

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04J 11/00 (2006.01)

H04B 1/69 (2006.01)

H04L 27/36 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680036721.1

[43] 公开日 2008年10月1日

[11] 公开号 CN 101278507A

[22] 申请日 2006.8.8

[21] 申请号 200680036721.1

[30] 优先权

[32] 2005.8.8 [33] US [31] 60/706,639

[32] 2005.8.22 [33] US [31] 60/710,503

[32] 2005.8.22 [33] US [31] 60/710,428

[32] 2006.5.10 [33] US [31] 11/431,969

[86] 国际申请 PCT/US2006/031147 2006.8.8

[87] 国际公布 WO2007/019555 英 2007.2.15

[85] 进入国家阶段日期 2008.4.2

[71] 申请人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 拉维·帕兰基 阿莫德·卡恩德卡尔

阿拉克·舒蒂望

[74] 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限责
任公司
代理人 刘国伟

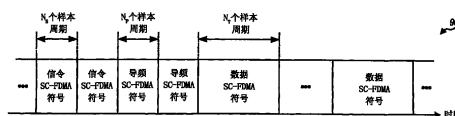
权利要求书 5 页 说明书 18 页 附图 15 页

[54] 发明名称

单载波频分多址系统中的码分多路复用

[57] 摘要

在利用交错型 FDMA (IFDMA) 或局部型 FDMA (LFDMA) 的单载波频分多址 (SC - FDMA) 系统中, 发射器针对不同类型的数据 (例如, 业务数据、信令和导频) 产生调制符号且对至少一个数据类型执行码分多路复用 (CDM)。举例来说, 所述发射器可对在还由至少一个其它发射器使用的子频带和符号周期上发送的信令和/或导频应用 CDM。为了向给定数据类型 (例如, 信令) 应用 CDM, 所述发射器用经指派的扩展代码对用于所述数据类型的所述调制符号执行扩展。可在符号、样本、样本与符号、子频带等上应用 CDM。所述发射器可在所述扩展之后执行扰频。所述发射器针对业务数据、信令和导频产生具有相同或不同符号持续时间的 SC - FDMA 符号, 并传输所述 SC - FDMA 符号。



1. 一种设备，其包含：

处理器，其操作以产生调制符号，用扩展代码执行码分多路复用（CDM），且针对所述调制符号产生单载波频分多址（SC-FDMA）符号；以及

存储器，其耦合到所述处理器。
2. 根据权利要求 1 所述的设备，其中所述处理器操作以对由至少两个用于传输的发射器使用的至少一个符号周期执行 CDM。
3. 根据权利要求 1 所述的设备，其中所述处理器操作以用扰频代码来执行扰频。
4. 根据权利要求 3 所述的设备，其中向不同扇区指派不同扰频代码。
5. 根据权利要求 1 所述的设备，其中所述处理器操作以在符号上执行 CDM。
6. 根据权利要求 1 所述的设备，其中所述处理器操作以将调制符号序列复制 L 次，将 L 个经复制的调制符号序列乘以所述扩展代码的 L 个码片以形成 L 个经缩放的调制符号序列，且产生所述 L 个经缩放的调制符号序列的 L 个 SC-FDMA 符号，其中 L 是所述扩展代码的长度。
7. 根据权利要求 1 所述的设备，其中所述处理器操作以将每一 SC-FDMA 符号复制 L 次，且将 L 个经复制的 SC-FDMA 符号乘以所述扩展代码的 L 个码片，其中 L 是所述扩展代码的长度。
8. 根据权利要求 1 所述的设备，其中所述处理器操作以在样本上执行 CDM。
9. 根据权利要求 1 所述的设备，其中所述处理器操作以将具有至少一个调制符号的序列复制 L 次，将 L 个经复制的具有至少一个调制符号的序列乘以所述扩展代码的 L 个码片以形成 L 个经缩放的调制符号序列，且产生所述 L 个经缩放的调制符号序列的 SC-FDMA 符号，其中 L 是所述扩展代码的长度。
10. 根据权利要求 1 所述的设备，其中所述处理器操作以在符号和样本两者上执行 CDM。
11. 根据权利要求 1 所述的设备，其中所述处理器操作以将调制符号复制 L 次，将所述 L 个经复制的调制符号乘以所述扩展代码的 L 个码片以获得 L 个经缩放的调制符号，且产生所述 L 个经缩放的调制符号的至少两个 SC-FDMA 符号，其中 L 是所述扩展代码的长度。
12. 根据权利要求 1 所述的设备，其中所述处理器操作以在子频带上执行 CDM。

13. 根据权利要求1所述的设备，其中至少一个扩展代码未指派给任何发射器，而是保留用于干扰估计。
14. 根据权利要求1所述的设备，其中所述处理器操作以针对至少两种类型的数据产生调制符号，且对所述至少两种类型的数据中的至少一种类型的数据执行 CDM。
15. 根据权利要求1所述的设备，其中所述处理器操作以针对业务数据和信令产生调制符号，且对信令执行 CDM。
16. 根据权利要求1所述的设备，其中所述处理器操作以产生具有至少两个不同持续时间的 SC-FDMA 符号。
17. 根据权利要求1所述的设备，其中所述处理器操作以针对业务数据和信令产生调制符号，针对业务数据产生具有第一持续时间的 SC-FDMA 符号，且针对信令产生具有第二持续时间的 SC-FDMA 符号，所述第二持续时间短于或长于所述第一持续时间。
18. 根据权利要求1所述的设备，其中所述处理器操作以针对业务数据和导频产生调制符号，针对业务数据产生具有第一持续时间的 SC-FDMA 符号，且针对导频产生具有第二持续时间的 SC-FDMA 符号，所述第二持续时间短于或长于所述第一持续时间。
19. 根据权利要求1所述的设备，其中所述处理器操作以针对不用 CDM 发送的数据产生具有第一持续时间的 SC-FDMA 符号，且针对用 CDM 发送的数据产生具有第二持续时间的 SC-FDMA 符号，所述第二持续时间短于或长于所述第一持续时间。
20. 根据权利要求1所述的设备，其进一步包含：

控制器，其操作以基于频率跳跃型式确定在不同时隙中用于传输的不同子带集合。
21. 一种方法，其包含：

产生调制符号；
用扩展代码执行码分多路复用（CDM）；以及
针对所述调制符号产生单载波频分多址（SC-FDMA）符号。
22. 根据权利要求21所述的方法，其进一步包含：

用扰频代码来执行扰频。
23. 根据权利要求21所述的方法，其中所述用所述扩展代码来执行 CDM 包含用所述扩展代码在符号上、在样本上或在样本和符号两者上执行 CDM。

24. 根据权利要求 21 所述的方法，其中所述用所述扩展代码来执行 CDM 包含
用所述扩展代码对正被传输的至少两种类型的数据中的至少一种类型的数据执行 CDM。
25. 根据权利要求 21 所述的方法，其中所述产生所述 SC-FDMA 符号包含
针对正被传输的至少两种类型的数据产生具有至少两个不同持续时间的 SC-FDMA 符号。
26. 一种设备，其包含：
用于产生调制符号的装置；
用于用扩展代码执行码分多路复用（CDM）的装置；以及
用于针对所述调制符号产生单载波频分多址（SC-FDMA）符号的装置。
27. 根据权利要求 26 所述的设备，其进一步包含：
用于用扰频代码执行扰频的装置。
28. 根据权利要求 26 所述的设备，其中所述用于用所述扩展代码执行 CDM 的装置包含
用于用所述扩展代码在符号上、在样本上或在样本和符号两者上执行 CDM 的装置。
29. 根据权利要求 26 所述的设备，其中所述用于用所述扩展代码执行 CDM 的装置包含
用于用所述扩展代码对正被传输的至少两种类型的数据中的至少一种类型的数据执行 CDM 的装置。
30. 根据权利要求 26 所述的设备，其中所述用于产生所述 SC-FDMA 符号的装置包含
用于针对正被传输的至少两种类型的数据产生具有至少两个不同持续时间的 SC-FDMA 符号的装置。
31. 一种设备，其包含：
处理器，其操作以接收单载波频分多址（SC-FDMA）符号，对所述 SC-FDMA 符号执行 SC-FDMA 解调制，且用扩展代码对以码分多路复用（CDM）传输的 SC-FDMA 符号执行解扩展；以及
存储器，其耦合到所述处理器。
32. 根据权利要求 31 所述的设备，其中多个发射器在指派给所述发射器用于传输的至少一个符号周期中以 CDM 传输 SC-FDMA 符号。
33. 根据权利要求 31 所述的设备，其中所述处理器操作以对以 CDM 传输的所述 SC-FDMA 符号在符号上、在样本上或在符号和样本两者上执行解扩展。

34. 根据权利要求 31 所述的设备，其中所述处理器操作以用扰频代码执行解扰频。
35. 根据权利要求 31 所述的设备，其中所述处理器操作以基于未指派给任何发射器的至少一个扩展代码来导出干扰估计值。
36. 根据权利要求 35 所述的设备，其中所述处理器操作以基于所述干扰估计值来执行数据检测。
37. 根据权利要求 35 所述的设备，其中所述处理器操作以用所述干扰估计值导出信道估计值，且基于所述信道估计值和所述干扰估计值来执行数据检测。
38. 根据权利要求 31 所述的设备，其中所述处理器操作以获得用于多个天线的解扩展符号，将所述多个天线上的所述解扩展符号进行组合，且在组合之后在所述多个天线上执行数据检测。
39. 根据权利要求 31 所述的设备，其中所述处理器操作以对在符号周期中由至少两个发射器未用 CDM 传输的 SC-FDMA 符号执行接收器空间处理。
40. 根据权利要求 31 所述的设备，其进一步包含：
 - 控制器，其操作以基于频率跳跃型式确定在不同时隙中用于传输的不同子带集合。
41. 一种方法，其包含：
 - 接收单载波频分多址（SC-FDMA）符号；
 - 对所述 SC-FDMA 符号执行 SC-FDMA 解调制；以及
 - 用扩展代码对以码分多路复用（CDM）传输的 SC-FDMA 符号执行解扩展。
42. 根据权利要求 41 所述的方法，其中所述用扩展代码执行解扩展包含
 - 在符号上、在样本上或在符号和样本两者上用所述扩展代码对以 CDM 传输的所述 SC-FDMA 符号执行解扩展。
43. 根据权利要求 41 所述的方法，其进一步包含：
 - 用扰频代码执行解扰频。
44. 根据权利要求 41 所述的方法，其进一步包含：
 - 基于未指派给任何发射器的至少一个扩展代码来导出干扰估计值。
45. 一种设备，其包含：
 - 用于接收单载波频分多址（SC-FDMA）符号的装置；
 - 用于对所述 SC-FDMA 符号执行 SC-FDMA 解调制的装置；以及
 - 用于用扩展代码对以码分多路复用（CDM）传输的 SC-FDMA 符号执行解扩展的

装置。

46. 根据权利要求 45 所述的设备，其进一步包含：

用于用扰频代码执行解扰频的装置。

47. 根据权利要求 45 所述的设备，其中所述用于用所述扩展代码执行解扩展的装置包含

用于在符号上、在样本上或在符号和样本两者上用所述扩展代码对以 CDM 传输的所述 SC-FDMA 符号执行解扩展的装置。

48. 根据权利要求 45 所述的设备，其进一步包含：

用于基于未指派给任何发射器的至少一个扩展代码来导出干扰估计值的装置。

单载波频分多址系统中的码分多路复用

依据 35 U.S.C. §119 主张优先权

本专利申请案主张 2005 年 8 月 8 日申请的题为“CODE DIVISION MULTIPLEXING IN A SINGLE-CARRIER FREQUENCY DIVISION MULTIPLE ACCESS SYSTEM”的第 60/706,639 号临时申请案、2005 年 8 月 22 日申请的题为“CODE DIVISION MULTIPLEXING IN A SINGLE-CARRIER FREQUENCY DIVISION MULTIPLE ACCESS SYSTEM”的第 60/710,503 号临时申请案，和 2005 年 8 月 22 日申请的题为“CODE DIVISION MULTIPLEXING IN A SINGLE-CARRIER FREQUENCY DIVISION MULTIPLE ACCESS SYSTEM”的第 60/710,428 号临时申请案的优先权，所有所述临时申请案均转让给本发明的受让人且以引用的方式明确地并入本文中。

技术领域

本发明大体上涉及通信，且更明确地说涉及无线通信系统中的传输技术。

背景技术

多路接入系统可在前向和反向链路上同时与多个终端进行通信。前向链路（或下行链路）是指从基站到终端的通信链路，且反向链路（或上行链路）是指从终端到基站的通信链路。多个终端可同时在反向链路上传输数据和/或在前向链路上接收数据。这通常通过在每一链路上多路复用所述多个数据传输以使得其在时域、频域和/或码域中彼此正交来实现。举例来说，可通过在码分多址（CDMA）系统中使用不同正交代码、通过在时分多址（TDMA）系统中在不同时隙中传输以及通过在频分多址（FDMA）系统或正交频分多址（OFDMA）系统中在不同子频带上传输来对不同终端的数据传输进行正交化。

终端可传输各种类型的数据，例如业务数据、信令和导频。业务数据是指由应用发送的数据（例如，语音或分组数据），信令是指经发送以支持系统操作的数据（例如，控制数据），且导频是指发射器和接收器两者事前知道的数据。所述不同类型的数据可能具有不同要求，且可用不同方式进行传输，例如以不同速率和以不同时间间隔进行传输。由于信令和导频代表额外开销，因而需要终端尽可能有效地传输信令和导频。

