



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101610234 B

(45) 授权公告日 2012.04.25

(21) 申请号 200910139518.2

H04B 7/04 (2006.01)

(22) 申请日 2004.01.07

H04B 7/06 (2006.01)

(30) 优先权数据

60/438,601 2003.01.07 US

10/359,811 2003.02.07 US

(62) 分案原申请数据

200480004741.1 2004.01.07

(73) 专利权人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(56) 对比文件

WO 02/099992 A1, 2002.12.12,

CN 1273721 A, 2000.11.15,

WO 02/069523 A1, 2002.09.06,

WO 01/76110 A2, 2001.10.11,

US 6067292 A, 2000.05.23,

审查员 刘昊

(72) 发明人 J·E·斯密 J·R·沃尔顿

D·P·马拉迪

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 袁逸

(51) Int. Cl.

H04L 27/26 (2006.01)

H04L 1/00 (2006.01)

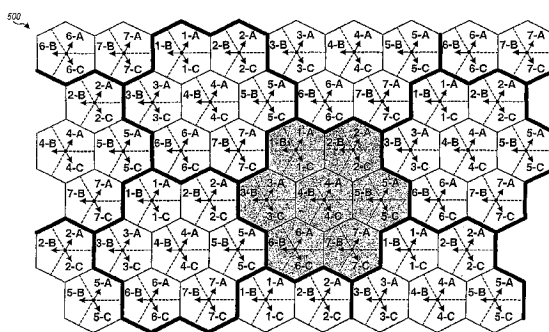
权利要求书 1 页 说明书 17 页 附图 15 页

(54) 发明名称

无线多载波通信系统的导频传输方法与装置

(57) 摘要

适用于无线多载波(例如 OFDM)通信系统的导频传输方案。这些导频传输方案可以利用频率、时间或同时频率和时间的正交性以获得由在下行链路上多个基站发送的导频间的正交性。频率正交性是通过在隔开的子带集合上发送导频而获得的。时间正交性是通过使用不同的正交码(例如 Walsh 码)发送导频而获得的。导频还可以使用不同的扰码被扰码,所述扰码用于使导频干扰随机化并使得能辨识这些导频的发射机。实现导频干扰对消可以用于改善性能,因为用于由一个发射机进行数据传输的子带还可以用于另一发射机的导频传输。估计导频干扰并随后从接收到的码元中减去以获得经质量改善的导频对消后的码元。



1. 一种在无线多载波通信系统内的接收机处对消导频干扰的方法,其特征在于包括:
为多个子带获得接收到的码元,其中所述接收到的码元包括从第一发射实体接收到的期望码元以及从第二发射实体接收到的导频码元;

基于接收码元为所述第二发射实体导出导频码元估计,其中所述导频码元估计是在多个子带上从所述第二发射实体接收到的导频码元的估计;以及

从所述接收到的码元中减去所述第二发射实体的导频码元估计以获得导频对消后的码元。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述导出和减去步骤对于多个子带的每一个分开执行。

3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述导出包括:

获得所述第二发射实体的信道估计,其中所述导频码元估计使用信道估计导出。

4. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第一发射实体的期望码元是导频码元。

5. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第一发射实体的期望码元是数据码元。

6. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述导出包括:

将多个子带的每一个的导频码元和一正交码相乘以获得子带的覆盖后导频码元,其中所述正交码由所述第二发射实体用于导频传输;以及

将多个子带的每一个的覆盖后导频码元和子带的信道估计相乘以获得所述子带的导频码元估计。

7. 如权利要求6所述的方法,其特征在于,所述导出还包括:

将多个子带的每一个的导频码元和来自扰码的码片相乘以获得所述子带的扰码后导频码元,且其中扰码后导频码元和正交码相乘以获得覆盖后的导频码元。

8. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述接收到的码元还包括从第三发射实体接收到的导频码元,所述方法还包括:

基于所述接收到的码元导出第三发射实体的导频码元估计;以及

从接收到的码元中减去所述第三发射实体的导频码元估计以获得导频对消后的码元。

9. 一种无线多载波通信系统内的装置,其特征在于包括:

获得多个子带的接收到的码元的装置,其中所述接收到的码元包括从第一发射实体接收到的期望码元以及从第二发射实体接收到的导频码元;

基于接收到的码元导出所述第二发射实体的导频码元估计的装置,其中所述导频码元估计是在多个子带上从所述第二发射实体接收到的导频码元的估计;以及

从接收到的码元中减去所述第二发射实体的导频码元估计以获得导频对消后的码元的装置。

10. 一种无线多载波通信系统内的终端,其特征在于包括:

至少一个导频干扰估计器,用于处理多个子带的接收到的码元以获得所述多个子带的导频码元估计,其中所述接收到的码元包括从第一发射实体接收到的期望码元以及从第二发射实体接收到的导频码元,且其中所述导频码元估计是在多个子带上从所述第二发射实体接收到的导频码元的估计;以及

加法器,用于从接收到的码元中减去所述导频码元估计以获得导频对消后的码元。

无线多载波通信系统的导频传输方法与装置

[0001] 本申请是申请号为 200480004741.1、国际申请日为 2004.01.07、发明名称为“无线多载波通信系统的导频传输方案”的发明专利申请的分案申请。

[0002] 本申请要求于临时美国申请序列号 60/438,601 的优先权,后者题为“PilotTransmission Schemes for Wireless Multi-Carrier CommunicationSystems”,提交于 2003 年 1 月 7 日,被转让给本发明的受让人,并在此完全引入作为参考。

技术领域

[0003] 本发明一般涉及通信,尤其涉及用于无线多载波通信系统的导频传输方案。

背景技术

[0004] 多载波通信系统使用多个载波用于将数据传输到单个端点。这些多个载波可以用于如正交频分复用 (OFDM) 或一些其他多载波调制技术中。OFDM 有效地将总系统带宽分成多个 (N) 正交子带,它们也成为声调、频度区段和频率子信道。在 OFDM 中,每个子带与在其上调制数据的相应的载波相关联。

[0005] 在无线通信系统中,要发送的数据在发射机处处理(例如编码和调制),并上变频到射频 (RF) 载波信号以生成 RF 已调信号。RF 已调信号然后在无线信道上传送并可以通过多个传播路径到达接收机。传播路径的特性通常由于多个因素随着时间改变,所述因素诸如例如衰减、多路径以及外部干扰。因此,发送的 RF 已调信号可能经历不同信道条件(例如不同的衰减和多径效应),且在时间上可能于不同复数增益以及信噪比 (SNR) 相关联。

[0006] 在无线通信系统内,导频经常从发射机(例如基站)发送到接收机(例如终端)以帮助接收机实现多个功能。导频一般基于已知的码元生成并以已知的方式处理。导频可以由接收机用于信道估计、定时和频率获取、相干数据解调、接收到信号强度测量等。

[0007] 在多载波通信系统的导频传输方案设计中面临多种挑战。一种考虑是由于导频传输表示系统内开销,期望尽可能最小化导频传输而同时仍然提供预期的性能。另一考虑是导频的发送方式要使得系统内的接收机能检测并区别系统内各个发射机发送的导频。而且,导频传输方案需要解决多载波系统的多个载波建立的附加维数。

[0008] 因此本领域内有一种对多载波通信系统内导频传输方案的需要。

发明内容

[0009] 在此提供了适于在无线多载波通信系统(例如 OFDM 系统)内使用的导频传输方案。这些导频传输方案可以利用频率正交性、时间正交性或两者以获得由下行链路上多个基站发送的导频间的正交性。频率正交性可以通过在隔开的子带集合上从不同基站发送导频而获得。时间正交性可以通过使用不同正交码(例如 Walsh 码)发送导频而获得。导频还可以用不同的扰码进行扰码,所述扰码用于随机化导频干扰并使得能辨识这些导频的发射机身份。

[0010] 在此描述的导频传输方案有效地方便了信道估计和导频监测。这些方案允许系统

内的终端能获得高质量的宽带信道估计以及系统内基站的导频强度估计。这些估计可以用于实现相干数据解调、软切换和硬切换,如下所述。

[0011] 在此还提供了导频干扰的估计和对消技术。可以实现导频干扰对消以改善性能,因为由一个发射机用于数据或导频传输的子带还可以由另一发射机(即“干扰”发射机)用于导频传输。导频干扰的估计可以通过以下方式实现:获得信道对干扰源的估计;以干扰发射机实现的相同方式生成导频;以及将生成的导频乘以信道估计。导频干扰然后从接收到的码元中被减去以获得质量改善后的导频对消后码元。

[0012] 本发明的各个方面和实施例在以下详细描述。

[0013] 本发明的特征、特性和优点从下面结合附图的详述中变得更加明白,图中相同的参考字符标识对应物,其中:

[0014] 附图的简要描述

[0015] 图 1 示出无线多址多载波通信系统;

[0016] 图 2A 示出 OFDM 子带结构;

[0017] 图 2B 示出基于图 2 示出的 OFDM 子带结构的 T 个隔开子带集合;

[0018] 图 3A 和 3B 示出为获得频率正交性的 9-扇区 3-小区簇以及 21-扇区 7-小区簇相应的示例子带分配;

[0019] 图 4A 和 4B 分别示出正交码的示例分配以对每个扇区有一个天线和两个天线的 3-扇区 1-小区簇获得时间正交性;

[0020] 图 4C 和 4D 分别示出 9-扇区 3-小区簇以及 21-扇区 7-小区簇的子带和正交码示例分配,以获得频率和时间正交性;

[0021] 图 5 示出示例系统布局,其中不同的扰码被分配给每个 7-小区簇;

[0022] 图 6A 和 6B 分别示出对同步脉冲导频传输方案以及同步连续导频传输方案来自多个扇区的导频传输;

[0023] 图 7 示出基站和终端的框图;

[0024] 图 8 示出基站内调制器的框图;

[0025] 图 9A 和 9B 示出终端内解调器的两个实施例的框图;以及

[0026] 图 10 示出解调器内的导频干扰对消器的框图。

具体实施方式

[0027] “示例”一词在此用于指“用作示例、实例或说明”。任何在此描述为“示例”的实施例或设计不一定要被理解为优于其他实施例或设计。

[0028] 图 1 示出无线多址多载波通信系统 100,所述系统支持多个用户,且能实现在此描述的导频传输方案。系统 100 包括多个基站 110,它们支持多个终端 120 的通信。基站是用于与终端通信的固定站,且还可以称为接入点、节点 B 或一些其他术语。

[0029] 如图 1 示出,各个终端 120 可以散布在系统内,且每个终端可以是固定(即静止)或移动的。终端还可以被称为移动站、远程站、用户设备(UE)、无线通信设备、接入终端或一些其他术语。每个终端可以在下行链路和/或上行链路上与多个基站在任何给定时刻通信。下行链路(即前向链路)指从基站到终端的通信链路,而上行链路(即反向链路)指从终端到基站的通信链路。在图 1 内,终端 120a 到 120o 接收导频、信令以及从基站 110a

到 110g 可能的用户特定数据传输。

[0030] 系统控制器（未在图 1 内示出）一般耦合到基站 110，且可以设计成实现多个功能，诸如 (1) 为耦合到它的基站实现协调和控制，(2) 将数据在这些基站间路由，以及 (3) 接入并控制这些基站服务的终端。

[0031] 系统 100 可以是蜂窝系统或一些其他类型的无线系统。系统 100 还可以设计成实现任何一种标准和设计，诸如码分多址 (CDMA)、时分多址 (TDMA)、频分多址 (FDMA) 等。CDMA 标准包括 IS-95、cdma2000、IS-856、W-CDMA 和 TS-CDMA，而 TDMA 标准包括 GSM。这些标准在本领域内是众知的。

[0032] 系统内的每个基站 110 提供了特定地理区域 102 的覆盖。每个基站的覆盖区域可以被定义为例如终端可以获得特定服务等级 (GoS) 的区域。每个基站的覆盖区域的大小和形状一般取决于各种因素，诸如地形、障碍物等。为了简洁，每个基站的覆盖区域通常用理想六边形表示。基站和 / 或其覆盖区域一般通常被称为“小区”，取决于该术语使用的上下文。

[0033] 在一般系统布署内，为了增加容量，每个基站的覆盖区域可以被分成多个扇区。如果每个小区被分成三个扇区，则扇区化的小区每个扇区通常用理想的 120 度楔形表示，它是小区的 1/3。在实际布署中，每个基站的覆盖区域通常具有不同于理想六角形的形状，且每个扇区的形状常常不同于理想的 120 楔形。而且，扇区化小区的扇区一般在边缘处重叠。每个扇区可以由对应收发基站子系统 (BTS) 服务。对于经扇区化的小区，该小区的基站通常包括所有服务该小区的扇区的 BTS。“扇区”一术语还经常被用于指 BTS 以及 / 或其覆盖区域，这取决于该术语使用的环境。

[0034] 为了简洁，以下描述假设每个小区被分成三个扇区，且其 BTS 位于该小区的基站内。该基站位于小区的中心。而且为了简洁，在以下描述中，“基站”一词一般用于服务小区的固定固定站以及服务扇区的固定站。

[0035] 对于 CDMA 系统，每个基站发送的导频在无线信道上传输之前在频道上散布在整个系统带宽上。在终端处，每个基站发送的导频能以低信噪比 (SNR) 被接收。然而，终端实现的互补去扩展操作提供了处理增益，这依靠在有大量噪声和干扰情况下恢复导频。对于多载波系统，一般不能实现如 CDMA 内使用的对导频的直接序列扩展频谱处理。因而必须使用其他装置以从每个基站发送导频，使得它可能被系统内的终端容易地检测到。

[0036] 在此提供适用于多载波通信系统的导频传输方案，诸如图 1 内示出的那个。如上所述，发送导频以支持正常系统操作可能需要的各种功能，诸如定时和频率获取、信道估计、相干数据解调等。还可以由 OFDM 和一些其他多载波调制技术提供多个载波。在此描述的导频传输方案很好地适用于下行链路，也可以用于上行链路。

[0037] 为了清楚，导频传输方案专门为 OFDM 系统的下行链路描述。该 OFDM 系统有 N 个正交子带。每个基站可以在每个 OFDM 码元时期内发送一个 OFDM 码元，如下描述。

[0038] I. 导频传输构造

[0039] 表格 1 列出了导频传输方案可以使用的三种“构造”。

[0040] 表格 1

[0041]

构造	描述
频率正交性	由不同基站在不同的隔开子带集合上发送导频以获得导频传输的频域正交性
时间正交性	由不同基站为导频使用不同正交码(例如 Walsh 码)以获得导频传输的时域正交性
扰码	由不同基站为导频使用不同扰码用于导频干扰随机化以及基站身份标识

[0042] 正交和扰“码”在以下描述中还被称为“序列”。表格 1 内列出的每个构建在以下详细描述。基站和终端处这些构建的处理也在以下描述。

[0043] 各种导频传输方案还可以基于这些构建的任何一个或任何组合设计。例如,导频传输方案可以使用(1)频率和时间正交性,(2)频率正交性和扰码,(3)频率正交、时间正交性以及扰码,或(4)一些其他组合。

