(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101015151 B
(45)授权公告日 2013.09.25

(21)申请号 200580027966.3
(22)申请日 2005.02.28
(30)优先权数据
10/948,615 2004.09.22 US
10-2005-0014252 2005.02.21 KR
(85)PCT申请进入国家阶段日
2007.02.16
(86)PCT申请的申请数据
PCT/KR2005/000553 2005.02.28
(87)PCT申请的公布数据
WO2006/033509 EN 2006.03.30
(73)专利权人 三星电子株式会社
地址 韩国京畿道
专利权人 斯加图通信公司
(72)发明人 托布-乔恩·拉尔森 尼尚特·库玛
(74)专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司 11286
代理人 郭鸿禧 刘奕晴
(51)Int.Cl.
H04J 11/00(2006.01)
(56)对比文件
US 20040178934 A1,2004.09.16, 摘要, 第0040-0050、0060段,图2-4.
WO 2002062002 A1,2002.08.08, 全文.
审查员 陈德锋

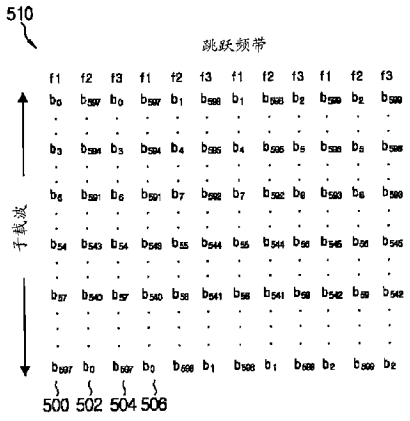
权利要求书1页 说明书8页 附图6页

(54)发明名称

多频带正交频分复用发射机和接收机及其信号处理方法

(57)摘要

一种用于提高包含多个OFDM(正交频分复用)码元的信号的频率分集的方法包括以下步骤:接收输入数据序列;将输入数据序列映射为发送数据序列,并使用发送数据序列来产生OFDM码元,其中,所述映射包括执行映射操作。一种OFDM(正交频分复用)发送设备包括:接口,接收输入数据序列;和处理器,执行映射操作以将输入数据序列映射为发送数据序列,并使用发送数据序列来产生OFDM码元,其中,所述映射包括执行映射操作。



CN 101015151 B

1. 一种用于提高信号的频率分集的 OFDM(正交频分复用) 信号处理方法，所述信号包含多个 OFDM 码元，所述 OFDM 信号处理方法包括以下步骤 :

接收输入数据序列 ;

将输入数据序列映射为第一发送数据序列，所述映射包括执行第一映射操作 ;

通过使用第一发送数据序列产生第一 OFDM 码元 ;

将输入数据序列映射为第二发送数据序列，所述映射包括执行第二映射操作 ;

通过使用第二发送数据序列来产生第二 OFDM 码元 ;

使用三频带跳频模式发送第一发送数据序列和第二发送数据序列中的至少一个，

其中，输入数据序列具有比特次序，并且所述第一映射操作改变第一发送数据序列的比特次序，

其中，所述第一映射操作包括重复、移位、反向、移位加反向和反向加移位中的至少一种，所述第二映射操作包括重复、移位、反向、移位加反向和反向加移位中的至少一种。

2. 根据权利要求 1 所述的 OFDM 信号处理方法，其中，所述移位包括循环移位。

3. 根据权利要求 1 所述的 OFDM 信号处理方法，还包括步骤 :对第一发送数据序列和第二发送数据序列中的至少一个应用 IFFT(快速傅立叶逆变换)。

4. 根据权利要求 1 所述的 OFDM 信号处理方法，其中，输入数据序列被交织。

5. 一种 OFDM(正交频分复用) 发送设备，包括 :

接口，接收输入数据序列 ;

交织 / 比特映射部分，通过执行第一映射操作将输入数据序列映射为第一发送数据序列，并且通过执行第二映射操作将输入数据序列映射为第二发送数据序列 ;

码元调制部分，通过使用第一发送数据序列产生第一 OFDM 码元，并且通过使用第二发送数据序列产生第二 OFDM 码元 ;

发射机，使用三频带跳频模式发送第一发送数据序列和第二发送数据序列中的至少一个，

其中，输入数据序列具有比特次序，并且所述第一映射操作改变第一发送数据序列的比特次序，

其中，所述第一映射操作包括重复、移位、反向、移位加反向和反向加移位中的至少一种，所述第而二映射操作包括重复、移位、反向、移位加反向和反向加移位中的至少一种。

6. 根据权利要求 5 所述的 OFDM 发送设备，其中，所述移位包括循环移位。

7. 根据权利要求 5 所述的 OFDM 发送设备，还包括 :IFFT(快速傅立叶逆变换) 部分，对第一发送数据序列和第二发送数据序列中的至少一个应用 IFFT。

8. 根据权利要求 5 所述的 OFDM 发送设备，其中，交织 / 比特映射部分对输入数据序列进行交织。

多频带正交频分复用发射机和接收机及其信号处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种通信系统，更具体地讲，涉及一种 OFDM（正交频分复用）发送设备及其方法。

背景技术

[0002] MB-OFDM（多频带正交频分复用）在诸如 UWB（超宽带）系统的无线通信系统中被特别使用。通常将 MB-OFDM 与跳频技术结合使用。

[0003] MB-OFDM 适合于被设计为满足对于 UWB 装置的联邦通信委员会 (FCC) 规定的装置。根据当前的规定，允许 UWB 装置在 3.1-10.6GHz 的频率带宽内操作，功率的发射总是保持在信号带宽内的 -41.3dBm/MHz 之下。

[0004] 在具体的 MB-OFDM 系统中，编码的比特按照 OFDM 码元的形式被发送，每个 OFDM 码元包含 QPSK（正交相移键控）或 DCM（双载波调制，或音 (tone)）和导频音。

[0005] 其结果是，所得的波形是跳频波形，在跳频波形中，每个 OFDM 码元与发送频率带宽中的跳跃 (hop) 相对应。本地振荡器通常保持在整个发送周期期间设置的同一频率。

[0006] 图 1 显示了 MB-OFDM 系统的跳频模式。参照图 1，每个矩形表示携带了 200 比特（或 100 比特）的 OFDM 码元。三个跳跃带宽 (f1、f2、f3) 使得在码元中跳频容易。

[0007] 根据频率带宽 (f1、f2、f3) 使用彼此分别不同的载波来调制码元 100、102、104 中的每个。因此，对于下三个码元 (106，108，110)，模式重复。

