(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 115280711 A
(43)申请公布日 2022.11.01

(21)申请号 202180020503.3

(22)申请日 2021.02.19

(30)优先权数据
20163435.9 2020.03.16 EP
20165517.2 2020.03.25 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2022.09.09

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2021/054129 2021.02.19

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2021/185526 EN 2021.09.23

(71)申请人 索尼集团公司
地址 日本东京

(72)发明人 托马斯·翰特 达纳·乔基纳

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限责任公司 11240
专利代理师 余刚

(51)Int.Cl.
H04L 5/00(2006.01)

权利要求书4页 说明书32页 附图19页

(54)发明名称

通信设备和方法

(57)摘要

在被配置为彼此通信的通信设备和方法中，连续位流的位被分配给不同大小的资源单元。公开了在实现复杂性和实现的分集两方面都不同的各种选项。此外，提供了将IEEE802.11ax的资源单元的定义视为基线并概述了用于各种大小的资源单元的组合的位分配的操作的示例性实现。

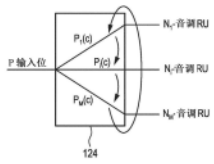

图8

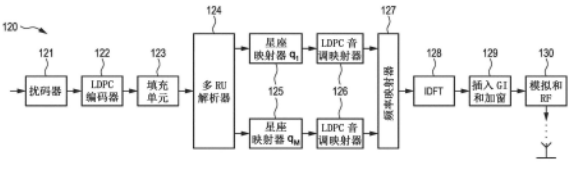

图4

CN 115280711 A

1.一种第一通信设备,被配置为与第二通信设备通信,所述第一通信设备包括电路,所述电路被配置为:

-将要发送到所述第二通信设备的输入位流的数据字编码为编码位流的码字,

-将所述编码位流的位分配给两个或更多个资源单元,所述两个或更多个资源单元被分派给所述第二通信设备并且覆盖信道带宽的不同分段,

其中,所述两个或更多个资源单元中的至少两个资源单元覆盖具有不同音调数的分段,

其中,分配给资源单元的所述编码位流的位数与由所述资源单元覆盖的所述分段的音调数成比例,

其中,要分配给所述两个或更多个资源单元的所述位在具有两个或更多个交替的循环中交替分配给所述两个或更多个资源单元,

其中,对于在一个循环中要分配给所述两个或更多个资源单元的所述位的第一部分,交替分配给两个资源单元的预定数量的连续位的第一比率基于由所述两个资源单元覆盖的分段的音调数和分配给相应资源单元的调制位的调制阶数,并且

其中,对于在一个循环中要分配给所述两个或更多个资源单元的所述位的第二部分,交替分配给两个资源单元的预定数量的连续位的第二比率不同于所述第一比率,

-按资源单元将分配给所述相应资源单元的所述编码位流的位分组映射到星座的符号,以及

-将所述资源单元分派给频域中的所述信道带宽的相应分段。

2.根据权利要求1所述的第一通信设备,

其中,所述第一比率对应于第一乘积与第二乘积的比率的整数部分,所述第一乘积通过将由所述两个或更多个资源单元中的第一资源单元覆盖的所述分段的所述音调数乘以分配给所述第一资源单元的所述调制位的所述调制阶数来形成,并且所述第二乘积通过将由所述两个或更多个资源单元中的第二资源单元覆盖的所述分段的所述音调数乘以分配给所述第二资源单元的所述调制位的所述调制阶数来形成,其中,所述第一乘积等于或大于所述第二乘积。

3.根据权利要求2所述的第一通信设备,

其中,所述第二比率由未根据所述第一比率作为所述位的第一部分和/或作为所述位的第二部分分配给所述两个或更多个资源单元的剩余位形成。

4.根据权利要求3所述的第一通信设备,

其中,所述电路被配置为将所述剩余位分配给所述相应资源单元作为循环的一个或多个交替中的除了预定数量的位之外的附加位和/或作为循环的开始和/或结束时的前分派和/或后分派中的前位和/或后位。

5.根据权利要求1所述的第一通信设备,

其中,所述电路还被配置为在一个循环中将所述编码位流的所述位分配给所述两个或更多个资源单元,使得所有资源单元同时被所述位填充。

6.根据权利要求1所述的第一通信设备,

其中,由所述两个或更多个资源单元的每对资源单元覆盖的分段的音调数的每个比率是整数。

7.根据权利要求1所述的第一通信设备，

其中，由所述两个或更多个资源单元的一对资源单元覆盖的分段的音调数的至少一个比率是非整数，

其中，所述电路还被配置为将未根据所述第一比率作为所述位的第一部分和/或作为所述位的第二部分分配给所述两个或更多个资源单元的剩余位分配为循环的第一交替和/或最后交替中的除了预定数量的位之外的附加位，或者分配为在循环的开始和/或结束时的前分派和/或后分派中的前位和/或后位。

8.根据权利要求4所述的第一通信设备，

其中，所述电路还被配置为在所述前分派和所述后分派中分配相同数量的前位和后位。

9.根据权利要求4所述的第一通信设备，

其中，所述电路还被配置为在循环的第一交替和/或最后交替和/或在循环的一个或多个其他预定交替中分配相同数量的附加位。

10.根据权利要求1所述的第一通信设备，

其中，第一资源单元覆盖具有26个音调的分段，并且第二资源单元覆盖具有52个音调的分段，或者

其中，第一资源单元覆盖具有26个音调的分段，并且第二资源单元覆盖具有106个音调的分段，或者

其中，第一资源单元覆盖具有242个音调的分段，并且第二资源单元覆盖具有484个音调的分段，或者

其中，第一资源单元覆盖具有242个音调的分段，并且第二资源单元覆盖具有996个音调的分段，或者

其中，第一资源单元覆盖具有484个音调的分段，并且第二资源单元覆盖具有996个音调的分段，或者

其中，第一资源单元覆盖具有242个音调的分段，第二资源单元覆盖具有996个音调的分段，并且第三资源单元覆盖具有484个音调的分段。

11.根据权利要求1所述的第一通信设备，

其中，所述电路还被配置为生成用于发送到所述第二通信设备的信令信息，所述信令信息指示：

-哪些资源单元被分派给所述第二通信设备；和/或

-所述信道带宽的大小和/或分段由所述资源单元覆盖；和/或

-如何将所述编码位流的所述位分配给所述两个或更多个资源单元。

12.根据权利要求1所述的第一通信设备，

其中，所述电路还被配置为在将所述位分配给所述两个或更多个资源单元之前将所述位添加到所述编码位流，以实现预定长度的所述编码位流。

13.根据权利要求1所述的第一通信设备，

其中，所述电路还被配置为在由相应分段覆盖的所述分段的音调上按资源单元交织所述符号，或者在由所述两个或更多个资源单元覆盖的所述分段的所述音调上跨所述两个或更多个资源单元交织所述符号。

14.根据权利要求1所述的第一通信设备，

其中，所述预定数量的连续位是被分组映射到所述星座的符号的每组位的位数的整数倍，或者被分组映射到所述星座的符号的每组位的所述位数的一半。

15.根据权利要求1所述的第一通信设备，

其中，所述电路还被配置为在完成交替之后的循环期间的任何时间进行后分派和/或最后交替。

16.一种第二通信设备，被配置为与第一通信设备通信，所述第二通信设备包括电路，所述电路被配置为：

-从频域中的接收信号提取信道带宽的不同分段的音调，所述信道带宽由被分派给所述第二通信设备的两个或更多个资源单元覆盖，其中，所述两个或更多个资源单元中的至少两个资源单元覆盖具有不同音调数的分段，

-按资源单元从星座的符号分组解映射分配给相应资源单元的编码位流的位，

-从所述两个或更多个资源单元检索所述编码位流的所述位，

其中，分配给资源单元所述编码位流的位数对应于由所述资源单元覆盖的所述分段的音调数，

其中，在一个循环中分配给所述两个或更多个资源单元的位以两个或更多个交替从所述两个或更多个资源单元中交替检索，

其中，对于在一个循环中分配给所述两个或更多个资源单元的所述位的第一部分，从两个资源单元交替检索的预定数量的连续位的第一比率基于由所述两个资源单元覆盖的分段的音调数和分配给相应资源单元的调制位的调制阶数，并且

其中，对于在一个循环中分配给所述两个或更多个资源单元的所述位的第二部分，从两个资源单元交替检索的预定数量的连续位的第二比率不同于所述第一比率，

-将所述编码位流的码字解码为输出位流的数据字。

17.根据权利要求16所述的第二通信设备，

其中，所述电路还被配置为根据从所述第一通信设备接收的信令信息来确定哪些资源单元被分派给所述第二通信设备。

18.一种第一通信方法，被配置为与第二通信设备通信，所述第一通信方法包括：

-将要发送到所述第二通信设备的输入位流的数据字编码为编码位流的码字；

-将所述编码位流的位分配给两个或更多个资源单元，所述两个或更多个资源单元被分派给所述第二通信设备并且覆盖信道带宽的不同分段，

其中，所述两个或更多个资源单元中的至少两个资源单元覆盖具有不同音调数的分段，

其中，分配给资源单元的所述编码位流的位数与由所述资源单元覆盖的所述分段的音调数成比例，

其中，要分配给所述两个或更多个资源单元的所述位在具有两个或更多个交替的循环中交替分配给所述两个或更多个资源单元，

其中，对于在一个循环中要分配给所述两个或更多个资源单元的所述位的第一部分，交替分配给两个资源单元的预定数量的连续位的第一比率基于由所述两个资源单元覆盖的分段的音调数和分配给相应资源单元的调制位的调制阶数，并且

其中,对于在一个循环中要分配给所述两个或更多个资源单元的所述位的第二部分,交替分配给两个资源单元的预定数量的连续位的第二比率不同于所述第一比率,

-按资源单元将分配给所述相应资源单元的所述编码位流的位分组映射到星座的符号;以及

-将所述资源单元分派给频域中的所述信道带宽的相应分段。

19.一种第二通信方法,被配置为与第一通信设备通信,所述第二通信方法包括:

-从频域中的接收信号提取信道带宽的不同分段的音调,所述信道带宽由被分派给第二通信设备的两个或更多个资源单元覆盖,其中,所述两个或更多个资源单元中的至少两个资源单元覆盖具有不同音调数的分段,

-按资源单元从星座的符号分组解映射分配给相应资源单元的编码位流的位,

-从所述两个或更多个资源单元检索所述编码位流的所述位,

其中,分配给资源单元所述编码位流的位数对应于由所述资源单元覆盖的所述分段的音调数,

其中,在一个循环中分配给所述两个或更多个资源单元的位以两个或更多个交替从所述两个或更多个资源单元中交替检索,

其中,对于在一个循环中分配给所述两个或更多个资源单元的所述位的第一部分,从两个资源单元交替检索的预定数量的连续位的第一比率基于由所述两个资源单元覆盖的分段的音调数和分配给相应资源单元的调制位的调制阶数,并且

其中,对于在一个循环中分配给所述两个或更多个资源单元的所述位的第二部分,从两个资源单元交替检索的预定数量的连续位的第二比率不同于所述第一比率,

-将所述编码位流的码字解码为输出位流的数据字。

20.一种存储有计算机程序产品的非瞬态计算机可读记录介质,当由处理器执行时,所述计算机程序产品使得执行根据权利要求18或19所述的方法。

通信设备和方法

技术领域

[0001] 本公开涉及通信设备和方法,尤其涉及用于无线LAN(WLAN)中的通信设备和通信方法。

背景技术

[0002] 例如根据IEEE802.11ax的通信系统以正交频分多址(OFDMA)为特征。OFDMA非常有效地将信道带宽细分为分段(subsections)。这些分段通常称为资源单元(RU)。在IEEE802.11ax中,不同的RU可以分配给不同的用户(通信设备)。

[0003] 本文提供的"背景技术"描述是为了总体呈现本公开的上下文的目的。在本背景技术部分中描述的程度上,当前命名的发明人的工作以及在提交时可能不符合现有技术的描述方面既不明确地也不默示地被承认为本公开的现有技术。

发明内容

[0004] 一个目的是提供能够将多个资源单元分配给单个用户并且利用代码和星座图实现高分集(high diversity)的通信设备和方法,具体地由IEEE802.11 WLAN标准提供。另一目的是提供用于实现通信方法的对应的计算机程序和非瞬态计算机可读记录介质。

[0005] 根据一个方面,提供了一种第一通信设备,其被配置为与第二通信设备通信,该第一通信设备包括电路,该电路被配置为:

[0006] -将要发送到第二通信设备的输入位流的数据字编码为编码位流的码字;

[0007] -将编码位流的位分配给两个或更多个资源单元,该两个或更多个资源单元被分派给第二通信设备并且覆盖信道带宽的不同分段,

[0008] 其中,两个或更多个资源单元中的至少两个资源单元覆盖具有不同音调数的分段,

[0009] 其中,分配给资源单元的编码位流的位数与由资源单元覆盖的分段的音调数成比例,

[0010] 其中,要分配给两个或更多个资源单元的位在具有两个或更多个交替的循环中交替分配给两个或更多个资源单元,

[0011] 其中,对于在一个循环中要分配给两个或更多个资源单元的位的第一部分,交替分配给两个资源单元的预定数量的连续位的第一比率基于由所述两个资源单元覆盖的分段的音调数和分配给相应资源单元的调制位的调制阶数,并且

[0012] 其中,对于在一个循环中要分配给两个或更多个资源单元的位的第二部分,交替分配给两个资源单元的预定数量的连续位的第二比率不同于第一比率,

[0013] -按资源单元将分配给相应资源单元的编码位流的位分组映射到星座的符号,以及

[0014] -将资源单元分派给频域中信道带宽的相应分段。

[0015] 根据另一方面,提供了一种第二通信设备,被配置为与第二通信设备通信,该第二

通信设备包括电路，该电路被配置为：

[0016] -从频域中的接收信号提取信道带宽的不同分段的音调，该信道带宽由被分派给第二通信设备的两个或更多个资源单元覆盖，其中，两个或更多个资源单元中的至少两个资源单元覆盖具有不同音调数的分段，

[0017] -按资源单元从星座的符号分组解映射分配给相应资源单元的编码位流的位，

[0018] -从两个或更多个资源单元检索编码位流的位，

[0019] 其中，分配给资源单元编码位流的位数对应于由资源单元覆盖的分段的音调数，

[0020] 其中，在一个循环中分配给两个或更多个资源单元的位以两个或更多个交替从两个或更多个资源单元中交替检索，

[0021] 其中，对于在一个循环中分配给两个或更多个资源单元的位的第一部分，从两个资源单元交替检索的预定数量的连续位的第一比率基于由两个资源单元覆盖的分段的音调数和分配给相应资源单元的调制位的调制阶数，并且