[0044] 1. 频率正交性

[0045] 频率正交性可以用于避免多个基站同时进行导频传输造成的干扰。对于频率正交性,导频由多个基站在不同子带集合上发送,所述子带集合是“隔开”的(隔开在以下描述)以避免干扰。频率正交性能以各种方式实现,某些在下面描述。

[0046] 图 2A 示出 OFDM 子带结构 200,该结构可以用于多载波系统 100。系统有总系统带宽 W MHz,它被分为使用 OFDM 的 N 个正交子带。在一般 OFDM 系统内, N 个总子带中只有 M 个用于导频和数据传输,其中 $M < N$ 。剩余的 $N-M$ 个子带不用于导频/数据传输,而作为保护子带以允许系统符合频谱遮掩要求。 M 个可用子带包括子带 F 到 $F+M-1$,其中 F 是一整数,一般选择使得 M 个可用子带集中于操作频带的中心。

[0047] 图 2A 还示出一划分导频传输的 M 个可用子带的实施例。在该实施例中, M 个可用子带在开始时被分成 K 个组,每个组包括 T 个连续子带。一般, K 、 T 和 M 每个可以是大于 1 的整数,且 $K \cdot T \leq M$ 。每个组内的 T 个子带然后被分配给 T 个集合,使得在每个组内的第 i 个子带被分配给第 i 个集合。

[0048] 图 2B 示出基于图 2A 示出的划分生成的 T 个子带集合。每个 T 集合内的 K 个子带用阴影框示出。对于该实施例,每个集合内的 K 个子带在 M 个可用的子带上均匀分布,且集合内的连续子带间由 T 个子带间隔。 T 个子带集合可以被分配给 T 个小区或 T 个扇区进行导频传输。每个小区或扇区只能在分配给该小区/扇区的集合内的子带上发送导频。

[0049] 作为一特定示例,多载波系统可以有 512 个子带,它们被分配以 1 到 512 的索引。在这 512 个子带中,还可以为每个扇区内的导频传输分配 50 个子带。因此,这 512 个子带还可以用于形成 9 个 50 子带的集合(即 $T = 9$ 且 $K = 50$),如表格 2 内示出。

[0050] 表格 2

[0051]

集合	子带	集合	子带	集合	子带
1	10, 20, 30, ...500	1	13, 23, 33, ...503	1	16, 26, 36, ...506
2	11, 21, 31, ...501	2	14, 24, 34, ...504	2	17, 27, 37, ...507
3	12, 22, 32, ...502	3	15, 25, 35, ...505	3	18, 28, 38, ...508

[0052] 这些 9 个子带集合然后可以被分配给 9 个不同扇区进行导频传输。

[0053] 一般, M 个可用子带可以以各种方式被分配给 T 个集合,且这在本发明的范围内。 T 个集合可以包括相同或不同数量的子带。而且,每个集合内的子带可以均匀或不均匀地分

布在 M 个可用子带上。 T 个子带集合相互“隔开”，以避免干扰。子带集合相互隔开，使得 M 个可用子带的每个被分配给最多一个集合。每个集合还包括足够数量的子带以使得终端能基于只在这些子带上的导频传输描述信道。一般，形成的集合数量以及包括在每个集合内的子带数量（即 T 和 K 的特定值）可能取决于各种因素，诸如：

[0054] ● 系统内可用子带的数量；

[0055] ● 系统的延时扩展和相干带宽，这确定了每个集合内连续导频子带间的最大间隔以避免性能恶化；

[0056] ● 获得频率正交性的簇的大小；以及

[0057] ● 时间正交性是否也用于导频传输。

[0058] OFDM 码元的循环前缀（如下所述）可以被定义为包括 C_p 个采样，其中 C_p 基于系统的延时扩展而经合适选择，使得循环前缀包括所有多路径能量的重要部分。为了避免性能恶化，每个集合 (K) 内的子带数量的选择可以使得 $K \geq C_p$ ，且这些子带可以均匀地分布在系统操作带宽上。在该情况下，可以形成的隔开集合的最大数目为 N/C_p 。例如，如果 $N = 256$ ，且 $C_p = 16$ ，则可以形成多达 16 个子带集合。还可以形成数目更少的隔开集合，其中每个集合包括多于 C_p 的子集。在该情况下，包括多于最小要求的子带数可以使得导频接收具有更高的信号质量，从而可以获得改善的信道估计以及导频强度估计。或者，可以形成更多的隔开集合数，每个集合包括少于 C_p 个的子带。在该情况下，包括少于最小要求的子带数可能导致操作频带的频率选择性的特性不充分，可能发生某些性能的恶化。

[0059] 为了简洁，以下描述假设 T 个子带集合的每个包括 K 个子带，每个集合内的子带均匀地分布且间隔为 T 个子带（如图 2B 示出），且 $K \cdot T = M$ 。形成的集合数取决于期望的频率正交性以及簇的大小，如以下所述。

[0060] 图 3A 示出示例子带分配以获得带有对 3 个小区的簇的频率正交性，其中每个小区包括 3 个扇区（即 9-扇区 3-小区簇）。簇内的 9 个扇区的每个被分配以 9 个子带集合的一个（可以例如如表格 2 内示出地形成）。分配给每个扇区的子带集合由相邻于图 3A 的箭头的数字参考表示。每个扇区然后只在其分配的集合内的子带上发送其导频。簇内的 9 个扇区可以同时在 9 个隔开子带集合上发送其导频，而同时获得频域正交性并避免干扰。

[0061] 图 3B 示出示例子带分配以为带有 7 个小区的簇获得频率正交性，其中每个小区包括 3 个扇区（即 21-扇区 7-小区簇）。在簇内的 21 个扇区的每个被分配以 21 个子带集合的一个。簇内的 21 个扇区可以同时在 21 个子带隔开集合上同时发送其导频，且同时获得频域内的正交性并避免干扰。

[0062] 一般，簇可以被定义为包括任何数量的小区，且每个小区可以包括任何数量的扇区。作为示例，簇可以被定义为包括 1, 2, 3, 7 或 19 个小区。簇的大小可以取决于各种因素，诸如如上所列举。

[0063] 还可以为在每个扇区处为导频和数据传输使用多个天线的系统获得频率正交性，以获得空间分散性并改善可靠性。例如，每个扇区可以使用空时发射分集 (STTD) 方案或 Alamouti 方案从两个天线发送数据。STTD 方案在 3G TS25.211 内以及在临时美国专利申请序列号 60/421,309 内描述，后者题为“MIMOWLAN 系统”，提交于 2002 年 10 月 25 日，在此被转让给本发明的受让人，并在此引入作为参考。Alamouti 方案由 S. M. Alamouti 在题为“A Simple Transmit Diversity Technique for Wireless Communications”内描述，该文发表

于 IEEE JSAC, Oct. 1998, 在此还被包括作为参考。对于带有多个天线的扇区的系统, 每个天线可以被分配以不同的子集集合。

[0064] 2. 时间正交性

[0065] 时间正交性可以通过用不同正交码“覆盖”每个小区或扇区的导频而实现。在终端处, 来自每个小区 / 扇区的导频可以通过用该小区 / 扇区使用的相同正交码对接收到信号“去覆盖”而恢复。覆盖过程是要发送的给定导频或数据码元 (即带有已知值的 Q 个导频 / 数据码元集合) 乘以 Q 个码片正交序列的所有 Q 个码片以获得 Q 个覆盖后码元, 所述码元被进一步处理并随后发送。去覆盖过程是接收到的码元乘以 (a) 相同 Q 码片的正交序列的 Q 个码片以及 (b) 导频或数据码元的复数共轭 (或 Q 个导频 / 数据码元的复数共轭) 以获得 Q 个去覆盖码元, 它们然后经累加以获得发送的导频或数据码元的估计。覆盖和去覆盖在本领域内是已知的, 且在以下描述。去覆盖去除或抵消了由为其导频使用不同正交码的其他小区 / 扇区发送的导频。这样, 可以实现来自多个小区 / 扇区的导频传输间的正交性。

[0066] 通过覆盖的导频正交性的有效性可以取决于具有基站定时的信息。可以为相同小区的扇区获得时间正交性, 因为这些扇区同时操作。每个簇内的小区或系统内的所有小区还可以同时操作以允许为这些小区发送的导频获得时间正交性。

[0067] 时间正交性可以用各种类型正交码获得, 诸如 Walsh 码和正交可变扩展因子 (OVSF) 码。用于导频覆盖的正交码的长度取决于要求的正交码的数量, 这接着取决于获得时间正交性的簇的大小。例如, 如果对带有 3 个扇区的小区期望时间正交性, 则需要 3 个正交码 (即每个扇区一个码), 且每个正交码会有 4 码片长度。

[0068] 表格 3 列出了可以被分配给多达四个不同扇区、小区或天线的 4 码片 Walsh 码。

[0069] 表格 3

[0070]

Walsh 码	值
$W_1(n)$	1111
$W_2(n)$	11-1-1
$W_3(n)$	1-11-1
$W_4(n)$	1-1-11

[0071] 特定的 Walsh 码可以被分配给给定小区的每个扇区或每个天线。Walsh 码的“-1”的值可以指明导频码元的逆 (即 $p_k(n) \Rightarrow -p_k(n)$), 且值“1”可能指示无逆。相同的 Walsh 码可以应用到用于导频传输的每个子带。对于每个导频子带, Walsh 码的四个码片被应用于要在四个连续 OFDM 码元时段内发送的四个导频码元。Walsh 码的长度因此为 $T_w = 4 \cdot T_{\text{sym}}$, 其中 T_{sym} 表示一个 OFDM 码元时段。如果导频传输长于四个 OFDM 码元时段, 则相同的 Walsh 码可以按需要重复多次。Walsh 码还被称为 Walsh 序列或 Walsh 码元, 且 T_w 表示一个 Walsh 码元时段。

[0072] 图 4A 示出示例正交码分配以获得对带有三个扇区的小区的时间正交性 (即 3-扇区 1-小区簇)。小区内的三个扇区的每个被分配以不同的正交码。分配给 3 个扇区的三个正交码被标为 A, B 和 C。如图 4A 内表示, 相同子带集合可以由小区内的所有三个扇区使用。然后通过使用不同正交码为从这三个扇区发送的导频传输获得时域正交性。

[0073] 图 4B 示出示例正交码分配以获得带有三个扇区的小区的时间正交性, 每个扇区

使用两个天线用于导频和数据传输。小区内三个扇区的每个被分配以两个正交码,每个天线一个码。分配给三个扇区的三对正交码被标记为 A/B、C/D 和 E/F。3 扇区小区然后要求总共六个正交码,且每个正交码长度为 8 码片。

[0074] 时间正交性特性可能由于基站和终端间的传播路径内暂时变化而恶化。因此,期望使用短正交码,使得传播路径在正交码持续期间基本恒定。

[0075] 3. 组合的频率和时间正交性

[0076] 可以为导频传输使用频率和时间正交性组合。在一实施例中,为簇内的多个小区获得频率正交性,为每个小区内的多个扇区获得时间正交性。

[0077] 图 4C 示出为 9-扇区 3 小区簇获得频率和时间正交性的示例子带和码分配。簇内的三个小区的每个被分配以不同的子带集合以获得这三个小区间的频率正交性。每个小区的三个扇区还被分配以三个不同的正交码以获得三个扇区的时间正交性。每个小区的每个扇区然后会使用其分配的正交码发送其导频并只在分配给其小区的集合内的子带上发送。然后获得了该簇内来自九个扇区的导频传输的正交性,并避免了干扰。

[0078] 图 4D 示出为 21-扇区 7-小区簇获得频率和时间正交性的示例子带和码分配。。簇内的七个小区的每个被分配以不同的子带集合。每个小区的三个扇区还被分配以不同的正交码。然后每个小区的每个扇区会使用其分配的正交码发送其导频且只在分配的子带上发送。

[0079] 还能以一些其他方式获得频率和时间正交性,且这在本发明的范围内。例如,多个小区可以被分配以相同的子带集合但不同的正交码。作为另一示例,多个子带集合可以被分配给相同小区的多个扇区,且簇内的不同小区可以被分配以不同的正交码。

[0080] 对于带有多个天线的扇区的系统,能以多种方式为来自多个天线的导频传输获得正交性。在一实施例中,每个小区被分配以一个子带集合,且小区内的每个天线被分配以不同的正交码。如果每个扇区包括两个天线,则每个扇区可以被分配以一对正交码,如图 4B 示出。在另一实施例中,小区的多个扇区被分配以不同的正交码,且每个扇区的多个天线被分配以不同的子带集合。相同的子带集合可以用于相同小区的所有扇区,且分配以相同子带集合的天线被分配以不同的正交码。例如,对于 3-扇区小区,每个扇区包括两个天线,可以将两个子带集合(例如集合 1 和 2)分配给每个小区的两个天线,且三个扇区可以被分配以正交码 A、B 和 C。小区的一个扇区可以被分配以子带集合 / 正交码对 1-A 和 2-A,第二扇区可以被分配以 1-B 和 2-B,且第三扇区可以被分配以 1-C 和 2-C。

[0081] 4. 扰码

[0082] 扰码可以用于随机化导频干扰并能对基站进行身份标识。不同的扰码可以被分配给每个扇区、每个小区或每个簇。扰码可以是伪随机数(PN)序列或一些其他唯一序列。扰码可以被应用到频域内的导频(例如在正交码覆盖前),如以下所述。扰码还可以被应用到时域内(例如在 OFDM 处理后),在此情况扰码速率不应大于 OFDM 码率以保留频率正交性。互补处理然后由终端实现以恢复导频。基站和终端处的扰码和去扰码处理如下描述。

[0083] 图 5 示出示例系统布局 500,其中不同的扰码被分配给每个 7-小区簇。布局内的每个簇用粗实线绘出。一个示例簇用七个阴影小区示出。对于该实施例,每个簇内的七个小区被分配以不同的子带集合(被标记为 1 到 7),且每个小区内的三个扇区被分配以不同的正交码(被标为 A、B 和 C)。来自布局内的每个扇区的导频传输可以被标识为 (1) 分配

给扇区所属的小区的子带集合, (2) 分配给扇区的正交码, 以及 (3) 分配给扇区所属的簇的扰码。其他具有不同子带、正交码以及扰码分配的系统布局还可以被研发, 且这在本发明范围内。

[0084] 如图 5 示出, 给定扇区内的终端只会接收到来自其他被分配以相同子带集合和相同正交码的扇区的导频干扰。例如, 被标记为 1-A 的扇区内的终端只会接收到来自布局内标记为 1-A 的其他扇区的导频干扰。

[0085] 每个扰码 $S_i(n)$ 是唯一码码片的序列, 其中 n 是序列的码片索引。在一实施例中, 每个扰码码片是形式为 $s_i(n) + j\hat{s}_i(n)$ 的复数值, 其中 $s_i(n)$ 和 $\hat{s}_i(n)$ 每个取值可以为 1 或 -1。在其他实施例中, 扰码可以以一些其他方式被定义, 且码码片值或为实数或为复数。