[0008] 跳频技术的优点在于降低了相邻 UWB 装置之间的干扰。但是，这种技术附带有下面几个问题。当以比系统支持的速率低的速率发送数据时，通常数据比特被复制和调制以进行发送。

[0009] 因此，相同的数据比特在相同子载波频率可被调制数次，其结果是，复制的码元落入相同的多径和衰落条件。因此，频率分集 (frequency diversity) 降低。

[0010] 另外，因为相邻的数据比特通常具有相同的频率，或者通常使用相邻的子载波被编码，这也降低了频率分集。因此，需要一种数据比特编码方法，该方法不仅可提高相同数据的频率分集，也可提高相邻的数据比特的频率分集。另外，需要一种编码方法，该方法不对现有的发射机和接收机带来大量的附加成本和复杂化的增加。

发明内容

[0011] 技术问题

[0012] 因此，本发明的目的在于提供一种能够提高包含多个 OFDM 码元的信号的频率分集的方法和系统。

[0013] 技术方案

[0014] 可通过提供一种用于提高信号的频率分集的 OFDM（正交频分复用）信号处理方法来基本实现本发明的以上目的，所述信号包含多个 OFDM 码元，所述 OFDM 信号处理方法包括以下步骤：接收输入数据序列；通过预定的映射方法将输入数据序列映射为发送数据序

列，并使用发送数据序列来产生 OFDM 码元。

[0015] 输入数据序列最好具有比特次序，并且所述映射改变发送数据序列的比特次序。

[0016] 所述映射最好包括重复、移位、反向、移位加反向和反向加移位中的至少一种。

[0017] 最好，所述移位包括循环移位。

[0018] 最好另外提供对发送数据序列应用 IFFT（快速傅立叶逆变换）的步骤。

[0019] 这里，最好对输入数据序列进行交织。

[0020] 另外，最好提供还将发送数据序列映射为第二发送数据序列的步骤。

[0021] 最好另外提供通过重复发送数据序列来产生第二 OFDM 码元的步骤。

[0022] 另外，最好还提供对发送数据序列执行第二映射以将发送数据序列映射为第二发送数据序列的步骤，所述第二映射包括重复、移位、反向、移位加反向和反向加移位。

[0023] 最好另外提供以下步骤：对输入数据序列执行预定的第二映射操作，以将其映射为第二发送数据序列，从而发送所述数据作为 OFDM 码元。

[0024] 最好添加以下步骤：通过映射发送数据序列来产生第二发送数据序列，并使用所述第二发送数据序列来产生第二 OFDM 码元。

[0025] 还可通过提供一种用于 OFDM（正交频分复用）发送设备来基本实现本发明的以上目的，所述设备包括：接口，接收输入数据序列；与接口连接的处理器，将输入数据序列映射为发送数据序列，并使用发送数据序列来产生 OFDM 码元。

[0026] 处理器最好对发送数据序列应用 IFFT（快速傅立叶逆变换）。

[0027] 最好，处理器还将发送数据序列映射为第二发送数据序列。

[0028] 此外，处理器最好通过重复发送数据序列来产生第二 OFDM 码元。

[0029] 此外，根据本发明，一种用于提高包含多个 OFDM 码元的信号的频率分集的 OFDM（正交频分复用）信号处理方法包括以下步骤：接收输入数据序列；对输入数据序列进行交织；对输入数据序列进行移位，并产生移位的输入数据序列；通过对移位的输入数据序列应用 IFFT（快速傅立叶逆变换）来产生 OFDM 码元；交换 OFDM 码元的一部分的 I 分量和 Q 分量；和发送交换的 OFDM 码元。

[0030] 根据本发明，一种 OFDM（正交频分复用）发送设备包括：接口，接收输入数据序列；与接口连接的处理器，对输入数据序列进行交织，对输入数据序列进行移位并产生移位的输入数据序列，通过对移位的输入数据序列应用 IFFT（快速傅立叶逆变换）来产生 OFDM 码元，交换 OFDM 码元的一部分的 I 分量和 Q 分量，通过对交换的 OFDM 码元进行调制来产生 RF 信号，并且发送所述 RF 信号。

[0031] 另外，根据本发明，一种 OFDM（正交频分复用）接收设备的信号解调方法包括以下步骤：接收输入信号；将输入信号转换为基带信号；通过对基带信号应用 FFT（快速傅立叶变换）来产生多个重复的软码元；和通过组合所述多个软码元来产生一个软码元。

[0032] 此外，根据本发明，一种 OFDM（正交频分复用）接收设备包括：接口，接收输入信号；处理器，将输入信号转换为基带信号，通过对基带信号应用 FFT（快速傅立叶变换）来产生多个重复的软码元，并通过组合所述多个软码元来产生一个软码元。

[0033] 有益效果

[0034] 根据本发明，通过对输入的数据比特执行比特处理操作（诸如重复、移位、反向、移位加反向和反向加移位），不仅可提高对于相同数据的频率分集，而且可提高相对于邻数

据比特的频率分集。

[0035] 另外，因为不增加实现现有的数字发射机和接收机的硬件的复杂度，所以不增加成本。

[0036] 上述实施例和优点仅仅是示例性的，不应被解释为限制本发明。本发明可容易地应用于其它设备。另外，本发明的实施例的描述是示意性的，并不限制本发明的范围，并且多种选择、修改和变化对于本领域技术人员是明显的。

附图说明

[0037] 通过结合附图描述本发明的特定示例性实施例，本发明的以上方面和特点将会变得更加清楚，其中：

[0038] 图 1 是被提供以解释根据一般的 MB-OFDM 系统的跳频模式的示图；

[0039] 图 2 是表示根据本发明的一个实施例的 UWB 发射机的方框图；

[0040] 图 3 是表示根据本发明的一个实施例的 UWB 接收机的方框图；

[0041] 图 4 是被提供以解释根据本发明的一个实施例的提高包含 OFDM 码元的信号的频率分集的处理的流程图；

[0042] 图 5 是表示根据本发明的一个实施例的交织和重复功能的结果的示图；

[0043] 图 6 是表示用于实现图 5 的交织和重复功能的交织器和比特映射部分的示例的方框图；

[0044] 图 7 是表示根据本发明的一个实施例的发送数据的模式的示图；

[0045] 图 8 是表示根据本发明的另一实施例的发送数据的模式的示图；

[0046] 图 9 是表示根据本发明的另一实施例的发送数据的模式的示图；

[0047] 图 10 是表示根据本发明的一个实施例的用于实现交织和重复功能的电路的方框图；

[0048] 图 11 是表示根据本发明的另一实施例的发射机的方框图；

具体实施方式

[0049] 以下，将参照示意性的附图来详细描述本发明。

[0050] 可按照各种方式（诸如处理、设备、部件的组合、计算机记录介质或者通过光或电通信链路发送程序命令的计算机网络）来应用本发明。下面的描述仅仅阐述了本发明的示例性实施例，本领域技术人员应该理解，在不脱离本发明的范围的情况下，可以对所述方法或本发明所有其它可能的类型以及所述处理的次序进行修改。