[0022] 其中，对于在一个循环中分配给两个或更多个资源单元的位的第二部分，从两个资源单元交替检索的预定数量的连续位的第二比率不同于第一比率，

[0023] -将编码位流的码字解码为输出位流的数据字。

[0024] 根据另一方面，提供了一种第一通信方法，其被配置为与第二通信设备通信，该第一通信方法包括：

[0025] -将要发送到第二通信设备的输入位流的数据字编码为编码位流的码字；

[0026] -将编码位流的位分配给两个或更多个资源单元，该两个或更多个资源单元被分派给第二通信设备并且覆盖信道带宽的不同分段，

[0027] 其中，两个或更多个资源单元中的至少两个资源单元覆盖具有不同音调数的分段，

[0028] 其中，分配给资源单元的编码位流的位数与由资源单元覆盖的分段的音调数成比例，

[0029] 其中，要分配给两个或更多个资源单元的位在具有两个或更多个交替的循环中交替分配给两个或更多个资源单元，

[0030] 其中，对于在一个循环中要分配给两个或更多个资源单元的位的第一部分，交替分配给两个资源单元的预定数量的连续位的第一比率基于由两个资源单元覆盖的分段的音调数和分配给相应资源单元的调制位的调制阶数，并且

[0031] 其中，对于在一个循环中要分配给两个或更多个资源单元的位的第二部分，交替分配给两个资源单元的预定数量的连续位的第二比率不同于第一比率，

[0032] -按资源单元将分配给相应资源单元的编码位流的位分组映射到星座的符号；以及

[0033] -将资源单元分派给频域中的信道带宽的相应分段。

[0034] 根据另一方面，提供了一种第二通信方法，其被配置为与第一通信设备通信，该第二通信方法包括：

[0035] -从频域中的接收信号提取信道带宽的不同分段的音调，该信道带宽由被分派给第二通信设备的两个或更多个资源单元覆盖，其中，两个或更多个资源单元中的至少两个资源单元覆盖具有不同音调数的分段，

[0036] -按资源单元从星座的符号分组地解映射分配给相应资源单元的编码位流的位，

[0037] -从两个或更多个资源单元检索编码位流的位，

[0038] 其中，分配给资源单元编码位流的位数对应于由资源单元覆盖的分段的音调数，

[0039] 其中，在一个循环中分配给两个或更多个资源单元的位以两个或更多个交替从两个或更多个资源单元中交替检索，

[0040] 其中，对于在一个循环中分配给两个或更多个资源单元的位的第一部分，从两个资源单元交替检索的预定数量的连续位的第一比率基于由两个资源单元覆盖的分段的音调数和分配给相应资源单元的调制位的调制阶数，并且

[0041] 其中，对于在一个循环中分配给两个或更多个资源单元的位的第二部分，从两个资源单元交替检索的预定数量的连续位的第二比率不同于第一比率，

[0042] -将编码位流的码字解码为输出位流的数据字。

[0043] 根据另一方面，提供了一种计算机程序，包括用于当所述计算机程序在计算机上执行时使计算机执行本文公开的方法的步骤的程序手段，以及当由处理器执行时使本文公开的方法被执行的其中存储有计算机程序产品的非瞬态计算机可读记录介质。

[0044] 实施例在从属权利要求中定义。应当理解，所公开的通信方法、所公开的计算机程序和所公开的计算机可读记录介质具有与要求保护的通信设备和方法以及如从属权利要求中定义和/或本文所公开的相似和/或相同的其他实施例。

[0045] 根据IEEE802.11ax，不同的RU可以仅分配给不同的用户。然而，在某些情况下，已经认识到将多个RU分配给单个用户可能是有意义的。一个示例是干扰场景：例如，如果将总信道带宽划分为三个RU，例如，中间的RU可能受到干扰或具有高噪声水平，这可能会使有噪声的RU无法使用或不期望用于通信。由于通信系统通常采用跨带宽的编码，因此有噪声的RU可能导致总体错误率升高，这主要由有噪声的RU产生的位错误主导。因此，将两个RU(即除了有噪声的RU之外的所有RU)分配给单个用户可以降低总体错误率。

[0046] 根据本公开，可以实现将多个RU分派给单个用户(即单个通信设备，诸如站点(STA)，在本文中也称为“第二通信设备”)，该分派由另一通信设备(诸如另一站点或接入点(AP)，在本文中也称为“第一通信设备”)执行。本公开的通信设备和方法优选地涉及经由正交频分多址(OFDMA)中的多个资源单元的通信。

[0047] 根据本公开的一个方面，连续位流的位被分配给不同大小的RU。公开了在实现复杂性和实现的分集两方面都不同的各种选项。此外，提供了将IEEE802.11ax的RU的定义视为基线并概述了用于各种大小的资源单元的组合的位分配的操作的示例性实现。

[0048] 前述段落是以一般性介绍的方式提供的，并不旨在限制所附权利要求的范围。通过参考结合附图的以下详细描述，将最好地理解所描述的实施例以及其他优点。

附图说明

[0049] 当结合附图考虑时，通过参考以下详细描述，本公开变得更好理解，将容易获得对本公开的更完整的理解及其许多附带优点，在附图中：

[0050] 图1示出了根据本公开的第一通信设备和第二通信设备的示图。

[0051] 图2示出了根据本公开的实施例的第一通信方法的流程图。

[0052] 图3示出了根据本公开的实施例的第二通信方法的流程图。

[0053] 图4示出了在具有单个空间流的单个用户情况下根据本公开的第一通信设备的另一实施例的示意图。

[0054] 图5示出了在具有多个空间流的单个用户情况下根据本公开的第一通信设备的另一实施例的示意图。

[0055] 图6示出了在多个用户情况下根据本公开的第一通信设备的另一实施例的示意图。

[0056] 图7示出了根据本公开的第二通信设备的另一实施例的示意图。

[0057] 图8示出了多RU解析器的实施例的更详细的示图。

[0058] 图9示出了多RU解析器的按位操作的示图。

[0059] 图10示出了多RU解析器的实施例的更详细的示图。

[0060] 图11示出了使用联合LDPC音调映射器的根据本公开的第一通信设备的另一实施例的示意图。

[0061] 图12示出了WLAN标准中16-QAM的位可靠性分布图。

[0062] 图13示出了四个不同选项在位索引上的可靠性水平的分布的示图。

[0063] 图14示出了用于图13D所示的实现的逐位多RU解析器操作的示图。

[0064] 图15示出了包括非交替位分配的RU大小相关位分派的示图。

[0065] 图16示出了给出用于各种RU组合的多RU解析器操作的示例的表。

[0066] 图17示出了说明使用连续位分配的多RU分配的第一选项的两个示例。

[0067] 图18示出了说明使用RU大小无关的交替位分配的多RU分配的第二选项的两个示例。

[0068] 图19示出了说明使用RU大小相关的交替位分配的多RU分配的第三选项的示例。

[0069] 图20示出了说明使用包括非交替位分配的RU大小相关位分配的多RU分配的第四选项的四个示例。

[0070] 图21示出了说明使用不同调制阶数的多RU分配的第五选项的四个示例。

具体实施方式

[0071] 表1给出了根据IEEE802.11ax使用的不同RU大小的概述。RU大小由驻留在该RU内的音调或子载波的数量确定。RU的音调具有在该RU的带宽内的中心频率。

[0072]

RU大小[音调]	26	52	106	242	484	996
大概的带宽[MHz]	2	4	8.3	18.9	37.8	77.8

[0073] 表1

[0074] RU通常以其音调大小来指代，例如26音调RU或52音调RU等。表1假设在每20MHz中总共有256个音调，其对802.11ax WLAN有效。从表1也可以看出，802.11ax设备可以在6种不同的带宽下操作。如果可以将多个RU分派给单个用户，则可以支持更多带宽，例如26音调RU+52音调RU总共达到6MHz。

[0075] 图1示出了根据本公开的一个方面的用于与另一(第二)通信设备200(例如，STA)通信(例如，向其发送数据)的(第一)通信设备100(例如，AP)的示图。通信设备100、200中的每一个包括被配置为执行特定操作的相应的电路101、201。电路可以由相应的处理器或计算机实现，即以硬件和/或软件实现，或者由专用单元或元件实现。例如，相应地编程的处理

器可以表示相应的电路101、201。

[0076] 图2示出了根据本公开的实施例的(第一)通信方法110的流程图,其可以由发送侧的通信设备100的电路101执行。在第一步骤111中,例如,根据由诸如LDPC码的错误校正码,将要发送到第二通信设备200的输入位流的数据字编码为编码位流的码字。在第二步骤112中,可选地在附加填充步骤(未示出)之后,将编码位流的位分配给两个或更多个资源单元,该两个或更多个资源单元被分派给第二通信设备200并且覆盖信道带宽的不同分段。在第三步骤113中,按资源单元将分配给相应资源单元的编码位流的位分组映射到星座的符号。在第四步骤114中,将资源单元分派给频域中的信道带宽的相应分段。

[0077] 通常从IEEE802.11ax中获知所谓的音调计划的概念,根据该概念定义不同大小的资源单元,其中,将固定数量的音调分派给每个资源单元。因此,在总信道带宽中定义了如表1所示的六个不同的资源单元大小。总带宽的资源单元或分段的大小由其所覆盖的音调或子载波的数量定义。通常,可以应用不同RU大小的混合来覆盖总信道带宽。根据IEEE802.11ax,不能将超过一个RU分派给单个用户。

[0078] 根据本公开的实施例,两个或更多个资源单元中的至少两个资源单元覆盖信道带宽的具有不同音调数的分段,其中,分配给资源单元的编码位流的位数对应于由资源单元覆盖的分段的音调数。进行分配,使得在一个循环中分配给两个或更多个资源单元的位在两个或更多个交替(也可以称为迭代)中交替分配给两个或更多个资源单元,其中,在每个交替中,预定数量的连续位被分配给相应的资源单元。

[0079] 此外,交替分配给两个资源单元的预定数量的连续位的比率对应于由两个资源单元覆盖的分段的音调数的比率的整数值,其中,将要分配给一个或多个源单元的任何潜在剩余(可以提前计算)位作为在循环的第一和/或最后交替中除了预定数量的位之外的附加位和/或作为在循环的开始和/或结束时的前分派和/或后分派中的前位和/或后位分配给相应资源单元。下面将更详细地解释分配。

[0080] 此外,在本公开的实施例中,两个或更多个资源单元中的至少两个资源单元覆盖具有不同音调数的分段,分配给资源单元的编码位流的位数与由资源单元覆盖的分段的音调数成正比,并且要分配给两个或更多个资源单元的位在具有两个或更多个交替的循环中交替分配给两个或更多个资源单元(通常在一个循环中,对应于一个符号(例如,OFDM符号)的位的一个RU用位填充)。对于要在一个循环中要分配给两个或更多个资源单元的位的第一部分,交替分配给两个资源单元的预定数量的连续位的第一比率基于由所述两个资源单元覆盖的分段的音调数和分配给相应资源单元的调制位的调制阶数,以及对于要在一个循环中要分配给两个或更多个资源单元的位的第二部分,交替分配给两个资源单元的预定数量的连续位的第二比率不同于第一比率。

[0081] 图3示出了根据本公开的实施例的通信方法210的流程图,其可以由接收侧的通信设备200的电路201执行。通常,通信方法210执行通信方法110的逆操作。在第一步骤211中,从频域中的接收信号中提取不同分段的音调,该信道带宽由被分派给第二通信设备的两个或更多个资源单元覆盖。在第二步骤212中,按资源单元从星座的符号分组解映射分配给相应资源单元的编码位流的位。在第三步骤213中,从两个或更多个资源单元检索(即,解分配)编码位流的位。在第四步骤214中,可选地在附加填充去除步骤(未示出)之后,将编码位流的码字解码为输出位流的数据字。

[0082] 应当注意，在其他实施例中，通信方法110和210可以包括在图2和图3所示的步骤开始或结束处或在图2和图3所示的步骤之间的其他步骤。

[0083] 图4示出了根据本公开的第一通信设备120的另一个实施例的示意图，该第一通信设备可以用作物理(PHY)层发送器。图4说明了具有单个空间流但是分派了多个资源单元的单个用户(SU)的发送器操作。

[0084] 通信设备120包括：扰码器121，其将要发送的输入位流的位随机化(例如，由MAC层提供)；LDPC编码器122，其将奇偶校验信息添加到扰码位序列以获得编码位流的码字；以及填充单元123，其添加位使得实现特定长度的编码位流。多RU解析器124将位分配给M个不同N_i大小的RU，RU被分派给单个用户。每RU设置的星座映射器125将用于RUi的q_i个位(分组地)映射到星座的符号，并且每RU设置的LDPC音调映射器126在可用音调上交织符号。LDPC音调映射器126之后是频率映射单元127，该频率映射单元127将RU分派到其在频域中的相应位置。离散傅里叶逆变换(IDFT)单元128执行IDFT操作，随后是保护间隔(GI)插入和加窗单元129的GI插入和加窗以及将发送信号上变频到期望的中心频率的模拟和RF单元130。

[0085] 图5示出了根据本公开的用于单个用户(SU)的第一通信设备140的另一实施例的示意图，该单个用户具有由填充单元123之后设置的流解析器141分离的N_{SS}个空间流。在该配置中，每个空间流具有其自身的多RU解析器124。在最一般的情况下，每个星座映射器125可以具有每符号q的不同数量的位，并且每个多RU解析器124可以具有其分配位的不同数量的RU。在某些情况下，对于某个空间流，可以适用于仅使用一个RU，即M＝1。在这种情况下，多RU解析器可能会被丢弃。此外，每个多RU解析器124具有其自身的频率映射单元127，该频率映射单元127在频率范围中分配RU。

[0086] 在频率映射单元127之后，Nss个空间流由空间映射器142在空间上分配，即每个空间流或空间流的线性组合被分配给发送链或发送天线。空间映射器142的配置可以基于来自接收器的反馈来完成以实现高波束形成增益。可以设想频率映射和空间映射在单个频率和空间映射单元143中联合完成。在空间分离足够的情况下，RU可以在频域中重叠，即频率映射单元127可以分配RU使得其与另一频率映射单元127的频率映射重叠。在频率映射单元127内，重叠不是优选的。

[0087] 图6示出了在多个用户(MU)情况下根据本公开的第一通信设备150的另一实施例的示意图，根据该示意图，到U个用户的数据被多路复用在一个PHY协议数据单元(PPDU)中。在该实施例中，假设在频域中执行多路复用并且仅存在一个发送天线。也可以在空间域中进行多路复用，即以MU-MIMO方式，这将导致第一通信的设备140和150的组合。在这种情况下，空间映射单元142被配置为使得每个用户可以从空间多路复用的PPDU中提取其数据。然而，根据图6，对于U个用户中的每一个，扰码器121、LDPC编码器122和填充单元123是重复的。频率映射单元127组合每个用户的每个LDPC音调映射器126的输出。频率映射是非重叠的，使得每个RU可以在没有干扰的情况下解调。

