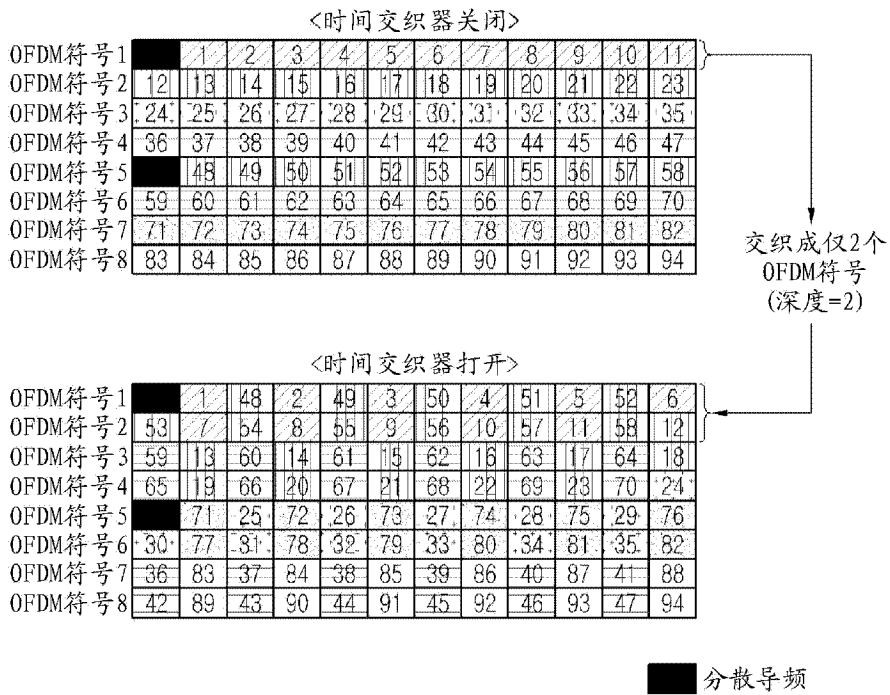


图 100

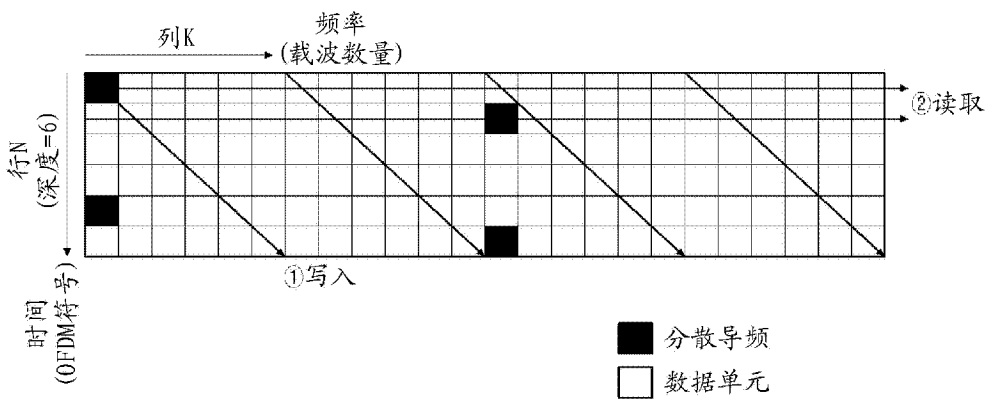


图 101

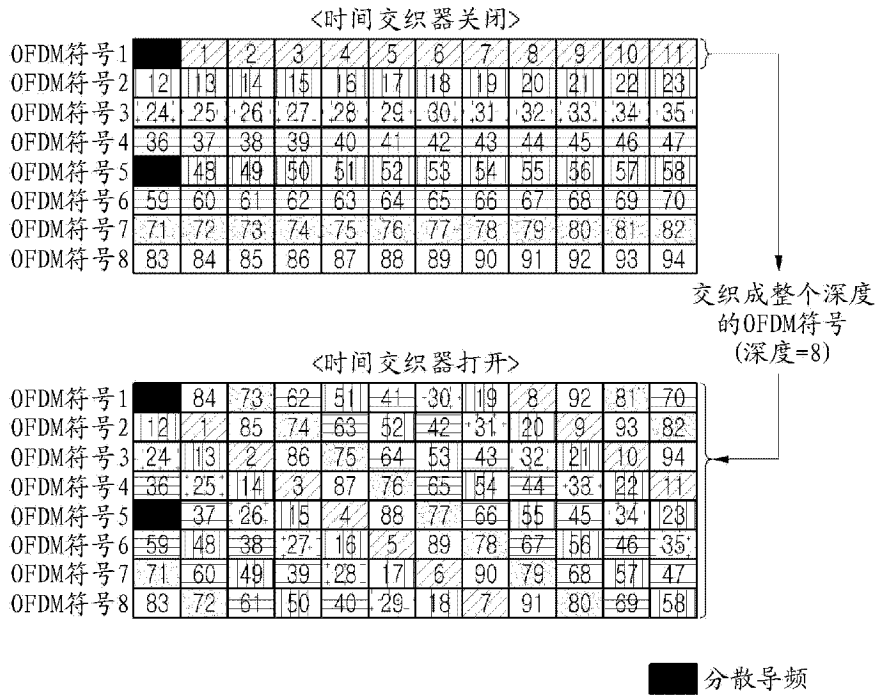


图 102

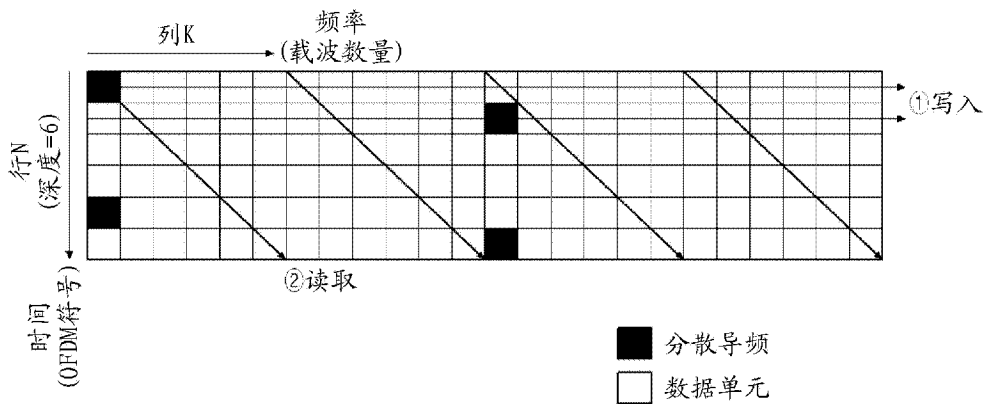


图 103

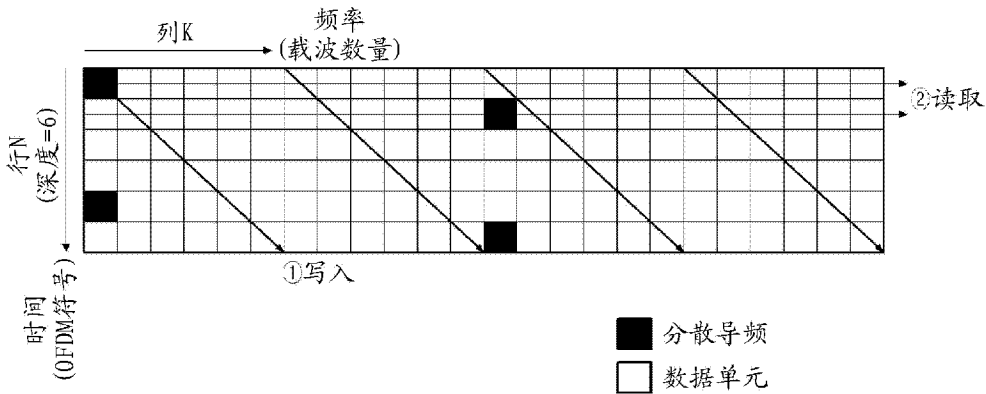