[0086] 扰码可以以多种方式实现, 取决于无线信道的特性。一般, 信道应在每个扰码码片被应用的整个持续时间上基本恒定。信道基本恒定的时间间隔被称为相干时间且可以用 τ 表示。正交码的长度表示为 T_w , 其中对于表格 3 内示出的 4 码片 Walsh 序列 $T_w = 4 \cdot T_{\text{sym}}$ 。

[0087] 对于第一扰码方案, 如果信道的相干时间远远大于正交码长度 (即 $\tau \gg T_w$), 则扰码可以在多个正交序列上被应用。特别是, 每个扰码码片可以被应用到长度为 T_w 的一个正交序列上。相同的扰码码片可以应用到用于导频传输的 K 个子带的每个上。对于表格 3 示出的示例 Walsh 序列, 每个扰码码片被应用到四个 Walsh 码码片, 所述码片应用于在四个连续 OFDM 码元时段内发送的四个导频码元。

[0088] 对于第一扰码方案, 为了恢复来自特定扇区的导频, 终端可以使用分配给该扇区的正交码和扰码实现正交码去覆盖然后是扰码去扰码。终端还可以在扰码序列的所有或部分上实现相干积分以恢复导频并区分“共信道”扇区 (即被分配以相同子带集合但不同正交码和 / 或扰码的扇区)。相干积分过程指多个复数值码元以考虑其相位信息的方式组合的过程。

[0089] 对于第二扰码方案, 如果信道的相干时间很短, 使得终端能在单个正交序列 (或一个 Walsh 码元) 上实现相干积分, 则每个扰码码片可以被应用到一个正交码片。相同或不同的扰码码片可以用于 K 个导频子带。例如, 对于表格 3 内示出的示例 4 码片 Walsh 序列, 扰码可以用 $4-K$ 长度定义。第一 K 个扰码码片可以用于第一 Walsh 码码片的 K 个导频子带, 下一 K 个扰码码片可以用于第二 Walsh 码码片的 K 个导频子带, 接着 K 个扰码码片可以用于第三 Walsh 码码片的 K 个导频子带, 最后 K 个扰码码片可以用于第四和最后 Walsh 码码片的 K 个导频子带。

[0090] 对于两种第二扰码方案, 相同的扰码序列可以由所有要获得时间正交性的基站使用。扰码提供导频干扰随机化。由于相同扰码序列由多个基站使用, 每个基站可以由其分配的正交码标识, 可能是扰码以及其分配的导频子带集合。

[0091] 对于扰码方案, 为了恢复导频, 终端可以为每个导频子带导出导频估计, 如下所述。接收机然后可以 (1) 基于所有 K 个导频子带的导频估计获得多个导频和数据子带的每个的信道响应估计, 以及 (2) 获得接收到导频功率估计, 这是所有 K 个导频子带的导频估计幅度的平方和。终端对导频进行的处理如下详细描述。

[0092] II. 导频传输方案

[0093] 导频可以由基站在下行链路上以各种方式发送以方便导频检测和信道估计。导频检测可以用于方便系统同步 (频率和定时获取)、硬切换以及软切换。信道估计可以用于方便相干数据解调。表格 4 列出多载波通信系统的四个示例导频传输方案

[0094] 表格 4

[0095]

系统定时	导频结构	
	TDM 脉冲	连续
同步	同步脉冲导频传输方案： 导频在系统内由所有扇区相同 指定时间间隔内发送。	同步连续导频传输方案： 每个扇区连续地在基于系统定时 指定的子带集合上发送其导频。
异步	异步脉冲导频传输方案： 导频由扇区在基于其单独定时 确定的时间间隔内由扇区发 送。	异步连续导频传输方案： 每个扇区连续地在基于其定时指 定的子带集合上发送其导频。

[0096] 对于脉冲导频结构,每个扇区在指定时间间隔或时隙(而不是连续地)以脉冲形式发送其导频。每个扇区可以以时分多路复用(TDM)方式发送导频和数据。对于连续导频结构,每个扇区连续在其被分配的导频子带集合上发送其导频。每个扇区可以在不指定用于导频传输的剩余可用子带上发送数据。

[0097] 对于同步系统,系统内所有小区的所有扇区的定时被同步(例如基于GPS时间或一些其他公共的定时资源)。对于异步系统,每个小区的所有扇区定时可以被同步,但系统内不同小区的定时不同步。

[0098] 对于同步脉冲导频传输方案,系统内扇区和小区是同步的,且在相同指定时隙内以脉冲发送其导频。对于该方案,所有扇区同时发送其导频,但导频通过使用导频子带和/或正交码的隔开的集合而正交化。数据不是在导频传输时段期间被发送。终端能为不同扇区获得更高质量的信道估计,因为从数据传输没有接收到任何干扰。而且,给定扇区的信道估计可以进一步通过对消来自在相同导频子带的集上由其他扇区发送的导频的干扰而得到改善,其中使用了如下描述的干扰对消技术。

[0099] 图 6A 示出同步脉冲导频传输方案的来自多个扇区的导频的传输。对于该方案,扇区在特定持续时间的脉冲 T_{pilot} 内在隔开的子带集合上发送其导频,脉冲间特定时间间隔为 T_{int} 。如图 6A 内指出,扇区的定时是同步的,使得导频脉冲大致在其传输时间处对其。每个扇区可以在导频脉冲间的时间间隔内所有可用子带内发送数据。(为了简洁,频率和时间在图 6A 和图 6B 内不是按比例绘出)。

[0100] 对于同步连续导频传输方案,系统内的扇区和小区是同步的,且每个扇区连续地在指定导频子带集合上发送其导频。对于该方案,来自不同扇区的导频可以进一步通过使用不同正交码而正交。对于每个扇区,数据不在导频传输指定的子带集合上发送。

[0101] 图 6B 示出同步连续导频传输方案中来自多个扇区的导频传输。对于该方案,扇区连续在隔开的子带集合上发送其导频。每个扇区可以在不是指定用于导频传输的其他子带上发送数据。如图 6B 示出,扇区的定时是同步的。

[0102] 对于异步脉冲导频传输方案,系统内的扇区在指定时隙内以脉冲发送其导频,且

使用隔开的导频子带集合。每个小区内扇区可以进一步通过使用不同正交码正交化其导频。然而,由于小区未经同步,来自不同小区的导频可以在不同时间处到达终端,终端需要实现对这些导频脉冲的搜索。而且,由于小区未经同步,来自一个小区内扇区的数据传输可能与来自其他小区的扇区的导频传输干扰,反之亦然。

[0103] 对于异步连续导频传输方案,系统内的扇区和小区不是同步的,且每个扇区连续地在指定导频子带集合上发送其导频。同样,每个小区内扇区可以通过使用不同正交码正交化其导频。由于小区未经同步,终端会需要确定恢复的每个扇区的时序。

[0104] 对于同步脉冲导频传输方案,每个扇区的导频经历来自同信道干扰的最小恶化,即来自被分配以相同导频子带和正交码的其他扇区的干扰。对于同步连续导频传输方案,每个扇区的导频经历同信道干扰引起的恶化,所述干扰是由于相邻扇区在该导频子带上的数据传输引起的。对于异步脉冲/连续导频传输方案,每个扇区的导频经历来自同信道干扰引起的恶化,所述干扰是由于非同步 OFDM 码元定时引起的数据传输加载波间干扰引起的,其中载波间干扰在无多路径情况下不存在。

[0105] 对于这些导频传输方案的每个在终端处的接收机处理在以下详细描述。

[0106] 不管选用的导频传输方案,导频子带可以以各种方式被分配给扇区。在一实施例中,分配给每个扇区进行导频传输的子带集合是固定的。在另一实施例中,每个扇区在不同时隙处在不同子带集合上发送其导频。该实施例可以允许终端获得更好的扇区的信道估计。

[0107] III. 系统

[0108] 图 7 示出多载波通信系统 100 内基站 110x 和终端 120x 的实施例框图。为了简洁,基站 110x 为一个扇区实现处理并包括一个天线。

[0109] 在下行链路上,在基站 110x 处,发射 (TX) 数据处理器 714 从数据源 712 接收话务数据并从控制器 730 接收信令和其他数据。TX 数据处理器 714 对数据格式化、编码、交叉并调制 (即码元映射) 以提供数据调制码元或仅数据码元。调制器 (MOD) 720 接收并用导频码元多路复用这些数据码元,实现要求的处理,并提供 OFDM 码元流。调制器 720 的处理如下描述。发射机单元 (TMTR) 722 然后处理 OFDM 码元流以提供下行链路信号,它们随后从天线 724 发送到终端。

[0110] 在终端 120x 处,多个基站为多个扇区发送的下行链路信号由天线 752 接收。接收到的信号经接收机单元 (RCVR) 754 处理 (例如放大、滤波、频率下变频并数字化) 以提供采样。解调器 (DEMOD) 760 然后以与调制器 720 实现互补的方式处理采样以为恢复的扇区提供导频强度估计以及数据码元估计。接收 (RX) 数据处理器 762 进一步处理 (例如码元去映射、去交叉以及解码) 数据码元估计以提供解码后数据,这些数据然后被提供给数据宿 764 进行存储和 / 或提供给控制器 770 进行进一步处理。

[0111] 上行链路的处理可能与下行链路的处理相同或不同。数据和信令由 TX 数据处理器 784 处理 (例如编码、交叉和调制) 以提供数据码元,所述码元与导频码元多路复用并进一步由调制器 790 处理以提供发射码元。调制器 790 可以实现 OFDM 处理、CDMA 处理等,这取决于用于上行链路的特定调制技术。发射机单元 792 进一步处理发射码元以生成上行链路信号,所述信号然后从天线 752 被发送。

[0112] 在基站 110x 处,来自终端的上行链路信号由天线 724 接收,且接收到的信号由接

收机单元 738 处理以提供采样。采样进一步由解调器 740 处理以提供数据码元估计,所述估计进一步由 RX 数据处理器 742 处理以提供被恢复的每个终端的解码后数据。解码后数据可以被提供给数据宿 744 以存储和 / 或提供给控制器 730 以进一步处理。

[0113] 控制器 730 和 770 控制在基站和终端处相应的各种处理单元操作。存储器单元 732 和 772 存储分别由控制器 730 和 770 使用的数据和程序代码。

[0114] 1. 基站导频处理

[0115] 图 8 示出调制器 720 的实施例的框图。在该实施例中,导频传输发生在被分配给第 i 个扇区的 K 个导频子带集合上。导频码元用 N_w 码片的 Walsh 码 $W_i(n)$ 覆盖并用分配给第 i 个扇区的扰码 $S_i(n)$ 扰码。

[0116] 一般,相同的导频码元可以用于所有导频子带或不同导频码元可以用于不同导频子带。导频码元是基于特定调制方案导出的调制码元(所述方案诸如 BPSK、QPSK 或 M-QAM),即对应调制方案的信号星座图内一点的复数值。而且,相同的导频码元可以被所有扇区使用,或不同导频码元可以由不同扇区使用。在一实施例中,为系统内 M 个可用子带定义特定的 M 个导频码元集合。每个扇区使用的导频码元取决于分配给该扇区的导频子带集合。无论如何,系统内终端有系统内扇区使用的导频码元的先验知识。

[0117] 在调制器 720 内,由第 i 个扇区发送的导频码元 $p_i(n)$ 被提供给多路分解器 (Demux) 812 并被多路分解为 K 个导频子带的 K 个导频码元子流。对于每个 OFDM 码元时段,相同的导频码元可以在所有 K 个导频子带上发射,或者 K 个导频码元集合可以在 K 个导频子带上发送。在任何情况下, K 个导频码元子流的每个被提供给相应 TX 导频子带处理器 820,该处理器为其分配的导频子带处理导频码元。

[0118] 在每个 TX 导频子带处理器 820 内,被分配的第 k 个导频子带的导频码元 $p_{i,k}(n)$ 被提供给复数乘法器 822 并乘以第 k 个导频子带的扰码分段 $S_{i,k}(n)$ 。扰码能以各种方式实现。例如,扰码可以使得每个扰码码片被应用到 (1) K 个导频子带的每个的整个 Walsh 序列 $W_i(n)$ (对于上述的第一扰码方案), (2) 在一个导频子带中的一个 Walsh 码码片 (对于上述的第二扰码方案), (3) 所有 K 个导频子带的一个 Walsh 码码片,或 (4) Walsh 码码片和导频子带的一些其他的组合。

[0119] K 个 TX 导频子带处理器 820a 到 820k 使用的扰码码片的 K 个分段可以相同或不同,这取决于实现的特定扰码方案。对于第一扰码方案,相同的扰码序列用于 K 个导频子带的每个,且每个扰码码片被应用到 N_w 个连续导频码元,这是通过在 N_w 个连续 OFDM 码元周期上维持扰码码片不变实现的。对于第二扰码方案,扰码序列 $S_i(n)$ 被分成 K 个扰码分段(例如如上对于第二扰码方案描述), K 个导频子带的每个一个分段。每个扰码码片然后被应用到一个导频子带的一个导频码元。

[0120] 来自乘法器 822 的扰码后导频码元然后被提供给乘法器 824 并用 Walsh 码 $W_i(n)$ 覆盖。该覆盖是通过将要在 N_w 个连续 OFDM 码元时段内发送的 N_w 个扰码导频码元乘以 Walsh 码 $W_i(n)$ 的 N_w 个码片相乘实现的,其中对于表格 3 内示出的示例 Walsh 码, $N_w = 4$ 。覆盖的导频码元然后由乘法器 826 用增益 G_{pilot} 进行比例缩放,这确定了用于导频传输的发射功率量。一般,每个扇区或每个天线的总发射功率 P_{total} 受到例如规范要求 and / 或功放限制的约束。该总发射功率 P_{total} 的部分为导频传输分配,且剩余的功率可以用于数据传输。用于导频传输的功率量 P_{pilot} 的选择可以使得加速扇区内终端的导频检测 / 获取,同时最小化其他

扇区对数据传输的导频干扰。导频功率 P_{pilot} 可以是固定或变化的,且增益 G_{pilot} 基于导频功率 P_{pilot} 确定。来自 K 个 TX 导频子带处理器 820a 到 820k 的处理后导频码元然后被提供给 $M \times N$ 切换器 848。

[0121] 对于要用于数据传输的多达 $(M-K)$ 个子带,要由第 i 个扇区发送的数据码元 $d_i(n)$ 被提供给多路分解器 832 并被多路分解为多达 $(M-K)$ 个数据码元子流。每个数据码元还是基于特定调制方案导出的调制码元(所述方案诸如 BPSK、QPSK 或 M-QAM)。相同或不同的调制方案可以用于导频或数据码元。每个数据码元子流被提供给相应的 TX 数据子带处理器 840,所述处理器为分配的数据子带处理数据码元。每个处理器 840 可以实现 Walsh 覆盖、扰码、比例缩放、一些其他处理或不作任何处理。来自 $(M-K)$ 个数据子带处理器 840a 到 840q 的处理后数据码元也被提供给切换器 848。