[0088] 图7示出了根据本公开的第二通信设备220的另一实施例的示意图，该第二通信设备可以用作PHY层接收器，该PHY层接收器被设计为解调由图4所示的第一通信设备120或图6所示的第一通信设备150发送的数据。在所接收的波形已经由模拟和RF单元221下变频之后，在保护间隔去除和加窗单元222中去除保护间隔，并且DFT单元223提取整个OFDM符号的子载波或音调。频率解映射单元224提取分配给特定用户的资源单元的音调。对于每个RU，

设置了LDPC音调解映射单元225以及星座解映射单元226。多RU逆解析器227执行第一通信设备120的多RU解析器124的逆操作。下面将更详细地解释多RU解析器124和多RU逆解析器227。在由填充去除单元228去除填充之后，所接收的位由LDPC解码器229进行LDPC解码，并且在被提供给用户的MAC层进行进一步处理之前由解扰器230进行解扰。

[0089] 在上述第一通信设备的任一实施例中，一旦其输入到达q_i个位，星座映射器125就创建一个符号。一旦到达符号N_i，OFDM符号的N_i大小的RU就完成了。符号到音调的分派取决于LDPC音调映射器126。在LDPC音调映射器126执行一对一(1:1)映射的情况下，每个符号被分派给递增的音调索引，即从低到高的音调中心频率。

[0090] 假设M>1个RU被分配给单个用户，并且1≤i≤M成立。还假设RU索引按递增频率进行排序，即由i＝1的RU所跨越的频率范围小于i＝2的RU所跨越的频率范围，依此类推。

[0091] 多RU解析器124通常难以设计，因为存在彼此为非整数倍的RU大小。此外，期望作为多RU分派的一部分的每个RU的位分配不与OFDM符号边界重叠。这意味着在向RUi的所有N_i个音调供应要发送的位之后结束每个RU的位分配操作。换句话说，不需要在连续OFDM符号上工作的位分配操作，即多个N_i音调。这主要是由于复杂性原因，因为比OFDM符号大小更长的缓冲器被前面的约束避免了。

[0092] 图8示出了按如下操作的多RU解析器124的实施例的更详细的示图：假设在多RU解析器124的输入处总共P位，该P位源自LDPC编码器122，该LDPC编码器122可选地在填充单元123之后。

[0093] 多RU解析器124在总共C个循环中操作。C是C_0的整数倍，C_0表示每个OFDM符号或循环的交替次数。在每个交替中，$p_1(c)$连续位被分配给大小为N_1的第一RU，随后另一$p_2(c)$连续位被分配给大小为N_2的第二RU。当$p_M(c)$位被分配给大小为N_M的最后(第M个)RU时，交替结束。分配给每个RU的位数可以取决于OFDM符号内的实际交替索引c，即1≤c≤C_0。因此，交替c_j将$\sum_{i=1}^{M} p_i(c_j)$位分派给资源单元。在存在的输入位多于可以在C_0交替中分配的输入位的情况下，则以与第一C_0交替相同的方式执行进一步的循环，即C_0交替的倍数。因此，等于OFDM符号数的循环数为：

[0094] $$C = \frac{P}{\sum_{j=1}^{C_O}\sum_{i=1}^{M} p_i(c_j)} \quad (1)$$

[0095] 并且在每个OFDM符号内分配的位数(在C_0交替中)是：

[0096] $$\sum_{j=1}^{C_O}\sum_{i=1}^{M} p_i(c_j) = \sum_{i=1}^{M} q_i N_i \quad (2)$$

[0097] 图9示出了前面描述的按位操作的多RU解析器操作。

[0098] 填充单元123进行操作，使得P是在C_0交替中分配的位数的整数倍。这意味着完成了C_0交替。这使得循环数C为整数。在以下意义上，填充位数补充了LDPC编码器122的输出处的总位数：

[0099] $P＝P_{LDPC}+P_{pad}$

[0100] 其中，

[0101] $$P_{pad} = \lceil C_{frac} \rceil \cdot \left(\sum_{j=1}^{C_O}\sum_{i=1}^{M} p_i(c_j) \right) - P_{LDPC} \quad (3)$$

[0102] 以及

[0103] $$C_{frac}=\frac{P_{LDPC}}{\sum_{j=1}^{C_O}\sum_{i=1}^{M}p_i(c_j)} \quad (4)$$

[0104] 其中，$C=\lceil C_{frac}\rceil$表示循环数，并且通过将C_{frac}四舍五入到下一整数得出。

[0105] 图10描绘了如下操作的多RU逆解析器227的实施例的更详细的示图。原则上，多RU逆解析器227执行多RU解析器124的逆操作。概念上，多RU逆解析器227在每个输入端口具有缓冲存储器，该缓冲存储器存储源自每个星座解映射器226的位。一旦整个OFDM符号的位在存储器中可用，多RU逆解析器227就通过将来自第一个N_1音调RU的存储器的第一$p_1(c=1)$位与来自第i个N_i音调RU的存储器的第一$p_i(c=1)$位级联来组装输出位流，并且以此类推(i＝2,...,M-1)。在级联了第M个N_M音调RU的存储器的第一$p_M(c=1)$位之后，触发下一交替(如果存在)并且$p_1(c=2)$位与索引$p_1(c=1)+1$到$p_1(c=1)+p_1(c=2)$级联到输出位流。该过程持续到到达当前OFDM符号的最后一个交替C_0。此时每个存储器都是空的，并且可以存储下一OFDM符号的位。取决于硬件实现，多RU逆解析器227的输出的输出缓冲器可能需要在顶部以实现位级联。

[0106] 对于$p_i(c)$和C_0，存在若干选项。

[0107] 根据第一选项，可以应用连续位分配($C_0=1$，$p_i(c)=p_i$)。在一个实现中，多RU解析器进行操作，使得LDPC编码器122(或填充单元123)的连续输出位被连续分配给音调索引。因此，多个RU被认为并排(实际上)放置，即多RU中的可用音调数为$\sum_{i=1}^{M}N_i$。多RU解析器124从i＝1，…，M连续地将$p_i=q_i.N_i$位分配给N_i个音调。从公式(2)可以看出，$C_0=1$成立。

[0108] 在图17A和图17B中示出了说明第一选项的示例。例如，在图17A中，一个循环包括单个交替，因为在单个交替中，所有位都被分配给相应RU的OFDM符号。

[0109] 该第一选项易于实现，但是可能无法充分利用分集。如果RU是非连续的，即驻留在总带宽的不同区域，则后者尤其真实。可以通过如图11所示的示出第一通信设备160的另一实施例的示意图的单个LDPC音调映射器126'来增强分集，而不是如在图4至图6所示的实施例中使用的RU不同的LDPC音调映射器126。在图11的实施例中，联合LPDC音调映射器126'对音调而不是位起作用，使得缺陷音调可能影响可能难以由LDPC解码器229纠正的q_i位的块，这有利于分布式错误模式。此外，因为许多音调(即$\sum_{i=1}^{M}N_i$)需要交织，因此联合LDPC音调映射器126'具有延迟和高存储复杂性。

[0110] 交替位分派可以避免如下所述的连续位映射的缺点。

[0111] 在详细讨论如何利用交替位分派来选择$p_i(c)$之前，重要的是要考虑星座映射的影响。在WLAN(IEEE802.11)中，进行星座映射，使得对于16-QAM，如图12所示，位的可靠性按星座图的降序和每个维度进行排序，即，每个符号q＝4位。

[0112] 对于每个维度，最可靠的位是区分正轴和负轴的位。换句话说，该位确定所考虑维度中的信号点是正号还是负号。第二最可靠的位是在正半空间或负半空间内进行区分的位。换句话说，该位确定所考虑维度中的信号点具有哪个幅度水平。区分的幅度水平越大，相关的位越可靠。对于图12所示的16-QAM，每个维度仅有两位。

[0113] 在下文中，考虑根据q_i(当适用时)每次交替分配的连续位的最小数量的三种不同情况：

[0114] a)每次交替1位；

[0115] b)每次交替$\lfloor q_i/2 \rfloor$位([•]表示四舍五入到下一较小的整数)；以及

[0116] c)每次交替q_i位。

[0117] 在下文中，这三种情况缩写为Q_i，即

[0118] $$Q_i = \begin{cases} 1 & \text{针对 a)} \\ \lfloor q_i/2 \rfloor & \text{针对 b)} \\ q_i & \text{针对 c)} \end{cases}$$

[0119] 相应的$p_i(c)$可以是Q_i的整数倍，并且在Q_i值之后实现的实际选项对于多RU分配的每个i可以是不同的，即，尽管Qt是相同的，但是Q_i值对于不同的i可以是不同的。如下文所述，这些选项在实现的分集方面不同。

[0120] 由Q_i的不同选项实现不同水平的分集。在多RU分配中，期望产生分布式位可靠性，因为这有助于LDPC解码器229重构错误位。因此，可以考虑由星座图(如图12所示)施加的可靠性水平以及由多个RU施加的可靠性水平。图13示出了四个不同选项在位索引上的可靠性水平的分布。假设有两个RU，每个RU都使用16-QAM和相同的Q_i选项进行调制。图13A示出了针对Q_i选项a)的位可靠性，图13B示出了针对Q_i选项b)的位可靠性，并且示出了针对Q_i选项c)的位可靠性。分布水平从图13A下降到图13C，这可以通过假设第二RU的可靠性水平为零而容易地看出。

[0121] 图13D示出了对应于图13A所示的变体的另一变体，但是具有针对RU2的逆位分配，即，位的可靠性不是从高到低而是从低到高。在M>2的一般情况下，按连续顺序完成每个奇数分配，而以逆顺序完成每个第二分配。对于$q_i \geq 6$，图13D中的选项可以与图13A中的选项一样实现甚至更高的分集顺序。对于逆操作，对于M＝2的情况，如图9所示的解析器操作可以改变为如图14所示。图14所示的操作实现起来稍微复杂一些，因为解析器需要在可以输出位之前存储位。

[0122] 根据第二选项，可以应用RU大小无关的交替位分配($C_0>1$，$p_i(c) \in \{0;Q_i\}$)。在一个实现中，多RU解析器124进行操作，使得LDPC编码器122(或填充单元123)的一组Q_1个连续位被分配给第一RU的音调。之后，将另一组Q_2位被分配给第二RU，并且依此类推。一旦将一组Q_M位分配给第M个RU，该过程就从头开始。由于RU大小N_i可能不同，因此OFDM符号的小尺寸RU比大尺寸RU更早被填充，这与不应在多个OFDM符号上进行多RU解析的约束相冲突。为了避免该冲突，一旦小RU被填充，就停止对小RU的位分配。因此，$p_i(c)$具有分段定义：

[0123] $$p_i(c) = \begin{cases} Q_i & \text{如果 } 1 \leq c \leq \dfrac{N_i \cdot q_i}{Q_i} \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

[0124] 其中，$1 \leq c \leq C_O = \max_i \left\{ \frac{N_i \cdot q_i}{Q_i} \right\}$成立，意味着需要尽可能多的交替填充在循环内需要最多交替被完全填充的RU单元。

[0125] 在图18A和图18B中示出了说明第二选项的示例。例如，在图18A中，一个循环包括52个交替，因为在52个交替中，所有位都被分配给相应RU的OFDM符号。可以看出，26音调RU比52音调RU更早填充，这导致对于$27 \leq c \leq 52$，$p_1(c)=0$。在这两个示例中，用于分配位的第一部分(即，在交替1到26中分配的位)的第一比率是1:1，该位的第一部分被分派给两个资

源单元，用于分配位的第二部分(即，在交替27到52中分配的位)的第二比率是0:1，该位的第二部分被分派给两个资源单元。

[0126] 根据第三选项，可以应用RU大小相关的交替位分配($C_0>1$，$p_i(c)=p_i$)。在一个实现中，多RU解析器124进行操作，使得LDPC编码器122的连续输出位被交替分配给RU。与第二选项相比，每个RU分派的位数与其音调数成比例。

[0127] $$p_i(c)=p_i=Q_i\cdot\frac{N_iq_i}{\min\limits_i\{N_iq_i\}}$$

[0128] 这意味着与小尺寸RU相比，大尺寸RU每次交替分配更多的位。前提条件是，$\frac{N_iq_i}{\min_i\{N_iq_i\}}$是一个整数，并且都源自$Q_i\neq1$的同一选项。在这种情况下，在$C_O=\min_i\left\{\frac{N_iq_i}{Q_i}\right\}$交替后同时填充OFDM符号的所有RU。

[0129] 在小尺寸RU与大尺寸RU组合的场景中，第三选项实现比第二选项更高的分集，因为弱链路质量的小尺寸RU可以被公平链路质量的大尺寸RU补偿。这是因为小尺寸RU的位分布在整个OFDM符号上。另外，小尺寸RU的每组Q_i弱位被大尺寸RU的每组Q_i公平位隔开。

[0130] 在图19中示出说明第二选项的示例。在图19中，一个循环包括26个交替，因为在26个交替中，所有位都分配给相应RU的OFDM符号。

[0131] 根据第四选项，可以应用包括非交替位分派的RU大小相关的位分派。在一个实现中，第三选项与前位分派和后位分派一起应用。操作如图15所示。在交替操作之前在前位分派中分配的连续位用s_i标记，而在交替操作之后在后位分派中分配的连续位用t_i标记。在前位分派与后位分派之间，执行如图8所示的交替位分派。图15示出了针对单个OFDM符号的操作。因此，如果$s_i=t_i=0$，则实现与之前相同的行为。可以灵活地应用前分派和后分派，即，后分派例如可以在交替操作的中间进行，即在$C_0/2$交替之后。在OFDM符号转换的情况下，这对于避免对单个RU的长位分配可能是重要的。

[0132] 在第三选项的p_i例如导致非整数的情况下，可以使用前位分派和后位分派。在这种情况下，将p_i四舍五入到最接近的整数，并计算为完成OFDM符号而丢失的剩余位。

[0133] $r_i=N_i\cdot q_i-C_0\cdot p_i$

[0134] 在下一OFDM符号开始之前，需要分配任何$r_i\neq0$。在WLAN的情况下并且对于大多数其他适用的通信系统，$r_i\geq0$成立。这是因为与小RU相比，较大的RU在每个频率单元中具有更多的可用音调，因此标称频谱效率会随着RU的大小而增大。