[0051] 在下文中，将描述 OFDM 发送 / 接收设备及其信号处理方法，该方法能够提高包含多个 OFDM 码元的信号的频率分集。从 OFDM 发射机输入的数据序列被映射为发送数据序列，以与 OFDM 码元一起被发送。在本发明的下列实施例中，映射操作包括各种适当的操作，诸如重复、移位 (shift)、反向 (reversal)、移位加反向、反向加移位，或这些操作的组合。

[0052] 另外，在特定实施例中，发送数据序列可被映射为另一发送数据序列中，以与其它 OFDM 码元一起被发送。在相同的 MB-OFDM 系统中，为了确保根据不同映射操作的不同数据率，或者为了确保不同 MB-OFDM 系统下的相同数据率，可使用不同的映射操作。通过产生重复的输入数据序列，可扩展不同子载波频率的 OFDM 码元的比特，并且可获得被更加提高的

频率分集。

[0053] 图 2 是示出根据本发明的一个实施例的 UWB 发射机的方框图。

[0054] 在根据本发明实施例的 UWB 发射机中，使用了 OFDM 技术。FEC（前向纠错）编码部分 202 对通过 MAC（媒体访问控制）接口 200 接收的数据比特进行编码。因为相邻的子载波经常落入多径和衰落条件，所以交织器防止随后的代码比特从相邻的子载波与相同的 OFDM 码元一起被发送。在该实施例中，编码的比特可通过多个 OFDM 码元被交织。

[0055] 交织 / 比特映射部分 204 对数据比特执行一个或更多个映射操作。可按照反向或移位或两者组合的次序来映射比特，这将在下面进行描述。在映射之后，以最终的形式，即，以 OFDM 码元的形式发送数据序列。在该实施例中，交织 / 比特映射部分 204 可对输入的比特序列执行多个映射操作，以产生多个映射结果。另外，交织 / 比特映射部分 204 执行第二映射操作，以产生将与其它 OFDM 码元一起被发送的另一输出。在执行多个映射操作的实施例中，取决于系统，可按照相同或不同的方式来执行根据上述操作的映射。根据映射的发送的信号的带宽被扩展为超出信息带宽，因此，产生了另外的频率分集，并且发送的信号更加能抗多径和干扰。

[0056] 接着，码元调制部分 206 将已被交织和重复的比特调制为码元。在所描述的实施例中，通过使用 QPSK 调制将一对连续的比特映射为 QPSK 码元。除了 QPSK 调制之外，还可使用任何其它适合的调制。导频插入部分 207 将导频音插入到调制的码元中。IFFT（快速傅立叶逆变换）部分 208 将码元按块转换为时域中的波形（或 OFDM 码元）。在特定的实施例中，前缀 (prefix)/GI（保护间隔）插入部分 210 在前同步的前面将保护间隔和循环 / 零前缀添加到重复的 OFDM 码元中的每个中。另外，在特定的实施例中，干扰和幅度削波可被选择性地施加到 OFDM 码元。D/A 转换器 216、218 将基带 OFDM 信号的 I（同相）分量和 Q（正交）分量从数字形式转换为模拟形式。相应地，模拟信号被输出并被发送到发送部分 220，以通过天线 222 被发送出去。

[0057] 图 3 是表示根据本发明的一个实施例的 UWB 接收机的方框图。根据该实施例，通过接收部分 252 的天线 250 接收的 OFDM 信号被分解为 I 分量和 Q 分量，并且被转换到基带。A/D 转换器 254、256 将基带信号转换为数字信号。在该实施例中，抽取器 (decimator)260 在基带中选择性地处理该数字信号。前缀 /GI 去除部分 258 去除前缀和 GI。FFT（快速傅立叶变换）部分 262 将时域中的 OFDM 波形转换为频域中的采样。信道估计 / 均衡部分 264 处理频域中的采样，并将多径传播的影响最小化。在均衡之后，接收的子载波和采样显示与 QPSK 码元噪声的模式相似的模式，或者显示与从 QPSK 码元的实数和虚数得出的 QPSK 码元噪声的模式相似的模式。在这两种情况下，码元都被称为“软码元”。

[0058] 去交织器 / 组合器 266 接收软码元，并且将图 2 的交织 / 比特映射部分 204 的操作还原。被接收了多次的相同软码元被组合为一个。可按照各种模式来实现这种组合处理。在特定实施例中，MR（最大比率）组合方法被使用，因此，根据具有接收的软码元的相应子载波中的每个子载波的估计的幅度来对接收的软码元进行累加求和。随后，求和后的软码元被输出作为一个码元。接着，对软码元的最终输出执行去交织，因此，交织器的操作被还原。FEC 解码器 268 对去交织的码元序列解码。解码的信号被发送到 MAC 接口 270，以处理其余信号。

[0059] 图 4 是解释根据本发明的一个实施例的提高包含 OFDM 码元的信号的频率分集的

处理的流程图。首先，输入数据序列被接收 (S300)。接着，输入数据序列被映射为发送数据序列 (S302)。映射处理可包括各种适当的操作，诸如移位、反向、重复、移位加反向、反向加移位，或这些操作的组合。根据这些实施例，可适当地选择映射操作。接着，使用发送数据序列来产生 OFDM 码元 (S304)。随着对相同的输入数据选择性地重复映射操作，产生了另一 OFDM 码元。在特定的实施例中，使用不同的映射操作以产生不同的发送数据序列。