[0122] 切换器 848 对来自 K 个 TX 导频子带处理器 820 的处理后导频码元以及来自 $(M-K)$ 个 TX 数据子带处理器 840 的处理后数据码元排序,使得这些码元被提供给其指定的导频和数据子带。切换器 848 还向每个未使用的子带提供为零的信号值。对于每个 OFDM 码元时段,切换器 848 反快速傅立叶逆变化(IFFT)单元 850 提供 N 个总子带的 N 个输出码元集合(包括处理后导频和数据码元以及零)。

[0123] 在 IFFT 单元 850 内,每个 OFDM 码元时段的 N 个码元使用快速傅立叶逆变换被转换到时域以获得包括 N 个时域采样的“变换”后码元。为了消除频率选择性衰减引起的码元间干扰(ISI),每个变换后码元的部分由循环前缀发生器 852 重复以形成对应的 OFDM 码元,这包括 $N+C_p$ 个采样,其中 C_p 是重复的采样数。重复的部分通常被称为循环前缀。OFDM 码元时段对应一个 OFDM 码元的持续时间。循环前缀发生器 852 为在一个天线上传输提供 OFDM 码元流。

[0124] 如果扇区备有多个天线,则可以对每个天线实现如图 8 所示的相同的导频处理。特别是,每个天线的导频码元用 Walsh 码覆盖,用扰码扰码,且被多路复用到分配给该天线的 K 个导频子带集合上。取决于实现的特定导频传输方案,可以分配给多个天线相同或不同的 Walsh 码,可以对天线使用相同或不同的扰码,且可以为天线使用相同或不同的子带集合。数据码元可以根据 STTD 或 Alamouti 方案处理以在多个天线上传输,如在前述的美国临时专利申请序列号 60/421309 内描述的。

[0125] 2. 终端导频处理

[0126] 图 9A 示出解调器 760a 的实施例框图,该解调器可以用于如上所述的同步脉冲导频传输方案,其中扇区在指定时隙内以脉冲发送其导频。对于每个导频脉冲,解调器 760a 可以实现处理以恢复自多个扇区发射的导频。

[0127] 在解调器 760a 内,接收到的 OFDM 码元被提供给循环前缀去除单元 912,它去除了附于每个 OFDM 码元上的循环前缀以获得对应的接收到变换后码元。FFT 单元 914 然后将每个接收到变换后码元转换到频域以获得 N 个总子带的 N 个接收到码元。 $N \times M$ 切换器 916 向 K 个 RX 导频子带处理器 920aa 到 920ak 的相应集合 918 提供每个 K 个导频子带集合的接收到码元,其中对集合内的每个导频子带有一个处理器 920。对于同步脉冲导频传输方案,在隔开子带集合上从多个扇区接收导频。RX 导频子带处理器集合然后可以用于为要恢复的每个扇区实现导频处理。由于多个扇区(例如来自不同小区或簇)可以在相同子带集合上用不同正交码发送,多个 RX 导频子带处理器集合还可以用于处理给定导频子带集合。为了简

洁,在图 9A 内为每个导频子带集合只示出一个 RX 导频子带处理器集合。

[0128] 终端的导频处理与扇区实现的导频处理互补,且进一步取决于信道的特性。为了改善导频检测性能并更好地区别不同扇区发送的导频,期望能在尽可能多的 OFDM 码元时段以及尽可能多的导频子带上实现相干积分。然而,在时域和频域内实现的相干积分的量分别取决于信道的相干时间和相干带宽。特别是,相干积分的持续时间(即在其上可以实现相干积分的 OFDM 码元数)应小于信道的相干时间(即信道基本恒定的持续时间)。而且,包括可以被相干地添加的子带的频率范围应小于信道的相干带宽。相干带宽是在其内信道基本恒定的频带,且与信道的延时扩展相关。

[0129] 图 9A 内示出的导频处理在单个 Walsh 码元时段和单个导频子带上实现相干积分。为了简洁,给定扇区 i 的导频处理如下描述。在用于扇区 i 的每个 RX 导频子带处理器 920 内,被分配的第 k 个导频子带的接收到码元 $r_k(n)$ 被提供给乘法器 922,且乘以该扇区 i 的 Walsh 码 $W_i(n)$ 。去覆盖的码元然后被提供给复数乘法器 924 并乘以扰码码片的复数共轭 $S_{i,k}^*(n)$,它由扇区 i 用于在第 n 个 OFDM 码元时段内的第 k 个子带。去扰码实现的方式与扇区 i 实现的扰码互补。对于第一扰码方案,每个扰码码片通过维持扰码码片在 N_w 个连续 OFDM 码元时段上恒定而被应用于 N_w 个连续去覆盖码元。对于第二扰码方案,一个扰码分段用于 K 个导频子带的每个,且每个扰码码片在一个导频子带内被应用于来自乘法器 922 的一个去覆盖码元。来自乘法器 924 的去扰码码元然后被提供给复数乘法器 926 并乘以导频码元的复数共轭 $p_{i,k}^*(n)$,该导频码元在第 n 个 OFDM 码元周期内由扇区 i 在第 k 个子带上发送。来自乘法器 926 的输出然后由累加器 (ACC) 928 在每个 Walsh 码元时段上累加以提供该 Walsh 码元时段的导频估计 $\hat{p}_{i,k}(n)$ 。

[0130] 乘法器 922、924 和 926 以 OFDM 码元速率操作(即 $1/T_{sym}$)。累加器 928 以 OFDM 码元速率实现累加,但为每个 Walsh 码元时段提供导频估计并在每个 Walsh 码元时段的开始被清除。滤波器 930 和单元 932 以 Walsh 码元速率操作(即 $1/T_w$,或对于 4 码片 Walsh 序列为 $1/4T_{sym}$)。

[0131] 来自累加器 928 的导频估计 $\hat{p}_{i,k}(n)$ 还可以进一步由滤波器 930 滤波以向扇区 i 提供第 k 个导频子带的信道的估计 $\hat{h}_{i,k}(n)$ 。滤波器 930 可以用累加器、有限脉冲响应 (FIR) 滤波器、无限脉冲响应 (IIR) 滤波器或一些其他类型滤波器实现。单元 932 计算来自累加器 928 的导频估计 $\hat{p}_{i,k}(n)$ 的平方幅度以为扇区 i 分配的第 k 个子带提供导频强度估计 $|\hat{p}_{i,k}(n)|^2$ 。

[0132] 对于导频传输的每个 OFDM 码元时段,求和器 934 接收扇区 i 的所有 K 个导频子带的导频强度估计 $|\hat{p}_{i,k}(n)|^2$ 并对其求和以获得该 OFDM 码元时段的导频强度估计 $|\hat{p}_i(n)|^2$ 。累加器 938 然后累加部分或全部导频传输间隙上的导频强度估计 $|\hat{p}_i(n)|^2$,以为扇区 i 提供最终导频强度估计 $|\hat{p}_i|^2$ 。例如,累加器 938 可以在整个导频脉冲上实现累加。累加器 928 实现相干积分而累加器 938 实现非相干积分。

[0133] 如果无线信道的相干时间允许,相干积分还可以在多个 Walsh 码元时段上实现。在该情况下,多个 Walsh 码元时段的导频估计可以被累加(例如通过累加器 928),且产生的估计可以被提供给滤波器 930 和 932。如果无线信道的相干带宽允许,相干积分还可以在多个导频子带上实现(例如一些或所有 K 个导频子带)。在该情况下,可以为多导频子

带累加、幅度平方来自累加器 928 的导频估计（例如通过另一图 9 内未示出的累加器）并提供给求和器 934。包括导频子带的频率范围应小于无线信道相干带宽，其中在该频率范围上实现相干积分。可以实现频域内的相干积分以获得改善的导频强度估计，但一般为单个子带获得信道估计。如果无线信道的相干时间和相干带宽允许，相干积分还可以在多个 Walsh 码元时段和多个导频子带上实现，以提供改善的导频强度估计。

[0134] 上述的导频处理提供了扇区 i 的 K 个导频子带的信道估计。扇区 i 的剩余 $M-K$ 个子带的信道估计可以基于扇区 i 的 K 个导频子带的信道估计（例如通过内插）而获得。对基于 K 个子带的信道估计的所有 M 个子带估计信道估计的技术在美国专利申请序列号 60/422362 以及 60/427896 内描述，前者题为“Channel Estimation for OFDM Communication Systems”，提交于 2002 年 10 月 29 号，后者题为“Reduced Complexity Channel Estimation for Wireless Communications Systems”，提交于 2002 年 11 月 19 日，两者被转让给本发明的受让人并在此包括作为参考。信号估计可以用于数据解调以及其他用途。

[0135] 扇区 i 的 M 个可用子带的全部或一子集的信道估计可以用于为从扇区 i 接收到的数据传输实现相干数据解调。还可以为系统内的多个扇区获得信道估计。对于每个扇区，导频处理用该扇区使用的 Walsh 序列 $W_i(n)$ ，扰码 $S_i(n)$ 以及导频码元 $p_i(n)$ 实现。

[0136] 上述的导频处理还提供了扇区 i 的导频强度估计。导频强度估计可以为系统内的多个扇区获得。多个扇区的导频强度估计可以用于确定接收数据传输的最佳扇区，以从一个扇区切换到另一扇区（例如对于移动终端）以及可能其他用途。

[0137] 对于同步脉冲导频传输方案，解调器 760a 只在导频由扇区发送的时间间隙内实现导频处理。一个或多个扇区的信道估计可以用于在导频脉冲间的时段内实现从一个或多个扇区接收到的数据传输的相干数据解调。

[0138] 图 9A 示出示例导频处理技术，该技术可以由终端实现。还可以使用其他导频处理技术，且这在本发明范围内。为了简洁，在图 9A 内只示出了解调器 760a 的导频处理。数据处理可以由解调器 760a 以如下描述的方式实现。

[0139] 图 9B 示出解调器 760b 的实施例框图，这可以用于上述的同步连续导频传输方案，其中每个扇区连续在其指定导频子带集合内发送导频，且在剩余的子带上发送数据。在以下描述中，解调器 760b 恢复由给定扇区 i 发送的导频和数据。

[0140] 在解调器 760b 内，接收到的 OFDM 码元由循环前缀去除单元 912 和 FFT 单元 914 以上述方式处理。切换器 916 然后向 K 个 RX 导频子带处理器 920a 到 920k 提供 K 个导频子带的接收到码元，并向 $M-K$ 个导频干扰对消器 940a 到 940q 提供 $M-K$ 个剩余子带接收到的码元。

[0141] 每个 RX 导频子带处理器 920 以图 9A 描述的方式为扇区 i 实现一个导频子带的导频处理。然而，由于扇区 i 的导频子带可以由其他扇区用作数据子带，相干积分可以在更长的时间间隙上实现（例如多个 Walsh 码元时段）以对消由于其他扇区的数据码元引起的干扰，以获得更准确的导频估计 $\hat{p}_{i,k}(n)$ 。相干积分时隙由信道相干时间决定，且应该小于该相干时间。

[0142] 在每个 RX 导频子带处理器 920 内，乘法器 922、924 和 926 以 OFDM 码元速率操作（即 $1/T_{\text{sym}}$ ）且实现与扇区 i 的 Walsh 序列 $W_i(n)$ 、扰码 $S_i(n)$ 和导频码元 $p_i(n)$ 的乘法。累

加器 928 以 OFDM 码元速率操作并在一个或（最好）多个 Walsh 码元时段上累加来自乘法器 926 的输出以为每个累加间隙提供导频估计 $\hat{p}_{i,k}(n)$ 。滤波器 930 以累加速率操作并过滤导频估计 $\hat{p}_{i,k}(n)$ 以提供扇区 i 的 k 个子带的信道估计 $\hat{h}_i(n)$ 。所有 K 个导频子带的信道估计可以进一步被处理（例如内插）以获得数据子带的信道估计，如上所述。单元 932、加法器 934 和累加器 938 以累加速率操作并为扇区 i 提供导频强度估计 $|\hat{p}_i|^2$ 。

[0143] 对于连续导频传输方案，解调器 760b 可以在通信对话期间在所有时间实现导频处理。扇区 i 的信道估计可以用于实现在来自扇区 i 的数据子带上接收到的数据传输的相干数据解调。数据处理可以如下实现。

[0144] 为了简洁，只有一个 K 个 RX 导频子带处理器 920 的集合和一个 M-K 个导频干扰对消器 940 的集合在图 9B 内示出。解调器 760b 还可以用多个 RX 导频子带处理器集合和多个 M-K 导频干扰对消器集合实现，以进发地处理来自多个扇区的导频和数据传输。

[0145] 解调器 760a 和 760b 还可以用于为上述的异步脉冲 / 连续导频传输方案实现导频处理。如果扇区是异步的，则终端会需要确定要恢复的每个扇区的定时。这可以通过使用滑动 (sliding) 相关器获得，这类似于 CDMA 系统所用的。然后，每个扇区的处理可以根据该扇区的定时实现。特别是 FFT 操作、Walsh 序列 $W_i(n)$ 的去覆盖以及用扰码 $S_i(n)$ 的去扰码都根据要恢复的扇区的定时实现。而且，相干积分可以在更长的时间段上实现（例如多个 Walsh 码元时段）以对消由于其他扇区发送的数据码元引起的干扰，使得为要恢复的扇区获得更准确的导频估计 $\hat{p}_{i,k}(n)$ 。

[0146] 对于异步脉冲导频传输方案，每个扇区的导频处理可以如下实现 (1) 在当导频由扇区发送时的时间间隙内实现，和 (2) 基于该扇区的定时实现。对于异步连续导频传输方案，每个扇区的导频处理可以基于该扇区的定时在所有时间实现。

[0147] 3. 终端导频干扰对消

[0148] 如上所述，来自系统内扇区的导频传输可以使得给定扇区 i 的导频传输使用的子带还可以用于其他扇区的导频传输。对于该扇区 i，来自其导频子带上的其他扇区的导频传输表示一干扰，所述干扰如果有效地被对消，能改善该扇区 i 的信道估计和导频强度估计。而且，扇区 i 用于数据传输的子带还可以用于其他扇区的导频传输（例如对于连续导频传输方案）。对于该扇区 i，在其数据子带上来自其他扇区的导频传输表示一干扰，所述干扰如果有效地被抵消会改善数据性能。

[0149] 例如，终端可以从扇区 1 接收数据传输，扇区 1 的导频在子带集合 1 上发送（例如对于表格 2 和图 2B 内示出的示例 OFDM 系统的子带 10、20、30、... 500）。该终端还知道其他扇区发送的导频。这些导频的一些不会在子带集合 1 上被发送，例如相邻扇区 2 可能在子带集合 2（例如子带 11、21、31... 501）上发送导频。一般扇区 1 使用几乎所有不在子带集合 1 内的可用子带向其覆盖区域内的终端发送数据。因此，集合 2 内的子带（可以由扇区 2 用于导频传输）可以由扇区 1 用作数据子带。扇区 2 使用的集合 2 内的子带上的导频传输会成为扇区 1 对这些相同子带上数据传输的干扰。