图 104

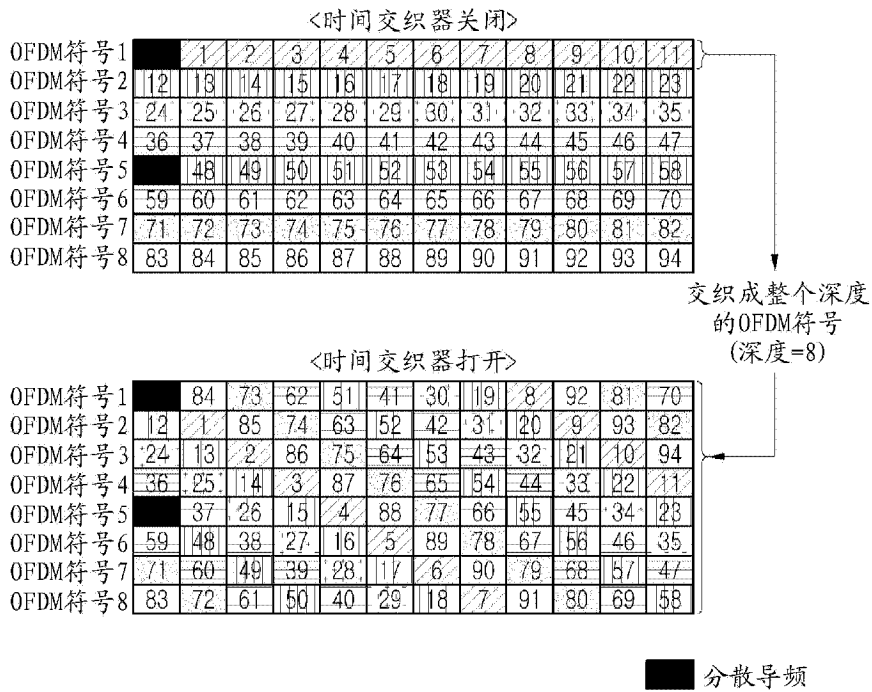


图 105

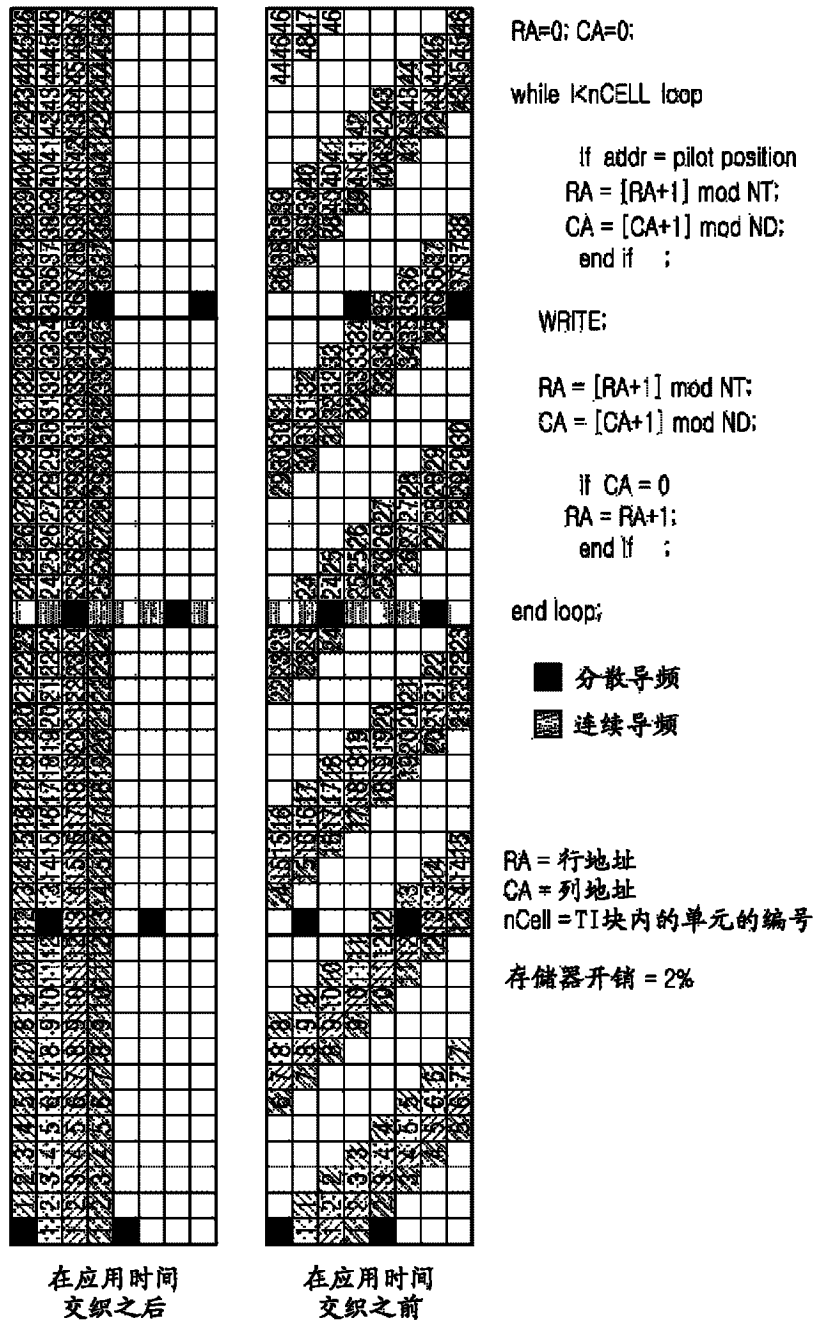


图 106

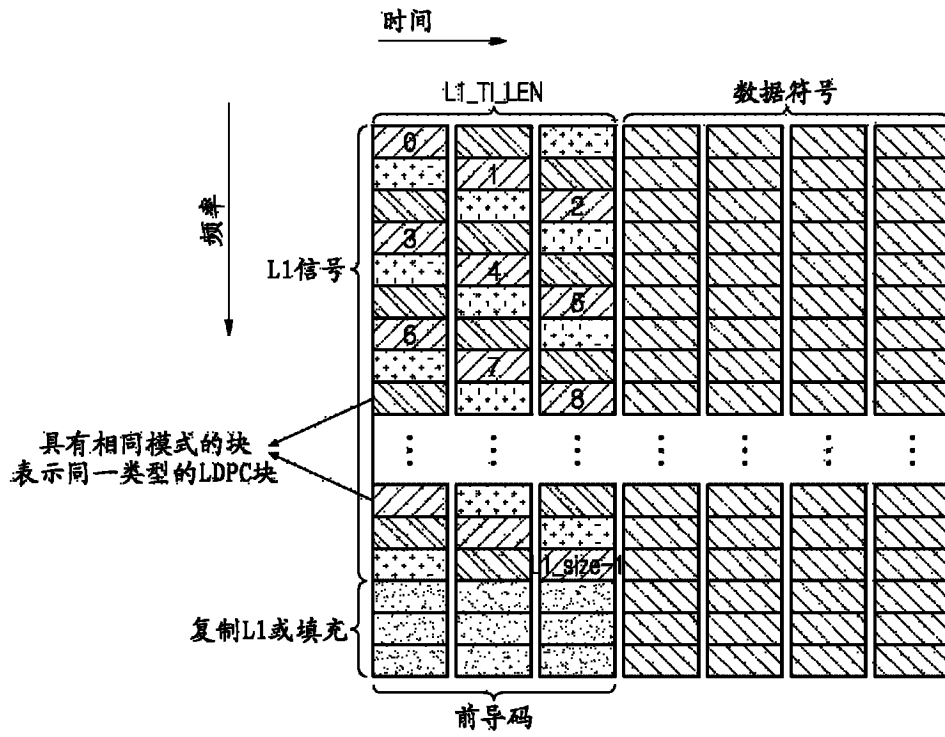


图 107

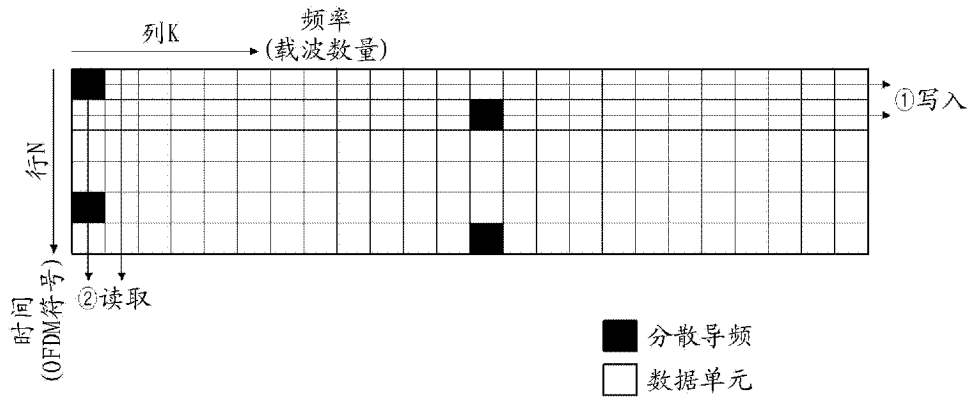


图 108