[0060] 图 5 是被提供以解释根据本发明的一个实施例的交织和比特映射的结果的示图。根据该实施例，输入比特序列 (b_0, b_1, b_2, b_3, …) 被发送到交织器。首先，数据比特被交织为第一比特序列 (b_0, b_3, b_6, … b_{597})、第二比特序列 (b_1, b_4, b_7, … b_{598}) 和第三比特序列 (b_2, b_5, b_8, … b_{599})。在特定的实施例中，通过音交织器 (tone interleaver) 以较宽的间隔将第一、第二和第三序列分别映射为不同的子载波。交织的深度取决于所采用的实施例。例如，如果使用 10 音交织深度，则音交织之后的第一序列将为 b_0, b_{30}, b_{60}, … b_{597}，音交织之后的第二序列将为 b_1, b_{31}, b_{61}, … b_{597}，音交织之后的第三序列将为 b_2, b_{32}, b_{62}, … b_{597}。接着，通过使用跳跃带宽的子载波将输入序列分别调制为 OFDM 码元。在特定的实施例中，调制可采用将各个序列的数量与相应的子载波信号相乘。接着，相同的比特序列根据相同的次序重复，并且使用下一跳跃带宽的子载波被调制为不同的 OFDM 码元。参照附图，发送数据模式 (402、404) 用于产生以不同的速率被发送的 OFDM 码元。发送模式的序列被调制，并且使用每一列的第一行的跳跃带宽的子载波来产生 OFDM 码元。为解释方便，三个频率带宽 (f1、f2、f3) 中的带宽跳跃遵循该实施例中示出的顺序次序。但是，在特定的实施例中，可改变跳跃的数量和 / 或次序。

[0061] 根据该特定实施例，重复用作映射操作。输入比特序列中的每个具有 600 数据比特，并且获得了作为最大值的 1/4 发送数据率，其中，所述 600 数据比特按照发送的 12 个 OFDM 码元的模式 402 重复四次。因为使用相同的子载波频率调制来自相同输入比特的两个 OFDM 码元，所以根据重复在一定程度上避免频率分集的降低。例如，比特序列 b_0-b_{597} 通过使用跳跃带宽 (f1、f3) 的子载波被最初调制，并且针对跳跃带宽 (f1) 被再次调制。因为对相同的子载波发送相同的码元，所以这表示数据受到相似的多径和衰落条件。因此，频率分集降低。在比特模式 404 中，比特序列被重复两次，并且在具有相同重复比特序列的子载波频率不被重复。因此，频率分集的问题在一定程度上不同。但是，因为相邻的比特 (诸如第一比特 (b_0) 和第二比特 (b_1)) 能够以相同的子载波频率被发送，所以这些比特仍然受到相似的衰落条件。

[0062] 图 6 是示出用于实现图 5 的交织和重复操作的交织器 / 比特映射部分的方框图。在该具体示例中，通过使用 $N_h \times N_{CBPS}$ 块交织器 452 对输入数据序列首先交织，其中 N_h 是跳跃带宽的数量的函数，N_{CBPS} 是重复之前每 OFDM 码元的代码比特的数量 (在下面的示例中被设置为 200)。

[0063] 交织器 452 将输入比特按列方向记录为 $N_h \times N_{CBPS}$ 矩阵，并且按行方向的次序读出。N_h 个连续比特的子序列被扩展到 N_h 个 OFDM 码元 (或跳跃带宽)。因此，输出比特被第二交织器 454(称为“音交织器”) 交织，并且对于大小为 N_{CBPS} 的比特块，各个 OFDM 码元的 N_{CBPS} 个比特被划分为不同的音 (子载波)。

[0064] 比特映射部分 456 对交织的比特执行一个或多个映射操作。映射操作根据这些实施例并根据变量 (诸如系统的运算数据率) 而变化。在该具体的示例中，重复功能用于将输

入比特映射为与比特模式 402、404 相同的模式。来自比特映射部分 456 的输出被选择性地输入到共轭复数重复器 (repeater)458，并且在 N_{CBPS} 个块中的每一块中重复。因此，所述块被扩展为与一个 OFDM 码元相对应。在特定的实施例中，特定的比特在重复期间被转化为一对，并且被映射为 QPSK 码元块，所述 QPSK 码元块关于其中线与共轭复数对称。因此，IFFT 输出具有实数值。另外，在特定的实施例中，可省略共轭复数处理。在上面的实施例中，在共轭复数处理之前执行映射操作。但是，在特定的实施例中，可在共轭复数处理之后执行映射操作，或者可在共轭复数处理之前和之后执行映射操作。

[0065] 图 7 是表示根据本发明的实施例的发送数据的模式的示图。在另一实施例中，不同的扩展率是可行的，但是为解释方便，在该特定实施例中，将使用的扩展率为 4。在该实施例中，列 500 表示第一输入数据序列，该第一输入数据序列是交织的比特序列 (b_0-b_{597})，并且使用跳跃带宽 (f1) 的子载波被调制。在该实施例中，使用反向的映射操作来产生发送数据序列。换句话说，输入数据比特序列被反向，并且通过跳跃带宽 (f2) 的子载波被调制。对反向的序列重复以上操作，因此，产生了发送数据序列 504 以用于跳跃带宽 (f3) 的发送。随着上述操作重复，用于跳跃带宽 (f1) 的发送的发送数据序列 506 被产生，类似地，也产生了各个发送数据序列。在特定实施例中，不是转化两次，而是与第一和第二跳跃带宽 (f1、f2) 相关的发送数据序列对于第三跳跃带宽 (f3) 和后面的可被存储和重复，以产生与第三跳跃带宽 (f3) 以及下一跳跃带宽 (f1) 和下一跳跃带宽 (f2) 相关的数据序列。同样地，输入数据比特序列 (b_1-b_{598}) 用于产生与跳跃带宽 (f2、f3、f1 和 f2) 相应的四个连续发送数据序列，输入数据比特序列 (b_2-b_{599}) 用于产生与跳跃带宽 (f3、f1、f2 和 f3) 相应的四个连续发送数据序列。与图 6 中的交织器 / 比特映射部分 450 类似的交织器 / 比特映射块产生比特模式 510。在该实施例中，比特映射部分被构造为颠倒映射比特的次序。

[0066] 在特定实施例中，映射包括移位操作。图 8 显示了根据本发明的另一实施例的发送数据的模式。根据本发明的另一实施例，用跳跃带宽 (f1) 的子载波来映射表示输入比特序列 (b_0-b_{597}) 的数据序列 600。然后该数据序列按照循环方式被移位，并且使用跳跃带宽 (f2) 的子载波被调制，以产生新的数据序列 602。随着上述处理重复，连续产生了数据序列 604、606。这里，以一个次序为单位在每个映射操作中将比特移位。但是，也可使用适当长度间隔 (L) 的移位。在特定实施例中，按照下面的方式来选择值 L，该方式使得在远离的子载波中所有重复的比特和它们的相邻比特被扩展，由此降低对多径和衰落的数据纠正的条件。