[0150] 终端一般知道扇区 2 在子带集合 2 上的导频传输。因此，终端可以估计从在集合 2 内子带来自扇区 2 的导频干扰。导频干扰估计可以通过以下方式获得 (1) 估计从扇区 2 到集合 2 内的每个子带的终端的信道，(2) 以如扇区 2 实现的相同方式为集合 2 内的每个子带生成处理后（即经扰码和覆盖）的导频码元，以及 (3) 用信道估计对这些处理后的导

频码元进行比例缩放。扇区 2 的集合 2 内每个子带的导频干扰估计然后从相同子带的接收到码元中减去以获得该子带的导频对消后码元。

[0151] 一般,可以在任意用于一个扇区进行下行链路导频或数据传输还用于另一扇区的下行链路的导频传输时,实现导频干扰对消,其中所述导频是终端已知的。一般,终端会知道另一扇区发送的导频,因为该信息用于方便扇区间的终端辅助切换。终端一般测量从其当前服务扇区接收到的导频功率以及从其他是切换候选的临近扇区接收到的导频。导频功率测量然后可以由终端用于请求切换到更好服务的扇区。

[0152] 导频干扰对消可以为导频子带实现以获得更高质量的导频估计,由于来自其他扇区对该导频造成的干扰已被去除。例如,对于同步脉冲导频传输方案,所有扇区同时发送其导频,在该情况下,可以实现导频干扰对消以获得选定扇区的改善后的信道估计。导频干扰对消还可以为数据子带实现以获得更高质量的数据码元估计,其中已经去除了来自其他扇区导频对该导频的干扰。为了简洁,以下为数据子带描述导频干扰抵消。

[0153] 回到图 9B, (M-K) 数据子带的每个的接收到码元被提供给相应的导频干扰对消器 940。每个对消器 940 估计终端从每个干扰扇区接收到的导频估计,所述干扰被指定要被对消。每个对消器 940 然后 (1) 为所有指定干扰扇区获得总导频干扰估计,以及 (2) 对消来自接收到码元的总导频干扰估计,以为分配的数据子带提供导频对消后码元。

[0154] 图 10 示出导频干扰对消器 940x 的实施例框图,这可以用于图 9 的导频干扰对消器 940a 到 940q 的每个。导频干扰对消在频域内快速傅立叶变换之后实现。对消器 940x 为一个数据子带实现导频干扰对消。

[0155] 在导频干扰对消器 940x 内,对被分配的子带的接收到码元被提供给 L 个导频干扰估计器 1020a 到 1020l,其中 L 可以是任何零或更大的整数。每个估计器 1020 估计在分配的第 k 个子带上来自被分配的第 j 个干扰扇区的导频干扰,并将为其分配的子带和扇区提供给导频干扰估计 $\tilde{p}_{i,k}(n)$ 。

[0156] 在每个估计器 1020 内,被分配的第 k 个子带的接收到码元 $r_k(n)$ 被提供给乘法器 1022 并乘以第 j 个干扰扇区使用的 Walsh 码 $W_j(n)$ 。乘法器 1022 的输出然后由复数乘法器 1024 乘以扰码码片的复数共轭 $S_{i,k}^*(n)$,所述扰码由第 j 个干扰扇区用于第 k 个子带。来自乘法器 1024 的去扰码后码元然后由乘法器 1026 乘以导频码元的复数共轭 $p_{i,k}^*(n)$,所述码元由第 j 个干扰扇区在第 k 个子带上发送。

[0157] 来自乘法器 1026 的输出然后由累加器 1028 在每个 Walsh 码元时段上累加以为该 Walsh 码元时段内的第 k 个子带提供导频估计 $\hat{p}_{i,k}(n)$ 。来自累加器 1028 的导频估计进一步由滤波器 1030 滤波以为第 k 个子带提供第 j 个干扰扇区的信道估计 $\hat{h}_{i,k}(n)$ 。滤波器 1030 可以用累加器、FIR 滤波器或 IIR 滤波器实现。滤波器 1030 的响应(例如累加持续时间)可以取决于信道衰减的速率。

[0158] 为了为第 j 个干扰扇区导出导频干扰估计 $\tilde{p}_{i,k}(n)$,第 j 个扇区使用的导频码元 $p_{i,k}(n)$ (1) 由乘法器 1034 乘以扰码码片 $S_{i,k}(n)$, (2) 由乘法器 1036 用 Walsh 码 $W_j(n)$ 覆盖,以及 (3) 由乘法器 1038 乘以信道估计 $\hat{h}_{i,k}(n)$ 。来自所有被分配的估计器 1020 的导频干扰估计然后由求和器 1042 求和以获得第 k 个子带的总导频干扰估计 $\tilde{p}_k(n)$ 。总导频干扰估计 $\tilde{p}_k(n)$ 然后由求和器 1044 从接收到的码元 $r_k(n)$ 中减去以获得第 k 个子带的导频对消后码

元。

[0159] 回到图 9, M-K 个数据子带的来自导频干扰对消器 940a 到 940q 的导频对消后码元被分别提供给 M-K 个 RX 数据子带处理器 980a 到 980q。每个处理器 980 为分配的数据子带处理导频对消后码元, 其处理方式与图 8 内处理器 840 实现的互补。每个处理器 980 还可以通过计算导频对消后的码元与分配的数据子带的信道估计的点积实现相干数据解调, 以提供数据码元估计 $\hat{d}_{i,k}(n)$, 它们是在该子带上发送的数据码元的估计。恢复的第 i 个扇区的数据子带的信道估计可以基于为导频子带获得的信道估计而导出 (例如使用内插)。

[0160] 多路复用器 990 然后接收来自 RX 数据子带处理器 980a 到 980q 的数据码元并对其进行多路复用, 以提供恢复的第 i 个扇区的数据码元估计 $\hat{d}_i(n)$ 。

[0161] 上述导频干扰对消技术可以直接扩展到终端处的多个接收天线情况。在该情况下, 可以为从每个终端天线获得的接收到信号实现相同的导频处理。每个天线的导频对消后码元还可以进一步用信道估计进行相干解调以提供该天线的数据码元估计。来自所有天线的数据码元估计然后经加权并组合以提供最终数据码元估计, 所述码元估计然后被解码。

[0162] 上述的导频传输和导频干扰对消技术可以由各种方式实现。例如, 接入点处的导频传输处理和终端处的导频检测和导频干扰对消处理能以硬件、软件或其组合内实现。对于硬件实现, 用于为传输 / 接收处理导频以及用于导频干扰对消的元件可以在以下元件内实现: 一个或多个专用集成电路 (ASIC)、数字信号处理器 (DSP)、数字信号处理设备 (DSPD)、可编程逻辑器件 (PLD)、场可编程门阵列 (FPGA)、处理器、控制器、微控制器、微处理器和其他用于实现上述功能的电子单元内或其组合。

[0163] 对于软件实现, 导频传输 / 接收以及导频干扰对消处理可以在实现在此描述的功能的模块内实现 (例如过程, 函数等)。软件代码可以被存储在存储器单元内 (例如图 7 内的存储器单元 732 和 772) 并由处理器执行 (例如控制器 730 和 770)。存储器单元可以实现在处理器内或处理器外部, 在外部情况下, 它可以通过本领域内已知的各种方式通信耦合到处理器。

[0164] 标题在此被包括用于参考并用于帮助定位某些章节。这些标题不是用于限制标题下描述的概念, 且这些概念可以应用到整个说明的其他章节。

[0165] 本领域的技术人员还可以理解, 这里揭示的结合这里描述的实施例所描述的各种说明性的逻辑块、模块和算法步骤可以用电子硬件、计算机软件或两者的组合来实现。各种说明性的组件、方框、模块、电路和步骤一般按照其功能性进行阐述。这些功能性究竟作为硬件或软件来实现取决于整个系统所采用的特定的应用程序和设计。技术人员可以认识到这些情况下硬件和软件的交互性, 以及怎样最好地实现每个特定应用程序的所述功能。

[0166] 上述优选实施例的描述使本领域的技术人员能制造或使用本发明。这些实施例的各种修改对于本领域的技术人员来说是显而易见的, 这里定义的一般原理可以被应用于其它实施例中而不超出本发明的范围。因此, 本发明并不限于这里示出的实施例, 而要符合与这里揭示的原理和新颖特征一致的最宽泛的范围。