因此，此项技术中需要多路接入系统中的有效传输技术。

发明内容

本文描述用以在单载波频分多址（SC-FDMA）系统中有效传输不同类型的数据的技

术。SC-FDMA 系统可利用 (1) 交错型 FDMA (IFDMA) 在分布于频带或整个系统带宽上的子频带上进行传输, (2) 局部型 FDMA (LFDMA) 在一组相邻子带上进行传输, 或 (3) 增强型 FDMA (EFDMA) 在多组相邻子带上传输数据和导频。IFDMA 还称为分布式 FDMA, 且 LFDMA 还称为窄带 FDMA、经典 FDMA 和 FDMA。

在一实施例中, 发射器 (例如, 终端) 为不同类型的数据 (例如, 业务数据、信令和导频) 产生调制符号, 并对一个或一个以上数据类型执行码分多路复用 (CDM)。CDM 可应用于业务数据、信令、导频或其任何组合。举例来说, 发射器可对在还由至少一个其它发射器使用的子频带和符号周期上发送的信令和/或导频应用 CDM。为了向给定数据类型 (例如, 信令) 应用 CDM, 发射器用经指派的扩展代码 (例如, Walsh 代码) 对所述数据类型的调制符号执行扩展。可在符号上、在样本上、在样本与符号两者上、在子频带上等应用 CDM, 如下文所描述。发射器还可在扩展之后执行扰频。发射器为业务数据、信令和导频产生具有相同或不同符号持续时间的 SC-FDMA 符号, 并将所述 SC-FDMA 符号传输给接收器。接收器执行互补处理以恢复所传输的数据。

下文进一步详细描述本发明的各个方面和实施例。

附图说明

结合附图考虑, 从下文陈述的具体实施方式中将更加了解本发明的特征和性质, 附图中相同参考标号始终进行相应识别。

图 1 展示具有多个发射器和一接收器的系统。

图 2A 展示用于 IFDMA 的示范性子带结构。

图 2B 展示用于 LFDMA 的示范性子带结构。

图 2C 展示用于 EFDMA 的示范性子带结构。

图 3A 展示 IFDMA、LFDMA 或 EFDMA 符号的产生。

图 3B 展示 IFDMA 符号的产生。

图 4 展示频率跳跃 (FH) 方案。

图 5 展示在符号上应用 CDM 的传输方案。

图 6 展示具有 2 码片扩展代码的两个发射器的传输。

图 7 展示在样本上应用 CDM 的传输方案。

图 8 展示在样本和符号上应用 CDM 的传输方案。

图 9 展示针对不同类型的数据使用不同的符号持续时间。

图 10 展示用于以 CDM 传输 SC-FDMA 符号的过程。

图 11 展示用于接收以 CDM 发送的 SC-FDMA 符号的过程。

图 12 展示发射器的框图。

图 13 展示接收器的框图。

图 14 展示接收 (RX) 空间处理器的框图。

具体实施方式

本文使用词语“示范性”来意指“充当实例、例子或说明”。没有必要将本文中描述为“示范性”的任何实施例或设计均解释为与其它实施例或设计相比是优选的或有利的。

本文描述的传输技术可应用于各种通信系统。举例来说，这些技术可用于利用 IFDMA、LFDMA 或 EFDMA 的 SC-FDMA 系统、利用正交频分多路复用 (OFDM) 的 OFDMA 系统、其它 FDMA 系统、其它基于 OFDM 的系统等。调制符号在时域中以 IFDMA、LFDMA 和 EFDMA 发送，且在频域中以 OFDM 发送。一般来说，所述技术可用于针对前向和反向链路利用一个或一个以上多路复用方案的系统。举例来说，所述系统可 (1) 针对前向和反向链路两者利用 SC-FDMA (例如，IFDMA、LFDMA 或 EFDMA)，(2) 针对一个链路利用 SC-FDMA 的一个版本 (例如，LFDMA) 且针对另一链路利用 SC-FDMA 的另一版本 (例如，IFDMA)，(3) 针对反向链路利用 SC-FDMA 且针对前向链路利用 OFDMA，或 (4) 利用多路复用方案的其它某种组合。SC-FDMA、OFDMA、其它某种多路复用方案或其组合可用于每一链路以实现所需性能。举例来说，可针对给定链路使用 SC-FDMA 和 OFDMA，其中 SC-FDMA 用于一些子带，且 OFDMA 用于其它子带上。可能需要在反向链路上使用 SC-FDMA 以实现较低 PAPR 并放松对终端的功率放大器要求。可能需要在前向链路上使用 OFDMA 以可能实现较高系统容量。

本文描述的技术可用于前向和反向链路。所述技术还可用于 (1) 正交多路接入系统，其中给定小区或扇区内的所有用户在时间、频率和/或代码上正交，和 (2) 准正交多路接入系统，其中同一小区或扇区内的多个用户可在相同时间相同频率上同时进行传输。准正交 SC-FDMA 系统支持空分多址 (SDMA)，其使用在空间上位于不同点的多个天线来支持对于多个用户的同时传输。

图 1 展示具有多个 (M 个) 发射器 110a 到 110m 和一接收器 150 的 SC-FDMA 系统 100。出于简化起见，每一发射器 110 装备有单个天线 134，且接收器 150 装备有多个 (R 个) 天线 152a 到 152r。对于反向链路，每一发射器 110 可以是终端的一部分，且接收器 150 可以是基站的一部分。对于前向链路，每一发射器 110 可以是基站的一部分，且接收器 150 可以是终端的一部分。基站通常是固定站，且也可称为基站收发器系统 (BTS)、

接入点或其它某种术语。终端可以是固定的或移动的，且可以是无线装置、蜂窝式电话、个人数字助理（PDA）、无线调制解调器卡等。

在每一发射器 110 处，发射（TX）数据和导频处理器 120 对业务数据和信令进行编码、交错、符号映射，并产生数据符号。可针对业务数据和信令使用相同或不同的编码和调制方案，在以下描述内容的若干部分中将业务数据和信令统称为“数据”。处理器 120 还产生导频符号，并对数据符号和导频符号进行多路复用。如本文所使用，数据符号是对于数据的调制符号，导频符号是对于导频的调制符号，调制符号是用于信号星座图（signal constellation）中一点的复值（例如，对于 PSK 或 QAM），且符号是复值。TX CDM 处理器 122 对待以 CDM 传输的每一类型的数据执行扩展。SC-FDMA 调制器 130 执行 SC-FDMA 调制（例如，对于 IFDMA、LFDMA 或 EFDMA），且产生 SC-FDMA 符号。SC-FDMA 符号可以是 IFDMA 符号、LFDMA 符号或 EFDMA 符号。数据 SC-FDMA 符号是对于数据的 SC-FDMA 符号，且导频 SC-FDMA 符号是对于导频的 SC-FDMA 符号。发射器单元（TMTR）132 对 SC-FDMA 符号进行处理（例如，转换为模拟、放大、滤波和升频转换），并产生射频（RF）调制信号，所述信号经由天线 134 发射。

在接收器 150 处，R 个天线 152a 到 152r 从发射器 110a 到 110m 接收经 RF 调制信号，且每一天线向相关联的接收器单元（RCVR）154 提供所接收信号。每一接收器单元 154 对其接收的信号进行调节（例如，滤波、放大、降频转换和数字化），并向相关联的解多路复用器（Demux）156 提供输入样本。每一解多路复用器 156 向 SC-FDMA 解调器（Demod）160 提供以 CDM 发送的 SC-FDMA 符号的输入样本，且向 RX 空间处理器 170 提供不用 CDM 发送的 SC-FDMA 符号的输入样本。SC-FDMA 解调器 160 对输入样本执行 SC-FDMA 解调制，并提供所接收符号。RX CDM 处理器 162 执行互补解扩展，且提供所检测的数据符号。RX 数据处理器 164 处理所述检测的数据符号以恢复以 CDM 发送的数据。

RX 空间处理器 170 对由多个发射器使用的每一子带执行接收器空间处理，且将由这些发射器发送的数据符号分开。RX 空间处理器 170 还对每一发射器的所检测 SC-FDMA 符号进行解多路复用。SC-FDMA 解调器 172 对每一发射器的所检测 SC-FDMA 符号执行 SC-FDMA 解调制，并提供针对所述发射器的数据符号估计值，所述数据符号估计值是对由所述发射器发送的数据符号的估计值。RX 数据处理器 174 对针对每一发射器的数据符号估计值进行符号解映射、解交错和解码，并提供针对所述发射器的经解码数据。一般来说，接收器 150 所作的处理与发射器 110a 到 110m 所作的处理互补。

控制器 140a 到 140m 和控制器 180 分别指导发射器 110a 到 110m 和接收器 150 处各种处理单元的操作。存储器 142a 到 142m 和存储器 182 分别为发射器 110a 到 110m 和接收器 150 存储程序代码和数据。

系统 100 可利用 IFDMA、LFDMA 或 EFDMA 进行传输。下文描述用于 IFDMA、LFDMA 和 EFDMA 的子带结构和符号产生。

图 2A 展示用于 IFDMA 的示范性子带结构 200。将 BW MHz 的整个系统带宽分割成多个 (K 个) 正交子带, 给予所述子带索引 1 到 K , 其中 K 可以是任何整数值。相邻子带之间的间距是 BW/K MHz。出于简化起见, 以下描述假定总共 K 个子带均可用于传输。对于子带结构 200, 将所述 K 个子带排列成 S 个不相交或非重叠交织。所述 S 个交织是不相交的, 因为所述 K 个子带的每一者仅属于一个交织。在一实施例中, 每一交织含有 N 个子带, 其均匀分布在总共 K 个子带上, 每一交织中的连续子带间隔开 S 个子带, 且交织 u 含有子带 u 作为第一子带, 其中 $K = S \cdot N$ 且 $u \in \{1, \dots, S\}$ 。一般来说, 子带结构可包括任何数目的交织, 每一交织可含有任何数目的子带, 且所述交织可含有相同或不同数目的子带。此外, N 可以是或可以不是 K 的整除数, 且所述 N 个子带可以均匀或不均匀分布在总共 K 个子带上。

图 2B 展示用于 LFDMA 的示范性子带结构 210。对于子带结构 210, 将总共 K 个子带排列成 S 个非重叠组。在一实施例中, 每一组含有彼此相邻的 N 个子带, 且组 v 含有子带 $(v-1) \cdot N + 1$ 到 $v \cdot N$, 其中 v 是组索引且 $v \in \{1, \dots, S\}$ 。子带结构 210 的 N 和 S 可与子带结构 200 的 N 和 S 相同或不同。一般来说, 子带结构可包括任何数目的组, 每一组可含有任何数目的子带, 且所述组可含有相同或不同数目的子带。

图 2C 展示用于 EFDMA 的示范性子带结构 220。对于子带结构 220, 将总共 K 个子带排列成 S 个非重叠集合, 其中每一集合包括 G 组子带。在一实施例中, 如下将总共 K 个子带分布到 S 个集合。首先将总共 K 个子带分割成多个频率范围, 其中每一频率范围含有 $K' = K/G$ 个连续子带。进一步将每一频率范围分割为 S 组, 其中每一组包括 V 个连续子带。对于每一频率范围, 将前 V 个子带分派给集合 1, 将接下来 V 个子带分派给集合 2, 依此类推, 且将最后 V 个子带分派给集合 S 。集合 s (其中 $s = 1, \dots, S$) 包括具有索引 k 的子带, k 满足以下条件: $(s-1) \cdot V \leq k \text{ 模数 } (K/G) < s \cdot V$ 。每一集合含有 G 组的 V 个连续子带, 或总共 $N = G \cdot V$ 个子带。一般来说, 子带结构可包括任何数目的集合, 每一集合可含有任何数目的组和任何数目的子带, 且所述集合可含有相同或不同数目的子带。对于每一集合, 所述组可含有相同或不同数目的子带, 且可均匀或非均匀分布在系统带

宽上。

SC-FDMA 系统还可利用 IFDMA、LFDMA 和/或 EFDMA 的组合。举例来说,可针对每一子带组形成多个交织,且可将每一交织分派给一个或一个以上用户以供传输。作为另一实例,可针对每一交织形成多个子带组,且可将每一子带组分派给一个或一个以上用户以供传输。IFDMA、LFDMA、EFDMA 及其变型和组合可认为是 SC-FDMA 的不同版本。一般来说,本文描述的技术可用于具有任何数目的子带集合的任何子带结构,且其中每一子带集合可包括可以任何方式排列的任何数目的子带。对于每一子带集合,(1)子带可个别且均匀或非均匀地分布在系统带宽上,(2)在一个组中子带可彼此相邻,或(3)子带可分布在多个组中,其中每一组可位于系统带宽中的任何地方,且可含有一个或多个子带。

图 3A 展示产生针对一个交织的 IFDMA 符号、针对一个子带组的 LFDMA 符号或针对一个子带集合的 EFDMA 符号。将待在一个符号周期中在所述交织、子带组或子带集合上传输的具有 N 个调制符号的原始序列标注为 $\{d_1, d_2, d_3, \dots, d_N\}$ (框 310)。用 N 点离散傅立叶变换 (DFT) 将所述原始序列变换到频域以获得具有 N 个频域值的序列 (框 312)。将 N 个频域值映射到用于传输的 N 个子带上,且将 $K-N$ 个零值映射到剩余 $K-N$ 个子带上,以产生具有 K 个值的序列 (框 314)。用于传输的 N 个子带位于用于 LFDMA 的一组相邻子带中 (如图 3A 所示),位于用于 IFDMA 的一个交织中 (其中子带分布在总共 K 个子带上) (图 3A 中未展示),且位于用于 EFDMA 的一个具有多组子带的集合中 (图 3A 中也未展示)。接着用 K 点离散傅立叶逆变换 (IDFT) 将具有 K 个值的序列变换到时域,以获得具有 K 个时域输出样本的序列 (框 316)。