[0135] 期望通过前位分派和后位分派和/或经由交替位分派来平均分布r_i个位。因此，存在若干选项来实现$r_i>0$：

[0136] a)每个循环分配可变数量的位，即$p_i(c)$；

[0137] b)每个循环分配恒定数量的位并使用非交替的前位分派和/或后位分派，即p_i和$s_i=t_i\neq0$；

[0138] c)每个循环分配可变数量的位并使用非交替的前位分派和/或后位分派，即$p_i(c)$和$s_i=t_i\neq0$。

[0139] 在$p_i(c)$是可变的情况下，只要分配的位的总数不改变，就可以设想任何$p_i(c)$模式。在示例中，假设$p_i(c)$模式在子循环中按降序进行排序。

[0140] 在任何情况下，只要可能，就期望s_i等于t_i。因此，如果要由前位分派和后位分派表

示的位数是偶数，$s_i = t_i$成立，否则$s_i = t_i + 1$或$t_i = s_i + 1$成立。图15所示的操作将公式(1)到(4)更改如下：

[0141] $$C = \frac{P}{\sum_{j=1}^{C_O} \sum_{i=1}^{M} p_i(c_j) + \sum_{i=1}^{M} s_i + t_i} \quad (1')$$

[0142] $$\sum_{j=1}^{C_O} \sum_{i=1}^{M} p_i(c_j) + \sum_{i=1}^{M} s_i + t_i = \sum_{i=1}^{M} q_i N_i \quad (2')$$

[0143] $$P_{pad} = \lceil N_{cycle} \rceil \cdot \left(\sum_{j=1}^{C_O} \sum_{i=1}^{M} p_i(c_j) + \sum_{i=1}^{M} s_i + t_i \right) - P_{LDPC} \quad (3')$$

[0144] $$N_{cycle} = \frac{P_{LDPC}}{\sum_{j=1}^{C_O} \sum_{i=1}^{M} p_i(c_j) + \sum_{i=1}^{M} s_i + t_i} \quad (4')$$

[0145] 在图20A至图20D中示出了说明第四选项的示例。例如，在图20A中，一个循环包括26个交替加上前分派和后分派，因为在26个交替加上前分派和后分派中，所有位都被分配给相应RU的OFDM符号。

[0146] 在图20D的示例中，通常每个交替(242个交替中的)1位被分配给第一RU并且4位被分配给第二RU。然后，还有仍必须分配给第二RU的28个剩余位。这样做使得在前分派和后分派中的每一个中，将3位分配给第二RU(即，总共6个剩余位)，并且在每个第11分配中(例如从第1分配开始)，形成子循环的11个连续交替的每个组中，除常规的4位之外的一个附加位(即，总共22个剩余位)被分配给第二RU(即，每个分配5位)。

[0147] 在图20A所示的示例中，用于分配位的第一部分(即，在交替1到26中分配的位)的第一比率是1:4，该位的第一部分分配给两个资源单元，而用于分配位的第二部分(即，在前分派和后分派中分配的位)的第二比率是0:1，该位的第二部分分配给两个资源单元。在图20B所示的示例中，用于分配位的第一部分(即，在交替1到26中分配的位)的第一比率是1:4，该位的第一部分分配给两个资源单元，并且用于分配第二部分的位(即，在前分派和后分派中分配的位)的第二比率为1:5，该位的第二部分分配给两个资源单元。在图20C所示的示例中，用于分配位的第一部分(即，在交替1到242中分配的位)的第一比率是1:4，该位的第一部分分配给两个资源单元，而用于分配位的第二部分(即，在前分派和后分派中分配的位)的第二比率是0:14，该位的第二部分分配给两个资源单元。在图20D所示的示例中，用于分配位的第一部分(即，在交替2到11，13到22等中分配的位)的第一比率是1:4，该位的第一部分分配给两个资源单元，用于分配位的第二部分位(即，在交替1、12、23等中分配的位)的第二比率是1:5，该位的第二部分分配给两个源单，并且用于分配位的第三部分(即，在前分派和后分派中分配的位)的第三比率是0:3，该位的第三部分分配给两个资源单元。

[0148] 通常，位分配给循环的行为使得，从循环到循环，相同数量的位被分派给相应循环的对应交替。例如，如果在第一循环中，一个循环有5个交替，其中，在每个交替中1位被分派给RU1并且2位被分派给RU2，则后续循环遵循相同的位分配(例如，在第二个循环中，也有5个交替，其中，在每个交替中1位被分派给RU1并且2位被分派给RU2)。

[0149] 图21A至图21D示出了说明使用不同调制阶数的多RU分配的第五选项的示例。例如，在图21A所示的示例中，QPSK(调制阶数2)用于调制分配给第一RU(具有26个音调)的位，而BPSK(调制阶数1)用于调制分配给第二RU(具有52个音调)的位。在这种情况下，根据上述

情况c)选择Q_i(根据q_i定义每个交替分配的连续位的最小数量),即每个交替$Q_i=q_i$位,意味着$Q_1=2$和$Q_2=1$。因此,对于第一RU,将2位分派给每个音调,并且对于第二RU,将1位分派给每个音调。然后,如上面关于第三选项所描述的,每个交替(一个循环的26个交替中)将2位分配给第一RU并且将2位分配给第二RU。

[0150] 在图21B所示的示例中,QPSK(调制阶数2)用于调制分配给第一RU(具有26个音调)的位,而16-QAM(调制阶数4)用于调制分配给第二RU(具有106个音调)的位。在这种情况下,Q_i是根据上述情况c)选择的,即每个交替$Q_i=q_i$位,这意味着$Q_1=2$和$Q_2=4$。因此,对于第一RU,将2位分派给每个音调,对于第二RU,将4位分派给每个音调。然后,每个交替(26个交替)将2位分配给第一RU,并将16位分配给第二RU。分配给第二RU的剩余8位在循环开始时分派给前分派,并且在循环结束时分派给后分派。在图21B所示的示例中,用于分配位的第一部分(即,在交替1到26中分配的位)的第一比率是2:16,该位的第一部分分配给两个资源单元,并且用于分配位的第二部分(即,在前分派和后分派中分配的位)的第二比率是0:4,该位的第二部分分配给两个资源单元。

[0151] 在图21C所示的示例中,QPSK(调制阶数2)用于调制分配给第一RU(具有26个音调)的位,而16-QAM(调制阶数4)用于调制分配给第二RU(具有106个音调)的位。在这种情况下,Q_i是根据上述情况b)选择的,即每个交替$Q_i=\lfloor q_i/2 \rfloor$位,这意味着$Q_1=1$和$Q_2=2$。因此,对于第一RU,将1位分派给每个音调,并且对于第二RU,将8位分派给每个音调。然后,每个交替(52个交替中)将1位分配给第一RU,将8位分配给第二RU。分配给第二RU的剩余8位在循环开始时分派给前分派,并且在循环结束时分派给后分派。在图21C所示的示例中,用于分配位的第一部分(即,在交替1到52中分配的位)的第一比率是1:8,该位的第一部分分配给两个资源单元,并且用于分配位的第二部分(即,在前分派和后分派中分配的位)的第二比率是0:4,该位的第二部分分配给两个资源单元。

[0152] 在图21D所示的示例中,64-QAM(调制阶数6)用于调制分配给第一RU(具有242个音调)的位,而QPSK(调制阶数2)是用于调制分配给第二RU(具有996个音调)的位。在这种情况下,Q_i是根据上述情况b)选择的,即每个交替$Q_i=q_i$位,这意味着$Q_1=6$和$Q_2=2$。因此,对于第一RU,将6位分派给每个音调,对于第二RU,通常将8位分派给每个音调。然后,每个交替(在242个交替中的大多数)中,将6位分配给第一RU,并将8位分配给第二个RU。分配给第二RU的剩余56位分配如下:在循环开始时将6位分配给前分派,在循环结束时将6位分配给后分派,以及将附加2位分配给包括11个交替的每个子循环的每个第一分配(即,分配10位而不是8位给每个第11交替)。该选项实现了更高的分集,因为剩余位通过交替1、12、23等分布在整个OFDM符号上。这使得前分派和后分派的位数最小化,这是优化目标之一。在图21D所示的示例中,用于分配位的第一部分(即,在交替2至11,13至22等中分配的位)的第一比率是6:8,该位的第一部分分配给两个资源单元,用于分配位的第二部分(即,在交替1、12、23等中分配的位)的第二比率是6:10,该位的第二部分分配给两个资源单元,并且用于分配位的第三部分(即,在前分派和后分派中分配的位)的第三比率是0:6,该位的第三部分分配给两个资源单元。

[0153] 图16示出了表2,其给出了针对表1的RU的各种组合以及针对各种选项的p_i、s_i和t_i的示例。

[0154] RU的顺序是示例性的并且可以根据RU在如上所述的频带内的实际位置而改变。然

而，位分配坚持特定的RU大小。表2(图16)中的条目在以下假设下有效：根据选项1的条目始终有效。当Q_i总是从每个RU的相同选项a)、b)或c)中选择时，根据选项2、3和4的条目是有效的。如果根据选项a)进行选择，即对于所有$i \neq j$，$Q_i=1$，$q_i=q_j$，即应额外满足所有RU具有相同的星座映射顺序。下面将通过示例来解释表2中的一些条目。

[0155] 对于类型26-音调RU+106-音调RU(根据表2的第6行，Q＝q)，应用以下位分配：

[0156] 26-音调RU的交替位分配(从第一交替开始到第26交替)：[1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1](这是$p_1(c)$，其中，c＝1.....26)乘以26-音调RU的调制阶数。

[0157] 106-音调RU的交替位分配(从第一交替开始到第26交替)：[4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4](这是$p_2(c)$，其中，c＝1.....26)乘以106-音调RU+1(这是s_2或t_2；$s_2=t_2$成立)乘以针对每个前分派和后分派的106-音调RU的调制阶数。$p_1(c)$的长度总是与$p_2(c)$相同。连续就像[s1(不存在)，s2，p1(c＝1)，p2(c＝1)，p1(c＝2)，p2(c＝2)，…，p1(c＝26)，p2(c＝26)，t1(不存在)，t2]。

[0158] 对于类型26-音调RU+106-音调RU(根据表2的第6行，Q＝q/2)，应用以下位分配：

[0159] 26-音调RU的交替位分配(从第一交替开始到第52交替)：[1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,

4,4,4,

1,1,1,

调制阶数。

[0185] 对于类型242-音调RU+996-音调RU(根据表2的第14行,Q＝q/2),应用以下位分配:

[0186] 242-音调RU的交替位分配(从第一交替开始到第484交替:[1,1,1,

[0192] 242-音调RU的交替位分配(从第一交替开始到第484交替:[1,1,1,

1,1,1,

2,2,2,

2,2,2,2,2,2,2,3,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,3,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,3,2,2,2,2,2,2,2,2,2,3,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,3,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,3,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,3,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,3,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,3,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2]乘以996-音调RU的调制阶数+3乘以针对每个前分派和后分派的996-音调RU的调制阶数。

[0203] 对于类型484-音调RU+996-音调RU(根据表2的第18行,Q＝q/2),应用以下位分配:

[0204] 242-音调RU的交替位分配(从第一个交替开始到第968交替:[1,1,1,

2,2,2,2,2,3,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,3,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,3,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,3,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,3,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,3,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,3,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,3,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,3,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,3,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,3,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,3,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,3,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,3,2

相互不同的从属权利要求中叙述了某些措施的事实并不表明不能有利地使用这些措施的组合。

[0212] 就本公开的实施例已被描述为至少部分地由软件控制的数据处理设备来实现而言，应当理解，承载这样的软件的非瞬态机器可读介质(诸如光盘、磁盘、半导体存储器等)也被认为代表本公开的实施例。此外，这样的软件还可以以其他形式分发，诸如经由因特网或其他有线或无线电信系统。

[0213] 所公开的设备、装置和系统的元件可以通过对应的硬件和/或软件元件(例如，适当的电路或电路组)来实现。电路是包括常规电路元件、包括专用集成电路、标准集成电路的集成电路、专用标准产品和现场可编程门阵列的电子组件的结构组装。此外，电路包括根据软件代码编程或配置的中央处理单元、图形处理单元和微处理器。尽管电路包括上述硬件执行软件，但是电路不包括纯软件。电路或电路组可以由单个设备或单元或多个设备或单元、或芯片组或处理器来实现。

[0214] 遵循所公开的主题的进一步实施例的列表：

[0215] 1.一种第一通信设备，被配置为与第二通信设备通信，第一通信设备包括电路，其被配置为：

[0216] -将要发送到第二通信设备的输入位流的数据字编码为编码位流的码字，

[0217] -将编码位流的位分配给两个或更多个资源单元，该两个或更多个资源单元被分派给第二通信设备并且覆盖信道带宽的不同分段，

[0218] 其中，两个或更多个资源单元中的至少两个资源单元覆盖具有不同音调数的分段，

[0219] 其中，分配给资源单元的编码位流的位数与由资源单元覆盖的分段的音调数成比例，

[0220] 其中，要分配给两个或更多个资源单元的位在具有两个或更多个交替的循环中交替分配给两个或更多个资源单元，

[0221] 其中，对于在一个循环中要分配给两个或更多个资源单元的位的第一部分，交替分配给两个资源单元的预定数量的连续位的第一比率基于由两个资源单元覆盖的分段的音调数和分配给相应资源单元的调制位的调制阶数，并且

[0222] 其中，对于在一个循环中要分配给两个或更多个资源单元的位的第二部分，交替分配给两个资源单元的预定数量的连续位的第二比率不同于第一比率，

[0223] -按资源单元将分配给相应资源单元的编码位流的位分组映射到星座的符号，以及

[0224] -将资源单元分派给频域中信道带宽的相应分段。

[0225] 2.根据任一前述实施例限定的第一通信设备，

[0226] 其中，第一比率对应于第一乘积与第二乘积的比率的整数部分，第一乘积通过将由两个或更多个资源单元中的第一资源单元覆盖的分段的音调数乘以分配给第一资源单元的调制位的调制阶数来形成，并且第二乘积通过将由两个或更多个资源单元中的第二资源单元覆盖的分段的音调数乘以分配给第二资源单元的调制位的调制阶数来形成，其中，第一乘积等于或大于第二乘积。

[0227] 3.根据实施例2中限定的第一通信设备，

[0228] 其中，第二比率由未根据第一比率作为位的第一部分和/或作为位的第二部分分配给两个或更多个资源单元的剩余位形成。

[0229] 4.根据实施例权利要求3限定的第一通信设备，

[0230] 其中，电路被配置为将剩余位分配给相应资源单元作为循环的一个或多个交替中的除了预定数量的位之外的附加位和/或作为循环的开始和/或结束时的前分派和/或后分派中的前位和/或后位。