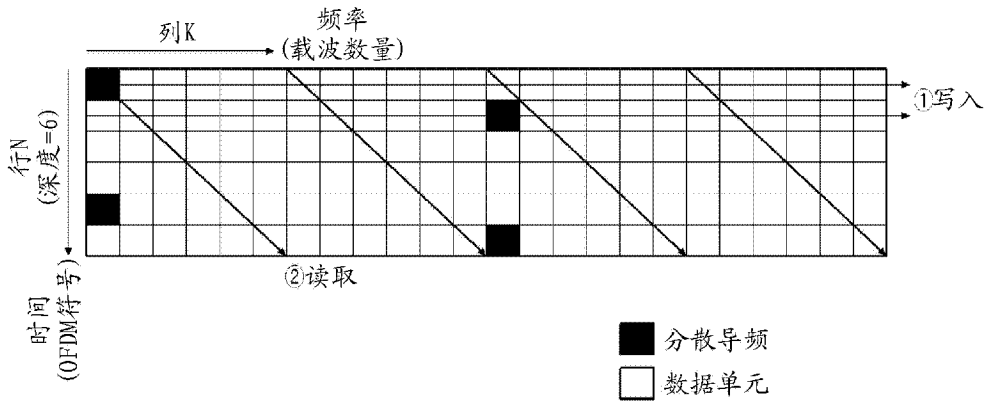


图 109

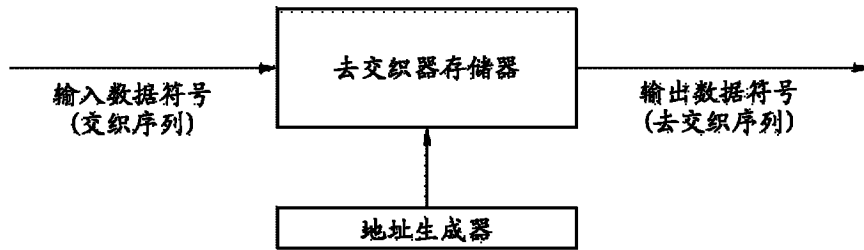


图 110

	$i=0$	$i=12$	$i=23$
$j=0$	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		
	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 111