将所述序列的最后 C 个输出样本复制到所述序列的开头,以形成含有 $K+C$ 个输出样本的 IFDMA、LFDMA 或 EFDMA 符号 (框 318)。所述 C 个经复制的输出样本通常称为循环前缀或防护间隔,且 C 是循环前缀长度。循环前缀用于抗击由频率选择性衰退造成的符号间干扰 (ISI),频率选择性衰退是在整个系统带宽上变化的频率响应。

图 3B 展示针对其中 N 是 K 的整除数且 N 个子带均匀分布在总共 K 个子带上的情况为一个交织产生 IFDMA 符号。将待在一个符号周期中在交织 u 中的 N 个子带上传输的具有 N 个调制符号的原始序列标注为 $\{d_1, d_2, d_3, \dots, d_N\}$ (框 350)。将所述原始序列复制 S 次以获得具有 K 个调制符号的扩展序列 (框 352)。所述 N 个调制符号在时域中发送且在频域中总共占据 N 个子带。所述原始序列的 S 个副本导致被占据的 N 个子带间隔开 S 个子带,其中 $S-1$ 个具有零功率的子带将相邻的被占据子带分开。所述扩展序列具有占据

图 2A 中的交织 1 的梳状频谱。

将扩展序列乘以相位斜坡，以获得具有 K 个输出样本的频率变换序列（框 354）。可如下产生所述频率变换序列中的每一输出样本：

$$x_n = d_n \cdot e^{-j2\pi(n-1) \cdot (u-1)/K}, \text{ 其中 } n = 1, \dots, K \quad \text{等式 (1)}$$

其中 d_n 是扩展序列中的第 n 个调制符号， x_n 是频率变换序列中的第 n 个输出样本，且 u 是所述交织中的第一子带的索引。在时域中乘以相位斜坡 $e^{-j2\pi(n-1) \cdot (u-1)/K}$ 产生在频域中占据交织 u 的频率变换序列。将频率变换序列的最后 C 个输出样本复制到频率变换序列的开头，以形成含有 $K+C$ 个输出样本的 IFDMA 符号（框 356）。

图 3A 所示的处理可用于为任何 N 和 K 值产生 IFDMA、LFDMA 和 EFDMA 符号。图 3B 所示的处理可用于为其中 N 是 K 的整除数且 N 个子带均匀分布在总共 K 个子带上的情况产生 IFDMA 符号。图 3B 中的 IFDMA 符号产生不需要 DFT 或 IDFT，且因此可在任何可能的情况下使用。还可以其它方式产生 IFDMA、LFDMA 和 EFDMA 符号。

SC-FDMA 符号（其可以是 IFDMA、LFDMA 或 EFDMA 符号）的 $K+C$ 个输出样本在 $K+C$ 个样本周期中传输，每一样本周期中传输一个输出样本。SC-FDMA 符号周期（或简单地，符号周期）是一个 SC-FDMA 符号的持续时间，且等于 $K+C$ 个样本周期。样本周期还称为码片周期。

如本文中一般使用的，子带集合是子带的集合，其可以是交织（对于 IFDMA）、子带组（对于 LFDMA）或具有多个子带组的集合（对于 EFDMA）。对于反向链路， S 个用户可在不彼此干扰的情况下同时在 S 个子带集合（例如， S 个交织或 S 个子带组）上向基站进行传输。对于前向链路，基站可在没有干扰的情况下同时在 S 个子带集合上向 S 个用户进行传输。

图 4 展示可用于前向和/或反向链路的频率跳跃（FH）方案 400。频率跳跃可提供频率分集和干扰随机化。通过频率跳跃，可向用户指派与跳跃型式相关联的业务信道，所述跳跃型式指示在每一时隙中将使用哪个（哪些）子带集合（如果有的话）。跳跃型式还称为 FH 型式或序列，且时隙还称为跳跃周期。时隙是花费在给定子带集合上的时间量，且通常跨越多个符号周期。跳跃型式可伪随机地在不同时间隙中选择不同子带集合。

在一实施例中，针对每一链路定义一个信道集合。每一信道集合含有 S 个业务信道，所述业务信道彼此正交，使得任何两个业务信道在任何给定时隙中均不会映射到同一子带集合。这避免被指派到同一信道集合中的业务信道的用户之间的小区/扇区内干扰。每

一业务信道基于所述业务信道的跳跃型式而被映射到特定的时间-频率区块序列。时间-频率区块是特定时隙中的特定子带集合。对于此实施例，可将 S 个业务信道指派给多达 S 个用户，且所述 S 个用户将彼此正交。还可将同一业务信道指派给多个用户，且这些重叠用户将共享同一时间-频率区块序列。

在另一实施例中，可针对每一链路定义多个信道集合。每一信道集合含有 S 个正交业务信道。每一信道集合中的 S 个业务信道可相对于剩余信道集合的每一者中的 S 个业务信道为伪随机的。这使被指派有不同信道集合中的业务信道的用户之间的干扰随机化。

图 4 展示业务信道 1 到时间-频率区块序列的示范性映射。业务信道 2 到 S 可映射到用于业务信道 1 的时间-频率区块序列的垂直且循环移位版本。举例来说，业务信道 2 可映射到隙 1 中的子带集合 2、隙 2 中的子带集合 5 等等。

一般来说，多个用户可以确定性方式（例如，通过共享同一业务信道）、伪随机方式（例如，通过使用两个伪随机业务信道）或所述两者的组合而重叠。

通过准正交 SC-FDMA，多个发射器可在给定时间-频率区块上进行传输。可使用 CDM、时分多路复用（TDM）、频分多路复用（IFDM）、局部型频分多路复用（LFDM）和/或其它某种多路复用方案对这些发射器的业务数据、信令和/或导频进行多路复用。

图 5 展示在符号上应用 CDM 的传输方案 500。多个（ Q 个）发射器映射到同一时间-频率区块，且被指派有 Q 个不同扩展代码。所述扩展代码可以是 Walsh 代码、OVSF 代码、正交代码、伪随机代码等等。每一扩展代码是具有 L 个码片的序列，其被标注为 $\{c_1, c_2, \dots, c_L\}$ ，其中 $L \geq Q$ 。CDM 可（1）在 SC-FDMA 调制之前应用于调制符号上，或（2）在 SC-FDMA 调制之后应用于 SC-FDMA 符号上。对于 SC-FDMA 调制之前的 CDM，将调制符号序列 $\{d_{t,1}, d_{t,2}, \dots, d_{t,N}\}$ 复制 L 次，且将 L 个经复制序列乘以所指派的扩展代码的 L 个码片，以产生 L 个经缩放调制符号序列。接着针对每一经缩放调制符号序列产生 SC-FDMA 符号并在一个符号周期中传输所述 SC-FDMA 符号。对于 SC-FDMA 调制之后的 CDM，将含有 $K+C$ 个输出样本的 SC-FDMA 符号 X_t 复制 L 次，且将 L 个经复制 SC-FDMA 符号乘以扩展代码的 L 个码片，以产生 L 个经缩放 SC-FDMA 符号 $X_t \cdot c_1$ 到 $X_t \cdot c_L$ ，所述 L 个经缩放 SC-FDMA 符号在 L 个符号周期中传输。

对于图 5 所示的实例，将第一 SC-FDMA 符号 X_1 乘以 L 个码片 c_1 到 c_L 并在符号周期 1 到 L 中进行传输，将下一 SC-FDMA 符号 X_2 乘以 L 个码片 c_1 到 c_L 并在符号周期 $L+1$ 到 $2L$ 中进行传输，依此类推。每一 SC-FDMA 符号 X_t 可用于业务数据、信令、导频或其组合。

对于符号周期上的 CDM, 假定无线信道在用于传输 SC-FDMA 符号的 L 个符号周期上是静止的。为了恢复 SC-FDMA 符号 X_i , 接收器将针对所述 SC-FDMA 符号接收的 L 个经缩放 SC-FDMA 符号乘以所指派的扩展代码的 L 个码片。接收器接着累计 L 个所得 SC-FDMA 符号, 以获得用于 SC-FDMA 符号 X_i 的所接收 SC-FDMA 符号。

图 6 展示具有 2 码片扩展代码的两个发射器的示范性传输。对于图 6 所示的实例, 每一发射器在符号周期 1 到 2 中传输信令, 接着在符号周期 3 到 $t-1$ 中传输业务数据, 接着在符号周期 t 到 $t+1$ 中传输导频, 接着在符号周期 $t+2$ 到 T 中传输业务数据。每一发射器以正常方式产生 SC-FDMA 符号, 例如如图 3A 或 3B 所示。向发射器 1 指派扩展代码 $\{+1, +1\}$, 将用于信令的 SC-FDMA 符号乘以 $+1$ 和 $+1$ 以产生两个经缩放 SC-FDMA 符号, 且在符号周期 1 和 2 中传输这两个经缩放 SC-FDMA 符号。发射器 1 还将用于导频的 SC-FDMA 符号乘以 $+1$ 和 $+1$ 以产生两个经缩放 SC-FDMA 符号, 且在符号周期 t 和 $t+1$ 中传输这两个经缩放 SC-FDMA 符号。向发射器 2 指派扩展代码 $\{+1, -1\}$, 将用于信令的 SC-FDMA 符号乘以 $+1$ 和 -1 以产生两个经缩放 SC-FDMA 符号, 且在符号周期 1 和 2 中传输这两个经缩放 SC-FDMA 符号。发射器 2 还将用于导频的 SC-FDMA 符号乘以 $+1$ 和 -1 以产生两个经缩放 SC-FDMA 符号, 且在符号周期 t 和 $t+1$ 中传输这两个经缩放 SC-FDMA 符号。对于图 6 所示的实例, 发射器 1 和 2 在没有 CDM 的情况下传输用于业务数据的 SC-FDMA 符号。

图 6 展示在一个时间-频率区块中传输业务数据、信令和导频。一般来说, 可在给定时间-频率区块中传输任何类型的数据。举例来说, 可在指派给发射器的每一时间-频率区块中传输业务数据和导频, 且可根据需要 (例如) 在每隔 j 个时间-频率区块中周期性地传输信令, 其中 j 可以是任何整数。

图 7 展示在样本上应用 CDM 的传输方案 700。可在一个符号周期中在一个具有 N 个子频带的集合上发送 D 个调制符号, 其中 $D \geq 1$ 且 D 可以是或可以不是 N 的整除数。每一调制符号可用于业务数据、信令或导频。将每一调制符号复制 L 次, 且将 L 个经复制符号乘以所指派的扩展代码的 L 个码片以产生 L 个经缩放调制符号。出于简化起见, 图 7 展示在一个符号周期中传输一个 SC-FDMA 符号, 其中 D 是 N 的整除数或 $D = N/L$ 。将第一调制符号 d_1 乘以 L 个码片 c_1 到 c_L 以获得 L 个经缩放调制符号 $s_1 = d_1 \cdot c_1$ 到 $s_L = d_1 \cdot c_L$, 将下一调制符号 d_2 乘以 L 个码片 c_1 到 c_L 以获得 L 个调制符号 $s_{L+1} = d_2 \cdot c_1$ 到 $s_{2L} = d_2 \cdot c_L$, 依此类推, 且将最后调制符号 $d_{N/L}$ 乘以 L 个码片 c_1 到 c_L 以获得 L 个经缩放调制符号 $s_{N-L+1} = d_{N/L} \cdot c_1$ 到 $s_N = d_{N/L} \cdot c_L$ 。可基于 N 个经缩放调制符号 s_1 到 s_N 来产生 SC-FDMA 符号。如

果 $L = N$ ，那么在一个符号周期中在所有 N 个样本上发送一个调制符号。

为了恢复给定是调制符号 d_n ，接收器将针对所述调制符号接收的 L 个经缩放调制符号乘以所指派的扩展代码的 L 个码片。接收器接着累计 L 个所得符号以获得用于调制符号 d_n 的所接收调制符号。

图 8 展示在样本和符号上应用 CDM 的传输方案 800。可在多个符号周期中在一个具有 N 个子带的集合上发送调制符号 d 。将所述调制符号复制 L 次，并将其乘以所指派的扩展代码的所有 L 个码片以产生 L 个经缩放调制符号。出于简化起见，图 8 展示其中 L 是 N 的整数倍且在 L/N 个符号周期中发送调制符号的情况。将调制符号 d 乘以所指派的扩展代码的前 N 个码片 c_1 到 c_N 以获得用于第一 SC-FDMA 符号的 N 个经缩放调制符号 $s_1 = d \cdot c_1$ 到 $s_N = d \cdot c_N$ ，将其乘以接下来 N 个码片 c_{N+1} 到 c_{2N} 以获得用于第二 SC-FDMA 符号的 N 个经缩放调制符号 $s_{N+1} = d \cdot c_{N+1}$ 到 $s_{2N} = d \cdot c_{2N}$ ，依此类推，且将其乘以最后 N 个码片 c_{L-N+1} 到 c_L 以获得用于最后 SC-FDMA 符号的 N 个经缩放调制符号 $s_{L-N+1} = d \cdot c_{N+1}$ 到 $s_L = d \cdot c_L$ 。可针对每一具有 N 个经缩放调制符号的序列产生 SC-FDMA 符号。

为了恢复在符号和样本上发送的调制符号 d ，接收器将针对所述调制符号接收的 L 个经缩放的调制符号乘以所指派的扩展代码的 L 个码片。接收器接着累计 L 个所得符号以获得用于调制符号 d 的所接收调制符号。

图 5 到 8 展示用于在时域中应用 CDM 的各种方案。也可实施用于在时域中应用 CDM 的其它方案，且这属于本发明的范围内。举例来说，可在 SC-FDMA 符号的仅一部分中的样本（例如，SC-FDMA 符号的前 L 个样本）上应用 CDM。作为另一实例，可针对一些样本索引在符号上应用 CDM，且并不针对其它样本索引应用 CDM。作为又一实例，CDM 可应用于多个调制符号上，且可在样本和符号两者上发送每一调制符号。