[0231] 5.根据任一前述实施例限定的第一通信设备，

[0232] 其中，电路还被配置为在一个循环中将编码位流的位分配给两个或更多个资源单元，使得所有资源单元同时被位填充。

[0233] 6.根据前述任一实施例限定的第一通信设备，

[0234] 其中，由两个或更多个资源单元的每对资源单元覆盖的分段的音调数的每个比率是整数。

[0235] 7.根据任一前述实施例限定的第一通信设备，

[0236] 其中，由两个或更多个资源单元的一对资源单元覆盖的分段的音调数中的至少一个比率是非整数，

[0237] 其中，电路还被配置为将未根据第一比率作为位的第一部分和/或作为位的第二部分分配给两个或更多个资源单元的剩余位分配为循环的第一交替和/或最后交替中的除了预定数量的位之外的附加位，或者分配为循环的开始和/或结束时的前分派和/或后分派中的前位和/或后位。

[0238] 8.根据实施例4至7中任一项限定的第一通信设备，

[0239] 其中，电路还被配置为在前分派和后分派中分配相同数量的前位和后位。

[0240] 9.根据实施例4至8中任一项限定的第一通信设备，

[0241] 其中，电路还被配置为在循环的第一交替和/或最后交替和/或者在循环的一个或多个其他预定交替中分配相同数量的附加位。

[0242] 10.根据任一前述实施例限定的第一通信设备，

[0243] 其中，第一资源单元覆盖具有26个音调的分段，并且第二资源单元覆盖具有52个音调的分段，或者

[0244] 其中，第一资源单元覆盖具有26个音调的分段，并且第二资源单元覆盖具有106个音调的分段，或者

[0245] 其中，第一资源单元覆盖具有242个音调的分段，并且第二资源单元覆盖具有484个音调的分段，或者

[0246] 其中，第一资源单元覆盖具有242个音调的分段，并且第二资源单元覆盖具有996个音调的分段，或者

[0247] 其中，第一资源单元覆盖具有484个音调的分段，并且第二资源单元覆盖具有996个音调的分段，或者

[0248] 其中，第一资源单元覆盖具有242个音调的分段，第二资源单元覆盖具有996个音调的分段，并且第三资源单元覆盖具有484个音调的分段。

[0249] 11.根据前述任一实施例限定的第一通信设备，

[0250] 其中，电路还被配置为生成用于发送到第二通信设备的信令信息，该信令信息指

示：

[0251] -哪些资源单元被分派给第二通信设备;和/或

[0252] -信道带宽的大小和/或分段由资源单元覆盖;和/或

[0253] -如何将编码位流的位分配给两个或更多个资源单元。

[0254] 12.根据任一前述实施例限定的第一通信设备，

[0255] 其中,电路还被配置为在将位分配给两个或更多个资源单元之前将位添加到编码位流,以实现预定长度的编码位流。

[0256] 13.根据任一前述实施例限定的第一通信设备，

[0257] 其中,电路还被配置为在由相应分段覆盖的分段的音调上按资源单元交织符号，或者在由两个或更多个资源单元覆盖的分段的音调上跨两个或更多个资源单元交织符号。

[0258] 14.根据任一前述实施例限定的第一通信设备，

[0259] 其中,预定数量的连续位是被分组映射到星座的符号的每组位的位数的整数倍，或者被分组映射到星座的符号的每组位的位数的一半。

[0260] 15.根据任一前述实施例限定的第一通信设备，

[0261] 其中,电路还被配置为在完成交替之后的循环期间的任何时间进行后分派和/或最后交替。

[0262] 16.一种第二通信设备,被配置为与第一通信设备通信,该第二通信设备包括电路,该电路被配置为：

[0263] -从频域中的接收信号提取信道带宽的不同分段的音调,该信道带宽由被分派给第二通信设备的两个或更多个资源单元覆盖,其中,两个或更多个资源单元中的至少两个资源单元覆盖具有不同音调数的分段，

[0264] -按资源单元从星座的符号分组解映射分配给相应资源单元的编码位流的位，

[0265] -从两个或更多个资源单元检索编码位流的位，

[0266] 其中,分配给资源单元编码位流的位数对应于由资源单元覆盖的分段的音调数，

[0267] 其中,在一个循环中分配给两个或更多个资源单元的位以两个或更多个交替从两个或更多个资源单元中交替检索，

[0268] 其中,对于在一个循环中分配给两个或更多个资源单元的位的第一部分,从两个资源单元交替检索的预定数量的连续位的第一比率基于由两个资源单元覆盖的分段的音调数和分配给相应资源单元的调制位的调制阶数,并且

[0269] 其中,对于在一个循环中分配给两个或更多个资源单元的位的第二部分,从两个资源单元交替检索的预定数量的连续位的第二比率不同于第一比率，

[0270] -将编码位流的码字解码为输出位流的数据字。

[0271] 17.根据实施例16限定的第二通信设备，

[0272] 其中,电路还被配置为根据从第一通信设备接收的信令信息来确定哪些资源单元被分派给第二通信设备。

[0273] 18.一种第一通信方法,被配置为与第二通信设备通信,该第一通信方法包括：

[0274] -将要发送到第二通信设备的输入位流的数据字编码为编码位流的码字;

[0275] -将编码位流的位分配给两个或更多个资源单元,该两个或更多个资源单元被分派给第二通信设备并且覆盖信道带宽的不同分段，

[0276] 其中,两个或更多个资源单元中的至少两个资源单元覆盖具有不同音调数的分段,

[0277] 其中,分配给资源单元的编码位流的位数与由资源单元覆盖的分段的音调数成比例,

[0278] 其中,要分配给两个或更多个资源单元的位在具有两个或更多个交替的循环中交替分配给两个或更多个资源单元,

[0279] 其中,对于在一个循环中要分配给两个或更多个资源单元的位的第一部分,交替分配给两个资源单元的预定数量的连续位的第一比率基于由两个资源单元覆盖的分段的音调数和分配给相应资源单元的调制位的调制阶数,并且

[0280] 其中,对于在一个循环中要分配给两个或更多个资源单元的位的第二部分,交替分配给两个资源单元的预定数量的连续位的第二比率不同于第一比率,

[0281] -按资源单元将分配给相应资源单元的编码位流的位分组映射到星座的符号;以及

[0282] -将资源单元分派给频域中的信道带宽的相应分段。

[0283] 19.一种第二通信方法,被配置为与第一通信设备通信,该第二通信方法包括:

[0284] -从频域中的接收信号提取信道带宽的不同分段的音调,该信道带宽由被分派给第二通信设备的两个或更多个资源单元覆盖,其中,两个或更多个资源单元中的至少两个资源单元覆盖具有不同音调数的分段,

[0285] -按资源单元从星座的符号分组地解映射分配给相应资源单元的编码位流的位,

[0286] -从两个或更多个资源单元检索编码位流的位,

[0287] 其中,分配给资源单元编码位流的位数对应于由资源单元覆盖的分段的音调数,

[0288] 其中,在一个循环中分配给两个或更多个资源单元的位以两个或更多个交替从两个或更多个资源单元中交替检索,

[0289] 其中,对于在一个循环中分配给两个或更多个资源单元的位的第一部分,从两个资源单元交替检索的预定数量的连续位的第一比率基于由两个资源单元覆盖的分段的音调数和分配给相应资源单元的调制位的调制阶数,并且

[0290] 其中,对于在一个循环中分配给两个或更多个资源单元的位的第二部分,从两个资源单元交替检索的预定数量的连续位的第二比率不同于第一比率,

[0291] -将编码位流的码字解码为输出位流的数据字。

[0292] 20.一种存储有计算机程序产品的非瞬态计算机可读记录介质,当由处理器执行时,该计算机程序产品使得执行根据权利要求18或者19的方法。

[0293] 21.根据实施例1至16中任一项限定的第一通信设备,

[0294] 其中,覆盖两个或更多个资源单元中具有最低频率的分段的资源单元被认为是第一资源单元。

[0295] 22.根据实施例1至16中任一项限定的第一通信设备,

[0296] 其中,OFDM符号的资源单元在包括潜在的前分派和/或后分派的一个循环之后被填充。

[0297] 23.根据实施例1至16中任一项限定的第一通信设备,

[0298] 其中,电路被配置为逐循环地将相同数量的位分配给相应循环的对应交替。

[0299] 24.根据前述实施例中任一项限定的第一通信设备或第二通信设备或方法，

[0300] 其中，电路或方法被配置为根据表2中描述的示例中的一个将位分配给资源单元。

[0301] 25.根据前述实施例中任一项限定的第一通信设备或第二通信设备或方法，

[0302] 其中，第一资源单元具有26个音调，并且第二资源单元具有106个音调，并且其中，应用以下位分配中的一个：

[0303] a)26-音调资源单元的交替位分配(从第一交替开始到第26交替)：[1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1]乘以26-音调资源单元的调制阶数，以及

[0304] 106-音调资源单元的交替位分配(从第一交替开始到第26交替)：[5,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,5]乘以106-音调资源单元的调制阶数；

[0305] b)26-音调资源单元的交替位分配(从第一交替开始到第52交替)：[1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,

996-音调资源单元的调制阶数;b)242-音调资源单元的交替位分配(从第一交替开始到第484交替):[1,1,1,

[0320] a)484-音调资源单元的交替位分配(从第一交替开始到第484交替):[1,1,1,

1,1,1,

2,2,2,2,3,2,2,2,2,2,2,2,2,2,3,2,2,2,2,2,2,2,2,2,3,2,2,2,2,2,2,2,2,2,3,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,3,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,3,2,2,2,2,2,2,2,2,2,3,2,2,2,2,2,2,2,2,2,3

2,2,2,

2,2,2,

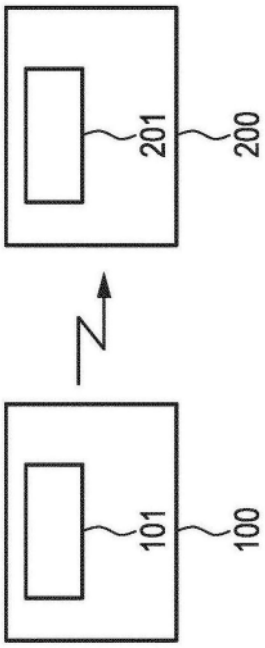

图1

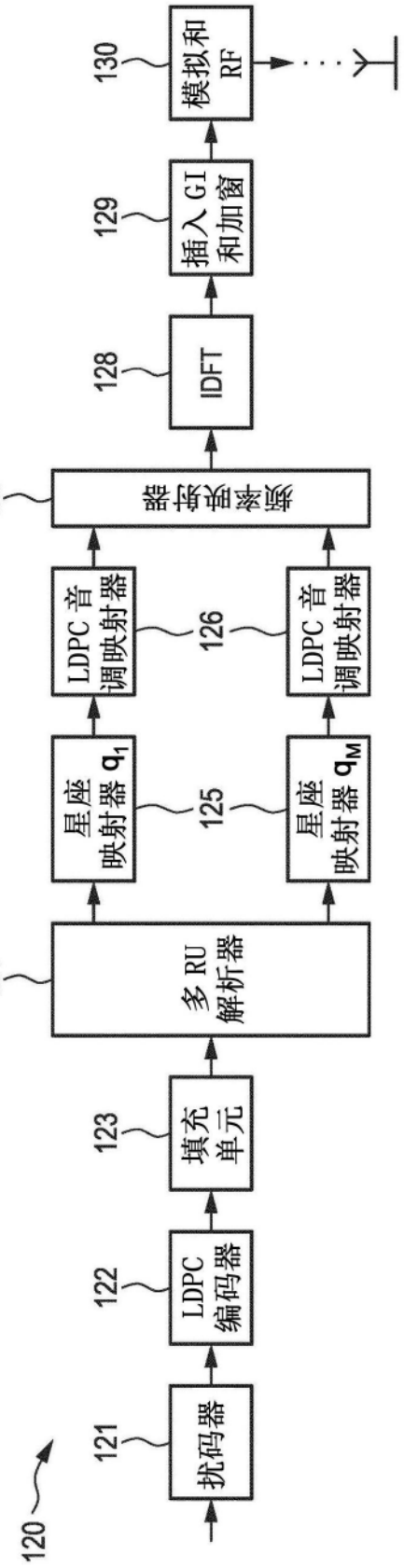
120
121
扰码器
122
LDPC 编码器
123
填充单元
124
多 RU 解析器
125
星座映射器 q_1
星座映射器 q_M
126
LDPC 音调映射器
LDPC 音调映射器
127
128
IDFT
129
插入 GI 和加窗
130
模拟和 RF

图4

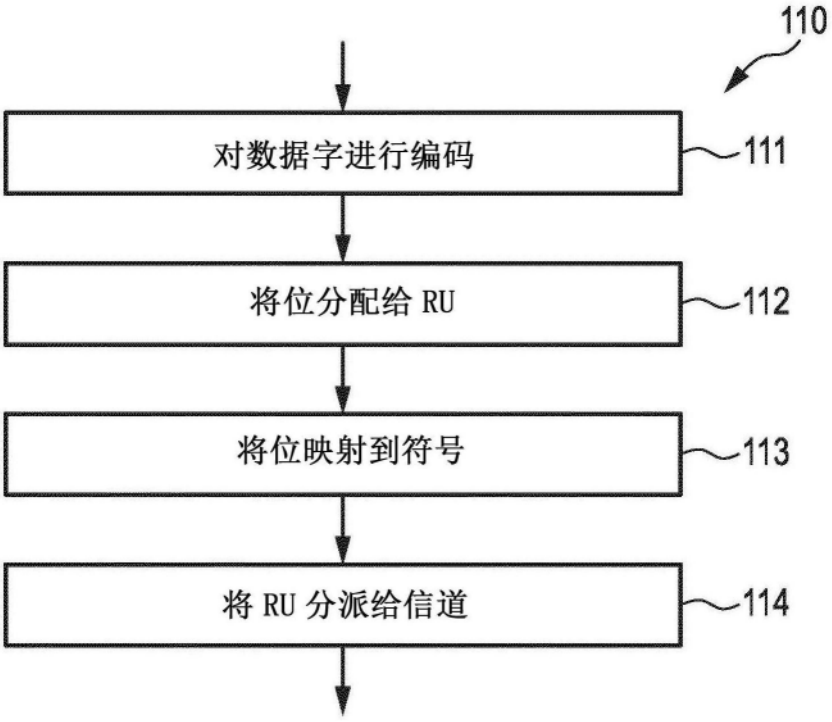
110
对数据字进行编码
111
将位分配给 RU
112
将位映射到符号
113
将 RU 分派给信道
114