[0067] 在另一示例中，映射处理可包括移位加反向操作以及反向加移位操作，在移位加反向操作中，输入数据序列首先被移位然后被反向，在反向加移位操作中，输入数据序列首先被反向然后被移位。图 9 显示了根据本发明的一个实施例的发送数据的模式。在该实施例中，不仅可使用移位加反向操作，而且可使用反向加移位操作。第一输入数据序列 700 用于产生关于跳跃带宽 (f1) 的第一 OFDM 码元。随后，随着输入数据序列以一个比特为单位被循环移位和反向，产生了由列 702 表示的关于跳跃带宽 (f2) 的发送数据序列。在另一实施例中，可适当地使用不同的移位间隔，并且还可不同地选择移位的方向。接着，对新的序列执行移位操作，因此，产生了由序列 704 表示的关于跳跃带宽 (f3) 的发送数据序列。然后对数据序列 704 执行移位和反向，产生了另一数据序列 706。对输入数据序列 (b_1-b_{598}) 和输入数据序列 (b_2-b_{599}) 执行类似的转换，从而分别产生了四个 OFDM 码元。

[0068] 上述解释中的循环移位操作可由下面的等式表示：

[0069] [等式 1]

[0070] $b[i] = a_T[m(i)SN_{CBPS}+\mathrm{mod}(i+m(i)SN_{cyc}, N_{CBPS})]$

[0071] 其中，$m(i) = *i/N_{CBPS}+$，$i = 0,..,N_{CBPGS}-1$。

[0072] 其中，$a_T[i]$ 是输入数据序列，$b[i]$ 是对输入数据序列执行了循环移位操作之后的发送数据序列。

[0073] 图 10 是根据本发明的一个实施例的用于实现交织和重复操作的电路的方框图。根据该实施例，这些操作都在电路 800 中被执行。在特定实施例中，可由单独的部件实现特定的操作。输入数据序列被发送到存储器 802。记录地址产生部分 804 确定用于记录各个输入数据序列的比特的存储器地址，从而存储的比特序列可被交织。在该实施例中，记录地址产生部分 804 执行两个控制操作。即，执行偏移控制和模式控制，在偏移控制中，用于存储交织的序列的偏移位置被确定以用于数据读取，在模式控制中，在数据读取中以前向和后向次序读取比特。数据从存储器 802 被读取多次，并产生重复的发送数据序列。在特定实施例中，可使用单独的部件来实现交织和映射操作。

[0074] 图 11 是根据本发明的另一实施例的发射机的方框图。在 IFFT 操作之前对比特次序的反向操作具有与将来自 IFFT 的输出的复数 QPSK 码元的实数 (I) 和虚数 (Q) 交换的处理的效果相同的效果。因此，可在图 2 中的发送设备 230 中示出的 IFFT 的前端执行反向操作。在发送设备 930 的部件中，与发送设备 230 的部件相似的部件执行相似的功能。因此，交织器 / 比特映射部分 902 执行交织和移位。交换部分 904 执行比特次序的反向。交换部分 904 直接发送第一 OFDM 码元，并且交换第二 OFDM 码元的 I 分量和 Q 分量。

[0075] 可由等式 2 来表示在交换部分 904 交换第二 OFDM 码元的 I 分量和 Q 分量：

[0076] [等式 2]

[0077] $$C_{D,2n}[l] = d_{frame}[\frac{N_D}{2}s(2n - N_{sync} - N_{hdr}) + l]$$

[0078] $$C_{D,2n+1}[l] = P_{spread}[n]s\left\{imag(d_{frame}[\frac{N_D}{2}s(2n - N_{sync} - N_{hdr}) + (N_D - 1 - l]\right\}$$

[0079] $$+ jreal(d_{frame}[\frac{N_D}{2}s(2n - N_{sync} - N_{hdr}) + (N_D - 1 - l])$$

[0080] 其中，$C_{D,2n}[1]$ 表示第一 OFDM 码元的示例，$C_{D,2n+1}[1]$ 是第二 OFDM 码元的示例，$d_{frame}[k]$ 是输入到交换部分 904 的 OFDM 码元，$k = 0,1,2, \cdots, N_D$ 是以预定的数量为单位组成 OFDM 码元的常数，例如常数 100。

[0081] 此外，N_D 表示数据子载波的数量，N_{SYNC} 是 PLCP 前同步的码元的数量，N_{hdr} 是 PLCP 头的码元的数量，imag(.) 是输入 OFDM 码元的 I 分量，real(.) 是输入 OFDM 码元的 Q 分量。

[0082] 此外，$P_{spread}[n] = p[\mathrm{mod}(n - \frac{N_{sync}}{2} + 6, N_{FFT} - 1)]$

[0083] 其中，p[.] 是长度为 127 的伪随机序列。

[0084] 因此，接收端使用适当的组合技术（诸如 MR 组合）来组合 OFDM 码元，以产生通常被称为“软比特”的软码元。然后，软比特的每个第二比特块的次序被反向。然后对 N_{CBPS} 软比特块由去交织器将软码元去交织，以颠倒发送设备的音交织器的效果，然后颠倒发送设