还可在频域中在子带上应用 CDM。可在一个符号周期中在一个具有 N 个子带的集合上发送 D 个调制符号，其中 $D \geq 1$ 且 D 可以是或可以不是 N 的整除数。可对 D 个调制符号执行 D 点 DFT，以获得 D 个频域值。接着将每一频域值复制 L 次，且将 L 个经复制值乘以所指派的扩展代码的 L 个码片以产生 L 个经缩放值。针对所述 D 个频域值获得总共 N 个经缩放值，并将所述 N 个经缩放值映射到用于传输的 N 个子带。将零值映射到剩余子带上。接着对 K 个经缩放值和零值执行 K 点 IDFT，以产生 K 个时域输出样本。通过将循环前缀附加到 K 个输出样本来形成 SC-FDMA 符号。子带上的 CDM 类似于图 7 所示的样本上的 CDM，但垂直轴表示子带（而不是样本周期），且 d_1 到 $d_{N/L}$ 表示 D 个频域值（而不是调制符号）。

对于子带上的 CDM，假定无线信道在用于传输频域值的 L 个子带上是静止的，所述 L 个子带是上面应用 L 码片扩展代码的子带。为了恢复 D 个调制符号，接收器获得用于 SC-FDMA 符号的 $K+C$ 个输入样本，移除循环前缀，对 K 个输入样本执行 K 点 DFT 以获得 K 个所接收值，且保持用于传输的 N 个子带的 N 个所接收值。接收器接着将用于每一所传输频域值的 L 个所接收值乘以扩展代码的 L 个码片，并累计 L 个所得值以获得用于所传输频域值的所接收频域值。接收器接着对 D 个所接收频域值执行 D 点 IDFT，以获得 D 个所接收调制符号。

一般来说，可在时域中（例如，如图 5 到 8 所示）或在频域中应用 CDM。与在频域中应用 CDM 相比，在时域中应用 CDM 可导致较低的峰值平均功率比（PAPR）。

发射器可对经缩放和/或未经缩放调制符号执行扰频。可向每一发射器指派扰频代码，其相对于指派给其它发射器的扰频代码为伪随机的。发射器 m 可在 SC-FDMA 调制之前将每一（经缩放或未经缩放）调制符号乘以所指派的扰频代码 S_m 的码片。扰频使发射器 m 对在同一时间-频率区块上进行传输的其它发射器造成的干扰随机化。扰频还允许接收器基于未经指派的扩展代码来估计来自其它小区的干扰（例如，如果不同扇区使用不同的扰频代码，且扇区内的所有发射器使用相同的扰频代码），如下文所描述。可对所有类型的数据、对某一类型的数据、对以 CDM 发送的数据等执行扰频。

在以上描述内容中，用于不同类型的数据的 SC-FDMA 符号具有相同持续时间，且每一 SC-FDMA 符号在 $K+C$ 个样本周期中传输。可针对不同类型的数据产生具有不同持续时间的 SC-FDMA 符号。

图 9 展示对于不同类型的数据具有不同符号持续时间的传输方案 900。对于传输方案 900，用于业务数据的 SC-FDMA 符号由在 N_T 个样本周期中传输的 N_T 个输出样本组成，用于信令的 SC-FDMA 符号由在 N_S 个样本周期中传输的 N_S 个输出样本组成，且用于导频的 SC-FDMA 符号由在 N_P 个样本周期中传输的 N_P 个输出样本组成，其中 N_T 、 N_S 和 N_P 每一者可以是任何整数值。举例来说， N_T 可等于 $K+C$ ， N_S 可等于 K/M_S+C ，且 N_P 可等于 K/M_P+C ，其中 M_S 和 M_P 每一者可以是任何整数值。作为实例，用于导频的缩短 SC-FDMA 符号可具有用于业务数据的正常 SC-FDMA 符号的一半的持续时间（循环前缀不计算在内）。在此情况下，存在总共 $K/2$ 个用于导频的“较宽”子带，其中每一较宽子带具有用于业务数据的“正常”子带的两倍的宽度。作为具体实例， K 可等于 512， C 可等于 32， N_T 可等于 $K+C=544$ ， N_S 可等于 $K/2+C=288$ ，且 N_P 也可等于 $K/2+C=288$ 。可产生具有 N_T 、 N_S 或 N_P 个输出样本的 SC-FDMA 符号，例如如图 3A 所示。

对于 LFDMA, 缩短 SC-FDMA 符号和正常 SC-FDMA 符号可占据系统带宽的同一部分。对于 IFDMA, 对于给定交织来说, 在用于缩短 SC-FDMA 符号的较宽子带与用于正常 SC-FDMA 符号的正常子带之间没有直接映射。N 个较宽子带可形成有多个交织, 并划分为多个较宽子带子集, 所述子集可分派给被指派给这些交织的多个发射器。每一发射器可产生其中调制符号映射到所指派的较宽子带子集上的缩短 IFDMA 符号。

CDM 可应用于具有不同持续时间的 SC-FDMA 符号。对于图 9 所示的实例来说, 可对导频产生缩短 SC-FDMA 符号并使用 CDM 在 L 个缩短符号周期中发送缩短 SC-FDMA 符号, 以减少导频的额外开销量。也可对信令产生缩短 SC-FDMA 符号, 并使用 CDM 在 L 个缩短符号周期中发送缩短 SC-FDMA 符号。可使用正常 SC-FDMA 符号来发送业务数据。

一般来说, CDM 可应用于任何类型的数据, 例如业务数据、信令和/或导频。举例来说, CDM 可应用于信令和导频而不应用于业务数据, 如图 6 所示。作为另一实例, CDM 可应用于信令 (例如, 针对控制信道), 而不应用于业务数据或导频。CDM 也可应用于时隙的一部分 (如图 6 所示) 或整个时间-频率区块上 (例如, 如图 5 所示)。还可选择性地应用 CDM, 例如在不良信道条件下应用 CDM, 而在良好信道条件下不应用 CDM。

CDM 可改进在不良信道条件下发送的传输的可靠性。发射器可受某一最大发射功率电平约束, 所述最大发射功率电平可由管理机构或设计限制强加。在此情况下, CDM 传输方案允许发射器经由较长时间间隔传输 SC-FDMA 符号。这允许接收器为 SC-FDMA 符号收集较多能量, 这使得接收器能够以较低 SNR 执行检测且/或导出较高质量的信道估计值。CDM 还可白化对其它发射器造成的干扰, 这可改进这些其它发射器的性能。

图 10 展示用于以 CDM 传输 SC-FDMA 符号的过程 1000。为业务数据、信令和导频产生调制符号 (框 1012)。用所指派的扩展代码 C_m 对用于业务数据、信令和/或导频的调制符号执行 CDM (框 1014)。可对多个发射器用来传输的符号周期执行 CDM。也可在符号上、在样本上、在样本和符号两者上、在子带上等等执行 CDM。可在扩展之后用所指派的扰频代码 S_m 执行扰频 (框 1016)。针对业务数据、信令和导频产生具有相同或不同持续时间的 SC-FDMA 符号 (框 1018), 并将其传输给接收器。

图 11 展示用于接收以 CDM 传输的 SC-FDMA 符号的过程 1100。针对由多个发射器发送的业务数据、信令和导频接收 SC-FDMA 符号 (框 1112)。可针对每一发射器单独恢复以 CDM 传输的数据。可如下执行针对一个发射器 m 的处理。执行 SC-FDMA 解调制以针对发射器 m 获得所接收符号 (框 1114)。用指派给发射器 m 的扰频代码 S_m 对所接收

符号执行解扰频（如果适用的话）（框 1116）。基于指派给发射器 m 的扩展代码 C_m 对以 CDM 发送的 SC-FDMA 符号执行解扩展（框 1118）。可基于未指派给任何发射器的扩展代码来导出干扰估计值（框 1120）。可基于发射器 m 的所接收导频针对所述发射器导出信道估计值（框 1122）。所述信道估计值和干扰估计值可用于数据检测（例如，等化）、接收器空间处理等等（框 1124）。举例来说，可针对以 CDM 发送的信令执行相干或非相干数据检测，且可针对不用 CDM 发送的业务数据执行接收器空间处理。

接收器可导出其中应用 CDM 的符号周期期间的干扰估计值。如果 L 个扩展代码可用且 Q 个扩展代码被指派给发射器，其中 $Q < L$ ，那么接收器可基于 $L-Q$ 个未指派的扩展代码来导出干扰估计值。举例来说，可保留一个或一个以上扩展代码用于干扰估计，且不将所述扩展代码指派给任何发射器。对于其中应用 CDM 的符号周期，接收器用 Q 个经指派的扩展代码的每一者来执行解扩展以恢复由发射器发送的传输。接收器也可用 $L-Q$ 个未指派的扩展代码的每一者来执行解扩展，以获得针对所述未指派的扩展代码的干扰估计值。对于符号上的 CDM，可如下导出针对未指派的扩展代码的干扰估计值：

$$N_j = \frac{1}{N \cdot L} \left| \sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^L r(t_i, n) c_{i,j} \right|^2, \quad \text{等式 (2)}$$

其中 $r(t_i, n)$ 是针对符号周期 t_i 中的样本周期 n 的所接收符号；

$C_{i,j}$ 是第 j 个未指派的扩展代码的第 i 个码片；且

N_j 是针对第 j 个未指派的扩展代码的干扰估计值。

等式 (2) 对 L 个符号周期 t_1 到 t_L 上的所接收符号进行解扩展和累计，且进一步对 N 个样本周期上的结果进行平均。接收器可对针对所有 $L-Q$ 个未指派的扩展代码的干扰估计值进行平均，以获得平均干扰估计值 \hat{N}_0 ，如下：

$$\hat{N}_0 = \frac{1}{L-Q} \cdot \sum_{j=1}^{L-Q} N_j \quad \text{等式 (3)}$$

接收器还可对样本上的 CDM 和样本与符号两者上的 CDM 导出干扰估计值。一般来说，接收器可以与由发射器执行的扩展互补的方式在样本和/或符号上进行解扩展，且接着可在样本和/或符号上累计解扩展结果。

接收器可对给定时间-频率区块中的样本、符号和/或子带上的干扰估计值进行平均，以获得短期干扰估计值。接收器还可对多个时间-频率区块上的干扰估计值进行平均，以获得长期干扰估计值。接收器可使用短期干扰估计值来进行信道估计、数据检测、接收器空间处理等等。所述接收器可使用长期干扰估计值来确定操作条件且/或用于其它用途。

对于信道估计，接收器针对由给定发射器用来进行导频传输的每一符号周期的获得所接收 SC-FDMA 符号。接收器可从所接收 SC-FDMA 符号中移除循环前缀，执行 SC-FDMA 解调制、解扰频和解扩展，并针对用于导频传输的子带获得所接收导频值。所接收导频值可表达为：

$$R_p(k) = H(k) \cdot P(k) + N(k), \text{ 其中 } k \in K_p, \quad \text{等式 (4)}$$

其中 $P(k)$ 是子带 k 的所传输导频值；

$H(k)$ 是子带 k 的无线信道的复合增益；

$R_p(k)$ 是子带 k 的所接收导频值；

$N(k)$ 是子带 k 的噪声和干扰；且

K_p 是用于导频传输的子带集合。

接收器可基于未指派的扩展代码来估计 $N(k)$ ，例如如上所述。或者，可假设 $N(k)$ 为具有零平均值和方差 N_0 的加性白高斯噪声 (AWGN)。

接收器可使用最小均方误差 (MMSE) 技术或其它某种技术来估计无线信道的频率响应。对于 MMSE 技术来说，接收器可导出无线信道的初始频率响应估计值，如下：

$$\hat{H}(k) = \frac{R_p(k) \cdot P^*(k)}{|P(k)|^2 + \hat{N}_0}, \text{ 对于 } k \in K_p, \quad \text{等式 (5)}$$

其中 $\hat{H}(k)$ 是子带 k 的信道增益估计值，且 “*” 表示复共轭。如果对于 k 的所有值来说 $|P(k)| = 1$ ，那么等式 (5) 可表达为：

$$\hat{H}(k) = \frac{R_p(k) \cdot P^*(k)}{1 + \hat{N}_0}, \text{ 对于 } k \in K_p, \quad \text{等式 (6)}$$

接收器还可以其它方式导出信道估计值。

对于数据检测，接收器获得由发射器用于进行数据传输的每一符号周期的所接收 SC-FDMA 符号。接收器可从所接收 SC-FDMA 符号中移除循环前缀，执行 SC-FDMA 解调制、解扰频和解扩展，并针对用于数据传输的子带获得所接收数据值。所接收数据值可表达为：

$$R_d(k) = H(k) \cdot D(k) + N(k), \text{ 其中 } k \in K_d, \quad \text{等式 (7)}$$

其中 $D(k)$ 是子带 k 的所传输数据值；

$R_d(k)$ 是子带 k 的所接收数据值；且

K_d 是用于数据传输的子带集合。

接收器可使用 MMSE 技术在频域中对所接收数据值执行数据检测（或等化），如下：

$$Z_d(k) = \frac{R_d(k) \cdot \hat{H}^*(k)}{|\hat{H}(k)|^2 + \hat{N}_0}, \text{ 其中 } k \in K_d, \quad \text{等式 (8)}$$

其中 $Z_d(k)$ 是子带 k 的所检测数据值。等式 (8) 用于一个天线的的数据检测。对于多个天线，接收器可基于 (1) 在同一符号周期中进行传输的所有发射器的信道估计值和 (2) (可能) 干扰估计值来导出空间滤波矩阵。接收器接着可基于空间滤波矩阵来执行接收器空间处理，以获得每一发射器的所检测数据值。可用 IDFT/IFFT 对所有数据子带的所检测数据值进行变换以获得数据符号估计值。