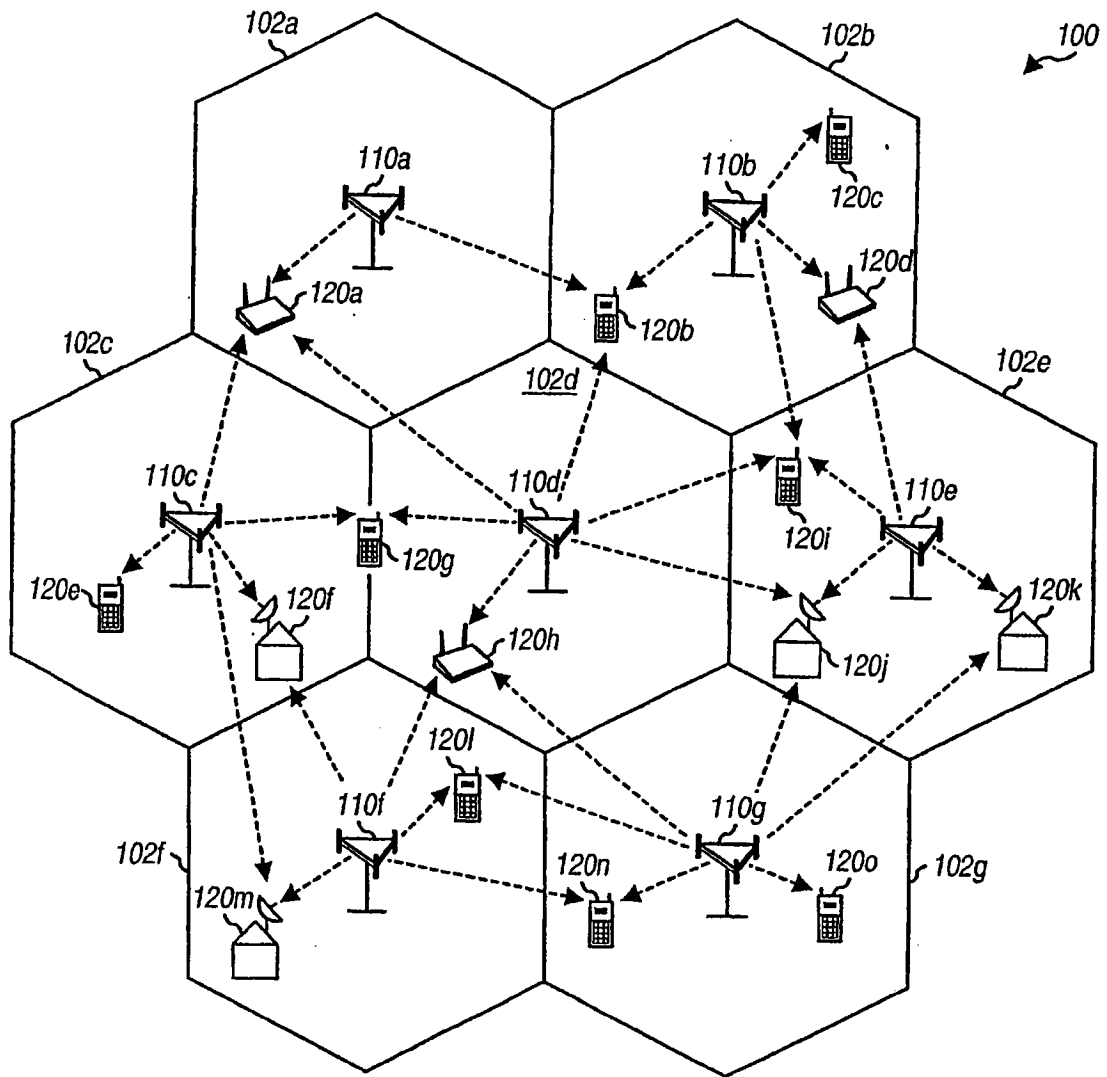


图 1

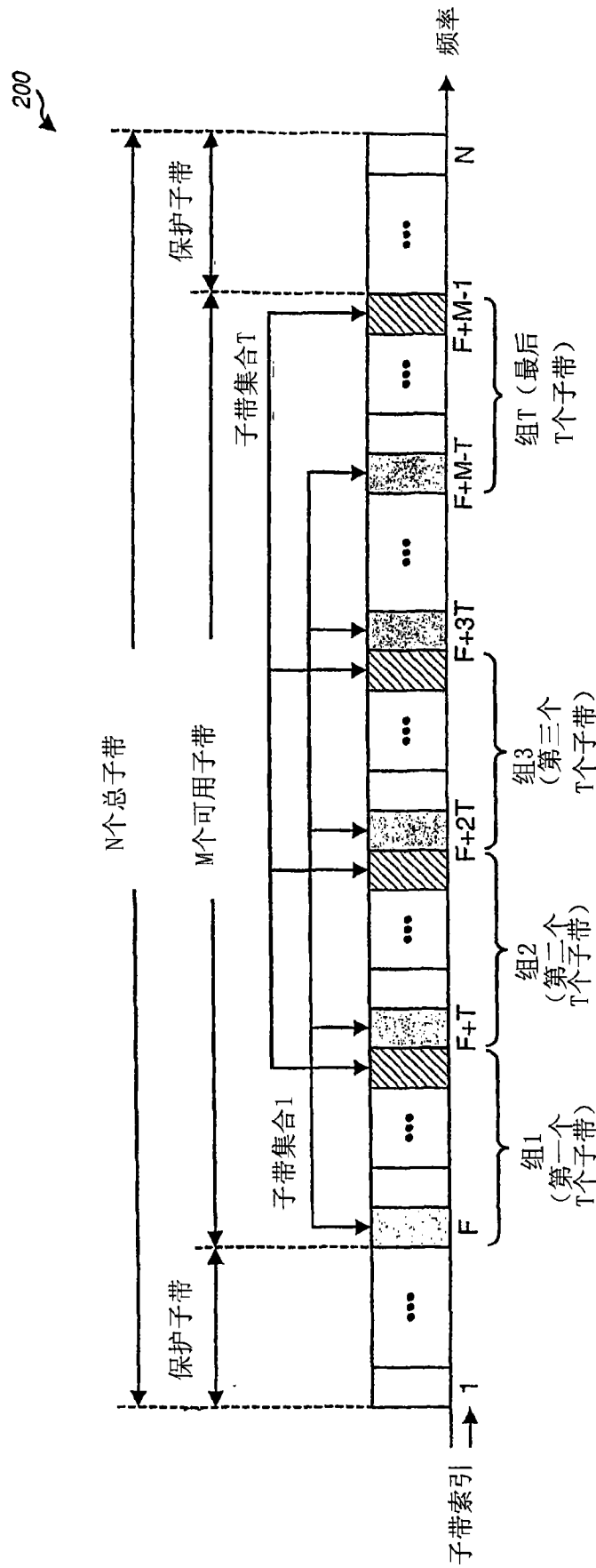


图 2A

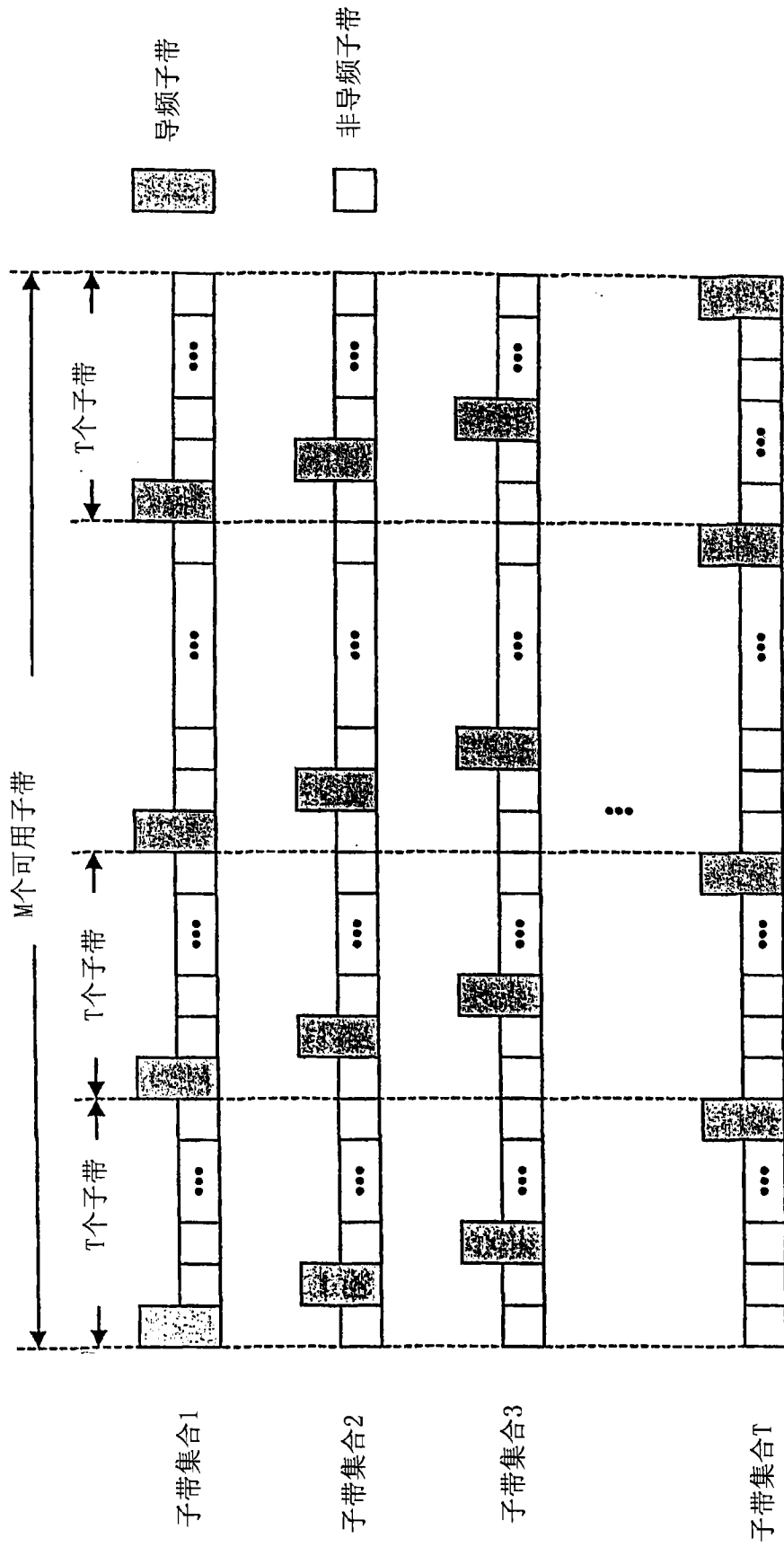


图 2B

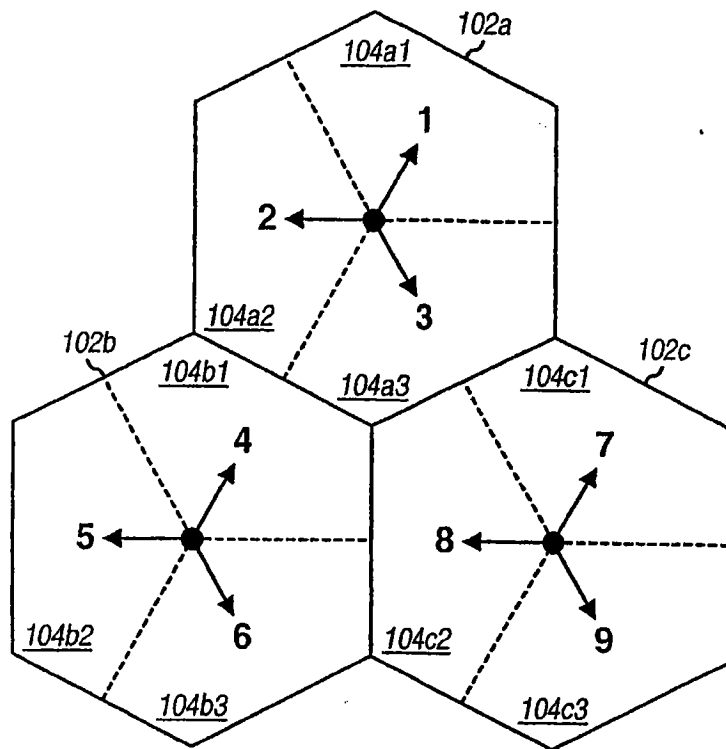


图 3A

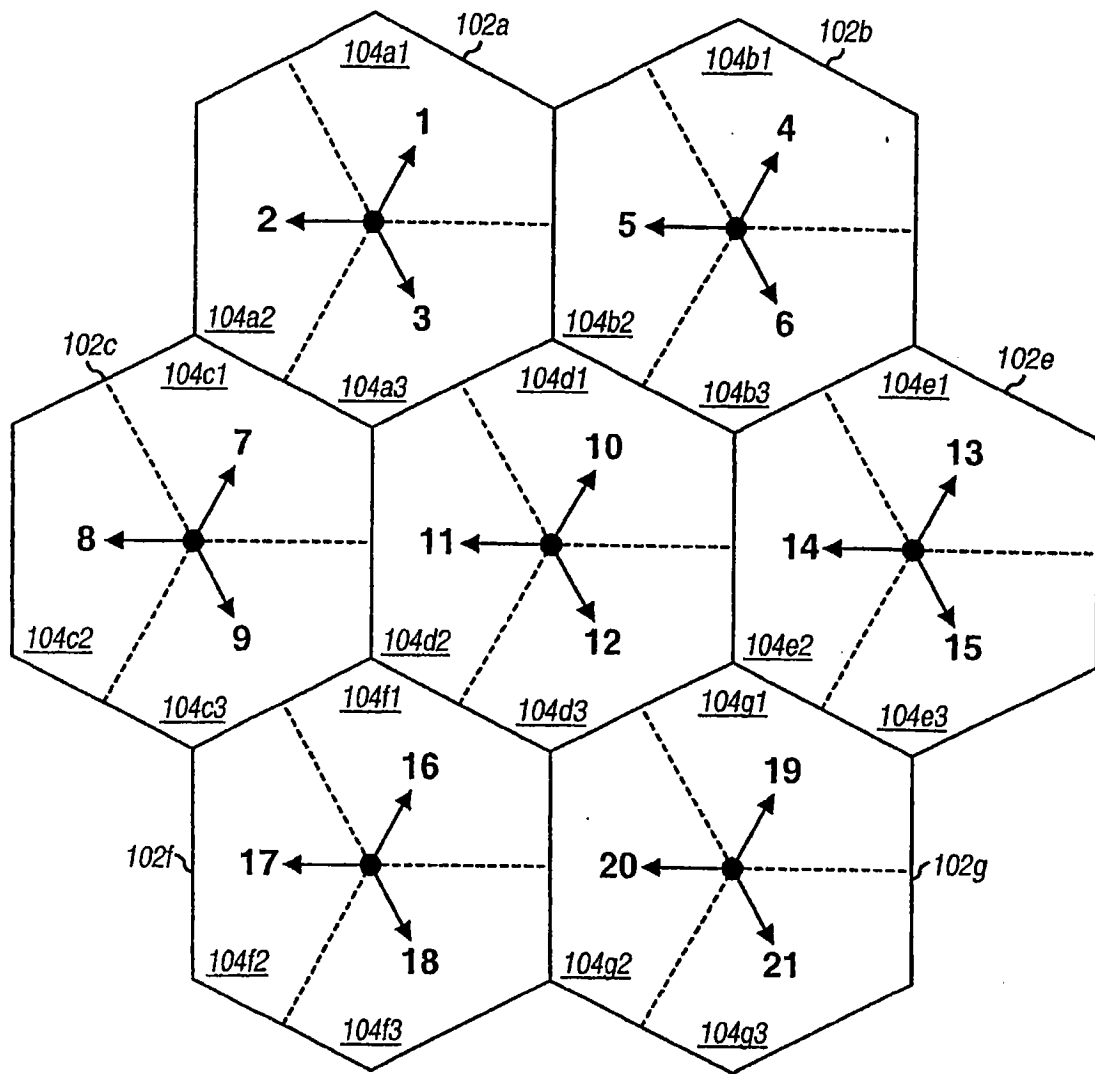


图 3B

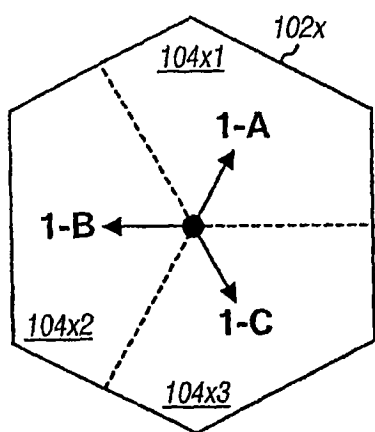