图2

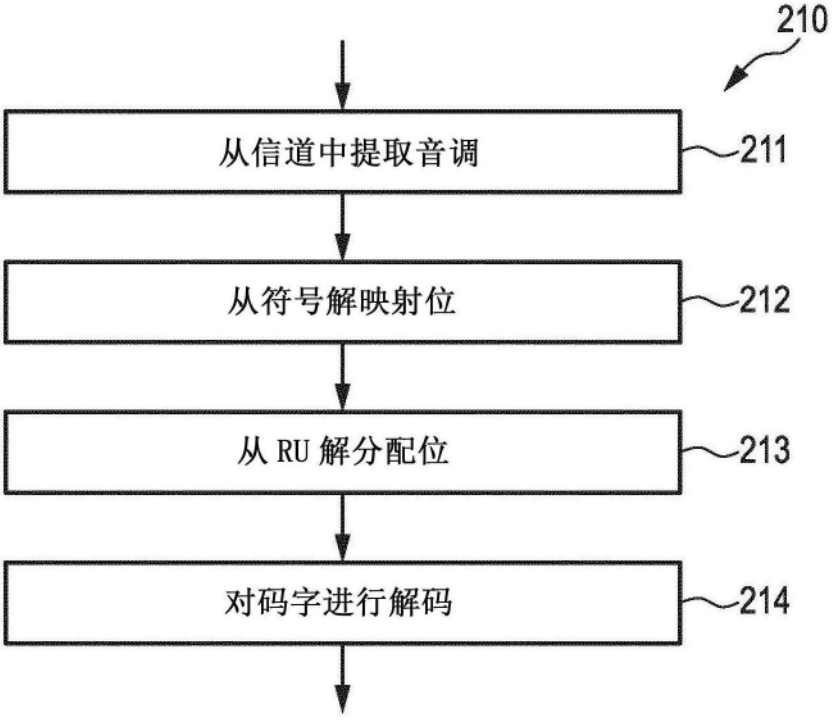
210
从信道中提取音调
211
从符号解映射位
212
从 RU 解分配位
213
对码字进行解码
214

图3

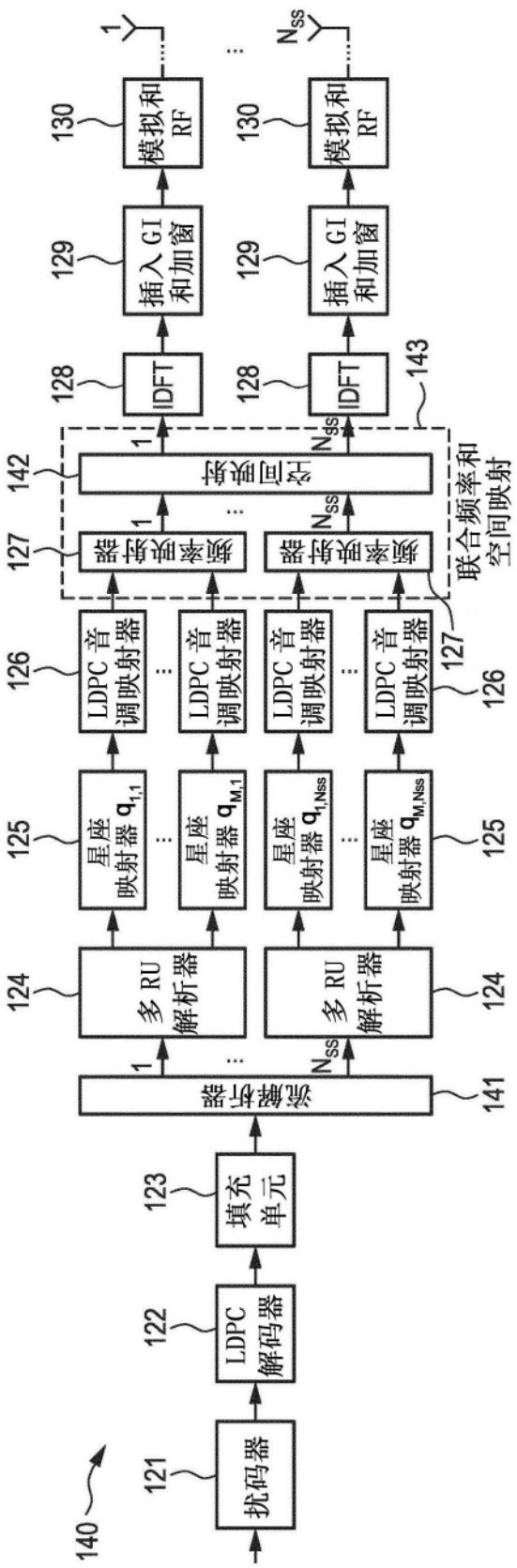
140
扰码器
121
LDPC 解码器
122
填充单元
123
流解析器
141
多 RU 解析器
124
星座映射器 $q_{1,1}$
星座映射器 $q_{M,1}$
星座映射器 $q_{1,Nss}$
星座映射器 $q_{M,Nss}$
125
LDPC 音调映射器
126
空间映射器
127
空间映射
142
联合频率和空间映射
143
IDFT
128
插入 GI 和加窗
129
模拟和 RF
130
1
N_{SS}

图5

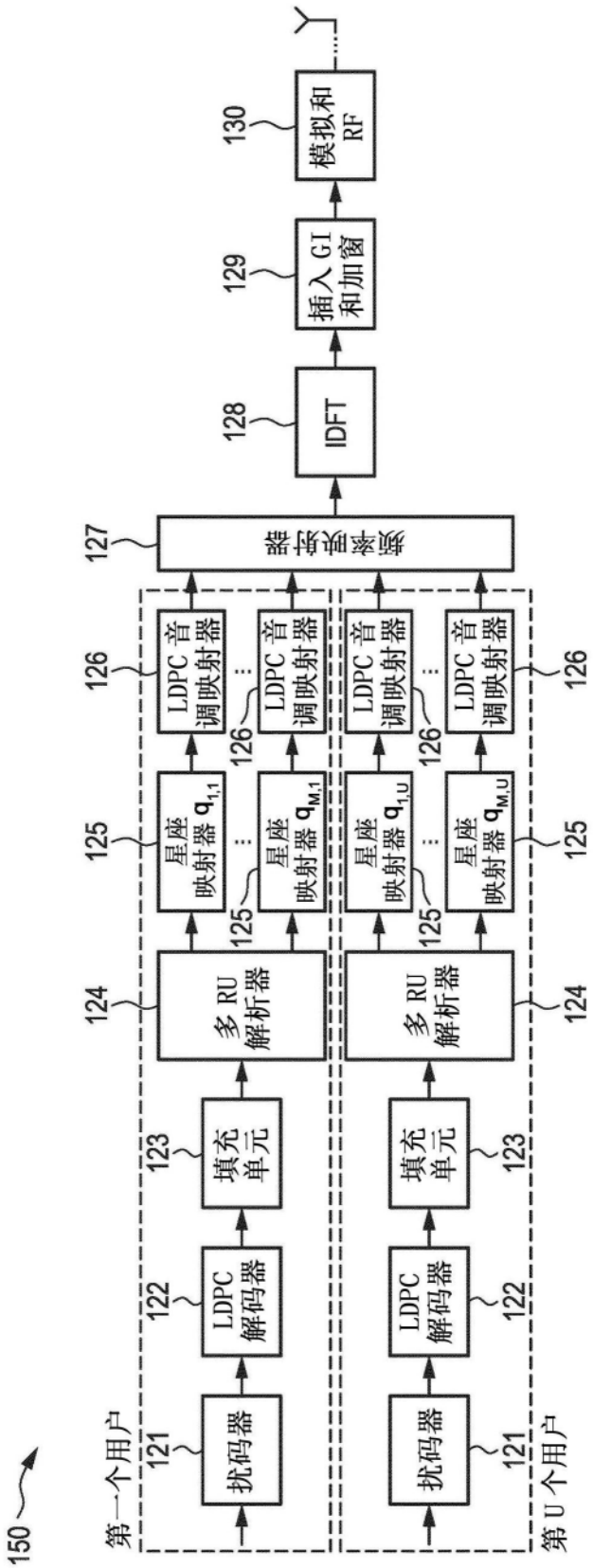
150
第一个用户
第U个用户
121
扰码器
122
LDPC 解码器
123
填充单元
124
多 RU 解析器
125
星座映射器 $q_{1,1}$
星座映射器 $q_{M,1}$
星座映射器 $q_{1,U}$
星座映射器 $q_{M,U}$
126
LDPC 音调映射器
127
发送空射器
128
IDFT
129
插入 GI 和加窗
130
模拟和 RF

图6

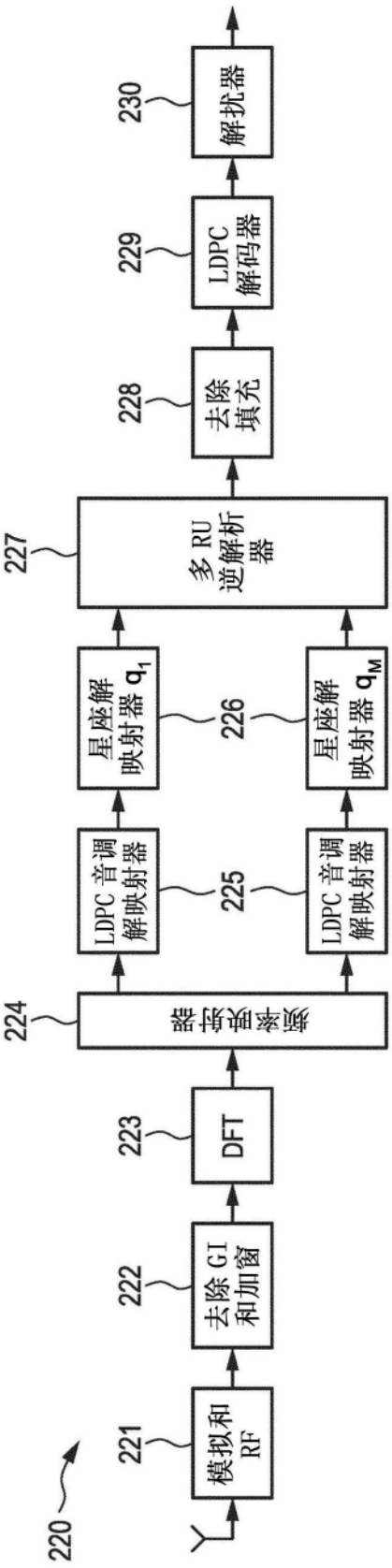
220
221
模拟和RF
222
去除GI和加窗
223
DFT
224
频率均衡器
225
LDPC音调解映射器
226
星座解映射器 q_1
星座解映射器 q_M
227
多RU逆解析器
228
去除填充
229
LDPC解码器
230
解扰器

图7

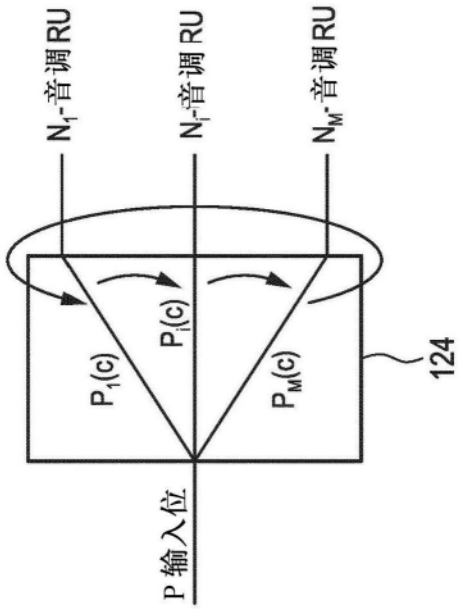

图8

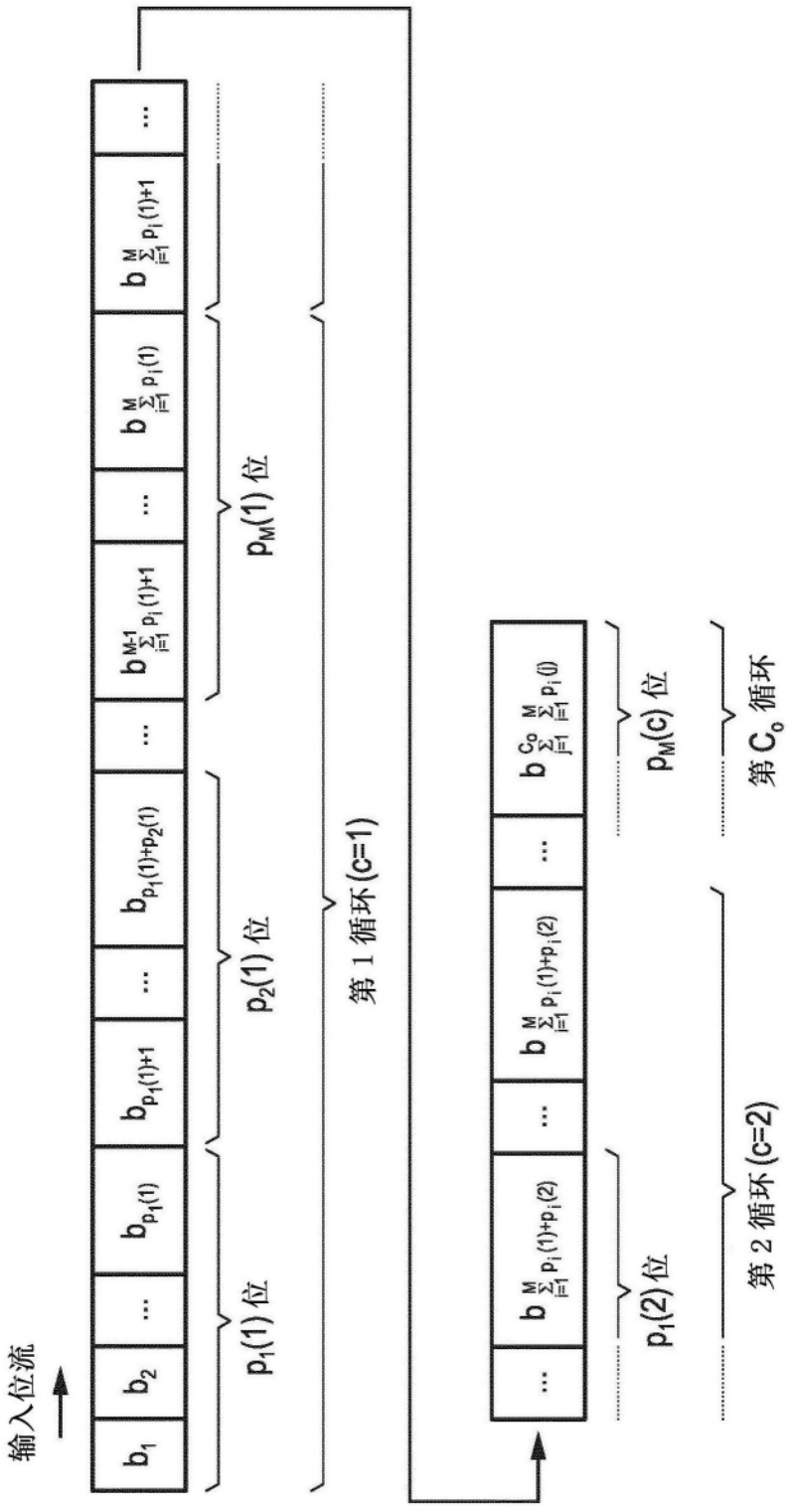
输入位流
b_1
b_2
...
$b_{p_1(1)}$
$b_{p_1(1)+1}$
...
$b_{p_1(1)+p_2(1)}$
...
$b_{\sum_{i=1}^{M-1} p_i(1)+1}$
...
$b_{\sum_{i=1}^{M} p_i(1)}$
$b_{\sum_{i=1}^{M} p_i(1)+1}$
...
$p_1(1)$ 位
$p_2(1)$ 位
$p_M(1)$ 位
第 1 循环 (c=1)
...
$b_{\sum_{i=1}^{M} p_i(1)+p_i(2)}$
...
$b_{\sum_{j=1}^{C_o} \sum_{i=1}^{M} p_i(j)}$
$p_1(2)$ 位
$p_M(c)$ 位
第 2 循环 (c=2)
第 C_o 循环