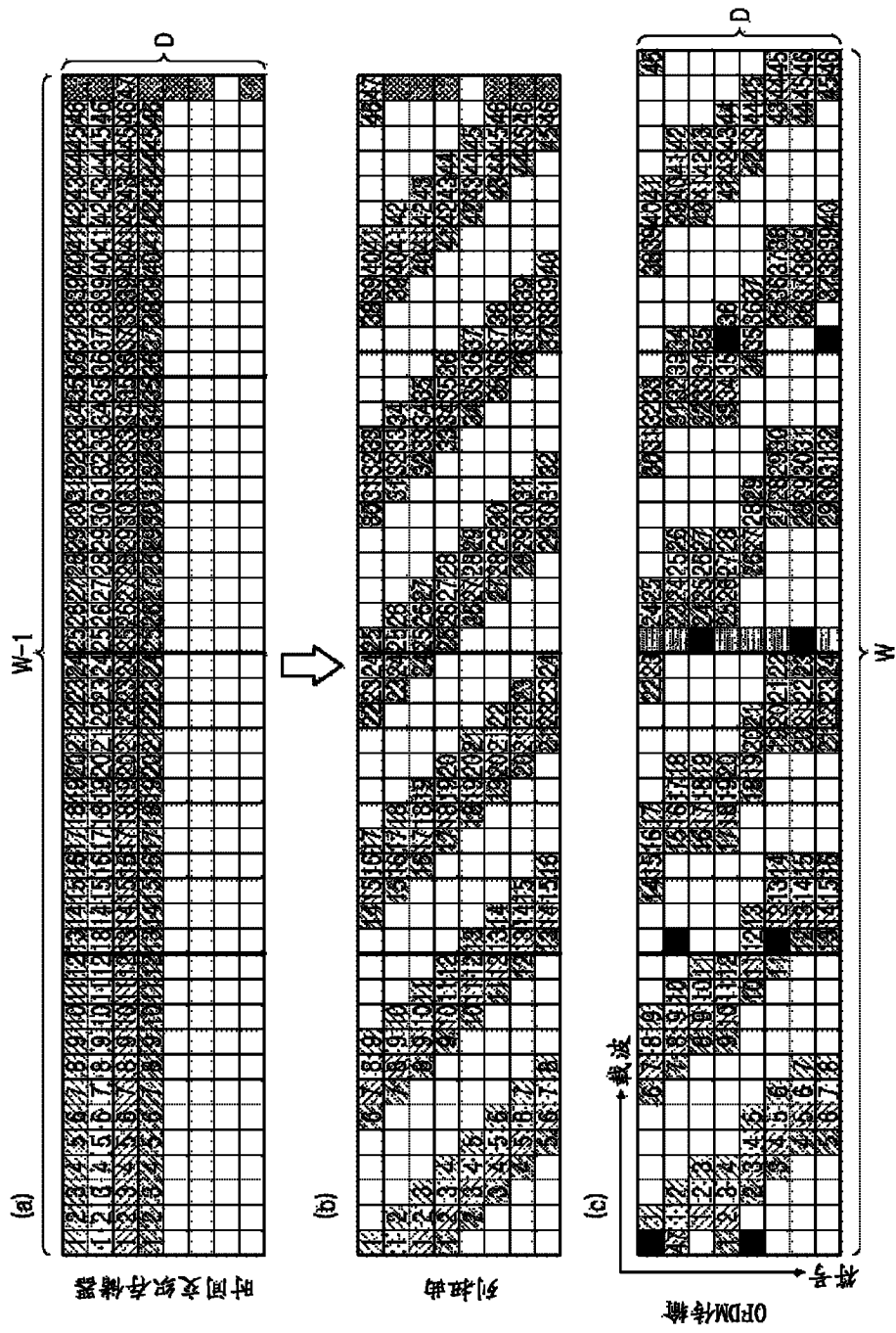


图 112

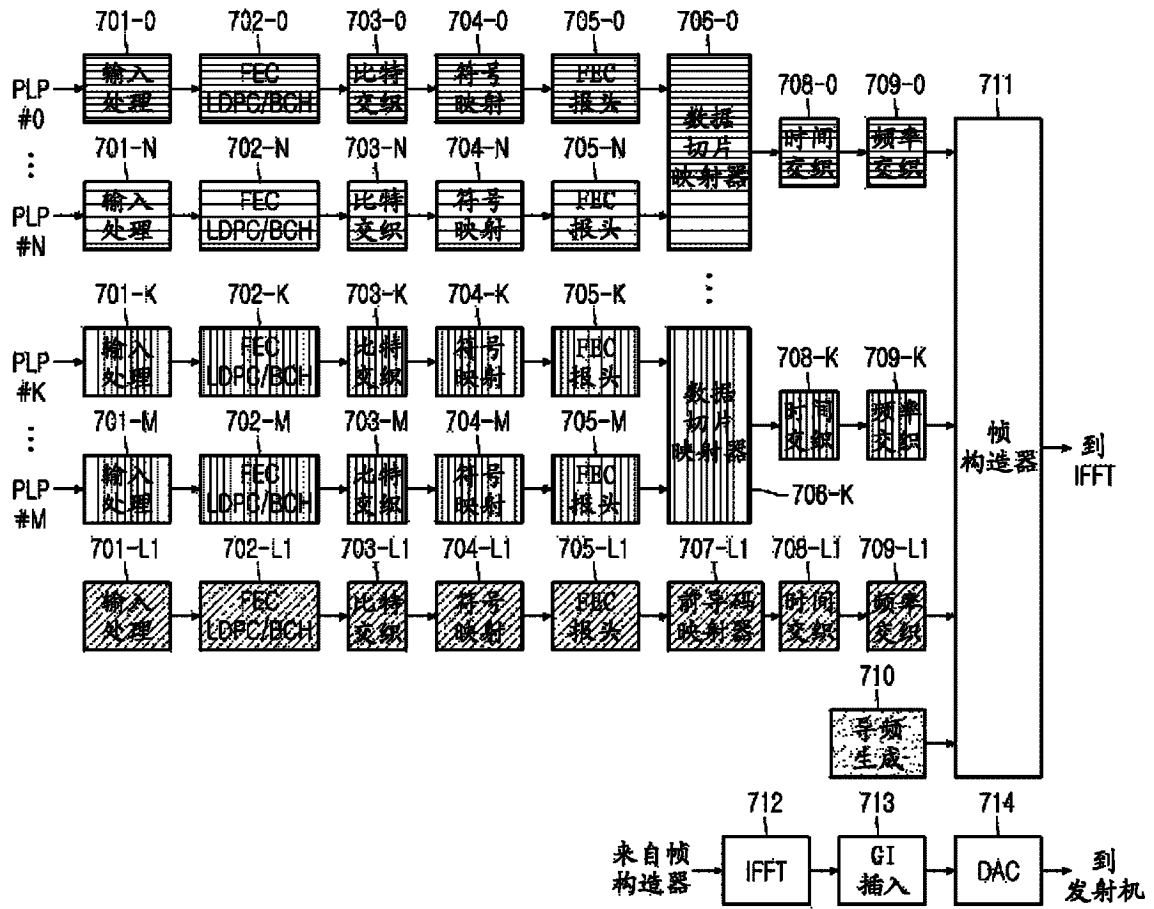


图 113