图 4A

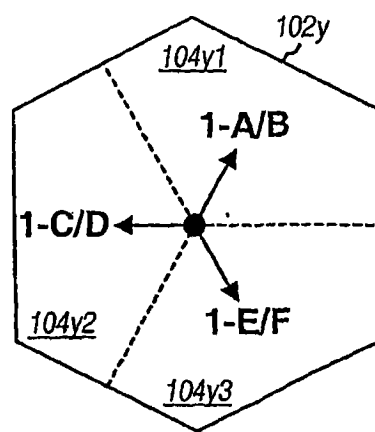


图 4B

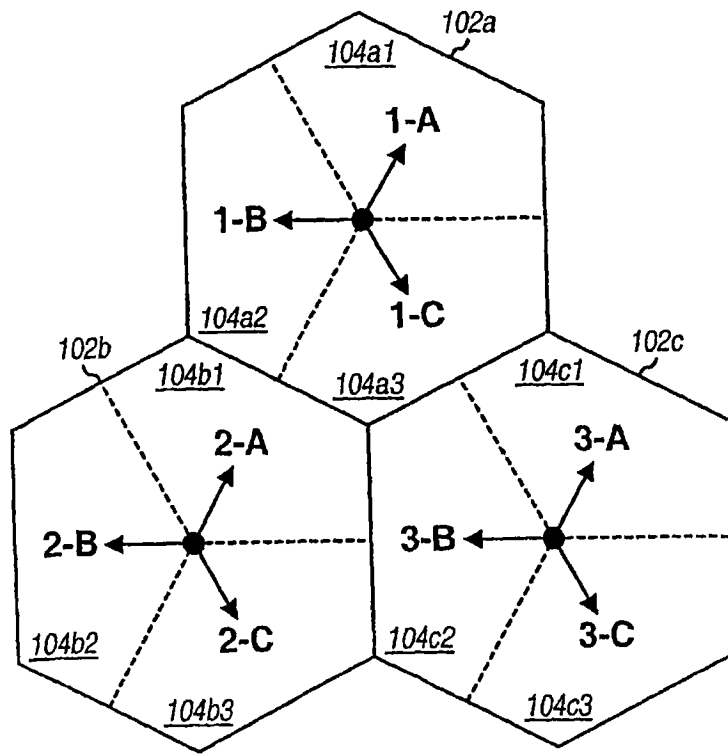


图 4C

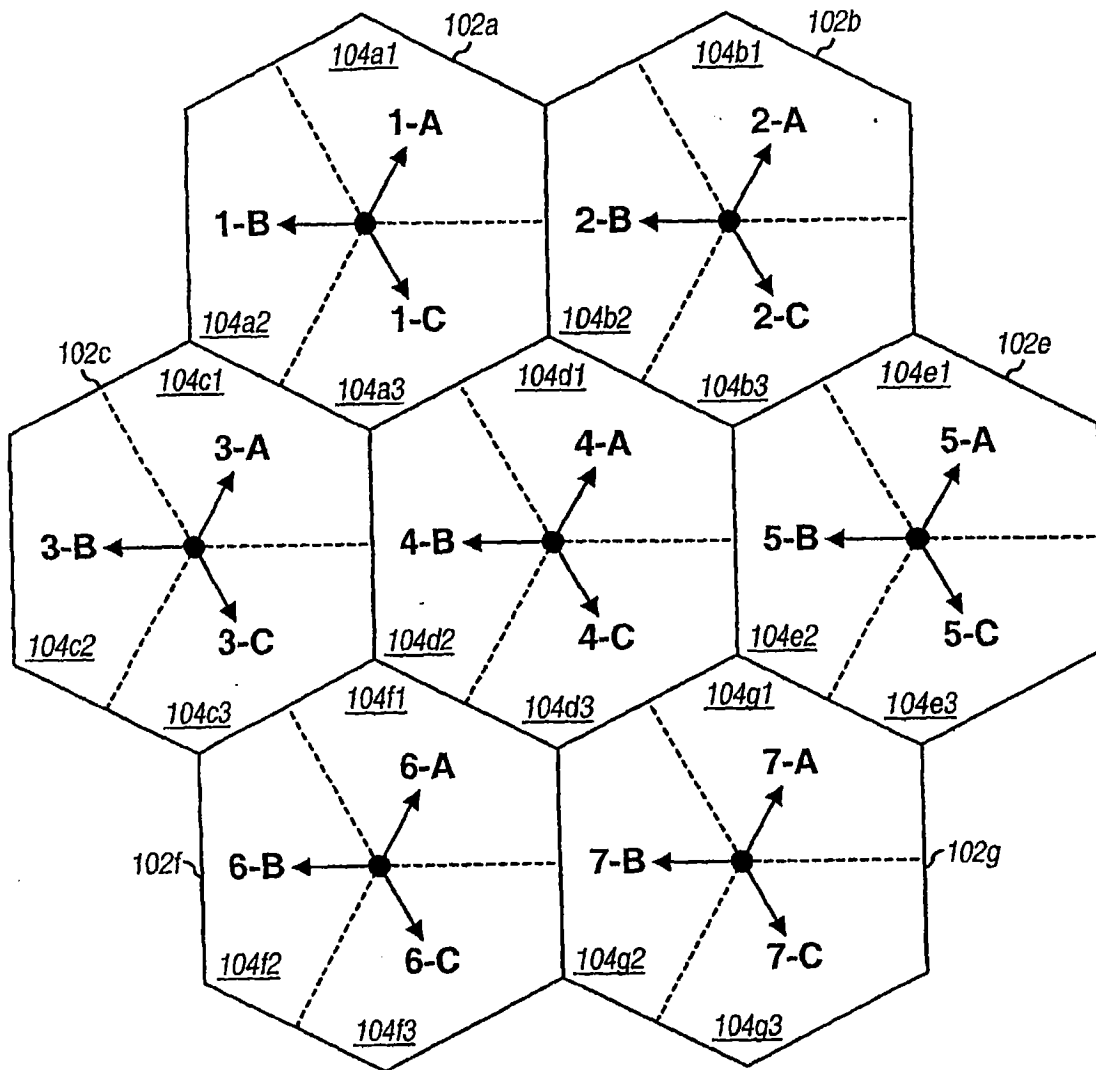


图 4D

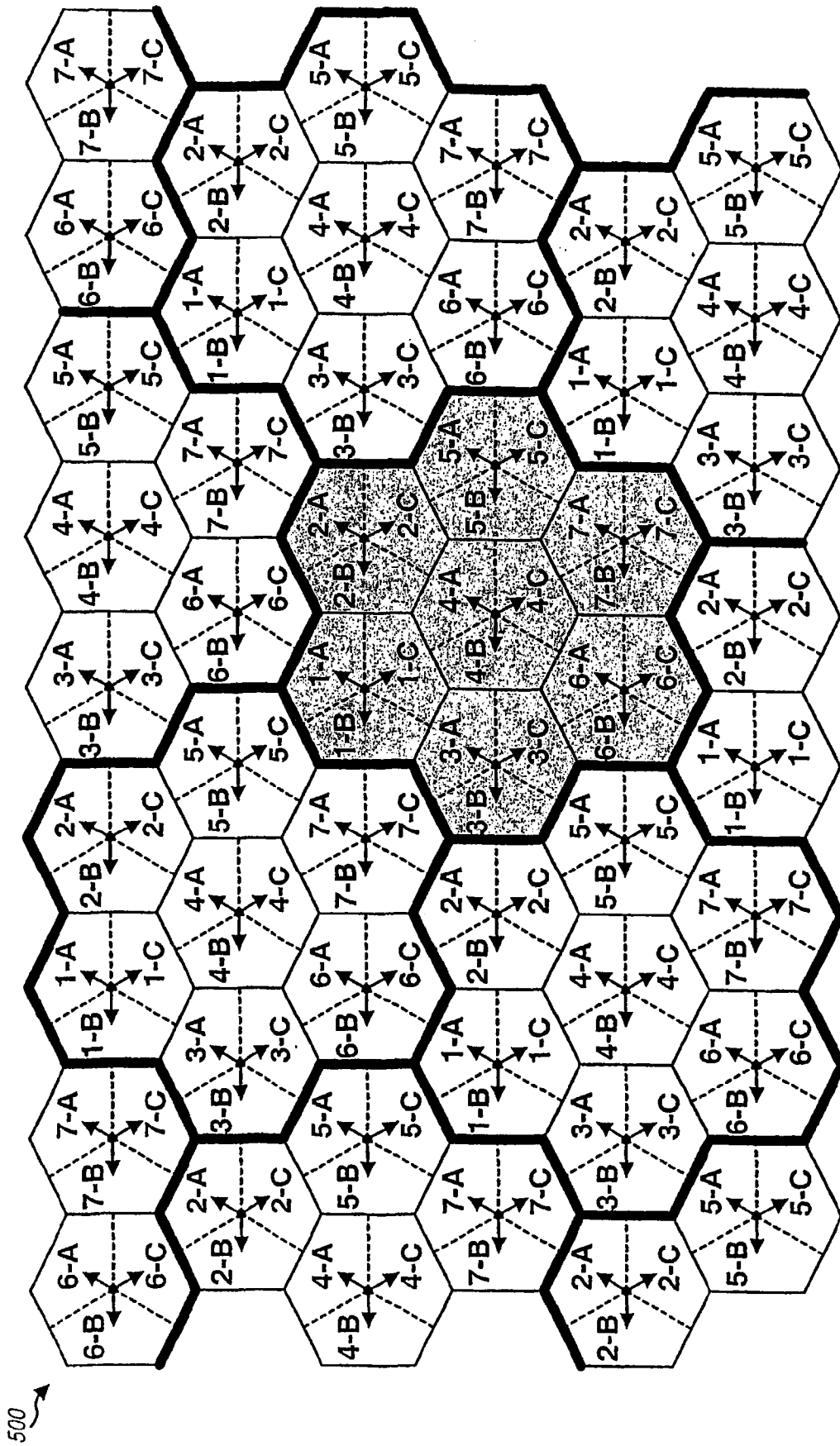


图 5

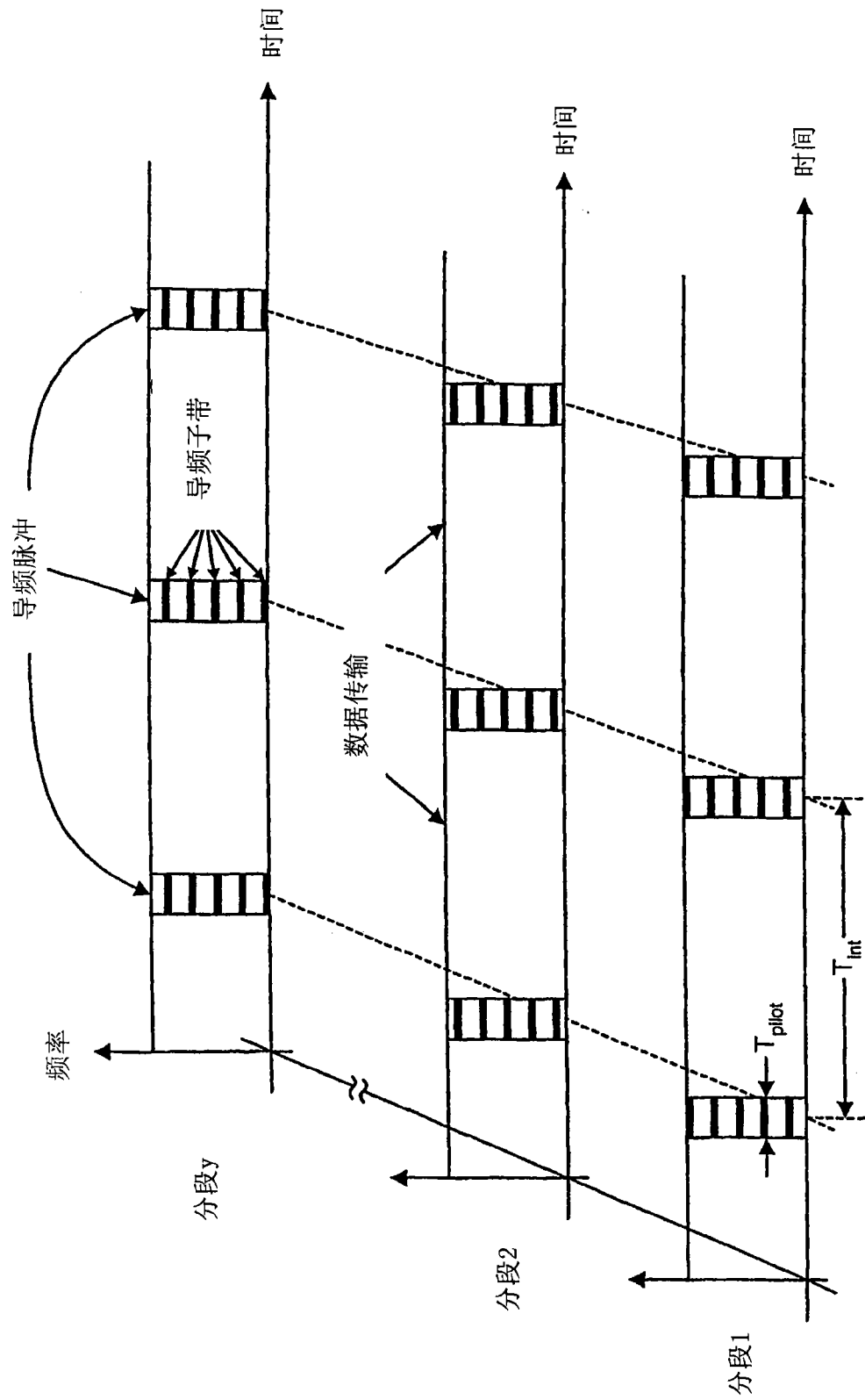


图 6A