图 12 展示发射器 110m 的一实施例。在 TX 数据和导频处理器 120m 内，编码器 1212 基于针对业务数据选择的编码方案来对业务数据进行编码。交错器 1214 基于交错方案对经编码的业务数据进行交错或重新排序。符号映射器 1216 基于针对业务数据选择的调制方案将经交错的数据位映射到调制符号。编码器 1222 基于针对信令选择的编码方案对信令进行编码。交错器 1224 基于交错方案对经编码的信令进行交错。符号映射器 1226 基于针对信令选择的调制方案将经交错的信令位映射到调制符号。导频产生器 1232 (例如) 基于具有良好时间特征 (例如，恒定时域包络) 和良好频谱特征 (例如，平坦频谱) 的多相序列产生用于导频的调制符号。多路复用器 (Mux) 1238 将用于业务数据、信令和导频的调制符号多路复用到适当的样本周期和符号周期上。

TX CDM 处理器 122m 执行对于 CDM 的扩展和扰频。在 CDM 扩展器 1240 内，重

复单元 1242 复制待以 CDM 发送的调制符号。乘法器 1244 将所复制符号乘以所指派的扩展代码 C_m 的 L 个码片，并提供经缩放调制符号。可针对不同类型的数据使用相同或不同的扩展代码。多路复用器 1246 从处理器 120m 处接收未经缩放调制符号且从 CDM 扩展器 1240 处接收经缩放调制符号，如果没有应用 CDM 则提供未经缩放调制符号，且如果应用 CDM 则提供经缩放调制符号。乘法器 1248 将来自多路复用器 1246 的调制符号乘以所指派的扰频代码 S_m ，并提供经处理的调制符号。

在控制器/处理器 140m 内，FH 产生器（例如）基于指派给发射器 110m 的跳跃型式来确定在每一时隙中用于传输的子带集合。SC-FDMA 调制器 130m 产生用于业务数据、信令和导频的 SC-FDMA 符号，使得在所指派的子带上发送调制符号。

图 13 展示用于以 CDM 发送的数据的接收器 150 处的 SC-FDMA 解调器 160、RX CDM 处理器 162 和 RX 数据处理器 164 的一实施例。出于简化起见，图 15 展示用以恢复由一个发射器 m 发送的数据的处理。

在 SC-FDMA 解调器 160 内， R 个 SC-FDMA 解调器 1310a 到 1310r 分别从 R 个解多路复用器 156a 到 156r 处接收输入样本。每一 SC-FDMA 解调器 1310 对其输入样本执行 SC-FDMA 解调制，并提供所接收符号。在 RX CDM 处理器 162 内， R 个乘法器 1318a 到 1318r 分别从 SC-FDMA 解调器 1310a 到 1310r 获得所接收符号。对于每一接收天线，乘法器 1318 将所接收符号乘以指派给发射器 m 的扰频代码 S_m 。CDM 解扩展器 1320 对发射器 m 执行解扩展。在 CDM 解扩展器 1320 内，乘法器 1322 将来自乘法器 1318 的经解扰频符号乘以指派给发射器 m 的扩展代码 C_m 。累加器 1324 累计扩展代码的长度上的乘法器 1322 的输出，且提供经解扩展的符号。CDM 解扩展器 1330 对每一未指派的扩展代码执行解扩展。干扰估计器 1332 导出每一未指派的扩展代码的干扰估计值，例如如等式 (2) 所示。

在 RX 数据处理器 164 内，数据组合器 1340 对 R 个接收天线上的经解扩展符号进行组合。干扰组合器 1342 对 R 个接收天线上的干扰估计值进行组合，例如如等式 (3) 所示。组合器 1340 和/或 1342 可执行最大比率组合 (MRC) 且可给予具有较大可靠性的符号（例如，具有较少干扰的符号）较多权数。数据检测器 1344 对以 CDM 发送的数据符号执行非相干检测。虽然图 13 中未展示，但如果发射器 m 对以 CDM 发送的数据分别执行交错和编码，那么 RX 数据处理器 164 还可执行解交错和解码。

图 14 展示 RX 空间处理器 170 的一实施例。 R 个 DFT 单元 1410a 到 1410r 分别从 R 个解多路复用器 156a 到 156r 接收输入样本。每一 DFT 单元 1410 对每一符号周期的输入

样本执行 DFT, 以获得针对所述符号周期的频域值。R 个解多路复用器/信道估计器 1420a 到 1420r 分别从 DFT 单元 1410a 到 1410r 接收频域值。每一解多路复用器 1420 向 K 个子带空间处理器 1432a 到 1432k 提供数据的频域值 (或所接收的数据值)。

如果分别以扰频和 CDM 传输了导频, 那么每一信道估计器 1420 对导频的频域值 (或所接收的导频值) 执行解扰频和解扩展。每一信道估计器 1420 基于针对每一发射器的所接收导频值为每一发射器导出信道估计值。空间滤波矩阵计算单元 1434 基于针对使用每一子带和时隙的所有发射器的信道估计值为每一时隙中的每一子带形成信道响应矩阵 $\mathbf{H}(k,t)$ 。计算单元 1434 接着基于信道响应矩阵 $\mathbf{H}(k,t)$ 且使用迫零 (ZF)、MMSE 或 MRC 技术为每一时隙的每一子带导出空间滤波矩阵 $\mathbf{M}(k,t)$ 。计算单元 1434 提供用于每一时隙中的 K 个子带的 K 个空间滤波矩阵。

每一子带空间处理器 1432 接收用于其子带的空间滤波矩阵, 用所述空间滤波矩阵对所接收数据值执行接收器空间处理, 且提供所检测数据值。解多路复用器 1436 将针对每一发射器的所检测数据值映射到所检测 SC-FDMA 符号上。针对给定发射器的所检测 SC-FDMA 符号是由接收器 150 针对所述发射器获得的 SC-FDMA 符号, 其中经由接收器空间处理来抑制来自其它发射器的干扰。SC-FDMA 解调器 172 处理每一所检测 SC-FDMA 符号, 且向 RX 数据处理器 174 提供数据符号估计值。SC-FDMA 解调器 172 可执行来自所指派子带的数据符号估计值的 IDFT/IFFT、等化、解映射等等。SC-FDMA 解调器 172 还基于指派给 M 个发射器的业务信道将针对这些发射器的数据符号估计值映射到 M 个流上。控制器 180 内的 FH 产生器基于指派给每一发射器的跳跃型式来确定每一发射器所使用的子带。RX 数据处理器 174 对针对每一发射器的数据符号估计值进行符号解映射、解交错和解码, 并提供经解码数据。

对于图 14 所示的实施例, 接收器处理包括接收器空间处理和 SC-FDMA 解调制。接收器空间处理对频域值进行操作。SC-FDMA 解调制包括由 DFT 单元 1410 对输入样本执行以获得频域值的 DFT/FFT 和由 SC-FDMA 解调器 172 对所检测数据值执行以获得数据符号估计值的 IDFT/IFFT。还可以其它方式执行接收器空间处理和 SC-FDMA 解调制。

本文描述的技术可通过各种方法实施。举例来说, 这些技术可在硬件、软件或其组合中实施。对于硬件实施方案, 发射器处的处理单元可在一个或一个以上专用集成电路 (ASIC)、数字信号处理器 (DSP)、数字信号处理装置 (DSPD)、可编程逻辑装置 (PLD)、场可编程门阵列 (FPGA)、处理器、控制器、微控制器、微处理器、电子装置、其它经设计以执行本文描述的功能的电子单元或其组合内实施。接收器处的处理单元也可用一

个或一个以上 ASIC、DSP、处理器等实施。

对于软件实施方案，所述技术可用执行本文描述的功能的模块（例如，程序、函数等）实施。软件代码可存储在存储器（例如，图 1 中的存储器 142 或 182）中，且由处理器（例如，控制器 140 或 180）执行。存储器单元可在处理器内实施或在处理器外部实施。

提供对所揭示实施例的先前描述是为了使所属领域的技术人员能够制作或使用本发明。所属领域的技术人员将容易了解对这些实施例的各种修改，且本文所定义的一般原理可在不脱离本发明精神或范围的情况下应用于其它实施例。因此，本发明不希望局限于本文所示的实施例，而是本发明应符合与本文揭示的原理和新颖特征一致的最宽范围。