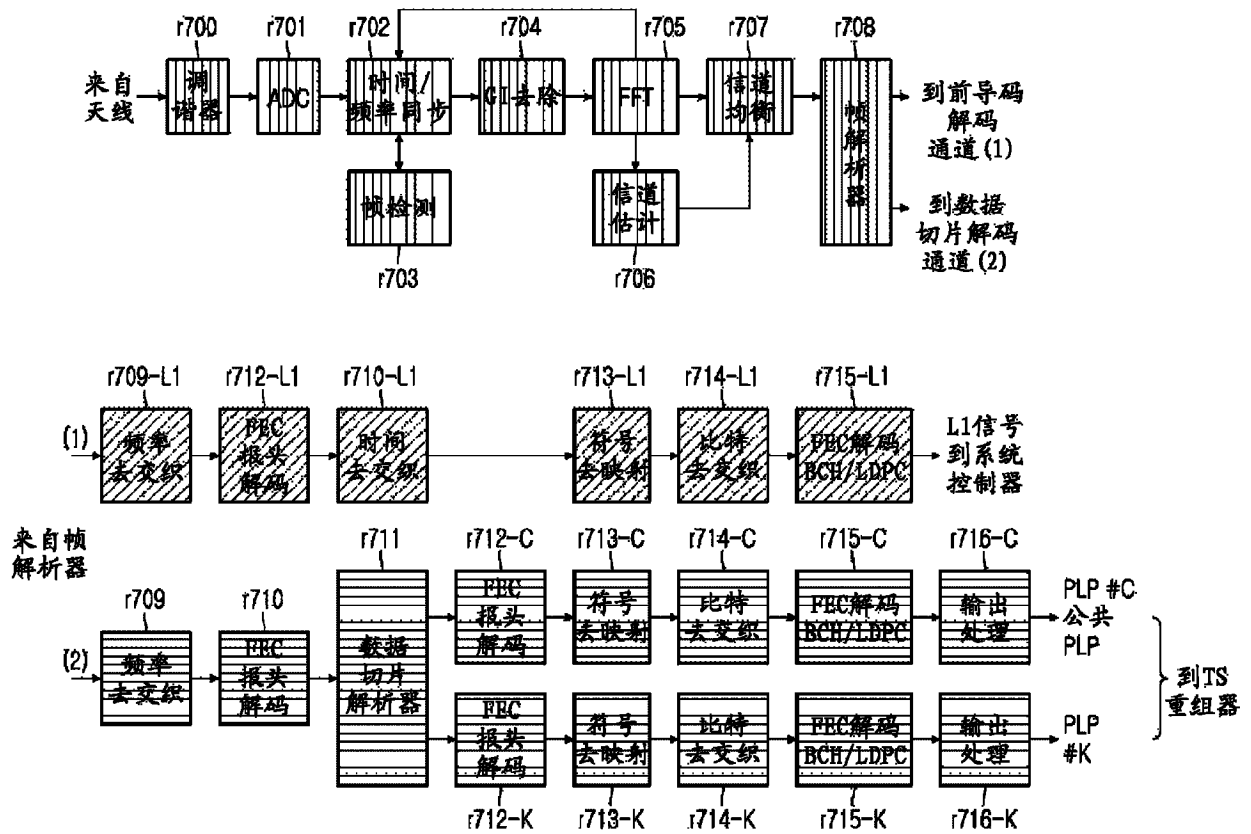


图 114

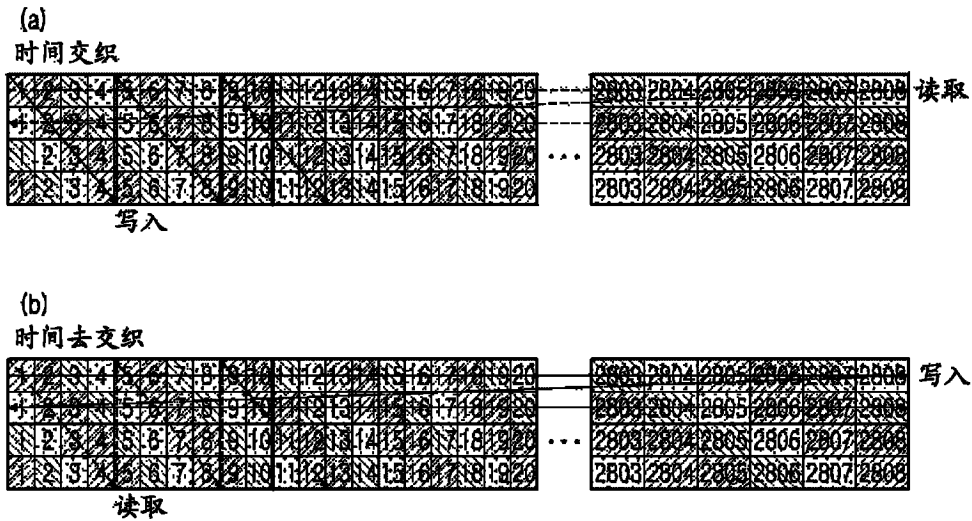


图 115