备的第一交织器的使用 $N_h \times N_{CBPS}$ 的效果。

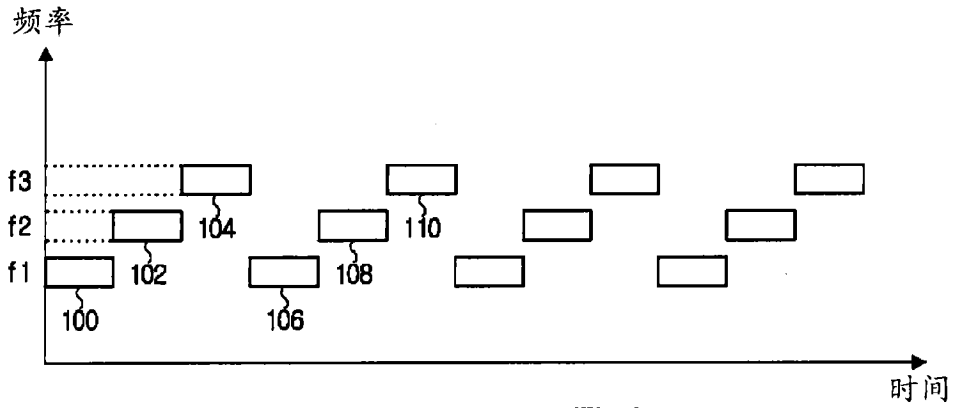

频率
f3
f2
f1
104
110
102
108
100
106
时间

图 1

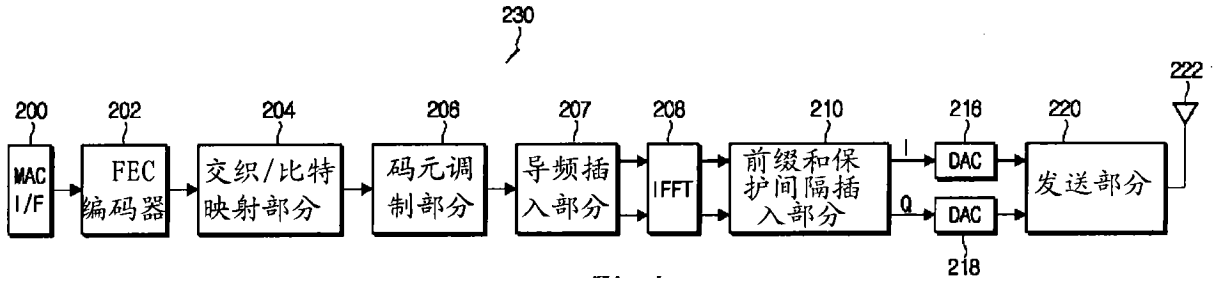

230
222
200
202
204
206
207
208
210
218
220
MAC I/F
FEC 编码器
交织/比特映射部分
码元调制部分
导频插入部分
IFFT
前缀和保护间隔插入部分
I
Q
DAC
DAC
发送部分
218

图 2

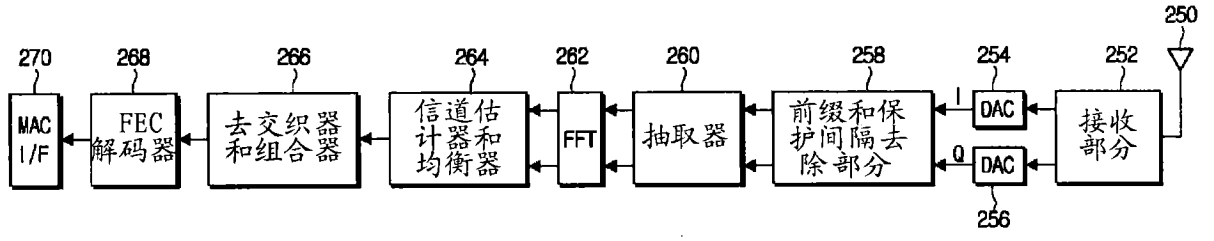

250
270
268
266
264
262
260
258
254
252
MAC I/F
FEC 解码器
去交织器和组合器
信道估计器和均衡器
FFT
抽取器
前缀和保护间隔去除部分
I
Q
DAC
DAC
接收部分
256

图 3

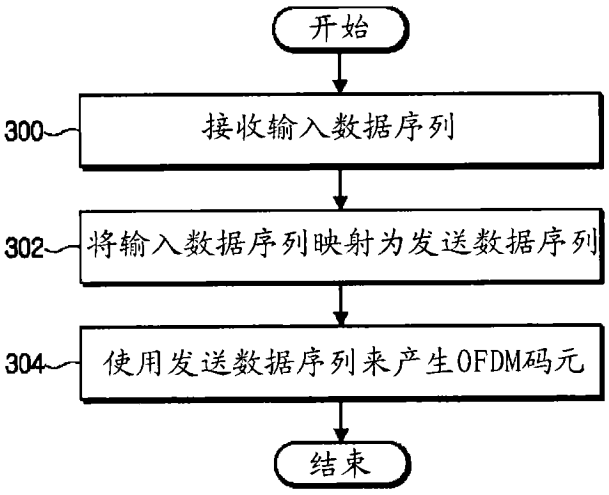

开始
300
接收输入数据序列
302
将输入数据序列映射为发送数据序列
304
使用发送数据序列来产生OFDM码元
结束

图 4

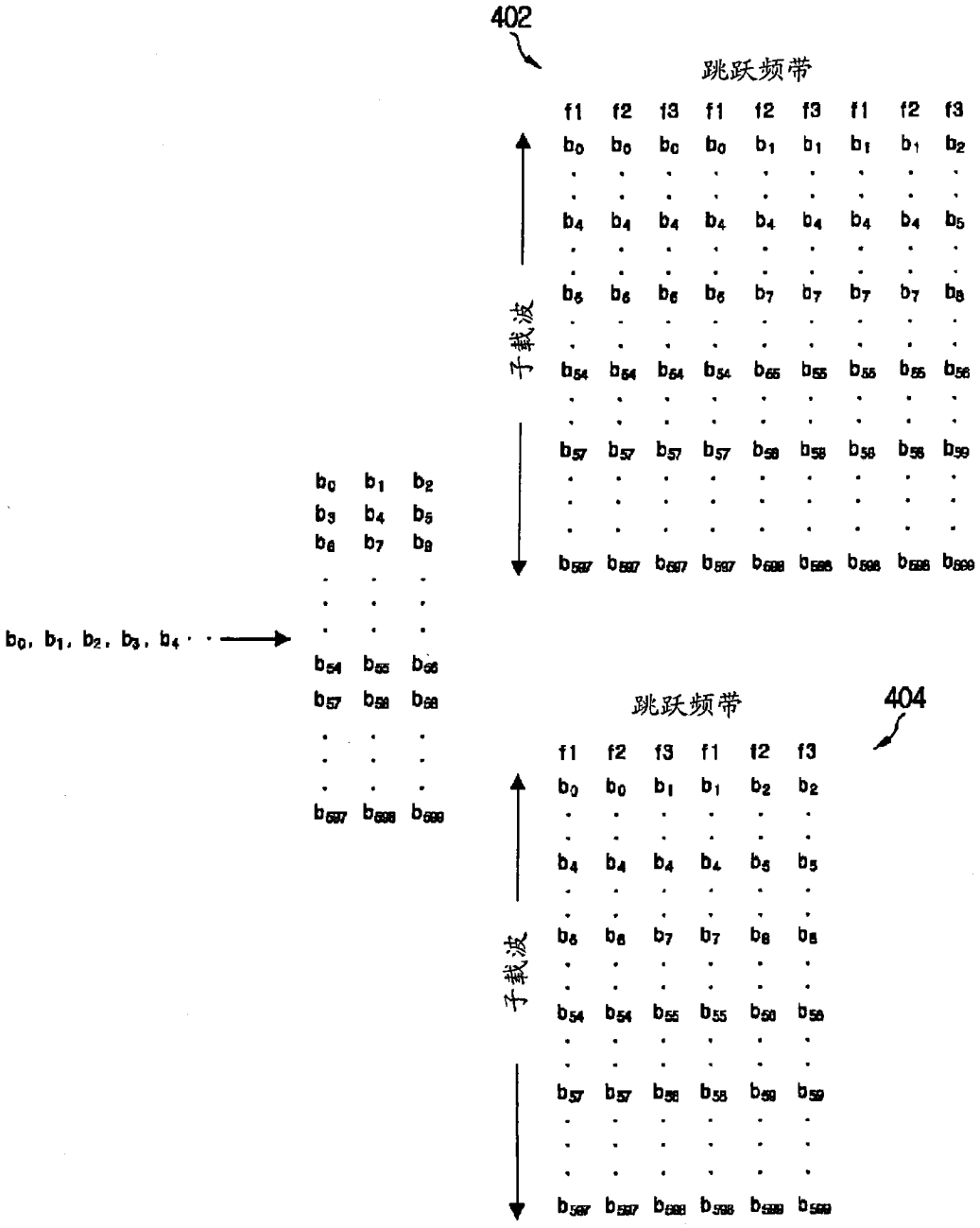

402
跳跃频带
f1 f2 f3 f1 f2 f3 f1 f2 f3
子载波
$b_0, b_1, b_2, b_3, b_4 \cdots$
404
跳跃频带
f1 f2 f3 f1 f2 f3
子载波