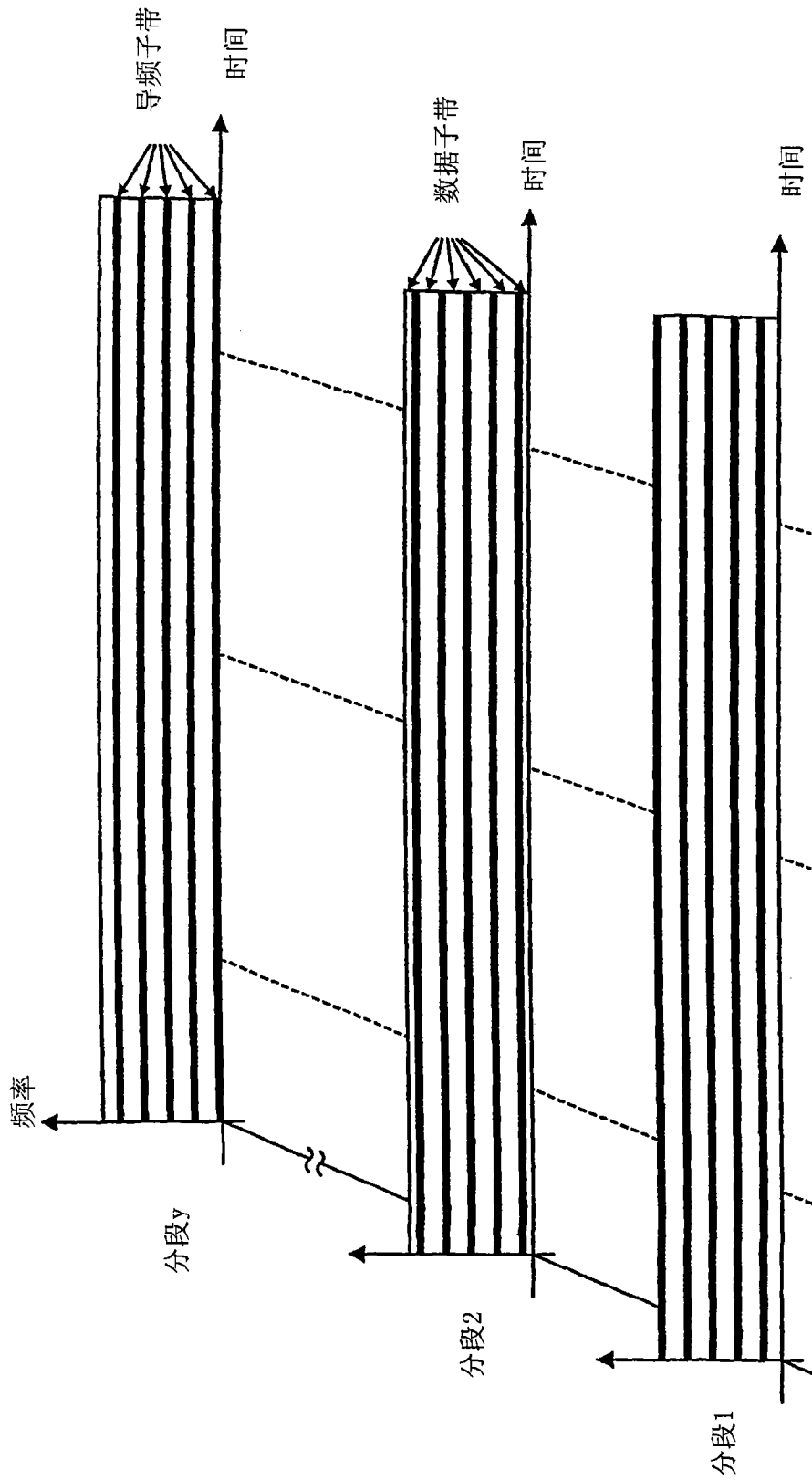


图 6B

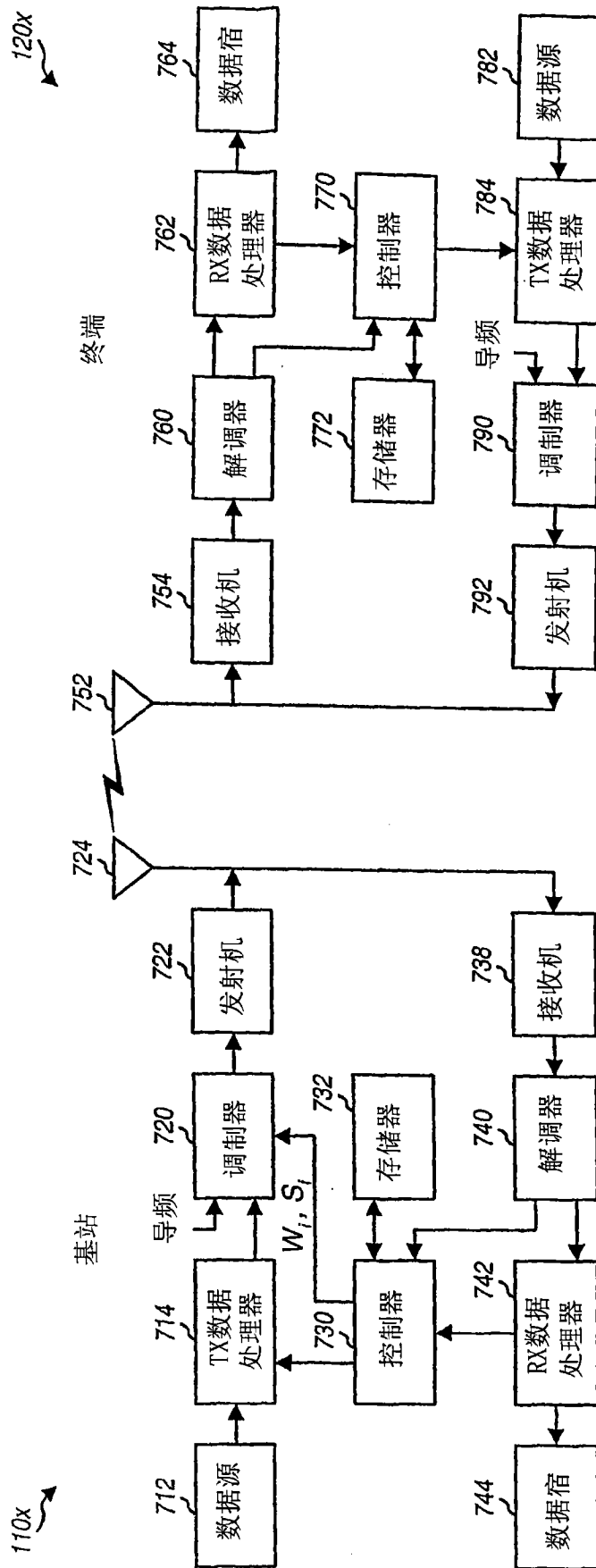


图 7

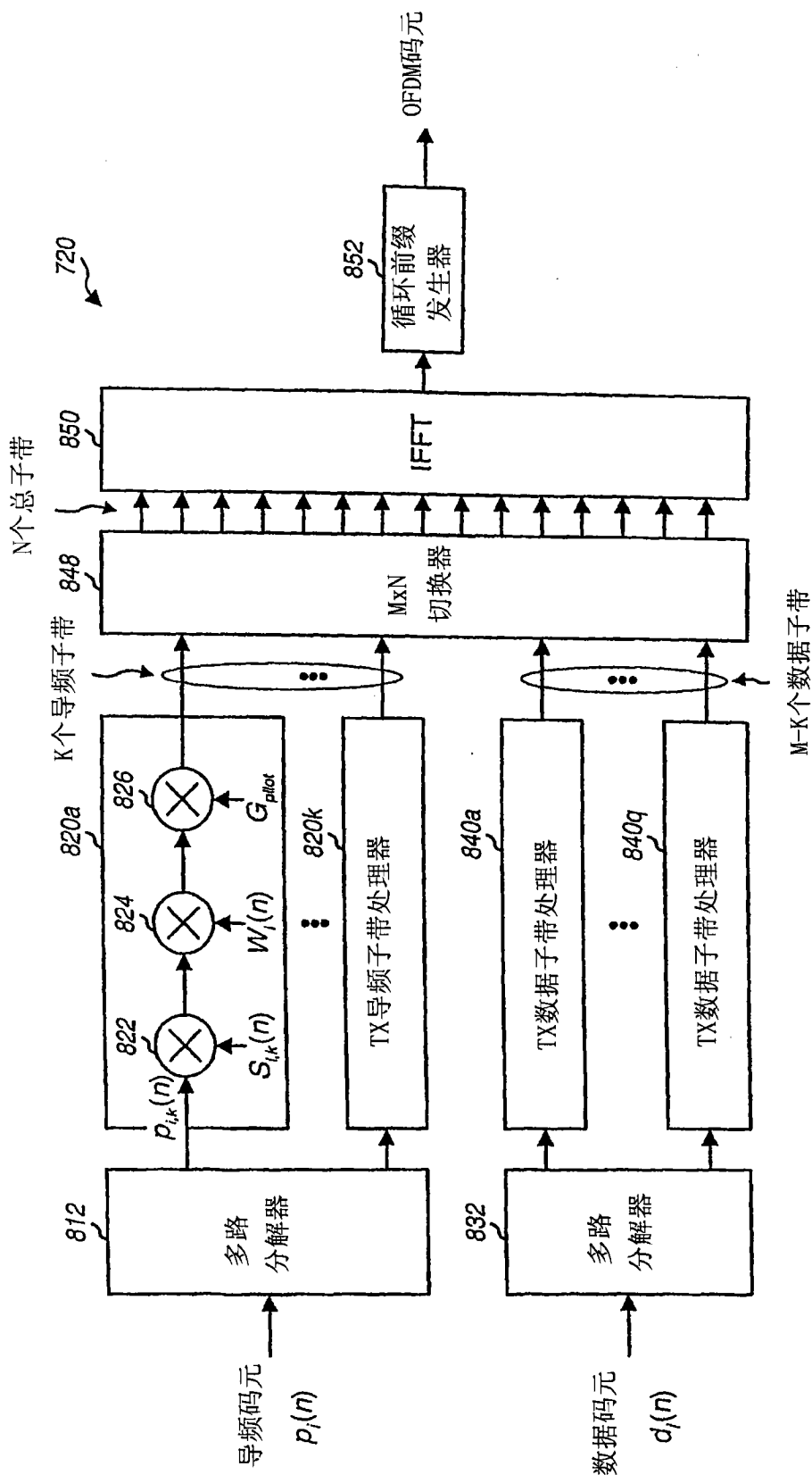


图 8

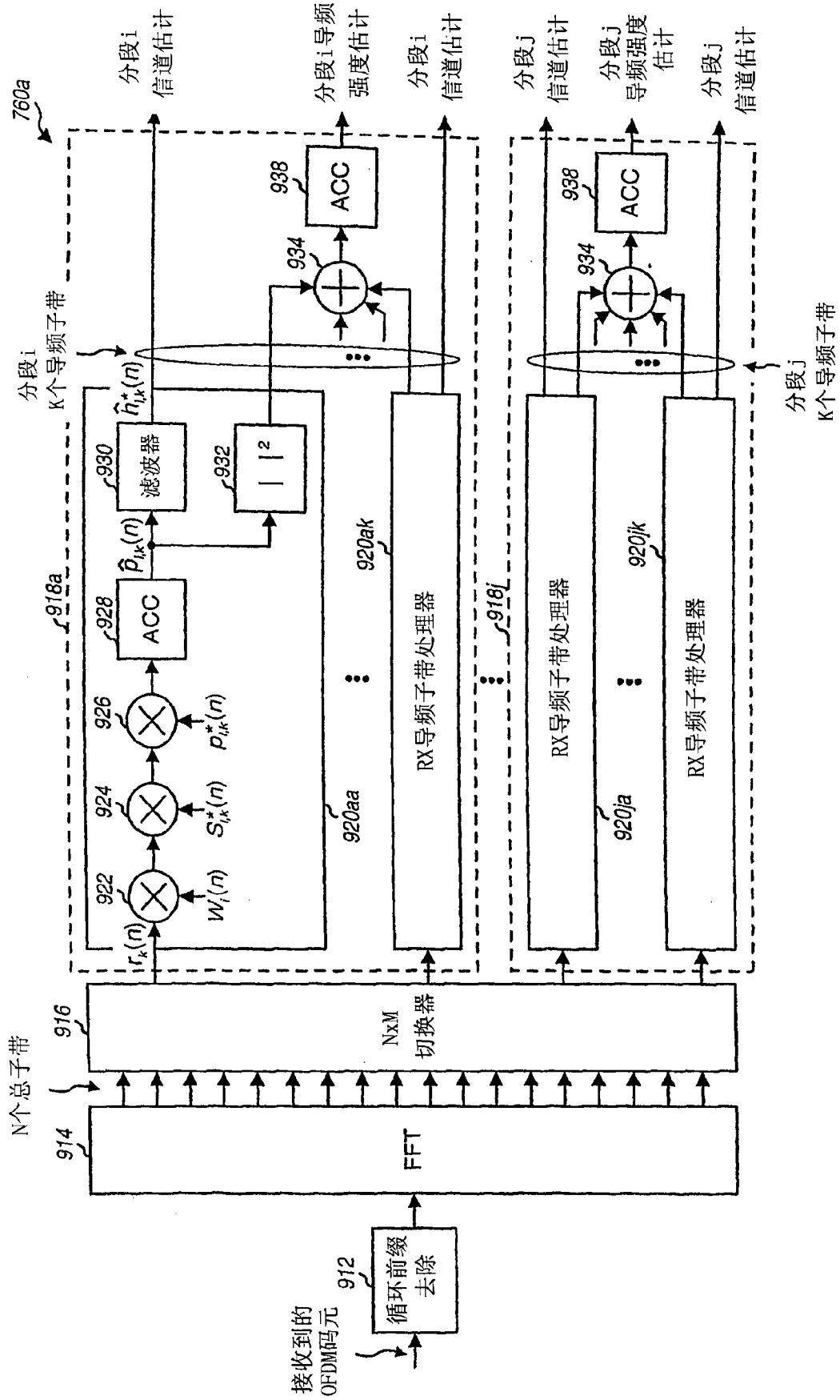


图 9A

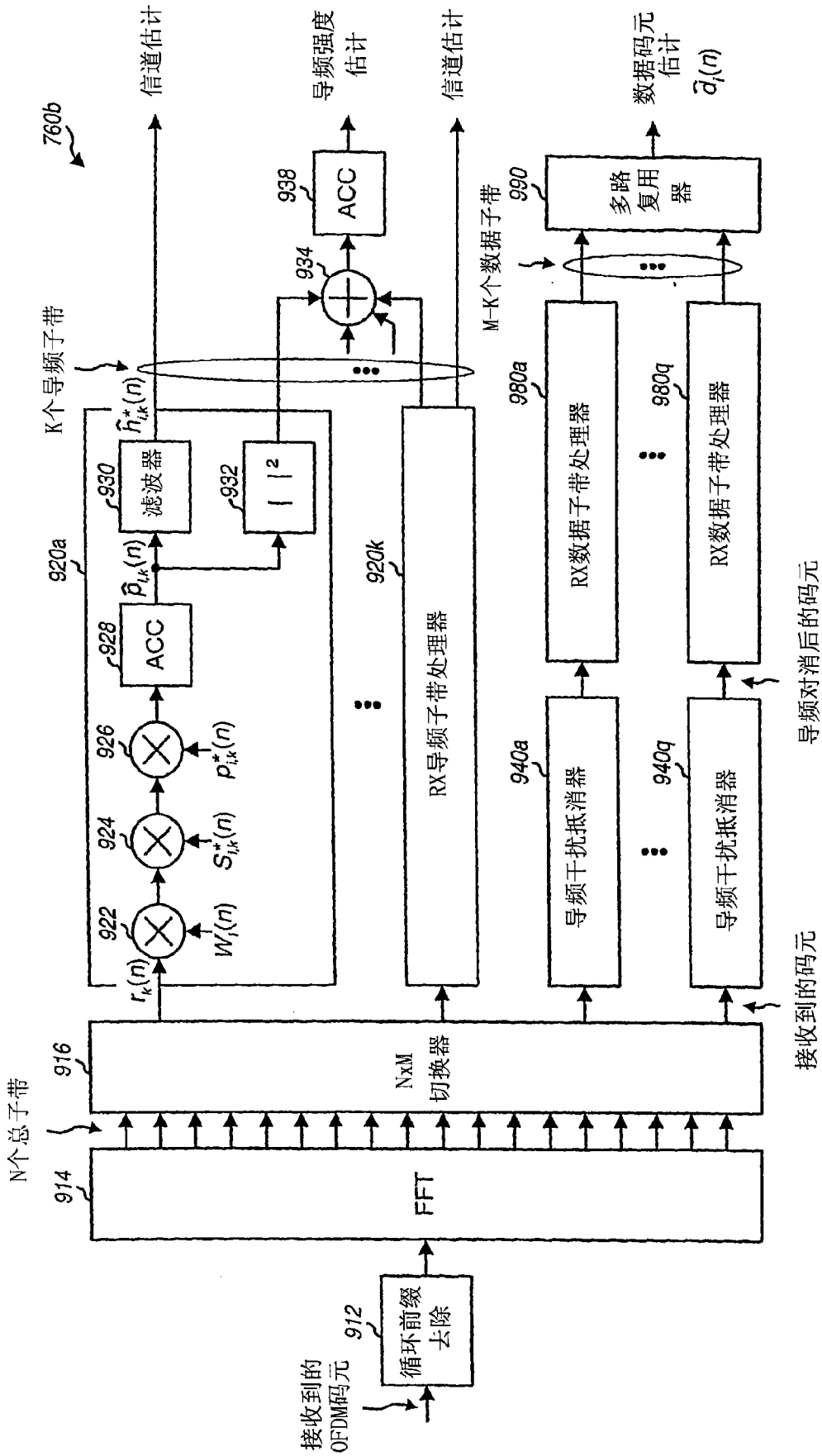


图 9B

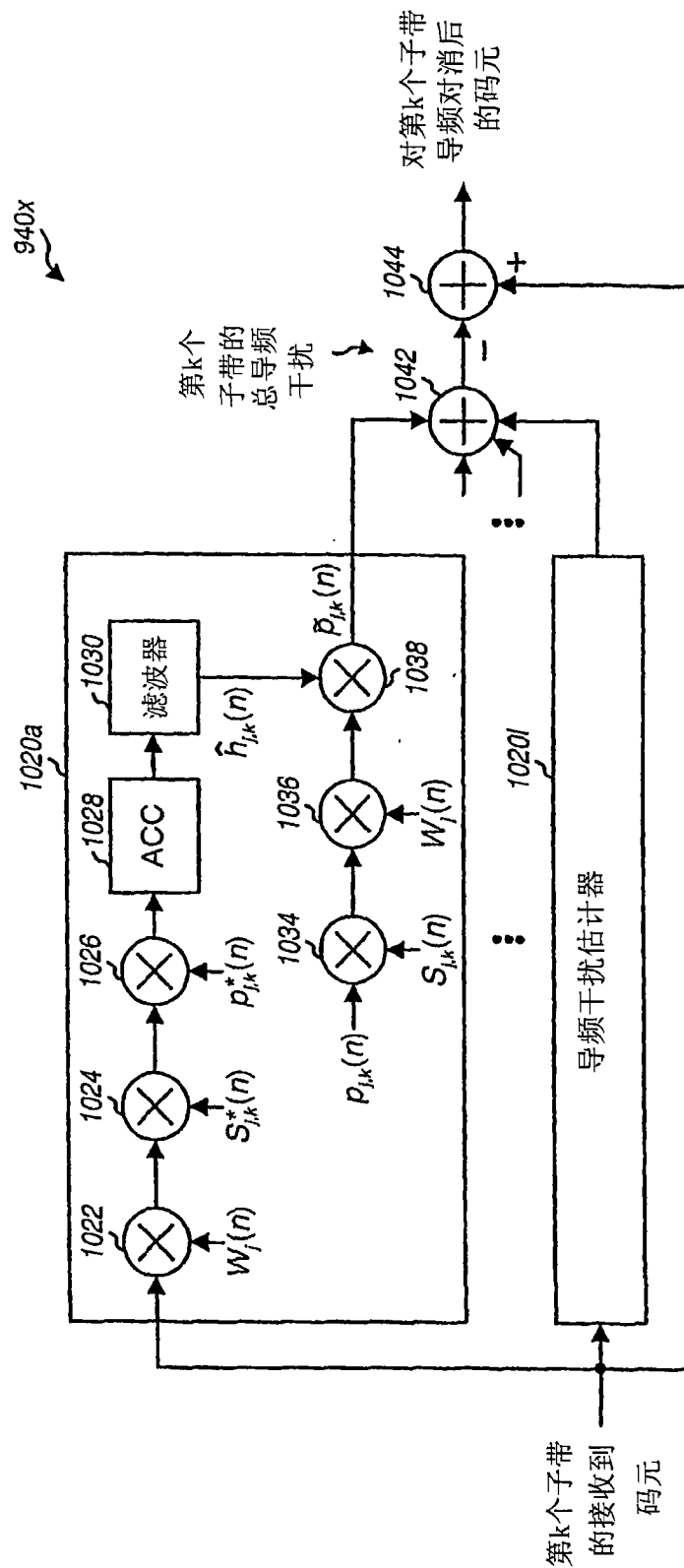


图 10