图9

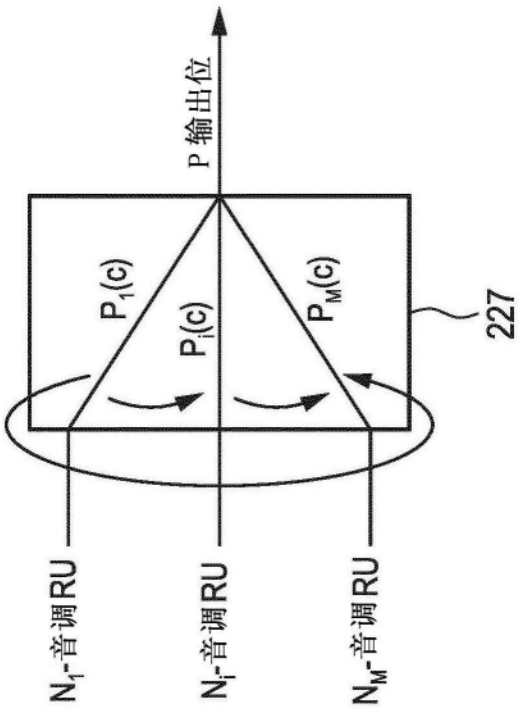

图10

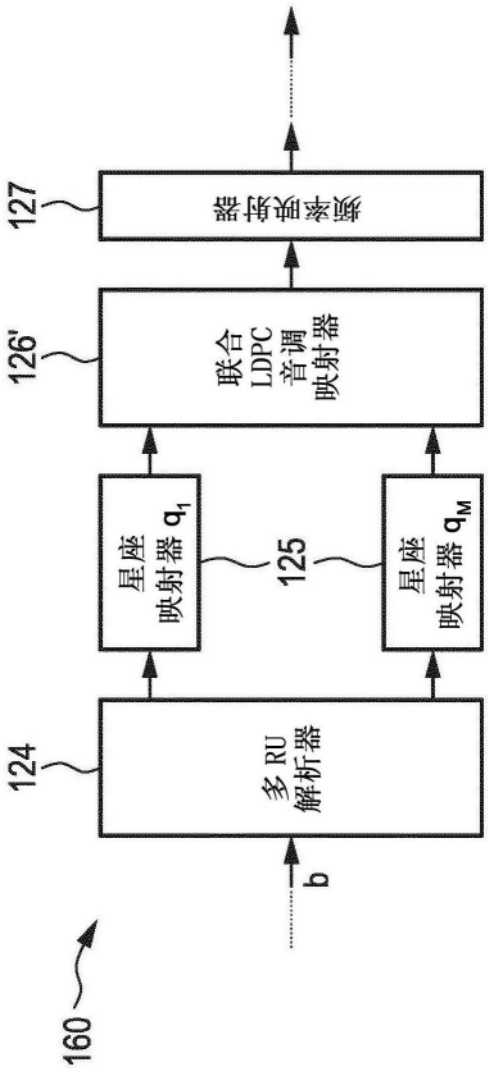
160
124
多 RU 解析器
b
星座 映射器 q_1
125
星座 映射器 q_M
126'
联合 LDPC 音调 映射器
127
频率 映射器

图11

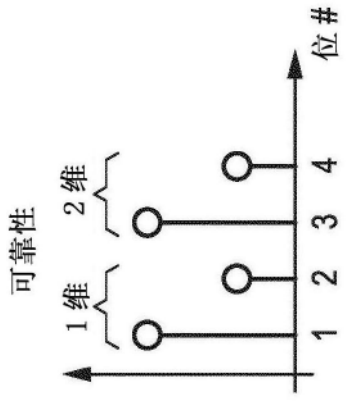
可靠性
1 维
2 维
1
2
3
4
位 #

图12

图13A

图13B

图13C

图13D

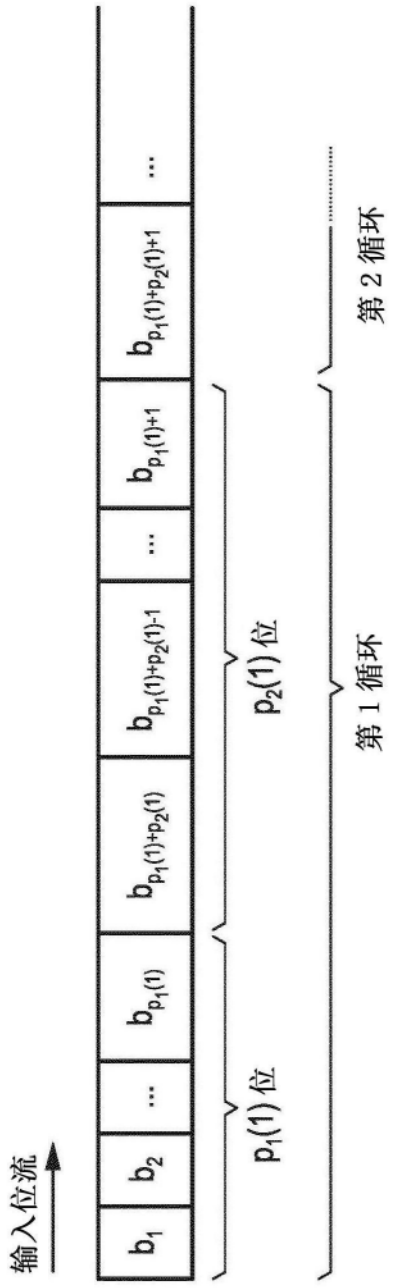
输入位流
b1
b2
...
bp1(1)
bp1(1)+p2(1)
bp1(1)+p2(1)-1
...
bp1(1)+1
bp1(1)+p2(1)+1
...
p1(1) 位
p2(1) 位
第 1 循环
第 2 循环

图14

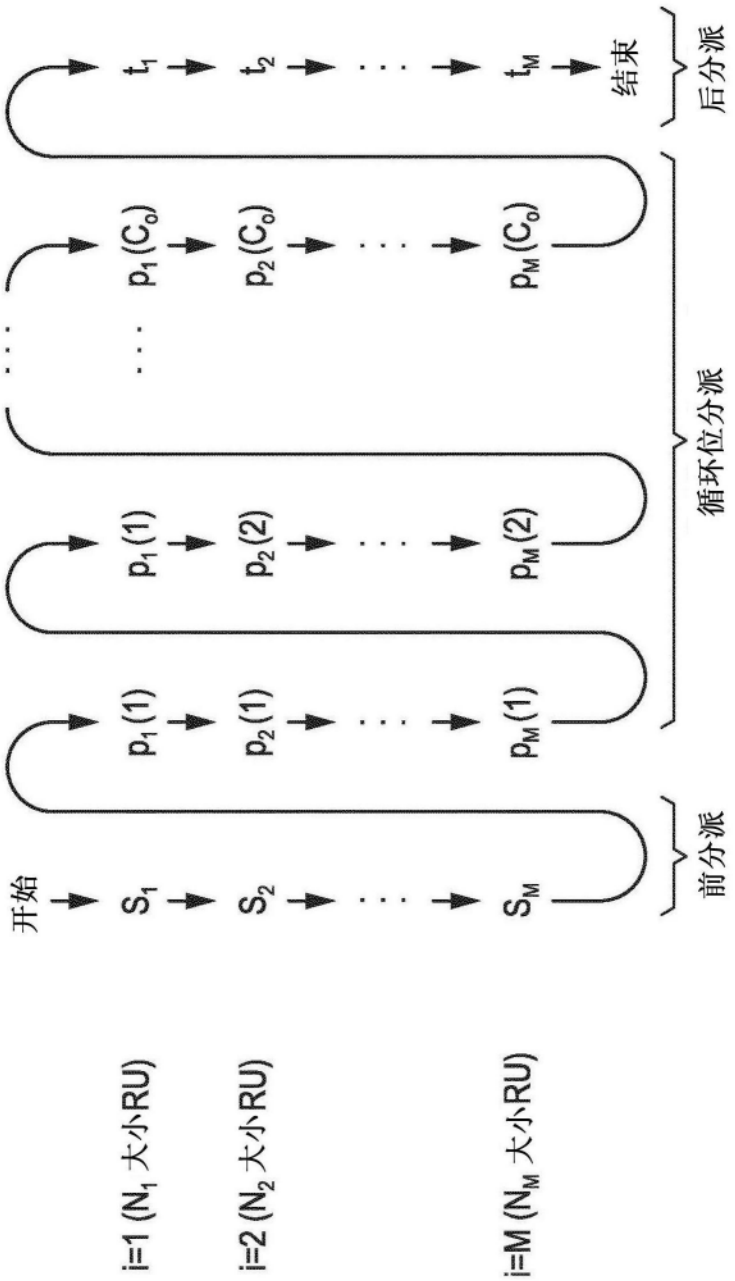
开始
S_1
S_2
S_M
$p_1(1)$
$p_2(1)$
$p_M(1)$
$p_1(2)$
$p_2(2)$
$p_M(2)$
$p_1(C_o)$
$p_2(C_o)$
$p_M(C_o)$
t_1
t_2
t_M
结束
前分派
循环位分派
后分派
i=1 (N_1 大小RU)
i=2 (N_2 大小RU)
i=M (N_M 大小RU)

图15

表 2

类型	$i=1$		$i=2$		$i=3$		C_O	根据选项
	p_1	$s_1=t_1$	p_2	$s_2=t_2$	p_3	$s_3=t_3$		
26+52	$26q_1$	0	$52q_2$	0	-	-	1	1
	$\left\{\underbrace{Q_1,\dots,Q_1}_{26^{q_1}/Q_1},0,\dots,0\right\}$	0	$\left\{\underbrace{Q_2,\dots,Q_2}_{52^{q_2}/Q_2}\right\}$	0	-	-	$52\frac{q_2}{Q_2}$	2
	Q_1	0	$2Q_2$	0	-	-	$26\frac{q_i}{Q_i}$	3
26+106	$26q_1$	0	$106q_2$	0	-	-	1	1
	$\left\{\underbrace{Q_1,\dots,Q_1}_{26^{q_1}/Q_1},0,\dots,0\right\}$	0	$\left\{\underbrace{Q_2,\dots,Q_2}_{106^{q_2}/Q_2}\right\}$	0	-	-	$106\frac{q_2}{Q_2}$	2
	Q_1	0	$4Q_2$	q_2	-	-	$26\frac{q_i}{Q_i}$	4
	Q_1	0	$\left\{\begin{matrix}4Q_2+q_2,\\ \underbrace{4Q_2,\dots,4Q_2}_{24^{q_2}/Q_2},\\ 4Q_2+q_2\end{matrix}\right\}$	0	-	-	$26\frac{q_i}{Q_i}$	4
242+484	$242q_1$	0	$484q_2$	0	-	-	1	1
	$\left\{\underbrace{Q_1,\dots,Q_1}_{242^{q_1}/Q_1},0,\dots,0\right\}$	0	$\left\{\underbrace{Q_2,\dots,Q_2}_{484^{q_2}/Q_2}\right\}$	0	-	-	$484\frac{q_2}{Q_2}$	2
	Q_1	0	$2Q_2$	0	-	-	$242\frac{q_i}{Q_i}$	3
242+996	$242q_1$	0	$996q_2$	0	-	-	1	1
	$\left\{\underbrace{Q_1,\dots,Q_1}_{242^{q_1}/Q_1},0,\dots,0\right\}$	0	$\left\{\underbrace{Q_2,\dots,Q_2}_{996^{q_2}/Q_2}\right\}$	0	-	-	$996\frac{q_2}{Q_2}$	2
	Q_1	0	$4Q_2$	$14q_2$	-	-	$242\frac{q_i}{Q_i}$	4

图16

表 2（接续）

484+996	Q_1	0	$\underbrace{\{5Q_2,4Q_2,\ldots,4Q_2\}}_{22^{q_2}/_{Q_2}}$	$3q_2$	-	-	$242\frac{q_i}{Q_i}$	4
	$484q_1$	0	$996q_2$	0	-	-	1	1
	$\underbrace{\{Q_1,\ldots,Q_1,0,\ldots,0\}}_{484^{q_1}/_{Q_1}}$	0	$\underbrace{\{Q_2,\ldots,Q_2\}}_{996^{q_2}/_{Q_2}}$	0	-	-	$996\frac{q_2}{Q_2}$	2
	Q_1	0	$2Q_2$	$14q_2$	-	-	$484\frac{q_i}{Q_i}$	4
	Q_1	0	$\underbrace{\{3Q_2,2Q_2,\ldots,2Q_2\}}_{22^{q_2}/_{Q_2}}$	$3q_2$	-	-	$484\frac{q_i}{Q_i}$	4
N+N	Nq_1	0	Nq_2	0	-	-	1	1
	Q_1	0	Q_2	0	-	-	$N\frac{q_i}{Q_i}$	3
N+N+N	Nq_1	0	Nq_2	0	Nq_3	0	1	1
	Q_1	0	Q_2	0	Nq_3	0	$N\frac{q_i}{Q_i}$	3
242+996+484	$242q_1$	0	$996q_2$	0	$484q_3$	0	1	1
	$\underbrace{\{Q_1,\ldots,Q_1,0,\ldots,0\}}_{242^{q_1}/_{Q_1}}$	0	$\underbrace{\{Q_2,\ldots,Q_2\}}_{996^{q_2}/_{Q_2}}$	0	$\underbrace{\{Q_3,\ldots,Q_3,0,\ldots,0\}}_{484^{q_3}/_{Q_3}}$	0	$996\frac{q_2}{Q_2}$	2
	Q_1	0	$4Q_2$	$14q_2$	$2Q_2$	0	$242\frac{q_i}{Q_i}$	4
	Q_1	0	$\underbrace{\{5Q_2,4Q_2,\ldots,4Q_2\}}_{22^{q_2}/_{Q_2}}$	$3q_2$	$2Q_2$	0	$242\frac{q_i}{Q_i}$	4