图 5

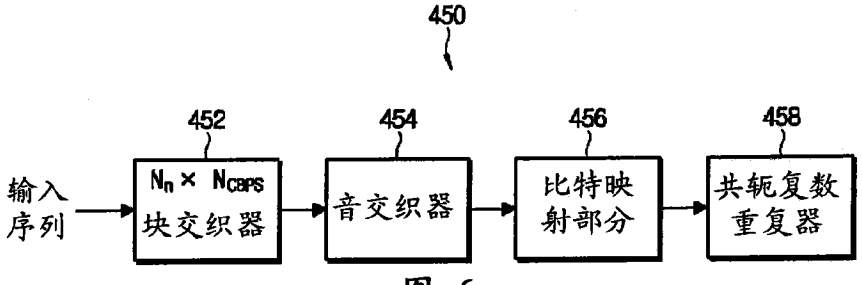

450
452
454
456
458
输入序列
$N_n \times N_{CBPS}$ 块交织器
音交织器
比特映射部分
共轭复数重复器

图 6

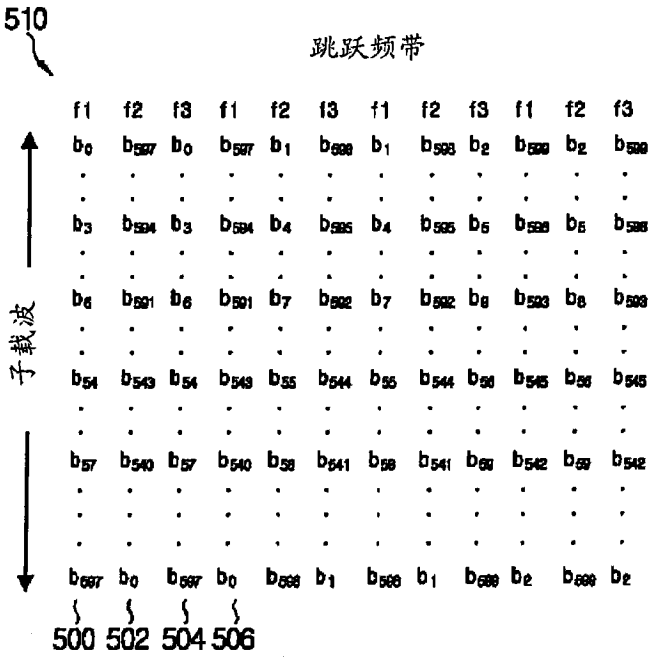

510
跳跃频带
f1 f2 f3 f1 f2 f3 f1 f2 f3 f1 f2 f3
子载波
500 502 504 506

图 7

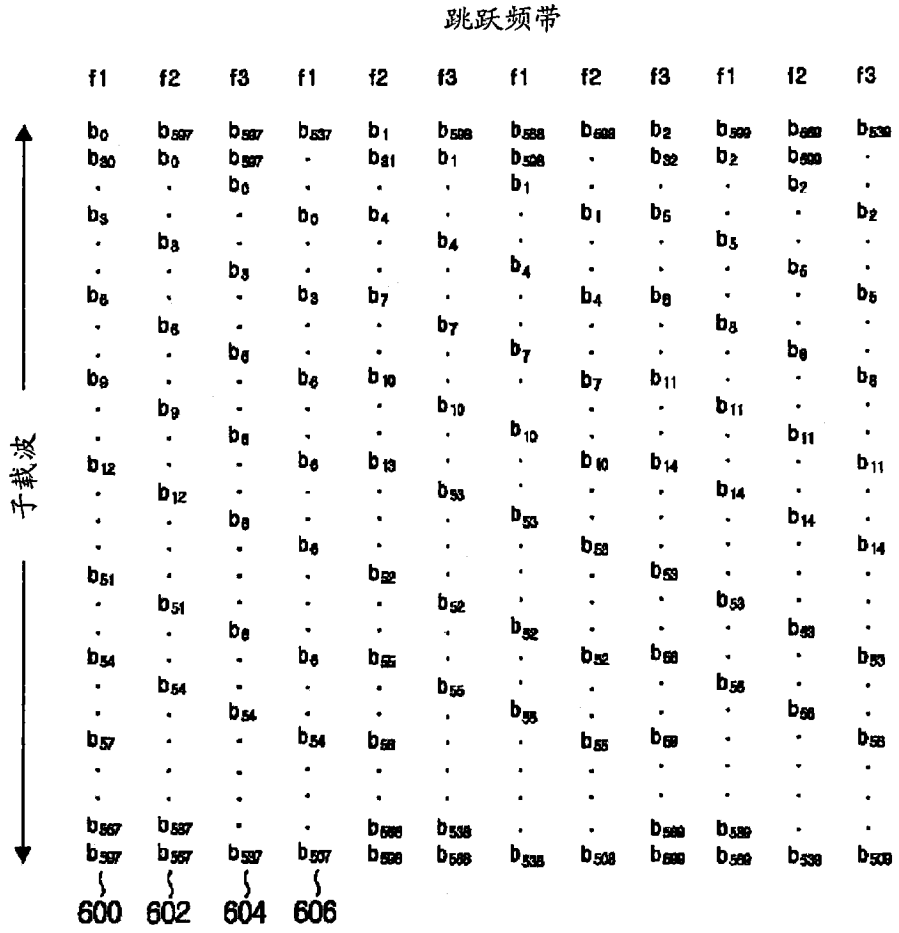

跳跃频带
f1 f2 f3 f1 f2 f3 f1 f2 f3 f1 f2 f3
子载波
600 602 604 606

图 8