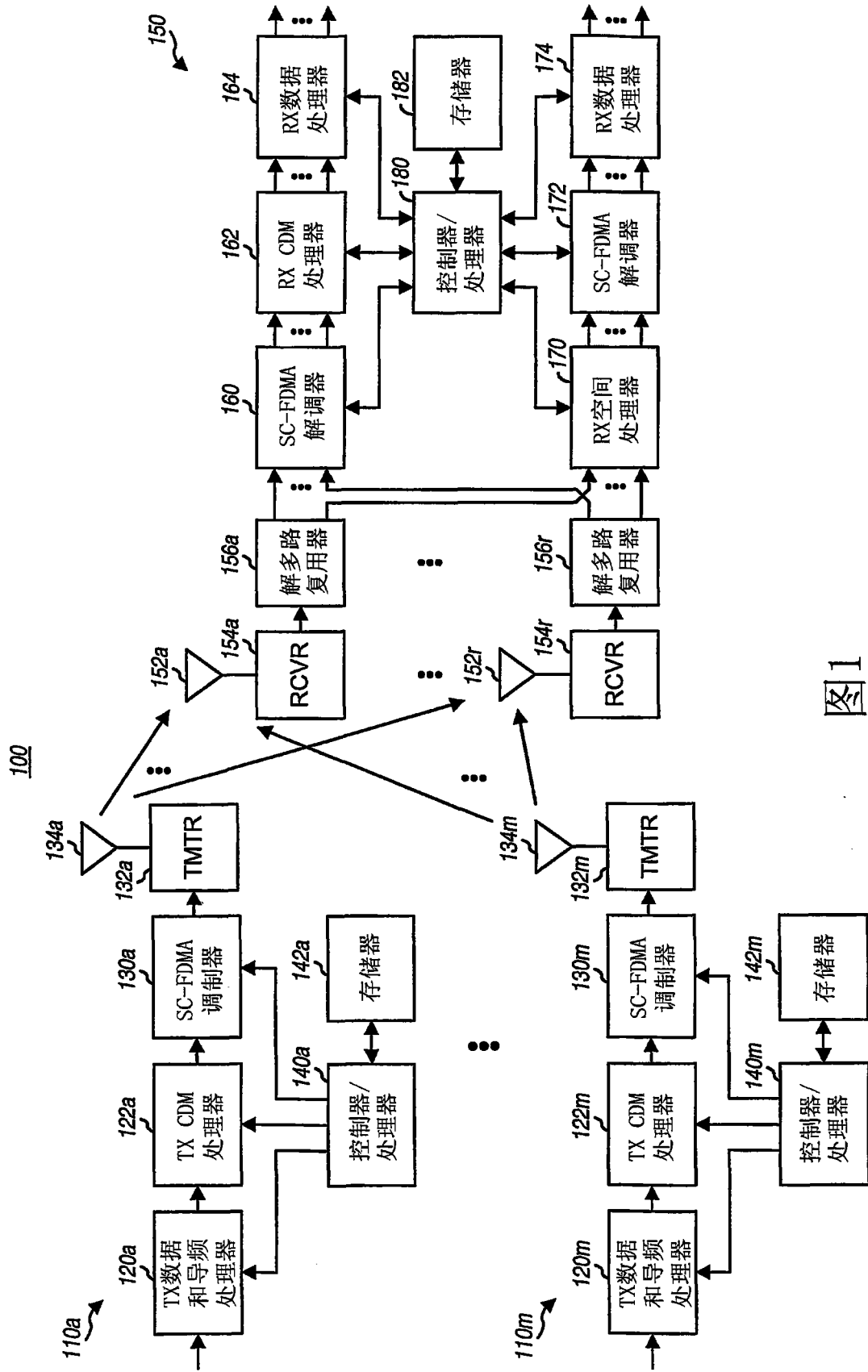
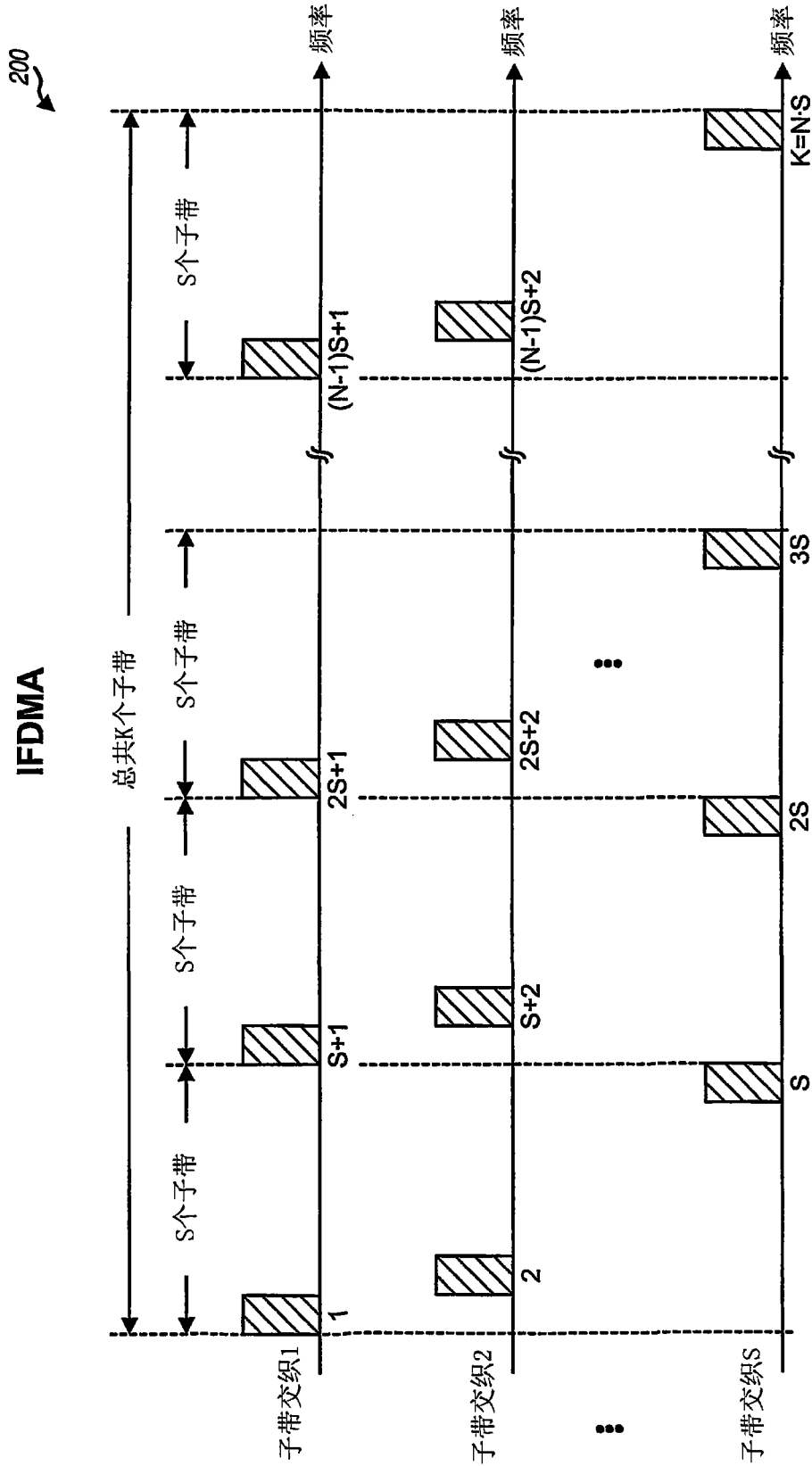
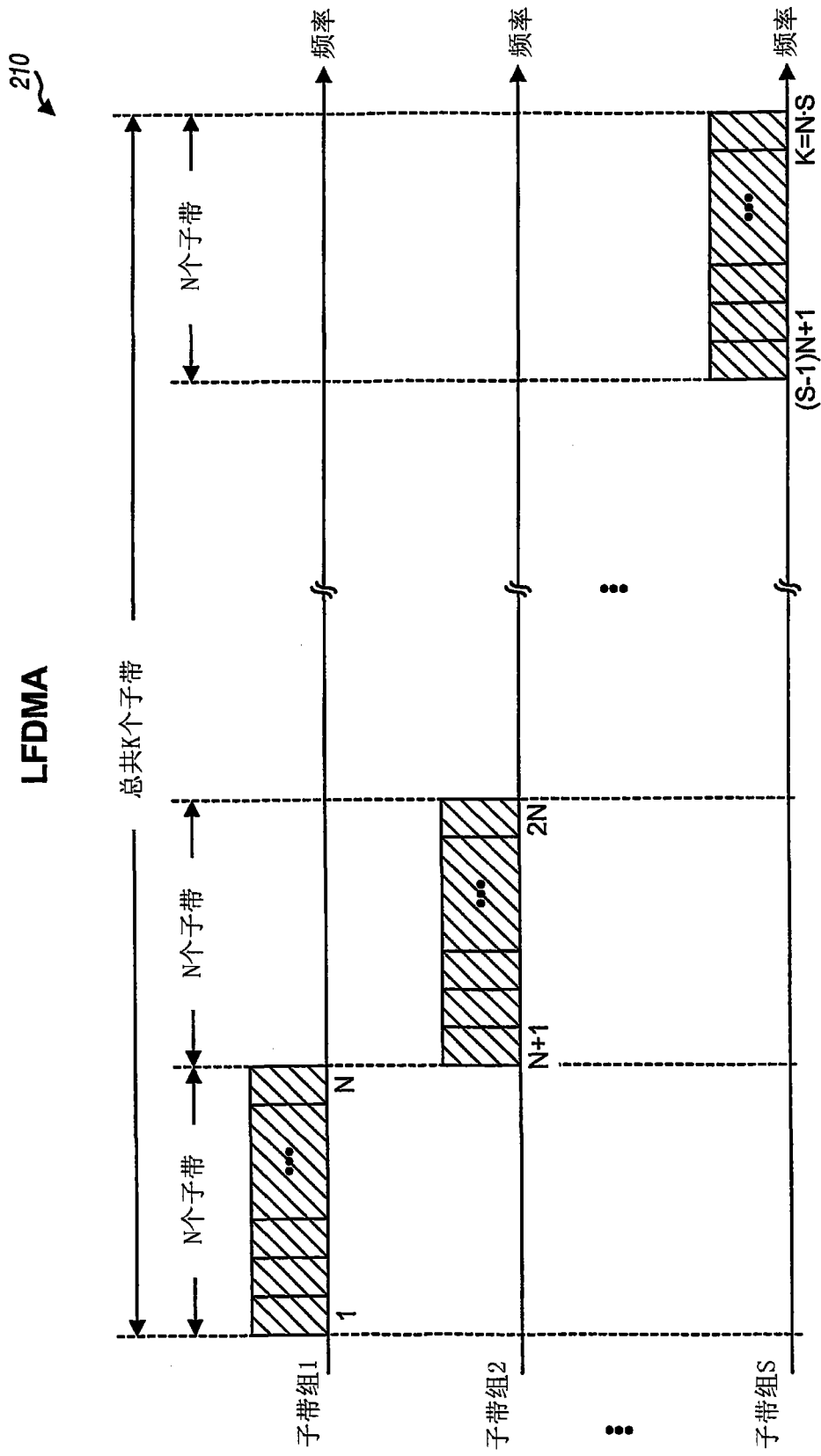


图1



子带索引
图2A



子带索引
图2B

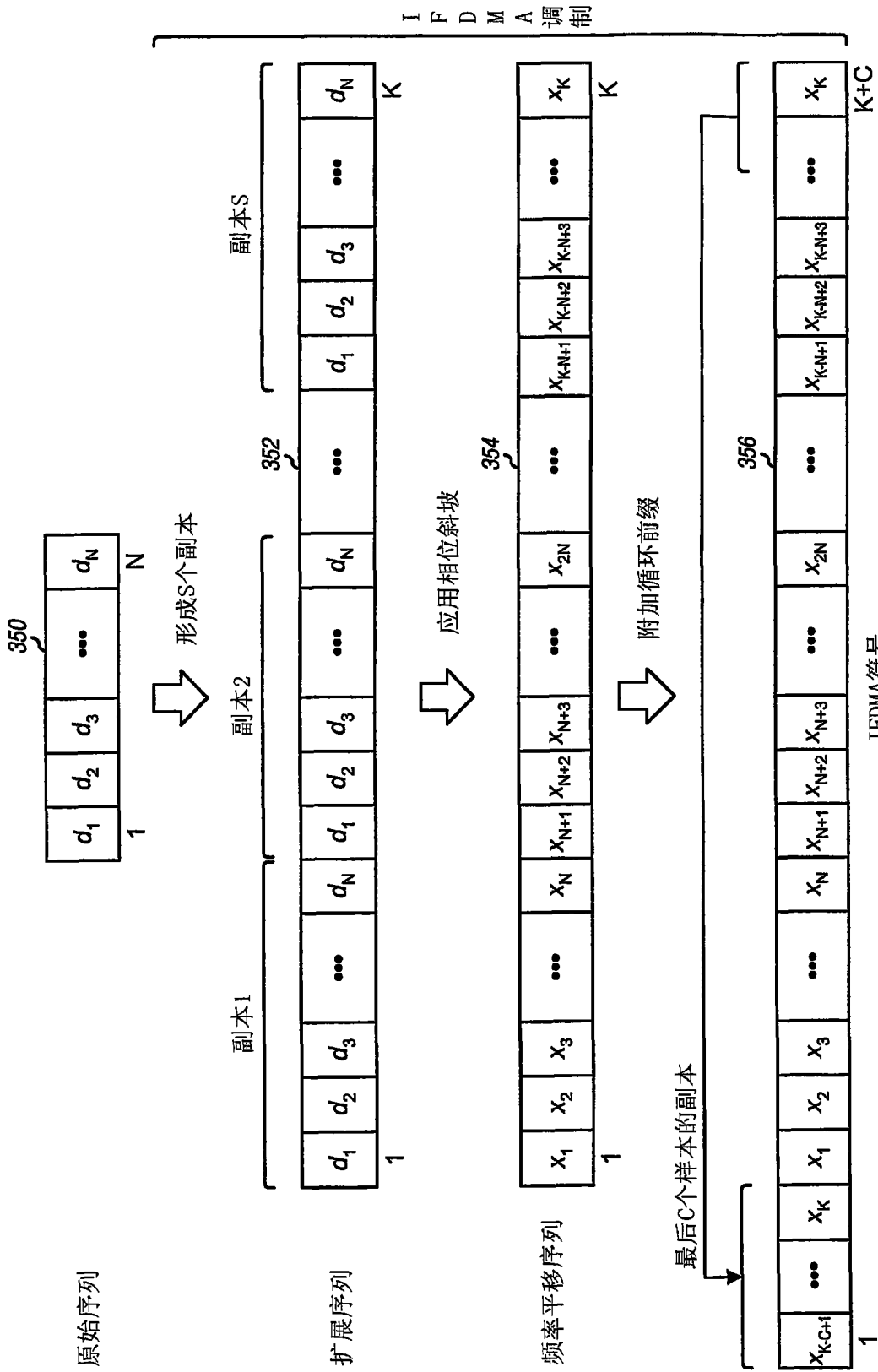
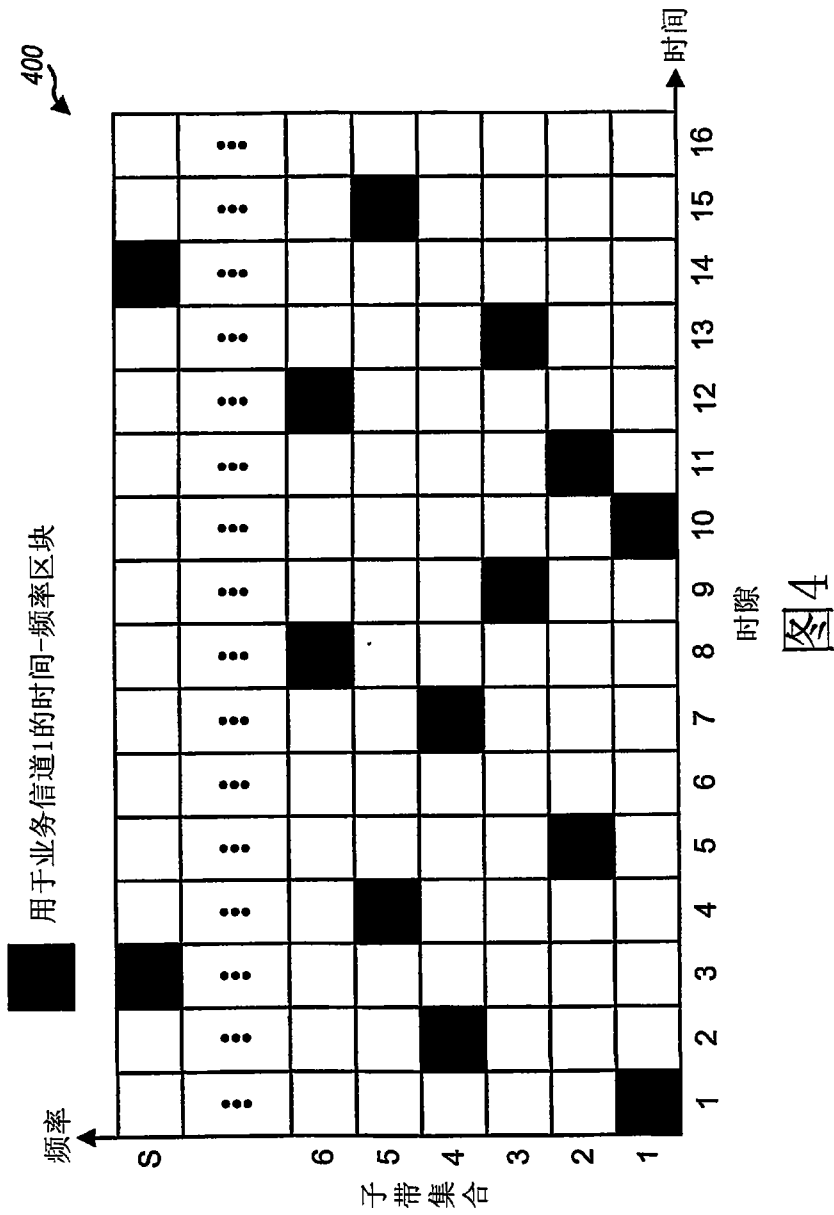
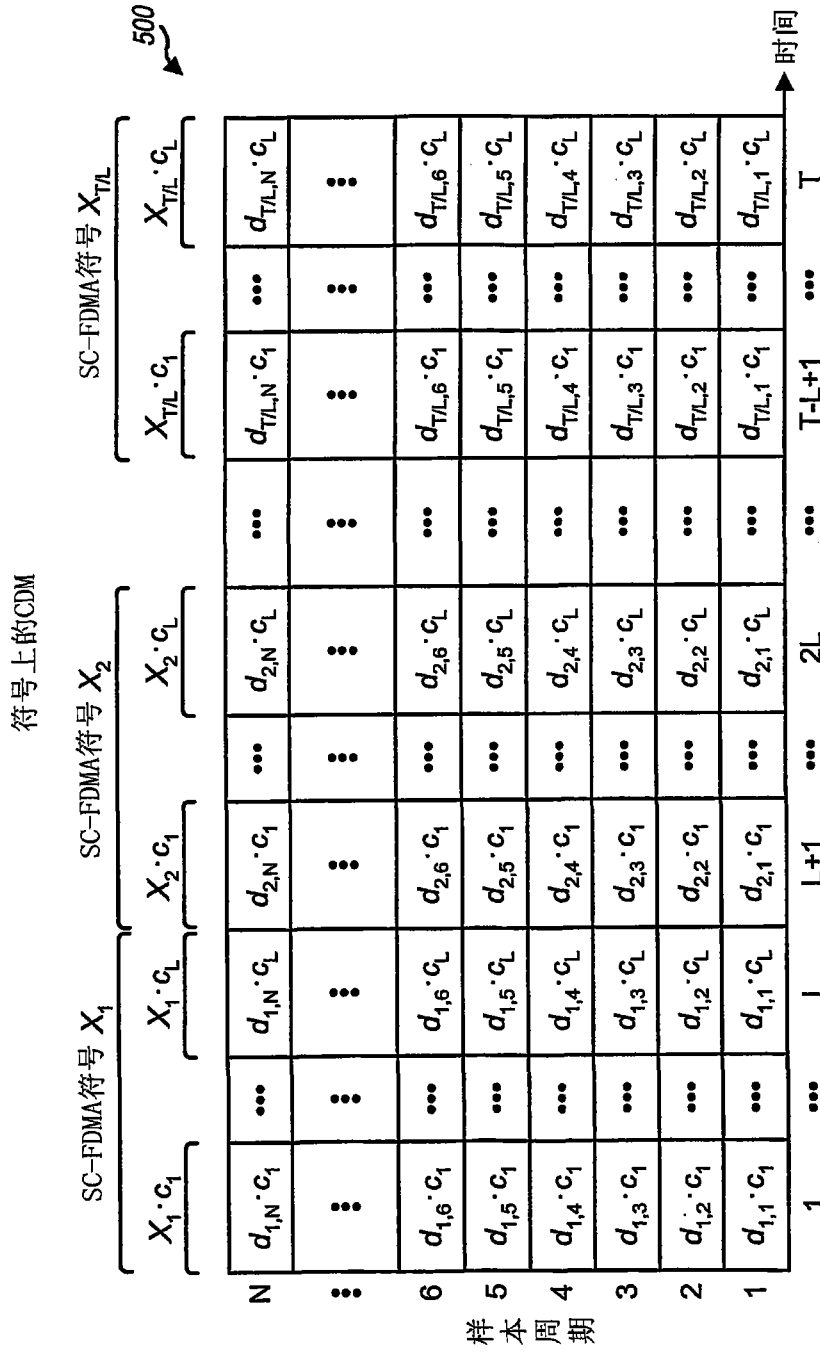