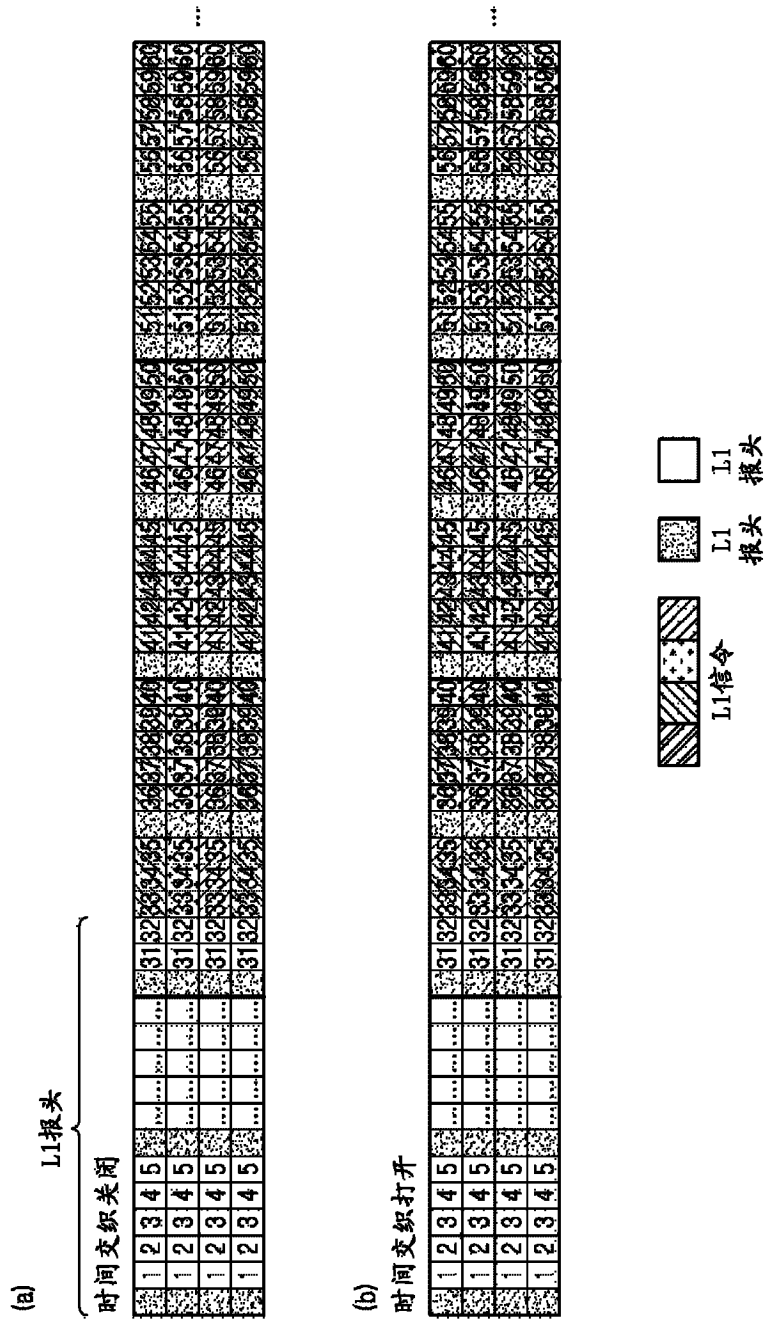


图 116

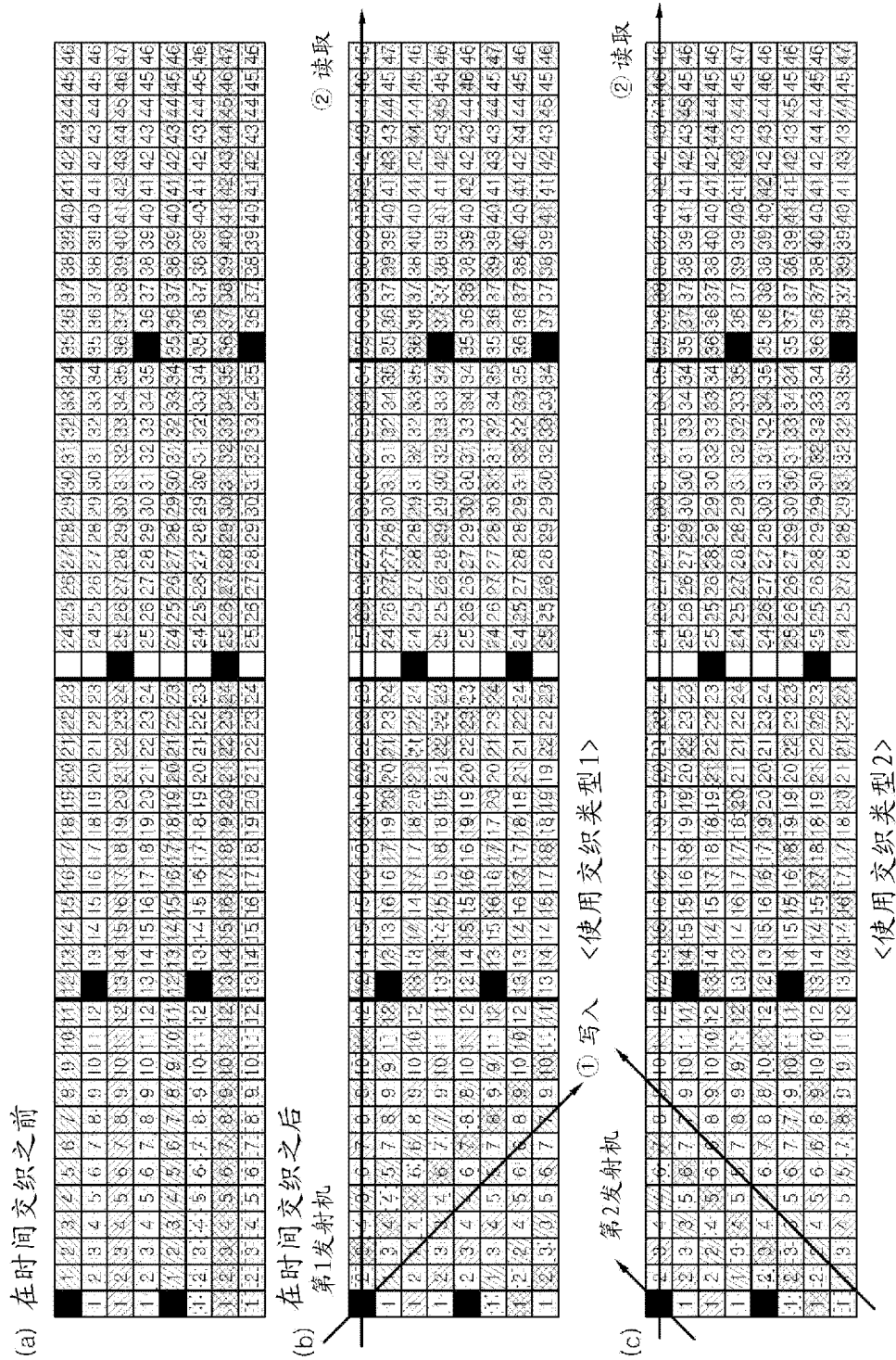


图 117

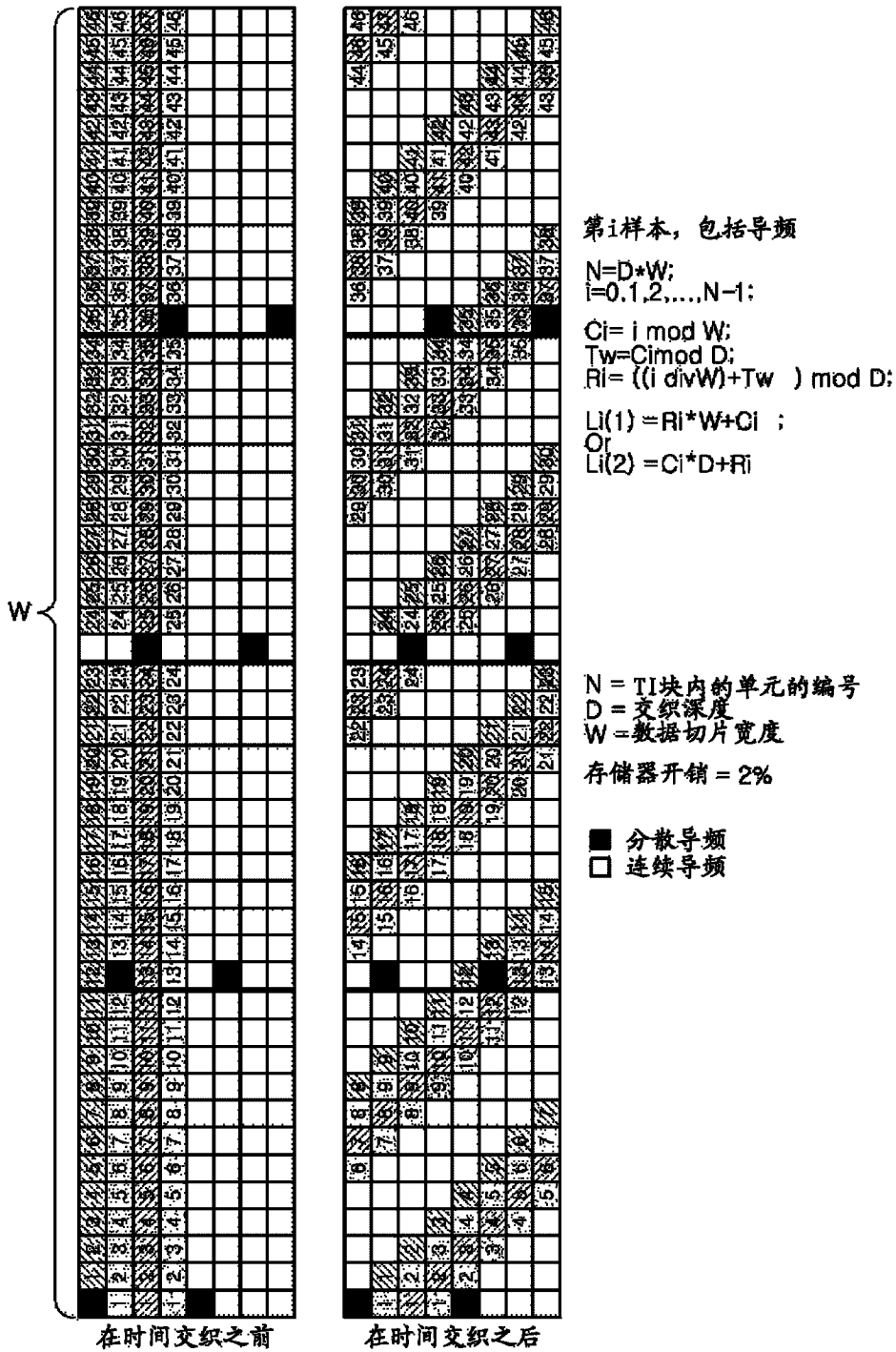