图16(接续)

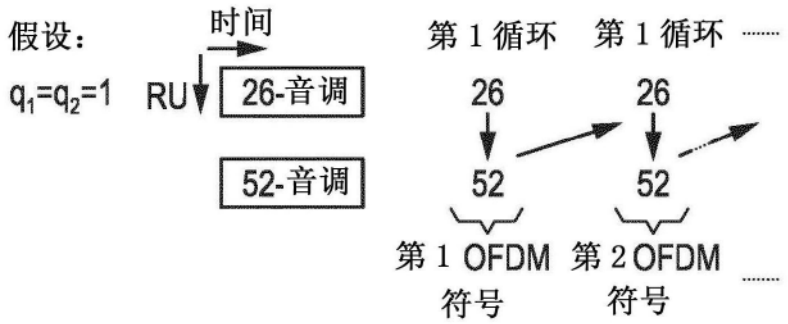

图17A

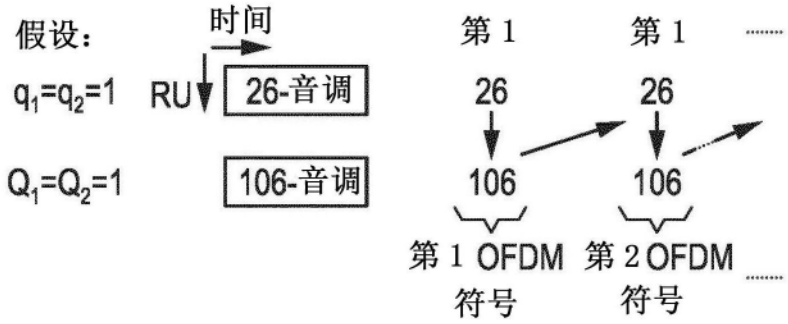

图17B

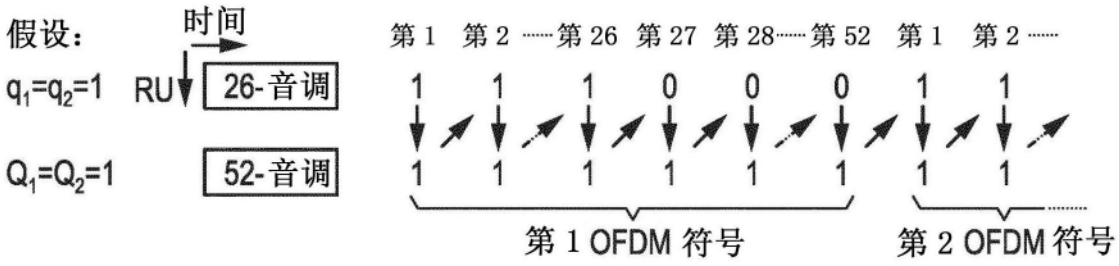

图18A

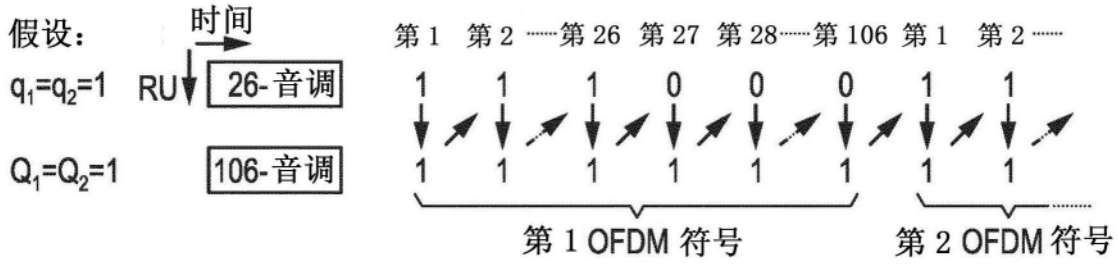

图18B

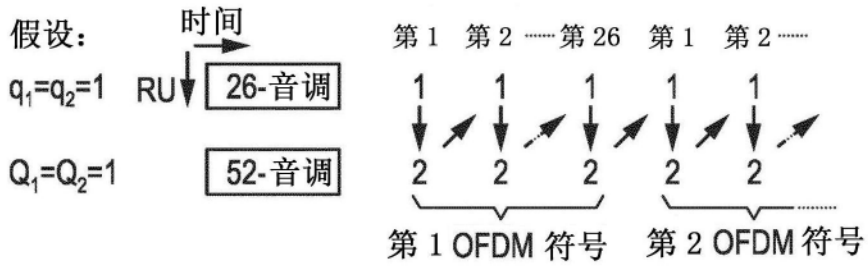

图19

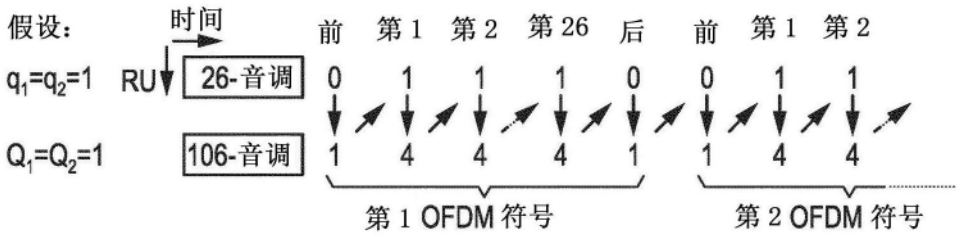

图20A

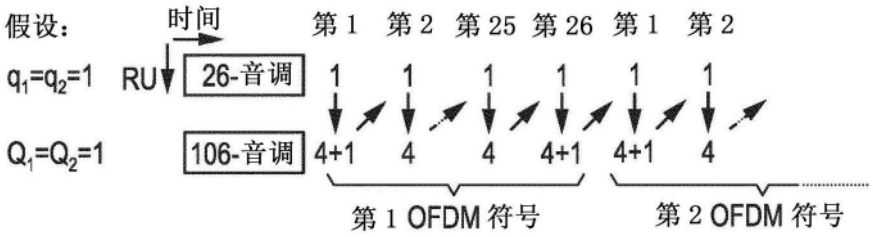

图20B

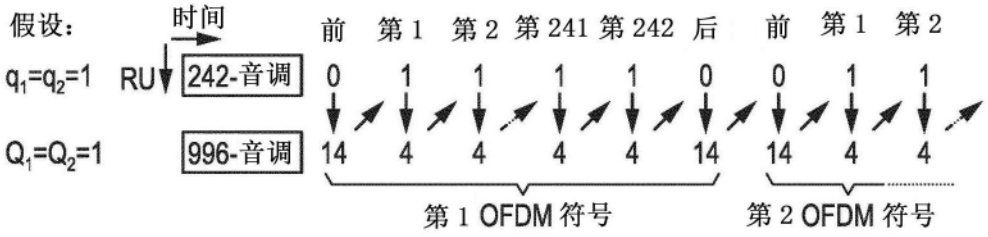

图20C

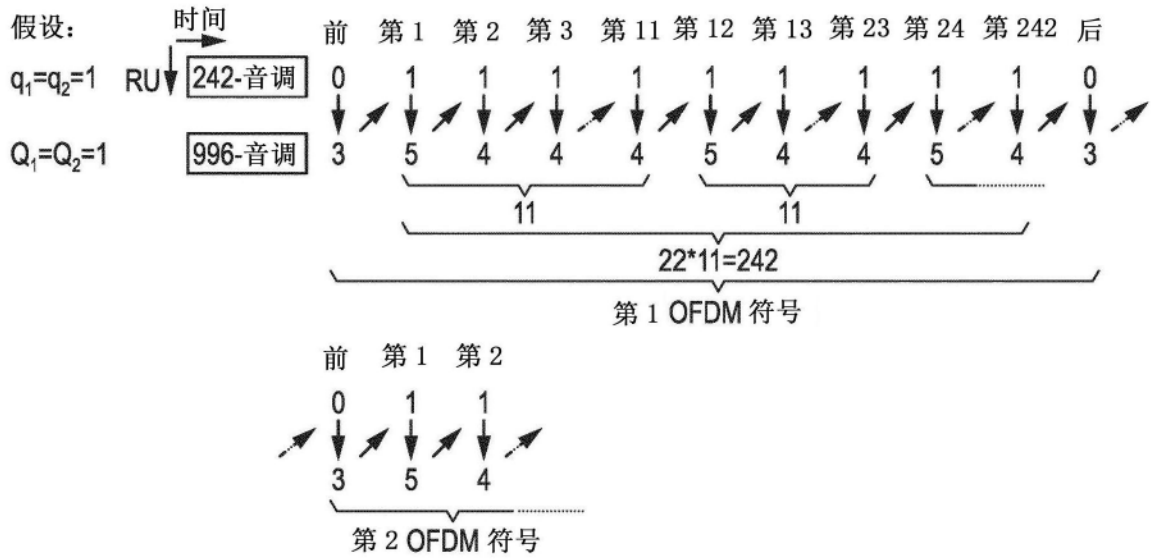

图20D

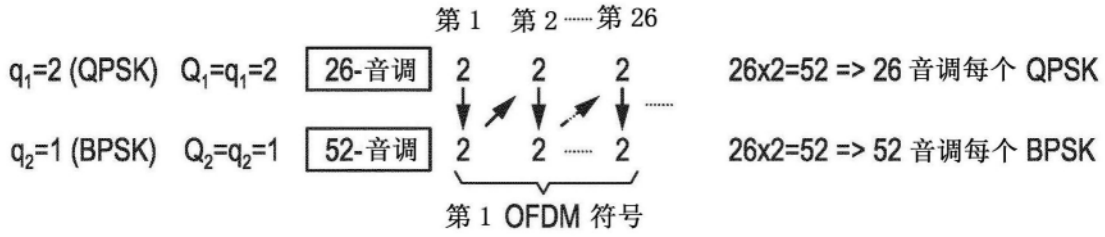

图21A

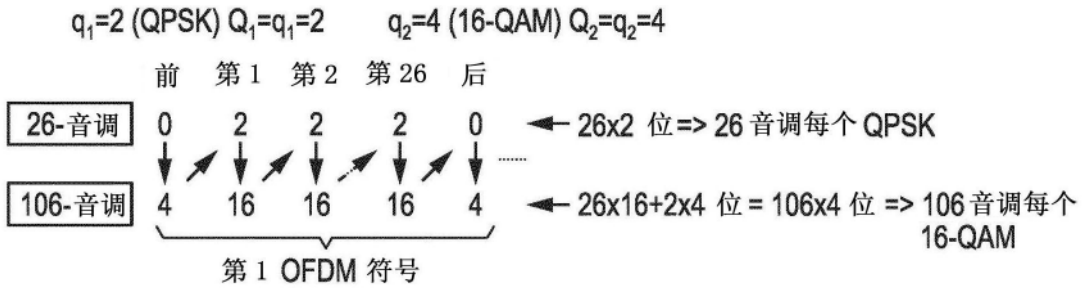

图21B

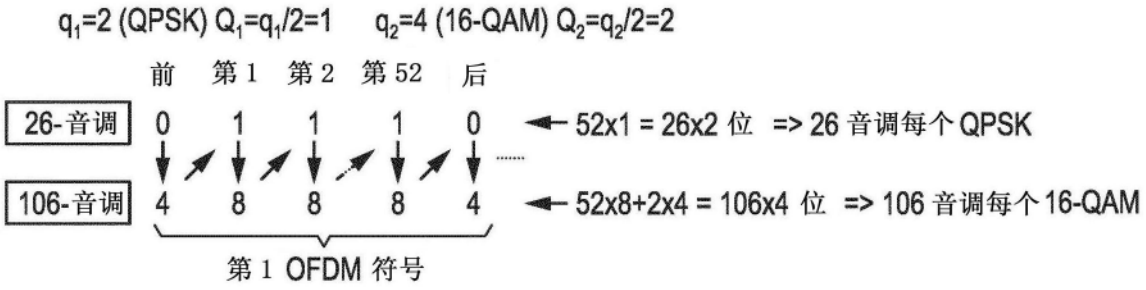
q1=2 (QPSK) Q1=q1/2=1
q2=4 (16-QAM) Q2=q2/2=2
前
第 1
第 2
第 52
后
26-音调
0 1 1 1 0
52x1 = 26x2 位 => 26 音调每个 QPSK
106-音调
4 8 8 8 4
52x8+2x4 = 106x4 位 => 106 音调每个 16-QAM
第 1 OFDM 符号

图21C

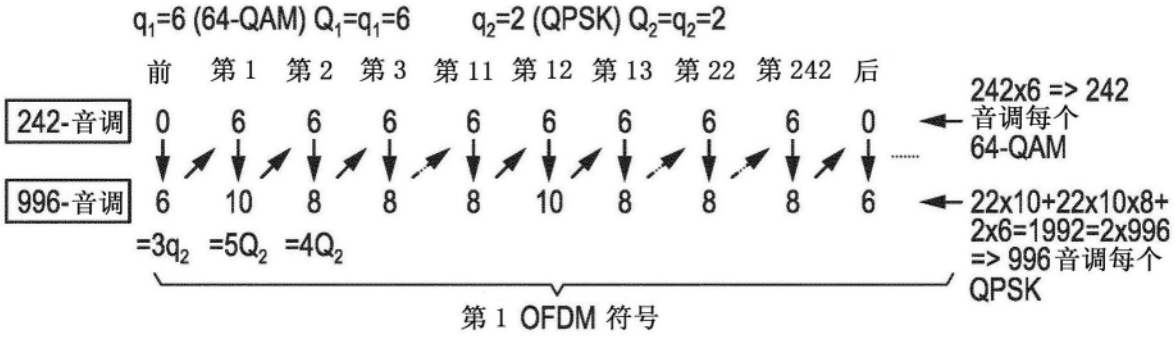
q1=6 (64-QAM) Q1=q1=6
q2=2 (QPSK) Q2=q2=2
前
第 1
第 2
第 3
第 11
第 12
第 13
第 22
第 242
后
242-音调
0 6 6 6 6 6 6 6 6 0
242x6 => 242 音调每个 64-QAM
996-音调
6 10 8 8 8 10 8 8 8 6
=3q2 =5Q2 =4Q2
22x10+22x10x8+2x6=1992=2x996 => 996 音调每个 QPSK
第 1 OFDM 符号

图21D