图3B





符号周期

图5

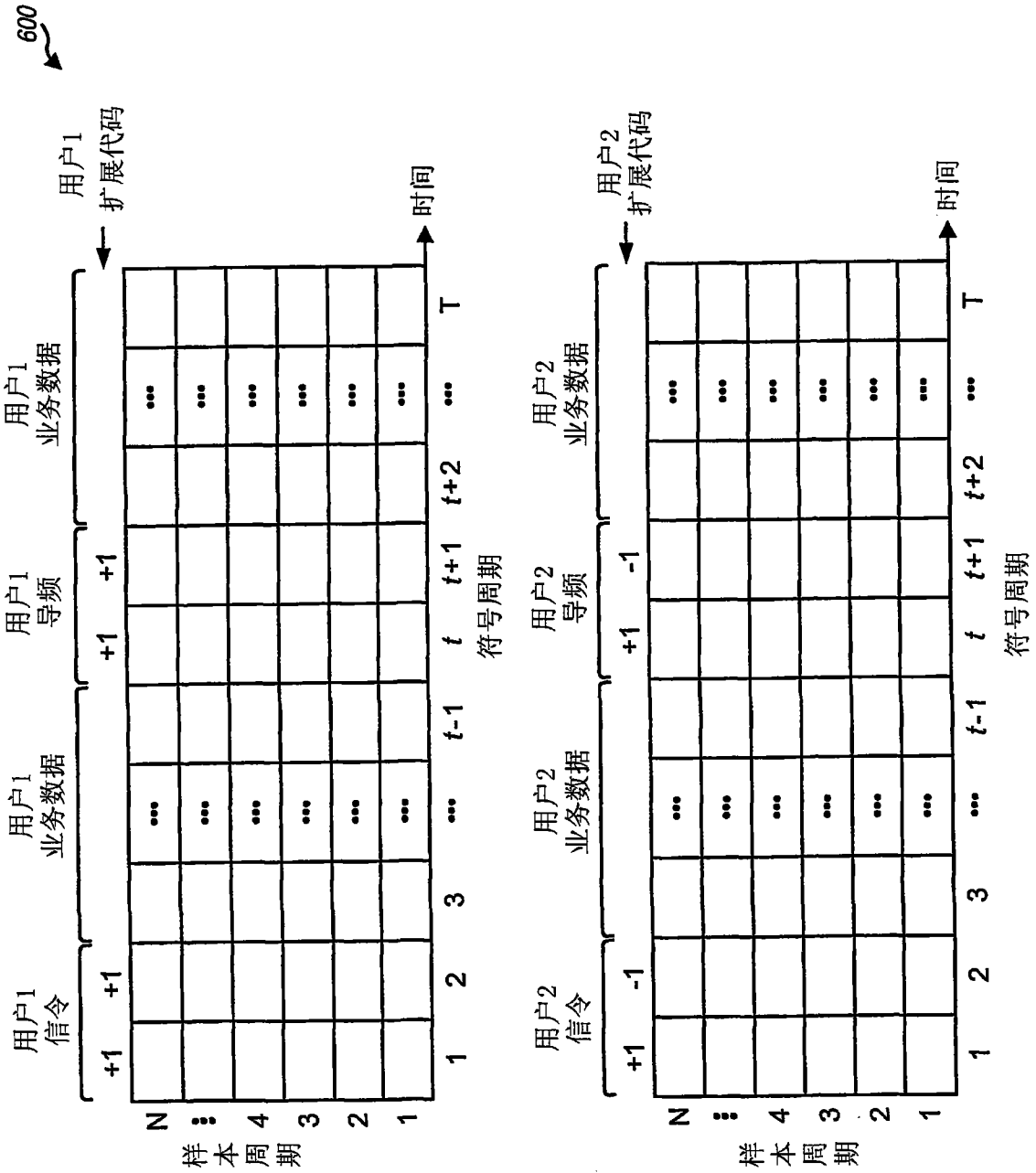


图6

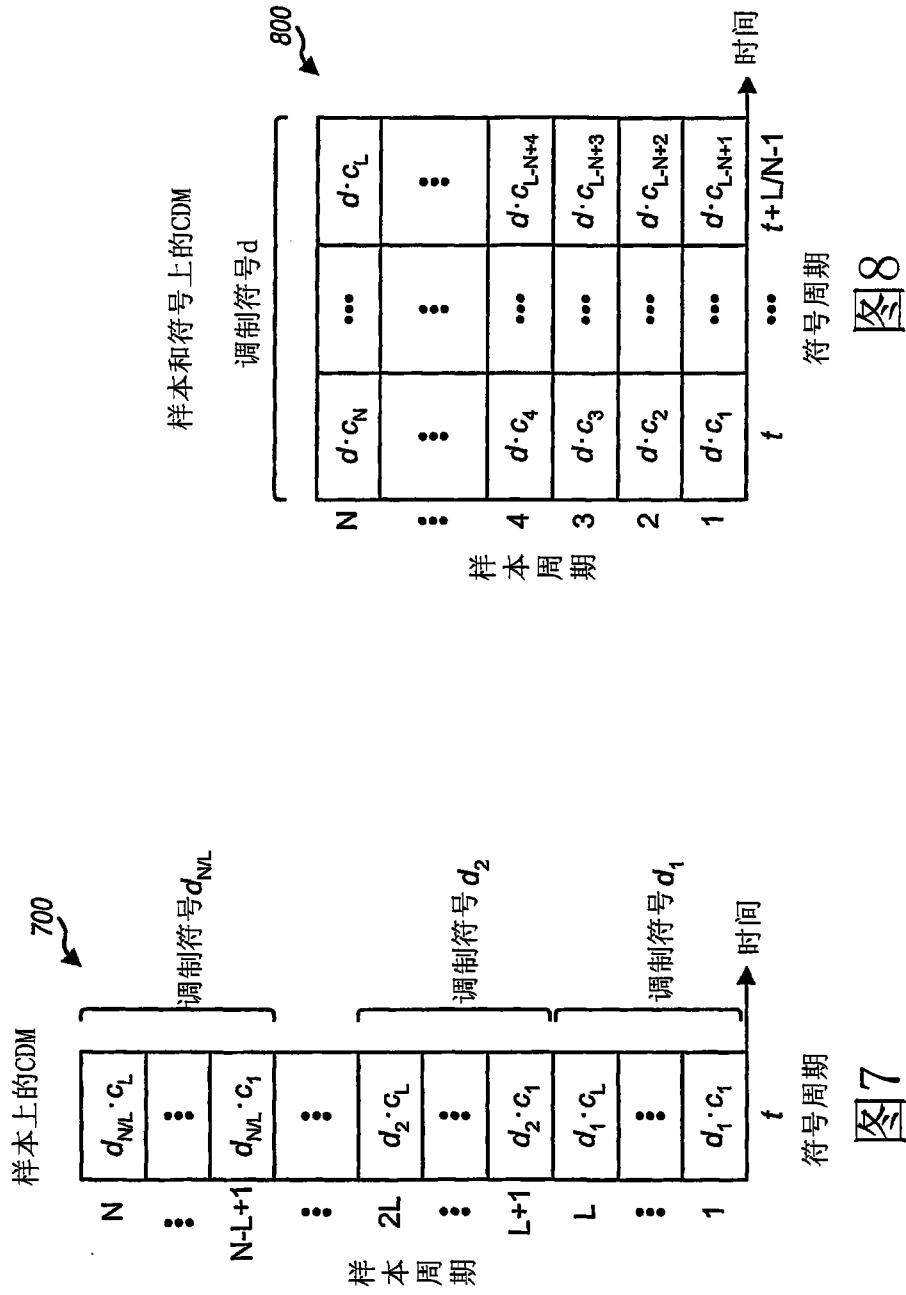


图8

图7

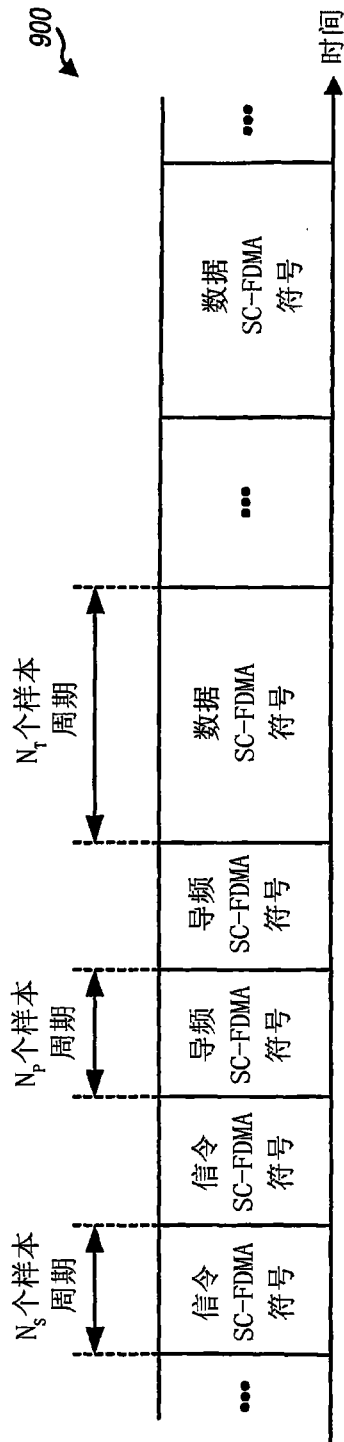


图9

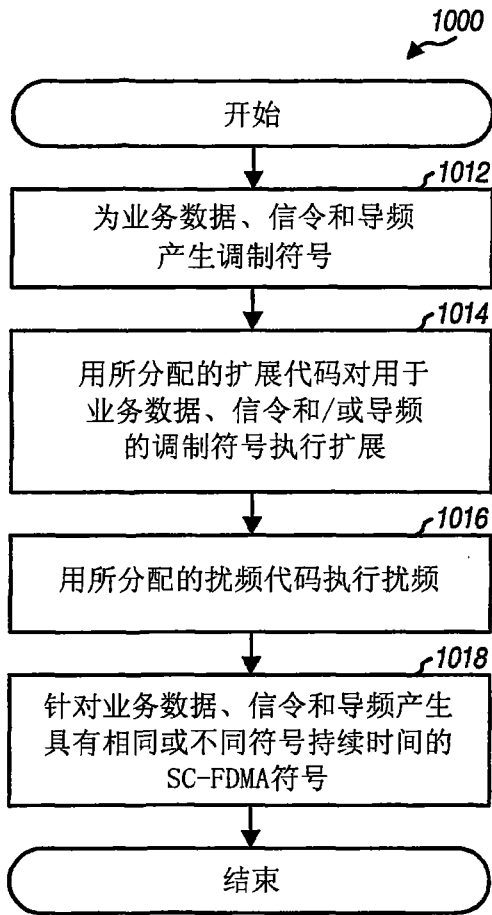