图 118

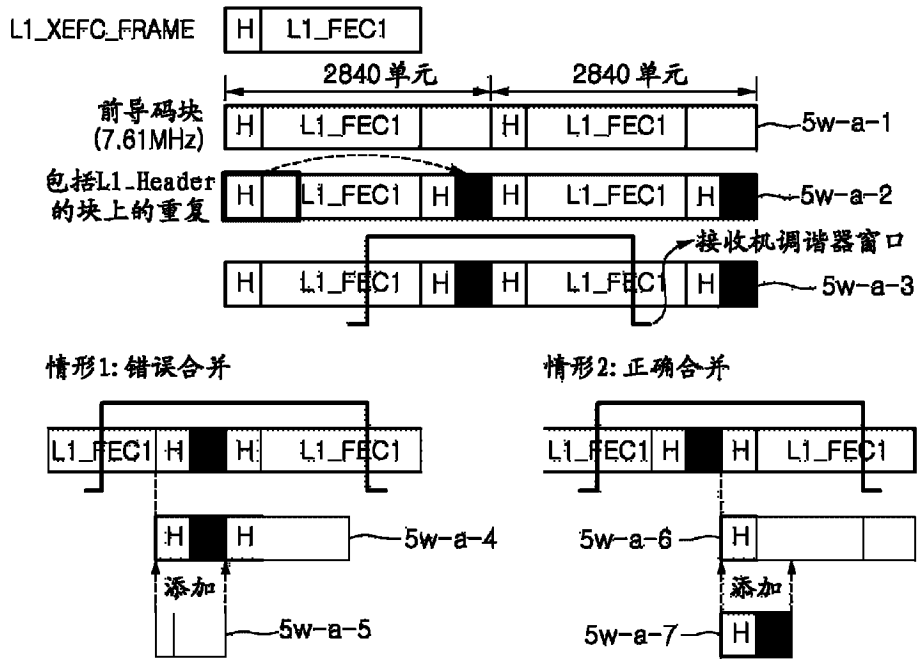


图 119

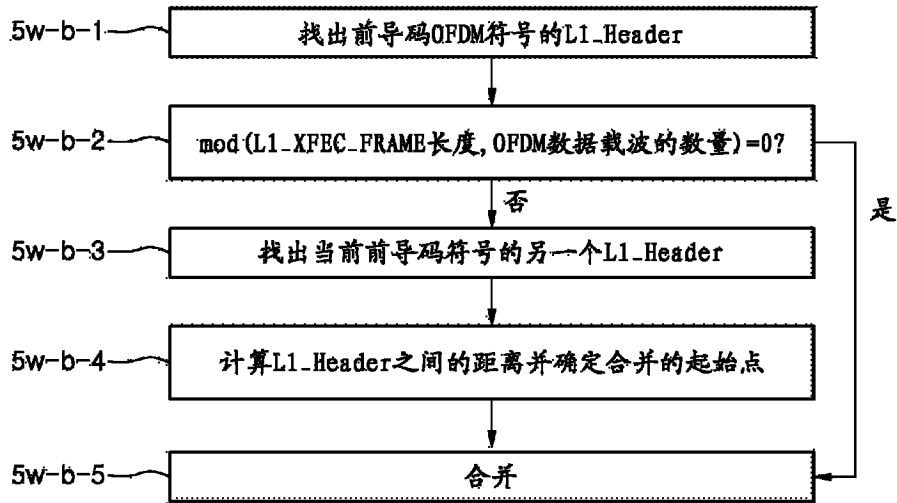