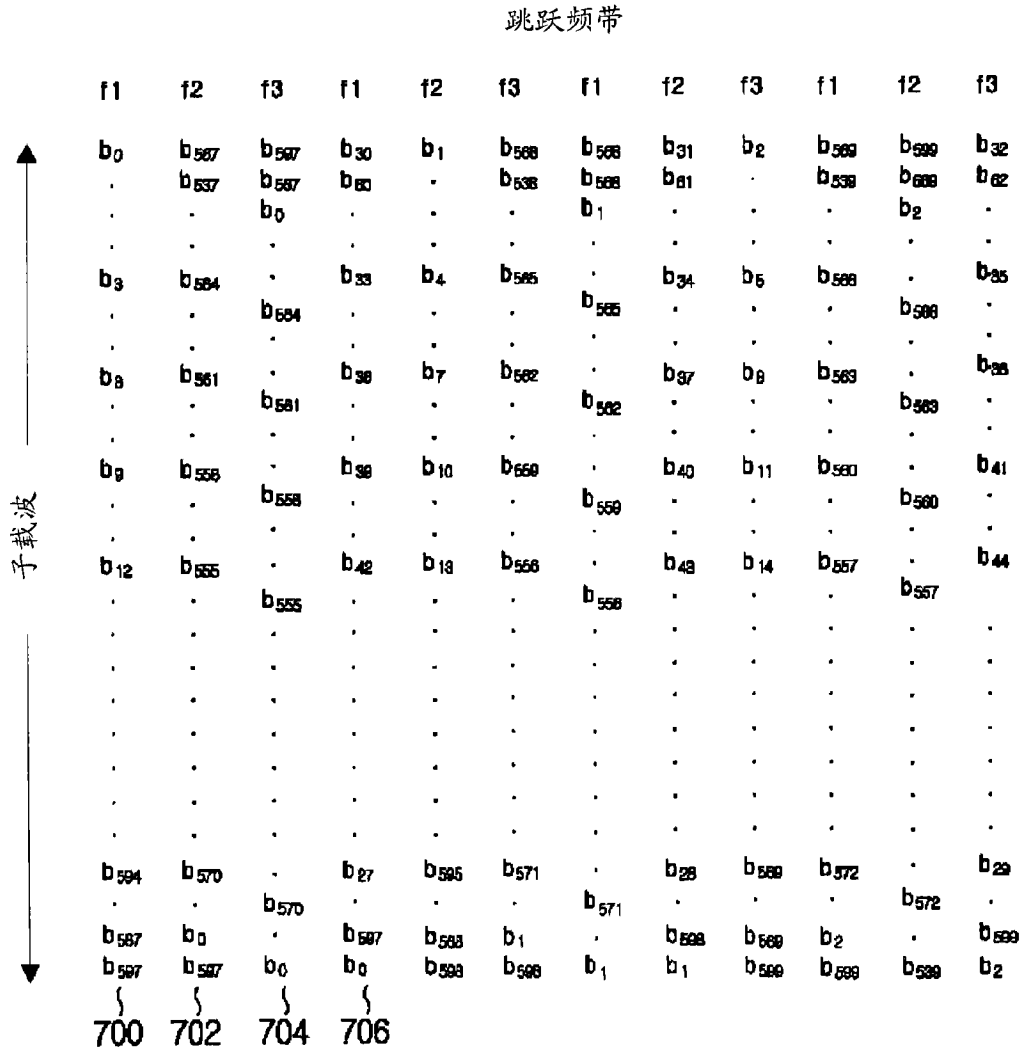

跳跃频带
f1 f2 f3 f1 f2 f3 f1 f2 f3 f1 f2 f3
子载波
700
702
704
706

图 9

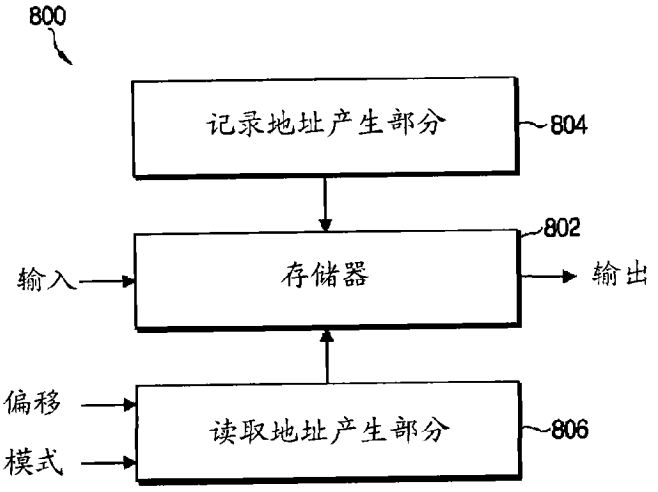

800
记录地址产生部分
804
802
输入
存储器
输出
偏移
模式
读取地址产生部分
806

图 10

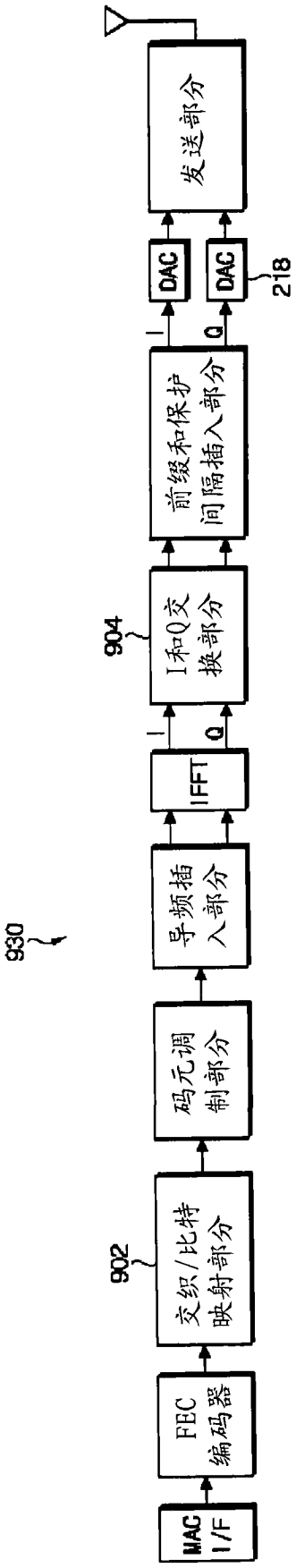

930
MAC I/F
FEC 编码器
902
交织/比特映射部分
码元调制部分
导频插入部分
IFFT
I
Q
904
I和Q交换部分
前缀和保护间隔插入部分
I
Q
DAC
DAC
218
发送部分

图 11