图10

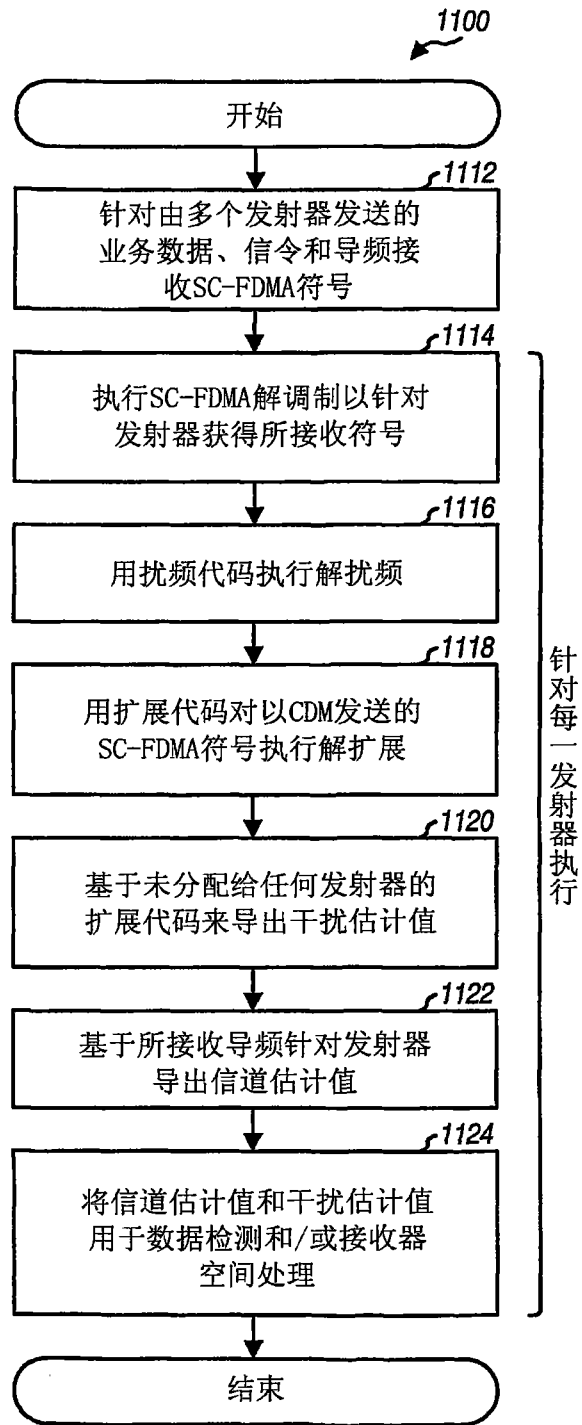


图11

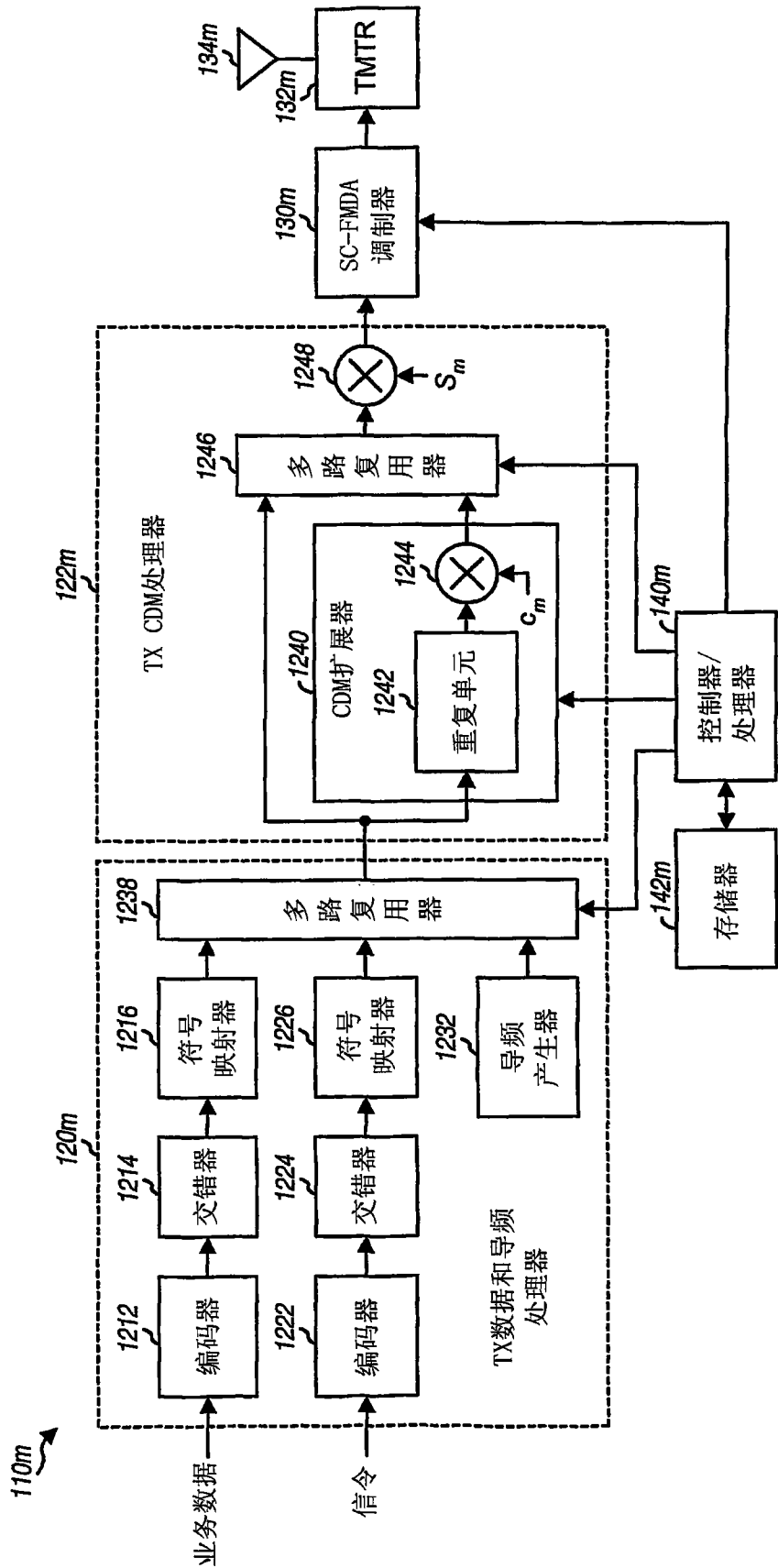


图12

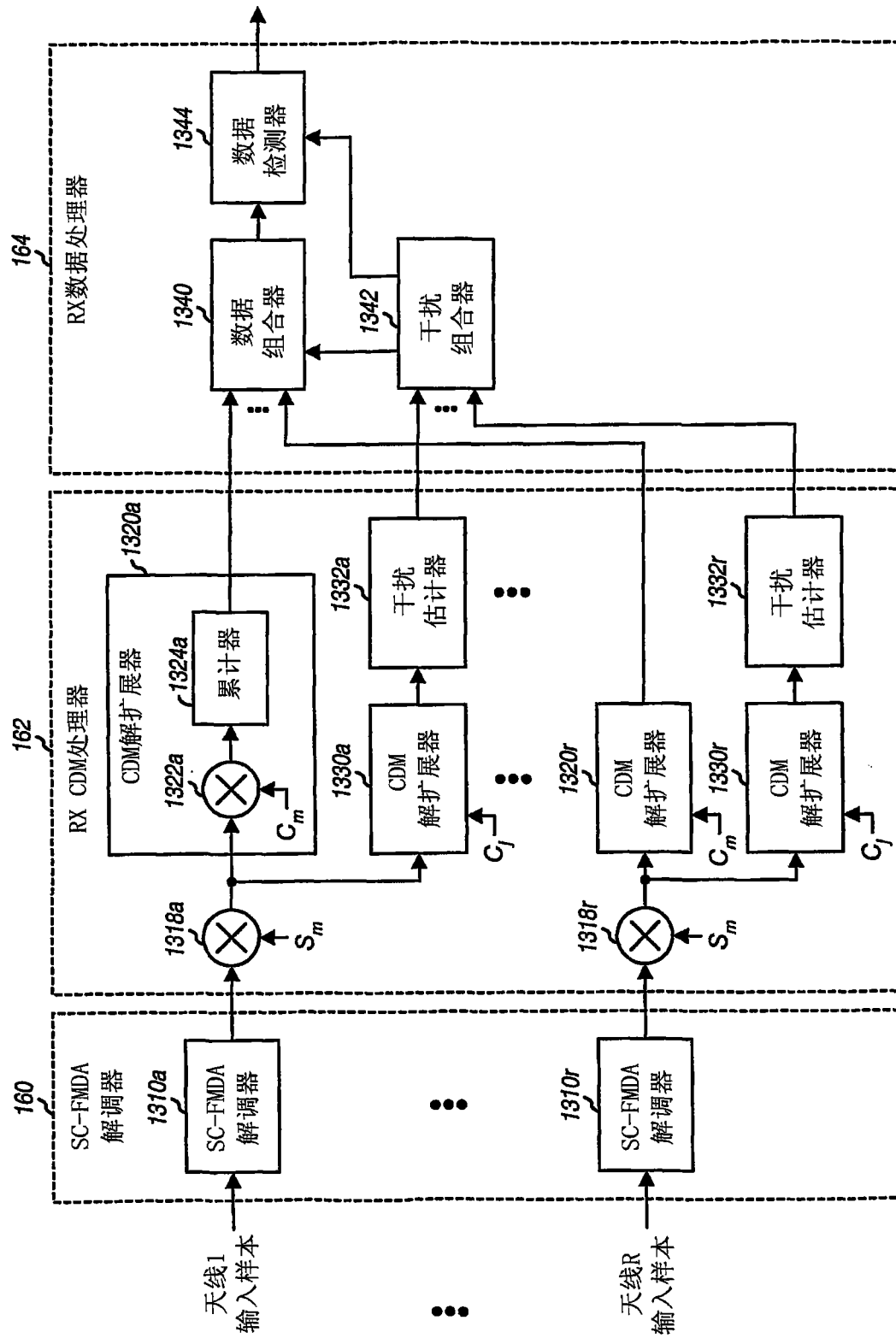


图13

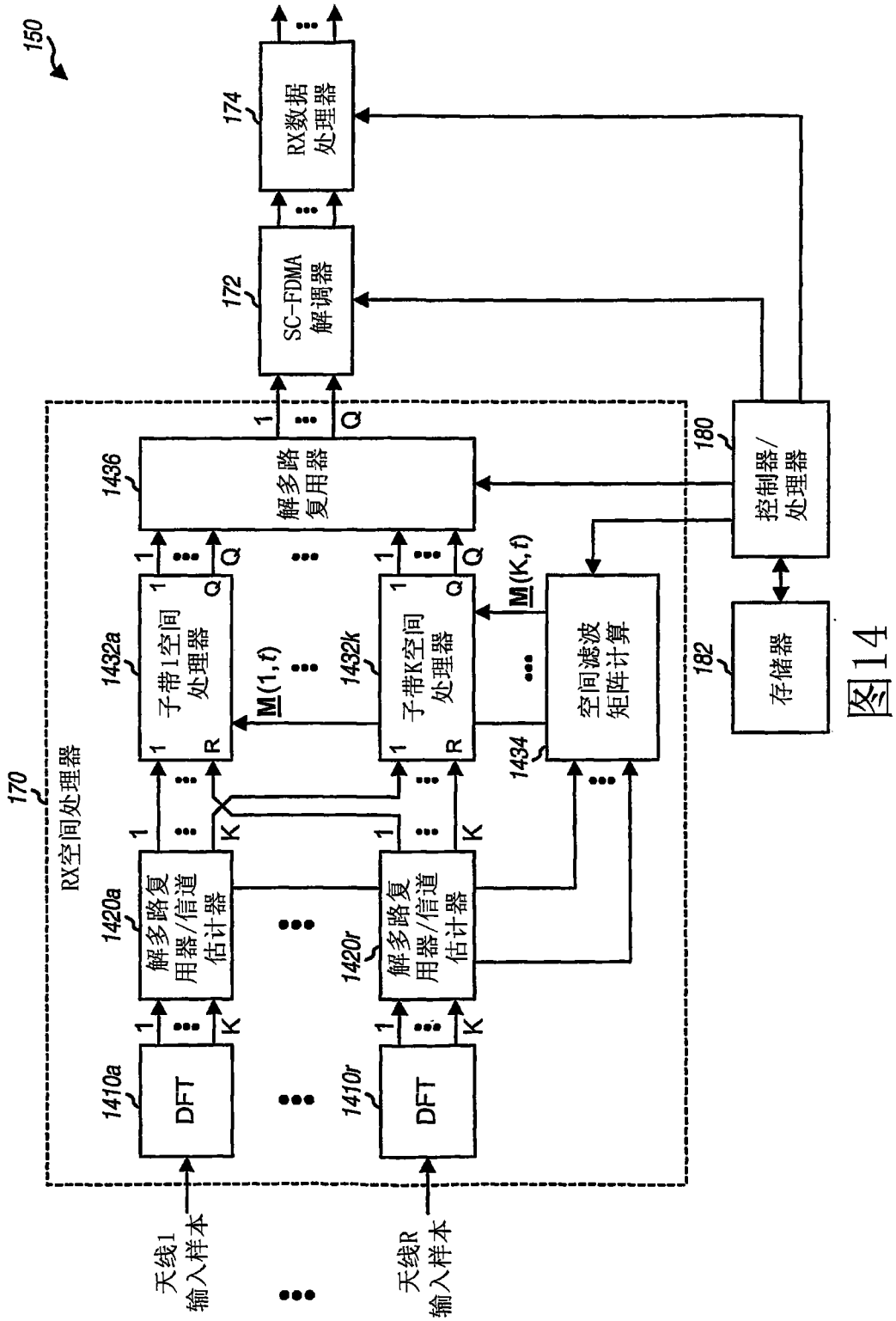


图14