图 120

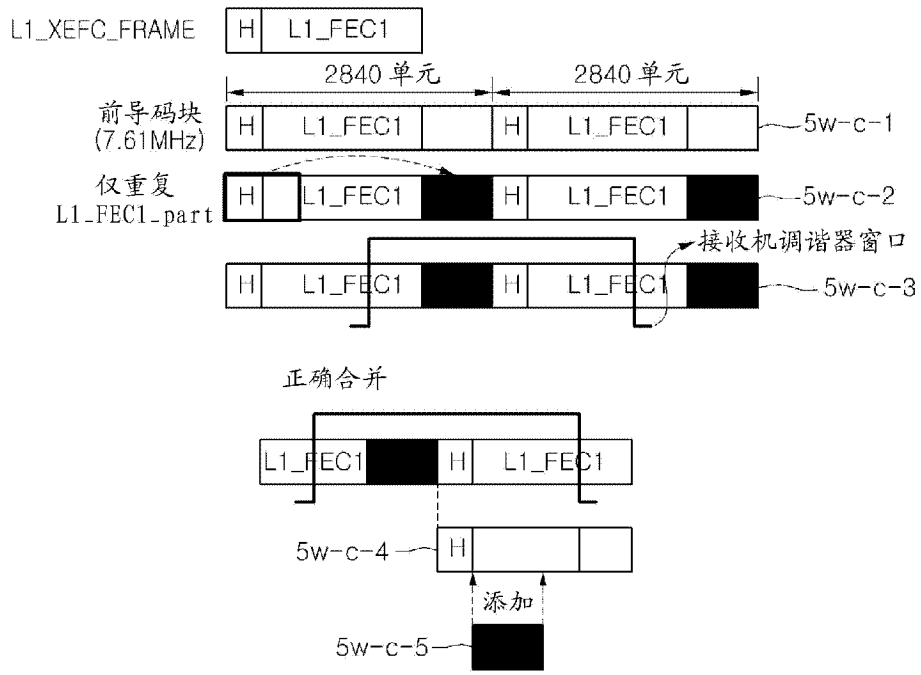


图 121

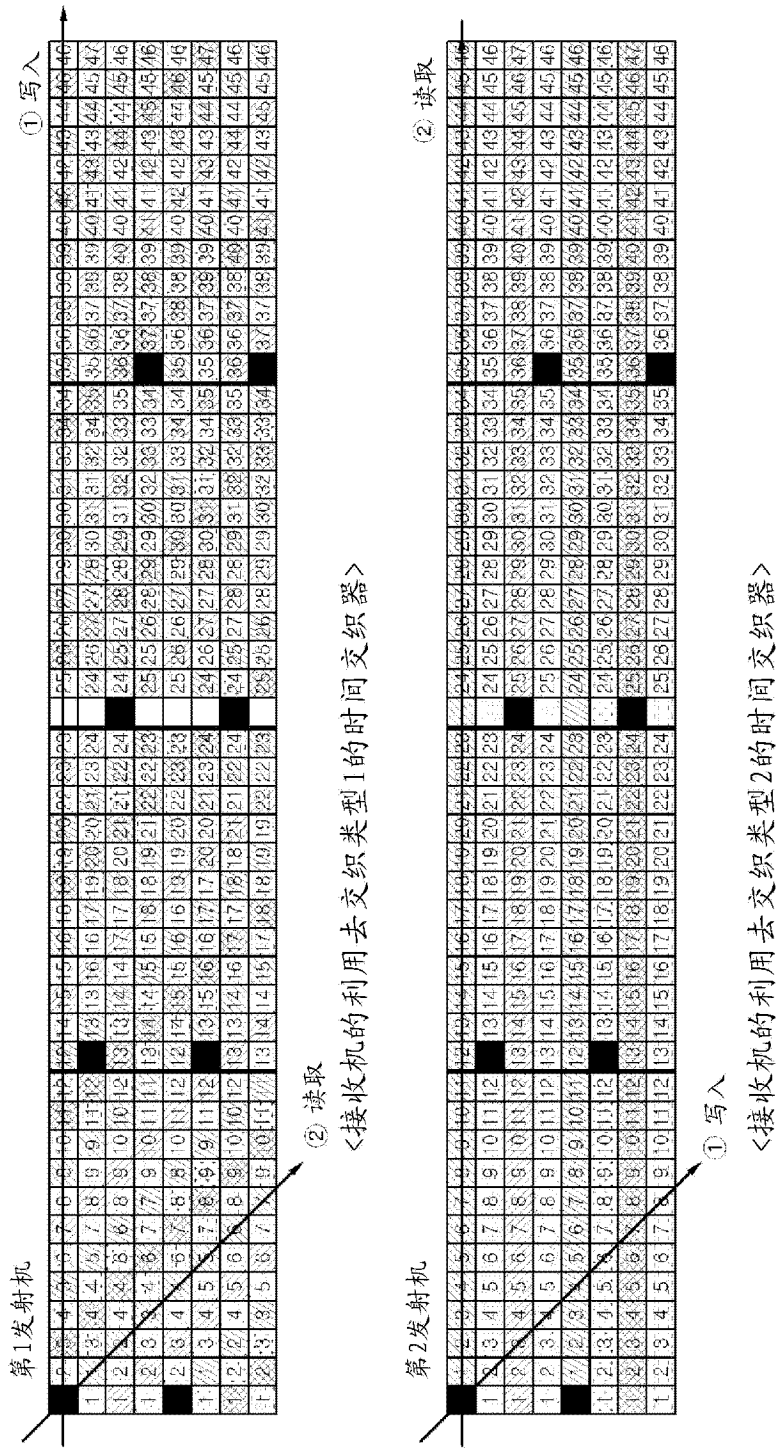


图 122